

ELSI-Hiroshima WS 2025

新興技術のELSI/RRIの動向

ー 科学技術・イノベーション政策の視点からー

2025年3月17日 (月)

国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)

研究開発戦略センター (CRDS)

STI基盤ユニット フェロー

濱田 志穂

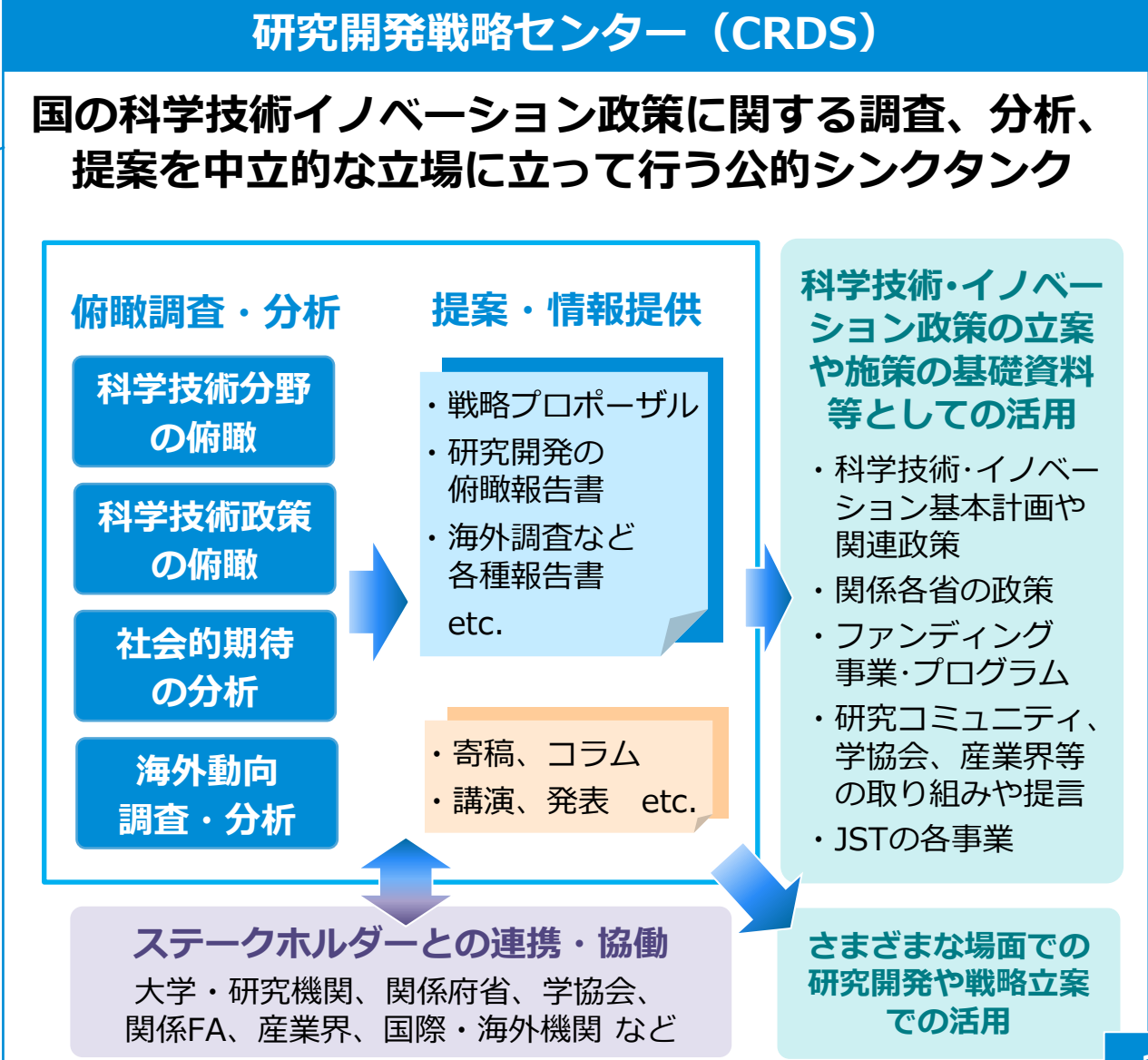


科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) の紹介

科学技術・イノベーション政策推進の中核的な役割を担い、日本全体の研究開発成果の最大化を目指す
国立研究開発法人



©2025 CRDS



自己紹介に代えて

大学入学時、「文理融合」元年。環境政策論、政策形成意思決定論などを学ぶ。長崎大→名古屋大→上智大を経て、ポストク時代にJSTのプロジェクトマネジメントに携わり、公的競争的資金の仕組みに関心。JSTに入職。

