



# 第11回科学技術予測調査 について

令和元年7月16日(火)

科学技術・学術審議会  
基礎研究振興部会

科学技術・学術政策研究所

本資料は、「第11回科学技術予測調査 ST Foresight 2019 (速報版)」(令和元年7月12日公表)のポイントを示したものです。

# <概要> 第11回科学技術予測調査 (速報版)

- 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。1971年から約5年毎に実施、今回は11回目の調査。
- 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、科学技術の発展による社会の未来像を描く。
- ターゲットイヤーは2040年（調査としては2050年までを展望）。
- AI関連技術等のICTを情報収集・分析に積極的に活用（自然言語処理など）。

科学技術や社会のトレンド把握 (ホライズン・スキャンニング)

## 社会の未来像 (ビジョニング)

ビジョンワークショップ (約100名)、地域ワークショップ (6か所+総合・連携、延べ約340名)、国際ワークショップ (14か国約60名)

4つの価値と50の未来像

Humanity Inclusion Sustainability Curiosity

## 科学技術の発展による社会の未来像 (シナリオ)

無形・個人

人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会

人の考えは…?

無形・社会

リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会

仮想世界は…?

人間性の再興・再考による柔軟な社会

有形・個人

人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会

人の機能は…?

有形・社会

カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

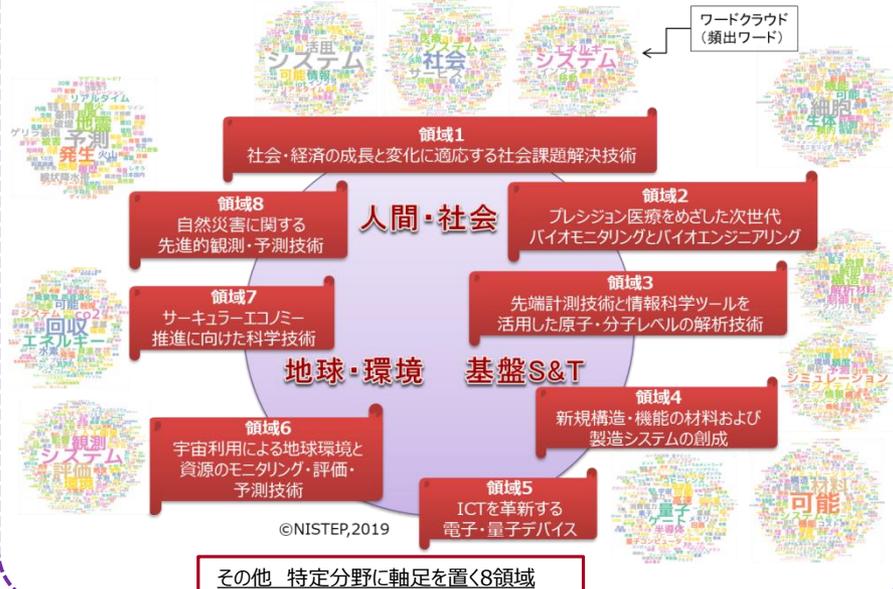
環境・社会は…?

## 科学技術の未来像 (デルファイ調査)

- ・専門家アンケート (約5300名。NISTEP専門家ネットワーク、JST researchmap等)
- ・各界の有識者によるエキスパート・ジャッジ (科学技術予測調査検討会・分野別分科会計78名)

科学技術トピック 702件 (7分野59細目)

## 未来につながるクローズアップ科学技術領域 (横断8領域)





## 調査の枠組み

- 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議論のため、基礎的な情報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。
- 科学技術予測調査は1971年から約5年毎に実施、今回は11回目の調査。

## ◆ 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・政策立案の議論のため、基礎的な情報を提供
- 将来の社会や科学技術イノベーションを議論をするためのプラットフォームを提供

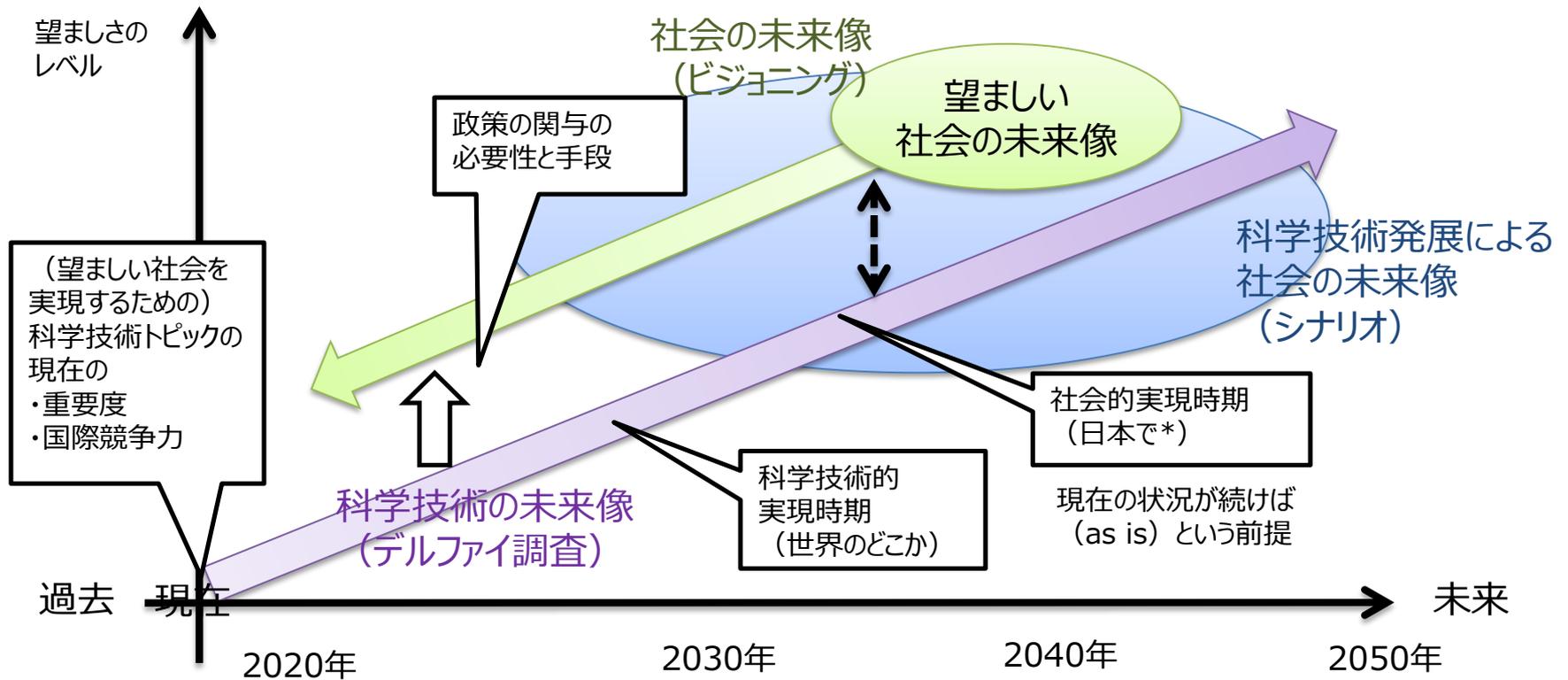
## ◆ 特徴

- 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
- 多様なステークホルダーの参画
- NISTEP調査研究成果の活用  
サイエンスマップなど
- 関係機関による調査研究成果の活用  
JST-CRDS俯瞰報告書など
- 関係機関やプログラムとの連携  
JST、SciREXなど



