

文科省 戦略的調査分析機能に関する懇談会（第1回）

# 未来洞察に関する諸外国の政策上の取り組み

2024年5月2日

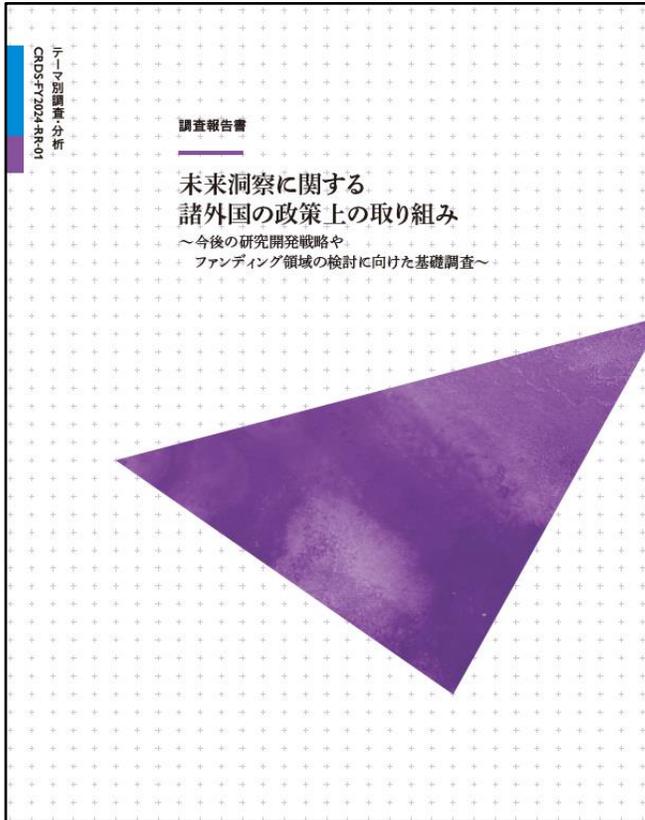
JST研究開発戦略センター（CRDS）  
フェロー 加納寛之



# JST-CRDSでの「未来洞察」に関する検討



報告書リンク



## 調査報告書

### 未来洞察に関する諸外国の政策上の取り組み ～今後の研究開発戦略やファンディング領域の検討に向けた基礎調査～

(2024年4月発行)

#### 問題意識

科学技術の発展や社会変革に関する兆候をいち早く捉えて政策や事業へどのように反映させるか

#### 調査手法

諸外国で政策上の取り組みとして実施されている未来洞察を対象に、文献や公開情報に基づくデスクトップ調査とインタビュー調査を行い、未来洞察の基本的な考え方、実施体制、活用事例、手法やプロセス、政策・事業への反映を可能にしている運営上の取り組みや工夫等について検討

#### 対象国・地域

欧州、イギリス、フランス、ドイツ、フィンランド、米国、カナダ、オーストラリア、シンガポール、インド、中国

- 目次：第1章 背景と目的  
第2章 諸外国の特徴的な取り組み  
第3章 重要なポイント・示唆  
付録 各国・地域の未来洞察の実施体制

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-RR-01.html>

# 1. 背景

# 今後の研究開発戦略の策定及びファンディング領域の検討に向けて

**背景**：技術革新が急速に進み、科学技術が産業構造や社会生活にもたらす影響が**広範かつ複雑**になっており、科学技術・イノベーション（STI）に関する**不確実性・複雑性・多様性**もより顕著になっている。

- ✓ 政策課題と解決手段の双方が不確実
- ✓ 複雑で動きが速い政策課題に対し既存の制度や体制では対応が困難
- ✓ STIに関わるステークホルダーの増加に伴う視点や価値観の多様化 等

新たな事態の展開やリスクが顕在化してからではなく、未来に対して想像力を働かせて、先を見越した取り組みを積極的に進めることがSTI政策に求められている。

研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定の検討をどのように進めるべきか？

**戦略的インテリジェンス**：政策形成や事業の企画立案にあたり、政策立案者が科学技術・イノベーションがもたらすインパクトに関する重要な側面や範囲、その将来の潜在的な展開を理解するのに役立つ知識・分析

参考：OECD 2023. Technology Assessment for Emerging Technology: Meeting New Demands for Strategic Intelligence, Policy Paper, No. 146.

具体的には以下のようなものが含まれる

- **科学技術の発展や社会変革の兆し**：新しい研究開発領域の萌芽的トピック
- **研究開発と社会実装に伴う顕在的/潜在的課題群**：経済・環境への影響、倫理的・法的・社会的課題、安全保障上の含意等

# 未来洞察の手法

- 戦略的インテリジェンス機能の強化・拡充に向けて異なる手法を組み合わせることで未来洞察が実施されている。

## 未来洞察の代表的な手法

### ホライゾン・スキャンニング

変化の兆候を発見するための探索

- 意思決定の支援（情報機能）と、スキャンしたデータを分析し新たな課題を創造（政策展開機能）する二つの機能
- 完全にオープンで探索的な活動、もしくは、プロジェクトやタスクの目的に基づいて特定の範囲の探索

### フォーサイト

将来の様々な可能性を想像・創造

- 新たな事態の展開に係る選択肢の幅広い検討と優先順位の設定、各選択肢の影響や可能性の評価
- 政策や研究、産業活動や社会の発展の影響の予測
- 経済的、技術的、社会的、生態学的な分野に選択的に焦点を当てたモニタリングや詳細な調査
- 望ましい未来と望ましくない未来の定義・定式化
- 参加者のモチベーションを高めながら、継続的に議論のプロセスを刺激

### テクノロジーアセスメント

科学技術と社会の関係を展望

- 技術発展の早い段階で将来の様々な社会的影響を独立不偏の立場から予見・評価
- 科学技術や社会のあり方についての新たな課題や対応の方向性を提示し、意思決定を支援
- 議会附属機関の活動として誕生・発展した経緯があり、議題設定に意思決定側の意向が反映される傾向が強い

### 手法間の関係

- ホライゾン・スキャンニングはフォーサイトの初期段階に該当
- ホライゾンスキャンニングが情報収集の側面が強く、フォーサイトは包括的かつ継続的なプロジェクトとして、情報をインテリジェンスへと変換し、利用者に対するセンス・メイキングまでを含む

- フォーサイトは技術予測から始まったこともあり、政策形成との直接的な結びつきはあまり意識されなかったが、不確実な未来に対する予測の限界、および、ありがたい未来に向けて科学技術や社会の駆動を目指す政策的需要の高まりをうけ、戦略的な推進が図られるようになる。

# 未来洞察のSTI政策への活用：課題起点/技術起点

■ 未来洞察は課題起点/技術起点に大別でき、政策形成で活用するにあたっては一長一短がある。

## 未来洞察（課題起点）

各セクターでのテーマに応じたスキャンニング

↓  
ビジネス、犯罪、モビリティ、農業 等

↓  
セクター横断的な検討

各セクターのフォーサイトを集約  
省庁横転的なフォーサイト活動  
知見を集約するプラットフォーム機能

↓  
シナリオの作成・開発

領域ごと/領域横断的に将来のビジョンづくりが進行  
**科学技術も重要な一要素**

↓  
省庁を超えたフォーサイトのネットワークでの検討

## 未来洞察（技術起点）

スコーピング

↓  
ロングリストの作成  
定量的分析：テキストマイニング等の手法  
定性的分析：専門家からのインプット

↓  
スキャンニング

新しい技術の芽や研究開発の兆候の特定  
関係する推進力, 成功要因, 阻害要因, 不確実性の検討

↓  
シナリオの作成・開発

個別の科学技術の観点から、その研究開発と実装に伴う  
顕在的・潜在的課題群の検討（経済・環境への影響、  
倫理的・法的・社会的課題、安全保障上の含意等）  
スキャンニングまでの検討を踏まえた仮説・論点の整理  
多様なステークホルダーを巻き込んだWS

STI政策に関わる様々な観点を踏まえ、より強固な仮説や政策的含意の検討を経たうえで、  
研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定等、各種政策・事業に反映

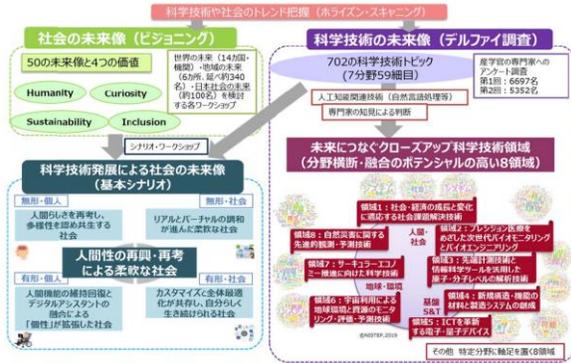
- 科学技術は社会課題解決やミッション実現の一手段であり、他の手段を含めた総合的な政策判断を促すことが可能
- × ゲームチェンジを起こす科学技術の芽の特定が目的ではなく、科学技術の発展を迅速に促すことに繋がらない場合も多い

- 新しい科学技術の芽を特定し、それに付随する様々な論点を把握したうえで、研究開発から社会実装までの道筋を描くことが可能
- × 科学技術のレンズを常に通すため、社会課題や社会変革を考えるにあたりスコープの幅が狭くなり重要な視点が抜ける可能性がある

# STI政策と関係の深い未来洞察を行っている国内の実施主体例

## ■ 国内でも未来洞察が様々な機関で実施されている。

### NISTEP 科学技術予測調査



### JST-CRDS 研究開発戦略の提言



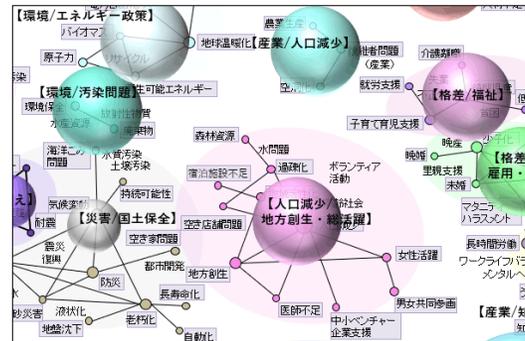
### NEDO-TSC 技術戦略の企画・立案

The screenshot shows the TSC Foresight website. The mission is to provide insights into societal changes and technological trends. The content includes 'TSC Vision', 'TSC Survey Analysis Report', 'NEDO Overseas Technology Intelligence', and 'NEDO Overseas Report'.

### 国立国会図書館 調査及び立法考査局 科学技術に関する調査プロジェクト

The screenshot shows the National Diet Library website. It describes the 'Survey and Legislative Research Project on Science and Technology' and provides information about the survey process and results.

### JST-RISTEX 社会問題の俯瞰調査



### 東京大学未来ビジョン研究センター 政策提言やワーキングペーパーの発行

The screenshot shows the University of Tokyo Future Vision Research Center website. It displays several policy proposals and working papers, including 'Global Commons Center' and 'AI Governance International Coordination'.

…他にも、省庁や自治体単位や研究活動の一環として様々な規模の活動が存在。民間企業の活動も活発に。

## 2. 諸外国の特徴的な取り組み (インタビューを実施した機関を中心にご紹介)

# 欧 JRC-Competence Centre on Foresight (CCFOR)

## 組織概要

- 2018年6月に発足。科学技術・イノベーションの将来動向に関する分析・知見の提供、分析ツールの開発、ツールの使用に関する助言やトレーニングコースの提供等を実施

## 目標

- 1. 構造的かつ継続的な方法で、新たな課題、変化の兆候、将来重大な影響を及ぼす可能性があるが感知されていない事象の特定とモニタリングにより、政策決定プロセスに先見的な観点の定着**
- 2. 未来志向の政策を支援するプロジェクト調査を行い、政策当局と予見プロセスを共同設計・実施**
  - 6ヶ月から24ヶ月の間、政策当局のニーズに合わせて、JRCの他のユニットや、必要に応じて外部組織との緊密な協力のもとで実施。
  - シナリオの開発、ビジョンの構築、デルファイ調査など、さまざまなアプローチを用いている。
  - 当センターが作成したツールを用いて、半日のワークショップから最長で3ヶ月間という短い期間で政策支援を実施。
- 3. 欧州委員会の戦略的フォーサイト活動への貢献**
  - 年次フォーサイト報告書の共同起草、戦略的フォーサイト・ネットワークへの事務局の提供、フォーサイト・ローリングプランの実施支援、フォーサイト・ニュースレターおよびブリーフィングの作成、ESPASネットワークの会議への参加など。  
European Strategy and Policy Analysis
- 4. 将来のフォーサイトに関する実践共同体の設立と活性化**
  - EUの政策立案のためのフォーサイトの推進と活用を促進し、新しいフォーサイトの手法に関する知識と経験を共有し、ベスト・プラクティスを反映・構築する

# 欧 JRC-Competence Centre on Foresight (CCFOR)

## 最近のプロジェクト調査の代表的なもの

### ■ Futures Garden – Blooming Seeds (フューチャーズガーデン)

- 架空の未来の人工物を用いて、インスピレーションに満ちたオルタナティブな未来のシナリオを創造。以下の2つのテーマを検討
  1. 未来の自分との付き合い方：個人・集団としての新しいあり方を探求し、自己内省や感情の共有を促す新しい実践やテクノロジーを検証する。
  2. 新しいスケールへの人間の知覚の拡張：非人間の知性やコミュニケーションの形態の豊かさを探求し、その独自の感覚世界への関心と理解を広げることで、人間中心の世界観から、地球上の生命をより深く理解する方向へと向かう。
- ホライゾン・スキャニングにより、**変化の芽**（異なる未来を形作る可能性のある、新しく出現しつつある科学的概念、テクノロジー、社会的慣行、価値観、行動様式等）を特定。市民や政策立案者等を**インタラクティブな体験**に参加させ、洞察や意見を収集

### ■ Towards a green and digital future (グリーン&デジタルな将来への移行)

- 環境的に持続可能なライフスタイルと経済への迅速かつ包括的移行と、そのためのデジタル技術の活用は欧州委員会の政治的優先課題
- **欧州グリーンディールの目標からバックキャスト**し、グリーンとデジタルの移行に関する新たな展開と落とし穴を検証
- 徹底的な文献調査、議論やワークショップ（**学术界、市民社会、行政、産業界から計200人以上が関与**）を実施

