

第 12 回科学技術予測調査  
科学技術等の中長期的な将来予測に関する  
アンケート調査(デルファイ調査)

2025 年 5 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所  
科学技術予測・政策基盤調査研究センター

#### 【調査研究体制】

伊藤 裕子	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	主任研究官
黒木 優太郎	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	上席研究官
岡村 麻子	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	主任研究官
小倉 康弘	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	主任研究官
横尾 淑子	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	専門職
蒲生 秀典	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	特別研究員
浦島 邦子	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	上席研究官(2024 年 2 月まで)
鎌田 久美	科学技術予測・政策基盤調査研究センター	研究員(2024 年 8 月まで)

#### 【Contributors】

ITO Yuko	Senior Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
KUROGI Yutaro	Senior Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
OKAMURA Asako	Senior Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
OGURA Yasuhiro	Senior Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
YOKOO Yoshiko	Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
GAMO Hidenori	Visiting Researcher, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
URASHIMA Kuniko	Senior Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT (until February 2024)
KAMADA Kumi	Research Fellow, Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT (until August 2024)

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。

Please specify reference as the following example when citing this NISTEP RESEARCH MATERIAL.

科学技術予測・政策基盤調査研究センター, 「第 12 回科学技術予測調査 科学技術等の中長期的な将来予測に関するアンケート調査(デルファイ調査)」, *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.346, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/rm346>

Center for S&T Foresight and Indicators, “12<sup>th</sup> S&T Foresight 2025: Delphi Survey,” *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.346, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/rm346>



## 第 12 回科学技術予測調査 科学技術等の中長期的な将来予測に関するアンケート調査(デルファイ調査)

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測・政策基盤調査研究センター

### 要旨

第 12 回科学技術予測調査の一環として、今後 30 年(2055 年まで)の科学技術や科学技術に関連する社会課題等の中長期的な未来像を展望する調査を実施した。調査対象としてトピック(実現が期待される研究開発課題)836 件を設定し、それらの重要度、国際優位性、実現時期の見通し、実現に向けて優先的に対処すべき点について専門家の意見を収集した。調査はデルファイ法(同一内容の質問を 2 回繰り返す)を用いたウェブアンケートで実施し、4,761 名から回答を得た。以下の事が調査から明らかになった。

- ・ 重要度: 自然災害や環境問題・資源問題への対策に関連するトピックの重要度が高い
- ・ 国際優位性: 災害への対策や計測に関連するトピックの国際優位性が高い。
- ・ 実現時期: AI・ICT・アナリティクス・サービス分野は他分野と比較して実現時期が早く、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野は遅い。
- ・ 実現に向けて優先的に対処すべき点: 科学技術的实现ではすべての分野で「人材」が挙げられ、社会的実現では多くの分野で「事業化」が挙げられた。

### 12<sup>th</sup> S&T Foresight 2025: Delphi Survey

Center for S&T Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

### ABSTRACT

As part of the 12th S&T Foresight, the future outlook of science and technology by 2055 was conducted. 836 topics (research and development issues expected to be realized) were set up as survey targets and the Delphi method questionnaire (same question to be replied twice) was applied to obtain opinions from the experts for the each topics regarding “Importance,” “International Advantage,” “Prospects for Realization,” and “Priority to be addressed for realization.”

Finally, 4,761 experts replied to the questionnaire. The results are summarized as follows.

- ・ Importance; high importance of topics related to countermeasures against natural disasters and environmental and resource issues.
- ・ International advantage; High international advantage in topics related to disaster preparedness and measurement.
- ・ Prospects for Realization; the AI/ICT/analytics/services field have an earlier realization time than other fields, while the Space/ocean/earth/science infrastructure field are slower.
- ・ Priority to be addressed for realization; “human resources” was raised in all areas of scientific and technological realization, and “commercialization” was raised in many areas of social realization.

(白紙)

## 目次

概要 .....	i
----------	---

### 【第Ⅰ編 全体結果】

1. 調査の実施概要 .....	(Ⅰ)3
1.1 第12回科学技術予測調査の背景と目的 .....	(Ⅰ)3
1.2 第12回科学技術予測調査における本調査の位置づけ .....	(Ⅰ)4
1.3 方法 .....	(Ⅰ)6
1.4 アンケート実施概要 .....	(Ⅰ)17
1.5 結果の表記 .....	(Ⅰ)18
1.6 検討体制 .....	(Ⅰ)19
2. アンケート結果概要 .....	(Ⅰ)21
2.1 各項目の結果 .....	(Ⅰ)21
2.2 分野横断的なトピック .....	(Ⅰ)61
2.3 まとめ .....	(Ⅰ)72

### 【第Ⅱ編 各分野の結果】

1. 健康・医療・生命科学分野の結果 .....	(Ⅱ)3
2. 農林水産・食品・バイオテクノロジー分野の結果 .....	(Ⅱ)44
3. 環境・資源・エネルギー分野の結果 .....	(Ⅱ)83
4. AI・ICT・アナリティクス・サービス分野の結果 .....	(Ⅱ)124
5. マテリアル・デバイス・プロセス分野の結果 .....	(Ⅱ)173
6. 都市・建築・土木・交通分野の結果 .....	(Ⅱ)216
7. 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野の結果 .....	(Ⅱ)258
8. 横断的社会課題分野の結果 .....	(Ⅱ)301

### 【第Ⅲ編 分野共通質問】

1. 調査実施概要 .....	(Ⅲ)3
2. アンケート結果概要 .....	(Ⅲ)4

**【付録】**

付録 1 集計表 .....	(付録)3
付録 2 アンケートページ .....	(付録)108
付録 3 検討体制 .....	(付録)117
付録 4 これまでの調査実施状況 .....	(付録)122

# 概 要

(白紙)

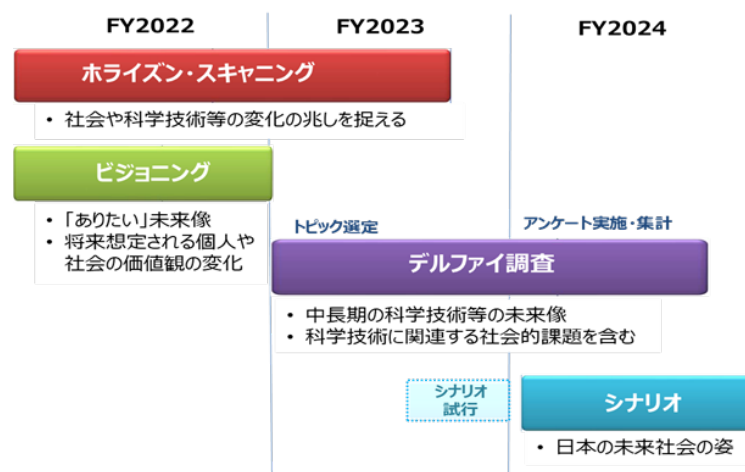
## 概要

### 1. 背景と目的

科学技術・学術政策研究所では、1971年から約5年ごとに科学技術予測調査を実施している。調査の目的は、科学技術・イノベーション基本計画を始めとした、科学技術イノベーション関連政策・分野別戦略・その他の政策立案過程の議論に資する、基礎的な資料を提供することである。また、政策当局、ファンディング機関、シンクタンク、アカデミア、産業界等の科学技術・イノベーション政策のステークホルダーが我が国の将来像について議論を行う際や、未来を見据えた研究開発目標の策定の議論の際に、参考情報として利用していただくことを想定している。

第12回科学技術予測調査は、近年の社会と科学技術との関係性の複雑化・複合化の度合いが増している状況を踏まえて、これまでの科学技術予測調査とは異なり、社会という視点を各調査に含めた設計とした。概要図表1に示すように、社会や科学技術等の変化の兆しを捉える「ホライズン・スキャンニング」、ありたい未来像や将来想定される個人や社会の価値観を共創する「ビジョニング」、科学技術や科学技術に関連する社会課題等の中長期的な未来像を検討する「デルファイ調査」、日本の未来社会の姿やその道筋を検討する「シナリオ」の4部構成で3年間（2022-2024）にわたり実施した。したがって、本デルファイ調査は、第12回科学技術予測調査の一調査という位置づけである。

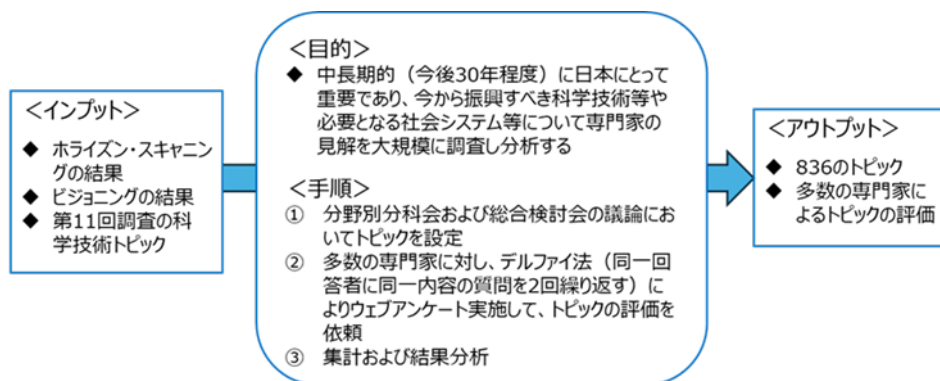
概要図表1 第12回科学技術予測調査の構成と実施スケジュール



## 2. 方法

本調査の検討の流れを概要図表 2 に示す。まず、ホライズン・スキニングの結果、ビジョニングの結果、前回の第 11 回科学技術予測調査デルファイ調査の科学技術トピックなどの情報を基に、今後 30 年程度を見通して日本にとって重要であり、今から振興すべき科学技術等や必要となる社会システム等に関する研究開発課題を分野別分科会において抽出し、総合検討会の議論を経てトピックとして設定した。次に、トピック毎に、重要度、国際優位性、実現時期、実現に向けて対処すべき点などについて、ウェブアンケートを用いて多数の専門家の意見をデルファイ法（同一内容の質問を繰り返して意見を収れんさせる方法）により収集した。最後に、集計したアンケート結果は、分野別分科会において分析を行い、総合検討会での議論を経て確定した。

概要図表 2 検討の流れ



### ● 調査対象

調査対象は、2055 年までの実現が期待される、836 件の科学技術や社会システム等のトピックである。「分野（8 分野）－細目（71 細目）－トピック（836 トピック）」という 3 階層の構造で整理される。

分野は以下の 8 分野である。

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| ①健康・医療・生命科学分野      | ②農林水産・食品・バイオテクノロジー分野   |
| ③環境・資源・エネルギー分野     | ④AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 |
| ⑤マテリアル・デバイス・プロセス分野 | ⑥都市・建築・土木・交通分野         |
| ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤分野   | ⑧横断的社会課題分野（人文・社会科学含む）  |



概要図表 3 調査対象の分野と各分野の細目一覧

	健康・医療・生命科学 (106)	農林水産・食品・バイオテクノロジー (114)	環境・資源・エネルギー (113)	AI・ICT・アナリティクス・サービス (115)	マテリアル・デバイス・プロセス (104)	都市・建築・土木・交通 (123)	宇宙・海洋・地球・科学基盤 (112)	横断的社会課題 (49)
科学技術系細目	医薬品・治療技術 (14)	農業生産システム (16)	エネルギー変換 (17)	AI・データサイエンス (9)	物質・材料 (12)	国土利用・保全 (19)	宇宙 (16)	多様性・包摂性のある社会と個々の幸せ (9)
	医療機器・福祉機器 (12)	フードテクノロジー (15)	エネルギーシステム (14)	コンピュータシステム、量子情報処理 (13)	プロセス・マニファクチャリング (12)	建築 (15)	海洋 (11)	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域 (8)
	老化および疾患 (13)	資源保全活用技術 (14)	資源探査・開発 (13)	ロボティクス (10)	計算科学・データ科学 (12)	社会基盤 (13)	地球 (14)	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方 (7)
	脳科学・精神神経科学 (10)	生物・環境資源情報基盤 (12)	廃棄物・資源循環 (12)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM、MaaS (10)	先端計測・解析手法 (12)	都市・環境 (14)	観測・予測 (15)	信頼される社会経済システムの構築 (10)
	健康危機管理 (10)	次世代バイオテクノロジー (15)	持続可能な水マネジメント (14)	ネットワークアーキテクチャ (14)	応用デバイス・システム (ICT分野) (12)	建設生産システム (10)	計算・数理・情報科学 (12)	未来社会のWell-beingと科学技術 (8)
	倫理・社会医学 (12)	資源循環・未利用資源活用 (10)	気候変動 (8)	インタラクション (10)	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野) (12)	交通・物流 (17)	加速器、素粒子・原子核 (9)	地球規模課題への対応 (7)
	生命科学データ基盤 (13)	食の安全と健康 (14)	環境保全 (14)	セキュリティ・プライバシー (14)	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野) (11)	モビリティ (15)	量子ビーム：放射光 (10)	
横断細目		サステナビリティ (9)	リスクマネジメント (8)	社会情報基盤技術 (15)	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野) (12)		量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等 (11)	
				未来社会デザイン (13)			光・量子技術 (10)	
横断細目	生命情報科学 (10)		サーキュラーエコノミー (7)	ICTを社会実装するための技術と社会の統合上の課題 (7)				
	グローバルヘルス (12)	食・農の技術と社会 (9)	超高齢社会とエネルギー (6)		社会シミュレーション・価値創造 (9)	防災・減災 (20)	国際協力・多様化 (4)	

注) ( )内の数字はトピック数

## ● 質問項目

トピックに対する質問項目等を概要図表 4 に示す。

## ● アンケート回答者

アンケート回答への協力依頼は、まず、国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST) の協力の下で JST が運営する researchmap の登録者やユーザーに対して調査案内を周知した。さらに、NISTEP の運営する科学技術専門家ネットワークの専門調査員 (約 1,700 名) に対して調査への協力依頼を送付するとともに、8 分野の細目・トピックに関連する学術団体、その他の関連研究会・団体・機関等 (150 団体以上) に、当該会員への調査案内の送付依頼を行った。

概要図表 4 質問項目

質問項目	質問文	選択肢
★専門度	このトピックに対する専門度を1つ選んでください。	高、中、低
★重要度	日本にとっての現在の重要度を1つ選んでください。	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
★日本の国際優位性	現在の日本が置かれた国際的な優位性の状況を1つ選んでください。	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
★科学技術的実現時期	日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。	実現済み、2030年以前、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051～2055年、2056年以降、実現しない、わからない
科学技術的実現に向けて 日本が優先的に対処すべき点	このトピックの科学技術的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？（最大3つまで）	① 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大 ② 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度 ③ 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備 ④ 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備 ⑤ 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備 ⑥ 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化 ⑦ 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し ⑧ 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創 ⑨ 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設 ⑩ その他
★社会的実現時期	日本で社会的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。	実現済み、2030年以前、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051～2055年、2056年以降、実現しない、わからない
社会的実現に向けて 日本が優先的に対処すべき点	このトピックの社会的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？（最大3つまで）	① 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革 ② 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保 ③ 【人材活用】博士人材の活用、シニア・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等 ④ 【事業化】経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等） ⑤ 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更 ⑥ 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等 ⑦ 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換 ⑧ 【社会受容】社会受容・合意形成 ⑨ 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し ⑩ 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し ⑪ 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等 ⑫ 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等 ⑬ その他

（注）★は回答必須項目

- \* 科学技術的実現時期：日本を含む世界のどこかで、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期、原理等の解明時期など。
- \* 社会的実現時期：日本の国内で製品やサービス等として普及する時期や、施設や設備として利用可能になる時期、制度・システムの確立の時期など。

## ● アンケート方法

本調査は、ウェブアンケート形式として、NISTEP ホームページに「デルファイ調査」サイトを設け、NISTEP ドメイン名で調査を実施した。回答者は回答者登録の後、回答画面から回答する分野や細目を選択し、表示されたトピックのうち自分の専門性に合致するなど回答可能なトピックを自由に選び回答した。

## ● アンケート実施概要

本調査はデルファイ法によるアンケートとし、同一内容のアンケートを同一回答者に2回繰り返した。2回目アンケート回答を最終回答として分析対象とした。

- ・1回目アンケート 実施時期：2024年6月20日～7月31日（回答者数6,073名）
- ・2回目アンケート 実施時期：2024年8月19日～9月25日（回答者数4,761名）

\* 1回目アンケート回答者のうち78.4%

### 3. 結果

#### (1) 全体概要

##### ○日本にとっての現在の重要度

全8分野において、分野ごとのトピックの6～8割が重要度・高（「高い」あるいは「非常に高い」）と回答された。分野の比較では、マテリアル・デバイス・プロセス分野と横断的社会課題分野は、重要度の高いトピックが多い。また、環境・資源・エネルギー分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野、横断的社会課題分野は、重要度が特に高いトピックが多い。重要度上位は、自然災害や環境問題・資源問題への対策に関連するトピックであった。

##### ○現在の日本が置かれた国際的な優位性の状況

8分野全般的に国際優位性はあまり高くない。分野の比較では、マテリアル・デバイス・プロセス分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野で国際優位性が高いトピックが示され、内容は災害への対策や計測に関連するものであった。

##### ○実現時期

科学技術の実現時期として、2035年までにトピックの8割、2040年までに9割以上が実現すると予測された。社会的実現時期として、2035年までにトピックの5割、2040年までに9割が実現すると予測された。分野の比較では、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野は科学技術的実現時期・社会的実現時期ともに早め、一方、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野は両時期とも遅めと予測された。また、社会的実現時期が2041年以降と実現時期が遅いトピックは、宇宙利用、地震予測、核融合発電、脳科学などに関するものであった。

\* 科学技術的実現時期：日本を含む世界のどこかで、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期、原理等の解明時期など。

\* 社会的実現時期：日本の国内で製品やサービス等として普及する時期や、施設や設備として利用可能になる時期、制度・システムの確立の時期など。

##### ○実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

科学技術の実現に向けて優先的に対処すべき点は、科学技術系7分野では共通して「人材」、「資金」、「研究基盤」が挙げられた。都市・建築・土木・交通分野では、上記に加えて「国内連携」も挙げられた。一方、横断的社会課題分野では、「人材」、「社会（社会受容、合意形成）」が対処すべき点として挙げられた。

社会的実現に向けて優先的に対処すべき点は、多くの分野で「事業化」が挙げられた。上記に加えて、環境・資源・エネルギー分野、ICT・アナリティクス・サービス分野では「標準化」、都市・建築・土木・交通分野では「公共化（高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等）」が挙げられた。横断的社会課題

分野では、「社会のあり方（文化・価値観・ライフスタイルの見直し）」や「社会受容」が挙げられた。

#### ○分野横断的にみられるトピックの特徴

今回のデルファイ調査では、5年前の前回調査に比べて、分野横断的に「社会」や「AI」という語を含むトピックが結果として多くなった。「社会」に関しては、横断的社会課題分野を除いた科学技術系7分野についての比較でも前回調査よりも多い。「社会」関連のトピックはそれ以外のトピックと比較して、平均で重要度は変わらないが国際優位性は低いことが示された。この傾向は「AI」関連トピックとその他トピックとの比較でも同様であった。実現に向けて対処すべき点は、「社会」関連トピックの科学技術的実現では「社会（社会受容・社会的合意の形成、共創）」、社会的実現では「社会のあり方（文化・価値観・ライフスタイルの見直し）」が他のトピックに比較して多く挙げられた。「AI」関連トピックでは、科学技術的実現および社会的実現ともに、「倫理」が他のトピックに比較して多く挙げられた。

#### (2) 各分野の結果概要

分野ごとの結果概要を概要図表5に示す。

概要図表5 各分野の結果概要

分野	項目	概要
健康・医療・生命科学	重要度	・ 老化に関連する細目「老化および疾患」、「脳科学・精神神経科学」の重要度が高い。
	国際優位性	・ 細目「老化および疾患」、「医薬品・治療技術」、「医療機器・福祉機器」の国際優位性が高い。
	実現時期	・ 2035年までにトピックの85%が科学技術的に実現、48%が社会的に実現。 ・ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いトピックは、「再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療(6年)」。 ・ 科学技術的実現及び社会的実現が早いトピックは、細目「生命情報科学」関連、遅いのは細目「脳科学・精神神経科学」関連。
	対処すべき点	・ 科学技術的実現に向けては、「人材」、「資金」、「研究基盤」。細目「生命情報科学」では、「社会(社会受容、合意形成)」、「法律・規制」も。 ・ 社会的実現に向けては、人材関連(人材確保、人材活用、教育・学び)、「事業化」。細目「グローバルヘルス」では、「標準化」も。
農林水産・食品・バイオテクノロジー	重要度	・ 細目「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「資源循環・未利用資源活用」の重要度が高い。
	国際優位性	・ 「フードテクノロジー」の国際優位性が高い。
	実現時期	・ 2035年までにトピックの91%が科学技術的に実現、60%が社会的に実現。 ・ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いトピックは、光合成能力向上植物によるCO <sub>2</sub> 回収技術、雑種強勢固定化技術(6年)など。 ・ 社会的実現が早いのは、食品の安全や品質の技術に関するトピック、遅いのは、全ゲノム再構築による生物種再構築、完全閉鎖系植物工場。

分野	項目	概要
	対処すべき点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、「資金」、「人材」、「研究基盤」、「国内連携」。細目「食・農の技術と社会」では「社会(社会受容、合意形成)」も。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、「事業化」と人材関連(人材確保、人材活用、教育・学び)。「食の安全と健康」では標準化も、「サステナビリティ」では「社会のあり方(文化・価値観・ライフスタイルの見直し)」も。</li> </ul>
環境・資源・エネルギー	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「廃棄物・資源循環」、「サーキュラーエコノミー」、「超高齢社会とエネルギー」の重要度が高い。</li> </ul>
	国際優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「持続可能な水マネジメント」、「廃棄物・資源循環」、「資源探査・開発」の国際優位性が高い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2035年までにトピックの83%が科学技術的に実現、41%が社会的に実現。</li> <li>・ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いのは地熱発電技術のトピック(9年)、短いのはリスクマネジメントや水関連など。</li> <li>・ 社会的実現が遅いトピックは核融合発電、早いトピックは水管理関連。</li> </ul>
	対処すべき点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては「資金」、「人材」、「研究基盤」。細目「リスクマネジメント」、「サーキュラーエコノミー」では「国際連携」も。</li> <li>・ 社会的実現に向けては「事業化」。細目「気候変動」、「環境保全」では「教育・まなび」も、細目「資源探・開発」、「破棄物・資源循環」では「人材確保」も、細目「サーキュラーエコノミー」では「標準化」も。</li> </ul>
AI・ICT・アナリティクス・サービス	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「ネットワークアーキテクチャ」、「セキュリティ・プライバシー」の重要度が高い。</li> </ul>
	国際優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「ネットワークアーキテクチャ」、「ロボティクス」、「コンピュータシステム」の国際優位性が分野内の他の細目に比べて相対的に高い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2035年までにトピックの96%が科学技術的に実現、72%が社会的に実現。</li> <li>・ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いトピックは、「知的財産の自律分散化」、「ウェアラブルデバイスによる状況予測」(8年)。</li> <li>・ 社会的実現の遅いトピックは、量子情報処理、脳とのインタフェース技術など、実現の早いトピックは、フェイクニュース防止など。</li> </ul>
	対処すべき点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、「資金」、「人材」、「研究基盤」。細目「社会情報基盤」では「社会(社会受容、合意形成)」や「法律・規制」も、細目「自動運転等」では「国内連携」も。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、「事業化」、「人材確保」。細目「ネットワークアーキテクチャ」では「標準化」も、細目「セキュリティ・プライバシー」では「標準化」と「法律・規制」も。</li> </ul>
マテリアル・デバイス・プロセス	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「応用デバイス・システム(環境エネルギー)」、「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)」、「社会システム・価値創造」の重要度が高い。</li> </ul>
	国際優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「応用デバイス・システム(環境エネルギー)」や「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ)」、「先端計測・解析手法」の国際優位性が高い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2035年までにトピックの84%が科学技術的に実現、45%が社会的に実現。</li> <li>・ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いトピックは、「量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術」(8年)。</li> <li>・ 社会的実現の遅いトピックは、量子コンピュータ関連。実現が早いのは、異種材料接合技術などの細目「プロセス・マニファクチャリング」関連。</li> </ul>
	対処すべき点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては「資金」、「人材」、「研究基盤」。細目「社会システム・価値創造」、「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)」では「標準化」も。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、「事業化」、「人材確保」、「人材活用」。細目「計算科学・データ科学」、「社会システム・価値創造」では「教育・まなび」も、「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)」では「標準化」も、「応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)」では「倫理」も。</li> </ul>



分野	項目	概要
都市・建築・ 土木交通	重要度	・ 細目「防災・減災」及び災害に関連するトピックの重要度が高い。
	国際優位性	・ 細目「防災・減災」及び災害関連トピックの国際優位性が高い。
	実現時期	・ 2035年までにトピックの88%が科学技術的に実現、60%が社会的に実現。 ・ 科学的実現から社会的実現までの期間が長いトピックは、宇宙利用のためのインフラ設計等の技術(10年)、自動操縦旅客機(9年)など。 ・ 社会的実現が遅いトピックは、宇宙利用のためのインフラ設計等の技術、宇宙空間での居住空間の建築等の技術。
	対処すべき点	・ 科学技術的实现に向けては、「資金」、「国内連携」、「研究基盤」、「人材」。細目「建設生産システム」では「標準化」も、細目「都市・環境」では「社会(社会受容、合意形成)」と「法律・規制」も。 ・ 社会的実現に向けては、「事業化」。細目「建設生産システム」、「モビリティ」では「標準化」や「法律・規制」も、細目「都市・環境」では「社会受容」や「社会のあり方(文化・価値観・ライフスタイルの見直し)」も。
宇宙・海洋・ 地球・科学基盤	重要度	・ 細目「観測・予測」、「地球」など自然災害関連の重要度が高い。
	国際優位性	・ 細目「量子ビーム(中性子・ミュオン・荷電粒子等)」の国際優位性が高い。
	実現時期	・ 2035年までにトピックの57%が科学技術的に実現、23%が社会的に実現。 ・ 科学技術的实现から社会的実現までの期間が長いトピックは、「量子ビームによる目的の突然変異を確実に獲得する技術」(9年)。 ・ 社会的実現が遅いトピックは、大規模地震発生予測、自給自足型スペースコロニーなど。実現が早いトピックは、ロボットやICT技術による完全養殖施設、可搬型小型中性子源によるトンネル等の非破壊計測など。
	対処すべき点	・ 科学技術的实现に向けては、「資金」、「人材」、「研究基盤」。細目「宇宙」、「加速器、素粒子・原子核」は「国際連携」も。 ・ 社会的実現に向けては、「人材確保」、「人材活用」。細目「宇宙」、「海洋」、「観測・予測」は「事業化」と「標準化」も、細目「地球」、「計算・数理・情報科学」、「加速器、素粒子・原子核」では「教育・まなび」も。
横断的社会課題	重要度	・ 細目「信頼される社会経済システムの構築」、「地球規模課題への対応」、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」の重要度が高い。
	国際優位性	・ 細目「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」の国際優位性が分野内の他細目と比べ相対的に高い。
	実現時期	・ 2035年までにトピックの88%が科学技術的に実現、24%が社会的に実現。 ・ 科学技術的实现から社会的実現までの期間が長いのは、細目「信頼される社会経済システムの構築」関連。 ・ 社会的実現が遅いトピックは、多様性の許容や国の将来(財政・人口)に関するトピック。実現が早いトピックは、「コンテンツツーリズム(地域の文化等の観光資源としての活用)の開発」など。
	対処すべき点	・ 科学技術的实现に向けては、「社会」、「人材」。細目「信頼される社会経済システム」、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」では「法律・規制」も。 ・ 社会的実現に向けては、「社会のあり方(文化・価値観・ライフスタイルの見直し)」、「社会受容」、次いで「教育・学び」。細目「信頼される社会経済システムの構築」、「未来社会のWell-beingと科学技術」では「法律・規制」も、「地球規模課題への対応」では「連携(分野・セクター・国境を超えた共創等)」も。

### (3) 全分野共通質問

全回答者を対象に、全分野共通設問として、今後 30 年間の将来における科学技術の進展の変化や、科学技術と社会の関係の変化についての専門家の認識や考えを調査した。全分野共通質問の質問項目を概要図表 6 に示す。

概要図表 6 全分野共通質問の質問項目

質問項目	選択肢
<b>Q1</b> 今後30年間に、 <b>科学技術の進展</b> はどう変化するとお考えですか？ （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される 2. 分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく 3. 分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる 4. 分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおり進展する 5. 分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する 6. その他
<b>Q2</b> 今後30年間に、 <b>科学技術と社会の関係</b> はどう変化するとお考えですか？ <b>研究側の変化</b> として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 社会に関係なく、知識生産によりまいる進んでいる【無視】 2. 社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される【自律】 3. 研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる【対話】 4. 社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される【服従】 5. わからない 6. その他
<b>Q3</b> 今後30年間に、 <b>科学技術と社会の関係</b> はどう変化するとお考えですか？ <b>社会側の変化</b> として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している【信頼・委任】 2. 社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんたんと受容する【無関心】 3. 社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める【合意】 4. 社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める【批判・対立】 5. わからない 6. その他

調査は、デルファイ調査の1回目アンケートの際（2024年6月20日～7月31日）に行い、6,231名から回答を得た。

その結果、今後30年間の科学技術の進展については「分野全体がこれまでどおり進展(29.4%)」の回答がもっとも多く、次いで「分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される(23.8%)」、「分野の一部が急速に進展(19.4%)」であった。このことから、回答者の7割が今後30年間の科学技術の進展にポジティブな認識を持つことを示唆したと考えられる（概要図表7）。

概要図表 7 今後 30 年間の科学技術の進展についての専門家の認識（n=6,231）

科学技術の進展	分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される	分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおり進展する	分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく	分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する	分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる
回答割合	とても ポジティブ 23.8%	ポジティブ 19.4%	ポジティブ 29.4%	ネガティブ 16.7%	とても ネガティブ 8.6%

注) 上記以外に、「その他」を選択した回答 2.1%。

また、今後 30 年間の科学技術と社会との関係については、「研究側の変化」では「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる(37.4%)」がもっとも多く、「社会側の変化」では「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める(36.9%)」がもっとも多く回答された。

このことから、今後 30 年間の科学技術と社会との関係において、研究側と社会側との積極的な対話が求められる、という専門家の認識が示された。



## 第Ⅰ編 全体結果

(白紙)

## 1. 調査の実施概要

### 1.1 第 12 回科学技術予測調査の背景と目的

我が国では、科学技術政策の基本的な枠組みとなる科学技術基本法が 1995 年に施行され、1996 年より 5 年ごとに策定される科学技術基本計画の下で科学技術政策が推進されてきた。第 2 期及び第 3 期科学技術基本計画における分野の重点化、第 4 期科学技術基本計画における社会課題達成型の重点化を経て、第 5 期科学技術基本計画では「超スマート社会」(Society 5.0)を実現することが目標に掲げられた。2020 年に「人文科学のみに係る科学技術」及び「イノベーションの創出」を科学技術基本法の振興対象に加える等の、科学技術基本法等の一部を改正する法律が成立し、科学技術・イノベーション基本法となった。これを踏まえて策定された第 6 期科学技術・イノベーション基本計画では、我が国が目指す社会(Society 5.0)として、国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会、一人ひとりの多様な幸せ(well-being)が実現できる社会が目標に掲げられた。

科学技術・学術政策研究所では、図表 I-1-1 にあるように、1971 年から約 5 年ごとに科学技術予測調査を実施し、科学技術基本計画が策定されるようになって以降、科学技術政策の形成側の要請に応えるべく調査設計を行うとともに、その策定スケジュールに合わせて調査を実施してきた。したがって、科学技術予測調査の目的は、科学技術・イノベーション基本計画を始め、科学技術イノベーション関連政策・戦略検討・立案のためのエビデンスを提供することである。また、政策当局、ファンディング機関、シンクタンク、アカデミア、産業界等の科学技術・イノベーション政策のステークホルダーが我が国の将来像の議論のためのプラットフォームとして調査を活用したり、研究開発目標などを策定する際の参考情報として調査結果を利用したりしていただくことを想定している。

ここ数年、感染症の世界的な大流行による経済や社会活動の一時的な停滞、ウクライナ侵攻等の紛争による食料・エネルギー価格の高騰、気候変動に起因すると思われる記録的な高温や豪雨による激甚災害などにより、社会や生活は大きな影響を受けた。これらへの対応策として新しい科学技術の導入が望まれる一方で、一定のリスクやトレードオフを引き起こす可能性もあり、社会と科学技術との関係性は複雑化・複合化の度合が増している。

この状況を踏まえて、第 12 回科学技術予測調査では、若者世代を含めた人々のありたい未来社会の姿についての調査や、社会的な視点や分野横断的な観点を取り入れた、中長期的に日本にとって重要となる科学技術等の調査を行い、これらの結果を統合して今後 30 年にわたる日本の未来社会への道筋を展望した。

図表 I-1-1 科学技術予測調査および科学技術政策の歴史と変遷



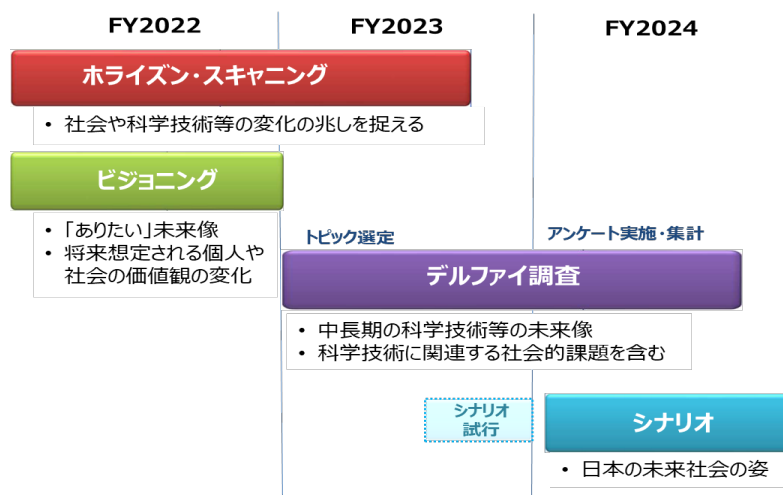
## 1.2 第12回科学技術予測調査における本調査の位置づけ

第12回科学技術予測調査は、図表 I-1-2 に示すように、社会や科学技術等の変化の兆しを捉える「ホライズン・スキャニング」、ありたい未来像や将来想定される個人や社会の価値観を共創する「ビジョニング」、科学技術や科学技術に関連する社会課題等の中長期的な未来像を検討する「デルファイ調査」、日本の未来社会の姿やその道筋を検討する「シナリオ」の4部構成で3年間（2022-2024）にわたり実施した調査である。

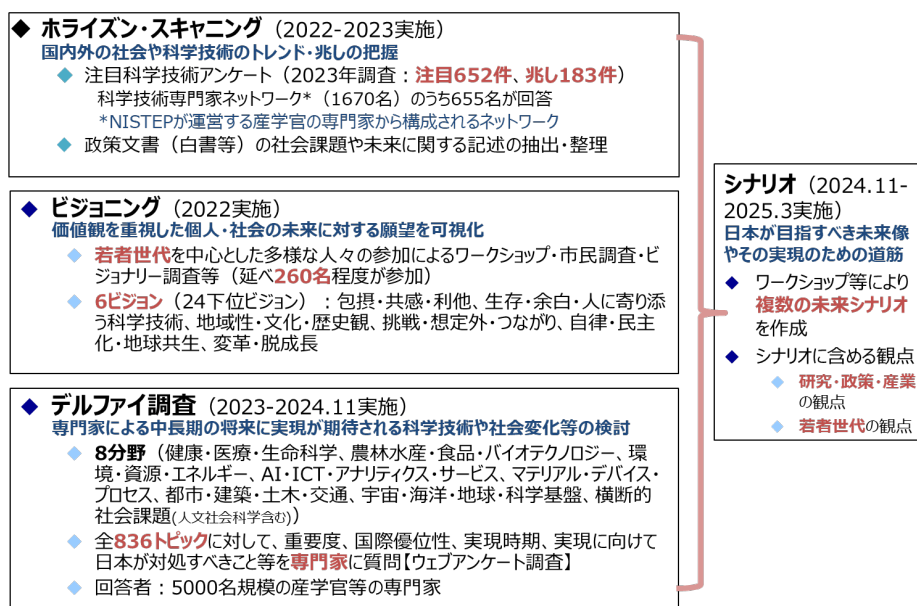
図表 I-1-3 に各調査の概要を示す。ホライズン・スキャニングでは、文献調査、科学技術等関連データベースや検索システムを用いた情報抽出、専門家からの情報収集<sup>1)・3)</sup>、政策文書（白書含む）の社会課題や未来に関する記述の抽出<sup>4)</sup>などにより、国内外の社会や科学技術のトレンドや兆しを収集・整理した。ビジョニングでは、若者世代を中心とした多様な人々の参加によるワークショップ、市民調査、ビジョナリー調査等により、社会の「ありたい」未来像（ビジョン）を検討し、価値観を重視した個人・社会の未来に対する願望を可視化した<sup>5)</sup>。デルファイ調査では、専門家による中長期の将来に実現が期待される科学技術や社会変化等を検討した。シナリオでは、他3部の調査で得られた結果を活用し、多様な人々から成るワークショップを複数回行い、日本が目指すべき未来像やその実現のための道筋を検討す

る。

図表 I-1-2 第 12 回科学技術予測調査の構成と実施スケジュール



図表 I-1-3 第 12 回科学技術予測調査の概要



本デルファイ調査は、上述のように、第 12 回科学技術予測調査の一環として位置づけられる。デルファイ調査は、図表 I-1-1 に示すように、第 1 回調査（当時は技術予測調査）

（1971）から実施している調査である。第 6 回調査（当時は技術予測調査）（1997）まではデルファイ調査のみを予測調査として実施していたが、第 7 回調査（当時は技術予測調査）

(2001)以降は科学技術政策上の要請に応じて、デルファイ調査以外に様々な調査を加えて実施することを試行して来た。第12回科学技術予測調査は、第11回科学技術予測調査

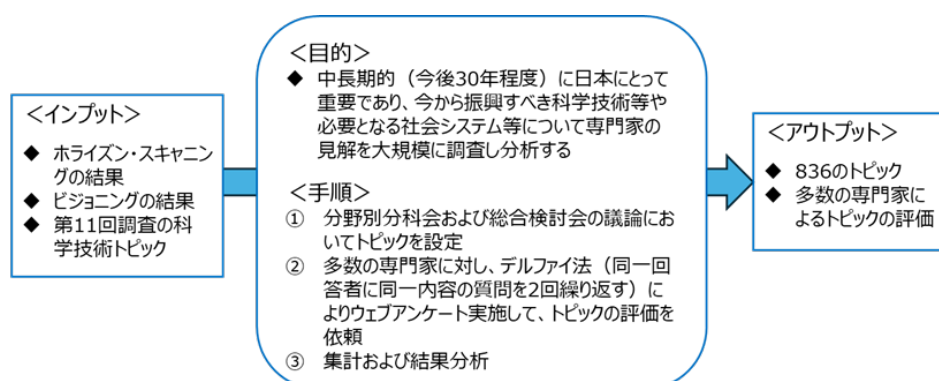
(2019)<sup>6)</sup>と同様に4調査手法から成る予測調査として実施したが、第11回調査とは異なり、科学技術予測調査の対象を「自然科学及び関連する科学技術に加えて、人文・社会科学のみに係る科学技術や、人文・社会科学と自然科学との融合による新たな知や価値観等も含む」とした。したがって、本デルファイ調査においても、科学技術のみならず人文・社会科学分野に関する研究課題や科学技術が関連する社会課題等も調査の対象とした。

### 1.3 方法

本調査の検討の流れを図表 I-1-4 に示す。まず、ホライズン・スキャニング<sup>1)-3)</sup>の結果、ビジョニング<sup>5)</sup>の結果、前回の第11回調査の科学技術トピック<sup>6)</sup>などの情報を基に、今後30年程度を見通して日本にとって重要であり、今から振興すべき科学技術等や必要となる社会システム等に関する研究開発課題を分野別分科会において抽出し、総合検討会の議論を経てトピックとして設定した。次に、トピック毎に、重要度、国際優位性、実現時期、実現に向けて対処すべき点などについて、ウェブアンケートを用いて多数の専門家の意見をデルファイ法<sup>\*</sup>により収集した。最後に、集計したアンケート結果は、分野別分科会において分析を行い、総合検討会での議論を経て確定した。

\*デルファイ法：多数の人に同一内容の質問を複数回繰り返し、回答者の意見を収れんさせる手法。2回目以降は、前回の集計結果が回答者に示される。回答者は、全体の意見の傾向を見ながら自身の回答を再検討することができる。回答者の一部は多数意見に賛同するので、意見は収れんする方向に向かう。米国のランド・コーポレーションが開発した方法で、多くの神々が集まって未来を占ったとされるアポロ神殿のあった古代ギリシャの地名 Delfi から命名された。

図表 I-1-4 検討の流れ



### 1.3.1 調査対象時期

現在（調査時点）から 2055 年までの約 30 年間

### 1.3.2 調査対象

調査対象は、2055 年までの実現が期待される、科学技術や社会システム等である。これらを本調査では「トピック」といい、合計 836 件から成る。

トピックは「分野（8 分野）－細目（71 細目）－トピック（836 トピック）」という 3 階層の構造で整理される。設定した分野は以下に示す 8 分野である（[] 内は図表中の略称）。

- ① 健康・医療・生命科学分野 [健康医療]
- ② 農林水産・食品・バイオテクノロジー分野 [農林水産]
- ③ 環境・資源・エネルギー分野 [環境資源]
- ④ AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 [AI/ICT]
- ⑤ マテリアル・デバイス・プロセス分野 [マテリアル]
- ⑥ 都市・建築・土木・交通分野 [都市建築]
- ⑦ 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野 [宇宙海洋]
- ⑧ 横断的社会課題分野（人文・社会科学含む）[横断社会]

細目は分野ごとに 9 程度設定した（図表 I-1-5）。細目には、横断的社会課題分野以外の科学技術系分野（7 分野）において「横断細目」を設定した。横断細目は分野内横断的な細目であり、7 分野ごとに 1～2 程度設定した。健康・医療・生命科学分野の横断細目としては「生命情報科学」・「グローバルヘルス」、農林水産・食品・バイオテクノロジー分野では「食・農の技術と社会」、環境・資源・エネルギー分野では「サーキュラーエコノミー」・「超高齢社会とエネルギー」、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野では「ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題」、マテリアル・デバイス・プロセス分野では「社会システム・価値創造」、都市・建築・土木・交通分野では「防災・減災」、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では「国際協力・多様化」を設定した。

また、各分野の細目別のトピック数は図表 I-1-6 に示すように、1 細目あたり概ね 10 前後として設定した。なお、横断細目は網掛けで示した。

図表 I-1-5 調査対象の分野と各分野の細目一覧

	健康・医療・生命科学 (106)	農林水産・食品・バイオテクノロジー (114)	環境・資源・エネルギー (113)	AI・ICT・アナリティクス・サービス (115)	マテリアル・デバイス・プロセス (104)	都市・建築・土木・交通 (123)	宇宙・海洋・地球・科学基盤 (112)	横断的社会課題 (49)
科学技術系細目	医薬品・治療技術 (14)	農業生産システム (16)	エネルギー変換 (17)	AI・データサイエンス (9)	物質・材料 (12)	国土利用・保全 (19)	宇宙 (16)	多様性・包括性のある社会と個人の幸せ (9)
	医療機器・福祉機器 (12)	フードテクノロジー (15)	エネルギーシステム (14)	コンピュータシステム、量子情報処理 (13)	プロセス・マニファクチャリング (12)	建築 (15)	海洋 (11)	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域 (8)
	老化および疾患 (13)	資源保全活用技術 (14)	資源探査・開発 (13)	ロボティクス (10)	計算科学・データ科学 (12)	社会基盤 (13)	地球 (14)	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方 (7)
	脳科学・精神神経科学 (10)	生物・環境資源情報基盤 (12)	廃棄物・資源循環 (12)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM、MaaS (10)	先端計測・解析手法 (12)	都市・環境 (14)	観測・予測 (15)	信頼される社会経済システムの構築 (10)
	健康危機管理 (10)	次世代バイオテクノロジー (15)	持続可能な水マネジメント (14)	ネットワークアーキテクチャー (14)	応用デバイス・システム (ICT分野) (12)	建設生産システム (10)	計算・数理・情報科学 (12)	未来社会のWell-beingと科学技術 (8)
	倫理・社会医学 (12)	資源循環・未利用資源活用 (10)	気候変動 (8)	インタラクティブ (10)	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野) (12)	交通・物流 (17)	加速器・素粒子・原子核 (9)	地球規模課題への対応 (7)
	生命科学データ基盤 (13)	食の安全と健康 (14)	環境保全 (14)	セキュリティ・プライバシー (14)	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野) (11)	モビリティ (15)	量子ビーム：放射光 (10)	
		サステナビリティ (9)	リスクマネジメント (8)	社会情報基盤技術 (15)	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野) (12)		量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等 (11)	
				未来社会デザイン (13)			光・量子技術 (10)	
横断細目	生命情報科学 (10)		サーキュラーエコノミー (7)	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題 (7)				
	グローバルヘルス (12)	食・農の技術と社会 (9)	超高齢社会とエネルギー (6)		社会システム・価値創造 (9)	防災・減災 (20)	国際協力・多様化 (4)	

注) ( )内の数字はトピック数

図表 I-1-6 各分野の細目とトピック数（網掛けは横断細目）

分野	細目名	トピック件数
健康・医療・生命科学 (計 106 トピック)	医薬品・治療技術	14
	医療機器・福祉機器	12
	老化および疾患	13
	脳科学・精神神経科学	10
	健康危機管理	10
	倫理・社会医学	12
	生命科学データ基盤	13
	生命情報科学	10
	グローバルヘルス	12
農林水産・食品・バイオテクノロジー (計 114 トピック)	農業生産システム	16
	フードテクノロジー	15
	資源保全活用技術	14
	生物・環境資源情報基盤	12
	次世代バイオテクノロジー	15
	資源循環・未利用資源活用	10



分野	細目名	トピック件数
	食の安全と健康	14
	サステイナビリティ	9
	食・農の技術と社会	9
環境・資源・エネルギー (計 113 トピック)	エネルギー変換	17
	エネルギーシステム	14
	資源探査・開発	13
	廃棄物・資源循環	12
	持続可能な水マネジメント	14
	気候変動	8
	環境保全	14
	リスクマネジメント	8
	サーキュラーエコノミー	7
	超高齢社会とエネルギー	6
AI・ICT・アナリティクス・サービス (計 115 トピック)	AI・データサイエンス	9
	コンピュータシステム、量子情報処理	13
	ロボティクス	10
	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)	10
	ネットワークアーキテクチャ	14
	インタラクション	10
	セキュリティ・プライバシー	14
	社会情報基盤技術	15
	未来社会デザイン	13
	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題	7
マテリアル・デバイス・プロセス (計 104 トピック)	物質・材料	12
	プロセス・マニファクチャリング	12
	計算科学・データ科学	12
	先端計測・解析手法	12
	応用デバイス・システム (ICT 分野)	12
	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	12
	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)	11
	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	12
	社会システム・価値創造	9
都市・建築・土木・交通 (計 123 トピック)	国土利用・保全	19
	建築	15
	社会基盤	13
	都市・環境	14
	建設生産システム	10
	交通・物流	17
	モビリティ	15
	防災・減災	20

分野	細目名	トピック件数
宇宙・海洋・地球・ 科学基盤 (計 112 トピック)	宇宙	16
	海洋	11
	地球	14
	観測・予測	15
	計算・数理・情報科学	12
	加速器、素粒子・原子核	9
	量子ビーム:放射光	10
	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等	11
	光・量子技術	10
	国際協力・多様化	4
横断的社会課題 (計 49 トピック)	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ	9
	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域	8
	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方	7
	信頼される社会経済システムの構築	10
	未来社会の Well-being と科学技術	8
	地球規模課題への対応	7

### 1.3.3 トピックの設定

#### (1) 設定の基本方針

トピックは、研究開発テーマやプロジェクトの内容を簡潔に短文で表現したものであり、研究開発から社会実装までを想定可能なもの、原理等の解明といった現時点で社会実装が想定できないもの、社会変化等の科学技術的要素の少ないもの等を含む。具体的な実現手段や目標値を示すものも含む。なお、調査対象時期が 2055 年までのため、この範囲を大きく外れないように 2045 年頃までに実現が見込まれるものを中心に設定した。

本調査の方向性として、以下の観点をトピックに含めることに留意した。

- a. 将来の個々人の幸せや社会の豊かさ及び持続可能性に資すると期待される科学技術等の研究開発テーマ
- b. 今後大きな進展が必要と見込まれる科学技術等の基礎的なあるいは基盤的な研究開発テーマ
- c. a,b の実現や進展を左右する社会的変化（例：政策・制度等による社会システムの変化、ライフスタイルや価値観等の変化など）や重大な社会課題への対応に資する分野横断的な研究開発テーマ（人文・社会科学分野を含む）

## (2) 検討手順

各分野別分科会において細目とトピックの検討を行い、案を作成し、総合検討会での共有および議論を経て決定した。分野別分科会は各分野で3回ずつ開催し、総合検討会は2回開催した。具体的な検討手順は以下の通りである。

### <科学技術系分科会>

科学技術系7分科会（横断的社会課題分科会以外の分科会）では、まず、各分野の向こう30年間の社会、科学技術、その他の発展動向を議論し、当該分野における検討範囲を設定した。この検討範囲を本調査では「細目」という。次に、検討範囲（細目）別に、第11回調査で設定したトピックを再整理し、第12回調査において継続採用・修正採用・非採用の評価を行った。修正採用のトピックについては修正案を検討するとともに、新規トピックの作成を行った。

### <横断的社会課題分科会>

横断的社会課題分科会は、従来の科学技術系分科会に加え、新たな取組みとして設置した分科会である。主として、将来の実現が期待される科学技術等の実現や進展を左右する社会的変化や重大な社会課題への対応に資する、人文・社会科学分野を含む分野横断的な研究開発テーマを含むトピックを設定することを目的とした。横断的社会課題分科会では、まず、ビジョニングの結果<sup>5)</sup>の「ありたい」未来像（ビジョン）を基に意見交換を行い、国際動向や社会動向の議論を経て、本分科会の検討範囲（細目）を設定した。次に、細目別に50程度の新規トピックの作成を行った。

### <科学技術系分科会と横断的社会課題分科会との間の情報共有>

科学技術系分科会と横断的社会課題分科会のそれぞれの検討過程にお互いの情報を反映できるように、分科会の開催時期を調整した。科学技術系分科会には、横断的社会課題分科会で仮設定した細目（細目のキーワードおよび概要を含む）に関する情報を共有し、これらを踏まえて、科学技術系分科会で新たに追加すべき細目の有無について各分科会で検討した。横断的社会課題分科会には、科学技術系分科会の各分野で仮設定した横断細目とトピックに関する情報を共有し、横断的社会課題分科会で作成する新規トピックの検討の参考とした。

### <総合検討会>

総合検討会はデルファイ調査の全体的な検討を行うために設置した。会合では各分科会での検討状況を共有し、各分野の細目（トピック含む）を確認した。特に、各分科会の調査対象から抜け落れていると思われる重要な視点・観点がないか検討した。

### 1.3.4 質問項目

回答の際には、まず、性別、年代、所属機関、職種、専門分野等の属性を登録するように設定した。各トピックに対する質問項目として、専門度、重要度、日本の国際優位性、科学技術的実現時期、科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点、社会的実現時期、社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点を設定した（図表 I-1-7）。

図表 I-1-7 質問項目

質問項目	質問文	選択肢
★専門度	このトピックに対する専門度を1つ選んでください。	高、中、低
★重要度	日本にとっての現在の重要度を1つ選んでください。	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
★日本の国際優位性	現在の日本が置かれた国際的な優位性の状況を1つ選んでください。	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
★科学技術的実現時期	日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。	実現済み、2030年以前、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051～2055年、2056年以降、実現しない、わからない
科学技術的実現に向けて 日本が優先的に対処すべき点	このトピックの科学技術的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？（最大3つまで）	① 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大 ② 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度 ③ 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備 ④ 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備 ⑤ 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備 ⑥ 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化 ⑦ 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し ⑧ 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創 ⑨ 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設 ⑩ その他
★社会的実現時期	日本で社会的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。	実現済み、2030年以前、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051～2055年、2056年以降、実現しない、わからない
社会的実現に向けて 日本が優先的に対処すべき点	このトピックの社会的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？（最大3つまで）	① 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革 ② 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保 ③ 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等 ④ 【事業化】経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等） ⑤ 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更 ⑥ 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等 ⑦ 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換 ⑧ 【社会受容】社会受容・合意形成 ⑨ 【社会のあり方】文化・価値観、ライフスタイルの見直し ⑩ 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し ⑪ 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等 ⑫ 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等 ⑬ その他

（注）★は回答必須項目

### ○トピックに対するあなたの専門度

トピックに対する回答者の専門度について、以下の3段階で回答する。専門度が該当しない（無い）トピックには回答しないこととする。

- ・ 高：例えば、現在、当該トピックに関連した研究又は業務に従事している（文献による調査研究を含む）等により、当該トピックに関連した専門的知識を持っているなど。
- ・ 中：例えば、過去に当該トピックに関連した研究又は業務に従事した、あるいは隣接領域の研究又は業務に従事している等により、当該トピックに関連した専門的知識をある程度持っているなど。

- ・ 低 : 例えば、当該トピックに関連した専門的な本や文献を読んだり、専門家の話を聞いたことがあるなど

#### ○トピックの重要度

トピックの重要度について、以下の5つの段階で評価する。なお、重要度とは、30年後の社会を実現する上で、個々人の幸せや社会の豊かさの実現、地球的規模課題の解決、知の創出・拡大のいずれか、あるいは複数の面からみた日本にとっての現在の重要度を意味する。

- ・ 非常に高い
- ・ 高い
- ・ どちらでもない
- ・ 低い
- ・ 非常に低い

#### ○日本の国際優位性

トピックの日本の国際優位性について、以下の5つの段階で評価する。国際優位性とは、先進諸国と比べて現在の日本の置かれた国際優位性の状況であり、科学技術の研究開発又はその事業化において日本が有する優位性（当該分野の発展をリードしている等）を意味する。トピックによっては、先進諸国と比べた国内の制度・システム等の充実度を指す。

- ・ 非常に高い
- ・ 高い
- ・ どちらでもない
- ・ 低い
- ・ 非常に低い

#### ○科学技術的実現時期

当該トピックの科学技術的な実現時期（日本を含む世界のどこかでの実現）を予測し、以下の選択肢から一つ回答する。なお、科学技術的実現時期とは、例えば、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期や、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期を指す。トピックによっては、原理・現象の解明の時期や、理論・概念が形成・成熟される時期を指す。

- ・ 実現済
- ・ 2030 年以前
- ・ 2031 年～2035 年
- ・ 2036 年～2040 年
- ・ 2041 年～2045 年
- ・ 2046 年～2050 年
- ・ 2051 年～2055 年
- ・ 2056 年以降

- ・ 実現しない
- ・ わからない

#### ○科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

当該トピックの科学技術的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点について、以下の選択肢から回答する。回答できる手段は任意で複数選択（3つまで）可能とする。なお、日本とは、政府・アカデミア・産業界・市民など含む日本社会全体または各トピックに関連する主体を指す。

- ・ 【人材】 専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大
- ・ 【資金】 研究開発費の拡充などの資金・支援制度
- ・ 【研究基盤】 研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備
- ・ 【国内連携】 産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備
- ・ 【国際連携】 国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備
- ・ 【戦略的標準化】 国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化
- ・ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ・ 【社会】 社会受容・社会的合意の形成、共創
- ・ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設
- ・ その他

注) 【】内は短縮表記

#### ○社会的実現時期

当該トピックの日本における社会的な実現時期（一部のトピックは世界での実現時期）を予測し、以下の選択肢から一つ回答する。社会的に実現する時期とは、例えば、国内で科学技術が製品やサービス等として普及する時期や、施設や設備として利用可能になる時期を指します。トピックによっては、国内で制度・システムの確立の時期、倫理規範の確立の時期、新たな価値観が形成される等の時期を指す。また、日本が主体となって行う活動により国際的に実現する時期も含む。

- ・ 実現済
- ・ 2030 年以前
- ・ 2031 年～2035 年
- ・ 2036 年～2040 年
- ・ 2041 年～2045 年
- ・ 2046 年～2050 年
- ・ 2051 年～2055 年
- ・ 2056 年以降

- ・ 実現しない
- ・ わからない

#### ○社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

当該のトピックの社会的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点について、以下の選択肢から回答する。回答できる手段は任意で複数選択（3つまで）可能とする。なお、日本とは、政府・アカデミア・産業界・市民など含む日本社会全体または各トピックに関連する主体を指す。

- ・ 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革
  - ・ 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保
  - ・ 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等
  - ・ 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）
  - ・ 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更
  - ・ 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等
  - ・ 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換
  - ・ 【社会受容】 社会受容・合意形成
  - ・ 【社会のあり方】 文化・価値観・ライフスタイルの見直し
  - ・ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
  - ・ 【連携】 分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等
  - ・ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等
  - ・ その他
- 注）【】内は短縮表記

#### 1.3.5 アンケート回答者群

アンケート回答への協力依頼は、次の通りに実施した。まず、国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）の協力の下で JST が運営する researchmap の登録者やユーザーに対して調査案内を周知した。さらに、NISTEP の運営する科学技術専門家ネットワークの専門調査員（約 1,700 名）に対して調査への協力依頼を送付するとともに、8 分野の細目・トピックに関連する学術団体、その他の関連研究会・団体・機関等（150 団体以上）に、当該会員への調査案内の送付依頼を行った（図表 I-1-8）。

図表 I-1-8 アンケート協力依頼を送付した学協会 の例

日本惑星科学会、日本ロボット学会、日本ロケット協会、日本老年医学会、日本リモートセンシング学会、日本リスク学会、日本陸水学会、日本理科教育学会、日本薬学会、日本木材学会、日本水処理生物学会、日本水環境学会、日本貿易学会、日本放射光学会、日本文化人類学会、日本分子生物学会、日本物流学会、日本物理学会、日本粉体工業技術協会、日本バイオマテリアル学会、日本農芸化学会、日本農業工学会、日本農業経済学会、日本農業気象学会、日本農学会、日本土壌肥料学会、日本都市計画学会、日本天文学会、日本鉄鋼協会、日本哲学会、日本地理学会、日本中性子科学会、日本中間子科学会、日本地熱学会、日本地震学会、日本地質学会、日本畜産学会、日本地球惑星科学連合、日本第四紀学会、日本測地学会、日本船舶海洋工学会、日本生命倫理学会、日本生物工学会、日本生体医工学会、日本生態学会、日本政治学会、日本生化学会、日本スペースガード協会、日本水文科学会、日本水産工学会、日本水産増殖学会、日本水産学会、日本人工臓器学会、日本森林学会、日本心理学会、日本食品工学会、日本食品科学工学会、日本植物バイオテクノロジー学会、日本社会心理学会、日本社会学会、日本自然災害学会、日本私法学会、日本作物学会、日本材料学会、日本コンピュータ化学会、日本国際保健医療学会、日本行動計量学会、日本航空宇宙工業会、日本航空宇宙学会、日本工学会、日本工学アカデミー、日本公法学会、日本公衆衛生学会、日本公共政策学会、日本原子力学会、日本建築学会、日本経済学会、日本経営学会、日本計算工学会、日本計画行政学会、日本金属学会、日本魚病学会、日本教育学会、日本機能性食品医学会、日本気象学会、日本機械学会、日本環境学会、日本感染症学会、日本感性工学会、日本活断層学会、日本海洋政策学会、日本海洋学会、日本火山学会、日本科学哲学学会、日本科学史学会、日本加速器学会、日本化学会、日本応用数理学会、日本エネルギー学会、日本栄養・食糧学会、日本宇宙少年団、日本医療情報学会、日本医療機器学会、日本医学放射線学会、日本育種学会、日本味と匂学会、林業経済学会、水資源・環境学会、法とコンピュータ学会、バイオインダストリー協会、廃棄物資源循環学会、農業農村工学会、農業情報学会、農業食料工学会、ナノテクノロジービジネス推進協議会、ナノ学会、土木学会、電池工業会、電子情報通信学会、電気設備学会、電気学会、電気化学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、地域デザイン学会、地域漁業学会、地域活性化学会、ダム工学会、組織学会、石油学会、水文・水資源学会、人工知能学会、情報知識学会、情報処理学会、循環経済協会、森林利用学会、森林遺伝育種学会、食農資源経済学会、社会情報学会、資源・素材学会、サービス学会、砂防学会、国際 P2M 学会、高分子学会、高エネルギー宇宙物理連絡会、研究・イノベーション学会、軽金属学会、計測自動制御学会、計算社会科学会、空気調和・衛生工学会、共生社会システム学会、環境法政策学会、環境情報科学センター、環境資源工学会、環境経済・政策学会、科学社会学会、科学技術社会論学会、科学基礎論学会、化学工学会、家畜感染症学会、応用物理学会、応用哲学会、園芸学会、エネルギー・資源学会、日本光学会、日本陽電子学会、中性子産業利用推進協議会、海洋理工学会など



### 1.3.6 アンケート方法

本調査は、ウェブアンケート形式として、NISTEP ホームページに「デルファイ調査」サイトを設け、NISTEP ドメイン名で調査を実施した。回答者は回答者登録（氏名・性別・年代・所属機関・職種・主たる専門分野・連絡用のメールアドレス）の後、回答画面から回答する分野や細目を選択し、表示されたトピックのうち自分の専門性に合致するなど回答可能なトピックを自由に選んで回答を行う。なお、分野や細目は何回でも選択・変更が可能である。

### 1.4 アンケート実施概要

本調査はデルファイ法によるアンケートとし、同一内容のアンケートを同一回答者に2回繰り返した。2回目アンケート回答を最終回答として分析対象とした。

<調査実施時期及び回答者数>

- ・ 1 回目アンケート 実施時期：2024 年 6 月 20 日～7 月 31 日実施  
回答者数：6,073 名
- ・ 2 回目アンケート 実施時期：2024 年 8 月 19 日～9 月 25 日実施  
回答者数：**4,761 名**（1 回目アンケート回答者のうち 78.4%）

最終回答者数は 4,761 名であり、その属性を図表 I-1-9 に示した。なお、表中の分野別の回答者数は、複数の分野回答者を含む延べ回答者数である。

回答者全体の年代をみると 40 代・50 代が 59%と多く、20 代・30 代の回答者は 15%であった。各分野においても類似の傾向を示した。

性別では、男性 86%、女性 13%、無回答 1%であった。分野別にみると、横断的社会課題分野では、男性 68%、女性 30%であり、他の分野と比較して、女性が比較的多い。

所属機関別では、大学等がもっとも多く 65%、次いで公的研究機関 16%、民間企業 13%であった。分野別にみると、健康・医療・生命科学分野および横断的社会課題分野では、他の分野と比べて、特に大学等の回答者が多く、都市・建築・土木・交通分野では、他分野と比べて、民間企業の回答者がやや多い。

職種（業務内容）では、研究・開発 83%、マネジメント 7%であった。分野別にみると、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では、他分野と比べると、特に研究・開発が多く、都市・建築・土木・交通分野では、他分野と比べると、マネジメントがやや多いことが示された。

図表 I-1-9 分野別・属性別の回答者数（延べ人数）

	健康・医療・生命科学	農林水産・食品・バイオ	環境・資源・エネルギー	AI・ICT・アナリティクス・サービス	マテリアル・デバイス・プロセス	都市・建築・土木・交通	宇宙・海洋・地球・科学基盤	横断的社会課題	全体
トピック数	106	114	113	115	104	123	112	49	836
回答者数	1341	775	907	726	1177	542	947	806	7,221
男性	81%	85%	90%	90%	92%	91%	90%	68%	86%
女性	18%	15%	9%	9%	7%	9%	9%	30%	13%
無回答	1%	0%	1%	1%	1%	0%	1%	2%	1%
20 代	1%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	1%	2%
30 代	13%	13%	11%	16%	14%	11%	13%	10%	13%
40 代	33%	31%	28%	27%	28%	27%	34%	24%	29%
50 代	31%	32%	30%	30%	29%	32%	29%	32%	30%
60 代	17%	17%	20%	18%	21%	22%	16%	25%	19%
70 代以上	6%	6%	8%	6%	6%	7%	6%	8%	6%
無回答	0%	0%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	0%
民間企業	7%	11%	17%	17%	18%	26%	8%	8%	13%
大学等	77%	61%	56%	68%	63%	52%	59%	74%	65%
公的研究機関	10%	22%	19%	12%	14%	16%	29%	8%	16%
その他	6%	6%	8%	3%	5%	6%	4%	10%	6%
研究・開発	82%	85%	82%	84%	86%	75%	89%	79%	83%
マネジメント	4%	7%	9%	7%	7%	13%	5%	6%	7%
その他	13%	8%	10%	9%	7%	13%	7%	15%	10%

注）複数分野に回答した者がいるため各分野の回答者数の合計と全体回答者数は一致しない。

## 1.5 結果の表記

### 1.5.1 分析に用いる数値

各トピックの数値について以下のものを分析に用いる。

#### ① 重要度および国際優位性

- ・ 次の5段階の回答を、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）として、指数化する。
- ・ 指数はゼロ（0）を中心として-2 から+2 までの値をとる。

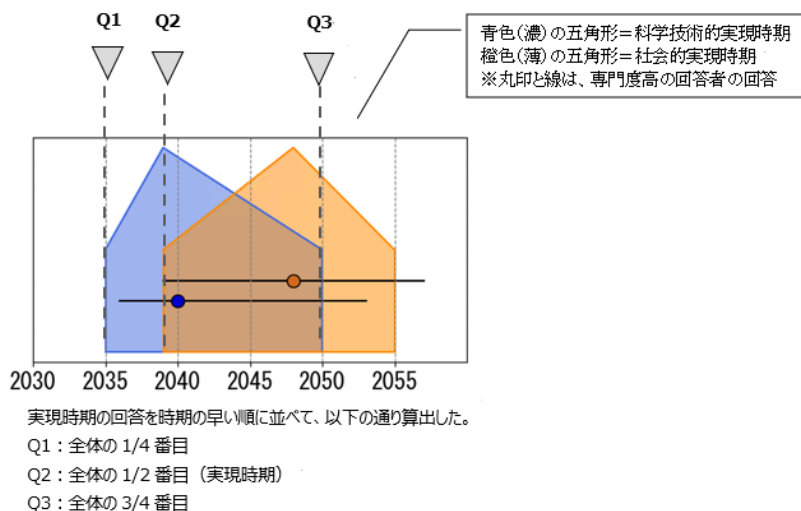
#### ② 科学技術的実現時期／社会的実現時期（図 I-1-10）

- ・ 実現時期の算出対象は、実現時期を示す選択肢（2030 年以前～2056 年以降など）で

あり、「実現済み」・「実現しない」・「わからない」の3回答は除く。

- ・ 実現時期の回答を時期の早い順から並べ、回答の両端 1/4 ずつを除いた、中間の 1/2 の値を実現時期の算出に用いる。
- ・ 中間 1/2 の両端 (Q1~Q3) を回答の幅として、中央値 (Q2) を実現時期とする。
- ・ 実現時期の表記は、少数点以下を切り捨てた整数を使用する。

図表 I-1-10 実現時期の算出方法



### ③ 科学技術的实现／社会的实现に向けて日本が優先的に対応すべき点

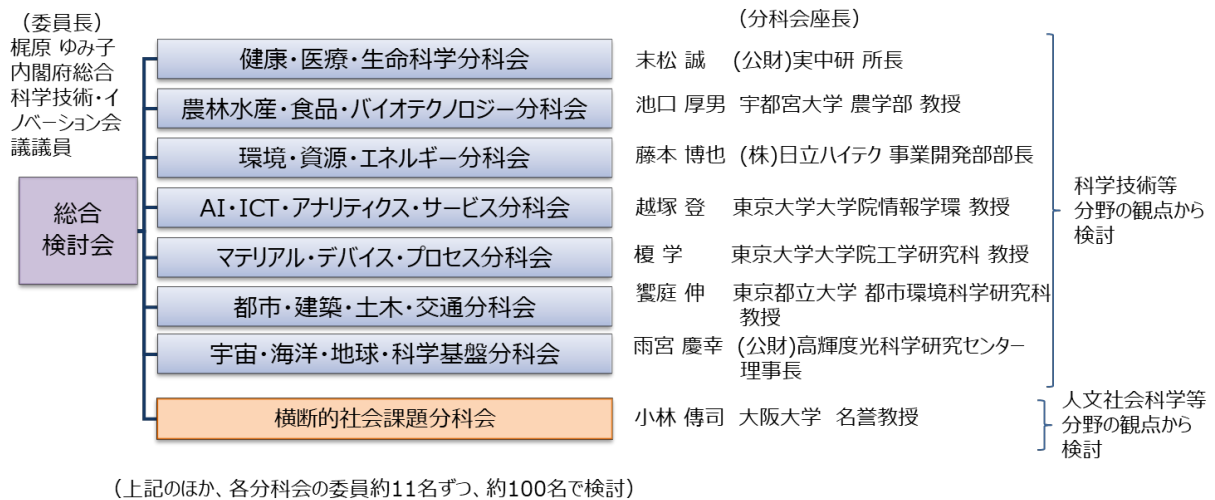
- ・ 当該トピックの回答者に対する、各選択肢の回答割合(%)を分析に用いる。
- ・ 複数回答可のため、合計は 100%を超える

## 1.6 検討体制

本デルファイ調査の検討にあたり、総合検討会および分野別分科会を設置（図表 I-1-11）し、2023-2024 年度の 2 年間にわたって検討を実施した。参考として、各会合での検討内容について示す（図表 I-1-12）。

総合検討会は、デルファイ調査全体を俯瞰し、各分科会での検討状況の共有や総合的に判断すべきことに関して検討を行うことを目的とするもので、委員長および分野別分科会の各座長から構成される。分野別分科会は、各分野の観点から、細目とトピックの設定（選定・作成）及びアンケート結果の分析・解釈を行うことを目的とするもので、分科会ごとに座長 1 名、委員 11 名程度の当該分野の専門家から構成される。したがって、本調査の検討作業に関わった専門家は合計約 100 名（「付録 3 検討体制」参照）にのぼる。

図表 I-1-11 デルファイ調査（第 12 回科学技術予測調査）の検討体制



注）所属等は 2024 年 11 月現在

図表 I-1-12 デルファイ調査の検討会合

会合	開催時期	検討内容
第 1 回分野別分科会	2023 年 10 月	細目・トピック設定に向けての議論
第 2 回分野別分科会	2023 年 11 月	細目設定の議論、前回の第 11 回科学技術予測調査 デルファイ調査(2019)のトピック採否の検討、新規トピック作成に向けた議論
第 1 回総合検討会	2023 年 12 月 7 日	分野別分科会の検討状況の共有、総合的な検討
第 3 回分野別分科会	2023 年 12 月中下旬	新規トピックを含めたトピック全体の検討・確認、アンケート依頼先の学協会等の検討
第 2 回総合検討会	2024 年 1 月 22 日	各分野の細目・トピックの確認、アンケート依頼先の学協会等の確認
第 4 回分野別分科会	2024 年 10 月中下旬	アンケート結果の分析・解釈
第 3 回総合検討会	2024 年 11 月 18 日	アンケート結果の共有、とりまとめに向けた方向性の議論、デルファイ調査の今後の課題

## 2. アンケート結果概要

本章では、専門家に対するアンケートで得られた結果を基に、全般的な傾向を概観する。分野間あるいは細目間に比較にあたっては、当該分野あるいは細目に含まれるトピックごとの平均値を用いる。なお、回答者はトピックごとに異なるため、回答者の属性の違いが回答の差異に表れている可能性もあることに留意が必要である。

### 2.1 各項目の結果

#### 2.1.1 重要度

重要度については、非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) の 5 段階評価を指数化した。

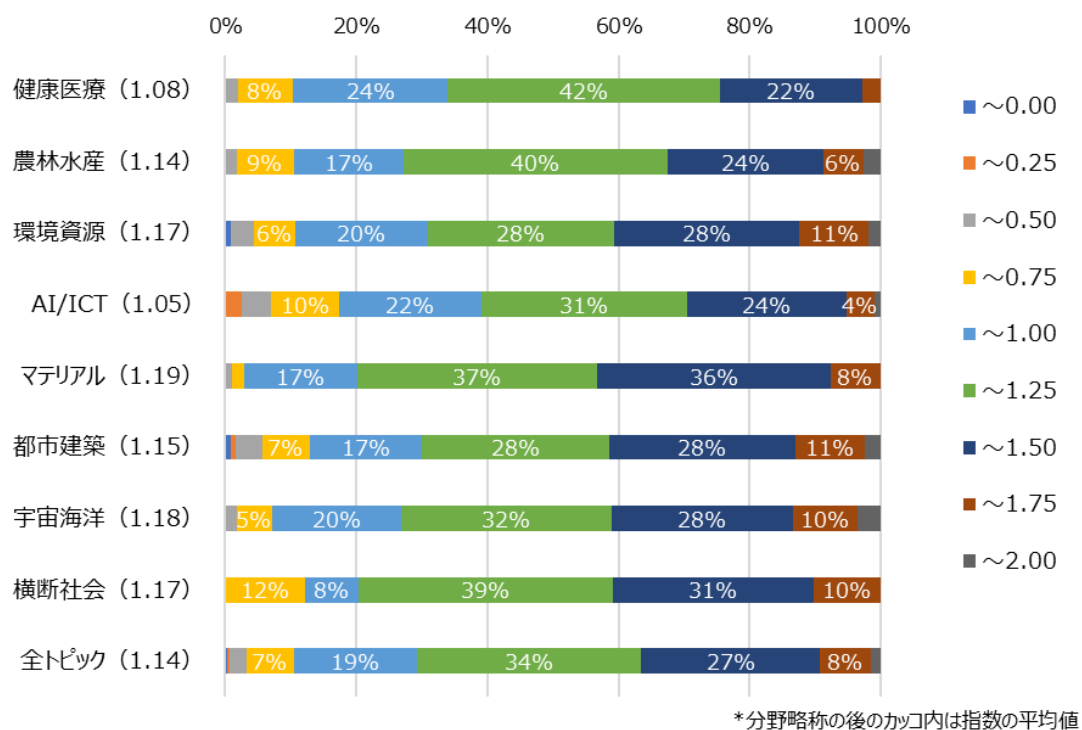
分野別のトピック重要度指数の分布を図表 I-2-1 に示す。全トピックの指数は-0.31～+1.95 の範囲に分布し、平均は+1.14 である。分野平均を見ると、マテリアル・デバイス・プロセス分野の重要度指数が最も高く、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野がそれに次ぐ。一方、健康・医療・生命科学分野及び AI・ICT・アナリティクス・サービス分野は重要度指数が相対的に低い。しかし、いずれの分野においても指数+1 を超えるトピックが 6～8 割を占め、また平均も「高い (+1)」を超えていることから、トピック設定時の想定通りに回答者からその重要性が評価された。指数がマイナスとなったのは、都市・建築・土木・交通分野及び環境・資源・エネルギー分野の各 1 件のみである。

分野の特徴を見ると、マテリアル・デバイス・プロセス分野及び横断的社会課題分野に指数+1.0 を超える重要度の高いトピックが多く、一方 AI・ICT・アナリティクス・サービス分野に重要度の高いトピックが相対的に少ない。さらに指数+1.5 を超える特に重要度の高いトピックに着目すると、環境・資源・エネルギー分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野にそれぞれ全トピックの 12～13% と多く見られる。

重要度指数の高い細目（図表 I-2-2）を見ると、上位 10 細目中に、環境・資源・エネルギー分野の 3 細目のほか、農林水産・食品・バイオテクノロジー分野及び横断的社会課題分野の 2 細目も含めて 5 細目が環境・資源関連である。また、4～6 位の 3 細目は近年頻発する自然災害への対応に関する細目である。さらに重要度指数の高いトピック（図表 I-2-3）を見ると、自然災害に関わるトピックが 20 件中 12 件を占める。そのほか、人材や資源の確保と適正利用、超高齢化などが挙がる。

細目及びトピック単位の分析から、今後に向けた中長期的重要キーワードとして、災害、環境、資源が挙げられる。

図表 I-2-1 分野別重要度指数分布



図表 I-2-2 重要度指数（細目平均）の高い細目

順位	細目	分野	指数
1	サーキュラーエコノミー	環境・資源・エネルギー	1.51
2	超高齢社会とエネルギー	環境・資源・エネルギー	1.47
3	廃棄物・資源循環	環境・資源・エネルギー	1.46
4	地球	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.41
5	防災・減災	都市・建築・土木・交通	1.39
6	観測・予測	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.39
7	プロセス・マニファクチャリング	マテリアル・デバイス・プロセス	1.33
8	資源保全活用技術	農林水産・食品・バイオテクノロジー	1.30
9	社会基盤	都市・建築・土木・交通	1.30
10	地球規模課題への対応	横断的社会課題	1.29

図表 I-2-3 重要度指数の高いトピック

順位	トピック(先頭数字は ID)	分野	指数
1	326:電池製造における資源再利用率向上(コバルト 26%、鉛 85%、リチウム 12%、ニッケル 15%を上回る)	環境・資源・エネルギー	1.95
2	279:先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	環境・資源・エネルギー	1.89
3	556:予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	都市・建築・土木・交通	1.87
4	402:重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用 IoT 機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術(不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)	AI・ICT・アナリティクス・サービス	1.85
5	153:気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム	農林水産・食品・バイオテクノロジー	1.81
6	148:地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	農林水産・食品・バイオテクノロジー	1.80
7	725:高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.79
8	731:自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.78
9	666:IoT 機器、ドローン、高所カメラ、人工衛星などの新技術を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測・情報共有システム	都市・建築・土木・交通	1.78
10	672:大規模災害の被災、復旧状況を迅速かつ正確に計測するセンサーと情報共有システム	都市・建築・土木・交通	1.78
11	718:人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.77
12	188:国産飼料の 50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	農林水産・食品・バイオテクノロジー	1.77
13	713:地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード 8 以上の大規模地震の発生を予測する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.76
14	360:自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	AI・ICT・アナリティクス・サービス	1.74
15	712:マグニチュード 7 以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.73
16	622:DX やプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	都市・建築・土木・交通	1.73
17	30:老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	健康・医療・生命科学	1.72
18	790:社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材(エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等)への対価の適正化	横断的社会課題	1.72
19	265:レアメタルを含む重要素材の、高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術	環境・資源・エネルギー	1.71
20	664:局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	都市・建築・土木・交通	1.70

### 2.1.1. 国際優位性

国際優位性については、非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) の 5 段階評価を指数化した。

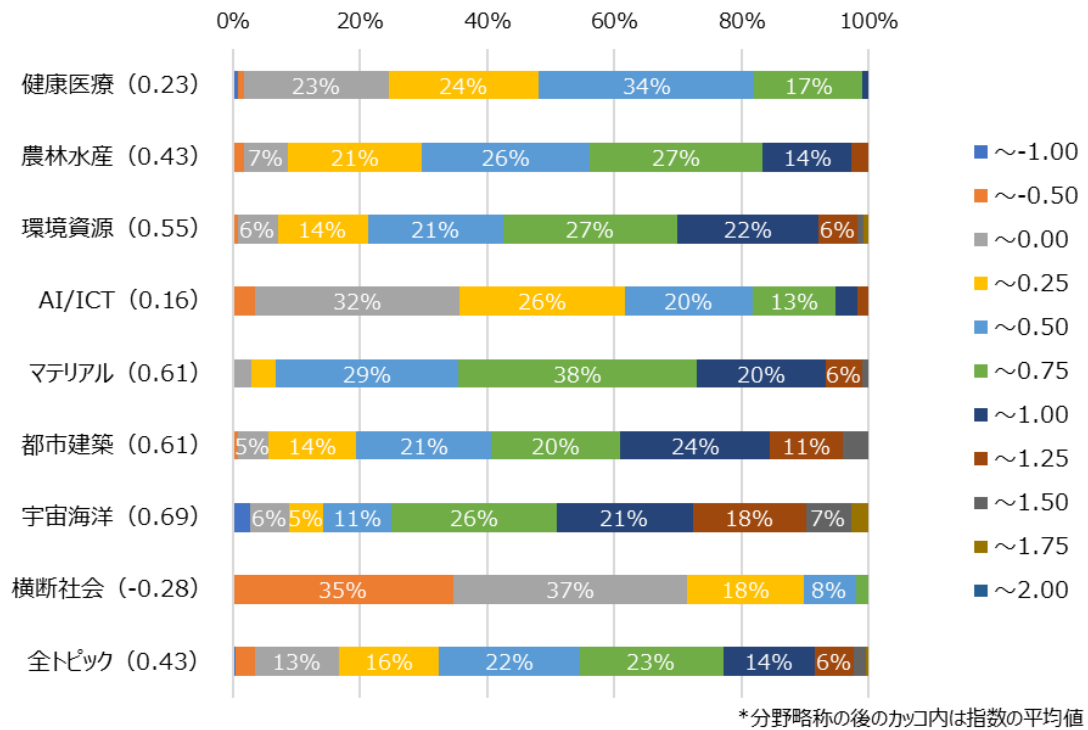
分野別の国際優位性指数の分布を図表 I-2-4 に示す。全トピックの指数は-1.49～+1.62 の範囲に分布し、平均は+0.43 である。平均が「高い (+1)」に満たず、全般的に国際優位性が低い。分野平均を見ると、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野の指数が 0.69 と最も高く、横断的社会課題分野の指数が-0.28 と最も低い。指数が 0.0 以下の国際優位性が低いトピックの割合を見ると、横断的社会課題分野では 71%、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野では 36% を占める。一方、指数+1.0 を超える国際優位性の高いトピックの占める割合をみると、最も大きいのが宇宙・海洋・地球・科学基盤分野の 28%、次いで都市・建築・土木・交通分野の 15% である。健康・医療・生命科学分野及び横断的社会課題分野には指数+1.0 を超えるトピックが存在しない。

国際優位性を細目別に見ると、図表 I-2-5 にあるように、上位 10 細目中の 4 細目を宇宙・海洋・地球・科学基盤分野、3 細目をマテリアル・デバイス・プロセス分野が占める。一方、下位 10 細目中の 4 細目をそれぞれ ICT・アナリティクス・サービス分野及び横断的社会課題分野が占める。国際優位性の高い細目の内容を見ると、自然災害関連（地球、防災・減災、観測・予測）、計測関連（量子ビーム、加速器、先端計測・解析）細目が上位に挙がっている。一方、国際優位性の低い細目としては、横断的社会課題分野細目をはじめ、社会変化や社会実装に関する細目が多く挙がっている。

トピックについて見ると、図表 I-2-6 にあるように、上位 20 位（22 件）中 13 件を宇宙・海洋・地球・科学基盤分野が占め、次いで都市・建築・土木・交通分野 5 件、環境・資源・エネルギー分野 3 件となっている。上位細目に見られた傾向と同様に災害関連が 8 件と多く挙がり、また、量子ビームを利用した計測トピックが挙がっている。一方、国際優位性の低いトピックを見ると、横断的社会課題分野のトピックが 20 件中 12 件を占め、多様化・働き方・組織文化に関する他分野のトピックも合わせると 17 件が社会の在り方に関するトピックである。



図表 I-2-4 分野別国際優位性指数分布



図表 I-2-5 国際優位性指数（細目平均）の高い／低い細目

（指数の高い細目）

順位	細目	分野	指数
1	量子ビーム・中性子・ミュオン・荷電粒子等	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.21
2	地球	宇宙・海洋・地球・科学基盤	1.06
3	防災・減災	都市・建築・土木・交通	1.01
4	観測・予測	宇宙・海洋・地球・科学基盤	0.91
5	持続可能な水マネジメント	環境・資源・エネルギー	0.87
6	加速器、素粒子・原子核	宇宙・海洋・地球・科学基盤	0.82
7	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)	マテリアル・デバイス・プロセス	0.81
8	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)	マテリアル・デバイス・プロセス	0.77
9	先端計測・解析手法	マテリアル・デバイス・プロセス	0.77
10	フードテクノロジー	農林水産・食品・バイオテクノロジー	0.75

（指数の低い細目）

順位	細目	分野	指数
1	国際協力・多様化	宇宙・海洋・地球・科学基盤	-1.17
2	信頼される社会経済システムの構築	横断的社会課題	-0.60

順位	細目	分野	指数
3	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方	横断的社会課題	-0.49
4	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ	横断的社会課題	-0.43
5	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題	AI・ICT・アナリティクス・サービス	-0.21
6	倫理・社会医学	健康・医療・生命科学	-0.20
7	社会情報基盤技術	AI・ICT・アナリティクス・サービス	-0.18
8	地球規模課題への対応	横断的社会課題	-0.13
9	セキュリティ・プライバシー	AI・ICT・アナリティクス・サービス	-0.09
10	AI・データサイエンス	AI・ICT・アナリティクス・サービス	-0.07

図表 I-2-6 国際優位性指数の高い／低いトピック

(指数の高いトピック)

順位	トピック(先頭数字はID)	分野	指数
1	776:地球上のどこでも 18 桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測(ジオイド計測)が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.62
2	283:加圧エネルギーを 50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	環境・資源・エネルギー	1.54
3	766:加速器ミュオンビームによる、物体内部の電磁場の 3 次元可視化技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.53
4	765:大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム(稼働状態での)可視化技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.52
5	767:透過型ミュオン顕微鏡による、神経細胞や組織の活動電位伝播のイメージング及び細胞内ミトコンドリア群の網羅的電位測定	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.46
6	531:洗浄なしで汚れない壁や電車・ビル等の窓ガラスなど、洗浄不要の構造材料	マテリアル・デバイス・プロセス	1.43
6	773:単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.43
8	658:アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物	都市・建築・土木・交通	1.42
9	718:人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.41
10	764:高強度小型低速陽電子ビーム装置による、nm スケール微小領域の表面原子配列精密決定と最表面スピン分解電子構造観測技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.40
11	662:宅地以外(道路、地下施設等)における液化化について発生メカニズムと全国の液化化リスクが明らかになるとともに、実行可能な対策技術の確立	都市・建築・土木・交通	1.38
12	586:地震等の振動によって建物の構造部に蓄積されたダメージを計測する技術	都市・建築・土木・交通	1.36
13	771:可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.36
14	650:回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム(鉄道版スマートグリッド)	都市・建築・土木・交通	1.31
15	712:マグニチュード 7 以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.30

順位	トピック(先頭数字はID)	分野	指数
16	713:地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード 8 以上の大規模地震の発生を予測する技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.29
17	279:先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	環境・資源・エネルギー	1.29
18	657:高層ビル・免震ビル等長周期構造物の地震動に対する応答予測及び応答制御	都市・建築・土木・交通	1.28
19	763:偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.26
20	284:経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	環境・資源・エネルギー	1.25
20	711:地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.25
20	768:イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	1.25

(指数の低いトピック)

順位	トピック(先頭数字はID)	分野	指数
1	787:上場企業の役員のうち、理工系分野の博士号取得者割合の増大(取得者が 10%以上)	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	-1.49
2	786:理工系分野の博士号取得者のうち、女性割合の増大(女性が 40%以上)	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	-1.46
3	785:日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大(女性が 40%以上)	宇宙・海洋・地球・科学 基盤	-1.44
4	70:日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	健康・医療・生命科学	-1.25
5	810:個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	横断的社会課題	-0.93
6	789:日本における、海外からの人口流入による安定的な人口規模の維持	横断的社会課題	-0.93
7	794:属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	横断的社会課題	-0.86
8	815:政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	横断的社会課題	-0.85
9	821:将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	横断的社会課題	-0.84
10	419:不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の 30%以上)	AI・ICT・アナリティクス・サービス	-0.83
11	817:安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	横断的社会課題	-0.81
12	808:全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	横断的社会課題	-0.81
13	332:役所に行かなくても完結する、行政サービスの DX	環境・資源・エネルギー	-0.79
14	818:労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	横断的社会課題	-0.79
15	212:一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	農林水産・食品・バイオ テクノロジー	-0.77

順位	トピック(先頭数字はID)	分野	指数
16	833:先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築	横断的社会課題	-0.76
17	813:巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	横断的社会課題	-0.72
18	790:社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材(エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等)への対価の適正化	横断的社会課題	-0.71
19	807:全世界のあらゆる職務から、瞬時に自らの望む仕事を見つけ、助力を求めている企業・組織とコンタクト可能となるシステム	横断的社会課題	-0.70
20	578:長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	都市・建築・土木・交通	-0.67

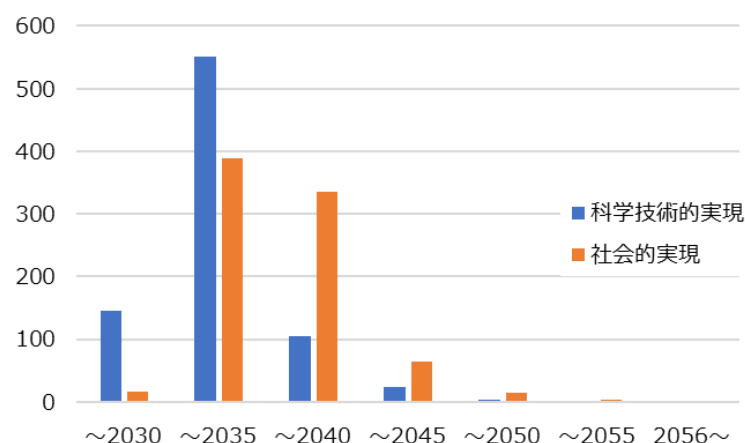
## 2.1.2. 実現時期

### (1) 実現時期の分布

実現時期については、科学技術的実現及び社会的実現が予測される時期について、集計結果から算出した中央値を実現時期の代表値として用いる。なお実現時期については、「実現済」、「実現しない」、「わからない」の選択肢も設けているが、実現時期の算出には含めていない。

予測された実現時期の分布を図表 I-2-7 に示す。科学技術的実現時期については、2031～2035 年をピークとして、2035 年までに全トピック 832 件（社会的実現のみ調査対象とした 4 件を除く）の 84%、2040 年までに 96%が実現すると予測された。一方社会的実現については、全トピック 823 件（科学技術的実現のみ調査対象とした 13 件を除く）のうち、2035 年までに 49%、2040 年までに 90%が実現するとされた。すなわち、今後 15 年程度で取り上げたトピックのほとんどが実現すると予測された。

図表 I-2-7 実現時期の分布

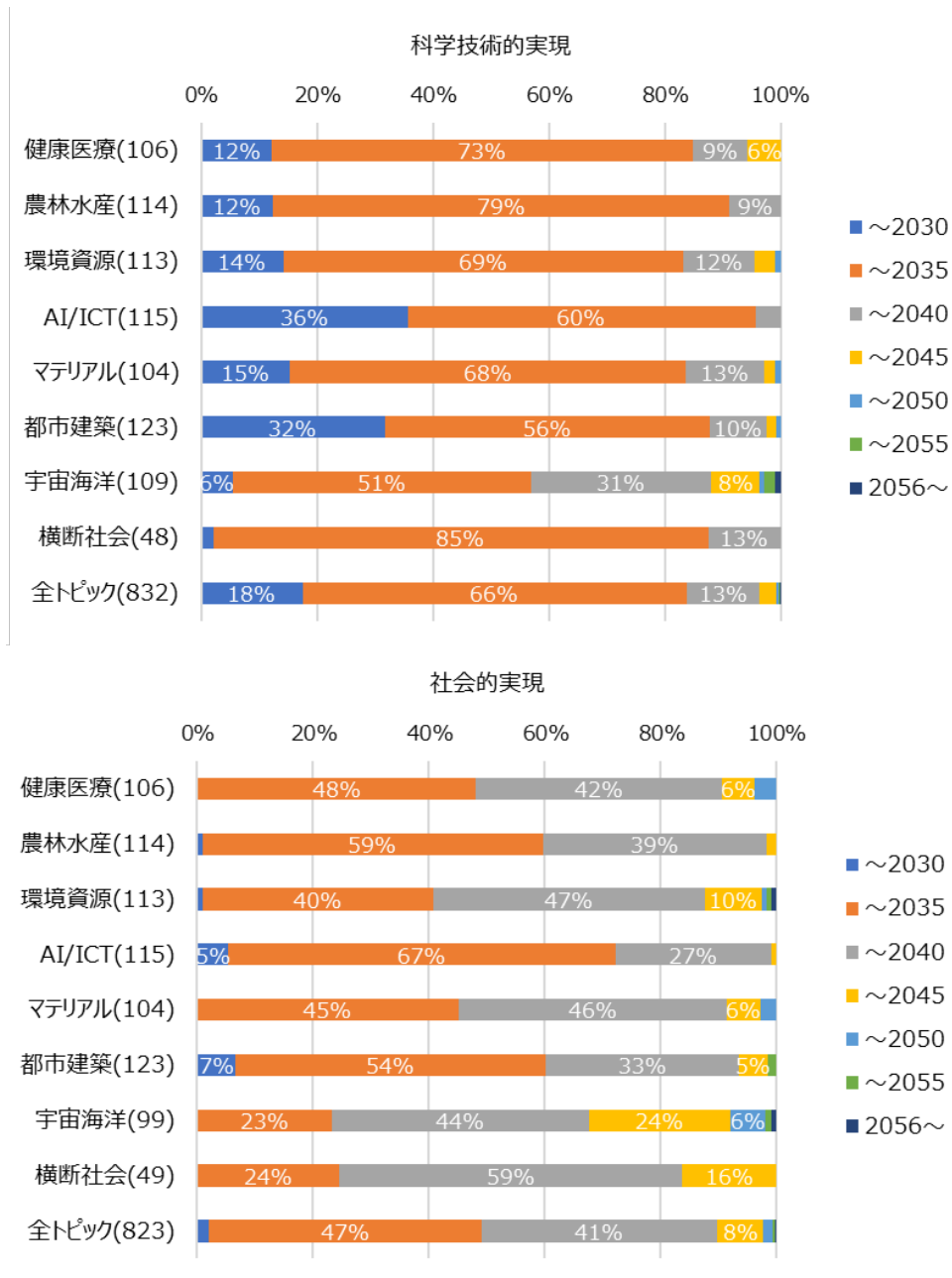


次に、分野別に実現時期分布を見たのが、図表 I-2-8 である。科学技術的実現については、いずれの分野においても 2031～2035 年に実現すると予測されたトピックが全体の 51～85% と最も多い。AI・ICT・アナリティクス・サービス分野及び都市・建築・土木・交通分野では、それに次いで 2030 年までの実現が予測されたトピックが 32～36% を占め、科学技術的実現の早いトピックが相対的に多い。一方宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では、2036～2040 年の実現が予測されたトピックが 31% を占めており、科学技術的実現の遅いトピックが多い。横断的社会課題分野は、2030 年までの実現が予測されたトピックが全体の 2% と非常に少なく、2031～2035 年が 85% と集中している。

社会的実現については、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野以外は、2031～2035 年及び 2036～2040 年の実現が予測されたトピックの割合が 24～67%、この 2 区間を合わせると 84～97% と大多数を占める。AI・ICT・アナリティクス・サービス分野では、2031～2035 年実現のトピックの割合が 67% を占め、科学技術的実現と連動して早めの社会的実現が予測されている。一方、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では、2041 年以降実現と予測されたトピックが全体の 32% 存在するなど、科学技術的実現と連動して実現時期が遅い。横断的社会課題分野では、2031～2035 年実現のトピックの割合は 24% に留まり、2041 年以降実現と実現の遅いトピックも 16% 存在する。

科学技術的実現が 2041 年以降と予測されたトピックは 30 件あり、このうち 13 件が宇宙・海洋・地球・科学基盤分野に属する。30 件の内訳は、宇宙科学及び宇宙利用関連 8 件、神経・脳疾患関連 6 件などである。社会的実現について見ると、2041 年以降の社会的実現が予測されたトピックは 84 件、このうち更に遅い 2046 年以降の社会的実現が予測されたトピックは 20 件である。社会的実現の遅いトピックは、科学技術的実現と同様に宇宙・海洋・地球・科学基盤分野のトピックが多く、2041 年以降実現トピックでは 32 件、2046 年以降実現トピックでは 8 件とそれぞれ 4 割程度を占める。環境・資源・エネルギー分野トピックがそれに次ぎ、84 件中 14 件を占める。社会的実現が 2046 年以降のトピック 20 件（図表 I-2-9）の内容を見ると、宇宙利用、地震予測、量子コンピュータ、核融合、神経・脳疾患などに関わるトピックが並ぶ。

図表 I-2-8 分野別の実現時期分布



図表 I-2-9 2046 年以降の社会的実現が予測されたトピック

実現時期 (技)*	実現時期 (社)*	トピック（先頭数字は ID）	分野
2052	2056 以降	713:地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード 8 以上の大規模地震の発生を予測する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2047	2056 以降	229:核融合発電	環境・資源・エネルギー
2045	2053	228:宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	環境・資源・エネルギー
2043	2053	591:宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	都市・建築・土木・交通
2049	2051	578:長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	都市・建築・土木・交通
2043	2051	760:放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明(空間分解能 5nm)	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2046	2050	503:既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	マテリアル・デバイス・プロセス
—	2048	785:日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大(女性が 40%以上)	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2045	2048	681:自給自足型スペースコロニー(宇宙における植物栽培、動物・昆虫飼育、滅菌、重力生成の技術など)	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2042	2048	775:日常的に使用する工業製品の大部分(約 8 割)の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2046	2047	712:マグニチュード 7 以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2044	2047	42:統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	健康・医療・生命科学
2042	2047	41:記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	健康・医療・生命科学
2041	2047	519:商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	マテリアル・デバイス・プロセス
2041	2047	40:ニューロン・グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	健康・医療・生命科学
2041	2047	783:量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2039	2047	504:量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	マテリアル・デバイス・プロセス
2038	2047	258:深度 5000m 程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	環境・資源・エネルギー
—	2046	787:上場企業の役員のうち、理工系分野の博士号取得者割合の増大(取得者が 10%以上)	宇宙・海洋・地球・科学基盤
2043	2046	43:うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	健康・医療・生命科学

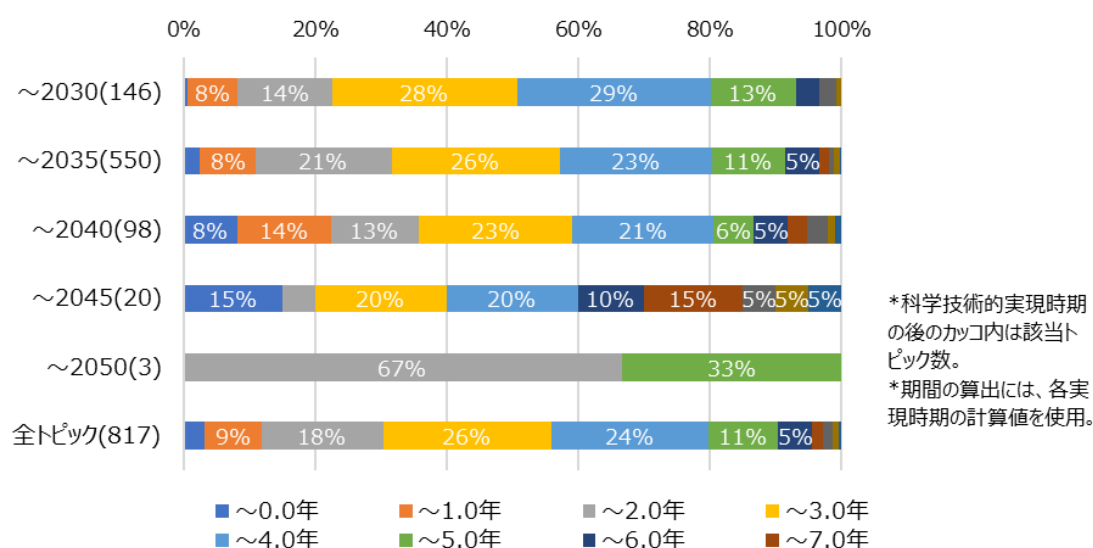
\* 実現時期(技): 科学技術の実現時期、 実現時期(社): 社会的実現時期

## (2) 科学技術的実現から社会的実現までの期間

科学技術的実現と社会的実現の両方の問いを立てたトピック 817 件（実現時期 2056 年以降のトピックを除く）について、科学技術的実現から社会的実現までの期間を見る。2.0 年超～3.0 年のトピックが 26%、3.0 年超～4.0 年のトピックが 24%と合わせて半数を占め、それに次いで 1.0 年超～2.0 年が 18%を占める。対象全トピックの平均は 2.9 年である。5.0 年を超える期間が必要とされたのは 1 割程度の 78 件である。

科学技術的実現時期別に社会的実現までの期間を見たのが、図表 I-2-10 である。2040 年までに科学技術的実現すると予測されたトピックについては、その 8 割程度が 4.0 年以内に社会的実現すると予測されている。詳細を見ると、科学技術的実現時期が遅いほど社会的実現までに 5.0 年を超える期間を要するトピックが増加する。2041 年以降の科学技術的実現が見込まれるトピックについては、4 年以内に社会的実現すると予測されたトピックの割合は 61%に減少し、5.0 年超を要するトピックの割合が 35%を占めるようになる。一方、科学技術的実現が～2030 年（約 5 年以内）、～2035 年（約 10 年以内）、～2040 年（約 15 年以内）と遅くなるにつれ、社会的実現までに 3.0 年以内と予測されたトピックが逆に増加する。科学技術的実現が約 5 年以内と非常に近いトピックは、社会実装に当たっての技術的・社会的課題がより明確化されているのかもしれない。

図表 I-2-10 科学技術的実現から社会的実現までの期間（科学技術的実現時期別）



科学技術的実現から社会的実現までの期間が 7.0 年を超えるトピック 23 件を図表 I-2-11 に示す。このうち 2036 年以降の科学技術的実現が予測されたトピックが 8 件と多い。分野を見ると、都市・建築・土木・交通分野トピックが 9 件、次いで環境・資源・エネルギー分野トピックが 6 件である。さらに期間 8.0 年超の 11 件を見ても、同様に、都市・建築・土木・交通分



野 5 件、環境・資源・エネルギー分野 3 件と、この 2 分野が多数を占める。一方、2030 年までに科学技術的実現すると予測された早期実現トピック 146 件の中にも社会的実現までに一定程度の期間を要するトピックが存在する。例えば、社会的実現までに 5.0 年超を要すると予測されたトピック 10 件を見ると、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 6 件、都市・建築・土木・交通分野 4 件となっている。両分野は早期の科学技術的実現トピックが多い（全 146 件中それぞれ 3 割程度）分野であることを考慮しても、両分野の社会的実現に向けた課題の大きさが推察される。

図表 I-2-11 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いトピック

a) 社会的実現までの期間が長いトピック(全トピック対象)

期間	実現時期(技)*	実現時期(社)*	トピック（先頭数字は ID）	分野
10.0	2043	2053	591:宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	都市・建築・土木・交通
9.6	2035	2044	644:航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	都市・建築・土木・交通
9.1	2038	2047	258:深度 5000m 程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	環境・資源・エネルギー
9.0	2034	2043	794:属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	横断的社会課題
8.5	2034	2043	768:イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤
8.3	2035	2043	599:複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止水性能材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処分方法	都市・建築・土木・交通
8.3	2035	2043	621:石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	都市・建築・土木・交通
8.2	2039	2047	504:量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	マテリアル・デバイス・プロセス
8.1	2032	2041	259:枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	環境・資源・エネルギー
8.1	2045	2053	228:宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	環境・資源・エネルギー
8.0	2030	2038	632:都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモビリティの交通管理システム	都市・建築・土木・交通
7.9	2030	2038	395:群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム(大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効)	AI・ICT・アナリティクス・サービス
7.8	2029	2037	425:分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	AI・ICT・アナリティクス・サービス
7.7	2037	2045	749:プラズマ航跡場加速・誘電体加速等の新しい加速技術を用いた加速器の学術及び産業利用等	宇宙・海洋・地球・科学基盤
7.6	2035	2042	254:メタンハイドレート採掘利用技術	環境・資源・エネルギー

期間	実 現 時 期(技)*	実 現 時 期(社)*	トピック（先頭数字はID）	分野
7.5	2036	2043	288:生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオミネティック技術	環境・資源・エネルギー
7.5	2037	2044	652:乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	都市・建築・土木・交通
7.5	2043	2051	760:放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明(空間分解能 5nm)	宇宙・海洋・地球・科学基盤
7.5	2030	2037	648:踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	都市・建築・土木・交通
7.3	2034	2041	310:個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価	環境・資源・エネルギー
7.3	2035	2042	818:労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	横断的社会課題
7.3	2031	2038	660:流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を 12 時間前に時間誤差±1 時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	都市・建築・土木・交通
7.2	2030	2037	649:踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム(自動車との通信による踏切事故防止)	都市・建築・土木・交通
—	2047	2056-	301:核融合発電	環境・資源・エネルギー

\*実現時期(技): 科学技術的実現時期、実現時期(社): 社会的実現時期

b) 社会的実現までの期間が長いトピック(2030 年までに科学技術的実現するトピック対象)

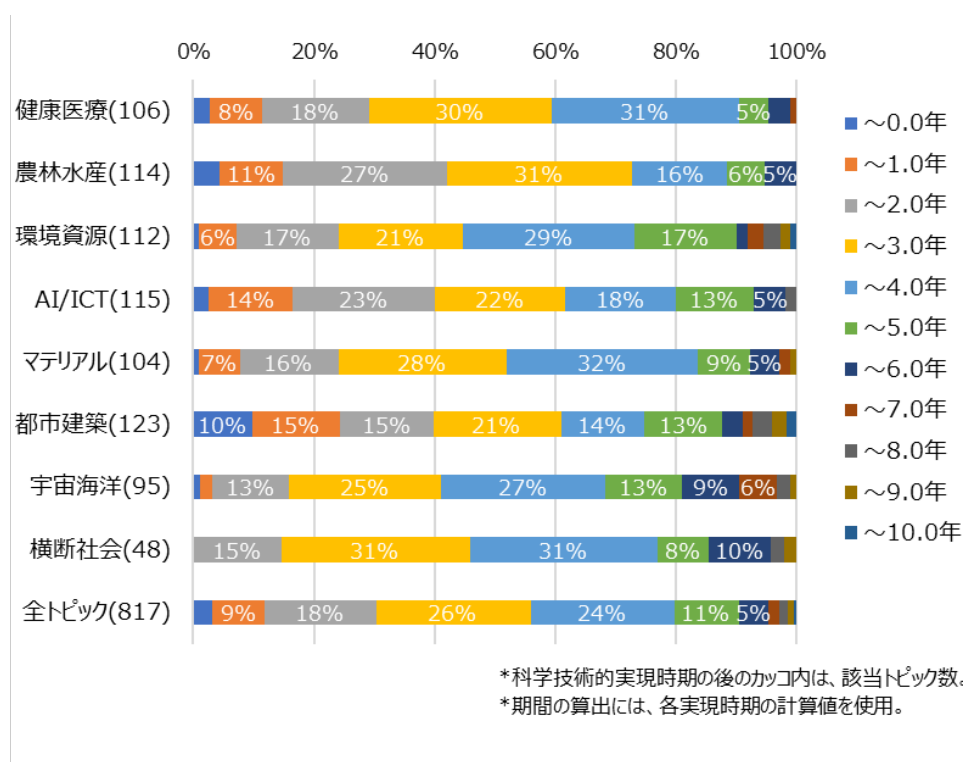
期間	実 現 時 期(技)*	実 現 時 期(社)*	トピック（先頭数字はID）**	分野
8.0	2030	2038	632:都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモビリティの交通管理システム	都市・建築・土木・交通
7.9	2030	2038	395:群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム(大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効)	AI・ICT・アナリティクス・サービス
7.8	2029	2037	425:分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	AI・ICT・アナリティクス・サービス
7.5	2030	2037	648:踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	都市・建築・土木・交通
7.2	2030	2037	649:踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム(自動車との通信による踏切事故防止)	都市・建築・土木・交通
6.0	2030	2036	407:個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ 100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	AI・ICT・アナリティクス・サービス
5.8	2030	2036	424:経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	AI・ICT・アナリティクス・サービス
5.4	2030	2036	408:社会基盤となる情報通信システムの安全性に関して、古典計算および古典通信技術に基づく暗号技術の枠組みから、量子計算および量子通信技術に基づく新たな枠組みの暗号技術への置換	AI・ICT・アナリティクス・サービス
5.1	2030	2035	423:機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	AI・ICT・アナリティクス・サービス

期間	実現時期(技)*	実現時期(社)*	トピック（先頭数字はID）**	分野
5.1	2030	2035	603:誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム	都市・建築・土木・交通

\*実現時期(技): 科学技術的実現時期、実現時期(社): 社会的実現時期

分野別に科学技術的実現から社会的実現までの期間（図表 I-2-12）を見ると、環境・資源・エネルギー分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野に期間の長いトピックが多い。マテリアル・デバイス・プロセス分野及び横断的社会課題分野がそれに次ぐ。都市・建築・土木・交通分野は、期間 1.0 年以内の短いトピックと 4.0 年超の長いトピック双方の割合が大きい。

図表 I-2-12 科学技術的実現から社会的実現までの期間（分野別）



### (3) 実現見通しの不確実性

実現見通しの不確実性の参考として、具体的な実現時期（5 年刻みの選択肢）以外の回答及び実現時期予測のばらつきについて見る。

実現時期の回答として「実現しない」あるいは「わからない」が多く選択されたトピックについて見る。科学技術的実現と社会的実現の両方あるいはどちらかについて「実現しない」を選択した者の割合が 20%以上のトピック計 16 件（科学技術的実現 3 件、社会的実現 15 件）を図表 I-2-13 に示す。両方の実現時期を尋ねた 14 件すべてにおいて社会的実現の選択割合の

方が大きく、不確実性が高いとみなされている。16 件の分野構成を見ると、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野 7 件、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 4 件、横断的社会課題分野 3 件、都市・建築・土木・交通分野 2 件となっている。宇宙利用や地震予測のほか、決済システム、個人認証、働き方、人口、財政、など、経済・社会の仕組みの変更に関わるトピックが挙がる。

図表 I-2-13 「実現しない」が多く選択されたトピック（選択割合 20%以上）

実現時期 (技/社) *1	トピック（先頭数字は ID）	分野	「実現しない」の 割合(技、社) *2	
2040/2043	690:初期宇宙からの重力波や大質量ブラックホールの合体など低周波の信号を検出するための、宇宙空間重力波干渉計	宇宙・海洋・地球・科学基盤	2%	43%
2034/2037	750:強い相互作用とハドロン構造の数値計算の高精度化(格子 QCD など)	宇宙・海洋・地球・科学基盤	0%	39%
2032/2034	420:中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の 30%以上を当該仮想通貨で行う)	AI・ICT・アナリティクス・サービス	17%	38%
2031/2033	419:不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の 30%以上)	AI・ICT・アナリティクス・サービス	24%	33%
2031/2029	412:ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によつての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	AI・ICT・アナリティクス・サービス	23%	31%
—/2041	789:日本における、海外からの人口流入による安定的な人口規模の維持	横断的社会課題	—	28%
2040/2043	564:宇宙太陽光発電システム	都市・建築・土木・交通	19%	25%
2046/2047	712:マグニチュード 7 以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	19%	23%
2052/2056	713:地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード 8 以上の大規模地震の発生を予測する技術	宇宙・海洋・地球・科学基盤	19%	23%
2034/2038	808:全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	横断的社会課題	9%	22%
2042/2045	686:太陽光発電衛星(安全性を確保した宇宙から地上へのエネルギー伝送技術など)	宇宙・海洋・地球・科学基盤	16%	22%
2035/2039	651:水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中に CO <sub>2</sub> を排出しない旅客機	都市・建築・土木・交通	13%	21%
2035/2041	821:将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	横断的社会課題	10%	21%
2033/2033	355:小規模コンピュータシステムの機能向上や低コスト化に伴い、世の中の人工的なもののほぼ全てに IC タグ・IC チップが埋め込まれ、磁気カードや QR コード等の容易に偽造可能なものが消滅	AI・ICT・アナリティクス・サービス	11%	20%
2035/2038	728:小惑星の衝突から地球を守るための技術(危険な小惑星の早期発見、軌道を変化させる技術等)	宇宙・海洋・地球・科学基盤	7%	20%
2043/—	701:深海底における「生命の起源」の理解	宇宙・海洋・地球・科学基盤	22%	—

\*1 実現時期(技/社)： 科学技術の実現時期/社会的実現時期。計算上、実現時期が逆転しているトピックがある。

\*2 「実現しない」の割合：左列は科学技術の実現、右列は社会的実現

科学技術的実現と社会的実現の両方あるいはどちらかについて「わからない」を選択した者が回答者の 50%以上を占めるトピック 10 件を図表 I-2-14 に示す。科学技術的実現の割合と社会的実現の割合に大きな差は見られない。トピックの属する分野別では、農林水産・食品・バイオテクノロジー分野 3 件、環境・資源・エネルギー分野 3 件などとなっている。専門度低の回答者割合（全トピック平均は 43%）が 50%以上のトピックが 7 件含まれる。

図表 I-2-14 「わからない」が多く選択されたトピック（選択割合 50%以上）

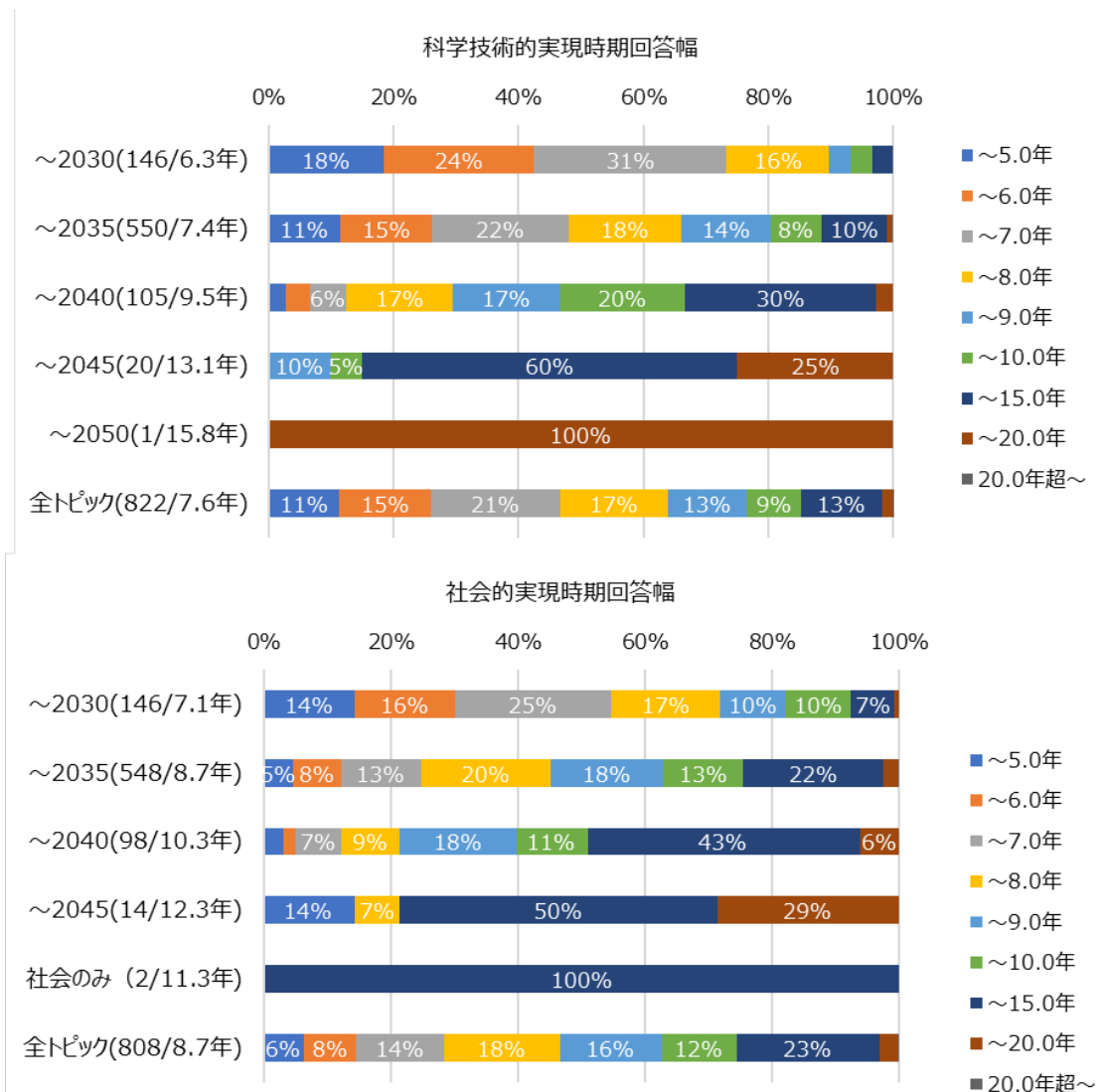
実現時期 (技/社)* <sup>1</sup>	トピック（先頭数字は ID） ＜回答者専門度構成% 高:中:低＞	分野	「わからない」の 割合(技、社)* <sup>2</sup>	
2041/2031	316:熱帯林の原生回復速度(20 年で 8 割回復)の定量的評価 ＜0:14:86＞	環境・資源・エ ネルギー	71%	71%
2036/2035	39:新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす 影響の、心理学的説明手法＜9:16:75＞	健康・医療・生 命科学	66%	63%
2033/2035	149:土壌等環境からの肥料分・重金属等の吸収・蓄積レベル を自由に制御できる植物改良技術＜14:41:45＞	農 林 水 産・食 品・バイオテク ノロジー	59%	59%
2033/2037	232:MW級の防爆対応蒸留・精製ヒートポンプ ＜7:15:78＞	環境・資源・エ ネルギー	57%	57%
2033/2036	611:大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達 するシステム＜17:21:63＞	都市・建築・土 木・交通	38%	54%
2040/2041	309:都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のト ラッキング技術＜9:28:63＞	環境・資源・エ ネルギー	44%	53%
2039/2042	833:先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ 集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安 心して生活できる環境構築＜16:43:41＞	横断的社会課 題	43%	50%
2033/2036	139:監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な 病害虫管理技術＜9:30:61＞	農 林 水 産・食 品・バイオテク ノロジー	57%	48%
2031/2031	219:災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の 管理システム＜21:26:53＞	農 林 水 産・食 品・バイオテク ノロジー	53%	47%
2044/—	741:ミレニアム懸賞問題中、現時点で未解決の 6 つの問題のう ちの 3 つの解決＜35:39:26＞	宇宙・海洋・地 球・科学基盤	51%	—

\*1 実現時期(技/社)：科学技術的実現時期/社会的実現時期。計算上、実現時期が逆転しているトピックがある。

\*2 「わからない」の割合:左列は科学技術的実現、右列は社会的実現

次に、実現時期予測のばらつきとして実現時期の回答幅を見る。ここでは、実現時期回答を早い順に並べて早い方から 1/4 番目と 3/4 番目を算出し、その差（四分位範囲）を回答幅とする。科学技術的実現時期別に実現時期の回答幅を見たのが図表 I-2-15 である。科学技術的実現時期回答幅の平均は 7.6 年、社会的実現時期回答幅の平均は 8.7 年である。科学技術的実現時期が遅くなると時期の回答幅が徐々に広がり、科学技術的実現までに 15 年を超える（2041 年以降）長期トピックでは、回答に 10 年以上の幅があるトピックが 8 割を占めるようになる。

図表 I-2-15 実現時期回答幅の分布（科学技術的実現時期別）



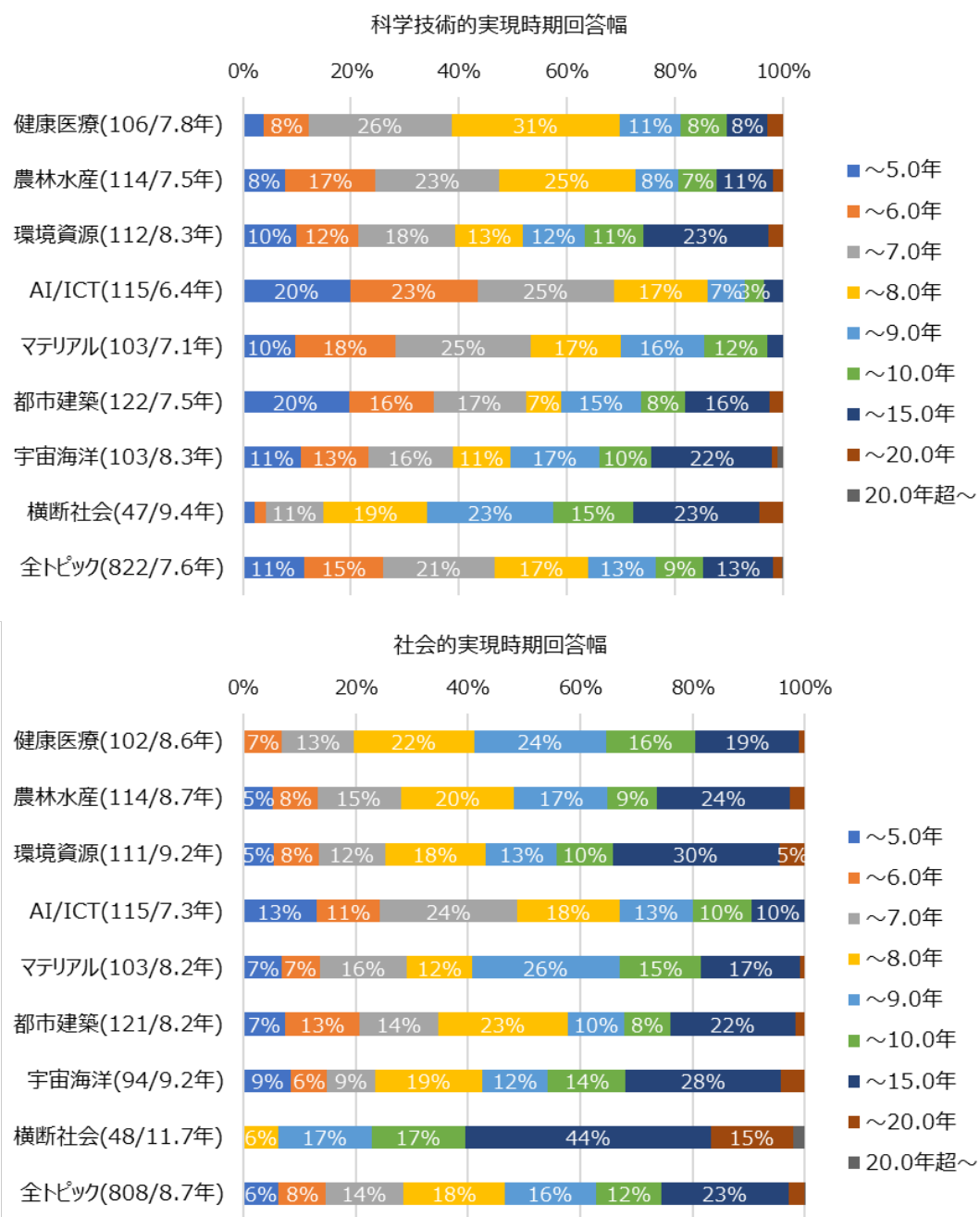
\*科学技術的実現時期の後のカッコ内は、該当トピック数及び回答幅平均値）。

\*回答幅の算出には、各実現時期の計算値を使用。

分野別の実現時期回答幅分布を図表 I-2-16 に示す。トピックの約半数を含む回答幅 7 年以内（科学技術的実現）、8 年以内（社会的実現）に着目すると、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野に回答幅の狭いトピックが多く、横断的社会課題分野に回答幅の広いトピックが多い。そのほか、科学技術的実現時期については、環境・資源・エネルギー分野及び宇宙・海洋・地球・科学基盤分野において回答幅の広いトピックが多い。一方社会的実現時期については、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野に次いで、都市・建築・土木・交通分野の回答幅が狭い。横断的社会課題分野の回答幅は他分野と比較しても非常に広く、特に社会的実現時期に

については回答幅が10年を超えるトピックが6割を占める。

図表 I-2-16 実現時期回答幅の分布（分野別）



\*分野略称の後のカッコ内は、該当トピック数及び回答幅平均値）。

\*回答幅の算出には、各実現時期の計算値を使用。

### 2.1.3. 実現に向けて対処すべき点

科学技術の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について、以下 10 項目から最大 3 つまでの選択を求めた。

- ✓ 【人材】 専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大
- ✓ 【資金】 研究開発費の拡充などの資金・支援制度
- ✓ 【研究基盤】 研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備
- ✓ 【国内連携】 産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備
- ✓ 【国際連携】 国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備
- ✓ 【戦略的標準化】 国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化
- ✓ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ✓ 【社会】 社会受容・社会的合意の形成、共創
- ✓ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設
- ✓ その他

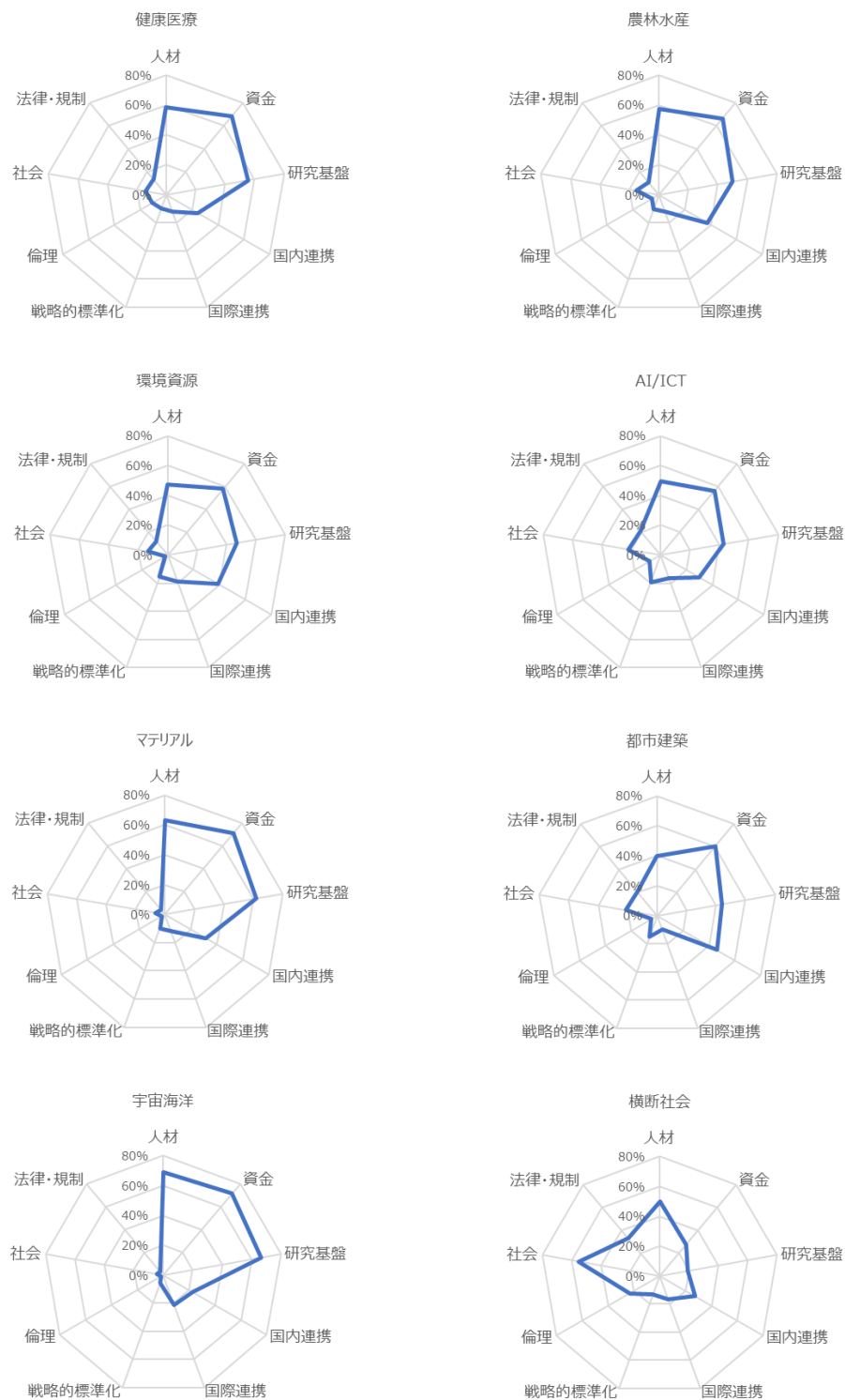
科学技術の実現に向けて対処すべき点について、分野ごとの選択割合平均値を図表 I-2-17 に示す。「人材」、「資金」、「研究基盤」がほとんどの分野で三大項目となっており、「国内連携」がそれに続く。都市・建築・土木・交通分野は、「資金」、「国内連携」、「研究基盤」の順に選択割合が大きく、「人材」は 4 番目に位置する。横断的社会分野は、「資金」及び「研究基盤」の選択割合が小さく、「社会」と「人材」が二大項目となっている。

項目別に見ると、「人材」については、総じて 5～7 割程度の選択割合であるが、都市・建築・土木・交通分野は 40%と相対的に選択割合が小さい。「資金」及び「研究基盤」については、横断的社会課題分野を除いて 4～7 割程度の者が選択しており、科学技術分野では総じて必要性が高い。「国内連携」は、全トピックでは 4 番目の項目であるが、都市・建築・土木・交通分野では 46%の者が選択しており、2 番目に選択割合が大きい。そのほか、「倫理」について横断的社会課題分野の選択割合が 23%と相対的に大きいこと、「社会」について横断的社会課題分野の選択割合が 55%と最も大きく、次いで AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 (22%) 及び都市・建築・土木・交通分野 (21%) において相対的に大きいこと、「法律・規制」について横断的社会課題分野 (33%)、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野 (21%)、都市・建築・土木・交通分野 (21%) において相対的に選択割合が大きいことが特徴的である。

まとめると、科学技術の実現に向けて、科学技術 7 分野については、人材、資金、並びに研究基盤の充実に注力するとともに、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野及び都市・建築・土木・交通分野では、法律・規制も含め社会の環境整備も必要とされている。さらに、都市・建築・土木・交通分野では国内の連携体制構築も求められる。一方、横断的社会課題分野については、人材の充実とともに、倫理面も含めた社会の環境整備が必要とされている。



図表 I-2-17 科学技術の実現に向けて対処すべき点が選択された割合（分野平均）



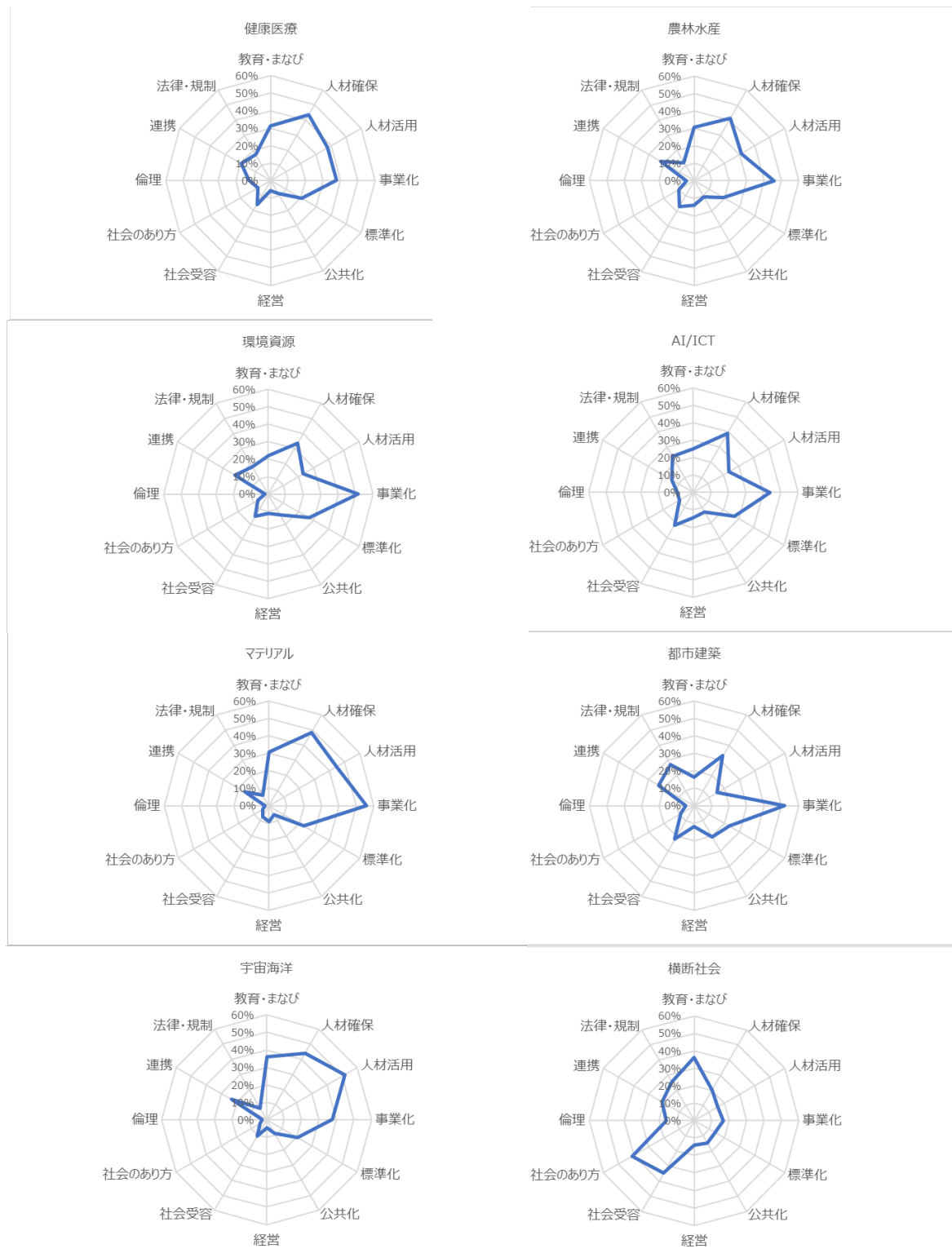
社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について、以下 13 項目から最大 3 つまでの選択を求めた。

- ✓ 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革
- ✓ 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保
- ✓ 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等
- ✓ 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）
- ✓ 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更
- ✓ 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション。公共の担い手の拡大等
- ✓ 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換
- ✓ 【社会受容】 社会受容・合意形成
- ✓ 【社会のあり方】 文化・価値観・ライフスタイルの見直し
- ✓ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ✓ 【連携】 分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等
- ✓ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等
- ✓ その他

社会的実現に向けて対処すべき点を図表 I-2-18 に示す。科学技術的实现と比較し、選択が分散している。全般的には、多くの分野において「事業化」の選択割合が最も大きく、「人材確保」が続く。健康・医療・生命科学分野では「人材確保」（44%）、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では「人材活用」（52%）、横断的社会課題分野では「社会のあり方」（41%）が最も選択割合が大きい。分野ごとに特徴を見ると、環境・資源・エネルギー分野及び AI・ICT・アナリティクス・サービス分野では「標準化」が 3 番目に選択割合が大きい。また、横断的社会課題分野において「人材確保」（20%）や「人材活用」（16%）の選択割合が小さく、「教育・まなび」（36%）、「社会受容」（35%）の選択割合が大きい。

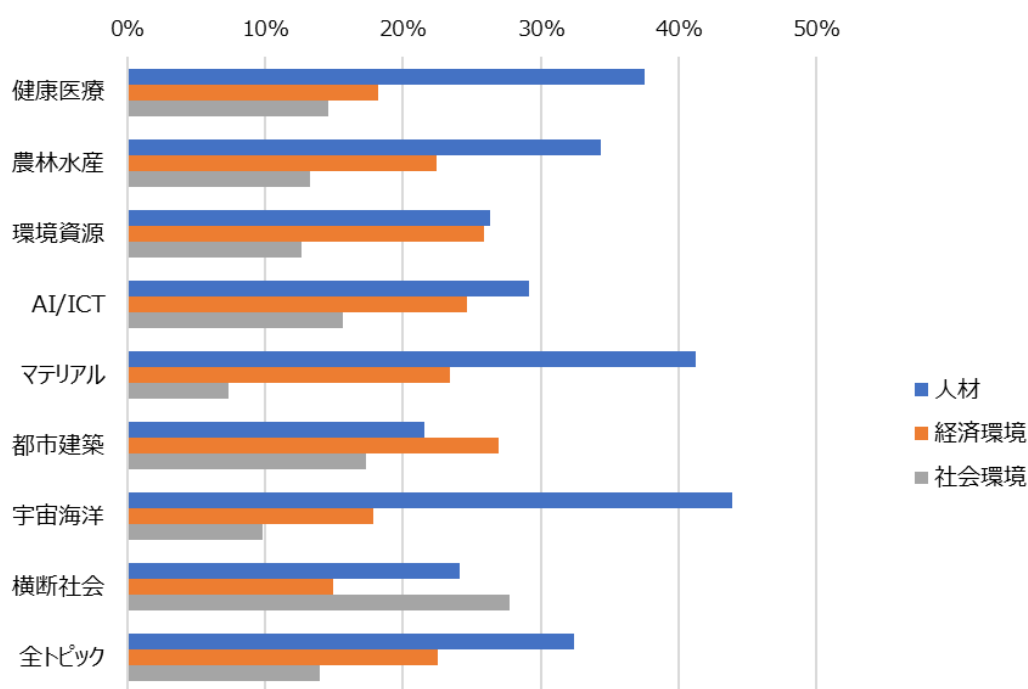
項目別に見ると、「教育・まなび」について都市・建築・土木・交通分野の選択割合（17%）が小さく、「人材活用」について都市・建築・土木・交通分野（15%）及び横断的社会課題分野（16%）の選択割合が小さい。また、「公共化」について都市・建築・土木・交通分野の選択割合が相対的に大きい（21%）こと、「社会受容」及び「社会のあり方」において横断的社会課題分野の選択割合（41%）が大きいこと、「倫理」において健康・医療・生命科学分野（12%）及び横断的社会課題分野（16%）の選択割合が相対的に大きいこと、「法律・規制」において ICT・アナリティクス・サービス分野（24%）、都市・建築・土木・交通分野（27%）、横断的社会課題分野（26%）の選択割合が相対的に大きいことが特徴である。

図表 I-2-18 社会技術的実現に向けて対処すべき点が選択された割合（分野平均）



対処すべき点を人材（教育・まなび、人材確保、人材活用）、経済環境（事業化、標準化、公共化、経営）、社会環境（社会受容、社会のあり方、倫理、連携、法律・規制）に括った選択割合の平均値から特徴を見たのが図表 I-2-19 である。人材項目が大きい分野（健康・医療・生命科学分野、農林水産・食品分野、マテリアル・デバイス・プロセス分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野）、人材項目と同程度に経済環境項目が大きい分野（環境・資源・エネルギー分野、ICT・アナリティクス・サービス分野、都市・建築・土木・交通分野）、人材項目と同程度に社会環境項目が大きい分野（横断的社会課題分野）に分かれる。図表 I-2-18 を基に項目括り内の特徴を見ると、人材項目が最も多く選択された分野のうちでは、農林水産・食品分野は「人材確保」（41%）、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野は「人材活用」（52%）、マテリアル・デバイス・プロセス分野は「人材確保」（48%）と「人材活用」（45%）の両方が必要とされるなど、分野による特徴がある。また、経済環境項目が最も多く選択された分野では、「事業化」に次いで、「標準化」（23%～27%）が必要とされている。社会環境項目が最も多く選択された分野では、「社会のあり方」（41%）の選択割合が最も高く、「社会受容」（35%）が続いている。

図表 I-2-19 社会技術的実現に向けて対処すべき点が選択された割合（分野別項目別平均）



\*項目括り

人材：3項目（教育・まなび、人材育成、人材活用）

経済環境：4項目（事業化、標準化、公共化、経営）

社会環境：5項目（社会受容、社会のあり方、倫理、連携、法律・規制）

\*トピックごとに括り別選択割合を算出（各項目の平均）、次いで分野ごとにトピックの平均を算出。

まとめると、社会的実現に向けては全般的に事業化の推進が必要である。加えて、環境・資源・エネルギー分野及び AI・ICT・アナリティクス・サービス分野では標準化対策も求められる。また、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野及び都市・建築・土木・交通分野では法規制整備が求められる。都市・建築・土木・交通分野では公共を担い手とすることも対応策の一つである。健康・医療・生命科学分野や宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では事業化より人材の育成・活用が必要となる。また、横断的社会課題分野では、社会環境が重要であり、特に社会のあり方や社会受容が鍵となり、教育・まなびによる意識醸成が求められる。

次に、対処すべき点ごとに選択割合が大きい細目及びトピックを見る。

## ○人材項目

「人材」（科学技術的实现）、「教育・まなび」・「人材確保」・「人材活用」（社会的实现）について選択割合の大きい細目上位 10 位を図表 I-2-20 に示す。科学技術的实现と社会的实现で 9 細目が共通している。これらのうち、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野が 5 細目を占め、マテリアル・デバイス・プロセス分野が 2 細目と続く。また、計算科学・データ科学に関する細目が 4 細目挙がる。

トピック単位で見ると、2 項目以上で上位 10 位に含まれるトピックは 5 件（図表 I-2-21）あり、このうち 4 件が量子関連である。

図表 I-2-20 選択された割合の大きい細目（細目平均）：人材、教育・まなび、人材確保、人材活用

順位*1	細目[分野略称]	割合(順位)*2			
		人材(技)	教育・まなび(社)	人材確保(社)	人材活用(社)
3/1	応用デバイス・システム(ICT 分野) [マテリアル]	74% (3)	37% (18)	65% (1)	64% (1)
2/2	計算科学・データ科学 [マテリアル]	80% (2)	51% (2)	52% (6)	61% (2)
4/3	生命科学データ基盤 [健康医療]	73% (4)	46% (6)	52% (5)	56% (7)
-/4	光・量子技術 [宇宙海洋]	68% (13)	37% (19)	58% (2)	56% (6)
7/5	量子ビーム: 中性子・ミュオン・荷電粒子等 [宇宙海洋]	71% (7)	41% (12)	49% (10)	54% (9)
5/6	地球 [宇宙海洋]	73% (5)	42% (11)	46% (20)	55% (8)
1/7	加速器、素粒子・原子核 [宇宙海洋]	82% (1)	45% (7)	38% (39)	58% (5)
10/8	AI・データサイエンス [AI/ICT]	69% (10)	43% (10)	51% (8)	46% (17)
9/9	量子ビーム: 放射光 [宇宙海洋]	70% (9)	39% (15)	51% (7)	46% (15)
8/10	計算・数理・情報科学 [宇宙海洋]	71% (8)	53% (1)	35% (49)	49% (11)
6/-	国際協力・多様化 [宇宙海洋]	72% (6)	44% (9)	21% (67)	59% (4)

\*1 科学技術的实现の順位/社会的实现の順位(3 項目合計の上位 10 位)

\*2 (技): 科学技術的实现に向けて対処すべき点、(社): 社会的实现に向けて対処すべき点

図表 I-2-21 選択された割合の大きいトピック：人材、教育・まなび、人材確保、人材活用

トピック(先頭数字は ID) [分野略称]*1	実現時期*2	割合(順位)*3 *4			
		人材 (技)	教育 (社)	確保 (社)	活用 (社)
349:Shor のアルゴリズム、Grover のアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム [AI/ICT]	2034/2037	89% (3)	69% (6)	50% (154)	76% (4)
501:オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス [マテリアル]	2035/2037	85% (17)	48% (72)	70% (5)	79% (2)
504:量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術 [マテリアル]	2039/2047	76% (79)	38% (183)	76% (1)	74% (8)
506:光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術 [マテリアル]	2037/2039	80% (41)	51% (53)	71% (2)	77% (3)
737:10 年規模の自然変動の予測から、100 年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術 [宇宙海洋]	2038/2041	88% (4)	71% (4)	44% (316)	68% (25)

\*1 人材関連 4 項目のうち、2 項目以上で上位 10 位以内 \*2 科学技術の実現時期/社会的実現時期

\*3 (技): 科学技術の実現に向けて対処すべき点、(社): 社会的実現に向けて対処すべき点

\*4 教育: 教育・まなび、確保: 人材確保、活用: 人材活用

## ○経済環境項目

「資金」・「研究基盤」(科学技術の実現)及び「事業化」・「公共化」・「経営」(社会的実現)について選択割合の大きい上位 10 位を図表 I-2-22 に示す。

科学技術の実現に向けた「資金」及び「研究基盤」の選択割合合計の大きい細目上位 10 位を見ると、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野が 5 細目を占める。「資金」と「研究基盤」の両方で上位 10 位に入るのは 4 細目である。トピック単位で見ると、合計上位 10 位(11 件)のトピックのうち上位細目に含まれるものが 9 件を占める。社会的実現に向けた「事業化」及び「経営」の選択割合合計上位 10 位では、エネルギーシステム、生産システム、資源循環、モビリティ関連などの細目が挙がる。両項目で上位 10 位に入るのは 3 細目である。合計では 11 位以降であるが特に「事業化」の割合が大きい細目として「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野) [マテリアル]」など、「経営」の割合が大きい細目として「社会情報基盤技術 [AI/ICT]」、「社会システム・価値創造 [マテリアル]」などがある。トピック単位で見ると、上位 10 位中 7 件が上位細目に含まれる。

