

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～

エグゼクティブサマリー

本報告書の目的は、諸外国で実施されている未来洞察に関する政策上の取り組みを概観し、参考事例や重要論点を整理することで、我が国で今後、研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定のあり方を検討する際の基礎資料を提供することである。

技術革新が急速に進み、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いる昨今、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科学技術・イノベーション（STI）政策に求められている。これは研究開発の戦略策定やファンディングプログラムの領域設定の検討にも同じく当てはまる。科学技術の発展や社会変革の兆し、新しい研究開発の萌芽のトピック、その開発や実装に伴う潜在的・顕在的課題群（倫理的・法的・社会的課題や経済・環境への影響、安全保障上の含意等）をいかに把握するか、そのような未来洞察により得られた分析や知識を戦略策定や事業開発の検討にいかに関動的に反映させるかが、STI政策における喫緊の課題として国内外で強く認識されている。

本調査は、未来洞察に関する政策的な取り組みを中心に、文献や公開情報に基づくデスクトップ調査と諸外国の関係機関に対するインタビュー調査を行い、海外における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を行った。

未来洞察の手法は多様であり、また、扱われるテーマや実施の目的などには大きな幅があるが、調査を通して以下のような共通の問題意識や取り組みが確認できた。

1. 未来洞察の意義

- 未来洞察の意義は、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という共通理解がある。
- 政策的な意思決定に対して未来洞察の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ている。

2. 未来洞察の手法・プロセス

- 未来洞察の実施にあたり、量的・質的手法をどのように組み合わせる結果を導出するのかについて、個々の事例が置かれた文脈に応じてあらかじめ設定され、方法論として明示化されている。
- 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エンゲージメントの仕方を、意図をもって工夫し、特定のバイアスに偏ることを回避することを試みている。
- 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。

3. 未来洞察を政策や事業に反映させる際の工夫

- 未来洞察の機能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おり、スキルセットやリテラシーの獲得に向けた活動が存在する。
- 国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。
- アカデミーや大学・研究機関と連携して知見や人の交流が促進されたり、国際的なネットワークのなか

で未来洞察の方法論の洗練が図られている。

- ・ 今後のSTIの動向を見据えながら、未来洞察に従事する専門家の育成と採用を戦略的に行っている。

諸外国でも未来洞察の進め方について常に試行錯誤されている。今回得られた論点や示唆に基づく深掘りを進めるとともに、日本の事情に即した検討を引き続き行っていく予定である。本報告書が、関係各所との対話の一助となるのと同時に、国内の未来洞察に関わるコミュニティの邂逅を促すことになれば幸いである。

目次

1	背景と目的	1
1.1	科学技術・イノベーションを取り巻く昨今の状況.....	1
1.2	未来洞察の手法・プロセス.....	1
1.3	調査概要.....	4
2	諸外国の特徴的な取り組み	7
2.1	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 / 欧州 JRC.....	7
2.2	生物医学研究における新興技術とデータサイエンス / 米国 NIH-NExTRAC.....	15
2.3	持続可能な化学 / 米国 GAO.....	18
2.4	COVID-19 の中長期的影響 / カナダ Policy Horizons Canada.....	21
2.5	職業上の安全と健康のための AI – 2035 年への挑戦と展望 / フランス INRS.....	23
2.6	オーストラリア内の産業における量子技術の 受け入れ可能性 / オーストラリア CSIRO.....	24
2.7	メガトレンド分析 / フィンランド Sitra.....	26
2.8	高齢化社会の未来 / 英国 GO-Science.....	27
3	重要なポイント・示唆	31
付録	各国・地域の未来洞察の取り組み	36
	A. 欧州連合.....	37
	B. 英国.....	47
	C. 米国.....	55
	D. ドイツ.....	75
	E. フランス.....	81
	F. 中国.....	93
	G. カナダ.....	99
	H. オーストラリア.....	102
	I. フィンランド.....	109
	J. シンガポール.....	118
	K. インド.....	123

1 | 背景と目的

1.1 科学技術・イノベーションを取り巻く昨今の状況

急速な技術革新が産業構造や社会生活にもたらす影響が昨今ますます大きくなっている。同時に、科学技術・イノベーション（STI）政策に関する不確実性、複雑性、多様性もより顕著になっている。科学技術の発展と社会の変化はかつてよりも加速しており、政策課題と解決手段の双方に高い不確実性がある。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になっている。また、STIに関わるステークホルダーの増加に伴い、考慮すべき視点や価値観が多様化している。

こうした状況の下で、政策形成や事業開発を進めるにあたっては、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求められる。これは研究開発の戦略策定やファンディングプログラムの領域設定の検討にも同じく当てはまる。科学技術の発展や社会変革の兆し、新しい研究開発の萌芽的トピック、その開発や実装に伴う潜在的・顕在的課題群（倫理的・法的・社会的課題や経済・環境への影響、安全保障上の含意等）をいかに把握するか、そのような分析や知識を戦略策定や事業開発の検討にいかに関動的に反映させるかが、STI政策における喫緊の課題として国内外で強く認識されている。

1.2 未来洞察の手法・プロセス

先見的な取り組みを進めるにあたっては、政策立案者が科学技術・イノベーションのインパクト¹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必要がある。そのための分析や知識は、一般に、戦略的インテリジェンスと呼ばれる。戦略的インテリジェンスを収集するために、以下のような未来洞察の手法が実施される。

ホライゾン・スキャンニング

ホライゾン・スキャンニングとは、潜在的に重要な発展の兆候を早期に発見するための体系的な探索活動であり、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2つの機能がある。スキャンニングの対象は、変化の兆候を示すシグナル、トレンド、リスク、脅威などであり、過去の前提を覆すような事柄も含まれる。ホライゾン・スキャンニングは、完全に探索的でオープンであることもあれば、それぞれのプロジェクトやタスクの目的に基づいて、特定の分野の情報を限定的に探索することもある。分析対象の時間軸において、何が不変で、何が変わる可能性があり、何が常に変化しているのかを見極めようとするものである。検索とフィルタリングのプロセスでは、一連の基準が使用される。時間軸は短期、中期、長期のいずれの場合もあり得る。

1 ここでいう「インパクト」とは、経済的効果や社会課題解決への貢献に限定されたものではなく、分野や形態、正負を問わない多様な影響を指す。

フォーサイト

フォーサイトの主たる目的は、人間の認識の限界を押し広げ、長期的な批判的思考を通して、望ましい状態を構想し、現在の行動がもたらすあらゆる結果に対処するための戦略を策定すると同時に、現在の視点から否定的に捉えられる未来を回避することである²。フォーサイトは次のような特徴を持つ。

構造化	未来研究の手法を応用した体系的なアプローチであり、科学的根拠があり、未来研究の新しい理論に基づいている。
議論	関連するアクター間の相互作用、未来に対する積極的な準備、未来を形作るための方向性の検討を含む。
複雑性・複数性	システムの相互依存関係を考慮し、全体的な視点を持つ。未来への様々な道筋について代替案を考えるオープンな見方を採用する。

フォーサイトは、一般的に戦略策定に先立って行われる。想定される活動は様々であり、認識や考え方を広げることそのものを意図したものもあれば、特定の目的に直接向けられた活動もある。フォーサイトの活動には下記が含まれる。

- ・ 将来の機会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などがもたらす影響の予測
- ・ 新たなニーズ、需要、可能性、アイデアの確認、あるいは検証
- ・ 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
- ・ 戦略プロセスの目的（目標）の設定
- ・ 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

ホライゾン・スキャニングはフォーサイトの初期段階として見なされる。ホライゾン・スキャニングが自動化された方法も活用する単発的な情報収集であることが多い一方、フォーサイトは包括的で継続的なプロジェクトとして、情報を知識へと変換し、利用者に対するセンス・メイキングまでを含むプロセスを指す。

テクノロジーアセスメント（TA）

テクノロジーアセスメント（TA）とは、従来のガイドラインや法制度に準拠することが困難な科学技術に対し、その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・評価することで、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て、意思決定を支援していく制度や活動を指す。インパクトアセスメントやリスクアセスメントと比較して、分析対象を制約しないことが特徴である³。

TAはもともと議会附置機関の活動として誕生・発展した経緯があり、政府の意思決定者や政策立案者との関係が深く、密接なコミュニケーションを行うことを特徴としている。現在でも米国 GAO やドイツ TAB などでは TA の議題設定において議会関係者の関与が強い。

2 Cuhls, K.E. (2020) Horizon scanning in foresight – why horizon scanning is only a part of the game. *Futures & Foresight Science* 2 (1) : e23.

3 この概念が 1960 年代の米国に登場した背景の 1 つには、環境・反核運動の高まりを受けて、新興技術がもたらす結果について懸念が広まったことがある。米国では、世界初の TA 専門機関である連邦議会技術評価局（Office of Technology Assessment:OTA）が 1972 年に設立された。しかし、1995 年に予算停止され、以後は国家ナノテクノロジー・イニシアティブ（National Nanotechnology Initiative : NNI）を始め、様々な機関や制度の下で断片的に TA の活動が行われるようになった。城山英明・吉澤剛・松尾真紀子（2011）「TA（テクノロジーアセスメント）の制度設計における選択肢と実施上の課題— 欧米における経験からの抽出」『社会技術研究論文集』 8, 204-218.

一方、フォーサイトは技術予測から始まったこともあり、どちらかという政府の政策形成とは直接結びつかず、技術と社会のあり方についての長期的な展望から参考となる情報を得るという趣旨が強かった。しかし、未来の不確実性のために予測には限界があることが次第にはっきりと認識されてきたうえ、ありうる未来を広く展望するよりも、ありたい未来に向けて技術や社会を駆動することを目指す政策的要請も高まり、社会や政策のニーズに合わせた戦略的なアプローチが志向されるようになった。このため、テーマ設定の段階や分析の途中段階などにおいて積極的に意思決定者を関与させることがしばしば見られる。

現代の未来洞察は概ね、以上のような異なる手法を組み合わせられて実施されている。これらの手法は「未来志向技術分析」(FTA: future-oriented technology analysis) と一括りにされることもある。各手法は、研究開発の段階と検討対象に応じて図1-1のように区別可能だが、最近では、厳格な区別を設けず、融合的・一体的になった活動が行われている。

例えば、米国GAOのフォーサイト活動には明示的にTAとホライゾン・スキャンニングが含まれている。NIH-NExTRACの活動でも取り組むべき課題についてホライゾンスキャンニングを実施し、その課題に関連する技術についてワーキンググループを立ち上げ、TAを実施して報告書にまとめている。英国GO-ScienceでもRapid Technology Assessmentsとフォーサイトを異なるチームが実施し、POSTでもTAに加えてホライゾンスキャンニングに取り組むなど、科学技術や社会の新たな潮流を見極めるとともに、そのテーマに関する正や負の社会的影響を予見するという活動がより連携的なアプローチとして広まりつつある。

新興技術ガバナンスのプロセス	戦略策定段階 政策的検討	技術萌芽段階 基礎研究	技術発展段階 応用研究	技術導入段階 製品化	技術定着段階 製品の普及
変化の兆候の把握 方向性の選択 特定ビジョン形成	ホライゾンスキャンニング フォーサイト				
技術の社会経済的影響の 評価・ELSI検討		テクノロジー アセスメント			
個別分野での社会経済的 影響の評価・ELSI検討				推進と管理・モニタリング に関する方策	
個別分野における推進・ 管理体制の構築				規制ギャップ調査や 規制影響評価	
俯瞰とフィードバック					

図1-1 未来洞察の手法とガバナンスにおける位置づけ⁴

未来洞察により得られた知見がSTI政策に反映される仕方は、図1-2のように、課題起点と技術起点に大別して考えることができる。課題起点のフォーサイトとは、ビジネスや犯罪、高齢化社会、都市開発など特定の社会課題に関するテーマに即して将来像を構築する試みである。今日の政策課題の性質を省みたとき、大抵の課題は、多かれ少なかれ科学技術に関係する要素を含むことになるため、STI政策の検討の範疇になり得る。一方、技術起点のフォーサイトとは、科学技術に焦点を当てながら、社会や経済の中長期的な将来像を構築する試みである。新しい技術の芽を探索する過程を含むこともあるが、重要技術の選定が政策側や未来洞察を実施する機関においてすでに行われている場合も多い。

4 以下の記事内の図を改変：松尾真紀子（2022）科学技術・イノベーション政策における時間軸・分野横断性の確保の重要性。東京財団政策研究所。https://www.tkfd.or.jp/research/detail.php?id=3942

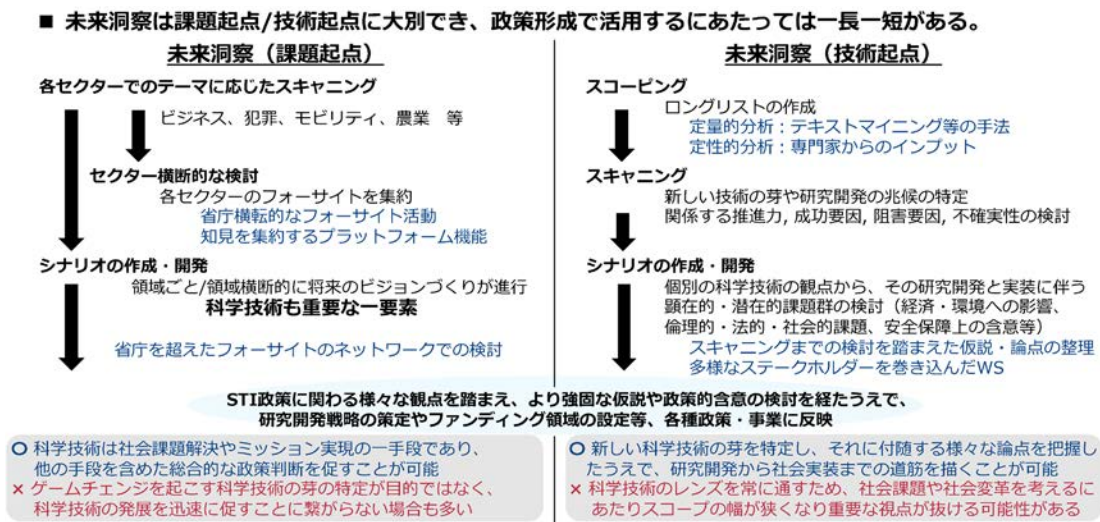


図1-2 未来洞察のSTI政策への反映イメージ：課題起点/技術起点

課題起点の未来洞察と技術起点の未来洞察には一長一短がある。課題起点の未来洞察をSTI政策に活用するにする場合、科学技術は社会課題解決やミッション実現の一手段と位置づけられ、他の手段を含めた総合的な政策判断を促すことが期待される。一方で、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いため、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。反対に、技術起点の未来洞察をSTI政策に活用する場合は、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、技術開発から社会実装までの道筋を描くことが期待できる。しかし、特定の科学技術というレンズを常に通した未来洞察となるため、社会課題や社会変革を考えるにあたってはスコープの幅が狭くなり、重要な視点が抜け落ちる可能性もある。今日の科学技術・イノベーションの広がりや未来洞察が本来持つ利点を考えれば、課題起点と技術起点の両方の観点を適切に組み合わせることが必要である。

1.3 調査の概要

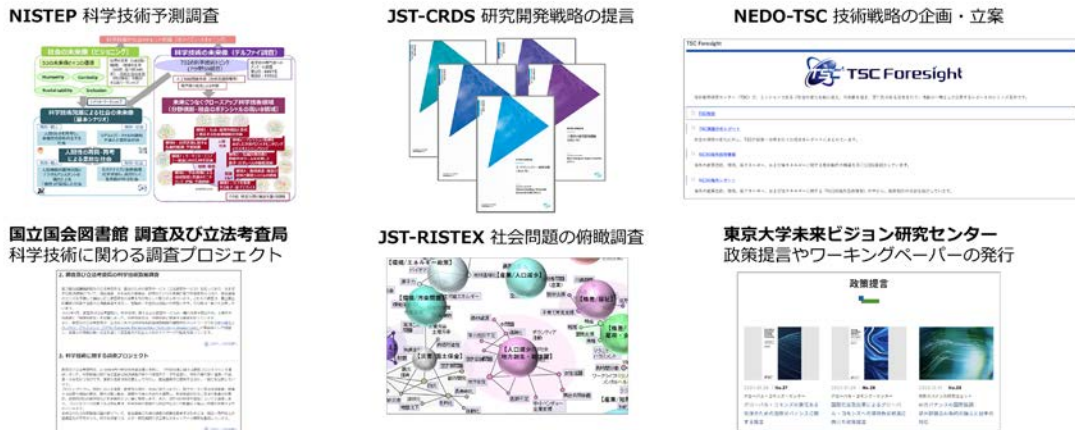
本調査では、研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定のために未来洞察を有効に活用していくにあたり、関係者が参考にすべき事例や共有すべきポイントについての整理を試みた。具体的な調査方法としては、諸外国で政策上の取り組みとして実施されている未来洞察を対象に、文献や公開情報に基づくデスクトップ調査とインタビュー調査を行い、未来洞察の基本的な考え方、実施体制、活用事例、手法やプロセス、政策・事業への反映を可能にしている運営上の取り組みや工夫等について検討を行った。研究開発戦略の策定やファンディング領域の設定は、イノベーションプロセスのなかの最も上流に位置づけられ、その後の展開を大きく左右することから、この局面に係る未来洞察についての包括的な調査は、日本の科学技術・イノベーションの今後のあり方を検討するにあたって重要な意義がある。

他方、日本国内には未来洞察の長い歴史があり、また、図1-3のように様々な機関で実施されている。例えば、科学技術、及び、科学技術と将来社会との関わりを見通すため、1971年より約5年ごとに大規模な科学技術予測が継続的に実施されており、第5回調査(1992年)からは科学技術・学術政策研究所(NISTEP)

にて、科学技術予測・科学技術動向の分析を行っている⁵。NISTEPの活動の軸が、ロングスパンで時間軸で科学技術の中長期的発展の方向性を調査するのに対し、本調査の焦点は、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ていくかという点にある。

科学技術振興機構・研究開発戦略センター（JST-CRDS）では、研究開発戦略立案の手法としてフォーサイトに着目した報告書を取りまとめ、今日に至るまで戦略提言の作成・展開のあり方について検討を重ねてきた⁶。今回の調査を通して諸外国の取り組みとその含意にも目を配ることで、我々の検討のあり方そのものの質の向上、検討の結果得られる知見の有効性の増大が期待される。

■ 国内でも未来洞察が様々な機関で実施されている。



…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。

図 1-3 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

参考：「新興技術のためのテクノロジーアセスメント」（OECD, 2023.04）

経済協力開発機構（OECD）では、2023年4月にポリシーペーパー「新興技術のためのテクノロジーアセスメント」を刊行しており、テクノロジーアセスメントの設計とオペレーションの強化が必要となる背後にある、今日の科学技術・イノベーションの重要な観点を指摘している（図1-4）⁷。

- ・ **ミッション志向型 STI 政策への転換**：課題解決や社会変革のために、潜在的なテクノロジーソリューションのポートフォリオを分析し、バリューチェーンやシステム全体に関する洞察を含む TA 活動が期待されている。
- ・ **危機対応への迅速な対応の要請**：パンデミックで顕在化したように、意思決定者が利用できる知見を、適切な規模・範囲で迅速に創出することが期待されている。
- ・ **テクノロジーの開発・実用化の高速化**：テクノロジーの開発・実用化が加速しており、早い段階での予見と深い検討が期待されている。

5 科学技術・学術政策研究、科学技術予測・科学技術動向
<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-foresight-and-science-and-technology-trends>

6 CRDS-FY2010-RR-07 「調査報告書 戦略立案の方法論～フォーサイトを俯瞰する～」
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2010-RR-07.html>

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

- ・ **STIの駆動力としての価値への注目**：責任のあるイノベーションの推進と社会ニーズへの対応のために、根源的な価値の特定と実装が期待されている。
- ・ **包括性の向上**：TAは参加型手法の長い歴史を持つ。一層の包括性を担保が期待されている。
- ・ **予見的ガバナンスへの関心の高まり**：未来志向の戦略的インテリジェンスをより広範なガバナンスのエコシステムに統合することが期待されている。
- ・ **新興技術ガバナンスのグローバル化**：TAの対象となる問題がグローバル化しており、国ごとのつぎはぎな対応にならないような取り組みが期待されている。



図1-4 未来洞察を取り巻く科学技術・イノベーションの重要論点

2 | 諸外国の特徴的な取り組み

2.1 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 / 欧州 JRC

概要

「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」に関するプロジェクト、ANTICIPINNOV (Anticipation and monitoring of emerging technologies and disruptive innovation) は、欧州イノベーション会議 (EIC) のために設計されたプロジェクトで、EICと、EISMEA (SMEs Executive Agency)、Joint Research Centre (JRC) の協力により実施された⁸。

ANTICIPINNOVの目的は、定性的・定量的傾向を交錯させた予測アプローチの開発と活用を通じて、EICのインテリジェンス能力を戦略的に強化することである。このホライゾン・スキャンニングでは、後述するポートフォリオの周辺で新たに生じている新しい科学技術の芽、科学技術の発展の兆し (ウィークシグナル) を特定し分析を行った。それによって新興技術とブレイクスルーとなるイノベーションに対する投資の機会を示し、EUの長期的な政策と社会的なビジョンをサポートしつつ、EUの競争力を高めることが可能となると期待されている。また、この取り組みにより得られた洞察、すなわち技術開発とその実装に対する駆動要因 (drivers)、促進要因 (enablers)、阻害要因 (barriers) は、今後のさらなるフォーサイトの実践と政策イニシアティブの出発点となることが想定されている。

当該プロジェクトの推進に際し、JRCとEICは、EICプログラムマネージャーが設定した以下の6つのポートフォリオに関して一連のホライゾン・スキャンニングを実施した。このポートフォリオは、EICのインテリジェンス能力を戦略的に強化するために共同で実施されている取り組みの一部であり、この取り組みを通じて、予測的アプローチの実践と開発が行われている。

- ・宇宙システム・テクノロジー /Space Systems & 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 & Chemicals
- ・責任あるエレクトロニクス・アーキテクチャ /Responsible Electronics and Architecture
- ・エンジニアリング・コンストラクション /Engineering & Construction。

当該プロジェクトは、プレワークショップにて検討プロセス自体の検討を行ったうえで、上記の6つのポートフォリオごとに、シグナルの検出、フィルタリング、ワークショップにてシグナルの分析と優先順位付け、シグナルに関連する駆動要因、促進要因、阻害要因の検討を行った。

手法の実践と再設計

未来洞察の実施にあたり、JRCとEICは、6つのポートフォリオに対して8つのホライゾン・スキャンニング・ワークショップを実施した。ワークショップの開催に先立ち、2022年の5月と6月にプレワークショップを2

⁸ JRCのJRC.S.1ユニット (EU Policy Lab) に属するCCFOR (Competence Centre on Foresight)、EIC戦略インテリジェンスチーム、EISMEA.D01、EICプログラムマネージャーオフィス、EISMEA.D02が協力のもと実施された。JRCのT.5ユニットに属するCCTMDA (Competence Centre on Text Mining and Data Analysis) も参加した。

回開催し、検討のプロセスと、そのプロセスが十分に頑健か、重要な情報をどのようにもたすかについて検証が行われた。プレワークショップでは、宇宙システム・テクノロジーと量子テクノロジーが取り上げられ、前者に関しては、複数の成熟したレベルを横断する膨大な技術が包含されていること、後者については、技術自体が新興で破壊的な領域であることを念頭に置く必要があると確認された。プレワークショップによるプロセスのフローとアウトプットの綿密なレビューにより、検討プロセスの再設計が進められた。

シグナルの検出

シグナルの検出にあたっては、量的分析と質的分析を組み合わせられて進められた。

量的分析については、各ポートフォリオごとに、データ及びテキストマイニングの手法を用いて収集されたシグナルが利用された。その手法は、PATSTAT (Patent Statistical Database)、SCOPUS (エルゼビアによる査読付き科学ジャーナルの概要と引用のデータベース)、EICがこれまでにファンドを行ったプロジェクトのプロポーザルのデータ (不採択を含む) といった複数のデータベースの洞察から得られたものであった。

データ及びテキストマイニングによるアプローチは、Technology Innovation Monitoring (TIM) プラットフォームのツールを使用しており、JRCのCCTMDA (Competence Centre on Text Mining and Data Analysis) によってシグナルが提出された際の方法は以下のように要約される。

シグナルを検出するにあたり、科学論文及び特許を初期の技術開発の代替とみなし、シグナルは論文もしくは特許の突然の増加に現れると仮定された。科学論文及び特許は、技術及びイノベーションにおいて検出されるシグナルと相補的であった。一方、科学記事に見られるシグナルは、低いレベルの技術成熟度 (TRL1-3) である傾向にあった。特許に見られるシグナルは、開発中の特徴的な技術であり、製品を市場に投入するまでの期間がより短い、もしくは市場性/戦略性のポテンシャルが非常に高い傾向にあった。

CCTMA、CCFOR、EICは、各EIC PMポートフォリオに関連するシグナルの抽出、分析、使用に際し探索的アプローチを活用した。この目的のために、それぞれのPMは各ポートフォリオのスコープを定義するキーワードのセットを定義した。これらのキーワードはTIMに入力された。各EICポートフォリオのワークショップのために、CCTMDAによる短いレポートが作成され、それにはプロセス及びアウトプットの詳細な説明が含まれ、この短いレポートは最終報告書に統合されてANTICIPINNOVのワークパッケージとして公開された。

定量的手法による分析と併せて、専門家によるシグナルの検出が行われた。専門家の選定は、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することから始まった。各トピックごとに40名程度の人数に依頼している。依頼の際には、以下の内容が専門家に伝達された。

- ・ ホライゾン・スキヤニングとその目的についての幅広い定義
- ・ シグナルと、そうでないものの定義
- ・ 兆候やエビデンスに基づくシグナル発見の例。兆候やエビデンスは以下のような媒体に見られる：公開/非公開の科学論文、カンファレンスの予稿集、技術・商業レポート、書籍、特許、データセット、専門/一般メディア、ブログその他のオンラインの出版物、新聞、ソーシャルメディア、ドキュメンタリーなどのノンフィクション作品、短編小説から大ヒット映画に至るフィクション作品、あらゆる形式の芸術作品、その他サーベイの回答者に関連すると思われる情報源。
- ・ 各シグナルの提出時に必要な情報 (タイトル、概要、情報源)

さらに、スキヤニングと収集に関する2つのルールが示された。

- ・ シグナルはひとつ以上の領域 (科学、技術、イノベーション、マーケット、メディア、その他の領域) で明確な新規性を表現していること。
- ・ シグナルは、情報源や参照資料に対してトレースできるリンクを有すること。

以上の量的分析・質的分析によって集められたシグナルは、シグナル間の関係性の評価や粒度の調整が行われ、また、十分に明確でないシグナルについては排除された（表 2-1-1）。

表 2-1-1 定量的・定性的手法を用いたスキャンニング結果

Table 2 - Scanning results by different methods for each workshop.

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

Note - The first two pilot workshops on Space and Quantum did not include signals from the data mining, as this step was a methodological improvement introduced later.

これらのシグナルは、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（表 2-1-2）。これらの情報は、技術とイノベーションのシグナルとトレンドに関する文献レビューに基づいて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。フィルタリングされたシグナルのリストは参考資料としてとりまとめられ、各ワークショップの参加者に対して、ワークショップの準備段階のバックグラウンド資料として配布された。

この段階では、詳細にみるとシグナルの粒度が異なる状況にあり、各ポートフォリオの専門家の関与が重要であった。シグナルのうちいくつかは、きわめて“ハイレベル”であり、複数のシグナルが集まって、技術もしくはトレンドでクラスターを形成し得るものであった。これらのシグナルは主にいくつかのサブクラスターに分けられ、グループの他のシグナルを補助するグループとされた。一方で、過度に詳細なシグナルは、本プロジェクトの実践においては有用ではないとされた。そういったシグナルはグループ化され、一つのシグナル、もしくはサブクラスターにマージされた。ワークショップにおいて理解するのに詳細情報の追加が必要なシグナルや、応用に関する説明や事例を補うことが必要なシグナルは取り除かれた。

表 2-1-2 シグナルのクラスタリング

Table 3 - Pre-workshop signal clustering conducted by the horizon scanning team in collaboration with the EIC PM.

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

Note - The first two workshops on Space and Quantum (pilots) did not include this step, as it was introduced later as a methodological improvement.

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て、以上のクラスタリングは、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として行われた。ワークショップの参加者は、ワークショップの間に、先のクラスターを、その数やトピックのいずれにもおいて自由に修正することが可能であった。

ワークショップのフロー

ワークショップはオンラインで行われた。各ワークショップは3時間で、各ポートフォリオに関連のある複数の領域がカバーできるような専門家達が参加した。EICのスコープが幅広く、ホライゾン・スキャンニングの活用にあたりシグナルの解釈が重要であることから、多様なステークホルダーのグループが参加することが求められた。参加者のプールはトピックに従わずかに異なっているが、ほぼ以下のメンバーが含まれていた。

研究者、スタートアップの設立者、企業の代表者、業界団体、政策立案者
ベンチャーキャピタル・投資家/ビジネス・エンジェル、ビジネス・インキュベーター

この多様性が、異なる視点を投じるために重要であり、トピックに関するインテリジェンスに関する洞察を得ることに役に立つと考えられている。

ワークショップのプロセスは、以下の12ステップから構成される。

1. 事務局より趣旨説明
2. 参加者の自己紹介
3. EICのPMによるポートフォリオに関する説明
4. アイスブレイク
5. 検出されたシグナルについての共有 (図2-1-1)
6. グループワーク (図2-1-2)
 - ・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。
7. グループワークの全体共有 (図2-1-3)
8. 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。
9. 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。
10. 投票結果に対する全体議論 (表2-1-3)
 - ・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。
11. フューチャートライアングルの作成 (図2-1-4)
 - ・ワークショップの最後のプロセス (後述)。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。
12. まとめ

Figure 3 - An example of the visual presentation of the horizon scanning signals used in the Responsible Electronics workshop, as introduced to the workshop participants. This visual language was replicated across all workshops.

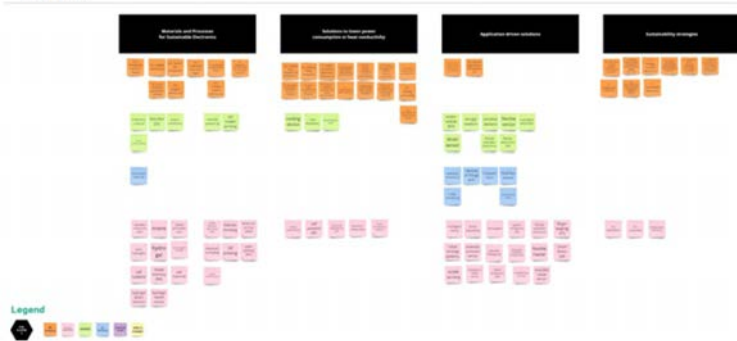


図2-1-1 Responsible Electronicsのワークショップにおけるシグナルの可視化
(すべてのワークショップにおいて、同様の可視化方法がとられた)



図2-1-2 Architecture, Engineering, and Constructionのワークショップにおけるグループワーク



図2-1-3 Space Systems and Technologiesのワークショップにおける全体ディスカッションの例

Figure 6 - The "futures triangle" was the final activity of the workshop, exploring the topics and issues that pull, push, and weigh down future change. The different coloured 'stickies' reflect participant colour choice and do not hold special meaning in this

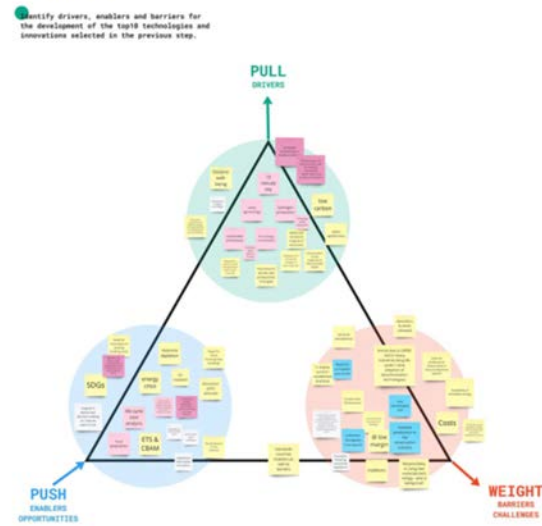


図 2-1-4 フューチャートライアングルの例

表 2-1-3 ホライゾン・スキャンングのプロセスにより優先順位付けされたシグナル

(シグナルはEIC PMの各ポートフォリオにおいて特定されたもの)

Table 1 - Priority signals identified for each of the EIC PM portfolios¹ 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

2 諸外国の
特徴的な
取り組み

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

さらにワークショップの結果を分析し、ポートフォリオに共通する4つの技術開発領域が見出された。

- ・ ロボティクスと自動化/Robotics and automation
- ・ 人工知能と機械学習/Artificial intelligence and machine learning
- ・ 生物模倣と生物学的プロセス/Biomimicry and biological processes
- ・ 材料科学/Materials sciences

フューチャートライアングル

各ワークショップの最後には、フューチャートライアングルの活動が含まれている。この活動は、各PMポートフォリオ内の分野の発展を形作るトレンドと論点について、専門家に議論してもらうために設けられたものである。これらの論点は、駆動要因 (driver)、促進要因 (enabler)、阻害要因 (Barrier) に区別され、ステークホルダーが、各ポートフォリオ内の将来の発展に影響を与える環境・社会・経済・政策の状況について考える材料を提示している。6つのポートフォリオを通じて繰り返しみられる論点には以下のようなものがある。

- 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)
- 阻害要因 – 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

また、各ポートフォリオ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3つのテーマ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わっていることが判明した。

当該プロジェクトの結果

各ワークショップの結果は分析され、検討の経緯と共にサマリーレポートにまとめられている。サマリーレポートは、EICのミッションとEUの戦略的ビジョンが目指す幅広いゴールに照らして、長期的な利益と恩恵をもたらす可能性の大きなシグナルとそれらのクラスターについて、意思決定者とコミュニケーションを図る際の参照情報として活用されることが想定されている。

また、報告書のなかでは、今後、EICがホライゾン・スキャンングをより総合的に活用するための推奨事項を示している。

- ・ EICが現在扱っていないポートフォリオもカバーする
- ・ ホライゾン・スキャンングを継続的にサポートするための専門家コミュニティを創設する
- ・ アウトプットのタイムラインをEICの課題の草案と合わせる
- ・ AI等の高度な技術をホライゾン・スキャンングのプロセスで活用する
- ・ ワorkshopの設計を合理化する (時間調整、シグナルの事前分析や事前のクラスタリング等)

- ・ホライゾン・スキャニングと他の未来洞察の手法の組み合わせを検討する。

2.2 生物医学研究における新興技術とデータサイエンス / 米国 NIH-NExTRAC

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。米国国立衛生研究所（NIH：National Institutes of Health）は、新たなデータサイエンス技術の政策的・倫理的意味合いを理解し、新たな技術がどのように異なるソースからのデータセット（例えば、研究環境と非研究環境からのデータ）の健康研究への利用を可能にするかを理解しようとしている。これに加え、NIHは、新たなデータサイエンスが研究参加者、家族、集団、研究者、社会にもたらす潜在的な利益とリスクを予測しようとしている。生物医学研究における最近のデータ科学の進歩を評価するために、NIHはNExTRAC（Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee）という、生物医学研究における新興技術の使用に伴う安全性や倫理的・社会的問題について議論し、NIH長官にガイダンスを提供する連邦諮問委員会を2019年設置した。NExTRACの任務は以下の通りである。

- ・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こと
- ・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、評価すること

この任務に取り組むため、NExTRACはデータサイエンス・新興技術ワーキンググループ（WG）を設置した。WGの活動の枠組みは、NExTRACの任務と、同委員会の以前の報告書であるNExTRACの枠組みを確立するための報告書によって提供された。WGの任務は、第一にリサーチクエスションの種類を特定すること、第二にそれらのリサーチクエスションを関連する一般市民と議論することであった。WGはこの2つのタスクを別々のフェーズ（図2-2-1）で進めた。審議の指針として、WGは、審議を構成する中核的な論点を示すいくつかのテーマの可能性を指摘した。これらのテーマをもとに、WGはその後、リサーチクエスションの種類を特定し、国民の意識を評価するための資料を作成した。

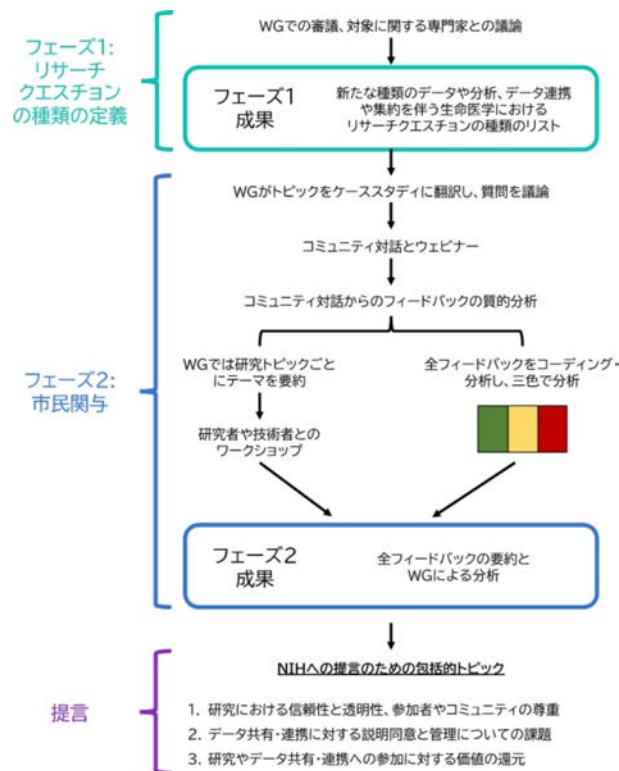


図2-2-1 NExTRAC データサイエンスと新興技術のワークフローとアウトプット

NExTRACは、今後5～10年間に実装される新しい技術を特定するために、ホライズン・スキャニングを実施している。まず、WGはブレインストーミング会議を開催し、生物医学研究におけるデータサイエンスの最も差し迫った問題についての見解を共有し、WGの知識のギャップを特定した。これらのギャップを埋めるため、WGは文献調査を実施し、NExTRACの任務に関連するトピックの専門家を特定した。フェーズ1において、WGは以下のトピックを検討した。

- ・ 医療診断と公衆衛生サーベイランスのためのソーシャルメディアと他のユーザー生成データの利用
- ・ 医療の意思決定におけるAIと機械学習の利用
- ・ 健康データプラットフォームと連携データの共有
- ・ 健康に特化していないソースからの消費者データとライフスタイルデータ
- ・ ウェアラブル、スマートフォン、インターネットが可能にする新しいデータストリーム

2022年7月、WGはNExTRACに対しリサーチクエスチョンの種類のドラフト・リストを提示した（表2-2-1）。WGは、健康に関連する疑問について情報を提供するため、データ（従来の医療システム以外からの新規データの利用）、アルゴリズム（モデルやアルゴリズムの利用）、統合（複数のソースからの異種データセットのデータ連携と集約）という3つの研究テーマに焦点を当てた。

表 2-2-1 フェーズ1で定義されたリサーチクエスチョンの種類

研究トピックの分野	リサーチクエスチョンの種類
データ： 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？
	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？
アルゴリズム： モデルやアルゴリズムの利用	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？
統合： 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得るか/与えるべきか？

フェーズ2では、フェーズ1の研究課題と、それが個人と地域社会に及ぼす潜在的な影響に関するフィードバックを収集するため、一般市民との一連のコミュニティ対話を開催した。このフェーズでは、WGは信頼と持続可能なパートナーシップを構築するために、一般市民や地域社会の多様な人々から幅広い意見を求めた。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。これらの参加は、それぞれのコミュニティにおいて市民と出会い、参加者の共感を得られるような方法で敬意ある対話を開き、持続的な関係の基礎を築き、生物医学研究に対する一般市民の信頼を向上させるようにデザインされた。

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。先述したように、このWGは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からのフィードバックを集めることも目的としており、例えば、あるイベント（ニューヨーク州ブロンクス）は、すべてスペイン語で行われた。また、コミュニティのメンバーには費やした時間に対して報酬が支払われた。

さらにWGの要請により、上記のコミュニティとの会話では得られなかった視点を取り入れるため、4つの追加イベントが開催された。そこには、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からの支持者が参加し、これまでのコミュニティでの会話と同様の議題で行われた。

以上のコミュニティ対話を質的に分析することで、コミュニティ対話のなかに存在するいくつかのテーマが明らかになった。

- ・ 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を許可する一方で、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。

ウェアラブルデバイスやアプリなどのスマート技術、高齢者に対する住居内センサーといった事例をケーススタディとして話し合い、コミュニティメンバーが研究を支持する可能性が高い場合を緑色、研究を支持するかどうかを決定する前により多くの情報を求める場合を黄色、そして研究に反対したり懸念を持つような場合を赤色として整理した。コミュニティ対話からのフィードバックを踏まえて行われた、研究者と技術者とのワークショップでは、コミュニティとの対話の結果をNIHの事業やプログラムにどのように反映させるかの検討が行われた。

また、WGは、米国政府全体の過去及び現在の取り組みとの重複を避けるよう努めた。例えば、ゲノムデータに特化した研究課題は、この分野では他にも多くの進行中の取り組みがあることから、重視されなかった。さらに、WGは、NIHや米国政府全体でAIに焦点を当てたイニシアティブがいくつかあることを指摘し、AIに関する勧告が単に以前の報告書の結論を繰り返すものでないことを確認したいと考えた。最後に、WGは国際的なデータ共有がもたらす問題にはあまり重点を置いていない。NIHが資金を提供する研究においてデータがどのように使用されるかを決定する上で、米国内の規制（HIPAAやコモン・ルールなど）が果たす役割が大きいことを考慮し、WGでは国内におけるデータ共有に焦点を当てた。

2.3 持続可能な化学 / 米国 GAO

化学は事実上、現代生活のあらゆる側面に貢献しており、化学産業は米国の国内総生産の25%以上を支えている一方、その過程では健康や環境に悪影響を及ぼす可能性があり、化学プロセスや製品のライフサイクル影響について、思慮深い設計と評価が必要であると考えられている。米政府説明責任局（GAO: Government Accountability Office）は、持続可能な化学のあり方を模索するためにTAの実施を議会より依頼され、2018年に、持続可能な化学における機会、課題、ステークホルダーの役割などを調査した⁹。報告書では、（1）利害関係者が持続可能な化学をどのように定義し評価するか、（2）化学プロセスや製品をより持続可能なものにするために利用可能な技術や開発中の技術、（3）連邦政府、産業界、その他がそのような技術の開発や利用にどのように貢献しているかについて論じている。GAOは、3つのテクノロジー・カ

9 U.S. Government Accountability Office, *Chemical Innovation: Technologies to Make Processes and Products More Sustainable*. GAO-18-307. Washington, D.C.

テグリー（触媒、溶剤、連続生産）を評価対象として選択し、政府、産業界、学界など様々な分野の利害関係者にインタビューを行い、持続可能な化学テクノロジーとアプローチに関する専門家会議を開催した。GAOは本報告書において勧告は行っていないが、戦略的な意味を特定している。

具体的な方法論としては、背景を明らかにするために、関連する科学技術とその長所・短所を特定し、利害関係者を特定し、調査項目に反映させるために、主要な報告書と科学文献を検討した。また、全米アカデミーの協力を得て専門家会議を開催し、連邦・州政府機関、化学会社、業界団体、専門家団体、学術機関、非政府組織（NGO）、その他の利害関係者の代表者にインタビューを行い、連邦政府の研究所を訪問し、特定の化学会社を対象に調査を実施し、2つの技術会議に出席した。GAOは、主に製品ライフサイクルの原材料と化学処理段階に関連する3つの主要カテゴリー（触媒作用、溶剤使用、バッチ処理の代替技術）にレビュー範囲を限定し、化学製品のライフサイクルの他の段階におけるテクノロジーも評価しなかった。例えば、産業廃棄物を新たな原料にリサイクルする技術や、化学製品の消費者使用後のリサイクル技術については評価していない。

調査の初期段階において、GAOは全米アカデミーと協力し、持続可能な化学技術とアプローチに関する24名の専門家による2日間の会議を開催した。具体的には、全米アカデミーのスタッフと協力し、化学業界、学術界、国立研究所を含む連邦政府機関、専門家団体、その他から、本調査の最も重要な分野をカバーする専門知識を持つ参加者を利益相反を考慮のうえ選定した。

専門家会議では、化学プロセスや製品をより持続可能なものにする技術の例、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、化学プロセスや製品の持続可能性をアセスメントするアプローチ、基準や規制、関連プログラムの役割、その他の利害関係者の視点など、いくつかのトピックについてディスカッションが行われた。

GAOは、連邦政府の研究所を訪問し、開発中の技術や、そのような技術を開発し商業化する上での課題について議論した。具体的には、National Center for Advancing Translational SciencesのToxicology in the 21st Century (Tox21) Robotics Facilityと、National Institute of Standards and Technology (NIST) のMaterials Science and Engineering Division及びFacility for Adsorbent Characterization and Testingを訪問した。

さらに、以下の関係者グループの代表者と合計82回のインタビューを行った。

- ・ 商務省、NIST、国防総省、3つの国立研究所を含むエネルギー省、食品医薬品局（FDA）及び国立衛生研究所（NIH）を含む保健福祉省、環境保護庁（EPA）、全米科学財団（NSF）、中小企業庁、米国農務省（USDA）、カリフォルニア州有害物質管理局（DTSC）の安全な消費者製品プログラム、及びマサチューセッツ州の2つの事務所
- ・ 関連技術の開発及び実施に関与していると当社または他のインタビュー対象者が確認した化学企業
- ・ 米国化学会（ACS）及びACSのグリーンケミストリー研究所（GCI）、米国化学工業協会（ACC）、化学工業協会（SOCMA）を含む業界及び専門機関
- ・ Berkeley Center for Green Chemistry、UMass Lowell、Toxics Use Reduction Institute（TURI）、University of Toledoなどの学術機関
- ・ Beyond Benign、Clean Production Action、Green Chemistry and Commerce Council（GC3）、GreenSeal、GreenBlue、Natural Resources Defense CouncilなどのNGO
- ・ 機関購買者1社（Kaiser Permanente）及び小売業者1社（Target Corporation）

以上のインタビュー対象の選定にあたっては、各機関の使命、扱う分野、政府機関に関しては政策の方向性、について多様性を求めた。企業の選定にあたっては、基礎化学品製造、医薬品、配合剤（石鹸、洗剤、トイレタリー製品、洗浄剤などのパーソナルケア製品やクリーニング製品のメーカー）の3つの産業分野に焦点を

絞った。これら3つの産業分野は、2016年7月現在、従業員数で米国の化学産業の3大部門となっている。そして、これらのセクター内の企業を特定するために、各インタビュー対象者から、今回の調査範囲内の技術の開発・導入に関する視点を提供してくれそうな他の企業を紹介してもらうという、反復的なプロセスを用いた。具体的には、まず化学メーカー2社（ダウ・ケミカル社とエレバンス社）と製薬会社2社（メルク社とファイザー社）にインタビューを行った。第二段階として、GAOは米国化学会・グリーンケミストリー研究所（ACS-GCI）に連絡し、GCIに最も関連する3つの業界円卓会議（化学メーカー円卓会議、製薬円卓会議、フォーミュレーター円卓会議）に所属する企業のリストを求めた。これらの企業は、ACS-GCIの業界円卓会議へ自発的に参加しており、より持続可能な化学技術へ高い関心を持っていることを示していると考えられる。次に、最初のステップでインタビューした各業界に、さらにインタビューすべき企業の提案を求め、参加に同意した対象セクター内の企業にインタビューを実施した。次に、インタビューを行った連邦政府機関から推薦された企業に目を向け、3つのターゲット・セクターの中から中小企業を中心に、さらにコンタクトを取る企業を選定した。

このようなプロセスを経て合計27社（化学メーカー16社、製薬会社9社、製剤メーカー6社、他業種1社）の代表者と面談した。27社の中には、複数の業種に属する企業もあった。これらの企業へのインタビューに加え、同じ企業に調査票を送付し、18社から回答を得た。これは、米国の化学会社全体から見れば小規模で一般化不可能なサンプルであるため、インタビューとアンケートの結果は、重要な問題を示唆するものではあるが、一般化できるものではないと考えられている。

その結果、ステークホルダーは持続可能な化学を様々な方法で定義し、化学プロセスや製品の持続可能性を評価するために様々なアプローチを用いていることが分かった。例えば、プロセスや製品の持続可能性を評価するためのツールを社内で独自に設計している化学企業もあれば、各業界で適切と考えられている一般的な手法を使用している企業もある。連邦政府機関、専門家団体、非政府組織などの利害関係者は、製品や企業の持続可能性を評価するために、さまざまな第三者認証や測定プログラムを開発してきた。しかし、これらの測定プログラムは、使用する基準や評価するために重要と考える要素に違いがあり、プログラム間の比較を困難にしている。それにもかかわらず、ほとんどの回答企業は、各業種や化学業界全体で持続可能性を評価するための標準化された要素が有用であるとの意見で一致した¹⁰。

当該TAの結果をまとめた報告書では「戦略的含意」として4ページを割き、持続可能な化学の定義をすべきであることや、この領域における政府の活動を統合するために領域横断的なワーキンググループが必要であるなど、議会が考えるべきことが提案されている。その結果、議会はこの提案にほぼ沿う形で法律を制定するに至った¹¹。GAOの貢献について、実際の法律においても「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」と明記されている¹²。

10 Smith, S.L., Raynes, D.B. & Howard, K.L. (2022) National leadership and cross-sector collaboration could help overcome differences in stakeholder definitions of sustainable chemistry. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* 5 : 100222.

