



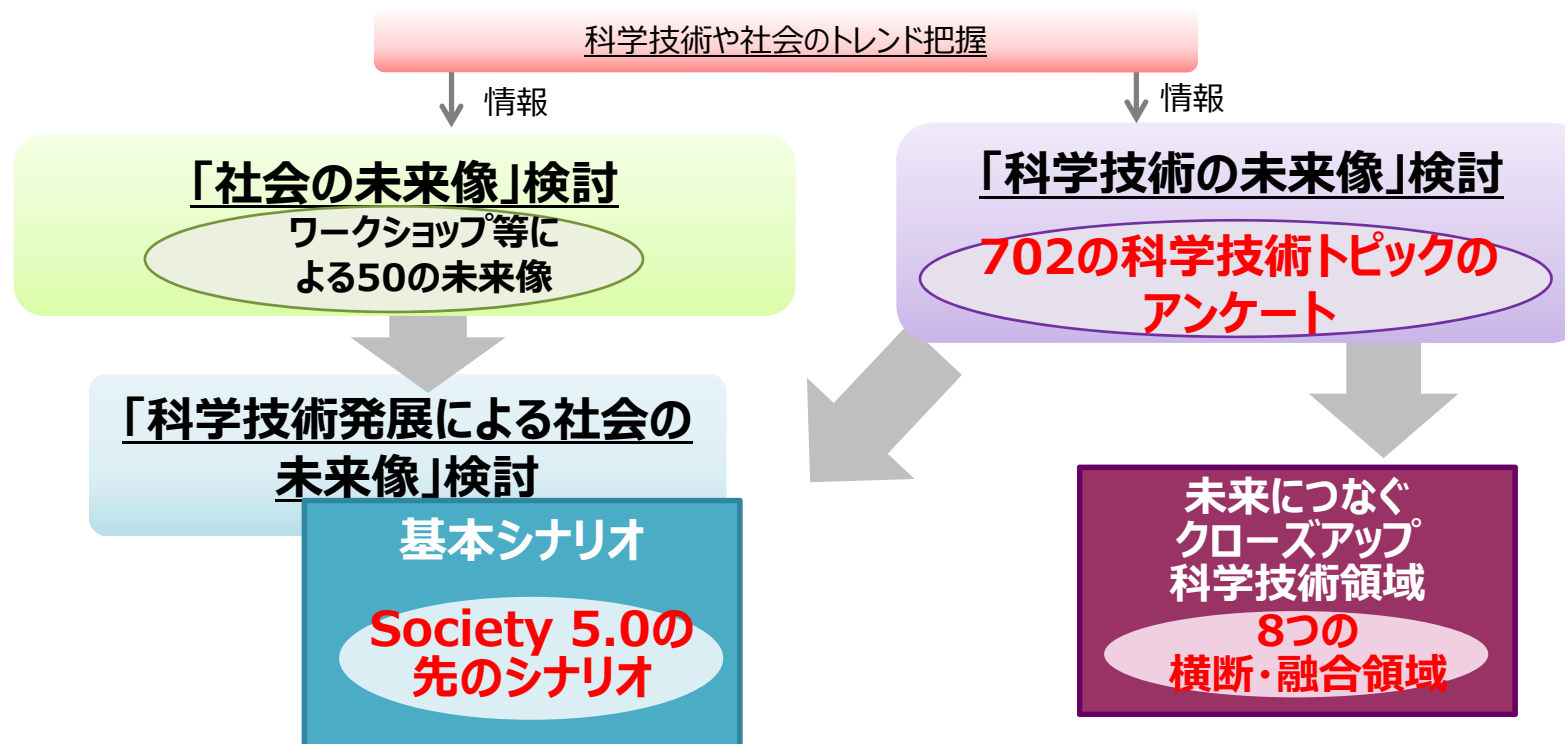
第11回科学技術予測調査 デルファイ調査結果速報 〈環境・資源・エネルギー分野〉

2019年10月

文部科学省科学技術・学術政策研究所

第11回科学技術予測調査とは

- 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の基礎的な情報を提供することを目的として実施。多数の専門家の知見を集約し、科学技術の発展による社会の未来像を描く。
- 1971年から約5年毎に実施、今回は11回目の調査。
- 2040年をターゲットイヤーとし、2050年までを展望。
- ホライズン・スキャニング、ビジョニング、デルファイ調査、シナリオの4部構成。科学技術の未来像と社会の未来像を描き、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。



デルファイ調査の概要 (1) 実施概要

- 科学技術全般にわたる中長期的な発展の方向性について、専門家の知見を得ることを目的として実施。
- 2040年をターゲットイヤーとし、2050年までの30年間を展望。
- 分野別分科会（7分科会、計74名）にて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）

◆ 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

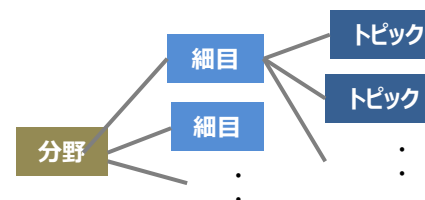
◆ アンケート期間

- 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

- 1回目：6697名
2回目：5352名

* 回答を収れんさせるため、同一回答者に同一設問を繰り返す
デルファイ法により実施。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。



デルファイ調査の概要 (2) 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
科学技術的実現見通し (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
科学技術的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、求められる政策手段	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・法的・社会的課題への対応、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、求められる政策手段	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

* 科学技術的実現とは、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う、例えば、研究室段階で技術開発の見通しがつくこと。または、原理・現象が科学的に明らかにされること。

* 社会的実現とは、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こと。トピックによっては普及すること。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。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。

	課題数	回答者数	年齢							職業			職種		
			20代	30代	40代	50代	60代	70代以上	無回答	企業その他	学術機関	公的研究機関	主に研究・開発に従事	主にマネジメントに従事	上記以外の方
健康・医療・生命科学	96	1,887	1%	21%	39%	26%	11%	2%	1%	9.9%	80.5%	9.6%	85.7%	3.1%	11.2%
農林水産・食品・バイオ	97	714	2%	19%	38%	25%	12%	3%	1%	11.5%	59.8%	28.7%	89.4%	4.1%	6.6%
環境・資源・エネルギー	106	834	2%	19%	34%	26%	15%	4%	1%	18.7%	57.8%	23.5%	86.0%	6.7%	7.3%
ICT・アナリティクス・サービス	107	794	2%	17%	33%	30%	14%	3%	1%	22.2%	69.4%	8.4%	84.6%	5.4%	9.9%
マテリアル・デバイス・プロセス	101	1,142	1%	23%	37%	26%	10%	2%	1%	19.5%	65.8%	14.7%	89.0%	5.6%	5.4%
都市・建築・土木・交通	95	477	1%	14%	34%	32%	14%	4%	1%	23.7%	60.4%	15.9%	79.7%	7.8%	12.6%
宇宙・海洋・地球・科学基盤 (量子ビーム/光/数理・データ/素核宇)	100	1,140	2%	23%	32%	26%	12%	3%	1%	11.0%	60.4%	28.7%	90.3%	3.2%	6.6%
全体	702	6,988	2%	20%	36%	27%	12%	3%	1%	15.2%	67.3%	17.5%	86.9%	4.6%	8.5%
※第10回調査 計	932	6,079	3%	30%	29%	25%	11%	2%		36.4%	49.1%	14.5%	78.5%	14.1%	7.4%
※第9回調査 計	832	3,337	1%	8%	25%	38%	24%	5%		38.3%	46.9%	14.8%	77.2%	22.8%	0%