「公共化」の選択割合の大きい上位 10 位を見ると、都市・建築・土木・交通分野が 4 細目を占め、環境・資源・エネルギー分野が 3 細目と続く。防災・減災、国土保全、モビリティ、リスクマネジメント、水、高齢化など、社会課題対応と安全安心に関する細目が挙がる。トピック単位で上位 10 位を見ると、上位細目に含まれるトピックが 8 件を占める。

図表 I-2-22 選択された割合の大きい細目（細目平均）：資金、研究基盤、事業化、経営、公共化

科学技術的実現：資金、研究基盤（2 項目合計の上位 10 位）

順位	細目〔分野略称〕	割合（順位）	
		資金	研究基盤
1	生命科学データ基盤〔健康医療〕	83% (1)	74% (4)
2	応用デバイス・システム(ICT 分野)〔マテリアル〕	82% (3)	71% (5)
3	観測・予測〔宇宙海洋〕	77% (10)	75% (2)
4	量子ビーム：放射光〔宇宙海洋〕	73% (15)	77% (1)
5	地球〔宇宙海洋〕	79% (4)	71% (6)
6	先端計測・解析手法〔マテリアル〕	76% (12)	74% (3)
7	海洋〔宇宙海洋〕	82% (2)	65% (11)
8	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)〔マテリアル〕	78% (8)	63% (12)
9	医薬品・治療技術〔健康医療〕	78% (6)	63% (13)
10	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等〔宇宙海洋〕	72% (19)	69% (8)

社会的実現：事業化、経営（2 項目合計の上位 10 位）

順位	細目〔分野略称〕	割合（順位）	
		事業化	経営
1	エネルギーシステム〔環境資源〕	72% (2)	23% (4)
2	建設生産システム〔都市建築〕	70% (4)	21% (5)
3	プロセス・マニュファクチャリング〔マテリアル〕	74% (1)	15% (15)
4	ネットワークアーキテクチャ〔AI/ICT〕	68% (6)	21% (7)
5	農業生産システム〔農林水産〕	60% (12)	24% (3)
6	資源循環・未利用資源活用〔農林水産〕	62% (11)	21% (9)
7	ロボティクス〔AI/ICT〕	66% (8)	15% (16)
8	交通・物流〔都市建築〕	60% (13)	21% (8)
9	サーキュラーエコノミー〔環境資源〕	60% (14)	19% (12)
10	モビリティ〔都市建築〕	71% (3)	7% (48)

社会的実現：公共化

順位	細目〔分野略称〕	割合
1	超高齢社会とエネルギー〔環境資源〕	36%
2	国土利用・保全〔都市建築〕	32%
3	防災・減災〔都市建築〕	28%
4	交通・物流〔都市建築〕	27%
5	持続可能な水マネジメント〔環境資源〕	26%
6	リスクマネジメント〔環境資源〕	24%
7	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域〔横断社会〕	22%
8	未来社会デザイン〔AI/ICT〕	21%
9	都市・環境〔都市建築〕	20%
10	生物・環境資源情報基盤〔農林水産〕	20%

「戦略的標準化」（科学技術的実現）、「標準化」（社会的実現）の選択割合の大きい細目上位10位を見たのが、図表 I-2-23 である。科学技術実現と社会的実現で8細目が共通している。サーキュラーエコノミー、リスクマネジメント、地球規模課題、エネルギーなどの環境関連や情報インフラ関連などが挙がる。トピック単位で上位10位を見たのが図表 I-2-24 である。いずれも上位細目に含まれ、科学技術的実現と社会的実現で5件が共通している。そのほか、科学技術的実現についてはブロックチェーン技術が3件、社会的実現については通信技術が3件挙がる。

図表 I-2-23 選択された割合の大きい細目（細目平均）：戦略的標準化、標準化

順位*1	細目 [分野略称]	割合(順位)*2	
		戦略的標準化 (技)	標準化(社)
1/1	サーキュラーエコノミー [環境資源]	53% (1)	63% (1)
2/2	建設生産システム [都市建築]	36% (2)	59% (2)
4/3	ネットワークアーキテクチャ [AI/ICT]	32% (4)	58% (3)
3/4	リスクマネジメント [環境資源]	34% (3)	51% (4)
6/5	モビリティ [都市建築]	26% (6)	48% (5)
9/6	セキュリティ・プライバシー [AI/ICT]	24% (9)	41% (6)
5/7	地球規模課題への対応 [横断社会]	27% (5)	35% (7)
-/8	社会システム・価値創造 [マテリアル]	21% (12)	35% (8)
-/9	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野) [マテリアル]	18% (14)	34% (9)
10/10	エネルギーシステム [環境資源]	24% (10)	34% (10)
7/-	社会情報基盤技術 [AI/ICT]	25% (7)	16% (45)
8/-	国際協力・多様化 [宇宙海洋]	25% (8)	17% (40)

\*1 科学技術的実現の順位/社会的実現の順位

\*2 (技): 科学技術的実現に向けて対処すべき点、(社): 社会的実現に向けて対処すべき点

図表 I-2-24 選択された割合の大きいトピック：戦略的標準化、標準化

戦略的標準化(科学技術的実現)

順位	トピック(先頭数字はID) (太字は共通トピック)	分野(略称)	実現時期*	割合
1	<b>324:製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度</b>	環境資源	2030/2034	81%
2	<b>623:建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム</b>	都市建築	2028/2033	78%
3	425:分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	AI/ICT	2029/2037	74%
4	<b>325:バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化</b>	環境資源	2030/2033	72%
5	<b>323:サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度</b>	環境資源	2031/2033	67%



順位	トピック(先頭数字は ID) (太字は共通トピック)	分野(略称)	実現時期*	割合
5	420:中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の 30%以上を当該仮想通貨で行う)	AI/ICT	2032/2034	67%
7	421:コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム	AI/ICT	2034/2034	65%
8	<b>321:サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム</b>	環境資源	2030/2033	64%
9	384:エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質(QoE)・サービス品質(QoS)を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術	AI/ICT	2032/2033	63%
10	550:消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	マテリアル	2031/2034	60%

#### 標準化(社会的実現)

順位	トピック(先頭数字は ID) (太字は共通トピック)	分野(略称)	実現時期*	割合
1	<b>324:製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度</b>	環境資源	2030/2034	90%
2	<b>323:サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度</b>	環境資源	2031/2033	83%
2	<b>325:バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化</b>	環境資源	2030/2033	83%
4	<b>321:サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム</b>	環境資源	2030/2033	80%
5	320:エネルギー転換に必要なクリティカル・マテリアルの調達リスク評価システム	環境資源	2030/2033	79%
6	<b>623:建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム</b>	都市建築	2028/2033	78%
7	376:大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数の KPI を同時に 1 桁向上させる有無線移動通信技術	AI/ICT	2033/2033	77%
8	385:オープンインターフェース(O-RAN など)によって実現されるモバイル通信技術	AI/ICT	2030/2033	76%
9	643:海上輸送システムにおいて、極限まで CO2 を排出しないクリーンシップ	都市建築	2033/2038	75%
10	389:ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術	AI/ICT	2032/2033	73%
10	620:無人機械施工を前提とした新たな構造システム	都市建築	2033/2034	73%

\* 科学技術的実現時期/社会的実現時期

#### ○社会環境項目

「国内連携」・「国際連携」(科学技術的実現)、「連携」(社会的実現)の選択割合の大きい細目上位 10 位を見たのが、図表 I-2-25 である。科学技術的実現と社会的実現で共通する細目は 2 細目に留まる。社会的実現については、気候変動、環境保全、観測・予測、地球規模課題など環境関連の細目、また、防災・減災、地球、国土利用・保全など持続可能性と安全に関する

細目が多く挙がる。科学技術的実現については、国内連携と国際連携のいずれかを主とする細目が多い。

トピック単位でみると、「国内連携」（科学技術的実現）では上位 10 位中 8 件が建築・土木・交通分野のトピックであり、その他 2 件（コンパクトシティ、災害時インフラ復旧）も都市・建築・土木・交通分野と関連が深い。「国際連携」（科学技術的実現）上位 10 位では、地球規模課題（食料、水、地球環境等）関連が 7 件を占める。「連携」（社会的実現）上位 10 位は、上位細目に属するトピックとそれ以外の細目に属するトピックが半々であり、災害、地球環境、DX 関連のトピックが並ぶ。

図表 I-2-25 選択された割合の高い細目（細目平均）：国内連携、国際連携、連携

順位*1	細目〔分野略称〕	割合(順位)*2		
		国内連携(技)	国際連携(技)	連携(社)
-/1	気候変動〔環境資源〕	26% (46)	31% (6)	39% (1)
-/2	防災・減災〔都市建築〕	47% (6)	8% (62)	34% (2)
-/3	地球〔宇宙海洋〕	22% (57)	16% (21)	31% (3)
5/4	地球規模課題への対応〔環境資源〕	21% (62)	48% (2)	30% (4)
-/5	国土利用・保全〔都市建築〕	44% (14)	16% (22)	30% (5)
-/6	環境保全〔環境資源〕	26% (49)	23% (13)	29% (6)
3/7	リスクマネジメント〔環境資源〕	42% (16)	35% (5)	29% (7)
-/8	サステイナビリティ〔農林水産〕	42% (15)	13% (35)	28% (8)
-/9	観測・予測〔宇宙海洋〕	19% (66)	27% (10)	28% (9)
-/10	食の安全と健康〔農林水産〕	31% (37)	18% (16)	27% (10)
1/-	国際協力・多様化〔宇宙海洋〕	20% (63)	69% (1)	11% (67)
2/-	サーキュラーエコノミー〔環境資源〕	49% (5)	35% (4)	20% (38)
4/-	建設生産システム〔都市建築〕	74% (1)	3% (70)	26% (14)
6/-	社会システム・価値創造〔マテリアル〕	38% (21)	26% (12)	22% (26)
7/-	モビリティ〔都市建築〕	45% (12)	19% (15)	14% (60)
8/-	エネルギーシステム〔環境資源〕	53% (4)	11% (44)	20% (34)
9/-	ネットワークアーキテクチャ〔AI/ICT〕	35% (28)	29% (9)	13% (61)
10/-	宇宙〔宇宙海洋〕	22% (56)	39% (3)	25% (16)

\*1 科学技術的実現の順位(2 項目合計の上位 10 位)/社会的実現の順位

\*2 (技): 科学技術的実現に向けて対処すべき点、(社): 社会的実現に向けて対処すべき点

「倫理」の選択割合の大きかった細目上位 10 位を図表 I-2-26 に示す。科学技術実現と社会的実現で 8 細目が共通し、横断的社会課題分野の細目が約半数を占める。そのほか、生命情報、ICT の社会適用に関する細目等が挙がる。トピック単位で上位 10 位(図表 I-2-27)を見ると、すべて上位細目に含まれ、科学技術的実現と社会的実現で 8 件が共通している。研究開発から社会実装まで一貫して倫理面の検討が求められている。

図表 I-2-26 選択された割合の高い細目（細目平均）：倫理

順位 <sup>*1</sup>	細目〔分野略称〕	割合(順位) <sup>*2</sup>	
		倫理(技)	倫理(社)
1/1	倫理・社会医学〔健康医療〕	39% (1)	37% (1)
2/2	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ〔横断社会〕	33% (2)	24% (2)
6/3	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題〔AI/ICT〕	20% (6)	21% (3)
3/4	信頼される社会経済システムの構築〔横断社会〕	33% (3)	20% (4)
-/5	インタラクション〔AI/ICT〕	10% (12)	19% (5)
5/6	未来社会のWell-beingと科学技術〔横断社会〕	22% (5)	19% (6)
4/7	地球規模課題への対応〔横断社会〕	26% (4)	18% (7)
8/8	未来社会デザイン〔AI/ICT〕	14% (8)	14% (8)
7/9	社会情報基盤技術〔AI/ICT〕	17% (7)	14% (9)
-/10	次世代バイオテクノロジー〔農林水産〕	9% (18)	12% (10)
9/-	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方〔横断社会〕	12% (9)	6% (26)
10/-	生命情報科学〔健康医療〕	12% (10)	11% (14)

\*1 科学技術的実現の順位/社会的実現の順位

\*2 (技): 科学技術的実現に向けて対処すべき点、(社): 社会的実現に向けて対処すべき点

図表 I-2-27 選択された割合の大きいトピック：倫理

順位 <sup>*1</sup>	トピック細目(先頭数字はID) (太字は共通トピック)	分野略称	実現時期 <sup>*2</sup>	割合(順位) <sup>*3</sup>	
				倫理(技)	倫理(社)
3/1	<b>443:脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース</b>	AI/ICT	2038/2042	63% (3)	74% (1)
1/2	<b>70:日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法</b>	健康医療	2035/2036	81% (1)	72% (2)
2/3	<b>795:肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築</b>	横断社会	2037/2040	74% (2)	68% (3)
4/4	<b>67:新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用</b>	健康医療	2032/2034	62% (4)	59% (4)
8/5	<b>68:遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム</b>	健康医療	2033/2035	57% (8)	57% (5)
4/6	<b>65:ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理</b>	健康医療	2032/2036	62% (4)	56% (6)
-/7	<b>169:拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデルブタ</b>	農林水産	2033/2038	42% (15)	53% (7)
-/8	<b>399:個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができるBMI(ブレイン・マシン・インターフェース)技術</b>	AI/ICT	2039/2040	23% (47)	50% (8)

順位*1	トピック細目(先頭数字はID) (太字は共通トピック)	分野略称	実現時期*2	割合(順位)*3	
				倫理(技)	倫理(社)
10/9	796:脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意(世界での実現)	横断社会	2040/2043	54% (10)	49% (9)
7/10	415:多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に合う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナル AI	AI/CT	2029/2033	59% (7)	48% (10)
6/-	836:大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	横断社会	2034/2037	60% (6)	28% (27)
9/-	423:機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	AI/ICT	2030/2035	55% (9)	38% (13)

\*1 科学技術の実現の順位/社会的実現の順位      \*2 科学技術の実現時期/社会的実現時期

\*3 (技):科学技術の実現に向けて対処すべき点、(社):社会的実現に向けて対処すべき点

「社会」(科学技術の実現)、「社会受容」・「社会のあり方」(社会的実現)の選択割合の大きい細目上位10位を見たのが、図表 I-2-28 である。科学技術実現と社会的実現で8細目が共通しており、そこに横断的社会課題分野の全6細目が含まれる。しかし、トピック単位で上位10位を見ると、横断的社会課題分野のトピックは「社会」(科学技術の実現)で3件、「社会受容」(社会的実現)で1件、「社会のあり方」(社会的実現)で5件に留まる。「社会受容」の選択割合の大きかった上位10位(11件)を図表 I-2-29 に示す。大規模開発・設備やインフラ等の安全や合意形成に関する課題、現在普及していない資源や技術の受容に関する課題などが挙げられている。一方、「社会のあり方」については、まちづくり、消費者意識、豊かさなどに関するトピックが挙がり、「社会」については、「社会受容」及び「社会のあり方」と一部共通するほか、金融システムや働き方に関わるトピックも挙げられている。

図表 I- 2-28 選択された割合の大きい細目(細目平均)：社会、社会受容、社会のあり方

順位*1	細目 [分野略称]	割合(順位)*2		
		社会(技)	社会受容(社)	社会のあり方(社)
2/1	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ [横断社会]	60% (2)	44% (2)	45% (2)
-/2	国際協力・多様化 [宇宙海洋]	6% (54)	38% (6)	47% (1)
1/3	信頼される社会経済システムの構築 [横断社会]	62% (1)	39% (3)	43% (4)
6/4	地球規模課題への対応 [横断社会]	50% (6)	34% (9)	42% (5)
7/5	都市・環境 [都市建築]	49% (7)	45% (1)	32% (8)
4/6	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域 [横断社会]	52% (4)	29% (13)	44% (3)
5/7	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方 [横断社会]	50% (5)	31% (11)	38% (6)
3/8	未来社会の Well-being と科学技術 [横断社会]	52% (3)	29% (14)	32% (7)
-/9	倫理・社会医学 [健康医療]	38% (12)	39% (4)	18% (12)

順位*1	細目 [分野略称]	割合(順位)*2		
		社会(技)	社会受容(社)	社会のあり方(社)
8/10	社会情報基盤技術 [AI/ICT]	46% (8)	34% (8)	23% (10)
9/-	未来社会デザイン [AI/ICT]	46% (9)	38% (5)	17% (15)
10/-	超高齢社会とエネルギー [環境資源]	46% (10)	31% (12)	21% (11)

\*1 科学技術の実現の順位/社会的実現の順位(2項目合計の上位10位)

\*2 (技):科学技術の実現に向けて対処すべき点、(社):社会的実現に向け対処すべき点

図表 I-2-29 選択された割合の高いトピック：社会受容

順位	トピック細目(先頭数字はID)	分野(略称)	実現時期*	割合
1	231:プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	環境資源	2037/2040	76%
2	611:大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	都市建築	2033/2036	75%
3	230:核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速炉システム技術	環境資源	2039/2043	74%
4	423:機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	AI/ICT	2030/2035	72%
5	667:個人が自助のために作成した避難タイムラインを全国集約し、ビッグデータ解析により国民の防災動向を踏まえたより良い対策を提案する技術	都市建築	2029/2030	71%
6	821:将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	横断社会	2035/2041	71%
7	70:日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	健康医療	2035/2036	69%
8	130:昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	農林水産	2033/2035	69%
9	604:人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム	都市建築	2034/2035	67%
10	607:コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	都市建築	2033/2034	67%
10	648:踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	都市建築	2030/2037	67%

\* 科学技術の実現時期/社会的実現時期

「法律・規制」の選択割合の大きい細目上位10件を見たのが、図表 I-2-30 である。科学技術実現と社会的実現で7細目が共通し、情報技術の社会実装に関連する細目及びモビリティに関する細目が多い。トピック単位(図表 I-2-31)で見ると、科学技術の実現では7件、社会的実現では9件が上位細目に属する。科学技術の実現では4件、社会的実現では9件がAI・ICT・アナリティクス・サービス分野のトピックである。

図表 I-2-30 選択された割合の高い細目（細目平均）：法律・規制

順位*1	細目[分野略称]	割合(順位)*2	
		法律規制(技)	法律規制(社)
5/1	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM、MaaS [AI/ICT]	35% (5)	42% (1)
3/2	未来社会デザイン [AI/ICT]	39% (3)	40% (2)
1/3	信頼される社会経済システムの構築 [横断社会]	49% (1)	38% (3)
2/4	社会情報基盤技術 [AI/ICT]	41% (2)	38% (4)
-/5	セキュリティ・プライバシー [AI/ICT]	28% (12)	37% (5)
-/6	建設生産システム [都市建築]	25% (14)	37% (6)
10/7	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題[AI/ICT]	29% (10)	37% (7)
9/8	交通・物流 [都市建築]	30% (9)	36% (8)
-/9	モビリティ [都市建築]	17% (22)	34% (9)
6/10	超高齢社会とエネルギー [環境資源]	34% (6)	34% (10)
4/-	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ [横断社会]	39% (4)	30% (13)
7/-	未来社会の Well-being と科学技術 [横断社会]	34% (7)	32% (11)
8/-	都市・環境 [都市建築]	32% (8)	28% (16)

\*1 科学技術的実現の順位/社会的実現の順位

\*2 (技): 科学技術的実現に向けて対処すべき点、(社): 社会的実現に向けて対処すべき点

図表 I-2-31 選択された割合の大きいトピック：法律・規制

法律・規制(科学技術的実現)

順位	トピック細目(先頭数字はID)(太字は共通トピック)	分野(略称)	実現時期*	割合
1	<b>433:全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術</b>	AI/ICT	2031/2036	88%
2	419:不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の30%以上)	AI/ICT	2031/2033	81%
3	420:中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う)	AI/ICT	2032/2034	75%
4	70:日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	健康医療	2035/2036	72%
5	332:役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	環境資源	2029/2032	72%
6	571:道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	都市建築	2037/2036	71%
7	819:DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	横断社会	2033/2036	71%
8	828:少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	横断社会	2031/2035	68%
9	<b>448:巨大化した法体系の維持・運用・立法作業のDXを実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用</b>	AI/ICT	2029/2034	67%

順位	トピック細目(先頭数字はID)(太字は共通トピック)	分野(略称)	実現時期*	割合
9	616:カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境(高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等)を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	都市建築	2028/2031	67%

\* 科学技術的実現時期/社会的実現時期

法律・規制(社会的実現)

順位	トピック細目(先頭数字はID)	分野(略称)	実現時期	割合
1	<b>433:全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術</b>	AI/ICT	2031/2036	80%
2	<b>448:巨大化した法体系の維持・運用・立法作業のDXを実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用</b>	AI/ICT	2029/2034	74%
3	430:個人で楽しむ音楽・書籍・絵画・映画や、社会的なコンテンツである行政文書・民間文書、教育教材、貨幣・有価証券、といったあらゆる情報媒体がクラウド等を使ってオンライン上で提供される	AI/ICT	2030/2033	71%
4	367:ドローン物流の常態化(無人搬送システムが有人搬送システムのシェアを超える)	AI/ICT	2033/2035	71%
5	368:一般の乗客が気軽に利用できるeVTOL(いわゆる空飛ぶクルマ)	AI/ICT	2036/2039	65%
6	404:個人に関わる全てのセンサ類や、それらを通して自分の行動情報(センサ情報、購買履歴など)を誰にどのようにセンサされているかを把握可能にするとともに、その利活用に個人利用者が主体的に関わる(情報の削除を含む)ことで、プライバシーと利便性のバランスを柔軟に設定できる IoT セキュリティ技術とプライバシー管理技術	AI/ICT	2032/2034	65%
7	407:個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ 100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	AI/ICT	2030/2036	64%
8	827:フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	横断社会	2030/2033	64%
9	405:個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術(安全性レベルの標準化を含む)	AI/ICT	2030/2034	64%
10	425:分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	AI/ICT	2029/2037	63%

\* 科学技術的実現時期/社会的実現時期

「倫理」「社会」「法律・規制」(科学技術的実現)及び「倫理」「社会受容」「社会のあり方」「法律・規制」(社会的実現)には、上位に共通細目が多い。科学技術的実現と社会的実現で8細目が共通しており、そのうち2細目は全項目が上位10位に含まれる。科学技術的実現では全項目が上位10位以内の細目があるほか3細目存在する。トピック単位では、全項目10位以内のトピックは存在しないが、移植臓器に関するトピックは7項目中5項目で上位10位に含まれている。

図表 I-2-32 選択された割合の高い細目（細目平均）：共通する細目

科学技術的実現(2項目以上で10位以内)

細目(太字は科学技術的実現と社会的実現で共通)	割合(順位)		
	倫理	社会	法律規制
<b>信頼される社会経済システムの構築 [横断社会]</b>	33% (3)	62% (1)	49% (1)
多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ [横断社会]	33% (2)	60% (2)	39% (4)
未来社会の Well-being と科学技術 [横断社会]	22% (5)	52% (3)	34% (7)
<b>社会情報基盤技術 [AI/ICT]</b>	17% (7)	46% (8)	41% (2)
未来社会デザイン [AI/ICT]	14% (8)	46% (9)	39% (3)
地球規模課題への対応 [横断社会]	26% (4)	50% (6)	26% (13)
都市・環境 [都市建築]	10% (13)	49% (7)	32% (8)
超高齢社会とエネルギー [環境資源]	7% (22)	46% (10)	34% (6)
能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方 [横断社会]	12% (9)	50% (5)	23% (16)
ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題 [AI/ICT]	20% (6)	32% (14)	29% (10)

社会的実現(2項目以上で10位以内)

細目(太字は科学技術的実現と社会的実現で共通)	割合(順位)			
	倫理	社会受容	社会のあり方	法律規制
<b>信頼される社会経済システムの構築 [横断社会]</b>	20% (4)	39% (3)	43% (4)	38% (3)
<b>社会情報基盤技術 [AI/ICT]</b>	14% (9)	34% (8)	23%(10)	38% (4)
多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ [横断社会]	24% (2)	44% (2)	45% (2)	30% (13)
地球規模課題への対応 [横断社会]	18% (7)	34% (9)	42% (5)	19% (23)
未来社会デザイン [AI/ICT]	14% (8)	38% (5)	17% (15)	40% (2)
倫理・社会医学 [健康医療]	37% (1)	39% (4)	18% (12)	22% (19)
都市・環境 [都市建築]	8% (22)	45% (1)	32% (8)	28% (16)
未来社会の Well-being と科学技術 [横断社会]	19% (6)	29% (14)	32% (7)	32% (11)
国際協力・多様化 [宇宙海洋]	9% (17)	38% (6)	47% (1)	6% (58)
ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題 [AI/ICT]	21% (3)	27% (17)	10% (22)	37% (7)
インタラクション [AI/ICT]	19% (5)	32% (10)	11% (21)	10% (50)

トピック	割合(順位)						
	科学技術的実現			社会的実現			
日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法 [健康医療]	倫理	社会	法律規制	倫理	社会受容	社会あり方	法律規制
	81% (1)	78% (3)	72% (4)	72% (2)	69% (7)	36% (56)	44% (59)



#### 2.1.4. 各分野の結果

分野ごとに、重要度、国際優位性、実現時期、実現に向けて対処すべき点について結果概要を図表 I-2-33 に示す。

図表 I-2-33 各分野の結果概要

分野	項目	概要
健康・医療・生命科学	重要度	・ 老化に関連する「老化および疾患」及び「脳科学・精神神経科学」の重要度が高い。
	優位性	・ 「老化および疾患」、「医薬品・治療技術」、「医療機器・福祉機器」の国際優位性が高い。「倫理・社会医学」の国際優位性は低い。
	実現時期	・ 科学技術的実現は 2032～2035 年、社会的実現は 2033～2037 年を中心に分布している。2035 年までに、全トピックの 85%が科学技術的に実現し、48%が社会的に実現する。 ・ 社会的実現までの期間が長いトピックは、再生医療と臓器保存の融合(6 年)、脳の高次精神機能解明、変異予測に基づくワクチン、人工細胞(5 年)などである。一方期間が短いのは、生命情報科学関連である。 ・ 科学技術的及び社会的実現が早いトピックは、生命情報科学や生命科学データ基盤関連、遅いのは脳科学・精神神経科学関連である。
	対処点	・ 科学技術的実現に向けては、人材、資金、研究基盤が必要である。「倫理・社会医学」では倫理、社会、法規制、「グローバルヘルス」では国際連携、「生命情報科学」では社会、法規制も求められる。 ・ 社会的実現に向けては、人材関連、事業化、連携が必要である。「倫理・社会医学」では倫理や社会受容、「生命情報科学」では公共化や法規制、「グローバルヘルス」では標準化も求められる。
農林水産・食品・バイオテクノロジー	重要度	・ 「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「資源循環・未利用資源活用」の重要度が高い。
	優位性	・ 「フードテクノロジー」の国際優位性が高い。「食・農の技術と社会」の優位性は相対的に低い。
	実現時期	・ 科学技術実現時期は 2031～2034 年、社会的実現時期は 2033～2038 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 91%が科学技術的に実現し、60%が社会的に実現する。 ・ 社会的実現までの期間が長いトピックは、光合成能力向上、雑種強勢固定化、人工タンパク質(6 年)など、短いのは、食の安全と健康に関するトピック等である。 ・ 社会的実現が早いのは、食品の安全や品質のための技術に関するトピック、遅いのは、生物種再構築や光合成能力向上などの育種技術、完全閉鎖系植物工場などである。
	対処点	・ 科学技術的実現に向けては、資金、人材、研究基盤、国内連携の順に必要である。「食・農の技術と社会」では社会受容や合意形成も求められる。 ・ 社会的実現に向けては、事業化と人材関連(確保、活用、教育・学び)が必要である。「食の安全と健康」では標準化、「食・農の技術と社会」では社会受容、「サステナビリティ」では社会のあり方も求められる。
環境・資源・エネルギー	重要度	・ 「廃棄物・資源循環」、「サーキュラーエコノミー」、「超高齢社会とエネルギー」の重要度が高い。
	優位性	・ 「持続可能な水マネジメント」、「廃棄物・資源循環」、「資源探査・開発」の国際優位性が高い。「サーキュラーエコノミー」、「超高齢化社会とエネルギー」の優位性が相対的に低い。

分野	項目	概要
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現時期は、2031～2035 年、社会的実現は 2032～2041 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 83%が科学技術的に実現し、41%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が長いのは地熱利用に関するトピック(9 年)、短いのはリスクマネジメントや水関連のトピックなどである。</li> <li>・ 社会的実現が遅いトピックは核融合や海底資源関連など、早いトピックは水管理関連である。</li> </ul>
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、全般的に、資金、人材、研究基盤が必要で、国内連携がそれに次ぐ。「気候変動」、「リスクマネジメント」、「サーキュラーエコノミー」では国際連携も求められる。「サーキュラーエコノミー」には標準化や法律・規制も必要である。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、事業化が必要である。そのほか、「気候変動」、「環境保全」では教育・まなびが、「資源探・開発」、「破棄物・資源循環」では人材確保が、「サーキュラーエコノミー」、「リスクマネジメント」では標準化が、「超高齢化社会とエネルギー」では「公共化・社会受容・法律・規制」が必要である。</li> </ul>
AI・ICT・アナリティクス・サービス	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ネットワークアーキテクチャ」、「セキュリティ・プライバシー」の重要度が高い。</li> </ul>
	優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ネットワークアーキテクチャ」、「ロボティクス」、「コンピュータシステム」の国際優位性が相対的に高い。「AI・データサイエンス」、「セキュリティ・プライバシー」、「社会情報基盤技術」、「ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題」は国際優位性が低い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現時期は 2029～2033 年、社会的実現時期は 2033～2034 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 96%が科学技術的に実現し、72%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が長いトピックは、知的財産の流通の自律分散化(8 年)、ウェアラブルデバイスを用いた状況予測(8 年)などである。</li> <li>・ 社会的実現の遅いトピックは、量子情報処理、脳とのインタフェース技術などであり、実現の早いトピックは、フェイクニュース防止、ポータブル会話装置などである。</li> </ul>
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、資金、人材、研究基盤が必要である。そのほか、「社会情報基盤」及び「未来社会デザイン」では社会や法律・規制が、「自動運転等」では国内連携が、「ネットワークアーキテクチャ」では「戦略的標準化」が求められる。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、事業化及び人材確保が必要である。そのほか、「ネットワークアーキテクチャ」では標準化が、「セキュリティ・プライバシー」では標準化と法律・規制が、「社会情報基盤」や「未来社会デザイン」では社会受容や法律・規制が求められる。</li> </ul>
マテリアル・デバイス・プロセス	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「応用デバイス・システム(環境エネルギー)」、「プロセス・マニュファクチャリング」、「物質・材料」、「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)」、「社会システム・価値創造」の重要度が高い。</li> </ul>
	優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「応用デバイス・システム(環境エネルギー)」や「同(構造インフラ・モビリティ)」、「先端計測・解析手法」の国際優位性が高い。「計算科学・データ科学」、「社会システム・価値創造」の優位性が低い。</li> </ul>

分野	項目	概要
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現は 2032～2034 年、社会的実現は 2033～2039 年を中心に分布している。2035 年までに、全トピックの 84%が科学技術的に実現し、45%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が長い細目は「応用デバイス・システム(環境エネルギー)」である。トピック単位では、量子通信素子(8 年)が最も長い。</li> <li>・ 社会的実現の遅いトピックは、量子関連である。実現が早いのは、異種接合などプロセス・マニファクチャリング関連である。</li> </ul>
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、資金、人材、研究基盤、次いで国内連携が必要である。特に「計算科学・データ科学」や応用デバイス・システム(ICT 分野)」は人材の必要性が高い。「社会システム・価値創造」や「応用デバイス・システム(インフラ)」では標準化も求められる。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、事業化、人材確保・活用が必要である。そのほか、「計算科学・データ科学」、「社会システム・価値創造」では教育・まなびが、「応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)」では標準化が、「応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)」では社会受容・倫理・法規制が求められる。</li> </ul>
都市・建築・土木・交通	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「防災・減災」及び災害に関連するトピックの重要度が高い。</li> </ul>
	優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 細目「防災・減災」及び災害関連トピックの国際優位性が高い。「都市・環境」の優位性が低い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現は 2029～2033 年、社会的実現は 2031～2038 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 88%が科学技術的に実現し、60%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が平均的に長いのは、モビリティ関連である。トピック例としては、宇宙建築(10 年)、自動操縦旅客機(9 年)等がある。</li> <li>・ 社会的実現が遅いトピックは、宇宙建築・発電、航空機自動化と安全に関するトピックである。</li> </ul>
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、全般的に資金、国内連携、研究基盤、人材が必要である。「建設生産システム」は国内連携が特に必要で、標準化も求められる。「都市・環境」では社会と法律・規制、「交通・物流」では法律・規制も必要である。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、事業化が必要である。「建設生産システム」、「モビリティ」では標準化や法律・規制、「都市・環境」では社会受容や社会のあり方も必要である。</li> </ul>
宇宙・海洋・地球・科学基盤	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「観測・予測」、「地球」など自然災害関連の重要度が高い。</li> </ul>
	優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「量子ビーム(中性子・ミュオン・荷電粒子等)」の国際優位性が高く、「地球」が次ぐ。「計算・数理・情報科学」、「国際協力・多様化」の優位性が低い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現は 2033～2034 年、社会的実現は 2038 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 57%が科学技術的に実現し、23%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が平均的に長いのは加速器関連である。トピックでは、量子ビームによる突然変異獲得(9 年)が最も長い。</li> <li>・ 社会的実現が遅いトピックは、地震発生予測、宇宙科学・利用などである。実現が早いトピックは、完全養殖、異常気象原因解析、インフラの非破壊検査などである。</li> </ul>

分野	項目	概要
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、資金、人材、研究基盤が圧倒的に必要である。「宇宙」、「加速器、素粒子・原子核」は国際連携も求められる。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、人材確保・活用が必要である。そのほか、「宇宙」・「海洋」・「観測・予測」は事業化と標準化が、「量子ビーム 2 細目」、「光・量子技術」では事業化が、「地球」・「計算・数理・情報科学」・「加速器、素粒子・原子核」では「教育・まなび」が求められる。</li> </ul>
横断的社会課題	重要度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「信頼される社会経済システムの構築」、「地球規模課題への対応」、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」の重要度が高い。</li> </ul>
	優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」の国際優位性が他細目と比べ相対的に高いが、全般に優位性が低く、特に「信頼される社会経済システム」が低い。</li> </ul>
	実現時期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現は 2033～2034 年、社会的実現は 2036 年を中心に分布する。2035 年までに、全トピックの 88%が科学技術的に実現し、24%が社会的に実現する。</li> <li>・ 社会的実現までの期間が長いのは、「信頼される社会経済システムの構築」関連である。</li> <li>・ 社会的実現の遅いのは、多様性の許容や国の将来(財政・人口)に関するトピックである。実現の早いのは、地域の文化や豊かさ、居住地不問など、地域に関するトピックである。</li> </ul>
	対処点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学技術的実現に向けては、社会、人材が必要である。「信頼される社会経済システム」、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」は法律・規制も求められる。</li> <li>・ 社会的実現に向けては、社会のあり方及び社会受容が必要とされ、教育・学びが次ぐ。このほか、「信頼される社会経済システムの構築」、「未来社会の Well-being と科学技術」は法律・規制が、「地球規模課題への対応」は連携が求められる。</li> </ul>

## 2.2 分野横断的なトピック

### 2.2.1 全分野を通じた頻出ワード

第12回デルファイ調査は、横断的社会課題を設置し、科学技術の7分野についても横断細目を設けるなど、横のつながりを意識した設計とした。

助詞・助動詞等のストップワードを除き、全分野共通して多く見られた単語について調べたところ、以下のとおりであった。「技術」は、トピックは将来的に実現が期待される科学技術等について記載するという性質上、最も多くなっている。「システム」に関連した内容には、「行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム」「大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム」など、異なる知見・技術等を連動させて目的を達成する趣旨のトピックが多く見られた。続いて、「社会」、「環境」、「情報」、などの単語が上位であった。

図表 I-2-34 トピックの頻出ワード

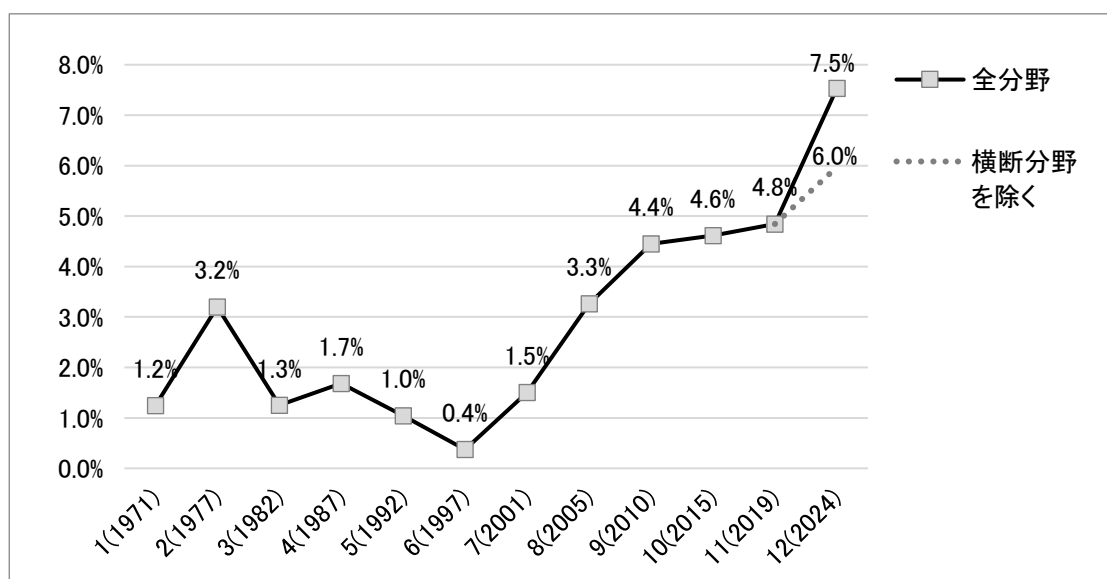
単語	出現回数
技術	472
システム	149
社会	91
環境	90
情報	82
資源	61
機能	60
構造	56
データ	53
型	52
量子	51
評価	50
AI	48
予測	47
科学	45
材料	43
時期	42
解明	40
生産	40
エネルギー	40

## 2.2.2.「社会」に関するトピック

### ①全体傾向

技術やシステムに次いで多かったのは、「社会」という単語であった。まず、これまでの傾向と比較するため、第1回から第12回デルファイ調査までの「社会」が含まれるトピックについて調べた。第8回調査以降は3%以上で推移していたが、第12回調査では全分野で7.8%、横断的社会課題分野を除いても6.0%のトピックの文字に「社会」が含まれていた。第11回調査と12回調査の間で、横断的社会課題分野以外の分野構造は大きく変えていないため、第12回調査で特に社会に関するトピックが多い。NISTEPが調査実施主体となった第5回調査以降の分野変遷において、「社会生活」「社会技術」「サービス化社会」などの分野があり、社会に関するトピックを包含可能な分野はこれまでも存在していた一方で、今回特に社会に関するトピックが増えたことは、調査設計による増加に加え、社会に関するトピック自体の関心の高まりが考えられる。

図表 I-2-35 「社会」を文字に含むトピックの割合



調査回(実施年)	「社会」を含むトピック数	全トピック数	割合
1(1971)	8	644	1.2%
2(1977)	21	657	3.2%
3(1982)	10	800	1.3%
4(1987)	18	1071	1.7%
5(1992)	12	1149	1.0%
6(1997)	4	1072	0.4%
7(2001)	16	1065	1.5%
8(2005)	28	858	3.3%

9(2010)	37	832	4.4%
10(2015)	43	932	4.6%
11(2019)	34	702	4.8%
12(2024)	63	836	7.5%

## ②各トピックにおける「社会」の取り上げ方

実際に「社会」を含むトピックにおいても社会の取り上げ方は分野によっても様々である。下記に例示する。

- ・ 健康・医療・生命科学分野：社会復帰、自律的な社会生活、多文化共生社会
- ・ 農林水産・食品・バイオテクノロジー分野：社会制度、社会影響、社会資本、社会文化、社会受容度
- ・ 環境・資源・エネルギー分野：社会経済モデル、人や社会への影響、超高齢社会
- ・ AI・ICT・アナリティクス・サービス分野：社会基盤、社会活動、社会的合意、実社会、計算社会科学、社会・経済的インパクト、超スマート社会、社会サービス
- ・ マテリアル・デバイス・プロセス分野：水素社会、社会システム、環境・社会
- ・ 都市・建築・土木・交通分野：社会基盤、成熟社会、超高齢社会、社会観測データ
- ・ 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野：社会インフラ（人工衛星、航空機、地上の電子機器等）、社会科学の観測データ
- ・ 横断的社会課題分野：社会・経済格差、社会の意思決定プロセス、社会制度、社会経済システム、地域社会、社会経済圏、社会保障システム

以下に、それぞれのトピックの例（重要度が最も高いもの）を示す。

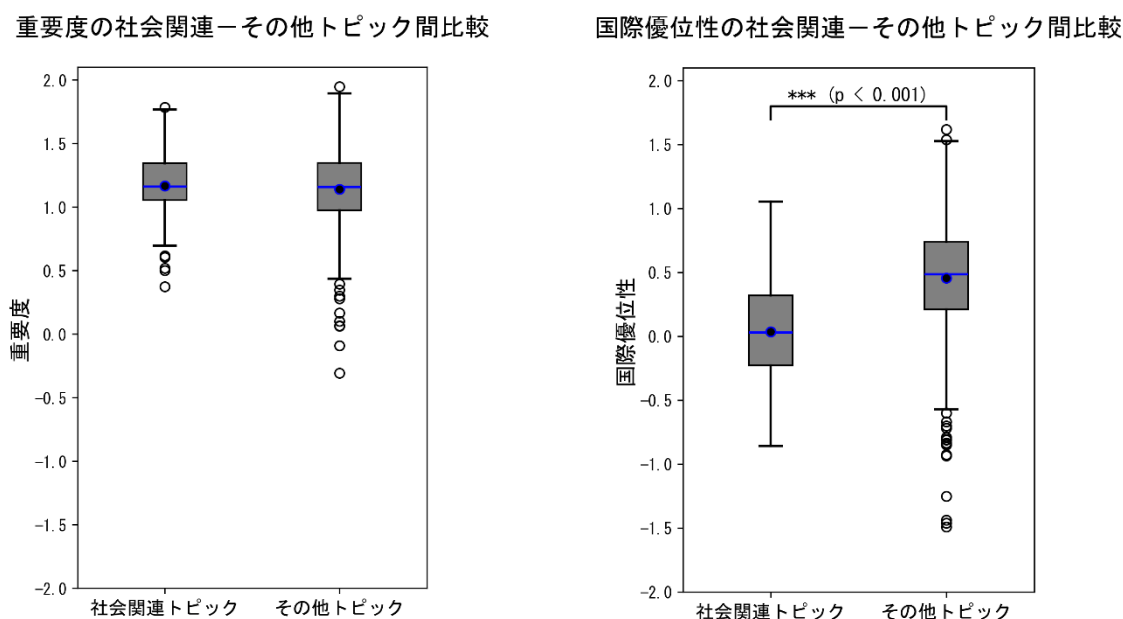
図表 I-2-36 社会関連のトピックのうち、各分野の重要度が高いトピックの例

分野	トピック	重要度	国際優位性
健康・医療・生命科学	記憶・学習・認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	1.46	0.27
農林水産・食品・バイオテクノロジー	国産飼料の 50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	1.77	-0.22
環境・資源・エネルギー	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	1.63	0.35
AI・ICT・アナリティクス・サービス	個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	1.07	-0.07
マテリアル・デバイス・プロセス	水素社会を実現する貴金属フリー触媒、貴金属使用量が対 2023 年比で 10 分の 1 以下となる革新的燃料電池、燃料電池によるコジェネレーションデバイス	1.26	1.01
都市・建築・土木・交通	社会基盤施設建設時のカーボン削減、維持管理運用段階のカーボンマイナス、再生可能エネルギー施設の供用によりカーボンニュートラルを実現する技術	1.52	0.75
宇宙・海洋・地球・科学基盤	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	1.78	0.97
横断的社会課題	社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材(エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等)への対価の適正化	1.72	-0.71

### ③重要度と国際優位性

次に、重要度と国際優位性について、社会関連トピックとその他のトピックについて比較する。重要度について比較したところ、社会関連トピックとその他のトピックの間で有意な差は見られない。一方で国際優位性について比較したところ、社会関連トピック（平均値 0.04、中央値 0.03）の方がその他のトピック（平均値 0.46、中央値 0.49）に比べて低いという結果になった。

図表 I-2-37 社会関連トピックとその他トピックの比較：重要度と国際優位性



社会関連トピックのうち、国際優位性の上位・下位 3 トピックは以下のとおり。下位トピックについては、その重要度は 0.7 以上でありながらも、国際優位性についてはマイナスの値となっている。

図表 I-2-38 社会関連トピックのうち、国際優位性が高い・低いトピックの例

上位 3 トピック

分野	トピック	重要度	国際優位性
都市・建築・土木・交通	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT 家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者搜索技術	1.48	1.05
マテリアル・デバイス・プロセス	水素社会を実現する貴金属フリー触媒、貴金属使用量が対 2023 年比で 10 分の 1 以下となる革新的燃料電池、燃料電池によるコジェネレーションデバイス	1.26	1.01
宇宙・海洋・地球・科学基盤	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	1.78	0.97



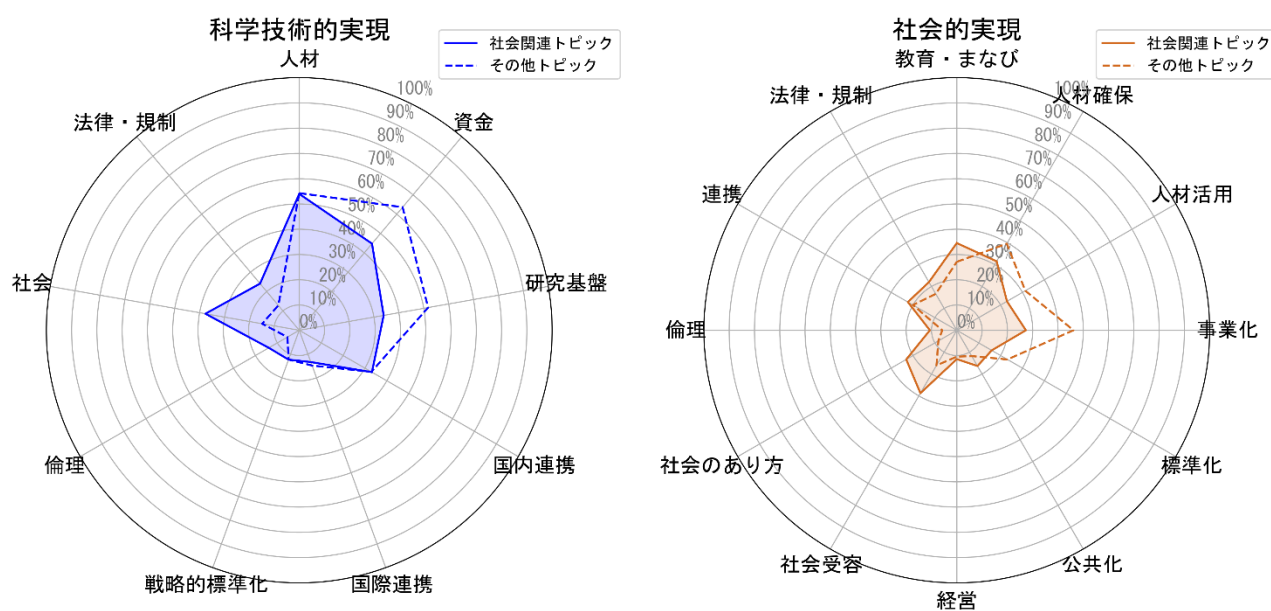
### 下位 3 トピック

分野	トピック	重要度	国際 優位性
横断的社会課題	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築	0.74	-0.76
農林水産・食品・バイオテクノロジー	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	1.10	-0.77
横断的社会課題	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	1.51	-0.86

### ④実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

次に、実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について比較する。社会関連トピックとその他トピックを比較すると、社会関連トピックの方がその他に比べて、科学技術の実現では「社会（22.8%差）」「法律・規制（11.3%差）」「倫理（8.5%差）」が平均値で上回っていた。社会的実現では「社会のあり方（14.7%）」「社会受容（12.7%）」「教育・まなび（7.4%）」「公共化（4.5%）」等が平均値で上回っていた。

図表 I-2-39 社会関連トピックの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点



特に社会関連トピックがその他を上回っていた上位3項目についての最上位トピックと、回答者に占める選択割合は以下のとおり。

図表 I-2-40 社会関連トピックの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（上位3項目）

#### 科学技術の実現に向けて対処すべき点

分野	トピック	社会
横断的社会課題	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	78%
分野	トピック	法律・規制
横断的社会課題	DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	71%
分野	トピック	倫理
横断的社会課題	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術（マインドアップロードやサイボーグ技術等）がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	74%

#### 社会的実現に向けて対処すべき点

分野	トピック	社会のあり方
環境・資源・エネルギー	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	67%
分野	トピック	社会受容
AI・ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間との間での社会的合意の成立（合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている）	72%
分野	トピック	教育・まなび
AI・ICT・アナリティクス・サービス	行政・民間を含む様々な社会手続きの完全デジタル化が目指されるなかで、デジタル技術へのリテラシーの格差（デジタル・デバйд）によって、社会サービスの恩恵の享受に格差が生じないように、デジタルデバイスを解消するための教育・啓蒙活動の普及	74%

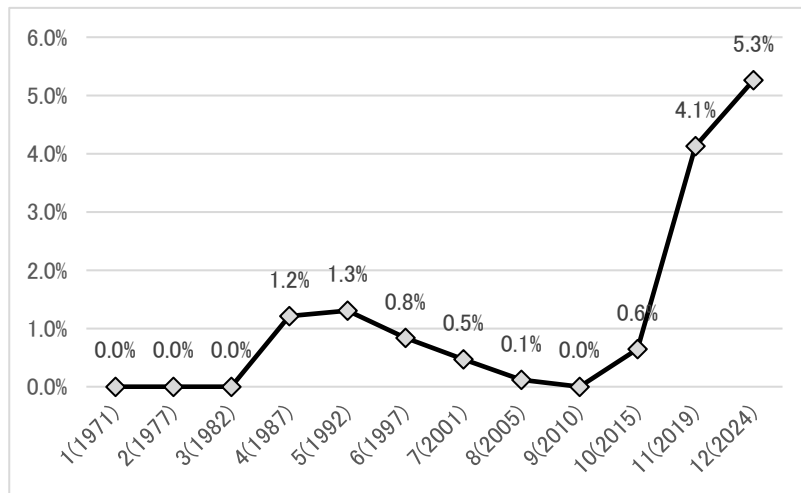
### 2.2.3.「AI（人工知能）」に関するトピック

#### ①全体傾向

まず、これまでの傾向と比較するため、第1回から第12回デルファイ調査までの「AI」・「人工知能」が含まれるトピックについて調べた。第4回、5回調査で一時上昇したのち減少に転じ、第11回調査、12回調査で急激に上昇している。なお、例えば Direct Air Capture のように ai を部分的に含むが人工知能に関係しない単語については除いて計算している。第12回調査においては表記ゆれ防止のため、人工知能はすべて AI と表記している。

また、今回は結果の明確化のために AI、人工知能に限って検索しているが、機械学習や深層学習、エキスパートシステムなど、AI に関連するトピックは第1回から調査の対象になっている。情報・通信分野のトピック変遷の詳細については過去の報告書<sup>7)</sup>を参考のこと。

図表 I-2-41 「AI」・「人工知能」を文字に含むトピックの割合



調査回(実施年)	「AI」「人工知能」を含むトピック数	全トピック数	割合
1(1971)	0	644	0.0%
2(1977)	0	657	0.0%
3(1982)	0	800	0.0%
4(1987)	13	1071	1.2%
5(1992)	15	1149	1.3%
6(1997)	9	1072	0.8%
7(2001)	5	1065	0.5%
8(2005)	1	858	0.1%
9(2010)	0	832	0.0%
10(2015)	6	932	0.6%
11(2019)	29	702	4.1%
12(2024)	44	836	5.3%

## ②各トピックにおける「AI」の取り上げ方

実際に「AI」を含む事例について、AI の場合は AI×○○の形でトピックが形成されることが多い。

各分野において、AI と掛け合わされた科学技術には例えば以下がある。

- ・ **健康・医療・生命科学分野**：化合物生成・最適化、治療ナビゲーションによる医療の最適化、重傷者搬送調整システム、新規医療技術の科学技術倫理審査、知的アラート・意思決定支援
- ・ **環境・資源・エネルギー分野**：（都市型資源の）高度選別・再生技術、化学物質の長期有害性評価、低線量放射線の影響評価、自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価
- ・ **AI・ICT・アナリティクス・サービス分野**：窓口業務、科学実験プロトコルを提案、プログラムの自動生成・自動デバッグ・自動検証・自動テスト、AIパイロット（ドローン）、Mobility as a Service (MaaS)、マルウェア検出・排除機能、政策立案支援技術、パーソナル AI
- ・ **マテリアル・デバイス・プロセス分野**：材料の探索・提案、量子機械学習、健康状態予測

- ・ **都市・建築・土木・交通分野**： 室内異常検知及び自律的改善技術、インフラの試設計や代替案の比較、評価、建設・運用中の事故の兆候の検知・予防
- ・ **宇宙・海洋・地球・科学基盤分野**： （宇宙での安全・安心な暮らし実現のための）医療（予防、モニタ、診断、治療）、災害の予兆や発生の監視
- ・ **横断的社会課題分野**： 新たな仕事の創出、働き方の多様化、平均労働時間の半減、（重度障がい者と  
言われた人々も含め）誰しものが希望すれば働ける環境構築、大幅な雇用損失等へのスムーズな対応措置

以下に、それぞれのトピックの例（重要度が最も高いもの）を示す。

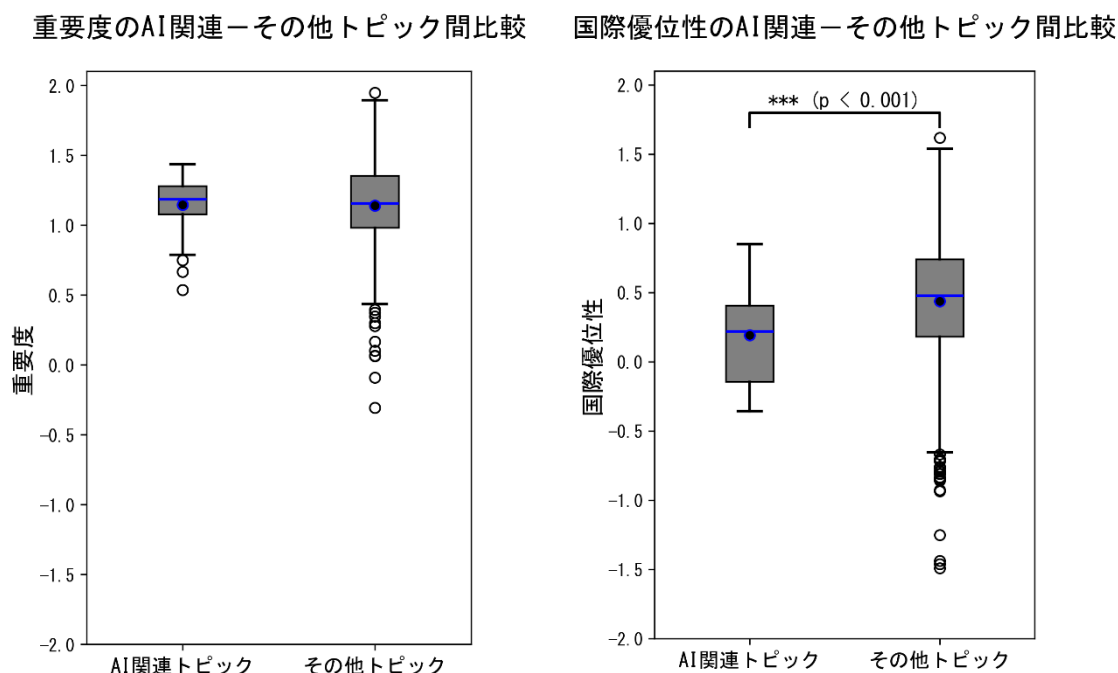
図表 I-2-42 AI 関連のトピックのうち、各分野の重要度が高いトピックの例

分野	トピック	重要度	国際優位性
健康・医療・生命科学	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援の AI を搭載した医療情報システム	1.37	0.28
農林水産・食品・バイオテクノロジー	作物・土壌などの新規計測技術・AI 等を用いた、データ駆動型スマート営農管理システム	1.26	0.38
環境・資源・エネルギー	多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する、AI 活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術	1.32	0.73
AI・ICT・アナリティクス・サービス	OS、アプリ、Web サイト等の UI が AI とのマルチモーダル対話に統合されることによる、デジタルデバイドの解消および偽情報拡散の防止	1.39	-0.09
マテリアル・デバイス・プロセス	AI や量子 AI などを用いて、ウェアラブルデバイスから得られる体内情報等の解析から健康状態を予測する技術	1.32	0.35
都市・建築・土木・交通	生成 AI、モデル化、シミュレーションを統合し、インフラの試設計や代替案を比較、評価する技術	1.43	0.32
宇宙・海洋・地球・科学基盤	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生を AI によって監視する技術	1.37	0.76
横断的社会課題	AI やロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	1.44	-0.30

### ③重要度と国際優位性

次に、重要度と国際優位性について、AI 関連トピックとその他のトピックについて比較する。重要度について比較したところ、AI 関連トピックとその他のトピックの間で有意な差は見られない。一方で国際優位性について比較したところ、AI 関連トピック（平均値 0.19、中央値 0.22）の方がその他のトピック（平均値 0.44、中央値 0.48）に比べて低いという結果になった。

図表 I-2-43 AI 関連トピックとその他トピックの比較：重要度と国際優位性



AI 関連トピックのうち、国際優位性の上位・下位 3 トピックは以下のとおり。下位トピックについては、その重要度は 1 以上でありながらも、国際優位性についてはマイナスの値となっている。

図表 I-2-44 AI 関連トピックのうち、国際優位性が高い・低いトピックの例

上位 3 トピック

分野	トピック	重要度	国際優位性
環境・資源・エネルギー	情報技術 (IoT、AI、ビッグデータ等) を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	1.24	0.85
農林水産・食品・バイオテクノロジー	味・香り・食感の認知科学・言語学・化学・AI など分野融合的アプローチによる、美味しさの定量化・再現化技術	1.11	0.85
宇宙・海洋・地球・科学	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生を AI によって監視する技術	1.37	0.76

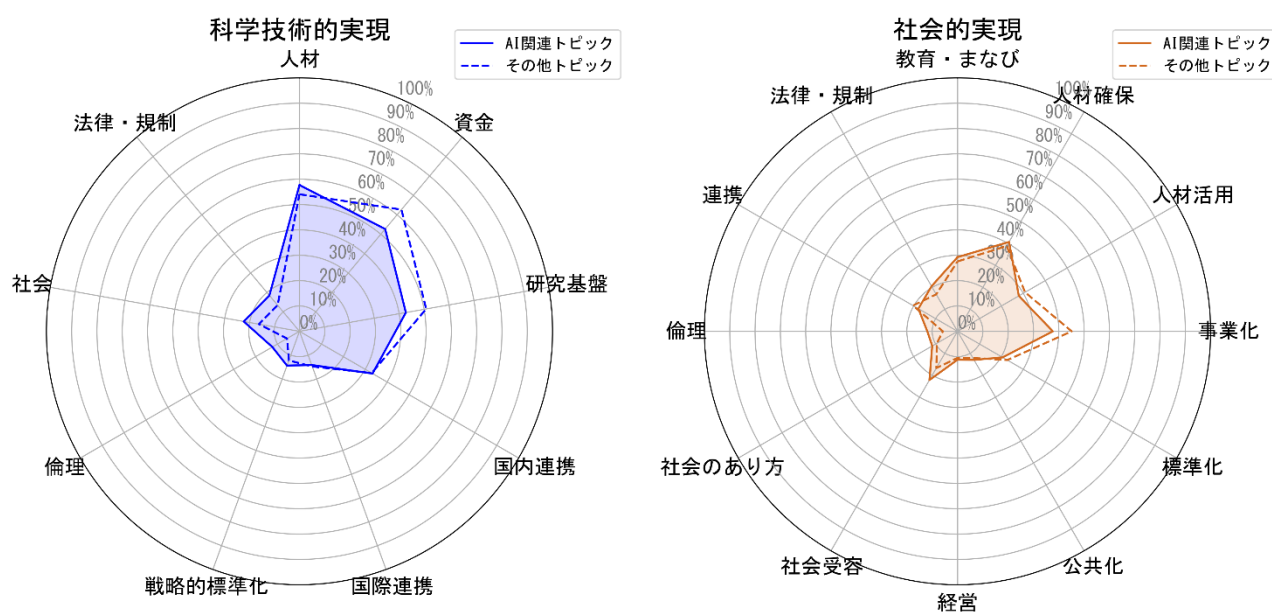
下位 3 トピック

分野	トピック	重要度	国際優位性
宇宙・海洋・地球・科学基盤	自身の判断とその根拠とを説明できる AI 技術 (説明可能な AI)	1.05	-0.25
横断的社会課題	AI やロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	1.44	-0.30
AI・ICT・アナリティクス・サービス	AI 技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備	1.14	-0.36

#### ④実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

次に、実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について比較する。AI 関連トピックとその他トピックを比較すると、AI 関連トピックの方がその他に比べて、平均値の差では、科学技術的実現では「倫理（6.7%差）」「社会（6.1%差）」「法律・規制（5.0%差）」等が平均値で上回っていた。社会的実現では「倫理（6.1%差）」「社会受容（5.5%差）」「法律・規制（3.7%差）」等が上回っていた。

図表 I-2-45 AI 関連トピックの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点



特に AI 関連トピックがその他を上回っていた上位 3 項目について、選択割合最上位トピックと、それぞれの回答者に占める選択割合は以下のとおり。

図表 I-2-46 AI 関連トピックの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（上位 3 項目）

#### 科学技術的実現に向けて対処すべき点

分野	トピック	倫理
健康・医療・生命科学	新規医療技術の科学技術倫理審査における AI の活用	62%
分野	トピック	社会
横断的社会課題	人間の知能を超えた AI が誕生するシンギュラリティの現実化に伴う影響(大幅な雇用損失等)へのスムーズな対応措置	70%
分野	トピック	法律・規制
AI・ICT・アナリティクス・サービス	AI 技術により、法務、行政サービス、健康・医療・介護サービスなどの、公共・準公共分野のサービスのデジタル変革が進む(GovTech)	55%

### 社会的実現に向けて対処すべき点

分野	トピック	倫理
健康・医療・生命科学	新規医療技術の科学技術倫理審査における AI の活用	59%
分野	トピック	社会受容
AI・ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間との間での社会的合意の成立（合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている）	72%
分野	トピック	法律・規制
AI・ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間との間での社会的合意の成立（合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている）	62%

## 2.3 まとめ

第 12 回科学技術予測調査デルファイ調査の全体的な結果を項目ごとにまとめると、以下のとおりである。

重要度については、いずれの分野においても取り上げたトピックの 6～8 割が重要度高と評価された。分野の特徴をみると、マテリアル・デバイス・プロセス分野及び横断的社会課題分野に重要度の高いトピックが多く、一方 AI・ICT・アナリティクス・サービス分野に重要度の高いトピックが相対的に少ない。また、環境・資源・エネルギー分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野、横断的社会課題分野に特に重要度の特に高いトピックが多い。重要度上位の細目やトピックには、自然災害や環境・資源問題関連が多く、中長期的なキーワードとして、災害、環境、資源が挙げられる。

国際優位性については、全般的に低い。分野別に見ると、国際優位性の高い分野として、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野、都市・建築・土木・交通分野、マテリアル・デバイス・プロセス分野が挙げられ、一方優位性の低い分野として、横断的社会課題分野及び AI・ICT・アナリティクス・サービス分野が挙げられる。内容を見ると、国際優位性が高いのは災害関連及び計測関連、国際優位性が低いのは社会実装や社会の在り方に関するものである。

実現見通しについては、2035 年までに対象トピックの 84%、2040 年までに 96%が科学技術的に実現し、2035 年までに対象トピックの 49%、2040 年までに 90%が社会的に実現すると予測された。今後 15 年程度で取り上げたトピックのほとんどが実現すると予測されたことになる。分野別に見ると、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野は科学技術的实现・社会的实现とも早めの实现が予測され、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野は両時期とも遅めの实现が予測された。横断的社会課題分野は、今後 10 年以内の科学技術的实现が予測されたトピックが大半を占めるが、社会的实现が遅れるトピックが一定程度存在する。社会的实现が 2041 年以降と遅いトピックは、宇宙利用、地震予測、量子コンピュータ、核融合、神経・脳疾患などに関するものである。

科学技術的实现から社会的实现までの期間は平均 2.9 年、5.0 年を超えるのは全体の 1 割程度である。分野別に見ると、環境・資源・エネルギー分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野において期間の長いトピックが多い。例えば、期間が 7.0 年を超えるトピックを見ると、科学技術的实现の遅い（2035 年以降）ものが多く、やはり都市・建築・土木・交通分野、環境・資源・エネルギー分野に多い。一方、都市・建築・土木・交通分野は、期間が 1.0 年未満と短いトピックも他分野と比べて相対的に多い。「実現しない」の選択割合が多いトピックとしては、宇宙利用、地震予測、決済システム・個人認証など経済の仕組み関連、働き方・人口・財政など社会の仕組み関連などが見られる。

実現時期の回答幅を見ると、科学技術的实现（7.6 年）と社会的实现（8.7 年）で約 1 年の差がある。科学技術的实现までに 15 年超を要すると予測された長期トピックの大半について、回答幅は 10.0 年を超え、実現の不確実性が高まる。分野別に見ると、AI・ICT・アナリティク



ス・サービス分野に回答幅の狭いトピックが多く、横断的社会課題分野に回答幅の広いトピックが多い。

実現に向けて対処すべき点を見ると、科学技術的実現に向けては、科学技術7分野については、人材、資金、研究基盤の充実に注力するとともに、AI・ICT・アナリティクス・サービス分野及び都市・建築・土木・交通分野では、法規制整備なども必要とされている。さらに、都市・建築・土木・交通分野では国内の連携体制構築も求められる。一方、横断的社会課題分野については、人材の充実にともに、倫理関連も含めた社会環境の整備が必要とされている。社会的実現に向けては、多くの分野で事業化の推進が必要とされた。加えて、環境・資源・エネルギー分野、ICT・アナリティクス・サービス分野では標準化、都市・建築・土木・交通分野では公共化が必要とされた。健康・医療・生命科学分野や宇宙・海洋・地球・科学基盤分野では事業化より人材育成・活用が必要とされた。横断的社会課題分野では、社会のあり方や社会受容が鍵とされた。

また、分野横断的にトピックを見ると、技術やシステムといった言葉以外に、「社会」や「AI」等の言葉がトピック文中に多くみられた。社会については、第12回調査では全分野で7.8%、横断的社会課題分野を除いても6.0%のトピックの文字に「社会」が含まれていた。第12回調査では特に社会に関するトピックが増えており、社会に関するトピック自体の関心の高まりが考えられる。社会関連トピックは、重要度は他（社会関連トピック以外）と変わらない一方で国際優位性が低く、対処が望まれる。実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について比較すると、科学技術的実現では「社会」「法律・規制」「倫理」、社会的実現では「社会のあり方」「社会受容」「教育・まなび」等が平均値で他トピックを上回っていた。

AIについては、「AI」を文字に含むトピックは第11回調査、12回調査で急激に増加しており、関心の高まりが見える。AI関連トピックも社会関連トピック同様、他（AI関連トピック以外）と重要度は変わらない一方、国際優位性が低く、対処が望まれる。AI関連トピックは、その他のトピックと比べても実現に向けて対処すべき点に大きな差異はみられないが、AI関連トピックの方がその他に比べ、科学技術的実現では「倫理」「社会」「法律・規制」、社会的実現では「倫理」「社会受容」「法律・規制」等が上回っていた。

## 参考文献

- (1) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「専門家が注目する科学技術に関する調査（NISTEP 注目科学技術 2020）」、調査資料-315、科学技術・学術政策研究所（2021）
- (2) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「専門家が注目する科学技術に関する調査（NISTEP 注目科学技術 2022）」、調査資料-325、科学技術・学術政策研究所（2023）
- (3) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「専門家が注目する科学技術に関するアンケート調査（NISTEP 注目科学技術 2023）」、調査資料-336、科学技術・学術政策研究所（2024）
- (4) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「政策文書等の未来に関する記述の調査」、調査資料-343、科学技術・学術政策研究所（2024）
- (5) 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「第 12 回科学技術予測調査 ビジョニング総合報告書～個々人の多様な価値観に基づく「ありたい」未来像の共創～」、調査資料-331、科学技術・学術政策研究所（2023）
- (6) 科学技術予測センター、「第 11 回科学技術予測調査 S&T Foresight 2019 総合報告書」、NISTEP REPORT-183、科学技術・学術政策研究所（2019）
- (7) 黒木優太郎・横尾淑子、「科学技術の中長期展望に対する評価-デルファイ調査で取り上げた科学技術の 20 年後-」、調査資料-330、科学技術・学術政策研究所（2023）

## 第Ⅱ編 各分野の結果

(白紙)

## 1. 健康・医療・生命科学分野

### 1.1 総論

#### (1) 細目の構成

健康・医療・生命科学分野の研究開発の細目設定に当たり、今回の調査は2つの意味で大きな節目に当たる。

第1に、世界の人口構成の「超高齢・少子化」の極期となる2040年を前にして、健康医療分野における研究開発の大胆な加速が世界中で必要とされており、その最前線に位置する日本の役割と責任は極めて大きい。最近の人工知能（AI）の長足の進歩、ゲノム編集技術、臨床データの効果的な収集と利活用は、健康医療・生命科学分野のいずれの細目においても求められるようになった。

第2に新型コロナウイルス感染症を例示するまでもなく、感染症の脅威を個別の国家レベルで克服することは極めて難しく、国家間での協力体制や、無限ではない研究資源・医療資源をコミュニティ間で効果的に活用するガバナンスが求められる。世界レベルでは2060年には死亡原因の順位で感染症ががんに代わって第1位になるとの予測もある。脅威は新興のウイルス性呼吸器感染症に留まらず、多剤耐性菌の伝播も包含される。人口構造と疾患構造の劇的な変化を先取りすべき医薬・医療機器開発でも人にフィードバック可能な新規モダリティの開発を加速させ、実用化された後も医療の現場からデータを大規模に収集し、それらを新規の開発研究に活用する仕組みが必要であるが、未完の課題である。

細目設定と横断分野設定にあたってはこれらの点に留意し議論を深化させた。特に新型コロナウイルス感染症のパンデミックに鑑み、新規の細目として「グローバルヘルス」を設定した。

#### (2) 本分野の今後の方向性

##### ①調査結果の総括

本分野の調査結果では、細目別には「生命科学データ基盤」「脳科学・精神神経科学」が特に優先的に日本が対処すべきとの回答が多く、社会基盤としては「人材確保」「人材活用」の項目が各研究細目に横断的に上位を占める結果となった。また「事業化」「標準化」も各研究細目で上位を占めており、健康医療分野の研究の成果をいち早く実用化に展開することと、生命情報データの共有・互換がその鍵となることが示されている。

健康・医療・生命科学分野では人に関する分子・細胞・臓器・臓器連関・および個体から収集される情報の粒度が飛躍的に増加しており、大規模情報からの有用データの抽出にはAIや量子計算技術のさらなる発展が必要である。一方AIを倫理審査等に活用する可能性も挙げ

られており、科学技術全体を俯瞰した AI ガバナンスの確立も喫緊の課題であろう。

一方科学技術の実現に向けて制度的見直しや社会的合意形成・法制度の改革を推進しながら加速する必要がある領域として移植臓器不足の解消やヒト初期胚・生殖医療領域の科学技術イノベーションが挙げられた。

## ②今後の方向性〈分野全般に共通する推進方策等〉

超高齢少子化社会に対応するためには、新規に生み出される研究開発の成果を医療資源として社会に公平に分配すること、成果の創出を加速するための情報共有（データシェアリング）を推進すること、さらに人材確保と育成を推進することが不可欠であろう。特に先進的な生命情報科学技術を駆使して、データを広域に収集、データベースに統合し、再度利活用を広域に行う戦略が求められる。多くのトピックで社会的実現時期が 2030 年代に集中しているが、我が国の研究開発の成果を実用化につなげるための「時間」は本調査結果を起点とした次の 5 年間であることは論を待たない。

（末松 誠）

## 1.2 各論（細目概要）

### ①医薬品・治療技術

#### i) 概要

医薬品・創薬技術として、バイオ医薬品や再生医療／細胞医療、遺伝子治療、核酸医薬等の新規な技術開発が進展していること、さらにこれらの新規技術開発に関連する幹細胞、iPS 細胞の利用、ゲノム編集技術や必要な医薬品を目的とする細胞・臓器へと送達されるための DDS (Drug Delivery System) の進展も踏まえた検討を行った。また、in vitro でオルガノイドを形成させて治療に用いる技術開発の進展も目覚ましく、この開発を視野に入れた調査を行った。さらに異種動物を遺伝子改変して、その臓器を人に投与する異種移植臓器が緊急的な治験として試みられる等、近年さらに注目を集めている再生医療・異種臓器移植技術についても検討を行った。COVID-19 のパンデミックを受けて開発が必要性の高いワクチン技術についてもとりあげた。

近年、タンパク質の構造予測や合成化学等への AI 技術の導入による創薬技術開発が進展し、これまでと全く異なる発想に基づく創薬が期待されている。さらに、その評価には細胞から動物へといった従来法から脱却し、動物を用いないオルガノイドの利用が期待されてお

り、特に iPS 細胞を用いた疾患細胞由来オルガノイドの開発が注目されている。

遺伝子治療も実用化が進んでおり、その開発スピードは再生医療を超える勢いがある。特に in vivo 遺伝子治療の開発が先進国のみならず後進国での実用化に必須とされる状況になってきている。ゲノム編集を用いた遺伝子治療製品が海外で実用化されたこともあり、標的特異性を持つ遺伝子治療とゲノム編集を組み合わせた治療開発が進んでいくと期待されている。

## ii) 社会的意義

AI を用いたタンパク質立体構造予測システムの開発が 2024 年度のノーベル賞を受賞するなど、創薬技術の転換点に差し掛かっている。目的とする有効性をどのように評価するかという視点は、開発実現性をより確実にするための手法として期待され、その一つがオルガノイドなどの新たな評価システムといえる。このような新たな試みが創薬開発の実現性を向上させるために非常に重要な要素技術となっている。

再生医療・遺伝子治療・ゲノム編集では、世界的に遺伝子治療製品の開発が予想以上に進んでおり、またゲノム編集製品の承認を受け、開発ステージから実用化・実装化に入っていると認識が広がっている。

新たな要素技術として期待が高まっているのはエクソソームやミトコンドリアを製品として臨床適用する技術開発である。その製法やどのような臨床使用が可能になるのか等、まだ未確定な要素も大きいですが、細胞オルガネラを用いた新たな治療戦略が模索されている。

COVID-19 パンデミックにより感染症対策が世界レベルでの対応が必要（One-World One-Health）が強く認識され、次のパンデミックを見据えた戦略としてワクチン開発や治療薬開発の重要性が認識されている。

## iii) 今後の展望

医薬品分野の重要度の高い開発項目として、幹細胞技術を利用した再生医療や、中枢神経障害への遺伝子治療の導入に大きな期待が寄せられている。また、ドラッグデリバリーシステム（DDS）による目的組織や臓器への薬剤の効率的な送達と、細胞内 DDS による画期的な治療薬の開発が期待されている。造血幹細胞を含め幹細胞の増幅技術の開発やそれを体内で惹起する技術の開発などにも期待が集まっている。オルガノイドを用いた医薬品の機能評価やオルガノイドそのものを投与する技術開発への期待が高まっている。

遺伝子治療開発では、ゲノム編集技術を用いた鎌状赤血球症治療薬が承認され、その有用性に対する期待が高まっていると考えられる。一方で、遺伝子治療製品の中でどこまでゲノム編

集技術を用いたものが実用化されてくるのかまだ不確定な部分もあるが、我が国の国際競争力が問われていくことになる。

AI の活用は創薬におけるブレイクスルーをもたらす可能性があり、ノーベル賞受賞も相まって今後の開発に期待が寄せられているといえる。

また感染症パンデミックへの対応の重要性が大きな課題となっていることとその国際的な競争力の必要性が認識されていると言える。また新たな免疫抑制・制御技術の開発による再生医療の進展や異種移植を含めて臓器移植技術の開発が求められている。

(山口照英、知場伸介、小川美香子)

## ②医療機器・福祉機器

### i) 概要

現在健康寿命と寿命の期間の差が 10 年あるといわれており、健康な状態で一生を終えることが、QOL の観点からも医療経済の観点からも重要な課題となっている。生活習慣病・心不全などの高齢化に伴う慢性疾患の増加という社会的背景から、予防医療に対する期待が高まっており、今回の調査結果でも在宅医療、ウェアラブル医療機器など予防医療を支援する医療機器・福祉機器の開発への期待が示されている。

また少子高齢化社会の課題として将来的に医療需要と医療資源の需給バランスの維持が困難になることが懸念されており、医療現場の省力化、効率化に貢献する医療機器・福祉機器の開発が求められる。さらに再生医療との融合、神経科学との融合、薬学との融合などコンビネーションデバイスの発達も期待される。

また最適な治療を提供する次世代ロボット・ナビゲーション、リハビリテーションの高度化、高機能な義肢など、人の疾病からの回復を支援・促進する医療機器・福祉機器の開発が重要となってくる。これらの機能を実現する技術としては、個人の健康状態にもとづき臨床的な意思決定を支援するシミュレーション技術、AI 技術、Brain Machine Interface、さらに人工材料界面における生体反応を高度に制御する技術や、これまで把握できなかった生体機能を可視化する高度な医用画像診断技術が重要となる。

### ii) 社会的意義

我が国は治療用機器を中心に医療機器の輸入超過の状態にある。日本市場の将来的な相対的地位低下を鑑みれば、経済安全保障の立場から一定の医療機器開発能力を持つことは重要



である。

また医療機器産業は高付加価値産業であり、医療機器産業の振興は産業政策上も重要な課題となっている。ヒトの機能回復・維持、機能代替を支援する医療技術・福祉技術開発により、障がいや高齢化による身体機能低下があったとしても、ヒトの自立的な社会活動を維持できる社会が実現されるであろう。少子高齢社会において現状の医療福祉環境を、少ない医療資源で維持することが求められ、さらに医療・介護の効率化やホームケア、セルフケアの進展が求められるが、前述の医療機器・福祉機器はこれを実現するための基盤となる。

### iii) 今後の展望

医療機器の研究開発には医療ニーズの同定・これを解決する技術の研究開発、新たな医療技術を活用する診療技術の開発を一体となって行わなければならない。このような異分野の専門家が共同して活動する環境の整備が必要である。これは福祉機器の開発でも同様であり、機能を支援する福祉機器の場合には利用者の参画も重要である。

AI、シミュレーションの応用では実際の臨床データの利活用が重要であり、種々の倫理指針、個人情報保護法、医薬品医療機器法等の様々な法規制等に即した研究開発活動が求められるが、これのガイダンス情報の整備、支援人材の育成が重要となる。

また研究成果の社会実装のためにはこれに加えてビジネス化に関するガイダンス、支援人材の育成、支援体制整備という医療機器・福祉機器の研究開発、実用化のエコシステムの実現が求められる。またこれとともに将来的社会実装が一定のレベルで意識されているシーズドリブンの基礎研究の振興も、継続的に新技術を生み出すために重要である。

(佐久間一郎、小川美香子、小林英津子)

## ③老化および疾患

### i) 概要

日本では、2023年時点で65歳以上の人口が約3,620万人に達し、総人口の約29.1%を占めている。こうした超高齢社会の到来に伴い、少子化の進行も相まって、医療や介護などの社会保障給付と、その財源確保のバランスが深刻な課題となっている。特に、平均寿命と健康寿命の差が約10年に及ぶことが大きな問題である。この差を縮小し、健康寿命を延伸することで、高齢者にかかる医療費の削減を実現し、日本が直面する社会経済的な課題の緩和が期待される。

一方で、がん、認知症、糖尿病、循環器疾患といった罹患率や死亡率の高い非感染性疾患の予防も喫緊の課題である。これらの疾患は生活習慣と密接に関係し、遺伝的要因や環境因子が複雑に絡み合うため、個別化医療や予防医療の強化が必要である。また、疾患の進行を抑える効果的な治療法の開発や、患者の生活の質（QOL）を向上させる包括的なケアの提供も求められる。

## ii) 社会的意義

医療費や介護費の急増は国家財政に対する大きな負担となり、社会保障制度の安定を脅かしている。高齢者人口の増加と、生産年齢人口の減少により、社会保障財源の確保が困難になりつつある現状は、少子高齢化が日本社会全体に与える影響の深刻さを示している。このような状況下で、健康寿命の延伸を目指す取り組みは、医療費の削減と高齢者の自立支援を促進し、社会保障費の負担軽減に寄与する可能性がある。

また、がんや認知症、糖尿病、循環器疾患の予防は、個々の QOL の向上だけでなく、医療資源の効率的な配分にも貢献する。予防医療や個別化医療の充実により、疾病の予防と進行抑制が進めば、治療にかかるコスト削減や患者の社会参加の促進が期待される。これらの取り組みは、高齢者の多様なニーズに応える医療・介護体制の整備と地域社会の活力維持において、極めて重要な意義を有する。

## iii) 今後の展望

今回の調査において、特に重要度の高い上位 5 つのトピックとして、「老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法」、「がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測」、そして「包括的アプローチによる健康寿命の劇的な延伸」が選定された。この結果は、がん免疫チェックポイント阻害剤や CAR-T 療法といったがん免疫療法の革新に加え、健康寿命の延伸や老化の制御が現代医療の喫緊の課題として認識されていることを示唆している。

また、国際的な競争力の観点から評価されたトピックとして「包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸」が挙げられ、特に健康寿命の制御に関わる細胞老化研究などの分野における日本の優位性が際立っている。これらの研究領域は、今後のさらなる発展が期待される先端的な課題であるといえる。

（城村由和、浅井篤、川上英良）

#### ④脳科学・精神神経科学

##### i) 概要

本細目は、生命科学の観点から脳科学、健康医療の観点から精神神経科学、という2つのキーワードを含む。脳の病の中でも、原因が特定され、治療法が急速に進歩しつつある神経変性疾患と、社会的影響は大きいが未だ原因解明の途上にある精神疾患では、研究ステージに大きな違いがある。関連トピックである Brain Machine Interface (BMI) は、医療機器・福祉機器の細目に含まれる。

##### ii) 社会的意義

心とは何か、社会とは何かという人文社会学につながる問いを自然科学の手法で問うのが脳科学であり、脳は宇宙と並ぶ科学のフロンティアである。また、超高齢化社会に伴い問題となっている認知症などの神経変性疾患や、働く人を襲ううつ病などの精神疾患は、社会的影響が大きく、その克服は喫緊の課題である。

##### iii) 今後の展望

健康・医療・生命科学分野で重要度トップ20のトピックに、アルツハイマー病の治療、高次精神機能の解明、情動の脳機能解明というこの細目のトピックが挙げられた。アルツハイマー病の治療、神経疾患の精神症状や睡眠障害の新規治療法など、国際的優位性が高いとされたトピックもあった。しかし、5年前の同様の調査では、2035年以降とされた科学技術的実現時期は、2038～2044年と、この分野で最も遅く、実現が逃げ水のように遠のいた。中には、情動の脳機能解明、うつ病・双極性障害の新規治療法など、実現しないと評価された割合が、この分野のトップ5に入るトピックもあり、この細目の研究達成は容易でないと認識されている。

科学技術的実現に向けて対処すべき点のうち、人材育成の割合が高いトピックのトップ5に高次精神機能解明、ニューロングリア回路網の全容解明など、この細目のトピックが含まれていることは、長期的な視野に立った対応の必要性を示す。さらに、この分野で最も社会的実現の遅いトピックの上位5つを脳科学・精神神経科学が占め、技術的実現から社会的実現までの期間も3.4年と最も長いことから、社会的実現にも困難さがあることが伺える。そのような中、筋委縮性側索硬化症（ALS）患者等の重度な運動機能障害者の日常生活動作を支援するための、脳活動を直接反映させるニューロリハビリ機器や感覚を持つ義手の実現など、脳神経系とのインターフェース技術開発の進歩が期待される。社会的対処として教育・まなび、社会のあり方が最も重要とされたトピックが「情動の脳機能解明に基づく、いじめや

不登校への対処法」であることは、人文・社会科学につながるテーマを自然科学的に研究する脳科学の成果は、社会に応用される際に、再び人文・社会科学のフィルターを通す必要があることを示すのかもしれない。このように、脳科学・精神神経科学領域は、重要性が高く、一部は国際競争力も高いが、実現は技術的にも社会的にも困難であるため、特に人材育成が重要な領域であり、社会との調和が必要な領域と言えるだろう。

(加藤忠史、佐久間一郎)

## ⑤健康危機管理

### i) 概要

2019年中国武漢で発生した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、世界を席卷するパンデミックとなり、日本でも診断治療や医療体制だけでなく、経済活動そして社会生活そのものに大きな影響を及ぼし、我が国の「危機管理」能力の脆弱性が露呈した。2024年現在、その反省および経験を元に、次の未知なる感染症蔓延に備え、立て直しが図られている。また、薬剤耐性菌の発生や伝播はサイレントパンデミックとも称され、それが原因の死亡者数は2050年にがんを超えて3,900万人に上るという予想がある。我が国では抗菌薬の使用量や薬剤耐性率の数値目標を示した「AMRアクションプラン」が2016年に策定され、2023年には改訂され実行されている。さらに、畜産動物や農作物の薬剤耐性菌の課題も「ヒト」との関連において研究の進展が期待される。自然災害が多発する今日、COVID-19下での避難所対応は新しい感染制御体制が求められた。それだけでなく、事故（放射能災害含む）やテロまたは紛争・戦争に巻き込まれた際には安全に使用可能な血液代替物が必要なため、その開発促進と普及は引き続きの課題である。

### ii) 社会的意義

「パンデミック」「薬剤耐性菌」「自然災害」「事故（放射能災害含む）」そして「紛争や戦争」は、健康危機だけでなく、社会全般に影響を及ぼすものであり、それらの弛みなき研究開発は、予測性、予防治療法の開発、感染制御策、社会経済活動の維持等の進化に寄与するものである。COVID-19後の世界において、これらの研究開発はよりスピード感と危機感を持って進められると考えられる。

### iii) 今後の展望

今回のアンケートでは、本細目における国際優位性が最も高いと回答したトピックは「iPS

細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法」であった。既に、SARS-Cov-2の研究においてiPS細胞を活用する基礎研究は進んでいるが、SARS-Cov-2のみならず、感染症の治療法や治療薬の開発には「感染細胞モデル」や「感染臓器モデル」は欠かせず、その中でのiPS細胞の存在は、国際的優位性の高い研究基盤であると認識されていることがわかる。また、社会的実現が早いと回答した上位から3番目のトピックに「AIによる重傷者搬送システム」が挙げられた。AI技術は劇的なスピードで進化を遂げており、「自然災害」「事故（放射能災害含む）」「紛争や戦争」時の人が簡単に近づくことができない過酷な現場での重傷者の搬送は、AIを搭載したロボットの活用などが想定され期待は大きい。

薬剤耐性菌の課題については、抗菌薬を使用しない「組換えファージによる治療法の確立」が、重要な研究分野と考えられる。しかし、この分野の研究の重要度は今回のアンケート結果ではトピック中最低値であった。これは、わが国では、抗菌薬の適正使用の啓発が進み、治療に難渋を強いられる薬剤耐性グラム陰性桿菌の発症頻度は低く抑えられており、死亡につながる状況は顕在化しておらず、大きな課題として捉えにくい側面があるためと考えられる。

COVID-19の流行状況が落ち着かない中2024年に発生した能登半島地震では、避難所の感染対策が過去にないほど注目され、現地で活動した専門家による感染制御チームが、後に、国の委託事業となった。これは、COVID-19による大きな社会的変革のひとつと考えられる。歴史は、戦争が科学技術を進歩させ、感染症の蔓延により社会システムに変化が生じることを教えているが、まさに、COVID-19の登場により、日本版CDCと言われる「国立健康危機管理研究機構」が2025年に発足する。この機構は医学や医療における研究開発、治療、調査、そして意思決定において一元化するものであり、COVID-19で露呈した課題解決のための基盤として期待されている。COVID-19に対する様々な経験やとられた対策は、科学技術の発展においてはポジティブな影響を及ぼしていると考えられ、次の未知なる微生物発生時は、解析力、開発力等を発揮し、世界をリードする役割を果たすことが求められる。

（菅原えりさ、知場伸介、山口照英）

## ⑥倫理・社会医学

### i) 概要

倫理・社会医学は先端科学技術の研究倫理、個人情報等を含むデータ利活用の社会基盤、社会実装における倫理的・社会的・法的課題（ELSI）を解決するための研究領域である。今回の調査では重要度の上位に「日常生活から集積されるライフスタイルビッグデータ活用による健康政策」が上がった。これは、国が進める健康情報DX（Digital Transformation）、人

工知能（AI）の活用による健康政策の早期実現を期待するものであろう。一方で、国際優位性では倫理・社会医学は低いとの評価であり、その分析と展望が必要である。

また、死体（脳死下・心臓死）移植臓器不足は長年続いており、その迅速な是正は喫緊課題と考えられており、国を挙げた対応が必要である。AI、生殖補助医療、ゲノム医療という主要高度先進医療の発展においても倫理や法制度・規制の重要性が示唆され、今後の科学技術の発展に遅れない倫理社会法的対応の必要性の高さが示唆された。最後に将来、現行の健康格差が拡大しない施策が求められていた。

## ii) 社会的意義

第6期の科学技術・イノベーション基本計画に、自然科学のみならず人文・社会科学も含めた多様な「知」の創造と、「総合知」による現存の社会全体の再設計が盛り込まれており、倫理・社会医学領域はその主たる担い手である。データ利活用の社会基盤の構築と科学技術イノベーションに付随する ELSI の解決により、人文系研究者を含めた領域架橋研究から創造される総合知による EBPM(EIPM)を実現する。

## iii) 今後の展望

今回、倫理・社会医学は国際優位性が低い評価であった。これはテーマが法制度などの国内状況に強く依存するためのデータ利活用の社会基盤整備が近隣国に比較しても後塵を拝していること、国際的な研究倫理指針などが欧米に先行されているためと思われる。ビッグデータの活用と AI の発展による健康予知や診断、治療の向上への貢献は言うまでもない。他方で、それに伴う ELSI はわが国の文化と法制度をふまえた取り組みとともに、グローバルな視点でのデータ利活用の社会基盤整備と研究支援に関する活動の国際的なプレゼンスを上げる必要がある。そのための研究基盤の充実と人材育成が欠かせない。

（山縣然太郎、浅井篤）

## ⑦生命科学データ基盤

### i) 概要

本細目は、生命科学研究の基盤となる先端的なデータ計測技術およびデータを活用した生命現象解明を扱う研究領域であり、イメージングを始めとする細胞・分子レベルの計測技術から、データを活用したオートメーションやデータマネジメントシステムまで幅広い技術が

含まれている。

今回の調査で最も重要度が高かったのは「予防医療、先制医療に資する、疾病発症・病態悪化の予兆検出技術」であり、逆にゲノムの機能解明やハイスループットな 1 細胞計測技術の重要度は相対的に低かった。令和 6 年度の AMED 研究開発目標として「性差・個人差・個人内の変化の解明と予測への挑戦～ヒトを平均でとらえる医療からの脱却に向けて～」が策定されるなど、リアルワールドのヒトデータ取得と利活用の重要性が高まっていることが背景にあると考えられる。国際優位性は総じて高いと評価されていたが、重要度が二番目に高かった研究成果の真正性を証明するためのデータマネジメントシステムは国際優位性が低かった。

## ii) 社会的意義

これまで、研究室における小規模な実験が中心だった生命科学は、次世代シーケンサーや質量分析、イメージング技術の進歩により、大規模なデータ取得が可能になり、データ駆動型に移行しつつある。得られたデータは、生命現象や疾患のメカニズム解明にとどまらず、健康状態のモニタリングや疾患の早期検知といった社会実装にも繋がっている。また、データを特定のタスクのみに使うのではなく、配列情報に基づくタンパク質の立体構造推定のような、膨大なデータに基づいて学習された汎用的なモデルも登場している。

## iii) 今後の展望

本細目に含まれるトピックの科学技術的実現時期は 2029～2035 年、社会的実現時期は 2032～2040 年であり、比較的早期の実現が期待されている。科学技術的実現時期と社会的実現時期の実現年差は概ね 3 年以内であり、社会実装にも繋がりがやすいトピックであることが伺える。一方で、科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点のうち「人材」、「資金」が重要という回答が平均 80%を超えており、変化が激しい領域であることも考慮すると幅広いトピックに対応可能な人材と機動的な資金配分が必要と考えられる。また、重要度が二番目に高かった「研究成果の真正性を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム」については唯一国際優位性がマイナスになっている。このトピックの科学技術的実現に向けて対処すべき点としては「戦略的標準化」が 38%と突出しており、学会やコンソーシアムを通じたシステムの標準化が求められている。

(川上英良)

## ⑧生命情報科学

### i) 概要

本細目は、診療情報やライフログ、ゲノム情報に基づく情報システムを扱う研究領域であり、個人記録管理から、疾患の検知・モニタリング、感染症流行予測といった、医療・ヘルスケアの課題に関連した幅広い技術・システムが含まれている。ここ数年で急速に発展した生成 AI、大規模言語モデルとも密接に関連したトピックも多く、ほぼ全てのトピックの重要度が 1.0 を超えている。特に重要度が高かったのは「遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）」であり、地震や台風などの災害に強い医療システムが求められていると考えられる。

### ii) 社会的意義

AI を活用した先進的な医療システムについては、内閣府戦略的イノベーション創造プログラムでも開発が進められている。少子高齢化が進み、医療従事者の負担が増大していく中で、IoT デバイス、AI によって医療・ヘルスケアを効率化していくことが強く求められている。また、相対的な重要度は低かったものの、ゲノムや各種オミクスデータ、メタゲノムといった様々な網羅的計測データを活用することで、より正確な疾患の検知・モニタリングに繋がることが期待される。

### iii) 今後の展望

本細目に含まれるトピックの科学技術的実現時期は 2029～2034 年、社会的実現時期は 2031～2037 年であり、早期の実現が期待されている。科学技術的実現時期と社会的実現時期の実現年差は 1, 2 年のトピックが多いが、個人の医療情報管理システム、副作用リスクの推論システム、感染症流行予測システムについては 4 年とやや乖離が見られた。網羅的計測技術のトピックについては、「人材」、「資金」、「事業化」が重要という回答が多かったのに対して、医療情報システム関連のトピックは「社会」、「法律・規制」を重要視する回答が多かった。医療情報システムは、個人情報や意思決定といったセンシティブな問題を含むため、社会的受容がシステム開発においても求められている。医療体制や個人情報関連法規が国によって異なることもあり、国際連携の重要度が低いトピックが多かったが、「気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム」は「国際連携」の重要性が 19% と比較的高かった。

(川上英良)



## ⑨グローバルヘルス

### i) 概要

2020年に発生した新型コロナウイルス感染症のパンデミックは世界の研究開発体制と実用化推進のための施策に大きな影響を与えた。病原体の同定、遺伝子の解明と診断試薬の開発と調達、数限りある医療資源を市中感染者と入院患者にいかに振り分けるか。次々に変異を起こすウイルスの遺伝子解析を進めながら如何に重症度とリンクをつけて世界で情報を共有するか。ワクチンが開発・増産されるまでの間、重症合併症をどのように制御するか。既存薬や新薬の効果判定に必要な臨床研究症例をどのようにリクルートするか。また、開発されたワクチン資源をどのように各国に振り分けるか。感染症に対する感受性の人種による差異や治療抵抗性のメカニズムに関する基礎研究も途上であり、パンデミックが終結した現在（2024年11月）こそ、集積した巨大データから課題を抽出して次のパンデミックに備える必要がある。

世界中のウイルス変異体情報は GISAID と呼ばれるデータベースで世界の研究者や研究機関に情報共有されたが、世界における日本の貢献はわずかと言わざるを得なかった。グローバルヘルスにおいても、人々に研究の成果を届ける際の機会均等、データシェアリングは極めて重要である。旅行者動態などを含む都市や国境を越えた課題に迅速に取り組み、地政学的感性を持った医療政策の専門家の育成が喫緊の課題である。また医学・生命科学研究に留まらず、地球温暖化や媒介生物の動態に影響する水資源研究、広い生物学的知識と公衆衛生学に精通した人材の育成を目指す必要がある。

### ii) 社会的意義

今回の調査の結果、グローバルヘルスとしての特徴として、「移民および外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域包括ケアシステム」に注目が集まった。科学技術の実現に向けて「社会」「法規制」の果たす役割が大きく、実現時期が他の細目に比べて若干早期になっている。また治療法や医療機器開発などとも関連するが「標準化」の必要性に対する回答比率が高くなっている。

またグローバルに俯瞰すると感染症流行地域では、先進国では当たり前の薬物治療が受けられない国が多く存在するために Non communicable diseases の蔓延が大きな課題になっている。個々の国が国外の課題にどう対応するかは、そのまま自身の国に跳ね返ってくる問題として捉えるべきである。

### iii) 今後の展望

健康・医療・生命科学分野においては人材と資金の不足が大きな課題となっている。一方で国際連携に関する認識は必ずしも高くなかった。国境を越えた相互理解を推進し、医療研究の成果を最大化するために国家間の枠を超えてデータ共有や標準化を包括した協力体制を構築するには手間と時間がかかるであろう。仮に体制が構築できたとしても、それを持続可能な体制にしていくにはさらなる努力が必要である。国家のミッションは国民の生命と財産を守ることである。個人情報保護とデータ共有のバランスをどう取るかは平時と有事で異なるはずである。超高齢・少子化の環境下において医療研究開発を推進するためには有事を想定しつつ平時からグローバルなデータシェアリングを推進させる必要があることは論を待たないであろう。

(末松 誠)

### 1.3 細目およびキーワード

本分野は、「医薬品・治療技術」、「医療機器・福祉機器」、「老化および疾患」、「脳科学・精神神経科学」、「健康危機管理」、「倫理・社会医学」、「生命科学データ基盤」、「生命情報科学」、「グローバルヘルス」の9つの細目で構成される（図表Ⅱ-1-1）。

図表Ⅱ-1-1 「健康・医療・生命科学」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	医薬品・治療技術	再生医療、細胞医療、遺伝子治療、抗ウイルス薬、核酸医薬、DDS (Drug Delivery System)、幹細胞、iPS 細胞、ゲノム編集、異種移植臓器、オルガノイド、新規分子モダリティ、AI 創薬
2	医療機器・福祉機器	低/非侵襲診断機器、低侵襲治療機器デバイス、医療用ロボット、生体モニター機器、機能画像診断機器、Clinical Decision Support システム、バイオフィードバック、Neuromodulation、行動変容を促す医療機器、Software as Medical Device (SaMD)、AI 応用医療機器、在宅医療用医療機器、自立支援機器、介護支援機器、コミュニケーション支援機器、生体機能代行装置、医療機器評価技術、ブレイン・マシーン・インターフェイス (BMI)
3	老化および疾患	早期診断、予防、免疫、アレルギー、生活習慣、がん、慢性疾患、老化
4	脳科学・精神神経科学	神経回路、記憶・学習、認知・情動、神経変性疾患、認知症、統合失調症、うつ病、双極性障害、依存症、自閉スペクトラム症、睡眠障害、脳代謝、血液脳関門、ブレイン・マシーン・インターフェイス (BMI)、Neuromodulation
5	健康危機管理	新興・再興感染症、薬剤耐性菌、感染症治療、ワンヘルス、ワクチン、トラベラーズワクチン、サーベイランス、災害医療、救急医療、マスギャザリング、病院前救急診療、パンデミック対策
6	倫理・社会医学	地域保健、環境医学、社会疫学、DOHaD (Developmental Origins of Health and Disease)、医療安全、健康格差、ELSI、ライフコース・アプローチ、科学技術イノベーションの実装 (政策研究)、PHR (personal health record)、健康都市、健康 AI 開発・活用の倫理
7	生命科学データ基盤	動的ネットワークバイオマーカー、デジタルバイオマーカー、脳機能イメージング、1 細胞解析、生体分子相互作用、蛋白質の動的構造解析、ゲノム情報データベース、空間オミクス、1 分子イメージング、高次ゲノム構造
8	生命情報科学	診療情報、ゲノム情報、保健・医療・福祉 DX、健康 AI 開発、人工知能 (AI)、機械学習、深層学習、データサイエンス、因果推論、次元圧縮、クラスタリング、統計モデリング、生存時間解析、大規模言語モデル、基盤モデル、生成モデル、シミュレーション、クラウドコンピューティング、病院ネットワーク、情報共有 (データシェアリング)、生成 AI、AI ガバナンス、PHR (personal health record)、バイオバンク、患者市民参画 (PPI)

	細目	キーワード
9	グローバルヘルス	ワンヘルス、温暖化、気候変動と感染症、トラベラーズワクチン、感染症、新興・再興感染症（ワン・ヘルス含む）、プラネタリーヘルス、トラベルヘルス、移民の健康、外国人医療、災害医療、遠隔医療、ドローン、外国人医療人材

#### 1.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-1-2の通りである。

図表Ⅱ-1-2 「健康・医療・生命科学」分野の回答者内訳

年代	20 代	17 人	職 業	大学等	1039 人
	30 代	168 人		公的研究機関	128 人
	40 代	443 人		民間企業	98 人
	50 代	413 人		その他	76 人
	60 代	224 人	職 種	研究・開発	1104 人
	70 代以上	74 人		マネジメント	57 人
	無回答	2 人		その他	180 人
	合 計				1341 人

#### 1.5 調査結果

##### 1.5.1. 重要度と国際優位性

##### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-1-3に示した。細目別では、「老化および疾患」がもっとも多く7件、次いで「脳科学・精神神経科学」3件であった。重要度のもっとも高いトピックは「老化に伴う運動機能低下の予防・治療法（重要度1.72）」であった。

図表Ⅱ-1-3 「健康・医療・生命科学」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
30	老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	1.72	2033	2035	老化および疾患
46	アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法	1.65	2038	2040	脳科学・精神神経科学
27	がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測	1.59	2033	2037	老化および疾患
73	予防医療、先制医療に資する、疾病発症・病態悪化の予兆検出技術	1.49	2033	2037	生命科学データ基盤
38	包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸	1.48	2034	2037	老化および疾患
37	がん変異・がん微小環境の相互作用の理解に基づく個別化医療	1.47	2035	2037	老化および疾患
41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	1.46	2042	2047	脳科学・精神神経科学
35	代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法	1.46	2035	2038	老化および疾患
32	元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明	1.39	2034	2037	老化および疾患
88	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）	1.39	2031	2033	生命情報科学
93	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援のAIを搭載した医療情報システム	1.37	2030	2032	生命情報科学
49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	1.34	2040	2043	脳科学・精神神経科学
52	新興感染症の流行・発症・重症化に関連する環境・病原体・宿主因子の統合的評価	1.33	2032	2036	健康危機管理
4	特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム（DDS）技術	1.33	2032	2035	医薬品・治療技術
20	次世代ロボット・シミュレーション・AIを駆使した治療ナビゲーションによる医療の最適化	1.32	2031	2034	医療機器・福祉機器
33	生殖細胞劣化予防による不妊回避	1.31	2034	2036	老化および疾患
79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	1.31	2029	2032	生命科学データ基盤
60	日常生活から集積されるライフスタイルビッグデータ活用による健康政策	1.29	2033	2034	倫理・社会医学
19	疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な、機能補助や機能再建の技術	1.28	2033	2035	医療機器・福祉機器
7	生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術	1.28	2035	2039	医薬品・治療技術

\* 非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。

## ②国際優位性上位 20 位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位 20 位を図表Ⅱ-1-4 に示した。細目別では、

「老化および疾患」が6件と最も多く、次いで「医薬品・治療技術」、「医療機器・福祉機器」の各4件であった。国際優位性のもっとも高いトピックは「iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法（国際優位性 1.00）」であった。

図表Ⅱ-1-4「健康・医療・生命科学」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

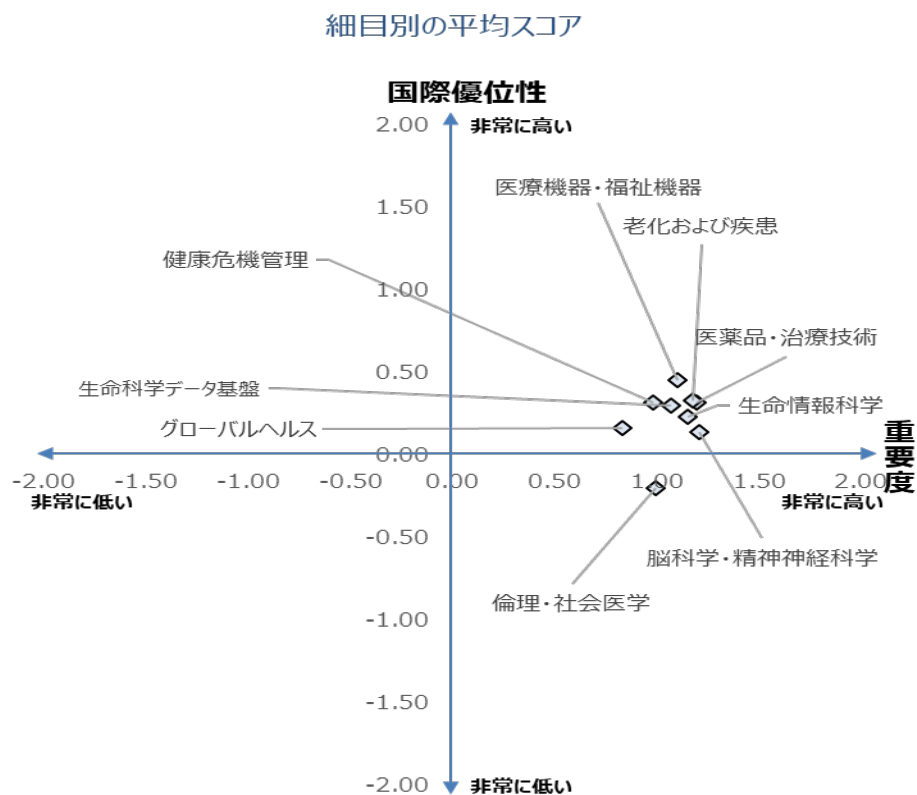
ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
50	iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法	1.00	2030	2033	健康危機管理
38	包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸	0.74	2034	2037	老化および疾患
23	画像の高精細化、低被ばく化、広範囲化、多情報化を可能とする非侵襲的画像診断機器	0.73	2030	2033	医療機器・福祉機器
3	生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術	0.72	2033	2036	医薬品・治療技術
7	生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術	0.71	2035	2039	医薬品・治療技術
24	スマートトイレなど、日常生活において健康状態を把握し、未病の状態で病気を検出できる機器	0.67	2031	2033	医療機器・福祉機器
81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	0.64	2034	2036	生命科学データ基盤
19	疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な、機能補助や機能再建の技術	0.62	2033	2035	医療機器・福祉機器
32	元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明	0.62	2034	2037	老化および疾患
5	ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術	0.62	2033	2035	医薬品・治療技術
106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間(10,000km以上)での安定した国際遠隔手術	0.59	2033	2033	グローバルヘルス
27	がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測	0.59	2033	2037	老化および疾患
74	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術	0.59	2035	2038	生命科学データ基盤
37	がん変異・がん微小環境の相互作用の理解に基づく個別化医療	0.56	2035	2037	老化および疾患
30	老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	0.55	2033	2035	老化および疾患
9	細胞医療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術	0.54	2035	2038	医薬品・治療技術
46	アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法	0.54	2038	2040	脳科学・精神神経科学
25	サービスロボットによる在宅での医療機器による診断と処置	0.51	2033	2037	医療機器・福祉機器
35	代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法	0.51	2035	2038	老化および疾患
48	神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法	0.49	2040	2042	脳科学・精神神経科学

\* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-1-5に示した。本分野は、細目「倫理・社会医学」を除いて右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。一方、「倫理・社会医学」では重要度は高いものの、国際優位性は他の細目に比べて低いことが示された。

図表Ⅱ-1-5 「健康・医療・生命科学」分野における細目別の重要度と国際優位性



\* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

\* 本図の重要度及び国際優位性は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

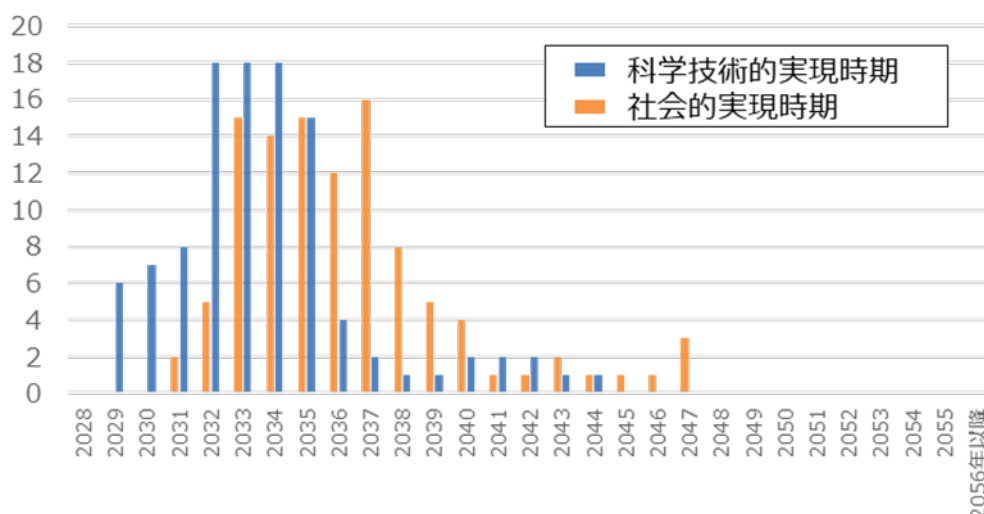
### 1.5.2. 実現時期

#### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は2029年から2044年までの範囲に分布し、トピックの約85%が2035年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は2031年から2047年までの範囲に分布し、2035年までにトピックの約48%が実現すると回答された（図表Ⅱ-1-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差がもっとも大きいトピックは「再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療」と「ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明」で6年であった（図表Ⅱ1-7）。

図表Ⅱ-1-6 「健康・医療・生命科学」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-1-7 「健康・医療・生命科学」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的実現時期	社会的実現時期	差	細目
26	再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療	2035	2041	6	医療機器・福祉機器
40	ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	2041	2047	6	脳科学・精神神経科学
1	慢性疾患の病態のシステムの把握(遺伝子ネットワーク把握)に基づく薬物療法	2033	2038	5	医薬品・治療技術
14	パンデミックを引起す変異ウイルスの予測システムに基づいた、ワクチン	2032	2037	5	医薬品・治療技術
41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	2042	2047	5	脳科学・精神神経科学
63	ライフコース・アプローチのための大規模コホート	2032	2037	5	倫理・社会医学
72	多数で多種類の生体分子が協働して生命システムを作り上げる作動原理を理解した上での人工細胞	2035	2040	5	生命科学データ基盤



## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2029年がもっとも早く、これらの早いトピック6件は、共通してシステムに関するトピックであった。細目では「生命情報科学」のトピックが3件と多いことが示された（図表Ⅱ-1-8）。社会的実現時期は2031年がもっとも早く、科学技術的実現時期と同様にシステムに関するトピックが多い。細目では、「生命情報科学」・「生命科学データ基盤」・「グローバルヘルス」と多岐にわたった（図表Ⅱ-1-9）。

図表Ⅱ-1-8 「健康・医療・生命科学」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
56	AIによる重傷者搬送調整システム	2029	健康危機管理
79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	2029	生命科学データ基盤
85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	2029	生命情報科学
91	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	2029	生命情報科学
92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	2029	生命情報科学
99	ワクチン接種国際電子証明書（国際ワクチンパスポート）	2029	グローバルヘルス

図表Ⅱ-1-9 「健康・医療・生命科学」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的 実現時期	細目
92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	2031	生命情報科学
99	ワクチン接種国際電子証明書（国際ワクチンパスポート）	2031	グローバルヘルス
56	AIによる重傷者搬送調整システム	2032	健康危機管理
79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	2032	生命科学データ基盤
83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	2032	生命科学データ基盤
93	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援のAIを搭載した医療情報システム	2032	生命情報科学
95	感染症対策のための、汚染区域・航空機内等でも使用可能な高感度超軽量センサー	2032	グローバルヘルス

### ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2044 年がもっとも遅く、遅いトピックの上位 5 位（6 件）はすべて「脳科学・精神神経科学」の細目のトピックであった（図表Ⅱ-1-10）。社会的実現時期は 2047 年がもっとも遅く、遅いトピックの上位 5 位（5 件）はいずれも「脳科学・精神神経科学」の細目のトピックであった（図表Ⅱ-1-11）。

図表Ⅱ-1-10 「健康・医療・生命科学」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
42	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	2044	脳科学・精神神経科学
43	うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	2043	脳科学・精神神経科学
41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	2042	脳科学・精神神経科学
44	依存症（薬物、アルコール等）に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法	2042	脳科学・精神神経科学
40	ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	2041	脳科学・精神神経科学
45	自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法	2041	脳科学・精神神経科学

図表Ⅱ-1-11 「健康・医療・生命科学」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的 実現時期	細目
40	ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	2047	脳科学・精神神経科学
41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	2047	脳科学・精神神経科学
42	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	2047	脳科学・精神神経科学
43	うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	2046	脳科学・精神神経科学
44	依存症（薬物、アルコール等）に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法	2045	脳科学・精神神経科学

### ④「実現しない」・「（実現時期が）わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が 10%以上のトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して、細目「倫理・社会医学」・「脳科学・精神神経科学」のトピックであ

った（図表Ⅱ-1-12）。「わからない」の回答割合が高いトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して、細目「老化および疾患」のトピックであった（図表Ⅱ-1-13）。

図表Ⅱ-1-12 「健康・医療・生命科学」分野の「実現しない」の回答割合が高い（10%以上）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	0.84	17%	2035	倫理・社会医学
49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	1.34	10%	2040	脳科学・精神神経科学

社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	0.84	17%	2036	倫理・社会医学
49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	1.34	11%	2043	脳科学・精神神経科学
99	ワクチン接種国際電子証明書(国際ワクチンパスポート)	0.56	10%	2031	グローバルヘルス

図表Ⅱ-1-13 「健康・医療・生命科学」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

科学技術的実現

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
39	新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす影響の、心理学的解明手法	0.60	66%	2036	老化および疾患
36	非感染性疾患(NCD)に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法	0.73	47%	2036	老化および疾患
104	ゼロエミッションを実現する医療機器・医療廃棄物のリサイクル技術	0.70	45%	2034	グローバルヘルス

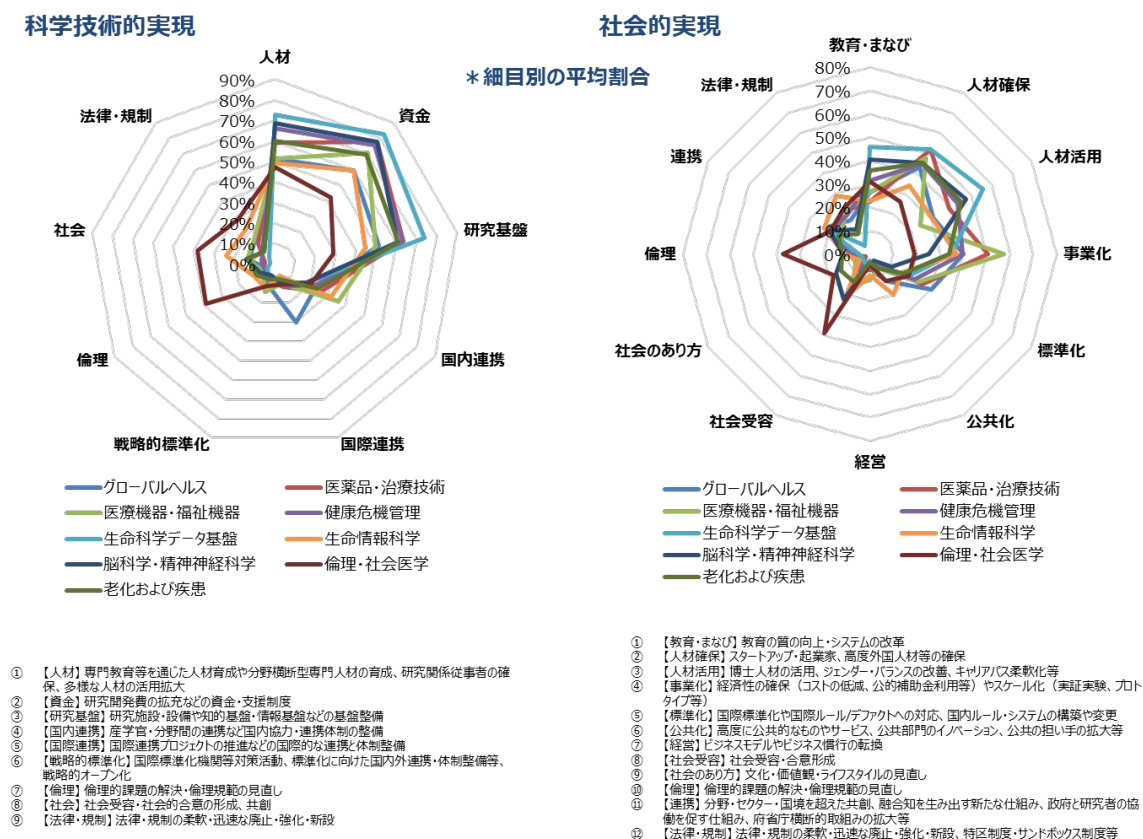
社会的実現

ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
39	新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす影響の、心理学的解明手法	0.60	63%	2035	老化および疾患
36	非感染性疾患(NCD)に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法	0.73	47%	2037	老化および疾患
65	ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理	1.03	47%	2036	倫理・社会医学

### 1.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（図表Ⅱ-1-14）は、科学技術的実現では多くの細目において「人材」・「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きいことが示された。一方、「グローバルヘルス」では「国際連携」、「倫理・社会医学」では「倫理」・「社会」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示された。社会的実現では細目ごとに特徴があり、「生命科学データ基盤」は「教育・まなび」・「人材確保」・「人材活用」、「医療機器・福祉機器」は「事業化」、「生命情報科学」は「公共化」・「法律・規制」、「グローバルヘルス」は「標準化」、「倫理・社会医学」は「社会受容」・「倫理」の回答割合が大きいことが示された。

図表Ⅱ-1-14 「健康・医療・生命科学」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを  
図表Ⅱ-1-15、図表Ⅱ-1-16に示した。

図表Ⅱ-1-15 「健康・医療・生命科学」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各  
項目で上位3位）

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	87%	2034	生命科学データ基盤
77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	82%	2031	生命科学データ基盤
83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	82%	2030	生命科学データ基盤

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	89%	2031	生命科学データ基盤
81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	89%	2034	生命科学データ基盤
83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	88%	2030	生命科学データ基盤

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
82	ハイスループットに資する1細胞プロテオーム解析	88%	2030	生命科学データ基盤
83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	87%	2030	生命科学データ基盤
76	細胞の位置情報を保持した上での1細胞オミックス解析技術	84%	2030	生命科学データ基盤

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

#### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
86	生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの心血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム	53%	2031	生命情報科学
21	手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器の小型化と無線化	47%	2031	医療機器・福祉機器
24	スマートトイレなど、日常生活において健康状態を把握し、未病の状態では病気を検出できる機器	44%	2031	医療機器・福祉機器

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

#### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間(10,000km以上)での安定した国際遠隔手術	57%	2033	グローバルヘルス
99	ワクチン接種国際電子証明書(国際ワクチンパスポート)	54%	2029	グローバルヘルス
100	入国管理における感染症の自動検査技術	42%	2032	グローバルヘルス

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

#### ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的 実現時期	細目
79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	38%	2029	生命科学データ基盤
21	手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器の小型化と無線化	34%	2031	医療機器・福祉機器
99	ワクチン接種国際電子証明書(国際ワクチンパスポート)	29%	2029	グローバルヘルス

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的 実現時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	81%	2035	倫理・社会医学
65	ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理	62%	2032	倫理・社会医学
67	新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用	62%	2032	倫理・社会医学

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的 実現時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	78%	2035	倫理・社会医学
85	プレシジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	56%	2029	生命情報科学
71	新規医療技術に対する、専門知識に基づく統一のリテラシー向上法	53%	2032	倫理・社会医学
103	移民及び外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域包括ケアシステム	53%	2032	グローバルヘルス

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	72%	2035	倫理・社会医学
68	遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム	47%	2033	倫理・社会医学
67	新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用	44%	2032	倫理・社会医学
85	プレシジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	44%	2029	生命情報科学

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-1-16 「健康・医療・生命科学」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	63%	2043	脳科学・精神神経科学
81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	61%	2036	生命科学データ基盤
78	ゲノムの非コード領域の50%以上の領域の機能解明	57%	2035	生命科学データ基盤

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
74	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術	63%	2038	生命科学データ基盤
81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	62%	2036	生命科学データ基盤
77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	61%	2033	生命科学データ基盤
82	ハイスループットに資する1細胞プロテオーム解析	61%	2033	生命科学データ基盤

- 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	68%	2032	生命科学データ基盤
77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	67%	2033	生命科学データ基盤
40	ニューロン・グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	66%	2047	脳科学・精神神経科学

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等



#### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
80	多くの一般的な実験室で利用可能なラボトリーオートメーション・実験ロボット	67%	2033	生命科学データ基盤
21	手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器の小型化と無線化	66%	2033	医療機器・福祉機器
15	患者への負担や医療費を軽減できる簡便なウェアラブル透析装置	65%	2037	医療機器・福祉機器

- 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

#### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間（10,000km以上）での安定した国際遠隔手術	51%	2033	グローバルヘルス
105	国際搬送可能な医療用ドローン	49%	2034	グローバルヘルス
99	ワクチン接種国際電子証明書（国際ワクチンパスポート）	48%	2031	グローバルヘルス

- 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

#### ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
94	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム	31%	2033	生命情報科学
92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	30%	2031	生命情報科学
88	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）	29%	2033	生命情報科学

- 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
19	疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な、機能補助や機能再建の技術	25%	2035	医療機器・福祉機器
104	ゼロエミッションを実現する医療機器・医療廃棄物のリサイクル技術	20%	2035	グローバルヘルス
92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	19%	2031	生命情報科学

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	69%	2036	倫理・社会医学
71	新規医療技術に対する、専門知識に基づく統一のリテラシー向上法	58%	2034	倫理・社会医学
85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	55%	2033	生命情報科学

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現 時期	細目
49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	38%	2043	脳科学・精神神経科学
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	36%	2036	倫理・社会医学
103	移民及び外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域包括ケアシステム	33%	2034	グローバルヘルス

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現 時期	細目
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	72%	2036	倫理・社会医学
67	新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用	59%	2034	倫理・社会医学
68	遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム	57%	2035	倫理・社会医学

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現 時期	細目
101	気候変動に起因した微生物の新たな動態調査に基づく、ヒトの健康への影響測定技術	49%	2037	グローバルヘルス
57	環境由来(土壌廃棄物、下水等)の薬剤耐性菌の動物ー環境ーヒトへの伝播の解明と制御	35%	2034	健康危機管理
94	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム	35%	2033	生命情報科学

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	45%	2033	生命情報科学
70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	44%	2036	倫理・社会医学
91	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	44%	2033	生命情報科学

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 1.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術の実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2029	56	AIによる重傷者搬送調整システム	健康危機管理
	79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	生命科学データ基盤
	85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	生命情報科学
	91	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	生命情報科学
	92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	生命情報科学
	99	ワクチン接種国際電子証明書(国際ワクチンパスポート)	グローバルヘルス
2030	23	画像の高精細化、低被ばく化、広範囲化、多情報化を可能とする非侵襲的画像診断機器	医療機器・福祉機器
	50	iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法	健康危機管理
	76	細胞の位置情報を保持した上での1細胞オミックス解析技術	生命科学データ基盤
	82	ハイスループットに資する1細胞プロテオーム解析	生命科学データ基盤
	83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	生命科学データ基盤
	93	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援のAIを搭載した医療情報システム	生命情報科学
	95	感染症対策のための、汚染区域・航空機内等でも使用可能な高感度超軽量センサー	グローバルヘルス
2031	20	次世代ロボット・シミュレーション・AIを駆使した治療ナビゲーションによる医療の最適化	医療機器・福祉機器
	21	手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器の小型化と無線化	医療機器・福祉機器
	24	スマートトイレなど、日常生活において健康状態を把握し、未病の状態で病気を検出できる機器	医療機器・福祉機器
	57	環境由来(土壌廃棄物、下水等)の薬剤耐性菌の動物一環境一ヒトへの伝播の解明と制御	健康危機管理
	61	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース(大規模コホート研究の推進に資する)	倫理・社会医学

	77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	生命科学データ基盤
	86	生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの心血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム	生命情報科学
	88	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム(自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク)	生命情報科学
2032	4	特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム(DDS)技術	医薬品・治療技術
	11	化合物生成・最適化のための AI・シミュレーション技術	医薬品・治療技術
	14	パンデミックを引起す変異ウイルスの予測システムに基づいた、ワクチン	医薬品・治療技術
	51	病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術(※病原体データベース:ヒトおよびヒト以外の動物等の病原体の網羅的な遺伝子・タンパク質情報データベース)	健康危機管理
	52	新興感染症の流行・発症・重症化に関連する環境・病原体・宿主因子の統合的評価	健康危機管理
	53	植物により病原体に対して迅速かつ安価に中和抗体を大量生産する技術	健康危機管理
	54	緊急時(多臓器不全)及び大量出血時に対応可能な血液代替物	健康危機管理
	63	ライフコース・アプローチのための大規模コホート	倫理・社会医学
	65	ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理	倫理・社会医学
	67	新規医療技術の科学技術倫理審査における AI の活用	倫理・社会医学
	69	データに基づく、健康増進促進の負の側面の判定手法	倫理・社会医学
	71	新規医療技術に対する、専門知識に基づく統一的反りテラシー向上法	倫理・社会医学
	80	多くの一般的な実験室で利用可能なラボラトリーオートメーション・実験ロボット	生命科学データ基盤
	84	生体内における動的シグナルネットワークの多重同時計測技術	生命科学データ基盤
	94	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム	生命情報科学
	96	薬剤耐性感染症の発生・まん延を制御するシステム	グローバルヘルス
	100	入国管理における感染症の自動検査技術	グローバルヘルス
	103	移民及び外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域包括ケアシステム	グローバルヘルス
2033	1	慢性疾患の病態のシステムの把握(遺伝子ネットワーク把握)に基づく薬物療法	医薬品・治療技術

	2	分子の特性をほとんど変えることがないため、創薬標的ごとに薬事申請することなく実用化可能な、次世代機能分子医薬	医薬品・治療技術
	3	生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術	医薬品・治療技術
	5	ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術	医薬品・治療技術
	15	患者への負担や医療費を軽減できる簡便なウェアラブル透析装置	医療機器・福祉機器
	18	がん末期での腸瘻や介護現場において利用可能な、人手が不要の排泄補助機器	医療機器・福祉機器
	19	疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な、機能補助や機能再建の技術	医療機器・福祉機器
	25	サービスロボットによる在宅での医療機器による診断と処置	医療機器・福祉機器
	27	がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測	老化および疾患
	30	老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	老化および疾患
	55	感染体の生活環を標的とした新規感染制御技術	健康危機管理
	58	組織換えファージによる、薬剤耐性菌感染症の治療	健康危機管理
	60	日常生活から集積されるライフスタイルビッグデータ活用による健康政策	倫理・社会医学
	68	遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム	倫理・社会医学
	73	予防医療、先制医療に資する、疾病発症・病態悪化の予兆検出技術	生命科学データ基盤
	87	分子薬理知識や生体分子相互作用および患者ゲノムに関する情報に基づく、医薬品の個人別副作用リスクの知的推論アルゴリズムを実装した情報システム	生命情報科学
2034	97	次世代免疫ワクチン	グローバルヘルス
	106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間(10,000km以上)での安定した国際遠隔手術	グローバルヘルス
	12	薬理遺伝学的検査による薬剤投与の最適化	医薬品・治療技術
	13	細胞内オルガネラやエクソソームを用いた遺伝子治療や細胞の機能改変を行う製品	医薬品・治療技術
	16	感覚機能を備えた義手	医療機器・福祉機器
	17	筋委縮性側索硬化症(ALS)患者等の重度な運動機能障害者の日常生活動作を支援するための、脳活動を直接反映させるニューロリハビリ機器	医療機器・福祉機器
	32	元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明	老化および疾患
	33	生殖細胞劣化予防による不妊回避	老化および疾患
	38	包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸	老化および疾患
	62	Developmental Origins of Health and Disease(DOHaD)の解明などに基づく、ライフコース・アプローチの視点からの各年齢ステージでの適切な予防・治療	倫理・社会医学

	64	生命科学・社会学を融合した包括的な要因分析に基づく、健康格差を是正する方法	倫理・社会医学
	66	ゲノム医療に対する保健医療政策の立案に向けた医療経済学的評価法	倫理・社会医学
	75	循環体液中の生体高分子や低分子の低侵襲リアルタイムモニタリングシステム	生命科学データ基盤
	78	ゲノムの非コード領域の 50%以上の領域の機能解明	生命科学データ基盤
	81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	生命科学データ基盤
	89	ゲノムに加え、オミックスデータ(エピゲノム・プロテオーム・メタボローム)を数時間以内に 1 万円以下で体液サンプルからモニタリングする検査技術	生命情報科学
	90	メタゲノム解析・制御による生体恒常性の維持	生命情報科学
	101	気候変動に起因した微生物の新たな動態調査に基づく、ヒトの健康への影響測定技術	グローバルヘルス
	104	ゼロエミッションを実現する医療機器・医療廃棄物のリサイクル技術	グローバルヘルス
	105	国際搬送可能な医療用ドローン	グローバルヘルス
2035	6	細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全(パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症(ALS)、脊髄損傷等)に対する治療法	医薬品・治療技術
	7	生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術	医薬品・治療技術
	8	免疫拒絶回避を完全にできる同種由来再生医療技術・製品	医薬品・治療技術
	9	細胞医療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術	医薬品・治療技術
	10	生体環境を模倣した、移植治療用改変ヒト臓器作出を可能とする臓器培養技術	医薬品・治療技術
	22	高度な生体適合性を実現する生体人工物界面制御技術	医療機器・福祉機器
	26	再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療	医療機器・福祉機器
	29	非感染性疾患に対する、統合的オミックス解析による病因・病態分類に基づく治療法	老化および疾患
	31	疼痛、疲労の定量的診断法と新規治療法	老化および疾患
	35	代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法	老化および疾患
	37	がん変異・がん微小環境の相互作用の理解に基づく個別化医療	老化および疾患
	59	潜伏感染ウイルスのメカニズムの詳細解明に基づく、再活性化抑制やウイルス排除の治療法	健康危機管理
	70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	倫理・社会医学

	72	多数で多種類の生体分子が協働して生命システムを作り上げる作動原理を理解した上での人工細胞	生命科学データ基盤
	74	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術	生命科学データ基盤
2036	36	非感染性疾患(NCD)に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法	老化および疾患
	39	新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす影響の、心理学的解明手法	老化および疾患
	98	HIV ワクチン	グローバルヘルス
	102	水・食資源の枯渇が人類の健康に及ぼす影響を低減する技術	グローバルヘルス
2037	28	胎生期から乳幼児期の環境因子に起因する生活習慣病の予防・治療薬	老化および疾患
	34	発症頻度に性差のある疾患の病因解明	老化および疾患
2038	46	アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法	脳科学・精神神経科学
2039	47	精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバック、ウイルスベクター等を用いた神経回路を標的とした治療法	脳科学・精神神経科学
2040	48	神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法	脳科学・精神神経科学
	49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	脳科学・精神神経科学
2041	40	ニューロン・グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	脳科学・精神神経科学
	45	自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法	脳科学・精神神経科学
2042	41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	脳科学・精神神経科学
	44	依存症(薬物、アルコール等)に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法	脳科学・精神神経科学
2043	43	うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	脳科学・精神神経科学
2044	42	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	脳科学・精神神経科学



## (2)社会的実現年表

社会的 実現時期	ID	トピック	細目
2031	92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	生命情報科学
	99	ワクチン接種国際電子証明書(国際ワクチンパスポート)	グローバルヘルス
2032	56	AIによる重傷者搬送調整システム	健康危機管理
	79	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム	生命科学データ基盤
	83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	生命科学データ基盤
	93	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援のAIを搭載した医療情報システム	生命情報科学
	95	感染症対策のための、汚染区域・航空機内等でも使用可能な高感度超軽量センサー	グローバルヘルス
2033	21	手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器の小型化と無線化	医療機器・福祉機器
	23	画像の高精細化、低被ばく化、広範囲化、多情報化を可能とする非侵襲的画像診断機器	医療機器・福祉機器
	24	スマートトイレなど、日常生活において健康状態を把握し、未病の状態で病気を検出できる機器	医療機器・福祉機器
	50	iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法	健康危機管理
	54	緊急時(多臓器不全)及び大量出血時に対応可能な血液代替物	健康危機管理
	76	細胞の位置情報を保持した上での1細胞オミックス解析技術	生命科学データ基盤
	77	タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術	生命科学データ基盤
	80	多くの一般的な実験室で利用可能なラボラトリーオートメーション・実験ロボット	生命科学データ基盤
	82	ハイスループットに資する1細胞プロテオーム解析	生命科学データ基盤
	85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	生命情報科学
	86	生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの心血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム	生命情報科学
	88	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム(自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク)	生命情報科学
	91	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	生命情報科学

	94	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム	生命情報科学
	106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間(10,000km以上)での安定した国際遠隔手術	グローバルヘルス
2034	20	次世代ロボット・シミュレーション・AIを駆使した治療ナビゲーションによる医療の最適化	医療機器・福祉機器
	57	環境由来(土壌廃棄物、下水等)の薬剤耐性菌の動物-環境-ヒトへの伝播の解明と制御	健康危機管理
	60	日常生活から集積されるライフスタイルビッグデータ活用による健康政策	倫理・社会医学
	61	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース(大規模コホート研究の推進に資する)	倫理・社会医学
	66	ゲノム医療に対する保健医療政策の立案に向けた医療経済学的評価法	倫理・社会医学
	67	新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用	倫理・社会医学
	69	データに基づく、健康増進促進の負の側面の判定手法	倫理・社会医学
	71	新規医療技術に対する、専門知識に基づく統一的反りテラシー向上法	倫理・社会医学
	75	循環体液中の生体高分子や低分子の低侵襲リアルタイムモニタリングシステム	生命科学データ基盤
	90	メタゲノム解析・制御による生体恒常性の維持	生命情報科学
	97	次世代免疫ワクチン	グローバルヘルス
	100	入国管理における感染症の自動検査技術	グローバルヘルス
	103	移民及び外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域包括ケアシステム	グローバルヘルス
	105	国際搬送可能な医療用ドローン	グローバルヘルス
2035	4	特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム(DDS)技術	医薬品・治療技術
	5	ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術	医薬品・治療技術
	11	化合物生成・最適化のためのAI・シミュレーション技術	医薬品・治療技術
	18	がん末期での腸瘻や介護現場において利用可能な、人手が不要の排泄補助機器	医療機器・福祉機器
	19	疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な、機能補助や機能再建の技術	医療機器・福祉機器
	30	老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	老化および疾患
	39	新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす影響の、心理学的解明手法	老化および疾患
	51	病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術(≠病原体データベース:ヒトおよびヒト以外の動物等の病原体の網羅的な遺伝子・タンパク質情報データベース)	健康危機管理
	55	感染体の生活環を標的とした新規感染制御技術	健康危機管理
	68	遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム	倫理・社会医学
	78	ゲノムの非コード領域の50%以上の領域の機能解明	生命科学データ基盤

	84	生体内における動的シグナルネットワークの多重同時計測技術	生命科学データ基盤
	89	ゲノムに加え、オミックスデータ(エピゲノム・プロテオーム・メタボローム)を数時間以内に1万円以下で体液サンプルからモニタリングする検査技術	生命情報科学
	96	薬剤耐性感染症の発生・まん延を制御するシステム	グローバルヘルス
	104	ゼロエミッションを実現する医療機器・医療廃棄物のリサイクル技術	グローバルヘルス
2036	3	生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術	医薬品・治療技術
	33	生殖細胞劣化予防による不妊回避	老化および疾患
	52	新興感染症の流行・発症・重症化に関連する環境・病原体・宿主因子の統合的評価	健康危機管理
	53	植物により病原体に対して迅速かつ安価に中和抗体を大量生産する技術	健康危機管理
	58	組換えファージによる、薬剤耐性菌感染症の治療	健康危機管理
	59	潜伏感染ウイルスのメカニズムの詳細解明に基づく、再活性化抑制やウイルス排除の治療法	健康危機管理
	64	生命科学・社会学を融合した包括的な要因分析に基づく、健康格差を是正する方法	倫理・社会医学
	65	ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理	倫理・社会医学
	70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	倫理・社会医学
	81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	生命科学データ基盤
	98	HIV ワクチン	グローバルヘルス
	102	水・食資源の枯渇が人類の健康に及ぼす影響を低減する技術	グローバルヘルス
2037	2	分子の特性をほとんど変えることがないため、創薬標的ごとに薬事申請することなく実用化可能な、次世代機能分子医薬	医薬品・治療技術
	12	薬理遺伝学的検査による薬剤投与の最適化	医薬品・治療技術
	14	パンデミックを引起す変異ウイルスの予測システムに基づいた、ワクチン	医薬品・治療技術
	15	患者への負担や医療費を軽減できる簡便なウェアラブル透析装置	医療機器・福祉機器
	17	筋委縮性側索硬化症(ALS)患者等の重度な運動機能障害者の日常生活動作を支援するための、脳活動を直接反映させるニューロリハビリ機器	医療機器・福祉機器
	25	サービスロボットによる在宅での医療機器による診断と処置	医療機器・福祉機器
	27	がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測	老化および疾患
	32	元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明	老化および疾患
	36	非感染性疾患(NCD)に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法	老化および疾患

	37	がん変異・がん微小環境の相互作用の理解に基づく個別化医療	老化および疾患
	38	包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸	老化および疾患
	62	Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) の解明などに基づく、ライフコース・アプローチの視点からの各年齢ステージでの適切な予防・治療	倫理・社会医学
	63	ライフコース・アプローチのための大規模コホート	倫理・社会医学
	73	予防医療、先制医療に資する、疾病発症・病態悪化の予兆検出技術	生命科学データ基盤
	87	分子薬理知識や生体分子相互作用および患者ゲノムに関する情報に基づく、医薬品の個人別副作用リスクの知的推論アルゴリズムを実装した情報システム	生命情報科学
	101	気候変動に起因した微生物の新たな動態調査に基づく、ヒトの健康への影響測定技術	グローバルヘルス
2038	1	慢性疾患の病態のシステムの把握(遺伝子ネットワーク把握)に基づく薬物療法	医薬品・治療技術
	9	細胞医療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術	医薬品・治療技術
	13	細胞内オルガネラやエクソソームを用いた遺伝子治療や細胞の機能改変を行う製品	医薬品・治療技術
	16	感覚機能を備えた義手	医療機器・福祉機器
	29	非感染性疾患に対する、統合的オミックス解析による病因・病態分類に基づく治療法	老化および疾患
	31	疼痛、疲労の定量的診断法と新規治療法	老化および疾患
	35	代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法	老化および疾患
	74	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術	生命科学データ基盤
2039	6	細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全(パーキンソン病、筋委縮性側索硬化症(ALS)、脊髄損傷等)に対する治療法	医薬品・治療技術
	7	生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術	医薬品・治療技術
	8	免疫拒絶回避を完全にできる同種由来再生医療技術・製品	医薬品・治療技術
	10	生体環境を模倣した、移植治療用改変ヒト臓器作出を可能とする臓器培養技術	医薬品・治療技術
	22	高度な生体適合性を実現する生体人工物界面制御技術	医療機器・福祉機器
2040	28	胎生期から乳幼児期の環境因子に起因する生活習慣病の予防・治療薬	老化および疾患
	34	発症頻度に性差のある疾患の病因解明	老化および疾患

	46	アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法	脳科学・精神神経科学
	72	多数で多種類の生体分子が協働して生命システムを作り上げる作動原理を理解した上での人工細胞	生命科学データ基盤
2041	26	再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療	医療機器・福祉機器
2042	48	神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法	脳科学・精神神経科学
2043	47	精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバック、ウイルスベクター等を用いた神経回路を標的とした治療法	脳科学・精神神経科学
	49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	脳科学・精神神経科学
2044	45	自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法	脳科学・精神神経科学
2045	44	依存症(薬物、アルコール等)に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法	脳科学・精神神経科学
2046	43	うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	脳科学・精神神経科学
2047	40	ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	脳科学・精神神経科学
	41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	脳科学・精神神経科学
	42	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	脳科学・精神神経科学

## 2. 農林水産・食品・バイオテクノロジー分野

### 2.1 総論

#### (1) 細目の構成

本分野の細目は「農業生産システム」、「フードテクノロジー」、「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「次世代バイオテクノロジー」、「資源循環・未利用資源活用」、「食の安全と健康」、「サステイナビリティ」、「食・農の技術と社会」とし、従来の分類を踏襲しつつ、細目の内容を表す細目名に変更した。委員の構成も本分野の専門家だけではなく、医学、人間科学、社会学の専門家も交えて、多角的な視点から細目やトピックを設定した。

今回は分野横断的社会課題が設定され、本分野からは横断細目とし技術と社会の関わり、社会受容に関する技術等の内容で「食・農の技術と社会」が設定された。

#### (2) 本分野の今後の方向性

##### ①調査結果の総括

アンケート調査の回答者（2回目）は775人で前回（第11回科学技術予測調査デルファイ調査(2019)）と同程度であった。細目別の専門度が高い回答者の延べ人数は「次世代バイオテクノロジー」が最も多く、199名、次いで「農業生産システム」の140名、「フードテクノロジー」の132名、「食の安全と健康」の113名、「資源循環・未利用資源活用」の111名で、他の細目は100名以下であった。最も回答数の多い細目は「次世代バイオテクノロジー」、次いで「資源循環・未利用資源活用」であった。

本分野で科学技術と社会の両面から重要とされた細目は「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「未利用資源活用技術」であり、資源の有効利用やそのモニタリングに関するものであった。トピックでは「気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム」が最も重要度が高い（1.81）とされた。重要とされるトピックは総じて国際優位性が高いという結果となっており、専門度の高い回答者のトピックに対する意識が反映されたと思われる。一方、細目別の平均で見ると、1.0に近い細目はなかった。特に「食・農の技術と社会」の細目における社会とのコミュニケーションに関する領域では日本の文化、情勢等を反映しているのか、0.04と低かった。

科学技術的実現時期は2031年～2035年に集中していた。社会的実現時期は、科学技術的実現時期に呼応して、2031年～2035年（59%）、2036年～2040年（39%）と予測された。科学技術的と社会的実現時期の差が最も長い期間は6年であり、それらは「次世代バイオテクノロジー」の細目のトピックなどであった。科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処

すべき点は、資金（66%）、人材（57%）、研究基盤（50%）の順であった。

## ②今後の方向性〈分野全般に共通する推進方策等〉

専門度の高い回答者が多かったのは「次世代バイオテクノロジー」領域であったにもかかわらず、科学技術と社会の両面で重要とされた細目が「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「未利用資源活用技術」であることは、本分野における生産の持続性や資源の有効利用・モニタリング等に関する技術開発が今後重要であるという認識を示す。これは昨今、世界的に Circular Economy、Bio Economy 等の物質循環を基本とした思考、SDGs、日本における環境政策や実体験している気候変動等を意識している回答者が多かったためではないかと推察される。

分野全般では上記の資源、エネルギーの有効利用やそのためのモニタリング関連技術に加え、生産、流通におけるヒトの食生活の安全を担保する技術開発の方向性が見られた。キーテクとしてバイオテクノロジー、ICT、AI 等が挙げられる。特に生成 AI の活用は今後さらに広まるであろう。新技術とその社会受容に関する技術の開発や倫理では日本独自の文化や情勢を反映した結果が見られるが、技術開発側と社会とのコミュニケーションの取り方や可視化に関して研究が進められていくと推察される。

