



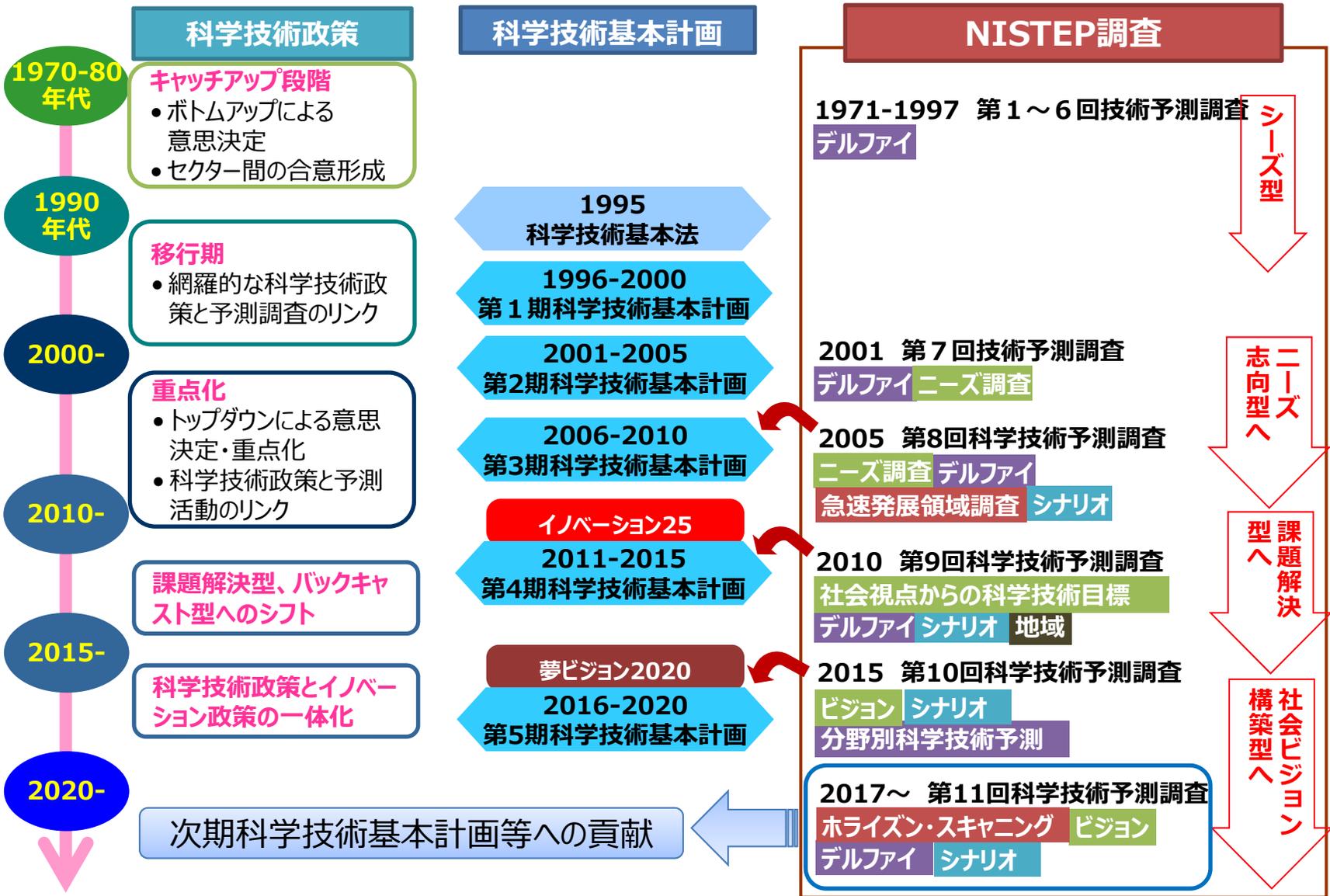
# 第11回科学技術予測調査について

---

2019年11月6日（水）

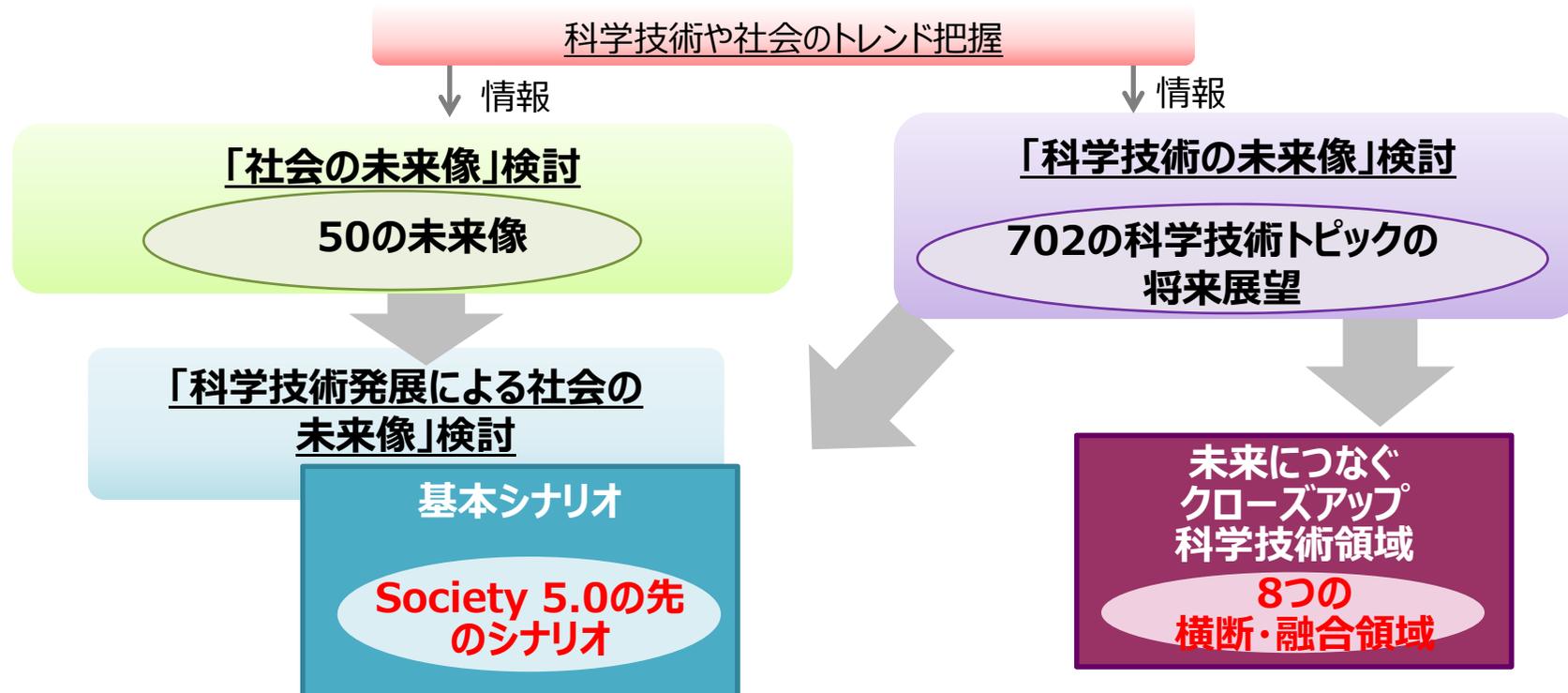
文部科学省科学技術・学術政策研究所  
科学技術予測センター 横尾淑子

# NISTEP 科学技術予測調査の歴史



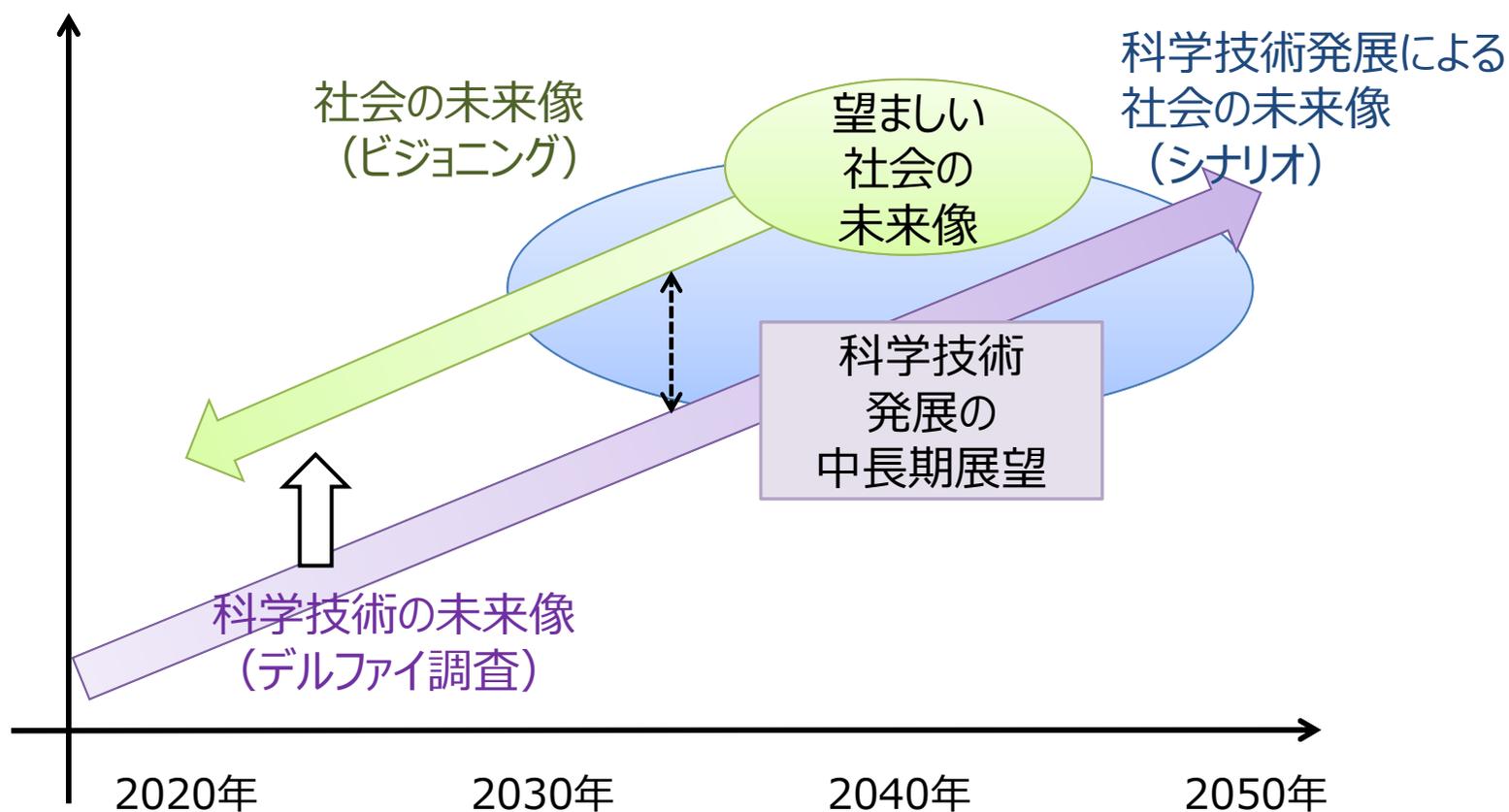
# 第11回科学技術予測調査の全体像

- 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に対して、基礎的な情報を提供することを目的として、2017年より実施。
- 1971年から約5年毎に実施、今回は11回目の調査。
- 社会の未来像、科学技術の未来像をそれぞれ検討、統合して科学技術発展による社会の未来像を描く。