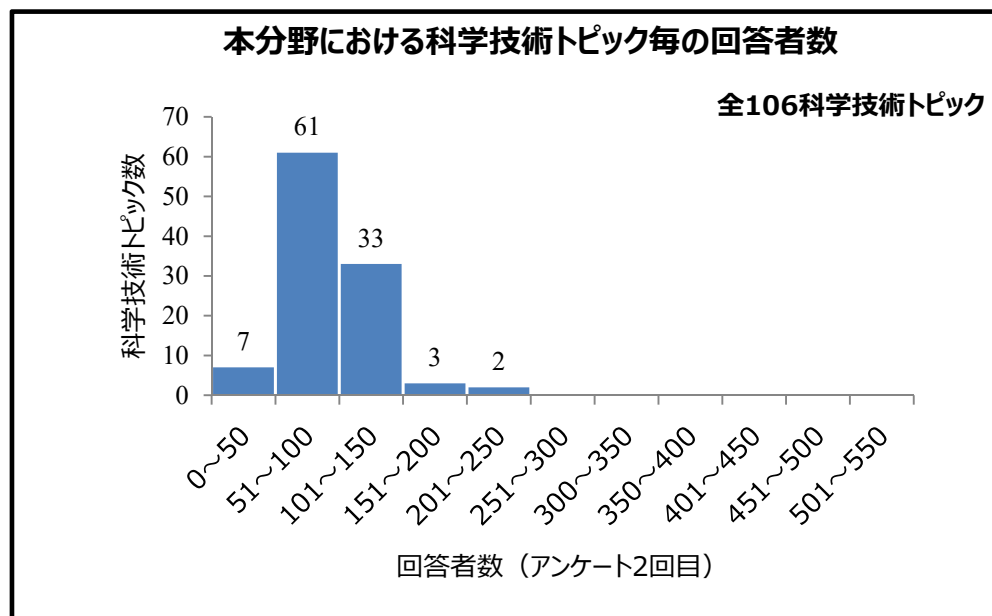


分野別結果概要

アンケート回答状況

科学技術トピック数	回答者数	年齢								職業			職種		
		20代	30代	40代	50代	60代	70代以上	無回答	企業その他	学術機関	公的研究機関	主に研究・開発に従事	主にマネジメントに従事	左記以外	
環境・資源・エネルギー	106	834	2%	19%	34%	26%	15%	4%	1%	18.7%	57.8%	23.5%	86.0%	6.7%	7.3%
全体	702	6,988	2%	20%	36%	27%	12%	3%	1%	15.2%	67.3%	17.5%	86.9%	4.6%	8.5%

※数値は、アンケート2回目での本分野あるいは全体におけるトピック数、回答者数（のべ人数）、割合を示す。



本分野の概要

- ◆ 細目の設定は、前回（第10回）でエネルギー生産、エネルギー消費の細目を「エネルギー変換」として集約、また環境解析・予測・評価、修復・再生、計画も「環境保全」として一つに統一し、全体として7細目とした。
- ◆ リサイクルには世界的に取り上げられている「サーキュラーエコノミー」を付加した。

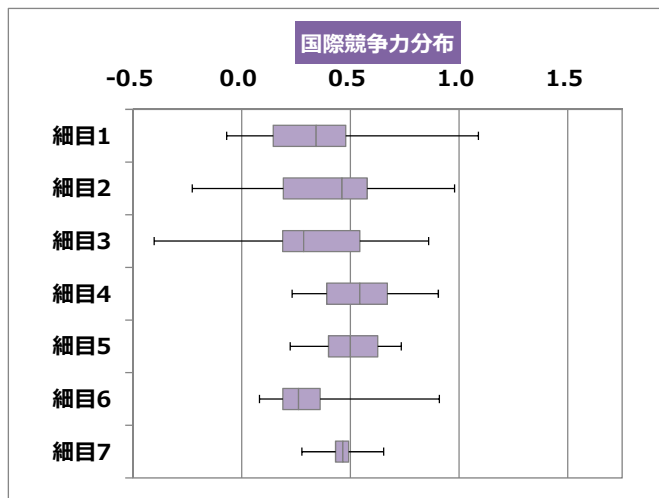
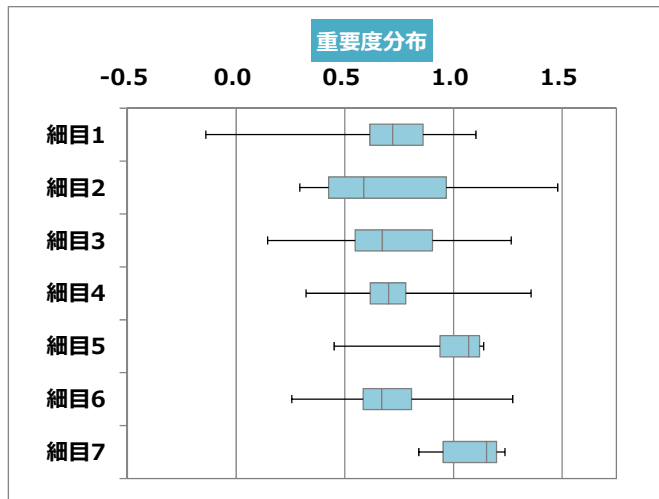
全106科学技術トピック

細目		キーワード	科学技術トピック数
1	エネルギー変換	エネルギー生産、エネルギー消費、エネルギー輸送、CO2回収・低減、炭化水素合成、再生可能エネルギー、センシング・モニタリング、ヒートポンプ・熱変換、法整備・経済性	25
2	エネルギーシステム	再生可能エネルギー、余剰電力利用、送電、電力貯蔵、水素等の長距離輸送、水素等の大規模貯蔵、電力取引、電力需給制御、未利用熱	12
3	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	金属資源・非金属資源、石油資源、地熱資源、環境、シェアリング・サービサイジング、省力化・自動化、資源効率、廃棄物のエネルギーとしての活用、リサイクル、サーキュラーエコノミー	28
4	水	地下水マップ、連続モニタリング、ゲリラ豪雨、水管理技術、下水処理技術、浄水技術、汚染水浄化再利用技術、水質指標、水圏マイクロプラクチック、環境科学技術	12
5	地球温暖化	温室効果ガス、化石燃料、気候変動、異常気象、将来予測、大気、海洋、生態系、氷床、水、食糧	7
6	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	土壌修復技術、除染技術、病原微生物検知システム、外来種の移動拡散、越境大気汚染、遺伝的多様性、環境負荷管理、生物多様性、植生維持管理	16
7	リスクマネジメント	生物多様性、環境リスク、レジリエンス、安全規制、ナノ粒子、化学物質、放射線、自然災害	6

