

DISCUSSION PAPER No.183

第 11 回科学技術予測調査
科学技術や社会のトレンド把握

S&T Foresight 2019
Horizon Scanning Report

2020 年 6 月

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

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からの御意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、必ずしも機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

The DISCUSSION PAPER series are published for discussion within the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) as well as receiving comments from the community.

It should be noticed that the opinions in this DISCUSSION PAPER are the sole responsibility of the author(s) and do not necessarily reflect the official views of NISTEP.

【調査研究体制】

赤池伸一	上席フェロー
横尾淑子	科学技術予測センター センター長
中島 潤	科学技術予測センター 特別研究員 (2018年3月まで)
重茂浩美	科学技術予測センター センター長補佐
蒲生秀典	科学技術予測センター 特別研究員
小柴 等	第2調査研究グループ 上席研究官

【Contributers】

AKAIKE Shinichi	Senior Fellow, NISTEP, MEXT
YOKOO Yoshiko	Director, Science and Technology Foresight Center, NISTEP, MEXT
NAKASHIMA Jun	Visiting Researcher, Science and Technology Foresight Center, NISTEP, MEXT (until March 2018)
OMOE Hiromi	Deputy Director, Science and Technology Foresight Center, NISTEP, MEXT
GAMO Hidenori	Visiting Researcher, Science and Technology Foresight Center, NISTEP, MEXT
KOSHIBA Hitoshi	Senior Research Fellow, Second Policy-oriented Research Group, 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 paper.

科学技術予測センター (2020) 「第 11 回科学技術予測調査 科学技術や社会のトレンド把握」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.183, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp183>

Science and Technology Foresight Center (2020) “S&T Foresight 2019: Horizon Scanning Report,” *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.183, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp183>

第 11 回科学技術予測調査 科学技術や社会のトレンド把握

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

要旨

第 11 回科学技術予測調査では、将来の不確実性の増大への対応策として、調査の前段にホライズン・スキャニングのプロセスを設けた。本プロセスにおいては、科学技術及び社会の起こり始めた変化に関する情報を収集・整理し、今後の可能性を幅広く捉えることを試みた。具体的には、文献調査、専門家の知見収集、クローリング、データベースからの抽出により、社会トレンド、研究トレンド、政策トレンドの抽出・整理を行い、社会の未来像検討及び科学技術の未来像検討のプロセスに情報を提供した。これらにより、現状を踏まえた潜在可能性の議論が可能となったが、情報の可視化の不足や議論する時間の不足等の理由により、活用は一部に留まった。

科学技術や社会が急速に変化を続ける中で、ホライズン・スキャニングの必要性は今後益々高まると考えられる。今後に向けて、収集・抽出手法や提供方法の改善、また、有用な情報を随時蓄積していく仕組みの検討が求められる。

S&T Foresight 2019: Horizon Scanning Report

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

ABSTRACT

The 11th Science and Technology Foresight Survey applied horizon scanning processes at the beginning of the survey in order to correspond to increasing uncertainty in future. In this process, we tried to collect and classify information on science and technology (S&T) and societal changes having been about to start, and tried to observe future possibilities widely. Concretely speaking, various information was provided into the processes on the considerations of future visions of society and S&T by extracting and classifying social trends, research trends, and policy trends through literature surveys, experts' opinions, crawling, and database analyses. This theoretically enables discussion on the possible futures based on the current situation, however, utilization of horizon scanning was limited to some extent due to reasons such as less clear visualization of information and limited time for discussion.

As S&T and society continue to change rapidly, the necessity for horizon scanning is expected to increase in the future. Thus, it should be necessary to improve methods in collection, extraction, and presentation of information, and to consider methodologies for accumulating useful information continuously.

目次

概要.....	i
---------	---

本編

1. 背景と目的.....	1
2. 調査方法.....	2
2.1. ホライズン・スキヤニングの位置づけ.....	2
2.2. 収集する情報.....	3
3. 収集情報の詳細.....	5
3.1. 「社会の未来像」検討のための情報.....	5
3.2. 「科学技術の未来像」検討のための情報.....	16
4. 考察.....	22
4.1. 「社会の未来像」検討での利用.....	22
4.2. 「科学技術の未来像」検討での利用.....	23
5. おわりに.....	24
参考文献.....	25
調査研究体制.....	27

資料編

資料1 第11回科学技術予測調査の概要.....	29
資料2 「トレンド」の詳細情報.....	31
資料3 「きざしストーリー」の概要.....	41
資料4 KIDSASHI 記事テーマ.....	79
資料5 政府及び団体の計画・戦略・将来展望等.....	84
資料6 国際／地域／各国のトレンド.....	95
資料7 「細目別情報」抽出の方法.....	98

別冊

- 別冊1 細目別情報：健康・医療・生命科学分野
- 別冊2 細目別情報：農林水産・食品・バイオテクノロジー分野
- 別冊3 細目別情報：環境・資源・エネルギー分野
- 別冊4 細目別情報：ICT・アナリティクス・サービス分野
- 別冊5 細目別情報：マテリアル・デバイス・プロセス分野
- 別冊6 細目別情報：宇宙・海洋・地球・科学基盤分野

概要

1. 目的及び方法

第 11 回科学技術予測調査において、不確実性の増大に対応することを目的として、科学技術や社会の変化の兆しを取り込むためのホライズン・スキャニングを実施した。具体的には、定常的・継続的に動向を探索する仕組みを整えるとともに、ホライズン・スキャニングを調査の全体枠組みの中に明示的に位置づけ、情報の流れを明確化した。社会の未来像検討と科学技術の未来像検討を並行して実施し、それらを統合して科学技術発展による社会の未来像を描く、という一連のプロセスの前段に、科学技術及び社会の変化の兆しを収集・整理するホライズン・スキャニングのプロセスを置き、各未来像の検討の参考として情報提供を行った。収集・提供した情報を下表に示す。

種類	認知度*1	方向性*2	情報源と方法	本調査での整理	提供先*3
社会	将来見通し	動向	✓ 既存資料から、社会、経済、科学技術、環境、政治に関する動向を抽出	トレンド	社会
		目標	✓ 地域ワークショップ結果	地域の未来像	社会
			✓ 政府や関係団体の計画・戦略等から、目指す方向性の記述を抽出	政策トレンド	社会
	兆し	動向	✓ 国際ワークショップ結果	世界の未来像	社会
			✓ 専門家・有識者の見解を収集 ✓ 定常的ホライズン・スキャニング (KIDSASHI1 記事)	きざしストーリー	社会
		動向	✓ 既存資料から、社会、経済、科学技術、環境、政治に関する動向を抽出 ✓ 関連報告書*4 から抽出	トレンド	社会
科学技術	将来見通し	動向	✓ 既存資料から、社会、経済、科学技術、環境、政治に関する動向を抽出	トレンド	社会
		目標	✓ [政策情報] 審議会等議事録のクロールリング ✓ [研究情報] トップダウン型競争的資金情報のクロールリング	細目別情報 サイエンスマップ関連領域情報	科学技術
	兆し	動向	✓ 専門家・有識者の見解を収集 ✓ 定常的ホライズン・スキャニング (KIDSASHI 記事)	きざしストーリー	社会
			✓ [研究情報] 科学研究費助成事業データベース KAKEN から抽出 ✓ [研究情報] 定常的ホライズン・スキャニング (KIDSASHI プレスリリースクロールリング)	細目別情報	科学技術

*1 認知度を「将来見通し（専門家・有識者間あるいは社会一般の中で一定程度の共通認識）」と「兆し（個人的あるいは一部の見解）」に分類。

*2 方向性を「動向（価値観や願望を含まない客観的な方向性）」と「目標（目指すべき規範的な方向性）」に分類。

*3 「社会」とは社会の未来像検討、「科学技術」とは科学技術の未来像検討に活用したことを意味する。

*4 「第 10 回科学技術予測調査 分野別科学技術予測」（科学技術・学術政策研究所）、「サイエンスマップ 2016」（科学技術・学術政策研究所）、「研究開発の俯瞰報告書」（科学技術振興機構研究開発戦略センター）

2. 収集情報の詳細

(1) 「社会の未来像」検討のための情報

● トレンド [本編図表 3-1、資料 2]

既存資料からの抽出により、社会のマクロ環境のうち将来に大きな影響を及ぼす可能性のある要素を整理した。日本では少子高齢化が進む一方で世界では人口増が見込まれること、グローバル化・ネットワーク化による経済環境の変化、人と機械の関係性の変化、気候変動、パワーバランスの変化、政治・経済情勢の不安定化・不透明性などが挙げられた。

● きざしストーリー [本編図表 3-3、資料 3]

科学技術や社会の変化を記述したもので、社会の未来像を検討したビジョンワークショップの参加者及び科学技術予測センターが計 140 件の情報を作成した。「全般」区分では、価値観の大転換、構造変革等、「健康・暮らし」区分では、死生観の変化、健康寿命延伸、人工食、AI・VR 等、「環境・エネルギー」区分では、サーキュラー・エコノミー、低炭素社会等、「ものづくり・地方創生」区分では、AI・ロボットとの協働、デジタル製造等、「安全安心・インフラ」区分では、エネルギーインフラ、自然災害、自己修復等、「フロンティア・科学基盤」区分では、宇宙・深海進出、資源探査等が挙げられた。

● 政策トレンド [本編図表 3-4、資料 5]

政府機関や経済団体等による将来計画・戦略・ビジョンなど、将来に向けた方向性や目標を整理した。持続可能な発展、安全、QoL 向上、健康、産業活性化、生産性向上、地球環境、エネルギー、モビリティ、都市などの項目が挙げられた。

● 地域の未来像 [本編図表 3-5]

国内地域における中長期的に目指す社会の姿を検討した調査結果を整理した。地域の独自性を魅力として人を呼び込む、コミュニティの力を生かす、ゆとりある暮らしを大事にする、地域資源の活用を図る、地域から世界につながるなど、地域の特性に沿った独自の未来像が描かれた。

● 世界の未来像 [本編図表 3-6]

国際ワークショップにおける、日本を含む 14 か国・国際機関の約 60 名によるグループ討論を通じて、2040 年までの社会トレンドの検討を行った結果を整理した。科学技術の発展によってパラダイムシフトが起こり、質の高い生活が実現する一方、格差や分断の可能性も示唆された。

(2) 「科学技術の未来像」検討のための情報

科学技術の未来像検討のために実施したデルファイ調査の各分野の細目ごとに「細目別情報」を作成した。収集した情報を下表に示す。科学技術予測センターにて仮キーワードを設定、システムによって一定値以上の関連性が推測される研究情報及び政策情報を自動抽出し、関連度順に出力した。具体的には、収集したデータから形態素解析により名詞句を抽出、その分散表現を獲得し、文書の分散表現を作成した。この分散表現の COS 類似度により関連度合を判定した。計 46 細目の詳細情報を別冊 1～6 に示す。ただし、サイエンスマップ 2016 から抽出した関連領域情報については、

細目別ではなく分野全体の情報とし、別途単体の情報として提供した。

情報種類	項目	情報源
研究情報	科学技術トピック	a)「第10回科学技術予測調査分野別科学技術予測」の科学技術トピック計932件から抽出（関連度の高い10件）
	注目研究領域	b)「サイエンスマップ2016」から関連領域を抽出
		c)「研究開発の俯瞰報告書2017年度版」（科学技術振興機構）17)から抽出（関連度の高い10件）
	研究テーマ	d)クローリングにより収集した大学等研究機関のプレスリリースから抽出（関連度の高い10件）
		e) 科学研究費助成事業データベース KAKEN から抽出（関連度の高い100件）
		f) トップダウン型の競争的資金（文部科学省、JSPS、JST、NEDO等）に関する情報（関連度の高い件数、金額、件名例）
政策情報		g)クローリングにより収集した政府審議会等の議事録から抽出（関連度の高い10件）

3. 考察とまとめ

社会の未来像検討においては、参加者は、提供された情報を踏まえて2040年に向けて目指す社会の姿を書き出した。兆しとして見え始めた方向性や政策の方向性を最初に把握することにより、現状を踏まえた潜在可能性の議論が可能になったが、情報に関する議論の時間が不足したため、活用は一部に留まった。情報の有効活用と有意義な議論のためには、参加者への事前の情報提供が必要である。

科学技術の未来像検討においては、分科会での議論の場に研究開発の現状を示すデータの提供を行った。しかし、情報量が膨大であり、また経年変化が見えにくかった等の理由により、活用は一部に留まった。広範な科学技術分野を対象とする科学技術予測調査において、自動的・半自動的な情報収集や研究成果情報分析結果の活用は有用であると考えられ、専門家の判断の場に客観的な情報分析結果を提供する有効な方法について検討が必要である。さらに、随時新しい動きの情報を収集・整理・蓄積していくなどの継続性も不可欠である。

科学技術や社会が急速に変化を続ける中で、ホライズン・スキニングの有用性は益々高まると考えられる。今後、収集・抽出手法や提供手段の改善、また、定常的活動の中で有用な情報を利用可能な形で蓄積していく仕組みの検討が求められる。

本編

1. 背景と目的

継続的なモニタリングを通じて科学技術や社会の変化の兆し（ウィークシグナル）を捉え発信する活動は、ホライズン・スキャニングあるいはアーリー・ウォーニング（ワーニング）などと呼ばれる。概念自体は新しいものではないが、想定外の事象の発生や未来に対する不確実性の高まりなどを背景に、2000年代中頃からフォーサイト活動の中で注目されるようになり、様々な探索が試みられるようになった。フォーサイト活動におけるホライズン・スキャニングの位置付けは様々であり、フォーサイト活動に類似する活動とする事例と、フォーサイト活動の一部に含める事例が見られる。情報の収集には、既存の文献やデータベースからの情報抽出、ソーシャルネットワークサービス（SNS）を含むインターネット上の情報の自動収集、専門家の知見の収集などがあり、収集した情報の整理や意味付けは、専門家の知見に基づく判断や自動的・機械的処理が用いられている。科学技術の変化の兆しについては、当該科学技術の現状及び発展見通しのほか、社会的・経済的インパクトや検討すべき社会システムなど科学技術と社会との関係性に関する事項、自国（地域）の強みなど世界の中での位置付けに関する事項等の分析がなされることが多い。今後、科学技術が社会にもたらすインパクトがさらに増大し、科学技術と社会の関係性が複雑化すると想定されることから、ホライズン・スキャニングを含むフォーサイトの、科学技術イノベーション政策の議論を下支えする役割の有用性が高まると考えられる。

ホライズン・スキャニングを含むフォーサイト活動の国際的あるいは国レベルの活動については、近年多くの事例が見られる。例えば、欧州委員会では、研究イノベーション政策立案支援のための活動の一つにフォーサイトが挙げられ、それは、戦略的フォーサイト、ホライズン・スキャニング、フォーサイトベースの政策提言の3種類の活動から構成されている¹⁾。このうち、ホライズン・スキャニングの枠組みで実施された「ラジカル・イノベーション・ブレイクスルー」²⁾では、87の技術的ブレイクスルーと13の社会的ブレイクスルーが挙げられている。欧州議会STOA（サイエンティフィックフォーサイトユニット）³⁾では、短報「What if」やテーマを特定した詳細レポートを随時発行し、新しい動きについての発展見通し、インパクト、必要な政策等の概説を行っている。OECDでは、メガトレンドや技術トレンドを取りまとめたホライズン・スキャンレポート⁴⁾が出されている。世界経済フォーラムでは、「エマージングテクノロジートップ10」レポート⁵⁾を毎年公表している。また、国レベルでは、例えばドイツでは、連邦研究教育省（BMBF）が実施した「フォーサイトプロセス」⁶⁾において、7つの未来分野の特定や社会トレンドやイノベーションシーズの特定を行っている。カナダでは、「ポリシー・ホライズン・カナダ⁷⁾」プロジェクトにおいて、スキャニングと洞察を中心としたフォーサイトを実施している。フィンランドでは、前述の「ラジカル・イノベーション・ブレイクスルー」の前身となった「フィンランドと世界のための100の機会」レポート⁸⁾を公表している。

科学技術予測センターでは、科学技術予測調査におけるホライズン・スキャニングの有用性を

認識し、前回の第 10 回科学技術予測調査（2015 年）において科学技術や社会のトレンド等の把握を取り入れた。具体的には、最初のパートである将来ビジョン検討⁹⁾において、社会トレンドを抽出・階層化し、実現可能性や社会的影響の評価を行った。科学技術トレンドについては、米国の研究開発動向や科学技術政策動向のスキヤニング¹⁰⁾を実施した。しかし、単発の調査であり、変化を見出すのに不可欠な継続性に欠けていた。また、後の検討プロセスに得られた情報反映のためのプロセスが織り込まれていなかったため、情報の活用に至らなかった。

そこで、第 11 回科学技術予測調査の実施に当たっては、科学技術や社会の変化の兆しの情報を取り込んで検討することにより、不確実性の増大に対応できる科学技術予測調査とすることを目的として、ホライズン・スキヤニングに取り組んだ。具体的には、定常業務として継続的に動向を探索する仕組み¹¹⁾を整えるとともに、ホライズン・スキヤニングを第 11 回科学技術予測調査の全体枠組みの中に明示的に位置づけ、情報の流れを明確化した。

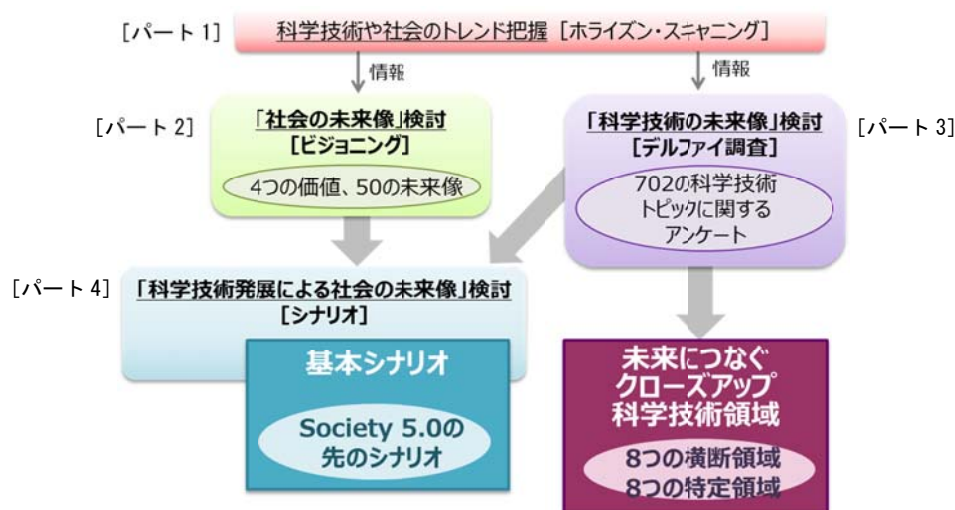
2. 調査方法

2.1. ホライズン・スキヤニングの位置づけ

我が国では 1971 年から約 5 年毎に科学技術予測調査が実施されており、第 5 回調査（1992 年公表）から科学技術・学術政策研究所が実施主体となっている。1996 年から科学技術基本計画が策定されるようになって以降、その検討に資する基盤的な情報を提供することを目的として、時期を合わせて実施している。2000 年代までは科学技術のフォーキャストを主とした枠組みで実施してきたが、2000 年代以降、科学技術と社会との関係性が重視されるようになったことから、社会ニーズ、社会課題解決、ビジョンからのバックキャストなど、社会的視点からの検討も取り入れた調査を実施してきた。

今回の第 11 回科学技術予測調査では、科学技術の急速な発展が社会の仕組みを大きく変えるなど、科学技術のもたらす社会的インパクトに改めて注目が集まっていることから、社会的な目標（目指す姿）から科学技術の将来を考えるバックキャストだけでなく、科学技術の将来展望から社会を考えるフォーキャストと組み合わせ検討を行った。調査の全体像を図表 2-1 に示す。本調査では、社会の未来像の検討と科学技術の未来像の検討を並行して実施し、それらを統合して科学技術発展による社会の未来像を描いた。第 11 回科学技術予測調査の概要については、資料 1 を参照されたい。

図表 2-1 第 11 回科学技術予測調査の全体像



この一連の検討プロセスの前段に科学技術及び社会の変化の兆しを収集・整理する「科学技術や社会のトレンド把握 [ホライズン・スキャニング]」のプロセス（パート 1）を置いた。ホライズン・スキャニングで得られた情報は、「社会の未来像検討 [ビジョニング]」（パート 2）において望ましい社会の姿を描く際の背景情報として、また「科学技術の未来像検討 [デルファイ調査]」（パート 3）における科学技術トピック設定の際の参考情報として用いられた。定常的・継続的に実施しているホライズン・スキャニング KIDSASHI¹¹⁾から得られた情報は、[ホライズン・スキャニング]（パート 1）の情報の一部に取り込まれ、社会あるいは科学技術の未来像検討に活用された。

2.2. 収集する情報

第 11 回科学技術予測調査のパート 1 [ホライズン・スキャニング] で収集する情報は、科学技術及び社会の新しい動きや変化の兆しを示す定性的・定量的な情報である。これらの情報を認知度及び方向性の観点から分類すると図表 2-2 の通りとなる。

認知度とは、専門家・有識者間あるいは社会一般の中で一定程度の共通認識となっているか、個人的あるいは一部の見解なのかという、認知度のレベルの違いを指す。将来展望・未来予測に関する書籍・レポート等で取り上げられた事項や推計・統計などからの情報は、一定程度の共通認識になっていると考えられることから前者に属するものとし、「将来見通し」と呼ぶこととする。一方、専門家・有識者あるいは一般市民から収集した展望は、一部の認識に留まる可能性があることから後者に属するものとし、「兆し」と呼ぶこととする。個人的な展望の中には、共通認識には至っていないが将来的に大きな変化をもたらす潜在可能性を持つ事項が含まれると考えられるためである。

方向性とは、価値観や願望を含まない客観的な方向性なのか、目指すべき規範的な方向性なのかを指す。ここでは、前者を「動向」と呼び、後者を「目標」と呼ぶこととする。「目標」には、

将来計画等における目標設定（政策情報）、審議会で議論された事項やトップダウン型競争的資金情報など、政策的に注目されている事項に関する情報を含む。

科学技術予測センターでは、第11回科学技術予測調査に先立ち、世界の未来像及び国内地域の未来像の検討をワークショップ形式で実施した。これらの検討を通じて得られた情報については、上述の「兆し」と同様の性格を持つと考え、収集情報に追加して活用した。日本社会の未来像を検討するに当たっては、グローバル化の進展する中で世界の状況変化の把握が必須であり、その一方で、人口減の見込まれる中で各地域の未来像を把握することも併せて重要と考えられたためである。

次章では、図表 2-2 にある「本調査での整理」にある項目ごとに情報の詳細を記す。

図表 2-2 収集した情報の整理

種類	認知度	方向性	情報源と方法	本調査での整理	提供先 ^{*1}
社会	将来見通し	動向	✓ 既存資料から、社会、経済、科学技術、環境、政治に関する動向を抽出	トレンド	社会
			✓ 地域ワークショップ結果 ¹²⁻¹⁴⁾	地域の未来像	社会
		✓ 政府や関係団体の計画・戦略等から、目指す方向性の記述を抽出	政策トレンド	社会	
	兆し	動向	✓ 国際ワークショップ結果 ¹⁵⁾	世界の未来像	社会
			✓ 専門家・有識者の見解を収集 ✓ 定常的ホライズン・スキニング (KIDSASHI ¹¹⁾ 記事)	きざしストーリー	社会
		目標	✓ [政策情報] 審議会等議事録のクロロリング ✓ [研究情報] トップダウン型競争的資金情報のクロロリング		
科学技術	将来見通し	動向	✓ 既存資料から、社会、経済、科学技術、環境、政治に関する動向を抽出	トレンド	社会
			✓ 関連報告書 ^{*2} から抽出	細目別情報	科学技術
	兆し	動向	✓ 専門家・有識者の見解を収集 ✓ 定常的ホライズン・スキニング (KIDSASHI 記事)	きざしストーリー	社会
			✓ [研究情報] 科学研究費助成事業データベース KAKEN から抽出 ✓ [研究情報] 定常的ホライズン・スキニング (KIDSASHI プレスリリースクロロリング)	細目別情報	科学技術
		目標			

*1 提供先とは、各情報を何の検討で活用したかを示す。「社会」とは社会の未来像検討（パート 2）、「科学技術」とは科学技術の未来像検討（パート 3）に活用したことを意味する。

*2 「第 10 回科学技術予測調査 分野別科学技術予測」(科学技術・学術政策研究所)¹⁶⁾、「サイエンスマップ 2016」(科学技術・学術政策研究所)¹⁷⁾、「研究開発の俯瞰報告書」(科学技術振興機構研究開発戦略センター)¹⁸⁾

3. 収集情報の詳細

3.1. 「社会の未来像」検討のための情報

(1) トレンド

トレンドとは、既存資料からの抽出により、社会のマクロ環境のうち将来に大きな影響を及ぼす可能性のある要素（ドライビングフォース）を整理したものである。レポート等に取り上げられていることから、社会において一定程度の共通認識となっていると考えられる新しい動きである。前述の区分では、一定程度の共通認識となっていると考えられることから「将来見通し」、価値観を含まないことから「動向」に分類される。

整理のための項目建てにはいくつかの種類があるが、ここでは、社会、経済、科学技術、環境、政治の5区分で整理を行った。情報収集時期は、2017年11月である。図表3-1に整理した結果を示す。日本では少子高齢化が進む一方で世界では人口増が見込まれること、グローバル化・ネットワーク化による経済環境の変化、人と機械の関係性の変化、気候変動、パワーバランスの変化、政治・経済情勢の不安定化・不透明性などが大きなトレンドとして挙げられた。項目の詳細及び情報源については、資料2を参照のこと。

図表 3-1 トレンド一覧

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
社会	世界の人口増、人口構成の変化 新興国における中間層の台頭と社会的格差の拡大 移民・移住の影響 都市の将来（持続可能性、市民の役割） 社会のネットワーク化と帰属意識の変化 健康の未来、医療費負担の限界 オープンサイエンスの進展 教育の革命 プライバシー概念の変化	社会保障の低下	少子高齢化 価値観の多様化 家族の多様化 体感不安の増大
経済	グローバル化・ネットワーク化によるビジネスの変化 経済情勢の不透明性 価値観変化に伴う新しい経済モデル 雇用・労働市場の変化	グローバルと地域 財政悪化 新興国の台頭	ボーダーレス化・グローバル化の進展 経済の伸び悩みと新しいビジネス 地域の疲弊と新しい価値創造 老朽インフラ
科学技術	人と機械との共存・一体化 ICT、AI バーチャル世界と現実世界の融合 新しいモビリティ		ICTの劇的な進歩など 技術革新の進展

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
環境	気候変動 自然災害・極端気象の増加 生物多様性の崩壊／回復 スマートシティ 気候変動に対する意識の高まり 水・食料・エネルギー不足とその対応 環境汚染と健康影響		エコ意識の変化 資源制約
政治	パワーバランスの変化 国のガバナンスの変化 戦争・テロの脅威 国際公共財に関するリスク 資源ナショナリズム	アジア太平洋地域の緊張の高まり	

（２）きざしストーリー

「きざしストーリー」とは、現在起こり始めた、あるいは起こる兆しの見えた、科学技術や社会の変化を記述したものである。個人ベースの情報収集であることから、必ずしも専門家・有識者間あるいは一般社会において共通的な認識になっているとは限らず、また萌芽段階であり不確実性は高いが将来的に大きな変化をもたらす事象も含まれている可能性がある。前述の分類では、認知度の観点からは「兆し」、方向性の観点からは「動向」に分類される。

「きざしストーリー」は、分野区分、テーマ、概要、インパクト、キーワード、情報源から構成される（図表 3-2）。分野区分としては、第 11 回科学技術予測調査の科学技術分野構成や定常的ホライズン・スキニング KIDSASHI の区分を参考に、「健康・暮らし」「環境・エネルギー」「ものづくり・地方創生」「安全安心・インフラ」「フロンティア・科学基盤」を設定した。

「きざしストーリー」の情報源は、専門家・有識者からの情報、及び、科学技術予測センターにおける定常的な調査研究活動からの情報である。前者については、社会の未来像を検討したビジョンワークショップ¹⁹⁾の参加者に「きざしストーリー」の事前提出を依頼した。後者については、それまでに収集した情報を基に、科学技術予測センターが作成した。

作成されたストーリーは全 140 件、その内訳（複数区分に該当するものは重複カウント）は、「全般」が 3%、「健康・暮らし」が 26%、「環境・エネルギー」が 16%、「ものづくり・サービス」が 24%、「安全安心・インフラ」が 16%、「フロンティア・科学基盤」が 15%である。なお、各ストーリーの分野区分は提供者の判断による。

「きざしストーリー」のテーマを図表 3-3 に示す。「全般」区分では、価値観の大転換と社会システムや経済構造の変革等が挙げられた。「健康・暮らし」区分では、死生観の変化、健康寿命延伸、先端科学技術による医療、人工食、AI・VR 等が挙げられた。「環境・エネルギー」区分では、エネルギーシステムの最適化、再生可能エネルギー利用、サーキュラー・エコノミー、低炭素社会等が挙げられた。「ものづくり・地方創生」区分では、AI・ロボットとの協働、デジタル製造・シミュレーション、プロシューマー、日本固有の価値・伝統工芸、データ収集・分析、デジタル化の先等が挙げられた。「安全安心・インフラ」区分では、エネルギーインフラ、ヒュ

ーマンエラー克服、自然災害対策、自己修復等が挙げられた。「フロンティア・科学基盤」区分では、宇宙や深海への進出、資源探査、感情や意志を持つ AI、人工細胞等が挙げられた。きざしストーリーの概要は、資料 3 を参照されたい。また、科学技術予測センターによる作成の情報源の一つである定常的ホライズン・スキャンニング KIDSASHI のうち、記事化したテーマと概要を資料 4 に示す。

図表 3-2 「きざしストーリー」の様式

分野 「健康・暮らし」 [環境・エネルギー] [ものづくり・サービス] [安全安心・インフラ] [フロンティア・科学基盤]	
未病概念が浸透した平均寿命 = 健康寿命の社会	
<p>【概要】 健診データ、医療データ（電子カルテ等）、日常生活データ（バイタルデータ、食事・運動データ等）が蓄積され、包括的なパーソナル・ヘルス・レコードが整備されると共に、ビッグデータ分析に基づく先制医療が大幅に進展する。ビッグデータ、AIの利活用により、未病（病気ではないが、健康と病気の間で連続的に変化している状態）の段階から先制医療にアクセスし、一人一人が健康状態を保つことで健康寿命が延伸している。</p> <p>【インパクト】 ・労働力の確保：少子化・超高齢化・人口減少社会となる中で、持続的に成長するための要件。 ・医療・年金・介護の負担抑制：資源（ヒト、カネ、モノ）の観点より。</p> <p>【課題】 ・法制度、研究体制、倫理問題 ・医療保険制度の検討 ・健康観（インセンティブ付与等）等</p>	
<p>キーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> - 未病 - 健康寿命 - パーソナルヘルスレコード - 先制医療 - ビッグデータ - AI 	<p>情報源</p> <ul style="list-style-type: none"> - 健康・医療戦略 - 世界最先端IT国家創造宣言 - データヘルス改革（厚労省） - 25のきざし（日立） - 戦略プロポーザル：超高齢社会における先制医療の推進（JST・CRDS） - N.Engl.J.Med. (Feb. 26,2015.) Francis S.Colins "A New Initiative on Precision Medicine".

出所：調査資料 276¹⁹⁾ 図表 3

図表 3-3 「きざしストーリー」のテーマ（掲載許可分のみ、区分間の重複あり）

分野区分	テーマ名
全般	1. 規制のサンドボックス 2. 将来世代を考慮に入れた新しい社会システムの構築 3. 長寿命商品社会：Long Life Technology による低炭素社会構築 4. 少子高齢化により引き起こされる社会システムイノベーション
健康・暮らし	5. 軽労化による健康労働長寿大国 6. 「ぴんぴんコロリ」時代の到来（ダイナミックエイジング） 7. 超高齢化とその影響 8. 高齢化の進行に伴う働き方改革 9. ポスト高齢化社会へのターニングポイント（縮小社会における成長モデルの構築） 10. 死生観（老い方、死に方）の変化 11. 不老不死への挑戦＝老化克服 12. IoT を活用した心血管イベントの予防による健康維持 13. 個別化医療の発展による小児癌の治癒率向上 14. 臓器の生産が可能となり、「人間部品産業」が台頭

分野区分	テーマ名
	15. AIによる全脳計測技術 16. AIによる患者本位の診療・ゲノム情報を含む健康情報保有 17. 出生前診断、卵子老化予防とゲノム編集 18. 性差医療の確立 19. 健康寿命の自己管理 20. 健康に関心がない人の健康維持増進 21. 病院がない社会 22. 未病概念が浸透した平均寿命＝健康寿命の社会 23. 非接触・非侵襲の健康度モニター 24. エピジェネティクス工学 25. プラズマライフサイエンス 26. 日本固有価値打ち出しによる、滞在型メディカル&リゾートサービスの創出 27. 「商売繁盛」となる医療分野ビジネス環境 28. 技術による運動機能／スポーツの拡張 29. からだとところのコミュニケーションシステム 30. 分子栄養学と基礎医学の融合に基づく健康寿命伸長の実現化 31. 人工の食べ物 32. 人工食や工場内の流通 33. ユニバーサルフードプリンタ 34. 植物工場での付加価値の高い野菜の生産 35. ゲノム編集(レギュラトリーサイエンス) 36. 農作物の改変管理(法規制) 37. 漁業資源の持続可能性確保(今年のサンマの不漁に心を痛めて) 38. 型(カタ)が変わる・上下ひっくりかえる・境界線が複層化する 39. VR/AR 40. AIのモザイク型普及 41. 新・人類 42. スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置 43. 自然災害にロバストな浮体型の水上都市 44. 社会インフラのDIY化・モビリティ化 45. 高層グリーンハウス 46. 財政破綻の可能性 47. 日本人らしい強いグローバル人材を育成するための、教育システム改革 48. 現実国家 vs バーチャル国家の戦い
環境・エネルギー	49. 気候変動に対する地球工学アプローチ 50. 環境・エネルギー政策の破綻 51. エネルギーサービス産業の変革 52. エネルギーの生産・流通・利用を横断した全体最適化の必要性 53. スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置 54. 小規模発電・充電とスマートグリッド 55. 再生可能エネルギー社会 56. 再エネ大量導入による系統事故時の系統安定性低下 57. 地熱を利用した地域の発展 58. ハードで無機質な情報化社会から、ウェットで微細なバイオ情報社会へ 59. 脱炭素化のためのセクターカップリング

分野区分	テーマ名
	<p>60. 熱太陽電池（再生可能エネルギーの可能性向上）</p> <p>61. 人口減少社会で、電力は余り、二酸化炭素は本当に悪なのか？</p> <p>62. ICT 機器による電力消費・CO₂排出量の巨大化</p> <p>63. エネルギー設備の運用・保全・設計におけるリスクベース技術体系への移行</p> <p>64. 高分子気体分離膜による二酸化炭素排出ゼロ</p> <p>65. 次世代原子力発電技術の開発</p> <p>66. ブロックチェーンによる P2P 電力取引</p> <p>67. 温暖化ガス排出削減に向けたエネルギー研究開発に関する政策決定手順</p> <p>68. 再生可能エネルギーの先、核融合エネルギー</p> <p>69. EEZ の海洋牧場化－太平洋を囲いのない生け簀に－</p> <p>70. 細胞農業の発展</p> <p>71. サーキュラー・エコノミーへの移行</p> <p>72. ものづくりとリサイクルの統合～分離技術とデータ管理による高度資源循環～</p> <p>73. 「文明崩壊」へのリスクマネジメント</p> <p>74. 高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ</p> <p>75. VR/AR</p>
ものづくり・ 地方創生	<p>76. AI・ロボットと労働</p> <p>77. 人間中心設計の浸透と深化：客観から主観へ</p> <p>78. 超スマートなものづくり</p> <p>79. テーラーメイド型ものづくりによる地方活性化</p> <p>80. AI・ロボット税等先端テクノロジーへの課税による公的サービス財源創出</p> <p>81. 製造業全体の更なる変貌を引き起こすデジタルものづくりと機械学習・計算予測の融合</p> <p>82. 脳波の解析とロボット応用</p> <p>83. プロシューマーの世界</p> <p>84. サーキュラー・エコノミーへの移行</p> <p>85. シェアリングエコノミーの台頭</p> <p>86. キャッシュから感動・感謝価値へ</p> <p>87. 行動経済/感情経済の発展に伴う“おもいやり”産業振興</p> <p>88. 官庁・行政がもっとも生産性が高い業種になる未来</p> <p>89. 人口減により欧米は中世に、日本は江戸時代の価値観に緩やかに移行</p> <p>90. 中小企業の未来（Made in Japan revisited）</p> <p>91. 伝統工芸の逆襲</p> <p>92. 触覚技術の発展とビジネス化</p> <p>93. 日本固有価値打ち出しによる、滞在型メディカル&リゾートサービスの創出</p> <p>94. セラミックス複合材料のエンジン部材での実用化による国内航空産業の国際展開</p> <p>95. マテリアルズインフォマティクス</p> <p>96. シミュレーションによる構造材料長期的信頼性の認証</p> <p>97. シミュレーション環境を用いた大規模データ生成と学習</p> <p>98. 文章自動生成～データを解釈・説明する人工知能</p> <p>99. 情報科学との融合による究極の計測技術</p> <p>100. オープンデータの時代におけるデータ品質</p> <p>101. 量子コンピュータの実社会への応用</p> <p>102. 空中ディスプレイ技術</p>

分野区分	テーマ名
	103. EEZ の海洋牧場化－太平洋を囲いのない生け簀に－ 104. VR・AR による深海底探査 105. 高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ 106. 室温超伝導体の開発 107. デジタルを超える、超デジタル（＝アナログ回復） 108. コンテテキストデータの収集・分析に基づくサービス標準化 109. デジタル化のその一歩先へ－量子情報社会 110. 機械可読な実験書による研究環境構築 111. 新しい地図（産業界編）
安全安心・ インフラ	112. 低軌道衛星コンステレーションを使った通信網（インターネット） 113. オープンデータの時代におけるデータ品質 114. 知能増幅（IA）によるヒューマンエラーの克服 115. プラットフォーマーが全てを知っている 116. 製造業全体の更なる変貌を引き起こすデジタルものづくりと機械学習・計算予測の融合 117. デジタルを超える、超デジタル（＝アナログ回復） 118. 環境問題と安全安心の両立 119. 原油の戦略商品化と再生可能エネルギー普及の加速 120. スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置 121. エネルギー設備の運用・保全・設計におけるリスクベース技術体系への移行 122. 再エネ大量導入による系統事故時の系統安定性低下 123. 道路と車が通信、事故防止や交通流制御 124. 自動運転技術を利用した交通システムにおける責任の分担 125. 社会のディペンダビリティ追求（災害やテロの危険性に呼応して） 126. 自然災害にロバストな浮体型の水上都市 127. シミュレーションによる構造材料長期的信頼性の認証 128. 消火・難燃化技術の革新 129. 社会インフラのDIY化・モビリティ化 130. 異常検出と自己修復の技術革新 131. 「文明崩壊」へのリスクマネジメント 132. ハードで無機質な情報化社会から、ウェットで微細なバイオ情報社会へ 133. 官庁・行政がもっとも生産性が高い業種になる未来 134. AI・ロボット税等先端テクノロジーへの課税による公的サービス財源創出 135. EEZ の海洋牧場化－太平洋を囲いのない生け簀に－
フロンティア・科学基盤	136. ニュースペースと呼ばれる新たな宇宙ベンチャーの台頭 137. 宇宙エレベータ 138. 有人宇宙活動 139. 惑星移住 140. 家族にひとつミニ人工衛星 141. EEZ の海洋牧場化－太平洋を囲いのない生け簀に－ 142. 海中通信 143. 深海 AUV の宇宙探査への展開 144. VR・AR による深海底探査 145. 資源争奪と新資源の探索

