

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの
専門家ワークショップによる
研究開発領域抽出

Extraction of R&D area by workshop of think tank
related to science, technology and innovation policy

2020 年 9 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

黒木優太郎 赤池伸一

【調査研究体制】

黒木 優太郎	科学技術予測センター 研究官
赤池 伸一	上席フェロー

【Authors】

KUROGI Yutaro	Research Fellow, Science and Technology Foresight Center National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
AKAIKE Shinichi	Senior Fellow, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

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.

黒木優太郎 赤池伸一, 「科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの専門家ワークショップによる研究開発領域抽出」, *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.299, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <http://doi.org/10.15108/rm299>

KUROGI Yutaro, AKAIKE Shinichi, “Extraction of R&D area by workshop of think tank related to science, technology and innovation policy,” *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.299, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <http://doi.org/10.15108/rm299>

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの専門家ワークショップによる研究開発領域抽出

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

黒木優太郎 赤池伸一

要旨

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクは多数存在しており、これらのシンクタンクのこれまで以上の連携が望まれている。また、昨今は科学技術領域そのものだけでなく、その社会との関わりの検討も求められている。そこで、科学技術・学術政策研究所、国立研究開発法人科学技術振興機構、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構を中心に科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等をワークショップ形式で検討した。

ワークショップでは、各シンクタンクが示す重要テーマを事前に抽出し、自然言語処理等で整理したものを検討材料に用いた。重要テーマとなる仮領域を設定し、それぞれに、コアとなる科学技術や社会実装上のボトルネック等の検討を行った結果、4 つ重要領域が得られた。

Extraction of R&D area by workshop with think tank related to science, technology and innovation policy

KUROGI Yutaro and AKAIKE Shinichi

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

There are many think tanks related to science and technology innovation policy, and more cooperation among these think tanks has been desired. In addition, not only the field of science and technology itself but also its relationship with society has been examined these days. Therefore, experts gathered from think tanks related to science and technology innovation policy centering on National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), Japan Science and Technology Agency (JST), and New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) to discuss important science and technology and necessary systems at the workshop.

At the workshop, the important themes indicated by each think tank were extracted in advance, and the ones that were clustered by AI were used. Four temporary areas were set, and the core science and technology and bottlenecks in social implementation were examined. As a result, four important science and technology areas were obtained.

目次

概要	i
----------	---

本編

1. はじめに.....	1
1.1. 検討の背景	1
1.2. シンクタンクの定義.....	1
1.3. 科学技術イノベーションと社会の関係	2
1.4. 本検討の位置づけ	3
2. 検討体制	4
3. 検討手順	6
3.1. 科学技術領域の取りまとめイメージ.....	6
3.2. 検討フロー概要	7
3.3. クラスタ生成.....	8
3.4. ワークショップにおける領域検討.....	10
4. 検討結果	14
4.1. ワークショップの結果	14
4.2. まとめ	22
5. おわりに.....	29
参考文献	31

付録

付録資料 1 全重要テーマのクラスター分類結果一覧	33
付録資料 2 各重要テーマの概説一覧	37
付録資料 3 フォーサイトシンポジウムプログラム	45
付録資料 4 フォーサイトシンポジウム発表資料	46

概要

概要

1. 目的

未来の不確実性の高まりやイノベーション創発への期待を背景に、我が国においても、産学官の多くの組織で多様なフォーサイトが実施されるようになった。こうした多様なエビデンス群を俯瞰し、その組み合わせを社会課題と比較検討することは、社会課題に応じた柔軟な領域形成を検討するうえで重要であると考えられた。

そこで、科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度、課題等を検討することを試みた。

2. 検討体制

検討にあたっては、以下の体制でワークショップを実施した。オブザーバーも含めた各参加者は専門家として議論に参加し、発言に所属組織としての責任を負わないこととした。

【参加機関】

- 科学技術・学術政策研究所
- 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター

【オブザーバーとして検討に協力】

- 内閣府
- 文部科学省
- 日本学術振興会
- 政策研究大学院大学 SciREX センター
- 公益財団法人未来工学研究所*
- 株式会社三菱総合研究所*

* 科学技術基本計画フォローアップ調査を内閣府より受託

3. 検討方法

全体フローを概要図表 1 に示す。

(1) 事前準備：重要テーマの抽出とクラスターの生成

ワークショップを実施するにあたり、まず、各シンクタンクの既存資料から計 104 の重要テーマ及びそのテーマの概説に相当する文言を抽出した。その後、自然言語処理等により 104 の重要テーマから 16 のクラスターに整理した。

(2) 重要科学技術領域の検討

2019 年 10 月、各シンクタンク等から 3～5 名程度、オブザーバーを含め計 27 名の参加によるワークショップを 2 回開催し、重要科学技術領域の検討を行った。

1) 仮領域の設定(全体討論)

- ・ 16 のクラスターを組み合わせ、検討の対象となる科学技術領域を設定した。

2) 仮領域と社会課題の紐付け(グルー プワーク)

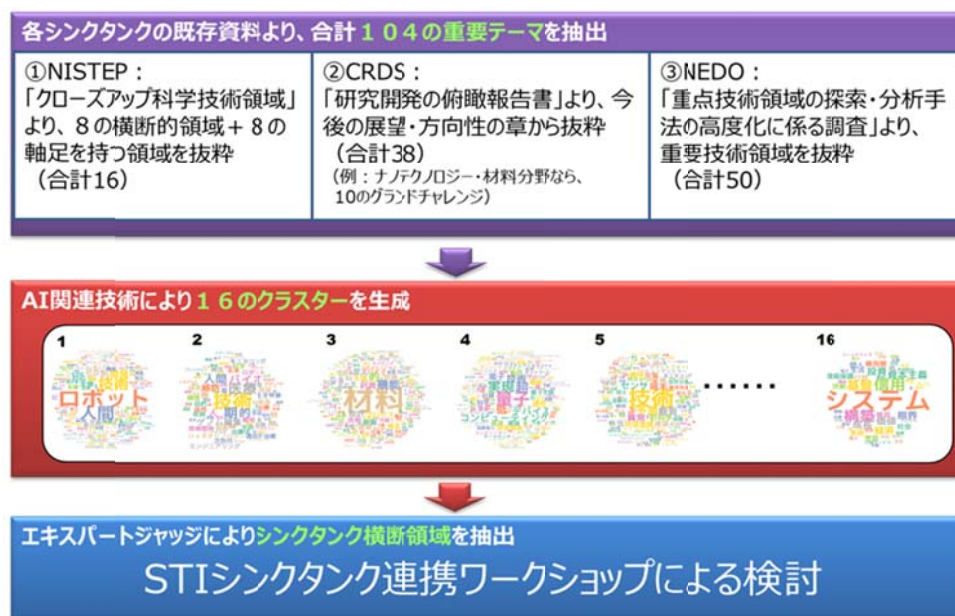
- ・ 104 の重要テーマについて、それぞれ社会課題への貢献度を評価した。
- ・ それぞれの仮領域について、構成する重要テーマの社会課題への貢献に関する評価を集計、領域全体としてどのような社会課題に貢献するかを検討した。

3) コアとなる科学技術要素と制度的課題の検討(グループワーク)

- ・ 各領域に含まれる重要テーマの中から、コアとなる重要テーマを抽出
- ・ 社会実装に向けて必要となる制度的対応等を検討

4) 領域名の設定と特徴の記述(とりまとめ)

概要図表 1 (本編図表 3-1) 検討フロー



4. 結果

検討の結果、概要図表 2 に示す 4 つの領域が得られた。

領域①: 災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術

自然災害への備えや、万が一被災した場合の復興に関する領域である。NISTEP より「自然災害に関する先進的観測・予測技術」、JST/CRDS より「異常気象と温暖化影響の関連性解明」、NEDO/TSC より「建築物・インフラ補修の完全自動化」等が重要テーマとして挙げた。

領域②: 持続的な経済と人間を守る、全脳 AI を搭載した人間調和型ロボット

完全な人間の思考を再現可能な全脳 AI と、それを搭載したロボットと人間との調和に関する領域である。NISTEP より「人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術」、JST/CRDS より「人間・機械共生」、NEDO/TSC より「人間協働型ロボット」等が重要テーマとして挙げた。

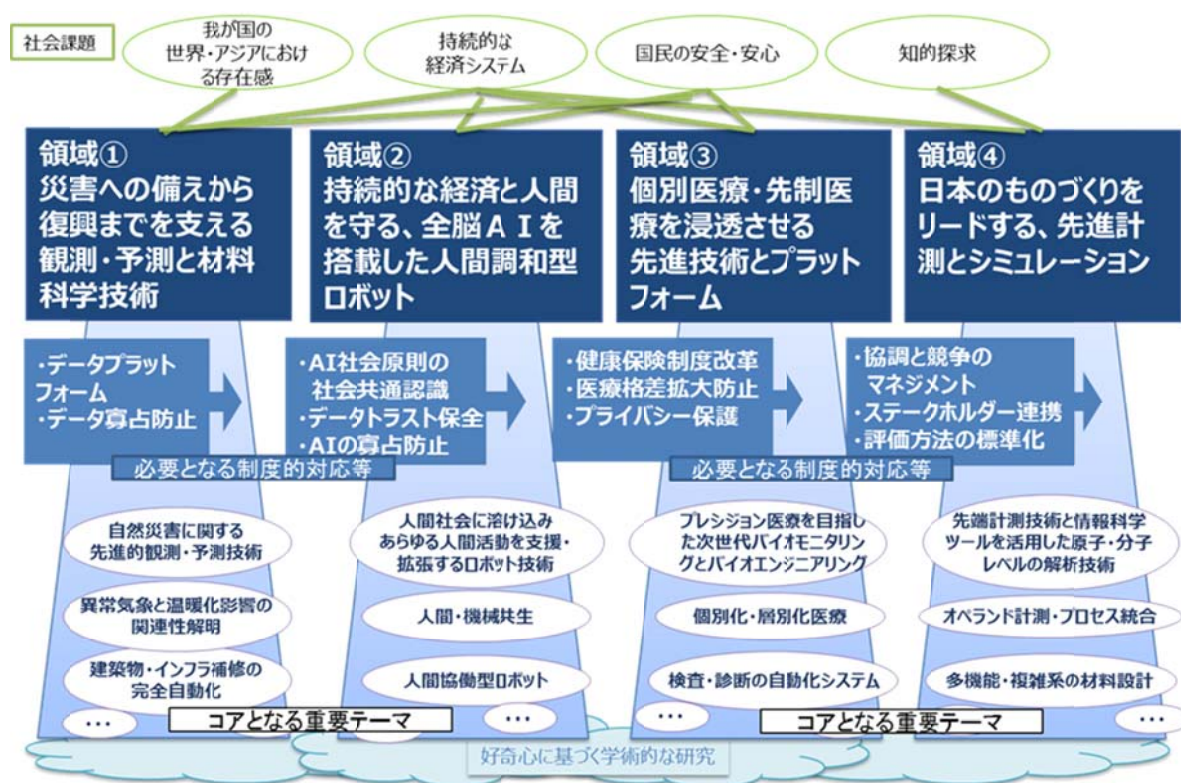
領域③：個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム

個別医療・先進医療の浸透及びそのプラットフォームに関する領域である。NISTEPより「プレジジョン医療を目指した次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング」、JST/CRDSより「個別化・層別化医療」、NEDO/TSCより「検査・診断の自動化システム」等が重要テーマとして挙げられた。

領域④：日本のものづくりをリードする、先進計測とシミュレーション

先進的な計測技術や、それを可能とする高度シミュレーション技術、及びそれらにより可能となる複雑な製造システムに関する領域である。NISTEPより「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、JST/CRDSより「オペランド計測・プロセス統合」、「多機能・複雑系の材料設計」等が重要テーマとして挙げられた。

概要図表 2（本編図表 4-12） 領域検討結果のまとめ



また、制度的対応や課題等については、各領域おおむね一貫して以下のような意見が得られた。どの領域を実現するに当たっても、データ共有や寡占防止、ELSI の対応は特に重要な課題と認識された。

(1) 寡占や格差に対する対応

- ・ IT 等のグローバル企業による独占・寡占に対する対策
- ・ 本来は格差を埋める技術であるはずの科学技術が、格差を助長しないような社会制度

(2) データの管理・利活用における信頼とインセンティブ

- ・ 公平かつ安全なデータ保有(第三者機関の活用等)
- ・ データの囲い込みの解消・共有に向けたインセンティブ

(3) 倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への具体的対応

- ・ 科学技術の社会実装における社会的なコンセンサス作りと制度化
- ・ デジタライゼーションに伴う新たなプライバシーの問題等への適正な規制

5. まとめ

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であると考えられる科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等を検討した。その結果、今後推進すべき重要科学技術領域として、以下の4領域が抽出された。

- ◇ 災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術
- ◇ 持続的な経済と人間を守る、全脳AIを搭載した人間調和型ロボット
- ◇ 個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム
- ◇ 日本のものづくりをリードする、先進的計測とシミュレーション

また、検討すべき社会課題として、共通的に以下が挙げられた。

- ◇ 寡占や格差に対する対応
- ◇ データの管理・利活用における信頼とインセンティブ
- ◇ 倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への具体的対応

検討方法としては、大きく以下の3点が明らかになった。

1) 連携の有用性

今回のワークショップによって、暗黙知も含め、各シンクタンクが共通して注目する領域が明らかになった。また、社会課題への評価も8割方一致した。従って各専門家が参集することにより、検討精度がより高まったと考えられる。

2) 社会と科学技術の関係性の把握

今回の検討では、社会課題との関連を検討した。単純な科学技術の領域化で問題になりがちな、社会実装時における社会課題との乖離が解消され、対策を練る上での課題が明確になった。ただし今回はあくまで専門家の見解の集約であるため、より多様な見解が必要となる。

3) 情報の集約

今回、各組織の資料から抽出した重要テーマを類似度に基づきクラスタリングした。自然言語処理という機械的手段によって、恣意性を下げた上で共通テーマが精度良く分類できた。

今回のワークショップを通じて確かめられた、シンクタンク連携の必要性や有効性及び留意点を踏まえて、連携の効果をより高いものとするべく検討を重ねる必要がある。

本編

1. はじめに

1.1. 検討の背景

近年、世界におけるパワーバランスの変化、地球温暖化の深刻化、AIを始めとする科学技術の急速な発展とそれに伴う社会の仕組みや人の行動様式の変化、人の価値観の変化など、社会についても科学技術についても見通しが立ちにくくなり、未来の不確実性は益々高まっている。また、新産業振興や生活の質向上につなげるため、従来の枠を超えたイノベーション創発への期待も高まっている。このような中、未来の可能性を幅広く想定して将来社会を描いた上で、今何をなすべきかを考えて戦略立案に役立てようと、我が国においても、産学官の多くの組織でフォーサイトが実施されるようになった。こうした議論においては、科学技術領域そのものだけでなく、その社会との関わりの検討も重要な要素となっている。コロナ禍を経験した現在、非連続な、そして不確実な未来に対応するための検討の重要性がより顕在化している。

各所で実施されるフォーサイトでは、それぞれの目的に応じて、将来を展望する期間、手法、調査対象などが設定され、特徴ある検討結果が得られている。科学技術・学術政策研究所では、科学技術をベースとしたフォーサイトを継続的に実施しており、2017年から11回目となる科学技術予測調査を実施した。本調査は、30年間という比較的長期間を展望していること、基盤的技術領域（マテリアルなど）から人文・社会科学も含めた学際的な領域（サービスサイエンスなど）まで広範な領域を対象としていること、多数の専門家の意見を集約していること、科学技術と社会の関係性をバックキャスト・フォーキャストの両方向から捉えていること、などの特徴を持っている。一方で、科学技術の全体像について関係性を持って俯瞰することができない、少数の先見性のある見解が見逃されるおそれがある、などの弱点がある。異なる特徴を持つフォーサイトの結果をあわせて議論することにより情報が相互補完され、より有益なものとなると考えられる。科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクは多数存在しており、これらのシンクタンクのこれまで以上の連携が期待される所以である。

1.2. シンクタンクの定義

ここでは、背景としてシンクタンクの定義や世界のシンクタンクの状況について、国際的な認識を改めて確認する。米国ペンシルバニア大学の報告「2018 Global Go To Think Tank Index Report¹⁾」によれば、2018年時点で、「シンクタンク」と呼ばれる組織は世界中で8,100を超え、アジアには1,829の、日本には128のシンクタンクが存在するとされる。ここでシンクタンクとは、公共政策の調査分析組織であり、国内及び国際的な問題に関する政策指向の調査・分析・助言等を行い、政策立案者や一般市民が、これらの情報に基づいた決定することを可能とする組織とされる。上記の報告では、シンクタンクはその運営方針や他の組織等からの独立性により、さらに図表1-1のような複数のカテゴリーに細分される。なお、このシンクタンク数については米国ペンシルバニア大学の調査によるものであり、調査実施主体が異なればその数も異なる。例えば Policy entrepreneur（直訳すると政策起業家）が主体になった調査「Open think tank directory²⁾」には、全世界2,670機関が登録されている。

図表 1-1 シンクタンクのカテゴリーと定義

カテゴリー名	定義
自律・独立	誰の関心からも独立しており、資金面でも政府から自律して運営している組織
準独立	政府からは自律的だが、利益団体、寄付者、または契約機関等にコントロールされ、資金の大半を提供する組織から大きな影響を受ける組織
政府附属	政府の正式な構造の一部である組織
準政府附属	ほぼ政府の助成金や契約からなるが、正式な政府の構造の一部ではない組織
大学附属	大学等の政策研究センター
政党附属	政党に正式に附属した組織
法人(営利目的)	企業と提携し営利目的で政策研究をする組織、または単に営利目的の運営をする組織

出典:2018 Global Go To Think Tank Index Report (2019)

上述のように、世界的にも多種多様なシンクタンクがそれぞれの役割に応じて活動している。日本でもシンクタンク元年ともいわれる 1970 年頃以降、6 度程のブームを経てシンクタンクは一定程度増え続け、現在も多種多様なシンクタンクが存在し、特に科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクについて言えば、科学技術・学術政策研究所 (National Institute of Science and Technology Policy、以下 NISTEP) だけでなく民間も含め多数存在する。これらのシンクタンクは、必要に応じてこれまで互いに連携を取りながら活動してきた。