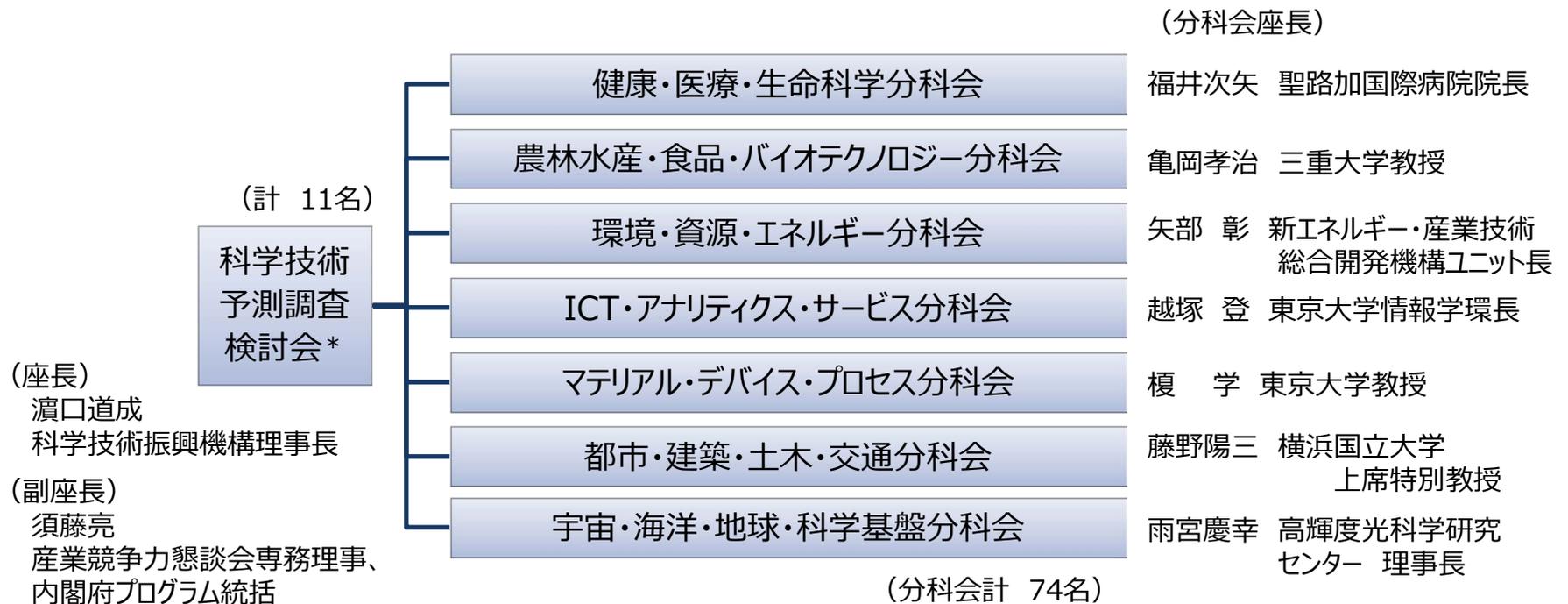
# 第11回科学技術予測調査の時間軸

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

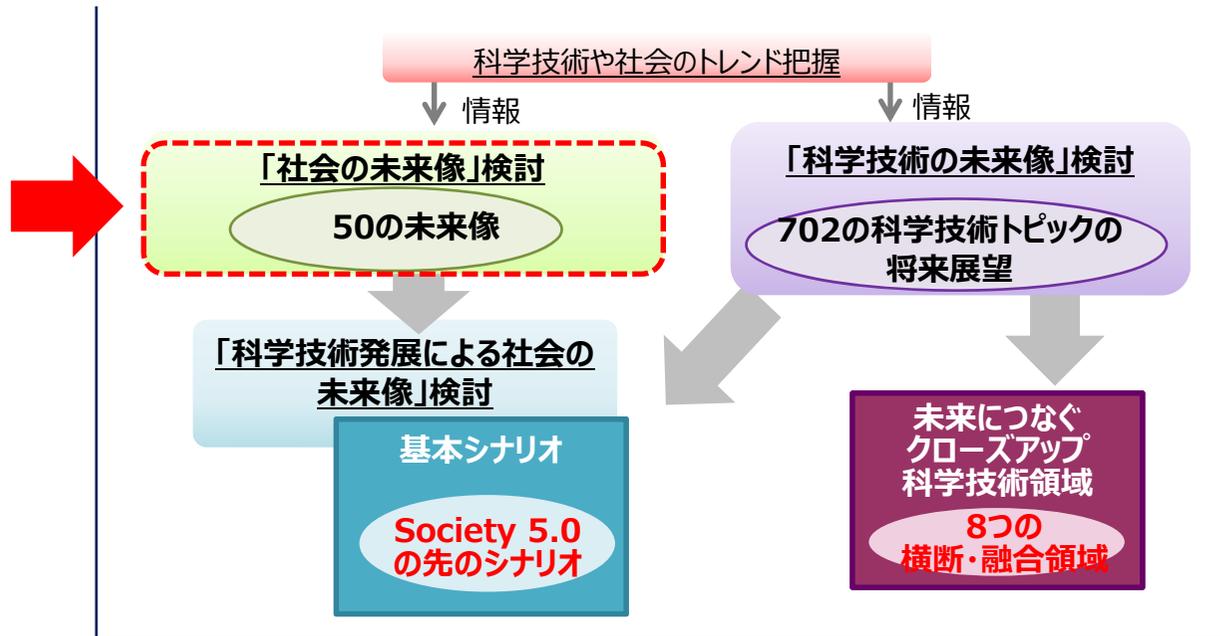


# 第11回科学技術予測調査の検討体制

- 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：科学技術トピックの設定及びアンケート結果分析等。



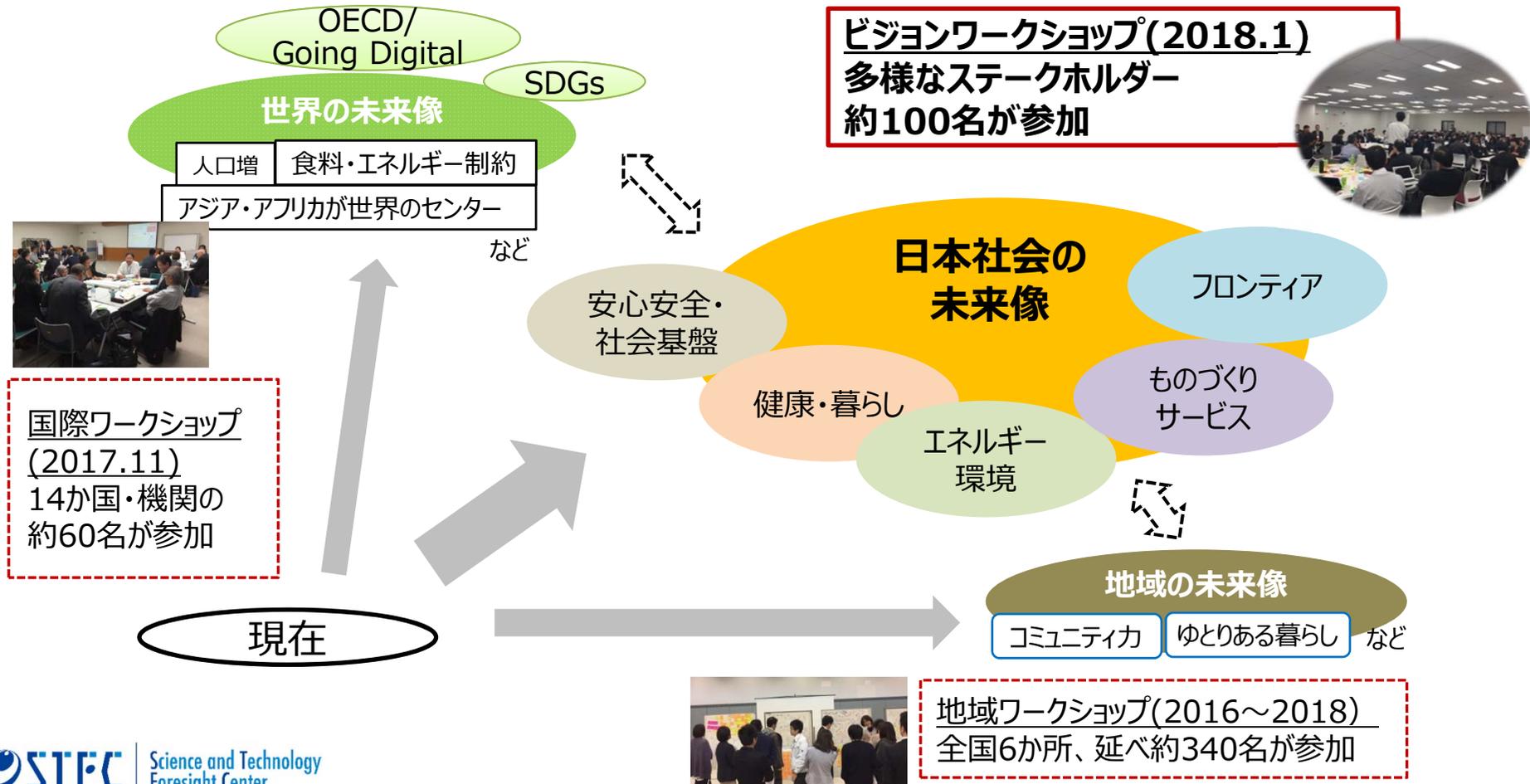
\*平成30(2018)年度は「科学技術予測委員会」



## 「社会の未来像」検討

# 社会の未来像の検討方法

- ▶ 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。



# 50の日本社会の未来像

- ビジョンワークショップ結果を基に、50の日本社会の未来像を取りまとめ。
- 4つの価値（Humanity / Inclusion / Sustainability / Curiosity）に集約。

