



# 第11回科学技術予測調査について

2019年6月14日  
第1回情報委員会

科学技術・学術政策研究所

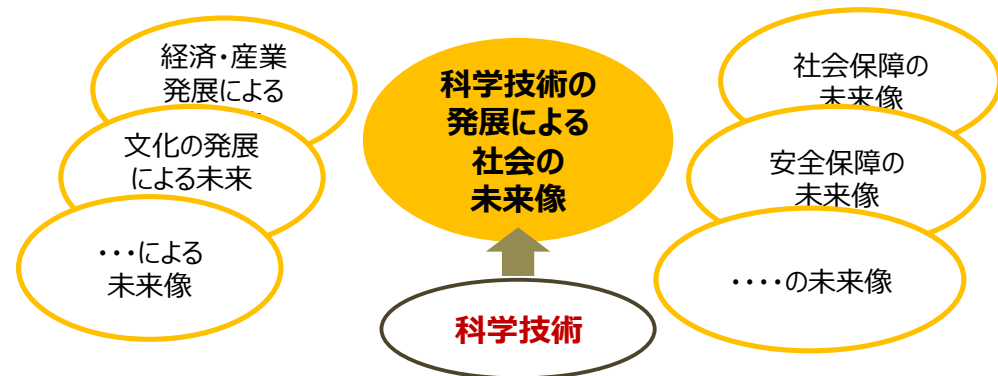
- 科学技術予測調査は、1971年から約5年毎に実施され、今回は11回目の調査。
- 次期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策立案のための基礎的な検討材料を提供することを目的として実施。
- 専門家の知見を集約し、科学技術の発展による社会の未来像を描く。

## ◆ 調査の目的

- 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戦略・政策立案のためのエビデンスを提供
- 将来の社会や科学技術イノベーションを議論するためのプラットフォームを提供

## ◆ 特徴

- 多様なステークホルダーの参画
- ICTの活用  
プレスリリーススクローリング、関連データの自動収集など
- NISTEP調査研究成果の活用  
サイエンスマップなど
- 関係機関調査研究成果の活用  
JST-CRDS俯瞰報告書など
- 関係機関・プログラムとの連携  
JST、SciREXなど

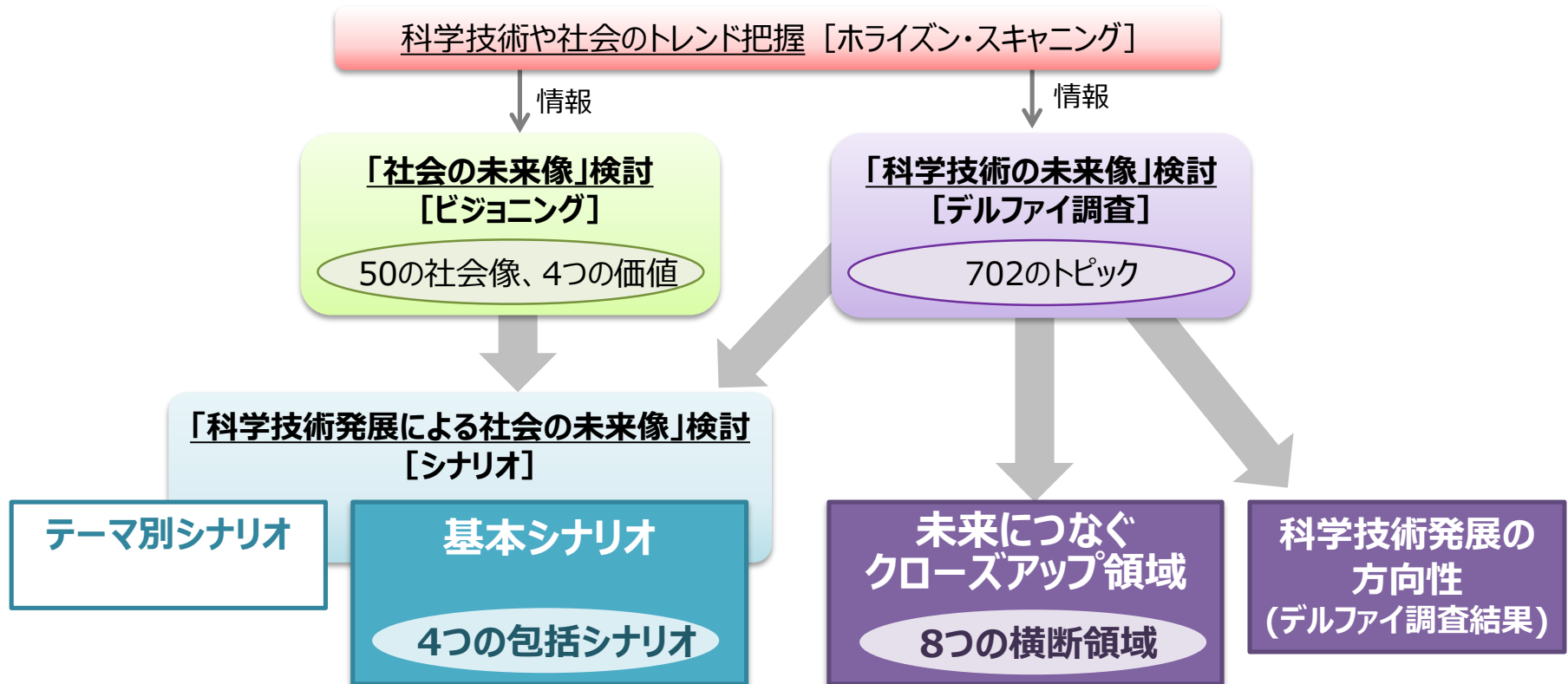


# 科学技術予測調査の歴史



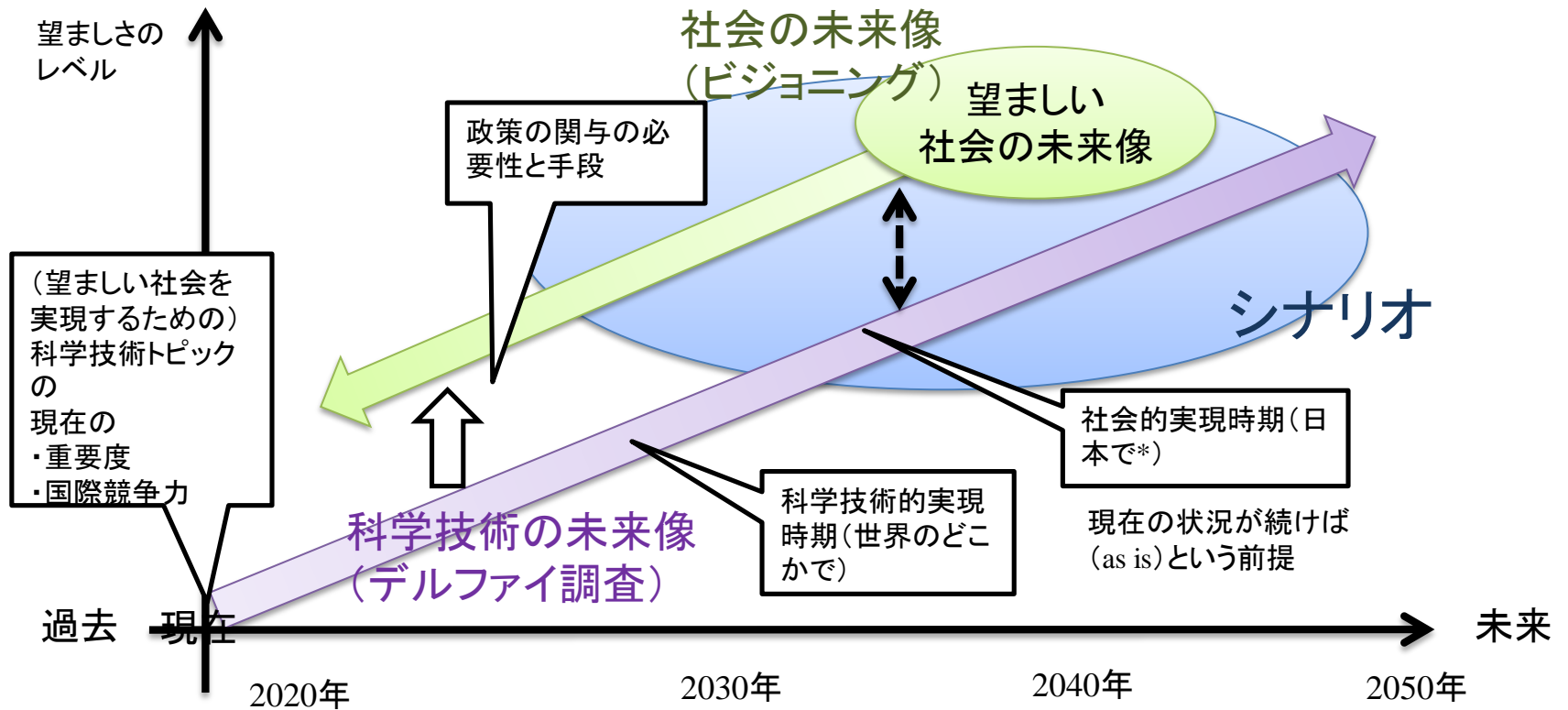
# 科学技術予測調査の構造

- 調査は、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並行して検討、それらを統合して科学技術発展による社会の未来像を検討。



# 科学技術予測調査の時間軸

- 2050年までを対象とし、2040年をターゲットイヤーとする。
- バックキャストとフォーキャストの2方向から検討、シナリオで統合。



\*「日本で」とは、資源や地球環境など、外国における科学技術トピックの社会的実現により日本が利益を得る場合も含む。



# 社会の未来像



# 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（Humanity / Inclusion / Sustainability / Curiosity）に集約。

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	まともでないことでもまともしている社会	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





# 科学技術の未来像

- 調査分野毎の分科会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

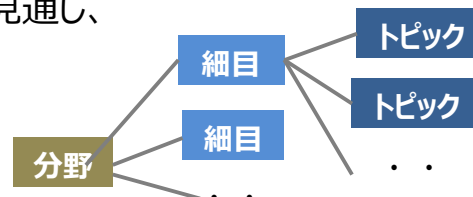
- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