1.3. 科学技術イノベーションと社会の関係

科学技術イノベーションと社会の関係は年々複雑化し、特に昨今はゲノム編集や AI 等、科学技術が社会を変革する事例も踏まえ、科学技術の発展に伴って生じる倫理的、法的、社会的課題 (ELSI; Ethical, Legal and Social Issues) の重要性も増している³⁾。そのため、科学技術の社会実装に当たっては、科学技術そのものだけでなく社会との関わりについても十分検討する必要がある。

科学技術政策の面で見れば、科学技術基本計画における科学技術イノベーションと社会の関係に関しては、「第6期科学技術基本計画策定に向けた科学技術社会連携委員会における検討結果(最終版)、(令和元年10月18日、科学技術社会連携委員会)」にもあるように、そのキーワードは

- 科学技術に関する国民の理解増進(第1期)
- 科学技術と社会との間の双方向のコミュニケーション(第2期)
- 研究者等と国民の対話(第3期)
- 国民の政策過程への参画(第4期)
- 様々なステークホルダーによる対話・協働による共創(第5期)

と推移してきた。さらに当該検討結果において、今後はこれらを俯瞰し多層的に捉え、科学技術イノベーションと社会との関係を深化させることが必要とされ、政策形成においては科学的知見の活用仕組みと体制等のさらなる充実を引き続き図っていく必要がある。

1.4. 本検討の位置づけ

このような状況を踏まえ、科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクがそれぞれ所有する多様なエビデンス群について俯瞰し、その組み合わせを社会課題との関連性を持って検討することは、従来の重点分野等とはまた異なる、社会課題に応じた柔軟な領域形成を検討するうえで重要であると考えられる。

そこで本検討では、科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度、課題等を抽出することを試みた。あわせて、こうした機関連携の有用性についても考察を行った。なお、検討のために実施したワークショップの概要は別途公表済みであり、本ワークショップの結果は、2019年11月6日に開催した「NISTEP フォーサイトシンポジウム」にて別途報告している。その際の資料をウェブ上に掲載しているので別途参考にされたい⁴⁾。また、本検討で得られた科学技術領域は、試行的に実施したワークショップの結果であることに留意願いたい。

2. 検討体制

検討に当たっては、オブザーバーを含め、以下の体制でワークショップを実施した。オブザーバーも含めた各参加者は専門家として議論に参加し、発言そのものに所属組織としての責任を負わないこととした。参加者を図表 2-1 に示す。本検討は、科学技術に対する一定の専門性と、その社会との関連も含め俯瞰的な検討を行うため、その両方を備えた組織から幅広い検討が可能な参加者を募った。

【参加機関】

- ・科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)
- ・国立研究開発法人科学技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency、以下 JST) 研究開発戦略センター (Center for Research and Development Strategy、以下 CRDS)
- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (New Energy and Industrial Technology Development Organization、以下 NEDO) 技術戦略研究センター (Technology Strategy Center、以下 TSC)

【オブザーバーとして検討に協力】

- ・内閣府
- ・文部科学省
- ・日本学術振興会 (Japan Society for the Promotion of Science、以下 JSPS)
- ・政策研究大学院大学 (National Graduate Institute for Policy Studies、以下 GRIPS) SciREX センター
- ・公益財団法人未来工学研究所*
- ・株式会社三菱総合研究所*

* 科学技術基本計画フォローアップ調査を内閣府より受託

図表 2-1 ワークショップ参加者一覧

ワークショップ参加者(50 音順・敬称略。所属は 2019 年 10 月 26 日当時)

氏名	所属
赤池 伸一	NISTEP
伊藤 裕子	NISTEP
上野 伸子	NEDO／TSC
梅原 千慶	JST／CRDS
鎌田 久美	NISTEP
蒲生 秀典	NISTEP
河岡 将行	NISTEP
黒木 優太郎	NISTEP
小柴 等	NISTEP

仲上 祐斗	NEDO／TSC
松村 郷史	JST／CRDS
眞子 隆志	JSTCRDS
村川 克二	JST／CRDS
村田 穰	NEDO／TSC
山本 知幸	NEDO／TSC
横尾 淑子	NISTEP
渡邊 英一郎	JST／CRDS

オブザーバー(50 音順・敬称略。所属は令和元年 10 月 26 日当時)

氏名	所属
荒木 杏奈	株式会社三菱総合研究所
伊神 正貫	NISTEP
池内 健太	GRIPS／SciREXセンター
磯谷 桂介	NISTEP
臼澤 基紀	内閣府
遠藤 悟	JSPS／学術情報分析センター
大竹 裕之	未来工学研究所
篠澤 康夫	内閣府
山野 宏太郎	株式会社三菱総合研究所
山本 智史	公益財団法人未来工学研究所

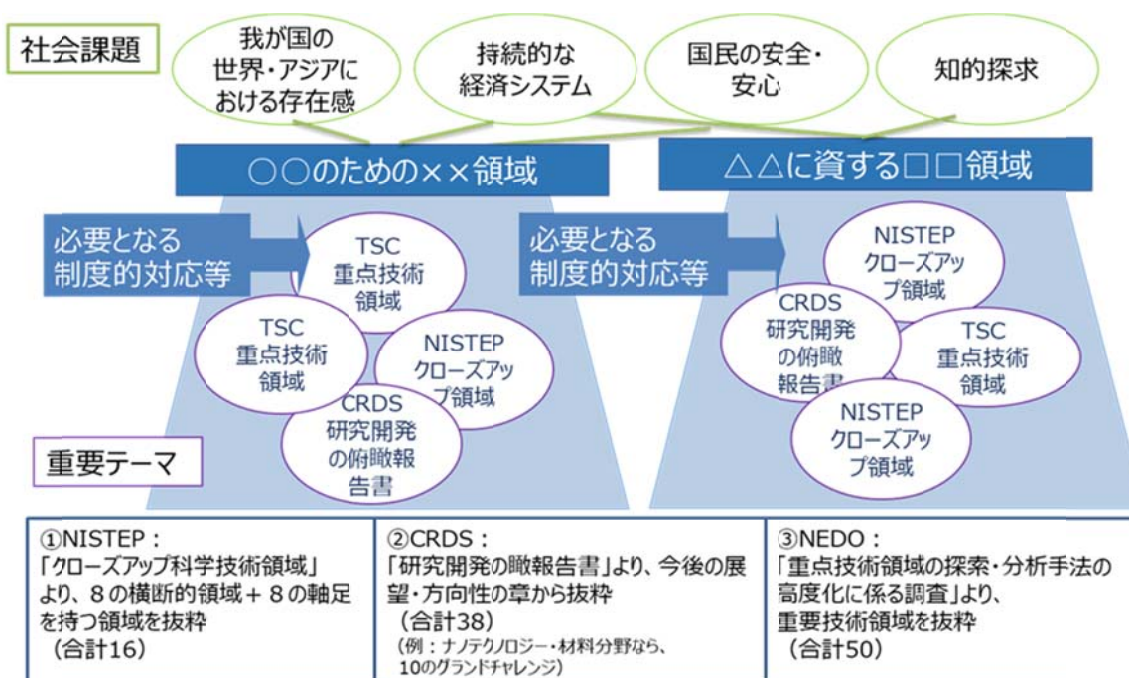
3. 検討手順

本検討では、まず各機関の調査研究結果の中から、重要テーマ(重要とされた領域、推進すべきとされた領域など)を抽出し、それらの分類・整理を行った。次いで、シンクタンク等の専門家の参加によるワークショップを開催し、重要テーマを分類・整理した結果を基に2回にわたる議論を行い、結果を科学技術領域として取りまとめた。

3.1. 科学技術領域の取りまとめイメージ

本ワークショップの目的は、先述したとおり、科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であると考えられる科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度、課題等を検討するものである。まずその科学技術領域のイメージについて図表 3-1 に示す。

図表 3-1 検討した科学技術領域のイメージ



科学技術領域を検討する際、単純に科学技術分野だけをまとめると社会との乖離が起きやすい。そのため本ワークショップでは、それぞれのシンクタンクが重要と考える科学技術テーマを単純にまとめるだけでなく、社会課題との接点についても同時に検討することとした。

まず図表下部の①～③に示す、それぞれの組織の報告書中に挙げられる重要テーマを個別の科学技術とする。ただし各テーマは既に「領域」という名称が使われている場合もあり、個別具体的な科学技術というよりは、既にある程度粒度の大きい科学技術である。①～③の粒度感や取り上げ方、名称は各組織間で様々であるが、ここでは可能な限り近い物を選び、混同を避けるために仮に「重要テーマ」と呼称した。

次に、それぞれの重要テーマを近い物でグループ化すると共に、それらがどのような社会課題

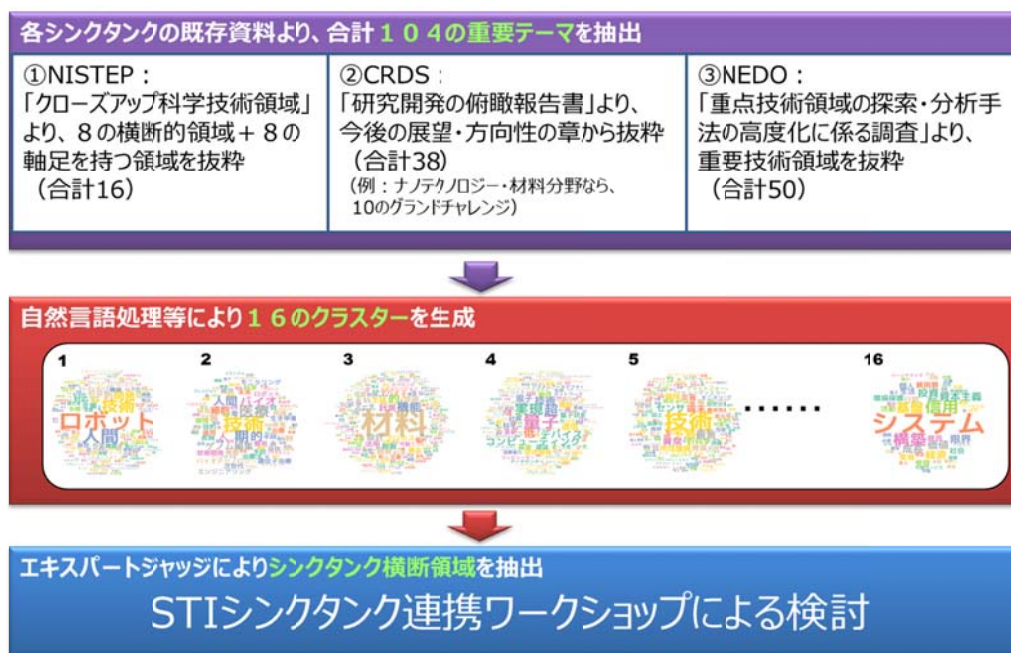
に結び付く(役立つ)かを検討し、最後にその実現に向けて必要となる制度的対応等を検討した。ここで、重要テーマを括ったものは、すなわち社会課題を解決する科学技術領域であり、本ワークショップで検討した領域である。

3.2. 検討フロー概要

検討の全体フローを図表 3-2 に示す。本検討では、ワークショップに先立って、自然言語処理等を用いて各報告書の記述を整理し、その後のワークショップによってエキスパートジャッジを用いている。これは基本的に既に NISTEP で行った「クローズアップ科学技術領域」の検討フローを踏襲している。詳細は、報告書⁵⁾を参考にされたい。

まず、各シンクタンクの既存資料より、重要テーマ及びそのテーマの概説に相当する文言を抽出した。NISTEP については、「クローズアップ科学技術領域」より、分野横断・融合のポテンシャルの高い領域(8 領域)及び特定分野に軸足を置く領域(8 領域)を対象とし、合計 16 のテーマを抜粋した。JST/CRDS については、「研究開発の俯瞰報告書」における今後の展望・方向性の章から適宜抜粋し、合計 38 のテーマを抜粋した。NEDO/TSC については、「重点技術領域の探索・分析手法の高度化に係る調査」における重要技術領域を対象とし、合計 50 のテーマを抜粋した。なお先述したとおり、各組織から抽出したテーマについては、必ずしも「重要」という言葉で特筆されているとは限らない(例えば JST/CRDS 俯瞰報告書のナノテクノロジー・材料分野であれば、「10 のグランドチャレンジ」から抜粋した)。その後、後述する自然言語処理等により 16 のクラスターを生成し、各機関の見解を含めずに 3 機関の結果を集約した。続いて、ワークショップにおいて、それらのクラスターを組み合わせる検討の対象となる科学技術領域を設定し、その科学技術的要素及び制度的課題の検討を行った。

図表 3-2 検討フロー



3.3. クラスター生成

図表 3-2 のフローにおいて前半は自然言語処理等を用いた事前整理であり、ワークショップにおいて領域を検討するにあたり、ここで事前にある程度のグルーピングを済ませた。その際のテキストデータの処理からクラスタリングまでの概要を図表 3-3 に示す。まず、以下に示す各シンクタンクにおける重要テーマに類する文言を含む報告書の内、テーマを概説するテキストデータを手作業で収集し、自然言語処理によってこれらの文章から名詞句のみを抽出した。

出典①:NISTEP(参考資料 5)

重茂浩美、蒲生秀典、小柴等 (2019)「未来につなぐクローズアップ科学技術領域—AI 関連技術とエキスパートジャッジによる抽出の試み—」, NISTEP DISCUSSION PAPER, No.172, 文部科学省科学技術・学術政策研究所. DOI: <http://doi.org/10.15108/dp172>

出典②:JST/CRDS(参考資料 6～9)

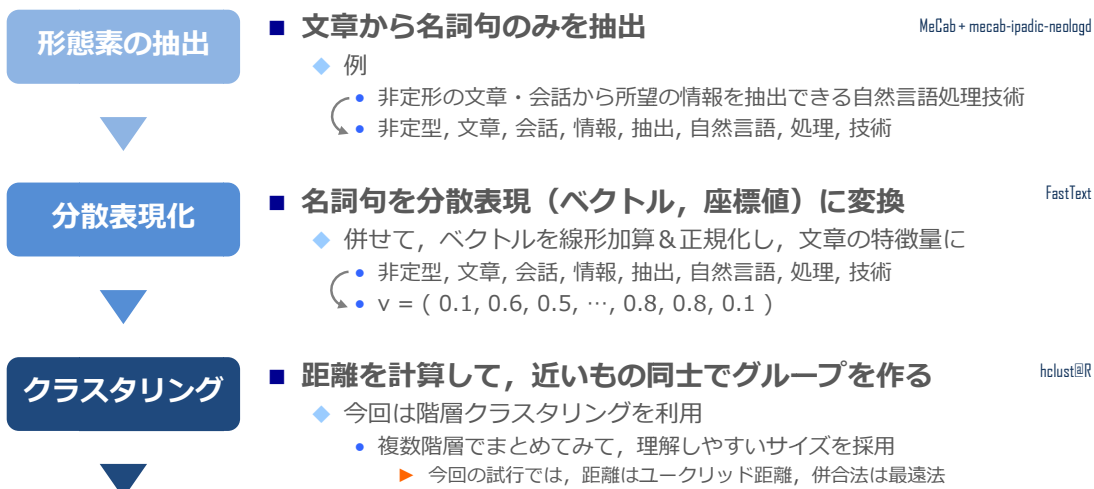
- ・研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野(2019 年)／CRDS-FY2018-FR-01
- ・研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野(2019 年)／CRDS-FY2018-FR-02
- ・研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野(2019 年)／CRDS-FY2018-FR-03
- ・研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2019 年)／CRDS-FY2018-FR-04

出典③:NEDO/TSC(参考資料 10)

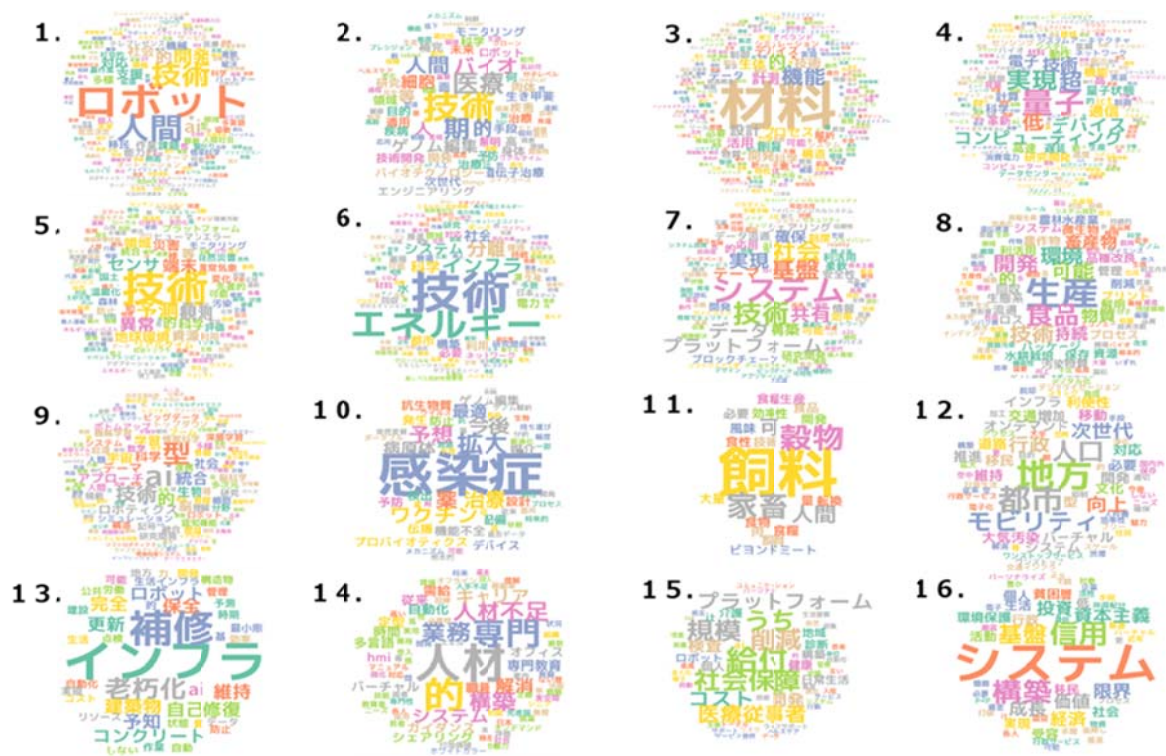
「平成 30 年度成果報告書 重点技術領域の探索・分析手法の高度化に係る調査」
(公開日 2019 年 05 月 22 日、管理番号 20190000000423)