生き方、人間らしさ、機械社会と人間、自動化、日本人らしさ、文化、幸福、コミュニティの価値が増す社会

異なる特徴を持つ人的なものが、個々の特徴の価値を理解し、つながることを通じて、進化を続ける社会

資源、エネルギー、食料、環境、循環、災害対策、市民活動が重要視される社会

## Humanity 変わりゆく生き方

### 変わりゆく個人の生き方

誰でもクリエイター社会	“超”成熟社会	ヒトの育て方
びんびんコロリ社会	人間・機械融合社会	人間性拡張した社会
AND人間の育つ社会	安心・満足・健康社会	超人間社会：身体を制御し拡張する社会
多重人格社会	アナログ健康長寿社会	寿命選択制社会
超運命社会	暮らし方多様化社会	

### 変わりゆく暮らし・コミュニティ

生物への回帰	江戸銭湯社会	新しい技術と社会・人間との新しい関係が構築される社会
超生物社会	超ロボット社会	
“楽”社会	まともでないことでもまともしている社会	不滅の好奇心によって新世界を目指す社会
時空を超え繋がる社会	野性味社会	
労働の多様化社会		

## Inclusion 誰一人取り残さない

ボーダレス社会	多次元社会
高齢者のモチベーションを創出・保障する社会	多様性を担保した上で科学技術を最大限に活用する社会
超高齢化でイノベーションを起こす社会	個人の価値観と多様性に寛容な社会
総活躍社会	ユビキタス生活社会
インクルーシブ社会	移動と物流の高度化
Japan as platform	
時空を超え繋がる社会	
多重人格社会	

脱空間社会

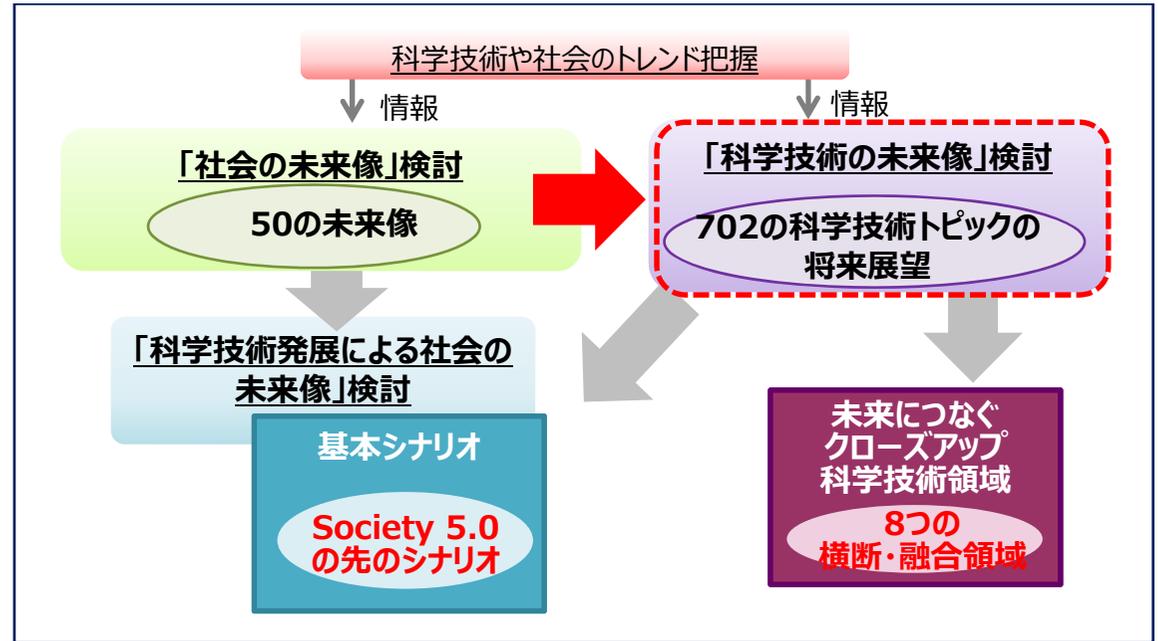
## Sustainability 持続可能な日本

“換”社会	資源永久循環社会
“超”成熟社会	資源不足に不安のない社会
IoTにより災害に対する備えが十分な社会	ネオサステナビリティを実現した社会
超データエコノミー社会	脱GDP社会
不確実性の下で持続可能なエネルギー・環境	次世代IoTによる超低炭素社会
市民自らが社会課題を解決する社会	分散型発電が最適化されている社会
想定外を吸収できる社会	

サステナビリティ（海洋活用）

## Curiosity 不滅の好奇心

探究心、活動空間の拡大が重要視される社会



# 「科学技術の未来像」検討 (デルファイ調査)

## デルファイ調査の概要

- 科学技術全般にわたる中長期的な発展の方向性について、多数の専門家の知見を得ることを目的として実施。
- 分野別分科会（7分科会、計74名）にて、702の科学技術トピックを設定。その重要度、競争力、実現見通し等について、専門家へのアンケートを実施。

（結果例）

科学技術トピック例	重要度	国際競争力	科学技術的実現時期	社会的実現時期
老化に伴う運動機能低下の予防・治療法	1.56	0.55	2028	2030
人間を代替する農業ロボット	1.35	0.59	2026	2029
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	1.48	0.98	2029	2032
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	2029	2031
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	2030	2032
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	2025	2026
日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうな火山を見い出すための切迫度評価	1.51	0.91	2031	2033

# デルファイ調査 検討方法

## ◆ 調査分野

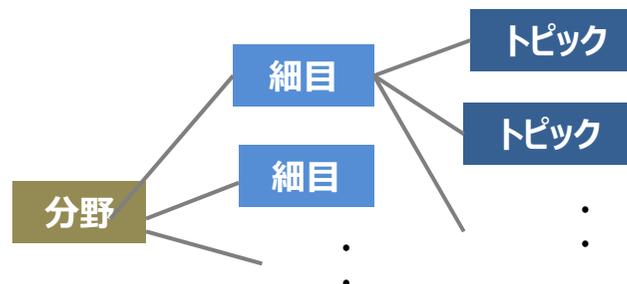
- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

## ◆ 科学技術トピック

2050年までの実現が期待される研究  
開発課題  
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

