



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年7月

文部科学省科学技術・学術政策研究所  
科学技術予測センター

## ST Foresight 2019 (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）

ビジョニングワークショップ（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

Sustain-  
ability

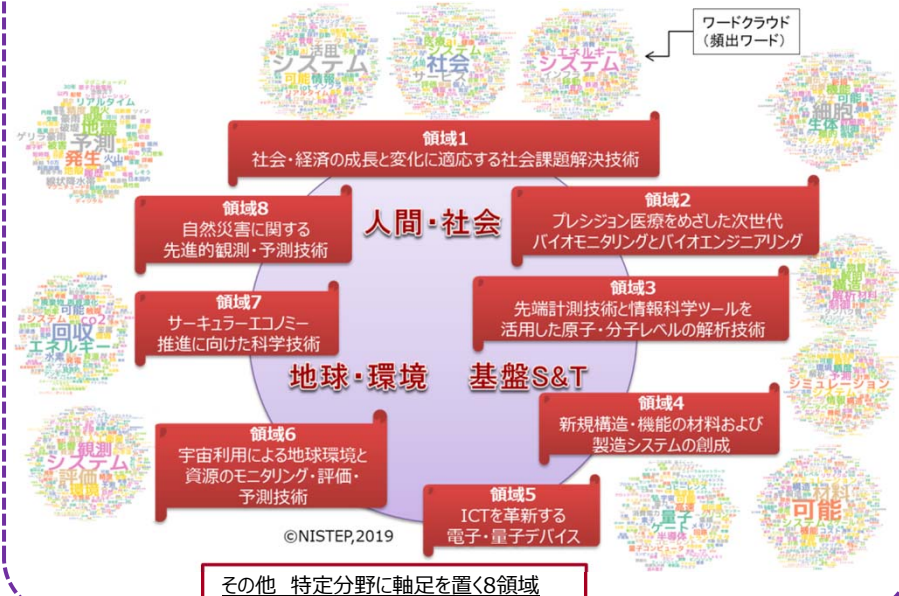
Curiosity

### 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）



### 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…？



## 調査の枠組み

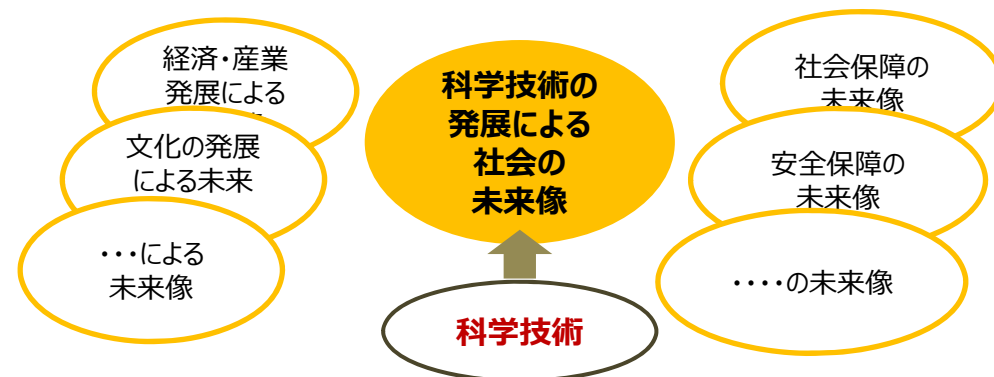
- 次期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策立案の議論のため、基礎的な情報を提供することを目的として実施。
- 専門家の知見を集約し、科学技術の発展による社会の未来像を描く。
- 科学技術予測調査は1971年から約5年毎に実施、今回は11回目の調査。

## ◆ 調査の目的

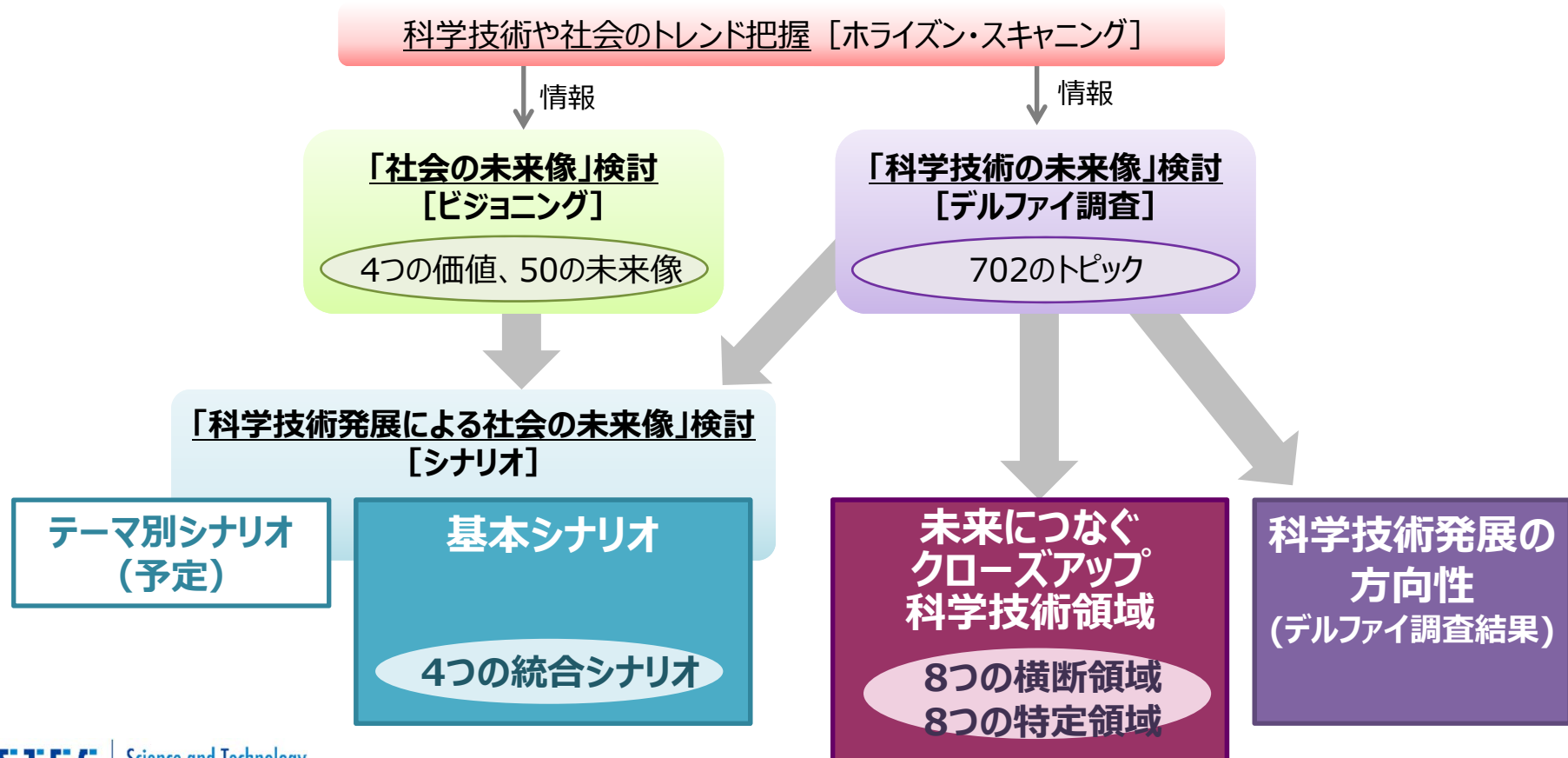
- 次期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション戦略・政策立案の議論のため、基礎的な情報を提供
- 将来の社会や科学技術イノベーションを議論するためのプラットフォームを提供

## ◆ 特徴

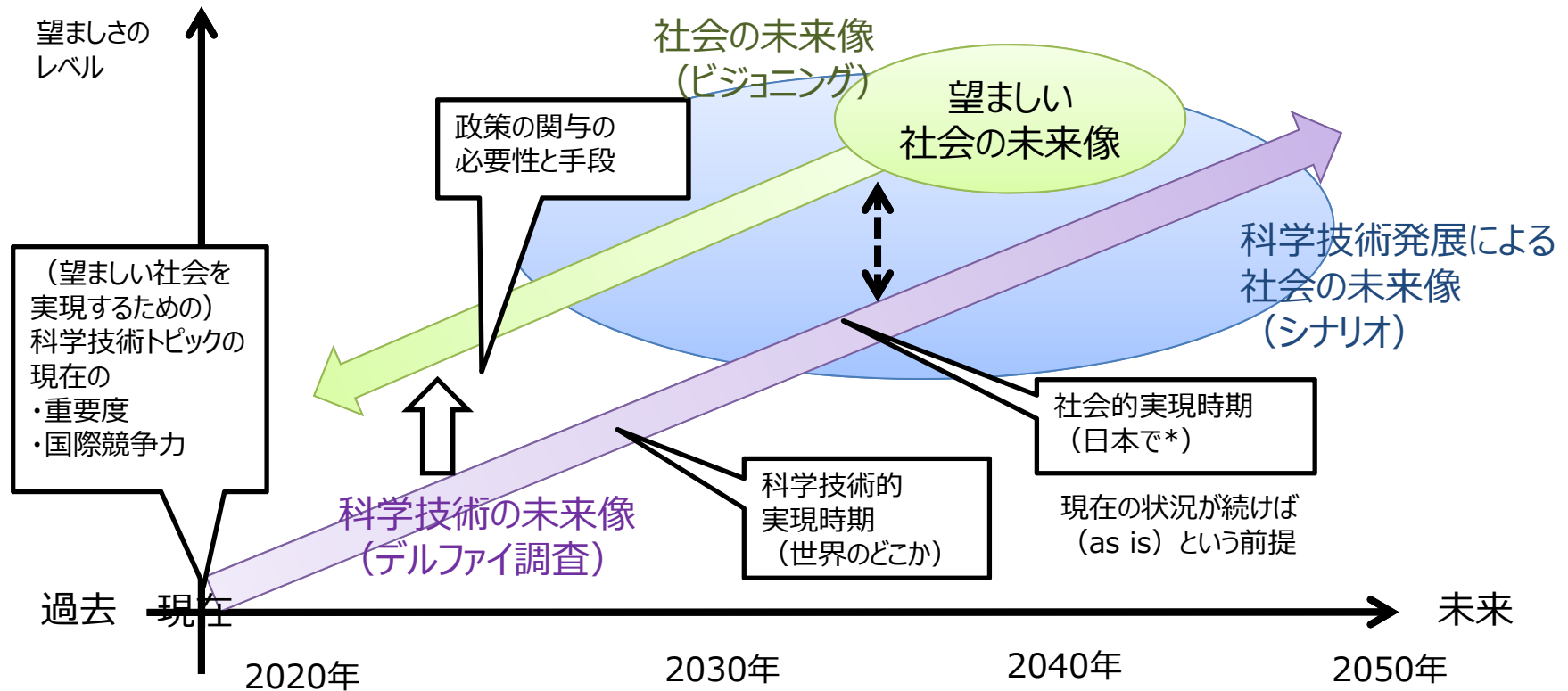
- ICTの活用  
プレスリリーススクローリング、関連データの自動収集など
- 多様なステークホルダーの参画
- NISTEP調査研究成果の活用  
サイエンスマップなど
- 関係機関による調査研究成果の活用  
JST-CRDS俯瞰報告書など
- 関係機関やプログラムとの連携  
JST、SciREXなど



- ホライズン・スキャンニング、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。

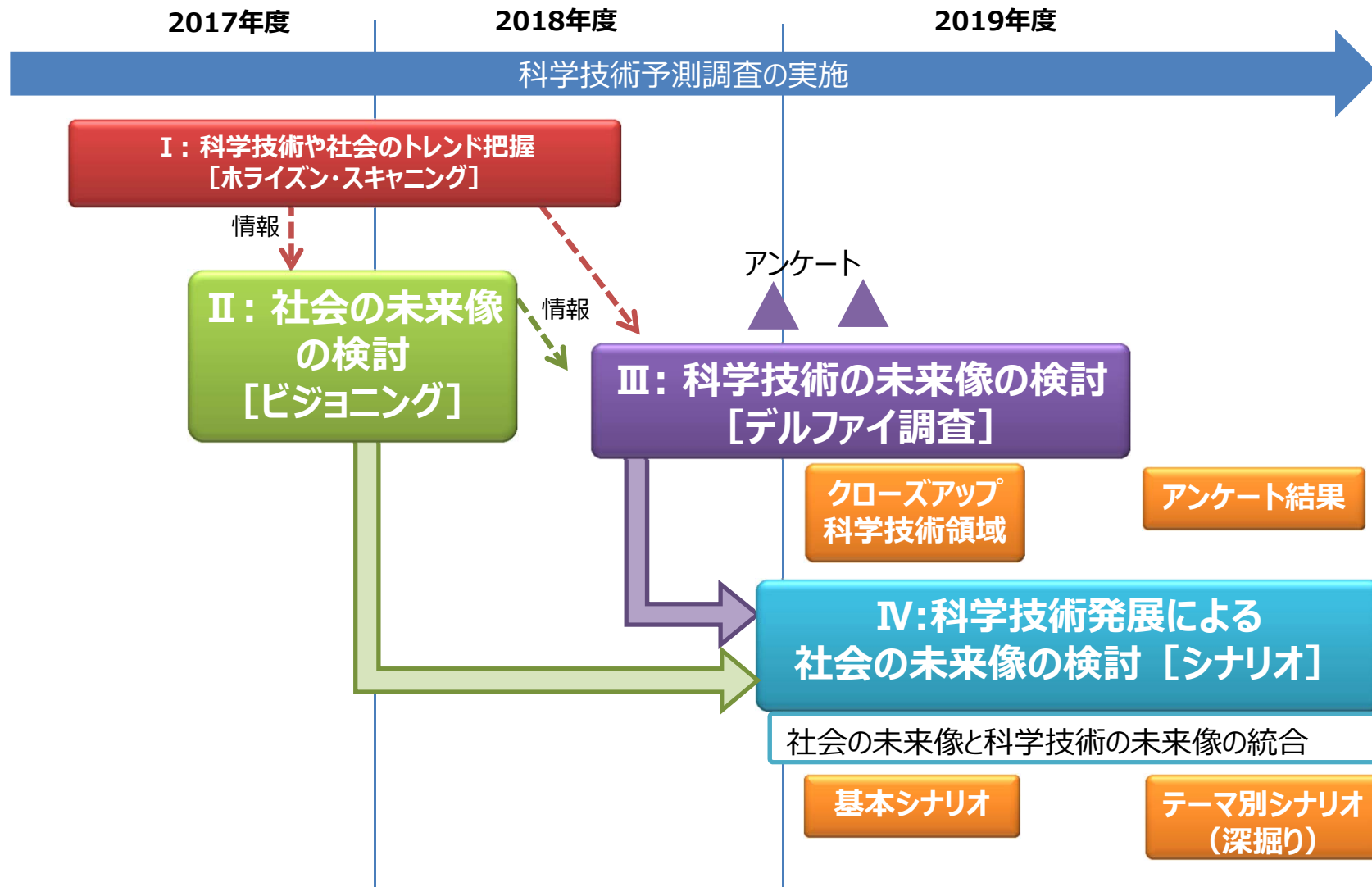


- 2040年をターゲットイヤーとし、2050年までを展望。
- バックキャストとフォーキャストの2方向から検討。



\*「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。

# 調査のスケジュール



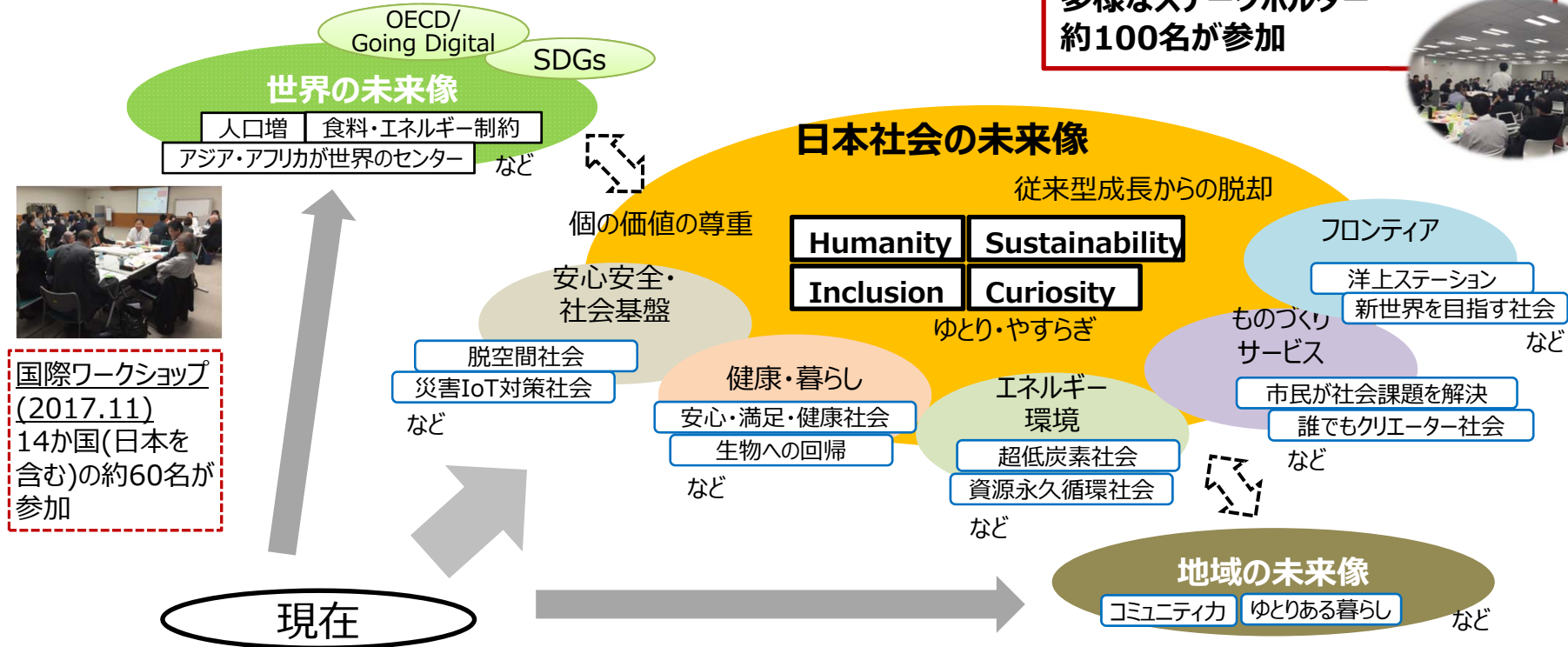


## 「社会の未来像」検討 (ビジョニング)



- 科学技術や社会のトレンドを踏まえ、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



- 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      | まとまらないことでまとまっている社会 | 不滅の好奇心によって新世界を目指す社会        |
| 時空を超え繋がる社会 | 野性味社会              |                            |
| 労働の多様化社会   |                    |                            |

## Inclusion 誰一人取り残さない

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 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

## 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**  
複数の仕事をこなし、限界削減費用ゼロのサービスと最低限の生活を営む。データ等のやりとりで個人が欲しいものをリーズナブルに製造する。