その後、これらの名詞句を分散表現に変換した。最後に距離を計算し、類似するもの同士でクラスタリングした。クラスタリングは階層クラスタリングを利用し、今回のクラスター数は人間が目視で判断できる数、16 とした。16 のクラスターをそれぞれワードクラウドにしたものを図表 3-4 に示す。16 全てのクラスターに、どの重要テーマが分類されたかについては付録資料を参照されたい。付録資料では、クラスター数を 2、4、8、16、32、64 と設定した場合も参考に示す。

図表 3-3 クラスタリングの概要



図表 3-4 各クラスターのワードクラウド



図表 3-5 に、クラスターを構成する重要テーマの事例について示す。例えばクラスター1では、情報科学技術を中心に、AI、IoT、ロボット、VR 技術、テレプレゼンスなどが集まっている。

図表 3-5 各クラスターを構成する重要テーマの例

クラスター ID	組織	テーマ	テーマの概説
1	CRDS	意思決定・合意形成支援	多様な価値観が混在・対立し、フェイクニュースが社会問題化しつつある複雑社会において、個人・集団が主体性や納得感を持って意思決定できるような、情報科学技術を活用したより良い仕組みの実現を目指した研究開発テーマ。
1	CRDS	人間・機械共生	レベル 3 自動運転やロボティクス・プロセス・オートメーション（RPA）との協調作業など、人間と機械の協力作業にかかるシステム・情報科学技術を扱う。技術的な側面だけでなく、製造物責任法（PL 法）やソフトウェア品質標準など、法制度的な側面の課題も含まれる。
1	CRDS	RegTech	特許や法律などの文章を機械可読とすることで、テキストマイニングや機械学習を使って利用しやすくし、人間の作業を支援する技術を開発するテーマ。
1	NISTEP	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けたAI、IoT、量子コンピューティング、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象（ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ）が抱える課題を解決する科学技術領域
1	NISTEP	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	人間社会に溶け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を自然な形で支援・拡張するロボットに関する科学技術領域
1	TSC	農作業のオートメーション	世界での穀物需要は増加する一方、農業従事者の高齢化が進んでいるため、農作業を AI・ロボット等によってオートメーション化する
1	TSC	人間協働型ロボット	少子高齢化による生産年齢人口減少に伴う製造業や特定のサービス業での労働力不足、生産性の低さに対して、人と協働可能なロボットを開発することでそれらの解決を目指す
1	TSC	パーソナル承認ロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的に AI・ロボットと人間の垣根を取り払い、人間の生き甲斐を高めるための承認欲求を満たす存在となるロボットを開発する
1	TSC	動物型パートナーロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的に AI・ロボットに対する抵抗感を取り払い、人間の他者との繋がりを支えるパートナーとしてのロボットを開発する
1	TSC	多言語対応世話人ロボット	移民の視点では言語や文化の面で障害をなくすことが求められ、多言語対応可能で日常生活の様々な局面で移民を助けるロボットの開発に取り組む
1	TSC	ふるさと VR・テレプレゼンス	移民の精神的なサポートでは故郷や家族との繋がりを保持することが大切であり、場所を問わずに繋がることができる VR 技術・テレプレゼンス技術を開発する

3.4. ワークショップにおける領域検討

ワークショップの実施概要は以下の通りである。

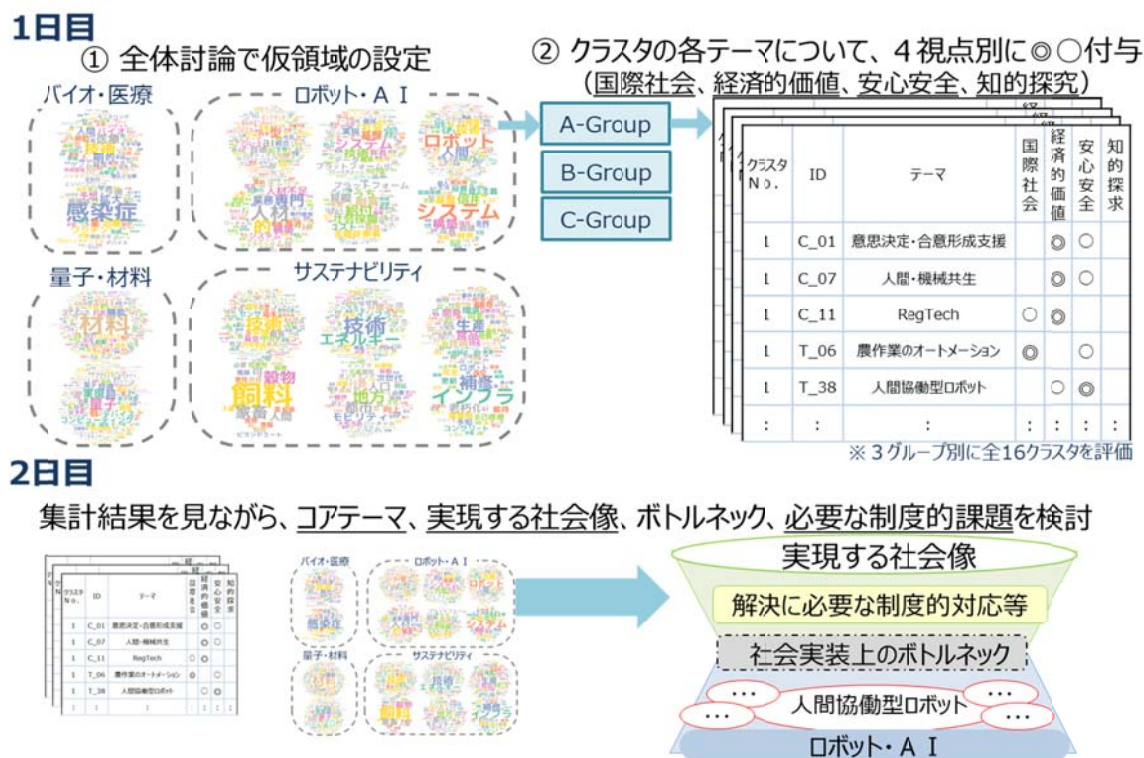
開催日時:			
第 1 回	2019 年 10 月 16 日 (水)	14:00－17:00	場所:NISTEP 会議室
第 2 回	2019 年 10 月 23 日 (水)	14:00－17:00	場所:NISTEP 会議室
参加者: 各シンクタンクから 3～5 名程度			
検討事項: 各シンクタンクが提案する骨太な社会課題や研究開発課題を出し合い、まず共通する大きな社会課題を検討し、その後に社会課題に関連する研究開発課題を検討する。			

検討手順の概要を図表 3-6 に示す。

ワークショップでは、まず、事前に生成した 16 のクラスターを基にクラスターを集約し、仮領域を設定した。次に仮領域ごとに、当該領域に含まれる重要テーマと社会課題の関連性を評価した。

あわせて、仮領域においてコアとなる科学技術（重要テーマ）及び制度的課題を検討した。最後に、仮領域の名称決めを行った。手順の詳細を以下に記す。

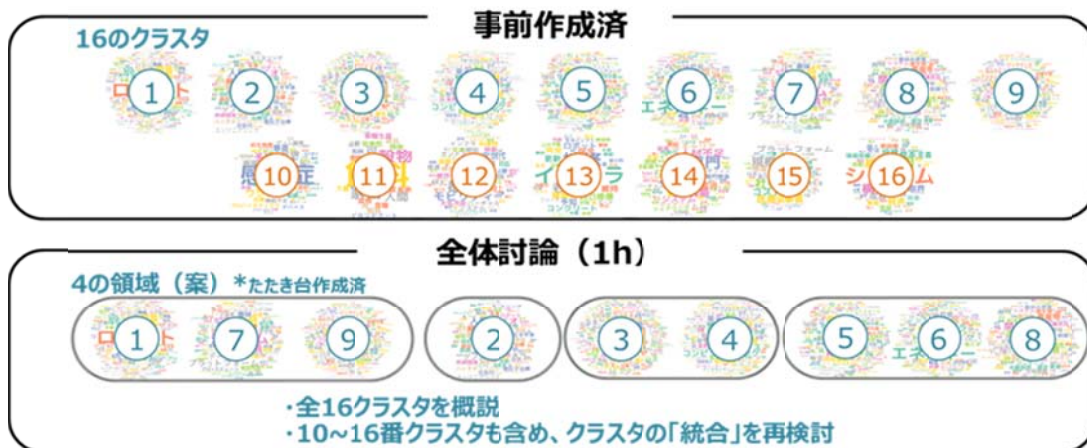
図表 3-6 ワークショップの検討手順



1) 仮領域の設定

・ 16 のクラスターを組み合わせ、検討の対象となる科学技術領域を設定する。NISTEP がただき台として 4 つの領域案(以下の 4 領域)を示し、それを基に全員で検討を行い、クラスターの追加・削除を行って、領域の大枠を決定した。

- サステナビリティ領域
- ロボット・AI 領域
- バイオ・医療領域
- 量子・材料領域



以降は、3 グループに分かれ、グループワークを実施した。

2) 仮領域と社会課題の紐付け

本検討では、社会課題として「我が国の世界・アジアにおける存在感(略称:国際社会)」「持続的な経済システム(略称:経済)」「国民の安全・安心(略称:安全安心)」「知的探求」を設定した。各領域に含まれる重要テーマごとに関連度を評価した。

- 104 の重要テーマについて、それぞれ貢献する社会課題の関係性を◎(2点)、○(1点)で評価。図表 3-7 に概要を示す。1 つのテーマにつき、◎と○をそれぞれ一つずつ付け評価した。
- それぞれの仮領域について、構成する重要テーマの社会課題への評価を集計した。
- 集計結果を参照しながら、領域全体としてどのような社会課題に貢献するかを検討した。

3) コアとなる科学技術要素と制度的課題を検討

- 各仮領域に含まれる重要テーマの中から、コアとなる重要テーマを抽出した。
- 社会実装に向けて必要となる制度的対応等を検討した。

4) 領域名の設定と特徴の記述(とりまとめ)

- 「〇〇のための××領域」のように、社会課題とコアとなる重要テーマを組み合わせた名称検討する(ただし、当日は提案までであり、後日改めて決定した)。
- コアとなる重要テーマ、必要となる制度的対応等を具体化する。
- 図表 3-8 に示す発表フォーマットにまとめて発表し、質疑応答。

図表 3-7 各重要テーマの社会課題との関連評価イメージ

テーマの概説を読み、国際社会、経済、安全安心、知的探求という観点からテーマを評価する。

◎ = 大いに評価できる

○ = 評価できる

ただし、1テーマにつき、◎ひとつ、○ひとつ

例) バイオ・医療領域

クラス	ID	テーマ	国際社会	経済	安全安心	知的探求	コメント
2	C_36	個別化・層別化医療	◎		○		
2	N_02	プレジジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング		◎		○	
2	N_13	ライフコース・ヘルスクアに向けた疾病予防・治療法		◎	○		
2	T_39	ロボット・バイオ技術による身体補完			○	◎	
2	T_40	ゲノム編集による遺伝子治療		◎			

+

クラス	ID	テーマ	国際社会	経済	安全安心	知的探求	コメント
?	-	-	◎		○		
?	-	-		◎		○	
?	-	-		◎	○		
?	-	-			○	◎	

選択した根拠
などを記入

図表 3-8 発表フォーマット

領域名		***を***する***（社会課題+科学技術）		
コアテーマ	テーマID	テーマ名（全部書かなくてOK）	キーワード	
	C-**-**	*****	**、**	
	T-**-**	*****	***	
	N-**-**	*****	***	
4視点から見た領域の解説		・国際標準規格を得ることで、日本が強い材料科学において国際的に貢献することができる（国際）。 ・***によって商品化が進めば、経済的にも大きな市場を占めることが期待できる（経済）。		
ボトルネック （専門家としての見解）	科学技術 的実現の	・***を***する必要がある ・****		
	社会実装 の	・標準規格が必要である ・***の理解を得る必要がある ・****		
必要な政策手段 （専門家としての見解）		・**** ・****		
備考		・○○が○○まで達成出来ればノーベル賞ねらえる・・・ ・国際標準化は最重要ポイント・・・ （フォーマットだけでは見えない部分は全て書き出す。）		

4. 検討結果

以下に最終的に得られた結果について記す。先述のとおり、これらは全てワークショップの結果として得られた試行的な領域であること、また、各重要テーマと社会の関連もあくまでも今回のワークショップの結果であることに留意願いたい。

4.1. ワークショップの結果

(1) 仮領域の設定

104 の重要テーマから生成された 16 のクラスターを集約し、各領域を 4 つとし、含まれるクラスターを以下のとおり決定した。最後に個別に重要テーマを調整した結果、クラスター番号が領域間で重複する場合がある。

仮称領域名	クラスター番号
サステナビリティ領域	5, 6, 8, 11, 12, 13
ロボット・AI 領域	1, 4, 7, 8, 9, 12, 14, 16
バイオ・医療領域	2, 8, 10, 15
量子・材料領域	3, 4, 6

(2) 仮領域と社会課題の紐付け

本検討では、社会課題として「我が国の世界・アジアにおける存在感(略称:国際社会)」「持続的な経済システム(略称:経済)」「国民の安全・安心(略称:安全安心)」「知的探求」を設定し、各領域に含まれる重要テーマごとに関連度を評価した。

図表 4-1 に、各仮領域別の集計結果について示す。領域によってある程度の偏りが見られた。サステナビリティ領域は、国際社会、経済、安全安心との関連性が同程度と評価され、経済的価値と安全安心という社会的価値を実現することで国際社会における存在感も得られる領域とされた。ロボット・AI 領域及びバイオ・医療領域は経済的価値と社会的価値が高く評価された。量子・材料領域は、経済的価値に続いて、知的探求という学術的価値が高いとされた。

図表 4-1 仮領域別の社会課題との関連評価集計

仮領域	国際社会	経済	安全安心	知的探求
ロボット・AI	66	162	112	56
量子・材料	11	71	19	43
バイオ・医療	13	59	81	9
サステナビリティ	69	75	84	6

評価が 5 点の場合は 3 グループ中 2 グループが◎、1 グループ○であったことを示し、6 点の場合は 3 グループ全てが◎であったことを示す。図表 4-2 に、いずれかの社会課題において高得点であった重要テーマについて示す。104 テーマ中 85 テーマ(約 82%)はいずれかの評価が 5 また

は6点であった。

図表 4-2 いずれかの社会課題との関連評価が高得点であった重要テーマ集計

いずれかの社会課題との関連評価が5点または6点	85
上記以外	19
合計	104

各重要テーマの社会課題との関連評価結果について、図表 4-3 に示す。図表中、「領域」は1: ロボット・AI 領域、2: 量子・材料領域、3: バイオ・医療領域、4: サステナビリティ領域を示す。「No.」は16 分類におけるクラスター番号を示す。「ID」はどの組織の何番の重要テーマかを示し、N=NISTEP、C=CRDS、T=TSCを示す。数値は、3 グループの◎または○について、◎を2点、○を1点として集計した結果を示す。従って最大6点、最低0点である。

図表 4-3 各重要テーマの社会課題との関連評価結果

領域	No.	ID	テーマ	国際 社会	経済	安全 安心	知的 探究
1	1	C_01	意思決定・合意形成支援	2	1	4	2
1	1	C_07	人間・機械共生	0	4	5	0
1	1	C_11	RegTech	1	6	1	1
1	1	N_01	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	2	3	4	0
1	1	N_10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	2	3	4	0
1	1	T_06	農作業のオートメーション	2	5	2	0
1	1	T_36	パーソナル承認ロボット	0	3	5	1
1	1	T_37	動物型パートナーロボット	0	4	5	0
1	1	T_38	人間協働型ロボット	0	4	4	1
1	1	T_42	多言語対応世話人口ロボット	5	3	1	0
1	1	T_43	ふるさと VR ・テレプレゼンス	3	2	3	1
1	4	C_18	リアルタイムシステム	1	6	1	1
1	7	C_02	AI ソフトウェア工学	0	3	4	2
1	7	C_10	社会システムデザイン	1	1	6	1
1	7	C_12	サイバーフィジカルセキュリティ	1	2	6	0
1	7	C_13	サービスプラットフォーム	1	6	2	0
1	7	C_14	ブロックチェーン	0	4	5	0
1	7	C_19	データ流通・共有基盤	1	2	6	0
1	7	N_09	新たなデータ流通・利活用システム	0	5	3	1
1	7	T_34	P2P シェアリングプラットフォーム	5	3	1	0
1	8	T_07	水耕栽培パッケージ	3	5	1	0
1	9	C_03	計算脳科学	0	4	0	5
1	9	C_04	統合 AI	1	2	0	6
1	9	C_05	自律・認知発達ロボティクス	0	3	0	6
1	9	C_06	生物規範型ロボティクス	0	4	1	4
1	9	C_08	ビッグデータに基づく問題解決	0	6	3	0