11 Interview with Karen Howard, December 16, 2023.

12 H.R. 2051 – Sustainable Chemistry Research and Development Act of 2019, SEC.2. (5) .

2.4 COVID-19の中長期的影響 / カナダ Policy Horizons Canada

Policy Horizons Canadaは、COVID-19のパンデミックによる潜在的な中長期的影響と政策への影響に関して政策立案者に貢献することを目的としたフォーサイトを実施し、報告書をまとめている¹³。この報告書の目的は将来を見据えた思考を促進し、意思決定や対話を促すことである。「中長期的にどのような変化が起こりうるか。また、その変化は政策の前提や手段を覆すものか」という疑問に対して、デスクトップ調査に加え、政府や各省庁、国内外の専門家・関係者との対話やワークショップを行った。

報告書では、健康、経済、社会、ガバナンスの各分野での、COVID-19のパンデミックが引き起こした変化の概要について説明されている。COVID-19のパンデミックがもたらす健康への影響、連鎖的な経済・政治・環境への影響は未知数であり、2020年7月時点では、ワクチンや治療法の発見のため多くの取り組みが行われていた。この状況下で、事態がどのように進展するのか、この状況を振り返った際にどのような意味を持つのかは不確実性に包まれていた。政府が対処する準備ができていないような急激な変化に巻き込まれることを避けるため、起こりうるシナリオを幅広く想定し準備するため、フォーサイトが重要となる。このレポートでは、政策立案にフォーサイトを活用する考えを紹介している。

1. シナリオの作成

シナリオの作成は、代替的な未来を検討するにあたり、偏った、また断片的な視点を避けながら、未来について様々な仮定を立て、必要な準備の検討や社会的な学習を可能にする。シナリオを検討することで、政策への影響（課題やボトルネック、新規ニーズなど）を特定することができる。以下のシナリオは、Federal Foresight Practitioners Networkとの共同作業の一環として作成されたシナリオである。

シナリオ1：公衆衛生は回復するが、経済は回復していない世界

このシナリオは、「パンデミックが医療的に対処可能になれば、経済は速やかに回復する」との仮定を覆す内容である。2023年のカナダでは、COVID-19は医学的に対応可能であり大きな脅威ではない。感染者は順調に回復したが、経済は回復していない。失業率は依然として高く、経済が完全に回復するのは2030年代前半となる可能性がある。特に小売業や旅行・観光業への影響が大きく、製造業はわずかに復活するが輸出量が減少している。また、商品やサービスの生産・流通の自動化への投資が急増している。低賃金労働者、社会的弱者、女性や先住民族は特に不利な立場に置かれている状況である。

シナリオ2：緊急事態が新しい通常となる世界

このシナリオは、「緊急事態は1度だけの発生で、COVID-19のウイルスに対処すれば状況は改善される」との仮定を覆す内容である。2023年のカナダでは、パンデミックが依然として対処不可能な状況であり、大規模な山火事や洪水等による環境破壊により、一部の人々が避難している。多くの人々はその経験がトラウマになり、メンタルヘルス・パンデミックを引き起こしている。国際情勢は不安定であり、不均一ではあるが経済回復が進んでいる。ただし、GDW（国内総充実度）は急速に低下しており、慢性疾患の罹患率の上昇や出生率の低下が発生している。また、トラウマや不安が人間関係に影響を及ぼし、社会的結束を弱めている。鳥類のコロナウイルスが変異して人に感染する可能性があり、致死率が非常に高いという話も浮上しているような状況である。

13 <https://horizons.gc.ca/en/2021/03/05/foresight-on-covid-19-possible-shifts-and-implications/>

シナリオ3：社会的な結束が危機を乗り越えるレジリエンスをもたらす世界

このシナリオは、「長引くパンデミックと困難な経済移行が、社会生活の足を引っ張る」との仮定を覆す内容である。2023年のカナダでは、パンデミックが長引いたが、脆弱性と連帯を経験することで高いレベルでの社会的結束が育まれる。国内の人々は様々な技術革新の導入を受け入れており、デジタル化・自動化に慣れることであらゆるレベルの教育を再構築している。また企業はリモートワークをデフォルトとし、柔軟に調整可能な労働時間により、ウェルビーイングや家族との時間を優先することで満足度を向上している。ボランティアが増加し、人々は生態系の再生のために社会・経済システムを再構築するために努力している。困難な移行期間から、新しい形の経済・社会的繁栄へ切り抜けることを人々は望んでいる。

2. 政策への影響の特定

政策への影響の特定では、シナリオ検討により特定された政策への影響を理解することで、異なるシナリオに直面した際の政策ツールキットが適切かどうか検討・検証を行うことができる。以下は、混乱が続いている状況下で考えられる政策の検討事項の一部である。

- ・ 加速する経済混乱への対応：テクノロジー起因での失業が急速に発生する可能性。リモートワークの導入により、誰がどこで仕事するかという人や場所に関する変化。在宅勤務やオンラインショッピングによる景気後退の影響を悪化させる可能性。製造業のリショア化・自動化が進むことによるバリューチェーンの変化。場所によるパンデミックの収束度合いが異なることによる他国との経済・社会的関係の維持など。
- ・ 社会的優先事項に関する再考：パンデミックによる混乱への脆弱性の共有と相互依存の認識により、社会契約（政府、個人、企業間などの基本的な取り決め）の再考となる可能性。パンデミックに対する特定の対応が、ジェンダー平等にとっては困難な状況を生み出す可能性。安全なデジタルネットワークとアプリケーションへのアクセスの重要性。経済・社会生活に対する継続的な混乱やウイルスの脅威からもたらされる、ストレスや精神衛生上の危機など。
- ・ システムとしてのレジリエンスの構築：レジリエンスには反脆弱性の意味を含み、破壊的な変化があるほど改善することができることを意味している。レジリエントなシステム構築のための、新たなスキルや仕組みの必要性。社会が中核的なシステム（幼児教育や能力開発など）を「投資」と考えることによる、公募への更なる投資の可能性。レジリエンスへの関心の高まりによる、先住民の世界観の理解や複雑なシステムに対する先住民の理解を促進する可能性。レジリエンスがイノベーションと投資機会の主要分野となる可能性など。
- ・ 連邦政府の役割の変化：連邦政府が州の債務を事実上保証する場合、連邦・州・準州の関係性の変化。連邦政府が保険に加入していない社会・ビジネス上のリスクや損失をカバーし続けることに対する期待。州政府と連邦政府の両方に対する要求が高まる可能性など。
- ・ 緊急時におけるセンス・メイキング：パンデミックに関する情報の取得・処理・行動の変化。ワクチンの接種キャンペーンが科学的根拠に基づくセンス・メイキングの時代を特徴づける事柄になる可能性。変化を理解するのに必要な時期に、文化的創造が減少する可能性。

3. 仮説の検証

どのような未来になるかを考えることは、COVID-19パンデミックに関して、意思決定者が意識的・無意識的に抱いている仮説を検証し政策決定を導くために役立つ。仮説は信頼できるもの、不確実性が高いもの、脆弱なものなど様々である。

- ・ 信頼できる仮定：どのような未来においても確実であり、政策・意思決定の指針として活用することができる

- ・不確実な仮定：より多くの調査、議論、検証が必要であり、予測不可能である。この仮定を用いた場合には予想外の事態や十分に検討されていない影響が生じる可能性がある。
- ・脆弱な仮定：不正確、時代にそぐわない、間違っていることがある。この仮定は、政策や決定の指針になるべきではなく、破棄もしくは修正が必要である。

レポートでは以下の通り、COVID-19に関する検討が必要な不確実で脆弱な仮定を紹介している。

- ・パンデミック後、漸進的な変化により、公平、公正かつ安価な社会プログラムを実現できる。
- ・経済成長と雇用水準は、最終的にパンデミック以前の水準に戻る。
- ・過去の不況から脱するために使用された政策手段や戦略が、この不況を終わらせるのに有効である、など。

4. ビジョン思考の実践

将来の展望（ビジョン）には様々な形がある。利害関係者と共同開発されることが望ましく、意思決定者にとって有益なものであるべきである。レポートでは、以下のような時代精神ではどのような世界なのか、何が起こりうるかなどが記載されている。

- ・集団的麻痺（Collective Paralysis）
- ・社会ダーウィニズム（Social Darwinism）
- ・共感的成長（Empathic Growth）

このフォーサイトによる内部活動や連邦公務員との関わりを通して、緊急と混乱が拡大した段階において、意思決定をどのように組み合わせたり、長期的な成果へと集約され得るかを考察することにつながった。シナリオ作成を通し「ニュー・ノーマル」を単純化して描くことで、望ましい未来に向けた意思決定を促すことが期待できると考えられている。

2.5 職業上の安全と健康のためのAI – 2035年への挑戦と展望/ フランス INRS

AIは過去数年で多大なリソースと注目を集めている。生産性の向上、サプライチェーンの脆弱性の削減といった用途で貢献している。また、これらにとどまらずAIはさらに発展されるべきものとみなされている。その具体例としては、職業上のリスクマネジメントでの活用が挙げられる。とりわけ、職業上の安全と健康（Occupational Safety and Health; OSH）への活用は、AIの導入によって想定される一般的なテーマである。AIの導入は、労働者の精神的・身体的健康を評価し、何らかの予防策を提示するものとして期待されている。仏国立労働安全研究所（INRS : Institut national de recherche et de sécurité）フォーサイトのプロセスには以下のようなものが含まれる¹⁴。

- ・INRSにおけるフォーサイト実践基盤の活用（機関内外の多数の専門家とのコラボレーションと複数領域横断的な協働）

¹⁴ Malenfer et al. (2023), “Artificial intelligence in the service of occupational safety and health. Challenges and prospects for 2035”, INRS, pp. 1-21.

- ・ 来るべき可能性がある異なる未来を想像可能にするための方法論的フレームワークの応用
- ・ 確かな挑戦の深い調査と予防を担うプレイヤーに向けた主要なメッセージの導出

フォーサイトを通じて、2035年におけるAIについての異なる4つのシナリオが提示されている。

1. ビッグテックが自らのソリューションとビジョンを課す

AMAMA (Alphabet, Meta, Amazon, Microsoft, Apple) といった西洋の大企業と BATX (Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi) といった中国の大企業が、主要なプレイヤーとなる。これらのプレイヤーがほとんどのイノベーションをコントロールし、グローバル経済を支配する。自動化の発展と監視は職場における安全性を担保するための好ましいツールになる。このことは、人と機械の親密なコラボレーションを背景として、あらゆる労働者の監視を正当化する。

2. AI 統合のためのフレームワークを各国が保証する

AIの開発がコントロールされなくなると、ヨーロッパ各国はエコシステムと倫理的原則を統治するために、共通の規制を設ける。また、規制もより厳しくなり開発されるAIは厳しい基準を満たしたものになる。その過程で完成したAIは主要な領域では用いられず、人間の監視下においてのみ用いられる。そのため、職場におけるAIも厳しい基準で設計され、その有用性と無危害性が保証された環境でのみ導入される。

3. 民主的発展

このシナリオでは、AIがより民主化される。具体的にはオープンソースになり、ノーコードでAIが用いられるようになる。したがって、AIのアクセシビリティが劇的に向上する。さらには2010年代から行われているAI研究は、論理的な理由付けを与えるシステムが透明化された自動学習の力と合体したハイブリットAIを開発する方向に進む。これらの現象は、AIに対する集団的な信頼を形成するのに資するものであり、OSHでも積極的に用いられるようになる。

4. AIの衰退

技術の進展によって、労働の分野での使用が進む。現に2022年頃から、AIによって自動化、生産性、質といった側面から利益が生まれている。AIに対する肯定的な認識がある一方で、AIが他の分野に応用可能でなかったり、事件、事故、危機を起こしてしまったりすると、労働分野でもAIに対する拒否感が生まれてしまう。これを契機として、AIの開発や使用の衰退が起こってしまう。

2.6 オーストラリア内の産業における量子技術の受け入れ可能性/ オーストラリア CSIRO

量子技術の研究と開発が進んでいく中、それらの技術をオーストラリア国内の産業が受け入れ可能なのかについて評価するプロジェクトがオーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) において進められている¹⁵。具体的には、量子コンピューターや通信技術の導入を対象としている。量子技術は、労働力の増大などが期待される一方で、受け入れ可能性に関するリスクがある。受け入れるのが早すぎると、即時性が欠けているという認識に起因して、支援や投資の勢いがなくなる可能性がある。これに関連して、新しい技術がしばしば直面する誤解、バックラッシュ、そして社会的信用の低下といったことが起こりうる、一方で遅すぎると、あらゆる量子技術に影響

15 Understanding quantum readiness across Australian industry sectors, Understanding quantum readiness across Australian industry sectors; <https://research.csiro.au/ri/understanding-quantum-readiness-across-australian-industry-sectors/>

を及ぼしてしまう。このような背景から、オーストラリア内の主要な産業における受け入れ可能性を評価することが重要である。このプロジェクトは、2023年7月から2025年の6月まで行われており、直近の成果としては「量子コンピューティングがサイバーセキュリティに与えるリスク：専門家とプロフェッショナルからの観点」¹⁶という報告書がある。

この報告書では、量子コンピューティングが社会に対して膨大な利益を与える可能性がある一方で、重大なリスクをはらんでいると説明されている。その中で最も大きく即時性が高いものはサイバーセキュリティ、とりわけ暗号化技術である。非常に高性能で古典的なコンピューターが現状の暗号化システムを紐解くのに数千年かかるのに対し、量子コンピューターはおよそ8時間しかかからない。そのため、我々のオンラインセキュリティの基盤を破壊する性能を持つことになる。この報告書では、上のような背景を踏まえて研究機関や開発機関に、今日のサイバーセキュリティに対する量子コンピューティングの倫理的なリスクと技術的困難性に関する情報を与える目的がある。そのため、サイバーセキュリティのプロフェッショナルや専門家、そしてITやテレコミュニケーションの専門家が量子コンピューティングとサイバーセキュリティについて持っている意見や観点を理解する必要がある。これは以下の方法によって行われた。

1. 量的研究

- ・20分で回答できるオンラインサーベイを実施。サーベイの回答者は、サイバーセキュリティ、IT、そしてテレコミュニケーションの専門性を持っている。結果として331件の有効回答が得られた。

2. インタビュー

- ・16名の専門家とプロフェッショナルに対してインタビューを実施した。インタビュー対象者は、サイバーセキュリティと量子コンピューティングの分野に従事している者であり、IT企業、コンサルティング会社、高等教育機関などに所属している。
- ・具体的には、6名は量子科学者あるいは量子コンピューティングの研究者である。10名はサイバーセキュリティに関する研究をしている。
- ・最初の量的研究を基にして、インタビューの質問は構成されている。

この結果として、本報告書では以下のような示唆を導いている。

- ・量子コンピューティングがサイバーセキュリティに対して与える影響についての深い領域横断的知識や理解が不足している。将来的にサイバーセキュリティで生じる複合的なリスクに対処する必要がある。そのためには、領域横断的な技術的知見や量子コンピューティングの経験が必要である。一方で、仕事の役割によって、量子コンピューティングの理解度の格差があることがサーベイから判明した。
- ・現状の暗号化ソリューションへの量子コンピューティングによる攻撃は、喫緊の重要な課題として広く認識されている。このプロジェクトに協力した多くの参加者が、このリスクについて言及していた。ほとんどの参加者がこのような攻撃は5年以内に起こるだろうと考えていた。
- ・参加者は倫理的リスクを特定の技術的リスクと同程度に重要なものとして扱うべきだと考えていない。ただし量子コンピューティングによって、倫理的原則を保持するためにサイバーセキュリティシステムの能力が影響されると懸念している。多数の参加者は、倫理的原則を保持する代わりにサイバーセキュリティシステムの能力が制限されると思っている。倫理的リスクの重要性の認識に関する乖離は、倫理的リスクに関する知識の欠如にあるのかもしれない。

16 Coates et al. (2023), "Risks of quantum computing to cybersecurity: Perspectives from experts and professionals", CSIRO, pp. 1-43, available at <https://www.bing.com/ck/a?!&p=b60da7ab040d2ef7JmldtHM9MTcwODkwNTYwMCZpZ3VpZD0zOWJlZjhIMS05YTg1LTZiNGUtMjU0ZC1lYjgxOWI2ZjZhNTgmaW5zaWQ9NTE5Nw&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=39bef8e1-9a85-6b4e-254d-eb819b6f6a58&psq=Risks+of+quantum+computing+to+cybersecurity%3a+Perspectives+from+experts+and+professionals&u=a1aHR0cHM6Ly9wdWJsaWNhdGlvbN MuY3Npcm8uYXUvcnByL2Rvd25sb2FkP3BpZD1jc2lyb2pFUDlWmJlTNTc4OSZkc2lkPURTMQ&ntb=1>

- ・量子コンピューティングがサイバーセキュリティに対して与えるかもしれないリスクや影響への適切な対応は、複数の障壁によって妨げられている。ほぼすべての参加者が、量子コンピューティングによるサイバーセキュリティのリスクと影響は最小化すべきだと考えている。しかし、それらへの適切な対応の前には複数の障壁が立ちだかっている。具体的には、危機感の欠如、技術的な相容れなさ、不十分な技術である。

2.7 メガトレンド分析 / フィンランド Sitra

フィンランドの公的イノベーションファンドであるSitraにて行われているメガトレンド分析は、将来起こりうる展開や未来に影響を与えることができる方法について、人々の理解を深めることを目指しており、人口、自然、経済、テクノロジーといったより広い視点から将来の影響を考察するために役立てられている。SitraのMegatrends 2023では、自然、人間、権力、テクノロジー、経済の5つのテーマを通して変化の全体像を描いており、このレポートの目的は、それぞれの変化の全体像を理解することにある。以下で紹介するフューチャー・トライアングルの観点で分析された5つのテーマの内容のほか、将来のレジリエンスを強化する方法を検討し、将来の機会に関する全体像も記載されている。

同レポートでは、変化の全体像をより深く掘り下げるため、フューチャー・トライアングルというフレームワークを活用している。未来学者Sohail Inayatullahにより開発されたこのフレームワークは、未来に影響を与えうる問題を概説するためのツールである。三角形の辺が過去、現在、未来を表しており、現在の「Push」と過去の「Weight」は既存の知識に基づくものであり、未来への「Pull」は我々が考える可能性のビジョンに基づくものである。現在の「Push」とは、今まさに変化しているものすべてに焦点を当て、取り組むべき変化や強化すべきトレンドを決定するのに役立つ。過去の「Weight」とは、我々を現在に至らせたものに目を向けるように導いてくれ、何を土台に望ましい未来を築いているのか、何に挑戦でき、挑戦すべきなのかを示してくれる。未来への「Pull」は、ユートピア、ディストピア、あるいは中間的な未来観をカバーしており、我々に方向性を与え、他者の方向性を理解する助けにもなる。このレポートでは、変化の全体像を洞察し、現在においてより良い未来を築くことができるようにすることも目的としている（図2-7-1）。

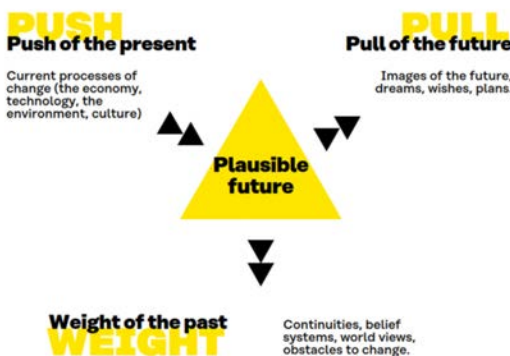


Figure 2. The Futures Triangle helps outline possible futures. Adapted from Inayatullah 2008.

図2-7-1 フューチャー・トライアングル¹⁷

17 Megatrends 2023, < https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/03/sitra_megatrends-2023_v3.pdf >

フューチャー・トライアングルのほかに、同レポートの作成は、文献のレビューやワークショップ、Sitraのメンバーからのコメントに基づいて作成された。2022年の晩春に、報告書の目的を定義する作業が始まった。現在の世界の変化に関して、どのような議論が必要なのか。また、危機の連続や未来への視野の狭さ、全般的な不確実性により、全体像を見渡し、長期的に考える必要があることを示している。フィンランド社会の視点から書かれた、より良い未来を築くために読者を勇気づけるような全体像を作りたいとの意図があり、以下の目的が定められた。

- ・ 未来に関する変化を大局的に捉える
- ・ 読者が変化の影響と相互依存関係、そして変化に対する様々な考え方を理解できるようにする
- ・ 準備と維持から改革と再生という方向へ、未来に関する議論を再構築する

研究の一環として、数十のトレンドレポートが検討された。これらのトレンドレポートからは、現在起きている変化の概要を示し、また変化を妨げる障害や将来に対する様々なイメージに対して示唆をもたらした。変化を分類するにあたって、PESTE (Political, Economic, Social, Technological, or Environmental) のカテゴリーを使用した。また、2022年9月に、Sitraの職員を対象に3つのワークショップを開催し、未来への「Pull」と過去の「Weight」に特に焦点を当てるためにフューチャー・トライアングルを用いた。同時に、様々な変化がどのように関連しているかを探った。

トレンドに対する様々な考え方とその影響を読者に理解してもらうことが目的であったため、秋にはアンケートに基づいて、架空のペルソナを作る、様々な視点から未来についてのストーリーを書く、変革者にインタビューをするなどの方法を試行した。最終的に、自然、人間、権力、テクノロジー、経済の5つのテーマごとにレポートにインタビューを掲載することとした。

Megatrendsは、未来志向を高めるための取り組みの一環であり、将来の代替シナリオを説明するための基礎としてよく用いられる。将来の変化の主な推進要因を特定するため、また、様々な現象をより広い文脈の中に位置づけるためにMegatrendsは役に立つ。将来のシナリオを解釈し、シナリオ間の関連性を理解するためのサポート教材として、Megatrend Cardsが教育、戦略策定、シナリオ分析プロセスや未来に関する一般的な議論等、幅広い活動のリソースとして活用されている。

2.8 高齢化社会の未来 / 英国 GO-Science

英政府科学局 (GO-Science: Government Office for Science) の「高齢化社会の未来」に関するフォーサイトプロジェクトは、高齢化社会の機会と課題を理解するための取り組みの一環として行われた。当該プロジェクトでは、人々が生涯に行う選択と高齢化社会がもたらす影響に焦点を当てたライフコース・アプローチを採用している。そこではスペキュラティブ・デザインの手法を応用したもので、思弁的なものと日常的なものをつなぐ架空の対象を出発点に、参加者が新たなテクノロジーやシステム、社会について自分にとっての意味を探るやり方である。これは英国政府の政策プロセスでスペキュラティブ・デザインが積極的に使用された初めての例である。

当該プロジェクトでは2014年、地域の視点から高齢化の未来を考察するエッセイを研究者や高齢者と働く実務者に対していくつか依頼し、翌年に市民参加型のワークショップを実施した。ワークショップの目的は政策に反映させるための質的資料を収集することであり、高齢化に対する一般市民の認識や、高齢化社会を最大限に活用するために必要なトレードオフに関する価値判断などの回答を求め、構造化することであった。また、2040年の働き方をシナリオとして描いた一連のイメージを提示することで、参加者の反応や議論を喚起

しようとするスペキュラティブ・デザインの手法的有効性の検証も目的とした。3回のワークショップは次のように異なるテーマ、異なる都市で開催された。

1. 未来の仕事（スウォンジー、2015年2月19日）
2. 未来のサービス（レスター、2015年2月26日）
3. 未来の交通とモビリティ（マンチェスター、2015年3月17日）

各ワークショップでは2040年の仕事やサービス、交通機関などの可能性や局面を描いたデジタルでのスペキュラティブ・イメージが、ワークショップが開催された都市に合わせて作成された（図2-8-1）。スペキュラティブ・デザインはSFのように「認知的疎外感」によって世界を奇妙なものにし、参加者の経験的な環境から揺り動かし、そこに自分の物語を盛り込むことのできる豊かでオープンエンドなフィクションを提供する。自動運転車やロボット修理工場などの見慣れない「未来」の要素は、見慣れた文脈に定着させるように意図的にデザインされている。



図2-8-1 スペキュラティブ・イメージ¹⁸

ワークショップ資料は以下の3つから構成される。

1. ファシリテーターズガイド：ガイドでは以下の資料を使って、参加者が最初にエビデンスに触れるところから、これらの課題に対する政策対応を考えるまでのワークショップをどのように運営するかを説明している。
2. エビデンスカード：高齢化が政府や社会のすべての人々にとってどのような意味を持つかを示すもので、7セットのカードは次のようなテーマで構成されている。
 - [1] 一般
 - [2] 仕事と生活

18 Strange Telemetry, <<http://www.strangetelemetry.com/speculativedesignandageing-1>>

- [3] 生涯学習
- [4] 住宅と地域社会
- [5] 家族の中心的役割
- [6] 医療・介護システム
- [7] 物理的、社会的、技術的つながり

3. ペルソナ：2040年に生きている架空の人物が、高齢化の影響をどのように経験するかを物語っており、政策立案者や意思決定者が、政策が実際の人々にどのような影響を与えるかを考える際に役立つ。

各ワークショップは、スペキュラティブ・デザインの概念を紹介したのち、イメージは予測ではなく、起こるかもしれないこと、起こらないかもしれないことを集めたものであり、議論やディスカッションを誘発することを目的としていることが専門家より参加者に説明された。参加者がお互いに同意したり、描かれたものが完全に現実的であると考えたりすることは期待していないことを強調した。それよりも、シナリオに対する参加者の反応や、国境を越えてどのような世界を想像しているのかに焦点が当てられた。

続いて参加者は「6色ハット思考法」に倣った、「カラーカード」を用いて半構造化された議論を行った（表2-8-1）。

表2-8-1 カラーカードの質問¹⁹

カード	質問
はい（緑）	この画像のどこが好きですか？共鳴するものや親しみを覚えるものはありますか？
いいえ（赤）	この画像のどこが嫌いですか？あなたが同意できないことや、ありえないと思うことはありますか？
フィーリング（緑）	このシナリオに自分を置き換えてみてください。その時のあなたの直感はどうですか？不快感、悲しみ、喜び、リラックス、不安を感じますか？
個人的な変化（黄）	このシナリオがあなたの未来にあるかもしれない、あるいはその一部であるとしたら、あなたは今の自分の生活にどんな変化をもたらしますか？
外部の変化（紫）	もし、このシナリオがあなたの将来、またはその一部になるかもしれないとしたら、あなたは他人（政策立案者、地方自治体、企業）にどのような変化を求めますか？

ワークショップの結果、コミュニティの必要性、それに伴う孤立への不安、それに対処するための幅広い支援や投資など、いくつかの重要なテーマが得られた。参加者は老後のための貯蓄やデジタルスキルの維持など個人ができることと、公共計画や能力訓練などのより大規模で体系的な介入が必要な課題を明確にした。ワークショップ全体を通して参加者は将来のシステムが自分たち抜きで設計されていることに懸念を抱いていた。今後はより長い時間をかけてワークショップを開催し、参加者それぞれに自分の物語を作ってもらい、発展させていくことが有効だと結論づけられた。また、3回のワークショップは開催場所が異なるにも関わらず同じテーマが出てきたため、結論の一般化可能性は高いと考えられている。

このほか、「高齢化社会の未来」プロジェクトでは、政策案を共同で作成するために政府省庁関係者によるワークショップも4回開催している。たとえばあるワークショップでは、デジタル・文化・メディア・スポーツ省（DCMS）、住宅・コミュニティ・地方自治省（DCLG）、労働年金省（DWP）とGo-Scienceに所属す

19 Voss, Revell & Pickard (2015)

る4名がテクノロジーと将来の高齢化社会との関連性を検討するチームを結成した。同チームはワークショップを通して、カードに視覚的に表現されたエビデンスを見ていくうちに、最大の課題はテクノロジーそのものではないことを発見し、人口動態の変化の大きさも実感したという。

これらと並行して2015年6～9月、22本ものエビデンス・レビューを公表している。これはアカデミアの専門家によって作成され、独立した学識経験者によって査読された論文であり、英国における高齢化の将来についての分析を提供している。さらに2014年から2016年にかけて研究者や実務者などの専門家向け、ならびに英国各都市の市民向けにセミナーを14件開催するなど、多様なアプローチを駆使してプロジェクトを実施した。

プロジェクトの最終報告書では、英国の高齢化は不健康と障害を増大させ、家族は介護と仕事との両立を迫られることになることになると懸念している。このためには医療・介護制度の適応と高齢労働者や無報酬の介護者に対する支援、生涯学習の促進や高齢化対応住宅の整備が必要になるとして、多方面からの政策的な含意を示している。

2

諸外国の 特徴的な 取り組み

3 | 重要なポイント・示唆

1. 未来洞察の意義

未来洞察はそもそも、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ものである。その意義は、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²⁰。ただし、近年では、より短期的な政策形成に資する成果を求める流れは強まっており、政府系機関が実施する未来洞察においても実利が重視されるようになってきている。また、TAについては、各国で議会TA機関が活動しているように、もともと政策的な意思決定との強いつながりを持つように制度設計されている。米国GAOの持続可能な化学についてのTAでは、報告書の提言にほぼ沿った形で議会が法律を制定したとされる。また、同じく米国NIH-NExTRACにおける遺伝子ドライブ技術のTAの結果はNIHの決定に反映されている。どちらも議会や政府機関の要請によって議題が定められ、調査分析した結果をもとに提言を行っており、政策形成に対する未来洞察の貢献が明確である。

一方で、多くの場合、未来洞察の政策形成への直接的な影響の把握は困難であることがインタビューからうかがえた。その原因は未来洞察が本質的に不確実な未来を対象にしていること、そして、その目的が意識や関心の啓発に置かれていることに起因する。未来洞察により得られた戦略的インテリジェンスは、それ自体が意思決定のための根拠なのではなく、重要な情報を残しつつ複雑さを縮減し意思決定を促すものである点について関係者の間で共通の理解がある。

未来洞察のこのような性格を踏まえたとき、未来洞察が成功したか否かを「未来を正確に予測できたか否か」という基準で、後知恵を用いて判断するのは誤りであり危険ですらあることが分かる。これは政策的な意思決定との強いつながりを前提に設計された未来洞察の場合であっても当てはまる。また、未来洞察の結果が、政策立案者の「コンフォートゾーン」、すなわち期待する想定範囲から外れることもしばしばあり、その結果、その未来洞察の結果のみならず、未来洞察の活動自体がネガティブなものと思なされることも懸念されている。こうしたリスクを最小限に抑えるために、未来洞察の結果を見せるだけではなく、検討のプロセスに政策立案者を巻き込んだり、後述するように、未来洞察の意義を共有しつつ行政そのものに組み込み、内製化する取り組みが進められている。

2. 未来洞察の手法・プロセス

定量的分析の発展

情報収集・処理技術の飛躍的な発展により、定量的データを活用した未来洞察の手法開発が進んでいる。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（計量書誌学）などの手法を組み合わせ、新しい科学技術の芽、科学技術の発展や社会変革の兆し（ウィークシグナル）の量的な把握が試みられている。シグナル間の相互作用や内的・外的整合性の探索的な評価を繰り返すことで、未来についてより解像度の高い描写を行うことが期待されている。生成AIを活用する動きは今のところ確認されていないが、今後、定量的手法の開発を進め未来洞察を充実させていくことは各国共通の課題であろう。

この動きの背後には、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、未来洞察の活動と密接に連携を図りながら分析を引き受けている事情がある。こ

20 NISTEPでは第12回調査が現在進行中であり、その一部として以下の報告書を発行している。「第12回科学技術予測調査ビジョニング総合報告書～個々人の多様な価値観に基づく「ありたい」未来像の共創～」 <https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/2000020>

うした組織の存在が未来洞察の継続的発展のためのインフラとして機能している。例えば、JRCのテキスト及びデータマイニングに関するコンピテンスセンターや米国GAOのSTAAチーム、オーストラリアCSIROのData61などが挙げられる。

定量的・定性的手法を組み合わせた方法論の検討

定量的手法は比較的定式化されやすく、多量データの量的分析手法という自動化によって予測が可能になるという期待が強い²¹。ただし、これまでの諸外国の取り組みを見ても、定量的手法に基づく未来洞察で達成できることは全体の一部にすぎないことは明らかだ。例えば、本調査で取り上げたなかで最も包括的な検討である欧州JRCの「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」(ANTICIPINNOV) プロジェクトにおいても、データ及びテキストマイニングの手法が用いられたのは8つのフェーズの1つだけであり、それも専門家によるシグナルの特定というフェーズの結果と併せて参照されている。むしろ、同事例からわかるのは、多段階に設定されたワークショップの綿密な設計と、そのワークショップに招集され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である。本調査におけるインタビューからも、未来洞察に協力してくれる専門家やステークホルダーを特定し接触することが大変であるという意見がいくつかあった。テキストマイニングや科学計量学などの分かりやすい手法だけでなく、ワークショップやインタビューなどの質的手法、そしてそのためのロジスティクスなどが重要であり、エフォートをかけるべきであることが強くうかがえる。

オープンでインクルーシブな方法論の検討

前節においてその意義を確認したように、未来洞察により得られる戦略的インテリジェンスは、重要な情報を残しつつ複雑さを縮減するものであり、不確実な未来に対して現時点での政策的な判断の余地を残している。すなわち、未来洞察は未来を言い当てることで特定の政策案を選び取ることを自動的に正当化したり、逆に他の選択肢を棄却したりする性質のものではない。未来洞察はこのような性質を必然的に伴うため、たとえ定量的手法により未来に対してより精度の高い描写を得られたとしても、応答可能性 (responsible) や省察性 (reflexive) に特徴づけられる定性的なプロセスを踏まえることが重要だという意見があった。これは欧州で発展した「責任ある研究とイノベーション」(RRI: Responsible Research and Innovation) の理念と合致するものであるが、欧州に限らず、他の国でも、このような理念的な言葉遣いをしないまでも、オープン (開放的) でインクルーシブ (包摂的) なプロセスを重視していることがうかがえた²²。

オープンでインクルーシブなプロセスを担保するためには、例えば、技術のロングリストを作るスキニングの段階で、スキ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が重視される。スキニングの幅が狭いと影響力のある専門家 (その分野内で重要な研究を行っている研究者を指すこともあれば、単に、著しい業績を上げている研究者や政治的な影響力のある研究者を指すこともある) によって、恣意的にウィークシグナルが解釈される可能性が高まることが懸念されている。

ワークショップの開催にあたっては、その分野の有力な研究者を集めた従来のやり方が、アイデアの硬直化や均質化を招くとの危惧があった。もちろん、未来洞察には引き続き専門家の存在が欠かせないわけではあるが、その具体的な実践における専門家の選定やワークショップの設計には工夫の余地が残っている。例えば、事前に関連する幅広いコミュニティの見解を踏まえたうえでワークショップの議題設定を行ったり、異なる意見を持つ専門家をあえてぶつけることで多様な論点が出るような工夫する試みが見られる。

また、専門家だけではなく幅広いステークホルダーとの対話や協働によりプロセスの正当性や結果の妥当

21 Cuhls (2020), *op. cit.*

22 Schatzman, J., Schäfer, R. and Eichelbaum, F. 2013. Foresight 2.0 – Definition, overview & evaluation, *Eur J Futures Res*, 1015, DOI 10.1007/s40309-013-0015-4

性を高めようとする取り組みも着目に値する。特に米国NIH-NExTRACのデータサイエンスと新興技術のWGでは、ヒスパニック系市民にアクセスするためスペイン語のみのコミュニティ対話イベントや、農村部の医療団体や希少疾患ネットワーク、アメリカやアラスカの先住民グループの支持者を集めたウェビナーを開催するなど、非常に丁寧な形でステークホルダーや市民の多様性の確保に努めていた。医療・ヘルスケア研究分野を所掌するNIHとして、こうした未来洞察においても積極的にコミュニティや市民の意見を収集しようとする姿勢が印象的である。新興技術に関するテーマは市民が当事者性をあまり強く感じづらいところ、それでも彼らを適切かつ積極的に参画させるため、全米の各地域コミュニティにどのように政府機関がリーチできるかについて、外部のコンサルタントを活用するなど、新たな挑戦に前向きに取り組んでいる様子もうかがえた。また、幅広いステークホルダーと対話する能力を行政や関係機関の未来洞察を取り仕切る事務局が持っていない場合には、デザイナーやパブリックアフェアーズを生業とする民間企業など外部との連携を積極的に行い、フォードバックを受けながら、パブリックエンゲージメントの手法を絶えず改善していることが明らかとなった。

評価項目の設定

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、更に検討を深めて優先順位をつけていくにあたり評価項目を設定する必要がある。評価項目の設定の一例は、科学技術イノベーションの中核的な価値から評価項目を抽出するやり方である。例えば、OECD-BNCT（経済協力開発機構バイオテクノロジー・ナノテクノロジー・コンバージングテクノロジー作業部会：Working Party on Biotechnology, Nanotechnology and Converging Technologies）の科学技術ガバナンスプロジェクトでは、図3-1のように、科学技術イノベーションに関わる根源的価値（Fundamental values）として、人権、セーフティとセキュリティ、民主的価値、持続可能な発展、平等と包摂を、技術特有の価値（Technology-specific values）として、責任、公共善のためのイノベーション、技術スチュワードシップ、透明性、説明責任、信頼性を掲げている。

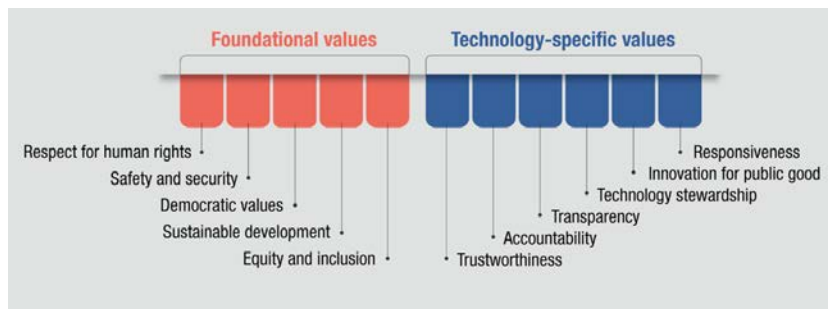


図3-1 科学技術・イノベーションに関わる価値

英国の産業助成機関であるInnovate UKでは、2023年12月に発行した*Innovate UK's 50 Emerging Technologies*の検討において、以下の5つの原則に対し4から8のサブ評価を行っている。そのサブ評価項目の3分の2が量的調査、残りの3分の1が質的調査に該当し、各項目の結果を複数要因決定マトリックス（multi factor decision matrix）に入れ込み、異なる原因同士の重みづけを行うことで、組織として最善の仕方決定することを試みている²³。

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

1. タイミング	準備はできているのか、どうして今投資が必要なのか。
2. 追加性	Innovate UKやUKRIが特別にできることはあるのか。例えば、ある技術がすでにAppleやAlphabetから注目されているならば、政府からの投資は必要ないと判断できる。
3. 実現可能性	ある技術について、何らかの知識を持っている科学者が英国内にいるか。
4. 機会・好機	市場や市場規模の観点で期待が持てるか。
5. 社会的影響	社会的に大きな価値があるか。(近年、経済的利益だけではなく、社会的利益との比較衡量を重視)

また、必ずしも評価点が高くない、いわゆる「ブラックスワン」、すなわち低頻度高帰結事象にも着目している。つまり、すべてが数理的・統計的に処理されてるわけではなく、全体を考慮して人の判断によって評価される部分を残している。

ただし、どのような評価項目を設定すべきかは各国とも試行錯誤の最中である。全米科学財団（NSF）では、イノベーション・パートナーシップ局（TIP）を通して、特定のテクノロジーの過去および将来のアウトカム（能力・生産・利用）について、数年～数十年単位の進化の理解・予測を正確に記述する因果モデルの開発を目的としたAPTO（Assessing and Predicting Technology Outcomes）プログラムを2023年6月より開始しており、そもそもどのような評価の手法が望ましいかを研究開発の一環として探索している²⁴。

3. 未来洞察を政策や事業に反映させるための運営上の工夫や取り組み

未来洞察機能の行政への内製化

インタビュー調査のなかで、未来洞察の機能を行政のなかに内製化することが各国に共通して強調された。このような動きの背景には、未来洞察はその実施を専門家だけ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のかについて幅広い関係者が適切に理解する必要があるとの共通認識があるためと考えられる。また、未来洞察の成果が組織に広く理解されなければ、活動の持続可能性が担保されず、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くなることも意識されている。他方、政策立案者をはじめとする利用者においても、特に未来に対する予測可能性などに対する過度な期待や誤った期待を正す必要性にも言及があった。UNESCO（国連教育科学文化機関）がフューチャーズ・リテラシーの促進を掲げているように²⁵、社会の複雑性や新奇性に備え、計画し、対話するために、なぜ、どのように未来を利用するのかについて理解することの必要性がしばしば指摘されるが、多くの場合、関係者にはそのための学習機会が与えられていない。このため、政策立案者をはじめとする関係者の間には、未来洞察の実施にあたっては単に制度や手法を取り入れればうまく行くという誤解がある。実施者や利用者、その他の関係者が、なぜ未来洞察が必要で、その結果をどのように活用すればよいのかについて適切に理解したうえで関与することが期待される。

スキルセットやリテラシーの獲得

今回の調査で明らかとなった各国の活動の大きな特徴として、政策立案者や政府職員に対する研修やトレーニングを実施している機関が複数見られたことも挙げられる。例えば、EUではフォーサイトに関して政策立案者のためのセミナーやワークショップを、英国ではGO-Scienceがホライゾン・スキニングのツールを用いて政府職員に対するトレーニングセッションやオンラインクラスを開催している。カナダのPolicy

²⁴ <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/assessing-predicting-technology-outcomes-apto>

²⁵ <https://www.unesco.org/en/futures-literacy>

Horizons Canada でも一対一のトレーニングセッションや応用的なプログラムなど、フォーサイトに関する学習サービスを政府職員に提供している。

これらの未来洞察に関するキャパシティ・ビルディングは既存の関係者において未来洞察の理解や意識、関心の向上を図るばかりが目的ではない。未来洞察に実際に関与する人材を増やすとともに、彼らの間で実践コミュニティが形成され、自律的に相互学習が促進され、国全体として未来洞察を行い、活かす能力を高めることが想定されている。本調査において確認できるだけでも、英国、米国、ドイツ、カナダ、フィンランドでは国レベルで組織横断的に未来洞察人材が集うようなネットワークが公式・非公式に形成されている。こうしたネットワークは実践コミュニティとして機能し、メンバー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事例が多く見られた。また、米国 ECAST や PIT-UN などは草の根的なネットワークで活動を行いながら、関係者の能力や知見、意識の維持や向上に努めていることもうかがえた。

組織横断的な未来洞察コミュニティの形成

未来洞察は、一般的には各省庁の施策の検討で行われることが想定されているため、省庁単位で実施される場合が多いが、成果として得られた知見の活用先が所管の省庁に閉じているわけではない。所管範囲の都合で、研究開発の振興やビジネスの支援など省庁ごとに注力するポイントは異なるが、科学技術と社会に関する動向を把握するという点で年々重複する部分が広がっており、積極的に連携していることがうかがえた。

カナダの Policy Horizons Canada のように省庁横断的に未来洞察のサービスを提供する機関もすでに存在し、様々な省庁との連携や、政策立案者が組織の垣根を超えて未来についてざっくばらんに議論する交流の場として機能している。このような機能が、組織間の縦割りを乗り越えるものとして意図的に設計され、運用されていることは注目に値する。また、イギリスやフィンランドでは未来洞察に関わるイベントが行政の中で定期的に行われており、省庁をまたいだ交流が盛んに行われている。こうした場が、各省庁の所管する範囲で行われている未来洞察が、他の省庁の領域の問題とどのように繋がっているのか、どのように繋げていくのかという視点を養う機会になっているという指摘も確認された。

国内・海外のネットワークを活用

未来洞察の実施にあたり様々な形で国内外のネットワークを活用していることも垣間見えた。例えば、スキニングやワークショップの専門家の選定にあたっては、アカデミーや、研究として未来洞察を行っている大学・研究機関と連携しながら、知見や人の循環を促進している。国際的なテクノロジーアセスメントやフォーサイトのネットワークに属し、他の国の方法論を学ぶ機会を意識的に作っている。例えばイギリスでは、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ゲストスピーカーとして招聘し学びの機会を作っている。肝心なことは、こうした活動を GO-Science 自らが主導して制度化することで、未来洞察機能の内製化を進めるとともに、そのための能力や行われる未来洞察の質の持続的な向上を狙っている点である。