## ● 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）

## ● 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（実施中）

## ● 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  
2回目：

（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%

➤ 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

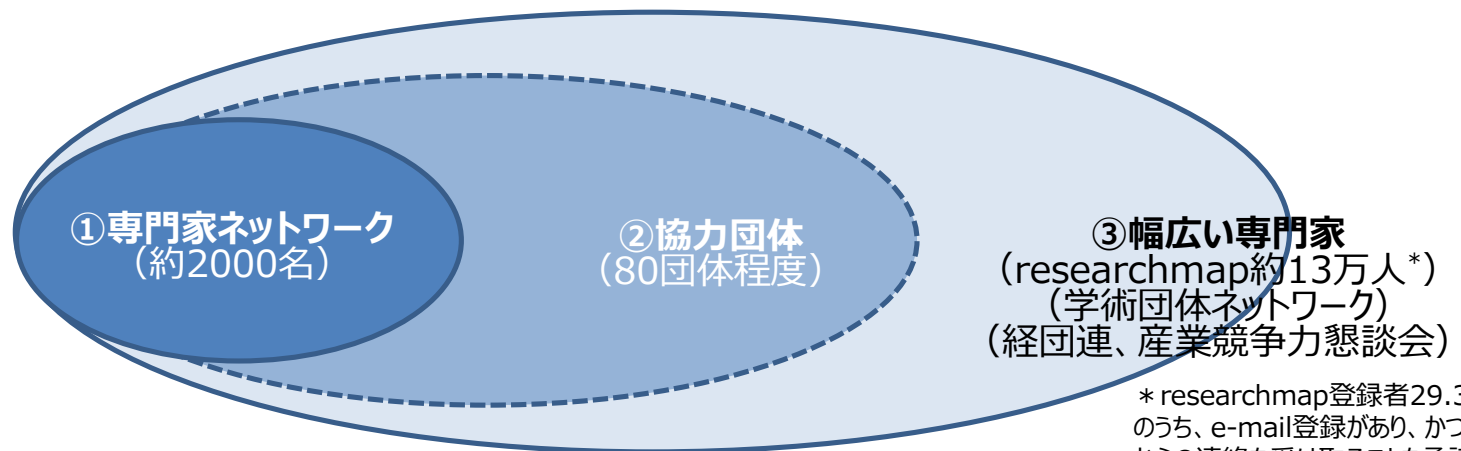
- コア回答者群。NISTEPから専門調査員に委嘱。

## 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

**【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を以下から一つ選んでください。（単数回答、必須）**

選択肢：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】現在の日本が置かれた国際競争力の状況を以下から一つ選んでください。（単数回答、必須）**

選択肢：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

**【技術的実現】日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期を予測し、以下から一つ選んでください。**  
(単数回答、必須)

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

**【技術的実現のための政策手段】科学技術的実現に向け、求められる政府手段を以下から選んでください。**  
(複数回答可、任意)

選択肢：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】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を予測し、以下から一つ選んでください。（単数回答、必須）**

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

**【社会的実現のための政策手段】日本での社会的実現に向け、求められる政府手段を以下から選んでください。**  
(複数回答可、任意)

選択肢：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

## 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

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
- ✓ 細目キーワードに基づく動向調査（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）
- ✓ 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

# 調査対象の7分野と59細目

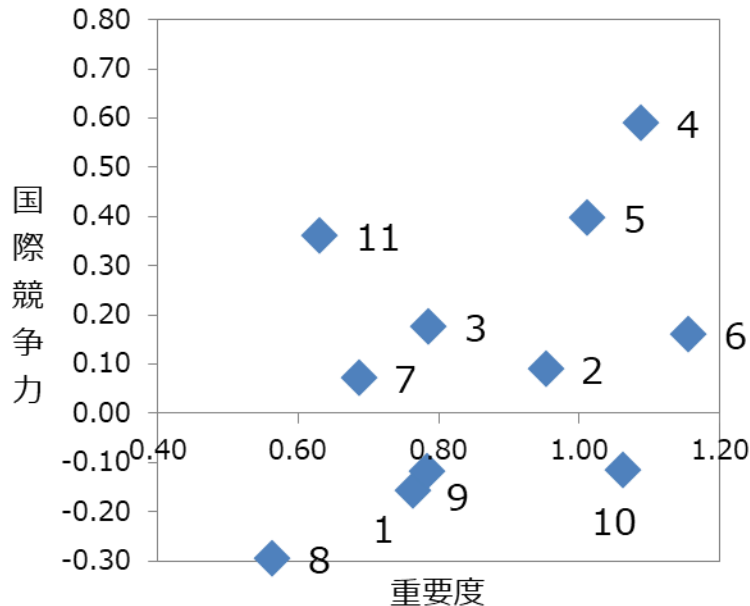
健康・医療・生命科学 (96)	農林水産・食品・バイオテクノロジー (97)	環境・資源・エネルギー (106)	ICT・アナリティクス・サービス (107)	マテリアル・デバイス・プロセス (101)	都市・建築・土木・交通 (95)	宇宙・海洋・地球・科学基盤 (100)
医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）(20)	生産エコシステム (19)	エネルギー変換 (25)	未来社会デザイン (5)	物質・材料 (11)	国土利用・保全 (11)	宇宙 (11)
医療機器開発 (12)	フードエコシステム (12)	エネルギーシステム (12)	データサイエンス・AI (11)	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。

# アンケート結果例（1回目暫定値）： 重要度と国際競争力 [ICT・アナリティクス・サービス分野]

ICT・アナリティクス・サービス



- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1 未来社会デザイン       | 7 サービスサイエンス      |
| 2 データサイエンス・AI    | 8 産業, ビジネス, 経営応用 |
| 3 コンピュータシステム     | 9 政策, 制度設計支援技術   |
| 4 IoT・ロボティクス     | 10 社会実装          |
| 5 ネットワーク・インフラ    | 11 インタラクション      |
| 6 セキュリティ, プライバシー |                  |

\* 細目に含まれるトピックの平均値であり、細目自体の評価ではない。

細目	重要度の高い上位5トピック
6	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（不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術）
10	農業の生産性、人手不足・担い手不足の解消を抜本的に改善するAI、IoT、ロボット等技術
4	ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴ったりする、建物・インフラ点検を代替するロボット点検化技術
4	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術
5	大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数を同時に実現する有無線移動通信技術

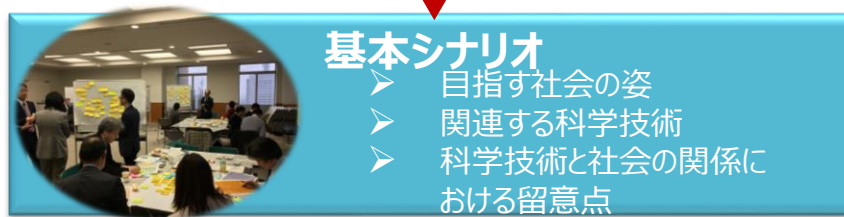
細目	国際競争力の高い上位5トピック
5	マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に大容量かつ高密度収容可能な光通信技術
3	現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）
4	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術
4	ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴ったりする、建物・インフラ点検を代替するロボット点検化技術
5	平時にはネットワークの輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能、あるいは、スクラッチから迅速に構築可能な、柔軟な情報通信技術



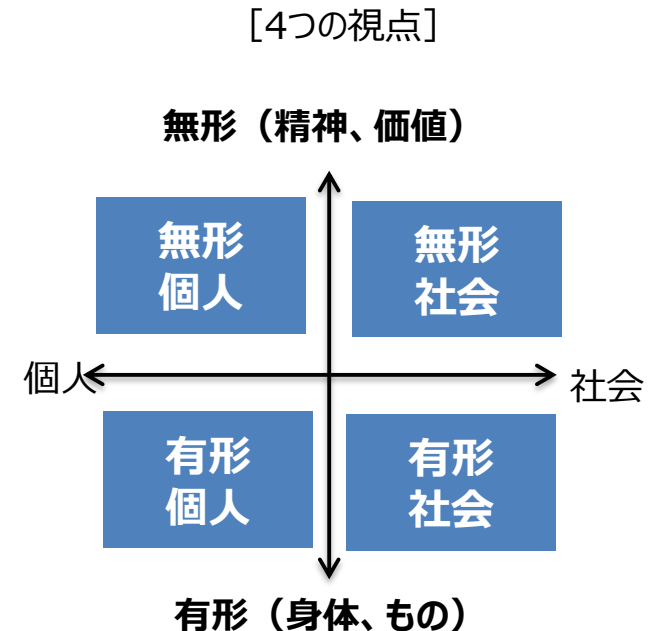
# 基本シナリオ



- 「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



➤ 2040年の目指すべき姿は、

## 「人間性の再興・再考による柔軟な社会」

とまとめられた。

人間は、より良いあり方を模索しつつ、自分らしく生きる。社会は、人間の多様性を許容し、人間がやわらかにつながり、共生する。そして科学技術は、人間や社会の様々な営みを受け入れ、優しく寄り添う。

## 人間性の再興・再考による柔軟な社会

- ✓ 人間：より良いあり方を模索しつつ、それぞれ自分らしく生きる。
- ✓ 社会：多様性を許容し、人間がやわらかにつながり、共生する。
- ✓ 科学技術：人間や社会の様々な営みを受け入れ、優しく寄り添う。

# 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・・・？

# 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)



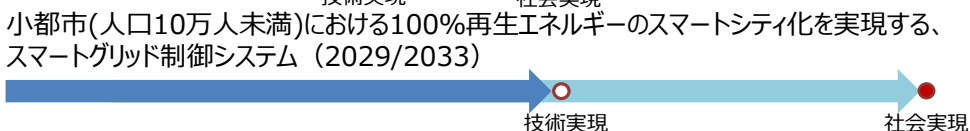
### 多言語・非言語ナビ

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

# 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)  
 技術実現 (2028) → 社会実現 (2032)

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)  
 技術実現 (2030) → 社会実現 (2033)

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)  
 技術実現 (2029) → 社会実現 (2032)

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)  
 技術実現 (2026) → 社会実現 (2028)

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)  
 技術実現 (2029) → 社会実現 (2029)

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。

# 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

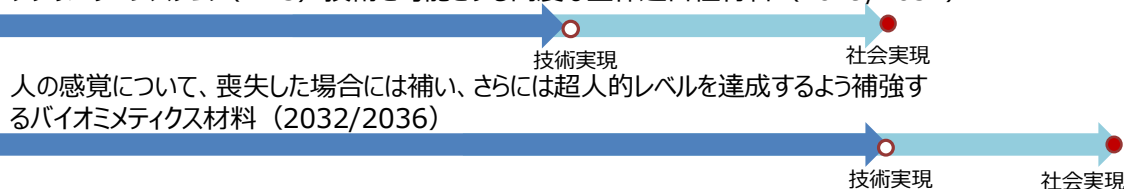
人間の身体能力が、ゲノム編集や再生医療等によって拡張または飛躍的に向上した社会。個人の能力差は無くなり、国や言葉の壁も消失。自動運転技術やロボットによって、移動方法も拡張。データベースや集合知によって地理的制約・知識的制約も関係なく誰でも第一線に立てる。

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)

2040年の社会像

生体適合

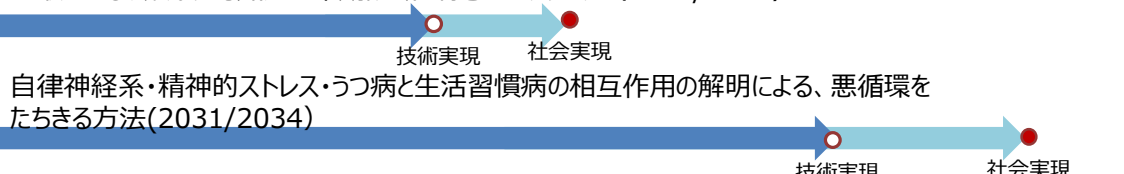
ナノテクノロジーによる生体人工物界面制御の精密化に基づく、高機能インプラント機器やドラッグデリバリーシステム (DDS) 技術を可能とする高度な生体適合性材料 (2029/2032)



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)