領域	No.	ID	テーマ	国際 社会	経済	安全 安心	知的 探究
1	9	C_09	Society デジタルツイン	0	5	2	2
1	9	C_20	数学	2	1	0	6
1	9	C_38	多次元生命システムにおける時空間階層のブリッジング	1	1	1	6
1	9	N_16	宇宙と人類の起源を解く基礎科学	3	0	0	6
1	12	T_14	日常生活のバーチャル化	3	5	1	0
1	12	T_17	地方文化のデジタルイゼーション	1	5	1	2
1	12	T_45	移民対応ワンストップ行政システム	4	4	1	0
1	14	T_18	未活躍人材の評価・採用システム	0	6	3	0
1	14	T_19	実空間のオンデマンド人材シェアリング	0	6	3	0
1	14	T_20	人材需給を踏まえたキャリアガイダンス	0	5	4	0
1	14	T_21	没入感のあるバーチャル専門教育	1	6	1	1
1	14	T_22	定型的オフィス業務の自動化	0	6	2	1
1	14	T_41	専門職種の多言語対応 HMI	5	4	0	0
1	16	T_32	バーチャル P2P 投資	2	6	1	0
1	16	T_33	貧困層の信用基盤システム	3	2	4	0
1	16	T_35	パーソナライズ電子行政システム	0	3	6	0
1	16	T_44	移民の信用基盤システム	4	0	5	0
1	16	T_50	環境保護活動の経済価値化システム	6	3	0	0
2	3	C_22	トランススケール力学制御	2	4	1	2
2	3	C_25	バイオアダプティブ材料	0	5	3	1
2	3	C_27	サステイナブル元素戦略	0	4	4	1
2	3	C_29	多機能・複雑系の材料設計	1	6	0	2
2	3	C_30	オペランド計測・プロセス統合ものづくり	0	4	0	5
2	3	N_03	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	0	2	1	6
2	3	N_04	新規構造・機能の材料と製造システムの創成	0	6	1	2
2	4	C_15	データセンタースケールコンピューティング	1	6	2	0
2	4	C_16	非フォンノイマンプロセッサアーキテクチャ	0	3	0	6
2	4	C_17	量子コンピュータサイエンス	0	3	0	6
2	4	C_21	量子状態の高度制御	0	3	0	6
2	4	C_24	ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニファクチャリング	0	5	1	3
2	4	C_26	IoT デバイス集積	0	6	2	1
2	4	N_05	ICTを革新する電子・量子デバイス	3	5	0	1
2	4	N_11	次世代通信・暗号技術	1	3	4	1
2	6	C_28	分離技術	3	6	0	0
3	8	N_14	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	1	4	4	0
3	15	T_27	検査・診断の自動化システム	0	5	3	1
3	15	T_28	地域相互見守りプラットフォーム	0	5	4	0
3	15	T_29	ヘルスケア IoT プラットフォーム	0	4	5	0
3	15	T_30	生活習慣パーソナルサポート	0	5	4	0
3	15	T_31	トータルライフサポートロボット	0	5	4	0
3	2	C_36	個別化・層別化医療	0	4	5	0
3	2	N_02	プレジジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	0	4	4	1

領域	No.	ID	テーマ	国際 社会	経済	安全 安心	知的 探究
3	2	N_13	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	0	2	5	2
3	2	T_39	ロボット・バイオ技術による身体補完	0	1	5	3
3	2	T_40	ゲノム編集による遺伝子治療	2	2	4	1
3	8	C_37	バイオエコノミー	0	6	2	1
3	8	T_08	農水畜産物のゲノム改変	1	6	2	0
3	10	T_01	プロバイオティクスによる感染症予防	0	3	6	0
3	10	T_02	ポータブルゲノム解析デバイス	2	1	6	0
3	10	T_03	ゲノム編集による媒介機能不全化	2	1	6	0
3	10	T_04	治療薬・ワクチンの最適配備	3	0	6	0
3	10	T_05	治療薬・ワクチン設計の最適化	2	1	6	0
4	5	C_23	センサフュージョン	0	5	4	0
4	5	C_32	アダプテーション	6	0	3	0
4	5	C_33	サーキュラー	6	0	2	1
4	5	N_06	宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測 技術	5	0	3	1
4	5	N_08	自然災害に関する先進的観測・予測技術	2	1	6	0
4	5	N_12	交通に関するヒューマンエラー防止	1	2	6	0
4	5	T_46	スマートフォレスト	6	2	1	0
4	5	T_49	リアルタイム汚染観測プラットフォーム	5	0	4	0
4	6	C_31	ゼロエミッション	5	2	2	0
4	6	C_34	スマート	3	4	2	0
4	6	C_35	セーフティ	2	2	5	0
4	6	N_07	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	1	6	2	0
4	6	N_15	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	0	4	5	0
4	6	T_13	都市内エネルギー需給最適化	0	6	3	0
4	6	T_25	水・電気の地産地消化	2	3	4	0
4	8	T_09	オンデマンド食品プリント	3	4	0	2
4	8	T_10	食品の永久保存技術	5	3	0	1
4	8	T_48	汚染物質の回収・利活用	2	2	5	0
4	11	T_11	飼料用穀物のビヨンドミート化	5	4	0	0
4	11	T_12	非可食性穀物の飼料転換	4	5	0	0
4	12	T_15	オンデマンド型次世代モビリティ	0	4	5	0
4	12	T_26	空飛ぶ次世代モビリティ	2	5	1	1
4	12	T_47	スモッグフリー都市	4	1	4	0
4	13	T_16	建築物・インフラ補修の完全自動化	0	4	5	0
4	13	T_23	自己修復コンクリート	0	3	6	0
4	13	T_24	AI・ロボットによるインフラ予知保全	0	3	6	0

(3) コアとなる科学技術要素と制度的課題を検討

それぞれに含まれるコアとなる重要テーマは図表 4-4 のとおりである。「キーワード」は、その領域とコアとして取りあげる際のキーワードであり、補足としてある場合に記載している。グループ間で同じ重要テーマを上げた場合も、キーワードが異なる場合があるため以下には重複して記載する。

図表 4-4 各領域のコアとなる重要テーマ

*「ID」はどの組織の何番の重要テーマかを示し、N=NISTEP、C=JST?/RDS、T=NEDO/TSC を示す。

サステナビリティ領域			
コアとなる重要テーマ			
グループ	ID	名称	キーワード
A	C-32	アダプテーション	関連性解明
	N-08	自然災害に関する先進的観測・予測技術	観測・予知・予測
	C-34	スマート	予測と最適制御
	C-35	セーフティ	予測と最適制御
	T-16	建築物・インフラ補修の完全自動化	復興
	T-24	AI・ロボットによるインフラ予知保全	予知保全
	N-0	新規構造・機能の材料と製造システムの創成	復興
B	C_33	サーキュラー	資源循環
	C_28	分離技術	資源循環
	T_48	汚染物質の回収・利活用	資源循環
	N_07	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	資源循環
	C_32	アダプテーション	インフラ保全、災害対応
	N_08	自然災害に関する先進的観測・予測技術	インフラ保全、災害対応
	T_16	建築物・インフラ補修の完全自動化	インフラ保全、災害対応
	T_24	AI・ロボットによるインフラ予知保全	インフラ保全、災害対応
	C_37	バイオエコノミー	バイオ生産
	N_14	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	バイオ生産
	T_13	都市内エネルギー需給最適化	エネルギーマネジメント
	N_15	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	エネルギーマネジメント
	T_07	水耕栽培パッケージ	フード
	T_09	オンデマンド食品プリント	フード
	T_10	食品の永久保存技術	フード
C	C_37	バイオエコノミー	バイオテクノロジー
	C_31	ゼロエミッション	
	N_07	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	
	T_25	水・電気の地産地消	

ロボット・AI 領域			
コアとなる重要テーマ			
グループ	ID	名称	キーワード
A	C_03	計算脳科学	DB、AI
	C_04	統合 AI	全脳アーキテクチャ
	N_10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	ヒューマン・ロボット・インタラクション
	T_06	建築物・インフラ補修の完全自動化	サービスロボット
	T_36	パーソナル承認ロボット	サービスロボット
	T_37	動物型パートナーロボット	サービスロボット
	T_42	多言語対応世話人ロボット	サービスロボット
B	C_07	人間・機械共生	人間調和型ロボット
	N_01	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	

	N_10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を線・拡張するロボット技術	
	T_36	パーソナル承認ロボット	
	C_19	データ流通・共有基盤	情報基盤
	C_09	Society デジタルツイン	デジタルツイン
	T_14	日常生活のバーチャル化	
	T_17	地方文化のデジタルライゼーション	
C	C_07	人間・機械共生	ロボット、AI
	N_10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	
	T_38	人間協働型ロボット	
	T_36	パーソナル承認ロボット	
	T_37	動物型パートナーロボット	
	T_42	多言語対応世話人口ロボット	

バイオ・医療領域			
コアとなる重要テーマ			
グループ	ID	名称	キーワード
A	C-36	個別化・層別化医療	個別化・層別化医療
	N-02	プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	プレシジョン医療
	T-27	検査・診断の自動化システム	自動化・ライフログギング
B	C_36	個別化・層別化医療	個別医療
	N_02	プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	
	T_01	プロバイオティクスによる感染症予防	耐性を高める
	N_13	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	先制医療(医療プラットフォーム)
	T_27	検査・診断の自動化システム	
	T_28	地域相互見守りプラットフォーム	
	T_29	ヘルスケア IoT プラットフォーム	
	T_31	トータルライフサポートロボット	
	C_37	バイオエコノミー	バイオエコノミー
	N_14	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	
C	T_05	治療薬・ワクチン設計の最適化	病原体・感染源
	T_02	ポータブルゲノム解析デバイス	ヘルスケア、プラットフォームサービス
	T_27	検査・診断の自動化システム	
	T_28	地域相互見守りプラットフォーム	
	T_29	ヘルスケア IoT プラットフォーム	
	T_30	生活習慣パーソナルサポート	
	T_31	トータルライフサポとロボット	
	N_02	プレシジョン医療を目指した次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	
	N_13	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	
	C_36	個別化医療	

量子・材料領域			
コアとなる重要テーマ			
グループ	ID	名称	キーワード
A	C_29	多機能・複雑系の材料設計	第一原理シミュレーション
	N_03	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	第一原理シミュレーション
	C_24	ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニファクチャリング	バイオ・インスパイアード技術
	C_18	リアルタイムシステム	ポスト5G
	C_26	IoT デバイス集積	次世代半導体、次世代コンピューティング
B	C_22	トランススケール力学制御	生産技術(材料設計、シミュレーション、計測、製造など)
	C_29	多機能・複雑系の材料設計	
	N_04	新規構造・機能の材料と製造システムの創成	
	C_30	オペランド計測・プロセス統合ものづくり	
	N_03	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	
	C_24	ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニファクチャリング	
	C_25	バイオアダプティブ材料	次世代材料(生体材料など)
	C_27	サステナブル元素戦略	
	C_18	リアルタイムシステム	次世代ネットワーク
	N_11	次世代通信・暗号技術	
	C_26	IoT デバイス集積	次世代計算機
	N_05	ICT を革新する電子・量子デバイス	
C	C_29	多機能・複雑系の材料設計	オペランド計測
	C_30	オペランド計測・プロセス統合	マテリアルインフォマティクス
	N_03	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	

(4) 領域名の設定と特徴の記述

3 グループによる検討の結果、ロボット・AI 領域、量子・材料領域、バイオ・医療領域、サステナビリティ領域について各々4 本ずつの領域概要が作成された。領域概要事例を図表 4-5 に示す。

図表 4-5 領域概要事例

領域名		知能の本質的理解		
コアテーマ		テーマID	テーマ名	キーワード
		C03,04	統合 AI	C03:DB AI、C04:Whole Brain Architecture；全脳アーキテクチャ。全脳 AI。統合AI。汎用AI、真のAI。知能を明らかにする。これができる、いわゆる人工知能ではなく、人間と同等
		N10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	HRI、ヒューマン・ロボット・インタラクション。コミュニケーション。知能が無くても、人が喜ぶくら
		T06,36,37,42,	サービスロボット系の一連のテーマ	サービスロボット
4視点から見た領域の説明		国際	・格差の是正（インクルーシブ）。社会における平等の実現。	
		経済	・サービスロボット。 ・資源の最適配分が可能になる。個人のリソースを最適配分。 ・知的労働の代替。例えば、自分の代理 AI 同士が会議すると、会議時間が短縮される。人間は、自分のやりたいことを出来るようになる。	
		安心		
		知的	・会議時間短縮。自分の代わりに言いそうなことをいってもらう。一秒で会議が終わる。複数の自分が生まれるときに ・一万年かかる研究を一秒でやってくれる。	
ボトルネック	科学技術的実現	・理論科学者と実験科学者が離れているため、研究人材と知の融合。		
	社会実装	・AIが人格を持った時の対応。AI倫理ガイドライン。AIの設計指針はどうか。全能シミュレーションは今の自分のコピーを作り出すことになる。そうすると、勝手に電源を切ってしまうのか。 ・複数の自分のコピーを作った場合、どのAIの発言を優先するかの問題。AIの同期。 ・自分のAIが犯罪を起こした場合に誰が責任をとるのか。 ・AIに頼りすぎる事への対処。台風などでAIが落ちたときの対処（レジリエンス）。		
必要な政策手段 (専門家としての見解)		・設計指針やAI倫理ガイドライン、国際ガイドラインの策定と実施（OECD、IEEE、人工知能学会、内閣府、総務省などで検討中）。AI原則の実現。 ・理論研究者と実験研究者の融合 ・寡占防止政策、例えばハードウェア企業でいえば、nVIDIAの値段は言いなりになっており、半導体産業が衰退している。 ・DFFT；データトラストの保全。 ・AIの寡占問題への対処。優れたAIを市場の中で適切に分配。 ・せつかくの格差解消のための技術をどこかが寡占し、格差を助長させないような政策。		
備考		元々の領域（案）は、大きくは、社会システム系、プラットフォーム系、個別アプリ系が含まれる		

4.2. まとめ

前節で述べたワークショップでの検討結果を基に、領域ごとにとりまとめた結果を示す。まず、各グループの領域名の案を元に、正式な領域名を図表 4-6 に示すとおり決定した。

図表 4-6 最終的な領域名称

仮称領域名		領域名称
サステナビリティ領域	→	災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術
ロボット・AI 領域	→	持続的な経済と人間を守る、全脳AIを搭載した人間調和型ロボット
バイオ・医療領域	→	個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム
量子・材料領域	→	日本のものづくりをリードする、先進的計測とシミュレーション

各領域は、以下の図表 4-7 ように「各組織の重要テーマの例」、「関連する社会課題」、「現在ある科学技術」、「2040 年頃までの科学技術課題例」で構成される。ここで、現在ある科学技術とは、現在既に一部でも実装段階にあるものを示し、2040 年頃までの科学技術課題とは、第 11 回科学技術予測調査における科学技術トピックのうち、当該領域に関連するトピックを示す。

図表 4-7 最終的な領域の基本フォーマット



一つ目は、自然災害への備えや、万が一被災した場合の復興に関する領域である（図表 4-8）。NISTEP より「自然災害に関する先進的観測・予測技術」、JST/CRDS より「異常気象と温暖化影響の関連性解明」、NEDO/TSC より「建築物・インフラ補修の完全自動化」等が重要テーマとして挙げられた。

次の領域は、完全な人間の思考を再現可能な全脳 AI と、それを搭載したロボットと人間との調和に関する領域である（図表 4-9）。NISTEP より「人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡

張するロボット技術」、JST/CRDS より「人間・機械共生」、NEDO/TSC より「人間協働型ロボット」等が重要テーマとして挙げられた。

次の領域は、個別医療・先進医療の浸透及びそのプラットフォームに関する領域である(図表 4-10)。NISTEP より「プレジジョン医療を目指した次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング」、JST/CRDS より「個別化・層別化医療」、NEDO/TSC より「検査・診断の自動化システム」等が重要テーマとして挙げられた。

次の領域は、先進的な計測技術や、それを可能とする高度シミュレーション技術、及びそれらにより可能となる複雑な製造システムに関する領域である(図表 4-11)。NISTEP より「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、JST/CRDS より「オペランド計測・プロセス統合」、「多機能・複雑系の材料設計」等が重要テーマとして挙げられた。

制度的対応や課題等については、各領域おおむね一貫して以下のような意見が得られた。どの領域を実現するに当たっても、データ共有や寡占防止、ELSI の対応は特に重要な課題と認識された。

それぞれの領域をまとめると、図表 4-12 のようになる。

また、各領域の制度的課題から共通する項目を整理すると、以下の 3 点が挙げられた。

①寡占や格差に対する対応

- ・ IT 等のグローバル企業による独占・寡占に対する対策
- ・ 本来は格差を埋める技術であるはずの科学技術が、格差を助長しないような社会制度

②データの管理・利活用における信頼とインセンティブ

- ・ 公平かつ安全なデータ保有(第三者機関の活用等)
- ・ データの囲い込みの解消・共有に向けたインセンティブ(研究データに限らず、ライフログ等の提供を含む)

③倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への具体的対応

- ・ 科学技術の社会実装における社会的なコンセンサス作りと制度化
- ・ デジタライゼーションに伴う新たなプライバシーの問題等への適正な規制

図表 4-8 領域例：災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術

コアとなる重要テーマの例

- 自然災害に関する先進的観測・予測技術
 - ◆ 温暖化に伴う異常気象による災害への対応（洪水・土砂災害）
 - ◆ 異常気象と温暖化影響の関連性解明
 - 建築物・インフラ補修の完全自動化
 - AI・ロボットによるインフラ予知保全
- :NISTEP ◆:CRDS ■:TSC



安心・安全で災害に強い日本



・リアルタイム予測や自己修復する建造物の実現

例えば… リアルタイムの災害対応や復興までの支援

現在ある科学技術

- ・被災者からの問合せに
対応するAIチャットボット⁽¹⁾
- ・土石流が発生した溪流に
ワイヤーセンサー等を設置し
下流側に警報するシステム⁽²⁾
- ・自己治癒/修復材料⁽³⁾



必要となる制度的対応等

- ・いつまでに、どこに避難すれば
安全かわかるデータプラット
フォーム
- ・有用データの寡占防止

2040年頃までの科学技術課題例

- ・リアルタイム津波予測に地域住民に必要な避難に必要な
情報を提供するSNS情報分析システム（2027）
- ・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（2029）
- ・経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の
建築構造物の機能を維持できる構造材料（2035）

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) AI 防災協議会「令和元年台風第15号による千葉県の被災者からの問合せに対応する「LINE」AIチャットボットの開発・提供開始について」

(2) 平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題-地盤工学からの提言-【暫定版】

(3) JST 先端的低炭素開発技術(ALCA):「自己治癒機能を有する革新的セラミックスタービン材料の開発」

図表 4-9 領域例：持続的な経済と人間を守る、全脳 AI を搭載した人間調和型ロボット

コアとなる重要テーマの例

- 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術
- ◆ 人間・機械共生
- 人間協働型ロボット
- 多言語対応世話人ロボット
- 動物型パートナーロボット
- :NISTEP ◆ :CRDS ■ :TSC