CRDS-FY2023戦略プロポーザル

『科学技術・イノベーションの土壌づくりとしてのELSI/RRI 戦略的な科学技術ガバナンスの実現に向けて』

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2023-SP-01.html>



CRDS-FY2023調査報告書『海外の「総合知」事例 – 社会課題解決に向けた研究・イノベーションにおける知の融合 –』

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2023-RR-09.html>

CRDS-FY2024調査報告書（4月公表予定）『「総合知」に着目した科学技術・イノベーション政策のデザイン』

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-RR-15.html>

CRDS-FY2023戦略プロポーザル『次世代AIモデルの研究開発』

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2023-SP-03.html>

CRDS-FY2024調査報告書『人工知能研究の新潮流2025 ～基盤モデル・生成AIのインパクトと課題』

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-RR-07.html>

CRDS-FY2024調査報告書（4月公表予定）

『ジェンダード・イノベーションの潮流

–セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーション–』 …など

<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-RR-05.html>

その他、JSTでの担当事業として：

未来社会創造事業「持続可能な社会の実現」領域

社会技術研究開発事業「科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への包括的実践」研究開発プログラム（RInCA） …など

本日の話題提供の構成

1. はじめに

- ・「ELSI」と「RRI」の基本的な考え方と背景
- ・ ELSI/RRIの実践に取り組む「3つの意義」と、これからの課題

2. 研究・イノベーションエコシステムから考えるELSI/RRIの実践

－国内・海外のケーススタディからの学び－

3. 科学技術・イノベーション政策とELSI/RRIの関わり

－次期科学技術・イノベーション基本計画の議論から－

- ✓ 重要・新興技術ガバナンス
- ✓ 経済安全保障、研究セキュリティ
- ✓ ジェンダード・イノベーション
- ✓ シチズンサイエンス

研究開発の現場におけるELSI/RRIへの取り組みの視点と、それが国の科学技術・イノベーション政策や、イノベーション・エコシステム全体とどうつながっているだろうか、ということを考えながら、聴いていただけると幸いです。
ご質問・ご意見は随時受け付けます。

「ELSI」と「RRI」の基本的な考え方と背景

ELSI/RRI とは： 研究開発から社会実装に至るイノベーションプロセスの初期段階から、科学技術がもたらしうる倫理的・法的・社会的課題を探索的・予見的に把握・対応するための取り組みや、実現したい価値の創造に向けて、社会との応答を通じてよりよい知識生産のあり方を追求していく試み

	ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) 倫理的・法的・社会的課題	RRI (Responsible Research and Innovation) 責任ある研究・イノベーション
基本的な考え方	- 科学技術の存在を前提に、それが人々や社会に対してどのような倫理的・法的・社会的影響をもたらすのかを事前に把握・検討・対処する取り組み - 科学技術に関わる倫理的・法的・社会的課題の学術研究、倫理指針や法制度の整備・遵守などが原型の取り組み	- 目指す社会像や価値から顧みて直面する課題に挑戦する「手段」として科学技術を捉え、研究開発・イノベーションの基盤、実践、成果の普及に至るプロセスをよりよいものへと転換させる取り組み - ELSIへの取り組みに加えて、多様なステークホルダー関与、アクセシビリティや応答性、包摂性などに重点が置かれている点に特徴
背景	1990年に開始した米国のヒトゲノム計画において、研究予算の一部を科学技術の倫理的・法的・社会的影響に関する研究に割り当てることを決定したことに発端 - その後、2001年のナノテク・イニシアティブにより加速。研究開発や社会実装に伴う課題そのものを指すだけでなく、課題の把握・検討・対処に関わる営みとして発展	2000年代以降、主に欧州における科学技術ガバナンスと市民参加の流れを汲み、米国発のELSIから発展的に普及した概念 - 欧州の枠組プログラムHorizon 2020の基幹プロジェクト「社会と共に/社会のための科学」(SwafS) の中心概念として導入され、次期枠組プログラムHorizon Europe (2021-2027) では、プログラム全体を通して基盤的に推進する概念として浸透