**びんびんコロリ社会**  
個人に対応した医療やウェアラブル健康センサにより、予防的な医療が進展する。それにより健康寿命が延伸し、入院や病死の概念がなくなる。

**AND人間の育つ社会**  
リアルとバーチャルの両方の体験を有する「AND人間」が育つ。

**多重人格社会**  
バーチャル空間の拡張を通じて人格が複数存在するようになり、それらを使い分ける社会となる。また、所属する国や組織も複数になる。

**超運命社会**  
身体拡張によりハンディキャップを克服するとともに、寿命という定めにも挑戦する。

**“超”成熟社会**  
社会の仕組みと人の行動様式が大きく変化する。単純重労働からの解放、健康寿命の延伸、自由時間の拡大が起こる。

**人間と機械が融合する社会**  
脳神経と外部データの接続や脳へのチップ埋込みなどにより、人間の能力を飛躍的に向上する。知的活動や感情面において機械が人間の役割をスムーズに行う。

**安心・満足・健康社会**  
予防医学のアプローチが進展する。脳機の解明、健康状態モニタリング、早期診断、治療技術の発達により、自立して暮らす。

**アナログ健康長寿社会**  
世代を超えた小さいコミュニティが受け皿となる。健康管理は自宅健康診断で行われ、健康な人にはインセンティブが与えられる。

**暮らし方多様化社会**  
職業も居住地も多様化する。人生二毛作時代となり、マルチトラック社会となる。

**ヒトの育て方**  
AIと共存する教育や様々な変化に対応できる教育がなされる。地域の大学がより身近な存在となり、知識の再分配が図られる。

**人間性の拡張した社会**  
データを知識化できる人・組織に富が集中する。一方、「リアル」、「切り離されていること」にも価値が見出される。VR・AR・AIをベースとした新しい生きがい社会が生まれ、自由を獲得することを最上位の目的とする。

**超人間社会：**  
**身体を制御し拡張する社会**  
人間生来の機能を良好に維持すると共に、生来の機能を超越する技術融合が起こる。自分の状態を把握でき、苦痛を伴う運動や生活習慣改善が不要になる。

**寿命選択制社会**  
生体計測技術の進歩や遺伝子への工学的操作により、人が自らの自由意思で自らの寿命を事前に選択し、それに従い生涯を全つ。

### 変わりゆく暮らし・コミュニティ

**生物（リアリティ）への回帰**  
AIの進展の中でリアルの価値が高まるとともに、地域の自立、地域資源の見直し、自然回帰が改めて注目される。

**超生物社会**  
“AI格”が付与されるが、人間＞AIの関係性は確保される。VR/AR空間での生活時間が拡大する。

**“楽”社会**  
重労働の多くがロボットにより省力化する。バーチャル空間で1人の人間が複数エージェントとして活動する。人間の内面や主観に配慮した、人間に寄り添った製品が生み出される。

**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**  
技術と人間との新たな関係が構築される。新技術の利便性とリスクが浸透し、意識することなく機械と共存する。

**労働の多様化社会**  
AI、ロボット、ICT等により、在宅勤務が主となる。テレビ電話やネット・VR会議などの普及で、仕事のために人が移動しなくなる。

**江戸銭湯社会**  
匿名性と地域性が両立する稀有な空間としての銭湯と、「顔の見える関係」「広い意味での家族としてのコミュニティ」が互助社会として成立する。

**超ロボット社会**  
ロボット技術が高度に進展し、もはやロボットと人間を外形的にも内面的にも区別することが不可能となり、ロボットに人権が認められる。

**まとまらないことでまとまっている社会**  
自分の価値観に合う生き方を追求するものの、社会全体としては調和がとれた社会が成立する。

**野性味社会**  
人の野性を生かした、自然と調和する社会となる。自分で歩いたり考えたりすることが高い価値を持つ。

**時空を超えて繋がる社会**  
五感を伝え、遠く離れた人同士がリアリティをもってつながる。個人のパーソナルデータログを活用し、物理的なハンディキャップを超えて仮想的な存在が再現される。

## Curiosity 不滅の好奇心

**不滅の好奇心によって新世界を目指す社会**  
月で資源開発・エネルギー産生、太平洋外洋牧場など、宇宙・深海・バーチャルに関する大航海時代が到来する。

**脱空間社会**  
宇宙空間にも活動域が広がる。

**サステナビリティ（海洋活用）**  
太平洋に面する日本が、平和的な手段で海洋資源及び海洋空間の利活用に積極的かつ国際協動的に取り組む。



Inclusion 誰一人取り残さない

Diversity

Inclusion

**脱空間社会**

職場や地域のしがらみから解放され、空間的・時間的な自由度が高まる。物理的ボーダレスとなり、公共機能を民間組織が担う。

**多重人格社会**

バーチャル空間の拡張を通じて人格が複数存在するようになり、それらを使い分ける社会となる。また、所属する国や組織も複数になる。

**ボーダレス社会**

言葉の壁がなくなり、国境が曖昧になる。その一方で、文化の壁はより明確になる。移民やロボットの普及が人口減の対応に本格的に寄与する。

**高齢者のモチベーションを創出・保障する社会**

“未病”の概念が一般化。健康で長い人生と急速な社会変化を受けて、学び直しの重要性が高まり、高齢者の働く意欲と能力が生かされる。

**総活躍社会**

モノからコトへのシフト、サービスデザイン、地域の価値が見直され、創造的な仕事が増加する。成果や貢献度が正しく評価される。

**時空を超えて繋がる社会**

五感を伝え、遠く離れた人同士がリアリティをもってつながる。個人のパーソナルデータログを活用し、物理的なハンディキャップを超えて仮想的な存在が再現される。

**インクルーシブ社会**

出生から現在までのデータが履歴書に代わる。また外国人が国内で大量に働き、自動翻訳で会話がなされる。

**多次元社会**

バーチャル国家が多数生まれ、人は複数の帰属先やペルソナ、アイデンティティを持つ。

**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**

女性や高齢者も無理せず働く。死のマネジメントが必要な社会。また、AIより人間が優れた部分が残る、AIと共生する。

**超高齢化でイノベーションを起こす社会**

高齢化をイノベーションの起爆剤とする。個別化医療の完成、エビジェネティクス工学の進歩による癌の克服、人工子宮、高齢者の起業等が実現する。

**個人の価値観と多様性に寛容な社会**

国・地域・コミュニティ・宗教などの相互理解が進み、その結果多様性をもった寛容な社会が実現する。

**ユビキタス生活社会**

地方に居ても都市で仕事、日本に居ても海外で学ぶなど、ボーダレスに活動できる。個人は分散しているがその距離は縮まっている。

**移動と物流の高度化社会**

パーソナル物流システムが完備される。都市と地方の区別など様々なデバイスが消滅し、不公平や格差を感じない。

**Japan as platform**

帰属意識やユーザーメリットをコンテンツとして提供する形で日本の魅力がサービス化される。グローバルなファンから少額投資を受け入れるプラットフォーム制度ができる。

Sustainability 持続可能な日本

**“換”社会**

資源をどれだけ高い変換効率で生産に結び付けるかを競い合う社会となる。また、地上での様々な活動が海中や空中など他の空間にも拡大する。

**“超”成熟社会 (環境保全)**

社会の仕組みと人の行動様式が大きく変化する。利便性や生産性の向上と環境保全とが両立する。

**IoTにより災害に対する備えが十分な社会**

高度化するICTを防災面に応用して効果的な対策を取ることで、災害に対する備え・安全性が向上する。

**超データエコミー社会**

ローコストなソフトウェアとデータ流通サービスを通じて、ヒト・モノ・コト・エネルギーのインテグレーションが実現する。レギュラトリーサイエンス整備、グローバルな経済関係構築がなされる。

不確実性の下で持続可能なエネルギー・環境全体最適化が実現する。セクター間・異業種連携により、脱炭素化や資源効率性を高める循環型社会となる。

**市民自らが社会課題を解決する社会**

科学技術の方向性を市民が考え、専門家は技術の有用性を評価するようになる。マルチステークホルダーのガバナンスが成立する。

**想定外を吸収できる社会**

シミュレーション技術などにより意思決定の支援を受けながら、想定外は起こり得る前提で予め長期的視点で対策を講じる。

**資源永久循環社会**

厳しい資源環境制約を克服し永久に循環できる技術が求められる。意識や価値観の変化も生じ、社会に浸透する。

**資源不足に不安のない社会**

物質循環とインフラ管理をベースに再編成される。水・エネルギー・都市の一体的構築を輸出し、リサイクルとのづくりが一体化される。農作業のロボット化により食料自給率が上昇する。

**ネオサステナビリティ実現社会**

温暖化ガスを排出しないエネルギーが産生される。すべての海産物の養殖や合成食により栄養と環境負荷のバランスが保たれる。社会インフラは移動可能となる。

**脱GDP社会**

GDPを豊かさの指標とする考えから転換する。大量消費サイクルから抜け出し、CO2排出量の削減を達成する。幸福感の形成を支援するデジタル経由の価値が流通する。

**次世代IoTによる超低炭素社会**

高度IoTによりモノの耐久性が著しく向上、環境負荷が低減する。使用者は長寿命化の手段を講じる。

**分散型発電が最適化されている社会**

再生可能エネルギーの大量導入など、個人宅で環境に配慮した発電が行われ、個別発電の最適化がなされる。

**サステナビリティ (海洋活用)**

太平洋に面する日本が、平和的な手段で海洋資源及び海洋空間の利活用に積極的かつ国際協動的に取り組む。



# 「科学技術の未来像」検討 (デルファイ調査)

- 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

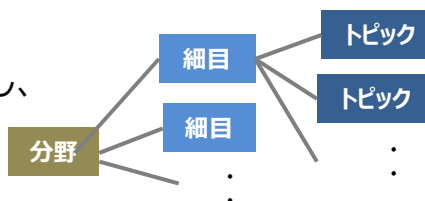
- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

## ◆ 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%

| 健康・医療・<br>生命科学<br>(96)        | 農林水産・食品・<br>バイオテクノロジー<br>(97) | 環境・資源・<br>エネルギー<br>(106)        | ICT・<br>アナリティクス・<br>サービス (107) | マテリアル・<br>デバイス・プロセス<br>(101)      | 都市・建築・<br>土木・交通<br>(95) | 宇宙・海洋・地球・<br>科学基盤<br>(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・マニュファクチャリング (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)                   |                                   |                         |                            |

| 項目                                | 内容                                     | 選択肢   |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>重要度</b><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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><br>(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見つかること。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。



- 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

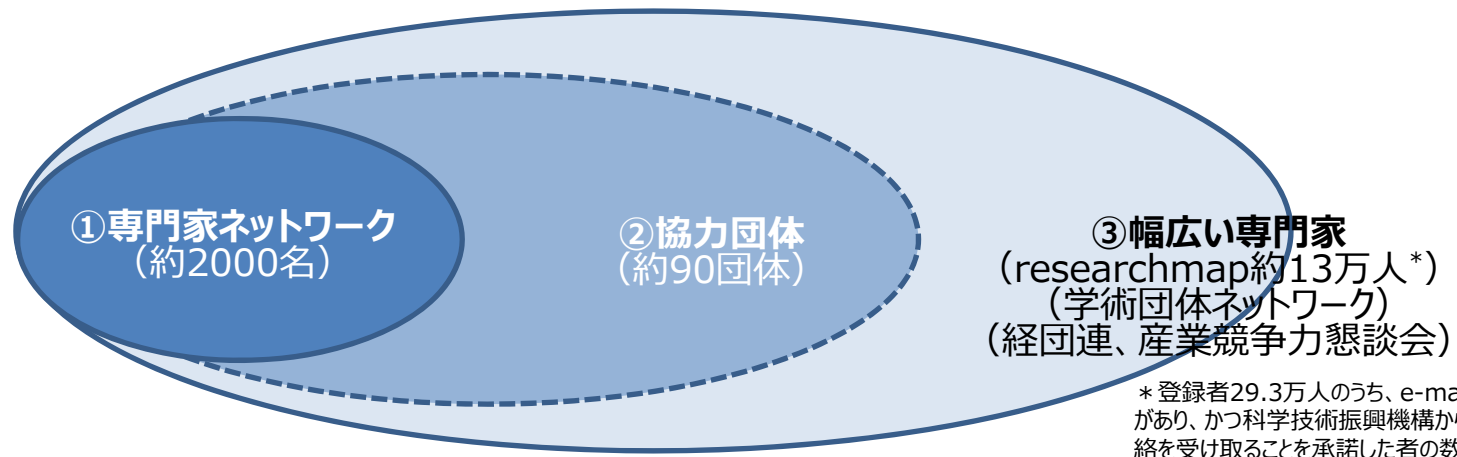
- コア回答者群。NISTEPが産学官の専門家約2000名を専門調査員に委嘱。

## ② 協力団体

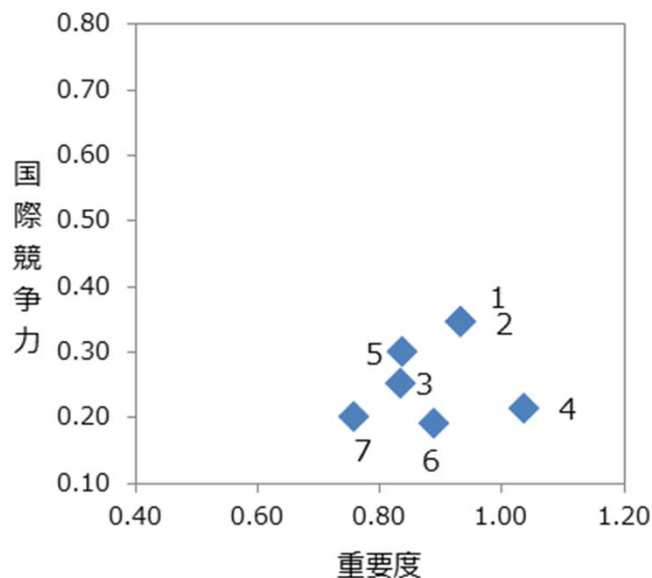
- 積極的に協力を依頼する回答者群。分科会委員等からの推薦（約90団体）に基づき、内容的に関連の強い学会等に会員への周知を依頼。

## 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。



### 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：

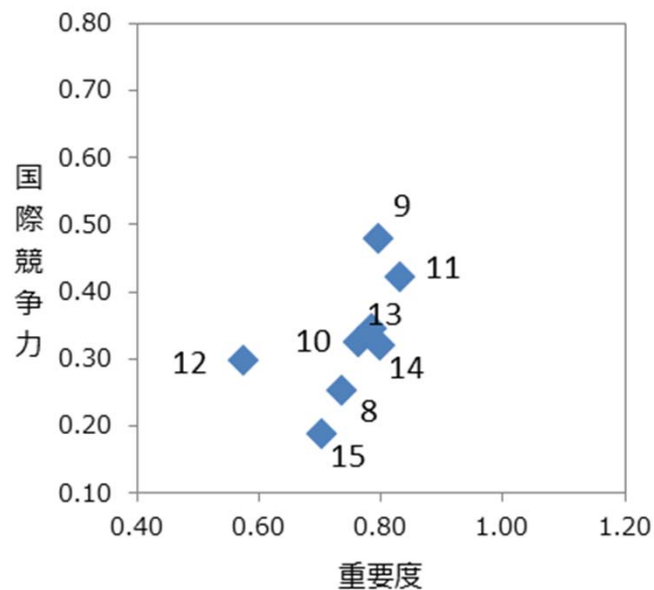
- 1 医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）
- 2 医療機器開発
- 3 老化及び非感染性疾患
- 4 脳科学（精神・神経疾患、認知・行動科学を含む）
- 5 健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）
- 6 情報と健康、社会医学
- 7 生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック  | 重要度  | 競争力  |
|----|--|------|------|
| 3  | 老化に伴う運動機能低下の予防・治療法   | 1.56 | 0.55 |
| 4  | 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        | 1.55 | 0.54 |
| 2  | 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        | 1.46 | 0.44 |
| 3  | 血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング                                 | 1.46 | 0.61 |
| 2  | 遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク） | 1.36 | 0.37 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 5  | iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、動物モデルに代替する、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法    | 0.95 | 0.81 |
| 1  | 生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術                | 1.10 | 0.75 |
| 1  | 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                     | 1.12 | 0.71 |
| 3  | 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                       | 1.24 | 0.71 |
| 1  | 細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全（パーキンソン病、筋委縮性側索硬化症（ALS）、脊髄損傷等）に対する治療法 | 1.18 | 0.64 |

## 科学技術の未来像（デルファイ調査）：アンケート結果例 重要度と競争力 [農林水産・食品・バイオテクノロジー]

農林水産・食品・バイオ



\* 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。

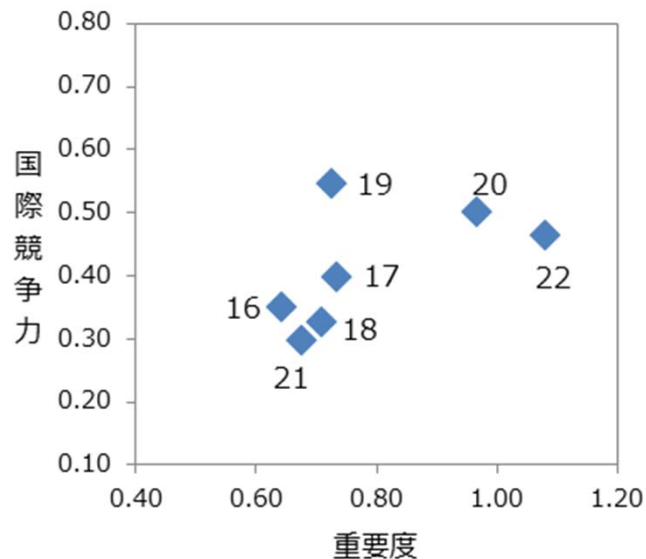
細目：

- 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

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック                                       | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 8  | 人間を代替する農業ロボット                                       | 1.35 | 0.59 |
| 11 | 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 | 1.33 | 0.80 |
| 11 | 地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術                 | 1.20 | 0.46 |
| 10 | 土砂災害等を未然に防ぐ森林管理技術                                   | 1.17 | 0.63 |
| 9  | 食品ロスの低減に向けたフードバリューチェーンのモニタリング・解析技術                  | 1.16 | 0.37 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック                                     | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 11 | 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 | 1.33 | 0.80 |
| 9  | 高齢社会を意識したフードミックスの考え方に基づく多様な機能性食品                    | 1.10 | 0.80 |
| 9  | 冷凍せずに生鮮食料品の鮮度と品質を維持するための短期保蔵技術                      | 0.93 | 0.79 |
| 9  | 食品生産ラインにおける有機物（毛髪など）の混入検出のための識別技術                   | 0.57 | 0.76 |
| 9  | 農林水産物の品質（成分・物性・熟度）を生産現場で非破壊でリアルタイムに定量分析するシステム       | 1.13 | 0.71 |

### 環境・資源・エネルギー



\* 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。

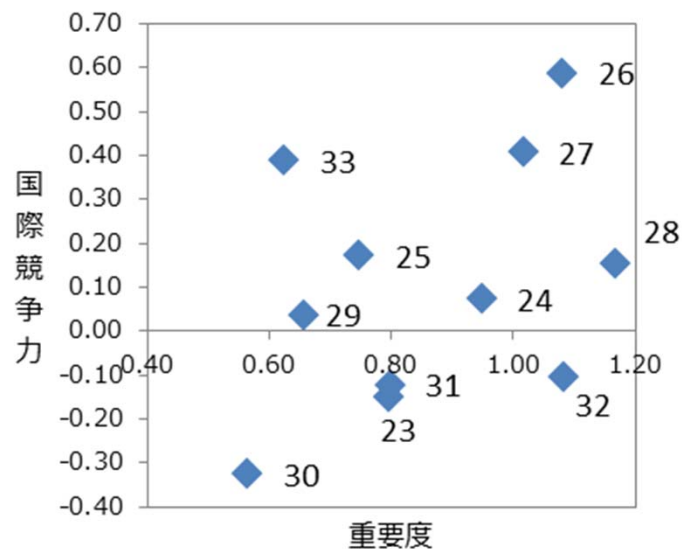
細目：

- 16 エネルギー変換
- 17 エネルギーシステム
- 18 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル (3R)
- 19 水
- 20 地球温暖化
- 21 環境保全 (解析・予測・評価、修復・再生、計画)
- 22 リスクマネジメント

