



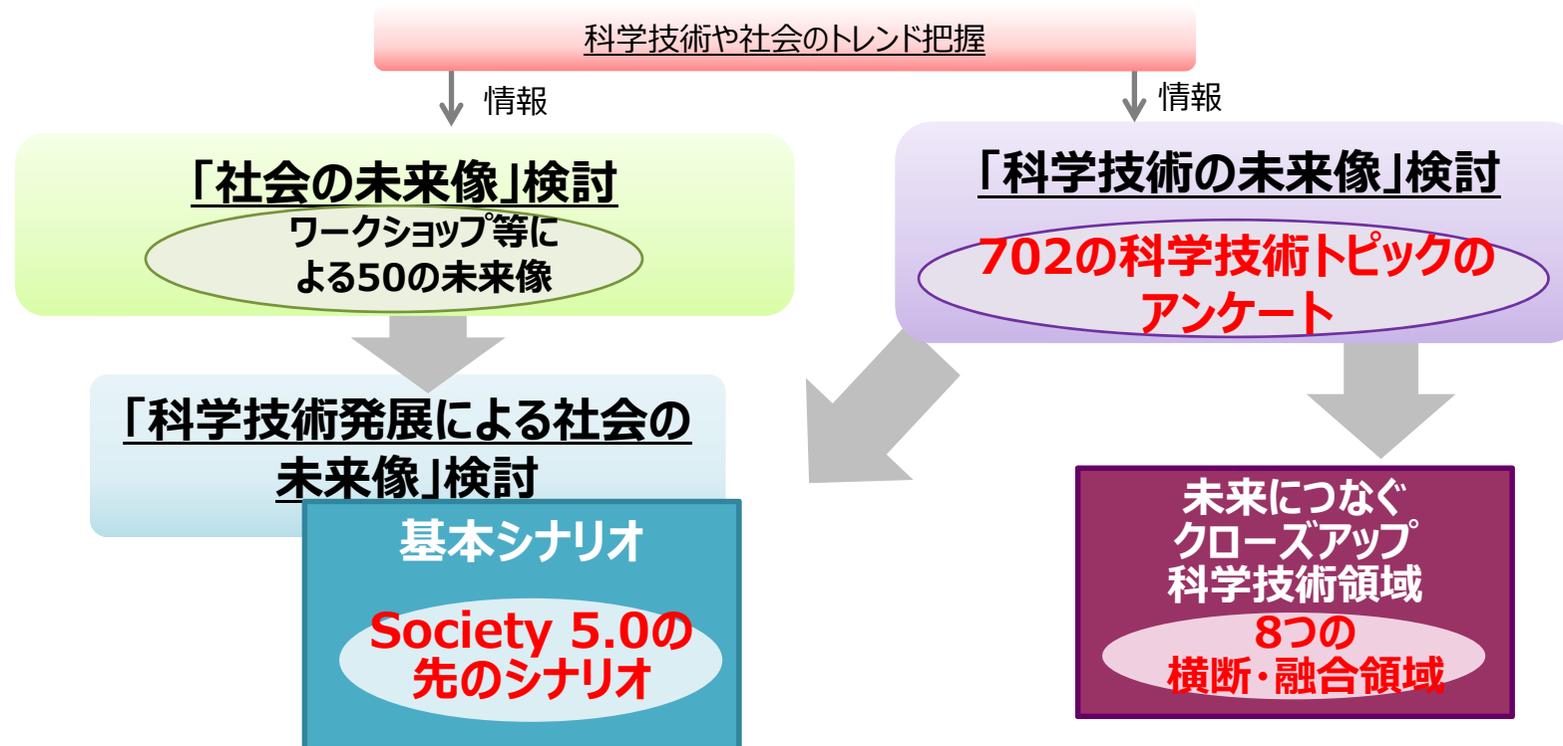
第11回科学技術予測調査
デルファイ調査結果速報
〈マテリアル・デバイス・プロセス分野〉

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

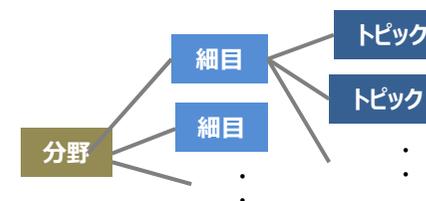
◆ アンケート期間

- 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。

アンケート回答者属性

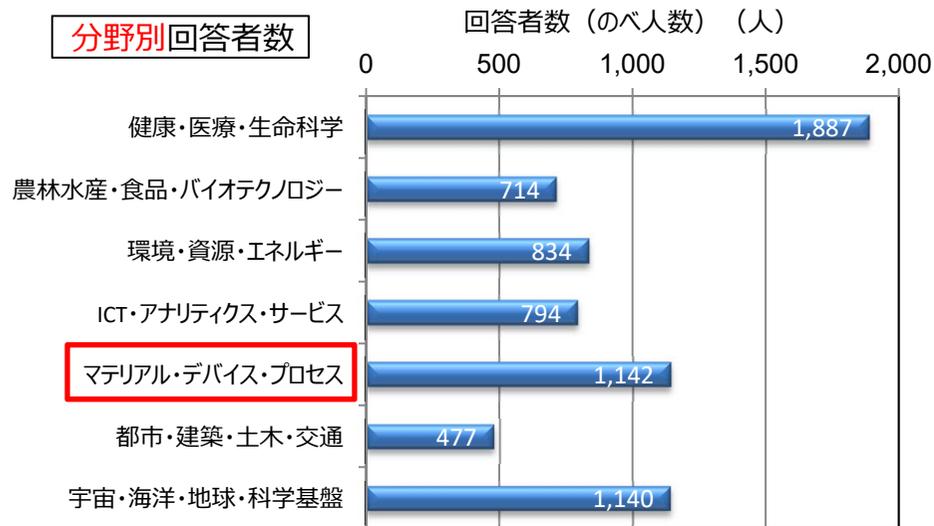
	課題数	回答者数	年齢							職業			職種		
			20代	30代	40代	50代	60代	70代以上	無回答	企業その他	学術機関	公的研究機関	主に研究・開発に従事	主にマネジメントに従事	上記以外の方
健康・医療・生命科学	96	1,887	1%	21%	39%	26%	11%	2%	1%	9.9%	80.5%	9.6%	85.7%	3.1%	11.2%
農林水産・食品・バイオ	97	714	2%	19%	38%	25%	12%	3%	1%	11.5%	59.8%	28.7%	89.4%	4.1%	6.6%
環境・資源・エネルギー	106	834	2%	19%	34%	26%	15%	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%		0.0%	46.9%	0.0%	77.2%	22.8%	0%