結果の概要

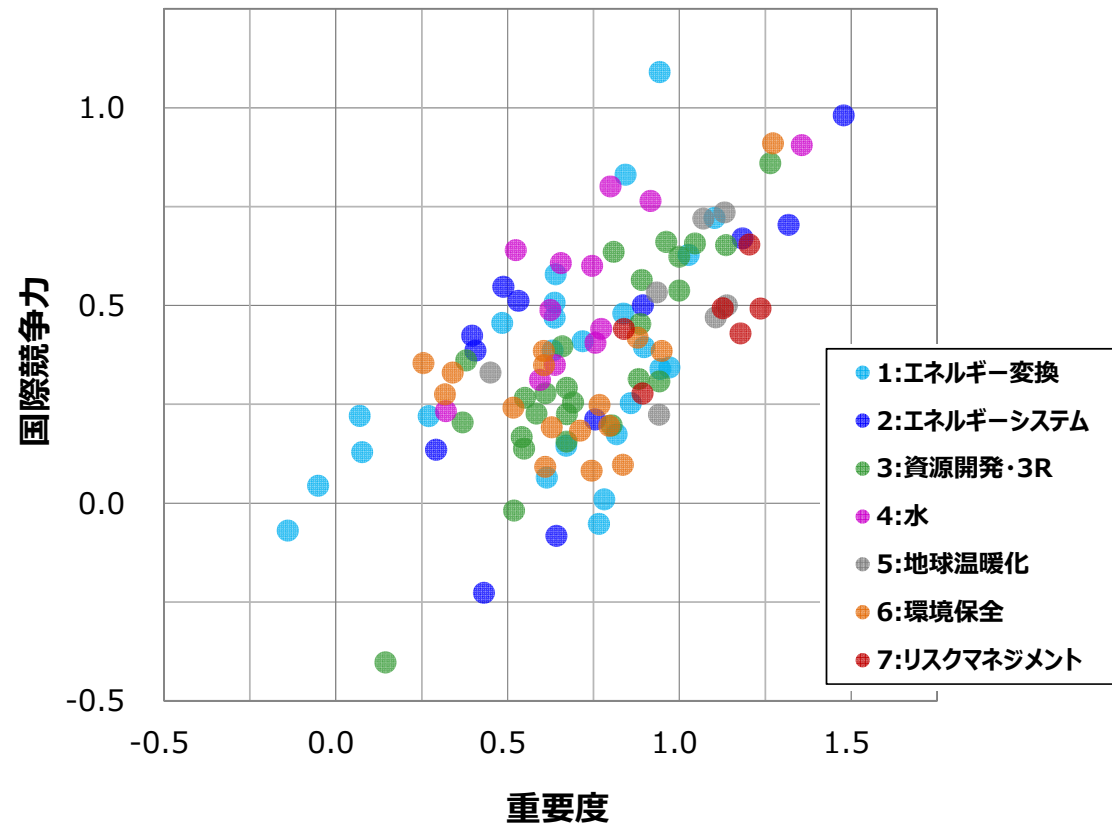
- ◆ この分野は全体平均と比較すると、企業や公的研究部門などアカデミア以外からの回答が多かった。
- ◆ 全体的に重要度と国際競争力は比例する結果がみられた。
- ◆ **重要度**は、二次電池、自然災害、放射線除去、地球温暖化など、リスクマネージメントに関するものが上位に挙げられた。
- ◆ **国際競争力**は、自動車に関連するものや、自然災害、水に関する処理やモニタリング、廃棄物の回収や有効活用、といったものが上位に挙げられた。
- ◆ **技術的実現**の見通しが早いものとして、「エネルギーシステム」や「水」「リスクマネージメント」が挙げられた。一方で、遅いものとして「エネルギー変換」や「資源開発」が挙げられた。
- ◆ また、**社会的実現**の見通しが早いものとして「水」が多く、一方で、遅いものとして「エネルギー変換」が挙げられた。
- ◆ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長い科学技術トピックは、「エネルギー変換」で約9年かかる見込みとなった。
- ◆ 全体傾向として、ほとんどの技術が2030年までに実現し、社会への普及が5年以内に実現する見込みとなった。これは前回の結果と比較すると短くなっている。
- ◆ 科学技術的および社会的実現に向けた**政策手段**として、どちらも同様な傾向がみられ、研究費の拡充や研究基盤の整備が特に求められている。各細目ごとに比較してもほぼ同様な傾向がみられたが、国際連携や法整備では違いがみられた。
- ◆ 人材の育成・確保が必要な細目は「リスクマネージメント」、国内連携には「資源開発」や「リスクマネージメント」、そして国際連携・標準化が必要な細目は「地球温暖化」「水」であった。

結果1：重要度と国際競争力 ①全体傾向



細目毎に、左から最小値、四分位範囲、最大値を示す

- ◆ 全体的に重要度と国際競争力に相関関係がみられる
- ◆ 地球温暖化（細目5）とリスクマネジメント（細目7）は、相対的に重要度が高い
- ◆ 国際競争力は、細目内でもトピック毎のバラつきが大きい、水（細目4）と地球温暖化（細目5）の国際競争力が相対的に高い

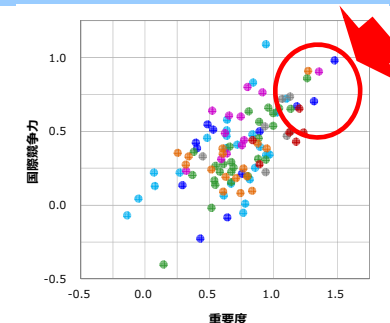


本分野の全106科学技術トピックについて、細目毎に色分けして表示

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

結果1：重要度と国際競争力 ②重要度の高い科学技術トピック

- ◆ 二次電池や余剰電力対策などのエネルギーシステムの重要度が高い
- ◆ 電気自動車用の二次電池に関しては、国際競争力も高い
- ◆ 自然災害や放射性物質などへの対策に関する重要度が高い

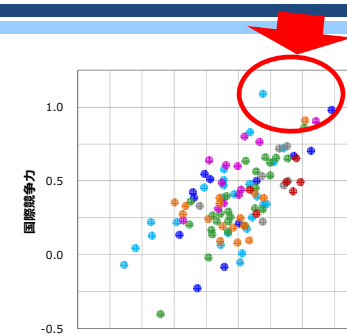


* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

重要度	国際競争力	回答数	細目	科学技術トピック
1.48	0.98	98	2 エネルギーシステム	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）
1.36	0.90	84	4 水	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
1.32	0.70	91	2 エネルギーシステム	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）
1.27	0.91	110	6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術
1.27	0.86	64	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
1.24	0.49	59	7 リスクマネジメント	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）
1.20	0.65	49	7 リスクマネジメント	稀頻度自然災害のリスクの評価手法
1.18	0.67	130	2 エネルギーシステム	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造
1.18	0.43	56	7 リスクマネジメント	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
1.14	0.50	108	5 地球温暖化	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