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 17 | 電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池 (寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下)     | 1.48 | 0.98 |
| 19 | 線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術           | 1.36 | 0.90 |
| 17 | 系統連系安定化のための長寿命かつ低コストのMW規模二次電池 (寿命：20年以上、コスト1.5万円/kWh以下) | 1.32 | 0.70 |
| 21 | 放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術                    | 1.27 | 0.91 |
| 18 | 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術               | 1.27 | 0.86 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック                                     | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 16 | エネルギー効率が50%の自動車エンジン                                 | 0.94 | 1.09 |
| 17 | 電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池 (寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下) | 1.48 | 0.98 |
| 21 | 放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術                | 1.27 | 0.91 |
| 19 | 線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術       | 1.36 | 0.90 |
| 18 | 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術           | 1.27 | 0.86 |

ICT・アナリティクス・サービス



\* 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：

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

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック  | 重要度  | 競争力  |
|----|--|------|------|
| 32 | 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                                    | 1.57 | 0.27 |
| 28 | 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） | 1.56 | 0.24 |
| 26 | 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                           | 1.50 | 0.73 |
| 26 | 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     | 1.47 | 0.78 |
| 27 | 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                                       | 1.47 | 0.63 |

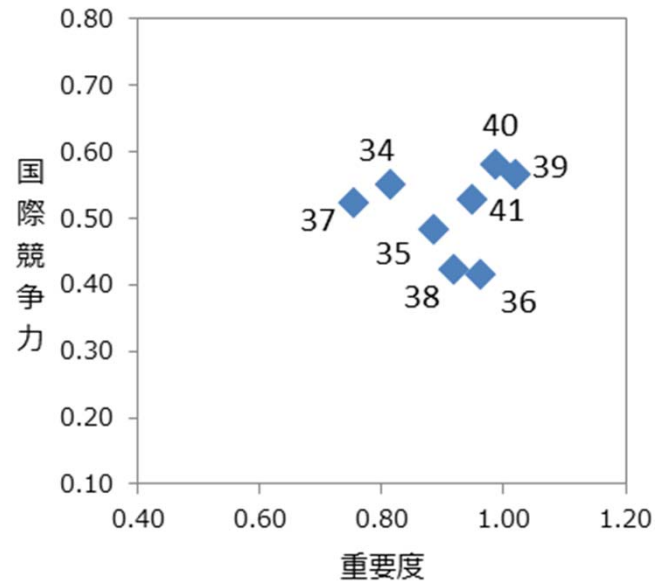
| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 27 | マルチコアファイバ・シリコンフォトニクスなどの、革新的に大容量かつ高密度収容可能な光通信技術                                | 1.07 | 0.82 |
| 26 | 自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術    | 1.47 | 0.78 |
| 25 | 現在用いられているものより電力性能比が大幅（100倍程度）に改善されたスーパーコンピュータ（並列化による大規模計算機システム）               | 1.33 | 0.75 |
| 26 | 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                          | 1.50 | 0.73 |
| 27 | 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 | 1.42 | 0.70 |



# 科学技術の未来像（デルファイ調査）：アンケート結果例

## 重要度と競争力 [マテリアル・デバイス・プロセス]

マテリアル・デバイス・プロセス



\* 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：

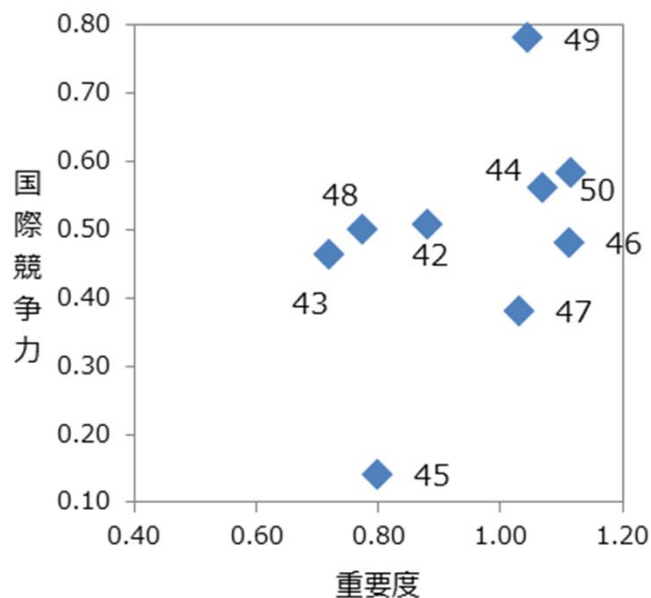
- 34 物質・材料
- 35 プロセス・マニュファクチャリング
- 36 計算科学・データ科学
- 37 先端計測・解析手法
- 38 応用デバイス・システム (ICT・ナノエレクトロニクス分野)
- 39 応用デバイス・システム (環境・エネルギー分野)
- 40 応用デバイス・システム (インフラ・モビリティ分野)
- 41 応用デバイス・システム (ライフ・バイオ分野)

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 39 | 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 | 1.50 | 0.91 |
| 41 | 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                            | 1.32 | 0.58 |
| 39 | 変換効率50%を超える太陽電池   | 1.31 | 0.71 |
| 40 | 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   | 1.29 | 0.71 |
| 41 | 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  | 1.26 | 0.82 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 39 | 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                       | 1.23 | 0.94 |
| 34 | 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                               | 1.18 | 0.92 |
| 39 | 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 | 1.50 | 0.91 |
| 34 | 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                      | 1.04 | 0.83 |
| 41 | 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  | 1.26 | 0.82 |

## 科学技術の未来像（デルファイ調査）：アンケート結果例 重要度と競争力〔都市・建築・土木・交通〕

都市・建築・土木・交通



\* 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。

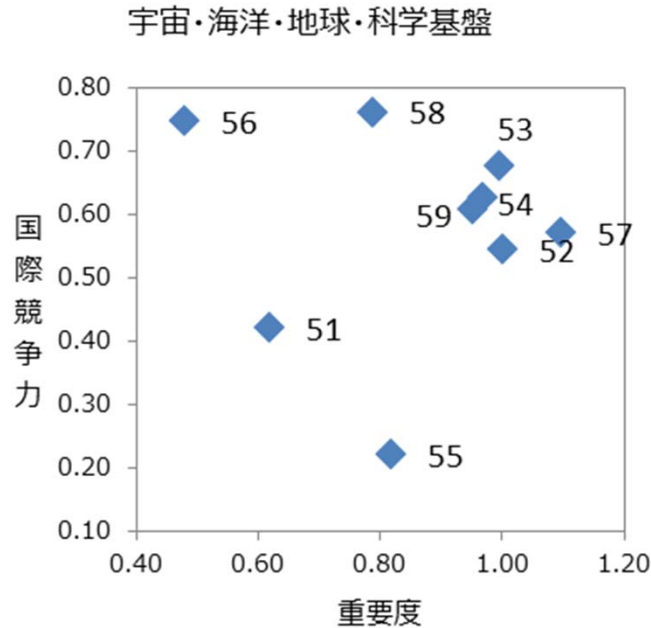
\* 本図の重要度及び国際競争力は、細目を構成する各トピックのスコアを平均した数値。

細目：

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

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック  | 重要度  | 競争力  |
|----|--|------|------|
| 44 | インフラの点検・診断の信頼性向上や負担軽減を図るために、現場で利用可能な非破壊検査技術              | 1.53 | 0.80 |
| 45 | 詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術                         | 1.51 | 0.99 |
| 50 | 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                   | 1.48 | 0.85 |
| 47 | 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                | 1.43 | 0.35 |
| 47 | 超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム | 1.42 | 0.19 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック  | 重要度  | 競争力  |
|----|--|------|------|
| 49 | 高層ビル・免震ビルの長時間長周期地震動に対する応答制御  | 1.33 | 1.16 |
| 48 | アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速360kmでの連続走行時に騒音の環境基準（住宅地で70dB(A)以下）を満たす技術                           | 0.83 | 1.10 |
| 49 | 線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ   | 1.33 | 1.09 |
| 49 | アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物 | 0.95 | 1.00 |
| 45 | 詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術   | 1.51 | 0.99 |



\* 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：

- 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

| 細目 | 重要度の高い上位5トピック  | 重要度  | 競争力  |
|----|--|------|------|
| 53 | 日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくははしらない火山を見出すための切迫度評価  | 1.51 | 0.91 |
| 54 | 高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術                                 | 1.50 | 1.05 |
| 57 | 日本国内での軟X線向け高輝度放射光施設整備およびその利用   | 1.43 | 0.63 |
| 57 | 機能性材料（電子材料・磁性材料・触媒材料・電池材料）において、その機能発現機構解明および機能制御に不可欠な情報である局所構造・電子状態を、ナノメートルスケール・フェムト秒オーダーで観測する技術 | 1.38 | 0.74 |
| 51 | 自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数cm程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術（原子時計の性能向上を含む）          | 1.32 | 0.80 |

| 細目 | 国際競争力の高い上位5トピック   | 重要度  | 競争力  |
|----|---|------|------|
| 59 | 地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測（ジオイド計測）が可能となる、光ファイバーを使用した光格子時計のネットワーク | 0.74 | 1.11 |
| 56 | 宇宙における物質・反物質の非対称性の起源の解明   | 0.53 | 1.07 |
| 54 | 高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術                      | 1.50 | 1.05 |
| 58 | 超低速ミュオンを生成・制御し、ナノメートルスケールで深さ分解して磁気状態を解明する技術   | 0.89 | 1.04 |
| 56 | ニュートリノのマヨラナ性の解明   | 0.39 | 1.00 |



- 科学技術的実現に向けて法規制整備の必要性が高い上位10件のうち、ICT関連が8件を占める。
- 社会的実現に向けては、必要性がさらに高まる。

| 分野               | トピック   | 技術  | 社会  |
|------------------|--|-----|-----|
| 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   | 81% | 90% |
| 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）                              | 77% | 81% |
| 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                    | 71% | 78% |
| 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） | 68% | 71% |
| 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                                      | 66% | 73% |
| ICT・アナリティクス・サービス | 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（金融機関だけでなく、商店、個人まで） | 65% | 77% |
| 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% | 80% |
| 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                         | 64% | 74% |
| ICT・アナリティクス・サービス | 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）                | 64% | 77% |
| 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                       | 63% | 75% |

- 科学技術的実現に向けて倫理的・法的・社会的課題（ELSI）対応の必要性が高いのは、遺伝子・ゲノム・生殖関連、個人情報関連、及び、AI・ロボットとの共存など。
- 社会的実現に向けては、必要性がさらに高まる。

| 分野               | トピック   | 技術  | 社会  |
|------------------|--|-----|-----|
| 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  | 70% | 73% |
| 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）                 | 62% | 69% |
| 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  | 61% | 69% |
| 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   | 60% | 67% |
| 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  | 58% | 71% |
| 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）                                    | 56% | 67% |
| 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）                     | 56% | 64% |
| 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% | 72% |
| 農林水産・食品・バイオ      | 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  | 54% | 69% |
| ICT・アナリティクス・サービス | 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   | 50% | 52% |
| ICT・アナリティクス・サービス | 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） | 50% | 50% |



# 未来につなぐ クローズアップ科学技術領域

- 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を抽出することを目的として実施。
- 選定方法
  - デルファイ調査の702科学技術トピック（以降、トピック）に対して、自然言語処理によりトピック間の類似度を分析してグループ化、専門家による評価・再構築を経て選定
- 特徴
  - AI関連技術を活用した機械的処理（トピックの自然言語処理による類似度分析とクラスタリング）と、エキスパートジャッジ（科学技術予測調査検討会）との組合せによる選定



環境・資源・エネルギー

健康・医療・生命科学

農林水産・食品・バイオテクノロジー

都市・建築・土木・交通

マテリアル・デバイス・プロセス

宇宙・海洋・地球・科学基盤

ICT・アナリティクス・サービス

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

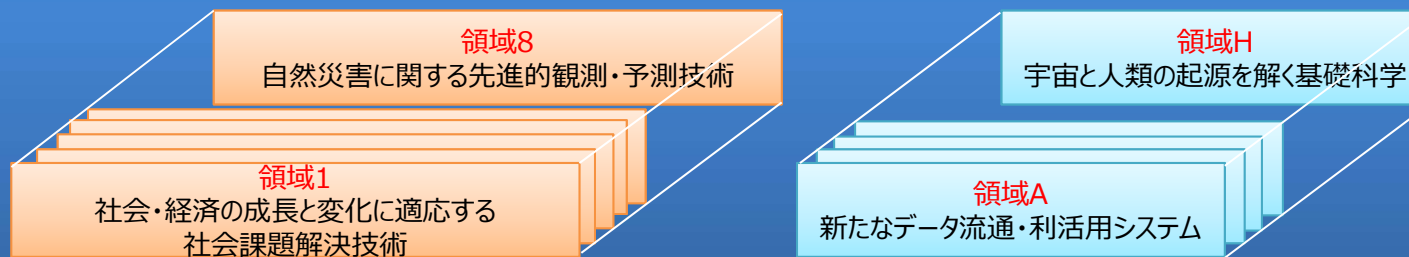
- |                  |                    |                |                   |
|------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| ①健康・医療・生命科学      | ②農林水産・食品・バイオテクノロジー | ③環境・資源・エネルギー   | ④ICT・アナリティクス・サービス |
| ⑤マテリアル・デバイス・プロセス | ⑥都市・建築・土木・交通       | ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤 |   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



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



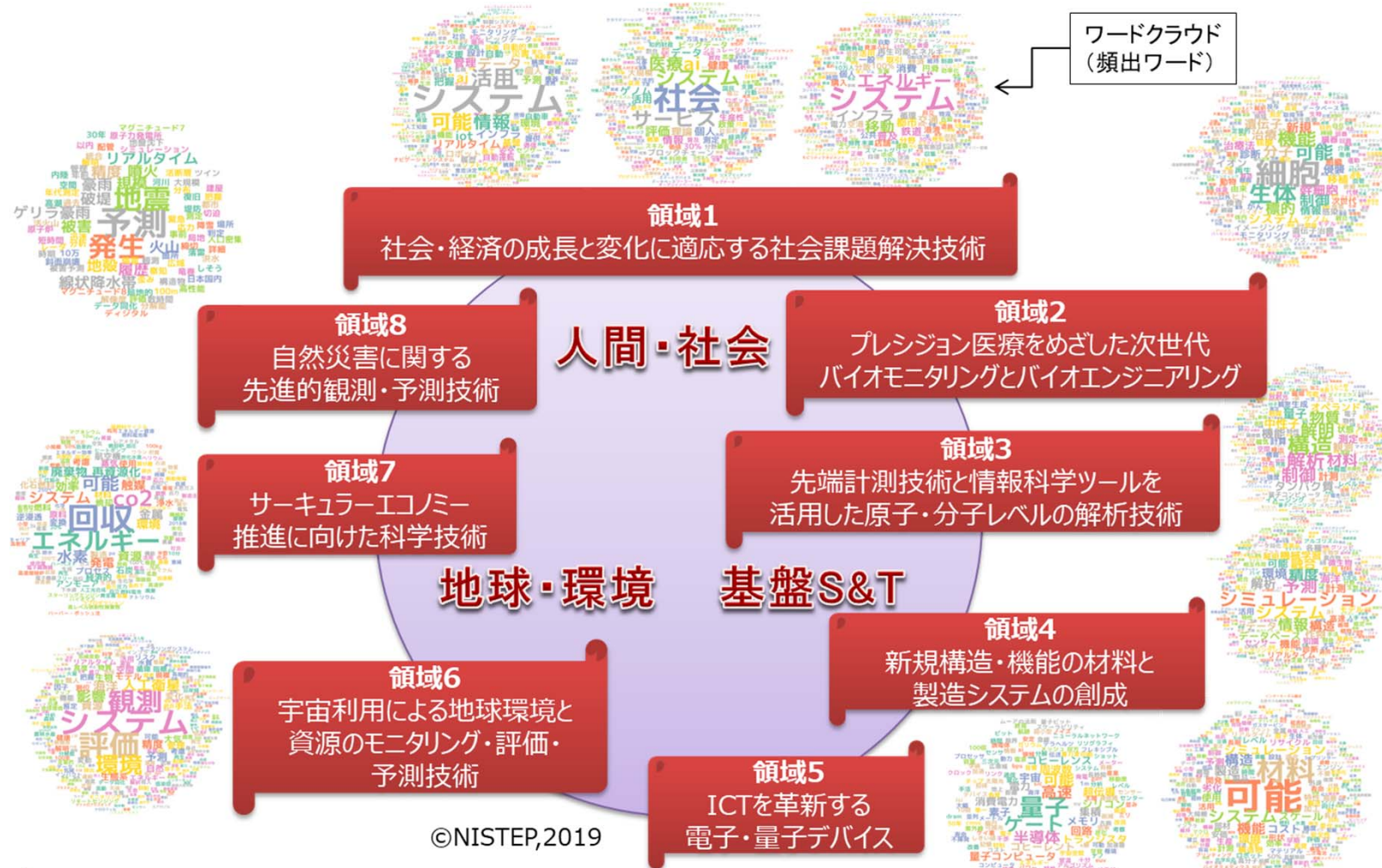
〔分野横断・融合のポテンシャルの高い8領域〕

〔特定分野に軸足を置く8領域〕



# 分野横断・融合のポテンシャルの高い8領域

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



# 分野横断・融合のポテンシャルの高い8領域の概要

| No. | 領域名                                   | 概要   |
|-----|---------------------------------------|--|
| 1   | 社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術              | 社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けたAI、IoT、量子コンピューティング、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象（ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ）が抱える課題を解決する科学技術領域 |
| 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   |
| 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   | サーキ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



©NISTEP DP172,2019



## 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。

※プレジジョン医療：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

#### 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리케이션）
- ✓ 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



©NISTEP DP172,2019

### 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、オーダーメイド医薬品・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
- ✓ 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



©NISTEP DP172,2019

## 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物材料
- ✓ 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フードプリンティング技術
- ✓ 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



©NISTEP DP172,2019



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



©NISTEP DP172,2019

## 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



©NISTEP DP172,2019

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壤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



©NISTEP DP172,2019



### 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



©NISTEP DP172,2019

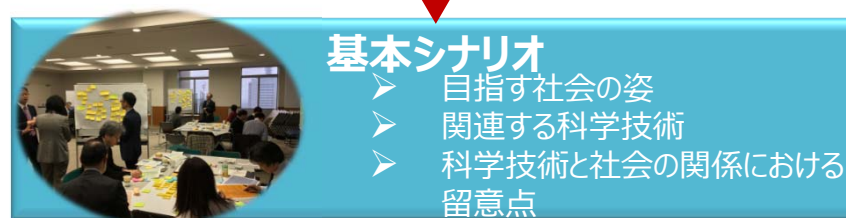
| No. | 領域名                             | 概要   |
|-----|---------------------------------|--|
| A   | 新たなデータ流通・利活用システム                | 産業・医療・教育に係るデータ、個人情報や研究データといった多種多様で大量の情報を、適正かつ効果的に収集・共有・分析・活用するための科学技術領域  |
| B   | 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術 | 人間社会に溶け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・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   | 交通に関す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                     |



