



第11回科学技術予測調査（速報版） について

令和元年6月24日

第10期環境エネルギー科学技術委員会（第3回）

科学技術・学術政策研究所

第11回科学技術予測調査（速報版）概要

- 次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立案のため基礎的な検討材料を提供することを目的として実施。1971年より開始、今回は11回目の調査。
- ターゲットイヤーは2040年（調査としては、現在～2050年以降を5年ごとに区分）。
- 科学技術の未来像と社会の未来像を描き、これらを統合して、科学技術の発展による社会の未来像を描く。
- AI関連技術等のICTの積極的な活用（自然言語処理など）。

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）

社会の未来像（ビジョニング）

ビジョンワークショップ（100名）、地域ワークショップ（6回、延べ340名）、国際ワークショップ（14ヶ国60名）

4つの価値と50の社会像

Humanity Inclusion Sustainability Curiosity

科学技術の発展による社会の未来像

無形・個人

人間らしさを再考し、
多様性を認め共生する
社会

人の考えは・・・？

無形・社会

リアルとバーチャルの調和が
進んだ柔軟な社会

仮想世界は・・・？

人間性の再興・再考による、柔軟な社会

有形・個人

人間機能の維持回復と
デジタルアシスタントの
融合による
「個性」が拡張した社会

人の機能は・・・？

有形・社会

カスタマイズと全体最適化
が共存し、自分らしく
生き続けられる社会

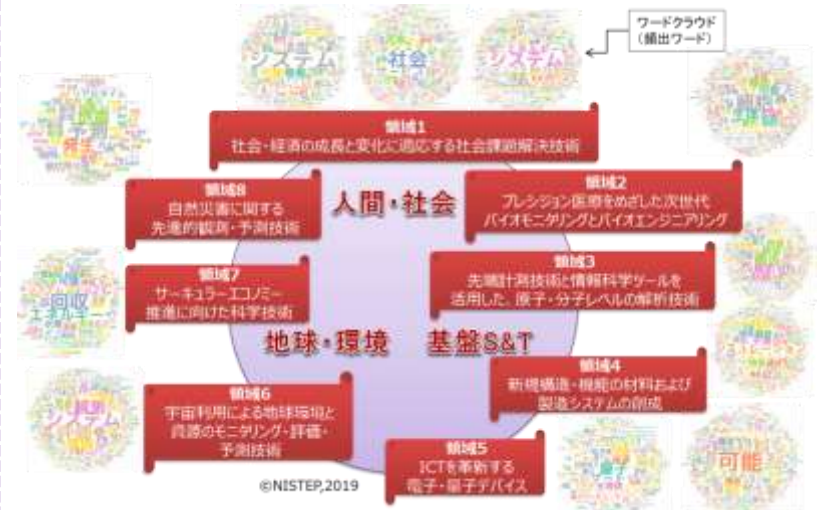
環境・社会は・・・？

科学技術の未来像（デルファイ調査）

- ・各分野の専門家へのアンケート（1回目6698名、NISTEP専門家ネットワーク、JST researchmap等）
- ・各界の有識者によるエキスパート・ジャッジ（科学技術予測委員会、分科会など74名）
- ・人文・社会学者等へのインタビュー（7名）など

科学技術トピック 702件（7分野59細目）

未来につながるクローズアップ領域（横断8領域）



©NISTEP,2019

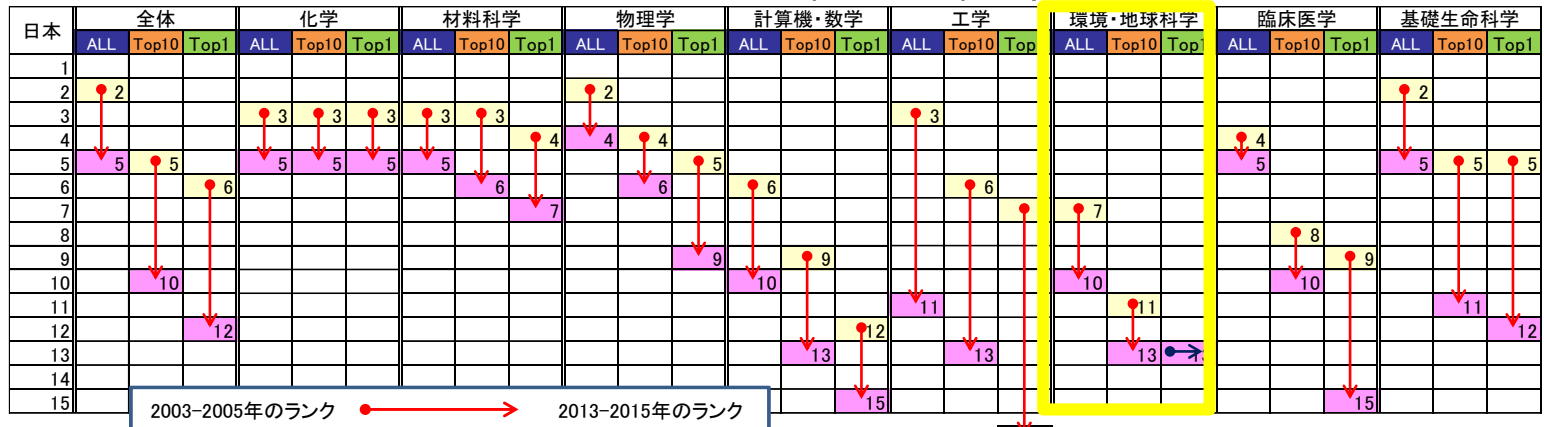
その他 特定分野に軸足を置く8領域

(参考) 環境・地球科学分野の論文の動向

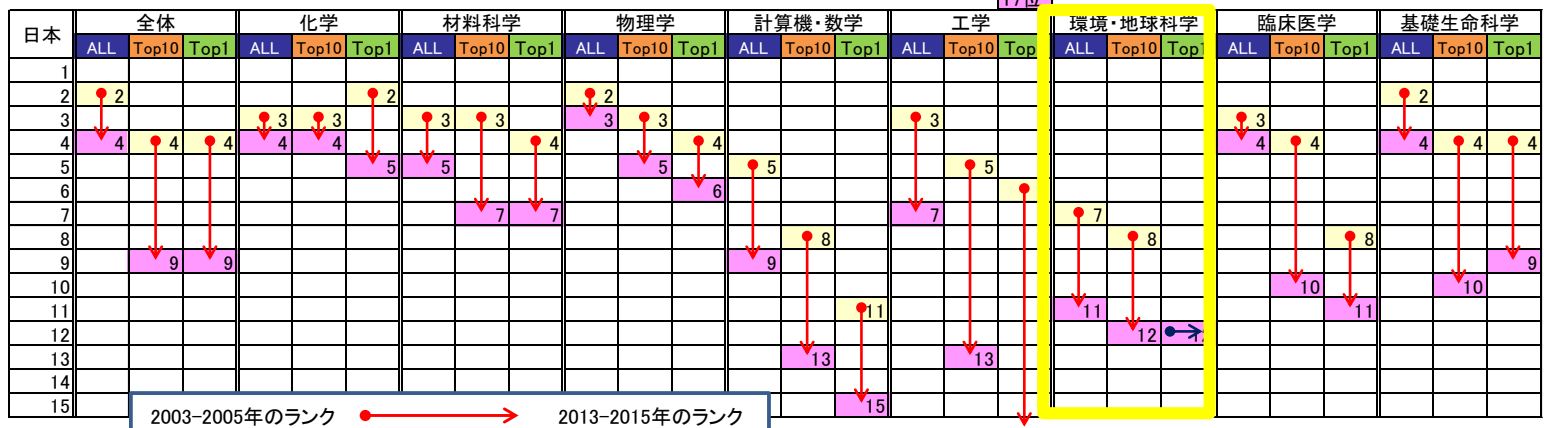
論文数及び注目度の高い論文数 (Top10%、Top1%)における日本のランクが、全体及び多くの分野で10年間で後退している中、環境・地球科学分野のTop1%論文はランクを維持している。

【日本の論文数、注目度の高い論文数 (Top10%、Top1%)の世界ランクの変動】

整数カウント法
(論文の生産への関与度)



分数カウント法
(論文の生産への貢献度)



注：ALL:論文数における世界ランク。Top10：被引用数が世界でTop10%に入るの注目度の高い論文における世界ランク。Top1：被引用数が世界でTop1%に入る特に注目度の高い論文における世界ランク。矢印始点のランクは2003-2005年の状況を、矢印の先のランクは2013-2015年の状況を示している。



科学技術の未来像 (デルファイ調査)

-環境エネルギー科学技術委員会
における検討に向けて-

- 調査分野毎の分科会にて科学技術発展の方向性を検討、702の科学技術トピックを設定。
- ウェブアンケートにより、科学技術トピックに関する専門家の見解を収集。

● 調査分野

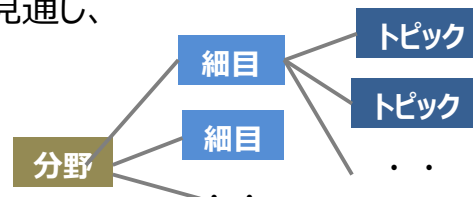
- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

● 科学技術トピック

2050年までの実現が期待される科学技術
計702件（7分野59細目）

● 科学技術トピックに対する質問項目

重要度、国際競争力、実現見通し、
実現に向けた政策手段



● アンケート実施期間

1回目：2019年2月20日～3月25日
2回目：2019年5月16日～6月14日

● アンケート回答者

NISTEP専門家ネットワーク専門調査員、
JST researchmap登録者など

1回目：6698名

* 意見の取れんを目的として、同じ質問を同じ回答者に
繰り返すデルファイ法により実施。

(回答者の内訳)

30代:20% 40代:35% 50代:27%
男性:85% 女性:14%
企業:11% 大学等:69% 公的機関:16%

科学技術トピックに関する質問項目

項目	内容	選択肢
重要度 (単数選択)	30年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
国際競争力 (単数選択)	現在の日本が置かれた国際競争力の状況	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
科学技術の実現見通し (単数選択)	日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期	実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない
科学技術の実現に向けた政策手段 (複数選択可)	科学技術的な実現に向け、求められる政府手段	人材の育成・確保、研究開発費の拡充、研究基盤整備、国内連携・協力、国際連携・標準化、法規制の整備、倫理的課題への対応、その他
社会的実現見通し (単数選択)	日本を含む世界のどこかでの科学技術的な実現に続き、日本で社会的に実現する時期	実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない
社会的実現に向けた政策手段 (複数選択可)	日本での社会的な実現に向け、求められる政府手段	人材の育成・確保、事業補助、事業環境整備、国内連携・協力、国際連携・標準化、法規制の整備、倫理的・法的・社会的課題への対応、その他

（1）本委員会での検討のために分析対象としたトピック

- 環境エネルギー科学技術委員会での検討に資するため、パリ協定長期戦略案や事業工程表のプログラム（気候変動、総合的気候モデル、地球環境情報など）に関連するトピックをNISTEP科学技術予測センターが抽出（計243トピック）

抽出したトピックが含まれる分野・細目

健康・医療・生命科学 (96)	農林水産・食品・バイオテクノロジー (97)	環境・資源・エネルギー (106)	ICT・アナリティクス・サービス (107)	マテリアル・デバイス・プロセス (101)	都市・建築・土木・交通 (95)	宇宙・海洋・地球・科学基盤 (100)
医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）(20)	生産エコシステム (19)	エネルギー変換 (25)	未来社会デザイン (5)	物質・材料 (11)	国土利用・保全 (11)	宇宙 (11)
医療機器開発 (12)	フードエコシステム (12)	エネルギーシステム (12)	データサイエンス・AI (11)	プロセス・マニファクチャリング (12)	建築 (12)	海洋 (10)
老化及び非感染性疾患 (19)	資源エコシステム (14)	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R) (28)	コンピュータシステム (12)	計算科学・データ科学 (13)	社会基盤施設 (11)	地球 (13)
脳科学（精神・神経疾患、認知・行動科学を含む）(10)	システム基盤 (12)	水 (12)	IoT・ロボティクス (9)	先端計測・解析手法 (16)	都市・環境 (9)	観測・予測 (10)
健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）(10)	次世代バイオテクノロジー (15)	地球温暖化 (7)	ネットワーク・インフラ (11)	応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）(14)	建設生産システム (9)	計算・数理・情報科学 (11)
情報と健康、社会医学 (13)	バイオマス (9)	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）(16)	セキュリティ、プライバシー (10)	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）(9)	交通システム (12)	素粒子・原子核、加速器 (9)
生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）(12)	安全・安心・健康 (9)	リスクマネジメント (6)	サービスサイエンス (12)	応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）(11)	車・鉄道・船舶・航空 (13)	量子ビーム：放射光 (12)
	コミュニティ (7)		産業、ビジネス、経営応用 (10)	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）(15)	防災・減災技術 (9)	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等 (13)
			政策、制度設計支援技術 (8)		防災・減災情報 (9)	光・量子技術 (11)
			社会実装 (10)			
			インタラクション (9)			

* カッコ内は含まれるトピック数
* 細目は、アンケート回答の便宜のために設けた区分であり、分野分類ではない。7

環境・エネルギー関連科学技術の結果 (1回目暫定値)

(2) 重要度の高い20トピック

➤ 上位を占めるのは、気象観測関連。エネルギー関連では、電池関連が挙がる。(各科学技術トピックに対する回答者の絶対評価の平均であることに留意)