# 調査の時間軸

- 2040年をターゲットイヤーとし、2050年までを展望。
- バックキャストとフォーキャストの2方向から検討。



\*「日本で」には、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を含む。



# 社会の未来像

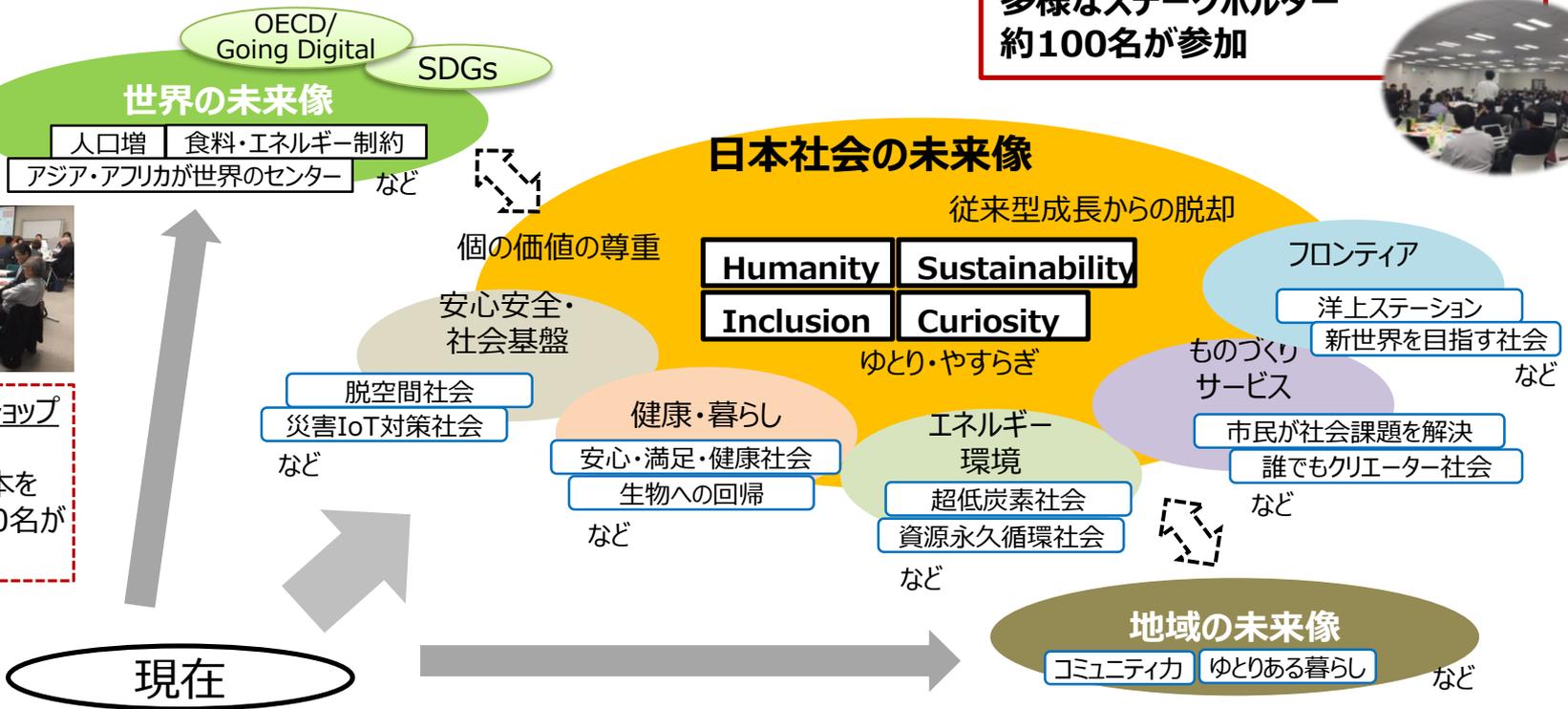
# 社会の未来像の検討方法

- 科学技術や社会のトレンドを踏まえた、2040年に目指す社会像を得ることを目的として実施。
- 多様なステークホルダーの参加によるビジョンワークショップを開催。世界の未来像及び地域の未来像も参照し、日本社会の未来像を検討。

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



**国際ワークショップ(2017.11)**  
14か国(日本を含む)の約60名が参加



**地域ワークショップ(2016~2018)**  
地域(全国6か所)・総合(東京)・学会連携のワークショップを実施、延べ約340名が参加

# 4つの価値と50の未来像

- ビジョンワークショップ結果を基に、50の日本社会の未来像を取りまとめ。
- 未来像を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	まともでないことまともになっている社会	不滅の好奇心によって新世界を目指す社会
時空を超え繋がる社会	野性味社会	
労働の多様化社会		

## Inclusion 誰一人取り残さない

ボーダレス社会	多次元社会
高齢者のモチベーションを創出・保障する社会	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
超高齢化でイノベーションを起こす社会	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
インクルーシブ社会	移動と物流の高度化
Japan as platform	
時空を超え繋がる社会	
多重人格社会	

脱空間社会

## 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	ネオサステナビリティを実現した社会
超データエコノミー社会	脱GDP社会
不確実性の下で持続可能なエネルギー・環境	次世代IoTによる超低炭素社会
市民自らが社会課題を解決する社会	分散型発電が最適化されている社会
想定外を吸収できる社会	

サステナビリティ (海洋活用)

## 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 (デルファイ調査)

# 科学技術の未来像の検討方法

- 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年間の展望。
- 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

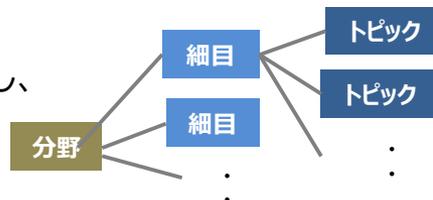
- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

## ◆ 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

\* 回答を取れんさせるため、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回目には、回答者に1回目の集計結果を  
示して再考を求めた。