人間の心と生活を守りながら、持続的な経済の発展



- ・資源の適正配分等が可能になる。
- ・人間の身体や知的能力をやさしく補完する。

例えば… 会議等も自己のアバター同士で完結可能。
人間の要望に対し人間と同じ思考で応じるサービスの供給。

現在ある科学技術

- ・顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセット⁽¹⁾
- ・自動運転可能な電動車イス⁽²⁾
- ・店舗や公共空間でのサービス業務支援を行う自律ロボット⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・AI社会原則の統一策定と、その社会的共通認識
- ・DFFT（データ・フリー・フロー・ウィズトラスト）、データトラストの保全
- ・AIの活用にとまなう制度的課題への対応（AIの寡占問題への対処など）

2040年頃までの科学技術課題例

- ・ヒトと違和感なくコミュニケーションが取れる対話技術（2030）
- ・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と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術（2030）
- ・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、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及（2031）

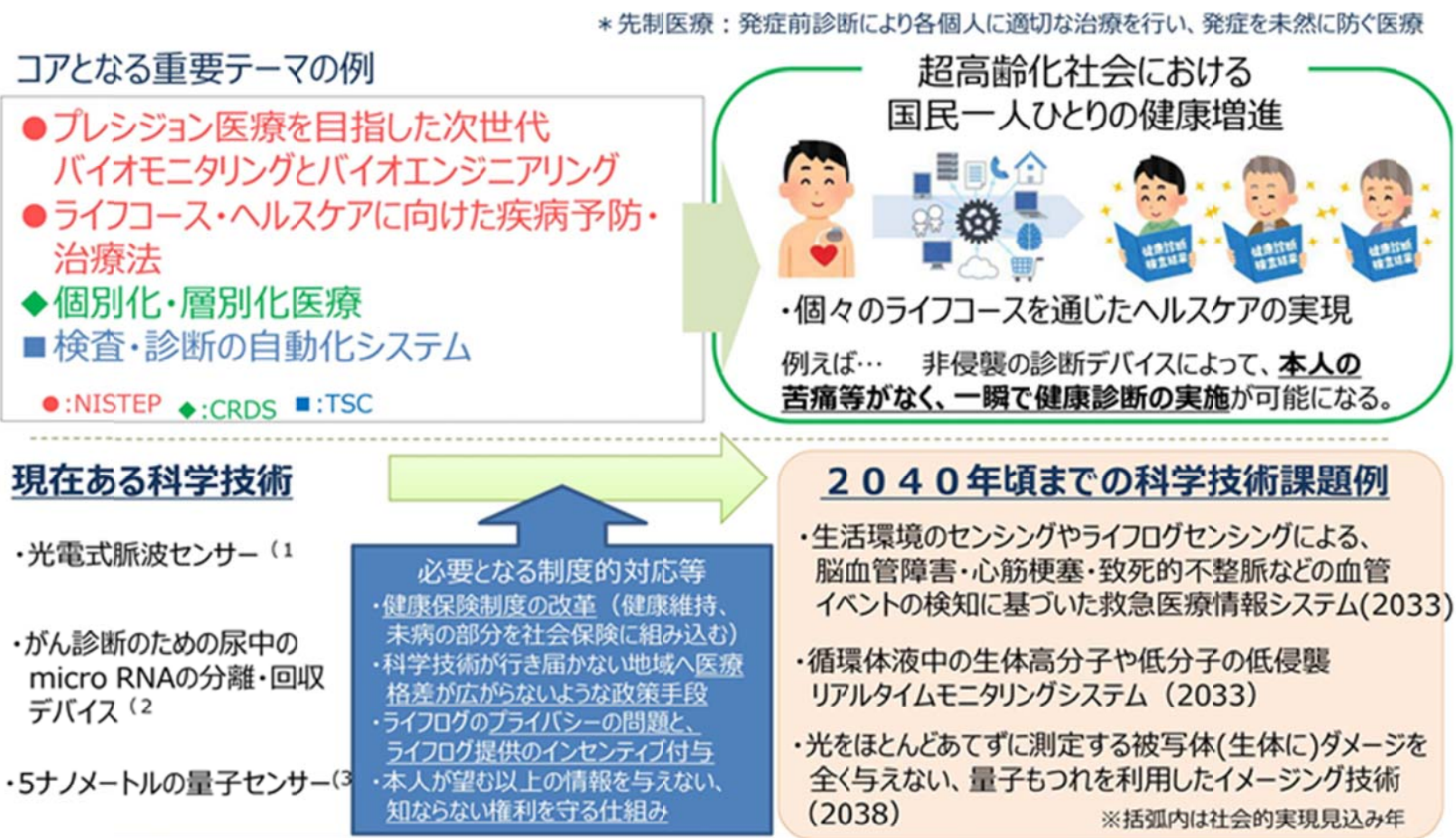
※括弧内は社会的実現見込み年

(1) NEDO ニュースリリース「世界初、顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセットを公開」

(2) JAL：協働プレスリリース「羽田空港における次世代型電動車イスの自動運転の試験走行を実施」

(3) 日立 ホームページ「EMIEW3とロボットIT基盤：ロボティクス」

図表 4-10 個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム



(1) ローム株式会社(<https://www.rohm.co.jp/pulse-wave-sensor>)
 (2) ICARIA株式会社(<https://icariacorp.com/>)
 (3) 量子科学技術研究開発機構 ニュースリリース「世界最小のダイヤモンド量子センサーの作成に成功」

図表 4-11 領域例：日本のものづくりをリードする、先進的計測とシミュレーション

コアとなる重要テーマの例

- 先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術
 - 新規構造・機能の材料と製造システムの創成
 - ◆ オペランド計測・プロセス統合
 - ◆ 多機能・複雑系の材料設計
- :NISTEP ◆:CRDS

日本のものづくりがリードする持続的な経済

- 
- ・次世代材料、デバイス、計算機、ネットワークとそれらを支える生産技術の実現
 - ・未知で複雑な材料の解析と合成
- 例えば… 複雑な材料設計を可能にする、リアルタイムの計測の実現。未知の物質科学のフロンティアの開拓。

現在ある科学技術

- ・100 ナノメートルオーダーの空間分解能を有する軟X線顕微分光システムによる電気化学オペランド測定法⁽¹⁾
- ・ほぼ絶対零度下での超高速量子シミュレーター⁽²⁾
- ・分解能5nmの確率的光学再構築顕微鏡⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・企業によるデータの抱え込みに関して、協調領域と競争領域の線引きなどのマネジメント
- ・異なるステークホルダーの連携
- ・長期的な投資が必要な計測施設（放射光など）の利用の公平性等に関するルール
- ・材料・デバイスの評価方法の標準化

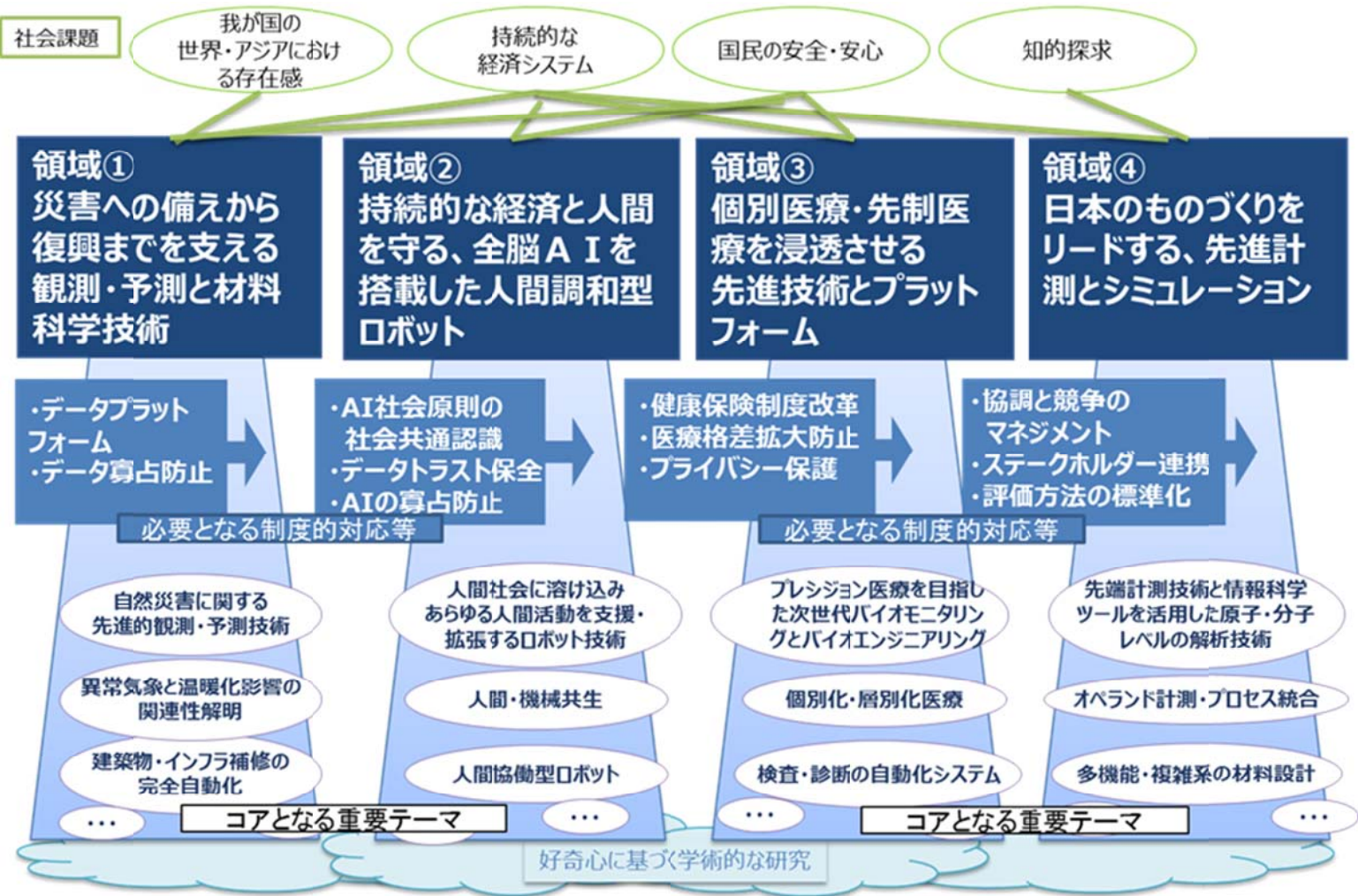
2040年頃までの科学技術課題例

- ・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（2032）
- ・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ー（2033）
- ・ピコメートルスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高分解度顕微鏡（2034）

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) 産総研・東大 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ (<https://unit.aist.go.jp/operando-oil/>)
 (2) 自然科学研究機構 分子科学研究所 ニュース「原子レベルで動作する世界最速の量子シミュレーター（大森教授ら）」
 (3) ThermoFisher社 確率的光学再構築顕微鏡（Stochastic optical reconstruction microscopy ; STORM）

図表 4-12 領域検討結果のまとめ



5. おわりに

社会や科学技術の不確実性が増大していること、従来の枠を超えたイノベーションが求められていること等を背景に各所でフォーサイトが実施されるようになったことから、科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクが連携し、それぞれ所有するエビデンス群を基に議論することが有益と考えられた。

そこで、科学技術・学術政策研究所、国立研究開発法人科学技術振興機構、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構を中心に関連シンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等をワークショップで検討した。ワークショップでは、各シンクタンクが示す重要テーマを事前に抽出し、自然言語処理等でクラスタリングしたものを検討材料に用いた。クラスターを集約して仮領域を設定し、それぞれに、コアとなる科学技術や社会実装上のボトルネック等の検討を行った。

その結果、今後推進すべき重要科学技術領域として、以下の4領域が抽出された。

- ✧ 災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術
- ✧ 持続的な経済と人間を守る、全脳AIを搭載した人間調和型ロボット
- ✧ 個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム
- ✧ 日本のものづくりをリードする、先進的計測とシミュレーション

また、検討すべき社会課題として、共通的して以下が挙げられた。

- ✧ 寡占や格差に対する対応
- ✧ データの管理・利活用における信頼とインセンティブ
- ✧ 倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への具体的対応

また、検討方法については以下の3点が明らかとなった。

1) 連携の有用性

今回のワークショップによって、暗黙知も含め、各シンクタンクが共通して注目する領域が明らかになった。また、複数の組織から学術的専門性の異なる専門家が参集したにも関わらず、社会課題への評価が8割方一致した。従って各専門家が参集することにより、検討精度がより高まったと考えられる。

2) 社会と科学技術の関係性の把握

今回の検討手法では、社会課題との関連を検討した。単純な科学技術の領域化で問題になりがちな、社会実装時における社会課題との乖離が解消され、対策を練る上での課題が明確になった。

本検討では、シンクタンクの専門家による検討を行ったが、企業や一般ユーザーなど立場により知見は様々と考えられる。そのため社会との接点を検討するには、より多様な参加者による議論を通じて多様な見解を得る必要がある。

また、今回検討対象とした重要テーマは、それ自体がある程度社会課題を意識した科学技術であったため、社会課題との関連もある程度検討しやすい部分があった。科学技術と社会との関係性の議論においては、どのようなステップで検討を行うのか、どのような構造化を行うかなど、選んだテ

ーマによってその方法に工夫が必要である。

3) 情報の集約

今回、ワークショップを実施する前に、自然言語処理によって各組織の報告書等に挙げられた重要テーマを類似度に基づきクラスタリングした。自然言語処理という機械的手段によって、情報集約者の恣意性を下げた上で、共通テーマが精度良く分類できた。

今回のワークショップを通じて確かめられた、シンクタンク連携の必要性や有効性及び留意点を踏まえて、連携の効果をより高いものとするべく検討を重ねる必要がある。

参考文献

- 1) 「2018 Global Go To Think Tank Index Report」、2019 年 1 月、University of Pennsylvania
https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=think_tanks (2020 年 8 月 6 日アクセス)
- 2) <https://onthinktanks.org/open-think-tank-directory/> (2020 年 8 月 6 日アクセス)
- 3) 「—The Beyond Disciplines Collection—科学技術イノベーション政策における社会との関係深化に向けて 我が国における ELSI/RRR の構築と定着」、2019 年 11 月、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 4) 赤池 伸一(2019)「科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの専門家によるワークショップについて」、文科学省科学技術・学術政策研究所
https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/2-4_NISTEP-Foresight-Symposium20191106.pdf
- 5) 重茂 浩美、蒲生 秀典、小柴 等(2019)「未来につなぐクローズアップ科学技術領域—AI 関連技術とエキスパートジャッジの組み合わせによる抽出の試み」、NISTEP DISCUSSION PAPER、No.172、文部科学省科学技術・学術政策研究所
<https://doi.org/10.15108/dp172>
- 6) 「研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野(2019 年)」、2019 年 3 月、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 7) 「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野(2019 年)」、2019 年 3 月、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 8) 「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野(2019 年)」、2019 年 3 月、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 9) 「研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2019 年)」、2019 年 3 月、国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
- 10) 「平成 30 年度成果報告書 重点技術領域の探索・分析手法の高度化に係る調査」、2019 年 5 月、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

付録

付録

付録資料 1 全重要テーマのクラスター分類結果一覧

(採用した 16 分類について赤枠)

分類数とクラスターNo.						ID	組織	テーマ
2	4	8	16	32	64			
1	1	1	1	1	1	C_01	CRDS	意思決定・合意形成支援
1	1	1	1	1	1	N_01	NISTEP	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術
1	1	1	1	1	1	N_10	NISTEP	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術
1	1	1	1	1	54	C_07	CRDS	人間・機械共生
1	1	1	1	1	54	C_11	CRDS	RegTech
1	1	1	1	13	16	T_06	TSC	農作業のオートメーション
1	1	1	1	13	39	T_38	TSC	人間協働型ロボット
1	1	1	1	25	38	T_36	TSC	パーソナル承認ロボット
1	1	1	1	25	38	T_37	TSC	動物型パートナーロボット
1	1	1	1	26	42	T_42	TSC	多言語対応世話人ロボット
1	1	1	1	26	43	T_43	TSC	ふるさと VR・テレプレゼンス
1	1	1	14	21	26	T_18	TSC	未活躍人材の評価・採用システム
1	1	1	14	21	26	T_19	TSC	実空間のオンデマンド人材シェアリング
1	1	1	14	21	27	T_20	TSC	人材需給を踏まえたキャリアガイダンス
1	1	1	14	21	28	T_21	TSC	没入感のあるバーチャル専門教育
1	1	1	14	22	29	T_22	TSC	定型的オフィス業務の自動化
1	1	1	14	22	41	T_41	TSC	専門職種の多言語対応 HMI
1	1	1	15	23	33	T_27	TSC	検査・診断の自動化システム
1	1	1	15	23	34	T_28	TSC	地域相互見守りプラットフォーム
1	1	1	15	23	34	T_29	TSC	ヘルスケア IoT プラットフォーム
1	1	1	15	23	34	T_30	TSC	生活習慣パーソナルサポート
1	1	1	15	23	34	T_31	TSC	トータルライフサポートロボット
1	1	5	7	7	7	C_19	CRDS	データ流通・共有基盤
1	1	5	7	7	7	N_09	NISTEP	新たなデータ流通・利活用システム
1	1	5	7	7	37	C_13	CRDS	サービスプラットフォーム
1	1	5	7	7	37	C_14	CRDS	ブロックチェーン
1	1	5	7	7	37	T_34	TSC	P2P シェアリングプラットフォーム
1	1	5	7	7	50	C_02	CRDS	AI ソフトウェア工学
1	1	5	7	7	50	C_10	CRDS	社会システムデザイン