結果1：重要度と国際競争力 ③国際競争力の高い科学技術トピック

◆ エネルギー変換技術と水処理・水管理技術の国際競争力が高い

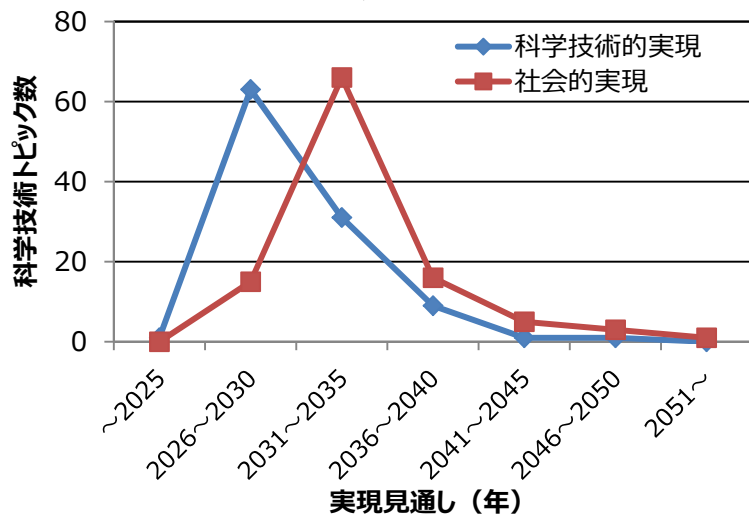


* 非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。

国際競争力	重要度	回答数	細目	科学技術トピック
1.09	0.94	123	1 エネルギー変換	エネルギー効率が50%の自動車エンジン
0.98	1.48	98	2 エネルギーシステム	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）
0.91	1.27	110	6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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
0.90	1.36	84	4 水	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
0.86	1.27	64	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
0.83	0.84	147	1 エネルギー変換	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）
0.80	0.80	80	4 水	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術
0.76	0.92	72	4 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
0.73	1.13	113	5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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
0.72	1.10	136	1 エネルギー変換	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術

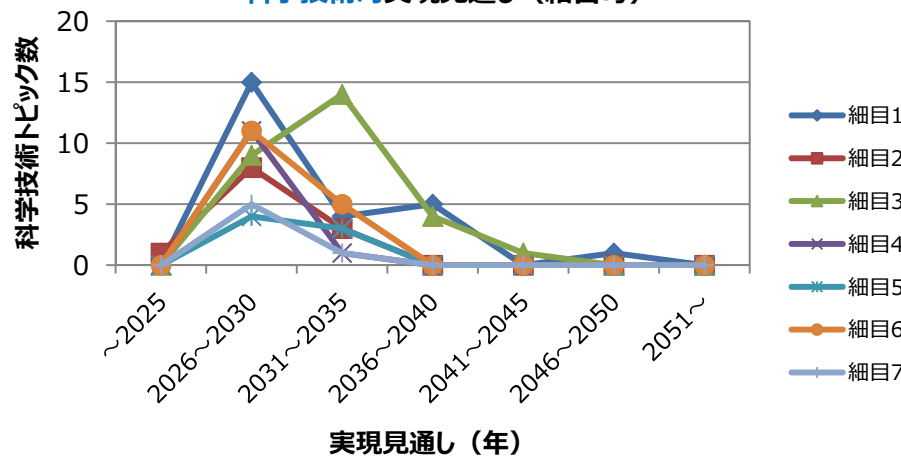
結果2：実現見通し ①全体傾向

科学技術的・社会的実現時期見通し（全体）

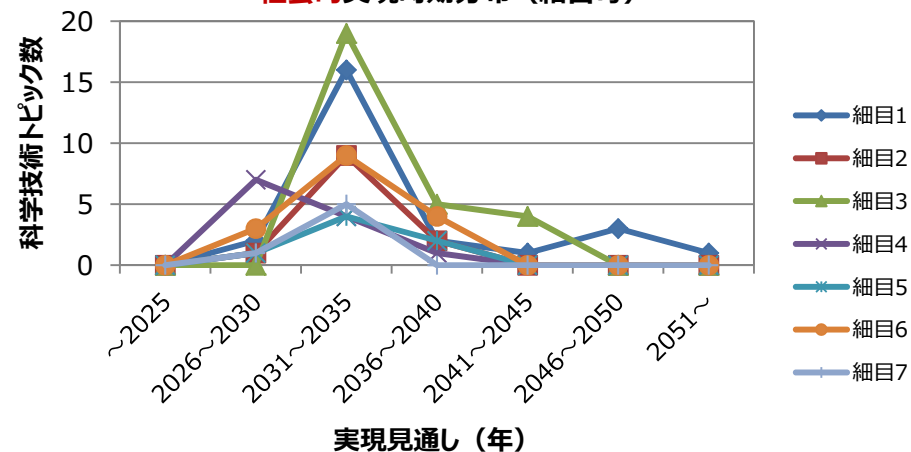


- ◆ 2035年頃までにトピックの9割程度が技術的に実現
- ◆ 技術実現から社会実現までのギャップは、概ね5年程度
- ◆ エネルギー変換（細目1）は、トピックによって実現時期の幅が広い
- ◆ 水（細目4）は、相対的に実現時期が早い

科学技術的実現見通し（細目毎）



社会的実現時期分布（細目毎）



- 細目：
- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1 エネルギー変換 | 5 地球温暖化 |
| 2 エネルギーシステム | 6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画） |
| 3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル | 7 リスクマネジメント |
| 4 水 | |

結果2：実現見通し ②科学技術的実現見通し（科学技術トピック毎）

- ◆ 実現が早いトピックでは、2025年頃に実現の見通し
- ◆ 実現が遅いトピックには、エネルギー変換（細目2）と資源開発・3R（細目3）に関するものが多い

実現の早い科学技術トピック

科学技術的 実現時期	回答数	細目	科学技術トピック
2025	90	2 エネルギーシステム	ウインドファーム用の直流送電ケーブルシステム
2026	80	4 水	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術
2026	50	7 リスクマネジメント	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
2026	88	2 エネルギーシステム	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

実現の遅い科学技術トピック

科学技術的 実現時期	回答数	細目	科学技術トピック
2047	167	2 エネルギー変換	核融合発電
2041	52	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
2040	139	2 エネルギー変換	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）
2039	54	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
2039	54	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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

結果2：実現見通し ③社会的実現見通し（科学技術トピック毎）

- ◆ 実現が早いトピックには、水（細目4）に関するものが多い
- ◆ 実現が遅いトピックには、エネルギー変換（細目1）に関するものが多い

実現の早い科学技術トピック

社会的 実現時期	回答数	細目	科学技術トピック
2028	90	2 エネルギーシステム	ウインドファーム用の直流送電ケーブルシステム
2028	50	7 リスクマネジメント	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
2029	80	4 水	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術
2029	147	1 エネルギー変換	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）
2029	75	4 水	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
2029	84	4 水	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
2029	80	4 水	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