### ■ Open Strategic Autonomy (開かれた戦略的自律性)

- 2040年以降のEUのグローバルな地位を向上させるために必要な準備態勢を構築する方法を探索
- 欧州の既存の強みと改善点の分析に重点を置き、**地政学、テクノロジー、経済、環境、社会の5つに焦点を当て、新たな課題と将来の新たな展開を特定するフォーサイト**を行い、「先見的課題」の評価・優先順位付けを実施
- 欧州の関係機関（欧州委員会、欧州議会、欧州理事会、加盟国）のステークホルダーや専門家や、ESPAS（European Strategy and Policy Analysis System）のパートナーとの幅広い協議を実施

# 欧 JRC-Competence Centre on Foresight (CCFOR)

2018年より、新しい科学技術の芽の探索に関する定量的・定性的な手法開発に本格的に取り組む

## 定量的アプローチ

- 情報処理・処理の技術が向上したことで、論文や特許、申請書のテキストマイニングやビブリオメトリックス等を使ってweak signalやblind spotを定量的に把握する。
- シグナル間の相互作用や内的・外的整合性などの探索的な評価を繰り返すことで、未来に対するより精度の高い描写が可能になる。
- スキャンの結果を専門家にチェックしてもらい、予見された発展のスピード（萌芽的な技術の開発から普及までどのくらい時間がかかるのか、他のどのような技術にとって代わられる可能性があるのか等）の検討を行う。

## 定性的アプローチ

- Open & Collaborativeの要素(=透明性や様々な専門家の巻き込み)を重視
- 専門家のバックグラウンドの多様性を担保。専門性（人文社会科学も含む）、年齢やジェンダーの多様性に配慮。新しいテーマに取り組む新進気鋭の若手研究者も積極的に巻き込む。
- スキャンに関わる専門家の幅が狭いと、政治的に発言力のある研究者によってシグナルが都合よく解釈される危険性が高まる。

### 定量的・定性的アプローチ開発の背景にある考え方 (インタビューより)

フォーサイトが「未来を見通すもの」ではなく「可能性のある未来を思い描くもの」という共通理解を持っている。意思決定の根拠というより、重要な情報を残しつつ、複雑さを縮減し、意思決定を促すためのツールという認識。だからこそ、未来洞察のプロセスは、常に応答可能 (responsible)や省察的 (reflexive)な実践でなければならない。

# ANTICIPINNOV (新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング)

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## プロジェクト概要

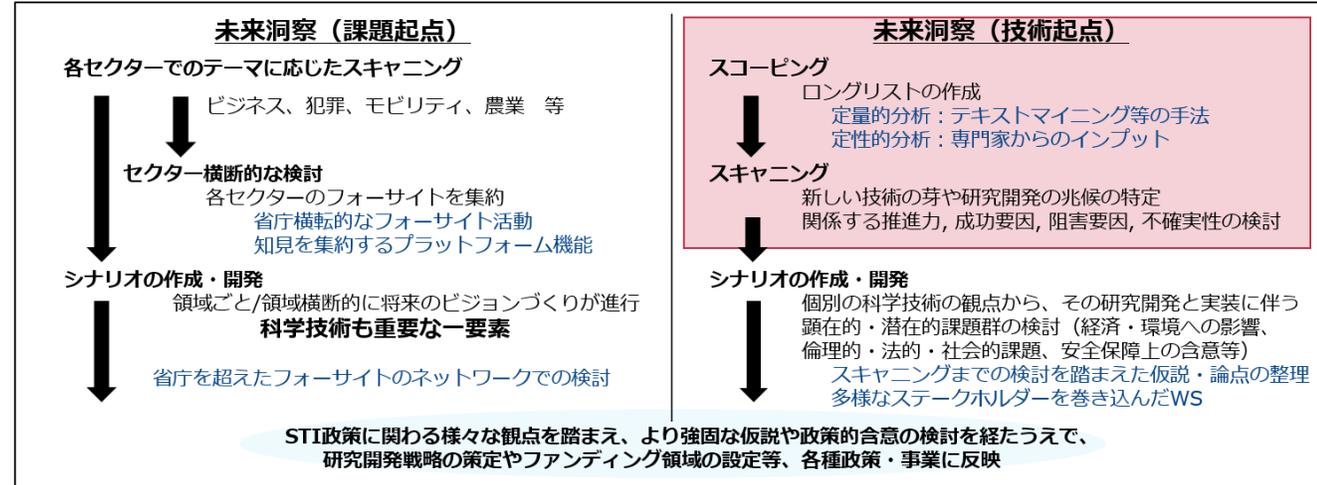
- 欧州イノベーション会議(EIC), 共同研究センター(JRC), EISMEA(SMEs Executive Agency)により共同実施
- 6つのポートフォリオの周辺で新たに生じている**新しい技術開発の兆候 (=シグナル)を特定・分析**
- 1年の検討を経て2023年10月に報告書を公表

## 6つのポートフォリオ

- **宇宙システム・テクノロジー** Space System & Technologies
- **量子テクノロジー** Quantum Technologies
- **農業・食** Agriculture & Food
- **ソーラー燃料・化学** Solar Fuels & Chemical
- **責任あるエレクトロニクス・アーキテクチャ** Responsible Electronics & Architecture
- **エンジニアリング・コンストラクション** Engineering & Construction  
(各ポートフォリオはEICのプロジェクトマネージャーにて選定)

## 検討プロセスの概要

プレWSの実施 (検討プロセス自体の検討) ➡ シグナルの検出 ➡ フィルタリング ➡ クラスタリング  
 ➡ WSでの検討・トップ10シグナルの選定 ➡ 駆動要因、促進要因、阻害要因の検討



技術起点の未来洞察のなかでも、**新しい技術の芽の探索**に焦点を当てた例

# ANTICIPINNOV (新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング)

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## ■ シグナルの検出：定量的手法の結果を、専門家によって検出されたシグナルと併せて参照

### ➤ データ、テキストマイニングによる検出

- PATSTAT (Patent Statistical Database), SCOPUS, ファンディングプログラムへの申請書 (不採用含む)を主に活用
- Innovation Monitoring (TIM) のプラットフォームツールを使用 (科学論文や特許の突然の増加にWeak signalが現れると仮定)
- WSに先立って、6つのポートフォリオごとにJRCの[CCTMDA \(Competence Centre on Text Mining and Data\)](#)がミニレポートを作成。

### ➤ 専門家からの聞き取り

- EICのPMがポートフォリオごとにシグナルの検出を専門家に依頼。トピックごとに40名程度
- 事前説明として、ホライズンスキニングの定義と目的、シグナルとそうでないものの定義、シグナルの発見例 (科学論文、カンファレンスの予稿集、技術・商業レポート、書籍、特許等) を伝達

## ■ シグナルのフィルタリング

- 上記の2つの手法で集められたシグナルは、シグナル間の関係性の評価、粒度の調整 (クラスター、サブクラスター化)、十分にクリアでないシグナルの排除が行われる。
- シグナルのリストはWSのバックグラウンド資料として事前配布される。WS参加者は事前にシグナルについて理解を深め、積極的に議論に加わることが可能に。

EIC PM PORTFOLIO	NUMBER OF SIGNALS FROM DIFFERENT SCANNING METHODS		
	Survey	Data mining	Total signals
Space - Workshop 1	54	-	54
Quantum - Workshop 1	50	-	50
Agriculture and Food	44	155	199
Space - Workshop 2	100	105	205
Quantum - Workshop 2	39	99	138
Solar Fuels	70	115	185
Responsible Electronics	41	74	115
Arch, Eng., Const.	28	63	91
Total	426	611	1 037

6つのポートフォリオを合わせて、計1000個程度のシグナルを抽出

# ANTICIPINNOV（新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング）

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## ■ シグナルのクラスタリング

- フィルタリングされたシグナルは、CCFOR、EIC戦略的インテリジェンスチーム、EICのPMによって分析され、グループ分けされた。
- グループ分けされた情報は、文献レビューに基づくクロスチェックが行われ、必要に応じて内容が補足された。
- クラスタリングされた情報のリストは参考資料として、各ワークショップの参加者に対して、バックグラウンド資料として配布された。
- ワークショップが比較的短期間で行われることに配慮し、クラスタリングは参加者が膨大で多岐に渡るシグナルを容易に理解することを目的に行われた。

EIC PROGRAMME MANAGER'S PORTFOLIO	INITIAL SIGNAL CLUSTERS
Agriculture & Food	Connectivity, digital & automation Nanotech & biotech Synergies and innovative business models New methods for sustainable use of resources Novel foods & health
Space Systems & Technologies	Satellite communications In-space solar energy harvesting for innovative space applications & innovative propulsion Space debris actions, in-orbit servicing, in-space assembly & manufacturing Launchers Enabling technologies Robotics Earth observation Exploration missions Microgravity
Quantum Technologies	Energy-efficient QT Machine learning/AI - quantum Semi-conductor fabrication for QT Photonics Quantum computing for chemistry
Solar Fuels & Chemicals	Multistep conversion Novel electrochemical devices Advances in photosynthetic devices Key enablers Sustainability
Responsible Electronics	Materials and processes for sustainable electronics Solutions to lower power consumption or heat conductivity Application-driven solutions Sustainability strategies
Architecture, Engineering & Construction	Planning and design Sustainability Materials and components Fabrication and assembly

各ポートフォリオの、クラスタリングされたシグナル

# ANTICIPINNOV（新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング）

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## ■ ワークショップのフロー

1. 事務局より趣旨説明、参加者の自己紹介、EICのPMによるポートフォリオに関する説明
2. 検出されたシグナルについての共有（スライド16 左図）
3. グループワーク（スライド16 中図）
  - ・ グループの人数は、参加者数の合計によるが、理想的な数は5～8名。
  - ・ ポートフォリオに最も関連があると思われる、新興技術、破壊的技術、イノベーションを10以上リストアップ。
  - ・ グループディスカッションを通じて、ひとつのシグナルに複数のシグナルが含まれている、新たなトピックがあるといった提案があった。
4. グループワークの全体共有（スライド16 右図）
5. ファシリテーターによる整理
  - ・ 各グループの報告を受けて、ファシリテーターが共通するトピックのシグナルの接続や集合を提案。グループで議論された類似のトピック間の接続は、全体討議の間、ホワイトボードに描かれ、ワークショップの参加者はそれを見ながら、コメントすることができた。
6. 優先順位付けの投票
  - ・ 同時に、ファシリテーターより、将来のEICの検討において今回の優先順位付けによって選ばれなかったトピックを完全に無視するわけではないことが明確にされた。
7. 投票結果に対する全体議論（スライド17）
  - ・ 投票結果に対して全員からのコメント。追加的な洞察、優先順位が低かったが意識に留めておいたほうが良いシグナルなどについて指摘があった。
8. フューチャートライアングルの作成（スライド18）
  - ・ ワークショップの最後のプロセス。優先順位の高いシグナルに限らず、科学技術・イノベーションの発展のための駆動要因、促進要因、阻害要因が検討された。
9. まとめ

WSには以下の属性を持った人々が参加  
研究者、スタートアップ設立者、  
企業・業界団体の代表、  
VC・投資家/エンジェル、インキュベーター、  
政策立案者

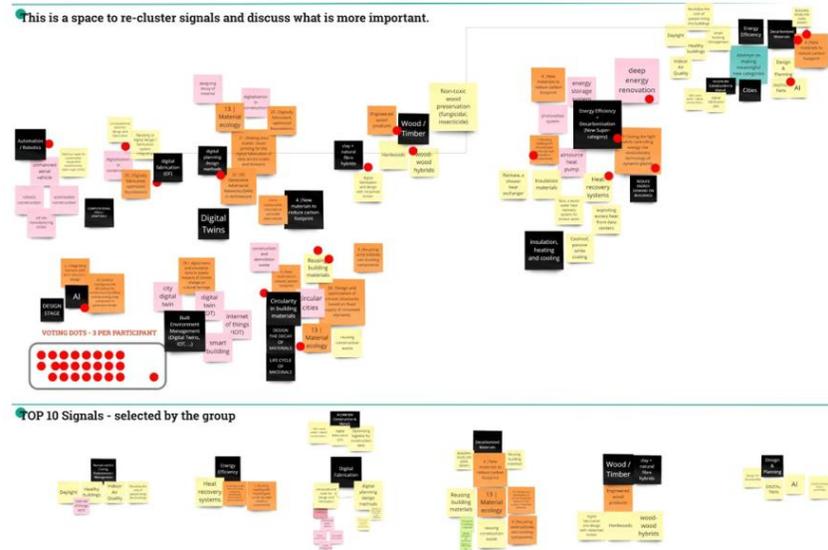
# ANTICIPINNOV (新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング)

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## ■ ワークショップのグループワークのイメージ

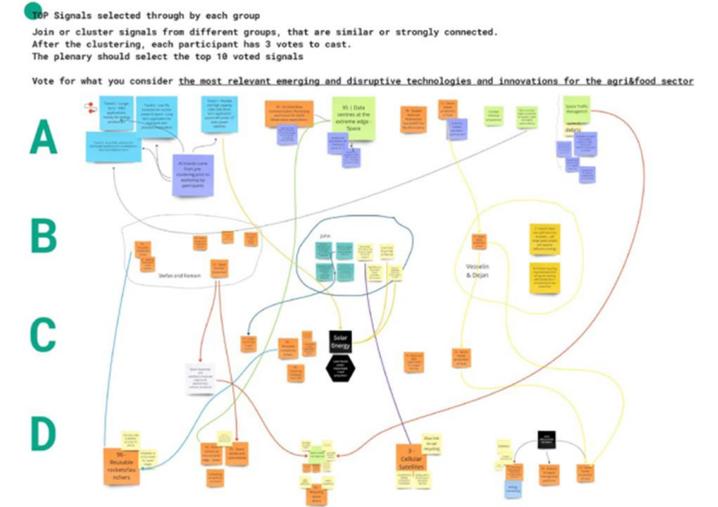


Responsible Electronicsのワークショップでのシグナルの共有・可視化



Architecture, Engineering, and Constructionのワークショップでのグループワーク

Figure 5 - An example of the plenary discussion findings at the Space Systems and Technologies workshop. The connection and aggregation of breakout group results is essential to the final stage of signal filtering.