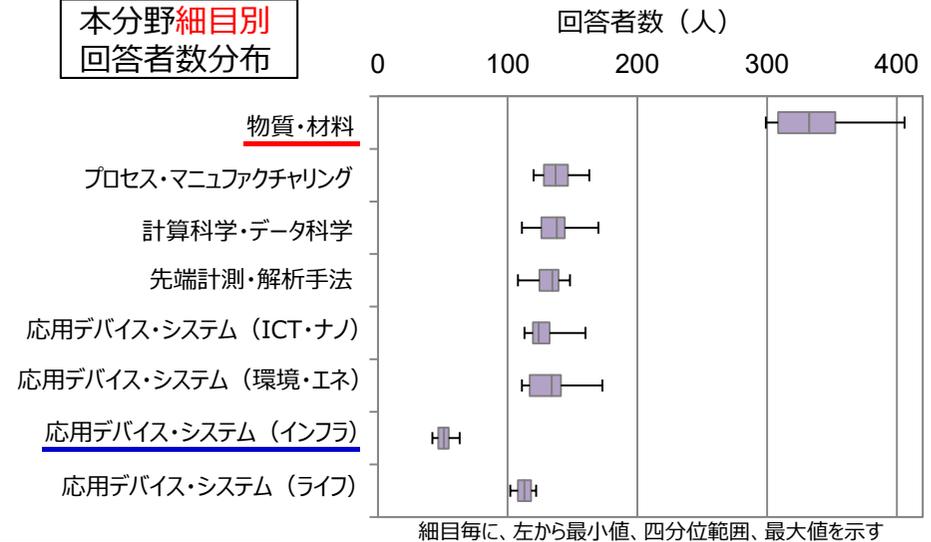
分野別結果概要

アンケート回答状況

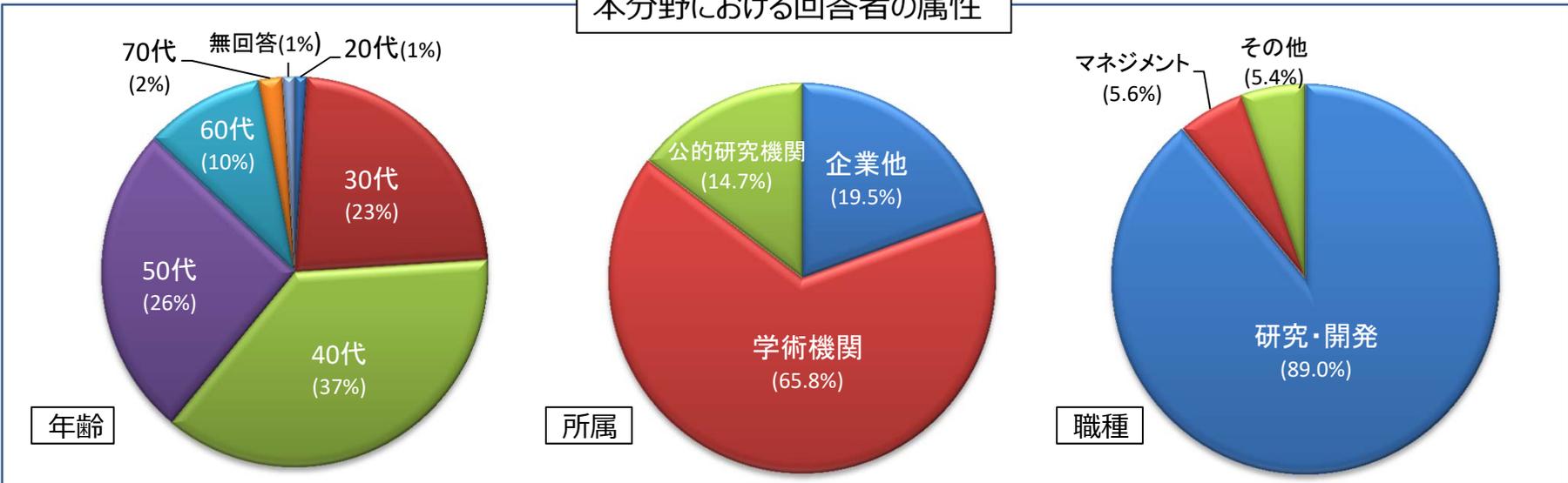
分野別回答者数



本分野細目別回答者数分布



本分野における回答者の属性



本分野の概要

◆ 細目と科学技術トピックの設定

- コア（材料、プロセス）、ツール（計算・データ、計測・解析）、応用（デバイス・システム）として体系化し細目を設定
- 応用デバイス・システムに、**ライフ・バイオ分野**を新設
- 細目毎に科学技術トピックを網羅的に取り上げるとともに、**デジタルファブ리케이션・インフォマティクス・量子技術**など、本分野において最近注目されるトピックを盛り込んでいる

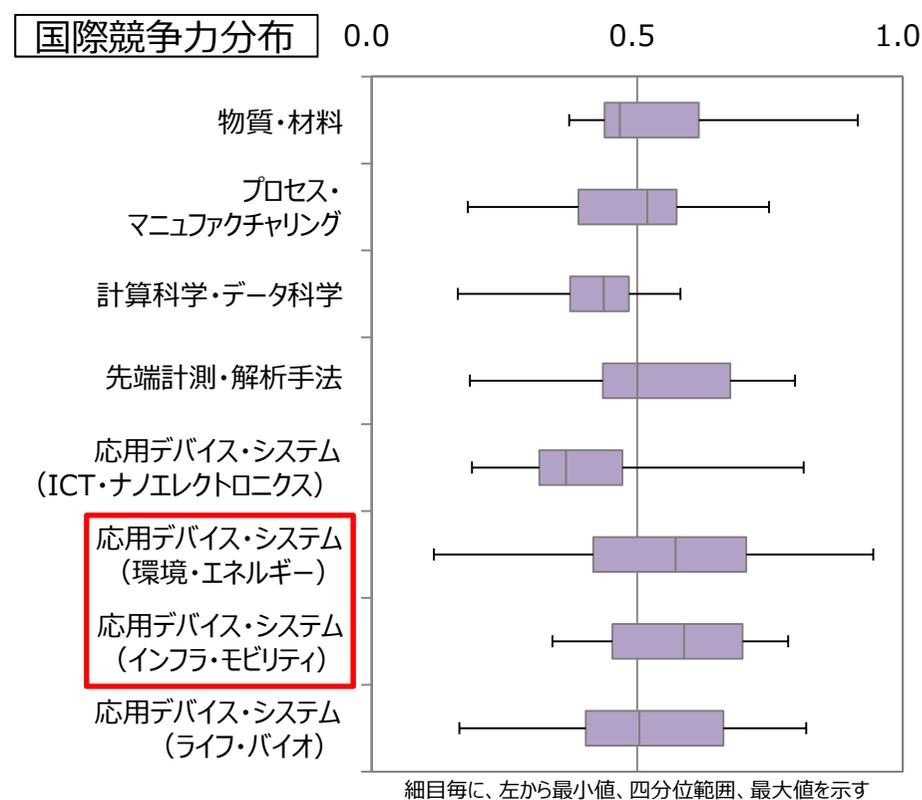
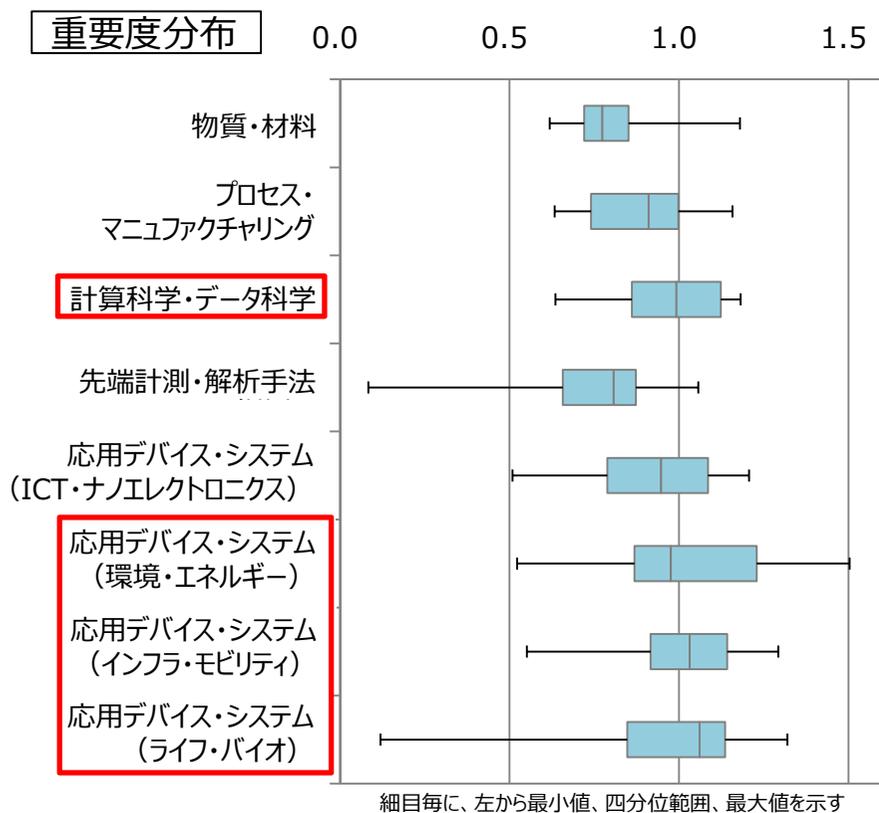
細目	キーワード	トピック数
物質・材料	可塑性無機材料、ハイブリッド材料、リサイクル架橋性樹脂、導電性高分子材料、炭素系構造材料、パワー半導体、室温量子材料、熱電素子、圧電素子、電磁波吸収体、リサイクル成形材料	11
プロセス・マニュファクチャリング	マスクスタマイゼーション、4Dプリンティング・4Dマテリアル、半導体ファブシステム、オンデマンド生産、付加製造技術（3Dプリンティング）、暗黙知のアーカイブ化、マルチマテリアル加工、形状・材料同時加工、ニアネットシェーブ技術、メタマテリアル加工、低環境負荷精錬技術、超精密プロセス技術	12
計算科学・データ科学	マルチスケールシミュレーション、プロセスシミュレーション、逆問題、マルチフィジックスシミュレーション、スーパーコンピュータ、特性・機能・劣化予測、複合材料・高次構造、マテリアルズ・インフォマティクス、データ同化、人工知能、特性データベース、プロセスデータ	13
先端計測・解析手法	時空分解解析、リアルタイム三次元可視化、固体欠陥解析、オペランド（実働環境）解析、触媒反応素過程解析、実時間解析、磁気構造解析、ナノ計測、界面計測、マルチスケール解析、データ駆動型計測、マイクロ・ナノマシン	16
応用デバイス・システム （ICT・ナノエレクトロニクス分野）	超小型ヒューマン・マシン・インターフェイスデバイス、フレキシブルトランジスタ、高度VRシステム、大容量・高速不揮発メモリ、単一スピン情報素子、単一光子、モノリシック三次元集積AIチップ、量子コンピュータ・シミュレータ、量子イメージング、量子通信素子、量子センサ・メモリ、微細アンテナ・微小通信機	14
応用デバイス・システム （環境・エネルギー分野）	太陽電池、大容量高出力電池、燃料電池、水素社会、エネルギーハーベスト、再生可能エネルギー、スマートグリッド、CO2再資源化、光還元触媒・人工光合成、膜分離技術、有害元素除去	9
応用デバイス・システム （インフラ・モビリティ分野）	金属・非金属ハイブリッド構造材料、自己修復機能材料、水素キャリア、3Dプリンター製造用素材、簡便接合技術、超長寿命耐食材料、リアルタイムモニタリング、構造物健全性評価、自動運転、高速道路送電網、非接触受給電	11
応用デバイス・システム （ライフ・バイオ分野）	人工食材・フードプリンタ、ソフトマターロボティクス、バイオミメティクス・ナノマシン、ウェアラブルデバイス、インプラントデバイス、バイオマテリアル、3Dバイオプリンティング、バイオファブ리케이션、バイオイメージング、光・量子計測・センシング、生体内センサ、バイオデグラダブル	15