### [2回目回答者の内訳]

年代) 20代:2% 30代:20% 40代:36%  
50代:27% 60代:12% 70代:3%  
性別) 男性:86% 女性:13% 無回答1%  
所属) 企業:10% 大学等:69% 公的機関:17%  
その他:4%  
職種) 研究開発:87% マネジメント:5% その他:9%

# 調査対象の7分野59細目

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

\* カッコ内は含まれるトピック数

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

# 科学技術トピックに対する質問項目

項目	内容	選択肢
<b>重要度</b> (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
<b>国際競争力</b> (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
<b>科学技術的実現見通し</b> (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
<b>科学技術的実現に向けた政策手段</b> (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、倫理的課題への対応、その他
<b>社会的実現見通し</b> (単数選択)	日本を含む世界のどこかでの科学技術的な実現に続き、日本で社会的に実現する時期	実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない
<b>社会的実現に向けた政策手段</b> (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

➤ 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

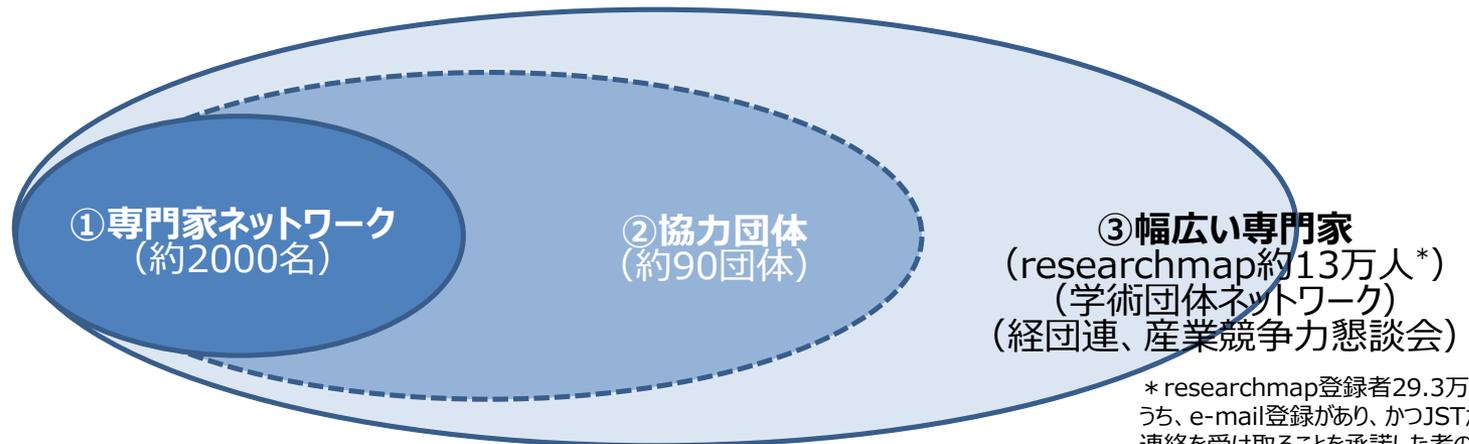
- コア回答者群。NISTEPが産学官の専門家約2000名を専門調査員に委嘱。

## 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（約90団体）に基づき、内容的に関連の強い学会等に会員への周知を依頼。

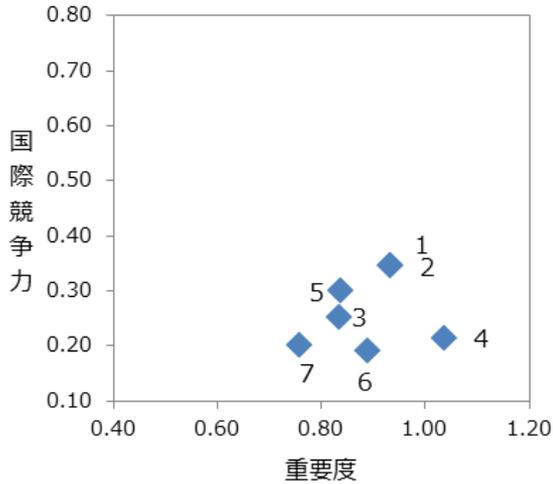
## ③ 幅広い専門家

- 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関係者に広く周知。



# アンケート結果例：重要度と競争力

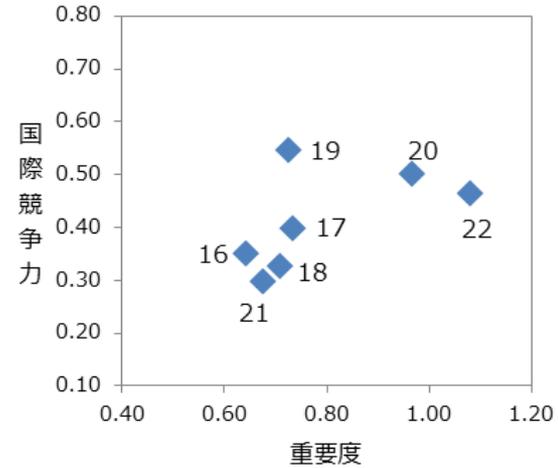
健康・医療・生命科学



\*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。  
 \*本図の重要度及び国際競争力は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

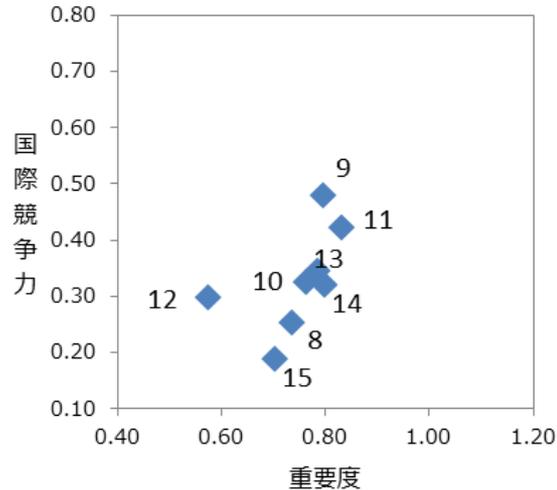
- 細目：  
 1 医薬品  
 2 医療機器開発  
 3 老化及び非感染性疾患  
 4 脳科学  
 5 健康危機管理  
 6 情報と健康、社会医学  
 7 生命科学基盤技術

環境・資源・エネルギー



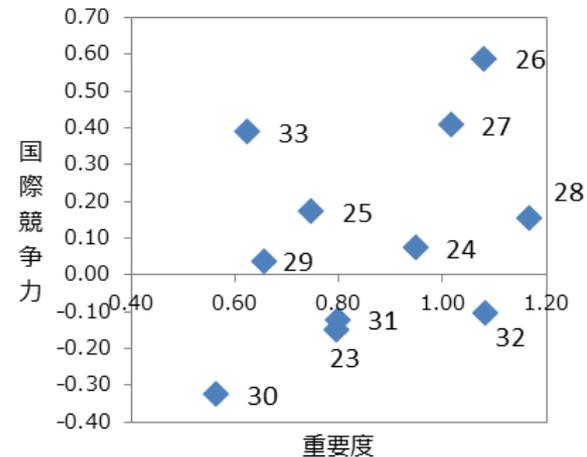
- 細目：  
 16 エネルギー変換  
 17 エネルギーシステム  
 18 資源開発・3R  
 19 水  
 20 地球温暖化  
 21 環境保全  
 22 リスクマネジメント