*米国では、バイオ分野で LEEDR (Legal, Ethical, Environmental, Dual-Use, and Responsible Innovation) へと概念拡大を試行。
*医学系研究ではELSIが主流であり、RRIではなく、患者・市民参画 (PPI : Patient and Public Involvement) が重視されている。

戦後の被爆者の健康影響評価、アシロマ会議など医学・生物学の倫理の議論、激甚公害から地球環境に至る環境影響、幾度の原発事故などの前史を経て、さらに現在、COVID-19、データサイエンスや生成AI、合成生物学などが急進。

ELSI/RRI実践に取り組む「3つの意義」と、これからの課題

倫理？ チェックリスト？ 社会受容？ 人文・社会科学の役割？ 技術開発のブレーキ？ … だけではない。

1. 科学技術がもたらすインパクトの健全化 → ELSI/RRIの「守り」の文脈

- ・ 人間や社会・環境に不可逆で甚大な変容をもたらすかもしれない影響・リスクを予見し、必要な準備を共有する。
- ・ 未来世代にわたって人間と社会に調和する科学技術・イノベーションの発展に寄与することが期待できる。

2. 科学技術・イノベーションにおける日本の競争力への寄与 → ELSI/RRIの「攻め」の文脈

- ・ 先端科学技術に関する国際的なルール・規範形成の交渉において、アカデミアの専門性は必須
- ・ ルール・規範形成への上流への関与は、競争力の源泉として不可欠な要素

3. 研究開発の自律性の確保 → 研究開発の「価値」について、研究コミュニティ自ら声を上げることの意味

- ・ ELSI/RRIの実践は、新興技術の開発や実装自体の中止を迫るような出来事を予め回避することにつながる。
(e.g. 1975年 アシロマ会議 ⇒ 2017年 アシロマAI23原則)
- ・ 社会への責任を果たす姿勢（我々は何者か、どこに行くのか）を研究コミュニティ自らが示すことが、研究の自律性の担保につながり、ひいては長期的に科学技術・イノベーションの促進につながる。

重要・新興技術ガバナンス、経済安全保障（研究セキュリティ）などへの要請は強くなっていく。国研・センター等のハブ機能の役割もますます重要に。多様な価値をアラインする機能、政策ミッションへの「問い」の投げかけ、科学コミュニティ自らのGood Scienceに向けた取組と意思、が重要ではないか。