実現の遅い科学技術トピック

社会的 実現時期	回答数	細目	科学技術トピック
2051	167	1 エネルギー変換	核融合発電
2048	139	1 エネルギー変換	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）
2047	127	1 エネルギー変換	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
2046	117	1 エネルギー変換	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

結果2：実現見通し

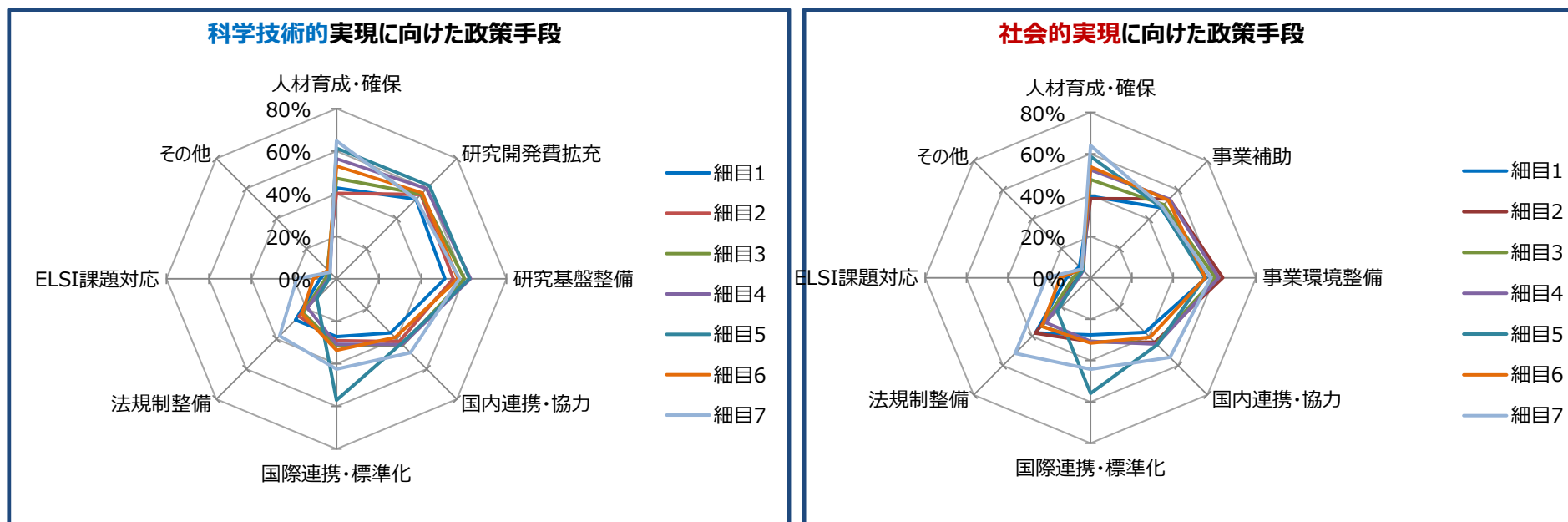
④ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長い科学技術トピック

- ◆ エネルギー変換（細目1）に関するものが多い
- ◆ 炉などの大型プラントに関する技術が多い

技術的実現から社会的実現までの期間（年）	科学技術的実現時期	社会的実現時期	細目	科学技術トピック	回答数
9	2036	2045	1 エネルギー変換	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	115
9	2037	2046	1 エネルギー変換	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	117
9	2038	2047	1 エネルギー変換	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	127
8	2040	2048	1 エネルギー変換	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）	139
7	2036	2043	3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	52

結果3：実現に向けた政策手段 ①全体傾向

- ◆ 科学技術的及び社会的実現どちらも同様な傾向となった。
- ◆ 科学的実現には、分野間での違いはあるが、研究開発費や整備が求められている。
- ◆ 特に地球温暖化には国際連携が必要である。
- ◆ 人材育成・確保に関しては、特にリスクマネジメント（細目7）が高い
- ◆ 研究開発費、研究基盤整備はどの細目でも50%以上が回答している
- ◆ 国際連携に関しては、地球温暖化（細目5）が突出して高い
- ◆ 法規制整備に関しては、リスクマネジメント（細目7）が相対的に高い



細目：

1 エネルギー変換	5 地球温暖化
2 エネルギーシステム	6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル	7 リスクマネジメント
4 水	

結果3：実現に向けた政策手段

② 人材の育成・確保の必要性が高い科学技術トピック

◆ リスクマネジメント（細目7）、地球温暖化（細目5）のトピックが多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
7 リスクマネジメント	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	72%	66%
5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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	72%	68%
7 リスクマネジメント	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	71%	73%
7 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	70%	73%

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
7 リスクマネジメント	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	71%	73%
7 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	70%	73%
5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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	72%	68%
7 リスクマネジメント	稀頻度自然災害のリスクの評価手法	69%	67%
5 地球温暖化	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	68%	67%

* 上の表は科学技術的実現に向けた政策手段として、下の表は社会的実現に向けた政策手段として「人材の育成・確保」が選択された割合が多い科学技術トピックを抽出

結果3：実現に向けた政策手段

③ 研究開発費の拡充、事業補助の必要性が高い科学技術トピック

◆ 研究開発費の拡充：レアメタルの回収と水に関するトピックが多い

細目	科学技術トピック	研究開発費の拡充	事業補助
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)	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	77%	70%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)	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	76%	67%
2 エネルギーシステム	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）	70%	64%
4 水	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	69%	59%
4 水	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	69%	54%
1 エネルギー変換	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	69%	56%

◆ 事業補助：レアメタルの回収に関するトピックが上位に入る

細目	科学技術トピック	研究開発費の拡充	事業補助
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)	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	77%	70%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)	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	76%	67%
1 エネルギー変換	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	68%	65%
2 エネルギーシステム	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）	70%	64%
4 水	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	63%	64%

* 上の表は科学技術的実現に向けた政策手段として「研究開発費の拡充」が選択された割合が多い科学技術トピック、下の表は社会的実現に向けた政策手段として「事業補助」が選択された割合が多い科学技術トピックを抽出

結果3：実現に向けた政策手段

④ 研究基盤整備、事業環境整備の必要性が高い科学技術トピック

◆ 研究基盤整備：水に関する科学技術トピックが多い

細目	科学技術トピック	研究基盤整備	事業環境整備
6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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	75%	67%
5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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	72%	57%
4 水	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	71%	64%
4 水	大気から水資源を得る、ジオエンジニアリング（環境化学技術）やバイオメテック技術	70%	59%

◆ 事業環境整備：エネルギーに関する科学技術トピックが多い

細目	科学技術トピック	研究基盤整備	事業環境整備
4 水	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	64%	79%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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	69%	75%
1 エネルギー変換	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	64%	75%
2 エネルギーシステム	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）	69%	73%
2 エネルギーシステム	自動車の走行中の非接触充電技術	58%	72%

- ◆ 科学技術的・社会的実現のいずれも、分散電源や統合的水管理などのトピックが多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
7 リスクマネジメント	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）	69%	64%
4 水	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	64%	62%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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	61%	57%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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	58%	57%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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	58%	58%