分野区分	テーマ名
	146. 事件事例分析における人工知能技術と人間との共生
	147. プラットフォームは米国産、研究倫理は中国産
	148. AI による全脳計測技術
	149. 感情、意思を持った人工知能
	150. 人間の認知プロセスに沿った、解釈性を伴う AI 技術
	151. AVATAR 技術
	152. 人工細胞
	153. 植物工場での付加価値の高い野菜の生産
	154. 低価格・薄型太陽電池の普及
	155. 再エネ大量導入による系統事故時の系統安定性低下
	156. 高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ
	157. 「文明崩壊」へのリスクマネジメント
	158. ポスト高齢化社会へのターニングポイント（縮小社会における成長モデルの構築）
	159. 地域国立大学 2.0
	160. 現実国家 vs バーチャル国家の戦い

出所：調査資料 276¹⁹⁾ 図表 4 を並替え

（3）政策トレンド

「政策トレンド」とは、政府機関や経済団体等による将来計画・戦略・ビジョンなど、将来に向けた方向性や目標を示す文書から抽出した目標である。認知度の観点からは共通認識と言えることから「将来見通し」、方向性の観点からは目指す姿を記述していることから「目標」に該当する。図表 3-4 に、政府機関による計画・戦略等で示された目標をまとめた結果を示す。持続可能な発展、安全、QoL 向上、健康、産業活性化、生産性向上、地球環境、エネルギー、モビリティ、都市などの項目が挙がっている。詳細は、資料 5 に掲載した、政府及び団体の計画・戦略・将来展望等の概要を参照のこと。

図表 3-4 政府機関による計画・戦略等で示された目標

区分	大項目	小項目	内容
全般	持続的な発展	強い経済	経済社会の活力の向上及び持続的発展
			成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション
			消費の活性化
		基盤強化（人材、制度、資金、環境）	人材、知、資金の好循環システムの構築
			イノベーション・ベンチャー創出力の強化、人材創出
			デジタル・ネットワーク社会に対応した環境
		研究開発・知財マネジメント	産業競争力強化のためのグローバル知財システム
			中小・ベンチャー企業の知財マネジメント強化
			コンテンツを中心としたソフトパワー
	地域の発展	特性・資源活用	地域資源を活用した、多様な地域社会の形成
未利用の又は利用の程度の低い資源を有効に活用した産業の振興			

区分	大項目	小項目	内容			
			地域の知恵と工夫のサポート・促進、民間のノウハウ・資金の活用			
		ネットワーク化と国際展開	東京一極集中からの脱却、「自律・分散・協調」型の国土 対流促進型国土、コンパクト+ネットワーク			
		中小規模事業支援	地方創生、中堅・中小企業・小規模事業者支援 中堅・中小企業・小規模事業者の革新)			
	平和・安全の維持	安全保障政策		国際社会の平和・安定及び我が国の安全保障 国際秩序の維持・擁護（自由、民主主義、基本的人権、法の支配） 我が国の能力・役割の強化・拡大（外交、防衛、海洋、サイバーセキュリティ、国際テロ、情報、宇宙）		
			国民の安全確保	災害から人命を守る		
				国及び社会の重要機能の障害回避・維持		
	国民の財産・公共施設の被害最小化					
	質の高い生活	豊かさの実現		安全で、豊かさを実感することのできる国		
			多様性の許容	個性と能力を十分に発揮できる、多様性に富んだ豊かで活力ある社会 人権が尊重され、尊厳を持って個人が生きることのできる社会 あらゆる人々の活躍の推進		
		仕事と生活の調和		働き方改革（同一労働同一賃金、長時間労働是正、高齢者就労） 男女が共に充実した職業生活その他の社会生活及び家庭生活を送ることができる社会 男性中心型労働慣行等を変革		
			子育て・介護支援		高齢者や子育て世代にとって、安心できる健康で快適な生活環境 出生率 1.8 に向けた取組（女性活躍、若者・子育て世帯支援、三世帯同居・近居、子供・若者支援） 護離職ゼロ（健康寿命延伸、障害者・難病患者・がん患者等の活躍支援、地域共生社会）	
				社会保障の充実		成長と分配の好循環 安心につながる社会保障
		グローバル化				ローカルに輝き、グローバルに羽ばたく国土 国際社会の中で存在感を発揮する国 海外成長市場の取り込み
			健康・暮らし	健康立国	世界最先端の医療	世界最高水準の技術を用いた医療 効果的な予防サービスや健康管理の充実により、健やかに生活し、老いることのできる社会 オールジャパンでの医療等データ利活用基盤構築・ICT 利活用推進
						健康管理
		国際展開				

区分	大項目	小項目	内容	
	農林水産業 活性化	成長産業化	攻めの農林水産業の展開と輸出力強化	
			新たな産業創出と農林漁業・農山漁村の活性化	
			6次産業化等の推進	
		システム改革	農業構造の改革と生産コストの削減	
			流通機構の改革	
			魚類・貝類養殖業等への企業の参入	
	安定供給・資源 管理	水産資源の持続可能な形でのフル活用による水産物の安定的供給		
		原木の安定供給体制の構築		
	文化	成長産業化	スポーツ・文化の成長産業化	
環境・エ ネルギ ー	地球規模問 題対応	国際貢献	地球規模課題への対応と世界の発展への貢献	
		地球温暖化対 策	環境・エネルギー制約の克服と投資拡大 低炭素型 の都市構造	
		生物多様性	生物多様性、森林、海洋等の環境の保全	
	エネルギー 安定需給		多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造 安定的な資源確保（資源供給国との関係強化、省エネ、再生エネ、原子力、化石燃料の効率利用、供給構造、水素）	
		水循環の健 全化	健全な水循環の維持又は回復 国際的協調の下での水循環に関する取組	
	ものづ くり・サ ービス	ICT、AI、 データの活 用		未来の産業創造と社会変革（Society 5.0） 「データ」大流通時代 データ利活用による新たなライフスタイル（経済再生・財政健全化、地域の活性化、国民生活の安全・安心の確保） 個人情報保護と有用性への配慮
生産性向上			ロボット革命、バイオマテリアル革命 サービス産業の活性化・生産性向上 FinTech 推進	
			観光立国	観光産業の国際競争力を高め、我が国の基幹産業に 観光資源の魅力を極め、地方創生の礎に
				住宅ストック 活用
インフ ラ		輸送・交通	持続可能な交 通	成長と繁栄のための基盤となる国際・地域間の旅客交通・物流ネットワークの構築 使いやすい交通（まちづくりと連携した地域交通ネットワーク、バリアフリー等）
			自動化	自動走行、自動航行、ドローン利用
			地理空間情 報	災害に強く持続可能な国土の形成への寄与
	都市構造	コンパクト化	コンパクトな都市構造（多極ネットワーク型コンパクトシティ）	
		有効活用	既存社会資本の有効活用等による費用の縮減 国土強靱化、ストック効果の高い社会資本整備	

区分	大項目	小項目	内容
フロンティア	海洋開発の推進	保全	「海に守られた国」から「海を守る国」へ
		資源と環境	海洋資源の開発及び利用と海洋環境の保全との調和
		安全確保	海洋の安全の確保
	宇宙開発の推進	安全保障	宇宙安全保障の確保
		民生	民生分野における宇宙利用推進

出所：調査資料 276¹⁹⁾ 資料 4

(3) 地域の未来像

「地域の未来像」とは、第 11 回科学技術予測調査と別建てで実施した、国内地域において中長期的に目指す社会の姿を検討した調査の結果である。この調査の特徴は、地方自治体の協力を得て、当該地域の企業、大学、自治体、市民、金融機関と、産学官民金の関係者が一堂に会してグループ討論を行ったことである。具体的には、2016 年～2018 年にかけて全国 6 か所でワークショップを実施した。検討結果を基に科学技術面での検討を行った学会連携ワークショップや、東京で開催した地域ワークショップ参加者と学会連携ワークショップ参加者による総合検討も含め、延べ約 340 名が参加した。地域の未来像は、ワークショップ参加者の知見・経験に基づくことから認知度については「兆し」、目指す姿の検討であることから方向性については「目標」に分類される。社会の未来像検討のためのビジョンワークショップに当たって、科学技術予測センターが「きざしストーリー」を作成する際に参考として利用した。

図表 3-5 地域の未来像のまとめ



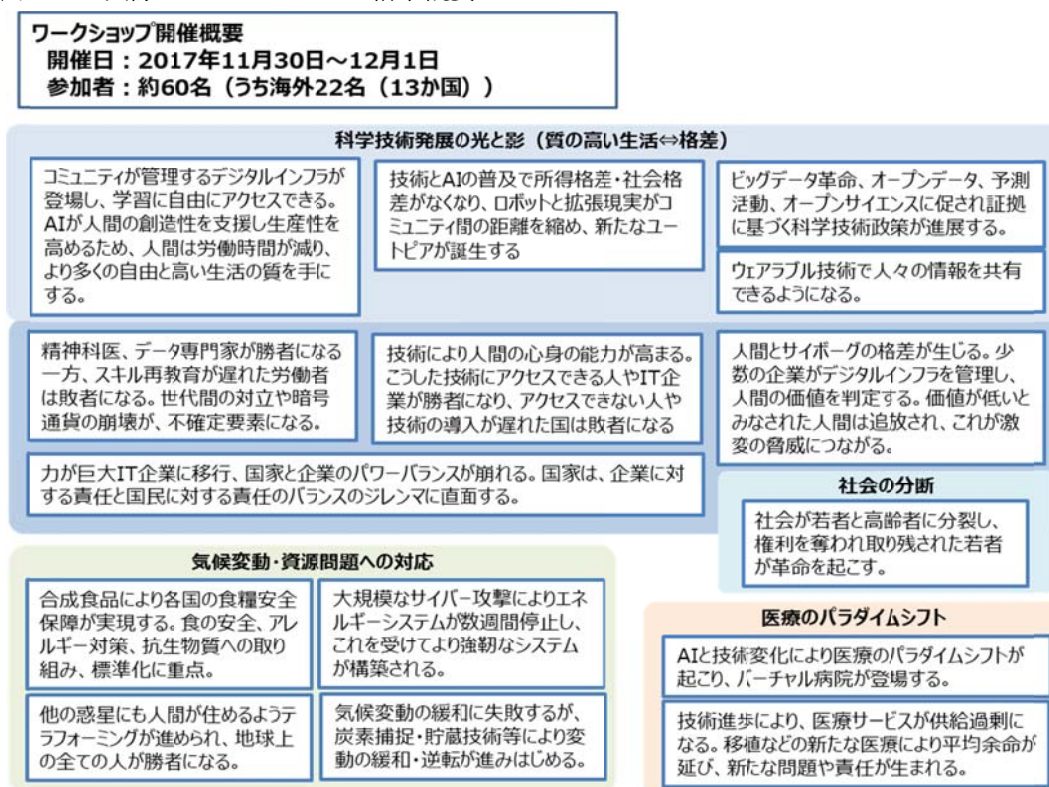
これら地域の未来像の検討結果をまとめた結果を図表 3-5 に示す。自治体の規模は様々であるが、地域の独自性を魅力として人を呼び込む、コミュニティの力を生かす、ゆとりある暮らしを大事にする、地域資源の活用を図る、地域から世界につながるなど、地域の特性に沿った独自の未来像が描かれた。詳細は、各報告¹²⁻¹⁴⁾を参照されたい。

(4) 世界の未来像

世界の未来像とは、第 11 回科学技術予測調査に先駆けて実施した国際ワークショップ¹⁵⁾において、日本を含む 14 か国・国際機関の約 60 名によるグループ討論を通じて、2040 年までの社会トレンドの検討を行った結果である。検討に当たっては、海外機関の参加者から事前に収集した「国際／地域／各国のトレンド」（資料 6）を参照した。世界の未来像は、ワークショップ参加者の知見・経験に基づくことから認知度については「兆し」、様々な潜在可能性の検討であることから方向性については「動向」に分類される。社会の未来像検討のためのビジョンワークショップに当たって、科学技術予測センターによる「きざしストーリー」の作成や「トレンド」取りまとめの際に参考として利用した。

ワークショップの結果を図表 3-6 に示す。科学技術の発展によってパラダイムシフトが起こり、新たな社会が生まれ、質の高い生活が実現する一方で、そうした変化の恩恵を受けられる者とそうでない者との間で格差が生まれ、社会が分断する可能性も示唆された。科学技術の悪用・誤用など、旧来型の科学技術の負の側面ではなく、同じ科学技術が正と負の社会的影響をもたらすことが明示されている。

図表 3-6 国際ワークショップの結果概要



3.2. 「科学技術の未来像」検討のための情報

科学技術の未来像検討に当たっては、デルファイ調査の各分野 10 項目程度、計 59 項目設定した細目ごとに「細目別情報」を作成した。細目別情報作成に当たっては、分野別分科会での議論のたたき台として仮設定した細目及びキーワードを用いた。抽出した情報と情報源を図表 3-7 に示す。ただし、b)のサイエンスマップ 2016 から抽出した関連領域情報については、細目別ではなく分野全体の情報とし、「細目別情報」とは別に単体の資料を作成した。サイエンスマップ情報については、基とした報告書を参照されたい。

図表 3-7 抽出した情報

情報種類	項目	情報源
研究情報	科学技術トピック	a)「第 10 回科学技術予測調査分野別科学技術予測」 ¹⁶⁾ の科学技術トピック計 932 件から抽出（関連度の高い 10 件）
	注目研究領域	b)「サイエンスマップ 2016」 ¹⁷⁾ から関連領域を抽出
		c)「研究開発の俯瞰報告書 2017 年度版」（科学技術振興機構） ¹⁷⁾ から抽出（関連度の高い 10 件）
	研究テーマ	d)クローリングにより収集した大学等研究機関のプレスリリースから抽出（関連度の高い 10 件）
		e)科学研究費の採択課題から抽出（関連度の高い 100 件）
		f)トップダウン型の競争的資金(文部科学省、JSPS、JST、NEDO 等)に関する情報（関連度の高い件数、金額、件名例）
政策情報	g)クローリングにより収集した政府審議会等の議事録から抽出（関連度の高い 10 件）	

(1) 情報源

情報源には、図表 3-7 に示すように、関連報告書、既存データベース、ウェブサイト掲載情報がある。研究機関プレスリリース (d) は、科学技術予測センターが構築した定常的ホライズン・スキャニング KIDSASHI のクローリングシステム¹¹⁾により情報を収集した。科学研究費採択課題 (e) については、国立情報学研究所の提供する科学研究費助成事業データベース KAKEN²⁰⁾を通じて科学技術予測センターが独自に情報を収集した。トップダウン型競争的資金情報 (f) については、2017 年度に実施した委託事業「ホライズン・スキャニングに向けた関連性分析」の中で情報を収集した。政府審議会等議事録 (g) については、科学技術予測センターが構築したシステムにより独自にデータを収集・整理した。情報源の概要を図表 3-8 に示す。なお各情報は、デルファイ調査の第 1 回分野別分科会（2018 年 9～10 月開催）に合わせて収集されたものである。

図表 3-8 情報源の概要

種類	条件など	規模
d)大学等研究機関のプレスリリース	定常的ホライズン・スキャニング KIDSASHI のクローリングシステムを利用。大学 117 機関、研究機関 55 機関、研究支援機関 7 機関、大学発ベンチャー企業 101 機関を対象として、2017 年 2 月より 1 日 1 回自動的にウェブサイト巡回、情報収集。	約 140,000 件
e)科学研究費採択課題	「KAKEN」に収録された情報を収集（2017 年採択課題まで）	約 270,000 件
f)トップダウン型競争的資金情報	国内の研究課題及び研究者情報のデータベースサイト「日本の研究.com」 ²²⁾ に収録されたファンディング情報のうち、2013 年から 2017 年の 5 年分の研究課題 ^{*1}	
g)政府審議会等議事録	国会及び府省等（go.jp ドメイン）のサイトのクローリングを通じて、国会議事録及び審議会・委員会等議事録・会議録を収集。国会は 2000 年以降、それ以外の機関は期間を定めずに情報を収集（実態として 2010 年以降）。	約 45,000 件

*1 これらの研究課題はサイト運営業者がクローリングにより収集したもので、一部の金額が推定値であるなど、各ファンディング機関により真正性が確保されたものではない。

(2) 情報の抽出

まず、仮細目ごとに科学技術予測センターにおいて仮キーワードを設定した。設定に当たっては、前回調査で設定した科学技術トピックや定常的ホライズン・スキャニング KIDSASHI からの情報を参照した。これら仮キーワードは細目別情報抽出のために設定したものであり、分野別分科会において最終的に設定したキーワードとは異なる場合がある。この仮キーワードをベースとして、システムによって一定値以上の関連性が推測される研究情報及び政策情報を自動抽出し、関連度順に出力を行った。抽出の手順は以下の通りである。

[抽出手順]

1. 収集したデータから分析対象を抽出する

収集データの種類	分析対象
d)大学等研究機関のプレスリリース	全文
e)科学研究費採択課題	タイトル、キーワード
f)トップダウン型競争的資金情報	タイトル
g)政府審議会等議事録	全文

2. 形態素解析器にかけ、名詞句のみ抽出する

3. 上述 2. のデータに基づき単語の分散表現を獲得する

4. 獲得した単語分散表現を用い、各文書の分散表現を作成する

5. 場合により、文書分散表現をもとにクラスタリングを行う

6. 場合により、文書分散表現をもとに次元圧縮を行い 2 次元で可視化する

7. 文書分散表現に対して高次元ベクトル近傍探索用のグラフインデックスを作成しておくことで、任意の文書データに類似す文書データを高速に取得する

なお、ここでの関連度は、単にキーワードを含むか否かではなく、ある程度意味内容を踏まえて関連性を推測していることがポイントである。これにより、例えば「人工知能」で検索したときに「人工知能」という単語そのものは一切含まないが「機械学習」や「深層学習」、人工知能の記述ミスとして散見される「人口知能」などを含む様なものも“関連する（関連性が高い）”ものとして得ることができる。具体的な手法としては、分散表現及び COS 類似度を用いて関連度を算出している。

分散表現とは、ニューラルネットワークを用いて単語を意味空間上の座標値（ベクトル）として表現する技術である。大量の文章データを基に単語の関係性を学習し、例えば単語を 300 次元など高次元のベクトルで表現し、似た文脈で用いられる語を空間的に近い座標に配置する。これにより、先に述べた「人工知能」と「機械学習」など単語の意味的な近さがある程度表現できるほか、単語や文書（ここでは単語の集合として設定）を数値として扱うことができるため、数値解析手法を適用できるなどのメリットを有する。なお、今回は単語（名詞句）の分散表現を獲得した後、文書の分散表現について“文書に含まれる単語（名詞句）の分散表現を線形加算して正規化したもの”と定義して算出した。具体的な分散表現の算出手法には Facebook 社の FastText¹を用い、次元数を 300 に設定したほかはデフォルトのパラメータを用いている。本検討において分散表現の算出に用いたデータを図表 3-9 に示す。

COS 類似度とは、任意のベクトルの COS 角度を類似度として利用するものである。分散表現に対して COS 類似度を算出することで関連度合の判定を行う。ただし、単純に類似度を計算すると計算量が爆発するため、今回の試行では Yahoo!Japan 社の NGT（高次元ベクトル近傍探索）²を用いて近似探索することで COS 類似度の上位を獲得させている。これら手法の詳細については、資料 7 を参照されたい。

図表 3-9 単語分散表現の算出用データ

データ	件数
関連報告書（NISTEP 報告書、JST/CRDS 報告書）	約 4,000 件
科学技術白書（節単位）	約 6,000 件
府省の審議会等議事録	約 20,000 件
国会議事録	約 25,000 件
大学・研究機関のプレスリリース	約 140,000 件
科学研究費採択課題及び概要	約 270,000 件
Wikipedia 日本語版記事（一部）	約 500,000 件
日本語論文 DB タイトル及び概要	約 1,110,000 件

¹ <https://fasttext.cc/>

² <https://github.com/yahoojapan/NGT>

情報を収集した46細目の名称及び仮キーワードを図表3-10に示す。また、各細目の詳細情報を別冊1～6に示す。図表3-10及び別冊1～6については、仮細目と最終決定した細目を照合し、最終細目名に沿って整理している。分科会において細目の分割・統合・新規設定などが行われたため、異なるキーワードを含む細目、掲載のない細目、共通的なキーワードなど、仮細目と最終細目との間で一部不整合が見られることに留意されたい。

図表 3-10 細目別情報の例

分野	細目	仮キーワード
健康・医療・生命科学	医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）	再生医療、細胞医療、遺伝子治療、抗体医薬、抗ウイルス薬、タンパク質間相互作用、in silico、創薬、核酸医薬、アロステリック結合部位、DDS、MEMS、ナノキャリアシステム、ハイスループット、スクリーニング、人工臓器、幹細胞、ES細胞、iPS細胞、初期化、細胞プリンティング、動物性集合胚、眼球移植、同種移植、不妊治療、人工子宮、難治性疾患、自己免疫疾患
	医療機器開発	医療機器、介護機器、BMI、BCI、カプセル型内視鏡、計算流体力学、手術シミュレーション、無痛注射針、樹脂製剪刀、ウェアラブル透析装置、ポリマー医療材料、超低侵襲手術、手術ロボット、術中診断装置、術中ナビゲーション、歩行支援型ロボット、義手
	老化及び非感染性疾患	コモンディジーズ、老化、ライフスタイルビッグデータ、発がん予防薬、発症リスク診断、リキッドバイオプシー、個別化がん医療、がん幹細胞、免疫制御技術、免疫調節薬、エピゲノム、生活習慣病、統合的オミックス解析、抗線維化薬、腸管微生物叢、栄養療法、食事療法、機能性RNA、慢性炎症、バイオマーカー、バイオイメージング、血管イベント、サルコペニア、ロコモティブシンドローム、動脈硬化、膵β細胞、糖尿病、変形性関節症、粒子線照射、ホウ素、中性子、捕捉療法、BNCT、内用放射線治療、慢性疼痛、老化機構、百寿者、咀嚼機能低下、嚥下機能低下、卵子の老化
	脳科学（精神・神経疾患、認知・行動科学を含む）	神経回路、ニューロン-グリア相互作用、記憶、学習、認知、情動、意識、社会性、創造性、神経変性疾患、画像診断、認知症、統合失調症、抗精神病薬、うつ病、双極性障害、気分安定薬、依存症、自閉スペクトラム症、細胞内凝集体、深部脳刺激療法、ニューロフィードバック、神経筋疾患、てんかん、睡眠障害
	健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）	新興感染症、再興感染症、HIV、AIDS、慢性肝炎、薬剤耐性菌、ワクチン、サーベイランス、消毒、中和抗体、災害医療、救急医療、人工赤血球、集中治療、トリアージ、敗血症、クラッシュ症候群、多臓器不全、マスギャザリング、病院前救急診療、航空医療、蘇生学
	情報と健康、社会医学	慢性疾患、ウェアラブルセンサー、スマートデバイス、電子カルテ、診療情報、治療アウトカム、ゲノム情報疫学、環境疫学、医療用人工知能、多言語医療情報システム、遺伝-環境相互作用、分子遺伝疫学、地域保健、環境衛生学、社会疫学
	生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）	計算生物学、人工細胞、動的ネットワークバイオマーカー、脳機能イメージング、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、非コード領域機能解析

分野	細目	仮キーワード
農林水産・食品・バイオテクノロジー	生産エコシステム	スマート生産、伐採技術、微生物活用、生殖工学、環境適応、養殖技術
	フードエコシステム	ロジスティクス、調理、ロボット、保蔵技術、3D フードプリンター、食品工学
	資源エコシステム	サステナビリティ、減農薬、モニタリング、温暖化対策、防災、需給予測
	システム基盤	生産からのフードシステム、ICT 利活用、データベース構築、リモートセンシング
	次世代バイオテクノロジー	フェノミクス、フードミクス、オミックス、ゲノム、エピジェネティクス
	バイオマス	バイオマス、バイオマス発酵、バイオ燃料、バイオマスエネルギー
	安全・安心・健康	安全、安心、病害虫（獣）抑制、感染症排除、トレーサビリティ、成分分析
	コミュニティ	コミュニティ、地域振興、生産現場、都市生活者と生産者
環境・資源・エネルギー	エネルギー変換	流体力学、評価、解析、最適化、確率動的計画、電力市場制度評価、送電、電力エネルギー政策、エネルギー法、国際関係論、国際協力、クリーンエネルギー、資源
	エネルギーシステム	流体力学、評価、解析、最適化、確率動的計画、電力市場制度評価、送電、電力エネルギー政策、エネルギー法、国際関係論、国際協力、クリーンエネルギー、資源、石油資源
	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)	クリーンエネルギー、資源、石油資源、リサイクル
	水	石油資源、水、大気、生物多様性
	地球温暖化	水、大気、生物多様性、地球温暖化の将来予測とリスク論、持続可能、低炭素社会、デザイン
	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	リサイクル、水、大気、生物多様性、地球温暖化、将来予測、リスク、持続可能、低炭素社会、デザイン、国際法、環境リスク
	リスクマネジメント	エネルギー政策、エネルギー法、国際関係論、国際協力、リサイクル、水、大気、生物多様性、持続可能、低炭素社会、デザイン、国際法、環境リスク
ICT・アナリティクス・サービス	データサイエンス・AI	人工知能、機械学習、統計、深層学習、ニューラルネットワーク、記号処理、ベイズ、ビジョン、言語処理、NLP、画像、動画、自然言語処理、画像認識、画像処理
	コンピュータシステム	HPC、スパコン、スーパーコンピュータ、ハードウェア、アーキテクチャ、トランジスタ、半導体、CPU、GPU、ソフトウェア、開発、プログラム、ソフトウェア工学
	IoT・ロボティクス	ビッグデータ、CPS、IoT、センサー、サイバー、サイバネティクス、分散処理、情報爆発
	ネットワーク・インフラ	ネットワーク、通信、インターネット、伝送
	セキュリティ、プライバシー	サイバーセキュリティ、暗号、個人情報

分野	細目	仮キーワード
	政策、制度設計支援技術	ICT と社会、SNS、倫理、コミュニケーション、ELSI
	インタラクション	インタラクション、HCI、デジタルメディア、データベース
	(共通)	理論、情報数学、エントロピー、シャノン、ノイマン、チューリング
マテリアル・デバイス・プロセス	物質・材料	可塑性無機材料、導電性高分子材料、ハイブリッド材料、リサイクル架橋性樹脂、自己組織化、自己修復材料、熱電素子、蓄光材料、パワー半導体、人工バルク半導体、有機半導体、高移動度トランジスタ、半導体レーザーアレイ、メタマテリアル、電磁波反射体、室温超電導材料、微小物体の制御・計測、トライボロジー、ソフトマテリアル、トポロジカル材料、フォノンエンジニアリング、炭素繊維リサイクル
	プロセス・マニュファクチャリング	デジタルファブリケーション、付加製造(3D プリンティング)、オンデマンド生産、パーソナル生産、変種大量生産、バイオプリンティング、ネットシェイプ加工、オンデマンドファブシステム、超精密プロセス技術、アミロース・糖類の生産、アトリットル物質注入、暗黙知のアーカイブ化、技術継承、低環境負荷精錬技術、デジタルツイン、ナノラミネート
	計算科学・データ科学	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、マテリアルインテグレーション、データベース、新規物質検索物性予測ツール、マルチフィジクス/マルチスケールシミュレーション、合成・加工プロセスシミュレーション、機能・構造予測シミュレーション、動的プロセス設計、触媒反応、ダイナミクスシミュレーション、化学反応経路検索、モデル最適化技術、3D モデリング
	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、物質のゆらぎ、固体欠陥解析、オペランド解析、触媒反応素過程、実時間解析、ナノ材料、生理学的安全性推測、細胞への自動インジェクション、分子動態追尾、電子顕微鏡、高温超電導、スピントロニクス、偏極中性子
	応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	プリンタブル LSI、プリントド・システム・オン・プラスチック、フレキシブル・マン・マシン・インターフェース、ナノ機械システム、単層グラフェンデバイス、二次元半導体、1 チップ集積回路、ディスプレイ、超高密度記録技術、低消費電力メモリ、大容量ストレージ、単一スピン情報素子、量子暗号通信、単一光子、量子情報科学、ダイヤモンド NV センタ、量子テレポーテーション
	応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	熱電変換素子、高エネルギー消費効率冷凍機、太陽電池、直流スマートグリッド、低温温水発電システム、高層偏西風、プラスチック創成 (CO2 利用)、人工核変換、遺伝子マーキング、高効率エネルギーハーベスト、自動車用二次電池、空気電池、マグネシウム、リサイクル、炭素質キャパシタ、希少金属、燃料電池、低濃度 NOx 酸化剤、高密度水素貯蔵材料、実用光触媒、人工光合成、CO2 燃料化、膜分離技術、低環境負荷デバイス (グラフェン、ナノチューブ)
	応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	ヘルスマonitoring、自己診断表示材料、高強度高靱性鉄鋼製建築構造物材、金属・セラミクス直接接合、炭素系構造材料、コンポジット、マルチマテリアル、中性子センシング

分野	細目	仮キーワード
	応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	バイオマテリアル、バイオセンシング、ナノバイオ・ナノマシン、量子・光計測・センシング、ウェアラブル・インプラントブルデバイス、バイオフィアブ리케이션 (再生医療、臓器製造など)、フードプリンティング、量子生命科学、非可聴音デバイス
宇宙・海洋・地球・科学基盤	宇宙	探査、輸送、状況監視、有人活動、地球外生命、小型衛星、測位
	海洋	海洋環境、生態系、生物多様性、深海探査、大深度掘削、海洋資源、海底資源、極域
	地球	地殻変動、地震、津波、火山、水、土砂災害
	観測・予測	陸域、植生、大気、海況、気象、モデリング
	計算・数理・情報科学	気候変動、水循環、物質循環、災害発生、宇宙進化、基礎技術
	素粒子・原子核、加速器	宇宙素粒子、重力波、宇宙誕生、加速器科学
	量子ビーム：放射光	光・量子ビーム、軟 X 線領域高輝度放射光、電子デバイス直接可視化、省コスト超高輝度放射光源、ナノメータースケール・フェムト秒オーダー観測、3次元イメージング X 線顕微鏡、連続倍率可変放射光イメージング、高コヒーレンス放射光イメージング解析、超高速高解像 X 線顕微技術、時分割タンパク質解析、タンパク質 1 分子 X 線回折技術、マイクロメートル・マイクロ秒分解能計測・分析技術、高線量放射性物質・高線量環境下放射光解析、1 光子検出 2 次元 X 線検出器
	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等	光・量子ビーム、中性子、ミュオン、荷電粒子、偏極中性子局所磁気構造・励起測定技術、3次元応力・ひずみ分布観測、ナノ深さ磁気状態解明、偏極陽電子表面構造・磁気状態観測、複数量子ビーム利用解析・加工技術、放射性同位元素大量・安定製造技術、量子ビーム突然変異獲得技術、結晶成長・デバイスの原子レベル計測、局部照射マイクロビーム技術、三次元線量付与分布計測、単一イオン飛跡利用機能付与、微細加工・表面機能化技術、微細構造 3 次元可視化計測技術、新物質分離手法
光・量子技術	光、量子技術、量子情報科学、量子生命科学、量子シミュレータ、量子コンピュータ、量子通信、量子暗号、量子計測、量子センシング、極短パルスレーザー、次世代レーザー加工	

4. 考察

4.1. 「社会の未来像」検討での利用

「科学技術や社会のトレンド把握 [ホライズン・スキヤニング]」(パート 1) から得られた情報は、「社会の未来像検討 (パート 2)」の中で実施されたビジョンワークショップにおいて活用された。

ビジョンワークショップの検討の流れを図表 4-1 に示す。最初のステップ「グループ討論 1」において、参加者は、「きざしストーリー」、「トレンド」、「政策トレンド」を提供され、これらを踏まえて 2040 年に向けて実現する可能性のある社会の姿を書き出した。現在すでに認識され

ている方向性、兆しとして見え始めた方向性、政策的に向かおうとしている方向性を把握することにより、その後の理想の社会像検討のステップにおいて、現実・現状を踏まえた潜在可能性の議論が可能になったと考えられる。また、参加者に対し「きざしストーリー」の事前提出を求めたことは、参加者が20年後の社会について考えるマインドセットのきっかけとなり、現在の課題解決のための議論を行うという、陥りがちな状況を避ける点からも有用であったと考えられる。

一方、スキヤニング情報の提供がワークショップ当日であったため、情報活用については未消化の部分が残った。一般にスキヤニングを行うワークショップでは、「きざしストーリー」に類する情報が事前に提供され、参加者は多くの情報から類似する情報をグループ化したり、注目される情報を抽出したりする作業を予め課される場合が多い。こうした作業を通じて全体像を把握し、必要十分な情報をグループ討論の机上に載せることができるため、議論も深まると考えられるが、一方で、参加者の負担が大きいという欠点がある。今回のワークショップでは、約100名の参加者が10グループに分かれて議論を行った。各グループにおいては、グループメンバー自身が提供した「きざしストーリー」を中心として議論が進められる例が多かった。全グループ合わせれば、ほとんどの情報が利用されたことになるが、情報の全体像を把握する時間を設けることができなかつたため、他の参加者からの情報と組み合わせることによる新しい発見や発展的な議論は不十分であったと言わざるを得ない。収集した情報の有効活用と有意義な議論のためには、少なくとも参加者への事前の情報提供が必要と考えられる。

図表 4-1 ビジョンワークショップにおける検討の流れ



出所：調査資料 276¹⁹⁾ 図表 6

4.2. 「科学技術の未来像」検討での利用

デルファイ調査の科学技術トピックの設定は、これまで、前回調査の科学技術トピックを参考として、分野別分科会による検討を経て設定されてきた。当該分野の現状や最新動向に関する情報は、分科会委員やワーキンググループメンバーなど、検討に携わった専門家の知見を基として

いた。今回調査では、こうした専門家の知見を支える基盤的情報として、現状を示すデータを分科会での議論の場に提供した。しかし、情報量が膨大であったこと、文字情報がほとんどであり全体俯瞰が難しかったこと、経年変化が見えにくかったこと等の理由により、新たな科学技術トピック設定に直接生かされるには至らなかった。

広範な分野を対象とする科学技術予測調査では、科学技術トピック候補ごとに最新動向に関する文献調査を行うことは非現実的であり、クローリング及び自動抽出による情報収集や研究情報分析の活用は有用であると考えられる。自動抽出や定量情報分析などにより大枠を把握した上で人の目（専門家）による判断を行う、あるいは、まず、専門家の知見に基づき注目される領域等を予め抽出し、続いて自動抽出により関連情報を収集して動向を見極めるなど、専門家の判断と自動的な情報収集・分析との効果的な組み合わせを考える必要がある。

さらに、集中的に広範な分野の検討を行う科学技術予測調査のスケジュール、また、急速な変化を見せる科学技術分野への対応といった、時間的条件も考慮する必要がある。定常的ホライズン・スキャニング KIDSASHI を始めとする動向調査・分析、そのほかの調査研究活動を通じて得られた新しい動きの情報を整理、随時更新しておくなど、継続性を持った設計も一つの解決策と考えられる。

5. おわりに

第11回科学技術予測調査では、科学技術の未来像及び社会の未来像検討に当たり、前段に科学技術や社会の新しい動きの情報を収集して議論の参考として提供するプロセスを置いた。今回調査では、情報を収集して提供することにより、未来志向の議論を下支えすることができたと考えられる。しかし、収集した情報を分析・加工し、いかにして利用しやすい形で提供するかについては課題が残った。

科学技術や社会が急速に変化し、中長期的な見通しが立たない中で、いかにして新しい動きや潜在可能性を見出すのか、ホライズン・スキャニングの果たす役割は今後益々大きくなると考えられる。科学技術予測調査の基盤として、またホライズン・スキャニング単体として、収集・抽出の手法や提供手段の改善が求められる。また、科学技術予測調査実施期間における検討時間の制約を考えると、定常的活動の中で有用な情報を利用可能な形で蓄積していくための仕組み検討も求められる。

参考文献

- 1) European Commission/Research and Innovation :
https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/support-policy-making/support-eu-research-and-innovation-policy-making/foresight/about-foresight-research-and-innovation_en
- 2) DG Research and Innovation. 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future. 2019
- 3) STOA publication: <https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/publications/search>
- 4) OECD. An OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of future research policy. 2016
- 5) World Economic Forum. Top 10 Emerging Technologies 2019. 2019
- 6) Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI). BMBF Foresight Process Cycle I: New Future Fields, 2009; VDI Technologiezentrum GmbH. BMBF Foresight Process Cycle II: Social changes 2030. 2015; VDI Technologiezentrum GmbH. Stories from the Future 2030. 2017
- 7) Policy Horizons Canada: <https://horizons.gc.ca/en/home/>
- 8) Parliament of Finland/Committee for the Future. 100 Opportunities for Finland and the World. 2014
- 9) 科学技術予測センター. 第 10 回科学技術予測調査 科学技術予測に資する将来社会ビジョンの検討～2013 年度実施ワークショップの記録～. 調査資料 248. 科学技術・学術政策研究所. 2016
- 10) 科学技術予測センター. 米国における研究開発動向－公開情報スキャニングからの抽出－. NISTEP NOTE No.17. 科学技術・学術政策研究所. 2016
- 11) 科学技術予測センター. 兆しを捉えるための新手法～NISTEP のホライズン・スキャニング”KIDSASHI”～. Policy Study No.16. 科学技術・学術政策研究所. 2018
- 12) 科学技術予測センター. 地域の特徴を生かした未来社会の姿～2035 年の「高齢社会×低炭素社会」～. 調査資料 259. 科学技術・学術政策研究所. 2017
- 13) 予測・スキャニングユニット. 「2035 年の理想とする“海洋産業の未来”ワークショップ in しずおか」活動報告. STI Horizon Vol.4 No.1. 2018
- 14) 河岡将行・蒲生秀典・浦島邦子. 「理想とする 2050 年の姿 ワークショップ in 恵那」活動報告. STI Horizon Vol.4 No.4. 2018
- 15) 科学技術予測センター. 第 8 回予測国際会議「未来の戦略構築に貢献するための予測」開催報告. 調査資料 275. 科学技術・学術政策研究所. 2018
- 16) 科学技術予測センター. 第 10 回科学技術予測調査分野別科学技術予測. 調査資料 240. 科学技術・学術政策研究所. 2015
- 17) 科学技術・学術基盤調査研究室. サイエンスマップ 2016－論文データベース分析（2011-2016 年）による注目される研究領域の動向調査－. NISTEP REPORT No.178. 科学技術・学術政策研究所. 2018
- 18) 研究開発戦略センター. 研究開発の俯瞰報告書 エネルギー分野/環境分野/システム・情報