未来洞察に従事する人材の育成・採用

未来洞察を実施する機関では、専従の専門家を増やす・育てることに熱心かつ戦略的に取り組んでいる。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採用が進められている。未来洞察に専従する専門家の採用を大きく増やそうとしている機関もある（米 GAO では現状 120 名のところを 2024 年中に 200 人まで増員の見込み）。研究者（特に若手）をフェローとして 1~3 年程度雇用することで政策形成プロセスを学ぶ機会にもなっている。

付録 各国・地域の未来洞察の取り組み

各国・地域における取り組みまとめ

未来洞察にかかる各国・地域における政策上の取り組みの特徴は次のようにまとめられる。

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。この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周到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、関係者間の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広く知られ、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・スキャニングとの間の垣根は低く、英国が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ううえで功を奏している。

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の側にも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形成されつつある。

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、FTA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ものとされる。

カナダはポリシー・ホライズンズ・カナダ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」（Government Report on the Future）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。

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。

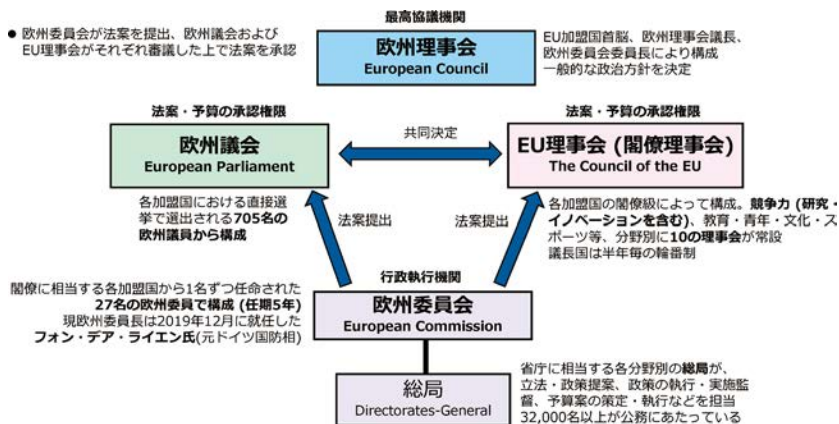
インドでは科学技術省傘下の科学技術・予測・評価評議会（TIFAC）において技術フォーサイトの報告書を発表しており、最新となる「技術ビジョン2035」は2016年、首相によって公表された。

A. 欧州連合

■ 欧州連合（EU）の科学技術・イノベーション政策の実施体制の概要²⁶

EUは経済的・政治的協力関係を持つ国家の集まりである。EU加盟各国は主権国家であるが、その主権の一部をEUに委譲するという、世界で他に類を見ない仕組みによって共同体を形成している。2020年1月末に英国が離脱し、現在は27ヶ国がEUに加盟している。

EUにおける政策の意思決定機関として、欧州理事会（European Council）、EU理事会（Council of the European Union）、欧州議会（European Parliament）の3機関がある。行政を執行する機関は欧州委員会（European Commission）である。欧州委員会は、狭義にはEU加盟各国から任命された27名の欧州委員（閣僚に相当）で構成される合議体を指す。

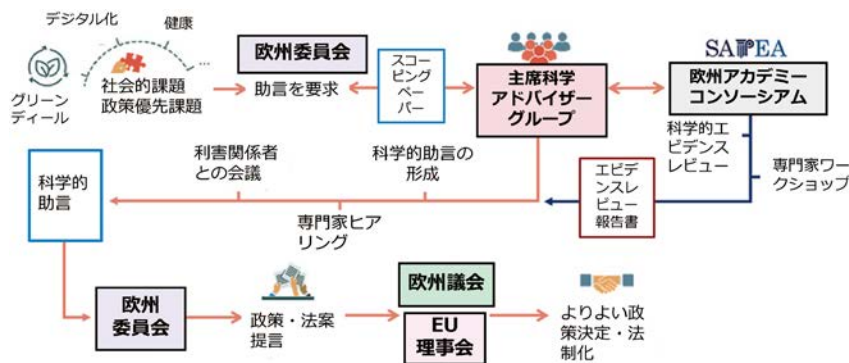


図A-1 EUの政策決定に関わる主要機関とその関係

26 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023年）」（令和5年3月）

STIに関連の深い総局としては、研究・イノベーション総局（DG RTD）、コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局（DG CNECT）、防衛産業・宇宙総局（DG DEFIS）、共同研究センター（Joint Research Centre）等がある。研究開発プログラムの運営の一部は、欧州委員会傘下の執行機関が各総局と連携して進める。

欧州委員会に対する科学的助言の仕組みとして、科学的助言メカニズム（Scientific Advice Mechanism：SAM）が存在する。SAMは、主席科学アドバイザーグループ（Group of Chief Scientific Advisors：GCSA）²⁷と欧州アカデミーによる政策のための科学的助言コンソーシアム（Scientific Advice for Policy by European Academies：SAPEA）²⁸という2つの助言機能を総称した仕組みであり、独立した立場で科学的助言を提供することを目的としている。



図A-2 SAMの一般的な仕組み²⁹

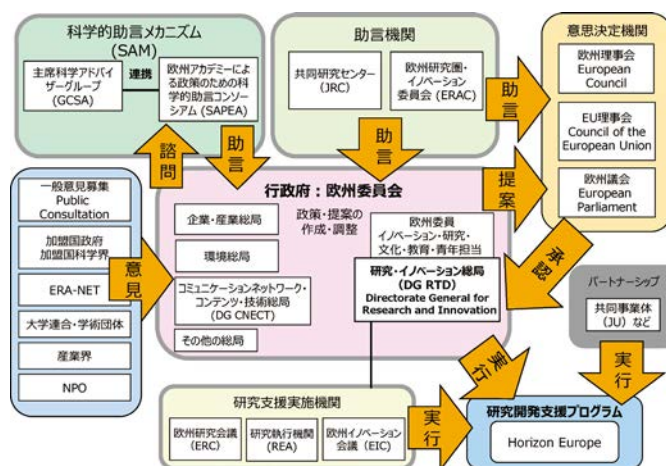
出典：欧州委員会のウェブサイトをもとにCRDSで作成

SAM 以外にも、欧州委員会はその内部に共同研究センター（JRC）³⁰というシンクタンクを有し、そこから得られた情報も活用している。JRCは欧州委員会の総局の一つと位置づけられ、それぞれの専門分野において欧州委員会の政策形成に役立つような科学研究を行い、その結果に基づいて助言を行っている。例えば食品の安全性基準や、効率的なエネルギー利用等に関する研究等である。2020年以降は新型コロナウイルスに関する情報発信・提言も多数行っている。また、近年JRCではフォーサイト研究に力を入れており、2021年9月に「EUの開かれた戦略的自律性」³¹、2022年9月には「グリーン・デジタル両移行」³²に関するフォーサイト報告書をそれぞれ公表している。後者は、同時期に欧州委員会が公表した2022年版の「戦略フォーサイト報告書」³³の土台となっている。

- 27 Group of Chief Scientific Advisors : https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/group-chief-scientific-advisors_en
- 28 Science Advice for Policy by European Academies : <https://www.sapea.info/>
- 29 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1e5a4e5e-c739-11eb-a925-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-213061561>
- 30 Joint Research Centre, <https://ec.europa.eu/jrc/en>
- 31 Joint Research Centre, “Shaping and securing the EU’s Open Strategic Autonomy by 2040 and beyond”, https://joint-research-centre.ec.europa.eu/index_en
- 32 Joint Research Centre, “Towards a green & digital future”, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>
- 33 European Commission, “2022 Strategic Foresight Report -Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0289&from=EN>

この他、主にEU 理事会（特に競争力理事会）やEU 加盟国に対する助言を提供する機関として、欧州研究圏・イノベーション委員会（European Research Area and Innovation Committee：ERAC）³⁴がある。ERACはEU 加盟各国のより効率的な研究システム、研究インフラ、ジェンダー公平、国際協力等の研究・イノベーション（R&I）関連のトピックについて戦略的な助言を行う。

まず、欧州委員会において特定の政策分野の法案（プログラム案）が策定される。法案の策定には、JRCやその他の助言機関からの助言、様々な組織からの意見が反映される。策定された法案は欧州議会とEU 理事会に諮られる。そこで承認が得られた法案は、研究支援実施機関等を通じて実行される。



図A-3 EUのSTIコミュニティ

出典：欧州委員会等のウェブサイトをもとにCRDSで作成

欧州イノベーション会議（EIC）は、個人投資家にとっては投資リスクが高すぎる一方で拡大（scale-up）の可能性を伴う、潜在的なブレイクスルーと破壊的性質を備えたイノベーションを支援することを目的とした機関である。Horizon Europeの開始に合わせ、2021年3月に新たに設立された。7年間で101億ユーロの予算が措置されており、そのうち7割がスタートアップを含む中小企業向けに確保されている。本格実施に先立ち、2018年から2020年までHorizon 2020の予算で「EIC Pilot」という個別プログラムが実施されていた。³⁵

EUのファンディング・システムとしては、枠組みプログラム（Framework Programme：FP）が代表的である。FPとは、EU加盟国を対象とした複数年にわたる研究開発助成プログラムであり、EUにおけるSTI分野の能力及び産業競争力の向上を図ることを目指して実施されている。FPは複数の個別プログラムから構成されており、個別のプログラムごとにファンディングが行われる。最初のFPが始まったのは1984年で、現在は第9期FPのHorizon Europeが実施されている。2021年から2027年までの7年間をカバーしており、予算総額は955億ユーロである。

34 European Research Area and Innovation Committee：https://www.consilium.europa.eu/en/council-eu/preparatory-bodies/european-research-area-innovation-committee/
 35 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」（令和3年12月）

表A-1 Horizon Europeの全体構成と予算内訳

第一の柱 (最先端研究) 「卓越した科学」	250億	第二の柱 (社会課題解決) 「グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力」	535億	第三の柱 (市場創出支援) 「イノベティブ・ヨーロッパ」	136億
欧州研究会議 (ERC)	160億	6つの社会課題群 (クラスター) ・健康 ・文化、創造性、包摂的な社会 ・社会のための市民安全 ・デジタル、産業、宇宙 ・気候、エネルギー、モビリティ ・食料、バイオエコノミー、資源、農業、環境	515億 (82億) (23億) (16億) (153億) (151億) (90億)	欧州イノベーション会議 (EIC)	101億
マリー・スクワッドフスカ・キュリー・アクション (MSCA)	66億			欧州イノベーション・エコシステム	5億
研究インフラ	24億			共同研究センター (JRC)	20億
参加拡大と欧州研究圏 (ERA) 強化				34億	
参加拡大とエクセレンス普及		30億	欧州研究・イノベーション (R&I) システムの改革・強化	4億	
合計				955億	

出典：欧州委員会資料をもとにCRDSで作成

■ Scientific Advice Mechanism (SAM) (科学的助言メカニズム)^{36, 37, 38, 39}

欧州委員会に対する科学的助言の仕組みとして、「科学的助言メカニズム (SAM)」が存在する。SAMは、「首席科学アドバイザーグループ (GCSA)」と「欧州アカデミーによる政策のための科学的助言コンソーシアム (SAPEA)」という2つの助言機能を総称した仕組みであり、独立した立場で科学的助言を提供することを目的としている。

GCSAは、ジャン＝クロード・ユンケル前欧州委員会委員長のイニシアティブの下、2015年に設置された。7名の広範な分野にわたる学識者から構成される (現在は1名が欠員)⁴⁰。その役割は、「欧州委員会に対して政策決定に資する独立した科学的助言」と「政策決定と科学的助言の相互作用を改善するための勧告」を行うことである。GCSAを支える事務局として、研究・イノベーション総局 (DG RTD) が機能している。

現在進行中のトピックとしては、「EUの科学におけるAI (Artificial Intelligence in science in the EU)」⁴¹、「太陽放射改変 (Solar Radiation Modification (SRM))」⁴²がある。これまでに公開された科学的助言のトピックの例を以下に示す。

GCSAによって公開された科学的助言 (例)

- ・ 持続可能な食品消費のために (Towards sustainable food consumption)
- ・ EUにおける戦略的な危機管理 (Strategic crisis management in the EU)
- ・ がん検診 (Cancer screening)
- ・ 欧州におけるエネルギートランジションに対する系統的アプローチ (A systemic approach to the

36 *Ibid.*

37 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/group-chief-scientific-advisors_en#about-the-advisors

38 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-02/guidelines_how_sam_produces_scientific_advice.pdf

39 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-10/rules_of_procedure_group_of_chief_scientific_advisors_sep2020.pdf

40 現在の構成員は次のページで確認できる。 https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/group-chief-scientific-advisors/members-group-chief-scientific-advisors_en

41 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/group-chief-scientific-advisors/artificial-intelligence-science-eu_en

42 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/group-chief-scientific-advisors/solar-radiation-modification-srm_en

energy transition in Europe)

- ・ オープンな環境におけるプラスチックの生分解性 (Biodegradability of plastics in the open environment)

SAPEAは、欧州アカデミー (Academia Europaea)、全欧自然・人文アカデミー連盟 (ALLEA)、欧州科学アカデミー諮問委員会 (EASAC)、欧州応用科学・技術・工学アカデミー会議 (Euro-CASE)、欧州医学アカデミー連盟 (FEAM) という、5つのアカデミー連合から構成されるコンソーシアムである。100以上のアカデミーから、工学、人文科学、医学、自然科学、社会科学の専門知識を集約し、GCSAと連携して欧州委員会に対し科学的助言を行っている。

SAMが科学的助言により政策立案を支援するプロセスは、以下のとおりである。⁴³

- ① 科学的助言の対象を特定する
- ② エビデンスを収集する
- ③ 助言のドラフトを作成する
- ④ 助言を採用し、助言に関してコミュニケーションを図る

■ 欧州経済圏・イノベーション委員会 (ERAC)⁴⁴

主にEU理事会 (特に競争力理事会) に対する助言を提供する機関として、「欧州研究圏・イノベーション委員会 (ERAC)」⁴⁵がある。ERACはより効率的な国の研究システム、研究インフラ、ジェンダー公平、国際協力などの研究・イノベーション関連のトピックについて戦略的な助言を行う。

ERACは年に4回、プレナリーセッション (全員参加) を開催する。委員会では、欧州委員会とEU加盟国から選出された代表者が共同議長を務め、欧州議会が事務局を務める。

ERACは、各国における研究システムをより効果的なものに発展させることを全体目標とした組織である。またERACには6つのサブグループがあり、サブグループはそれ以外のERAの特定の優先領域を発展させ、モニタリングを行う立場にある。

ERAの6つの優先領域

1. more effective national research systems
- 2a. optimal transnational cooperation and competition
- 2b. research infrastructures
3. open labour market for researchers
4. gender equality and gender mainstreaming in research
5. optimal circulation, access to and transfer of scientific knowledge
6. international cooperation

⁴³ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2020-02/guidelines_how_sam_produces_scientific_advice.pdf

⁴⁴ 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」(令和3年12月)

⁴⁵ European Research Area and Innovation Committee : <https://www.consilium.europa.eu/en/council-eu/preparatory-bodies/european-research-area-innovation-committee/>

■ Joint Research Centre (JRC) (共同研究センター)⁴⁶

JRCとは、EUの政策決定に資する、実証に基づく独立した科学的助言を全政策サイクルにわたり一貫して提供することをミッションとするシンクタンクである。本部はブリュッセルにあり、欧州5ヶ国に6ヶ所の拠点を持つ。欧州委員会の内部機関であり、助言の対象は欧州委員会の各総局が中心である。

Horizon Europeでの予算は19億7,000万ユーロ（年平均2億8,100万ユーロ）⁴⁷で、Horizon 2020の18億5,600万ユーロ（同2億6,500万ユーロ）と比べ6%程度増加している。これに加え、EU総局などからの受託研究費や、第三者へのサービス提供による収入が年間1億ユーロ程度ある。JRCの政策提言に係る活動予算の大部分はHorizon Europeから出ているが、その提言はHorizon Europeの実施にとどまらずEUの政策全体に及ぶ。

表A-2 JRCの各拠点・スタッフ数・主な活動分野

拠点	スタッフ数	主な活動分野
ブリュッセル（ベルギー）	259	企画・調整、サポート
ヘール（ベルギー）	230	健康・消費財・基準材料、原子力安全・セキュリティ
イスプラ（イタリア）	1,469	持続可能な資源、宇宙・セキュリティ・移住、原子力安全・セキュリティ、廃炉
カールスルーエ（ドイツ）	229	原子力安全・セキュリティ
ベッテン（オランダ）	210	エネルギー・輸送・気候
セビリア（スペイン）	327	成長・イノベーション、政策研究
合計	2,724	

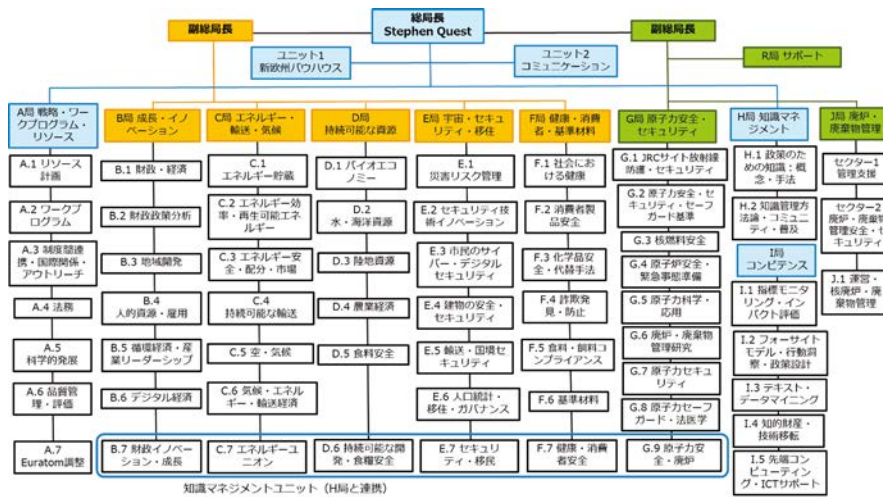
2016年4月に欧州委員会より発表された「JRC Strategy 2030」⁴⁸では、JRCのビジョンは「より良いEUの政策のための集成的な科学的知識の創造・管理・理解において中心的な役割を果たすこと」、使命は「欧州委員会の科学・知識サービスとして、政策サイクル全体を通して独立したエビデンスをもってEUの政策を支援すること」と定められている。2019年12月に発足した欧州委員会の新体制では、「フォーサイト」を担務の一つとする欧州委員会副委員長が任命された。副委員長に対するミッションレターでは、「JRCを活用し、毎年フォーサイトレポートを発行するにより、EU全体の政策決定に判断材料を提供」することとされた。実際、2020年に欧州委員会が初めて発行した「戦略的フォーサイト報告書」⁴⁹の作成にはJRCも貢献している。

46 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」（令和3年12月）

47 これは非原子力分野の予算であり、原子力分野についてはEuratomから別途活動費が配分される。

48 Joint Research Centre, “JRC Strategy 2030”, https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc-strategy-2030_en.pdf

49 European Commission, “2020 Strategic Foresight Report”, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/strategic-foresight_report_2020_1_0.pdf



図A-4 JRC組織図 (2021年10月)⁵⁰

知識マネジメント部門には、欧州委員会の内外から専門家と知識を集めるべく、「知識センター」と「コンピテンスセンター」と呼ばれるバーチャルな組織 (virtual entities) が設けられている。

知識センターは分野に基づいており、2021年11月現在、バイオエコノミー、災害リスク管理、食品偽装・品質、世界の食料・栄養安全保障、領土政策、移住・人口統計、生物多様性、地球観測、がんの9センターがある。いずれも各分野の情報が一ヶ所に集まるようにし (one-stop-shop)、最新の科学的エビデンスの状況・発見について、透明性があり、調整された簡潔な方法で政策立案者に情報提供することを任務としている。

コンピテンスセンターは、あらゆる政策分野に適用できる分析ツールを中心としており、政策立案のためのツール使用に関するトレーニングコースの提供やツール選択についての助言、手元の政策課題にツールを適用するため欧州委員会の総局との協力などを行っている。2021年11月現在、複合指標・スコアボード、フォーサイト、ミクロ経済評価、モデリング、テキストマイニング・分析、技術移転、行動洞察の7センターがある。

2021年6月に採択されたJRCの2021~22年のワークプログラム⁵¹では、EUの政策優先課題に沿ってJRCが実施する取り組みが書かれている。

JRCは度々フォーサイトやホライズン・スキャンングを実施しているが、その方法論は固定的ではなく非常に柔軟である。それは、ある技術が置かれている文脈や背景に基づきながら、フォーサイトやホライズン・スキャンングを誰のために実践しているのかを考慮して方法論を採用するのが非常に重要であると考えているためである⁵²。例えば、2021年のレポートでは「開かれた戦略的自律」(Open Strategic Autonomy)⁵³を題材にしたが、その際に多数のWSを開催した。それらは、EU内の委員会を対象としたものもあれば、外部の専門家を対象としたものもあった。また、いくつかのシナリオを作成したが、それらは常に多様なステークホルダーを巻き込む形で作成された。レポート公開までの期間は8か月ほどであり、委員会が発行する公式文書

50 “Joint Research Centre - Organisation chart”, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/live_work_travel_in_the_eu/jobs_at_the_european_commission/charts/20211001_organisation-chart-jrc_en.pdfを元にCRDSが作成 (2021年11月18日アクセス)。
 51 Joint Research Centre, “JRC Work Programme 2021 -2022 : Brochure”, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125284>
 52 Interview with Fabiana Scapolo, January 26, 2024.
 53 Joint Research Centre (2021), “Shaping and securing the EU’s Open Strategic Autonomy by 2040 and beyond”: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125994>

の基礎知識として活用された。この公式文書は戦略的フォーサイトに関するものである。これら2つは平行して作成されたが、レポートの方はより研究に近く、知識が体系化されているものだった。このようにして、JRCのホライゾン・スキャンニングは、往々にしてその目的に応じた方法論を採用しているようである。

実際にホライゾン・スキャンニングを実施する専門家は、JRC内部のネットワークを活用することで集められている⁵⁴。このネットワークには、多様な欧州の機関に所属するスキャナーが所属している。例えば、欧州委員会や欧州議会などに所属する人々である。また、スキャナーは若い人物が多く、かつ多様なバックグラウンドを持っている。こうして、異なるレベルの専門性を担保している。したがって、ホライゾン・スキャンニングを行うチームは学際的なチームになっている。基本的にスキャナーはJRC側がアサインするのではなく、各チームや人々の関心に基づきテーマを決定し、それについてホライゾン・スキャンニングを行うという流れになっている。

表 A-3 政策優先課題に対するJRCの取り組み事例（2023-2024）⁵⁵

実現可能で公正な欧州のためのグリーン・トランジションの形成	欧州グリーンディール政策の設計、実施、モニタリングを支援するために、モデル、先見性、その他の方法、観察、ツールに基づくデータ、指標、その他のエビデンスの開発
より良い生活のための都市と建築	グリーンおよびデジタルの移行に関連し、都市や建築環境で発生する新たな課題や新現象に関する政策介入の遅れに対処するための先見性の提供
プラネタリーヘルスのためのゼロポリューション：総合的な対応	ゼロポリューションの達成を視野に入れた、汚染物質の発生源と分布に関する展望と予見に関する研究開発の推進
循環的で強靱な欧州のための持続可能な素材と製品	環境への影響や資源依存の面で考慮すべき課題をもたらす可能性のある材料や製品の生産と消費におけるEUと世界の動向を予測・モニタリングし、より大きな持続可能性への道筋のためのEU政策オプションを早い段階から策定
複雑な世界における革新的な政策立案：政策形成と民主主義のための科学、フォーサイト、評価	戦略的フォーサイトと協働アプローチを新しいイニシアティブの設計に統合するための方法論に関する支援 データ、エビデンス、戦略的フォーサイト、協働、コミュニティと市民の参画、科学と政策コミュニケーションのより良い活用を可能にする、「政策のための科学」と「革新的政策立案」の能力フレームワークに基づく研修と能力開発を実施

■ CCFOR（Competence Centre on Foresight）^{56, 57}

CCFOR（Competence Centre on Foresight）は、以下の取り組みによりEUの政策をサポートしている。

- ・ 戦略的かつ未来志向のインプットの提供
- ・ 欧州委員会内部における、先見的な（anticipatory）カルチャーの発展
- ・ 異なる手法やツールに関して仮説検証と開発を継続的に行うことで、フォーサイトを実用的なものとし、意思決定プロセスに活用できるようにする

政策立案のための情報提供に関する最新の事例としては、「戦略的フォーサイト報告書2023」（Strategic

54 Interview with Fabiana Scapolo, January 26, 2024.

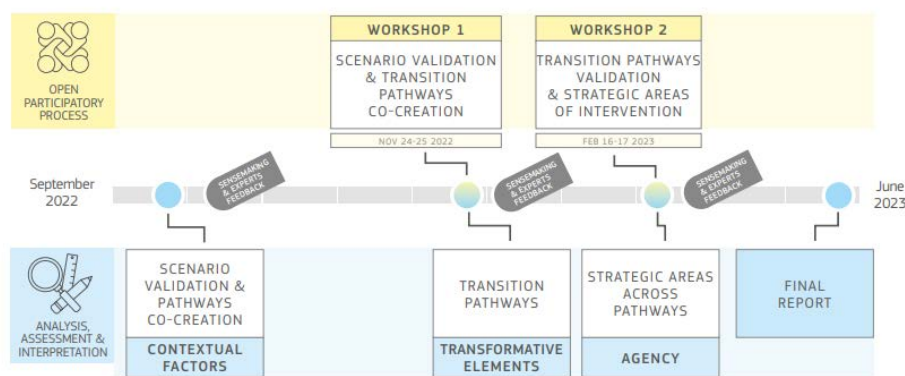
55 Joint Research Centre, “JRC Work Programme 2023 -2024 : Brochure”, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC131888>

56 https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight_en

57 https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/about_en

Foresight Report 2023)⁵⁸が挙げられる。CCFORでは「戦略的フォーサイト報告書2023」として、“Towards a Fair and Sustainable Europe 2050: Social and Economic Choices in Sustainability Transitions”を刊行している。EUは気候変動対策の牽引役として、2050年までにクライメイト・ニュートラル（気候中立）の達成を掲げている。この観点から、同報告書では、グリーン化・デジタル化を成功させる14の要件について概説した過去の分析を詳しく説明しながら、フォーサイト・スタディを行い、社会・経済圏においてキーとなる領域や措置について記載している。このフォーサイト研究では、EUが2050年に向けてサステナビリティを維持する際に、欧州の社会・経済システムにおける可能性と必要な変化に関する調査を行っている。調査では参加型フォーサイトを実践し、2050年のクライメイト・ニュートラルに向けた4つのシナリオを作成している（図）。

Figure 1 The foresight process and related timeline



図A-5 フォーサイト・スタディのプロセス及び関連するタイムライン⁵⁹

■ Panel of the Future of Science and Technology (STOA)⁶⁰

STOAのミッション

STOAのミッションを構成するのは、主に以下のとおりである。

- ・ 議員内委員会及びその他の議員内組織に対して、新たな技術を導入すること、促進すること、それらを特定することのインパクトを評価するために、技術的な観点から、ハイクオリティで科学的に公平な研究結果及び情報を提供し、最適なアクションをとることを目指す。
- ・ 政治家及び科学コミュニティ/機関の代表者によるフォーラムを組織し、社会全体で議論を行い、科学技術の発展を、政治的な関連性から市民社会に適用する。
- ・ イニシアティブの支援、調整し、EU加盟国における議会によるテクノロジーアセスメントの活動を強化し、欧州各国、とりわけ新しい加盟国における技術評価のキャパシティを創出、もしくは強化する。

STOAは主に、テクノロジーアセスメント及び科学フォーサイトのプロジェクトを主導し、イベントを組織することでそのミッションを実践する。MEPもしくはEPの組織がSTOAパネルにプロポーザルを提出すると、

58 https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/strategic-foresight-report-2023_en

59 https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/strategic-foresight-report-2023_en

60 <https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/about/history-and-mission>

それらの活動が実施される。STOAは他の議会によるTA機関とも協力しており、それらは欧州議会TA機関ネットワーク（EPTA）を構成している。

STOAパネルの構成とその役割

STOAパネルフォーラムは、欧州議会の構成で不可欠なパートである。フォーラムは欧州議会の27名のメンバー（MEPs）で構成され、メンバーは議会の11のコミッティ（AGRI, CULT, EMPL, ENVI, IMCO, INTA, ITRE, JURI, LIBE, REGI and TRAN）により指名されている。STOAに責を負う欧州議会の議長は、自動的にパネルのメンバーとなる。STOAパネルのメンバーの任期は2年半である。STOAの事務局はSTOA議長、STOA第1議長、STOA第2議長から構成され、これらの3名はすべてSTOAパネルによって選ばれ、欧州議会議長がその責を負う。

STOAパネルは、STOAの成果に対して政治的責任を負う。パネルは、STOAのすべての活動に関する決定を行う。パネルミーティングにおいて、パネルは進捗をレビューし、実施中もしくは最近完了したプロジェクトのプレゼンテーションに耳を傾ける。パネルミーティングは公開され、ウェブストリーミングによってあとから視聴することもできる。すべての欧州議会議員が参加することができるが、投票はパネルメンバーのみである。

STOAにおける重点分野

STOAの重点分野を以下に示す（第9期議会任期 2019-2024、2020年2月13日 STOAパネルにおいて可決）

テーマ別重点分野

1. 人工知能及びその他の破壊的技術
2. グリーン・ディール
3. クオリティ・オブ・ライフ

政策的優先事項

1. 科学・技術・イノベーション
2. 社会的・倫理的チャレンジ
3. 経済的チャレンジ
4. 法的チャレンジ

STOAによる個別技術に関する刊行物（例）

- ・ Artificial intelligence : How does it work, why does it matter, and what can we do about it?⁶¹

61 [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU\(2020\)641547_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU(2020)641547_EN.pdf)

B. 英国

■英国の科学技術・イノベーション政策の実施体制の概要

英国はEU（欧州連合）に加盟していた時から、将来のSTI政策が迅速さ、アジリティに欠ける可能性を問題視してきた。そのためEU離脱を機に、従来の行政組織が対応し難い、斬新なアイデアを発掘し国家的課題解決に繋げる、高リスク・高便益な研究推進を、迅速・アジャイルに行うため、政府から独立して活動可能な高等研究発明局（ARIA）を設けることとし、2023年1月に正式に始動した。2023年2月には、ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）とデジタル・文化・メディア・スポーツ省（DCMS）の科学・技術・イノベーション関連部門を統合して科学・イノベーション・技術省（DSIT）を設置した。

英国のSTI政策関連機関は、省庁が国会決議を経ず閣議決定のみで再編可能という背景から、再編を繰り返している。以下は、2023年1月現在の関連組織及び、政策立案体制である。

ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）

BEIS（Department of Business, Energy and Industrial Strategy）は、2023年まで設置されていた省である。上述した通り、現在はDSITに引き継がれている。具体的には、以下のような活動をしていた。

- ・新型コロナウイルスによる企業への影響への対処、ワクチン製造の促進。
- ・気候変動とその問題への対処。
- ・英国の生産性とグローバルな影響力を高めるために、イノベーションと科学技術を促進する。
- ・ビジネスを始め、成長を促すための土壌形成することで企業をブーストさせる。

また、英国で商業化可能性がある新興技術に関する分析も行っていた。それは“Methodology to Identify Emerging Technologies with UK Commercialisation Potential”というレポートに集約されている⁶²。このレポートでは、3つの段階に分けて技術を特定している。

1. 技術のリスト化：過去3年間で出願された特許の数、過去2年間で政府から支援された資金額などの観点から300の新興技術を特定。それらの技術を一般化し、37の技術に分類した。そうすることで、政策立案の際に意義のあるものになる。
2. R&Dの強みの特定：各新興技術を研究・開発する際の英国の強みは何かという問いに答えることで、技術を優先順位づけし、25の技術に限定。
3. ビジネス応用可能性を特定：25の技術が、英国の現状のビジネス応用可能性の中でどれだけ応用できるかを分析している。その結果として、最終的には10の新興技術にまで限定している。

62 Department for Science, Innovation and Technology “Methodology to Identify Emerging Technologies with UK Commercialisation Potential”, 2021.

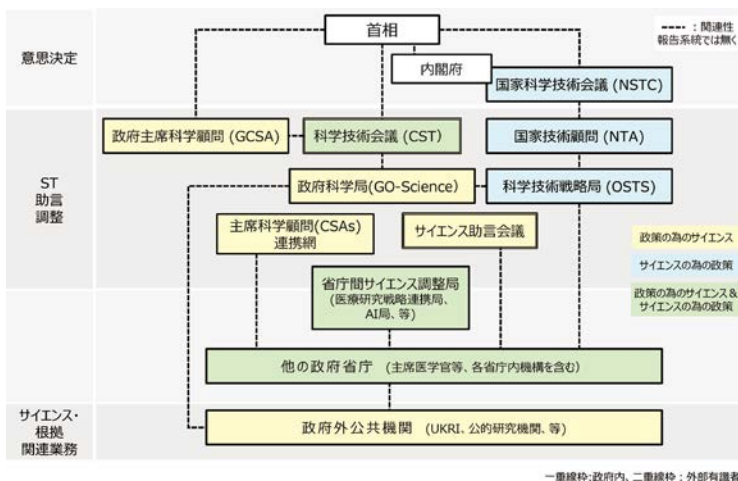


図 B-1 英国のSTI組織網 (2023年1月時点)

出典：各種資料を基にCRDSで作成

科学・イノベーション・テクノロジー省 (DSIT)

英国は2023年2月に、DSIT (Department for Science, Innovation and Technology) を設立した。その目的は、世界で通用する科学と技術の進歩の中心国として英国を位置づけることである。その具体的な指針としては6つあり、その内の1つに英国が強い分野を支援するために、公的投資を最適化し、英国を世界的に最もイノベーションが起こる国にするために民間投資の水準を上げるなどがある⁶³。以下に紹介する2つの機関は、このDSITの所管である。

GO-Science

GO-Scienceは、各省庁の上位に置かれており、省庁を越えた多様な意見・主張をまとめ、省庁連携やエビデンスに基づいた政策検討を促進する機関である。とりわけ、20-80年先の綿密な将来予測、STI政策全般の調査・推進活動を行っている。具体的には、TIF (Technologies and Innovation Futures; 技術と未来イノベーション) プロジェクトを推進している。このプロジェクトは2010年から今日まで3回行われており、政府や社会がどのように規制を押し進めていけば、新興技術を支援できるかについての指針が提示されている。2回目のTIFでは、8つの重要な技術を特定し、合計6億ユーロもの公的投資を政府より獲得した。この資金は研究機関に向けて、新しい施設や設備の投資に充てられた。

意思決定の流れとして、英国は明らかにしていないが、おそらくGO-Scienceの上位組織である科学技術会議 (Council for Science and Technology : CST) を経て意思決定されたと思われる⁶⁴。というのも、CSTは首相に向け、STIに関係した省庁横断的戦略事項について助言を行う組織だからである。事実、CSTはGO-Scienceの成果に関するアニュアルレポートをGO-Scienceと共同で毎年発行しており、両者の結びつきは強いと思われる。

最近の具体的な活動としては、Technology and Science Insights Team (TSI チーム) によって行われた、

63 Cabinet Office and Prime Minister’s Office “Making Government Deliver for the British People”, 2023, p. 9

64 STIに関係した省庁横断的戦略事項について助言を行う。CSTは、共同議長2人に学術界や産業界から18名を加えた正規メンバー20人 (ポスト指定参加会員5名：イギリス学士院、イギリス医学会、UKRI、王立工学アカデミー、王立学会)、およびオブザーバー4人程度 {BEIS、財務省、DCMS、科学技術戦略局 (OSTS、後述) 等} により構成されている (2023年2月10日時点)

Rapid Technology Assessments (RTAs) がある⁶⁵。目的は政策立案者を、急速に進化する技術とその状況に追いつかせ、潜在的なリスクや機会に対応可能にすることである。RTAsにおけるデータと専門家の洞察が、関連省庁に科学と技術に関するよりよい戦略的判断を支援することで、この目的に寄与している。ここでいう専門家とは、英国内外の学術的な専門家、産業に関する専門家、そして政府関係者を指している。

対象とした技術は、AI、新しいバッテリー、デジタルツイン、4Dプリンター、核酸技術、そして合成ゲノミクスである。各テーマでは以下のような問いに回答することで、政策立案者がこれらの技術に関する概観ができるようになっている。

- ・ その技術はどのようなもので、最新の開発段階はどのようなものか。
- ・ この技術はどのように実装されるか。
- ・ この技術は英国にどのような機会を提供し、機会を実現する際の課題は何か。
- ・ この技術に関する研究と産業の動向はどのように変化しているか。他国と比較した際の英国内での開発はどのようなものになっているか。

GO-Scienceでは、情報リソース、トレーニング、アドバイザー・サービス、ネットワーク、そして特定の課題に関するレポート、そしてホライゾン・スキャンニング・サービスを通じて、公務員や官僚が未来について考えられるための支援を行っている⁶⁶。例えば、ホライゾン・スキャンニングの領域では、Futures toolkitというツールを用いたワークショップを複数開催している。このツールは以下のように目的に応じて細分化されている⁶⁷。

- ・ 未来についての知見を収集するための4つのツール
 - ➡ホライゾン・スキャンニング
 - ➡7つの質問
 - ➡課題のまとめ
 - ➡デルファイ
- ・ 変化の動きを探究するための2つのツール
 - ➡ドライバー・マッピング
 - ➡不確実性の軸
- ・ 未来がどのようになるかを描写するための3つのツール
 - ➡シナリオ
 - ➡ビジョン化
 - ➡SWOT分析
- ・ 政策と戦略をテストし、発展させるための3つのツール
 - ➡政策ストレス・テスト
 - ➡バックキャスト
 - ➡ロードマッピング

65 Rapid Technology Assessments, Government Office for Science : <https://www.gov.uk/government/collections/rapid-technology-assessments>

66 Futures, Foresight and Emerging Technologies, Government Office for Science : <https://www.gov.uk/government/groups/futures-and-foresight>

67 Government Office for Science (2017) *The Futures Toolkit-Tools for Futures Thinking and Foresight Across UK Government* , available at <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a821fdee5274a2e8ab579ef/futures-toolkit-edition-1.pdf>

また、ワークショップはそれぞれ目的を設定し、その目的に応じたツールを対応させる形で開催されている。例えば、政策領域において政策オプションをテストすることが目的の場合、次のようなワークショップが開催されている。対象は、政策と戦略の領域に従事している人々であり、そこに複数の専門家も知見を提供するために参画している。用いるツールは、ドライバー・マッピング、不確実性の軸、シナリオ、政策ストレス・テストングである。これらを用いて、ワークショップは以下のように進行されている。

1. 未来の政策領域を構成するドライバーをブレインストーミングする。
2. 規定の要素や重要な不確実性を特定するために、ドライバーをマッピングする。
3. 重要な不確実性に焦点を当て、所要な不確実性の軸を特定する。
4. シナリオのマトリックスを作成し、4つのシナリオを作成する。
5. 新しい政策領域のために、シナリオを用いて政策オプションをテストする。
6. ワークショップのレポートを作成する。そのレポートをすべての参加者に配布する。

こちらのレポートは公開されていないが、あくまで目的は人材の教育にあるという印象である。

Regulatory Horizons Council (規制ホライズン局;RHC)

RHCは専門委員会であり、イノベーションが英国の社会や経済に与える影響を理解し、政府が規制改革等を迅速に行うための専門的な助言を行っている。規制や法学を背景とするメンバーが多いことが特徴的で、公務員のチームによって構成される。設立された背景は、2019年に政府が発表した白書「第四次産業革命のための規制」(“Regulation for the Fourth Industrial Revolution”)に大きく由来する。この白書では、イノベーションを支援すると同時に市民と環境を守るための迅速でアジャイルな規制の必要性が強く強調されている⁶⁸。そのために、RHCを設立することを約束している。白書では、RHCの役割について、上述したもののほかに、既存の成果やデータを基に技術イノベーションとトレンドのホライズン・スキャンニングを行うことと、高い可能性や潜在能力を持った製品・サービスと、人々やビジネス、そして環境に対する影響を特定するために、イノベーター、市民、そして規制者と協働することが挙げられている。事実、2021年からRHCは政府に対して必要な規制改革を勧告する報告書を提出している。

この報告書は、以下の手順で作成された。まず、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) が新規技術に関して予備的なホライズン・スキャンニングを実施した。BEISは元来独立した省庁だったが、2023年にDSITに吸収された。BEISはホライズン・スキャンニングによって、500種類のイノベーションのリストを作成した。続いて、外部委託先のSteer-ED社が2019年12月から2020年4月にかけて、5段階のプロセスを経てこれらから20種類に絞った⁶⁹。最後に、RHCが20種類の中での優先順位付けを行い、選定された個別技術(核融合エネルギー、医療機器、遺伝子技術、ドローン、ニューロテクノロジー、医療機器としてのAI)に関する報告書を2021年から公表している。報告書では、ステークホルダーへのインタビューを通して、迅速かつ安全な導入を支援するために必要な規制改革についての政府への勧告がまとめられている。これらの勧告に対しては政府から回答が寄せられる仕組みになっている。

政府としての回答は、例えば医療機器としてのAIの場合、その領域を統轄している保健省 (Department of Health and Social Care;DHSC) に勧告の内容を伝達するというものだった。実際にその後勧告の内容が実際の規制改革に影響したかは追跡できていないが、規制に介入できる保健省にその大部分は共有されて

⁶⁸ Secretary of State for Business, Energy and Industrial Strategy, “Regulation for the Fourth Industrial Revolution”, (2019)

⁶⁹ Department of Business, Energy and Industrial Strategy, “The Prioritisation of Future Innovations”, (2020)

いると考えられる。

Advanced Research & Invention Agency (ARIA)

ARIAは、2021年にBEISが設立した、ハイリスク、ハイリターン of 科学研究に資金提供を行う新たな独立した研究機関である。ARIAは、最先端の研究と技術領域を特定し、支援するための知見と専門性を持つ研究者によって運営される。元々ARIAは米国のARPA (Advanced Research Projects Agency; 先端研究計画庁) のモデルを参考にしている機関である。ARPAとは、ユニークな発想の研究を発掘するための一つの支援制度のことであり、元来はDARPA (Defense Advanced Research Projects Agency; 国防先端研究計画庁) に由来する⁷⁰。

ARIAは政府とは独立した機関であり、斬新で長期的な目標を達成することを目的としており、意思決定や資金の配分といった通常の行政上の事情からの高い独立を宣言している。ARIAのプログラムは以下のようなプロセスで進行される⁷¹。

1. 問いの提起：ARIAに所属している、プログラム・ディレクター (PD) が問いを提起する。現状の問題を提起し、世界を変えられるようなプログラムを構成する。
2. 機会提供のための境界線を引く：PDが探求する価値がある機会の領域を定義する。具体的には、社会の新しい可能性を導くような領域は何かを特定する。
3. プログラム仮説を形成する：PDが、自身のプログラムを支えるような核心的な理論に焦点を合わせる。そうすることで、求められる結果を基にして、プログラムの初期スケッチをすることができる。例えば、誰が支援されるのか、研究はどのように進められるのかといった情報が含まれる。この仮説があることで、公的な場におけるコメントや、対象者を限定したワークショップでの議論を通して、フィードバックや批判の対象になることができる。
4. プログラムを開始する：フィードバックを統合した後、PDは内部で最終予算の承認をもらう準備ができ、プログラムを開始する状態になる。

実際に進行中のプログラムがあるのかが不明であるが、最初の4年間で8億ポンドの支援を受け、PDもすでに7人いることから、何らかのプログラムがすでに実施されている可能性は高いとみられる。

議会科学技術局 (POST)

POST (Parliamentary Office of Science and Technology) は英国議会に設置されており、議会に対して科学研究におけるエビデンスを30年以上提供し続けている⁷²。POSTは、科学技術に関連した公的政策課題を独立して行うほか、文書執筆やイベント開催、上院や下院の委員会支援など、国会議員による政策決定に携わっている⁷³。POSTの理事会は、21名で構成されており、そのほとんどが国会議員であることから、POSTの研究成果は実際に議会に影響を与えていると推測される。ただし、4名は議員ではなく大学教授や研究者であり、不偏性が十分に配慮されている⁷⁴。

70 ARPAは、GPSやインターネットを開発したことで有名であり、近年ではmRNAワクチン開発の資金提供に貢献したことで有名である [(Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2021))]。

71 How we're working, Advanced Research Projects Agency : <https://www.aria.org.uk/how-were-working/>

72 About us, Parliamentary Office of Science and Technology : <https://post.parliament.uk/about-us/>

73 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2009)「科学技術・イノベーション動向報告 ~英国~」、p. 65。

74 POST board, Parliamentary Office of Science and Technology : <https://post.parliament.uk/about-us/post-board/>

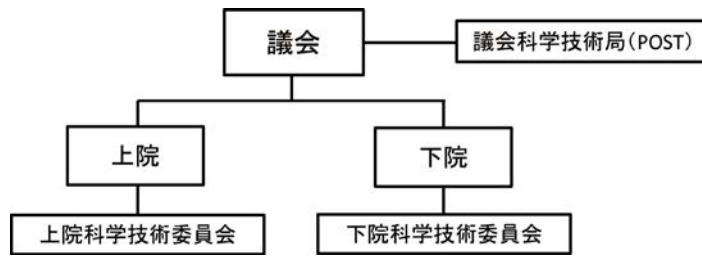


図 B-2 英国議会のSTI関係機関

出典：各種資料を基にCRDSで作成

POSTの活動の1つとして、定期刊行物「POSTnotes」の発表がある⁷⁵。これはテーマごとに書かれた論説のようなものであり、科学的エビデンスに基づいて調査されている。POSTnotesは議会で用いられ、複雑な研究を推進するための指針として用いられる。基本的にそのテーマはPOSTの理事会で決定される。最近のテーマとしては、子どもの貧困、サステナブルな環境評価、公衆衛生、データサイエンスなど多岐にわたっている。

興味深いのは、これらのテーマの執筆者が公募で決定されるということである。自身の学位や専門、これまでの受賞歴をアピールすることで、執筆に携わることができる。見事採用されれば、自身の研究実績として付け加えることができる。

もう1つの代表的な活動としては、ホライゾン・スキャニングがある⁷⁶。目的は、未来への準備ができるように議会を支援することである。近年では、健康格差、エビデンスについてのホライゾン・スキャニングが行われているが、こちらも前掲のPOSTnotesと同様に大掛かりなものではなく、論説のようなものに近い。しかし、最後に「議会に向けての主要な問い」という項目があり、ここでは議会での論点を取り上げられている。

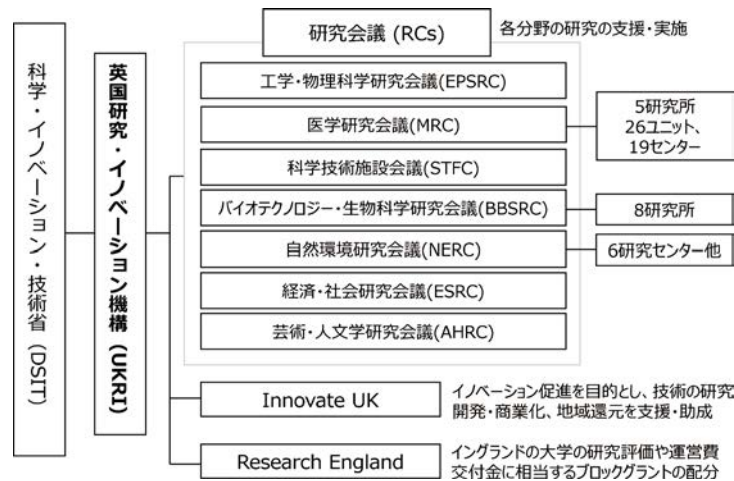
英国研究・イノベーション機構（UKRI）

UKRI（UK Research and Innovation）は、DSIT所管の研究資金助成機関である。2017年に高等教育研究法（Higher Education and Research Act）が制定され、独立した役割を持ち法律で定められた方法にて研究助成を行う公的な研究・イノベーション促進体制が整えられた、その際に発足したのがUKRIである。現在では、UKRIは、7つの研究会議（分野別に設置された研究支援組織）、Innovate UK（主に産業界や企業におけるイノベーション活動を支援）、及びResearch England（大学の研究評価、ブロック・グラント12の配分、産学連携推進）を単一の法人組織としてまとめている⁷⁷。

75 Contributing to a POSTnote as an expert, Parliamentary Office of Science and Technology : <https://post.parliament.uk/contributing-to-post-research-as-an-expert/#:~:text=POST%20is%20a%20bicameral%20body%20that%20bridges%20research,sciences.%20POSTnotes%20are%20designed%20for%20Members%20of%20Parliament.>

76 Horizon scanning, Parliamentary Office of Science and Technology : <https://post.parliament.uk/type/horizon-scanning/reports - Parliamentary Office of Science and Technology>

77 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023年）」p. 167.