Space Systems and Technologiesのワークショップでの全体ディスカッション

# ANTICIPINNOV (新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング)

Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

Table 1 - Priority signals identified for each of the EIC PM portfolios<sup>1</sup> following the Horizon Scanning process.

EIC PROGRAMME MANAGER'S PORTFOLIO	PRIORITY SIGNALS
Space Systems & Technologies	Workshop 1 The Port - A business platform in space Space debris recycling and refuelling 'User-driven' on-orbit servicing, assembly and manufacturing (OSAM) Thin film solar cells based on CIGS (copper indium gallium selenide) technology
	Workshop 2 Reusable rockets/launcher systems and components In-space solar Cellular satellites and modularity Data centres at the extreme edge AI and ML solutions for distributed systems and satellite constellations Space awareness and automated collision avoidance Space-based production of food and related life-sustaining technologies Orbital recycling
Quantum Technologies	Workshop 1 Error resilient quantum algorithms New types of qubits Quantum energetics Application of machine learning to quantum Enabling tech - scaling up capacity tools Linking quantum systems for advanced quantum network applications
	Workshop 2 Competitiveness in particular bridging research to industry Photonics Scaling up of quantum processors Novel qubits and novel qubit platforms Key European weakness: private/public funding Quantum algorithm and software testing Energy efficiency Machine learning and quantum Supply chain for QT
Agriculture & Food	Systems and solutions to support farmers' decisions Novel foods and biotechnology Precision nutrition Alternatives for antibiotics and fertilisers Agriculture contribution to energy production (green hydrogen, water reusing, ocean-based energy storage and desalination) Ecosystem restoration coupled with food production Waste-free farm Smart aquaculture
Solar Fuels & Chemicals	Interface engineering Scalability and application challenges CirculAIR fuels Stability of any CO2 reduction process Carbon efficiency in whole process cyanobacteria

EIC PROGRAMME MANAGER'S PORTFOLIO	PRIORITY SIGNALS
Responsible Electronics	Circular electronics New bio-inspired materials / semi-conductors Printed and flexible electronics technologies could become omnipresent High-performance, low-power materials/devices (and circularity) Technologies for next generation neuromorphic-type hardware and sensors' bioelectronic interfaces
Architecture, Engineering & Construction	Digital fabrication / accelerated construction & manufacturing/ robotic construction Bio-based materials - wood / timber, clay, and natural fibre hybrids AI combined with real-time monitoring Recycling for low carbon re-raw materials / decarbonised materials Human-centred: processes, tool, living environment, management Energy efficiency

## ■ 各ポートフォリオにて優先順位付けされたシグナル

- さらにワークショップの結果を分析し、各ポートフォリオに共通する4つの技術開発領域を特定
  - Robotics and automation
  - Artificial intelligence
  - Biomimicry and biological processes
  - Material sciences

# ANTICIPINNOV (新興技術と破壊的イノベーションの予見とモニタリング)

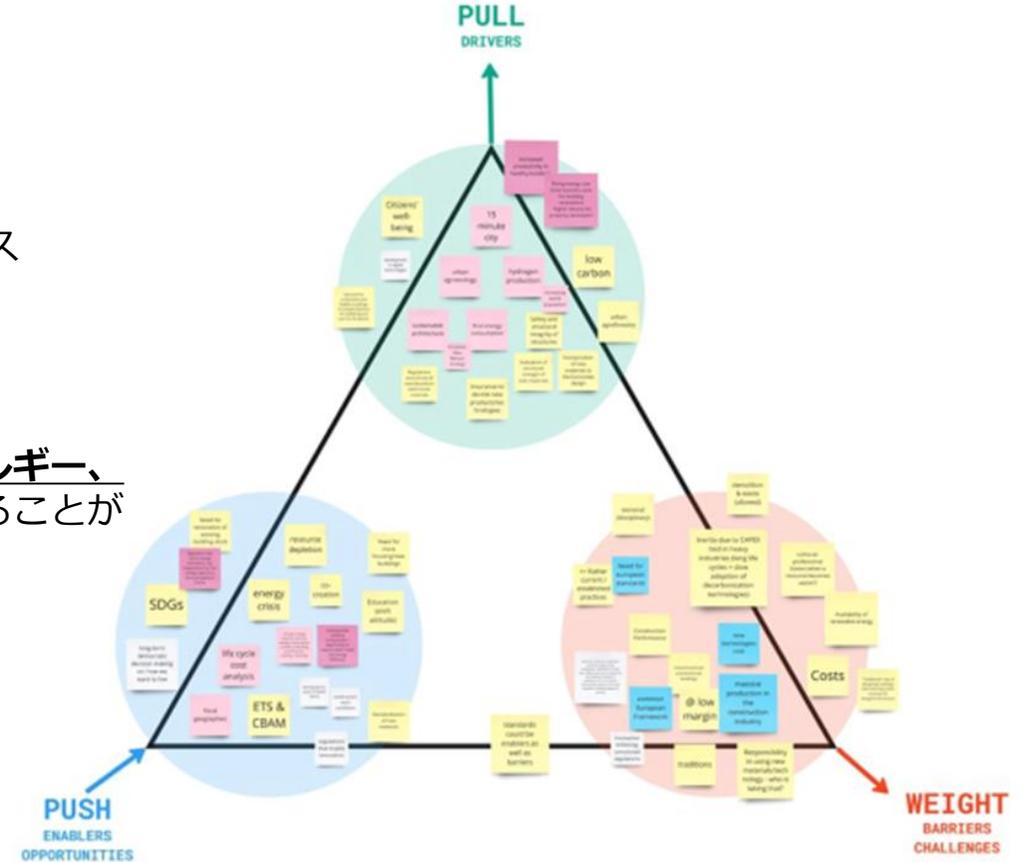
Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation

## ■ フューチャートライアングルの作成

- トップ10に選定されたシグナルに限らず、WSでの検討を踏まえて、**駆動要因 (Driver)**, **促進要因 (Enabler)**, **阻害要因 (Barrier)**を整理
- 各ポートフォリオで繰り返し言及されたもの  
**駆動要因:** グリーンディールと気候変動、戦略的自立性とエネルギーレジリエンス  
**促進要因:** 標準化、教育、スキル開発、法整備 (脱炭素など)  
**障害要因:** 原材料および資源へのアクセス、地政学的緊張、民間投資の不足
- 各ポートフォリオでの試行を横断的に検討した結果、**サステナビリティ、エネルギー、スケーラビリティ**がイノベーションエコシステムの新たな展開と課題に関係することが判明

### プロジェクト全体に関わるポイント

- 専門家による貢献だけを重視したプロセスは導入しない
- 8カ月かけて外部の専門家も踏まえていくつかのシナリオを作成
- その間、政策立案者に対し、プロセスで得られた知見を絶えずインプット



# 英 Innovate UK (UKRI)

## 組織概要

- 科学・イノベーション・技術省（DSIT）所管の英国研究・イノベーション機構（UKRI）の一組織であり、主に産業界や企業の活動を対象に、科学技術の研究開発・商業化、地域還元の助成・支援を行っている。
- UKRIに統合される以前のTechnology Strategy Boardの時代からホライズンスキヤニングを実施。その成果をファンディングプログラムに活用。

## Innovate UKにおけるホライズンスキヤニングの概要

- 今から5年後の短期間の中で直ちにサポートすべきビジネスの検討から20年先を見越したイノベーション戦略の検討までを行う。 ➔ **20年後を見据えた検討を実施し、2023年末に“50 Emerging Technologies”を発行**
- イノベーションやビジネスの観点からホライズンスキヤニングを行うが、研究開発の戦略の検討と重なる部分が多い。ホライズンスキヤニングに従事する人数が少ない分、BBSRC (Biotechnology and Biological Sciences Research Council) 、 Arts and Humanities Research Council (AHRC) など、異なる分野の人々の話にアクセスできる環境を維持。情報交換や連携を活発に行う。
- ホライズンスキヤニングに従事するメンバーのバックグラウンドは多様（石油会社で働く傍らエンジニアの学位を取得、英国大手通信企業British Technologies退社後、未来技術コンサルを企業、アーティスト、ロケットサイエンティストなど）
- 科学技術と社会の動向を把握するという点で、年々、他の機関が注力する範囲と重複することが多くなっている。実際、所管先であるDSITだけではなく、他の省庁からも年々ニーズが高まっている。

# Innovate UK's 50 Emerging Technologies

## プロジェクト概要

### ➤ スコーピング

- 2040年以降、英国経済にとって重要になりそうな新技術は何か？

### ➤ 情報収集

- 専門家へのアンケート、意見交換
- 既存の技術スキャンのレビュー

### ➤ フィルタリングの方法

- 新しいアイデアを既存のデータと組み合わせる
- 本当に新しいか、英国内に専門知識を持つ人はいるか、などを検討しリストを作成

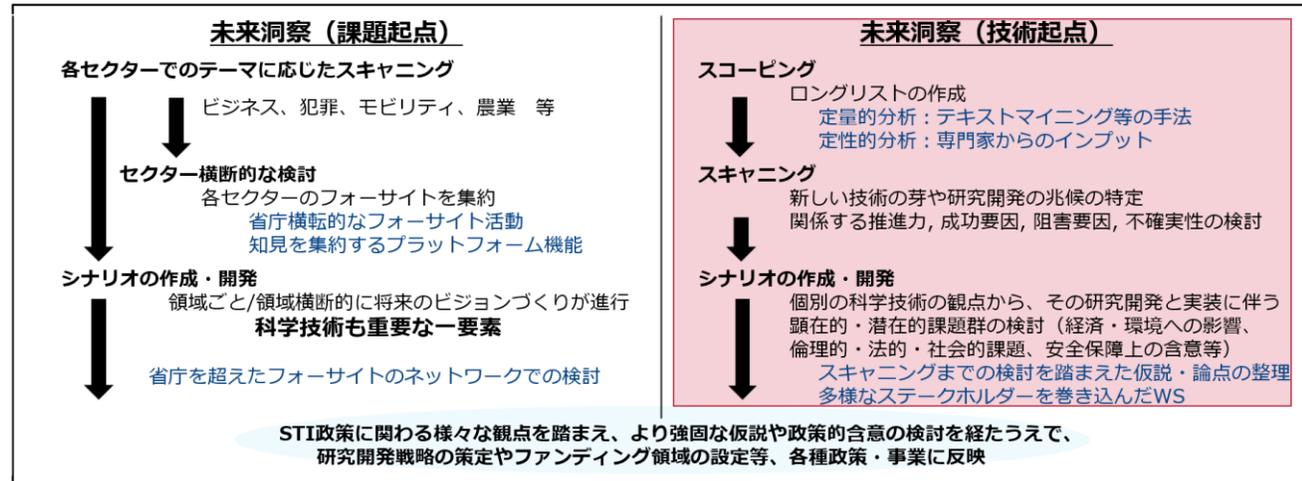
### ➤ 分析・レポート作成

- 30以上の指標を使用して、リストの中身を比較

### ➤ アウトリーチ

- 調査結果の共有
- 所管省庁に限らず、英国内の官公庁、産業界からフィードバックを集めている。

(例 Department for Work and Pension 等)



## 重要な新技術の特定と、その影響について探索した例

<p><b>AI, Digital and Computing Technologies</b></p> <p>"It moves us towards computing that mimics human brain processes."</p>	<p><b>AI emotion and expression recognition</b></p> <p><b>What is it?</b> Developing AI that recognises and interprets human emotions.</p> <p><b>Why is it interesting?</b> Can you imagine if email alerts and human work seamlessly together? What can AI and Alexa assist us in more than simple tasks?</p> <p><b>Benefits:</b> AI can recognise our emotions and offer assistance, companionship or alert medical professionals when we need help.</p> <p><b>How could it change our lives?</b> A new type of computer, only positive impacts, improving our daily lives in areas such as care and companionship. Development with strong ethical considerations will open up endless opportunities.</p>	<p><b>Artificial general intelligence (AGI)</b></p> <p>As an example of learning, intellectual tasks as humans are with the flexibility and resourcefulness of human intelligence, capable of producing new ideas.</p> <p><b>Why is it interesting?</b> AGI enables machines to learn, learn, create and perform as humans do. It will help us explore the creative abilities of AI and understand the increasingly "natural" interactions between humans and machines.</p> <p><b>How could it change our lives?</b> AGI could help us answer questions about what it means to be "human". We are always looking to see if we are interesting with intelligence of humans? Will that matter? Will the answers tell change our lives in ways we don't yet expect and cannot yet foresee?</p>	<p><b>Biologically inspired AI</b></p> <p><b>What is it?</b> It springs from the idea that intelligence emerges as a result from cells, tissues, and societies as it does from evolution and learning. Traditionally, AI has tried to reproduce human abilities, however appropriate data inspiration from biological structures that can organise themselves. These include evolutionary computation and electronic, artificial neural networks, immune systems, bio-inspired and swarm intelligence.</p> <p><b>Why is it interesting?</b> It moves us towards computing that mimics human brain processes, potentially allowing creative behaviour by machines. It could provide new algorithms for planning, remembering and visual stimulation.</p> <p><b>How could it change our lives?</b> It could accelerate the development of AI and enable things that otherwise wouldn't be possible. It will likely inform us about how our world functions.</p>
--	--	---	---



<https://www.ukri.org/publications/insights-report-innovate-uks-50-emerging-technologies/>

# Innovate UK's 50 Emerging Technologies

## 分析・評価

- Innovate UK自体は最小限のチームで運営されており、関連する委員会やUKRI内部で形成してきたホライゾン・スキャンニングのネットワークを活用して以下の評価を実施

### 5つの主要な評価項目を設定

#### タイミング: Timing

- 準備はできているか、どうして今投資が必要なのか？

#### 追加性: Additionality

- 国として支援すべきか、しなければいけないか？  
(民間投資の状況を踏まえる)

#### 実現可能性: Capability

- 実現可能か？それを判断できる専門家が英国内にいるか？

#### 機会・好機: Opportunity

- 市場が成長する見込みはあるか？規模は？

#### 社会的インパクト: Social impact

- 社会に恩恵を貰うか？

(経済的利益だけではなく、社会的利益との比較考量を重視)