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
7 リスクマネジメント	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）	69%	64%
4 水	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	64%	62%
2 エネルギーシステム	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）	52%	59%
3 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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	58%	58%

結果3：実現に向けた政策手段

⑥ 国際連携・標準化の必要性が高い科学技術トピック

- ◆ 科学技術的・社会的実現のいずれも、地球温暖化の評価、予測に関する科学技術トピックが多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
5 地球温暖化	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	72%	68%
4 水	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術	70%	60%
5 地球温暖化	CO ₂ 濃度分布等の観測データをもとにして、各国のCO ₂ 排出量を評価するシステム	64%	64%
5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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	61%	65%
5 地球温暖化	グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温度（ティッピングポイント）の推定精度の1℃以下への向上	59%	57%

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
5 地球温暖化	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	72%	68%
5 地球温暖化	気候感度（大気中CO ₂ 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	61%	65%
5 地球温暖化	CO ₂ 濃度分布等の観測データをもとにして、各国のCO ₂ 排出量を評価するシステム	64%	64%
4 水	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術	70%	60%
7 リスクマネジメント	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	52%	58%

結果3：実現に向けた政策手段

⑦ 法規制の整備の必要性が高い科学技術トピック

◆ エネルギーネットワークに関する科学技術トピックが多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
2 エネルギーシステム	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	56%	68%
7 リスクマネジメント	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）	53%	58%
7 リスクマネジメント	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	52%	68%
1 エネルギー変換	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	49%	56%
1 エネルギー変換	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クローズドサイクル化の実現	48%	56%

◆ 生活の安全に関わる科学技術トピック（化粧品、食品、自動車）が多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
2 エネルギーシステム	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	56%	68%
7 リスクマネジメント	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	52%	68%
2 エネルギーシステム	自動車の走行中の非接触充電技術	45%	63%
7 リスクマネジメント	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）	53%	58%
1 エネルギー変換	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	46%	57%

結果3：実現に向けた政策手段

⑧ ELSI課題の対応の必要性が高い科学技術トピック

◆ 科学技術的・社会的実現のいずれも、核燃料に関する技術トピックが多い

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
7 リスクマネジメント	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	32%	39%
6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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	29%	38%
1 エネルギー変換	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	27%	39%
1 エネルギー変換	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	25%	40%
1 エネルギー変換	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	24%	32%

細目	科学技術トピック	科学技術的 実現のため	社会的 実現のため
1 エネルギー変換	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	25%	40%
1 エネルギー変換	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	27%	39%
7 リスクマネジメント	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	32%	39%
6 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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	29%	38%
1 エネルギー変換	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	24%	32%



参考 細目別結果

1. エネルギー変換

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
194	太陽熱等を利用した水素製造技術	236	0.90	0.39	2028	2032
195	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	206	0.86	0.25	2029	2032
196	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	155	0.27	0.22	2031	2034
197	褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO2回収型ガス化複合発電	160	0.64	0.51	2028	2031
198	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）	147	0.84	0.83	2027	2029
199	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	141	0.64	0.47	2029	2033
200	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	132	0.72	0.41	2029	2031
201	50MW級洋上浮体式風力発電	133	0.77	-0.05	2028	2032
202	10MWクラス以上の出力を有する波浪、潮流、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	131	0.67	0.15	2030	2034
203	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）	139	-0.05	0.04	2040	2048
204	核融合発電	167	0.49	0.46	2047	2051
205	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	127	0.07	0.22	2038	2047
206	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	115	-0.14	-0.07	2036	2045
207	200℃を超える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ	114	0.63	0.39	2029	2032
208	民生用超高効率ヒートポンプ（空調冷房用COP≥12、給湯用COP≥8）	110	1.03	0.63	2028	2030
209	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	117	0.84	0.48	2029	2032
210	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	127	0.94	0.34	2029	2033
211	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クローズドサイクル化の実現	121	0.82	0.17	2033	2035
212	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	109	0.61	0.06	2036	2038
213	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	123	0.94	1.09	2029	2031
214	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	128	0.64	0.58	2029	2033
215	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	117	0.08	0.13	2037	2046
216	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	143	0.97	0.34	2035	2039
217	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	136	1.10	0.72	2032	2034
218	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）	110	0.78	0.01	2029	2033

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

1. エネルギー変換

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
194	太陽熱等を利用した水素製造技術	44	62	48	34	31	27	3	6	33	50	62	38	30	39	5	10
195	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	50	68	54	42	29	27	6	6	48	65	62	43	27	36	7	6
196	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	37	53	50	27	17	11	1	6	38	39	45	33	22	22	4	8
197	褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO2回収型ガス化複合発電	36	51	48	34	36	23	8	7	33	48	57	34	37	35	12	8
198	ガスタービンの排熱も活かし、高効率化するIGCCシステム（石炭ガス化複合発電）	33	46	44	35	24	14	4	5	31	46	55	45	23	21	8	8
199	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	37	55	55	38	25	28	4	2	34	55	63	37	27	33	8	5
200	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	35	47	49	36	17	27	7	4	31	49	60	36	16	41	10	5
201	50MW級洋上浮体式風力発電	29	53	51	34	29	29	8	5	29	56	64	37	26	47	11	6
202	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	38	56	55	39	27	27	5	6	38	55	62	39	26	36	11	6
203	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）	37	47	49	27	45	28	9	9	35	37	42	29	45	35	14	14
204	核融合発電	61	57	52	35	54	24	16	8	61	45	53	37	51	38	27	11
205	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	49	39	43	29	37	39	27	9	46	31	41	28	38	45	39	14
206	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	49	40	43	30	35	37	25	9	41	30	42	29	30	50	40	11
207	200℃を超える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ	39	51	46	32	16	15	1	6	37	46	54	35	20	19	2	8
208	民生用超高効率ヒートポンプ（空調冷房用COP≧12、給湯用COP≧8）	42	58	55	38	19	9	0	3	39	52	57	37	20	13	1	5
209	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	38	43	50	40	24	35	3	6	33	52	59	38	18	47	4	6
210	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	42	51	54	46	23	49	6	4	40	46	60	46	24	56	8	8
211	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	48	46	50	48	22	48	10	7	40	55	63	45	21	56	14	5
212	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	40	42	51	40	18	34	8	6	40	42	55	39	22	47	13	6
213	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	45	67	56	37	20	12	2	1	42	50	58	42	25	27	2	5
214	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	51	60	54	37	18	18	1	4	41	52	57	34	23	29	3	8
215	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	41	41	39	22	26	33	24	11	38	32	39	22	28	44	32	11
216	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	52	69	64	34	31	17	3	3	48	56	66	41	35	29	4	3
217	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	48	65	64	49	33	46	7	4	45	59	75	46	33	57	10	5
218	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）	46	54	47	37	23	26	4	6	45	52	52	40	21	38	3	8