	トピック	回答数	重要度
1	詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術	91	1.49
2	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	134	1.48
3	エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ大容量高出力電池	160	1.48
4	電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池(寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下)	124	1.44
5	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土建造物のリアルタイム被害予測	60	1.37
6	自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	215	1.35
7	早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化	57	1.35
8	線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ	69	1.33
9	線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	98	1.33
10	現在用いられているものより電力性能比が大幅(100倍程度)に改善されたスーパーコンピュータ(並列化による大規模計算機システム)	168	1.31
11	系統連系安定化のための長寿命かつ低コストのMW規模二次電池(寿命:20年以上、コスト1.5万円/kWh以下)	111	1.31
12	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	135	1.30
13	準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	51	1.29
14	変換効率50%を超える太陽電池	196	1.29
15	環境作用に対する高い劣化抵抗性および外力作用に対する強靱性を有する社会基盤施設	56	1.29
16	人口減少にともなって発生する低未利用地の粗放的な維持管理技術	94	1.26
17	人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・長時間解像度気象予測と災害リスク評価システム	54	1.24
18	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	75	1.24
19	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	128	1.23
20	自然災害に対する電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術(再生可能エネルギーを含む)	72	1.22

抽出キーワード

エネルギー
発電
電池
再生可能エネルギー
CO₂
水
バイオマス
資源
リデュース・リユース・リサイクル(3R)
省エネルギー
環境
環境保全
生態系
気象
気候変動
モニタリング

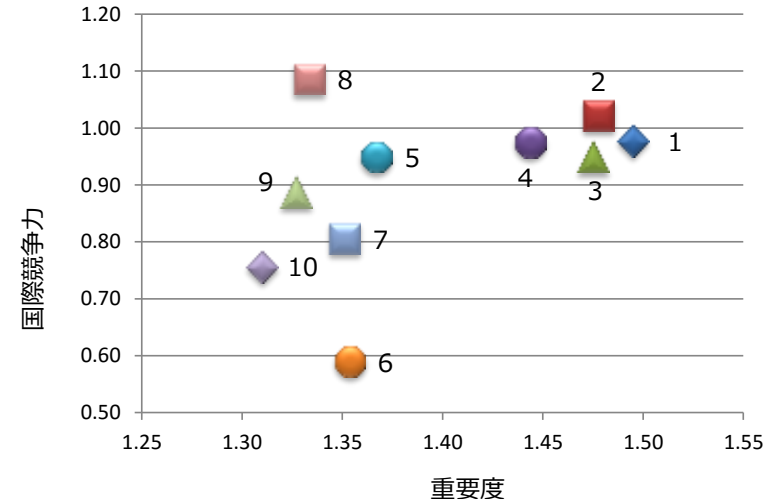
環境・エネルギー関連科学技術の結果（1回目暫定値）

（3）重要度の高い10トピックの国際競争力

- 重要度が高いトピックは、国際競争力が高い傾向にあり、気象観測、電池に関連するものが相対的に高い。
- ただし、国際競争力が、絶対評価として+1（高い）を超えるものは限られている。

* 結果は、1回目暫定値

* スコアは、非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)として算出



	トピック	重要度	競争力
1	詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術	1.49	0.98
2	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	1.48	1.02
3	エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ高容量高出力電池	1.48	0.95
4	電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下）	1.44	0.98
5	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	1.37	0.95
6	自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	1.35	0.59
7	早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化	1.35	0.81
8	線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ	1.33	1.09
9	線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	1.33	0.89
10	現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）	1.31	0.76

環境・エネルギー関連科学技術の結果（1回目暫定値）

（4）重要度の高い20トピックの実現時期

- 今後10年程度で科学技術的に実現、その後3年程度で社会的実現の見通し。
- 前半に、気象観測関連、後半に電池関連と分かれる。

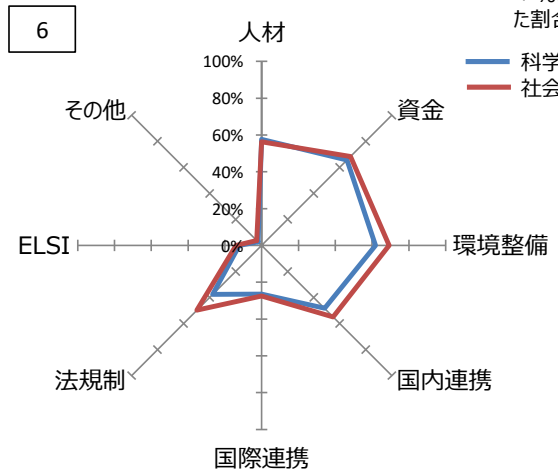
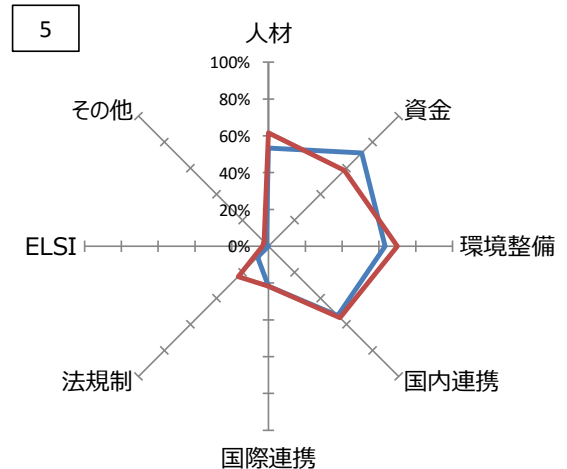
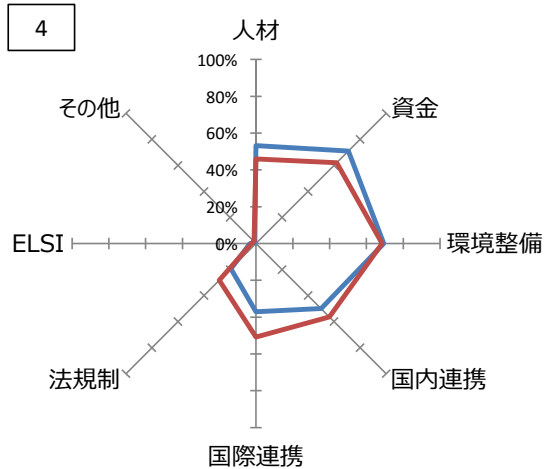
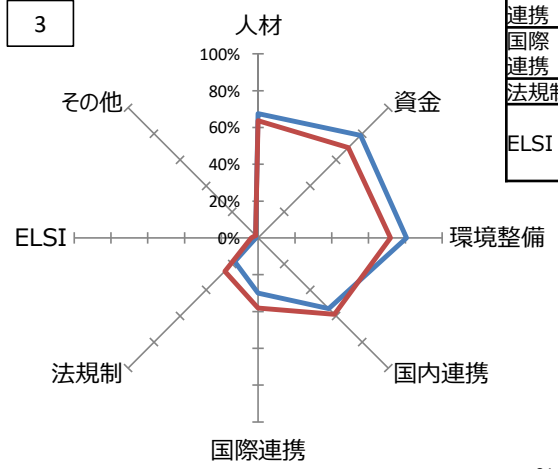
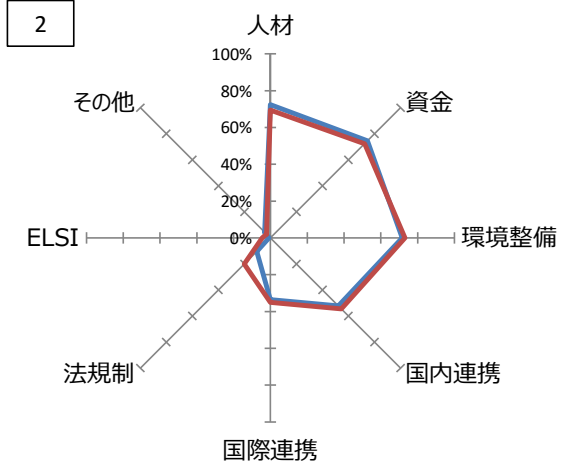
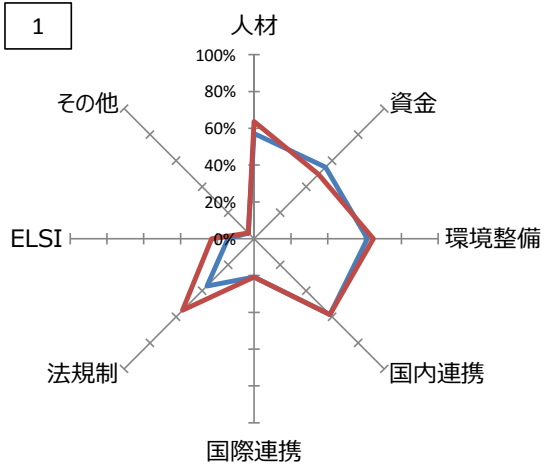
トピック	重要度 順位	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ	8	2025	2027
詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術	1	2027	2028
高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	2	2027	2029
局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土建造物のリアルタイム被害予測	5	2027	2029
自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	6	2027	2028
早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化	7	2027	2031
準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	13	2027	2029
線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	9	2028	2029
現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）	10	2028	2029
人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術	12	2028	2030
環境作用に対する高い劣化抵抗性および外力作用に対する強靱性を有する社会基盤施設	15	2028	2030
人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・高時間解像度気象予測と災害リスク評価システム	17	2028	2030
自然災害に対する電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術（再生可能エネルギーを含む）	20	2028	2031
エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上（自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当）の性能をもつ高容量高出力電池	3	2029	2032
電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下）	4	2029	2032
人口減少にともなって発生する低未利用地の粗放的な維持管理技術	16	2029	2031
小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	18	2029	2031
放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術	19	2029	2031
系統連系安定化のための長寿命かつ低コストのMW規模二次電池（寿命20年以上、コスト1.5万円/kWh以下）	11	2030	2033
変換効率50%を超える太陽電池	14	2032	2036

環境・エネルギー関連科学技術の結果（1回目暫定値）

（5）重要度の高い10トピックの実現に向けた政策手段

1 詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術	回答数 91
2 高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	134
3 エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ高容量高出力電池	160
4 電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下）	124
5 局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	60
6 自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	215

人材	人材の育成・確保
資金	研究開発費 拡充/事業補助
環境整備	研究基盤整備/事業環境整備
国内連携	国内連携・協力
国際連携	国際連携・標準化
法規制	法規制整備
ELSI	倫理的・法的 社会的課題への対応



* %は選択された割合

— 科学技術の実現 (Blue line)

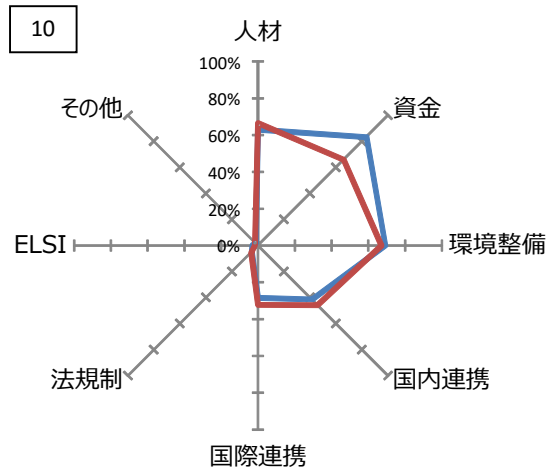
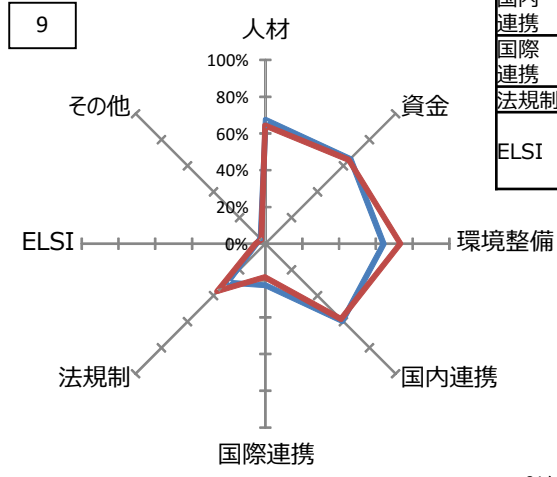
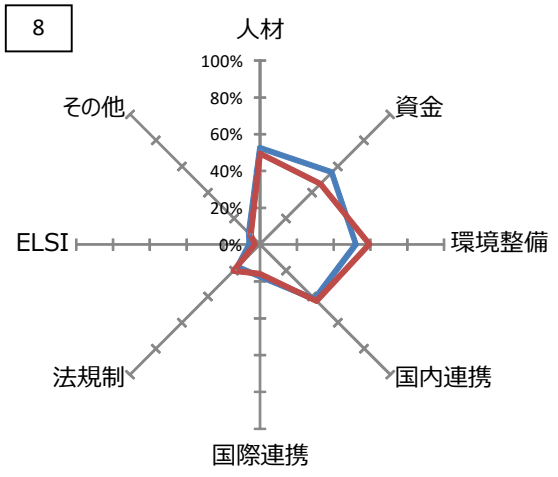
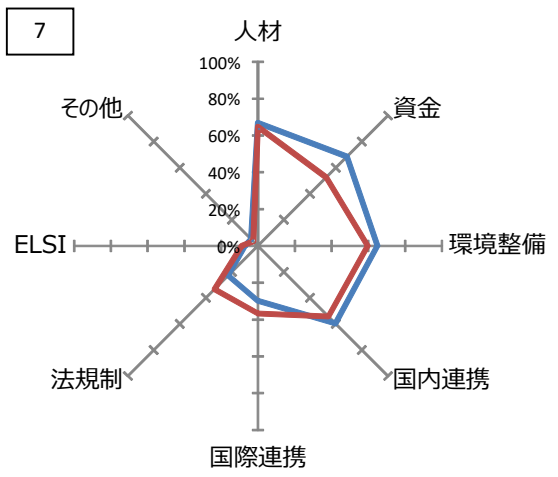
— 社会的実現 (Red line)