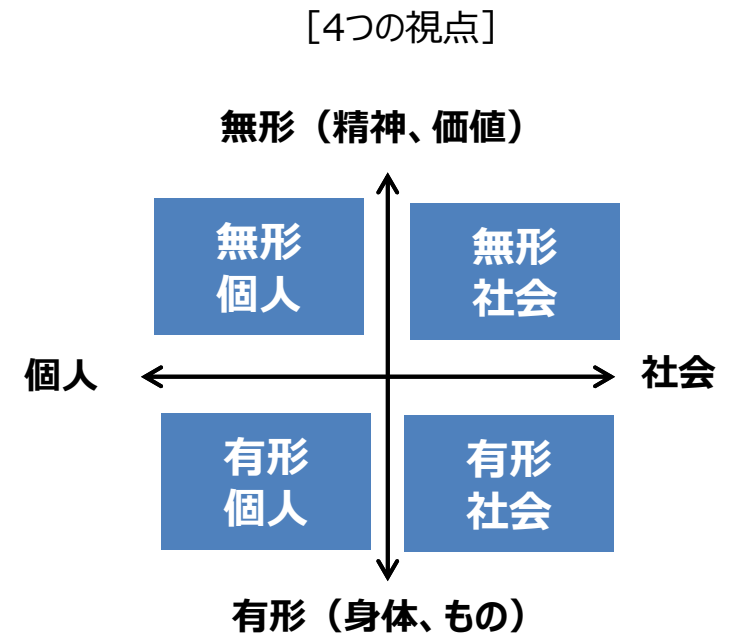


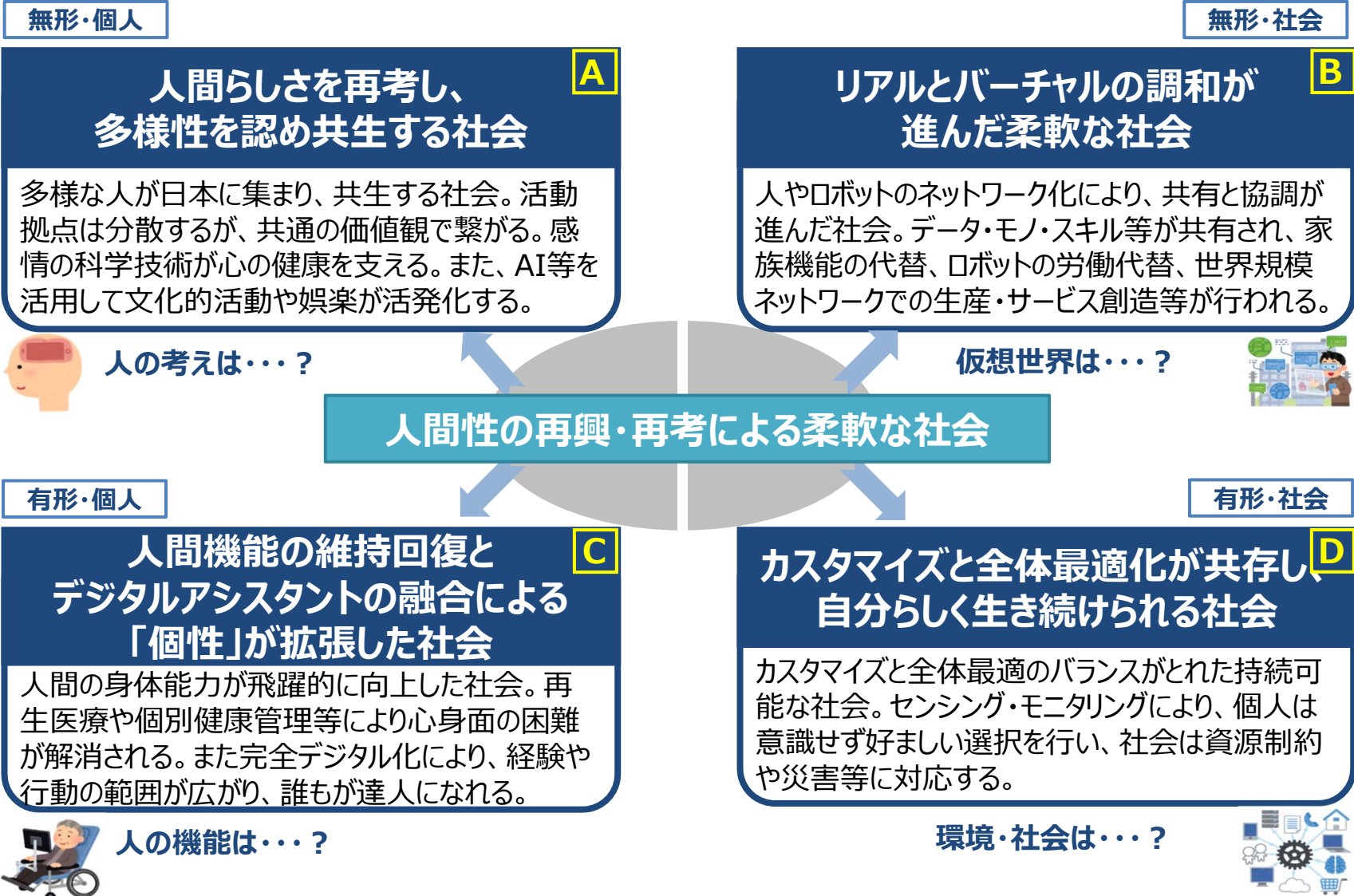
# 基本シナリオ

- 社会の未来像及び科学技術の未来像を基に、科学技術発展により目指す社会の姿を描くことを目的として実施。
- 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





# 基本シナリオ： [A] 人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会

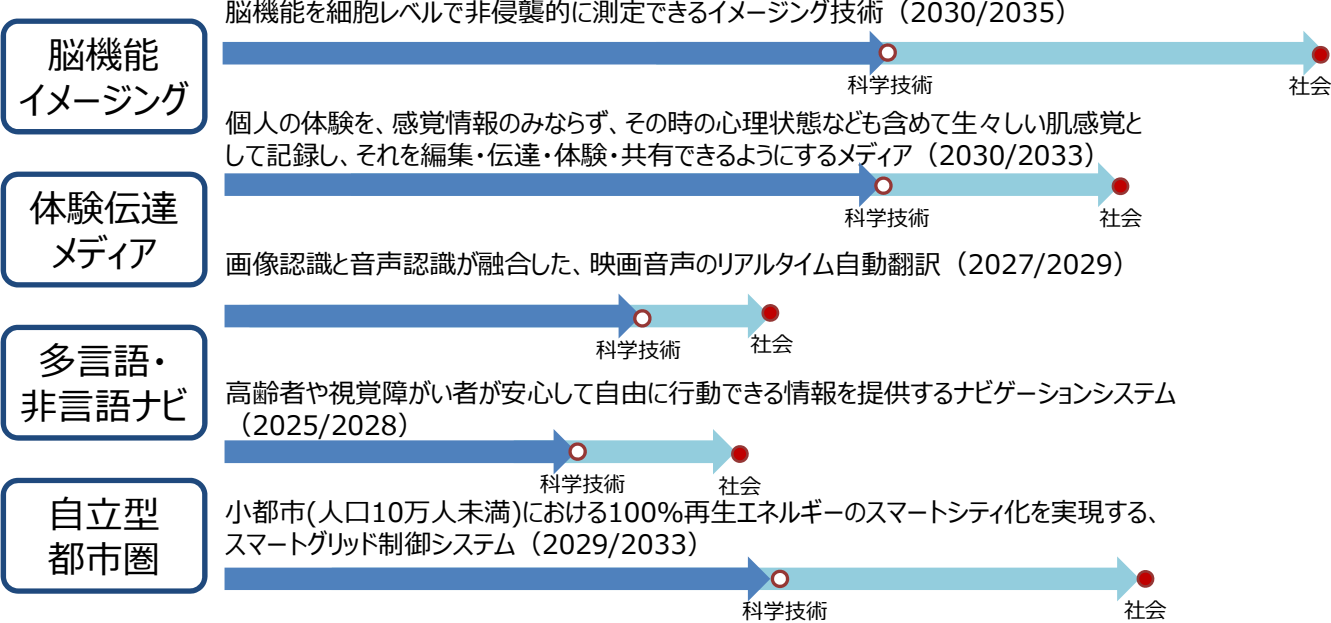
無形・個人

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。

関連科学技術ピックアップ例

(科学技術：科学技術の実現時期 社会：社会的実現時期)



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

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

# 基本シナリオ： [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)

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

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)



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)



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)



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)



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)



2020

2030

2040

留意点

- ・分身であるアバターの存在価値と、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。



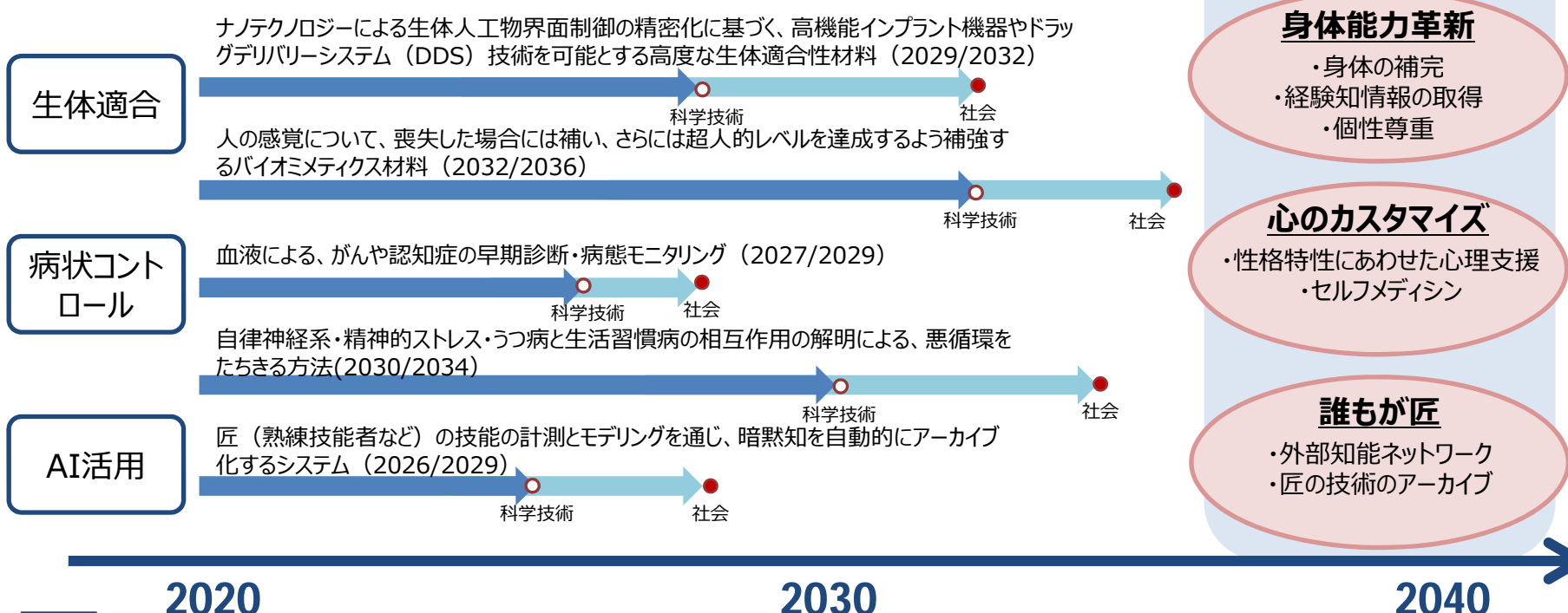
有形・個人

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)



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

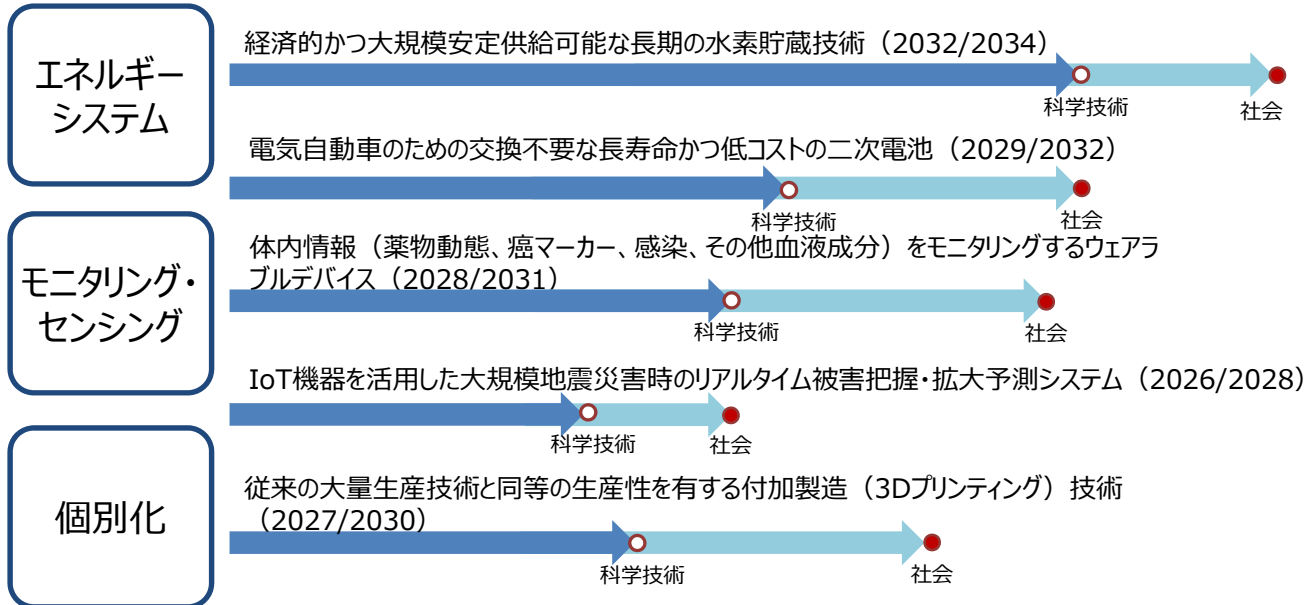
有形・社会

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

(技術：科学技術の実現時期 社会：社会的実現時期)



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）、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

| 基本シナリオワークショップのまとめ |   | 追加意見聴取結果   |
|-------------------|---|--|
| 項目                | シナリオに記された留意点  | 具体的な論点（検討すべき事項）例   |
| 個人情報の扱い           | <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>個人の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>心身操作が生む格差についての議論</li> <li>様々なデータが人間の行動に影響を与える中、自己決定とはどういうことかの議論</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）の変化を認識して備える</li> <li>公平性、透明性、信頼など、法規制の前提となる事項の社会的合意</li> <li>質のよいデータを作り、共有するプラットフォームの構築</li> <li>膨大なデータを有効に利用することに対する社会の理解</li> </ul>  |
| トレードオフ            | <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（公か個人か）</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>複雑化するトレードオフ関係の整理</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>空間や上空の権利（ドローン輸送に景観問題等）</li> <li>事故発生時の対応</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>事故の責任所在の明確化</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>先進的な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を通じた、共有できる物語の形成</li> </ul>   |
| 技能の維持             | <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>                                    | —  |
| 全般                | —   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ハードロー（法令、条約等）と技術の間を埋める、ソフトロー（ガイドライン、指針等）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措置</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</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> |



## 参考資料

|  |       |    |
|--|-------|----|
| 1. 社会の未来像  | ----- | 50 |
| 世界／地域／日本社会の未来像の検討                                |       |    |
| 2. 科学技術の未来像（デルファイ調査）                             | ----- | 53 |
| 科学技術トピックの設定方法、科学技術トピック                           |       |    |
| 3. 基本シナリオ  | ----- | 72 |
| ワークショップ実施概要                                      |       |    |
| 4. 未来につなぐクローズアップ科学技術領域                           | ----- | 73 |
| AI関連技術によるトピックのクラスタリング・可視化手法<br>特定分野に軸足を置く8領域     |       |    |
| 5. 科学技術予測調査の実施状況                                 | ----- | 82 |
| 科学技術予測調査の歴史、科学技術トピックの実現状況、<br>現在注目される科学技術の取り上げ状況 |       |    |
| 6. 検討体制  | ----- | 87 |
| 7. 関係報告書等  | ----- | 91 |



# 1. 社会の未来像

## 1-1. 世界の未来像の検討

### シンポジウム開催概要

開催日：2017年11月29日  
講演：12名（8か国/機関）

### ワークショップ開催概要

開催日：2017年11月30日～12月1日  
参加者：約60名（うち海外22名（13か国））

#### 科学技術発展の光と影（質の高い生活⇔格差）

コミュニティが管理するデジタルインフラが登場し、学習に自由にアクセスできる。AIが人間の創造性を支援し生産性を高めるため、人間は労働時間が減り、より多くの自由と高い生活の質を手にする。

技術とAIの普及で所得格差・社会格差がなくなり、ロボットと拡張現実がコミュニティ間の距離を縮め、新たなユートピアが誕生する

ビッグデータ革命、オープンデータ、予測活動、オープンサイエンスに促され証拠に基づく科学技術政策が進展する。

ウェアラブル技術で人々の情報を共有できるようになる。

精神科医、データ専門家が勝者になる一方、スキル再教育が遅れた労働者は敗者になる。世代間の対立や暗号通貨の崩壊が、不確定要素になる。

技術により人間の心身の能力が高まる。こうした技術にアクセスできる人やIT企業が勝者になり、アクセスできない人や技術の導入が遅れた国は敗者になる

人間とサイボーグの格差が生じる。少数の企業がデジタルインフラを管理し、人間の価値を判定する。価値が低いとみなされた人間は追放され、これが激変の脅威につながる。

力が巨大IT企業に移行、国家と企業のパワーバランスが崩れる。国家は、企業に対する責任と国民に対する責任のバランスのジレンマに直面する。

#### 社会の分断

社会が若者と高齢者に分裂し、権利を奪われ取り残された若者が革命を起こす。

#### 気候変動・資源問題への対応

合成食品により各国の食糧安全保障が実現する。食の安全、アレルギー対策、抗生物質への取り組み、標準化に重点。

大規模なサイバー攻撃によりエネルギーシステムが数週間停止し、これを受けてより強靱なシステムが構築される。

他の惑星にも人間が住めるようテラフォーミングが進められ、地球上の全ての人々が勝者になる。

気候変動の緩和に失敗するが、炭素捕捉・貯蔵技術等により変動の緩和・逆転が進みはじめる。

#### 医療のパラダイムシフト

AIと技術変化により医療のパラダイムシフトが起こり、バーチャル病院が登場する。

技術進歩により、医療サービスが供給過剰になる。移植などの新たな医療により平均余命が延び、新たな問題や責任が生まれる。

## 1 - 2. 地域の未来像の検討

### 地域ワークショップ

開催：2016～2018年、全国6か所で実施  
関連して、総合ワークショップ、学会連携ワー  
クショップを実施  
参加者：延べ約340名



### 健康・暮らし

- 医療に頼らない健康コミュニティ
- 医療機会の平等
- ストレスの少ない社会
- 地域の魅力の再開発
- 稼げる農林水産業
- 誰もが学び続けることができる

### 環境・エネルギー

- 必要な時に行きたい場所に自分で行ける
- 環境に優しい行動に価値を見出す
- 真の高効率実現
- エネルギーの地産地消
- 家の建替えなしで、快適に暮らす
- 豊かな自然を維持・活用