科学分野/ナノテクノロジー・材料分野/ライフサイエンス・臨床医学分野 (2017 年度), 科学技術振興機構, 2017

- 19) 科学技術予測センター, 第 11 回科学技術予測調査 2040 年に目指す社会の検討 (ワークショップ報告), 調査資料 276, 科学技術・学術政策研究所, 2018
- 20) 科学研究費データベース KAKEN : <https://kaken.nii.ac.jp/ja/>
- 21) 政府審議会等議事録情報: 収集データのうち、メタデータ部分について別途整理した上で、以下で公開している: <https://github.com/NISTEP/minutes>
- 22) 日本の研究.com : <https://research-er.jp/>

調査研究体制

(全体統括)

赤池伸一 上席フェロー

(調査担当)

横尾淑子	科学技術予測センター長	トレンド (資料2、資料6)
中島 潤	科学技術予測センター 特別研究員 (2018年3月まで)	トレンド (資料2、資料6) きざしストーリー (資料3)
重茂浩美	科学技術予測センター センター長補佐	政策トレンド (資料5)
蒲生秀典	科学技術予測センター 特別研究員	政策トレンド (資料5)
小柴 等	第2調査研究グループ 上席研究官	細目別情報 (別冊1~6)

(報告書執筆)

横尾淑子	科学技術予測センター長	3.2節を除く1~5章
小柴 等	第2調査研究グループ 上席研究官	3.2節、資料7

資料編

資料 1 第 11 回科学技術予測調査の概要

1. 背景と目的

我が国では、1996 年より 5 年ごとに策定される科学技術基本計画の下、科学技術・イノベーション政策・戦略が推進されている。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、現行の第 5 期科学技術基本計画では、大変革を先導し、「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ている。

近年の AI (人工知能) を始めとする ICT (情報通信技術) の急速な進展は、社会の仕組みや人間の行動様式に様々な変化をもたらしている。一方、世界においては、パワーバランスの変化、紛争や衝突の発生、地球温暖化の進行など、また国内では、生産年齢人口減と超高齢化の進行の中で、経済情勢、社会保障制度や健康保険制度の破綻のおそれ、地域インフラの維持・管理など、社会の先行きは不透明さを増している。このように科学技術や社会の未来について不確実性が高まる中にあっては、科学技術進展とそれが社会にもたらす様々な可能性、また社会からの要請を中長期的な視点で幅広く捉えた上で、不確実性に柔軟に対応できる科学技術・イノベーション政策・戦略が求められる。

こうした背景を踏まえ、第 6 期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策・戦略の検討に資する基礎的な情報を提供することを目的として、本調査を実施する。

2. 調査の枠組み

本調査は、科学技術発展による社会の未来像を検討するものである。日本社会を考える上では、産業、労働、社会保障、教育、医療、環境、交通、食料需給、エネルギー需給、外交・安全保障など、また、SDGs や地球環境など、国内・国際の様々な視点があり得る。本調査は、様々な視点による社会の未来像の中で科学技術が関わる部分が可能な部分に焦点を当てる。未来を展望する期間は 2050 年までの約 30 年間、約 20 年後の 2040 年をターゲットイヤーと設定し、超スマート社会 (Society 5.0) の実現に向けた取組が進んだ状況を想定した。

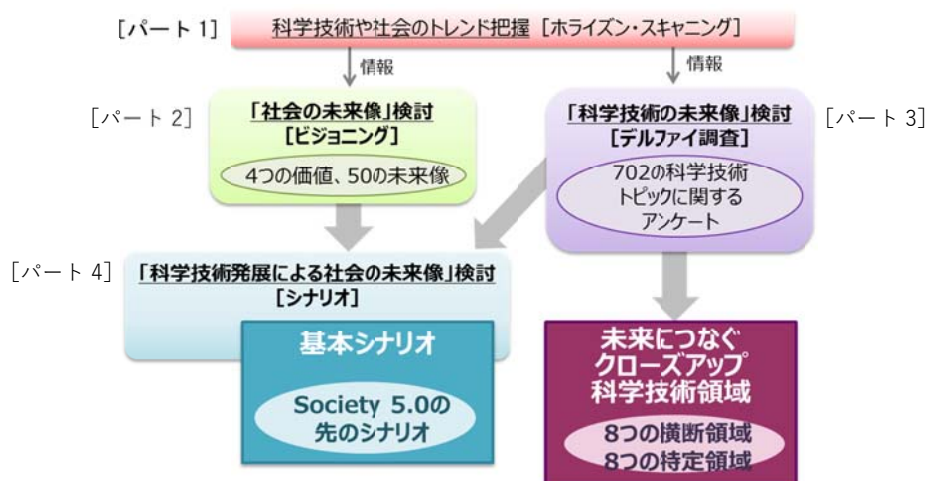
3. 調査の構成

本調査は、下図に示すように、科学技術や社会のトレンド・変化の兆しを把握する「ホライズン・スキャニング」(パート 1)、社会の未来像を検討する「ビジョニング」(パート 2)、科学技術の未来像を検討する「デルファイ調査」(パート 3)、科学技術発展による社会の未来像を検討する「シナリオ」(パート 4) の 4 部から構成される。

本調査では、「科学技術がどのように発展し、社会に何をもたらすのか」を考えるフォーキャスト、「ありたい社会の実現に向けてどのような科学技術が必要か」を考えるバックキャストの双方向か

ら検討を行い、最後に統合する形をとった。まずパート1「科学技術や社会のトレンド把握（ホライズン・スキャニング）」において、科学技術や社会のトレンドを既存資料等から収集・整理した。次いで、パート2「社会の未来像検討（ビジョニング）」において、パート1からの情報等を踏まえ、2040年に目指す日本社会の未来像についてワークショップ形式で検討した。パート3「科学技術の未来像検討（デルファイ調査）」では、パート1からの情報等を踏まえ、分野別分科会において科学技術トピック（2050年までの実現が期待される研究開発課題）を設定し、デルファイ法による専門家アンケート*により、多数の専門家の意見を収集した。あわせて、分野の枠にとらわれずに、内容の類似度により科学技術トピックをグループ化し、今後推進すべき科学技術領域を抽出した。最後に、パート4「科学技術発展による社会の未来像検討（シナリオ）」において、パート2で得られた日本社会の未来像、及び、パート3で得られた科学技術トピックを統合して「基本シナリオ」を作成した。

* 回答を取れんさせるため、同一回答者に同一設問を繰り返すアンケート。本調査では、2回繰り返し、2回目は回答者に1回目の集計結果を示して再考を求めた。



4. 報告書の構成

本調査の一連の報告書は、調査の構成に沿って以下の通り作成される。表紙裏の書誌情報に該当する区分番号を示す。

区分	番号	内容
総論	1	全体像
各論	2-1	社会の未来像の検討
	2-2	科学技術の未来像の検討：デルファイ調査
	2-3	科学技術の未来像の検討：未来につなぐクローズアップ領域
	2-4	科学技術発展による社会の未来像の検討：基本シナリオ
	2-5	科学技術発展による社会の未来像の検討：テーマ別シナリオ
詳細分析・方法論	3-1～	各論に関連した詳細分析や方法論等

資料2 「トレンド」の詳細情報

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
社会	<p>世界の人口増、人口構成の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ A growing and ageing population (8) ✓ Youth as a future marginal group? (11) ✓ Emerging economies: demographic change (14) <p>新興国における中間層の台頭と社会的格差の拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ A richer and older human race characterised by an expanding global middle class and greater inequalities (7) ✓ The rise of the global middle class (8) ✓ Growing middle class in emerging economies (9) ✓ 貧困、格差の拡大 (32) <p>移民・移住の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evolving patterns and impacts of migration (8) ✓ Large-scale involuntary migration (9) <p>都市の将来（持続可能性、市民の役割）</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Failure of urban planning (9) ✓ Rising urbanization (9) ✓ The global urban middle class – tipping the scales of sustainable urban development? (11) <p>社会のネットワーク化と帰属意識の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Connected societies, empowered individuals? (8) ✓ ソーシャルネットワークの可能性 (20) ✓ Click to protest – more activities through organisation in the internet? (11) ✓ Increasing national sentiment (9) ✓ Younger people’s values are shifting towards global empathy (11) ✓ Reduced solidarity (22) ✓ People turn their social networks into silos, limiting their 	<p>社会保障の低下</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reduction of the welfare state in many (European) countries (22) 	<p>少子高齢化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 異次元の高齢化の進展 (34) ✓ 急激な人口減少、少子高齢化 (34) ✓ 高齢化の進行に伴う社会保障費の増大 (31) ✓ 人口減少の加速度的進展 (33) <p>価値観の多様化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ モノからコトへ (31) ✓ 対価の多様化 (38) ✓ サービスの限界 (38) ✓ 働き方の変化（流動化、ニート）(37,38) <p>家族の多様化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 単身者セーフティネット (38) ✓ 家族観・結婚観の多様化 (38) <p>体感不安の増大 (38)</p>

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
	<p>exposure to opposing ideas. (40)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Families in the multi-option society (11) <p>健康の未来、医療費負担の限界</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rising chronic diseases (9) ✓ The battle against obesity is intensifying (11) ✓ インターナブル（埋込型センサ） (40) ✓ 感染症を含む国際保健課題 (32) <p>オープンサイエンスの進展</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Citizen science – new challenges for science and society (11) ✓ Open access – knowledge freely available and free of charge for all (11) <p>教育の革命</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Globalisation and virtualisation of higher education (11) ✓ Education for everyone (and everything) (11) <p>プライバシー概念の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Privacy in transformation (11) ✓ All use of information is controlled. A different approach to privacy (22) 		
経済	<p>グローバル化・ネットワーク化によるビジネスの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Crowdfunding is becoming established as an alternative (11) <p>経済情勢の不透明性</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Asset bubbles in a major economy (9) ✓ Unmanageable inflation (9) ✓ Deflation in a major economy (9) ✓ 一国の経済危機が世界経済全体に伝播するリスク (32) ✓ 保護主義的な動き (32) <p>価値観変化に伴う新しい経済モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ The internet of things facilitated the development of a circular 	<p>グローバル化における地域</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Act locally – cooperate globally (11) ✓ A more vulnerable process of globalisation led by an ‘economic G3’ (7) ✓ The growing importance of the region in the global economy (11) <p>財政悪化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fiscal crises in key economies (9) ✓ 高齢化社会による国家財政の悪化 (6) 	<p>ボーダーレス化・グローバル化の進展</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 都市間競争の激化 (34) ✓ 医療サービスのボーダーレス化 (38) ✓ 新興国との新しい関わり方 (38) ✓ 国際的人的リソース (38) ✓ 地域向上教育 (38) <p>経済の伸び悩みと新しいビジネス</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 潜在成長力の伸び悩み (30) ✓ 将来不安からの消費の伸び悩み (30) ✓ 中間層の活力低下 (30) ✓ 既存の枠組みにとらわれない市場・ビ

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
	<p>economy? (25)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 都市型資源の再発見等活用技術 (38) ✓ New requirements for material flows for consumer goods have a delayed impact on the environment and disposal systems (11) ✓ A new culture of exchange is becoming established (11) ✓ 所有から使用へ (38) ✓ Ethical and value-based financial services (11) <p>雇用・労働市場の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Employment and the changing labour market (8) ✓ High structural unemployment or underemployment (9) ✓ Women as pioneers of global transformations (11) 	<p>新興国の台頭</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ African innovations point to new paths for innovations (11) ✓ Economic activity in extreme climatic regions is being stepped up (11) ✓ 新興国との新しい関わり(38) 	<p>ジネス (31)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造業のサービス化進展 (37) ✓ サービス業の進化形 (37) <p>地域の疲弊と新しい価値創造</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 地域経済社会の疲弊 (31) ✓ 地域経済社会の急速な縮小 (33) ✓ 双方（都市、自然）へのニーズ (38) ✓ 都市の商品化 (38) ✓ 名付けによる価値変化 (38) ✓ 都市への集中 (37) ✓ 東京圏への人口集中 (33) <p>老朽インフラ</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ インフラの老朽化 (34) ✓ 老朽インフラの見直し (38) ✓ 安心便利な新モビリティ (38)
科学技術	<p>人と機械との共存・一体化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rise of robots in daily life: robots will be better in daily tasks than humans (22) ✓ The advent of singularity: the moment that man and machine become one (22) ✓ Human-machine: development between autonomy and control (11) <p>ICT、AI</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Information technologies are replacing even currently well-paid jobs (11) ✓ Digital competency pressure as a social organisational task (11) ✓ Growing need for concepts for our digital legacy (11) ✓ Trust in the internet age (11) ✓ ストーリーミングネイティブ (40) ✓ All use of information is controlled. A different approach to privacy (22) 		<p>I C Tの劇的な進歩など技術革新の進展 (34)</p>

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
	バーチャル世界と現実世界の融合 ✓ Enriched reality (22) ✓ Decreasing difference between the virtual and real world (22)、 仮想が現実 (40) ✓ Rising cyber dependency (9) 新しいモビリティ ✓ Self-driving vehicles were the new mass transit solution for cities? (25)		
環境	気候変動 ✓ A growing nexus of climate change, energy and competition for resources (7) ✓ Failure of climate-change mitigation and adaptation (9) ✓ Widespread melting of Arctic and Antarctic Poles (22) ✓ Extreme rise of sea levels (22) 自然災害・極端気象の増加 ✓ Extreme weather events, Major natural disasters(9) 生物多様性の崩壊／回復 ✓ Major biodiversity loss and ecosystem collapse (9) ✓ Recovery of biodiversity e.g. to counter exhaustion of natural resources, with less or no damage to the environment (22) スマートシティ ✓ Smart countryside, Greening cities (18) 気候変動に対する意識の高まり ✓ Global mentality change to counter the effects of climate change (22) ✓ Global growth of prosperity with a focus on the environmental footprint (22) ✓ Governments and companies are challenged in courts over		エコ意識の変化 ✓ 都市型資源の開発 (38) ✓ エコ分解能向上 (日常生活でのエコ活 動の浸透) (38) ✓ 環境意識の多様化 (環境ネイティブ) (38) ✓ 所有から使用へ (38) 資源制約 ✓ 食料・水・エネルギーの制約、地球環 境問題 (34) ✓ エネルギー、資源、食料等の制約 (31)

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
	<p>alleged inaction on climate change? (25)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Public attitudes to climate change (18) ✓ Cultural attitudes to sustainability (18) ✓ Personal footprint – more responsible consumption (11) <p>水・食料・エネルギー不足とその対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Water crises, Food crises (9) ✓ Desalination of water to meet water (22) ✓ Lab-grown artificial food such as artificial meat to (partly) replace consumption of natural meat (22) ✓ Big Data and food security (18) ✓ Future food is closer than you would think (18) ✓ 食料安全保障 (32) <p>環境汚染と健康影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Health risk from chemicals (30) 		
政治	<p>パワーバランスの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Changing power, interdependence and fragile multilateralism (7) ✓ Failure of regional or global governance (9) ✓ Changing global politics (22) ✓ Changing political alliances (22) ✓ 新興国（中国・インド等）の台頭により国家間のパワーバランスが変化 (32) <p>国のガバナンスの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Failure of national governance (9) ✓ Interstate conflict with regional consequences (9) ✓ State collapse or crisis (9) ✓ Loss of trust in national politics and government: need for a new system (22) ✓ New architectures of government: the ability of policymakers to act in post-democracy (11) 	<p>アジア太平洋地域の緊張の高まり</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Risk of regional wars (22) ✓ 北朝鮮の軍事力の増強と挑発行為 (32) ✓ 中国の急速な台頭と様々な領域への積極的進出 (32) 	

区分	世界または共通	地域（アジア、欧州等）	日本
	<p>戦争・テロの脅威</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Large-scale terrorist attacks (9) ✓ Threat of bioterrorism (22) ✓ Weapons of mass destruction (9) ✓ Increased risk of (world) war (22) ✓ Use of nuclear weapons: risk of human extinction (22) ✓ グローバル化の進展や技術革新の急速な進展により、非国家主体の相対的影響力の増大、非国家主体によるテロや犯罪の脅威が拡大 (32) ✓ 大量破壊兵器・弾道ミサイル等の移転・拡散・性能向上に係る問題、北朝鮮による核・ミサイル開発問題やイランの核問題 (32) <p>国際公共財に関するリスク</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 海洋、宇宙空間、サイバー空間といったグローバル・コモンズに対する自由なアクセス及びその活用を妨げるリスクが拡散、深刻化 (32) <p>資源ナショナリズム</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Resource nationalism (14) ✓ Energy crisis caused by geopolitical developments (22) 		

科学技術トレンド例

発表年	資料番号	項目
2015	2	Autonomous Vehicles; Graphene; 3D printing; Massive Open Online Courses (MOOCs); Virtual currencies (Bitcoin); Wearable technologies; Drones; Aquaponic systems; Smart home technologies; Electricity storage (hydrogen)
	4	what if your shopping were delivered by drones?; what if injections weren't needed anymore?
	10	Fuel cell vehicles; Next-generation robotics; Recyclable thermoset plastics; Precise genetic-engineering techniques; Additive manufacturing; Emergent artificial intelligence; Distributed manufacturing; 'Sense and avoid' drones; Neuromorphic technology; Digital genome
	16	Artificial intelligence
	18	Artificial intelligence and Expert Systems; Non-transport air pollution; Massively distributed energy sources; Increasing challenges and solutions for water quality; Decline in nutritional value of C3 crops; Environmental monitoring by citizens; Energy economics: the world may

発表年	資料番号	項目
		be entering an era of global energy price deflation; Inhibiting pests via hormones can reduce insecticide use; Floods and flood defences – living with, rather than fighting, water; Environmental regulations need not harm growth; Radical new approaches to materials benefiting the environment; New ways to use waste show promise; New approach to marine reconstruction: ceramic “Lego” helps coral growth; Connected infrastructure and cybersecurity; Innovative sources of protein for livestock and fish extracted from insects and algae; Decreased environmental damage if “heat, beat and treat” industrial processes; Instead mimic natural processes; 3D printed concrete and metal infrastructure created in situ; 2°C threshold to be exceeded by 2036?; El Niño – third strongest on record; Biofuels trade-off; Health effects of nitrogen oxides (NO _x) pollution; Gene editing becomes mainstream; Religions engage with climate change
	28	Smartphone diagnosis; Bigdata analytics for healthcare; Bil stamp; Li-Fi; Tactile display; Beacon technology; vacuum insulation; Energy harvesting nano material; Virtual reality
	29	IoT; Big Data; Artificial Intelligence; Virtual Reality Wearable Device; Stem Cell Genetic Engineering & Molecular Biology; Synthetic Biology; Nano Material; 3D Printer; New Renewable Energy; GHG Reduction Technology; Energy Resource Recycle Technology; Space Exploration
	36	次世代ものづくり ～高付加価値を生む新しい製造業のプラットフォーム創出に向けて～、IoTが開く超スマート社会のデザイン – REALITY 2.0 –、ナノ・IT・メカ統合によるロボット基盤技術の革新～人に寄り添うスマートロボットを目指して～、分離工学イノベーション～持続可能な社会を実現する分離の科学技術～、微生物叢（マイクロバイオーム）研究の統合的推進 ～生命、健康・医療の新展開～
2016	1	The Internet of Things; Big data analytics; Artificial intelligence; Neurotechnologies; Micro and nano satellites; Nanomaterials; Additive manufacturing; Advanced energy storage technologies; Synthetic biology; Blockchain
	4	what if others could read your mind?; what if we could make ourselves invisible to others?; what if the energy grid needed cars? what if blockchain technology revolutionised voting?; what if I had to put my safety in the hands of a robot?; what if electric cars became an affordable and convenient way to travel?
	10	Nanosensors and the Internet of Nanthings; Next Generation Batteries; The Blockchain; Two Dimensional Materials; Autonomous Vehicles; Organs-on-chips; Perovskite Solar Cell; Open AI Ecosystem; Optogenetics; Systems Metabolic Engineering
	15	Quantum Age
	28	Big Data-based Fraud Detection and Prevention Technology; Security Technology for Online/Mobile Financial Transaction; IoT Security IoE Technology; Digital Assistant based on Deep Learning; Virtual Reality Technology for Leisure; Mental Health Diagnosis and Treatment Technology; Social Robots; Big Data-based Infectious Disease Prediction and Alert System; System-based Technology for Particulate Matter Control
	35	オープンサイエンス、持続可能な地球社会、高エネルギー密度科学、地球観測、自動運転、持続可能な都市農業
2017	3	Electric cars; Intelligent urban transport systems; Maglev transportation; Wood; Precision agriculture; Quantum technologies; Radio frequency identification tags; Big data and health care; Organoids; Genome editing
	4	what if computers were trillions of times faster?; what if animal farming were not so bad for the environment?; what if intensification of farming could enhance biodiversity?; what if we were to build skyscrapers from wood?; what if blockchain changed social values?; what if your personal health tracker could save your life?; what if technology helped society become more inclusive?

発表年	資料番号	項目
	5	Big Data; Gene Technology; Electric Vehicles; Autonomous Cars; Impact of Algorithms; Screen Addiction; Fake News; Bioterrorism
	9	3D printing; Advanced materials and nanomaterials; Artificial intelligence and robotics; Biotechnologies; Energy capture, storage and transmission; Blockchain and distributed ledger; Geoengineering; Proliferation and ubiquitous presence of linked sensors; Neurotechnologies; New computing technologies; Space technologies; Virtual and augmented realities
	10	Noninvasive Biopsies for Identifying Cancer; Harvesting Clean Water from Air; Deep Learning for Visual Tasks; Liquid Fuels from Sunshine The Human Cell Atlas; Precision Farming; Affordable Catalysts for Green Vehicles; Genomic Vaccines; Sustainable Design of Communities; Quantum Computing
	28	IoT-based Context-aware Dimming Technology; Active Noise Control & Reduction Technology; AI Fact-checking Assistive Technology; Nuclear Power Plant Accident Response System; Non-radioactive Non-destructive Testing Technology; Particulate Matter Reduction Technology; Eco-friendly Green & Red Tide Elimination Technology; Advanced Domestic Waste Sorting and Recycling System; Real-time 3D Environmental Change Observation Technology; Ecological Restoration Technology Using Microorganisms
	39	人工頭脳の浸透、対話型コンピューティング、環境認知ロボット、プレゼンションライフサイエンス、超臨場チャンネルの獲得、IoT 時代のセキュリティ、IT インフラの多様化とサービス化、コラボレーションデザイン
	42	<p>コンピュータ：インターネット眼鏡とインターネットコンタクトレンズ、無人運転車両、四方の壁がスクリーン、フレキシブルな電子ペーパー、仮想世界、近未来の医療、おとぎ話の世界に生きる、ムーアの法則の終焉、現実とバーチャルが混ざる、拡張現実、万能翻訳機、ホログラムと 3D、</p> <p>AI：エキスパートシステム、モジュール型ロボット、ロボットの外科医と料理人、感情をもつロボット、脳のリバース・エンジニアリング、脳のモデルを作る、脳を解体する</p> <p>医療：ゲノム医療、医者にかかる、幹細胞、クローン作製、遺伝子治療、がんとの共存、デザイナーチャイルド、マイティマウス遺伝子、バイオテクノロジー革命の副作用</p> <p>ナノテク：体内のナノマシン、がん細胞をやっつける、血管を走るナノカー、DNA チップ、カーボンナノチューブ、ポストシリコン時代、原子のトランジスタ、量子コンピュータ、変形技術、</p> <p>エネルギー：太陽光、水素エコノミー、風力発電、太陽がやってくる、電気自動車、核分裂、核の拡散、地球温暖化、二酸化炭素－温室効果ガス、アイスランドを訪ねて、バングラディッシュとベトナムの構造、技術的な解決策、核融合発電、高温核融合、NIF-レーザー核融合、ITER-磁場のなかでの核融合、卓上核融合、</p> <p>宇宙：系外惑星、エウロパーゴルドロックス・ゾーンの外、LISA-ビッグバン以前、有人宇宙ミッション、月着陸計画の中止</p> <p>宇宙：小惑星に着陸する、火星の衛星に着陸する、再び月へ、恒久的な月基地、月の水、火星ミッション、水星のテラフォーミング（地球化）、宇宙観光</p>

(参考資料)

- 1 An OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of Future Research Policy (OECD, 2016)
- 2 Ten technologies which could change our lives (European Parliamentary Research Service, 2015)
- 3 Ten more technologies which could change our lives (European Parliamentary Research Service, 2017)
- 4 What if? (European Parliamentary Research Service, 2015-2017)
- 5 Horizon scanning and analysis of techno-scientific trends (European Parliamentary Research Service, 2017)
- 6 Technological Breakthroughs for Scientific Progress (European Science Foundation, 2014)
- 7 Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? (ESPAS, 2015)
- 8 Europe's Societal Challenges: An analysis of global societal trends to 2030 and their impact on the EU (ESPAS, 2013)
- 9 The Global Risks Report 2017 (World Economic Forum, 2017)
- 10 Top 10 Emerging Technologies 2015/ 2016/2017 (World Economic Forum)
- 11 Social changes 2030, Stories from the future 2030 (BMBF Foresight Cycle II) (BMBF, Germany, 2017)
- 12 Social changes 2030 (BMBF Foresight Cycle II) (BMBF, Germany, 2017)
- 13 Global Strategic Trends- out of 2045 fifth edition (Ministry of Defence, UK, 2015)
- 14 Horizon Scanning Programme (HM Government, UK, 2014)
- 15 The Quantum Age: technological opportunities (GOScience, UK, 2016)
- 16 Artificial intelligence: opportunities and implications for the future of decision making (GOScience, UK, 2015)
- 17 Technology and Innovation Futures: Technology Annex (BIS, UK, 2013)
- 18 Strategic Evidence of Future Change: Horizon Scanning evidence and analysis First/Second/Third Report (Defra, UK, 2015)
- 19 The technology horizon preliminary review on technologies impacting the future health and social care workforce (Centre for Workforce Intelligence, UK, 2013)
- 20 2050年の世界：英「エコノミスト」誌は予測する（英エコノミスト編集部）
- 21 2050年の技術：英「エコノミスト」誌は予測する（英エコノミスト編集部）
- 22 Horizon scan 2050 (Netherlands Study Centre for Technology Trends, 2014)
- 23 100 opportunities for Finland and the world (Committee for the Future, Parliament of Finland, 2014)
- 24 Global Trends: paradox of Progress (National Intelligence Council, 2017)
- 25 Canada 2030-insights/scans (Policy Horizon Canada, 2017)
- 26 METASCAN 3: Emerging technologies (Policy Horizon Canada, 2013)
- 27 METASCAN 4: The Future of Asia (Policy Horizon Canada, 2015)
- 28 KISTEP 10 Emerging Technologies (KISTEP, 2014-)
- 29 Korea Future issues 2015 (Ministry of Science, ICT and Future Planning, 2015)
- 30 経済財政運営と改革の基本方針（骨太方針）2017

- 31 第5期科学技術基本計画
- 32 国家安全保障戦略 (H25.12、内閣官房)
- 33 まち・ひと・しごと創生長期ビジョン (H26.12、内閣官房)
- 34 国土のグランドデザイン 2050 (国土交通省)
- 35 提言・報告 2016ー2017 (日本学術会議)
- 36 戦略プロポーザル 2014~2016 (JST-CRDS)
- 37 第10回科学技術予測調査 科学技術予測に資する将来社会ビジョンの検討 (科学技術・学術政策研究所)
- 38 25のきざし ((株)日立製作所)
- 39 NTT Data Technology Foresight (NTT データ)
- 40 10大消費者トレンド 2016 (エリクソン)
- 41 NEC アニュアル・レポート 2016 (NEC)
- 42 2100年の科学ライフ (チオ・カク)
- 43 2050年の世界地図 (ローレンス・スミス)

資料3 「きざしストーリー」の概要

全般

No.	テーマ名	概要／インパクト
1	規制のサンドボックス	<p>◇概要</p> <p>グローバル化、市場ニーズの多様化、新興国の台頭を背景として、あらゆる製品、サービスのライフサイクルが短期化。 実社会のあらゆる事業・情報が、データ化・ネットワークを通じてやりとり可能に（IoT） 集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（ビッグデータ） 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（人口知能（AI）） 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に（ロボット） リアルな経済圏を巻き込んだ、ダイナミックな経済構造の変革。従来の技術や産業構造を前提とした既存の規制法令を適用するのではなく、「まずやってみる」ことを容認し、データを収集・分析することでルールづくりを行う「実証による政策形成」に舵を切り、（=規制の「サンドボックス」制度）我が国を「世界最先端のビジネス・インキュベーションが沸き起こる中心地とすることを目指すべき。</p>
2	将来世代を考慮に入れた新しい社会システムの構築	<p>◇概要</p> <p>私たちの社会の仕組みの二つの柱は市場と民主制、市場は「将来世代を考慮して資源を配分する仕組み」ではない。というのは、将来世代は存在しないので、残して欲しいものがあったとしてもそれを市場で表明できない。民主制も、今の人々の利益を実現する仕組みであり、「将来世代を取り込む仕組み」ではない。選挙で遠い将来の人々にとって良い政策を提示したところで、その候補者は当選しないはず。つまり、私たちの社会の仕組みは将来世代の可能性を惜しみなく奪っている。そのため、世代内・世代間の不平等の拡大、気候変動の激化などを通じて、徐々にないしは一挙に市場と民主制を変革する新たな社会システムの構築が始まる可能性が大。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2040年に向けて、世代内の不平等、世代間の不平等の拡大。 ・ 債務残高の拡大のため、国家財政破綻の可能性。 ・ 気候変動の激化
3	長寿命商品社会：Long Life Technologyによる低炭素社会構築	<p>◇概要</p> <p>商品の寿命を長くすることによって、二酸化炭素排出を劇的に削減する。 大量生産/大量消費の使い捨て社会からの脱却：“一生もの”文化を創生する。 「いいものを長く使う」習慣を醸成し、心豊かな社会を構築する。</p> <p>◇インパクト</p> <p>二酸化炭素排出の劇的削減：楽しく潤いのある低炭素社会の実現（例えば、商品寿命を2倍にすることにより、二酸化炭素排出をおよそ50%削減出来る。 いいものが分かる感性豊かな人材の育成：目利き人材育成。 生産システム設計の抜本的改革：ある種の産業革命。 保守、改修などのメンテナンス産業の育成：新産業構築。</p>
4	少子高齢化により引き起こされる社会システムイノベーション	<p>◇概要</p> <p>労働人口の急減に伴い、あらゆるところで生産性向上へのニーズが生じてくる。以前から、日本は課題先進国と言われていたが、それがダイヤモンドプルで現実のものになる。商店の無人化のきざしは既にあるが、道路交通、運搬、エネルギー・食料供給、教育、就業形態などすべてが変わる。痛勤ラッシュもなくなり、都市設計も全く変わる。科学技術イノベーションというより、科学技術の急激な進展により引き起こされる社会システムイノベーションが起きる。結局、人間の価値観の大転換が起こることになるが、どのように変わるかわからないところが、まさに本当のイノベーションが起こると確信を持っていえるところ。</p> <p>◇インパクト</p> <p>例えば教育では、高度な職業知識を備えた人材が必要になるので、大学の分化（研究総合大学と高度職業大学）が起こる。これに対応できない教育機関はつぶれる。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		対応できない者は失業する（ので、まともな教育が求められてくる）。予測できない将来に対応できる人材を生み出す教育が必要になる。外国語ができなくてもコミュニケーションできるようになるので、規制がなければ人の移動が無制限に可能になる。