環境・エネルギー関連科学技術の結果（1回目暫定値）

（5）重要度の高い10トピックの実現に向けた政策手段（続き）

7 早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化	回答数	57
8 線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ		69
9 線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術		98
10 現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）		168

人材	人材の育成・確保
資金	研究開発費 拡充/事業補助
環境整備	研究基盤整備/ 事業環境整備
国内連携	国内連携・協力
国際連携	国際連携・標準化
法規制	法規制整備
ELSI	倫理的・法的 社会的課題への対応



* %は選択された割合
 — 科学技術の実現
 — 社会的実現

- 科学技術的実現に向けた手段では、全体的に研究開発費、基盤整備（研究施設・設備や知的基盤・情報基盤など）、人材育成が高い。
- 社会的実現に向けた手段では、全体的に事業環境整備（ベンチャーや創業支援のための税制の措置、実証実験環境の整備など事業化のための間接支援施策）、事業補助、人材育成が高い。



未来につなぐクローズアップ領域 -第11回科学技術予測調査 (速報版) より-

未来につなぐクローズアップ領域の検討方法

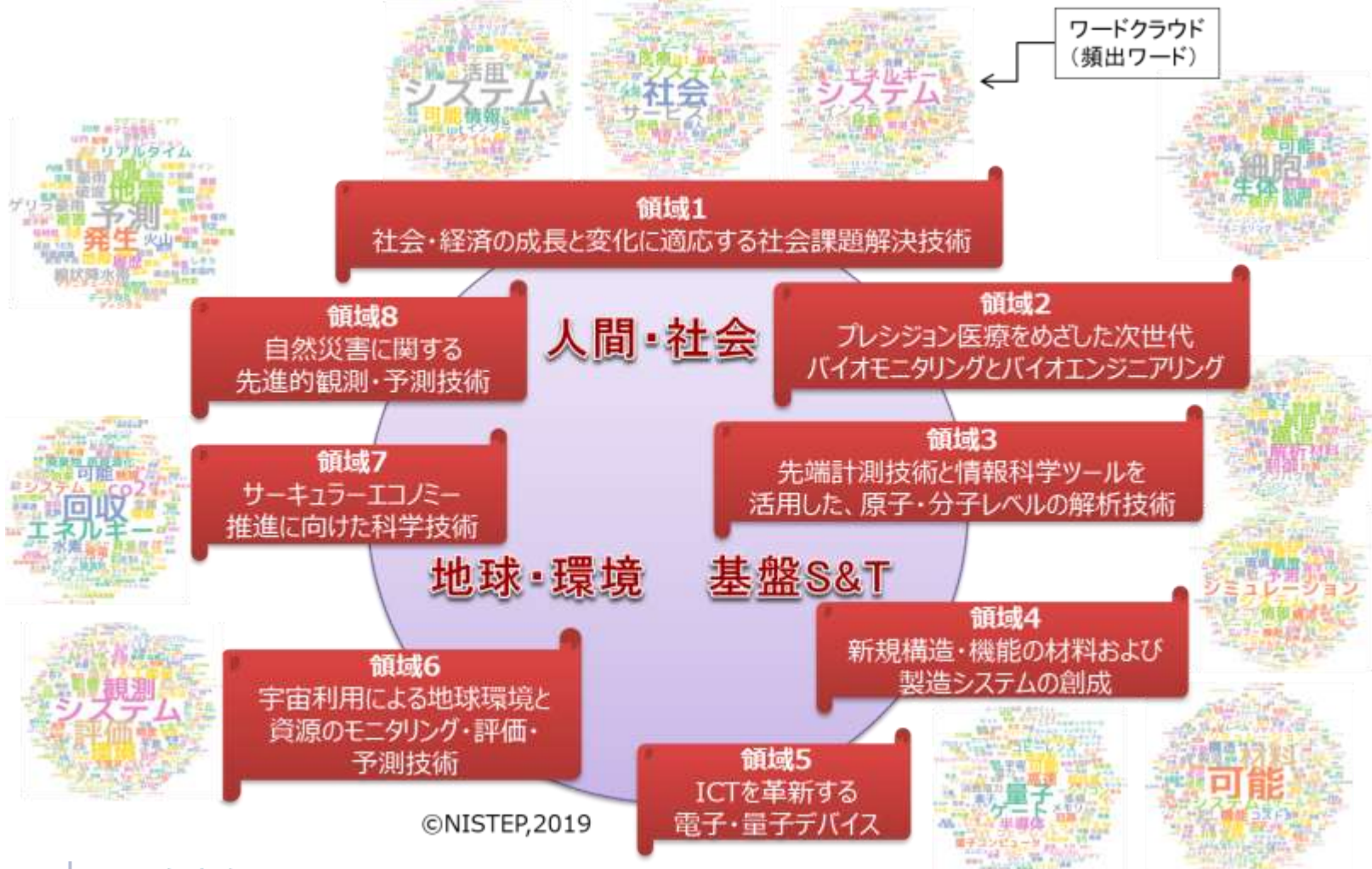
- 「未来につなぐクローズアップ領域」とは
 - 科学技術の視点から今後推進すべきと考えられる分野横断的な研究開発領域
- 選定方法
 - デルファイ調査の702の科学技術トピック（以降、トピック）に対して、ニューラルネットワークを用いた自然言語処理によりトピック間の類似度を分析し、階層的クラスタリングにより類似するトピックをグループ化（トピッククラスター）、専門家によるトピッククラスターの評価と再構築を経て、最終的に選定
- 特徴
 - AI関連技術を活用したデータの機械的処理（トピックの自然言語処理による類似度分析とクラスタリング）と、エキスパートジャッジ（科学技術予測調査検討会）との組合せによる選定



- 環境・資源・エネルギー
- 健康・医療・生命科学
- 農林水産・食品・バイオテクノロジー
- 都市・建築・土木・交通
- マテリアル・デバイス・プロセス
- 宇宙・海洋・地球・科学基盤
- ICT・アナリティクス・サービス

分野横断性の高い8領域の全体像

- 基礎科学から社会技術まで適用されるデータサイエンスに着目
- キーとなる技術として、計測・観測（モニタリング）、シミュレーション、インフォマティクス・AI、量子技術



分野横断性の高い8領域の概要

① 社会・経済の成長と変化に適応する 社会課題解決技術

社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けたAI、IoT、量子コンピューティング、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象（ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ）が抱える課題を解決する科学技術領域。

③ 先端計測技術と情報科学ツールを 活用した原子・分子レベルの解析技術

量子ビーム応用などの先端計測や、シミュレーション・インフォマティクス・AIなどの情報科学ツールを活用した、構造・機能材料、高分子、生体分子などの構造や状態の解析・解明・予測、農作物や医薬品の開発・品質管理に関する科学技術領域。

② プレジジョン医療をめざした次世代 バイオモニタリングとバイオエンジニアリング

完全非侵襲・高感度・高精細・リアルタイムモニタリングにより、人の個体から組織・臓器、細胞、分子レベルにわたり生命現象を捉えることで、バイオエンジニアリングによる再生・細胞医療や次世代ゲノム編集技術による遺伝子治療のような高度医療の技術開発につなぐ科学技術領域。

④ 新規構造・機能の材料および 製造システムの創成

材料から構造物、環境、医療に関わる要素技術まで生活環境向上に寄与する、シミュレーションとデータ活用による材料の構造・物性予測や、材料・デバイスの実用化のための先進製造・流通システムやコスト低減に関する科学技術領域。

分野横断性の高い8領域の概要（続き）

⑤ ICTを革新する電子・量子デバイス

ICT革新に寄与する、高速・高密度・低消費電力の電子・情報デバイス、高効率パワーデバイス、高コヒーレンス量子デバイス（量子コンピューティング・センシング）に関する科学技術領域。

⑥ 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術

地球環境・資源を地上や人工衛星から複合的にモニタリング・評価し、数理モデルで予測することにより、人間活動がもたらす地球環境の変化や自然災害への対処、エネルギー、地下・海洋資源や農林水産資源の探索に寄与する科学技術領域。

⑦ サークュラーエコノミー推進に向けた科学技術

資源の循環と持続可能な生産に向けた、CO₂や廃棄物の再資源化技術、バイオマス利用技術、高レベル放射性廃棄物処理技術、レアメタルの回収・利用技術、環境循環の中での有害化学物質等の管理技術に関する科学技術領域。

⑧ 自然災害に関する先進的観測・予測技術

豪雨や地震・火山噴火等の自然災害とそれらが及ぼす被害の先進的観測・予測技術と防災・減災技術、および山地や海岸線等の国土変化予測による国土保全、長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計等に関する科学技術領域。

6. 宇宙利用による地球環境と 資源のモニタリング・評価・予測技術

環境・資源・
エネルギー

宇宙・海洋・地球・
科学基盤

農林水産・食品・
バイオテクノロジー

領域概要

地球環境・資源を地上や人工衛星から複合的にモニタリング・評価し、数理モデルで予測することにより、人間活動がもたらす地球環境の変化や自然災害への対処、エネルギー、地下・海洋資源や農林水産資源の探索に寄与する科学技術領域。

科学技術トピック

<環境・資源・エネルギー>

- ✓ ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
- ✓ 衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化
- ✓ 水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術
- ✓ 雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術
- ✓ 高解像度大気循環モデルと海洋大循環モデルおよび社会活動に伴う物質・エネルギー循環をデータ同化によって考慮した地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測
- ✓ 携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム

<宇宙・海洋・地球・科学基盤>

- ✓ 氷海域（氷海下含む）における海洋環境モニターや海底探査（石油、天然ガス、鉱物資源等）技術
- ✓ 人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機（AUV）等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム
- ✓ 東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能30mで常時観測する技術

<農林水産・食品・バイオテクノロジー>

- ✓ リモートセンシングやネットワークを活用した森林/海藻・海草などの農林水産資源の広域モニタリングシステム

7. サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術

環境・資源・
エネルギーマテリアル・デバイス・
プロセス農林水産・食品・
バイオテクノロジー

領域概要

資源の循環と持続可能な生産に向けた、CO₂や廃棄物の再資源化技術、バイオマス利用技術、高レベル放射性廃棄物処理技術、レアメタルの回収・利用技術、環境循環の中での有害化学物質等の管理技術に関する科学技術領域。

科学技術トピック

<環境・資源・エネルギー>

- ✓ バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション
- ✓ 大気から回収されたCO₂と非化石エネルギー起源の水素からの炭化水素燃料（航空機燃料など）の製造
- ✓ 海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術
- ✓ 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
- ✓ 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術
- ✓ 物質フローの共通データベース化による資源・有害物質の管理

<マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 水素社会を目指して、貴金属使用量が触媒劣化を考慮した上で、対2018年比で10分の1以下となる燃料電池
- ✓ CO₂の還元による再資源化（燃料や化学原料を合成）をエネルギー効率20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成
- ✓ CO₂固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料

<農林水産・食品・バイオテクノロジー>

- ✓ 植物・微生物を利用して土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術

特定分野に軸足を置く8領域の概要

No	領域名	概要
A	新たなデータ流通・利活用システム	産業・医療・教育に係るデータ、個人情報や研究データといった多種多様で大量の情報を、適正かつ効果的に収集・共有・分析・活用するための科学技術領域。
B	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	人間社会に溶け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を自然な形で支援・拡張するロボットに関する科学技術領域。
C	次世代通信・暗号技術	光・量子通信と量子暗号に代表される、超高速・超大容量、超長距離・超広帯域、超低遅延・超低消費電力、多数同時接続、かつセキュリティの高い通信に関する科学技術領域。
D	交通に係るヒューマンエラー防止技術	鉄道、船舶、航空機での無人運転・運航・操縦に代表される、陸・海・空の各運輸モードでのヒューマンエラーを防止するための支援技術・システムに関する科学技術領域。
E	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	人の発達過程における環境と疾病との関係性の解明、老化・機能低下のメカニズム解明やその制御、加齢性疾患の予防・診断・治療法開発など、人の胎児期から乳幼児期、就学期、就労期、高齢期までを連続的にとらえた生涯保健に関する科学技術領域。
F	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	動植物、微生物、環境、人間の相互作用（生態系）に着目した、農林水産業における生産性や品質の向上と効率化、環境への負荷低減や生産環境の保全、遺伝資源の保存と利用のための資源管理などに基づく新しい持続的生産システムの構築に関する科学技術領域。
G	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	エネルギー源の多様化によるエネルギー安全保障の強化や低炭素社会を実現する、太陽光・風力発電などの再生可能エネルギー技術や直流送電システム、超伝導技術、ワイアレス給電技術などの次世代電力ネットワークに関する科学技術領域。
H	宇宙と人類の起源を解く基礎科学	太陽系・銀河系の形成、軽元素・重元素合成の進化過程、ダークマター・ダークエネルギーの正体、量子重力理論、インフレーション仮説等、宇宙の謎の解明、定説の確立など、宇宙と人類の起源に関する科学技術領域。