### ものづくり・地方創生

- ゆるく繋がるネットワーク社会
- グローカルな新産業で世界が注目
- 生活中心の働き方へ
- 次世代型観光で地域を楽しむ
- 地域資源を活かした研究・教育で人を呼ぶ
- 新世代の少子高齢社会

### 安全安心・インフラ

- 移動ストレスフリー
- 人と技術が奏でるやさしい社会
- 無駄な空間なんてない
- 吸引力～まちの魅力が人を引き寄せる～
- まちが人を育てる
- ちょうどいい田舎

## 1 - 3. 日本社会の未来像の検討

日本社会の未来像を検討するビジョンワークショップを開催

### ◆ 目的

- 社会の変化、科学技術の進展、社会と科学技術の関係性の変化など、様々な変化の可能性を踏まえて、2040年の社会を描く。
- 科学技術イノベーション政策の方向性に関する議論の基となる、2040年の社会を描く。

### ◆ 開催 2018年1月

### ◆ 参加者

- 産学官の関係者100名が、10グループに分かれて議論し、各5個ずつ、計50個の望ましい日本社会の未来像を提案

### ◆ 検討事項

- 現在のトレンドの共有
- 望ましい日本社会の未来像とその内容の検討



## 2. 科学技術の未来像

### 2-1. 科学技術トピックの設定方法

#### ホライズン・スキャンニング



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

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

#### 〔参考資料〕

- ✓ 第10回調査（前回調査）：科学技術トピック 923件
- ✓ 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



## 2-2. 科学技術トピック

### <健康・医療・生命科学分野 96件> 1

| 医薬品（再生・細胞医療製品、遺伝子治療製品を含む）  |
|--|
| 1:慢性疾患の病態のシステムの把握（遺伝子ネットワーク把握）に基づく薬物療法   |
| 2:細胞内標的に作用するペプチド・抗体医薬の新規技術   |
| 3: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  |
| 4:タンパク質高次構造解析に基づき、タンパク質間相互作用（Protein-Protein Interaction : PPI）を阻害する化合物を設計する技術         |
| 5:生体中での機能を再現可能な多能性幹細胞由来の人工臓器やオルガノイドを使った、薬効・安全性評価技術                                     |
| 6:目的とする組織・器官への送達と細胞内ドラッグデリバリーシステム（DDS）技術を実現させる核酸医薬品                                    |
| 7:（核酸以外の）薬や遺伝子を標的細胞内部の特定部位に運ぶナノキャリアシステム  |
| 8:造血幹細胞移植のドナー不足を解決する造血系幹細胞の大量培養技術  |
| 9:細胞移植や遺伝子治療による、中枢神経回路網の機能不全[パーキンソン病、筋萎縮性側索硬化症（ALS）、脊髄損傷等]に対する治療法                      |
| 10: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   |
| 11: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  |
| 12:細胞医療・遺伝子治療などによる、聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術  |
| 13: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   |
| 14:膵β細胞を再生・増加させる技術に基づく、糖尿病を治癒させる薬剤   |
| 15: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  |
| 16: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   |
| 17:眼、脳等（到達困難な組織）への薬剤輸送を可能とする技術   |
| 18:固形がんを標的とする遺伝子改変T細胞を用いた、細胞性免疫を制御することによる免疫療法  |
| 19:食べるワクチン等、経口投与を可能とする次世代ワクチン技術  |
| 20:医薬品開発の成功確率を現在比で2倍にする、化合物生成・最適化（有効性・安全性・動態予測を含む）のための人工知能・シミュレーション技術                  |
| 医療機器開発   |
| 21: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                                 |
| 22:ノートPCレベルで、体内の脳動脈瘤など疾患シミュレーション、インプラント機器による治療効果、有効性の予測、術前シミュレーションが可能になるような統合的医療ソフトウェア |
| 23:患者への負担や医療費を軽減できる簡便なウェアラブル透析装置   |
| 24:がん細胞を包み込んだり、がん細胞特異的に吸収したりする材料（ポリマーなど）により、がん細胞を物理的に孤立させて死滅させる治療法                     |
| 25: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  |

| 26:筋萎縮性側索硬化症（ALS）患者等の重度な運動機能障害者の日常生活動作を支援するための、脳活動を直接反映させるニューロリハビリ機器             |
|--|
| 27:遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）                    |
| 28:がん末期での腸瘻や介護現場において利用可能な、人手が不要の排泄補助機器   |
| 29:疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な機能補助技術  |
| 30: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   |
| 31:手術室やベッドサイドの全てのケーブルが消失可能となる、次世代半導体によるモニター機器のミニチュア化と無線化                         |
| 32: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 |
| 老化及び非感染性疾患   |
| 33:血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング  |
| 34: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                                     |
| 35: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                                 |
| 36:胎生期から乳幼児期の環境因子に起因する生活習慣病の予防・治療薬   |
| 37: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  |
| 38:非侵襲性ポータブル血管イメージングによる定量的血管障害の診断  |
| 39:老化に伴う運動機能低下の予防・治療法  |
| 40:疼痛、疲労の定量的診断法と新規治療法  |
| 41:メタゲノム解析・制御による生体恒常性の維持   |
| 42: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   |
| 43:生殖細胞劣化予防による不妊回避   |
| 44:ライブイメージングと生化学的解析等の融合による、オルガネラを標的とした非感染性疾患の新規診断法                               |
| 45:発症頻度に性差のある疾患の病因解明   |
| 46:退行性骨粗しょう症の骨折リスクのメカニズム解明による集学的予防法  |
| 47: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  |
| 48:生体のエネルギー収支を非侵襲的に定量化する技術に基づく、生活習慣病の治療法   |
| 49:薬理遺伝学的検査による薬剤投与の最適化   |
| 50:非感染性疾患（NCD）に対する、運動の効用の科学的裏付けによる新規治療法  |
| 51:ゲノム医療に対する保健医療政策の立案に向けた医療経済学的評価法   |
| 脳科学（精神・神経疾患、認知・行動科学を含む）  |
| 52:ニューロン-グリア回路網の発達・維持・老化機構および情報処理機構の全容解明   |
| 53:記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次脳機能における神経基盤の全容解明                             |



## 2-2. 科学技術トピック <健康・医療・生命科学分野 96件> 2

|   |  |
|---|--|
| 54:統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬  | 76:生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム   |
| 55:うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法   | 77:医療機器・システムの誤操作や患者状態に合わない設定などに起因する医療過誤の解消に向けた、知的アラート・意思決定支援の人工知能を搭載した医療情報システム   |
| 56:依存症（薬物、アルコール等）に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法   | 78:分子薬理知識や生体分子相互作用および患者ゲノムに関する情報に基づく、医薬品の個人別副作用リスクの知的推論アルゴリズムを実装した情報システム   |
| 57: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   | 79:ゲノムに加え、オミックスデータ（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   |
| 58: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                                | 80:Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) の解明などに基づく、ライフコース・ヘルスクアの視点からの各年齢ステージでの適切な予防・治療   |
| 59:精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバック、ウイルスベクター等を用いた神経回路を標的とした治療法                          | 81:ライフコース・ヘルスクアのための大規模コホート   |
| 60:神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法  | 82:生命科学・社会学を融合した包括的な要因分析に基づく、健康格差を是正する方法   |
| 61:情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法   | 83:気候変動に起因する感染症、熱中症など健康課題に資する情報システム  |
| <b>健康危機管理（感染症、救急医療、災害医療を含む）</b>   | 84: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   |
| 62:特定の感染症への感染の有無や感染者の他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する、汚染区域や航空機内等でも使用可能な超軽量センサー             | <b>生命科学基盤技術（計測技術、データ標準化等を含む）</b>   |
| 63:iPS細胞等の幹細胞から樹立された細胞等を活用した、動物モデルに代替する、感染症治療薬を開発するための効果・副作用試験法                       | 85:多種多体分子システムとしての生体機能を記述する定量的関係式の構築  |
| 64: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           | 86:多数で多種類の生体分子が協働して生命システムを作り上げる作動原理を理解した上での人工細胞  |
| 65: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<br>※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   | 87: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<br>※動的ネットワークバイオマーカー：個々の単一のバイオマーカーとしての性能は高くなくても、それらのネットワークとしては極めて高機能な、複雑系数理モデル学に基づく新しい概念のバイオマーカー |
| 66:新興感染症が及ぼすヒトへの影響（世界的流行を引き起こす可能性、病原性）について、環境・病原体・宿主等因子を総合的に勘案し定量的に予測・評価するシステム        | 88: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  |
| 67:薬剤耐性感染症の発生・まん延を制御するシステム [科学（医薬品等）・社会技術（感染対策の新規アプローチ等）]                             | 89: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   |
| 68:植物により病原体に対して迅速かつ安価に中和抗体を大量生産する技術   | 90: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   |
| 69:緊急時（多臓器不全）及び大量出血時に対応可能な血液代替物   | 91: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  |
| 70:細胞内オルガネラ間移動を標的とした新規感染制御技術  | 92:タンパク質の一次配列情報およびそのタンパク質に作用する物質の立体構造情報から、活性状態のタンパク質の動的立体構造を推定する技術   |
| 71:マスマスガザリング災害における、人工知能による重傷者搬送調整システム   | 93:ゲノムの非コード領域の50%以上の領域の機能解明  |
| <b>情報と健康、社会医学</b>   | 94: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   |
| 72: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                                  | 95:多くの一般的な実験室で利用可能なラボラトリーオートメーション・実験ロボット   |
| 73: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                     | 96:タンパク質の機能において、量子（力学）レベルでの作動メカニズムを理解する上で必要なパラメータを得るための量子計測技術  |
| 74: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） |  |
| 75:医療・介護施設及び在宅における安全を保障する行動識別センサーを活用したモニタリングシステム                                      |  |

## 2-2. 科学技術トピック

### <農林水産・食品・バイオテクノロジー分野 97件> 1

| 生産エコシステム   |
|--|
| 97: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)   |
| 98:作物の可食部・カイコ・ウシやヤギの乳に、医薬や機能性高分子を効率的に産生させる技術   |
| 99: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   |
| 100:生態系循環に基づく、ウナギなどの大規模な閉鎖型陸上養殖技術  |
| 101:魚類の免疫機構とその制御因子の解明に基づく、感染症予防技術  |
| 102:環境負荷低減を含めた植物・昆虫による魚類飼料   |
| 103:完全不妊養殖魚  |
| 104:木材の伐採・搬出・運材・加工の自動化技術   |
| 105:伐採後の再生産を確保するための現状森林に即した効率的かつ体系的な森林造成技術   |
| 106:スギ・ヒノキなど各種樹木のゲノム情報を利用した高速育種によるスーパー樹木   |
| 107: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         |
| 108: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                                   |
| 109: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  |
| 110:アニマルウェルフェアに基づいた家畜および養殖魚のストレス低減による生産性向上技術   |
| 111:宇宙や極地利用を目指した自動化・無人化循環型植物工場   |
| 112: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 (テラーメイド)                                  |
| 113: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   |
| 114:微生物共生を最大限活かした各種マイクロデバイスの開発による高精度・広域土壌診断を含む栽培・計測技術                                      |
| 115:人間を代替する農業ロボット  |
| フードエコシステム  |
| 116:飲食店用の多様なメニューに対応可能なフレキシブル調理システム   |
| 117:食品生産ラインにおける有機物 (毛髪など) の混入検出のための識別技術  |
| 118:「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 |
| 119:農林水産物の品質 (成分・物性・熟度) を生産現場で非破壊でリアルタイムに定量分析するシステム  |
| 120:アレルギー計測技術に基づいたアレルギーを起こさない食品の製造技術   |
| 121:高齢社会を意識したフードミックスの考え方に基づく多様な機能性食品   |
| 122:食品ロス削減に向けたフードバリューチェーンのモニタリング・解析技術  |
| 123:冷凍せずに生鮮食料品の鮮度と品質を維持するための短期保蔵技術   |
| 124:昆虫資源を含む新規タンパク源の製造加工技術  |

| 125:生産場所から消費場所への距離短縮(Footprints改善)に向けたマスカスタマイゼーション実現の製造・加工・調理技術                   |
|---|
| 126: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)  |
| 127: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   |
| 資源エコシステム  |
| 128:養殖対象品種および主要漁業対象種の生殖細胞バンク構築による遺伝子資源の永久保存                                       |
| 129:計量魚群探知システム (魚種判別・サイズ測定) の高精度化による多種一括資源量評価技術                                   |
| 130:超小型電子チップの埋め込みによる水産資源生物の高度ライフタイムロギングシステム                                       |
| 131:微小海洋生物 (微生物・プランクトン等) の識別が可能な3次元画像解析システム                                       |
| 132:野生動物の個体数管理のための効果的な捕獲技術及び革新的な獣害防止技術  |
| 133:森林の病害虫対策システム  |
| 134:土砂災害等を未然に防ぐ森林管理技術   |
| 135: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                                    |
| 136:ICTによる科学的な森林管理計画の作成技術   |
| 137:異常気象等に対応する防災型林道仕様の科学的設計技術   |
| 138:森林地質の自動把握技術を用いた林道の自動開設技術  |
| 139:海洋プラスチックゴミの現状把握・影響評価技術と排出軽減システム   |
| 140:環境DNAを利用した生態系の理解と解析を援用した希少種の保存・管理技術   |
| 141:身近な生態系の変化を指標とした、農林水産業に資する環境生態インパクト評価手法  |
| システム基盤  |
| 142: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                           |
| 143: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                        |
| 144:農林水産業にかかわるあらゆる情報の把握に向け、リモートセンシング技術等を活用した作物データのグローバルグリッド (格子間隔: 10m四方) データベース化 |
| 145:地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術   |
| 146: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                           |
| 147:陸域・河川・沿岸域を繋ぐ物質循環システムの解明に基づいた、藻場・干潟などの沿岸環境修復技術                                 |
| 148:熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術   |
| 149:環境情報や生物情報をリアルタイムにモニタリングし、農林水産現場の異常を早期に察知するシステム                                |
| 150: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  |

## 2-2. 科学技術トピック

### <農林水産・食品・バイオテクノロジー分野 97件> 2

|  |
|--|
| 151: 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   |
| 152: 製造・輸送・貯蔵中の微生物のリアルタイムモニタリングシステム  |
| 153: 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   |
| <b>次世代バイオテクノロジー</b>  |
| 154: 植物並びに水産物の食味、形状、芳香、老化といった嗜好性に関連する形質の制御技術   |
| 155: 絶滅危惧種の維持と保存のための、効率的な生殖細胞の作出および保存技術  |
| 156: 砂漠（乾燥地帯）等の耕作不適環境でも収穫が期待できる作物  |
| 157: 遺伝子・環境相互作用の解明に基づく生育過程のシミュレーションと、それをを用いた遺伝子構成の最適化  |
| 158: 植物ゲノム技術による、空中の窒素固定能、土壌中のリン酸利用能力等を持つ植物の作出  |
| 159: 作物の雑種強勢と近交弱勢の分子遺伝学的解明   |
| 160: 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プラ   |
| 161: 超音波や振動などによる昆虫の行動制御ならびに行動監視技術  |
| 162: 各種機能センサーのLSI化による植物機能の可視化技術  |
| 163: 萌芽更新が困難な針葉樹および高齢広葉樹の萌芽更新促進技術  |
| 164: 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                                      |
| 165: 非可視部分（根域を含む）の植物個体群を高精細に3次元構造を再構築する技術  |
| 166: 生物記憶を活かしたエピゲノム制御による形質発現自在化技術  |
| 167: 生物学的知識をAIと融合した高精度作物モデリング  |
| 168: 生物記憶から過去の様々な環境記憶を引き出す技術   |
| <b>バイオマス</b>   |
| 169: 乾物で50t/ha/年を超えるバイオマス生産作物の作出   |
| 170: セルロースの結晶度を緩和させる人工タンパク質の利用による植物性繊維の分解利用技術  |
| 171: メタン発酵消化液の濃縮等による成分安定肥料生産技術を利用した耕畜連携生産システム  |
| 172: CO <sub>2</sub> 排出削減の難しい鉄鋼・セメント（鉄筋コンクリート）の代替によるCO <sub>2</sub> 削減が期待できる、中高層木造建築物を実現するための高強度木質部材開発に基づく木質耐火構造設計技術 |
| 173: 土木分野等での需要拡大を目的とする、屋外で50年程度の長期使用可能な高耐久木材   |
| 174: 木材等バイオマスによる高効率・低コストな発電・熱利用技術  |
| 175: フードエコシステムに関わる生分解性、光分解性素材  |
| 176: 森林資源による化石資源由来製品の代替化のための技術（道路舗装、建築用材、服飾素材、塗料、消費財）  |
| 177: 木材副産物の付加価値化技術（収穫時の端材や規格外産物、加工ラインでの可食廃棄物の再利用・精製・分離・抽出技術）   |

|   |
|---|
| <b>安全・安心・健康</b>   |
| 178: 人の健康を損なう人獣共通感染症病原体などを動物体内から排除する技術                            |
| 179: 食品における複数の危害因子の相互作用がもたらす毒性評価                                  |
| 180: 食の安全・安心を実現するための、フードチェーンを対象とし、有害物質の混入や細菌汚染等を防止するフードディフェンスシステム |
| 181: 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               |
| 182: 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                             |
| 183: 植物害虫・病原菌の標的種特異的な防除資材の開発システム                                  |
| 184: 重金属・放射性物質を吸収しない作物  |
| 185: 検疫問題を克服する無病化処理技術   |
| 186: ブロックチェーンなどを用いた透明性を保証する新技術に基づくトレーサビリティシステム                    |
| <b>コミュニティ</b>   |
| 187: 森林や木材の快適性増進効果の生理的解明に基づく森林療法                                  |
| 188: 世界の人口増、経済発展及び作物生産技術の動向を踏まえた食料の需給予測システム                       |
| 189: バイオマス等再生可能エネルギーを利用した社会の経済的活力・社会影響・環境負荷等を評価する技術               |
| 190: 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                               |
| 191: 伝統的な調理法の再評価システム  |
| 192: 水産物のトレーサビリティを確立する社会システム                                      |
| 193: 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                              |