2019年2月～6月

## ◆ アンケート回答者

5352名

### [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%

# 科学技術トピックに対する質問項目

項目	内容	選択肢
<b>重要度</b> (単数選択)	30年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
<b>国際競争力</b> (単数選択)	現在の日本が置かれた国際競争力の状況	非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い、わからない
<b>科学技術的実現見通し</b> (単数選択)	日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期	実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない
<b>科学技術的実現に向けた政策手段</b> (複数選択可)	科学技術的な実現に向け、求められる政策手段	人材の育成・確保、研究開発費の拡充、研究基盤整備、国内連携・協力、国際連携・標準化、法規制の整備、倫理的課題への対応、その他
<b>社会的実現見通し</b> (単数選択)	日本を含む世界のどこかでの科学技術的な実現に続き、日本で社会的に実現する時期	実現済み、2025年以前、2026～2030年、2031～2035年、2036～2040年、2041～2045年、2046～2050年、2051年以降、実現しない、わからない
<b>社会的実現に向けた政策手段</b> (複数選択可)	日本での社会的な実現に向け、求められる政策手段	人材の育成・確保、事業補助、事業環境整備、国内連携・協力、国際連携・標準化、法規制の整備、倫理的・法的・社会的課題への対応、その他

\* 科学技術的実現とは、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う、例えば、研究室段階で技術開発の見通しが見つかること。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。

- 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。

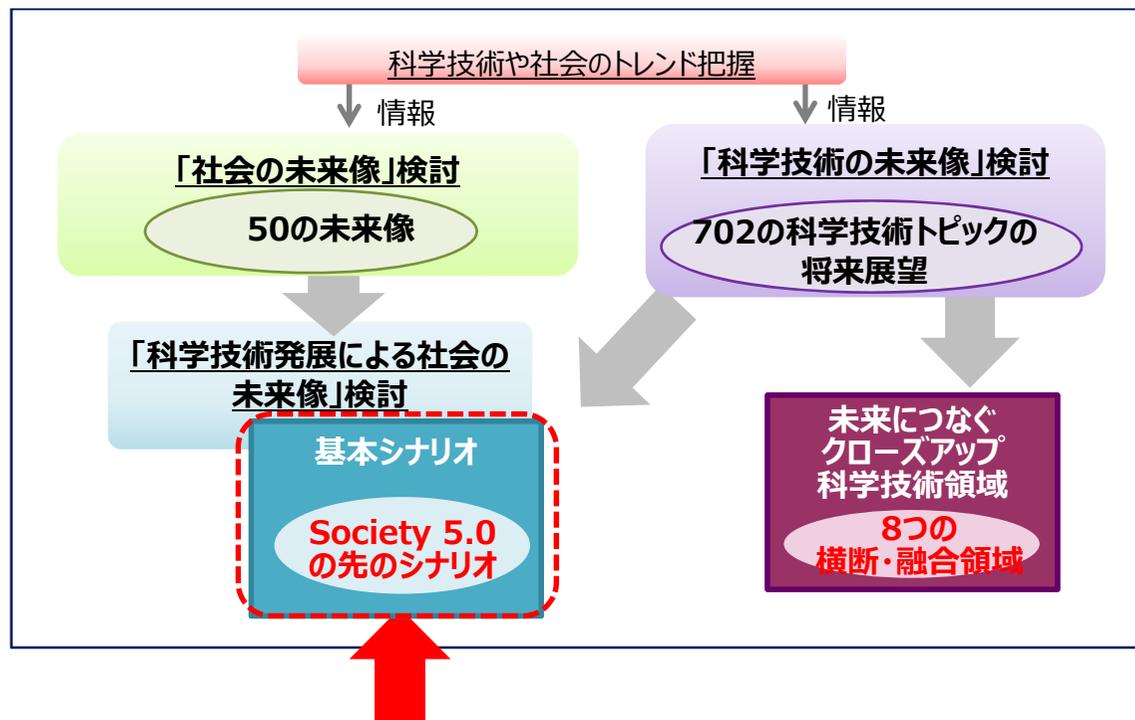
分野	トピック	科学技術	社会
ICT・アナリティクス・サービス	全ての選挙がインターネット上で実施可能となるレベルのネット上での個人認証技術	81%	90%
ICT・アナリティクス・サービス	すべての経済取引を電子化する技術（すべての貨幣が電子マネーとなって現金が消滅し、貨幣経済の仕組みが根本から変わる）	77%	81%
ICT・アナリティクス・サービス	一般生活者が日常生活で行う決済の総額の30%以上を、中央銀行がコントロールせずブロックチェーン技術で管理される仮想通貨で行うようになる	71%	78%
ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（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た政策手段として、「法規制整備」が選択された割合（「科学技術」列）が高い上位10件を抽出。併せて、社会的実現に向けた政策手段として同選択肢が選択された割合（「社会」列）を示した。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。

- 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	科学技術	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	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%

\* 科学技術的実現に向けた政策手段として、「倫理的・法的・社会的課題への対応」が選択された割合（「科学技術」列）が高い上位11件を抽出。併せて、社会的実現に向けた政策手段として同手段が選択された割合（「社会」列）を示した。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。