（池口厚男）

## 2.2 各論（細目概要）

### ①農業生産システム

#### i) 概要

世界的な気候変動、人口増による食料確保の不確実性が増す中、国内においては農林水産業従事者の急速な減少、環境保全への関心の高まりなど農林水産業を取り巻く環境が劇的に変化している。こうした中で AI やロボット技術をはじめとした先端技術を農林水産業の生産システムへ組み込み、環境保全と生産性の両立を図ることがこれまで以上に強く求められるようになっていく。農業生産ではロボット農機などが開発され現場導入も始まっており、林業や水産業でも機械化が進んでいるが、これら技術の一層の発展に加え、生産コストや環境負荷を低減するためのモニタリング技術やデータマイニングとの統合活用、人工環境下での生産技術など、持続的で安定的な食料供給にむけた新たな技術開発が期待されている。

## ii) 社会的意義

国民生活の基礎である食料供給を担う農林水産業は、生産に要する資材等の世界的遍在に悩みつつも自由貿易など資本主義経済下で労働力や資材コストを節減しながら生産性を向上し、海外産品と競合していくための技術開発が求められてきた。一方で化石燃料の大量消費による効率最優先の生産を続けてきた結果、農林水産業は非持続性が高まり環境破壊の一因にもなってきた。このため農林水産研究は従来型の効率重視の生産技術の開発から、将来にわたって食料を安定供給可能な持続的産業に回帰するための技術開発が求められている。

また、農林水産業は他産業よりも大きく気候変動の影響を受ける反面、広大な農地、森林、海洋などを生産基盤とすることから、生産活動を維持しながら温室効果ガス等の環境汚染物質を吸収・除去するために大きな役割を果たす可能性を秘めており、農林水産研究がこのような取組を加速化することが期待されている。

## iii) 今後の展望

現代の農林水産業は国内外とのし烈な競争に加え、変動する気象条件の下で生産活動を行いながら、環境への負担を最小限にしなければならないという困難な課題を抱えている。そのためには、作物ゲノム、投入資材等の情報に加え、土壌成分・気温・病害虫などの環境変化を常時把握するセンシングや作物・養殖魚等の生育予測などから得られる情報、市場動向・資材コスト等の産業を取り巻く社会情報などすべての情報を統合活用する技術が必要である。アウトプットとしての実際の生産活動には、センサやドローン等の高能率機器・施設、ロボット作業機、人工環境下での作物生産・養殖技術等に加え、免疫、ストレス耐性、体内蓄積など生物が本来持つ機能や行動原理を最大限活用して人為的介入を最小限にする技術が求められる。

今後はAIなど他産業の成果を活かして、農林水産業が食料生産だけでなく医薬品・エネルギーなど国民が必要とする様々な物資を持続的に再生産可能な産業へと変革するために、新たな視点からの技術開発が重要となる。

(羽鹿牧太、横地洋、山下伸也)

## ②フードテクノロジー

### i) 概要

今回調査から日本の国際優位性に関する質問が設定された。世界の中での日本の優位性を判断することは、専門家でも頭を悩ますことがあると思われるが、調査結果では日本の国際



優位性が高いと評価された上位 20 位のうち、フードテクノロジー関連トピックが 8 件と最も多かった。この 8 件には、毛髪混入検出技術やアレルゲンに関する技術など、食品安全に関わる技術が含まれており、科学的根拠に基づく食品の安全担保への関心は非常に高いといえる。次世代タンパク源については社会受容が課題であり、未利用・低利用生物資源を利用する利点や新規タンパク源の社会的必要性などの周知努力が必要と思われる。養殖に代表されるフードテクノロジーでは国内外連携・体制整備および研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備が求められている。外国人を含む人材確保も優先的に対処すべき横断的社会課題であり、プロジェクトの国際運営の実現や世界規模での食料危機の起こらない流通システムの確立への展開が予想される。

## ii) 社会的意義

日本の国際優位性が高いと評価された「混入物検出技術」「リアルタイム非破壊定量分析システム」「アレルゲン計測技術」は今後も高い関心が寄せられる食の安全・安心を守る技術として社会的意義がある。また、「非冷凍生鮮食料品の長期貯蔵技術」「美味しさの定量化」「脳科学的アプローチによる高齢者の食欲増進」は食品ロス削減への対策、災害食への発展、高齢化対応への波及が見込まれる。また、調査結果からは養殖関連にも高い関心があることがうかがわれ、社会的意義は大きいと思われるが、研究基盤整備、研究開発費の拡充、事業化といった課題の対処が必要である。

## iii) 今後の展望

課題は多岐にわたっており、社会受容や基盤整備、人材確保、食の安全・安心に関わる課題では、どこか一つのプロセスだけを最適化するのではなく、社会的必要性などの周知をはじめ、生産から消費までのプロセス全体を一つのシステムとしてとらえて、全体の最適化を図り、機能を強化していくことが求められる。国際優位性が高いフードテクノロジーを活用するためには、国がリーダーシップをとって、多様なステークホルダーが参加するプラットフォームをつくり、法整備も含めて支援をしていく必要があるだろう。調査結果では国内外連携・体制整備および研究施設・情報基盤などの基盤整備だけでなく、外国人を含む人材確保も優先的に対処すべき横断的社会課題であり、プロジェクトの国際運営の実現や世界規模での食料危機の起こらない流通システムの確立への展開が予想され、我が国が直面している課題を解決するために、技術開発と社会実装を推進することで、将来的には国際ビジネスへの展開も期待できる。

(濱田奈保子)

### ③資源保全活用技術

#### i) 概要

地球温暖化によるさまざまな影響が顕在化してきている。気温や水温の上昇は、農作物や水産物の収穫量に大きな影響を及ぼし始めている。これに対して、品種改良による高温耐性品種等の作出や、陸上養殖の拡大等の適応策がとられている。また、動物の個体数増加が農林業被害の増加につながる一方で、生息環境の変化が生物多様性喪失や種の絶滅につながりつつある。これに対して、個体数調整や遺伝子資源の収集・保存、人工栽培技術の開発等が行われている。豪雨災害等の頻発に対しては、レーダー等の観測技術の高度化による警報発出精度向上や災害リスク評価手法の開発によるゾーニング等が進められている。さらに、化学物質利用の多様化に伴って、マイクロプラスチックが水生生物に及ぼす影響が明らかになりつつある。

#### ii) 社会的意義

温暖化問題に関しては、資源変動対策・適応技術の高度化と同時に、抑制対策につながる温室効果ガス抑制・炭素固定を増強する農地・森林生態系管理技術、森林のスマート管理技術や病害虫管理技術の開発が求められる。これらは、山地等の防災・減災対策としても重要である。輸入に頼る肥料の高騰やリン鉱石等の資源枯渇に対して、土壌の肥料成分を制御できる植物改良技術が求められる。また、水産資源の減少に対して、革新的な資源量把握や生物の行動監視・制御技術、ICTによるデータ駆動型養殖管理システムの開発が求められている。生物多様性保全等に関して、藻場・干潟などの沿岸環境修復技術、革新的な捕獲技術や獣害防止技術、環境DNAを利用した希少種保存・管理技術が求められる。マイクロプラスチックの問題に関しては、海洋プラスチックごみの排出量削減技術が求められる。

#### iii) 今後の展望

資源等の変化量が大きく、また、適応策の少ない水産資源対策は、喫緊に取り組むべき課題であろう。この問題には、資源把握や行動制御技術、養殖技術の開発に加えて、養殖場所や餌の安定確保等に至る幅広い取り組みが必要である。農作物についても、収量を増やしつつ、温室効果ガス排出を削減する栽培技術や品種の開発、肥料投入を減らせる品種や栽培技術が求められる。森林の炭素貯留は温暖化防止の上で重要であるが、低炭素資材である木材が求められる中、炭素貯留量を維持し、山地防災を回避・軽減する木材生産・造林技術の開発が求められる。また、生物多様性保全が喫緊の課題となっており、生息地の保全・改良や遺伝

子資源の収集・保存、個体数管理技術の開発が求められる。マイクロプラスチックの影響解明はさらに進められる必要があり、プラスチック製品利用の見直しも求められよう。これらの課題は、市場経済にのらない、あるいはのっても個別企業の規模が小さいなどのため、技術開発が進みづらいものが多く、対策が遅れがちになることに注意が必要である。

(久保山裕史)

#### ④生物・環境資源情報基盤

##### i) 概要

近年、温暖化、異常気象、食料安全保障、生物多様性など地球規模の社会問題が顕在化するなかで、関連研究分野の研究者のみならず一般生活者においても、気象・土壌・生物・生態系等に関する基盤的データの持続的集積と体系的な利活用の重要性が強く認識されている。本細目では農林水産業およびそれにかかわる資源のセンシング、モニタリングやデータベース化、ならびにそれらを活用する変動予測、さらには持続的な管理方策にかかわる研究と技術開発をとりあげた。これらは、関連諸分野の研究を前進させるとともに、ソリューションを社会実装するうえでも欠かせない共通基盤であり、主要な国際的学術誌の動向からも同分野の研究が世界的に重要視されていることが明らかである。

##### ii) 社会的意義

本細目でとりあげた研究開発課題は、生物資源・土壌資源・水資源等の食料生産基盤の持続的確保、農林水産分野における温暖化対策（緩和策・適応策）、農業資源の持続的管理などの人類共通の社会課題を支えるうえで不可欠な役割を持っている。本細目は「資源循環・未利用資源活用」、「資源保全活用技術」の細目と並んで「重要度」スコアは高く、特に「国際優位性」においてはトップ3のスコア値となっている。国連の提唱するSDGsや地球温暖化に関するパリ協定、生物多様性条約（CBD）などの国際動向が国内研究者の意識にも浸透し、研究の活発化が反映された結果と推察される。本細目課題は公共性が高く、他分野の研究や民間での事業化促進を支える役割も大きいため、公的機関での研究を加速する必要性が認識されていることがうかがえる。

##### iii) 今後の展望

食料生産の安定確保、異常気象等災害対策、地球環境保全などの喫緊の国際共通ニーズにとって、気象・土壌・生物・生態系等に関する基盤的データ・情報の持続的集積と体系的利

用の重要性は増している。たとえば、1950年代から開始された人工衛星による地球観測データは着々と集積され、近年はさらに高精細化・高頻度化が格段に進み、人類共通のデータ資産として資源科学研究や農林水産業における直接利用が実装されつつある。前回調査以降でも、衛星コンステレーションやドローン技術、センサ技術やネットワーク技術、機械学習法等計算機技術の進展速度は顕著であり、本細目にとりあげたどの課題もそれらを直接的に利用する分野が多く、今後数十年にわたって長足の進歩が見込まれる。研究開発の加速に向けて公的投資の重要性を示す調査結果となっているのは、共通基盤性・公共性が高いこと、および国際貢献や民間事業展開への波及効果も大きいと考えられる。

(井上吉雄、松田陽介)

## ⑤次世代バイオテクノロジー

### i) 概要

次世代バイオテクノロジーは、農業や食品産業の分野で、作物の草姿や生理的状态をリアルタイムでモニタリングする技術の進展により、栽培管理や品質管理の向上を図っている。また、環境情報と作物の表現型データを活用した統合的な解析が進むことで、環境ストレスに強い作物の育種や持続可能な栽培支援技術の発展が期待されている。さらに、合成生物学や組織工学的手法の応用により、生物由来の工業製品の効率的な生産が進み、今後は農業や製造業を含む幅広い産業分野で応用可能な「バイオファブリケーション」の発展が見込まれている。

### ii) 社会的意義

次世代バイオテクノロジーは、気候変動や人口増加に伴う食料供給問題の解決に向け、持続可能な生産システムの構築を通じて大きな社会的意義を持つ。例えば、CO<sub>2</sub>の固定能力を持つ植物の開発や、環境負荷の少ない生物由来の工業製品の生産技術により、地球環境に対する正の影響が期待されている。また、組織工学的手法を用いて、免疫反応の影響を受けない移植片が開発されることで、医療分野への応用が見込まれる。これらの技術は、生産効率の向上に留まらず、環境保全や医療分野においても広範な波及効果をもたらすだろう。

### iii) 今後の展望

次世代バイオテクノロジーは、地球環境問題、食料不足、医療技術の革新など、幅広い課題に対する応用が期待される。国際的なデータ共有や異分野との融合により、気候変動や資源

枯渇に対応した作物や生産システムが開発され、より実用的な技術へと進展するだろう。また、環境ストレスに強い作物の育種や AI を活用した精密な栽培支援技術の発展により、持続可能な生産システムが構築される見通しである。さらに、環境センシングやロボット工学分野でも次世代バイオテクノロジーの活用が期待されており、生体分子を用いた高感度センサー技術により、微量な汚染物質や温室効果ガスの検出が可能となり、環境保全や災害対応に貢献するだろう。医療分野においても、再生医療や感染症対策、個別化医療に向けた技術の進展が期待されている。これにより、次世代バイオテクノロジーは持続可能な未来を切り拓く重要な分野として、今後も注目を集めるだろう。

(竹内昌治)

## ⑥資源循環・未利用資源活用

### i) 概要

本細目は耕畜連携、木材の活用、バイオマスのマテリアル・エネルギー利用、国産自給飼料、肥料の生産増等、資源循環・未利用資源活用に関する技術開発であり、持続的社会の実現に向けて重要な領域である。世界的にも Circular Economy, Bio Economy をはじめとして資源、エネルギーの有効利用を重視する動きがあり、日本も政策として「みどりの食料システム戦略」（農林水産省）、「地域循環共生圏」（環境省）等を推進している。プラスチック資源循環、アルミニウム資源循環の技術開発、未利用熱エネルギーの活用やバイオマスのマテリアル利用、エネルギー利用に関する技術開発が継続的に進められている。本調査において本分野の中で2番目に重要である細目という結果が示された。科学技術的実現に向けて日本は「人材」、「資金」、「研究基盤」を優先的に対応すべきであることが示された。

### ii) 社会的意義

日本のエネルギー自給率は約 13%と低く、資源・エネルギーを輸入に依存しており、それらの価格は世界情勢の影響を大きく受けること、気候変動に対応して環境に配慮したフードシステムが求められていることから、本細目のトピックの社会的意義は非常に大きい。化石燃料の代替となるエネルギー源の探索、変換技術、化石資源由来製品代替化技術、バイオマスのさらなる高度利用は循環型社会の構築に寄与する。国産飼料自給率、肥料自給率の向上は食料安全保障上においても重要な要素である。以上のように本細目のトピックは日本の循環型の生産システムだけではなく、社会、産業への波及効果は大きいと考えられる。

### iii) 今後の展望

日本のおかれている情勢を勘案すると、化石資源の代替や効率的な利用に関する研究は国家存続の根幹に資する研究分野と言える。木材は日本が持っている貴重な資源の一つであることから高度な利用技術がさらに研究開発されていくと考えられる。また、日本の国土を考えると海水を資源とした物質、エネルギーへの活用に向けた研究が推進されていくと思われる。循環型社会の構築、国産飼料自給率、肥料自給率の向上等においては要素やインターフェースの科学技術だけではなく、社会制度の面からも資源循環が促進されるしくみが研究されていくと予測される。特に化石資源の代替となる新エネルギー資源とその利用可能なエネルギーへの変換技術に関する研究開発への期待は大きい。

(池口厚男)

## ⑦食の安全と健康

### i) 概要

近年、食の安全と健康に関する課題は多様化・複雑化している。また、食の安全と健康に対する意識の高まりを受け、人獣共通感染症病原体排除技術や食品汚染の対策として、AI やビッグデータを活用した早期検知システムや新たなフードディフェンスシステムのレジリエンスを高める技術開発が進んでいる。さらに、重金属・放射性物質の無害化処理技術やトレーサビリティ・システムの高度化が推進されている。さらに、これらの技術を機能性食品の開発や精神的健康を考慮したウェルビーイングの向上に活用することが、国民の健康寿命の延伸と社会全体の QOL 向上に貢献することが期待される。

### ii) 社会的意義

食の安全確保と健康維持は、私たちの生命と健康を支える基盤として最重要課題である。感染症対策として開発される人獣共通感染症の排除技術や無害化技術は、食品の健康被害リスクを大幅に低減させることに繋がる重要技術であると考えられる。また、重金属や放射性物質の管理・モニタリング技術の高度化は、環境汚染からの安全確保と長期的な健康被害の予防に寄与する。

このようなフードディフェンスシステムの構築は、フードサプライチェーンのレジリエンス強化に資すると考えられる。さらに、トレーサビリティの確立により、生産から消費に至るまでの過程が可視化され、問題発生時の迅速かつ的確な対応が可能となる。加えて、AI とビッグデータを活用した機能性食品の開発や精神的健康の向上に関する取り組みは、予防医

学の観点から健康寿命の延伸に貢献すると期待される。

### iii) 今後の展望

アンケート調査結果を踏まえ、食の安全と健康分野における新技術の社会実装において、消費者の科学的リテラシーの向上と国際的な協調体制の構築が重要になってくると考えられる。また、新規食品に関するリスクコミュニケーションでは、教育機関との連携を通じた双方向的な対話によって消費者の理解を深めることで、新技術を受け入れる社会環境を構築することが受容性を高めることに寄与すると考えられる。また、食糧貿易の安全性確保に向けては、トレーサビリティやフードディフェンスシステムの国際標準化が急務であり、特にブロックチェーン技術などの透明性や改ざん防止などの点からのセキュリティー面での高いシステムの開発を基盤とした国際協調が重要になると考えられる。さらに、重金属や放射性物質の吸収を抑制する作物の開発などの安全性を高める技術革新が今後の持続可能な食糧生産システムの構築において期待されていると考えられる。

(原 太一)

## ⑧サステイナビリティ

### i) 概要

世界的な人口増加を背景に、国内における経済発展や食料生産を地政学的な観点から需給予測する必要がある。しかし地球自体の生産性を圧迫するような集約的な活動により、自然資本の劣化が顕在化しており、それに立脚した生態系サービスの維持と向上の達成と同時に、再生可能エネルギー等を利用した社会変革が求められている。そのためには将来にわたり生物資源を持続利用するため、従来の総合知を集約し、進歩の著しい AI 技術と融合させた評価システム、社会実装プラットフォームの構築が求められる。

### ii) 社会的意義

地球温暖化の影響が顕著になる昨今、自然資本の中で生み出される生物資源を持続的に利用するための基盤を理解し、食料需給の安定化を追求する体系構築は国内外において着手すべき課題である。経験則の中で実施されてきた生物資源の持続利用に関する知見を集積、共有することは、環境の変容の中で継続的で、安定的な生物資源の利用、食料生産の推進に望まれる。地域や社会の多様な価値観を尊重しつつ、社会変容を推進するための基盤を提供する。

### iii) 今後の展望

地域社会においては、気候変動対策への貢献だけでなく、自然再興への取り組みも含めた環境への配慮が求められている。そのため、社会、経済活動における行動規範の中には、自然資本の基盤をなす地球環境の理解が欠かせない。その際には、人類が享受する生態系サービスを読み解き、地域社会とその知見を共有することができる人材の養成も求められる。資本主義偏重から地球との共存を推進するためには、地域・国際社会での理解や合意形成が障壁になる可能性がある。したがって研究推進における人材育成だけでなく、地域社会の多世代共創を通じた情報や価値観の共有が重要になろう。

(松田陽介、香坂玲)

## ⑨食・農の技術と社会

### i) 概要

「食・農の技術と社会」では、科学技術を社会的文脈に位置づけ、技術革新と社会課題の統合を目指すトピックを取り上げた。回答の専門度では「高」よりも「中」や「低」の割合が高く、幅広い層の意見が反映されていることが示唆される。主なトピックとして、地域特性やライフスタイルに応じた食事の特徴の解明、小規模分散型農業の権利集約システム、人畜共通感染症の全球監視ネットワークの構築、食農倫理情報共有プラットフォームの構築が挙げられる。調査結果では、これらの取り組みが社会的課題に対応しつつ、科学技術が社会の期待やニーズに応える形で進展することの重要性が強調された。また、これらの実現には、人材育成や教育が不可欠であることが示された。

### ii) 社会的意義

本細目におけるトピックは、持続可能性や食の安全・安心の確保、地域社会の活性化に大きく寄与する可能性を持つ。例えば、小規模分散型農業の権利集約システムは、担い手不足や高齢化が進む地域農業の持続性を高めるとともに、農村地域の社会資本を強化する可能性を持つ。また、人畜共通感染症の監視ネットワークは、人と動物双方の健康を守る重要な仕組みとなり、食農倫理情報共有プラットフォームは、研究者が倫理的課題を認識し、責任ある研究活動を進めるための基盤を提供し、科学技術研究の透明性と社会的信頼の向上に貢献する。これらの取り組みは、日本国内の社会課題解決に寄与するだけでなく、国際協力にもつながる可能性を有している。



### iii) 今後の展望

今後の食・農領域の技術革新には、研究活動のあらゆる段階で社会とのコミュニケーションを取り入れることにより社会との良好な関係を築くことが求められる。また、研究者の倫理的課題対応能力の向上のために教育プログラムを拡充し、次世代の研究者を育成することも重要である。さらに、持続可能性を重視した農業技術や食の安全システムの国際的展開を図ることで、日本の科学技術モデルを世界に発信し、SDGs 達成に貢献できる可能性もある。これらを実現するためには、地域社会との関係性や国際的な協力体制の強化、および科学技術政策における重点化が不可欠である。

(山口富子、池口厚男)

## 2.3 細目およびキーワード

本分野は、「農業生産システム」、「フードテクノロジー」、「資源保全活用技術」、「生物・環境資源情報基盤」、「次世代バイオテクノロジー」、「資源循環・未利用資源活用」、「食の安全と健康」、「サステイナビリティ」、「食・農の技術と社会」等の9つの細目で構成される（図表Ⅱ-2-1）。

図表Ⅱ-2-1 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	農業生産システム	野生種の栽培作物化、機能性高分子等生産技術、閉鎖型陸上循環養殖、環境負荷低減飼料、伐採等自動化技術、自動化・無人化循環型植物工場、育種の超高速化、生態調和型農業生産システム、農業ロボット、(生産技術の)自動化、情報(取得の高速・自動化)、(ゲノム活用等による)高速育種、環境負荷低減、(統合生産システムによる)生産性向上、(作物、樹木、家畜等の生育、病虫害の発生)予測、新規物質生産、閉鎖型(生態系循環型)生産、生産性向上と持続可能性の両立、データ駆動型生産システム、完全無人農業ロボットシステム、スマート高速育種、AIを用いた給餌システム
2	フードテクノロジー	食品加工 CPS、デジタルマーケティング、調理ロボット、トレーサビリティ、フードミクス、フードロス、フード 3D プリンター、食の EC 化、細胞性食品生産技術、宇宙農業、オンデマンド食品、精密発酵、新貯蔵技術、次世代タンパク源、データ駆動型アプローチ、美味しさのシステムデザイン
3	資源保全活用技術	魚類生殖細胞バンク、高度ライフタイムロギング、災害防止の森林管理技術、ICT 養殖管理、森林地質自動把握技術、海洋プラスチックゴミ、環境 DNA、環境生態インパクト評価、植物・動物・微生物遺伝資源収集保全、動植物養殖管理、気象災害防止、土砂災害防止、陸海域炭素固定増強、水資源管理システム、農業・海洋プラスチックゴミ抑止、環境 DNA 監視利用、生物多様性
4	生物・環境資源情報基盤	農林水産資源広域モニタリングシステム、地球規模センサーネットワーク利用、全球グリッドデータベース化、資源変動予測・管理技術、高空間・高時間解像度気象予測、ICT 漁場・森林管理技術、微生物リアルタイムモニタリング、農林水産資源広域高解像度センシング、地球規模モニタリング、土壌・生物資源データベース、土壌・バイオマス・水資源変動予測、生物資源広域モニタリングシステム、ICT 陸域・海域／農地・林地・漁場管理技術、微生物叢モニタリング・制御技術
5	次世代バイオテクノロジー	生殖細胞作出技術、生育シミュレーション、ゲノム改変技術、異種移植、植物機能の包括的可視化、温室効果ガス大量・大規模固定、エピゲノム制御、高精度作物モデリング、生物記憶解読、長鎖ゲノム合成技術、細胞デバイス、バイオファブリケーション、ラボオートメーション、AI for Life Science、(細胞や遺伝子情報の)長期保存技術、(高精度モデルによる)生育予測、(ビッグデータに基づく)ゲノム改変、(多数遺伝子の同時改変が可能な)遺伝子組み換え、環境負荷低減
6	資源循環・未利用資源活用	耕畜連携生産システム、中高層木造構築物、高耐久木材、高効率低コスト発電・熱利用技術、生分解性・光分解性素材、化石資源由来製品代替化、副産物の付加価値化、バイオマス、生分解性プラスチック、資源循環、新エネルギー資源、微生物燃料電池

	細目	キーワード
7	食の安全と健康	人獣共通感染症病原体排除技術、フードディフェンスシステム、食・健康医療のためのビッグデータとAI技術、重金属・放射性物質、無病化处理技術、トレーサビリティ、レジリエンス、食の安全保障、ウェルビーイング、フードサプライチェーン、危害要因、機能性食品、精神的な健康
8	サステイナビリティ	食料需給予測、水産資源管理、家族農業、ネットワーク、森林療法、バイオエコノミー、伝統的な調理法、コミュニティの見える化、ブロックチェーン、多世代共創、価値、合意形成、トランスフォーマティブチェンジ、食料需給予測、自然療法、生態系の保護、生物多様性の保全、生態系の管理
9	食・農の技術と社会	倫理、人畜共通感染症、人・動物・植物の健康、安心な技術、エルシー（ELSI）、社会受容、技術の倫理的課題、データ共有基盤、所有権と管理責任（意欲と能力のある個人・事業体への集約、被害リスクの高い土地の公的管理）

## 2.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-2-2の通りである。

図表Ⅱ-2-2 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の回答者内訳

年代	20 代	14 人	職 業	大学等	469 人
	30 代	104 人		公的研究機関	174 人
	40 代	237 人		民間企業	86 人
	50 代	246 人		その他	46 人
	60 代	130 人	職 種	研究・開発	657 人
	70 代以上	43 人		マネジメント	55 人
	無回答	1 人		その他	63 人
	合計				

## 2.5 調査結果

### 2.5.1. 重要度と国際優位性

#### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-2-3に示した。細目別では、「資源保全活用技術」6件と最も多く、次いで「生物・環境資源情報基盤」5件、「資源循環・未利用資源活用」3件であった。

重要度のもっとも高いトピックは「気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム（重要度1.81）」であった。

図表Ⅱ-2-3 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
153	気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム	1.81	2032	2035	生物・環境資源情報基盤
148	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	1.80	2037	2038	資源保全活用技術
188	国産飼料の50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	1.77	2032	2037	資源循環・未利用資源活用
140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	1.62	2029	2034	資源保全活用技術
187	海水中からレアメタルを回収するシステム	1.61	2034	2038	資源循環・未利用資源活用
145	陸域・河川・沿岸域を繋ぐ物質循環システムの解明に基づいた、藻場・干潟などの沿岸環境修復技術	1.60	2034	2037	資源保全活用技術
156	生物資源となる多様な種、品種の遺伝子資源の保存技術に基づく、永久保存体制の構築	1.59	2033	2038	生物・環境資源情報基盤
173	合成生物学や組織工学的手法による、再生可能エネルギーや生物由来工業製品の効率的生産技術	1.58	2032	2037	次世代バイオテクノロジー
150	水産資源量把握のための革新的技術	1.56	2035	2036	資源保全活用技術
147	生物多様性・環境保全のための藻場・干潟・湿地などの沿岸環境修復管理技術	1.53	2036	2037	資源保全活用技術
218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある個人・事業体への各種権利の集約システム	1.50	2030	2033	食・農の技術と社会
159	農林水産生態系における外来生物等の実態把握と影響評価技術	1.49	2034	2037	生物・環境資源情報基盤
220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視ネットワークシステム	1.48	2032	2034	食・農の技術と社会
154	漁業の操業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICTを活用した、漁場管理基盤データベース構築	1.46	2031	2034	生物・環境資源情報基盤
203	世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた、地政学的な食料の需給予測	1.45	2033	2034	サステナビリティ
136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	1.44	2032	2034	フードテクノロジー
208	生物資源の持続利用のための社会科学的知見の集積手法	1.42	2033	2035	サステナビリティ
158	超小型電子チップの埋め込みによる、水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム	1.40	2036	2037	生物・環境資源情報基盤
183	従来と比べて温室効果ガス排出量を90%以上削減できる、バイオマスのマテリアルおよびエネルギー利用技術	1.40	2033	2037	資源循環・未利用資源活用
146	温室効果ガス抑制・炭素固定を増強する農地・森林生態系管理技術	1.39	2036	2038	資源保全活用技術

\*非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)としてスコアを算出。

## ②国際優位性上位 20 位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位 20 位を図表Ⅱ-2-4 に示した。細目別では、「フードテクノロジー」が 8 件と最も多く、次いで、「生物・環境資源情報基盤」が 3 件であった。国際優位性のもっとも高いトピックは、「食品生産ラインにおける有機物（毛髪など）の混入検出のための識別技術（国際優位性 1.07）」であった。

図表Ⅱ-2-4「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

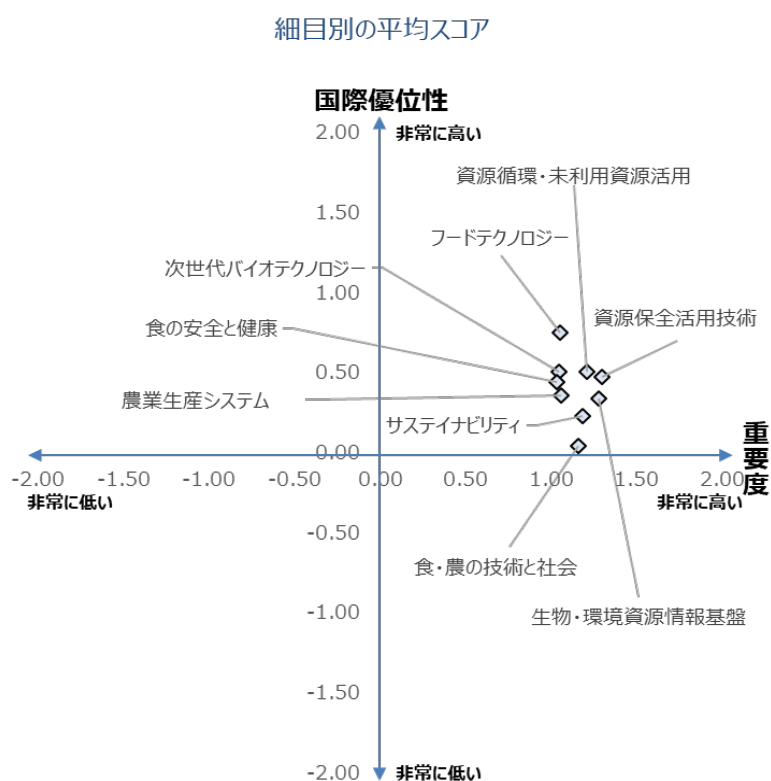
ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
123	食品生産ラインにおける有機物(毛髪など)の混入検出のための識別技術	1.07	2029	2031	フードテクノロジー
136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	1.03	2032	2034	フードテクノロジー
125	生産現場における農林水産物の品質(成分・物性・熟度)のリアルタイム非破壊定量分析システム	1.03	2029	2031	フードテクノロジー
153	気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム	1.00	2032	2035	生物・環境資源情報基盤
127	高齢社会を意識した、フードミックスの考え方にに基づく多様な機能性食品	0.93	2031	2032	フードテクノロジー
126	アレルギー計測技術に基づいた、アレルギーを起こさない食品の製造技術	0.92	2031	2031	フードテクノロジー
108	生態系循環を活用した、環境負荷大幅低減が可能な、ウナギなどの大規模閉鎖型完全陸上養殖技術	0.89	2030	2033	農業生産システム
158	超小型電子チップの埋め込みによる、水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム	0.88	2036	2037	生物・環境資源情報基盤
140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	0.86	2029	2034	資源保全活用技術
124	味・香り・食感の認知科学・言語学・化学・AIなど分野融合的アプローチによる、美味しさの定量化・再現化技術	0.85	2031	2033	フードテクノロジー
157	計量魚群探知システム(魚種判別・サイズ測定)の高精度化による多種一括資源量評価技術	0.83	2034	2037	生物・環境資源情報基盤
215	食文化の多様性を尊重するという視点から、地域特性や個々のライフスタイルに適応した食事の特徴の解明	0.83	2033	2033	食・農の技術と社会
129	冷凍せずに生鮮食料品の品質を保持するための長期貯蔵技術	0.82	2030	2032	フードテクノロジー
191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	0.82	2030	2030	食の安全と健康
182	土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で50年程度の長期使用可能な高耐久木材	0.81	2033	2035	資源循環・未利用資源活用
174	免疫反応の影響を受けない移植片	0.81	2034	2036	次世代バイオテクノロジー
209	農林水産業に関する伝統知識・技法の科学的な伝承体系評価手法	0.78	2032	2033	サステナビリティ
133	脳科学的アプローチを用いて、食品の味・香りにより、高齢者の食欲を増進させる技術	0.77	2034	2036	フードテクノロジー
144	環境DNAを利用した生態系の理解と解析を援用した、希少種の保存・管理技術	0.76	2033	2036	資源保全活用技術
187	海水中からレアメタルを回収するシステム	0.75	2034	2038	資源循環・未利用資源活用

\*非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)としてスコアを算出。

### ③重要度と国際優位性の関係

細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-2-5に示した。本分野は、すべての細目が右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。中でも、「フードテクノロジー」は重要度と国際優位性の両方が高い。一方、「食・農の技術と社会」では重要度は高いが国際優位性は中程度である。

図表Ⅱ-2-5「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野における細目別の重要度と国際優位性



\* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

\* 本図の重要度及び国際優位性は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

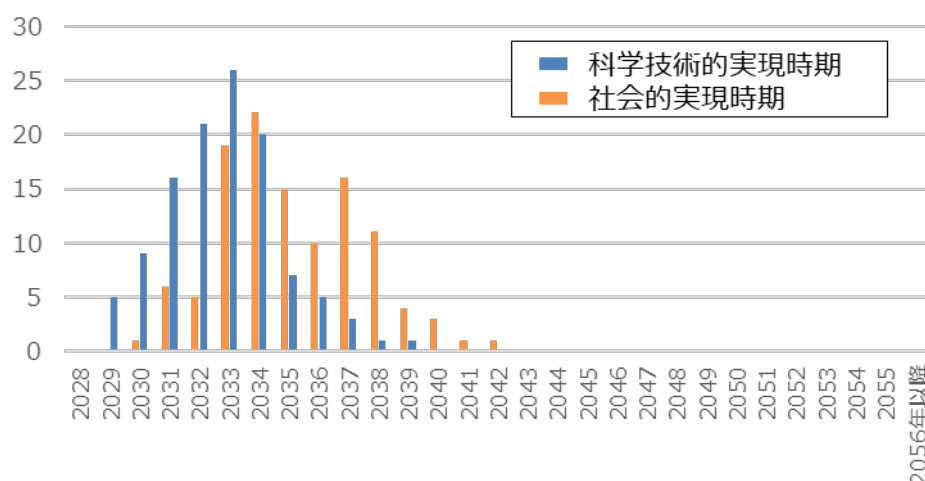
## 2.5.2. 実現時期

### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は2029年から2039年までの範囲に分布し、トピックの約91%が2035年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は2030年から2042年までの範囲に分布し、2035年までにトピックの約60%が実現すると回答された。

(図表Ⅱ-2-6)。また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差がもっとも大きいトピックは「ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質」、「雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術」、「光合成能力を飛躍的（1.5-2 倍以上）に向上した植物による、効率的 CO<sub>2</sub> 回収技術」の 6 年であった（図表Ⅱ-2-7）。

図表Ⅱ-2-6 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-2-7 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
135	ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質	2033	2039	6	フードテクノロジー
168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	2034	2040	6	次世代バイオテクノロジー
171	光合成能力を飛躍的(1.5-2倍以上)に向上した植物による、効率的CO2回収技術	2035	2041	6	次世代バイオテクノロジー
112	作物生育予測やAI農機等を組み合わせた、作業者が圃場に行く必要がないオフィス農業	2032	2037	5	農業生産システム
140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	2029	2034	5	資源保全活用技術
156	生物資源となる多様な種、品種の遺伝子資源の保存技術に基づく、永久保存体制の構築	2033	2038	5	生物・環境資源情報基盤
163	DNA情報と遺伝子情報を統合した、微生物叢の機能評価技術の構築	2030	2035	5	生物・環境資源情報基盤
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデルブタ	2033	2038	5	次世代バイオテクノロジー
173	合成生物学や組織工学的手法による、再生可能エネルギーや生物由来工業製品の効率的生産技術	2032	2037	5	次世代バイオテクノロジー
188	国産飼料の50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	2032	2037	5	資源循環・未利用資源活用
217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	2033	2038	5	食・農の技術と社会

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2029年がもっとも早く、細目では「フードテクノロジー」が2件と多いことが示された（図表Ⅱ-2-8）。社会的実現時期は、2030年がもっとも早く、科学技術的実現時期と同様に「フードテクノロジー」のトピックが多い（図表Ⅱ-2-9）。

図表Ⅱ-2-8 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
123	食品生産ラインにおける有機物（毛髪など）の混入検出のための識別技術	2029	フードテクノロジー
125	生産現場における農林水産物の品質（成分・物性・熟度）のリアルタイム非破壊定量分析システム	2029	フードテクノロジー
140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	2029	資源保全活用技術
181	主要な自然植生である広葉樹を生物多様性の保全に配慮しつつ建築物の構造部材等として活用する技術	2029	資源循環・未利用資源活用
198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	2029	食の安全と健康

図表Ⅱ-2-9 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	2030	食の安全と健康
123	食品生産ラインにおける有機物（毛髪など）の混入検出のための識別技術	2031	フードテクノロジー
125	生産現場における農林水産物の品質（成分・物性・熟度）のリアルタイム非破壊定量分析システム	2031	フードテクノロジー
126	アレルギー計測技術に基づいた、アレルギーを起こさない食品の製造技術	2031	フードテクノロジー
141	ICTによる養殖履歴データの自動収集とデータベース化を通じた、データ駆動型養殖管理システム	2031	資源保全活用技術
198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	2031	食の安全と健康
219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	2031	食・農の技術と社会

## ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2039年がもっとも遅く、遅いトピックの上位5位（5件）のうち3件は「農業生産システム」の細目のトピックであった（図表Ⅱ-2-10）。



社会的実現時期では2042年がもっとも遅く、遅いトピックの上位5位（5件）のうち、もっとも多いトピックの細目は「次世代バイオテクノロジー」で3件、次いで2件の「農業生産システム」の細目であった（図表Ⅱ-2-11）。

図表Ⅱ-2-10 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	2039	次世代バイオテクノロジー
111	野生生物保全、土壌流亡防止等の森林機能を保持しつつ、経済生産が可能な次世代型森林造成技術	2038	農業生産システム
109	魚類の免疫機構とその制御因子の解明に基づく、感染症予防技術	2037	農業生産システム
114	宇宙や極地での永続的な生活を可能とする、外部からの物質供給がない完全閉鎖系無人植物工場	2037	農業生産システム
148	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	2037	資源保全活用技術

図表Ⅱ-2-11 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	2042	次世代バイオテクノロジー
171	光合成能力を飛躍的(1.5-2倍以上)に向上した植物による、効率的CO2回収技術	2041	次世代バイオテクノロジー
111	野生生物保全、土壌流亡防止等の森林機能を保持しつつ、経済生産が可能な次世代型森林造成技術	2040	農業生産システム
114	宇宙や極地での永続的な生活を可能とする、外部からの物質供給がない完全閉鎖系無人植物工場	2040	農業生産システム
168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	2040	次世代バイオテクノロジー

#### ④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が10%以上のトピックを図表Ⅱ-2-12に示した。科学技術的実現と社会的実現において2件のトピックが共通に示された。

「わからない」の回答割合が大きいトピック（上位3位）は、科学技術的実現と社会的実現の両方で共通に示された（図表Ⅱ-2-13）。

図表Ⅱ-2-12 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の「実現しない」の回答割合が高い（10%以上）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
195	重金属・放射性物質を吸収しない作物	0.85	15%	2033	食の安全と健康
217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	0.38	11%	2033	食・農の技術と社会
203	世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた、地政学的な食料の需給予測	1.45	10%	2033	サステナビリティ

社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	0.38	17%	2038	食・農の技術と社会
178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	0.67	15%	2042	次世代バイオテクノロジー
195	重金属・放射性物質を吸収しない作物	0.85	15%	2033	食の安全と健康
130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	0.56	11%	2035	フードテクノロジー
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデルブタ	1.05	11%	2038	次世代バイオテクノロジー

図表Ⅱ-2-13 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
149	土壌等環境からの肥料分・重金属等の吸収・蓄積レベルを自由に制御できる植物改良技術	0.67	59%	2033	資源保全活用技術
139	監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な病害虫管理技術	1.00	57%	2033	資源保全活用技術
219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	1.24	53%	2031	食・農の技術と社会

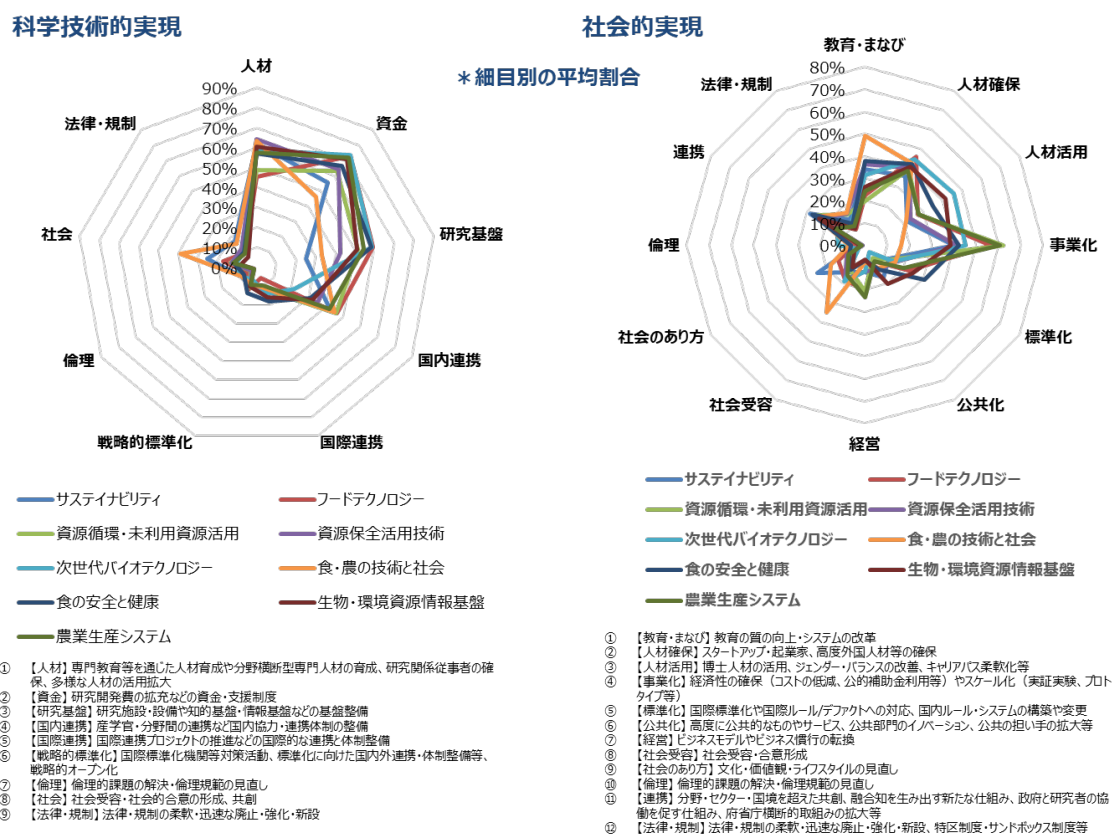
社会的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
149	土壌等環境からの肥料分・重金属等の吸収・蓄積レベルを自由に制御できる植物改良技術	0.67	59%	2035	資源保全活用技術
139	監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な病害虫管理技術	1.00	48%	2036	資源保全活用技術
219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	1.24	47%	2031	食・農の技術と社会

### 2.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（図表Ⅱ-2-14）は、科学技術的実現では多くの細目において「人材」「資金」「研究基盤」「国内連携」の回答割合が大きいことが示された。社会的実現では細目ごとに多様であり、「食・農の技術と社会」では「教育・まなび」「社会受容」「フードテクノロジー」「農業生産システム」「資源循環・未利用資源活用」の細目では「事業化」の回答割合が大きい。

図表Ⅱ-2-14 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-2-15、図表Ⅱ-2-16に示した。

図表Ⅱ-2-15 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	82%	2030	食・農の技術と社会
138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術	80%	2032	資源保全活用技術
208	生物資源の持続利用のための社会科学的知見の集積手法	79%	2033	サステナビリティ

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
162	生態系機能を最大限発揮する物質循環システムの解明による、生態系サービスを最適化させるための観測・計測・評価技術	90%	2036	生物・環境資源情報基盤
148	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	87%	2037	資源保全活用技術
158	超小型電子チップの埋め込みによる、水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム	87%	2036	生物・環境資源情報基盤

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
137	養殖環境のストレス度合いを測定できるシステム	89%	2034	フードテクノロジー
192	植物・微生物を利用して、土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術	77%	2035	食の安全と健康
119	養殖管理が可能な自律型水中ドローン	76%	2030	農業生産システム
200	ヒトの遺伝情報、健康状態を考慮して、複数食品の機能性成分の組み合わせによる健康機能性を最大限発揮できるパーソナルレシピ作成技術	76%	2034	食の安全と健康

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

#### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
188	国産飼料の50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	74%	2032	資源循環・未利用資源活用
133	脳科学的アプローチを用いて、食品の味・香りにより、高齢者の食欲を増進させる技術	64%	2034	フードテクノロジー
128	食品ロスの低減に向けた、フードバリューチェーンのモニタリング・解析技術	63%	2032	フードテクノロジー

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

#### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	61%	2029	食の安全と健康
220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視ネットワークシステム	57%	2032	食・農の技術と社会
143	海洋プラスチックごみの実態把握と発生源情報に基づく排出量削減技術	48%	2033	資源保全活用技術

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

#### ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的 実現時期	細目
198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	45%	2029	食の安全と健康
191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	32%	2030	食の安全と健康
146	温室効果ガス抑制・炭素固定を増強する農地・森林生態系管理技術	27%	2036	資源保全活用技術

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的 実現時期	細目
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデル ブタ	42%	2033	次世代バイオテクノロジー
213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の 理解を促進するための情報共有プラットフォーム	25%	2030	食・農の技術と社会
207	農林水産品の持続的利用のための、人と人の繋がりが りやおすそわけなどの市場を介さない、社会資本・ネットワ ークの「見える化」技術	24%	2032	サステナビリティ

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的 実現時期	細目
130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源 を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	62%	2033	フードテクノロジー
212	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評 価する組織・社会文化の醸成	57%	2031	食・農の技術と社会
217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に 計測する仕組み	56%	2033	食・農の技術と社会

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権 の管理システム	47%	2031	食・農の技術と社会
218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある 個人・事業体への各種権利の集約システム	37%	2030	食・農の技術と社会
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデル ブタ	36%	2033	次世代バイオテクノロジー
199	新規(奇)食品の消費者受容に係るリスクコミュニケー ション	36%	2032	食の安全と健康

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-2-16 「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	68%	2033	食・農の技術と社会
212	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	67%	2033	食・農の技術と社会
215	食文化の多様性を尊重するという視点から、地域特性や個々のライフスタイルに適応した食事の特徴の解明	59%	2033	食・農の技術と社会

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
141	ICTによる養殖履歴データの自動収集とデータベース化を通じた、データ駆動型養殖管理システム	63%	2031	資源保全活用技術
134	特定の生体分子を効率的に製造する、精密発酵などの細胞農業システム	59%	2034	フードテクノロジー
151	革新的技術による昆虫・魚類など生物の行動監視・制御技術	59%	2039	資源保全活用技術
168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	59%	2040	次世代バイオテクノロジー
170	作物の草姿、生理的状态等を常時モニタリングできるセンシング技術	59%	2032	次世代バイオテクノロジー

- 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
189	人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体内から排除する技術	62%	2035	食の安全と健康
170	作物の草姿、生理的状态等を常時モニタリングできるセンシング技術	56%	2032	次世代バイオテクノロジー
168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	54%	2040	次世代バイオテクノロジー

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

#### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
206	遺伝情報、環境情報等から在来品種の収量・品質などの特性を最適化できる栽培支援システム	76%	2033	サステナビリティ
120	センサーとロボット技術を組み合わせた、鳥獣害防除や放牧等に利用可能な、動物の学習行動制御技術	74%	2034	農業生産システム
177	養殖原料への最適化のための飼料用植物の改変	74%	2035	次世代バイオテクノロジー

- 【事業化】経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

#### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	58%	2031	食の安全と健康
191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	46%	2030	食の安全と健康
136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	45%	2034	フードテクノロジー

- 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

#### ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
157	計量魚群探知システム（魚種判別・サイズ測定）の高精度化による多種一括資源量評価技術	41%	2037	生物・環境資源情報基盤
140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	31%	2034	資源保全活用技術
155	森林施業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICTを活用した、森林管理技術基盤データベース構築	28%	2034	生物・環境資源情報基盤
156	生物資源となる多様な種、品種の遺伝子資源の保存技術に基づく、永久保存体制の構築	28%	2038	生物・環境資源情報基盤

- 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等



## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
119	養殖管理が可能な自律型水中ドローン	56%	2033	農業生産システム
108	生態系循環を活用した、環境負荷大幅低減が可能な、ウナギなどの大規模閉鎖型完全陸上養殖技術	44%	2033	農業生産システム
132	食品加工残渣の高付加価値化のためのアップサイクル技術	37%	2034	フードテクノロジー

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	69%	2035	フードテクノロジー
218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある個人・事業体への各種権利の集約システム	53%	2033	食・農の技術と社会
138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術	51%	2035	資源保全活用技術

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現 時期	細目
210	生態系サービスがもたらす、保健・休養や文化の評価技術	50%	2035	サステナビリティ
130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	49%	2035	フードテクノロジー
207	農林水産品の持続的利用のための、人と人の繋がりやおすそわけなどの市場を介しない、社会資本・ネットワークの「見える化」技術	48%	2033	サステナビリティ

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現 時期	細目
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデル ブタ	53%	2038	次世代バイオテクノロジー
172	量的遺伝子制御やエピゲノム制御等による行動制御を 含む、生物の表現型を自由にデザインできる、次世代型 遺伝子組み換え技術	28%	2038	次世代バイオテクノロジー
213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者 の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	25%	2033	食・農の技術と社会

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現 時期	細目
220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視 ネットワークシステム	48%	2034	食・農の技術と社会
166	砂漠(乾燥地帯)等の耕作不適環境下で経済栽培可能な 作物	45%	2037	次世代バイオテクノロジー
189	人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体 内から排除する技術	43%	2035	食の安全と健康

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権 の管理システム	58%	2031	食・農の技術と社会
138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び 革新的な獣害防止技術	43%	2035	資源保全活用技術
169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデル ブタ	33%	2038	次世代バイオテクノロジー

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

## 2.5.4. 未来科学技術年表

### (1)科学技術的実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2029	123	食品生産ラインにおける有機物(毛髪など)の混入検出のための識別技術	フードテクノロジー
	125	生産現場における農林水産物の品質(成分・物性・熟度)のリアルタイム非破壊定量分析システム	フードテクノロジー
	140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	資源保全活用技術
	181	主要な自然植生である広葉樹を生物多様性の保全に配慮しつつ建築物の構造部材等として活用する技術	資源循環・未利用資源活用
	198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	食の安全と健康
2030	108	生態系循環を活用した、環境負荷大幅低減が可能な、ウナギなどの大規模閉鎖型完全陸上養殖技術	農業生産システム
	119	養殖管理が可能な自律型水中ドローン	農業生産システム
	122	温室効果ガス削減と作物の生産性向上を両立する、高機能バイオ炭の製造・利用技術	農業生産システム
	129	冷凍せずに生鮮食料品の品質を保持するための長期貯蔵技術	フードテクノロジー
	141	ICTによる養殖履歴データの自動収集とデータベース化を通じた、データ駆動型養殖管理システム	資源保全活用技術
	163	DNA情報と遺伝子情報を統合した、微生物叢の機能評価技術の構築	生物・環境資源情報基盤
	191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	食の安全と健康
	213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	食・農の技術と社会
	218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある個人・事業体への各種権利の集約システム	食・農の技術と社会
2031	110	環境負荷低減が可能な、植物・昆虫由来の完全魚類飼料	農業生産システム
	113	家畜・養殖魚等の生産性を最大化できるストレス低減手法	農業生産システム
	116	作物・土壌などの新規計測技術・AI等を用いた、データ駆動型スマート営農管理システム	農業生産システム
	124	味・香り・食感の認知科学・言語学・化学・AIなど分野融合的アプローチによる、美味しさの定量化・再現化技術	フードテクノロジー
	126	アレルゲン計測技術に基づいた、アレルギーを起こさない食品の製造技術	フードテクノロジー
	127	高齢社会を意識した、フードミックスの考え方にに基づく多様な機能性食品	フードテクノロジー
	131	微小重力場での食物生産や、フード3Dプリンターなど、新しい技術での食品生産	フードテクノロジー

	132	食品加工残渣の高付加価値化のためのアップサイクル技術	フードテクノロジー
	154	漁業の操業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICT を活用した、漁場管理基盤データベース構築	生物・環境資源情報基盤
	155	森林施業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICT を活用した、森林管理技術基盤データベース構築	生物・環境資源情報基盤
	196	ブロックチェーンなどを用いた、食料生産流通の透明性を保証する新技術に基づくトレーサビリティ・システム	食の安全と健康
	204	バイオマス等再生可能エネルギーを利用した社会の、経済的活力・社会影響・環境負荷等を評価する技術	サステナビリティ
	205	農林水産資源管理のための総合知と AI を融合した社会実装プラットフォーム	サステナビリティ
	211	最先端デジタル技術を用いた、コミュニティ・社会資本の可視化モニタリング技術	サステナビリティ
	212	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	食・農の技術と社会
	219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	食・農の技術と社会
2032	107	農畜産物を活用した、医薬原料等の任意の高分子有用物質の効率的生産技術	農業生産システム
	112	作物生育予測や AI 農機等を組み合わせた、作業者が圃場に行く必要がないオフィス農業	農業生産システム
	120	センサーとロボット技術を組み合わせた、鳥獣害防除や放牧等に利用可能な、動物の学習行動制御技術	農業生産システム
	121	作物の生育、病害虫発生等の作物ストレス等を常時モニタリングできるセンシング技術	農業生産システム
	128	食品ロスの低減に向けた、フードバリューチェーンのモニタリング・解析技術	フードテクノロジー
	136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	フードテクノロジー
	138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術	資源保全活用技術
	153	気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム	生物・環境資源情報基盤
	160	リモートセンシングやネットワークを活用した、農林水産資源・物質循環の広域的な観測・評価技術	生物・環境資源情報基盤
	170	作物の草姿、生理的状態等を常時モニタリングできるセンシング技術	次世代バイオテクノロジー
	173	合成生物学や組織工学的手法による、再生可能エネルギーや生物由来工業製品の効率的生産技術	次世代バイオテクノロジー
	175	細胞や植物から、家畜・作物の育成環境・健康状態を高感度で検知するセンサシステム	次世代バイオテクノロジー
	177	養殖原料への最適化のための飼料用植物の改変	次世代バイオテクノロジー
	188	国産飼料の 50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	資源循環・未利用資源活用
	193	食と健康医療のためのビッグデータを用いた、健康に資する AI 応用技術	食の安全と健康

	197	健全な食生活構築に向けた、ヒトの精神的、身体的な健康を非侵襲でモニタリングし、評価する技術	食の安全と健康
	199	新規(奇)食品の消費者受容に係るリスクコミュニケーション	食の安全と健康
	206	遺伝情報、環境情報等から在来品種の収量・品質などの特性を最適化できる栽培支援システム	サステナビリティ
	207	農林水産品の持続的利用のための、人と人の繋がりやおすそわけなどの市場を介しない、社会資本・ネットワークの「見える化」技術	サステナビリティ
	209	農林水産業に関する伝統知識・技法の科学的な伝承体系評価手法	サステナビリティ
	220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視ネットワークシステム	食・農の技術と社会
2033	117	温室効果ガス抑制・炭素固定力増強を実現する、持続的な作物・土壌管理システム	農業生産システム
	130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	フードテクノロジー
	134	特定の生体分子を効率的に製造する、精密発酵などの細胞農業システム	フードテクノロジー
	135	ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質	フードテクノロジー
	139	監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な病虫害管理技術	資源保全活用技術
	143	海洋プラスチックごみの実態把握と発生源情報に基づく排出量削減技術	資源保全活用技術
	144	環境 DNA を利用した生態系の理解と解析を援用した、希少種の保存・管理技術	資源保全活用技術
	149	土壌等環境からの肥料分・重金属等の吸収・蓄積レベルを自由に制御できる植物改良技術	資源保全活用技術
	156	生物資源となる多様な種、品種の遺伝子資源の保存技術に基づく、永久保存体制の構築	生物・環境資源情報基盤
	161	全球メッシュを活用した、農林水産資源のデータベース化	生物・環境資源情報基盤
	164	植物並びに水産物の食味、形状、芳香、老化といった嗜好性に関連する形質の制御技術	次世代バイオテクノロジー
	169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデルブタ	次世代バイオテクノロジー
	176	臓器連関を模倣できるチップ	次世代バイオテクノロジー
	182	土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で 50 年程度の長期使用可能な高耐久木材	資源循環・未利用資源活用
	183	従来と比べて温室効果ガス排出量を 90% 以上削減できる、バイオマスのマテリアルおよびエネルギー利用技術	資源循環・未利用資源活用
	190	食品における複数の危害因子の相互作用がもたらす毒性評価	食の安全と健康
	194	植物害虫・病原菌の標的種特異的な防除資材の開発システム	食の安全と健康
	195	重金属・放射性物質を吸収しない作物	食の安全と健康

	201	ペプチドのアミノ酸配列から食品の健康機能性を評価する手法	食の安全と健康
	202	家畜・養殖魚等の抗生物質の削減に関する代替成分や方法	食の安全と健康
	203	世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた、地政学的な食料の需給予測	サステナビリティ
	208	生物資源の持続利用のための社会科学的知見の集積手法	サステナビリティ
	210	生態系サービスがもたらす、保健・休養や文化の評価技術	サステナビリティ
	214	バイオテクノロジーを用いた食品の成分、生産方法、気候への影響、健康影響等に関する情報を消費者に即時に開示するシステム	食・農の技術と社会
	215	食文化の多様性を尊重するという視点から、地域特性や個々のライフスタイルに適応した食事の特徴の解明	食・農の技術と社会
	217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	食・農の技術と社会
2034	115	マイクロデバイス化した微生物を用いた、土壌肥沃度や水質等の環境情報を計測する技術	農業生産システム
	118	高温耐性魚類の育種、耐病性魚種の育種やワクチンの開発など、温暖化に対応したレジリエントな養殖技術	農業生産システム
	133	脳科学的アプローチを用いて、食品の味・香りにより、高齢者の食欲を増進させる技術	フードテクノロジー
	137	養殖環境のストレス度合いを測定できるシステム	フードテクノロジー
	142	衛星観測データや森林・地質等インベントリデータに基づくスマート森林管理技術	資源保全活用技術
	145	陸域・河川・沿岸域を繋ぐ物質循環システムの解明に基づいた、藻場・干潟などの沿岸環境修復技術	資源保全活用技術
	157	計量魚群探知システム（魚種判別・サイズ測定）の高精度化による多種一括資源量評価技術	生物・環境資源情報基盤
	159	農林水産生態系における外来生物等の実態把握と影響評価技術	生物・環境資源情報基盤
	165	絶滅危惧種の維持と保存のための、効率的な生殖細胞の作出および保存技術	次世代バイオテクノロジー
	167	育種選抜や生育予測が可能なレベルで、全ゲノム配列と環境情報から高精度に全表現型を予測する技術	次世代バイオテクノロジー
	168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	次世代バイオテクノロジー
	172	量的遺伝子制御やエピゲノム制御等による行動制御を含む、生物の表現型を自由にデザインできる、次世代型遺伝子組み換え技術	次世代バイオテクノロジー
	174	免疫反応の影響を受けない移植片	次世代バイオテクノロジー
	180	セルロースの結晶度を緩和させる人工タンパク質の利用による、植物性繊維の分解利用技術	資源循環・未利用資源活用
	185	森林資源による化石資源由来製品の代替化のための技術（道路舗装、建築用材、服飾素材、塗料、消費財）	資源循環・未利用資源活用
	186	畜産廃棄物等から生分解性プラスチック等の有用物質を効率的に抽出する技術	資源循環・未利用資源活用
	187	海水中からレアメタルを回収するシステム	資源循環・未利用資源活用

	189	人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体内から排除する技術	食の安全と健康
	200	ヒトの遺伝情報、健康状態を考慮して、複数食品の機能性成分の組み合わせによる健康機能性を最大限発揮できるパーソナルレシピ作成技術	食の安全と健康
	216	開発者、使用者、受益者、環境、倫理、福祉等多様な視点から農・食品生産等の技術进行评估し、技術にフィードバックするシステム	食・農の技術と社会
2035	150	水産資源量把握のための革新的技術	資源保全活用技術
	151	革新的技術による昆虫・魚類など生物の行動監視・制御技術	資源保全活用技術
	152	地球規模の計測情報技術を用いた、農林水産生態系における温室効果ガス・窒素・炭素の動態計測技術	生物・環境資源情報基盤
	166	砂漠(乾燥地帯)等の耕作不適環境下で経済栽培可能な作物	次世代バイオテクノロジー
	171	光合成能力を飛躍的(1.5-2 倍以上)に向上した植物による、効率的 CO2 回収技術	次世代バイオテクノロジー
	184	生分解性、光分解性素材を使用した農林水産物の生産、加工、流通技術	資源循環・未利用資源活用
	192	植物・微生物を利用して、土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術	食の安全と健康
2036	146	温室効果ガス抑制・炭素固定を増強する農地・森林生態系管理技術	資源保全活用技術
	147	生物多様性・環境保全のための藻場・干潟・湿地などの沿岸環境修復管理技術	資源保全活用技術
	158	超小型電子チップの埋め込みによる、水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム	生物・環境資源情報基盤
	162	生態系機能を最大限発揮する物質循環システムの解明による、生態系サービスを最適化させるための観測・計測・評価技術	生物・環境資源情報基盤
	179	乾物で 50t/ha/年を超えるバイオマス生産作物の作出	資源循環・未利用資源活用
2037	109	魚類の免疫機構とその制御因子の解明に基づく、感染症予防技術	農業生産システム
	114	宇宙や極地での永続的な生活を可能とする、外部からの物質供給がない完全閉鎖系無人植物工場	農業生産システム
	148	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	資源保全活用技術
2038	111	野生生物保全、土壌流亡防止等の森林機能を保持しつつ、経済生産が可能な次世代型森林造成技術	農業生産システム
2039	178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	次世代バイオテクノロジー

(2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2030	191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	食の安全と健康
2031	123	食品生産ラインにおける有機物(毛髪など)の混入検出のための識別技術	フードテクノロジー
	125	生産現場における農林水産物の品質(成分・物性・熟度)のリアルタイム非破壊定量分析システム	フードテクノロジー
	126	アレルギー計測技術に基づいた、アレルギーを起こさない食品の製造技術	フードテクノロジー
	141	ICTによる養殖履歴データの自動収集とデータベース化を通じた、データ駆動型養殖管理システム	資源保全活用技術
	198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	食の安全と健康
	219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	食・農の技術と社会
2032	127	高齢社会を意識した、フードミックスの考え方に基づく多様な機能性食品	フードテクノロジー
	129	冷凍せずに生鮮食料品の品質を保持するための長期貯蔵技術	フードテクノロジー
	170	作物の草姿、生理的状态等を常時モニタリングできるセンシング技術	次世代バイオテクノロジー
	181	主要な自然植生である広葉樹を生物多様性の保全に配慮しつつ建築物の構造部材等として活用する技術	資源循環・未利用資源活用
	196	ブロックチェーンなどを用いた、食料生産流通の透明性を保証する新技術に基づくトレーサビリティ・システム	食の安全と健康
2033	108	生態系循環を活用した、環境負荷大幅低減が可能な、ウナギなどの大規模閉鎖型完全陸上養殖技術	農業生産システム
	116	作物・土壌などの新規計測技術・AI等を用いた、データ駆動型スマート営農管理システム	農業生産システム
	119	養殖管理が可能な自律型水中ドローン	農業生産システム
	122	温室効果ガス削減と作物の生産性向上を両立する、高機能バイオ炭の製造・利用技術	農業生産システム
	124	味・香り・食感の認知科学・言語学・化学・AIなど分野融合的アプローチによる、美味しさの定量化・再現化技術	フードテクノロジー
	128	食品ロスの低減に向けた、フードバリューチェーンのモニタリング・解析技術	フードテクノロジー
	195	重金属・放射性物質を吸収しない作物	食の安全と健康
	199	新規(奇)食品の消費者受容に係るリスクコミュニケーション	食の安全と健康
	201	ペプチドのアミノ酸配列から食品の健康機能性を評価する手法	食の安全と健康
	202	家畜・養殖魚等の抗生物質の削減に関する代替成分や方法	食の安全と健康



	205	農林水産資源管理のための総合知と AI を融合した社会実装プラットフォーム	サステイナビリティ
	206	遺伝情報、環境情報等から在来品種の収量・品質などの特性を最適化できる栽培支援システム	サステイナビリティ
	207	農林水産品の持続的利用のための、人と人の繋がりをやすそわけなどの市場を介しない、社会資本・ネットワークの「見える化」技術	サステイナビリティ
	209	農林水産業に関する伝統知識・技法の科学的な伝承体系評価手法	サステイナビリティ
	211	最先端デジタル技術を用いた、コミュニティ・社会資本の可視化モニタリング技術	サステイナビリティ
	212	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	食・農の技術と社会
	213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	食・農の技術と社会
	215	食文化の多様性を尊重するという視点から、地域特性や個々のライフスタイルに適応した食事の特徴の解明	食・農の技術と社会
	218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある個人・事業体への各種権利の集約システム	食・農の技術と社会
	2034		
	110	環境負荷低減が可能な、植物・昆虫由来の完全魚類飼料	農業生産システム
	113	家畜・養殖魚等の生産性を最大化できるストレス低減手法	農業生産システム
	120	センサーとロボット技術を組み合わせた、鳥獣害防除や放牧等に利用可能な、動物の学習行動制御技術	農業生産システム
	121	作物の生育、病害虫発生等の作物ストレス等を常時モニタリングできるセンシング技術	農業生産システム
	131	微小重力場での食物生産や、フード 3D プリンターなど、新しい技術での食品生産	フードテクノロジー
	132	食品加工残渣の高付加価値化のためのアップサイクル技術	フードテクノロジー
	134	特定の生体分子を効率的に製造する、精密発酵などの細胞農業システム	フードテクノロジー
	136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	フードテクノロジー
	137	養殖環境のストレス度合いを測定できるシステム	フードテクノロジー
	140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	資源保全活用技術
	142	衛星観測データや森林・地質等インベントリデータに基づくスマート森林管理技術	資源保全活用技術
	154	漁業の操業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICT を活用した、漁場管理基盤データベース構築	生物・環境資源情報基盤
	155	森林施業履歴の自動収集と地球観測衛星・ICT を活用した、森林管理技術基盤データベース構築	生物・環境資源情報基盤
	165	絶滅危惧種の維持と保存のための、効率的な生殖細胞の作出および保存技術	次世代バイオテクノロジー
	175	細胞や植物から、家畜・作物の育成環境・健康状態を高感度で検知するセンサシステム	次世代バイオテクノロジー
	176	臓器連関を模倣できるチップ	次世代バイオテクノロジー

	193	食と健康医療のためのビッグデータを用いた、健康に資するAI 応用技術	食の安全と健康
	197	健全な食生活構築に向けた、ヒトの精神的、身体的な健康を非侵襲でモニタリングし、評価する技術	食の安全と健康
	200	ヒトの遺伝情報、健康状態を考慮して、複数食品の機能性成分の組み合わせによる健康機能性を最大限発揮できるパーソナルレシピ作成技術	食の安全と健康
	203	世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた、地政学的な食料の需給予測	サステイナビリティ
	204	バイオマス等再生可能エネルギーを利用した社会の、経済的活力・社会影響・環境負荷等を評価する技術	サステイナビリティ
	220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視ネットワークシステム	食・農の技術と社会
2035	107	農畜産物を活用した、医薬原料等の任意の高分子有用物質の効率的生産技術	農業生産システム
	130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	フードテクノロジー
	138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術	資源保全活用技術
	149	土壌等環境からの肥料分・重金属等の吸収・蓄積レベルを自由に制御できる植物改良技術	資源保全活用技術
	153	気象衛星・地上観測網等を活用した高空間・時間解像度の気象予測と災害リスク予測システム	生物・環境資源情報基盤
	163	DNA 情報と遺伝子情報を統合した、微生物叢の機能評価技術の構築	生物・環境資源情報基盤
	164	植物並びに水産物の食味、形状、芳香、老化といった嗜好性に関連する形質の制御技術	次世代バイオテクノロジー
	177	養殖原料への最適化のための飼料用植物の改変	次世代バイオテクノロジー
	182	土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で 50 年程度の長期使用可能な高耐久木材	資源循環・未利用資源活用
	189	人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体内から排除する技術	食の安全と健康
	190	食品における複数の危害因子の相互作用がもたらす毒性評価	食の安全と健康
	208	生物資源の持続利用のための社会科学的知見の集積手法	サステイナビリティ
	210	生態系サービスがもたらす、保健・休養や文化の評価技術	サステイナビリティ
2036	214	バイオテクノロジーを用いた食品の成分、生産方法、気候への影響、健康影響等に関する情報を消費者に即時に開示するシステム	食・農の技術と社会
	216	開発者、使用者、受益者、環境、倫理、福祉等多様な視点から農・食品生産等の技術进行评估し、技術にフィードバックするシステム	食・農の技術と社会
	109	魚類の免疫機構とその制御因子の解明に基づく、感染症予防技術	農業生産システム
	117	温室効果ガス抑制・炭素固定力増強を実現する、持続的な作物・土壌管理システム	農業生産システム

	133	脳科学的アプローチを用いて、食品の味・香りにより、高齢者の食欲を増進させる技術	フードテクノロジー
	139	監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な病虫害管理技術	資源保全活用技術
	144	環境 DNA を利用した生態系の理解と解析を援用した、希少種の保存・管理技術	資源保全活用技術
	150	水産資源量把握のための革新的技術	資源保全活用技術
	160	リモートセンシングやネットワークを活用した、農林水産資源・物質循環の広域的な観測・評価技術	生物・環境資源情報基盤
	174	免疫反応の影響を受けない移植片	次世代バイオテクノロジー
	184	生分解性、光分解性素材を使用した農林水産物の生産、加工、流通技術	資源循環・未利用資源活用
	194	植物害虫・病原菌の標的種特異的な防除資材の開発システム	食の安全と健康
2037	112	作物生育予測や AI 農機等を組み合わせた、作業者が圃場に行く必要がないオフィス農業	農業生産システム
	118	高温耐性魚種の育種、耐病性魚種の育種やワクチンの開発など、温暖化に対応したレジリエントな養殖技術	農業生産システム
	143	海洋プラスチックごみの実態把握と発生源情報に基づく排出量削減技術	資源保全活用技術
	145	陸域・河川・沿岸域を繋ぐ物質循環システムの解明に基づいた、藻場・干潟などの沿岸環境修復技術	資源保全活用技術
	147	生物多様性・環境保全のための藻場・干潟・湿地などの沿岸環境修復管理技術	資源保全活用技術
	157	計量魚群探知システム（魚種判別・サイズ測定）の高精度化による多種一括資源量評価技術	生物・環境資源情報基盤
	158	超小型電子チップの埋め込みによる、水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム	生物・環境資源情報基盤
	159	農林水産生態系における外来生物等の実態把握と影響評価技術	生物・環境資源情報基盤
	161	全球メッシュを活用した、農林水産資源のデータベース化	生物・環境資源情報基盤
	166	砂漠（乾燥地帯）等の耕作不適環境下で経済栽培可能な作物	次世代バイオテクノロジー
	167	育種選抜や生育予測が可能なレベルで、全ゲノム配列と環境情報から高精度に全表現型を予測する技術	次世代バイオテクノロジー
	173	合成生物学や組織工学的手法による、再生可能エネルギーや生物由来工業製品の効率的生産技術	次世代バイオテクノロジー
	183	従来と比べて温室効果ガス排出量を 90% 以上削減できる、バイオマスのマテリアルおよびエネルギー利用技術	資源循環・未利用資源活用
	185	森林資源による化石資源由来製品の代替化のための技術（道路舗装、建築用材、服飾素材、塗料、消費財）	資源循環・未利用資源活用
	186	畜産廃棄物等から生分解性プラスチック等の有用物質を効率的に抽出する技術	資源循環・未利用資源活用
	188	国産飼料の 50% 自給、肥料成分の自給に向けた生産システム（社会制度含む）	資源循環・未利用資源活用

2038	115	マイクロデバイス化した微生物を用いた、土壌肥沃度や水質等の環境情報を計測する技術	農業生産システム
	146	温室効果ガス抑制・炭素固定を増強する農地・森林生態系管理技術	資源保全活用技術
	148	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動対策・適応技術	資源保全活用技術
	152	地球規模の計測情報技術を用いた、農林水産生態系における温室効果ガス・窒素・炭素の動態計測技術	生物・環境資源情報基盤
	156	生物資源となる多様な種、品種の遺伝子資源の保存技術に基づく、永久保存体制の構築	生物・環境資源情報基盤
	162	生態系機能を最大限発揮する物質循環システムの解明による、生態系サービスを最適化させるための観測・計測・評価技術	生物・環境資源情報基盤
	169	拒絶反応なく移植が可能な臓器を生産できる医用モデルブタ	次世代バイオテクノロジー
	172	量的遺伝子制御やエピゲノム制御等による行動制御を含む、生物の表現型を自由にデザインできる、次世代型遺伝子組み換え技術	次世代バイオテクノロジー
	180	セルロースの結晶度を緩和させる人工タンパク質の利用による、植物性繊維の分解利用技術	資源循環・未利用資源活用
	187	海水中からレアメタルを回収するシステム	資源循環・未利用資源活用
2039	217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	食・農の技術と社会
	135	ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質	フードテクノロジー
	151	革新的技術による昆虫・魚類など生物の行動監視・制御技術	資源保全活用技術
	179	乾物で 50t/ha/年を超えるバイオマス生産作物の作出	資源循環・未利用資源活用
2040	192	植物・微生物を利用して、土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術	食の安全と健康
	111	野生生物保全、土壌流亡防止等の森林機能を保持しつつ、経済生産が可能な次世代型森林造成技術	農業生産システム
	114	宇宙や極地での持続的な生活を可能とする、外部からの物質供給がない完全閉鎖系無人植物工場	農業生産システム
2041	168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	次世代バイオテクノロジー
	171	光合成能力を飛躍的(1.5-2 倍以上)に向上した植物による、効率的 CO2 回収技術	次世代バイオテクノロジー
2042	178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	次世代バイオテクノロジー

### 3. 環境・資源・エネルギー分野

#### 3.1 総論

##### (1) 細目の構成

「環境・資源・エネルギー」分野は以下10の細目で構成した。エネルギー関連細目として、水素・原子力・再生可能エネルギーの生成・利用・貯蔵に係る「エネルギー変換」、カーボンニュートラル、エネルギーDX、電動モビリティからなる「エネルギーシステム」を設定した。資源関連細目には、探査・採掘・回収の高度化・DX化に係る「資源探査・開発」、製錬・精錬、希少資源回収、資源フローDX化、廃棄物処理高度化からなる「廃棄物・資源循環」を設定した。環境関連細目として、上下水環境質分析、都市洪水管理・河川監視、浄水技術からなる「持続可能な水マネジメント」、生態系サービス影響、地球環境予測高度化、DAC（CO<sub>2</sub>直接空気回収）に係る「気候変動」、汚染土壌修復、越境大気汚染、生態系監視・制御、NbS（自然に基づく解決策）からなる「環境保全」を設定した。共通課題として「リスクマネジメント」を、社会転換視点の横断細目として「サーキュラーエコノミー」と「超高齢社会とエネルギー」を設定した。

##### (2) 本分野の今後の方向性

本分野を取り巻く状況は様々変遷している。2050年カーボンニュートラルの意義や頻発する異常気象の影響がIPCC第6次評価報告書にて再認識された。COVID-19や地政学的対立激化によって資源・エネルギー分野のサプライチェーン再構築が迫られ、クリーンエネルギーの必然性も高まっている。EV（電気自動車）やAI（人工知能）の普及が効率的で排出量の少ないオペレーションを実現させる一方、データセンターの電力需要増大など、エネルギー供給不足や排出量増加に繋がる新たな懸念も生じている。

本調査結果を概観すると重要度が総じて高く、これは前述の状況変化に対する強い関心と期待によるものと示唆される。トピック別の重要度では、電池用資源再利用、都市洪水管理技術、重要素材の製錬・精錬技術、二次電池の長寿命低コスト化、徒歩移動型コンパクトシティ、NbS（自然に基づく解決策）、高度リサイクル技術など多岐に渡る細目が上位とされた。トピック別の国際優位性では、逆浸透膜による浄水技術が特に高く、本技術の市場実績を反映したものと推察される。次いで、都市洪水管理技術、循環型汚染水処理技術が高位となり、「持続可能な水マネジメント」細目が国際優位性の上位を占めた。

科学技術的実現時期は全細目で2031～2035年に集中した。その実現に向け日本が対処すべき方策として、エネルギー・資源・環境の関連細目では資金拡充を求める回答が最も多く、研究基盤構築と人材確保が次いだ。リスクマネジメント・サーキュラーエコノミー・超高齢

社会の細目では国内連携強化と資金援助に対する回答が相対的に多く、横断的仕組み構築に資する方策が求められた。また、超高齢社会細目では、社会、法規制の整備など ELSI 課題への対応が求められた。社会的実現時期は、リスクマネジメント・サーキュラーエコノミー・超高齢社会の細目では 2031～2035 年に集中し、様々進展中の標準化への戦略的参画と事業化促進が重要課題とされた。エネルギー・資源・環境の関連細目では 2036～2040 年に集約され、その実現には事業化推進と人材の確保・活用が共通して求められたが、環境保全細目では加えて教育・まなびが課題とされた。2050 年代に実現するトピックとして核融合発電と宇宙太陽発電（エネルギー変換細目）があり、共通して研究開発資金の拡充と事業化支援が実現の鍵とされた。

（藤本博也）

## 3.2 各論（細目概要）

### ①エネルギー変換

#### i) 概要

「エネルギー変換技術」とは、エネルギーをある形態から別の形態に変換する技術体系で、エネルギーの利用効率を高め、様々な用途に適した形でエネルギー供給を可能とするものである。有史以来、様々な「エネルギー変換技術」の技術革新が人類の生活様式や社会構造を大きく変革してきた。近年、パリ協定発効を契機に、2050 年のカーボンニュートラル実現に向けた機運が世界的に高まると同時に、気候変動対策を制約とせず、新たな経済成長の機会としてとらえる「GX（グリーントランスフォーメーション）」が世界的潮流となっている。これに加え、ウクライナ危機や中東情勢の緊迫化などの地政学的対立とともに COVID-19 感染症流行を契機に、世界経済全体がブロック化の傾向を強める中で、エネルギー安全保障やサプライチェーンの脆弱性に関する課題が意識され、中長期的な視点で持続可能な安定供給を可能とする「エネルギー変換技術」への期待が高まっている。

#### ii) 社会的意義

本細目のキーワードは、持続可能なカーボンニュートラル社会実現に資する革新技術として、未利用の再生可能エネルギー資源をエネルギー・有価物に転換・固定化する技術や、安定供給に資する効率的な輸送貯蔵技術、立地・廃棄物等の制約によらない次世代核燃料・核融合等、に係るトピックで構成した。

不安定な再エネ電力からグリーン水素やグリーン原材料（スチール・ケミカル）生産を可能とする革新水電解・合成技術、バイオマスコプロダクション、CO<sub>2</sub>を有価物に転換する共電解、核融合発電に対する重要性が高まっている。2050年代半ばまでの社会的実現が見込まれており、適切な人材確保や事業機会創出が今後の課題である。

国際競争力の観点では、水素ガスタービンやIGCCなどの火力発電技術やペロブスカイト太陽電池が期待される一方、次世代軽水炉や大規模洋上風力発電については低位にとどまっており、資金・事業機会や社会受容性の確保等が課題となっている。

### iii) 今後の展望

2050年に向けて、多様な革新的エネルギー変換技術の社会実装の進展が見込まれる。再エネの大規模導入、水素等エネルギー輸送・貯蔵技術の進化が、スマートグリッド・モビリティ等の革新的エネルギーシステムと相まって、持続可能でレジリエントなエネルギー供給を通じて、気候変動対策と環境保護、エネルギー安全保障の強化、経済成長と雇用創出、社会福祉の向上を可能にし、人類文明社会の発展へ貢献することが望まれる。

（前田征児）

## ②エネルギーシステム

### i) 概要

社会の脱炭素化を目的に、太陽光発電や風力発電などの自然変動電源の大幅な拡大、内燃機関を利用してきた移動体等での電動化の推進、電化が困難な用途への再生可能エネルギーを起源とする水素やカーボンニュートラルな合成燃料の導入などへの期待が高まっている。また、社会全般のDX（Digital Transformation）の進展により、業種や部門、世帯を跨ぐエネルギー取引や需給マッチングの高度化、そして詳細な計測データや予測に基づく大幅な省エネルギーの実現が期待されている。本細目では今回は特に、自然変動電源の余剰電力貯蔵や、電気自動車などの移動体用の電源、そして緊急時のバックアップ電源としての重要性が増すと考えられるバッテリーについては複数のトピックを設定した。

### ii) 社会的意義

自然変動電源の余剰電力の貯蔵や熱利用、移動体の電動化、そして水素などのカーボンニュートラル燃料への転換、DXによる省エネルギーの促進やエネルギー取引の高度化を実現で

できれば、日本社会の石油等の輸入化石燃料への依存度の低減を通して、気候変動緩和策としてのエネルギーシステムの脱炭素化を率先して進められると同時に、それらは国際貿易上のエネルギー安全保障の確保や、国内自然災害等に対する社会のレジリエンス向上にも資すると考えられる。また、これらの関連技術の重要性は日本国内に限定されるものではなく、その研究開発は厳しい国際競争にもさらされるものの、その成果は大きな国際市場を有する新産業の創成に繋がる可能性が高い。

### iii) 今後の展望

アンケート結果からは、主だったこととしては次のことがわかる。本細目で注視したバッテリーのコスト低減に係るトピックの重要度が高く、国際優位性も比較的であるとされるが、社会実装は 2030 年代半ばになされると予測されている。これらの科学技術的実現に向けては研究開発費の拡充、そして社会的実現に向けては事業環境整備や事業補助が望ましいことがうかがえる。電気自動車の電力供給手段としてはバッテリーの他に、前回のアンケートで重要性が高いとされた非接触給電もトピックとして設定したが、その今回の重要度は本細目中ですべて 2 番目と低く見なされた。電気自動車への電力供給手段としては、バッテリーが有望視されるようになったと考えられる。ただし、このようなバッテリーであるが、航空機の動力源としての重要度と国際優位性は本細目中では共に最下位となっており、その将来性は楽観視されていない。データセンターは、電力需要を押し上げる要因として昨今注目を集めているが、そこでの光電融合技術の活用による省エネルギーの実現の重要度は、本細目中でも 3 番目に高いと評価された。その次に重要度が高いとされたのは水素還元製鉄であり、日本の国際優位性も高いと評価されているが、社会的実現時期は 2040 年と本細目中では最も遅くなっており、難易度が高い技術であるとの認識が窺える。

(藤井康正)

## ③資源探査・開発

### i) 概要

世界における金属鉱物資源やエネルギー資源の獲得競争は激化しており、不安定な国際情勢がこれに拍車をかけている。これを背景にして、資源開発における優位性を保つための資源探査・開発に関する技術の重要性は、地下資源が乏しい我が国にとって増加する一方である。地下資源は発見や開発が容易である在来型資源は開発済みのものが多いため、本調査では大水深の海洋や極地などの難開発地域に賦存している金属鉱物・石油天然ガス資源や大深度の地熱資源などの非在来型資源の開発を促進する技術を中心にトピックを取り上げた。ま



た、これら資源を効率的に探査・生産する ICT・デジタル技術は資源開発プロジェクトの採算性向上に重要であるため、これらに関するトピックも設定した。

## ii) 社会的意義

世界情勢の不安定性が増す今日では、安定した資源調達は我が国にとって逼迫したかつ恒久的な課題である。我が国は天然資源の多くは輸入に頼るため、自主開発資源の調達のための良好な国際関係の構築や先進的な技術開発の重要性は非常に高い。さらに、近年では国内における未開発資源が着目されており、領海内における熱水鉱床やメタンハイドレート、火山地域の大深度における超臨界地熱発電などがあげられる。これらはいずれも技術的・経済的困難性は高いが、利用が実現した場合にはわが国の資源・エネルギー自給率が大きく改善されるため、社会的意義はきわめて高い。

## iii) 今後の展望

本細目における技術開発は大規模な複合技術が多く、多くのトピックにおいて科学技術的・社会的実現時期が 2030 年代半ば以降と評価された。重要性に関しては、海洋鉱物資源の開発技術、大気や天然ガスからのヘリウム回収技術が高く評価され、希少資源の安定供給への危機感と強い関心がうかがわれる。一方で、これまでの調査で重要性が高く評価されていたメタンハイドレート開発技術は、日本を中心とした技術開発により国際優位性は高い評価を得たが、社会的実現性が見通せないため重要性の評価に低下がみられた。深度 5000m を超える地層からの地熱流体を用いる超臨界地熱発電に関する技術開発は現在国主導で進められているが、現状では重要度、国際優位性ともに中程度の評価であり、今後の各技術要素での研究進捗が期待される。鉱物資源の探査・開発における ICT やデジタル技術の有効活用は重要性が高いが、国際優位性が低いと評価され、鉱山系企業における国際性に富む IT 人材確保の育成と活用が望まれる。

(藤井光)

## ④廃棄物・資源循環

### i) 概要

循環型社会の形成に向けて、大量生産・大量消費・大量廃棄型の一方通行型の線形経済から、持続可能な形で資源を効率的・循環的に有効利用する循環経済への移行を推進することが社会的な要請となっている。産業競争力強化や資源安全保障の観点からも、ライフサイク

ル全体での徹底的な資源循環・再生材の利用拡大や国際的な資源循環体制を構築することによる資源制約の克服が重要な取り組みとなる。また、廃棄物・資源循環分野においても 2050 年 GHG 排出実質ゼロ達成に向けて、資源循環を通じた素材ごとライフサイクル全体のカーボンニュートラルおよび地域のカーボンニュートラルに貢献廃棄物処理システムの構築が取り組むべき方向性として位置付けられている。一方、廃棄物・資源循環分野では、人手に依存するプロセスが多いことから労働力不足が喫緊の課題となっており、AI・ロボティクス等の活用による省力化・省人化への期待が大きい。

## ii) 社会的意義

ライフサイクル全体での徹底的な資源循環・再生材の利用拡大に向けて、レアメタル等を含む戦略資源の高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術や使用済み製品等からの合理的に回収・分離・再生する技術、廃プラスチックの高度リサイクルに関する技術、資源・エネルギー生産と資源循環、バイオマス利用を刷新するバイオプロセス技術等が重要となる。

また、多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する AI 活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術、戦略資源のサプライチェーンおよび物質フローの高度管理ならびに再循環を可能にするデジタル情報基盤ルール、自動ごみ収集等を活用した廃棄物処理の非接触化を実現する技術等によって、動静脈連携の推進や AI・ロボティクス等の活用による産業競争力強化の観点から取り組む意義がある。

## iii) 今後の展望

アンケート調査の結果をみると、重要度は全体的に高い傾向となっており、「レアメタルを含む重要素材の高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術」、「廃プラスチックの高度リサイクルに関する技術（循環型ケミカルリサイクル、高度なマテリアルリサイクル等）」、「小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源（アンモニア、酢酸、リン等含む）を合理的に回収・利用する技術」の順で高い評価を得ている。国際情勢を含めた多様な資源循環への関心が高いことが確認できる。また、社会的実現に向けて、「人材確保」の回答比率が高いことが特徴であり、「多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する AI 活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術」がとくにその傾向が顕著であった。AI・ロボティクスに関連する項目の重要度は、相対的に低い傾向であったが、萌芽的なテーマであり、研究事例も少ないことも影響していると考えられる。

(小野田弘士)

## ⑤持続可能な水マネジメント

### i) 概要

本細目を取り巻く環境は、2020年10月に政府が2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことを宣言した。一方で、2015年以降、我が国では、大水害が発生しており、市民の意識も変化しつつある。これらの環境変化を踏まえ、本細目は、表流水・地下水一体流動シミュレーション、リモートセンシングとテレメトリー、ゲリラ豪雨、水管理技術、下水処理技術、浄水技術、汚染水浄化再利用技術、水質指標、水圏マイクロプラスチック、環境化学技術、流域治水、下水からの資源回収等のキーワードを設定し、これらに係る14のトピックを設定した。第11回調査で設定したトピックの多くを継続・修正し、本調査でも設定した。

### ii) 社会的意義

本細目で設定したトピックのうち、「先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術」は、本分野の重要度上位トピック（重要度1.89）であり、第11回調査時は重要度が1.4であり、当該トピックの重要性はさらに高まっていると読み取ることができる。他方、科学技術的実現時期は、第11回調査の2028年から2029年と若干延びており、社会的実現時期は2034年と5年延長した。多発する水害への対応が求められる一方で、科学技術の社会的実現にあたっては、公共部門のイノベーション等の「公共化」に係る課題に対処することが求められている。それ以外では、「生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング（環境化学技術）やバイオミメティック技術」は、重要度が-0.09と重要度は低いと評価された。これは原理的に効率が悪く生活用水を賄える量を得るためには再生可能エネルギーよりもさらに広大な土地とそれなりのエネルギーが必要となり、他の代替水源の方が実用的に優位だと想定されるためではないかと考えられる。

また、本細目のトピックの多くは、国際優位性が高く評価された（上位4件が本細目トピック）。前述の統合的水管理技術（国際優位性1.29）のほか、逆浸透膜による浄水技術（「加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術」（国際優位性1.54）、「経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術」（国際優位性1.25））がある。途上国の環境改善に向けたトピックとして「遠隔地（過疎地、開発途上国の農村部等）でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術」（国際優位性1.19）であった。逆浸透膜による浄水技術の社会的実現に向けて対処すべき点として「事業化」が挙げられた。

### iii) 今後の展望

本細目のトピックは、おおむね向こう 10 年間に科学技術的実現時期を迎えると評価された。主なものは、「衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術」(2028 年)、「遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚水処理技術」(2029 年)、「下水分析による感染症等の罹患モニタリング技術」(2029 年)であった。また、本細目のトピックの 71%は、2031 年から 2035 年までに社会的実現時期を迎えると予測された。「生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオミメティック技術」は、科学技術的実現時期が 2036 年、社会的実現時期が 2043 年と長期の予測となった。これらは、現時点では技術競争力的に社会実装に向けた期待が低いと考えられる。

(事務局作成)

## ⑥気候変動

### i) 概要

人間活動に起因する大気中の温室効果ガス濃度の増加により、地表気温の上昇や降水量の変化など気候変動が生じており、極端気象現象の増加や海面上昇などの様々な悪影響の一部は既に顕在化していると考えられる。本細目では、気候変動の現象解明、将来予測、影響評価、緩和策、適応策等に関わるトピックを扱う。緩和(温室効果ガス排出量削減)のための技術としては、近年注目を集めている「CO<sub>2</sub>の直接空気回収技術」を取り上げたが、それ以外の様々な技術に関してはエネルギー関連の細目に譲った。

### ii) 社会的意義

国連気候変動枠組条約のパリ協定では、世界平均気温の上昇を、産業化以前を基準に 2°Cや 1.5°Cといった水準に抑えることを長期目標としており、そのためには今世紀後半に世界の温室効果ガス排出量を正味でゼロにする必要がある。またパリ協定の長期目標を達成できたとしても、今よりは大きくなる影響を低減するための適応策も重要である。これらの緩和策や適応策を実現するためには、エネルギー関連技術の開発にとどまらず、地球システムの現状を精度よく把握し、将来の気候変動とその影響を高い信頼性で予測する科学技術の進展が強く求められる。

### iii) 今後の展望

いずれのトピックも 2031-2035 年のあいだに科学的に、その 1-3 年後には社会的に実現可能との回答になった。全体的に、重要度、国際優位性とも比較的高いと評価されたが、緩和のための技術である「コストが 100 米ドル/tCO<sub>2</sub> 以下の CO<sub>2</sub> 直接空気回収技術」は、国際優位性が比較的低いと回答された。実現に向けては、人材育成と資金の必要性が高いと評価されたトピックが多かった。「気候感度」の推定精度向上には人材育成と研究基盤整備、「低コストの CO<sub>2</sub> 直接空気回収技術」には資金と事業化、「適応策の立案とその効果の検証のためのツール」には人材と国内連携が重要であると評価された。気候変動の緩和策、適応策を進めていくためには、その根拠となる現象解明、将来予測、影響評価の高度化が重要であるが、そのためには人材育成と資金の確保が必要である。また観測データやシミュレーションデータが急速に増加する中、スーパーコンピュータやデータセンター等の研究基盤の整備を継続的行っていくことが、日本がこの分野で貢献を続けていくために必要である。適応策においては各自治体の取り組みが重要であり、そのためには「専門家ではない自治体職員等が使える適応策の立案とその効果の検証のためのツール」などが求められている。緩和策のための技術として注目を集めている「低コストの CO<sub>2</sub> 直接空気回収技術」は、その重要性にも関わらず、日本の国際優位性は低く、技術開発投資と事業化の推進が課題となっている。適応策と緩和策を総合的に考えていくためには、「全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した地球環境予測モデル」が有用であるが、そのような学術分野をまたがったモデルの開発を進めるためには、新しい人材の育成が極めて重要である。

(塩竈秀夫、沖大幹)

## ⑦環境保全

### i) 概要

本細目のキーワードとして、前回からの継続のものとして、土壌修復技術、除染技術、病原微生物検知システム、外来種の移動拡散、越境大気汚染、遺伝的多様性、環境負荷管理、生物多様性、植生維持管理、新規のものとして、環境情報開示、TCFD、TNFD、Nature-based solutions (NbS) を設定した。特に、NbS は、令和 2 年 7 月豪雨による川辺ダム決壊により甚大な被害を受けた熊本県球磨村における気候災害からの復興や今後の対策、令和 4 年 7 月にパキスタンの国土の約 3 分の 1 が浸水した洪水被害等の激甚化する気候災害から地域や国土をどのように守るのか、世界でも注目されている取り組みである。

### ii) 社会的意義

本細目の重要度は1.0で重要度は「高」と評価されたものの、「都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術」、「塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術」の重要度は、本分野のトピックの中でも低い評価だった。トピックの科学技術的実現時期が「わからない」とする回答が多いトピックに、「都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術」、「個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価」、「絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術」の3つのトピックが含まれ、「害虫生息環境のトラッキング技術」、「絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術」では、社会的実現時期においても「わからない」とする回答が多かった。

重要度、国際優位性ともに高いトピックとして、「放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術」が挙げられた。重要度は高いが、国際優位性（現在の日本の優位性）はそれほど高くないと評価されたトピックは「生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術（Nature based solution：NbS）」だった。

### iii) 今後の展望

デルファイ調査を通じて、外来種や絶滅危惧種、放射性物質汚染の除去技術について関心が高いことがわかった。また、新たに設定したNbSについて重要度は高いと評価されたものの、国際優位性は高くはないという評価は意外だった。というのも、地震や気候災害が多い日本では、自然環境を活かした防災技術が昔から活用されており、この分野では世界でも先進的な取組を行っていると認識していたからだ。一方で、里地・里山など、人間と自然が共存していたエリアから人が消え、気候変動等の影響により山や里の食べ物が減り都市に降りてきた野生動物による獣害など、環境保全の置かれている状況が変化している。地方経済が弱まる中での環境保全の在り方について、従前のアプローチでは解けない問題への処方箋が求められている。

（藤野純一）

## ⑧ リスクマネジメント

### i) 概要

社会に技術が導入されるためには性能やコストだけでなく、安全面や環境面を考慮した社会的コンセンサスの構築が求められる。コンセンサス構築には健康被害、影響評価、リスク管理、安全基準の策定、リスクコミュニケーションなどを包括的に検討する「リスクマネジメント」が必要となる。リスクマネジメントは社会を対象にするものであり、国や地域によって大きく異なりうる。環境・資源・エネルギー分野におけるリスクマネジメントは多岐に

及ぶが、細目では日本社会が直面しているリスク問題のうち社会的影響力が大きいと考えられるものを取り上げると共に、一部の設問には情報技術（IoT、AI、ビッグデータ等）のエッセンスを加え構成した。

## ii) 社会的意義

リスクマネジメントは、本細目で取り上げたトピックスだけでなく科学技術すべてに係わっている課題である。科学技術がもたらすベネフィットとリスクをできるだけ正確に分析することで未来予測の精度が高まる。そこで情報技術（IoT、AI、ビッグデータ等）を最大限駆使し精度を高めると共に、予測手法やその後の安全基準策定を戦略的に標準化する試みが必要となる。また得られたリスクマネジメントを活かすには、リスクについての情報伝達だけでなく、リスクへの対処の仕方や安全を高める行動についても適切な知識を共有することが大切になる。そのためには、専門家による一方的な情報伝達ではなく、それぞれのリスクに関わるステークホルダーが意見を交換することを通じて共通の認識を形成し、コンセンサスに達する仕組みが求められる。

## iii) 今後の展望

特に重要度の高い科学技術トピックとして情報技術を活かした自然災害対応や化学物質影響に関するリスクマネジメントが挙げられ、今後の進展が強く期待される。こうした進展を科学技術的あるいは社会的に実現するため優先的に対処すべき点として、戦略的標準化が選ばれる傾向にあった。情報技術を最大限駆使して未来を精度高く予測し、それらを基にした安全基準策定を国内外で標準化し、いち早く公共サービスへと展開することが望まれる。このほか、自然災害に対応する分散電源制御技術に関して、特に国内連携・協力の必要性が指摘されている。

発送電分離を踏まえ、発電・送電・配電に関わる多くの事業主体間の協調を前提とする技術であるためであろう。昨今のモバイルバッテリー発火や二次電池工場火災を踏まえて劣化予測診断の重要性も上がっている。激甚化する災害と多様化する科学技術に対して、情報技術を活かしていち早く公共サービスへと展開する仕組みが求められている。

（矢畠 健史、入江 一友）

## ⑨サーキュラーエコノミー

### i) 概要

サーキュラーエコノミー（循環型経済）は、これまでの「採掘・製造・使用・廃棄」という直線型消費モデルから脱却し、製品、材料、資源を再利用する循環型モデルに転換することで推進される。これまでは家電、自動車、食品など廃棄物単位でリサイクル・再循環が推進されてきたが、現在は欧州が主導する製品単位での循環モデル（耐久性・リサイクル性、使用履歴情報から再生・再利用、目的外利用、再資源化）へと移行しており、国際的に強調して推進するための規制・標準化や社会実装化が始まった段階にある。

## ii) 社会的意義

サプライチェーンや製造工程が異なる国や地域に跨るグローバルな経済圏において、循環性やトレーサビリティに関する共通ルールが国際的に確立されていることがサーキュラーエコノミー推進の鍵となる。製品カーボンフットプリントのトレーサビリティ国際認証や製品毎デジタルプロダクトパスポートの実現は製造時の登録データが生涯に渡って製品に紐づくことを可能とし、再利用～廃棄時の再循環を容易にする。機能材料循環技術や素材毎の高度分別を可能にする化学物質コード化技術は、再利用材製造の歩留まり向上や不純物削減などの高品質化に直結するブレークスルーとなり、商業化や事業化を加速する。バッテリーの目的外再利用を促進する標準化、および電池製造における資源再利用率向上は、EV（電気自動車）普及社会を想定した欧州電池規制が主導するルールであり、希少資源の再利用化に貢献するだけでなく、エネルギー安全保障の観点での安定化にも大きく貢献する。

## iii) 今後の展望

アンケート結果は総じてトピックの重要性が高い反面、国際優位性が低い傾向となった。これは本分野の国際ルール化への関心の高さと、その取組みへの若干の関与遅れの実態を各々反映したものと推察される。最も重要性が高いトピックは「電池製造における資源再利用率向上」で、欧州電池規制での将来目標（～2036年）の意義や期待が強く認識されたものと思われる。科学的実現（時期；2034年）には研究開発資金拡充が、社会的実現（時期；2036年）には事業化支援が各々特に重要とされた。次に重要性が高いトピックは「デジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度」で、この仕組みが第三者による再循環化を強く推進する。先行事例として、EV用電池パックを対象にしたバッテリーパスポートが2027年以降、順次各国で対応開始され、以降、他の業界・製品への拡大が検討されている。科学的実現（時期；2030年）、社会的実現（時期；2034年）にはどちらも標準化への戦略的関与が特に重要と求めている。

（藤本博也）



## ⑩超高齢社会とエネルギー

### i) 概要

「超高齢社会」に公的定義は与えられていないが、2023年10月1日現在、日本の65歳以上人口が総人口に占める割合（高齢化率）は29.1%に達しており、日本が超高齢社会となっていることは疑いない。エネルギーが社会経済活動の基盤をなすものである以上、超高齢社会に特有のエネルギー事情が生じることは当然であり、それに応じたエネルギー供給・消費の技術が求められる。

### ii) 社会的意義

超高齢社会に特有のエネルギー事情は大きく分けて、医療・介護の分野とモビリティの分野に特徴的に表れると考えられる。高齢化に伴い医療や介護のニーズが各段に増大し、他方、医療サービス・介護サービスの供給拡大は人的制約からむしろ困難になるため、遠隔医療インフラや多機能介護ロボットの必要性が高まる。高齢化に伴ってがん患者の増大も予想されるため、重粒子線等の高エネルギーを用いた治療を小型化・省エネルギー化することが期待される。

また、高齢者には移動上の制約が多く、日本の場合、人口減少も重なるため、公共交通機関や道路などの社会インフラを従来同様に維持することは困難になると見込まれる。行政サービスのDX化などにより移動の必要性を減らしつつ、徒歩移動圏型コンパクトシティの形成やオンデマンド型無人モビリティサービスの導入により、高齢者にも移動の自由を確保することには大きな意義がある。前者には徒歩移動による健康寿命延伸の効果も期待される。

### iii) 今後の展望

超高齢社会に対応するためのエネルギー技術には高い重要度が認められるものの、残念ながら日本の国際優位性は高くないと認識されている。特にモビリティに関連する技術にその傾向が著しく、行政サービスのDX化は日本に国際優位性が無いと考えられている。全般に、科学技術の実現においては、国内協力・連携体制の整備、社会需要・社会的合意の形成、法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設などが対処事項として指摘される。社会的実現においても、公共部門のイノベーション、文化・価値観・ライフスタイルの見直し、法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設などが考慮すべきとされる。他方、医療・介護に関連する技術については、日本の国際優位性が比較的認められ、高エネルギーがん治療の小

型省エネルギー化では、日本の国際優位性は高いと考えられている。全般に、科学技術的実現においては、人材育成・確保、研究開発費の拡充、研究施設などの基盤整備、国内協力・連携体制の整備などが対処事項として指摘される。社会的実現においては、プロジェクトの経済性確保やスケール化など、事業化上の考慮事項が重視されている。

日本における高齢化のさらなる進展は確実であり、超高齢社会に対応するエネルギー関連科学技術の早期の具現化が期待される。

(入江一友)

### 3.3 細目およびキーワード

本分野は、「エネルギー変換」、「エネルギーシステム」、「資源探査・開発」、「廃棄物・資源循環」、「持続可能な水マネジメント」、「気候変動」、「環境保全」、「リスクマネジメント」、「サーキュラーエコノミー」、「超高齢社会とエネルギー」の10の細目で構成される（図表Ⅱ-3-1）。

図表Ⅱ-3-1 「環境・資源・エネルギー」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	エネルギー変換	エネルギー生産、エネルギー消費、エネルギー貯蔵・輸送、CO <sub>2</sub> 分離・回収・貯留・固定化、炭化水素合成、バイオマス生産、再生可能エネルギー、ヒートポンプ・熱変換、CCUS、未利用熱、水電解・電解合成、核融合
2	エネルギーシステム	余剰電力利用、送電、電力貯蔵、水素等の長距離輸送・大規模貯蔵、電力取引、電力需給制御、カーボンリサイクル、カーボンプライシング・国境間取引（CBAM）、法制度・経済システム（サーキュラーエコノミー）、トランジション・ファイナンス、eケミカル
3	資源探査・開発	金属・鉱物資源、石油・天然ガス資源、地熱資源、海洋エネルギー・鉱物資源開発、レアメタル・レアアース、リモートセンシング（高空間分解能衛星データ利用）・高精度物理探査、宇宙資源開発
4	廃棄物・資源循環	環境、省力化・自動化、資源効率、廃棄物のエネルギーとしての活用、リサイクル、資源循環、分離技術、レアメタル
5	持続可能な水マネジメント	表流水・地下水一体流動シミュレーション、リモートセンシングとテレメトリー、ゲリラ豪雨、水管理技術、下水処理技術、浄水技術、汚染水浄化再利用技術、水質指標、水圏マイクロプラスチック、環境化学技術、流域治水、下水からの資源回収
6	気候変動	異常気象、将来予測、大気、海洋、生態系、氷床、水、食糧、緩和策、適応策、BECCS(バイオマス CCS)、DACCS(二酸化炭素直接回収・貯留)、窒素循環、土地利用、気候サービス、Climate SDGs シナジー
7	環境保全	土壌修復技術、除染技術、病原微生物検知システム、外来種の移動拡散、越境大気汚染、遺伝的多様性、環境負荷管理、生物多様性、植生維持管理、環境情報開示、TCFD、TNFD、Nature based solution
8	リスクマネジメント	生物多様性、環境リスク、レジリエンス、安全規制、ナノ粒子、化学物質、放射線、自然災害、環境情報開示、資源・エネルギーの安定供給、Climate SDGs シナジー、DX ツール
9	サーキュラーエコノミー	目的外再利用、修理修繕、属性/履歴情報の保全と開示、トレーサビリティ、ブロックチェーン、素材識別、資源再利用率、アップサイクル（製品/材料）、地域内/経済圏内における資源循環、カーボンニュートラル、業界横断的資源循環、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、DPP
10	超高齢社会とエネルギー	オンデマンドモビリティ（シャトル EV バス）、医療/行政サービスの DX 化、行政区のコンパクト化（街づくり計画）、リモート就業環境高度化

### 3.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-3-2の通りである。

図表Ⅱ-3-2 「環境・資源・エネルギー」分野の回答者内訳

年代	20 代	17 人	職 業	大学等	506 人
	30 代	98 人		公的研究機関	171 人
	40 代	257 人		民間企業	158 人
	50 代	268 人		その他	72 人
	60 代	185 人	職 種	研究・開発	740 人
	70 代以上	77 人		マネジメント	80 人
	無回答	5 人		その他	87 人
合計					907 人

### 3.5 調査結果

#### 3.5.1. 重要度と国際優位性

##### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-3-3に示した。細目別では、「廃棄物・資源循環」がもっとも多く5件、次いで「サーキュラーエコノミー」と「超高齢社会とエネルギー」がそれぞれ4件であった。重要度のもっとも高いトピックは「電池製造における資源再利用率向上（コバルト26%、鉛85%、リチウム12%、ニッケル15%を上回る）（重要度1.95）」であった。

##### ②国際優位性上位20位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位20位を図表Ⅱ-3-4に示した。細目別では、「持続可能な水マネジメント」が8件ともっとも多く、次いで「廃棄物・資源循環」、「資源探査・開発」の各3件であった。国際優位性のもっとも高いトピックは「加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術（国際優位性1.54）」であった。

図表Ⅱ-3-3「環境・資源・エネルギー」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
326	電池製造における資源再利用率向上(コバルト26%、鉛85%、リチウム12%、ニッケル15%を上回る)	1.95	2034	2036	サーキュラーエコノミー
279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	1.89	2029	2034	持続可能な水マネジメント
265	レアメタルを含む重要素材の、高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術	1.71	2033	2038	廃棄物・資源循環
240	長寿命かつ低コストの二次電池(寿命20年以上、コスト0.5万円/kWh以下)	1.70	2033	2035	エネルギーシステム
333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動型コンパクトシティ	1.63	2036	2036	超高齢社会とエネルギー
306	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術(Nature based solution: NbS)	1.60	2034	2038	環境保全
276	廃プラスチックの高度リサイクルに関する技術(循環型ケミカルリサイクル、高度なマテリアルリサイクル等)	1.60	2033	2036	廃棄物・資源循環
253	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	1.60	2035	2040	資源探査・開発
330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	1.59	2029	2032	超高齢社会とエネルギー
269	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源(アンモニア、酢酸、リン等含む)を合理的に回収・利用する技術	1.58	2035	2039	廃棄物・資源循環
241	レアメタルリサイクルなど、EV二次電池のライフサイクルコスト低減技術	1.53	2033	2035	エネルギーシステム
324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	1.53	2030	2034	サーキュラーエコノミー
273	海底資源・宇宙資源の開発に必要な、先進的分離・抽出・精製技術	1.52	2041	2045	廃棄物・資源循環
292	気候変動による食料生産への地域ごと、品目ごとの影響予測技術	1.51	2033	2035	気候変動
229	核融合発電	1.50	2047	2056以降	エネルギー変換
321	サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム	1.50	2030	2033	サーキュラーエコノミー
329	移動補助や排泄補助などの諸機能を統合した多機能介護ロボット	1.50	2029	2032	超高齢社会とエネルギー
322	機能材料循環技術(リマニュファクチャリングプロセス技術、アップグレードリサイクル技術、ミックスプラスチックリサイクル技術等)	1.49	2034	2038	サーキュラーエコノミー
271	戦略資源のサプライチェーンおよび物質フローの高度管理ならびに再循環を可能にするデジタル情報基盤ルール	1.48	2034	2037	廃棄物・資源循環
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	1.48	2029	2032	超高齢社会とエネルギー

\* 非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)としてスコアを算出。

図表Ⅱ-3-4「環境・資源・エネルギー」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

ID	トピック	国際優位性	科学技術的実現時期	社会的実現時期	細目
283	加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	1.54	2030	2033	持続可能な水マネジメント
279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	1.29	2029	2034	持続可能な水マネジメント
284	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	1.25	2031	2033	持続可能な水マネジメント
285	遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術	1.19	2029	2032	持続可能な水マネジメント
254	メタンハイドレート採掘利用技術	1.14	2035	2042	資源探査・開発
224	1500℃級IGCCシステム(石炭ガス化複合発電)の商業運転	1.13	2029	2034	エネルギー変換
319	二次電池劣化進行の状態監視技術を用いた、異常劣化早期予兆検知・抑制技術	1.10	2034	2035	リスクマネジメント
259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	1.05	2032	2041	資源探査・開発
300	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	1.04	2032	2038	環境保全
258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	1.00	2038	2047	資源探査・開発
280	雪を資源として有効利用するための、気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術	1.00	2033	2033	持続可能な水マネジメント
290	衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術	1.00	2028	2030	持続可能な水マネジメント
331	高エネルギーを利用したがん治療(重粒子線等)の小型省エネルギー化	1.00	2031	2034	超高齢社会とエネルギー
268	レアメタル品位の低い特殊鋼など使用済製品からの有用金属の低コスト回収・分離・再生技術	0.93	2035	2038	廃棄物・資源循環
274	廃水、尾鉱および鉱業残渣物等の環境負荷物質の発生を最小化する低環境負荷型資源生産・選鉱製錬技術	0.91	2033	2038	廃棄物・資源循環
289	下水分析による感染症等の罹患モニタリング技術	0.91	2029	2032	持続可能な水マネジメント
281	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	0.90	2032	2035	持続可能な水マネジメント
247	水素還元製鉄技術、カーボンリサイクル高炉技術などの、CO2を排出しない次世代型高炉	0.90	2033	2040	エネルギーシステム
235	既存技術では設置できなかった場所(耐荷重の小さい屋根や建物の壁面等)にも導入できる、軽量・柔軟等の特徴を兼ね備えたペロブスカイト型太陽電池の開発	0.89	2031	2033	エネルギー変換
269	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源(アンモニア、酢酸、リン等含む)を合理的に回収・利用する技術	0.88	2035	2039	廃棄物・資源循環

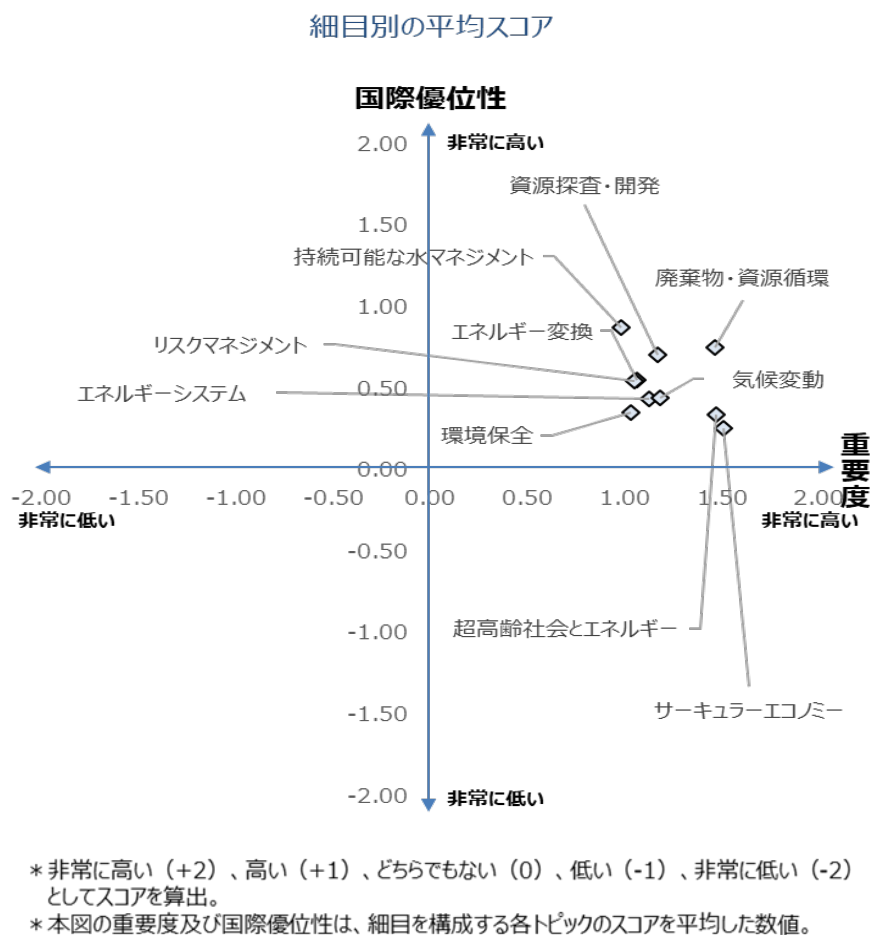
\* 非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)としてスコアを算出。

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-3-5に示した。本分野は、すべての細目が右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。

なかでも、「廃棄物・資源循環」は他の細目よりも重要度と国際優位性が共にともに高いことが示された。

図表Ⅱ-3-5 「環境・資源・エネルギー」分野における細目別の重要度と国際優位性（細目別）



### 3.5.2. 実現時期

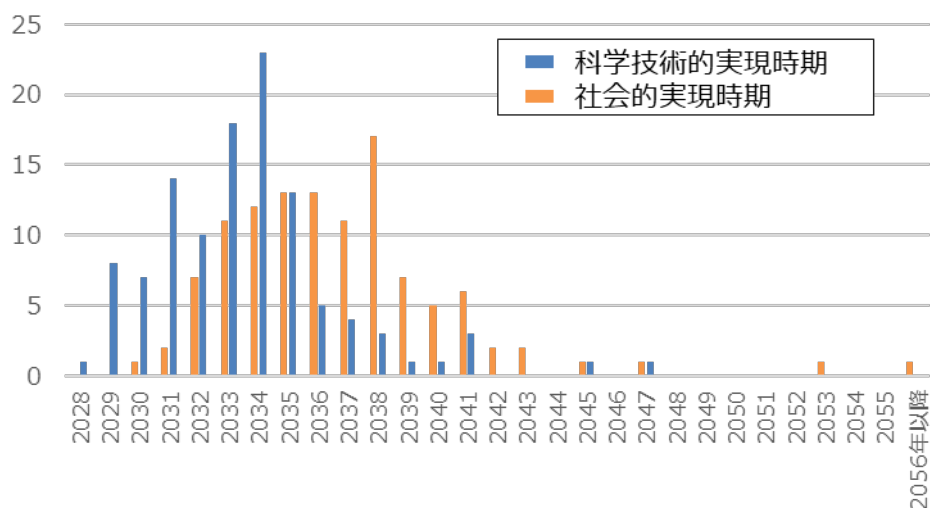
#### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は 2028 年から 2047 年までの範囲に分布し、トピックの約 83%が 2035 年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は 2030 年から 2056 年以降までの範囲に分布し、2035 年までにトピックの約 41%が実現すると回答された（図表Ⅱ-3-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差がもっとも大きいトピックは「深度

5000m 程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術」、「枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術」で 9 年であった（図表 II 3-7）。

図表 II -3-6 「環境・資源・エネルギー」分野の実現時期別トピック数分布



図表 II -3-7 「環境・資源・エネルギー」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	2038	2047	9	資源探査・開発
259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	2032	2041	9	資源探査・開発
228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2045	2053	8	エネルギー変換
247	水素還元製鉄技術、カーボンリサイクル高炉技術などの、CO2を排出しない次世代型高炉	2033	2040	7	エネルギーシステム
254	メタンハイドレート採掘利用技術	2035	2042	7	資源探査・開発
288	生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオメテック技術	2036	2043	7	持続可能な水マネジメント
310	個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価	2034	2041	7	環境保全

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2028 年がもっとも早く、実現時期が早いトピックの上位の細目は「持続可能な水マネジメント」や「高齢社会とエネルギー」が多いことが示された（図表 II -3-8）。社会的実現時期は 2030 年がもっとも早く、科学技術的実現時期と同様に細目では、「持続可能な水マネジメント」が早いことが示された（図表 II -3-9）。



図表Ⅱ-3-8 「環境・資源・エネルギー」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
290	衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術	2028	持続可能な水マネジメント
224	1500℃級IGCCシステム(石炭ガス化複合発電)の商業運転	2029	エネルギー変換
279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	2029	持続可能な水マネジメント
285	遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術	2029	持続可能な水マネジメント
289	下水分析による感染症等の罹患モニタリング技術	2029	持続可能な水マネジメント
302	周辺国からの越境大気汚染等の高精度モニタリング・影響評価技術	2029	環境保全
329	移動補助や排泄補助などの諸機能を統合した多機能介護ロボット	2029	超高齢社会とエネルギー
330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	2029	超高齢社会とエネルギー
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	2029	超高齢社会とエネルギー

図表Ⅱ-3-9 「環境・資源・エネルギー」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
290	衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術	2030	持続可能な水マネジメント
287	水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価	2031	持続可能な水マネジメント
316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	2031	リスクマネジメント

## ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2047年がもっとも遅く、細目では「エネルギー変換」のトピックが遅いことが示された(図表Ⅱ-3-10)。社会的実現時期は2056年以降がもっとも遅く、細目では科学技術的実現時期と同様に「エネルギー変換」の細目のトピックが遅いことが示された(図表Ⅱ-3-11)。

図表Ⅱ-3-10 「環境・資源・エネルギー」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
229	核融合発電	2047	エネルギー変換
228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2045	エネルギー変換
264	火山地域における深部鉱床の探査手法	2041	資源探査・開発
273	海底資源・宇宙資源の開発に必要な、先進的分離・抽出・精製技術	2041	廃棄物・資源循環
316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	2041	リスクマネジメント

図表Ⅱ-3-11 「環境・資源・エネルギー」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
229	核融合発電	2056以降	エネルギー変換
228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	2053	エネルギー変換
258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	2047	資源探査・開発

## ④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が10%以上のトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して、細目「エネルギー変換」のトピックであった(図表Ⅱ-3-12)。「わからない」の回答割合がもっとも高いトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して、「熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価」のトピックであった(図表Ⅱ-3-13)。

図表Ⅱ-3-12 「環境・資源・エネルギー」分野の「実現しない」の回答割合が高い(10%以上)トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
231	プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	0.96	13%	2037	エネルギー変換
228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	0.45	11%	2045	エネルギー変換
255	空気中や天然ガスから効率的にヘリウムを回収する技術	1.47	11%	2038	資源探査・開発
297	コストが100米ドル/tCO <sub>2</sub> 以下のCO <sub>2</sub> の直接空気回収技術(Direct Air Capture:DAC)	1.06	10%	2035	気候変動
244	バッテリーと電動機のみを用いた航空機による国内線の運航	0.39	10%	2037	エネルギーシステム

## 社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
255	空気中や天然ガスから効果的にヘリウムを回収する技術	1.47	16%	2041	資源探査・開発
244	バッテリーと電動機のみを用いた航空機による国内線の運航	0.39	15%	2040	エネルギーシステム
231	プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	0.96	14%	2040	エネルギー変換
233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	0.92	14%	2041	エネルギー変換
230	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速炉システム技術	1.00	13%	2043	エネルギー変換
297	コストが100米ドル/tCO <sub>2</sub> 以下のCO <sub>2</sub> の直接空気回収技術(Direct Air Capture:DAC)	1.06	13%	2036	気候変動
258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	1.00	12%	2047	資源探査・開発
228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	0.45	11%	2053	エネルギー変換

図表Ⅱ-3-13 「環境・資源・エネルギー」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

## 科学技術的实现時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	0.55	71%	2041	リスクマネジメント
232	MW級の防爆対応蒸留・精製ヒートポンプ	0.86	57%	2033	エネルギー変換
309	都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術	0.50	44%	2040	環境保全

## 社会的実現時期

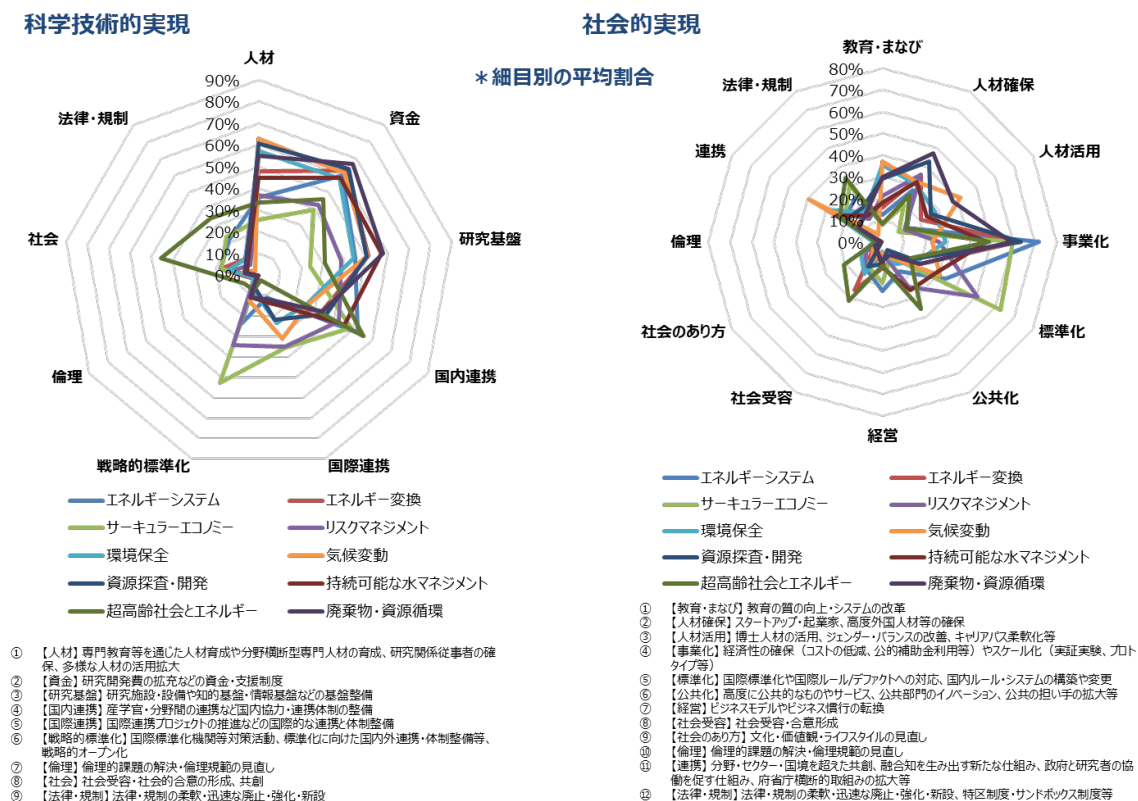
ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	0.55	71%	2031	リスクマネジメント
232	MW級の防爆対応蒸留・精製ヒートポンプ	0.86	57%	2037	エネルギー変換
309	都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術	0.50	53%	2041	環境保全

### 3.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（図表Ⅱ-3-14）は、科学技術的实现では多くの細目において「人材」・「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きいことが示された。一方、「サーキュラーエコノミー」では「戦略的標準化」、「超高齢社会とエネルギー」では「社会」・「国内連携」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示された。社会的実現では細目ごとに特徴があり、「廃棄物・資源循環」では「人材確保」・「事業化」、「エネ

ルギーシステム」では「事業化」、「サーキュラーエコノミー」では「標準化」・「事業化」、「超高齢化社会とエネルギー」では「事業化」・「公共化」・「社会受容」・「法律・規制」の回答割合が大きいことが示された。

図表 II-3-14 「環境・資源・エネルギー」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表 II-3-15、図表 II-3-16 に示した。

図表Ⅱ-3-15 「環境・資源・エネルギー」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
256	資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術	88%	2034	資源探査・開発
263	高品位銅鉱床の成因解明に基づく探査指針開発	80%	2034	資源探査・開発
296	全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した、地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測	80%	2033	気候変動

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
326	電池製造における資源再利用率向上（コバルト26%、鉛85%、リチウム12%、ニッケル15%を上回る）	84%	2034	サーキュラーエコノミー
253	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	81%	2035	資源探査・開発
259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	80%	2032	資源探査・開発

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
331	高エネルギーを利用したがん治療（重粒子線等）の小型省エネルギー化	89%	2031	超高齢社会とエネルギー
268	レアメタル品位の低い特殊鋼など使用済製品からの有用金属の低コスト回収・分離・再生技術	73%	2035	廃棄物・資源循環
280	雪を資源として有効利用するための、気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術	72%	2033	持続可能な水マネジメント

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

#### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	83%	2036	超高齢社会とエネルギー
317	情報技術（IoT、AI、ビッグデータ等）を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	76%	2033	リスクマネジメント
239	DXを活用した木質バイオマス資源の需給マッチング	73%	2032	エネルギーシステム

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

#### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
302	周辺国からの越境大気汚染等の高精度モニタリング・影響評価技術	73%	2029	環境保全
316	熱帯林の原生回復速度（20年で8割回復）の定量的評価	64%	2041	リスクマネジメント
323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	61%	2031	サーキュラーエコノミー
325	バッテリーの目的外再利用（リパーパス）を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	61%	2030	サーキュラーエコノミー

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

#### ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的 実現時期	細目
324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	81%	2030	サーキュラーエコノミー
325	バッテリーの目的外再利用（リパーパス）を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	72%	2030	サーキュラーエコノミー
323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	67%	2031	サーキュラーエコノミー

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的 実現時期	細目
313	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	17%	2033	リスクマネジメント
330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	17%	2029	超高齢社会とエネルギー
333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	17%	2036	超高齢社会とエネルギー

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的 実現時期	細目
333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	67%	2036	超高齢社会とエネルギー
328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	66%	2031	超高齢社会とエネルギー
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	60%	2029	超高齢社会とエネルギー

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	72%	2029	超高齢社会とエネルギー
328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	59%	2031	超高齢社会とエネルギー
242	P2P電力取引の大規模商用化	56%	2032	エネルギーシステム
325	バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	56%	2030	サーキュラーエコノミー

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-3-16 「健康・医療・生命科学」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
301	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術	54%	2037	環境保全
291	海洋酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響の解明	51%	2036	気候変動
298	気候変動の研究者ではない自治体職員等でも気候変動予測と影響評価を分析し、適応策の立案とその効果の検証を行うことのできるツール	48%	2034	気候変動

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
264	火山地域における深部鉱床の探査手法	59%	2042	資源探査・開発
270	多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する、AI活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術	58%	2038	廃棄物・資源循環
316	熱帯林の原生回復速度（20年で8割回復）の定量的評価	57%	2031	リスクマネジメント

- 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
295	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度（ティッピングポイント）の推定精度の1℃以下への向上	59%	2037	気候変動
296	全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した、地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測	58%	2035	気候変動
273	海底資源・宇宙資源の開発に必要な、先進的分離・抽出・精製技術	53%	2045	廃棄物・資源循環

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等



#### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
247	水素還元製鉄技術、カーボンリサイクル高炉技術などの、CO2を排出しない次世代型高炉	94%	2040	エネルギーシステム
250	電力システムの余剰電力を有効活用した産業用高温熱製造貯蔵システム	87%	2034	エネルギーシステム
326	電池製造における資源再利用率向上(コバルト26%、鉛85%、リチウム12%、ニッケル15%を上回る)	84%	2036	サーキュラーエコノミー

- 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

#### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	90%	2034	サーキュラーエコノミー
323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	83%	2033	サーキュラーエコノミー
325	バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	83%	2033	サーキュラーエコノミー

- 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

#### ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
317	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	71%	2034	リスクマネジメント
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	64%	2032	超高齢社会とエネルギー
279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	50%	2034	持続可能な水マネジメント

- 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
242	P2P電力取引の大規模商用化	41%	2034	エネルギーシステム
283	加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	40%	2033	持続可能な水マネジメント
284	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	33%	2033	持続可能な水マネジメント
241	レアメタルリサイクルなど、EV二次電池のライフサイクルコスト低減技術	33%	2035	エネルギーシステム

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
231	プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	76%	2040	エネルギー変換
230	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速炉システム技術	74%	2043	エネルギー変換
233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	63%	2041	エネルギー変換

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現 時期	細目
333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	67%	2036	超高齢社会とエネルギー
246	小都市(人口10万人未満)における、DXを通じたエネルギーの自給自足	36%	2037	エネルギーシステム
306	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術(Nature based solution: NbS)	32%	2038	環境保全

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現 時期	細目
307	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	22%	2038	環境保全
233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	18%	2041	エネルギー変換
231	プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	15%	2040	エネルギー変換

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現 時期	細目
296	全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した、地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測	51%	2035	気候変動
294	気候感度(大気中CO2濃度が倍増して十分に時間がたったときの世界平均地表面気温上昇量)の推定精度の3℃から1℃への向上	46%	2038	気候変動
295	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度(ティッピングポイント)の推定精度の1℃以下への向上	45%	2037	気候変動

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	60%	2032	超高齢社会とエネルギー
328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	59%	2035	超高齢社会とエネルギー
258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	46%	2047	資源探査・開発
251	電力供給のレジリエンスを高めることを目的とした、緊急時におけるEV/バッテリーの集合運用システム	46%	2034	エネルギーシステム

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

### 3.5.4. 未来科学技術年表

#### (1)科学技術の実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2028	290	衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術	持続可能な水マネジメント
2029	224	1500℃級 IGCC システム(石炭ガス化複合発電)の商業運転	エネルギー変換
	279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	持続可能な水マネジメント
	285	遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術	持続可能な水マネジメント
	289	下水分析による感染症等の罹患モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	302	周辺国からの越境大気汚染等の高精度モニタリング・影響評価技術	環境保全
	329	移動補助や排泄補助などの諸機能を統合した多機能介護ロボット	超高齢社会とエネルギー
	330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	超高齢社会とエネルギー
	332	役所に行かなくても完結する、行政サービスの DX	超高齢社会とエネルギー
2030	275	自動ごみ収集等を活用した、廃棄物処理の非接触化を実現する技術	廃棄物・資源循環
	283	加圧エネルギーを 50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	持続可能な水マネジメント
	318	激甚災害にも対応可能な、電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術(再生可能エネルギーを含む)	リスクマネジメント
	320	エネルギー転換に必要なクリティカル・マテリアルの調達リスク評価システム	リスクマネジメント
	321	サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム	サーキュラーエコノミー
	324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	サーキュラーエコノミー
	325	バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	サーキュラーエコノミー
2031	235	既存技術では設置できなかった場所(耐荷重の小さい屋根や建物の壁面等)にも導入できる、軽量・柔軟等の特徴を兼ね備えたペロブスカイト型太陽電池の開発	エネルギー変換
	238	自動車の走行中の非接触充電技術	エネルギーシステム
	245	新規建築の 30%以上に普及可能な、汎用型 ZEB/ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス)システム	エネルギーシステム
	250	電力システムの余剰電力を有効活用した産業用高温熱製造貯蔵システム	エネルギーシステム

	260	地下水流動モデルに基づく地中熱ポテンシャルマップの全国展開	資源探査・開発
	261	鉱山採掘と保安の無人化・自動化技術	資源探査・開発
	282	下水処理水に残存する抗生物質の迅速な分析評価と除去技術	持続可能な水マネジメント
	284	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	持続可能な水マネジメント
	286	BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立	持続可能な水マネジメント
	287	水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価	持続可能な水マネジメント
	298	気候変動の研究者ではない自治体職員等でも気候変動予測と影響評価を分析し、適応策の立案とその効果の検証を行うことのできるツール	気候変動
	323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	サーキュラーエコノミー
	328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	超高齢社会とエネルギー
	331	高エネルギーを利用したがん治療(重粒子線等)の小型省エネルギー化	超高齢社会とエネルギー
2032	225	燃料として水素 100%を用いるガスタービンによる 1GW 級の大型発電技術	エネルギー変換
	239	DX を活用した木質バイオマス資源の需給マッチング	エネルギーシステム
	242	P2P 電力取引の大規模商用化	エネルギーシステム
	251	電力供給のレジリエンスを高めることを目的とした、緊急時における EV バッテリーの集合運用システム	エネルギーシステム
	259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	資源探査・開発
	281	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	293	CO2 濃度分布等の観測データをもとにして、各国の CO2 排出量を評価するシステム	気候変動
	299	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術	環境保全
	300	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	環境保全
	311	冬眠しない熊、鹿、イノシシなど、温暖化に伴う野生鳥獣の増加実態の把握及びその管理手法	環境保全
2033	226	単機容量 20MW 級浮体式洋上風力発電技術(直径 250m 級)	エネルギー変換
	232	MW級の防爆対応蒸留・精製ヒートポンプ	エネルギー変換
	234	50 年生を超えた人工林の現地木質チップ化技術	エネルギー変換
	240	長寿命かつ低コストの二次電池(寿命 20 年以上、コスト 0.5 万円/kWh 以下)	エネルギーシステム
	241	レアメタルリサイクルなど、EV 二次電池のライフサイクルコスト低減技術	エネルギーシステム
	246	小都市(人口 10 万人未満)における、DX を通したエネルギーの自給自足	エネルギーシステム
	247	水素還元製鉄技術、カーボンリサイクル高炉技術などの、CO2 を排出しない次世代型高炉	エネルギーシステム

	265	レアメタルを含む重要素材の、高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術	廃棄物・資源循環
	274	廃水、尾鉱および鉱業残滓物等の環境負荷物質の発生を最小化する低環境負荷型資源生産・選鉱製錬技術	廃棄物・資源循環
	276	廃プラスチックの高度リサイクルに関する技術(循環型ケミカルリサイクル、高度なマテリアルリサイクル等)	廃棄物・資源循環
	277	表流水・地下水一体流動シミュレーションによる全国の地下水マップの一般化	持続可能な水マネジメント
	278	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	280	雪を資源として有効利用するための、気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術	持続可能な水マネジメント
	292	気候変動による食料生産への地域ごと、品目ごとの影響予測技術	気候変動
	296	全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した、地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測	気候変動
	308	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する環境経済的手法で、企業や団体の活動を評価	環境保全
	313	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	リスクマネジメント
2034	317	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	リスクマネジメント
	221	不安定な再エネ電力からCO <sub>2</sub> フリーの水素や化学品原料(水素キャリア含む)を製造可能とする、高効率低コスト水電解・合成技術(効率4.3kWh/Nm <sup>3</sup> 以下、設備コスト5万円/kW以下、劣化率0.1%/1000h以下)	エネルギー変換
	222	バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション	エネルギー変換
	227	10MWクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源を利用した発電技術	エネルギー変換
	236	CO <sub>2</sub> を効率よく合成ガス(CO、H <sub>2</sub> )に変換可能な共電解技術	エネルギー変換
	243	グリーン電力を用いてCO <sub>2</sub> と水から炭化水素燃料(エレクトロフュエル:E-メタン、E-ガソリン、E-ジェット、E-軽油)を合成できる技術	エネルギーシステム
	248	光配線、革新的光電融合技術を活用した、次世代グリーンデータセンター技術(40%以上の省エネ化)	エネルギーシステム
	249	自然変動を伴う再エネを最大限活用したスマートモビリティ運行管理技術(気象変動予測に基づく自動運転EVの運行最適化等)	エネルギーシステム
	252	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	資源探査・開発
	256	資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術	資源探査・開発
	263	高品位銅鉱床の成因解明に基づく探査指針開発	資源探査・開発
	271	戦略資源のサプライチェーンおよび物質フローの高度管理ならびに再循環を可能にするデジタル情報基盤ルール	廃棄物・資源循環
	291	海洋酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響の解明	気候変動

	295	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度(ティップングポイント)の推定精度の1℃以下への向上	気候変動
	303	携帯情報端末やリモートセンシング等から得られるビッグデータを利用したモニタリングシステムに基づく森林再生	環境保全
	305	多機能な自然資本の管理運用の最適化(自然利用がもたらす、人や社会への影響が分かるようになる社会)	環境保全
	306	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術(Nature based solution: NbS)	環境保全
	307	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	環境保全
	310	個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価	環境保全
	312	物流や人流に伴い増加する、生物学的侵入に関する予測・評価技術	環境保全
	315	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた低線量放射線の影響評価技術	リスクマネジメント
	319	二次電池劣化進行の状態監視技術を用いた、異常劣化早期予兆検知・抑制技術	リスクマネジメント
	322	機能材料循環技術(リマニュファクチャリングプロセス技術、アップグレードリサイクル技術、ミックスプラスチックリサイクル技術等)	サーキュラーエコノミー
2035	326	電池製造における資源再利用率向上(コバルト 26%、鉛 85%、リチウム 12%、ニッケル 15%を上回る)	サーキュラーエコノミー
	233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	エネルギー変換
	237	水素に代わり、液体水素キャリア(MCH、NH3)から、直接電力を効率よく取り出すことが可能な燃料電池発電技術	エネルギー変換
	253	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	資源探査・開発
	254	メタンハイドレート採掘利用技術	資源探査・開発
	257	バイオ・ナノ技術を使った新規 EOR/EGR(石油・天然ガス増進回収)技術	資源探査・開発
	266	低品位・難処理型鉱石など未利用鉱物資源に適用可能な、新規生産技術と安定供給に寄与する分離抽出プロセス	廃棄物・資源循環
	268	レアメタル品位の低い特殊鋼など使用済製品からの有用金属の低コスト回収・分離・再生技術	廃棄物・資源循環
	269	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源(アンモニア、酢酸、リン等含む)を合理的に回収・利用する技術	廃棄物・資源循環
	270	多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する、AI活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術	廃棄物・資源循環
	272	資源・エネルギー生産と資源循環、バイオマス利用を刷新するバイオプロセス技術	廃棄物・資源循環
	294	気候感度(大気中 CO2 濃度が倍増して十分に時間がたったときの世界平均地表面気温上昇量)の推定精度の3℃から1℃への向上	気候変動

	297	コストが 100 米ドル/tCO <sub>2</sub> 以下の CO <sub>2</sub> の直接空気回収技術 (Direct Air Capture:DAC)	気候変動
	301	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術	環境保全
2036	288	生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオメテック技術	持続可能な水マネジメント
	304	生態系モニタリングから得られるビッグデータの高度解析に基づく、生態系の予測・制御・管理技術	環境保全
	314	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた化学物質の長期有害性評価技術	リスクマネジメント
	327	廃プラスチックの素材毎高度分別を可能にする化学物質コード化技術	サーキュラーエコノミー
	333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	超高齢社会とエネルギー
2037	223	ナトリウム、マグネシウムをエネルギー媒体として利用する技術	エネルギー変換
	231	プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	エネルギー変換
	244	バッテリーと電動機のみを用いた航空機による国内線の運航	エネルギーシステム
	262	非鉄金属・レアメタルの採掘から製錬に至る過程全体で、CO <sub>2</sub> 排出量を実質ゼロ化する技術	資源探査・開発
2038	255	空気中や天然ガスから効果的にヘリウムを回収する技術	資源探査・開発
	258	深度 5000m 程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	資源探査・開発
	267	海水に含まれるウラン、リチウム、マグネシウム等の希少資源を経済的・革新的に回収する技術	廃棄物・資源循環
2039	230	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速炉システム技術	エネルギー変換
2040	309	都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術	環境保全
2041	264	火山地域における深部鉱床の探査手法	資源探査・開発
	273	海底資源・宇宙資源の開発に必要な、先進的分離・抽出・精製技術	廃棄物・資源循環
	316	熱帯林の原生回復速度(20 年で 8 割回復)の定量的評価	リスクマネジメント
2045	228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	エネルギー変換
2047	229	核融合発電	エネルギー変換



## (2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2030	290	衛星やドローン、簡易型水位計情報などをデータ同化した、河道に沿った河川流量の上下流連続的な観測推計技術	持続可能な水マネジメント
2031	287	水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価	持続可能な水マネジメント
	316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	リスクマネジメント
2032	285	遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術	持続可能な水マネジメント
	289	下水分析による感染症等の罹患モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	302	周辺国からの越境大気汚染等の高精度モニタリング・影響評価技術	環境保全
	318	激甚災害にも対応可能な、電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術(再生可能エネルギーを含む)	リスクマネジメント
	329	移動補助や排泄補助などの諸機能を統合した多機能介護ロボット	超高齢社会とエネルギー
	330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	超高齢社会とエネルギー
	332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	超高齢社会とエネルギー
2033	235	既存技術では設置できなかった場所(耐荷重の小さい屋根や建物の壁面等)にも導入できる、軽量・柔軟等の特徴を兼ね備えたペロブスカイト型太陽電池の開発	エネルギー変換
	245	新規建築の30%以上に普及可能な、汎用型ZEB/ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス)システム	エネルギーシステム
	260	地下水流動モデルに基づく地中熱ポテンシャルマップの全国展開	資源探査・開発
	278	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	280	雪を資源として有効利用するための、気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術	持続可能な水マネジメント
	283	加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	持続可能な水マネジメント
	284	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	持続可能な水マネジメント
	320	エネルギー転換に必要なクリティカル・マテリアルの調達リスク評価システム	リスクマネジメント
	321	サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム	サーキュラーエコノミー
	323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	サーキュラーエコノミー
	325	バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	サーキュラーエコノミー
2034	224	1500℃級IGCCシステム(石炭ガス化複合発電)の商業運転	エネルギー変換

	239	DXを活用した木質バイオマス資源の需給マッチング	エネルギーシステム
	242	P2P 電力取引の大規模商用化	エネルギーシステム
	250	電力システムの余剰電力を有効活用した産業用高温熱製造貯蔵システム	エネルギーシステム
	251	電力供給のレジリエンスを高めることを目的とした、緊急時における EV バッテリーの集合運用システム	エネルギーシステム
	256	資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術	資源探査・開発
	275	自動ごみ収集等を活用した、廃棄物処理の非接触化を実現する技術	廃棄物・資源循環
	279	先端的な観測・予測に基づく、線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水の統合的水管理技術	持続可能な水マネジメント
	298	気候変動の研究者ではない自治体職員等でも気候変動予測と影響評価を分析し、適応策の立案とその効果の検証を行うことのできるツール	気候変動
	317	情報技術 (IoT、AI、ビッグデータ等) を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	リスクマネジメント
	324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	サーキュラーエコノミー
	331	高エネルギーを利用したがん治療 (重粒子線等) の小型省エネルギー化	超高齢社会とエネルギー
2035	240	長寿命かつ低コストの二次電池 (寿命 20 年以上、コスト 0.5 万円/kWh 以下)	エネルギーシステム
	241	レアメタルリサイクルなど、EV 二次電池のライフサイクルコスト低減技術	エネルギーシステム
	261	鉱山採掘と保安の無人化・自動化技術	資源探査・開発
	277	表流水・地下水一体流動シミュレーションによる全国の地下水マップの一般化	持続可能な水マネジメント
	281	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	持続可能な水マネジメント
	292	気候変動による食料生産への地域ごと、品目ごとの影響予測技術	気候変動
	293	CO2 濃度分布等の観測データをもとにして、各国の CO2 排出量を評価するシステム	気候変動
	296	全球気候モデル、影響評価モデルおよび社会経済モデルを結合した、地球環境予測モデルに基づく、100 年にわたる長期地球環境変動予測	気候変動
	308	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する環境経済的手法で、企業や団体の活動を評価	環境保全
	311	冬眠しない熊、鹿、イノシシなど、温暖化に伴う野生鳥獣の増加実態の把握及びその管理手法	環境保全
	313	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	リスクマネジメント
	319	二次電池劣化進行の状態監視技術を用いた、異常劣化早期予兆検知・抑制技術	リスクマネジメント