**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 シ 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



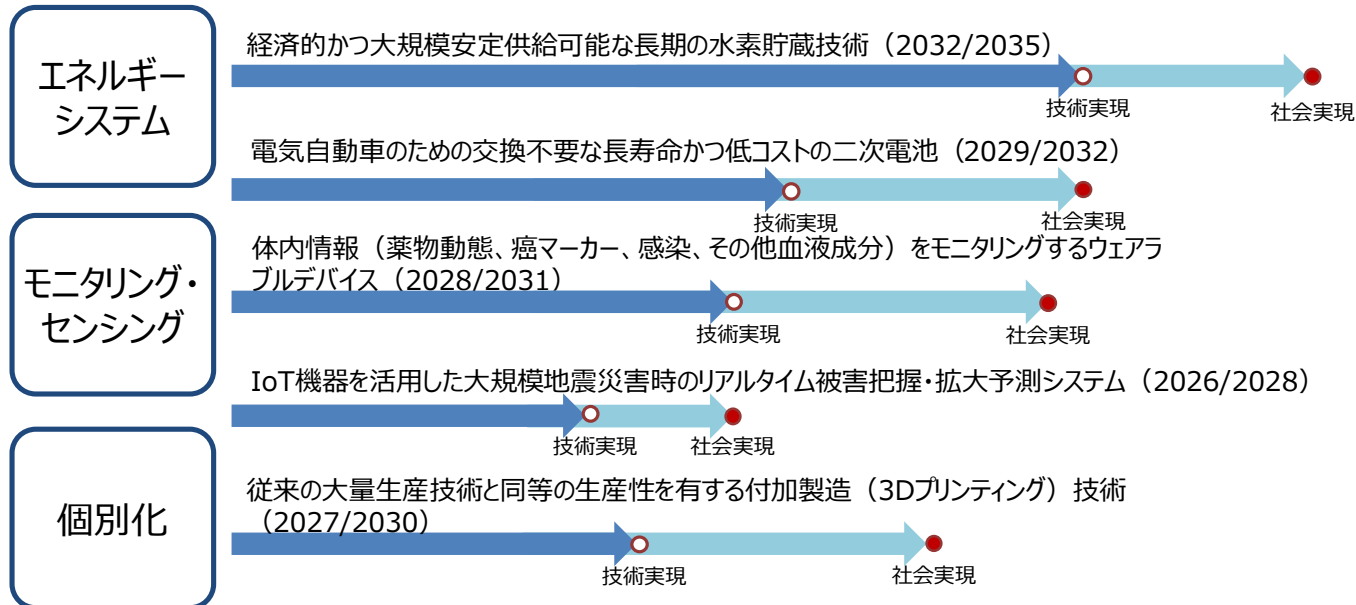
# シナリオD：カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

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。

関連科学技術トピック例 (実現時期は1回目アンケートの暫定値)



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

# 科学技術と社会の関係における留意点の整理

- 科学技術の進展が、膨大・多様・詳細なデータの利用を可能とし、新たな可能性をもたらす中で、
- 自己決定・選択と責任に関する社会的合意、及び決定・選択へのサポート
  - 膨大なデータを有効活用することの社会的理解
  - 自己決定・選択と社会的利益、リスクとベネフィットなどのバランスに関する社会的合意
  - 良質なデータを共有・利用できるシステム構築
  - 哲学的議論（公平とは、信頼とは、幸せとはなど）
  - リスク受容とその対応策（被害者救済の仕組みなど）

項目	シナリオに記された内容	具体的な論点例*
個人情報保護	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康状態モニタリングにおけるプライバシーとセキュリティ</li> <li>個人データの保護、プライバシー侵害と自己認識の崩壊</li> <li>遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会の共通利益と自己決定・選択のバランスについての社会的合意</li> <li>自由度をどこまで認めるかの取り決め</li> </ul>
心身操作の倫理	<ul style="list-style-type: none"> <li>人体操作・改造と人間の尊厳の対立</li> <li>心身操作の社会的受容</li> <li>個性の喪失、平等化の副作用として生じる社会不安</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>格差についての議論</li> <li>様々な計測によるデータが人間の行動を変える中、自分が決めるとはということかの議論</li> </ul>
データの管理・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>データの悪用等によるパニック発生</li> <li>データの管理権の所在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>重要インフラの依存関係（弱点）の変化の認識と備え</li> <li>公平性、透明性、信頼など、法規制の前提となる社会的合意</li> <li>質のよいデータを作り、共有するシステムの構築</li> <li>膨大なデータを有効に利用することの社会的理解</li> </ul>
費用負担	<ul style="list-style-type: none"> <li>持続的サービス利用のためのインフラのメンテナンス・コスト</li> <li>費用負担（国、個人）</li> <li>最適化と冗長性のトレードオフ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスクとベネフィットのバランスについての社会的合意</li> <li>トレードオフ関係の複雑化に伴う議論</li> </ul>
権利と責任	<ul style="list-style-type: none"> <li>個人欲求のコントロール</li> <li>市民教育（リテラシー問題）</li> <li>空間・上空の権利、ドローン輸送に伴う空の景観問題等</li> <li>事故発生への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故の責任の所在</li> <li>自己決定/自由競争と責任に関する社会的合意</li> <li>個人が情報を基に自分で判断できる教育、個人判断の集積から社会合意に至る仕組み</li> <li>リスクを受け入れ、別途被害者救済策の検討</li> </ul>
医療倫理	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>先進的高額医療の費用負担、保険制度カバー範囲の設定</li> <li>診断・検査結果の情報提供に伴うケアの仕組み</li> </ul>
人間関係の変化	<ul style="list-style-type: none"> <li>人とアバター（自分の分身）との存在意義の衝突</li> <li>コミュニティの閉塞化や分断</li> <li>健康改善によるさらなる高齢化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多様な価値観による議論による、共有できる物語</li> </ul>
技能の消滅	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットで代替される技能系職業の駆逐や発展停止</li> <li>データ化・標準化の困難な匠の技やサービスの維持</li> </ul>	—
その他	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハードロー（法令、条約など）と技術の間を埋めるソフトロー（ガイドライン、指針など）の充実</li> <li>科学技術を受け入れた社会から、科学技術へのフィードバック</li> <li>社会課題対応研究の意義の認識と予算配分</li> <li>想定され得る大きな将来課題・問題を前提とした検討も必要</li> <li>留意点の対応・対策検討を担う人材育成・確保</li> <li>入れ替わりの早い海外（β版を出しダメなら次へ）への対応</li> <li>社会の包括的デザイン</li> </ul>