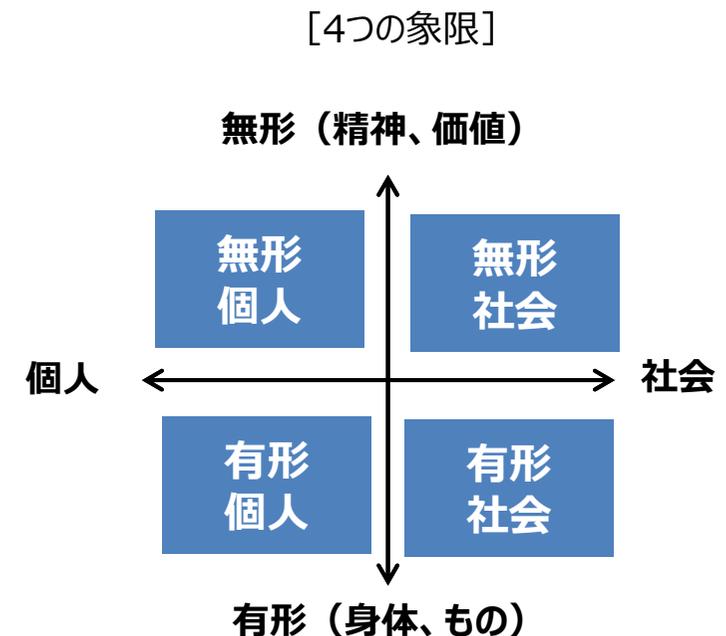
## 「科学技術発展による社会の未来像」検討（基本シナリオ）

# 検討方法

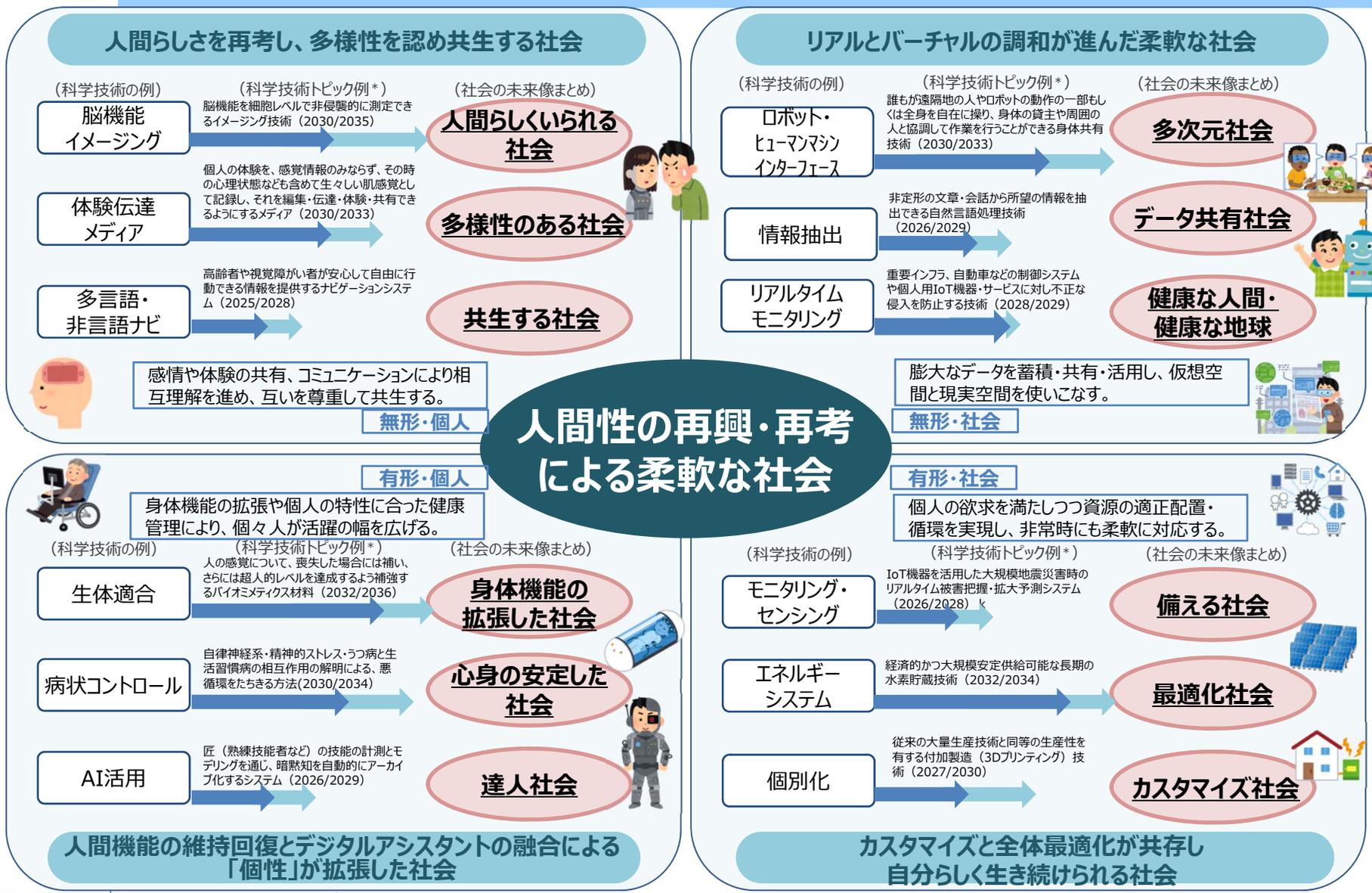
- 社会の未来像及び科学技術の未来像を基に、科学技術発展により目指す社会の姿を描くことを目的として実施。
- 基本シナリオワークショップを開催。2軸（無形⇔有形、個人⇔社会）を設定、4つの象限の下に、社会の未来像と科学技術の未来像を統合。