分類数とクラスターNo.						ID	組織	テーマ
2	4	8	16	32	64			
1	1	5	7	7	50	C_12	CRDS	サイバーフィジカルセキュリティ
1	1	5	16	24	35	T_32	TSC	バーチャル P2P 投資
1	1	5	16	24	36	T_33	TSC	貧困層の信用基盤システム
1	1	5	16	24	36	T_35	TSC	パーソナライズ電子行政システム
1	1	5	16	24	36	T_44	TSC	移民の信用基盤システム
1	1	5	16	24	49	T_50	TSC	環境保護活動の経済価値化システム
1	3	4	5	5	5	N_06	NISTEP	宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術
1	3	4	5	5	5	N_08	NISTEP	自然災害に関する先進的観測・予測技術
1	3	4	5	5	45	T_46	TSC	スマートフォレスト
1	3	4	5	8	9	N_12	NISTEP	交通に関するヒューマンエラー防止
1	3	4	5	28	48	T_49	TSC	リアルタイム汚染観測プラットフォーム
1	3	4	5	28	59	C_23	CRDS	センサフュージョン
1	3	4	5	31	61	C_32	CRDS	アダプテーション
1	3	4	5	32	62	C_33	CRDS	サーキュラー
1	3	4	6	6	6	C_28	CRDS	分離技術
1	3	4	6	6	6	N_07	NISTEP	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術
1	3	4	6	6	6	N_15	NISTEP	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術
1	3	4	6	6	60	C_31	CRDS	ゼロエミッション
1	3	4	6	17	21	C_34	CRDS	スマート
1	3	4	6	17	21	T_13	TSC	都市内エネルギー需給最適化
1	3	4	6	17	21	T_25	TSC	水・電気の地産地消化
1	3	4	6	17	63	C_35	CRDS	セーフティ
1	3	4	8	9	11	C_37	CRDS	バイオエコノミー
1	3	4	8	9	11	N_14	NISTEP	生態系と調和した持続的な農林水産業システム
1	3	4	8	9	18	T_08	TSC	農水畜産物のゲノム改変
1	3	4	8	9	47	T_48	TSC	汚染物質の回収・利活用
1	3	4	8	14	17	T_07	TSC	水耕栽培パッケージ
1	3	4	8	15	19	T_09	TSC	オンデマンド食品プリント
1	3	4	8	15	19	T_10	TSC	食品の永久保存技術
1	3	4	13	19	24	T_16	TSC	建築物・インフラ補修の完全自動化
1	3	4	13	19	30	T_23	TSC	自己修復コンクリート
1	3	4	13	19	31	T_24	TSC	AI・ロボットによるインフラ予知保全
1	3	8	12	18	22	T_14	TSC	日常生活のバーチャル化
1	3	8	12	18	23	T_15	TSC	オンデマンド型次世代モビリティ
1	3	8	12	18	32	T_26	TSC	空飛ぶ次世代モビリティ

分類数とクラスターNo.						ID	組織	テーマ
2	4	8	16	32	64			
1	3	8	12	20	25	T_17	TSC	地方文化のデジタルイゼーション
1	3	8	12	20	44	T_45	TSC	移民対応ワンストップ行政システム
1	3	8	12	27	46	T_47	TSC	スモッグフリー都市
1	4	6	10	11	13	T_01	TSC	プロバイオティクスによる感染症予防
1	4	6	10	11	14	T_02	TSC	ポータブルゲノム解析デバイス
1	4	6	10	11	14	T_04	TSC	治療薬・ワクチンの最適配備
1	4	6	10	11	14	T_05	TSC	治療薬・ワクチン設計の最適化
1	4	6	10	12	15	T_03	TSC	ゲノム編集による媒介機能不全化
1	4	7	11	16	20	T_11	TSC	飼料用穀物のビヨンドミート化
1	4	7	11	16	20	T_12	TSC	非可食性穀物の飼料転換
2	2	2	2	2	2	C_36	CRDS	個別化・層別化医療
2	2	2	2	2	2	N_02	NISTEP	プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング
2	2	2	2	2	10	N_13	NISTEP	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法
2	2	2	2	2	40	T_39	TSC	ロボット・バイオ技術による身体補完
2	2	2	2	2	40	T_40	TSC	ゲノム編集による遺伝子治療
2	2	2	3	3	3	C_22	CRDS	トランススケール力学制御
2	2	2	3	3	3	C_25	CRDS	バイオアダプティブ材料
2	2	2	3	3	3	C_27	CRDS	サステイナブル元素戦略
2	2	2	3	3	3	C_29	CRDS	多機能・複雑系の材料設計
2	2	2	3	3	3	C_30	CRDS	オペランド計測・プロセス統合ものづくり
2	2	2	3	3	3	N_03	NISTEP	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術
2	2	2	3	3	3	N_04	NISTEP	新規構造・機能の材料と製造システムの創成
2	2	3	4	4	4	C_21	CRDS	量子状態の高度制御
2	2	3	4	4	4	C_24	CRDS	ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニュファクチャリング
2	2	3	4	4	4	C_26	CRDS	IoT デバイス集積
2	2	3	4	4	4	N_05	NISTEP	ICT を革新する電子・量子デバイス
2	2	3	4	4	8	C_18	CRDS	リアルタイムシステム
2	2	3	4	4	8	N_11	NISTEP	次世代通信・暗号技術
2	2	3	4	30	56	C_15	CRDS	データセンタースケールコンピューティング
2	2	3	4	30	57	C_16	CRDS	非フォンノイマンプロセッサアーキテクチャ
2	2	3	4	30	57	C_17	CRDS	量子コンピュータサイエンス
2	2	3	9	10	12	N_16	NISTEP	宇宙と人類の起源を解く基礎科学
2	2	3	9	29	51	C_03	CRDS	計算脳科学

分類数とクラスターNo.						ID	組織	テーマ
2	4	8	16	32	64			
2	2	3	9	29	51	C_05	CRDS	自律・認知発達ロボティクス
2	2	3	9	29	52	C_04	CRDS	統合 AI
2	2	3	9	29	53	C_06	CRDS	生物規範型ロボティクス
2	2	3	9	29	55	C_08	CRDS	ビッグデータに基づく問題解決
2	2	3	9	29	55	C_09	CRDS	Society デジタルツイン
2	2	3	9	29	58	C_20	CRDS	数学
2	2	3	9	29	64	C_38	CRDS	多次元生命システムにおける時空間階層のブリッジング

付録資料 2 各重要テーマの概説一覧

(No.は16分類クラスターの番号)

No.	ID	テーマ	テーマの概説
1	C_01	意思決定・合意形成支援	多様な価値観が混在・対立し、フェイクニュースが社会問題化しつつある複雑社会において、個人・集団が主体性や納得感を持って意思決定できるような、情報科学技術を活用したより良い仕組みの実現を目指した研究開発テーマ。
1	C_07	人間・機械共生	レベル 3 自動運転やロボティック・プロセス・オートメーション(RPA)との協調作業など、人間と機械の協力作業にかかるシステム・情報科学技術を扱う。技術的な側面だけでなく、製造物責任法(PL 法)やソフトウェア品質標準など、法制度的な側面の課題も含まれる。
1	C_11	RegTech	特許や法律などの文章を機械可読とすることで、テキストマイニングや機械学習を使って利用しやすくし、人間の作業を支援する技術を開発するテーマ。
1	N_01	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けた AI、IoT、量子コンピューティング、ELSI(倫理的・法的・社会的課題)対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象(ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ)が抱える課題を解決する科学技術領域
1	N_10	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	人間社会に溶け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を自然な形で支援・拡張するロボットに関する科学技術領域
1	T_06	農作業のオートメーション	世界での穀物需要は増加する一方、農業従事者の高齢化が進んでいるため、農作業を AI ロボット等によってオートメーション化する
1	T_36	パーソナル承認ロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的に AI・ロボットと人間の垣根を取り払い、人間の生き甲斐を高めるための承認欲求を満たす存在となるロボットを開発する
1	T_37	動物型パートナーロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的に AI・ロボットに対する抵抗感を取り払い、人間の他者との繋がりを支えるパートナーとしてのロボットを開発する
1	T_38	人間協働型ロボット	少子高齢化による生産年齢人口減少に伴う 製造業や特定のサービス業での労働力不足、生産性の低さに対して、人と協働可能なロボットを開発することでそれらの解決を目指す
1	T_42	多言語対応世話人ロボット	移民の視点では言語や文化の面で障害をなくすことが求められ、多言語対応可能で日常生活の様々な局面で移民を助けるロボットの開発に取り組む
1	T_43	ふるさと VR ・テレプレゼンス	移民の精神的なサポートでは故郷や家族との繋がりを保持することが大切であり、場所を問わずに繋がることのできる VR 技術・テレプレゼンス技術を開発する
4	C_18	リアルタイムシステム	ポスト 5G の高速・大容量・超低遅延通信をねらう ICT システムアーキテクチャの研究開発を行う。低遅延ネットワークの実現による感覚・体験を共有するサービスなど新産業の創出も見据える。
7	C_02	AI ソフトウェア工学	データの例示によってシステムの動作を帰納的に定義するシステム開発の新パラダイム。安全性・信頼性を確保した AI 応用システムの効率のよい開発方法論・技術体系の確立と社会実装をねらうテーマである
7	C_10	社会システムデザイン	強靱かつ柔軟で効率的な社会システムを実現するための基盤技術の研究開発。継続性・可用性確保のための社会システムの構造を設計する。

No.	ID	テーマ	テーマの概説
7	C_12	サイバーフィジカルセキュリティ	情報・システム・デバイスセキュリティにわたる、サイバーフィジカルシステム全体の安全性の確保に必要な、技術・人材・法制度の研究開発。
7	C_13	サービスプラットフォーム	Reality2.0 実現基盤としてのプラットフォームの構築をめざすテーマ。エッジからクラウドに至る CPS アーキテクチャの最適化を含む
7	C_14	ブロックチェーン	ネットワーク上の複数のノード間で共有されつつ同期されることで同じ状態が保たれるデータの集合である分散管理台帳を実現する技術の基盤構築と応用開拓。ブロックチェーン利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化
7	C_19	データ流通・共有基盤	政府や行政機関が持つビッグデータの流通・共有を円滑に行うためのデータベース基盤の構築をめざすテーマ。共通語彙や API 整備など技術面の他、プライバシーや情報セキュリティなど法制度やガイドラインなどの課題解決も求められる
7	N_09	新たなデータ流通・利活用システム	産業・医療・教育に係るデータ、個人情報や研究データといった多種多様で大量の情報を、適正かつ効果的に収集・共有・分析・活用するための科学技術領域
7	T_34	P2P シェアリングプラットフォーム	資本主義の限界に対して低成長を受容できる持続可能な社会の実現に向けて、資源の柔軟なシェアリングによる有効活用を可能にする IT プラットフォームの開発に取り組む
8	T_07	水耕栽培パッケージ	食糧生産のための土地が限られてきているため、場所を問わず設置可能な IT 管理の水耕栽培パッケージ設備を開発する
9	C_03	計算脳科学	脳を情報処理システムととらえた研究分野で、深層学習・強化学習をはじめ AI の基本メカニズムとの関係が深まっている。Neuroscience-Inspired AI、計算機による全脳シミュレーション、社会脳科学等の進展から AI 技術への示唆が見込まれる。
9	C_04	統合 AI	第 2 次 AI ブームはトップダウン型 AI (ルールベース)、第 3 次 AI ブームはボトムアップ型 AI (機械学習) が主流だったが、その先はトップダウンとボトムアップの両者の統合 (機械学習 + 記号推論、帰納型 + 演繹型) へ向かうと考えられる。元来、記号処理系である自然言語処理の分野で深層学習との統合が見られ、さらなる発展が見込まれる。
9	C_05	自律・認知発達ロボティクス	人間の学習のように認知機能を学習・創発する仕組みをロボットに与え、認知機能の研究とロボットへの応用をはかる研究開発テーマ。
9	C_06	生物規範型ロボティクス	生物の身体構造の物理制約による歩き方の効率的な学習など、様々な面で生物を規範とするロボティクス技術の開発。ソフトロボティクスも含む
9	C_08	ビッグデータに基づく問題解決	トリリオンセンサー時代の計測によって作り出される多様なビッグデータを、社会経済システムおよび人間行動に活かすための研究開発。
9	C_09	Society デジタルツイン	実際の社会現象の情報を IoT などから入力し、リアルタイムで情報を更新する「社会のシミュレーター」実現に必要な、数理モデリング、複雑系科学、シミュレーション・データ同化技術などを含むテーマ。
9	C_20	数学	数学や数理科学と情報科学の連携・融合による新しい理論・技術の構築を目指すテーマ。とくに、データ駆動型のアプローチである情報科学と数理モデル型アプローチの数理科学との連携を重視する。
9	C_38	多次元生命システムにおける時空間階層のブリッジング	アトミックセルダイナミクス、予測のための細胞知の統合、ライブセルアトラス、多様・複雑な細胞社会の動的ネットワーク構造を多次元解析により理解、理論的・実験的 (生物学的) アプローチの融合による脳の動作原理の理解
9	N_16	宇宙と人類の起源を解く基礎科学	太陽系・銀河系の形成、軽元素・重元素合成の進化過程、ダークマター・ダークエネルギーの正体、量子重力理論、インフレーション仮説等、宇宙の謎の解明、定説の確立など、宇宙と人類の起源に関する科学技術領域

No.	ID	テーマ	テーマの概説
12	T_14	日常生活のバーチャル化	都市における交通渋滞のような非効率性の解消、交通インフラが整っていない地方における利便性の向上を目指し、移動を必要としないバーチャル世界を作り出す
12	T_17	地方文化のデジタルライゼーション	地方人口の維持・増加に向けて地方の魅力を向上させるため、国内外に広く発信できるような地方文化のデジタル化による加工・保存を推進する
12	T_45	移民対応ワンストップ行政システム	移民に対する行政サービスのアクセス向上、行政側の人件費の抑制を目的として、行政の電子化等によるワンストップサービス化に取り組む
14	T_18	未活躍人材の評価・採用システム	日本等の先進国で生じている専門的な人材不足に対して、シニアや主婦といった従来の社会では就業率が高くない層から人材を発掘できるシステムを構築する
14	T_19	実空間のオンデマンド人材シェアリング	人材不足の解消に向けて、人材の稼働率を無理なく高めるため、専門的な人材を複数の組織間で柔軟にシェアリングできるオフラインの環境を構築する
14	T_20	人材需給を踏まえたキャリアガイダンス	戦略的に人材不足を解消していくことを目指して、教育者と若者の両者が将来の人材需給状況を理解しながらキャリアを考えられるキャリアガイダンスのシステムを構築する
14	T_21	没入感のあるバーチャル専門教育	人材の専門スキルを高めるために、同じ時間でも従来よりも実用性の高い知識・技能を獲得することができるバーチャルでの専門教育を開発する
14	T_22	定型的オフィス業務の自動化	専門的な人材不足の解消に向けて各人が高付加価値の専門的な業務に携わる時間を増やせるよう、ホワイトカラーの定型的なオフィス業務の自動化を図る
14	T_41	専門職種の多言語対応 HMI	移民受入による労働力の強化に向けて、人手不足が見込まれる専門性の高い職種において多言語でのマニュアル案内・業務訓練の必要性は高く、そのニーズに応えられる HMI を構築する
16	T_32	バーチャル P2P 投資	資本主義の限界を打破するため更なる成長を後押しする手段として、企業だけではなく個人にも投資対象を広げて投資を活性化させる IT・金融のシステムを構築する
16	T_33	貧困層の信用基盤システム	資本主義の限界に対して低成長を受容できる社会の実現に向けて、貧困層への正当な所得配分を可能にする信用基盤システムの構築に取り組む
16	T_35	パーソナライズ電子行政システム	資本主義の限界に対して低成長を受容できる社会の実現に向けて、豊かな生活を支えるために各人に最適な行政サービスを提供する行政システムを構築する
16	T_44	移民の信用基盤システム	移民が生活に必要な資金・物資を得る上で個人の認証に大きな手間を要しているため、このプロセスを簡略化できる信用基盤システムを構築する
16	T_50	環境保護活動の経済価値化システム	信用を経済価値化できる近年の潮流を受けて、環境保護活動を経済価値化できるシステムの構築を推進する
3	C_22	トランススケール力学制御	航空機・自動車等における CO2 排出量の大幅削減、摩擦などによるエネルギー損失を大幅低減した機械機器、社会インフラ材料の超長寿命化や修復など、持続可能社会に貢献する材料・デバイスを創製するためには、ナノスケールにおける諸現象の理解をベースに、マクロな力学特性発現メカニズムを解明し、「接着・接合・剥離」「摩擦・摩耗」「自己修復」といった力学特性を自在に設計・制御する技術開発が必要である。

No.	ID	テーマ	テーマの概説
3	C_25	バイオアダプティブ材料	生体環境に適合した材料の探索という従来の概念から脱却し、生体との相互作用を積極的に活用して能動的に制御する機能をもつ材料を設計・創製する。生体との相互作用を積極的に活用することで初めて実現可能な機能を持つ材料、具体的には、生体现象を制御する機能を持つ材料や、現状の網羅的探索の延長では達成不可能な極めて高い生体適合性を有する材料の創出基盤を構築する。
3	C_27	サステイナブル元素戦略	厳しい資源制約のあるわが国において、グローバルの課題解決に資する魅力的な機能を持った材料・デバイスを継続的に創出するには、新機能の追求と同時に元素・物質の循環に代表されるサステナビリティを重視した材料創製を可能にする強固な材料開発基盤の構築が必要である。これまで材料研究開発の世界的な流れを先導してきた「元素戦略」をさらに進化させ、新機能の追求と同時に希少資源の極限的な回収や、プラスチック素材の再資源化など、限りなく「ゼロ・マテリアル・エミッション」に近づけることを目指す。材料の原料調達から、創製、リサイクル、廃棄までのライフサイクル全体を考慮した材料設計指針の確立を行う。
3	C_29	多機能・複雑系の材料設計	蓄電池や燃料電池の構成材料(正極、負極、電解質、セパレータ、バインダ)、超伝導材料、磁性材料、触媒材料などでは相反する機能や複数の機能を同時実現することが求められ、その高性能化には結晶構造の多元素化、複合化が避けられない。このような複雑な材料システムでは多様な結晶構造が可能になり、要求に対し最適の特性を有する結晶構造(結晶の安定相)をどのように設計するか、どのようなプロセスで実現するかが材料開発の鍵を握っている。グローバルな開発競争が激化している現状においては、従来のような絨毯爆撃的な材料設計から脱却し、進展が著しいシミュレーションやデータ科学、さらにはオペランド計測を駆使した精緻な材料設計、プロセス設計手法を確立し、ハイスループットの材料創製に結びつける必要がある。
3	C_30	オペランド計測・プロセス統合ものづくり	反応プロセス中の物質・材料もしくは実動作下の材料・デバイスを対象にオペランド計測を実行し、得られた計測結果に対してデータ科学的手法も駆使して高速・高効率なデータ解析を行うことが、今後の新物質・材料開発には欠かせない。解析結果をただちに合成プロセス条件や動作条件にフィードバックすることで、より高品質な物質・材料創製もしくはよりリアルな実動作下の材料・デバイスの特性評価が可能となる。データ科学を活用しつつ、計測とプロセスを一体化したもののづくり技術の開発が必要である。
3	N_03	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	量子ビーム応用などの先端計測や、シミュレーション・インフォマティクス・AIなどの情報科学ツールを活用した、構造・機能材料、高分子、生体分子などの構造や状態の解析・解明・予測、農作物や医薬品の開発・品質管理に関する科学技術領域
3	N_04	新規構造・機能の材料と製造システムの創成	材料から構造物、環境、医療に関わる要素技術まで生活環境向上に寄与する、シミュレーションとデータ活用による材料の構造・物性予測や、材料・デバイスの実用化のための先進製造・流通システムやコスト低減に関する科学技術領域
4	C_15	データセンタースケールコンピューティング	データセンター規模での計算機システムアーキテクチャの研究開発
4	C_16	非フォンノイマンプロセッサアーキテクチャ	ニューロモーフィック、量子計算、近似計算、アナログ計算などを含む新しいコンピューティングパラダイムの探求と実装実証をねらう。