	328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	超高齢社会とエネルギー
2036	222	バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション	エネルギー変換
	225	燃料として水素 100%を用いるガスタービンによる 1GW 級の大型発電技術	エネルギー変換
	226	単機容量 20MW 級浮体式洋上風力発電技術(直径 250m 級)	エネルギー変換
	276	廃プラスチックの高度リサイクルに関する技術(循環型ケミカルリサイクル、高度なマテリアルリサイクル等)	廃棄物・資源循環
	282	下水処理水に残存する抗生物質の迅速な分析評価と除去技術	持続可能な水マネジメント
	286	BOD、COD、T-N 等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立	持続可能な水マネジメント
	291	海洋酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響の解明	気候変動
	297	コストが 100 米ドル/tCO <sub>2</sub> 以下の CO <sub>2</sub> の直接空気回収技術(Direct Air Capture:DAC)	気候変動
	299	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術	環境保全
	312	物流や人流に伴い増加する、生物学的侵入に関する予測・評価技術	環境保全
	314	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた化学物質の長期有害性評価技術	リスクマネジメント
	326	電池製造における資源再利用率向上(コバルト 26%、鉛 85%、リチウム 12%、ニッケル 15%を上回る)	サーキュラーエコノミー
	333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	超高齢社会とエネルギー
2037	232	MW級の防爆対応蒸留・精製ヒートポンプ	エネルギー変換
	238	自動車の走行中の非接触充電技術	エネルギーシステム
	246	小都市(人口 10 万人未満)における、DX を通したエネルギーの自給自足	エネルギーシステム
	248	光配線、革新的光電融合技術を活用した、次世代グリーンデータセンター技術(40%以上の省エネ化)	エネルギーシステム
	249	自然変動を伴う再エネを最大限活用したスマートモビリティ運行管理技術(気象変動予測に基づく自動運転 EV の運行最適化等)	エネルギーシステム
	271	戦略資源のサプライチェーンおよび物質フローの高度管理ならびに再循環を可能にするデジタル情報基盤ルール	廃棄物・資源循環
	295	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度(ティッピングポイント)の推定精度の 1℃以下への向上	気候変動
	301	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術	環境保全
	305	多機能な自然資本の管理運用の最適化(自然利用がもたらす、人や社会への影響が分かるようになる社会)	環境保全
	315	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた低線量放射線の影響評価技術	リスクマネジメント

	327	廃プラスチックの素材毎高度分別を可能にする化学物質コード化技術	サーキュラーエコノミー
2038	221	不安定な再エネ電力から CO2 フリーの水素や化学品原料（水素キャリア含む）を製造可能とする、高効率低コスト水電解・合成技術（効率 4.3kWh/Nm3 以下、設備コスト 5 万円/kW 以下、劣化率 0.1%/1000h 以下）	エネルギー変換
	227	10MW クラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源を利用した発電技術	エネルギー変換
	234	50 年生を超えた人工林の現地木質チップ化技術	エネルギー変換
	236	CO2 を効率よく合成ガス(CO、H2)に変換可能な共電解技術	エネルギー変換
	237	水素に代わり、液体水素キャリア(MCH、NH3)から、直接電力を効率よく取り出すことが可能な燃料電池発電技術	エネルギー変換
	243	グリーン電力を用いて CO2 と水から炭化水素燃料(エレクトロフュエル:E-メタン、E-ガソリン、E-ジェット、E-軽油)を合成できる技術	エネルギーシステム
	265	レアメタルを含む重要素材の、高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術	廃棄物・資源循環
	268	レアメタル品位の低い特殊鋼など使用済製品からの有用金属の低コスト回収・分離・再生技術	廃棄物・資源循環
	270	多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する、AI 活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術	廃棄物・資源循環
	274	廃水、尾鉱および鉱業残滓物等の環境負荷物質の発生を最小化する低環境負荷型資源生産・選鉱製錬技術	廃棄物・資源循環
	294	気候感度(大気中 CO2 濃度が倍増して十分に時間がたったときの世界平均地表面気温上昇量)の推定精度の 3℃から 1℃への向上	気候変動
	300	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	環境保全
	303	携帯情報端末やリモートセンシング等から得られるビッグデータを利用したモニタリングシステムに基づく森林再生	環境保全
	304	生態系モニタリングから得られるビッグデータの高度解析に基づく、生態系の予測・制御・管理技術	環境保全
	306	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術(Nature based solution:NbS)	環境保全
	307	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	環境保全
	322	機能材料循環技術(リマニュファクチャリングプロセス技術、アップグレードリサイクル技術、ミックスプラスチックリサイクル技術等)	サーキュラーエコノミー
2039	223	ナトリウム、マグネシウムをエネルギー媒体として利用する技術	エネルギー変換
	252	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	資源探査・開発
	257	バイオ・ナノ技術を使った新規 EOR/EGR(石油・天然ガス増進回収)技術	資源探査・開発
	262	非鉄金属・レアメタルの採掘から製錬に至る過程全体で、CO2 排出量を実質ゼロ化する技術	資源探査・開発

	266	低品位・難処理型鉱石など未利用鉱物資源に適用可能な、新規生産技術と安定供給に寄与する分離抽出プロセス	廃棄物・資源循環
	269	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源(アンモニア、酢酸、リン等含む)を合理的に回収・利用する技術	廃棄物・資源循環
	272	資源・エネルギー生産と資源循環、バイオマス利用を刷新するバイオプロセス技術	廃棄物・資源循環
2040	231	プラント寿命が 80 年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術	エネルギー変換
	244	バッテリーと電動機のみを用いた航空機による国内線の運航	エネルギーシステム
	247	水素還元製鉄技術、カーボンリサイクル高炉技術などの、CO <sub>2</sub> を排出しない次世代型高炉	エネルギーシステム
	253	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	資源探査・開発
	263	高品位銅鉱床の成因解明に基づく探査指針開発	資源探査・開発
2041	233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	エネルギー変換
	255	空気中や天然ガスから効果的にヘリウムを回収する技術	資源探査・開発
	259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	資源探査・開発
	267	海水に含まれるウラン、リチウム、マグネシウム等の希少資源を経済的・革新的に回収する技術	廃棄物・資源循環
	309	都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術	環境保全
	310	個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価	環境保全
2042	254	メタンハイドレート採掘利用技術	資源探査・開発
	264	火山地域における深部鉱床の探査手法	資源探査・開発
2043	230	核燃料サイクル及び一体型高速炉(IFR)を含む高速炉システム技術	エネルギー変換
	288	生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオメテック技術	持続可能な水マネジメント
2045	273	海底資源・宇宙資源の開発に必要な、先進的分離・抽出・精製技術	廃棄物・資源循環
2047	258	深度 5000m 程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	資源探査・開発
2053	228	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	エネルギー変換
2056 以降	229	核融合発電	エネルギー変換

## 4. AI・ICT・アナリティクス・サービス分野

### 4.1 総論

#### (1)細目の構成

AI・ICT・アナリティクス・サービス分野は、4つの分野を融合したものとなっており、前回、前々回と分野名が少しずつ異なる。これまでの、情報通信技術、新しいデータ流通・利活用、ロボット技術、次世代通信、セキュリティ技術、社会課題解決技術を含んだ、分野横断的な内容であったのに加えて、今回は近年目覚ましい発達を遂げているAI（人工知能）を大きく取り上げている。

細目は、「AI・データサイエンス」、「コンピュータシステム、量子情報処理」、「ロボティクス」、「自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM（Advanced Air Mobility）、MaaS（Mobility as a Service）」、「ネットワークアーキテクチャ」、「インタラクション」、「セキュリティ・プライバシー」、「社会情報基盤技術」、「未来社会デザイン」、「ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題」の10より構成された。

今回の調査では、これらの分野における基礎・応用から社会への実装までを網羅するとともに、一つの細目あたり10トピック程度、細目を10細目程度ということで検討し、最終的に合計115トピックを取り上げた。

#### (2) 本分野の今後の方向性

これまでの結果と同様に、通信の物理層や省電力などが関係するデバイス技術や、ロボティクス技術などに共通するハードウェア分野及び、インタラクションの技術における我が国の優位性を示す結果が得られた。一方、社会情報基盤技術や社会実装に関連する分野における弱点も前回と同様に指摘されている。また、今回大きく取り上げたAI分野については、高い重要性は示されていると同時に、国際的優位性の面ではネガティブな結果となっており、当該分野の課題を再確認する結果となった。また、データサイエンスに関係する分野も、AIとほぼ同様の結果が得られた。

また、本調査結果を分科会で検討するにあたって、本調査結果が分科会委員の認識と異なる部分が散見された。当該分野において、昨今の日本の技術的劣勢状況への変化に対する、分科会委員の敏感な認識と、調査結果が必ずしも一致していなかった。本調査結果が、我が国における当該分野の研究者の平均的認識を示すものとして解釈すると、逆に我が国の研究者は現状に対する危機意識が低い状況を表しているという意見もあった。特に、従来我が国のお家芸とも言えるハードウェア技術の研究の国際的地位の危うさが数字に表れておらず、これまでの旧来の価値観と意識にとらわれているのではないかという指摘もみられた。また、

AI における倫理の重要性の捉え方にも、分科会において疑問が呈された。

更に、日本が優先的に対処すべき点として、資金・人材・研究基盤が大きく指摘されており、その他の項目の指摘が低調であった。資金や人材、研究基盤は常に必要なものであり、かつ研究者からみれば国等への要望という他力本願な点ばかりが指摘されているようだ。何らかの自助努力や自らの改革につながる内容が少ないことが、逆に高い危機感として感じられた。ただし、こうした回答状況は、アンケートの設問に方法に依存しているのかもしれないとも考えられるし、他の分野との相対的な比較も必要である。今後は本調査の回答結果をどのように解釈するかといったことを、アンケート手法とともに議論することが必要である。

(越塚 登)

## 4.2 各論（細目概要）

### ①AI・データサイエンス

#### i) 概要

AI 技術は、すでに情報分野に限らず、材料分野、医療・バイオ分野、経済分野等、あらゆる業種において一般的に活用されており、DX（デジタルトランスフォーメーション）化の主要な技術として位置付けられている。近年、大規模言語モデル（LLM）あるいは基盤モデルといった生成 AI 技術の活用は、人間による作業の多くが AI に代替できるという可能性を示唆している。一方で、学習データによっては、生成 AI による回答が事実と間違っているという、ハルシネーション（Hallucination）の課題が浮き彫りとなり、学習データの信頼性の担保や AI の安全性といった評価技術の必要性が増している。またこの細目とロボティクス細目との関わりがますます強くなっている。

#### ii) 社会的意義

わが国では、少子高齢化社会における労働者不足の課題解決の主要な技術として大きく期待されており、少ない生産年齢人口の中で、労働生産性を維持していくためにも、AI 技術の活用は不可欠である。LLM の技術は、人の自然言語とシステムがつながることを意味し、専門家だけではなく、一般人さらには高齢者に見られる情報弱者に対しての高度なコミュニケーションを可能としたサービスへの展開が期待できる。本細目では、既存の認識を中心とした機械学習等の AI 技術だけでなく、生成 AI 技術の活用も含めた今後の進展を予測すること

にした。

### iii) 今後の展望

AI・データサイエンスに関する研究開発は、その重要性が広く認識されているにもかかわらず、必ずしも日本が高い国際競争力を有している分野であるとは認識されていない。その一方でロボティクスの細目は日本に優位性があるという認識が見られるが、今後のロボティクスにはAI・データサイエンスとの連携が不可欠である。AI技術は、材料開発に代表されるリニアな形で発展するものではなく、学習に必要な大量のデータを集める仕組みと共に、データの種別に応じてアジャイル型で進化発展していく技術である。すなわち、現在、米国、中国がAI技術を牽引している状況であるが、それは、SNSや検索エンジンといった、データを集める仕組みを有していることが強みとなっている。すなわちデータを集める仕組みと共にAI技術を高めていく必要があるが、特に先行している国々が持っていないデータ、例えば、材料開発におけるノウハウや製造技術現場のノウハウといったわが国の強みとなっているデータ等を集める仕組みの構築と共にAI技術を進化発展させる研究開発が必要だと言える。

(松原仁、谷川民生)

## ②コンピュータシステム、量子情報処理

### i) 概要

情報通信基盤を支える欠かせない要素としてハードウェア、ソフトウェアを含むコンピュータシステムがある。ハードウェアに関してはムーアの法則終焉の観測がなされる一方で、セキュアなシステム構築目的のためCPUにハードウェアを利用したソフトウェア保護機能を持たせるなどの新たな流れもある。ソフトウェアに関しては生成AIを用いたプログラム自動生成が急速に実用化される状況にあり、自動デバッグ、自動検証、自動テスト技術についても近い時期での実用化が期待される。量子メカニズムを取り入れた、汎用的計算を行うゲート型量子コンピュータや、特定計算目的のための量子アニーリング機械等の開発が進められている。特定計算目的の量子計算は一部実現されているものの、エラー訂正後に数百ビット演算能力をもつ汎用的な量子計算の実現は未だ不明の状況である。

### ii) 社会的意義

コンピュータシステムは、ICカード、スマートフォンのような小型のものから大規模並列計算システムのような大型のものまで社会の中で広く用いられている。コミュニケーション



や決済を含み高度に活用されるスマートフォンは社会インフラストラクチャとして認識され、大規模並列計算システムは、製品開発や自然現象予測等のシミュレーション環境として様々な問題解決をサポートしている。量子メカニズムを取り入れた汎用的および特定計算目的量子計算システムは、通常の計算システムでは手に負えない計算問題を高速に計算する能力を持つ。特に、エラー訂正後に数百ビットの汎用的量子計算システム実現は、現在広く用いられている情報セキュリティ要素を無効化しインパクトが大きい。

### iii) 今後の展望

本細目では各トピックの重要性は他細目のトピックと比較し、おおまかには高くは認識されていない結果だった。またトピック毎の重要性認識のばらつきも大きかった。最も重要性が高く認識されているものとして、大規模計算システムにおける電力性能比の大幅な改善があった。近年、注目されている生成 AI や Bitcoin 等暗号通貨マイニングの動作プラットフォームとして莫大な消費電力が社会問題としても広く認識されていることと関係すると考えられる。

高くは重要性が認識されていないものについても、AI・データサイエンス、自動運転他、セキュリティー・プライバシー等の細目において、重要性が高く認識されている特定のトピック実現のためには、現在よりもサイズも消費電力も小さいハードウェアが必要となり、多数デバイス間通信を高速にかつセキュリティを損なわず行うような優れたソフトウェアとその設計手法も必要となる。これを踏まえると実際は、インフラストラクチャとしてコンピュータシステムの重要性は非常に高く認識されていると考えられる。あまり高くは重要性が認識されなかったものとしては、量子メカニズムを取り入れた汎用的および特定目的計算システムや、ブロックチェーンが広範囲で用いられたときのアーキテクチャがある。これは、現在の情報セキュリティ要素に対するインパクトは大きいものの、標準化等ポスト量子の情報セキュリティ要素研究が盛り上がっていることや、ブロックチェーンの暗号通貨以外での利用があまりないことが原因であると考えられる。

今後の展望として、インフラストラクチャとしてコンピュータシステムの重要性は認識されつつ、AI・データサイエンス、自動運転他、セキュリティー・プライバシー等で生じる特定目的のためのハードウェア・ソフトウェアの重要性がより高くなる状況にあり、社会的に重要な特定目的に集中することにより国際競争力を高める可能性が高いと考えられる。汎用的量子計算システムの実現可能性の解明も期待され、こちらも今後の研究開発施策等によっては研究開発が大きく進展し国際競争力を高めることにつながると考えられる。

(田中圭介、中尾彰宏)

### ③ロボティクス

#### i) 概要

生成 AI の進展はロボティクス分野に大きな影響を及ぼしている。例えば、言語モデル (LLM) の活用では、Google の Say-Can をはじめとして、言語を通じたロボットへの指示理解や動作計画が向上し、移動ロボットのナビゲーションに活用されている。生成 AI を動作に直接利用する試みも活発であり、ETH の研究グループは、RNN ベースのダイナミクス生成モデルを用いた強化学習で、シミュレーションのみの学習から実機への適用を実現し、極めて高いパフォーマンスを、複数企業が比較的容易に再現できるレベルにまで普及させた。

また Google の RT シリーズを中心とした研究では、大規模な模倣学習データを提供している。これに RNN ベースの深層予測学習、Transformer ベースの ACT (Action Chunk Transformer)、Diffusion model ベースの Diffusion Policy などが提案され、柔軟物や複雑な接触を伴う物体操作への適用が進められている。国内であれば JST ムーンショットにおける AIREC プロジェクト、また海外では Google DeepMind の ALOHA、Tesla の Optimus、OpenAI の EVE、さらに Physical Intelligence の  $\pi$  など、複数のプロジェクトにおいて、人型ロボットが調理や洗濯といったデモンストレーションを行う事例が急激に増加している。

#### ii) 社会的意義

LLM を活用した自然言語による指示の実現により、ロボットがより直感的に利用可能となり、家庭や医療施設での導入が進むと期待される。また強化学習や模倣学習を基盤とする技術は、これまでの位置精度追求型の制御では困難であった、高スキル作業の自動化に寄与すると期待される。特に、人型ロボットや多指ハンドを備えたロボットは、高齢化社会や労働力不足へ対応できると思われる。RT シリーズが提供したような大規模データセットの開発は、研究者や開発者間での共有とコラボレーションを促進し、イノベーションを加速させる。このような研究の進展は、労働効率の向上だけでなく、新しいビジネスモデルや産業の創出にもつながる。

#### iii) 今後の展望

今後、模倣学習を支える大規模データ収集技術の進展により、より多様な動作への対応が可能になると同時に、ロボットの力覚や触覚センサー技術が高度化し、マルチモーダル学習が加速することで、より多様な動作が実現されると考えられる。特に、End-to-End モデルの発展により、人間の熟練技能を模倣する能力が向上し、双腕ロボットや人型ロボットが家庭

内作業から産業用途まで幅広く活躍する時代が訪れると期待される。結果として新たなアプリケーションや市場の創出に寄与すると思われる。

(尾形哲也、稲邑哲也)

#### ④自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)

##### i) 概要

自動車は「C・A・S・E」(Connected, Autonomous, Service, Electrification)と呼ばれる100年に一度の変革期を迎えている。近未来の自動車技術に関して、この細目ではElectrification 以外を対象として調査を行った。車車間通信、路車間通信を活用したコネクテッド・カーの普及と標準化、レベル5の自動運転車（ハンドルの無い自動運転車）の普及、自動運転技術を検証するための高精度シミュレーション技術の開発、車の制御アルゴリズムやHMI（ヒューマン・マシン・インターフェース）機能を随時更新する Software Defined Vehicle (SDV) の概念の定着、Mobility as a Service (MaaS) を活用した都市全体の最適化等が今後重要なトピックになると予想される。

一方、ドローンに関して、研究開発動向では、回転翼、固定翼、VTOL 機全般にわたって、AI を実装した高度な知能化やスウォーム（群れ）飛行と呼ばれる多数機の完全な自律分散型飛行、燃料電池等を用いたハイブリッド駆動の長距離飛行、高ペイロード化などが取組まれている。産業応用分野に関しては、インフラ点検分野が一層拡大するとともに、物流分野が大きく成長することが予想される。さらに、Advanced Air Mobility (AAM,日本では空飛ぶクルマと呼ばれる) が世界中で研究開発されており、2020 年代後半から型式証明を取得して社会実装されていくと想定される。

##### ii) 社会的意義

モビリティは社会の重要なインフラの一つであり、そのスマート化は多くの社会的意義を持つ。自動運転やコネクテッド技術の普及に伴い、自動車の安心・安全のレベルは飛躍的に向上するであろう。SDV の概念は、ソフトウェアが車の持つ価値を大きく左右することを意味しており、自動車開発メーカーの人材シフトを引き起こす。MaaS が普及することで、誰もが移動手段を確保できるようになり、特に高齢者にとって欠かせないサービスの一つとなる。また、物流用ドローンの普及は慢性的な人手不足に悩む物流業界の打開策の一つとなる。我が国における地震や豪雨等における被災状況を鑑みた時、自然災害時におけるドローンの活用は極めて重要な社会的意義を持つ。空飛ぶクルマに関しては、離島交通、過疎地交通、救

命救急医療、災害救助をはじめ、都市エアタクシーの出現で世界の深刻な都市交通渋滞の解消、空港からの中核都市へのアクセス、地方都市間交通の普及でより便利な社会の実現という意義は大きい。

### iii) 今後の展望

アンケートに対する回答では、この細目に関する国際的優位性は比較的高いとの回答が多かった。しかしながら、自動運転の実証・普及における中国の台頭、IEEE 等の著名な国際学会におけるこの分野での日本のプレゼンスの減少等、決して楽観できる状況ではない。重要性に関しては、MaaS の展開や災害時におけるドローンの活用が指摘されており、わが国固有の問題意識が垣間見える。この細目に関する今後重要な施策として、特に法律や規制が顕著に指摘されており、技術的な課題から社会的な課題に関心がシフトしている様子がうかがえる。また、MaaS や自動運転シミュレーション技術、ドローンの普及においては、国内連携が重要との回答も多い。これらの技術開発では、単独の組織による開発では十分な競争力が保てず、各組織の強みを活かした異分野連携が今後必要との認識が見て取れる。コネクテッド・カーや SDV では戦略的標準化も重要であろう。やや意外だったのは、空飛ぶクルマに関する期待値があまり高くなかったことである。単なる技術的課題ではなく、社会的受容性や法規制の難しさを指摘する声も多く、社会実装される時期は不明との回答も多かった。最後に公共化については、やはり MaaS がその対象になると予想する声が多く、官民一体となった取り組みが今後重要になるであろう。

(鈴木達也、野波健蔵)

## ⑤ ネットワークアーキテクチャ

### i) 概要

情報通信基盤は、社会経済活動を支える最重要なインフラであり、あらゆる分野で生成される膨大なデータの流通を担う。現在、通信技術は高速化、大容量化、低遅延化が進み、次世代の要となる新しい通信基盤の構築が世界的に推進されている。この分野では、都市部における高度な通信インフラ整備だけでなく、地域のデジタルデバイド（地域格差）の解消や、災害時における迅速で柔軟な通信確保が課題となっている。また、国際競争力の観点から、周波数割り当てや規制緩和、国際標準化といった政策対応が不可欠であり、これらの動きが加速している。

本細目では、光通信技術、6G、非地上ネットワーク（LEO 衛星や HAPS）、ネットワーク仮想化技術（SDN/NFV）、量子通信、リアルタイム通信といった主要技術を対象に、次世代

通信基盤がもたらす社会的・経済的インパクトを評価する。また、信頼性、柔軟性、消費電力削減といった要件を満たしつつ、AI や機械学習を統合することで新たな社会課題を解決するインフラの構築を目指す。本細目は、こうした背景を踏まえ、次世代情報通信基盤の方向性を議論するために設定されている。

## ii) 社会的意義

デルファイ調査の結果、ネットワークアーキテクチャ分野は、重要な技術分野であることが示唆された。特に、光通信技術、6G、非地上ネットワーク、ネットワーク仮想化技術、量子通信、リアルタイム通信といった技術が特に重要視されている。光通信技術は、波長多重技術（WDM）やフォトニックネットワークを基盤とし、大容量通信と効率的なデータ転送を支える技術として評価されており、重要度・国際優位性が高い。次世代通信技術（6G）では、複数の周波数帯を統合して利活用することで大容量・堅牢な通信の実現や、動的に周波数を切り替えて電波資源を有効活用できる、複数周波数の動的制御技術の重要度と国際優位性が高い。また、サブテラヘルツ通信（100 GHz 以上）の技術課題を踏まえ、現実的な帯域としてミリ波（28 GHz）やセンチ波（7～15 GHz）への注目が高まっている。この方向性は、超高速通信（10Gbps 以上）や超低遅延（1ms 以下）といった要求を満たしつつ、既存の技術を拡張する可能性を示唆している。また、非地上ネットワーク（LEO 衛星や HAPS）は、広域通信の補完や災害時のレジリエンス強化に寄与する技術として社会実現が期待される。さらに、ネットワーク仮想化技術（SDN/NFV）は、柔軟な運用と効率的なリソース管理を実現する基盤技術として重要であり、クラウドやエッジコンピューティングとの統合が進められている。量子通信技術では、量子鍵配送（QKD）を中心にセキュリティ強化が期待され実用化が見込まれている。リアルタイム通信技術では、QoS 確保や低遅延通信を可能にするトラフィックエンジニアリングが注目されている。

## iii) 今後の展望

ネットワークアーキテクチャ分野が持続的に発展し、社会的価値を創出するためには、複数の方向性の推進が必要とされる。マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術は資金面、エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質（QoE）・サービス品質（QoS）を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術では研究基盤強化、大規模コンステレーションや衛星間光通信の実現によってレジリエンスを高めることができる低軌道衛星や HAPS 通信技術では国際連携が重要との結果がある。特に前 2 者は事業化、標準化を優先すべきとの分析結果である。また、大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の

複数の KPI を同時に 1 桁向上させる有無線移動通信技術、オープンインターフェース（O-RAN など）によって実現されるモバイル通信技術、ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術において国際標準化を優先すべきとの回答が 7 割を占めており標準化活動を通じた競争力強化が不可欠とされている。これらの取り組みを通じて、ネットワークアーキテクチャ分野は技術革新と社会課題の解決を両立させ、未来の情報通信基盤の中核を担う存在となるだろう。

（中尾彰宏、後藤厚宏）

## ⑥インタラクション

### i) 概要

インタラクション技術は大きく分類して、1)人工物と人の間のインタラクション、2)人と人の間のインタラクション、の2種類に用途に分別される。前者の人工物インタラクションでは、自然な／知的な／適切なインタラクションを人に対して行う機能を AI 技術と連動させて実現するシステムが発展しており、特に生成 AI を用いることで、メタバース空間上での自然な振る舞いをするアバター、人の曖昧な指示でも行動を実行するロボットなどが実現しつつある。また、視聴覚だけでなく触覚・力覚などを介した自然な人工物インタラクションを実現する要素技術も発展しつつあり、Virtual Reality(VR)、Mixed Reality(MR)、Augmented Reality(AR)、などの XR における自然な五感を通じたインタラクションや、人の情動・感情の認識結果に基づいて適切なインタラクションを行う技術も社会実装されつつある。後者の人と人とのインタラクションについても XR 技術の活用が進展しつつあり、メタバースを代表とするような、現実世界とは並列した第二の社会的インタラクションの場が、SNS と同様に社会活動の基盤として成立しつつある。AR 技術を活用した実空間でのインタラクション拡張については、自動運転支援を代表として、社会的有用性は高い。Meta 社の Quest 3 や Apple 社の Apple Vision Pro など AR を実現するデバイスの開発スピードは加速の一途を辿っており、スマートグラスなどの軽量のデバイスによる情報のリアルタイム提示・認知支援に基づく新しい形の人と人・人と人工物とのインタラクションシステムが次々と提案されている。

### ii) 社会的意義

人は本能的に他者とのコミュニケーションを重要視する動物であり、技術の発展によるコミュニケーションの拡張技術には、社会システムのあり方を変える大きなポテンシャルが存在する。例えば、力覚触覚の伝送技術に基づく、熟練者のスキル・技能の初学者への伝承シ

システムなどが確立しつつあるが、このようなシステムをバーチャルリアリティ技術と組み合わせることで、先人のスキルを永年的にデジタル空間に保存し、時空間を超えてスキルの直接的な伝承を行うシステムなど、社会的にインパクトのある発展が期待される。また、障がいを抱える人、高齢で外出が困難な人などが、ロボットアバターを用いて時空間に制限されずに社会的活動を行うことで、新しい労働システムが創出され、精神的に豊かな日常生活を送ることのできる未来社会の構築にも寄与することが期待できる。

### iii) 今後の展望

今後、特に生成 AI 技術やバーチャルリアリティ技術を活用することで、インタラクションシステムのあり方が大きく変動し、新しい形のインタラクション・コミュニケーションの実現が展開されて行くことが予想される。例えば、人のコミュニケーションスキルを AI がアシストし、表情や声のトーンを自動的に修正することで、円滑なコミュニケーションを実現するシステムなどが挙げられる。一方で、そのようなコミュニケーションの編集技術は、フェイクコミュニケーションの危険性も孕むこととなり、他分野においても対象となっている、情報の信頼性担保やフェイク情報対策技術についても議論が必要となる。また、人間の記憶・経験・情動・学習・認知などのメカニズムの情報学的な解明についても研究が進展することが予想される。インタラクション・コミュニケーション技術を活用する人にとって、害のない、最適な活用方法について、科学的に妥当な情報処理の方法論が確立して行くことが予想される。

(稲邑哲也、尾形哲也)

## ⑦セキュリティ・プライバシー

### i) 概要

社会経済を支える多様な Web サービス、重要インフラや I o T サービスをサイバー攻撃から守り、プライバシーを含めて安心・便利に利用するためのセキュリティ技術とプライバシー管理技術を対象とする。セキュリティ技術では、不正な侵入の防止技術に加え、攻撃者の意図性の検知技術、機器メンテナンスを自動的に実施できる遠隔メンテナンス技術、さらに、AI 技術を活用したマルウェア検出・排除技術等の課題を抽出した。プライバシー管理技術では、プライバシー保護と個人データ活用の両立を目指す技術や、様々な利用環境からインターネット上のサービス・情報に、安全・安心してアクセスするための個人認証システムの課題を選択した。更に、ネット上の情報の信憑性・信頼性を分析してフェイクニュースの拡散を防止する技術を対象とした。

## ii) 社会的意義

日々の社会生活から企業ITシステムや生産設備、さらには重要インフラに至るまで、社会経済に関わるすべてのサービスにおいてデジタル技術への依存度は年々増加している。一方、サイバー攻撃は巧妙化、悪質化しており、ランサムウェアによる金銭的な被害や事業継続の喪失という実被害が増加している。さらに多様なサプライチェーンを介して、サイバー攻撃被害が広域に波及し、社会経済への被害が大規模化している。国家が背景にあるサイバー攻撃事例が懸念される中、サイバー攻撃の防御策は、すべての社会経済活動において、さらには国家安全保障の観点から必須であることは言うまでも無い。また、プライバシー保護を重視した上で、社会経済活動の利便性を高めることは、今後の国際競争力の面でも欠かせない。利用者のプライバシーを守りつつ利用者満足度を高められる新しい金融サービスや流通サービスの創出、医療サービスや公共サービスの利便性向上と効率化は、日本社会における経済活動の活性化にとって重要である。

## iii) 今後の展望

セキュリティとプライバシーの細目では、14のトピックを取り上げたが、アンケート結果では他の細目に比べて「重要度」が高い傾向が表れている。社会基盤のセキュリティから個人のプライバシー保護まで、幅広い項目について重要性が認識されていることがわかる。セキュリティにおいては、大規模システムにおける高度なセキュリティ確保やゼロトラストの導入、サイバー攻撃者の意図性の分析など、悪質化・巧妙化するサイバー攻撃への対策技術への関心・期待が高いことも特徴的である。プライバシー関連への期待では、既に日常生活において普及が進んでいる生体認証などの利便性向上から、個人データを安全に活用して社会経済を活性化する技術へとシフトしている。ここ数年の偽情報・誤情報の拡散およびAI技術が悪用される問題への対処は重要である。さらに行動科学・心理学などの社会科学からの取組が重要であるとの認識も高まっている。法制度・経済政策なども一体となって、学際的課題・総合科学としての課題として取り組むことが重要かつ必要であるとの認識で一致していることが、本分野の特徴である。

(後藤厚宏、田中圭介)

## ⑧社会情報基盤技術

### i) 概要



本細目には産業や社会の変革に関するものや、機械（AI、ロボット）と人間との間での社会的合意など 15 のトピックが含まれている。第 11 回調査時と比べて現在は、あらゆる分野においてデジタル変革（DX）が圧倒的な速度で進みつつあり、コロナ禍以降社会的にも非接触技術の普及が加速したことで生活分野における現金決済から電子マネー、キャッシュレス決済への移行など生活者の行動変容、社会的受容性の面でも大きな変革が進んでいる。こうした背景から社会情報基盤技術の必要性、重要性の認識は高まっている一方で、身近で現実的な技術として社会的実現時期が早く、15 のトピックのうち、科学技術的实现と社会的实现の差が 5 年が 4 件、4 年以下が 9 件となっている。本細目内で重要度、国際優位性の高いトピックとしては「日本の上場企業における、オープンイノベーションを活用した新製品・サービスの開発や実施を担う労働者の割合増大（労働者の割合が 30%を超える）」（重要度 1.26、国際優位性-0.18）、「ウェブルーミングやショールーミング（実店舗で商品を見て Web で購入、もしくはその逆）など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術」（重要度 0.50、国際優位性 0.15）がある。

## ii) 社会的意義

本細目 15 のトピックのうち半数を超える 8 件で回答者の 50%以上が科学技術的实现のために重要としたものが【社会】であったことから社会情報基盤技術において社会との対話は不可欠である。また本細目の回答者は約 20 人と少なく、そのうち専門度「低」と回答した人が約半数弱である。本細目についての回答精度と科学技術予測を高めるためには、技術的側面だけでなく、社会的側面からも判定できる人文社会系の回答者への周知・回答依頼が今後の課題と言えよう。

## iii) 今後の展望

社会情報基盤技術が社会のあり方や生活・産業に与える影響は大きく、研究開発人材育成や開発プロセスにおいて、社会における多様なステークホルダーとの対話機会を増やしていくことが今後益々重要になる。そのためには社会側からのフィードバックを研究開発の中にどのように取り入れていくか、個人の努力に頼らない仕組みとしての抜本的な対応が必要と思われる。そのためには、シーズ情報とニーズ情報の融合が重要であるとするイノベーションの民主化（Eric Von Hippel, 2005）や共創（co-creation）的なアプローチ、マルチステークホルダープロセス（内閣府,2008）などが参考になる。

（本村陽一、橋田浩一）

## ⑨未来社会デザイン

### i) 概要

本細目は、サイバーフィジカル融合、高度なシミュレーション、パーソナル AI によるデジタルデバイドの解消、地域やコミュニティの活性化を支援する技術など、超スマート社会を構成すると考えられる技術群からなる。科学技術的実現時期は 2032 年前後、社会的実現時期は 2034 年以降と予測される。アンケートの結果では、「国内連携」、「社会受容」、「法律・規制」などがこれらの技術を社会的に実現するために重要との意見が多く、それらの社会実装が複雑な社会的課題を伴うと認識されていることがわかる。技術の社会的実現に社会的合意形成と法整備の整合性が求められるということは、単なる技術革新ではなく社会構造の変革が見込まれるということである。

### ii) 社会的意義

本細目は、生活の質の向上と持続可能な社会の形成に大きく寄与する可能性が高い。特に、デジタルデバイドの解消、高齢化への対応、地域活性化等の分野での重要性が高い。AI を用いたマルチモーダル対話インタフェース技術は、公共サービスや個人の意思決定プロセスを一新し、これまで社会的弱者とされた層にも社会への公平なアクセスを提供する。また、これらの技術が災害時の復旧支援や地域コミュニティの強化に活用されることで、国全体のレジリエンス向上にも寄与する。これにより、社会全体をより公平で包括的にするための基盤が整えられるだろう。

### iii) 今後の展望

未来社会デザインの実装には、技術の進化に加えて、多様なステークホルダーの間の協調が不可欠である。社会的合意を形成しつつ、法規制や標準化に対応するための政策的な枠組みの整備が特に重要である。また、研究開発のプロセスに社会からのフィードバックを取り入れることも必要であり、共創的なアプローチやマルチステークホルダープロセスが重要と考えられる。教育や啓蒙活動を通じた市民のデジタルリテラシーの向上も新技術への適応をスムーズに進めるために肝要である。これらの取り組みによって、技術開発の方向性が社会のニーズと整合するだけでなく、実現に対する障壁を緩和できる。社会との対話を通じた継続的な改善のプロセスにより、多くの人々に受容される未来社会の実現が望まれる。

(橋田浩一、七丈直弘、本村陽一)

## ⑩ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題

### i) 概要

本細目は、ICT 技術の社会実装における課題の多角的な評価を念頭にトピックが構成された。具体的には、「事業化」「標準化」「公共化」などの実務的な課題に加え、「倫理」「法規制」「連携体制」「社会的受容性」など、技術と社会の整合性に関わる基盤要素も含めている。これらトピックの評価を通じ、ICT 技術の普及と実装に必要な技術的および社会的調整の側面を包括的に捉え、必要な課題と対応方針の枠組みを提供することを目的とした。

### ii) 社会的意義

本分野の技術は、知的活動の高度化、業務効率の飛躍的向上、意思決定の精度向上を可能にする一方で、社会的な不平等、プライバシー侵害、環境負荷といった新たな課題を引き起こす可能性がある。そのため、技術の適用がもたらす影響を予測し、倫理的・制度的基盤を整備しながら、社会全体がこれらの技術の恩恵を公平に享受できる仕組みを構築することが不可欠である。本細目のトピックは本分野の進展がもたらす影響を社会に適切に統合するために選定されており、その評価を通じ、これら課題を評価・調整し、調和の取れた情報社会を実現するための指針を得ることを試みた。

### iii) 今後の展望

「あらゆる知的タスク（肉体的労働を含まないタスク）において人間の専門家と同等以上の性能を達成する、汎用 AI」（ID442）、「巨大化した法体系の維持・運用・立法作業の DX を実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用」（ID448）については、一定量の専門が高い回答者が得られたが、他のトピックについては専門性が高い回答者が得られてなく、結果の評価には慎重さが求められる。実現年の平均は、技術的実現は 2032 年、社会的実現は 2036 年であり、いずれも実現には長期を要すると認識されている。だが、国際優位性は必ずしも高くなく、その実現に向けて長期を見据えた戦略策定が求められる。

（七丈直弘、野波健蔵、松原仁、鈴木達也）

#### 4.3 細目およびキーワード

本分野は、「AI・データサイエンス」、「コンピュータシステム、量子情報処理」、「ロボティクス」、「自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)」、「ネットワークアーキテクチャ」、「インタラクション」、「セキュリティー・プライバシー」、「社会情報基盤技術」、「未来社会デザイン」、「ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題」の10の細目で構成される（図表Ⅱ-4-1）。

図表Ⅱ-4-1 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	AI・データサイエンス	生成 AI、機械学習 (ML)、深層学習 (DL)、大規模言語モデル (LLM)、脳型人工知能、最適化、コンピュータビジョン、自然言語処理、音声処理、対話システム、ビッグデータ、大規模ソフトウェア、基盤モデル、汎用人工知能 (AGI)、大規模データベース、暗号理論、公開鍵暗号、耐量子暗号、IoT
2	コンピュータシステム、量子情報処理	コンピュータシステム、コンピュータアーキテクチャ、ハードウェア、量子コンピュータ、スーパーコンピュータ、大規模並列計算、スケーラビリティ、省電力化、量子コンピュータの実装モデル
3	ロボティクス	産業用ロボット、サービスロボット (レスキュー・医療用・宅配・清掃・警備・接客・介護・福祉等)、認知発達ロボティクス、農林水産業用ロボット、脚ロボット、ソフトロボティクス、環境認識、知覚、動作計画、運動制御、統合知能、(ロボットののための) マルチモーダル基盤モデル、模倣学習、転移学習、記号創発ロボティクス、デジタルツイン、自律分散ロボット、遠隔操作技術、海洋ロボット、宇宙探査用ロボット、IoT
4	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM、MaaS	ドローン (農業用、物資運搬用、点検用等)、空飛ぶクルマ (有翼機、無翼機)、エアタクシー、自律飛行、スワーム飛行、群知能、超小型モビリティ、LIDAR、無人タクシー、ミリ波レーダー、SDV (Software Defined Vehicle)、環境理解、インタラクション (車車、歩車) 高精度位置推定、ライドシェア、プローブ情報活用、地域公共交通サービス、ダイナミックマップ、GNSS、QZSS、ビジョンセンサ、IMU、赤外線センサ、SLAM、ガイダンス (AI 型ガイダンス)、ナビゲーション、コントロール
5	ネットワークアーキテクチャ	ネットワークアーキテクチャ、ネットワークプロトコル、ネットワークセキュリティ技術、モバイルネットワーク (有線・無線・アクセス網) 技術、トランスポート技術、クラウドネットワーク・エッジコンピューティング、ネットワーク仮想化・ソフトウェア化 (SDN/NFV) 技術、トラフィックエンジニアリング・QoS・QoE、ネットワーク運用、大規模ネットワークシミュレーション・エミュレーション、情報指向ネットワーク技術、実時間通信、仮想通貨、ブロックチェーン、5G、6G、NTN (Non Terrestrial Network) LEO (Low-Earth - Orbit)、HAPS (High Altitude Platform Station) などを含む非地上系ネットワーク、量子鍵配送、IoT、通信・センシング融合、海中光・音響無線通信、オープン化

	細目	キーワード
6	インタラクション	Human Computer Interaction (HCI)、VR、AR、MR、ハプティクス、テレグジスタンス、マルチモーダル、ユーザインタフェース、ユーザエクスペリエンス、人間拡張、ウェアラブル、ゲーミフィケーション、コミュニケーション支援、サイバーフィジカルシステム、Human-Robot Interaction、Brain-Machine Interface、感性工学 (Affective Computing)、メタバース、LLM
7	セキュリティー・プライバシー	プライバシー、個人認証システム、遠隔メンテナンス技術、セキュアで効率的な経済基盤、新たな安全性のフレームワーク、内部犯罪防止、マルウェア検出・防御、重要インフラストラクチャーセキュリティ、センシティブデータプライバシー、ゼロトラスト、暗号理論、公開鍵暗号、耐量子暗号、量子暗号通信、偽情報・誤情報
8	社会情報基盤技術	サービス理論、共創 (Co-creation)、協働 (Co-production)、サービスデザイン、サービス品質と評価、利用者行動 (消費者行動)、個別適応、提供組織、従業員活動、データ利活用、サービスエコシステム、サービス化社会、ビジネスモデル、プラットフォーム、組織、フリーランス、クラウドソーシング、シェアリング・エコノミー、サービス化、企業価値、オープンイノベーション、法的整備、政策助言、知的財産、政策立案、統計データ、社会的合意、ソーシャル・メディア、イノベーション、人材育成、サービスサイエンス、サービス工学、マーケティングインテリジェンス、AdTech、FoodTech、EdTech、FinTech、GovTech、LegalTech、MedTech、RetailTech、AgriTech、HealthTech、HRTech、TravelTech、SprTech、不動産 Tech(ReTech)、防災 Tech、人間協調技術、意図理解・推論、意思決定支援、コミュニティ支援技術、パーソナル AI、サービスのゲートキーパ
9	未来社会デザイン	社会デザイン、スマートシティ、ソサエティ 5.0、スマートソサエティ、パーソナルデータ、パーソナル AI、分散 PDS、デジタルツイン自動構築技術、デジタルツイン活用技術、社会シミュレーション、計算社会科学、未来シミュレーション、意思決定支援技術、サービスのオーケストレーション、サービスのゲートキーパ、監視資本主義、注意経済、信頼経済、デジタルデバイド、偽情報
10	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題	生成 AI の活用 (産業分野)、AI と雇用 (AI によって奪われる仕事)、技術的特異点、AI 倫理、雇用問題 (労働力不足) の解決、高齢化社会への課題解決、デジタルツイン、デジタルデバイド (情報格差) 解消、デジタル ID、法情報データベース、地域格差問題への対応、DE&I (ダイバーシティ、エクイティ&インクルージョン) への対応他

#### 4.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-4-2の通りである。

図表Ⅱ-4-2 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の回答者内訳

年代	20 代	16 人	職 業	大学等	495 人
	30 代	117 人		公的研究機関	85 人
	40 代	197 人		民間企業	121 人
	50 代	217 人		その他	25 人
	60 代	132 人	職 種	研究・開発	609 人
	70 代以上	40 人		マネジメント	54 人
	無回答	7 人		その他	63 人
合計					726 人

#### 4.5 調査結果

##### 4.5.1. 重要度と国際優位性

###### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-4-3に示した。細目別では、「ネットワークアーキテクチャ」7件と最も多く、次いで「セキュリティー・プライバシー」5件であった。

重要度の最も高いトピックは「重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用IoT機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術（不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術）（重要度1.85）」であった。

###### ②国際優位性上位20位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位20位を図表Ⅱ-4-4に示した。細目別では、「ネットワークアーキテクチャ」6件と最も多く、次いで「ロボティクス」5件、「コンピュータシステム、量子情報処理」4件であった。

国際優位性の最も高いトピックは「マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術（国際優位性1.18）」であった。

図表Ⅱ-4-3「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
402	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用IoT機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術(不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)	1.85	2029	2031	セキュリティ・プライバシー
360	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	1.74	2033	2036	ロボティクス
343	現在用いられているものより電力性能比が大幅(100倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	1.59	2033	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
410	システムへのアクセスから悪意の意図性を自動的に識別する技術	1.56	2033	2035	セキュリティ・プライバシー
386	現在の移動通信システムがカバーしていない空・陸・海・宇宙などを含むあらゆる場所へ拡張する拡張カバレッジを実現する通信技術	1.56	2031	2033	ネットワークアーキテクチャ
400	情報システムや制御システムにアクセスすることが許された人たちの内部犯罪を防止するための技術(行動科学的技術を含み、内部犯罪の発生率を無視できるぐらい小さくすることが可能)	1.56	2032	2032	セキュリティ・プライバシー
369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	1.50	2031	2033	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
411	高度なセキュリティを確保するために、ゼロトラスト(デバイスや通信など何も信用しないことを前提にしたセキュリティ)に基づく大規模なシステムを自動あるいは容易に構築する技術	1.50	2029	2033	セキュリティ・プライバシー
362	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、自律型工場、自律型店舗、自律型物流倉庫、及び自律型宅配搬送	1.45	2030	2033	ロボティクス
378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	1.44	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数のKPを同時に1桁向上させる有無線移動通信技術	1.43	2033	2033	ネットワークアーキテクチャ
403	ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどからマイニングで得られる情報の信憑性・信頼性を分析し、フェイクニュースの拡散を防止する技術	1.41	2029	2029	セキュリティ・プライバシー
383	耐量子計算暗号や量子鍵配送技術など量子技術を駆使した超安全・信頼性通信	1.40	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
388	複数の周波数帯を統合して利活用することで大容量・堅牢な通信の実現や、動的に周波数を切り替えて電波資源を有効活用できる、複数周波数の動的制御技術	1.40	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
444	ネットゼロ(Net Zero)データセンターの一般化(現在10MWの消費電力で動く中規模データセンターにおいて、電力利用効率の向上と再生可能エネルギーの実現により温室効果ガスの排出なしで24時間稼働可能)	1.40	2032	2037	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	1.39	2032	2034	未来社会デザイン
435	OS、アプリ、Webサイト等のUIがAIとのマルチモーダル対話に統合されることによる、デジタルデバイドの解消および偽情報拡散の防止	1.39	2030	2033	未来社会デザイン
427	従来の統計データに加え、ビッグデータやAIも活用した政策立案支援技術	1.38	2029	2034	社会情報基盤技術
382	マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	1.36	2032	2032	ネットワークアーキテクチャ
379	AI・機械学習を活用し、平時には端末の動きを予測・追従することによって輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能とできる、性能・柔軟性・堅牢性を兼ね備えるソフトウェア化されたネットワーク構成技術	1.35	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ

図表Ⅱ-4-4「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

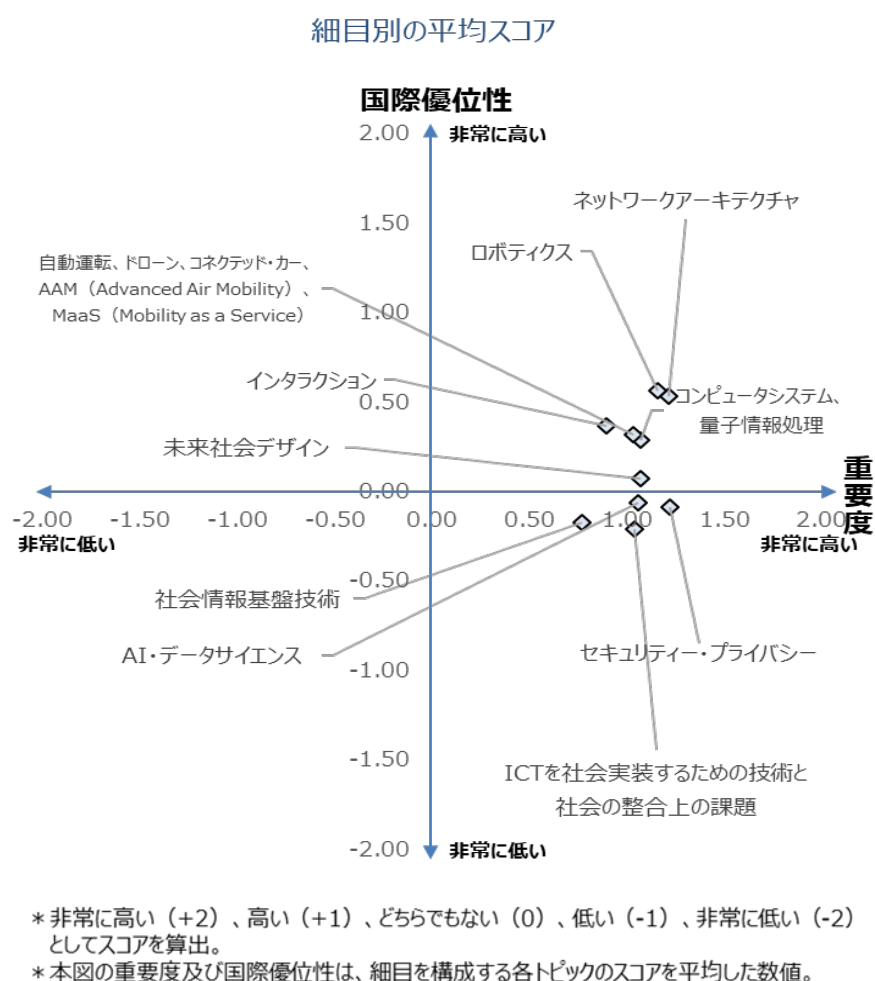
ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
382	マルチコアファイバ・シリコンフォトリソグラフィなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	1.18	2032	2032	ネットワークアーキテクチャ
388	複数の周波数帯を統合して利活用することで大容量・堅牢な通信の実現や、動的に周波数を切り替えて電波資源を有効活用できる、複数周波数の動的制御技術	1.05	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
394	表情・声の質・身振り・感情・存在感などにおいて本物の人間と簡単には区別のできない対話的なバーチャルエージェント（受付や案内など、数分間のやりとりが自然に行えるようになる）	0.85	2031	2032	インタラクション
343	現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）	0.81	2033	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
389	ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術	0.81	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
360	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	0.79	2033	2036	ロボティクス
383	耐量子計算暗号や量子鍵配送技術など量子技術を駆使した超安全・信頼性通信	0.75	2032	2033	ネットワークアーキテクチャ
357	当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、パーソナルロボットやテレプレゼンスロボット	0.72	2030	2033	ロボティクス
356	極限環境における多様なタスクを実行可能にするロボット・ハードウェア	0.71	2033	2036	ロボティクス
362	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、自律型工場、自律型店舗、自律型物流倉庫、及び自律型宅配搬送	0.70	2030	2033	ロボティクス
354	量子エラー訂正限界の理論的解析、物理的デバイスの解析等による、実現可能なゲート型量子コンピュータのサイズの解明	0.68	2033	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	0.67	2031	2033	自動運転、ドローン、コネクテッドカー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
344	現在用いられているものよりスケラビリティが大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）	0.61	2032	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
363	視覚・聴覚・触覚・力覚・全身運動パターンなどのマルチモーダル情報と、ロボットに与えた指示文章のセットからなる、ロボットのための基盤モデルの収集技術と応用技術	0.61	2032	2034	ロボティクス
376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数のKPIを同時に1桁向上させる有無線移動通信技術	0.57	2033	2033	ネットワークアーキテクチャ
397	煩雑なデバイス・センサを装着することなく、いつでもどこでも自身の感覚フィードバックの量や質を調整し、無意識のうちに身体動作を変化・改善することができる、ユーザの身体性を考慮したインタラクションシステム	0.57	2032	2035	インタラクション
385	オープンインターフェース（O-RANなど）によって実現されるモバイル通信技術	0.56	2030	2033	ネットワークアーキテクチャ
372	車車間通信、路車間通信を活用したコネクテッドカーの普及と標準化	0.53	2029	2031	自動運転、ドローン、コネクテッドカー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	0.53	2032	2034	未来社会デザイン
351	クロック周波数の限界、微細化の限界に近づきつつあるシリコンを用いたプロセッサを用いながらも、コンピュータシステムとしての速度向上、消費電力向上を目指した新たなコンピュータアーキテクチャパラダイムの創出	0.51	2033	2034	コンピュータシステム、量子情報処理



### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を示す（図表Ⅱ-4-5）。本分野は、細目「ネットワークアーキテクチャ」「ロボティクス」は重要度、国際優位性共に高い位置にある。一方で、細目「AI・データサイエンス」「セキュリティ・プライバシー」「社会情報基盤技術」「ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題」では重要度は高いものの、国際優位性は他の細目に比べて低いことが示された。

図表Ⅱ-4-5 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野における細目別の重要度と国際優位性



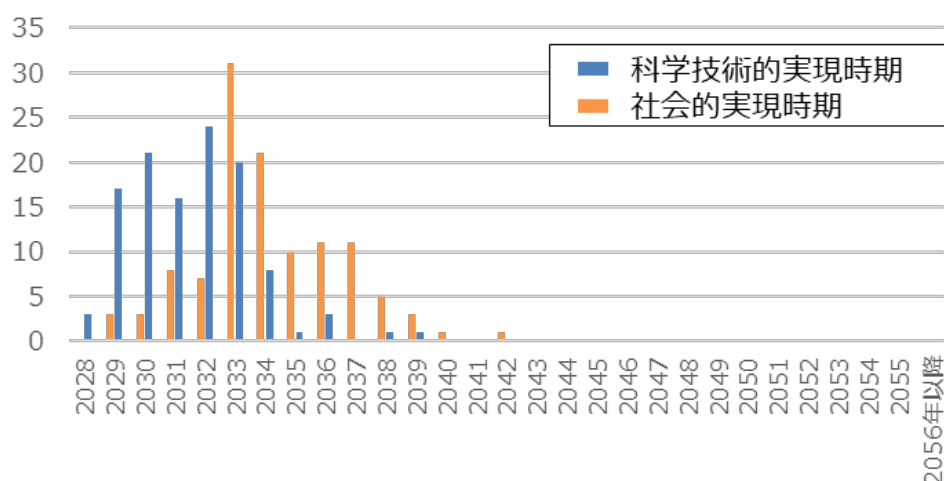
#### 4.5.2. 実現時期

##### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は2028年から2039年までの範囲に分布し、トピックの約88%が2033年まで、約96%が2035年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は2029年から2042年までの範囲に分布し、2035年までにトピックの約72%、2037年までに約91%が実現すると回答された（図表Ⅱ-4-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差が最も大きいトピックは「群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム（大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効）」「分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化」で、いずれも8年であった（図表Ⅱ4-7）。

図表Ⅱ-4-6 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-4-7「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
395	群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム(大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効)	2030	2038	8	インタラクション
425	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	2029	2037	8	社会情報基盤技術
407	個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	2030	2036	6	セキュリティ・プライバシー
408	社会基盤となる情報通信システムの安全性に関して、古典計算および古典通信技術に基づく暗号技術の枠組みから、量子計算および量子通信技術に基づく新たな枠組みの暗号技術への置換	2030	2036	6	セキュリティ・プライバシー
424	経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	2030	2036	6	社会情報基盤技術

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2028年が最も早く、ソフトウェアや会話装置、社会情報基盤技術に関するトピックであった(図表Ⅱ-4-8)。社会的実現時期は2029年が最も早く、うち2件はセキュリティに関するトピックであった(図表Ⅱ-4-9)。

図表Ⅱ-4-8「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
350	TEE(Trusted Execution Environment)等の、ハードウェアを利用したソフトウェア保護機能やソフトウェア安全実行環境の活用方法に関する体系化と整備	2028	コンピュータシステム、量子情報処理
393	発話ができない又は聴覚が不自由なユーザーが、他者の言語表現を理解したり、自分の意志を音声発話として表現したりすることを可能にするポータブル会話装置	2028	インタラクション
414	ウェブルーミングやショールーミング(実店舗で商品を見てWebで購入、もしくはその逆)など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	2028	社会情報基盤技術

図表Ⅱ-4-9 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現時期	細目
393	発話ができない又は聴覚が不自由なユーザーが、他者の言語表現を理解したり、自分の意志を音声発話として表現したりすることを可能にするポータブル会話装置	2029	インタラクション
403	ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどからマイニングで得られる情報の信憑性・信頼性を分析し、フェイクニュースの拡散を防止する技術	2029	セキュリティ・プライバシー
412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証（役所や銀行等の印刷された書類によつての個人認証を含む業務はほぼなくなる）	2029	セキュリティ・プライバシー

## ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は、最も遅いものでも2039年で、上位2件はBMIや脳に関するトピックであった（図表Ⅱ-4-10）。次いで、ロボット、量子情報処理、空飛ぶクルマのトピックが続く。社会的実現時期についても同様のトピックの実現時期が遅いとされている（図表Ⅱ-4-11）。

図表Ⅱ-4-10 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的実現時期	細目
399	個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができるBMI（ブレイン・マシン・インターフェース）技術	2039	インタラクション
443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	2038	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
346	AI処理基盤の一部としての、量子しきい値ゲート、量子通信路、量子メモリ等の組み合わせによる大規模量子ニューラルネットワーク	2036	コンピュータシステム、量子情報処理
361	人間並のスキルで家事を行い生活支援をするロボット	2036	ロボティクス
368	一般の乗客が気軽に利用できるeVTOL（いわゆる空飛ぶクルマ）	2036	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM（Advanced Air Mobility）、MaaS（Mobility as a Service）

図表Ⅱ-4-11 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	2042	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
399	個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができるBMI(ブレイン・マシン・インターフェース)技術	2040	インタラクション
345	数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ	2039	コンピュータシステム、量子情報処理
346	AI処理基盤の一部としての、量子しきい値ゲート、量子通信路、量子メモリ等の組み合わせによる大規模量子ニューラルネットワーク	2039	コンピュータシステム、量子情報処理
368	一般の乗客が気軽に利用できるeVTOL(いわゆる空飛ぶクルマ)	2039	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)

④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が10%以上のトピックは、フリーランスの割合やブロックチェーン技術を利用した個人認証、無形資産の評価に関するものであった。社会的実現時期についても同様のトピックが挙げられている(図表Ⅱ-4-12)。

「わからない」の回答割合の高いトピックには、実社会再現に関するシミュレーション技術や量子アルゴリズムのトピック等がある(図表Ⅱ-4-13)。

図表Ⅱ-4-12 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の「実現しない」の回答割合が高い(10%以上)トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の30%以上)	0.28	<b>24%</b>	2031	社会情報基盤技術
412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によつての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	0.62	<b>23%</b>	2031	セキュリティ・プライバシー
417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大(70%を超える企業数が全体の70%を超える)	1.13	<b>19%</b>	2030	社会情報基盤技術

注)「実現しない」の回答割合10%以上のトピック14件のうち上位3位を示した。

## 社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う)	0.62	<b>38%</b>	2029	セキュリティ・プライバシー
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の30%以上)	0.28	<b>33%</b>	2033	社会情報基盤技術
412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によっての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	0.10	<b>31%</b>	2034	社会情報基盤技術

注)「実現しない」の回答割合 10%以上のトピック 18 件のうち上位 3 位を示した。

図表Ⅱ-4-13 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の「わからない」の回答割合が高い(上位 3 位)トピック

## 科学技術的实现時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
428	超多数ノード(個人)により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術	0.50	<b>35%</b>	2033	社会情報基盤技術
349	Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	1.18	<b>30%</b>	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大(70%を超える企業数が全体の70%を超える)	1.13	<b>29%</b>	2030	社会情報基盤技術

## 社会的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によっての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	0.62	<b>38%</b>	2029	セキュリティ・プライバシー
349	Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	1.18	<b>35%</b>	2037	コンピュータシステム、量子情報処理
428	超多数ノード(個人)により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術	0.50	<b>35%</b>	2034	社会情報基盤技術

### 4.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点(図表Ⅱ-4-14)は、科学技術的实现では多くの細目において「人材」・「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きいことが示された。一方、「未来社会デザイン」「社会情報基盤技術」では「社会」、「ネットワークアーキテクチャ」では「戦略的標準化」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示され

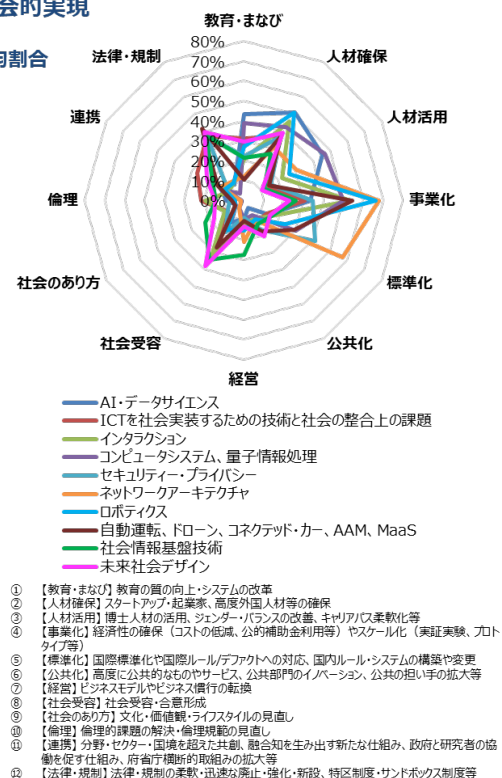
た。社会的実現では、「ネットワークアーキテクチャ」は「戦略的標準化」、「未来社会デザイン」「社会情報基盤技術」「インタラクション」は「社会受容」の回答割合が大きいことが示された。

図表Ⅱ-4-14 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）

### 科学技術の実現



### 社会的実現



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-4-15、図表Ⅱ-4-16に示した。

図表Ⅱ-4-15 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

### ①人材

ID	トピック	人材	科学技術的実現時期	細目
349	Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	89%	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
354	量子エラー訂正限界の理論的解析、物理的デバイスの解析等による、実現可能なゲート型量子コンピュータのサイズの解明	84%	2033	コンピュータシステム、量子情報処理
339	深層学習の理論的原理解明	82%	2033	AI・データサイエンス
359	破損しても自己修復が可能で、様々な形状の物体を適用的に把持することが可能となるソフトマテリアルによって構成される、柔軟なロボットハンド技術	82%	2034	ロボティクス

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

### ②資金

ID	トピック	資金	科学技術的実現時期	細目
382	マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	91%	2032	ネットワークアーキテクチャ
359	破損しても自己修復が可能で、様々な形状の物体を適用的に把持することが可能となるソフトマテリアルによって構成される、柔軟なロボットハンド技術	85%	2034	ロボティクス
395	群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム（大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効）	85%	2030	インタラクション

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

### ③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的実現時期	細目
384	エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質（QoE）・サービス品質（QoS）を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術	81%	2032	ネットワークアーキテクチャ
378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	80%	2032	ネットワークアーキテクチャ
377	転送データ量あたりの消費電力を飛躍的に削減するIoTネットワーク技術	76%	2031	ネットワークアーキテクチャ
408	社会基盤となる情報通信システムの安全性に関して、古典計算および古典通信技術に基づく暗号技術の枠組みから、量子計算および量子通信技術に基づく新たな枠組みの暗号技術への置換	76%	2030	セキュリティ・プライバシー

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備



#### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的実現時期	細目
369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	64%	2031	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
374	Mobility as a Service(MaaS)におけるAI等の活用により、複数の移動サービスや移動以外のサービスが連携し、都市全体が最適化	63%	2033	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	61%	2032	未来社会デザイン

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

#### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的実現時期	細目
387	大規模コンステレーションや衛星間光通信の実現によってレジリエンスを高めることができる低軌道衛星やHAPS通信技術	50%	2032	ネットワークアーキテクチャ
385	オープンインターフェース(O-RANなど)によって実現されるモバイル通信技術	47%	2030	ネットワークアーキテクチャ
380	情報や機能を名前により指定し、網内で情報処理を実施する情報指向・コンテンツ指向ネットワーク	43%	2033	ネットワークアーキテクチャ
445	実試験を伴わないシミュレーションに基づく解析による、航空機の型式証明取得(総試験回数の95%がシミュレーションで代替)	43%	2034	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

#### ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的実現時期	細目
425	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	74%	2029	社会情報基盤技術
420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う)	67%	2032	社会情報基盤技術
421	コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム	65%	2034	社会情報基盤技術

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的実現時期	細目
443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	63%	2038	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
415	多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に向う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナルAI	59%	2029	社会情報基盤技術
423	機械（AI、ロボット）と人間との間での社会的合意の成立（合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている）	55%	2030	社会情報基盤技術

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的実現時期	細目
422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野（自動車、衣服、レジャー用品など）への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	80%	2030	社会情報基盤技術
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大（日本の労働人口の30%以上）	76%	2031	社会情報基盤技術
420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大（一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う）	75%	2032	社会情報基盤技術

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的実現時期	細目
433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	88%	2031	未来社会デザイン
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大（日本の労働人口の30%以上）	81%	2031	社会情報基盤技術
420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大（一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う）	75%	2032	社会情報基盤技術

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-4-16 「AI・ICT・アナリティクス・サービス」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点  
(各項目で上位3位)

①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現時期	細目
447	行政・民間を含む様々な社会手続きの完全デジタル化が目指されるなかで、デジタル技術へのリテラシーの格差(デジタル・デバイド)によって、社会サービスの恩恵の享受に格差が生じないように、デジタルデバイスを解消するための教育・啓蒙活動の普及	74%	2034	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
349	Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	69%	2037	コンピュータシステム、量子情報処理
339	深層学習の理論的原理解明	64%	2034	AI・データサイエンス

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現時期	細目
363	視覚・聴覚・触覚・力覚・全身運動パターンなどのマルチモーダル情報と、ロボットに与えた指示文章のセットからなる、ロボットのための基盤モデルの収集技術と応用技術	70%	2034	ロボティクス
398	内受感覚へのアクティブな刺激呈示に基づいて、仮想的な視覚情報と現実の身体運動情報のギャップを低減し、ユーザーをVR酔いから解放する技術	68%	2033	インタラクション
365	実験プロトコルに従い実環境で人間並のスキルで実験を遂行するロボット	59%	2036	ロボティクス

- 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現時期	細目
349	Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	76%	2037	コンピュータシステム、量子情報処理
354	量子エラー訂正限界の理論的解析、物理的デバイスの解析等による、実現可能なゲート型量子コンピュータのサイズの解明	63%	2034	コンピュータシステム、量子情報処理
345	数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ	61%	2039	コンピュータシステム、量子情報処理

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

#### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現時期	細目
382	マルチコアファイバ・シリコンフォトリソグラフィなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	82%	2032	ネットワークアーキテクチャ
362	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、自律型工場、自律型店舗、自律型物流倉庫、及び自律型宅配搬送	81%	2033	ロボティクス
360	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	80%	2036	ロボティクス
378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	80%	2033	ネットワークアーキテクチャ

- 【事業化】経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

#### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現時期	細目
376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数のKPIを同時に1桁向上させる有線無線移動通信技術	77%	2033	ネットワークアーキテクチャ
385	オープンインターフェース（O-RANなど）によって実現されるモバイル通信技術	76%	2033	ネットワークアーキテクチャ
389	ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術	73%	2033	ネットワークアーキテクチャ

- 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

#### ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現時期	細目
424	経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	63%	2036	社会情報基盤技術
374	Mobility as a Service (MaaS) におけるAI等の活用により、複数の移動サービスや移動以外のサービスが連携し、都市全体が最適化	53%	2035	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
411	高度なセキュリティを確保するために、ゼロトラスト（デバイスや通信など何も信用しないことを前提にしたセキュリティ）に基づく大規模なシステムを自動あるいは容易に構築する技術	47%	2033	セキュリティ・プライバシー

- 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現時期	細目
417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大(70%を超える企業数が全体の70%を超える)	76%	2033	社会情報基盤技術
422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野(自動車、衣服、レジャー用品など)への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	75%	2033	社会情報基盤技術
418	日本の上場企業における、オープンイノベーションを活用した新製品・サービスの開発や実施を担う労働者の割合増大(労働者の割合が30%を超える)	56%	2034	社会情報基盤技術

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現時期	細目
423	機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	72%	2035	社会情報基盤技術
433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	63%	2036	未来社会デザイン
432	AI技術により、法務、行政サービス、健康・医療・介護サービスなどの、公共・準公共分野のサービスのデジタル変革が進む(GovTech)	60%	2033	未来社会デザイン

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現時期	細目
422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野(自動車、衣服、レジャー用品など)への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	65%	2033	社会情報基盤技術
414	ウェブルーミングやショールーミング(実店舗で商品を見てWebで購入、もしくはその逆)など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	50%	2033	社会情報基盤技術
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の30%以上)	43%	2033	社会情報基盤技術

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現時期	細目
443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	74%	2042	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
399	個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができるBMI(ブレイン・マシン・インターフェース)技術	50%	2040	インタラクション
415	多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に合う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナルAI	48%	2033	社会情報基盤技術

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現時期	細目
438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	66%	2034	未来社会デザイン
426	実社会と同等の数のエージェントによる政策効果の事前予測が可能なシミュレーター	62%	2036	社会情報基盤技術
448	巨大化した法体系の維持・運用・立法作業のDXを実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用	44%	2034	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現時期	細目
433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	80%	2036	未来社会デザイン
448	巨大化した法体系の維持・運用・立法作業のDXを実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用	74%	2034	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
367	ドローン物流の常態化(無人搬送システムが有人搬送システムのシェアを超える)	71%	2035	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
430	個人で楽しむ音楽・書籍・絵画・映画や、社会的なコンテンツである行政文書・民間文書、教育教材、貨幣・有価証券、といったあらゆる情報媒体がクラウド等を使ってオンライン上で提供される	71%	2033	未来社会デザイン

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 4.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術的実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2028	350	TEE(Trusted Execution Environment)等の、ハードウェアを利用したソフトウェア保護機能やソフトウェア安全実行環境の活用方法に関する体系化と整備	コンピュータシステム、量子情報処理
	393	発話ができない又は聴覚が不自由なユーザーが、他者の言語表現を理解したり、自分の意志を音声発話として表現したりすることを可能にするポータブル会話装置	インタラクション
	414	ウェブルーミングやショールーミング(実店舗で商品を見てWebで購入、もしくはその逆)など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	社会情報基盤技術
2029	334	日常のインターネット上の対話の対応が人間並みにできる自然言語処理技術	AI・データサイエンス
	335	窓口業務が人間並みにこなせる AI	AI・データサイエンス
	340	自然環境における人間同等の音声対話技術	AI・データサイエンス
	352	AI 技術等を活用したソフトウェアによるプログラムの自動生成・自動デバッグ・自動検証・自動テストがソフトウェアの生産性を飛躍的に向上させたことに伴う、世界中のオープンソース・ソフトウェアモジュールのワンストップ検索・ダウンロード	コンピュータシステム、量子情報処理
	364	屋内環境を(10 畳程度の広さの部屋であれば)1 分以内でスキャンし、壁の位置、家具の場所・姿勢・種類、物体の位置・姿勢・種類などを誤差 5cm 以内で 3D モデル化する技術	ロボティクス
	372	車車間通信、路車間通信を活用したコネクテッドカーの普及と標準化	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	373	自動運転技術を検証するための高精度シミュレーション技術	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	402	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用 IoT 機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術(不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)	セキュリティ・プライバシー
	403	ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどからマイニングで得られる情報の信憑性・信頼性を分析し、フェイクニュースの拡散を防止する技術	セキュリティ・プライバシー
	411	高度なセキュリティを確保するために、ゼロトラスト(デバイスや通信など何も信用しないことを前提にしたセキュリティ)に基づく大規模なシステムを自動あるいは容易に構築する技術	セキュリティ・プライバシー
	415	多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に合う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナル AI	社会情報基盤技術

	416	個人や社会が持つ資源・スキルの効果的組み合わせや、共創における相互作用のダイナミズムの理論化に基づく、様々な資源・スキルの遊休状況を複合したシェアサービスの可能性を計算機上で検討可能なシステム	社会情報基盤技術
	425	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	社会情報基盤技術
	427	従来の統計データに加え、ビッグデータや AI も活用した政策立案支援技術	社会情報基盤技術
	431	ネットと実店舗の融合の進展に伴う、販売・決済・仕入・マーケティング・販売分析等の業務や消費者購買履歴データの蓄積・活用によって、新サービスを創出するサービスプラットフォーム技術	未来社会デザイン
	436	生成 AI 等をパーソナライズしたパーソナル AI（各個人に対するあらゆるサービスのゲートキーパとして、パーソナルデータをフル活用してサービスを仲介・オーケストレーションにより、利用者のニーズを満たす:ホームドクター、家庭教師、パーソナルトレーナー、メンター、セラピスト、秘書、助手、購買代行、フェイクニュースのフィルタリング等）	未来社会デザイン
	448	巨大化した法体系の維持・運用・立法作業の DX を実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
	448	2030	
	337	情報欠損・雑音・非定常性を含む大規模な非構造データから高速に精度良く機械学習を行う技術	AI・データサイエンス
	341	マルチモーダル情報を統合して認識や生成をする技術	AI・データサイエンス
	348	社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ、ネットワークアーキテクチャの解明とその環境	コンピュータシステム、量子情報処理
	357	当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、パーソナルロボットやテレプレゼンスロボット	ロボティクス
	362	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、自律型工場、自律型店舗、自律型物流倉庫、及び自律型宅配搬送	ロボティクス
	371	車とクラウド間の双方向通信機能を用いて、車の制御アルゴリズムや HMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)機能を更新する Software Defined Vehicle (SDV)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	375	LiDAR センサーを使わない自己位置推定技術	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	385	オープンインターフェース(O-RAN など)によって実現されるモバイル通信技術	ネットワークアーキテクチャ
	395	群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム(大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効)	インタラクション



401	プライバシーを保護しつつ、PC や個人用 IoT 機器に加え、走行中の自動車など、異なる環境からインターネット上の多くのサイトに長期間にわたりアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム	セキュリティ・プライバシー	
405	個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術(安全性レベルの標準化を含む)	セキュリティ・プライバシー	
407	個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ 100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	セキュリティ・プライバシー	
408	社会基盤となる情報通信システムの安全性に関して、古典計算および古典通信技術に基づく暗号技術の枠組みから、量子計算および量子通信技術に基づく新たな枠組みの暗号技術への置換	セキュリティ・プライバシー	
417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大(70%を超える企業数が全体の 70%を超える)	社会情報基盤技術	
422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野(自動車、衣服、レジャー用品など)への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	社会情報基盤技術	
423	機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	社会情報基盤技術	
424	経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	社会情報基盤技術	
430	個人で楽しむ音楽・書籍・絵画・映画や、社会的なコンテンツである行政文書・民間文書、教育教材、貨幣・有価証券、といったあらゆる情報媒体がクラウド等を使ってオンライン上で提供される	未来社会デザイン	
432	AI 技術により、法務、行政サービス、健康・医療・介護サービスなどの、公共・準公共分野のサービスのデジタル変革が進む(GovTech)	未来社会デザイン	
435	OS、アプリ、Web サイト等の UI が AI とのマルチモーダル対話に統合されることによる、デジタルデバイドの解消および偽情報拡散の防止	未来社会デザイン	
447	行政・民間を含む様々な社会手続きの完全デジタル化が目指されるなかで、デジタル技術へのリテラシーの格差(デジタル・デバイド)によって、社会サービスの恩恵の享受に格差が生じないように、デジタルデバイスを解消するための教育・啓蒙活動の普及	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題	
2031	338	シミュレーションと機械学習を融合した 1 年後・3 年後・5 年後の実世界現象の予測	AI・データサイエンス

353	現在広く用いられている大規模システム（大規模検索エンジンやオペレーティングシステムなど）のソースコードと比較し、大幅（100 倍程度）に多くの行数を含むソースコードをもつ実社会で稼働するソフトウェア	コンピュータシステム、量子情報処理
365	実験プロトコルに従い実環境で人間並のスキルで実験を遂行するロボット	ロボティクス
369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
377	転送データ量あたりの消費電力を飛躍的に削減する IoT ネットワーク技術	ネットワークアーキテクチャ
386	現在の移動通信システムがカバーしていない空・陸・海・宇宙などを含むあらゆる場所へ拡張する拡張カバレッジを実現する通信技術	ネットワークアーキテクチャ
392	専門的知識やスキルを持たない一般ユーザーが、自動車の操作や、道具の使い方などを迷うことなく使いこなせることができるように言語・映像・実現で教示することのできるチュートリアルシステム	インタラクション
394	表情・声の質・身振り・感情・存在感などにおいて本物の人間と簡単には区別のできない対話的なバーチャルエージェント（受付や案内など、数分間のやりとりが自然に行えるようになる）	インタラクション
396	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどとスポーツで競いあったり、自然な会話を楽しむことが可能な、実空間上での自然な情報提示によるインタラクションシステム	インタラクション
398	内受容感覚へのアクティブな刺激呈示に基づいて、仮想的な視覚情報と現実の身体運動情報のギャップを低減し、ユーザーを VR 酔いから解放する技術	インタラクション
406	安全に、さまざまな計算デバイス、IoT 機器、自動車含むモビリティ等の遠隔メンテナンス（ソフトウェア更新を含む）が、利用者の負担が無く、無意識に実施できる技術	セキュリティ・プライバシー
412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証（役所や銀行等の印刷された書類によっての個人認証を含む業務はほぼ無くなる）	セキュリティ・プライバシー
418	日本の上場企業における、オープンイノベーションを活用した新製品・サービスの開発や実施を担う労働者の割合増大（労働者の割合が 30%を超える）	社会情報基盤技術
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大（日本の労働人口の 30%以上）	社会情報基盤技術
426	実社会と同等の数のエージェントによる政策効果の事前予測が可能なシミュレーター	社会情報基盤技術
433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	未来社会デザイン

2032	342	自律的に科学実験プロトコルを提案する AI	AI・データサイエンス
	344	現在用いられているものよりスケラビリティが大幅(100 倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	コンピュータシステム、量子情報処理
	363	視覚・聴覚・触覚・力覚・全身運動パターンなどのマルチモーダル情報と、ロボットに与えた指示文章のセットからなる、ロボットのための基盤モデルの収集技術と応用技術	ロボティクス
	366	レベル 5 の自動運転車(ハンドルの無い自動運転車)の普及(一般道や高速道路等を走行し、人間が操縦する自動車と割合が拮抗)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	370	目標値だけ入力すると、AI パイロットが 3 次元経路計画や衝突回避などの全てを自律的に行い、墜落を防ぎながら飛行するドローン	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	ネットワークアーキテクチャ
	379	AI・機械学習を活用し、平時には端末の動きを予測・追隨することによって輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能とできる、性能・柔軟性・堅牢性を兼ね備えるソフトウェア化されたネットワーク構成技術	ネットワークアーキテクチャ
	381	クラウド・エッジ・端末が連携し、分散した計算資源とストレージ資源、通信資源が有機的に結合することによって、利用者がネットワーク構造を意識しなくても最適に利用可能な通信基盤技術	ネットワークアーキテクチャ
	382	マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	ネットワークアーキテクチャ
	383	耐量子計算暗号や量子鍵配送技術など量子技術を駆使した超安全・信頼性通信	ネットワークアーキテクチャ
	384	エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質(QoE)・サービス品質(QoS)を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術	ネットワークアーキテクチャ
	387	大規模コンステレーションや衛星間光通信の実現によってレジリエンスを高めることができる低軌道衛星や HAPS 通信技術	ネットワークアーキテクチャ
	388	複数の周波数帯を統合して利活用することで大容量・堅牢な通信の実現や、動的に周波数を切り替えて電波資源を有効活用できる、複数周波数の動的制御技術	ネットワークアーキテクチャ
	389	ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術	ネットワークアーキテクチャ
	397	煩雑なデバイス・センサを装着することなく、いつでもどこでも自身の感覚フィードバックの量や質を調整し、無意識のうちに身体動作を変化・改善することができる、ユーザの身体性を考慮したインタラクションシステム	インタラクション
	400	情報システムや制御システムにアクセスすることが許された人たちの内部犯罪を防止するための技術(行動科学的技術を含み、内部犯罪の発生率を無視できるぐらい小さくすることが可能)	セキュリティ・プライバシー

	404	個人に関わる全てのセンサ類や、それらを通して自分の行動情報(センサ情報、購買履歴など)を誰にどのようにセンスされているかを把握可能にするとともに、その利活用に個人利用者が主体的に関わる(情報の削除を含む)ことで、プライバシーと利便性のバランスを柔軟に設定できる IoT セキュリティ技術とプライバシー管理技術	セキュリティ・プライバシー
	420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の 30%以上を当該仮想通貨で行う)	社会情報基盤技術
	429	世界中の全ての経済取引を電子的に行うことが可能なデジタル通貨システム	未来社会デザイン
	434	サービス科学や計算社会科学のように、人や社会における新たな価値観にも対応し、価値の見える化や価値が生じる因果関係の計算モデル化を通じ、多様な価値を生成、再現、拡大するための科学(体系)や工学(技術)	未来社会デザイン
	438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	未来社会デザイン
	442	あらゆる知的タスク(肉体的労働を含まないタスク)において人間の専門家と同等以上の性能を達成する、汎用 AI	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
	444	ネットゼロ(Net Zero)データセンターの一般化(現在 10MW の消費電力で動く中規模データセンターにおいて、電力利用効率の向上と再生可能エネルギーの実現により温室効果ガスの排出なしで 24 時間稼働可能)	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
	446	主に、都市やモビリティ、社会インフラなど、構築に膨大な費用がかかるアセットの設計・開発・実装において、多分野・広域にわたる実世界のデータを用いて、設計時における高精度かつ豊富なシミュレーションや、構築後に適正な評価を可能にする、革新的なデジタルツイン技術	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2033	336	超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発	AI・データサイエンス
	339	深層学習の理論的理理解明	AI・データサイエンス
	343	現在用いられているものより電力性能比が大幅(100 倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	コンピュータシステム、量子情報処理
	351	クロック周波数の限界、微細化の限界に近づきつつあるシリコンを用いたプロセッサを用いながらも、コンピュータシステムとしての速度向上、消費電力向上を目指した新たなコンピュータアーキテクチャパラダイムの創出	コンピュータシステム、量子情報処理
	354	量子エラー訂正限界の理論的解析、物理的デバイスの解析等による、実現可能なゲート型量子コンピュータのサイズの解明	コンピュータシステム、量子情報処理
	355	小規模コンピュータシステムの機能向上や低コスト化に伴い、世の中の人工的なもののほぼ全てに IC タグ・IC チップが埋め込まれ、磁気カードや QR コード等の容易に偽造可能なものが消滅	コンピュータシステム、量子情報処理
	356	極限環境における多様なタスクを実行可能にするロボット・ハードウェア	ロボティクス

	360	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	ロボティクス
	367	ドローン物流の常態化（無人搬送システムが有人搬送システムのシェアを超える）	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
	374	Mobility as a Service (MaaS) における AI 等の活用により、複数の移動サービスや移動以外のサービスが連携し、都市全体が最適化	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
	376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数の KPI を同時に 1 桁向上させる有無線移動通信技術	ネットワークアーキテクチャ
	380	情報や機能を名前により指定し、網内で情報処理を実施する情報指向・コンテンツ指向ネットワーク	ネットワークアーキテクチャ
	391	視覚・嗅覚・触覚・筋力・記憶力・状況判断能力など、人間の身体能力・認知能力を、自然な形で拡張する装着型デバイス（消防やレスキューなど超人的な能力が要求される現場で実際に利用される）	インタラクション
	410	システムへのアクセスから悪意の意図性を自動的に識別する技術	セキュリティ・プライバシー
	413	システム開発者ではない一般利用者が用いるデジタルサービスにおける、指紋認証や顔認証等の生体認証や、手元の携帯機器や IC カードによる認証の一般化（ID・パスワード認証はほぼ消滅）	セキュリティ・プライバシー
	428	超多数ノード（個人）により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術	社会情報基盤技術
	437	パーソナル AI サービスに利用者が全幅の信頼を置いて活用を委ね、パーソナル AI 提供者が利用者の信頼獲得を競う時代（注意経済の終焉）における、持続可能経営（ESG、CSR、CSV、TBL など）	未来社会デザイン
	439	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な人々に合わせて適切な支援を行えるウェルビーイングを向上する技術	未来社会デザイン
	440	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な仕事や人に合わせて包摂的な支援とパフォーマンス向上を行える人間拡張技術	未来社会デザイン
2034	441	サイバーとフィジカルを高度に融合し、地域コミュニティやそれ以外の多様なコミュニティを活性化し、人々の協働や共創を支援する技術	未来社会デザイン
	345	数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ	コンピュータシステム、量子情報処理
	349	Shor のアルゴリズム、Grover のアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	コンピュータシステム、量子情報処理

	358	都市空間のすべての人や車両の位置情報をリアルタイムに把握し、効率の良い交通を実現する都市のデジタルツインシステム	ロボティクス
	359	破損しても自己修復が可能で、様々な形状の物体を適用的に把持することが可能となるソフトマテリアルによって構成される、柔軟なロボットハンド技術	ロボティクス
	390	個人の体験を、感覚情報のみならず、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それをリアルタイムに編集・伝達・体験・共有できるようにする基盤モデルとインターフェースメディア	インタラクション
	409	AI 技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備	セキュリティ・プライバシー
	421	コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム	社会情報基盤技術
	445	実試験を伴わないシミュレーションに基づく解析による、航空機の型式証明取得（総試験回数の 95%がシミュレーションで代替）	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2035	347	汎用量子コンピュータ（ゲート型量子コンピュータ）以外に、量子アニーリング機械等へ続くものとして、実現可能で有力な量子メカニズムの発見に基づく量子コンピュータ	コンピュータシステム、量子情報処理
2036	346	AI 処理基盤の一部としての、量子しきい値ゲート、量子通信路、量子メモリ等の組み合わせによる大規模量子ニューラルネットワーク	コンピュータシステム、量子情報処理
	361	人間並のスキルで家事を行い生活支援をするロボット	ロボティクス
	368	一般の乗客が気軽に利用できる eVTOL（いわゆる空飛ぶクルマ）	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
2038	443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2039	399	個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができる BMI（ブレイン・マシン・インターフェース）技術	インタラクション

(2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2029	393	発話ができない又は聴覚が不自由なユーザーが、他者の言語表現を理解したり、自分の意志を音声発話として表現したりすることを可能にするポータブル会話装置	インタラクション
	403	ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどからマイニングで得られる情報の信憑性・信頼性を分析し、フェイクニュースの拡散を防止する技術	セキュリティ・プライバシー
	412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によっての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	セキュリティ・プライバシー
2030	334	日常のインターネット上の対話の対応が人間並みにできる自然言語処理技術	AI・データサイエンス
	350	TEE(Trusted Execution Environment)等の、ハードウェアを利用したソフトウェア保護機能やソフトウェア安全実行環境の活用方法に関する体系化と整備	コンピュータシステム、量子情報処理
	406	安全に、さまざまな計算デバイス、IoT 機器、自動車含むモビリティ等の遠隔メンテナンス(ソフトウェア更新を含む)が、利用者の負担が無く、無意識に実施できる技術	セキュリティ・プライバシー
2031	335	窓口業務が人間並みにこなせる AI	AI・データサイエンス
	340	自然環境における人間同等の音声対話技術	AI・データサイエンス
	348	社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ、ネットワークアーキテクチャの解明とその環境	コンピュータシステム、量子情報処理
	352	AI 技術等を活用したソフトウェアによるプログラムの自動生成・自動デバッグ・自動検証・自動テストがソフトウェアの生産性を飛躍的に向上させたことに伴う、世界中のオープンソース・ソフトウェアモジュールのワンストップ検索・ダウンロード	コンピュータシステム、量子情報処理
	364	屋内環境を(10 畳程度の広さの部屋であれば)1 分以内でスキャンし、壁の位置、家具の場所・姿勢・種類、物体の位置・姿勢・種類などを誤差 5cm 以内で 3D モデル化する技術	ロボティクス
	372	車車間通信、路車間通信を活用したコネクテッドカーの普及と標準化	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	373	自動運転技術を検証するための高精度シミュレーション技術	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	402	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用 IoT 機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術(不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)	セキュリティ・プライバシー
2032	341	マルチモーダル情報を統合して認識や生成をする技術	AI・データサイエンス
	382	マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	ネットワークアーキテクチャ

	392	専門的知識やスキルを持たない一般ユーザーが、自動車の操作や、道具の使い方などを迷うことなく使いこなせることができるように言語・映像・実現で教示することのできるチュートリアルシステム	インタラクション
	394	表情・声の質・身振り・感情・存在感などにおいて本物の人間と簡単には区別のできない対話的なバーチャルエージェント（受付や案内など、数分間のやりとりが自然に行えるようになる）	インタラクション
	400	情報システムや制御システムにアクセスすることが許された人たちの内部犯罪を防止するための技術（行動科学的技術を含み、内部犯罪の発生率を無視できるぐらい小さくすることが可能）	セキュリティ・プライバシー
	416	個人や社会が持つ資源・スキルの効果的組み合わせや、共創における相互作用のダイナミズムの理論化に基づく、様々な資源・スキルの遊休状況を複合したシェアサービスの可能性を計算機上で検討可能なシステム	社会情報基盤技術
	431	ネットと実店舗の融合の進展に伴う、販売・決済・仕入・マーケティング・販売分析等の業務や消費者購買履歴データの蓄積・活用によって、新サービスを創出するサービスプラットフォーム技術	未来社会デザイン
2033	337	情報欠損・雑音・非定常性を含む大規模な非構造データから高速に精度良く機械学習を行う技術	AI・データサイエンス
	342	自律的に科学実験プロトコルを提案する AI	AI・データサイエンス
	353	現在広く用いられている大規模システム（大規模検索エンジンやオペレーティングシステムなど）のソースコードと比較し、大幅（100 倍程度）に多くの行数を含むソースコードをもつ実社会で稼働するソフトウェア	コンピュータシステム、量子情報処理
	355	小規模コンピュータシステムの機能向上や低コスト化に伴い、世の中の人工的なもののほぼ全てに IC タグ・IC チップが埋め込まれ、磁気カードや QR コード等の容易に偽造可能なものが消滅	コンピュータシステム、量子情報処理
	357	当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、パーソナルロボットやテレプレゼンスロボット	ロボティクス
	362	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、自律型工場、自律型店舗、自律型物流倉庫、及び自律型宅配搬送	ロボティクス
	369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
	371	車とクラウド間の双方向通信機能を用いて、車の制御アルゴリズムや HMI (ヒューマン・マシン・インターフェース) 機能を更新する Software Defined Vehicle (SDV)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
	375	LiDAR センサーを使わない自己位置推定技術	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)



376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数の KPI を同時に 1 桁向上させる有無線移動通信技術	ネットワークアーキテクチャ
377	転送データ量あたりの消費電力を飛躍的に削減する IoT ネットワーク技術	ネットワークアーキテクチャ
378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	ネットワークアーキテクチャ
379	AI・機械学習を活用し、平時には端末の動きを予測・追隨することによって輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能とできる、性能・柔軟性・堅牢性を兼ね備えるソフトウェア化されたネットワーク構成技術	ネットワークアーキテクチャ
383	耐量子計算暗号や量子鍵配送技術など量子技術を駆使した超安全・信頼性通信	ネットワークアーキテクチャ
384	エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質 (QoE)・サービス品質 (QoS) を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術	ネットワークアーキテクチャ
385	オープンインターフェース (O-RAN など) によって実現されるモバイル通信技術	ネットワークアーキテクチャ
386	現在の移動通信システムがカバーしていない空・陸・海・宇宙などを含むあらゆる場所へ拡張する拡張カバレッジを実現する通信技術	ネットワークアーキテクチャ
387	大規模コンステレーションや衛星間光通信の実現によってレジリエンスを高めることができる低軌道衛星や HAPS 通信技術	ネットワークアーキテクチャ
388	複数の周波数帯を統合して活用することで大容量・堅牢な通信の実現や、動的に周波数を切り替えて電波資源を有効活用できる、複数周波数の動的制御技術	ネットワークアーキテクチャ
389	ミリ波・センチメートル波を利用するモバイル無線技術	ネットワークアーキテクチャ
398	内受容感覚へのアクティブな刺激呈示に基づいて、仮想的な視覚情報と現実の身体運動情報のギャップを低減し、ユーザーを VR 酔いから解放する技術	インタラクション
411	高度なセキュリティを確保するために、ゼロトラスト (デバイスや通信など何も信用しないことを前提にしたセキュリティ) に基づく大規模なシステムを自動あるいは容易に構築する技術	セキュリティ・プライバシー
414	ウェブルーミングやショールーミング (実店舗で商品を見て Web で購入、もしくはその逆) など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	社会情報基盤技術
415	多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に合う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナル AI	社会情報基盤技術
417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大 (70% を超える企業数が全体の 70% を超える)	社会情報基盤技術
419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大 (日本の労働人口の 30% 以上)	社会情報基盤技術

	422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野(自動車、衣服、レジャー用品など)への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	社会情報基盤技術
	430	個人で楽しむ音楽・書籍・絵画・映画や、社会的なコンテンツである行政文書・民間文書、教育教材、貨幣・有価証券、といったあらゆる情報媒体がクラウド等を使ってオンライン上で提供される	未来社会デザイン
	432	AI 技術により、法務、行政サービス、健康・医療・介護サービスなどの、公共・準公共分野のサービスのデジタル変革が進む(GovTech)	未来社会デザイン
	435	OS、アプリ、Web サイト等の UI が AI とのマルチモーダル対話に統合されることによる、デジタルデバイドの解消および偽情報拡散の防止	未来社会デザイン
	436	生成 AI 等をパーソナライズしたパーソナル AI (各個人に対するあらゆるサービスのゲートキーパとして、パーソナルデータをフル活用してサービスを仲介・オーケストレートすることにより、利用者のニーズを満たす:ホームドクター、家庭教師、パーソナルトレーナー、メンター、セラピスト、秘書、助手、購買代行、フェイクニュースのフィルタリング等)	未来社会デザイン
2034	336	超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発	AI・データサイエンス
	338	シミュレーションと機械学習を融合した 1 年後・3 年後・5 年後の実世界現象の予測	AI・データサイエンス
	339	深層学習の理論的理理解明	AI・データサイエンス
	343	現在用いられているものより電力性能比が大幅(100 倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	コンピュータシステム、量子情報処理
	344	現在用いられているものよりスケラビリティが大幅(100 倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	コンピュータシステム、量子情報処理
	351	クロック周波数の限界、微細化の限界に近づきつつあるシリコンを用いたプロセッサを用いながらも、コンピュータシステムとしての速度向上、消費電力向上を目指した新たなコンピュータアーキテクチャパラダイムの創出	コンピュータシステム、量子情報処理
	354	量子エラー訂正限界の理論的解析、物理的デバイスの解析等による、実現可能なゲート型量子コンピュータのサイズの解明	コンピュータシステム、量子情報処理
	363	視覚・聴覚・触覚・力覚・全身運動パターンなどのマルチモーダル情報と、ロボットに与えた指示文章のセットからなる、ロボットのための基盤モデルの収集技術と応用技術	ロボティクス
	381	クラウド・エッジ・端末が連携し、分散した計算資源とストレージ資源、通信資源が有機的に結合することによって、利用者がネットワーク構造を意識しなくても最適に利用可能な通信基盤技術	ネットワークアーキテクチャ

	401	プライバシーを保護しつつ、PC や個人用 IoT 機器に加え、走行中の自動車など、異なる環境からインターネット上の多くのサイトに長期間にわたりアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム	セキュリティ・プライバシー
	404	個人に関わる全てのセンサ類や、それらを通して自分の行動情報(センサ情報、購買履歴など)を誰にどのようにセンサされているかを把握可能にするとともに、その利活用に個人利用者が主体的に関わる(情報の削除を含む)ことで、プライバシーと利便性のバランスを柔軟に設定できる IoT セキュリティ技術とプライバシー管理技術	セキュリティ・プライバシー
	405	個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術(安全性レベルの標準化を含む)	セキュリティ・プライバシー
	418	日本の上場企業における、オープンイノベーションを活用した新製品・サービスの開発や実施を担う労働者の割合増大(労働者の割合が 30%を超える)	社会情報基盤技術
	420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の 30%以上を当該仮想通貨で行う)	社会情報基盤技術
	421	コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム	社会情報基盤技術
	427	従来の統計データに加え、ビッグデータや AI も活用した政策立案支援技術	社会情報基盤技術
	428	超多数ノード(個人)により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術	社会情報基盤技術
	434	サービス科学や計算社会科学のように、人や社会における新たな価値観にも対応し、価値の見える化や価値が生じる因果関係の計算モデル化を通じ、多様な価値を生成、再現、拡大するための科学(体系)や工学(技術)	未来社会デザイン
	438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	未来社会デザイン
	447	行政・民間を含む様々な社会手続きの完全デジタル化が目指されるなかで、デジタル技術へのリテラシーの格差(デジタル・デバイド)によって、社会サービスの恩恵の享受に格差が生じないように、デジタルデバイスを解消するための教育・啓蒙活動の普及	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
	448	巨大化した法体系の維持・運用・立法作業の DX を実現するための、法情報データベース整備とその各種制度設計への活用	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2035	367	ドローン物流の常態化(無人搬送システムが有人搬送システムのシェアを超える)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)

	370	目標値だけ入力すると、AIパイロットが3次元経路計画や衝突回避などの全てを自律的に扱い、墜落を防ぎながら飛行するドローン	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	374	Mobility as a Service(MaaS)におけるAI等の活用により、複数の移動サービスや移動以外のサービスが連携し、都市全体が最適化	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	397	煩雑なデバイス・センサを装着することなく、いつでもどこでも自身の感覚フィードバックの量や質を調整し、無意識のうちに身体動作を変化・改善することができる、ユーザの身体性を考慮したインタラクションシステム	インタラクション
	410	システムへのアクセスから悪意の意図性を自動的に識別する技術	セキュリティ・プライバシー
	423	機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	社会情報基盤技術
	437	パーソナルAIサービスに利用者が全幅の信頼を置いて活用を委ね、パーソナルAI提供者が利用者の信頼獲得を競う時代(注意経済の終焉)における、持続可能経営(ESG、CSR、CSV、TBLなど)	未来社会デザイン
	439	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な人々に合わせて適切な支援を行えるウェルビーイングを向上する技術	未来社会デザイン
	442	あらゆる知的タスク(肉体的労働を含まないタスク)において人間の専門家と同等以上の性能を達成する、汎用AI	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2036	445	実試験を伴わないシミュレーションに基づく解析による、航空機の型式証明取得(総試験回数の95%がシミュレーションで代替)	ICTを社会実装するための技術と社会の整合上の課題
	356	極限環境における多様なタスクを実行可能にするロボット・ハードウェア	ロボティクス
	359	破損しても自己修復が可能で、様々な形状の物体を適用的に把持することが可能となるソフトマテリアルによって構成される、柔軟なロボットハンド技術	ロボティクス
	360	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器	ロボティクス
	365	実験プロトコルに従い実環境で人間並のスキルで実験を遂行するロボット	ロボティクス
	396	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどとスポーツで競いあったり、自然な会話を楽しむことが可能な、実空間上での自然な情報提示によるインタラクションシステム	インタラクション

	407	個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ 100%キャッシュレス(暗号通貨含む)に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤(金融機関だけでなく、商店、個人まで)	セキュリティ・プライバシー
	408	社会基盤となる情報通信システムの安全性に関して、古典計算および古典通信技術に基づく暗号技術の枠組みから、量子計算および量子通信技術に基づく新たな枠組みの暗号技術への置換	セキュリティ・プライバシー
	424	経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	社会情報基盤技術
	426	実社会と同等の数のエージェントによる政策効果の事前予測が可能なシミュレーター	社会情報基盤技術
	433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	未来社会デザイン
	446	主に、都市やモビリティ、社会インフラなど、構築に膨大な費用がかかるアセットの設計・開発・実装において、多分野・広域にわたる実世界のデータを用いて、設計時における高精度かつ豊富なシミュレーションや、構築後に適正な評価を可能にする、革新的なデジタルツイン技術	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2037	349	Shor のアルゴリズム、Grover のアルゴリズム以外の、量子計算を用いないアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム	コンピュータシステム、量子情報処理
	358	都市空間のすべての人や車両の位置情報をリアルタイムに把握し、効率の良い交通を実現する都市のデジタルツインシステム	ロボティクス
	361	人間並のスキルで家事を行い生活支援をするロボット	ロボティクス
	366	レベル 5 の自動運転車(ハンドルの無い自動運転車)の普及(一般道や高速道路等を走行し、人間が操縦する自動車と割合が拮抗)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM(Advanced Air Mobility)、MaaS(Mobility as a Service)
	390	個人の体験を、感覚情報のみならず、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それをリアルタイムに編集・伝達・体験・共有できるようにする基盤モデルとインターフェースメディア	インタラクション
	413	システム開発者ではない一般利用者が用いるデジタルサービスにおける、指紋認証や顔認証等の生体認証や、手元の携帯機器や IC カードによる認証の一般化(ID・パスワード認証はほぼ消滅)	セキュリティ・プライバシー
	425	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	社会情報基盤技術
	429	世界中の全ての経済取引を電子的に行うことが可能なデジタル通貨システム	未来社会デザイン

	440	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な仕事や人に合わせて包摂的な支援とパフォーマンス向上を行える人間拡張技術	未来社会デザイン
	441	サイバーとフィジカルを高度に融合し、地域コミュニティやそれ以外の多様なコミュニティを活性化し、人々の協働や共創を支援する技術	未来社会デザイン
	444	ネットゼロ (Net Zero) データセンターの一般化 (現在 10MW の消費電力で動く中規模データセンターにおいて、電力利用効率の向上と再生可能エネルギーの実現により温室効果ガスの排出なしで 24 時間稼働可能)	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題
2038	347	汎用量子コンピュータ (ゲート型量子コンピュータ) 以外に、量子アニーリング機械等に続くものとして、実現可能で有力な量子メカニズムの発見に基づく量子コンピュータ	コンピュータシステム、量子情報処理
	380	情報や機能を名前により指定し、網内で情報処理を実施する情報指向・コンテンツ指向ネットワーク	ネットワークアーキテクチャ
	391	視覚・嗅覚・触覚・筋力・記憶力・状況判断能力など、人間の身体能力・認知能力を、自然な形で拡張する装着型デバイス (消防やレスキューなど超人的な能力が要求される現場で実際に利用される)	インタラクション
	395	群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、状況予測情報を装着者に提供するシステム (大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効)	インタラクション
	409	AI 技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備	セキュリティ・プライバシー
2039	345	数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ	コンピュータシステム、量子情報処理
	346	AI 処理基盤の一部としての、量子しきい値ゲート、量子通信路、量子メモリ等の組み合わせによる大規模量子ニューラルネットワーク	コンピュータシステム、量子情報処理
	368	一般の乗客が気軽に利用できる eVTOL (いわゆる空飛ぶクルマ)	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、AAM (Advanced Air Mobility)、MaaS (Mobility as a Service)
2040	399	個人の脳を通じて体験を抽出もしくは与えることができる BMI (ブレイン・マシン・インターフェース) 技術	インタラクション
2042	443	脳に直接接続するデバイスであって、知的活動のサポートを行うことにより、装着した者の知能を倍程度に高めることができる、ニューラルインターフェース	ICT を社会実装するための技術と社会の整合上の課題

## 5. マテリアル・デバイス・プロセス分野

### 5.1 総論

#### (1)細目の構成

マテリアル・デバイス・プロセス分野は、ICT、環境・エネルギー、ライフサイエンス、インフラ等に関わる社会課題解決のための分野横断的な基幹科学技術分野である。

細目は、コアである「物質・材料」「プロセス・マニュファクチャリング」、ツールとしての「計算科学・データ科学」「先端計測・解析手法」、応用としての「応用デバイス・システム（ICT 分野）」、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」、「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」、「応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）」および新設の「社会システム・価値創造」の9つから構成された。

今回の調査では、これら分野における基礎から応用までを体系的に網羅するとともに、マルチフィジックスシミュレーション・インフォマティクス・ウェルビーイングなど、最近注目されるトピックも盛り込み、それぞれの細目に対応する計104トピックを取り上げた。

#### (2) 本分野の今後の方向性

調査で重要度が特に高いとされたのは、構造インフラ・モビリティ分野の構造物劣化診断関連、環境・エネルギー分野の高容量高出力電池関連、物質・材料分野の高効率パワー半導体関連の科学技術トピックであった。細目別では、環境・エネルギー分野と構造インフラ・モビリティ分野は、重要度・国際優位性ともに高く、一方、計算科学・データ科学と社会システム・価値創造分野は、重要度は比較的に高いが国際優位性は低いという結果であった。また実現時期は、科学技術的実現では2033年が最も多く、社会的実現では2037年が最も多くなった。細目別ではプロセス・マニュファクチャリングが比較的早く、ICT分野が遅かった。科学技術的実現に向けて対処すべき点としては、人材の育成・確保、研究開発費・支援制度、研究施設・知的整備の重要性について指摘があった。社会的実現に向けては、事業化に向けた経済性確保・実証実験が重要とされた。ICT分野においては研究開発費の拡充、計算科学・データ科学分野においては人材の育成・確保・活用、先端計測・解析手法分野においては研究基盤整備が必要とされた。

今回の調査結果をもとにした、人材確保、資金支援、基盤整備に関する戦略的な取り組みが期待される。

(榎 学)

## 5.2 各論（細目概要）

### ①物質・材料

#### i) 概要

細目「物質・材料」では、具体的には「新しい物質・材料・機能の創成」を検討範囲として設定した。新規な物質、材料の合成およびそれらの実現による新たな機能の発現を意図するもので、まさしくマテリアル分野の根幹になるものである。近年のテクノロジーの発展の多くの部分（あるいはほとんどの部分）が新たな材料の合成、材料の高品質化、材料の組み合わせ・加工が基礎となっていることは誰も否定できない。今後もこの分野の重要度が高く、今回のアンケートにおいても12のトピックを取り上げた。

#### ii) 社会的意義

「新しい物質・材料の創成」は、一見地味な開発領域であり研究開発にも時間・労力の掛かる分野であるが、これまでに無かった物質・材料が生み出す「新たな機能」は昨日までの社会を大きく変化させ得る魅力を持つ領域である。これまでも半導体や超電導材料等の電子材料の発展が現在の電子技術の発展につながり、ICT 情報インフラの基盤になってきた。これら「新しい物質・材料の創成」による「新しい機能」は、いったん開発・普及が進めば不可逆的に社会生活を進展させる可能性のあるものである。また最近、地球環境保全の見地から、CO<sub>2</sub>排出量の削減や資源循環型社会構築などに対する配慮が材料開発の段階から求められるようになってきた。一方で、マイクロプラスチックによる海洋汚染が世界的注目を集めるようになり、地球レベルでの環境保全への取り組みが一層高いレベルで求められている。新しい構造体、新しいデバイス、新しいエネルギーインフラ、環境や循環への配慮などすべての分野において物質・材料の研究開発、製造技術開発が基礎となり、その波及効果の大きさ、重要性は今後も変わることはない。

#### iii) 今後の展望

「物質・材料」に対するアンケート回答数の多さは、本分野の中でも突出している。総じて特定のデバイスやシステムを構成するに必要な「物質・材料」は多岐に亘っているが、素材開発に強い日本の底力が、今回のアンケート回答数にも反映されていると解釈できる一方で、ますます少量多品種化が進む懸念も残る。そうした中でも国際競争力が期待できるトピックとしては燃料電池用触媒や、パワー半導体、二次電池などのエネルギーデバイス関連材料の重要度が高い。また、リサイクル可能で高性能な炭素系構造材料やバイオベース高分子材



料、資源循環や環境保全に関連したトピックも挙げられる。気候変動対策に向けて、エネルギーデバイスの更なる効率化を図ると共に、インフラの保全・強靱と環境への配慮（サーキュラーエコノミー）も推進するといった攻めと守りの両輪を支える物質・材料への関心が強い。

科学技術的実現時期は、2033～2035 年、社会的実現時期は 2035～2039 年とする回答が多くなっている。また、科学技術的、社会的実現のため対処すべき点として人材育成、研究開発費拡充、研究基盤整備が重要であるとなっており、国際競争力強化のための基盤整備の必要性を示した。一方で ELSI、法規制整備、国際連携・標準化・規制対応への注目度は低いという結果となった。特にグローバルな社会的実現を図る際には、これら 3 点は今後ますます重要な視点となることを鑑みれば、別途なんらかの手段を講じるべきであろう。

（伊藤耕三、岸本康夫）

## ②プロセス・マニファクチャリング

### i) 概要

1900 年代後半は大量生産の時代であり、プロセス・マニファクチャリング技術は高性能な製品を安く速く大量に提供するものづくりを支えてきた。このような時代に技術に求められる価値は精度、微細性、生産性などであった。一方、2000 年以降は単に性能の良い製品を作るにとどまらず、スマートフォンに代表されるイノバティブな製品の創出や、カスタマイゼーションやサステナビリティなどの新たな価値観が重要視されるようになり、それに伴い従来型の高度な技術に加え、付加製造（3D プリンティング）に代表されるような製造技術や、GX を実現するためのプロセス技術が注目されている。

### ii) 社会的意義

2000 年以降、途上国の技術力の向上により新製品の発表から価格競争にいたるまでの期間は大幅に短縮され、多くの日本企業が製造現場を海外への移設や海外からの輸入を進めてきた。一方、2019 年以降新型コロナウイルスの蔓延に加え、ロシアのウクライナへの侵攻により、製品の製造を国内で完結することの重要性が高まってきている。このようなジレンマの中、我が国の産業には不断のイノベーションの創出、新たな付加価値の創出に加え、良い物を安く速くという従来の価値も求められており、それを支えるための独自のプロセス・マニファクチャリング技術の創出が必要となっている。

### iii) 今後の展望

アンケートの項目には、高精度、高生産性を支える技術の他、新規高付加価値を実現に必要と思われる技術も上げた。アンケート結果によれば、プロセス・マニファクチャリングの各トピックの重要度は平均値において本マテリアル・プロセス分野の中でもっとも高く、アンケートの回答者（おそらくは当該分野の）研究者・技術者が自身の分野の重要度を感じている事が分かる。一方で、国際優位性は分野内で4位になっており、強い危機感が感じられる。

本細目プロセス・マニファクチャリングの特徴の一つは、科学技術的実現時期、社会的実現時期ともに早いと考えられていることであった。これは基盤的技術分野のトピックの設定時に実現時期の遠いものを設定すると応用が見えにくくなるため、出口の想像しやすい基盤的技術を選んだ結果であると考えられる。また、基盤技術研究開発と考えた場合、科学技術的実現と社会的実現の間の境目が見えにくいため、国際連携・標準化、法規制の整備、倫理課題の対応など社会的実現に必要な項目の回答数が少なく、結果として社会的実現時期と科学技術的実現時期の差が小さくなった。また、社会的実現に向けて事業化の優先度が、他の細目に比べて著しく高い（平均値56%に対して74%）という結果を重要性が高かったということと併せて考えると、本細目の技術が我が国の産業を支える事への期待が高いと見ることができる。

以上、重要性の高さ、強い産業力維持への期待、国際競争力への危機感を考えると、官民を含めた何らかの施策が期待されていることが透けて見える。

（新野俊樹、太田裕之）

## ③計算科学・データ科学

### i) 概要

2020年から運用が開始された日本のフラッグシップスーパーコンピュータ「富岳」が実現する超大規模計算・超長時間計算・超大量計算により、計算科学・データ科学分野において、近年、革新的なシミュレーション技術の開発や新たな材料設計手法の提案など飛躍的な技術革新がもたらされた。さらに、近年のAI技術の発展に呼応して、ニューラルネットワークポテンシャルに代表されるAIを活用した新たなシミュレーション技術の開発も急速に進み、各国の技術開発競争が激化している。今後も計算科学・データ科学分野においては、これらの革新的な技術発展に呼応して、マルチスケール・マルチフィジックス計算科学技術の進展、スーパーコンピュータを活用した超大規模計算・超長時間計算・超大量計算、AIを基盤とする新たなシミュレーション技術の創成などによるブレークスルーの実現に大きな期待

が集まっている。

## ii) 社会的意義

従来から、計算科学・データ科学を活用した元素や構造の最適化などに基づく材料設計はマテリアル・デバイス・プロセス分野において重要課題として認識されてきたが、近年では、計算科学・データ科学は実験的アプローチだけでは発見が不可能な広大な探索空間の中から、今までは予想もされていなかった全く新たな材料を発掘することが可能な手法として再定義されるようになり、計算科学・データ科学の発展への期待は益々高まっている。今後、計算科学・データ科学のさらなる発展によって、マテリアル・デバイス・プロセスの開発が加速されることで、安全・安心社会の構築、エネルギー効率の向上、低炭素社会の実現、ウェルビーイング社会の形成などを具体化するための多くの革新的技術の社会実装が可能になるものと予想される。

## iii) 今後の展望

アンケート調査の結果、マテリアル・デバイス・プロセス分野の9細目中、計算科学・データ科学に対する回答者数は物質・材料に続いて2番目に多く、この分野において計算科学・データ科学への高い関心が伺われる。また重要度に関しても、9細目中、プロセス・マニファクチャリング、応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）について3番目に高く、この分野において計算科学・データ科学の革新が科学技術の発展に欠かせない技術であると認識されている。

また、科学技術の実現・社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点に関しては、1)人材の育成・確保の観点、2)教育・まなびの観点の両方で、9細目中、最も計算科学・データ科学を優先すべきとの結果であった。また、その結果に呼応するように、国際優位性は9細目中9番目であり、欧米に比べて日本がこの分野で立ち遅れていると認識されているように見うけられる。さらに、研究基盤の構築の観点では、9細目中、先端計測・解析手法、応用（ICT分野）について計算科学・データ科学は9細目中3番目に重要との結果であり、日本の研究基盤技術として計算科学・データ科学に予算を投入すべきであると認識されている。資金の観点では、計算科学・データ科学は9細目中9番目であったが、上述の人材の育成・確保や研究基盤の構築には長期的な予算の投入が必須であり、計算科学・データ科学に予算が必要では無いということではなく、人材の育成・確保や研究基盤の構築など国家プロジェクトとして長期的かつ大規模な予算を投入すべきテーマであると認識されているものと判断される。

これらの調査結果から、日本のマテリアル・デバイス・プロセス分野において、計算科学・データ科学の重要度は非常に高いが、欧米に比較して立ち遅れているため、今後、日本としてこの分野を発展・加速することが必須であり、国家プロジェクトとして、この分野の人材育成とスーパーコンピュータなどの研究基盤の構築に予算を長期的に投資すべきと認識されている傾向が全体として見うけられた。

今後、日本が欧米に比べて立ち遅れている計算科学・データ科学の国際競争力を向上させることが喫緊の課題であり、ソフトウェア開発者、データアナリスト、スーパーコンピュータを活用する計算科学者などの多様な若い研究者を育てるための人材育成プロジェクトやスーパーコンピュータなどの研究インフラの構築を国家主導で長期的に予算をかけていくことが日本の産業競争力強化のためには必須であると考えられる。

(久保百司)

#### ④先端計測・解析手法

##### i) 概要

解析技術は、近年では、「充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム 3 次元可視化技術」「全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析」等、電池に関わる計測が注目されている。一方、空間や時間の分解能の高度化、ハイスループット化に加え、材料を創製したそのままの状態(in situ)で観察する、デバイスが動作している状態(in operando)で観察する、生体の細胞内での状態(in cellulo)で観察する、といった計測・解析も求められている。本アンケートではこのような科学技術動向を鑑みて 12 トピックが設定された。

##### ii) 社会的意義

現在の社会的要請や技術の成熟という背景を鑑みると、企業で行われる産業技術・材料・デバイスの研究開発へと応用するための実用技術開発を進める必要がある。しかし、計測技術の研究を行うアカデミアや国研のグループと、それを使って企業の製品・技術の研究開発を行いたい企業との共同研究・連携は十分に進められているとはいえない。そのギャップを埋めるための技術・装置開発には、大学と企業の両方の研究者が協力して取り組むためのプラットフォームが必要であり、例えば「超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術」のように、研究基盤を戦略的に支援することが求められる。本アンケートではこのような社会的意義を鑑みたトピックの設定を行った。

### iii) 今後の展望

計測・解析手法の最先端という観点では、本分野は成熟に近い状況であり、「絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する 100 ボルト以下の低加速電子顕微鏡」や「触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析」など、ここ 10 年程度で実現可能な計測・解析手法が数多くあり、この分野での我が国の国際優位性も高い。一方で、「ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術」のように治験等で時間が要することが想定される技術の実現時期は 15 年以上かかることが予想される。

近年のノーベル賞の対象となった業績には AI を併用した革新的な解析技術によってもたらされており、建築物の音響診断のような従来の計測法に AI を用いた解析法がどのように役立てられるかが課題である。これらの分野の進展には、基盤技術の確立とともに、研究開発費の拡充と共創場としてのプラットフォームの整備が技術的実現に向けた重点施策であると言える。

(高見知秀)

## ⑤応用デバイス・システム (ICT 分野)

### i) 概要

ICT においては、ビッグデータの取得とその利活用が、ビジネスや公共サービスの成功において重要な要素となってきている。情報処理に対する要求も大量のデータの高速処理はもとより、非構造化データの自律的な統合、相関関係の提示など、質的な変化を見せている状況である。また、半導体回路の微細化が物理的な限界に近づく中、量子、AI 技術を駆使して、ICT の飛躍的性能向上と消費電力の削減が求められている。このような背景の中で、本細目では、ヒューマン・インターフェースおよび支援技術 (2 件)、量子コンピューティング・量子通信 (4 件)、量子センシング・イメージング技術 (3 件)、新情報処理・メモリ技術 (3 件) に関するトピックを取り上げた。

### ii) 社会的意義

本細目で取り上げた ICT 技術は、社会に革新的な変革をもたらす基盤技術として重要である。量子コンピューティングや AI を活用することで従来の限界を超えた高速かつ効率的な情報処理が可能となり、医療、金融、環境保護など多岐にわたる分野での応用が期待される。例えば、AI チップは、従来のコンピューティングでは困難であった学習・認識・推論を社会

実装にマッチする速度で提供でき、医療や自動運転といったリアルタイム性を求める分野で大いに役立つ。また、量子コンピュータや量子センサといった量子関連技術は、交通サービス、気象予測、創薬のみならずセキュリティの求められる金融システムをも劇的に高効率化する。まさに、次世代の産業技術の中心的役割を果たすものと考えられる。

### iii) 今後の展望

ビッグデータの利活用による新産業創出や、少子高齢化、労働人口の減少に伴う生産性向上などの社会課題の解決に向けて、AI や量子コンピューティングへの期待がますます高まってきている。これらの新たな ICT 技術を推進するためには、量子通信、量子コンピューティング関連技術の発展はもとより、既存のメモリ技術や半導体ロジック技術の継続的な技術開発が重要である。日本が強みを有するものづくり産業が競争力を伸ばしていくためには、AI や量子コンピューティングそして、次世代半導体チップの開発を推進するための研究投資が欠かせない。特に、量子関連技術に関しては、調査結果からも実用化時期として 2040 年代を予想する回答が多く、社会実装までの道のりは長いと予想されることから、息の長い官民の経済的、人的支援が必要と思われる。調査結果においても量子分野の実現にむけては、資金や人的活用を指摘する回答が多く見られた。併せて、地球規模での社会課題解決にもつなげることから、国内に閉じず、国際連携も必要不可欠である。

(太田裕之、根本香絵)

## ⑥応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）

### i) 概要

日本政府が 2020 年に 2050 年までにカーボンニュートラルを目指すと宣言して以来、グリーントランスフォーメーション基金の創設など、脱炭素社会の実現に向けた多くの科学技術政策が実施されている。これに伴い、再生可能エネルギー、水素エネルギー、カーボンリサイクル技術など、環境・エネルギー分野での研究開発が活発に行われている。また、持続可能な社会の実現にはエネルギーだけでなく、資源循環型技術も重要である。使用済み製品から部品や材料をリユース、リサイクルするための分離や精製技術の進化も期待されている。

### ii) 社会的意義

本細目で取り上げた技術には、太陽光発電などの再生可能エネルギーや、二次電池、水素、アンモニアなどの蓄エネルギー技術が含まれる。これらの技術は、脱炭素による気候変動抑

制に加え、エネルギーのほぼ全量を輸入に依存する日本にとって、エネルギー自給率を向上させる点でも有用であり、今後の脱炭素社会の基盤技術として非常に重要である。また、有害物質を効率よく除去する技術や、製品のリユース・リサイクルを可能にする解体、分離、精製技術は、大量生産・消費型社会から資源循環型社会への移行を、経済合理性を確保しながら進めるために必要である。これらの技術群は、エネルギーおよび資源の多くを海外からの輸入に依存する日本にとって、経済安全保障の観点からも重要であり、今後も研究開発を積極的に推進する必要がある。

### iii) 今後の展望

本細目で取り上げたトピックのうち、「高容量高出力電池」、「リサイクルにおける必要な元素の分離技術」、「商用核融合発電のための材料・システム技術」は、科学技術と社会の両面から総合的に重要とされた。また、「高容量高出力電池」と「リサイクルにおける必要な元素の分離技術」は、国際優位性についても高い評価となっており、今後も研究開発を継続して競争力を強化することが必要である。さらに、脱炭素社会において重要となるエネルギーキャリアである水素、アンモニア、CO<sub>2</sub>に関する技術群、具体的には「アンモニアの電気化学的合成」、「革新的燃料電池」、「高密度水素キャリア」、および「CO<sub>2</sub>の還元による再資源化」についても国際優位性が高く評価されており、今後の社会実装に向けて高効率・低コスト化を可能とするブレイクスルーが期待される。日本の科学技術力の国際競争力が相対的に低下している中、これらの技術群において人材育成や資金的な施策を実施することにより、競争力を維持・発展させることが重要と考えられる。

本細目の科学技術的実現時期と社会的実現時期は、本分野の中で最も遅く、両者の差が全細目中でも最も長いという回答が得られた。これは、提示されたトピックの具体的な性能目標が比較的高いレベルに設定されていること、エネルギー技術など、社会インフラとして技術を受容する側の準備が必要とされるものが多いためと解釈される。また、核融合による商用発電など、科学技術としては発展段階にあるが、社会的な期待が強まっている技術が多いことの表れでもあると考えられる。

環境・エネルギー技術は社会インフラなど、日々の暮らしに直結する部分も多く、気候変動などに代表される社会課題の解決に対して重要である。今後の技術の発展には広く産学官が協力し、さらには国際連携も強化しながら研究開発を推進することが重要であると考えられる。

(田辺稔貴、吉本尚起)

## ⑦応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）

### i) 概要

日本は、地震や降雨が多い上に、海による塩の影響も大きいため、耐久性の高いインフラ技術が求められる。さらに、戦後の高度経済成長時代に整備されたインフラは老朽化が進行しており、人口減少と高齢化による人手不足が予測される。そこで、建造物には長寿命な新規材料の創製に加え、人手を要しない点検診断・劣化予測、補修技術について細目を立てた。また、今後の建築構造材として期待される新機能を有する材料開発についても細目を立てた。モビリティ関連では、エネルギー創出材料に加え、過疎化に対応する上下水道の自律分散システムや大型モビリティの走行中給電など、人手を要しないでインフラを維持する技術についても細目を立てた。

### ii) 社会的意義

構造インフラ・モビリティ分野のトピックは、日本の社会的課題に関わる重要なテーマである。特に、老朽化が進むインフラの維持管理、エネルギー資源の効率的利用、さらには人口減少と高齢化の解決に寄与する技術が求められている。これらの課題に対応する新技術を、世界に先駆けて日本で創り出すことが期待されている。技術が開発されれば、国際的にも高い需要が見込まれ、日本の技術力を世界にアピールする機会となる。さらに、これらの技術が確立されれば、新興国のインフラ整備にも大きな影響を与え、持続可能な社会の実現に寄与することが期待される。

### iii) 今後の展望

本分野のトピックは重要度や国際優位性が高いと評価されている。特に重要度が高いとされるトピックは、構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術や、海上で50年以上の超長寿命を実現できる構造物および防食技術である。これらはインフラの安全性を高めるだけでなく、メンテナンスコストの削減や少子化に伴う人手不足の問題にも対応する。海上での構造物の超長寿命を可能とする技術は洋上風力発電の低コスト化にも繋がる。

実現に向けての施策としては、人材育成や研究開発費の拡充など多面的な政策手段が引き続き重要である。また、国内連携が重要とされており、産学官の協力体制を強化する必要がある。さらに、科学技術の実現から社会的実現までの期間が長いトピックも多いため、長期的な視点での研究開発資源の維持が求められる。モビリティ分野で取り上げた、過疎地で必要となる自律分散型の上下水道インフラシステムや、重量物を積載したトラックの走行に耐える非接触給電システムなどは、社会的実現に向けた政策支援が必要である。科学技術的実



現から社会的実現までの期間が長いテーマも含まれるため、インフラ分野と同様にモビリティ分野においても研究開発資源の維持や長期の人材育成が重要である。

(岸本康夫、田辺稔貴)

## ⑧応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）

### i) 概要

複雑な生命現象が超高精度・高感度な分析機器の出現により解き明かされる。解明された生物のもつ優れた機能を知としてマテリアルやデバイス創成に活かすことも期待されている。AI やロボティクスの技術が健康医療（ライフ・バイオ）産業に根付いている現在、本分野については、医療から食を含むヘルスケアに関わるマテリアル・デバイス・プロセスの将来を展望し、バイオテクノロジー、生産技術・プロセッシング、IT 技術等の融合によりライフ産業構造のゲームチェンジの源となる要素も入れた。

### ii) 社会的意義

ライフ・バイオ分野という曖昧な定義の中で、マテリアルの革新により新しい概念の医療やヘルスケア産業が芽生える分野である。環境調和型マテリアルも安全・安心な生活環境の実現が達成できる。体内留置デバイスは広がりを見せており、今後の発展の方向性を問う意味で、いわゆる生体内の情報取得が重視されている。近年、量子効果を利用した材料は、生命現象解明へ期待される。

### iii) 今後の展望

医療・ヘルスケア関係では、体内情報（薬物動態、癌マーカー、感染、その他血液成分）をモニタリングするウェアラブルデバイス、バイオミメティクスに基づく耐久性、安全性に優れた生体適合材料、生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル、生体組織や移植臓器の長期保存を実現する技術について重要度が高い。さらにこれらのトピックスは国際競争力も比較的高い。現時点での社会的実現もある程度達成されていると評価されているものもあるが、今後への期待度も大きい。人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアルは国際優位性が高いと判定されている。生体を模倣した、つまりバイオミメティクスに基づく機能性材料とあわせ、ソフトマテリアルはウェアラブルデバイスへの適応も視野にいれると強みである。

近年の海洋プラスチックや国際的なゴミの廃棄に関わる問題の顕在化もあり、バイオデグラダブル（生分解性）マテリアルの日常品や医療用途への応用に関しては重要度が高い。3Dプリンティング技術に関しては、食品への展開より臓器製造への重要度が高いことから、健康で安全・安心に生活できる環境をつくるマテリアルやプロセッシングが期待されている。

研究開発費の拡充、研究環境基盤の整備だけでなく、国際連携や標準化の法整備や ELSI 課題への対応が重要と認識されていることが本分野の特徴といえる。法整備や ELSI 課題に対する対応の遅れが、研究開発自体、ひいては、研究者の人材育成の遅れにも影響しないような対策が求められる。

（高井まどか）

## ⑨社会システム・価値創造

### i) 概要

社会システム・価値創造は、マテリアル・デバイス・プロセス分野が対象とする情報、環境・エネルギー、構造、ライフ・バイオを横断した分野として位置づけられている。具体的には、感性、デザイン、サステナビリティ、サービスといった材料の利用側の視点に立った項目として、マス・カスタマイゼーション、感性・感情の定量化、異分野協働、生物多様性・自然資本、海洋プラスチック、組織の価値づけ、消費者の行動選択、ライフサイクルのトレーサビリティ、価値創造のためのデザインに関する 9 トピックを提示した。

### ii) 社会的意義

ここで取り上げた事項は、ディープテックではないものの、消費者の行動変容や企業の経営変革など SX（サステナブルトランスフォーメーション）や GX（グリーントランスフォーメーション）を含む課題解決や新たな価値を創造するうえで有望とみられる技術群を想定している。これらの技術の特徴としては、特定の専門性に基づく技術ではなく、人間科学や社会科学を含む領域融合型の技術が多い。これらの社会実装は、異なるステークホルダーを巻き込みながら効果的に広がる場合もあれば、他者の理解が広がらないことが普及の障壁になり得ることから、制度や倫理など社会の理解を高めるための取り組みが重要な要件になり得る。

### iii) 今後の発展の方向性

9項目のなかで重要度が高かったものは、海洋プラスチックの可視化と回収（1.54）、リサイクルのトレーサビリティ（1.52）、異分野統合による新価値デザイン（1.42）であった。全体的に重要度は高い一方で、国際優位性は低く評価されており、我が国が世界を牽引する立場でないことが伺える。なかでも、異分野統合による新価値デザイン（0.00）、環境・社会に関する組織評価と価値づけ（-0.11）は、マテリアル分野で唯一の負値であった。技術対処、社会対処の方策としては、資金よりもむしろ、国際標準化や国際連携の必要性が強く認識されていた。課題解決型の技術進展には、ルール形成などで強いリーダーシップを発揮することや異分野コミュニケーションを通じたイノベーション創出が不可欠である。立法化やソフトローなどを柔軟に活かして強みにする教育、政策、経営をどのように進めていくのかが今後日本に求められる課題のひとつとなろう。

（伊坪徳宏、竹中 毅、石川耀弓）

### 5.3 細目およびキーワード

本分野は、「物質・材料」、「プロセス・マニファクチャリング」、「計算科学・データ科学」、「先端計測・解析手法」、「応用デバイス・システム（ICT 分野）」、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」、「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」、「応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）」、「社会システム・価値創造」の 9 つの細目で構成される（図表 II-5-1）。

図表 II-5-1 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	物質・材料	可塑性無機材料、ハイブリッド材料、リサイクル架橋性樹脂、導電性高分子材料、炭素系構造材料、パワー半導体、室温量子材料、熱電素子、電磁波吸収体、リサイクル成形材料、圧電素子
2	プロセス・マニファクチャリング	マス・カスタマイゼーション、半導体ファブシステム、オンデマンド生産、付加製造技術（3D プリンティング）、暗黙知のアーカイブ化、マルチマテリアル加工、形状・材料同時加工、ニアネットシェイプ技術、メタマテリアル加工、低環境負荷精錬技術、超精密プロセス技術、異種材料接合技術
3	計算科学・データ科学	マルチスケールシミュレーション、マルチフィジックスシミュレーション、プロセスシミュレーション、データ駆動型シミュレーション、特性・機能・劣化予測、複合材料・高次構造、スーパーコンピュータ、GPU アクセラレータ、量子コンピューティング、機械学習、マテリアルズ・インフォマティクス、プロセス・インフォマティクス、第一原理計算データベース、データ同化、AI 解析、AI 予測
4	先端計測・解析手法	時空分解解析、リアルタイム三次元可視化、固体欠陥解析、オペランド（実働環境）解析、触媒反応素過程解析、実時間解析、磁気構造解析、ナノ計測、界面計測、マルチスケール解析、データ駆動型計測、マイクロ・ナノマシン
5	応用デバイス・システム (ICT 分野))	超小型ヒューマン・マシン・インターフェイスデバイス、フレキシブルトランジスタ、大容量・高速不揮発メモリ、単一スピン情報素子、単一光子、多層モノリシック三次元集積 LSI、脳型コンピューティングチップ（LSI）量子コンピュータ・シミュレータ、量子イメージング、量子通信素子、量子センサ・メモリ、高度 VR システム、微細アンテナ・微小通信機、超低ロス光集積デバイス、AI 素子・システム、量子 AI
6	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）	太陽電池、高容量高出力電池、燃料電池、エネルギーハーベスト、水素社会、再生可能エネルギー、未利用エネルギー活用、スマートグリッド、資源循環・リサイクル、光還元触媒・人工光合成、膜分離技術、有害元素除去、カーボンニュートラル、LCA、環境負荷低減
7	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）	簡便接合技術、金属・非金属ハイブリッド構造材料、表面制御、超長寿命耐食材料、リアルタイムモニタリング、構造物健全性評価、3D プリンター製造用素材、水素キャリア、高速道路送電網、非接触受給電、エネルギー創出構造材
8	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	人工食材・フードプリンタ、ソフトマターロボティクス、バイオミメティクス・ナノマシン、ウェアラブル・インプラントブルデバイス、バイオマテリアル、バイオプリンティング・バイオフアブリケーション、バイオイメージング、バイオデグラブル、生体内センサ

	細目	キーワード
9	社会システム・価値創造	マス・カスタマイゼーション、感性情報学、感性機能情報デザイン、ミミクリー思考、異能マネジメント、生物多様性、ライフサイクル影響評価、海洋プラスチック負荷、組織評価手法、企業の格付け、消費者の行動選択サービス、材料レベルのトレーサビリティ技術、価値変換、製品・サービス等デザインプロセス

## 5.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-5-2の通りである。

図表Ⅱ-5-2 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の回答者内訳

年代	20 代	17 人	職 業	大学等	739 人
	30 代	170 人		公的研究機関	166 人
	40 代	335 人		民間企業	209 人
	50 代	341 人		その他	63 人
	60 代	242 人	職 種	研究・開発	1015 人
	70 代以上	68 人		マネジメント	84 人
	無回答	4 人		その他	78 人
	合計				

## 5.5 調査結果

### 5.5.1. 重要度と国際優位性

#### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-5-3に示した。細目別では、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」4件、「物質・材料」・「プロセス・マニファクチャリング」・「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」・「社会システム・価値創造」3件であった。高効率パワー半導体、エネルギー創出構造材、海洋プラスチック、製品ライフサイクル、生分解性材料、汎用成形材料など、環境・エネルギー関連が半数を占める。

#### ②国際優位性上位20位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位20位を図表Ⅱ-5-4に示した。細目別では、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」が6件ともっとも多く、次いで「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」5件であった。国際優位性のもっと

も高いトピックは「洗浄なしで汚れない壁や電車・ビル等の窓ガラスなど、洗浄不要の構造材料（国際優位性 1.43）」であった。

図表Ⅱ-5-3 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	1.68	2034	2037	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
510	エネルギー密度0.5kWh/kg以上、出力密度2kW/kg以上の性能を両立できる高容量高出力電池	1.67	2033	2035	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）
453	炭化ケイ素（SiC）、窒化ガリウム（GaN）を更に超える新たな電力・動力作用高効率パワー半導体	1.62	2033	2035	物質・材料
524	海上で50年超の超長寿命を実現できる構造物および防食技術（塗膜を含む）	1.59	2034	2036	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
530	太陽電池を内蔵した外壁材に代表されるようなエネルギー創出構造物	1.56	2032	2033	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	1.56	2033	2035	社会システム・価値創造
517	製品・材料リサイクルにおいて、必要な元素と不要な元素を低エネルギー、かつ高純度で分離することが可能な技術	1.55	2037	2042	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）
551	製品のライフサイクル全体（製造、使用、回収、廃棄）の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	1.52	2033	2037	社会システム・価値創造
543	CO2固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料	1.47	2035	2036	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）
489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	1.47	2029	2032	先端計測・解析手法
468	ビーム技術（イオン、電子、レーザーなど）、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術（加工・分析・試験・in situモニタリング）	1.45	2031	2033	プロセス・マニファクチャリング
519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	1.45	2041	2047	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）
462	複数の材料（マルチマテリアル）で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造物を製造する技術	1.43	2030	2034	プロセス・マニファクチャリング
463	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	1.43	2032	2033	プロセス・マニファクチャリング
516	太陽光発電パネルや風力発電翼などの再生可能エネルギー部材を安価にリサイクル、リユースできる選択分解性、環境回帰性革新材料	1.42	2032	2037	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）
505	量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレータ	1.42	2037	2041	応用デバイス・システム（ICT分野）
546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミクチャー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	1.42	2031	2037	社会システム・価値創造
458	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	1.42	2033	2035	物質・材料
476	多様なシミュレーション手法を統合化したマルチスケール材料シミュレーション技術の開発による、電子スケールから結晶構造、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までの一環した材料設計と複合材料における低次構造から高次構造までの制御	1.40	2034	2038	計算科学・データ科学
454	室温での量子技術（量子コンピュータ等）を可能にする、量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	1.40	2035	2040	物質・材料

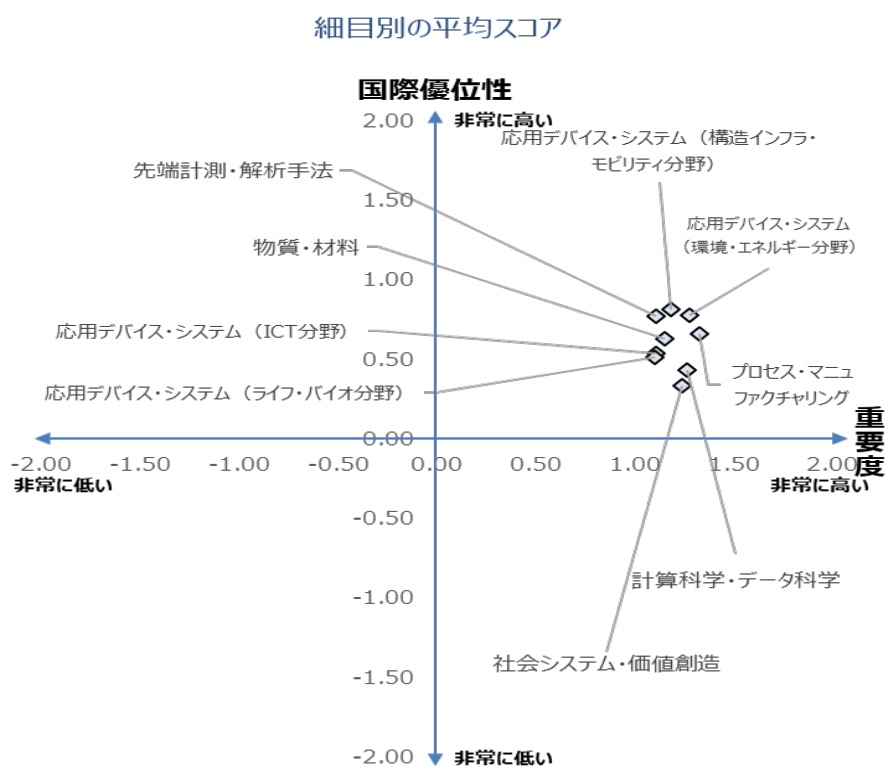
図表Ⅱ-5-4 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
531	洗浄なしで汚れない壁や電車・ビル等の窓ガラスなど、洗浄不要の構造材料	1.43	2035	2035	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
530	太陽電池を内蔵した外壁材に代表されるようなエネルギー創出構造材	1.14	2032	2033	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
518	アンモニアを高効率・高収量速度で電気化学的に合成する触媒、反応器、システム	1.10	2034	2039	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
453	炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)を更に超える新たな電力・動力用高効率パワー半導体	1.10	2033	2035	物質・材料
489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	1.09	2029	2032	先端計測・解析手法
524	海上で50年超の超長寿命を実現できる構造物および防食技術(塗膜を含む)	1.05	2034	2036	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
511	水素社会を実現する貴金属フリー触媒、貴金属使用量が対2023年比で10分の1以下となる革新的燃料電池、燃料電池によるコジェネレーションデバイス	1.01	2035	2039	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
515	燃料電池を利用したクルマ、鉄道、船舶、建機などを含むモビリティ向けに、水素貯蔵密度30kg/m3以上かつ質量貯蔵密度10wt%以上の高密度水素キャリア	1.00	2038	2042	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
467	水素還元などの新しい製造システムの構築による低環境負荷精錬技術	0.97	2033	2035	プロセス・マニファクチャリング
491	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する100ボルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	0.95	2030	2031	先端計測・解析手法
510	エネルギー密度0.5kWh/kg以上、出力密度2kW/kg以上の性能を両立できる高容量高出力電池	0.94	2033	2035	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
513	CO2の還元による再資源化(燃料や化学原料を合成)をエネルギー効率20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成	0.93	2036	2040	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	0.93	2034	2037	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
468	ビーム技術(イオン、電子、レーザなど)、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術(加工・分析・試験・in situモニタリング)	0.91	2031	2033	プロセス・マニファクチャリング
452	超大橋など大規模構造物に利用できる、軽量高強度・高靱性・高耐食・長寿命の炭素系構造材料および、そのリサイクル技術	0.89	2035	2038	物質・材料
465	素形材技術の高度化・高精度化による除去加工を必要としないニアネットシェーブ技術	0.88	2029	2032	プロセス・マニファクチャリング
486	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム3次元可視化技術	0.87	2029	2032	先端計測・解析手法
517	製品・材料リサイクルにおいて、必要な元素と不要な元素を低エネルギー、かつ高純度で分離することが可能な技術	0.86	2037	2042	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
488	触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析	0.85	2030	2033	先端計測・解析手法
523	専門職人の技量不要な簡便な構造材料用接合・接着技術	0.84	2033	2036	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-5-5に示した。本分野は、すべての細目が右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。重要度及び国際優位性上位20位のトピックのうち、「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」3件、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」2件など、計8件が重複している。一方、「計算科学・データ科学」及び「社会システム・価値創造」は、重要度は高いが、国際優位性は他の細目に比べて低いことが示された。

図表Ⅱ-5-5 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野における細目別の重要度と国際優位性



\* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

\* 本図の重要度及び国際優位性は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

## 5.5.2. 実現時期

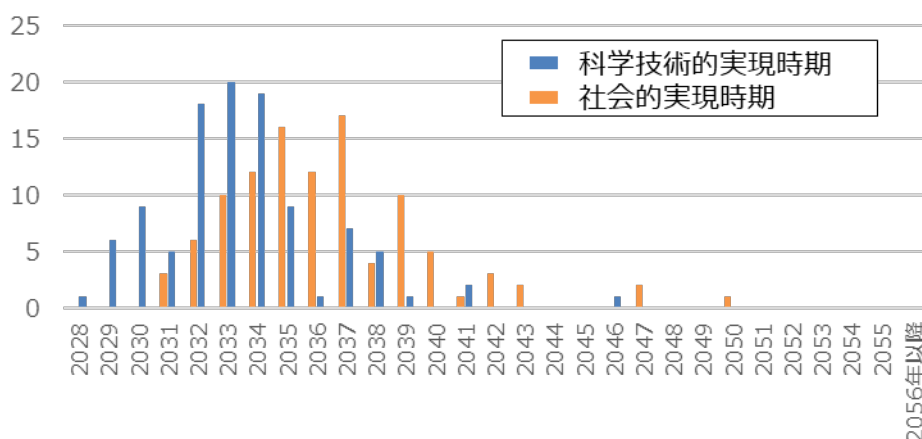
### ①実現時期の分布



本分野のトピックの科学技術的実現時期は 2028 年から 2046 年までの範囲に分布し、トピックの約 84%が 2035 年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は 2031 年から 2050 年までの範囲に分布し、2035 年までにトピックの約 45%、2040 年までに約 91%が実現すると回答された（図表Ⅱ-5-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差がもっとも大きいトピックは「量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術」で 8 年であった（図表Ⅱ-5-7）。時期差 5 年以上の 13 件では、「応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）」細目 6 件をはじめ、応用デバイス・システム 3 細目のトピックが 10 件を占める。

図表Ⅱ-5-6 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-5-7 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	2039	2047	8	応用デバイス・システム(ICT分野)
519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	2041	2047	6	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミクリー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	2031	2037	6	社会システム・価値創造

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2028 年がもっとも早い。細目では「プロセス・マニファクチャリング」のトピックが 3 件と多いことが示された（図表Ⅱ-5-8）。社会的実現時期は 2031 年がもっとも早く、科学技術的実現の早期トピック 7 件は社会的実現も早い（図表Ⅱ-5-9）。科学技術的実現・社会的実現とも「プロセス・マニファクチャリング」、「先端計測・

解析手法」、「計算科学・データ科学」のトピックが多い。

図表Ⅱ-5-8 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
483	CPUの速度向上が頭打ちに近づいてきた現状において、GPUを活用したシミュレータ開発を簡便化・促進する計算機科学技術	2028	計算科学・データ科学
461	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術	2029	プロセス・マニファクチャリング
465	素形材技術の高度化・高精度化による除去加工を必要としないニアネットシェーブ技術	2029	プロセス・マニファクチャリング
469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	2029	プロセス・マニファクチャリング
477	ニューラルネットワークポテンシャルによるデータ駆動型シミュレーション技術の完成に代表されるインフォマティクス技術とシミュレーション技術の協奏技術	2029	計算科学・データ科学
486	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム3次元可視化技術	2029	先端計測・解析手法
489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	2029	先端計測・解析手法