結果の概要

- ✓ 重要度が特に高いとされたのは、
 応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）の二次電池・太陽電池・燃料電池関連
 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）のウェアラブルデバイス・バイオマテリアル関連
 応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）の構造物診断関連の科学技術トピック
- ✓ 燃料電池、パワー半導体、二次電池関連トピックは、国際競争力が特に高くかつ重要度も高い
 炭素系材料・防食技術などの構造材料およびバイオマテリアル・生体適合材料などの生体材料関連トピックが、
 特に国際競争力が高い
- ✓ 細目別では、応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）と応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）
 は、重要度・国際競争力ともに高く、計算科学・データ科学と応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分
 野）は、重要度は比較的が高いが、国際競争力は低い
- ✓ 実現時期は、技術的実現では2026～2030年が最も多く、細目別では応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクト
 ロニクス分野）と応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）は2030～2035年と遅い
 社会的実現では2031～2035年が最も多く、細目別ではプロセス・マニュファクチャリングは2026～2030年と早く、
 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）は2035～2040年と遅い
 2039年までに、全101科学技術トピックが社会的実現を果たす
- ✓ 実現に向けた政策手段では、技術的・社会的実現共に、人材の育成・確保、研究開発費・事業補助、研究基盤
 整備・事業環境整備は、ほとんどの細目で回答率（回答者の選択割合）が50%を超える
 - ・人材の育成・確保の回答率は、計算科学・データ科学が最も高く、研究開発費・事業補助、研究基盤整備・
 事業環境整備の回答率は、応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）が最も高い
 - ・法規制の整備とELSI課題への対応の回答率は、応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）が最も高い

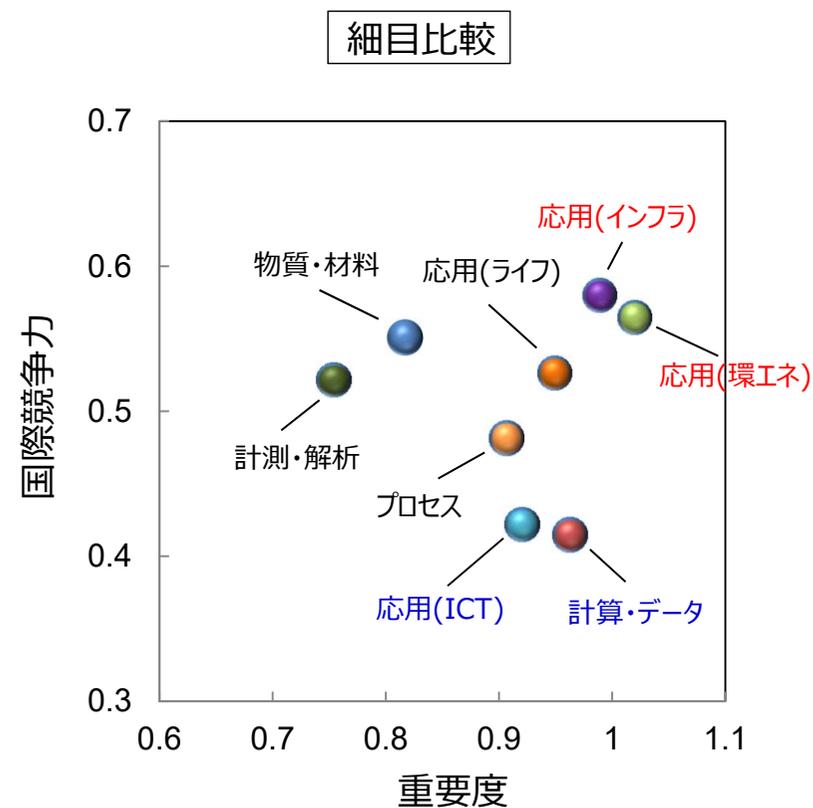
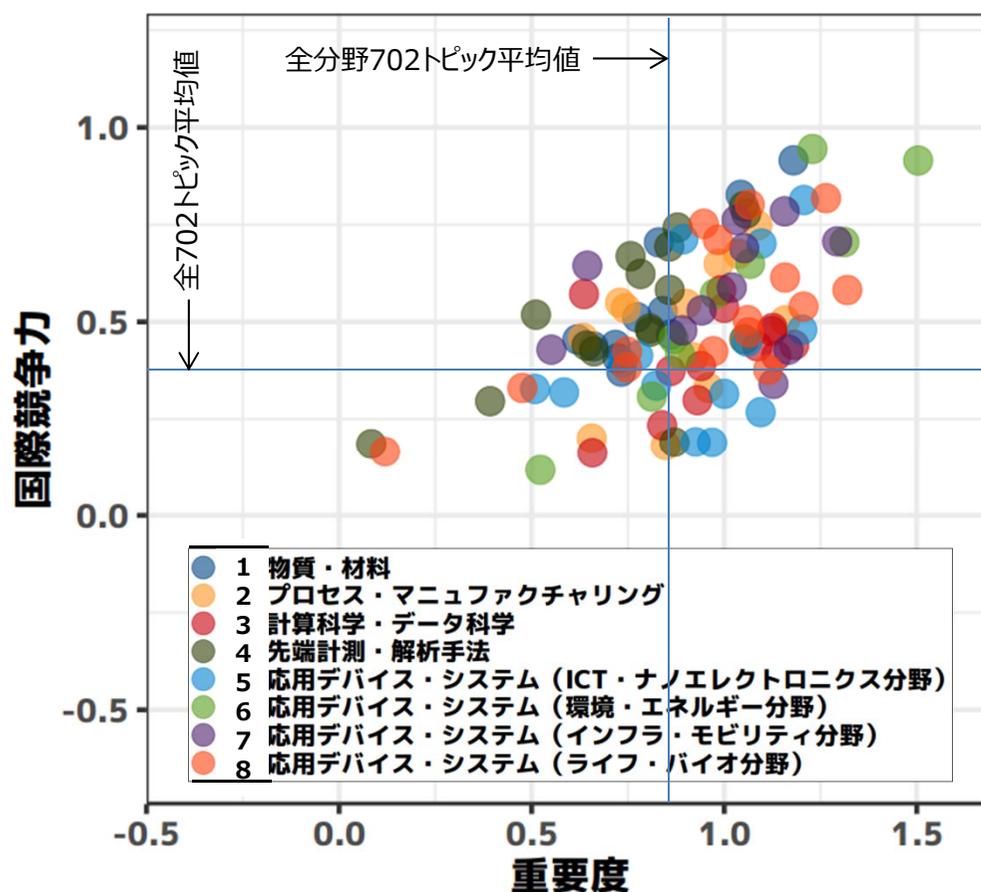
結果1：重要度と国際競争力 ①全体傾向-1

- ◆ 重要度は、**応用デバイス・システム（3分野）**と**計算科学・データ科学**が比較的高い
- ◆ 国際競争力は、**応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）**と**応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**が高い



結果1：重要度と国際競争力 ①全体傾向-2

- ◆ ほとんどのトピックが重要度0.5-1.3、国際競争力0.2-1.0の範囲にあり、**全分野702トピックの平均値(0.85,0.38)**よりも高いと評価されたトピックが多い
- ◆ **応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**と**（インフラ・モビリティ分野）**は、**重要度・国際競争力**ともに高い
- ◆ **計算科学・データ科学**と**応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）**は、**重要度**は比較的が高いが、**国際競争力**は低い



* 細目内各トピックのスコア平均値で比較

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

- ◆ 上位にランクされたのは、ほとんどが**応用デバイス・システム**に属するトピック
- ◆ 1位の**高容量高出力電池**は、重要度・国際競争力ともに非常に高い
- ◆ **応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**では、**電池関連**の3トピックが上位を占めた
- ◆ **応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**では、**ウェアラブルデバイスとバイオマテリアル関連**の3トピックが上位を占めた

重要度	国際競争力	回答数	細目	科学技術トピック
1.50	0.91	141	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
1.32	0.58	122	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
1.31	0.71	173	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	変換効率50%を超える太陽電池
1.29	0.71	58	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	インフラ構造物の内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術
1.26	0.82	121	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル
1.23	0.94	144	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
1.21	0.81	150	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ
1.21	0.54	102	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術
1.20	0.48	148	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI(ヒューマン・マシンインターフェイス)デバイス
1.18	0.44	143	3 計算科学・データ科学	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術