* 数値は選択した割合（%）を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

2. エネルギーシステム

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
219	ウインドファーム用の直流送電ケーブルシステム	90	0.76	0.21	2025	2028
220	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	78	0.40	0.42	2032	2037
221	自動車の走行中の非接触充電技術	104	0.89	0.50	2028	2031
222	CO2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	82	0.29	0.13	2029	2032
223	5MW級の電力貯蔵用超電導フライホイール	91	0.41	0.38	2031	2035
224	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	86	0.49	0.55	2032	2037
225	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	84	0.64	-0.08	2030	2035
226	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)	91	1.32	0.70	2030	2033
227	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)	98	1.48	0.98	2029	2032
228	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	88	0.43	-0.23	2026	2031
229	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造	130	1.18	0.67	2027	2031
230	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	94	0.53	0.51	2030	2034

* 重要度と国際競争力については、非常に高い (+2)、高い (+1)、どちらでもない (0)、低い (-1)、非常に低い (-2) としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

2. エネルギーシステム

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
219	ウインドファーム用の直流送電ケーブルシステム	33	44	42	40	33	27	3	8	30	46	61	38	31	37	7	6
220	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	38	62	54	36	32	15	3	8	42	54	60	38	33	28	6	9
221	自動車の走行中の非接触充電技術	37	60	58	43	39	45	6	8	34	58	72	50	40	63	11	6
222	CO2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	45	50	49	32	20	7	2	11	35	45	59	37	26	13	4	9
223	5MW級の電力貯蔵用超電導フライホイール	33	58	59	32	20	12	2	8	36	49	58	33	23	19	2	8
224	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	45	59	53	37	24	13	0	6	38	53	59	40	23	26	1	7
225	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	49	45	51	45	18	26	7	7	51	56	67	43	13	36	6	7
226	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)	45	67	69	47	33	20	3	2	44	62	73	46	32	38	3	2
227	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)	50	70	66	52	39	18	3	1	43	64	70	59	52	24	3	2
228	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	30	33	40	47	28	56	11	6	32	45	56	49	26	68	16	7
229	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造	37	63	61	52	31	34	6	4	33	62	68	55	37	56	11	7
230	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	40	61	56	37	32	26	3	6	40	53	64	41	33	46	7	6

* 数値は選択した割合(%)を示す(複数選択可)。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

3. 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
231	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	58	0.67	0.16	2029	2031
232	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	64	1.05	0.66	2032	2035
233	環境汚染のないシェールガス採掘技術	62	0.15	-0.40	2031	2033
234	チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術	49	0.55	0.27	2033	2035
235	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	50	0.38	0.36	2030	2032
236	メタンハイドレート採掘利用技術	63	0.81	0.63	2036	2038
237	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	54	0.61	0.28	2039	2044
238	温度250℃、圧力500気圧以上の条件下の資源開発技術	51	0.55	0.14	2035	2039
239	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	55	0.89	0.56	2035	2040
240	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	52	0.52	-0.02	2036	2043
241	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	66	1.14	0.65	2030	2032
242	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	64	1.27	0.86	2028	2031
243	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	55	0.67	0.29	2033	2035
244	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	61	1.00	0.62	2030	2031
245	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	52	0.94	0.31	2041	2044
246	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	51	0.80	0.20	2031	2031
247	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	48	0.54	0.17	2034	2039
248	資源開発に伴う誘発地震の原因・実態解明	49	0.67	0.22	2033	2035
249	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	53	0.89	0.45	2030	2032
250	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	54	1.00	0.54	2032	2034
251	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	51	0.88	0.31	2029	2032
252	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	53	0.96	0.66	2031	2032
253	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	53	0.66	0.40	2030	2033
254	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	55	0.69	0.25	2031	2033
255	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	53	0.58	0.23	2034	2035
256	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	54	0.37	0.20	2039	2042
257	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	51	0.31	0.06	2030	2036
258	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	52	0.35	0.08	2033	2035

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

3. 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段－

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
231	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術	43	53	62	34	40	17	0	5	52	50	60	38	48	21	3	5
232	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	53	63	61	41	48	16	5	6	53	61	63	45	44	36	9	6
233	環境汚染のないシェールガス採掘技術	47	50	55	31	50	31	18	5	44	40	52	27	47	35	21	8
234	チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術	45	61	57	37	18	10	0	6	47	49	59	31	22	8	2	6
235	銅鉱山におけるヒ素処理保存技術	52	52	52	40	42	36	8	6	48	42	50	38	32	44	12	4
236	メタンハイドレート採掘利用技術	48	52	63	48	46	25	6	8	49	54	65	49	40	38	10	6
237	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	46	63	56	31	31	24	9	6	48	50	54	35	31	30	17	6
238	温度250℃、圧力500気圧以上の条件下の資源開発技術	47	57	59	37	29	12	2	12	51	51	45	41	33	20	6	12
239	熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術	58	58	64	56	31	24	0	7	51	51	65	49	35	36	9	7
240	空気中から効果的にヘリウムを回収する技術	42	60	67	37	25	10	2	8	44	54	69	37	23	15	8	6
241	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	50	76	67	50	26	24	5	6	50	67	71	47	27	30	5	6
242	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	56	77	69	58	27	31	3	5	53	70	75	58	27	44	5	5
243	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	55	60	64	51	27	16	0	5	51	55	64	49	31	31	2	5
244	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	51	62	64	51	23	16	0	3	52	61	69	46	23	28	0	3
245	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	50	58	63	37	40	33	19	12	52	42	56	46	38	42	29	12
246	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	53	55	59	41	39	16	4	8	55	43	49	55	39	24	8	8
247	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	46	60	60	38	35	17	6	4	54	50	65	38	27	33	6	4
248	資源開発に伴う誘発地震の原因・実態解明	39	57	55	39	33	16	8	6	37	35	53	47	33	33	12	10
249	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	42	45	62	49	32	28	4	4	38	47	53	49	32	49	6	6
250	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	43	65	59	44	30	22	6	2	44	56	65	50	30	37	7	2
251	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	45	37	57	61	27	33	4	0	45	47	63	57	24	45	4	0
252	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	36	49	62	58	15	28	6	4	36	55	68	57	19	45	6	4
253	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	45	43	57	53	26	40	9	4	42	42	58	47	28	49	11	4
254	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	45	55	65	44	22	22	5	4	45	55	65	44	16	38	9	4
255	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	51	57	66	45	36	23	8	4	49	51	64	49	36	36	11	4
256	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	52	57	59	39	31	24	2	9	52	44	61	44	31	30	4	9
257	枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術	39	47	43	31	29	14	2	12	41	39	51	35	24	22	8	12
258	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	44	48	56	50	19	19	2	10	48	42	62	50	19	33	8	10

* 数値は選択した割合 (%) を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

4. 水

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
259	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	83	0.64	0.35	2029	2032
260	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	74	0.76	0.41	2029	2030
261	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	84	1.36	0.90	2028	2029
262	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	74	0.59	0.31	2029	2032
263	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	72	0.92	0.76	2028	2030
264	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	75	0.75	0.60	2028	2030
265	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	61	0.52	0.64	2030	2032
266	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	61	0.66	0.61	2029	2031
267	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術	80	0.80	0.80	2026	2029
268	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	80	0.63	0.49	2028	2029
269	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	75	0.77	0.44	2027	2029
270	大気から水資源を得る、ジオエンジニアリング（環境化学技術）やバイオミネティック技術	56	0.32	0.23	2033	2036