**研究・イノベーションエコシステムから考える
ELSI/RRIの実践：
国内・海外のケーススタディからの学び**

課題の性質や、科学技術の特性・技術成熟度の違いへの着目

プロポーザル検討にあたって、さまざまな技術分野のケーススタディを実施。

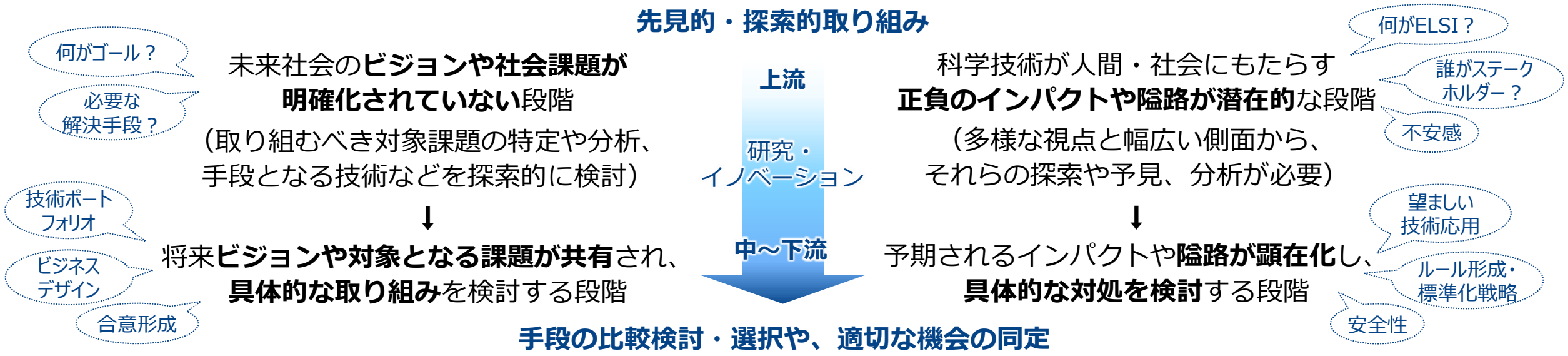
➡ 解くべき社会課題の性質や問題状況、科学技術の特性や技術成熟度などによって、ELSI/RRIの取り組み方(Why, What, How)は多様。ディシプリンの融合や多様なステークホルダーの参画の必要性は共通するが、研究開発のデザインやマネジメントが異なる。 **「新興技術」はさらに、混合かつ加速度的に進む難しさ。**

社会課題起点 (社会システム変革が鍵)

解決すべき問題や目標を掲げ、科学技術を含むそのための手段や構成要素など諸々の取り組みを設計することが必要。

科学技術駆動 (技術によるゲームチェンジ)