農林水産・食品・バイオ



- 細目：  
 8 生産エコシステム  
 9 フードエコシステム  
 10 資源エコシステム  
 11 システム基盤  
 12 次世代バイオテクノロジー  
 13 バイオマス  
 14 安全・安心・健康  
 15 コミュニティ

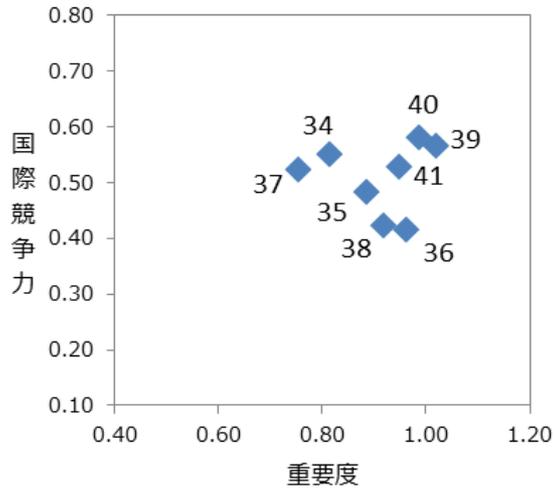
ICT・アナリティクス・サービス



- 細目：  
 23 未来社会デザイン  
 24 データサイエンス・AI  
 25 コンピュータシステム  
 26 IoT・ロボティクス  
 27 ネットワーク・インフラ  
 28 セキュリティ、プライバシー  
 29 サービスサイエンス  
 30 産業、ビジネス、経営応用  
 31 政策、制度設計支援技術  
 32 社会実装  
 33 インタラクション

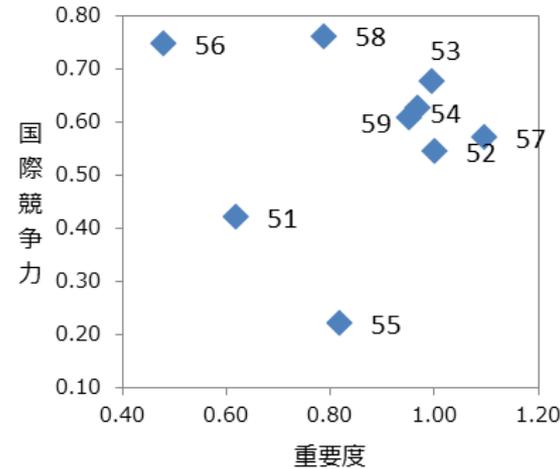
# アンケート結果例：重要度と競争力（続き）

マテリアル・デバイス・プロセス



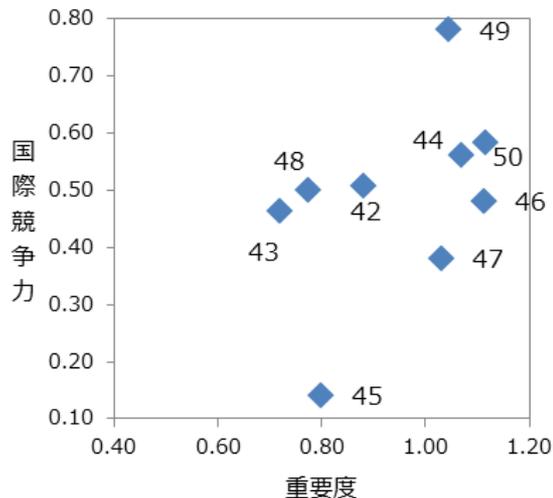
- 細目：  
 34 物質・材料  
 35 プロセス・マニファクチャリング  
 36 計算科学・データ科学  
 37 先端計測・解析手法  
 38 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス)  
 39 応用デバイス・システム (環境・エネルギー)  
 40 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ)  
 41 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ)

宇宙・海洋・地球・科学基盤



- 細目：  
 51 宇宙  
 52 海洋  
 53 地球  
 54 観測・予測  
 55 計算・数理・情報科学  
 56 素粒子・原子核、加速器  
 57 量子ビーム (放射光)  
 58 量子ビーム (中性子・ミュオン荷電粒子等)  
 59 光・量子技術

都市・建築・土木・交通



- 細目：  
 42 国土利用・保全  
 43 建築  
 44 社会基盤施設  
 45 都市・環境  
 46 建設生産システム  
 47 交通システム  
 48 車・鉄道・船舶・航空  
 49 防災・減災技術  
 50 防災・減災情報

\* 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。  
 \* 本図の重要度及び国際競争力は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。



# 未来につなぐ クローズアップ°科学技術領域

# クローズアップ科学技術領域の抽出フロー

デルファイ調査 分野別分科会（産学官の専門家10名程度）により702の科学技術トピックを設定

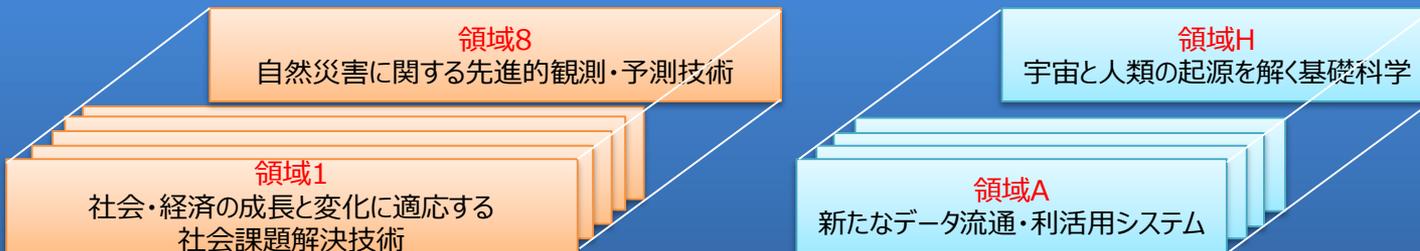
- |                  |                    |                |                   |
|------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| ①健康・医療・生命科学      | ②農林水産・食品・バイオテクノロジー | ③環境・資源・エネルギー   | ④ICT・アナリティクス・サービス |
| ⑤マテリアル・デバイス・プロセス | ⑥都市・建築・土木・交通       | ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤 |   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