### 各主要評価項目に対し、4~8のサブ評価項目を導出

3分の2が定量的評価、  
残り3分の1が定性的評価

### 複数要因決定マトリックスに入れて、重みづけを実施


必ずしも評価点が高くないが、ブラックスワンにも着目。全体を考慮し、人の判断によって評価される部分を残している。

# Innovate UK's 50 Emerging Technologies

## 50の科学技術のリスト

AI, Digital and Computing Technologies	Advanced Materials and Manufacturing	Electronics, Photonics and Quantum Technologies	Energy and Environmental Technologies	Biotechnology	Health and Medical Technology	Robotics and Space Technologies
AI emotion and expression recognition	4D printing	Alternative and novel semiconductor systems	Cross-linked polymer recycling	Artificial cells and artificial life	Adult stem cell generation	Fully autonomous vehicles
Artificial general intelligence (AGI)	Biomimetic materials	Emerging microscopy techniques	Gridscale wireless energy transmission and charging	Bacteria and microbe manufacturing	Fluxomics	Nanoscale robotics
Biologically inspired AI	Nanoparticle manufacturing	Hyperspectral imaging	Hypersonics	Biocatalytic membranes	Anti-ageing drugs	Robotic off-world manufacture
Brain machine interface (BMI) technologies	Metamaterials	Millimetre wave and terahertz technologies	Novel propulsion or ion based propulsion	Bioelectronics and electroceuticals	Antibiotic replacements	Soft robotics
Quantum algorithms		Photon generators	Novel hydrogen production and storage technologies	Hybrid microbe biotechnology	Microbiome therapeutics	Space nuclear power and novel space propulsion systems
DNA data storage		Post-quantum cryptography	Novel negative emissions technologies	Programmable cells	Personalised RNA therapeutics	Very low earth orbit (VLEO) satellites
New computing models		Room temperature superconductors	Nuclear fusion	Biofabrication in tissue engineering	Phased genome assembly tools	
Novel immersive interfaces			Space-based solar power		Sensation detection implants	
					Whole body-on-a-chip device	

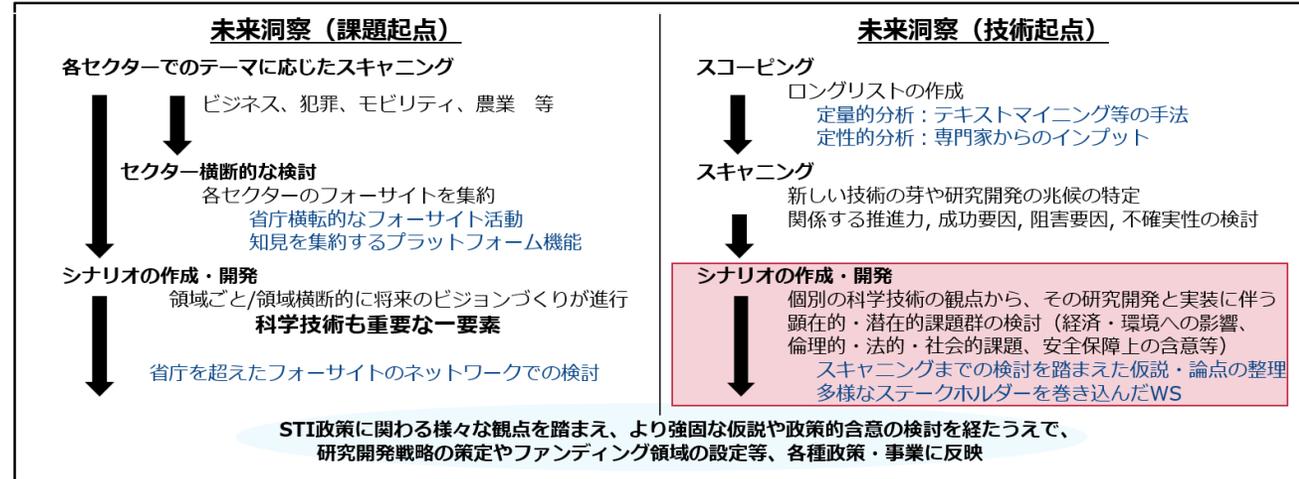
### レポートの結論にある注:

- 将来を正確に予測することは不可能である。可能なのは、傾向を推定し、専門家の分析と組み合わせて、さまざまな可能性のある未来を想定することだけである。
- 本書は、興味深いテクノロジーの一部についての我々の見解を示したものである。必ずしも当機構が援助することを意図している技術のリストとして解釈されるべきではない。

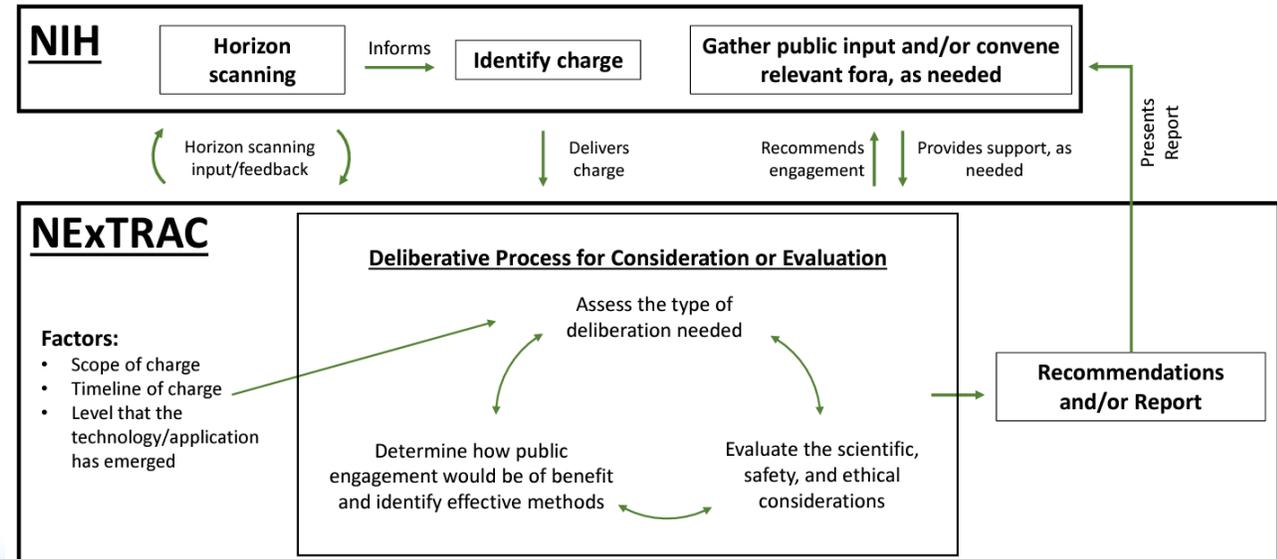
# 米 NIH-NExTRAC (Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee)

## 組織概要

- NIH長官に勧告を行う連邦諮問委員会であり、**新興バイオテクノロジーに関連する安全性や倫理的・社会的な問題を議論するための公開フォーラム**。2019年に設置。
- 既存のバイオセーフティやELSIに関するガイダンスの妥当性を検討。**NIHが助成する研究の潜在的な影響を早期に把握**。
- 社会との対話を重視**。Engage ワーキンググループを設置し、NIHが資金提供する研究のデザインと計画、研究結果の普及において、一般市民の声を取り入れるためのビジョンと枠組みの策定を決定。2025年夏までに取りまとめ予定。
- 遺伝子ドライブ（2021年9月）、生命医学研究におけるデータサイエンスと新興技術（2023年9月）に関する報告書を発行



機関のミッションに応じてオープンな探索が行われないこともある



# 米 NIH-NExTRAC (Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee)

## ■ NExTRACでのホライゾン・スキヤニングの概要

### 技術の芽や応用の可能性を先を見越して特定

- **ホライゾンスキヤニングの対象・注意事項**
  - NIHのミッション領域、あるいは関連する新たなバイオテクノロジーとアプリケーションを特定
  - 以前は別々であった技術や区別されていた技術が収束 (convergence) する前兆を探索
  - 対応を要する問題に関する早期指標を検討
  - 多様なグループからのインプット
- **ホライゾンスキヤニングのプロセス・注意事項**
  - これまでの研究を統合・構築し新たな技術・研究やギャップを検出。反復的に実施
  - 戦略的な重要分野を継続的な探索と単独のプロジェクトの設計の両方を含む。
  - バイアスの影響を認識し緩和する。
  - 適切な時間軸 (5~10年) を訂正する。
  - 手法自体を定期的に検討する。
  - 審議会の意見はインプットのひとつではあるが唯一ではない。
  - **ポートフォリオ分析室だけではなく、各センターが“what’s happening across science”を考えている。**

### 決まりきった手順はなく アプローチを柔軟に組み合わせる

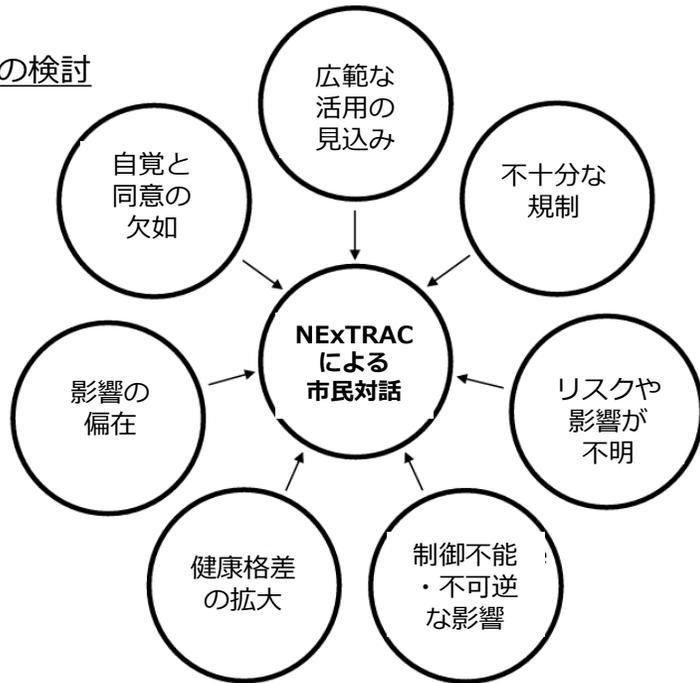
	種類	注意事項
情報源	信頼できる様々な情報源を柔軟に活用	情報源の信頼性を可能な限り確認
	多様な意見の集合	
フィルタリングの手法	<b>定性的アプローチ</b> 例：ポートフォリオ分析やFunding programへの提案書	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 定量的アプローチでは、の段階で人間による入力が必要となる場合がある。</li> <li>• フィルタリングのための適切な基準と方法を特定</li> <li>• 様々な情報源からのインプットを収集するために適切なパイプラインを特定</li> </ul>
	<b>定性的アプローチ</b> 例：委員会への意見照会やワークショップ	

# 米 NIH-NExTRAC (Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee)

## ■ NExTRACでのホライゾン・スキャンニングの概要

### ワークショップにて パブリックエンゲージメントを重視

遺伝子ドライブの検討



- 既存の原則やガイダンスとのギャップを埋めるための枠組み
- すべてを網羅するものでも、優先順位を付けるものでもない。
- チェックリストとして使用することを意図していない。

### 外部機関と連携し必要なノウハウを学習

- 多様なコミュニティと繋がりがあり、ファシリテーション能力をもつ企業（現在はPyxis Partners）と協働。
- 参加者にとっての利益は何か、NIHが何にどのように配慮をしているか、コミュニティを尊重しながら関わっていきけるのかを丁寧に説明。
- 多様な意見や専門家の関与を必要とする問題を特定できるように草案を作成。参加者が意見を考えられるように事前公開。
- 参加者からのフィードバックを活かし方法論を洗練。外部機関を介さない繋がりを生み出す契機をつくる。
- NIHには27の研究所があり、各所で独自の手法を用いながら市民とコミュニケーションをとっている。その優れた手法を研究所間で共有し、互いに知見を提供することで、さらに洗練する。

# 生物医学研究における新興技術とデータサイエンス

## プロジェクト概要

### ➤ 背景

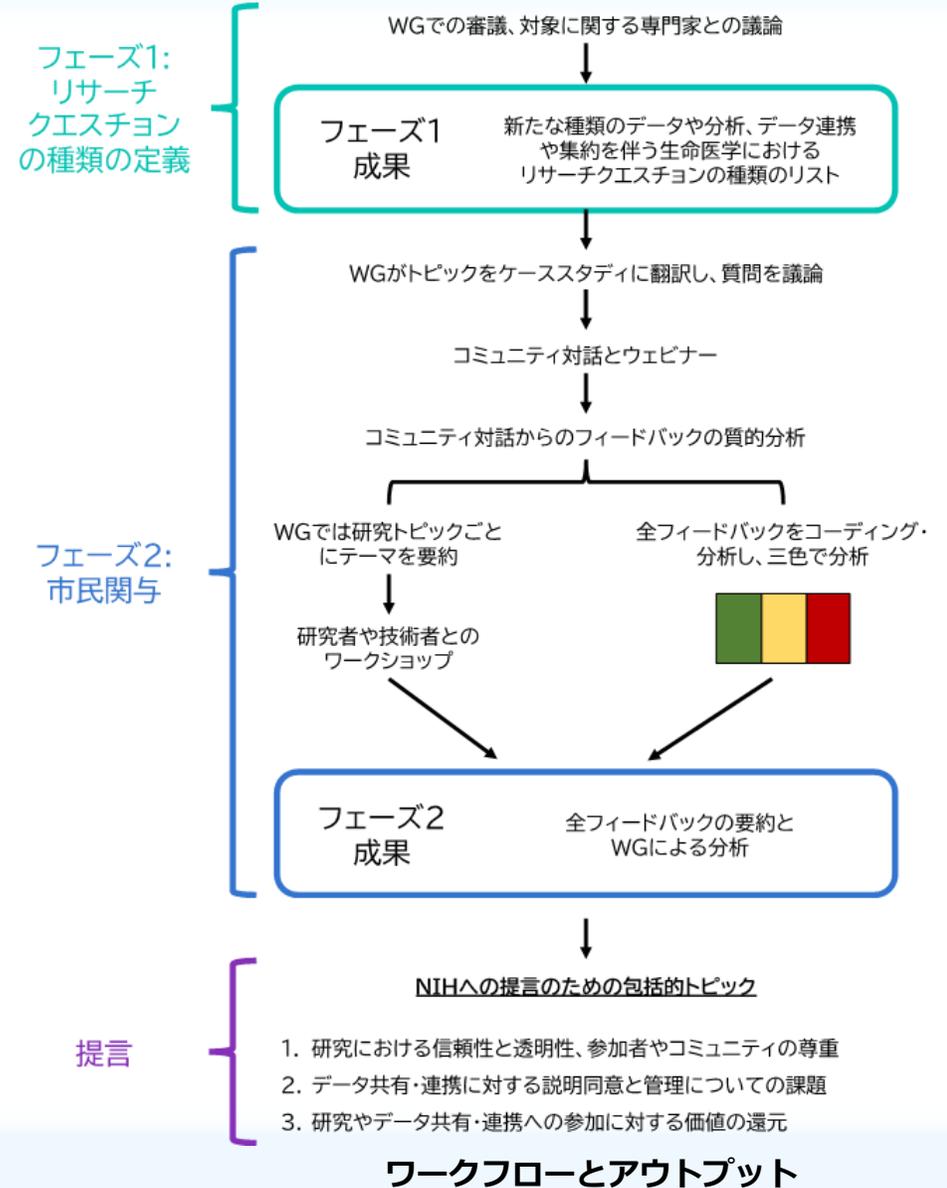
- データサイエンスの進歩は、ヒトの健康と疾病の理解を深める上で大きな可能性を秘めている。その一方で、データサイエンスの応用は、研究参加者の自律性、プライバシー、あるいは生物医学研究に参加する研究参加者の尊厳を損なう可能性もある。