科学技術を社会に実装するため、既存の法制度や様々な社会システムとのギャップやコンフリクトの解消・調整が必要。

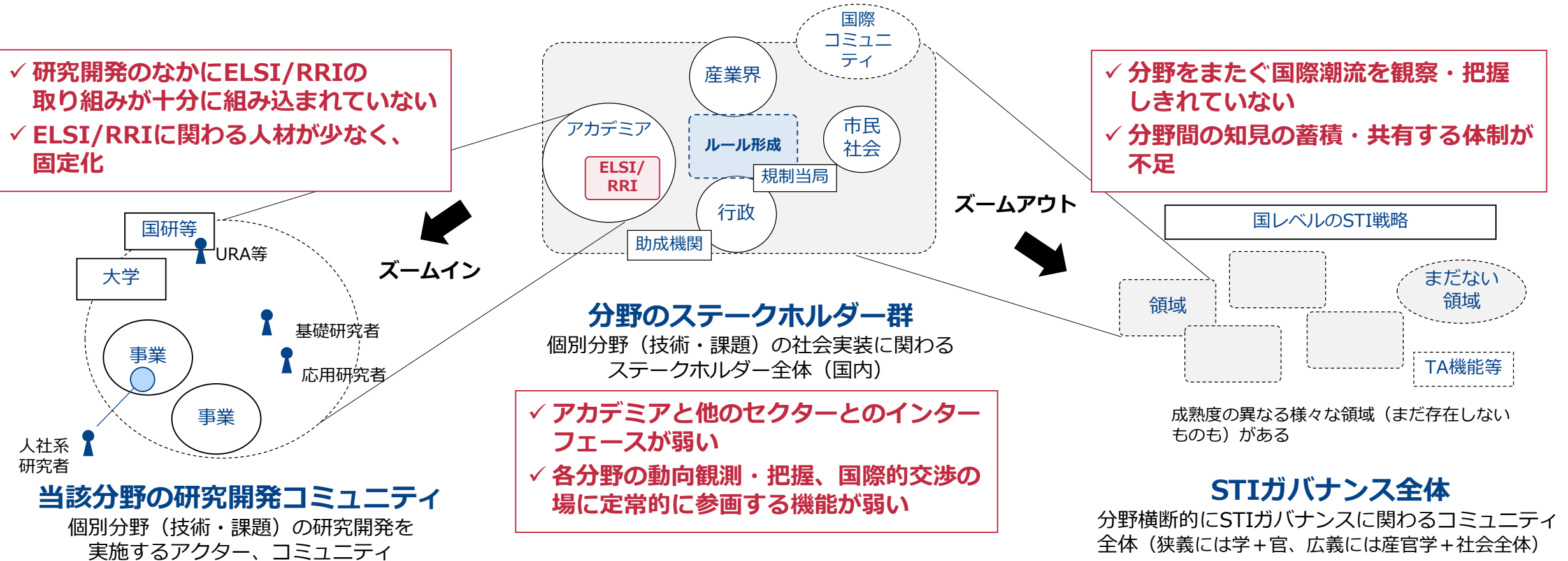


課題の性質や、科学技術の特性・技術成熟度の違いへの着目

人工知能 (AI)	ニューロテック	食肉培養	ナノマテリアル
- 第3次AIブームで発展したAI技術に端を発するが、各国国家戦略の中でも重要な位置付けにあり「科学技術起点/社会課題起点」の両方の側面を持つ - ELSI論点：安全性・信頼性の懸念、人間の置き換え、プライバシーの懸念、新たな犯罪や悪用、試行誘導 など - なお、2022年からの生成系AIをめぐる議論など、技術の進展に応じて常に新しい論点が生まれている。OECD AI原則を受けたGPAI、AI倫理・ガバナンスを含む国際標準化が進む。ともに日本は重要な役割を担い善戦。新しいルール・規範形成に積極的に関与できるかが今後の日本の研究・産業を左右しうる	- ここ数年産業応用が急進展するニューロテクノロジーを巡る、主として「科学技術起点」 - ELSI論点：脳情報とプライバシー、データの扱い、エンハンスメントの是非、監視・操作やデュアルユースの可能性、製品の安全性や有効性、DIYテックのリスク など - 米国BRAIN Initiativeと欧州Human Brain Projectにおいて神経科学のELSI/RRIで括られる実践が集中的に進められてきた。日本でも産学コンソーシアムやMS事業の中で取り組みが進展。急成長する市場に対応すべく世界で進むルール形成に、国内の関係者が関与し、適切なルール形成の実現が求められる	- 要素技術は確立されているが、プロダクトとしての培養肉は世の中に存在しないモノであり、「科学技術起点/社会課題起点」の両方の側面を持つ - ELSI論点：環境影響、食料安全保障、安全性(感染症・抗生物質・遺伝子改変)、既存産業との関係、規制・認証、食文化、食の禁忌、動物倫理 など - 技術開発と上市を目指した投資が同時並行で進む中、各国域内での市場形成や法制度の検討は始まっているが、国際的なルール・規範は未整備。日本国内では、議員連盟、産学官コンソーシアム、NPOなど協働の場ができてつつあるが、国際ルール形成を意識した議論の加速が必要	- 主として「科学技術起点」 - ELSI論点：ナノスケール新規物質の環境面・健康面での安全性評価、規制・標準化 など - 多岐にわたる物質の評価は、物質のカテゴリー化・グルーピング等によるリスク評価の効率化が行われており、このメタレベルの議論がルール形成の「上流」と言える。 日本は物質のグルーピング段階でのルール形成で苦戦。欧州のREACH規則の改正において、ナノマテリアルが規制対象となり登録義務付けに。諸外国も国家イニシアチブでナノテク・新材料政策を戦略化。日本も、上流のルール形成プロセスに積極的に参画する戦略が求められる

ケーススタディ 国内のELSI/RRI研究と科学技術ガバナンスをつなぐ上での課題

現状、国内で取り組まれているELSI/RRIの研究活動が、科学技術ガバナンスと連動する上でその機能や役割を果たせていないとしたら、問題はどこにあるだろうか？ *有識者インタビューやWSなどからCRDSにて整理



〈問題分析のための3つのレイヤーと、分野共通で確認された課題〉

A I の事例：研究・イノベーションエコシステムから考える

2023年、AIガバナンスが各国首脳レベルの重要アジェンダに。国家的な研究ネットワークの中でAIガバナンスと研究開発が一体となって推進される体制構築の様相。米・英は、AI Safety Institute設立とあわせて、AI Safetyや責任あるAIのためのプログラムやプロジェクトを相次ぎ始動・加速。