No.	ID	テーマ	テーマの概説
4	C_17	量子コンピュータサイエンス	量子アルゴリズムの要求と現状の量子ハードウェア性能の間にある大きなギャップを埋めるコンピューター科学・コンピューター工学の学際的な研究開発テーマ
4	C_21	量子状態の高度制御	電子、光子、スピン、フォノンなどの個々の量子状態およびそれらの相互作用がもたらす物理現象を理解し、さらにトポロジという新しい概念を導入することで、新しい量子状態を実現し、これらの高度制御を図る。これによってシリコンテクノロジーだけでは実現できない新たな機能を創出・付加し、量子コンピュータやスピントロニクスなどへの応用展開を加速させる。
4	C_24	ナノ・メカ・IT・バイオ統合マニュファクチャリング	生物が実現する巧妙な構造や機能、低エネルギーで実現する動作や物質生産に学び、人工的な材料・デバイスの生産システムとして再構築する。3D プリンティングなどを使ったバイオ・インスパイアード技術や小型・軽量・高出力の自律・協調動作ロボットを実現する。人に対する親和性を もたらすソフト材料による筐体、AI チップによる認識・判断などが必要となる
4	C_26	IoT デバイス集積	IoT/AI 時代に求められるセンシング、エッジ・コンピューティング、ネットワーク等の多機能をヘテロ集積モジュール化した安価な電子システム、さらには新アーキテクチャ(ニューロ、量子)による高性能コンピューティングの開発を通じて、安全・安心な環境の実現、健康管理・介護医療・自動運転などの新サービスへの展開へと発展させる。ムーアの法則に従う素子の微細化が困難になる中、新しい動作原理のデバイスやコンピューティング・アーキテクチャ、さらには実装技術の革新が鍵となる。
4	N_05	ICT を革新する電子・量子デバイス	ICT 革新に寄与する、高速・高密度・低消費電力の電子・情報デバイス、高効率パワーデバイス、高コヒーレンス量子デバイス(量子コンピューティング・センシング)に関する科学技術領域
4	N_11	次世代通信・暗号技術	光・量子通信と量子暗号に代表される、超高速・超大容量、超長距離・超広帯域、超低遅延・超低消費電力、多数同時接続、かつセキュリティの高い通信に関する科学技術領域
6	C_28	分離技術	化学プロセス分離工程の省エネ化、環境汚染物質除去、来たる水素社会に向けたガス分離・吸蔵、鉱物資源分離、医療など広範な分野において分離・吸着機能材料・システムの研究開発が鍵となる。近年の新材料・ナノ構造作製技術や、計測・シミュレーション技術の進展を最大限 活用しながら分離技術の研究開発を行う必要がある。
8	N_14	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	動植物、微生物、環境、人間の相互作用(生態系)に着目した、農林水産業における生産性や品質の向上と効率化、環境への負荷低減や生産環境の保全、遺伝資源の保存と利用のための資源管理などに基づく新しい持続的生産システムの構築に関する科学技術領域
15	T_27	検査・診断の自動化システム	社会保障給付のうち 10 兆円以上の規模に及ぶ医療従事者に係るコストを削減するため、初期的な検査・診断を医者を経さず自動化できる医療用 AI や高度な検査技術を開発する
15	T_28	地域相互見守りプラットフォーム	社会保障給付のうち 10 兆円以上の規模に及ぶ医療従事者に係るコストを削減するため、通院や入院を極力避け、地域単位で互いの様子を見守れる IT プラットフォームを構築する
15	T_29	ヘルスケア IoT プラットフォーム	社会保障給付のうち 10 兆円以上の規模に及ぶ医療従事者に係るコストを削減するため、個人の健康データを収集して健康増進のサービス提供に繋げる IT プラットフォームを構築する
15	T_30	生活習慣パーソナルサポート	社会保障給付のうち 10 兆円以上の規模に及ぶ医療従事者に係るコストを削減するため、病気にかかるリスク低減に向けて、個人の日常生活を管理・助言する AI を開発する

No.	ID	テーマ	テーマの概説
15	T_31	トータルライフサポートロボット	社会保障給付のうち 10 兆円近い規模に及ぶ介護給付を削減するため、介護サービスの省人化に向けて日常生活のコミュニケーションや行動を支援するロボットを開発する
2	C_36	個別化・層別化医療	IoBMT (Integration of Bio-Medical Things) ヒト研究およびデータ研究の戦略的な加速、治療用人工細胞創出に向けた基盤技術開発と医療応用
2	N_02	プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	完全非侵襲・高感度・高精細・リアルタイムモニタリングにより、人の個体から組織・臓器、細胞、分子レベルにわたり生命現象を捉えることで、バイオエンジニアリングによる再生・細胞医療や次世代ゲノム編集技術による遺伝子治療のような高度医療の技術開発につなぐ科学技術領域
2	N_13	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	人の発達過程における環境と疾病との関係性の解明、老化・機能低下のメカニズム解明やその制御、加齢性疾患の予防・診断・治療法開発など、人の胎児期から乳幼児期、就学期、就労期、高齢期までを連続的にとらえた生涯保健に関する科学技術領域
2	T_39	ロボット・バイオ技術による身体補完	バイオテクノロジー等の人間への適用によって人間とは何かが揺らぐ未来に対して、肉体的な面から生き甲斐を高めるための手段として、身体補完目的でのロボット技術・クローン技術等を実現させる
2	T_40	ゲノム編集による遺伝子治療	バイオテクノロジー等の人間への適用によって人間とは何かが揺らぐ未来に対して、肉体的な面から生き甲斐を高めるための手段として、遺伝性疾患や難病治療目的でのゲノム編集技術を開発する
8	C_37	バイオエコノミー	圃場の微生物・作物・環境をつなぐ物質循環の解明、真に地球環境にやさしい農業、高品質水畜産物の高速・持続可能な生産に向けた品種改良、飼育養殖手法開発、機能性農作物の創出と植物による高付加価値物質生産、医薬、化成品など有用物質の持続可能な生産に向けた生体分子、生命システム設計ルール解明、核酸、タンパク質、細胞を結ぶ多階層横断的サイエンス推進
8	T_08	農水畜産物のゲノム改変	農作物・水産物・畜産物のいずれも従来は品種改良により生産効率を高めてきたが、ゲノム編集によりこのプロセスの高速化を狙う
10	T_01	プロバイオティクスによる感染症予防	今後、従来の抗生物質や抗ウイルス剤に耐性を持った感染症の拡大が予想されており、抗生物質等に頼らないプロバイオティクスによって感染症を予防する
10	T_02	ポータブルゲノム解析デバイス	今後予想される感染症の拡大に対して、感染症発生時に早期に感染症を検出するため、持ち運び可能で病原体を高精度で検出できるデバイスを開発する
10	T_03	ゲノム編集による媒介機能不全化	感染症の発生を根本的に防ぐため、感染症を引き起こす病原体の伝播プロセスの一部である媒介生物をゲノム編集により機能不全化させる
10	T_04	治療薬・ワクチンの最適配備	今後予想される感染症の拡大を防止するため、過去データを基にした感染症拡大経路の予測を行い、治療薬・ワクチンの最適な箇所に配備する
10	T_05	治療薬・ワクチン設計の最適化	今後予想される感染症の拡大を防止するため、病原体の伝播・突然変異メカニズムを分析し、将来的に発現する感染症に対して最適な治療薬・ワクチンを設計する

No.	ID	テーマ	テーマの概説
5	C_23	センサフュージョン	人間の五感を代行する物理センサ端末および化学センサ端末を統合し、老朽化や災害時における橋梁やトンネルなどの社会インフラの異常検知、日常生活における病気やけがにつながる異常兆候の検出などを可能にする。様々な場所で常時観測を行いつつ、あるセンサ端末が異常検知した際には他のセンサ端末と連携して原因特定のための詳細情報を自律的に取得する。高い選択性と分子認識能を持つ材料・デバイス、エネルギーハーベスト技術、異常・正常の判断を可能にするデータの整備などが必要である。
5	C_32	アダプテーション	温暖化に伴う異常気象による災害への対応(洪水・土砂災害)、異常気象と温暖化影響の関連性解明(イベントアトリビューション)
5	C_33	サーキュラー	殭環境中での物質動態、環境影響評価、行動変容(ナッジ)、グローバル・ローカルな水循環、水利用
5	N_06	宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術	地球環境・資源を地上や人工衛星から複合的にモニタリング・評価し、数値モデルで予測することにより、人間活動がもたらす地球環境の変化や自然災害への対処、エネルギー、地下・海洋資源や農林水産資源の探索に寄与する科学技術領域
5	N_08	自然災害に関する先進的観測・予測技術	豪雨や地震・火山噴火等の自然災害とそれらが及ぼす被害の先進的観測・予測技術と防災・減災技術、および山地や海岸線等の国土変化予測による国土保全、長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計等に関する科学技術領域
5	N_12	交通に関するヒューマンエラー防止	鉄道、船舶、航空機での無人運転・運航・操縦に代表される、陸・海・空の各運輸モードでのヒューマンエラーを防止するための支援技術・システムに関する科学技術領域
5	T_46	スマートフォレスト	陸上では毎年広域に渡って森林が消失しているため、森林の保護や再生に向けた状態監視技術や自動植林技術を開発する
5	T_49	リアルタイム汚染観測プラットフォーム	世界各地で生じている環境汚染に対して、各種対策を進めるために、汚染状況をリアルタイムに把握できるITプラットフォームを構築する
6	C_31	ゼロエミッション	回収CO ₂ を用いた合成炭化水素研究、日本の社会システムとしてのエネルギーの研究(エネルギー構成、都市と地方)
6	C_34	スマート	エネルギー問題への適用(エネルギーネットワーク、需要科学、気象予測に基づく再エネ最適制御)、データインフラの整備(共通データ基盤の構築、環境観測インフラ)
6	C_35	セーフティ	地震による社会への影響予測と対応検討(エネルギーや水のインフラ停止)、日本のエネルギー源の確保(グローバルなエネルギーサプライチェーン)、原子力と安全・安心
6	N_07	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	資源の循環と持続可能な生産に向けた、CO ₂ や廃棄物の再資源化技術、バイオマス利用技術、高レベル放射性廃棄物処理技術、レアメタルの回収・利用技術、環境循環の中での有害化学物質等の管理技術に関する科学技術領域
6	N_15	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	エネルギー源の多様化によるエネルギー安全保障の強化や低炭素社会を実現する、太陽光・風力発電などの再生可能エネルギー技術や直流送電システム、超伝導技術、ワイアレス給電技術などの次世代電力ネットワークに関する科学技術領域
6	T_13	都市内エネルギー需給最適化	都市における電力インフラ利用を最適化するため、利用者側の多様なニーズに対応できる分散型のエネルギーマネジメントの仕組みを構築する
6	T_25	水・電気の地産地消化	従来のインフラからの脱却を図るため、大がかりな水道インフラや電力インフラを必要とせず、地域単位で必要な分だけ水やエネルギーを生産し消費するようなシステムを構築する

No.	ID	テーマ	テーマの概説
8	T_09	オンデマンド食品 プリント	食品流通に伴う大量の廃棄ロスに対してロスを根本的に削減するため、消費者の需要に応じて食品をプリントする技術を開発する
8	T_10	食品の永久保存 技術	世界では生産した食糧のうち約 1/3 が流通プロセスで失われているため、ロス削減に向けて食品を永久に保存可能にする
8	T_48	汚染物質の回収・ 利活用	環境汚染による人の生活や経済活動への悪影響に対し、汚染物質を資源として回収して有効的に利活用できる技術を開発する
11	T_11	飼料用穀物のビヨ ンドミート化	家畜の飼育には大量の飼料が必要で食糧生産の非効率性を招くため、家畜の飼料から肉風味の食品を作り出す技術を開発する
11	T_12	非可食性穀物の 飼料転換	家畜用の飼料の分だけ人間が食べられる穀物量が少なくなっているため、非可食物の飼料化によって人間の食糧を増やす
12	T_15	オンデマンド型次 世代モビリティ	地方人口の維持・増加に向けて、住民のニーズに適切に対応して利便性を確保できるオンデマンド型のモビリティを開発する
12	T_26	空飛ぶ次世代モ ビリティ	従来の道路インフラからの脱却を図るため、道路インフラを必要としなくなる次世代的な交通手段として、空中を移動できるモビリティの開発を推進する
12	T_47	スモッグフリー都 市	都市人口の大半が大気汚染にさらされており、また今後は更なる都市人口の拡大が見込まれているため、都市スケールでの大気汚染浄化システムを構築する
13	T_16	建築物・インフラ 補修の完全自動 化	地方における生活の質を維持するため、建築物や生活インフラの補修に係る労働力やコストを抑えられるよう補修作業を完全に自動化する
13	T_23	自己修復コンクリ ート	公共インフラの老朽化を防止するため、老朽化しないインフラ構造物の建設を目指して、自己修復可能なコンクリートを開発する
13	T_24	AI・ロボットによる インフラ予知保全	インフラの老朽化に対して最小限のリソースで効率的な維持管理ができるよう、予知保全のためのロボットによる点検・補修・更新、インフラの状態データを基にした AI による補修・更新時期予測の実現に取り組む

付録資料3 フォーサイトシンポジウムプログラム

* 本プログラムの内、「未来展望の取組紹介」にてワークショップ結果を紹介した。



NISTEPフォーサイトシンポジウム

FORESIGHT

～第6期科学技術基本計画に向けて日本の未来像を展望する～

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) は1971年より科学技術予測調査を実施しており、本年10月末に第11回調査の結果を公開いたします。また、近年では、産学官の様々な主体が未来を展望する取組 (フォーサイト) を行っております。本シンポジウムでは第6期科学技術基本計画の検討に資するため、関係機関の連携による取組を共有するとともに、有識者による討論を通じて、世界の中での我が国の未来像と科学技術イノベーションの役割を展望します。

開催日時

2019年 11月6日(水) 13:30～18:00 (開場13:00)

場所 文部科学省 第一講堂
(千代田区霞が関3-2-2 中央合同庁舎第7号館東館)

プログラム

開会挨拶
磯谷 桂介 (科学技術・学術政策研究所 所長)

来賓挨拶

基調講演

上山 隆大

総合科学技術・イノベーション会議 議員



濱口 道成

科学技術振興機構 理事長
科学技術予測調査検討会 座長
科学技術・学術審議会 総合政策特別委員会 主査



未来展望の取組紹介
科学技術・学術政策研究所、科学技術振興機構 研究開発戦略センター、
新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター

パネル討論

未来展望の取組事例紹介

パネルディスカッション

渡辺 美代子

日本学術会議 副会長

須藤 亮

産業競争力懇談会 専務理事

パネリスト

安西 祐一郎

日本学術振興会 顧問

上山 隆大

総合科学技術・イノベーション会議 議員

岸 輝雄

外務大臣科学技術顧問

須藤 亮

産業競争力懇談会 専務理事

永井 良三

自治医科大学 学長

渡辺 美代子

日本学術会議 副会長

山本 佳世子

日刊工業新聞社 論説委員兼編集委員

ファシリテータ

濱口 道成

科学技術振興機構 理事長

閉会挨拶
角田 英之 (科学技術・学術政策研究所 総務研究官)

定員 300名

事前登録制 (無料)

申込締切 11月1日(金)
※定員になり次第、締切ります

申込みフォーム
<https://www.nistep.go.jp/archives/42383>

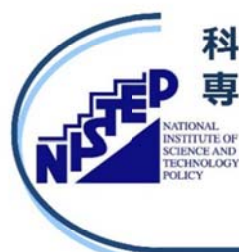


主催 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)

共催 科学技術振興機構 (JST) ※予定
新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ※予定

後援 内閣府 ※予定

お問合せ：
文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術予測センター
E-mail: yosoku11@nistep.go.jp



科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップについて

2019年11月6日

文部科学省科学技術・学術政策研究所
上席フェロー 赤池 伸一



科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップについて（概要）

趣旨

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等を検討する。

手法等

- ◆ 各シンクタンクが示す重要テーマを事前に抽出し、AI関連技術でクラスタリング
- ◆ ワークショップ形式で、コアとなる科学技術、それがどう社会に役立つか、社会実装上のボトルネック等の検討
- ◆ ワークショップはチャタムハウスルール*にて計2回実施（10月16日（水）、23日（水））