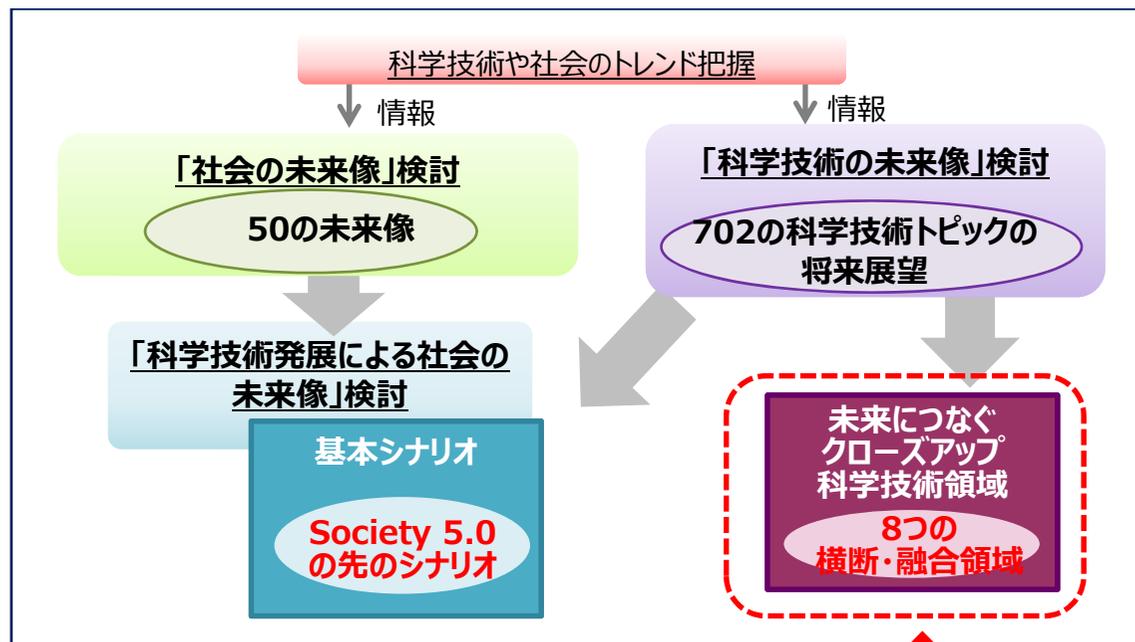


**基本シナリオワークショップ(2019.2)**  
ビジョンワークショップ参加者、デルファイ調査分科会委員など、22名が参加



# 科学技術発展による社会の未来像（基本シナリオ）

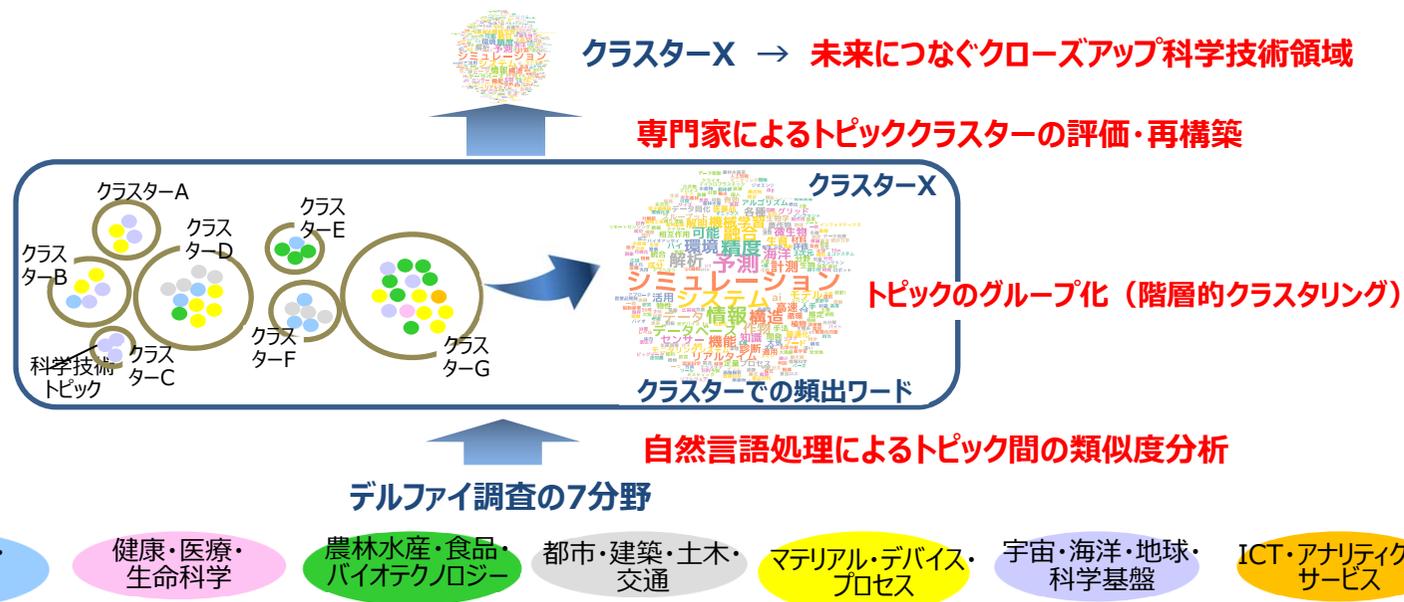




# 未来につながる クローズアップ科学技術領域

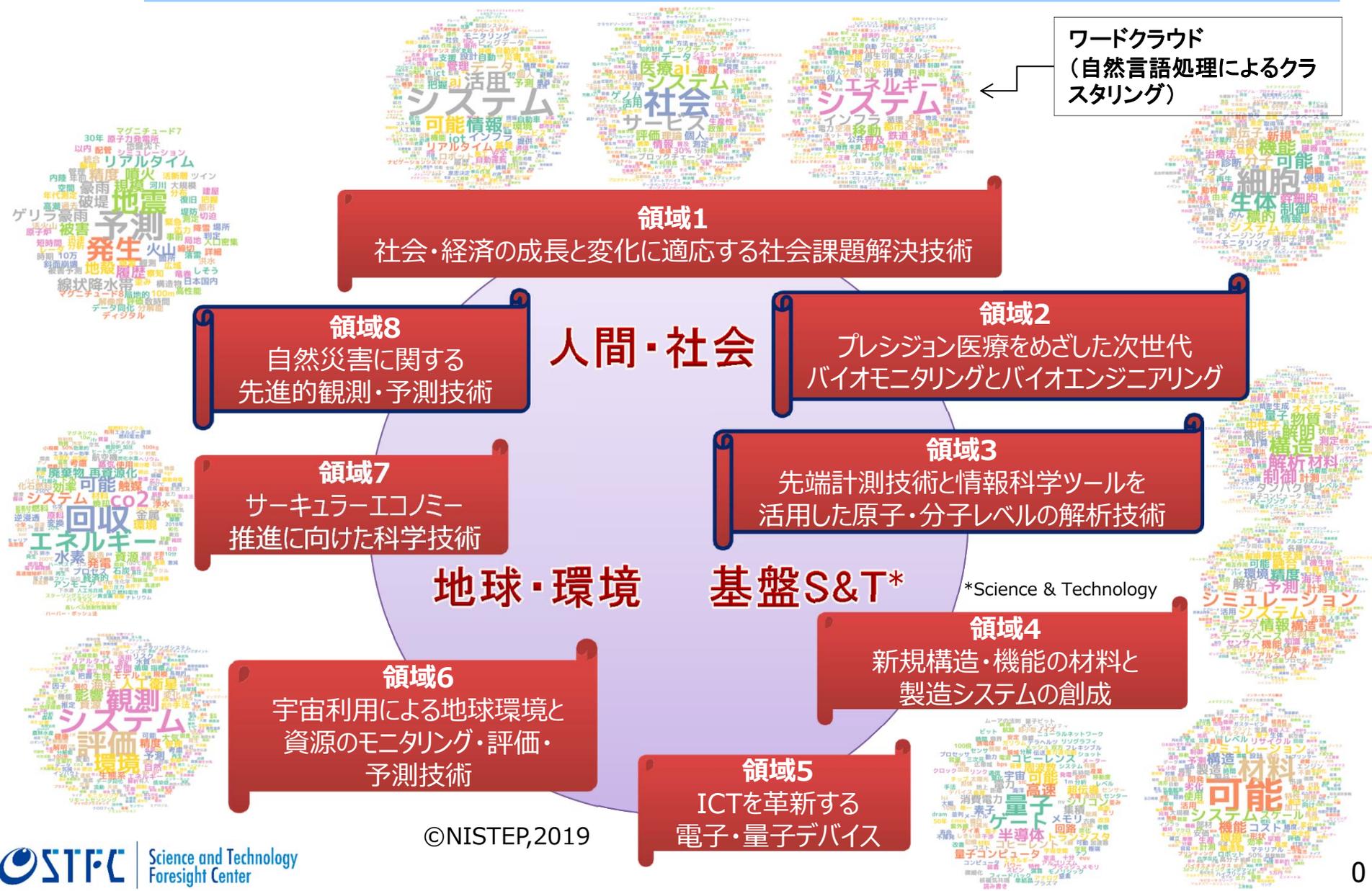
# 検討方法

- 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抽出を目的として実施。
- 方法
  - デルファイ調査の702の科学技術トピックに対して、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・再構築を経て設定
- 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）との組合せによる設定出