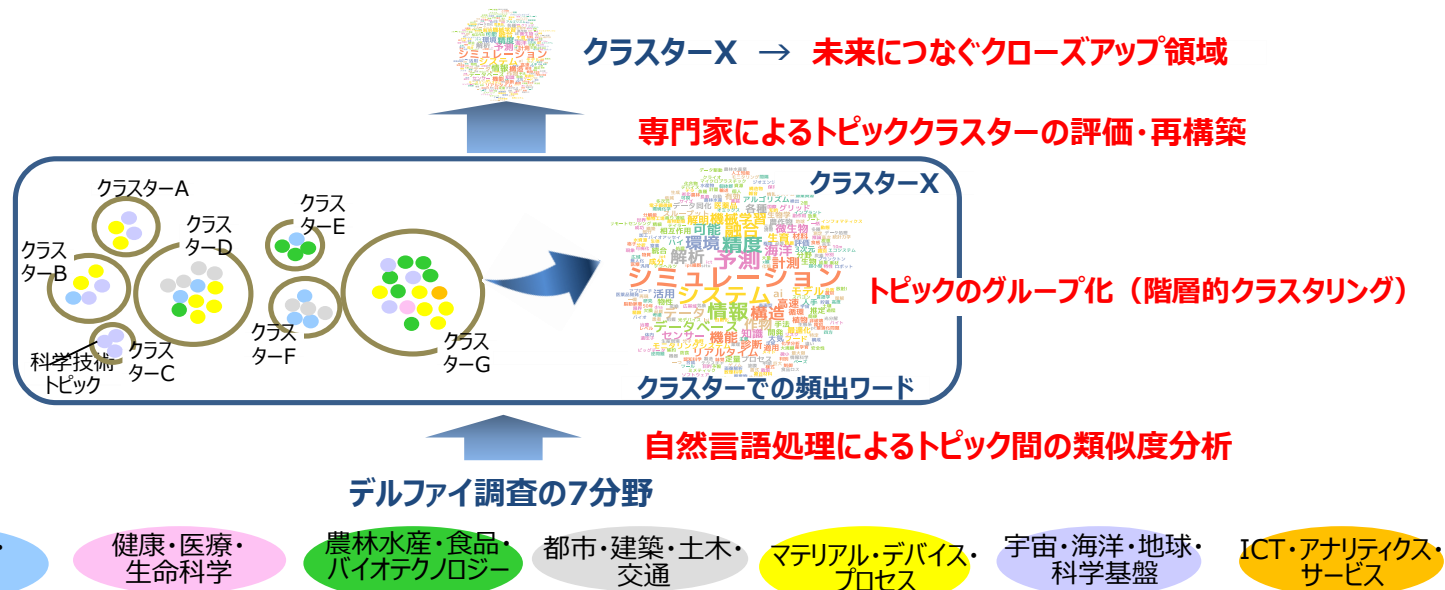




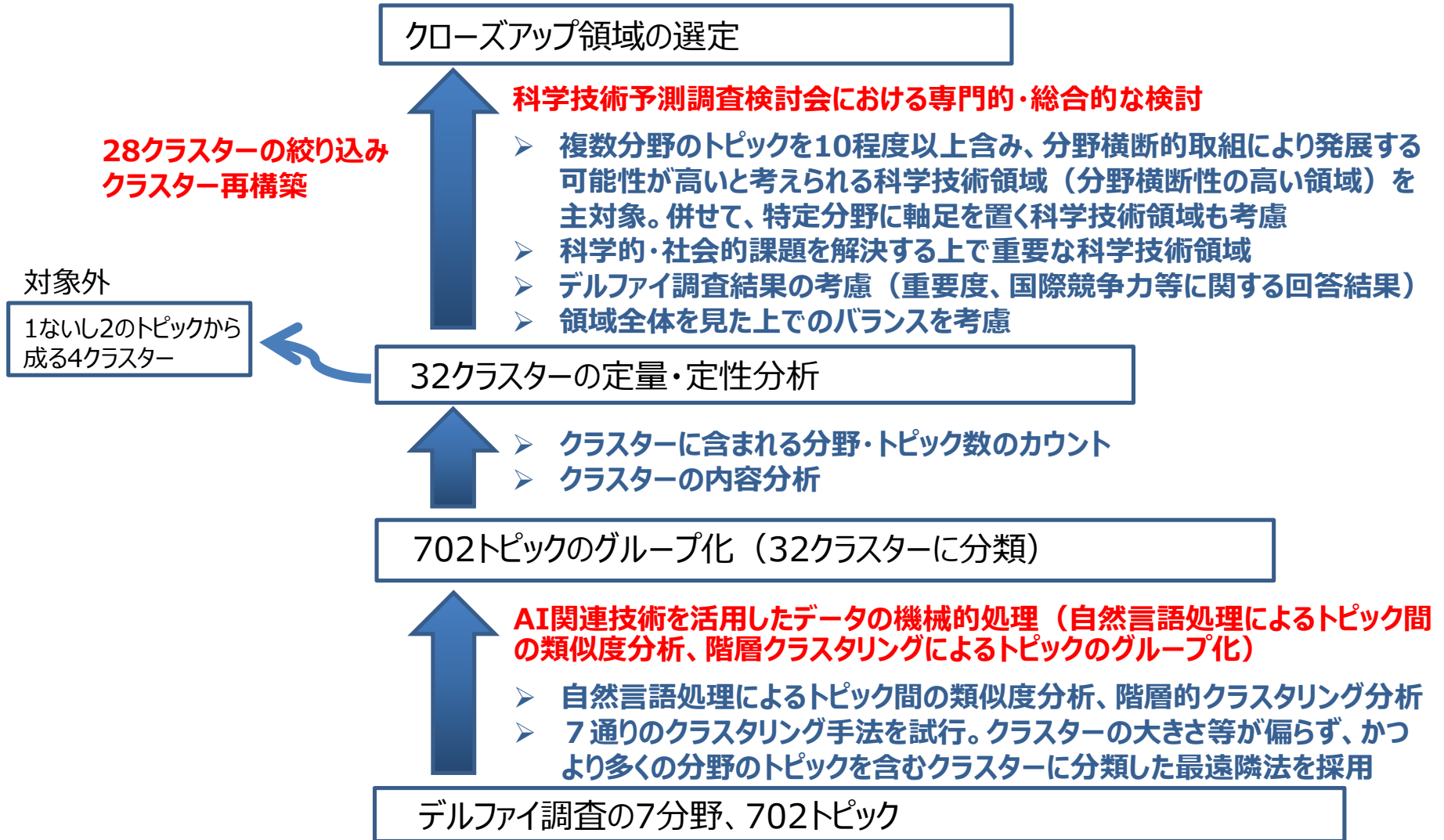
# 未来につなぐクローズアップ領域

# 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

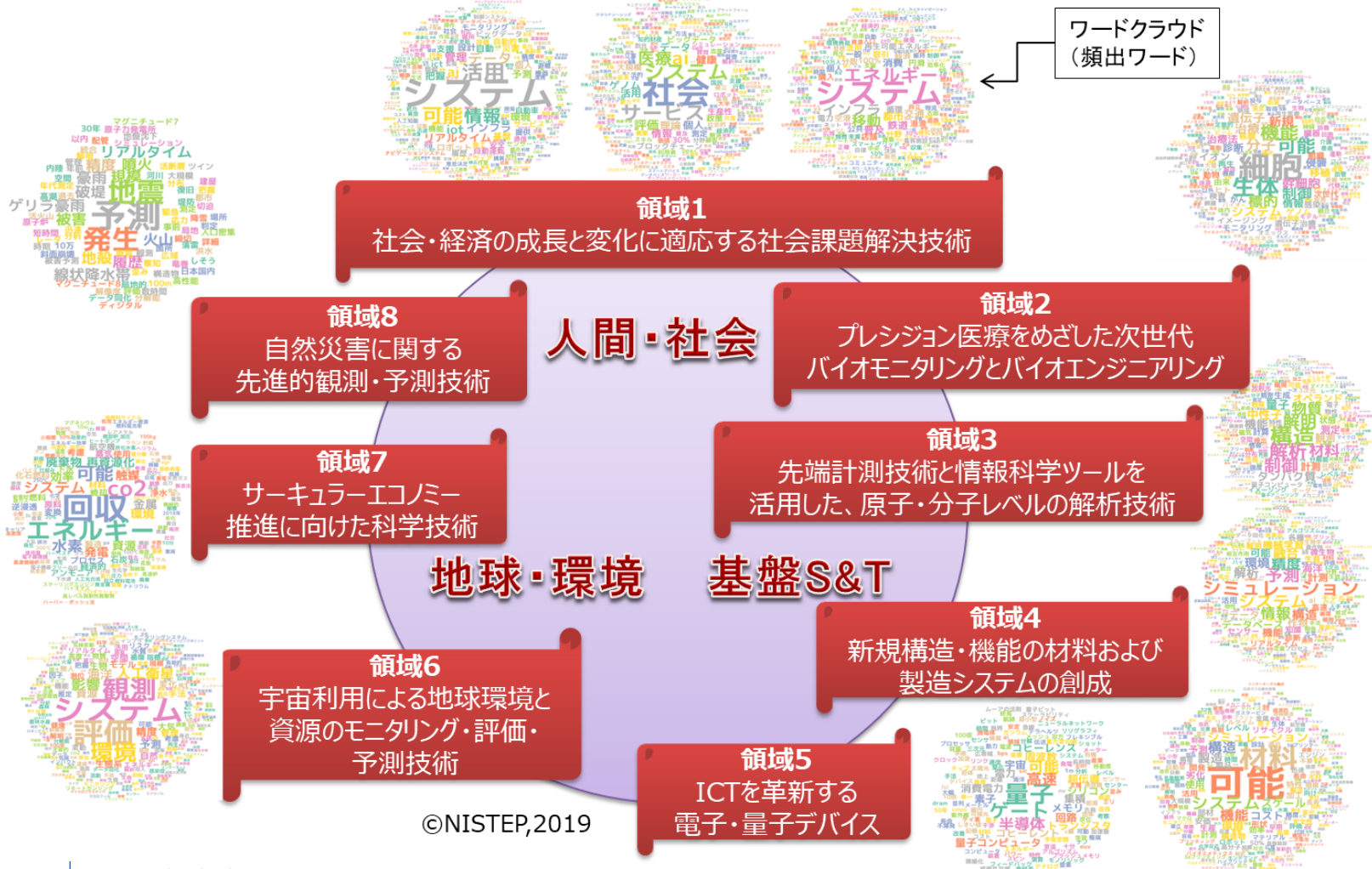


# 未来につなぐクローズアップ領域選定の流れ



# 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



©NISTEP,2019

## 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。

## 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。

## 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。

## 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。

## 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。



# 1. 社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術

ICT・アナリティクス・サービス\*

都市・建築・土木・交通

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

## 領域概要

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。

## 科学技術トピック

### <ICT・アナリティクス・サービス>

- ✓ 社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ
- ✓ モノとの二分論によるサービスの定義が完全に過去のものとなり、個人や社会に対して価値をもたらす行為全般との認識が浸透した上での、Service Dominant Logicなどをより発展させた新理論
- ✓ 法規制のもたらす社会・経済的インパクトの推定を可能とする、個人や集団が置かれている状況把握のリアルタイム化を含む、適切な助言やリスクの提示を行うシステム（政策助言システム、高度医療助言システムなどを含む）
- ✓ 社会実装前のサービスシステムを、経済的・技術的・社会的な観点から、定性的／定量的にシミュレーションする技術
- ✓ 教育にAI・ブロックチェーンが導入され、学校法人の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現
- ✓ すべての国民がITリテラシーを身につけることによる、誰もがデジタル化の便益を享受できるインクルーシブな社会の実現とIT人材不足の解消

### <健康・医療・生命科学>

- ✓ プレシジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム

### <農林水産・食品・バイオテクノロジー>

- ✓ フィールドオミックス、フェノミックスなどから得られたビッグデータとAIによる育種の超高速（テラーメイド）

### <環境・資源・エネルギー>

- ✓ 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

### <都市・建築・土木・交通>

- ✓ フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によるインフラのモニタリング、予測、制御技術

\* デルファイ調査における分野を示す。

# 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。



## 領域概要

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。

## 科学技術トピック

### <ICT・アナリティクス・サービス>

- ✓ 非定形の文章・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術
- ✓ 自然画像から所望の情報を抽出できる画像処理技術
- ✓ あらゆるデータのオントロジーの統一による、世界中のデータ流通や共有コストの劇的減少
- ✓ プライバシーを保護しつつ、PCや個人用IoT機器に加え、走行中の自動車など、異なる環境からインターネット上の多くのサイトに長期間にわたりアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム
- ✓ ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどのネット上の情報、これらからマイニングで得られる情報の信頼性・信頼性を、分野毎の特性（政治、経済、学術、等）に応じて分析する技術（自動翻訳技術、デジタル画像鑑定技術も含む）
- ✓ 個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術（安全性レベルの標準化を含む）
- ✓ AI技術などを活用した法令文書自動作成・変更システム（法令文書が紙媒体前提からリンクトデータなどを活用するデジタル媒体前提に変わることによる）

### <その他の分野>

- ✓ 研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム
- ✓ ダイナミックな情報、自動的な更新情報の収集も含めた、国土基盤となる電子地図
- ✓ 文字、音声、画像等の情報から意味を抽出し、主要な情報欠落のない形で要約作成や情報媒体間変換・関連付け（実験結果の図から物理量を読み取る等）を行う知識集約型のデータマイニング技術

## 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

ICT・アナリティクス・  
サービス

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <ICT・アナリティクス・サービス>

- ✓ ヒトと違和感なくコミュニケーションが取れる対話技術
- ✓ 当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及
- ✓ 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
- ✓ 視覚・嗅覚・触覚・記憶力・膂力など、人間の身体能力・知的能力を、自然な形で拡張する小型装着型デバイス（消防やレスキューなど超人的な能力が要求される現場で実際に利用される）
- ✓ 発話ができない人や動物が、言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現したりすることを可能にするポータブル会話装置
- ✓ 表情・身振り・感情・存在感などにおいて本物の人間と簡単には区別のできない対話的なバーチャルエージェント（受付や案内など、数分間のやりとりが自然に行えるようになる）

#### <その他の分野>

- ✓ 全ての皮膚感覚の脳へのフィードバック機能を備えた義手
- ✓ 人間を代替する農業ロボット
- ✓ 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
- ✓ 知能化された無限定環境（未知環境）での自律移動が可能な災害対応ロボット

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <ICT・アナリティクス・サービス>

- ✓ 電子タグの小型近距離無線通信などにより、1兆個のインテリジェントデバイスのインターネット接続実現
- ✓ 人が直接触れるデジタルデバイスの通信がすべて無線通信化され、通信ケーブルが消滅
- ✓ 大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信を同時に実現する有無線移動通信技術
- ✓ 高密度多重化による大容量通信、端末の動きを予測・追従し、選択的に大容量通信、端末間通信を実現する移動通信技術
- ✓ マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に大容量かつ高密度収容可能な光通信技術
- ✓ 量子暗号を利用した革新的にセキュアな量子通信
- ✓ エンド・ツー・エンドでアプリケーションやサービスを非干渉に収容するスライス技術

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 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
- ✓ 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
- ✓ 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



## 参考

科学技術トピック（ICT・アナリティクス・サービス分野）	-----	37
他分野における「IoT・ICT・データ・AI」関連トピック	-----	40
デルファイ調査アンケート結果例（政策手段）	-----	47
基本シナリオワークショップ実施概要	-----	49
これまでの科学技術予測調査の状況	-----	50
検討体制	-----	53
関係報告書等	-----	57