### ➤ 目的

- 新興技術によって扱われる可能性のある、個人に関するデータの緻密化と集約化を必要とする研究課題の種類を定義し、その特徴を明らかにする
- 上記で定義された研究課題及びテクノロジーについて、利害関係者と協議し、個人、集団、社会にとっての価値と潜在的な影響について議論し、評価する

### ➤ 実施プロセス

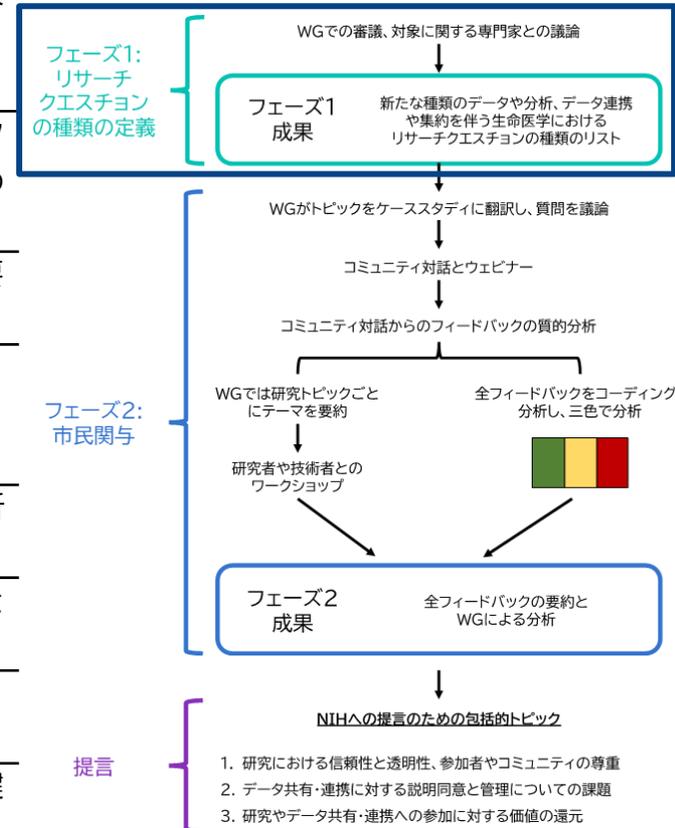
- データサイエンス・新興技術ワーキンググループ（WG）をNExTRACに設置。WGの任務は、**リサーチクエスチョンの特定**（右図フェーズ1）と、それに関連する**一般市民との対話**（右図フェーズ2）



# 生物医学研究における新興技術とデータサイエンス

## フェーズ1：リサーチクエスチョンの特定

研究トピックの分野	リサーチクエスチョンの種類
<b>データ：</b> 従来の医療システム以外からの新規データの利用	個人、家族、集団、公衆衛生レベルにおいて、健康に関連する問題の研究や健康リスクの予測に、従来の医療システムや研究環境以外から収集された個人の健康データ（例えば、フィットネストラッカー、アプリ、ソーシャルメディアへの投稿など）はどのように利用されているのか？ 健康に特化した情報源ではない他の消費者やライフスタイルのデータ（例えば、家庭内のセンサー、クレジットカードや消費者のポイントデータ）は、健康に関連した疑問の研究や健康リスクの予測にどのように利用できるか／利用すべきか？
<b>アルゴリズム：</b> モデルやアルゴリズムの利用	より良いリスク予測と予測アルゴリズムの開発を可能にするために、健康データを健康の社会的決定要因（SDOH）に関するデータとどのように統合できるか／すべきか？ 人工知能（AI）、自然言語処理（NLP；ChatGPTのような大規模言語モデルを含む）、機械学習（ML）、自動画像解析などのコンピュータベースのアルゴリズム技術は、生物医学研究や健康上の意思決定においてどのような役割を果たすのか？ 医療システム（電子カルテ（EHR）、健康保険データ、薬局のデータなど）に蓄積されたデータを分析し、患者の症状や病気の分類に関する洞察を得るために、NLPをどのように導入できるか／すべきか？
<b>統合：</b> 複数のソースからの別々のデータセットのデータ連携と集約	異なる国や医療システムからのデータを集約し、リンクし、集団間で共有できるように、データ形式を標準化する機会、あるいは標準化技術を導入する機会はあるか？ どのような異種の（そして潜在的に相反する）データセット（例えば、ゲノミクス、プロテオミクス、臨床情報、臨床画像）を（自動化された）データ集約によって連携し、結合することができるか？ どのようにパーソナルヘルスライブラリを用いて、複数の異なるデータストリームにまたがる個人の健康情報を結合し、健康アウトカムに情報を提供することができるか／すべきか？ 精密医療と公衆衛生のために、複数の情報源から、異なる識別子を持つ個人のデータを結合するために、プライバシーを保持した記録連結（PPRL）はどのように利用できるか／利用すべきか？ 研究の背景（臨床と公衆衛生など）や参加者の同意状況は、データ連結や集約にどのような影響を与えられるか／与えるべきか？



# 生物医学研究における新興技術とデータサイエンス

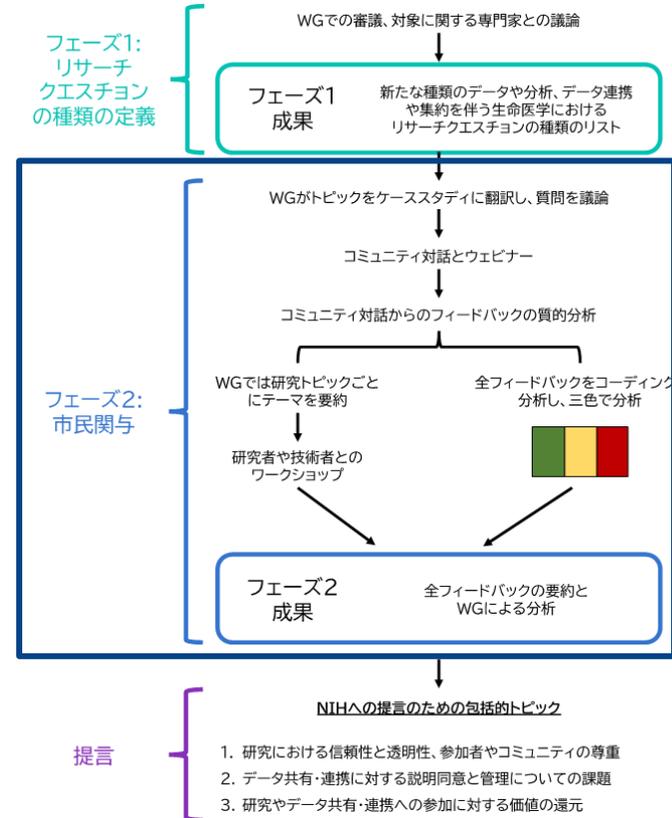
## フェーズ2：一般市民との対話

### 概要

- WGの取り組みを促進するため、NIHは全米の地域社会の人々との対話を支援し、話題性や親近感のある事例研究に対するフィードバックを求めた。WGはNIHに対し、生物医学研究において歴史的に疎外されてきたコミュニティのメンバーも、これらの対話に参加するよう意図的に要請した。
- 直接集まって実施された対話も6回実施され、それぞれ4時間に及んだ。比較的少人数（～25人）で行われ、ディスカッションを促進するための分科会が設けられた。ファシリテーターは、テキスト、イラスト、文章など、複数の形式で提示されたケーススタディを通して、コミュニティのメンバーをリードした。
- WGの要請により、農村部の医療団体、希少疾患ネットワーク、アメリカ・インディアン及びアラスカ先住民のグループを対象に、同様の議題で対話の機会が設けられた。

### 一般市民との対話からのレッスン

- データ共有・連携の取り組みに対する地域住民の支持は、データの受け手が信頼に足る人物かどうか、個人とコミュニティに大きな見返りがあるかどうかによって左右される。
- 多くの人々が、インフォームドコンセントのプロセスを変更することで、自分のデータがいつどのように使用されるのか（最初に収集されたのが研究目的であれ、その他の目的であれ）をより深く知ることができるようになることを望んでいる。さらに、一部の個人は、自分自身に関するデータの使用について、さらなる管理を望んでいる。
- 多くの人々が、NIHでの3つの研究テーマにおけるデータの新規利用について支持している一方で、研究データの利用についてより透明性を高め、安全性について安心感を与え、研究に参加することがリスクに見合うだけの追加的な利益をもたらすことを望んでいる。



## GAOの組織概要

- 連邦予算の支出や政府機関の活動を監査する議会の付属機関。
- 2002年よりTAを本格的に実施し始め、2019年より議会がGAOに対し科学技術に注力する事務局の設立を要請。TAの件数を増やすと共に分野横断的な技術監査を立法府の依頼で実施
- GAOの権限で幅広いTAを実施することが可能  
↔ OTA (Office of Technology Assessment, 1972~1995) では政府の合意の下でのみTAを実施
- GAO全体で150人ほどのスタッフがTAに従事。OTAのスタッフ数より多い。2024年末までに200人まで増員予定
- 国際的なTAネットワーク：European Parliamentary Technologies Assessment (EPTA) の一員

## GAOでの未来洞察の概要

- 技術orientedと課題orientedの両方を行っている。前者は、技術に焦点を当てながらどのような社会になるのかを予測する。後者の場合は、社会問題を設定し、それを解決するために何ができるかというスタンスで検討を行う。
- 科学技術の芽を探索することはしていない。ホライズンスキヤニングを通して、注目すべき・警戒すべき技術が特定されることもある。
- 新興技術のリストを作成する形式的ではない。スタッフの個人的関心や考えていることをテーブルに並べていることから始める。

## 2018年 戦略的フォーサイトセンター (Center Strategic Foresight: CSF) 設立

- GAOの戦略計画・対外連携部 (Office of Strategic Planning and External Liaison) 内で運営
- 現在～将来の連邦政府の機関やプログラムに影響を与える傾向を分析することが役割 (科学技術に限定しない)
- 2022年に政府と社会に影響を与える12のトレンドを特定

国家安全保障： 世界と国内の脅威	財政の持続可能性と債務	壊滅的な生物学的インシデント に備える	人種・民族格差
科学技術とイノベーション経済	デジタル化が進む世界における 安全保障への影響	働き方と働く場所の変化	グローバル・サプライチェーン の将来
教育におけるオンライン学習と テクノロジー	進化する医療技術	持続可能な開発	進化する宇宙環境

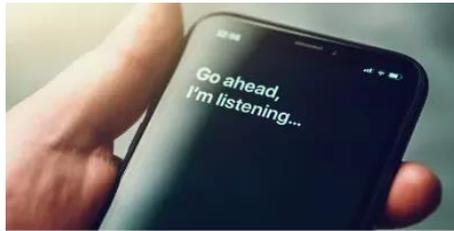
## 2019年、議会の超党派からの支持を得て科学技術アセスメント・分析チーム（STAA）を立ち上げ

- これまでのGAOによるTAとは異なり、議会に対する政策オプションの作成まで含むアセスメントを実施
- TAに専従する50名程度のメンバーがチームに在籍
- GAO内外の他のTAコミュニティと連携。科学技術トレンドについて共同でレポートを作成

成果物・サービス	期間	例
科学技術スポットライト	4～6週間	超音波兵器、オピオイドワクチン
評価・証言	2週間～2年	バイオディフェンス、量子コンピューター、合成生物学
テクノロジーアセスメント	8～16カ月	灌漑農業、人工知能
科学技術ホライズンスキヤニング	継続的	ディープフェイク、5G、細胞農業

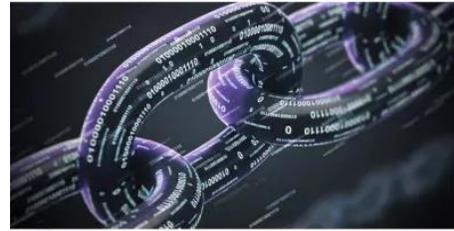
### GAOの未来洞察活動

### GAOのスコープ



Source: DeoMyzy/stock.adobe.com

AI・自動化・機械学習



Source: denismaglov/stock.adobe.com

ブロックチェーン・分散型台帳技術



Source: Sergey Nivens/stock.adobe.com

BCI・ゲノム編集・拡張現実



Source: Eas Meehan/stock.adobe.com

クライメイトテック



Source: Daniel Jepsura/stock.adobe.com

ヘルステクノロジー



Source: Maxai Tanonit/stock.adobe.com

兵器技術

# 持続可能な化学

Chemical Innovation: Technologies to Make Processes and Products More Sustainable

## プロジェクト概要

### ➤ 背景

- 化学産業は米国GDPの25%以上を支えており、化学プロセス・プロダクトのライフサイクルについて、より思慮深い設計と評価が必要
- 持続可能な化学を実現に関する機会と課題、連邦政府の役割を探るためTAを2018年に実施。