G. 持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術

環境・資源・
エネルギー

マテリアル・デバイス・
プロセス

領域概要

エネルギー源の多様化によるエネルギー安全保障の強化や低炭素社会を実現する、太陽光・風力発電などの再生可能エネルギー技術や直流送電システム、超伝導技術、ワイレス給電技術などの次世代電力ネットワークに関する科学技術領域。

科学技術トピック

<環境・資源・エネルギー>

- ✓ 太陽熱等を利用した水素製造技術
- ✓ 50MW級洋上浮体式風力発電
- ✓ 10MWクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術
- ✓ ウィンドファーム用の直流送電ケーブルシステム
- ✓ 現在の275kV CVケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ66-77kV超電導送電ケーブル
- ✓ 自動車の走行中の非接触充電技術
- ✓ 5MW級の電力貯蔵用超電導フライホイール
- ✓ 数十kWh規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム

<マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ高容量高出力電池
- ✓ 高圧直流送電用機器(電力変換機、絶縁体、ケーブル)の低コスト・小型化によるスマートグリッド



参考

科学技術予測調査の歴史	-----	23
「社会の未来像」検討	-----	24
検討方法、抽出された50の社会像と4つの価値		
「科学技術発展による社会の未来像」検討	-----	26
基本シナリオの検討方法、目指す社会の姿		
「科学技術の未来像」検討	-----	32
対象分野・細目、トピック設定方法、アンケート回答者、 質問項目の詳細、キーワード別トピック一覧		
過去の科学技術予測調査の事例	-----	42
前回調査結果例、過去調査で予測された科学技術トピックの実現度		
検討体制	-----	44
関係報告書等	-----	48

科学技術予測調査の歴史



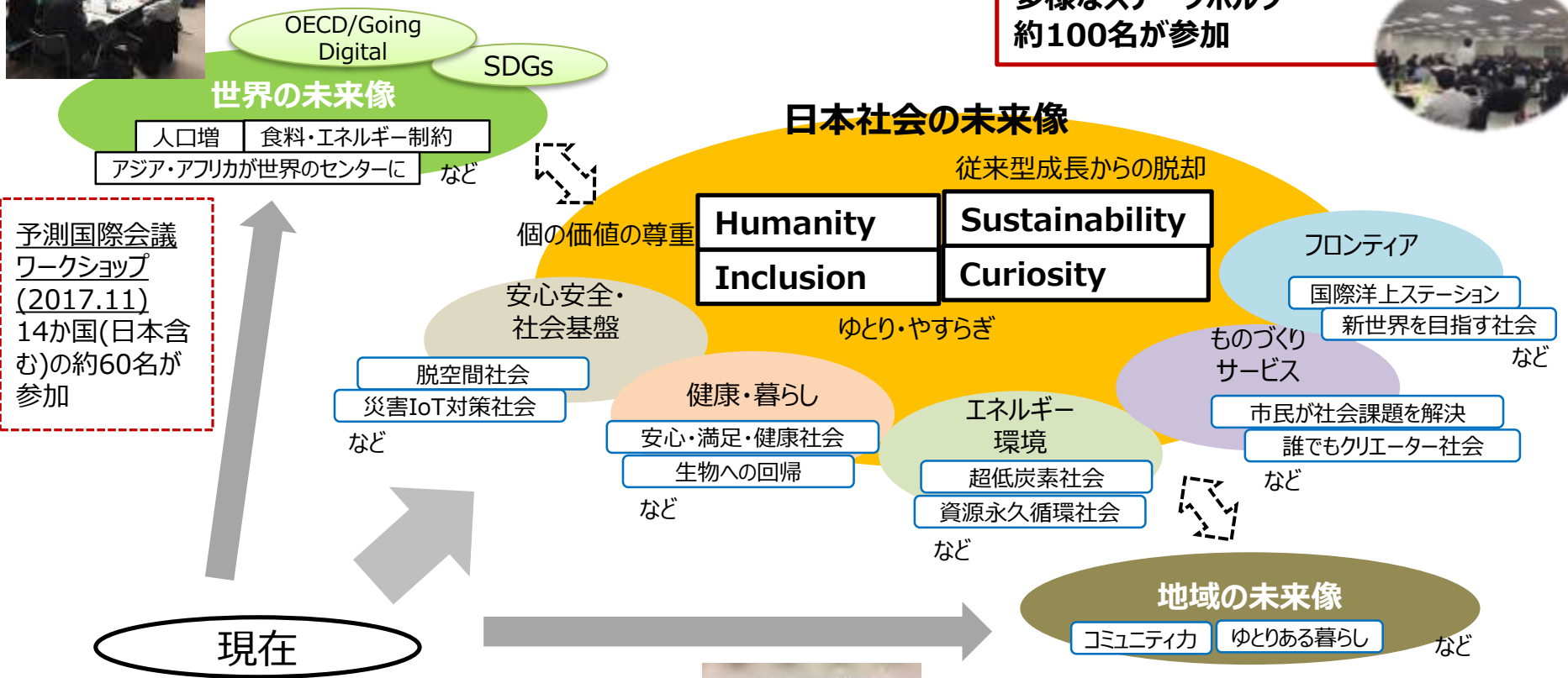
「社会の未来像」検討

(1) 検討方法

- 2018年1月、多様なステークホルダーの参加により、ビジョンワークショップを開催。
- 世界の未来像及び地域の未来像を踏まえ、日本社会の未来像を検討。



ビジョンワークショップ(2018.1)
多様なステークホルダー
約100名が参加



「社会の未来像」検討

(2) 抽出された50の社会像と4つの価値

- 50の日本社会の未来像を描出、4つの価値に集約。
- Sustainabilityの下には、資源・エネルギー制約に関連する社会が挙がる。

生き方、人間らしさ、機械社会と人間、自動化、日本人らしさ、文化、幸福、コミュニティの価値が増す社会

異なる特徴を持つ人的なものが、個々の特徴の価値を理解し、つながることを通じて、進化を続ける社会

資源、エネルギー、食料、環境、循環、災害対策、市民活動が重要視される社会

Humanity 変わりゆく生き方

変わりゆく個人の生き方

誰でもクリエイター社会	“超”成熟社会	ヒトの育て方
びんびんコロリ社会	人間・機械融合社会	人間性拡張した社会
AND人間の育つ社会	安心・満足・健康社会	超人間社会：身体を制御し拡張する社会
多重人格社会	アナログ健康長寿社会	寿命選択制社会
超運命社会	暮らし方多様化社会	

変わりゆく暮らし・コミュニティ

生物への回帰	江戸銭湯社会	新しい技術と社会・人間との新しい関係が構築される社会
超生物社会	超ロボット社会	
“楽”社会	まとまらないことでまとまっている社会	不滅の好奇心によって新世界を目指す社会
時空を超え繋がる社会	野性味社会	
労働の多様化社会		

Inclusion 誰一人取り残さない

脱空間社会	多次元社会
多重人格社会	多様性を担保した上で科学技術を最大限に活用する社会
ボーダレス社会	超高齢化でイノベーションを起こす社会
高齢者のモチベーションを創出・保障する社会	個人の価値観と多様性に寛容な社会
総活躍社会	ユビキタス生活社会
時空を超え繋がる社会	移動と物流の高度化
インクルーシブ社会	
Japan as platform	

脱空間社会（活動空間が宇宙・海洋まで）

洋上ステーション社会

Sustainability 持続可能な日本

“換”社会	資源永久循環社会
“超”成熟社会	資源不足に不安のない社会
IoTにより災害に対する備えが十分な社会	サステナビリティ/海洋資源活用
超データエコノミー社会	ネオサステナビリティを実現した社会
不確実性の下で持続可能なエネルギー・環境	脱GDP社会
市民自らが社会課題を解決する社会	次世代IoTによる超低炭素社会
想定外を吸収できる社会	分散型発電が最適化されている社会

Curiosity 不滅の好奇心

探究心、活動空間の拡大が重要視される社会

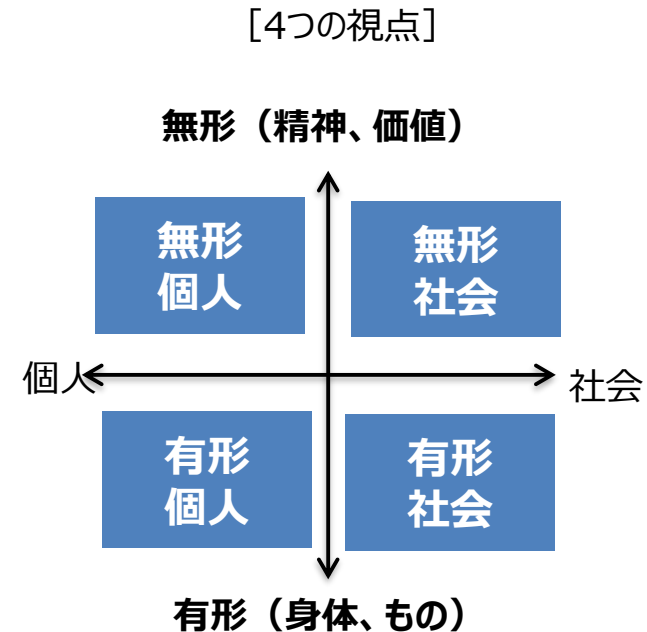
「科学技術発展による社会の未来像」検討

(1) 基本シナリオの検討方法

- 「基本シナリオ」とは、科学技術発展により目指す社会の姿を包括的に描いたもの。
- 2019年2月、基本シナリオワークショップを開催。ビジョンワークショップ結果より導出した4つの視点から、社会の未来像と科学技術の未来像を統合。



基本シナリオワークショップ(2019.2)
ビジョンワークショップ参加者、デルファイ調査分科会委員など、22名が参加



「科学技術発展による社会の未来像」検討

(2) 目指す社会の姿 (4つの包括シナリオ)

無形・個人

A 人間らしさを再考し、 多様性を認め共生する社会

多様な文化や価値観を持つ人々が日本に集まり、認められ、共生する社会。それぞれが違った価値観のまま、共に協力しながら認め合い、生活している社会。

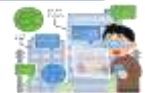


人の考えは・・・？

無形・社会

B リアルとバーチャルの調和が 進んだ柔軟な社会

人とロボットがゆるく繋がり、競争と協調のバランスがとれた社会。個の集合体が伝統的な家族の役割を果たし、遠隔も含めてグローバルな環境で活動。



仮想世界は・・・？

人間性の再興・再考による、柔軟な社会

有形・個人

C 人間機能の維持回復と デジタルアシスタントの融合による 「個性」が拡張した社会

人間の身体能力が、拡張または飛躍的に向上した社会。個人の能力差は無くなり、移動方法も拡張。データベースや集合知によって、地理的制約・知識的制約も解消。



人の機能は・・・？

有形・社会

D カスタマイズと全体最適化が共存し 自分らしく生き続けられる社会

カスタマイズと全体最適のバランスが保たれ、資源制約や不測の事態にも的確に対応。人と違うことに価値を見出し、新たな価値創造を行う持続可能社会。



環境・社会は・・・？

「科学技術発展による社会の未来像」検討（2） 目指す社会の姿

シナリオA：人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会

無形・個人

概要

多様な文化や価値観を持つ人々が日本に集まり、認められ、共生する社会。従来の価値観や場所に縛られないが、それぞれが孤立することなく共に協力しながら認め合い、自由に生活している社会。心や感情の伝達技術により、個人やコミュニティの心的ケアの手法やネットワークも確立している。

関連科学技術トピック例（実現時期は1回目アンケートの暫定値）

脳機能
イメージング

脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術（2030/2035）



体験伝達
メディア

個人の体験を、感覚情報のみならず、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それを編集・伝達・体験・共有できるようにするメディア（2030/2033）



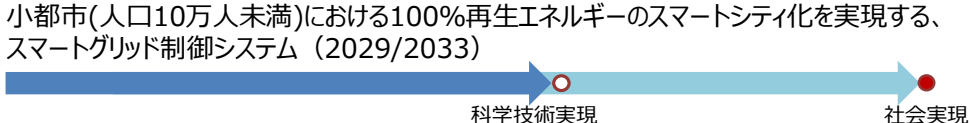
多言語・
非言語ナビ

画像認識と音声認識が融合した、映画音声のリアルタイム自動翻訳（2027/2029）



自立型
都市圏

高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム（2025/2029）



2040年の社会像

感情の科学

- ・小さな感情の変化の検知
- ・リアリティのある感情伝達と共有
- ・迅速な心のケアネットワーク

価値中心コミュニティ

- ・多様な価値の共存
- ・固定観念に縛られず共生
- ・価値観の共有でつながる

活動拠点の自由化

- ・好きな場所で暮らし働く
- ・少規模スマートシティ
- ・安全安心なナビゲーション

2020

2030

2040

留意点

- ・コミュニティ内での興味・関心の閉塞化や、他のコミュニティとの対立・無関心によるコミュニティの分断防止
- ・異質の価値にふれあう機会や、コミュニティ間で共通の体験・経験を生み出す機会づくり
- ・持続的にサービスを利用するためのインフラメンテナンスコストの確保

「科学技術発展による社会の未来像」検討（2）目指す社会の姿

シナリオB：リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会

無形・社会

概要

人とロボットがゆるく繋がり、競争と協調のバランスがとれた社会。
個の集合体が伝統的な家族の役割をし、バーチャルとの調和により、グローバルな環境での仕事や遠隔地での活動が可能となる。人の健康は向上する。国際競争力には、日本独自の工芸品や技術が貢献している。