健康・暮らし

No.	テーマ名	概要／インパクト
5	軽労化による健康労働長寿大国	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インターネットによって簡単に膨大な情報にアクセスでき、低コストで便利なサービスも増えている。 ・ AI・ロボットが人間を代替しつつある。 ・ 一部の知的労働者とそれ以外の労働者の経済的格差が広がっている <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ベーシックインカムの議論が始まり、労働の意味が問われるようになる
6	「ピンピンころり」時代の到来（ダイナミックエイジング）	<p>◇概要</p> <p>現在、我が国では総人口に占める 65 歳以上の割合は 27.3%に達し、平均寿命も女性が約 87 歳、男性が約 81 歳となった。しかし、「健康寿命」は女性が約 74 歳、男性が約 71 歳と 10 年前後の開きがあり、このことが本人や家族、ひいては社会全体の生活の質を低下させている。しかし、来るべき時代は、平均寿命と健康寿命の乖離がなくなり、「ピンピンころり」の時代が来ると予想される。その大きな原動力は、「記憶誘導剤」（健康食品あるいは医薬品レベル）の普及であり、加齢に伴い低下していく記憶力を回復させ、若齢者や成人に対しては、無理なく誰でも簡単に長期記憶ができる現実が訪れると思われる。脳機能だけでなく、筋力の低下に対しては、歩行支援ロボットの普及、生活習慣病の未病段階の把握には、AI 内臓のイヤホン型やコンタクトレンズ型の自動計測装置が開発され、日々それらを用いて自己管理の習慣が生まれ、また、視覚と嗅覚を利用して味覚を変える AR が普及し、低脂肪食品を好きな高脂肪食品と錯覚させることにより、メタボ予防につながる技術が開発されるなど、それらの結果、「ピンピンころり」時代が到来すると予想する。</p> <p>◇インパクト</p> <p>①誰でも簡単に学習・記憶できることから、学校教育（例えば入試問題）の在り方が変化する。すなわち、家でネットや教科書を使って記憶学習は済ませ、学校は、チームワークやディスカッション、コミュニケーションにウエイトを置いた教育になる。入試問題は、記憶を問う問題は消え、抽出力や思考力、構想力を問う問題に移行する。</p> <p>②医療界は、病気にならなかった事に対して、医療報酬が支払われる制度が模索されると思われる。例えば、徹底したホームドクター制度が導入され、国民一人ひとりが自己の健康状態を把握し、医師は未病段階で指導する。</p>
7	超高齢化とその影響	<p>◇概要</p> <p>2065 年には、1 人の高齢者に対して 1.3 人の現役世代という比率になる。日本では、2007 年に生まれた子供の半数が 107 歳より長く生きる</p> <p>◇インパクト</p> <p>人々は「教育・仕事・老後」という 3 ステージの単線型の人生ではなく、マルチステージの人生を送るようになる。長い人生を通して自分の家族を支えなければならぬため共働き世帯が増えるなど、家族の在り方も変化していく。</p>
8	高齢化の進行に伴う働き方改革	<p>◇概要</p> <p>日本では、診断技術の高度化と治療技術の進歩により、未病段階での改善・治療が行われ、健康寿命が延びる。（究極的には老衰まで人の寿命が延び、）同時に進む少子化と合わせて、社会全体の高齢化が激しく進む。</p> <p>・ 年齢と共に医療費は高額になるので、高齢になっても生涯働ける働き方改革が生</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インフラ（電気・ガス・上下水道・道路・通信）の老朽化に対して改修が必要だが、人口減のため全てには手が回らない。都市や動脈路など限られた場所（コンパクトシティ）にエネルギーの高効率なインフラが再構築される。 <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AI やロボットの支援を受けることで、高齢者が働けるようになる（急がないで済む農業が適する？→食料自給率向上） ・ 癌や糖尿病などの病が進行する前に治療を開始することで医療費は低減するが、その分寿命も延びるので総額は変わらない。
9	ポスト高齢化社会へのターニングポイント（縮小社会における成長モデルの構築）	<p>◇概要</p> <p>日本の人口構造（2040年。中位推計）：生産年齢（15～64歳）：5987万人、老齢（65歳以上）：4047万人（2042年がピーク）</p> <p>都市化・人口流動→続くか？固定化するか？（階層間の流動性は？）</p> <p>労働力の供給制約→雇用制度・税制の変化。副業から復業へ</p> <p>団塊の世代の大量死：病院の収容キャパシティの限界、墓地の不足→死生観・亡くなり方の変化</p> <p>高齢化社会に適応した技術開発・産業振興に社会保障費を活用：経費を投資に。</p> <p>◇インパクト</p> <p>科学技術人材の減少 →高度技能移民？。女性・高齢者の就業が必須。職場・地域・都市の環境の再設計。人生の最終段階のあり方の変化（社会保障費の投入の対象・規模の見直し）。従来の地縁・血縁・会社コミュニティ→新しいコミュニティによる代替・補完。2060年、2/3の日本（1億2000万人→8000万人）に向けて。高齢化社会のモデル：技術・サービスの輸出？</p>
10	死生観（老い方、死に方）の変化	<p>◇概要</p> <p>現在の日本での高齢者ケアは、寝たきり高齢者への食事介助、おむつ替え、清拭、褥瘡処置がメインで手厚い。北欧では、寝たきり高齢者がほとんどいない。嚥下訓練は徹底的に行うが、食べられなくなったら潔くあきらめ、静かな死を迎える死に方を受け入れている。フランスでも20年で家族や医師の意識が変わった。日本では高すぎるサービスを提供しすぎ。積極的医療で延命処置を行うが、無理しても、本人も家族も国家も得にならないのではないかと。医療・介護の介入を少なくし、老い方、死に方を省エネ型に（トータルの満足度を下げずに、一人あたりの医療・介護資源消費量を2/3に。介護に頼りすぎない生活を目指す）</p> <p>◇インパクト</p> <p>自立⇔虚弱/援助。延命 vs 延命拒否。意識改革</p>
11	不老不死への挑戦＝老化克服	<p>◇概要</p> <p>『歳をとるにつれて体に蓄積されていくダメージを、薬や治療で修復すれば、人は老化せず、病気も食い止められる。老化や病気の原因は、突き詰めれば、細胞の細かい損傷です。つまり、傷ついた細胞を修復し続けることができれば、人は永遠に生き続けられるのです。そのために必要な薬と技術は、今後20年ほどで完成する可能性が高い』（ケンブリッジ大学 オーブリー・デ・グレイ博士）</p> <p>長寿を阻む7種の原因（【1】組織の硬化、【2】細胞内にあるミトコンドリアの突然変異、【3】細胞内に溜まるゴミ、【4】細胞外に溜まるゴミ、【5】衰えて機能しない細胞、【6】死んだ細胞からの毒素、【7】細胞核の突然変異＝がん）を一つ一つ克服する</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ テロメアの活性化 vs がん化リスク ・ 苦悩：ひとりだけ不死 vs 人類全員が不死 vs ある種の人間だけが不死
12	IoTを活用した心血管イベントの予防による健康維持（Cardio-Health by IoT）	<p>◇概要</p> <p>日本における高血圧の患者数は1,010万800人。年間医療費は1兆8,890億円。そして、高血圧症がリスクファクターとなる循環器系疾患の死亡数は年間約34万人と推定されている。要因としては「遺伝的要因」「生活習慣」「二次性」などがあげられ、発症メカニズムの科学的解明も進んできた。薬物療法も進歩しているものの、患者の薬剤摂取を含め、治療継続に問題があることが指摘されている。つまり、先</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>端的サイエンスよりも「生活習慣の改善」によって解決可能な健康医療上の課題が高齢社会にとって重要とも言える。それらの解決は巨額な資金投入による研究開発ではなく、継続的な行動観察や疫学調査に基づく行動様式の変化を促すことが有効示唆される。デジタルメディシンの含むIoTの発展により、薬剤摂取や食餌を含む生活習慣データの一元的な収集・管理が可能となれば、その課題解決は現実のものになり、医療・介護現場の労働負担の解消にもつながる。</p> <p>◇インパクト 国民の平均血圧が4 mmHg下がると、脳卒中による死亡を1万人、心筋梗塞による死亡を5,000人減らせ、医療費の削減にもつながる。特に労働人口の高血圧患者数を低減できれば、健康な労働力の確保にもつながる。</p>
13	個別化医療の発展による小児癌の治癒率向上 (Personalized Medicine for Pediatric Cancer)	<p>◇概要 日本における小児がんの年間罹患者数は2500～3000人、小児の疾病による死亡原因第一位。しかし、希少疾患である上多種多様、幅広い年齢層で罹患するため非常に高い専門性に基づく診断、治療が求められ、症例の蓄積、共有の戦略的推進が必要である。現在、小児癌の治療をうけた患者の5年生存率は7-8割となったが、身体的晩期合併症や心理的・社会的不適応により、長期的な就労支援が必要な患者も多く、家族支援、教育等を含めた発達支援・成育医療の観点が必要とされている。米国NIHでは癌の既承認薬を製薬会社がNCIに提供、それらを個々の小児がん患者の遺伝子解析の結果に基づいて投与仕分ける治験 Pediatric MATCH を開始している。遺伝子解析技術や解析データと薬剤情報のマッチングの速度・精度の向上により個別化医療技術は大きく発展することが予想される。</p> <p>◇インパクト 患者個々人のライフステージに即した治療とケアが可能になれば、小児の死亡率の低減につながるほか、心理的・社会的不適応を含め予後の改善が見込まれ、健康な労働人口の確保につながる。</p>
14	臓器の生産が可能となり、「人間部品産業」が台頭	<p>◇概要 微細な細胞を積層させ、3D印刷のように臓器が製造できるようになる iPS細胞からミニ肝臓がつくられたり、ネットを通じて臓器密売人が取引をしたりしている 人間の肉体の商品化・部品課は血液→臓器→出産→胚(受精卵)→赤ちゃん→遺伝子→人間と商品化が広がってきており、臓器移植、胎児細胞収集のビジネス化が起きている。</p> <p>◇インパクト 貧富の差によって、技術を手にいられる人と、そうでない人との格差がさらに進む人間の寿命が大幅に伸びるため、医療・介護の負担をどうしていくのか考えなければならない</p> <p>◇課題 ・ 安全性・有効性の検証 ・ 法制度、倫理問題 ・ 医療保障制度</p>
15	AIによる全脳計測技術	<p>◇概要 これまで神経細胞レベルでの全脳神経細胞の繋がりや活動計測を行うことは現時点では難しい。一方、深部計測可能な超高速神経細胞計測法の開発とAIを用いた3次元神経細胞再構築法が開発されることで、単一神経細胞レベルでの繋がりや脳活動パターンを計測することが可能になる。</p> <p>◇インパクト 個人レベルで脳構造と脳機能の計測が可能となり、精神・神経疾患の病態解明ができるだけでなく、オーダーメイド医療の開発につながる。</p>
16	AIによる患者本位の診療・ゲノム情報を含む健康情報保有	<p>◇概要 ・ 個人情報コントロール権の行使 ・ 健康情報アカウント：診療情報提供書レベルに要約され(AI)、整理された情報を患者自らクラウド上に保管し、その活用を管理 ・ 端末を通じて新たな健康情報サービス(AIを利用した)を提供</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 患者が医療機関から得た自身のデータを管理し同意の上で個人情報を第三者へも提供可能 ◇インパクト <ul style="list-style-type: none"> ・ より正確で豊富な現病歴、既往歴、家族歴（血縁者間で健康情報を共有）の活用による健康増進・医療の推進 ・ 薬物代謝に関わる遺伝子多型情報により重篤な有害事象の回避 ・ 患者と医療者間の情報の非対称性を減じ、セカンドオピニオン支援 ・ 目標はがん診療連携拠点病院等の標準サービスに ・ 新たな健康情報ビジネスの創出 ・ 診療情報と生物学的情報を融合したビッグデータの解析により得られる新たな治療標的に対する創薬 ・ 他医療機関へ通院中の患者への対応が円滑に可能となり、診療サービスの質が向上 ・ 予防指導を見越した、医療機関によるサーベイランスの構築
17	出生前診断、卵子老化予防とゲノム編集	◇概要 <ul style="list-style-type: none"> ・ 体外受精後の流産の原因として、児の染色体異常によるものが最も多い ・ 着床前診断により、高齢出産の流産を減らし、産婦の心身への負担を軽減 ・ 若齢出産を希望しない女性に対する、卵子の老化予防、凍結保存サービス ・ 劣性遺伝病患者の受精卵の着床前診断 ・ 遺伝性疾患を有する受精卵のゲノム編集による発症要望 ◇インパクト <p>少子高齢化の解決策。倫理的問題の解決</p>
18	性差医療の確立	◇概要 <p>膠原病、アレルギー疾患、がん、循環器病など、男女の罹患頻度の異なる疾患は多い。治療薬に対する反応性、副作用についても性差の存在が知られている。性染色体のゲノム解析は、技術的な問題から行われてこなかった。出産を経験することで、免疫系にも性差は存在する。免疫系を調節することが可能な薬剤が多数、開発中</p> ◇インパクト <p>男女別に疾患の病因を探索することで、新たな治療法の開発が可能となる可能性。男女で異なる免疫システムを知り、その違いに立脚した治療を行うことで治療成績の向上</p>
19	健康寿命の自己管理	◇概要 <p>定年年齢は本人が選べるように社会制度が変化するなど、平均寿命よりも健康寿命が重視される社会になっている。さらに、年金制度でも受給開始年齢の引き上げが続いている。その中で、健康寿命へのニーズが高まり、トイレで尿から健康状態をチェックするなど日常生活から生活習慣病をモニタリングするシステムが家庭に普及し、自己管理社会になっている。</p> ◇インパクト <p>労働力の確保（正）。医療・年金・介護の負担抑制（正）</p> ◇課題 <p>医療・保険制度の法的見直し。生活習慣についてのコホート研究。デバイスの認証制度。リスクの金額的アセスメント</p>
20	健康に関心がない人の健康維持増進	◇概要 <p>健康状態をモニタリングして可視化し、目標達成を動機づけにして健康維持を支援するサービスではなく、健康に関心がなく情報を集めない、集めたとしても健康目的で取り組む意識が低い人（日本人の7割）に、健康維持増進行動を誘発させる。日常生活行動データから個人の心理行動特性を判別する。心理行動特性には、(1) 共感型、(2) 社会認知型、(3) 無関心型などを想定。共感型では誰かと一緒に活動することで共感度が高まるサービス、社会認知型では行動に対して反応が得られる情報プラットフォーム、無関心型には職場や家庭の行動を無意識に仕向ける環境プラットフォームを提供し、結果として個人の身体特性に効果的な健康維持増進行動を誘発させる。このための、身体拡張技術（みんなで楽しめる超人スポーツ競技など）、共感度センシング技術、ウェアラブル健康センシング技術、環境型センシ</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>ング技術、ジョブマッチング技術、ヒューマンインタラクション技術などを整備。</p> <p>◇インパクト</p> <p>健康維持増進行動に取り組んでいる人は国民の3割（厚労省）。7割が取り組まないことによる国内経済損失は年間300億円（Lancet）。残り7割の人に健康維持増進行動を誘発することで、この経済損失を低減。同時に、健康サービス市場経済を活性化。</p> <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ビジネスモデルと経営指標（顧客エンゲージメント、知識価値など非財務指標の可視化、経営活用） ・ 健康に関する個人情報の取り扱い ・ 健康センシング等の国際標準化
21	病院がない社会	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 健康維持手法や予防医療の確立により、そもそも病気になる人自体が大幅に減少 ・ マイクロナノセンサーやDNA解析、オンデマンド薬剤などにより、パーソナル医療が確立されている ・ それでも病気にかかってしまった人に対してはVRや遠隔診療などで対応 ・ 結果、建造物としてのリアルな“病院”が無くなる <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ バーチャルな部分も含めた社会インフラの整備 ・ 医療、治療に関する社会インフラ費用、個人診療費用の大幅削減
22	未病概念が浸透した平均寿命＝健康寿命の社会	<p>◇概要</p> <p>健診データ、医療データ（電子カルテ等）、日常生活データ（バイタルデータ、食事・運動データ等）が蓄積され、包括的なパーソナル・ヘルス・レコードが整備されると共に、ビックデータ分析に基づく先制医療が大幅に進展する。ビックデータ、AIの利活用により、未病（病気ではないが、健康と病気の間で連続的に変化している状態）の段階から先制医療にアクセスし、一人一人が健康状態を保つことで健康寿命が延伸している。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 労働力の確保：少子化・超高齢化・人口減少社会となる中で、持続的に成長するための要件。 ・ 医療・年金・介護の負担抑制：資源（ヒト、カネ、モノ）の観点より。 <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 法制度、研究体制、倫理：個人情報保護しつつ、包括的なパーソナル・ヘルス・レコードを整備・利活用して行くための法規制や研究体制の整備。倫理。 ・ 医療保険制度：医療保険内、医療保険外でのヘルスケアの区分。 ・ 技術：匿名ビックデータの分析による一般的な傾向値ではなく、一人一人の体質、受診歴、日常生活や社会活動等に根ざしたきめ細やかな分析。 ・ 健康観：疾病予防に向けた、個人の行動変容を促すための仕組み（インセンティブ、ペナルティ等）
23	非接触・非侵襲の健康度モニター	<p>◇概要</p> <p>血液や尿を採取しなくとも等価な検査を可能とするセンサによる健康度モニターできればウェアラブルで24時間モニタリング</p> <p>据え置き型でも定点測定可能であれば意義あり</p> <p>◇インパクト</p> <p>医療費削減に効果あるはず</p>
24	エピジェネティクス工学	<p>◇概要</p> <p>DNA塩基配列の変化を伴わない遺伝子発現を自在に制御できるエピジェネティクスの概念が確立し、その制御技術の発展に伴いゲノム編集によらない新しい医療が発展する。</p>
25	プラズマライフサイエンス	<p>◇概要</p> <p>大気圧低温プラズマと生体との相互作用に関する研究が進展し、新規で有用な効果が次々と発見されつつある。大気圧低温プラズマは放射線と比べ生体へのROSの安全照射量が2-4桁も高く、従来に無い効果を顕在化させることが出来る。例えば、</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>低侵襲止血、癌細胞の選択死誘導、細胞再生の活性化、植物の成長促進などが報告されている。これらの研究を推進することにより、バイオサイエンスの新展開が期待されるとともに、医療・農業・環境などの分野への波及効果が期待される。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな癌治療、遺伝子導入、再生医療などの確立 ・ 新たな食料増産手法（栽培期間短縮と収穫量増加） ・ バイオマスの増加（森林保全・保水力向上） ・ 地球圏外植物育成（限定資源の有効活用） ・ 残留農薬低減による環境保全 ・ プラズマ物理学と生物学の融合新領域の創成
26	日本固有価値打ち出しによる、滞在型メディカル&リゾートサービスの創出	<p>◇概要</p> <p>世界からの超富裕層も含めた滞在型の日本固有の旅客サービスを創出する。エレメントとして、先進的な高度医療～漢方や伝統的民間療法を含むメディカルサービスと同時に、禅や修験道なども含む固有の価値やカルチャーをしっかりと打ち出したものであり、もちろん水や森林をはじめとする自然資源や料理などの文化価値を含めて総体的に構築されている。安全でインフラの整った、環境に優れた地域が日本全国にあることを生かし、地域ごとの特色あるサービスを構築する。超富裕層向けから一般各層向けまで幅広く考案される。</p> <p>◇インパクト</p> <p>過疎対策、地方財政問題、インフラ維持管理、経済効果、地方創生、自然から分離しない・自然共生、など</p> <p>要件：世界規模での競争力、人口減少化での維持サイクル、移民政策 など</p>
27	「商売繁盛」となる医療分野ビジネス環境	<p>◇概要</p> <p>「研究開発」ではなく「商売」の視点から見た、小粒であっても活発な三方良しとなる医療分野ビジネス環境。科学技術の視点、またベンチャーのドライブ先でのビッグビジネス志向へのカウンターパートとして、にぎやかで活発な経済活動を第一に据えた小規模ビジネスが活躍する 2040 年の社会。</p> <p>背景：2040 年、もちろん先端領域やビッグビジネスの成功者はいると願うが、現在の 43 歳が 65 歳でありビジネスでも医師ら医療提供者も現役で存在感がある。大半はこの 22 年で起こる変化の最先端に付いていけず、2018 年現在の活動を継続している社会が多く残る。先端技術や政策用語は難しく理解が困難だという層が多数いる。彼らは、患者サイドでもあることを強みとして新たなニーズに応える堅実な変化を続け、医療を下支えするインフラとして不可欠なニーズに応える商売を繁盛させる。</p> <p>きざしとして、医療機器の製造販売業を強みとする 40 代経営者が、企業や医療提供者との連携からの事業化を進めている。</p> <p>◇インパクト</p> <p><正>医療の下支えとなる企業群による持続可能な産業構造。</p> <p><負>大局的には生産性が極大化しない。</p>
28	技術による運動機能／スポーツの拡張	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ウェアラブル技術、インタラクション技術により、身体支援がより身近に。 ・ 技術をスポーツに応用した e スポーツがオリンピックにも採用される見込み。 ・ 人機一体の新しいスポーツ：超人スポーツの試みも <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ICT、AI、ロボティクス技術により、作業や日常生活支援だけでなく、人の身体、認知機能を向上させる。 ・ 年齢や障害の有無に関係なく、スポーツを介した交流、社会参画が可能になる。 ・ 技術が多様性を支援し、違いが価値を創造し、地域への愛着を深めることに繋がる ・ 人と技術が一体化し、区別がつかなくなる。 ・ 技術を使える人と使えない人とのギャップが一層大きくなる。
29	からだところのコミュニケー	<p>◇概要</p> <p>生活空間に配置されたセンサや家庭ロボットが、ひとの体調・健康状態に加えて感</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
	シジョンシステム	<p>情・意図などを理解し、それに応じたケアすべき心身の予兆発見、注意喚起、環境制御などのアクチュエーションを行う。これにより、からだところの健康・快適なくらしが実現される。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 心因性うつ早期発見 会社、学校、周産期メンタル等 ・ コミュニケーション困難者の意図理解 ・ 犯罪につながるような悪意の発見 通り魔、空港テロ ・ ユーザー特性に合わせてフィードバックするサービス ・ スポーツトレーニング、学習効果の飛躍的向上 ・ マーケティングツール（真のアンケート） ・ 感情・意図を知られる・・・究極のプライバシー問題
30	分子栄養学と基礎医学の融合に基づく健康寿命伸長の実現化	<p>◇概要</p> <p>メタボロミクス等の代謝物解析技術の進歩により、食物が摂取され、消化管および腸内細菌の作用により分解・異化される際、様々な生理作用を有する化合物が生成することが明らかになってきた。これら化合物は、個体全体の神経系、免疫系、代謝系に影響を及ぼし、個体の健康や疾患に対し、正負の役割を担っている。今後、食物栄養の生理学、分子生物学、代謝、疾患との関連、疾患予防に関して、確固たる基礎研究（分子栄養学や基礎医学）のデータに基づいて、学術的に確かな知見を蓄積していくことにより、医薬品による介入以前に、健康を維持・増進していくスキームを作り上げる必要がある。</p> <p>◇インパクト</p> <p>正のインパクト：栄養摂取に基づく健康維持法を提供するものであり、医薬品に頼らない健康寿命の伸長が期待でき、国の医療経済への負担を減らすことが期待される。得られた研究成果は、広く国民に周知していくと共に、政策的な対応策が必要である。</p> <p>負のインパクト：科学的エビデンスが弱い、いわゆるニセ健康食品の情報と峻別することが重要である。また、医薬品に比べて生理活性が低いと考えられるため、解析手法やデータ分析についての工夫が必要と思われる。</p>
31	人工の食べ物	<p>◇概要</p> <p>iPS細胞で作られた牛ステーキ。昆虫の粉末を固めて作ったパン。人工繊維でできた野菜。海を泳いだことがない養殖マグロ。人類はそんなものを食べていきゆくかもしれない。</p> <p>◇インパクト</p> <p>「天然のものを食べられるのは幸せ」という時代がくるかもしれない。</p>
32	人工食や工場肉の流通	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人工食や培養肉が普通に一般へ流通することで、家畜による食肉等と比較して、エネルギー効率が大幅に改善する ・ フードセキュリティの観点からも、各国で人工食や培養肉の流通量が大幅に増加する <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 世界的な人口増に耐えうる食料生産規模が確保される ・ 天然食材の価格高騰、嗜好品化
33	ユニバーサルフードプリンター	<p>◇概要</p> <p>大量生産できる安全な食材をベースにした食品専用の家庭用フードプリンター。あらゆる食べ物の再現を目指す。遺伝子組み換え食品などの材料は使わずに、大豆や昆虫やプラントンなどの有機素材を原料（粉体）にする。味やにおいだけでなく見た目や食感、栄養バランスなど個人の好みや体調に合わせて自動的に調合するフードプリンター。現在のフードプリンターは特定食品に向けた業務用で高価だが、それを家庭で何でも作れて、同時に材料、機械とも安価（現在の電子レンジ）に入手できるようにする。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 飢餓がなくなる ・ カスタマイズヘルスケア

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 有機食材の生産・加工技術 ・ 味、色、匂い、食感の再現、等
34	植物工場での付加価値の高い野菜の生産	<p>◇概要</p> <p>植物工場による未来型農業システムの研究開発が進んでいるが、現在はコストだけを考えると自然栽培の方が効率がよいが、LED や水耕栽培技術を使って栽培することで植物の栄養価を調整して栽培することが可能である。</p> <p>◇インパクト</p> <p>完全無農薬で、これまでより栄養価の高い野菜の栽培が可能となる。また例えば腎臓病などの患者さんはカリウムを多く含む生野菜を食べることができないが、食事制限がある患者さんでも食べることができる野菜も作ることができる。</p>
35	ゲノム編集(レギュラトリーサイエンス)	<p>◇概要</p> <p>ゲノム編集により、社会生活のために不都合な障害、遺伝子疾患を補助する編集技術の発展が望まれる。ただ、ゲノム編集で除去できない疾患は必ず発生する。偏見を否定し、疾患が障害にならない社会システムが理想である。社会的格差が広がり、偏見が大きくなることは、生物学的エリートと従来市民を社会階級のような2層社会を加速するだろう。</p> <p>◇インパクト</p> <p>生物学的エリートが増えるような社会は人間という種の存続に対して大きな危険をはらむ。遺伝的変異の少ない例えばクローンは環境の変化に弱いことが知られており、環境変化や疫病により、全滅の危険がある。</p>
36	農作物の改変管理(法規制)	<p>◇概要</p> <p>これまで農作物は、気候や人間の嗜好に合うよう、また安高定量的な収量を得られるよう長い期間をかけて品種改良が重ねられてきた。遺伝子組換え技術に対する抵抗感から、日本では組換え植物による品種改良が定着しているとは言い難いが、新たなゲノム編集技術により、品種改良は発展的に進むと考えられる。</p> <p>◇インパクト</p> <p>一方で、遺伝子組換え作物同様に規制が進むと、科学技術の恩恵を得られるまでの期間は長く遠くなることも予想される。日本が対応に立ち遅れ、海外に主導をとられることも懸念される。</p>
37	漁業資源の持続可能性確保(今年のサンマの不漁に心を痛めて)	<p>◇概要</p> <p>日本近海の漁業生産量の低下は、地球温暖化や乱獲等様々な要因が考えられるが、このメカニズムをできるだけ太平洋全体のダイナミクスとして把握し、持続可能性を持たせるための予測や合理的な規制の整備が進む。漁獲量を制限し、漁場への入場制限・監視・警備の高度な技術を海洋国家として確保・整備することで、食料の安全保障と国土の安全保障の質を同時に確保する。海洋と海産資源の関係性の可視化と、自国の排他的経済水域だけでなく、太平洋、インド洋、大西洋など、大洋全体の状況把握を関係各国と共有し、共同管理を可能にするビジネスモデルや交渉のフレームワークを創造し、世界平和に貢献する。</p> <p>◇インパクト</p> <p>海産食料資源の持続可能性の確保。食料の安全保障。国土の安全保障</p>
38	型(カタ)が変わる・上下ひっくりかえる・境界線が複層化する	<p>◇概要</p> <p>人口ピラミッドの変容、情報化の進展、グローバルな産業・経済変化により、日本においてもさまざまな「型(かた)」「(ヒエラルキーなどの)構造」が変わりはじめている。たとえば、「一般市民→産業界→行政(お上意識)」「後輩→先輩(年功序列)」「新卒→採用→終身雇用」、また家族・世帯という社会構成単位やジェンダーロールなど、特に明治以降の日本を形成してきた「型」を、積極的に崩しつつ再構築していかなければ、行き詰ってしまうかもしれない。旧来の型を性急につぶすべきではないだろうが、しかし、徐々にでも違う型を試し、多様な「型」を選択することができる社会に移行していくのではないか。それは、たとえば「旧来の上下」をひっくり返すことであったり、あるいはさまざまな個人を定義づける「線(コミュニティ～国の境界)」がより自由に多様になり、かつ複層化していくようなイメージではないか。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>◇インパクト 人口減少、労働力不足、産業構造の変化対応、など</p> <p>◇課題 社会基盤、社会保障、安全安心、など</p>
39	VR/AR	<p>◇概要 VR:現実ではないが実質的に現実のように感じられる環境を人工的に作り出す技術 AR:現実世界で人が感知できる情報に、「何か別の情報」を加え現実を「拡張」表現する技術</p> <p>◇インパクト バーチャルショールームやテレワークでの活用によって、利便性が向上するとともに、人の移動が少なくなる。技術の進展とともに「完全な没入感」を実現できるようになる。テレワークの推進、ワークライフバランスの充実化、移動時のエネルギー消費量の削減につながる。現実と仮想現実の境界がどんどん曖昧なものとなっていく。技術進歩にともない、VR 酔いも無くなっていく。高リスクな環境での教育・訓練にも役立てることができている。</p>
40	AI のモザイク型普及	<p>◇概要 本当に AI はそんなにすごいのか？本当に皆が使う技術なのか？自動車を自分で運転したい人はこの先もずっと残るだろうし、「おっけーぐーぐる」なんて言いたくない人も多いのでは？AI の普及は一樣ではなく、モザイク型になってゆくのではないのか。</p> <p>◇インパクト 仮にコンピュータが人間より賢くなっても、だからといって人間はその存在意義自体を AI に明け渡すことはないだろう。</p>
41	新・人類	<p>◇概要 ・ センサ埋め込みや IoT の技術などにより人間の能力が拡張される ・ ロボットも AI、脳科学や人工筋肉などの発展により、かなり人間に近い存在になる ・ DNA 編集や再生医療などで、人間の能力や生まれながらの特徴を操作できるようになる ・ “人間”とは何か、どこまでを人間とするのかの定義があいまいになる</p> <p>◇インパクト ・ 人間の能力や生まれつきの特徴を操作してしまうことの倫理面の社会制度基盤整備 ・ お金で人間の能力が拡張できてしまうことの是非（貧富の差が能力の差に直結してしまう）</p>
42	スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置	<p>◇概要 急激な人口減少とともに、地域から都市への人口移動が進む日本では、三大都市圏を除くほとんどの地域で社会インフラの維持が困難となることが予想されるため、「スマートシュリンク(SS)」と呼ばれる社会戦略が提唱されている。SS とは、『持続可能な地域の形成を目指す成長管理を意味するスマートグロース(Smart Growth)の対語で、絶対的な人口減少下で住民の生活の質(Quality Of Life)を維持・向上していくための地域マネジメント手法を総称する概念。地域が、積極的に公共事業や公共サービスの供給を効率化する一方、特異性を見出して地域間の競争力を確保するなど、賢く、縮小していかなければならない』ことを意味している。SS では、都市・地域の空間構造が戦略的に再構成されるため、これに対応して、S+3E (Safety, Energy Security, Environmental Conservation, Economic Efficiency) を確保しつつ、需要と供給を最適化するよう、各種のエネルギーインフラを再配置していく必要がある。</p> <p>◇インパクト ・ QoL (Quality of Life) の向上 ・ インフラ維持費用の削減 ・ 脱炭素化の促進</p>
43	自然災害にロバ	◇概要

No.	テーマ名	概要／インパクト
	ストな浮体型の水上都市	<p>浮体で構成される自然災害にロバストで自律可能な浮体型の水上都市 ロケーションは外洋の波がさえぎられる穏やかな海、河川、湖沼、運河と、低層地（居住エリアを浮体化して水没）</p> <p>《補足》 構想自体は新しくなく、地球温暖化に伴う海面上昇問題の解決策としてクローズアップ（実現技術が追いついてきた） ポリネシアでは早ければ2019年に着工。2040年頃には概ね技術課題も解消し、国内でも一般分譲開始と推察。</p> <p>◇インパクト 都市部への人口集中問題（土地なし）の解消。地震、津波の影響緩和。気候変動に伴う海面上昇、ゲリラ豪雨、高潮等による洪水リスクの軽減。都市部に水域を造成して循環利用する自然共生型都市。</p>
44	社会インフラのDIY化・モビリティ化	<p>◇概要 金属を含む3Dプリンタ技術の向上により、誰でもモノが作れる時代がくる。これにより、通常は政府もしくは民間企業が行ってきた社会インフラ整備事業（エネルギー・水・ガス・住宅・橋・道路他）を、市民が個人として担う時代が到来する。WOTAが提案するマイクロ水循環装置、は水道インフラから離脱したライフスタイルの提案につながることから、社会インフラのDIY化が可能になった場合、社会インフラは住む場所（土地）に制約されない、モビリティ性を持つようになっていく。</p> <p>◇インパクト 不動産という概念がなくなり、すべてのものが動産に。社会インフラ自体のPtoPでの流通が可能に。住所という概念がなくなり、GPS他を活用した現在位置を証明のみが求められる。</p> <p>◇課題 設備の維持管理（経年劣化への修理）情報の正しさをどう担保するのか</p>
45	高層グリーンハウス	<p>◇概要 「スウェーデンのフード・テック企業プランタゴン（Plantagon）は、都市部の食料対策として、オフィスビルの中に巨大な屋内農場を併設する「高層グリーンハウス（Plantscraper）」を提唱している。同社は現在、スウェーデンのリンシェーピング（Linköping）に、世界初の「高層グリーンハウス」を建設中だ。」（情報源1抜粋）</p> <p>都市への人口集中が進む中、職食住近接のライフスタイルが定着し、空間の有効活用かつ環境改善に向けた“垂直の森”が増える。</p> <p>◇インパクト 都市環境の改善。食料問題の解決（日本：食料自給率の改善？）。エネルギー効率化？、水資源の有効利用？。都市への人口集中の加速？</p>
46	財政破綻の可能性	<p>◇概要 国家の債務残高はGDP比率で2倍を超えている。ありえるストーリーとして、2040年までのどこかで、たとえば東南海地震をきっかけとし、国債価格の暴落、金利の上昇、インフレの激化を通じ、債務を帳消しにする可能性。</p> <p>◇インパクト ・国民の預貯金の価値の減少 ・失業者の増大 ・自殺者の増加</p> <p>◇課題 ・長期に渡って債務をどうやって減らすのかというデザインが必要</p>
47	日本人らしい強いグローバル人材を育成するための、教育システム改革	<p>◇概要 すでに我が国ではグローバル人材育成の動きが活発化しているが、昨今の社会事情や子どもたちの置かれた環境から、現存の教育システムのままでは、日本人らしい、国際社会で競争力ある心身ともに強い日本人を育成できるとは思えない。英語教育の抜本的な見直しと、日本独自の文化や道徳、生物多様性などの自然環境の素養を鍛えていく、今までにはない子どもと大人のための新しい教育方法が求められる。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>◇インパクト</p> <p>日本の子育てが今後どうあるべきかを根本的に問い直す。 日本人の英語力（特にコミュニケーションに必要な発音、プレゼン、ディベート力の低さ）を持ち上げる。 日本の子どもたちにとってデジタルな遊びが増えている今、いかに自然に触れ合い、豊かな自然環境が大切かを体験させる。 我が国に誇りを持ち、グローバル社会でリーダー的となる人材を今まで以上に育成し、知識・教養・技能を有する日本人を多く育成し、国際社会での国の底力を人材から作りあげる。</p>
48	現実国家 vs バーチャル国家の戦い	<p>◇概要</p> <p>自動同時通訳も普及し、国境を超える障害はなくなる。さらに、ブロックチェーン技術による仮想通貨が普及、マルタ騎士団のような現在はバーチャル国家のコミュニティが、デジタル通貨を発行し、土地を持たないが、実在する国家と同様の存在となっている。この動きを経て、宗教コミュニティ(キリスト教、イスラム教、ヒンドゥー教、仏教等)、EC コミュニティ (Amazon、Alibaba、メルカリ) が独自の通貨を持ち、それぞれの理念に応じたバーチャル国家を形成していく。その時、人々は、国籍・住む場所に捕らわれず、自らが好む理念を持つ経済圏を選択する時代となっている。</p> <p>◇インパクト</p> <p>宗教を選択するのと同様に、経済圏を選ぶことが人生の大きな選択肢に加わる。国という枠組みの弱体化し、公共事業の維持が困難に。</p> <p>◇課題</p> <p>宗教戦争を助長する可能性。現実国家・バーチャル国家間での人材争奪戦を生み出す可能性</p>

環境・エネルギー

No.	テーマ名	概要／インパクト
49	気候変動に対する地球工学アプローチ	<p>◇概要</p> <p>地球規模で起こる気候変動に対して、地球天体を対象とした人為操作を加えることでその解決をはかる（=地球工学 geo-engineering）の可能性が主に自然科学分野で検討されている。あまりに巨大なスケールであるためにそのインパクトの予測が困難であること、またその倫理的側面について懸念が表明されるなどの状況にある。</p> <p>◇インパクト</p> <p>○既存の経済産業活動を減衰させることなく気候変動に対応しうる手段である ×気候変動に対する影響の予測がたたない（悪影響となる可能性もある）</p>
50	環境・エネルギー政策の破綻	<p>◇概要</p> <p>世界レベルで、21世紀<前半>に燃やすであろう石炭の量は20世紀に燃やしてしまった石炭の量の約1.7倍、石油だと約1.5倍、天然ガスだと約3倍。2040年頃には、パリ合意の実施でも、2100年における産業革命前からの温度上昇は2度に収めることができず、4-5度上昇が不可避であることが判明。そのため、温度上昇、気候変動、海面上昇などに対するアダプテーション政策が重要な政策として浮上。</p> <p>◇インパクト</p> <p>低地における浸水の被害。農作物の最適地の北上化。エネルギーを使わない都市、コンパクトシティへの変革</p>
51	エネルギーサービス産業の変革	<p>◇概要</p> <p>今後、5つのD（人口減少、脱炭素化、分散化、自由化、デジタル化）が電力事業のあり方に大きな影響を与える。 人口減少による需要の減少、分散化による低コストの再生可能エネルギーの増加（大型発電所の経済性の劣後）、蓄電池の普及により、スマートグリッドなどの分</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>散した電力ネットワークが増加。 ものを売るビジネスモデルから、体験を売るビジネスモデルへの変革に歩調を合わせる形で、エネルギーサービス産業もユーザエクスペリエンス（UX）を提供する手段の一つとなっていく。</p> <p>◇インパクト 人口減少下での設備投資、設備維持のあり方</p>
52	エネルギーの生産・流通・利用を横断した全体最適化の必要性	<p>◇概要 太陽光・風力等の変動性再生可能エネルギー（VRE）の大量導入を進めていくと、火力の下げ代に起因してVREの出力抑制が頻繁化し、結果として、そもそもの目的であるCO₂排出削減の効果がかえって損なわれる。一方、VREのサイトやポテンシャルが大需要地から離隔した地域に偏在するため、人口が減少する時代にありながら、多大の資本を投じて、電力システムを広域的に増強することが必要となる。また、同時に、VRE増大により、火力など安定的な電源が市場から退出し、結果として電力の供給信頼度が損なわれる恐れがある。こうした課題を解決するためには、電力のみで需給バランスを維持するのではなく、ガス・熱など他の1次・2次エネルギーを含め、各種エネルギーの生産、流通、利用までを対象として、需給を全体最適化することが必要となる。この際、エネルギーを効率的に利用するためには、各種エネルギー間の相互変換や、変換したエネルギーの需要創生が必要となる。</p> <p>◇インパクト 脱炭素化の促進。再生可能エネルギーの大量導入。電力の供給信頼度維持</p>
53	スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置	<p>◇概要 急激な人口減少とともに、地域から都市への人口移動が進む日本では、三大都市圏を除くほとんどの地域で社会インフラの維持が困難となることが予想されるため、「スマートシュリンク(SS)」と呼ばれる社会戦略が提唱されている。SSとは、『持続可能な地域の形成を目指す成長管理を意味するスマートグロース(Smart Growth)の対語で、絶対的な人口減少下で住民の生活の質(Quality Of Life)を維持・向上していくための地域マネジメント手法を総称する概念。地域が、積極的に公共事業や公共サービスの供給を効率化する一方、特異性を見出して地域間の競争力を確保するなど、賢く、縮小していかなければならない』（[1]より引用）ことを意味している。SSでは、都市・地域の空間構造が戦略的に再構成されるため、これに対応して、S+3E(Safety, Energy Security, Environmental Conservation, Economic Efficiency)を確保しつつ、需要と供給を最適化するよう、各種のエネルギーインフラを再配置していく必要がある。</p> <p>◇インパクト QoL(Quality of Life)の向上。インフラ維持費用の削減。脱炭素化の促進 [1]林良嗣, “「ミゼラブル・シュリンク」 or 「スマート・シュリンク」都市生き残りの唯一の戦略”, 岐阜商工月報, No.762, 2014.</p>
54	小規模発電・充電とスマートグリッド	<p>◇概要 風力・水力・地熱などの比較的小規模かつ不安定な発電法をEVなどローカルな充電装置と結びつけIoTにより最適化すること(スマートグリッド)で本邦エネルギー消費の低減をはかる。</p> <p>インパクト：日本列島において期待できる自然エネルギー資源を発掘し最適化できれば経済・安全保障で有利</p>
55	再生可能エネルギー社会	<p>◇概要 ・エネルギーネットワークに、再生可能エネルギーを貯蔵したり電力に変換する拠点が点在して加わり、相互変換も可能になる エネルギー源：太陽電池・風力・波力・人工光合成など エネルギー蓄積：水素やアンモニア、有機物、2次電池、レドックスフロー電池など</p> <p>◇インパクト ・燃料源(石油・石炭・天然ガス)の価格の変動に対し、相互変換によって最も安いものを用いることができるようになる</p>
56	再エネ大量導入	◇概要

No.	テーマ名	概要／インパクト
	による系統事故時の系統安定性低下	太陽光発電・風力発電等の変動性再生可能エネルギー(VRE)が大量に導入されると、系統事故時(ex.雷撃)における電力系統の安定性に影響を及ぼし、大規模停電を生じることが明らかになってきた。VREが大量導入されると、総発電量に占める同期発電機(原子力、火力、水力等)の割合が低下する。VREは同期発電機に比べて系統事故時の系統安定化能力が劣るため、同期機比率の低下に伴い、電力系統全体として慣性や回復力の減少等が生じ、系統安定性が低下する。このため、VREに制御機能を付加する等、様々な対策が検討されているが、その効果は十分には明らかになっていない。また、将来、VRE比率が100%に近づくと、既存の対策では限界があり、新たな発想に基づく対策(ex.再エネの電力でモーターを回し、そのモーターで同期発電機を回す)が必要となる可能性も論じられている。 ◇インパクト 停電の増大。脱炭素化の障害。変動性再生可能エネルギー導入の障害。
57	地熱を利用した地域の発展	◇概要 全国に存在する地熱エネルギー活用により、節電効果だけではなく、健康づくりにも役立っている。再生可能エネルギーの中でも気候に影響されないエネルギーとして、原子力に変わる主電源になりつつある。 ◇インパクト ・地元住民の理解: 風評、サイエンスリテラシー ◇課題 ・ポテンシャル、法整備、研究体制、土地利用 ・FITの活用
58	ハードで無機質な情報化社会から、ウェットで微細なバイオ情報社会へ	◇概要 我々をとりまく構造物はほとんど無機物でできている(ハードで自力補修や再生はしない)。一方、今後も進む情報技術は、ナノレベル・分子レベルのような微細かつ生物(バイオなもの)をつなぎだし、やがてそれら同士が互いに影響しあうことが可能になるかもしれない。ナノレベル・分子レベルの情報技術や、さらに物質・材料研究、エネルギー関連技術の進展により、我々をとりまく構造物自体も、徐々に情報網につながれたウェットでバイオな(自己復元能力も持つような)有機なものになっていくかもしれない。打ち捨てられ、朽ちたアスファルトやコンクリートで覆われた国土ではなく、豊かな自然と相互に協力しあう、やわらかな構造物で包まれた情報社会。 ◇インパクト 自然共生、持続可能性、SDGs、医療・健康、など (要配慮)生命倫理、医療倫理、情報倫理、安全安心など
59	脱炭素化のためのセクターカップリング	◇概要 パリ協定で要求されている水準の脱炭素化を実現するためには、電力だけでなく、最終エネルギー消費における、熱、運輸などの脱炭素化を図ることが必要不可欠である。このため、2013年頃より、ドイツを中心として温暖化緩和における「セクターカップリング(以下、SC)」の必要性が論じられ、政策や企業の戦略に影響を与えている。SCとは、セクター(部門)間の結合・連携によって脱炭素化を促進する社会戦略である。SCは、当面は熱・運輸セクターの電化率の向上と、発電の脱炭素化を同時に進めることを意味しているが、長期的にはCO ₂ フリー水素の利用等、様々な可能性が想定され、また異業種を横断したイノベーションが必要となる。欧州・中国等で始まりつつあるEVシフトは、運輸セクターの電化率を向上し、脱炭素化を促進するセクターカップリングの代表例と考えられるが、一方で、電力需要の増大、VPP(仮想発電所)としてのEV活用、中古車載蓄電池の定置型への転用、石油需要の減少とこれに伴う地政学的リスクの変化等、発電セクターに対して多面的な影響をフィードバックすることが予想される。 ◇インパクト 脱炭素化の促進。産業構造の変化
60	熱太陽電池(再生可能エネルギーの可能性)	◇概要 太陽光を熱に変換し、その後もう一度熱を光に変換して発電する太陽電池。理論的には、従来の太陽電池の2倍ほどの効率が期待できる。