注) 国際競争力の赤字は、国際競争力上位(10位)に入ったトピックを示す。

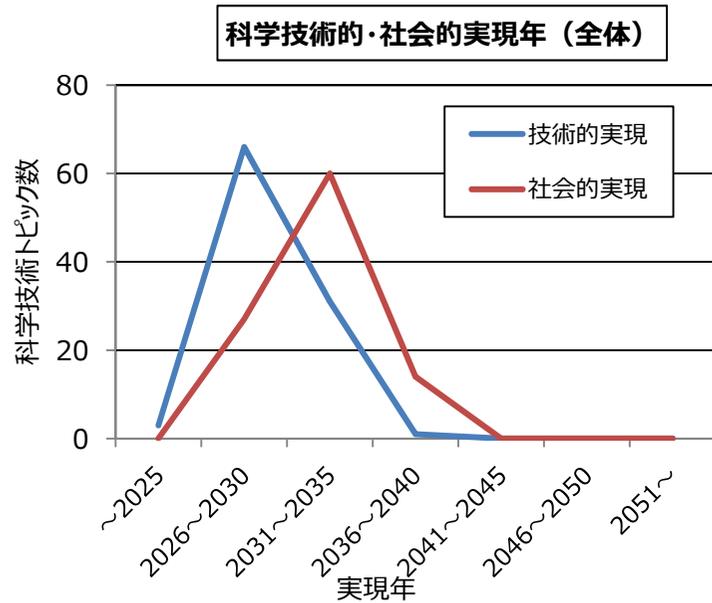
結果1：重要度と国際競争力 ③国際競争力の高い科学技術トピック

- ◆ 上位3トピック（燃料電池、パワー半導体、高容量高出力電池）は、国際競争力が特に高く、重要度も高い
- ◆ 炭素系材料・防食技術などの構造材料およびバイオマテリアル・生体適合材料などの生体材料関連トピックが高い
- ◆ 先端計測・解析手法では、電池などの環境エネルギー関連デバイスの評価に関するトピックが高い

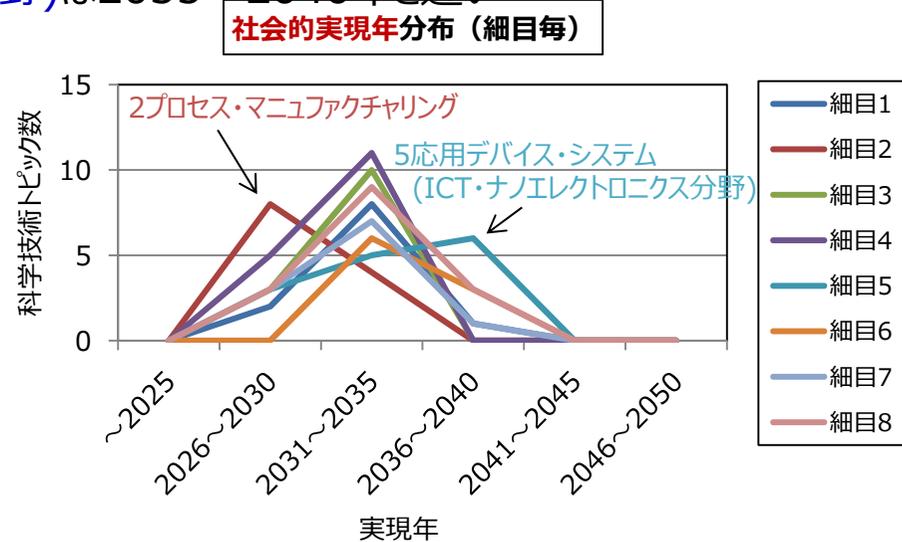
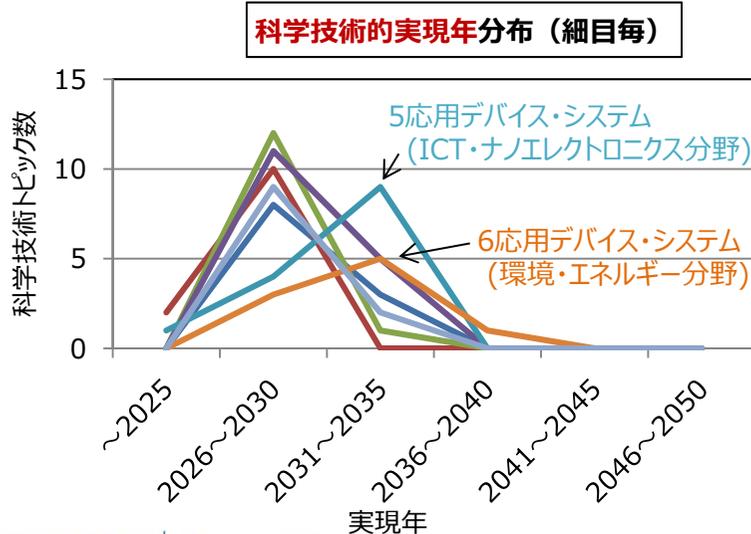
国際競争力	重要度	回答数	細目	科学技術トピック
0.94	1.23	144	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	水素社会を目指して、貴金属使用量が触媒劣化を考慮した上で、対2018年比で10分の1以下となる燃料電池
0.92	1.18	378	1 物質・材料	炭化ケイ素(SiC)、窒化ガリウム(GaN)を更に超える電力・動力用高効率パワー半導体
0.91	1.50	141	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ高容量高出力電池
0.83	1.04	329	1 物質・材料	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
0.82	1.26	121	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル
0.81	1.21	150	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ
0.80	1.07	121	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	バイオメテッ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
0.80	1.05	138	4 先端計測・解析手法	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
0.78	1.16	51	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	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）
0.78	1.06	140	4 先端計測・解析手法	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

注) 重要度の赤字は、重要度上位(10位)に入ったトピックを示す。

結果2：実現見通し ①全体傾向



- ◆ 全体的に、科学技術的実現年のピークは2026～2030年の間（2030年までにトピックの68%が実現）、社会的実現年のピークは2031～2035年の間（2035年までにトピックの86%が実現）
- ◆ 科学技術的実現では、**応用デバイス・システム(ICT・ナノエレクトロニクス分野)**と**(環境・エネルギー分野)**が、2030～2035年と遅い
- ◆ 社会的実現では、**プロセス・マニファクチャリング**は2026～2030年と早く、**応用デバイス・システム(ICT・ナノエレクトロニクス分野)**は2035～2040年と遅い



- 細目：
- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 物質・材料 | 5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野) |
| 2 プロセス・マニファクチャリング | 6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野) |
| 3 計算科学・データ科学 | 7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野) |
| 4 先端計測・解析手法 | 8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野) |

結果2：実現見通し ②科学技術的実現年（科学技術トピック毎）

- ◆ 実現が早いのは、プロセス・マニファクチャリングが4トピックと多い。マスカスタマイゼーションや3Dプリンティング関連などが早期に実現する
- ◆ 実現が最も遅いのは、光還元触媒および人工光合成で2036年に実現する

実現の早い科学技術トピック

科学技術的 実現時期	細目	科学技術トピック
2025	2 プロセス・マニファクチャリング	IoT・ICTによる製品情報を活用した、コンシューマー製品のマスカスタマイゼーションとそのビジネスモデル
2025	2 プロセス・マニファクチャリング	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術
2025	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	高度VRシステム（会議、製造現場の状態管理）と、それを支える高速情報流通システム
2026	2 プロセス・マニファクチャリング	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム
2026	2 プロセス・マニファクチャリング	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	3 計算科学・データ科学	物質・材料の特性データと自動取得された関連する事象（合成法、評価法等）との関係から、データの「質」を評価・判断する技術

実現の遅い科学技術トピック

科学技術的 実現時期	細目	科学技術トピック
2036	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
2035	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ・アクセラレータ
2035	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	光をほとんどあてずに測定する被写体（生体）にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術

結果2：実現見通し ③社会的実現年（科学技術トピック毎）

- ◆ 実現が早いのは、プロセス・マニファクチャリングが3トピックと多い
- ◆ 先端計測・解析手法の電池関連のトピックも早期に実現する
- ◆ 実現が遅いのは、量子関連が4トピックと多い
- ◆ 実現が最も遅いのは、光還元触媒および人工光合成で2039年に実現する

実現の早い科学技術トピック

社会的 実現時期	細目	科学技術トピック
2027	2 プロセス・マニファクチャリング	IoT・ICTによる製品情報を活用した、コンシューマー製品のマスカスタマイゼーションとそのビジネスモデル
2027	2 プロセス・マニファクチャリング	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術
2027	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	高度VRシステム（会議、製造現場の状態管理）と、それを支える高速情報流通システム
2028	2 プロセス・マニファクチャリング	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム
2028	4 先端計測・解析手法	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
2028	4 先端計測・解析手法	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

実現の遅い科学技術トピック

社会的 実現時期	細目	科学技術トピック
2039	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
2038	1 物質・材料	室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料
2038	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術
2038	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ・アクセラレータ
2038	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	光をほとんどあてずに測定する被写体（生体）にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術