関連科学技術トピック例（実現時期は1回目アンケートの暫定値）

コミュニティ

最先端デジタル技術を用いたコミュニティの可視化モニタリング技術（2028/2032）

科学技術実現 社会実現

ロボット・ ヒューマンシン インターフェース

誰もが遠隔地の人やロボットの動作の一部もしくは全身を自在に操り、身体の貸主や周囲の人と協調して作業を行うことができる身体共有技術（2030/2033）

科学技術実現 社会実現

リアルタイム モニタリング

運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMIデバイス（2029/2032）

科学技術実現 社会実現

病変部位の迅速識別能力の向上と早期発見が可能となる、非侵襲診断機器のコンパクト化とAI導入（2026/2028）

科学技術実現 社会実現

重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用IoT機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術（2029/2029）

科学技術実現 社会実現

2040年の社会像

オープン家族

- ・個の集合としての緩い家族
- ・共感する人同士でリソース共有

ロボットと匠

- ・人の作業を代替するロボット
- ・代替できない匠の価値上昇

人・健康・地球モニタリング

- ・人の健康状態の改善
- ・地球環境の改善

2020

2030

2040

留意点

- ・人とアバター（自分の分身）との存在意義の衝突についての対応。
- ・ロボットで代替される技能系職業の駆逐や発展停止と、データ化・標準化の困難な匠の技やサービスについての対応。
- ・健康状態のモニタリングにおけるプライバシーとセキュリティの関係の整理や、健康改善によるさらなる高齢化への対応。
- ・データの悪用等による世界規模のパニック発生など、人そのものの不確実性といった変動要因への対応。

「科学技術発展による社会の未来像」検討（2）目指す社会の姿

シナリオC：人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会

有形・個人

概要

人間の身体能力が、ゲノム編集や再生医療等によって拡張または飛躍的に向上した社会。個人の能力差は無くなり、国や言葉の壁も消失。自動運転技術やロボットによって、移動方法も拡張。データベースや集合知によって地理的制約・知識的制約も関係なく誰でも第一線に立てる。

関連科学技術トピック例 （実現時期は1回目アンケートの暫定値）

生体適合

ナノテクノロジーによる生体人工物界面制御の精密化に基づく、高機能インプラント機器やドラッグデリバリーシステム（DDS）技術を可能とする高度な生体適合性材料（2029/2032）

人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオメテックス材料（2032/2036）

病状コントロール

血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング（2027/2029）

自律神経系・精神的ストレス・うつ病と生活習慣病の相互作用の解明による、悪循環をたちきる方法（2031/2034）

AI活用

匠（熟練技能者など）の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を自動的にアーカイブ化するシステム（2026/2029）

2040年の社会像

身体能力革新

- ・身体の補完
- ・経験知情報の取得
- ・個性尊重

心のカスタマイズ

- ・性格特性にあわせた心理支援
- ・セルフメディスン

誰もが匠

- ・外部知能ネットワーク
- ・匠の技術のアーカイブ

2020

2030

2040

留意点

- ・ 人体操作・改造と人間の尊厳の対立という倫理的問題、心身の操作についての社会的受容、法規制、個性の喪失、遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護、平等化の副作用（社会不安）、医療倫理

「科学技術発展による社会の未来像」検討（2）目指す社会の姿

シナリオD：カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

有形・社会

概要

健康状態から地球環境まで、あらゆるセンシングやモニタリングにより、個人も社会も最適化が可能な社会。カスタマイズと全体最適のバランスが保たれ、資源・エネルギー制約に対応するとともに、災害等の不測の事態にも的確に対応。均質化が進む中で異質に価値を見出し、新たな価値創造を行う持続可能社会。

関連科学技術ピックアップ例（実現時期は1回目アンケートの暫定値）

エネルギーシステム

経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術（2032/2035）
 科学技術実現 → 社会実現

電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（2029/2032）
 科学技術実現 → 社会実現

モニタリング・センシング

体内情報（薬物動態、癌マーカー、感染、その他血液成分）をモニタリングするウェアラブルデバイス（2028/2031）
 科学技術実現 → 社会実現

IoT機器を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測システム（2026/2028）
 科学技術実現 → 社会実現

個別化

従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造（3Dプリンティング）技術（2027/2030）
 科学技術実現 → 社会実現

2040年の社会像

資源循環

- ・生産と消費の冗長的最適化
- ・移動や輸送の効率化
- ・持たない暮らし

事前の備え

- ・災害から生き残る
- ・センシング、モニタリング
- ・意思決定支援

カスタマイズ

- ・健康モニタリング
- ・個人生産
- ・データに基づく個別対応

2020

2030

2040

留意点

- ・個人欲求のコントロール、費用負担（国、個人）、最適化と冗長性のトレードオフ、市民教育（リテラシー問題）、事故への対応、空間・上空の権利、ドローン輸送に伴う空の景観問題等、
- ・個人データのプライバシーの保護、プライバシー侵害と自己認識の崩壊、データの管理権

「科学技術の未来像」検討

(1) 科学技術トピックの設定方法

ホライズン・スキャンニング



- 情報収集
 - KIDSASHIシグナル情報 233件
 - STI-Horizon誌記事 54件
- 学協会連携ワークショップによる科学技術リストアップ
- 国内外の関連機関等情報
- 細目キーワードに基づく情報収集（政府審議会等議事録やプレスリリースのクローリング、KAKEN課題の抽出等）

科学技術予測調査検討会（11名）及び
分野別7分科会（委員 計74名）において、科学技術トピックを設定

〔参考資料〕

- ✓ 第10回調査：923 科学技術トピック
- ✓ サイエンスマップ2016：895 注目研究領域



デルファイ調査 科学技術トピック〔7分野 59細目 702トピック〕設定

「科学技術の未来像」検討

(2) 調査対象の7分野と59細目

健康・医療・生命科学 (96)	農林水産・食品・バイオテクノロジー (97)	環境・資源・エネルギー (106)	ICT・アナリティクス・サービス (107)	マテリアル・デバイス・プロセス (101)	都市・建築・土木・交通 (95)	宇宙・海洋・地球・科学基盤 (100)
医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）(20)	生産エコシステム (19)	エネルギー変換 (25)	未来社会デザイン (5)	物質・材料 (11)	国土利用・保全 (11)	宇宙 (11)
医療機器開発 (12)	フードエコシステム (12)	エネルギーシステム (12)	データサイエンス・AI (11)	プロセス・マニファクチャリング (12)	建築 (12)	海洋 (10)
老化及び非感染性疾患 (19)	資源エコシステム (14)	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R) (28)	コンピュータシステム (12)	計算科学・データ科学 (13)	社会基盤施設 (11)	地球 (13)
脳科学（精神・神経疾患、認知・行動科学を含む）(10)	システム基盤 (12)	水 (12)	IoT・ロボティクス (9)	先端計測・解析手法 (16)	都市・環境 (9)	観測・予測 (10)
健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）(10)	次世代バイオテクノロジー (15)	地球温暖化 (7)	ネットワーク・インフラ (11)	応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）(14)	建設生産システム (9)	計算・数理・情報科学 (11)
情報と健康、社会医学 (13)	バイオマス (9)	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）(16)	セキュリティ、プライバシー (10)	応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）(9)	交通システム (12)	素粒子・原子核、加速器 (9)
生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）(12)	安全・安心・健康 (9)	リスクマネジメント (6)	サービスサイエンス (12)	応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）(11)	車・鉄道・船舶・航空 (13)	量子ビーム：放射光 (12)
	コミュニティ (7)		産業、ビジネス、経営応用 (10)	応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）(15)	防災・減災技術 (9)	量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等 (13)
			政策、制度設計支援技術 (8)		防災・減災情報 (9)	光・量子技術 (11)
			社会実装 (10)			
			インタラクション (9)			

* カッコ内は含まれるトピック数

* 細目は、アンケート回答の便宜のために設けた区分であり、分野分類ではない。

「科学技術の未来像」検討

(3) アンケート回答者

➤ 高い専門性を持つコア回答者群から、関係機関の協力を得て幅広く周知する回答者群まで、大規模な回答者群を構成。

① 専門家ネットワーク

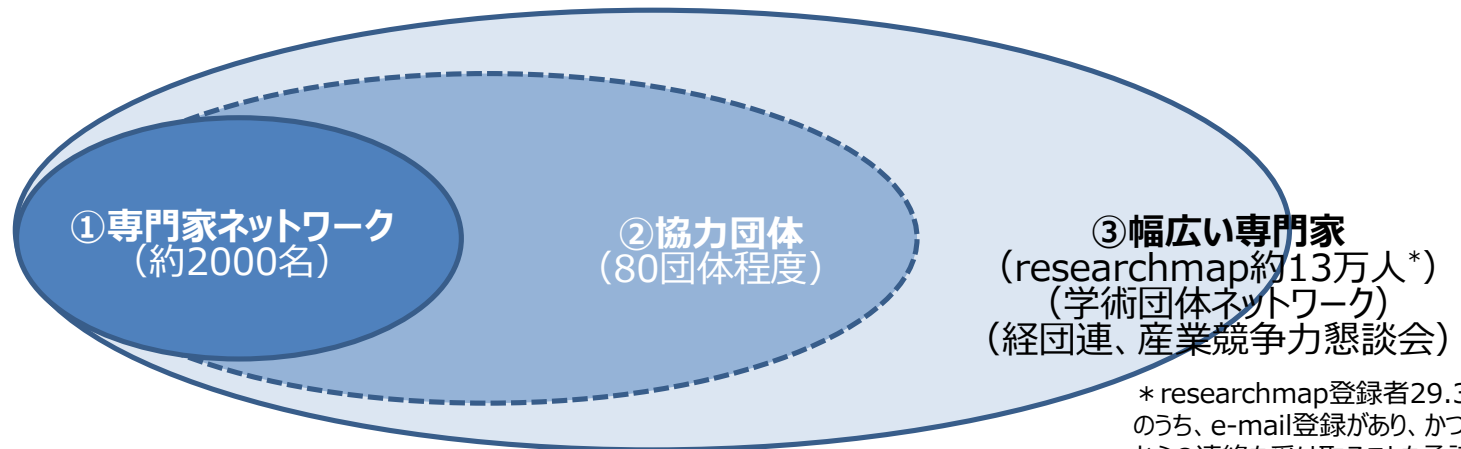
- コア回答者群。NISTEPから専門調査員に委嘱。

② 協力団体

- 積極的に協力を依頼する回答者群。分科会委員等からの推薦に基づき、内容的に関連の強い学会等（80団体程度）に協力を依頼。

③ 幅広い専門家

- 科学技術振興機構researchmap、日本学術会議学術団体ネットワーク、経済団体連合会、産業競争力懇談会など、関係機関の協力を得て広く周知する回答者群



* researchmap登録者29.3万人のうち、e-mail登録があり、かつJSTからの連絡を受け取ることを承諾した者の数

「科学技術の未来像」検討

(4) 質問項目の詳細

項目	質問内容	選択肢と定義等	
重要度	あなたが考える30年後の望ましい社会を実現するうえで、日本にとっての現在の重要度	[選択肢] 非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い ※重要度とは、社会経済発展への寄与、地球的規模の諸問題の解決、生活者ニーズへの対応、人類の知的資源の拡大のいずれかの面から、あるいは複数の面からみた重要度	
国際競争力	現在の日本が置かれた国際競争力の状況	[選択肢] 非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い ※国際競争力とは、主に科学技術の研究開発又はその事業化において日本が有する優位性（当該分野の発展をリード等）	
実現見通し・技術的実現時期	日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期	[選択肢] 実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない ※科学技術の実現とは、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期、例えば、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期。または、原理・現象が科学的に明らかにされる時期。	
科学技術の実現に向けた政策手段	科学技術の実現に向け、求められる政策手段	人材の育成・確保	専門教育等を通じた人材育成、及び、研究関係従事者（研究者、研究補助者、技能者、研究マネジメント、その他の関係者）の確保
		研究開発費の拡充	特定テーマ・プロジェクトへの研究開発費の拡充などの資金・支援制度
		研究基盤整備	研究施設・設備や知的基盤・情報基盤などの基盤整備
		国内連携・協力	産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備
		国際連携・標準化	国際連携プロジェクトの推進又は標準化など国際的な連携と体制整備
		法規制の整備	法令・基準の緩和・廃止又は強化・新設
倫理的課題への対応	倫理的・法的・社会的課題（ELSI）への対応（ガイドライン策定、社会的コンセンサスづくりなど）		
実現見通し・社会的実現時期	日本を含む世界のどこかで科学技術的な実現に続き、日本で社会的に実現する時期	[選択肢] 実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない ※社会的実現時期とは、実現された技術が製品やサービス等として利用可能な状況となる時期。トピックによっては普及の時期。科学技術以外のトピックであれば、制度が確立する、倫理規範が確立する、価値観が形成される、社会的合意が形成される等の時期。日本社会での実現ではなく、日本が主体となって行う国際的な活動により実現する場合も含む。	
社会的実現に向けた政策手段	日本での社会的実現に向け、求められる政策手段	人材の育成・確保	専門教育を通じた人材育成、及び、研究関係従事者（研究者、研究補助者、技能者、研究マネジメント、その他の関係者）の確保
		事業補助	事業への直接補助・支援
		事業環境整備	ベンチャーや創業支援のための税制の措置、実証実験環境の整備など事業化のための間接支援施策
		国内連携・協力	産学官・分野間の連携など国内協力・連携体制の整備
		国際連携・標準化	国際連携プロジェクトの推進又は標準化など国際的な連携と体制整備
		法規制の整備	法令・基準の緩和・廃止又は強化・新設
倫理的課題への対応	倫理的・法的・社会的課題（ELSI）への対応（ガイドライン策定、社会的コンセンサスづくりなど）		