## 2-2. 科学技術トピック <環境・資源・エネルギー分野 106件> 1

| エネルギー変換  |
|--|
| 194: 太陽熱等を利用した水素製造技術   |
| 195: バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクション                               |
| 196: ナトリウム、マグネシウムをエネルギー資源として利用する技術                             |
| 197: 褐炭などの低品位化石燃料を利用するCO2回収型ガス化複合発電                            |
| 198: ガスタービンの排熱も活用し、高効率化するIGCCシステム（石炭ガス化複合発電）                   |
| 199: 燃料として水素100%を用いるガスタービンによる1GW級の大型発電技術                       |
| 200: バイナリー発電やヒートポンプなどによる5MWクラスの中低温地熱資源利用技術                     |
| 201: 50MW級洋上浮体式風力発電  |
| 202: 10MWクラス以上の出力を有する波浪、潮汐、潮流、海洋温度差発電等の海洋エネルギー資源利用発電技術         |
| 203: 宇宙太陽発電システム（宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム）             |
| 204: 核融合発電   |
| 205: 核燃料サイクル及び一体型高速炉（IFR）を含む高速増殖炉（FBR）システム技術                   |
| 206: 濃縮度5%超燃料が使用可能、プラント寿命が80年、立地条件を選ばないなどの特徴を有する次世代軽水炉技術       |
| 207: 200℃を超える蒸気生成が可能な産業用ヒートポンプ                                 |
| 208: 民生用超高効率ヒートポンプ（空調冷房用COP $\geq$ 12、給湯用COP $\geq$ 8）         |
| 209: 新規建築の30%以上に普及可能な汎用型ZEB/ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス）システム       |
| 210: 小都市（人口10万人未満）における100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、スマートグリッド制御システム |
| 211: 小都市（人口10万人未満）における、エネルギー自給自足や完全資源循環のクローズドサイクル化の実現          |
| 212: 物質やエネルギーのスマートユースに基づく、自立型都市圏の設計手法                          |
| 213: エネルギー効率が50%の自動車エンジン                                       |
| 214: ハーバー・ボッシュ法に代わる、小規模かつ高効率なアンモニア製造法                          |
| 215: 事故時にも避難が不要になるレベルまで安全性が高められた商業利用可能な小型モジュール原子炉              |
| 216: 大気から回収されたCO2と非化石エネルギー起源の水素からの炭化水素燃料（航空機燃料など）の製造           |
| 217: 経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術                                  |
| 218: バイオマス収集コスト低減技術の確立（ロボティクス・産業機械の融合技術など）                     |
| エネルギーシステム  |
| 219: ウィンドファーム用の直流送電ケーブルシステム                                    |

| 220: 現在の275kV CVケーブル（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）と同等の容量をもつ66-77kV超電導送電ケーブル |
|---|
| 221: 自動車の走行中の非接触充電技術  |
| 222: CO2フリーの未利用熱源を利用したスターリングエンジンによる動力回収システム                         |
| 223: 5MW級の電力貯蔵用超電導フライホイール   |
| 224: 数十kWh規模の電力安定度向上用の超電導磁気エネルギー貯蔵システム                              |
| 225: 木質系バイオマス発電の経済性を向上させるための人工林循環生産システムの構築                          |
| 226: 系統連系安定化のための長寿命かつ低コストのMW規模二次電池（寿命：20年以上、コスト1.5万円/kWh以下）         |
| 227: 電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命15年・コスト0.5万円/kWh以下）             |
| 228: コミュニティ内や個人間での電力取引を中心とした電力市場の一般化                                |
| 229: 太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造  |
| 230: アンモニアをエネルギー媒体としたエネルギーシステム                                      |
| 資源開発・リデュース・リユース・リサイクル（3R）   |
| 231: ICT、人工衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術                                    |
| 232: 海洋鉱物資源の採取に必要な探鉱、揚鉱技術   |
| 233: 環境汚染のないシェールガス採掘技術  |
| 234: チタンを現在の50%以下のコストで製錬する技術  |
| 235: 銅鉱山におけるヒ素処理保存技術  |
| 236: メタンハイドレート採掘利用技術  |
| 237: 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                                     |
| 238: 温度250℃、圧力500気圧以上の条件下の資源開発技術                                    |
| 239: 熱水鉱床からの深海底金属資源の経済的採取技術   |
| 240: 空気中から効果的にヘリウムを回収する技術   |
| 241: レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術                     |
| 242: 小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術                      |
| 243: 各種の基礎工業品生産が可能となるバイオマスリファイナリー形成                                 |
| 244: 廃棄物の選別・分別システムをより向上させるための選別センサー技術                               |
| 245: 高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の使用により核変換して、廃棄物量を激減させる技術                  |
| 246: 資源開発における地層解釈、埋蔵量評価、開発計画策定等へのデジタル利用技術                           |
| 247: バイオ・ナノ技術を使った新規EOR/EGR（石油・天然ガス増進回収）技術                           |
| 248: 資源開発に伴う誘発地震の原因・実態解明  |
| 249: リユースを促進するための機能を維持する革新的解体・設計技術                                  |

## 2-2. 科学技術トピック <環境・資源・エネルギー分野 106件> 2

|   |
|---|
| 250: 金属系の高度リサイクルを促進するための高度物理的分離濃縮技術   |
| 251: 情報技術を活用した収集運搬など資源循環に関わるサプライチェーンの飛躍的効率化技術   |
| 252: 半数以上の焼却炉で実現する、廃棄物焼却から発生する蒸気を工場や発電へ利用する技術   |
| 253: 物質フローの共通データベース化による資源・有害物質の管理   |
| 254: AIを活用した廃棄物処理・リサイクル施設のメンテナンス自己診断を含む自動運転   |
| 255: 超臨界地熱も視野に入れた地熱資源利用のための高温坑内機器   |
| 256: 深度5000m程度に存在する超臨界水を利用した地熱発電技術  |
| 257: 枯渇を示す地熱貯留層に対する人工涵養技術   |
| 258: 地下水流動モデルに基づく地中熱ポテンシャルマップの全国展開  |
| <b>水</b>  |
| 259: 衛星観測と地上観測の効果的な統融合により、全国の地下水マップの一般化   |
| 260: 水環境質の非接触型連続センシングによる水域同時連続モニタリング技術  |
| 261: 線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術  |
| 262: 雪を資源として有効利用するための気候・降雪モデルや観測に基づく、水資源及びエネルギー最適化技術  |
| 263: 上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術   |
| 264: 下水処理水に残存する抗生物質の迅速な分析評価と除去技術  |
| 265: 加圧エネルギーを50%以上低減した逆浸透膜による浄水技術   |
| 266: 経済的にリサイクル可能な逆浸透膜による浄水技術  |
| 267: 途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術  |
| 268: BOD、COD、T-N等に代替して水環境の質を評価できる統合水質指標の確立  |
| 269: 水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価   |
| 270: 大気から水資源を得る、ジオエンジニアリング（環境化学技術）やバイオメテック技術  |
| <b>地球温暖化</b>  |
| 271: 化石燃料を使用しない航空機  |
| 272: 海水酸性化による生物多様性、とりわけ漁業資源への影響の解明  |
| 273: 気候変動による食料生産への地域ごと、品目ごとの影響予測技術  |
| 274: CO2濃度分布等の観測データをもとにして、各国のCO2排出量を評価するシステム  |
| 275: 気候感度（大気中CO2濃度が倍増して十分に時間がたったときの世界平均地表面気温上昇量）の推定精度の3℃から1℃への向上                            |
| 276: グリーンランド氷床融解の不安定化が起こる臨界温（ティッピングポイント）度の推定精度の1℃以下への向上                                     |
| 277: 高解像度大気循環モデルと海洋大循環モデルおよび社会活動に伴う物質・エネルギー循環をデータ同化によって考慮した地球環境予測モデルに基づく、100年にわたる長期地球環境変動予測 |

|   |
|---|
| <b>環境保全（解析・予測・評価、修復・再生、計画）</b>  |
| 278: 塩害農耕地土壌の簡易・迅速修復技術  |
| 279: 環境中への拡散・移動と蓄積を考慮した石炭燃焼排ガス中の水銀を除去する技術                                       |
| 280: 放射性物質で汚染された水や土壌を健康に影響を及ぼさない程度に除染する技術                                       |
| 281: 公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の病原微生物の迅速かつ正確な検知システム                       |
| 282: 外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術   |
| 283: 森林に対する越境大気汚染等の高精度影響評価技術  |
| 284: 携帯情報端末やリモートセンシング等に基づくビッグデータ 利用による植生分布と生態系機能のモニタリングシステム                     |
| 285: 身近な生態系の変化を指標とした環境生態インパクト評価手法   |
| 286: 生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術  |
| 287: 生物生息環境の維持と水循環の健全化を両立する、自然と共存可能な最適化されたビルなどの整備技術                             |
| 288: 絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術  |
| 289: 農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の環境負荷を総合的に管理する市場経済的手法（生物多様性ミティゲーション・バンキングやオフセット・バンキングなど） |
| 290: 都市空間における生態系および生物多様性の再生技術   |
| 291: ヒートアイランド、乾燥化によるハビタット消失を緩和するための技術   |
| 292: 乾燥・砂漠地帯における植生の再生・維持管理技術  |
| 293: 情報技術（IoT、AI、ビッグデータ等）を用いた暑熱リスクのリアルタイム監視・警報システム                              |
| <b>リスクマネジメント</b>  |
| 294: 化粧品、食品などの消費財に関するナノ粒子使用の安全基準の策定   |
| 295: 人の健康、農業生産、自然生態系に対して長期的な有害性を持つ化学物質のリスクを管理・低減する技術                            |
| 296: 低線量放射線による健康リスクのメカニズムの解明と合理的な安全規制基準の設定                                      |
| 297: 開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価技術                          |
| 298: 稀頻度自然災害のリスクの評価手法   |
| 299: 自然災害に対する電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術（再生可能エネルギーを含む）                         |



## 2-2. 科学技術トピック <ICT・アナリティクス・サービス分野 107件> 1

| 未来社会デザイン   |
|--|
| 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                       |
| データサイエンス・AI  |
| 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・非定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  |
| コンピュータシステム   |
| 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                           |
| 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   |
| IoT・ロボティクス  |
| 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理システム  |
| 332:自動運転トラック等による無人農業、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   |
| ネットワーク・インフラ   |
| 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   |
| 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   |

## 2-2. 科学技術トピック <ICT・アナリティクス・サービス分野 107件> 2

|   |
|---|
| 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  |
| <b>セキュリティ、プライバシー</b>  |
| 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（行動科学的技術を含み、内部犯罪の発生率を無視できるくらい小さくすることが可能）  |
| 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（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、その利活用に関与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 |
| 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: PC、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（金融機関だけでなく、商店、個人まで）   |
| 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  |

|   |
|---|
| <b>サービスサイエンス</b>  |
| 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、個別的かつ状況に応じたサービスを受けられるシステム                                     |
| 361: （個人や社会が持つ資源・スキルの効果的組み合わせや、共創における相互作用のダイナミズムが理論化された結果、）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리케이션技術（ハイアマチュアや複数人の共同によって制作される製品・サービスのコンテンツが増加し、それを享受する一般利用者の元でも簡単にカスタマイズできるようになる） |
| 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                       |
| <b>産業、ビジネス、経営応用</b>   |
| 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   |

## 2-2. 科学技術トピック

### <ICT・アナリティクス・サービス分野 107件> 3

|  |   |
|--|---|
| 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                              | 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                            |
| 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                                    | 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                                   |
| 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   | 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  |
| 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   | 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                                     |
| 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                     | 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  |
| 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   | 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   |
| 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           | 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                            |
| <b>政策、制度設計支援技術</b>   | 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                          |
| 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（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）                 | <b>インタラクション</b>   |
| 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（政策助言システム、高度医療助言システムなどを含む） | 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                     |
| 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  | 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                            |
| 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  | 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（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）       |
| 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   | 401:専門的知識を持たない一般ユーザーが、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                |
| 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                            | 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                                 |
| 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   | 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）           |
| 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ことに伴う）                                 | 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（大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効） |
| <b>社会実装</b>  | 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                            |
| 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）                                    | 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            |
| 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  |   |



## 2-2. 科学技術トピック <マテリアル・デバイス・プロセス分野 101件> 1

|  |   |
|--|---|
| <b>物質・材料</b>   | 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                       |
| 407:高分子並みに塑性加工が容易な耐熱性無機材料  | 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                           |
| 408:自己組織化による高分子と無機のハイブリッド材料  | 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                          |
| 409:リサイクル容易な架橋性樹脂  | 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                    |
| 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  | 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                                 |
| 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   | 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  |
| 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  | 437:量子コンピュータを利用した物質物性計算手法   |
| 413:室温で量子コヒーレンスを長時間保つ新材料   | 438:グリープ・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                |
| 414:水冷ラジエータ等の部品化可能な熱電素子  | 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 |
| 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   | 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                           |
| 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   | 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              |
| 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   | 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                           |
| <b>プロセス・マニュファクチャリング</b>  | <b>先端計測・解析手法</b>  |
| 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   | 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  |
| 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)                                     | 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   |
| 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  | 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  |
| 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   | 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   |
| 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   | 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  |
| 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   | 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   |
| 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  | 449:ナノ材料の生理学的安全性を推測する技術   |
| 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  | 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   |
| 426:除去加工を必要としない素形材技術(ニアネットシェイプ技術)  | 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                               |
| 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  | 452:結合軌道や反結合軌道を実空間で可視化する顕微鏡   |
| 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  | 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  |
| 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)      |   |
| <b>計算科学・データ科学</b>  |   |
| 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 |   |

## 2-2. 科学技術トピック <マテリアル・デバイス・プロセス分野 101件> 2

|   |   |
|---|---|
| 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   | 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                                     |
| 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  | 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                         |
| 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   | 479:CO2の還元による再資源化（燃料や化学原料を合成）をエネルギー効率20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成            |
| 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  | 480:環境にCO2を排出せずに石炭を原料に水素を製造する膜分離技術  |
| 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  | 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  |
| <b>応用デバイス・システム（ICT・ナノエレクトロニクス分野）</b>  |   |
| 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 | <b>応用デバイス・システム（インフラ・モビリティ分野）</b>  |
| 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   | 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）                 |
| 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  | 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                           |
| 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   | 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）      |
| 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  | 485:燃料電池車向けに、水素貯蔵密度100kg/m <sup>3</sup> 以上かつ質量貯蔵密度10wt%以上の高密度水素キャリア       |
| 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   | 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                                       |
| 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  | 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                                   |
| 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   | 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）                               |
| 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   | 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   |
| 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   | 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     |
| 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   | 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              |
| 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  | 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 |
| 471:超小型でショットノイズ限界を超える量子センサ  | <b>応用デバイス・システム（ライフ・バイオ分野）</b>   |
| 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   | 493:人工肉など人工食材をベースに、食品をオーガメイドで製造（造形）する3Dフードプリンティング技術                       |
| <b>応用デバイス・システム（環境・エネルギー分野）</b>  |   |
| 473:変換効率50%を超える太陽電池   | 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  |
| 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                             | 495:人と同じソフトな動きと触感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                            |
| 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   | 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                   |
| 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   | 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                        |
|   | 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                            |



## 2-2. 科学技術トピック

### <マテリアル・デバイス・プロセス分野 101件> 3

|   |
|---|
| 499: 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                        |
| 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                                    |
| 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                                       |
| 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리케이션）                              |
| 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                                       |
| 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                               |
| 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） |
| 507: CO2固定化や廃棄物の再資源化プロセスを実現する、生分解性材料あるいは生化学的機能を有する材料                    |

## 2-2. 科学技術トピック <都市・建築・土木・交通分野 95件> 1

|  |
|--|
| <b>国土利用・保全</b>   |
| 508: 海域環境保全と両立する浮遊式構造物（交通、通信、生産、活動基地等）   |
| 509: 下水に含まれる貴重金属等の資源回収とエネルギー自立化のための下水道技術   |
| 510: 地下水質・流動観測推定技術   |
| 511: 適切な国際的の管理のための、非持続的にしか利用できない地下水(化石水)の全世界的な埋蔵量の推計                             |
| 512: 予測と観測を合わせ、破堤を事前に察知する技術  |
| 513: 破堤箇所の迅速な締切等、河川堤防の変状発生時の緊急復旧技術   |
| 514: 長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術  |
| 515: 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                                    |
| 516: 日本国内を旅行する、全ての国の旅行者が、いつでもどこでも、観光地や移動に必要な情報提供と支援を受けることができ、インバウンド観光を円滑・快適に楽しめる |
| 517: 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                        |
| 518: 適切な発生源対策の実施に必要な、マイクロプラスチックの生成メカニズムおよび公共水域における負荷実態を解明する技術                    |
| <b>建築</b>  |
| 519: 鉄骨工事を大幅に合理化する、鉄骨の接着剤接合技術  |
| 520: 室内の「健康阻害」や「感染症アウトブレイク」を抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術                            |
| 521: オフィスワーカーの健康快適性向上と業務効率化・働き方改革を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術           |
| 522: 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        |
| 523: 日常時環境省エネ性、非常時避難容易性、経年時可変更新性を向上する、住宅とモビリティと ICT・AI の新しい統合技術                  |
| 524: 3Dプリンターなどにより、再資源材料の生産効率や回収再生の仕組みを大きく変換する、建材の再資源化プロセス技術                      |
| 525: 海洋ポテンシャルを利用し、海に新しいエコシティと新しいエコライフスタイルを実現する、「海洋都市」の建設技術                       |
| 526: 長期的視点に基づく、人類の生息空間拡大のための、宇宙空間や月及び火星面での「宇宙建築」の建設技術                            |
| 527: 超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の材料・構工法技術   |
| 528: 既存を含む都市と建物の再生可能エネルギー消費比率を向上する、広域の余剰小規模再生エネルギーのベストミックス技術                     |
| 529: ZEB（ゼブ：ネットゼロ・エネルギー・ビル）を超える、インフラフリーの自立型建築                                    |

|  |
|--|
| 530: 既存建物の更なる合理的な改修・解体技術（超高層ビルを含め、迅速に改修・解体等できる技術）                                |
| <b>社会基盤施設</b>  |
| 531: リモートセンシング技術を活用して、広域に存在する社会基盤施設の水平・垂直変位をミリメートルオーダーでモニタリングする技術                |
| 532: 数値シミュレーションによる新技術・新材料の適用性・耐久性に関する迅速評価  |
| 533: マテリアルズインフォマティクスに基づく、高機能、高耐久、低環境負荷かつ安価なインフラ材料の社会基盤施設建設における一般的な利用             |
| 534: 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                                  |
| 535: 高速移動車両搭載レーダーによる土木構造物および地盤内部の異常検知技術  |
| 536: 宇宙利用のためのインフラ設計・施工・維持管理技術  |
| 537: ロボット、新材料、三次元プリンターを用いた社会基盤施設の延命および迅速更新技術                                     |
| 538: 環境作用に対する高い劣化抵抗性および外力作用に対する強靱性を有する社会基盤施設                                     |
| 539: 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                                    |
| 540: 樹木、植生、土壌等の生態系を積極的に活用したインフラ施設的设计・運用技術の実現による、水質浄化、雨水管理および流出抑制技術               |
| 541: インフラの点検・診断の信頼性向上や負担軽減を図るために、現場で利用可能な非破壊検査技術                                 |
| <b>都市・環境</b>   |
| 542: 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                        |
| 543: 自然が持つ多様な機能を活かして整備されるグリーンインフラの包括的・効率的な整備・維持管理及び定量的評価技術                       |
| 544: 合理的な居住地選択行動を促進するナッジ型の住宅情報提供システム（行動科学の知見を用いた、自発的に望ましい選択を促す仕掛けを有する住宅情報提供システム） |
| 545: 広域のインフラストラクチャーから独立した住宅地   |
| 546: 詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術  |
| 547: 時間や場所に縛られることなく、都市計画についての議論や意思決定ができる合意形成支援システム                               |
| 548: 詳細な都市計画（ゾーニングや都市施設の整備）を可能にする、土地利用変化のモニタリングおよび適正な都市計画手法の提案システム               |
| 549: 開発がもたらすミクロな変化を正確に評価する環境アセスメント技術   |
| 550: 人口減少にともなって発生する低未利用地の粗放的な維持管理技術  |
| <b>建設生産システム</b>  |
| 551: 設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的に・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術                   |
| 552: 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                                       |