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

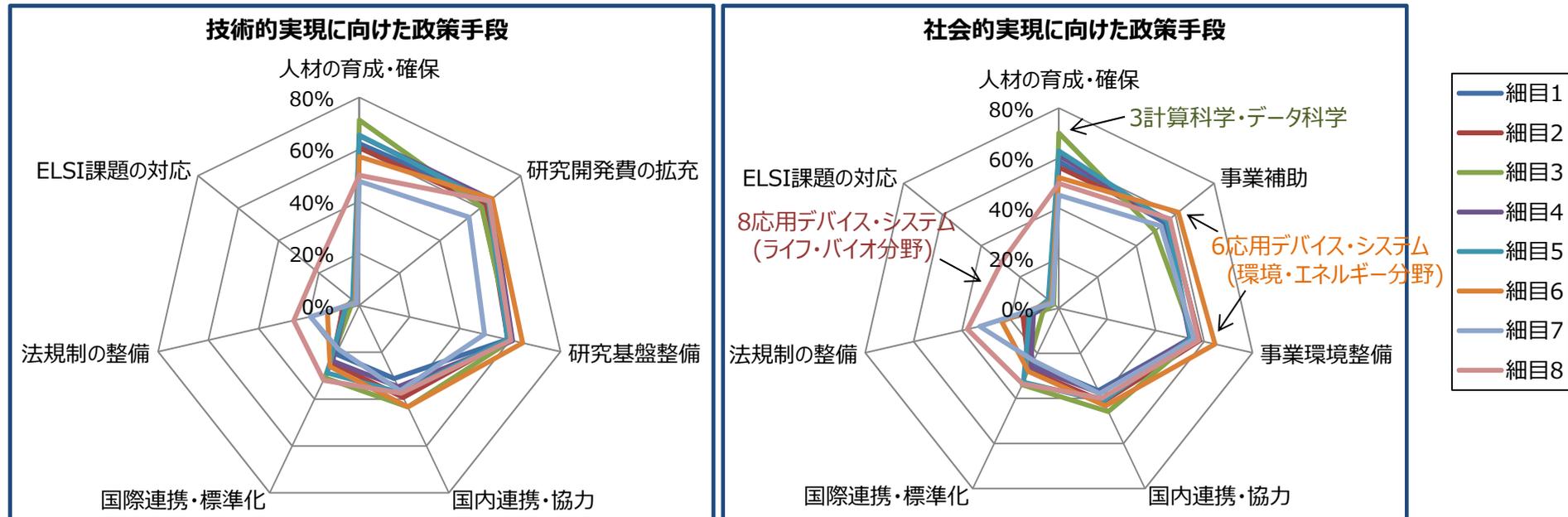
- ◆ 科学技術的実現から社会的実現までの期間が長いのは5～6年であり、**応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）**と**応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）**のトピック

実現期間 (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
6	2030	2036	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	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
5	2029	2034	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	超高層ビル等大型建築物向けの、大入熱溶接が可能となる建築用高強度鋼材（780MPa板厚100mmを一度に溶接できる建築構造材料）
5	2032	2037	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス

* 実現期間：科学技術的実現から社会的実現までの期間

結果3：実現に向けた政策手段 ①全体傾向

- ◆ 全体的に、**人材の育成・確保**、**研究開発費の拡充**あるいは**事業補助**、**研究基盤整備**あるいは**事業環境整備**については多くの細目で回答率（回答者が選択した割合）が**50%**を超える
- ◆ 技術的・社会的実現共に、**計算科学・データ科学**が**人材の育成・確保**が最も高い
- ◆ 技術的・社会的実現共に、**応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**が、**研究開発費の拡充**あるいは**事業補助**、**研究基盤整備**あるいは**事業環境整備**が最も高い
- ◆ 技術的・社会的実現共に、**応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**が**法規制の整備**と**ELSI課題への対応**が最も高い



- 細目：
- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| 1 物質・材料 | 5 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野） |
| 2 プロセス・マニファクチャリング | 6 応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野） |
| 3 計算科学・データ科学 | 7 応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野） |
| 4 先端計測・解析手法 | 8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野） |

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

◆ 技術的・社会的実現のいずれも、上位はすべて**75%以上**と高く、**計算科学・データ科学**のトピック群が占める

■ 技術的実現〔人材の育成・確保〕

回答率	細目	科学技術トピック
77%	3 計算科学・データ科学	インフォマティクス技術と第一原理計算や分子動力学法などのシミュレーション技術の協奏・共同技術
77%	3 計算科学・データ科学	電子スケールから原子、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までを一環して対象とするマルチフィジックス材料シミュレーション技術
76%	3 計算科学・データ科学	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術
76%	3 計算科学・データ科学	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術
75%	3 計算科学・データ科学	摩擦、応力、電磁場、熱、光、媒質などの外場要因のある系での原子スケールの化学反応から、マクロスケールの特性やその劣化などの経時変化を総体的に解析・予測するマルチスケールシミュレーション技術

■ 社会的実現〔人材の育成・確保〕

回答率	細目	科学技術トピック
77%	3 計算科学・データ科学	インフォマティクス技術と第一原理計算や分子動力学法などのシミュレーション技術の協奏・共同技術
76%	3 計算科学・データ科学	電子スケールから原子、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までを一環して対象とするマルチフィジックス材料シミュレーション技術
75%	3 計算科学・データ科学	複合材料における高次構造の解明とその理解に基づく特性、機能、劣化などの予測を可能とするシミュレーション技術
75%	3 計算科学・データ科学	摩擦、応力、電磁場、熱、光、媒質などの外場要因のある系での原子スケールの化学反応から、マクロスケールの特性やその劣化などの経時変化を総体的に解析・予測するマルチスケールシミュレーション技術
75%	3 計算科学・データ科学	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術

* 上の表は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（回答率）が高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

- ◆ 技術的・社会的実現のいずれも、上位の多くは**応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**の**電池関連**、および、**応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**のトピック

- 技術的実現〔研究開発費の拡充〕：上位は**75%以上**の高い回答率

回答率	細目	科学技術トピック
80%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	変換効率50%を超える太陽電池
79%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
78%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
76%	5 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ
75%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
75%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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

- 社会的実現〔事業補助〕：上位は**69%以上**の高い回答率

回答率	細目	科学技術トピック
72%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
71%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	変換効率50%を超える太陽電池
71%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
70%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
69%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル

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

- ◆ 技術的・社会的実現共に、1,2位は**応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）**の**高容量高出力電池**と**燃料電池**
- ◆ 技術的実現では、**プロセス・マニファクチャリング**の**ビーム応用プロセス技術**と**マルチマテリアル**による**製造技術**が高い
- ◆ **応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**では、技術的実現は**ウェアラブルデバイス**、社会的実現は**生体適合材料**が高い
 - 技術的実現〔研究基盤整備〕：上位は**68%以上**の高い回答率、特に**高容量高出力電池**は**82%**と非常に高い

回答率	細目	科学技術トピック
82%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
76%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
71%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
70%	2 プロセス・マニファクチャリング	ビーム技術(イオン、電子、レーザーなど)、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術(加工・分析・試験・in situモニタリング)
68%	2 プロセス・マニファクチャリング	複数の材料(マルチマテリアル)で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術

- 社会的実現〔事業環境整備〕：上位は**69%以上**の高い回答率

回答率	細目	科学技術トピック
73%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
72%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
71%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	バイオメテッ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
69%	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	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

* 上の表は技術的実現に向けた政策手段として「研究基盤整備」が選択された割合(回答率)が高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「事業環境整備」が選択された割合(回答率)が高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

⑤国内連携・協力の必要性が高い科学技術トピック

- ◆ 技術的・社会的実現のいずれも、**高容量高出力電池**が最も高く、他に**燃料電池**、**暗黙知の自動アーカイブ化**、**モビリティシステム**が高い

■ 技術的実現〔国内連携・協力〕

回答率	細目	科学技術トピック
54%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
53%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
50%	2 プロセス・マニファクチャリング	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
49%	3 計算科学・データ科学	物質・材料に関する画像情報(電子顕微鏡写真、X線回折パターン、電荷分布の計算結果等)から、現在および将来(劣化等)の物性・特性を推定する人工知能
49%	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	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

■ 社会的実現〔国内連携・協力〕

回答率	細目	科学技術トピック
60%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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
53%	2 プロセス・マニファクチャリング	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
53%	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	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
53%	3 計算科学・データ科学	電子スケールから原子、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までを一環して対象とするマルチフィジクス材料シミュレーション技術
51%	6 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)	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

* 上の表は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「国内連携・協力」が選択された割合(回答率)が高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

⑥ 国際連携・標準化の必要性が高い科学技術トピック

- ◆ 技術的実現では、多くは**応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**のトピックが占める
- ◆ 社会的実現では、**応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）**の**量子情報・単一スピン素子**関連トピックが多い

■ 技術的実現〔国際連携・標準化〕

回答率	細目	科学技術トピック
41%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス
41%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	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
39%	5 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術
38%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術
38%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル

■ 社会的実現〔国際連携・標準化〕

回答率	細目	科学技術トピック
44%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	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
43%	5 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術
43%	4 先端計測・解析手法	ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術
41%	5 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ・アクセラレータ
41%	5 応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）	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

* 上の表は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「国際連携・標準化」が選択された割合（回答率）が高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

⑦ 法規制の整備の必要性が高い科学技術トピック

- ◆ 技術的・社会的実現のいずれも、多くは**応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**のトピック群が占める
- ◆ 社会的実現では、上位はすべて**53%以上**の高い回答率