「科学技術の未来像」検討

(5) キーワード別トピック一覧

[エネルギー]

分野	トピック
環エネ	太陽熱等を利用した水素製造技術
環エネ	核燃料サイクル及び一体型高速炉（IFR）を含む高速増殖炉（FBR）システム技術
環エネ	濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術
環エネ	大気から回収されたCO ₂ と非化石エネルギー起源の水素からの炭化水素燃料（航空機燃料など）の製造
環エネ	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術
環エネ	自動車の走行中の非接触充電技術
環エネ	CO ₂ フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム
環エネ	5MW級の電力貯蔵用超電導フライホイール
環エネ	数十kWh規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム
環エネ	コミュニティ内や個人間での電力取引を中心とした電力市場の一般化
環エネ	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造
環エネ	アンモニアをエネルギー媒体としたエネルギーシステム
環エネ	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術
環エネ	バイオ・ナノ技術を使った新規EOR/EGR（石油・天然ガス増進回収）技術
環エネ	雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術
環エネ	自然災害に対する電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術（再生可能エネルギーを含む）
ICT	コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム
マテリアル	摩擦・機械的応力を電気エネルギーに効率よく変換できる、蓄電可能な出力規模を有する振動発電の新素材
マテリアル	60～100℃の未活用の中低温排水を利用可能なエネルギーハーベスト発電システム
マテリアル	高圧直流送電用機器（電力変換機、絶縁体、ケーブル）の低コスト・小型化によるスマートグリッド
マテリアル	CO ₂ の還元による再資源化（燃料や化学原料を合成）をエネルギー効率20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成
マテリアル	環境にCO ₂ を排出せずに石炭を原料に水素を製造する膜分離技術
マテリアル	燃料電池車向けに、水素貯蔵密度100kg/m ³ 以上かつ質量貯蔵密度10wt%以上の高密度水素キャリア
マテリアル	重量物を積載したトラックの走行に対して耐える構造を有する、100km/hで走行する乗用車に対し20kW以上の非接触給電を可能とするシステム
インフラ	既存を含む都市と建物の再生可能エネルギー消費比率を向上する、広域の余剰小規模再生エネルギーのベストミックス技術

[発電]

分野	トピック
環エネ	褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO ₂ 回収型ガス化複合発電
環エネ	ガスタービンの排熱も活用し、高効率化するIGCCシステム（石炭ガス化複合発電）
環エネ	燃料として水素100%を用いるガスタービンによる1GW級の大型発電技術
環エネ	宇宙太陽発電システム（宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム）
環エネ	核融合発電
環エネ	事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた商業利用可能な小型モジュール原子炉
環エネ	windファーム用の直流送電ケーブルシステム
環エネ	現在の275kV CVケーブル(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル)と同等の容量をもつ66-77kV超電導送電ケーブル
環エネ	半数以上の焼却炉で実現する、廃棄物焼却から発生する蒸気を工場や発電へ利用する技術
マテリアル	環境の影響を最小限にとどめた高層偏西風や潮流を利用した発電システム

[電池]

分野	トピック
環エネ	系統連系安定化のための長寿命かつ低コストのMW規模二次電池（寿命：20年以上、コスト1.5万円/kWh以下）
環エネ	電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下）
マテリアル	充放電時における電池内部の物質移動および物質変化のリアルタイム3次元可視化技術
マテリアル	全固体二次電池、パワーデバイス、太陽電池などの固固界面におけるオペランド構造物性解析
マテリアル	変換効率50%を超える太陽電池
マテリアル	エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ高容量高出力電池
マテリアル	水素社会を目指して、貴金属使用量が触媒劣化を考慮した上で、対2018年比で10分の1以下となる燃料電池

「科学技術の未来像」検討

(5) キーワード別トピック一覧 (続き)

[再生可能エネルギー]

分野	トピック
環エネ	バイナリー発電やヒートポンプなどによる5MWクラスの中低温地熱資源利用技術
環エネ	50MW級洋上浮体式風力発電
環エネ	10MWクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術
環エネ	超臨界地熱も視野に入れた地熱資源利用のための高温坑内機器
環エネ	深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術
環エネ	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術
インフラ	地下水流動モデルに基づく地中熱ポテンシャルマップの全国展開
インフラ	パブリックな駐車場、交差点での駐停車時に逐次充電する非接触充電インフラ技術及び安全性が向上した燃料用水素の貯蔵・供給設備技術等の低炭化技術

[CO2]

分野	トピック
農林水産	光合成能力を飛躍的に高めた植物(イネ・藻類)によるCO2の大量・大規模固定(sequestering)と生産性向上システム
農林水産	CO2排出削減の難しい鉄鋼・セメント(鉄筋コンクリート)の代替によるCO2削減が期待できる、中高層木造建築物を実現するための高強度木質部材開発に基づく木質耐火構造設計技術
環エネ	化石燃料を使用しない航空機
環エネ	CO2濃度分布等の観測データをもとにして、各国のCO2排出量を評価するシステム
インフラ	海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないクリーンシップ

[バイオマス]

分野	トピック
農林水産	伐採後の再生産を確保するための現状森林に即した効率的かつ体系的な森林造成技術
農林水産	スギ・ヒノキなど各種樹木のゲノム情報を利用した高速育種によるスーパー樹木
農林水産	萌芽更新が困難な針葉樹および高齢広葉樹の萌芽更新促進技術
農林水産	乾物で50t/ha/年を超えるバイオマス生産作物の作出
農林水産	森林資源による化石資源由来製品の代替化のための技術
農林水産	木材副産物の付加価値化技術
農林水産	バイオマス等再生可能エネルギーを利用した社会の経済的活力・社会影響・環境負荷等を評価する技術
環エネ	バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション
環エネ	バイオマス収集コスト低減技術の確立(ロボティクス・産業機械の融合技術など)
環エネ	木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための人工林循環生産システムの構築
環エネ	各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成

[水]

分野	トピック
環エネ	衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化
環エネ	水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術
環エネ	線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術
環エネ	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術
環エネ	下水処理水に残存する抗生物質の迅速な分析評価と除去技術
環エネ	加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術
環エネ	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術
環エネ	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術
環エネ	BOD、COD、T-N等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立
環エネ	水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価
環エネ	大気から水資源を得る、ジオエンジニアリングやバイオミネティック技術
マテリアル	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地が必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム
インフラ	地下水質・流動観測推定技術
インフラ	適切な国際的 management のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的な埋蔵量の推計

[リデュース・リユース・リサイクル]

分野	トピック
環エネ	レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術
環エネ	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
環エネ	廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術
環エネ	リユースを促進するための機能を維持する革新的解体・設計技術
環エネ	金属系の高度リサイクルを促進するための高度物理的分離濃縮技術
環エネ	情報技術を活用した収集運搬など資源循環に関わるサプライチェーンの飛躍的効率化技術
環エネ	AIを活用した廃棄物処理・リサイクル施設のメンテナンス自己診断を含む自動運転
マテリアル	超大橋など大規模構造物に利用できる、軽量高強度・高耐食・長寿命の炭素系構造材料および、そのリサイクル技術
マテリアル	CO2固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料
インフラ	3Dプリンターなどにより、再資源材料の生産効率や回収再生の仕組みを大きく変換する、建材の再資源化プロセス技術

「科学技術の未来像」検討

(5) キーワード別トピック一覧 (続き)

[資源]

分野	トピック
農林水産	超小型電子チップの埋め込みによる水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム
農林水産	植物・微生物を利用して土壌中のダイオキシン類や重金属、レアメタルを効果的に除去、抽出する技術
農林水産	水産資源管理のための人文社会科学とAIを駆使した社会システム
環エネ	ナトリウム、マグネシウムをエネルギー資源として利用する技術
環エネ	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
環エネ	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術
環エネ	環境汚染のないシェールガス採掘技術
環エネ	チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術
環エネ	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術
環エネ	メタンハイドレート採掘利用技術
環エネ	海水中から経済的にウランなどの希少金属を回収する技術
環エネ	温度250℃、圧力500気圧以上の条件下の資源開発技術
環エネ	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術
環エネ	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術
環エネ	資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術
環エネ	物質フローの共通データベース化による資源・有害物質の管理
マテリアル	海洋大気環境下でも構造物の50年超の超長寿命を実現できる防食技術（塗膜を含む）
フロンティア	分子生物学的手法を活用した漁業資源量の高精度の評価技術
フロンティア	氷海域（氷海下含む）における海洋環境モニターや海底探査（石油、天然ガス、鉱物資源等）技術
フロンティア	地球深部で試料採取するための大深度科学掘削技術
フロンティア	人工衛星、海洋・海中センサー及び自律無人探査機（AUV）等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理システム

[省エネルギー]

分野	トピック
農林水産	土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で50年程度の長期使用可能な高耐久木材
農林水産	木材等バイオマスによる高効率・低コストな発電・熱利用技術
環エネ	200℃を超える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ
環エネ	民生用超高効率ヒートポンプ（空調冷房用COP \geq 12、給湯用COP \geq 8）
環エネ	新規建築の30%以上に普及可能な汎用型ZEB/ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス）システム
環エネ	小都市（人口10万人未満）における100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、スマートグリッド制御システム
環エネ	小都市（人口10万人未満）における、エネルギー自給自足や完全資源循環のロードサイクル化の実現
環エネ	物質やエネルギーのスマートユースに基づく、自立型都市圏の設計手法
環エネ	エネルギー効率が50%の自動車エンジン
環エネ	ハーバー・ボッシュ法に代わる、小規模かつ高効率なアンモニア製造法
ICT	現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）
ICT	転送データ量あたりの消費電力を飛躍的に削減する通信ネットワーク・通信ノード技術
マテリアル	室温で銅と同等の電気伝導性と耐環境性を有する高分子材料
マテリアル	炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)を更に超える電力・動力用高効率パワー半導体
マテリアル	室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料
マテリアル	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子
マテリアル	直接還元などの新しい製造システムの構築による低環境負荷精錬技術
マテリアル	単一スピンを情報担体としCMOSデバイスではなし得ない高速性と低消費電力性の双方を有する情報素子
マテリアル	急峻on/offトランジスタ・アナログ記憶素子のモノリシック三次元集積により実現する超並列・低消費電力AIチップ
インフラ	日常時環境省エネ性、非常時避難容易性、経年時可変更新性を向上する、住宅とモビリティとICT・AIの新しい統合技術
インフラ	ZEB（ゼブ：ネットゼロ・エネルギー・ビル）を超える、インフラフリーの自立型建築
インフラ	都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム
インフラ	離着陸時の低騒音化と飛行時の低排出ガス化を実現し、更に機体摩擦抵抗低減、エンジンの燃焼効率向上を果たした低公害・省エネルギー型航空機（騒音レベル90%減、燃費半減）
インフラ	回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム（鉄道版スマートグリッド）

[環境]

分野	トピック
農林水産	環境負荷低減を含めた植物・昆虫による魚類飼料
農林水産	砂漠(乾燥地帯)等の耕作不適環境でも収穫が期待できる作物
農林水産	遺伝子・環境相互作用の解明に基づく生育過程のシミュレーションと、それをを用いた遺伝子構成の最適化
農林水産	フードエコシステムに関わる生分解性、光分解性素材
農林水産	植物害虫・病原菌の標的種特異的な防除資材の開発システム
農林水産	重金属・放射性物質を吸収しない作物
農林水産	森林や木材の快適性増進効果の生理的解明に基づく森林療法
農林水産	世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた食料の需給予測システム
環エネ	資源開発に伴う誘発地震の原因・実態解明
環エネ	化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定
環エネ	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術
環エネ	低線量放射線による健康リスクのメカニズムの解明と合理的な安全規制基準の設定
環エネ	開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術
ICT	都市空間のすべての人や車両(鉄道車両、自動車など)の位置情報がリアルタイムに把握可能となる都市全体の効率的な交通管制システム
マテリアル	少子高齢化に伴う労働力の不足の際に必要な、エネルギー供給(燃料・ガス)やゴミ回収といったインフラを自動運転で行うモビリティシステム
インフラ	海洋ポテンシャルを利用し、海に新しいエコシティと新しいエコライフスタイルを実現する、「海洋都市」の建設技術
インフラ	長期的視点に基づく、人類の生息空間拡大のための、宇宙空間や月及び火星面での「宇宙建築」の建設技術
インフラ	マテリアルズインフォマティクスに基づく、高機能、高耐久、低環境負荷かつ安価なインフラ材料の社会基盤施設建設における一般的な利用
インフラ	環境作用に対する高い劣化抵抗性および外力作用に対する強靱性を有する社会基盤施設
インフラ	自然が持つ多様な機能を活かして整備されるグリーンインフラの包括的・効率的な整備・維持管理及び定量的評価技術
インフラ	合理的な居住地選択行動を促進するナッジ型の住宅情報提供システム(行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム)
インフラ	広域のインフラストラクチャーから独立した住宅地
フロンティア	海洋酸性化の状況を地球規模で自動計測可能な安価なシステム
フロンティア	CO2貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入による誘発地震の予測

[環境保全]