図表Ⅱ-5-9 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	2031	プロセス・マニファクチャリング
483	CPUの速度向上が頭打ちに近づいてきた現状において、GPUを活用したシミュレータ開発を簡便化・促進する計算機科学技術	2031	計算科学・データ科学
491	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する100ボルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	2031	先端計測・解析手法
461	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術	2032	プロセス・マニファクチャリング
465	素形材技術の高度化・高精度化による除去加工を必要としないニアネットシェーブ技術	2032	プロセス・マニファクチャリング
477	ニューラルネットワークポテンシャルによるデータ駆動型シミュレーション技術の完成に代表されるインフォマティクス技術とシミュレーション技術の協奏技術	2032	計算科学・データ科学
484	ハイレントロピー合金に代表される多様な元素の組み合わせから最適な元素の組み合わせを提案可能なシミュレーションとインフォマティクスの協奏技術	2032	計算科学・データ科学
486	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム3次元可視化技術	2032	先端計測・解析手法
489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	2032	先端計測・解析手法

### ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2046 年がもっとも遅い。2036 年以降実現トピック 17 件のうち 16 件は応用デバイス・システム細目のトピックであり、特に ICT 分野が 7 件（うち 6 件が量子関連）と多かった（図表 II-5-10）。社会的実現時期は 2050 年がもっとも遅い。2041 年以降実現トピック 9 件はいずれも応用デバイス・システム細目のトピックであり、ICT 分野が 4 件（すべて量子関連）、環境・エネルギー分野が 3 件であった（図表 II-5-11）。

図表 II-5-10 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	2046	応用デバイス・システム (ICT 分野)
519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	2041	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
522	高層ビル、重長大橋梁等、大型建築物を製造する 3D 造形技術	2041	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)

図表 II-5-11 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	2050	応用デバイス・システム (ICT 分野)
504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	2047	応用デバイス・システム (ICT 分野)
519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	2047	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)

### ④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」「わからない」の回答割合の大きいトピックは、科学技術的実現と社会的実現で共通するものが多い。「実現しない」の回答割合は最大でも 8～9%と小さい（図表 II-5-12, 図表 II-5-13）。「わからない」の回答割合が高いトピックとして、上位 3 位には「応用デバイス・システム (ICT 分野)」、「社会システム・価値創造」のトピックが挙がり、両方の回答割合 30%以上（14 件）では「物質・材料」、「応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)」、「応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)」のトピックが多い。

図表Ⅱ-5-12 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の「実現しない」の回答割合が高いトピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
478	量子コンピュータを活用し、これまで多大な計算時間がかかるために現実的に不可能であった高精度な物質物性推算	1.21	<b>8%</b>	2037	計算科学・データ科学
498	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	0.94	<b>8%</b>	2033	応用デバイス・システム (ICT分野)

社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	0.87	<b>9%</b>	2050	応用デバイス・システム (ICT分野)

図表Ⅱ-5-13 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
520	リユース・リサイクル時に容易に解体でき、且つ十分な強度・耐久性を有する易解体接合技術	1.10	<b>44%</b>	2035	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	0.74	<b>40%</b>	2034	社会システム・価値創造
502	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	0.95	<b>39%</b>	2034	応用デバイス・システム (ICT分野)
546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミクリー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	1.42	<b>39%</b>	2031	社会システム・価値創造

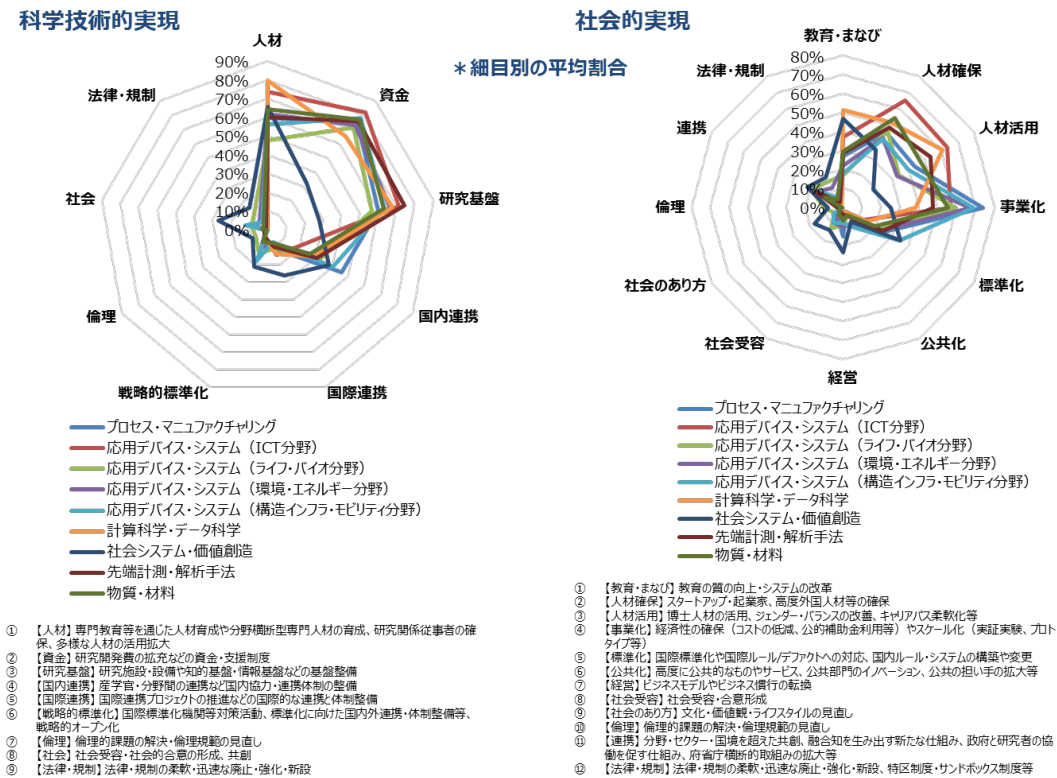
社会的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
520	リユース・リサイクル時に容易に解体でき、且つ十分な強度・耐久性を有する易解体接合技術	1.10	<b>47%</b>	2039	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
502	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	0.95	<b>46%</b>	2039	応用デバイス・システム (ICT分野)
545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	0.74	<b>40%</b>	2038	社会システム・価値創造

### 5.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（図表Ⅱ-5-14）は、科学技術的実現では総じて「人材」・「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きく、特に「人材」では「計算科学・データ科学」、 「資金」では「応用デバイス・システム（ICT分野）」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、「プロセス・マニュファクチャリング」では「国内連携」、 「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」では「国内連携」・「戦略的標準化」、 「応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）」では「法律・規制」の回答割合が相対的に大きかった。一方、「社会システム・価値創造」は「資金」・「研究基盤」の回答割合が小さく、「国内連携」・「国際連携」・「戦略的標準化」・「社会」・「法律・規制」の回答割合が相対的に大きかった。社会的実現では総じて「事業化」・「人材確保」・「人材活用」の回答割合が大きく、「事業化」では「プロセス・マニュファクチャリング」、 「人材確保」及び「人材活用」では「応用デバイス・システム（ICT分野）」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、「応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）」は「標準化」、 「応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）」は「社会受容」・「倫理」・「法律・規制」の回答割合が相対的に大きかった。一方、「計算科学・データ科学」・「社会システム・価値創造」は「事業化」の回答割合が小さく、「教育・まなび」の回答割合が大きかった。あわせて後者では「標準化」・「経営」・「社会受容」・「社会のあり方」・「法律・規制」の回答割合が相対的に大きかった。

図表Ⅱ-5-14 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-5-15、図表Ⅱ-5-16に示した。

図表Ⅱ-5-15 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点  
(各項目で上位3位)

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
481	AIの発展技術による、従来の物理モデリングの延長線上では困難な新しい材料の探索・提案	88%	2031	計算科学・データ科学
473	摩擦、衝撃、応力、媒質、電磁場、熱、光などの外場要因のある系において、原子スケールの化学反応を考慮しながら、その外場応答特性や劣化現象などを解析・予測可能なマルチフィジックスシミュレーション技術	86%	2034	計算科学・データ科学
475	数値シミュレーションと革新的測定技術の共同により、ナノスケールの微細構造と化学反応を含むダイナミクスを解明可能な協奏技術	86%	2033	計算科学・データ科学
476	多様なシミュレーション手法を統合化したマルチスケール材料シミュレーション技術の開発による、電子スケールから結晶構造、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までの一環した材料設計と複合材料における低次構造から高次構造までの制御	86%	2034	計算科学・データ科学
477	ニューラルネットワークポテンシャルによるデータ駆動型シミュレーション技術の完成に代表されるインフォマティクス技術とシミュレーション技術の協奏技術	86%	2029	計算科学・データ科学

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	94%	2035	応用デバイス・システム(ICT分野)
504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	91%	2039	応用デバイス・システム(ICT分野)
506	光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	91%	2037	応用デバイス・システム(ICT分野)

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

### ③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
487	超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術	85%	2032	先端計測・解析手法
497	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI（ヒューマン・マシン・インターフェース）デバイス	84%	2032	応用デバイス・システム（ICT分野）
526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	83%	2038	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
527	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/hで走行するクルマに対し50kW/コイル、250kW/トラック（5コイル）以上の非接触給電を可能とするシステム	60%	2034	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	58%	2029	プロセス・マニファクチャリング
522	高層ビル、重長大橋梁等、大型建築物を製造する3D造形技術	56%	2041	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	57%	2032	社会システム・価値創造
548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	35%	2033	社会システム・価値創造
552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	35%	2030	社会システム・価値創造

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備



## ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的実現時期	細目
550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	60%	2031	社会システム・価値創造
551	製品のライフサイクル全体（製造、使用、回収、廃棄）の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	50%	2033	社会システム・価値創造
530	太陽電池を内蔵した外壁材に代表されるようなエネルギー創出構造材	44%	2032	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的実現時期	細目
539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	22%	2033	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）
537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス	15%	2037	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）
545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	15%	2034	社会システム・価値創造

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的実現時期	細目
550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	44%	2031	社会システム・価値創造
526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	42%	2038	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	35%	2034	社会システム・価値創造

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
549	環境・社会を網羅した組織の評価手法とこれに基づく企業の格付け	29%	2030	社会システム・価値創造
537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理(検査・診断・治療)デバイス	25%	2037	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
544	フレキシブルな製造技術、高度な設計支援、ユーザーの情報の吸い上げと製品のデリバリーのための社会システムを組み合わせ、多様な個人にあわせたコンシューマー製品のマスカスタマイゼーションによる価値創造	21%	2030	社会システム・価値創造

- 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-5-16 「マテリアル・デバイス・プロセス」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

## ①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	65%	2033	社会システム・価値創造
481	AIの発展技術による、従来の物理モデリングの延長線上では困難な新しい材料の探索・提案	62%	2034	計算科学・データ科学
480	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術	60%	2037	計算科学・データ科学

- 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革

## ②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	76%	2047	応用デバイス・システム(ICT分野)
506	光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	71%	2039	応用デバイス・システム(ICT分野)
501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	70%	2037	応用デバイス・システム(ICT分野)

- 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

### ③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	79%	2037	応用デバイス・システム (ICT分野)
506	光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	77%	2039	応用デバイス・システム (ICT分野)
500	単一スピンを情報担体としCMOSデバイスではなし得ない高速性と低消費電力性の双方を有する情報素子	75%	2040	応用デバイス・システム (ICT分野)

- 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
529	傷が付きにくい、表面処理による意匠性の優れた軽量素材(金属・非金属含む)	90%	2034	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	84%	2031	プロセス・マニファクチャリング
464	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造(3Dプリンティング)技術	82%	2033	プロセス・マニファクチャリング

- 【事業化】 経済性の確保 (コストの低減、公的補助金利用等) やスケール化 (実証実験、プロトタイプ等)

### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
551	製品のライフサイクル全体(製造、使用、回収、廃棄)の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	64%	2037	社会システム・価値創造
547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	57%	2036	社会システム・価値創造
550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	56%	2034	社会システム・価値創造

- 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

## ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	50%	2038	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	21%	2037	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
527	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/hで走行するクルマに対し50kW/コイル、250kW/トラック(5コイル)以上の非接触給電を可能とするシステム	20%	2036	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)

- 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	43%	2033	社会システム・価値創造
544	フレキシブルな製造技術、高度な設計支援、ユーザーの情報の吸い上げと製品のデリバリーのための社会システムを組み合わせた、多様な個人にあわせたコンシューマー製品のマスカスタマイゼーションによる価値創造	41%	2034	社会システム・価値創造
549	環境・社会を網羅した組織の評価手法とこれに基づく企業の格付け	33%	2035	社会システム・価値創造

- 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	36%	2047	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
532	大豆や細胞を用いた人工食品の3Dプリンティングによる製造技術	35%	2036	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	26%	2036	社会システム・価値創造

- 【社会受容】 社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現時期	細目
545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	35%	2038	社会システム・価値創造
552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	26%	2033	社会システム・価値創造
550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	20%	2034	社会システム・価値創造

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現時期	細目
539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	22%	2035	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
540	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	21%	2034	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理(検査・診断・治療)デバイス	20%	2039	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現時期	細目
547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	39%	2036	社会システム・価値創造
552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	39%	2033	社会システム・価値創造
521	金属、非金属(木材、コンクリート、CFRP等)の組み合わせによらない高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	36%	2037	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	35%	2035	社会システム・価値創造
537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理(検査・診断・治療)デバイス	29%	2039	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	29%	2035	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)

- 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 5.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術的実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2028	483	CPU の速度向上が頭打ちに近づいてきた現状において、GPU を活用したシミュレータ開発を簡便化・促進する計算機科学技術	計算科学・データ科学
2029	461	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造(3D プリンティング)等の新加工技術	プロセス・マニファクチャリング
	465	素形材技術の高度化・高精度化による除去加工を必要としないニアネットシェーブ技術	プロセス・マニファクチャリング
	469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	プロセス・マニファクチャリング
	477	ニューラルネットワークポテンシャルによるデータ駆動型シミュレーション技術の完成に代表されるインフォマティクス技術とシミュレーション技術の協奏技術	計算科学・データ科学
	486	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム 3 次元可視化技術	先端計測・解析手法
	489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	先端計測・解析手法
2030	462	複数の材料(マルチマテリアル)で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術	プロセス・マニファクチャリング
	484	ハイレントロピー合金に代表される多様な元素の組み合わせから最適な元素の組み合わせを提案可能なシミュレーションとインフォマティクスの協奏技術	計算科学・データ科学
	485	光エネルギー変換材料におけるキャリア移動の時空間分解解析技術	先端計測・解析手法
	488	触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析	先端計測・解析手法
	491	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する 100 ボルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	先端計測・解析手法
	534	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	544	フレキシブルな製造技術、高度な設計支援、ユーザーの情報の吸い上げと製品のデリバリーのための社会システムを組み合わせた、多様な個人にあわせたコンシューマー製品のマスカスタマイゼーションによる価値創造	社会システム・価値創造
	549	環境・社会を網羅した組織の評価手法とこれに基づく企業の格付け	社会システム・価値創造
2031	552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	社会システム・価値創造
	468	ビーム技術(イオン、電子、レーザなど)、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術(加工・分析・試験・in situ モニタリング)	プロセス・マニファクチャリング

	481	AI の発展技術による、従来の物理モデリングの延長線上では困難な新しい材料の探索・提案	計算科学・データ科学
	532	大豆や細胞を用いた人工食品の 3D プリンティングによる製造技術	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミキリー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	社会システム・価値創造
	550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	社会システム・価値創造
2032	463	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	プロセス・マニュファクチャリング
	464	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造(3D プリンティング)技術	プロセス・マニュファクチャリング
	470	金型を用いない塑性加工技術のプレス成形技術並みの高度化・高速化	プロセス・マニュファクチャリング
	471	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム構築の技術マネジメント	プロセス・マニュファクチャリング
	472	匠(熟練技能者など)の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を形式知に見える化(言語化・数値化・図表化)し自動的にアーカイブ化するナレッジマネジメント	プロセス・マニュファクチャリング
	474	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術	計算科学・データ科学
	487	超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術	先端計測・解析手法
	492	超高温(800℃以上)かつ高圧反応(3kPa 以上)など極限環境で、触媒、金属、溶融塩などを観察できる電子顕微鏡	先端計測・解析手法
	494	ロボット、クライオ電子顕微鏡、高速データ処理環境の融合による生物構造解析の高分解能化とハイスループット化	先端計測・解析手法
	495	生体内のタンパク質、アミノ酸、イオン等の動態を、マイクロ秒以下の時間分解能で追尾可能なモニタリング技術	先端計測・解析手法
	497	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型 HMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)デバイス	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	516	太陽光発電パネルや風力発電翼などの再生可能エネルギー部材を安価にリサイクル、リユースできる選択分解性、環境回帰性革新材料	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	528	触ると暖かい/もしくは冷たい温感を与える等、触感をコントロールできる建築等構造物材に使用可能な素材	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	530	太陽電池を内蔵した外壁材に代表されるようなエネルギー創出構造物材	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	533	食品の安全をその場で確認できる超小型化学分析システム	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)



	536	AI や量子 AI などを用いて、ウェアラブルデバイスから得られる体内情報等の解析から健康状態を予測する技術	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	540	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	社会システム・価値創造
2033	450	生物を模倣した自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料	物質・材料
	453	炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)を更に超える新たな電力・動力用高効率パワー半導体	物質・材料
	458	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	物質・材料
	459	環境における分解性と強靱性を両立したリサイクル可能なバイオベース高分子	物質・材料
	466	微細な構造によってあたかも新たな物性を有するように振る舞うメタマテリアルを実現する微細加工技術と構造技術	プロセス・マニファクチャリング
	467	水素還元などの新しい製造システムの構築による低環境負荷精錬技術	プロセス・マニファクチャリング
	475	数値シミュレーションと革新的測定技術の共同により、ナノスケールの微細構造と化学反応を含むダイナミクスを解明可能な協奏技術	計算科学・データ科学
	480	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術	計算科学・データ科学
	482	スーパーコンピュータを活用した超大規模シミュレーション技術が可能とする、界面、粒界、欠陥、組織、多孔質構造、凝集状態などの制御による、元素に頼らない材料設計技術	計算科学・データ科学
	493	高温超伝導・スピントロニクス材料などの機能解明のための広いエネルギー(波長)範囲の偏極中性子の生成・制御・検出技術	先端計測・解析手法
	498	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	510	エネルギー密度 0.5kWh/kg 以上、出力密度 2kW/kg 以上の性能を両立できる高容量高出力電池	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	523	専門職人の技量不要な簡便な構造材料用接合・接着技術	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	529	傷が付きにくい、表面処理による意匠性の優れた軽量素材(金属・非金属含む)	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	538	バイオミメティクスに基づく表面や構造を有し、耐久性、安全性が飛躍的に向上する生体適合材料	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)

	539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	541	3D プリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造(バイオフアブリケーション)	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	542	全てバイオデグラダブル(生分解性)マテリアルで構成されたデバイスや日用品の実用化技術(例えば、環境中、生体中に放置できるもの)	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	社会システム・価値創造
	551	製品のライフサイクル全体(製造、使用、回収、廃棄)の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	社会システム・価値創造
2034	449	高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料	物質・材料
	455	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子	物質・材料
	456	摩擦・機械的応力を電気エネルギーに効率よく変換できる、蓄電可能な出力規模を有する振動発電の新素材	物質・材料
	457	光など電磁波を閉じ込めてほとんど逃がさない吸収体	物質・材料
	460	母材と同程度の強度を有し、易解体性と再接着性を有する接着剤	物質・材料
	473	摩擦、衝撃、応力、媒質、電磁場、熱、光などの外場要因のある系において、原子スケールの化学反応を考慮しながら、その外場応答特性や劣化現象などを解析・予測可能なマルチフィジックスシミュレーション技術	計算科学・データ科学
	476	多様なシミュレーション手法を統合化したマルチスケール材料シミュレーション技術の開発による、電子スケールから結晶構造、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までの一環した材料設計と複合材料における低次構造から高次構造までの制御	計算科学・データ科学
	479	クリープ・疲労等材料の長期的な信頼性について、シミュレーションを用いた予測に基づいて、新材料の実用化へのリードタイムを数分の1に短縮する技術	計算科学・データ科学
	490	ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術	先端計測・解析手法
	496	細胞内の温度分布や脳の活動など、新しいセンシングおよびイメージング技術(量子センサー・量子イメージングなど)を用いた新規な生命機能の発見や生化学現象、脳の機能の解明	先端計測・解析手法
	499	フラッシュメモリ並みに大容量でありながら DRAM 並みの高速読み書きが可能で、50 年以上の寿命を持つ不揮発メモリ	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	502	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	509	タンデム等の構造的工夫や新規材料革新などによる変換効率 50%を超える太陽電池	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)

	514	有害な元素・物質(セシウム、鉛、ヒ素、水銀、カドミウム、ベンゼン、六価クロム、シアン化合物など)を低エネルギーで水や土壌から除去する方法	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	518	アンモニアを高効率・高収量速度で電気化学的に合成する触媒、反応器、システム	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	524	海上で 50 年超の超長寿命を実現できる構造物および防食技術(塗膜を含む)	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	527	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/h で走行するクルマに対し 50kW/コイル、250kW/トラック(5 コイル)以上の非接触給電を可能とするシステム	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	社会システム・価値創造
2035	451	室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料	物質・材料
	452	超大橋など大規模構造物に利用できる、軽量高強度・高靱性・高耐食・長寿命の炭素系構造材料および、そのリサイクル技術	物質・材料
	454	室温での量子技術(量子コンピュータ等)を可能にする、量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	物質・材料
	501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	511	水素社会を実現する貴金属フリー触媒、貴金属使用量が対 2023 年比で 10 分の 1 以下となる革新的燃料電池、燃料電池によるコジェネレーションデバイス	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	520	リユース・リサイクル時に容易に解体でき、且つ十分な強度・耐久性を有する易解体接合技術	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	521	金属、非金属(木材、コンクリート、CFRP 等)の組み合わせによらない高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	531	洗浄なしで汚れない壁や電車・ビル等の窓ガラスなど、洗浄不要の構造材料	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	543	CO <sub>2</sub> 固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
2036	513	CO <sub>2</sub> の還元による再資源化(燃料や化学原料を合成)をエネルギー効率 20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)

2037	478	量子コンピュータを活用し、これまで多大な計算時間がかかるために現実的に不可能であった高精度な物質物性推算	計算科学・データ科学
	500	単スピンを情報担体とし CMOS デバイスではなし得ない高速性と低消費電力性の双方を有する情報素子	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	505	量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレータ	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	506	光をほとんどあてずに測定する被写体 (生体) にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	512	入力熱量 1W 以上でエネルギー変換効率 30% 以上の熱発電材料、デバイス、およびシステム	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
	517	製品・材料リサイクルにおいて、必要な元素と不要な元素を低エネルギー、かつ高純度で分離することが可能な技術	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
	537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理 (検査・診断・治療) デバイス	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)
2038	507	量子暗号を用いた高セキュリティな金融システムのための量子メモリ	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	508	量子機械学習を用いた数桁低消費電力を実現する AI システム	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	515	燃料電池を利用したクルマ、鉄道、船舶、建機などを含むモビリティ向けに、水素貯蔵密度 30kg/m <sup>3</sup> 以上かつ質量貯蔵密度 10wt% 以上の高密度水素キャリア	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
	526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
	535	人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオミメティクス材料	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)
2039	504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	応用デバイス・システム (ICT 分野)
2041	519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
	522	高層ビル、重長大橋梁等、大型建築物を製造する 3D 造形技術	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
2046	503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	応用デバイス・システム (ICT 分野)

(2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2031	469	金属と樹脂など異種材料を接合する技術	プロセス・マニファクチャリング
	483	CPU の速度向上が頭打ちに近づいてきた現状において、GPU を活用したシミュレータ開発を簡便化・促進する計算機科学技術	計算科学・データ科学
	491	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する100 ボルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	先端計測・解析手法
2032	461	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造(3D プリンティング)等の新加工技術	プロセス・マニファクチャリング
	465	素形材技術の高度化・高精度化による除去加工を必要としないニアネットシェーブ技術	プロセス・マニファクチャリング
	477	ニューラルネットワークポテンシャルによるデータ駆動型シミュレーション技術の完成に代表されるインフォマティクス技術とシミュレーション技術の協奏技術	計算科学・データ科学
	484	ハイレントロピー合金に代表される多様な元素の組み合わせから最適な元素の組み合わせを提案可能なシミュレーションとインフォマティクスの協奏技術	計算科学・データ科学
	486	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム 3 次元可視化技術	先端計測・解析手法
	489	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析	先端計測・解析手法
2033	463	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	プロセス・マニファクチャリング
	464	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造(3D プリンティング)技術	プロセス・マニファクチャリング
	466	微細な構造によってあたかも新たな物性を有するように振る舞うメタマテリアルを実現する微細加工技術と構造技術	プロセス・マニファクチャリング
	468	ビーム技術(イオン、電子、レーザなど)、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術(加工・分析・試験・in situ モニタリング)	プロセス・マニファクチャリング
	471	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム構築の技術マネジメント	プロセス・マニファクチャリング
	488	触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析	先端計測・解析手法
	530	太陽電池を内蔵した外壁材に代表されるようなエネルギー創出構造材	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	533	食品の安全をその場で確認できる超小型化学分析システム	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	534	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	社会システム・価値創造
2034	462	複数の材料(マルチマテリアル)で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術	プロセス・マニファクチャリング
	470	金型を用いない塑性加工技術のプレス成形技術並みの高度化・高速化	プロセス・マニファクチャリング

	472	匠(熟練技能者など)の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を形式知に見える化(言語化・数値化・図表化)し自動的にアーカイブ化するナレッジマネジメント	プロセス・マニファクチャリング
	481	AI の発展技術による、従来の物理モデリングの延長線上では困難な新しい材料の探索・提案	計算科学・データ科学
	485	光エネルギー変換材料におけるキャリア移動の時空間分解解析技術	先端計測・解析手法
	494	ロボット、クライオ電子顕微鏡、高速データ処理環境の融合による生物構造解析の高分解能化とハイスループット化	先端計測・解析手法
	498	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	528	触ると暖かい/もしくは冷たい温感を与える等、触感をコントロールできる建築等構造材に使用可能な素材	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
	529	傷が付きにくい、表面処理による意匠性の優れた軽量素材 (金属・非金属含む)	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
	540	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)
	544	フレキシブルな製造技術、高度な設計支援、ユーザーの情報の吸い上げと製品のデリバリーのための社会システムを組み合わせた、多様な個人にあわせたコンシューマー製品のマスカスタマイゼーションによる価値創造	社会システム・価値創造
2035	550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	社会システム・価値創造
	453	炭化ケイ素 (SiC)、窒化ガリウム (GaN) を更に超える新たな電力・動力用高効率パワー半導体	物質・材料
	456	摩擦・機械的応力を電気エネルギーに効率よく変換できる、蓄電可能な出力規模を有する振動発電の新素材	物質・材料
	458	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	物質・材料
	467	水素還元などの新しい製造システムの構築による低環境負荷精錬技術	プロセス・マニファクチャリング
	474	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術	計算科学・データ科学
	487	超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術	先端計測・解析手法
	490	ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術	先端計測・解析手法
	492	超高温 (800℃ 以上) かつ高圧反応 (3kPa 以上) など極限環境で、触媒、金属、熔融塩などを観察できる電子顕微鏡	先端計測・解析手法
	497	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型 HMI (ヒューマン・マシン・インターフェース) デバイス	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	510	エネルギー密度 0.5kWh/kg 以上、出力密度 2kW/kg 以上の性能を両立できる高容量高出力電池	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
	531	洗浄なしで汚れない壁や電車・ビル等の窓ガラスなど、洗浄不要の構造材料	応用デバイス・システム (構造インフラ・モビリティ分野)
	536	AI や量子 AI などを用いて、ウェアラブルデバイスから得られる体内情報等の解析から健康状態を予測する技術	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)

	538	バイオメティクスに基づく表面や構造を有し、耐久性、安全性が飛躍的に向上する生体適合材料	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	社会システム・価値創造
	549	環境・社会を網羅した組織の評価手法とこれに基づく企業の格付け	社会システム・価値創造
2036	459	環境における分解性と強靱性を両立したリサイクル可能なバイオベース高分子	物質・材料
	460	母材と同程度の強度を有し、易解体性と再接着性を有する接着剤	物質・材料
	495	生体内のタンパク質、アミノ酸、イオン等の動態を、マイクロ秒以下の時間分解能で追尾可能なモニタリング技術	先端計測・解析手法
	499	フラッシュメモリ並みに大容量でありながら DRAM 並みの高速読み書きが可能で、50 年以上の寿命を持つ不揮発メモリ	応用デバイス・システム (ICT 分野)
	523	専門職人の技量不要な簡便な構造材料用接合・接着技術	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	524	海上で 50 年超の超長寿命を実現できる構造物および防食技術(塗膜を含む)	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	527	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/h で走行するクルマに対し 50kW/コイル、250kW/トラック(5 コイル)以上の非接触給電を可能とするシステム	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	532	大豆や細胞を用いた人工食品の 3D プリンティングによる製造技術	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	541	3D プリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造(バイオファブリケーション)	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	542	全てバイオデグラダブル(生分解性)マテリアルで構成されたデバイスや日用品の実用化技術(例えば、環境中、生体中に放置できるもの)	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	543	CO2 固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
	547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	社会システム・価値創造
2037	449	高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料	物質・材料
	450	生物を模倣した自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料	物質・材料
	455	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子	物質・材料
	457	光など電磁波を閉じ込めてほとんど逃がさない吸収体	物質・材料
	473	摩擦、衝撃、応力、媒質、電磁場、熱、光などの外場要因のある系において、原子スケールの化学反応を考慮しながら、その外場応答特性や劣化現象などを解析・予測可能なマルチフィジックスシミュレーション技術	計算科学・データ科学
	475	数値シミュレーションと革新的測定技術の共同により、ナノスケールの微細構造と化学反応を含むダイナミクスを解明可能な協奏技術	計算科学・データ科学

	479	クリープ・疲労等材料の長期的な信頼性について、シミュレーションを用いた予測に基づいて、新材料の実用化へのリードタイムを数分の1に短縮する技術	計算科学・データ科学
	480	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術	計算科学・データ科学
	482	スーパーコンピュータを活用した超大規模シミュレーション技術が可能とする、界面、粒界、欠陥、組織、多孔質構造、凝集状態などの制御による、元素に頼らない材料設計技術	計算科学・データ科学
	493	高温超伝導・スピントロニクス材料などの機能解明のための広いエネルギー（波長）範囲の偏極中性子の生成・制御・検出技術	先端計測・解析手法
	496	細胞内の温度分布や脳の活動など、新しいセンシングおよびイメージング技術（量子センサー・量子イメージングなど）を用いた新規な生命機能の発見や生化学現象、脳の機能の解明	先端計測・解析手法
	501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	応用デバイス・システム（ICT 分野）
	516	太陽光発電パネルや風力発電翼などの再生可能エネルギー部材を安価にリサイクル、リユースできる選択分解性、環境回帰性革新材料	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）
	521	金属、非金属（木材、コンクリート、CFRP 等）の組み合わせによらない高機能ハイブリッド構造材料（構造性能、意匠性、耐食性等）	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
	525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
2038	546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミキチャー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	社会システム・価値創造
	551	製品のライフサイクル全体（製造、使用、回収、廃棄）の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	社会システム・価値創造
	452	超大橋など大規模構造物に利用できる、軽量高強度・高靱性・高耐食・長寿命の炭素系構造材料および、そのリサイクル技術	物質・材料
	476	多様なシミュレーション手法を統合化したマルチスケール材料シミュレーション技術の開発による、電子スケールから結晶構造、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までの一環した材料設計と複合材料における低次構造から高次構造までの制御	計算科学・データ科学
2039	526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）
	545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	社会システム・価値創造
2039	451	室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料	物質・材料
	502	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	応用デバイス・システム（ICT 分野）



	506	光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	509	タンデム等の構造的工夫や新規材料革新などによる変換効率 50%を超える太陽電池	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	511	水素社会を実現する貴金属フリー触媒、貴金属使用量が対 2023 年比で 10 分の 1 以下となる革新的燃料電池、燃料電池によるコジェネレーションデバイス	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	512	入力熱量 1W 以上でエネルギー変換効率 30%以上の熱発電材料、デバイス、およびシステム	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	514	有害な元素・物質(セシウム、鉛、ヒ素、水銀、カドミウム、ベンゼン、六価クロム、シアン化合物など)を低エネルギーで水や土壌から除去する方法	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	518	アンモニアを高効率・高収量速度で電気化学的に合成する触媒、反応器、システム	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	520	リユース・リサイクル時に容易に解体でき、且つ十分な強度・耐久性を有する易解体接合技術	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理(検査・診断・治療)デバイス	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
2040	454	室温での量子技術(量子コンピュータ等)を可能にする、量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	物質・材料
	478	量子コンピュータを活用し、これまで多大な計算時間がかかるために現実的に不可能であった高精度な物質物性推算	計算科学・データ科学
	500	単一スピンを情報担体とし CMOS デバイスではなし得ない高速性と低消費電力性の双方を有する情報素子	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	507	量子暗号を用いた高セキュリティな金融システムのための量子メモリ	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	513	CO <sub>2</sub> の還元による再資源化(燃料や化学原料を合成)をエネルギー効率 20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
2041	505	量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレータ	応用デバイス・システム(ICT 分野)
2042	508	量子機械学習を用いた数桁低消費電力を実現する AI システム	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	515	燃料電池を利用したクルマ、鉄道、船舶、建機などを含むモビリティ向けに、水素貯蔵密度 30kg/m <sup>3</sup> 以上かつ質量貯蔵密度 10wt%以上の高密度水素キャリア	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
	517	製品・材料リサイクルにおいて、必要な元素と不要な元素を低エネルギー、かつ高純度で分離することが可能な技術	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
2043	522	高層ビル、重長大橋梁等、大型建築物を製造する 3D 造形技術	応用デバイス・システム(構造インフラ・モビリティ分野)
	535	人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオメティクス材料	応用デバイス・システム(ライフ・バイオ分野)
2047	504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	応用デバイス・システム(ICT 分野)
	519	商用核融合発電炉を可能とする低コストな圧力容器、熱交換器材料、および発電システム	応用デバイス・システム(環境・エネルギー分野)
2050	503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	応用デバイス・システム(ICT 分野)

## 6. 都市・建築・土木・交通分野

### 6.1 総論

#### (1)細目の構成

前回調査が終了する頃に新型コロナウイルスが発生し、都市・建築・土木・交通分野が前提とする国土や都市の姿を大きく変えるものではないかと考えられたが、今回調査時点で暮らしは日常に戻っており、影響は限定的だったと考えられる。大きな課題状況は、新型コロナウイルス禍以前からの、気候変動への対応、自然災害への対応、少子高齢化等から大きな変化はないと考えられる。一方で科学技術を見ると、この間、センシングなどのデータ取得技術、それらの膨大なデータがおさめられるデータベース技術、AIなどのデータを解析・解釈する技術が発展し、それらが都市・建築・土木・交通の科学技術の発展に強く影響していると考えられる。

今回調査の細目構成は前回調査と大きく変更はなく、個々のトピックにこれらの科学技術を組み合わせたトピックを設定した。細目は、国土の状態を把握し適切に利用・保全する「国土利用・保全」、建築の設計、施工、維持管理、制御等に係る「建築」、インフラストラクチャーの設計、施工、維持管理、制御等に係る「社会基盤」、都市やそこにおける環境の計画、制御等に係る「都市・環境」、建築や社会基盤の施工に係る「建設生産システム」、人やモノを効率よく安全に流通させる「交通・物流」、人やモノの乗り物である「モビリティ」、自然災害へ対応する「防災・減災」である。前回調査の細目のうち、「車・鉄道・船舶・航空」を「交通・物流」と「モビリティ」の二つに分け、一方で「防災・減災技術」「防災・減災情報」を「防災・減災」に統合した。「防災・減災」は横断的な細目設定であり、この細目に含まれない防災・減災に係るトピックも他の細目に含まれている。

#### (2) 本分野の今後の方向性

##### ①調査結果の総括

細目別で見ると、全ての細目において重要度も国際優位性も高いが、特に「防災・減災」が突出して高く、近年の災害の多様化、高頻度化、激甚化の状況を踏まえているものと考えられる。トピック別にみても、重要度、国際優位性の高い上位5トピックのうち、それぞれ4トピックが防災・減災関連である。解決すべき課題が常に更新され、そこに対する継続的な取り組みの蓄積が、高い国際優位性につながっているのではないだろうか。ついで「建設生産システム」「社会基盤」の重要度、国際優位性が高く、他の細目は重要度が高いことは共通しているが、国際優位性の評価が異なるという結果であった。本分野は、固有性の高い国土や都市や建築の空間を対象とするものであり、開発された科学技術が国際的な汎用性を持つ

とも限らないため、国際優位性が低い細目、トピックがあることにも注意が必要である。

社会的実現時期を見ると、他分野に比べると科学技術の実現時期とのギャップが大きく、多くの人が暮らす実空間への実装であるが故に、多くの社会的障壁があることが想像される。優先的に対処すべき点を見ると、科学技術の実現については、資金、研究基盤が総じて高く、倫理、法律規制・戦略的標準化が総じて低い。社会的な制約をあまり受けず、研究機関が中心となった科学技術開発が行われているものと考えられる。社会的実現について見ると、総じて対処すべき点は少なく、事業化する民間セクターとのマッチングが望まれていることがわかる。

## ②今後の方向性〈分野全般に共通する推進方策等〉

今後も災害は起こり続け、そのうち気候変動に起因する災害も多く増えるだろう。今後も細目「防災・減災」に係る科学技術には継続的なリソースの投入が期待され、高い国際優位性をもった科学技術が開発されていくと考えられる。重要度が低いとされた細目やトピックは、例えば「長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術」「全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間」など、いわゆるムーンショット型のトピックが多く、眼前のリスクに捉われて、成果が出るかどうかかわからない科学技術の開発に取り組まないという傾向があることには注意が必要である。また、このように、国土や都市を襲うリスクに駆動されていくということは、現在はあまり顕在化していないリスク、例えば新たな感染症の流行、戦争や紛争がもたらすリスク、化学工場や原子力発電所等の大規模な事故がもたらすリスクなどの顕在化にあわせて科学技術の重要度が異なってくるということでもある。次期調査の細目、トピックの設計に活かす必要がある。

(饗庭伸)

## 6.2 各論（細目概要）

### ①国土利用・保全

#### i) 概要

我が国は、海洋に囲まれ急峻な地形を抱えた狭小な国土に稠密な人口と高度な社会経済活動が展開されている。加えて、世界有数の地震や火山活動、軟弱な地盤、脆弱な地質、乏しい資源といった、不利な自然条件を抱えている。一方で先人達は、国土に様々な装置を具備

させることで、人と国土との関係を長期にわたり良好なものにする基盤を整えてきた。今後、未曾有の人口減少、少子高齢化の加速、巨大災害リスクの切迫、気候 危機の深刻化、生物多様性の損失など、我が国が直面するリスクを踏まえ、活力があり、安全・安心で、美しい自然と多彩な文化を育む個性豊かな国土づくりを進めていく必要がある。また、それを支える技術開発が不可欠である。

## ii) 社会的意義

国土利用・保全是、持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりのウェルビーイングを実現できる社会を支えるものとして将来世代に引き継がれるものである。一方で、国土利用・保全是、容易にやり直しができるものではなく、国土の変化を的確に把握、予測することが重要であり、衛星データ活用やデジタルツインなどの技術開発、ネイチャーポジティブの観点から再生エネルギーや生態系保全に関する技術開発、そして国土強靱化の観点から流域治水や防災・減災に関する技術開発への期待は、その重要度や国際優位性の観点からますます高くなっている。

## iii) 今後の展望

デルファイ調査結果における当細目の重要度は高く、特に河川堤防破堤の事前察知警告技術や緊急復旧技術、衛星観測データによる被災判定技術や海岸線等の変化量把握技術、そして下水汚泥から貴金属、肥料やエネルギーを回収する技術の重要度が高い。これらの技術も含めほとんどのトピックで科学技術的実現時期は今後 10 年以内となっており、社会的実現時期はそれから概ね 3 年後となっている。

科学技術的実現に向けて優先的に対処すべき点では、「研究開発費の拡充」と回答した比率が最も高く、次いで「国内連携」、「研究基盤整備」、そして「人材の育成・確保、多様な人材の活用拡大」となっており、いずれも 40%を超えるものとなっている。「研究開発費の拡充」では浮体式洋上風力発電技術が、「国内連携」では道路区域内発電・広域送電技術が、「研究基盤整備」では地下水水質・流動の観測・推定技術が、そして「人材の育成・確保、多様な人材の活用拡大」では流域治水効果評価技術が特に高くなっている。

社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点では、「事業化」と回答した比率が最も高く、次いで「公共化」、「人材確保」、そして「連携」となっており、いずれも 30%を超えるものとなっている。「事業化」では浮体式洋上風力発電技術が、「公共化」と「人材確保」ではエネルギーハーベスト技術によるインフラにおける発電技術が、そして「連携」では流域治水評価技術が特に高くなっている。

以上のことより、当細目の重要度や国際優位性は高く、10 年以内での技術開発と早期社会実装に向け、予算と人材の強化、そして多分野の強みを活かす連携強化が求められているものとする。

(宮武晃司、饗庭伸、臼田裕一郎)

## ②建築

### i) 概要

当細目は、建築全般を広く網羅する領域であり、構法、防災、省エネ・環境、ICT・AI・ロボ、空間利用、防災、感染症対策、素材、宇宙居住に関するトピックから成る。DAC や 3D プリンター、生分解性素材などの要素技術に関するトピックもあるものの、建築の全体像としてのロボットやモビリティとの共存や ZEB 等の建築の新たな方向性を示すトピックが多い。フロンティア領域としての宇宙居住のようなビジョンに寄せたトピックも設けた。

### ii) 社会的意義

建築は、生活基盤として災害に対するレジリエンスが重要視される。構法においてはさらに、工期短縮、木材利用、モジュール化等の視点が加わる。同時に、資源循環が注目される近年では、資源のストックという側面からは、改修方法や長寿命化、新素材開発等に対しても社会的影響の大きい領域である。さらに人生の多くの時間を過ごす空間であることから、生活の質・ウェルビーイングの向上にも影響は大きく、利便性向上をもたらすセンシング、ロボット、AI との共存のあり方は重要な視点となる。近年話題の ZEB はその先の姿としての自立性等が注目される。感染症対策や居室内の DAC 技術利用等、室内環境制御はポストコロナやカーボンニュートラルなどの近年の社会情勢下で改めて建築に求められるようになった機能である。

### iii) 今後の展望

建築のレジリエンスに対する重要度の認識は依然高く、建築の全 15 トピックの中でも重要度、国際優位性共にもっとも高い。一方、トピック数では循環型社会の形成に建築からアプローチするものが多い。長寿命化につながる素材や構法もその一種と言える。従来から取り組まれてきた建設リサイクル技術の推進のみならず、既存建築の改修や解体技術は重要度も国際優位性も高い。それらに比べると素材や新工法の国際優位性が相対的に低い。

専門性を有する回答者が少ないトピックも散見され、総じて重要度、国際優位性共に低い評価であった。原因としては、技術の実現について見通せないためであったと考えられるが、多くの産業の技術をアッセンブルする建築においては、異分野技術の連携を推進するオープンイノベーションが今後重要になる。科学的技術実現時期と社会的実現時期に差のある設問はあまり見られないことは、社会ニーズに応じて技術開発がなされる建築の特徴のように思われる。いずれのトピックでも、社会対処で事業化の割合が相対的に高い項目が多いことから、技術開発の方向性が生活基盤である社会的なストックのあるべき方向性に直結していることが窺え、重要度が高いレジリエンス、改修・解体技術、リサイクル技術、高性能省エネの実現技術、AI・IoT・ロボット活用などのトピックは今後の社会の方向性を示唆していると考えられる。

(佐藤大樹、腰原幹雄、宮武晃司)

### ③社会基盤

#### i) 概要

我が国においては、近年の埋設管陥没や水管橋落橋に象徴されるようにインフラが老朽化する一方で、労働力不足や財政的制約、地方と都市の状況の差異が維持管理上の課題として顕在化しており、効率的にかつ確実にインフラを維持管理する技術が求められている。また、気候変動やエネルギー問題への対応が重要課題となっており、環境・持続可能性に資する技術への期待が高まっている。さらに、量子コンピュータ、生成 AI を始めとするシーズ技術を活用したインフラの高度化と革新が期待されている。

#### ii) 社会的意義

社会基盤の建設から運用・維持管理・更新に重点が移行して久しく、耐久性、モニタリング・点検・評価、予測・制御、さらには拡張・撤去などに関連するトピックを設定した。加えて、近年はカーボンニュートラルの実現や災害耐性の向上、再利用の促進など、環境・持続可能性に貢献する技術が社会基盤分野においても重要視されている。一方で、量子コンピュータ、生成 AI、マテリアルインフォマティクス、フィジカル・サイバー空間の統合などの技術は急速にかつ着実に進展しており、それらの活用が期待されている。

#### iii) 今後の展望

本調査では、「カーボンニュートラルを実現する技術」「フレキシブルに対応できるインフ

「建設・拡張・撤去技術」および「放射性廃棄物の地中最終処分方法」は重要度の高い結果となりであり、近年の気候変動に対する世界的な潮流や、都市構造の変化や頻発する災害への対応、エネルギー政策と関連した原発再稼働への関心の高さを反映していると考えられる。「構造状態や変異・異常を把握する技術」や生成 AI 等を利用した「インフラの試設計や代替案を比較、評価する技術」は次に重要度が高く、また、科学技術的・社会的実現時期が 2029-2031 年と早期に見込まれており、技術開発が盛んに行われていると考えられる。一方で、「宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術」については、相対的に低い重要度となっているが、スコアからは国際的な連携を念頭においたものになっていることが想像される。

社会基盤分野は総じて、科学技術的实现のために人材育成、研究資金・支援制度、研究基盤整備等が重要であると考えられるが、カーボンニュートラルや小型点検ロボット、事故検知・予防技術、移動車両や飛行体による構造状態や変位・異常を把握する技術、フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によりモニタリング、予測、制御する技術は、優先的に対応すべき点として、事業化や人材確保、国内連携を挙げた回答が多い。近年は特に新技術の社会的実現に、スタートアップ・起業家や高度外国人材活用、産学官・分野間連携も増えてきており、その状況が反映されていると考えられる。「低コストで粘り強い堤防と、流域治水」「放射性廃棄物最終処分方法」は科学技術的实现および社会的実現に向けて社会受容・合意形成が重要と考えられている。今後は、人材育成や資金支援制度と共に社会的な合意形成を同時に進めることが期待される。

(長山 智則)

#### ④都市・環境

##### i) 細目概要

政策の立案と実現の段階に着目すると、都市・環境の技術は、①情報収集や分析の技術、②情報評価と意思決定の技術、③空間の計画技術、④計画の実現化の技術の 4 つに分けて考えることができる。センシング技術の発達等によって膨大な情報が生み出され、その収集と分析が可能になった現在、それらを活かした精度の高い①②③④の技術開発が発展の大きな方向である。個別の要素技術ではなく、それらを組み合わせたものが技術開発であることが多い。特に新たに市街地を拡大する技術だけでなく、すでに出来上がった市街地の制御技術の重要性が高まっている。

## ii) 社会的意義

人口が減少しても市街地の大きさはあまり変わらず、そこでの人の動き、建物の動向が複雑化するため、市街地の制御には膨大な労力が必要である。もちろんその時に、気候変動や自然災害といった課題、格差や貧困といった課題解決にも取り組まないといけない。一方で人口減少によって都市・環境の制御に割ける人的資源も限定的となっており、技術開発はそういった人的資源を代替する技術として重要である。それにより、速やかな情報収集、分析、評価、意思決定、計画、実現化のサイクルが実現することになり、効率的な都市の成長、制御につながっていく。

## iii) 今後の展望

総じて国際優位性が高い科学技術は少ない。これは科学技術が対象とする都市空間の固有性が高く、諸外国の都市とは空間が異なるためであるためと考えられる。重要度については、他の細目と比較すると総じて低い、トピック別に見ると差がある。高いものは、ID607「コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術」、ID604「人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム」、ID608「高齢者、障がい者などあらゆる人の単独での行動を支援するモビリティとインフラストラクチャー」、ID600「ネイチャーポジティブに寄与する、グリーンインフラの包括的・効率的な整備・維持管理・評価技術」であり、特定の課題解決に特化したものであることが共通している。逆に、ID610「全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間」、ID603「誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム」、ID612「議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム」など、共通の基盤形成を指向する科学技術の重要度は低い。具体的な課題に引っ張られるようにして科学技術が形成されているということが示唆される。

科学技術の実現時期は、おおむね10年後という回答が多く、社会的実現時期とのギャップも2-3年程度のものが多い。科学技術の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、人材、資金、研究基盤の重要性が他の細目と比べると低く、一方で倫理、社会、法律・規制の重要性は高い。ヒト、モノ、カネのリソースは十分であるが、社会的実現の際の障壁が大きいということが示唆される。

(饗庭 伸)



## ⑤建設生産システム

### i) 概要

建設投資は、1992 年をピークに 2010 年には、ピーク時の 50%程度まで減少した。その後は、東日本大震災の復興需要や民間設備投資の回復により増加傾向になっている。また、ストックの増加を背景に維持修繕工事は増加傾向にあり、建設工事全体に占める割合も増加傾向にある。一方、近年の人口減少時代に突入し、建設分野では労働力不足が見込まれている。現場作業は、熟練技能が要求されることから、他産業に比較して労働者の平均年齢が高く、現在の建設生産システムでは、短期間で労働力不足を補うことは困難である。そこで、建築生産システム自体を見直す必要があり、建築情報学などを基盤に広い領域連携の共通基盤にしつつ、建築の産業や経済における既存の蓄積を活用した新しい社会貢献を目指す必要がある。そのためには、建築をとりまくあらゆる産業や経済、文化や社会の発展に繋げていく必要があり、国内連携が重要になる。当分野の技術は、i-Construction として、2016 年、政府の生産性革命プロジェクトにも位置づけられている。

### ii) 社会的意義

建設産業は、製品の規模が大きい、自然や社会条件の影響を強く受ける。また、現場ごとの単品生産等の理由により、工程の合理化が進みにくい特性を有していた。こうした状況に対して情報技術を有効に活用するためには、無人建設機械の整備ように、作業条件の変化や施工状況等の情報を収集する技術、そのデータをもとに自律的に施工する技術などさまざまな技術の統合できるプラットフォームが必要になる。情報技術の統合のためには業界をあげた標準化が重要であり、国内連携をすすめてこうした技術の統合をいち早く進めることは国際優位性を得ていくことが重要視されている。

### iii) 今後の展望

新築時の建物情報の収集、蓄積は、建物の長寿命化のための修繕技術につながり、設計・施工・過去の点検情報の活用とともに、人材不足を補う自動診断技術への展開が望まれる。一方で、社会的実現時期が遅くなっているが、木材をはじめ、コンクリート、鉄でも建築材料として発明されて既に 100 年以上経過しており、高強度化、高品質化といった既存の技術の延長だけでなく、従来と異なる新たな建築構造素材の開発や、単なる構造材としてだけでなく、建物全体が環境性能に寄与できる多機能素材の開発など、従来の仕組にとらわれない長期的な視点にたった建築のあり方を考えていく必要もある。

(腰原幹雄)

## ⑥交通・物流

### i) 細目概要

情報化社会において情報の移動・伝搬が重要視される一方で、人や物の移動も社会生活における重要な活動である。本細目「交通・物流」では、人や物の移動に関わるシステムを主に扱う。超高齢社会や多様なニーズに対応するため、交通・物流分野では、利便性や効率性を高めるシステムの研究開発と早期実用化が求められている。高齢者、子ども、障がい者を含むすべての人が安全かつ安心に移動できる交通システムや無人自動運転移動サービスの実現、ロボットやドローンの活用による無人配送システムの実現が期待されている。これらの技術によって、鉄道・道路・港湾・空港の結節点で時間・コスト・環境負荷を削減し、都市間貨物輸送の効率化を図ることを目指している。

### ii) 社会的意義

少子高齢化や価値観の多様化など社会の変化に対して、自動化技術や ICT の進展により、個々のニーズに応じた多様で利便性の高い移動手段を実現する。また、自動車のように、出発地と目的地を直結する輸送機関と、鉄道・航空機・船舶といった拠点間を結ぶ大量輸送機関を有機的に連結させ、出発地から目的地までの交通機関をシームレスに接続することで、利便性を向上させる。これにより、費用、時間、環境負荷といった社会的コストの削減が可能となる輸送を実現する。

### iii) 今後の展望

本細目「交通・物流」は、「都市・建築・土木・交通」分野の他の細目と同程度に重要であるという評価であったが、国際優位性は必ずしも高くないという結果が得られた。本細目に関する科学技術の実現に向けては、国内における産官学連携、社会受容や社会的合意の形成、法律・規制の柔軟な対応（廃止・新設を含む）などが重要であるという意見が、他の細目に比して多かった。また、社会的な実現に向けては、経済性の確保やスケール化といった事業化に関する課題、ビジネスモデルやビジネス慣行の転換など、経営面に関する項目を優先すべきだとの意見が多く寄せられた。さらに、技術的実現に向けた重点項目と同様に、法律面での対応も重要視されている。

とくに、高齢者や障がい者が個々のニーズに応じて、出発地から目的地まで安全かつ安心してシームレスに利用できる交通システムは重視されている。前回の調査では 2020 年代末に

は実現すると予測されていたが、今回の調査では実現時期が2030年代半ばから2040年頃に伸びるという予測結果になった。これは、レベル4自動運転技術（特定条件下でシステムが全ての運転操作を行う技術）を用いた移動サービスの実証実験が2024年現在、国内各地で行われているにもかかわらず、事業としての社会実装が進んでいない現状を反映したものと思われる。社会的実現を早めるためには、社会受容性の向上や関連法規の整備が不可欠である。レベル5の完全自動運転が「技術的には実現している」とする回答も一定数あったが、一方で「社会的に実現しない」という回答した人が少なくなかった。これは、社会受容性、法的課題、倫理課題などの解決が難しいと考えられているためだと推察する。

一方、物流の部門ではドライバー等の人手不足が深刻となるなか、貨物車の構造、運行方法の変更、異なる交通モードのシームレス化、ドローンの導入、物流センターの自動化、機械化などによる省人化が進むと予測されている。さらに、物流改革は物流現場の改善だけでは進まず、輸送、在庫、販売情報等の共有によってサプライチェーンの全体最適化が進むとされている。

（平岡敏洋、矢野裕児）

## ⑦モビリティ

### i) 細目概要

本細目では、交通・物流の分野において、人や物を移動させる手段・方法を指して使われるモビリティ、具体的には主に自動車、鉄道車両、航空機、船舶と、その運行（運航）等のシステムに関わる技術を主に扱う。これらの技術開発に共通する事項は、安全性向上、自動化や無人化、脱炭素・低環境負荷、高速化である。我が国の公共交通機関における死亡事故の発生件数は世界的に見ても極めて低い水準で推移しているものの、安全・安心に対する社会の要求は高く、さらなる安全性の向上が求められている。また、各モビリティにおいて、生産性向上に向けて、自動化・無人化に関わる技術開発が積極的に行われ、さらに、脱炭素・低環境負荷に関わる技術開発が活発に行われている。

### ii) 社会的意義

各モビリティで開発が進められている運転・操縦を始めとした作業の自動化や無人化の意義として、生産年齢人口の減少に伴う労働力不足や熟練技能者不足への対応、地方における輸送需要減少に対応した輸送や保守のコスト削減、ヒューマンエラー削減による安全性の向上が挙げられる。経済活動、生活を支える物流においても、労働力不足が深刻化するなか、持続可能な物流を構築するためには、自動化、無人化の意義が大きい。また、人による操縦

では成し得なかった低燃費操縦、定時性向上および輸送力増加も自動化の意義として挙げられる。これらの新技術により、交通機関の持つ負の側面、すなわち事故による死傷者の発生、化石燃料消費、騒音・振動等による周辺環境の悪化を解決することが期待される。また、高速化に関わる技術開発は、移動時間の短縮およびこれに伴う余剰時間の増加による国民生活水準の向上をもたらす。

### iii) 今後の展望

各モビリティで共通することとして、運転・操縦の自動化の進展や、運転士・操縦士がいる場合において、ヒューマンエラーが発生しても事故に繋がらないようにする人と機械が高度に協調したシステムの実現が予測されている。各モビリティとも、労働力不足により専門の技量を有する運転士・操縦士等の確保が困難となっており、作業の自動化や業務の無人化が望まれていることがうかがえる。合わせて、各モビリティにおける省エネや脱炭素の一層の進展も予測されている。自動車のようなパーソナルな交通モードと比べると、鉄道や船舶は省エネな交通機関といえるが、地球温暖化対策として、さらなる省エネや脱炭素の取り組みが急務である。一方で、大量輸送機関では安全水準の確保のために現在でも法規制が張り巡らされており、自動運転や水素ステーションの実現のためには、社会受容性向上の取り組みとともに新たな規制体系の構築が求められている。また、我が国は島国であり、陸上交通において国際連携の必要性は必ずしも高くはないと考えられるが、航空・海上交通では、脱炭素や周辺環境への影響低減、自動操縦の実現のために国境を越えた連携が不可欠であり、その必要性が他のトピックよりも重要視されている。

今後の各モビリティにおける技術開発は、持続可能な未来の交通や物流の実現に向けて、「より安全・安心でスマートかつ人や環境に優しく」が重要になっていくものと考えられる。

(水上直樹、村上哲、矢野裕児)

## ⑧防災・減災

### i) 概要

防災・減災は、都市・建築・土木・交通分野におけるトピックの重要度上位 20 件のうち 7 件を占めている。他の細目でも、災害、破堤、地震といった防災・減災に関わる単語を含むトピックが上位に 6 件あり、合わせると 20 件中 13 件が防災・減災に関連するトピックとなる。また、国際優位性でも 23 件中 11 件を占めるなど、この細目に対する期待は極めて大きいことがわかる。

2024 年は元日に能登半島地震が発生し、9 月には同じ場所が豪雨災害に見舞われるなど、改めて自然災害が社会活動や生活、人々の思いに全く配慮なく発生することを目の当たりにした。そして、高温、豪雨、台風といった気象現象に対して「観測史上初」という言葉が飛び交い、気候変動の影響が確実に表れつつあることを誰もが実感する状況となってきた。11 月には防災庁設置準備室が新設され、いよいよ社会として災害に本気で立ち向かう機運が醸成されており、科学技術においても、多種多様な分野の叡智を集め、防災・減災に取り組むことが期待されている。

## ii) 社会的意義

科学技術的実現時期を見ると、他の細目が軒並み 2031 年以降と予測されるトピックが割合として多い中、防災・減災は 2028~2030 年と比較的早い段階と予測されるトピックが多い。社会的実現時期もその直後である 2030~2035 年の割合が大きい。ここには、近い将来に発生が懸念されている南海トラフ地震や首都直下地震等に対する科学技術による解決や被害低減への期待が表れていると考えられる。この点から、防災・減災の社会的意義の高さがうかがえる。

## iii) 今後の展望

科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点について、防災・減災は、人材の育成・確保、多様な人材の活用拡大、研究開発費の拡充、研究基盤整備といった点で上位にトピックが含まれている。特に倫理（倫理的課題の解決・倫理規範の見直し）においては上位 5 件中 3 件を占めた。その内容は個人に主眼を置いた防災・減災対策のトピックであり、今後、これらへの期待が高まる一方で、個人情報を取り扱うことへの倫理的課題の解決へも並行して対策を講じる必要があるといえる。社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点については、人材活用という点で上位 5 件中 3 件を占めた。少子高齢化や業務効率化が進む中、いかに防災・減災に秀でた人材を適材適所に配置できるかが、社会的実現に重要であると読み取れる。

いずれにしても、防災・減災においては、人材や個人といった「人」に対する期待や課題に注目が集まっており、今後、「人」に焦点を定めた取り組みが活発化されることが展望される。

（臼田裕一郎）

### 6.3 細目およびキーワード

本分野は、「国土利用・保全」、「建築」、「社会基盤」、「都市・環境」、「建設生産システム」、「交通・物流」、「モビリティ」、「防災・減災」等の8つの細目で構成される（図表Ⅱ-6-1）。

図表Ⅱ-6-1 「都市・建築・土木・交通」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	国土利用・保全	環境、エネルギー、水資源、治水、観光、海洋・海岸、地下、土砂、モニタリング
2	建築	安全、健康、利便、快適、建築、スマート、ワークスペース、住宅、室内環境、海洋&宇宙、新木造&新素材、省・創・蓄エネ
3	社会基盤	設計、施工、維持管理、制御、新材料、新構造、環境、情報技術、ロボティクス、保守、インフラセンシング、点検・診断、修復・再生、気候変動、担い手不足
4	都市・環境	環境アセスメント、都市計画、地理情報、合意形成、人口減少、住宅地、上下水道、スマートシティ、コンパクトシティ、グリーンインフラ
5	建設生産システム	生産性革命、i-Construction、BIM/CIM、設計・施工・管理一貫データ、ロボット、ドローン、センサー、電子地図、AI、プレキャスト、自律施工、※建設情報学
6	交通・物流	道路、公共交通、ロジスティクス、交通情報、自動運転、移動支援、交通マネジメント、インターモーダル、ダイナミックマップ、道路利用料金、ドローン、物流効率化、DX活用、サプライチェーン強靱化、MaaS (Mobility as a Service)、貨客混載
7	モビリティ	自動車交通、鉄道交通、船舶輸送、航空輸送、安全技術、自動化・無人化、低公害化・省エネルギー化、低コスト化、効率化・高速化、輸送システム、新交通システム、パーソナルモビリティ
8	防災・減災	流域管理技術、地震被害リアルタイム判定技術、洪水予測、応答制御、アクティブ制御、構造設計、洪水対策、干ばつ対策、液状化対策、防災情報システム、災害予測、被害把握、防災行動、避難、センサー、リアルタイム、SNS、IoT、情報分析、シミュレーション、社会基盤、人

### 6.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-6-2の通りである。

図表Ⅱ-6-2 「都市・建築・土木・交通」分野の回答者内訳

年代	20 代	5 人	職 業	大学等	283 人
	30 代	60 人		公的研究機関	85 人
	40 代	146 人		民間企業	139 人
	50 代	175 人		その他	35 人
	60 代	118 人	職 種	研究・開発	404 人
	70 代以上	38 人		マネジメント	69 人
	無回答	0 人		その他	69 人
合計					542 人

## 6.5 調査結果

### 6.5.1. 重要度と国際優位性

#### ①重要度上位 20 位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位 20 位のトピックは、細目別では「防災・減災」が 7 件で最も多い。重要度の最も高いトピックは「予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術（重要度 1.87）」であった（図表 II-6-3）。

#### ②国際優位性上位 20 位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位 20 位（23 件）のトピックは、細目別では「防災・減災」が 11 件と最も多い（図表 II-6-4）。

国際優位性の最も高いトピックは「アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物（国際優位性 1.42）」であった（図表 II-6-4）。

図表Ⅱ-6-3 「都市・建築・土木・交通」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
556	予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	1.87	2029	2032	国土利用・保全
666	IoT機器、ドローン、高所カメラ、人工衛星などの新技術を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測・情報共有システム	1.78	2029	2031	防災・減災
672	大規模災害の被災、復旧状況を迅速かつ正確に計測するセンサーと情報共有システム	1.78	2029	2033	防災・減災
622	DXやプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	1.73	2031	2033	建設生産システム
664	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	1.70	2031	2034	防災・減災
615	設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じ、自律的に施工が可能な無人建設機械	1.69	2030	2035	建設生産システム
607	コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	1.66	2033	2034	都市・環境
625	超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム	1.63	2033	2035	交通・物流
675	災害発生時に即時被害推定(人的被害・建物被害・停電・通信途絶・道路通行不可等)を行うとともに、断片的な被害報告による同化を随時行う災害動態シミュレーション技術	1.60	2031	2033	防災・減災
560	準天頂衛星を含むGNSSの測位データを利用し、国土の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	1.58	2029	2031	国土利用・保全
599	複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止水性能材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処分方法	1.58	2035	2043	社会基盤
662	宅地以外(道路、地下施設等)における液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、実行可能な対策技術の確立	1.56	2029	2031	防災・減災
586	地震等の振動によって建物の構造部に蓄積されたダメージを計測する技術	1.55	2032	2032	建築
594	都市構造や災害にフレキシブルに対応できるインフラ建設・拡張・撤去技術	1.53	2031	2032	社会基盤
592	社会基盤施設建設時のカーボン削減、維持管理運用段階のカーボンマイナス、再生可能エネルギー施設の供用によりカーボンニュートラルを実現する技術	1.52	2033	2034	社会基盤
657	高層ビル・免震ビル等長周期構造物の地震動に対する応答予測及び応答制御	1.52	2029	2032	防災・減災
581	既存建物における新築建物と同等の性能をもつ、資源循環、資源再利用、文化の継承、脱炭素のための改修・解体技術	1.50	2033	2034	建築
668	強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術	1.50	2032	2032	防災・減災
557	破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術	1.48	2029	2033	国土利用・保全
627	省人化・ドライバー負担軽減のための、ダブル連結トラック・中継輸送の実現・普及に必要なシステム	1.48	2029	2030	交通・物流



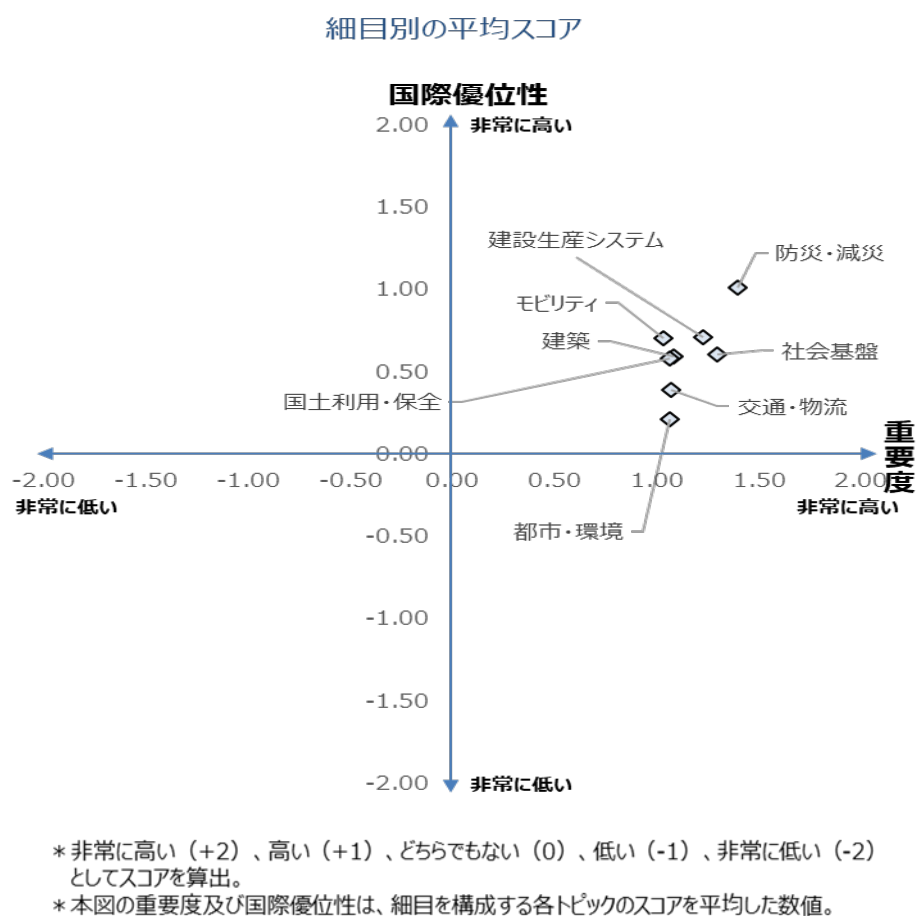
図表Ⅱ-6-4「都市・建築・土木・交通」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
658	アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物	1.42	2033	2035	防災・減災
662	宅地以外(道路、地下施設等)における液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、実行可能な対策技術の確立	1.38	2029	2031	防災・減災
586	地震等の振動によって建物の構造部に蓄積されたダメージを計測する技術	1.36	2032	2032	建築
650	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるような、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム(鉄道版スマートグリッド)	1.31	2028	2032	モビリティ
657	高層ビル・免震ビル等長周期構造物の地震動に対する応答予測及び応答制御	1.28	2029	2032	防災・減災
560	準天頂衛星を含むGNSSの測位データを利用し、国土の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	1.23	2029	2031	国土利用・保全
615	設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じし、自律的に施工が可能な無人建設機械	1.23	2030	2035	建設生産システム
647	アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速360kmでの連続走行時に騒音の環境基準(住宅地で70dB(A)以下)を満たす技術	1.20	2033	2038	モビリティ
664	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	1.19	2031	2034	防災・減災
672	大規模災害の被災、復旧状況を迅速かつ正確に計測するセンサーと情報共有システム	1.13	2029	2033	防災・減災
660	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を12時間前に時間誤差±1時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	1.13	2031	2038	防災・減災
659	構造物の外乱や劣化による損傷時に深刻な被害を回避するための設計法・構造技術(「危機耐性」の確立)	1.13	2036	2037	防災・減災
559	適切な国土保全に資する山地・海岸線等の流砂系推定に基づく国土変化予測技術	1.10	2031	2038	国土利用・保全
668	強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術	1.07	2032	2032	防災・減災
648	踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	1.05	2030	2037	モビリティ
665	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者捜索技術	1.05	2030	2032	防災・減災
663	知能化された無限定環境(未知環境)での自律移動が可能な災害対応ロボット	1.05	2033	2036	防災・減災
557	破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術	1.04	2029	2033	国土利用・保全
581	既存建物における新築建物と同等の性能をもつ、資源循環、資源再利用、文化の継承、脱炭素のための改修・解体技術	1.04	2033	2034	建築
554	下水に含まれる貴重金属・有機物・肥料等の有用資源回収やエネルギー自立も含む、カーボンニュートラルに向けた下水道技術	1.00	2033	2037	国土利用・保全
556	予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	1.00	2029	2032	国土利用・保全
566	地震による被害推定結果を大きく変えうる地下水の水質および流動の観測・推定技術	1.00	2036	2035	国土利用・保全
674	大規模停電や通信途絶が発生した際、直前の通電・通信状況データから人的被害・建物被害を推定する技術	1.00	2028	2030	防災・減災

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-6-5に示した。本分野は、全細目が右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。中でも「防災・減災」細目は他の細目と比較して相対的に高い。

図表Ⅱ-6-5 「都市・建築・土木・交通」分野における細目別の重要度と国際優位性



## 6.5.2. 実現時期

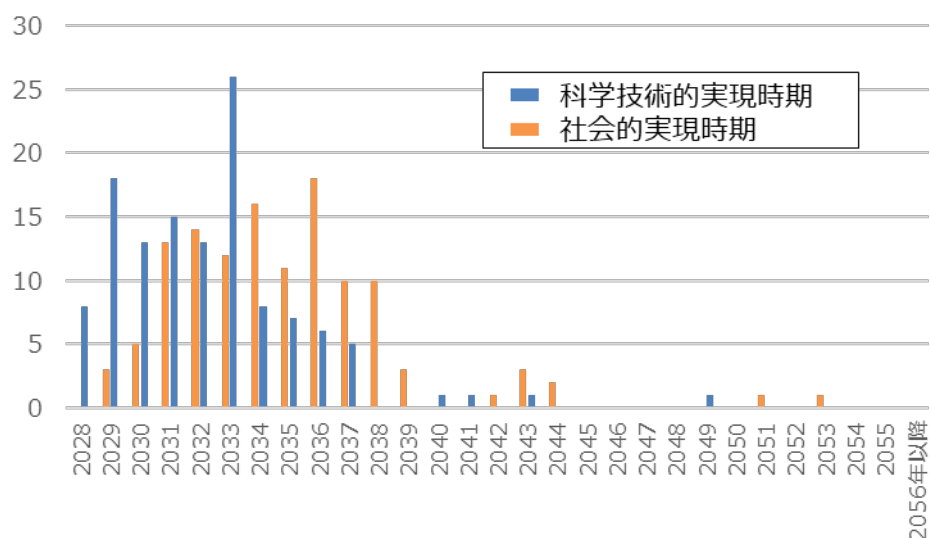
### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は2028年から2049年までの範囲に分布し、トピックの約88%が2035年、約97%が2037年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は2029年から2053年までの範囲に分布し、2035年までにトピックの約60%、2038

年までに約 91%が実現すると回答された（図表Ⅱ-6-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差が最も大きいトピックは「宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術」で 10 年であった（図表Ⅱ6-7）。

図表Ⅱ-6-6「都市・建築・土木・交通」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-6-7「都市・建築・土木・交通」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
591	宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	2043	2053	10	社会基盤
644	航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、 運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	2035	2044	9	モビリティ
599	複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止 水性材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処 分方法	2035	2043	8	社会基盤
621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環 境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造 素材	2035	2043	8	建設生産システム
632	都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモ ビリティの交通管理システム	2030	2038	8	交通・物流

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2028年が最も早く、これらの早いトピックは、細目では「建設生産システム」「モビリティ」「防災・減災」のトピックが多い（図表Ⅱ-6-8）。社会的実現時期は2029年が最も早く、建設生産システムや防災・減災に関するトピックが多い（図表Ⅱ-6-9）。

図表Ⅱ-6-8「都市・建築・土木・交通」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境（高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等）を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	2028	建設生産システム
618	3Dプリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法	2028	建設生産システム
623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	2028	建設生産システム
650	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム（鉄道版スマートグリッド）	2028	モビリティ
654	自動配送ロボットによるラストマイル物流、回収物流の完全無人化	2028	モビリティ
655	港湾地区における荷役、搬送作業の完全自動化	2028	モビリティ
671	転覆・衝突・座礁などの海難事故の発生を半減させるための危険予知・警告・回避システム	2028	防災・減災
674	大規模停電や通信途絶が発生した際、直前の通電・通信状況データから人的被害・建物被害を推定する技術	2028	防災・減災

図表Ⅱ-6-9「都市・建築・土木・交通」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
617	測量・調査から設計・施工、監督・検査、維持管理にわたる建設生産プロセス全体での、時系列を含めた4Dデータの自動蓄積および統合的活用を可能とするインフラデータプラットフォーム	2029	建設生産システム
656	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術	2029	防災・減災
670	災害発生時における需要に合わせた物資供給システム	2029	防災・減災

### ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2049 年が最も遅く、上位 2 件は宇宙利用に関するトピックであった（図表Ⅱ-6-10）。社会的実現時期は 2053 年が最も遅く、宇宙利用、次いで航空機に関するトピックであった（図表Ⅱ-6-11）。

図表Ⅱ-6-10 「都市・建築・土木・交通」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	2049	建築
591	宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	2043	社会基盤
565	重量物を上下させる位置エネルギーを利用した重力発電・蓄電施設	2041	国土利用・保全

図表Ⅱ-6-11 「都市・建築・土木・交通」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
591	宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	2053	社会基盤
578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	2051	建築
644	航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	2044	モビリティ
652	乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	2044	モビリティ

### ④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が 10%以上のトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して宇宙太陽光発電、ゼロカーボン旅客機、無人旅客機に関するトピックであった（図表Ⅱ-6-12）。「わからない」の回答割合が高いトピックは、科学技術的実現時期と社会的実現時期で共通して、経済活動を代替するメタバースに関するトピックであった（図表Ⅱ-6-13）。

図表Ⅱ-6-12 「都市・建築・土木・交通」分野の「実現しない」の回答割合が高い（10%以上）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
564	宇宙太陽光発電システム	0.50	19%	2040	国土利用・保全
661	流域面積数十～百平方キロメートルのダムの集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム	1.12	15%	2031	防災・減災
566	地震による被害推定結果を大きく変える地下水の水質および流動の観測・推定技術	0.93	13%	2036	国土利用・保全
578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	0.06	13%	2049	建築
645	陸地上空での超音速飛行を可能とする、衝撃波の地上への影響（ソニックブーム）を大幅に低減した超音速旅客機	0.86	13%	2033	モビリティ
651	水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中にCO2を排出しない旅客機	0.43	13%	2035	モビリティ
610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	-0.31	12%	2036	都市・環境
555	適切な国際的管理のための、非持続的にしか利用できない地下水（化石水）の全世界的な埋蔵量の推計	0.50	11%	2032	国土利用・保全

社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
564	宇宙太陽光発電システム	0.50	25%	2043	国土利用・保全
651	水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中にCO2を排出しない旅客機	0.43	21%	2039	モビリティ
644	航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	0.75	17%	2044	モビリティ

注）「実現しない」の回答割合 10%以上の 15 件のうち、上位 3 位のみ示した。

図表Ⅱ-6-13 「都市・建築・土木・交通」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	-0.31	<b>41%</b>	2036	都市・環境
583	オフィス、学校、劇場など居住者等から発生するCO2のDAC(直接空気回収技術)	0.67	<b>39%</b>	2033	建築
612	議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム	0.92	<b>39%</b>	2032	都市・環境

社会的実現時期

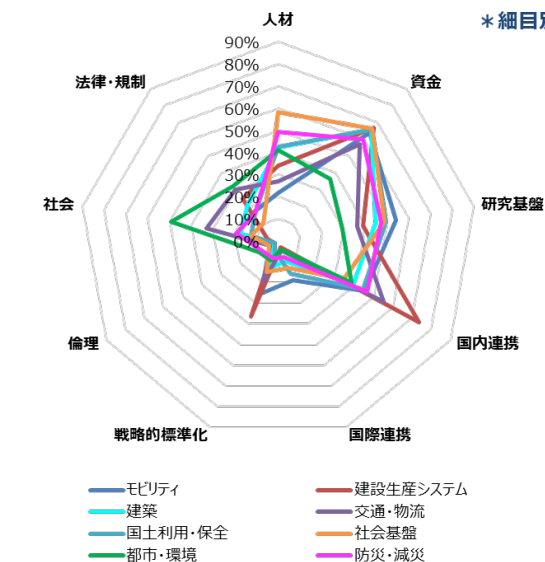
ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	0.79	<b>54%</b>	2036	都市・環境
610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	-0.31	<b>47%</b>	2034	都市・環境
568	国土利用・保全に関する各種施策のPDCAサイクルにOODAサイクルを組み込むための俯瞰的な観測・推定技術	0.64	<b>46%</b>	2036	国土利用・保全

### 6.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野で科学技術的実現では多くの細目において「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きいことが示された。一方、「都市・環境」では「社会」、「建設生産システム」では「国内連携」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示された（図表Ⅱ-6-14）。社会的実現では「建設生産システム」「モビリティ」は「事業化」・「標準化」、「都市・環境」は「社会受容」・「社会のあり方」の回答割合が大きいことが示された（図表Ⅱ-6-14）。

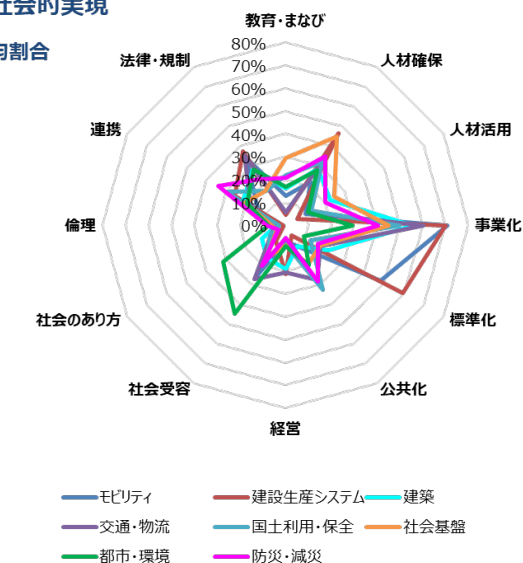
図表Ⅱ-6-14「都市・建築・土木・交通」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）

## 科学技術の実現



- ① 【人材】 専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大
- ② 【資金】 研究開発費の拡充などの資金・支援制度
- ③ 【研究基盤】 研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備
- ④ 【国内連携】 産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備
- ⑤ 【国際連携】 国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備
- ⑥ 【戦略的標準化】 国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化
- ⑦ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ⑧ 【社会】 社会受容・社会的合意の形成、共創
- ⑨ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

## 社会的実現



- ① 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革
- ② 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保
- ③ 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等
- ④ 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）
- ⑤ 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更
- ⑥ 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等
- ⑦ 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換
- ⑧ 【社会受容】 社会受容・合意形成
- ⑨ 【社会のあり方】 文化・価値観・ライフスタイルの見直し
- ⑩ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ⑪ 【連携】 分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等
- ⑫ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-6-15、図表Ⅱ-6-16に示した。



図表Ⅱ-6-15 「都市・建築・土木・交通」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点  
(各項目で上位3位)

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
567	土木・林業・農業・生態系保全など、異なる実務体系が絡む流域治水において、それぞれの施策の効果を俯瞰的に定量評価し、優先度を定める技術	81%	2033	国土利用・保全
588	マテリアルズインフォマティクスなどを活用した、高機能・高耐久・低環境負荷かつ安価なインフラ材料を利用した、社会基盤施設の建設・維持管理・更新	76%	2034	社会基盤
656	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術	74%	2029	防災・減災

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
569	係留索が不要な浮体式洋上風力発電技術	88%	2034	国土利用・保全
621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	88%	2035	建設生産システム
620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	82%	2033	建設生産システム
647	アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速360kmでの連続走行時に騒音の環境基準(住宅地で70dB(A)以下)を満たす技術	82%	2033	モビリティ
661	流域面積数十～百平方キロメートルのダムの集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム	82%	2031	防災・減災

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	88%	2035	建設生産システム
643	海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないクリーンシップ	85%	2033	モビリティ
660	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を12時間前に時間誤差±1時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	82%	2031	防災・減災

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

#### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	91%	2033	建設生産システム
571	道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	86%	2037	国土利用・保全
619	工場生産されたモジュールやBIM・CIMを基にした自律施工建機の性能、センサー配置、ロボット動線等に配慮した、無人化施工のための計画技術	83%	2031	建設生産システム

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

#### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
555	適切な国際的管理のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的な埋蔵量の推計	74%	2032	国土利用・保全
561	適切な発生源対策の実施に必要なとなる、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術	67%	2033	国土利用・保全
578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	63%	2049	建築
645	陸地上空での超音速飛行を可能とする、衝撃波の地上への影響(ソニックブーム)を大幅に低減した超音速旅客機	63%	2033	モビリティ

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

#### ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的 実現時期	細目
623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	78%	2028	建設生産システム
616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境(高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等)を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	56%	2028	建設生産システム
655	港湾地区における荷役、搬送作業の完全自動化	50%	2028	モビリティ

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的 実現時期	細目
611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	33%	2033	都市・環境
575	AI、IoT、ロボット活用等による、人の動きを察知、修正する高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善のための室内異常検知及び自律的改善技術	24%	2031	建築
665	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者搜索技術	24%	2030	防災・減災

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的 実現時期	細目
613	国内の過半数の都市域における「歩いて暮らせる都市」の実現	80%	2035	都市・環境
603	誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム	76%	2030	都市・環境
611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	75%	2033	都市・環境

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
571	道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	71%	2037	国土利用・保全
616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境(高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等)を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	67%	2028	建設生産システム
611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	58%	2033	都市・環境

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-6-16 「都市・建築・土木・交通」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
568	国土利用・保全に関する各種施策のPDCAサイクルにOODAサイクルを組み込むための俯瞰的な観測・推定技術	62%	2036	国土利用・保全
668	強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術	43%	2032	防災・減災
588	マテリアルズインフォマティクスなどを活用した、高機能・高耐久・低環境負荷かつ安価なインフラ材料を利用した、社会基盤施設の建設・維持管理・更新	42%	2038	社会基盤

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
618	3Dプリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法	67%	2033	建設生産システム
589	フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によりインフラをモニタリング、予測、制御する技術	62%	2033	社会基盤
612	議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム	56%	2033	都市・環境
661	流域面積数十～百平方キロメートルのダム集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム	56%	2035	防災・減災

- 【人材確保】スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	44%	2051	建築
660	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を12時間前に時間誤差±1時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	44%	2038	防災・減災
664	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	42%	2034	防災・減災

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

#### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
643	海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないクリーンシップ	90%	2038	モビリティ
621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	88%	2043	建設生産システム
627	省人化・ドライバー負担軽減のための、ダブル連結トラック・中継輸送の実現・普及に必要なシステム	87%	2030	交通・物流
652	乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	87%	2044	モビリティ

- 【事業化】経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

#### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	78%	2033	建設生産システム
643	海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないクリーンシップ	75%	2038	モビリティ
620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	73%	2034	建設生産システム

- 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

#### ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
670	災害発生時における需要に合わせた物資供給システム	62%	2029	防災・減災
570	エネルギーハーベスト技術を組み込んだ、橋梁、ダム、道路等のインフラにおける発電技術	59%	2034	国土利用・保全
559	適切な国土保全に資する山地・海岸線等の流砂系推定に基づく国土変化予測技術	58%	2038	国土利用・保全

- 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
636	輸送、在庫、販売情報等が共有され、全体最適化が図られたサプライチェーン	58%	2035	交通・物流
638	物流センターの完全無人化	45%	2036	交通・物流
583	オフィス、学校、劇場など居住者等から発生するCO2のDAC(直接空気回収技術)	39%	2034	建築
637	物資や倉庫、車両の空き情報等を可視化し、規格化された容器に詰められた貨物を、シェアしたネットワークで共同輸配送するフィジカルインターネット	39%	2035	交通・物流

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	75%	2036	都市・環境
667	個人が自助のために作成した避難タイムラインを全国集約し、ビッグデータ解析により国民の防災動向を踏まえたより良い対策を提案する技術	71%	2030	防災・減災
604	人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム	67%	2035	都市・環境
607	コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	67%	2034	都市・環境
648	踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	67%	2037	モビリティ

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現 時期	細目
613	国内の過半数の都市域における「歩いて暮らせる都市」の実現	78%	2039	都市・環境
606	集約型都市構造の実現に資する、成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術	53%	2035	都市・環境
610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	47%	2034	都市・環境

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現 時期	細目
665	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者捜索技術	29%	2032	防災・減災
601	行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム	22%	2033	都市・環境
599	複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止水性能材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処分方法	18%	2043	社会基盤
610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくとも循環する経済圏と仮想居住建築空間	18%	2034	都市・環境
630	レベル5の自動運転(場所の限定なくシステムが全てを操作する)	18%	2036	交通・物流

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現 時期	細目
622	DXやプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	55%	2033	建設生産システム
621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	50%	2043	建設生産システム
567	土木・林業・農業・生態系保全など、異なる実務体系が絡む流域治水において、それぞれの施策の効果を俯瞰的に定量評価し、優先度を決める技術	49%	2036	国土利用・保全
675	災害発生時に即時被害推定(人的被害・建物被害・停電・通信途絶・道路通行不可等)を行うとともに、断片的な被害報告による同化を随時行う災害動態シミュレーション技術	49%	2033	防災・減災

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
635	歩行者を含む、自動運転車両の普及とV2X(Vehicle to X)の整備による、信号機や横断歩道のない、歩車協調型スマート道路	63%	2038	交通・物流
654	自動配送ロボットによるラストマイル物流、回収物流の完全無人化	61%	2031	モビリティ
579	超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の構造・防火・耐久性・遮音技術	59%	2031	建築

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 6.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術の実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2028	616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境（高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等）を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	建設生産システム
	618	3D プリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法	建設生産システム
	623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	建設生産システム
	650	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム（鉄道版スマートグリッド）	モビリティ
	654	自動配送ロボットによるラストマイル物流、回収物流の完全無人化	モビリティ
	655	港湾地区における荷役、搬送作業の完全自動化	モビリティ
	671	転覆・衝突・座礁などの海難事故の発生を半減させるための危険予知・警告・回避システム	防災・減災
	674	大規模停電や通信途絶が発生した際、直前の通電・通信状況データから人的被害・建物被害を推定する技術	防災・減災
2029	556	予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	国土利用・保全
	557	破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術	国土利用・保全
	560	準天頂衛星を含む GNSS の測位データを利用し、国土の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	国土利用・保全
	579	超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の構造・防火・耐久性・遮音技術	建築
	582	生産施設建築の超短工期化、住宅のローコスト化、災害時の仮設建築の衛生環境向上等の実現が可能な、建築のモジュール化	建築
	590	移動車両や飛行体から広域的・効率的に土木構造物および地盤の構造状態や変異・異常を把握する技術	社会基盤
	597	AI やモニタリングにより建設・運用中の事故の兆候を検知し予防する技術	社会基盤
	609	水源種別によらず浄化できる分散型ローコスト水再生技術	都市・環境
	614	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術	建設生産システム
	617	測量・調査から設計・施工、監督・検査、維持管理にわたる建設生産プロセス全体での、時系列を含めた 4D データの自動蓄積および統合的活用を可能とするインフラデータプラットフォーム	建設生産システム



	627	省人化・ドライバー負担軽減のための、ダブル連結トラック・中継輸送の実現・普及に必要なシステム	交通・物流
	656	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術	防災・減災
	657	高層ビル・免震ビル等長周期構造物の地震動に対する応答予測及び応答制御	防災・減災
	662	宅地以外(道路、地下施設等)における液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、実行可能な対策技術の確立	防災・減災
	666	IoT 機器、ドローン、高所カメラ、人工衛星などの新技術を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測・情報共有システム	防災・減災
	667	個人が自助のために作成した避難タイムラインを全国集約し、ビッグデータ解析により国民の防災動向を踏まえたより良い対策を提案する技術	防災・減災
	670	災害発生時における需要に合わせた物資供給システム	防災・減災
	672	大規模災害の被災、復旧状況を迅速かつ正確に計測するセンサーと情報共有システム	防災・減災
2030	573	室内の健康阻害や感染症アウトブレイクを抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術	建築
	574	オフィスワーカーのウェルビーイングや健康快適性向上と業務効率化・働き方改革、省エネ化を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術	建築
	589	フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によりインフラをモニタリング、予測、制御する技術	社会基盤
	595	埋設管等のインフラ内を自律してモニタリングする、小型点検ロボット	社会基盤
	596	生成 AI、モデル化、シミュレーションを統合し、インフラの試設計や代替案を比較、評価する技術	社会基盤
	603	誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム	都市・環境
	615	設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じし、自律的に施工が可能な無人建設機械	建設生産システム
	624	高齢者や視覚障がい者、子ども、聴覚障がい者等が、安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム	交通・物流
	631	自動車のプローブデータや車両重量、気象等環境条件を自動計測し、道路インフラの劣化を精度よく予測するシステム	交通・物流
	632	都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモビリティの交通管理システム	交通・物流
	648	踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	モビリティ
	649	踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム(自動車との通信による踏切事故防止)	モビリティ
	665	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT 家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者搜索技術	防災・減災

2031	553	海域環境保全と両立する浮遊式構造物(交通、通信、生産、活動基地等)	国土利用・保全
	559	適切な国土保全に資する山地・海岸線等の流砂系推定に基づく国土変化予測技術	国土利用・保全
	563	耕作放棄地等をソーラーシェアリングにより利用した、燃料作物等の栽培技術	国土利用・保全
	575	AI、IoT、ロボット活用等による、人の動きを察知、修正する高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善のための室内異常検知及び自律的改善技術	建築
	594	都市構造や災害にフレキシブルに対応できるインフラ建設・拡張・撤去技術	社会基盤
	598	想定を超える越流水深・越流時間に対しても決壊しにくく、避難時間の確保や浸水面積の減少などにより被害を軽減する低コストで粘り強い堤防と、流域治水	社会基盤
	601	行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム	都市・環境
	619	工場生産されたモジュールや BIM・CIM を基にした自律施工建機の性能、センサー配置、ロボット動線等に配慮した、無人化施工のための計画技術	建設生産システム
	622	DX やプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	建設生産システム
	638	物流センターの完全無人化	交通・物流
	642	船舶の常時モニターにより、運航、構造、安全関連のビッグデータを活用した、船の性能・安全性評価技術(寿命予測や設計等へのフィードバックが可能)	モビリティ
	660	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を 12 時間前に時間誤差±1 時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	防災・減災
	661	流域面積数十～百平方キロメートルのダムの集水域における 6～8 月の総流入量を 4 月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム	防災・減災
	664	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	防災・減災
	675	災害発生時に即時被害推定(人的被害・建物被害・停電・通信途絶・道路通行不可等)を行うとともに、断片的な被害報告による同化を随時行う災害動態シミュレーション技術	防災・減災
2032	555	適切な国際的管理のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的な埋蔵量の推計	国土利用・保全
	572	鉄骨工事における、現場作業の省力化、組立解体を容易にする接着剤接合技術	建築
	585	3D プリンターで高い耐震性能や温熱性能を持った素材を生成し、歴史的建築物の保存や修復に使える技術	建築
	586	地震等の振動によって建物の構造部に蓄積されたダメージを計測する技術	建築
	608	高齢者、障がい者などあらゆる人の単独での行動を支援するモビリティとインフラストラクチャー	都市・環境

	612	議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム	都市・環境
	630	レベル 5 の自動運転(場所の限定なくシステムが全てを操作する)	交通・物流
	633	ロボット・ドローン等によるラストワンマイルの配送の省力化・自動化技術	交通・物流
	637	物資や倉庫、車両の空き情報等を可視化し、規格化された容器に詰められた貨物を、シェアしたネットワークで共同輸配送するフィジカルインターネット	交通・物流
	641	パブリックな駐車場、交差点での駐停車時に逐次充電する非接触充電インフラ技術及び安全性が向上した燃料用水素の貯蔵・供給設備技術等の低廉化技術	モビリティ
	653	機内持込荷物を持ったまま立ち止まることなく搭乗できる保安検査システム(ウオークスルー搭乗セキュリティシステム)	モビリティ
	668	強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術	防災・減災
	673	津波警報発令時に対象地域の歩行者と車(手動運転車と自動運転車)に対する最適な避難経路を計算し、スマートフォンなどを通じて即時に通知したうえで、信号制御やドローンによる誘導を行うことで、安全かつ迅速な避難を実現するシステム	防災・減災
2033	554	下水に含まれる貴重金属・有機物・肥料等の有用資源回収やエネルギー自立も含む、カーボンニュートラルに向けた下水道技術	国土利用・保全
	558	長期的かつ半永続的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術	国土利用・保全
	561	適切な発生源対策の実施に必要な、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術	国土利用・保全
	562	マイクロプラスチックを含む海洋ごみの洋上自動回収技術	国土利用・保全
	567	土木・林業・農業・生態系保全など、異なる実務体系が絡む流域治水において、それぞれの施策の効果を俯瞰的に定量評価し、優先度を定める技術	国土利用・保全
	568	国土利用・保全に関する各種施策の PDCA サイクルに OODA サイクルを組み込むための俯瞰的な観測・推定技術	国土利用・保全
	581	既存建物における新築建物と同等の性能をもつ、資源循環、資源再利用、文化の継承、脱炭素のための改修・解体技術	建築
	583	オフィス、学校、劇場など居住者等から発生する CO2 の DAC(直接空気回収技術)	建築
	584	生分解する素材でつくる建築、土木構築物	建築
	592	社会基盤施設建設時のカーボン削減、維持管理運用段階のカーボンマイナス、再生可能エネルギー施設の供用によりカーボンニュートラルを実現する技術	社会基盤
	602	電気、上下水道の広域的なインフラから独立したインフラフリーの自立型住宅地	都市・環境
	605	開発がもたらす環境への影響を効率的に評価し、公的な議論の俎上に載せられる環境アセスメント技術	都市・環境
	607	コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	都市・環境

	611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	都市・環境
	620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	建設生産システム
	625	超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム	交通・物流
	626	都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム	交通・物流
	628	非常時（災害・故障による一部不通など）における都市の人と物の円滑な移動を確保するための、数十万人規模のモビリティマネジメントシステム	交通・物流
	636	輸送、在庫、販売情報等が共有され、全体最適化が図られたサプライチェーン	交通・物流
	639	家庭、オフィス等への、商品自動補充システム（在庫情報等を管理し自動補充する）	交通・物流
	643	海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないクリーンシップ	モビリティ
	645	陸地上空での超音速飛行を可能とする、衝撃波の地上への影響（ソニックブーム）を大幅に低減した超音速旅客機	モビリティ
	646	運転士・パイロットの生体情報や操作を非接触でモニタリングすることで、誤った操作を行った場合はエラーの修正を促すことで事故を未然に防ぐシステム	モビリティ
	647	アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速 360km での連続走行時に騒音の環境基準（住宅地で 70dB(A)以下）を満たす技術	モビリティ
	658	アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物	防災・減災
	663	知能化された無限定環境（未知環境）での自律移動が可能な災害対応ロボット	防災・減災
2034	569	係留索が不要な浮体式洋上風力発電技術	国土利用・保全
	576	日常時環境省エネ性、非常時避難容易性、経年時可変更新性を向上する、建築とモビリティと ICT・AI の新しい統合技術	建築
	577	建設系リサイクル材料の生産効率や回収再生の仕組みを高度化するための、建材の再資源化プロセス技術	建築
	587	量子コンピュータ等を活用した、インフラ耐久性および災害耐性に関する大規模で複雑な問題の解析技術	社会基盤
	588	マテリアルズインフォマティクスなどを活用した、高機能・高耐久・低環境負荷かつ安価なインフラ材料を利用した、社会基盤施設の建設・維持管理・更新	社会基盤
	600	ネイチャーポジティブに寄与する、グリーンインフラの包括的・効率的な整備・維持管理・評価技術	都市・環境
	604	人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム	都市・環境

	634	車・自転車・歩行者などの移動体のリアルタイム位置情報を格納したダイナミックマップを用い、合流などの交通コンフリクトの円滑な調整、最適な経路誘導、時間や場所に応じた道路利用料金徴収を行うシステム	交通・物流
2035	593	既存部材の外力・環境作用履歴を把握し、新部材と組み合わせ、部材・構造レベルのリユースを最適化する技術	社会基盤
	599	複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止水性能材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処分方法	社会基盤
	606	集約型都市構造の実現に資する、成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術	都市・環境
	613	国内の過半数の都市域における「歩いて暮らせる都市」の実現	都市・環境
	621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	建設生産システム
	644	航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	モビリティ
	651	水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中にCO2を排出しない旅客機	モビリティ
2036	566	地震による被害推定結果を大きく変えうる地下水の水質および流動の観測・推定技術	国土利用・保全
	610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	都市・環境
	629	特定条件下においてシステムが全ての運転操作を行う移動サービス	交通・物流
	635	歩行者を含む、自動運転車両の普及とV2X(Vehicle to X)の整備による、信号機や横断歩道のない、歩車協調型スマート道路	交通・物流
	640	専用の地下トンネル・自動コンテナによる輸送等、新たな幹線物流システム	交通・物流
	659	構造物の外乱や劣化による損傷時に深刻な被害を回避するための設計法・構造技術(「危機耐性」の確立)	防災・減災
2037	570	エネルギーハーベスト技術を組み込んだ、橋梁、ダム、道路等のインフラにおける発電技術	国土利用・保全
	571	道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	国土利用・保全
	580	インフラフリーなど外部環境に依存しないZEB(ゼブ:ネットゼロ・エネルギー・ビル)実現技術	建築
	652	乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	モビリティ
	669	地下空間を含め、街区レベルで免震構造にする人工地盤構築技術	防災・減災
2040	564	宇宙太陽光発電システム	国土利用・保全
2041	565	重量物を上下させる位置エネルギーを利用した重力発電・蓄電施設	国土利用・保全
2043	591	宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	社会基盤
2049	578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	建築

(2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2029	617	測量・調査から設計・施工、監督・検査、維持管理にわたる建設生産プロセス全体での、時系列を含めた 4D データの自動蓄積および統合的活用を可能とするインフラデータプラットフォーム	建設生産システム
	656	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術	防災・減災
	670	災害発生時における需要に合わせた物資供給システム	防災・減災
2030	596	生成 AI、モデル化、シミュレーションを統合し、インフラの試設計や代替案を比較、評価する技術	社会基盤
	627	省人化・ドライバー負担軽減のための、ダブル連結トラック・中継輸送の実現・普及に必要なシステム	交通・物流
	667	個人が自助のために作成した避難タイムラインを全国集約し、ビッグデータ解析により国民の防災動向を踏まえたより良い対策を提案する技術	防災・減災
	671	転覆・衝突・座礁などの海難事故の発生を半減させるための危険予知・警告・回避システム	防災・減災
	674	大規模停電や通信途絶が発生した際、直前の通電・通信状況データから人的被害・建物被害を推定する技術	防災・減災
2031	555	適切な国際的管理のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的な埋蔵量の推計	国土利用・保全
	560	準天頂衛星を含む GNSS の測位データを利用し、国土の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	国土利用・保全
	574	オフィスワーカーのウェルビーイングや健康快適性向上と業務効率化・働き方改革、省エネ化を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術	建築
	575	AI、IoT、ロボット活用等による、人の動きを察知、修正する高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善のための室内異常検知及び自律的改善技術	建築
	579	超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の構造・防火・耐久性・遮音技術	建築
	590	移動車両や飛行体から広域的・効率的に土木構造物および地盤の構造状態や変異・異常を把握する技術	社会基盤
	609	水源種別によらず浄化できる分散型ローコスト水再生技術	都市・環境
	614	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術	建設生産システム
	616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境(高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等)を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	建設生産システム
	654	自動配送ロボットによるラストマイル物流、回収物流の完全無人化	モビリティ
	662	宅地以外(道路、地下施設等)における液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、実行可能な対策技術の確立	防災・減災
	666	IoT 機器、ドローン、高所カメラ、人工衛星などの新技術を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測・情報共有システム	防災・減災

	673	津波警報発令時に対象地域の歩行者と車(手動運転車と自動運転車)に対する最適な避難経路を計算し、スマートフォンなどを通じて即時に通知したうえで、信号制御やドローンによる誘導を行うことで、安全かつ迅速な避難を実現するシステム	防災・減災
2032	556	予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	国土利用・保全
	572	鉄骨工事における、現場作業の省力化、組立解体を容易にする接着剤接合技術	建築
	573	室内の健康阻害や感染症アウトブレイクを抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術	建築
	585	3D プリンターで高い耐震性能や温熱性能を持った素材を生成し、歴史的建築物の保存や修復に使える技術	建築
	586	地震等の振動によって建物の構造部に蓄積されたダメージを計測する技術	建築
	594	都市構造や災害にフレキシブルに対応できるインフラ建設・拡張・撤去技術	社会基盤
	595	埋設管等のインフラ内を自律してモニタリングする、小型点検ロボット	社会基盤
	597	AI やモニタリングにより建設・運用中の事故の兆候を検知し予防する技術	社会基盤
	598	想定を超える越流水深・越流時間に対しても決壊しにくく、避難時間の確保や浸水面積の減少などにより被害を軽減する低コストで粘り強い堤防と、流域治水	社会基盤
	650	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム(鉄道版スマートグリッド)	モビリティ
	655	港湾地区における荷役、搬送作業の完全自動化	モビリティ
	657	高層ビル・免震ビル等長周期構造物の地震動に対する応答予測及び応答制御	防災・減災
	665	各種社会観測データ(携帯通信ログ、IoT 家電ログ等)をリアルタイムで統合活用した災害時行方不明者搜索技術	防災・減災
	668	強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術	防災・減災
2033	557	破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術	国土利用・保全
	589	フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によりインフラをモニタリング、予測、制御する技術	社会基盤
	601	行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム	都市・環境
	612	議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム	都市・環境
	618	3D プリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法	建設生産システム
	622	DX やプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	建設生産システム
	623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	建設生産システム
	624	高齢者や視覚障がい者、子ども、聴覚障がい者等が、安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム	交通・物流

	628	非常時(災害・故障による一部不通など)における都市の人と物の円滑な移動を確保するための、数十万人規模のモビリティマネジメントシステム	交通・物流
	631	自動車のプローブデータや車両重量、気象等環境条件を自動計測し、道路インフラの劣化を精度よく予測するシステム	交通・物流
	672	大規模災害の被災、復旧状況を迅速かつ正確に計測するセンサーと情報共有システム	防災・減災
	675	災害発生時に即時被害推定(人的被害・建物被害・停電・通信途絶・道路通行不可等)を行うとともに、断片的な被害報告による同化を随時行う災害動態シミュレーション技術	防災・減災
2034	562	マイクロプラスチックを含む海洋ごみの洋上自動回収技術	国土利用・保全
	563	耕作放棄地等をソーラーシェアリングにより利用した、燃料作物等の栽培技術	国土利用・保全
	565	重量物を上下させる位置エネルギーを利用した重力発電・蓄電施設	国土利用・保全
	570	エネルギーハーベスト技術を組み込んだ、橋梁、ダム、道路等のインフラにおける発電技術	国土利用・保全
	581	既存建物における新築建物と同等の性能をもつ、資源循環、資源再利用、文化の継承、脱炭素のための改修・解体技術	建築
	582	生産施設建築の超短工期化、住宅のローコスト化、災害時の仮設建築の衛生環境向上等の実現が可能な、建築のモジュール化	建築
	583	オフィス、学校、劇場など居住者等から発生するCO2のDAC(直接空気回収技術)	建築
	592	社会基盤施設建設時のカーボン削減、維持管理運用段階のカーボンマイナス、再生可能エネルギー施設の供用によりカーボンニュートラルを実現する技術	社会基盤
	602	電気、上下水道の広域的なインフラから独立したインフラフリーの自立型住宅地	都市・環境
	607	コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	都市・環境
	610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動なくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	都市・環境
	620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	建設生産システム
	629	特定条件下においてシステムが全ての運転操作を行う移動サービス	交通・物流
	633	ロボット・ドローン等によるラストワンマイルの配送の省力化・自動化技術	交通・物流
	642	船舶の常時モニターにより、運航、構造、安全関連のビッグデータを活用した、船の性能・安全性評価技術(寿命予測や設計等へのフィードバックが可能)	モビリティ
	664	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	防災・減災
2035	558	長期的かつ半永続的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術	国土利用・保全
	566	地震による被害推定結果を大きく変えうる地下水の水質および流動の観測・推定技術	国土利用・保全
	603	誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム	都市・環境



	604	人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム	都市・環境
	606	集約型都市構造の実現に資する、成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術	都市・環境
	615	設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じし、自律的に施工が可能な無人建設機械	建設生産システム
	625	超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム	交通・物流
	636	輸送、在庫、販売情報等が共有され、全体最適化が図られたサプライチェーン	交通・物流
	637	物資や倉庫、車両の空き情報等を可視化し、規格化された容器に詰められた貨物を、シェアしたネットワークで共同輸配送するフィジカルインターネット	交通・物流
	658	アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物	防災・減災
	661	流域面積数十～百平方キロメートルのダムの集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム	防災・減災
2036	553	海域環境保全と両立する浮遊式構造物(交通、通信、生産、活動基地等)	国土利用・保全
	561	適切な発生源対策の実施に必要な、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術	国土利用・保全
	567	土木・林業・農業・生態系保全など、異なる実務体系が絡む流域治水において、それぞれの施策の効果を俯瞰的に定量評価し、優先度を定める技術	国土利用・保全
	568	国土利用・保全に関する各種施策のPDCAサイクルにOODAサイクルを組み込むための俯瞰的な観測・推定技術	国土利用・保全
	571	道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	国土利用・保全
	577	建設系リサイクル材料の生産効率や回収再生の仕組みを高度化するための、建材の再資源化プロセス技術	建築
	580	インフラフリーなど外部環境に依存しないZEB(ゼブ:ネットゼロ・エネルギー・ビル)実現技術	建築
	584	生分解する素材でつくる建築、土木構築物	建築
	587	量子コンピュータ等を活用した、インフラ耐久性および災害耐性に関する大規模で複雑な問題の解析技術	社会基盤
	600	ネイチャーポジティブに寄与する、グリーンインフラの包括的・効率的な整備・維持管理・評価技術	都市・環境
	605	開発がもたらす環境への影響を効率的に評価し、公的な議論の俎上に載せられる環境アセスメント技術	都市・環境
	608	高齢者、障がい者などあらゆる人の単独での行動を支援するモビリティとインフラストラクチャー	都市・環境
	611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	都市・環境
	630	レベル5の自動運転(場所の限定なくシステムが全てを操作する)	交通・物流

	634	車・自転車・歩行者などの移動体のリアルタイム位置情報を格納したダイナミックマップを用い、合流などの交通コンフリクトの円滑な調整、最適な経路誘導、時間や場所に応じた道路利用料金徴収を行うシステム	交通・物流
	638	物流センターの完全無人化	交通・物流
	639	家庭、オフィス等への、商品自動補充システム(在庫情報等を管理し自動補充する)	交通・物流
	663	知能化された無限定環境(未知環境)での自律移動が可能な災害対応ロボット	防災・減災
2037	554	下水に含まれる貴重金属・有機物・肥料等の有用資源回収やエネルギー自立も含む、カーボンニュートラルに向けた下水道技術	国土利用・保全
	569	係留索が不要な浮体式洋上風力発電技術	国土利用・保全
	593	既存部材の外力・環境作用履歴を把握し、新部材と組み合わせ、部材・構造レベルのリユースを最適化する技術	社会基盤
	619	工場生産されたモジュールや BIM・CIM を基にした自律施工建機の性能、センサー配置、ロボット動線等に配慮した、無人化施工のための計画技術	建設生産システム
	626	都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム	交通・物流
	641	パブリックな駐車場、交差点での駐停車時に逐次充電する非接触充電インフラ技術及び安全性が向上した燃料用水素の貯蔵・供給設備技術等の低廉化技術	モビリティ
	646	運転士・パイロットの生体情報や操作を非接触でモニタリングすることで、誤った操作を行った場合はエラーの修正を促すことで事故を未然に防ぐシステム	モビリティ
	648	踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転	モビリティ
	649	踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム(自動車との通信による踏切事故防止)	モビリティ
	659	構造物の外乱や劣化による損傷時に深刻な被害を回避するための設計法・構造技術(「危機耐性」の確立)	防災・減災
2038	559	適切な国土保全に資する山地・海岸線等の流砂系推定に基づく国土変化予測技術	国土利用・保全
	576	日常時環境省エネ性、非常時避難容易性、経年時可変更新性を向上する、建築とモビリティと ICT・AI の新しい統合技術	建築
	588	マテリアルズインフォマティクスなどを活用した、高機能・高耐久・低環境負荷かつ安価なインフラ材料を利用した、社会基盤施設の建設・維持管理・更新	社会基盤
	632	都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモビリティの交通管理システム	交通・物流
	635	歩行者を含む、自動運転車両の普及と V2X (Vehicle to X) の整備による、信号機や横断歩道のない、歩車協調型スマート道路	交通・物流
	643	海上輸送システムにおいて、極限まで CO2 を排出しないクリーンシップ	モビリティ

	647	アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速 360km での連続走行時に騒音の環境基準(住宅地で 70dB(A)以下)を満たす技術	モビリティ
	653	機内持込荷物を持ったまま立ち止まることなく搭乗できる保安検査システム(ウオークスルー搭乗セキュリティシステム)	モビリティ
	660	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を 12 時間前に時間誤差±1 時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム	防災・減災
	669	地下空間を含め、街区レベルで免震構造にする人工地盤構築技術	防災・減災
2039	613	国内の過半数の都市域における「歩いて暮らせる都市」の実現	都市・環境
	645	陸地上空での超音速飛行を可能とする、衝撃波の地上への影響(ソニックブーム)を大幅に低減した超音速旅客機	モビリティ
	651	水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中に CO2 を排出しない旅客機	モビリティ
2042	640	専用の地下トンネル・自動コンテナによる輸送等、新たな幹線物流システム	交通・物流
2043	564	宇宙太陽光発電システム	国土利用・保全
	599	複雑な応力・熱・水・化学環境条件下における超長期止水性能材料の開発による、放射性廃棄物の地中最終処分方法	社会基盤
	621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	建設生産システム
2044	644	航空機と航空管制の双方の高精度運航システムにより、運航を完全に自動化したパイロットが乗務しない旅客機	モビリティ
	652	乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	モビリティ
2051	578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	建築
2053	591	宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術	社会基盤

## 7. 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野

### 7.1 総論

#### (1) 細目の構成

本分野は、基礎科学から広範囲な科学技術や社会の発展広範囲な科学技術・社会発展・イノベーションに繋がる科学基盤に関わる 9 細目、112 トピックを含む。本分野は、以下の 3 つのクラスタに分類することができる。

##### I. 細目「宇宙」、「加速器、素粒子・原子核」:

人類の知的好奇心に基づいて自然界の基本原理を探索するために、多岐にわたる先端的技术開発が求められる領域であり、定説の確立までに長時間を要すると予想される根源的な謎に取り組むトピックを含む。

##### II. 細目「海洋」、「地球」、「観測・予測」:

複雑な系を研究対象とする基礎科学に関するトピックから、喫緊の課題である持続可能な開発目標（SDGs）に関わる地球環境の維持や防災・減災に関わる技術開発・予測に係るトピックを含む。

##### III. 細目「計算・数理・情報科学」、「量子ビーム：放射光」、「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等」、「光・量子技術」:

他分野との相互関連性が高く、科学全般の研究基盤プラットフォームを形成し、最近の発展が目覚ましい情報科学・量子科学技術等、基礎科学からイノベーションに関わるトピックを含む。

#### (2) 本分野の今後の方向性

##### ① 調査結果の総括

重要度の高いトピックは細目「観測・予測」、「地球」に多く、これらの細目に関する国際優位性も高い。最近特に顕著になってきた気候変動や日本で多発する地震に対する関心の高さが重要度の高さに反映していると考えられる。科学技術的実現時期は 5～15 年後の 2030～2040 年というトピックが本分野全体の 8 割を占める。社会的実現時期は、科学技術的実現時期のその約 5 年後の 2035～2045 年という傾向があるであった。このことから、社会的実現に比べて科学技術的実現に対するハードル難度が高いという予測傾向が見て取れる。細目「加速器、素粒子・原子核」の量子重力理論やダークエネルギーに関するトピックは、科学技術的実現時期は 2054 年以降との予測結果であった。

科学技術の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点に関しては、本分野全体において、「人材」、「資金」、「研究基盤」の項目が顕著に高い。それに続いて、細目「海洋」「光・量子技術」「量子ビーム：放射光」では「国内連携」に対して、細目「宇宙」「加速器、素粒子・原子核」「観測・予測」では「国際連携」に対して必要性が高い。国際優位性の高いトピックは、細目「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等」に特に多い。J-PARC の存在と加えて、海外に類似の研究施設が少ないことがその要因と考えられる。社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点に関しては、本分野全体において、「教育・まなび」「人材確保」「人材活用」「事業化」が高い。細目「計算・数理・情報科学」「宇宙」では、「教育・まなび」が高く、当該細目における社会的な啓蒙の必要性を示唆している。

## ②今後の方向性〈分野全般に共通する推進方策等〉

本分野は、基礎科学から広範囲な科学技術や社会の発展、更には、イノベーションをもたらす基盤的な科学技術に関わる分野であり、国際的な競争力・先端性が求められるため、持続的・長期的な視点で振興すべき分野である。今回の調査結果においても、科学技術的・社会的実現に向けて対処すべき点において、「人材」、「資金」、「研究基盤」に対する必要性が極めて高い。特に「人材」に対する必要性が高く、そのための施策が必要である。

(雨宮慶幸)

## 7.2 各論（細目概要）

### ①宇宙

#### i) 概要

月、惑星探査による知見の獲得、並びに人類の活動領域の拡大が活発となってきた。特に月探査は、世界各国が参加しているアルテミス計画が進行中で、日本においても月探査関連の動きが活発化している。衛星コンステレーションによる各種サービスも発展しており、それを低コストで支える再使用型ロケットの開発・実運用が進められている。本細目のトピックとして、月・惑星探査に係る技術、有人拠点構築に向けた技術、再使用型輸送システム技術等を取り上げた。宇宙科学は、宇宙の様々なスケール毎にそれぞれの進化の全貌を理解することを目指した研究分野であり、個々の天体現象の解明と物理法則を統合した総合科学である。本細目ではそれぞれのテーマに関する「定説の確立」「仮説の検証」をトピックとして取り上げた。また、人々の安全・安心を守る技術として、人工衛星等による地上および宇宙状況の24時間監視技術、高精度測位技術等を取り上げている。

## ii) 社会的意義

人類の活動領域の拡大や宇宙空間からの地球の諸課題の解決が本格的に進展し、経済・社会の変革がもたらされつつある。宇宙関連産業の市場規模も急速に拡大し、各国ともに官主導の宇宙開発から官民連携による宇宙開発への移行が盛んである。日本でも 2024 年度に「宇宙戦略基金」が新設され、スタートアップをはじめとする民間企業や大学等が大胆に技術開発に取り組める体制が整えられ、今後、民間主体の事業が活発化することが期待されている。加えて、「宇宙」は他の基礎科学と同様、好奇心の追求という人類の弛まざる営みを先導する役割を担っており、「未来への投資」「新たな視点の提供」といった、より広い意味での社会への貢献が認められる。

## iii) 今後の展望

実社会に直接貢献する、地上及び宇宙状況の 24 時間監視技術、高精度測位技術は重要度が高く、その実現見込みも比較的早いと評価されている。「観測・予測」分野における人工衛星の活用も同様の評価であり、これらについては技術の改良と継続が重要である。宇宙活動を支える再使用型輸送システム技術や軌道上サービス技術については、重要度は高いが国際優位性が低いと評価されている。2024 年から新型の H3 ロケットの運用が始まったところであり、今後、再使用技術の獲得・実用化に向けた取り組みが望まれる。月・惑星探査および有人拠点構築関連の技術は、上記に比べると重要度は低めで、実現見込みも先と評価されている。スペースコロニーと太陽光発電衛星に関しては、実現時期はかなり先との評価である。宇宙科学における「定説の確立」「仮説の検証」は実現時期が 2030 年代後半と評価されておりその成果に期待したい。本細目は全般的に国際優位性が低いとの評価であり、今後も総合的な取り組みが必須である。上述の「宇宙戦略基金」等の活用による我が国の宇宙産業の発展・活性化に期待したい。

(鈴木裕介)

## ②海洋

### i) 概要

海洋は、科学的な探求の場であるとともに、我々の生存に不可欠な様々な役割を担っている。気候変動を始めとする人類の活動が地球環境を変化させる限界指標である 9 つの地球境界 (Nine planetary boundaries) の項目の多くは海洋に関わっている。海中・海底資源開発、

洋上風力発電関連調査点検や海洋セキュリティといった、経済・社会的な新たな取り組みの場でもあり、多様な生命が育まれる場でもある。積極的な海洋の調査、理解、予測、利用は重要課題であるが、海洋、とくに深海や極域という極限環境は、人類の容易な立ち入りを拒む。人類が海洋を知り、海から受ける恵みの将来を見通し、持続的な発展が可能な海洋利用を図るうえで、知識ギャップのある極限環境調査、海洋資源の持続的な利用、人類活動の環境影響の緩和を目指す技術開発と、海洋の物理・化学・生物・地学に関する研究の推進が求められている。

## ii) 社会的意義

海洋の物理・化学・生物・地学の理解が深まり、海洋の機能の解明が飛躍的に進むと、温暖化対策や生態系保全など地球規模課題に関する国際的な合意形成過程で、科学的な根拠の曖昧さをより排した議論が可能になる。また、環境負荷を抑えた生物・鉱物資源の持続的な利用と海洋インフラストラクチャーの構築、9つの地球境界の調査と対策を行うための科学技術基盤が構築されるとともに、そのための政策の立案・実施が進むことが期待される。

## iii) 今後の展望

海洋の資源（漁業資源、海底鉱物資源）確保と環境モニタリング、それらのための海洋調査システム（無人自動観測、高精度観測、情報通信）について高い重要度が認められた。これらのうち最も重要度が高いとされるのは資源である。気候変動（海洋酸性化、海中CO<sub>2</sub>処理）関連も高い重要度を有しているが、前者より若干重要度が落ちる傾向がある。知的好奇心に関わる設問では重要度は低下するが、教育的見地からは他項目に比較し圧倒的に高い評価を得た。今回調査した課題に関する科学技術の実現は2029～2037年（知的好奇心の設問を除く）と広いが、調査システム系は2033年以前となっており、昨今の技術革新速度と期待度の高さを示していると思われる。社会的な実現は2037年±4年となった。いずれの課題についても、科学技術的・社会的実現に向けた政策手段としては研究開発費の拡充が優先的に求められるとしており、人材の育成・確保と研究基盤の整備がそれに続いている。

また、社会的な対処としての人材の活用と確保が全般的に高い。通信・ロボット・CO<sub>2</sub>回収に対しては7割が事業化の必要性を上げている。海洋資源確保、気候変動関連調査、それらのための調査・評価システム開発の重要性が推された。また共通項目として人材の育成・確保が重要であるとされた。少子高齢化が進むわが国では、海洋に関わる科学技術をより強力に推進するための人材確保が必須であり、これまで以上に、この分野の重要性と魅力を伝えることが課題となる。

### ③地球

#### i) 概要

我が国は、地球の営みである地震、津波、噴火、地すべり等の自然現象による自然災害と対峙している。近い将来に発生が懸念されている南海トラフ地震や首都直下の地震等による経済活動の長期低迷等の国難に備え乗り越えられる社会を実現するためには、この分野の発展と我が国の基本施策への反映が必要不可欠である。本細目は人びとが暮らす馴染みのある地球に対し、前回調査を踏襲して、地震、火山の観測や予測に関すること、大深度掘削や地球深部に関する技術等のトピックとして設定し、火山の評価及び津波観測に関するトピックを新たに加えた。

#### ii) 社会的意義

地震や噴火の発生予測は長期にわたって継続的に取り組まれてきた。現在、科学技術・学術審議会より「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）の推進について」が建議され、計画が実施されている。また、地震調査研究推進本部においては「地震調査研究の推進について－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）－」が策定された一方、火山調査研究推進本部が新設されたことで火山に関する観測、測量、調査及び研究の推進も図られている。本細目は、災害の予測力・予防力・対応力の強化によって社会に役立つこと、また、我が国の基本施策の策定における科学的根拠としての貢献及び災害の軽減に資することが期待される。地球深部には、人類未踏のフィールドが残されているが、高温・高圧下の深度掘削・計測技術の発展により未開拓の地下資源の活用が見込まれる。

#### iii) 今後の展望

本細目は重要度と国際優位性が高い傾向がみられ、災害軽減が背景にある。とくに大規模地震の発生予測や内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術に関して重要度、国際優位性が高かったが、科学的実現時期や社会的実現時期は2046年以降、また実現しないとの回答比率も高かった。依然として我が国の重要なトピックであるが、実現に向けては難易度の高い挑戦的技術課題と推測される。また、火山活動評価に基づくリスク評価、面的な津波定常観測の重要度も高く、とくに前者は、人材の育成・確保、活用が必要であると強く認識されて



おり、海底での測地測量技術は研究開発費の拡充が必要との認識であった。これらは災害軽減に資する課題であり、国民からの大きな期待がうかがえる。スロー地震学の進歩に加え、人工知能（AI）や海域や火山の新たな観測データ等との融合により、着実な進展が望まれるとともに、革新的科学技術のブレークスルーが待たれる。科学技術の実現及び社会的実現に向けた我が国が対処すべき点としては、人材、資金、研究基盤が必要とされており、とくに社会的実現に向けては、広域応力場測定や年代測定において、人材活用が必要とされているほか、前者は連携も必要と強く認識されており、積極的な対応が望まれる。

（三好崇之）

#### ④観測・予測

##### i) 概要

近年の世界的な異常気象による災害の発生により、地球環境の維持、及び防災・減災は喫緊の課題として注目されている。課題解決に向けた政策を進めるうえで、その科学的根拠となる地球観測技術、データに基づく予測技術がさらに重要性を増している。本細目では、前回の調査時と同様に、人工衛星等による様々な地球観測技術、環境課題と災害の緩和を可能とするための予測技術をトピックに設定すると共に、新たに宇宙天気予報技術、小惑星の衝突から地球を守るための技術を項目に加えた。

##### ii) 社会的意義

本細目に含まれる地球観測技術は、地球温暖化をはじめとする気候変動やそれにもなう地球環境変化・変動の探知やメカニズム解明などの科学的な貢献のみならず、異常気象や災害予測の精度の向上につながることから、防災・減災にも貢献することが期待される。また、得られた知見を速やかにかつ積極的に発信していくことにより、国際政策や我が国の基本的施策の策定に際して求められる科学的根拠として活用されることが期待される。

##### iii) 今後の展望

近年の世界各地における異常気象による災害の増加を踏まえ、人工衛星等による全球規模での高精度・リアルタイム観測、それを用いた局地豪雨などの気象変動及び災害をリアルタイムで予測する技術の重要度が高いと評価され、「富岳」などスーパーコンピュータを保有していることから国際優位性も高いと評価されている。また、社会インフラ（人工衛星、航空機、地上の電子機器）への影響を監視する宇宙天気予報技術も重要度が高いものと評価

されており、人々の暮らしを守り、安全・安心を提供する技術の重要性が再認識される。このためには、定期的な人工衛星等の打上げが必要であり、その実現には事業環境整備などの政策手段が重要である。一方、植生環境監視、海況監視、高精度海面高度観測などは、上記に比べ重要度・国際優位性ともに低い傾向にある。小惑星衝突から地球を守る技術については現時点での重要性は低いという評価となっている。重要度の高い項目に関して、実現時期は 2030 年代初頭から 2030 年代中期と予想され、社会実装までの期間も短いと評価されている。人工衛星等による地球観測と観測データに基づく予測は、人々の安全・安心な暮らしに直結する技術であり、今後ますます社会的要請が強くなるものと考えられる。実現に向け対処すべき点として、「人材育成・確保」、「資金／事業化」、「研究基盤」の三大手段がともに必要と認識されており、積極的な対応が望まれる。

(鈴木裕介、吉田 弘、三好崇之)

## ⑤計算・数理・情報科学

### i) 概要

計算と通信 (ICT) の持続的な性能向上・コスト低下が続く中、それまでは計算機とは縁の薄かった分野や課題で計算通信の活用が中心となる動きが急速に拡大し、われわれの社会の変革をも加速し続けている。この成長を持続・加速するべく、計算機・通信ネットワークのさらなる高性能化を目指した研究開発も拡大し、またこれらを支える数理・情報などの学問諸分野も同様である。一方、社会・経済制度の整備は後手に回っており、ICT システムの健全な高度化の足かせともなっている。また倫理・人道上の問題も先鋭化し、幅広い関係分野での人材育成が必要である。

### ii) 社会的意義

あらゆる技術がそうであるように、ICT の成長をどう生かすかは使い方次第であることはいうまでもない。蒸気機関に始まる動力機関の発展がもたらした歴史はその最たるものであるが、ICT の成長は動力機関の比ではないため、これまでとは比べ物にならないほどの短期間に極めて慎重な判断を下さざるを得ない。個々人の幸福を増進する使い方に異論は少なからうが、「不幸は人それぞれだが幸福は皆同じ」という言葉さえあった過去と比して現在では幸福すら多様化の様相を示し、プライバシーと公益との問題ひとつとっても社会的合意の形成は容易ではないことが多い。一方、ICT の活用を無視することはできず、課題は積み残しつつも立ち止まることはできなくなっている。

### iii) 今後の展望

ICT の社会への浸透で後れを取っている日本であるが、ICT システムの高度化に寄与する基礎技術・要素技術でも遅れが目立ってきた。極端紫外線リソグラフィによる高精細集積回路技術や人工知能技術に特化した処理装置の開発などでは最先端から脱落して久しく、量子コンピュータ分野の開発投資・産業化活動でも見劣りしつつある。スーパーコンピュータ「富岳」の成功は光明ではあったが、既に5年が経過しており、次世代への迅速な投資が欠かせない。当然ながら ICT システムとその使われ方とは両輪で、使われ方自体が急速に変化し発展してゆくため、世界を先導する先進的な活用法を日本から実現し続けることが期待される。そのための典型例として、デジタルツイン技術・人工知能技術の活用を挙げよう。これには既存データを効率的に活用しつつ、その先で必要となるデータを収集することが不可欠であるため、データホルダー・データサービスの利益と公共の便益とがともに増進するような活用の仕組みを確立することは焦眉の急と言えよう。

システム開発・社会実装の健全で独創的な推進力の根源は物理科学・数学・社会学・法学はじめとする諸学問であり、学際・学融合活動も含めた先進的な活動と質・量を併せ絶え間ない人材育成が不可欠である。たとえば時空と物質の現代的な理解を存分に活用することで今日の ICT や人工知能はその性能を実現している。現在進行中の少子化とはいえ、計算・数理・情報科学分野で高度な人材をさらに増やす余地は十分にあるとも考えられ、大学および大学院教育の一層の拡充と高度化、および高度人材の処遇のさらなる改善とが望まれる。

(伊藤伸泰)

## ⑥加速器、素粒子・原子核

### i) 細目概要

現代の加速器は、素粒子、原子核に加え、放射光、医療等、様々な分野に応用され、社会に貢献している。素粒子物理学は基礎物理の核であり、これまで物質粒子（クォーク、レプトン）、相互作用を媒介するゲージ粒子、質量を生み出すヒッグス粒子の発見など、標準模型の確立・立証が行われてきた。また、ダークマターに代表されるような標準模型を超える理論体系の構築に向け、現在も様々な将来計画が議論されている。原子核物理学もまた、原子核とハドロンの構造や反応といった基礎物理の核となる理論体系の構築に貢献し、近年、これまでより厳密かつ精度の高い研究が理論・実験の両面で広く進められている。放射光の分野では、最先端の物質科学、化学、医療といった科学分野から産業に至る広範な領域の研究基盤として大きな役割を加速器が果たし、1990～2010 年代に世界中で建設された第3世代蓄積リング型放射光源、2010 年前後に登場し当該分野に革新的な進歩をもたらした X 線自由電子レーザー（XFEL）光源に加え、現在、次世代蓄積リング型光源、および次世代 XFEL 光源の

実現に向けた計画が世界中で進行している。医療等、その他の分野においても、各種量子ビーム（電子線、X線、ガンマ線等）の透過性等を最大限に活かした応用が広く行われている。

## ii) 社会的意義

本細目は基礎物理学に関係する事柄が多いが、昨今の基礎科学はビッグサイエンスになる傾向が強く、将来計画を議論する上ではコストや実現可能性、リスクといった社会への影響も決して無視出来なくなってきている。一方で、これらの分野においても比較的直接的な社会貢献をしているテーマも多分にある。素粒子原子核反応の数値の精密化は、将来の加速器利用や放射線防護において大きな役割を果たすことが期待され、放射光利用は、最先端科学から産業に至る広範な分野において比較的直接的な恩恵をもたらしている。

## iii) 今後の展望

今回の調査の結果、本細目で示したトピックは全体的に、科学技術的実現年および社会的実現年までが長く、且つ両者の差も最も長かった（平均 5.3 年）。本細目のテーマは基礎物理学、ビッグサイエンスに関するものが多いことが背景の 1 つとして考えられるが、調査結果によると、科学技術的実現に向けた今後の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点として「人材」を回答した割合が最も高かった（平均 82%）ことも本細目の特徴であり、今回挙げたトピックの実現には人材の育成、確保、活用がカギだと考えている人が多いことが分かった。また、実現までの年数が他細目に比べ顕著に長い一方、「実現しない」の回答は少なく、楽観的な見通しが示されたことも興味深い。

「加速器」には従来の高周波ベース以外の物も含まれ、今回の調査においてもプラズマ航跡場加速器、誘電体加速等、新しい加速技術を用いた学術・産業利用をテーマの 1 つとして挙げた。これらの新たな加速機構は、従来の高周波加速では数十～数百メートルの装置によって加速することが出来る GeV オーダーの電子エネルギーをたった 1cm～1m 程度で得ることができ、加速器を大幅に小型化することが期待される。例えばビッグサイエンスにおいて、これまでは巨大な装置を建設・維持管理するためのコスト、土地、人員の確保といったことが大きな課題となっているが、これら新たな加速機構が実用化されれば、こういった課題を大幅に緩和させられる可能性がある。また放射光利用や医療用加速器においても、特定の箇所に設置された巨大装置を全利用者で共有する現状に対し、各研究施設・企業が個々に装置を所有し、自由に使用することが出来るといった革新的変化をもたらすことが期待される。今回の調査の結果、これら革新的加速器開発のテーマは、科学技術的実現時期、社会的実現時期が遠く、且つ両者の差が 8 年と、全体平均に比べ有意に長い結果となった。これは

依然、社会的実現までの課題は残されていると考えている人が多かったことが反映されていると考えられる。こういった裾野を拡げる挑戦的な研究が、長期にわたる複数回の調査の中でどのように変化し、進展している様子が伺えるのか否かといったことも、本調査において注視すべきポイントであると考えられる。

(渡部貴宏、上原貞治)

## ⑦量子ビーム：放射光

### i) 細目概要

放射光は、物質のナノ構造・電子状態及びその高速時間変化を、回折・散乱法、分光法、イメージング法により、精確に観測できる先端かつ汎用的なツールである。その応用範囲は、物質・材料科学を始め、化学、生命科学、医学、薬学、地球宇宙科学、環境科学、エネルギー科学、農学、食品科学等、自然科学の殆ど全ての分野で活用されている。全世界で高輝度放射光源の建設が相次ぐ中、我が国は、米国・欧州と並ぶ3極の1極として極めて高い研究レベルを有しており、我が国の放射光科学が、今後も、その高いレベルを維持して、世界のトップランナとしての役割を果たすことが強く期待される。

### ii) 社会的意義

放射光科学の応用範囲は、物質・材料科学を始め、化学、生命科学、医学、薬学、地球宇宙科学、環境科学、エネルギー科学、農学、食品科学等、自然科学の殆ど全ての分野に跨がっている。放射光を利用する研究者人口は2万人以上に及び、学术界（大学、国研）のみならず産業界でも活発に活用され、画期的な新製品の開発にも繋がっている。我が国の物質科学を始めとする自然科学全般の学術レベルを高め、企業研究を通して産業力を向上させ、新産業を創出する上で、放射光科学の果たす役割は甚大で、そのますますの発展が強く期待される。

### iii) 今後の展望

今回の調査における本細目（量子ビーム：放射光）の特長は、重要度が相対的に高く、科学技術の実現時期がほぼ2031～2035年に集中しており、他の細目に比べてやや早く、社会的実現時期は2033～2037年に分布している。国際優位性はあるが、昨今諸外国でも先端放射光源が建設されているため、中性子やミュオンのような他の量子ビームほど顕著ではない。科学技術的あるいは社会的実現に向けて対処すべき点としては「人材の育成・確保、多様な人

材の活用拡大」、「研究開発費の拡充などの資金・支援制度」、「研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備」への必要性がいずれも高い。また、今後の展望として、産業応用への発展がますます期待されるが、この点では、経済性の確保やスケール化に関する事業化と産官学連携が求められている。本細目に限らず、ますますの少子高齢化の状況下、研究開発職の魅力を向上させることが大きな課題である。

(横山利彦、矢代 航、渡部貴宏、雨宮慶幸)

## ⑧量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等

### i) 概要

量子ビームに分類される放射光・中性子・ミュオン・荷電粒子等は、物質内の原子・分子レベルの構造やダイナミクスを精密に調べることのできる先端的なプローブであり、物質科学、物理学、化学、生物学、医学、農学、さらには考古学など、非常に広範な学問分野およびエネルギー材料、工業材料などの産業分野で利用されている。中性子には原子炉から得られる定常中性子と加速器から得られるパルス中性子が、ミュオンにもサイクロトロン型加速器から得られる直流ミュオンとシンクロトロン型加速器から得られるパルスミュオンがある。パルス中性子・ミュオンについては、我が国の J-PARC は世界最高レベルのビームを供給しており、世の中をリードする革新的な研究が進展している。荷電粒子源は国内の大学や研究所に分散して存在し、個性的な研究が行われている。

### ii) 社会的意義

中性子の高い物質透過性や水素/重水素識別能、軽元素に対する高い感度などは、水素吸蔵材料やリチウム電池、燃料電池などのエネルギー材料研究、ソフトマター、工学材料研究など、学術研究に不可欠である。実際に、化学、自動車、電子、機械などの分野で産業利用や産学連携が進展している。正ミュオンは軽い陽子、負ミュオンは重い電子と見なされ、両者ともに高感度の磁気プローブであると同時に負ミュオンは物質中で特性 X 線を発する。この性質を利用して、電池や磁性材料の研究や、文化財調査、隕石の分析、ソフトウェアの研究などが展開されており、その社会的意義は年々増大の一途を辿っている。

### iii) 今後の展望

今回の調査で、中性子・ミュオン・荷電粒子の重要度および国際優位性が、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野において非常に高く評価されていることが明らかとなった。これは我が国の物質科学やそれを支える物質解析技術レベルが非常に高いことを示すとともに、世界最高レベルの中性子・ミュオン・荷電粒子による科学技術研究の更なる発展への期待が非常に大きいことも示している。今後の技術革新としては、大強度中性子イメージング技術の高度化、可搬型中性子源による橋梁・トンネル・高速道路などの非破壊検査、透過型ミュオン顕微鏡の実現による生体組織のその場観察、小型低速陽電子ビームを使った物質表面の原子配列や電子構造開発などが挙げられている。中性子・ミュオン・荷電粒子は、磁気励起や軽元素測定、金属材料の微細構造可視化などで、ユニークな地位を確立しており、放射光などの相補的利用によりさらに大きな効果を期待できる。また、複数の量子ビーム（中性子、放射光、陽電子、レーザー、イオン等）の複合的な利用に対しても、高い重要性が認められている。この実現に向けては、各量子ビーム施設の連携基盤の整備や連携利用を支援できる人材育成が重要である。

（柴山充弘）

## ⑨光・量子技術

### i) 概要

1960年にレーザーが発明されて以来、光・量子技術は筆舌に尽くしがたい発展を遂げているが、その発展は今世紀に入ってもとどまるところを知らない。量子コンピュータ、光・量子通信、量子センサー、光格子時計、超短パルスレーザー、スピントロニクス、リソグラフィ、MRI、顕微鏡など、枚挙に暇がない。2018年には光ピンセットの発明とその応用が、2022年には量子情報科学の基礎研究が、さらには2023年にはアト秒レーザーの発明がノーベル物理学賞を受賞したことなどからも、光・量子技術の分野が今なお輝きを失わないどころか、むしろ輝きを増していると言える。2022年には「量子未来社会ビジョン」が内閣府から発表されるなど、基礎から応用研究まで巨額の研究費を投じる価値があるとみなされている細目である。

### ii) 社会的意義

上述のように、光・量子技術の展開は多岐にわたり、多様な形で未来社会の礎となると期待される。未来社会においては、量子コンピュータ、量子通信、量子センシングなどの技術が極めて身近なものとなり、大容量通信ネットワークの整備、さらには他の科学技術分野への波及と相まって、様々な地球規模の社会課題の解決に貢献すると期待される。さらに光格

子時計のネットワークが整備されれば、防災・測地・資源管理に関する人類の知見なども飛躍的に向上し、日常生活の行動原理にもパラダイムシフトをもたらすであろう。

### iii) 今後の展望

今回の調査では、上述のような社会的意義を意識するとともに、本調査の趣旨に合わせて、科学技術・社会的実現年が、前回の調査結果プラス5年程度になることを狙って設定した。具体的には、量子コンピュータ、量子通信、光格子時計などの最先端の技術が、日常生活に深く浸透する未来世界を思い描いてトピックを作成した。調査結果を概観すると、科学技術的実現時期については概ね2032年～2042年となり、本調査の趣旨と整合した。光通信技術と、光格子時計に関するトピックについては、科学技術および社会の両面からみた総合的な重要度、さらには我が国の国際的な優位性が極めて高かった。また、その他のトピックについても、社会的実現時期が2043年以降と予想された3トピックを除いて、重要度が高く評価された(3トピックについてもやや高いという結果)。なお、科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点については、同じ分野の他の細目と同様に、人材、資金、研究基盤が高かったが、国内連携が他の細目に比べて高かったことも特記に値する。

これらの結果から、光・量子技術への高い期待度がうかがえるとともに、今後20年間も持続的に発展を遂げて、日常生活を劇的に変えるような未来社会の礎を築いていく、という予想が、国内研究者の間で概ね共通認識となっていることが分かる。また、トピックの実現に向けては、人材、資金、研究基盤に加えて、経済安全保障を担保する国内連携も一定レベル必要である、と理解され、他の研究分野への波及効果も極めて大きいことから、持続的に基礎・応用研究の発展を支援する政策が今後も不可欠であると予想される。

(矢代 航)

## ⑩国際協力・多様化

### i) 概要

第2次世界大戦以降、加速度的に進展した人間活動の国際化は今世紀に入ってもとどまることを知らず拡大し続けている。その結果、一国一地域では対処できない気候変動対策やヘゲモニー変動への対応といった国際協力の構築をこれまで以上のスピード感で進めることが望ましい。一方、こうした国際化の急進展は、これまでの長い歴史に育まれてきた人々の多様性を脅かしており、世界規模で均一化圧力が高まっている。わが国においても、両者の美点を生かした社会変容が急務である。



## ii) 社会的意義

国際協力・国際協調の歴史は長く、記録されている者だけでも紀元前 13 世紀のカデシュの和議に遡る。爾来繰り返してきた協力とその破綻の歴史を鑑みるに、現在の国際連合体制も国際連盟崩壊を彷彿とさせる状況と言わざるを得ない。1972 年に公表された「成長の限界」に対して、食料生産とエネルギー利用の技術革新を進めそれなりの 21 世紀を迎えられたのは国際協力の成果と言えよう。この 1 例だけからでも世界規模での課題にあたるには、国際協力・国際協調は不可欠であることが証せられよう。国家間・地域間のみならず、人間関係のあらゆる局面で協力・協調を構築し多様性を活用することにより、限界を超える知恵を実装する可能性が高まる。敵対・分断は、人的資源の浪費であり、それはすなわち地球資源の浪費につながる。

## iii) 今後の展望

科学技術分野でも国際協力・国際協調の重要性は周知されており、多国間共同を実現した巨大プロジェクトの実例は多い。巨大プロジェクトに限らず多国間共同研究プロジェクトも進められている。かつての ECSC 体制から始まったユーロ統合のように、研究開発分野での国際的な運営組織へと成長して世界的な課題への挑戦へと力を合わせる体制の確立が期待される。また、少子高齢化がすすみ研究人材の不足により問題解決能力の鈍化が危惧されるわが国の現状、まだまだ人材を活用する余地が多いと考えられる。具体的には博士号を持つ人材の活用と女性の幅広い活躍とが挙げられよう。高度な学識を備えた人材が意思決定していれば、例えば福島原発を津波から守ることはできたはずである。高度な知見と多様な活動とを生かすことが社会の高度化とひとびとの幸福の増進への道であろう。

(伊藤伸泰)

### 7.3 細目およびキーワード

本分野は、「宇宙」、「海洋」、「地球」、「観測・予測」、「計算・数理・情報科学」、「加速器、素粒子・原子核」、「量子ビーム：放射光」、「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等」、「光・量子技術」、「国際協力・多様化」の10の細目で構成される（図表Ⅱ-7-1）。

図表Ⅱ-7-1「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	宇宙	輸送システム、宇宙活動、探査、宇宙状況監視、国土監視、精密測位、宇宙線、銀河系、太陽系、ブラックホール
2	海洋	海洋環境、無人観測、海洋通信、漁業資源量評価、完全養殖、海底鉱物資源、氷海域、海中炭素回収・処理
3	地球	大深度掘削、マントル・コア、極端環境下観測、海域測量、地下・海洋資源、火山活動、地震予測、応力場測定、誘発地震、津波
4	観測・予測	海中炭酸量、大気状況、大気微量成分、植生、陸域・沿岸域、海況・海象、局地気象、災害予測、海洋プラットフォーム、宇宙天気
5	計算・数理・情報科学	データ利用、量子コンピュータ、薬物動態シミュレーション、試作レス、ナビゲーション、地球システムモデル、データ同化、意思決定支援、人工知能
6	加速器、素粒子・原子核	量子重力理論、ニュートリノ、ダークマター・ダークエネルギー、プラズマ航跡場・誘電体加速、格子QCD、X線自由電子レーザー、CW高輝度放射光源
7	量子ビーム：放射光	オペランド観測、高エネルギーX線、コヒーレント放射光、X線検出器、X線CT、機能物質・材料創製、ゲノミクス解析、ヒト・コネクトーム、製品解析
8	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等	偏極中性子、小型低速陽電子ビーム、中性子イメージング、ミュオン、小型中性子源、突然変異獲得、生体高分子ダイナミクス
9	光・量子技術	量子センサ、量子コンピュータ、光格子時計、zepto秒レーザー、高感度・高解像度顕微鏡、フォトニクスネットワーク、post EUV、生体光計測、量子ビームイメージング
10	国際協力・多様化	共同研究枠組み、人材

## 7.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-7-2の通りである。

図表Ⅱ-7-2「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の回答者内訳

年代	20 代	23 人	職 業	大学等	555 人
	30 代	121 人		公的研究機関	272 人
	40 代	318 人		民間企業	80 人
	50 代	271 人		その他	40 人
	60 代	152 人	職 種	研究・開発	839 人
	70 代以上	57 人		マネジメント	44 人
	無回答	5 人		その他	64 人
合計					947 人