No.	テーマ名	概要／インパクト
	上)	熱を蓄えることで、夜でも発電が可能となる。 ◇インパクト 再生可能エネルギーの課題である低効率と低安定性を改善する可能性がある技術として期待できる。 再生可能エネルギーの活用拡大には、この技術に限らず、様々な技術革新がさらに重要になると考える。
61	人口減少社会で、電力は余り、二酸化炭素は本当に悪なのか？	◇概要 人口が5000万人になってしまうと、今のままでも電力は余る。二酸化炭素の処理技術は進み、それほど問題ではなくなるいっぽう、植物の育成のために二酸化炭素を増やすべきという研究も出現する。 ◇インパクト 日本は資源大国になってしまうかもしれない。
62	ICT機器による電力消費・CO2排出量の巨大化	◇概要 ICTは省エネなど、脱炭素化の手段としても活用されているが、その一方で、ICT機器による電力消費量とCO2排出量が巨大化を続けている。ICT機器(データセンター、PC、通信、モバイル等)の利用による電力消費量は、2015年には、全世界の電力消費量の4%となったとする研究例がある。これに、ICT機器と類似するアーキテクチャを持つエンターテインメント&メディア(E&M)機器(TV、HiFi、DVD、CD等)の利用を加えると7%になると推定する研究例もあり、生産と廃棄を含めればさらに膨張することが想定される。しかも、研究例によれば、電力消費量におけるICT機器の比率は年々リニアな増大を続けている。さらに、ICT機器に多用されるCMOS半導体の微細化が限界に達しつつあり(ムーアの法則の終焉)、代替技術が早期に実用化しなければ、電力消費の増大に拍車をかける恐れがある。この結果、ICT技術の発展とエネルギー・環境問題の相互作用(下記、【インパクト】参照)が、今後社会的重要度を増すことが想定される。 ◇インパクト 電力消費量の増大。脱炭素化の障害。ICT発展の制約
63	エネルギー設備の運用・保全・設計におけるリスクベース技術体系への移行	◇概要 電力設備全般で、高いアベイラビリティと運用コスト低減に加えて、市場における経済的なパフォーマンス、稀頻度事象に対する安全性確保、CO2をはじめとする環境負荷低減等を同時達成することが求められている。こうした問題に現実的・合理的に対処するためには、現在の決定論的手法を主体とする技術体系から、確率論的手法を主体とするリスクベースの技術体系に移行することが必要となる。原子力に関しては確率論的リスク評価(PRA, Probabilistic Risk Assessment)が適用されてきたが、さらに企業/行政の意思決定へのリスク情報の活用(RIDM, Risk-Informed Decision Making)も取り組まれている。RIDMは水力への適用も始まっている。欧州送電系統運用者ネットワーク(ENTSO-E)では、欧州域内における電力の供給信頼度の評価に確率論的手法の適用をはじめている。今後はエネルギー設備全般で、運用・保全・設計へのリスクベース技術の適用が進む可能性がある。さらに、個々の設備(点)から、エネルギーのサプライチェーン(線)、ネットワーク全体(面)に至るまで、階層的にリスク配分の最適化を図ることも必要と考えられる。 ◇インパクト ・エネルギー供給における安全性・信頼性・経済性のバランス確保 ・エネルギー供給におけるリスクマネジメント・リスクガバナンスの高度化
64	高分子気体分離膜による二酸化炭素排出ゼロ	◇概要 高性能高分子気体分離膜が開発され、多くの二酸化炭素発生源から二酸化炭素の排出がほぼゼロになる。分離された二酸化炭素は新たな炭素源として各種材料開発に有効利用される。
65	次世代原子力発電技術の開発	◇概要 海外では、多数の原子力発電所の新設が進行しているとともに、米欧中等においては次世代炉の研究開発プロジェクトが数多く進められている。これに対して、我が国においては既存プラントの安全性向上と再稼働、再稼働したプラントの保守・安定運用、放射性廃棄物処分、福島廃炉等、多くの課題が山積しており、新增設・リ

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>ブレースや次世代炉の研究開発はあまり行われていない。このような状態が長引くと、国内における原子力発電技術の維持は困難となり、2030年以降の我が国における脱炭素化やエネルギー安全保障に深刻な影響を及ぼすことが懸念される。国内で原子力技術を維持していくためには、喫緊の課題の解決に加えて、安全性と経済性を両立し得る、次世代原子力発電技術の開発にも投資を行い、人材を育成していくことが必要不可欠と考えられる。</p> <p>◇インパクト 原子力発電技術の維持。エネルギー安全保障の確保。脱炭素化</p>
66	ブロックチェーンによるP2P電力取引	<p>◇概要 仮想通貨ビットコインの基盤として提案された分散台帳技術「ブロックチェーン(BC)」の応用が爆発的に広がっており、電力取引においても、BCを応用した実証試験の事例が国内外で増大している。卸電力取引、仮想発電所(VPP)、EV充電等を含む多様な適用対象の中で、エネルギービジネスの観点から見て最も興味深いのは、太陽光発電等によりプロシューマー化した需要家同士が、電力会社を介さずに余剰電力を売買するPeer-to-Peer(P2P)のシェアリングエコノミー的な電力取引と考えられる。一方、我が国では、太陽光発電の余剰電力買取制度の開始から10年が経過する2019年度以降、再エネ電力の市場価格による売買が始まるが、この際、再エネの自家消費が進行することが想定される。BCによるP2P電力取引には、法的・制度的・技術的に多くの課題があり、すぐに実用になるとは考え難いが、これらの課題が解決され、再エネの自家消費と組み合わせると、脱炭素化を促進するだけでなく、制度設計によっては配電線の維持が難しくなるリスクが高まることも懸念され、エネルギービジネスに対して正負両面のインパクトを及ぼすことが想定される。</p> <p>◇インパクト 再エネの有効活用/脱炭素化の促進。配電線維持の困難化</p>
67	温暖化ガス排出削減に向けたエネルギー研究開発に関する政策決定手順	<p>◇概要 パリ協定成立後、各国は温暖化ガス排出削減に取り組んでいるが、米国ではトランプ大統領がパリ協定からの離脱を表明するなどその足並みは必ずしも揃っていないとは言えない。いわゆる「ポストトゥルース」といった状況を回避し温暖化ガス排出の削減と再生可能エネルギー・新エネルギーの利用の拡大を進めるためには、以下の点の観点を含む科学者、市民、政策決定者のそれぞれが関与した取り組みがより重要となる。</p> <p>科学的知識の生産の側面：市民や政策決定者の信頼を得ることのできる科学研究における独立性 科学的知識に基づく政策決定の側面：科学者、市民、政策決定者が関与する合意決定プロセス</p> <p>◇インパクト この取り組みが進展しない場合の負のインパクトとして、温暖化の進行といった環境面の問題に加え、人々の科学研究への不信の増大なども考えられる。</p>
68	再生可能エネルギーの先、核融合エネルギー	<p>◇概要 国際熱核融合実験炉・ITERの運転開始(ファーストプラズマ)が2025年に迫っている。これまでの試験的な運転によりエネルギー増倍率(Q)は1を超えることが分かっており、ITERではQ>10を目指している。2035年に核融合反応の開始、そして2040年には定常運転Q>5を目指しており、実現すれば再生可能エネルギーの先、地球を持続可能な惑星として維持するためのエネルギーを確立することとなる。</p> <p>◇インパクト 資源の枯渇への不安や、エネルギー産生のための巨大施設の建設は必要なくなり、持続的なエネルギー供給を生み出すことができる。さらには、月や火星といった人類が移住を検討している場所におけるエネルギー源となりうる。その一方で、現段階では技術的な問題(「太陽を入れる箱を持たない」)や、トリチウム除去(除染)技術の確立、さらには核融合に対する社会の理解がまだ不十分である。放射線のリスクとベネフィットを十分に理解するためのサイエンスコミュニケーションの必</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		要性がある。
69	EEZの海洋牧場化 ー太平洋を囲いのない生け簀にー	<p>◇概要 水産資源の種と量の把握（海洋の可視化の実現）。海洋海底の広域リアルタイム観測システムの構築。バーチャル海洋牧場の構築。管理システムの動力確保。海洋エネルギー（風力・波力・潮力・温度差等）生産能力ポテンシャルマップの構築。水産資源流通の高速化。革新的海洋交通・物流システムの構築。水産資源の生育環境の保全。マイクロプラスチックの除去</p> <p>◇インパクト 将来的には隣接する公海や他国のEEZも併せた一元管理による太平洋全域もしくは地球規模での管理漁業システムの構築 → SDGs 持続可能な海洋の利活用の実現</p>
70	細胞農業の発展	<p>◇概要 農産物や食肉を細胞培養で生産する細胞農業が発達する。酵母に牛乳を作らせたり、筋肉細胞を増やして培養肉を作ったりすることで、「牛がいらない牛乳」や「家畜を殺さない食肉」が可能になる。牧草地が不要になり、工場で農作物や食肉が生産されるようになる。</p> <p>◇インパクト 従来の生産方法と比較して、細胞農業は使用する土地面積や水資源量、および家畜が放出する温室効果ガスの量を大幅に削減できる。廃棄物を最小限に抑えることができるため、宇宙環境での食料生産方法としても適している。家畜を屠殺する必要がないため、動物福祉の観点からも望ましい。</p>
71	サーキュラー・エコノミーへの移行	<p>◇概要 資源枯渇のリスクを受け、『拡大を続ける世界中の需要を満たすには、一方通行型の経済モデルの大幅な改善では足りず、それよりもはるかに高い資源効率性を実現する新たな成長モデルが必要』（[1]より引用）であることから、サーキュラー・エコノミー（以下、CE）と呼ばれる社会戦略が提唱され、EU等の政策に影響を及ぼしている。CEは、社会イノベーションであると同時に、国家/企業の競争優位獲得戦略でもある。CEは、「シェアリング・プラットフォーム」、「プロダクト・アズ・ア・サービス」、「製品寿命の延長」、「サーキュラー・サプライチェーン」、「回収とリサイクル」等の要素で構成される。CEは、これまでのリニアエコノミー（資源を一回だけ利用する一方通行型の経済）を脱却し、3R（Reduce, Recycle, Reuse）をも超えた徹底的な循環利用によって、天然資源の新規投入と残渣廃棄の最小化を図ることを目指している。</p> <p>◇インパクト 資源効率性の向上。脱炭素化の促進。産業構造の変化。 [1]レイシー他, "サーキュラー・エコノミー ～デジタル時代の成長戦略", 日本経済新聞出版社, 2016.</p>
72	ものづくりとリサイクルの統合 ～分離技術とデータ管理による高度資源循環～	<p>◇概要 リサイクルに特化したソーティング技術が発展し続けており、廃棄物の自動選別技術開発が盛んに行われている。情報技術の活用とデータ管理により、ものづくりプロセスとリサイクルプロセスが連結し、統合が起こる。</p> <p><具体例> 製品の形態特徴量からニューラルネットワークにより個体認識が可能なソーティング技術を開発（産総研） NEDO「高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業」（平成29～34年度） 〔概要〕使用済み電子機器の個体認識・解体・選別プロセスを無人化する廃製品自動選別システム、廃部品を製錬原料として最適選別する廃部品自動選別システム、従来の金属製錬技術を補完する多品種少量金属種の高効率製錬技術を開発。情報技術等を有効活用することによって、動静脈産業が一体となった戦略的な資源循環システムを支える技術基盤を構築。 Circular EconomyやIndustry4.0を可能にする廃棄物ソーティングとデータ管理の概念（ノルウェーTOMRA社）</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		◇インパクト 資源・エネルギーの利用効率向上、情報処理に伴うエネルギー・電力消費増大
73	「文明崩壊」へのリスクマネジメント	◇概要 世界が単一の市場経済システムで接続され、先端テクノロジーが浸透するほど、社会システムの脆弱さは上昇する。システムを支えるエネルギー資源（電力など）にも限界はある。そのため、未来の世界では常に社会システムが災害などで短期的に機能不全になること、あるいは実際に文明が「崩壊」する際の備えも必要となる。具体的には、再生可能エネルギーへの転換等のみならず、高度な設備や化石燃料を要しないで持続的に製造可能な素材・装置の開発、アナログな技術のスキル継承、過去の文明「崩壊」の過程の研究などがあげられる。これらの取り組みは一部では「崩壊学」(collapsology) などと呼ばれる。いわゆる「グローバル・リスク研究」の対象でもある。 ◇インパクト 備えが出来ている場合は持続可能性が保たれるだけなので、「インパクト」はない。むしろうまくできななかった場合、強烈な政治混乱、急激な人口減少、蓄積された先端知識・技術の断絶などが懸念される。 ◇課題 上記のような課題を検討するための人材、財源の確保
74	高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ	◇概要 チューブ輸送システムが地球規模で普及し、時速 4000 マイル (6400km) で移動が可能に。これにより、効率的な移動にはチューブ輸送システムが選ばれ、飛行機での移動は贅沢・嗜好サービスになっている。チューブ網建設・整備に係わるインフラ産業が活況を呈す。 ◇インパクト 世界一周がわずか 6 時間で実現。飛行機産業の衰退。 ◇課題 収益性（技術開発コスト及び普及コストでペイするか否か）。安全性の確保
75	VR/AR	◇概要 VR:現実ではないが実質的に現実のように感じられる環境を人工的に作り出す技術 AR:現実世界で人が感知できる情報に、「何か別の情報」を加え現実を「拡張」表現する技術 ◇インパクト バーチャルショールームやテレワークでの活用によって、利便性が向上するとともに、人の移動が少なくなる。技術の進展とともに「完全な没入感」を実現できるようになる。テレワークの推進、ワークライフバランスの充実化、移動時のエネルギー消費量の削減につながる。現実と仮想現実の境界がどんどん曖昧なものとなっていく。技術進歩にともない、VR 酔いも無くなっていく。高リスクな環境での教育・訓練にも役立てることができる。

ものづくり・サービス

No.	テーマ名	概要／インパクト
76	AI・ロボットと労働	◇概要 インターネットによって簡単に膨大な情報にアクセスでき、低コストで便利なサービスも増えている。 AI・ロボットが人間を代替しつつある。 一部の知的労働者とそれ以外の労働者の経済的格差が広がっている。 ◇インパクト ベーシックインカムの議論が始まり、労働の意味が問われるようになる。
77	人間中心設計の浸透と深化：客	◇概要 東南アジア等の生産能力の向上により、コストやエネルギー効率等の客観パフォー

No.	テーマ名	概要／インパクト
	観から主観へ	<p>マンスが高い製品だけでは競争力がなくなりつつある。感性や質感などの主観パフォーマンスによる付加価値の向上が求められている。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ あたらしい価値観の創造。 ・ 物品ではなく、体験を売る。体験を造る技術開発。 ・ 脳科学、感性工学、人間工学， コンピュータサイエンス等の境界領域ができつつある。 ・ 内閣が推進する Society 5.0 でも人間中心社会が明記されている。
78	超スマートなものづくり	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ IoT、AI を活用した新しいものづくりの形態。 ・ 生産現場におけるつながる工場の実現、生産の高効率化(Industrie 4.0、Cyber Physical Systems; CPS)。 ・ 消費者と生産者のつながりの強化。リアルタイムの使用データを利用した、個人化されたモノ・サービスの提供。 <p>◇インパクト</p> <p>低コスト化、顧客満足度の向上、資源効率の向上につながる。一方で、個人情報の漏洩リスクは飛躍的に高まる。</p>
79	テーラーメイド型ものづくりによる地方活性化	<p>◇概要</p> <p>三大都市圏への人口集中が続いていたが、小型 3D プリンタの本格実用化などをはじめとするテーラーメイド型ものづくり革命がおこり、大量生産大量消費型社会から脱却し、少量多品種や修理して長く使うなど持続可能なものづくりへの変化が始まる。また、遠隔手術ロボットなどの医療機器革命ともあいまって、大都市圏に住む若者の地方移住が本格化する。その結果、物流エネルギーなどの大幅削減が可能となり。日本らしい、豊かで持続可能な社会を世界へ発信している。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地方創生 (正) ・ 人口分散 (正) ・ 医者・病院不足 ・ CO2 削減 (正) <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ デバイス開発
80	AI・ロボット税等先端テクノロジーへの課税による公的サービス財源創出	<p>◇概要</p> <p>AI およびそれを搭載したロボットは現在の熟練労働者および一部専門職の雇用を大きく変える可能性がある。それに対する対案として、新技術の導入により奪われた雇用の分だけ税金を徴収する「ロボット税」の創出について研究がなされている。その収入を、ベーシックインカムなど国民の生活保障に振り分けることが趣旨である。この提案は欧州の法学者 Xavier Oberson などにより 2016 年頃から検討され、一部の米シリコンバレー関係者や西欧の中道左派政治家などにより支持されている。韓国でも議論が見られる。</p> <p>◇インパクト</p> <p>人間の存在を「コスト」とみなす価値観から脱却した持続可能な社会経済システムの構築。政府は新技術の導入で見込まれる所得税の減少や、失業による公共サービス負担をカバーする財源を得る。</p> <p>◇課題</p> <p>「技術の進歩に課税するのか」との批判がある。現状では政治的合意形成が困難。</p>
81	製造業全体の更なる変貌を引き起こすデジタルものづくりと機械学習・計算予測の融合	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 消費者需要の変化 ・ 「モノとしての製品」から「スマートな製品」へ ・ 製品からプラットフォーム運営やサービス提供へ ・ B to C から C to B へ (アリババ創業者ジャック・マ氏) ・ 3D プリンタ、アディティブマニュファクチャリング (AM) ・ マテリアル&プロセスインフォマティクス (MPI) (提供者の造語) ・ 生産技術の更なる進歩 (Industry4.0 から”四次産業”へ) (提供者の造語)

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 製造業に対する新技術導入、ビジネスモデル変更のプレッシャー ・ バリューチェーンの変化→消えゆく中間流通業 ・ 知財ポートフォリオは参入障壁から方向性を定めるための手段へ ・ 他のプレイヤー、異業種との連携、ネットワーク形成が不可避に
82	脳波の解析とロボット応用	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 脳波信号の完全な解析（人間の動作や感情と脳波の関係の関連付け） ・ 人間の考えていることを脳波信号としてあらゆる機器を操作できるようになる。 →考えるだけで動く人型のロボットの実現 ・ AIと組み合わせて人間と同じように状況に応じて対応できるロボットの実現 <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの企業の製造現場にロボットが導入され、低コスト化・少量多品種への対応・歩留まりの向上などが実現 ・ 人間の肉体の衰えや疾患をカバーして動作するロボット機能の実現 ・ 膨大なビックデータを組み合わせて新しい解決策を自分で模索して対処できるロボットができるので、製造現場だけでなく、営業や販売といった仕事まで仕事の幅が広がる。
83	プロシューマーの世界	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ICT技術やAI等の更なる進展により、人の知恵やノウハウが簡単に可視化、ストックできるように（ナレッジの民主化） ・ また、それら民主化されたナレッジの大部分をロボットが再現できるようになる ・ 基本、消費したいものについてはロボットや3Dプリンタなどで自ら生産できるようになる ・ Consumer = Producer Prosumer <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 経済モデルの大幅な転換 ・ 税制、国家機能の再構築
84	サーキュラーエコノミーへの移行	<p>◇概要</p> <p>資源枯渇のリスクを受け、『拡大を続ける世界中の需要を満たすには、一方通行型の経済モデルの大幅な改善では足りず、それよりもはるかに高い資源効率性を実現する新たな成長モデルが必要』（[1]より引用）であることから、サーキュラーエコノミー（以下、CE）と呼ばれる社会戦略が提唱され、EU等の政策に影響を及ぼしている。CEは、社会イノベーションであると同時に、国家/企業の競争優位獲得戦略でもある。CEは、「シェアリング・プラットフォーム」、「プロダクト・アズ・ア・サービス」、「製品寿命の延長」、「サーキュラー・サプライチェーン」、「回収とリサイクル」等の要素で構成される。CEは、これまでのリニアエコノミー（資源を一回だけ利用する一方通行型の経済）を脱却し、3R（Reduce, Recycle, Reuse）をも超えた徹底的な循環利用によって、天然資源の新規投入と残渣廃棄の最小化を図ることを目指している。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 資源効率性の向上 ・ 脱炭素化の促進 ・ 産業構造の変化 <p>[1]レイシー他, "サーキュラー・エコノミー ～デジタル時代の成長戦略", 日本経済新聞出版社, 2016.</p>
85	シェアリングエコノミーの台頭	<p>◇概要</p> <p>シェアリングエコノミーの国内市場規模は2014年度に約233億円であったが、2018年度までに462億円まで拡大すると予測。我が国に散在する遊休資産やスキル等の有効活用を進めるとともに、潜在需要を喚起し、イノベーションと新ビジネスの創出に貢献する可能性を有している。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 活性化されていない個人の資産や能力の市場化を促す。 ・ 潜在的な需要と供給が喚起され、市場が活発化。

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 過剰消費と使い捨て文化に替わる新たなライフスタイルをもたらす。 ・ 地域社会において課題を抱えている人と支援を提供できる人が出会い、頼りあえる仕組みを構築。 ・ 新しいソリューションや付加価値の提供の実現に向けた先端的な情報通信技術（IoT、AI、ビッグデータ、ブロックチェーン関連技術等）の活用の進展と相まって、イノベーションが創出。
86	キャッシュから感動・感謝価値へ	<p>◇概要</p> <p>情報化の進展で、キャッシュレス社会になることは間違いない。つまり、キャッシュは抽象化する。それがもっと抽象化することで、やりとりされるのは、人の感情、感謝や感動になるのかもしれない（否定的感情も含む）。モノからコトへ、がもっと抽象化する。人に感謝や感動をよびおこす行為が価値を持つ社会。</p>
87	行動経済／感情経済の発展に伴う“おもしろ”産業振興	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人の行動や感情を把握して、それらを先回って“おもしろ”サービスが発展する ・ “おもしろ”産業振興 <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ hype economy, 誇大広告が増える ・ 個人情報だけでなく、個人感情の保護
88	官庁・行政がもっとも生産性が高い業種になる未来	<p>◇概要</p> <p>縮小する日本において、公的サービス、官庁・行政の役割はますます重要性を増すが、残念ながらそのシステムは、効率性・生産性・合理性の上でかなり（もっとも）立ち遅れた業種だろう。つまり求められるのは、今後その役割が一層重要かつ拡大していくことに先んじていくことと、効率性・生産性を劇的に上げることを、同時に成し遂げることである。</p> <p>情報技術が担える部分はかなり大きいですが、一方で、意思決定や情報収集・判断スキーム、組織内の文化や価値など、さまざまな局面での旧習を捨て、新しい大胆な発想でスクラップ&ビルドしていく必要があるはずだ。</p> <p>官庁や行政の本当の意味での生まれ変わりは、Soceity5.0 をめざす日本にとって大きな駆動力とベネフィットを生むことになるのではないか。</p> <p>◇インパクト</p> <p>Soceity5.0 の実現</p> <p>◇課題</p> <p>根本的変革の難しさ、抵抗、バイアス</p>
89	人口減により欧米は中世に、日本は江戸時代の価値観に緩やかに移行	<p>◇概要</p> <p>経済的な衰退が顕著になり、労働人口は江戸時代（推定 3000 万人）に近づく。江戸時代のサービス・価値観を研究して現代の技術で焼き直す新しいサービス像が見える。</p> <p>江戸時代のサービス：</p> <p>屋台販売、天秤棒商い、長屋（シェアハウス）、大家さん制度（コミュニティの最小単位）、3日勤（1日勤務したら2日休む制度）と内職・副業の一般化、身分別のサービス品質、旅行積み立て（旅行の位置づけ）、籠屋（個人タクシー）</p> <p>◇インパクト</p> <p>IoT やドローンを活用することで高いサービス水準を極少数で維持する。ただし「なんでもやってもらうサービスがよいサービス」という価値観は消滅し、「相互扶助」と「自分でやる」が原則となる</p>
90	中小企業の未来 (Made in Japan Revisited)	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中小企業の担い手の不足→大量廃業（2020年代？）→技術の空洞化 or 技術・ノウハウデータベース・AI（技術・ノウハウの移転可能性向上）+合併・買収による大規模化？ ・ 自動走行+EV化のインパクト：自動車産業のサービス化→台数売るビジネスからサービスで儲けるビジネスへ→販売台数・部品点数の減少→系列企業へインパクト

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 中小企業＝技術基盤・雇用・地域社会において重要→新たなシステムへの適応の必要性 ・ 防衛産業においてもグローバル化：雇用と税収があれば外資でもよい？ ◇インパクト グローバル化への対応 ①グローバルサプライチェーンへの参加＝外資導入（例：オーストラリア） ②自社がグローバル化・海外進出（例：ドイツ） 新産業における中小企業・スタートアップの振興 担い手の不足から来る事業継承問題への対応
91	伝統工芸の逆襲	◇概要 伝統工芸は、その当時の先端ハイテクだった。日本はあらゆる文化の終着点。日本のモノづくりの本質は、結局は伝統工芸に回帰する。 ◇インパクト 漆ぬりは手塗のウレタン塗装、金箔は原子レベルの膜、打ち刃物は焼きなましによるアモルファス。オリガミは複雑系。日本のモノづくりは江戸時代には完成しており、その意味が今ようやく解明されつつある。
92	触覚技術の発展とビジネス化	◇概要 <ul style="list-style-type: none"> ・ 質的価値の認知度向上により、触感に対する期待が高まっている。 ・ 色や音に比べて触はその感覚生起の機序が不明確なところも多く謎が多い。 ・ 一方で触覚デザインに対する期待はかなり高まっており、デザイナーコミュニティなどもできつつある。 ◇インパクト <ul style="list-style-type: none"> ・ 従来のデザインに、触感を意図的に加えることによる付加価値の創造 ・ 機能的価値と感性的価値の両立 ・ 脳科学、医学、生理学、ロボティクス、材料化学などの境界領域 ・ 特に日本が強い
93	日本固有価値打ち出しによる、滞在型メディカル&リゾートサービスの創出	◇概要 世界からの超富裕層も含めた滞在型の日本固有の旅客サービスを創出する。エレメントとして、先進的な高度医療～漢方や伝統的民間療法を含むメディカルサービスと同時に、禅や修験道なども含む固有の価値やカルチャーをしっかりと打ち出したものであり、もちろん水や森林をはじめとする自然資源や料理などの文化価値を含めて総体的に構築されている。 安全でインフラの整った、環境に優れた地域が日本全国にあることを生かし、地域ごとの特色あるサービスを構築する。超富裕層向けから一般各層向けまで幅広く考案される。 ◇インパクト 過疎対策、地方財政問題、インフラ維持管理、経済効果、地方創生、自然から分離しない・自然共生、など。 要件：世界規模での競争力、人口減少化での維持サイクル、移民政策 など。
94	セラミックス複合材料(CMC)のエンジン部材での実用化による国内航空産業の国際展開	◇概要 ボーイングの予測では年間航空旅客数は年4%、有償旅客キロは年5%の成長を今後20年継続するとされている。これは航空機需要の拡大と同時に、CO ₂ 排出の増大も意味するため、航空機の燃料効率向上・軽量化が大きな課題となっている。その中、GEが開発中の次世代ターボファンエンジン GEnx ではファンケースやファンブレードで複合材料が用いられるようになった。高温耐熱性に優れたセラミックス複合材料(CMC)は、金属部材に比べて軽量(約1/3)であるため、圧縮比向上による燃焼効率の向上と機体重量の低減による総エネルギー量の削減に貢献できる。また、CMCの強化材であるSiCファイバーは日本企業(宇部興産、NGSアドバンストファイバー)のみが大量生産に成功している国産材料である。CMCのエンジン部材への本格活用を契機に、日本企業が欧米エンジンメーカーに販売する部品割合・製作割合が向上。ジェットエンジンで培ったCMCのノウハウは、火力発電用、自動車用等に展開され、モビリティの革新が起きる。 ◇インパクト

No.	テーマ名	概要／インパクト
		ジェットエンジンは GE, Roles-Royes, Pratt の 3 社の寡占市場であり、圧倒的にエンジンメーカーのパワーが強い。日本からは SiC ファイバーのみを調達し、部材製造はより安価な他国で行う可能性もある。
95	マテリアルズインフォマティクス	<p>◇概要 機械学習やデータマイニング等の人工知能技術を活用して、高い性能を持つ材料の開発を効率的に行う試みであるマテリアルズインフォマティクスが、米国でのマテリアルズゲノムプロジェクトを端緒として急速に発展している。従来に方法のように開発者の経験と勘に頼る事なく、所望の機能を持った材料を効率的に開発する事が可能になる。自動車や航空機用の材料開発が飛躍的に効率化され、製造業のビジネスモデルに大きな変革をもたらす。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 素材メーカーのビジネスモデルが大きく変革する。材料開発に関するコストが大幅に削減される。 ・ 希少資源を使う事なく高い性能を発揮する材料の開発が可能になり、資源問題の解決に資する。
96	シミュレーションによる構造材料長期的信頼性の認証	<p>◇概要 構造材料、接合部の長期的な性能評価などの実機試験を最小限にとどめ、シミュレーションやデータ、経験則などを総合して、従来より材料の開発プロセスを大幅に加速しようとしている。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新しい構造材料・接合技術などの実用化に必要とされる時間・コストが大幅に削減。 ・ 十分な実験無しでいかにして信頼性を確保できるか。 ・ センサデータによるモニタリングとリアルタイムの再計算・検証と組み合わせた認証が可能か。 ・ 認証に用いる計算アルゴリズム・計算パッケージの標準化。
97	シミュレーション環境を用いた大規模データ生成と学習	<p>◇概要 近年の深層学習に代表されるような、ビッグデータに基づく統計的機械学習においては大規模な学習データを必要とする。しかしながら、実世界でのさまざまな応用における任意の対象領域・ドメインで大規模な学習データを取得することは必ずしも容易ではない。AlphaGo Zero が自己対戦による大量の学習データから成長したように、今後はシミュレーション環境や物理エンジンを用いた仮想環境におけるさまざまなドメインの大規模データ生成と学習が行われるようになるだろう。</p> <p>◇インパクト</p> <p>Pros.: 実世界では取得が困難あるいは時間を要する、学習のための大規模なデータを生成可能</p> <p>Cons.: より精緻なシミュレーション環境や物理エンジンのホルダーがデータおよび学習モデルを寡占する可能性</p>
98	文章自動生成～データを解釈・説明する人工知能	<p>◇概要 最近、Google Home, Amazon Echo、LINE の Clova WAVE など、人間と対話できる人工知能の製品化が進んでいる。また、自動キュレーションサービスや自動化報道 (automated journalism) が現場に投入され、自動で選ばれたり、自動生成された記事が配信されるようになってきている。これらのサービスがデータ (対話の履歴や報道の用いる情報源) から新しい価値を発掘したり、新たな解釈を加えたり、人間に説明・対話できるようになれば、応用先がさらに広がると予想される。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人間のさまざまな活動 (発話, 移動, ウェブのアクセス履歴, スポーツの結果など) などのビッグデータに新たな価値や解釈を与えることで、より利用者に寄り添い、知的にふるまう人工知能を実現できる。 ・ 人工知能のアルゴリズムの偏りにより、利用者の意見や行動の視野が狭められていく危険性がある (エコーチェンバーやフィルターバブル問題)。
99	情報科学との融合による究極の	<p>◇概要 機械学習やデータマイニングなどの人工知能関連技術を取り入れた計測技術が開</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
	計測技術	<p>発され普及する。宇宙探査、素粒子物理学、量子ビーム実験などビッグサイエンスに関わる分野では、非常にノイズの多いデータから有用な情報を引き出す事が可能になり、従来の計測より大幅に効率化するのみならず、従来の測定限界を超えて新しい知見を得る事が可能になる。これらの方法論が普及することにより、実験室で用いられる小型で簡便な計測装置についても、大型装置と同等以上の計測が可能になり、安全性の評価など計測が重要な役割を果たす分野に大きな変革をもたらす。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 宇宙探査、素粒子物理学、量子ビーム実験などでの計測に関わるコストが大幅に低減する。 ・ 簡便な計測機器で大型機器と同様の計測が可能になり、IoT などに活用される。
100	オープンデータの時代におけるデータ品質	<p>◇概要</p> <p>研究開発やものづくりの現場などで電子的に利用可能なデータを直接に交換することが必要になっているが、データがどの程度の精度のものか、製造のためにどの程度の精度のデータが必要か、といった情報も電子的に交換可能とする必要があり、ISO8000 規格が作られている。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ データを用いたものづくりにおけるデータ交換の自動化、適正な精度のデータの指定。 ・ 組織等に対する、データの品質に関する認証。 ・ 垂直統合型の「すりあわせ」が不要に？
101	量子コンピュータの実社会への応用	<p>◇概要</p> <p>膨大な計算量をこなせる量子コンピュータの応用が進展、がんの治療薬の新薬などの医療に応用される。</p> <p>組み合わせ最適化問題を含むものが多い機械学習の処理に量子コンピュータが応用される。</p> <p>ビッグデータの複合的なデータの組み合わせや、需要予測、未来予測などの分野で量子コンピュータが応用される。</p>
102	空中ディスプレイ技術	<p>◇概要</p> <p>空中に映像を結像し、目の前の人を手を触れるとインタラクティブに操作できる技術が進展することにより、広告やプロモーションのあり方が大きく変革するのみならず、医療現場や災害現場など両手に血や油などがついた手袋をはめているような過酷な環境下で活用される。また、空中結像技術が腕時計サイズまで小型化されることにより、実体のない空中タッチパネルが腕時計型 PC のディスプレイとして実用化される。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 大型サイネージや展示説明サイネージ等さまざまな市場や用途での利用。
103	EEZ の海洋牧場化 - 太平洋を囲いのない生け簀に -	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水産資源の種と量の把握（海洋の可視化の実現）。 ・ 海洋海底の広域リアルタイム観測システムの構築。 ・ バーチャル海洋牧場の構築。 ・ 管理システムの動力確保。 ・ 海洋エネルギー（風力・波力・潮力・温度差等）生産能力ポテンシャルマップの構築 ・ 水産資源流通の高速化。 ・ 革新的海洋交通・物流システムの構築。 ・ 水産資源の生育環境の保全。 ・ マイクロプラスチックの除去。 <p>◇インパクト</p> <p>将来的には隣接する公海や他国の EEZ も併せた一元管理による太平洋全域もしくは地球規模での管理漁業システムの構築 → SDGs 持続可能な海洋の利活用の実現</p>
104	VR・AR による深海底探査	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ すでに米海軍では VR を用いたパラシュート降下訓練を実施 → これを深海底

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>探査に応用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 深海探査システムに8・カメラ等高精度カメラを搭載、海底の画像データの取得や海洋観測データを組み合わせ、仮想深海環境を構築 ・ 大規模なデータセンター、大型計算機システムを組み合わせ、情報の可視化データの一元管理、配信 ・ 海底探検等のレジャーに提供 ・ サーバ空間のリアルタイム化と探査システムにAI、「脳」を搭載して、人間の脳とリンクが実現すれば、例えば1回の有人潜航に多数の研究者がアクセスできることも原理的には可能。 <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな海洋レジャー産業の算出 ・ 新たな深海探査手法の開発へも発展 ・ 深海探査システムの「どこでもドア化」
105	高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ	<p>◇概要</p> <p>チューブ輸送システムが地球規模で普及し、時速4000マイル(6400km)で移動が可能に。これにより、効率的な移動にはチューブ輸送システムが選ばれ、飛行機での移動は贅沢・嗜好サービスになっている。チューブ網建設・整備に係わるインフラ産業が活況を呈す。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 世界一周がわずか6時間で実現 ・ 飛行機産業の衰退 <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 収益性(技術開発コスト及び普及コストでペイするか否か) ・ 安全性の確保
106	室温超伝導体の開発	<p>◇概要</p> <p>超伝導体が室温で実現。リニアモーターカーや送電線に応用される。磁石を使う多くの装置のコスト減や新たに強磁場を使ったプロセスが開発される。</p>
107	デジタルを超える、超デジタル(=アナログ回復)	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アナログ・レコード盤が売れている ・ デジタル化技術が未熟な時代の変換がネック ・ ナチュラルな感性を取り戻したい ・ 地(上波)デジ(タル放送)は遅デジ!日本では数秒遅れもあり ・ ラジオでは遅延はない? ・ フレーム処理は4K、8Kでさらに深刻?? ・ 圧縮やエラー訂正を瞬時に処理するには??? <p>◇インパクト</p> <p>同時性の確保、は多面的に必要となる</p>
108	コンテキストデータの収集・分析に基づくサービス標準化	<p>◇概要</p> <p>サービスは生活に密着し、それゆえコンテキストと切り離して議論することができない。一方で、過去は計測技術、情報処理技術の限界から網羅的にコンテキストを収集することが困難で、サービスの定量的評価が難しかった。IoT等を用いることで環境情報等コンテキストに関連する情報を収集、かつ統計的機械学習等それらのデータを分類・予測するための手法も充実してきた。これにより、従来困難であったサービス品質の定量化が実現しつつある。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ きめ細かい品質評価が可能になることで、サービス品質の底上げ ・ 生活に密着した様々なデータが収集されることで、二次的に社会学などの学術分野における研究手法が変化、人間行動の多面的理解が深化 <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 定量化を行うことで、定量化される部分の評価のみを伸ばそうとするモチベーションが働き、定量化しきれなかった部分の価値が軽視される危険性 ・ プライバシーの問題
109	デジタル化のそ	◇概要

No.	テーマ名	概要／インパクト
	の先へー量子情報社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電子のスピンや光子などの量子状態を利用して、電子デバイスに比較し大幅に省エネルギーで動作する、実用的なデバイスとアルゴリズムが開発され普及する。 ・ 膨大な量の計算が可能な用途別の量子コンピュータや、安全な量子情報通信が実用化し、インターネットに代わるグローバルネットワークが構築される。 ・ IoT、ビッグデータ、AIなどの情報処理は安価で容易にできるようになり、情報の質と利用法（サービス）が問われる「コンテンツ社会」が本格的に到来し、ハードウェア主体のビジネスに代わる産業競争がより激化する。
110	機械可読な実験書による研究環境構築	<p>◇概要</p> <p>実験プロセスを記述するための記法が定義されておらず、実験手順の解釈に幅が生まれていたことが、再現性の問題となっている状態を根本的に改善するために、ロボットや機械が可読な実験書の記法が整い、その記法に従うクラウド実験環境が整うことで、再現性が高くスケールアウトが容易な実験環境が構築される。</p> <p>また、研究者は、実験はクラウド実験環境に委託し、実験書のやりとりだけで研究を進め、その成果を学術論文などに発表する。査読過程においては、査読者は、実験書に従いクラウド実験環境で追試を容易に行う。</p>
111	新しい地図（産業界編）	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AIなどの新たなテクノロジーの増加が、既存の産業界の区分を破壊し始めている ・ “情報”を掌握している一部IT系企業の一人勝ち状態になっている ・ 一方、既存の業態では対応できていないサービス分野に対し、新たなスタートアップなどが挑戦できる時代に ・ “業界地図”の大幅な変革。そもそも“業界”の定義自体も変化（例として、自動車産業以外のモビリティサービス業への参入など） <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ モノづくりからサービスへ、ビジネスモデルの転換