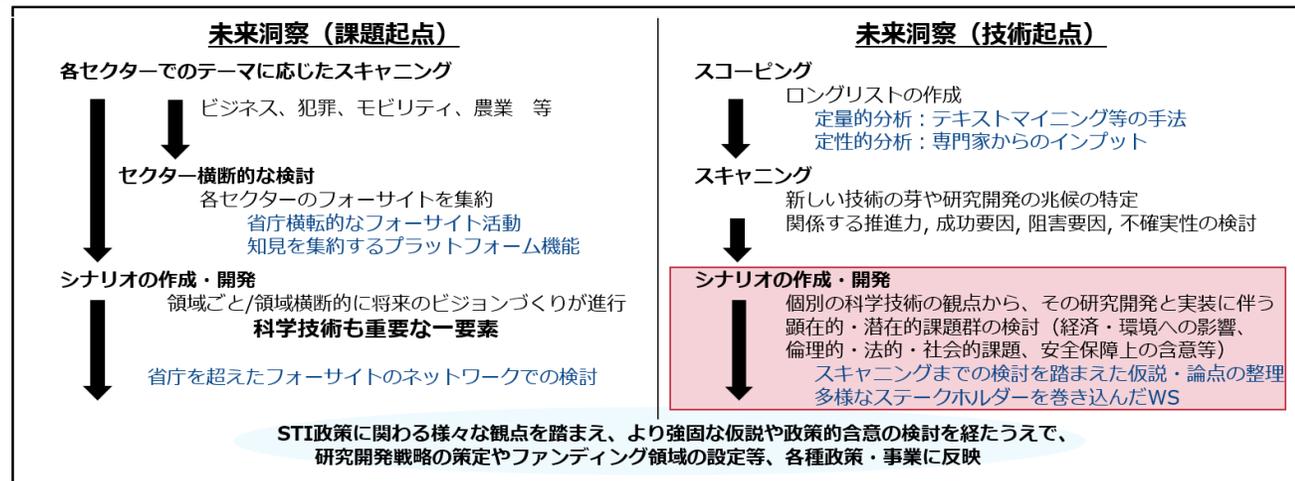
### ➤ 実施プロセス

- 関連する科学技術に関する文献調査とステークホルダーの特定を行ったうえで、3つのテクノロジーカテゴリー（触媒、溶剤、連続生産）を評価対象として選択
- 政府、学术界、産業界などの様々な分野のステークホルダーにインタビューを行い、専門家会議を開催し、戦略的な方向性を特定

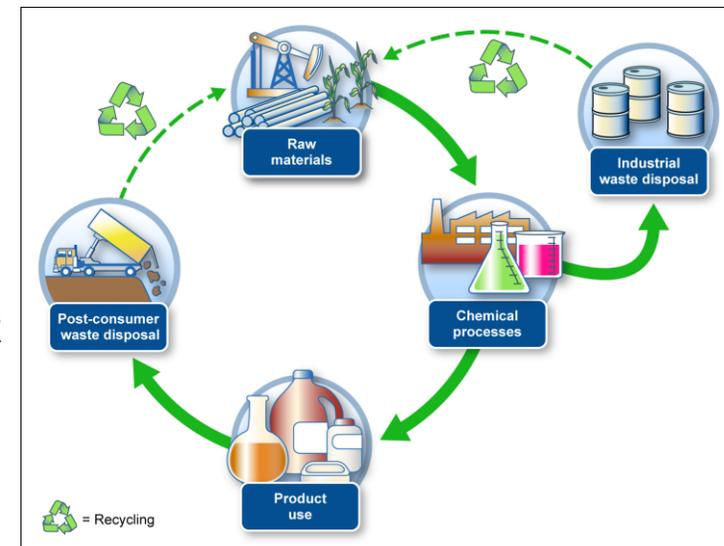
### ➤ 成果の活用

- 報告書にて「戦略的含意」として4頁割き、議会が考えるべきことを提案。法律制定に直接貢献

“GAOの最近の報告書（GAO-18-307）によると、連邦政府は、持続可能な化学に関する協調的な国家的取り組みや、持続可能な化学の研究、開発、実証、商業化を支援するための標準化されたツールや定義などを通じて、持続可能な化学技術のイノベーションと市場潜在力の完全な実現を支援する上で重要な役割を果たすことができる”  
**H.R. 2051 – Sustainable Chemistry Research and Development Act of 2019, SEC.2.(5).**



## 議会の依頼によってテーマを設定



# 持続可能な化学

Chemical Innovation: Technologies to Make Processes and Products More Sustainable

## 実施プロセスの詳細

### ➤ GAO事務局による背景調査

- 連邦・州政府機関、化学業界の企業、専門家、NGO等のステークホルダーにインタビュー

### ➤ 全米アカデミーと協力し、調査の初期段階に24名の専門家による2日間の会議を開催

- 化学業界、学术界、国立研究所を含む連邦政府機関から、本プロジェクトの重要な分野をカバーする専門家を選出
- 化学プロセスやプロダクトをより持続可能なものにする技術や手段（基準や規制など）の例、産業界におけるそのような技術の応用、技術開発や導入の経済的・ビジネス的側面、関連プログラムの役割等が議題に挙がる。
- 利益相反を考慮（研究者も“ステーク”ホルダー）
- あえて反対・否定的な意見を持っている人たち同時をぶつけて議論が豊かになるように工夫
- フォーカスグループを設置し、対立点を深く検討したり、掘り下げを行う

### ➤ 専門家会議を踏まえ、GAO事務局が連邦政府の研究所を訪問し、開発中の技術やその商業化に関わる課題を議論

- National Center for Advancing Translational Sciences - Toxicology in the 21st Century (Tox21)
- National Institute of Standards and Technology (NIST) - Materials Science and Engineering Division, Facility for Adsorbent Characterization and Testing
- その他、連邦政府の研究所、大学、化学企業、NGOの関係者に対し、計82回のインタビューを実施

### ➤ 成果：いくつかの点で共有できる部分を特定

- 化学製品に対する人々のニーズを満たすべく、環境への害を回避し、エネルギー、水、材料などの天然資源を使用する効率を向上させる
- 化学製品の設計、製造、使用において、有害物質の使用や発生を削減または排除する
- 革新的な化学変換を使用して、経済、人々、環境を保護し、利益を生み出す
- 製品の環境影響を評価する際、製造、使用、廃棄を含むライフサイクルの全段階を考慮する
- 再生不可能な資源の使用を最小限に抑える

# カナダ Policy Horizons Canada

## 組織概要

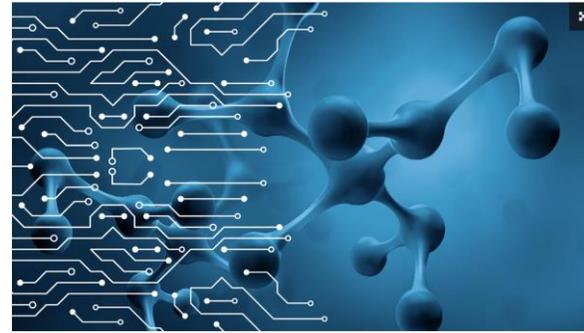
- 経済社会開発局（Employment and Social Development Canada）に設置されているが機能的には独立しており、ある部門に特化するのではなくすべての部門を対象にしたサービスを提供
- 2年前から職員は45名であり、その中で研究者は、概算すると25名から30名
- 具体的な業務としては、政策の眺望がどのように変化し、それと同時に技術、経済、そして政治がどのように変化するかを洞察すること。現在は経済、社会、ガバナンスの3つのフォーサイトに焦点を当てた活動を実施

## 現在進行中のプロジェクト



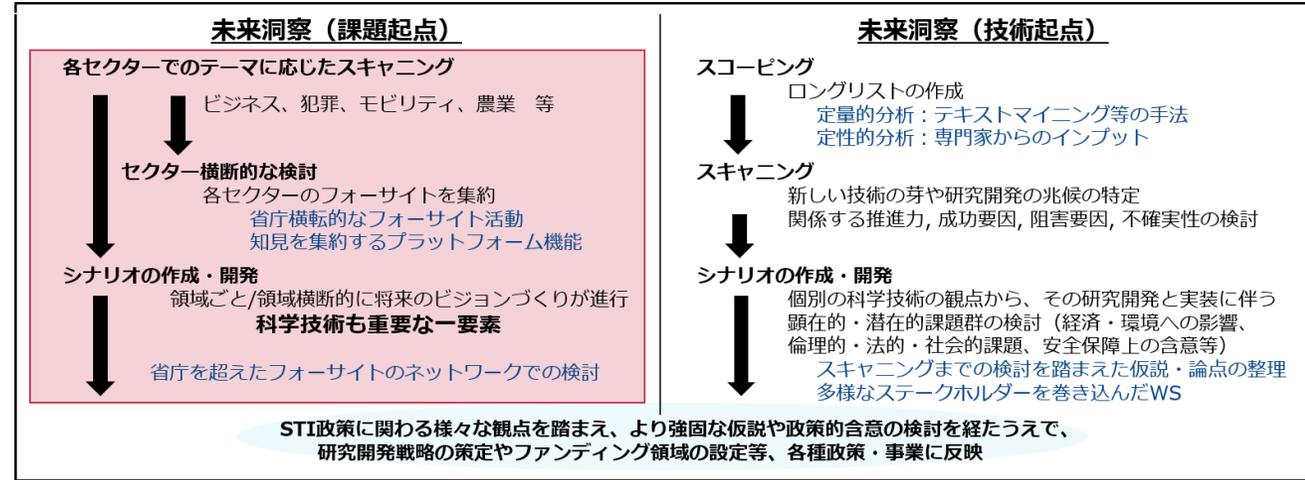
科学技術と経済、安全保障、国際関係、価値や倫理等の観点から、国際秩序の様々な領域の変化を捉え、今後の産業政策や外交政策の検討を支援

**Geotechnomics**  
地政学×科学技術×経済  
2023.05.16～



バイオ×デジタルの融合が健康、食品、農業、環境、製造業、安全保障等にもたらす潜在的な影響を探索。世界規模の貿易、ヘルスケア、低炭素経済への移行、天然資源管理など多くの政策分野への影響を検討

**Biodigital Today and Tomorrow**  
バイオ×デジタルの融合  
2022.05.31～



# カナダ Policy Horizons Canada

## Policy Horizons Canadaの未来洞察の特徴

### ➤ テーマの選定について

- テーマの決定に際して形式的な方法論はない。PHC内外の2000人と共に調査を行い変化の兆候の特定
- テーマの深掘りのために、専門家リストを作成し、ネットワーク構築を進めている。40~50人ほどにインタビューを行っており、適切な人材を探索
- 2013年を最後に特定の科学技術に関するスキャンは行っていない。幅広い問題を考える中で必然的に科学技術の問題に直面するため、どの科学技術が支配的になるかを考えることはせず、社会、経済、国際問題等の観点からどういう影響や含意があるかという観点から洞察
- 政策立案者が考えていない領域（=レーダーの外のもの、ホライズンの先のもの）を考慮することが使命

### ➤ 省庁横断的なプラットフォームとして機能。行政内にフォーサイト機能の内製化を促進

- 5年前に形成され、政府・関係機関の800人ほどが所属。これに所属する人々は必ずしもフォーサイトを実施する必要がない人たちも含まれるが、何らかの形で未来を考える必要があると考えている人たちであり、自発的にこのネットワークに参加
- 他の政府機関でもフォーサイトの需要が高まっており、各機関でフォーサイトを実施している。我々が他の機関のチームに対して支援をすることがある。あるいは、ある特定の機関の特定のプロジェクトに参画し・協働

### ➤ 国際的なネットワークとの交流

- 国際的なフォーサイトグループとも連携。信用ある国家機関と共にフォーサイトを実施。他国から学習する機会を設け、どのようにフォーサイトを行うのか、どのような能力を伸ばす必要があるか、どのようにリソースを見つけるかについての学習サービスをカナダ国内に共有

# バイオ×デジタルの融合

Biodigital Today and Tomorrow

## プロジェクト概要

- バイオ×デジタルの融合が食品、健康、農業、環境、製造業、安全保障等にもたらす潜在的な影響を探索。世界規模の貿易、ヘルスケア、低炭素経済への移行、天然資源管理など多くの政策分野への影響を検討
- COVID-19パンデミックがバイオ×デジタルの融合を加速させている点を考察

### 食

伝統的な農業は、土地、水、気候に依存していたが、バイオとデジタルの融合により、将来的には、研究室や屋内の垂直農法でどこでも食品製造ができるかもしれない。これは、農業、国際貿易、移民問題、そして、土地、動物、植物と人の関係を根本的に作り変える可能性がある。

### ヘルス

バイオとデジタルの融合は標的治療やゲノムプロファイルに基づく精密医療の急速な進展の可能性がある。一方で、包摂性と倫理的配慮に関する問題をもたらす可能性がある。

### 環境

バイオ×デジタルの融合は、自然界との結びつきやモニタリングの能力を高めることになる。また、すべての生物の相互関係に対する理解を拡大する可能性がある。一方で、気候変動緩和、環境修復、生物多様性のための自然界の遺伝子組み換えは、予期せぬ結果をもたらす可能性もある。

### セキュリティ

バイオ×デジタルの融合は、安全保障と防衛の分野に新たなフロントティアと懸念の新たな王制を生み出している。50億人余りがインターネットに接続し、デジタルの監視とデータ収集は過去10年間に大幅に増加した。バイオデータの台頭は、潜在的に個人データの保護に新たな複雑さを加えるかもしれない。より多くのデータにアクセスすることで犯罪捜査を容易にし、より安全な社会を創る可能性がある。

### 製造業

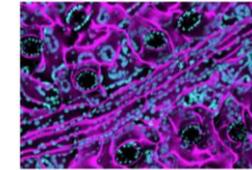
製造業は歴史的に、鉱山や森林、水域から採掘された天然資源や農場で栽培された天然資源を加工する工場労働者を基盤としてきた。労働コストの差と資源の自然分布は、広範囲に及ぶグローバル・サプライチェーンの形に影響を及ぼしてきた。バイオとデジタルの融合は、原材料や燃料の新たな製造方法や入手方法、新たな製造技術を通じて天然資源部門を変革し、天然資源への圧力を緩和する可能性がある。商品や燃料の生産と流通がより地域化されることで、製造業が再置換され、貿易が再構築され、既存の貿易パターンとサプライチェーンが破壊される可能性がある。