図B-3 UKRIと傘下機関の体制

出典：各種資料を基にCRDSで作成

Innovate UK

Innovate UKの役割は、アジャイルかつ包摂的で運用しやすい優れたイノベーション・エコシステムによる支援を通じ、新たな製品・プロセス・サービスの開発と市場化に基づく企業成長を支援することである⁷⁸。2022年度にUKRIから措置された予算は、11億4,508万ポンドであり、潤沢な資金を基に多様なプログラムを推進している。Innovate UKのアプローチ手法は、5つの戦略的テーマに即して確立されている。それらは、将来的な経済、大規模な成長、国際的な好機、イノベーションのエコシステム、そして政府影響力である。これらに基づき、以下のようなアプローチをとっている⁷⁹。

1. インスパイアする：好機を可視化し、魅力的なものにする
2. 巻き込む：関連がある機関や人々をつなぐ
3. 投資する：必要な資源や資金を寄せ集める

このようなアプローチを経て、様々なファンディングプログラムを実施している。例えば、音楽産業におけるAIなどのファンディングプログラムがあり、採択された場合100万ポンドの予算がおりる。ただし、1社以上の中小企業を巻き込む必要があり、経済を巻き込んだイノベーションに焦点を当てている組織であることがわかる。事実、2021年には、Innovate UKを助成金供給機関から、経済成長駆動に焦点を合わせた組織へ転換する方針を示している⁸⁰。このことは、半導体・エレクトロニクス等複数業種の国際企業やベンチャー企業での運営経験豊富なIndro Mukerjee氏を、BEIS大臣が最高責任者に任命したことと関連している。一方で、政府機関としての内部の働きかけもある。例えば、DSIT（Department for Strategy Innovation and Technology）に対してInnovate UKの考えや見解を提供することがある。また、DWP（Department for Work and Pension）にも共有し始めている⁸¹。というのも、長期的に人々が与えられる影響や交通機関が地方や農業に対して与える影響を知りたいというニーズが増えているためである。このような、内部と外部に対する双方の働きかけがInnovate UKの特徴である。

78 Innovative UK（2021），“Building the future economy --Plan for action for UK business innovation”，p. 7.

79 *ibid.*

80 Business Secretary appoints Indro Mukerjee as new Innovate UK CEO, Innovate UK : <https://www.gov.uk/government/news/business-secretary-appoints-indro-mukerjee-as-new-innovate-uk-ceo>

81 Interview with Simone Boekelaar & Jonathan Mitchene, January 9, 2024.

Innovate UKは、プログラムを開始するに当たり、投資の指針になる5つの主要な評価方法を用いている。⁸²

タイミング (Timing)

- ・準備はできているのか、どうして今投資が必要なのか、という評価軸である。

追加性 (Additionality)

- ・ Innovate UKやUKRIが特別にできることはあるのかという点の評価である。例えば、ある技術がすでにAppleやAlphabetから注目されているならば、政府からの投資は必要ないと判断できるかもしれない。

実現可能性 (Capability)

- ・ ある技術について、何らかの知識を持っている科学者が英国内で最低でも1人はいないとけない。というのも、ある技術が実現可能かどうかを知る必要があるためである。

機会・好機 (Opportunity)

- ・ これは市場や市場規模について洞察していくプロセスである。毎年1200から1500ほど技術が分類される。その最下部に、つまり、最も粒度が細かいものがしばしば新興技術ということになる。その技術をより大きなカテゴリーに積み上げていく。なぜならば、20年後の市場は不明なため、階層を設けたカテゴリーを積み上げることで、各カテゴリーにおける技術の重要性が示唆できるためである。また、特許についても調査しており、技術と関係するビジネスのシグナルを探知している。

社会的影響 (Social and Societal Impacts)

- ・ この原則は比較的新しく、実践するために努力している原則でもある。社会に大きな価値があるが、大きな危害を与えるものよりも、小さな価値があるが危害が小さいものを選択することにしている。ここは、過去5年間での大きな転換であり、経済的利益に注力することから、それを社会的利益と比較衡量することへ変化している。

この5つの原則の内、各原則には4から8のサブ評価がある。その3分の2が量的調査であり、残りの3分の1が質的調査である。それを複数要因決定マトリックス (multi factor decision matrix) に入れ込み、異なる原則同士の重みづけを行うことで、機関としての決定要件を最善の方法で反映している。

これらの評価方法の他にも、サステナブル・エコノミー・フレームワークを用いており、これはForum for the Future、Technology Strategy BoardそしてAviva Investorsが開発したものである。また、これらの手法を共有するために、ホライゾン・ツールキットという資料を公開しており、サステナビリティに関する未来予測や指針を示している⁸³。

実際に上述した評価を実施するために、委員会やこれまでUKRI内部で形成してきたホライゾン・スキニングのネットワークを活用している。というのも、Innovate UK自体は最小限のチームで運営しているためであり、基本的に人が必要な時は助けを求めることで成立している⁸⁴。コミュニティの形成には、他国の政府機関との関係構築が関係している。Innovate UKの場合は、毎月他国の政府機関から、ホライゾン・スキニングに携わっている人をゲストスピーカーとして招待している⁸⁵。事実、フィンランドやニュージーランド政府からのゲストスピーカーの話聞くことに成功している。こうした関わり合いは、コミュニティ形成に影響を与えているのみならず、方法論の比較や、政府の内部の人々も同時に同じ情報にアクセスすることができるといったアクセシビリティの観点からもよい影響を与えている。

⁸² *ibid.*

⁸³ Horizons Toolkit , Innovate UK and Forum for the Future : <https://www.forumforthefuture.org/climate-and-health-toolkit>

⁸⁴ Interview with Simone Boekelaar & Jonathan Mitchene, January 9, 2024.

⁸⁵ *ibid.*

C. 米国

米国の科学技術・イノベーション政策の概要

米国連邦政府では、大統領を長とする行政府に行政各省や独立機関・公社が置かれている。科学技術行政を一元的に所管する組織は存在せず、各省庁等がそれぞれの所管分野に関して独自に政策を立案し研究開発プログラムを展開する分権的な体制となっている。省庁横断的な政策課題については大統領府（Executive Office of the President）が調整を行い総合的な政策プログラムを通じて対応がなされるが、その内容は政権によって大きく変動する。行政府の組織以外には、連邦議会のほか、民間の財団やシンクタンク、学術団体など多様なアクターが政策立案プロセスに関与している⁸⁶。

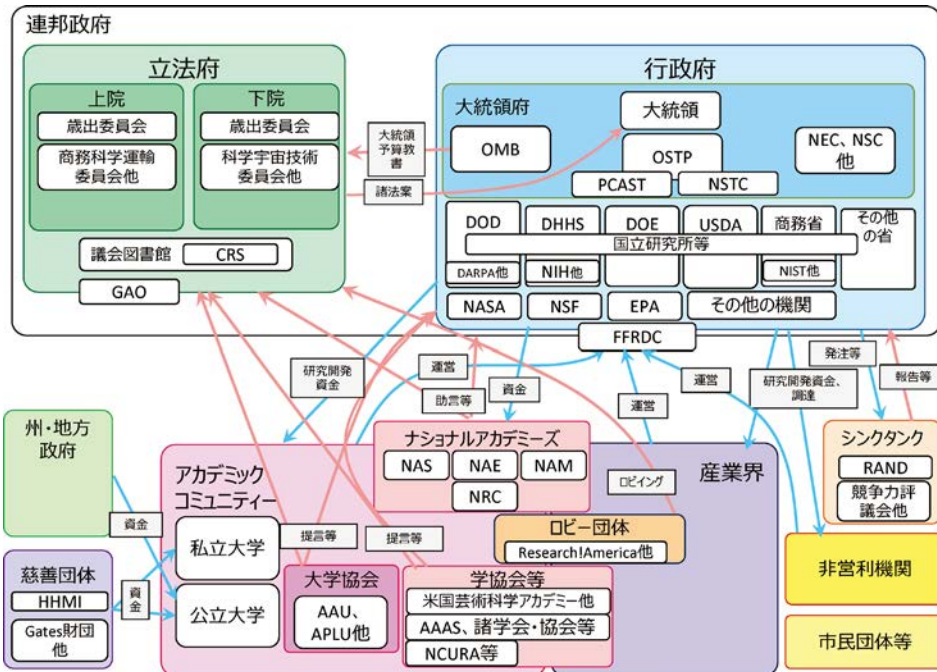


図 C-1 米国における科学技術・イノベーション活動の機構図⁸⁷

2021年に発足したジョセフ・バイデン大統領による民主党政権では、科学やデータを重視する視線を鮮明にしている。バイデン政権の大統領予算教書では、例年、国防分野の一部を除く研究開発予算全般の増額が提案されている。全体として、気候変動や新興感染症などのグローバル課題への対処や、社会の多様性・公平性向上に資するイノベーションを重視するとともに、AI、量子、半導体等の重要技術への投資も継続・拡大する方針を掲げている。2022年7月にOMBとOSTPが公表した2024年度の複数の省庁・機関にまたがる研究開発予算の優先事項に係る共同覚書も、こうした方針を反映した内容となっている。

連邦議会では半導体分野などで中国に対抗するための国家的な安全保障上の観点から、2022年8月に半導体・科学法が成立した。同法では研究・イノベーションに関する支援策についても定めており、特にNSFについては2022年3月に新設された技術・イノベーション・パートナーシップ局（Directorate for Technology, Innovation, and Partnerships : TIP）において資金配分の指針となる「チャレンジ課題及

86 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023年）」（令和5年3月）
 87 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の動向報告米国編」CRDS-FY2021-OR-03（令和4年3月）

「フォーカス分野」をリストアップすべきことが定められた。TIPはこの規定に基づき社会的・国家的・戦略地政学的なチャレンジ課題（最大5課題）と主要な技術フォーカス分野（最大10分野）とを特定した上で、より戦略的な研究支援を行う。

中国をはじめとする世界各国における国家競争力の高まりと、グローバルなサプライチェーンのネットワークを介して米国の産業が他国の製品に依存する背景によって、国家安全保障の観点から重要な技術分野の研究開発を重視するトランプ政権の方針はバイデン政権においても維持されており、ロシアのウクライナ侵攻や米中対立の深刻化によって、その姿勢はますます強まっている。こうしたことから2022年2月にはNSTCが米国のイノベーション及び国家安全保障における重要・新興技術（Critical and Emerging Technologies: CETs）リストを更新した。これは2020年10月に公開されたリストのうちコア技術に焦点を当てて拡張したものとなっており、19の分野を特定するとともに各分野におけるサブカテゴリーを新たに指定している。

表 C-1 NSTCによるCETsリストの19の特定分野

先進コンピューティング	自律システム・ロボット	極超音速
先進ガスタービンエンジン技術	バイオテクノロジー	ネットワーク型センサー・センシング
先進製造	通信・ネットワーク技術	量子情報技術
先進ネットワーク型センシング・シグネチャ管理	指向性エネルギー	再生可能エネルギー生成・貯蔵
先進原子力エネルギー技術	金融技術	半導体及びマイクロエレクトロニクス
人工知能（AI）	人と機械のインターフェース	宇宙技術・システム

この最新のCETsリストを作成するため、科学技術政策局（OSTP）は、国家安全保障会議（NSC）との連携の下、国家科学技術会議（NSTC）を通じて、省庁間の広範な審議プロセスを促進した。担当のNSTC小委員会には、18の省庁及び大統領府の主題専門家が参加し、1年以上かけて、それぞれの所属機関が米国の国家安全保障にとって重要であると判断したCETsのサブカテゴリーを特定した。NSTCとNSCの両方を通じて調整、更新されたCETsリストは省庁間の合意事項を反映している⁸⁸。

米国における国際的な優位性の低下と、国内における経済的格差の拡大や社会的流動性の低下といった懸念を背景に半導体・科学法が2022年に成立した。そこでは、技術の相互依存と、各省庁固有の使命にまたがる関連政策や投資の影響を考慮し、限られた連邦政府の資金を国家安全保障、経済、社会の目的を達成するために集中させるため、ホワイトハウスの科学技術政策局が主導する米国の国家技術戦略の策定を求めている。また、連邦議会は、国立科学財団（NSF）の技術革新・パートナーシップ（TIP）部門に対し、米国が直面する社会的、国家的、地政学的課題と、それらの課題解決に役立つ主要技術への投資の特定と評価において、省庁間ワーキンググループと協働するよう要請している。

米国におけるフォーサイト

米国では、司法部門において、州裁判所システムが独自のシナリオとビジョンを策定できるようにするため

88 Fast Track Action Subcommittee on Critical and Emerging Technologies (2022) Critical and Emerging Technologies List Update, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>

の研修ガイドが1993年に作成され、その後10年間で30以上の州裁判所が未来に関する活動を行い、そのほとんどがこの研修資料を利用したとされる。また、行政機関においても、2010年半ばから後半にかけて、米国連邦政府は重要なフォーサイト活動を展開している。

こうして、ほとんどの連邦政府機関にはフォーサイト活動を主導する常勤スタッフがいるものの、エフォートが限られた数人のスタッフから、ほぼ専従している15名のアナリストまで、機関ごとの取り組みには幅がある。連邦政府のフォーサイト・プログラムのほとんどは委託業者を活用し、大企業のコンサルティングからフォーサイトに特化した小規模な学術プログラムまで多岐にわたる。連邦政府機関では、フォーサイトにかかる組織の位置づけは、組織トップの近くから、リーダー層に直接報告するところ、意思決定者から遠い研究部門まで様々である。

政府全体のフォーサイト・グループにとって最大の課題のひとつは、戦略レベルの洞察や指針を、資源や政策決定と結びつけることであるとされている。多くの政府機関には、戦略的フォーサイト活動の結果を計画やその他のマネジメントプロセスに統合するための正式なプロセスがまだない。なかには、他の機関のためにフォーサイトの成果物を作成するだけで自組織の計画策定に影響を与えることを目的としていないところもあるが、ほとんどの機関は組織の計画と管理に情報を提供することを目的としている⁸⁹。

退役軍人省（VA）は2013年1月に「連邦フォーサイト関係者コミュニティ」（Federal Foresight Community of Interest：FFCOI）を創設し、メンバーは招待制により連邦政府関係者や外部有識者から構成され、四半期ごとに会合を開いている⁹⁰。2018年からは活動をSNS中心に移行させながら、月一回の会合開催とニュースレターの発行を行っている。政府を超えた活動としては、1982年、IAF（Institute for Alternative Futures）が営利子会社であるAFA（Alternative Futures Associates）を設立し、AFAを通じてIAFは多くのグローバル企業と協働してきた⁹¹。

科学技術政策局（OSTP）

OSTP（Office of Science and Technology Policy）は大統領及び他の大統領府の機構に対し、経済、国家安全保障、国土安全保障、健康、外交及び環境に関する科学面、工学面、技術面の助言を行う。連邦政府全体の健全な科学技術政策と予算の開発及び実施を主導し、民間部門・慈善団体、州・地方・部族・領土政府、研究・学術コミュニティなどと協働する。OSTPはまた、連邦政府研究開発予算に関する年次評価分析についてOMBを支援し、また、連邦政府の主要な政策、計画、プログラムにかかる科学的・技術的な分析評価における大統領に対する情報の提供を担っている。

通常、OSTP局長は大統領科学技術顧問を兼務し、また、大統領科学技術諮問会議（President's Council of Advisors on Science and Technology（PCAST））の共同議長を務め、国家科学技術会議（National Science and Technology Council（NSTC））を支援する。

OSTPは、科学技術問題について大統領に助言を与え、省庁間の政策調整作業を主導することを任務としており、深い技術的専門知識を活用することができ、連邦科学技術機関を戦略的計画策定プロセスにおいて主導することを制度的に義務付けられている。しかし、OSTPは戦略的予測の役割を担う組織ではなく、将来の予算目標を明確にする権限もない。それでも、OSTPは、連邦研究開発機関全体の科学技術政策の調整機関であるNSTCを通じて、戦略的計画策定プロセスを主導している。これらの組織は、合わせて以下の責

89 Greenblott, J.M., O'Farrell, T., Olson, R., & Burchard, B. (2018) "Strategic foresight in the Federal Government : a survey of methods, resources, and institutional arrangements", *World Futures Review* 11 (3), 1-22.

90 Blockwood, J-C.B. (2014) "U.S. Federal Foresight Community of Interest", https://www.ffcoi.org/wp-content/uploads/2019/02/Blockwood_USFederalForesightCommunityOfInterest.pdf

91 Bezold, C. (2018) "The history and future of anticipatory democracy and foresight", *World Futures Review* 11(3), 1-10.

任を負っている：

- ・最近更新された国家人工知能研究開発戦略計画（National Artificial Intelligence R&D Strategic Plan）のような、分野別戦略計画の策定。
- ・国家情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development：NITRD）プログラムや国家ナノテクノロジー・イニシアティブなど、省庁横断的イニシアティブを担当する国家調整事務所の監督。例えば、NITRD（National Nanotechnology Initiative）は、コンピューター、ネットワーキング、ソフトウェアの先端情報技術（IT）に関して、連邦政府が資金を提供する研究開発（R&D）の主要調整機構であり、21の連邦加盟機関に設置されている。しかし、NITRDは、「次の次」への影響をモデル化するような先見性の高い戦略的予測は行っていない⁹²。

国家安全保障会議（NSC）

国家安全保障会議（National Security Council：NSC）は、大統領の上級国家安全保障顧問や閣僚と国家安全保障及び外交政策を決定するための大統領の主要な場であり、連邦政府機関全体でこれらの政策を調整するための大統領の主要な部門である。NSCは大統領が議長を務め、正規の出席者は、副大統領、国務長官、財務長官、国防長官、エネルギー省長官、司法長官、国土安全保障長官、国際連合アメリカ合衆国代表、米国国際開発庁長官、大統領首席補佐官、国家安全保障問題担当大統領補佐官である。統合参謀本部議長は理事会の軍事顧問であり、国家情報長官は情報顧問である。大統領顧問とNSC法律顧問はNSCの会合に毎回招待される。国土安全保障、国際公衆衛生、国際経済、気候、科学技術、サイバーセキュリティ、移民など、多くの重要な国家安全保障問題の横断的な性質に対処するため、他の行政府の長やCOVID-19対応調整官、気候担当大統領特使など他の高官も、必要に応じてNSCの会議に招待される。NSCの「ストラットプラン」チームは、新興技術を含む広範な問題に関する国家安全保障関連の戦略計画を調整している⁹³。

行政管理予算局（OMB）

2017年、行政管理予算局（Office of Management and Budget：OMB）は連邦政府機関に対し、長期目標の達成を促進するための一つの方法として、戦略的フォーサイトを戦略計画・検討プロセスに組み込むことを奨励している。2023年の通達では以下のように示している。

戦略的フォーサイトとは、他の計画よりも長い時間軸と広い範囲の問題を体系的に検討するための手法である。戦略的フォーサイトを計画プロセスに組み込むことは、問題解決へのシステム・アプローチを促進し、将来の脅威に対する備えを強化したり、新たな機会を早期に活用したりすることにもつながる。戦略的フォーサイトのシステム・アプローチはまた、問題を単独で見えてしまう「サイロ効果」を避けるため、組織のコミュニケーションを促す。効果的な戦略策定と連動して実施することで、各省庁は将来の環境を理解し、それを形成することができる。フォーサイトの方法論は、各機関の任務や活動環境によって異なるが、戦略的フォーサイトの方法論の例としては、スキヤニング、トレンド分析、シナリオ・プランニングなどがある。また、適切な場合には、省庁横断的なフォーサイトの調整の機会も検討することが奨励される。（Section230.1）⁹⁴

また、各省庁の年次戦略レビューに貢献することができるとOMBは助言する。

⁹² Webb, A. (2019) “A national office for strategic foresight anchored in critical science and technologies”, Stanford Cyber Policy Center.

⁹³ Webb (2019) , *op.cit.*

⁹⁴ Office of Management and Budget (2023) *Circular No. A-11 : Preparation, Submission, and Execution of the Budget*. Washington, DC : Executive Office of President.

各省庁のリーダーシップや、OMB や議会を含む主要な利害関係者による長期的な戦略的意思決定に役立つ。例えば、戦略的フォーサイトの方法論は、戦略策定に情報を提供するために将来について体系的に考える能力として概念化されており、長期的な意思決定に情報を提供するようなアプローチを代表するものであり、変化に備えるための計画ツールとして使用することができる。各省庁は、検討プロセスの一環として、戦略的フォーサイトの核となる要素を考え、適用することが奨励される。この要素には、フレーミング、環境スキャン、潜在的可能性の予測、可能性が高く、もっともらしい将来のシナリオの特定、戦略的行動の策定に情報を提供するためのシナリオの利用などが含まれる。(Section260.11)

政府説明責任局 (GAO)

政府説明責任局 (Government Accountability Office : GAO) は、1921年予算会計法 (Budget and Accounting Act of 1921. Public Law 67-13) に基づいて設置された機関で、行政府から独立した連邦議会の機関として位置付けられている。GAOの長官 (Comptroller General) は、議会が提示した候補者の中から大統領により選任されており、任期は15年である。GAOのミッションは、米国憲法に基づく責務として議会を支援し、米国民の利益のために連邦政府の業績を改善し、アカウンタビリティを確かなものとする事である。GAOは立法府に属する機関であるが、行政府と同様に戦略計画や業績計画を策定し、年次業績・アカウンタビリティ報告書を提出している。

GAOは2018年、政策立案者が直面する新たな問題を特定、監視、分析するための拠点として戦略的フォーサイト・センター (Center for Strategic Foresight : CSF) を設立した⁹⁵。同センターはGAOの戦略計画・対外連絡部 (Office of Strategic Planning and External Liaison) 内で運営されており、現在及び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という重要な役割を担っている。センターにはフォーサイトや計画、未来思考の国際的な専門家8名の非常勤フェローがいる。2019年の初会合では複数の政府や民間組織による宇宙政策の管理である「ディープスペース」と、AIが生成する合成メディアの利用拡大をもたらす「ディープフェイク」という2つのトピックを探求した。さらに2022年、同センターのフェローも協力する形でGAOは政府と社会に影響を与える12のトレンドを特定した。

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

2019年、GAOは議会の超党派からの支持を得て20年ぶりの新チームとなる科学技術アセスメント・分析

95 Center for Strategic Foresight, U.S. Government Accountability Office, <https://www.gao.gov/about/what-gao-does/audit-role/csf>

(Science, Technology Assessment and Analytics : STAA) チームを立ち上げた。これまでのGAOによるTAとは異なり、STAAチームは関連性がある場合、議会に対する政策オプションもTAに含めることになっている。2019年11月現在、修士号及び博士号を持つスタッフが59人いる。同チームは人工知能と自動化、脳と拡張現実、暗号通貨とブロックチェーン、ゲノム編集、量子情報科学に焦点を当てている⁹⁶。

表 C-2 GAOのフォーサイト活動

成果物・サービス	時間フレーム	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ヶ月	灌漑農業、人工知能
科学技術ホライズン・スキャンニング	継続的	ディープフェイク、ディープスペース、5G、細胞農業

GAOは特定のフォーサイトに取り組むだけでなく、議会を支援するために継続的なホライズン・スキャンニングも行っている(表)。科学技術におけるトレンドの認識と評価は、GAOの継続的な戦略立案の取り組みの一部である。GAOの「議会と国家に奉仕するための2022-2027年戦略計画」(2022-2027 Strategic Plan : Goals and Objectives for Serving Congress and the Nation)では、ゲノム編集、人工知能と自動化、量子情報科学、ブレイン・コンピュータ・インターフェイスと拡張現実、暗号通貨とブロックチェーンなど、社会を変革する可能性のある技術や科学の進歩について概説している。GAOではこれらの分野の進歩を追跡し、現在及び将来の成果物やサービスに反映させている。ホライズン・スキャンニングによって新たな優先課題が発見されれば、GAOの注目する課題は時間の経過とともに変化していく。

GAOにおけるCSFとSTAAとの違いを見ると、CSFは政府間の領域を横断して調査しているため、科学技術のみといった制約がないが、科学に関わる調査をすることもあるので、STAAとはパートナーの関係にある。STAAのスタッフがCSFの仕事を手伝うこともある。両者はたとえば新興技術のトレンドと課題についてのレポートを共同で作成している。また、CSFは多様なフォーサイト実施機関とのつながりを持っているため、GAO内で新興技術のトレンドについての講演にゲストスピーカーとして招待することもある。CSFに限らずフォーサイトのコミュニティがあり、そこでのコミュニケーションは活発に行われている⁹⁷。

国家情報会議 (NIC)

1979年に設立された国家情報会議 (National Intelligence Council: NIC) は国家情報長官室 (Office of Director of National Intelligence : ODNI) に置かれ、国家情報長官 (Director of National Intelligence : DNI) を支援し、戦略的で堅牢的、客観的なあらゆる情報源を分析するため、インテリジェンス・コミュニティと政策コミュニティのユニークな架け橋となってきた。NICを代表して、国家情報官 (NIO) は次のことを行う。

- ・ 代替案の分析、その他の高度な分析技術やツールを含め、分析技術の模範的な使用を促進する。

⁹⁶ Persons, T.M. (2019) “Science and technology : overview of GAO’s enhanced capabilities to provide oversight, insight, and foresight”, Testimony before the Committee on Science, Space and Technology, House of Representatives. United States Government Accountability Office.

⁹⁷ Interview with John Neumann & Karen Howard, December 16, 2023.

- ・ 国家情報評価（National Intelligence Estimates）を含め、情報局全体の評価を調整する。
- ・ 国家安全保障会議（NSC）が主催する省庁間の政策会議においてインテリジェンス・コミュニティを代表し、国家安全保障に関する議論のためにインテリジェンス・コミュニティの主要人物を準備する。
- ・ 学術界、民間企業、市民社会など、政府以外の専門家と協力し、重要な問題に関する議論のレベルを高めるための知識や見識を得る。

NICの仕事の大半は機密扱いだが、NICは機密扱いでない報告書も作成または委託しており、その中には2021年に出版された『グローバル・トレンド2040：争いの多い世界』（"Global Trends 2024：A More Contested World"）も含まれる⁹⁸。1997年以来、4年ごとに発行されているグローバル・トレンドは、今後20年間における米国の戦略環境を形成する重要な動向と不確実性を評価するものである。同報告書は政策立案者や市民が地平線の彼方に何が待ち受けているかを見抜き、さまざまな可能性のある未来に備えることができるようにすることを意図している。グローバル・トレンドの各版は、NICの執筆陣が方法論を開発し、分析を練り上げるというユニークな仕事である。

グローバル・トレンドの調査・作成にあたって、NICは、シンクタンク、大学、コンサルタント、ビジネスリーダー、個人の学者や専門家、学生、政府内外の同僚など、広範かつ多様な協力者から貴重な支援を受けている。連邦政府機関としては、中央情報局（CIA）、国務省、エネルギー省、国際開発庁、財務省、国防総省、国家安全保障局、国家情報長官室（ODNI）などが挙げられ、専門家ワークショップへの参加から、地域別ペーパー、ビルディング・ブロック・リサーチ・ペーパー、グローバル・トレンドの具体的な内容の草案作成に至るまで、その支援は多岐にわたっている。

このような広範かつ大規模なプロジェクトにおける重要な課題の一つは、すべての分析をいかにして首尾一貫し、統合され、将来を見据えたストーリーにまとめるかということである。すなわち、将来の戦略的環境を形成しつつある広範な勢力を特定し評価すること、そして、その勢力に対して国民や指導者がどのように行動し、対応していくかを探ることである。『グローバル・トレンド2040』では、まず、人口動態、環境、経済、テクノロジーの4つの中核領域における構造的な力を探っている。これらの分野を選んだのは、将来のダイナミクスを形成する上で基礎となるものであり、比較的普遍的な範囲であること、また入手可能なデータと証拠に基づき、妥当な信頼性をもって予測を行うことができるためである。第2章では、これらの構造的な力が、他の要因とどのように相互作用し、交錯して、個人と社会、国家、国際システムという3つのレベルの分析において、新たなダイナミクスにどのような影響を及ぼすかを検証している。この章は、将来なされる人間の多様な選択ゆえに高度な不確実性を伴うので、各レベルで新たに生じている主要なダイナミクスを特定し、それを説明することに重点を置く。最後に第3章では、いくつかの重要な不確実性を特定し、それらを用いて2040年の世界に関する5つの将来シナリオを作成している⁹⁹。

農務省森林局（USFS）

農務省森林局（US Forest Service：USFS）のフォーサイト・プロジェクトは、同局の研究開発部門と北部研究基地に置かれている。10年以上前に発足した戦略的フォーサイト・グループの使命は、森林局、他の自然資源組織、及びすべての利害関係者における森林管理を改善するために、戦略的フォーサイトを高めることにある。この研究グループは、大学や他の組織のパートナーと協力してフォーサイトの研究プログラムを実施し、その結果を出版物、プレゼンテーション、木材製品を通じて伝えている。同グループはまた、林業の

98 National Intelligence Council, <https://www.dni.gov/index.php/who-we-are/organizations/mission-integration/nic/nic-who-we-are>

99 National Intelligence Council (2021) *Global Trends 2040：A More Contested World*. NIC 2021-02339.

専門家や利害関係者に、林業の将来について批判的かつ創造的に考えることを教えるために、「IMPACT：林業版」と呼ばれるフォーサイトボードゲームも制作している。IMPACTはフォーサイトゲームであり、人々が未来を想像し、批判的に考えるのを助けるように設計されている。プレイヤーは、それぞれ「未来からの仕事」と「望ましい未来の条件」を持つ、個性的なキャラクターに扮する。プレイヤーは、自分の将来の仕事が適切で安全な世界を作るために競い合う。特定の3つの領域にある影響力キューブの数が、自分の「未来からの仕事」カードの裏面に記載されている希望する未来にあるそれぞれの数と同じか、それ以上であればプレイヤーの勝利となる。プレイヤーは自分のキャラクターの勝利条件を達成したら、すぐに自分の希望する未来の条件を公開し、勝利を主張しなければならない。ある領域に置かれたキューブの数は、その領域の変化率を表す。インパクトカード（社会的、技術的、経済的、環境的、政治的な出来事とその結果生じる効果）は、特定の領域のキューブの数に影響を与え、変化を停滞させたり加速させたりする¹⁰⁰。

戦略的フォーサイトの手法や視点を森林の計画、管理、政策に取り入れることには多くの利点があるとされる。第一に、フォーサイトで考慮されるタイムスケールは、意思決定者がより長期的な視点を養い、一貫して維持するのに役立つ。未来研究で考慮される時間スケールは、計画や意思決定で通常使用される範囲を超えている。このような長期的な視点は、短期的な視点では見落とされがちな懸念事項や機会を特定するのに役立つ。第二に、先見性のあるツールは、森林の意思決定者が戦略的なサプライズや「ワイルドカード」、特に林業以外の領域で発生し、将来の林業や森林部門に重大な影響を及ぼす可能性のあるものを特定するのに役立つ。想定されるワイルドカードを事前に予測することで、先を見越した経営戦略の策定が容易になり、予期せぬ変化に直面することを避けることができる。第三に、起こりうる、そしてもっともらしい未来についての洞察は、出来事が急速に展開する際の反応時間を短縮するのに役立つ。シナリオ・プランニングを使うことで、意思決定者は、起こり得る対応を事前に検討することで、「未来のリハーサル」を行うことができる。第四に、フューチャーホイールのような先見性のある手法は、意思決定者が、新技術、政策案、社会的・文化的傾向など、あらゆる種類の変化がもたらす予期せぬ結果を予測するのに役立つ。第五に、戦略的フォーサイトは、課題や機会に取り組む際に「大きく考える」ことを促進するのに役立つ。フォーサイトの手法は、創造的で参加型の問題解決、学際的なアプローチ、システムの視点を奨励する。最後に、ビジョン策定やその他の先見的手法は、林業や林業組織にとって望ましい未来を形成するのに役立つ。望ましい未来を明確かつ共有的に理解することで、現在の選択肢や可能性が高まり、真に戦略的な計画につながりうる¹⁰¹。

エネルギー省（DOE）

持続的な経済成長を推進し、エネルギーや環境、国家安全保障といった今後数十年にわたる課題に対処するため、米国エネルギー省（Department of Energy：DOE）科学局は、基礎エネルギー科学における重要な研究分野を特定し、それらの分野の米国の競争力や、主要な研究施設、研究手段、資金調達の仕組みを検討すること、米国の国際競争力を高める戦略の提案を基礎エネルギー科学諮問委員会（Basic Energy Sciences Advisory Committee：BESAC）に求めた。これを受け、同委員会の国際ベンチマーキング小委員会は重要な科学研究分野を5つに大別し、科学文献の引用や主要な科学会議での招待講演など、これらの分野における米国の競争力に関するエビデンスを追求した。また小委員会は、米国の競争力に関する問題点（資金調達の仕組み、科学者の才能をめぐる国際競争、主要研究施設へのアクセス制限など）、及びこれらの問題に対する潜在的な改善策を明らかにするため、多くの一流の科学者に意見を求めた。さらに、特定され

100 Bengston, D.N. & Westphal, L.M. (2022) IMPACT：Forestry Edition Print and Play Version, <https://www.fs.usda.gov/research/nrs/understory/impact-forestry-edition-print-and-play-version>

101 Amyot, M-A., Bengston, D.N., Crabtree, et al. (2022) “Strategic foresight in forestry：how Canada and the United States use a neglected tool to build a green, healthy and resilient future”, presented at XV World Forestry Congress.

た重要分野における研究の具体例を探し、そのような研究がもたらす社会的・経済的利益と、米国の科学と科学者が直面している制約や課題の両方を説明できるようにした。

小委員会による活動の成果は2021年の「米国は基礎エネルギー科学で競争できるか?」(“Can the U.S. Compete in Basic Energy Science? Critical Research Frontiers and Strategies”)という報告書にまとめられている¹⁰²。同報告書では以下の各分野及び副分野ごとに、競争環境に関する詳細な説明と定量的エビデンスのほか、社会的・経済的・戦略的重要性を示す最近または現在進行中の研究の関連例を示している。

1. **量子情報科学**：量子アルゴリズム、量子コンピューティング、量子通信、それらの関連分野
2. **エネルギー応用科学**：エネルギー貯蔵、膜、持続可能な燃料など
3. **エネルギー・情報材料**：量子材料、ナノ科学、ニューロモーフィック・コンピューティングなど
4. **持続可能性のための産業関連科学**：炭素回収、プラスチックの化学的アップサイクル、革新的製造、その他の分野
5. **先端研究施設**：放射光や自由電子X線源、原子炉や核破砕中性子源、電子顕微鏡施設、ナノスケール研究センター、ハイパフォーマンス・コンピューティングなどを含む横断的分野。これらの施設は、物質の構造や特性を分析する能力を通じて、基礎科学と応用科学の両方の進歩に重要な役割を果たしてきた。このような研究ツールは非常に重要であるため、最新かつ最も強力な施設へのアクセスをめぐって世界的な競争が繰り広げられている。ここでも米国は多くの面で遅れをとっている。

これらの重要な研究分野のそれぞれについて、同報告書は、中国の発展が著しく、欧州が量子情報科学でリードしている一方で、米国の研究成果が肥大化しているか、遅れをとっているという説得力のあるエビデンスを発見した。基礎エネルギー科学における米国の競争力向上は急務であり、同報告書では以下の4つの広範な戦略を提言している。

1. 大学と国立研究所の両方における研究プログラムの開発、先端研究施設や機器の開発など、エネルギー科学基礎研究への投資を増やす。
2. 早期及び中期の科学者に対する支援を、他国の主要なプログラムに匹敵するレベルまで引き上げ、才能ある人材をよりよく引き付け、維持する。
3. 先端研究施設に勤務する科学者の機会を強化し、科学者としてのキャリアの幅を広げ、才能を保持し、装置開発やその他の施設改善のために創造性を発揮できるようにする。
4. 基礎研究から応用研究、産業研究に至るまで、あらゆる領域にわたるエネルギー科学研究をよりよく統合する。

米国におけるテクノロジーアセスメント

米国では1972年に連邦議会に技術評価局(OTA)が設置され、立法によるTAの時代が始まったが、「TAとは、OTAがその時たまたまやっていたことである」と言われることもあった。OTAが1995年に閉鎖された後、制度レベルでは、政府説明責任局(GAO)が、連邦権力の中枢に近いところでTAの能力を維持してきた。制度化されていないが、ECAST(Expert and Citizen Assessment of Science and Technology)と呼ばれる参加型TAを活性化させようとする取り組みが、研究者らによって主導されている。3つ目は、TAの社会運動的側面により近い、米国の慈善家グループと大学による、「公益技術(public interest

¹⁰² Office of Science, U.S. Department of Energy (2021) Can the U.S. Compete in Basic Energy Science? Critical Research Frontiers and Strategies. A report by the BESAC Subcommittee on International Benchmarking, available at https://science.osti.gov/-/media/bes/pdf/reports/2021/International_Benchmarking-Report.pdf

technology)」という新しい分野を創設しようとする取り組みである。この分野は、TAをその潜在的貢献の重要な要素とみなし、OTAを先祖伝来の実践者とみなしている¹⁰³。

政府説明責任局（GAO）

GAOが立法府機関の中でテクノロジーアセスメント機能を担うのに最も適した機関であることが認識され、GAOに新たなOTAを創設するという妥協案が2001年に動き出した。その結果、2002年度の立法府予算案に、試験的な調査のための資金として50万ドルが計上された。パイロット・オフィスの最初の調査である「国境警備のためのバイオメトリクスの利用」は、2002年11月に発表された。外部評価によると、この報告書は好意的に評価され、GAOは最初の評価で「非常に良い仕事をした」と結論づけている。ただし評価者は、「GAOの文化は監査組織のそれであり、これは効果的なテクノロジーアセスメント組織に求められる文化とは全く異なる」と指摘した。その後数年間で、試験的プログラムへの資金は拡大され、年に数本の報告書の作成が容易になった。

2004年、ラッシュ・ホルト（Rush Holt）議員とアモ・ホートン（Amo Houghton）議員は、GAOの試験運用を「科学技術評価センター」（Center for Scientific and Technical Assessment：CSTA）と呼ばれるGAOの正式なテクノロジーアセスメント事務所に昇格させる法案を、超党派の賛同者を得て提出した。この組織は、超党派の二院制のテクノロジーアセスメント理事会（Technology Assessment Board：TAB）など、廃止されたOTAの主要な構造的特徴を採用することになる。CSTA案は、市民社会の専門家や当時のウォーカー会計検査院長からの意見を取り入れた検討過程を経て、何度か変更された。後の草案では、TABはより諮問的な役割に縮小され、ほとんどの決定に関する最終的な権限は会計検査院長に移された。この取り組みは成功しなかったが、このような提案が科学技術専門家や官僚の賛同を得、超党派の支持を集めることができることを示した。

GAOの試験的な取り組みは毎年数件の報告書を作成し続け、2008年度の立法府予算案の一部として恒久的な機能となった。それから10年以上経った2018年、上院予算委員会は、GAO内でこのプログラムを昇格させ、拡大させるという報告文言を盛り込んだ。この結果、議会の超党派からの支持を得て、GAOは20年ぶりの新チームとなる15番目のミッションチームとして科学・技術・評価・分析（STAA）ユニットを創設した¹⁰⁴。

この2002年から2018年の間、GAOは防衛技術、エネルギー、量子コンピューティング、人工知能、STEM教育、製造業、医療機器、顔認識技術、遺伝子組み換え作物、GPS、ナノテクノロジー、サイバーセキュリティ、航空、天気予報などのトピックについて、157本の「科学技術報告書」を発表した。ただし、限られたスタッフしかおらず、専門のオフィスもなかったため、GAOの最重要課題ではなかったとされる¹⁰⁵。

STAAの発足は2019年1月に発表され、その最初の戦略計画は2019年4月に発表された。これまでのGAOによるTAとは異なり、STAAチームは議会に対するニーズを満たすことを目的としており、関連性がある場合、議会に対する政策オプションもTAに含めることになっている。STAAは発足当初49名のスタッフであったが、2023年末ではおよそ150名にまで増員され、当初の目標であった140名をも超えて充実した体制

103 Guston, D. (2023) “United States of America”, pp. 266-268 in L. Hennen et al. (eds.) *Technology Assessment in a Globalized World : Facing the Challenges of Transnational Technology Governance*, Springer.

104 Graves, Z. & Schuman, D. (2020) *Science, Technology, and Democracy : Building a Modern Congressional Technology Assessment Office*. ASH Center for Democratic Governance and Innovation, Harvard Kennedy School.

105 D’Arcy, D., Stark, A., Wuerfmannsdobler, F., & Neuberger, N. (2019) “Congress needs the Office of Technology Assessment to keep up with science and technology”, July 25, 2019, Bipartisan Policy Center, <https://bipartisanpolicy.org/wp-content/uploads/2019/08/Congress-Needs-the-Office-of-Technology-Assessment-to-Keep-up-with-Science-and-Technology-002.pdf>

となっている。STAAチームの構成は図の通り¹⁰⁶。TAを主に実施するのはTA・技術支援グループであり、55名ほどが在籍しているが、実際には他のグループにまたがってTAを実施している。さらに、GAOの他部署から参加したスタッフを交えてTAが行われることもある。したがって100~120名のスタッフがTAの実施者たりえるということになる。STAAは2024年度までに200名規模までの拡大を目標としている。

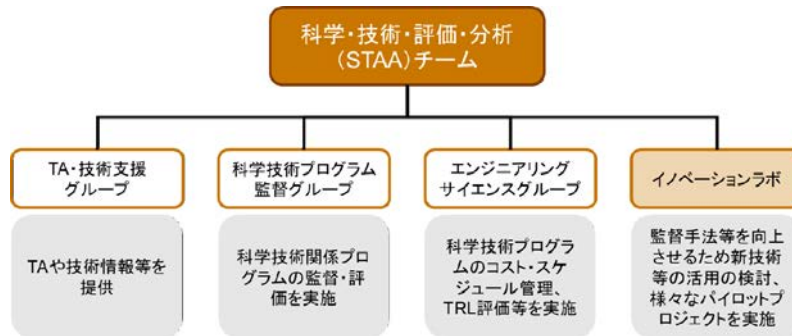


図 C-2 STAAの構成

GAOのTAは、科学技術の最新動向を分析し、技術変化の影響に注目させ、政策立案者がコアコンセプトを理解できるようにするものである。TAの内容としては、以下のようなものがある。

- ・ 科学技術の進歩や技術開発が短期的、中期的、長期的に及ぼす可能性のある影響を明らかにする。
- ・ 技術の潜在的影響に関する初期の洞察を含め、技術に関連するリスクと便益を詳しく説明し、伝える。
- ・ 特に複雑な取得プログラムの文脈において、ある技術の状況、実行可能性、相対的成熟度を強調する。
- ・ 科学技術に対する連邦政府の投資について説明する。
- ・ 潜在的な行動方針と、各選択肢に関連する機会と課題について、意思決定者に情報を提供するように設計された政策オプションを提示する。

GAOの局長の任期は15年あるため中立的な立場を取ることができ、政治的な事情を無視して人材を雇うことができる。議会からのTAの要請には応える必要はあるものの、GAOの権限でTAを行うこともできる、幅広い領域を対象としたTAが可能になっている。例えば、AIや環境問題といった領域をGAO自らの意思と権限でTAの対象とすることができ、非常に柔軟性がある。これはOTAによるTAが政治的ステークホルダーとの合意を経た後にしか行われなかったのとは対照的である。この点がGAOの強みであると思われる¹⁰⁷。

例えば、農業に関するTAにおいて、GAOでは連邦政府がどれだけ農家を支援しているのか、大規模農家と小規模農家では影響のされ方や大きさが異なるのか、といった観点を含めて評価している。また、技術監査も行っており、そこにはフォーサイト的な要素が含まれている。例えば、民間機関による新興技術の調査を依頼されたこともあった。その際に、どのような用途で技術が用いられているのかといった情報や最先端の情報を調査したが、同時に政府はこの技術に対してどのような支援をしているのかという調査もした¹⁰⁸。

¹⁰⁶ GAO Science, Technology Assessment, and Analytics Team : Initial Plan and Considerations Moving Forward. April 10, 2019, p. 15; 池上敦士 (2021)「GAOのTA機能と分析事例:極超音速兵器および防衛用PNT技術」『防衛技術ジャーナル』2021年11月号, pp. 15-25.

¹⁰⁷ Interview with John Neumann, December 16, 2023.

¹⁰⁸ Interview with Brian Boothwell, December 16, 2023.