国際的AIガバナンスの活発化

技術のみならず、よりよいAIの社会
実装に向けた土壌づくりの国際競争に

G7	10.30 広島AIプロセスに関するG7 首脳声明。 12.1「広島AIプロセス G7デジタル・技術 閣僚声明」採択 ・高度なAIシステムを開発する組織向けの行 動規範などを定めた。
OECD	2023.07 OECD AI Policy Observatoryに て、新しい専門家グループ（ OECD Expert Group on AI Futures）設立。
国連	2023.10 AIに関するハイレベル諮問機関 設立 ・SDGsへのAI活用やAIガバナンスに関して 議論、2023年中に中間報告予定。 ・1800人の候補者から選ばれた39人の専門 家が任命（日本からは江間氏・北野氏）
EU	12.12 EU AI Actが欧州議会、EU 理事会および欧州委員会から成る三者会議 にて大筋合意に
欧州 評議会	・2024年3月の条約交渉妥結に向け、AI条約 交渉が進展中。



英国 AI Safety Institute

1) AIシステム評価、2) AI Safety研究、3) 情報交換の促進をコア機能。
研究所の最高経営責任者（Chief Executive）の任命プロセスを開始。

[Alan Turing研究所と密に連携。](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65438d159e05fd0014be7bd9/introducing-ai-safety-institute-web-accessible.pdf)

* <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65438d159e05fd0014be7bd9/introducing-ai-safety-institute-web-accessible.pdf>

新プログラム：Bridging Responsible AI Divides

(BRAID) UKRI傘下の芸術・人文科学研究会議（AHRC）がファンド
する3年間のプログラム(850万ポンド～15億円)。責任あるAIに向け
STEM領域と芸術・人文学の接続を掲げる。

新プログラム：Responsible AI UK (RAI UK) 23年6月始
動。5年間で3100万ポンド（～56億円）をUKRIがファンド。サザンブ
トン大学が中核となり、産業界も含むAIの国際的なエコシステム形成、
研究開発プログラムの実施、スキル形成、パブリック&政策エンゲージ
メントを掲げる。



米国 AI Safety Institute (USAISI) NISTはコンソーシア
ム設立に向けた公募開始。NIST は、AI リスク管理フレームワーク(AI
RMF) の実現に貢献できる機関を募集（12/2まで）。NISTと契約を交わ
し、コンソーシアムへも参加。

**新研究拠点：Institute for Trustworthy AI in Law &
Society (TRAILS)** **米国国家AI研究所の一つ**として、2023年5月
にNSFより2000万ドルのファンド（5年）を受け設立。AIの参加型設計、
機械学習に価値観を反映させる手法とメトリクス開発、AIへのトラスト
評価手法、参加型ガバナンスを4つの柱とする。

AIガバナンスに寄与しうる研究（例）

1.AIのリスクに対処する技術的研究

- ・公平性、バイアスの問題への対処する技術
- ・プライバシー、著作権対処
- ・AIモデルの監査技術
- ・透かし技術、オリジネーター・プロファイル技術
- ・フェイク対策、その他AIの脆弱性への対処
- ・解釈性・透明性 など。

2. 直近のルール形成へ寄与する知識生産

- ・ELSI論点の抽出・設定、標準・評価指標など
- ・制度化につながる検討・研究、ガイドライン作成
- ・安全保障上の対応検討など

3. AIと社会の長期的関係の研究

- ・AIとの共生に関する日本や東アジアの文化・価値観
を巡る研究
- ・AIと社会の相互作用に関する数理研究
- ・「仕事の未来」に関する研究
- ・AIの長期的影響に関する哲学・倫理学・法学・教育
学・社会学・経済学からの探究 など

*CRDSによる試行的な整理

A I の事例：研究・イノベーションエコシステムから考える

欧米のAIガバナンスは、AI ELSIの研究拠点に支えられている。AIの社会への長期的影響や、AIと社会のあるべき関係についてなどの研究を行うとともに、短期的には直近の国際・国内AIガバナンスにも貢献。