300:すべての経済取引を電子化する技術（すべての貨幣が電子マネーとなって現金が消滅し、貨幣経済の仕組みが根本から変わる）
301:すべての書籍が電子ブックとなる（紙による本の消滅）
302:全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術
303: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
304:AIによる予算執行、多人数の会議の時間と場所の調整、業務に必要な資料の準備、提案書や報告書の作成等の秘書業務代替システム
305:非定形の記事・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術
306:ヒトと違和感なくコミュニケーションが取れる対話技術
307:超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発
308:情報欠損・雑音・非正常性を含む大規模な非構造データから高速に精度良く機械学習を行う技術
309:シミュレーションと機械学習を融合した実世界現象予測と実世界システム制御
310:深層学習の最適化と汎化の原理の理論的解明
311:自然環境においてヒト以上の性能を持つ音声音響認識・話者識別技術
312:自然画像から所望の情報を抽出できる画像処理技術
313:初心者でも使える機械学習活用基盤の普及
314:ヒトが見聞きしても違和感のないレベルで所望の文章・画像・音などを自動生成する技術
315:AIソフトウェアの開発環境の標準化
316: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）
317:現在用いられているものよりスケラビリティが大幅（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）
318:核磁気共鳴や超伝導など現在考察されている量子ゲート実現手法のスケラビリティの大幅な改良による、数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ（量子回路）
319:量子しきい値ゲートや学習のフィードバック含めた量子通信路、量子メモリ等の実現による、量子ニューラルネットワーク
320:汎用量子コンピュータ（量子回路）は実現できないが、量子アニーリング機械に続くものとして、特定の量子メカニズムを利用した特化型量子コンピュータの多様化
321:社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ
322:Shorのアルゴリズム、Groverのアルゴリズム以外の古典的なアルゴリズムを本質的に改良する基本的量子アルゴリズム

323:TEE (Trusted Execution Environment) 等の、ハードウェアを利用したソフトウェア保護機能やソフトウェア安全実行環境の活用方法に関する体系化と整備
324:ムーアの法則が終焉するのに伴い、シリコンを用いたプロセッサのクロック周波数の改善（今の10倍程度、LSIの微細化は今の100倍程度）
325:AI技術等を活用したソフトウェアによるプログラムの自動生成、自動デバッグ、自動検証、自動テストが可能になることで、ソフトウェアの生産性が飛躍的に向上し、世界中のオープンソース・ソフトウェアモジュールがワンストップで検索・ダウンロード可能になる
326:1000億行クラスのソースコードをもった実社会で稼働するソフトウェア
327:あらゆるデータのオントロジーの統一による、世界中のデータ流通や共有コストの劇的減少
328:ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴ったりする、建物・インフラ点検を代替するロボット点検化技術
329:当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及
330:電子タグの小型近距離無線通信などにより、1兆個のインテリジェントデバイスのインターネット接続実現
331: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良い交通管制システム
332: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
333: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
334:人が直接触れるデジタルデバイスの通信がすべて無線通信化され、通信ケーブルが消滅
335:自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術
336:三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、無人工場、無人店舗、無人物流倉庫、無人宅配搬送の実現
337:大容量、超信頼・超低遅延、超多数端末通信の複数を同時に実現する有無線移動通信技術
338: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
339:クラウドデータセンタにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現するデータプレーン技術
340:高密度多重化による大容量通信、端末の動きを予測・追従し、選択的に大容量通信、端末間通信を実現する移動通信技術
341:クラウド・エッジ・端末が連携し、分散した計算資源とストレージ資源、通信資源が有機的に結合した、最適に利用可能な通信基盤技術



342:情報や機能を名前により指定し、網内で情報処理を実施する情報指向・コンテンツ指向ネットワーク
343:平時にはネットワークの輻輳緩和や耐故障性向上に資し、災害時には緊急通信を優先的にサービス可能、あるいは、スクラッチから迅速に構築可能な、柔軟な情報通信技術
344:マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に大容量かつ高密度収容可能な光通信技術
345:量子暗号を利用した革新的にセキュアな量子通信
346:性能・柔軟性・堅牢性を兼ね備えるソフトウェア化されたネットワーク機器の構成技術
347:エンド・ツー・エンドでアプリケーションやサービスを非干渉に収容するスライス技術
348:情報システムや制御システムにアクセスすることが許された人たちの内部犯罪を防止するための技術
349:プライバシーを保護しつつ、PCや個人用IoT機器に加え、走行中の自動車など、異なる環境からインターネット上の多くのサイトに長期間にわたりアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム
350: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（不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術）
351:ニュースの取りまとめサイトや、ウェブ・ソーシャルメディアなどのネット上の情報、これらからマイニングで得られる情報の信憑性・信頼性を、分野毎の特性（政治、経済、学術、等）に応じて分析する技術（自動翻訳技術、デジタル画像鑑定技術も含む）
352:個人に関わる全てのセンサ類や、それらを通して自分の行動情報を誰にどのようにセンサされているかを把握可能にするともに、その利活用に個人利用者が主体的に関わることで、プライバシーと利便性のバランスを柔軟に設定できるIoTセキュリティ技術とプライバシー管理技術
353:個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術（安全性レベルの標準化を含む）
354:P C、スマートフォン、個人用IoT機器のメンテナンス（ソフトウェア更新等）が利用者の負担無く自動的に実施できる新たなOSやソフトウェア技術、遠隔メンテナンス技術
355:個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ100%キャッシュレス（暗号通貨含む）に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤
356:量子情報通信技術の発展により、ICTシステムの安全性の根拠が、既存の暗号技術に基づくものから、量子技術等に基づく新たな安全性のフレームワークへ置換
357:AI技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備

358:ウェブルーミングやショールーミング（実店舗で商品を見てWEBで購入、もしくはその逆）など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術
359:サービスにおける利用者の主観性や多様性を考慮した品質測定技術
360:個々人のセンサデータをはじめとしたプロフィールを個人で管理し携帯端末などで持ち歩くことにより、初めて訪れる店舗や場所でも、個別のかつ状況に応じたサービスを受けられるシステム
361:様々な資源・スキルの遊休状況を複合したシェアサービスの可能性を計算機上で検討可能なシステム
362:モノの二分論によるサービスの定義が完全に過去のものとなり、個人や社会に対して価値をもたらす行為全般との認識が浸透した上での、Service Dominant Logicなどをより発展させた新理論
363:共創によって生成される価値の測定尺度の理論化、および現実世界から得られるデータを基にした評価化（様々な分野におけるサービスエコシステムの形成への貢献）
364:情報技術を用いたエンドユーザでも容易に利用可能なデザインツールやパーソナルファブリケーション技術
365:教育や育成のプロセスでの指標として様々な業種で横断的に使われるような、サービス提供者および組織のスキルや成熟度を診断する手法
366:財・サービスの利用によって生じる快、不快、好き、嫌い等の感情と生理計測の研究が進み、顧客経験を直接に分析、測定、評価できるようになり、かつ研究開発、販売、マーケティング等に用いる方法の確立
367:従来の顧客満足度に加え、サービスを新たにデザインしたり評価したりする際の尺度として重要な、個々人にとってのウェルビーイングとSustainable Development Goals (SDGs)への寄与に関する解析を実現する理論・技術
368:サービス産業における接客・対人業務の大半が、人が得意とする領域のみとなった状況下での、生産性とQoW (Quality of Work)の向上の両方を実現する技術・制度
369:サービスに関する学術的知見に基づいた、提供者・利用者など各々の立場でサービスを活用していく能力（サービスリテラシー）のモデル構築、並びに身の回りの様々な分野でサービス化が進行した社会における教養科目化
370:顧客数や知的財産の重要度が高まり、企業価値を評価する際に、無形資産の評価割合が平均的に企業価値の70%に達する
371:知的財産の扱いが明確化され、新規事業全体のうちオープンイノベーションによる新製品・サービスの割合が30%を超える
372:クラウドソーシングやジョブマッチングのプラットフォームが普及し、労働人口の30%以上が企業等の雇用労働者ではなくフリーランスとして働くようになる
373:移動、レジャー、食事、衣服など幅広い分野でシェアリングエコノミーとサービス化が進展し、一般生活者の消費支出のうち購買が占める割合は10%以下となる

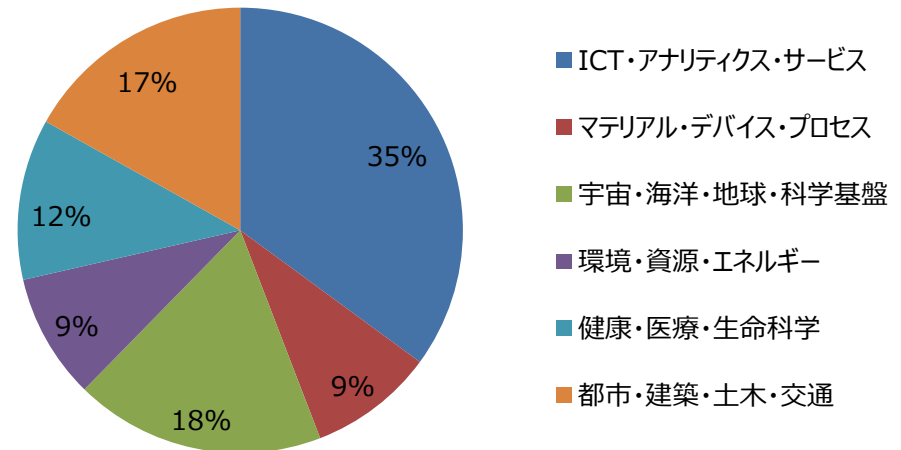
374:一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を、中央銀行がコントロールせずブロックチェーン技術で管理される仮想通貨で行うようになる
375:コミュニティや個人間で電力の融通・取引を行う、ブロックチェーン技術等を活用したエネルギーシステム
376:AIが普及し、大半の業務を自動化することができるようになることで、現役世代の約30%が働かない社会となる
377:マス・カスタマイゼーションが自動車、衣服、レジャー用品など幅広い分野で普及し、既製品を購入するよりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態が主流となる
378:ネット販売と配送サービスが普及することにより、実店舗での購入は全消費額の10%以下となる
379:あらゆるビジネスが少数の世界的なプラットフォームの上で提供されるようになり、販売、決済、仕入、マーケティング、販売分析等の業務がほぼ全てそれらのプラットフォームの上で行われるようになる
380:機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する
381:法規制のもたらす社会・経済的インパクトの推定を可能とする、個人や集団が置かれている状況把握のリアルタイム化を含む、適切な助言やリスクの提示を行うシステム
382:分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化
383:社会実装前のサービスシステムを、経済的・技術的・社会的な観点から、定性的/定量的にシミュレーションする技術
384:従来の統計データに加え、ビッグデータやAIも活用した政策立案支援技術
385:早期の意思決定を可能とする、ソーシャル・メディアからの状況把握(situational awareness)関連情報をリアルタイムに処理化するシステム
386:超多数ノード（個人）により構成されたネットワーク上での実社会をリアルに再現できるシミュレーション技術
387:AI技術などを活用した法令文書自動作成・変更システム（法令文書が紙媒体前提からリンクデータなどを活用するデジタル媒体前提に変わるによる）
388:ブロックチェーン技術を用いた、出生から現在に至るまでの健康・医療・介護等情報の紐づけデータに基づく、健康維持システム（未病社会を実現）
389:農業の生産性、人手不足・担い手不足の解消を抜本的に改善するAI、IoT、ロボット等技術
390:行政サービスの100%デジタル化、行政保有データの100%オープン化による、役所での申請手続等を最小化できるプッシュ型行政の実現
391:キャッシュレス化による支払・決済の省力化、消費者購買履歴データの蓄積・活用の推進による新たなサービス創出の基盤構築