フォーサイトやTAを行う際の専門家の選定については、まず観点の多様性を意識して選択する。あらゆる技術には良い側面と悪い側面があるので、両側面について語れる専門家であるかどうかを重視する。次にジェンダーや人種、地理的なバランスを重視する。アメリカは国土の広い国であるため、地方と都市とでは技術が与える影響が大きく異なることがあるためである。具体的には、テーマが決まるとスタッフが文献調査を行い、当該領域で誰がどのようなことをしているのかといった基礎情報を収集する先行研究を実施する。これによって、専門家の特定ができる。次に全米アカデミーズと連携し、その分野における専門家を紹介してもらう。また、単に専門家を集めるだけでなくデータ収集におけるプライバシー問題がないかも同時に精査している。他にも各分野の専門家だけではなく、その分野に懸念を抱いている人も集める。その場合、別のフォーカスグループを設置することもある。さらには政府、アカデミア、産業、そしてエンドユーザーを集める。もちろん、協力的でない専門家もいるため、そうした人には個別でのインタビュー形式で話を伺ったりすることもある。また、議論が豊かになるような工夫をしている。例えば、技術に関して肯定的な意見を持っている専門家に対しては、あえてプライバシーの専門家をぶつけたりすることもあるという¹⁰⁹。

STAAにおける人材の採用戦略としては、基本的に誰でも応募資格を持てるようにしており、毎年どの領域に人が足りていないのかを検討して公募する。こうして雇用された専門家は専門的知識を持っているため、スキルについてのトレーニングをする必要はない。しかし、GAOの基礎知識や議会の知識を教育するトレーニングを2年間行い、新規スタッフのスキルをGAO特有の文脈で最大限発揮できるように支援している。また、今後はポスドク研究者を念頭にいたフェロー・プログラムの実施を予定しており、採用されれば1年から最大3年間の任期でGAOに勤める。これによって、GAOが必要としている特定のスキルを持っているか知ることができ、任期満了後に正式採用するという流れができることを想定している¹¹⁰。

議会調査局（CRS）

1914年、連邦議会は議会図書館の中に分離部局として立法考査局（Legislative Reference Service）を創設し、1970年に議会調査局（Congressional Research Service：CRS）と名称を変更した。CRSの任務は、「立法過程を通じて、議会、特に個々の議員に幅広い立法調査と分析を提供する」ことである。現在、CRSはさまざまな分野の政策アナリスト、弁護士、情報専門家約400人（全体で600人）を雇用している。スタッフの専門分野は、法律、経済、外交から、国防、国土安全保障、行政、教育、医療、移民、エネルギー、環境保護、科学、技術まで多岐にわたる。科学技術問題に従事するスタッフの数は、長年にわたって比較的安定しているが、1996年の組織改編により、科学技術問題に重点を置いていた旧科学政策研究部門は、他のいくつかの部門と統合された。CRSは、(1) 立法問題に関する調査・分析を提供する議会配布資料、(2) 個々の議員や委員会に対する回答、(3) 立法サマリー、判例集、編集物の3つの主要カテゴリーで報告書を作成している。CRSの個々のアナリストは、年間200～300件の議会からの要請に対応している。CRSは、議会議員に対する既成の科学技術情報や助言の重要かつ貴重な情報源であり続けている。例えば、CRSは連邦政府の研究開発予算に関する二院合同セミナーを議会スタッフ向けに開催し、連邦政府の科学ミッション機関に対する予算計上の科学技術的な背景をスタッフに伝えている¹¹¹。

CRSは「議会のシンクタンク」とも言われ、科学技術問題に精通した公務員を擁しており、議会の相談に応じることができる。だが、議会が直面する無数の技術的トピックをカバーするには専門家の数が少なすぎるため、CRSのアナリストひとりひとりにおける個別の問題に対する専門性は手薄になりがちであり、通常、政

109 Interview with Karen Howard & Brian Boothwell, December 16, 2023.

110 Interview with Karen Howard, December 16, 2023.

111 Blair, P.D. (2021) "Effective science and technology assessment advice for congress : comparing options", *Science and Public Policy* 48 (2) , 164-176.

策決定に有用とされる長時間の「深掘り」分析に従事することはできない¹¹²。さらに、CRSはOTAが閉鎖されたときよりも職員は20%削減され、現在は約600名である。

全米研究評議会（NRC）

NRC（National Research Councils）は全米科学・工学・医学アカデミーの主要な運営部門であり、1863年に制定された連邦議会憲章に基づき運営されている民間の独立した非政府組織である。今日、NRCの助言提供モデルは、以下のようないくつかの重要な強みがあるため、特に影響力があると広くみなされている。

- ・信頼性：独特とまではいかないまでも、その特徴的な議会憲章に反映された独立性の長い実績
- ・招集力：NRCの業務に広く認知された専門家がプロボノで貢献し、その成果物の権威を高めることができるという長い伝統
- ・調査プロセス：独立した外部審査や、取り組みに参加する人々の潜在的な偏見や利益相反を最小化するためのその他の機能を含む、透明で説明責任のある研究プロセス

NRCは今日、基礎科学研究から経済や政府全体への技術応用に至るまで、科学技術に関連するあらゆるトピックを扱った年間約200件の報告書を連邦政府機関やその他の利害関係者に発行している。議会からの要請は年平均25件である。NRCは約1,000人のスタッフを雇用し、7,000人の任命された委員と、さらに3,000人の任命された報告書草案の査読者が、政府に科学技術に関する助言を提供するというNRCの使命を支援するために無償で奉仕している¹¹³。

今日、NRCはかつてのOTAと同様、その伝統的な成果物であるコンセンサス報告書を提出するのに時間がかかりすぎるといった批判が多い。NRCの報告書は通常18ヶ月前後で完成するが、テーマによってかなりのばらつきがあり、数ヶ月で完成する「ファスト・トラック」的なものもあれば、数年以上かかる基本的な科学分野の10年単位の大規模調査もある。現在、内部で進行中の「NRCの変革」は、従来のNRC報告書の作成効率を向上させるだけでなく、緊急のニーズによりタイムリーかつ費用対効果の高い方法で対応するため、より広範な他の種類の報告書を提出することを目的としている¹¹⁴。

国立科学財団（NSF）

2022年、セスラマン・パンチャナサン所長のリーダーシップの下、米国国立科学財団（National Science Foundation：NSF）は技術・イノベーション・パートナーシップ総局（Directorate for Technology, Innovation, and Partnerships：TIP）の設立を発表した。そのわずか数ヶ月後、米国議会は「半導体・科学法」を可決し、同局の設立を認可するとともに、主要技術の開発を加速させ、差し迫った社会的・経済的課題に対処するための投資を通じて、米国の競争力を高めるといった重要な使命を課した。TIPは、科学と工学の全分野において、利用を着想源とするトランスレーショナル・リサーチを推進し、新たな産業を生み出すとともに、科学・技術・工学・数学（Science, Technology, Engineering and Mathematics：STEM）における高賃金の新規雇用を追求すべく、バックグラウンドや所在地に関係なくすべてのアメリカ人を関与させる。

¹¹² Graves, Z. & Kosar, K. (2018) “Bring in the nerds : reviving the Office of Technology Assessment”, *R Street Policy Study* 128, 1-11.

¹¹³ Blair (2021) , *op.cit.*

¹¹⁴ *Ibid.*

2023年、NSFはTIPを通じて、科学技術の研究開発への投資が国家の特定の成果にどのように貢献するかを評価する、技術成果の評価と予測（Assessing and Predicting Technology Outcomes：APTO）に関する新しいプログラムを開始した。APTOプログラムは、半導体・科学法第10387条で指定された主要技術重点分野において、米国が競争力に対してどのような状況にあるのか（全体として、また各地域において）を理解するためのTAに対するTIP理事会のニーズに応えるものである。TIPは、どのような科学技術投資が主要技術重点分野において最大の効果をもたらし、米国の長期的な国家安全保障と経済繁栄に不可欠であるかという疑問に対する答えに関心がある。TIPのTA活動の重要な側面として、APTOプログラムは学際的なチームを結集し、意思決定に必要なデータ、知的基盤、分析の開発を支援する。本プログラムの提案書の〆切は2023年10月で、3000万ドルの予算で5～20件のプロジェクトを採択する予定であった¹¹⁵。実際に採択されたのは3件で、ミシガン大学、オハイオ州立大学、そして社会科学研究会議（Social Science Research Council：SSRC）が助成を獲得した。

NIH - NExTRAC

The Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee（NExTRAC）は、NIH（National Institute of Health）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科学的、安全性、倫理的問題を議論するための公開フォーラムである。NExTRACの議事録と報告書は科学政策局（Office of Science Policy：OSP）のウェブサイトに掲載され、科学者や一般市民がアクセスできるようになっている。

NExTRACは最大25人のメンバーで構成され、ディレクターの担当に対応するためにアドホック・ワーキンググループを設置することもできる。NExTRACは参加型の要素を取り入れており、委員会が作成したフレームワークによると、新規バイオテクノロジーや技術応用の開発の進捗状況により、今後5～10年以内（またはそれよりも早い時期）に出現・実施まで進む可能性が高い場合、公開審議が正当化される場合がある。

2020年12月、NIH所長は、ホライゾン・スキニングのための効果的なアプローチを説明し、将来のNExTRAC活動の指針となる、新興バイオテクノロジー研究分野に関連する科学的、安全性、倫理的、社会的問題を検討するための枠組みを概念化することに特化したNExTRACの作業部会を設置した。開発されたNExTRACの潜在的な審議プロセスには、NIHによる反復的なバイオテクノロジーのホライゾン・スキニングが含まれ、新たな機会とリスクにつながる可能性のある技術動向や技術の潜在的な融合に関する多様なグループからのインプットが組み込まれている。反復的なホライゾン・スキャンにより、さらなる検討を必要とする“チャージ”につながる可能性のある技術（または技術の収束/開発/応用）を特定することができる。図1に見られるように、このプロセスは、NIHが提供する様々なチャージに適用できる、将来のNExTRACの検討や評価のための柔軟な枠組みを提供する。NExTRACではそれぞれワーキンググループ（WG）を立ち上げ、2021年9月には遺伝子ドライブ、2023年9月には生命医学研究におけるデータサイエンスと新興技術についての報告書を公刊している。

115 Assessing and Predicting Technology Outcomes (APTO) , <https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23600/nsf23600.htm>

116 Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee (2020) Report to Establish NExTRAC Framework. National Institute of Health. https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NExTRAC-Framework-Report_FINAL_508.pdf

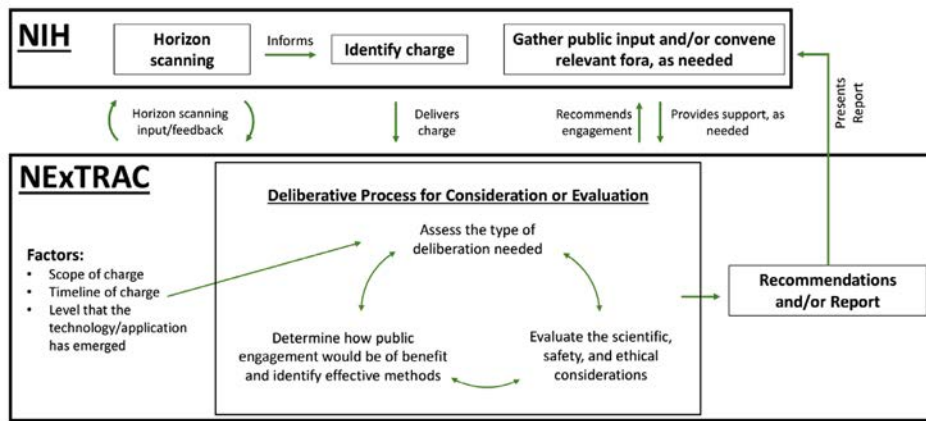


図 C-3 NExTRACの熟議フレームワーク¹¹⁶

遺伝子ドライブについての報告書によれば、遺伝子ドライブ研究を安全かつ責任を持って実施することに関連する問題に対処するため、NIH所長はNExTRACに生物医学研究における遺伝子ドライブWGを設置した。WGでは、遺伝子ドライブ技術の現状と、遺伝子ドライブで改変された生物を野外に放出する他の技術に関する経験を検討した。また、既存のバイオセーフティガイドランスの妥当性や、実験室及び野外放出の両研究における生物学的・環境的リスク軽減のための戦略、潜在的な危害と潜在的な利益の評価、利害関係者の特定と関与について検討した。さらに、NExTRAC主催の公開ワークショップ「Gene Drives」を含め、各分野の専門家と協議し、WGが提示した報告書草案の審議の一環として、パブリックコメントも考慮した。

WGによる審議の結果、NExTRACは、NIHは一定の勧告が満たされれば、ケース・バイ・ケースで、フィールド・リリースに至るまで、あるいは潜在的なフィールド・リリースを含め、遺伝子ドライブ研究への助成を慎重に検討すべきであると結論づけた。重要なことは、遺伝子組換え生物の野外への放出が承認されるかどうかの最終決定は、最終的には規制当局や地方自治体によってなされることであり、それは野外への放出が計画されている場所によって異なり、厳密なリスク/便益評価と利害関係者/地域社会の関与によって十分な情報提供を受けたうえでなされるべきことである。NIHが、研究戦略の一環として、最終的な野外リリースを実施する計画を持つ提案に資金を提供する場合、そのような提案は、規制当局の決定、リスク/便益評価の結果、またはその他の要因のいずれにせよ、最終的に野外リリースが行われなかったとしても、研究の影響がどのようなものになるかを明確に示すべきであるとされた¹¹⁷。

デジタル技術をはじめとする新興技術は臨床研究に参加する可能性のある人々をより身近にするが、COVID-19の大流行は、あらゆる人々の健康を高めるためのインクルーシブな環境を実現するためにより多くのことができることを示した。さらにNExTRACの審議を支援するために開催された地域社会との対話では、参加者や幅広い一般市民との効果的な研究パートナーシップを構築するために信頼性と透明性が必要であることが強調された。このような対話を行動に移すため、NExTRACではENGAGEワーキンググループを設置し、NIHが資金提供する臨床研究のデザインと計画、及び研究結果の広範な普及に、一般市民の声を取り入れるためのビジョンと枠組みを策定することとした。ワーキンググループでは2025年夏までに最終的なフレームワークと調査結果をNExTRACに提示する予定である¹¹⁸。

¹¹⁷ Novel and Exceptional Technology and Research Advisory Committee (2021) Gene Drives in Biomedical Research Report. National Institute of Health. <https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NExTRAC-Gene-Drives-Final-Report.pdf>

¹¹⁸ <https://osp.od.nih.gov/policies/novel-and-exceptional-technology-and-research-advisory-committee-nextrac/>

アリゾナ州立大学（ASU）

アリゾナ州立大学（Arizona State University：ASU）のDavid Gustonが率いる研究コミュニティにおいて、ボトムアップな形でのTAの研究実践が20年以上続けられている。「科学・政策・成果コンソーシアム」（Consortium for Science, Policy & Outcomes:CSPO）はアリゾナ州立大学のリベラルアーツ・科学カレッジの独立ユニットでありながら、各学部からのスタッフ兼任で運営し、同大学の他学部との協働や、コロラド大学、ジョージア工科大学、オックスフォード大学、ハーバード大学等とのネットワークも展開し、NSFのほか、民間財団からの助成を多く受けながら、リアルタイムテクノロジーアセスメント（RTTA）をはじめとして研究と政策をつなぐための多様な活動を展開している。

ウッドロウ・ウィルソン国際学術センター（WWC）

ウッドロウ・ウィルソン国際学術センター（Woodrow Wilson International Center for Scholars：WWC）は1968年に議会によって設立された非党派的シンクタンクである。ワシントンに本拠を置き、公的機関や民間機関の女性を受けながら150名以上の客員研究員、20-25名のフェロー、約70名のインターンを活用しながら米国内外の様々な問題に取り組んでいる¹¹⁹。

同センターの科学技術・イノベーションプログラム（STIP）では、新興技術の社会影響評価を行っており、サイバーセキュリティから人工知能、ビッグデータまで、新たな技術が国際関係にどのような影響を与えるかを分析している。STIPは、新興技術の複雑さを、安全、セキュリティ、倫理的関心も含めて理解し、翻訳し、実証することを目指している。また、報告書では公共政策コミュニティから学術研究者、報道機関、一般市民まで、幅広い読者を対象としている。

STIPのAIラボは、議会スタッフや連邦職員に、この分野の第一人者とともにAIの動向について理解を深めることを目的とした超党派のオフレコフォーラムである。STIPでは顔認識から始まる様々なAIの倫理的問題の背後にある複雑さを探求するため、新たな研究プログラム「Beyond Bans」を開始した。「顔認証に関する政策オプションとAIに関するグランド戦略の必要性」についての初期の出版物では、原則、定義、基準、具体的なガイドラインを含む、より総合的なレンズを通して倫理的な顔認証技術を検討することを提唱している¹²⁰。

ECAST

2010年に設立されたECAST（Expert and Citizen Assessment of Science and Technology）は、全米に分散する学術研究、政策分析、市民科学、非公式の科学教育機関のネットワークであり、科学、技術、社会が交差する問題への一般市民の参加拡大に取り組んでいる。ECASTは、社会における科学技術の複雑さを議員に知らせるといふ、現在は廃止された米国議会技術評価局（OTA）の使命を基に、科学技術問題が一般市民に与える影響について、ピアツーピアの熟議フォーラムを企画・開催している。科学技術政策の問題を評価する際の一般市民による熟議は、参加型TA（pTA）の要素といえる。2020年までの10年間、全米の18都市で40回の市民熟議を行い、延べ2,100名が参加した¹²¹。

各pTAの実施は、問題となっているトピックの技術的・社会政治的文脈に合わせて調整されるが、ECASTの手法は一般的なアウトラインに従っている。まず、テーマに関する背景資料を専門家と協力して作成する。

119 城山英明・吉澤剛・松尾真紀子（2011）「TA（テクノロジーアセスメント）の制度設計における選択肢と実施上の課題—欧米における経験からの抽出」『社会技術研究論文集』8, 204-218.

120 Artificial intelligence, Wilson Center, <https://www.wilsoncenter.org/ai>

121 Kaplan, L.R., Farooque, M., Sarewitz, D., & Tomblin, D. (2021) “Designing participatory technology assessments: a reflexive method for advancing the public role in science policy decision-making”, *Technological Forecasting and Social Change* 171, 120974.

これらの資料は、テキストとビデオの両方で、トピックの技術的側面と、審議の参加者である一般市民がアクセスしやすいことのバランスが取られている。一方、約100人の地元一般市民から代表サンプルを募り、地元の会場で1日か2日の審議イベントに参加する。フォーラムでは、参加者は小グループに分かれ、背景資料を読んだり見たりした後、訓練を受けたファシリテーターによって、テーマに関する準備された熟議の質問に導かれる。この討論会では、科学技術の問題が地域社会や利害関係者に与えるさまざまな影響について、参加者間の議論を促進するために、ロールプレイングゲームボードを使用することが多い。テーブル討論は、音声やビデオで記録されることが多く、参加者の態度や反応をメモするために、テーブル・オブザーバーがつくこともある。各分野の審議が終わると、参加者はディスカッションの質問に対する回答を書き留めるよう求められる。音声とビデオによる記録、テーブルの観察、参加者の回答書など、これらすべてのデータ源は、ECASTがパターンとテーマを分析し、その結果をpTAの実施を委託し、資金を提供した（政府または非政府）組織と共有する¹²²。

小惑星イニシアティブと市民フォーラム（NASA）

2013年4月、NASAは小惑星イニシアティブを発表した。これには二つの目的がある。第一に、小惑星グランドチャレンジのコンポーネントは、地球近傍の宇宙にあるすべての危険な小惑星を検出し、惑星防衛戦略を開発するという議会の指令に応えるということ。第二に、小惑星リダイレクトミッション（ARM）コンポーネントは、火星への有人宇宙飛行ミッションという長年の目標を進展させるというホワイトハウスの指令に応えること。このために、NASAは月へ、そして火星へと戻るミッションのための技術実証の場として、小惑星を捕獲してリダイレクトするための宇宙飛行とエンジニアリング能力を開発することを目指した。2013年6月、NASAは「小惑星リダイレクトミッションのコンセプトを洗練し、飛行システム開発の計画を策定し、ミッションと惑星防衛への参加を広げるためのアイデアを集める」ために、6つの分野からなる小惑星イニシアティブのための情報提供を一般と産業界に求めた。そのうちの一つ、「パートナーシップと参加型関与」では、特に「惑星防衛問題に取り組むためのリソースを増やし、参加を広げるために、クラウドソーシング、賞や課題、市民科学、官民パートナーシップなどの革新的な方法」を求めていた。そこでECASTは、小惑星イニシアティブのプログラム設計と意思決定への一般参加を広げる方法としてpTAを提案し、NASAとの協力協定を締結した。2014年の5月から9月にかけて、NASAとECASTの代表者は、市民フォーラムとしてのpTAの内容を設計し、実施を計画するために数回会合を持った。

2014年11月、フェニックスとボストンの2都市で1日がかりの市民フォーラムが開催された。審議された4つのテーマは、小惑星の検出、小惑星の緩和、ARMの2つのエンジニアリングオプションの決定、火星探査のための有人宇宙飛行の3つのシナリオであった。ARMセッションの結果からなる中間報告書は、NASAがARMの2つのオプションのうちどちらを追求すべきかを決定する前に、2014年12月にNASAの管理者に提出された。2015年3月、ECASTはNASA本部でpTAの結果についてトップレベルのブリーフィングを行い、追加評価と評価からなる結果の要約と完全な報告書は、2015年8月に一般公開された。

核廃棄物管理、及び同意に基づく立地（DOE）

1982年に制定された核廃棄物政策法（NWP）は、1950年代以降に発電や政府の防衛計画によって発生した、およそ10万トンの使用済み核燃料と高レベル放射性廃棄物の処分を米国連邦政府に義務付けた。1987年のNWP修正案は、ネバダ州のユッカマウンテンを全米の核廃棄物の処分地に指定した。しかし、ネバダ州、地方自治体、部族、地域社会は、この指定に強く反対した。2010年、数十年にわたる法的・技

¹²² Torres, C.G. (2021) *Technology, Public Participation, and the American Bureaucracy: Participatory Technology Assessment in United States Federal Agencies*. PhD thesis, Boise State University.

術的反対を受け、オバマ政権は、ユッカマウンテンは実行可能な選択肢ではないとして、認可プロセスを打ち切った。ブルーリボン委員会が2012年にエネルギー省（DOE）に提出した最終報告書には、8つの提言が含まれており、そのうちの1つは、核廃棄物処分施設の立地について、関心のある地域社会とのより深い関わりとパートナーシップを構築する手段として、同意に基づくアプローチを用いることであった。これらの勧告に基づき、DOEは3段階の「使用済み核燃料及び高レベル放射性廃棄物の管理・処分戦略」を発表した。

第一段階は、「公正かつ効果的な同意に基づく立地プロセス」を設計する上で、どのような要素が重要であるかを知るために、一般市民や利害関係者と関わることであった。そこでDOEは2015年12月から2016年7月にかけて、連邦官報を通じて一般市民と利害関係者にパブリックコメントを募集した。また、2016年に8回のパブリックミーティングを開催し、一般からの意見と双方向の対話の機会を設けた。

これらのパブリックコメントやパブリックミーティングと並行して、またそこから導き出された結果として、第二段階では、利害関係のあるコミュニティと協力するための枠組みとして機能する、同意に基づく立地プロセスの設計に焦点が当てられた。2016年2月、ECASTは第二段階の下で、アレゲニー・サイエンス・アンド・テクノロジー社を通じてDOEと下請契約を結び、同意に基づく立地プロセスに関するpTA演習の設計と評価を行った。2016年3月のDOEとのスコーピング会議の後、ECASTは2016年6月にボストンで2日間の専門家関係者ワークショップを開催し、DOEが提供する資料やガイダンスを補強するために、一般参加者向けの審議の質問、テーマ、背景情報の内容に関するアドバイスを収集した。専門家関係者ワークショップ後の数カ月間に、DOEとECASTは、一般参加者に提供する背景資料、同意に基づく立地に関するpTA審議の設計と内容に合意し、完了した。フォーラムは2017年初頭に同時開催される予定だった。しかし、2016年の大統領選挙後、新政権による政策の方向性の変化を見越して、DOEは同意に基づく立地プログラム（consent-based siting）を中断し、実施前にpTAプロジェクトを中止した。

環境リテラシー、地域の気候レジリエンス（NOAA）

米国海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA）の教育局は、「環境の変化に適応できる将来の労働力と科学的リテラシーを備えた国民の育成」を目指して活動している。2005年以来、教育局の環境リテラシー・プログラム（ELP）は、公式・非公式の科学教育機関やネットワークに7,500万ドル以上の助成金を提供し、この使命を支援してきた。ELPはピアレビューにより提案書を承認し、資金を提供している。2015年9月、NOAAはECASTに対し、4種類の環境災害（海面上昇、異常降水、干ばつ、熱波など）に対するコミュニティ・レジリエンス計画作成について、博物館職員、地域住民、地域関係者の地域ネットワークを構築・強化する再現可能なモデルを構築する提案に対し、3年間のELP助成金を授与した。ネットワーク構築はELPの重要な目的であったが、ベストプラクティスを共有し、ソーシャルキャピタルを構築し、レジリエンス対策に関するコンセンサスを形成するコミュニティの能力を育成するために、パートナーシップと取り組みの枠組みを構築するECASTのpTAアプローチは、NOAAにとって斬新なものであった。

第一段階では、パートナーや専門家との2回のワークショップを通じて、4つのハザードに関する背景資料を作成し、4つのハザードに関する審議資料を作成した。第二段階では、ECASTに加盟する2つの機関で試験的なpTAフォーラムを開催し、pTAの資料や設計を評価し、さらに全国6カ所の科学センターのプログラム管理者を訓練した。第三段階では、これら6つの科学センターが2018年3月から5月にかけてpTAフォーラムを実施した。1日がかりのこのフォーラムは、NOAAの気候レジリエンス・ツールキットに記載されている5つのステップをシミュレートしたもので、専門家の代わりに一般市民が参加した。これらの審議結果は、地域のレジリエンス・プランナーに提示され、地域の気候レジリエンス戦略に役立てられた。

クリティカル・テクノロジーアセスメント全国ネットワーク（NNCTA）

クリティカル・テクノロジーアセスメント全国ネットワーク（National Network for Critical Technology

Assessment : NNCTA) は、国立科学財団 (NSF) による試験的な取り組みとして、400万ドルの予算で2022年9月から1年ほどの支援を受けて活動し、2023年10月に最終報告書『Securing America's Future』を発表した。NNCTAの目的は、主要な新興技術に関する米国の国際競争力を評価する能力の基礎を築き、米国の競争力と米国民の福利を向上させるために連邦政府の科学技術投資を適用できる場所と方法を特定しようとするものである。NNCTAでは、データ、高度な分析、専門家の洞察力を活用し、政策的洞察を導き出すために採用できる手法を特定し、包括的な分析と意思決定を推進するために追加の分析ツールとデータリソースが必要な場所についての理解を深める。このために、学際的な専門家集団を結集し、知識、生産、人的資本におけるグローバルな能力をスキャンするトップダウン・アプローチと、国家競争力を高めるための科学技術投資の機会を特定する手法を開発・実証するボトムアップ・アプローチを組み合わせた活動を行っている¹²³。

NNCTAでは人工知能、半導体、バイオ医薬品、エネルギー・重要材料という成熟度の異なる4つの主要技術に注目し、横断的な取り組みとして、主要技術分野における米国の国際競争力を評価する体系的なメカニズムの構築にも焦点を当てた。活動の柱は大きく3つあり、(1)限られた国家資源、特に研究・イノベーションへの投資に優先順位をつけ、米国の社会的、国家的、地政学的課題に最大の影響を与える方法について、議会と政府機関の指導者に情報を提供するのに役立つ現在の能力（その実証を含む）や(2)現在の課題を調査し、(3)こうした活動を実施するのに必要な国家的投資と組織形態を展望することである。

NSFのセスラマン・パンチャナサン所長によれば、この取り組みによってどのように先端技術の評価と予測を進めれば良いかがわかり、NSFの意思決定プロセスに統合することで研究やイノベーションへの投資方法に変革をもたらす可能性があるとしている。この成果は2023年夏に開始された技術成果の評価と予測 (Assessing and Predicting Technology Outcomes : APTO) プログラムの基礎となった。APTOプログラムでは、新しいデータソースと機械学習や予測モデリングなどの新技術を組み合わせて、技術投資の成果を予測する。このような能力が開発されれば、特定の技術分野における米国の競争力をリアルタイムで評価し、連邦政府の投資が克服できる資金調達環境のギャップを特定し、米国のイノベーションと競争力に対する連邦政府の資金調達イニシアティブの予想効果を評価することができると期待されている¹²⁴。

1年間の試験的な活動の結果、データや分析が国家技術戦略に有意義な情報を提供できることが実証されたが、そのために必要な能力は単一の学問分野や研究者、組織にとどまらず、それらの斬新な組み合わせや分野横断的な協働は芸術的なオーケストレーションが必要であることがわかった。また、最も適切な手法やデータは固定的なものではなく、(1)技術の発見や普及、導入の状況、(2)技術に関連する知識、生産、使用における米国の国際競争力、(3)技術に関する政策プロセスの状況とも密接に関連していることが明らかになった。

最終報告書の提言では、上記のようなオーケストレーションができるプログラムマネージャーは稀有であるため、従来とは異なる教育プログラムや専門職フェローシップに投資し、分析的厳密性や学際的手法、問題指向の政策スキルを持った人材を育成すべきとしている。また、クリティカル・テクノロジーアセスメント (critical technology assessment : CTA) プログラムはNSFのテクノロジー・イノベーション・パートナーシップ部門 (TIP) における年次ロードマップ作成と、OSTPによる4年に一度の国家技術戦略の作成を支援し、国家的使命の問題に焦点を当てるべきだと提言する¹²⁵。

例えばAIに関する分析では、科学的発見を加速するためにAIをどのように活用できるかについて、次の施

123 https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2241237&HistoricalAwards=false

124 <https://new.nsf.gov/news/new-report-identifies-pathways-strengthen-us>

125 National Network for Critical Technology Assessment (2023) Securing America's Future : A Framework for Critical Technology Assessment, available at https://nncta.org/_files/documents/nncta-final-report.pdf

策を提案している。

- ・ 科学・工学分野とAIの専門家間の学部横断的コラボレーションに資金を提供し、促進する。
- ・ 各科学・工学分野におけるAIの最良の利用法に関する大学のカリキュラム開発に資金を提供する。

これまでの分析で示されているように、(1) 関連する米国の博士課程を修了した外国人が米国に留まる機会を拡大し、(2) 女性や社会的地位の低いグループのAI関連分野の大学院留学を促進するための資金提供や支援プログラムを増やすことによって、AI関連の教授職を直ちに拡大する。米国は、AIの能力をより広く普及させ、その恩恵をより広く享受できるようにする方法を見つける必要がある。

D. ドイツ

ドイツの科学技術・イノベーション政策の概要

ドイツは、総研究開発費で米国、中国、日本に次ぎ世界第4位、研究者数でも世界第4位と科学技術及び研究開発の盛んな国である¹²⁶。ドイツの総研究開発費は、2017年にGDPに占める割合が3.05%となり、EUの掲げる研究開発費対GDP比3%目標を達成した¹²⁷。現在は、2025年に3.5%を目標としているが、新型コロナウイルスの影響もあり、2021年まで右肩上がりだった数値も、わずかながら低下している。とはいえ、ドイツの製造業は、自動車、化学、機械、材料をはじめ多くの分野において国際的な競争力を持っており、その産業力の維持・強化に向けた技術の研究開発に重点をおいて産業志向の研究を積極的に推進している。

ドイツの科学技術イノベーション政策は、2006年に発表された「ハイテク戦略」に基づいて行われている。ハイテク戦略は省庁横断型の戦略であり、ファンディングから研究開発システムに至るまで、幅広い施策や戦略が網羅されている。その目的は、公的資金をより効率的に利用することで、アイデアの創出や普及によって、雇用や経済成長を促進することである¹²⁸。事実、上述したようにドイツはEUの掲げる研究開発費対GDP比3%目標を達成したが、これは基本政策であるハイテク戦略によって達成できたとの見方もある。

ハイテク戦略は、2006年から現在まで通算4期目となっている。最新のものは、2018年に決定された「ハイテク戦略2025」である¹²⁹。ハイテク戦略2025は未来のためのガイドラインとしてドイツにおける繁栄、持続可能な発展及び生活の質を向上させることを目標に、研究とイノベーションを結集させるものである。マイクロエレクトロニクス、材料、バイオテクノロジー、人工知能といった技術領域を「未来技術」と位置づけ、振興しながら教育訓練及び継続教育の諸問題と密接に結びつけている。連邦政府内閣は、ハイテク戦略におけるマイルストーンと照らし合わせながら、進捗報告書の承認を定期的に行っており、形骸化することなく、実際の政策にまで落とし込まれている¹³⁰。

ドイツの科学技術・イノベーション関連組織と政策立案体制

ドイツは連邦政府と16の州政府から構成される連邦共和国で、多くの権限が各州に属している。連邦政府に権限があるのは、外交、国防、通貨といった分野で、科学研究は憲法であるドイツ基本法（GG）第74条に示された連邦と州の双方が立法権限を持つ分野となっている。この競合分野は同第72条により、原則として連邦政府がその立法権限を法律の制定により行使しない限りにおいて州政府が立法権限を有することとなっている。

科学技術・イノベーション政策における資金は、主に民間に投資されている¹³¹。その配分を決定する重要なアクターが次に紹介する連邦教育研究省（Bundesministerium für Bildung und Forschung; BMBF）である。

126 OECD Main Science and Technology Indicators (2023), pp. 1-4.

127 OECD Gross domestic spending on R&D, OECD Data : <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>.

128 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2014)「ドイツの科学技術イノベーション政策：新ハイテク戦略」：<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/FU/DE20140916.pdf>

129 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2018)「未来のためのハイテク戦略2025」：<https://crds.jst.go.jp/dw/20181011/2018101117023>

130 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2018)「ドイツ連邦閣議がハイテク戦略2025の進捗報告を決議」：<https://crds.jst.go.jp/dw/20191018/2019101821369/>

131 独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2022)「科学技術・イノベーション動向報告書—ドイツ編」, p. 11.

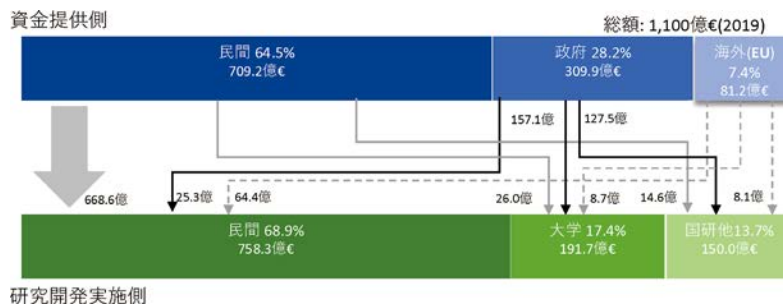


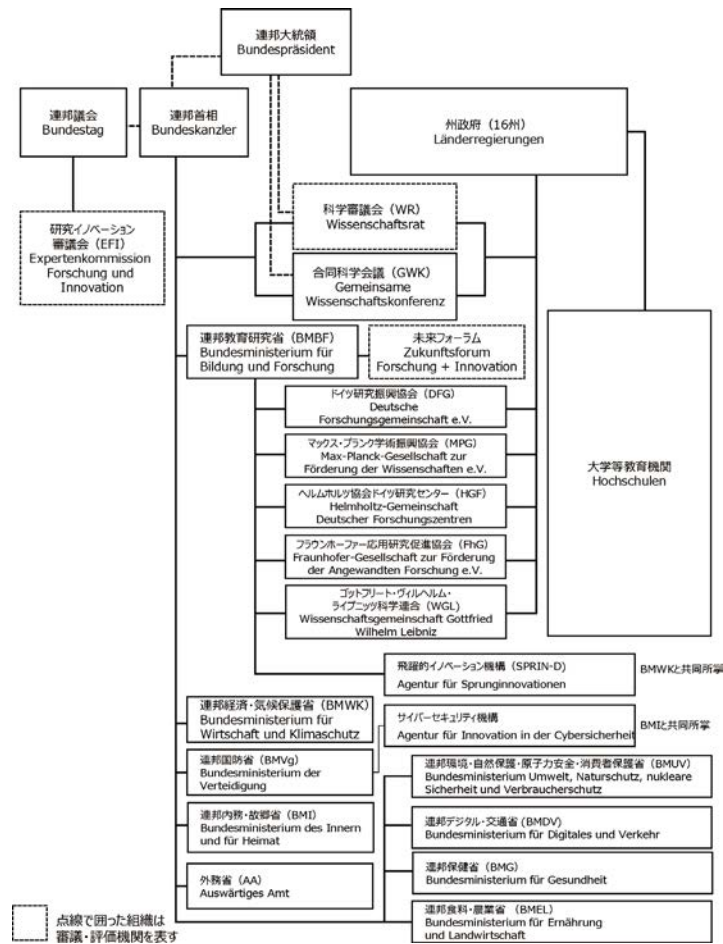
図 D-1 ドイツにおける科学技術・イノベーション政策における資金の流れ¹³²

BMBF

連邦教育研究省（Bundesministerium für Bildung und Forschung：BMBF）は、ドイツ連邦政府の科学技術・イノベーション政策における資金のおよそ60%を管理しており、研究開発戦略を立案する省である。また、名前の通り教育政策立案も行っているが、ドイツでは州単位で教育政策が決定されており、教育におけるBMBFの影響は大きくない。そのため、研究開発戦略の立案が主たる役割となっている。

BMBF内部には、研究開発戦略を調整・調査・立案などをする部署を設けているが、BMBF単体で決定するのではなく外部の機関からの助言や協力を得ながら各種の戦略を作成している。それらの機関の中で重要なものとして、連邦政府及び州政府の科学・教育・文化関連省庁と財務省から参加して科学技術関連施策の予算審議を行い決定する合同科学会議（Gemeinsame Wissenschaftskonferenz：GWK）、大学や企業などの有識者により構成され、ハイテク戦略の策定・評価に関与するBMBFの諮問組織である未来フォーラム（Zukunftsforum）、国際的に著名なイノベーション研究者により構成され研究・イノベーション・技術に関する評価・意見書・報告書を連邦政府に提出する研究イノベーション審議会（Expertenkommission Forschung und Innovation：EFI）や、連邦政府及び州政府により運営され両政府への科学的助言をおこなう科学審議会（Wissenschaftsrat：WR）がある。各分野の科学技術・イノベーション政策については、連邦経済・気候保護省（Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz：BMWK）、連邦食料・農業省（Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft：BMEL）、連邦デジタル・交通省（Bundesministerium für Digitales und Verkehr：BMDV）などが関わっている。その中でも特にBMWKは連邦政府の支出する研究開発予算の約20%を管理し、BMBFに次いで科学技術・イノベーション政策において重要な省となっている。

132 Datenband Tabelle 1; Datenportal des BMBF Tabelle 1.1.1
https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2022_Datenband_nicht-barrierefrei.pdf



図D-2 ドイツの科学技術・イノベーション関連組織図

出典：各種資料を元にCRDS作成（2022年12月現在）

未来フォーラム

未来フォーラム（Hightech-Forum）はBMBFの諮問組織である。この組織は、2015年に設置されたハイテクフォーラムの後任として設立された組織である。ハイテクフォーラムは、上述したハイテク戦略2025の提言に向けて、活動していた組織である。具体的には、2019年から2021年にかけて、8つのディスカッションペーパーとガイドライン、報告書を政府に提出している¹³³。その結果として、2023年2月に未来戦略の6つのミッションが発表された。これらを効果的に達成するために、機動的で部門横断的な調整ユニットとして省庁横断的なミッションチームが設置された。このミッションチームを支えることを目的に置かれるのが未来フォーラムである。

Fraunhofer ISI

研究資金助成機関としては、BMBFと全州が資金を拠出しているが、他に各省庁による政策目標達成に資するトップダウンの研究助成を代行するプロジェクトエージェンシー（PT）と呼ばれる組織や、研究機関、民間企業、非営利団体に業務を委託している。それらの内、代表的なものがフラウンホーファー研究促進協会（フラウンホーファー協会）である。

¹³³ Hightech Forum (2021) “Shaping the Future Together-Final Report of the High-Tech Forum 2019-2021”, pp. 4-11.

付録
各国・地域の
未来洞察の
取り組み

フラウンホーファー協会は、ドイツの公的研究機関の中でも応用研究に特化している。そのため、特定の産業に実装可能な研究をしているのが特徴である。約100の研究ユニットを運営しており、これにはドイツ全土40ヶ所以上に散在する76のフラウンホーファー研究所が含まれる¹³⁴。

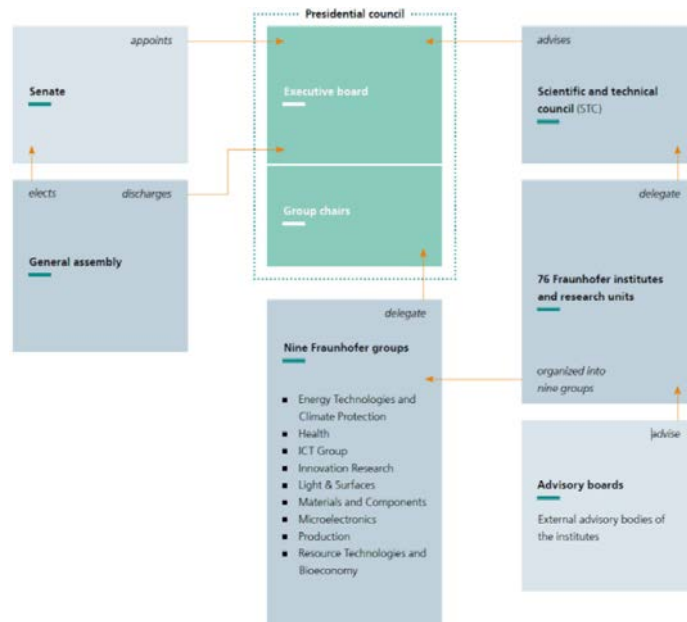


図 D-3 フラウンホーファー研究所の組織図

その中でも、特にFraunhofer ISI（Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research : ISI）は、テクノロジーアセスメント（TA）を国会提出に向けて様々な機関と共同で実施している。基本的に資金は連邦政府より与えられる。その資金の内20-25%は連邦政府のものだが、残りは競争的資金である。また、その25%の資金が自由に使えるということではなく、バックオフィス、管理部門、学生、そしてインフラなどに用いられている。そのため、広くは委託研究に頼っており、ファンディングの申請も行っている¹³⁵。

現在Fraunhofer ISIには300人が在籍している。その内、研究員が230人ほどである。70の部署があり、その中でも新興技術コンピテンスセンターとフォーサイト・コンピテンスセンター2つの部署がテクノロジー・アセスメント（TA）に近い主題を扱っている。具体的には、以下のプロジェクトが実施された。

- ・ Voice, speech and facial recognition プロジェクト
人の声や話し方、顔が我々の日常生活にとって重要なものになってきている中で、これらの技術がもたらすリスクと将来的な展望を分野横断的に明らかにするものである。最終的には、法的な枠組みの条件と、社会的受容性に関する調査結果を提示している。
- ・ Future topics with relevance to application-oriented research プロジェクト
未来における最も重要な研究を特定するプロジェクト。そのための手段として、技術的かつ社会的な開発を、それらが持つイノベーションの可能性や応用研究との親和性に関係づけた分析を行っている。気

¹³⁴ Structure and Organization of Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer : <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer/profile-structure/structure-organization.html>

¹³⁵ Interview with Nils Heyen & Simone Kimpeler January 29, 2024.

候工学等の分野に関しては、特に活発に議論された。

- ・ Radical Innovation Breakthrough Inquirer プロジェクト
- ・ 世界中のイノベーションを特定し、どのような新しい分野で価値を提供できるかを明らかにするもの。ここで扱われたイノベーションは、4Dプリンターのような科学技術もあれば、ベーシックインカムのような社会的な概念もあった。

このような新興技術をスキャンする際に、特定の機械学習を用いることがある。それらは、パートナーや契約者によって用いられるツールも異なってくるが、多くのツールが使用可能な状況である。例えば、出版物や学術出版物などのWebスクレイピングや、多様なプラットフォームやAPIの活用、そしてトピックモデリングも含まれる。このトピックモデリングは、専門家の分析のために用いられる。というのも、もちろんChatGPTを用いて異なる記事を書かせることもできるが、最終的にそこから価値を見出す必要があり、それをするのが専門家であるためである。とりわけ、スキャンやフォーサイト活動を研究の名の下に行っている場合、それは単なるトレンド分析ではなくなってしまうためである。むしろ、研究範囲を考慮しながらデータを意味づけしていく必要があり、ステークホルダーの専門家を巻き込む必要がある。こうして、多様な技術と専門家の知見を活かしながら、TAが行われている¹³⁶。

こうした専門家の収集は、個人が専門家のアドレス帳を持つことで実現されている。また、フォーサイトのネットワークもある。これは、研究ネットワークであり、科学コミュニティである。所属しているのは、学術研究者、フォーサイト機関の研究者、そして政府でフォーサイトを応用している人々などである。

また、これまでの知見を活かした教育にも力を入れている。例えば、連邦安全保障政策アカデミー¹³⁷では、政府職員向けに教育を行っている。その内の1つがフォーサイトである。数年間継続して教育を提供しており、最終的には、あらゆる省庁に所属する多数の人々がフォーサイトの課程を修了することになる。トレーニング機関は半年間であり、いくつかのワークショップ（WS）も行われる。このトレーニングには、Fraunhofer ISIの職員も参加し、指導を行っている¹³⁸。

Office of Technology Assessment at the German Bundestag (TAB)

TABは、1990年から議会と委員会に科学と技術の変化の課題についての助言を行っている独立科学機関である¹³⁹。この目的のために、次のことを行っている。TAプロジェクトの構想とその実施、そしてTAプロジェクトの前段階及び補完的な位置づけとしてモニタリングを行っている。モニタリングとは、重要な科学技術のトレンドとそれに関する社会開発の観察と分析をすることである。

TABにおけるTAの目的は、科学技術の発展による（潜在的な）影響と、社会的・経済的なリスクや便益可能性を包括的に分析すること、科学技術のイノベーションのための枠組みや制度を検討すること、科学技術の発展を議論する社会や政治の対話の場を提供すること、そしてこれらの基礎として、議会が採用すべき方針や指針を特定することである。

具体的なプロジェクトとしては、以下のものがある¹⁴⁰。

¹³⁶ Interview with Nils Heyen & Simone Kimpeler January 29, 2024.

¹³⁷ Cf. Kompetenzzentrum Strategische Vorausschau, Federal Academy for Security Policy : <https://www.baks.bund.de/de/ueber-uns-kompetenzzentrum-strategische-vorausschau/kompetenzzentrum-strategische-vorausschau>

¹³⁸ Interview with Nils Heyen & Simone Kimpeler January 29, 2024.