AI関連技術により32のクラスターを生成



エキスパートジャッジによりクローズアップ科学技術領域を抽出



〔分野横断・融合のポテンシャルの高い8領域〕

〔特定分野に軸足を置く8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

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・機能の材料と 製造システムの創成

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

# 分野横断・融合のポテンシャルの高い8領域（続き）

## ⑤ ICTを革新する電子・量子デバイス

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

## ⑥ 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術

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

## ⑦ サークュラーエコノミー推進に向けた科学技術

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

## ⑧ 自然災害に関する先進的観測・予測技術

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

## 4. 新規構造・機能の材料と製造システムの創成

マテリアル・デバイス・  
プロセス

都市・建築・土木・  
交通

環境・資源・  
エネルギー

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 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）
- ✓ 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物を製造する技術
- ✓ 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
- ✓ 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
- ✓ 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フードプリンディング技術
- ✓ 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
- ✓ 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

#### <環境・資源・エネルギー>

- ✓ 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）
- ✓ 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

#### <都市・建築・土木・交通>

- ✓ インターモーダル輸送において温度・衝撃・成分変化などを自動的に計測し、生産・輸送・保管・使用・廃棄に至るトレースが可能なシステム

# 特定分野に軸足を置く8領域

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

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。

## 科学技術トピック

### <健康・医療・生命科学>

- ✓ 血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング
- ✓ がん、自己免疫疾患、アレルギー疾患に対する免疫系を基盤とした治療およびその効果予測
- ✓ 非感染性疾患に対する、統合的オミックス解析による病因・病態分類に基づく治療法
- ✓ 老化に伴う運動機能低下の予防・治療法
- ✓ 元気高齢者の遺伝子解析と環境要因の分析による、疾患抑制機構・老化機構の解明
- ✓ 代謝臓器連関を標的とした、生活習慣病、神経変性疾患の予防・治療法
- ✓ 自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法
- ✓ アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法
- ✓ Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD)の解明などに基づく、ライフコース・ヘルスケアの視点からの各年齢ステージでの適切な予防・治療
- ✓ 予防医療・先制医療に資する、動的ネットワークバイオマーカーを用いた疾病発症・病態悪化の予兆検出技術



# 科学技術の発展による 社会の未来像

# 科学技術の発展による社会の未来像

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

多様な人が日本に集まり、共生する社会。活動拠点は分散するが、共通の価値観で繋がる。感情の科学技術が心の健康を支える。また、AI等を活用して文化的活動や娯楽が活発化する。



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

人やロボットのネットワーク化により、共有と協調が進んだ社会。データ・モノ・スキル等が共有され、家族機能の代替、ロボットの労働代替、世界規模ネットワークでの生産・サービス創造等が行われる。



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

人間の身体能力が飛躍的に向上した社会。再生医療や個別健康管理等により心身面の困難が解消される。また完全デジタル化により、経験や行動の範囲が広がり、誰もが達人になれる。



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とれた持続可能な社会。センシング・モニタリングにより、個人は意識せず好ましい選択を行い、社会は資源制約や災害等に対応する。



環境・社会は…？



## 参考資料

# 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。

## 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

健康・医療・  
生命科学

マテリアル・デバイス・  
プロセス

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <健康・医療・生命科学>

- ✓ 低分子化合物・ペプチド・抗体・核酸に次ぐ新規機能分子の医薬
- ✓ 生体内に内在する幹細胞、あるいは移植された幹細胞の機能を制御することによる再生医療技術
- ✓ 免疫拒絶回避を完全にできる同種由来再生医療技術・製品
- ✓ 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
- ✓ 循環体液中の生体高分子や低分子の低侵襲リアルタイムモニタリングシステム
- ✓ 細胞の位置情報を保持した上での1細胞オミックス解析技術

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 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
- ✓ 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
- ✓ 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）
- ✓ 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

\* 遺伝子、環境、ライフスタイルに関する個人ごとの違いを考慮した疾病の予防・治療。

## 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

宇宙・海洋・地球・  
科学基盤

マテリアル・デバイス・  
プロセス

農林水産・食品・  
バイオテクノロジー

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <宇宙・海洋・地球・科学基盤>

- ✓ iPS細胞等によるバイオアッセイ系とスパコンによる薬物動態シミュレーション技術により、テラーメイド医薬品・化粧品等を開発する手法
- ✓ 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
- ✓ 中性子やX線を用いて、実働過程における機能材料・構造材料の3次元応力・ひずみ、磁場分布等を可視化し、その場観測する技術
- ✓ 創薬や投資・金融の意思決定等に係る効率を3桁改善する、従来のコンピュータ、量子アニーリングマシン、ゲート型量子コンピュータのハイブリッドシステム

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 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
- ✓ ピコメータスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高解像度顕微鏡
- ✓ 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
- ✓ 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

#### <農林水産・食品・バイオテクノロジー>

- ✓ X線からテラヘルツにいたる広帯域超小型光デバイス、オミックス・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
- ✓ 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

## 5. ICTを革新する電子・量子デバイス

マテリアル・デバイス・  
プロセス

ICT・アナリティクス・  
サービス

宇宙・海洋・地球・  
科学基盤

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 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
- ✓ 室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料
- ✓ 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
- ✓ 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
- ✓ 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
- ✓ 超小型でショットノイズ限界を超える量子センサ

#### <ICT・アナリティクス・サービス>

- ✓ 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）
- ✓ 量子しきい値ゲートや学習のフィードバックを含めた量子通信路、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

#### <宇宙・海洋・地球・科学基盤>

- ✓ 古典ゲート型コンピュータに比べて演算数を10桁以上削減できる、ゲート型量子コンピュータの特性を十分に生かすアルゴリズム
- ✓ コヒーレント時間が10ミリ秒を超える、超伝導量子ビット、NV（窒素-空孔）センターなどの量子センサー

## 6. 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術

環境・資源・  
エネルギー

宇宙・海洋・地球・  
科学基盤

農林水産・食品・  
バイオテクノロジー

### 領域概要

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

### 科学技術トピック

#### <環境・資源・エネルギー>

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

#### <宇宙・海洋・地球・科学基盤>

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

#### <農林水産・食品・バイオテクノロジー>

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

## 7. サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術

環境・資源・  
エネルギー

マテリアル・デバイス・  
プロセス

農林水産・食品・  
バイオテクノロジー

### 領域概要

資源の循環と持続可能な生産に向けた、CO<sub>2</sub>や廃棄物の再資源化技術、バイオマス利用技術、高レベル放射性廃棄物処理技術、レアメタルの回収・利用技術、環境循環の中での有害化学物質等の管理技術に関する科学技術領域。

### 科学技術トピック

#### <環境・資源・エネルギー>

- ✓ バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション
- ✓ 大気から回収されたCO<sub>2</sub>と非化石エネルギー起源の水素からの炭化水素燃料（航空機燃料など）の製造
- ✓ 海水中から経済的にウランなどの稀少金属を回収する技術
- ✓ 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
- ✓ 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術
- ✓ 物質フローの共通データベース化による資源・有害物質の管理