分野	トピック
農林水産	世界の様々な環境に適応した野生種のゲノム編集による栽培作物化(ネオドメスティケーション)
農林水産	土砂災害等を未然に防ぐ森林管理技術
農林水産	ICTによる科学的な森林管理計画の作成技術
農林水産	海洋プラスチックゴミの現状把握・影響評価技術と排出軽減システム
農林水産	熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術
農林水産	環境情報や生物情報をリアルタイムにモニタリングし、農林水産現場の異常を早期に察知するシステム
環エネ	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術
環エネ	環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術
環エネ	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術
環エネ	外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術
環エネ	生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立する、自然と共存可能な最適化されたビルなどの整備技術
環エネ	ヒートアイランド、乾燥化によるハビタット消失を緩和するための技術
環エネ	乾燥・砂漠地帯における植生の再生・維持管理技術
マテリアル	有害な元素・物質(セシウム、鉛、ヒ素、水銀、カドミウム、ベンゼン、六価クロム、シアン化合物など)を低エネルギーで水や土壌から除去する方法
インフラ	長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術
インフラ	適切な発生源対策の実施に必要な、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術
インフラ	室内の「健康阻害」や「感染症アウトブレイク」を抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術
インフラ	樹木、植生、土壌等の生態系を積極的に活用したインフラ施設的设计・運用技術の実現による、水質浄化、雨水管理および流出抑制技術
インフラ	開発がもたらす微小な変化を正確に評価する環境アセスメント技術
インフラ	人口減少にともなって発生する低未利用地の粗放的な維持管理技術
フロンティア	海洋中のマイクロプラスチックをその場で検出・定量するセンサー

「科学技術の未来像」検討

(5) キーワード別トピック一覧 (続き)

[生態系]

分野	トピック
農林水産	環境DNAを利用した生態系の理解と解析を援用した希少種の保存・管理技術
農林水産	身近な生態系の変化を指標とした、農林水産業に資する環境生態インパクト評価手法
農林水産	絶滅危惧種の維持と保存のための、効率的な生殖細胞の作出および保存技術
農林水産	超音波や振動などによる昆虫の行動制御ならびに行動監視技術
農林水産	各種機能センサーのLSI化による植物機能の可視化技術
農林水産	非可視部分(根域を含む)の植物個体群を高精細に3次元構造を再構築する技術
農林水産	生物記憶を活かしたエピゲノム制御による形質発現自在化技術
農林水産	生物学的知識をAIと融合した高精度作物モデリング
農林水産	生物記憶から過去の様々な環境記憶を引き出す技術
環エネ	海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響の解明
環エネ	身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法
環エネ	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術
環エネ	絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術
環エネ	農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法(生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど)
環エネ	都市空間における生態系および生物多様性の再生技術
マテリアル	バイオメテイクスに基づく表面や構造を有し、耐久性、安全性が飛躍的に向上する生体適合材料
マテリアル	全てバイオデグラダブル(生分解性)マテリアルで構成されたデバイスや日用品の実用化技術(例えば、環境中、生体中に放置できるもの)
フロンティア	海洋における環境DNAの自動in situ解析技術

[気象]

分野	トピック
農林水産	短・中期気象予報と生物学的知識とAIを融合した高精度作物モデルの統合による農作物の生育予測・診断システム
農林水産	人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・高時間解像度気象予測と災害リスク評価システム
環エネ	気候感度(大気中CO2濃度が倍増して十分に時間がたったときの世界平均地表面気温上昇量)の推定精度の3℃から1℃への向上
環エネ	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度(ティッピングポイント)の推定精度の1℃以下への向上
環エネ	高解像度大気循環モデルと海洋大循環モデルおよび社会活動に伴う物質・エネルギー循環をデータ同化によって考慮した地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測
環エネ	稀頻度自然災害のリスクの評価手法
インフラ	流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を12時間前に時間誤差±1時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム
インフラ	流域面積数十～百平方キロメートルのダムの集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム
インフラ	様々なタイプの液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、安価・短期間で実行可能な対策技術の確立
フロンティア	降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術
フロンティア	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術
フロンティア	熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム
フロンティア	各種観測データやソーシャルメディアデータ等を統合的かつ実時間的に処理し、災害時の被災状況を即時性をもって把握するシステムに基づき、電力、水、通信などの都市インフラ復旧と支援物資物流・人的資源の最適化および避難経路の情報を、自治体、企業をはじめ個人レベルにまで迅速に提供しうる社会統合防災システム
フロンティア	10年規模の自然変動の予測から、100年にわたる人為起源の長期地球環境変動の精緻な予測までを可能とする、高解像度大気海洋大循環モデルと生物・化学過程を通じた物質・エネルギー循環を考慮した地球システムモデル、及び観測情報をモデルに取り込むデータ同化技術

「科学技術の未来像」検討

(5) キーワード別トピック一覧 (続き)

[気候変動]

分野	トピック
健康医療	気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム
農林水産	地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術
環エネ	気候変動による食料生産への地域ごと、品目ごとの影響予測技術

[モニタリング]

分野	トピック
農林水産	リモートセンシングやネットワークを活用した森林/海藻・海草などの農林水産資源の広域モニタリングシステム
農林水産	地球規模のIoTを用いた、農林水産生態系における主要元素・物質（窒素・炭素など）循環モニタリングシステム
農林水産	農林水産業にかかわるあらゆる情報の把握に向け、リモートセンシング技術等を活用した作物データのグローバル（格子間隔：10m四方）データベース化
農林水産	準リアルタイム作物生育診断情報のグローバルデータベース化
環エネ	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の病原微生物の迅速かつ正確な検知システム
環エネ	森林に対する越境大気汚染等の高精度影響評価技術
環エネ	携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム
環エネ	情報技術（IoT、AI、ビッグデータ等）を用いた暑熱リスクのリアルタイム監視・警報システム
ICT	自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基いた環境制御システム
ICT	地下施設や屋内を含む、日本国土のあらゆる場所での、誤差5cm以内の測位技術
インフラ	予測と観測を合わせ、破堤を事前に察知する技術
インフラ	準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術
インフラ	リモートセンシング技術を活用して、広域に存在する社会基盤施設の水平・垂直変位をミリメートルオーダーでモニタリングする技術
インフラ	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測
インフラ	詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術
インフラ	詳細な都市計画（ゾーニングや都市施設の整備）を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび適正な都市計画手法の提案システム
インフラ	原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術

[モニタリング (続き)]

分野	トピック
インフラ	線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ
インフラ	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける微量な危険性物質の迅速かつ正確な検知システム
インフラ	早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化
フロンティア	極端環境下でのリアルタイム観測を可能とする光計測技術（光ファイバセンシング、光干渉地震計など。センサ部は電力供給不要）
フロンティア	陸上のGEONET（GNSS（全球測位衛星システム）連続観測システム）と同等の観測を実現させる、海底で20kmの空間分解能を持つ海域測地測量技術
フロンティア	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術
フロンティア	人工衛星等による、イメージング分光計技術を用いた大気微量成分観測システム
フロンティア	人工衛星等による、ライダー技術を用いた植生環境把握システム
フロンティア	東アジア・東南アジア・豪州における食料・水・災害リスク管理に利用するため、静止衛星により、陸域・沿岸域を空間分解能30mで常時観測する技術
フロンティア	人工衛星等により、海水、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム
フロンティア	干渉SAR技術を活用した、沿岸海域や縁辺海を含む全球の海象状況や海底地形をリアルタイムで把握するための高精度海面高度観測システム

トピック一覧における分野略称

略称	分野名
健康医療	健康・医療・生命科学
農林水産	農林水産・食品・バイオテクノロジー
環エネ	環境・資源・エネルギー
ICT	ICT・アナリティクス・サービス
マテリアル	マテリアル・デバイス・プロセス
インフラ	都市・建築・土木・交通
フロンティア	宇宙・海洋・地球・科学基盤

(1) 前回調査（環境・資源・エネルギー分野）結果例

- ◆ アンケート期間： 2014年9月1日～9月30日
- ◆ 回答者数： 833人
- ◆ トピックス数： 11細目 93トピック

細目	重要度の高い上位15トピック	重要度	競争力
資源	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	3.72	3.08
地球温暖化	気候変動による食料生産への影響の予測技術	3.65	2.83
水	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	3.64	3.21
環境保全	水・土壌からの放射性物質の確実な除染技術	3.57	2.96
リスクマネジメント	低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立	3.53	2.82
環境解析・予測	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	3.50	3.03
地球温暖化	局所的ゲリラ豪雨等を100mメッシュで予測する技術	3.49	3.06
地球温暖化	温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害（異常気象）発生機構の解明	3.48	2.89
地球温暖化	トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法	3.48	2.79
地球温暖化	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	3.47	3.01
水	都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術	3.46	3.10
環境創成	乾燥・砂漠地帯における植生の再生と維持管理技術	3.45	2.80
エネルギー生産	大規模で高効率のガスタービン（入口温度1700℃以上）による大型複合サイクル発電	3.43	3.22
エネルギー消費	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	3.43	3.26
リスクマネジメント	人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術	3.43	2.85
リスクマネジメント	エネルギー供給技術・システムについてコンセンサスが得られる双方向型リスクコミュニケーションの確立	3.43	2.41
環境創成	生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術	3.42	2.84
リユース・リサイクル	レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術	3.41	3.23
水	上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術	3.40	3.02
リユース・リサイクル	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	3.39	3.19

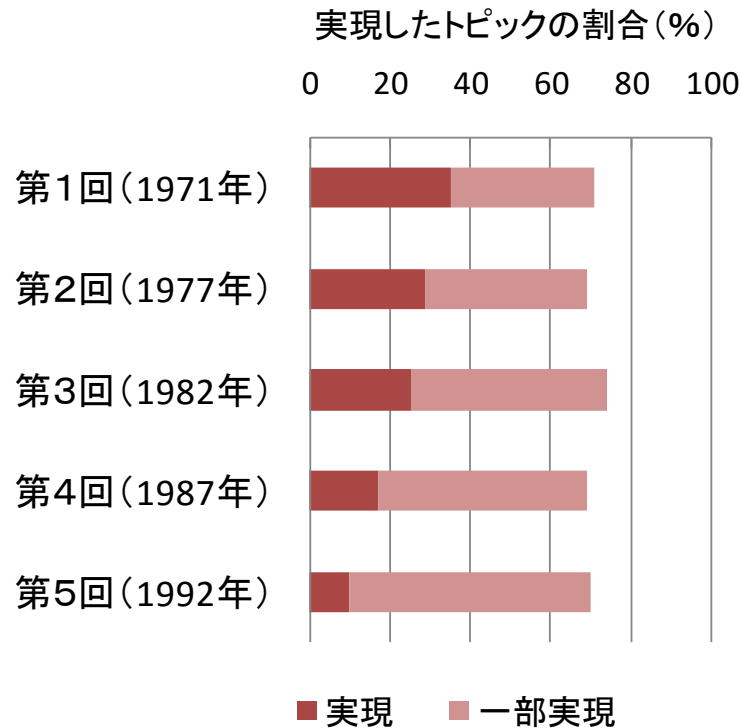
過去の科学技術予測調査の事例

(2) 過去調査で予測された科学技術トピックの実現度

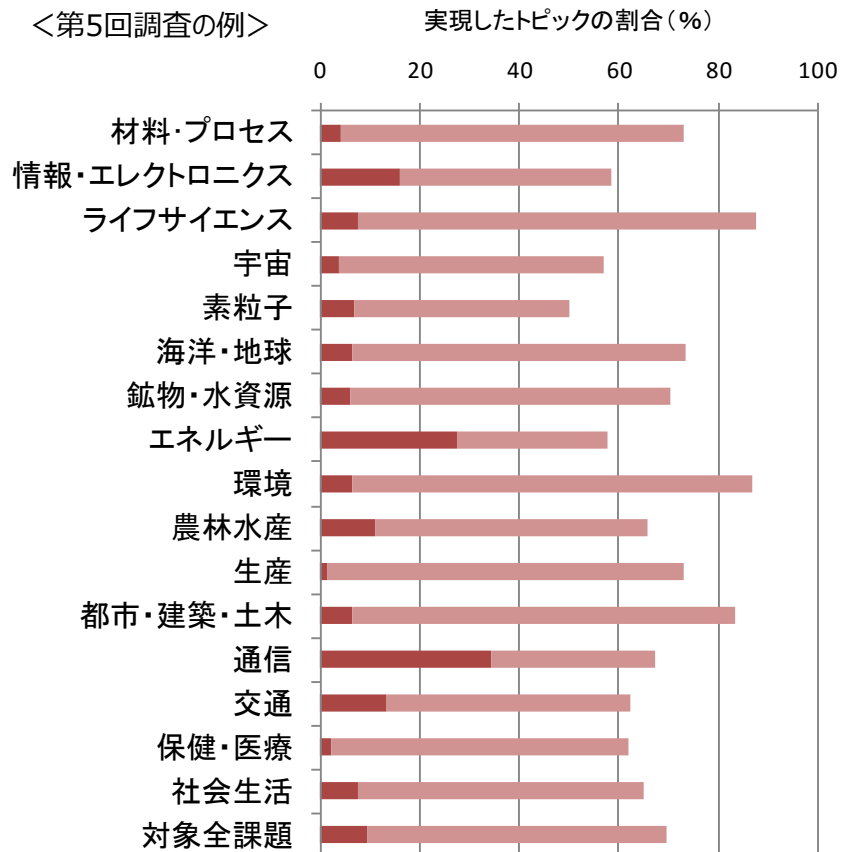
実現状況調査 (2009年12月実施)