## 7.5 調査結果

### 7.5.1. 重要度と国際優位性

#### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-7-3に示した。細目別では、「地球」及び「観測・予測」がもっとも多く各6件であった。内容としては、自然災害関連が9件を占める。重要度のもっとも高いトピックは「高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術（重要度1.79）」であった。

#### ②国際優位性上位20位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位20位を図表Ⅱ-7-4に示した。細目別では、「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等」が8件と最も多く、次いで「地球」の5件であった。国際優位性のもっとも高いトピックは「地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測（ジオイド計測）が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク（国際優位性1.62）」であった。

図表Ⅱ-7-3「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
725	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	1.79	2033	2036	観測・予測
731	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	1.78	2037	2041	観測・予測
718	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	1.77	2032	2036	観測・予測
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	1.76	2052	2056以降	地球
712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	1.73	2046	2047	地球
729	社会インフラ(人工衛星、航空機、地上の電子機器等)に影響を及ぼす太陽活動等を24時間監視する技術(宇宙天気予報技術)	1.67	2042	2034	観測・予測
708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	1.66	2036	2038	地球
716	レーダー、水圧計、電位磁力計、光ファイバ、ブイ、船舶、自律無人探査機(AUV)、漂流型観測装置、航空機、衛星等を用いた、海洋・大気圏・宇宙で実施する面的な津波定常観測	1.64	2036	2043	地球
707	人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機(AUV)等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム	1.60	2036	2040	地球
730	災害の事前対策等を目的とした、デジタルツイン技術を活用した低頻度大規模災害の予測技術	1.58	2034	2037	観測・予測
727	環境課題と災害の緩和を可能とする、通信ネットワーク・センシング・対策のための海洋プラットフォーム技術	1.57	2035	2038	観測・予測
779	1波長当たり1Ebit/sの超高速伝送システムを備えた、WDM方式による1Pbit/sのフォトニクスネットワーク	1.57	2036	2039	光・量子技術
706	海底で20kmの空間分解能を持つ測地測量技術	1.57	2037	2042	地球
776	地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測(ジオイド計測)が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	1.56	2034	2038	光・量子技術
692	表層から深海まで、長期間(1〜3か月間)調査可能な完全無人自律システム	1.53	2031	2035	海洋
736	天災・事故・疫病が発生した際の避難・救援をナビゲートし、経済活動の回復を支援するシステム	1.48	2031	2034	計算・数理・情報科学
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	1.46	2030	2033	海洋
758	ハイスループット自動計測とビッグデータ解析により、社会で必要とされる機能物質・材料の50%を1か月以内に創製する技術	1.44	2033	2037	量子ビーム:放射光
732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	1.42	2031	2034	計算・数理・情報科学
765	大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム(稼働状態での)可視化技術	1.42	2033	2035	量子ビーム:中性子・ミューオン・荷電粒子等

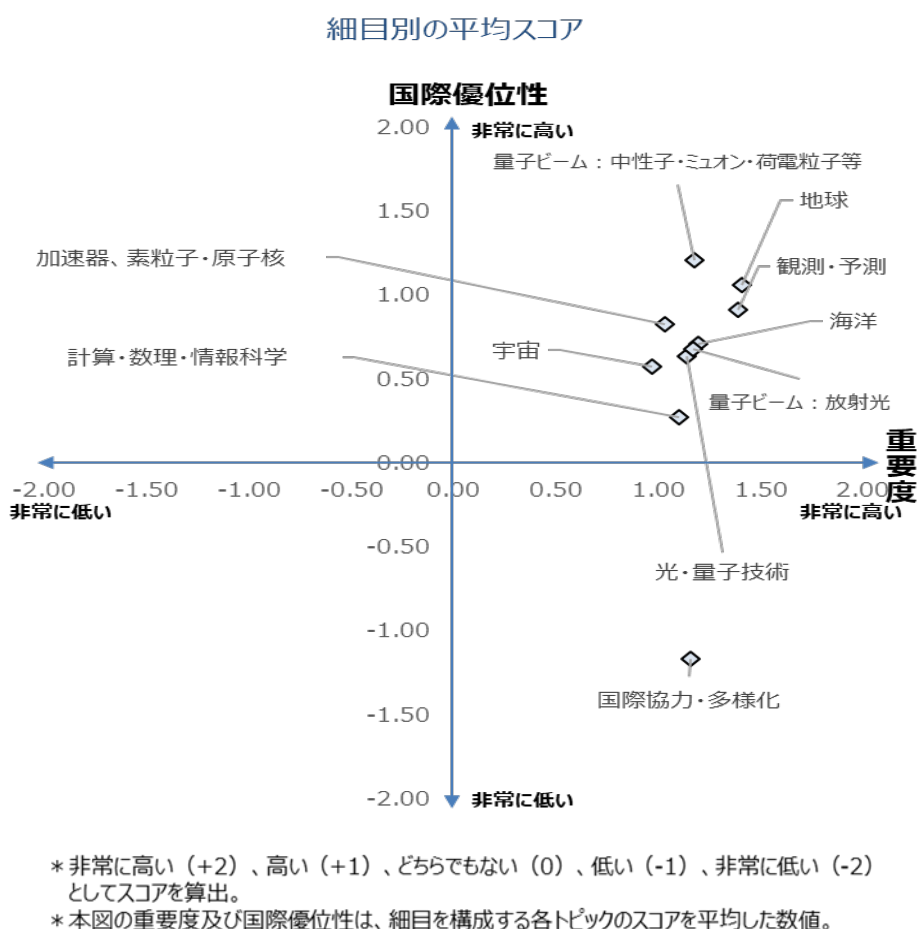
図表Ⅱ-7-4「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
776	地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測（ジオイド計測）が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	1.62	2034	2038	光・量子技術
766	加速器ミュオンビームによる、物体内部の電磁場の3次元可視化技術	1.53	2034	2038	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
765	大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム（稼働状態での）可視化技術	1.52	2033	2035	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
767	透過型ミュオン顕微鏡による、神経細胞や組織の活動電位伝播のイメージング及び細胞内ミトコンドリア群の網羅的電位測定	1.46	2034	2038	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
773	単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	1.43	2037	2038	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
718	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	1.41	2032	2036	観測・予測
764	高強度小型低速陽電子ビーム装置による、nmスケール微小領域の表面原子配列精密決定と最表面スピン分解電子構造観測技術	1.40	2033	2035	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	1.36	2030	2033	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	1.30	2046	2047	地球
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	1.29	2052	2056以降	地球
763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	1.26	2029	2033	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	1.25	2035	2039	地球
768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	1.25	2034	2043	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
745	宇宙における物質・反物質の非対称性の起源の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	1.23	2038	—	加速器、素粒子・原子核
708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	1.22	2036	2038	地球
779	1波長当たり1Ebit/sの超高速伝送システムを備えた、WDM方式による1Pbit/sのフォトニクスネットワーク	1.22	2036	2039	光・量子技術
725	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	1.22	2033	2036	観測・予測
704	超高压・超高温実験ならびにデータ解析技術等による地球のマントル・コアの解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	1.17	2035	—	地球
726	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム	1.17	2030	2033	観測・予測
746	ニュートリノのマヨラナ性の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	1.15	2040	—	加速器、素粒子・原子核

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-7-5に示した。本分野は、細目「国際協力・多様化」を除いて右上の第1象限に位置し、日本にとっての重要度と日本の現在の国際優位性は共に高い関係であることが示された。共に上位20位以内のトピックは8件あり、災自然災害の予測・観測及び光技術が挙がる。一方、「計算・数理・情報科学」及び「国際協力・多様化」の国際優位性は他の細目に比べて低いことが示された。

図表Ⅱ-7-5「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野における細目別の重要度と国際優位性



## 7.5.2. 実現時期

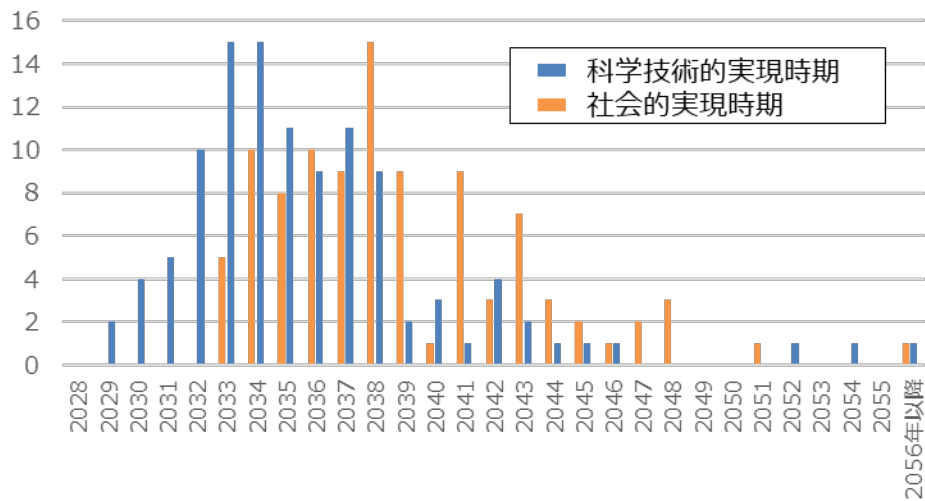
### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は2029年から2056年以降まで広範囲に分布し、

調査対象トピックの約 57%が 2035 年までに実現するという回答が示された。社会的実現時期は 2033 年から 2056 年以降までの範囲に分布し、2035 年までに調査対象トピックの約 23%、2040 年までに約 68%が実現すると回答された（図表Ⅱ-7-6）。

科学技術的実現時期と社会的実現時期との差が大きいトピック（図表Ⅱ-7-7）の細目は多様であり、もっとも大きいトピックは「イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術」で9年であった。

図表Ⅱ-7-6 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-7-7 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	2034	2043	9	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
749	プラズマ航跡場加速・誘電体加速等の新しい加速技術を用いた加速器の学術及び産業利用等	2037	2045	8	加速器、素粒子・原子核
760	放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明（空間分解能5nm）	2043	2051	8	量子ビーム：放射光
679	科学観測や資源利用等を目的とする、地球外天体（月または火星）における恒久的な有人活動拠点構築	2037	2044	7	宇宙
716	レーダー、水圧計、電位磁力計、光ファイバ、ブイ、船舶、自律無人探査機（AUV）、漂流型観測装置、航空機、衛星等を用いた、海洋・大気圏・宇宙で実施する面的な津波定常観測	2036	2043	7	地球
743	デジタル通貨（暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等）の法定通貨化	2034	2041	7	計算・数理・情報科学
780	超高集積化半導体回路を実現する、beyond EUV（6.Xnm）リソグラフィ技術を超える、post EUV技術	2034	2041	7	光・量子技術

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2029 年がもっとも早く、これらの早期実現トピック 6 件の内容は多様である（図表Ⅱ-7-8）。社会的実現時期は 2033 年がもっとも早く、図表に掲げた 5 件中 4 件が科学技術的実現の早いトピックと同一である（図表Ⅱ-7-9）。細目を見ると、「海洋」「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等」がどちらかと言えば多い。

図表Ⅱ-7-8「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
696	分子生物学的手法を活用した漁業資源量の高精度の評価技術	2029	海洋
763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	2029	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	2030	海洋
726	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム	2030	観測・予測
771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	2030	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織（統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等）の実現	2030	国際協力・多様化

図表Ⅱ-7-9「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	2033	海洋
726	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム	2033	観測・予測
754	高エネルギー(>100keV) X線の時空間分解(<100 nm, <1 μs) イメージング技術	2033	量子ビーム：放射光
763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	2033	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	2033	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等

## ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は 2056 年以降がもっとも遅く、遅いトピックの上位 3 位は、



宇宙科学及び地震発生予測関連であった（図表Ⅱ-7-10）。それ以下もミレニアム懸賞問題や生命起源解明など科学技術的実現のみを対象としたトピックが並んだ。社会的実現時期は2056年以降がもっとも遅く、遅いトピックの上位5位は、地震発生予測、量子コンピュータ、女性活躍などに関するものであった（図表Ⅱ-7-11）。

図表Ⅱ-7-10 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
744	量子重力理論の確立・検証 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	2056以降	加速器、素粒子・原子核
748	ダークエネルギーの正体の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	2054	加速器、素粒子・原子核
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	2052	地球

図表Ⅱ-7-11 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	2056以降	地球
760	放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明（空間分解能5nm）	2051	量子ビーム：放射光
681	自給自足型スペースコロニー（宇宙における植物栽培、動物・昆虫飼育、滅菌、重力生成の技術など）	2048	宇宙
775	日常的に使用する工業製品の大部分（約8割）の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	2048	光・量子技術
785	日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大（女性が40%以上） ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	2048	国際協力・多様化

#### ④「実現しない」・「（実現時期が）わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が10%以上のトピックは、科学技術的実現では、地震発生予測、生命起源解明、深海底や宇宙の資源やエネルギーの活用などであり、社会的実現時期では、これらに加え女性活躍に関するトピックが見られた（図表Ⅱ-7-12）。「わからない」の回答割合が高いトピック上位10位には、細目「量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電

粒子等」のトピックが多い（図表Ⅱ-7-13）。

図表Ⅱ-7-12 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の「実現しない」の回答割合が高い（10%以上）トピック  
科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
701	深海底における「生命の起源」の理解 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	0.75	<b>22%</b>	2043	海洋
712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	1.73	<b>19%</b>	2046	地球
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	1.76	<b>19%</b>	2052	地球

注）「実現しない」の回答割合 10%以上の 10 件のうち、上位 3 件を示した。

社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
690	初期宇宙からの重力波や大質量ブラックホールの合体など低周波の信号を検出するための、宇宙空間重力波干渉計	0.92	<b>43%</b>	2043	宇宙
750	強い相互作用とハドロン構造の数値計算の高精度化（格子QCDなど）	0.97	<b>39%</b>	2037	加速器、素粒子・原子核
712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	1.73	<b>23%</b>	2047	地球
713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	1.76	<b>23%</b>	2056以降	地球

注）「実現しない」の回答割合 10%以上の 17 件のうち、上位 4 件を示した。

図表Ⅱ-7-13 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位 3 位）トピック  
科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
741	ミレニアム懸賞問題中、現時点で未解決の6つの問題のうちの3つの解決 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	0.88	<b>51%</b>	2044	計算・数理・情報科学
768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	1.17	<b>48%</b>	2034	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
783	量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	0.76	<b>46%</b>	2041	光・量子技術

## 社会的実現時期

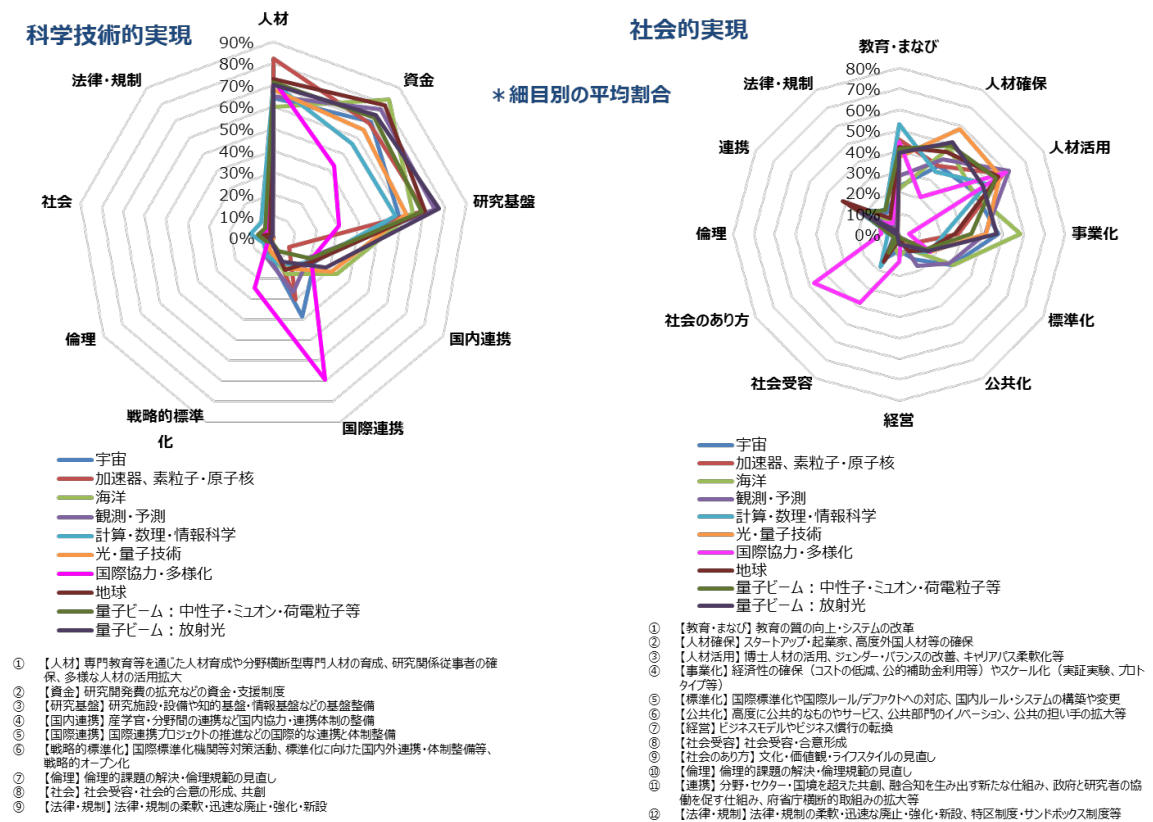
ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現時期	細目
770	量子ビーム科学、タンパク質工学、計算機科学(深層学習・分子シミュレーション)連携による生体高分子ダイナミクスの制御機構解明	1.13	48%	2038	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
715	CO2貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入等に起因する誘発地震の予測	1.41	46%	2041	地球
783	量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	0.76	46%	2047	光・量子技術

### 7.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点(図表Ⅱ-7-14)は、科学技術の実現では多くの細目において「人材」・「資金」・「研究基盤」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、「宇宙」・「観測・予測」・「加速器、素粒子・原子核」では「国際連携」、「国際協力・多様化」では「国際連携」と「戦略的標準化」、「計算・数理・情報科学」では「社会」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示された。社会的実現では、「人材確保」及び「人材活用」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、量子ビーム2細目及び「光・量子技術」では「教育・まなび」と「事業化」、「宇宙」・「海洋」・「観測・予測」は「事業化」、「地球」・「計算・数理・情報科学」・「加速器、素粒子・原子核」は「教育・まなび」の回答割合が大きいことが示された。そのほか、「宇宙」・「海洋」・「観測・予測」は「標準化」、「国際協力・多様化」は「社会受容」「社会のあり方」の回答割合が大きいことが示された。

トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-7-15、図表Ⅱ-7-16に示した。

図表Ⅱ-7-14 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）



図表Ⅱ-7-15 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	94%	2036	地球
744	量子重力理論の確立・検証 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	90%	2056以降	加速器・素粒子・原子核
737	10年規模の自然変動の予測から、100年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術	88%	2038	計算・数理・情報科学

- 【人材】 専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

## ②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
692	表層から深海まで、長期間(1～3か月間)調査可能な完全無人自律システム	93%	2031	海洋
695	海洋における環境の自動in situ解析技術	93%	2033	海洋
699	氷海域(氷海下含む)における海洋環境モニターや海底探査(石油、天然ガス、鉱物資源等)技術	93%	2035	海洋
757	X線検出器の高分解能画素化(空間分解能<10 μm、画素サイズ<1 μm)・高感度化(検出量子>0.8)・高速化・高エネルギー化技術	91%	2033	量子ビーム:放射光

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

## ③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
755	コヒーレント放射光を利用したマルチマテリアル階層構造のメゾ～サブナノスケール広域3次元構造可視化	96%	2032	量子ビーム:放射光
724	降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術	95%	2036	観測・予測
723	干渉SAR技術を活用した、沿岸海域や縁辺海を含む全球の海象状況や海底地形をリアルタイムで把握するための高精度海面高度観測システム	88%	2038	観測・予測

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

## ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	58%	2030	海洋
685	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数cm程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術(原子時計の性能向上を含む)	54%	2032	宇宙
736	天災・事故・疫病が発生した際の避難・救援をナビゲートし、経済活動の回復を支援するシステム	53%	2031	計算・数理・情報科学

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

## ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織(統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等)の実現	69%	2030	国際協力・多様化
728	小惑星の衝突から地球を守るための技術(危険な小惑星の早期発見、軌道を変化させる技術等)	60%	2035	観測・予測
721	東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能30mで常時観測する技術	59%	2035	観測・予測

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

## ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的 実現時期	細目
784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織(統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等)の実現	25%	2030	国際協力・多様化
779	1波長当たり1Ebit/sの超高速伝送システムを備えた、WDM方式による1Pbit/sのフォトニクスネットワーク	22%	2036	光・量子技術
722	人工衛星等により、海水、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム	21%	2032	観測・予測

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的 実現時期	細目
732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	17%	2031	計算・数理・情報科学
684	国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の24時間高精度監視システム	13%	2032	宇宙
738	社会活動の数理的解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	13%	2033	計算・数理・情報科学

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的 実現時期	細目
738	社会活動の数理的解析に基づく社会数値モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	32%	2033	計算・数理・情報科学
732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	30%	2031	計算・数理・情報科学
743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	30%	2034	計算・数理・情報科学

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	48%	2034	計算・数理・情報科学
732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	25%	2031	計算・数理・情報科学
772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	25%	2035	量子ビーム・中性子・ミュオン・荷電粒子等

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-7-16 「宇宙・海洋・地球・科学基盤」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点  
(各項目で上位3位)

## ①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
737	10年規模の自然変動の予測から、100年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術	71%	2041	計算・数理・情報科学
739	自身の判断とその根拠とを説明できるAI技術(説明可能なAI)	67%	2035	計算・数理・情報科学
690	初期宇宙からの重力波や大質量ブラックホールの合体など低周波の信号を検出するための、宇宙空間重力波干渉計	60%	2043	宇宙
740	仮説を立案し、実験・計算・証明を自律的に実行し科学技術研究開発を遂行するAI	60%	2038	計算・数理・情報科学

- 【教育・まなび】教育の質の向上・システムの改革

## ②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
775	日常的に使用する工業製品の大部分(約8割)の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	70%	2048	光・量子技術
782	光ポンピング磁気センサを用いたフェムトテスラレベルの超微弱磁場計測技術、および、その技術を利用した次世代脳情報・超低磁場MRI計測技術	69%	2039	光・量子技術
780	超高集積化半導体回路を実現する、beyond EUV (6.Xnm) リソグラフィー技術を超える、post EUV技術	68%	2041	光・量子技術

- 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

## ③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	83%	2039	地球
683	太陽系外惑星の生命探査や惑星の形成解明に資する探査のための技術(探査機による直接踏査等)	75%	2039	宇宙
724	降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術	75%	2037	観測・予測

- 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

## ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	77%	2033	海洋
685	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数cm程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術(原子時計の性能向上を含む)	74%	2035	宇宙
761	製造産業実生産ラインに直結する、放射光による製品解析	74%	2034	量子ビーム:放射光

- 【事業化】 経済性の確保(コストの低減、公的補助金利用等)やスケール化(実証実験、プロトタイプ等)



## ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
717	海中の炭酸量を地球規模で自動計測可能な安価なシステム	60%	2038	観測・予測
722	人工衛星等により、海水、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム	54%	2034	観測・予測
727	環境課題と災害の緩和を可能とする、通信ネットワーク・センシング・対策のための海洋プラットフォーム技術	53%	2038	観測・予測

- 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

## ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
684	国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の24時間高精度監視システム	43%	2034	宇宙
721	東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能30mで常時観測する技術	32%	2037	観測・予測
685	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数cm程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術（原子時計の性能向上を含む）	31%	2035	宇宙

- 【公共化】高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	50%	2033	海洋
787	上場企業の役員のうち、理工系分野の博士号取得者割合の増大（取得者が10%以上） ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	42%	2046	国際協力・多様化
680	月面での水および推進薬（燃料、酸化剤）の生成・補給拠点確保を目的とした、ロボティクスを活用した生成プラント構築技術	16%	2043	宇宙

- 【経営】ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
785	日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大(女性が40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	52%	2048	国際協力・多様化
743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	45%	2041	計算・数理・情報科学
786	理工系分野の博士号取得者のうち、女性割合の増大(女性が40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	44%	2043	国際協力・多様化

- 【社会受容】社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現 時期	細目
785	日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大(女性が40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	75%	2048	国際協力・多様化
786	理工系分野の博士号取得者のうち、女性割合の増大(女性が40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	72%	2043	国際協力・多様化
787	上場企業の役員のうち、理工系分野の博士号取得者割合の増大(取得者が10%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	33%	2046	国際協力・多様化

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現 時期	細目
732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	17%	2034	計算・数理・情報科学
772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	14%	2038	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
785	日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大(女性が40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	14%	2048	国際協力・多様化

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現 時期	細目
711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	52%	2039	地球
692	表層から深海まで、長期間(1～3か月間)調査可能な完全無人自律システム	47%	2035	海洋
699	氷海域(氷海下含む)における海洋環境モニターや海底探査(石油、天然ガス、鉱物資源等)技術	46%	2038	海洋

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

## ⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	48%	2041	計算・数理・情報科学
772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	42%	2038	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
773	単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	32%	2038	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等

- 【法律・規制】法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 7.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術の実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2029	696	分子生物学的手法を活用した漁業資源量の高精度の評価技術	海洋
	763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
2030	697	ロボット技術と ICT 技術を用いた完全養殖施設	海洋
	726	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム	観測・予測
	771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
	784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織（統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等）の実現	国際協力・多様化
2031	678	人工衛星等による宇宙状況の 24 時間高精度監視システム（宇宙状況監視（SSA）技術）	宇宙
	692	表層から深海まで、長期間（1～3 か月間）調査可能な完全無人自律システム	海洋
	732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	計算・数理・情報科学
	736	天災・事故・疫病が発生した際の避難・救援をナビゲートし、経済活動の回復を支援するシステム	計算・数理・情報科学
	761	製造産業実生産ラインに直結する、放射光による製品解析	量子ビーム：放射光
2032	677	宇宙活動を多彩にする、衛星等への燃料補給・修理点検・機器交換などのサービス技術（宇宙デブリの除去を含む）	宇宙
	684	国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の 24 時間高精度監視システム	宇宙
	685	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数 cm 程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術（原子時計の性能向上を含む）	宇宙
	718	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	観測・予測
	720	人工衛星等による、ライダー技術を用いた植生環境把握システム	観測・予測
	722	人工衛星等により、海氷、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム	観測・予測
	739	自身の判断とその根拠とを説明できる AI 技術（説明可能な AI）	計算・数理・情報科学
	754	高エネルギー（>100keV）X 線の時空間分解（<100 nm, <1 μs）イメージング技術	量子ビーム：放射光

	755	コヒーレント放射光を利用したマルチマテリアル階層構造のメゾ～サブナノスケール広域 3 次元構造可視化	量子ビーム：放射光
	778	染色の必要がないラベルフリーの生体観測が可能な、 $\mu\text{M}$ レベルの低濃度生体分子の検出感度と 100nm 程度の空間分解能を持つ高感度・高解像度顕微鏡	光・量子技術
2033	676	宇宙利用を低コストで実現できる再使用型輸送システム（完全再使用型、軌道間輸送型、大陸間移動型など）	宇宙
	693	海洋において、音響・光・電磁波・量子ハイブリッド通信により、通信速度・距離積で 1Gbps・m 以上の通信が確保できる技術	海洋
	695	海洋における環境の自動 in situ 解析技術	海洋
	698	海底鉱物資源の環境攪乱を伴わない経済的採取技術	海洋
	700	海洋酸性化緩和と大気中からの CO2 回収のための、海中から直接炭素を取り出す技術	海洋
	714	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生を AI によって監視する技術	地球
	725	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	観測・予測
	735	経年変化（劣化等）も含めた材料特性を要求値に適合させる逆問題的材料開発手法に基づき、自動車や大型工業製品、建築物等の試作レス開発を可能とするシミュレーション技術	計算・数理・情報科学
	738	社会活動の数理的解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	計算・数理・情報科学
	757	X 線検出器の高分解能画素化（空間分解能 $<10\ \mu\text{m}$ 、画素サイズ $<1\ \mu\text{m}$ ）・高感度化（検出量子 $>0.8$ ）・高速化・高エネルギー化技術	量子ビーム：放射光
	758	ハイスループット自動計測とビッグデータ解析により、社会で必要とされる機能物質・材料の 50%を 1 か月以内に創製する技術	量子ビーム：放射光
	762	非線り返し現象を空間分解能 100nm、時間分解能 100 $\mu\text{s}$ で見る X 線 CT 技術	量子ビーム：放射光
	764	高強度小型低速陽電子ビーム装置による、nm スケール微小領域の表面原子配列精密決定と最表面スピン分解電子構造観測技術	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
	765	大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム（稼働状態での）可視化技術	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
	770	量子ビーム科学、タンパク質工学、計算機科学（深層学習・分子シミュレーション）連携による生体高分子ダイナミクスの制御機構解明	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
2034	682	宇宙での安全・安心な暮らし実現のための、遠隔もしくは AI による医療（予防、モニタ、診断、治療）技術	宇宙
	710	活断層履歴及び火山噴火史を解明するため、5～10 万年前の年代測定精度を向上させる技術	地球
	717	海中の炭酸量を地球規模で自動計測可能な安価なシステム	観測・予測

	730	災害の事前対策等を目的とした、デジタルツイン技術を活用した低頻度大規模災害の予測技術	観測・予測
	740	仮説を立案し、実験・計算・証明を自律的に実行し科学技術研究開発を遂行する AI	計算・数理・情報科学
	743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	計算・数理・情報科学
	750	強い相互作用とハドロン構造の数値計算の高精度化(格子 QCD など)	加速器、素粒子・原子核
	753	先端機能材料・デバイスにおける電子・スピン・準粒子ダイナミクスのアト秒オペランド観測	量子ビーム:放射光
	756	創薬に資するタンパク質の原子分解能ダイナミクス構造ゲノミクス解析	量子ビーム:放射光
	766	加速器ミュオンビームによる、物体内部の電磁場の 3 次元可視化技術	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	767	透過型ミュオン顕微鏡による、神経細胞や組織の活動電位伝播のイメージング及び細胞内ミトコンドリア群の網羅的電位測定	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	776	地球上のどこでも 18 桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測(ジオイド計測)が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	光・量子技術
2035	780	超高集積化半導体回路を実現する、beyond EUV(6.Xnm)リソグラフィ技術を超える、post EUV 技術	光・量子技術
	781	情報光学的アプローチに基づく cm レベルでの生体深部を非侵襲で高解像度に 3 次元可視化する生体光計測技術	光・量子技術
	699	氷海域(氷海下含む)における海洋環境モニターや海底探査(石油、天然ガス、鉱物資源等)技術	海洋
	704	超高圧・超高温実験ならびにデータ解析技術等による地球のマントル・コアの解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	地球
	705	極端環境下でのリアルタイム観測を可能とする光計測技術(光ファイバセンシング、光干渉地震計等。センサー部は電力供給不要)	地球
	711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	地球
	715	CO2 貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入等に起因する誘発地震の予測	地球
	721	東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能 30m で常時観測する技術	観測・予測
	727	環境課題と災害の緩和を可能とする、通信ネットワーク・センシング・対策のための海洋プラットフォーム技術	観測・予測

	728	小惑星の衝突から地球を守るための技術(危険な小惑星の早期発見、軌道を変化させる技術等)	観測・予測
	742	ヨタ FLOPS・ゼタバイト級計算機	計算・数理・情報科学
	751	省コスト型 kHz・アト秒フルコヒーレント X 線自由電子レーザー	加速器、素粒子・原子核
	772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
2036	707	人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機(AUV)等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム	地球
	708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	地球
	716	レーダー、水圧計、電位磁力計、光ファイバ、ブイ、船舶、自律無人探査機(AUV)、漂流型観測装置、航空機、衛星等を用いた、海洋・大気圏・宇宙で実施する面的な津波定常観測	地球
	719	人工衛星等による、イメージング分光計技術を用いた大気微量成分観測システム	観測・予測
	724	降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術	観測・予測
	734	iPS 細胞等によるバイオアッセイ系とスパコンによる薬物動態シミュレーション技術により、テイラーメイド医薬品・化粧品等を開発する手法	計算・数理・情報科学
	759	天体由来試料解析による生命起源説明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	量子ビーム:放射光
	774	量子ビットを利用したパーソナル量子センサー	光・量子技術
	779	1 波長当たり 1Ebit/s の超高速伝送システムを備えた、WDM 方式による 1Pbit/s のフォトニクスネットワーク	光・量子技術
2037	679	科学観測や資源利用等を目的とする、地球外天体(月または火星)における恒久的な有人活動拠点構築	宇宙
	687	太陽系並びにそれを構成する太陽・惑星の形成と進化に関する定説の確立 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	宇宙
	694	深海から得た発想を基にした革新的な化学(深海インスパイアード化学)による、マイクロプラスチックや CO2 の海中処理技術	海洋
	702	古典・量子ハイブリッド技術による高精度慣性航法技術(1 か月で数百 m の誤差)	海洋
	703	地球深部で試料採取するための大深度科学掘削技術	地球
	706	海底で 20km の空間分解能を持つ測地測量技術	地球
	731	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	観測・予測
	749	プラズマ航跡場加速・誘電体加速等の新しい加速技術を用いた加速器の学術及び産業利用等	加速器、素粒子・原子核

	773	単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
	777	高次高調波発生のような非線形光学に基づくzept秒パルスX線レーザー技術	光・量子技術
	782	光ポンピング磁気センサを用いたフェムトテスラレベルの超微弱磁場計測技術、および、その技術を利用した次世代脳情報・超低磁場MRI計測技術	光・量子技術
2038	680	月面での水および推進薬（燃料、酸化剤）の生成・補給拠点確保を目的とした、ロボティクスを活用した生成プラント構築技術	宇宙
	683	太陽系外惑星の生命探査や惑星の形成解明に資する探査のための技術（探査機による直接踏査等）	宇宙
	688	銀河及び銀河系の形成と進化に関する定説の確立 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	宇宙
	689	超高エネルギー宇宙線の発生機構、ブラックホールの解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	宇宙
	709	山体崩壊の発生メカニズムに基づく予測技術	地球
	723	干渉SAR技術を活用した、沿岸海域や縁辺海を含む全球の海象状況や海底地形をリアルタイムで把握するための高精度海面高度観測システム	観測・予測
	737	10年規模の自然変動の予測から、100年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術	計算・数理・情報科学
	745	宇宙における物質・反物質の非対称性の起源の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	加速器、素粒子・原子核
	769	月、火星における地中水探査、地下資源探査、元素分析のための小型中性子源計測システム	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
2039	691	インフレーション仮説の検証 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	宇宙
	733	10,000量子ビットを使って深さ10,000の量子アルゴリズムを実行する量子コンピュータ	計算・数理・情報科学
2040	690	初期宇宙からの重力波や大質量ブラックホールの合体など低周波の信号を検出するための、宇宙空間重力波干渉計	宇宙
	746	ニュートリノのマヨラナ性の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	加速器、素粒子・原子核
	752	リング型でフルコヒーレントを達成する究極のCW高輝度放射光源	加速器、素粒子・原子核



2041	783	量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	光・量子技術
2042	686	太陽光発電衛星(安全性を確保した宇宙から地上へのエネルギー伝送技術など)	宇宙
	729	社会インフラ(人工衛星、航空機、地上の電子機器等)に影響を及ぼす太陽活動等を24時間監視する技術(宇宙天気予報技術)	観測・予測
	747	ダークマターの正体の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	加速器、素粒子・原子核
	775	日常的に使用する工業製品の大部分(約8割)の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	光・量子技術
2043	701	深海底における「生命の起源」の理解 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	海洋
	760	放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明(空間分解能5nm)	量子ビーム:放射光
2044	741	ミレニアム懸賞問題中、現時点で未解決の6つの問題のうちの3つの解決 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	計算・数理・情報科学
2045	681	自給自足型スペースコロニー(宇宙における植物栽培、動物・昆虫飼育、滅菌、重力生成の技術など)	宇宙
2046	712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	地球
2052	713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	地球
2054	748	ダークエネルギーの正体の解明 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	加速器、素粒子・原子核
2056以降	744	量子重力理論の確立・検証 ※実現時期については科学技術的実現のみ回答対象	加速器、素粒子・原子核

(2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2033	697	ロボット技術と ICT 技術を用いた完全養殖施設	海洋
	726	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム	観測・予測
	754	高エネルギー(>100keV) X 線の時空間分解(<100 nm, <1 μs)イメージング技術	量子ビーム:放射光
	763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
2034	678	人工衛星等による宇宙状況の 24 時間高精度監視システム(宇宙状況監視(SSA)技術)	宇宙
	684	国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の 24 時間高精度監視システム	宇宙
	696	分子生物学的手法を活用した漁業資源量の高精度の評価技術	海洋
	720	人工衛星等による、ライド技術を用いた植生環境把握システム	観測・予測
	722	人工衛星等により、海氷、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム	観測・予測
	729	社会インフラ(人工衛星、航空機、地上の電子機器等)に影響を及ぼす太陽活動等を 24 時間監視する技術(宇宙天気予報技術)	観測・予測
	732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	計算・数理・情報科学
	736	天災・事故・疫病が発生した際の避難・救援をナビゲートし、経済活動の回復を支援するシステム	計算・数理・情報科学
	761	製造産業実生産ラインに直結する、放射光による製品解析	量子ビーム:放射光
	778	染色の必要がないラベルフリーの生体観測が可能な、μM レベルの低濃度生体分子の検出感度と 100nm 程度の空間分解能を持つ高感度・高解像度顕微鏡	光・量子技術
2035	685	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数 cm 程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術(原子時計の性能向上を含む)	宇宙
	692	表層から深海まで、長期間(1~3 か月間)調査可能な完全無人自律システム	海洋
	714	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生を AI によって監視する技術	地球
	739	自身の判断とその根拠とを説明できる AI 技術(説明可能な AI)	計算・数理・情報科学
	755	コヒーレント放射光を利用したマルチマテリアル階層構造のメゾ~サブナノスケール広域 3 次元構造可視化	量子ビーム:放射光
	764	高強度小型低速陽電子ビーム装置による、nm スケール微小領域の表面原子配列精密決定と最表面スピン分解電子構造観測技術	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等

	765	大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム(稼働状態での)可視化技術	量子ビーム: 中性子・ミュオン・荷電粒子等
	784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織(統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等)の実現	国際協力・多様化
2036	677	宇宙活動を多彩にする、衛星等への燃料補給・修理点検・機器交換などのサービス技術(宇宙デブリの除去を含む)	宇宙
	682	宇宙での安全・安心な暮らし実現のための、遠隔もしくは AI による医療(予防、モニタ、診断、治療)技術	宇宙
	698	海底鉱物資源の環境攪乱を伴わない経済的採取技術	海洋
	710	活断層履歴及び火山噴火史を解明するため、5~10 万年前の年代測定精度を向上させる技術	地球
	718	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	観測・予測
	725	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	観測・予測
	735	経年変化(劣化等)も含めた材料特性を要求値に適合させる逆問題的な材料開発手法に基づき、自動車や大型工業製品、建築物等の試作レス開発を可能とするシミュレーション技術	計算・数理・情報科学
	753	先端機能材料・デバイスにおける電子・スピン・準粒子ダイナミクスのアト秒オペランド観測	量子ビーム: 放射光
	757	X 線検出器の高分解能画素化(空間分解能<10 $\mu$ m、画素サイズ<1 $\mu$ m)・高感度化(検出量子>0.8)・高速化・高エネルギー化技術	量子ビーム: 放射光
	781	情報光学的アプローチに基づく cm レベルでの生体深部を非侵襲で高解像度に 3 次元可視化する生体光計測技術	光・量子技術
2037	695	海洋における環境の自動 in situ 解析技術	海洋
	705	極端環境下でのリアルタイム観測を可能とする光計測技術(光ファイバセンシング、光干渉地震計等。センサー部は電力供給不要)	地球
	721	東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能 30m で常時観測する技術	観測・予測
	724	降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術	観測・予測
	730	災害の事前対策等を目的とした、デジタルツイン技術を活用した低頻度大規模災害の予測技術	観測・予測
	750	強い相互作用とハドロン構造の数値計算の高精度化(格子 QCD など)	加速器、素粒子・原子核
	756	創薬に資するタンパク質の原子分解能ダイナミクス構造ゲノミクス解析	量子ビーム: 放射光
	758	ハイスループット自動計測とビッグデータ解析により、社会で必要とされる機能物質・材料の 50%を 1 か月以内に創製する技術	量子ビーム: 放射光
	762	非線形現象を空間分解能 100nm、時間分解能 100 $\mu$ s で見る X 線 CT 技術	量子ビーム: 放射光
2038	699	氷海域(氷海下含む)における海洋環境モニターや海底探査(石油、天然ガス、鉱物資源等)技術	海洋

	700	海洋酸性化緩和と大気中からの CO2 回収のための、海中から直接炭素を取り出す技術	海洋
	708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	地球
	717	海中の炭酸量を地球規模で自動計測可能な安価なシステム	観測・予測
	727	環境課題と災害の緩和を可能とする、通信ネットワーク・センシング・対策のための海洋プラットフォーム技術	観測・予測
	728	小惑星の衝突から地球を守るための技術(危険な小惑星の早期発見、軌道を変化させる技術等)	観測・予測
	740	仮説を立案し、実験・計算・証明を自律的に実行し科学技術研究開発を遂行する AI	計算・数理・情報科学
	742	ヨタ FLOPS・ゼタバイト級計算機	計算・数理・情報科学
	766	加速器ミュオンビームによる、物体内部の電磁場の 3 次元可視化技術	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	767	透過型ミュオン顕微鏡による、神経細胞や組織の活動電位伝播のイメージング及び細胞内ミトコンドリア群の網羅的電位測定	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	770	量子ビーム科学、タンパク質工学、計算機科学(深層学習・分子シミュレーション)連携による生体高分子ダイナミクスの制御機構解明	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	773	単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	量子ビーム:中性子・ミュオン・荷電粒子等
	774	量子ビットを利用したパーソナル量子センサー	光・量子技術
2039	776	地球上のどこでも 18 桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測(ジオイド計測)が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	光・量子技術
	676	宇宙利用を低コストで実現できる再使用型輸送システム(完全再使用型、軌道間輸送型、大陸間移動型など)	宇宙
	683	太陽系外惑星の生命探査や惑星の形成解明に資する探査のための技術(探査機による直接踏査等)	宇宙
	693	海洋において、音響・光・電磁波・量子ハイブリッド通信により、通信速度・距離積で 1Gbps・m 以上の通信が確保できる技術	海洋
	703	地球深部で試料採取するための大深度科学掘削技術	地球
	711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	地球
	719	人工衛星等による、イメージング分光計技術を用いた大気微量成分観測システム	観測・予測
	738	社会活動の数理解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	計算・数理・情報科学
	779	1 波長当たり 1Ebit/s の超高速伝送システムを備えた、WDM 方式による 1Pbit/s のフォトニクスネットワーク	光・量子技術
	782	光ポンピング磁気センサを用いたフェムトテスラレベルの超微弱磁場計測技術、および、その技術を利用した次世代脳情報・超低磁場 MRI 計測技術	光・量子技術
2040	707	人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機(AUV)等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム	地球

2041	694	深海から得た発想を基にした革新的な化学(深海インスパイヤード化学)による、マイクロプラスチックや CO2 の海中処理技術	海洋
	709	山体崩壊の発生メカニズムに基づく予測技術	地球
	715	CO2 貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入等に起因する誘発地震の予測	地球
	731	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	観測・予測
	734	iPS 細胞等によるバイオアッセイ系とスパコンによる薬物動態シミュレーション技術により、テイラーメイド医薬品・化粧品等を開発する手法	計算・数理・情報科学
	737	10 年規模の自然変動の予測から、100 年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術	計算・数理・情報科学
	743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	計算・数理・情報科学
	751	省コスト型 kHz・アト秒フルコヒーレント X 線自由電子レーザー	加速器、素粒子・原子核
	780	超高集積化半導体回路を実現する、beyond EUV(6.Xnm)リソグラフィ技術を超える、post EUV 技術	光・量子技術
2042	702	古典・量子ハイブリッド技術による高精度慣性航法技術(1 か月で数百 m の誤差)	海洋
	706	海底で 20km の空間分解能を持つ測地測量技術	地球
	723	干渉 SAR 技術を活用した、沿岸海域や縁辺海を含む全球の海象状況や海底地形をリアルタイムで把握するための高精度海面高度観測システム	観測・予測
2043	680	月面での水および推進薬(燃料、酸化剤)の生成・補給拠点確保を目的とした、ロボティクスを活用した生成プラント構築技術	宇宙
	690	初期宇宙からの重力波や大質量ブラックホールの合体など低周波の信号を検出するための、宇宙空間重力波干渉計	宇宙
	716	レーダー、水圧計、電位磁力計、光ファイバ、ブイ、船舶、自律無人探査機(AUV)、漂流型観測装置、航空機、衛星等を用いた、海洋・大気圏・宇宙で実施する面的な津波定常観測	地球
	733	10,000 量子ビットを使って深さ 10,000 の量子アルゴリズムを実行する量子コンピュータ	計算・数理・情報科学
	768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	量子ビーム: 中性子・ミュオン・荷電粒子等
	777	高次高調波発生のような非線形光学に基づくzepto秒パルス X 線レーザー技術	光・量子技術
	786	理工系分野の博士号取得者のうち、女性割合の増大(女性が 40%以上) ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	国際協力・多様化
2044	679	科学観測や資源利用等を目的とする、地球外天体(月または火星)における恒久的な有人活動拠点構築	宇宙
	752	リング型でフルコヒーレントを達成する究極の CW 高輝度放射光源	加速器、素粒子・原子核
	769	月、火星における地中水探査、地下資源探査、元素分析のための小型中性子源計測システム	量子ビーム: 中性子・ミュオン・荷電粒子等
2045	686	太陽光発電衛星(安全性を確保した宇宙から地上へのエネルギー伝送技術など)	宇宙

	749	プラズマ航跡場加速・誘電体加速等の新しい加速技術を用いた加速器の学術及び産業利用等	加速器、素粒子・原子核
2046	787	上場企業の役員のうち、理工系分野の博士号取得者割合の増大（取得者が10%以上） ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	国際協力・多様化
2047	712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	地球
	783	量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	光・量子技術
2048	681	自給自足型スペースコロニー（宇宙における植物栽培、動物・昆虫飼育、滅菌、重力生成の技術など）	宇宙
	775	日常的に使用する工業製品の大部分（約8割）の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	光・量子技術
	785	日本の全大学の理工系分野の教授のうち、女性割合の増大（女性が40%以上） ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	国際協力・多様化
2051	760	放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明（空間分解能5nm）	量子ビーム：放射光
2056以降	713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	地球

## 8. 横断的社会課題分野

### 8.1 総論

#### (1) 細目の構成

「横断的社会課題」は今回のデルファイ調査において新たに設定された分野である。その細目については先行して実施されたビジョニングの結果から抽出されたものを原案として、本分科会で検討を重ね作成した。ビジョニングの特徴は「「ありたい」「望ましい」未来社会像を、個人及び社会の価値観を考慮しながら、共創的に描くこと」とされており、現状からの延長線上にある未来を予測することは目的ではない。その意味で、科学技術政策におけるRRI (Responsible Research and Innovation) 的発想といえる。他方、従来のデルファイ調査は基本的に科学技術を中心に分野が設定され、現状からの未来予測という性格を持っている点でTA(Technology Assessment)的であり、社会へのかかわりは技術の社会実装に伴うELSI(Ethical, Legal and Social Issues)への注目に限られていた。

この点で、本課題は現状の社会課題の解決を通じた望ましい未来社会像の設定と、その実現に貢献する制度や技術を組み合わせて問うことになり、他の課題とやや異質である。細目においても「科学技術」という観点が強調されたものは一つにとどまり、むしろ社会の多様性や包摂性、文化や歴史、社会経済システム、個人の学びなどが強調された。また、望ましい未来社会像も一枚岩で表現はできず、どの側面を強調するかによって異なったものとなる。その結果、本課題については世論調査的な性格をもつことは指摘しておきたい。

#### (2) 本分野の今後の方向性

##### ① 調査結果の総括

調査結果の分析には、回答者属性を踏まえ、各細目ごとに行うことが望ましい。ここでは、文字通りの概括的なコメントを記す。トピックの重要性については、細目「信頼される社会経済システムの構築」、細目「地球規模課題への対応」、「多様性・包摂性のある社会と個人の幸せ」関連のものが上位を占めていた。また、トピックの国際優位性については、総じて低いのが本分野の特性である。とりわけ国際優位性が低いという回答が多かったトピック（例えば、将来世代を考慮した安定した財政運営、属性や障害による差別に関する認識の深化など）では、技術的実現から社会的実現までの期間も長い。「技術的にはやろうと思えばできるだろうけど、社会にはまあ簡単には実装できないだろう」という、やや諦めの感覚が看てとれる。技術における国際優位性はある程度客観的な判断が可能であるが、本分野の場合には回答者の抱く社会イメージが大きく影響しているはずであり、国際的に劣後しているという回答は、今後の改革への意志の表れとみることもできるかもしれない。他方、「文化・歴

史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」に関するトピックに関しては、国際的優位性があるとみなされており、技術の実現から社会的実現までの期間も短い。すでに各地でこのような取り組みが行われていることから、実現は容易と考えられたのかもしれない。

## ②今後の方向性〈分野全般に共通する推進方策等〉

今回は初めての分野設定であり、細目の検討に相当の時間を費やした。その結果、トピックの表現に関しては十分な検討ができていないため、ややわかりにくい表現のものも交じっている。そもそもが、単なる予測ではなく望ましい未来社会像の設定とセットになる設問であるが、細目ごとに想定している未来社会像が異なっている。そのため、分野としての統一感が弱いことは事実である。また、科学技術の実現と社会的実現という回答区分自体が、従来のデルファイに準拠したものであり、本分野にも適切だとは言い難い部分もある。

今後の詳細な分析次第ではあるが、本分野の回答結果を今後どのように活用するのかについて、分野設定に際してもう少し詳細に詰めておくべきだったように思う。次回も同様の分野を設定するのであれば、冒頭で述べた、RRI 型設問が TA 型調査と整合するかどうかの検討が望まれる。

(小林傳司)

## 8.2 各論（細目概要）

### ①多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

#### i) 概要

ICT や SNS、AI の発展と普及等、情報環境の変化による情報・知識の断片化や社会の分断化・個別化の問題が顕在化している。また、コロナ禍を経て、福祉や社会保障、Well-being、ひいては死生観の問い直しが始まっている。ICT や DX による人間中心社会の構築が謳われる一方、人間中心的な見方を脱し、あらゆる生き物の尊厳を認め、種の壁を越えて共感を拡張しようという動きもある。

こうした状況のなかで、年齢、性別、障害の有無から国籍、人種、宗教、文化的背景や性的指向、価値観に至るさまざまな違いを生きる人々が、互いに尊重し合い、共に活躍し、各々自分らしくあることを可能にするような、多様性・包摂性のある社会をいかに実現するか。様々な差別は、差別する側の心の壁によって生じるものである。こうした心の壁をいかにして取り払い、偏見から解放するか。曇りなき眼を持つ人びとがありのままに、違いや多



様性を認め合って生きられるような、また、社会的に疎外されたり抑圧されたりすることのない、自由で包摂的な社会をいかに構築するか。さらには、人間だけでなく生き物すべてを尊厳ある対等な存在として尊重し、共感と利他的な行為によって結ばれた共生のシステムをいかに実現するか。

当細目では、このような社会やシステムを実現するために一人ひとりが考え、行動するためのトピックを設定した。

## ii) 社会的意義

科学技術と社会の両面から、総合的に重要とされたトピックのうち、重要度が最も高いものと最も低いものが本細目から選出された。重要度が最も高かった「社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材（エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等）への対価の適正化」に関しては、エッセンシャルワーカーやケアワーカーといった社会機能を支える重要な役割を担う人々に対して、低賃金や過酷な労働環境の問題視が浮き彫りとなった。一方、重要度が最も低かった「マルチスピーシーズのウェルビーイング実現に向けた国際合意」に関しては、マルチスピーシーズの考え方や認識がまだ社会に十分広がっておらず、倫理的要素が強いため施策化が難しいと評価されたためだと考えられる。情報通信技術や生命科学が急速に発展・普及し社会に実装される一方、人間の内面的な心の壁や社会意識、構造的な差別の克服といった部分のアップデートが追いついておらず、未だ人間社会内部の問題に向き立っているなかで、人間中心的なものの見方を脱し、種を超えた尊厳や共感の拡張といった部分にまでイメージが及ばないのではないだろうか。

## iii) 今後の展望

今後の日本社会は、多様性・包摂性のある社会の構築と個々人の幸せを実現するための基盤を早急に整えるべき段階にあると考えられる。調査結果から、属性や障害による差別への理解、エッセンシャルワーカーの待遇改善、地域や教育の格差是正が重要な要素として挙げられている。特に差別や障害に対する社会的認識が定着するまでには時間がかかるとされ、「認識のギャップ」を埋めるための迅速な対応が求められている。また、倫理的価値観の再評価や技術の導入に際する人権と倫理観に基づく議論も欠かせない。さらに、国際的・分野横断的な協力体制を強化し、地域社会や公共部門が積極的に参画することで、多様性・包摂性に基づく社会枠組みを整備し、個々人の幸福を支える環境を作ることが求められる。

（本多達也、上田洋平）

## ②文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域

### i) 概要

人口減少や地域経済の衰退など、地域をとりまく状況は厳しい。一方で、経済の低成長時代に入り、価値観の多様化が進み、深刻化する地球規模課題の解決に向けた、国際的な脱炭素や持続可能性目標を巡る議論の進展を受け、新たな「豊かさ」の基準や Well-being の観点から、自然に育まれた多様な文化・歴史を持つ地域の価値が見直されている。そのような地域固有の価値を維持し、さらなる発展につなげていくために、今後科学技術が担うべき役割とその実現に向けた展望について調査したのが本細目である。

### ii) 社会的意義

まず重要度として「ID797 地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能性」についてのわかりやすい指標を踏まえた、および住民主体の、未来デザインと地域づくり指標」が、本細目のなかで最も高い結果が得られた。また、科学的実現時期は 2031 年、社会的実現時期も 2034 年と、比較的短期間での実現が予測されている。既に地域政策面でも、SDGs や地域脱炭素など、新たな「豊かさ」や「持続可能性」基準に基づく地域づくりの方向性が示されるようになっており、そのための手法の整理や全国への普及・浸透といった今後進めていくべき段階が予想しやすく、このような結果になったものと思われる。

また、国際優位性については、本分野のトピック全体の上位 20 件のなかに本細目から 7 件と最も多く入っているのも特徴的な結果である。そのなかで最も国際優位性が高い結果となったのは、「ID803 地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム（地域の文化や風習等の観光資源としての活用）の開発」と

「ID802 各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現」であり、コンテンツツーリズムへのインバウンド需要の顕著な高まりと共に、観光資源としても高い価値を持ちうる地域固有の無形文化財が急速に失われていることへの危機感が、この結果につながっていると考えられる。その他、国際優位性の高いトピックとして

「ID800 地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム」「ID798 「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさ足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム」「ID801 スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全」があり、地域の自然環境の保全のみならず循環型の持続可能なシステム構築について、これまでの研究や地域実践の蓄積も踏まえて、実現可能性や国際優位性が判断されたものと思われる。

### iii) 今後の展望

一方で、それらの科学技術的、社会的実現に向けては、人材の確保や活用が課題として認識されており、社会的な実現に向けて日本が優先的に対処すべき点としてトピック「ID804 学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現」が69%と本細目の中で最も高い値となっている。地域社会のより良い未来を描き、その担い手を学校・地域が協働して育てていくことで、持続可能な社会を実現させていく教育の重要度は今後ますます高まるものと考えられる。

(重藤さわ子、中村怜詞)

## ③能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

### i) 概要

技術革新や経済社会構造の加速度的な変化により、企業経営等においても急速な事業展開・転換が求められるようになる。ビジネスモデルの陳腐化、製品・サービスのコモディティ化に至る速度が早まるなか、教育訓練や人材育成についても一層の時宜性が必要となり、また、その際に重要視される技能獲得の特徴も生産性を徐々に高めていくという習熟型から、全く新しい分野の開拓や他の分野との組み合わせによるジャンプアップといった探索型となる。変化のなかで、就業する個人の側にもスキルや技能の習得を早め、必要な機会を自らのライフキャリアの状況に応じて獲得することの重要性が増していくが、こうした個人を支えるプラットフォームや技術がどの時期に、こういった程度確立されるのかという点を検証する細目である。

### ii) 社会的意義

本細目における調査結果を概括すると、回答における重要度の平均値が最も高かったのは「個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得」(1.61)であった。個々人の外形的属性による制約を受けずその成果を評価する、また、そうした成果を挙げるための適切な教育訓練機会を提供する仕組みを社会実装することの重要性が特に高いとされた。科学技術的実現の回答平均時期は2034年、社会的実現は2038年である。科学技術的には、個々人の過去の学習内容や獲得した機会を評価可能な形式で集約し、それぞれが有する社会的・相対的な稀少性を評価付けしたうえで、より稀少性の高い知見・機会を個々人の適性にに応じて提供していくプラットフォーム等が必要となる。

また、本細目の回答においては全体として国際優位性が劣位にあることも特徴であった。中でも国際優位性が低水準だったのが、先述の「個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得」(-0.93)であった。当該トピックは、重要度は高いが国際優位性は低く、国際的なプラットフォームが先行して形成され、それに対して否応なしに対応が迫られることになる可能性がある。なお、スキル可視化と実社会の職業とのマッチングにおいては米国における O-NET を、我が国が後追いで導入した（日本版 O-NET、その後 job tag と改称）例が存在する。また、本細目において、国際優位性が比較すると高かったのは、「居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性や発達段階に応じた集団での多様な体験活動（実地体験、疑似体験・遠隔参加含む）」(-0.04)であった。人口動態の変化によって、高齢化や過疎化が進むなかで、様々な年齢層や特性を持つ人々同士のコミュニティの再形成や活躍の場の創出が各地で行われており、今後脳波等、感覚器官へのフィードバックデバイスが高度化していくなかで更に協働体験が深化していく可能性が示唆される。

### iii) 今後の展望

本細目においては科学技術的実現年と社会的実現年の実現年差が最短 2 年～最長 4 年となっており、この年差が小さい特徴がある。技術的に実現したことが、ほとんど時間的猶予なく社会実装される可能性があるということだ。回答結果からも、社会実装において「倫理」や「法律・規制」面での対応の必要があるという回答者の割合は低く、技術的にできることが即時に多くの人に提供される可能性が高い。こうした性質を有するからこそ、プラットフォームや技術が出現した後に生じてしまう、個々人のその新たな社会的機能との接触時間差や、その機能に対するアクセシビリティの問題について、自覚的であることが求められる。

(古屋星斗、梅澤敦)

## ④信頼される社会経済システムの構築

### i) 概要

仮想通貨や暗号通貨の発明、キャッシュレス化の進展、巨大企業によるプラットフォーム経済の浸透、AI やロボットの活用による社会経済変化、社会保障システムの DX など、テクノロジーの導入により現行の社会経済システムは大きく変化しようとしている。テクノロジーを活用し、いかに現在の課題を解決し、「信頼できる社会経済システム」を構築していくかは喫緊の課題である。

## ii) 社会的意義

この細目では、技術革新によって社会経済がより便利になっていくだけでなく、技術革新を通じて人口減少社会や格差の拡大に対応したシェアや共有の経済が勃興し、多様な働き方に即して個々人が人間らしい働き方をする権利が保障されること、社会保障の充実や安定的な財政運営等による公的な信頼を取り戻すことの意義が期待されていた。

## iii) 今後の展望

課題別に見ると、重要度が高く、かつ実現にあたり社会の合意が必要となるのは、「DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム」と「将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立」である。もっとも、後者の財政運営の実現は悲観的に評価される。また「政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張」および「安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方の一般化」に関しても比較的に関心が高く、既に実現済みとする回答が相対的に多かった。これらの実現に関しては、法律・規制あるいは社会による対処が重視されているのが特徴的である。

「巨大企業によるプラットフォーム資本主義への対抗」の重要性も高いが、ここでも実現性は懐疑的にみられている。他方、「労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化」および「シェアリング経済など私的所有の在り方の根本的な見直し等による、社会連帯経済部門（SSE）の財・サービス供給が20%強へと拡大」の重要性は低い。とくに生活の中心が余暇に置かれるようになる可能性は、技術的な開発がされても社会的実現までに時間を要すると予想されている。このことは、AI等の先端技術の活用により働き方が多様化したり、平均労働時間が半減したりすることはあっても、所得低下の懸念から余暇を増やすことに直結しないと捉えられていることを示唆している。

また、社会連帯経済部門による財・サービス供給の拡大だけでなく、「より創造的な仮想／暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏」の重要度は比較的低く、社会的実現にも否定的である。新自由主義的な資本主義経済のオルタナティブな社会経済の実現に懐疑的・悲観的であると解される。技術革新を活かした新しい社会経済システムの創出に向け社会的合意をいかに醸成するのが課題である。

（小川さやか、溝端佐登史）

## ⑤未来社会の Well-being と科学技術

### i) 概要

「未来社会の Well-being と科学技術」の細目は、横断的社会課題全体の中で重要度と国際優位性においていずれも 2 位であり、全体として優先度の高い細目と考えられる。また、特に「フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透」は横断的社会課題の全トピックの中で重要度が 3 位、「AI やロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰しものが希望すれば働ける環境構築」は国際優位性が 1 位であり、かつ 2 位以下をかなり引き離していることは注目に値する点である。後者については、ロボット関連技術に関する日本の優位性を AI ともリンクさせながら、社会的課題の解決に寄与する方向で発展させていくことの重要性が示されていると言える。

### ii) 社会的意義

トピック毎により詳細に見ていくと、上記の情報リテラシーに関するトピックは社会的実現の時期が 2033 年で、これは全トピックの中で 2 番目に早い時期であり、早急な対応が求められることが示唆されている。しかも「日本が社会的実現に向けて優先的に対処すべき点」に関する「法律・規制」において全トピックの中で最上位であり、法制度面での対応が鍵になることが示されている。一方、「文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識（科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等）やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム」のトピックは、「日本が科学技術の実現に向けて優先的に対処すべき点」に関する「人材」において全トピックの中で最上位となっている。文理融合や「総合知」の重要性ということが叫ばれる中、それを実のある形で具現化していくためには、現在の日本においてなお未発展である科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等の教育システムを充実させ、これらに関する知見をもった人材を育てていくことが重要と考えられる。

また、「各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム」のトピックは、「日本が科学技術の実現に向けて優先的に対処すべき点」に関する「国内連携」及び「事業化」において全トピックの中で最上位となっている。このトピックは、持続可能な地域の実現という、今後の日本において重要度の高い課題に関わるものであるとともに、産官学・分野間の連携および経済性等を含む社会実装が鍵を握るテーマであり、そうした点を重視した対応が求められている。

### iii) 今後の展望

横断的社会課題に関するトピックは、全体として「国際優位性」が高いトピックとは言えないものの、上記のような AI・ロボット技術の社会的課題への活用や、地域の多様性を踏まえた自律分散的エネルギー技術・システムなどを含め、概して「地域」「福祉」「環境」領域に関するトピックが上位を占めており、この点は「未来社会の Well-being と科学技術」以外の細目のトピックについて見ても該当する。これは大きくとらえるならば、高齢化・人口減少における世界の“フロンランナー”であるという日本のポジションあるいは「課題先進性」に対応するテーマ群とも言え、そうした観点から今後の日本における科学・技術の比較優位性や戦略を検討していくことが重要と考えられる。

(廣井良典、服部篤子)

## ⑥地球規模課題への対応

### i) 概要

2019 年に発生した新型コロナウイルス感染症によるパンデミック、2020 年に始まったロシアによるウクライナ侵略など、現代の我々は従来の社会システムが揺るがされる事態に直面してきた。後者はウクライナ産穀物の輸出を困難にすることによってアフリカ諸国で食糧不足を引き起こし、さらに気候変動に影響を受けた自然災害がその窮状に拍車をかけるといった複合的な問題も発生している。その解決に向け、世界各国の連携・協調が必要であることが自明に思われる一方、現実のそれは十分に機能していない。本細目では、そのような現状への対応として実現が求められるであろうトピックを取り扱った。

### ii) 社会的意義

全体的に、重要性が高く評価される一方で国際優位性については不十分という傾向となった。前述の通りその実現に国際的な連携が必要となることを考えれば、後者はそのために我が国がイニシアチブを発揮できるかという観点からの評価と理解されるべきかもしれない。実現の時期は概ね 2030 年代と見積もられたが、実際にその頃実現するという趣旨なのか、「わからない」という回答の割合が比較的高いトピックが多いことを考えると（ID830 技術 41%・社会 47%、ID831 技術 40%・社会 40%、ID833 技術 43%・社会 50%）現状から見通せる程度の時期には実現しないであろうという否定的趣旨であるのかには議論の余地があるように思われる。世界情勢という科学技術研究にとって、あるいは我が国独自にはコントロールしがたいものに実現可能性が左右される側面があることの影響もあるだろう。

科学技術的実現と社会的実現のあいだで予測時期の乖離が小さい点に関しても、そもそも多分に社会的な合意形成にその成否が委ねられている問題であり両者を別異に理解することが難しいという背景については留意する必要がある。また、ID833（先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築）が細目内のほかのトピックと比較して重要度・国際優位性ともかなり低い値になっている点には、マイノリティ問題に対する我々自身の理解を反映するものとして注目するべきだろう。

### iii) 今後の展望

細目を通じて、技術・社会の両面における国際連携と標準化の重要性が指摘されている点は、他の細目と大きく異なる特徴だと言える。前述の通り国際優位性が全体的に低い値であることの関連で考えれば、それは特にこれらの要素において我が国のイニシアチブが弱いという自己認識を反映したものである可能性がある。本細目の示す政策的示唆として捉える必要があるだろう。

(大屋雄裕)



### 8.3 細目およびキーワード

本分野は、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」、「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」、「能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方」、「信頼される社会経済システムの構築」、「未来社会の Well-being と科学技術」、「地球規模課題への対応」の 6 つの細目で構成される（図表Ⅱ-8-1）。

図表Ⅱ-8-1 「横断的社会課題」分野の細目及びキーワード

	細目	キーワード
1	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ	多様性、包摂性、寛容性、ウェルビーイング、人間の尊厳、ポストヒューマニズム、ケア、死生観、リベラルアーツ、デジタル民主主義・市民社会、ベーシックインカム、社会保障 DX、マルチスピーシーズ
2	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域	風土、景観、自然観、地域資本、持続可能性、循環経済社会、自然との共生、分散性、自律性、地域連携、都市と地方の関係、多地点居住、関係人口、地域主体のまちづくり、未来デザイン、教育魅力化、自文化肯定感、観光資源
3	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方	能動性、創造性、感性、探究、自分らしさ、学びの個別化と協働、分散性、選択、リモートワーク、非定住、e-ラーニング・遠隔教育、自助≠自己責任、選択、ライフキャリア、サステイナブルキャリア、ソーシャルイノベーション
4	信頼される社会経済システムの構築	仮想・暗号通貨、プラットフォーム資本主義、デジタル経済、共有経済、シェアリングエコノミー、社会連帯経済、共感、共助、公助、格差の是正、人口減少社会、公への信頼、新しい社会保障システムと DX、サフィシエントエコノミー、働き方の多様化、ディーセントワーク、ウェルビーイング、世代間倫理
5	未来社会の Well-being と科学技術	社会的・環境的インパクト、生命中心デザイン、自律分散型社会、エネルギーの地産地消、市民参加、身体性、科学哲学、科学史教育、倫理教育、科学技術ガバナンス、非西欧的科学技術、情報リテラシー、フェイクニュース、シンギュラリティ
6	地球規模課題への対応	サプライチェーン、気候危機、食料危機、地球規模災害、安全安心、人間安全保障、環境倫理、気候正義、世代間倫理、倫理的消費

## 8.4 当該分野の回答者

本分野についての回答者内訳（第2回アンケート調査結果）は図表Ⅱ-8-2の通りである。

図表Ⅱ-8-2 「横断的社会課題」分野の回答者内訳

年代	20 代	12 人	職 業	大学等	596 人
	30 代	77 人		公的研究機関	65 人
	40 代	193 人		民間企業	64 人
	50 代	254 人		その他	81 人
	60 代	199 人	職 種	研究・開発	635 人
	70 代以上	68 人		マネジメント	47 人
	無回答	3 人		その他	124 人
合計					806 人

## 8.5 調査結果

### 8.5.1. 重要度と国際優位性

#### ①重要度上位20位までのトピック

日本にとっての現在の重要度上位20位のトピックを図表Ⅱ-8-3に示した。細目別では、「信頼される社会経済システムの構築」がもっとも多く6件、次いで「地球規模課題への対応」5件、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」4件であった。重要度のもっとも高いトピックは「社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材（エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等）への対価の適正化（重要度1.72）」であった。

#### ②国際優位性上位20位までのトピック

現在の日本が置かれた国際的な優位性の上位20位を図表Ⅱ-8-4に示した。細目別では、「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」が7件と最も多く、次いで「地球規模課題への対応」が5件、「未来社会のWell-beingと科学技術」が4件であった。国際優位性のもっとも高いトピックは「AIやロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰しものが希望すれば働ける環境構築（国際優位性0.61）」であった。本分野では指数0未満のトピックが約7割に当たる35件あり、全体的に国際優位性が低いことが示された。

図表Ⅱ-8-3「横断的社会課題」分野のトピックの重要度上位 20 位

ID	トピック	重要度	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
790	社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材(エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等)への対価の適正化	1.72	2034	2036	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	1.68	2032	2036	地球規模課題への対応
827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	1.68	2030	2033	未来社会のWell-beingと科学 技術
810	個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	1.61	2034	2038	能動的な個人の挑戦を支える 新たな学び方・働き方
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	1.51	2034	2043	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	1.49	2034	2037	地球規模課題への対応
821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	1.49	2035	2041	信頼される社会経済システム の構築
834	気候危機への対応が、環境倫理や世代間倫理、気候正義の観点からも、全人類的に重大な課題であるとの認識の日本国内での浸透	1.45	2033	2034	地球規模課題への対応
816	AIやロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	1.44	2033	2038	信頼される社会経済システム の構築
819	DXIによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	1.42	2033	2036	信頼される社会経済システム の構築
813	巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	1.37	2031	2036	信頼される社会経済システム の構築
823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	1.36	2035	2039	未来社会のWell-beingと科学 技術
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	1.32	2033	2036	地球規模課題への対応
797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	1.32	2031	2034	文化・歴史観・自然観を継承す る豊かで持続的な地域
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	1.31	2038	2039	地球規模課題への対応
792	地域による教育の機会格差なく、生涯にわたり常に新しい知識やスキルを習得(アンラーニング、学びほぐし等)できるシステム	1.31	2032	2035	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識(科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等)やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	1.30	2033	2037	未来社会のWell-beingと科学 技術
817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	1.29	2033	2039	信頼される社会経済システム の構築
815	政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	1.26	2033	2039	信頼される社会経済システム の構築
793	政策の透明性・効率性向上、及びより公平で包摂的な社会実現に向け、国民一人ひとりが政策を含む社会の意思決定プロセスに積極的に関与できる、デジタル技術を活用したシステム	1.26	2035	2038	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ

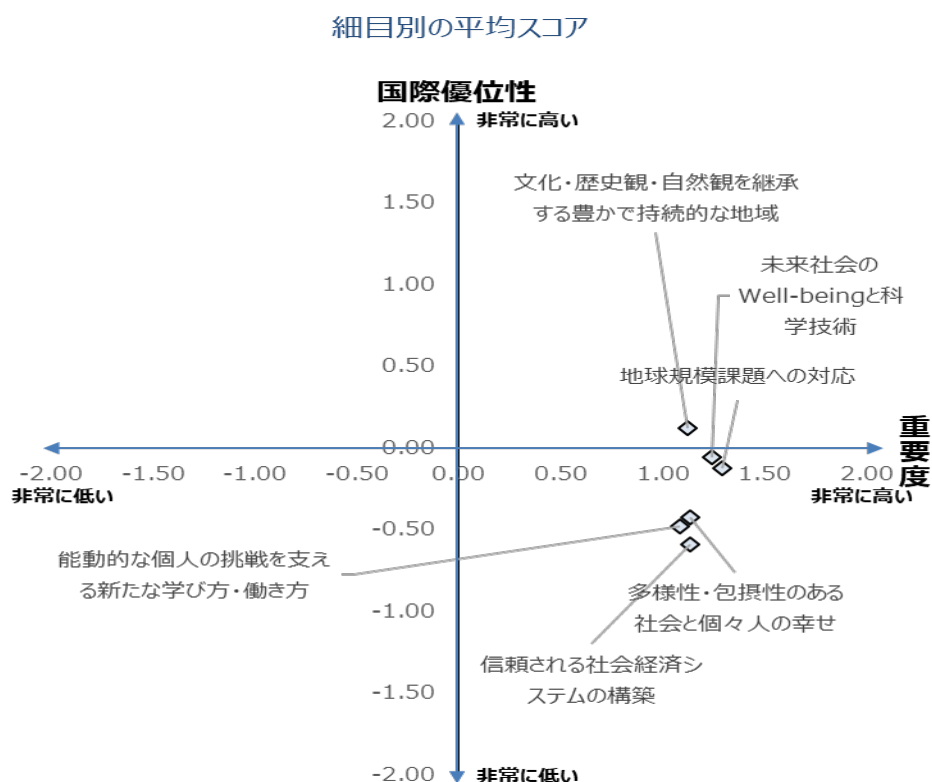
図表Ⅱ-8-4 「横断的社会課題」分野のトピックの国際優位性上位 20 位

ID	トピック	国際優位性	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	細目
825	AIやロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰しもが希望すれば働ける環境構築	0.61	2034	2036	未来社会のWell-beingと科学技術
803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム(地域の文化や風習等の観光資源としての活用)の開発	0.42	2031	2032	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	0.42	2033	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	0.34	2034	2036	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
800	地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム	0.29	2034	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	0.24	2034	2037	地球規模課題への対応
823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	0.20	2035	2039	未来社会のWell-beingと科学技術
798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさや足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	0.15	2034	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
801	スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全	0.13	2034	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
822	技術開発による社会的・環境的インパクトの把握に基づき、地球全体の生態系を重視した生命中心デザインが前提のビジネスの一般化	0.13	2037	2039	未来社会のWell-beingと科学技術
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	0.06	2033	2036	地球規模課題への対応
824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	0.06	2035	2037	未来社会のWell-beingと科学技術
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	0.04	2038	2039	地球規模課題への対応
804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	0.02	2033	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	-0.02	2037	2040	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
806	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性や発達段階に応じた集団での多様な体験活動(実地体験、疑似体験・遠隔参加含む)	-0.04	2034	2036	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	-0.08	2031	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
835	財・サービスの生産が人間や自然環境に与える負荷が可視化され、負荷を軽減する企業努力を評価する統一的なシステムの構築及び情報公開	-0.09	2034	2037	地球規模課題への対応
834	気候危機への対応が、環境倫理や世代間倫理、気候正義の観点からも、全人類的に重大な課題であるとの認識の日本国内での浸透	-0.13	2033	2034	地球規模課題への対応
809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	-0.16	2033	2035	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

### ③重要度と国際優位性の関係

本分野の細目別の重要度と国際優位性を図表Ⅱ-8-5に示した。本分野は、細目「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」を除いて右下の第4象限に位置し、日本にとっての重要度は高いが日本の現在の国際優位性は低いことが示された。特に、「信頼される社会経済システムの構築」の国際優位性が低い。

図表Ⅱ-8-5 「横断的社会課題」分野における細目別の重要度と国際優位性



\* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

\* 本図の重要度及び国際優位性は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

### 8.5.2. 実現時期

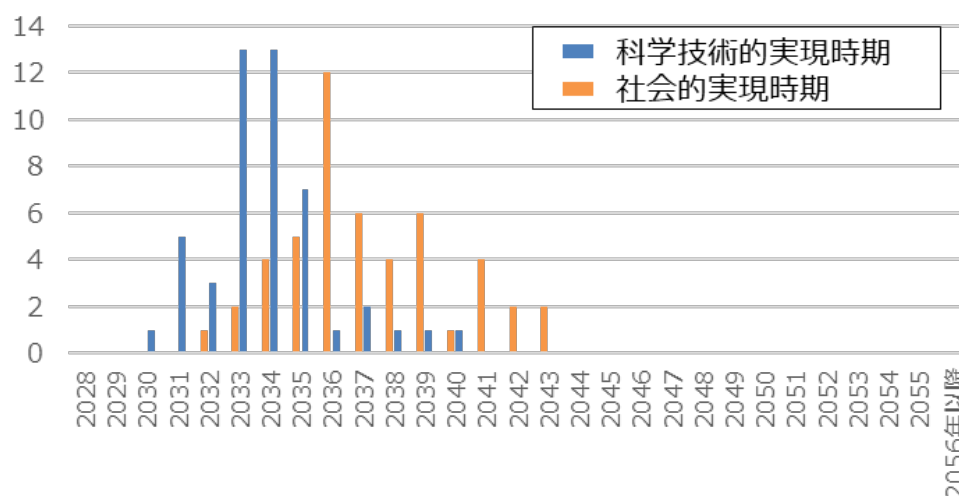
#### ①実現時期の分布

本分野のトピックの科学技術的実現時期は、2033～2034年を中心に2030年から2040年までの範囲に分布し、トピックの約88%が2035年までに実現するという回答が示された。

社会的実現時期は2036年をピークに2032年から2043年までの範囲に分布し、2035年までにトピックの約24%、2040年までに約84%が実現すると回答された（図表Ⅱ-8-6）。

また、科学技術的実現時期と社会的実現時期との差がもっとも大きいトピックは「属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化」で9年であった（図表Ⅱ-8-7）。「信頼される社会経済システムの構築」細目に差が大きいトピックが多い。

図表Ⅱ-8-6 「横断的社会課題」分野の実現時期別トピック数分布



図表Ⅱ-8-7 「横断的社会課題」分野の実現時期の差が大きいトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	社会的実現 時期	差	細目
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	2034	2043	9	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
818	労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	2035	2042	7	信頼される社会経済システムの構築
788	社会・経済格差を縮小し、利他的な支援と協力を社会全体で促進する、ユニバーサルベーシックインカムのような革新的な社会保障システム	2035	2041	6	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
815	政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	2033	2039	6	信頼される社会経済システムの構築
817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方（ディーセントワーク）の一般化	2033	2039	6	信頼される社会経済システムの構築
821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	2035	2041	6	信頼される社会経済システムの構築

## ②実現時期の早いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2030年がもっとも早く、早期実現トピック上位5位（6件）のうち4件は、「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」細目の2件を含め地域性に関わるトピックであった（図表Ⅱ-8-8）。社会的実現時期は2032年がもっとも早く、早期実現トピック上位5位（7件）の中では「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」細目が4件ともっとも多かった（図表Ⅱ-8-9）。

図表Ⅱ-8-8 「横断的社会課題」分野の科学技術的実現時期の早いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	2030	未来社会のWell-beingと科学技術
797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	2031	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム（地域の文化や風習等の観光資源としての活用）の開発	2031	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム（e-ラーニング・遠隔教育の拡張等）	2031	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
813	巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	2031	信頼される社会経済システムの構築
828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	2031	未来社会のWell-beingと科学技術

図表Ⅱ-8-9 「横断的社会課題」分野の社会的実現時期の早いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム（地域の文化や風習等の観光資源としての活用）の開発	2032	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム（e-ラーニング・遠隔教育の拡張等）	2033	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	2033	未来社会のWell-beingと科学技術

### ③実現時期の遅いトピック

本分野の科学技術的実現時期は2040年がもっとも遅く、遅いトピックの上位5位の細目は、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」2件、「地球規模課題への対応」2件などであり、世界での実現が想定されたものや人間観などのトピックが見られる（図表Ⅱ-8-10）。社会的実現時期は2043年がもっとも遅く、遅いトピックの上位5位（8件）の細目は「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」4件、「信頼される社会経済システムの構築」3件などであり、差別・格差解消、日本の人口規模・財政維持などが見られる（図表Ⅱ-8-11）。

図表Ⅱ-8-10 「横断的社会課題」分野の科学技術的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	科学技術的 実現時期	細目
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	2040	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	2039	地球規模課題への対応
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	2038	地球規模課題への対応

図表Ⅱ-8-11 「横断的社会課題」分野の社会的実現時期の遅いトピック

ID	トピック	社会的実現 時期	細目
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	2043	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	2043	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
818	労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	2042	信頼される社会経済システム の構築
833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	2042	地球規模課題への対応



#### ④「実現しない」・「(実現時期が) わからない」の回答割合が高いトピック

本分野で「実現しない」の回答割合が10%以上のトピックは、社会的実現で14件（このうち5件は科学技術的実現も10%以上）ある（図表Ⅱ-8-12）。これらの細目は、「信頼される社会経済システムの構築」（6件）、「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」（4件）などであり、安定的な財政・人口規模、働き方、差別・格差、地域性、共同などに関するトピックが見られる。「わからない」の回答割合が大きかった上位トピックは科学技術的実現と社会的実現で共通するものが多い。世界的サプライチェーン、差別の認識と解消、人間観、民主性など内容は様々である（図表Ⅱ-8-13）。

図表Ⅱ-8-12 「横断的社会課題」分野の「実現しない」の回答割合が高い（10%以上）トピック

#### 科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	科学技術的 実現時期	細目
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	1.51	10%	2034	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	0.55	10%	2040	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
799	既存技術(地域主権的な貨幣・経済・エネルギーシステム、高度コミュニケーションツール・次世代教育システム等)の応用・包括的利用により、大都市一極集中から脱却し、自律分散型で、多拠点居住や関係人口ネットワーク化を可能とする社会経済システム	1.01	10%	2035	文化・歴史観・自然観を継承する 豊かで持続的な地域
821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	1.49	10%	2035	信頼される社会経済システム の構築
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	1.31	10%	2038	地球規模課題への対応

#### 社会的実現時期

ID	トピック	重要度	実現しない	社会的実現 時期	細目
789	日本における、海外からの人口流入による安定的な人口規模の維持 ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	0.99	28%	2041	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
808	全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	1.08	22%	2038	能動的な個人の挑戦を支える 新たな学び方・働き方
821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	1.49	21%	2041	信頼される社会経済システム の構築

注)「実現しない」の回答割合が10%以上の14件のうち、上位3件を示した。

図表Ⅱ-8-13 「横断的社会課題」分野の「わからない」の回答割合が高い（上位3位）トピック

#### 科学技術的実現時期

ID	トピック	重要度	わからない	科学技術的 実現時期	細目
828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	1.07	47%	2031	未来社会のWell-beingと科学技術
795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術（マインドアップロードやサイボーグ技術等）がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	0.70	43%	2037	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	1.08	43%	2035	未来社会のWell-beingと科学技術
833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	0.74	43%	2039	地球規模課題への対応

#### 社会的実現時期

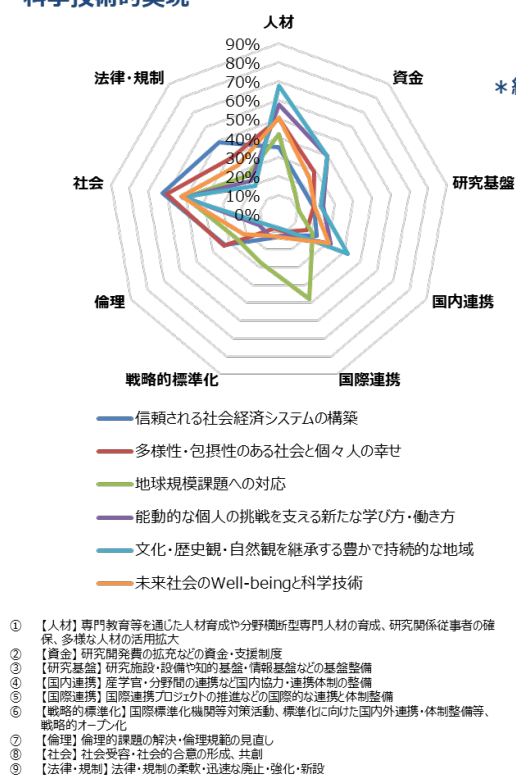
ID	トピック	重要度	わからない	社会的実現 時期	細目
833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	0.74	50%	2042	地球規模課題への対応
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	1.68	47%	2036	地球規模課題への対応
828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	1.07	45%	2035	未来社会のWell-beingと科学技術

#### 8.5.3. 実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

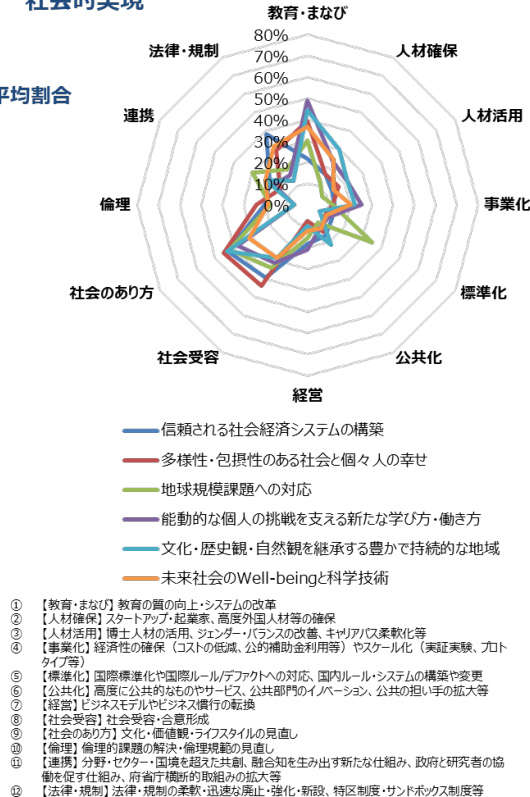
本分野の細目ごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（図表Ⅱ-8-14）は、科学技術的実現では多くの細目において「人材」及び「社会」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、「信頼される社会経済システムの構築」及び「多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ」では「法律・規制」、「能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方」及び「文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域」では「資金」の回答割合が他の細目と比べて大きいことが示された。社会的実現では多くの細目において「教育・まなび」、「社会受容」、「社会のあり方」の回答割合が大きいことが示された。あわせて、「信頼される社会経済システムの構築」及び「未来社会の Well-being と科学技術」は「法律・規制」、「地球規模課題への対応」は「標準化」及び「連携」の回答割合が大きいことが示された。

図表Ⅱ-8-14「横断的社会課題」分野の実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（細目別）

## 科学技術の実現



## 社会的実現



トピックごとの実現に向けて日本が優先的に対処すべき点は、項目ごとに上位3位までを図表Ⅱ-8-15、図表Ⅱ-8-16に示した。

図表Ⅱ-8-15 「横断的社会課題」分野の科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

①人材

ID	トピック	人材	科学技術的 実現時期	細目
803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム（地域の文化や風習等の観光資源としての活用）の開発	77%	2031	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識（科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等）やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	77%	2033	未来社会のWell-beingと科学技術
804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	76%	2033	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域

- 【人材】専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大

②資金

ID	トピック	資金	科学技術的 実現時期	細目
802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	69%	2033	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭（フロー体験）を可能とするバーチャル技術	66%	2033	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム（eラーニング・遠隔教育の拡張等）	63%	2031	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

- 【資金】研究開発費の拡充などの資金・支援制度

### ③研究基盤

ID	トピック	研究基盤	科学技術的 実現時期	細目
791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	49%	2034	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
816	AIやロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	41%	2033	信頼される社会経済システムの構築
802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	39%	2033	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	39%	2033	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

- 【研究基盤】研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備

### ④国内連携

ID	トピック	国内連携	科学技術的 実現時期	細目
823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	58%	2035	未来社会のWell-beingと科学技術
798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさとし足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	55%	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	50%	2035	未来社会のWell-beingと科学技術

- 【国内連携】産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備

### ⑤国際連携

ID	トピック	国際連携	科学技術的 実現時期	細目
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	75%	2038	地球規模課題への対応
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	75%	2033	地球規模課題への対応
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	64%	2032	地球規模課題への対応

- 【国際連携】国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備

## ⑥戦略的標準化

ID	トピック	戦略的標準化	科学技術的実現時期	細目
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	47%	2033	地球規模課題への対応
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	39%	2032	地球規模課題への対応
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立（※後発開発途上国：開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国） ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	38%	2038	地球規模課題への対応

- 【戦略的標準化】国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化

## ⑦倫理

ID	トピック	倫理	科学技術的実現時期	細目
795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術（マインドアップロードやサイボーグ技術等）がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	74%	2037	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	60%	2034	地球規模課題への対応
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ（複数種）のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	54%	2040	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑧社会

ID	トピック	社会	科学技術的実現時期	細目
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	78%	2034	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
819	DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	74%	2033	信頼される社会経済システムの構築
820	GDPのみに依拠しない包括的な「豊かさ」やウェルビーイングに関する一般的指標の確立	74%	2032	信頼される社会経済システムの構築

- 【社会】社会受容・社会的合意の形成、共創

## ⑨法律・規制

ID	トピック	法律・規制	科学技術的 実現時期	細目
819	DXIによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	71%	2033	信頼される社会経済システムの構築
828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	68%	2031	未来社会のWell-beingと科学技術
817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	63%	2033	信頼される社会経済システムの構築

- 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設

図表Ⅱ-8-16 「横断的社会課題」分野の社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点（各項目で上位3位）

## ①教育・まなび

ID	トピック	教育・まなび	社会的実現 時期	細目
810	個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	72%	2038	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識(科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等)やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	72%	2037	未来社会のWell-beingと科学技術
804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	69%	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域

- 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革

## ②人材確保

ID	トピック	人材確保	社会的実現 時期	細目
802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	44%	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
801	スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全	42%	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
825	AIやロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰もが希望すれば働ける環境構築	40%	2036	未来社会のWell-beingと科学技術

- 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

### ③人材活用

ID	トピック	人材活用	社会的実現 時期	細目
802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	35%	2034	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識(科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等)やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	31%	2037	未来社会のWell-beingと科学技術
811	居住地や年齢・職業を問わず、社会課題解決やソーシャルイノベーションに参加できる労働環境及び個々人を結び付ける仕組みの一般化	26%	2036	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

- 【人材活用】博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

### ④事業化

ID	トピック	事業化	社会的実現 時期	細目
823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	53%	2039	未来社会のWell-beingと科学技術
809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	49%	2035	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	45%	2036	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

- 【事業化】経済性の確保(コストの低減、公的補助金利用等)やスケール化(実証実験、プロトタイプ等)

### ⑤標準化

ID	トピック	標準化	社会的実現 時期	細目
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	56%	2036	地球規模課題への対応
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	55%	2036	地球規模課題への対応
835	財・サービスの生産が人間や自然環境に与える負荷が可視化され、負荷を軽減する企業努力を評価する統一的なシステムの構築及び情報公開	41%	2037	地球規模課題への対応

- 【標準化】国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更



## ⑥公共化

ID	トピック	公共化	社会的実現 時期	細目
791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	31%	2036	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
800	地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム	28%	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさとし足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	27%	2036	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域

- 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

## ⑦経営

ID	トピック	経営	社会的実現 時期	細目
808	全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	37%	2038	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
835	財・サービスの生産が人間や自然環境に与える負荷が可視化され、負荷を軽減する企業努力を評価する統一的なシステムの構築及び情報公開	37%	2037	地球規模課題への対応
812	より創造的な仮想通貨／暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏	35%	2037	信頼される社会経済システムの構築

- 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

## ⑧社会受容

ID	トピック	社会受容	社会的実現 時期	細目
821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	71%	2041	信頼される社会経済システムの構築
794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	62%	2043	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
789	日本における、海外からの人口流入による安定的な人口規模の維持 ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	59%	2041	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

- 【社会受容】 社会受容・合意形成

## ⑨社会のあり方

ID	トピック	社会のあり方	社会的実現時期	細目
836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	71%	2037	地球規模課題への対応
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	69%	2043	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
834	気候危機への対応が、環境倫理や世代間倫理、気候正義の観点からも、全人類的に重大な課題であるとの認識の日本国内での浸透	62%	2034	地球規模課題への対応

- 【社会のあり方】文化・価値観・ライフスタイルの見直し

## ⑩倫理

ID	トピック	倫理	社会的実現時期	細目
795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	68%	2040	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	49%	2043	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	40%	2033	未来社会のWell-beingと科学技術

- 【倫理】倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

## ⑪連携

ID	トピック	連携	社会的実現時期	細目
832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	55%	2036	地球規模課題への対応
831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	42%	2039	地球規模課題への対応
830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	39%	2036	地球規模課題への対応

- 【連携】分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

⑫法律・規制

ID	トピック	法律・規制	社会的実現 時期	細目
827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	64%	2033	未来社会のWell-beingと科学技術
828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	62%	2035	未来社会のWell-beingと科学技術
812	より創造的な仮想／暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏	50%	2037	信頼される社会経済システムの構築
819	DXIによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	50%	2036	信頼される社会経済システムの構築

- 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

#### 8.5.4. 未来科学技術年表

##### (1)科学技術的実現年表

科学技術的 実現時期	ID	トピック	細目
2030	827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	未来社会の Well-being と科学技術
2031	797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム(地域の文化や風習等の観光資源としての活用)の開発	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム(e-ラーニング・遠隔教育の拡張等)	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	813	巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	信頼される社会経済システムの構築
	828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	未来社会の Well-being と科学技術
2032	792	地域による教育の機会格差なく、生涯にわたり常に新しい知識やスキルを習得(アンラーニング、学びほぐし等)できるシステム	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	820	GDP のみに依拠しない包括的な「豊かさ」やウェルビーイングに関する一般的指標の確立	信頼される社会経済システムの構築
	830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	地球規模課題への対応
2033	802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	807	全世界のあらゆる職務から、瞬時に自らの望む仕事を見つけ、助力を求めている企業・組織とコンタクト可能となるシステム	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	811	居住地や年齢・職業を問わず、社会課題解決やソーシャルイノベーションに参加できる労働環境及び個々人を結び付ける仕組みの一般化	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	815	政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	信頼される社会経済システムの構築
	816	AI やロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	信頼される社会経済システムの構築
	817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	信頼される社会経済システムの構築
	819	DX による職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	信頼される社会経済システムの構築

	826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識（科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等）やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	未来社会の Well-being と科学技術
	829	人間の知能を超えた AI が誕生するシンギュラリティの現実化に伴う影響（大幅な雇用損失等）へのスムーズな対応措置	未来社会の Well-being と科学技術
	832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
	834	気候危機への対応が、環境倫理や世代間倫理、気候正義の観点からも、全人類的に重大な課題であるとの認識の日本国内での浸透	地球規模課題への対応
2034	790	社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材（エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等）への対価の適正化	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさや足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	800	地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	801	スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	806	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性や発達段階に応じた集団での多様な体験活動（実地体験、疑似体験・遠隔参加含む）	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	808	全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	810	個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	812	より創造的な仮想通貨／暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏の構築	信頼される社会経済システムの構築
	825	AI やロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰もが希望すれば働ける環境構築	未来社会の Well-being と科学技術
	835	財・サービスの生産が人間や自然環境に与える負荷が可視化され、負荷を軽減する企業努力を評価する統一的なシステムの構築及び情報公開	地球規模課題への対応
	836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	地球規模課題への対応
2035	788	社会・経済格差を縮小し、利他的な支援と協力を社会全体で促進する、ユニバーサルベーシックインカムのような革新的な社会保障システム	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

	793	政策の透明性・効率性向上、及びより公平で包摂的な社会実現に向け、国民一人ひとりが政策を含む社会の意思決定プロセスに積極的に関与できる、デジタル技術を活用したシステム	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
	799	既存技術(地域主権的な貨幣・経済・エネルギーシステム、高度コミュニケーションツール・次世代教育システム等)の応用・包括的利用により、大都市一極集中から脱却し、自律分散型で、多拠点居住や関係人口ネットワーク化を可能とする社会経済システム	文化・歴史観・自然観を継承する 豊かで持続的な地域
	818	労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	信頼される社会経済システムの 構築
	821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	信頼される社会経済システムの 構築
	823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	未来社会の Well-being と科学技 術
	824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	未来社会の Well-being と科学技 術
2036	814	シェアリング経済など私的所有の在り方の根本的見直し等による、社会連帯経済関連部門(SSE)の財・サービス供給が20%超へ拡大(国内総生産比、OECD加盟国で現在2~10%:OECD(2024))(※社会連携経済関連部門:非営利団体、共済組合、協同組合、基金など)	信頼される社会経済システムの 構築
2037	795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ
	822	技術開発による社会的・環境的インパクトの把握に基づく、地球全体の生態系を重視した生命中心デザインが前提のビジネスの一般化	未来社会の Well-being と科学技 術
2038	831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
2039	833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
2040	796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	多様性・包摂性のある社会と 個々人の幸せ

## (2)社会的実現年表

社会的実現 時期	ID	トピック	細目
2032	803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム(地域の文化や風習等の観光資源としての活用)の開発	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
2033	805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム(e-ラーニング・遠隔教育の拡張等)	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	未来社会の Well-being と科学技術
2034	797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	834	気候危機への対応が、環境倫理や世代間倫理、気候正義の観点からも、全人類的に重大な課題であるとの認識の日本国内での浸透	地球規模課題への対応
2035	792	地域による教育の機会格差なく、生涯にわたり常に新しい知識やスキルを習得(アンラーニング、学びほぐし等)できるシステム	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	820	GDP のみに依拠しない包括的な「豊かさ」やウェルビーイングに関する一般的指標の確立	信頼される社会経済システムの構築
	828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	未来社会の Well-being と科学技術
	829	人間の知能を超えた AI が誕生するシンギュラリティの現実化に伴う影響(大幅な雇用損失等)へのスムーズな対応措置	未来社会の Well-being と科学技術
2036	790	社会的インフラ維持等に必須とされる業務・人材(エッセンシャルワーカー、ケアワーカー等)への対価の適正化	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	791	災害時に一人暮らしの高齢者住宅を自動で回り、避難困難者をピックアップして避難させることが出来る輸送機やドローン	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさとし足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	800	地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	801	スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
	806	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性や発達段階に応じた集団での多様な体験活動(実地体験、疑似体験・遠隔参加含む)	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方

	811	居住地や年齢・職業を問わず、社会課題解決やソーシャルイノベーションに参加できる労働環境及び個人を結び付ける仕組みの一般化	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	813	巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	信頼される社会経済システムの構築
	819	DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	信頼される社会経済システムの構築
	825	AIやロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰もが希望すれば働ける環境構築	未来社会の Well-being と科学技術
	830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	地球規模課題への対応
	832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
2037	807	全世界のあらゆる職務から、瞬時に自らの望む仕事を見つけ、助力を求めている企業・組織とコンタクト可能となるシステム	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	812	より創造的な仮想通貨／暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏	信頼される社会経済システムの構築
	824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	未来社会の Well-being と科学技術
	826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識（科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等）やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	未来社会の Well-being と科学技術
	835	財・サービスの生産が人間や自然環境に与える負荷が可視化され、負荷を軽減する企業努力を評価する統合的なシステムの構築及び情報公開	地球規模課題への対応
	836	大量消費・大量廃棄の見直しによる、地球環境に配慮した倫理的消費の一般化	地球規模課題への対応
2038	793	政策の透明性・効率性向上、及びより公平で包摂的な社会実現に向け、国民一人ひとりが政策を含む社会の意思決定プロセスに積極的に関与できる、デジタル技術を活用したシステム	多様性・包摂性のある社会と個人々の幸せ
	808	全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	810	個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
	816	AIやロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	信頼される社会経済システムの構築
2039	799	既存技術（地域主権的な貨幣・経済・エネルギーシステム、高度コミュニケーションツール・次世代教育システム等）の応用・包括的利用により、大都市一極集中から脱却し、自律分散型で、多拠点居住や関係人口ネットワーク化を可能とする社会経済システム	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域



	815	政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	信頼される社会経済システムの構築
	817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	信頼される社会経済システムの構築
	822	技術開発による社会的・環境的インパクトの把握に基づく、地球全体の生態系を重視した生命中心デザインが前提のビジネスの一般化	未来社会の Well-being と科学技術
	823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	未来社会の Well-being と科学技術
	831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立(※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国) ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
2040	795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
2041	788	社会・経済格差を縮小し、利他的な支援と協力を社会全体で促進する、ユニバーサルベーシックインカムのような革新的な社会保障システム	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	789	日本における、海外からの人口流入による安定的な人口規模の維持 ※実現時期については社会的実現のみ回答対象	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	814	シェアリング経済など私的所有の在り方の根本的見直し等による、社会連帯経済関連部門(SSE)の財・サービス供給が20%超へ拡大(国内総生産比、OECD加盟国で現在2~10%:OECD(2024))(※社会連携経済関連部門:非営利団体、共済組合、協同組合、基金など)	信頼される社会経済システムの構築
	821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	信頼される社会経済システムの構築
2042	818	労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	信頼される社会経済システムの構築
	833	先住民族を含め、世界中でそれぞれの国内のマイノリティ集団が自分たちの文化・伝統を守りながら社会の一員として安心して生活できる環境構築 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	地球規模課題への対応
2043	794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
	796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意 ※ここでの社会的実現時期は、世界での実現時期	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ

(白紙)

### 第Ⅲ編 分野共通質問

(白紙)

## 1. 調査実施概要

第12回科学技術予測調査のデルファイ調査では、全回答者を対象に、全分野共通設問（「将来の科学技術と社会との関係」）を設定した。調査の目的は、今後30年間の将来における科学技術の進展の変化や、科学技術と社会の関係の変化についての専門家の認識や考えを把握することである。

全分野共通質問は、デルファイ調査の1回目アンケート調査時に実施した。この調査はデルファイ法を使用せず、1回のみのアンケート調査という形式で実施した。アンケート対象は産学官の専門家、調査実施期間は2024年6月20日～7月31日、アンケート形式はウェブアンケート（NISTEP ウェブにアンケートサイトを公開）である。

全分野共通質問は3問であり、問1は今後30年間における科学技術の進展の方向性、問2および問3は今後30年間における科学技術と社会との関係の変化について研究側と社会側の変化をそれぞれ質問した（図表Ⅲ-1-1）。

図表Ⅲ-1-1 全分野共通質問の質問項目

質問項目	選択肢
<b>Q1</b> 今後30年間に、 <b>科学技術の進展</b> はどう変化するとお考えですか？ （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレイクスルーも多数生み出される 2. 分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく 3. 分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる 4. 分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおりに進展する 5. 分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する 6. その他
<b>Q2</b> 今後30年間に、 <b>科学技術と社会の関係</b> はどう変化するとお考えですか？ <b>研究側の変化</b> として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 社会に関係なく、知識生産によりまいる進んでいる【無視】 2. 社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される【自律】 3. 研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる【対話】 4. 社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される【服従】 5. わからない 6. その他
<b>Q3</b> 今後30年間に、 <b>科学技術と社会の関係</b> はどう変化するとお考えですか？ <b>社会側の変化</b> として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）	1. 社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している【信頼・委任】 2. 社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんと受容する【無関心】 3. 社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める【合意】 4. 社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める【批判・対立】 5. わからない 6. その他

注）各質問項目の選択肢の「その他」を選択した場合は自由記述の記載を求めた。

## 2. アンケート結果概要

### 2.1 回答者数と属性

分野共通質問の回答者数は 6,231 名であった。これは、デルファイ調査の 1 回目アンケートの回答者数 (6,073 名) よりも若干多い。

回答者の属性は次の通り：[性別] 男性 85%, 女性 14%、[所属機関別] 大学 67%, 企業 11%, 公的機関 16%、[業種別] 研究・開発 84%, マネジメント 6%, その他 10%、[年代] 20 代 2%, 30 代 15%, 40 代 29%, 50 代 30%, 60 代 17%, 70 代 6%, 無回答 1%未満。

また、回答者の主たる専門分野は次の通り：人文学及び芸術学(n=278)、社会科学(n=578)、医学及び保健(n=1016)、工学 (n=1994)、自然科学 (n=1966)、農業科学及び獣医学(n=399)。なお、回答者の専門分野は各分野内のやや詳細な分野についても尋ねており、各回答者数は図表Ⅲ-2-1 に示した。

図表Ⅲ-2-1 回答者の主たる専門分野 (n=6,231)

主たる専門分野	回答数	主たる専門分野	回答数
<b>人文学及び芸術学</b>	<b>278</b>	<b>工学</b>	<b>1994</b>
人文学及び芸術学：言語学及び文学	57	工学：電気工学、電子工学及び情報工学	524
人文学及び芸術学：芸術学(美術、美術史、芸能、音楽)	42	工学：生物工学	49
人文学及び芸術学：歴史学及び考古学	57	工学：環境工学	80
人文学及び芸術学：哲学、倫理学および宗教学	43	工学：環境バイオテクノロジー	12
人文学及び芸術学：その他の人文学及び芸術学	79	工学：機械工学	296
<b>社会科学</b>	<b>578</b>	工学：材料工学	309
社会科学：経済学及び商学	159	工学：土木工学	221
社会科学：社会学	47	工学：医療工学	40
社会科学：社会地理学及び経済地理学	10	工学：化学工学	114
社会科学：法学	36	工学：ナノテクノロジー	79
社会科学：教育学	100	工学：その他の工学	270
社会科学：政治学	29	<b>医学及び保健</b>	<b>1016</b>
社会科学：心理学及び認知科学	78	医学及び保健：臨床医学	323
社会科学：メディア・コミュニケーション学	17	医学及び保健：基礎医学	329
社会科学：その他の社会科学	102	医学及び保健：保健	130
<b>自然科学</b>	<b>1966</b>	医学及び保健：メディカル・バイオテクノロジー	78
自然科学：生物学	385	医学及び保健：その他の医学及び保健	156
自然科学：物理学	490	<b>農業科学及び獣医学</b>	<b>399</b>
自然科学：数学	107	農業科学及び獣医学：農学、林学及び水産学	220
自然科学：地球科学及び関連する環境科学	317	農業科学及び獣医学：畜産学及び酪農科学	34
自然科学：化学	438	農業科学及び獣医学：獣医学	29
自然科学：コンピュータ科学および情報科学	126	農業科学及び獣医学：アグリ・バイオテクノロジー	56
自然科学：その他の自然科学	103	農業科学及び獣医学：その他農業科学	60

## 2.2 今後 30 年間にける科学技術の進展

### 2.2.1 全体結果

今後 30 年間にける科学技術の進展は、「分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく」という回答がもっとも多く 29.4%であった。次いで「分野全体が急速に発展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」が 23.8%と多いことが示された。一方、「分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる」の回答はもっとも少ないことが示された（図表Ⅲ-2-2）。

図表Ⅲ-2-2 今後 30 年間にける科学技術の進展の変化

	Q1 今後30年間に、科学技術の進展はどう変化するとお考えですか？ （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）
1. 分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される	23.8%
2. 分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく	29.4%
3. 分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる	8.6%
4. 分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおりに進展する	19.4%
5. 分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する	16.7%
6. その他	2.1%
合計(n=6231)	100%

### 2.2.2 年代ごとの結果

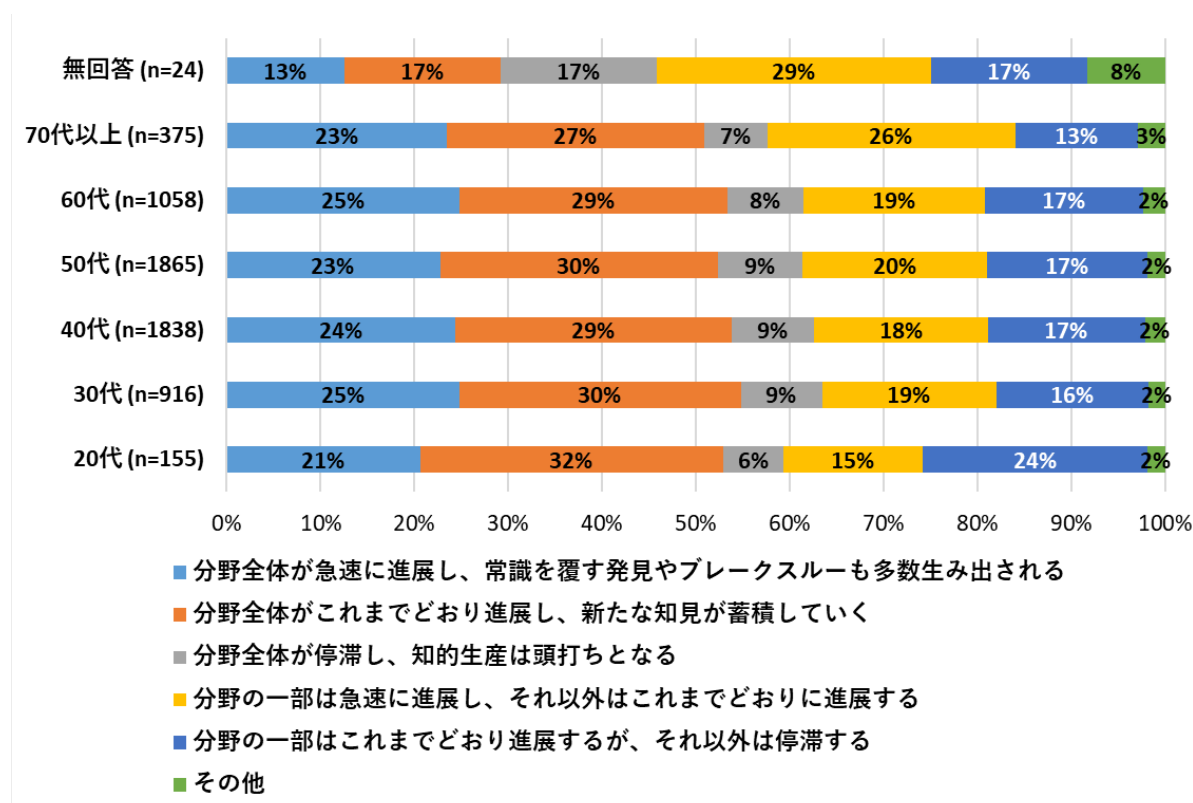
年代ごとの回答結果は、どの年代でも全体結果と同様に、「分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく」という回答がもっとも多く、次いで「分野全体が急速に発展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」が多いことが示された（図表Ⅲ-2-3）。

年代で大きな違いが見られたのは、「分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおりに進展する」と「分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する」の回答割合であった。「分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおりに進展する」では、70代以上の回答は26%であったが、20代は15%と少ないことが示された。逆に「分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する」では、20代の回答は24%であった

が、70 代以上は 13%と少ないことが示された。

一方、30 代～60 代ではいずれの選択肢においても回答の傾向に大きな違いは示されなかった。

図表Ⅲ-2-3 今後 30 年間ににおける科学技術の進展の変化（年代ごと）



### 2.2.3 分野ごとの結果

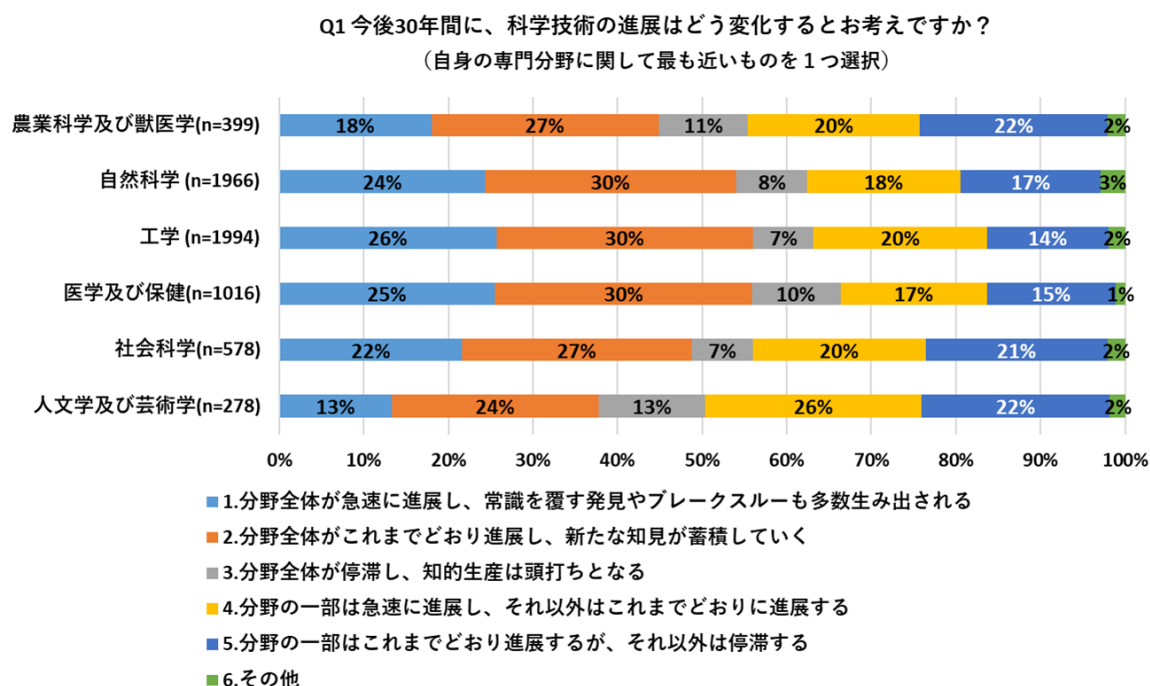
本調査では回答者に回答者自身の主たる専門分野を選択肢で尋ねており、各質問は「自身の専門分野に関して最も近いもの」を回答して貰っている。図表Ⅲ-2-4 に、回答者の専門分野ごとの結果を示した。

図表Ⅲ-2-4 に示すように、回答者の専門分野ごとに、今後 30 年間ににおける科学技術の進展についての認識に若干の違いがみられた。「分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」の回答がもっとも多かったのは、「工学分野」で 26%であり、次いで「医学及び保健分野」の 25%であった。一方、「分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる」の回答がもっとも多かったのは「人文学及び芸術学分野」で 13%であり、次い



で「農業科学及び獣医学分野」（11％）であった。

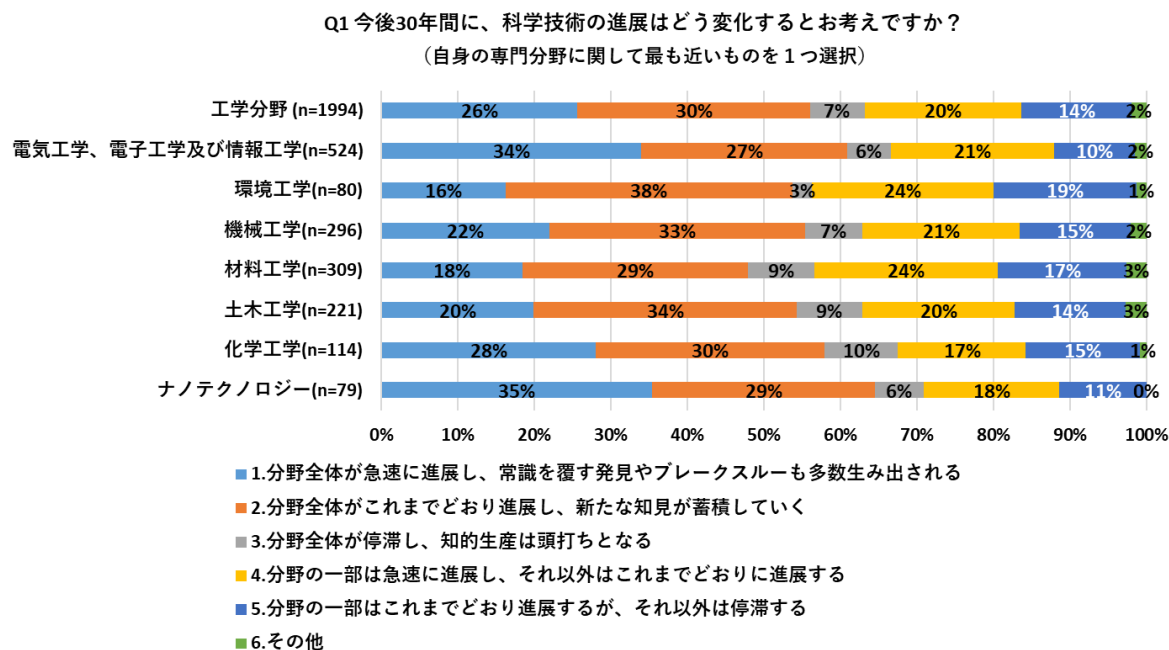
図表Ⅲ-2-4 今後 30 年間ににおける科学技術の進展の変化（専門分野ごと）



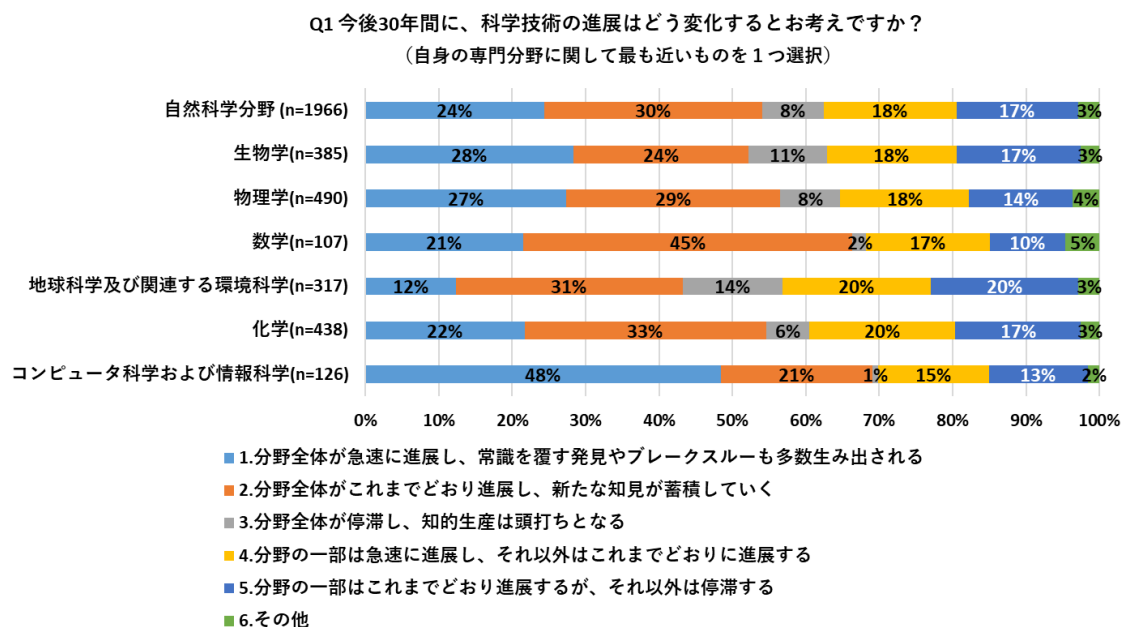
また、図表Ⅲ-2-5 に示すように、工学分野の中でも多様性がみられ、「分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」の回答では、「ナノテクノロジー」が 35%、次いで「電気工学、電子工学及び情報工学」が 34%であり、他に比べて回答が多いことが示された。

図表Ⅲ-2-6 の自然科学分野では、「分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」の回答は、「コンピュータ科学および情報科学」が 48%との他と比較して突出して多いことが示された。

図表Ⅲ-2-5 今後 30 年間ににおける科学技術の進展の変化（工学分野）



図表Ⅲ-2-6 今後 30 年間ににおける科学技術の進展の変化（自然科学分野）



## 2.3 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(研究側)

### 2.3.1 全体結果

今後 30 年間にける科学技術と社会との関係について、研究側の変化を尋ねた結果、もっとも回答が多かったのは「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」で 37.4%であり、次いで「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]」の 30.6%であった（図表Ⅲ-2-7）。

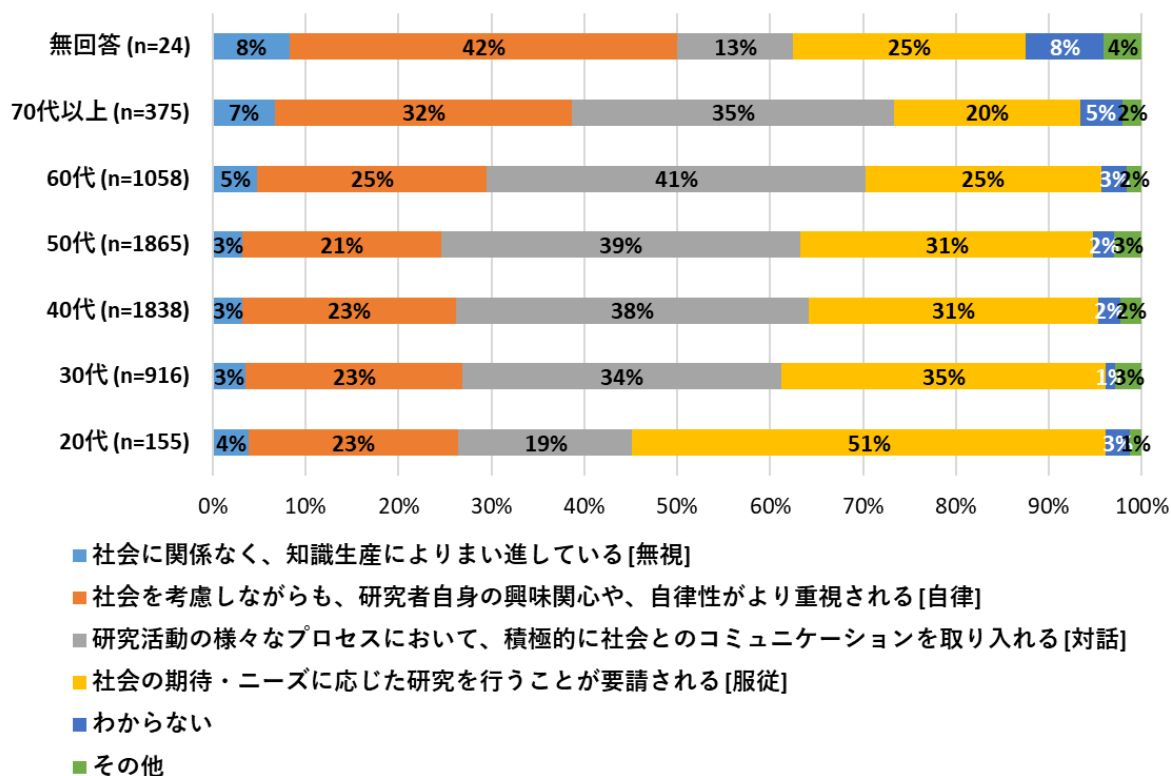
図表Ⅲ-2-7 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(研究側)

	Q2 今後30年間に、科学技術と社会の関係はどう変化するとお考えですか？ 研究側の変化として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 (自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択)
1. 社会に関係なく、知識生産によりまい進している [無視]	3.8%
2. 社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]	23.4%
3. 研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]	37.4%
4. 社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]	30.6%
5. わからない	2.4%
6. その他	2.4%
合計(n=6231)	100%

### 2.3.2 年代ごとの結果

年代ごとの結果（図表Ⅲ-2-8）では、年代によって回答傾向が異なることが示された。20代では、もっとも回答が多いのは「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]」の 51%であった。30代では、「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]」（35%）と「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」（34%）が同程度であった。40代～60代では「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」の回答がもっとも多く 40%前後であった。70代では、「社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]」の回答(32%)が他の年代と比べて多いことが示された。

図表Ⅲ-2-8 今後 30 年間に於ける科学技術と社会との関係(研究側) (年代ごと)

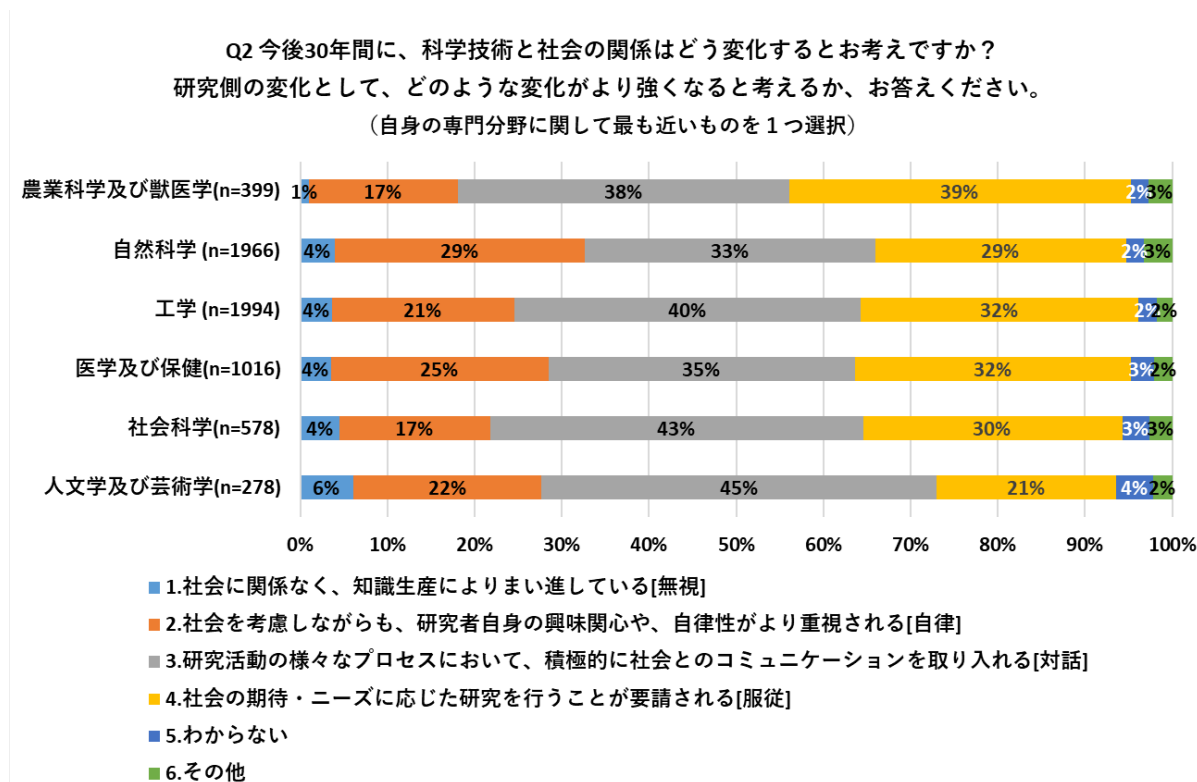


### 2.3.3 分野ごとの結果

分野ごとの結果（図表Ⅲ-2-9）では、「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」の回答がもっとも多かったのは「人文学及び芸術学分野」（45%）であり、次いで「社会科学分野」（43%）であった。「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]」の回答がもっとも多かったのは「農業科学及び獣医学分野」で 39% であった。

一方、「社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]」の回答がもっとも多かったのは「自然科学分野」で 29% であり、「社会に関係なく、知識生産によりまい進している [無視]」の回答がやや多かったのは「人文学及び芸術学分野」の 6% であることが示された。

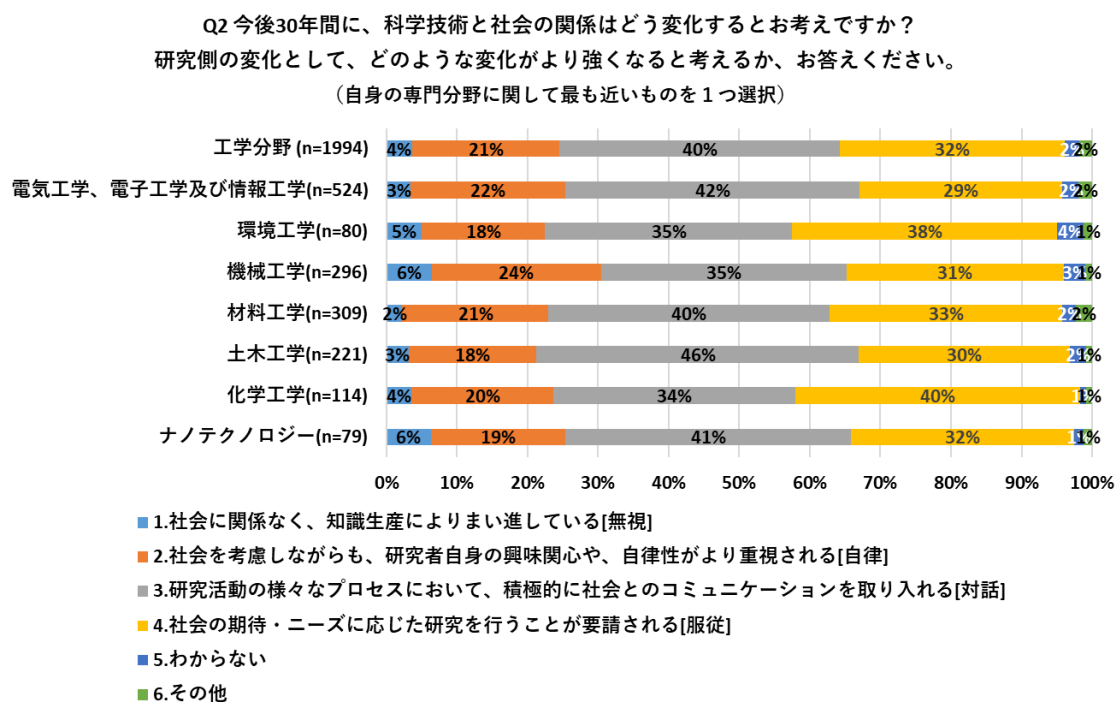
図表Ⅲ-2-9 今後 30 年間ににおける科学技術と社会との関係(研究側) (専門分野)



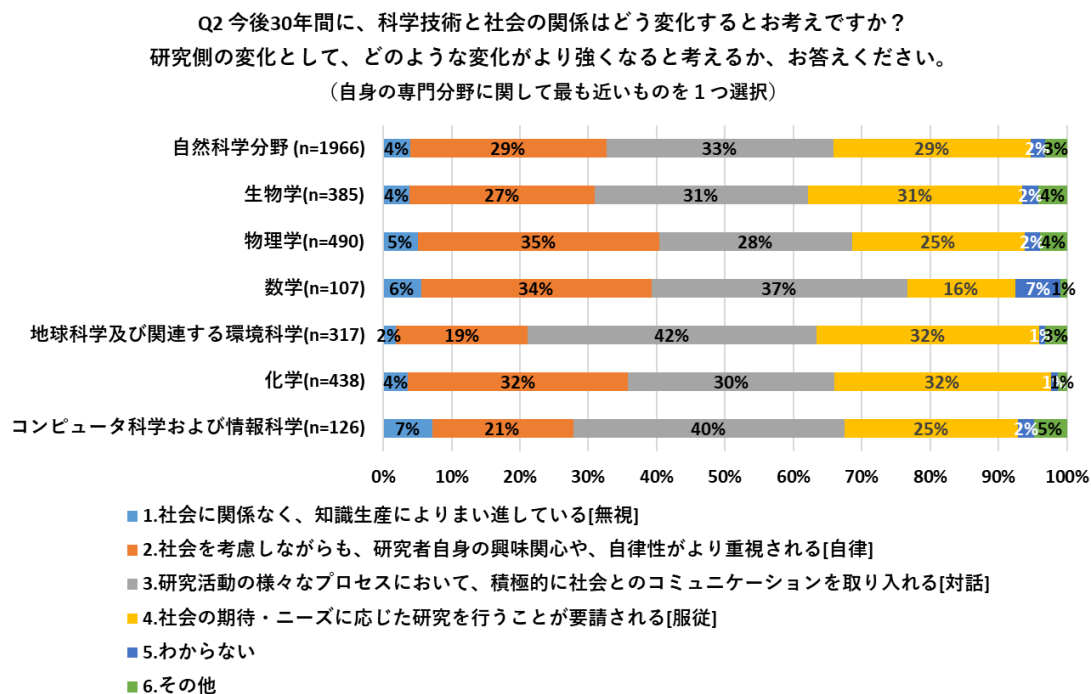
また、工学分野（図表Ⅲ-2-10）では、「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」の回答がもっとも多かったのは「土木工学」で 46%であった。「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]」の回答がもっとも多かったのは「化学工学」で 40%であった。また、「社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]」の回答がもっとも多かったのは「機械工学」で 24%であることが示された。

自然科学分野（図表Ⅲ-2-11）では、「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]」の回答がもっとも多かったのは「地球科学及び関連する環境科学」で 42%、次いで「コンピュータ科学および情報科学」の 40%であった。また、「社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]」の回答が多かったのは「物理学」で 35%、次いで「数学」の 34%であることが示された。

図表Ⅲ-2-10 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(研究側) (工学分野)



図表Ⅲ-2-11 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(研究側) (自然科学分野)



## 2.4 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係（社会側）

### 2.4.1 全体結果

今後 30 年間にける科学技術と社会との関係について、社会側の変化を尋ねた結果、もっとも回答が多かったのは「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める〔合意〕」で 36.9%であり、次いで「社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんたんと受容する〔無関心〕」の 25.1%であった（図表Ⅲ-2-12）。

図表Ⅲ-2-12 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(社会側)

	Q3 今後30年間に、科学技術と社会の関係はどう変化するとお考えですか？ 社会側の変化として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。 （自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択）
1. 社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している〔信頼・委任〕	19.7%
2. 社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんたんと受容する〔無関心〕	25.1%
3. 社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める〔合意〕	36.9%
4. 社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める〔批判・対立〕	11.6%
5. わからない	3.9%
6. その他	2.9%
合計(n=6231)	100%

### 2.4.2 年代ごとの結果

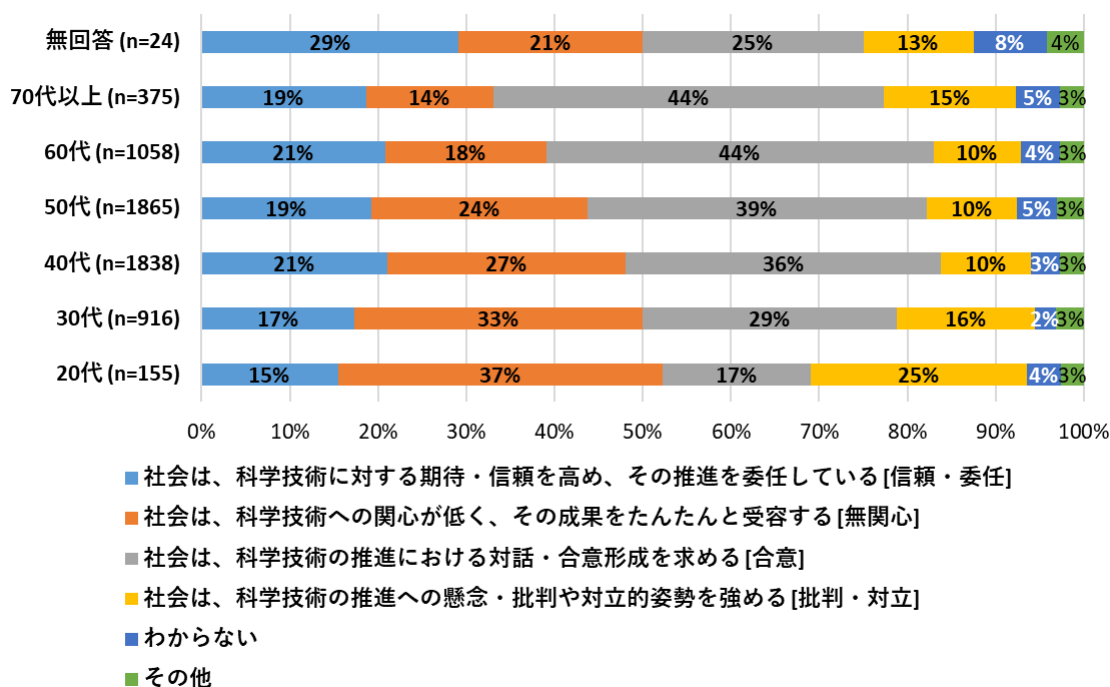
年代ごとでは、回答の傾向に大きな違いが見られた（図表Ⅲ-2-13）。「社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんたんと受容する〔無関心〕」の回答が 20 代でもっとも多く 37%であり、年代が上がるにつれて回答が少なくなり、70 代では 14%であった。逆に、「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める〔合意〕」の回答は 20 代でもっとも少なく 17%であり、年代が上がるにつれて多くなり、60 代以降では 44%と多いことが示された。また、「社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める〔批判・対立〕」の回答は、20 代がもっとも多い 25%であり、30 代以降少なくなり、40 代～60 代では 10%、70 代では少し増えて 15%であることが示された。

専門家の年代によって今後 30 年間にける科学技術と社会との関係の認識に違いが生じた



要因については現時点では不明である。しかし、このことは、政策等において科学技術と社会との関係性に関する検討をする場合には、議論の場に参加する者の年代バランスを考慮する必要があることを示唆している。

図表Ⅲ-2-13 今後 30 年間ににおける科学技術と社会との関係(社会側) (年代ごと)

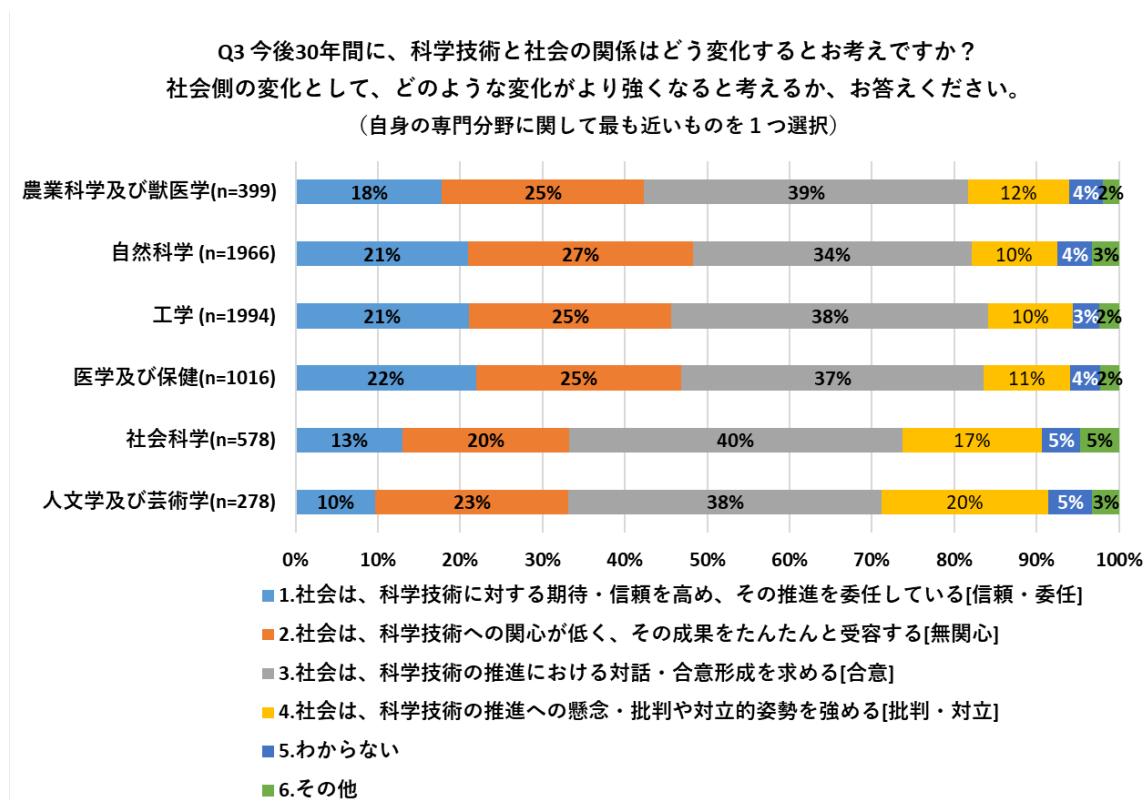


#### 2.4.3 分野ごとの結果

分野ごと（図表Ⅲ-2-14）では、「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める[合意]」の回答が分野に共通してもっとも多い（約 40%）が、他の項目について科学技術系の分野と人文・社会学系の分野で違いが示された。「社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している [信頼・委任]」の回答がもっとも多いのは「医学および保健分野」で 22%、次いで「工学分野」と「自然科学分野」が 21%であった。一方、「社会科学分野」13%、「人文学及び芸術学分野」10%であり、回答は少ない。また、「社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める[批判・対立]」の回答は「人文学及び芸術学分野」がもっとも多く 20%、次いで「社会科学分野」17%である一方、「工学分野」と「自然科学分野」では 10%、「医学および保健分野」で 11%であった。



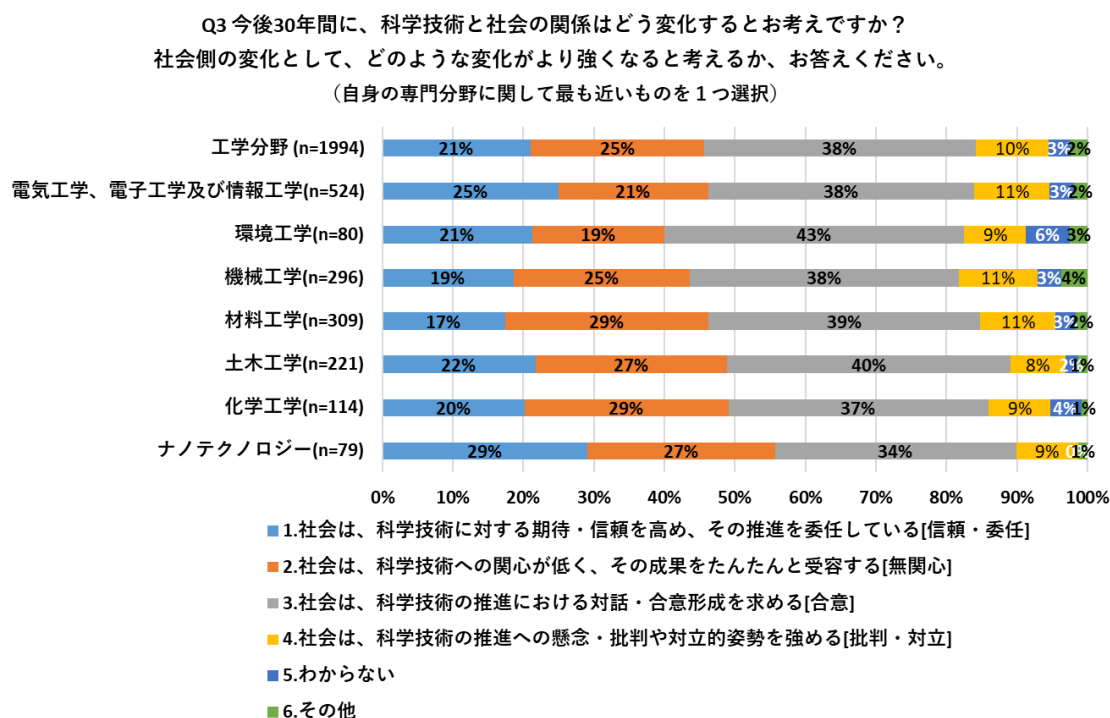
図表Ⅲ-2-14 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(社会側) (専門分野)



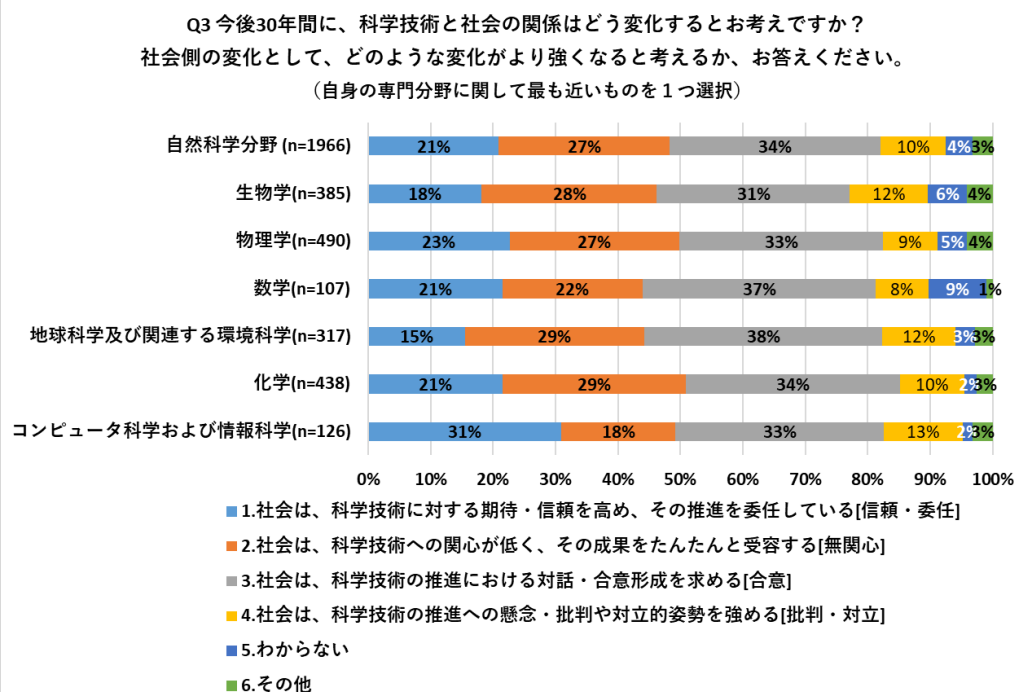
工学分野（図表Ⅲ-2-15）では、「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める[合意]」の回答がもっとも多いのは「環境工学」で43%であり、これは工学分野の平均（38%）に比べて多い。また、「社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している[信頼・委任]」の回答がもっとも多いのは「ナノテクノロジー」で29%であり、これは工学分野の平均の21%に比べてかなり多い。