■ 技術的実現〔国際連携・標準化〕

回答率	細目	科学技術トピック
46%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス
43%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
43%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）
43%	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	少子高齢化に伴う労働力の不足の際に必要となる、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
38%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術

■ 社会的実現〔法規制の整備〕

回答率	細目	科学技術トピック
62%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）
61%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	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
60%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス
60%	8 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル
53%	7 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)	少子高齢化に伴う労働力の不足の際に必要となる、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

* 上の表は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「法規制の整備」が選択された割合（回答率）が高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

⑧ ELSI課題の対応の必要性が高い科学技術トピック

◆ 技術的・社会的実現のいずれも、すべて**応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）**のトピック群が占める

■ 技術的実現〔ELSI課題の対応〕

回答率	細目	科学技術トピック
43%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル
42%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）
41%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス
39%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	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
35%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術

■ 社会的実現〔ELSI課題の対応〕

回答率	細目	科学技術トピック
57%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）
56%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス
55%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル
48%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	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
46%	8 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術

* 上の表は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「ELSI課題の対応」が選択された割合（回答率）が高い科学技術トピックを抽出



参考 細目別結果

〔細目1〕 物質・材料

－ 回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年 －

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
407	高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料	379	0.72	0.41	2029	2032
408	自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料	406	0.83	0.70	2027	2030
409	リサイクル容易な架橋性樹脂	336	0.77	0.51	2028	2030
410	室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料	340	0.86	0.47	2032	2035
411	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	329	1.04	0.83	2030	2034
412	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	378	1.18	0.92	2029	2033
413	室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	344	0.73	0.37	2034	2038
414	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子	299	0.62	0.45	2030	2033
415	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	329	0.72	0.44	2030	2033
416	光など電磁波を閉じ込めてほとんど逃がさない吸収体	309	0.66	0.44	2031	2035
417	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	307	0.84	0.53	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。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字部分は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目1〕 物質・材料

－ 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
407	高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料	64	68	56	29	21	4	1	2	60	52	50	34	18	9	2	3
408	自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料	63	71	57	31	23	5	2	3	61	57	52	40	26	11	2	2
409	リサイクル容易な架橋性樹脂	58	62	55	29	18	11	2	3	54	55	57	33	24	23	6	3
410	室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料	64	71	62	29	20	5	3	4	59	56	53	37	25	11	4	4
411	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	64	64	63	36	21	13	3	4	59	56	60	41	23	24	4	3
412	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	64	70	63	38	25	6	2	4	61	59	58	44	29	10	2	4
413	室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料	68	60	57	27	21	3	1	6	65	48	49	34	25	6	2	6
414	水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子	57	62	57	29	15	3	1	6	56	54	54	32	20	8	2	5
415	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	62	63	61	35	22	4	2	5	58	58	55	37	22	11	2	6
416	光など電磁波を閉じ込めてほとんど逃がさない吸収体	63	65	58	27	22	6	4	5	59	54	54	34	25	13	5	5
417	成形・実装・回収・抽出・精製・再成形のリサイクルループが成立する汎用成形材料	57	59	58	34	21	15	3	5	53	53	57	38	26	27	5	5

〔細目2〕 プロセス・マニファクチャリング

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年－

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
418	IoT・ICTによる製品情報を活用した、コンシューマー製品のマスカスタマイゼーションとそのビジネスモデル	138	0.85	0.18	2025	2027
419	形状加工後に自発的に変形・結合することで機能発現やシステム融合を可能にする技術（4Dプリンティング・4Dマテリアル）	125	0.66	0.20	2030	2033
420	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム	152	0.90	0.55	2026	2028
421	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術	137	0.92	0.41	2025	2027
422	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	133	1.16	0.50	2026	2029
423	複数の材料（マルチマテリアル）で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術	163	1.04	0.67	2028	2031
424	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	137	0.99	0.65	2028	2030
425	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	145	0.96	0.33	2027	2030
426	除去加工を必要としない素形材技術（ニアネットシェープ技術）	129	0.74	0.53	2027	2029
427	メタマテリアルのコンシューマー製品への適用を可能にする微細加工技術	120	0.63	0.46	2029	2032
428	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	122	0.73	0.55	2030	2033
429	ビーム技術（イオン、電子、レーザーなど）、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術（加工・分析・試験・in situモニタリング）	151	1.09	0.75	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。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目2〕 プロセス・マニファクチャリング

－ 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
418	IoT・ICTによる製品情報を活用した、コンシューマー製品のマスカスタマイゼーションとそのビジネスモデル	64	49	46	40	31	18	11	2	55	46	50	45	30	30	13	2
419	形状加工後に自発的に変形・結合することで機能発現やシステム融合を可能にする技術（4Dプリンティング・4Dマテリアル）	58	62	57	26	19	4	2	4	51	50	53	30	30	10	6	6
420	少量多品種向けの半導体デバイスや集積回路チップをオンデマンドで短期間に生産できるファブシステム	55	51	55	43	32	9	1	5	50	57	59	45	30	13	3	5
421	保守部品のオンデマンド生産を可能とする、付加製造（3Dプリンティング）等の新加工技術	53	61	53	44	28	9	3	5	50	54	61	41	29	18	5	5
422	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	68	63	59	50	19	11	8	2	62	57	59	53	24	21	13	2
423	複数の材料（マルチマテリアル）で構成され、かつ自由な形状を有する機能的な構造体を製造する技術	70	74	68	41	26	7	2	4	66	65	61	47	32	15	4	4
424	製品の幾何学的形状と、材料の微細構造やその配置とを同時に制御できる加工技術	67	66	66	39	20	1	0	2	59	62	61	41	24	8	3	4
425	従来的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	57	68	59	43	28	8	3	3	54	61	57	46	30	16	4	3
426	除去加工を必要としない素形材技術（ニアネットシェーブ技術）	61	60	57	33	19	2	0	9	55	57	60	33	22	6	1	9
427	メタマテリアルのコンシューマー製品への適用を可能にする微細加工技術	57	64	59	35	23	4	3	7	56	55	58	40	23	13	3	7
428	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	51	59	60	38	23	6	0	7	52	54	60	35	26	17	1	9
429	ビーム技術（イオン、電子、レーザなど）、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストROOMオーダーの超精密プロセス技術（加工・分析・試験・in situモニタリング）	67	73	70	40	27	1	0	3	65	62	60	41	30	10	2	2

〔細目3〕 計算科学・データ科学

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年－

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
430	摩擦、応力、電磁場、熱、光、媒質などの外場要因のある系での原子スケールの化学反応から、マクロスケールの特性やその劣化などの経時変化を総体的に解析・予測するマルチスケールシミュレーション技術	170	1.12	0.48	2029	2032
431	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術	143	1.18	0.44	2029	2032
432	電子スケールから原子、メゾ組織、マクロ組織、工業部材までを一環して対象とするマルチフィジックス材料シミュレーション技術	159	1.13	0.48	2030	2033
433	数値シミュレーションと革新的測定技術の共同により、ナノスケールの微細構造と化学反応を含むダイナミクスを解明可能な協奏技術	138	1.00	0.54	2029	2032
434	数十億原子からなるμmスケールの全原子分子動力学シミュレーション技術の開発による、電子顕微鏡との直接比較の実現と計算モデルの高精度化	140	0.64	0.57	2029	2032
435	複合材料における高次構造の解明とその理解に基づく特性、機能、劣化などの予測を可能とするシミュレーション技術	129	0.99	0.58	2029	2032
436	インフォマティクス技術と第一原理計算や分子動力学法などのシミュレーション技術の協奏・共同技術	151	1.09	0.44	2027	2029
437	量子コンピュータを利用した物質物性計算手法	144	0.93	0.30	2032	2034
438	クリープ・疲労等材料の長期的な信頼性について、シミュレーションを用いた予測に基づいて、新材料の実用化へのリードタイムを数分の1に短縮する技術	115	0.86	0.37	2030	2033
439	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術	126	1.13	0.41	2029	2032
440	三次元造形のプロセス・材料・設計事例データをオープンな場に集めて集合知として活用し、新たな造形・プロセスを生み出す技術	111	0.66	0.16	2028	2030
441	物質・材料に関する画像情報（電子顕微鏡写真、X線回折パターン、電荷分布の計算結果等）から、現在および将来（劣化等）の物性・特性を推定する人工知能	132	0.94	0.39	2028	2031
442	物質・材料の特性データと自動取得された関連する事象（合成法、評価法等）との関係から、データの「質」を評価・判断する技術	124	0.84	0.23	2026	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。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目3〕 計算科学・データ科学