392:出社不要・複業を前提とした自由度の高い就業形態による高生産性社会への移行
393:教育にAI・ブロックチェーンが導入され、学校法人の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現
394:マイナンバーとの連携によるデジタル技術を活用した災害情報伝達と生活再建手続の円滑化の実現
395:外国人受け入れを背景とした、翻訳技術の向上による、外国人の受け入れ環境の充実化
396:地域における公共交通網の維持や、物流分野の変革を実現する、自動走行、ドローンなど多様な移動手段、およびそれらの管理・運用支援技術
397:すべての国民がITリテラシーを身につけることによる、誰もがデジタル化の便益を享受できるインクルーシブな社会の実現とIT人材不足の解消
398: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
399: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
400:視覚・嗅覚・触覚・記憶力・膂力など、人間の身体能力・知的能力を、自然な形で拡張する小型装着型デバイス
401:専門的知識を持たない一般ユーザが、自動車や家などの複雑な人工物を、既存のライブラリから機能要素を選択するなどして、自分で設計・製作できるようにする技術
402:発話ができない人や動物が、言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現したりすることを可能にするポータブル会話装置
403:表情・身振り・感情・存在感などにおいて本物の人間と簡単には区別のできない対話的なバーチャルエージェント（受付や案内など、数分間のやりとりが自然に行えるようになる）
404:群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、事故・危険予測情報を装着者に提供するシステム
405:過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどと競うことが可能な、実空間上での自然な情報提示によるARスポーツ
406:カメラレスモーションキャプチャにより、いつでもどこでも自身の感覚フィードバックの量や質を調整し、無意識のうちに身体動作を変化させられるバーチャルエンボディメント

# 他分野における 「IoT・ICT・データ・AI」関連トピック

- トピックに「IoT」「ICT」「データ」「AI」のいずれかが含まれるトピックは、全702トピック中92トピック。
- その内、「ICT・アナリティクス・サービス分野」以外で65トピック。
- **ICT分野以外についても、トピックの1割以上に少なくとも「IoT」「ICT」「データ」「AI」のいずれかが含まれる。**

分野	該当トピック数
ICT・アナリティクス・サービス	27
健康・医療・生命科学	9
農林水産・食品・バイオ	15
環境・資源・エネルギー	7
マテリアル・デバイス・プロセス	7
都市・建築・土木・交通	13
宇宙・海洋・地球・科学基盤	14





# 「IoT」「ICT」が含まれる全科学技術トピック

分野	細目	科学技術トピック
農林水産・食品・バイオ	生産エコシステム	X線からテラヘルツにいたる広帯域超小型光デバイス、オミクス・化学分析とICTを用いた携帯型の農作物のハイスループット（高速大量処理）表現型計測システム
農林水産・食品・バイオ	資源エコシステム	水産養殖履歴に係る自動収集とデータベース化を通じたICTによる科学的養殖管理システム
農林水産・食品・バイオ	資源エコシステム	ICTによる科学的な森林管理計画の作成技術
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	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・食品・バイオ	システム基盤	漁業の操業履歴の自動収集とICTによる科学的な漁場管理基盤データベース化
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	森林施業履歴の自動収集とICTによる森林管理技術基盤データベース化
環境・資源・エネルギー	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術
環境・資源・エネルギー	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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・アナリティクス・サービス	IoT・ロボティクス	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
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	プライバシーを保護しつつ、PCや個人用IoT機器に加え、走行中の自動車など、異なる環境からインターネット上の多くのサイトに長期間にわたってアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	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（不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術）
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	個人に関わる全てのセンサ類や、それらを通して自分の行動情報（センサ情報、購買履歴など）を誰にどのようにセンサされているかを把握可能にするとともに、その利活用に個人利用者が主体的に関わる（情報の削除を含む）ことで、プライバシーと利便性のバランスを柔軟に設定できるIoTセキュリティ技術とプライバシー管理技術
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	PC、スマホ、個人用IoT機器のメンテナンス（ソフトウェア更新等）が利用者の負担無く自動的に実施できる新たなOSやソフトウェア技術、遠隔メンテナンス技術
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	量子情報通信技術の発展により、ICTシステムの安全性の根拠が、既存の暗号技術に基づくものから、量子技術等に基づく新たな安全性のフレームワークへ置換
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	農業の生産性、人手不足・担い手不足の解消を抜本的に改善するAI、IoT、ロボット等技術
マテリアル・デバイス・プロセス	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
都市・建築・土木・交通	建築	建築&設備と一体化されたAI、IoT、ロボット活用等による、高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善、ノーマライゼーション化
都市・建築・土木・交通	防災・減災情報	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
都市・建築・土木・交通	防災・減災情報	国民一人一人の防災行動を誘導するためのICT利用技術
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	自然災害や事故などの異常時も含めた渋滞を回避する数理科学的渋滞予測モデルと、IoTセンシングシステムを融合したリアルタイムナビゲーションシステム

# 「データ」が含まれる全科学技術トピック（1）

分野	細目	科学技術トピック
健康・医療・生命科学	健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム
健康・医療・生命科学	健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）	病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術 ※病原体データベース：ヒトおよびヒト以外の動物等の病原体の網羅的な遺伝子・タンパク情報データベース
健康・医療・生命科学	情報と健康、社会医学	日常生活（購買・飲食等）から集積されるライフスタイルビッグデータ（匿名加工情報）活用による健康政策
健康・医療・生命科学	情報と健康、社会医学	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース（大規模コホート研究の推進に資する）
健康・医療・生命科学	情報と健康、社会医学	ゲノムに加え、オミクスデータ（エピゲノム・プロテオーム・メタボローム）を数時間以内に1万円以下で体液サンプルからモニタリングする検査技術
健康・医療・生命科学	生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）	ヒトが接することのできる全生物のゲノム情報の取得（植物・単細胞真核生物・原核生物も含む）・データベース化
健康・医療・生命科学	生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）	研究成果の真正を証明するための、研究により生じた全計測データ・全画像データを記録・保存し、原データとして認証・保証するシステム
農林水産・食品・バイオ	生産エコシステム	フィールドオミクス、フェノミクスなどから得られたビッグデータとAIによる育種の超高速化（テラーメイド）
農林水産・食品・バイオ	フードエコシステム	「美味しさ」を簡便に再現するための、味覚・香り・食感（テクスチャ）を考慮した認知科学・言語学・化学・AIなど分野融合的なアプローチによる研究成果の国際的なデータベース化
農林水産・食品・バイオ	資源エコシステム	水産養殖履歴に係る自動収集とデータベース化を通じたICTによる科学的養殖管理システム
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	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全球グリッド（格子間隔：10m四方）データベース化
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	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
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	漁業の操業履歴の自動収集とICTによる科学的な漁場管理基盤データベース化
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	森林施業履歴の自動収集とICTによる森林管理技術基盤データベース化
農林水産・食品・バイオ	システム基盤	準リアルタイム作物生育診断情報の全球グリッドデータベース化
農林水産・食品・バイオ	安全・安心・健康	食と健康医療のためのビッグデータを用いた健康に資するAI応用技術
環境・資源・エネルギー	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
環境・資源・エネルギー	地球温暖化	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
環境・資源・エネルギー	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
環境・資源・エネルギー	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
環境・資源・エネルギー	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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

# 「データ」が含まれる全科学技術トピック（2）

分野	細目	科学技術トピック
ICT・アナリティクス・サービス	データサイエンス・AI	情報欠損・雑音・非正常性を含む大規模な非構造データから高速に精度良く機械学習を行う技術
ICT・アナリティクス・サービス	コンピュータシステム	あらゆるデータのオントロジーの統一による、世界中のデータ流通や共有コストの劇的減少
ICT・アナリティクス・サービス	IoT・ロボティクス	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
ICT・アナリティクス・サービス	ネットワーク・インフラ	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
ICT・アナリティクス・サービス	ネットワーク・インフラ	クラウドデータセンターにおける通信大容量化やアーキテクチャの進化可能性を実現するデータプレーン技術
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術（安全性レベルの標準化を含む）
ICT・アナリティクス・サービス	サービスサイエンス	個々人のセンサデータをはじめとしたプロフィールを個人で管理し携帯端末などで持ち歩くことにより、初めて訪れる店舗や場所でも、個別的かつ状況に応じたサービスを受けられるシステム
ICT・アナリティクス・サービス	サービスサイエンス	共創によって生成される価値の測定尺度の理論化、および現実世界から得られるデータを基にした評価化（様々な分野におけるサービスエコシステムの形成への貢献）
ICT・アナリティクス・サービス	政策、制度設計支援技術	従来の統計データに加え、ビッグデータやAIも活用した政策立案支援技術
ICT・アナリティクス・サービス	政策、制度設計支援技術	AI技術などを活用した法令文書自動作成・変更システム（法令文書が紙媒体前提からリンクドデータなどを活用するデジタル媒体前提に変わることによる）
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	ブロックチェーン技術を用いた、出生から現在に至るまでの健康・医療・介護等情報の紐づけデータに基づく、健康維持システム（未病社会を実現）
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	行政サービスの100%デジタル化、行政保有データの100%オープン化による、役所での申請手続等を最小化できるプッシュ型行政の実現
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	キャッシュレス化による支払・決済の省力化、消費者購買履歴データの蓄積・活用の推進による新たなサービス創出の基盤構築
マテリアル・デバイス・プロセス	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
マテリアル・デバイス・プロセス	計算科学・データ科学	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
マテリアル・デバイス・プロセス	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
マテリアル・デバイス・プロセス	先端計測・解析手法	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
マテリアル・デバイス・プロセス	先端計測・解析手法	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

# 「データ」が含まれる全科学技術トピック (3)

分野	細目	科学技術トピック
都市・建築・土木・交通	国土利用・保全	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
都市・建築・土木・交通	都市・環境	都市に関するオープンデータ化を図り、多様な主体が保有するデータを共有・連携して活用できるプラットフォーム
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	設計データを基盤として、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じ、自律的に施工が可能な無人建設機械
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	測量・調査から設計・施工・監督・検査・維持管理にわたる建設生産プロセス全体での（時系列を含めた）4Dデータの自動蓄積および統合的活用を可能とするインフラデータプラットフォームの構築
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	BIMデータに基づいて、設計～施工～出来形確認まで建築プロジェクト管理し、センサーやロボットにより維持管理する技術
都市・建築・土木・交通	交通システム	自動車のプローブデータや車両重量、気象等環境条件を自動計測し、道路インフラの劣化を精度よく予測するシステム
都市・建築・土木・交通	車・鉄道・船舶・航空	船舶の常時モニターにより、運航、構造、安全関連のビッグデータを活用した、船の性能・安全性評価技術（寿命予測や設計等へのフィードバックが可能）
都市・建築・土木・交通	車・鉄道・船舶・航空	機体毎の不具合検出等を含む膨大な情報群（ビッグデータ）とAIを組み合わせることで事前予測を行うことにより、メンテナンスの効率化及び最適化を通してメンテナンスコストを低減する整備システム
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	超高圧・超高温実験ならびにデータ解析技術等による地球のマントル・コアの解明（社会的実現に関する設問については、「わからない」「その他」を選択してください。）
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	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
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地球	映像や地震・津波データ等のビッグデータ等を活用し、人間の目では見落とす可能性のある災害の予兆や発生を人工知能によって監視する技術
宇宙・海洋・地球・科学基盤	観測・予測	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
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	各機関で年間1エクサバイトの割合で生成される自然科学に関する実験データを記録・保存し、これを多くの産学官の研究者が1Tbps級のネットワークを通して10エクサフロップスを超えるスパコンで利用できる環境の構築
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	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
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	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
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	産学官が保有する各種データセット・データベースの内、少なくとも特定の分野（たとえば材料分野）で、データセット・データベース間の書式・様式の違いを人手を介することなく変換し、情報・データを連結することによって、あたかも一つの巨大データセット・データベースとして各種解析ツールから利用できるシステム
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	社会活動の数理的解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	文字、音声、画像等の情報から意味を抽出し、主要な情報欠落のない形での要約作成や情報媒体間変換・関連付け（実験結果の図から物理量を読み取る等）を行う知識集約型のデータマイニング技術
宇宙・海洋・地球・科学基盤	計算・数理・情報科学	集約されたデータから、目的に合致した機械学習モデルを人手を介せずに組み立てる、汎用的な機械学習アルゴリズム（機械学習モデルの適用限界に関する数理科学的解明を含む）
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：放射光	情報科学（機械学習、ベイズ推定、データ同化、最適化問題等）を活用した放射光計測技術の高度化
宇宙・海洋・地球・科学基盤	量子ビーム：中性子・イオン・荷電粒子等	イオン加速器と高強度レーザーの融合によって短寿命超重元素等を生成すると同時にイオン状態で引き出すことにより、未踏領域の核データ取得を可能にする技術