安全安心・インフラ

No.	テーマ名	概要／インパクト
112	低軌道衛星コンステレーションを使った通信網（インターネット）	<p>◇概要</p> <p>低軌道に大量の衛星を投入し、世界中どこでも通信網が接続できる世界。Onewebを始めとした衛星ベンチャー企業数社がこのサービス開始を目指してしのぎを削っている。SoftbankがOneweb社に10億ドルの投資をした。ワンウェブの目指すビジネスモデルは、各国の通信会社にインターネットへ接続するインフラを提供して収益を上げるといったもの。通信網を建設するのが難しい辺境地域だけではなく、地震や台風でインフラが機能しなくなった場合の代替手段としても意味がある。また、飛行機や軍用機へ高速インターネットを提供し、空のナビゲーション機能や機体の監視、天気のリアルタイム予測などの実現が期待される。</p> <p>◇インパクト</p> <p>「宇宙からブロードバンド。飛行機や船など離れた所でも全部繋がるようになる。例えば光ファイバーもつながらない田舎の方、災害のところで、山のところ、外れたところでも宇宙だから繋がる（中略）宇宙から光ファイバー並みの接続で家庭に、基地局に、あるいはコネクテッド・カーの屋根にアンテナをつければ、どこに走っても繋がるようになる」（孫社長）</p>
113	オープンデータの時代におけるデータ品質	<p>◇概要</p> <p>研究開発やものづくりの現場などで電子的に利用可能なデータを直接に交換することが必要になっているが、データがどの程度の精度のものか、製造のためにどの程度の精度のデータが必要か、といった情報も電子的に交換可能とする必要があり、ISO8000規格が作られている。</p> <p>◇インパクト</p> <p>データを用いたものづくりにおけるデータ交換の自動化、適正な精度のデータの指定</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		組織等に対する、データの品質に関する認証 垂直統合型の「すりあわせ」が不要に？
114	知能増幅（IA） によるヒューマン エラーの克服	◇概要 火災爆発など事故原因の多くの割合を占めている、誤判断・誤操作・誤解・誤設計等のヒューマンエラーを防止する上で、情報技術の活用によって人の知能を増強するというIA（Intelligence amplification）技術が利用できるのではないかの指摘は古くから存在する。近年の人工知能技術の急速な進歩によって、人間の知能を支援可能なIA技術が開発可能な段階になったと言って良い。人間の知的活動を支援し、ヒューマンエラーの克服を目指したIA技術により、多くの事故を防止させることが可能となる。 ◇インパクト 産業事故、火災爆発の原因として大きな比率を占めているヒューマンファクターによる事故を防止し、低減できる。
115	プラットフォームが全てを知っている	◇概要 GoogleやAppleのようなプラットフォームやSNS運営企業はどんどん「人」の情報を集める事ができていると思われる。 その種類はかつての（通信事業者が守秘義務と事件時には提供義務を負っていた）通信履歴と言うレベルではなく、今は（現実には誰も読まない）独自契約により「データ」を（感覚的には）「何でもあり」で使う事をOKとしている。 データの種類には、通信・通話内容、写真、声（喋り方）、位置情報、購入履歴、等があり、今後増える可能性がある。 ◇インパクト 分析により人のつながり、組織のつながり、どこに住んで、どこに勤めていて、どんな病気を持っていて、どんなライフスタイルをしていて、どんな買い物をしているか、宗教、国籍、思想、特定の悩みまでわかる。 データや分析結果が漏れた時の負のインパクトは事件での悪用が考えられるが、正のインパクトも考えたい。
116	製造業全体の更なる変貌を引き起こすデジタルものづくりと機械学習・計算予測の融合	◇概要 ・ 消費者需要の変化 ・ 「モノとしての製品」から「スマートな製品」へ ・ 製品からプラットフォーム運営やサービス提供へ ・ B to C から C to B へ（アリババ創業者ジャック・マ氏） ・ 3Dプリンタ、アディティブマニュファクチャリング（AM） ・ マテリアル&プロセスインフォマティクス（MPI）（提供者の造語） ・ 生産技術の更なる進歩（Industry4.0 から”四次産業”へ）（提供者の造語） ◇インパクト ・ 製造業に対する新技術導入、ビジネスモデル変更のプレッシャー ・ バリューチェーンの変化→消えゆく中間流通業 ・ 知財ポートフォリオは参入障壁から方向性を定めるための手段へ ・ 他のプレイヤー、異業種との連携、ネットワーク形成が不可避に
117	デジタルを超える、超デジタル（＝アナログ回復）	◇概要 ・ アナログ・レコード盤が売れている ・ デジタル化技術が未熟な時代の変換がネック ・ ナチュラルな感性を取り戻したい ・ 地（上波）デジ（タル放送）は遅デジ！日本では数秒遅れもあり ・ ラジオでは遅延はない？ ・ フレーム処理は4K、8Kでさらに深刻?? ・ 圧縮やエラー訂正を瞬時に処理するには??? ◇インパクト 同時性の確保、は多面的に必要となる
118	環境問題と安全安心の両立	◇概要 環境問題への対応としての省エネルギー、脱ハロゲン、新エネルギー等は、可燃性断熱材の増加、生活材の易燃化等、火災安全性を含む安全安心との両立を図る必要

No.	テーマ名	概要／インパクト
		性を向上させている。環境問題と安全安心の両立を図ることが可能な素材の開発、使用法の開発の必要性が高まっている。 ◇インパクト 環境問題を解決し、かつ、安全安心が確保された社会の実現。
119	原油の戦略商品化と再生可能エネルギー普及の加速	◇概要 年末からのイラン情勢の変化により、原油価格が高騰しつつある。また、サウジアラムコ（サウジアラビア国営石油会社）は過去最高額(1000億ドル)のIPOを予定しており、そのIPOを成功させるため意図的に原油価格を吊り上げる戦略をとることが現実見を帯びてきた。世界のプライマリーエネルギー源は原油から再生可能エネルギーへの移行（トランジション）の最中にある。原油を含む化石エネルギーのピークは10～20年以内に到達すると考えられてきたが、生き残りをかけた石油中心国家の戦略的活動から、原油価格のボラティリティが高まり、短期的には高値を付ける可能性が高い。これは再生エネルギー普及の後押しとなし、世界全域で太陽光発電・風力発電分野のイノベーションが加速。エネルギーグリッドの整備が進み、より安定したエネルギーインフラが実現される。 ◇インパクト 短期的にはエネルギーコストが増大するため、製造業を中心とした付加価値に対してエネルギー使用量が多いセクターの成長は阻害される。エネルギー価格の高騰は中東での原油ヤミ市場の活性化をもたらす。反政府勢力の資金源となり、北朝鮮に利益が流れ、ロケット開発が加速する可能性もある。ロシア経済の活性化に伴い資源バブルが再来する可能性。
120	スマートシュリンクに対応したエネルギーインフラの再配置	◇概要 急激な人口減少とともに、地域から都市への人口移動が進む日本では、三大都市圏を除くほとんどの地域で社会インフラの維持が困難となることが予想されるため、「スマートシュリンク(SS)」と呼ばれる社会戦略が提唱されている。SSとは、『持続可能な地域の形成を目指す成長管理を意味するスマートグロース(Smart Growth)の対語で、絶対的な人口減少下で住民の生活の質(Quality Of Life)を維持・向上していくための地域マネジメント手法を総称する概念。地域が、積極的に公共事業や公共サービスの供給を効率化する一方、特異性を見出して地域間の競争力を確保するなど、賢く、縮小していかなければならない』（[1]より引用）ことを意味している。SSでは、都市・地域の空間構造が戦略的に再構成されるため、これに対応して、S+3E(Safety, Energy Security, Environmental Conservation, Economic Efficiency)を確保しつつ、需要と供給を最適化するよう、各種のエネルギーインフラを再配置していく必要がある。 インパクト：QoL(Quality of Life)の向上 インパクト：インフラ維持費用の削減 インパクト：脱炭素化の促進 [1]林良嗣, “「ミゼラブル・シュリンク」 or 「スマート・シュリンク」都市生き残りの唯一の戦略”, 岐阜商工月報, No.762, 2014.
121	エネルギー設備の運用・保全・設計におけるリスクベース技術体系への移行	◇概要 電力設備全般で、高いアベイラビリティと運用コスト低減に加えて、市場における経済的なパフォーマンス、稀頻度事象に対する安全性確保、CO ₂ をはじめとする環境負荷低減等を同時達成することが求められている。こうした問題に現実的・合理的に対処するためには、現在の決定論的手法を主体とする技術体系から、確率論的手法を主体とするリスクベースの技術体系に移行することが必要となる。原子力に関しては確率論的リスク評価(PRA, Probabilistic Risk Assessment)が適用されてきたが、さらに企業/行政の意思決定へのリスク情報の活用(RIDM, Risk-Informed Decision Making)も取り組まれている。RIDMは水力への適用も始まっている。欧州送電系統運用者ネットワーク(ENTSO-E)では、欧州域内における電力の供給信頼度の評価に確率論的手法の適用をはじめている[3]。今後はエネルギー設備全般で、運用・保全・設計へのリスクベース技術の適用が進む可能性がある。さらに、個々の設備(点)から、エネルギーのサプライチェーン(線)、ネットワーク全体(面)に至るまで、階層的にリスク配分の最適化を図ることも必要と考えられる。

No.	テーマ名	概要／インパクト
		◇インパクト ・ エネルギー供給における安全性・信頼性・経済性のバランス確保 ・ エネルギー供給におけるリスクマネジメント・リスクガバナンスの高度化
122	再エネ大量導入による系統事故時の系統安定性低下	◇概要 太陽光発電・風力発電等の変動性再生可能エネルギー(VRE)が大量に導入されると、系統事故時(ex.雷撃)における電力系統の安定性に影響を及ぼし、大規模停電を生じることが明らかになってきた。VRE が大量導入されると、総発電量に占める同期発電機(原子力、火力、水力等)の割合が低下する。VRE は同期発電機に比べて系統事故時の系統安定化能力が劣るため、同期機比率の低下に伴い、電力系統全体として慣性や回復力の減少等が生じ、系統安定性が低下する。このため、VRE に制御機能を付加する等、様々な対策が検討されているが、その効果は十分には明らかになっていない。また、将来、VRE 比率が 100%に近づくと、既存の対策では限界があり、新たな発想に基づく対策(ex. 再エネの電力でモーターを回し、そのモーターで同期発電機を回す)が必要となる可能性も論じられている。 ◇インパクト ・ 停電の増大 ・ 脱炭素化の障害 ・ 変動性再生可能エネルギー導入の障害
123	道路と車が通信、事故防止や交通流制御	◇概要 道路には、少なくとも幹線には高度なセンサと通信設備が導入されて車と通信し、事故防止や交通流制御が行われる。 ◇インパクト 渋滞解消によるムダなガソリン／電力の消費が抑えられる。
124	自動運転技術を利用した交通システムにおける責任の分担	◇概要 高齢化、過疎化対策として、いわゆるラストワンマイルの交通機関として自動運転技術に基づく無人交通システムの構築が望まれる。このようなシステムの安全性を確保するためには、システム側の安全対策のみでは不十分であり、いわゆる「歩行者優先思想」の見直しも必要となる。 ◇インパクト ・ 新技術の安全性に対する安全思想そのものの改革 ・ 被害者となる側の安全に対する協力 ◇課題 ・ 新しい安全文化の構築 ・ 法と経済学に基づく責任分担制度の構築
125	社会のディペンダビリティ追求(災害やテロの危険性に呼応して)	◇概要 将来を見据えた情報社会のグランドデザインに当たって最高の価値として科学技術が目指すべき普遍的な目標理念を「ディペンダビリティ」におき、従来のような「性能向上」の追求ではなく、「ディペンダビリティ」の追求をめざした制度設計、ビジネス設計、技術開発、研究開発、人材育成への取り組みが始まる。 ◇インパクト ・ 情報社会の安定化 ・ 重要インフラのディペンダビリティ保証 ・ 新しい学際分野の創出 ・ 設計目標の導入と技術の進化
126	自然災害にロバストな浮体型の水上都市	◇概要 浮体で構成される自然災害にロバストで自律可能な浮体型の水上都市。ロケーションは外洋の波がさえぎられる穏やかな海、河川、湖沼、運河と、低層地(居住エリアを浮体化して水没)。 《補足》 構想自体は新しくなく、地球温暖化に伴う海面上昇問題の解決策としてクローズアップ(実現技術が追いついてきた)。 ポリネシアでは早ければ 2019 年に着工。2040 年頃には概ね技術課題も解消し、国内でも一般分譲開始と推察。

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市部への人口集中問題（土地なし）の解消 ・地震、津波の影響緩和 ・気候変動に伴う海面上昇、ゲリラ豪雨、高潮等による洪水リスクの軽減 ・都市部に水域を造成して循環利用する自然共生型都市
127	シミュレーションによる構造材料長期的信頼性の認証	<p>◇概要</p> <p>構造材料、接合部の長期的な性能評価などの実機試験を最小限にとどめ、シミュレーションやデータ、経験則などを総合して、従来より材料の開発プロセスを大幅に加速しようとしている。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新しい構造材料・接合技術などの実用化に必要とされる時間・コストが大幅に削減される。 ・十分な実験無しでいかにして信頼性を確保できるか。 ・センサデータによるモニタリングとリアルタイムの再計算・検証と組み合わせた認証が可能か。 ・認証に用いる計算アルゴリズム・計算パッケージの標準化。
128	消火・難燃化技術の革新	<p>◇概要</p> <p>アルカリ金属火災等の従来消火が困難であった火災に適用可能な消火薬剤、負触媒効果による消火薬剤、環境を汚染しない高難燃性繊維等、火災の消火技術、火災発生抑制技術の革新。</p> <p>◇インパクト</p> <p>火災に対して安全な社会の実現。</p>
129	社会インフラのDIY化・モビリティ化	<p>◇概要</p> <p>金属を含む3Dプリンタ技術の向上により、誰でもモノが作れる時代がくる。これにより、通常は政府もしくは民間企業が行ってきた社会インフラ整備事業（エネルギー・水・ガス・住宅・橋・道路他）を、市民が個人として担う時代が到来する。WOTAが提案するマイクロ水循環装置、は水道インフラから離脱したライフスタイルの提案につながることから、社会インフラのDIY化が可能になった場合、社会インフラは住む場所（土地）に制約されない、モビリティ性を持つようになっていく。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不動産という概念がなくなり、すべてのものが動産に。 ・社会インフラ自体のPtoPでの流通が可能に。 ・住所の概念がなくなり、GPS他を活用した現在位置を証明のみが求められる。 ・課題：設備の維持管理（経年劣化への修理）情報の正しさをどう担保するのか。
130	異常検出と自己修復の技術革新	<p>◇概要</p> <p>施設数が減少する中、危険物施設における事故件数は漸増傾向にあり、老朽化対策としての検査技術・異常検出技術及び自己修復などの技術革新が求められている。テラヘルツ波等の応用による検査技術、機械学習による異常識別と検出技術、自己修復ガラス等の素材などの科学技術成果を、生産施設の機能を維持し、安全性を高めることを目指す技術として重点的な研究を推進することで、老朽化対策としての検査技術・異常検出技術・自己修復の技術革新につなげ、安全安心社会の実現が可能となる。</p> <p>◇インパクト</p> <p>老朽化が進展する社会インフラ・産業施設の事故発生を低減させる。</p>
131	「文明崩壊」へのリスクマネジメント	<p>◇概要</p> <p>世界が単一の市場経済システムで接続され、先端テクノロジーが浸透するほど、社会システムの脆弱さは上昇する。システムを支えるエネルギー資源（電力など）にも限界はある。そのため、未来の世界では常に社会システムが災害などで短期的に機能不全になること、あるいは実際に文明が「崩壊」する際の備えも必要となる。具体的には、再生可能エネルギーへの転換等のみならず、高度な設備や化石燃料を要しないで持続的に製造可能な素材・装置の開発、アナログな技術のスキル継承、過去の文明「崩壊」の過程の研究などがあげられる。これらの取り組みは一部では</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>「崩壊学」(collapsology) などと呼ばれる。いわゆる「グローバル・リスク研究」の対象でもある。</p> <p>◇インパクト 備えが出来ている場合は持続可能性が保たれるだけなので、「インパクト」はない。むしろうまくできななかった場合、強烈な政治混乱、急激な人口減少、蓄積された先端知識・技術の断絶などが懸念される。</p> <p>◇課題 上記のような課題を検討するための人材、財源の確保</p>
132	ハードで無機質な情報化社会から、ウェットで微細なバイオ情報社会へ	<p>◇概要 我々をとりまく構造物はほとんど無機物でできている（ハードで自力補修や再生はしない）。一方、今後も進む情報技術は、ナノレベル・分子レベルのような微細かつ生物（バイオなもの）をつなぎだし、やがてそれら同士が互いに影響しあうことが可能になるかもしれない。ナノレベル・分子レベルの情報技術や、さらに物質・材料研究、エネルギー関連技術の進展により、我々をとりまく構造物自体も、徐々に情報網につながれたウェットでバイオな（自己復元能力も持つような）有機なものになっていくかもしれない。打ち捨てられ、朽ちたアスファルトやコンクリートで覆われた国土ではなく、豊かな自然と相互に協力しあう、やわらかな構造物で包まれた情報社会。</p> <p>◇インパクト 自然共生、持続可能性、SDGs、医療・健康、など (要配慮) 生命倫理、医療倫理、情報倫理、安全安心など</p>
133	官庁・行政がもっとも生産性が高い業種になる未来	<p>◇概要 縮小する日本において、公的サービス、官庁・行政の役割はますます重要性を増すが、残念ながらそのシステムは、効率性・生産性・合理性の上でかなり（もっとも）立ち遅れた業種だろう。つまり求められるのは、今後その役割が一層重要かつ拡大していくことに先んじていくことと、効率性・生産性を劇的に上げることを、同時に成し遂げることである。情報技術が担える部分はかなり大きいですが、一方で、意思決定や情報収集・判断スキーム、組織内の文化や価値など、さまざまな局面での旧習を捨て、新しい大胆な発想でスクラップ&ビルドしていく必要があるはずだ。官庁や行政の本当の意味での生まれ変わりは、Soceity5.0を目指す日本にとって大きな駆動力とベネフィットを生むことになるのではないかと。</p> <p>◇インパクト ・ Soceity5.0 の実現 ・ (課題) 根本的変革の難しさ、抵抗、バイアス</p>
134	AI・ロボット税等先端テクノロジーへの課税による公的サービス財源創出	<p>◇概要 AI およびそれを搭載したロボットは現在の熟練労働者および一部専門職の雇用を大きく変える可能性がある。それに対する対案として、新技術の導入により奪われた雇用の分だけ税金を徴収する「ロボット税」の創出について研究がなされている。その収入を、ベーシックインカムなど国民の生活保障に振り分けることが趣旨である。この提案は欧州の法学者 Xavier Oberson などにより 2016 年頃から検討され、一部の米シリコンバレー関係者や西欧の中道左派政治家などにより支持されている。韓国でも議論が見られる。</p> <p>◇インパクト 人間の存在を「コスト」とみなす価値観から脱却した持続可能な社会経済システムの構築。政府は新技術の導入で見込まれる所得税の減少や、失業による公共サービス負担をカバーする財源を得る。</p> <p>◇課題 「技術の進歩に課税するのか」との批判がある。現状では政治的合意形成が困難である。</p>
135	EEZの海洋牧場化 -太平洋を	<p>◇概要 ・ 水産資源の種と量の把握（海洋の可視化の実現）</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
	囲いのない生け簀にー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海洋海底の広域リアルタイム観測システムの構築 ・ バーチャル海洋牧場の構築 ・ 管理システムの動力確保 ・ 海洋エネルギー（風力・波力・潮力・温度差等）生産能力ポテンシャルマップの構築 ・ 水産資源流通の高速化 ・ 革新的海洋交通・物流システムの構築 ・ 水産資源の生育環境の保全 ・ マイクロプラスチックの除去 <p>◇インパクト 将来的には隣接する公海や他国の EEZ も併せた一元管理による太平洋全域もしくは地球規模での管理漁業システムの構築 → SDG s 持続可能な海洋の利活用の実現</p>

フロンティア・科学基盤

No.	テーマ名	概要／インパクト
136	ニュースペースと呼ばれる新たな宇宙ベンチャーの台頭	<p>◇概要 米国を発端として今までは重厚長大の大企業（Boeing, Lockheed Martin）などが中心であった宇宙産業に近年では SpaceX、Blue Origin といったようなベンチャー企業の台頭が著しくなった。これらのベンチャー企業は安価なロケット技術を皮切りに、宇宙旅行、月・火星へ人を送り込むといったようなビジョンを描いている。ヨーロッパではルクセンブルクが宇宙資源探査のビジネスを振興する法整備、政策を立案するなど、新たな動きを見せている。 このように各国宇宙ベンチャーの活性化のための政府の産業振興も始まっており、日本でも、ispace 社は同様に月での資源探査をビジネスにすることを標榜し、インターステラという小型ロケットの会社やアストロスケールという宇宙ゴミ（デブリ）を除去するビジネスを考案するなど新たな広がりがある。</p> <p>◇インパクト 安価な宇宙技術の進展により、より身近な宇宙開発に期待。具体的には My 衛星、宇宙旅行、身近な宇宙飛行士など。 宇宙ゴミが増えることで事故、開発の制限がかかる</p>
137	宇宙エレベータ	<p>◇概要 カーボンナノファイバー等のナノ素材技術が進展し、建築にも応用できるほどの超強度を支える素材が開発された。地球の静止軌道から吊り下げることのできるエレベータが実現し、洋上にエレベータの地上部が設置される。宇宙エレベータにより、地球周辺軌道への打ち上げコストは極端に低下し、宇宙エレベータの終着階に設置されたセンサは超小型衛星とともに軌道上からの地球観測および天文観測データ取得に貢献している。エレベータを保持するためには国際平和が必要である。なぜなら、国際問題緊張時には攻撃の格好のターゲットになるためである。</p>
138	有人宇宙活動	<p>◇概要 2100 年、月面都市が実現し、月面基地には植物が栽培され、養殖や畜産も一部始まっている。高齢者は低重力の月で楽に老後を送り安らかに天寿を全うする人も出てくる。物質循環的に適切にリサイクルされる。 2050 年は、定住のための技術検証が月面で行われており、建設ロボットの遠隔操作で作られた月面ドームの中で部分的に植物栽培がおこなわれている。作物の非可食部およびし尿、水リサイクル技術検証も始まっている。 月の資源を利用した推進薬の製造について、見込みができています。火星の無人探査、有人を前提とした試験的打ち上げが実現されている。</p>
139	惑星移住	<p>◇概要 ・ 温暖化などの地球規模の気候変動に対処することができず、地球に暮らすこと自</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>体が困難に</p> <ul style="list-style-type: none"> ・宇宙空間の利用領域が拡大する ・人類が定住可能な新しい惑星を発見し、一部移動を開始する <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・宇宙利用の世界的な制度整備
140	家族にひとつミニ人工衛星	<p>◇概要</p> <p>人工衛星を製造・打ち上げるビジネスが定常化し、コストも下がった。実用化し、家族にひとつ人工衛星を持つことができるようになった。通信、モニターなど自分スマホ回線として自由に使える。家族でもてない人は学校、自治体、団体単位でのシェアもしている。ミニ人工衛星は値段によって1年から数年程度しか軌道を維持できない仕組みになっており、デブリ(宇宙ゴミ)にならないような制御システムを保持しているため、必ず大気圏突入する。大気圏突入の際は流れ星としても楽しめる。</p>
141	EEZの海洋牧場化ー太平洋を囲いのない生け簀にー	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水産資源の種と量の把握(海洋の可視化の実現) ・海洋海底の広域リアルタイム観測システムの構築 ・バーチャル海洋牧場の構築 ・管理システムの動力確保 ・海洋エネルギー(風力・波力・潮力・温度差等)生産能力ポテンシャルマップの構築 ・水産資源流通の高速化 ・革新的海洋交通・物流システムの構築 ・水産資源の生育環境の保全 ・マイクロプラスチックの除去 <p>◇インパクト</p> <p>将来的には隣接する公海や他国のEEZも併せた一元管理による太平洋全域もしくは地球規模での管理漁業システムの構築 → SDGs 持続可能な海洋の利活用の実現</p>
142	海中通信	<p>◇概要</p> <p>水中の高速通信技術はまだ確立されていない。よって、潜水艦は一時浮上して通信している。水中高速通信が確立されれば、海底探査に大きく貢献する。水中通信の研究分野において、研究者はクジラのコミュニケーションに注目している。クジラは超音波でコミュニケーションすることがわかっており、理論上は赤道から極地域までの通信が可能であるという。この通信を応用できれば、海底の資源探査が飛躍的に発展すると予想される。</p>
143	深海AUVの宇宙探査への展開	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の宇宙探査機では広域な海洋探査は難しい→地球外環境下での探査用AUVの開発→真の宇宙海洋連携 ・キーテクノロジー ・無酸素環境を想定した長時間の行動を可能とする動力源の検討 ・放射線、熱真空、熱サイクル、振動、衝撃、紫外線過酷な環境下での高信頼性システム ・光学的手法に替わる高精度可視化システム ・精密調査作業を可能とする遠隔制御システム ・音響に替わるデータ送信システム ・推進システム ・高性能AI(「攻殻機動隊」のようにAUVに「脳」を搭載し、人間の意識をリンクさせることは可能か?) <p>◇インパクト</p> <p>土星の衛星エンケラドゥスや木星の衛星エウロパには、衛星表面を覆う氷の下に地下海(水)が広がっていると推測されており、特にエンケラドゥスの海には熱水環境が存在する可能性がある。</p> <p>この海に生命が存在した場合、その発生メカニズムも含め、生命起源の謎を解き明</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		かす大きな成果をもたらすものと期待されている。
144	VR・ARによる 深海底探査	<p>◇概要 すでに米海軍ではVRを用いたパラシュート降下訓練を実施 → これを深海底探査に応用 深海底探査システムに8Kカメラ等高精度カメラを搭載、海底の画像データの取得や海洋観測データを組み合わせ、仮想深海底環境を構築 大規模なデータセンター、大型計算機システムを組み合わせ、情報の可視化データの一元管理、配信 海底探検等のレジャーに提供 サーバ空間のリアルタイム化と探査システムにAI、「脳」を搭載して、人間の脳とリンクが実現すれば、例えば1回の有人潜航に多数の研究者がアクセスできることも原理的には可能。</p> <p>◇インパクト 新たな海洋レジャー産業の算出 新たな深海底探査手法の開発へも発展 深海底探査システムの「どこでもドア化」</p>
145	資源争奪と新資源の探索	<p>◇概要 ・大規模な資源開発は、以前として特定の国や地域に集中 ・北極海とその資源に注目が集中、北極圏を取り巻く国々の存在感が高まる ・地球（海底など）や宇宙（小惑星など）の未開拓域からの資源採取 ・遠隔操作ロボットによる資源採取</p> <p>◇課題 ・国際間の緊張と調整 ・未知領域に潜む危険 ・マテリアルの価値変化</p>
146	事件事例分析における人工知能技術と人間との共生	<p>◇概要 顧客情報分析、交通需要最予測、傾向分析等に活用され、成果を上げている人工知能によるビッグデータ処理に関する技術を、事件事例・火災統計・定期点検報告書等、現在分析が十分行われていない事件事例の分析に適用することにより、事故予測・傾向分析・対策立案に有益な成果が得られることが予想できる。その際、人間による政策決定などの分析と判断について、人間がより良い判断・決定が可能となる形態での情報提供のシステムとする技術、集合知を集約・整理して提供する技術として開発することが、肝要である。</p> <p>◇インパクト 事故原因分析・政策決定に、公的部門で収集されている膨大な事故等情報が活用可能となり、より正確な政策決定が可能となる。</p>
147	プラットフォームは米国産、研究倫理は中国産	<p>◇概要 中国人研究者が激増する中、近未来には、プラットフォーム米国産、研究倫理は中国産という時代が来る可能性がある。個人主義ではなく集団主義、マネはあたりまえ。しかし結果オーライ。そんな時代がきてしまったら、日本の学術研究は生き残っていきけるのか？</p> <p>◇インパクト 演繹的ではない、帰納的な論文をどのように理解するのか。因果関係がわからないけど、なんとなくうまくいっているというのはたして科学なのか。科学技術開発の根幹のゆらぎ。</p>
148	AIによる全脳計測技術	<p>◇概要 これまで神経細胞レベルでの全脳神経細胞の繋がりや活動計測を行うことは現時点では難しい。一方、深部計測可能な超高速神経細胞計測法の開発とAIを用いた3次元神経細胞再構築法が開発されることで、単一神経細胞レベルでのつながりと脳活動パターンを計測することが可能になる。</p> <p>◇インパクト 個人レベルで脳構造と脳機能の計測が可能となり、精神・神経疾患の病態解明ができるだけでなく、オーダーメイド医療の開発につながる。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
149	感情、意思を持った人工知能	<p>◇概要</p> <p>人工知能は特定分野で人間を凌駕する能力を持ち始めているが現状では人間が与えたタスクを効率的にこなす自動機械（プログラム）に過ぎない。しかし今後は機械学習による自律性と世界中のデジタルデータによる知性との活用により、人間社会のあらゆる分野に浸透することで、人間が他の人間とのかかわりの中で感情や意思を持ったのと同じように、ある種の「感情」や「意思」を持ち始めるにも遠くないと考えることもできる。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新たなパートナーとの共存による、人類の暮らし、生き方全般の変容 ・ 唯物論に代わる新たな科学の方法論の確立 ・ 新たな種の創造 <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 制御問題 ・ 社会受容 ・ 人工知能の人格権（義務、責任）
150	人間の認知プロセスに沿った、解釈性を伴う AI 技術	<p>◇概要</p> <p>ビッグデータを利用したディープラーニングによる AI の発展が著しい。しかし、データの事象を「機械流」に理解しているため、人間にはなぜそうなっているのか、メカニズムの理解が難しい。見た目パンダの写真そのものだが、キツネザルと判定される画像の存在など、データの揺らぎにより想像だにしない結果が出ることも有り、学習結果からの予測に不信感を与えることもばかりか、ときに重大インシデントの原因ともなり得る。人間の認知プロセス、抽象化、具体化、関連づけ、概念獲得、パターンマッチ、などにそったデータ解析手法の開発と、が重要である。現在、機械学習の潮流は、ディープラーニングを中心とした精度向上を目的とした数理的なアプローチがほとんどである。認知的なモチベーション伴った研究も、その重要性を認められてはいるが、数理との相性の悪さから見向きもされていない状況である。対して、日本の研究は、比較的新しい物に全員が飛びつくわけではなく、データや課題と真摯に向き合った物が多い。一つ一つは小粒であっても、これらの研究とその技術、コンセプトを横断的にとらえることは大きな可能性を持ったアプローチとなる。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ビッグデータ利用に対するの、新しい次元の発展 ・ 自動制御機械の、安全をともなった普及
151	AVATAR 技術	<p>◇概要</p> <p>AVATAR（アバター）は、ロボティクス、センサ、通信技術や、ハプティクス（触覚フィードバック）等を用いて離れた場所に置かれたロボットを遠隔操作し、遠隔地の人々とコミュニケーションを行ったり、作業を行うことができる新たな移動手段。</p> <p>現時点では、必要技術についてそれぞれ独自に開発が進んでおり、技術の融合が必要な AVATAR の実現には時間がかかる。</p> <p>具体的な国内の動きとして、ANA は米国 Xprize 財団のコンペにて ANA チームが提案した「ANA AVATAR X PRIZE」が、次の国際賞金レーステーマとして採用された。また、テレイグ社、メルティン MMI、大阪大学石黒研などベンチャー、研究が盛ん。</p> <p>◇インパクト</p> <p>移動が身体的に困難な人であっても AVATAR で移動することが可能となる。またこれまで、人類が生身の体では行くことができない場所（放射線汚染地域、宇宙、海底等）にも行くことができる。さらに、必要な人的リソースを瞬間的に移動させることができるようになる。例えば、ウイルスが発生した際には、AVATAR に世界各地の専門医が操作して、初期診断を行ったり、また災害救助も、AVATAR を操作してレスキュー活動を行うことができる。また貧困地域に AVATAR を一台設置するだけで、教師、エンジニア、医師等が操作することができ、世界と繋がることができ社会問題解決を加速することができる。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
152	人工細胞	<p>◇概要 近年、DNA など核酸の合成技術が急速に発展し、生命を構成している最小単位である細胞の創出を目指した研究が盛んに行われるようになってきた。細胞の外側を構成する脂質二重膜の合成技術（人工膜）、ゲノム合成技術、細胞質基質の合成技術などの飛躍的向上により、それらを組み合わせた自律的分子反応系をもつ人工細胞の構築に成功し、無細胞タンパク質合成が行えるようになった。</p> <p>◇インパクト 従来の遺伝子組換え微生物を利用した低効率高コストな創薬から、効率的で安全性が高い安価な創薬が可能になる。 バイオ燃料合成や発酵食品開発など自然界に生じにくい反応を簡単にもたすことができる。 生命起源の解明につながる基礎研究。 将来的には自在にデザインした人工細胞により、医療やバイオ産業のほか、細胞を超えたマイクロ・ナノデバイスツールとして革新的な新技術開発が期待できる。</p>
153	植物工場での付加価値の高い野菜の生産	<p>◇概要 植物工場による未来型農業システムの研究開発が進んでいるが、現在はコストだけを考えると自然栽培の方が効率がよいが、LED や水耕栽培技術を使って栽培することで植物の栄養価を調整して栽培することが可能である。</p> <p>◇インパクト 完全無農薬で、これまでより栄養価の高い野菜の栽培が可能となる。また例えば腎臓病などの患者さんはカリウムを多く含む生野菜を食べることができないが、食事制限がある患者さんでも食べることができる野菜も作ることができる。</p>
154	低価格・薄型太陽電池の普及	<p>◇概要 現在主流の結晶シリコンを用いた太陽電池に対し、それよりも低コストの次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）が注目を集めている。 低コストであることに加え、ビルの窓ガラスや壁の他、車の塗料などへの応用も可能であり、また着色や無色化も可能。また、発電効率も急速に向上しており、シリコン系の 25% に対して、ペロブスカイトは 21.6% と、遜色ないレベルまで来ている。 耐久性等の課題がクリアできれば、爆発的な普及の可能性がある。</p> <p>◇インパクト 低コスト、塗装への応用の可能性、着色・透明化も可能</p> <p>◇課題 耐久性が低い、環境汚染の懸念のある材料を含有</p>
155	再エネ大量導入による系統事故時の系統安定性低下	<p>◇概要 太陽光発電・風力発電等の変動性再生可能エネルギー（VRE）が大量に導入されると、系統事故時(ex.雷撃)における電力系統の安定性に影響を及ぼし、大規模停電を生じることが明らかになってきた。VRE が大量導入されると、総発電量に占める同期発電機(原子力、火力、水力等)の割合が低下する。 VRE は同期発電機に比べて系統事故時の系統安定化能力が劣るため、同期機比率の低下に伴い、電力系統全体として慣性や回復力の減少等が生じ、系統安定性が低下する。このため、VRE に制御機能を付加する等、様々な対策が検討されているが、その効果は十分には明らかになっていない。また、将来、VRE 比率が 100% に近づくと、既存の対策では限界があり、新たな発想に基づく対策（ex. 再エネの電力でモーターを回し、そのモーターで同期発電機を回す）が必要となる可能性も論じられている。</p> <p>◇インパクト ・ 停電の増大 ・ 脱炭素化の障害 ・ 変動性再生可能エネルギー導入の障害</p>
156	高速長距離移動の主流は飛行機からチューブへ	<p>◇概要 チューブ輸送システムが地球規模で普及し、時速 4000 マイル（6400km）で移動が可能に。これにより、効率的な移動にはチューブ輸送システムが選ばれ、飛行機での移動は贅沢・嗜好サービスになっている。チューブ網建設・整備に係わるインフ</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		<p>ラ産業が活況を呈す。</p> <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 世界一周がわずか 6 時間で実現 ・ 飛行機産業の衰退 <p>◇課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 収益性（技術開発コスト及び普及コストでペイするか否か） ・ 安全性の確保
157	「文明崩壊」へのリスクマネジメント	<p>◇概要</p> <p>世界が単一の市場経済システムで接続され、先端テクノロジーが浸透するほど、社会システムの脆弱さは上昇する。システムを支えるエネルギー資源（電力など）にも限界はある。そのため、未来の世界では常に社会システムが災害などで短期的に機能不全になること、あるいは実際に文明が「崩壊」する際の備えも必要となる。具体的には、再生可能エネルギーへの転換等のみならず、高度な設備や化石燃料を要しないで持続的に製造可能な素材・装置の開発、アナログな技術のスキル継承、過去の文明「崩壊」の過程の研究などがあげられる。これらの取り組みは一部では「崩壊学」(collapsology) などと呼ばれる。いわゆる「グローバル・リスク研究」の対象でもある。</p> <p>◇インパクト</p> <p>備えが出来ている場合は持続可能性が保たれるだけなので、「インパクト」はない。むしろうまくできなかった場合、強烈な政治混乱、急激な人口減少、蓄積された先端知識・技術の断絶などが懸念される。</p> <p>◇課題</p> <p>上記のような課題を検討するための人材、財源の確保</p>
158	ポスト高齢化社会へのターニングポイント（縮小社会における成長モデルの構築）	<p>◇概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本の人口構造（2040 年。中位推計）：生産年齢（15～64 歳）：5987 万人、高齢（65 歳以上）：4047 万人（2042 年がピーク）。 ・ 都市化・人口流動→続くか？固定化するか？（階層間の流動性は？） ・ 労働力の供給制約→雇用制度・税制の変化。副業から復業へ。 ・ 団塊の世代の大量死：病院の収容キャパシティの限界、墓地の不足→死生観・亡くなり方の変化。 ・ 高齢化社会に適応した技術開発・産業振興に社会保障費を活用：経費を投資に。 <p>◇インパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 科学技術人材の減少 →高度技能移民？ ・ 女性・高齢者の就業が必須。職場・地域・都市の環境の再設計。 ・ 人生の最終段階のあり方の変化（社会保障費の投入の対象・規模の見直し） ・ 従来の地縁・血縁・会社コミュニティ→新しいコミュニティによる代替・補完 ・ 2060 年、2/3 の日本（1 億 2000 万人→8000 万人）に向けて ・ 高齢化社会のモデル：技術・サービスの輸出？
159	地域国立大学 2.0	<p>◇概要</p> <p>地域における国立大学のあり方が大きく問われる。</p> <p>18 歳人口の減少（2017 年：120 万人→2040 年：88 万人（約 3/4）（中位推計））→単純な高等教育機関としては縮小・統廃合の議論になる？（まずは中小の私立大学へのインパクトの方が大きいとはいえ）。</p> <p>新たな機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 知識・人材の供給源としての地域経済の核としての機能（＝創設当初のミッションに戻る？） ・ 技術発展・イノベーションによる格差（内閣府）→継続的な高度な教育・能力涵養が必要 <p>◇インパクト</p> <p>単純な統廃合は地域の社会・経済へ予期せぬインパクトを及ぼす可能性→地域へのインパクトを丁寧に把握・推計</p> <p>一方で外部環境の変化に対応した形への変革は必須。資金面の多様化（地方自治体、産業界からの支援）も含めた改革は不可避。</p>