#### <マテリアル・デバイス・プロセス>

- ✓ 水素社会を目指して、貴金属使用量が触媒劣化を考慮した上で、対2018年比で10分の1以下となる燃料電池
- ✓ CO<sub>2</sub>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
- ✓ CO<sub>2</sub>固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料

#### <農林水産・食品・バイオテクノロジー>

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

## 8. 自然災害に関する先進的観測・予測技術

宇宙・海洋・地球・  
科学基盤

都市・建築・土木・  
交通

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

#### <宇宙・海洋・地球・科学基盤>

- ✓ 日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうにない火山を見い出すための切迫度評価
- ✓ 活断層履歴及び火山噴火史を解明するため、5～10万年前の年代測定精度を向上させる技術
- ✓ マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、発生時期（30年以内）、被害の予測技術
- ✓ 地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術
- ✓ 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

#### <都市・建築・土木・交通>

- ✓ 予測と観測を合わせ、破堤を事前に察知する技術
- ✓ 長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術
- ✓ 流砂系の推定に基づいて山地や海岸線等の国土変化を予測し、適切に国土を保全する技術
- ✓ 局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測
- ✓ 原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術

## A. 新たなデータ流通・利活用システム

ICT・アナリティクス・  
サービス

### 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）
- ✓ 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

## C. 次世代通信・暗号技術

ICT・アナリティクス・  
サービス

マテリアル・デバイス・  
プロセス

### 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

## D. 交通に係るヒューマンエラー防止技術

都市・建築・土木・  
交通

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

<都市・建築・土木・交通分野>

- ✓ 自律航行可能な無人運航商船
- ✓ 航空機と航空管制の双方による高精度運航システムを用いて、現在の倍程度の交通量を安全に管制できる運航技術に基づく、ヒューマンエラー発生確率よりも故障確率が小さい無人操縦旅客機
- ✓ 踏切等、外部から人が立ち入り可能な箇所がある路線における鉄道の無人運転
- ✓ 踏切への列車接近を周辺の自動車に通信し、自動で踏切侵入を防止するシステム（自動車との通信による踏切事故防止）
- ✓ 転覆・衝突・座礁などの海難事故の発生を半減させるための危険予知・警告・回避システム

## F. 生態系と調和した持続的な農林水産業システム

農林水産・食品・  
バイオテクノロジー

### 領域概要

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。

### 科学技術トピック

＜農林水産・食品・バイオテクノロジー＞

- ✓ 世界の様々な環境に適応した野生種のゲノム編集による栽培作物化（ネオドメスティケーション）
- ✓ 雑種強勢のメカニズムを利用した家畜生産のための系統作出
- ✓ 完全不妊養殖魚
- ✓ 腸内細菌を制御することによる非反芻家畜の生産性向上技術
- ✓ 生産性を損なわずに高品質を実現する生態調和型農業生産システム
- ✓ 昆虫資源を含む新規タンパク源の製造加工技術
- ✓ 廃棄食品再利用による新規資源生成技術（例えばフード3Dプリンターのような）
- ✓ 生産・流通・加工・消費を通じた完全循環型フードバリューチェーン
- ✓ 作物の雑種強勢と近交弱勢の分子遺伝学的解明
- ✓ 光合成能力を飛躍的に高めた植物（イネ・藻類）によるCO<sub>2</sub>の大量・大規模固定（sequestering）と生産性向上システム

## 領域概要

エネルギー源の多様化によるエネルギー安全保障の強化や低炭素社会を実現する、太陽光・風力発電などの再生可能エネルギー技術や直流送電システム、超伝導技術、ワイ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。

## 科学技術トピック

### <環境・資源・エネルギー>

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

### <マテリアル・デバイス・プロセス>

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

## 領域概要

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。

## 科学技術トピック

＜宇宙・海洋・地球・科学基盤＞

- ✓ 銀河及び銀河系の形成と進化に関する定説の確立
- ✓ 量子重力理論の確立・検証
- ✓ 宇宙における物質・反物質の非対称性の起源の解明
- ✓ ダークマターの正体の解明
- ✓ 宇宙初期の軽元素合成から星の進化に伴う重元素合成までの進化過程の解明

科学技術の発展による社会の未来像：

【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が日本に集まり、認め合い、共生する社会。生活や仕事の拠点は分散するが、孤立することなく共通の価値観で繋がり、協力し合う。心や感情の計測・伝達技術が心の健康を支える。自動化等により人手不足が解消して時間的余裕も生まれ、AI等も活用して文化的活動や娯楽が活発化する。

関連科学技術トピック例

(科学技術：科学技術的实现時期 社会：社会的实现時期)

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 (2025/2028)



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 (2029/2033)



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

活動拠点の多様化

- ・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のおそれ
- ・異質の文化や価値観に触れる機会や、コミュニティ間で共通の体験・経験を生み出す機会づくり
- ・持続的にサービスを利用するためのインフラメンテナンスコストの確保

科学技術の発展による社会の未来像：

【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

人やロボットがネットワークで繋がり、共有と協調が進んだ社会。価値観を共有する人の繋がりが家族機能を果たし、モノやスキルが共有される。データ共有により、大半の作業がロボットに代替され、世界規模のネットワークで生産・サービス創造が行われる。また、人の健康や地球環境のデータ共有により、状態が改善される。

関連科学技術トピック例

(科学技術：科学技術的実現時期 社会：社会的実現時期)

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 (2028/2030)

科学技術 社会

ロボット・  
ヒューマンマシン  
インターフェース

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

科学技術 社会

リアルタイム  
モニタリング

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

科学技術 社会

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

科学技術 社会

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 (2028/2029)

科学技術 社会

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

- ・分身であるアバターが存在価値と、全人格の総体としての存在価値の衝突
- ・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。