* 発言者を特定する発言内容は伏せられ、発言そのものに組織としての責任を負わないルール

検討体制

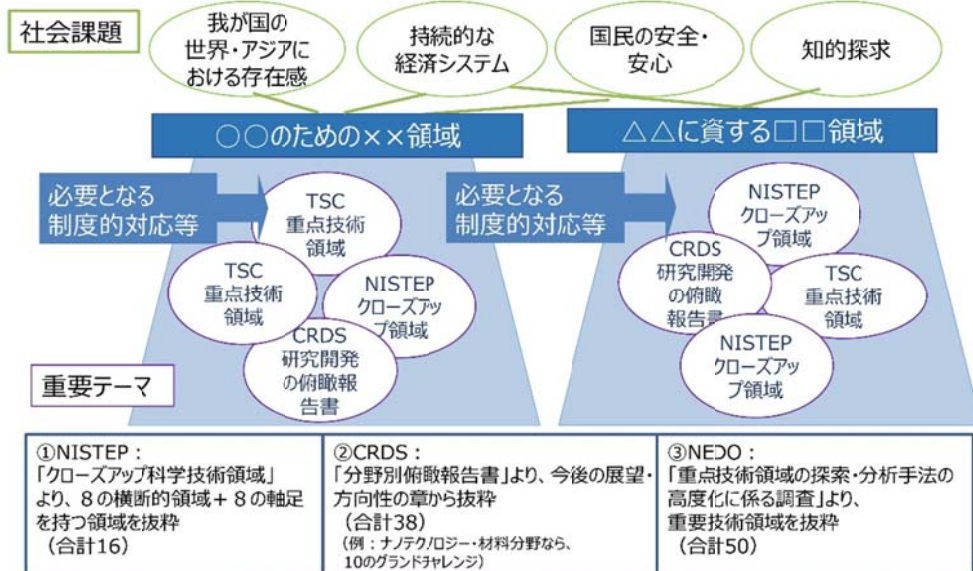
- ◆ 参加者（19名）
 - ・ 科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)
 - ・ 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (JST/CRDS)
 - ・ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター (NEDO/TSC)
- ◆ オブザーバーとして検討に協力（10名）
 - ・ 内閣府、文部科学省、日本学術振興会(JSPS)、政策研究大学院大学(GRIPS) SciREXセンター、公益財団法人未来工学研究所*、株式会社三菱総合研究所*

* 第5期科学技術基本計画フォローアップ調査を内閣府より受託



科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ（検討の枠組み）

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等を検討する。



3

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ（検討方法）

①仮領域の設定

- NISTEP、CRDS及びTSCシンクタンクの報告書から抽出した**104の重要テーマ**を、**AI関連技術**（自然言語処理によるクラスタリング）によって**16のクラスタ**に分類
- クラスタを組み合わせ、**検討の対象となる科学技術領域（4つの仮領域）**を設定

②仮領域と社会課題の紐付け

- 104の重要テーマについて、それぞれ貢献する社会課題（**国際社会、安全・安心、経済的価値、知的探究**）を◎○で評価
- それぞれの仮領域について、構成する重要テーマの社会課題への貢献に関する評価を集計
- 集計結果を参照しながら、**領域全体としてどのような社会課題に貢献するか**を検討

③コアとなる科学技術要素と制度的課題を検討

- 重要テーマを基に、**コアとなる重要テーマ**を抽出
- 社会実装に向けて必要となる制度的対応等**を検討

④領域名の設定と特徴の記述（とりまとめ）

- 「○○のための××領域」のように、**社会課題とコアとなる重要テーマを組み合わせ**た名称を付与
- コアとなる重要テーマ、必要となる制度的対応等**を具体化



4

全16クラスタのワードクラウド



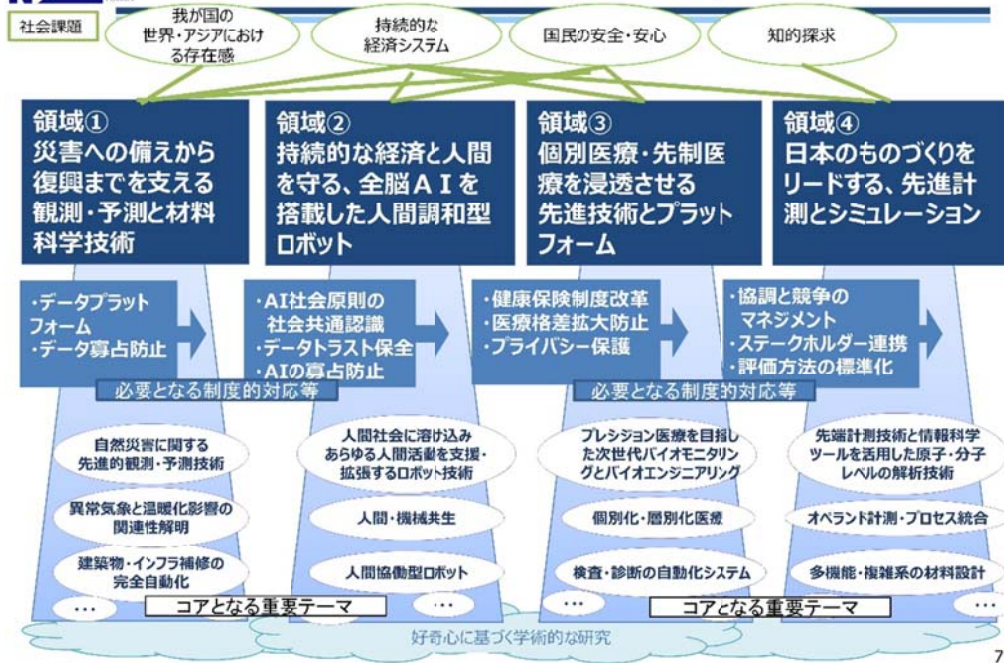
5

クラスタを構成する各シンクタンクのテーマ（例）

クラスタID	組織	テーマ	テーマの概説
1	CRDS	意思決定・合意形成支援	多様な価値観が混在・対立し、フェイクニュースが社会問題化しつつある複雑社会において、個人・集団が主体性や納得感を持って意思決定できるような、情報科学技術を活用したより良い仕組みの実現を目指す研究開発テーマ。
1	CRDS	人間・機械共生	レベル3 自動運転やロボティクス・プロセス・オートメーション（RPA）との協働作業など、人間と機械の協力作業にかかるシステム・情報科学技術を開発。技術的な側面だけでなく、製造物責任法（PL法）やソフトウェア品質標準など、法制度的な側面の課題も含まれる。
1	CRDS	RegTech	特許や法律などの文書を機械可読とすることで、テキストマイニングや機械学習を使って利用しやすくし、人間の作業を支援する技術を開発するテーマ。
1	NISTEP	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けたAI、IoT、量子コンピューティング、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象（ラージソーシャルコンプレックスシステム）が抱える課題を解決する科学技術領域
1	NISTEP	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	人間社会に溶け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を自然な形で支援・拡張するロボットに関する科学技術領域
1	TSC	農作業のオートメーション	世界での穀物需要は増加する一方、農業従事者の高齢化が進んでいるため、農作業をAI・ロボット等によってオートメーション化する
1	TSC	人間協働型ロボット	少子高齢化による生産年齢人口減少に伴う製造業や特定のサービス業での労働力不足、生産性の低下に対して、人と協働可能なロボットを開発することでそれらの解決を目指す
1	TSC	パーソナル承認ロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的にAI・ロボットと人間の垣根を取り払い、人間の生き甲斐を高めるための承認欲求を満たす存在となるロボットを開発する
1	TSC	動物型パートナーロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的にAI・ロボットに対する抵抗感を取り払い、人間の他者との繋がりを支えるパートナーとしてのロボットを開発する
1	TSC	多言語対応世話人ロボット	移民の視点では言語や文化の面で障害をなくすことが求められ、多言語対応可能で日常生活の様々な局面で移民を助けるロボットの開発に取り組む
1	TSC	ふるさとVR・テレプレゼンス	移民の精神的なサポートでは故郷や家族との繋がりを保持することが大切であり、場所を問わずに繋がることのできるVR技術・テレプレゼンス技術を開発する

6

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ（検討結果）



7

領域①

-災害への備えから復興までを支える観測・予測と材料科学技術-

コアとなる重要テーマの例

- 自然災害に関する先進的観測・予測技術
 - ◆ 温暖化に伴う異常気象による災害への対応（洪水・土砂災害）
 - ◆ 異常気象と温暖化影響の関連性解明
 - 建築物・インフラ補修の完全自動化
 - AI・ロボットによるインフラ予知保全
- :NISTEP ◆:CRDS ■:TSC

安心・安全で災害に強い日本



現在ある科学技術

・被災者からの問合せに対応するAIチャットボット⁽¹⁾

・土流が発生した渓流にワイヤーセンサー等を設置し下流側に警報するシステム⁽²⁾

・自己治癒/修復材料⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・いつまでに、どこに避難すれば安全かわかるデータプラットフォーム
- ・有用データの専占防止

2040年頃までの科学技術課題例

- ・リアルタイム津波予測に地域住民に必要な避難に必要な情報を提供するSNS情報分析システム（2027）
- ・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（2029）
- ・経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築構造物の機能を維持できる構造材料（2035）

※括弧内は社会的実現見込み年

- (1) AI 防災協議会「令和元年台風第15号による千葉県津波の被災者からの問合せに対応する「LINE」AIチャットボットの開発・提供開始について」
- (2) 平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題-地盤工学からの提言-【暫定版】
- (3) JST 先端的低炭素開発技術(ALCA):「自己治癒機能を有する革新的セラミックスタービン材料の開発」

8

領域②

-持続的な経済と人間を守る、全脳AIを搭載した人間調和型ロボット-

コアとなる重要テーマの例

- 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術
- ◆人間・機械共生
- 人間協働型ロボット
- 多言語対応世話人ロボット
- 動物型パートナーロボット
- :NISTEP ●:CRDS ■:TSC

人間の心と生活を守りながら、持続的な経済の発展

- ・資源の適正配分等が可能になる。
- ・人間の身体や知的能力をやさしく補完する。
- 例えば… 会議等も自己のアバター同士で完結可能。人間の要望に対し人間と同じ思考で応じるサービスの供給。

現在ある科学技術

- ・顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセット⁽¹⁾
- ・自動運転可能な電動車イス⁽²⁾
- ・店舗や公共空間でのサービス業務支援を行う自律ロボット⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・AI社会原則の統一策定、その社会的共通認識
- ・DFFT（データ・フリー・フロー・ウィズ・トラスト）、データ・トラストの保全
- ・AIの活用にもともなう制度的課題への対応（AIの寡占問題への対応など）

2040年頃までの科学技術課題例

- ・ヒトと違和感なくコミュニケーションが取れる対話技術（2030）
- ・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と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術（2030）
- ・当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会うことを実現する、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及（2031）

※括弧内は社会的実現見込み年

- (1) NEDO ニュースリリース「世界初、顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセットを公開」
(2) JAL：協働プレスリリース「羽田空港における次世代型電動車イスの自動運転の試験走行を実施」
(3) 日立 ホームページ「EMIEW3とロボットIT基盤：ロボティクス」

9

領域③

-個別医療・先制医療を浸透させる先進技術とプラットフォーム-

*先制医療：発症前診断により各個人に適切な治療を行い、発症を未然に防ぐ医療

コアとなる重要テーマの例

- プレジジョン医療を目指した次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング
- ライフコース・ヘルスクエアに向けた疾病予防・治療法
- ◆個別化・層別化医療
- 検査・診断の自動化システム
- :NISTEP ●:CRDS ■:TSC

超高齢化社会における国民一人ひとりの健康増進

- ・個々のライフコースを通じたヘルスクエアの実現
- 例えば… 非侵襲の診断デバイスによって、本人の苦痛等がなく、一瞬で健康診断の実施が可能になる。

現在ある科学技術

- ・光電式脈波センサー⁽¹⁾
- ・がん診断のための尿中のmicro RNAの分離・回収デバイス⁽²⁾
- ・5ナノメートルの量子センサー⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・健康保険制度の改革（健康維持、未病の部分を社会保険に組み込む）
- ・科学技術が行き届かない地域へ医療格差が広がらないような政策手段
- ・ライフログのプライバシーの問題と、ライフログ提供のインセンティブ付与
- ・本人が望む以上の情報を与えない、知らない権利を守る仕組み

2040年頃までの科学技術課題例

- ・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血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム（2033）
- ・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（2033）
- ・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（2038）

※括弧内は社会的実現見込み年

- (1) ローム株式会社（<https://www.rohm.co.jp/pulse-wave-sensor>）
(2) ICARIA株式会社（<https://icariacorp.com/>）
(3) 量子科学技術研究開発機構 ニュースリリース「世界最小のダイヤモンド量子センサーの作成に成功」

10

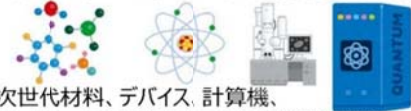
領域④

-日本のものづくりをリードする、先進的計測とシミュレーション-

コアとなる重要テーマの例

- 先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術
 - 新規構造・機能の材料と製造システムの創成
 - ◆ オペランド計測・プロセス統合
 - ◆ 多機能・複雑系の材料設計
- : NISTEP ◆: CRDS

日本のものづくりがリードする持続的な経済



- ・次世代材料、デバイス、計算機、ネットワークとそれらを支える生産技術の実現
 - ・未知で複雑な材料の解析と合成
- 例えば… 複雑な材料設計を可能にする、リアルタイムの計測の実現。未知の物質科学のフロンティアの開拓。

現在ある科学技術

- ・100 ナノメートルオーダーの空間分解能を有する軟X線顕微分光システムによる電気化学オペランド測定法⁽¹⁾
- ・ほぼ絶対零度下での超高速度量子シミュレーター⁽²⁾
- ・分解能5nmの確率的光学再構築顕微鏡⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・企業によるデータの抱え込みに関して、協調領域と競争領域の線引きなどのマネジメント
- ・異なるステークホルダーの連携
- ・長期的な投資が必要な計測施設（放射光など）の利用の公平性等に関するルール
- ・材料・デバイスの評価方法の標準化

2040年頃までの科学技術課題例

- ・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（2032）
- ・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ー（2033）
- ・ピコメートルスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高解像度顕微鏡（2034）

※括弧内は社会的実現見込み年

- (1) 産総研・東大 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボトリ (<https://unit.aist.go.jp/operando-oil/>)
 (2) 自然科学研究機構 分子科学研究所 ニュース「原子レベルで動作する世界最速の量子シミュレーター（大森教授ら）」
 (3) ThermoFisher社 確率的光学再構築顕微鏡（Stochastic optical reconstruction microscopy; STORM）

11

各領域に共通して必要となる制度的対応について

寡占や格差に対する対応

- ・IT等のグローバル企業による独占・寡占に対する対策
- ・本来は格差を埋める技術であるはずの科学技術が、格差を助長しないような社会制度

データの管理・利活用における信頼とインセンティブ

- ・公平かつ安全なデータ保有（第三者機関の活用等）
- ・データの囲い込みの解消・共有に向けたインセンティブ（研究データに限らず、ライフログ等の提供を含む）

倫理的・法的・社会的問題（ELSI）への具体的対応

- ・科学技術の社会実装における社会的なコンセンサス作りと制度化
- ・デジタルライゼーションに伴う新たなプライバシーの問題等への適正な規制

12

文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)

「未来につながるクローズアップ科学技術領域—AI関連技術とエキスパート
ジャッジの組み合わせによる抽出の試み」

URL: <http://hdl.handle.net/11035/00006599>

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (JST/CRDS)

「研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2019年)」

URL: <https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/index.html>

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター (NEDO/TSC)

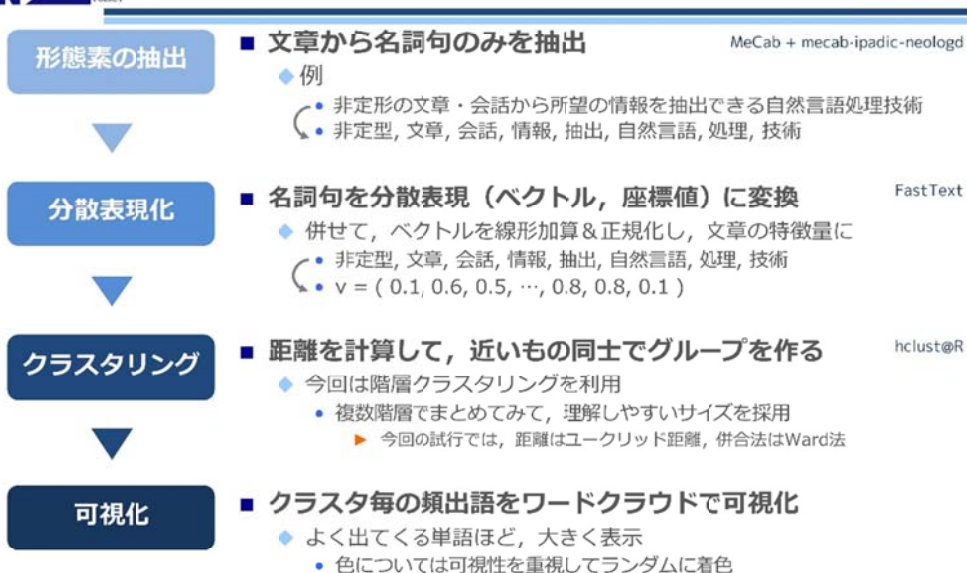
「平成30年度成果報告書 重点技術領域の探索・分析手法の高度化に係る調査」
(公開日 2019年05月22日)

URL: https://www.nedo.go.jp/library/database_index.html

13

13

(参考) AI関連技術によるクラスタリング・可視化手法



14

調査研究体制

統括：

赤池 伸一 上席フェロー

調査設計・実施・取りまとめ：

黒木 優太郎 科学技術予測センター 研究官

調査設計・実施協力：

伊藤 裕子 科学技術予測センター 主任研究官

鎌田 久美 科学技術予測センター 研究員

蒲生 秀典 科学技術予測センター 特別研究員

横尾 淑子 科学技術予測センター センター長

データ分析：

小柴 等 第2調査研究グループ 上席研究官

調査資料-299

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの専門家ワークショップによる
研究開発領域抽出

2020 年 9 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
黒木優太郎, 赤池伸一

〒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 FAX: 03-3503-3996

Extraction of R&D area by workshop of think tank
related to science, technology and innovation policy

September 2020

KUROGI Yutaro, AKAIKE Shinichi
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<http://doi.org/10.15108/rm299>



<https://www.nistep.go.jp>