## 2-2. 科学技術トピック

### <都市・建築・土木・交通分野 95件> 2

|  |
|--|
| 553:設計データを基盤としつつ、作業条件の変化や周辺の施工状況等を感じし、自律的に施工が可能な無人建設機械   |
| 554:カメラや生体センサー情報等に基づき、作業員の作業環境（高所作業、クレーン旋回範囲、熱中症等）を常に把握し、自動的に注意喚起する技術                                |
| 555: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  |
| 556:橋梁などのコンクリート構造物のユニット化による、現場での組み立ての自動化   |
| 557: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       |
| 558: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  |
| 559:3Dプリンター化による部材の現場製作、ロボット・ドローンによる建材の自律運搬等、構造躯体および仕上・設備の未来型合理化施工法                                   |
| <b>交通システム</b>  |
| 560: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  |
| 561:超高齢社会において、高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム   |
| 562:都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム                      |
| 563:非常時(災害・故障による一部不通など)における都市の円滑な移動を確保するための、数十万人規模のモビリティマネジメントシステム                                   |
| 564:歩行者と同程度の専有面積で20km程度の航続距離がある電動パーソナルモビリティ  |
| 565: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                                 |
| 566: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                               |
| 567:公共交通機関における顔認証などによるチケットレスの料金収受システム  |
| 568:レベル5の自動運転（場所の限定なくシステムが全てを操作する）   |
| 569: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  |
| 570:都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」   |
| 571:車・自転車・歩行者などの移動体のリアルタイム位置情報を格納したダイナミックマップを用い、合流などの交通コンフリクトの円滑な調整、最適な経路誘導、時間や場所に応じた道路利用料金徴収を行うシステム |

|   |
|---|
| <b>車・鉄道・船舶・航空</b>   |
| 572:パブリックな駐車場、交差点での駐停車時に逐次充電する非接触充電インフラ技術及び安全性が向上した燃料用水素の貯蔵・供給設備技術等の低炭化技術                     |
| 573:自律航行可能な無人運航商船   |
| 574: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）                    |
| 575:海上輸送システムにおいて、極限までCO2を排出しないグリーンシップ   |
| 576: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    |
| 577:離着陸時の低騒音化と飛行時の低排出ガス化を実現し、更に機体摩擦抵抗低減、エンジンの燃焼効率向上を果した低公害・省エネルギー型航空機（騒音レベル90%減、燃費半減）         |
| 578: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を組み合わせて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 |
| 579:環境性、安全性、経済性の観点で現有の亜音速旅客機と対抗し得ると共に、大幅な移動時間の短縮による利便性向上を可能とする超音速旅客機を実現するシステム技術               |
| 580:運転士・パイロットの脳波を非接触でモニタリングし、おかれた状況において誤った操作を行った場合、ヒューマンエラーと判断し、事前に警告することで事故を未然に防ぐシステム        |
| 581:アクティブ騒音制御等を用いて、新幹線の時速360kmでの連続走行時に騒音の環境基準（住宅地で70dB(A)以下）を満たす技術                            |
| 582: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   |
| 583: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）                                    |
| 584:回生ブレーキで得られるエネルギーを有効利用できるよう、エリア内の各列車の加減速を自動制御し、エネルギー消費を最小とするシステム（鉄道版スマートグリッド）              |
| <b>防災・減災技術</b>  |
| 585: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  |
| 586:線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ  |
| 587:高層ビル・免震ビルの長時間長周期地震動に対する応答制御   |
| 588:アクティブな振動制御を大スケール・大出力で実現するとともに、波形レベルの早期地震警報を実現して、フィードフォワードを含めた最適な制御を行い、被害をゼロにする地震時ゼロ被害構造物  |
| 589:構造物の外乱や劣化による損傷時に深刻な被害を回避するための設計法・構造技術（「危機耐性」の確立）  |
| 590:流域面積数百平方キロメートルの河川流域・ダム集水域における洪水ピーク流量を12時間前に時間誤差±1時間、流量推計精度±10%で予測する技術・システム                |

## 2-2. 科学技術トピック

### <都市・建築・土木・交通分野 95件> 2

|  |
|--|
| 591:流域面積数十～百平方キロメートルのダムが集水域における6～8月の総流入量を4月時点で推計精度±10%で予測する技術・システム |
| 592:様々なタイプの液状化について発生メカニズムと全国の液状化リスクが明らかになるとともに、安価・短期間で実行可能な対策技術の確立 |
| 593: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                            |
| <b>防災・減災情報</b>   |
| 594: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                         |
| 595: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                      |
| 596:公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける微量な危険性物質の迅速かつ正確な検知システム             |
| 597:個人携帯端末を活用した多言語／非言語コミュニケーションによる災害避難ナビゲーションシステム                  |
| 598:早期の警報・避難・規制を可能とする、高精度気象観測システムの構築と災害予測手法の高度化                    |
| 599:国民一人一人の防災行動を誘導するためのICT利用技術                                     |
| 600:耐震化された小中学校を地域防災拠点とした災害情報共有・災害対応支援システム                          |
| 601:強非線形挙動を伴う大規模災害時をシミュレーション可能な数値解析・可視化技術                          |
| 602:リアルタイム津波予測に地域住民に必要な避難に必要な情報を提供するSNS情報分析システム                    |



## 2-2. 科学技術トピック

### <宇宙・海洋・地球・科学基盤分野 100件> 1

| 宇宙  | 観測・予測  |
|---|--|
| 603:宇宙利用を低コストで実現できる再使用型輸送システム（部分使用型、完全再使用型、軌道間再利用型など）                                       | 627:陸上のGEONET（GNSS（全球測位衛星システム）連続観測システム）と同等の観測を実現させる、海底で20kmの空間分解能を持つ海域測地測量技術 |
| 604:宇宙活動を多彩にする衛星等への燃料補給・修理点検・機器交換などのサービス技術（宇宙デブリの除去回収を含む）                                   | 628: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           |
| 605:科学観測や資源利用等を目的とする、地球外天体（月または火星）における恒久的な有人活動拠点構築  | 629:日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくははしそくない火山を見出すための切迫度評価                           |
| 606:月面での水の生成・補給拠点確保を目的としたロボティクスを活用した水生成プラント構築技術   | 630:山体崩壊の発生メカニズムに基づく予測技術   |
| 607:対象太陽系天体の生命探査や惑星の形成解明に資する探査のための技術（人工衛星による直接踏査等）  | 631: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                               |
| 608:国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の24時間高精度監視システム  | 632: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                              |
| 609:自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数cm程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術（原子時計の性能向上を含む） | 633:地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、マグニチュード8以上の大規模地震の発生を予測する技術                        |
| 610:太陽系並びにそれを構成する太陽・惑星の形成と進化に関する定説の確立   | 634:地震発生域規模で地殻内の広域応力場を測定する技術   |
| 611:銀河及び銀河系の形成と進化に関する定説の確立  | 635: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         |
| 612:超高エネルギー宇宙線の発生機構の解明  | 636:CO2貯留、シェールガス抽出、高温岩体地熱発電等による地下への注入による誘発地震の予測                              |
| 613:宇宙で利用可能な重力波干渉計  | 観測・予測  |
| 海洋  | 637:人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で現在より高精度・高感度に観測する技術                     |
| 614:海洋酸性化の状況を地球規模で自動計測可能な安価なシステム  | 638:人工衛星等による、イメージング分光計技術を用いた大気微量成分観測システム                                     |
| 615:水深6000mまでの海洋内部を長期間（1～3か月間）調査可能な完全無人自動システム   | 639:人工衛星等による、ライダー技術を用いた植生環境把握システム  |
| 616:現在の有人観測船と同程度の調査能力を持つ無人観測システム  | 640: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    |
| 617:海洋中の距離10,000mで、1Mbpsを超える高音響通信技術   | 641:人工衛星等により、海氷、海面温度、波浪、海流、クロロフィル、基礎生産等を全球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム             |
| 618:海洋中のマイクロプラスチックをその場で検出・定量するセンサー  | 642:干渉SAR技術を活用した、沿岸海域や縁辺海を含む全球の海象状況や海底地形をリアルタイムで把握するための高精度海面高度観測システム         |
| 619:海洋における環境DNAの自動in situ解析技術   | 643:降・積雪の経時変化特性をモニタリングする技術と雪氷災害モデルを用いて、雪氷災害の規模や危険度を広域で予測する技術                 |
| 620:分子生物学的手法を活用した漁業資源量の高精度の評価技術   | 644: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         |
| 621:完全自動化した外洋養殖施設   | 645:熱波、豪雨など実際に発生した異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム                            |
| 622:海底鉱物資源の環境攪乱を伴わない経済的採取技術   | 646:海洋空間で広くインターネットが利用できる技術   |
| 623:技氷海域（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   |  |
| 地球  |  |
| 624:地球深部で試料採取するための大深度科学掘削技術   |  |
| 625:超高压・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   |  |
| 626:極端環境下でのリアルタイム観測を可能とする光計測技術（光ファイバセンシング、光干渉地震計など。センサ部は電力供給不要）                             |  |



## 2-2. 科学技術トピック

### <宇宙・海洋・地球・科学基盤分野 100件> 2

| 計算・数理・情報科学  |
|---|
| 647: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ーパーコンピュータで利用できる環境の構築                                       |
| 648: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   |
| 649: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、テララメド医薬品・化粧品等を開発する手法   |
| 650:経年変化(劣化等)も含めた材料特性を要求値に適合させる逆問題的材料開発手法に基づき、自動車や大型工業製品、建築物等の試作レス開発を可能とするシミュレーション技術  |
| 651: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工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  |
| 652: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 |
| 653:10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                       |
| 654: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  |
| 655: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   |
| 656: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   |
| 657: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さずに組み立てる、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工学的説明を含む)   |
| 素粒子・原子核、加速器   |
| 658:量子重力理論の確立・検証  |
| 659:宇宙における物質・反物質の非対称性の起源の解明   |
| 660:ニュートリノのマヨラナ性の解明   |
| 661:ダークマターの正体の解明  |
| 662:ダークエネルギーの正体の解明  |
| 663:インフレーション仮説の確立   |
| 664: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  |

| 665:プラズマ航跡場加速・誘電体加速等の新しい加速技術を用いた加速器の学術及び産業利用等  |
|--|
| 666:新たなレプトンコライダー技術(ミュオンコライダー、プラズマ加速利用などを含むこれまでにない電子・陽電子コライダーなど)                                      |
| 量子ビーム：放射光  |
| 667:日本国内での軟X線向け高輝度放射光施設整備およびその利用   |
| 668:化学反応のカイネティクス、物質内のダイナミクス、電子デバイス動作を直接可視化する高速(ピコ秒~フェムト秒オーダー分解能)放射光オペランド計測                           |
| 669:極低エミッタンス蓄積リングによる省コスト型・超高輝度放射光源   |
| 670:機能性材料(電子材料・磁性材料・触媒材料・電池材料)において、その機能発現機構解明および機能制御に不可欠な情報である局所構造・電子状態を、ナノメートルスケール・フェムト秒オーダーで観測する技術 |
| 671:サブナノ分解能でマイクロオーダーの視野を有し、かつ元素ごとの構造・電子状態を3次元でイメージングできるX線顕微鏡   |
| 672:細胞、ガラス、高分子、表面・界面など非周期機能材料の高コヒーレンス放射光を用いた構造イメージング解析   |
| 673:タンパク質1分子を試料として構造解析を行うイメージング技術  |
| 674:活性状態下でのタンパク質の構造とダイナミクスの解析  |
| 675:X線自由電子レーザーの光源特性にマッチする2次元X線検出器の高分解能化(<10 $\mu$ m)・高感度化(検出量子>0.8)・高速化技術                            |
| 676: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  |
| 677:散乱と分光の融合による物質の時間空間階層構造の解明  |
| 678:X線自由電子レーザーを用いた物質中の非平衡・非線形現象の解明   |
| 量子ビーム：中性子・ミュオン・荷電粒子等   |
| 679:偏極中性子を生成・制御し、磁性体の局所磁気構造と磁気励起を精密測定する技術  |
| 680: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                                      |
| 681:超低速ミュオンを生成・制御し、ナノメートルスケールで深さ分解して磁気状態を解明する技術  |
| 682:偏極陽電子を生成・制御し、表面第1層の構造および磁気構造をモデルフリーで観測する技術   |
| 683:複数の量子ビーム(中性子、放射光、陽電子、レーザー、イオン等)を複合的・相補的に利用し、nm~mmの幅広いスケールで材料構造・機能を解析しながら加工・制御を行う技術               |
| 684:精密診断・高効率治療のための新規放射性薬品開発に必要な、中性子・イオンビームによるAt211などの放射性同位元素の大量かつ安定的な製造技術                            |
| 685:大強度中性子イメージング技術の高度化による、金属材料内微細構造、磁場の3次元可視化計測技術  |
| 686:大強度偏極中性子を用いた磁場分布の可視化技術とそのオペランド測定技術   |

## 2-2. 科学技術トピック

### <宇宙・海洋・地球・科学基盤分野 100件> 3

|   |
|---|
| 687:パルス中性子ビームの特性を活かしたストロボスコピック測定技術  |
| 688:大強度ミュオンによるイメージングやオペランド測定等の新規測定技術  |
| 689:ミュオン顕微鏡技術   |
| 690:イオンビームやガンマ線等の量子ビームによる突然変異の特徴を網羅的分子情報を用いて明らかにし、それを用いて目的の突然変異を確実に獲得する技術                                 |
| 691: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                             |
| <b>光・量子技術</b>   |
| 692:電波領域からテラヘルツ、赤外光、可視光、紫外光、X線領域までの広帯域コヒーレント周波数リンク技術  |
| 693:平坦な広帯域スペクトル発生、位相レベルのタイミング制御、精密なモード操作・利用・合成など、ニーズに合わせて光波のあらゆるパラメータを自在に操作・制御して任意波形を発生させ、計測・物性科学等に応用する技術 |
| 694: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  |
| 695:1000kmに渡り量子状態を保つ量子暗号通信ネットワークを実現する量子中継技術   |
| 696: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                              |
| 697:地球上のどこでも18桁の精度での時間測定が実現し、地殻・地下水の変動やマグマだまりの移動の計測（ジオイド計測）が可能となる、光ファイバーを使用した光格子時計のネットワーク                 |
| 698:分子内の電子の振る舞いの直接観測、及び電子の波動関数のレーザー光による制御が可能なアト秒レーザー技術  |
| 699:染色の必要がないラベルフリーの生体観測が可能な、 $\mu$ Mレベルの低濃度生体分子の検出感度と100nm程度の空間分解能を持つ高感度分子振動観測技術に基づく高解像度顕微鏡               |
| 700:1波長当たり1T bit/sの超高速伝送システムを備えた、WDM方式による1Pbit/sのフォトニクスネットワーク   |
| 701:ゲート長が4ナノメートル以下の超高集積化半導体回路を実現する、EUV（極端紫外線）リソグラフィ技術   |
| 702:ピコ〜フェムト秒領域のサブkW級高出力レーザーの開発による高品質なレーザー加工と、3D金属積層造形技術を用いた、自動車エンジン製造システム                                 |

### 3. 基本シナリオ：ワークショップ実施概要

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。
    - 社会からの検討：
      - 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
    - 科学技術からの検討：
      - 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

## 4. 未来につなぐクローズアップ科学技術領域

### 4-1. AI関連技術によるトピック\*のクラスタリング・可視化手法

#### 形態素の抽出

#### ■ 文章から名詞句のみを抽出

MeCab + mecab-ipadic-neologd

##### ◆ 例

- 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
- 非定型, 文章, 会話, 情報, 抽出, 自然言語, 処理, 技術

#### 分散表現化

#### ■ 名詞句を分散表現（ベクトル，座標値）に変換

FastText

##### ◆ 併せて，ベクトルを線形加算&正規化し，文章の特徴量に

- 非定型, 文章, 会話, 情報, 抽出, 自然言語, 処理, 技術
- $v = (0.1, 0.6, 0.5, \dots, 0.8, 0.8, 0.1)$

#### クラスタリング

#### ■ 距離を計算して，近いもの同士でグループを作る

hclust@R

##### ◆ 今回は階層クラスタリングを利用

- 複数階層でまとめてみて，理解しやすいサイズを採用
  - ▶ 今回の試行では，距離はユークリッド距離，併合法は最遠法

#### 次元圧縮

#### ■ 2次元に再配置し，可視性を調整

UMAP

##### ◆ 今回はUMAP\*を利用

- 「基本的には」似たものほど近くに配置される

\* UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction

\*デルファイ調査で設定した702の科学技術トピック



## 4 - 2. 特定分野に軸足を置く8領域

### 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



©NISTEP DP172,2019

※ICT・アナリティクス・サービス分野に軸足を置く領域であり、  
 その他分野のトピックは多様な出口があることを示す。

### 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



©NISTEP DP172,2019

※ICT・アナリティクス・サービス分野に軸足を置く領域であり、  
その他分野のトピックは多様な出口があることを示す。

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。

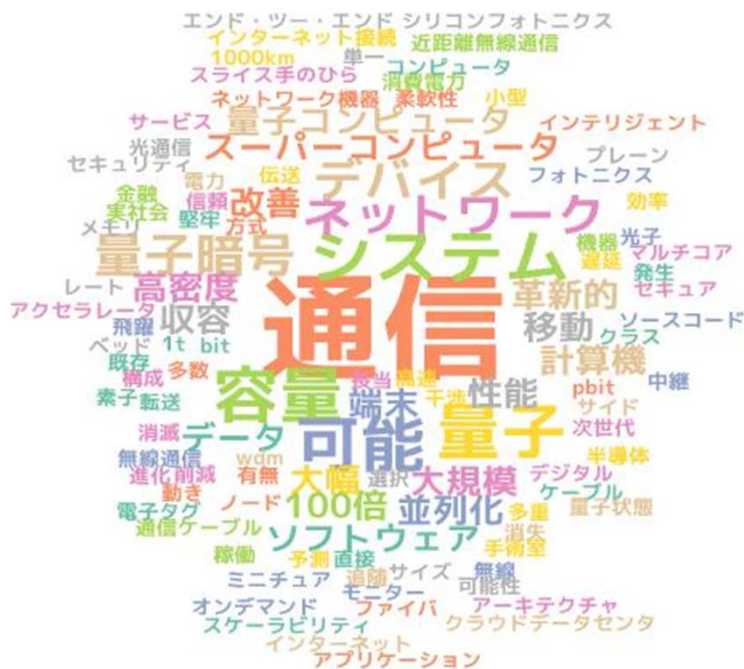
#### 科学技術トピック

##### <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



©NISTEP DP172,2019



## 4-2. 特定分野に軸足を置く8領域（続き） D. 交通に関す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。



©NISTEP DP172,2019

### 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



## 4-2. 特定分野に軸足を置く8領域（続き）

### E. ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法

健康・医療・  
生命科学

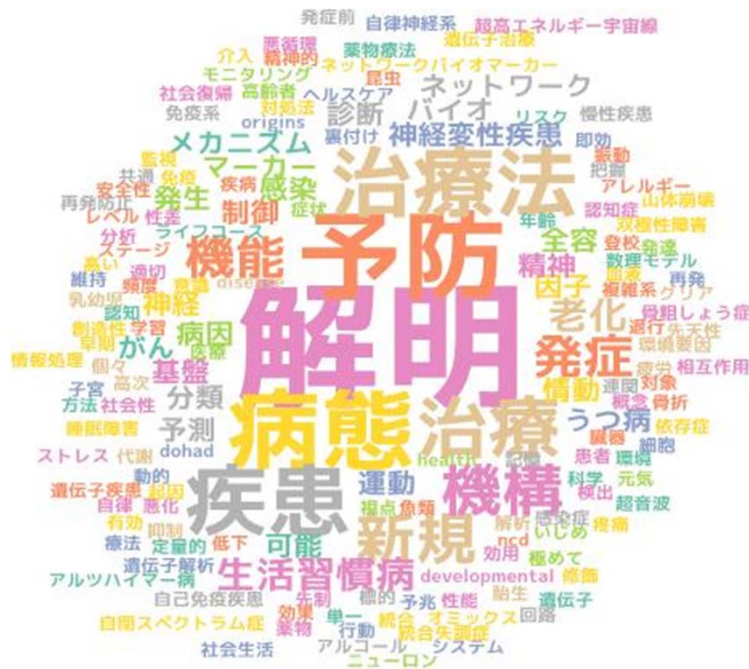
#### 領域概要

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



©NISTEP DP172,2019

## 4 - 2. 特定分野に軸足を置く8領域 (続き)

### 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。



©NISTEP DP172,2019

#### 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

## 4-2. 特定分野に軸足を置く8領域（続き）

### G. 持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術

環境・資源・  
エネルギー

マテリアル・デバイス・  
プロセス

#### 領域概要

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



©NISTEP DP172,2019

#### 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(自動車なら現在の大きさ・重量で航続距離が500kmに相当)の性能をもつ大容量高出力電池
- ✓ 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。