— 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	科学技術的实现に向けた政策手段								社会的实现に向けた政策手段							
		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
430	摩擦、応力、電磁場、熱、光、媒質などの外場要因のある系での原子スケールの化学反応から、マクロスケールの特性やその劣化などの経時変化を総合的に解析・予測するマルチスケールシミュレーション技術	75	67	62	44	36	4	2	4	75	52	57	48	33	6	2	4
431	合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術	76	59	56	40	33	1	1	2	73	47	57	48	34	3	1	3
432	電子スケールから原子、メソ組織、マクロ組織、工業部材までを一環して対象とするマルチフィジックス材料シミュレーション技術	77	66	64	45	36	2	0	3	76	52	55	53	38	4	1	3
433	数値シミュレーションと革新的測定技術の共同により、ナノスケールの微細構造と化学反応を含むダイナミクスを解明可能な協奏技術	74	68	67	41	29	1	0	1	71	46	56	43	36	4	1	2
434	数十億原子からなるμmスケールの全原子分子動力学シミュレーション技術の開発による、電子顕微鏡との直接比較の実現と計算モデルの高精度化	67	62	66	34	22	1	1	2	62	51	55	39	26	4	1	3
435	複合材料における高次構造の解明とその理解に基づく特性、機能、劣化などの予測を可能とするシミュレーション技術	74	65	61	47	28	2	2	1	75	52	59	45	35	5	4	2
436	インフォマティクス技術と第一原理計算や分子動力学法などのシミュレーション技術の協奏・共同技術	77	62	63	46	32	2	1	2	77	50	61	50	38	4	2	5
437	量子コンピュータを利用した物質物性計算手法	74	59	66	40	36	1	1	3	72	53	55	43	38	3	2	3
438	クリープ・疲労等材料の長期的な信頼性について、シミュレーションを用いた予測に基づいて、新材料の実用化へのリードタイムを数分の1に短縮する技術	65	57	57	43	24	4	3	3	67	47	55	43	30	10	1	3
439	データ同化による精緻化した予測モデルによるシミュレーション、情報統計力学などを、材料学上の逆問題に適用し、求める機能・物性を有する材料の構造や成分、プロセスを推定する技術	76	63	61	45	29	2	2	2	75	52	56	46	32	5	2	2
440	三次元造形のプロセス・材料・設計事例データをオープンな場集めて集合知として活用し、新たな造形・プロセスを生み出す技術	55	45	49	47	37	12	5	4	56	41	51	46	39	16	8	5
441	物質・材料に関する画像情報（電子顕微鏡写真、X線回折パターン、電荷分布の計算結果等）から、現在および将来（劣化等）の物性・特性を推定する人工知能	68	61	60	49	31	6	3	2	67	54	58	49	34	10	5	2
442	物質・材料の特性データと自動取得された関連する事象（合成法評価法等）との関係から、データの「質」を評価・判断する技術	68	53	55	43	27	7	5	2	64	47	53	43	31	11	5	2

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

〔細目4〕 先端計測・解析手法

－回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年－

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
443	光エネルギー変換材料におけるキャリア移動の時空間分解解析技術	148	0.76	0.67	2028	2031
444	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	140	1.06	0.78	2027	2028
445	超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術	135	0.51	0.52	2030	2034
446	触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析	138	0.78	0.62	2028	2029
447	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	138	1.05	0.80	2027	2028
448	ラボスケールで設置可能かつ実働環境で動作可能な小型中性子オペランド解析	125	0.39	0.30	2032	2034
449	ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術	134	1.05	0.46	2031	2032
450	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する100ボルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	132	0.88	0.74	2029	2031
451	超高温（800℃以上）かつ高圧反応（3kPa以上）など極限環境で、触媒、金属、熔融塩などを観察できる電子顕微鏡	134	0.86	0.58	2029	2031
452	結合軌道や反結合軌道を実空間で可視化する顕微鏡	139	0.66	0.42	2033	2035
453	ピコメートルスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高解像度顕微鏡	147	0.86	0.69	2031	2034
454	高温超伝導・スピントロニクス材料などの機能解明のための広いエネルギー（波長）範囲の偏極中性子の生成・制御・検出技術	123	0.64	0.44	2032	2035
455	角度分解電子エネルギー分析に用いられる、径が1メートル以上の楕円メッシュ	108	0.08	0.19	2029	2030
456	データ駆動型計測インフォマティクスによる10～100テラバイトの多次元ビッグデータハイスループット解析	116	0.87	0.19	2027	2030
457	ロボット、クライオ電子顕微鏡、高速データ処理環境の融合による生物構造解析の高分解能化とハイスループット化	120	0.81	0.48	2028	2031
458	マイクロ・ナノマシンや生体分子等の配置や運動を自在に制御・計測する光技術	145	0.81	0.48	2030	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。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目4〕 先端計測・解析手法

－ 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
443	光エネルギー変換材料におけるキャリアー移動の時空間分解解析技術	61	71	56	34	24	1	1	5	57	55	48	32	24	5	1	6
444	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	64	69	61	40	24	3	1	5	62	57	56	44	26	5	1	6
445	超臨界状態や相転移などにおける物質のゆらぎの解析技術	66	58	63	28	21	2	0	4	61	42	53	35	24	6	0	4
446	触媒反応過程の多チャンネル同時計測・オペランド解析	66	66	64	34	22	1	2	4	62	54	51	38	25	5	1	6
447	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	72	69	63	42	25	3	1	4	68	61	58	43	29	7	4	4
448	ラボスケールで設置可能かつ実働環境で動作可能な小型中性子オペランド解析	63	61	63	33	22	16	3	6	60	53	55	35	24	27	5	5
449	ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術	68	69	60	37	37	31	24	4	58	57	56	39	43	42	31	4
450	絶縁材料や生体材料を観察するための原子分解能を有する100ポルト以下の低加速電圧電子顕微鏡	68	70	63	37	25	2	1	4	63	64	56	47	27	8	0	4
451	超高温（800℃以上）かつ高圧反応（3kPa以上）など極限環境で、触媒、金属、溶融塩などを観察できる電子顕微鏡	63	72	66	39	19	3	1	4	60	62	62	38	22	7	1	6
452	結合軌道や反結合軌道を実空間で可視化する顕微鏡	64	69	59	29	27	3	1	4	63	61	51	33	26	4	1	4
453	ピコメートルスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高解像度顕微鏡	65	71	65	41	24	2	1	4	64	63	60	41	27	4	1	4
454	高温超伝導・スピントロニクス材料などの機能解明のための広いエネルギー（波長）範囲の偏極中性子の生成・制御・検出技術	64	60	59	33	24	3	0	8	60	50	52	32	24	7	2	8
455	角度分解電子エネルギー分析に用いられる、径が1メートル以上の楕円メッシュ	49	48	46	22	10	1	0	10	48	44	38	26	10	3	0	11
456	データ駆動型計測インフォマティクスによる10～100テラバイトの多次元ビッグデータハイスループット解析	68	61	63	36	27	6	1	6	61	57	56	40	28	11	2	7
457	ロボット、クライオ電子顕微鏡、高速データ処理環境の融合による生物構造解析の高分解能化とハイスループット化	67	68	65	38	26	8	3	4	64	58	58	41	28	14	11	5
458	マイクロ・ナノマシンや生体分子等の配置や運動を自在に制御・計測する光技術	75	66	58	32	25	4	6	4	64	52	57	37	30	12	7	3

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

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
459	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI（ヒューマン・マシンインターフェイス）デバイス	148	1.20	0.48	2029	2032
460	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	160	0.89	0.71	2029	2030
461	高度VRシステム（会議、製造現場の状態管理）と、それを支える高速情報流通システム	119	0.82	0.34	2025	2027
462	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ	150	1.21	0.81	2029	2030
463	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	134	1.10	0.70	2033	2035
464	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	121	0.78	0.41	2032	2036
465	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	118	1.06	0.45	2030	2032
466	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	113	0.58	0.32	2031	2034
467	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ・アクセラレータ	121	0.93	0.19	2035	2038
468	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	127	1.00	0.31	2034	2038
469	量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレータ	127	1.09	0.27	2031	2033
470	光をほとんどあてずに測定する被写体（生体）にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	116	0.51	0.33	2035	2038
471	超小型でショットノイズ限界を超える量子センサ	121	0.74	0.40	2034	2037
472	量子暗号を用いた高セキュリティな金融システムのための量子メモリ	127	0.97	0.19	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・社会的実現年時期については、それぞれの中央値を示す。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

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
459	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI（ヒューマン・マシンインターフェイス）デバイス	70	70	61	44	33	26	21	4	63	57	56	45	30	43	36	4
460	低コストで、曲面や可動部に装着できる、移動度が単結晶シリコンレベルの印刷可能で安定なフレキシブル有機半導体トランジスタ	63	69	59	39	25	3	2	6	61	61	58	42	29	8	5	3
461	高度VRシステム（会議、製造現場の状態管理）と、それを支える高速情報流通システム	53	47	46	37	23	17	8	3	50	47	47	35	29	24	8	4
462	フラッシュメモリ並みに大容量でありながらDRAM並みの高速読み書きが可能で、50年以上の寿命を持つ不揮発メモリ	65	76	67	46	34	5	1	3	65	67	63	50	35	9	2	3
463	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	71	70	66	46	34	1	0	4	69	57	59	45	41	7	2	4
464	オンデマンドで単一光子を高レートで発生できる新デバイス	62	64	59	34	27	2	2	5	57	55	56	40	34	7	2	3
465	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	68	73	66	37	26	0	0	4	69	60	58	43	31	5	0	3
466	ナノ共鳴子の非線形応答を用いた微細アンテナによる微小通信機	58	62	54	21	19	3	0	4	58	50	51	30	27	7	1	4
467	既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ・アクセラレータ	67	68	60	41	36	1	1	4	64	60	56	45	41	4	1	4
468	量子コンピュータ間の量子インターネットを可能にする高効率な量子通信素子技術	72	65	65	39	39	4	2	2	68	57	58	45	43	13	2	3
469	量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレータ	72	58	63	37	25	2	2	3	67	56	53	43	31	10	6	3
470	光をほとんどあてずに測定する被写体（生体）にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	59	52	49	30	22	3	3	6	55	45	47	32	22	8	5	5
471	超小型でショットノイズ限界を超える量子センサ	70	63	50	32	24	1	1	6	67	53	49	38	27	3	0	4
472	量子暗号を用いた高セキュリティな金融システムのための量子メモリ	69	61	58	38	35	10	4	3	68	57	52	45	38	21	7	3