# 「A I」が含まれる全科学技術トピック（1）

分野	細目	科学技術トピック
健康・医療・生命科学	医療機器開発	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（画像など）のコンパクト化とAI導入
健康・医療・生命科学	医療機器開発	次世代手術ロボットとAIによる、外科医の熟練によらない標準化された手技
農林水産・食品・バイオ	生産エコシステム	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・食品・バイオ	生産エコシステム	フィールドオミックス、フェノミクスなどから得られたビッグデータとAIによる育種の超高速化（テーラーメイド）
農林水産・食品・バイオ	フードエコシステム	「美味しさ」を簡便に再現するための、味覚・香り・食感（テクスチャ）を考慮した認知科学・言語学・化学・AIなど分野融合的なアプローチによる研究成果の国際的なデータベース化
農林水産・食品・バイオ	次世代バイオテクノロジー	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・食品・バイオ	安全・安心・健康	食と健康医療のためのビッグデータを用いた健康に資するAI応用技術
農林水産・食品・バイオ	コミュニティ	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
環境・資源・エネルギー	資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）	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
環境・資源・エネルギー	環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）	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
マテリアル・デバイス・プロセス	応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）	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
都市・建築・土木・交通	建築	建築&設備と一体化されたAI、IoT、ロボット活用等による、高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善、ノーマライゼーション化
都市・建築・土木・交通	建設生産システム	建設現場で、AIを用いて作業進捗状況を常時把握・分析し、適切に工程管理、自動的に工程を最適化・修正する技術
都市・建築・土木・交通	車・鉄道・船舶・航空	機体毎の不具合検出等を含む膨大な情報群（ビッグデータ）とAIを組み合わせる事前予測を行うことにより、メンテナンスの効率化及び最適化を通してメンテナンスコストを低減する整備システム

# 「A I」が含まれる全科学技術トピック（2）

分野	細目	科学技術トピック
ICT・アナリティクス・サービス	未来社会デザイン	AIによる予算執行、多人数の会議の時間と場所の調整、業務に必要な資料の準備、提案書や報告書の作成等の秘書業務代替システム
ICT・アナリティクス・サービス	データサイエンス・AI	AIソフトウェアの開発環境の標準化
ICT・アナリティクス・サービス	コンピュータシステム	AI技術等を活用したソフトウェアによるプログラムの自動生成、自動デバッグ、自動検証、自動テストが可能になることで、ソフトウェアの生産性が飛躍的に向上し、世界中のオープンソース・ソフトウェアモジュールがワンストップで検索・ダウンロード可能になる
ICT・アナリティクス・サービス	セキュリティ、プライバシー	AI技術により自ら能力を向上・維持できるマルウェア検出・排除機能のネットワークへの実装整備
ICT・アナリティクス・サービス	サービスサイエンス	従来の顧客満足度に加え、サービスを新たにデザインしたり評価したりする際の尺度として重要な、個人にとってのウェルビーイングとSustainable Development Goals (SDGs)への寄与に関する解析を実現する理論・技術
ICT・アナリティクス・サービス	産業、ビジネス、経営応用	AIが普及し、大半の業務を自動化することができるようになることで、現役世代の約30%が働かない社会となる
ICT・アナリティクス・サービス	政策、制度設計支援技術	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）
ICT・アナリティクス・サービス	政策、制度設計支援技術	従来の統計データに加え、ビッグデータやAIも活用した政策立案支援技術
ICT・アナリティクス・サービス	政策、制度設計支援技術	AI技術などを活用した法令文書自動作成・変更システム（法令文書が紙媒体前提からリンクトデータなどを活用するデジタル媒体前提に変わることによる）
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	農業の生産性、人手不足・担い手不足の解消を抜本的に改善するAI、IoT、ロボット等技術
ICT・アナリティクス・サービス	社会実装	教育にAI・ブロックチェーンが導入され、学校法人の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現

## ① 政策手段：法規制整備の必要性

➤ 技術的実現に向けて法的整備が必要とされたのは、ICT関連

分野	トピック	スコア
ICT・アナリティクス・サービス	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	76%
ICT・アナリティクス・サービス	すべての経済取引を電子化する技術（すべての貨幣が電子マネーとなって現金が消滅し、貨幣経済の仕組みが根本から変わる）	71%
ICT・アナリティクス・サービス	一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を、中央銀行がコントロールせずブロックチェーン技術で管理される仮想通貨で行うようになる	68%
ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）	67%
ICT・アナリティクス・サービス	地域における公共交通網の維持や、物流分野の変革を実現する、自動走行、ドローンなど多様な移動手段、およびそれらの管理・運用支援技術	64%
都市・建築・土木・交通	都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」	64%
都市・建築・土木・交通	都市部でのレベル4自動運転（システムが全ての運転操作を行うが、システムの介入要求等に対してドライバーが適切に対応）による移動サービス	63%
ICT・アナリティクス・サービス	法規制のもたらず社会・経済的インパクトの推定を可能とする、個人や集団が置かれている状況把握のリアルタイム化を含む、適切な助言やリスクの提示を行うシステム（政策助言システム、高度医療助言システムなどを含む）	63%
ICT・アナリティクス・サービス	分散台帳技術やスマートコントラクトなどの活用による、知的財産の流通における中央機関のない自律分散化	62%
ICT・アナリティクス・サービス	行政サービスの100%デジタル化、行政保有データの100%オープン化による、役所での申請手続等を最小化できるプッシュ型行政の実現	62%

## ②政策手段：ELSI対応の必要性

- 技術的実現に向けて倫理的・法的・社会的課題（ELSI）への対応が必要とされたのは、遺伝子・ゲノム・生殖関連、個人情報、AI・ロボットとの共存など

分野	トピック	スコア
健康・医療・生命科学	新生児期からのゲノム情報の活用のためのELSI（倫理的・法的・社会的課題）の解決策	67%
ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）	60%
健康・医療・生命科学	動物の胚とヒト幹細胞由来細胞のキメラ胚（動物性集合胚）から作出されるヒト移植用臓器	59%
健康・医療・生命科学	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、ICチップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	58%
健康・医療・生命科学	先天性遺伝子疾患を対象とした安全性の高い子宮内遺伝子治療法	57%
ICT・アナリティクス・サービス	ブロックチェーン技術を用いた、出生から現在に至るまでの健康・医療・介護等情報の紐づけデータに基づく、健康維持システム（未病社会を実現）	57%
健康・医療・生命科学	次世代ゲノム編集技術による、遺伝子修復治療や単一遺伝病の治療を広汎に実現する遺伝子治療法	55%
健康・医療・生命科学	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース（大規模コホート研究の推進に資する）	53%
農林水産・食品・バイオテクノロジー	遺伝子改変技術を利用した異種移植が可能な医用モデルブタ	52%
健康・医療・生命科学	生殖細胞劣化予防による不妊回避	49%



基本シナリオワークショップを開催、4グループに分かれて議論

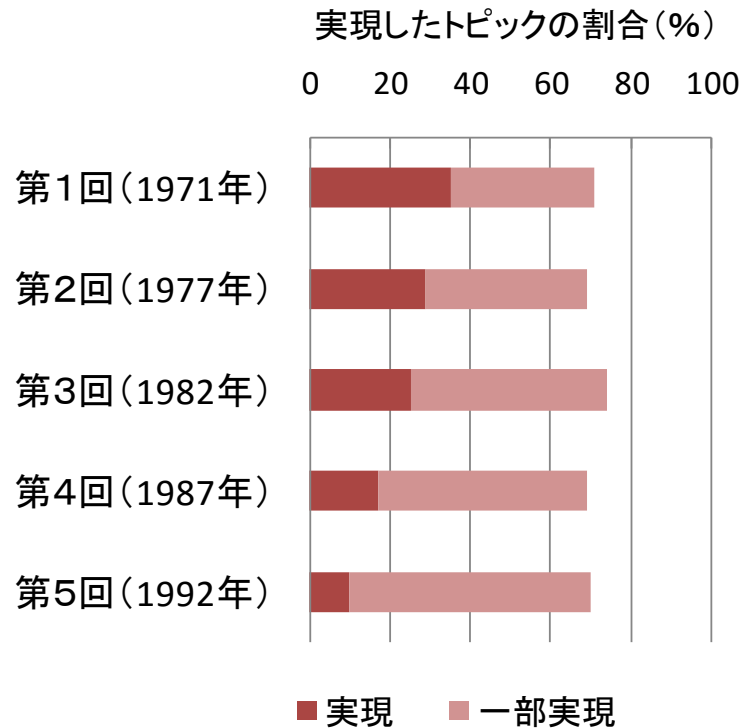
- 目的： 社会の未来像と科学技術の未来像を紐づけ、2040年の目指す社会の姿を検討
- 日時： 2019年2月28日（木）
- 場所： 科学技術・学術政策研究所会議室
- 参加者： 22名  
（内訳）
  - ビジョンワークショップ参加者 11名、分野別分科会委員 7名、その他 4名
  - 科学技術系 18名、人文・社会系 4名
  - 企業 9名、大学 5名、公的研究機関・文科省 7名
  - 男性 18名、女性 4名
- 方法：
  - ・ ビジョンワークショップ取りまとめ結果を基に、割り振られた視点を出発点として検討
  - ・ 以下の2通りの手順で検討、最後に合体。
    - バックキャスト： ①社会像（ビジョンワークショップ結果）を具体化  
②それと関連の深い科学技術を抽出
    - フォアキャスト： ①社会像（ビジョンワークショップ結果）に関連する科学技術を抽出  
②その科学技術が実現する社会の姿を描出