No.	テーマ名	概要／インパクト
		研究の多様性・自由度の確保と地域における役割の遂行の両立をどう実現するか。
160	現実国家 vs バーチャル国家の戦い	<p>◇概要 自動同時通訳も普及し、国境を超える障害はなくなる。さらに、ブロックチェーン技術による仮想通貨が普及、マルタ騎士団のような現在はバーチャル国家のコミュニティが、デジタル通貨を発行し、土地を持たないが、実在する国家と同様の存在となっている。この動きを経て、宗教コミュニティ(キリスト教、イスラム教、ヒンドゥー教、仏教等)、EC コミュニティ (Amazon、Alibaba、メルカリ) が独自の通貨を持ち、それぞれの理念に応じたバーチャル国家を形成していく。その時、人々は、国籍・住む場所に捕らわれず、自らが好む理念を持つ経済圏を選択する時代となっている。</p> <p>◇インパクト ・ 宗教を選択するのと同様に、経済圏を選ぶことが人生の大きな選択肢に加わる。 ・ 国という枠組みの弱体化し、公共事業の維持が困難に。</p> <p>◇課題 ・ 宗教戦争を助長する可能性 ・ 現実国家・バーチャル国家間での人材争奪戦を生み出す可能性</p>

資料4 KIDSASHI 記事テーマ

(2016年9月～2018年8月の記事)

公開年月	テーマ	概要
2016.9	量子コンピュータ時代の 新暗号	汎用計算可能な量子コンピュータが登場すると、現在インターネットで用いられる暗号を無効化し、あらゆるデータにアクセスできるようになります。この量子コンピュータ時代を見据えた新たな暗号の開発競争が始まっています。
2016.9	人工知能で人狼に挑め： 人狼知能	2016年人工知能（AI）が囲碁のチャンピオンに勝利するというAI史上の重大イベントがおきました。これにより「完全情報ゲーム」の世界ではAIが人間を凌駕したといっても良い状況になったと言えるでしょう。とは言いながら、人間が得意な領域は未だ膨大です。AIと人間の新たな対決の戦場として「裏をかく」「騙し合う」といった駆け引きの要素を多分に含むゲーム「人狼」を対象とした取組がはじまっています。
2016.9	排泄予知ウェアラブルデ バイス	超高齢化が進む我が国では、介護人材不足などの問題が顕在化しています。そのような中、排泄介助の課題に対し研究ファンドを利用した企業が、超音波センサやスマートフォンとの連動機能によって、排泄の周期を予知し、尿漏れ・便漏れを減らすことで、介護者・被介護者それぞれの負担軽減を目指すウェアラブルデバイスを開発しました。最新の科学技術を超高齢社会などの社会問題の解決につなげていく動きに注目です。
2016.9	宇宙の管理ノウハウが導 く地上の医療安全	有人宇宙機器の設計製作に用いられる安全管理手法である「3つの独立した危険防御策」が病院の管理に転用され、新しい展開が始まっています。異なる研究分野間の橋渡しがうまくいったポイントは、キーパーソン同士の対話、担当者の努力、地理的な関係がうかがわれます。
2016.9	昆虫の新たな用途	牛肉1kgの生成に必要な飼料は10kg、鶏肉でも2kgは必要とされています。一方、昆虫1kgあたりに必要な飼料は1.7kg。また、昆虫飼育に必要な水分は家畜より少ないだけでなく、広大な土地も必要ありません。生産効率の高いたんばく源として、養殖魚の餌料や家畜飼料、さらには食料としても昆虫に注目が集まっています。
2016.10	IoTのダークサイド：攻 撃に用いられるIoT	IoTは物理空間と情報空間とを結びつける強力なツールです。このIoTはエンドユーザの視点では安価で手軽に設置・利用できることが重要で様々な工夫が凝らされています。その一方、セキュリティという観点では脆弱な面もあり、これを悪用した攻撃も増加をするなど、対応が求められています。
2016.10	ガラスよりも自然採光と 断熱性に優れる”透明な 木材”の窓	スウェーデン王立工科大学の研究グループは、「透明な木材」を開発したと発表しました。木材のリグニンという遮光成分を化学的に取り除き、導管として機能するセルロースと屈折率が同等の透明樹脂を注入し作製しています。さらに、米国メリーランド大学の研究グループは、同様の方法で作製した透明な木材について、建物の窓材料としての特性を評価し、木材繊維に起因する散乱効果により、室内に均一に光を照射できること、さらに、ガラスより断熱性、耐衝撃性ともに高いことを実証しました。今後、自然素材である木材の特性を活かした省エネ材料としての応用展開が期待されます。
2016.10	学術ジャーナル論文の海 賊版サイト Sci-Hub と学 術情報流通のゲームチェ ンジの兆し	購読費を支払わないと読めない学術ジャーナルの論文を含む世界中の学術論文を無料で公開している海賊版サイト Sci-Hub が、価格が高騰している学術ジャーナルの仕組みとオープン化の流れに新たな問いを投げかけています
2016.10	欧米における市民科学 (シチズンサイエンス) 支援の動き	研究者や研究機関との繋がりを持って多くの一般市民がデータの収集や分析に参加する、クラウドソーシングを通じた市民科学が広がりをを見せています。市民科学には、研究活動への貢献のほか、科学への

公開年月	テーマ	概要
		関心の涵養、実践的な科学教育、社会課題への対応など様々な効果が期待されています。近年では、政府機関がこうした効果に着目し、ツールキット、プロジェクトカタログ、参加者間のネットワーキングの場提供など、活動促進のための基盤作りを進めています。
2016.11	サイバスロン	2016年10月8日、障害者の競技大会「サイバスロン」の第一回大会がスイスで開催されました。この大会は障害者がエンジニアや研究者とチームを組み、義手や義足などを装着してそのパフォーマンスを競うものです。パラリンピックとは異なり、使用する装置にはモーターなどの駆動装置をつけることができます。競技を行う障害者は「パイロット」と呼ばれ、動力付き義手・義足、動力付き外骨格、動力付き車いす、筋電気刺激自転車、ブレインコンピューター・インターフェースの6種類の競技が行われました。我が国からは3チームが参加しました。
2017.3	日本におけるゲノム編集研究の拠点化の幕開け	ゲノム編集は、特定の位置のDNA二重鎖を切断する酵素を用いて標的のゲノム配列を自由に改変する技術です。従来の遺伝子組換えとは異なり、ゲノムに編集の痕跡を残すことなく改変することができます。近年、簡便かつ効率良くゲノムを改変できるゲノム編集の手法が確立し、世界中で様々な生物種に対してこの技術を用いた研究が行われています。最近では我が国でもゲノム編集に特化した研究拠点が大学等に整備され、学会も設立されるなど、組織的な研究体制が整いつつあります。
2017.4	近赤外光1秒照射で青果物の鮮度を保つ技術	株式会社四国総合研究所（高松市）は、近赤外光を1秒程度照射するだけで青果物の鮮度を長く保つ新しい技術を開発しました。多くの青果物は収穫後も水蒸気を出す蒸散を続けますが、近赤外光をごく短時間照射することで、この水分消失を低減でき、しおれや傷み、カビ、腐敗を抑えることができます。この技術の利用によって、野菜や果物の商品価値を高め、海外への輸出も促進されることが期待されます。
2017.4	査読前の論文を登録するプレプリントサーバーの広がりとその可能性	研究論文は通常、学術ジャーナルの発行をもって公開となりますが、査読前の論文を予めプレプリントサーバーと呼ばれるサーバーに登録してオープンに共有し、追って出版者から論文を出版する習慣が、幅広い分野で検討され始めています。
2017.5	electroceuticals	近年、神経を介して臓器を電氣的に刺激する疾患治療法（electroceuticals）が注目されています。ヨーロッパでは迷走神経から脾臓を刺激し、関節リウマチの症状が軽減された女性の症例が報告されています。医学的には、副作用や効果の個人差など検討すべき課題はあるものの、糖尿病、高血圧などの疾患に対しても有効な可能性もあり、産業界からも期待が高まっています。
2017.5	空飛ぶクルマ	近年、自動運転自動車の実現・普及に向けた動きが加速していますが、“空飛ぶクルマ”の事業構想についても発表が相次いでいます。技術的なイノベーションや社会基盤整備など、“空飛ぶクルマ”の実現に向けていまだ多くの克服すべき課題が残されていますが、各事業者「新たなモビリティサービスを提供する」ことを目標に、事業化に向けた動きを見せています。
2017.6	安全な量子情報通信ネットワークの実現に向けて～ダイヤモンドを利用した量子テレポーテーションを実証～	盗聴者がいると必ず検知できる究極に安全な通信技術として量子暗号通信の実現に向けた研究開発が活発化しています。横浜国立大学とドイツの共同研究グループは、ダイヤモンドを利用した量子テレポーテーションの実証に成功したと発表しました。量子テレポーテーションは量子中継を可能とし、世界規模で安全な量子情報通信ネットワークを実現する技術として期待されています。
2017.6	冬眠研究のきざし(上)研究会が発足	冬眠といえばリスやクマが有名ですが、実は冬眠現象は低代謝と深く関与しており、組織や臓器の低温保存、麻酔や救急医療など広い研究分野と関係しています。そのため、現在、日本生理学会を中心に様々

公開年月	テーマ	概要
		な学会で成果が発表されています。最近、若手冬眠研究者により研究会が、結成されました。冬眠や休眠を研究する研究者が集合することにより、研究の飛躍が期待されます。
2017.6	冬眠研究のきざし(下)モデル動物の利用で飛躍の期待	冬眠現象は低代謝と関係していることが分かってきました。冬眠の研究にマウスが貢献します。広く扱われるモデル生物を用いて冬眠のメカニズムの解明が進み、人間や人間の組織・臓器を安全に低代謝状態へ誘導できるようになると、再生組織・臓器の長期ストックや重症患者の搬送など、次世代型の低代謝医療の実現が期待できます
2017.7	スーパーハイビジョン 8K が拓く医療イノベーション	一般社団法人メディカル・イメージング・コンソーシアム発のベンチャー企業であるカイロス株式会社は、国立研究開発法人国立成育医療研究センターと NHK 放送技術研究所の共同研究成果を基に、医師が一人で持てる超小型軽量の超高精細 8K 内視鏡を開発しました。心臓やがんなど長時間の手術にも使え、細い血管やがん細胞と正常細胞の境界がより正確に分かるようになり、手術の精度・安全性の向上が期待できます。また、大画面モニタに表示することで、複数の医師・看護師がリアルタイムに同時に見ることが可能となり、的確な判断や人材の育成にも役立ちます。
2017.7	温室効果ガス排出「実質ゼロ」へ向けたグリーンファイナンスの動き	今世紀後半に人為的な温室効果ガスの排出をゼロにするためには、化石燃料依存から脱却をすることが必要です。そのための経済からのアプローチとして、世界の金融機関で再生可能エネルギー事業への投資、グリーンボンドや環境プロジェクトへの融資など、環境に資する資金提供、「グリーンファイナンス」を進めています。
2017.7	研究助成団体が挑戦する研究成果公開プラットフォームの可能性	従来の研究助成団体は、助成対象の研究について報告書の提出は義務づけていますが、多くの研究者は別途論文を執筆して学術ジャーナルに投稿し、その成果をもって次の研究費ないしは昇進につなげています。研究者コミュニティごとに長く受け入れられている学術ジャーナルが存在し、その論文が主張する研究の内容は、査読（ピアレビュー）によってその質が担保されており、一定の質が保証された論文発表が研究を発展させる最も重要な手順であると認識されています。この学術ジャーナルを利用した研究成果公開の仕組みに、非営利研究助成団体が一石を投じています。
2017.7	植物の根の機能解明が進むー作物への応用に期待	植物の根が水分の多い方向に根を伸ばす「水分屈性」は、地上では重力の影響に隠れてしまい、長く証明されていませんでした。近年、宇宙環境での検証実験や植物ゲノム解読などにより、応答機構の解明が着実に進展しました。今後、このような植物の環境応答の仕組み解明が環境ストレス耐性に優れた植物の作出へと発展することが期待されます。
2017.7	再生医療で臓器を作る	幹細胞を投与する治療法や細胞シートの開発、ゲノム編集を使って臓器の機能不全を治療する方法の開発が進んでいます。中でも困難度が高い、幹細胞から臓器を作る研究も急速に進展しています。臓器の芽を作る研究やバイオマテリアルの 3D プリンティング技術が進み、体外で立体臓器を構築することが現実味を帯びてきています。また動物の体内でヒトの臓器を作らせる試みも次々と報告されています。
2017.8	コップ 1 杯の水のできる生態調査・環境 DNA の次なる展開	環境に残された動物の遺伝子（唾液中や糞尿中）からそこに生息する動物を推定する手法、環境 DNA の解析が話題になっています。足跡から動物を特定するように、環境に残された DNA から動物を特定します。環境 DNA の新たな展開として、陸水域から海洋へと調査の範囲、最初は土壌微生物を対象とした解析手法だった環境 DNA の手法を使っての研究は最近、魚類、ほ乳類へと解析対象が増えています。この優れた解析手法は、多くの共同研究者の手によって、利用の可能性を大きく広げているといえます。
2017.8	超小型衛星ビジネスの活	超小型人工衛星の開発・利用が世界で活発化しています。しかしなが

公開年月	テーマ	概要
	発化で注目される電気推進の新技術	ら、小型軽量が求められる超小型衛星に推進機（エンジン）を搭載した例はほとんどないのが現状です。2017年3月、横浜国立大学と京都大学の研究グループは、電気推進の新技術であるエレクトロスプレースラスタを開発しました。推進剤として重いポンペを不要とするイオン液体を用い、マイクロチップ化したイオン源をスラスタに適用することで、小型軽量化の原理実証に成功しました。推進機を搭載できれば衛星自身が軌道を任意に選択でき、ビジネスや宇宙利用の幅が大きく広がり、さらに宇宙デブリの低減にも貢献できます。
2017.8	石で作る紙代替製品 ～水の使用量削減など持続可能な社会に貢献する新素材～	世界では人口増加に伴う衛生的な水の不足などから、水の使用量をいかに減らすかが重大な社会的ニーズとなっています。株式会社 TBM では、石灰石を 60%以上含み、かつ原材料調達から製造・製品化まで極めて少ない水の使用量で、紙の代替品となる可能性を秘めた新素材 LIMEX(ライメックス)を開発しました。今後、広く産学官を巻き込んだオープンイノベーションなどを通じ、より広い意味で産業化し、グローバルに新たなイノベーションを起こしていく取り組みが期待されます。
2017.9	慢性の痛みの解決に向けた神経科学の進展	事故で怪我を負った後、怪我が治っても痛みが長期にわたり続く場合があります。時には、通常では痛みを感じないごくわずかの刺激、例えば、ほんの少し触れただけでも強い痛みとして感じる場合もあります。こうした異常な痛みが何故生じるのかは、ほとんど明らかにされていませんでした。しかし、近年の神経科学の発展により、そのメカニズムが徐々に明らかにされつつあります。このため、異常な痛みの予防や新しい治療法につながるものが期待されています。
2017.9	「ポストトゥルース」時代の科学コミュニケーション —米国における科学への理解確保に向けた社会への働きかけの方向性—	事実よりも感情が世論形成に影響をもたらす風潮「ポストトゥルース (Post-truth)」の中で、米国のアカデミックコミュニティでは、科学の重要性を直接社会に訴える活動を始めています。
2017.10	“紙製”マイクロ流体デバイス	化学物質の検出など様々な化学操作を小さなチップ上で複数同時に行って化学分析ができるマイクロ流体デバイスを、“紙製”にする研究開発が進んでいます。紙製の特徴である安価で扱いが簡便な分析デバイスの供給や、分析対象や分析手法の拡大などに伴い、医療や環境調査など様々なシーンでの活用が期待されています。
2017.10	ロボットクラウドによる再現性が高く効率の良い生物学実験環境の可能性	生物学の実験は多数のロボットが働く実験所にお任せして、再現性の高い研究を効率よく行える日が来るかもしれません。
2017.10	ソーシャルメディア上の大量画像を利用して人の行動などを分析	近年画像分析技術が大きく進展し、高速化・高精度化が進んでいます。これによりソーシャルメディア上の大量画像がデータとしての価値を高め、人の行動や嗜好の分析などに用いられるようになりました。ただし、データの偏りや倫理的側面についての考慮が求められます。
2017.12	フィンランドの技術開発プロジェクト支援	フィンランド政府は、スタートアップも巻き込み、未来を見据えた大きなプロジェクトを推進し、他国の企業も引き付けています。今回、船舶無人運航システムのプロジェクトを例に取り、フィンランド政府が、いかに自国の持つリソースの活用を促進しているかを紹介します。
2018.1	バイオマテリアルナノシート～ヒューマン・マシン・インターフェースに向けて	早稲田大学先端生命医科学センターの研究グループは、高分子膜をナノオーダーに極薄く形成すると下地との密着性が増大することを見出し、粘着剤を使わずに生体組織表面を覆うことができる高分子ナノシートを開発しました。生体に適合し強い密着性を示すナノシートは、細胞・感受性色素・導電性インクなど様々なものを搭載するプラットフォームとしての高い拡張性をもっています。今後ウェアラブル

公開年月	テーマ	概要
		デバイス、さらにはインプラントデバイスへの応用展開が期待されます
2018.3	微生物の機能を地盤改良に活用する	微生物の機能を活用した、新しい地盤改良技術が注目されています。2017年度に「次世代地盤改良技術に関する研究委員会」も発足し、更なる研究活動の拡大、また社会実装に向けた動きが期待されています
2018.3	折紙工学 – 折紙の特徴や機能を製品創出に生かす –	“軽くて強い” “展開収縮できる” という折紙の特徴や機能を製品や構造物に生かす「折紙工学」の研究活動、またその成果として製品創出に向けた動きが活発になってきています。今まで私たちが最適だと考えていたモノに対しても、この「折紙工学」の概念を取り入れた、更に軽くて軽い製品や構造物が登場するかもしれません。
2018.4	PTSD 治療における仮想現実 (VR) 活用の進展	医療現場での PTSD の曝露療法における VR の活用の取組と将来的な可能性について紹介します。
2018.5	新技術を用いて再生能力を持つウーパールーパーの全ゲノム解読に成功	再生能力の高いウーパールーパーのゲノムは、巨大なサイズかつ多くの繰り返し配列を含むため、従来のゲノム解析装置や技術では解読できませんでした。今回の新技術を組み合わせることによる全ゲノム解読の成功は、将来的に、再生能力の解明や人の再生医療への新知見をもたらすと期待されます。
2018.7	ISO8000：データ・クオリティの国際標準化	国際標準化機構(ISO)では、データ品質規格の中核と位置づけられるISO8000(Data Quality)の新規パート開発と適用が活発化しています。既に国内外で普及するISO9000では、ビジネスプロセスに関する品質・マネジメントを対象とするのに対し、ISO8000は、そこで扱われる様々な「データの質」を対象としており、組織間・システム間で情報交換する際のデータ品質要件や評価方法・プロセスを定める規格です。今後、ビッグデータの利活用拡大やIoT(モノのインターネット)・AI(人工知能)の普及によって、「データの質」の重要性が高まることが予想されるため、ISO8000は、工業分野に留まらず、サービスや医療分野、さらには行政や公共機関が公開する各種データベースにも関わる可能性があります。
2018.8	日本の農業への気候変動の影響及びその対応とメッシュ農業気象データシステム	気候変動の影響が大きい農業分野では、地域における対策が不可欠になっています。こうした中、農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)で開発された、「メッシュ農業気象データシステム」は、効率的な栽培管理や病虫害予防の他に農業のスマート化全般に貢献すると期待されます。

資料5 政府及び団体の計画・戦略・将来展望等

政府の計画・戦略等

文書名	策定年月日	決定態様	概要
第5期科学技術基本計画	平成28年1月22日	閣議決定	政府の科学技術イノベーション政策の基本を定める計画で、1996年以降5年毎に改訂している。第5期基本計画の概要は以下の通り。(1)4つの目指すべき国の姿(持続的な成長と地域社会の自律的発展、国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現、地球規模課題への対応と世界の発展への貢献、知の資産の持続的創出)、(2)(1)の実現に向けた4つの政策の方向性(未来の産業創造と社会変革(Society 5.0)、経済・社会的な課題への対応、基盤的な力の強化、人材、知、資金の好循環システムの構築)。
科学技術イノベーション総合戦略2018	平成30年6月15日	閣議決定	第5期基本計画に定めた中長期的な方向性の下、各年度に重きを置くべき取組等を示したもの。知の源泉(データ基盤整備)、知の創造(イノベーション・エコシステム、戦略的な研究開発)、知の社会実装(創業、政府事業のイノベーション化)、知の国際展開(SDGs)を挙げるとともに、特に強化すべき主要分野として、AI技術、バイオテクノロジー、環境エネルギー、安全・安心、農業を挙げた。
経済財政運営と改革の基本方針(骨太方針)2017～人材への投資を通じた生産性向上～	平成29年6月9日	閣議決定	平成13年1月に設置された合議制機関である経済財政諮問会議により、各年度に重きを置くべき経済財政政策に関する方針を示したもの。成長と分配の好循環の拡大と中長期の発展に向けた重点課題として、以下5つを示している。(1)働き方改革と人材投資を通じた生涯現役社会の実現、(2)成長戦略の加速等(Society5.0の実現を目指した取組等)、(3)消費の活性化、(4)地方創生、中堅・中小企業・小規模事業者支援(攻めの農林水産業の展開等)、(5)安全で安心な暮らしと経済社会の基盤確保。また、経済・財政一体改革に向けた横断的事項として以下3つを示している。(1)「見える化」、先進・優良事例の全国展開、ワイズ・スペンディングの推進、(2)データプラットフォームの整備を通じたEBPMの推進、(3)将来見通しの策定(需要やコスト等)、実行。
日本再興戦略2016—第4次産業革命に向けて—	平成28年6月2日	閣議決定	経済財政諮問会議との連携の下、日本経済再生本部が名目GDP600兆円に向けた成長戦略を示したもの。鍵となる施策は以下の通り。(1)600兆円に向けた「官民戦略プロジェクト10」(新たな有望成長市場の創出、ローカルアベノミクスの深化、国内消費マインドの喚起)、(2)生産性革命を実現する規制・制度改革、(3)イノベーションの創出・チャレンジ精神にあふれる人材の創出、(4)海外の成長市場の取り込み、(5)改革のモメンタムの活用(「改革2020」プロジェクトの推進)
産業競争力の強化に関する実行計画(2017年版)	平成29年2月10日	閣議決定	「日本再興戦略2016」に盛り込まれた施策を迅速かつ確実に実行していくため、各年度に重点的に実施する施策を示したもの。重点施策は以下の通り。(1)「新たな有望成長市場の創出、ローカルアベノミクスの深化等」関連：第4次産業革命の実現、世界最先端の健康立国へ、攻めの農林水産業の展開と輸出力の強化、観光立国の実現、スポーツ・文化の成長産業化、サービス産業の活性化・生産性向上、地域未来投資の促進/中堅企業・中小企業・小規模事業者の革新、ものづくり産業革命の実現、既存住宅流通・リフォーム市場を中心とした住宅市場の活性化、環境・エネルギー制約の克服と投資の拡大、都市の競争力の向上と産業インフラの機能強化、官民連携による消費マインドの喚起策、(2)「生産性革命を実現する規制・制度改革」関連：新たな規制・制度改革メカニズムの導入、未来投資に向けた制度改革、国家戦略特区による大胆な規制改革、(3)「イノベーション・ベンチャー創出力の強化、チャレンジ精神に溢あふれる人材の創出等」関連：イノベーション・ベンチャー創出力の強化、多面的アプローチによる人材の育成・確保等、(4)「海外の成長市場の取り込み」関連、(5)「改革のモメンタム～

文書名	策定年月日	決定態様	概要
			「改革 2020」の推進～」関連
未来投資戦略 2018— 「Society 5.0」「データ 駆動型社会」への変革 —	平成 30 年 6 月 15 日	閣議決定	日本経済再生本部の下に設置された未来投資会議による、「未来への投資」の拡大に向けた成長戦略と構造改革の加速化に関する各年度の重点施策を示したもの。 成長戦略のスコープとタイムフレームを広げて、第 4 次産業革命の技術革新を存分に取り込み、「Society 5.0」を本格的に実現するため、これまでの取組の再構築、新たな仕組みの導入を行う。 重点分野は以下の通り。(1) 「自動化」：次世代モビリティ・システムの構築、(2) 次世代ヘルスケア・システムの構築、(3) 「経済活動の糧 (エネルギー転換・脱炭素化、Fintech)、(4) 行政、インフラ (デジタルガバメント、次世代インフラ・メンテナンス・システム、▶PPP/PFI)、(5) 地域・コミュニティ・中小企業 (農林水産業のスマート化、スマートシティ、生産性革命)。
科学技術イノベーション 官民投資拡大イ ニシアティブ	平成 28 年 12 月 21 日	会議決定	平成 28 年 6 月、経済財政諮問会議と CSTI の下に「経済社会・科学技術イノベーション活性化委員会」を設置、「600 兆円経済」の実現に向けて原動力となる科学技術イノベーションの活性化等を図るため、当イニシアティブを策定。CSTI の司令塔機能の強化を図り、Society 5.0 の実現に資する科学技術予算の量的・質的拡大を目指す。具体的なアクションプランは以下の 3 つ。(1) 予算編成プロセス改革アクション (内閣府が追加的に事業費を拠出できる制度を新設)、(2) 研究開発投資拡大に向けた制度改革アクション (公共調達の活用等による中小・ベンチャー企業の育成・強化等)、(3) エビデンスに基づく効果的な官民研究開発投資拡大アクション
規制改革実施計画	平成 29 年 6 月 9 日	閣議決定	経済社会の構造改革を進める上で必要な規制の在り方の改革を推進することを目的に、「規制改革推進に関する第 1 次答申」(平成 29 年 5 月 23 日) により示された規制改革事項について、それぞれ期限を定めて取り組む事項を確定したもの。改革の重点分野は以下の通り。(1) 行政手続コストの削減、(2) 農林水産、(3) 人材、(4) 医療・介護・保育、(5) 投資等、(6) その他重要課題 (インバウンド支援等)
国家安全保障戦略	平成 25 年 12 月 17 日	閣議決定	国家安全保障に関する基本方針として、国家安全保障に関連する分野の政策に指針を与えるものであり、おおむね 10 年程度の期間を対象とする。我が国がとるべき国家安全保障上の戦略的アプローチの中で、科学技術に関する内容として、主に以下が挙げられる。(1) サイバーセキュリティの強化、(2) 国際テロ対策の強化、(3) 情報機能の強化、(4) 防衛装備・技術協力、(5) 宇宙空間の安定的利用の確保及び安全保障分野での活用の推進、(6) デュアル・ユース技術を含めた技術力の強化
まち・ひと・しごと創 生長期ビジョン	平成 26 年 12 月 27 日	閣議決定	日本の人口の現状と将来の姿を示し、人口問題に関する国民の認識の共有を目指すとともに、今後、取り組むべき将来の方向を提示するもの。目指すべき将来の方向として以下 2 つを示す。(1) 活力ある日本社会の維持 (人口減少に歯止めをかけることと、出生率の向上を図ることにより、2060 年に 1 億人程度の人口を確保。人口の安定化とともに、生産性の向上を図り、2050 年代に実質 GDP 成長率 1.5~2% 程度を維持)、(2) 地方創生がもたらす日本社会の姿 (地方創生は日本の創生であり、地方と東京圏がそれぞれの強みを活かし、日本全体を引っ張っていく)
まち・ひと・しごと創 生総合戦略	平成 26 年 12 月 27 日	閣議決定	「まち・ひと・しごと創生長期ビジョン」を踏まえ、2015 年度を初年度とする今後 5 か年の政策目標や施策の基本的方向、具体的な施策をまとめたもの。以下 4 つの政策目標を掲げる。(1) 地方における安定した雇用を創出 (2020 年までの 5 年間の累計で地方に 30 万人分の若者向け雇用を創出)、(2) 地方への新しいひとの流れをつく

文書名	策定年月日	決定態様	概要
			る(2020年に東京圏から地方への転出を4万人増、地方から東京圏への転入を6万人減少させる)、(3)若い世代の結婚・出産・子育ての希望をかなえる(2020年に結婚希望実績指標を80%、夫婦子ども数予定実績指標を95%に向上)、(4)時代に合った地域をつくり、安心な暮らしを守るとともに、地域と地域を連携する(目標数値は、地方版総合戦略の状況を踏まえ設定)
まち・ひと・しごと創生基本方針 2018	平成30年6月15日	閣議決定	まち・ひと・しごと創生総合戦略の下、各年度に重きを置くべき取組等を示したもの。地方創生の基本方針として、ライフステージに応じた地方創生の充実・強化、「わくわく地方生活実現政策パッケージ」の策定・実行、人生100年時代の視点に立った地方創生を挙げた。推進方策として、(1)わくわく地方生活実現政策パッケージ、(2)地方にしごとを作り、安心して働けるようにする、(3)地方への新しいひとの流れをつくる、(4)若い世代の結婚・出産・子育ての希望をかなえる、(5)時代に合った地域をつくり、安心な暮らしを守るとともに、地域と地域を連携する
国土強靱化アクションプラン 2017	平成29年6月6日		国土強靱化基本計画を受けて、毎年度策定。プログラムの進捗管理、毎年度の施策の検討に活用(PDCAサイクル)。アクションプラン2017での主な取組は以下の通り。(1)基本計画見直しに向けた取組の本格化、(2)大規模自然災害等を踏まえたPDCAサイクル、(3)進捗管理の徹底(重要業績指標(KPI)の充実、統合進捗指数(IPI)の試行的運用)、(4)プログラムの充実・改善(最近発生した災害を踏まえた取組の充実等)
国土強靱化基本計画 ー強くて、しなやかな ニッポンへー	平成30年12月14日	閣議決定	国土強靱化基本法に基づく計画で、国土強靱化に係る国の他の計画等の指針となるもの(アンブレラ計画)。脆弱性評価結果を踏まえた、施策分野ごと及びプログラムごとの推進方針を定める。近年の災害から得られた教訓や社会経済情勢の変化等を踏まえて、平成26年の計画を見直し。 国土強靱化の基本目標は以下の通り。(1)人命の保護、(2)国家・社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される、(3)国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化、(4)迅速な復旧復興。 基本的な方針等は以下の通り。(1)国土強靱化の取組姿勢、(2)適切な施策の組み合わせ(自律・分散・協調、平時の有効活用等)、(3)効率的な施策推進(施策の重点化、PPP/PFI等)、(4)地域の特性に応じた施策の推進。 配慮すべき事項は、(1)総合的・長期的な視点による国土及び経済社会システムの構築、(2)官民連携の促進と「民」主導の取組を活性化させる環境整備、(3)地方公共団体等における体制の構築、(4)リスクコミュニケーションと人材等の育成、(5)国土強靱化のイノベーション、(6)世界の強靱化の主導、(7)2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた対策、(8)平成30年6月以降の災害からの教訓を踏まえた対策
ニッポン一億総活躍プラン	平成28年6月2日	閣議決定	我が国の経済成長の隘路の根本にあるとされる少子高齢化の問題に真正面から取り組むもの。日本経済に更なる好循環を形成するため、アベノミクスの三本の矢の経済政策を一層強化するとともに、広い意味での経済政策として、子育て支援や社会保障の基盤を強化し経済を強くする、新たな経済社会システムづくりを目指す。取組は以下の通り。(1)成長と分配の好循環メカニズムの提示、(2)働き方改革、(3)子育ての環境整備、(4)介護の環境整備、(5)すべての子供が希望する教育を受けられる環境の整備、(6)「希望出生率1.8」に向けたその他取組、(7)「介護離職ゼロ」に向けたその他取組、(8)「戦後最大の名目GDP600兆円」に向けた取組
持続可能な開発目標(SDGs)実施指針	平成28年12月22日		2030アジェンダの実施にかかる重要な挑戦に取り組むための国家戦略。現状の分析を踏まえ、ビジョン、優先課題、実施原則、推進体制、フォローアップ及びレビューのあり方を定めた上で、優先課題の下での個別施策を定

文書名	策定年月日	決定態様	概要
			めるもの。ビジョンとして、「持続可能で強靱、そして誰一人取り残さない、経済、社会、環境の統合的向上が実現された未来への先駆者を目指す」を掲げる。ビジョンの達成に向けた取組の柱として、次の8つの優先課題を掲げる。(People 人間) (1)あらゆる人々の活躍の推進、(2)健康・長寿の達成、(Prosperity 繁栄) (3)成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション、(4)持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備、(Planet 地球) (5)省・再生可能エネルギー、気候変動対策、循環型社会、(6)生物多様性、森林、海洋等の環境の保全、(Peace 平和) (7)平和と安全・安心社会の実現、(Partnership パートナースhip) (8)SDGs 実施推進の体制と手段
気候変動適応計画	平成30年 11月27日	閣議決定	気候変動適応法(平成30年法律第50号)に基づき策定。気候変動対策として緩和策と適応策は車の両輪であり、地球温暖化対策の推進に関する法律(平成10年法律第117号)及びそれに基づく地球温暖化対策計画とともに気候変動対策を着実に推進するとしている。 気候変動影響による被害防止・軽減、国民生活の安定、社会・経済の健全な発展、自然環境保全、国土強靱化を図り、安全安心で持続可能な社会の構築を目指している。戦略として、①あらゆる関連施策に気候変動適応を組み込む、②科学的知見に基づく気候変動適応を推進、③研究機関の英知を集約、情報基盤を整備、④地域の実情に応じた気候変動適応を推進、⑤国民の理解を深め、事業活動に応じた気候変動適応を促進、⑥開発途上国の適応能力の向上に貢献、⑦関係行政機関の連携体制、を挙げる。また、分野(農林水産業、水環境・水資源、自然生態系、自然災害・沿岸域、健康、産業・経済、国民生活・都市生活)別政策を掲げる。
都市再生基本方針	平成28年 8月24日	閣議決定	都市再生特別措置法に基づき策定。都市再生における官民の関係者の取組の共通指針(最初の閣議決定は平成14年7月)。施策の基本的方針は以下の通り。(1)関係者との連携(PPP等の手法を活用した社会資本ストックの整備等)、(2)都市のコンパクト化の推進、(3)産業の競争力を向上させる環境整備、(4)質の高い生活を確保するための諸機能の整備、(5)医療・福祉サービスの的確な提供、(6)急激に高齢化が進展するニュータウン等の再生、(7)子どもを生み育てやすい環境の整備、(8)犯罪等の起きにくいまちづくりの推進、(9)魅力あるまちづくりの推進、(10)災害に強いまちづくりの推進、(11)環境負荷の低減と自然との共生、(12)安定的な民間都市開発推進のためのファイナンス環境の整備、(13)情報通信技術の利活用の促進等による都市機能の高度化
地域再生基本方針	平成29年 8月1日	閣議決定	地方公共団体が行う自主的かつ自立的な取組による地域経済の活性化、地域における雇用機会の創出その他の地域の活力の再生を総合的かつ効果的に推進するための、政府における施策の推進に向けた基本的な方針(最初の閣議決定は平成17年4月)。「まち・ひと・しごと創生総合戦略」を勘案した地方版総合戦略や特区に関わる国家戦略等との連携。主な方針は以下の通り。(1)地域の知恵と工夫のサポート・促進、(2)地方版総合戦略との連携、(3)地域の政策課題を解決するための制度改革の推進等、(4)民間のノウハウ、資金等の活用促進、(5)構造改革特区、総合特区、国家戦略特区、都市再生、中心市街地活性化、環境モデル都市、環境未来都市等との連携、(6)地域再生計画に基づく総合的な施策の推進
個人情報の保護に関する基本方針	平成30年 6月22日	閣議決定	個人情報の保護に関する法律に基づき策定。個人情報の適正かつ効果的な活用が、新たな産業の創出、並びに活力ある経済社会、及び豊かな国民生活の実現に資するものであることを踏まえ、関係各主体による個人情報の保護に関する施策の方向性を示し、その具体的な実践を要請するもの。施策の推進に関する基本的な方向としては以下の通り。(1)個人情報の保護と有用性への配慮、(2)法の正しい理解を促進するための取組、(3)各事業者の自

文書名	策定年月日	決定態様	概要
			律的な取組と各主体の連携。
第4次男女共同参画基本計画	平成27年12月25日	閣議決定	男女共同参画社会基本法に基づき、施策の総合的かつ計画的推進を図るため、平成37年度末までの「基本的な考え方」、並びに平成32年度末までを見通した「施策の基本的方向」及び「具体的な取組」を定めるもの。以下4つの目指すべき社会を掲げている。(1)男女が自らの意思に基づき、個性と能力を十分に発揮できる、多様性に富んだ豊かで活力ある社会、(2)男女の人権が尊重され、尊厳を持って個人が生きることのできる社会、(3)男性中心型労働慣行(注)等の変革等を通じ、仕事と生活の調和が図られ、男女が共に充実した職業生活その他の社会生活及び家庭生活を送ることができる社会、(4)男女共同参画を我が国における最重要課題として位置づけ、国際的な評価を得られる社会
少子化社会対策大綱	平成27年3月20日	閣議決定	少子化社会対策基本法に基づく総合的かつ長期的な少子化に対処するための施策の指針。重点課題は以下の通り。(1)子育て支援施策の一層の充実、(2)若い年齢での結婚・出産の希望の実現、(3)多子世帯へ一層の配慮、(4)男女の働き方改革、(5)地域の実情に即した取組強化(地域創生と連携した取組)
知的財産推進計画2014	平成26年6月20日		知的財産戦略本部による行動計画。以下の重要施策を提示。(1)産業競争力強化のためのグローバル知財システムの構築(営業秘密保護の総合的な強化、国際標準化・認証への取組、産学官連携機能の強化等)、(2)中小・ベンチャー企業及び大学の海外知財活動支援、(3)デジタル・ネットワーク社会に対応した環境整備(法制度等の基盤整備、アーカイブの利活用促進に向けた整備の加速化)、(4)コンテンツを中心としたソフトパワーの強化(コンテンツの海外展開促進とインバウンドとの連携等)
観光立国推進基本計画	平成29年3月28日	閣議決定	観光立国推進基本法に基づき策定。基本計画の策定の方向性として、「観光の裾野の拡大」と「観光の質の向上」を掲げる。政府全体で講ずべき施策は以下の通り。(1)国際競争力の高い魅力ある観光地域の形成、(2)観光産業の国際競争力の強化及び観光の振興に寄与する人材の育成、(3)国際観光の振興、(4)観光旅行の促進のための環境の整備
地理空間情報活用推進基本計画	平成29年3月24日	閣議決定	地理空間情報活用推進基本法に基づき策定。地理空間情報活用技術を第4次産業革命のフロントランナーとし、一人一人が「成長」と「幸せ」を実感できる、新しい社会の実現を目指す。IoT・ビッグデータ・AIなどの技術をベースとして、以下の「目指すべき姿」を掲げる。(1)災害に強く持続可能な国土の形成への寄与、(2)新しい交通・物流サービスの創出、(3)人口減少・高齢社会における安全・安心で質の高い暮らしへの貢献、(4)地域産業の活性化、新産業・新サービスの創出、(5)地理空間情報を活用した技術や仕組みの海外展開、国際貢献の進展
世界最先端IT国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画	平成29年5月30日	閣議決定	官民データ活用推進基本法に基づいて策定(これに伴い、世界最先端IT国家創造宣言(平成28年5月20日閣議決定)は廃止)。最終的なゴールとして、全ての国民がIT利活用やデータ利活用を意識せず、その便益を享受し、真に豊かさを実感できる社会である「官民データ利活用社会」～データがヒトを豊かにする社会～のモデルを世界に先駆けて構築することとしている。重点分野として、電子行政、健康・医療・介護、観光、金融、農林水産、ものづくり、インフラ・防災・減災等、移動の8分野を指定し、各分野毎に重点的に講ずべき主な施策を掲げている。将来像として、国民、事業者等にもたらされるメリットをイラストで例示。