第11回科学技術予測調査（クローズアップ科学技術領域）  
 未来につなぐクローズアップ科学技術領域  
 （分野横断・融合のポテンシャルの高い領域）

ワードクラウド  
 （自然言語処理によるクラスタリング）



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】

<人間・社会><基盤S&T>

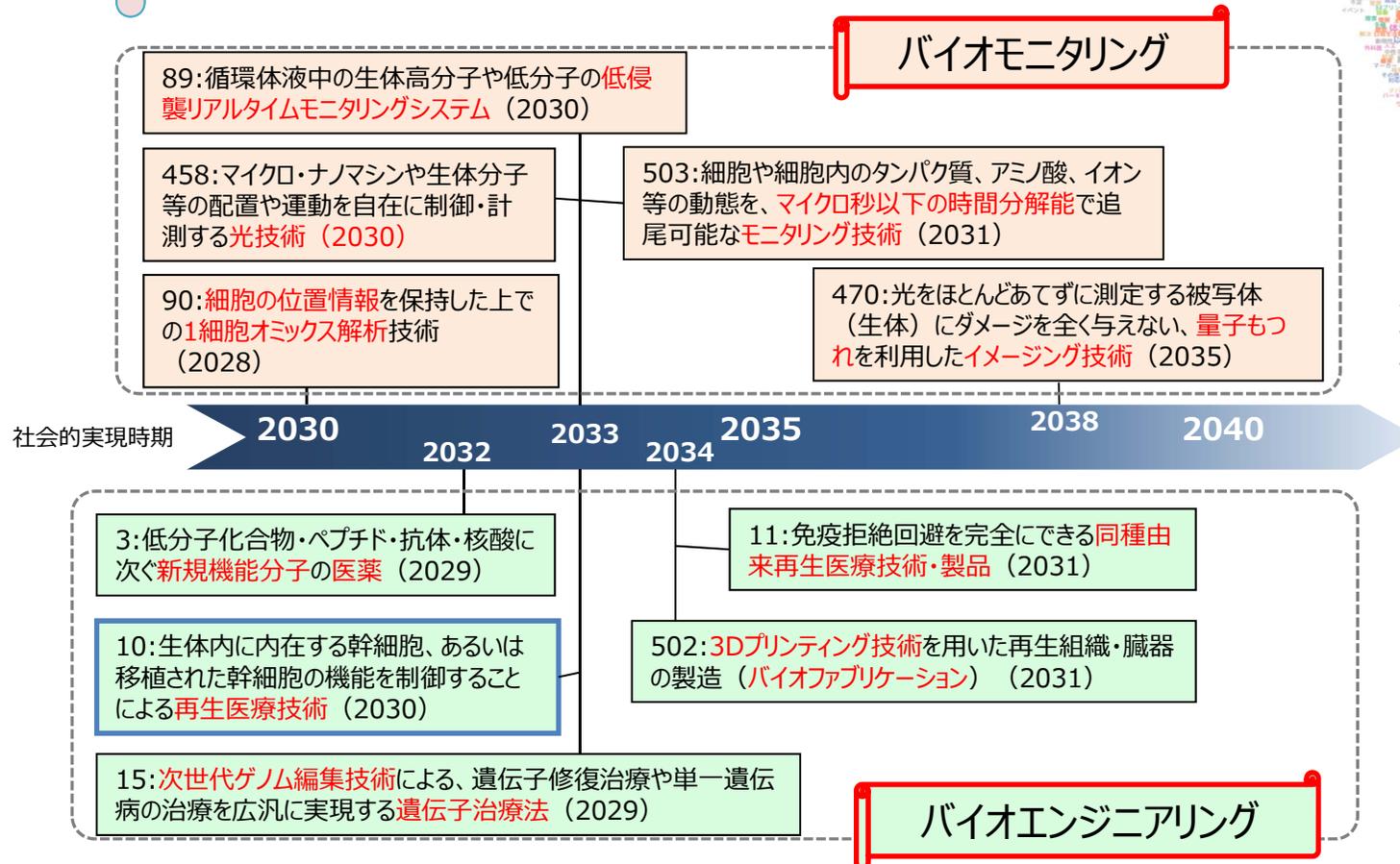
完全非侵襲・高感度・高精細・リアルタイムモニタリングにより、人の個体から組織・臓器、細胞、分子レベルにわたり生命現象を捉えることで、バイオエンジニアリングによる再生・細胞医療や次世代ゲノム編集技術による遺伝子治療のような高度医療の技術開発につながる科学技術領域

ワードクラウド



©NISTEP,2019

\*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



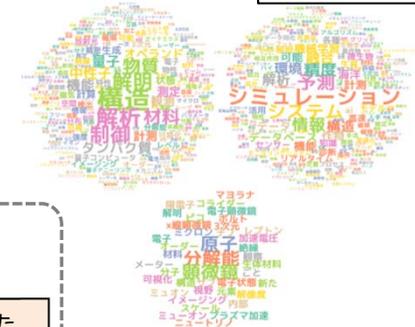
注：青太枠は、国際競争力0.5超の科学技術トピック（+2：非常に高い、+1：高い、0：どちらでもない、-1：低い、-2：非常に低い）。  
 注：年表は、社会的実現時期（実現された技術が製品やサービス等として利用可能な状況となる時期）による。各トピック文末のカッコ内は、科学技術的实现時期（所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期）。年は、いずれもアンケート結果の中央値。科学技術トピックの先頭数字はID番号。

# 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】

<基盤S&T>

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

ワードクラウド



©NISTEP,2019

高度計測技術（材料・農作物・生体）

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**（2028）

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**（2033）

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（2026）

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**（2031）



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**（2025）

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**（2028）

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**（2031）

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**（2029）

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、**タイラメド医薬品・化粧品等を開発する手法**（2031）

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**（2030）

先端計測とデータ科学の融合による解析の高度化

計算科学応用技術

注：青太枠は、国際競争力0.5超の科学技術トピック（+2：非常に高い、+1：高い、0：どちらでもない、-1：低い、-2：非常に低い）。  
注：年表は、社会的実現時期（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時期）による。各トピック文末のカッコ内は、科学技術的实现時期（所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期）。年は、いずれもアンケート結果の中央値。科学技術トピックの先頭数字はID番号。

8【自然災害に関する先進的観測・予測技術】

<地球・環境><人間・社会>

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

ワードクラウド



地震と火山の観測・予測

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 (2030)

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 (2028)

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 (2030)

629:日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうにない火山を見出すための切迫度評価 (2031)

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 (2037)



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 (2027)

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 (2027)

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 (2032)

512:予測と観測を合わせ、破堤を事前に察知する技術 (2028)

514:長期的な環境保全・維持管理を統合した河道設計技術 (2029)

風水害等の予測と国土の保全・設計

注：青太枠は、国際競争力0.5超の科学技術トピック（+2：非常に高い、+1：高い、0：どちらでもない、-1：低い、-2：非常に低い）。  
注：年表は、社会的実現時期（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時期）による。各トピック文末のカッコ内は、科学技術的実現時期（所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期）。年は、いずれもアンケート結果の中央値。科学技術トピックの先頭数字はID番号。

- ◆ 第11回科学技術予測調査結果を以下で御覧いただけます。

公表のお知らせ <https://www.nistep.go.jp/archives/42863>

総合報告書 <http://doi.org/10.15108/nr183>

デルファイ調査分野別速報

健康・医療・生命科学 <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.201>

農林水産・食品・バイオテクノロジー <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.202>

環境・資源・エネルギー <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.203>

ICT・アナリティクス・サービス <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.204>

マテリアル・デバイス・プロセス <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.205>

都市・建築・土木・交通 <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.206>

宇宙・海洋・地球・科学基盤 <http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.207>

「2040年に目指す社会の検討」報告書 <http://doi.org/10.15108/rm276>

「未来につなぐクローズアップ科学技術領域」報告書  
<http://doi.org/10.15108/dp172>