©NISTEP DP172,2019

#### 科学技術トピック

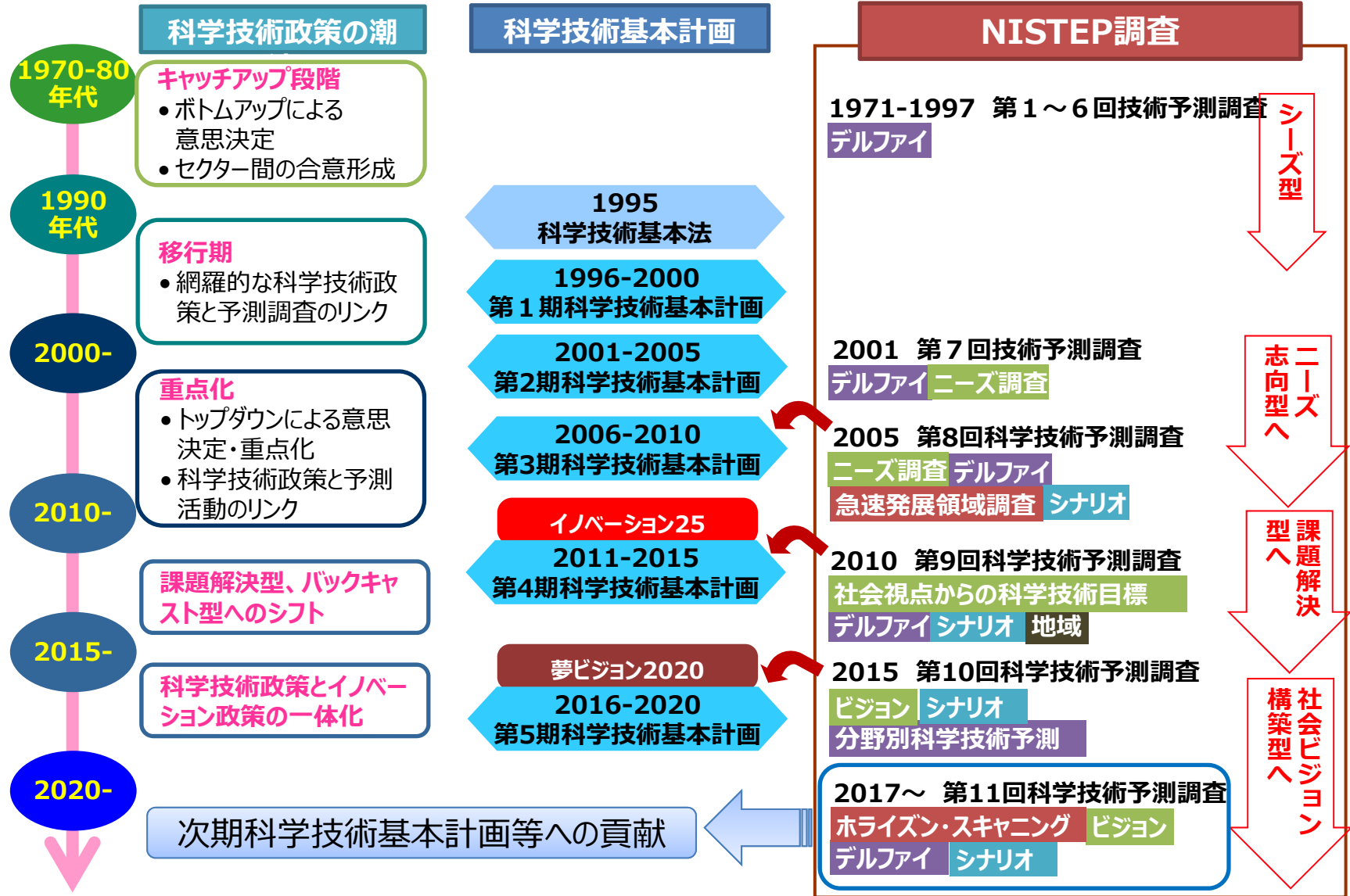
<宇宙・海洋・地球・科学基盤>

- ✓ 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



# 5. 科学技術予測調査の実施状況

## 5-1. 科学技術予測調査の歴史

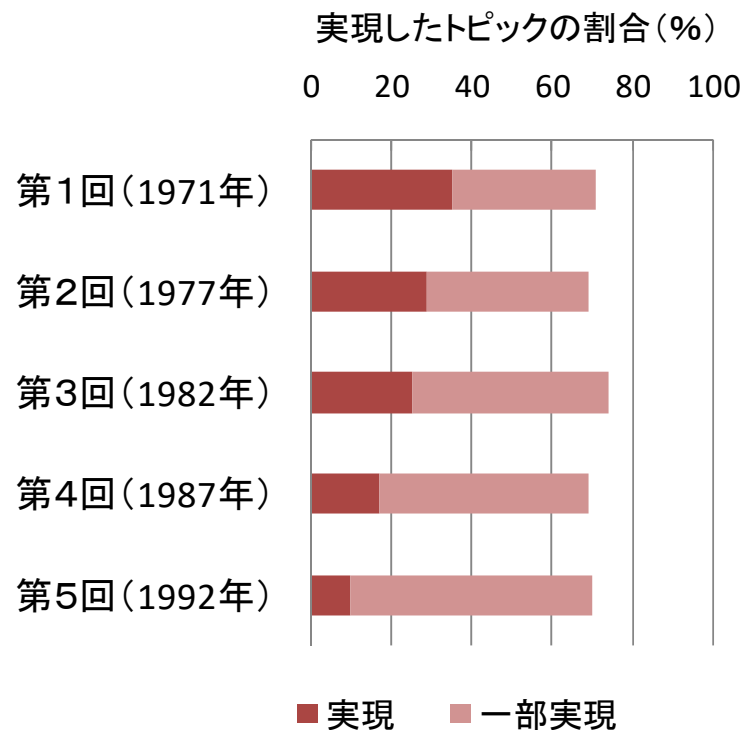


## 5-2. 科学技術トピックの実現状況

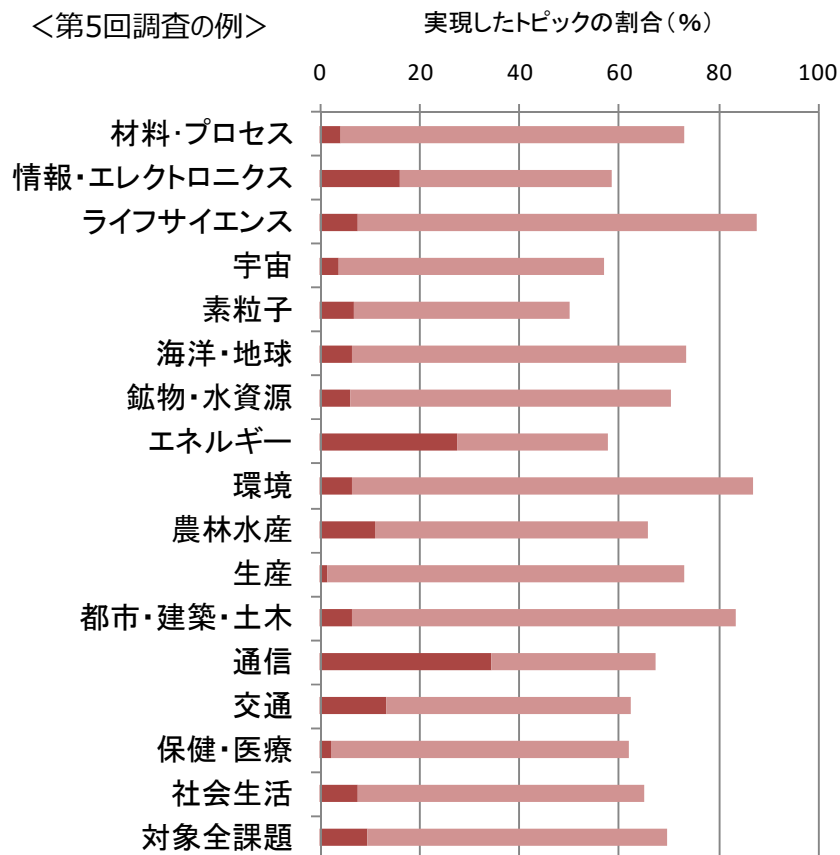
### ◆ 実現状況調査（2009年12月実施）

- 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。

## 5-3. 現在注目される科学技術の取り上げ状況

### (1) 「ゲノム編集」に関連する過去調査の科学技術トピック

#### 「ゲノム編集」技術のそれぞれの登場年

ZFNの登場(1996年初出) → TALENの登場(2010年初出) → CRISPR/Cas9の登場(2013年初出)

#### 「遺伝子改変」「遺伝子発現操作」「ゲノム編集」に関わるトピックの変遷

- 第1回調査(1971年)～第7回調査(2001年)までの間は、改変技術自体を意識したトピックが中心。
- 第5回調査では「任意の位置の遺伝子改変」とあり、効率等はCRISPR級を意識したトピックの可能性もある。
- 第8回調査以降は、RNAiの発見(1998年)もあり、遺伝子発現に着目したトピックが中心になる。
- 言葉としての「ゲノム編集」は第10回(2015年)が初出。
- 「ゲノム」は第6回(1997年)が初出だが、ゲノム解析等、遺伝子配列の解析が中心。
- 第10回でも「遺伝子改変」はトピックにあるが、異種移植(医用モデルブタ)や、安全性を見るトピックに変化。

| 調査回                  | トピック  | 実現予測                 |
|----------------------|---|----------------------|
| 1回(1971)             | 遺伝子改造によって、型物質の転換が行われるようになる。                         | 2000-                |
| 2回(1977)             | 有用植物(微生物は除く)の形質改良に、分子生物学的手法(遺伝子操作など)が実用化される。        | 1998                 |
| 3回(1982)             | 高等動物の遺伝子の発現機構の解明が進み、その人為的操作が可能となる。                  | 2004                 |
| 4回(1987)             | 遺伝子治療のための技術(例えば染色体操作)が開発される。                        | 2005                 |
| 5回(1992)             | 生体系でヒトの染色体上の任意の位置への異種遺伝子、染色体断片の導入技術が開発される。          | 2008                 |
| 7回(2001)             | 単原子・単分子を操作する技術がデバイス作製や遺伝子操作の技術として実用化される。            | 2015                 |
| 8回(2005)             | 創薬に向けて、siRNAなどを用いて個体レベルで遺伝子発現を直接制御する技術              | 2014                 |
| 8回(2005)<br>9回(2010) | 時期および部位特異遺伝子発現などを利用し、人為的に導入した遺伝子の環境への拡散がない遺伝子組み替え植物 | 2014(8回)<br>2019(9回) |
| 10回(2015)            | ゲノム編集による優良(高品質・高収量)農産物作成技術                          | 2025                 |
| 10回(2015)            | 遺伝子改変作物や動物の安全性評価法の確立                                | 2024                 |

## 5-3. 現在注目される科学技術の取り上げ状況 (続き)

### (2) 「量子」に関連する過去調査の科学技術トピック

- 「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） | 高い安全性を保障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を行うための量子通信技術                      | 2019/2029  |



## 5-3. 現在注目される科学技術の取り上げ状況（続き）

### (3) 「人工知能」に関連する過去調査の科学技術トピック

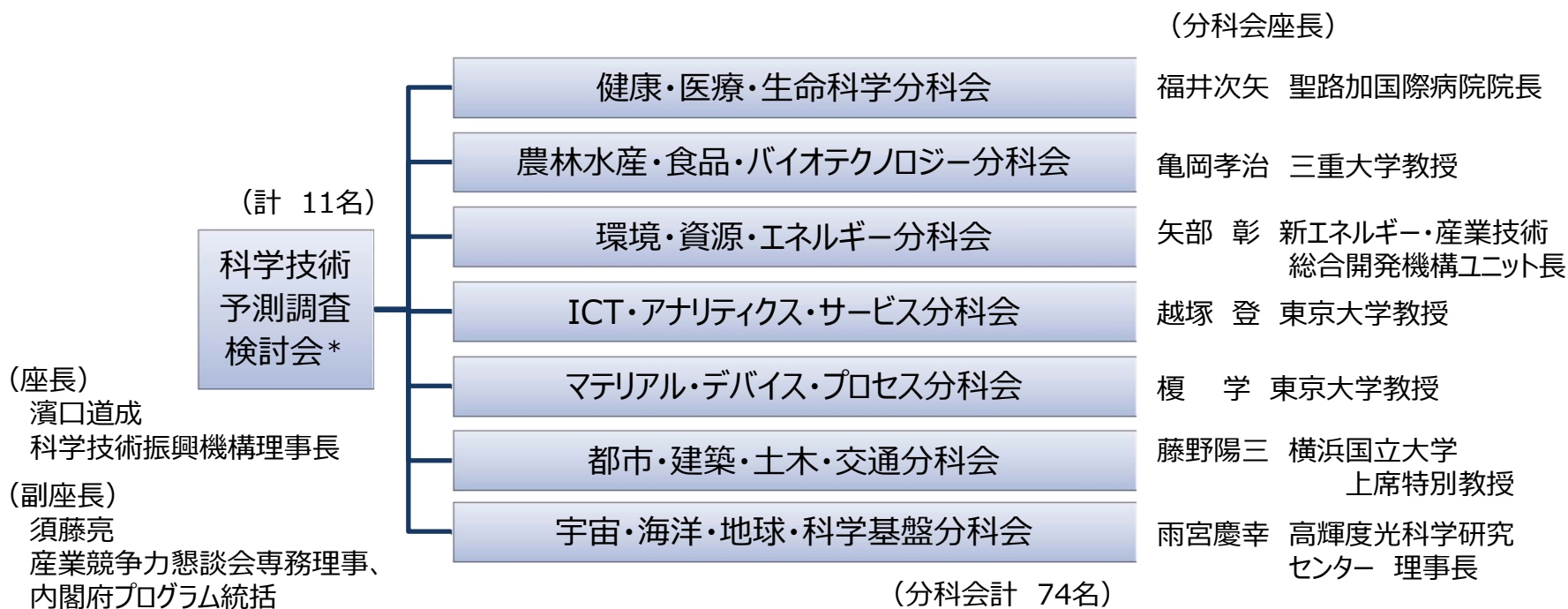
- 「人工知能/AI/エキスパートシステム」の語を含むトピックは、4回調査（1988）が14件、5回調査（1992）が17件、6回調査（1997）が11件、7回調査（2001）が7件、8回調査（2005）が3件、9回調査（2010）が0件、10回調査（2015）が6件。
- 過去の関連トピックのうち、現時点で何らかの進展が見られると思われるトピックの例は、以下の通り。

| 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 |

## 6. 検討体制

### 6-1. 検討会及び分科会構成

- ◆ 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)

## 6-2. 科学技術予測調査検討会

(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<br>主査             |
| (副座長) | 須藤 亮  | 産業競争力懇談会 専務理事<br>株式会社東芝 特別嘱託                               | 内閣府政策参与 (SIP/PRISM/ImPACT<br>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<br>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<br>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<br>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<br>開発機構 技術戦略研究センター<br>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                      |

## 6-3. 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<br>加藤 忠史                   | 聖路加国際病院 院長 【座長】<br>理化学研究所脳科学総合研究センター<br>精神疾患動態研究チーム シニアチームリーダー  | 亀岡 孝治<br>加々美 勉<br>加藤 鐵夫<br>勝川 俊雄<br>後藤 英司<br>高野 誠   | 三重大学大学院生物資源学研究科 教授 【座長】<br>株式会社サカタのタネ 常務取締役<br>日本木質バイオマスエネルギー協会 副会長<br>東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 准教授<br>千葉大学大学院園芸学研究科 教授<br>農業・食品産業技術総合研究機構<br>機能利用研究部門 主席研究員   |
| 金谷 泰宏<br>菅野 純夫<br>谷下 一夫<br>知場 伸介 | 国立保健医療科学院健康危機管理部 部長<br>東京医科歯科大学難治疾患研究所 非常勤講師<br>早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構 招聘研究員<br>日本医療研究開発機構<br>創薬戦略部創薬企画・評価課 課長 | 西出 香<br>二宮 正士<br>渡邊朋也   | オランダ応用科学研究機構(TNO) 事業開発マネージャー<br>東京大学大学院農学生命科学研究科<br>附属生態調和農学機構 特任教授<br>農業・食品産業技術総合研究機構<br>農業環境変動研究センター所長   |
| 矢部 大介<br>山縣 然太郎                  | 京都大学大学院医学研究科 特定准教授<br>山梨大学大学院総合研究部<br>医学域社会医学講座 教授  |   |  |
| 山口 照英<br>山田 康秀                   | 金沢工業大学加齢医工学先端技術研究所 所長<br>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】<br>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<br>石戸 奈々子<br>後藤 厚宏<br>杉山 将<br>高木 聡一郎<br>田中 圭介<br>田中 秀幸<br>中尾 彰宏<br>中島 秀之<br>濱田 健夫<br>原 辰徳<br>比留川 博久<br>暦本 純一 | 東京大学大学院情報学環 教授 【座長】<br>NPO法人CANVAS 理事長<br>情報セキュリティ大学院大学・学長<br>理化学研究所 革新知能統合研究センター長<br>国際大学グローバルコミュニケーションセンター 教授<br>東京工業大学情報理工学院 教授<br>東京大学大学院情報学環 学環長/教授<br>東京大学大学院情報学環・学際情報学府 教授<br>札幌市立大学 理事長(学長)<br>東京大学大学院情報学環学際情報学圏 助教<br>東京大学人工物工学研究センター 准教授<br>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<br>東京大学大学院情報学環 教授 |
| 入江 一友<br>江守 正多<br>栗原 正典<br>古関 恵一 | 日本エネルギー経済研究所 常務理事<br>国立環境研究所地球環境研究センター 副センター長<br>早稲田大学理工学術院 教授<br>JXTGエネルギー株式会社中央技術研究所<br>技術戦略室 フェロー      |   |  |
| 高村 ゆかり<br>藤井 実                   | 東京大学未来ビジョン研究センター 教授<br>国立環境研究所社会環境システム研究センター<br>環境社会イノベーション研究室 室長   |   |  |
| 藤井 康正<br>藤野 純一                   | 東京大学原子力国際専攻 教授<br>国立環境研究所社会環境システム研究センター<br>環境社会イノベーション研究室 主任研究員   |   |  |
| 本庄 昇一                            | 東京電力ホールディングス株式会社経営技術戦略研究所<br>技術開発部 部長代理   |   |  |
| 横張 真                             | 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授  |   |  |



## 6-3. 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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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                              |             |                                   |

## 7. 関係報告書等

### 【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>

## 7. 関係報告書等（続き）

### 【報告書等】

- <2-1: ビジョニング> 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>
- <3: 詳細分析> 第11回科学技術予測調査 [3-1] 未来につながるクローズアップ科学技術領域－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 ]  
<http://doi.org/10.15108/dp172>

### <関連報告書>

- 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/>