¹³⁹ Office of Technology Assessment at the German Bundestag (TAB), Office of Technology Assessment at the German Bundestag : <https://www.tab-beim-bundestag.de/english/>

¹⁴⁰ Projects overview, Office of Technology Assessment at the German Bundestag : <https://www.tab-beim-bundestag.de/english/projects.php>

- ・在宅勤務の社会的影響

コロナ禍で在宅勤務が増加する中、在宅勤務の影響についての科学研究が行われている。社員の自律性が高まる一方で、仕事と生活の境界が曖昧になるリスクもある。そこで、このプロジェクトでは、これまで行われてこなかった在宅勤務の影響に関する包括的な調査を行っている。手法としては、包括的な文献調査と科学コミュニティに属する専門家のインタビューが用いられている。

- ・ディープフェイク法的・社会的課題とイノベーションの可能性

AIの発展に伴い、ディープフェイクが人々にとって身近な存在になりつつある。個人や団体についての、間違っただけの情報や意図的に不名誉な印象を与える映像がリスクとして考えられる一方で、芸術や広告の分野ではイノベーションの契機になるのとの見方もある。そこで本プロジェクトでは、ディープフェイク技術の現状と、社会的・法的にディープフェイクに対処する方法について検討している。方法としては、基礎的な情報としてディープフェイク技術についてまとめた後で、他の類似する技術との差異を明確にし、芸術やエンターテインメント、教育などの領域においてどのような利用が可能かの精査をしている。

現在進行中のプロジェクトは上記の通りだが、TAを実施して具体的な政策に落とし込むというよりは、ある特定の技術や科学研究に関する論点を提供している印象である。しかし、TABはホライゾン・スキャンングも継続的に行っており、こちらは議会の Committee on Education, Research and Technology Assessmentに向けて実施している¹⁴¹。これは、ソフトウェアによる検索と解析、専門家による評価・検証のコンビネーションによって行われている。

具体的には、最初にソフトウェアのプロセスが展開される。ここでは、主に量的データと情報が、潜在的な課題を特定するために解析される。ここで用いられる情報源は、インターネット記事、ブログと主要な発行物、著名な科学ソース、そして科学的なフォーサイトのレポートとレビューが含まれている。これと同時に、専門家による評価・検証のプロセスが展開される。TABに属する専門家がこれまでの知見やノウハウを基に行われる。例えば、以下のような観点から行われる。

- ・社会的言説：その主題がメディアで言及されている。その主題が論争的になっており、社会的なアクターが自身の立場を表明している。
- ・主題の特徴：その主題は、技術的な開発・イノベーションを含意しており、社会的、経済的、環境的、倫理的あるいは地政学的な問題との接点がある。
- ・時間的ホライゾン：今後5年-10年にかけて、その主題が政治的・社会的議論の中で位置づけられ続ける、あるいはそこでの重要性が高まることが予想される。
- ・妥当性：政策立案者にとって、情報に対する需要が高まりつつある。法的な枠組みが必要である可能性がある。1つ以上の政治的な取り組みが行われている。

このようにして、科学と技術のトレンドがまとめられ、TABのメンバーによってより深い分析が行われる。その結果は、後にレポートとしてまとめられる。

¹⁴¹ Topics and project, Office of Technology Assessment at the German Bundestag : https://www.tab-beim-bundestag.de/english/projects_horizon-scanning.php

E. フランス

フランスの科学技術・イノベーション政策

フランスは、大統領を元首とする共和制国家である。各担当省庁は、大統領府の傘下にある首相府の管轄下に置かれている。これら省庁の中で、STI政策を一元的に所管する組織として、高等教育・研究省（MESR：Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche）が挙げられる。他にも、分野に応じて、首相府投資総務庁（SGPI：Secrétariat Général Pour l'Investissement）や経済・財務・産業・デジタル主権省、農業・食料主権省、エネルギー移行省、エコロジー移行省、軍事省などがSTI政策を一部所管している。なお、SGPIは、産業の強化と創造を目的とした5か年投融資計画である「フランス2030」における、STI関連施策の管轄省庁でもある。

これら省庁を支える仕組みとして、STI政策の立案と執行を支援する体制が整備されている。首相の諮問機関である「研究戦略会議」によって研究戦略が立案されているほか、その執行は、公的研究機関や大学、グランドゼコールなどが管轄している。戦略の執行に必要な資金の提供という観点では、代表的なファンディング機関であるフランス国立研究機構（ANR：Agence nationale de la recherche）の役割は大きい。

なお、STI政策の評価や提言を行う機関として、「研究高等教育の評価に関する高等審議会」（HCÉRES：High Council for Evaluation of Research and Higher Education）や「会計検査院」、そして、議員で構成される「議会科学技術選択評価局」（OPECST：Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques）が存在する。特に、OPECSTはフランスにおけるFTAを管轄している主要機関であり、科学技術の影響に関する調査に基づき、フランス議会に対して政策提言を行っている¹⁴²。

142 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023年）」（令和5年3月）

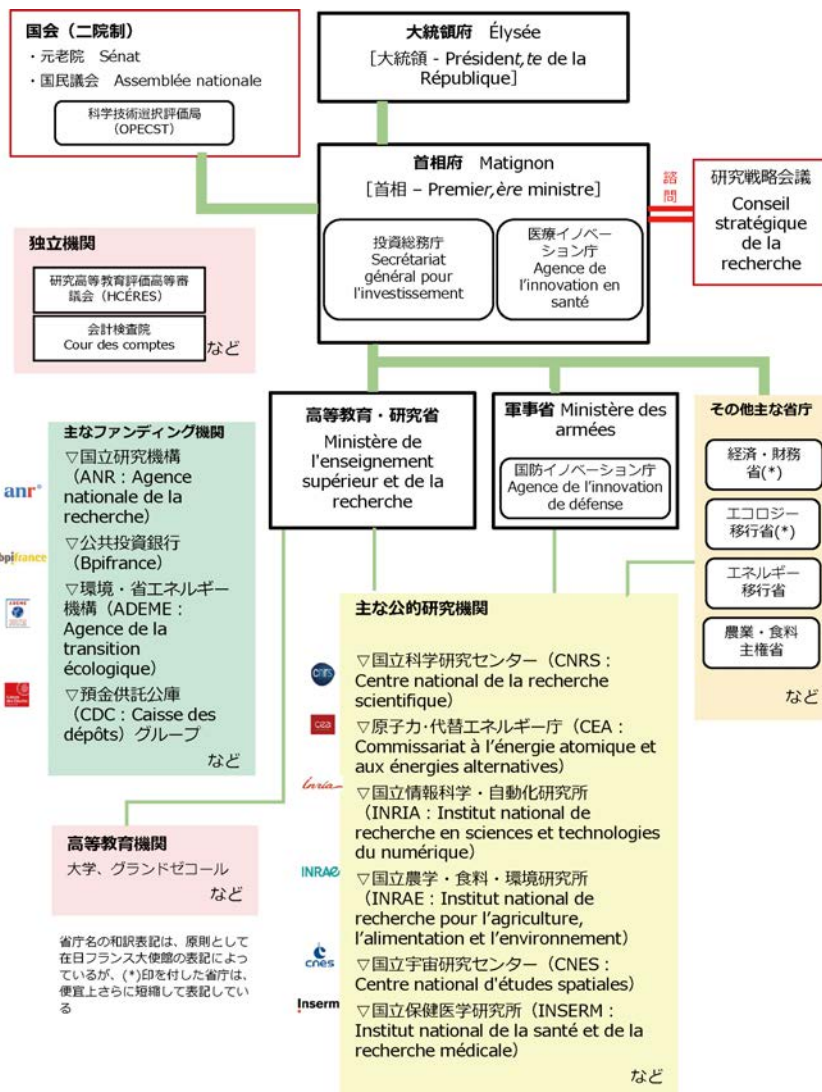


図 E-1 フランスにおける科学技術・イノベーション活動の機構図¹⁴²

フランス 2030

フランスの代表的な科学技術・イノベーション政策として、前述の5か年投融資計画「フランス2030」が挙げられる。2021年に発表された同投資計画では、重要領域におけるイノベーションの加速を目的に、2022年から2026年の間に540億ユーロを投資することが計画されている¹⁴³。

この多額の資金の運用については、首相の管轄下にあるSGPIが主幹となり、他省庁と連携のうえ管理をしている。2023年9月時点では、既に110億ユーロが2000を超えるプロジェクトに投じられている¹⁴⁴。プロジェクトの形態は多岐にわたるが、重点的な研究領域に投資するプログラムとして、「優先研究プログラム」(PEPR : programmes et équipement de recherche prioritaires) が展開されている。PEPRの基本的な投資方針としては、技術・経済・社会・衛生・環境の変革において、フランスがリーダーシップを発揮することが期待される領域の研究に対して資金が提供されるが、その性質により、「国家促進戦略型PEPPR」と「探索的PEPR」に二分される。

143 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「科学技術・イノベーション政策の国際動向(2023年)」(令和5年3月)

144 <https://www.gouvernement.fr/france-2030/comprendre-france-2030>

「国家促進戦略型 PEPPR」では、技術自体が既にある程度確立されており、エコシステムがある程度成熟している領域のうち、フランス政府が重点領域として国家促進戦略（stratégies nationales d'accélération）を定めている領域に対して投資が行われる。2023年6月時点では、①水素・脱炭素、②リサイクル、③バイオ燃料、④バイオセラピー・革新的療法のバイオ製品、⑤ヘルステック、⑥新興感染症・核放射線生物・化学的脅威、⑦サイバーセキュリティ、⑧量子技術、⑨AI、⑩クラウド、⑪5G・テレコミュニケーション、⑫デジタル化・モビリティの脱炭素化、⑬持続可能で健康な食、⑭持続可能な農業・農機、⑮フランスの文化・クリエイティブ産業、⑯産業の脱炭素化、⑰教育とデジタル、⑱持続可能な町と革新的な建物、⑲責任あるデジタル、の19領域で国家促進戦略が定められており、関連する研究に対して投資が行われている¹⁴⁵。投資金額としては合計20億ユーロが予定されているが、具体的な実績として、以下25の研究プログラムが採択されている¹⁴⁶。

表 E-1 「国家促進戦略型 PEPPR」として採択された研究プログラムと担当機関

No	研究プログラム	担当機関
1	量子	CEA, CNRS, INRIA
2	水素 (H2)	CEA, CNRS
3	教育とデジタル	AMU, CNRS, INRIA
4	サイバーセキュリティ	CEA, CNRS, INRIA
5	持続可能な都市：持続可能な都市と革新的建築	CNRS, UGE
6	リサイクル：リサイクルにおける環境転換のための先進技術 & 社会経済分析	CNRS
7	PREZODE：新興感染症 - NRBC 脅威への予防「人獣共通感染症の出現を防ぐ」	CIRAD, INRAE, IRD
8	感染症	ANRS Maladies Infectieuses Emergente
9	デジタルヘルス	INRIA, INSERM
10	バイオセラピー：バイオセラピーと革新的治療のバイオ製品	CEA, INSERM
11	クラウド：クラウドの先進技術開発	CEA, INRIA
12	食料：食品システム、マイクロバイオーム、健康	INRAE, INSERM
13	バッテリー：次世代バッテリー開発のためのイノベーション支援	CEA, CNRS
14	アグロエコロジーとデジタル	INRAE, INRIA
15	産業の脱炭素化：広範な脱炭素化を実現する新しい工業プロセスの開発支援	CNRS, IFP Energies Nouvelles
16	エレクトロニクス	CEA, CNRS
17	持続可能な燃料：バイオベース製品と産業バイオテクノロジー、持続可能な燃料	IFP Energies Nouvelles, INRAE
18	5G：5Gと未来のネットワークの先進技術開発	CEA, CNRS, IMT
19	エネルギーシステム：エネルギーシステムの先進技術	CEA, CNRS
20	人工知能	CEA, CNRS, INRIA
21	植物選抜	INRAE
22	文化産業と創造産業	CNRS
23	深海	CNRS, IFREMER, IRD
24	女性の健康、カップルの健康	INSERM
25	モビリティのデジタル化と脱炭素化	UGE, IPFEN

¹⁴⁵ <https://www.gouvernement.fr/strategies-d-acceleration-pour-l-innovation>

¹⁴⁶ <https://anr.fr/fr/france-2030/programmes-et-equipements-prioritaires-de-recherche-pepr/>

「探索的PEPR」では、開発途上にある技術領域に対して投資が行われる。「国家促進戦略型PEPR」と比較するとリスクが高い投資といえるが、投資金額としては合計10億ユーロが予定されており、具体的な実績として、以下18の研究プログラムが採択されている¹⁴⁷。

表 E-2 「探索的PEPR」として採択された研究プログラムと担当機関

No	研究プログラム	担当機関
1	新興材料	CEA, CNRS
2	カーボンと陸上エコシステム - 炭素中立を目指すレバーと軌道	CNRS, INRAE
3	データの分子ストレージ	CNRS
4	公共の水	BRGM, CNRS, INRAE
5	海洋ゲノム：大規模データからイノベーションへ	CEA, CNRS
6	リスク (IRiMa)：グローバル変化の時代に向けたよりレジリエントな社会のためのリスクの統合管理	BRGM, CNRS, UGA
7	光と物質	CEA, CNRS
8	オーガニックロボティクス	CEA, CNRS, INRIA
9	精密精神医学	INSERM, CNRS
10	自然からの解決策：生物多様性、社会、経済へのポジティブな影響を生み出すために自然とともに革新	CNRS, INRAE
11	地下資源：地下資源、共有財産	BRGM, CNRS
12	気候モデルを気候サービスに転換	CNRS, Météo-France
13	気候変動へのレジリエンス：保全、開発、協力の目標を結びつけて、気候変動、食糧安全保障、新興する紛争へのレジリエンスを高める	CNRS, IFREMER, IRD
14	協働デジタル	CNRS, INRIA, UGA, UPS
15	ハイパフォーマンス・コンピューティング：エクサスケールのためのハイパフォーマンスデジタル	CEA, CNRS, INRIA
16	起源：惑星から生命まで	CNRS
17	スピントロニクス：節電、敏捷性、持続可能性を備えたデジタルのためのスピントロニクス革新	CEA, CNRS
18	数学	CNRS

PEPRの実務レベルの管理は一義的には、フランス国立研究機構（ANR：Agence Nationale de la Recherche）が行っている。ANRは2005年に設立されたファンディングエージェンシーであり、優先研究領域に対する資金提供を通じて、フランスの科学技術の研究開発の発展に貢献している¹⁴⁸。PEPRの枠組みにおけるANRの具体的な役割として、「探索的PEPR」の公募の管理、採択された機関との契約締結、助成金

¹⁴⁷ <https://anr.fr/fr/france-2030/programmes-et-equipements-prioritaires-de-recherche-pepr/>

¹⁴⁸ <https://anr.fr/en/>

の支払い、プロジェクトのモニタリング、プロジェクトの進捗評価・事後評価を担っている¹⁴⁹。

一方、PEPRに関する戦略的な意思決定は、領域に応じて異なる省庁が管理している。前述の通り、「国家促進戦略型 PEPPR」は国家促進戦略に基づき研究内容が決定されるが、以下で示す通り、国家促進戦略によって異なる省庁から担当者が配置される体制がとられている。

表 E-3 国家促進戦略と担当者の所属省庁¹⁵⁰

No	国家促進戦略	担当者が所属する省庁
1	水素・脱炭素	SGPI（首相府投資総務庁）
2	リサイクル	MTE（環境連帯移行省）
3	バイオ燃料	SGPI（首相府投資総務庁）
4	バイオセラピー・革新的療法のバイオプロダクション	MEFR- DGE（経済・財務省企業総局）
5	ヘルステック	MSS（連帯・保健省）
6	新興感染症・核放射線生物・化学的脅威	SGPI（首相府投資総務庁）
7	サイバーセキュリティ	SGPI（首相府投資総務庁）
8	量子技術	SGPI（首相府投資総務庁）
9	AI	MEFR- DGE（経済・財務省企業総局）
10	クラウド	MEFR- DGE（経済・財務省企業総局）
11	5G・テレコミュニケーション	MEFR- DGE（経済・財務省企業総局）
12	デジタル化・モビリティの脱炭素化	MTE（環境連帯移行省）
13	持続可能で健康な食	MAA（農業・食料主権省）
14	持続可能な農業・農機	MAA（農業・食料主権省）
15	フランスの文化・クリエイティブ産業	NA
16	産業の脱炭素化	SGPI（首相府投資総務庁）
17	教育とデジタル	NA
18	持続可能な町と革新的な建物	NA
19	責任あるデジタル	CGDD（持続可能開発局）

また、国家促進戦略の各担当者は、イノベーション諮問委員会（Le Conseil de l'innovation）に報告することが義務付けられている¹⁵¹。イノベーション諮問委員会は、経済・財務省と高等教育・研究省が共同議

¹⁴⁹ <https://anr.fr/fr/france-2030/programmes-et-equipements-prioritaires-de-recherche-pepr/>

¹⁵⁰ <https://www.gouvernement.fr/strategies-d-acceleration-pour-l-innovation>

¹⁵¹ <https://www.gouvernement.fr/strategies-d-acceleration-pour-l-innovation>

長を務めており、6名の大臣、3つの行政機関（SGPI、DGE、DGRI）、2つの実施機関（ANR、Bpifrance）、そしてイノベーションに専門的知識を有する6名の有識者で構成されており、フランスのイノベーション政策の戦略的優先順位を設定する機能を有する¹⁵²。

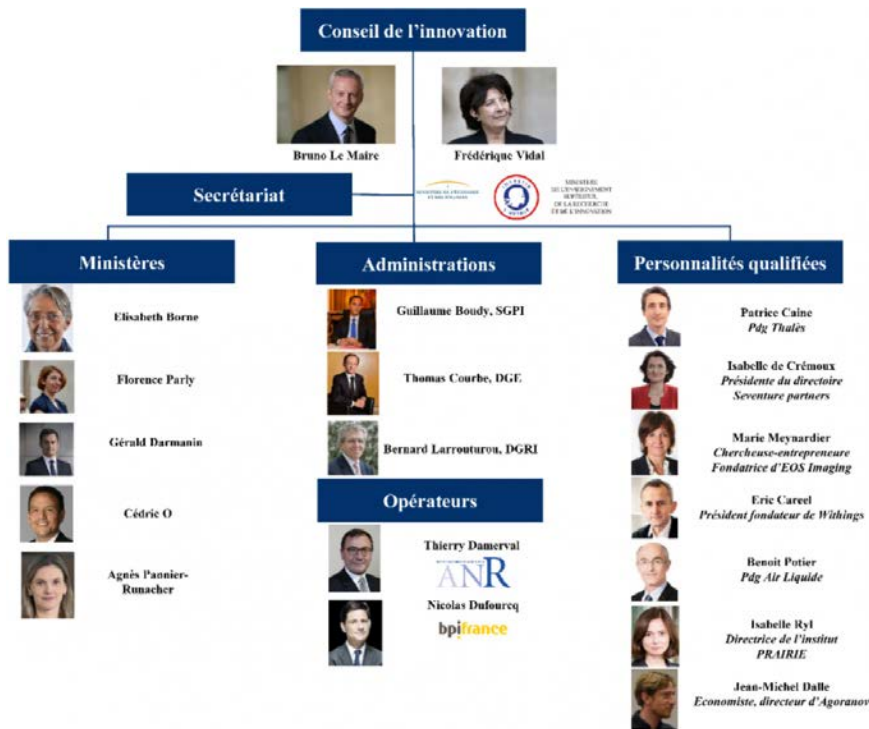


図 E-2 イノベーション諮問委員会の構成図

フランスにおける FTA

フランスの FTA を主管する代表機関である OPECST は、フランソワ・ミッテラン政権のもと、1983 年に設立された。法律第 83-609 の規定に基づき、「科学技術の選択の結果について議会に通知し、議会の適切な決定を支援する」ことが定められているが、その設立の背景には、国内外の潮流が影響していた。

当時の国内の潮流として、政府や民間セクターから独立した第三者機関によって、科学技術が社会に与える影響を客観的に評価する必要があるという認識が広まっていた。1970 年から 1980 年代の初頭にかけて、エネルギーや海岸汚染、IT 産業の発展など幅広いテーマについて議会による調査が行われた一方、原子力については、政府から独立した第三者機関が客観的な評価を行う必要性が謳われていた。これら国内の潮流に加えて、1972 年に米国で連邦議会技術評価局（OTA：Office of Technology Assessment）が設立されると、Technology Assessment（TA）を司る機関をフランスでも設立すべきであるという論調が強まった。1976 年と 1978 年、そして 1981 年には、フランス版 OTA を設立すべきであると、Didier Julia 議員より立て続けに提案がされた。これらは否決されるものの、継続した努力が功を奏し、1981 年には Robert Chapuis 議員による提案が通り、OPECST は 1983 年に設立されたのである¹⁵³。

その設立以降、OPECST がフランスの FTA の中心にあり続けている一方、近年では他機関による FTA の

¹⁵² <https://www.gouvernement.fr/le-conseil-de-l-innovation>

¹⁵³ Émilien Schultz, Marie-Alix Molinié-Andlauer. Entre évaluation technologique et conseil scientifique : la trajectoire de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Cahiers d'histoire du Cnam, 2021, Actualité de Jean-Jacques Salomon, vol.14 (1), pp. 63-91.

取り組みも確認がされている。本節では、OPECSTに加えて、Tech for Good SummitとFrench Research and Safety Institute (INRS)、France Stratégieの取り組みを概観する。

議会科学技術選択評価局 (OPECST)

OPECSTは、フランスのFTAを主管する代表機関である。ヨーロッパで初めてとなるTA Officeとして1983年に設立された同機関は、科学技術の影響をフランス議会に報告し、政策的決定を支援している。特徴として、国民議会と上院の両議員（18人の代議士と18人の上院議員）により構成されており、フランス議会の多様な意見を反映した、バランスの取れた組織体制となっている。また構成員である議員は、「報告者 (rapporteur)」として、科学技術の影響に関する調査を行うが、その過程においては24人の有識者によって構成されるScientific Councilの助言を受けることが可能である^{154, 155}。

OPECSTでは構成員である国民議会・上院議員が中心となり、机上調査や専門家へのインタビューを通じて、科学技術の社会への影響を分析し、政策的含意を導出している。具体的なFTAのプロセスは、4段階で行われている¹⁵⁶。

- 1. 委員会の任命：**OPECSTではFTAの調査はプロジェクト・ベースで行われるため、プロジェクト立ち上げ時にまずは、OPECSTの構成メンバーの中から担当委員が任命される。意見の多様性を保証するため、基本的には、国民議会と上院の両議会から担当委員が選定される。また担当委員のジェンダーや所属政党のバランスも考慮される。
- 2. 調査の設計：**担当委員が任命されると、調査の設計が行われる。具体的には、当該テーマに関する簡易調査を行い、調査を行う意義や時間的制約、調査の具体的な手法が検討される。これら検討結果はOPECSTの全メンバーに共有され、最終的な調査プロジェクトの実施可否とスコープが決定される。
- 3. 調査の実施：**調査プロジェクトの実施が決定されると、調査設計に基づき調査が行われる。調査の設計までは担当委員が単独で行うが、具体的な調査の実施フェーズからは、議会事務官や外部コンサルタントの活用も可能である。調査手法は多岐に渡り、机上調査に加え、専門家や関連するステークホルダーへのヒアリング、メディアに公開された公聴会などが行われる。なお、OPECSTの構成メンバーは情報アクセスに関する強い権限を有しており、軍事や国家安全保障に関する情報を除く情報については、関連する公的機関に情報の公開を要請することが可能である。
- 4. 報告書の作成・活用：**調査に基づき、担当委員により報告書が作成される。特徴として、報告書には客観的な調査結果が含まれるだけでなく、調査結果に基づく政策提言が纏められる。OPECSTにより作成された報告書は、主に政策立案や予算策定に活用される。なお、OPECSTの構成メンバーが全会一致の場合、報告書は一般公開される。今までの実績として、主に①エネルギー、②環境、③先端技術、④ライフサイエンスの4分野において調査が行われ、合計170の調査報告書が作成されている。

Tech for Good Summit

Tech for Good Summitは、マクロン大統領が2018年に立ち上げたイニシアティブである。企業、スタートアップ、非営利団体など多様なステークホルダーを集め、科学技術を人類のために役立てる方法を探究する

¹⁵⁴ Analyse socio-institutionnelle de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)

¹⁵⁵ <https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/articles-caches/about-opecest>

¹⁵⁶ <https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques/articles-caches/about-opecest>

ことを目的としており、毎年ステークホルダーによる Summit を開催しているほか、科学技術による社会的価値創出に向け、5つの Work Stream で活動がされている。各 Work Stream には、15から20の組織が参加しており、組織横断で価値創造に取り組んでいる^{157, 158}。

- 1. 教育：**テクノロジー教育を提供すると同時に、教育現場におけるテクノロジーの利用を促進している。テクノロジー教育に関する取り組みとしては、P-TECHとTech and Education Alliance、そして Objectif IAの3つを推進している。P-TECHは、学生を対象としたテック教育イニシアティブであり、2020年には5年間に渡り200名の学生を支援することが決定された。またテクノロジー教育の場において、企業が持つ知見を最大限還元するための取り組みとしてTech and Education Allianceが推進されている。Thales、Accenture、Airbus、Engie、IBM、Sanofiが参加する同イニシアティブは、最先端のテクノロジーに触れ合う機会を学生に与えることを目的としており、2022年までに20万人の学生を支援することを目指している。その他のイニシアティブとして、AI教育に主眼を置いたObjectif IAが挙げられる。また、学生にテクノロジー教育を提供する取り組みだけでなく、教育現場におけるテクノロジーの利用を促進するための取り組みも行われている。具体的にはEdTech Task Forceでは、フランスでEdTechを導入する際に直面する課題を調査し、その解決に向けた施策を提言している。
- 2. 働き方の未来：**自動化やデジタル化等のテクノロジーの変革によってもたらされるスキルシフトに対応するため、ソフトスキルやテクノロジースキルに関する研修を提供している。具体的な取り組みとしては、昨今の労働市場で求められるソフトスキルやテクノロジースキルを定義したうえで、それらスキルを習得するために求められるトレーニングを整理し、労働市場全体のスキル強化を目指している。
- 3. D&I：**テクノロジー分野での女性等の役割を増やすことによって、ジェンダー平等やインクルージョンを促進している。同Working Groupには46の機関が署名しており、2022年までに女性役員及び女性テクノロジー職の割合を30%まで増加させることを宣言している。
- 4. 経済的包摂：**経済格差の是正に向けて、エコシステムを構成する多様なステークホルダー（社員、顧客、パートナー、サプライヤー、コミュニティなど）に対して、デジタル技術の活用を支援している。具体的な目標として、2025年までに、フランスで100万人、全世界で500万人を支援することを目指しており、同Working Groupに参加している各機関は、社員やサプライヤーなど対する研修を提供している。
- 5. 環境：**パリ協定の目標達成に向け、同Working Groupの参加機関は、CO₂排出量の開示・モニタリングやカーボンフットプリントの削減に取り組んでいる他、グリーンテクノロジー領域におけるイノベーションの創出に向けた実証実験を推進している。

French Research and Safety Institute (INRS)

INRS (French Research and Safety Institute) は、フランスの国民健康保険基金の監督のもと、労働災害や職業病の予防に取り組む国立研究所である。労働安全衛生に関する各種ソリューションを研究・開発・提供しており、その一環として、技術変革などにより将来的に発生しうる労働災害や職業病に関する調査を Scanning and Foresight Unit が行っている。2013年から2023年の10年間において、9つの Foresight 調査が実施され、報告書として取り纏められた¹⁵⁹。

¹⁵⁷ <https://www.elysee.fr/en/emmanuel-macron/tech-for-good-taking-a-stand-for-a-responsible-and-inclusive-technological-progress>

¹⁵⁸ TECH FOR GOOD SUMMIT Progress report (2020)

¹⁵⁹ <https://en.inrs.fr/inrs/strategic-plan/foresight-exercise.html>

表 E-4 INRSが実施した9つの Foresight 調査

No	題名
1	Artificial intelligence in the service of occupational safety and health (2023)
2	Buildings of the future - What challenges will they present for occupational safety and health? (2022)
3	Work after the Covid-19 pandemic : What changes in organizations. What are the health and safety issues? (2022)
4	What training in occupational health and safety in 2030? (2019-2020)
5	A circular economy in 2040. What impact on occupational safety and health? What prevention? (2017)
6	Platformisation 2027 - Consequences on occupational safety and health (2016-2017)
7	Modes and methods of production in France in 2040 (2015-2016)
8	Development of nanomaterials by 2030 and their consequences on occupational safety and health in small enterprises in France (2014)
9	Use of physical assistance robots by the year 2030 (2013)

INRSではプロジェクト・ベースでフォーサイトを行っているため、各プロジェクトによって調査プロセスは異なる。一方、基本的には共通して、INRSのメンバーを含むWorking Groupを設立し、シナリオ分析を通じた課題の特定や、課題解決に向けた施策の提言を行っている。参考として、最新の調査「Artificial intelligence in the service of occupational safety and health (2023)¹⁶⁰」における調査プロセスを例示する。

- 1. Working Groupの結成**：16人で構成されるWorking Groupが設立された。Working Groupには、INRSから3人が参加しただけでなく、民間企業や研究機関を含む多様なステークホルダーが参加した。具体的な構成メンバーは次の通りである。Anani Olympio (CNP Assurances) ; Bertrand Braunschweig (Bilab, Confiance.ai) ; François de Jouvenel, Jean-François Soupizet (Futuribles) ; Jorge Munoz (Université de Brest) ; Martin Bieri, Régis Chatellier (Cnil/Linc) ; Nazim Fatès (Inria/Loria) ; Nicolas Bouby (Bouygues construction) ; Sylvain Halluin (Cramif) ; Timothée Silvestre (CEA); Vincent Mandinaud (Anact); Jennifer Clerté, Marc Malenfer, Michaël Sarrey, Michel Héry (INRS)。
- 2. 技術の定義**：調査対象とする「AI」を定義し、調査のスコープを明確にした。具体的には、French Language Enrichment Commission、European Commission、French Academy of Technologiesの3機関による定義が採用された。
- 3. 技術の分析**：「AI」を3つの観点で分析した。具体的には、AIサービスの発展状況、労働市場におけるAIの受容性、AIが労働と予防に与える影響の3点について分析がされた。
- 4. シナリオの分析**：「AI」の技術発展やルール形成に関するシナリオが4つ分析された。具体的には、「①テックジャイアントがAI市場を独占するシナリオ」、「②政府がトップダウンでAI市場を管理するシナリオ」、「③労働者や市民がボトムアップでAI市場を形成する民主的なシナリオ」、「④AIが衰退するシナリオ」の4つのシナリオが導出された。

¹⁶⁰ INRS (2023) “Artificial intelligence in the service of occupational safety and health Challenges and prospects for 2035”

5. **労働災害予防への影響分析**：3つのWorkshopを開催し、「AI」が労働災害や職業病の予防に与える影響がシナリオ別に分析された。具体的には、疫学、労働環境の監視、先端ロボティクス分野における、AIの活用可能性が分析された。
6. **キーメッセージの導出**：最後に「AI」を通じて労働災害や職業病の予防を促進するための22の提言が導出された。

France Stratégie

France Stratégieは、社会経済の洞察を通じた公共政策の評価・提言を行う首相直下の独立機関である。Commissariat général du Plan（1946-2006）とCentre d'analyse stratégique（2006-2013）の後継を継ぐ形で2013年に設立され、現在は、40人以上の専門家（経済学者、法学者、エンジニア、社会学者、政治学者など）、15人の科学アドバイザー、及び4つの部門で働くスタッフ20人で構成されている¹⁶¹。

France Stratégieは、4つのミッションを掲げている¹⁶²。1つ目に、中長期の展望や変化を予測する。2つ目に、専門家の動員や国際比較、政策評価を通じて、公共政策の提案を行う。3つ目に、厳格な方法論を用いて、効果的にかつ、証拠に基づき、公共政策を評価する。4つ目に、すべての利害関係者と議論し、政策評価・予測・提案に関与させる。また、政策提言のテーマとしては、「経済」「労働・雇用・技能」「社会と社会政策」「持続可能な開発とデジタル」の4つを掲げており¹⁶³、これらテーマについて、報告書の策定やイベントの実施を行っている。2022年に策定された19の報告書を以下に例示する。

¹⁶¹ <https://www.strategie.gouv.fr/propos-de-france-strategie>

¹⁶² <https://www.strategie.gouv.fr/propos-de-france-strategie>

¹⁶³ https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/france_strategie_en_bref_-_mai_2023_1.pdf

表 E-5 France Stratégie が 2022 年に策定した調査報告書¹⁶⁴

No	題名
1	Les coûts d'abattement. Partie 3- Électricité (排出削減のコスト 第3部 - 電気)
2	Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser (物のインターネットの世界 : 制御すべきダイナミクス)
3	L'évaluation socioéconomique des effets de santé des projets d'investissement public (公共投資プロジェクトの健康影響の社会経済的評価)
4	Référentiel méthodologique de l'évaluation socioéconomique des opérations d'aménagement urbain (都市計画の社会経済的評価のための方法論的基準)
5	Métiers 2030. Quels métiers en 2030 ? (職業 2030. 2030 年にはどのような職業があるのか?)
6	Soutenabilités ! Orchestrer et planifier l'action publique (持続可能性! 公共行動の指揮と計画)
7	Productivité et compétitivité : analyses post-Covid (生産性と競争力 : ポストコロナの分析)
8	Les coûts d'abattement. Partie 4 - Hydrogène (排出削減のコスト 第4部 - 水素)
9	Dynamiques sectorielles et gains de productivité (セクター別ダイナミクスと生産性の向上)
10	La revanche des villes moyennes, vraiment? (中規模都市の逆襲、本当に?)
11	Les villes moyennes, un pilier durable de l'aménagement du territoire? (中規模都市、領土整備の持続可能な支柱?)
12	Risques climatiques, réseaux et interdépendances : le temps d'agir (気候リスク、ネットワーク、相互依存 : 行動の時間)
13	Dynamiques sectorielles et gains de productivité (セクター別ダイナミクスと生産性の向上)
14	La revanche des villes moyennes, vraiment? (中規模都市の逆襲、本当に?)
15	Les villes moyennes, un pilier durable de l'aménagement du territoire? (中規模都市、領土整備の持続可能な支柱?)
16	Risques climatiques, réseaux et interdépendances : le temps d'agir (気候リスク、ネットワーク、相互依存 : 行動の時間)
17	Analyse sectorielle et régionale de la croissance de la productivité du travail dans les pays européens et aux États-Unis (ヨーロッパ諸国及びアメリカでの労働生産性の成長のセクター別及び地域別分析)
18	Les soft skills pour innover et transformer les organisations (イノベーションと組織の変革のためのソフトスキル)
19	Évolution tendancielle de la productivité en France, en Allemagne, en Italie et au Royaume-Uni depuis 1976 (1976 年以降のフランス、ドイツ、イタリア、イギリスでの生産性のトレンド進化)

France Stratégie による FTA 活動の特徴として、多様な研究機関と連携していることが挙げられる。具体的には、以下 10 の研究機関とネットワークを形成している¹⁶⁵。

1. Le Conseil d'analyse économique (CAE) は、著名な大学の経済学者と研究者で構成されており、政府のために独立して経済分析を行う。

¹⁶⁴ https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/catalogue2-2017-2022-29_septembre.pdf

¹⁶⁵ https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/france_strategie_en_bref_-_mai_2023_1.pdf

2. Le Centre d'études prospectives et d'informations internationales (CEPII) は、世界経済の主要な問題に関する研究やデータベースの策定を行っている。また国際経済に関連するシンポジウムも開催する。
3. Le Conseil national de productivité (CNP) は、フランス及びEUの生産性や競争力を分析する。
4. Le Conseil d'orientation pour l'emploi (COE) は、労働や雇用に関する議論や政策提言を行う。
5. Le Conseil d'orientation des retraites (COR) は、退職に関する議論や政策提言を行う。議員や労働組合、定年退職者の代表や専門家など、多様なステークホルダーが参加している。
6. Le Haut Conseil pour l'avenir de l'assurance maladie (HCAAM) は、医療保険に関する政策提言を行う。
7. Le Haut Conseil pour le climat (HCC) は、気候変動に関する政策提言を行う。13人の専門家で構成される。
8. Le Haut Conseil de la famille, de l'enfance et de l'âge (HCFEA) は、家族、子供、高齢者に関連する調査を行う。
9. Le Haut conseil du financement de la protection sociale (HCFi-PS) は、社会保障に関する政策提言を行う。行政メンバーに加え、労働組合や専門家が参加している。
10. La Plateforme RSE は、企業の社会的責任に関連する意見交換や提言を行うプラットフォーム。企業やNGO、研究機関など多様なステークホルダーが参加している。

F. 中国

中国の科学技術・イノベーション政策

国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030年）

2016年5月、中国共産党中央と国務院は「国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030年）」¹⁶⁶を公表した。綱要は、2050年までを見据えた長期戦略における2030年までの15年間の中期戦略である。2050年までの国家イノベーション発展を3つのフェーズを想定している。

表F-1 2050年までの国家イノベーション発展フェーズ

国家イノベーション発展フェーズ	目標
2020年まで	イノベーション型国家の仲間入りを果たし、小康社会の構築を目標とする
2030年まで	経済及び社会を発展、国際競争力を大幅に向上、経済強国及び国民が平等に富裕な社会の基礎を強化する
2050年まで	世界の科学技術の中心及びイノベーションの先導者となり、中国の復興を実現

2030年までに、国際競争力の向上に重要な要素、社会発展のための差し迫った需要、安全保障に関する問題を認識し、それらに関わる科学技術の重点領域を強化することを目標としている。産業技術の重要領域として、①次世代情報ネットワーク技術、②スマート・グリーン製造技術、③現代的農業技術、④現代的エネルギー技術、⑤資源効率利用及び環境保護技術、⑥海洋及び宇宙技術、⑦スマートシティ・デジタル社会技術、⑧健康技術、⑨現代型サービス業技術、⑩産業変革技術を指定している。

⑩産業変革技術では、モバイルインターネット技術、量子情報技術、宇宙技術から、積層造形装置、インテリジェントロボット、無人運転車、ゲノム、幹細胞、合成生物学、再生医療などの技術や、水素、燃料電池などの新世代エネルギー技術、新素材技術まで含まれている。

中国国民経済・社会発展第14次五カ年計画及び2035年までの長期目標綱要

2021年3月に開催された中国全国人民代表大会において、「国民経済・社会発展第14次五カ年計画と2035年までの長期目標綱要」¹⁶⁷が承認された。イノベーション型国家の仲間入りを目指した「科学技術イノベーション第13次五カ年計画（2016～2020年）」に続き、質の高い発展を目標とした。

「第四章 国家戦略的科学技術力の強化」において、先進的な科学技術力によるブレイクスルーの強化に関し、重要な先端科学技術分野として、①次世代人工知能、②量子情報、③集積回路、④脳科学と脳模倣型人工知能、⑤遺伝子とバイオテクノロジー、⑥臨床医学と健康、⑦深宇宙、深地球、深海、極地探査の7つの領域を指定し、先見性と戦略性のある国家重大科学技術プログラムを実施するとしている。また、新たな突発的な感染症やバイオセキュリティ上のリスクの予防・管理、医薬と医療機器、キーコンポーネント・部品・基礎材料、石油・天然ガスの探索と開発等の重要な技術に資源を集中させ、国の緊急事態及び長期的な需要への解決を図るとしている。

166 中华人民共和国中央人民政府,「中共中央国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》」,(2016年) https://www.gov.cn/zhengce/2016-05/19/content_5074812.htm

167 中华人民共和国中央人民政府,「中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要」(2021年) https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm

中国における技術フォーサイト

国主導の技術フォーサイトの沿革¹⁶⁸

中国では改革開放後、より体系的な予測研究と実践が始まった。中国のFTAは技術フォーサイトが中心であり、主に国家科学技術部、中国科学院（CAS）、中国工程院（CAE）、中国国家自然科学基金、及び一部の地方研究組織によって実施されており、その結果は前述の「五カ年計画」など中国の国家科学技術計画や地域開発政策の策定に重要な支援を提供している。

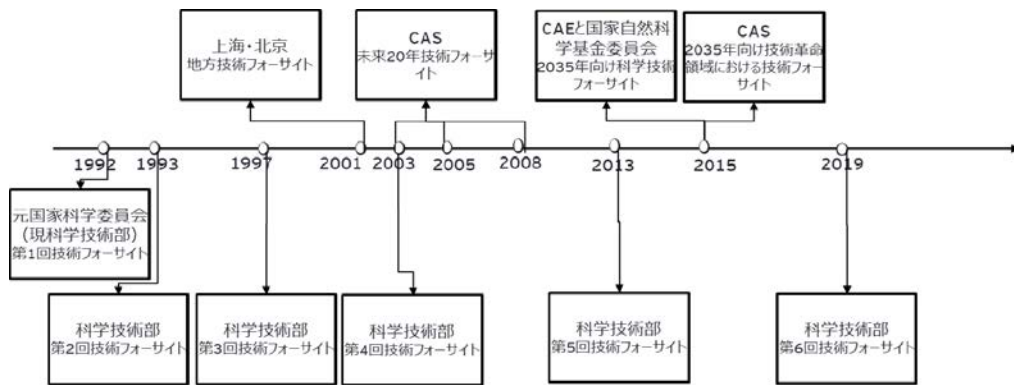


図 F-1 中国における技術フォーサイトの沿革

2013年から2014年にかけて、中国は政府によって展開された技術フォーサイト研究を、「第13次5カ年計画の国家科学技術革新計画」の調査プロセスに正式に組み入れ、技術フォーサイトが中国の政策決定プロセスの重要な一部となったことを示した。技術フォーサイトの結果が科学技術開発計画のような科学技術の意思決定を支援するイメージは以下の通りである。

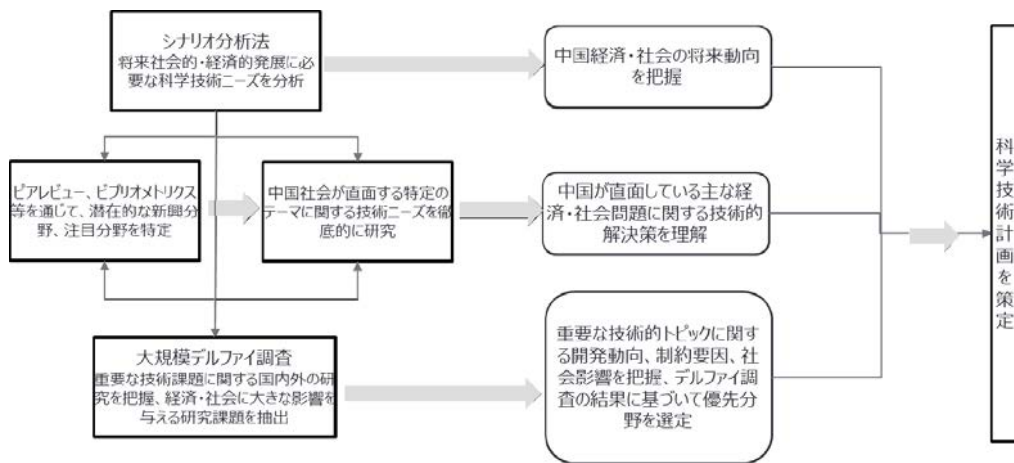


図 F-2 技術フォーサイトが科学技術政策に与える影響のイメージ

¹⁶⁸ 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター「EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe」（令和3年12月）

技術フォーサイトを実施する主な機関

国家科学技術部¹⁶⁹

国家科学技術部（1998年3月以前は国家科学技術委員会）は、中華人民共和国国務院に管轄され、科学技術関連事業を管轄する部門である。科学技術発展のマクロ的戦略や、経済・社会発展を促進する科学技術政策方針・法規の研究と提案も行っている。中国科学技術発展戦略研究院、中国農村技術開発センター、中国生物技術発展センター、科学技術部ハイテク研究開発センター、科学技術部評価センターなど科学技術関連の直轄研究機関がある。1992年から国家レベルの技術フォーサイトを担当し、全6回技術フォーサイトを実施した。

1992年から1994年にかけて、国家科学技術委員会（現科学技術部）の統括の下、中国科学技術発展研究センター（現在の中国科学技術発展戦略研究院）、中国科学技術情報研究所、航空宇宙産業株式会社、科学技術情報研究所が共同で、中国の国家重点技術選定に関する研究を実施した。中国の国家重点技術選定に関する研究が実施された。「第9次5カ年計画」の策定過程において、国家科学技術管理部門は国家重点技術選定の結果及び対応する重点技術研究報告を選択または参照した。

1997年、科学技術部は、「国家重点分野における技術フォーサイト」というテーマで研究を開始し、「農業、情報、先端製造業」という3つの重点分野を選定し、1200人の専門家を組織して技術開発に関する諮問調査を実施し、2回の調査、分析・評価、検証の繰り返しにより、308の代替技術の中から128の国家重点技術を選定した。このフォーサイトでは、大規模なデルファイ法による専門家調査を実施した後、ハイレベルの専門家を組織してフォーサイト結果を実証し、それに基づいて国家基幹技術を選定する方法は、日本の技術フォーサイトと米国の国家基幹技術選定を組み合わせた方法であり、フォーサイト結果は「第10次5カ年計画」の策定と産業計画の参考情報となった。

2003年、科学技術部の統一配置の下で、発展計画部は中国科学技術促進発展研究センターに資金を提供し、委託して関連部門を組織させ、「情報通信、生命科学とバイオテクノロジー、新素材」の3つの重点ハイテク分野における技術フォーサイトに関する調査研究を実施し、2004年には、発展計画部は「エネルギー、資源、環境と技術」に関する調査研究を完了した。「国家中長期科学技術発展計画（2006-2020）」の準備の重要な支えとなった。センターはさらに専門家を組織し、農業、人口衛生、公共安全など国民生活に密接に関わる分野を選定し、「第11次5カ年計画」策定の参考となる調査研究を実施した。2003年から2007年にかけて完了した「情報、生物、新素材」など9分野の技術予測調査に基づき、90の国家重点技術と286の技術発展優先課題を選定し、「国家目標-戦略的課題-重点技術-発展優先課題」の関係を明らかにした。

2013年に発表された第5回国家技術フォーサイトは、科学技術部発展計画局と中国科学技術発展戦略研究院が共同で企画し、「マッピング、調査、選択」という3段階の戦術を採用し、同時に中長期計画の中間評価と密接に融合し、「第12次5カ年計画」との収斂をうまく行った。第5次国家技術フォーサイトは全分野をカバーし、情報、生物、新素材、先進製造など計14分野が含まれ、中外技術競争比較、技術予測調査、同分野の重点技術の選定を経て、最終的に100の重点技術が選定され、その中には40の大躍進技術、60の大利益技術、さらに10の破壊的技術、10の非合意的技術が含まれ、「第13次5カ年計画」の参考となった。

2019年、第6回国家技術フォーサイトは、第5回技術予測の組織体系を基礎として、技術予測業務の組織的指導力をさらに強化した。同時に、定性的方法と定量的方法を組み合わせ、主観的方法と客観的方法を組み合わせるという方法論的概念を重視し、デルファイ専門家調査、ヒブリアオメトリクス、専門家会議、国際比較などの調査方法を総合的に適用している。国家重点技術選定の原則と指針に従い、各分野の調査データを総合的に分析・一般化した上で、各分野の専門家グループのメンバーは、それぞれの技術分野における強みを生かし、様々な形式の専門家検証会議を開催し、354の重点技術プロジェクトの提案を提出し、これら

169 中華人民共和国科学技術部：<https://www.most.gov.cn/index.html>

は国家中長期計画の新ラウンド準備のための重要な参考資料となっている¹⁷⁰。

中国科学院（CAS）¹⁷¹

中国科学院（Chinese Academy Sciences：CAS）は、中華人民共和国におけるハイテク総合研究と自然科学の最高研究機関であり、国務院の直属事業単位である。国家の科学技術発展計画と重要な科学技術政策策定に係るアドバイス、国家の経済構築と社会発展中に生じる重大な科学技術問題に関する研究報告の実施、学科の発展戦略と中長期目標に関する提案の実施、重要な研究領域と研究機関の学術問題に対する評議と指導を行っている。2003年、中国未来20年の技術フォーサイト研究を行い、2005年から2008年、4大領域の技術フォーサイト研究を実施、2015年に「2035年向け技術革命領域における技術フォーサイト研究」を行った。