# 豪 CSIRO – Future Science Platforms

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

## 組織概要

- CSIROは、革新的な科学技術によって課題を解決しオーストラリアのイノベーションを高める共同研究を推進することを使命とする、オーストラリア最大の公的研究機関。
- 2017年より新たな研究開発プログラム「**Future Science Platform**」を開始。これはオーストラリア内における**未来志向の研究開発に対する最大級の投資**。各ポートフォリオはプラットフォームとも呼ばれる。
- ホライズンスキヤニングのスキル養成を実施。科学技術だけではなく、犯罪やビジネスなどの未来洞察を組み合わせを行っている。スキャニングから、もっと調査すべき、もっと投資すべきという研究課題が生まれおり、そうしたアイデアがFuture Science Platformに持ち込まれて、新しい研究テーマになっていく。



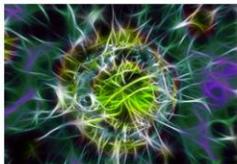
応用エンジニアリング  
バイオロジー



ビックデータ×材料科学  
×自律型システム



持続可能な未来



合成生物学



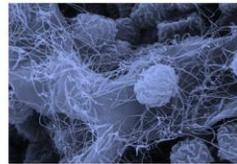
宇宙技術



生体情報のリアルタイム取得のための機器・モデルシステムの開発



予防医療



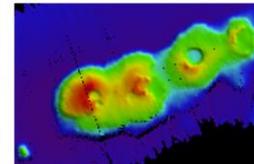
ワンヘルスのための  
マイクロバイーム



環境ゲノミクス



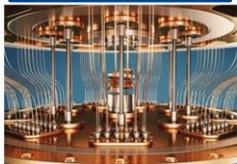
デジタル農業



地球深部の  
画像処理技術による  
潜在的資源の探索



革新的エネルギー  
貯蔵システム



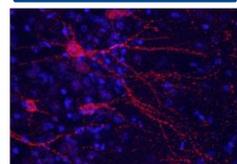
責任ある  
イノベーション



量子技術



機械学習と人工知能



免疫レジリエンス



水素バリュー  
チェーン



人間とAIのコラボ・  
インテリジェンス



二酸化炭素除去技術



自律型センサー

## 研究ポートフォリオ一覧（2024.04時点）

# 豪 CSIRO – Future Science Platforms

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation



The Ag2050

Ag2050: reimagining farming

## 未来洞察（課題起点）

各セクターでのテーマに応じたスキャンニング

ビジネス、犯罪、モビリティ、農業 等

### セクター横断的な検討

各セクターのフォーサイトを集約

省庁横断的なフォーサイト活動

知見を集約するプラットフォーム機能

### シナリオの作成・開発

領域ごと/領域横断的に将来のビジョンづくりが進行

**科学技術も重要な一要素**

省庁を超えたフォーサイトのネットワークでの検討

## 未来洞察（技術起点）

スコーピング

ロングリストの作成

定量的分析：テキストマイニング等の手法

定性的分析：専門家からのインプット

スキャンニング

新しい技術の芽や研究開発の兆候の特定

関係する推進力、成功要因、阻害要因、不確実性の検討

### シナリオの作成・開発

個別の科学技術の観点から、その研究開発と実装に伴う

顕在的・潜在的課題群の検討（経済・環境への影響、

倫理的・法的・社会的課題、安全保障上の含意等）

スキャンニングまでの検討を踏まえた仮説・論点の整理

多様なステークホルダーを巻き込んだWS

STI政策に関わる様々な観点を踏まえ、より強固な仮説や政策的含意の検討を経たうえで、  
研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定等、各種政策・事業に反映

## Digiscape : 未来のオーストラリアにおけるデジタル農業のシナリオを検討

### プロジェクト内の検討チーム

- AIとスマートグラスによるクルマエビの養殖管理
- エビ養殖のための水質管理ツール
- 1622™：サトウキビ農家のグレートバリアリーフ保護を支援
- AgScore™：農業用気候予測モデルのテスト
- 水産養殖におけるリアルタイムセンシングと予測
- LOOC-B：生物多様性コベネフィット計算機

- ePaddocks™：豪穀物地域全体のすべてのパドックのマッピング
- Graincast™：豪内の穀物収穫量の予測
- オーストラリアのデジタル土壌マップの改善
- LOOC-C：炭素農業市場向けデジタル・サービス
- 農業パターンのモニタリング：ビッグデータからの新たな洞察
- Wheatcast™：オーストラリアの小麦 等

その成果は農林水産省とCSIROの農業と食に関するユニットが共同で引き継ぎ、2050年の農業のあり方の検討に活用



デジタル農業



地球深部の画像処理技術による潜在的資源の探索



二酸化炭素除去技術



自律型センサー

研究ポートフォリオ一覧（2024.04時点）

# 豪 CSIRO – Future Science Platforms

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

## Future Science Platformsでの未来志向研究の特徴・検討の背景

### ➤ 責任あるイノベーション（Responsible Innovation）を重視する（インタビューより）

- FSPは、将来の科学技術の潜在的なリスク、便益、不確実性を評価し、社会的に責任ある科学技術がすべてのオーストラリア国民のために設計され、提供されることを保証する研究プログラム
- 研究のインパクトパスウェイの開発にあたり、国内の研究・イノベーション部門の関係者だけではなく、ドイツ、フィンランド、ノルウェー、英国にインタビューを行った。
- 欧州の「責任ある研究・イノベーション」（RRI）をオーストラリアに合うように再検討し、研究プログラムの設計に反映。大言壮語にならないように、これまでの科学と結びつけるかを丁寧に考えた。
- Future Science Platformでは新しいリサーチクエスチョンを育てるのと併せて、データ管理スキルやビッグデータにも目を向け、責任あるイノベーションの実践に関わるスキルセットの多様化が社会学者によって行われている。一つ一つのプロジェクトが小さいからこうした実験的なことができるという側面はある。

### 補足：豪での「責任あるイノベーション」（responsible innovation: RI）への関心の高まり

- CSIROの研究助成と並行して、オーストラリア学士院評議会は2030年までの展望報告書の中で、合成生物学の研究と産業の発展に対する推奨アプローチとしてRIを採用
- オーストラリア科学アカデミーはオーストラリア国民に科学に対するより大きな信頼を提供するための枠組みとしてRIを採用
- オーストラリア人権委員会はオーストラリアのAIの発展を導くために必要なRI組織を選定

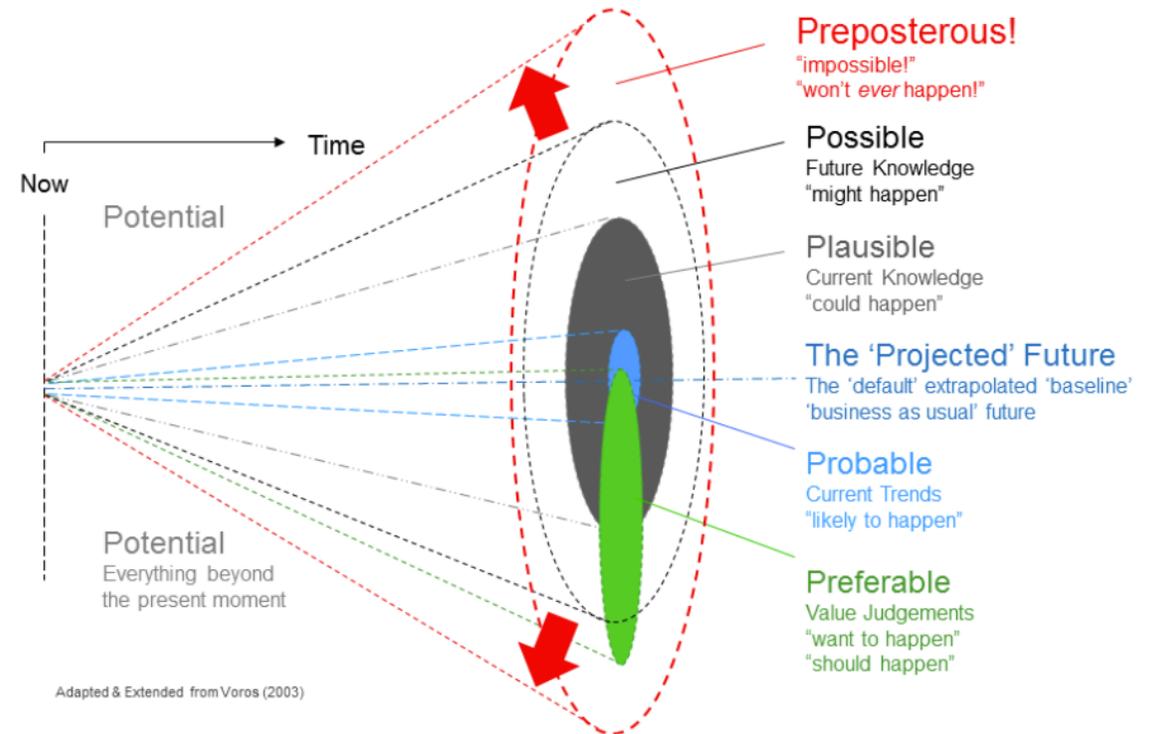
## 3. 重要なポイント・示唆

# 重要なポイント・示唆：未来洞察の意義

**未来洞察の意義**：将来の様々な可能性について、その相互作用を理解・学習することで、政策立案者が将来のシナリオの多面的な側面や、別のシナリオの可能性に意識を向け、考える能力を高める点にある。

➡未来洞察の取り組みを外部機関に委ねず行政のなかに内製化する重要性が強く認識されている。

- 未来洞察は、未来を言い当てるものではなく、可能性のある未来を思い描いたり、ありたい未来を共創する活動
- 未来洞察の結果を「未来を正確に予測できたか否か」で判断するのは誤り、かつ、危険
- 意思決定に対し直接的な貢献が重視される一方で、本質的に「未来を言い当てるものではない」という両義的な性格を踏まえたプロセスの作りこみや結果の解釈がなされる
- 未来洞察のプロセスそのものが重要
  - ✓ 将来のシナリオの作成を通して、組織・個人のもっている前提、バイアス、常識を問い直す契機となる。
  - ✓ 代替可能な複数の将来像を踏まえ、より頑健な意思決定が可能になる。
  - ✓ 意思決定の前提となっている慣例や資源の限界を認識し、潜在的な機会を探る。



## フューチャーコーン

未来は固定的なものではなく未決定で開かれたもの

# 未来洞察の政策活用にあたり念頭に置くべき観点

未来洞察の活用にあたっては、**質の担保**と併せて、プロセスに関わる**手続き的側面**の考慮や、現在と未来を**橋渡し**するために、組織・個人を取り巻く常識や慣例の問い直しなどを同時並行で進める必要がある。

## 未来洞察の手続き

### 合目的性

- プロジェクトやタスクの目的に即して、フレーム、調査項目、時間軸等が適切に設定されているか。

(完全にオープンで探索的な未来洞察の場合は考慮する必要はない)

### 正統性

- 未来洞察の実施に伴う各種デューププロセス（利益相反等）について、事前に取り決めをしているか。
- 関係するステークホルダーを事前に可能な限り把握し、偏りがないように努めているか。

## 未来洞察の質

### 内容の解像度

- 優先順位の設定や具体的な取り組みを進めていくのに資する内容を特定できているか。

### 内容の豊かさ

- 個々の将来シナリオを多角的に検討し、意思決定に伴う直接的・間接的な影響について事前に把握するように努めているか。

## 現在と未来の橋渡し

### ギャップの特定

- 組織・個人がもっている前提やバイアス、常識を問い直す機会を作っているか。
- シナリオに沿った取り組みを推進するにあたり、今日前提となっている行政機関の慣例や利用可能な資源の制約について検討を行っているか。

# 重要なポイント・示唆：未来洞察の手法・プロセス

1. 情報収集・処理技術の飛躍的发展により、定量データを活用した手法開発が進む。
2. 一方で、未来洞察の一連のプロセスのなかで定量データの活用は全体の一部に過ぎず、量的・質的手法をどのように組み合わせて結果を導出するかについて、方法論がケースごとにあらかじめ明示されている。
3. オープン（開放性）やインクルーシブ（包摂性）といった考え方を重視し、専門家の選定やワークショップの設計、多様なステークホルダーの関与の仕方を工夫し、特定のバイアスに偏ることを回避している。
4. 必要に応じて外部のリソースやノウハウを積極的に活用し、フィードバックを得ている。

## 1. 定量的分析の発展

- 論文や特許、申請書の**テキストマイニング**や**ビブリオメトリクス**などを組み合わせて、科学技術の発展や社会変革の兆し（=シグナル）のは把握が試みられている。
- この背後には、**データサイエンスの専門家や専門ユニット**が、未来洞察を実施する機関の内部、もしくは隣接した部署に存在し、**未来洞察の継続的发展のためのインフラ**として機能している。

## 2. 定量的×定性的

- 量的データは、**専門家によって特定されたシグナルと併せて参照**される。
- 多段階に設定された**ワークショップの綿密な設計**と、招集する専門家やステークホルダーの**属性に対する注意深い調整**が必要。

## 3. 開放性・包摂性

- スキャンニングに関わる**専門家の多様性**を考慮し、幅広い情報を検討の俎上に載せることを重視
- ステークホルダーの見解を踏まえた議題設定や、異なる意見をもつ専門家をあえてぶつけることで、ワークショップにて多様な論点が出るように工夫し、**プロセスの正統性や結果の妥当性**を高めようとしている。