# [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

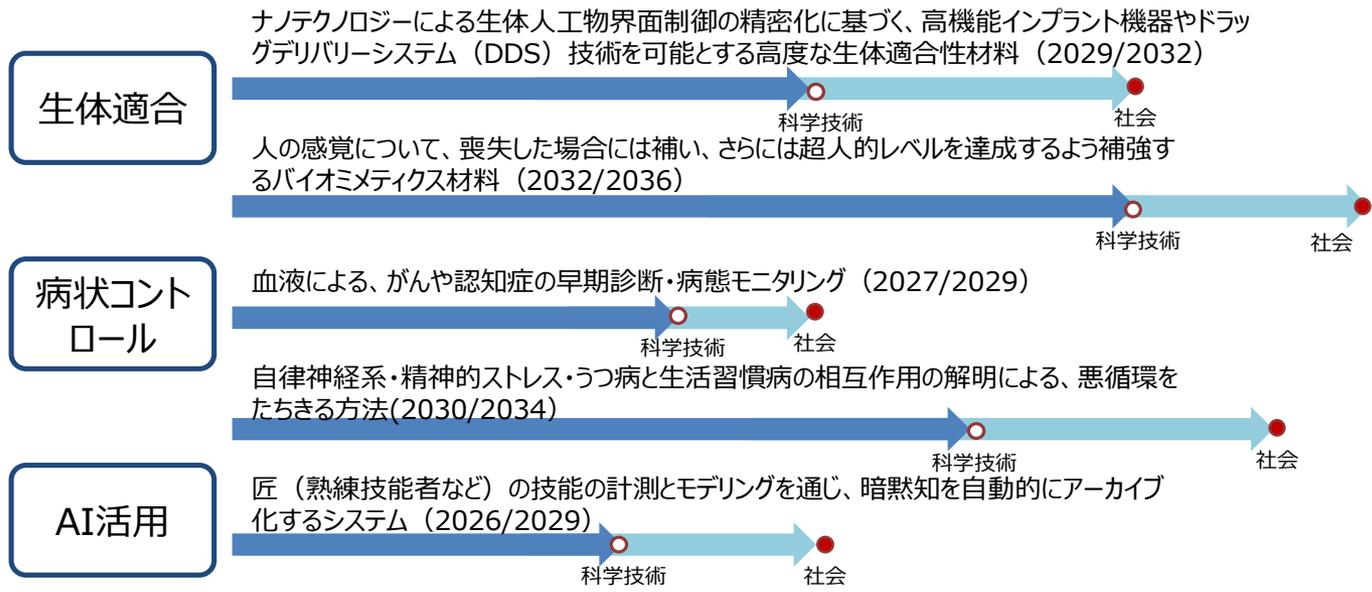
## 有形・個人

### 概要

人間の身体能力が拡張または飛躍的に向上した社会。再生医療や個人に合わせた健康管理・治療等により心身面の困難が解消される。また完全デジタル化による外部情報の取得・活用の拡大により、経験や行動の範囲やコミュニケーションの幅が広がり、誰もが達人になれる。

### 関連科学技術トピック例

(科学技術：科学技術的実現時期 社会：社会的実現時期)



### 2040年の社会像

#### 身体能力革新

- ・身体の補完
- ・経験知情報の取得
- ・個性尊重

#### 心のカスタマイズ

- ・性格特性にあわせた心理支援
- ・セルフメディスン

#### 誰もが匠

- ・外部知能ネットワーク
- ・匠の技術のアーカイブ

2020

2030

2040

### 留意点

- ・ 人体操作・改造と人間の尊厳の対立という倫理的問題、心身の操作についての社会的受容、法規制、個性喪失のおそれ、遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護、均質化に伴う副作用 (社会不安)、医療倫理

# 【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

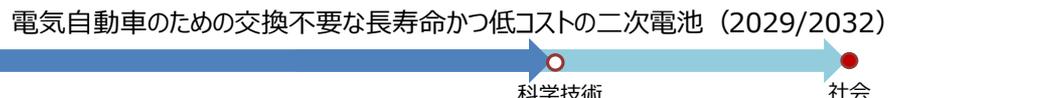
概要

カスタマイズと全体最適のバランスがとれた持続可能な社会。あらゆるセンシング・モニタリングにより、データに基づくカスタマイズ生産とその拠点の最適配置、災害時を想定した冗長性の担保、輸送の最適化、異常の検知と意思決定支援などが行われる。個人は意識せず好ましい選択を行い、社会は資源制約や災害等に対応する。

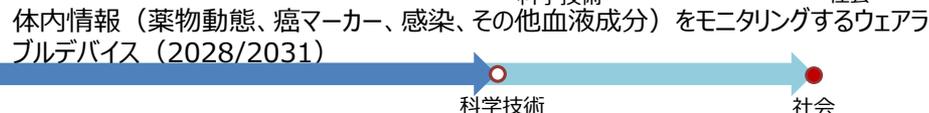
関連科学技術トピック例

(科学技術：科学技術的実現時期    社会：社会的実現時期)

エネルギーシステム



モニタリング・センシング



個別化



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

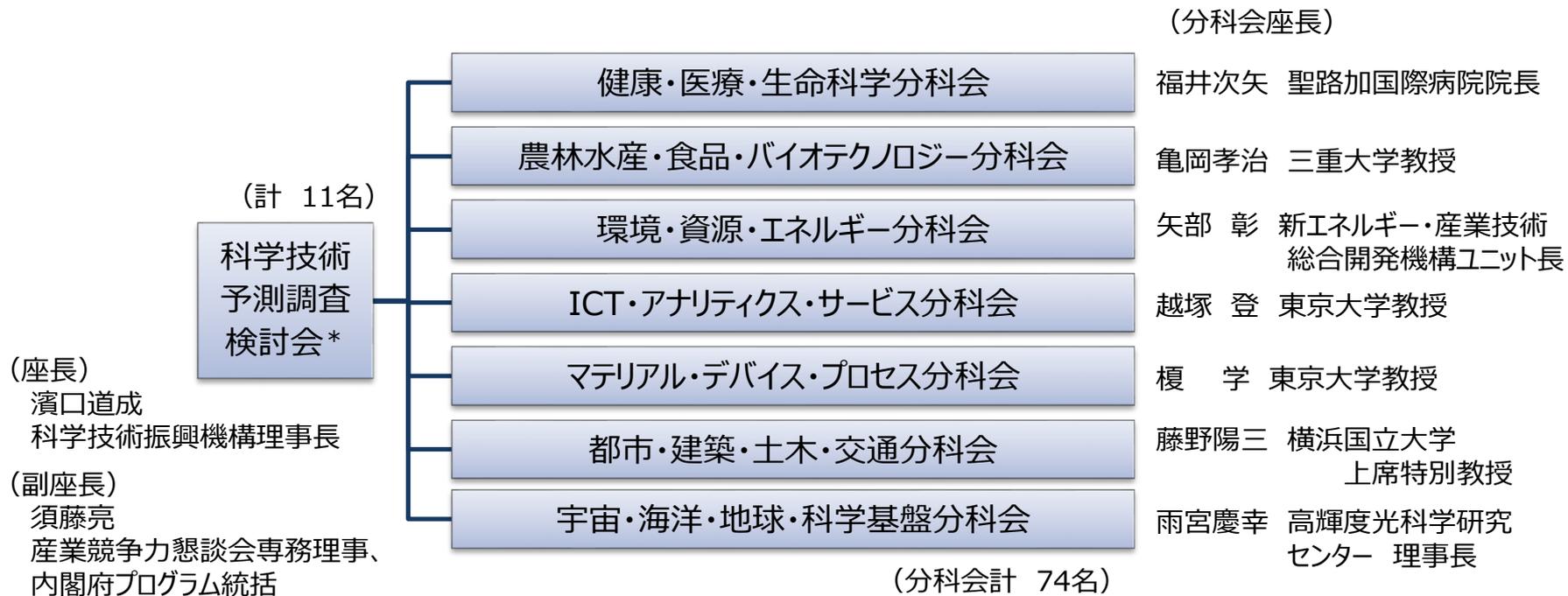
2020

2030

2040

- ・ 個人欲求のコントロール、費用負担（国、個人）、効率性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。