自然科学分野（図表Ⅲ-2-16）では、「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める[合意]」の回答がもっとも多いのは「地球科学及び関連する環境科学」で38%であり、自然科学分野の平均の34%と比較して多い。また、「社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している[信頼・委任]」の回答がもっとも多いのは「コンピュータ科学および情報科学」で31%であり、これは自然科学分野の平均の21%よりもかなり多い。

図表Ⅲ-2-15 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(社会側) (工学分野)



図表Ⅲ-2-16 今後 30 年間にける科学技術と社会との関係(社会側) (自然科学分野)



## 2.5 今後 30 年間の科学技術や社会に対する専門家の認識

回答結果を基に、今後 30 年間における科学技術や社会に対する専門家の認識の方向性を整理した。

今後 30 年間の科学技術の進展についての専門家の認識は、「分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される」という、とてもポジティブな認識が 23.8%であった。それに加えて「分野の一部が急速に進展(19.4%)」および「分野全体がこれまでどおり進展(29.4%)」を合わせると、回答した専門家の多く(72.6%)が今後 30 年間の科学技術の進展についてポジティブな認識を持っていることが示された(図表Ⅲ-2-17)。

一方、「分野全体が停滞(8.6%)」や「分野の一部は進展、それ以外は停滞(16.7%)」といった、科学技術の進展にネガティブな認識も回答した専門家の一定数(25.3%)は持っていることが示された(図表Ⅲ-2-17)。

図表Ⅲ-2-17 今後 30 年間の科学技術の進展についての専門家の認識 (n=6,231)

科学技術の進展	分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される	分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおりに進展する	分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく	分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する	分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる
回答割合	とても ポジティブ 23.8%	ポジティブ 19.4%	ポジティブ 29.4%	ネガティブ 16.7%	とても ネガティブ 8.6%

注) 上記以外に、「その他」を選択した回答 2.1%

今後 30 年間の科学技術と社会との関係について、「研究側の変化」と「社会側の変化」の回答をクロス分析し、回答の傾向ごとに簡単な解釈を付して、図表Ⅲ-2-18 に示した。

「研究側の変化」が「社会に関係なく、知識生産によりまい進している」や「社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される」で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している」ということは、「社会側の信頼に基づく研究自律性(8.3%)」の状況と考えられる。

また、「研究側の変化」が同様で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんと受容する」では、「互いに無関心(7.7%)」の状況といえる。さらに、「研究側の変化」が同様で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術の推進における対

話・合意形成を求める」あるいは「社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める」では「研究側と社会側のすれ違い(10.1%)」の状況といえる。

「研究側の変化」が「研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる」や「社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される」で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している」では、「研究側の歩み寄りによる社会側の信頼獲得(11.1%)」の状況といえる。

また、「研究側の変化」が同様で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんと受容する」や「社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める」では、「研究側の社会側への歩み寄り」の状況といえる。さらに、「研究側の状況」が同様で、「社会側の変化」が「社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める」では、「研究側が歩み寄るも、社会側に不満(8.6%)」の状況といえる。

結果として、今後30年間の科学技術と社会との関係については、回答した専門家の半数近く(45.1%)が「研究側の社会側への歩み寄り」の状況と認識していた。このことは社会側を意識して研究活動を行っている専門家が少なくない割合で存在することを示唆している。

なお、専門分野ごとの深掘り分析は別途実施予定である。

図表Ⅲ-2-18 今後30年間の科学技術と社会の関係についての専門家の認識 (n=6,231)

社会側の変化 研究側の変化	科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している	科学技術への関心が低く、その成果をたんと受容する	科学技術の推進における対話・合意形成を求める	科学技術の推進への懸念・批判を強める
社会に関係なく、知識生産によりまい進している	社会側の信頼に基づく研究自律性 8.3%	互いに無関心 7.7%	研究側と社会側のすれ違い 10.1%	
社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される				
研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる	研究側の歩み寄りによる社会側の信頼獲得 11.1%	研究側の社会側への歩み寄り 45.1%		研究側が歩み寄るも、社会側に不満 8.6%
社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される				

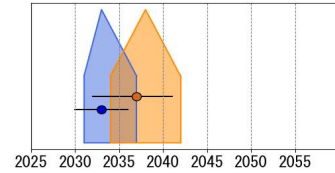
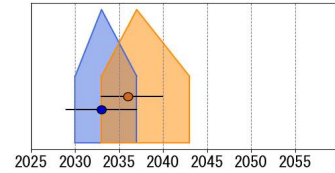
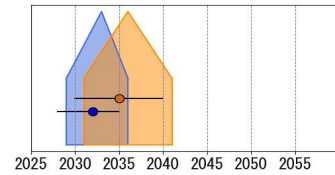
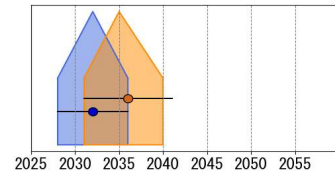
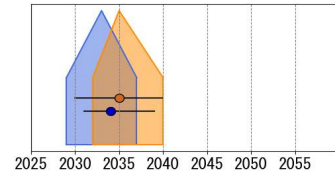
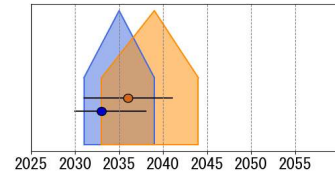
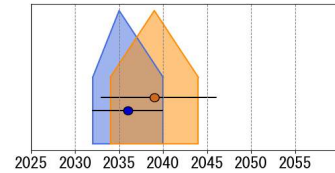
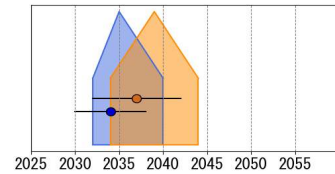
(n=6231)

注) 上記以外に、「その他」・「わからない」を含む回答 9.2%

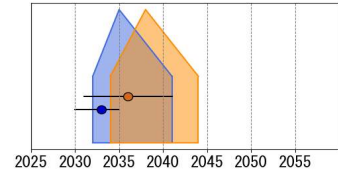
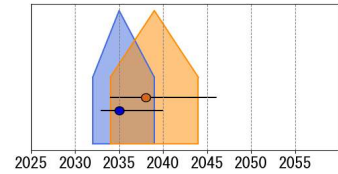
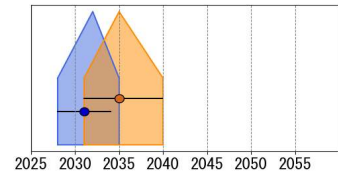
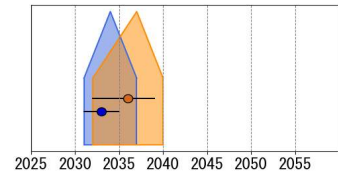
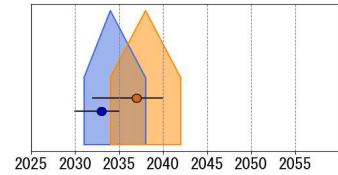
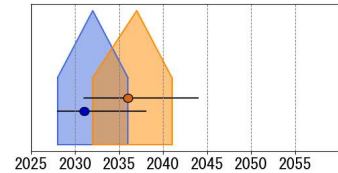
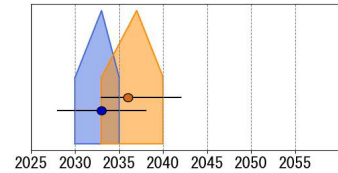
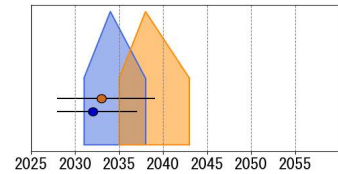
## 付 録

- ・ 付録 1 集計表 (p3-107)
- ・ 付録 2 アンケートページ (p108-116)
- ・ 付録 3 検討体制 (p117-121)
- ・ 付録 4 これまでの実施状況 (p122-127)

(白紙)

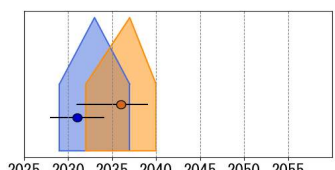
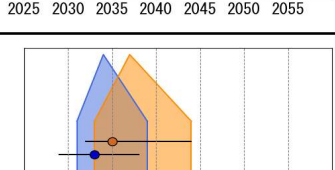
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	医薬品・治療技術	1	慢性疾患の病態のシステムの把握(遺伝子ネットワーク把握)に基づく薬物療法	242	19	37	44	27	63	6	2	0	2	2	21	43	24	2	7	2033	1	2	14	2038	0	2	15		67	81	56	22	15	9	7	4	8	1	35	50	45	38	17	7	5	11	5	10	19	16	0
		2	分子の特性をほとんど変えることがないため、創薬標的ごとに薬事申請することなく実用化可能な、次世代機能分子医薬	210	22	38	40	27	52	10	2	0	8	3	18	40	23	2	14	2033	5	1	24	2037	1	2	25		52	76	56	25	9	10	4	4	26	1	24	46	34	35	23	4	9	7	4	9	17	37	1
		3	生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術	194	25	44	31	37	52	7	1	1	3	11	54	20	8	0	7	2033	9	1	9	2036	2	1	12		52	76	56	28	12	15	11	7	16	1	22	50	36	48	35	3	9	7	1	11	18	27	2
		4	特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム(DDS)技術	229	31	40	29	40	49	7	0	0	4	3	42	34	10	1	10	2032	10	0	12	2035	6	3	15		55	79	61	35	13	6	2	3	8	2	21	53	39	55	20	3	7	5	2	3	28	15	2
		5	ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術	146	18	32	51	31	53	10	0	1	6	10	39	29	5	1	15	2033	2	1	16	2035	0	1	18		45	72	60	32	8	11	12	10	21	0	16	42	33	59	30	8	10	10	0	13	17	29	0
		6	細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全(パーキンソン病、筋委縮性側索硬化症(ALS)、脊髄損傷等)に対する治療法	157	19	36	45	36	50	7	1	1	5	8	34	38	6	1	13	2035	6	1	15	2039	3	1	19		57	84	60	31	11	7	8	4	13	1	22	52	36	58	25	2	7	7	1	10	17	27	1
		7	生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術	137	27	36	36	36	50	8	1	0	5	10	53	20	8	0	9	2035	5	0	14	2039	2	0	18		57	81	69	24	7	6	11	4	16	0	14	55	39	54	25	0	9	8	1	17	16	25	0
		8	免疫拒絶回避を完全にできる同種由来再生医療技術・製品	120	22	33	46	28	53	8	2	0	9	7	28	39	8	1	17	2035	7	1	23	2039	4	2	26		61	82	73	25	9	6	7	2	13	1	18	50	37	53	33	4	6	8	0	15	16	20	1



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	医薬品・治療技術	9	細胞医療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術	115	20	23	57	30	52	10	1	0	8	9	34	31	4	2	20	2035	7	1	20	2038	4	1	22		61	83	69	22	10	9	8	7	15	1	14	56	43	56	28	3	10	13	3	10	15	18	0
		10	生体環境を模倣した、移植治療用改変ヒト臓器作出を可能とする臓器培養技術	111	19	34	47	32	50	9	2	0	8	7	34	32	6	3	18	2035	5	0	24	2039	2	3	27		63	87	69	19	10	7	12	5	16	1	14	51	32	59	26	1	5	14	1	31	15	27	1
		11	化合物生成・最適化のためのAI・シミュレーション技術	145	21	32	48	38	41	11	1	1	9	2	21	39	16	4	17	2032	12	0	17	2035	3	0	23		73	70	66	27	12	8	3	1	2	1	42	57	53	41	16	2	8	1	0	3	24	5	2
		12	薬理遺伝学的検査による薬剤投与の最適化	111	15	35	50	22	50	14	0	0	14	0	19	46	7	2	26	2034	9	0	25	2037	5	1	28		59	67	58	29	14	11	8	7	12	2	23	55	41	47	24	3	6	9	7	12	14	13	3
		13	細胞内オルガネラやエクソソームを用いた遺伝子治療や細胞の機能改変を行う製品	136	24	37	40	18	57	11	4	1	10	5	26	48	7	1	13	2034	1	1	23	2038	1	1	26		64	83	70	25	10	9	4	1	6	1	22	57	44	52	38	0	4	4	1	10	13	21	2
		14	パンデミックを引起す変異ウイルスの予測システムに基づいた、ワクチン	125	26	31	43	36	48	6	4	1	6	3	20	22	36	10	9	2032	5	3	16	2037	3	5	22		64	70	64	26	23	8	2	10	6	1	27	52	35	50	23	5	4	14	7	8	21	22	1
健康・医療・生命科学	医療機器・福祉機器	15	患者への負担や医療費を軽減できる簡便なウェアラブル透析装置	105	16	24	60	30	61	6	2	1	0	7	42	27	9	3	13	2033	5	0	12	2037	1	1	16		57	75	49	39	8	17	5	9	18	1	35	50	21	65	27	6	9	8	9	5	10	23	2
		16	感覚機能を備えた義手	82	13	40	46	9	59	23	4	2	4	2	41	24	16	4	12	2034	7	2	12	2038	0	5	15		61	72	55	22	17	18	2	9	10	2	34	51	24	56	20	5	12	15	6	5	13	15	7



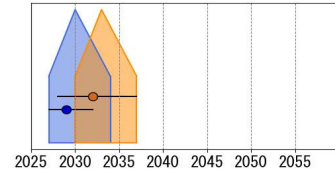
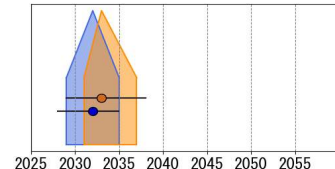


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	（技術） 実現済	（技術） 実現しない	（技術） わからない	社会的実現時期	（社会） 実現済		（社会） 実現しない	（社会） わからない	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・ まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会の あり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
健康・医療・生命科学	医療機器・福祉機器	25	サービスロボットによる在宅での医療機器による診断と処置	82	20	40	40	29	55	9	2	0	5	9	41	29	10	1	10	2033	6	0	10	2037	1	1	13		50	71	46	39	1	9	9	22	27	1	18	44	24	57	12	10	10	30	12	7	12	33	1
		26	再生医療と臓器保存技術の融合による新たな医療	69	25	33	42	29	51	16	3	0	1	7	42	20	16	4	10	2035	0	0	16	2041	1	0	19		39	78	57	38	12	4	20	10	17	0	19	46	25	45	28	3	6	19	4	32	10	33	1
	健康・医療・生命科学	老化および疾患	27	がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測	223	39	39	22	60	37	2	0	0	1	8	53	24	9	2	4	2033	6	0	17	2037	3	0	19		77	85	62	23	10	8	4	4	4	0	42	49	52	46	22	4	4	8	2	5	17	12
28			胎生期から乳幼児期の環境因子に起因する生活習慣病の予防・治療薬	136	21	37	43	24	49	15	1	1	10	2	21	41	18	0	18	2037	0	2	34	2040	0	3	38		74	71	60	20	4	4	15	14	10	3	46	49	49	26	16	4	3	15	14	19	8	7	3
29			非感染性疾患に対する、統合的オミックス解析による病因・病態分類に基づく治療法	126	22	38	40	18	56	17	2	0	7	2	24	48	13	2	12	2035	2	2	21	2038	1	3	26		65	73	74	17	13	13	2	3	4	2	34	48	54	44	28	6	2	6	2	4	17	5	2
30			老化に伴う運動器機能低下の予防・治療法	200	30	36	35	75	23	1	1	1	1	13	40	28	12	1	8	2033	2	2	15	2035	1	2	15		72	73	53	31	11	9	3	15	5	1	38	48	44	42	13	20	5	12	21	4	17	7	1
31			疼痛、疲労の定量的診断法と新規治療法	119	17	24	59	16	53	14	3	0	13	4	17	45	10	1	23	2035	0	0	31	2038	0	0	34		60	66	67	29	7	13	5	5	3	3	31	48	47	37	26	8	6	6	11	6	12	8	2
32			元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明	116	29	31	40	52	33	6	4	0	5	16	28	38	6	0	11	2034	0	2	20	2037	0	3	22		57	72	68	33	6	9	7	7	5	2	30	43	43	34	16	7	3	9	20	13	23	7	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	老化および疾患	33	生殖細胞劣化予防による不妊回避	102	18	23	60	43	35	8	1	2	11	4	30	28	11	2	25	2034	2	3	36	2036	2	4	41		52	72	56	8	3	4	29	18	16	3	25	33	39	25	10	2	2	24	23	34	6	21	4
		34	発症頻度に性差のある疾患の病因解明	105	19	31	50	16	33	34	5	1	10	4	7	52	13	2	22	2037	0	2	38	2040	0	1	42		61	72	60	22	9	4	13	10	2	3	35	46	46	24	15	4	3	19	11	10	15	8	3
		35	代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法	141	39	33	28	48	45	4	0	0	4	9	37	35	7	1	11	2035	1	0	19	2038	1	0	23		54	76	72	33	11	9	4	6	5	1	39	50	53	37	18	8	1	5	9	6	22	9	1
		36	非感染性疾患(NCD)に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法	90	12	22	66	13	46	13	4	4	19	3	14	46	2	2	32	2036	1	1	47	2037	1	2	47		57	63	66	27	8	7	2	9	8	6	40	48	46	36	12	4	7	7	18	3	16	6	6
		37	がん変異・がん微小環境の相互作用の理解に基づく個別化医療	136	35	36	29	53	39	4	1	1	3	12	38	34	7	1	7	2035	4	1	13	2037	3	1	20		58	80	72	27	11	13	4	7	7	1	32	50	46	50	26	7	4	7	4	8	19	12	1
		38	包括的アプローチによる劇的な健康寿命延伸	152	27	36	37	54	33	6	1	1	6	15	37	29	4	0	15	2034	1	1	25	2037	1	1	24		57	68	55	36	7	9	5	23	10	3	38	47	39	32	9	16	3	16	23	7	26	10	3
		39	新規不妊治療による新形態の家族形成が社会にもたらす影響の、心理学的解明手法	87	9	16	75	14	32	16	5	6	28	0	8	37	8	6	41	2036	0	3	66	2035	0	8	63		40	34	32	8	3	5	41	51	24	5	33	30	25	9	6	2	2	46	29	36	6	18	3
健康・医療・生命科学	脳科学・精神科学	40	ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明	116	29	41	30	31	57	10	1	0	1	5	38	41	9	1	6	2041	0	3	29	2047	1	3	34		80	84	62	16	10	4	3	1	4	3	50	59	66	28	8	3	3	3	1	8	19	8	2



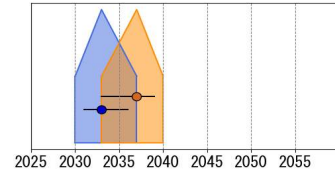
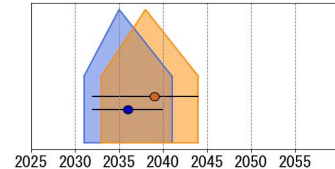
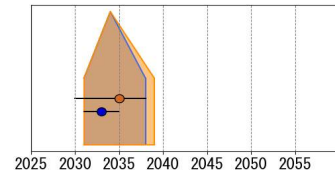
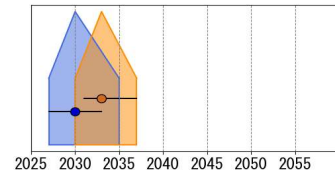
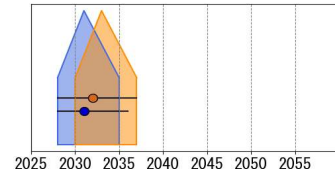
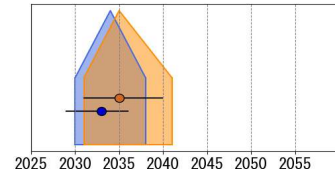
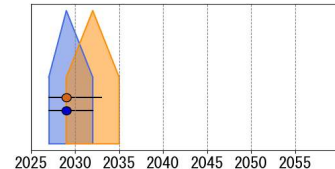
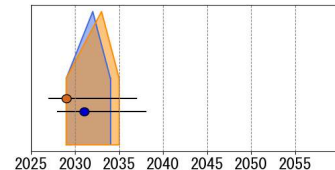
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
健康・医療・生命科学	脳科学・精神神経科学	41	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	165																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図 <div>（青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</div>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 （技術） （年）	（技術） 実現しない （％）	（技術） 実現しない （％）	（技術） わからない （％）	社会的実現時期 （社会） （年）	（社会） 実現しない （％）		（社会） 実現しない （％）	（社会） わからない （％）	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	脳科学・精神神経科学	49	情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法	93	15	40	45	52	31	13	1	1	2	2	8	57	15	0	18	2040	0	10	34	2043	0	11	38		74	63	43	20	5	9	12	33	10	3	63	30	33	11	3	4	2	48	38	6	15	10	0
健康・医療・生命科学	健康危機管理	50	iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法	76	17	22	61	29	58	4	1	3	5	22	50	17	3	0	8	2030	4	1	14	2033	0	1	16		75	79	72	20	3	9	5	0	1	1	34	47	42	51	21	3	8	7	0	7	18	4	1
		51	病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術（※病原体データベース:ヒトおよびヒト以外の動物等の病原体の網羅的な遺伝子・タンパク質情報データベース）	56	25	27	48	27	46	21	0	0	5	2	13	66	7	2	11	2032	2	0	27	2035	2	0	25		63	66	79	9	27	5	4	5	4	0	38	50	50	20	27	5	0	0	0	5	27	13	4
		52	新興感染症の流行・発症・重症化に関連する環境・病原体・宿主因子の統合的評価	80	29	33	39	40	51	8	0	0	1	3	30	49	13	4	3	2032	1	0	13	2036	0	1	16		70	75	63	18	20	5	5	13	13	0	34	45	48	25	28	15	0	9	4	4	28	23	1
		53	植物により病原体に対して迅速かつ安価に中和抗体を大量生産する技術	49	6	29	65	10	35	31	4	2	18	6	6	55	6	0	27	2032	4	0	33	2036	0	2	35		65	82	63	24	6	4	2	6	10	0	24	51	45	59	14	0	6	12	0	6	14	24	2
		54	緊急時（多臓器不全）及び大量出血時に対応可能な血液代替物	49	12	16	71	31	51	8	2	0	8	8	22	43	2	0	24	2032	6	0	22	2033	2	0	27		57	80	63	29	0	10	4	4	16	0	18	39	33	59	18	6	2	18	4	22	10	33	0
		55	感染体の生活環を標的とした新規感染制御技術	54	28	24	48	19	48	19	0	0	15	7	26	37	7	0	22	2033	2	0	28	2035	0	2	30		67	85	63	11	22	9	2	6	6	0	39	52	50	43	17	0	4	6	7	6	13	9	6
		56	AIによる重傷者搬送調整システム	52	25	15	60	27	50	13	0	0	10	6	17	48	8	0	21	2029	2	0	19	2032	0	0	27		58	60	35	40	6	13	15	17	21	0	23	37	31	46	23	19	4	17	10	13	12	27	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
健康・医療・生命科学	健康危機管理	57	環境由来(土壌廃棄物、下水等)の薬剤耐性菌の動物ー環境ーヒトへの伝播の解明と制御	52		23	19	58	21	38	17	6	0	17	8	21	44	6	0	21	2031	2	0	31	2034	2	4	29		65	75	63	27	15	12	8	6	6	2	38	40	48	21	27	12	2	6	6	10	35	12	4
		58	組換えファージによる、薬剤耐性菌感染症の治療	43		7	28	65	5	51	23	5	0	16	0	14	44	12	0	30	2033	7	2	33	2036	0	2	37		70	79	65	19	7	2	7	5	14	2	26	44	44	44	21	0	7	9	0	9	9	35	2
		59	潜伏感染ウイルスのメカニズムの詳細解明に基づく、再活性化抑制やウイルス排除の治療法	47		17	32	51	11	51	21	2	0	15	2	26	38	15	0	19	2035	9	2	30	2036	6	4	30		70	74	66	19	9	0	2	4	2	0	40	40	45	30	23	2	4	2	6	2	30	15	2
健康・医療・生命科学	倫理・社会医学	60	日常生活から集積されるライフスタイルビッグデータ活用による健康政策	84		25	40	35	48	38	10	1	2	1	2	20	30	31	11	6	2033	11	0	27	2034	2	1	19		68	57	26	30	6	15	26	31	24	1	26	30	23	27	27	13	4	42	15	25	23	27	1
		61	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース(大規模コホート研究の推進に資する)	52		21	31	48	17	58	15	2	4	4	2	13	40	33	6	6	2031	4	0	13	2034	2	0	15		37	60	29	19	13	15	37	35	27	0	19	27	31	25	33	10	13	42	12	23	13	27	2
		62	Developmental Origins of Health and Disease(DOHaD)の解明などに基づく、ライフコース・アプローチの視点からの各年齢ステージでの適切な予防・治療	41		12	44	44	24	51	7	5	2	10	7	27	29	20	5	12	2034	0	0	22	2037	2	0	20		56	56	34	27	17	7	17	24	17	0	37	27	22	22	20	15	5	24	24	17	27	12	0
		63	ライフコース・アプローチのための大規模コホート	53		36	36	28	25	49	15	0	4	8	4	19	49	8	13	8	2032	13	2	19	2037	4	2	26		58	75	49	17	11	8	17	28	8	0	36	38	30	34	13	21	2	30	11	13	26	17	0
		64	生命科学・社会学を融合した包括的な要因分析に基づく、健康格差を是正する方法	63		24	43	33	27	62	3	2	3	3	5	29	30	22	8	6	2034	5	3	29	2036	3	6	30		68	63	35	29	10	6	13	33	8	2	38	37	25	24	10	27	6	27	29	11	29	13	0



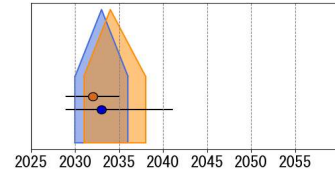
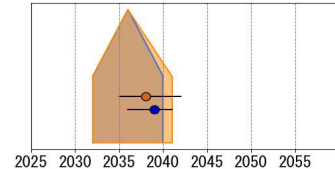
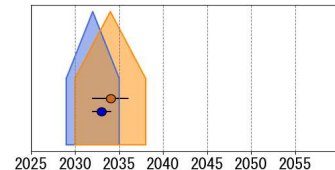
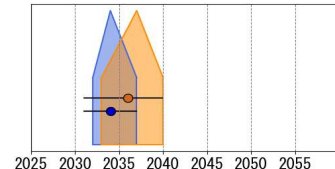
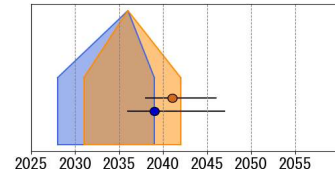
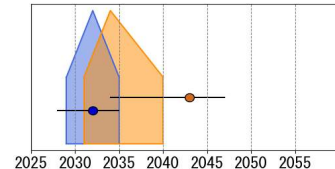
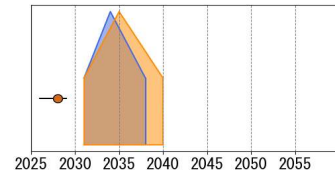
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
健康・医療・生命科学	倫理・社会医学	65	ヒト初期胚・生殖医療に関わる科学技術イノベーションの倫理	34		18	26	56	21	53	12	3	0	12	6	21	38	15	6	15	2032	6	0	38	2036	0	0	47		41	38	12	9	3	9	62	50	35	0	38	21	12	6	9	9	3	44	12	56	15	35	3
		66	ゲノム医療に対する保健医療政策の立案に向けた医療経済学的評価法	30		20	17	63	17	50	23	3	0	7	0	23	53	7	3	13	2034	7	3	33	2034	0	3	40		40	40	37	30	10	20	40	20	20	3	27	30	7	17	30	10	7	37	13	47	27	13	0
		67	新規医療技術の科学技術倫理審査におけるAIの活用	34		9	47	44	26	38	24	6	0	6	0	15	50	18	9	9	2032	0	3	24	2034	0	3	26		38	15	21	6	26	24	62	29	44	6	26	21	24	21	29	6	3	24	18	59	12	26	6
		68	遺伝情報の守秘と共有の妥当なシステム	30		10	43	47	37	40	20	0	3	0	0	13	37	27	3	20	2033	17	0	27	2035	3	0	33		30	20	40	17	10	3	57	50	47	3	30	27	7	7	17	17	0	50	7	57	23	27	3
		69	データに基づく、健康増進促進の負の側面の判定手法	49		16	45	39	12	61	16	0	2	8	0	20	55	12	6	6	2032	6	0	31	2034	0	2	29		65	55	39	35	10	10	18	29	8	2	41	27	24	27	16	14	4	24	20	29	18	16	2
		70	日本における、死体(脳死下・心臓死)移植臓器不足を是正する方法	36		19	19	61	14	53	19	0	3	11	0	6	14	22	47	11	2035	14	17	33	2036	3	17	44		6	6	3	6	6	8	81	78	72	6	6	6	3	8	8	6	0	69	36	72	11	44	6
		71	新規医療技術に対する、専門知識に基づく統一のリテラシー向上法	38		11	42	47	34	42	8	8	0	8	0	11	50	26	8	5	2032	8	5	21	2034	3	5	24		61	26	24	16	5	11	37	53	29	0	50	24	21	11	16	13	3	58	18	37	11	11	3
健康・医療・生命科学	生命科学データ	72	多数で多種類の生体分子が協働して生命システムを作り上げる作用原理を理解した上での人工細胞	85		21	45	34	19	58	14	4	1	5	2	39	31	7	8	13	2035	1	1	13	2040	0	4	29		80	87	68	13	14	4	4	4	2	1	42	47	62	27	12	7	5	8	2	12	16	7	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
健康・医療・生命科学	生命科学データ基盤	73	予防医療、先制医療に資する、 疾病発症・病態悪化の予兆検出 技術	86		26	41	34	52	43	3	0	0	1	7	36	37	5	6	9	2033	6	0	13	2037	2	0	14		77	76	60	33	10	6	9	5	13	0	31	44	49	36	23	16	6	12	8	12	30	8	0
		74	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に 測定できるイメージング技術	62		35	23	42	31	53	13	2	2	0	10	50	26	2	6	6	2035	3	0	13	2038	2	2	15		69	87	77	23	8	6	6	3	2	0	45	63	65	26	21	8	2	3	3	5	24	3	0
		75	循環体液中の生体高分子や低分子の 低侵襲リアルタイムモニタリ ングシステム	57		21	30	49	11	63	12	2	2	11	0	35	35	2	5	23	2034	4	0	28	2034	2	2	26		65	82	60	32	5	11	2	2	5	0	30	51	49	49	25	7	5	2	5	2	21	7	0
		76	細胞の位置情報を保持した上での 1細胞オミックス解析技術	77		31	42	27	18	64	6	3	1	8	9	29	31	16	4	12	2030	14	1	6	2033	9	1	13		73	86	84	18	4	5	1	1	0	0	45	56	64	32	10	6	3	1	1	1	22	1	0
		77	タンパク質の一次配列情報およびその タンパク質に作用する物質の立体構造 情報から、活性状態のタンパク質の動的 立体構造を推定する技術	99		31	51	18	23	67	6	1	0	3	3	33	31	18	4	10	2031	17	0	8	2033	5	0	11		82	89	79	13	13	2	1	0	1	1	55	61	67	31	10	6	2	3	2	2	25	0	0
		78	ゲノムの非コード領域の50%以上の 領域の機能解明	83		18	40	42	18	54	16	2	2	7	1	29	42	5	5	18	2034	2	1	18	2035	2	1	25		78	84	69	10	24	7	1	2	0	0	57	48	60	19	22	4	1	6	1	4	27	2	1
		79	研究成果の真正を証明するための、 研究により生じた全計測データ・全 画像データを記録・保存し、 原データとして認証・保証するシ ステム	63		13	40	48	51	32	13	2	2	2	2	24	43	14	13	5	2029	6	3	13	2032	3	3	13		46	63	56	11	8	38	22	11	29	0	51	33	37	25	38	10	2	11	6	19	17	25	0
		80	多くの一般的な実験室で利用可 能なラボラトリーオートメーション・ 実験ロボット	55		7	33	60	31	44	16	5	0	4	4	35	40	11	2	9	2032	16	0	9	2033	11	2	9		51	84	73	31	7	24	2	2	0	0	38	40	36	67	31	5	5	2	2	2	16	0	0

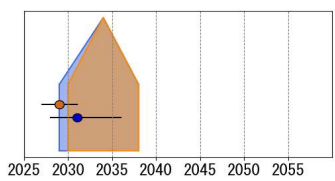
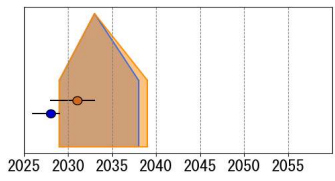
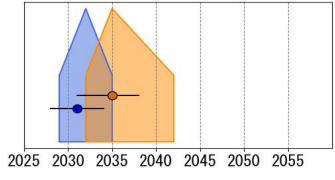
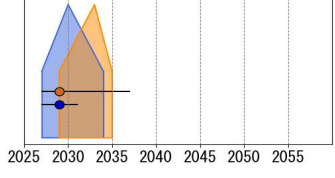
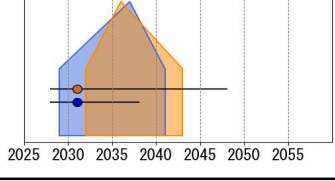
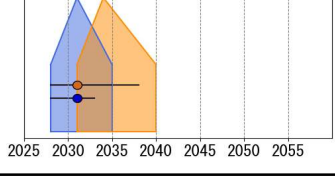
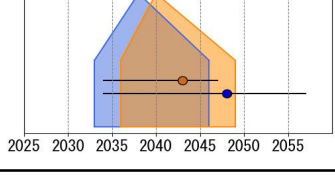
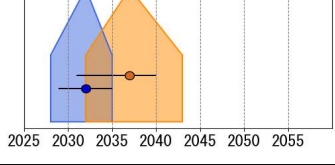


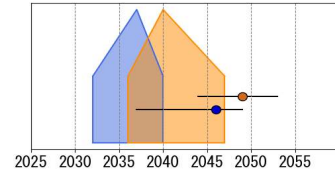
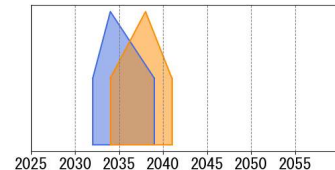
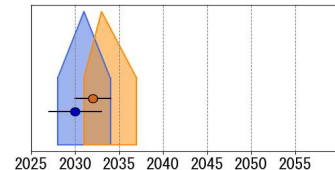
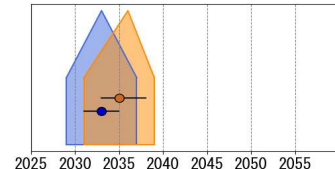
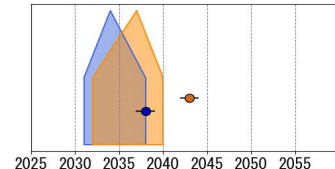
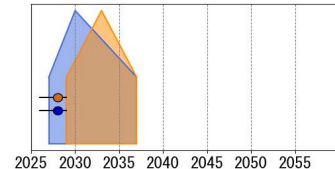
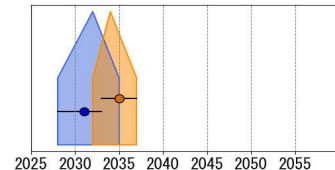
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2 (五角形の頂点) の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	生命科学データ基盤	81	生体分子機能のメカニズムを理解するための量子計測技術	61	20	33	48	25	56	5	2	0	13	11	33	28	3	2	23	2034	2	2	30	2036	0	2	33		87	89	80	8	7	3	2	2	3	0	61	62	64	18	18	3	0	0	3	2	23	0	0
		82	ハイスループットに資する1細胞プロテオーム解析	59	17	44	39	14	64	8	3	2	8	2	27	44	5	2	20	2030	5	0	15	2033	2	0	17		80	76	88	20	7	2	2	2	0	0	39	61	54	54	14	3	3	3	3	0	19	0	0
		83	ハイスループットに資する1細胞エピゲノム・高次ゲノム構造解析	60	17	47	37	10	72	8	3	0	7	2	45	23	12	3	15	2030	7	0	17	2032	2	0	18		82	88	87	10	10	3	0	0	0	50	57	68	38	12	7	3	2	3	0	20	0	0	
		84	生体内における動的シグナルネットワークの多重同時計測技術	66	21	47	32	21	62	9	3	0	5	2	36	39	6	5	12	2032	2	0	17	2035	3	0	21		79	82	83	15	12	0	2	0	0	55	52	53	29	12	2	2	3	3	3	29	2	0	
健康・医療・生命科学	生命情報科学	85	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	64	11	39	50	27	48	19	2	2	3	2	19	48	17	6	8	2029	9	3	8	2033	3	8	9		27	41	23	19	3	19	39	56	44	2	13	20	20	22	14	16	2	55	13	34	16	45	2
		86	生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの心血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム	45	13	29	58	24	51	7	4	0	13	0	29	38	9	2	22	2031	9	0	20	2033	0	0	22		36	53	36	53	0	9	18	18	27	0	22	27	29	33	2	22	7	18	9	16	24	29	0
		87	分子薬理知識や生体分子相互作用および患者ゲノムに関する情報に基づく、医薬品の個人別副作用リスクの知的推論アルゴリズムを実装した情報システム	58	14	48	38	19	60	14	0	0	7	3	19	57	9	0	12	2033	0	0	12	2037	0	0	12		62	53	62	29	10	17	2	9	14	0	29	31	41	33	19	5	7	21	3	9	31	21	0
		88	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム(自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク)	45	13	27	60	51	29	7	4	0	9	11	24	38	9	2	16	2031	9	0	13	2033	2	2	16		49	60	29	38	2	9	11	42	31	0	16	36	24	44	7	29	11	22	7	2	22	40	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術的实现時期） （橙＝社会的实现時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値（1/4～3/4までの範囲） 实现時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の回答を示したもの。丸印は实现時期、線は1/4、3/4の値を示したもの	科学技術的实现に向けて 対処すべき点										社会的实现に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的实现時期 （技術）实现済	（技術）实现しない	（技術）わからない	社会的实现時期 （社会）实现済	（社会）实现しない	（社会）わからない		人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
健康・医療・生命科学	生命情報科学	89	ゲノムに加え、オミックスデータ（エピゲノム・プロテオーム・メタボローム）を数時間以内に1万円以下で体液サンプルからモニタリングする検査技術	73	30	38	32	36	44	12	4	0	4	5	27	42	11	7	7	2034	0	1	5	2035	0	3	8		56	85	73	27	8	10	0	3	7	0	29	47	51	55	25	8	10	10	0	5	8	12	0
		90	メタゲノム解析・制御による生体恒常性の維持	49	24	37	39	18	51	16	2	0	12	6	35	29	14	2	14	2034	6	2	24	2034	6	4	22		59	73	61	29	8	8	4	2	4	0	31	45	45	43	18	16	14	4	0	2	20	8	0
		91	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	50	14	40	46	22	56	14	2	0	6	2	32	34	20	0	12	2029	10	2	14	2033	6	6	16		48	52	32	30	6	10	14	28	30	0	18	32	20	36	12	22	2	26	4	16	28	44	0
		92	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する、行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	47	17	19	64	32	47	11	2	0	9	2	32	40	4	0	21	2029	17	0	13	2031	13	0	17		45	62	32	30	0	13	13	47	26	0	13	28	28	38	11	30	19	32	11	13	21	30	0
		93	医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援のAIを搭載した医療情報システム	57	18	32	51	39	53	4	0	0	5	7	30	25	18	2	19	2030	4	0	12	2032	4	4	14		63	58	51	26	4	12	14	21	25	2	28	44	26	37	19	19	11	21	0	11	21	35	4
		94	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム	48	8	35	56	40	35	8	4	0	13	4	21	44	4	4	23	2032	10	4	17	2033	6	6	19		48	58	48	35	19	19	2	15	15	0	29	29	23	29	29	31	6	6	4	6	35	23	0
健康・医療・生命科学	グローバルヘルス	95	感染症対策のための、汚染区域・航空機内等でも使用可能な高感度超軽量センサー	58	10	36	53	22	43	14	5	0	16	10	21	34	10	0	24	2030	5	0	24	2032	0	2	22		60	66	57	36	21	10	0	7	3	2	19	48	24	60	38	10	9	5	2	0	28	7	2
		96	薬剤耐性感染症の発生・まん延を制御するシステム	72	21	43	36	24	68	7	0	0	1	8	39	31	7	3	13	2032	4	1	29	2035	0	1	33		72	67	63	26	21	6	0	3	3	0	36	49	46	43	19	8	8	6	7	4	22	14	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)										(%)															
健康・医療・生命科学	グローバルヘルス	97	次世代免疫ワクチン	66	15	29	56	15	67	5	5	0	9	5	30	23	12	8	23	2033	3	0	24	2034	0	0	26		55	73	65	21	17	3	6	15	11	5	29	56	58	36	15	8	3	12	8	14	9	14	5
		98	HIVワクチン	47	15	23	62	4	51	23	15	0	6	0	15	43	26	0	17	2036	0	0	32	2036	0	0	34		62	72	68	11	23	9	2	9	4	2	32	55	38	51	21	13	4	9	2	4	13	9	4
		99	ワクチン接種国際電子証明書 (国際ワクチンパスポート)	52	13	15	71	15	42	25	8	6	4	4	15	44	13	6	17	2029	13	6	23	2031	8	10	25		27	50	25	15	54	29	6	23	21	6	17	35	17	33	48	25	0	21	6	4	12	25	6
		100	入国管理における感染症の自動 検査技術	53	13	26	60	17	66	13	0	0	4	2	23	55	4	2	15	2032	4	0	30	2034	4	2	34		34	60	64	25	42	13	2	2	13	0	21	47	26	49	34	11	4	6	4	6	19	19	2
		101	気候変動に起因した微生物の新たな 動態調査に基づく、ヒトの健康への 影響測定技術	57	19	21	60	12	56	21	2	0	9	2	14	51	16	2	16	2034	0	2	44	2037	0	2	44		63	72	70	12	40	4	2	0	5	2	35	39	40	23	35	4	2	4	5	4	49	11	0
		102	水・食資源の枯渇が人類の健康に及ぼす 影響を低減する技術	56	14	18	68	30	46	18	2	0	4	7	30	36	4	2	21	2036	4	2	34	2036	2	4	43		55	57	63	27	25	5	2	7	11	2	29	39	27	45	23	13	4	14	11	2	32	13	4
		103	移民及び外国人高齢者を含む多文化共生社会を前提とした地域 包括ケアシステム	55	16	22	62	29	47	5	5	4	9	2	16	11	42	9	20	2032	4	7	29	2034	2	5	35		53	27	16	36	20	2	15	53	40	2	35	25	16	18	11	16	4	49	33	9	15	27	0
		104	ゼロエミッションを実現する医療機器・医療廃棄物のリサイクル技術	40	3	23	75	3	55	23	3	0	18	3	25	33	8	0	33	2034	3	5	45	2035	0	3	40		48	58	53	38	5	20	5	13	15	3	28	35	28	48	18	20	20	5	8	10	20	20	3



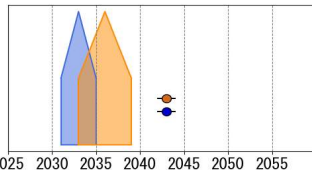
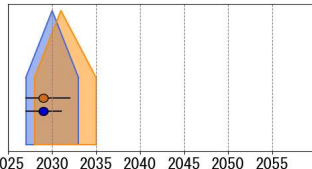
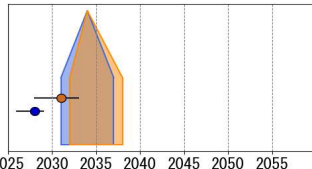
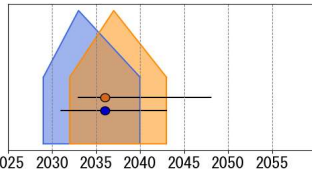
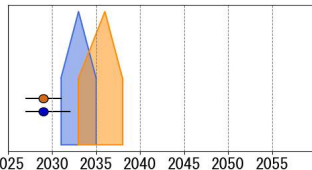
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術的实现時期) (橙＝社会的实现時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 实现時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2 (五角形の頂点) の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は实现時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術的实现に向けて 対処すべき点										社会的实现に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的实现時期 (年)	(技術) 实现済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的实现時期 (年)	(社会) 实现済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
健康・医療・生命科学	グローバルヘルス	105	国際搬送可能な医療用ドローン	43	12	19	70	2	42	37	2	2	14	2	19	26	28	2	23	2034	0	7	26	2034	0	7	37		37	58	35	16	37	14	7	12	35	2	16	30	28	44	49	26	12	9	2	2	23	21	2
		106	手術支援ロボットによる、日本と任意の国の間(10,000km以上)での安定した国際遠隔手術	47	11	26	64	4	64	9	6	4	13	4	45	26	2	2	21	2033	13	0	21	2033	6	2	23		49	55	40	13	57	13	6	11	17	2	21	55	26	32	51	6	6	6	0	6	30	23	0
農林水産・食品・バイオテクノロジー	農業生産システム	107	農畜産物を活用した、医薬原料等の任意の高分子有用物質の効率的生産技術	58	19	29	52	17	62	10	3	0	7	7	40	17	16	2	19	2032	14	0	12	2035	5	2	14		59	78	53	28	5	7	9	12	19	3	33	34	34	60	17	5	9	29	5	9	9	28	3
		108	生態系循環を活用した、環境負荷大幅低減が可能な、ウナギなどの大規模閉鎖型完全陸上養殖技術	43	12	42	47	30	51	5	5	2	7	12	58	16	2	0	12	2030	5	0	21	2033	0	0	23		53	74	44	49	0	14	2	12	5	5	19	44	33	63	9	2	44	12	9	0	14	5	5
		109	魚類の免疫機構とその制御因子の解明に基づく、感染症予防技術	25	8	24	68	24	52	4	4	0	16	8	28	28	4	0	32	2037	0	0	28	2036	0	0	36		68	80	68	36	12	0	0	4	4	4	44	40	40	52	20	8	12	8	4	0	12	4	4
		110	環境負荷低減が可能な、植物・昆虫由来の完全魚類飼料	36	11	47	42	14	56	11	8	6	6	3	25	31	8	6	28	2031	8	6	14	2034	3	6	19		53	69	39	42	11	11	3	19	3	8	11	28	19	69	25	0	19	22	11	0	14	6	6
		111	野生生物保全、土壌流亡防止等の森林機能を保持しつつ、経済生産が可能な次世代型森林造成技術	34	12	32	56	29	59	0	0	0	12	0	21	21	29	3	26	2038	0	0	29	2040	0	0	32		76	71	29	56	6	6	0	21	15	3	26	38	21	56	9	24	12	12	21	0	21	12	6
		112	作物生育予測やAI農機等を組み合わせた、作業者が圃場に行く必要がないオフィス農業	88	23	49	28	36	48	8	6	1	1	7	34	30	25	2	2	2032	6	3	5	2037	2	3	5		66	67	51	47	7	14	1	17	16	2	28	43	19	67	17	7	25	22	8	0	11	24	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	わからない (技術) (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	わからない (社会) (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
農林水産・食品・バイオテクノロジー	農業生産システム	113	家畜・養殖魚等の生産性を最大化できるストレス低減手法	39	31	41	28	23	62	10	0	0	5	10	21	28	31	0	10	2031	5	3	23	2034	5	3	21		59	67	62	46	3	8	3	15	8	3	41	31	33	49	33	8	21	23	15	3	10	3	3
		114	宇宙や極地での持続的な生活を可能とする、外部からの物質供給がない完全閉鎖系無人植物工場	41	22	37	41	17	49	20	5	2	7	2	22	51	7	2	15	2037	0	2	24	2040	0	5	22		44	76	63	29	22	2	0	7	7	10	20	46	32	51	17	5	12	12	7	0	22	12	10
		115	マイクロデバイス化した微生物を用いた、土壌肥沃度や水質等の環境情報を計測する技術	26	15	31	54	4	65	8	4	4	15	4	35	31	4	8	19	2034	4	4	35	2038	0	4	42		54	58	58	31	8	8	4	12	4	19	15	23	31	38	27	12	8	27	8	4	8	8	15
		116	作物・土壌などの新規計測技術・AI等を用いた、データ駆動型スマート営農管理システム	74	26	46	28	31	61	5	0	0	3	7	42	31	14	3	4	2031	16	0	7	2033	7	0	7		73	65	39	57	8	22	1	4	8	3	28	42	24	69	35	4	30	8	5	0	22	8	1
		117	温室効果ガス抑制・炭素固定力増強を実現する、持続的な作物・土壌管理システム	55	20	51	29	42	51	2	2	0	4	13	33	35	11	0	9	2033	11	0	11	2036	4	0	13		45	73	51	44	24	13	0	15	15	2	18	36	22	60	22	13	20	25	20	0	22	15	2
		118	高温耐性魚類の育種、耐病性魚種の育種やワクチンの開発など、温暖化に対応したレジリエントな養殖技術	25	8	36	56	20	60	4	0	4	12	0	52	24	4	0	20	2034	12	0	24	2037	0	0	28		64	76	68	24	12	0	0	12	0	12	28	44	24	68	8	8	20	12	8	4	16	8	8
		119	養殖管理が可能な自律型水中ドローン	25	4	36	60	24	52	8	4	0	12	4	32	28	16	0	20	2030	0	0	20	2033	0	0	20		48	76	76	48	4	4	0	0	0	12	20	52	24	52	16	4	56	0	0	0	12	0	4
		120	センサーとロボット技術を組み合わせた、鳥獣害防除や放牧等に利用可能な、動物の学習行動制御技術	38	16	34	50	29	66	0	0	0	5	0	34	39	11	0	16	2032	5	0	11	2034	3	0	13		68	74	47	58	5	8	0	13	16	0	16	58	29	74	11	11	29	16	5	0	18	13	0





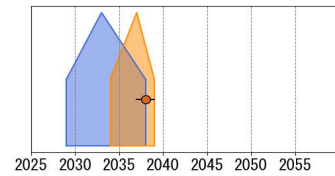
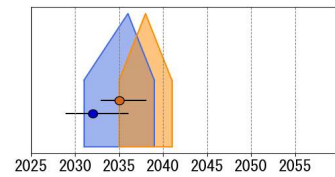
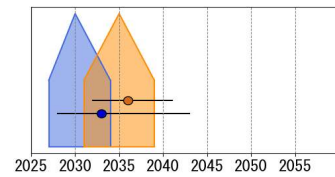
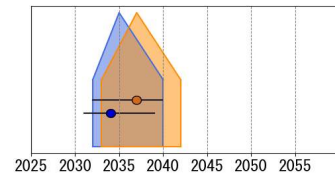
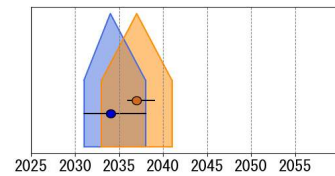
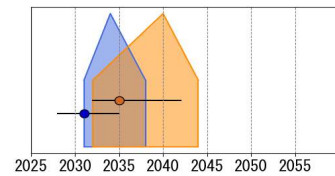
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者  (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
農林水産・食品・バイオテクノロジー	フードテクノロジー	129	冷凍せずに生鮮食料品の品質を保持するための長期貯蔵技術	38	21	34	45	32	53	11	3	0	3	13	55	16	3	3	11	2030	8	3	11	2032	8	0	11		50	71	71	55	0	18	0	11	5	3	29	45	21	61	26	3	34	13	11	0	21	18	3
		130	昆虫資源や細胞性食品を含む未利用・低利用生物資源を用いた、新規タンパク源の製造・加工技術	45	22	53	24	24	42	11	9	13	0	9	38	31	11	7	4	2033	16	4	9	2035	4	11	9		36	56	38	22	7	11	20	62	16	2	18	29	9	47	11	4	16	69	49	11	7	7	0
		131	微小重力場での食物生産や、フード3Dプリンターなど、新しい技術での食品生産	32	25	34	41	19	50	22	6	0	3	9	28	31	6	9	16	2031	9	0	9	2034	0	3	16		56	78	69	38	6	9	0	22	6	0	19	56	25	66	25	6	28	25	16	0	19	0	0
		132	食品加工残渣の高付加価値化のためのアップサイクル技術	35	31	34	34	40	49	6	3	0	3	11	40	29	6	3	11	2031	11	0	3	2034	11	0	3		31	74	54	57	3	6	3	31	17	0	14	37	20	66	17	11	37	26	14	6	20	6	0
		133	脳科学的アプローチを用いて、食品の味・香りにより、高齢者の食欲を増進させる技術	28	18	36	46	32	46	11	4	0	7	4	64	4	4	4	21	2034	4	0	25	2036	0	4	25		50	64	57	64	4	7	4	11	4	0	25	50	39	54	7	7	11	11	14	4	32	4	0
		134	特定の生体分子を効率的に製造する、精密発酵などの細胞農業システム	32	25	22	53	38	38	9	0	6	9	19	41	16	3	6	16	2033	3	0	13	2034	6	0	16		47	75	72	50	13	9	6	9	6	0	22	59	31	56	16	6	9	16	9	6	22	19	0
		135	ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質	30	7	47	47	13	27	33	3	10	13	13	27	23	0	3	33	2033	7	3	27	2039	3	7	23		43	73	57	30	10	3	10	27	7	3	13	50	33	50	10	7	20	37	17	17	10	7	3
		136	食品中に含まれる有害物質等の高速検出技術	33	36	24	39	61	24	6	6	0	3	18	58	9	3	0	12	2032	21	0	6	2034	9	0	6		42	64	55	39	9	24	6	12	12	0	21	48	27	39	45	12	9	9	12	6	12	15	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
農林水産・食品	フードテクノロジー	137	養殖環境のストレス度合いを測定できるシステム	27		7	37	56	15	67	4	4	0	11	4	52	19	4	7	15	2034	4	4	19	2034	0	4	19		41	85	89	48	4	7	0	0	0	0	15	48	33	70	15	19	26	11	11	0	22	0	0
農林水産・食品・バイオテクノロジー	資源保全活用技術	138	野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術	35		14	31	54	29	63	3	0	0	6	6	26	37	20	0	11	2032	0	0	29	2035	0	0	34		80	51	17	34	0	3	14	31	31	0	40	54	11	26	0	17	3	51	9	0	17	43	0
		139	監視データ・インベントリデータ等に基づく森林の多角的な病害虫管理技術	23		9	30	61	4	70	4	0	0	22	4	30	35	0	0	30	2033	0	0	57	2036	0	0	48		70	70	43	26	4	0	0	4	13	0	39	48	35	39	4	9	9	4	0	0	26	13	0
		140	土砂災害等の抑止・被害軽減化のための、計測診断マップに基づく森林管理技術	26		15	31	54	50	31	0	0	0	19	8	62	4	8	0	19	2029	0	0	42	2034	0	0	38		58	58	31	50	4	8	0	8	19	4	38	27	12	50	8	31	8	12	4	0	19	15	4
		141	ICTによる養殖履歴データの自動収集とデータベース化を通じた、データ駆動型養殖管理システム	27		19	15	67	30	44	7	0	0	19	11	30	26	11	0	22	2030	0	0	26	2031	0	0	30		59	48	63	52	11	19	0	0	11	0	22	63	30	67	7	4	30	4	4	0	11	11	0
		142	衛星観測データや森林・地質等インベントリデータに基づくスマート森林管理技術	26		8	50	42	15	65	4	0	0	15	8	38	23	12	0	19	2034	0	0	23	2034	0	0	27		65	62	46	31	4	12	0	4	12	0	23	35	27	42	31	27	8	8	0	0	12	19	0
		143	海洋プラスチックごみの実態把握と発生源情報に基づく排出量削減技術	42		17	29	55	55	21	19	0	0	5	7	29	31	14	5	14	2033	0	2	33	2037	0	2	36		60	43	29	40	48	17	2	14	7	2	45	14	12	19	33	10	17	36	29	5	21	17	2
		144	環境DNAを利用した生態系の理解と解析を援用した、希少種の保存・管理技術	39		15	56	28	36	46	13	0	0	5	13	51	26	5	0	5	2033	15	0	15	2036	8	0	23		72	77	64	21	10	13	3	3	8	0	38	38	36	41	28	8	3	10	10	5	38	13	0



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

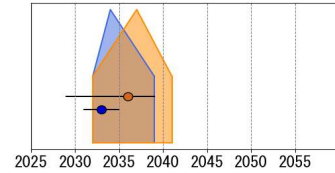
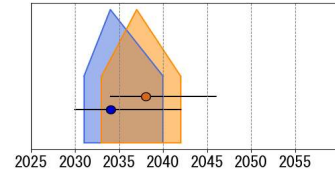
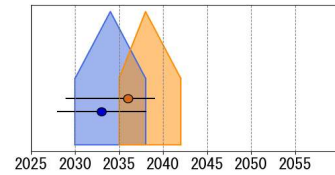
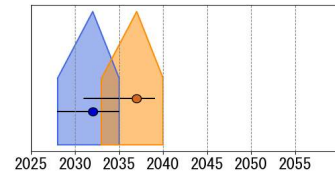
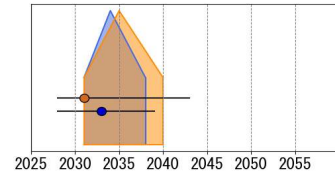
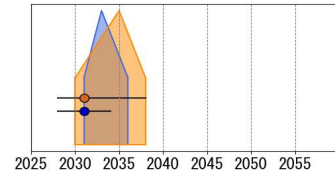
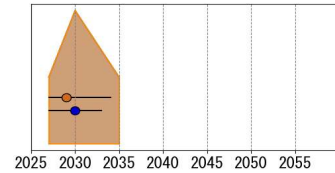
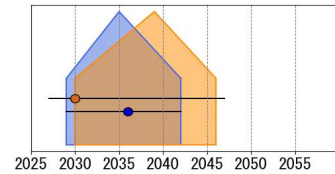
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点											社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
				(人)	(%)		(%)						(%)				(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材 確保	人材 活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会の あり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他	
農林水産・食品・バイオテクノロジー	生物・環境資源情報基盤	161	全球メッシュを活用した、農林水産資源のデータベース化	23		9	48	43	4	43	17	9	0	26	0	22	39	9	0	30	2033	9	0	26	2037	0	4	30		57	52	43	35	17	9	0	4	0	0	22	35	43	26	13	22	0	0	0	0	30	0	0
		162	生態系機能を最大限発揮する物質循環システムの解明による、生態系サービスを最適化させるための観測・計測・評価技術	42	36	48	17	31	50	7	2	0	10	5	31	36	17	5	7		2036	0	7	21	2038	0	7	21		55	90	62	31	21	2	0	7	2	0	26	29	43	33	29	19	12	17	21	2	29	12	0
		163	DNA情報と遺伝子情報を統合した、微生物叢の機能評価技術の構築	42	26	50	24	33	52	7	0	2	5	5	31	38	12	5	10		2030	0	0	24	2035	0	2	24		62	71	64	24	14	7	2	2	0	5	43	36	52	43	12	5	10	7	2	5	19	7	5
農林水産・食品・バイオテクノロジー	次世代バイオテクノロジー	164	植物並びに水産物の食味、形状、芳香、老化といった嗜好性に関連する形質の制御技術	64	23	31	45	20	55	14	5	2	5	8	52	19	8	0	14		2033	8	0	16	2035	5	0	16		58	70	58	31	14	8	5	19	3	3	36	48	41	41	9	2	16	30	9	9	16	8	2
		165	絶滅危惧種の維持と保存のための、効率的な生殖細胞の作出および保存技術	51	24	31	45	25	31	33	4	0	6	16	35	25	6	0	18		2034	18	2	20	2034	6	6	22		69	59	57	8	27	10	20	8	8	2	37	29	43	25	22	12	2	20	4	22	31	8	4
		166	砂漠(乾燥地帯)等の耕作不適環境下で経済栽培可能な作物	51	29	24	47	27	39	25	4	2	2	10	22	49	8	0	12		2035	2	0	18	2037	0	0	20		53	75	61	20	47	10	0	14	4	2	31	41	51	39	16	12	16	14	2	8	45	4	2
		167	育種選抜や生育予測が可能なレベルで、全ゲノム配列と環境情報から高精度に全表現型を予測する技術	58	26	34	40	29	57	5	2	0	7	5	43	36	9	0	7		2034	3	7	16	2037	2	5	17		72	81	64	24	10	10	2	7	5	0	41	48	53	50	19	10	2	19	3	2	14	2	2
		168	雑種強勢の分子遺伝学的解明による雑種強勢固定化技術	41	24	27	49	29	22	27	2	0	20	7	24	41	2	2	22		2034	0	0	32	2040	0	2	32		66	76	68	27	12	2	2	5	7	2	39	59	54	39	7	0	24	17	2	2	5	7	2

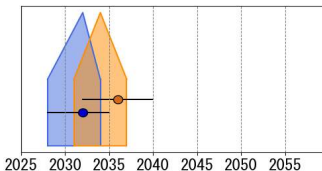
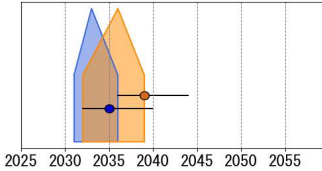
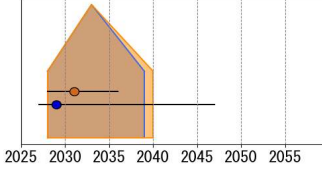
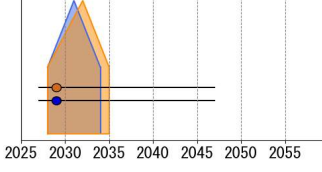
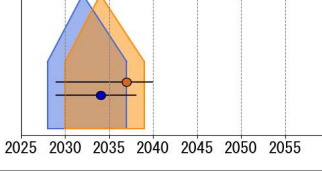
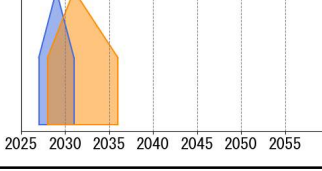
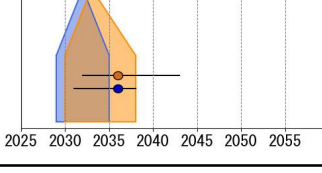
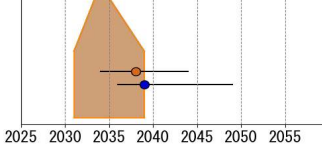


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				(人)	(%)		(%)									(%)								(年)	(%)	(%)	(%)		(年)	(%)	(%)	(%)		(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
林水産・食品・バイオテクノロジー	次世代バイオテクノロジー	177	養殖原料への最適化のための飼料用植物の改変	39	13	33	54	21	49	13	0	0	18	3	31	41	3	0	23	2032	5	0	31	2035	0	0	33		51	72	51	33	5	3	0	23	10	3	15	44	51	74	10	3	13	15	5	3	10	8	5
		178	生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術	59	15	41	44	22	39	15	14	3	7	5	20	39	14	7	15	2039	3	8	24	2042	0	15	32		58	59	54	7	10	3	19	15	14	5	39	32	36	27	12	2	2	27	0	24	17	22	7
農林水産・食品・バイオテクノロジー	資源循環・未利用資源活用	179	乾物で50t/ha/年を超えるバイオマス生産作物の作出	46	17	33	50	28	50	13	0	4	4	4	28	37	13	2	15	2036	0	2	30	2039	0	7	33		63	63	52	26	17	11	7	17	4	4	26	43	30	57	4	4	20	20	7	4	33	9	2
		180	セルロースの結晶度を緩和させる人工タンパク質の利用による、植物性繊維の分解利用技術	43	21	33	47	21	37	19	5	2	16	2	40	21	7	2	28	2034	2	2	30	2038	2	0	37		67	77	72	26	7	5	2	5	2	0	23	49	42	65	7	5	19	5	7	0	19	7	0
		181	主要な自然植生である広葉樹を生物多様性の保全に配慮しつつ建築物の構造部材等として活用する技術	43	19	26	56	21	49	16	0	0	14	7	56	7	9	2	19	2029	16	0	19	2032	14	2	21		44	40	37	56	5	21	2	26	19	2	23	35	12	70	14	5	23	12	9	2	21	21	5
		182	土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で50年程度の長期使用可能な高耐久木材	34	15	26	59	21	59	3	3	0	15	9	53	15	0	3	21	2033	12	0	24	2035	9	0	29		56	68	47	50	9	12	0	9	9	3	15	44	24	59	21	21	24	0	0	0	29	21	3
		183	従来と比べて温室効果ガス排出量を90%以上削減できる、バイオマスのマテリアルおよびエネルギー利用技術	61	20	51	30	51	38	3	0	3	5	13	36	20	10	5	16	2033	3	2	20	2037	0	2	20		59	69	59	36	16	11	2	11	7	2	26	39	36	67	11	3	21	8	7	2	30	16	3
		184	生分解性、光分解性素材を使用した農林水産物の生産、加工、流通技術	42	19	45	36	19	50	14	7	2	7	7	40	26	2	2	21	2035	5	2	19	2036	2	2	26		38	50	52	40	24	17	7	10	7	0	21	33	31	50	24	5	14	14	7	5	29	10	0

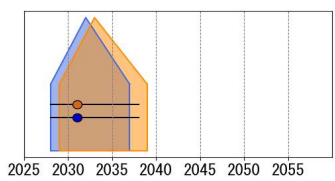
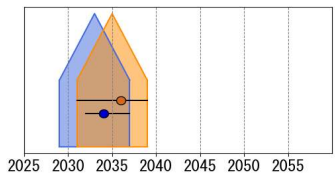
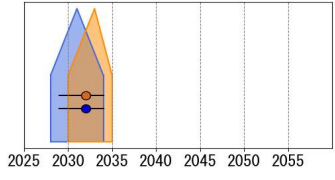
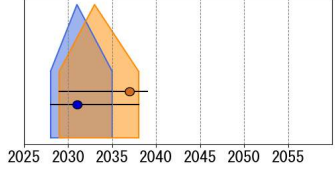
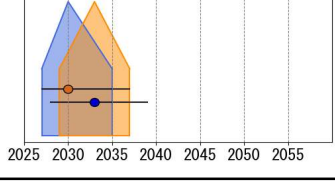
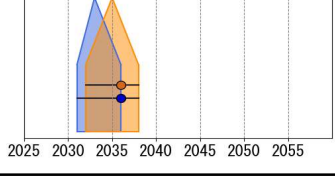
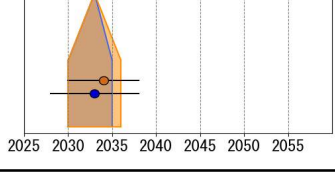
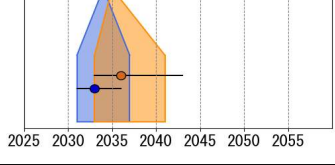
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
農林水産・食品・バイオテクノロジー	資源循環・未利用資源活用	185	森林資源による化石資源由来製品の代替化のための技術(道路舗装、建築用材、服飾素材、塗料、消費財)	60		33	35	32	43	43	3	2	2	7	10	42	23	5	2	18	2034	10	2	17	2037	5	2	17		55	65	50	48	13	12	2	7	15	0	15	42	28	70	10	5	15	20	8	0	25	22	0
		186	畜産廃棄物等から生分解性プラスチック等の有用物質を効率的に抽出する技術	48		29	38	33	33	38	13	2	2	13	10	38	19	10	2	21	2034	2	4	25	2037	2	4	23		44	69	54	54	10	6	6	13	2	4	21	33	31	63	19	10	21	23	6	0	19	6	2
		187	海水中からレアメタルを回収するシステム	51		18	33	49	61	33	2	0	0	4	12	49	20	4	2	14	2034	4	0	20	2038	4	2	22		35	73	65	49	10	6	2	6	10	2	16	39	27	61	10	2	24	6	2	2	35	16	2
		188	国産飼料の50%自給、肥料成分の自給に向けた生産システム(社会制度含む)	62		29	32	39	74	23	0	0	0	3	6	21	21	27	13	11	2032	13	0	26	2037	0	3	26		27	56	27	74	8	8	5	32	34	0	13	37	18	60	10	8	26	24	16	2	27	32	0
農林水産・食品・バイオテクノロジー	食の安全と健康	189	人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体内から排除する技術	37		27	27	46	19	65	8	5	0	3	5	35	35	14	0	11	2034	5	5	24	2035	3	5	32		70	73	73	32	19	8	3	3	3	0	35	41	62	35	24	11	0	0	8	0	43	0	0
		190	食品における複数の危害因子の相互作用がもたらす毒性評価	37		19	46	35	27	65	5	3	0	0	8	38	32	3	8	11	2033	5	0	14	2035	0	0	19		65	76	68	27	8	16	11	8	8	0	43	32	46	27	32	19	3	19	14	8	38	5	0
		191	食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム	41		29	29	41	22	76	2	0	0	0	22	41	27	2	2	5	2030	7	0	12	2030	0	0	27		61	49	41	49	15	32	7	12	20	0	37	29	27	46	46	15	5	12	7	2	29	22	0
		192	植物・微生物を利用して、土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術	35		20	37	43	14	66	17	0	0	3	3	37	31	11	3	14	2035	14	0	20	2039	0	0	23		66	86	77	17	17	11	0	3	6	0	49	54	31	46	23	20	3	6	3	0	31	17	0



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者  (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点									社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術)実現済 (%)	(技術)実現しない (%)	(技術)わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会)実現済 (%)		(社会)実現しない (%)	(社会)わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
農林水産・食品・バイオテクノロジー	食の安全と健康	193	食と健康医療のためのビッグデータを用了、健康に資するAI応用技術	48	23	48	29	27	58	13	0	2	0	8	46	33	6	4	2	2032	0	0	10	2034	0	2	13		56	65	65	42	13	8	6	10	6	2	29	33	33	54	31	13	8	10	13	8	29	6	0
		194	植物害虫・病原菌の標的種特異的な防除資材の開発システム	38	29	26	45	18	66	11	0	3	3	0	39	34	3	5	18	2033	13	3	16	2036	5	0	24		63	84	68	26	16	5	3	5	0	3	32	50	39	53	21	11	11	5	8	5	26	13	3
		195	重金属・放射性物質を吸収しない作物	41	12	29	59	17	56	15	5	2	5	7	34	32	2	2	22	2033	7	15	27	2033	2	15	32		56	68	56	15	15	7	12	20	12	5	44	44	27	39	29	5	5	24	0	10	20	15	10
		196	ブロックチェーンなどを用了た、食料生産流通の透明性を保証する新技術に基づくトレーサビリティ・システム	26	12	23	65	15	65	12	0	0	8	8	46	31	4	0	12	2031	12	0	12	2032	0	0	19		35	46	46	50	27	23	8	23	8	0	23	38	23	62	42	23	12	15	4	8	23	0	0
		197	健全な食生活構築に向けた、ヒトの精神的、身体的な健康を非侵襲でモニタリングし、評価する技術	52	21	46	33	21	73	0	0	0	6	12	35	27	13	2	12	2032	6	0	15	2034	2	0	19		65	77	65	37	15	4	6	4	4	0	37	58	37	38	23	17	8	15	12	12	19	6	0
		198	食料貿易におけるトレーサビリティ・検疫・安全に資するコミュニケーション技術	31	3	35	61	26	68	6	0	0	0	6	32	35	0	13	13	2029	26	0	16	2031	6	0	16		55	45	23	19	61	45	6	10	13	0	39	39	23	19	58	19	13	3	10	6	39	16	0
		199	新規(奇)食品の消費者受容に係るリスクコミュニケーション	36	25	17	58	19	58	17	0	0	6	0	42	25	11	6	17	2032	17	3	33	2033	6	3	33		44	39	36	31	14	14	22	44	36	0	50	33	17	19	33	14	8	33	14	17	31	22	0
		200	ヒトの遺伝情報、健康状態を考慮して、複数食品の機能性成分の組み合わせによる健康機能性を最大限発揮できるパーソナルレシピ作成技術	38	16	39	45	11	66	18	3	0	3	5	26	55	5	0	8	2034	5	0	13	2034	5	0	18		55	71	76	29	11	5	5	11	8	5	37	45	39	55	26	3	5	18	11	5	16	13	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術)実現済	(技術)実現しない	(技術)わからない	社会的実現時期	(社会)実現済		(社会)実現しない	(社会)わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

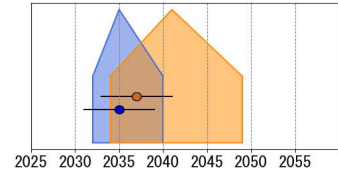
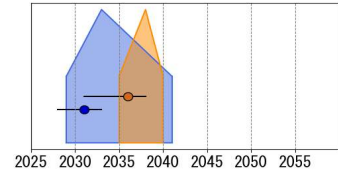
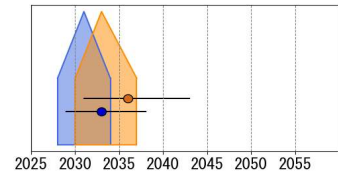
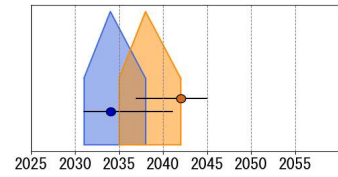
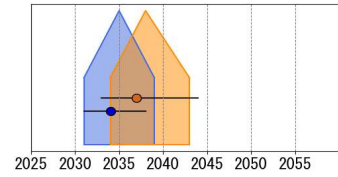
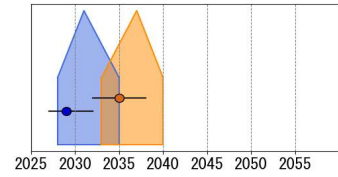
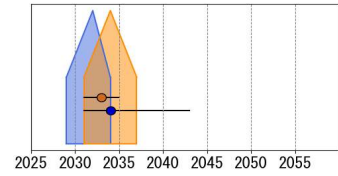
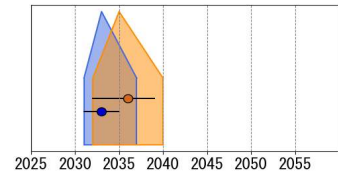


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
農林水産・食品・バイオテクノロジー	サステイナビリティ	209	農林水産業に関する伝統知識・技法の科学的な伝承体系評価手法	36	19	31	50	50	36	11	0	3	0	25	33	17	14	0	11	2032	0	0	17	2033	0	0	22		67	67	25	36	11	8	3	22	11	8	42	50	25	31	14	11	6	11	42	0	22	11	0
		210	生態系サービスがもたらす、保健・休養や文化の評価技術	38	26	32	42	29	58	5	3	0	5	5	32	37	21	0	5	2033	3	3	18	2035	0	3	24		68	53	11	37	13	11	5	45	13	3	42	21	8	11	21	26	3	26	50	3	34	8	0
		211	最先端デジタル技術を用いた、コミュニティ・社会資本の可視化モニタリング技術	25	16	32	52	20	48	8	4	0	20	12	24	16	36	0	12	2031	4	4	20	2033	0	4	20		40	44	16	40	16	16	12	28	32	8	32	32	20	48	4	24	8	4	16	4	24	16	8
農林水産・食品・バイオテクノロジー	食・農の技術と社会	212	一般市民への先端的科学技術情報の提供活動を高く評価する組織・社会文化の醸成	30	13	53	33	33	43	17	3	0	3	3	13	10	33	27	13	2031	13	0	23	2033	0	7	20		70	40	27	47	10	13	10	57	7	3	67	30	20	13	10	17	0	50	30	13	27	3	3
		213	食と農における研究の倫理的課題について、研究開発者の理解を促進するための情報共有プラットフォーム	28	25	43	32	29	54	7	4	0	7	14	25	18	18	7	18	2030	7	0	21	2033	0	0	29		82	50	25	54	4	14	25	29	7	4	68	21	25	4	14	11	0	43	25	25	29	7	4
		214	バイオテクノロジーを用いた食品の成分、生産方法、気候への影響、健康影響等に関する情報を消費者に即時に開示するシステム	27	22	48	30	30	67	4	0	0	0	11	37	30	11	7	4	2033	7	4	15	2035	0	4	19		59	48	37	52	4	19	19	41	19	0	56	41	22	22	22	11	15	33	7	11	30	15	0
		215	食文化の多様性を尊重するという視点から、地域特性や個々のライフスタイルに適応した食事の特徴の解明	32	22	53	25	31	56	6	6	0	0	19	56	6	9	3	6	2033	16	0	6	2033	6	0	19		72	63	31	53	9	6	3	25	9	3	59	44	34	22	13	0	16	9	44	3	13	9	3
		216	開発者、使用者、受益者、環境、倫理、福祉等多様な視点から農・食品生産等の技術を評価し、技術にフィードバックするシステム	21	19	67	14	33	43	14	0	0	10	5	24	33	19	0	19	2034	0	0	19	2035	0	0	29		48	57	29	52	10	5	0	43	14	10	48	57	19	14	10	5	0	38	5	5	29	19	10

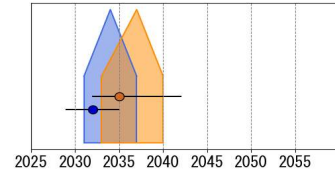
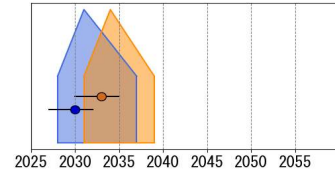
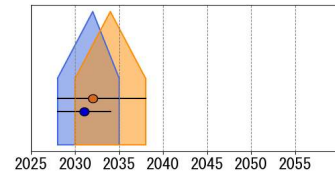
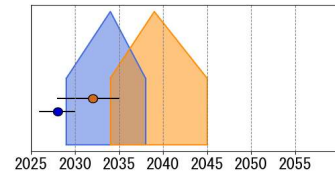
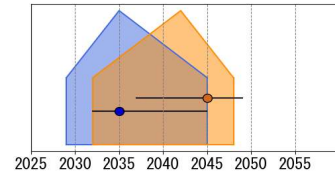
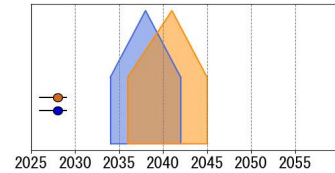
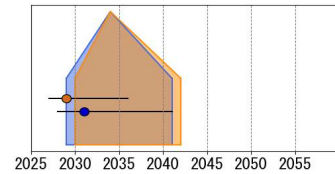
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
農林水産・食品・バイオテクノロジー	食・農の技術と社会	217	農産物・食品生産技術の消費者の社会受容度を即時に計測する仕組み	18	17	28	56	17	33	22	0	17	11	0	22	22	11	22	22	2033	6	11	28	2038	0	17	28		44	33	33	39	0	6	11	56	0	6	33	50	17	17	17	6	11	39	17	0	11	6	11
		218	小規模分散的な農林水産業における、意欲と能力のある個人・事業体への各種権利の集約システム	19	11	63	26	47	47	0	0	0	5	16	26	16	11	26	5	2030	11	0	21	2033	0	0	26		68	16	26	47	0	5	11	53	37	5	42	47	11	37	5	11	21	53	11	5	5	21	5
		219	災害や生物多様性リスクの高い土地の所有権や利用権の管理システム	19	21	26	53	26	58	5	0	0	11	11	5	32	32	5	16	2031	0	5	53	2031	0	5	47		58	32	26	53	5	11	0	37	47	5	42	42	11	0	11	26	0	26	16	0	37	58	5
		220	人と動物の健康のための、人畜共通感染症の全球監視ネットワークシステム	23	48	35	17	52	43	4	0	0	0	4	35	39	9	9	4	2032	0	4	17	2034	0	4	22		70	78	65	9	57	0	0	9	0	0	26	48	35	17	39	22	4	22	4	0	48	13	4
環境・資源・エネルギー	エネルギー変換	221	不安定な再エネ電力からCO2フリーの水素や化学品原料(水素キャリア含む)を製造可能とする、高効率低コスト水電解・合成技術(効率4.3kWh/Nm3以下、設備コスト5万円/kW以下、劣化率0.1%/1000h以下)	171	23	36	41	47	47	2	1	0	2	8	43	34	6	1	8	2034	1	2	11	2038	0	3	8		71	73	50	40	12	11	0	6	9	1	21	42	23	71	31	7	21	9	5	0	14	15	1
		222	バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション	108	17	33	50	28	57	8	2	0	5	3	37	36	11	1	12	2034	13	0	19	2036	2	0	20		50	76	54	44	9	6	1	7	13	2	24	37	21	73	10	15	23	11	8	0	8	19	3
		223	ナトリウム、マグネシウムをエネルギー媒体として利用する技術	92	18	29	52	27	38	16	5	1	12	11	29	34	5	2	18	2037	9	2	24	2039	1	4	26		54	65	65	28	10	10	1	1	2	3	16	43	39	63	22	5	16	1	2	0	14	7	5
		224	1500℃級IGCCシステム(石炭ガス化複合発電)の商業運転	75	13	29	57	15	48	11	7	3	17	21	51	7	0	1	20	2029	9	3	31	2034	3	5	33		39	52	41	36	9	13	3	32	9	1	21	31	21	56	19	11	5	33	0	7	7	17	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術)実現済 (%)	(技術)実現しない (%)	(技術)わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会)実現済 (%)		(社会)実現しない (%)	(社会)わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
環境・資源・エネルギー	エネルギー変換	225	燃料として水素100%を用いるガスタービンによる1GW級の大型発電技術	92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	



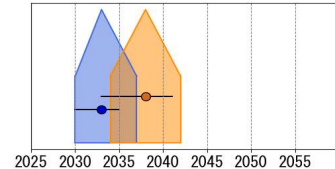
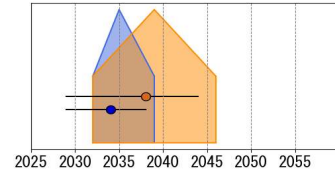
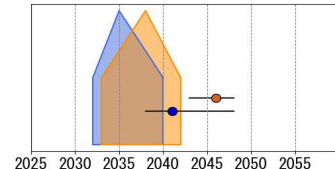
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
環境・資源・エネルギー	エネルギー変換	233	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた、商業利用可能な小型モジュール原子炉	73	21	23	56	27	40	8	3	7	15	12	32	21	8	5	22	2035	3	7	29	2041	0	14	30		42	55	48	15	11	4	15	52	18	1	16	32	12	40	12	4	0	63	7	18	7	34	1
		234	50年生を超えた人工林の現地木質チップ化技術	46	9	13	78	26	43	4	0	2	24	7	30	15	9	4	35	2033	15	2	37	2038	7	4	43		41	61	33	52	2	2	0	22	11	0	13	28	13	65	7	22	13	20	13	2	11	9	0
		235	既存技術では設置できなかった場所(耐荷重の小さい屋根や建物の壁面等)にも導入できる、軽量・柔軟等の特徴を兼ね備えたペロブスカイト型太陽電池の開発	80	11	48	41	43	46	5	0	5	1	23	48	19	1	4	6	2031	19	1	13	2033	6	6	8		36	68	50	46	11	24	1	4	10	1	6	34	14	76	34	16	21	9	9	0	15	13	1
		236	CO2を効率よく合成ガス(CO、H2)に変換可能な共電解技術	92	18	48	34	35	51	3	2	1	8	11	43	27	2	2	14	2034	3	1	15	2038	0	2	21		49	79	62	40	13	7	0	5	7	0	20	43	29	66	20	7	20	11	5	0	20	10	0
		237	水素に代わり、液体水素キャリア(MCH、NH3)から、直接電力を効率よく取り出すことが可能な燃料電池発電技術	79	22	39	39	30	54	4	4	1	6	10	44	28	4	1	13	2035	3	3	14	2038	0	4	15		48	73	57	43	11	13	0	3	5	0	20	39	28	71	18	14	20	4	1	0	16	14	0
環境・資源・エネルギー	エネルギーシステム	238	自動車の走行中の非接触充電技術	84	21	42	37	15	54	18	7	5	1	6	49	32	6	1	6	2031	14	0	4	2037	1	5	11		31	63	35	40	11	39	1	20	23	0	8	20	12	65	50	20	19	11	5	1	13	39	0
		239	DXを活用した木質バイオマス資源の需給マッチング	41	17	37	46	29	37	22	0	0	12	5	27	54	5	2	7	2032	7	0	10	2034	2	0	12		44	49	37	73	10	12	0	22	12	0	10	32	12	76	12	27	32	17	5	0	24	10	0
		240	長寿命かつ低コストの二次電池(寿命20年以上、コスト0.5万円/kWh以下)	63	38	40	22	73	24	3	0	0	0	11	62	17	6	0	3	2033	0	0	5	2035	0	0	6		48	79	62	43	10	30	0	3	3	0	11	33	21	81	51	13	17	6	3	0	24	10	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点											社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
環境・資源・エネルギー	エネルギーシステム	249	自然変動を伴う再エネを最大限活用したスマートモビリティ運行管理技術(気象変動予測に基づく自動運転EVの運行最適化等)	43	19	33	49	19	51	19	9	0	2	5	37	49	0	5	5	2034	5	2	14	2037	2	2	14		30	51	53	47	19	26	2	23	23	0	14	16	14	65	26	23	23	21	14	0	16	35	0
		250	電力システムの余剰電力を有効活用した産業用高温熱製造貯蔵システム	52	23	44	33	31	46	15	6	2	0	15	37	37	6	2	4	2031	6	2	8	2034	0	4	8		27	67	65	60	8	15	2	10	15	0	19	37	15	87	15	12	31	10	4	2	23	8	0
		251	電力供給のレジリエンスを高めることを目的とした、緊急時におけるEVバッテリーの集合運用システム	57	35	39	26	39	44	9	5	2	2	12	47	30	4	2	5	2032	14	2	0	2034	5	7	2		11	53	26	54	14	40	4	33	39	0	11	11	4	75	33	32	14	21	7	2	21	46	0
環境・資源・エネルギー	資源探査・開発	252	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	32	16	34	50	34	44	19	0	0	3	9	34	25	28	0	3	2034	13	0	6	2039	9	3	3		75	50	44	22	41	9	6	9	3	0	38	53	44	47	9	3	19	6	3	3	6	9	3
		253	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	42	45	31	24	62	36	2	0	0	0	17	57	19	7	0	0	2035	7	0	2	2040	0	2	7		60	81	48	43	12	5	5	5	14	0	29	38	29	71	21	0	7	17	0	0	33	29	0
		254	メタンハイドレート採掘利用技術	36	39	39	22	44	36	8	11	0	0	39	42	14	6	0	0	2035	3	6	3	2042	0	8	6		50	75	50	50	11	0	0	22	11	3	17	44	14	78	22	0	6	28	0	0	28	31	3
		255	空気中や天然ガスから効果的にヘリウムを回収する技術	19	11	37	53	58	21	5	5	0	11	11	21	32	16	0	21	2038	0	11	32	2041	0	16	32		58	74	68	26	21	0	0	0	0	0	16	42	21	63	16	11	5	0	0	5	26	11	0
		256	資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術	24	38	38	25	46	50	4	0	0	0	17	38	38	8	0	0	2034	21	0	4	2034	4	0	4		88	75	67	25	21	0	0	0	0	0	46	50	46	67	17	4	13	4	0	0	21	0	0



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
環境・資源・エネルギー	資源探査・開発	257	バイオ・ナノ技術を使った新規EOR/EGR(石油・天然ガス増進回収)技術	19		32	21	47	21	37	16	11	0	16	11	26	26	16	0	21	2035	21	0	21	2039	0	0	21		58	47	53	42	26	0	0	0	5	0	21	37	16	63	16	11	11	11	0	0	21	11	5
		258	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術	26		27	54	19	35	38	15	4	4	4	23	46	23	0	0	8	2038	0	8	8	2047	0	12	8		58	65	54	23	19	0	0	4	15	4	19	27	19	65	8	4	12	23	0	0	12	46	4
		259	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	20		40	40	20	50	40	10	0	0	0	35	40	20	5	0	0	2032	5	5	5	2041	0	5	5		40	80	55	40	10	10	0	20	10	0	35	25	20	65	5	0	20	35	0	5	10	45	0
		260	地下水流動モデルに基づく地中熱ポテンシャルマップの全国展開	17		41	24	35	12	59	12	18	0	0	24	35	35	6	0	0	2031	18	0	12	2033	0	0	6		47	59	29	47	6	29	0	6	12	0	29	41	18	41	12	12	6	24	6	0	12	24	0
		261	鉱山採掘と保安の無人化・自動化技術	21		29	33	38	33	43	10	5	0	10	0	71	10	10	0	10	2031	5	0	5	2035	0	5	14		67	48	29	48	38	5	0	5	24	0	29	48	19	76	33	0	19	5	0	0	14	24	0
		262	非鉄金属・レアメタルの採掘から製錬に至る過程全体で、CO2排出量を実質ゼロ化する技術	18		22	33	44	17	72	0	6	0	6	0	61	28	6	0	6	2037	0	6	6	2039	0	6	6		44	56	44	44	39	17	0	6	6	0	28	39	11	67	33	6	11	17	0	0	22	6	0
		263	高品位銅鉱床の成因解明に基づく探査指針開発	20		35	30	35	35	40	15	0	0	10	15	30	35	5	0	15	2034	5	0	20	2040	5	0	20		80	60	50	30	20	0	0	0	5	0	35	55	50	70	5	0	0	0	5	5	20	5	0
		264	火山地域における深部鉱床の探査手法	22		27	36	36	27	50	5	5	0	14	14	45	27	0	0	14	2041	5	0	14	2042	5	5	14		64	64	64	27	18	0	5	5	0	5	36	59	27	55	9	5	5	0	0	0	32	0	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
環境・資源・エネルギー	廃棄物・資源循環	265	レアメタルを含む重要素材の、高効率・低エネルギー型の製錬・精錬技術	66		26	21	53	73	18	5	0	0	5	18	35	27	6	2	12	2033	3	0	18	2038	2	0	20		48	71	61	27	12	8	0	8	8	2	29	44	32	58	26	5	9	5	5	2	14	12	0
		266	低品位・難処理型鉱石など未利用鉱物資源に適用可能な、新規生産技術と安定供給に寄与する分離抽出プロセス	43		37	14	49	56	33	5	0	2	5	16	49	12	9	0	14	2035	7	0	21	2039	2	0	23		63	74	58	33	19	2	0	0	5	0	37	51	44	49	23	7	5	0	7	0	19	7	0
		267	海水に含まれるウラン、リチウム、マグネシウム等の希少資源を経済的・革新的に回収する技術	54		20	26	54	65	22	4	6	2	2	7	33	26	7	2	24	2038	4	4	22	2041	2	7	22		52	63	65	39	7	6	2	6	9	2	30	54	41	63	17	4	4	6	4	2	13	15	0
		268	レアメタル品位の低い特殊鋼など使用済製品からの有用金属の低コスト回収・分離・再生技術	37		43	11	46	57	30	11	0	0	3	19	41	14	5	0	22	2035	5	0	27	2038	3	0	27		49	73	73	38	8	3	0	0	11	0	32	43	46	68	14	8	3	3	5	0	16	19	0
		269	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥等からレアメタル等の戦略資源（アンモニア、酢酸、リン等含む）を合理的に回収・利用する技術	49		31	18	51	63	29	6	0	0	2	22	31	29	2	0	16	2035	8	0	18	2039	8	0	18		47	67	65	45	6	10	2	4	8	0	22	49	33	71	16	16	4	6	2	0	10	20	2
		270	多様な都市型資源の持続的利用と資源循環を促進する、AI活用型解体・設計およびセンシング等の高度選別・再生技術	31		6	35	58	42	39	6	3	0	10	10	39	16	6	0	29	2035	0	0	29	2038	0	0	29		68	48	61	32	3	23	0	6	3	0	35	58	39	48	26	0	13	13	3	0	10	6	0
		271	戦略資源のサプライチェーンおよび物質フローの高度管理ならびに再循環を可能にするデジタル情報基盤ルール	28		21	14	64	46	39	4	0	0	11	11	46	18	4	0	21	2034	0	0	21	2037	0	0	21		57	54	46	25	21	25	0	4	4	0	32	54	29	46	32	4	7	0	0	0	7	21	0
		272	資源・エネルギー生産と資源循環、バイオマス利用を刷新するバイオプロセス技術	76		34	42	24	58	33	3	3	1	3	5	43	29	11	3	9	2035	4	1	9	2039	1	3	11		55	78	64	37	11	12	0	11	5	0	30	49	29	70	14	8	9	13	4	3	17	14	0

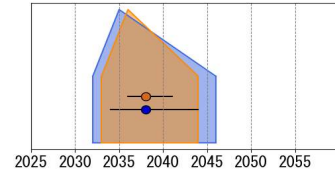
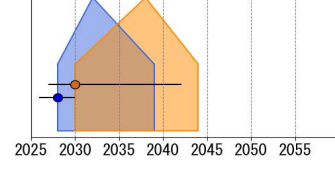
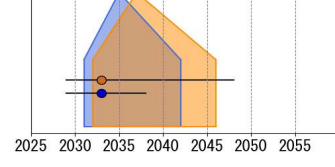
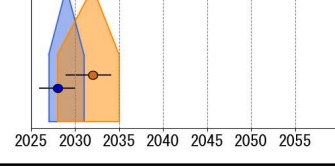
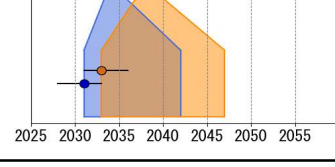




分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																				
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済	(社会) 実現しない		(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他							
環境・資源・エネルギー	持続可能な水マネジメント	281	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	22		36	36	27	32	59	5	0	0	5	5	73	14	0	0	9	2032	0	0	9	2035	0	0	9		23	68	55	68	9	18	0	5	9	0	14	23	14	59	32	23	9	9	0	0	36	27	0					
		282	下水処理水に残存する抗生物質の迅速な分析評価と除去技術	23		26	57	17	26	43	13	9	4	4	9	57	22	4	0	9	2031	17	0	13	2036	17	0	13		39	43	57	43	26	9	0	17	26	0	4	26	17	61	39	30	4	9	9	4	13	22	4					
		283	加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術	15		33	13	53	33	27	20	0	0	20	47	40	0	0	0	13	2030	0	7	33	2033	0	0	27		20	67	60	60	7	0	0	13	0	7	33	2033	0	0	27	7	33	13	73	27	13	40	0	0	0	20	7	0
		284	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	18		44	6	50	22	50	11	6	0	11	44	28	11	6	0	11	2031	11	0	22	2033	6	0	22		39	61	61	33	6	33	0	0	0	11	28	17	61	28	11	33	0	11	0	6	17	0						
		285	遠隔地(過疎地、開発途上国の農村部等)でも安価かつ簡便に運用可能な、自律分散型の浄水システムならびに循環型汚染水処理技術	21		29	33	38	33	52	14	0	0	0	33	52	14	0	0	0	2029	14	0	0	2032	5	0	0		38	52	24	67	43	14	0	19	24	0	14	24	19	76	29	38	19	14	10	0	24	14	0					
		286	BOD、COD、T-N等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立	28		43	25	32	18	32	39	0	4	7	7	43	29	7	4	11	2031	7	4	18	2036	4	4	18		54	50	61	36	14	25	0	0	4	4	32	14	36	21	43	11	4	4	0	4	32	32	4					
		287	水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価	18		22	33	44	22	50	17	0	6	6	6	39	33	6	6	11	2031	11	0	11	2031	6	0	11		56	56	56	28	28	17	0	0	11	0	22	33	33	22	50	6	11	0	0	0	33	17	0					
		288	生活用水を賄える量の水資源を大気から得る、ジオエンジニアリング(環境化学技術)やバイオメティック技術	13		8	23	69	0	31	15	38	0	15	8	15	38	15	0	23	2036	8	0	31	2043	8	8	31		8	62	62	31	23	8	0	0	15	0	23	46	15	46	38	15	8	0	0	0	15	8	0					

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点									
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材 確保	人材 活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年) (%)																												

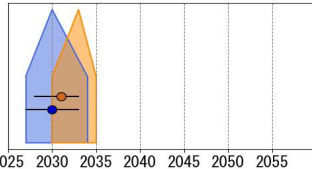
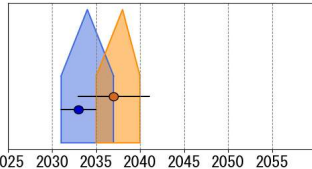
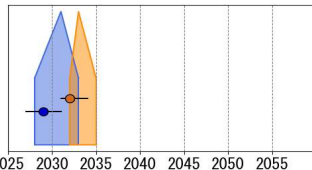
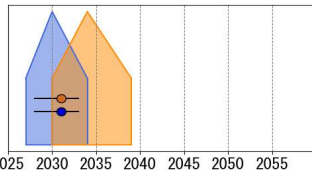
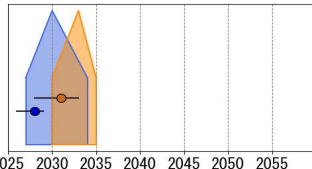
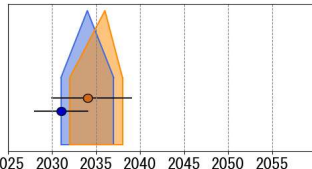
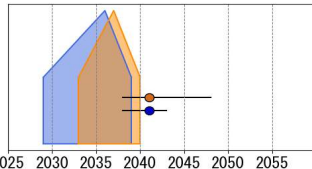
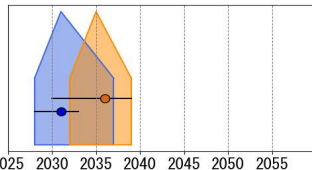


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点								社会的実現に向けて 対処すべき点																		
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
環境・資源・エネルギー	気候変動	297	コストが100米ドル/tCO2以下のCO2の直接空気回収技術 (Direct Air Capture:DAC)	39		21	21	59	33	41	13	0	5	8	5	13	38	15	5	23	2035	10	10	28	2036	3	13	31		31		62	41	36	28	15	0	8	0	5	10	46	15	74	26	5	5	8	3	0	28	0	0
		298	気候変動の研究者ではない自治体職員等でも気候変動予測と影響評価を分析し、適応策の立案とその効果の検証を行うことのできるツール	61		20	43	38	36	52	5	2	2	3	3	33	38	10	10	7	2031	0	5	10	2034	0	7	11		77		43	31	70	2	8	0	23	8	3	48	28	43	15	18	33	3	13	5	0	41	10	2
環境・資源・エネルギー	環境保全	299	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術	31		13	16	71	0	52	13	10	3	23	6	35	26	3	0	29	2032	13	3	32	2036	6	3	29		42		52	35	23	39	6	0	3	6	6	32	39	23	35	13	13	6	3	0	0	23	10	6
		300	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	52		19	40	40	40	46	6	4	0	4	25	50	10	6	0	10	2032	21	0	21	2038	13	0	21		56		56	40	17	21	15	6	37	10	0	42	27	10	35	17	2	2	54	8	8	19	23	0
		301	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術	52		13	50	37	35	48	6	2	0	10	8	27	35	13	2	15	2035	0	4	17	2037	0	4	21		71		48	52	12	25	12	2	17	15	2	54	23	19	29	25	8	2	13	6	4	29	29	2
		302	周辺国からの越境大気汚染等の高精度モニタリング・影響評価技術	52		27	35	38	23	58	13	2	0	4	21	33	29	6	2	10	2029	15	0	19	2032	10	2	19		50		52	38	23	73	15	0	8	4	0	33	37	35	19	56	15	4	4	2	0	44	8	2
		303	携帯情報端末やリモートセンシング等から得られるビッグデータを利用したモニタリングシステムに基づく森林再生	38		11	42	47	18	39	24	0	3	16	3	26	39	8	5	18	2034	5	0	21	2038	5	3	26		55		71	37	39	16	8	0	3	3	5	16	34	37	55	11	13	8	5	5	0	24	13	5
		304	生態系モニタリングから得られるビッグデータの高度解析に基づく、生態系の予測・制御・管理技術	89		27	45	28	31	49	11	3	0	4	4	27	52	9	2	6	2036	2	0	18	2038	0	0	18		65		71	71	19	27	9	2	4	3	2	44	30	51	26	24	11	3	11	10	2	40	7	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
環境・資源・エネルギー	環境保全	305	多機能な自然資本の管理運用の最適化（自然利用がもたらす、人や社会への影響が分かるようになる社会）	57		19	47	33	32	56	2	4	0	7	4	26	40	14	2	14	2034	5	0	28	2037	0	2	35		72	63	49	28	14	9	7	18	5	2	47	33	30	16	18	11	11	12	30	9	25	21	2
		306	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術（Nature based solution:NbS）	63		25	43	32	59	32	0	2	0	8	11	33	35	8	0	13	2034	3	2	21	2038	0	2	24		67	68	51	22	17	8	0	14	13	2	33	21	32	32	21	10	5	21	32	2	32	16	2
		307	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術	49		22	43	35	31	24	29	4	2	10	6	31	33	8	4	18	2034	6	6	41	2038	0	8	45		43	71	61	14	14	4	10	6	10	6	33	20	31	16	10	12	0	35	14	22	22	16	4
		308	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する環境経済的手法で、企業や団体の活動を評価	52		12	40	48	33	46	2	6	2	12	4	31	27	17	4	17	2033	4	0	38	2035	0	0	40		56	42	21	48	12	2	8	44	19	2	33	25	25	33	2	10	10	31	25	6	35	12	2
		309	都市部の環境の多様性の確保に伴う、害虫生息環境のトラッキング技術	32		9	28	63	0	44	25	6	0	25	3	3	38	16	0	41	2040	6	3	44	2041	3	3	53		47	50	44	28	6	3	0	13	3	3	34	22	22	31	9	25	0	3	9	0	22	6	3
		310	個体レベル・高解像度のゲノム情報を活用した環境評価	33		12	24	64	9	48	18	6	3	15	0	24	33	9	0	33	2034	0	3	42	2041	0	3	42		55	61	42	15	21	3	0	0	9	3	36	39	36	33	21	9	6	6	0	0	15	6	3
		311	冬眠しない熊、鹿、イノシシなど、温暖化に伴う野生鳥獣の増加実態の把握及びその管理手法	45		20	33	47	47	42	2	2	0	7	2	29	42	9	2	16	2032	4	0	18	2035	0	2	27		71	64	29	40	4	2	0	22	20	2	29	47	20	27	2	18	2	31	9	4	40	20	0
		312	物流や人流に伴い増加する、生物学的侵入に関する予測・評価技術	41		5	54	41	15	63	12	2	0	7	0	29	41	7	2	20	2034	7	0	22	2036	0	2	29		51	44	49	34	37	5	2	5	12	2	29	32	20	20	27	10	2	5	7	2	39	37	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
環境・資源・エネルギー	リスクマネジメント	313	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定	23		17	35	48	17	61	13	4	0	4	13	30	39	9	0	9	2033	17	0	17	2035	9	0	22		17		39	57	26	35	52	17	13	13	4	35	39	17	0	61	9	4	22	9	9	17	39	9
		314	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた化学物質の長期有害性評価技術	18		33	39	28	28	67	6	0	0	0	0	39	33	17	0	11	2036	0	6	17	2036	0	6	11		61		39	50	44	44	22	0	6	0	0	33	44	22	22	39	22	0	17	6	0	39	6	6
		315	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた低線量放射線の影響評価技術	20		15	50	35	10	65	25	0	0	0	0	55	35	0	0	10	2034	5	0	25	2037	5	5	20		50		20	40	15	45	40	0	35	5	5	25	25	15	20	45	5	0	45	20	5	20	0	5
		316	熱帯林の原生回復速度(20年で8割回復)の定量的評価	14		0	14	86	0	43	36	0	0	21	0	14	36	7	0	43	2041	0	0	71	2031	0	0	71		29	57	36	7	64	21	0	7	0	14	14	57	14	21	57	43	0	0	0	0	21	0	14	
		317	情報技術(IoT、AI、ビッグデータ等)を用いた、稀頻度自然災害発生時のインフラ復旧速度の事前評価技術	21		14	29	57	24	76	0	0	0	0	10	67	14	5	0	5	2033	5	0	10	2034	5	0	5		52	52	48	76	10	38	0	5	5	0	29	33	0	14	38	71	10	29	5	0	33	10	0	
		318	激甚災害にも対応可能な、電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術(再生可能エネルギーを含む)	20		25	30	45	40	55	0	0	0	5	10	45	20	20	0	5	2030	5	0	15	2032	0	0	15		35		35	25	65	10	25	0	30	5	5	10	20	10	55	25	20	15	15	30	5	25	15	5
		319	二次電池劣化進行の状態監視技術を用いた、異常劣化早期予兆検知・抑制技術	13		15	15	69	15	62	8	0	0	15	15	54	8	0	0	23	2034	8	0	31	2035	0	0	31		23		46	31	69	23	31	0	0	8	8	8	23	15	62	62	0	0	0	0	0	31	15	15
		320	エネルギー転換に必要なクリティカル・マテリアルの調達リスク評価システム	14		7	50	43	14	64	7	0	0	14	0	36	50	0	0	14	2030	14	0	21	2033	7	0	21		29		50	21	36	50	43	0	0	14	14	14	43	0	14	79	21	14	0	0	0	43	14	14



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点												
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)													(%)												
環境・資源・エネルギー	サーキュラーエコノミー	321	サプライチェーン全体での製品カーボンフットプリントの標準データベース及びトレーサビリティを担保する、国際認証システム	50	24	38	38	50	44	2	0	0	4	0	22	52	18	8	0	2030	10	0	2	2033	4	0	6		38	28	16	36	42	64	0	26	34	0	8	16	8	42	80	10	20	34	6	0	24	34	0
		322	機能材料循環技術(リマニュファクチャリングプロセス技術、アップグレードリサイクル技術、ミックスプラスチックリサイクル技術等)	43	28	53	19	49	44	2	0	0	5	7	44	30	12	2	5	2034	5	0	7	2038	0	0	9		44	67	37	72	14	23	2	26	9	0	23	30	16	79	35	9	28	14	16	5	21	21	0
		323	サーキュラリティの測定評価標準化手法を用いた国際認証制度	18	22	33	44	39	50	6	0	0	6	11	6	44	17	0	22	2031	0	0	28	2033	0	0	33		17	11	11	50	61	67	0	11	22	0	0	17	6	50	83	11	6	0	6	6	28	28	0
		324	製品の属性、生涯使用履歴、解体リサイクル性などの情報を保全管理する、業界毎のデジタルプロダクトパスポートを用いた国際認証制度	21	10	52	38	52	33	5	0	0	10	5	19	57	10	0	10	2030	0	0	10	2034	0	0	10		0	14	24	57	57	81	5	14	14	5	0	5	0	62	90	19	14	0	10	0	24	43	0
		325	バッテリーの目的外再利用(リパーパス)を促進する、製品使用要件開示・設計指針統一化に関する標準化	18	11	39	50	28	67	0	0	0	6	11	28	39	0	6	17	2030	6	0	11	2033	6	0	11		11	17	11	11	61	72	0	11	56	0	0	22	0	33	83	6	17	11	6	6	6	39	6
		326	電池製造における資源再利用率向上(コバルト26%、鉛85%、リチウム12%、ニッケル15%を上回る)	19	37	16	47	95	5	0	0	0	0	11	32	37	5	5	11	2034	0	0	5	2036	0	0	5		37	84	32	53	5	21	0	26	16	0	5	32	21	84	26	0	32	21	5	0	26	21	0
		327	廃プラスチックの素材毎高度分別を可能にする化学物質コード化技術	27	7	48	44	41	37	4	0	0	19	4	30	26	19	0	22	2036	0	0	19	2037	0	0	19		33	52	37	63	7	41	0	7	11	7	19	15	11	70	41	0	15	11	22	0	11	26	7
環境・資源・エネルギー	超高齢社会とエネルギー	328	固定ルートが無くいつでも呼び出せる、オンデマンド型の無人モビリティサービス	29	24	28	48	45	55	0	0	0	0	0	45	41	10	0	3	2031	17	0	0	2035	0	0	0		24	48	0	66	7	14	7	66	59	0	7	31	7	62	14	34	10	38	14	3	14	59	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
環境・資源・エネルギー	超高齢社会とエネルギー	329	移動補助や排泄補助などの諸機能を統合した多機能介護ロボット	21	5	43	52	48	48	0	0	0	5	0	57	29	5	0	10	2029	10	0	5	2032	0	0	5		38	76	38	52	0	0	5	38	19	0	14	43	14	67	5	19	43	5	5	19	24	0	
		330	遠隔医療やオンライン診療が国土全域で可能となる遠隔医療インフラシステム	18	28	33	39	56	39	0	0	0	6	11	39	33	11	0	6	2029	6	0	6	2032	0	0	6		50	44	33	72	0	17	17	33	22	0	6	22	22	56	33	44	6	28	6	11	17	39	0
		331	高エネルギーを利用したがん治療(重粒子線等)の小型省エネルギー化	19	16	32	53	26	53	11	0	0	11	16	58	16	0	0	11	2031	5	0	21	2034	5	0	21		47	74	89	21	0	11	0	11	0	0	11	37	21	74	21	5	11	5	5	0	42	11	0
		332	役所に行かなくても完結する、行政サービスのDX	25	8	40	52	48	52	0	0	0	0	0	20	16	24	36	4	2029	40	0	0	2032	0	4	0		20	16	8	40	8	4	0	60	72	4	4	8	8	12	8	64	8	40	28	0	20	60	0
		333	超高齢社会における健康寿命延伸を促進する、徒歩移動圏型コンパクトシティ	24	33	29	38	67	29	4	0	0	0	13	21	54	4	4	4	2036	13	0	8	2036	0	0	8		21	17	17	83	0	0	17	67	33	4	8	8	4	25	8	46	13	33	67	0	25	13	0
AI・ICT・アナリティクス・サービス	AI・データサイエンス	334	日常のインターネット上の対話の応対が人間並みにできる自然言語処理技術	222	22	43	35	48	40	8	2	1	1	2	9	35	45	6	3	2029	16	1	5	2030	6	1	7		70	65	49	21	12	9	13	13	14	1	32	50	40	29	18	5	14	22	7	15	13	19	2
		335	窓口業務が人間並みにこなせるAI	193	20	42	38	37	47	11	3	1	2	2	14	48	27	5	4	2029	6	3	7	2031	2	4	8		55	54	37	27	8	8	15	37	20	2	29	47	21	40	9	11	19	36	16	12	9	18	2
		336	超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発	139	17	37	45	12	61	11	1	1	14	2	27	43	7	1	19	2033	1	1	28	2034	1	2	29		81	63	59	20	13	3	1	3	1	5	54	56	55	29	7	1	8	2	0	3	13	1	6



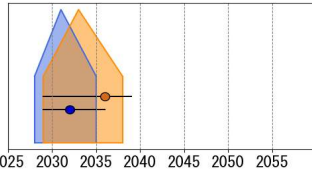
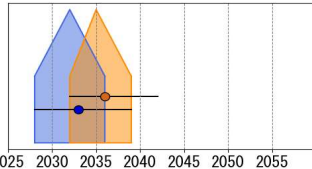
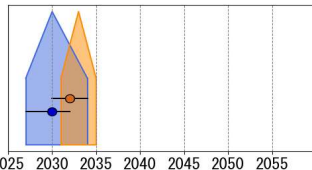
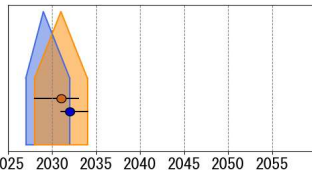
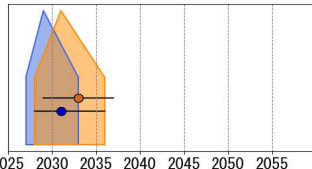
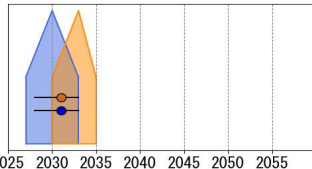
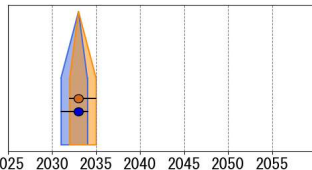


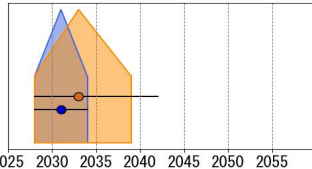
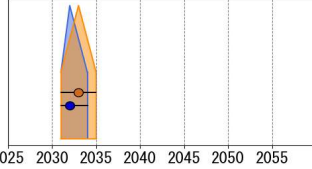
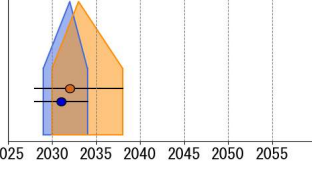
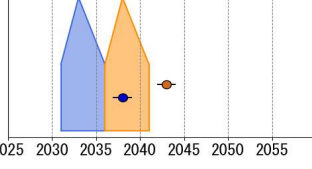
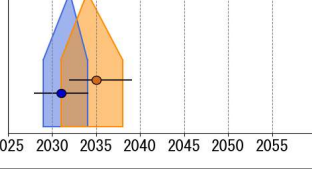
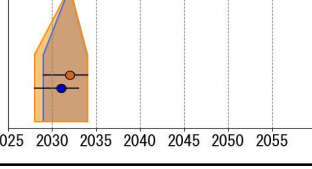
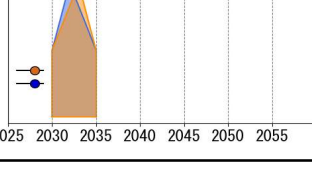
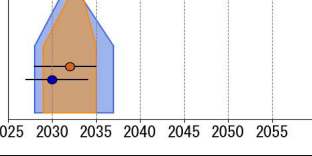


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点									社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
A I・I C T・アナリティクス・サービス	自動運転、ドローン、コネクテッド・カー、A A M、M a a S	369	地震や台風被害などの自然災害に対して、人と連携して人命救助活動を行うドローン等の飛行ロボット	56	14	38	48	61	32	5	0	2	0	9	54	29	4	2	4	2031	0	0	4	2033	0	4	4		27	79	46	64	5	9	2	14	38	0	16	46	13	50	14	41	4	23	2	7	13	54	0
		370	目標値だけ入力すると、AIパイロットが3次元経路計画や衝突回避などの全てを自律的に行い、墜落を防ぎながら飛行するドローン	49	14	37	49	20	47	20	4	4	4	0	29	51	8	4	8	2032	16	0	12	2035	2	2	12		29	67	41	35	14	14	6	18	45	0	8	31	20	51	12	14	8	39	12	8	8	59	0
		371	車とクラウド間の双方向通信機能を用いて、車の制御アルゴリズムやHMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)機能を更新するSoftware Defined Vehicle (SDV)	45	20	29	51	29	58	11	0	0	2	7	38	36	7	2	11	2030	18	0	9	2033	4	0	11		33	51	49	44	24	58	4	7	16	0	4	38	13	69	60	9	18	13	2	2	13	33	2
		372	車車間通信、路車間通信を活用したコネクテッドカーの普及と標準化	55	15	42	44	33	40	20	2	0	5	5	44	40	2	2	7	2029	7	2	7	2031	4	4	7		20	60	36	49	16	45	4	15	27	2	7	25	7	60	64	13	11	15	5	4	16	42	4
		373	自動運転技術を検証するための高精度シミュレーション技術	46	15	35	50	28	50	15	2	0	4	11	26	43	2	4	13	2029	17	0	7	2031	9	0	9		54	76	54	54	11	11	2	4	7	0	17	48	30	54	37	11	15	7	0	2	30	9	0
		374	Mobility as a Service(MaaS)におけるAI等の活用により、複数の移動サービスや移動以外のサービスが連携し、都市全体が最適化	51	16	27	57	37	51	10	0	0	2	6	31	45	10	0	8	2033	6	0	8	2035	0	0	8		24	53	29	63	4	25	6	37	35	0	10	39	6	55	10	53	12	24	10	6	31	29	0
		375	LiDARセンサーを使わない自己位置推定技術	52	19	35	46	27	42	17	4	0	10	2	38	37	4	4	15	2030	19	0	19	2033	10	0	21		60	79	63	46	4	8	2	2	2	2	19	54	38	62	40	2	13	8	2	4	17	0	4
A I・I C T・	ネットワークアイ	376	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数のKPIを同時に1桁向上させる有無線移動通信技術	30	37	50	13	47	50	3	0	0	0	7	50	37	7	0	0	2033	0	0	3	2033	0	0	3		50	77	60	10	30	33	0	0	3	0	10	27	30	60	77	7	17	0	3	0	20	10	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)											(%)															
AI・ICT・アナリティクス・サービス	ネットワークアーキテクチャ	377	転送データ量あたりの消費電力を飛躍的に削減するIoTネットワーク技術	29	34	48	17	38	52	10	0	0	0	3	52	38	3	3	0	2031	3	0	3	2033	3	3	3		45	69	76	38	3	38	0	0	0	0	17	38	38	72	52	0	14	3	0	0	14	7	3
		378	クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現する低消費電力のデータプレーン技術	25	36	36	28	48	48	4	0	0	0	0	56	32	12	0	0	2032	4	0	0	2033	0	0	0		40	72	80	20	32	16	0	0	0	4	16	32	44	80	36	12	16	4	0	0	12	4	4
		379	AI・機械学習を活用し、平時には端末の動きを予測・追従することによって輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能とできる、性能・柔軟性・堅牢性を兼ね備えるソフトウェア化されたネットワーク構成技術	23	52	39	9	48	39	13	0	0	0	4	48	30	17	0	0	2032	4	0	0	2033	0	0	0		52	61	52	48	17	13	0	4	4	0	13	52	48	65	22	9	26	9	0	4	9	13	0
		380	情報や機能を名前により指定し、網内で情報処理を実施する情報指向・コンテンツ指向ネットワーク	21	14	62	24	5	52	14	14	10	5	0	19	48	19	5	10	2033	10	5	10	2038	10	5	10		29	62	48	29	43	33	5	10	10	0	29	19	33	57	62	5	29	10	5	5	5	5	0
		381	クラウド・エッジ・端末が連携し、分散した計算資源とストレージ資源、通信資源が有機的に結合することによって、利用者がネットワーク構造を意識しなくても最適に利用可能な通信基盤技術	24	29	46	25	21	67	13	0	0	0	0	50	46	4	0	0	2032	8	0	4	2034	0	0	8		25	63	54	54	29	17	0	4	8	0	21	25	46	67	38	8	13	13	4	0	8	17	0
		382	マルチコアファイバ・シリコンフォトリクスなどの、革新的に低消費電力・低遅延・低ジッター・大容量・高密度収容可能な光通信技術	22	36	41	23	50	36	14	0	0	0	32	55	14	0	0	0	2032	5	0	9	2032	0	0	9		32	91	45	45	32	27	0	0	0	0	18	18	36	82	64	9	14	0	0	0	18	0	0
		383	耐量子計算暗号や量子鍵配送技術など量子技術を駆使した超安全・信頼性通信	20	5	50	45	50	40	10	0	0	0	10	55	35	0	0	0	2032	10	0	5	2033	0	0	10		65	55	60	25	10	40	0	5	0	0	5	40	30	55	60	25	30	0	0	0	20	5	0
		384	エンド・ツー・エンドで、アプリケーションやサービスをエクスペリエンス品質(QoE)・サービス品質(QoS)を保証しつつ、非干渉に収容するスライス技術	16	31	25	44	19	56	19	6	0	0	0	31	69	0	0	0	2032	6	0	13	2033	0	0	19		0	38	81	31	19	63	0	6	6	0	6	25	31	69	44	0	25	0	6	6	19	13	0



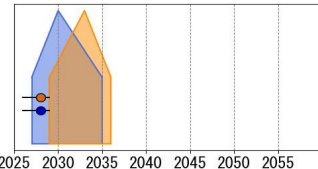
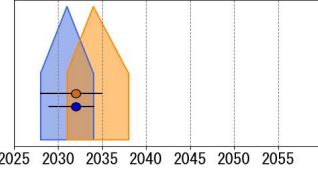
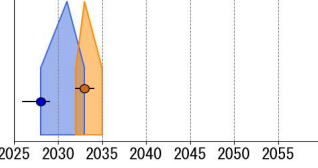
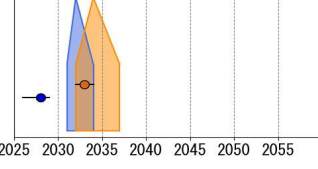
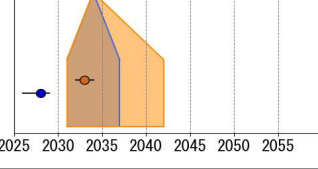
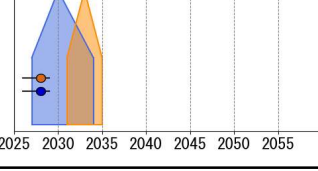
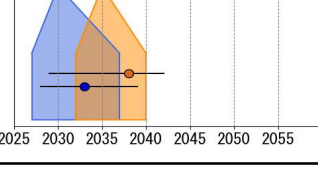
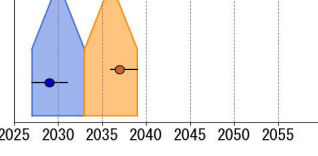






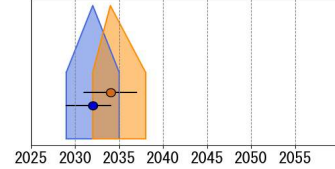
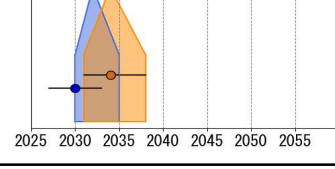
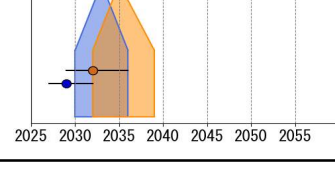
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて対処すべき点										社会的実現に向けて対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				(人)	(%)		(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
AI・ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ・プライバシー	409	AI技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備	14	7	50	43	21	71	7	0	0	0	0	7	57	29	7	0	2034	7	14	0	2038	0	14	14		71	64	36	36	7	0	14	7	29	0	21	29	21	50	43	7	7	7	0	14	0	50	7
		410	システムへのアクセスから悪意の意図性を自動的に識別する技術	16	19	50	31	69	19	13	0	0	0	0	19	56	6	13	6	2033	19	13	6	2035	6	6	19		69	56	50	13	19	6	13	13	25	0	25	38	19	44	25	13	6	31	6	6	19	25	0
		411	高度なセキュリティを確保するために、ゼロトラスト(デバイスや通信など何も信用しないことを前提にしたセキュリティ)に基づく大規模なシステムを自動あるいは容易に構築する技術	17	18	41	41	47	47	0	0	0	6	0	24	53	12	6	6	2029	12	6	6	2033	6	6	6		47	76	59	12	29	18	6	6	6	0	29	41	18	53	41	47	18	0	6	0	6	12	6
		412	ブロックチェーン技術等を利用した、信頼できる第三者である認証局によらない公的な個人認証(役所や銀行等の印刷された書類によつての個人認証を含む業務はほぼ無くなる)	13	15	31	54	15	46	31	0	8	0	0	15	62	0	15	8	2031	8	23	23	2029	8	31	38		62	31	8	8	23	15	8	31	62	8	15	31	23	31	31	15	0	31	15	8	0	38	15
		413	システム開発者ではない一般利用者が用いるデジタルサービスにおける、指紋認証や顔認証等の生体認証や、手元の携帯機器やICカードによる認証の一般化(ID・パスワード認証はほぼ消滅)	17	24	29	47	24	59	0	6	12	0	0	35	53	6	6	0	2033	47	12	0	2037	24	18	6		29	24	29	6	6	35	12	59	59	0	6	29	18	24	71	29	6	12	12	6	6	47	6
AI・ICT・アナリティクス・サービス	社会情報基盤技術	414	ウェブルーミングやショールーミング(実店舗で商品を見てWebで購入、もしくはその逆)など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	26	15	31	54	8	35	58	0	0	0	8	12	69	12	0	0	2028	12	0	8	2033	8	0	4		46	31	31	50	8	19	35	23	19	0	23	35	4	54	15	4	27	42	50	19	0	15	0
		415	多くの生産者やサービス提供者と直結し、利用者のパーソナルデータをフル活用しつつ、利用者に合う商品やサービスの選定・購買を代行する、各個人に専属するパーソナルAI	29	10	41	48	0	59	31	7	0	3	0	17	48	31	0	3	2029	14	0	10	2033	3	0	10		34	41	17	21	10	10	59	52	38	0	10	28	7	24	10	17	24	24	41	48	14	38	0
		416	個人や社会が持つ資源・スキルの効果的組み合わせや、共創における相互作用のダイナミズムの理論化に基づく、様々な資源・スキルの遊休状況を複合したシェアサービスの可能性を計算機上で検討可能なシステム	26	8	35	58	19	58	19	0	0	4	4	8	54	23	4	8	2029	8	0	12	2032	0	0	8		58	31	15	46	8	15	23	58	38	0	27	31	8	38	12	4	19	50	27	15	23	27	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術)実現済	(技術)実現しない	(技術)わからない	社会的実現時期	(社会)実現済		(社会)実現しない	(社会)わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年) (%) (%) (%) (年) (%) (%) (%) (年) (%) (%) (%)								(%)										(%)															
A I・I C T・アナリティクス・サービス	社会情報基盤技術	417	日本の上場企業における無形資産の評価割合の増大(70%を超える企業数が全体の70%を超える)	21	5	43	52	19	48	10	0	0	24	0	24	24	19	5	29	2030	10	19	29	2033	0	19	24		24	38	19	19	5	43	10	62	43	0	5	19	0	24	24	0	76	24	14	5	24	52	0
		418	日本の上場企業における、オープンイノベーションを活用した新製品・サービスの開発や実施を担う労働者の割合増大(労働者の割合が30%を超える)	25	24	28	48	40	44	4	0	4	8	8	12	28	36	4	12	2031	16	0	16	2034	0	4	16		68	36	16	36	32	12	4	52	12	0	40	40	20	28	8	4	56	8	20	4	32	12	0
		419	不特定の企業や組織との取引関係を持つフリーランスの、労働人口に占める割合増大(日本の労働人口の30%以上)	21	14	24	62	19	24	14	19	10	14	5	0	14	52	14	14	2031	10	24	24	2033	5	33	19		38	0	0	10	5	5	19	76	81	5	24	33	19	0	5	5	24	48	43	10	5	43	5
		420	中央銀行がコントロールしない、ブロックチェーン技術で管理される仮想通貨の決済額の割合増大(一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を当該仮想通貨で行う)	24	8	33	58	0	33	29	17	4	17	0	8	38	25	17	13	2032	13	17	17	2034	4	38	17		8	17	4	4	8	67	13	75	75	0	13	17	0	21	50	8	21	29	21	13	8	63	4
		421	コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム	20	10	25	65	15	30	35	5	0	15	0	20	10	35	5	30	2034	30	0	25	2034	5	10	20		30	15	25	25	5	65	5	35	60	0	5	20	5	50	30	35	20	35	10	0	20	50	0
		422	マス・カスタマイゼーションの幅広い分野(自動車、衣服、レジャー用品など)への普及による、既製品購入よりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態の主流化	20	5	50	45	0	50	30	10	0	10	0	20	35	15	10	20	2030	15	5	15	2033	0	10	15		40	10	5	30	10	30	10	80	20	0	10	10	0	40	15	5	75	20	65	0	0	25	0
		423	機械(AI、ロボット)と人間との間での社会的合意の成立(合意が必要な程度に機械の知能が発達して合意が成立する、合意に必要な法整備が行われている)	29	24	45	31	41	38	10	3	3	3	10	28	38	7	14	3	2030	0	14	7	2035	0	14	10		38	24	24	14	10	10	55	55	45	3	17	24	17	10	10	7	7	72	3	38	7	62	3
		424	経済・個人・組織の状況のリアルタイム把握に基づく、制度改革の社会・経済的インパクトの推定を可能とする実用的統計的手法	27	19	44	37	22	52	15	0	0	11	4	22	48	7	7	11	2030	7	7	7	2036	4	7	7		48	56	37	52	0	7	11	33	30	4	11	33	15	15	15	63	15	30	11	15	7	33	4



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
AI・ICT・アナリティクス・サービス	社会情報基盤技術	425	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	19	16	37	47	5	53	26	0	5	11	0	21	21	21	11	26	2029	11	5	26	2037	5	5	21		26	16	32	26	5	74	5	32	58	0	16	32	11	16	26	5	21	42	5	11	21	63	0
		426	実社会と同等の数のエージェントによる政策効果の事前予測が可能なシミュレーター	21	10	38	52	24	48	14	5	0	10	0	33	33	10	10	14	2031	0	5	14	2036	0	14	10		48	71	62	10	19	5	0	10	52	0	43	24	5	33	5	5	19	19	5	10	62	38	0
		427	従来の統計データに加え、ビッグデータやAIも活用した政策立案支援技術	40	28	35	38	43	50	5	0	0	3	3	18	50	13	15	3	2029	15	3	5	2034	5	5	5		68	33	38	45	13	10	8	35	40	0	33	30	25	13	15	35	3	28	18	18	38	28	0
		428	超多数ノード(個人)により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術	20	5	35	60	10	30	35	0	5	20	0	15	50	0	10	25	2033	5	5	35	2034	0	10	35		50	50	65	35	10	0	5	20	5	10	45	30	40	25	0	10	5	45	5	10	15	15	5
AI・ICT・アナリティクス・サービス	未来社会デザイン	429	世界中の全ての経済取引を電子的に行うことが可能なデジタル通貨システム	39	5	33	62	5	74	15	3	0	3	0	13	56	15	10	5	2032	10	3	13	2037	3	5	15		33	15	26	10	33	59	10	44	54	0	21	33	5	5	56	18	10	49	5	10	3	56	0
		430	個人で楽しむ音楽・書籍・絵画・映画や、社会的なコンテンツである行政文書・民間文書、教育教材、貨幣・有価証券、といったあらゆる情報媒体がクラウド等を使ってオンライン上で提供される	56	5	43	52	16	71	13	0	0	0	4	18	50	21	7	0	2030	27	0	5	2033	13	2	4		36	14	14	36	23	50	11	32	63	2	29	43	5	5	30	29	14	23	16	4	5	71	2
		431	ネットと実店舗の融合の進展に伴う、販売・決済・仕入・マーケティング・販売分析等の業務や消費者購買履歴データの蓄積・活用によって、新サービスを創出するサービスプラットフォーム技術	35	11	37	51	6	74	14	0	0	6	0	17	66	9	3	6	2029	20	0	6	2032	11	0	6		43	34	3	57	11	20	14	37	51	0	20	40	3	43	11	0	51	14	9	14	17	54	0
		432	AI技術により、法務、行政サービス、健康・医療・介護サービスなどの、公共・準公共分野のサービスのデジタル変革が進む(GovTech)	47	23	36	40	36	51	13	0	0	0	2	17	60	9	11	2	2030	13	0	6	2033	4	0	9		51	32	13	43	4	11	17	68	55	0	15	40	4	17	15	38	9	60	15	19	15	47	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度				国際優位性				実現時期				実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																					
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない		科学的技術的実現時期	(技術)実現済	(技術)実現しない	(技術)わからない	社会的実現時期	(社会)実現済	(社会)実現しない	(社会)わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
					(人)	(%)			(%)				(%)				(年)				(%)				(%)				(%)				(%)										(%)									
A I ・ I C T ・ アナリティクス ・ サービス	未来社会デザイン	433	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	40	13	38	50	20	58	20	3	0	0	0	13	58	15	13	3	2031	23	3	5	2036	3	5	8		15	15	13	18	5	18	33	68	88	3	15	25	3	8	10	25	0	63	15	23	8	80	3	
		434	サービス科学や計算社会科学のように、人や社会における新たな価値観にも対応し、価値の見える化や価値が生じる因果関係の計算モデル化を通じ、多様な価値を生成、再現、拡大するための科学(体系)や工学(技術)	42	21	43	36	38	36	21	0	2	2	0	24	57	14	2	2	2032	2	0	10	2034	0	0	10		71	50	38	36	29	5	7	21	17	2	52	45	12	31	5	19	12	24	17	10	43	17	0	
		435	OS、アプリ、Webサイト等のUIがAIとのマルチモーダル対話に統合されることによる、デジタルデバイドの解消および偽情報拡散の防止	33	18	33	48	55	33	9	3	0	0	0	24	48	21	6	0	2030	0	6	12	2033	0	6	12		52	33	24	24	24	15	15	55	48	0	21	39	6	27	21	18	3	55	12	24	27	39	0	
		436	生成AI等をパーソナライズしたパーソナルAI（各個人に対するあらゆるサービスのゲートキーパとして、パーソナルデータをフル活用してサービスを仲介・オーケストレートすることにより、利用者のニーズを満たす:ホームドクター、家庭教師、パーソナルトレーナ、メンター、セラピスト、秘書、助手、購買代行、フェイクニュースのフィルタリング等）	36	22	28	50	31	42	19	3	0	6	3	31	47	17	0	3	2029	0	3	11	2033	0	0	14		64	39	11	31	11	14	19	61	31	0	28	39	8	25	17	6	11	58	8	25	8	50	0	
		437	パーソナルAIサービスに利用者が全幅の信頼を置いて活用を委ね、パーソナルAI提供者が利用者の信頼獲得を競う時代（注意経済の終焉）における、持続可能経営（ESG、CSR、CSV、TBLなど）	29	10	41	48	7	59	24	0	0	10	0	17	52	14	3	14	2033	0	3	14	2035	0	7	14		45	28	10	14	17	21	31	59	45	3	41	34	7	10	14	3	24	28	34	38	7	38	3	
		438	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な情報から高度なシミュレーションとリアルタイム計算によって、日常時から災害時と復旧、生活再建期に渡りシームレスに提供できる支援技術	38	24	45	32	55	34	8	0	3	0	5	47	42	5	0	0	2032	0	3	8	2034	0	5	8		47	61	42	61	11	8	3	26	21	3	32	42	18	18	5	45	5	16	13	3	66	16	3	
		439	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な人々に合わせて適切な支援を行えるウェルビーイングを向上する技術	46	26	37	37	30	54	11	2	2	0	2	43	43	7	2	2	2033	2	2	9	2035	0	4	9		57	59	39	39	17	4	11	41	13	4	33	50	24	37	9	15	9	24	37	9	24	17	2	
		440	サイバーとフィジカルを高度に融合し、超スマート社会における多様な仕事や人に合わせて包摂的な支援とパフォーマンス向上を行える人間拡張技術	39	28	36	36	33	46	18	0	3	0	3	28	56	8	3	3	2033	3	3	8	2037	0	5	8		59	59	49	33	13	8	8	38	18	3	38	51	28	28	3	18	8	41	21	3	31	21	3	





分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期 (社会) 実現済	(社会) 実現しない	(社会) わからない		人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
マテリアル・デバイス・プロセス	物質・材料	449	高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料	153	17	35	48	13	57	14	3	1	12	3	29	34	6	1	27	2034	2	4	33	2037	1	5	36		67	74	63	17	7	6	0	3	2	3	25	50	47	57	20	3	7	3	1	0	12	4	5
		450	生物を模倣した自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料	180	23	48	29	18	57	14	4	1	7	3	54	26	4	1	12	2033	4	2	18	2037	3	2	23		71	76	67	25	10	4	1	1	2	2	31	58	53	52	11	3	3	5	3	1	12	4	2
		451	室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料	142	24	36	40	30	44	12	4	2	7	5	39	28	5	1	23	2035	1	5	27	2039	1	6	31		63	80	73	22	6	3	0	1	0	1	33	53	57	51	18	1	6	4	0	0	8	3	3
		452	超大橋など大規模構造物に利用できる、軽量高強度・高靱性・高耐食・長寿命の炭素系構造材料および、そのリサイクル技術	124	28	35	37	46	38	9	1	0	6	15	49	18	2	1	15	2035	5	1	21	2038	4	2	26		65	73	60	31	10	12	1	3	6	3	26	47	38	60	26	10	6	7	2	1	16	10	3
		453	炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)を更に超える新たな電力・動力用高効率パワー半導体	163	30	36	34	63	29	2	0	1	6	22	57	7	2	1	11	2033	4	0	14	2035	2	0	14		65	79	67	31	7	11	0	1	1	1	18	57	50	72	26	5	9	1	0	0	10	1	2
		454	室温での量子技術(量子コンピュータ等)を可能にする、量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	151	21	27	52	44	41	7	0	0	8	6	39	30	8	1	17	2035	0	1	22	2040	0	1	26		70	83	75	21	12	3	1	1	1	3	46	59	63	41	13	5	3	1	3	0	11	1	3
		455	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子	86	19	22	59	17	42	19	3	2	16	9	26	22	2	3	37	2034	1	1	36	2037	0	2	38		62	78	57	22	5	8	1	2	0	2	31	67	50	49	15	2	2	3	0	0	7	5	2
		456	摩擦・機械的応力を電気エネルギーに効率よく変換できる、蓄電可能な出力規模を有する振動発電の新素材	105	16	31	52	21	44	18	2	2	13	5	27	32	4	1	31	2034	5	1	34	2035	1	2	37		65	74	60	26	7	7	0	3	0	3	31	54	49	54	17	6	9	3	1	0	10	3	3

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術的実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 （年）	（技術） 実現済 （％）	（技術） 実現しない （％）	（技術） わからない （％）	社会的実現時期 （年）	（社会） 実現済 （％）		（社会） 実現しない （％）	（社会） わからない （％）	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
マテリアル・デバイス・プロセス	物質・材料	457	光など電磁波を閉じ込めてほとんど逃がさない吸収体	109	20	28	52	23	42	16	2	2	16	6	28	28	4	1	33	2034	4	2	37	2037	1	2	39		69	73	66	25	7	6	1	2	0	1	34	62	48	53	15	4	8	1	1	1	6	3	3
		458	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	119	25	34	40	40	45	3	0	0	11	11	41	16	6	3	24	2033	3	0	29	2035	3	0	29		56	76	53	29	10	10	0	11	15	1	25	45	37	64	24	6	13	10	8	0	15	13	1
		459	環境における分解性と強靱性を両立したリサイクル可能なバイオベース高分子	132	27	37	36	31	50	10	0	1	8	6	52	20	3	3	17	2033	2	2	22	2036	0	2	22		58	77	61	33	10	9	0	7	5	2	29	48	37	55	30	7	9	7	5	0	16	9	1
		460	母材と同程度の強度を有し、易解体性と再接着性を有する接着剤	108	21	38	41	36	39	12	1	1	11	8	38	23	3	2	26	2034	2	1	26	2036	0	0	31		64	76	53	32	5	10	1	3	5	1	26	53	42	62	23	4	9	7	2	0	7	6	1
マテリアル・デバイス・プロセス	プロセス・マニファクチャリング	461	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造(3Dプリンティング)等の新加工技術	62	35	44	21	40	48	6	5	0	0	5	44	31	13	6	2	2029	18	0	6	2032	11	2	6		63	76	53	45	10	11	2	10	5	0	26	48	19	73	42	3	19	11	5	3	16	5	0
		462	複数の材料(マルチマテリアル)で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術	69	43	42	14	48	43	6	0	0	3	6	58	22	6	0	9	2030	9	0	12	2034	6	0	12		62	77	59	54	10	9	0	6	1	0	30	46	51	77	42	1	13	1	1	1	12	6	0
		463	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	54	41	33	26	41	48	2	0	0	9	11	46	30	0	0	13	2032	6	0	19	2033	0	2	17		67	76	63	43	6	15	0	4	0	0	33	52	50	67	33	0	7	4	4	0	7	2	0
		464	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造(3Dプリンティング)技術	56	39	43	18	36	52	4	5	2	2	2	41	32	18	4	4	2032	13	5	9	2033	5	7	9		59	77	59	48	14	9	0	5	4	0	20	52	46	82	32	2	13	5	2	0	14	7	0



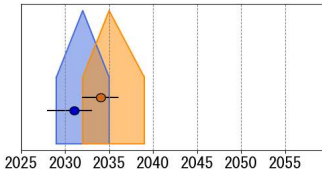
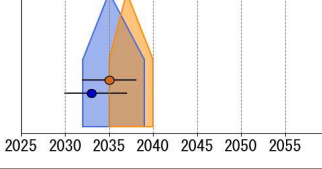
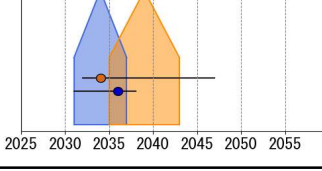


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて対処すべき点											社会的実現に向けて対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											





分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度				国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期		(社会) 実現済	(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
				(人)	(%)			(%)				(%)					(年)				(%)				(%)				(%)				(%)										(%)								
マテリアル・デバイス・プロセス	応用デバイス・システム（ICT分野）	497	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)デバイス	49	10	51	39	24	61	8	0	0	6	0	49	27	16	0	8	2032	2	0	14	2035	0	0	16		57	80	84	16	12	6	4	4	6	0	22	57	43	69	16	10	4	20	2	0	10	10	0
		498	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	36	28	47	25	28	39	22	6	0	6	11	39	36	0	0	14	2033	3	8	6	2034	0	8	11		69	69	72	22	8	3	0	0	0	6	28	67	53	64	17	3	6	3	0	0	8	0	3
		499	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ	41	29	39	32	32	46	17	0	2	2	12	41	27	7	2	10	2034	0	0	10	2036	0	2	12		61	85	76	22	12	7	0	2	0	0	24	56	54	76	27	0	7	2	2	0	7	0	0
		500	単一スピンを情報担体としCMOSデバイスではなし得ない高速性と低消費電力性の双方を有する情報素子	36	28	47	25	19	58	8	0	6	8	14	47	31	0	0	8	2037	0	6	19	2040	0	6	19		81	86	58	19	8	0	0	0	0	6	42	61	75	50	11	0	0	0	0	0	3	0	6
		501	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	33	30	36	33	27	48	9	0	3	12	9	58	6	6	3	18	2035	0	0	15	2037	0	3	24		85	94	79	15	6	6	0	0	0	0	48	70	79	52	21	0	3	0	0	0	9	0	0
		502	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	28	21	39	39	18	46	11	0	4	21	7	29	18	18	0	29	2034	0	4	39	2039	0	4	46		71	71	79	14	7	0	0	4	4	4	25	64	54	57	11	4	0	0	0	0	14	0	4
		503	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ	47	28	40	32	26	47	15	2	6	4	4	21	47	4	6	17	2046	0	6	9	2050	0	9	9		77	72	64	17	15	4	2	4	2	2	40	62	72	34	6	2	11	4	2	2	21	2	2
		504	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	34	21	41	38	32	56	3	0	0	9	9	41	26	0	3	21	2039	0	0	21	2047	0	0	29		76	91	79	12	24	3	0	0	3	0	38	76	74	65	18	3	0	0	0	0	9	0	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				(人)	(%)		(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										



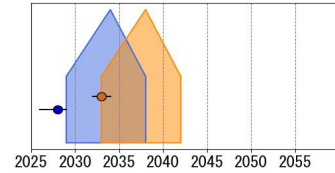
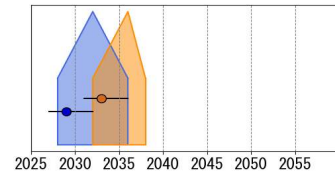
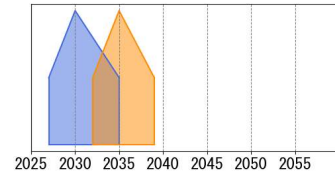
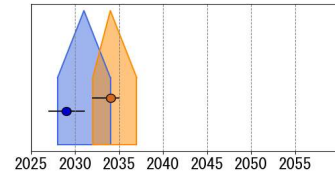
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)		(%)										(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>（青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値（1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の回答を示したもの。丸印は実現時期、線は1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点								社会的実現に向けて 対処すべき点																
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 （年）	（技術） 実現済 （％）	（技術） 実現しない （％）	（技術） わからない （％）	社会的実現時期 （年）	（社会） 実現済 （％）		（社会） 実現しない （％）	（社会） わからない （％）	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
マテリアル・デバイス・プロセス （構造インフラ・モビリティ分野）	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ分野）	521	金属、非金属（木材、コンクリート、CFRP等）の組み合わせによらない高機能ハイブリッド構造材料（構造性能、意匠性、耐食性等）	28	25	50	25	32	50	14	0	0	4	11	54	29	4	0	4	2035	4	0	14	2037	0	0	14		71	71	64	32	18	14	0	11	7	0	36	43	29	64	50	0	0	11	4	0	36	4	0
		522	高層ビル、重長大橋梁等、大型建築物を製造する3D造形技術	16	19	13	69	19	31	38	6	6	0	0	38	56	6	0	0	2041	0	6	6	2043	0	6	6		44	75	63	56	6	19	0	13	0	0	6	44	56	75	19	6	13	6	13	0	31	6	0
		523	専門職人の技量不要な簡便な構造材料用接合・接着技術	21	38	33	29	48	38	14	0	0	0	19	38	33	0	0	10	2033	5	0	14	2036	0	0	14		62	86	57	52	5	10	0	5	0	0	29	29	52	62	29	5	0	5	5	5	33	0	0
		524	海上で50年超の超長寿命を実現できる構造物および防食技術（塗膜を含む）	22	45	36	18	64	32	5	0	0	0	18	64	14	0	0	5	2034	5	0	9	2036	0	0	9		59	86	73	36	5	14	0	5	5	0	18	45	36	68	45	5	14	5	0	0	23	0	0
		525	直視できない構造物内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	28	36	32	32	75	18	7	0	0	0	14	64	14	4	0	4	2034	11	0	4	2037	7	0	7		64	64	64	43	11	14	0	7	4	0	18	57	32	68	32	21	7	7	0	0	11	11	0
		526	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	12	0	25	75	42	25	25	0	0	8	17	25	33	0	0	25	2038	8	0	25	2038	0	0	25		50	75	83	8	8	8	0	42	8	0	8	50	17	67	8	50	8	17	8	0	17	8	0
		527	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/hで走行するクルマに対し50kW/コイル、250kW/トラック（5コイル）以上の非接触給電を可能とするシステム	15	7	53	40	20	60	20	0	0	0	7	47	27	7	0	13	2034	0	0	20	2036	0	0	27		53	87	67	60	0	13	0	13	0	0	13	47	40	67	53	20	7	0	7	0	13	20	0
		528	触ると暖かい/もしくは冷たい温感を与える等、触感をコントロールできる建築等構造材に使用可能な素材	13	15	31	54	8	62	23	0	0	8	15	8	46	0	0	31	2032	0	0	23	2034	0	0	31		62	85	46	38	8	8	0	8	0	0	15	54	46	77	23	0	8	15	0	0	15	0	0