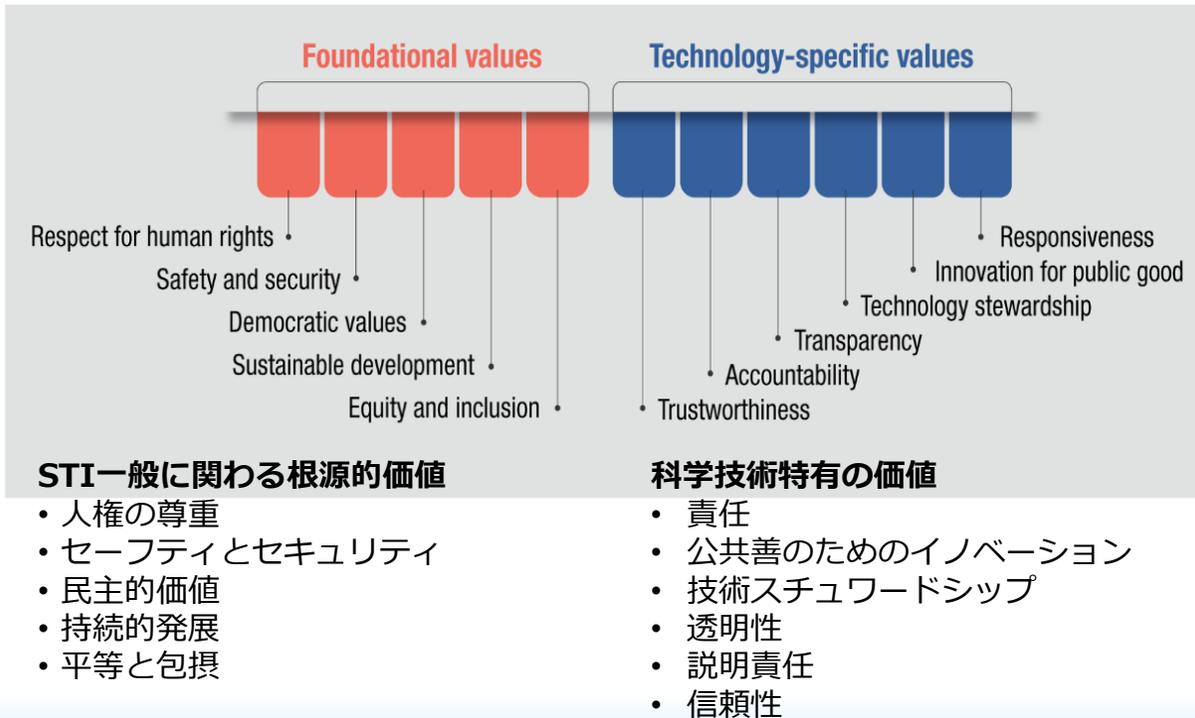
## 4. 外部のリソースの活用

- 幅広いステークホルダーを巻き込むために、**パブリックアフェアーズを生業とする民間企業やデザイナーとも積極的に連携**し、フィードバックを受けながら、未来洞察の手法を絶えず改善している。

# 重要なポイント・示唆：評価項目の設定

1. スキャンニングを経てリスト化された科学技術の芽や研究開発の方向性に関わる候補について、科学技術・イノベーションに関わる根源的価値から評価項目を導出し、優先順位づけを行っている。
2. 重視する価値は、国や分野によって異なる。また、評価項目の設定について画一的な考え方はなく、各国で試行錯誤が続いている。

## ■ OECD-BNCT：新興技術ガバナンスプロジェクト



## ■ 英・Innovate UK “Innovate UK’s 50 Emerging Technologies”

5つの主要な評価項目を設定→4~8のサブ評価項目を導出  
→複数要因決定マトリックスに入れて重みづけを実施

### タイミング: Timing

- 準備はできているか、どうして今投資が必要なのか？

### 追加性: Additionality

- 国として支援すべきか、しなければいけないか？

### 実現可能性: Capability

- 実現可能か？それを判断できる専門家が英国内にいるか？

### 機会・好機: Opportunity

- 市場が成長する見込みはあるか？規模は？

### 社会的インパクト: Social impact

- 社会に恩恵を貰うか？

# 重要なポイント・示唆：未来洞察機能の行政への内製化に向けて

- **未来洞察の機能を行政のなかに内製化する重要性**が強く認識されており、**スキルセットやリテラシーの獲得**に向けた活動や、**専門人材の育成・採用**が戦略的に行われている。
- 国内・国際レベルで**組織横断的に集うような未来洞察コミュニティ**が公式・非公式に形成されており、参加者の能力向上とともに、お互いの活動に関する情報交換によって各活動の質を高めている。

## ・ 内製化が重要視される背景

- ✓ 未来洞察は専門家に任せればよいものではなく、どのようにその結果を活用するかについて幅広い関係者が適切に理解する必要がある。
- ✓ 未来洞察の成果が組織に広く理解されなければ、活動の持続可能性は担保されず、データや知見の累積による調査分析の妥当性や信頼性を向上させることが難しい。
- ✓ 政策立案者をはじめとする未来洞察の利用者が、未来に対する予測可能性に対し過度な期待や誤った期待を正す必要がある。

## ・ スキルセットやリテラシーの獲得/専門人材の育成・採用

- ✓ 政策立案者や政府職員に対して研修や、ツールキットを用いたトレーニングを実施（EU JRC, 英GO-Science, カナダPHC等）
- ✓ 未来洞察にて重要だと判明したテーマをカバーできるように専門家の戦略的な採用を実施。未来洞察に専従する専門家を増員（米GAOでは現状120名のところを2024年内に200人まで増員の見込み）

## ・ 組織横断的な未来洞察コミュニティの形成

- ✓ 省庁単位で未来洞察が実施されることが多いが、科学技術と社会に関する様々な可能性を展望するという点で、年々、取り組みが重複するようになっており、積極的に連携している。
- ✓ 組織の縦割りを乗り越える場として、省庁横断的な未来洞察のサービスを提供する公的機関が存在（カナダPHC）。他の所掌の問題との関係を考える機会になっている。

## ・ 国内外の関係機関との連携

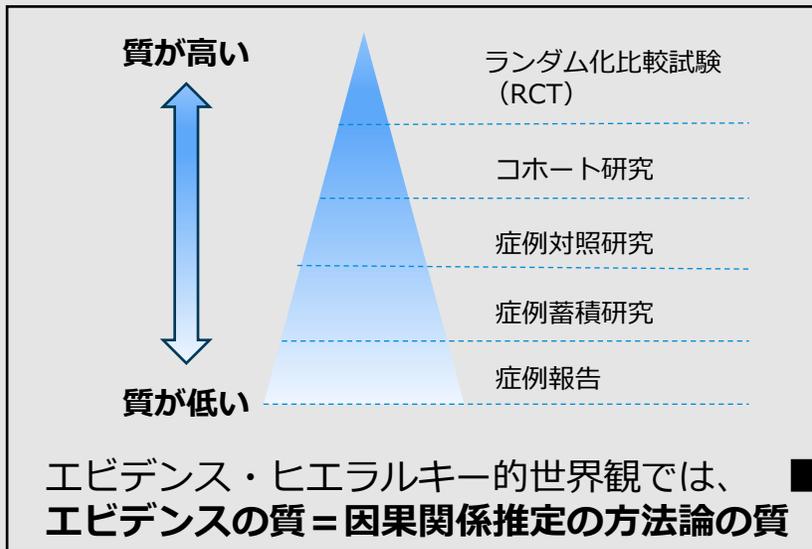
- ✓ ロングリストの作成やワークショップに招聘する専門家の選定にあたり、アカデミーや大学・研究機関と連携し、知見や人材の循環を促進。
- ✓ フォーサイトやテクノロジーアセスメントに関する国際的なネットワークの一員として方法論の洗練を図っている。（英GO-Scienceでは毎月各国の政府機関から未来洞察に関わっている関係者を招聘し学びの機会を作っている）

# 參考資料

# 【参考】エビデンスに基づく政策形成と戦略的インテリジェンス

- 戦略的インテリジェンスとは「政策立案者が科学技術イノベーションのインパクトに関する重要な側面や範囲、その将来の潜在的な展開を理解するのに役立つ知識」を指し（広義の）エビデンスに含まれる。

## EBM : Evidence Based Medicine エビデンスに基づく医療



エビデンス・ヒエラルキー重視から  
エビデンスとナラティブを調和させる方向へ発展

<b>EBPM</b> Evidence <u>B</u> ased Policy Making エビデンスに基づく政策形成	<b>EIPM/EIPP</b> Evidence <u>I</u> nformed Policy Making/ Evidence <u>I</u> nformed Policy and Practice エビデンスを踏まえた政策と実践
<b>主な目的</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>政策効果の把握や介入手段の改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政策課題の設定に関する妥当性の検討</li> <li>政策介入に伴う幅広い影響を探索</li> </ul>
<b>エビデンスが意味するもの</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>政策介入の効果</b></li> </ul> <p>(狭義の) エビデンス エビデンス・ヒエラルキーの発想を踏襲</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>政策形成に先立ち念頭に置くべき情報</b></li> </ul> <p>(広義の) エビデンス 戦略的インテリジェンス含む</p>

狭義と広義を混同して議論を進めると混乱のもとなので、  
どちらを意図しているのか共通理解を持つておくことが重要

# 未来洞察に関する各国・地域における政策上の取り組みの特徴

- **EU**は多様な国家から構成される共同体であり、地理的な範囲も広く、欧州委員会に限ってもその行政機構と政策形成プロセスは複雑になっている。フォーサイトを主に担っているのはJRCのフォーサイト・コンピテンスセンター（CCFOR）である。特にケーススタディにおいて紹介したANTICIPINNOVは方法論的に非常に精緻であり、量的手法こそ多用していないものの、EUにとって重要な多様なステークホルダーに対するインタビューや、ワークショップによって多段階的かつ合議的に将来像を構築しようとしていることがわかる。とくにワークショップは非常に綿密に設計されており、参加者に多くの学びの機会を与えるとともに、どのステップにおいても、どのようなアウトプットを得るべきかについて詳細にデザインされている。
- **英国**はGO-Scienceが政府における未来洞察の取り組みの中心として機能しているが、RHCやARIA、Innovate UKなど政府系機関などにも幅広くホライゾン・スキャニングが浸透しており、関係者によるネットワークも強化されている。POSTが定期的に刊行しているPOSTnotesは科学技術に関する社会的課題に関する論説として知られ、長らく英国におけるTAの実施機関として存在感を発揮しているが、最近は新たにホライゾン・スキャニングにも取り組んでいる。この点でTAとホライゾン・スキャニングとの垣根は低く、英国においては社会的議論が必要となりそうな新規科学技術を素早く同定して各機関のミッションに合わせた戦略展開を行っている。

# 未来洞察に関する各国・地域における政策上の取り組みの特徴

- **米国**はTAの創始機関であるOTAをかつて擁していたように、TAの歴史は長く、OTAが予算停止された後も、GAOにおいて同様の議会TA機能を果たそうという努力が続けられている。その傍らで、国立科学財団（NSF）の支援などを受けたアリゾナ州立大学がボトムアップ的なTA活動を継続し、ECASTやPIT-UNのようなマルチステークホルダーによる草の根ネットワークを通じて社会にTAが定着しつつある。一方、フォーサイトとしては、国家としてのクリティカル・テクノロジーを特定するという活動が並行して続けられており、農務省森林局（USFS）やエネルギー省（DOE）などの政府機関においてもフォーサイト活動が展開され、行政機関内のそれぞれに担当者や担当部署が誕生し、非公式なネットワークもできつつある。
- **ドイツ**はTABという議会TA機関を有し、カールスルーエ工科大学（KIT）のITASやフラウンホーファーISIなど、議会や政府のTA活動を支える大学・研究機関の存在が大きい。フォーサイトについては2000年代にBMBFで行われていたFuturがよく知られているが、現在は未来フォーラムとして、より省庁横断的かつ政府の戦略形成に資するような機能が据えられている。
- **フランス**は議会TA機関のOPECSTを除けば、未来洞察を専門とする組織はなく、Tech for Good SummitやFrance Stratégieのようにトップダウンの戦略形成としてアドホックにフォーサイトが実施されているが、手法や結果の活用についての詳細は明らかでない。
- **中国**は経済や社会の発展計画や長期目標に基づいて政策形成がなされ、技術フォーサイトを中心とする予測研究や実践が科学技術計画策定などを支えている。手法としては重点技術を特定していく日米のフォーサイト手法を組み合わせたとされる。

# 未来洞察に関する各国・地域における政策上の取り組みの特徴

- **カナダ**はPolicy Horizons Canadaが政府におけるフォーサイト拠点として活躍しており、他の省庁にもフォーサイト・ユニットが生み出されている。ホライズンズはもともと省庁横断的なシンクタンクであったPRSを前身とし、PRIと名称が変更された後にHRSDCという人材開発を担う省庁に移管された経緯もあり、公務員のフォーサイト能力を高めるというミッションも持つ。そのため、幅広いフォーサイト手法の開発と試行ばかりでなく、フォーサイトに関する行政職員向けのトレーニングも一つの柱とし、政府関係機関800名ほどのメンバーを有するフォーサイト・ネットワークを主宰している。
- **オーストラリア**では、首相・内閣府の調整室であるCTPCOと国防科学技術グループ（DSTG）との共同によるクリティカル・テクノロジーの作成が、国家安全保障上の政策形成において重要な位置づけを占めている。対して公的研究機関のCSIROでは責任あるイノベーション（RI）についての研究プラットフォームを立ち上げ、様々な領域の科学者と連携しながら生成AIの導入など先進科学技術の社会的影響を予見するような学際的アプローチを進めている。
- **フィンランド**は行政、議会、研究機関、社会・学協会というそれぞれのセクターにおいてフォーサイト活動が活発であり、かつ、各主体がお互いにネットワーク化されている。行政に限っても総理府では4年ごとに「政府未来報告書」を発行し、政府系機関のビジネスフィンランドやVTTにおいて戦略的フォーサイトを展開している。議会未来委員会（PCF）がホライゾン・スキャンニングを実施して将来に関連する機会や脅威、ウィークシグナルを捉えていることに対し、政府未来報告書は議会の任期を超えるほどの長期的な展望を示す。政府ではこれらの知見を参考にしつつも、各機関の戦略策定に資するような具体的な成長機会や解決策を見出そうとしている。

# 未来洞察に関する各国・地域における政策上の取り組みの特徴

- **シンガポール**は1990年代に国家安全保障の文脈からシナリオ・プランニングを主体とした政策・戦略開発が進められ、近年ではリスクアセスメントやホライゾン・スキャンニングのアプローチも取り入れて発展し、2010年以降は複数の省庁で戦略的フォーサイトを担当するユニットが設置された。
- **インド**では科学技術省傘下の科学技術・予測・評価評議会（TIFAC）において技術フォーサイトの報告書を発表しており、最新となる「技術ビジョン2035」は2016年、首相によって公表された。