- 調査実施から20年以上経過した第1回調査(1971)から第5回調査(1992)の科学技術トピックについて、その時点での実現有無 (実現年は問わない) を第9回デルファイ調査分科会委員が評価
 - 約7割のトピックが実現
 - 全体を通じて、実現率が高いのは、ライフサイエンス、環境など、低いのは、エネルギー、交通など。

<第1～5回調査の実現率>



<第5回調査の例>

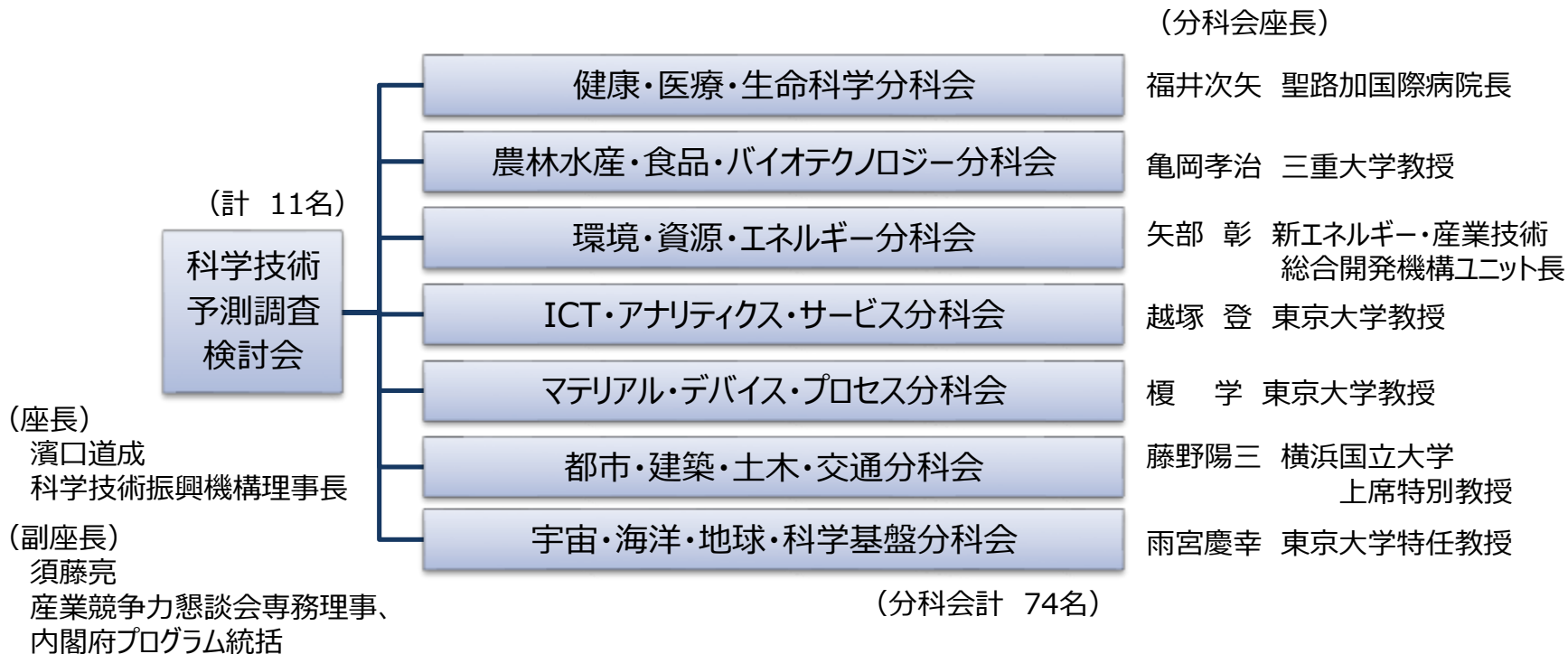


*「一部実現」とは、要求されている内容の一部が実現したことを指す。

検討体制

(1) 全体像

- 科学技術予測調査検討会及び分野別分科会を設置。
- 科学技術予測調査検討会：分野横断的な視点から、調査の基本方針の検討及び結果取りまとめに向けた検討。
- 分野別分科会：デルファイ調査を担当。科学技術トピックの設定及びアンケート結果分析等。



検討体制

(2) 科学技術予測調査検討会

(敬称略)

	氏名	所属	備考
(座長)	濱口 道成	科学技術振興機構 理事長	科学技術・学術審議会 総合政策特別委員会主査
(副座長)	須藤 亮	産業競争力懇談会 専務理事 (株)東芝 特別囑託	内閣府政策参与 (SIP/PRISM/ ImPACTプログラム統括)
	雨宮 慶幸	東京大学 特任教授	宇宙・海洋・地球・科学基盤分科会座長
	榎 学	東京大学 教授	マテリアル・デバイス・プロセス分科会座長
	大島 まり	東京大学 教授	ステークホルダー参画
	亀岡 孝治	三重大学 教授	農林水産・食品・バイオテクノロジー分科会 座長
	越塚 登	東京大学 教授	ICT・アナリティクス・サービス分科会座長
	永野 博	日本工学アカデミー 専務理事	科学技術イノベーション政策
	福井 次矢	聖路加国際大学 学長 聖路加国際病院 院長	健康・医療・生命科学分科会座長
	藤野 陽三	横浜国立大学 上席特別教授	都市・建築・土木・交通分科会座長
	矢部 彰	新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター 再生可能エネルギーユニット長	環境・資源・エネルギー分科会座長

検討体制

(3) デルファイ調査分野別分科会

(敬称略)

健康・医療・生命科学		農林水産・食品・バイオ	
福井 次矢 加藤 忠史	聖路加国際病院 院長 【座長】 理化学研究所脳科学総合研究センター 精神疾患動態研究チーム シニアチームリーダー	亀岡 孝治 加々美 勉 加藤 鐵夫 勝川 俊雄 後藤 英司 高野 誠	三重大学大学院生物資源学研究所 教授 【座長】 株式会社サカタのタネ 常務取締役 (一社)日本木質バイオマスエネルギー協会 副会長 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 准教授 千葉大学大学院園芸学研究所 教授 農業・食品産業技術総合研究機構 機能利用研究部門 主席研究員
金谷 泰宏 菅野 純夫 谷下 一夫 知場 伸介	国立保健医療科学院健康危機管理部 部長 東京医科歯科大学難治疾患研究所 非常勤講師 早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構 招聘研究員 日本医療研究開発機構 創薬戦略部創薬企画・評価課 課長	西出 香 二宮 正士 渡邊朋也	オランダ応用科学研究機構(TNO) 事業開発マネージャー 東京大学大学院農学生命科学研究科 附属生態調和農学機構特任教授 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター所長
矢部 大介 山縣 然太郎	京都大学大学院医学研究科 特定准教授 山梨大学大学院総合研究部 医学域社会医学講座 教授		
山口 照英 山田 康秀	金沢工業大学加齢医学先端技術研究所 所長 浜松医科大学医学部臨床腫瘍学講座 教授		
環境・資源・エネルギー		ICT・アナリティクス・サービス	
矢部 彰	新エネルギー・産業技術総合開発機構 【座長】 技術戦略研究センター 再生可能エネルギーユニット長	越塚 登 石戸 奈々子 後藤 厚宏 杉山 将 高木 聡一郎 田中 圭介 田中 秀幸 中尾 彰宏 中島 秀之 濱田 健夫 原 辰徳 比留川 博久 暦本 純一	東京大学大学院 情報学環 教授 【座長】 NPO法人 CANVAS 理事長 情報セキュリティ大学院大学・学長 理化学研究所 革新知能統合研究センター長 国際大学グローバルコミュニケーションセンター 教授 東京工業大学 情報理工学 教授 東京大学大学院 情報学環 学環長/教授 東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 教授 札幌市立大学 理事長(学長) 東京大学大学院 情報学環 学際情報学圏 助教 東京大学 人工物工学研究センター 准教授 産業技術総合研究所ロボティクスイノベーション研究センター長 東京大学大学院 情報学環 教授
入江 一友 江守 正多 栗原 正典 古関 恵一	日本エネルギー経済研究所 常務理事 国立環境研究所地球環境研究センター 副センター長 早稲田大学理工学術院 教授 JXTGエネルギー株式会社中央技術研究所 技術戦略室 フェロー		
高村 ゆかり 藤井 実	東京大学未来ビジョン研究センター 教授 国立環境研究所社会環境システム研究センター 環境社会イノベーション研究室 室長		
藤井 康正 藤野 純一	東京大学原子力国際専攻 教授 国立環境研究所社会環境システム研究センター 環境社会イノベーション研究室 主任研究員		
本庄 昇一	東京電力ホールディングス株式会社経営技術戦略研究所 技術開発部 部長代理		
横張 真	東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授		

検討体制

(3) デルファイ調査分野別分科会 (続き)

(敬称略)

マテリアル・デバイス・プロセス		都市・建築・土木・交通	
榎 学	東京大学大学院工学系研究科 教授 【座長】	藤野 陽三	横浜国立大学先端科学高等研究院上席特別教授 【座長】
岸本 康夫	JFEスチール株式会社スチール研究所 研究技監	饗庭 伸	首都大学東京都市環境科学研究科 教授
久保 百司	東北大学金属材料研究所 教授	石田 哲也	東京大学大学院工学系研究科 教授
小山 珠美	昭和電工株式会社先端技術開発研究所 所長	伊藤 正秀	国土交通省国土技術政策総合研究所 研究総務官
瀬山 倫子	日本電信電話株式会社先端集積デバイス研究所 主幹研究員	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
高井 まどか	東京大学大学院工学系研究科 教授	竹内 真幸	清水建設株式会社フロンティア開発室海洋開発部 上席エンジニア
高見 知秀	工学院大学教育推進機構 教授	中村 いずみ	防災科学技術研究所地震減災実験研究部門 主任研究員
新野 俊樹	東京大学生産技術研究所 教授	古川 敦	鉄道総合技術研究所 研究開発推進部長
西川 恒一	株式会社豊田中央研究所 主席研究員	森川 高行	名古屋大学未来社会創造機構 教授
根本 香絵	国立情報学研究所 教授	吉田 憲司	宇宙航空研究開発機構航空技術部門 航空プログラムディレクター
藤田 大介	物質・材料研究機構 理事長特別補佐 先端材料解析研究拠点 拠点長		
昌原 明植	産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 副部門長		
宇宙・海洋・地球・科学基盤			
雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科特任教授 【座長】		
伊藤 聡	物質・材料研究機構統合型材料開発・情報基盤部門 情報統合型物質・材料研究拠点 拠点長		
金谷 利治	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 教授		
河野 健	海洋研究開発機構 研究担当事務補佐		
武田 哲也	防災科学技術研究所地震津波火山ネットワークセンター 主任研究員		
野崎 光昭	高エネルギー加速器研究機構 名誉教授		
古谷 研	創価大学大学院工学研究科 教授		
本間 正修	宇宙航空研究開発機構 元理事		
湯本 潤司	東京大学大学院理学系研究科 教授		

【STI Horizon誌 記事】

- 赤池伸一、「科学技術予測の半世紀と第11回科学技術予測調査に向けて」（2018夏号）
<http://doi.org/10.15108/stih.00130>
- 矢野幸子、「2040年の科学技術と社会について考える～ビジョンワークショップ開催報告～」(2018夏号)
<http://doi.org/10.15108/stih.00125>
- 栗林美紀、「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』の開催報告」（2018夏号）
<http://doi.org/10.15108/stih.00131>
- 蒲生秀典・浦島邦子、「2040年ビジョンの実現に向けたシナリオの検討～応用物理学会連携ワークショップより～」(2018夏号)
<http://doi.org/10.15108/stih.00133>
- 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」（2018冬号）
<http://doi.org/10.15108/stih.00154>
- 予測・スキャンニングユニット、「『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」（2018春号）
<http://doi.org/10.15108/stih.00118>
- 予測・スキャンニングユニット、「持続可能な『高齢社会×低炭素社会』の実現に向けた取組（その1～4）」(2016冬号～2017秋号)
<http://doi.org/10.15108/stih.00057> ; <http://doi.org/10.15108/stih.00070> ;
<http://doi.org/10.15108/stih.00079> ; <http://doi.org/10.15108/stih.00088>

【報告書】

- 第11回科学技術予測調査 [3-1] 未来につなぐクローズアップ領域－AI関連技術とエキスパートジャッジの組み合わせによる抽出の試み－ [Discussion Paper No.172] （近日公表予定）
- 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 / 2018.9]
<http://doi.org/10.15108/rm275>
- 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 / 2018.9]
<http://doi.org/10.15108/rm276>
- 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 / 2017.6]
<http://doi.org/10.15108/rm259>
- 兆しを捉えるための新手法～NISTEP のホライズン・スキャンニング“KIDSASHI”～ [Policy Study No.16 / 2018.12]
<http://doi.org/10.15108/ps016>

【総合政策特別委員会（第26回）資料】

- 「科学技術予測調査について」（科学技術・学術審議会総合政策特別委員会（第26）資料）
http://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/05/_icsFiles/afieldfile/2019/05/22/1416553_03.pdf
- 「科学技術予測調査について（参考資料）」（科学技術・学術審議会総合政策特別委員会（第26回）資料）
http://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/05/_icsFiles/afieldfile/2019/05/22/1416553_04.pdf

【その他（ホライズンスキャンニング）】

- KIDSASHI（きざし） <https://stfc.nistep.go.jp/horizon2030/>