2003年、中国科学院は「今後20年間の中国技術予測研究」を組織・実施し、中程度に豊かな社会の総合的な構築に必要な科学技術のニーズを研究し、グローバル化、情報化、工業化、都市化、消費、リサイクルの6つの側面から中国の社会発展のビジョンを構築し、「今後20年間の中国技術フォーサイト」、「技術フォーサイト報告2005」、「技術フォーサイト報告2008」などの学術著作を発表、配布し、国内外の学界に広く影響を与え、その成果の一部は国家マクロ経営の意思決定に強力な支持を与えている。

2015年、中国科学院は「イノベーション主導の変革を支える重点分野の技術フォーサイトと発展戦略に関する研究」を開始し、2035年を見据えた「今後20年間の中国の技術フォーサイトに関する研究」を新たに実施した。中国科学院革新発展研究センターの「今後20年間の中国技術フォーサイト」研究グループは、世界の革新発展動向と国家の中長期発展目標に基づき、技術フォーサイトの方法論と、グローバル競争パターンの再構築と中国のイノベーション発展戦略に関する研究成果を用いて、イノベーションのグローバル化、製造業のインテリジェント化、サービスのデジタル化、都市と農村の融合、より健康的な消費、より環境に優しい環境という6つの側面から、2035年の中国のイノベーション発展のビジョンとその発展目標を構築した。「中国の今後20年の技術フォーサイト」の研究グループは、先端エネルギー、宇宙科学技術、海洋科学技術、生態環境科学技術、生命健康科学技術、情報技術の各分野の国内の著名な専門家を招き、その分野の専門家グループを率い、4000人以上の専門家と学者を動員してデルファイ調査に参加させ、最終的に「技術フォーサイト技術リスト」を形成した。「技術フォーサイト技術リスト」、「技術下位分野の発展動向分析報告書」、「重要技術の発展動向分析報告書」は、2035年の「国家中長期科学技術発展計画」の研究と策定にとって重要である。

中国工程院（CAE）¹⁷²

中国工程院（Chinese Academy of Engineering：CAE）は、中華人民共和国における技術分野の最高研究機関であり、国務院の直属事業単位である。主な役割として、新技術の影響を評価し、委員会の政策立案過程において長期的で戦略的な政策についての支援を行っている。2015年から、「2035年向け科学技術発展戦略研究」において、産業変革を誘発する産業変革技術の技術フォーサイト研究を行っていた。

「2035年向け科学技術発展戦略研究」の一環で行った技術フォーサイトの目的は国内外の科学技術の発展動向を把握した上、今後20年間中国の高額科学技術において開発必要性があり、実現可能性があり技術リストを選出することである。国の主要戦略需要及び経済社会発展ニーズに合わせ、全体的な状況や長期的

170 中国科学技术发展战略研究院「国家关键技术选择与技术预测40年回顾与思考（2023年）<https://www.secrss.com/articles/53324>

171 中国科学院：<https://www.cas.cn/>

172 中国工程院：<https://www.cae.cn>

な発展に関連する重要な技術方向と重要な技術を選定し、重要な技術の実現時期を分析する。本技術フォーサイトの利用手法及びロードマップは以下の通りである。

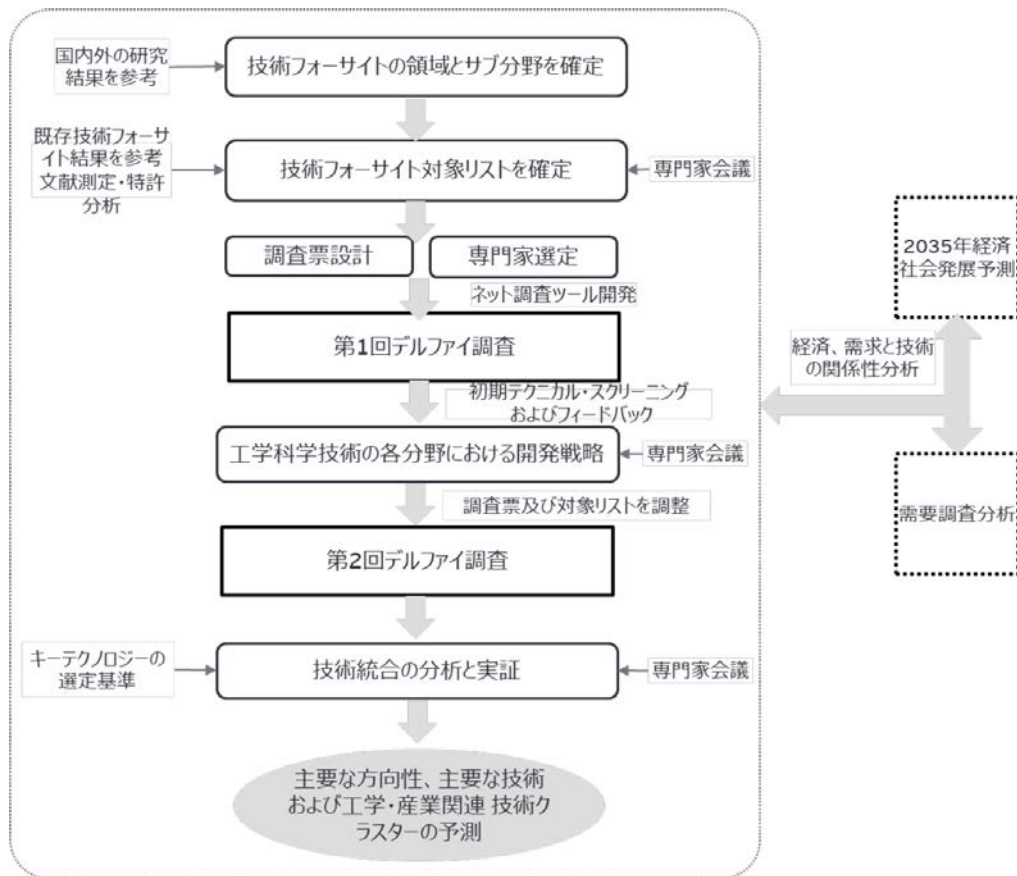


図 F-3 技術フォーサイトの利用手法及びロードマップ¹⁷³

800以上の技術の中から、100のキーテクノロジー、50の共通技術、20の産業変革技術が提案された。2035年における代表的な25のキーテクノロジーには以下のようなものが含まれる。

2035年における代表的なキーテクノロジー

1. 先端コンピューティング技術
2. 空・地・海統合情報ネットワークと新通信技術
3. 人工知能と脳シミュレーションキー技術
4. インテリジェントCNC加工ユニット/システム
5. 人間と機械の融合ロボット技術
6. マイクロ・ナノスケール3Dプリンティング技術
7. 新コンセプト航空動力技術
8. 高出力レーザー・非線形光学結晶、デバイス、応用技術
9. 高性能ファイバー材料
10. スマートグリッドに基づく統合エネルギーシステム技術

173 中国航天系统科学与工程研究院, 国家自然科学基金委员会, 「中国工程科技 2035 技术预见研究」(2017年)

11. インテリジェント・マイニング技術
12. ソース省エネ・排出削減高効率冶金炉技術
13. 地下水・飲料水の微量汚染防止と安全利用技術
14. 都市中心部の機能向上と再開発のキーテクノロジー
15. 都市の安全操業とレジリエンス向上のためのキーテクノロジー
16. 高性能構造システムのキーテクノロジー
17. 総合交通ビッグデータの多次元知覚とリアルタイム協調処理技術
18. 化学パークのマルチハザード連成リスク評価と事故防止・制御技術
19. 大規模海水淡水化技術と装置
20. 海洋数値モデリング科学技術
21. 深海宇宙探査・運用技術
22. インテリジェント農業機器のキーテクノロジー
23. 機能的遺伝子マイニングとゲノムビッグデータに基づく作物・家畜育種技術育種技術
24. 細胞・組織の修復と臓器再生の新技術と応用
25. 新薬探索研究・創薬工学のキーテクノロジー

G. カナダ

カナダでは現在、いくつかの連邦政府省庁がフォーサイトを適用している。2015年以降、カナダのフォーサイトの状況は大きく進化し、広がりを見せている。この中心には、フォーサイトに関する卓越したセンターであるポリシー・ホライズンズ・カナダ（Policy Horizons Canada、略称「ホライズンズ」）がある。また、最近では、カナダ政府の小規模な組織やグループによってフォーサイト研究が注目されるようになった。こうした取り組みの中には、カナダ国防省や外務省に存在するような正式なフォーサイト・ユニットやサブユニットの創設を伴うものもある。その他の取り組みとしては、さまざまな省庁の戦略的政策立案部門が実施する、あまり構造化されていないフォーサイト活動や実験がある。また、一人のアナリストや2、3人の小グループが、ボトムアップで特定のフォーサイト研究を行うこともある。例えば、グローバル・アフェアーズ・カナダ（global affairs Canada: GAC）の新しいフォーサイト・ユニットは、「仮説に挑み、政策と運営の枠組みをテストする」という目的を達成するためにフォーサイトを活用している。GACのほかにも、カナダ天然資源省（Natural Resources Canada [Ressources naturelles Canada] : NRCan）のカナダ森林局（Canadian forest service : CFS）、カナダ雇用・社会開発省（Employment and Social Development Canada [Emploi et Développement social Canada] : ESDC）、カナダ移民・難民・市民権省（Immigration, Refugees and Citizenship Canada [Immigration, Réfugiés et Citoyenneté Canada] : IRCC）、カナダ文化遺産省（Canadian Heritage [Patrimoine canadien]）、カナダ国防総省（Department of National Defence [Ministère de la Défense nationale] : DND）、カナダ銀行、カナダ規格審議会（Standards Council of Canada : SCC）、カナダ歳入庁（Canada Revenue Agency [Agence du revenu du Canada] : CRA）などで取り組みが行われている。カルガリー市の緊急管理部門からオンタリオ州警察（Ontario Provincial Police [Police Provinciale de l'Ontario] : OPP）に至るまで、他のレベルの政府組織も同様に、計画とガバナンスの目的でフォーサイトの利用と有用性を模索している。ホライズンズと同様、これらの連邦政府機関やグループも、フォーサイト研究に体系的で厳密なアプローチを用いている。

しかし、ホライズンズとは異なり、こうした新しいフォーサイト・ユニットは、特定の政府省庁の中に位置し、役割を担っていることから、特別な課題にも直面している。フォーサイト・ユニットは、年次計画や戦略計画、リスク・プロファイル、新政権への移行アドバイスなど、特定の省庁や組織のプロセスに直接情報を提供することを意図した、フォーサイトから得られる具体的なアウトプットを生み出すことを、経営陣から特に課せられていることが多い。このような文脈では、フォーサイトは政策との関連性を証明し、部門のコア・アジェンダを支援する観点から、極めて具体的な政策や問題解決タスクに適用されなければならない。こうした小規模のフォーサイト部隊にとって、次に何をすべきかという課題と懸念は深刻なものである。核となる課題は、フォーサイトはカナダの政府組織が起こりうる将来のシナリオを想定して制度的前提を検証するのに役立ってきたが、その最大の弱点は、意思決定者が現代の政策を改善するために実際にフォーサイトを活用するのが難しいという点にある。フォーサイト研究を実施することと、フォーサイトで得られた知見を政策立案に反映させることの間にはギャップがある¹⁷⁴。

Policy Horizons Canada

Policy Horizons Canada（ホライズンズ）はカナダ国内だけでなく、国際的にもよく知られた存在であり、その厳格な方法論と最先端の研究によって認められている。ホライズンズのフォーサイト研究は、カナダ政府が混乱に強い未来志向の政策を策定することを支援することを目的としている。ホライズンズは、カナダ最大かつ最も定評のある先見性のある組織である。行政的にはカナダ経済社会開発省（ESDC）に置かれているが、

¹⁷⁴ Wilner, A. & Roy, M. (2020) "Canada's emerging foresight landscape : observations and lessons", *Foreshight* 22 (5/6) , 551-562.

機能的にはESDCから独立しており、ホライズンズの任務は政府全体に及んでいる。ホライズンズの運営は、連邦公務員の中から選出された10人の副大臣で構成される副大臣運営委員会（Deputy Minister Steering Committee [Comité directeur des sous-ministres] : DMSC）に委ねられており、カナダ雇用・社会開発省（ESDC）の副大臣と枢密院事務局の内閣副長官（計画・協議担当）が共同議長を務めている。運営委員会のメンバーは、イノベーション・科学・経済開発省、環境・気候変動省、保健省、司法省などの政府機関のほか大学やシンクタンク所属の有識者から構成されている。

ホライズンズの前身は1996年、枢密院事務局（PCO）に創設された政策研究事務局（Policy Research Secretariat : PRS）に遡る。PRSは、伝統的な省庁の責務を横断する水平的な問題に焦点を当てたシンクタンクであった。その後、2000年に政策研究イニシアティブ（Policy Research Initiative : PRI）と名称を変更し、PCOの運営支援を受ける連邦公的機関内の独立組織となった。2006年、PRIの管理・監督がカナダ人材・社会開発省（HRSDC）に移管され、事務官は副大臣運営委員会（DMSC）を設立し、PRIの活動を公務員の上級職に広め、研究課題に関する助言を行うようになる。2008年に事務官の要請を受けたPRIはcanada@150プロジェクトを立案・実施し、150名の新人公務員を対象にスキニングとフォーサイトの訓練を行った。参加者はカナダ建国500周年に向けた2017年までにカナダがどのように変化するか、またそれが公務員にとってどのような意味を持つかを検討した。その結果、公務員のフォーサイト能力を高めたいという要望が表明され、2010年にPRIはシンクタンクからフォーサイト・センターへと移行し、ポリシー・ホライズンズ・カナダが誕生した。ホライズンズは現在、25～30名の研究者を含む45名の職員を抱えている。

ホライズンズは、急速に変化する複雑な世界における新たな政策課題と機会を予測している。スキニングと先見性を通して、カナダと世界の社会、経済、環境、技術の変化をモニターし、探求している。また、これらの変化が将来どのように組み合わせられるかを検討する。毎年、テーマまたは関連する一連のトピックを検討する。この作業の結果は、メタスキャン、フォーサイト・プロジェクト、その他の出版物を通じて発表される。これらは、連邦組織が短期的な優先事項に対処する一方で、全体的で長期的なアプローチをとるのに役立つ。出発点は常にメタ・レベルで開かれる（メタスキャン）。そして、ある問題やひとつのトピックを選び、対話に基づく先見プロセスでより詳細に扱う。フォーサイトプロセスでは、最新のフォーサイトツールを用いて、知識豊富な参加者が代替可能なもっともらしい未来とその潜在的な意味を探求する。これにより参加者は、経済、エネルギー、地政学的戦略、社会問題などの分野でアジアをはじめとする変化の力と、カナダへの潜在的な影響を探ることができる¹⁷⁵。

ホライズンズはフォーサイトの調査を行うにあたり、連邦政府の複数の省庁のニーズと関心を考慮することを任務としている。また、典型的な官僚主義的・政治的制約から解放され、新しいアイデアをブレインストーミングする創造的な思考様式を採用している。例えば、「バイオデジタル・コンバージェンス」に関する最新のプロジェクトでは、デジタル技術と生物学的システムが、「社会、経済、そして私たちの身体に関する私たちの前提を大きく破壊する可能性のある方法で、どのように結合・融合し始めているのか」を探求している。ホライズンズの報告書は通常、15～20年先にカナダ政府が直面する可能性のある戦略的課題と機会についての説明で締めくくられている。しかし、その知識を実際の政策や規制の成果としてどう生かすかは、カナダの機能に有意義な変化をもたらす手段や権限を持つ他の省庁に委ねられている。このように、フォーサイトは、政府組織が将来の可能なシナリオを想定することによって制度的な前提を検証するのに役立っていることは証明されているが、その主な弱点は、意思決定者が現代の政策を改善するためにフォーサイトを実際に行うことが難しいことにある。カナダでは、ホライズンズが生み出すフォーサイトと、カナダ政府の他の部分が行う政策行動との間にギャップが生じるリスクがある¹⁷⁶。そのため、カナダ政府でフォーサイトを実施している

175 Cuhls (2020) , *op.cit.*

176 Wilner & Roy (2020) , *op.cit.*

他の組織をパートナーと称し、協働している。パートナーは特定の政策を見直したり、情勢変化について見極めることなどを目的にフォーサイトに取り組んでいるが、これまでにフォーサイトを実施したことがなかったり、フォーサイトのためのトレーニングを要しているため、ホライズンズに支援を求めてくる。そこでホライズンズはコンサルタントとしてではなく、パートナーとして協働する。また、ホライズンズではアナリストを中心としたフォーサイト・ネットワークを5年前から形成しており、政府関係機関に属する800名ほどがメンバーとなっている。フォーサイトのニーズの高まりを受けて当初の想定よりも大所帯となっているが、こうしたネットワークを管理することもホライズンズの業務となっており、担当の部署も設けられている。さらに、フォーサイトに関する学習サービスも行政職員に向けて提供しており、一対一のトレーニングセッションや応用的なプログラムを実施している。前者に関して、最近では政府外でも質の高い学習サービスが受けられるようになっていたため、そうしたサービスを紹介する方向にシフトする予定である¹⁷⁷。

2011年、ホライズンズは初のメタスキャン (MetaScan 2011: Exploring four global forces shaping our future) を発表。翌年には第2弾・第3弾のメタスキャンを発表し、2014年にカナダ政府内に初のイノベーションラボを立ち上げた。2015年にはフォーサイトに加え、ホライズンズの任務は行動洞察と実験にまで拡大。2016年に政策アナリストのためにフォーサイト・トレーニング・マニュアルを発行。2017年7月、ホライズンズとPCOが共同で10ヶ月のトレーニングプログラム「Canada Beyond 150」を開始。ホライズンズは現在、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行っている¹⁷⁸。なお、2023年5月には人類の存亡リスク (existential risk) についての記事を著した¹⁷⁹。これは社会的議論になっているテーマで、政策関係者の耳目にも触れるかもしれないため、概念や問題を明確にするために公開したものである。このように特定の対象を明確にする目的で調査を行うことがしばしばある。

2024年5月に公開予定の報告書ではこれからカナダが直面する変化について述べられている。ホライズンズ内外の2000名とともに調査を実施し、起こりうる変化の特定を行った。こうしたホライズン・スキャンニングによって主題が特定され、今後深掘りしていくべきテーマが絞り込まれる。一方でパラダイムシフトのような考え方も重要とされている。これは多様な人々との会話のなかで何かこれまでと異なる変化が起こりうるのを察知することであり、フォーサイトを長年実施することで培われる直感である。これを深く調査してみると主題となりうるような情報の場合もある。

フォーサイトが政策形成に影響した例として、ホライズンズと社会科学・人文科学研究評議会 (Social Sciences and Humanities Research Council [Conseil de recherches en sciences humaines] : SSHRC) とのパートナーシップが挙げられる。ホライズンズでは幅広いホライズン・スキャンニングにより将来的に研究や注目を集めうる新たなグローバル課題を特定し、「次世代のグローバル課題」報告書を作成した。評議会はこの報告書をもとに研究プログラムを立ち上げ、報告書に示されたいくつかの分野に対して地域の研究者に研究助成を行った¹⁸⁰。

177 Interview with Kristel Van der Elst, January 24, 2025.

178 <https://horizons.gc.ca/en/about-us/>

179 <https://horizons.service.canada.ca/en/2023/05/16/global-existential-risks/index.shtml>

180 科学技術予測・政策基盤調査研究センター (2023)「世界のフォーサイトの動向—政策のためのフォーサイトに向けて」NISTEP RESEARCH MATERIAL, 332, 文部科学省科学技術・学術政策研究所。

H. オーストラリア

オーストラリアにおけるフォーサイトは、政府による国家安全保障上の観点からのクリティカル・テクノロジーの特定と、それに基づく行動計画の策定が主要な取り組みとして挙げられる。クリティカル・テクノロジーは、オーストラリアの国益を大きく向上させる、あるいはリスクをもたらす可能性のある現在及び将来の技術を指す。技術の進歩は、生産性の向上、成長、生活水準の向上をもたらすが、同時に経済的、国家安全保障上の利益を損ない、民主主義の価値と原則を損なう可能性もある。そのような世界的な潮流にあって、オーストラリアはクリティカル・テクノロジーの開発と採用を推進する国際的な責任があるとする。そこで、技術の発展や機会、リスクについて政府全体で協調した助言を行い、クリティカル・テクノロジーを促進・保護するための行動を提言するため、2020年7月に首相・内閣府（Department of the Prime Minister and Cabinet：PM&C）にクリティカル・テクノロジー政策調整室（Critical Technologies Policy Coordination Office：CTPCO）が設置された。CTPCOは政策調整を行う部署として、国家安全保障上のリスク、経済繁栄の機会、社会的結束の目標を考慮し、重要技術に対してバランスの取れた国益アプローチをとる。CTPCOの目的は次の通りである。

- ・ オーストラリア国民が費用対効果に優れ、安全、確実かつ包括的な技術にアクセスできるようにする。
- ・ 投資、研究、革新、協力のための信頼できるパートナーとしてオーストラリアを促進する。
- ・ 地域の回復力、競争力、信頼性、多様性のある技術革新、国際市場を支援する。
- ・ オーストラリアの研究及び能力の完全性を維持し、オーストラリアの産業が繁栄し、主権知的財産を最大限に活用できるようにする。

オーストラリアでは、複雑な課題に対する科学技術の解決策を見出し、イノベーションと経済繁栄の重要な推進力として、国家政府が明確にコミットしている。テクノロジーアセスメント（TA）の正式なプロセスは現在、オーストラリア政府の医療制度において、市場規制のための医療技術の安全性と有効性を確保し、様々な医療技術の安全性、臨床効果、費用対効果を評価するために適用されている。国の機関もまた、発電技術のコスト見積もりの検討と比較にTAプロセスを適用してきた。より最近では、このようなエネルギーTAはエネルギー安全保障評価へとシフトしており、オーストラリアにおけるエネルギーの妥当性、信頼性、値ごろ感に対するリスクを、将来のエネルギー需要に対するより良い計画立案に活用できるようになっている。オーストラリアでは、第一次産業と資源部門の生産を強化するための技術的解決策を長い間受け入れてきた。大部分において、政府による科学技術応用の検討は、正式なプロセス（例：ヘルスTA）、規制機関（例：遺伝子技術規制機関）、または国家基準（例：食品基準オーストラリア・ニュージーランド）を通じて、部門ごとに管理されてきた。しかし、民間企業や多国籍企業もまた、技術がどのように取り上げられ、オーストラリア社会を形成するかを開発し、推進している。

オーストラリアでは責任あるイノベーション（responsible innovation：RI）に高い関心が向けられている。RIは、オーストラリアの国立科学機関であるオーストラリア連邦科学産業研究機構（Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation：CSIRO）において、プログラムの初めに初めて表現された。CSIROの投資と並行して、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を採用し、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を採用し、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組織を特定した¹⁸¹。

¹⁸¹ Lacey, J. & Fisher, E. (2020) "Interview with Justine Lacey on responsible innovation and future science in Australia", *OMICS : A Journal of Integrative Biology* 24 (5) , 233-236.

クリティカル・テクノロジー政策調整室（CTPCO）

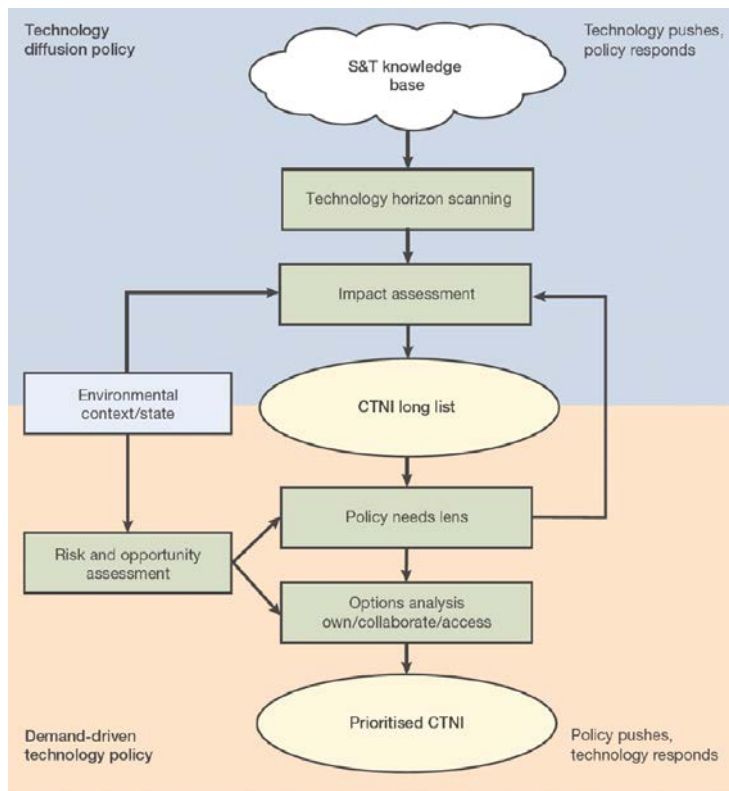
CTPCOは、技術フォーサイトや高度な分析能力を活用している国防科学技術グループ（Defence Science and Technology Group：DSTG）と共同でエビデンスに基づくアプローチを進め、クリティカル・テクノロジーのリストを作成することとした。DSTGの統合・作戦分析部門からの委託により、民間シンクタンクのランド・オーストラリアは、国益に資する重要技術（critical technologies of national interest：CTNI）を特定するための分析フレームワークを開発すること、国家政策の優先事項を達成するために重要な技術を特定するためにこのフレームワークをどのように利用できるかを決定すること、そして、重要性が高く、専門的な政策対応を必要とする少数の技術リストを決定するという業務を実施した。DSTGのスタッフも重要な情報を提供し、多くの有意義な議論に貢献した。

分析フレームワークは、以下の2つの重要な質問に対する回答を中心に構成されている。

- ・ オーストラリアは、国家安全保障、経済繁栄、社会的結束の要件をバランスさせる方法で、CTNIの優先順位を決定するための分析的アプローチをどのように設計できるか？
- ・ オーストラリアの能力的制約を考慮した場合、CTNIを加速させるための緊急プログラムへの投資を行いつつ、長期的に広範な技術能力をバランスよく発展させる政策を開発するにはどうすればよいか？

この質問に答えるべく、オーストラリア国内の政策環境、他の国や多国間の取り組みの豊富な歴史など、さまざまな情報源から情報を収集、検討、分析した結果、重要技術をめぐる戦略的投資選択を行うための分析フレームワークの開発において考慮する必要のある、下記のような文脈上の要因を特定した。

- ・ 技術は、国益を実現する重要な手段のひとつに過ぎない。その他にも、インフラ、労働力、サプライチェーンなどがある。これらは相互に依存し合っていることが多いため、CTNIの評価はこれらを考慮せずに行うことはできない。
- ・ オーストラリアの多くの機関は、それぞれの政策分野（健康、農業など）にとって重要な技術を特定している。CTNIの優先順位付けは、その影響を評価するためにすべてのセクターを横断的に見なければならぬ。
- ・ 国際競争は技術開発の大きな原動力である。オーストラリアは、国益にとって重要なすべての技術で競争力を持つための資源を持っているわけではない。そのため、技術を管理しなければならない分野、信頼できるパートナーと協力した方がよい分野、国際市場に依存してもよい分野を分析する能力が必要である。今回の分析では、リスクを中心に考えている。
- ・ 政策部門間、また安全保障、繁栄、社会的結束という目標間で優先順位が競合するため、一貫性があり、透明性が高く、機能的な意思決定の枠組みが必要となる。これによって、その時々状況に最適化された、証拠に基づく意思決定が可能になる。
- ・ このような環境はデータが豊富であるため、分析的アプローチは、大量のデータを継続的に取り込み、幅広い利害関係者に有意義に反映させる必要性から、効率性と適時性のバランスをとらなければならない。分析アプローチは、そのアウトプットの提供方法と注意書きにおいて、このことを認識すべきである。こうした要因をふまえて開発された分析フレームワークは図6の通りである。



図H-1 ハイレベルなCTNI 優先順位付けフレームワーク

図の上半分（青いセクター）はより広範な影響に基づいてCTNIのリスト（以下「CTNI ロングリスト」と呼ぶ）を開発しようとするものであり、下半分（ピンク）はCTNI ロングリストを取り込み、いくつかの政策推進要因に対応して、優先順位をつけたリストを開発するものである。実際にはモデル全体にフィードバックがあるが、わかりやすくするため、ほとんどのフィードバック・ループを図から除外した。しかし、政策ニーズと影響評価の間のフィードバック・ループは、重要な政策変更（例えば、カーボンニュートラル排出に関するコミットメント）は、オーストラリア政府の国益の3つの柱、すなわち、経済的繁栄、社会的結束、または国家安全保障に照らして評価する必要があるかもしれないという事実を強調するため、含まれている。

このフレームワークを大まかに言えば、オーストラリア政府は技術のホライズンスキャンと環境スキャンを組み合わせ、技術影響評価を実施するという論理である。影響評価では候補となる技術を、より広範な技術的・国家的・政策的文脈の中で、3つの国益の柱（安全保障、繁栄、社会的結束）の観点から評価する。これによって政府は、オーストラリアの技術革新能力、技術移転能力、及び技術の特徴を把握することができる¹⁸²。

CSPSOはデータに基づいて重要技術を特定した後、オーストラリア国内や海外からの専門知識を活用してリストを改良し、政府全体で2回にわたる広範な協議を行ってから、研究部門や産業界とも協議を進めた。第1回の協議では技術の粒度を揃えてからリストを作成する必要があるという意見が出され、2回目の協議では多くの利害関係者から意見や提案が出され、2021年11月に発表された最終リストに反映された。そのリストには経済的繁栄、社会的結束、国家安全保障など、オーストラリアの国益を著しく向上させる、あるいはそのリスクをもたらす可能性のある63の最新・新技術が掲載されている。

182 Dortmans, P. et al. (2022) Prioritising Critical Technologies of National Interest in Australia : Developing an Analytical Approach. RAND Australia, available at https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA1500/RRA1534-1/RAND_RRA1534-1.pdf

リストと並行して、政府は29のクリティカル・テクノロジーのプロファイルを発表した。各プロファイルは、オーストラリアの比較優位性、技術の応用、機会とリスクについてのスナップショットを容易に入手できるようになっている。各プロファイルには、研究インパクトにおけるオーストラリアの国際ランキング、ベンチャーキャピタルの投資指標、一連の特許データを調査した詳細な科学計量学分析が含まれている。

リストが公表されると、政府は重要技術に関連する政策事項に関して、政策立案や国際的パートナーとの協力の可能性のある分野を特定したり、志を同じくするパートナーとの議論に利用するようになった。さらに、オーストラリア全土における重要技術の促進に関する州・準州政府との協議の基礎ともなった。また、リストと関連するクリティカル・テクノロジー・プロファイルは、クリティカル・テクノロジーの促進と保護の両方について、政府全体及び大学部門などの利害関係者との議論に活用されてきた。プロファイルはクリティカル・テクノロジーとそれがオーストラリアの国益に果たす重要な役割についての理解を深めるとともに、政策立案に役立つ将来的な技術の応用可能性についての情報を提供したとされる。

政府は2022年8月、2021年の重要技術リストについてのフィードバックを求める機会をステークホルダーに提供した。10月初旬までの6週間、公開のポータルサイトを解説してフィードバックを募ったほか、公開のオンラインセッションやハイブリッド形式の円卓会議も開催された。こうして得られたフィードバックを分析し、政府全体で協議して更新したリストは2022年11月に公開された。

ステークホルダーへの質問は以下の通りである。

1. オリジナルリストへの追加または削除を検討すべき技術はありますか？提案の理由は何ですか？
2. 個々の技術の定義についてご意見はありますか？
3. リストの更新頻度についてご意見はありますか？
4. 重要技術プロファイルの内容についてご意見はありますか？
5. このリストは、技術投資や採用に関する組織の意思決定に影響を与えましたか？

政府では2年に1度の更新頻度が適切とみなしているが、別の案も検討されている。また、DSTGではクリティカル・テクノロジーの分析と指標に関する関連協議も行っている¹⁸³。

2023年現在、クリティカル・テクノロジーとして7領域37技術が特定されている¹⁸⁴。

¹⁸³ Department of Industry, Science and Resources (2022) 2022 List of Critical Technologies in the National Interest : Consultation Paper.

¹⁸⁴ <https://www.industry.gov.au/publications/list-critical-technologies-national-interest>

表 H-1 オーストラリアにおけるクリティカル・テクノロジー（2023年版）

<p>先端製造・材料技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3D プリンティングを含む積層造形 ・ 重要鉱物の抽出と加工 ・ 先端複合材料 ・ ハイスペック加工プロセス ・ 半導体及び先端集積回路の設計・製造 	<p>自律システム、ロボット工学、ポジショニング、タイミング、センシング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 先端ロボティクス ・ 自律システム運用技術 ・ ドローン、群ロボット、協調ロボット ・ 先端イメージング技術 ・ 先進センサー技術 ・ 衛星・測位技術 ・ 推進、極超音速、誘導システムなどの先進航空宇宙技術 ・ 潜水艦推進や廃棄物管理を含む原子力技術
<p>AI 技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットワークとディープラーニングを含む機械学習 ・ AI アルゴリズムとハードウェア・アクセラレータ ・ 音声及びテキスト認識、分析、生成を含む自然言語処理 	<p>バイオテクノロジー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生物学的製造を含む合成生物学 ・ 神経工学及びブレイン・コンピュータ・インターフェイス ・ ゲノム及び遺伝子の配列決定と解析 ・ ワクチンと医療対策 ・ 核、抗ウイルス、抗生物質を含む新規医薬品
<p>高度情報通信技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高度データ分析 ・ 高度光通信 ・ 5G 及び 6G を含む高度無線周波数通信 ・ 高性能コンピューティング ・ 保護的サイバー・セキュリティ技術 ・ 仮想世界 	<p>クリーンエネルギー生成・貯蔵技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排出削減技術 ・ 先進エネルギー貯蔵技術 ・ 指向性エネルギー技術 ・ 大規模再生可能エネルギー発電 ・ バイオ燃料を含む低排出代替燃料 ・ 小規模分散型エネルギーハーベスティング
<p>量子テクノロジー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 量子コンピューティング ・ ポスト量子暗号 ・ 量子通信 ・ 量子センサー 	

2021年11月にCTPCOがとりまとめた「クリティカル・テクノロジーのためのブループリント」ではオーストラリアの国益のためにクリティカル・テクノロジーを保護・促進するためのビジョンを概説している。ブループリントは4つの目標と7つの行動の柱によって支えられており、重要技術の経済的機会と国家安全保障上のリスクとのバランスをとる国益レンズを通して、重要技術の推進と保護に焦点を当てている。7つの行動の柱は以下の通りである¹⁸⁵。

1. オーストラリア国民が、重要技術を活用し、貢献するための正しい知識と技能を身につけるようにする
2. 重要技術の研究と商業化に投資する
3. 重要技術の信頼できるサプライチェーンへのアクセスを確保する
4. 重要なシステム、ネットワーク、インフラに安全で信頼できる技術を導入する
5. 政策、規制、標準が目的に適合するようにする
6. 重要技術への投資における国益を考慮する
7. 重要技術のリスクと機会に関する認識、回復力、行動を促進し、重要技術の知的財産と資産を保護する

同じく11月にCTPCOは「クリティカル・テクノロジーのための行動計画」も公表し、重要技術を保護・促進するためのオーストラリア政府の具体的な行動を示し、ブループリントの対応フレームワークの下でこれらの行動を分類している。具体的な行動としては以下の4種類が示されている。

¹⁸⁵ Critical Technologies Policy Coordination Office (2021) Blueprint for Critical Technologies.

- A. 後悔しない (No regrets) [一般的に最も低いコスト] 問題の規模に関係なく、レジリエンスを構築する低コストの行動。これらの行動は、政府、産業界、学術界、オーストラリア市民が、重要な技術によってもたらされる課題と機会に対応できるよう支援するためのものである。
- B. 対応的支援 (Responsive support) [一般的に低コスト] 市場の回復力に対応した支援。対応的支援は、混乱が生じない限り、ほとんどコストを伴わない。クリティカル・テクノロジーの文脈では、政府が「応答的」に対応する必要があるディスラプションの例として、望まない技術移転やクリティカル・テクノロジーへの供給途絶が挙げられる。不況、パンデミック、環境大災害のような広範な混乱も、オーストラリアの重要技術の保護・促進能力に影響を及ぼすため、政府の対応が必要となる。
- C. 先制的支援 (Pre-emptive support) [一般的に中程度のコスト] 重要技術へのディスラプションが国益に重大な影響を及ぼすと予想され、それに対応するよりも課題や機会を予測することが急務である場合に、早期かつ的を絞った行動をとること。ディスラプションの影響を管理するには、ディスラプションの発生の有無にかかわらず、先行コストと継続コストがかかる。
- D. オンショアリングと規制 (On-shoring & regulation) [一般的に最も高いコスト] 経済活動や社会活動を直接規制する行動、及び/または民間投資によって支えられている分野から資源を転換する行動。このような措置は、重要技術の主権的能力を確立しようとするものであったり、望まない技術移転などのリスクを軽減しようとするものであったりする。市場を歪め、政府の先行投資と継続的な投資を必要とし、産業界に規制負担を課す可能性があるため、一般にこうした措置は高いコストを生む。

クリティカル・テクノロジーを保護・振興するための新たな政府の行動計画としては、量子技術の実用化に向けた量子商業化ハブ (Quantum Commercialisation Hub) と、クリティカル・テクノロジーのためのオーストラリア・インドセンターの設立が挙げられている。一方、既存の取り組みとしては、民間宇宙プログラム、5Gや将来のコネクティビティ計画、AI 行動計画、国家水素戦略、医療研究未来基金などが位置づけられている¹⁸⁶。

オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO)

CSIROは、革新的な科学技術によって最大の課題を解決し、オーストラリアのイノベーション能力を高める共同研究を促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である。2016年、CSIROは新たな研究プログラム「フューチャー・サイエンス・プラットフォーム」(Future Science Platform: FSP)を開始した。これは、現在進行中の未来志向の科学研究に対する最大級の投資であり、時を経て、未来の製造、合成生物学の応用、量子コンピューティング、健康と医療技術の開発などを含む多様な研究ポートフォリオを表すまでに成長した。これらの分野の多くは、デジタルデータと機械学習による計算能力の向上を利用し、私たちの生活のあらゆる側面で新たな予測や産業開発を推進している。FSPプログラムは2017年から実施されており、FSPは約5年から8年のライフサイクルで追跡している。最初のFSPのうち4つが成熟し、アクティブ・インテグレートド・マター (Active Integrated Matter)、デジスケープ (Digiscape)、プロービング・バイオシステムズ (Probing Biosystems)、シンセティック・バイオロジー (Synthetic Biology) である。これらのFSPの技術とアウトプットは、パートナーやCSIROビジネスユニットに移行された¹⁸⁷。

「責任あるイノベーション (Responsible Innovation: RI) 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である。RIは、分野横断的な能力として組み込まれるのではなく、そ

¹⁸⁶ Critical Technologies Policy Coordination Office (2021) The Action Plan for Critical Technologies.

¹⁸⁷ <https://www.csiro.au/en/about/strategy/Future-Science-Platforms>

れ自体がFSPとして資金提供される。オーストラリアのRIプログラムの開発には、欧州の研究者たちの研究が活用された。例えば、オーストラリアの科学技術開発にRIを提供するための10年間のインパクト・パスウェイの開発は、オーストラリアの研究・イノベーション部門の関係者だけでなく、ドイツ、フィンランド、ノルウェー、英国の経験豊富な同僚の意見を取り入れて改良された。世界の研究者の教訓を参考にすることで、他の文脈で試されたアイデアや経験した課題が、オーストラリアの研究プログラムの設計に反映されたのである。その過程で、欧州で用いられていた責任ある研究・イノベーション（RRI）という概念も参考にされたが、欧州との共同研究では欧州委員会にかかわるファンディングの縛りが逆に重荷になるために異なる用語が選択された。また、CSIROとして科学の領域だけではなく、社会のための科学技術を発展させるという責務を担う意味もあった。また、市民の観点からも実社会に影響を与えることが研究者には期待されており、イノベーションというより広い概念が適当とされる。だが実際は、科学者の研究文化やコミュニティを変えていくことは非常に難しく、責任ある研究やイノベーションといった言葉の意味や、そこから行動してほしいことを伝えるために多くの議論が内部でなされている。一方、市民に対するRIに関するサーベイも実施した結果、RIの認識は市民と科学者で異なっていることが明らかとなった¹⁸⁸。

最も重要な設計上の決定は、何がうまくいき、何がうまくいかなかったかを明らかにするために、異なる科学ポートフォリオを横断する実験を支援する研究プログラムを立ち上げることであった。このためには、RIの成果に同じようにオープンで、意欲的な共同研究者を特定する必要があり、トップダウンでRIの枠組みを設計し、それを組織全体に適用しようとする当初のモデルに取って代わった。このアプローチは、オーストラリア全土におけるRI研究の裾野を広げるだけでなく、RI能力のより強固な基盤構築のために大学が自らの資金を投入する意欲を示している。この共同研究は、50：50のマッチング・ファンドの取り決めに基づいており、共同出資の初期キャリア研究者を受け入れ、応用と学術の両方の研究環境で働く経験を提供する。その意図は、今後何年にもわたってRI研究とその応用を試験し検証するために、初期キャリア研究者とその受入組織間の協力ネットワークを育成・強化することである¹⁸⁹。オーストラリア政府やCSIROとしては、可能な限り多くのプロジェクトにRIの考え方を埋め込もうとしている。

たとえば、RIのFSPの一つに「生成AIの導入と利用の社会的ダイナミクスのマッピング」というプロジェクトがある。ここではData 61¹⁹⁰と協力し、生成AI技術をどのように責任を持って採用し、倫理的に、包括的に、そして最終的には社会的な利益のために設計・導入できるかを伝える研究を進めている。そのためには、社会科学、心理学、データサイエンス、AIの専門知識を駆使した学際的なアプローチが必要となる。このプロジェクトでは、年齢、性別、文化的背景、社会的地位、教育レベルなどの要素を含め、人々のアイデンティティがAIとの関わり方をどのように形成するかを調査している。これは、人々の社会的背景、自分が何者であるかという感覚、そして自分がどこに属していると感じているかということが、学習や新しい技術の使用に対するアプローチの仕方に大きな影響を与えるという理解から来ている。人間の思考、感情、行動を文脈に依存するものと考え、AIと人間の相互作用を支える心理的基盤を検証する。これらの洞察により、AIとの関係における自分の役割について様々な人々がどのように感じているのか、この関係の質に異なる文脈がどのように寄与しているのか、そして人々のアイデンティティがどのようにこれらの相互作用の質と結果を形作っているのかを明らかにする¹⁹¹。

188 Interview with Jusitne Lacey, January 31, 2024.

189 Lacey, J. & Fielke, S. (2023) "Australia", pp. 237-240 in L. Hennen et al. (eds.) *Technology Assessment in a Globalized World : Facing the Challenges of Transnational Technology Governance*, Springer.

190 Data 61はCSIRO内の1つのビジネスユニットで、データやデジタルの専門家で構成されている。ここでは機械学習とAIや、人間と機械とのCI（Collaborative Intelligence）についてのFSPをホストしており、ポスドクが参加するプログラムも展開している。

191 <https://research.csiro.au/ri/how-social-dynamics-shape-ais-impact-on-society/>

I. フィンランド

1990年の経済危機を背景に、フィンランド議会はフォーサイトと連動した新たな国家機構と政策立案プロセスを考案し始めた。以来、フィンランドのフォーサイト能力と未来志向の政策は他国の規範的なモデルとなっている。先見的なガバナンスにおいて、フィンランドには（1）行政、（2）議会、（3）研究機関、（4）社会・学協会という独立した4つの主体があり、お互いがネットワーク化されている。総理府のフォーサイト機能である「議会未来委員会」（Parliamentary Committee for the Future：PCF）、その他の研究機関、学術機関、利益団体などが緊密に連携し、フォーサイトの成果を政策立案や、未来志向のプログラムに活用している。

フィンランド政府はフィンランド・イノベーション基金（Sitra）とともに全国フォーサイト・ネットワークを運営し、月1回の会合とフォーサイト・フライデーの集いを実施している。その目的は、「フィンランドの新たな課題と機会に対する認識を高め、意思決定において議論、研究、検討できるようにする」ことである。また、フィンランド未来研究センター（Finland Future Research Centre：FFRC）、フィンランドアカデミー、Sitra、フィンランド未来学会、FinnSightネットワーク、ビジネスフィンランドなど、様々な研究・学術機関が共同で様々なフォーサイト・プロジェクトを調整・実施している。人口約550万人のフィンランドにおいて官民合わせて700名もの関係者がフォーサイト活動に従事している。これらのフォーサイトの実践は、専門家の未来に対する流暢な態度を涵養し、一般市民の未来のリテラシーを高める機会を提供している¹⁹²。

総理府（Prime Minister's Office：PMO）のフォーサイト部門は選挙期間と同じ4年ごとに「政府未来報告書」を発行している。PMOは通常、目標と共通テーマを定め、各省庁の専門家とともにフォーサイト活動を調整する。また、首相は関連するステークホルダーとの国家的な共同フォーサイト活動を主導し、担当閣僚から構成される政府フォーサイト・グループを任命する。同グループでは各省の視点と能力に基づいて問題を検討するため、12の分野別未来レビューを作成する。このレビュー・プロセスによってフォーサイトの成果の適用可能性と実現可能性が証明されれば、実施が促され、プロジェクトが開始される。このほか、PMOと閣僚グループは未来志向の議論の場を提供しているが、意思決定との結びつきは限定的であるとされる。

政府はフィンランドの未来について議会の任期を超えるほどの長期的な展望を示すことが法律によって義務付けられている。これは、国の将来にとって重要であると政府が考えるテーマについて、議会任期中に1度発行される報告書という形で行われる。報告書を受け取った議会は、報告書のテーマに関する議会の解説とさらなる見解を盛り込んだ独自の報告書をもって、政府の将来観に答える。この2つの文書を合わせて、次期政府プログラム（長期的課題に関する国政の行動計画）のビジョン・ベースとなる。報告書が次の選挙で選ばれた政府や、その政府による政府プログラムに与える影響は、当然のことながら選挙や政府を形成する政党のアジェンダにも影響される。しかし、少なくとも理論的には、政府と議会が作成した報告書は、政府綱領の策定過程で考慮されなければならない。こうすることで、前政権が提示した政策提言を、政府プログラムを通じて次期政権が実施できるメカニズムが生まれる。

未来報告書は各省庁が設定する他の政策提言と同様、政府に帰属する。政府報告書に対応する議会報告書は議会未来委員会が作成し、政府によって検討される必要のある議会の公式文書である。議会が報告書に特別決議（ponsi）を盛り込むことを選択した場合、決議で言及された課題は直ちに政府を拘束し、政府はこれに直接取り組まなければならない。決議は唯一の法的拘束力を持つ要素であり、このプロセスの最も重要な部分である。最新の2017年/2018年版報告書に関連して、議会未来委員会は報告書作成プロセスそのものを取り上げた決議案を提示した。決議案は、対話と関与を促進するため、政府は報告書を2段階プロセスで作成する慣行を継続すべきであるとした。さらに委員会は、報告書作成プロセスを、さまざまな省庁が共

¹⁹² Heo, K. & Seo, Y. (2021) "Anticipatory governance for newcomers : lessons learned from the UK, the Netherlands, Finland, and Korea", *European Journal of Futures Research* 9 : 9.