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

4. 水

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
259	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	64	58	63	40	29	8	0	5	60	47	51	48	30	20	1	6
260	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	58	69	65	43	31	14	1	3	54	54	64	46	31	26	4	1
261	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	69	63	64	64	26	30	6	2	63	64	79	62	20	37	6	2
262	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	59	55	59	46	18	12	1	7	54	53	65	45	15	24	1	7
263	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	60	64	67	46	22	24	1	4	50	63	68	44	22	36	3	6
264	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	61	69	71	45	15	24	5	3	53	59	64	45	16	36	7	3
265	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	41	56	69	41	26	8	3	5	41	54	66	43	30	15	2	5
266	経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術	41	57	59	41	18	5	0	10	38	56	57	39	26	23	2	10
267	途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術	66	64	58	39	70	28	11	3	58	56	66	49	60	28	13	3
268	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	46	53	48	41	35	39	3	6	46	40	46	44	31	53	6	9
269	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	60	56	65	52	56	33	11	1	57	53	60	47	53	55	20	3
270	大気から水資源を得る、ジオエンジニアリング（環境化学技術）やバイオメテック技術	52	55	70	27	23	7	2	5	52	48	59	32	34	16	4	7

* 数値は選択した割合（%）を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

5. 地球温暖化

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
271	化石燃料を使用しない航空機	121	0.94	0.22	2035	2039
272	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	108	1.14	0.50	2030	2032
273	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	113	1.11	0.47	2029	2032
274	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	107	0.93	0.53	2028	2030
275	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	113	1.13	0.73	2034	2036
276	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	91	0.45	0.33	2030	2034
277	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	114	1.07	0.72	2032	2035

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

5. 地球温暖化

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
271	化石燃料を使用しない航空機	47	65	57	42	45	27	2	3	46	45	58	45	45	39	3	3
272	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	59	65	62	42	56	12	4	3	59	44	54	43	49	26	9	3
273	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	62	58	60	45	42	12	4	5	58	56	58	52	41	22	4	4
274	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	59	59	64	41	64	20	5	5	55	47	51	47	64	36	9	7
275	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	72	65	72	50	61	10	5	5	68	53	57	51	65	16	9	7
276	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	63	53	54	29	59	5	3	5	57	41	46	32	57	7	5	7
277	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	68	68	68	54	72	5	1	6	67	53	62	51	68	14	4	6

* 数値は選択した割合（%）を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

6. 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
278	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術	91	0.32	0.27	2030	2031
279	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	82	0.26	0.35	2029	2031
280	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	110	1.27	0.91	2030	2031
281	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	77	0.61	0.09	2028	2032
282	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	104	0.84	0.10	2030	2034
283	森林に対する越境大気汚染等の高精度影響評価技術	89	0.61	0.35	2030	2032
284	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	99	0.61	0.38	2028	2030
285	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	121	0.77	0.25	2028	2030
286	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	99	0.95	0.38	2032	2036
287	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	83	0.52	0.24	2030	2034
288	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	104	0.71	0.18	2032	2036
289	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）	98	0.74	0.08	2030	2034
290	都市空間における生態系および生物多様性の再生技術	108	0.80	0.19	2031	2033
291	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	89	0.63	0.19	2031	2036
292	乾燥・砂漠地帯における植生の再生・維持管理技術	88	0.34	0.33	2033	2038
293	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	91	0.88	0.42	2027	2030

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い時期を示す。

6. 環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
278	塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術	49	55	51	35	40	10	2	4	54	53	55	37	31	14	3	5
279	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	38	44	45	32	29	21	7	9	40	46	52	37	27	30	7	7
280	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	56	60	55	39	30	34	19	5	56	58	59	39	26	48	27	5
281	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	42	61	47	25	35	22	8	9	44	47	52	31	31	34	13	8
282	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	59	62	62	38	40	38	19	6	55	56	49	41	43	53	28	6
283	森林に対する越境大気汚染等の高精度影響評価技術	57	63	57	46	54	19	9	8	55	51	53	46	53	33	11	9
284	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	56	66	75	47	32	15	6	5	57	57	67	45	29	17	10	7
285	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	61	61	61	42	31	13	8	4	64	55	53	41	27	23	12	5
286	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	57	59	64	52	39	19	8	5	56	52	61	47	37	32	13	6
287	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	41	47	53	34	8	28	8	5	40	52	54	33	10	41	11	5
288	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	58	63	63	38	40	37	29	5	59	53	54	46	38	47	38	5
289	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）	65	46	51	49	26	40	15	4	58	48	56	52	24	45	18	1
290	都市空間における生態系および生物多様性の再生技術	56	55	57	41	23	28	12	5	62	53	60	46	23	39	16	6
291	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	45	56	54	31	25	18	3	7	51	52	53	33	25	26	7	8
292	乾燥・砂漠地帯における植生の再生・維持管理技術	59	60	56	27	58	11	8	5	61	58	52	28	55	18	11	7
293	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	49	57	65	48	27	18	11	5	49	62	58	47	24	30	11	4

* 数値は選択した割合（%）を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。

7. リスクマネジメント

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現見込み－

ID	科学技術トピック	回答数	重要度	国際競争力	科学技術的 実現時期	社会的 実現時期
294	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	50	0.84	0.44	2026	2028
295	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	63	1.13	0.49	2030	2032
296	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	56	1.18	0.43	2030	2033
297	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	47	0.89	0.28	2030	2031
298	稀頻度自然災害のリスクの評価手法	49	1.20	0.65	2031	2034
299	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）	59	1.24	0.49	2028	2031

* 重要度と国際競争力については、非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）としてスコアを算出。
 科学技術的・社会的実現時期については、それぞれの中央値を示す。
 黄色部分は最多あるいは最高スコア、薄黄色部分は最少あるいは最低スコアを示す。青部分は最も遅い時期、薄青部分は最も早い見込み時期を示す。

7. リスクマネジメント

－ 科学技術的・社会的実現に向けた政策手段 －

ID	科学技術トピック	科学技術的実現に向けた政策手段								社会的実現に向けた政策手段							
		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	ELSI課題の対応	その他	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	ELSI課題の対応	その他
294	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	50	48	40	42	52	52	20	4	52	42	46	56	58	68	22	4
295	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	70	63	67	38	41	40	22	5	73	52	60	51	49	56	25	8
296	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	71	54	61	54	48	38	32	5	73	50	59	54	50	52	39	9
297	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	72	51	57	47	34	21	17	4	66	51	57	45	34	38	17	4
298	稀頻度自然災害のリスクの評価手法	69	47	63	45	47	24	12	4	67	45	57	57	47	39	16	4
299	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）	56	54	59	69	32	53	8	3	53	53	69	64	27	58	8	7

* 数値は選択した割合（%）を示す（複数選択可）。
黄色部分は各手段において最も高い割合、薄黄色部分は最も低い割合を示す。