文書名	策定年月日	決定態様	概要
サイバーセキュリティ戦略	平成30年7月27日	閣議決定	サイバーセキュリティ基本法に基づき策定。2020年以降の目指す姿を念頭に置きつつ、サイバーセキュリティの基本的な在り方を明確にした上で、新たに取り組むべき課題を明らかにし、速やかに対策を実施することで、サイバーセキュリティ対策に万全を期していく。 「経済社会の活力の向上及び持続的発展」、「国民が安全で安心して暮らせる社会の実現」、「国際社会の平和及び安全の確保並びに我が国の安全保障に寄与すること」という基本法の目的に沿い、「①情報の自由な流通の確保」、「②法の支配」、「③開放性」、「④自律性」、「⑤多様な主体の連携」を基本原則に掲げる。3つの観点（①サービス提供者の任務保証、②リスクマネジメント、③参加・連携・協働）からサイバーセキュリティに関する官民の取組を推進。
エネルギー基本計画	平成30年7月	閣議決定	2030年の長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）の実現と2050年を見据えたシナリオ（エネルギー転換と脱炭素化への挑戦）の設計。我が国が抱える構造的課題及びエネルギーをめぐる情勢変化を踏まえ、基本方針として、3E+S（安全性を前提とした上で、エネルギーの安定供給を第一とし、経済効率性の向上による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合を図る）、柔軟なエネルギー需給構造、一次エネルギー構造における各エネルギー源の位置付け、二次エネルギー構造の在り方を挙げた。 2030年に向けた政策として、資源確保、徹底した省エネルギー、再生可能エネルギーの主力電源化、原子力政策の再構築、化石燃料の効率的・安定的な利用、“水素社会”の実現に向けた取組、エネルギーシステム改革、国内エネルギー供給網の強靱化、二次エネルギー構造の改善、エネルギー産業政策、国際協力の展開を挙げた
地球温暖化対策計画	平成28年5月13日	閣議決定	COP21で採択されたパリ協定や平成27年7月に国連に提出された「日本の約束草案」を踏まえて策定された計画。2030年度に2013年度比で26%削減する中期目標について、各主体が取り組むべき対策や国の施策を明らかにし、削減目標達成への道筋を付けるとともに、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すことを位置付けており、我が国が地球温暖化対策を進めていく上での礎となるもの。
バイオマス活用推進基本計画	平成28年9月16日	閣議決定	バイオマス活用推進基本法に基づき策定。バイオマス供給者である農林漁業者、バイオマス製品の製造事業者、地方公共団体、関係府省等が一体となって、バイオマスの最大限の有効活用を推進することを目指す。目標として、600市町村においてバイオマス活用推進計画を策定すること、バイオマスを活用する約5,000億円規模の新産業を創出すること、炭素量換算で約2,600万トンのバイオマスを活用すること等を掲げている。研究開発に関しては、バイオマスの新たな有効利用技術の開発、バイオマスの収集・運搬から加工・利用までを総合的に捉えた技術体系の確立を推進するとともに、長期的な観点から、バイオマス生産効率の優れた藻類等、将来的な利用が期待される新たなバイオマス資源の創出を推進することとしている。
水循環基本計画	平成27年7月10日	閣議決定	水循環基本法に基づき策定。政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策のうち、科学技術に関する内容は主に以下の通り。(1)流域の水循環に関する調査研究、(2)地下水に関する調査研究、(3)水の有効活用に関する科学技術、(4)水環境に関する科学技術、(5)全球観測を活用した調査研究、(6)気候変動の水循環への影響に関する調査研究
健康・医療戦略	平成29年2月17日	閣議決定	我が国が世界最先端の医療技術・サービスを実現し、健康寿命延伸を達成すると同時に、それにより医療(技術)、医薬品、医療機器を戦略産業として育成し、日本経済再生の柱とすることを目指す。日本再興戦略の策定作業とも密接に連携し、平成29年に改訂。特に、以下4つの事項は、日本再興戦略を受けて新たに盛り込まれた。(1)

文書名	策定年月日	決定態様	概要
			医療分野の研究開発の司令塔機能、(2)医療の国際展開、(3)健康寿命延伸サービスの創出、(4)健康・医療分野における ICT の利活用の推進
宇宙基本計画	平成 28 年 4 月 1 日	閣議決定	宇宙基本法に基づき策定。「国家安全保障戦略」に示された新たな安全保障政策を十分に反映するとともに、産業界の投資の「予見可能性」を高め、産業基盤を強化するために、今後 20 年程度を見据えた 10 年間の長期整備計画としている。政策目標として以下を掲げる。(1)宇宙安全保障の確保、(2)民生分野における宇宙利用の推進、(3)宇宙産業及び科学技術の基盤の維持・強化。
海洋基本計画	平成 30 年 5 月 15 日	閣議決定	海洋基本法に基づき策定。現行の基本計画の対象期間は、平成 30 年度から 5 年間。 「新たな海洋立国への挑戦」を本計画の政策の方向性として位置付け。具体的な方向性は、以下の通り。(a) 開かれ安定した海洋へ。守り抜く国と国民 (b) 海を活かし、国を富ませる。豊かな海を子孫に引き継ぐ (c) 未知なる海に挑む。技術を高め、海を把握する (d) 先んじて、平和につなぐ。海の世界のものさしを作る (e) 海を身近に。海を支える人を育てる 主要施策は、①総合的な海洋安全保障、②海洋の産業利用の促進、海洋環境の維持・保全、科学的知見の充実、北極政策の推進、国際連携・国際協力、(6) 海洋人材の育成と国民の理解の増進。
農林水産業・地域の活力創造プラン	平成 26 年 6 月 24 日		農山漁村の有するポテンシャル（潜在力）を十分に引き出すことにより、農業・農村全体の所得を今後 10 年間で倍増させることを目指す。政策の展開方向として以下を掲げる。(1)国内外の需要を取り込むための輸出促進、地産地消、食育等の推進、(2)6 次産業化等の推進、(3)農地中間管理機構の活用等による農業構造の改革と生産コストの削減、(4)経営所得安定対策の見直し及び日本型直接支払制度の創設、(5)農山漁村の活性化、(6)林業の成長産業化、(7)水産日本の復活、(8)東日本大震災からの復旧・復興、(9)農業の成長産業化に向けた農協の役割の再検討。
水産基本計画	平成 29 年 4 月 28 日	閣議決定	水産基本法に基づき策定。水産物の安定供給の確保及び水産業の健全な発展に向け、水産に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために策定するものであり、おおむね 5 年ごとに見直すこととしている。我が国周辺の豊かな水産資源を持続可能な形でフル活用を図るとともに、国民に対する水産物の安定的な供給と漁村地域の維持発展に向けて、産業としての生産性の向上と所得の増大による成長産業化、その前提となる資源管理の高度化等を図るため、総合的かつ計画的に講ずべき施策を示す。その主要事項としては以下の通り。(1)国際競争力のある漁業経営体の育成、(2)魚類・貝類養殖業等への企業の参入、(3)数量管理等による資源管理の充実と沖合漁業等の規制緩和、(4)流通機構の改革等
森林・林業基本計画	平成 28 年 5 月 24 日	閣議決定	森林・林業基本法に基づき策定。林・林業をめぐる情勢の変化等を踏まえ、おおむね 5 年ごとに見直し。本格的な利用期を迎えた森林資源を活かし、需要面においては CLT や非住宅分野等における新たな木材需要の創出と、供給面においては、主伐と再造林対策の強化等による国産材の安定供給体制の構築を車の両輪として進め、林業・木材産業の成長産業化を図ることとしている。主要施策は以下の通り。(1)1.資源の循環利用による林業の成長産業化、(2)2 原木の安定供給体制の構築、(3)3.木材産業の競争力強化と新たな木材需要の創出

文書名	策定年月日	決定態様	概要
住生活基本計画(全国計画)	平成 28 年 3 月 18 日	閣議決定	住生活基本法に基づき策定。少子高齢化・人口減少社会を正面から受け止めた、新たな住宅政策の方向性を提示。国民の住生活の安定の確保及び向上の促進に関する目標や基本的な施策などを定め、目標を達成するために必要な措置を講ずるよう努めることとしている。政策の方向性は以下の通り。(1)若年・子育て世帯や高齢者が安心して暮らすことができる住生活の実現、(2)既存住宅の流通と空き家の利活用を促進し、住宅ストック活用型市場への転換を加速、(3)住生活を支え、強い経済を実現する担い手としての住生活産業を活性化
交通政策基本計画	平成 27 年 2 月 13 日	閣議決定	交通政策基本法に基づき策定。対象期間は平成 26 年度～平成 32 年度。「まち・ひと・しごと創生総合戦略」、「国土強靱化基本計画」等と密接に連携。以下の 3 つの基本的方針の下で推進。(1)豊かな国民生活に資する使いやすい交通の実現(自治体中心に、コンパクトシティ化等まちづくり施策と連携し、地域交通ネットワークを再構築する等)、(2)成長と繁栄のための基盤となる国際・地域間の旅客交通・物流ネットワークの構築(訪日外客 2000 万人に向け、観光施策と連携した取組を強める等)、(3)持続可能で安心・安全な交通に向けた基盤づくり(大規模災害や老朽化への備え、さらなる低炭素化、省エネ化等の環境対策等)。
環境基本計画	平成 30 年 4 月 17 日	閣議決定	特定の施策が複数の異なる課題を統合的に解決するような、相互に関連しあう分野横断的な 6 つの重点戦略を設定する。これにより、第三次環境基本計画から提唱している「環境・経済・社会の統合的向上」を具体化。重点戦略は、以下の通り。(1)持続可能な生産と消費を実現するグリーンな経済システムの構築 (2)国土のストックとしての価値の向上 (3)地域資源を活用した持続可能な地域づくり (4)健康で心豊かな暮らしの実現 (5)持続可能性を支える技術の開発・普及 (6)国際貢献による我が国のリーダーシップの発揮と戦略的パートナーシップの構築

政府機関／経済団体による将来展望

年	実施者	タイトル	社会的背景に関する記述	ビジョンに関する記述
2016	経済同友会	Japan 2.0	大変革（グローバル化、デジタル化、ソーシャル化（多様性）） 関係性の変化（個と集団、付加価値と効用、リアルとバーチャル）	最適化社会 【人口・労働】 希望するだけの子供を生ま育てられる最適な環境をつくる； 総人口減少の底打ちへの見通しをつける； 女性や高齢者の活躍、高度専門外国人材の定住・永住を促進する 【教育】 教養・言語・イノベーションに関する最適な教育を行う； 貧困や格差が教育の機会を阻害しない社会を実現する； 官・民それぞれが運営する給付型奨学金制度を拡充する 【社会保障】 人生の様々な場面で機能する最適なセーフティネットを構築する； 先進技術を活用して平均寿命と健康寿命を延ばす； 経済規模に見合った社会保障制度を再構築する； 世代間の負担と給付の公平を保ち、将来に負担を残さない 【財政健全化】 経済成長と財政健全化を最適なバランスで実現する； 基礎的財政収支は常に黒字を堅持する； 債務残高削減を続け国際社会からの信認を確保する； 税と社会保障の負担（国民負担率）を先進諸国並みで維持する 【環境・エネルギー】 環境負荷低減と経済成長の最適なバランスを維持する； 日本が先進技術で温暖化対応の中核的な役割を果たす； コスト競争力のある再生可能エネルギーを実現する； 原発に係わる技術と人材で世界最先端レベルを保つ 【外交・安全保障】 自助努力を基本に、国民生活の基盤を守る安全保障体制を確立する； 米国との同盟や多層的なパートナーシップを強化・拡充する； 資源エネルギー・食料などにおいて、経済基盤の安定を維持する
2017	経産省	産業構造ビジョン	・実社会のあらゆる事業・情報が、データ化・ネットワークを通じて自由にやりとり可能に（IoT） 1 集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（ビッグデータ） 1 機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（人工知能（AI）） 1 多様かつ複雑な作業についても自動化が可能に（ロボット） →これまで実現不可能と思われていた社会の実現が可能に。これに伴い、産業構造や就業構造が劇的に変わる可能性。	・個々人の、日本の、世界の抱える課題にタブーなく、いち早く挑戦し、解決を目指す、それぞれの真のニーズに対応する社会。 ・変革期に必要な若者の情熱と才能を存分に解き放ち、それゆえ、人材が育ち、世界からも才能が集まる社会。 ・不確実性の時代だからこそ、多様性とチャレンジを一層許容し、アントレプレナーシップ(起業家精神)に富む社会。 ・新技術等をいち早く取込み、スピーディかつグローバルに展開・刷新することで、未来を変える期待感にあふれる社会。 ・絶え間ないイノベーションにより、成長と格差是正の両立を実現する世界に類を見ない社会。

年	実施者	タイトル	社会的背景に関する記述	ビジョンに関する記述
2017	総務省	未来をつかむ TECH 戦略	<p>日本に忍び寄る「静かなる有事」（人口、高齢化、経済）</p> <p>○猛スピードで進化するテクノロジー</p> <p>○構造変化</p> <p>①生産年齢人口が急減、②人生 100 年時代が本格到来、③独居高齢者世帯が急増、④障害者の社会参画が浸透、⑤I o T、A I 時代の就業構造へ変化、⑥地方の人口減少・高齢化が加速、⑦医療・介護の需要が急増、⑧インフラ・公共施設の老朽化、⑨地域の企業数減少が深刻化、⑩地域資源のシェアリングが進行、⑪グローバル化・ボーダレス化が加速、⑫時価総額ランキングは米中企業が上位独占、⑬GDPシェアの低下、⑭個人金融資産が 1,800 兆円超へ、⑮ データ量やサイバー攻撃が急増)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・人×地域×産業による未来づくり ・「インクルーシブ（包摂）」の社会（人づくり） ・「コネクティッド（連結）」の社会（地域づくり） ・「トランスフォーム（変容）」の社会（産業づくり）
2018	文科省	高等教育のグランドデザイン		<ul style="list-style-type: none"> ・SDGs が目指す社会 ・Society5.0、第 4 次産業革命が目指す社会 ・人生 100 年時代を迎える社会 ・グローバル化が進んだ社会 ・地方創生が目指す社会

年	実施者	タイトル	社会的背景に関する記述	ビジョンに関する記述
2018	経団連	Society 5.0 -ともに創造する未来-	大きな社会変革につながる「技術的变化」、経済の重心がシフトする「経済・地政学的变化」、地球環境等の問題を踏まえた「マインドセットの変化」	<p>【都市・地方】 多様なデータを共有しスマートな都市を実現；人と自然が共生する自立した豊かな地方を実現；多様なライフスタイルを実現し、多様性が尊重</p> <p>【エネルギー】 あらゆる地域で手ごろなエネルギーにアクセス；クリーンで持続可能なエネルギー供給；地域単位で需給を制御する分散型マイクログリッド</p> <p>【防災・減災】 組織の枠を越えた情報共有による迅速な災害対応；デジタル技術を活かしたインフラ維持管理を実施；災害時の持続的な医療サービス提供</p> <p>【ヘルスケア】 病気の治癒から未病ケア・予防へ；画一的な治療から個別化へ；個人が主体的に自分の健康を管理</p> <p>【農業・食品】 最先端技術をフル活用・生産性が飛躍的に向上；フードバリューチェーン（FVC）が最適化；多様な経営体の参入により持続的に</p> <p>【物流】 サプライチェーン全体の情報の共有・最適化；物流の枠を超えた新たな価値創造；自動走行、ドローン、ロボットが人員を代替</p> <p>【ものづくり・サービス】 自分の好みにあったモノが手軽に作れる；サービスを起点としたものづくり；個人や小さな企業が多様な製品やサービス提供</p> <p>【金融】 一人ひとりに合った多様な金融サービス；社会全体への効率的・効果的な資金配分；経済的な自立や生活水準の向上、所得格差の解消</p> <p>【行政】 多様な主体でデータを共有し分析；セーフティネットがあるので誰もが挑戦できる；保育所や学校などが適時適切なサービス提供</p>
2019	COCN	第6期科学技術基本計画に向けた提言		我が国の根源的な社会課題と新たな価値創造：「少子高齢化への対応」と「社会のサステナビリティ」 1)サステナブルなエネルギーシステム、2)健康で生き生きとした暮らしを守る、3)人が主役のサステナブルなものづくり、4)国際競争力ある食の第6次産業化、5)地域における新たな暮らしの基盤、6)ストレスフリーなモビリティ、7)インフラの維持とレジリエンスの強化
2019	経産省、厚労省	未来イノベーションWGからのメッセージ	<ul style="list-style-type: none"> ・2040年に向けて社会構造変化(高齢者割合・単身世帯割合)の増加、地方の働き手の更なる減少、グローバル化の影響) ・健康・医療・介護が抱え得るリスク ・2040年にかけて見込まれる技術の進展(基盤技術) ・健康・医療・介護における2040年に向けての技術の広がり(健康・医療・介護への介入の仕方の変化) 	<ul style="list-style-type: none"> ・人と技術が共生し、その人なりの価値を届けることができる ・誰もが幸せの実現に向けて、自分に合った生き方を選択できる ・誰もがどんな状態であっても、「これでいい」と自然に思える

国際

- ・ ビジネスモデルのダイナミックなシフト
 - ・ 新しい生産パラダイムへの移行
 - ・ 製造パラダイムのシフトと市場パタンの変化
 - ・ プラットフォーム経済の普及（グーグル化）
 - ・ 経済価値ネットワーク、社会動向、政府ガバナンスに及ぼすデジタルプラットフォームの影響の広がり
 - ・ グローバル化と地方分権化
 - ・ ブロックチェーン技術と既存の価値ネットワークの崩壊による分散型ビジネスモデル普及
 - ・ Xがナノ、バイオ、コグニティブ技術から成るデジタル-X コンバージェンスから生じる新しい産業の出現（例：食品や臓器の印刷、没入型メディア）
 - ・ 「ポスト」デジタル化
 - ・ デジタル技術による、世界経済と仕事の性質の変化
 - ・ グローバルなビジネスエコシステムを持つプラットフォーム基盤の経済
 - ・ リサイクルとシェアリングエコノミー
 - ・ 新しい仕事とワークライフの労働経済
 - ・ 米国の新しい貿易政策
 - ・ 侵略的な種、遺伝子汚染、気候変動や生物テロによる新たな地域に流行する伝染病など、生物多様性への脅威が増加
 - ・ 農業生物多様性喪失の脅威
 - ・ 緑の革命の効果は使い果たされ、バイオテクノロジー、ビッグデータ、ロボティクスに基づく新しい技術の波の追究
 - ・ 気候変動の影響から、コスト効率の高い機能に統合する。
 - ・ 地球規模の気候変動問題に取り組むクリーンエネルギー、気候変動緩和、気候変動レジリエンス、気候変動適応技術
 - ・ グリーン&サステナビリティ
 - ・ 気候変動
 - ・ 持続可能な開発目標を達成するための科学技術
 - ・ 増加する顕著な気候変動の影響による、世界のいくつかの地域における異常気象現象の発生
 - ・ 地球規模の生態系の限界に近づくにつれ、それらのシステムの吸収能力と生産能力の共有の在り方を模索
 - ・ 食糧と水の要求が高まる。
 - ・ 天然資源（水、食糧、資材）へのアクセスをめぐる政治的・経済的紛争の拡大
 - ・ モビリティと資源の代替を提供する。
 - ・ 新しい形態の相互作用、新しい形態のコミュニケーション
 - ・ 価値観と態度の変化
 - ・ 多様化する世代と新興部族
 - ・ 持続可能な発展：気候変動、生物多様性、食糧危機、水不足などの地球規模の問題の解決
 - ・ 水、食糧、エネルギーの国際的な傾向に関連する明確な技術の誕生
 - ・ 人工知能
-

-
- ・ 人工知能とロボティクス
 - ・ 人間であることの意味の追求
 - ・ バイオテクノロジー
 - ・ スマートな世界での学びと労働
 - ・ グローバルな課題のための新しいガバナンス
 - ・ 権力は国家から企業に移行
 - ・ 政治的不安定と移住の流れ
 - ・ 伝統的なセクターの境界の希薄化
 - ・ 健康リスク要因の増加
 - ・ 「ハッカー対策が施された」システムの高度化
 - ・ 新技術による多くの雇用の創出
 - ・ 人生のすべての領域でデジタルプラットフォームの支配が拡大
 - ・ 不確実性・予期しないことの増大

地域

- ・ 地方における構造的失業
- ・ 世界の都市における人口の集中化から新たな食糧供給の継続的課題が発生
- ・ 新興国における優秀な人材不足
- ・ 再産業化
- ・ 経済統合 対 ユーラシア経済連合、BRICS、WTO からの「退出」
- ・ ビジネスエコシステムの共同形成のためのアジア諸国の協力
- ・ 研究とイノベーションシステムにおける市民の新しい役割
- ・ 国際的な競争の中での新たなドライバーと実行者
- ・ 透明性、ポストプライバシー、プライバシー保護の間の新しい課題
- ・ 中国がとてつもなく豊かに、非常に早く成長
- ・ アフリカ大陸の台頭
- ・ 特にアジア、中南米、アフリカ諸国の都市集積の主要な環境問題
- ・ 多くの国での社会的格差の拡大
- ・ ロボットの登場
- ・ スマートな製造に向けて（インダストリー4.0）
- ・ 北東アジアにおける協力
- ・ スマートシティ
- ・ 新技術の超大国としての中国の台頭がアジアやその他の世界に大きな影響
- ・ 都市化が続き、物流の論理や建物が変化（屋上庭園グリーンビルディング等）
- ・ アジア、アフリカ、中南米における購買力の向上
- ・ 北東アジアと ASEAN の高齢化
- ・ テロリズムと過激主義との戦い
- ・ 異常気象事象や自然災害に対する懸念の高まり
- ・ アジアの新興

国

オーストリア	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高齢化社会（部分的な）を移住により補充 ・ 先進国における経済成長の停滞（伝統的な意味で）と、一方で質的な福祉改善
エジプト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口の増加とそれに伴うニーズ
フィンランド	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒューマンエコノミーは次世代ウェルビーイングへ ・ スマートな製造、スマートファイナンス、スマートな農業、スマートな輸送、スマートエネルギー、スマートな教育、スマート健康 ・ 新しいワークライフ
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所属と区別を求める多元的な社会
日本	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「ポスト」デジタル化 (Society 5.0) ・ 貧しい農村経済とコミュニティ
韓国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内プラットフォーム企業の促進、労働プラットフォームの規制 ・ 高齢化社会 ・ 自然災害の増加 ・ エネルギーミックス ・ 環境汚染 ・ 北朝鮮
マレーシア	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市化 ・ 移住 ・ 高齢化社会
ロシア	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝子組換え作物（賛否） ・ モノシティの未来（1つの工場 - 1つの都市） ・ 革新的な企業や農村地域の人々の不足 ・ ビジネス、科学、教育の統合の不備 ・ 「行動」経済への移行 - 「システムインテグレータ」の役割の拡大 - 特定の需要に合わせて調整された最高の利用可能技術から迅速に組み立てることで、すぐに稼働できるソリューションを提供する企業
シンガポール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高齢化人口の動きをとどめるための革新的な方法の発見 ・ 経済構造改革の継続
米国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人工知能、自動化、ロボティクス、機械学習の経済システムへの適用 ・ 自動運転の輸送システムおよび他のシステムへの統合 ・ 遺伝子編集技術、特にヒト遺伝子編集のための倫理的かつ法的枠組みの開発

1. 既存の分析方法

一般に科学技術政策に関連の高い文書には、論文や特許をあげることができ、これまでも様々な分析がなされている。ここで特許や論文データの分析手法を整理すると大きく2つの方法があげられる。ひとつは引用情報を用いた計量書誌学的な分析方法、もうひとつは、記載内容を用いた分析方法である。後者については更に細分化することができ、例えば特許の場合は1. IPC分類やFタームなど何らかのキーワード・分類を用いるもの[元橋 18, WIPO 19], 2. 概要文など具体的内容を用いるもの[Arts 17, Younge17], などがあげられる。

■ 引用情報ベースの分析方法とその特徴

引用情報を用いた分析は関係性が明示されていることから信頼性が高く、論文や特許の分析でこれまでも多くの実績[富澤 06, 科学 07, 科学 14, 科学 16, 佐藤 17, 科学 18]を有する手法である。ただし、引用関係はグラフ構造であるので、直接引用だけでなく、その先の階層まで関係性を追跡するに従って分析コストが増大してゆくという課題もある。

■ キーワード・分類ベースの分析手法とその特徴

記載内容に基づく分析を行う場合、キーワード・分類を用いると、ある分類の出願傾向を時系列で追うような場面には有効であるほか、分類やキーワードでフィルタリングした上で前述の引用関係を分析することが可能になる。

■ 具体の記載内容ベースの分析手法とその特徴

具体の記述内容を用いた分析手法も提案されている。例えば、古典的な自然言語処理の手法である Jaccard 係数や \cos (コサイン)類似度を用い、特許間の相関行列を求めてマッピングする手法などがあげられる[樽松 14, Younge 16, 富永 18]。この手法は引用情報に現れない関係性を推定することができるため、補完手法として有用であるが、いくつか課題もある。具体的には、1. 単純に相関行列を求める場合、全ての組合せを計算する必要があり、分析コストが大きいこと、2. 単純に \cos 類似度を用いると、意味内容が反映され難いこと、などがあげられる。

■ 単純な \cos 類似度が有する一般的な課題

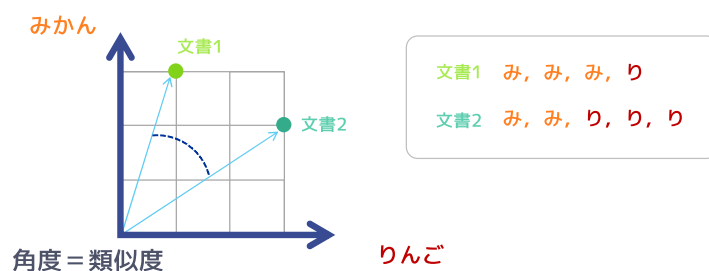
・ \cos 類似度の計算方法

後者について補足するため、まず \cos 類似度計算方法を説明する。

\cos 類似度の基礎的な発想は「同じような単語が同じような頻度で出てくるものは似ている」というものである。そこで単語それぞれを独立した次元とみなす。すると各文書における単語の出現回数に基づいて、文章を多次元空間上の1点にマッピングすることが可能になる。このとき、同じ単語が同じような頻度で使われていると、ベクトル間の内積 (\cos) が1に近づく。一方で単語の重複が無いような場合は0に近づく。単語の出現回数は0を含む正の整数値であるため、完全に独立

ならゼロ、使用されている単語が同じで、その頻度の割合が同じであれば角度が一致するため 1 を取る。以上より、内積 (cos) によって「似ていない」「似ている」の類似度を 0 から 1 までの数値で表現できる。

例えば、「みかん」という単語が 3 回、「りんご」が 1 回出てくる文書 A と、「みかん」が 2 回、「りんご」が 3 回出てくる文書 B の類似度を計算したいとする。



このとき、各単語を独立した次元と見なすと、「みかん」次元と「りんご」次元の 2 次元で空間を定義でき、単語の出現頻度と成分とを対応させると文書 A, B をこの次元中の座標値 (ベクトル) として表現できる。このとき文書 A, B の内積 (cos) を取ると、おおよそ 0.8 程度となり、類似度は約 0.8 若しくは約 80% の類似度といえる。

・ 単純な cos 類似度が有する課題

この手法は有用であるものの、課題もある。

例えば、計算機の中では“A”と“a”それぞれに別々のコードが割り振られ、異なる記号として扱われる。このように計算機にとっての記号と、人間が記号に与えた・記号から読み取る意味は基本的に乖離している。同様に「みかん」と「ミカン」は人間にとっては多くの場合で同じような概念を指すと期待できるが、記号として異なっているため計算機上では別物として扱われる。ここで cos 類似度は各「単語」を独立した次元として扱うが、ここでの単語は記号の集合である。したがって「みかん」と「ミカン」は異なる記号の集合となり、類似度はゼロとなる。同様に「細君のバースデーにケーキを購入して帰宅した」「妻の誕生日に“いちごショート”を買って帰った」は人間にとっては似たような意味内容を有するが、先に示した単純な cos 類似度の算出手法に従った場合、単語の重複がないため、類似度がゼロとなる。

こうした課題を解決できる手法として近年、分散表現 (単語埋め込み, Word Embedding) という手法が提案され、活用されている。

2. 分散表現

■ 分散表現の概要

分散表現は深層学習の核となる技術でもあるニューラルネットワークを応用したもので、単語を何らかのベクトル表現 (ベクトル空間モデル) に変換してくれる仕組みといえる。

いくつかの手法があるが、イメージとしては「ある単語の前後に同じような頻度で出てくる単語は似ている」という前提で学習をさせるようなものといえる。つまり穴埋め問題を対象に学習させ、ある穴埋め問題が出題されたとき、その穴によく当てはまりそうな単語の集合は似ているとするようなものである。

この分散表現を用いることで、「みかん」と「ミカン」は類似する（意味空間上で近傍に配置される）ことを数値的に表現できるため、分散表現を用いて距離、又は \cos 類似度に代表される類似度を算出することで、前述の「みかん」と「ミカン」が独立に取り扱われる問題を回避することができる。

■ 文章の分散表現

ここで、単語ではなく文章の類似度を測りたい場合、いくつかの方式が考えられる。直接文章の分散表現を算出する doc2vec などの方法 [Le 14, Dai 15, Lau 16] のほか、たとえば、各単語の分散表現を線形加算して文章の分散表現とする方法や各次元の最大値を取る方法、単語の重要度によって重み付けをした上で加算する方法、そもそも重要単語のみに絞りで加算する方法、などもある [Shen 18]。

単語のバリエーションが十分に大きい場合は、単語の分散表現を用いる方法を用いると、単語単体の分散表現を得ることも、文章の分散表現を得ることもでき、利便性が高い。ただし、すでに述べたとおり、文章の分散表現獲得に様々な方式が考えられ、それぞれ長短が存在する点には留意が必要となる。

■ 分散表現がもたらすメリット

分散表現を通じて文章（特許）をベクトル化できることで、いくつかのメリットが得られる。ひとつは単純にこれまで述べてきた「みかん」「ミカン」問題の緩和である。二つ目は情報の圧縮にある。前述の通り単純な \cos 類似度では単語それぞれを次元と見なすため、データセットが巨大になるとベクトルが数十万次元を超すこともあり、かつその多くがゼロでスパースである。一方、分散表現では手法にもよるものの、数百次元で表現でき可用性が高い。さらに、数百次元程度で表現できることにより、高次元ベクトル近傍探索などの手法の適用が容易になり、完全性を求めない場合は全組合せの計算を伴わずに類似文章が取得できるようになったり、実用的な時間で次元圧縮手法を適用できたり、といったことが実現する [小柴 19, 椿 19]。

こうした背景から、論文やファンディング研究課題、国会会議録など科学技術イノベーション政策関連のテキストデータについても分散表現を用いた分析が行われている [小柴 19, 椿 19]。

3. 高次元ベクトル近傍探索

既に述べたとおり、分散表現を用いることで「みかん」「ミカン」問題は緩和されるが、類似する分散表現の検索については単純には全ての組合せを計算する必要がある、このままでは大量データの処理には不向きである。そこで類似文書データの探索に供するため、作成した分散表現について Yahoo! JAPAN 社が開発・公開している高次元ベクトル近傍探索 (NGT: Neighborhood Graph and

Tree for Indexing High-dimensional Data) *[岩崎 13]を用いてインデクスを作成する。

NGT はその名前の通り高次元ベクトルの近傍探索を行うものである。つまり、全ての組合せを探索するのではなく、予め何らかの手法で得た「近傍」のベクトルについてのみ評価を行うことで探索範囲の枝刈りを行い、高速に距離の近い(類似度が高いと考えられる)ベクトルを見つけ出す。従って、NGT を用いることにより、任意の特許について近傍 n 点の特許データを取得する。といった操作を高速に行うことができる。

* <https://github.com/yahoojapan/NGT>

<参考文献>

[Arthur 07] Arthur, D. and Vassilvitskii, S.: K-means++: The Advantages of Careful Seeding, in Proceedings of the Eighteenth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, SODA '07, pp. 1027–1035, Philadelphia, PA, USA (2007), Society for Industrial and Applied Mathematics

[Arts 17] Arts, S., Cassiman, B., and Gomez, J. C.: Text Matching to Measure Patent Similarity, Strategic Management Journal, Vol. 39, (2017)

[Bojanowski 17] Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., and Mikolov, T.: Enriching Word Vectors with Subword Information, Transactions of the Association for Computational Linguistics, Vol. 5, pp. 135–146 (2017), arXiv:1607.04606

[Dai 15] Dai, A. M., Olah, C., and Le, Q. V.: Document embedding with paragraph vectors, CoRR, Vol. abs/1507.07998 (2015)

[Joulin 16] Joulin, A., Grave, E., Bojanowski, P., Douze, M., Jégou, H., and Mikolov, T.: FastText.zip: Compressing text classification models, arXiv preprint (2016), arXiv:1612.03651

[Lau 16] Lau, J. H. and Baldwin, T.: An empirical evaluation of doc2vec with practical insights into document embedding generation, CoRR, Vol. abs/1607.05368 (2016)

[Le 14] Le, Q. V. and Mikolov, T.: Distributed representations of sentences and documents, CoRR, Vol. abs/1405.4053 (2014)

[McInnes 18] McInnes, L., Healy, J., and Melville, J.: UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction, arXiv preprint (2018), arXiv:1802.03426

[Sato 15] Sato, T.: Neologism dictionary based on the language resources on the Web for Mecab (2015), <https://github.com/neologd/mecab-ipadic-neologd>

[Sato 16] Sato, T., Hashimoto, T., and Okumura, M.: Operation of a word segmentation dictionary generation system called NEologd, in Information Processing Society of Japan, Special Interest Group on Natural Language Processing (IPSI-SIGNAL), pp. NL-229–15, Information Processing Society of Japan (2016), (in Japanese)

[Sato 17] Sato, T., Hashimoto, T., and Okumura, M.: Implementation of a word segmentation dictionary called mecab-ipadic-NEologd and study on how to use it effectively for information retrieval, in Proceedings of the Twenty-third Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing, pp. NLP2017-B6-1, The Association for Natural Language Processing (2017), (in Japanese)

[Shen 18] Shen, D., Wang, G., Wang, W., Min, M. R., Su, Q., Zhang, Y., Li, C., Henao, R., and Carin, L.:

Baseline Needs More Love: On Simple Word-Embedding-Based Models and Associated Pooling Mechanisms, arXiv preprint (2018), arXiv:1805.09843

[WIPO 19] WIPO: Artificial Intelligence, WIPO Technology Trends 2019 (2019)

[Younge 16] Younge, K. A. and Kuhn, J. M.: Patent-to-Patent Similarity: A Vector Space Model, SSRN (2016)

[岩崎 13] 岩崎 雅二郎:商品画像検索へのグラフ構造型インデックスの適用, 画像電子学会誌, Vol. 42, No. 5, pp. 633-641 (2013)

[元橋 18] 元橋 一之:AI におけるサイエンスとイノベーションの共起化:米国における論文・特許データベースを用いた分析, NISTEP DISCUSSION PAPER, No. 160 (2018)

[小柴 19] 小柴 等, 森川 想:議事録を用いた我が国における議会・行政の関係性分析手法, 人工知能学会論文誌, Vol. 34, No. 5, pp. E-J47_1 - 10 (2019)

[椿 19] 椿 光之助, 小柴 等, 赤池 伸一:STI for SDGs に関する政策レビュー及び研究助成との関連づけへの人工知能 (AI) 関連技術の試行的活用, NISTEP DISCUSSION PAPER, No. 174 (2019)

[科学 07] 科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター:サイエンスマップ 2004, NISTEP REPORT, No. 100 (2007)

[科学 08] 科学技術基盤調査研究室:サイエンスマップ 2006, NISTEP REPORT, No. 110 (2008)

[科学 14] 科学技術・学術基盤調査研究室:サイエンスマップ 2010&2012, NISTEP REPORT, No. 159 (2014)

[科学 16] 科学技術・学術基盤調査研究室:サイエンスマップ 2014, NISTEP REPORT, No. 169 (2016)

[科学 18] 文部科学省 科学技術・学術政策研究所:サイエンスマップ 2016, NISTEP REPORT, No. 178 (2018)

[佐藤 17] 佐藤貢司,安井基陽,田中厚子,中村昭博,中田守: 被引用情報を用いた重要特許抽出方法の検証:, 情報プロフェッショナルシンポジウム予稿集, Vol. 2017, pp. 61 - 65 (2017)

[富澤 06] 富澤宏之,林隆之,山下泰弘,近藤正幸:有力特許に引用された科学論文の計量書誌学的分析, 情報管理, Vol. 49, No. 1, pp. 2-10 (2006)

[富永 18] 富永 泰規, 久々宇 篤志:特許文献への分類付与における付与根拠箇所推定, 情報の科学と技術, Vol. 68, No. 7, pp. 338 - 342 (2018)

[樽松 14] 樽松 理樹:特許構成を考慮した文書類似度に基づく特許からの課題分類・手段分類推定システム, 人工知能学会 全国大会論文集, Vol. JSAI2014, pp. 1A32 - 1A32 (2014)

出所: 本橋一之・小柴等・池内健太. 特許文書情報を用いた発明内容の抽出と出願人タイプ別特性比較.

Discussion Paper No.175. 科学技術・学術政策研究所. 2019

DISCUSSION PAPER No.183

第 11 回科学技術予測調査
科学技術や社会のトレンド把握

2020 年 6 月

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

〒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

S&T Foresight 2019: Horizon Scanning Report

June 2020

Science and Technology Foresight Center
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/dp183>



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