同で取り組む継続的な予見プロセスと、よりしっかりと結びつけることを提案した。

政府は、決議の実施状況について毎年議会に報告しなければならない。実施テーマとその状況に関する定期的な報告は、議会が決議で十分な対応がなされたら同意し、プロセスを中止する許可を与えるまで続けられる。このように、フィンランドの制度では、議会は一般的なレベルで政府にコメントや指示を与えることができ、政府を拘束する決議を定めることもできる¹⁹³。

議会未来委員会（Parliamentary Committee for the Future : PCF）

1992年、フィンランド経済の破綻を受けて、未来に関連する問題を専門に扱う世界初の議会委員会となる未来委員会（PCF）が臨時委員会として設置された。同委員会の創設者は、エーロ・パロヘイモ博士とマルツティ・ティウリ博士である。その後、委員会は1994年に恒久的な地位を与えられ、速やかに任務とテーマを定めた。未来委員会は立法案に関する提出書類の作成に重点を置き、これまで新しい大学、原子力発電所の建設許可申請、遺伝子組み換え植物の生産に関する法律など、重要性の高い立法案件に貢献してきた。同委員会は、各議会任期中に一度、関連するシナリオや未来図を含め、フィンランドの現状について一般的な調査を行うこととされ、その専門家はフィンランド未来研究センター（FFRC）によって任命される。

PCFの任務の本質は、立法案を作成することではなく、未来に関連する機会、脅威、ウィークシグナルを調査・監督することにある。未来委員会には意見を形成する役割があり、フィンランド社会は未来に備えるためにこのようなサービスを必要としている。2011-15年の国会任期中には、委員会は直接民主主義、新しいコミュニケーション、参加型運営モデルの開発に集中し、ブリュッセルのEPTA（欧州議会テクノロジーアセスメント）ネットワークやフランス議会など、他の国際連携機関の活動にも参加している。

PCFはフォーサイト・プロジェクトに参加したり、政府の未来報告書を見直したりするために、民間団体、非公式団体、非政府団体を結びつけているほか、先見的な学習の場（教育や研修の場など）としても機能している。

第一に、PCFはフィンランドの将来を見据えた議論のためのネットワークを構築し、独自のフォーサイト・プロジェクトを考案するために一般市民から体系的なクラウドソーシングを行っている。例えば、2009年の「長期的気候・エネルギー政策に関する政府先見性報告書」や、2012年にPCFが立ち上げた「Radical Technology Inquirer」プロジェクトが知られている。未来志向の積極的なPCFメンバーは、さまざまなフォーサイト・テーマに関する公開討論を促進し、影響を与えている。

第二に、フォーサイトの計画段階において、委員会は議会全体を代表して報告書の第一版をレビューする。さらに、官邸と民間の専門家グループ双方によるレビューとともに、報告書承認から1年後に準備プロセスの有効性を再度評価する。

第三に、PCFは若手・新人政治家が未来志向の姿勢を身に付け、他の国会議員、特に未来志向の先輩議員との協力の仕方を学ぶ場となっている。PCFはコンセンサスを基本に活動し、将来の可能性について共通の見解を持つよう議員を支援している¹⁹⁴。

PCFは、1990年代には報告書の発案者として重要な役割を担ってきた。特に2000年代におけるPCFの積極的かつ独立した役割は、未来調査プロセスの制度を強力に推進し、維持してきた。未来委員会の強みは、政権党のメンバーだけでなく野党の代表もそこに集まり、将来の可能性に関する共通の見解を発展させることにある。例えば、2013年、2017年、2018年の報告書が発表されたときに在任していたフィンランドの2人の首相は委員会のメンバーであり、そのうちの1人は2003年から2007年にかけて委員会の議長を務めた。

¹⁹³ Kurki, S. (2021) “Towards national systems level foresight? Understanding the role and future directions of citizen participation in the production of Finnish national foresight reports”, *Futures* 132, 102781.

¹⁹⁴ Heo & Seo (2021) *op.cit.*

未来委員会の重要な役割は、未来志向の学習の場を提供することである。若手政治家や新人政治家が、可能性のある未来を志向する場となっている。

フィンランド未来研究センター（FFRC）

フィンランド未来研究センター（Finland Future Research Centre：FFRC）は1992年に設立された研究開発と研修に重点を置くトランスディシプリナリーな学術組織であり、現在はトゥルク大学経済学部の一部門として、未来研究とフォーサイトに焦点を当てている。1920年に創立されたトゥルク大学は2010年にトゥルク経済大学と統合し、国際競争力のある研究大学として高度な学際的研究を基盤とするようになった。FFRCはトゥルクのほか、ヘルシンキ、タンペレにオフィスを持ち、50名を超えるスタッフのほか、100名以上の修士・博士学生を擁している。年間35～40本のプロジェクトを抱え、2021年の売上は274万ユーロに達し、その75%は外部資金によるものである。

FFRCはフィンランド国内において、未来研究とフォーサイトの開発者やイノベーターとして特別な任務を遂行しており、フィンランド議会の未来委員会の常任顧問も務めている。これにより、フィンランドの意思決定者と連絡を取り合う絶好の機会を有している。また、毎年開催されるFFRCの未来会議には、フィンランドの市民や意思決定者だけでなく、様々な分野の世界的に著名な未来学者や研究者が一堂に会する¹⁹⁵。

フィンランド未来アカデミー（FFA）

フィンランド未来アカデミー（Finland Futures Academy：FFA）は、フィンランドの9大学（アールト大学、ヘルシンキ大学、ラップランド大学、ラッペーンランタ工科大学、タンペレ工科大学、タンペレ大学、トゥルク大学、オーボ・アカデミー大学）のネットワークであり、フィンランドにおける未来研究の学術教育及び研究プログラムを提供するため、1998年に設立された。同アカデミーはトゥルク大学のフィンランド未来研究センター（FFRC）が統括している。

FFAは、国内の専門知識を世界的な卓越性に変えるためのプラットフォームを提供することを目的としている。FFAは、参加者に協力の可能性、同僚性、国際的なつながりを提供し、未来研究の革新的な教育・研究の機会を提供することで、各分野で成功するための新しい方法を示している¹⁹⁶。

FFAの学習モジュールは、フィンランド全土の加盟大学で提供されており、学部生と大学院生を対象とした学術教育を通じて、未来志向の専門家を育成している。修士課程は2004年、博士課程は2005年、国際修士課程は2007年から開講されており、修士課程では未来研究、戦略的イノベーションと未来創造、学際的な持続可能開発など、様々なプログラムが用意されている。

フィンランド未来学会

フィンランド未来学会（Finnish Society for Futures Studies）は1980年、政府の中央研究審議会の推薦により設立された。設立メンバーにはフィンランドの14の高等教育機関が名を連ね、現在、同学会には14の機関会員と700人近い個人会員がいる。フィンランド未来学会は、未来研究とその活用を推進することにより、フィンランド社会の長期的発展に影響を与えることを目的としている。

同学会は設立以来、幅広い学問分野にわたって未来に関連する研究をコーディネートしてきた。学会の活動としては、夏に開催される大規模な年次大会のほか、定期的な会合やセミナーが挙げられる。同学会はローマクラブの活動に強い関心を寄せているほか、世界未来学連合（World Futures Studies Federation：WFSF）と世界未来学会（World Future Society：WFS）のメンバーとして、これらの会合やその他の国

¹⁹⁵ <https://www.utu.fi/en/university/turku-school-of-economics/finland-futures-research-centre/about>

¹⁹⁶ <https://tva.utu.fi/en/>

際活動へのフィンランドからの参加を奨励している¹⁹⁷。

ビジネスフィンランド

ビジネスフィンランド（Business Finland）はフィンランド技術庁（Finnish Funding Agency for Technology and Innovation : Tekes）とFINPROなどの合併により2018年に設立された、政府が全額出資するフィンランドの公的機関である。760人以上の専門家が、世界40カ所以上のオフィスとフィンランド国内16カ所の地域オフィスに勤務している。ビジネスフィンランドはフィンランド経済雇用省傘下に置かれ、イノベーションの資金調達と貿易、投資、旅行促進を行っている。具体的な活動としてたとえば、新宇宙経済プログラムの下、フィンランドの宇宙研究への資金提供のほか、ヤング・イノベティブ・カンパニー資金提供プログラムの下でスタートアップ企業への資金提供などが挙げられる。ビジネスフィンランドでは、これまで以上にフィンランド経済のニーズに応え、よりニーズを重視した形でサービスを提供することを目指している。また、社会の大きな変化から生じる機会をより積極的に捉え、持続可能な発展を戦略と事業の中心に据えていくこととしている¹⁹⁸。

フィンランドは競争の激しいグローバル市場で成功するため、変化が起こるのを待つのではなく、積極的に望ましい方向へと変革を目指している。このため、ビジネスフィンランドは、多くの関係者や幅広い国際的専門家とともに、フィンランドにとって最も重要な9つの将来の成長機会を特定し、フィンランドの企業や研究機関がそれらに注力できるようフィンランドの公的機関は積極的な支援を行っている。

成長機会の特定には4段階のプロセスを経ている¹⁹⁹。第一に、国際的な専門家とともに、将来的にグローバル市場の変化を生み出す12の混乱（disruptions）を特定した。

1. 気候変動に対する緩和と適応の加速
2. エネルギー市場の自然エネルギーへのシフト
3. 生活環境の悪化 - 生物多様性の危機
4. 資源獲得競争
5. 人口動態の変化
6. 価値観の変化
7. 相互接続とデジタルの世界
8. 脱グローバル化
9. 社会システムと世界秩序への挑戦
10. 共有された経験と信頼の浸食
11. 仕事の変容と分業化
12. グローバルな知識不足と人材獲得競争

第二に、12の混乱によって2035年までに起こりうる、もっともらしく、望ましい10の発展経路（development paths）と11の重要な能力を記述した。

1. 気候危機への関心は、緩和から適応へと移行しつつある。

¹⁹⁷ <https://www.tutuseura.fi/english/>

¹⁹⁸ <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/home>

¹⁹⁹ Business Finland (2022) “It’s time to think big : Finland defining the future”, available at <https://www.businessfinland.fi/4a7dd7/globalassets/finnish-customers/news/news/2022/its-time-to-think-big-bf-teemastrategia.pdf>

2. 自然エネルギーへの移行が進む一方で、エネルギーシステムはより弾力的で公正かつ安全なものになりつつある。
3. 生物多様性の影響が定量化され、生活環境を守るための行動が始まっている。
4. 循環型社会とよりグローバルなシステムが、資源危機の解決策となる。
5. デジタルの移行は、より透明で平等な世界を可能にする
6. 社会はますます多様化し、企業や個人に変化を求めている
7. 気候危機は世界を結束させ、テクノロジーは信頼の回復に活用される
8. 政府や企業が内向きになる一方で、個人の力が増大する
9. 仕事は、生きがいのある人生を実現するものへと変化している。
10. 知識は世界の複雑な問題を解決するために再定義される

第三に、成長機会のロングリストを収集し、フィンランドにとって最も重要な9つの将来の成長機会を特定した。

表I-1 フィンランドにおける将来の成長機会

1. デジタル化をベースとした、コネクティビティの次の波による生産性の向上	産業のデジタル化と新しいアプリケーションへのコネクティビティの次の波の拡大を通じて生産性を高める
2. 予測、予防、技術の進歩による包括的な健康と福祉	健康データの活用と新たな健康技術の導入により、健康と福祉に関連する新たなイノベーションを生み出し、患者と臨床医の価値を向上させる
3. セクター統合とシステム・アプローチによるカーボンニュートラルで強靱なエネルギーシステム	レジリエントで柔軟さがあり、信頼でき、安定性のあるエネルギーシステムの開発
4. バイオベースの新素材と二酸化炭素回収用素材による、素材関連の資源問題の克服	自然をベースとしたイノベーションとサイドストリームを活用し、現在の材料の代替品を見つけることで、カーボンニュートラル産業への移行を可能にする
5. 食品イノベーションによる安全で持続可能な未来の栄養	新しい付加価値のある食品イノベーション、透明性のあるデータベースのフードチェーン、食品の安全性・安心性を開発し、未来に耐える食品システムを形成する
6. 新素材や化石素材の使用をなくすことによる、廃棄物ゼロとサーキュラーエコノミー	AIとデジタル・アプリケーションを通じて、製品を循環させ、マテリアル・チェーンを最適化することにより、パーজন材料の使用をなくすソリューションを創造する
7. 自然にインスパイアされた北欧の都市主義を通じて、生活を豊かにする建築環境の実現	多様な市民グループのためのサービスを備えた、北欧の自然にインスパイアされた生活に基づく、ますます住みやすくなる建築環境を設計・創造する
8. バーチャル・フロンティアのパラダイム転換を加速させることによる、魅力的で没入感のある体験	仮想体験を創造、関与、共有する新しい方法を開発することで、メタバースがもたらす機会を活用する
9. データ主導のグリーン・イノベーションによる天然資源の責任ある利用	持続可能な林業や、気候変動に対応し、社会的に持続可能な採掘・抽出・鉱物加工ソリューションを開発する

第四に、フィンランドにとって重要であると認識された事業機会に基づき、ビジネスフィンランドの活動の方向性を示す「デジタル化による生産性の向上」、「包括的な健康と福祉」、「カーボンニュートラルで強靱なエネルギーシステム」、「廃棄物ゼロとサーキュラーエコノミー」、「魅力的で没入感のある体験」という5つのテーマ別重点分野を選定した。これら5つの重点分野は、今後数年間、プログラムやキャンペーンなどのプロ

付録
各国・地域の
未来洞察の
取り組み

グラム活動の方向づけや資金配分など、ビジネスフィンランドの活動に反映される²⁰⁰。

また、ビジネスフィンランドは、2019～2020年に日本の科学技術・学術政策研究所(NISTEP)とサーキュラーエコノミーに関する共同研究を実施している。具体的には、NISTEPにて実施済の第11回科学技術予測調査に用いた702の科学技術トピックのうち、まずフィンランド側でサーキュラーエコノミーに関する161トピックを選択した。これら161トピックについてフィンランドでデルファイ調査及び専門家ヒアリングを実施し、その結果を日本の第11回科学技術予測調査のデータと比較することで、サーキュラーエコノミーに関連したトピックについて両国間の違いを明らかにした。この結果、各科学技術トピックの国際競争力と重要性の傾向は、日本とフィンランドでは真逆の相関関係がみられた。例えば、農業、都市や環境に関する大部分のトピックは日本と比較してフィンランドの方が早期実現すると予想したが、他方、ICTと材料科学の多くのトピックは日本の方が早期実現すると予想した²⁰¹。

フィンランドVTT技術研究センター

フィンランドVTT技術研究センター(VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.)は、フィンランド国営の非営利有限責任会社である。VTTは、国内外の民間及び公的セクターの顧客やパートナーに対して、研究及びイノベーションに関するサービスや情報を提供している。VTTはフィンランドのイノベーションシステムの一翼を担い、経済雇用省の委任を受けて活動している。2015年に国立標準認定研究機関(Centre for Metrology and Accreditation : MIKES)と合併して有限責任会社となったことで、VTTは発明の商業化に伴う「死の谷」を克服するため顧客や環境の変化に対応しやすくなり、金融市場でより自由に活動できるようになったとされる。

VTTの戦略的フォーサイトプロセスは(1)出発点の設定、(2)事業環境の調査、(3)代替的な未来の特定、(4)戦略目標の特定、(5)解決策の創造、という5つの部分から構成される包括的かつ実践的なアプローチを採用している。



図I-1 VTTにおける戦略的フォーサイトのプロセス

200 <https://www.businessfinland.fi/en/whats-new/news/2022/finlands-future-growth-opportunities>

201 浦島邦子(2020)「サーキュラーエコノミー社会のためのフォーサイトーフィンランドとの共同研究成果」『STI Horizon』6(4), 29-33.

また、このプロセスの各段階において以下の独自概念を持つ。

- ・ Future Radar：複雑な世界における成長機会の特定。幅広いデータソースを使用して、新興技術やビジネスモデルなど、将来の機会に関する視覚的なレーダー・ビューを作成する。フューチャー・レーダーは、戦略立案や製品・サービス開発のサポートに活用しうる。
- ・ Future Customer：意思決定をサポートするために、将来の顧客と消費者行動に関するインサイトを作成し、これらのインサイトをビジネスの意思決定と成長につなげるのを支援する。フューチャー・カスタマー研究は、異なる分野の手法を組み合わせ、顧客志向のビジネス発展のための戦略的ビジョンを生み出す。
- ・ Future Design：フューチャー・デザインは、ビジネスやサービスのデザイン手法とフォーサイトを組み合わせたものである。特定された将来の機会に基づき、新しい製品やサービス、例えばビジネスモデルの開発を支援する。

ビジネス上の利益はプロセスのすべての段階で得られる。VTTでは将来の機会と脅威を特定し、研究開発の優先順位を見つけ、戦略的選択肢に構造を与え、刺激的な将来の目標を作成し、顧客やその他の利害関係者を巻き込む。また、組織や人材の将来の能力も強化する²⁰²。

VTTでは2022年に「持続可能なイノベーションと成長のための戦略的フォーサイト」という2年間の研究プロジェクトを開始した。ビジネスフィンランドから150万ユーロを超える資金提供を受け、12の企業とタンペレ大学がこのプロジェクトに参加している。戦略的フォーサイトは企業が戦略的マネジメントのインパクト、新規事業開発、経営環境における変化や混乱要因の特定などを支援することができるかと期待されている。この研究プロジェクトは、企業が将来の機会を予測し、活用することを可能にする組織能力と実践を開発するため、企業と協力して戦略的先見性の手法、ツール、実践を開発することを目的としている²⁰³。

Sitra（フィンランド・イノベーション基金）

フィンランド・イノベーション基金（Sitra）はフィンランド議会の監督下で運営される独立した公的財団である。もともとSitraは1967年にフィンランド議会がフィンランド独立50周年を記念して設立されたもので、競争力と成長を確保し、フィンランドの将来にわたって発展させるという使命が与えられた。1970年代に未来学がSitraのアジェンダの一部となり、1981年に2010年のフィンランド経済を展望した報告書（Suomen talous 2010）では自動車の一部が電気で動くようになることが予測され、フィンランドの未来に関する議論が活発になる。1992年、これまでフィンランド銀行の下で運営されてきたSitraはフィンランド国会の下で直接運営されることになり、国はSitraにノキア株を提供し、基金資本の調達を可能にした。2010代になるとメガトレンドに関するSitraの取り組みが実を結び、電子サービスチャネルはデジタル社会の基盤となりつつあり、Sitraは成長産業としてのヘルステクノロジーの役割を加速させている。数十年にわたる気候変動への取り組みは、サーキュラーエコノミーへの国家ロードマップとして結実した。さらにSitraはフィンランドにインパクト投資を導入し、幅広い社会的影響力を持つ真に未来志向の組織へと発展した²⁰⁴。

Sitraの運営上の独立性は、その資金調達モデルによってさらに強化されている。Sitraは政権を担当する政府に対して答弁する義務を負わず、国家予算にも依存しない。その代わりに、その運営資金は寄付金の利益と事業による利益で賄われている。法律によれば、資金は安全かつ収益性の高い方法で運用されなければなら

²⁰² <https://www.vttresearch.com/en/ourservices/strategic-foresight>

²⁰³ “Significant funding for strategic foresight research to VTT”, 17 December 2021, <https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/significant-funding-strategic-foresight-research-vtt>

²⁰⁴ <https://www.sitra.fi/en/topics/history/>

らない。Sitraの基金からのリターンは年平均約3000万ユーロ。Sitraは中核となる基金を支出したり、税金から生じる政府資金を受け取ったりすることはない。Sitraはビジネスフィンランドと比較されることがあるが、両者の役割は異なる。Sitraは企業や新興企業に投資して新たな収益事業を創出するのに対し、ビジネスフィンランドは省庁を通じて政府の一部であり、明確な利益動機なしに企業や大学の研究に資金を提供する。

Sitraは、国内外に影響力を持つシンクタンクであり、実験と運営を推進し、協力の触媒としても機能する、独立した未来志向の基金である。2021-2014年に取り組むテーマとしては（1）生態学的持続可能性の危機に対する解決策を見出すこと、（2）公正なデータ経済を促進すること、そして（3）民主主義と参加を強化することである。

Sitraのフォーサイト活動の基本は、未来に関する情報の作成である。メガトレンドは重要な進展に関する洞察を提供し、ウィークシグナルはより意外な進展に焦点を移すことでこれを補い、その他の研究は未来思考のさまざまな側面を説明する。また、フォーサイト情報を解釈し、活用するためのツールやサポートも提供している。フォーサイトの目的は、正確な未来予測を行うことではなく、長期的かつ広範な言説の一部として、さまざまな可能性のある未来についての洞察を生み出すことである。Sitraではステークホルダーと密接に協力し、潜在的な未来に関する知識を生み出し、解釈する。そのために新たな機会を設定し、未来について議論する人々の数を増やしていくとしている²⁰⁵。

Sitraの「メガトレンド」は、フォーサイト活動の重要な成果である。このレビューはステークホルダーの戦略作業に広く使用されているツールとなっている。私たちはメガトレンドの作業をウィークシグナルや様々なツールで補ってきた。これらはFuturemaker's toolbox²⁰⁶を通じて誰でも利用することができる。

また、数年おきに「フューチャー・バロメーター」と呼ばれる公開調査を実施し、未来やメガトレンドに関する人々の考えを測定している。2023年の調査では、フィンランド人の未来に対する信頼が希望に満ちたものであることが示された。ここで未来とは今後10~20年の間に起こることを指している。若者の不況が叫ばれているが、「フューチャー・バロメーター」では、若者は未来に対する強い信念を持つ特別なグループであるとしている。彼らの未来への関心（91%）は、2019年と2021年のバロメーターよりもさらに確固たるものとなっている。ロシアによるウクライナへの侵略戦争、インフレ、エネルギー危機、COVID-19の大流行も、未来を左右する可能性に対する人々の信念を崩しておらず、フィンランド人の80%以上が、その可能性を信じている²⁰⁷。

全国フォーサイト・ネットワーク

フィンランド全国フォーサイト・ネットワーク（National Foresight Network）は、フィンランドのフォーサイト・データ制作者を集めている。このネットワークは、総理府とフィンランド・イノベーション基金Sitraによってコーディネートされ、フォーサイト関係者のための討論・調整フォーラムとして機能し、様々なイベントを開催している。イベントは全国フォーサイト・ネットワークが定期的に行うオープンなミーティングであり、そのトピックや内容は様々で、フォーサイトに関するプレゼンテーション、トレーニング・イベント、ネットワーキングの機会などがある。フォーサイトや未来研究に関心のある人なら誰でも参加できる²⁰⁸。

全国フォーサイト・ネットワークによる活動はForesight.fiというサイトから発信されている。同サイトにはブログ記事、ポッドキャスト、さまざまなトレーニングセッションやフォーサイトツールなど、フォーサイトや未来への意識を高める内容が掲載されている。また、ニュースレターも発行しており、購読者登録をしたユー

205 <https://www.sitra.fi/en/themes/foresight-and-insight/#publications>

206 <https://www.sitra.fi/en/projects/toolbox-for-people-shaping-the-future/>

207 <https://www.sitra.fi/en/news/futures-barometer-finns-confidence-in-the-future-has-not-faltered-even-amidst-crises/>

208 <https://vnk.fi/en/foresight/national-foresight-network>

ザーに最新のフォーサイトに関するニュースを届けている。また、参加者からも問題提起や意見を歓迎しており、双方向的な機能を持っている²⁰⁹。

フィンサイト

フィンサイト (Finnsight) は Sitra、ビジネスフィンランド、教育文化省、フィンランド国立教育委員会、フィンランドアカデミー、総理府が共同で開催する最大のイベントであり、全国的なフォーサイト・ネットワークの一部である。イベントではフィンランドにおけるフォーサイト活動を一堂に集め、公開討論を行う。2022年のフィンサイトでは、現地開催と全国的なウェブキャストの2部構成であり、午前中は未来の電力をテーマに全国の多数のフィンサイト・スタジオにて開催される。スタジオは誰でも開催することができ、限られた同僚を招待するものから、誰でも参加できるワークショップを開催するものまで、自由な形式を選択できる。ウェブキャストでは高校生の気候戦士 (climate warriors) やソーシャルインフルエンサー、コンサルタント、成人教育センターといったメンバーによるパネルディスカッションも設けられている²¹⁰。

209 <https://www.foresight.fi/frontpage>

210 <https://www.sitra.fi/tapahtumat/189655/>

J. シンガポール

シンガポールにおけるフォーサイトの起源は、1980年代後半にシンガポール海軍の軍人であったピーター・ホーが、国防省（Ministry of Defence：MINDEF）における軍装備品の調達において検討したシナリオ・プランニングに遡る。国防省の調達は10～15年先を見据える必要があったことから、軍では1991年にシナリオ・プランニング部門を設立し、シナリオ・プランニングは1993年に長期的な政策・戦略開発ツールとして政府に正式に採用された。1995年、シナリオ・プランニングの機能は国防省から総理府（Prime Minister's Office：PMO）に移管され、総理府内の公共サービス課にシナリオ・プランニング・オフィス（Scenario Planning Office：SPO）が設置された。初代室長Lim Soo Hoonの下、SPOでは1997年に最初のシナリオを作成・発表した。その過程で地政学的・経済的な問題は強く意識されていたものの、国民的なアイデンティティやシンガポールへの定住、地域社会とのつながりといったソフトな社会的問題はあまり注目されていなかったことがわかった。そこでシナリオは、もっともらしく、かつ意思決定者の現在の前提や世界観に挑戦するようデザインされた。こうしてSPOは3～5年ごとに国家的なシナリオ演習を実施し、可能性のある未来について考えを新たにし、変化する現実や運営上の前提を考慮に入れた。

2003年、シナリオ・プランニング・オフィスは戦略政策オフィス（Strategic Policy Office：SPO）と改名され、さまざまな省庁間のタスクグループの調整機関としての役割も担うようになった。新体制となったSPOの最初の仕事のひとつは、政府全体での戦略策定を調整するため、省庁横断チームの結成を推進することであった。それは、それぞれの国別・重点シナリオによって部分的に特定された重要課題について、具体的なフォローアップを提供するためのものであった。各チームは、複数の省庁やその他の機関の管轄にまたがる合理化が必要な特定の政策課題に取り組むために設置された。これらのチームは通常、上級公務員が率い、関連する政策領域の専門家と、新鮮で革新的な視点を提供できる他の政策領域の担当官の両方で構成されてきた。このチームは、シンガポールの経済規制の枠組み、中間所得層の労働者が直面する状況、明日の消費者、人材、市民となる今日の若者がもたらす潜在的な機会と課題など、幅広い課題に取り組んできた。省庁横断チームの活動を補完するため、SPOは政府全体の戦略的計画と予算配分サイクルに向け、財務省との緊密な連携を開始した。これは、一方では予算計画と資源配分プロセス、他方では戦略策定プロセスの整合性を確保するためである。

この統合システムの基盤となっているのは、各省庁に割り当てられた「ブロック予算」であり、基本的には、各省庁がそれぞれの戦略的成果と優先事項に基づいて最終的な配分を行う権限を与えられた支出上限である。政府全体の計画プロセスは設計上も必要上も流動的なプロセスであり、シンガポールが直面する課題の数、範囲、深さが増すにつれて、より多様なツールを含むように開始以来進化してきた。このプロセスは、国家シナリオの下で行われた作業や、補完的なプロセスである政府全体統合リスク管理（Whole-of-Government Integrated Risk Management：WOG-IRM）フレームワークを考慮に入れている²¹¹。

SPOでの最近の重点シナリオ・プロジェクトはニューメディアと気候変動の2つである。

1. ニューメディアの出現がシンガポールの社会と政策決定環境にどのような複雑性をもたらすか
2. 地球温暖化の一次的な地球物理学的影響が、例えば農業、人の移動、地政学、特にアジア太平洋における国家間の国際経済的相互作用など、さまざまな二次的、三次的影響にどのようにつながるか

2004年には安全保障分野の観点からリスクアセスメント及びホライズン・スキャニング（Risk Assessment and Horizon Scanning：RAHS）プログラムが開始され、ピーター・ホーが総理府の国家安

²¹¹ Public Service Division (2011) Conversations for the Future, Volume I：Singapore's Experiences with Strategic Planning (1988-2011). Prime Minister's Office, Singapore.

全調整事務局（National Security Coordination Secretariat：NSCS）にオフィスを立ち上げた。2006年には、経済動向とそれがシンガポールに与える経済的影響を調査するために、通産省にフューチャーズ・グループが設立された。ピーター・ホーはまた、2010年にSPO内に戦略的未来センター（Centre for Strategic Futures：CSF）を構想・設立し、フォーサイト能力の構築に注力している。2010年以降、いくつかの省庁で戦略的フォーサイト・グループの設立が検討され、2020年8月現在では、以下の省庁がフォーサイトの実践や役割に言及したユニットを設置している²¹²。

- ・ 総理府戦略的未来センター（CSF）
- ・ 総理府公務員研修所（Civil Service College）- ラーニングフューチャーズ・グループ
- ・ 総理府国家気候変動事務局 - 政策イノベーションと未来
- ・ 教育省スキルフューチャー・シンガポール - 未来室
- ・ 労働省 - 戦略と未来
- ・ 国家開発省住宅開発委員会 - 戦略的未来室
- ・ 通商産業省 - 未来・戦略・計画課
- ・ 持続可能性・環境省 - 調査・未来・計画課
- ・ 持続可能性・環境省シンガポール食糧庁 - 未来部
- ・ 運輸省 - 未来・変革課
- ・ 運輸省シンガポール民間航空局 - 未来・情報課未来・戦略開発係

RAHS

シンガポール政府は、1990年代からシナリオ・プランニングの手法を年次戦略計画・予算サイクルに取り入れていたが、1997年のアジア通貨危機や2001年の米国9.11同時多発テロを始め、複雑化する社会状況に十分に対処できないことが明らかとなった。そこでワイルドカードなど新たな戦略的課題をシナリオ・プランニングに組み込んだRAHS（Risk Assessment and Horizon Scanning：RAHS）プログラムを2004年に開始し、研修やコンサルタント、共同プロジェクトを通じて政府当局と学術機関、国際的パートナーとの連携を深めている。

RAHSシステムは、特定の政府省庁に属するものではなく、総理府内の国家安全保障調整事務局（National Security Coordination Secretariat：NSCS）の一部である。これは2つの部局に分かれ、一つは、テロリストの脅威に関する戦略的分析を提供し、パートナー機関のテロ対策能力構築を支援する合同テロ対策センター（Joint Counter Terrorism Centre：JCTC）である。もう一つは、国家安全保障計画、政策調整、戦略的脅威の予測という3つの役割を担う国家安全保障調整センター（National Security Coordination Centre：NSCC）である。

2005年7月の発足以来、NSCCはRAHSを支える概念的・方法論的枠組みの開発を主導してきた。NSCCは、リスクアセスメントとホライゾン・スキャンニングに関する概念と手法の研究を行い、シンガポール政府内の他のパートナー機関と協力し、学界や民間イニシアティブなど他の分野の専門知識を活用している。NSCC内では、リスクアセスメントとホライゾン・スキャンニング・グループがフォーサイトの中心的役割を担っており、ホライゾン・スキャンニング・センター（HSC）の本拠地であるとともに、リスクアセスメントとホライゾン・スキャンニングに貢献する他の様々な機関を調整している。

シンガポール政府におけるフォーサイトとは、大きく分けて、政府全体の情報ネットワーク、技術指向の研

²¹² Choo, E. & Fergnani, A. (2021) “The adoption and institutionalization of governmental foresight practices in Singapore”, Foresight 24 (1), 19-36.

究開発能力センター、そして一般市民へのアウトリーチ・プログラムの3つの活動を指す。

HSCはまず、テロ対策情報、バイオ・医療・サイバー監視、海洋安全保障、エネルギー安全保障をカバーする20の機関からなる政府全体の情報ネットワークを調整する。ネットワーク内の情報共有は、技術的に進んだ方法で戦略的スキャンの結果を文書化するサービス指向アーキテクチャ（Service-oriented Architecture：SOA）によって促進される。この政府全体のネットワークは、ノード・ツー・ノードの理念に基づいて構築されている。各機関は、他の機関とのデータ交換を通じて参加し、それによって相互運用可能な共同環境の構築に貢献する。これにより、異なる機関のデータやツールが、発見・共有可能なウェブサービスとして扱われ、活用される。こうして各機関は、独自のスキャンやオープンソースから収集した情報をシステムに供給し、他の機関から提供されたデータから利益を得る。このシステムは、機密ネットワーク（クローズド・ネットワーク）と非機密ネットワーク（オープン・ネットワーク）の2つの独立したネットワーク上で実行される。このシステムは、ユーザーが大量の情報を処理したり、リポジトリ内の記事を検索したり、必要な情報を素早く抽出するためにさまざまな分析を行ったりするのに役立つ。また、ユーザーは、受信したデータや既存のデータセットにメタタグを付けてコメントしたり、データの異常値を増幅するためにそれらを視覚化したりすることができる。さらに、データ構造化サービスによって、関連する整合性マトリクスを含むシステム・マップの構築や、形態学的分析の実行が可能になる。このシステムには、システム思考や複雑性分析など、これまでワークショップの場で適用されてきた概念が取り入れられている。

RAHSの第二の柱は実験センター（REC）であり、RAHSシステムの探求、実験、強化に重点を置いた技術志向の組織として2007年10月に発足した。RECは、シンガポールの国防科学技術庁（Defence Science and Technology Agency：DSTA）によって運営され、主に2つの活動を推進している。第一は、新しいコンセプトや技術を運用の文脈で実証するための実験を行い、政策アナリストとともにリスクアセスメントとホライゾン・スキャンの有用性を判断することである。第二に、RAHSシステムが複雑な問題の解決にどのように役立つかを実証するため、政府機関とのケーススタディに参加している。代表的な例としては、シンガポールへの鳥インフルエンザ侵入に関するシナリオを検討し、地域で発生したアウトブレイクの脅威レベルを評価した事例調査がある。このように、RECには2つの主な目標がある。1つは、技術スキャンとイノベーションセンターとしての機能である。他の政府機関、学術機関、民間部門と協力し、RAHSシステムに関連する新しい技術ツールの調査や実験を行うための中心的な役割を担っている。他方、RECはシステム全体が継続的な技術開発を受け、その能力を拡大する斬新なコンセプトや技術を導入することも保証している。RAHSシステムはさらに、政府以外の機関にも普及するよう、一般への働きかけのプロセスを開発する戦略を策定した。最も重要なこととして、RAHSシステムはシンガポールの大学に関与し、システムに関するフィードバックを得るとともに、政治、社会、経済の各領域に適用できるモデルの構築を支援している。このような取り組みにより、RAHSシステムは研究目的で利用できるようになり、同時にシンガポールの若い世代がホライゾン・スキャンの概念や手法を採用しやすくなっている。さらに、NSCCは南洋理工大学を拠点とする大学院レベルの未来学プログラムの監督を支援し、セミナーやワークショップの開催に携わり、シンガポール政府内で未来志向の考え方の幅と深さを広げるために、手法の専門家やその他の講演者を招いている。さらに、アウトリーチ・プログラムでは、民間セクターの専門家の専門知識と知恵を活用するため、信頼できる専門家ネットワークの構築も目指している。

シンガポールのRAHSシステムは、省庁間の協力を促進し、政府内だけでなく外部の情報源からも、関連する可能性のあるすべての情報を集め、政府全体で効果的な情報共有と視点共有を可能にする。RAHSシステムは、政府の戦略的計画策定プロセスにとって不可欠なものとなっている。RAHSシステムは、多様性を奨励し、長期的な投資として考えられており、シンガポールの特殊な状況において何が最も効果的であるかにつ

いての理解を深めるのと並行して発展する可能性のある発見のプロセスとして概念化されている²¹³。

戦略的未来センター（Centre for Strategic Futures : CSF）

シンガポールは、1980年代後半に国防省で実験的に未来計画の取り組みを始めた。1995年、政府は総理府にシナリオ・プランニング・オフィスを設置し、政府全体の視点からシナリオを策定した。同室は2003年に戦略政策室（SPO）と改称され、先見のな仕事と戦略策定との結びつきが強化された。2009年には、戦略的未来センター（CSF）がSPO内に未来シンクタンクとして設立され、盲点となりうる問題に焦点を当て、オープンエンドで長期的な未来研究を進め、新しいフォーサイトの方法論を試行している。2015年7月1日、CSFは総理府に新設された戦略グループの一員となり、政府全体の戦略立案と優先順位付け、政府全体の調整と開発、シンガポール公共サービスにおける新しい能力のインキュベーションと触媒作用に焦点を当てるようになった。

CSFの使命は、シンガポール政府が新たな戦略的課題に対処し、潜在的な機会を活用できるよう、以下のような体制を整えることである²¹⁴。

1. 戦略的予測とリスク管理のための能力、考え方、専門知識、ツールを構築する
2. 将来のトレンド、不連続性、戦略的サプライズに関するインサイトを開発する
3. 情報に基づいた政策立案を行うために意思決定者にインサイトを伝える

CSFは、シナリオ・プランニングの枠を超え、突発的で非連続的なトレンドに対処するために、「シナリオ・プランニング・プラス」（SP+）と呼ばれる独自のフォーサイトツールを開発した。このツールは、シナリオ・プランニングを中核としながらも、ウィークシグナルの分析、ブラックスワンやワイルドカードの分析に適した、より広範なツール群を活用している²¹⁵。SP+における6つの目的は、それぞれ以下の通りである。



図J-1 SP+における6つの目的

213 Habegger, B. (2010) “Strategic foresight in public policy : reviewing the experiences of the UK, Singapore, and the Netherlands”, *Futures* 42 (1), 49-58.

214 <https://www.csf.gov.sg/who-we-are/>

215 <https://www.csf.gov.sg/our-work/our-approach/>

1. 焦点の定義 (Defining Focus): 問題の本質を見極めるには、複雑性理論家デイブ・スノーデンの「サイネフィン・フレームワーク問題定義」などのツールが用いられる。このフレームワークは、問題を単純、複雑、複雑、カオス、無秩序の5つの領域に分け、問題を分類し、属する領域に基づいて適切な解決策を見出すことを目的としている。
2. 環境スキャン (Environmental Scanning): 外部環境を体系的に調査し、その性質と変化のペースを理解し、潜在的な課題と機会を特定する。ツールには、様々な分野のオピニオンリーダーを幅広く招き、重要な新たな課題を特定する「新たな課題分析」などがある。
3. センス・メイキング (Sense Making): 未加工の情報を使って、問題の包括的で理解しやすい全体像を構築すること。例えば、ドライビングフォース分析と優先順位付けは、潜在的な引き金となる事象が既存の傾向をどのように変化させるかを検討し、ステークホルダーへの潜在的な影響に基づいて優先順位を付けるためのツールとして使用する。もう一つのツールは、強み・弱み・機会・脅威 (SWOT) フレームワークで、どの分野に最も注意を払う必要があるかを特定するために、4つの重要な角度から体系的に問題を考えるために使用する。
4. 可能な未来の開発 (Developing Possible Futures): もっともらしい未来の状態を理解するために、物語やモデルを作成すること。このツールには、シナリオ・プランニングが含まれる。シナリオ・プランニングでは、もっともらしい未来のシナリオのストーリーを用いて、仮定に異議を唱え、長期的な戦略について考えるきっかけとする。また、バックカスティングでは、望ましい、あるいは恐れている未来を定義することから始め、現在と未来をつなぐ政策やプログラムを特定するために逆算する。
5. 戦略デザイン (Designing Strategies): 架空のシナリオ・ゲームの中で戦略や紛争のシミュレーションを行うウォー・ゲーミングなどのツールを使って、未来への洞察を考慮に入れながら戦略を練る。
6. モニタリング (Monitoring): 予測される未来や実施された戦略の関連指標を追跡すること。そのようなツールの一つが早期警報システムであり、リスクを分析し、潜在的な重大脅威を監視・警告し、これらの脅威に対する対応能力を構築するために使用される。

CSFでは、多様な人々と交流し、意見を交換することで、シンガポールの偏見や盲点を明らかにし、事業環境に関する新たな洞察を生み出している。CSFは、訪問、海外出張、有償コンサルティング、インタビュー、イベントの企画などを通じて、年間200人以上のオピニオンリーダーに会っている。また、シンガポール政府の様々な部署の未来学者と定期的に会合を持ち、ベストプラクティスを共有し、政府内でのフォーサイト実践を進めている。

また、CSFの重要な役割の一つは、政府全体でSP+ツールキットを共有することである。そのための主な手段として、公務員研修所で、政府のフォーサイト業務に関連する主要なスキルやツールを紹介することを目的とした「フューチャークラフト」と呼ばれる一連のワークショップを設けている。ワークショップはフォーサイト入門、SP+ツールとファシリテーション、シナリオ・プランニングといったセッションに分けられている。

2011年から2019年まで隔年ごと、7月にフォーサイト会議を開催し、国内外から著名な有識者を招き、特定のテーマで議論を行っている。各回のテーマは「アジアの未来と世界における位置づけ」(2011)、「フォーサイトと公共政策」(2013)、「2035年のグローバル都市」(2015)、「アイデンティティと抱負」(2017)、「ソサエティ4.0」(2019)であった。

K. インド

科学技術省傘下の技術情報・予測・評価評議会（Technology Information Forecasting and Assessment Council：TIFAC）は、インドにおける主要なTA組織である。TIFACは、「技術ビジョン2035」の策定や、知的財産権、零細・中小企業、技術開発、商業化に関するミッションモード・プログラムやイノベーション関連プログラムの支援など、重要な仕事をしている。しかし、広義のTAに取り組んでいる組織は他にもあり、最近ではヘルステクノロジーアセスメント（Health Technology Assessment：HTA）が注目されている。インドのTA活動は多岐にわたるが、TA活動を調整する中央機関は存在しない。インドでは量子技術、人工知能（AI）、ゲノム編集などの新興技術の活用に取り出しており、TAに注意を払うことが急務である。1983年の技術政策声明では、TAを「高度に洗練された技術、大規模な投資、国家安全保障に関連する技術輸入のあらゆるケースで助言を提供する（有能な）グループ」で構成される機構と定義し、これが後にTIFACの設立につながった。

しかし、公的機関によるインドの科学・技術・イノベーション（STI）に関するビジョンは、多くの場合、科学に対する国民の理解の欠如モデルに基づいている。その結果、TAは参加型TAや構築的TAを通じて根付くのではなく、そのようなアプローチに限定されている。参加型TAに類似した唯一のイニシアティブは、Bt Brinjal（ナスの遺伝子操作品種）に関するもので、その結果、政府はBt Brinjalのモラトリアムを宣言した。宇宙から産業・応用研究、原子力、農業まで、インドでSTIを扱う省庁が多岐にわたることを考えれば、「テクノロジーアセスメント」とは呼ばないかもしれないが、計画立案プロセスや政策決定メカニズムの一部である技術・イノベーションの何らかの評価があるべきであることは明らかである。しかし、これらはほとんどの場合、各省庁の一部として機能する内部的なメカニズムであり、インド会計監査院（Comptroller and Auditor General of India）のような機関による外部評価は、規制の枠組みや行政機能に限られている。他方、学術機関や大学にはTAを行う十分な能力がなく、またその義務もない。市民社会団体の中には、STI政策や、バイオテクノロジーや製薬のような一部の分野に関連する技術に積極的なものもあるが、TAは彼らの「得意分野」ではないことは確かであるとされる²¹⁶。

技術情報・予測・評価評議会（TIFAC）

科学技術・予測・評価評議会（TIFAC）は技術フォーサイトなどの報告書を準備し、インドの知識生産を牽引する多様な活動を行う知識ネットワーク制度である。現状の技術の評価し、インドの将来の技術開発の方向性を決めることを使命としている。TIFACは常に変化する技術シナリオや急速に発展する地政学的関係やそのインド経済へのインパクトに対する政府の応答に向けて重要な役割を果たしている。

TIFACは1996年、A・P・J・アブドゥル・カラム博士の指導の下、インドを先進国にすることを目的とした「技術ビジョン2020」（TV2020）を発表。その後、TIFACは、過去20年間における世界レベルでの経済状況、地政学、技術分野の大きな変化に対応するため「技術ビジョン2035」を作成し、2016年1月3日にマイソール大学で開催された第103回インド科学会議で、首相によって公表された。

技術ビジョン2035は、2035年のインド人の姿を予測し、彼らのニーズとそれを満たすために必要な技術を明らかにしたものである。この文書は、TV2020文書で想定された様々なセクターの進捗状況を、今日現在のパフォーマンスと比較分析することにより、TV2020の実践を回顧し、安全、繁栄、アイデンティティという人間の3つの基本的ニーズの相互関係を分析し、すべての国民が保証されなければならない12の特権と、各特権に必要な重要技術を異なる時間軸でグループ化することにより、人々の願望を捉え、セクター全体に広範な影響を与えるためにインドが立ち向かうべき10の壮大な課題を特定した。また、横断的な技術として、

²¹⁶ Srinivas, K.R. (2023) "India", pp. 255-257 in L. Hennen et al. (eds.) Technology Assessment in a Globalized World : Facing the Challenges of Transnational Technology Governance, Springer.

材料、製造、情報通信技術（ICT）に焦点を当てている。さらに、インドの能力と制約、主要な関係者、ビジョンを行動に移すための主要な活動も取り上げている。最後に、総合的な国力に対する技術の影響について考察している²¹⁷。

付録

各国・地域の
未来洞察の取り組み

217 <https://www.tifac.org.in/>

作成メンバー

総括責任者 倉持 隆雄 上席フェロー STI基盤ユニット
加納 寛之 フェロー STI基盤ユニット

調査報告書

CRDS-FY2024-RR-01

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～

令和 6 年 4 月 April 2024

ISBN 978-4-88890-910-5

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/crds/>

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。
著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。
なお、本報告書の参考文献としてインターネット上の情報が掲載されている場合には、本報告書の発行日の1ヶ月前の日付で入手しているものです。
上記日付以降の情報の更新は行わないものとします。

This publication is protected by copyright law and international treaties.
No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law.
Any quotations must be appropriately acknowledged.
If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact crds@jst.go.jp.
Please note that all web references in this report were last checked one month prior to publication.
CRDS is not responsible for any changes in content after this date.

FOR THE FUTURE OF
SCIENCE AND
SOCIETY



CRDS

<https://www.jst.go.jp/crds/>