\* 平成30(2018)年度は「科学技術予測委員会」

(敬称略、2019年6月現在)

(敬称略、2019年6月現在)

	氏名	所属	備考
(座長)	濱口 道成	国立研究開発法人科学技術振興機構 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 株式会社東芝 特別嘱託	内閣府政策参与 (SIP/PRISM/ImPACT プログラム統括)
	雨宮 慶幸	公益財団法人高輝度光科学研究センター 理事長	宇宙・海洋・地球・科学基盤分科会座長
	榎 学	東京大学大学院工学系研究科 教授	マテリアル・デバイス・プロセス分科会座長
	大島 まり	東京大学生産技術研究所/大学院情報学環 教授	ステークホルダー参画
	亀岡 孝治	三重大学大学院生物資源学研究科 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	東京大学大学院情報学環 教授	ICT・アナリティクス・サービス分科会座長
	永野 博	公益社団法人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	横浜国立大学先端科学高等研究院 上席特別教授	都市・建築・土木・交通分科会座長
	矢部 彰	国立研究開発法人新エネルギー・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

# デルファイ調査 分野別分科会

(敬称略、2019年6月現在)

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	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	東京大学未来ビジョン研究センター 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

# デルファイ調査 分野別分科会 (続き)

(敬称略、2019年6月現在)

マテリアル・デバイス・プロセス		都市・建築・土木・交通	
榎 学	東京大学大学院工学系研究科 教授 【座長】	藤野 陽三	横浜国立大学先端科学高等研究院上席特別教授 【座長】
岸本 康夫	JFEスチール株式会社スチール研究所 研究技監	饗庭 伸	首都大学東京都市環境科学研究科 教授
久保 百司	東北大学金属材料研究所 教授	石田 哲也	東京大学大学院工学系研究科 教授
小山 珠美	昭和電工株式会社先端技術開発研究所 所長	伊藤 正秀	国土交通省国土技術政策総合研究所 研究総務官
瀬山 倫子	日本電信電話株式会社先端集積デバイス研究所 主幹研究員	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
高井 まどか	東京大学大学院工学系研究科 教授	竹内 真幸	清水建設株式会社フロンティア開発室海洋開発部 上席エンジニア
高見 知秀	工学院大学教育推進機構 教授	中村 いずみ	防災科学技術研究所地震減災実験研究部門 主任研究員
新野 俊樹	東京大学生産技術研究所 教授	古川 敦	鉄道総合技術研究所 研究開発推進部長
西川 恒一	株式会社豊田中央研究所 主席研究員	森川 高行	名古屋大学未来社会創造機構 教授
根本 香絵	国立情報学研究所 教授	吉田 憲司	宇宙航空研究開発機構航空技術部門 航空プログラムディレクター
藤田 大介	物質・材料研究機構 理事長特別補佐 先端材料解析研究拠点 拠点長		
昌原 明植	産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 副部門長		
宇宙・海洋・地球・科学基盤			
雨宮 慶幸	高輝度光科学研究センター 理事長 【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 研究担当理事補佐		
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>

## 【報告書等】

- 第11回科学技術予測調査 ST Foresight 2019（速報版）－「人間性の再興・再考による柔軟な社会」を目指して－  
[2019.7]
- 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 / 2019.6]
- 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・スキャニング“KIDSASHI”～ [Policy Study No.16 / 2018.12]  
<http://doi.org/10.15108/ps016>

## 【その他（ホライズン・スキャニング）】

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

# 予測オープンプラットフォーム

情報技術を活用し、1. 科学技術及び社会に関する多種多様な情報（特許、論文、プレスリリース、ニュース記事、SNS、等）を恒常的・自動的に収集・蓄積するとともに、2. それらの情報を関連づけるなどしながら分析し、3. それらの膨大なデータを専門家をはじめとする科学技術予測のステイクホルダーが扱いやすい粒度にまで圧縮・フィルタリングして提示（可視化）するシステム

## 情報の収集

各種情報源からの受動的情報収集

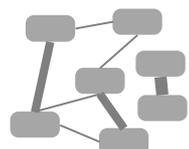


入力済みのデータ：企業等プレスリリース、博士人材DB、科学技術白書、CREST等アンケート、大学発ベンチャー調査等

専門家NWなどに対する能動的情報収集



## 情報の分析

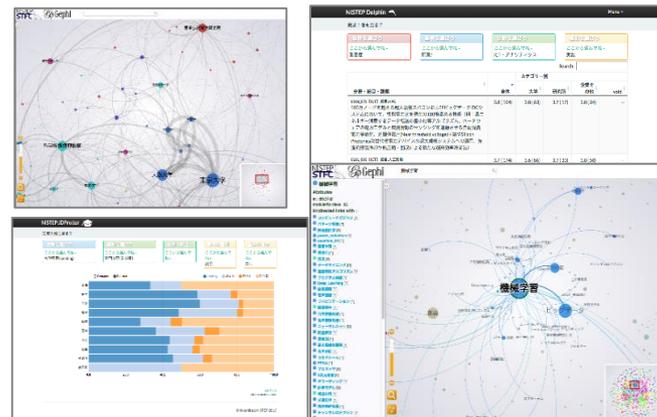


情報の関連づけ



情報の分類、変化検知など

## 情報の圧縮・可視化



オープンサイエンスの視点から、ステイクホルダーに対しても一部を公開し、科学技術予測におけるオープンイノベーションも促すとともに、広範な知見を収集

## 具体例：専門家ネットワーク（約2000人）に対する戦略目標・研究開発目標の策定に資するアンケート結果の可視化

専門家NWに対して、注目すべき研究動向の概要や研究者、キーワードなどを聴取



(Webベース)

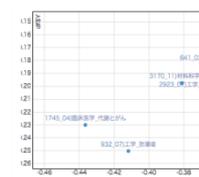
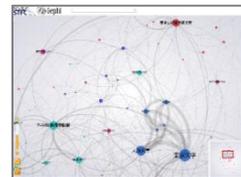
既存分野との関係を越えた「概要」の中身による類似分類

研究者やキーワードによるネットワーク作成

その他



Excelなどでの単純カウントでは捉えにくい、様々な関係性を可視化して提供



戦略目標（案）・研究開発目標（案）の作成に貢献