## ① 科学技術トピックの実現状況

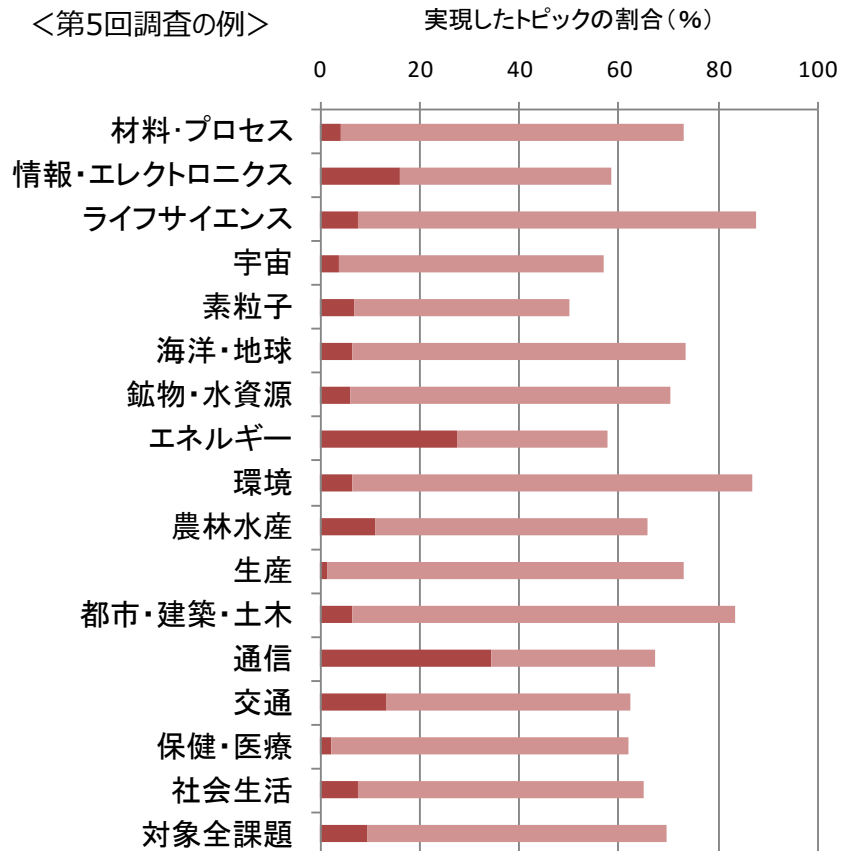
### 実現状況調査（2009年12月実施）

- 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。

- 「量子」の語を含むトピックは、4回調査（1988）が2件、5回調査（1992）が5件、6回調査（1997）が3件、7回調査（2001）が3件、8回調査（2005）が5件、9回調査（2010）が10件。
- 量子細線・量子ドットは、半導体微細加工技術の進展により、1980年代後半より注目されトピックとして登場し、2000年前後には一部技術などが実現している。
- 量子通信やコンピューティングは、超電導技術実現などを背景に2000年前後からトピックとして登場、2000年代に理論やデバイス実証研究が進み、アルゴリズムや情報機器に関するトピックが出ている。2005年以降ではIBMのプロトタイプ実現などを背景に量子情報関連トピックが増え、特定用途が2030年ごろ、汎用はそれ以降が実現時期として示されている。

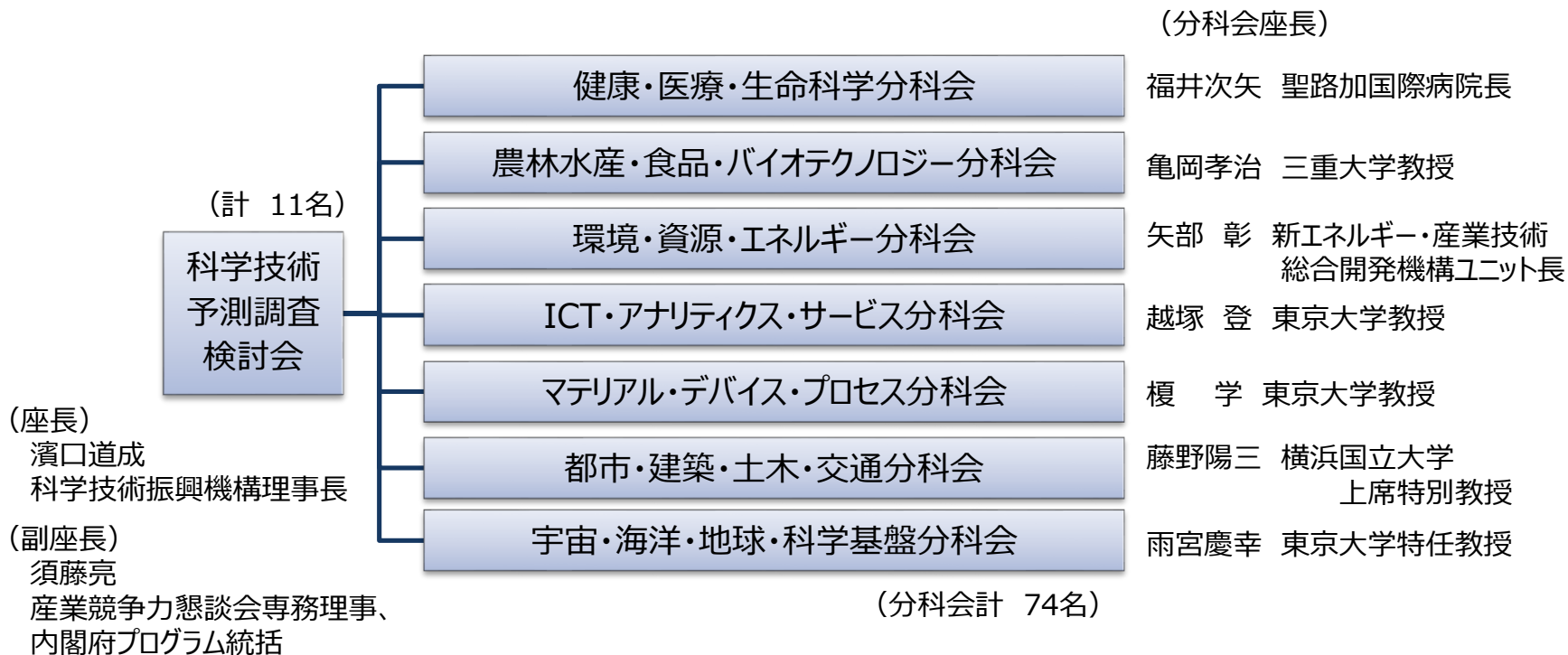
調査回	トピック	実現予測年
5回（1992）	レーザの活性領域に量子細線や量子箱を用いた半導体レーザが普及する	2003
5回（1992）	光量子を用いた新たな暗号通信手段が開発される。	2013
5回（1992）	フォトンの量子状態を利用した光ファイバ通信方式が開発される。	2011
6回（1997）	例えば電子波の位相を制御するような、量子位相デバイスが実用化される。	2012
6回（1997）	光の量子状態を制御する技術を用いた高感度センシング技術が開発される。	2013
7回（2001）	光増幅器で発生する雑音をほとんど抑制することができる（ショットノイズリミット通信を可能とする）量子光通信方式が開発される。	2017
8回（2005）	実用的な量子暗号	2017/2027
8回（2005）	様々なアルゴリズムに適用可能な汎用性のある量子コンピューティング	2030/2036-
8回（2005）	高い安全性を保證する量子情報光通信システム	2018/2028
8回（2005）	現在の光通信の100万倍高速の大容量通信を惑星探査衛星等と行うための量子通信技術	2019/2029

- 「人工知能/AI/エキスパートシステム」の語を含むトピックは、4回調査（1988）が14件、5回調査（1992）が17件、6回調査（1997）が11件、7回調査（2001）が7件、8回調査（2005）が3件、9回調査（2010）が0件、10回調査（2015）が6件。
- 過去の関連トピックのうち、現時点で何らかの進展が見られると思われるトピックの例は、以下の通り。

調査回	トピック	実現予測
4回（1988）	脳の思考過程を模擬した人工知能技術が開発される。	
	ベテラン教師の知識経験、実績のあがった教育事例等の高度エキスパート知識を内蔵して、教師の能力拡大に資する教育用応答型人工知能システムが普及する。	2000
5回（1992）	各種の高度なセンサと人工知能（AI）をもち、食品加工工程全体を効率的に制御できる食品製造工場が普及する。	2005
	人工知能や人工現実感技術を導入したマンマシンインタフェースの改善により、建築の設計が容易かつ高度化する。	2002
	人工知能をもったリモコン型多目的農業ロボットが開発され、高齢者でも簡単に畑を耕したり、作物を収穫したりすることができるようになる。	2003
6回（1997）	プロ将棋の名人を破るソフトウェアが開発される。	2013
	レーダー等のセンサー技術や人工知能技術の発展により船舶の衝突回避システムが実用化される。	2007
7回（2001）	GPS等のセンサー技術や人工知能技術により船舶の自動離着岸システムが実用化される。	2010

# 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	聖路加国際病院 院長 【座長】	亀岡 孝治	三重大学大学院生物資源学研究所 教授 【座長】
加藤 忠史	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	加々美 勉	株式会社サカタのタネ 常務取締役
金谷 泰宏	国立保健医療科学院健康危機管理部 部長	加藤 鐵夫	(一社) 日本木質バイオマスエネルギー協会 副会長
菅野 純夫	東京医科歯科大学難治疾患研究所 非常勤講師	勝川 俊雄	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 准教授
谷下 一夫	早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構 招聘研究員	後藤 英司	千葉大学大学院園芸学研究所 教授
知場 伸介	日本医療研究開発機構 創薬戦略部創薬企画・評価課 課長	高野 誠	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
矢部 大介	京都大学大学院医学研究科 特定准教授	西出 香	オランダ応用科学研究機構(TNO) 事業開発マネージャー
山縣 然太郎	山梨大学大学院総合研究部 医学域社会医学講座 教授	二宮 正士	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
山口 照英	金沢工業大学加齢医工学先端技術研究所 所長	渡邊朋也	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
山田 康秀	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	東京大学大学院 情報学環 教授 【座長】
入江 一友	日本エネルギー経済研究所 常務理事	石戸 奈々子	NPO法人 CANVAS 理事長
江守 正多	国立環境研究所地球環境研究センター 副センター長	後藤 厚宏	情報セキュリティ大学院大学・学長
栗原 正典	早稲田大学理工学術院 教授	杉山 将	理化学研究所 革新知能統合研究センター長
古関 恵一	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	高木 聡一郎	国際大学グローバルコミュニケーションセンター 教授
高村 ゆかり	東京大学国際高等研究所 サステナビリティ学連携研究機構 教授	田中 圭介	東京工業大学 情報理工学 教授
藤井 実	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	田中 秀幸	東京大学大学院 情報学環 学環長/教授
藤井 康正	東京大学原子力国際専攻 教授	中尾 彰宏	東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 教授
藤野 純一	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	中島 秀之	札幌市立大学 理事長 (学長)
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	濱田 健夫	東京大学大学院 情報学環 学際情報学圏 助教
横張 真	東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授	原 辰徳	東京大学 人工物工学研究センター 准教授
		比留川 博久	産業技術総合研究所ロボットイノベーション研究センター長
		暦本 純一	東京大学大学院 情報学環 教授



(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所 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](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](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/>