〔細目6〕 応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野） －回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年－

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
473	変換効率50%を超える太陽電池	173	1.31	0.71	2033	2036
474	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	141	1.50	0.91	2030	2032
475	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	144	1.23	0.94	2032	2033
476	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	139	0.88	0.42	2030	2033
477	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	111	0.52	0.12	2033	2034
478	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	117	0.81	0.31	2031	2034
479	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	134	1.07	0.65	2036	2039
480	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	114	0.87	0.46	2032	2036
481	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	124	0.98	0.57	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。
赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目6〕 応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）

－ 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
473	変換効率50%を超える太陽電池	65	80	67	42	35	8	2	2	55	71	65	45	33	19	3	3
474	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	69	79	82	54	31	17	1	2	63	71	73	60	39	26	4	2
475	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	61	75	76	53	31	8	2	2	58	72	72	51	35	20	2	2
476	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	58	63	60	45	23	11	1	4	53	62	63	43	24	22	2	4
477	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	44	54	57	42	19	20	2	5	42	54	59	38	18	27	6	5
478	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	46	58	57	40	23	21	2	5	43	52	62	38	20	37	3	5
479	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	65	69	66	40	23	5	1	2	58	60	67	40	29	19	3	4
480	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	53	58	58	33	18	10	4	4	46	54	60	34	25	18	5	4
481	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	55	57	63	40	33	14	3	3	50	57	60	41	30	25	6	5

〔細目7〕 応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）

－ 回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年 －

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
482	鉄と非金属材料（木材、コンクリート、CFRP等）の高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	63	1.03	0.76	2029	2032
483	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築構造物の機能を維持できる構造材料	51	1.02	0.59	2033	2035
484	超高層ビル等大型建築物向けの、大入熱溶接が可能となる建築用高強度鋼材（780MPa板厚100mmを一度に溶接できる建築構造材料）	45	0.64	0.64	2029	2034
485	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	58	1.05	0.69	2031	2035
486	任意形状のインフラ補修部材を安価で製造できる3Dプリンター素材	46	0.89	0.48	2028	2029
487	熟練工不足に対応した人の技量によらない、簡便な構造材料用接合・接着技術	51	0.94	0.53	2028	2031
488	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）	51	1.16	0.78	2030	2032
489	インフラ構造物の内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	58	1.29	0.71	2028	2029
490	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	47	1.13	0.34	2028	2030
491	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	42	1.17	0.43	2029	2031
492	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	49	0.55	0.43	2030	2036
482	鉄と非金属材料（木材、コンクリート、CFRP等）の高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	63	1.03	0.76	2029	2032

* 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。
 赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目7〕 応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）

－ 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
482	鉄と非金属材料（木材、コンクリート、CFRP等）の高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	51	67	54	33	17	10	0	5	51	56	56	35	19	21	2	6
483	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築構造物の機能を維持できる構造材料	47	55	51	37	22	20	0	2	49	53	55	37	24	33	0	2
484	超高層ビル等大型建築物向けの、大入熱溶接が可能となる建築用高強度鋼材（780MPa板厚100mmを一度に溶接できる建築構造材料）	49	44	44	29	9	7	2	4	44	51	40	22	22	24	2	4
485	燃料電池車向けに、水素貯蔵密度100kg/m3以上かつ質量貯蔵密度10wt%以上の高密度水素キャリア	53	60	57	41	28	19	3	2	53	52	69	45	31	31	3	2
486	任意形状のインフラ補修部材を安価で製造できる3Dプリンター素材	46	61	50	35	20	15	0	2	39	57	54	30	24	20	0	4
487	熟練工不足に対応した人の技量によらない、簡便な構造材料用接合・接着技術	51	57	45	29	14	8	0	4	47	53	49	35	24	24	0	6
488	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）	45	61	47	35	20	12	0	4	49	49	53	35	24	25	0	8
489	インフラ構造物の内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	57	62	57	45	28	24	0	5	53	59	67	50	28	40	2	3
490	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	47	47	55	49	21	43	9	4	45	57	66	53	26	53	15	4
491	インフラを経済的に維持できなくなる過疎地で必要となる、従来の中央集約型上下水道インフラを自律分散型にするシステム	40	38	38	38	7	31	2	2	31	52	50	40	10	48	10	5
492	重量物を積載したトラックの走行に対して耐えうる構造を有する、100km/hで走行する乗用車に対し20kW以上の非接触給電を可能とするシステム	39	47	49	29	20	27	0	6	35	41	55	33	27	41	2	6
482	鉄と非金属材料（木材、コンクリート、CFRP等）の高機能ハイブリッド構造材料(構造性能、意匠性、耐食性等)	51	67	54	33	17	10	0	5	51	56	56	35	19	21	2	6

〔細目8〕 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野） － 回答数、重要度、国際競争力、科学技術的・社会的実現年－

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
493	人工肉など人工食材をベースに、食品をオーダーメイドで製造（造形）する3Dフードプリンティング技術	109	0.12	0.17	2028	2030
494	食品の安全をその場で確認できる超小型化学分析システム	121	0.98	0.71	2027	2029
495	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル	113	0.95	0.75	2028	2030
496	人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオミメティクス材料	106	0.97	0.42	2032	2036
497	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	122	1.32	0.58	2028	2031
498	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス	114	1.11	0.38	2032	2037
499	バイオミメティクスに基づく表面や構造を有し、耐久性、安全性が飛躍的に向上する生体適合材料	121	1.07	0.80	2028	2031
500	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	102	1.21	0.54	2030	2034
501	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	121	1.26	0.82	2029	2033
502	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）	110	1.06	0.47	2031	2034
503	細胞や細胞内のタンパク質、アミノ酸、イオン等の動態を、マイクロ秒以下の時間分解能で追尾可能なモニタリング技術	107	0.75	0.38	2031	2033
504	タンパク質の一次配列構造から三次元立体構造を予測する技術	111	0.75	0.42	2029	2031
505	量子もつれ光による超高精度測定を利用した新規な生命現象、生化学現象の解明	103	0.48	0.33	2033	2036
506	全てバイオデgradable（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）	114	1.16	0.61	2030	2032
507	CO ₂ 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	115	1.06	0.50	2031	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。
赤字は最多あるいは最高スコア、青字は最少あるいは最低スコアを示す。赤字は最も遅い実現年、青字は最も早い実現年を示す。

〔細目8〕 応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）

－ 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
493	人工肉など人工食材をベースに、食品をオーダメイドで製造（造形）する3Dフードプリンティング技術	35	46	37	25	21	32	26	7	34	36	40	32	25	43	30	7
494	食品の安全をその場で確認できる超小型化学分析システム	44	66	63	40	27	30	8	4	50	60	60	45	31	38	12	3
495	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル	52	67	66	41	31	13	11	3	49	58	63	43	34	22	16	3
496	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	52	69	58	34	28	25	30	4	54	56	54	41	35	40	44	4
497	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	61	78	71	41	41	43	39	2	58	70	66	47	44	61	48	2
498	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理（検査・診断・治療）デバイス	57	70	65	43	41	46	41	4	58	61	58	42	40	60	56	4
499	バイオメテッ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	55	75	65	41	35	21	13	0	51	66	71	44	33	33	23	1
500	移植用臓器を長期間保存できるバイオマテリアルおよびプロセス技術	47	64	62	38	38	38	35	3	48	58	62	40	35	49	46	3
501	生体外で生体組織を培養するシステムおよびバイオマテリアル	63	69	66	49	38	37	43	1	58	69	67	49	37	60	55	1
502	3Dプリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）	52	64	66	45	35	43	42	2	54	57	56	46	37	62	57	2
503	細胞や細胞内のタンパク質、アミノ酸、イオン等の動態を、マイクロ秒以下の時間分解能で追尾可能なモニタリング技術	46	64	58	26	24	9	8	6	49	59	53	28	26	17	14	6
504	タンパク質の一次配列構造から三次元立体構造を予測する技術	47	55	58	34	29	5	5	5	48	50	51	33	29	7	5	6
505	量子もつれ光による超高精度測定を利用した新規な生命現象、生化学現象の解明	45	56	52	26	22	8	7	10	43	44	45	33	28	9	7	12
506	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）	46	64	61	37	31	26	13	4	48	60	64	36	33	35	20	3
507	CO ₂ 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	49	60	55	42	37	15	3	5	48	56	57	39	35	31	7	5

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