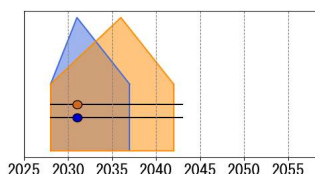
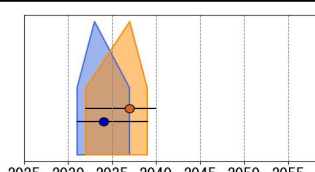
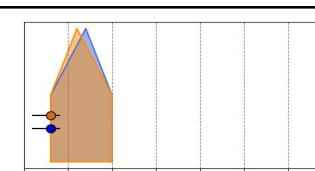
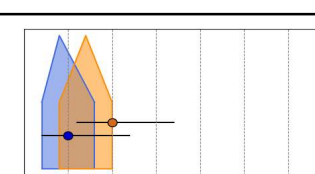
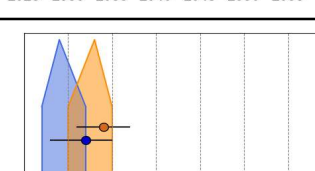
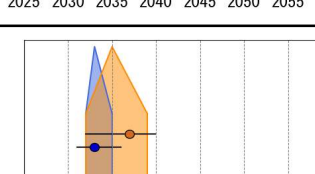
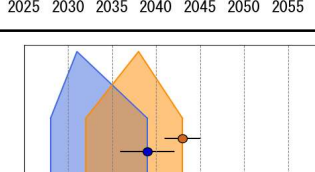
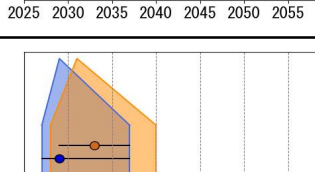


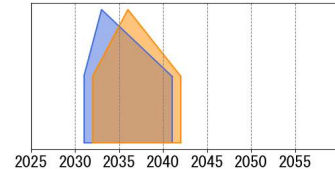
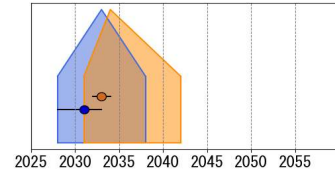
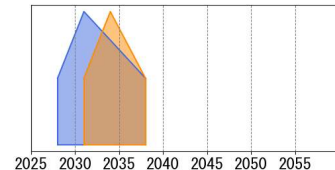
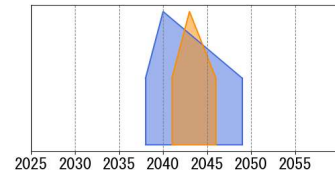
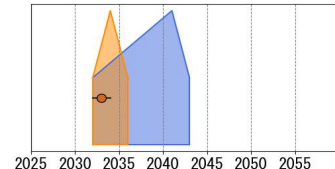
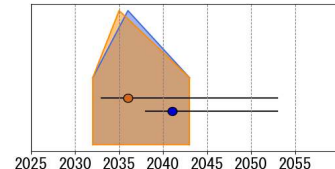
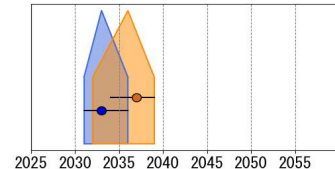
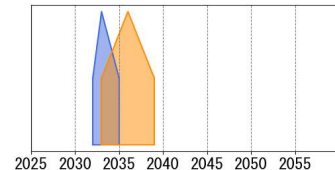
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>（青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 （年）	（技術） 実現済 （％）	（技術） 実現しない （％）	（技術） わからない （％）	社会的実現時期 （年）	（社会） 実現済 （％）		（社会） 実現しない （％）	（社会） わからない （％）	人材 （％）	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
マテリアル・デバイス・プロセス	応用デバイス・システム（構造インフラ・モビリティ）	529	傷が付きにくい、表面処理による意匠性の優れた軽量素材（金属・非金属含む）	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>（青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 （技術）実現済	（技術）実現しない	（技術）わからない	社会的実現時期 （社会）実現済	（社会）実現しない	（社会）わからない		人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
マテリアル・デバイス・プロセス	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	537	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス	59	15	32	53	36	36	12	2	3	12	5	25	36	14	2	19	2037	2	0	22	2039	0	0	29		49	66	58	22	3	15	15	17	25	0	20	41	31	44	17	5	8	20	7	20	25	29	0
		538	バイオミメティクスに基づく表面や構造を有し、耐久性、安全性が飛躍的に向上する生体適合材料	56	25	30	45	23	38	27	0	0	13	13	29	36	2	0	21	2033	7	2	25	2035	0	2	30		55	77	63	36	4	16	2	0	2	2	20	46	41	63	21	5	4	14	2	2	21	14	2
		539	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	41	15	34	51	32	49	5	2	0	12	7	22	37	5	0	29	2033	7	0	29	2035	0	0	29		34	63	49	24	12	22	22	10	12	2	12	46	29	46	24	5	2	15	5	22	20	29	2
		540	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	61	38	31	31	39	46	8	0	0	7	10	36	39	3	0	11	2032	13	0	11	2034	10	0	20		54	84	62	25	15	8	11	5	15	0	13	48	43	66	33	8	8	5	0	21	11	15	0
		541	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）	53	23	30	47	42	30	17	2	2	8	4	32	42	4	0	19	2033	6	6	13	2036	2	6	19		43	68	66	23	11	15	13	8	11	0	21	47	25	62	21	4	11	8	2	19	26	25	0
		542	全てバイオデグラダブル（生分解性）マテリアルで構成されたデバイスや日用品の実用化技術（例えば、環境中、生体中に放置できるもの）	50	26	26	48	44	34	10	2	0	10	12	28	36	0	0	24	2033	12	0	22	2036	6	0	24		48	72	56	40	12	14	2	6	12	4	16	44	38	72	16	2	14	14	10	6	14	20	0
		543	CO2固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料	39	23	23	54	46	36	5	0	0	13	5	41	26	3	0	26	2035	8	0	31	2036	3	0	31		36	72	62	33	10	13	3	3	8	3	15	44	28	67	21	8	10	10	8	3	21	8	3
マテリアル・デバイス・プロセス	社会システム・デバイス	544	フレキシブルな製造技術、高度な設計支援、ユーザーの情報の吸い上げと製品のデリバリーのための社会システムを組み合わせた、多様な個人にあわせたコンシューマー製品のマスカスタマイゼーションによる価値創造	29	17	38	45	31	45	24	0	0	0	3	45	31	17	0	3	2030	0	0	14	2034	0	0	14		59	38	34	55	17	3	14	34	21	0	34	48	10	41	24	10	41	10	17	14	7	28	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
マテリアル・デバイス・プロセス	社会システム・価値創造	545	技術と市場の不確実性のマッチングを目的に、感性情報学を用いた感性・感情の定量化、表現、言葉の抽出等を通じて、使用機能に足りない感性機能情報デザインの自動生成化	20	5	40	55	5	60	30	0	0	5	5	35	35	10	0	15	2034	0	0	40	2038	0	0	40		85	45	30	45	5	5	15	35	5	5	50	50	25	20	10	10	25	25	35	10	10	5	5
		546	複数分野に跨る技術テーマに対して、異分野ミクリー思考や異能マネジメント等の手法による新価値デザインプロセス	18	22	33	44	28	39	0	0	0	33	0	22	17	22	0	39	2031	0	0	39	2037	0	0	39		78	39	22	33	11	0	6	22	6	22	56	33	28	28	0	6	11	22	17	0	28	6	22
		547	途上国における原材料採掘・森林伐採地点における生物多様性や自然資本に対する影響を反映したライフサイクル影響評価	23	17	39	43	26	61	9	0	0	4	4	52	22	9	4	9	2032	9	0	17	2036	0	0	13		65	30	35	30	57	17	9	9	13	4	26	30	26	22	57	9	4	26	13	13	39	26	0
		548	世界の海洋プラスチック負荷に関する可視化技術と効果的な回収技術	20	5	35	60	50	40	0	0	0	10	25	35	15	0	15	10	2033	10	5	15	2035	5	0	20		55	50	40	25	35	5	5	30	20	5	55	30	15	50	40	10	0	5	10	10	25	35	5
		549	環境・社会を網羅した組織の評価手法とこれに基づく企業の格付け	24	4	50	46	33	46	8	0	0	13	0	25	25	25	4	21	2030	13	0	25	2035	8	0	25		63	25	25	17	25	38	8	25	29	4	29	33	21	17	54	4	33	8	4	17	21	25	4
		550	消費者が製品利用の環境負荷量を知り、行動選択できるサービス	25	28	40	32	36	60	4	0	0	0	8	32	36	20	0	4	2031	24	0	8	2034	8	0	8		52	20	16	44	20	60	4	44	12	0	56	36	4	20	56	12	28	4	20	0	12	16	0
		551	製品のライフサイクル全体（製造、使用、回収、廃棄）の中で、特にリサイクル過程での材料レベルでのトレーサビリティ技術	22	27	36	36	50	45	0	0	0	5	9	41	36	5	0	9	2033	18	0	14	2037	9	0	18		55	23	32	50	32	50	14	14	18	0	50	27	18	23	64	5	27	9	14	9	14	18	0
		552	高度な科学や技術をあらたな価値に昇華させるための、あらたな製品・サービス等のデザインプロセスの方法論	23	17	48	35	17	61	9	0	0	13	0	48	26	9	4	13	2030	9	0	26	2033	4	0	22		78	22	17	43	35	13	9	26	13	0	65	26	22	9	9	9	43	13	26	0	39	4	0

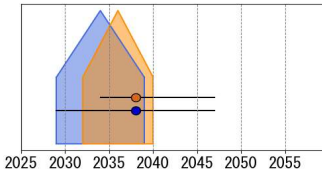
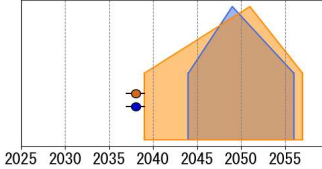
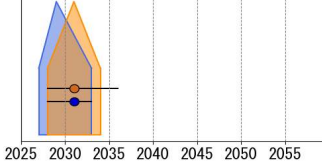
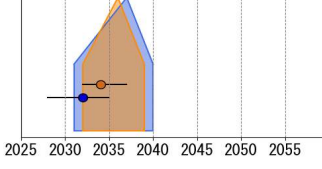
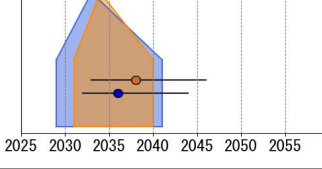
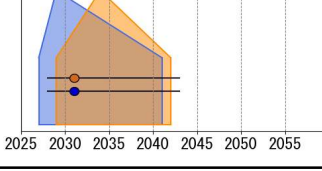
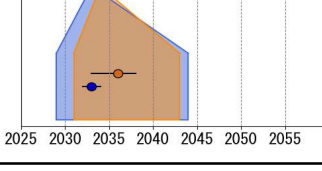
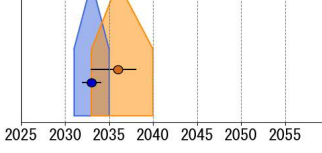


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者  (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術的实现時期) (橙＝社会的实现時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 实现時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は实现時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術的实现に向けて 対処すべき点									社会的实现に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的实现時期 (技術) 实现済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的实现時期 (社会) 实现済	(社会) 実現しない	(社会) わからない		人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
都市・建築・土木・交通	国土利用・保全	553	海域環境保全と両立する浮遊式構造物(交通、通信、生産、活動基地等)	29	7	34	59	21	48	21	3	0	7	3	55	21	3	0	17	2031	3	0	21	2036	7	0	21		38	76	38	41	17	0	3	21	21	0	21	34	7	55	14	24	17	14	0	0	31	24	0
		554	下水に含まれる貴重金属・有機物・肥料等の有用資源回収やエネルギー自立も含む、カーボンニュートラルに向けた下水道技術	26	19	23	58	54	27	12	0	0	8	12	65	12	0	0	12	2033	8	0	12	2037	4	0	12		46	65	62	62	0	0	0	12	12	0	15	23	15	73	12	46	12	8	0	4	42	8	0
		555	適切な国際的管理のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的埋蔵量の推計	19	11	0	89	11	37	37	11	0	5	0	26	42	11	5	16	2032	0	11	37	2031	0	11	42		47	47	21	5	74	5	11	5	11	0	32	26	16	26	32	11	0	11	5	5	47	11	0
		556	予測と観測を合わせ、河川堤防の破堤を事前に察知し、警告する技術	39	23	38	38	87	13	0	0	0	0	21	56	21	0	0	3	2029	3	8	8	2032	0	10	8		56	74	62	38	0	5	3	10	26	3	18	36	13	36	13	56	3	15	5	3	28	23	3
		557	破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術	24	29	33	38	54	38	0	4	0	4	17	67	13	0	0	4	2029	8	4	13	2033	8	4	13		29	79	46	63	4	4	0	4	21	0	21	46	17	50	0	46	0	13	0	0	21	17	0
		558	長期的かつ半永続的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術	27	22	30	48	22	56	15	0	0	7	4	74	11	0	0	11	2033	11	7	19	2035	11	11	15		56	56	44	44	0	0	4	15	22	0	37	15	7	30	4	48	0	33	4	4	22	19	0
		559	適切な国土保全に資する山地・海岸線等の流砂系推定に基づく国土変化予測技術	31	26	35	39	42	55	3	0	0	0	19	68	10	0	0	3	2031	3	3	13	2038	0	3	10		58	71	58	45	3	13	0	6	19	0	23	35	26	32	10	58	0	16	10	0	29	19	0
560	準天頂衛星を含むGNSSの測位データを利用し、国土の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	26	15	42	42	62	35	4	0	0	0	27	69	4	0	0	0	2029	12	0	0	2031	12	0	0		50	77	50	65	15	12	0	0	12	0	23	27	8	62	12	35	8	0	8	0	46	4	0		

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)										(%)														
都市・建築・土木・交通	国土利用・保全	561	適切な発生源対策の実施に必要なとなる、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術	18	0	22	78	33	39	22	0	0	6	6	22	61	6	0	6	2033	0	0	11	2036	0	0	11		33	72	56	17	67	11	0	0	6	0	39	28	33	28	28	28	11	6	6	0	33	11	0
		562	マイクロプラスチックを含む海洋ごみの洋上自動回収技術	26	12	15	73	42	27	23	4	0	4	12	35	46	0	0	8	2033	0	0	15	2034	0	0	19		31	69	62	31	38	8	4	8	4	0	27	27	8	65	15	15	12	12	15	0	35	19	0
		563	耕作放棄地等をソーラーシェアリングにより利用した、燃料作物等の栽培技術	19	0	37	63	26	21	21	21	5	5	0	16	53	11	5	16	2031	26	0	21	2034	11	0	37		11	47	16	42	0	0	5	58	37	0	0	16	0	63	0	11	16	53	37	5	11	32	0
		564	宇宙太陽光発電システム	16	0	13	88	0	69	19	6	6	0	0	13	50	6	0	31	2040	0	19	25	2043	0	25	25		31	81	63	13	44	6	6	19	6	0	6	31	6	63	38	13	19	19	6	6	13	13	0
		565	重量物を上下させる位置エネルギーを利用した重力発電・蓄電施設	15	13	20	67	27	47	0	13	0	13	7	7	47	13	0	27	2041	27	7	33	2034	7	7	33		53	80	47	40	0	0	0	13	0	0	13	40	7	67	7	20	33	20	13	0	7	0	0
		566	地震による被害推定結果を大きく変える地下水の水質および流動の観測・推定技術	15	13	27	60	13	80	0	0	7	0	7	80	7	0	0	7	2036	0	13	20	2035	0	13	20		60	67	73	33	0	7	0	7	0	0	27	27	27	20	13	40	0	0	0	7	33	7	0
		567	土木・林業・農業・生態系保全など、異なる実務体系が絡む流域治水において、それぞれの施策の効果を俯瞰的に定量評価し、優先度を定める技術	37	32	35	32	32	49	14	0	0	5	11	27	51	3	0	8	2033	3	8	11	2036	3	8	14		81	54	41	51	0	3	3	27	22	0	22	24	19	14	11	51	0	30	27	8	49	27	0
		568	国土利用・保全に関する各種施策のPDCAサイクルにOODAサイクルを組み込むための俯瞰的な観測・推定技術	13	0	38	62	0	54	31	0	0	15	0	8	62	0	0	31	2033	0	0	38	2036	0	0	46		62	15	69	69	0	0	0	8	8	0	62	46	31	31	0	15	0	15	8	8	23	0	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
都市・建築・土木・交通	国土利用・保全	569	係留索が不要な浮体式洋上風力発電技術	17	6	29	65	18	76	0	0	0	6	0	59	0	24	0	18	2034	0	0	12	2037	0	0	12		24	88	65	41	24	0	0	0	12	0	12	12	41	6	82	24	12	12	24	6	0	29	18	0
		570	エネルギーハーベスト技術を組み込んだ、橋梁、ダム、道路等のインフラにおける発電技術	17	6	12	82	18	53	24	6	0	0	0	47	29	6	0	18	2037	24	0	12	2034	12	0	29		35	76	47	53	6	12	0	18	6	0	6	53	0	71	6	59	12	12	0	0	29	29	0	
		571	道路区域内で発電、道路ネットワークを活用して広域送電する技術	14	7	21	71	0	100	0	0	0	0	0	36	43	7	0	14	2037	7	0	14	2036	0	0	14		7	57	21	86	7	7	0	7	71	0	14	29	0	79	7	29	7	0	0	0	36	50	0	
都市・建築・土木・交通	建築	572	鉄骨工事における、現場作業の省力化、組立解体を容易にする接着剤接合技術	24	25	25	50	25	58	8	0	0	8	4	54	29	0	0	13	2032	8	4	13	2032	0	4	17		58	63	46	42	8	17	0	8	8	0	21	38	38	46	46	4	8	4	0	0	13	33	0	
		573	室内の健康阻害や感染症アウトブレイクを抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術	23	26	35	39	22	43	26	4	0	4	4	52	26	4	0	13	2030	0	0	26	2032	0	0	30		30	61	70	43	0	13	4	22	13	0	22	22	4	61	17	9	22	22	22	13	30	13	0	
		574	オフィスワーカーのウェルビーイングや健康快適性向上と業務効率化・働き方改革、省エネ化を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術	36	19	50	31	31	50	17	3	0	0	3	33	56	0	6	3	2030	11	0	11	2031	6	0	14		56	36	33	50	6	11	11	42	17	3	31	17	17	47	31	17	19	17	31	11	14	19	0	
		575	AI、IoT、ロボット活用等による、人の動きを察知、修正する高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善のための室内異常検知及び自律的改善技術	21	5	48	48	33	57	10	0	0	0	5	57	14	10	0	14	2031	14	0	5	2031	10	0	10		71	67	43	24	5	14	24	14	10	0	10	48	19	52	19	19	14	43	19	0	19	10	0	
		576	日常時環境省エネ性、非常時避難容易性、経年時可変更新性を向上する、建築とモビリティとICT・AIの新しい統合技術	21	14	52	33	43	33	10	5	5	5	5	38	48	5	0	5	2034	5	0	14	2038	5	0	19		57	57	43	33	14	5	0	19	19	5	14	38	29	62	19	10	5	24	19	5	19	10	5	

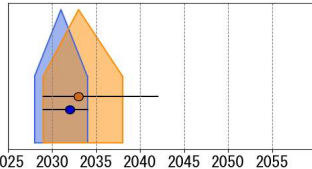
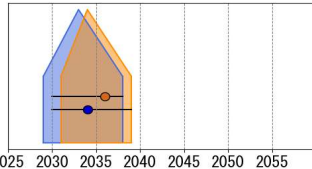
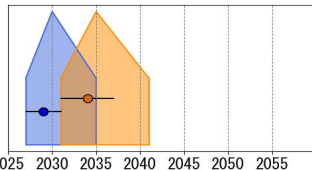
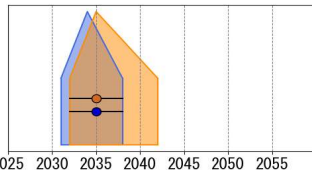
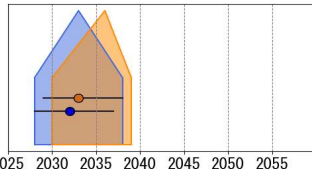
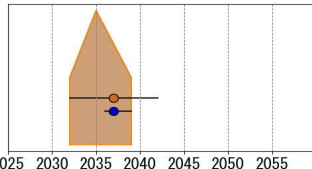
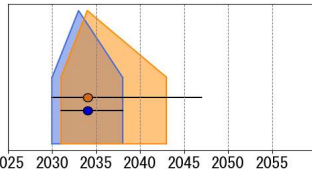
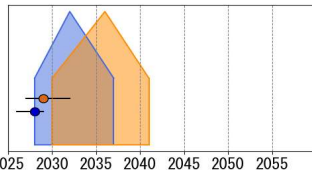


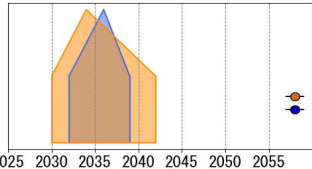
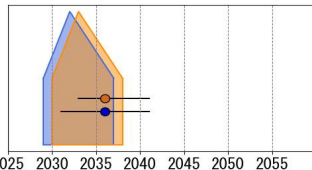
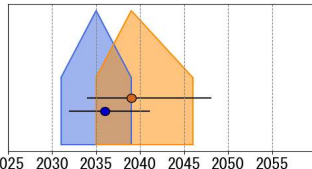
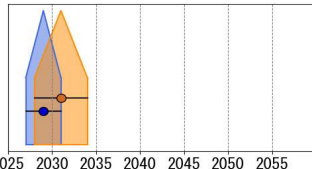
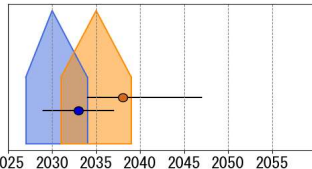
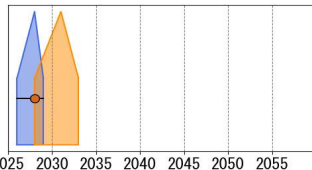
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期	(技術)実現済	(技術)実現しない	(技術)わからない	社会的実現時期	(社会)実現済		(社会)実現しない	(社会)わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)				(%)				(%)				(%)				(%)																	
都市・建築・土木・交通	建築	577	建設系リサイクル材料の生産効率や回収再生の仕組みを高度化するための、建材の再資源化プロセス技術	20	15	30	55	50	35	5	5	0	5	15	45	15	10	0	15	2034	15	0	10	2036	10	0	15		20	65	30	40	0	25	0	35	40	0	5	35	10	50	5	10	35	35	0	10	20	40	0
		578	長期的視点に基づく、宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術	16	6	6	88	13	31	31	0	25	0	0	6	38	31	19	6	2049	0	13	19	2051	0	13	25		19	81	38	19	63	25	0	6	0	0	19	38	44	50	38	0	13	0	0	0	38	6	13
		579	超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の構造・防火・耐久性・遮音技術	22	27	41	32	36	45	5	9	5	0	32	32	18	5	5	9	2029	27	0	14	2031	5	0	14		55	64	45	50	0	18	0	14	41	5	18	9	18	68	32	9	18	14	9	9	23	59	0
		580	インフラフリーなど外部環境に依存しないZEB(ゼブ:ネットゼロ・エネルギー・ビル)実現技術	28	25	36	39	43	50	7	0	0	0	18	46	21	11	0	4	2037	25	0	11	2036	4	4	7		36	39	39	64	11	25	4	21	29	0	14	18	7	71	36	21	18	21	11	4	7	50	0
		581	既存建物における新築建物と同等の性能をもつ、資源循環、資源再利用、文化の継承、脱炭素のための改修・解体技術	28	32	43	25	64	29	4	0	4	0	25	46	14	4	0	11	2033	18	0	11	2034	14	0	7		39	75	36	46	7	14	0	21	32	0	21	21	11	61	21	14	25	14	21	0	32	18	0
		582	生産施設建築の超短工期化、住宅のローコスト化、災害時の仮設建築の衛生環境向上等の実現が可能な、建築のモジュール化	14	14	43	43	29	57	7	0	0	7	7	64	14	7	0	7	2029	14	0	29	2034	14	0	21		29	79	21	64	0	14	0	21	36	0	0	29	14	57	7	21	29	7	14	7	36	50	0
		583	オフィス、学校、劇場など居住者等から発生するCO2のDAC(直接空気回収技術)	18	17	28	56	22	33	11	11	6	17	11	22	11	0	6	50	2033	11	0	39	2034	0	6	39		33	72	56	22	6	0	0	17	6	11	11	39	22	50	17	0	39	6	0	0	11	17	6
		584	生分解する素材でつくる建築、土木構築物	17	12	24	65	29	29	12	6	6	18	6	29	24	12	0	29	2033	6	6	35	2036	6	0	41		35	65	53	18	12	0	0	6	24	12	18	24	35	41	6	0	6	12	12	6	24	24	12

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点											社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
					(人)	(%)		(%)				(%)				(%)				(年)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</

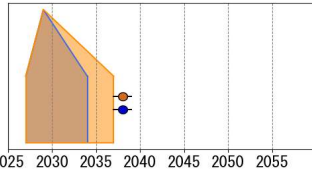
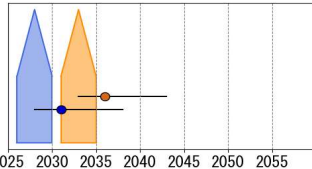
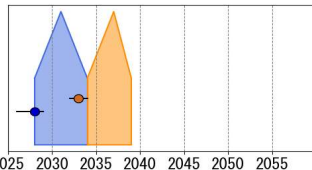
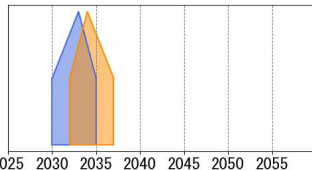
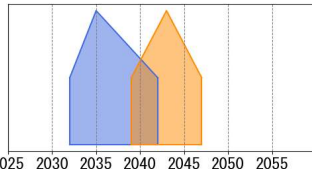
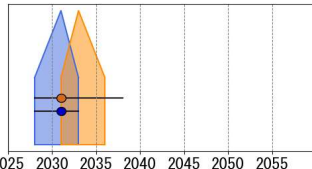
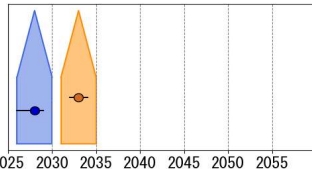
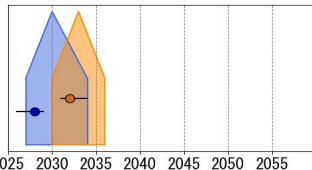


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点												
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)												(%)													
都市・建築・土木・交通	都市・環境	601	行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム	23	13	39	48	9	39	30	4	0	17	0	26	30	17	0	26	2031	4	4	26	2033	4	0	26		52	43	35	39	4	4	17	48	13	4	17	39	13	35	13	0	17	22	26	22	13	26	4
		602	電気、上下水道の広域的なインフラから独立したインフラフリーの自立型住宅地	30	23	30	47	43	37	7	7	0	7	10	40	23	7	0	20	2033	23	7	20	2034	7	3	30		30	53	43	37	0	17	3	30	27	7	7	33	7	67	10	13	23	23	27	0	7	43	7
		603	誰もが時間や場所に縛られることなく、都市計画やまちづくりについての議論や意思決定ができる合意形成支援システム	45	22	36	42	18	60	11	0	7	4	2	16	33	24	9	16	2030	13	0	31	2035	2	4	36		38	13	16	49	4	11	16	76	31	4	36	16	9	13	4	29	4	62	27	9	24	22	4
		604	人口減少都市においてきめ細かな都市計画を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび都市計画手法の提案システム	43	26	40	35	63	23	7	2	2	2	2	26	49	12	5	7	2034	12	0	21	2035	2	2	28		58	33	26	40	2	9	7	51	44	0	16	28	19	28	7	16	19	67	19	2	16	49	0
		605	開発がもたらす環境への影響を効率的に評価し、公的な議論の俎上に載せられる環境アセスメント技術	33	33	33	33	39	42	12	3	0	3	9	21	52	12	0	6	2033	15	0	12	2036	6	3	18		64	27	45	30	6	6	6	39	33	6	24	33	18	15	18	27	6	39	24	9	9	42	0
		606	集約型都市構造の実現に資する、成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術	36	22	31	47	36	53	3	3	0	6	0	31	42	11	8	8	2035	17	3	31	2035	0	3	39		36	31	14	56	0	3	6	72	53	3	6	17	19	44	3	28	8	44	53	6	36	22	0
		607	コンパクトなまちづくりとあわせて、防災・減災対策を推進し居住を誘導する、地域の安全確保の支援技術	45	27	38	36	69	27	0	2	0	2	22	44	20	7	4	2	2033	20	0	20	2034	4	2	29		49	36	18	60	2	2	11	64	42	0	16	29	18	22	9	31	2	67	38	7	16	40	0
		608	高齢者、障がい者などあらゆる人の単独での行動を支援するモビリティとインフラストラクチャー	28	14	32	54	36	54	4	0	0	7	0	36	36	4	7	18	2032	14	0	29	2036	0	0	36		36	43	25	32	4	18	11	57	36	0	21	21	11	29	7	14	7	54	21	7	25	36	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
都市・建築・土木・交通	都市・環境	609	水源種別によらず浄化できる分散型ローコスト水再生技術	29		31	28	41	34	41	17	0	0	7	24	34	24	3	0	14	2029	10	0	24	2031	3	0	28		28		72	62	34	3	17	0	7	21	0	17	31	7	72	14	28	10	17	3	3	24	14	0
		610	全ての経済活動が代替可能なメタバースに基づく、人が動かなくても循環する経済圏と仮想居住建築空間	17		6	35	59	0	12	41	12	12	24	0	0	47	18	0	35	2036	12	12	41	2034	0	12	47		29		41	18	12	6	12	18	35	18	6	18	24	0	12	6	6	0	35	47	18	12	6	6
		611	大規模開発について、国民的合意形成に基づいて調達するシステム	24		17	21	63	21	29	25	0	4	21	4	21	38	17	0	21	2033	13	4	38	2036	0	4	54		38		0	8	21	8	4	33	75	58	0	17	29	4	4	4	17	8	75	29	17	13	33	0
		612	議論の結果から空間データを生成できる計画支援システム	18		22	22	56	11	44	17	0	0	28	0	6	50	6	0	39	2032	0	0	39	2033	0	0	44		39		50	56	17	11	6	6	22	11	11	17	56	11	22	17	11	11	22	6	6	28	11	11
		613	国内の過半数の都市域における「歩いて暮らせる都市」の実現	54		22	43	35	30	59	6	0	0	6	2	26	37	20	7	7	2035	22	0	24	2039	2	0	31		26		22	13	56	2	4	6	80	48	2	11	15	6	15	2	31	6	48	78	2	26	37	2
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	614	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術	23		35	43	22	30	70	0	0	0	0	9	61	30	0	0	0	2029	4	0	4	2031	4	0	4		43		74	65	74	0	17	0	4	13	0	13	43	17	78	39	26	9	0	0	0	17	30	0
		615	設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じ、自律的に施工が可能な無人建設機械	13		23	54	23	69	31	0	0	0	0	31	62	8	0	0	0	2030	0	0	0	2035	0	0	0		54		69	62	77	8	15	0	0	8	0	0	54	8	77	62	8	23	0	0	0	54	0	
		616	カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境(高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等)を常に把握し、自動的に注意喚起する技術	9		22	33	44	11	67	11	0	11	0	22	33	44	0	0	0	2028	33	0	22	2031	11	0	22		22		44	0	78	11	56	11	11	67	0	0	33	0	67	44	0	33	11	11	0	33	56	0



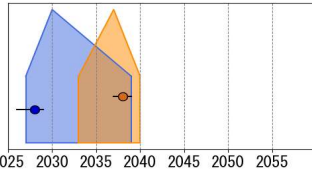
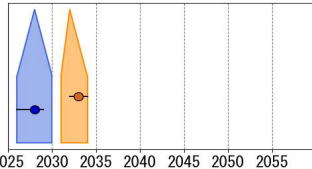
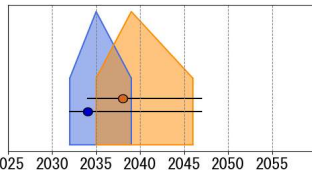
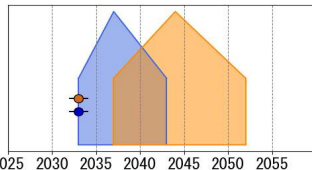
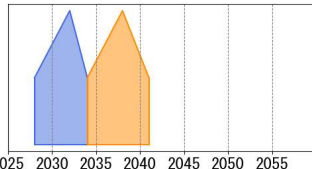
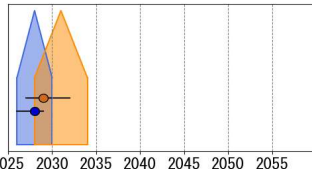
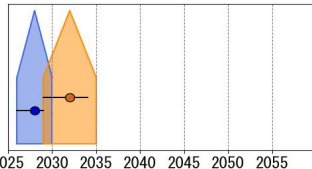
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点											社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	617	測量・調査から設計・施工、監督・検査、維持管理にわたる建設生産プロセス全体での、時系列を含めた4Dデータの自動蓄積および統合的活用を可能とするインフラデータプラットフォーム	14	7	57	36	21	71	7	0	0	0	14	50	36	0	0	0	2029	7	0	0	2029	0	0	0		64	50	36	57	0	43	0	7	29	0	14	50	7	71	64	0	21	0	0	0	29	36	0
		618	3Dプリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法	12	17	67	17	33	58	8	0	0	0	8	50	42	0	0	0	2028	8	0	8	2033	0	0	8		25	67	33	67	0	42	0	0	33	0	0	67	17	58	50	8	8	0	0	0	8	58	0
		619	工場生産されたモジュールやBIM・CIMを基にした自律施工建機の性能、センサー配置、ロボット動線等に配慮した、無人化施工のための計画技術	12	8	58	33	33	67	0	0	0	0	8	75	17	0	0	0	2031	0	0	0	2037	0	0	8		42	75	42	83	0	33	0	0	25	0	0	50	0	83	67	0	25	8	0	0	17	50	0
		620	無人機械施工を前提とした新たな構造システム	11	0	45	55	45	36	18	0	0	0	0	82	9	0	0	9	2033	0	0	9	2034	0	0	9		18	82	45	91	0	27	0	0	9	9	0	55	9	55	73	9	18	0	0	0	36	36	0
		621	石・コンクリート・鉄・木材に代わる、施工性・軽量性・環境性能に優れ、蓄電機能をもつなどの多機能建築構造素材	8	0	25	75	13	75	13	0	0	0	0	25	38	13	0	25	2035	0	0	13	2043	0	0	13		25	88	88	50	13	25	0	0	0	0	0	25	0	88	63	0	25	13	0	0	50	13	0
		622	DXやプラットフォームの発達による、コストや工期、繁忙度の平準化と建築生産のサプライチェーンの変革に伴う、建設における人や資源の融通及びマッチング技術	11	18	45	36	73	27	0	0	0	0	18	36	36	9	0	0	2031	0	0	0	2033	0	0	0		36	55	9	82	0	27	9	27	45	0	18	45	0	45	55	0	18	27	0	9	55	18	0
		623	建築や土木部材のトレーサビリティを確保する統合プラットフォーム	9	11	22	67	11	67	22	0	0	0	0	22	78	0	0	0	2028	0	0	0	2033	0	0	0		11	67	11	78	0	78	0	0	22	0	0	44	0	78	78	0	33	22	0	0	11	22	0
都市・建築・土	交通・物流	624	高齢者や視覚障がい者、子ども、聴覚障がい者等が、安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム	32	13	31	56	31	59	9	0	0	0	6	41	44	6	0	3	2030	13	0	3	2033	0	0	6		44	69	19	63	6	9	13	50	16	0	9	50	19	59	25	31	13	56	9	3	6	9	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
都市・建築・土木・交通	交通・物流	625	超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム	35	26	26	49	66	31	3	0	0	0	11	40	34	9	3	3	2033	6	0	11	2035	3	3	11		43	54	20	60	3	14	0	37	49	0	9	23	20	51	9	54	17	31	14	0	6	31	0
		626	都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム	38	18	45	37	32	61	3	0	0	5	8	32	32	18	0	11	2033	3	0	13	2037	0	0	11		37	61	32	55	3	21	0	24	42	0	5	26	8	58	39	26	26	11	5	0	24	47	0
		627	省人化・ドライバー負担軽減のための、ダブル連結トラック・中継輸送の実現・普及に必要なシステム	23	22	35	43	57	35	9	0	0	0	17	22	48	4	0	9	2029	26	0	9	2030	4	0	17		35	57	48	61	0	9	4	30	35	0	4	35	4	87	26	52	30	9	9	4	4	26	0
		628	非常時(災害・故障による一部不通など)における都市の人と物の円滑な移動を確保するための、数十万人規模のモビリティマネジメントシステム	24	8	46	46	54	38	8	0	0	0	8	50	25	8	4	4	2033	0	4	21	2033	0	4	29		42	54	58	42	4	0	4	42	21	0	17	38	4	50	0	50	4	25	4	4	33	38	0
		629	特定条件下においてシステムが全ての運転操作を行う移動サービス	25	24	32	44	12	60	24	0	0	4	0	52	28	12	0	8	2036	32	0	12	2034	4	0	12		20	68	32	52	12	12	4	32	24	0	4	36	12	52	8	24	12	48	12	8	16	40	0
		630	レベル5の自動運転(場所の限定なくシステムが全てを操作する)	33	18	30	52	21	55	21	3	0	0	6	36	27	21	6	3	2032	15	0	15	2036	0	12	15		24	52	27	24	6	12	9	39	52	3	9	30	9	48	6	15	6	45	12	18	3	55	3
		631	自動車のプローブデータや車両重量、気象等環境条件を自動計測し、道路インフラの劣化を精度よく予測するシステム	23	9	39	52	13	78	9	0	0	0	9	52	26	0	0	13	2030	4	0	13	2033	4	0	13		35	70	61	74	0	39	0	4	0	0	4	48	22	83	9	57	22	4	0	0	13	9	0
		632	都市部で人・物を運ぶ電動式マルチコプターなどのエアモビリティの交通管理システム	25	8	44	48	4	56	12	4	8	16	4	16	52	8	0	20	2030	0	4	16	2038	0	4	12		28	48	40	44	0	32	0	16	48	0	4	24	4	72	12	4	16	52	4	4	8	56	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済	(社会) 実現しない		(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				(人)	(%)		(%)					(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)	<div>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</div>										(%)																(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</





分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)			(%)					(%)					(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)										(%)															
都市・建築・土木・交通	モビリティ	649	踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム(自動車との通信による踏切事故防止)	14	7	43	50	14	64	7	14	0	0	14	64	7	7	0	7	2030	7	7	7	2037	0	14	0		14	64	57	71	0	21	0	29	29	0	14	7	0	79	36	29	0	50	0	0	14	21	0
		650	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム(鉄道版スマートグリッド)	18	17	39	44	22	67	11	0	0	0	33	50	6	0	0	11	2028	28	0	0	2032	17	0	6		6	72	61	72	6	22	0	17	0	0	11	11	0	78	11	33	0	33	0	0	22	22	0
		651	水素を燃料とするジェットエンジンを搭載した、飛行中にCO2を排出しない旅客機	24	17	46	38	21	38	17	4	17	4	13	29	21	21	4	13	2035	0	13	8	2039	0	21	17		25	58	71	25	29	21	0	4	8	0	8	29	21	63	63	0	8	4	4	0	17	21	0
		652	乱気流による揺れを極限まで小さくすることで、乱気流事故をゼロにする機体動揺低減システム	15	13	47	40	20	53	27	0	0	0	13	40	40	7	0	0	2037	0	0	27	2044	0	0	27		20	60	67	13	60	27	0	7	0	0	20	33	7	87	60	0	0	7	0	0	20	13	0
		653	機内持込荷物を持ったまま立ち止まることなく搭乗できる保安検査システム(ウオークスルー搭乗セキュリティシステム)	13	0	38	62	23	46	23	0	8	0	23	38	31	8	0	0	2032	8	0	15	2038	0	0	8		31	54	23	31	38	46	0	0	38	0	15	23	0	77	54	0	0	31	8	15	8	54	0
		654	自動配送ロボットによるラストマイル物流、回収物流の完全無人化	23	26	39	35	48	48	4	0	0	0	0	61	22	13	0	4	2028	9	0	4	2031	0	0	0		17	57	39	57	4	9	4	52	39	0	9	39	9	83	4	17	17	39	9	4	0	61	0
		655	港湾地区における荷役、搬送作業の完全自動化	16	19	38	44	44	44	13	0	0	0	6	38	38	13	0	6	2028	6	0	13	2032	0	0	19		31	56	19	56	0	50	0	25	6	6	13	31	13	75	38	6	6	6	6	0	19	38	6
都市・建築・土	防災・減災	656	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術	27	19	26	56	33	63	4	0	0	0	4	56	19	7	0	15	2029	0	0	19	2029	0	0	33		74	52	37	26	7	7	11	33	7	0	22	44	19	19	15	15	4	37	7	11	26	19	4





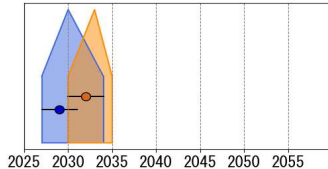
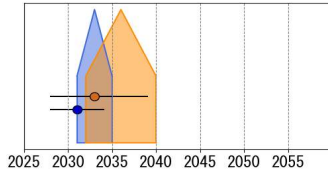
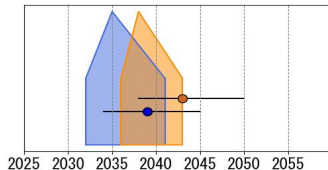
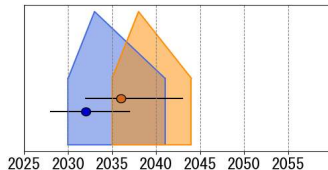
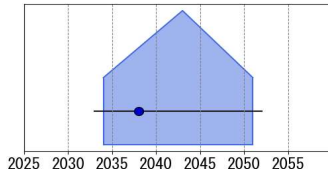
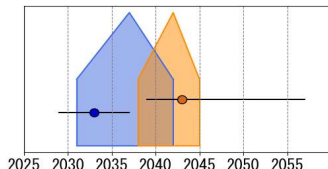
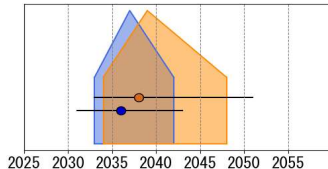
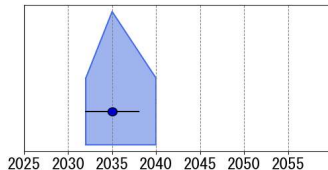


分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度				国際優位性				実現時期				実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																											
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない		科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)	(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他								
都市・建築・土木・交通	防災・減災	673	津波警報発令時に対象地域の歩行者と車(手動運転車と自動運転車)に対する最適な避難経路を計算し、スマートフォンなどを通じて即時に通知したうえで、信号制御やドローンによる誘導を行うことで、安全かつ迅速な避難を実現するシステム	26	27	31	42	38	50	8	0	4	0	12	50	23	0	0	15	2032	0	4	19	2031	0	12	23		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	35	42	23	62	8	8	15	31	27	0	23	27	4	31	15	42	0	15	4	12	42	27	0
		674	大規模停電や通信途絶が発生した際、直前の通電・通信状況データから人的被害・建物被害を推定する技術	20	15	35	50	40	50	0	0	0	10	15	50	15	0	0	20	2028	5	5	25	2030	5	5	25		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	30	45	35	55	0	15	20	30	35	0	20	15	0	20	10	45	10	35	5	15	45	25	0
		675	災害発生時に即時被害推定(人的被害・建物被害・停電・通信途絶・道路通行不可等)を行うとともに、断片的な被害報告による同化を随時行う災害動態シミュレーション技術	35	31	29	40	66	31	0	3	0	0	20	43	26	3	0	9	2031	0	3	17	2033	0	3	17		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	54	71	54	37	3	6	9	20	17	0	17	34	29	43	9	46	0	14	3	9	49	20	0
宇宙・海洋・地球・科学基盤	宇宙	676	宇宙利用を低コストで実現できる再使用型輸送システム(完全再使用型、軌道間輸送型、大陸間移動型など)	67	22	37	40	28	61	4	3	1	1	1	28	19	33	12	6	2033	12	1	3	2039	1	4	10		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	60	73	52	28	28	10	0	7	12	1	15	49	39	64	27	7	13	10	1	3	24	13	1
		677	宇宙活動を多彩にする、衛星等への燃料補給・修理点検・機器交換などのサービス技術(宇宙デブリの除去を含む)	59	24	32	44	25	58	10	5	2	0	12	46	20	14	2	7	2032	7	0	5	2036	0	3	8		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	51	73	51	41	34	14	0	3	5	2	15	49	42	59	47	12	15	5	2	2	19	5	2
		678	人工衛星等による宇宙状況の24時間高精度監視システム(宇宙状況監視(SSA)技術)	50	22	34	44	28	54	14	0	0	4	2	56	24	8	4	6	2031	32	0	12	2034	6	0	16		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	74	72	52	26	28	12	2	4	8	0	18	54	44	40	36	22	6	4	4	4	24	12	0
		679	科学観測や資源利用等を目的とする、地球外天体(月または火星)における恒久的な有人活動拠点構築	68	25	38	37	31	46	15	1	7	0	1	41	29	24	3	1	2037	0	1	3	2044	0	4	6		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	63	76	50	22	51	6	0	13	3	1	29	31	43	50	24	4	9	21	3	4	40	15	1
		680	月面での水および推進薬(燃料、酸化剤)の生成・補給拠点確保を目的とした、ロボティクスを活用した生成プラント構築技術	43	30	14	56	19	40	30	0	2	9	2	47	30	5	2	14	2038	0	5	9	2043	0	5	16		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	47	74	47	33	53	9	0	7	0	0	21	42	35	53	40	2	16	9	0	2	26	16	0

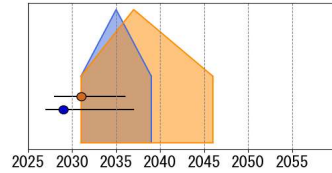
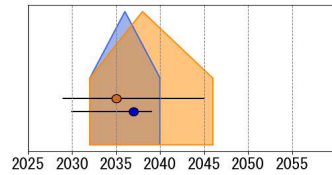
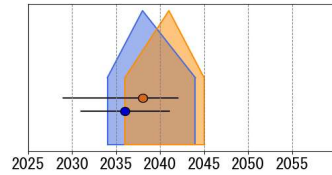
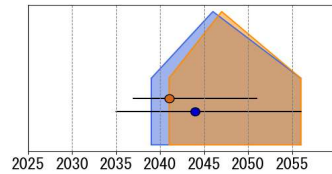


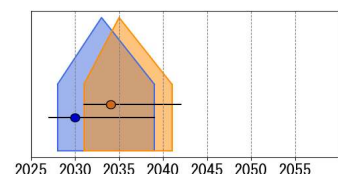
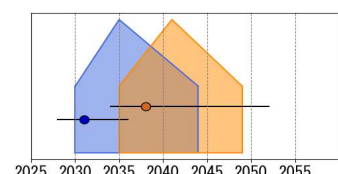
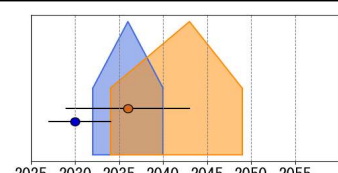
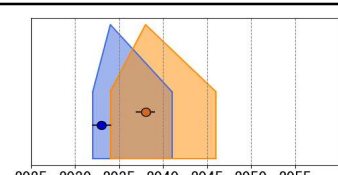
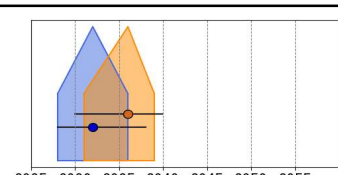
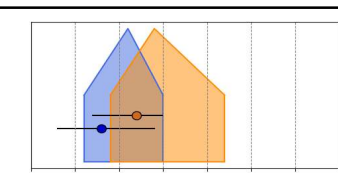
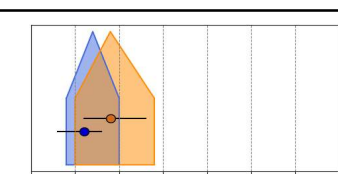




分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点												社会的実現に向けて 対処すべき点													
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (％)	(技術) 実現しない (％)	(技術) わからない (％)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (％)		(社会) 実現しない (％)	(社会) わからない (％)	人材 (％)	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	海洋	697	ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設	26	31	12	58	46	42	4	0	0	8	19	38	23	4	4	12	2030	8	0	19	2033	4	0	27		50	77	62	58	0	0	0	12	12	0	8	62	23	77	8	12	50	8	8	0	12	12	0	
		698	海底鉱物資源の環境攪乱を伴わない経済的採取技術	39	26	38	36	59	28	8	3	3	0	23	46	18	5	3	5	2033	3	13	21	2036	0	18	21		44	82	67	46	13	10	0	5	5	0	15	33	21	69	38	5	15	18	3	3	26	21	0	
		699	氷海域(氷海下含む)における海洋環境モニターや海底探査(石油、天然ガス、鉱物資源等)技術	28	32	39	29	50	32	7	7	0	4	4	46	36	7	0	7	2035	11	0	4	2038	0	0	11		61	93	71	7	50	4	0	0	4	0	29	39	50	39	39	7	7	0	0	4	46	0	0	
		700	海洋酸性化緩和と大気中からのCO2回収のための、海中から直接炭素を取り出す技術	28	25	43	32	32	36	18	4	4	7	11	14	50	4	0	21	2033	4	4	25	2038	0	4	25		50	79	64	36	14	7	4	0	0	7	21	50	43	71	21	7	7	4	4	0	21	11	0	
		701	深海底における「生命の起源」の理解	36	33	28	39	14	39	36	0	0	11	19	53	11	3	3	11	2043	0	22	22						78	75	72	8	28	0	0	3	0	0														
		702	古典・量子ハイブリッド技術による高精度慣性航法技術(1か月で数百mの誤差)	24	17	29	54	17	54	13	4	0	13	17	21	42	0	8	13	2037	0	0	29	2042	0	0	38		58	75	46	38	13	4	0	4	0	0	21	29	29	54	33	4	4	4	4	0	33	0	0	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	703	地球深部で試料採取するための大深度科学掘削技術	55	38	35	27	33	44	7	7	7	2	25	44	20	4	0	7	2037	7	9	13	2039	0	16	31		58	80	55	22	36	5	2	11	0	0	31	44	36	40	13	2	2	29	4	2	29	4	0	
		704	超高压・超高温実験ならびにデータ解析技術等による地球のマントル・コアの解明	39	28	38	33	21	46	21	3	5	5	36	36	21	0	0	8	2035	5	3	31						69	87	82	8	26	0	0	3	0	3														



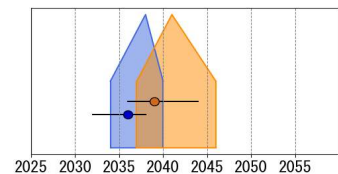
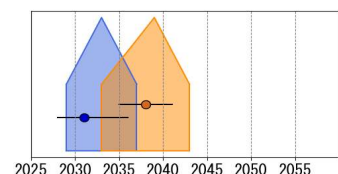
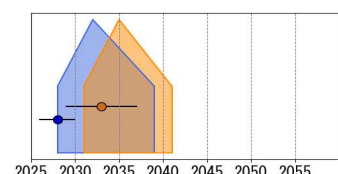
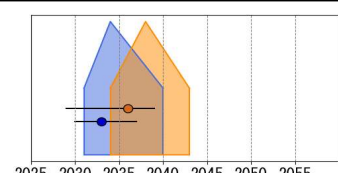
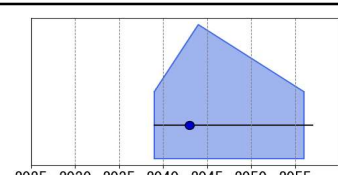
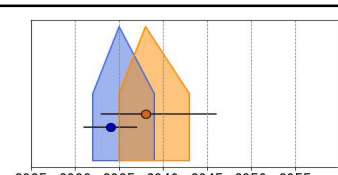
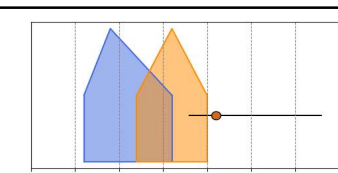
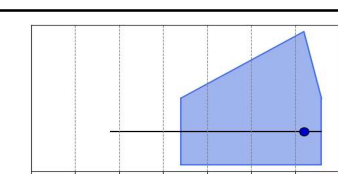
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)	(社会) 実現しない (%)		(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材 確保	人材 活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会の あり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	705	極端環境下でのリアルタイム観測を可能とする光計測技術(光ファイバセンシング、光干渉地震計等。センサー部は電力供給不要)	24	21	21	58	42	46	4	4	0	4	21	42	17	0	0	21	2035	13	4	17	2037	0	8	25		67	88	67	21	17	0	0	0	0	0	46	63	38	50	17	17	0	0	0	0	17	8	0
		706	海底で20kmの空間分解能を持つ測地測量技術	31	26	29	45	55	42	0	0	0	3	26	48	16	3	0	6	2037	3	0	16	2042	3	0	23		74	90	84	10	13	0	0	0	0	3	52	42	55	35	35	6	0	0	0	0	29	3	3
		707	人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機(AUV)等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム	36	25	25	50	64	28	6	0	0	3	14	44	28	3	0	11	2036	6	3	11	2040	0	6	19		64	75	58	42	14	3	3	3	6	3	25	47	42	58	22	3	6	3	0	0	39	8	3
		708	日本国内の全活火山を対象とした火山活動評価に基づくリスク評価	48	38	29	33	71	21	6	0	0	2	31	52	10	0	0	6	2036	2	4	15	2038	4	2	21		94	75	63	27	6	0	0	10	0	4	40	38	48	13	8	17	0	33	8	2	35	8	2
		709	山体崩壊の発生メカニズムに基づく予測技術	32	13	34	53	25	66	3	0	0	6	16	44	16	0	0	25	2038	0	3	38	2041	0	3	41		75	88	81	19	6	0	0	3	6	3	47	50	69	9	3	16	3	16	0	3	38	13	3
		710	活断層履歴及び火山噴火史を解明するため、5～10万年前の年代測定精度を向上させる技術	40	28	45	28	48	38	8	3	0	5	15	60	10	5	0	10	2034	8	0	20	2036	5	5	30		80	80	73	15	10	10	0	5	5	3	55	38	70	18	13	5	3	10	0	0	23	13	3
		711	地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術	29	28	24	48	41	52	3	0	0	3	31	41	10	0	0	17	2035	3	3	21	2039	3	3	31		76	79	76	24	21	3	0	0	0	3	45	48	83	17	17	0	0	3	0	0	52	7	3
		712	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、被害の予測技術	43	35	30	35	72	21	2	0	0	5	42	40	9	2	0	7	2046	0	19	21	2047	0	23	28		74	72	79	19	9	0	0	12	2	2	49	44	65	5	7	12	0	30	5	2	26	9	5

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	713	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術	43	28	35	37	79	16	0	2	0	2	37	49	9	0	0	5	2052	0	19	23	2056～	0	23	33		84	77	81	7	12	0	2	7	2	2	49	40	63	7	9	14	0	28	5	2	23	14	2
		714	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生をAIによって監視する技術	36	25	33	42	50	36	8	3	0	3	14	36	28	3	0	19	2033	0	3	19	2035	0	6	22		78	72	69	31	8	0	8	6	0	3	47	56	56	22	17	8	6	17	6	3	31	3	3
		715	CO2貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入等に起因する誘発地震の予測	26	19	27	54	46	27	12	0	0	15	19	42	12	8	0	19	2035	0	0	31	2041	0	0	46		69	81	54	35	19	0	0	12	8	4	31	42	54	38	12	4	12	27	4	0	35	8	4
		716	レーダー、水圧計、電位磁力計、光ファイバ、ブイ、船舶、自律無人探査機(AUV)、漂流型観測装置、航空機、衛星等を用いた、海洋・大気圏・宇宙で実施する面的な津波定常観測	29	28	24	48	62	34	0	0	0	3	28	41	10	3	0	17	2036	7	0	14	2043	3	3	17		59	69	69	28	24	7	0	0	3	7	28	41	41	34	24	21	3	3	0	0	34	17	7
宇宙・海洋・地球・科学基盤	観測・予測	717	海中の炭酸量を地球規模で自動計測可能な安価なシステム	15	13	40	47	40	40	7	0	0	13	33	0	47	0	0	20	2034	0	0	20	2038	0	0	20		80	80	67	7	27	20	0	0	0	0	20	60	67	13	60	13	0	0	0	0	20	0	0
		718	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	37	32	51	16	76	16	3	0	0	5	43	43	5	0	0	8	2032	5	0	3	2036	0	0	8		65	84	73	16	43	0	0	3	3	0	27	41	57	32	30	22	3	0	5	0	35	8	0
		719	人工衛星等による、イメージング分光計技術を用いた大気微量成分観測システム	22	32	45	23	36	45	9	0	0	9	18	45	18	0	5	14	2036	18	0	18	2039	9	0	27		59	82	82	23	23	0	0	0	0	5	27	41	68	27	23	18	5	5	0	0	36	0	5
		720	人工衛星等による、ライダ技術を用いた植生環境把握システム	22	27	45	27	14	45	18	0	5	18	0	50	14	5	9	23	2032	5	0	18	2034	0	0	23		55	73	68	23	27	0	0	0	0	5	18	32	68	45	23	14	5	5	0	0	27	0	5



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				(人)	(%)		(%)						(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)									(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

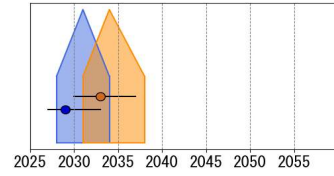
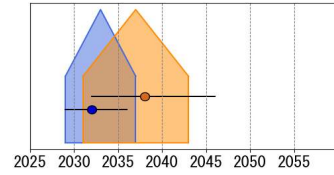
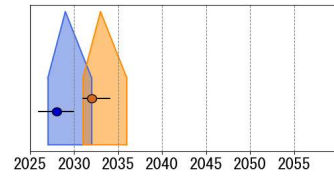
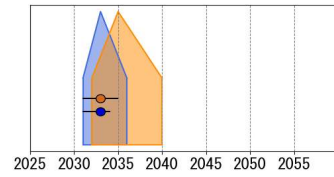
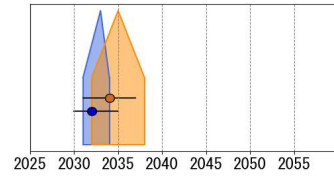
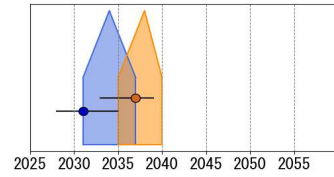
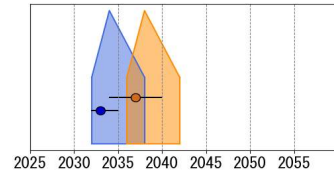
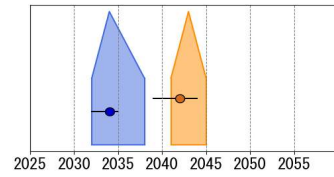
分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	観測・予測	729	社会インフラ(人工衛星、航空機、地上の電子機器等)に影響を及ぼす太陽活動等を24時間監視する技術(宇宙天気予報技術)	19		37	32	32	68	21	5	0	0	5	37	21	21	11	5	5	2042	42	0	16	2034	11	0	21		68	68	74	5	42	16	0	5	0	0	26	53	53	42	21	16	5	16	0	0	26	0	0
		730	災害の事前対策等を目的とした、デジタルツイン技術を活用した低頻度大規模災害の予測技術	26		35	46	19	58	42	0	0	0	0	23	54	19	0	0	4	2034	4	0	12	2037	0	0	8		62	85	81	35	12	12	0	0	0	31	27	62	38	19	15	0	23	4	8	27	12	0	
		731	自然科学及び社会科学の観測データを活用した、総合知に基づく自然災害のリアルタイム予測技術	37		27	46	27	81	16	3	0	0	0	16	62	14	3	0	5	2037	5	3	14	2041	5	3	16		73	81	86	22	3	8	0	8	3	30	49	62	46	11	19	3	11	3	0	27	3	3	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	732	社会活動から発生するビッグデータを、保有する機関・法人の枠を超えて活用する環境の構築	53		13	42	45	47	45	6	0	0	2	9	11	38	23	9	9	2031	13	0	13	2034	2	4	17		57	34	40	36	8	19	17	30	25	0	34	17	23	23	36	17	6	25	8	17	28	30	0
		733	10,000量子ビットを使って深さ10,000の量子アルゴリズムを実行する量子コンピュータ	50		24	26	50	34	34	12	0	4	16	2	28	28	12	2	28	2039	0	10	22	2043	2	10	22		82	74	64	8	28	4	0	0	0	4	52	42	54	40	16	6	2	2	2	0	20	2	6
		734	iPS細胞等によるバイオアッセイ系とスパコンによる薬物動態シミュレーション技術により、テイルメイド医薬品・化粧品等を開発する手法	25		8	12	80	40	32	8	0	8	12	20	28	8	8	0	36	2036	4	4	28	2041	4	4	28		80	60	76	12	12	4	0	0	8	4	56	36	56	32	8	0	4	8	4	4	20	20	4
		735	経年変化(劣化等)も含めた材料特性を要求値に適合させる逆問題的材料開発手法に基づき、自動車や大型工業製品、建築物等の試作レス開発を可能とするシミュレーション技術	31		19	39	42	23	55	10	0	0	13	6	29	23	6	0	35	2033	3	3	29	2036	3	3	29		74	52	71	39	3	13	0	3	0	0	52	52	61	35	13	10	3	6	0	0	13	3	0
		736	天災・事故・疫病が発生した際の避難・救援をナビゲートし、経済活動の回復を支援するシステム	34		9	38	53	56	32	9	0	0	3	9	47	26	0	3	15	2031	6	0	24	2034	3	0	24		62	35	56	53	3	15	3	9	9	0	50	18	32	18	29	26	0	24	0	0	26	18	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度				国際優位性				実現時期				実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																					
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない		科学的技術的実現時期 (年)	(技術)実現済 (%)	(技術)実現しない (%)	(技術)わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会)実現済 (%)	(社会)実現しない (%)	(社会)わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	737	10年規模の自然変動の予測から、100年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術	34	21	29	50	29	44	12	3	3	9	9	44	21	3	3	21	2038	6	6	15	2041	6	3	21		88	74	68	9	21	3	3	0	0	0	71	44	68	9	9	9	0	9	6	0	24	0	0	
		738	社会活動の数理的解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	56	16	38	46	23	55	9	2	2	9	4	7	52	9	13	16	2033	2	5	20	2039	2	11	21		79	50	38	32	4	2	13	32	9	2	59	29	43	9	7	7	4	38	14	13	27	18	2	
		739	自身の判断とその根拠とを説明できるAI技術(説明可能なAI)	61	16	46	38	36	36	15	3	3	7	3	15	41	10	16	15	2032	8	8	13	2035	7	11	13		75	59	56	15	16	10	8	8	3	5	67	43	64	11	16	8	3	15	8	5	13	5	5	
		740	仮説を立案し、実験・計算・証明を自律的に実行し科学技術研究開発を遂行するAI	58	16	34	50	22	47	14	7	2	9	2	16	41	14	9	19	2034	2	10	21	2038	2	10	28		74	66	62	14	14	10	10	7	2	3	60	41	55	9	14	3	2	14	12	12	14	3	2	
		741	ミレニアム懸賞問題中、現時点で未解決の6つの問題のうちの3つの解決	72	35	39	26	26	39	24	3	3	6	6	36	31	13	1	14	2044	1	8	51					83	60	61	4	33	0	0	3	0	4															
		742	ヨタFLOPS・ゼタバイト級計算機	42	19	38	43	43	38	5	2	0	12	31	26	17	7	2	17	2035	2	0	21	2038	2	0	24		64	83	76	21	10	10	0	5	2	0	55	40	60	43	21	12	0	12	0	0	14	2	2	
		743	デジタル通貨(暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等)の法定通貨化	33	6	12	82	21	33	15	9	6	15	3	9	30	27	6	24	2034	24	3	24	2041	9	9	33		33	27	18	15	21	18	9	30	48	3	27	21	18	9	18	3	3	45	27	9	6	48	3	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	加速器、素粒子	744	量子重力理論の確立・検証	71	32	28	39	23	44	25	4	0	4	4	54	25	6	3	8	2056～	0	10	27					90	59	55	0	41	4	1	0	0	3															

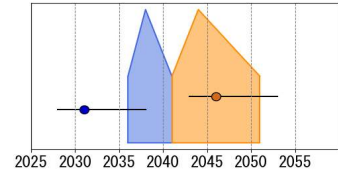
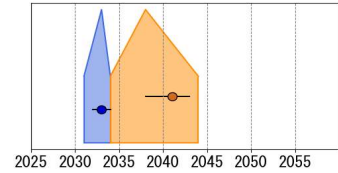
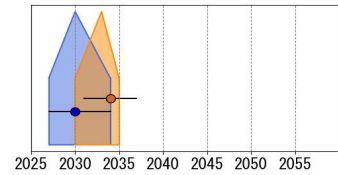
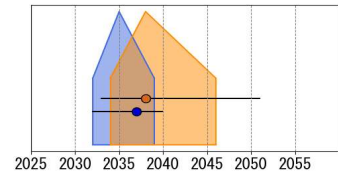
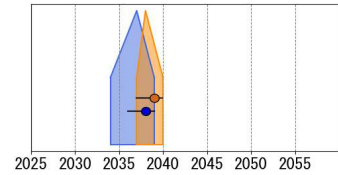
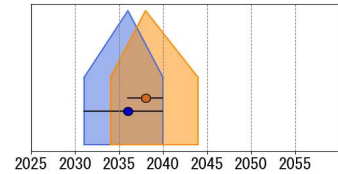
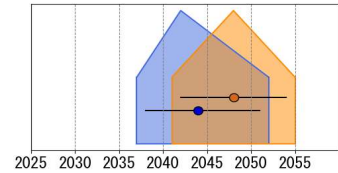
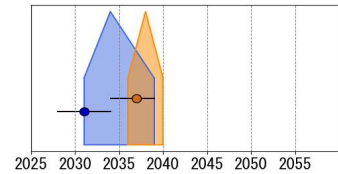


[illegible]

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)	(社会) 実現しない (%)		(社会) わからない (%)	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：放射光	753	先端機能材料・デバイスにおける電子・スピン・準粒子ダイナミクスのアト秒オペランド観測	40	28	40	33	25	55	10	3	0	8	3	65	15	5	0	13	2034	3	0	13	2036	0	0	20		78	83	78	18	10	3	0	0	0	0	40	60	55	40	5	3	0	3	0	0	25	3	3
		754	高エネルギー(>100keV)X線の時空間分解(<100 nm, <1 μs)イメージング技術	48	31	44	25	27	56	4	4	0	8	15	56	17	0	2	10	2032	2	2	19	2033	0	2	21		71	88	85	6	13	0	2	0	0	0	46	60	63	31	8	8	0	0	0	2	10	0	0
		755	コヒーレント放射光を利用したマルチマテリアル階層構造のメゾ～サブナノスケール広域3次元構造可視化	50	18	60	22	28	56	8	2	0	6	8	56	24	4	2	6	2032	6	2	6	2035	2	0	14		64	74	96	30	4	4	2	2	2	0	46	56	54	40	14	10	0	2	0	0	16	4	0
		756	創薬に資するタンパク質の原子分解能ダイナミクス構造ゲノミクス解析	18	22	22	56	11	61	0	6	0	22	6	44	11	6	6	28	2034	6	0	28	2037	6	0	39		67	78	61	22	6	6	0	0	0	6	50	50	39	22	11	0	11	0	6	0	17	0	6
		757	X線検出器の高分解能画素化(空間分解能<10 μm、画素サイズ<1 μm)・高感度化(検出量子>0.8)・高速化・高エネルギー化技術	46	33	43	24	41	52	2	0	0	4	15	43	22	7	4	9	2033	4	0	13	2036	2	0	17		65	91	76	28	13	7	0	0	0	0	33	59	52	59	13	9	9	2	2	2	17	0	0
		758	ハイスループット自動計測とビッグデータ解析により、社会で必要とされる機能物質・材料の50%を1か月以内に創製する技術	29	28	41	31	55	31	3	0	3	7	0	34	41	14	3	7	2033	0	3	10	2037	0	3	14		79	72	83	38	7	0	3	0	0	0	38	41	48	59	28	10	7	0	0	3	28	0	0
		759	天体由来試料解析による生命起源解明	19	5	37	58	5	58	21	11	0	5	21	53	21	0	0	5	2036	5	11	26					74	58	58	32	32	0	11	0	0	0														
		760	放射光を用いた、ヒト・コネクトームの全解明(空間分解能5nm)	13	23	23	54	31	31	8	0	0	31	8	38	15	0	8	31	2043	0	0	31	2051	0	0	38		62	46	85	23	23	0	0	0	0	0	46	46	15	38	23	0	0	0	0	8	23	0	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  （青＝科学技術の実現時期） （橙＝社会的実現時期） 五角形図＝トピック毎の回答者の50％の値 （1/4～3/4までの範囲） 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：放射光	761	製造産業実生産ラインに直結する、放射光による製品解析	34	35	44	21	21	68	6	0	0	6	12	47	29	3	3	6	2031	6	6	9	2034	3	6	9		71	68	74	50	0	6	0	12	3	0	21	38	35	74	26	12	12	3	0	0	35	3	3
		762	非繰り返し現象を空間分解能100nm、時間分解能100μsで見るX線CT技術	39	33	46	21	33	59	3	0	0	5	23	46	10	8	3	10	2033	5	0	13	2037	5	0	15		72	77	77	31	13	0	0	0	0	0	33	51	56	59	15	5	8	3	0	0	18	3	0
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等	763	偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術	44	30	41	30	16	61	5	5	0	14	41	36	5	7	0	11	2029	25	0	23	2033	14	0	20		84	66	82	18	9	5	2	2	0	2	48	64	68	20	7	5	0	9	2	2	27	0	2
		764	高強度小型低速陽電子ビーム装置による、nmスケール微小領域の表面原子配列精密決定と最表面スピン分解電子構造観測技術	34	32	21	47	29	38	6	0	0	26	35	32	6	0	0	26	2033	0	0	35	2035	0	0	38		74	76	79	12	6	0	0	3	0	0	38	53	56	38	12	3	0	9	0	0	21	6	0
		765	大強度中性子イメージング技術の高度化による、デバイス中のスピン流や電流分布のリアルタイム（稼働状態で）の可視化技術	32	22	41	38	34	38	3	0	0	25	47	28	0	3	0	22	2033	6	0	28	2035	3	0	28		69	75	81	19	3	0	0	6	0	0	53	50	63	25	13	3	0	6	0	0	19	0	0
		766	加速器ミュオンビームによる、物体内部の電磁場の3次元可視化技術	39	33	33	33	41	38	8	0	0	13	56	33	0	0	3	8	2034	0	0	21	2038	0	0	26		74	74	77	18	10	3	0	3	0	0	38	51	69	23	15	3	0	5	0	3	26	3	0
		767	透過型ミュオン顕微鏡による、神経細胞や組織の活動電位伝播のイメージング及び細胞内ミトコンドリア群の網羅的電位測定	32	31	22	47	41	16	9	3	0	31	44	22	9	0	0	25	2034	0	6	41	2038	0	6	41		78	69	69	6	6	3	0	3	0	3	44	50	56	28	3	3	0	3	0	0	25	3	3
				768	イオンビームやガンマ線等の量子ビームにより突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術	25	28	20	52	24	40	4	4	0	28	20	40	4	0	0	36	2034	4	0	48	2043	0	0	44		56	76	68	28	0	0	12	16	0	0	48	64	44	36	8	0	4	16	0	8	4



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  <small>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</small>	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会の あり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他	
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等	769	月、火星における地中水探査、地下資源探査、元素分析のための小型中性子源計測システム	24		13	46	42	25	21	25	4	8	17	4	42	13	4	4	33	2038	4	8	38	2044	4	8	42		71	71	67	13	17	0	4	8	4	0	46	38	42	38	21	0	0	17	0	8	33	17	0
		770	量子ビーム科学、タンパク質工学、計算機科学(深層学習・分子シミュレーション)連携による生体高分子ダイナミクスの制御機構解明	25		8	32	60	12	48	4	0	0	36	4	48	8	4	0	36	2033	0	0	44	2038	0	4	48		80	72	68	28	0	0	4	4	0	0	56	56	64	32	20	0	0	4	8	4	16	0	0
		771	可搬型小型中性子源による、橋梁・トンネル・高速道路の非破壊計測による劣化箇所特定および非破壊残留応力計測	45		38	42	20	51	36	4	0	7	2	42	42	9	0	0	7	2030	18	7	9	2033	4	7	11		67	60	42	31	7	13	7	20	24	0	31	33	42	42	27	4	2	24	11	9	9	31	0
		772	市販化が可能なテーブルトップ中性子源	36		28	50	22	14	53	22	0	0	11	14	39	31	0	3	14	2035	11	6	22	2038	0	3	28		61	75	53	31	6	3	8	11	25	3	19	39	47	56	19	0	3	11	6	14	17	42	6
		773	単色負ミュオンビームのブラッグ特性と停止負ミュオンの高い生体効果を利用した、侵襲度の低い放射線ガン治療	28		32	18	50	39	21	7	4	0	29	39	29	7	0	0	25	2037	0	4	36	2038	0	0	39		71	75	75	11	11	0	4	4	11	0	32	46	39	43	18	0	4	7	4	4	29	32	0
宇宙・海洋・地球・科学基盤	光・量子技術	774	量子ビットを利用したパーソナル量子センサー	48		29	42	29	42	33	17	2	2	4	15	27	40	6	2	10	2036	4	2	17	2038	2	2	25		79	71	54	23	19	0	0	4	2	2	44	58	54	54	10	4	6	4	0	2	6	4	4
		775	日常的に使用する工業製品の大部分(約8割)の設計・開発・製造に対して活用できる量子コンピュータシステム	43		30	44	26	30	47	12	7	0	5	9	26	42	14	5	5	2042	2	5	19	2048	2	5	19		77	70	56	37	23	0	0	5	0	5	51	70	56	40	14	0	14	0	2	0	19	0	5
		776	地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測(ジオイド計測)が可能となり、防災・測地研究に役立つ、光ファイバを使用した光格子時計のネットワーク	38		24	39	37	58	26	3	3	0	11	61	24	5	0	0	11	2034	5	3	18	2038	5	3	18		61	61	53	50	11	13	0	5	0	3	26	42	53	61	32	18	3	5	3	0	18	0	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
宇宙・海洋・地球・科学基盤	光・量子技術	777	高次高調波発生のような非線形光学に基づくzepto秒パルスX線レーザー技術	43	33	44	23	9	44	33	2	2	9	12	33	44	5	0	7	2037	2	0	21	2043	2	2	30		81	70	77	14	9	0	0	0	0	5	42	53	70	26	5	5	0	5	2	0	14	0	5
		778	染色の必要がないラベルフリーの生体観測が可能な、μMレベルの低濃度生体分子の検出感度と100nm程度の空間分解能を持つ高感度・高解像度顕微鏡	28	32	39	29	36	54	4	0	0	7	7	54	25	4	0	11	2032	11	0	32	2034	4	0	36		71	75	71	29	4	0	0	0	0	4	39	57	57	43	11	0	0	7	4	0	29	0	4
		779	1波長当たり1Ebit/sの超高速伝送システムを備えた、WDM方式による1Pbit/sのフォトニクスネットワーク	23	17	57	26	52	39	0	0	0	9	22	52	4	0	0	22	2036	9	0	39	2039	4	0	43		57	48	52	39	13	22	0	4	9	0	26	48	48	52	35	4	0	4	4	0	13	4	0
		780	超高集積化半導体回路を実現する、beyond EUV(6.Xnm)リソグラフィ技術を超える、post EUV技術	31	29	39	32	35	55	0	0	0	10	6	35	19	13	6	19	2034	3	0	29	2041	3	0	29		58	68	71	32	26	6	0	3	0	0	32	68	58	61	23	0	10	0	3	0	6	0	0
		781	情報光学的アプローチに基づくcmレベルでの生体深部を非侵襲で高解像度に3次元可視化する生体光計測技術	30	23	50	27	20	57	13	3	0	7	0	43	43	0	0	13	2034	3	0	23	2036	3	0	30		67	73	63	37	0	17	0	0	0	0	33	60	47	40	23	7	3	3	3	7	23	7	0
		782	光ポンピング磁気センサを用いたフェムトテスラレベルの超微弱磁場計測技術、および、その技術を利用した次世代脳情報・超低磁場MRI計測技術	26	12	58	31	23	38	27	0	0	12	4	35	46	4	0	12	2037	4	0	27	2039	4	4	27		58	58	65	35	23	0	0	4	0	0	31	69	54	31	12	4	0	12	4	0	19	0	0
		783	量子力学的効果を利用した放射線ダメージフリーの量子ビームイメージング技術	26	19	31	50	19	31	23	8	0	19	8	15	46	8	0	23	2041	4	12	46	2047	4	12	46		69	54	58	15	23	0	0	0	0	8	46	58	65	12	4	4	0	4	4	0	15	0	8
		784	基盤科学分野における共同研究プロジェクトの国際運営組織(統括本部の設置、方針・人員・資金等を決定する規範モデル等)の実現	65	23	40	37	49	35	9	0	3	3	2	23	25	42	6	3	2030	25	6	28	2035	5	8	38		72	43	31	20	69	25	3	6	5	2	42	42	55	15	48	8	6	14	9	3	25	3	3





分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会 受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他
横断的 社会課題	多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ	793	政策の透明性・効率性向上、及びより公平で包摂的な社会実現に向け、国民一人ひとりが政策を含む社会の意思決定プロセスに積極的に関与できる、デジタル技術を活用したシステム	104	19	36	45	41	46	8	4	0	1	3	15	19	34	24	5	2035	8	5	28	2038	0	9	36		56	25	16	18	5	8	25	64	55	1	41	20	13	8	10	26	2	44	33	19	18	46	1
		794	属性や障害などによる差別が、差別する側に存在する心の壁や、歴史的・文化的背景を持つ社会制度によるという認識の一般化	153	39	39	23	59	33	5	1	1	1	3	8	14	46	25	3	2034	7	10	40	2043	1	10	40		50	14	10	10	7	11	50	78	39	1	57	4	17	2	8	7	5	62	58	26	7	24	1
		795	肉体的制約や老病死の苦痛から解放する技術(マインドアップロードやサイボーグ技術等)がユニバーサルデザインを伴って社会実装される過程で生じる諸問題に関する対話を通じた、人間像や死生観の再構築	77	18	25	57	12	49	21	5	3	10	1	25	25	23	3	23	2037	3	6	43	2040	0	6	44		36	19	18	6	12	1	74	58	29	3	31	6	18	3	9	5	1	43	51	68	8	25	3
		796	脱人間中心主義の考えに基づく種の壁を越えた対等性の認識の浸透を背景とした、マルチスピーシーズ(複数種)のウェルビーイング実現に向けた国際合意	84	19	32	49	13	44	17	7	7	12	4	20	25	27	7	17	2040	2	10	37	2043	0	10	37		43	19	15	7	25	10	54	61	30	1	37	8	18	2	14	4	1	36	69	49	13	15	1
横断的 社会課題	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域	797	地域レベルでの「豊かさ」や「持続可能」についてのわかりやすい指標を踏まえた、及び住民主体の、未来デザインと地域づくり手法	147	30	47	23	46	42	9	3	0	1	3	22	41	21	7	5	2031	8	3	23	2034	2	3	26		71	33	21	44	10	7	13	61	20	2	48	23	21	12	5	22	5	44	59	6	22	12	1
		798	「地域」の範囲をより柔軟に捉え、それぞれの地域資源を生かしつつ、豊かさとし足りないものを補い合う、地域連携を最適化するシステム	121	23	49	28	35	52	10	1	0	2	2	28	45	12	3	9	2034	4	5	31	2036	2	6	28		64	31	20	55	7	6	7	60	21	1	40	22	16	19	7	27	12	38	50	4	25	9	1
		799	既存技術(地域主権的な貨幣・経済・エネルギーシステム、高度コミュニケーションツール・次世代教育システム等)の応用・包括的利用により、大都市一極集中から脱却し、自律分散型で、多拠点居住や関係人口ネットワーク化を可能とする社会経済システム	78	17	31	53	29	47	9	8	1	5	0	19	21	45	8	8	2035	1	10	28	2039	0	14	27		58	21	19	49	4	13	10	55	33	4	40	18	17	15	5	23	15	29	42	9	27	23	3
		800	地域の自然環境や生物の生息域を保全しながら、その風土も生かした自然共生型の循環社会経済システム及びモニタリング技術・システム	87	25	33	41	31	49	10	3	0	6	3	36	39	9	3	9	2034	5	2	30	2036	1	3	32		70	48	28	41	18	5	9	36	10	3	44	28	22	23	13	28	7	26	38	7	26	14	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点															
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (年)	(技術) 実現済 (%)	(技術) 実現しない (%)	(技術) わからない (%)	社会的実現時期 (年)	(社会) 実現済 (%)		(社会) 実現しない (%)	(社会) わからない (%)	人材 (%)	資金	研究 基盤	国内 連携	国際 連携	戦略的 標準化	倫理	社会	法律・ 規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・ 規制	その他	
横断的社会課題	文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域	801	スマート農業の技術を転用した放置竹林や耕作放棄地などの手入れによる、人口減少地域における美しい景観の保全	74		15	27	58	31	49	11	4	0	5	8	27	32	18	7	8	2034	0	7	28	2036	0	7	27		58	47	19	38	5	5	12	53	28	3	31	42	18	34	5	19	20	15	32	4	20	22	1
		802	各地域固有の無形文化財の立体映像などのデータ保存による、後継者が途絶えた後の再現	95		26	29	44	27	46	16	3	2	5	4	52	20	13	4	7	2033	11	4	31	2034	2	3	29		67	69	39	29	5	8	5	33	6	1	39	44	35	36	6	16	7	17	36	6	24	3	2
		803	地域の文化に関わる人口を増やし、地域資源に対する住民の誇りを醸成する、コンテンツツーリズム(地域の文化や風習等の観光資源としての活用)の開発	125		31	40	29	23	58	12	1	2	3	11	41	26	14	4	3	2031	24	5	15	2032	9	4	20		77	34	17	42	15	9	9	51	18	3	44	33	22	28	6	21	10	27	47	8	18	13	2
		804	学校・地域・保護者がビジョン・戦略を共有しつつ主体的に協働する学校中心の地域コミュニティにおける、地域社会の多様な資源を活用した学びの実現	118		25	40	36	33	49	10	3	1	4	3	28	37	21	6	4	2033	21	2	23	2034	8	3	24		76	35	17	36	6	4	11	65	20	1	69	27	25	9	3	19	4	36	46	5	21	10	1
横断的社会課題	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方	805	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性に対応した個人の学習システム(e-ラーニング・遠隔教育の拡張等)	98		21	44	35	32	61	4	2	0	1	3	18	36	34	7	2	2031	23	3	9	2033	6	4	10		74	63	32	30	6	8	7	36	19	1	66	29	22	39	10	19	13	23	20	3	17	15	0
		806	居住地を問わず、あらゆる身体機能・認知機能の特性や発達段階に応じた集団での多様な体験活動(実地体験、疑似体験・遠隔参加含む)	60		23	33	43	28	58	8	2	0	3	3	25	38	22	7	5	2034	23	0	25	2036	10	3	30		75	40	27	33	8	5	8	62	12	2	58	23	25	20	7	13	13	40	37	8	25	12	2
		807	全世界のあらゆる職務から、瞬時に自らの望む仕事を見つけ、助力を求めている企業・組織とコンタクト可能となるシステム	44		11	18	70	14	41	27	7	5	7	0	9	32	27	23	9	2033	20	2	25	2037	7	7	23		50	30	23	14	36	30	7	43	25	2	39	23	23	20	20	7	30	11	39	9	23	27	2
		808	全ての労働時間を自らの能力を活かすために使うことができる、無駄な待機時間の消滅	54		19	28	54	37	37	11	9	0	6	4	4	33	22	33	4	2034	19	9	30	2038	2	22	28		33	15	13	28	9	9	31	63	46	6	30	15	9	17	7	9	37	43	50	7	7	30	4



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他	
				(人)	(%)		(%)					(%)				(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)											(%)															
横断的 社会課題	能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方	809	居住環境に左右されずに、自分の手で何度でも試行錯誤してプロトタイプを作成するなど創造的作業への没頭(フロー体験)を可能とするバーチャル技術	41	17	17	66	22	37	22	7	2	10	2	17	46	17	10	7	2033	20	0	17	2035	10	2	27		44	66	39	46	12	15	2	24	7	2	34	39	22	49	20	10	34	17	20	5	22	2	2
		810	個人の創造性や感性が年齢や出自・実績などに関係なく評価され、それを更に高めるための適切で十分な知識・スキル・経験の育成や評価の機会の獲得	108	30	41	30	64	32	1	0	1	2	1	13	14	34	36	2	2034	13	4	24	2038	1	5	26		67	39	19	23	4	10	18	69	23	3	72	16	23	10	8	6	10	47	51	6	11	14	2
		811	居住地や年齢・職業を問わず、社会課題解決やソーシャルイノベーションに参加できる労働環境及び個々人を結び付ける仕組みの一般化	72	18	43	39	28	65	3	3	0	1	1	15	28	36	17	3	2033	14	4	11	2036	3	7	15		60	26	14	47	7	15	10	57	28	0	44	21	26	22	7	22	11	38	50	4	22	13	0
横断的 社会課題	信頼される社会経済システムの構築	812	より創造的な仮想ノ暗号通貨の発明やキャッシュレス化の進展に伴う、多層レベル・スケールでの新しい社会経済圏	34	18	35	47	18	50	21	3	3	6	0	26	26	26	12	9	2034	15	0	21	2037	0	9	21		29	18	24	18	15	26	29	62	50	0	9	26	3	24	29	24	35	21	18	15	21	50	0
		813	巨大企業によるプラットフォーム資本主義に対抗的な、地域性や自治、共同性が強調されたプラットフォーム経済	43	35	44	21	58	26	12	5	0	0	0	19	7	47	19	9	2031	7	9	26	2036	0	16	23		44	30	19	30	23	16	33	42	37	2	16	23	16	16	26	12	21	28	37	21	30	37	0
		814	シェアリング経済など私的所有の在り方の根本的見直し等による、社会連帯経済関連部門(SSE)の財・サービス供給が20%超へ拡大(国内総生産比、OECD加盟国で現在2~10%;OECD(2024)) (※社会連携経済関連部門: 非営利団体、共済組合、協同組合、基金など)	30	17	40	43	17	40	20	0	10	13	0	17	17	37	13	17	2036	7	3	37	2041	0	17	33		33	13	7	17	20	17	23	63	50	7	20	7	17	13	7	17	17	30	43	17	33	27	7
		815	政府および地方自治体の活動に対する市民の監視と責任感が強化されるような、公的・私的オンブズマン制度の拡張	36	22	47	31	44	31	19	0	0	6	3	8	17	36	28	8	2033	22	6	33	2039	0	11	36		39	11	14	14	11	8	47	56	56	6	31	25	11	3	6	22	6	33	42	31	19	42	3
		816	AIやロボットなどの先端技術の幅広い活用による、新たな仕事の創出、働き方の多様化、及び平均労働時間の半減	41	37	27	37	51	39	2	0	2	5	0	27	20	34	10	10	2033	7	2	24	2038	2	10	24		34	32	41	34	12	12	27	46	34	0	20	20	12	34	17	17	17	24	39	24	12	37	0

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他
				(人)	(%)				(%)						(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	(%)											(%)																
横断的 社会課題	信頼される社会経済システムの構築	817	安心して挑戦できる労働環境と人間らしい暮らしを軸にした働き方(ディーセントワーク)の一般化	46	33	37	30	41	46	9	2	0	2	0	13	15	39	24	9	2033	26	2	28	2039	0	2	22		28	15	11	22	9	9	39	67	63	0	22	17	22	9	2	13	22	39	52	22	15	46	0
		818	労働による生産とその産物の消費に費やされる時間が減り、生活の中心を余暇に置くことの一般化	38	21	37	42	18	45	11	13	5	8	5	16	11	16	39	13	2035	13	8	29	2042	3	13	32		34	13	16	29	3	8	37	66	55	0	18	16	16	13	8	16	21	50	58	21	5	34	0
		819	DXによる職業選択の多様化と効率化が進み、流動化する労働市場に対応した、新しい社会保障システム	34	26	41	32	41	47	3	0	0	9	3	15	24	18	29	12	2033	12	0	24	2036	0	6	29		32	21	6	24	6	9	24	74	71	0	21	18	15	6	12	15	24	41	47	18	15	50	0
		820	GDPのみに依拠しない包括的な「豊かさ」やウェルビーイングに関する一般的指標の確立	53	36	36	28	28	47	17	0	2	6	2	21	40	17	13	8	2032	9	4	26	2035	0	8	25		40	17	25	23	13	19	38	74	25	2	30	8	15	4	21	13	15	57	58	13	21	19	2
		821	将来世代の幸福に配慮した安定的な財政運営の確立	48	38	38	25	67	23	2	2	4	2	2	13	13	38	29	6	2035	10	10	23	2041	2	21	23		38	17	29	23	6	13	31	73	52	4	29	6	6	4	6	21	6	71	40	19	33	44	0
横断的 社会課題	未来社会のWell-beingと科学技術	822	技術開発による社会的・環境的インパクトの把握に基づく、地球全体の生態系を重視した生命中心デザインが前提のビジネスの一般化	52	25	21	54	29	54	12	0	0	6	4	19	50	15	0	12	2037	4	2	27	2039	2	4	25		56	19	19	17	27	29	15	50	19	0	33	23	12	13	25	10	13	31	46	17	23	19	0
		823	各地域の多様な特性が重視され、地域の特性・環境に即した生活のための自律分散的エネルギー技術・システム	53	21	45	34	36	57	2	0	0	6	2	32	40	8	6	13	2035	8	4	25	2039	4	6	25		34	32	38	58	11	11	9	42	25	2	26	21	8	53	6	17	15	38	13	8	38	26	2
		824	オープンイノベーションで開発された知識・スキルを用いた、森林・河川・海の流域管理や自律分散的エネルギー技術・システム等の地域課題に対する、各地域の特性を踏まえた市民の取組の一般化	42	14	31	55	14	67	7	0	0	12	0	19	50	5	5	21	2035	5	0	43	2037	0	0	38		64	14	14	50	7	0	10	69	24	2	38	24	17	31	2	24	12	36	33	7	29	12	2

分野	細目	トピック番号	トピック	回答者 (人)	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図  (青＝科学技術的実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2（五角形の頂点）の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点														
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学技術的実現時期 (技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期 (社会) 実現済	(社会) 実現しない	(社会) わからない		人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他		
横断的 社会課題	未来社会の Well-beingと科学技術	825	AIやロボットの進化による、どこに居てもリアルに対話する身体の実現により、重度障がい者と言われた人々も含め、誰しものが希望すれば働ける環境構築	63	22	30	48	25	63	11	0	0	0	8	48	27	8	0	10	2034	10	2	19	2036	5	0	21		49	59	25	29	2	10	13	59	16	0	25	40	19	30	6	17	19	35	37	10	10	21	0
		826	文系・理系の境界や年齢・立場を越えて、多様な価値観に基づき広範な技術を地域・社会で適切に使いこなすための知識(科学技術史、科学哲学、科学技術倫理等)やスキル習得のための、誰もが受けられるトレーニングシステム	121	32	33	35	45	42	8	2	1	1	3	14	30	36	12	6	2033	16	3	17	2037	5	3	17		77	40	15	31	9	8	13	51	9	2	72	23	31	12	7	10	9	26	36	10	22	7	2
		827	フェイクニュースやフェイク映像等拡散による影響を抑制する個人の情報リテラシー向上に向けた対策の浸透	75	24	31	45	73	19	7	0	0	1	5	9	31	32	16	7	2030	8	5	16	2033	0	4	21		56	17	16	20	15	12	48	39	57	3	56	25	11	8	9	9	1	21	16	40	13	64	1
		828	少数の資金力のある情報系企業による技術開発と市場支配への政府規制等を通じた制御による民主主義の保護	47	15	28	57	23	51	13	2	0	11	0	11	36	23	11	19	2031	9	6	47	2035	0	6	45		36	13	11	15	23	17	34	38	68	2	21	21	9	9	15	9	13	13	17	34	28	62	2
		829	人間の知能を超えたAIが誕生するシンギュラリティの現実化に伴う影響(大幅な雇用損失等)へのスムーズな対応措置	67	12	43	45	25	66	4	1	1	1	3	13	46	25	7	4	2033	1	6	22	2035	0	4	31		36	6	18	25	13	12	30	70	51	3	22	18	7	4	12	7	16	33	57	24	21	42	3
横断的 社会課題	地球規模課題への対応	830	世界情勢の急変に左右されない、サプライチェーンの安全・安心の確立	64	19	28	53	73	19	6	0	0	2	3	19	27	34	8	9	2032	5	6	41	2036	0	8	47		38	17	8	38	64	39	8	36	23	0	20	14	8	20	55	13	25	17	31	3	39	25	2
		831	後発開発途上国を含めた、食料危機の起こらない流通システムの確立（※後発開発途上国:開発途上国のなかでも特に社会、経済、人間開発指数が最も低い国）	52	19	25	56	37	58	2	2	0	2	8	25	27	21	8	12	2038	2	10	40	2039	0	13	40		44	21	6	15	75	38	12	46	10	0	15	19	8	23	38	15	10	25	42	17	42	10	0
		832	パンデミックなどのあらゆる地球規模災害に対し、各国が即座に統一した対応が可能な枠組みの確立	55	16	25	58	44	44	5	4	0	4	5	27	33	15	9	11	2033	4	5	35	2036	0	5	38		44	11	11	5	75	47	11	29	25	0	25	20	5	4	56	15	2	25	16	13	55	20	0



分野	細目	トピック番号	トピック	回答者	専門度			重要度					国際優位性					実現時期								実現時期図	科学技術の実現に向けて 対処すべき点										社会的実現に向けて 対処すべき点																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					高	中	低	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	非常に高い	高い	どちらでもない	低い	非常に低い	わからない	科学的技術的実現時期	(技術) 実現済	(技術) 実現しない	(技術) わからない	社会的実現時期	(社会) 実現済		(社会) 実現しない	(社会) わからない	人材	資金	研究基盤	国内連携	国際連携	戦略的標準化	倫理	社会	法律・規制	その他	教育・まなび	人材確保	人材活用	事業化	標準化	公共化	経営	社会受容	社会のあり方	倫理	連携	法律・規制	その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				(人)	(%)		(%)					(%)				(年)	(%)	(%)	(%)	(年)	(%)	(%)	(%)	<div>(青＝科学技術の実現時期) (橙＝社会的実現時期) 五角形図＝トピック毎の回答者の50%の値 (1/4～3/4までの範囲) 実現時期＝五角形の両端の1/4ずつを除いた 中間の1/2(五角形の頂点)の値 ※丸印と線は、回答者のうち、専門度高の 回答を示したもの。丸印は実現時期、線は 1/4、3/4の値を示したもの</div>										(%)																(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

# 付録 2 アンケートページ

## 【アンケートトップ画面(1 回目アンケート)】

科学技術・学術政策研究所  
Research Institute of Science and Technology Policy (ISTP)

ログイン 記入の手引き・お問い合わせ先

デルファイ調査

本調査は、文部科学省科学技術・学術政策研究所が実施する「第12回科学技術予測調査（デルファイ調査）」です。科学技術・イノベーション政策関連の政策・戦略検討・立案のためのエビデンスを政策立案等に提供することを目的として実施しています。

調査対象として、今後30年間（2055年まで）を見据えた日本の課題として「トピック」を設定しました。各トピックの重要性、国際優位性、実現時期、実現に向けて日本が優先的に対処すべき点等についてご見解をいただきますようお願い申し上げます。

調査の回答にあたっては、まずは本ページにて回答者登録（新規利用登録）をお願いいたします。

次に、ご専門の分野・細目を選択した後、回答可能なトピックについて可能な限りのご回答をお願い致します。

調査期間  
第1回アンケート調査（本アンケート）：2024年6月20日から7月31日  
※第2回アンケート（第1回アンケート回答者のみ対象）は、2024年8月上旬～9月に実施の予定です。

なお、第1回アンケートにお答え頂いた方には、改めて第2回アンケート調査のご案内を差し上げます。期間が空き大変恐縮ですが、その際の協力も併せてお願い申し上げます。

新規利用登録

または

ログイン

メールアドレス

パスワード

送信

パスワードを忘れた方はこちら



## 【回答者登録の画面(1回目アンケート開始時に登録)】

### 回答者登録

氏名

カナ (英語登録も可)

性別

☐ 男性 ☐ 女性 ☐ 無回答

年代

☐ 20代以下 ☐ 30代 ☐ 40代 ☐ 50代 ☐ 60代 ☐ 70代以上 ☐ 無回答

所属

☐ 大学等 ☐ 公的研究機関 ☐ 民間企業 ☐ その他

職種 (業務内容)

☐ 研究・開発 ☐ マネジメント ☐ その他

主たる専門分野

分野選択

▼

項目選択

▼

メールアドレス

受信可能なメールアドレス

パスワード

英字、数字を1文字以上を含めた8文字以上32文字以下で入力してください

英字、数字を1文字以上を含めた8文字以上32文字以下で入力してください

利用規約

回答者登録を進めるには、利用規約に同意していただく必要があります。内容をご確認ください。

利用規約

本規約は、調査実施者の文部科学省科学技術・学術政策研究所（以下、「アンケート実施者」といいます）が、科学技術イノベーション政策や研究開発戦略の立案・策定の議論に資することを目的としたアンケート業務に関して回答者とアンケート実施者との間における権利義務関係を定めるものとします。

第1条（規約の適用・遵守）

本規約における「回答者」とは、本規約を同意の上、アンケート実施者が指定する様式にもとづく回答者登録を完了した方をいいます（以下、回答者といいます）。本規約は、回答者の回答にかかる一切の行為及びアンケート実施者との間の一切の関係に適用されるものとします。回答者は本規約に同意し、これを守守するものとします。規約に同意できない場合はアンケートの回答をご遠慮ください。アンケート実施者は、回答者がアンケートに回答した場合、当該回答者が本規約等に同意したものとみなします。

第2条（回答者登録の取り消し）

前項に定める回答者登録を完了した方であっても、第4条に定める禁止事項への違反があった場合、アンケート実施者は登録を取り消すことができるものとします。

第3条（調査への回答）

回答者は、誠実に調査に回答し、可能な限り自身の専門分野に関連するすべての質問に回答するようにしてください。

☐ 利用規約に同意する

入力内容の確認

## 【回答分野・細目の選択】

科学技術・学術政策研究所

Institute of Science and Technology Policy (ISTP)

[本文](#)
[本題に戻る](#)
[記入の手引き](#)
[お問い合わせ先](#)

### デルファイ調査

#### 細目を選択

☒

健康・医療・生命科学 (7 / 9)

☒ 医薬品・治療技術
☒ 医療機器・福祉機器
☐ 老化および疾患
☒ 脳科学・精神神経科学
☒ 健康危機管理
☒ 倫理・社会医学
☐ 生命科学データベース
☒ 生命情報科学
☒ グローバルヘルス

☒

食・農・水産・食品・バイオテクノロジー (0 / 9)

☒ 農業生産システム
☒ フードテクノロジー
☒ 資源保全活用技術
☒ 生物・環境資源情報基盤
☒ 次世代バイオテクノロジー
☒ 資源循環・未利用資源活用
☒ 食の安全と健康
☒ サステイナビリティ
☒ 食・農の技術と社会

☐

環境・資源・エネルギー (0 / 10)

~~~~~中略~~~~~

☐

宇宙・海洋・地球・科学基盤 (0 / 10)

☐ 宇宙
☐ 海洋
☐ 地球
☐ 観測・予測
☐ 計算・数値・情報科学
☐ 加速器、素粒子・原子核
☐ 量子ビーム：放射光
☐ 量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等
☐ 光・量子技術
☐ 国際協力・多様化

☐

横断的社会課題 (0 / 6)

☐ 多様性・包摂性のある社会と個々人の幸せ
☐ 文化・歴史観・自然観を継承する豊かで持続的な地域
☐ 能動的な個人の挑戦を支える新たな学び方・働き方
☐ 信頼される社会経済システムの構築
☐ 未来社会のWell-beingと科学技術
☐ 地球規模課題への対応

## 【回答画面①:トピックの選択】



科学技術・学術政策研究所  
Institute of Science and Technology Policy Research

未来 太郎さま 記入の手引き・お問い合わせ先

デルファイ調査

細目を再選択する

健康・医療・生命科学

医薬品・治療技術(トピック: 0/14)

慢性疾患の病態のシステムの把握（遺伝子ネットワーク把握）に基づく薬物療法

分子の特性をほとんど変えることがないため、創薬標的ごとに薬事申請することなく実用化可能な、次世代機能分子医薬

生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術

特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム（DDS）技術

ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術

細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全（パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症（ALS）、脊髄損傷等）に対する治療法

生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術

免疫拒絶回避を完全にできる同種由来再生医療技術・製品

細胞治療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術

生体環境を模倣した、移植治療用改変ヒト臓器作出を可能とする臓器培養技術

化合物生成・最適化のためのAI・シミュレーション技術

薬理遺伝学的検査による薬剤投与の最適化

細胞内オルガネラやエクソソームを用いた遺伝子治療や細胞の機能改変を行う製品

ご自身の専門性がないと判断される場合、そのトピックについての回答は必要ございません。  
回答は「保存」を押した際に保存・更新され、いつでも回答の終了・再開が可能です。

健康・医療・生命科学

医薬品・治療技術

+

慢性疾患の病態のシステムの把握（遺伝子ネットワーク把握）に基づく薬物療法

+

分子の特性をほとんど変えることがないため、創薬標的ごとに薬事申請することなく実用化可能な、次世代機能分子医薬

+

生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術

+

特定の細胞・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム（DDS）技術

+

ドナー不足を解決する造血幹細胞の大量培養技術

+

細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全（パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症（ALS）、脊髄損傷等）に対する治療法

## 【回答画面②:設問への回答(1回目アンケート)】

### 医薬品・治療技術

#### ☐ 慢性疾患の病態のシステムの把握（遺伝子ネットワーク把握）に基づく薬物療法

##### 専門度 ?

このトピックに対する専門度を1つ選んでください。

- ☐ 高  
☐ 中  
☐ 低

##### 重要度 ?

日本にとっての現在の重要度を1つ選んでください。

- ☐ 非常に高い  
☐ 高い  
☐ どちらでもない  
☐ 低い  
☐ 非常に低い  
☐ わからない

##### 日本の国際優位性 ?

現在の日本が置かれた国際的な優位性の状況を1つ選んでください。

- ☐ 非常に高い  
☐ 高い  
☐ どちらでもない  
☐ 低い  
☐ 非常に低い  
☐ わからない

##### 科学技術的実現時期 ?

日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。

- ☐ 実現済み  
☐ 2030年以前  
☐ 2031～2035年  
☐ 2036～2040年  
☐ 2041～2045年  
☐ 2046～2050年  
☐ 2051～2055年  
☐ 2056年以降  
☐ 実現しない  
☐ わからない

##### 科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点 ?

このトピックの科学技術的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？（最大3つまで）

- ☐ ①【人材】 専門教育等を通じた人材育成や分野横断型専門人材の育成、研究関係従事者の確保、多様な人材の活用拡大  
☐ ②【資金】 研究開発費の拡充などの資金・支援制度  
☐ ③【研究基盤】 研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備  
☐ ④【国内連携】 産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備  
☐ ⑤【国際連携】 国際連携プロジェクトの推進などの国際的な連携と体制整備  
☐ ⑥【戦略的標準化】 国際標準化機関等対策活動、標準化に向けた国内外連携・体制整備等、戦略的オープン化  
☐ ⑦【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し  
☐ ⑧【社会】 社会受容・社会的合意の形成、共創  
☐ ⑨【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設  
☐ ⑩ その他

## 慢性疾患の病態のシステムの把握（遺伝子ネットワーク把握）に基づく薬物療法

### 社会的実現時期

日本で社会的に実現する時期を予測し、1つ選んでください。

- ☐ 実現済み
- ☐ 2030年以前
- ☐ 2031～2035年
- ☐ 2036～2040年
- ☐ 2041～2045年
- ☐ 2046～2050年
- ☐ 2051～2055年
- ☐ 2056年以降
- ☐ 実現しない
- ☐ わからない

### 社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

このトピックの社会的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？  
（最大3つまで）

- ☐ ① 【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革
- ☐ ② 【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保
- ☐ ③ 【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等
- ☐ ④ 【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）
- ☐ ⑤ 【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更
- ☐ ⑥ 【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等
- ☐ ⑦ 【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換
- ☐ ⑧ 【社会受容】 社会受容・合意形成
- ☐ ⑨ 【社会のあり方】 文化・価値観・ライフスタイルの見直し
- ☐ ⑩ 【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し
- ☐ ⑪ 【連携】 分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等
- ☐ ⑫ 【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等
- ☐ ⑬ その他

### コメント

このトピックにコメント（回答の補足や具体的内容、別トピック案など）がありましたら、記入してください。（最大250文字）

保存

### 【回答画面③: 全分野共通設問への回答】

※選択したトピックに関わらず、全ての回答者に表示される(1回目アンケートのみ)

▼ 全分野共通設問

未回答

研究者全体に関わる内容のため、全回答者にお尋ねするものです。  
よろしければこちらもご回答をお願い致します。

問1 今後30年間に、科学技術の進展はどう変化するとお考えですか？  
(自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択)

☐ 分野全体が急速に進展し、常識を覆す発見やブレークスルーも多数生み出される

☐ 分野全体がこれまでどおり進展し、新たな知見が蓄積していく

☐ 分野全体が停滞し、知的生産は頭打ちとなる

☐ 分野の一部は急速に進展し、それ以外はこれまでどおり進展する

☐ 分野の一部はこれまでどおり進展するが、それ以外は停滞する

☐ その他(自由記述)

問2 今後30年間に、科学技術と社会の関係はどう変化するとお考えですか？  
研究側の变化として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。  
(自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択)

☐ 社会に関係なく、知識生産によりまいる [無視]

☐ 社会を考慮しながらも、研究者自身の興味関心や、自律性がより重視される [自律]

☐ 研究活動の様々なプロセスにおいて、積極的に社会とのコミュニケーションを取り入れる [対話]

☐ 社会の期待・ニーズに応じた研究を行うことが要請される [服従]

☐ わからない

☐ その他(自由記述)

問3 今後30年間に、科学技術と社会の関係はどう変化するとお考えですか？  
社会側の变化として、どのような変化がより強くなると考えるか、お答えください。  
(自身の専門分野に関して最も近いものを1つ選択)

☐ 社会は、科学技術に対する期待・信頼を高め、その推進を委任している [信頼・委任]

☐ 社会は、科学技術への関心が低く、その成果をたんたんと受容する [無関心]

☐ 社会は、科学技術の推進における対話・合意形成を求める [合意]

☐ 社会は、科学技術の推進への懸念・批判や対立的姿勢を強める [批判・対立]

☐ わからない

☐ その他(自由記述)

保存

#### 【回答画面④:設問への回答(2回目アンケート)】

2回目アンケートでは、下記について1回目アンケートの集計結果が表示される。過去の回答は空白に戻り、回答者は再度選択する。

- 重要度 〈回答必須〉
  - 日本の国際優位性 〈回答必須〉
  - 科学技術的実現時期 〈回答必須〉
  - 科学技術的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点
  - 社会的実現時期 〈回答必須〉
  - 社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点
- (いずれも赤い棒グラフは、回答者の第1回目アンケートにおける回答)

#### 老化および疾患

☐ がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測

重要度(必須) ?

日本にとっての現在の重要度を1つ選んでください。

※赤い棒グラフは第1回アンケートでのあなたの回答を示します。

| 重要度     | 第1回アンケート回答 (%) |
|---------|----------------|
| 非常に高い   | 85             |
| 高い      | 95             |
| どちらでもない | 5              |
| 低い      | 2              |
| 非常に低い   | 1              |
| わからない   | 12             |

☐ 非常に高い

☐ 高い

☐ どちらでもない

☐ 低い

☐ 非常に低い

☐ わからない

〜〜〜〜〜〜中略〜〜〜〜〜〜

## 【回答画面⑤: 回答の保存(2 回目アンケート)】

回答後、トピック単位の「保存」を押して回答完了。「保存」は押下後に「更新」に表示が変更される。以後、何度でも再回答及び回答の更新が可能。

〜〜〜〜〜〜前略〜〜〜〜〜〜

社会的実現に向けて日本が優先的に対処すべき点

このトピックの社会的実現に向けて、日本において優先的に考慮・対処されるべき点は何ですか？  
(最大3つまで)

※赤い棒グラフは第1回アンケートでのあなたの回答を示します。

①【教育・まなび】...

②【人材確保】ス...

③【人材活用】博...

④【事業化】経済...

⑤【標準化】国際標...

⑥【公共化】高度に...

⑦【経営】ビジネ...

⑧【社会受容】社...

⑨【社会のあり方】...

⑩【倫理】倫理的...

⑪【連携】分野・...

⑫【法律・規制】...

⑬ その他

0

20

40

60

80

☒ ①【教育・まなび】 教育の質の向上・システムの改革

☐ ②【人材確保】 スタートアップ・起業家、高度外国人材等の確保

☒ ③【人材活用】 博士人材の活用、ジェンダー・バランスの改善、キャリアパス柔軟化等

☒ ④【事業化】 経済性の確保（コストの低減、公的補助金利用等）やスケール化（実証実験、プロトタイプ等）

☐ ⑤【標準化】 国際標準化や国際ルール/デファクトへの対応、国内ルール・システムの構築や変更

☐ ⑥【公共化】 高度に公共的なものやサービス、公共部門のイノベーション、公共の担い手の拡大等

☐ ⑦【経営】 ビジネスモデルやビジネス慣行の転換

☐ ⑧【社会受容】 社会受容・合意形成

☐ ⑨【社会のあり方】 文化・価値観・ライフスタイルの見直し

☐ ⑩【倫理】 倫理的課題の解決・倫理規範の見直し

☐ ⑪【連携】 分野・セクター・国境を超えた共創、融合知を生み出す新たな仕組み、政府と研究者の協働を促す仕組み、府省庁横断的取組みの拡大等

☐ ⑫【法律・規制】 法律・規制の柔軟・迅速な廃止・強化・新設、特区制度・サンドボックス制度等

☐ ⑬ その他

更新

回答ありがとうございます。次のトピックに回答いただければ幸いです。



## 付録 3 検討体制

(2024 年 11 月時点、敬称略)

### ○総合検討会

|     |        |                                                                  |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------|
| 委員長 | 梶原 ゆみ子 | 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 議員                                          |
| 委員  | 末松 誠   | 公益財団法人 実中研 所長／慶應義塾大学 名誉教授<br>(健康・医療・生命科学分科会 座長)                  |
|     | 池口 厚男  | 宇都宮大学 農学部農業環境工学科 教授<br>(農林水産・食品・バイオテクノロジー分科会 座長)                 |
|     | 藤本 博也  | 株式会社日立ハイテク事業開発本部 Lumada・ビジネスデザイン部担当部長<br>(環境・資源・エネルギー分科会 座長)     |
|     | 越塚 登   | 東京大学大学院 情報学環 教授<br>(AI・ICT・アナリティクス・サービス分科会 座長)                   |
|     | 榎 学    | 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授<br>(マテリアル・デバイス・プロセス分科会 座長)           |
|     | 饗庭 伸   | 東京都立大学 都市環境科学研究科 教授<br>(都市・建築・土木・交通分科会 座長)                       |
|     | 雨宮 慶幸  | 公益財団法人 高輝度光科学研究センター 理事長<br>(宇宙・海洋・地球・科学基盤分科会 座長)                 |
|     | 小林 傳司  | 国立研究開発法人 科学技術振興機構 社会技術研究開発センター長／<br>大阪大学 名誉教授<br>(横断的社会課題分科会 座長) |
|     | 大山 真未  | 文部科学省科学技術・学術政策研究所長 *2023 年度のみ(所属は当時)                             |
|     | 千原 由幸  | 文部科学省科学技術・学術政策研究所長 *2024 年度のみ                                    |

### ○分野別分科会

#### 1. 健康・医療・生命科学分科会

|    |        |                                                 |
|----|--------|-------------------------------------------------|
| 座長 | 末松 誠   | (公財) 実中研 所長／慶應義塾大学 名誉教授                         |
| 委員 | 浅井 篤   | 東北大学 大学院医学系研究科 公衆衛生学専攻 公共健康医学講座<br>(医療倫理学分野) 教授 |
|    | 小川 美香子 | 北海道大学大学院薬学研究院 生体分析化学研究室 教授                      |
|    | 加藤 忠史  | 順天堂大学精神医学講座 主任教授                                |
|    | 川上 英良  | 千葉大学 国際高等研究基幹／大学院医学研究院 教授                       |
|    | 小林 英津子 | 東京大学大学院工学研究科 教授                                 |

|        |                                               |
|--------|-----------------------------------------------|
| 佐久間 一郎 | 東京大学大学院工学研究科 教授<br>附属医療福祉工学開発評価研究センター 教授      |
| 城村 由和  | 金沢大学がん進展制御研究所 がん・老化生物学研究分野 教授                 |
| 菅原 えりさ | 東京医療保健大学大学院医療保健学研究科感染制御学 教授                   |
| 知場 伸介  | (国研)日本医療研究開発機構 科学技術顧問                         |
| 山縣 然太郎 | 山梨大学大学院 総合研究部附属出生コホート研究センター 特任教授              |
| 山口 照英  | 金沢工業大学 加齢医工学先端技術研究所 所長                        |
| 青木 恒憲  | 長崎大学大学院 熱帯医学・グローバルヘルス研究科 教授 *2023 年度のみ(所属は当時) |

## 2. 農林水産・食品・バイオテクノロジー分科会

|          |                                                                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| 座長 池口 厚男 | 宇都宮大学 農学部農業環境工学科 教授                                               |
| 委員 井上 吉雄 | 東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物環境工学専攻                                        |
| 久保山 裕史   | (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 東北支所 産官学民連携推進調整監                            |
| 香坂 玲     | 東京大学大学院 農学生命科学研究科 森林科学専攻・教授                                       |
| 竹内 昌治    | 東京大学大学院 情報理工学系研究科・教授                                              |
| 羽鹿 牧太    | 株式会社クボタ 農機国内営業本部 担い手戦略推進室 技術顧問                                    |
| 濱田 奈保子   | 東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門・教授                                          |
| 原 太一     | 早稲田大学 人間科学学術院 人間科学部 教授                                            |
| 松田 陽介    | 三重大学 生物資源学研究科 教授                                                  |
| 森田 敏     | (国研)農業・食品産業技術総合研究機構 本部総括執行役<br>兼 NARO 開発戦略センター長 *2023 年度のみ(所属は当時) |
| 横地 洋     | (国研)農業・食品産業技術総合研究機構 本部総括執行役<br>*2024 年度のみ                         |
| 山口 富子    | 国際基督教大学 教養学部・教授(社会学) 教養学部副部長                                      |
| 山下 伸也    | 株式会社ニッスイ 取締役(常務執行役員)ファインケミカル事業執行<br>R&D 部門管掌                      |

## 3. 環境・資源・エネルギー分科会

|          |                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------|
| 座長 藤本 博也 | 株式会社日立ハイテク 事業開発本部 Lumada・ビジネスデザイン部担当部長              |
| 委員 入江 一友 | 一般財団法人 アジア太平洋エネルギー研究センター 所長／一般財団法人日本エネルギー経済研究所 常務理事 |
| 沖 大幹     | 東京大学総長特別参与 工学系研究科教授                                 |
| 小野田 弘士   | 早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科 教授                              |
| 塩竈 秀夫    | (国研)国立環境研究所 地球システムリスク解析室長                           |
| 藤井 光     | 秋田大学大学院 国際資源学研究科 資源開発環境学専攻 教授                       |

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 藤井 康正 | 東京大学大学院 工学系研究科 原子力国際専攻 教授                 |
| 藤野 純一 | 公益財団法人地球環境戦略研究機関 プログラムディレクター              |
| 前田 征児 | ENEOS 株式会社 水素事業推進部 主幹                     |
| 矢島 健史 | 東京電力ホールディングス株式会社 経営技術戦略研究所 技術開発部<br>主幹研究員 |

#### 4. AI・ICT・アナリティクス・サービス分科会

|          |                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 座長 越塚 登  | 東京大学大学院 情報学環 教授                                                          |
| 委員 稲邑 哲也 | 玉川大学 脳科学研究所 先端知能・ロボット研究センター 教授                                           |
| 尾形 哲也    | 早稲田大学 AI ロボット研究所 所長                                                      |
| 後藤 厚宏    | 情報セキュリティ大学院大学 学長                                                         |
| 七丈 直弘    | 一橋大学 ソーシャル・データサイエンス学部 教授                                                 |
| 鈴木 達也    | 名古屋大学モビリティ社会研究所 先進ビークル研究部門長                                              |
| 田中 圭介    | 東京工業大学 情報理工学院 教授                                                         |
| 谷川 民生    | (国研)産業技術総合研究所 インダストリアル CPS 研究センター長                                       |
| 中尾 彰宏    | 東京大学大学院 工学系研究科 教授                                                        |
| 野波 健蔵    | (一財)先端ロボティクス財団 理事長                                                       |
| 橋田 浩一    | (国研)理化学研究所 革新知能統合研究センター 社会における人工知能<br>研究グループ グループディレクター 分散型ビッグデータチームリーダー |
| 本村 陽一    | 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 首席研究員                                               |
| 松原 仁     | 京都橘大学 工学部 情報工学科 教授                                                       |

#### 5. マテリアル・デバイス・プロセス分科会

|          |                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------|
| 座長 榎 学   | 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授                              |
| 委員 石川 耀弓 | 株式会社ダヴィンチ・ブレインズ 代表取締役社長                                  |
| 伊藤 耕三    | 東京大学 本部特別教授室 特別教授                                        |
| 伊坪 徳宏    | 早稲田大学 創造理工学部 環境資源工学科 教授                                  |
| 太田 裕之    | (国研)産業技術総合研究所 先端半導体研究センター<br>300mm プロセッシングプラットフォーム研究チーム長 |
| 岸本 康夫    | JFE スチール スチール研究所 研究技監                                    |
| 久保 百司    | 東北大学 金属材料研究所 教授                                          |
| 高井 まどか   | 東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 教授                          |
| 高見 知秀    | 工学院大学 教育推進機構 基礎・教養科 教授                                   |
| 竹中 毅     | (国研)産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 副研究センター長                        |
| 田辺 稔貴    | 豊田中央研究所 エマージングエネルギー研究部門 部門長                              |
| 新野 俊樹    | 東京大学 生産技術研究所 教授                                          |
| 根本 香絵    | 沖縄科学技術大学院大学 量子情報科学・技術ユニット 教授                             |

吉本 尚起      日立製作所 研究開発グループ脱炭素エネルギーイノベーションセンター  
主管研究員

#### 6. 都市・建築・土木・交通分科会

座長 饗庭 伸      東京都立大学 都市環境科学研究科 教授  
委員 臼田 裕一郎      (国研)防災科学技術研究所 防災情報研究部門 部門長  
腰原 幹雄      東京大学 生産技術研究所 教授  
佐藤 大樹      大成建設株式会社 技術センター イノベーション戦略部技術開発戦略室  
長山 智則      東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 教授  
平岡 敏洋      日本自動車研究所 新モビリティ研究部 主席研究員  
福田 敬大      国土技術政策総合研究所 研究総務官 \*2023 年度のみ(所属は当時)  
宮武 晃司      国土技術政策総合研究所 研究総務官 \*2024 年度のみ  
水上 直樹      (公財)鉄道総合技術研究所 人間科学研究部長  
村上 哲      (国研)宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 航空システム研究ユニット  
参与  
矢野 裕児      流通経済大学 流通情報学部 教授

#### 7. 宇宙・海洋・地球・科学基盤分科会

座長 雨宮 慶幸      (公財)高輝度光科学研究センター 理事長  
委員 伊藤 伸泰      (国研)理化学研究所計算科学研究センター  
離散事象シミュレーション研究チームリーダー  
上原 貞治      高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 功労職員  
柴山 充弘      (一財)総合科学研究機構(CROSS)中性子科学センター センター長  
鈴木 裕介      (国研)宇宙航空研究開発機構 理事補佐／統括チーフエンジニア  
三好 崇之      (国研)防災科学技術研究所 地震津波火山ネットワークセンター主任研究  
員  
矢代 航      東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター 教授  
横山 利彦      自然科学研究機構 分子科学研究所 物質分子科学研究領域  
電子構造研究部門 教授  
吉田 弘      (国研)海洋研究開発機構 地球環境部門北極環境変動総合研究センター  
北極観測技術開発グループリーダー  
渡部 貴宏      (公財)高輝度光科学研究センター 光源基盤部門 主席研究員

#### 8. 横断的社会課題分科会

|    |        |                                                                  |
|----|--------|------------------------------------------------------------------|
| 座長 | 小林 傳司  | (国研)科学技術振興機構社会技術研究開発センター長／大阪大学<br>名誉教授                           |
| 委員 | 上田 洋平  | 滋賀県立大学地域共生センター 講師                                                |
|    | 梅澤 敦   | 福岡教育大学 副学長                                                       |
|    | 大屋 雄裕  | 慶應義塾大学法学部 教授                                                     |
|    | 小川 さやか | 立命館大学大学院 先端総合学術研究科 教授                                            |
|    | 重藤 さわ子 | 事業構想大学院大学 教授                                                     |
|    | 中村 怜詞  | 島根大学大学教育センター 准教授                                                 |
|    | 服部 篤子  | 同志社大学大学院総合政策科学研究科 客員教授                                           |
|    | 廣井 良典  | 京都大学 人と社会の未来研究院 教授                                               |
|    | 古屋 星斗  | リクルートワークス研究所 主任研究員                                               |
|    | 本多 達也  | 富士通株式会社コンバージングテクノロジー研究所<br>ソーシャルテクノロジー社会実装推進室 Antenna プロジェクトリーダー |
|    | 溝端 佐登史 | 京都大学 学際融合教育研究推進センター／経済研究所 特任教授                                   |
|    | 村上 祐子  | 立教大学大学院人工知能科学研究科 教授                                              |
|    | 堂目 卓生  | 大阪大学大学院 経済学研究科 教授 *2023 年度のみ(所属は当時)                              |

## 付録4 これまでの調査実施状況

注1:技術開発をとりまく周辺事項に関する設問にてアンケートを実施

注2:個別技術開発課題に関する課題にてアンケートを実施

|       | 調査の対象                                                                                                                                           | 予測<br>期間             | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                             | 課題(トピック)<br>数                                                | アンケートの実施時期 |                |                 | アンケートの回収状況  |             |            |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|----------------|-----------------|-------------|-------------|------------|
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              | 回数         | 発送日            | 締切日             | 対象者<br>(人)  | 回収数<br>(人)  | 回収率<br>(%) |
| 第1回調査 | ①社会開発(生活の向上(衣・食・住)、レジャー、都市開発、交通機関の向上、公害・災害の防止、教育の向上、②情報、③医療保健、④食糧農業、⑤工業・資源(宇宙開発、海洋開発、エネルギー開発、資源開発、鉱工業の高度化、新材料の開発))                              | 2000年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>アンケート対象者に仮の設問を掲示して、それに関連した課題を発掘してもらう。<br><br>(2)アンケート対象者の選定<br>ゼネラリスト及びスペシャリストを対象とし、第1回アンケートを実施<br>(3)アンケートの実施<br>課題発掘のため1回目アンケートを実施し、そこで設定した課題について、重要度の評価や実現時期の予測等を行うため2回の繰り返しアンケートを実施した。                                                                                | 課題発掘のためのアンケート調査<br>課題数49<br><br>個別技術開発課題に関する設問<br>課題数644     | 1回目        | 1970年<br>9月18日 | 1970年<br>10月15日 | 2,414       | 1,863       | 77%        |
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              | 2回目        | 1971年<br>1月18日 | 1971年<br>1月30日  | 4,100       | 3,108       | 76%        |
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              | 3回目        | 1971年<br>3月5日  | 1971年<br>3月23日  | 3,108       | 2,482       | 80%        |
| 第2回調査 | ①資源・エネルギー(食料資源、森林資源、水資源、エネルギー)、②環境・安全(環境、安全)、③家庭生活・教育(家庭生活、余暇、教育)、④健康(保健・医療、労働)、⑤国土利用(輸送、情報、建設)、⑥工業生産、⑦先導的・基盤的科学技术(宇宙開発、海洋開発、ライフサイエンス、ソフトサイエンス) | 2005年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>技術予測検討会及び分科会において設定した。<br>(2)アンケートの対象者の選定<br>ゼネラリスト及びスペシャリスト<br>(3)アンケートの実施<br>ゼネラリストに対しては「技術開発をとりまく周辺事項に関する設問」及び「個別技術開発課題に関する設問」について、スペシャリストに対しては、「個別技術開発に関する設問」について、2回の繰り返しアンケートを実施した。なお、アンケート対象者に対して課題の設定及び設問に関する視点を明確にするため、当該分野における現状、問題点、今後の展望等を明示したシナリオ及び関連樹木図を提示した。 | 技術開発をとりまく周辺事項に関する設問<br>設問数87<br><br>個別技術開発課題に関する設問<br>課題数656 | 1回目        | 1976年<br>3月6日  | 1976年<br>3月19日  | 注1<br>1,037 | 注1<br>720   | 注1<br>69%  |
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |            |                |                 | 注2<br>2,239 | 注2<br>1,576 | 注2<br>70%  |
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              | 2回目        | 1976年<br>6月14日 | 1976年<br>6月30日  | 注1<br>720   | 注1<br>606   | 注1<br>84%  |
|       |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |            |                |                 | 注2<br>1,576 | 注2<br>1,316 | 注2<br>84%  |

|       | 調査の対象                                                                                                          | 予測<br>期間             | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                          | 課題(トピック)<br>数            | アンケートの実施時期 |                 |                 | アンケートの回収状況 |            |            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|
|       |                                                                                                                |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          | 回数         | 発送日             | 締切日             | 対象者<br>(人) | 回収数<br>(人) | 回収率<br>(%) |
| 第3回調査 | ①エネルギー・鉱物資源・水資源、②農林・水産資源、③生活・教育、④環境・安全、⑤保健・医療、⑥ライフサイエンス、⑦都市・建築・土木、⑧交通・運輸、⑨通信・情報・エレクトロニクス、⑩宇宙、⑪海洋、⑫材料・素子、⑬生産・労働 | 2010年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の選定<br>技術予測検討会及び分科会において設定した。<br>(2)アンケートの対象者の選定<br>産・学・官等各界の自然科学分野だけでなく、人文、社会科学分野にわたる、各分野の専門家を対象とし、年齢層が広い範囲にわたるよう配慮して選出した。<br>(3)アンケートの実施<br>(1)で設定した「技術開発課題」について重要度の評価や実現時期の予測に関し、2回の繰り返しアンケートを実施した。なお、アンケートに当たっては、課題の選定及び設問に関する頂点を明確にすることより技術開発の信頼性を高めるため当該分野の「客観的背景」を提示した。 | 技術開発課題に関する設問<br>課題数800   | 1回目        | 1981年<br>12月11日 | 1981年<br>12月25日 | 2,242      | 1,962      | 88%        |
|       |                                                                                                                |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          | 2回目        | 1982年<br>7月19日  | 1982年<br>7月31日  | 1,962      | 1,727      | 88%        |
| 第4回調査 | ①物資・材料・加工、②情報・電子・ソフト、③ライフサイエンス、④宇宙、⑤海洋、⑥地球、⑦農林水産、⑧鉱物・水資源、⑨エネルギー、⑩生産・労働、⑪保健・医療、⑫生活、教育、文化、⑬運輸、⑭通信、⑮都市・建築、⑯環境、⑰安全 | 2015年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケート対象者の選定<br>産・学・官等各界の自然科学分野だけではなく、人文、社会科学分野にわたる、各分野の専門家を対象とした。<br>(3)アンケートの実施<br>(1)で設定した「技術開発課題」について重要度の評価や実現時期の予測等に関し、2回の繰り返しアンケートを実施した。                                                                                                       | 技術開発課題に関する設問<br>課題数1,071 | 1回目        | 1986年<br>6月15日  | 1986年<br>6月30日  | 3,142      | 2,487      | 79%        |
|       |                                                                                                                |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          | 2回目        | 1986年<br>11月25日 | 1986年<br>12月10日 | 2,487      | 2,007      | 81%        |
| 第5回調査 | ①材料・プロセス、②情報・エレクトロニクス、③ライフサイエンス、④宇宙、⑤素粒子、⑥海洋・地球、⑦鉱物・水資源、⑧エネルギー、⑨環境、⑩農林水産、⑪生産、⑫都市・建築・土木、⑬通信、⑭交通、⑮保健・医療、⑯社会生活    | 2020年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケートの対象者の選定<br>産・学・官等各界の各分野の専門家を対象とした。<br>(3)アンケートの実施<br>(1)で設定した「技術開発課題」について重要度の評価や実現時期の予測等に関し、2回の繰り返しアンケートを実施した。                                                                                                                                 | 技術開発課題に関する設問<br>課題数1,149 | 1回目        | 1991年<br>7月17日  | 1991年<br>8月5日   | 3,334      | 2,781      | 83%        |
|       |                                                                                                                |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          | 2回目        | 1991年<br>12月9日  | 1992年<br>1月17日  | 2,781      | 2,385      | 86%        |

|       | 調査の対象                                                                                                                                   | 予測<br>期間             | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 課題(トピック)<br>数                                                            | アンケートの実施時期 |                 |                 | アンケートの回収状況 |            |            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|
|       |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 回数         | 発送日<br>(開始日)    | 締切日             | 対象者<br>(人) | 回収数<br>(人) | 回収率<br>(%) |
| 第6回調査 | ①材料・プロセス、②エレクトロニクス、③情報、④ライフサイエンス、⑤宇宙、⑥海洋・地球、⑦資源・エネルギー、⑧環境、⑨農林水産、⑩生産・機械、⑪都市・建築・土木、⑫通信、⑬交通、⑭保健・医療・福祉                                      | 2025年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の選定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケートの対象者の選定<br>当該調査分に関して専門的な知識を有する研究開発従事者、研究管理者、あるいはこれらに相当する人を調査の対象者として選出した。<br>(3)アンケートの実施<br>(1)で設定した「技術開発課題」について重要度の評価や実現時期の予測等に関し、2回の繰り返しアンケートを実施した。                                                                                                                                                                                                              | 技術開発課題に関する設問<br>課題数1,072                                                 | 1回目        | 1996年<br>8月7日   | 1996年<br>8月26日  | 4,868      | 4,220      | 87%        |
|       |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 2回目        | 1996年<br>12月10日 | 1996年<br>12月24日 | 4,196      | 3,586      | 85%        |
| 第7回調査 | ①情報・通信、②エレクトロニクス、③ライフサイエンス、④保健・医療、⑤農林水産・食品、⑥海洋・地球、⑦宇宙、⑧資源・エネルギー、⑨環境、⑩材料・プロセス、⑪製造、⑫流通、⑬経営・管理、⑭都市・建築・土木、⑮交通、⑯サービス                         | 2030年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケート対象者の選定<br>当該調査分に関して専門的な知識を有する研究開発従事者、研究管理者、あるいはこれらに相当する人を調査の対象者として選出した。<br>(3)アンケートの実施<br>(1)で設定した「技術開発課題」について重要度の評価や実現時期の予測、全分野共通に「我が国の重点科学技術分野」を問う設問、30年後の世界や日本の状況を問う分野固有の設問(5分野のみ)を設けて、2回の繰り返しアンケートを実施した。                                                                                                                                                      | 技術開発課題に関する設問<br>課題数1,065<br><br>重点科学技術分野に関する設問<br>設問数 2                  | 1回目        | 2000年<br>8月7日   | 2000年<br>8月31日  | 4,448      | 3,813      | 86%        |
|       |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 2回目        | 2000年<br>12月5日  | 2000年<br>12月27日 | 3,809      | 3,106      | 82%        |
| 第8回調査 | ①情報・通信、<br>②エレクトロニクス<br>③ライフサイエンス<br>④保健・医療・福祉<br>⑤農林水産・食品<br>⑥フロンティア<br>⑦エネルギー・資源<br>⑧環境<br>⑨材料・プロセス<br>⑩製造<br>⑪産業基盤<br>⑫社会基盤<br>⑬社会技術 | 2035年<br>までの<br>30年間 | (1)課題の設定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケート対象者の選定<br>当該調査分野に関して専門的な知識を有する研究開発従事者、研究管理者、あるいはこれらに相当する人を調査の対象者として選出した。<br>(3)アンケートの実施<br>分野・領域・予測課題という階層構造を前提として調査対象として領域を導入した。領域については、現時点および中期的な効果、現在および5年後の日本の研究開発水準を問う設問を設けた。個別課題については、技術的实现時期と社会的適用時期の2つの実現時期、それぞれにおける政府の関与等を問う質問を設けた。また、全分野共通に「我が国の科学技術分野の展開」を問う設問、30年後の社会の予測を問う分野固有の設問を設けて、2回の繰り返しアンケートを実施した。なお、回答分野以外の分野の領域について、効果等の評価アンケートを繰り返さず1回実施した。 | 技術開発課題に関する設問<br>課題数 858<br><br>領域に関する設問<br>設問数 4<br><br>全分野共通設問<br>設問数 2 | 1回目        | 2004年<br>9月24日  | 2004年<br>10月18日 | 4,219      | 2,659      | 63%        |
|       |                                                                                                                                         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                          | 2回目        | 2004年<br>12月2日  | 2005年<br>1月5日   | 2,659      | 2,239      | 84%        |



|                       | 調査の対象                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 予測<br>期間               | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 課題(トピック)<br>数                                    | アンケートの実施時期 |                     |                     | アンケートの回収状況 |            |            |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|------------|------------|------------|
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                  | 回数         | 発送日<br>(開始日)        | 締切日                 | 対象者<br>(人) | 回収数<br>(人) | 回収率<br>(%) |
| 第<br>9<br>回<br>調<br>査 | No.1～No.12 分科会<br><br>※各分科会の視点は下記のとおり。<br>①ユビキタス社会に、電子・通信・ナノテクノロジーを生かす、②情報処理をメディアやコンテンツまで拡大して議論、③バイオとナノテクノロジーを人類貢献へ繋げる、④ITなどを駆使して医療技術を国民の健康な生活へ繋げる、⑤宇宙・地球のダイナミズムを理解し、人類の活動領域を拡大する科学技術、⑥多彩なエネルギー技術変革を起こす、⑦水・食料・鉱物などあらゆる種類の必要資源を扱う、⑧環境を保全し持続可能な循環型社会を形成する技術、⑨物質、材料、ナノシステム、加工、計測などの基盤技術、⑩産業・社会の発展と科学技術全般を総合的に支える製造技術、⑪科学技術の進展によりマネジメント強化すべき対象全般、⑫生活基盤・産業基盤を支えるインフラ技術群 | 2040 年<br>までの<br>30 年間 | (1)課題の設定<br>分科会において設定した。<br>(2)アンケート対象者の選定<br>当該調査分に関して専門的な知識を有する研究開発従事者、研究管理者、あるいはこれらに相当する人を調査の対象者として選出した。<br>(3)アンケートの実施<br>分科会(学際性を加味した話題別分野)・区分・予測課題という階層構造を前提として調査対象として領域を導入した。<br><br>個別課題については、技術の実現時期と社会的実現時期の 2 つの実現時期、それぞれにおける実現を牽引するセクターを問う質問を設けた。<br>なお、区分については、予測課題に関する設問後、将来の世界的課題・国民的課題の解決となる区分、区分における重点的に取り組むべき研究開発テーマ、区分を発展させる上で国際関係のあるべき姿、関係強化国、政府が重点的に取り組むべき事項、地球環境問題対応・持続的発展の両立に向けた研究開発テーマ等を問う設問を設けた。<br><br>技術開発課題に関する質問及び区分に関する質問について、2回の繰り返しアンケートを実施した。 | 技術開発課題に関する設問<br>課題数 832<br><br>区分に関する設問<br>設問数 5 | 1回目        | 2009 年<br>10 月 17 日 | 2009 年<br>12 月 18 日 | 3,992      | 3,337      | 84%        |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                  | 2回目        | 2010 年<br>1 月 30 日  | 2010 年<br>2 月 19 日  | 3,331      | 2,900      | 87%        |

|                        | 調査の対象                                                                                                                         | 予測<br>期間               | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 課題(トピック)<br>数           | アンケートの実施時期 |                   |                    | アンケートの回収状況 |            |            |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|-------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|                        |                                                                                                                               |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         | 回数         | 発送日<br>(開始日)      | 締切日                | 対象者<br>(人) | 回収数<br>(人) | 回収率<br>(%) |
| 第<br>10<br>回<br>調<br>査 | ①ICT・アナリティクス、<br>②健康・医療・生命科学<br>③農林水産・食品・バイオテクノロジー<br>④宇宙・海洋・地球・科学基盤<br>⑤環境・資源・エネルギー<br>⑥マテリアル・デバイス・プロセス<br>⑦社会基盤<br>⑧サービス化社会 | 2050 年<br>までの<br>35 年間 | <p>(1)トピックの設定<br/>分科会において設定した。必要に応じワーキンググループを設けて事前検討を行い、分科会に提供した。</p> <p>(2)アンケート対象者の選定<br/>調査分野に関して専門的な知識を有する者が所属すると考えられる学協会等を分科会が抽出、180 程度の学協会等に対し、会員等への周知を依頼した。協力の意志のある会員等が、専用サイトで回答協力者登録を行うことにより、回答者群を確定させた。</p> <p>(3)アンケートの実施<br/>専用サイトを開設し、ウェブアンケートを実施した。分野・細目・科学技術トピックという階層構造を設けた。アンケートページは、細目単位で構成され、回答者が分野と細目を選択すると、トピックと質問が順番に表示された。回答者は、回答する分野を登録時に申請しているが、すべての分野及び細目を選択して回答することができた。</p> <p>科学技術トピックについては、研究開発特性(重要度、国際競争力、不確実性、非連続性、倫理性)、技術的実現の可能性及び実現予測時期、技術的実現のための重点施策、社会実装の可能性及び実装予測時期、社会実装のための重点施策を問う質問を設けた。</p> <p>2 回繰り返しのアンケートを実施したが、1 回目の結果を最終結果とした(2 回目結果は参考値)。</p> | 科学技術トピックに関する設問トピック数 932 | 1回目        | 2014 年<br>9 月 1 日 | 2014 年<br>9 月 30 日 | 5,237      | 4,309      |            |

|                        | 調査の対象                                                                                                                        | 予測<br>期間               | アンケートの進め方                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 課題(トピック)<br>数               | アンケートの実施時期 |                    |                    | アンケートの回収状況 |            |            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|                        |                                                                                                                              |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             | 回数         | 発送日<br>(開始日)       | 締切日                | 対象者<br>(人) | 回収数<br>(人) | 回収率<br>(%) |
| 第<br>11<br>回<br>調<br>査 | ①健康・医療・生命科学<br>②農林水産・食品・バイオテクノロジー<br>③環境・資源・エネルギー<br>④ICT・アナリティクス・サービス<br>⑤マテリアル・デバイス・プロセス<br>⑥都市・建築・土木・交通<br>⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤 | 2050 年<br>までの<br>30 年間 | (1)トピックの設定<br>ホライズンズキャンニングの結果等も踏まえ、分科会において設定した。必要に応じワーキンググループを設けて事前検討を行い、分科会に提供した。<br>(2)アンケート対象者の選定<br>調査分野に関して専門的な知識を有する者が所属すると考えられる学協会等を分科会が抽出、90 程度の学協会等に対し、会員等への周知を依頼した。あわせて、研究者データベース、学術団体ネットワーク、企業団体等に対して登録者・会員等への周知を依頼した。<br>(3)アンケートの実施<br>専用サイトを開設し、ウェブアンケートを実施した。分野・細目・科学技術トピックという階層構造を設けた。アンケートページは、細目単位で構成され、回答者が分野と細目を選択すると、トピックと質問が順番に表示された。回答者は、自身の専門性に応じて任意にトピックを選択して回答した。<br><br>科学技術トピックについては、重要度、国際競争力、科学技術的/社会的実現予測時期、科学技術的/社会的実現に向けた政策手段を問う質問を設けた。<br><br>科学技術トピックに関する設問について、2 回の繰り返しアンケートを実施した。 | 科学技術トピックに関する設問<br>トピック数 702 | 1回目        | 2019 年<br>2 月 20 日 | 2019 年<br>3 月 25 日 | —          | 6,697      | —          |
|                        |                                                                                                                              |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             | 2回目        | 2019 年<br>5 月 16 日 | 2019 年<br>6 月 14 日 | 6,697      | 5,352      | 80%        |

(白紙)

## 調査研究体制

### [調査実施・企画]

文部科学省科学技術・学術政策研究所 科学技術予測・政策基盤調査研究センター

#### <総括、報告書とりまとめ>

伊藤 裕子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 主任研究官 [全体統括]  
黒木優太郎 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 上席研究官  
横尾 淑子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 専門職

#### <分野担当>

伊藤 裕子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 主任研究官  
[健康・医療・生命科学分野]、[分野全般]  
小倉 康弘 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 主任研究官  
[農林水産・食品・バイオテクノロジー分野]、[環境・資源・エネルギー分野]  
浦島 邦子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 上席研究官  
[環境・資源・エネルギー分野] (2024 年 2 月まで)  
鎌田 久美 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 研究員  
[AI・ICT・アナリティクス・サービス分野] (2024 年 8 月まで)  
蒲生 秀典 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 特別研究員  
[マテリアル・デバイス・プロセス分野]  
黒木優太郎 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 上席研究官  
[都市・建築・土木・交通分野]、[AI・ICT・アナリティクス・サービス分野]  
横尾 淑子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 専門職  
[宇宙・海洋・地球・科学基盤分野]  
岡村 麻子 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 主任研究官  
[横断的社会課題分野]

#### <アンケート・システム設計>

黒木優太郎 科学技術予測・政策基盤調査研究センター 上席研究官

### [調査委託]

公益財団法人未来工学研究所

大竹 裕之 政策調査分析センター 主任研究員  
依田 達郎 政策調査分析センター 主席研究員  
三重野覚太郎 政策調査分析センター 主席研究員  
野呂 高樹 政策調査分析センター 主任研究員  
田原敬一郎 政策調査分析センター 主任研究員

|       |            |       |
|-------|------------|-------|
| 山本 智史 | 政策調査分析センター | 主任研究員 |
| 安藤 二香 | 政策調査分析センター | 主任研究員 |
| 太田 与洋 |            | 研究参与  |
| 板垣 真吾 |            | 客員研究員 |

調査資料-346

第 12 回科学技術予測調査 科学技術等の中長期的な将来予測に関するアンケート調査  
(デルファイ調査)

2025 年 5 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所  
科学技術予測・政策基盤調査研究センター

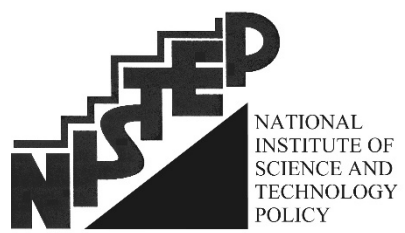
〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第 7 号館 東館 16 階  
TEL: 03-3581-0605

12<sup>th</sup> S&T Foresight 2025: Delphi Survey

May 2025

Center for S&T Foresight and Indicators  
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)  
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/rm346>



<https://www.nistep.go.jp>