大学・公的研究機関における拠点（例）

米 New York大学 AI Now Institute	2017年設立のAI倫理系の研究センター。とくにビッグテックの権力集中への問題意識が強く、 多くのポリシーブリーフ等を発出 。元GoogleのTimnit Gebru氏などが在籍。
米 Stanford大学 Institute for Human-Centered AI (HAI)	米国アカデミアのAI研究の一大拠点。2019年に立ち上げたHAIでは、最先端のAI研究とともに、AI倫理教育などにも力を入れる。米国NAIRRにつながるアドボカシーを行うなど米国のAI政策に影響を持つ。
米 Georgetown大学 安全保障・新興技術センター（CSET）	中国のAI開発の動向などについて精力的な情報発信を行うほか、 米国のAI政策に対する政策提言 も行う。
米 Michigan大学 公共政策大学院	Science, Technology, and Public Policy Programのメンバー、2022年にLLMの影響について分析したレポートを公開。
英 Alan Turing Institute	2015年設立。国立AIとデータサイエンスの研究所。「データ倫理グループ」などに倫理学者・哲学者が在籍し、倫理面の研究や政策提言を積極的に行う。 欧州評議会のAI条約交渉で強いプレゼンス 。
英 University of Oxford The Future of Humanity Institute	民主主義や社会的公正、ジェンダー等の人文・社会科学系のアプローチも含むかたちで、拠点の研究プログラムが再編成された。
英 Cambridge大 Centre for the Study of Existential Risk	Jaan Tallin, Hew Price氏らを共同創設者とし、2012年設立。Existential Riskというコンセプトを掲げた研究の増加の草分け的存在。バイオ、地球環境、極端なテクノロジーに並んでAIをexistential riskに位置づける。リスクを認識・分析し、共有・合意、問題解決のためのコミュニケーションづくりに取り組む。
蘭 Amsterdam 大学 RPA Human(e) AI	2019年開設。人間中心のAI活用を促進するための研究を行う。学部2、3年生向けに、Human(e) AI Bachelor courseを提供。
独 ミュンヘン工科大学 Institute for Ethics in Artificial Intelligence (IEAI)	ミュンヘン工科大学はScience, Technology and Society (STS)の世界的拠点。AI倫理に関する学際研究を行う組織として、IEAIを2019年設立。
蘭 Erasmus University Rotterdam Erasmus Centre for Data Analytics (ECDA)	2018年開設。同大学が設定するSocietal Impact of AI (AiPact) イニシアティブを中心的に推進。

民間・非営利組織・学会・コンソーシアム（ごく一例）

米 Future of Life Institute	2014年3月設立。2017年1月「 アシロマAI原則 」を公表するなど AIガバナンスに影響力 を持つ。2023年3月にはGPT-4を超える大規模AIシステムの開発モラトリアムに関する公開書簡を公開。研究助成事業も手掛ける。
米 Partnership on AI	2016年9月にGoogle、Meta、Amazonなどが参画して、マルチセクターで責任あるAIを推進することを目的に設立された非営利組織。
米 Center for AI Safety	2022年設立の非営利組織。2023年5月にはAIによる絶滅リスクに関する声明を出し、トップAI研究者らが署名。
英 Ada Lovelace Institute	Nuffield財団が2018年に設立した非営利研究所。データやAIの公正な活用などを目指して活動
英 Centre for the Governance of AI	Oxford大学を母体とし2021年に非営利組織として独立。AIガバナンスに関する研究・提言活動を行う。
英 Centre for Long-Term Resilience	Extreme riskに関する独立系シンクタンク。AIとバイオセキュリティをテーマに据え、政策提言や意識喚起の活動を行う。
米 Alignment Research Center	Paul Christiano氏らが2021年に設立した非営利組織（米国カリフォルニア州）。基盤モデルのテストなど、AIアライメントのための研究開発を行う。

ほか多数。

*AI ELSI：現存、もしくは将来のAI技術によってもたらされうる倫理的・法的・社会的課題。昨今「AI Safety/Security」の課題として議論されている内容と重なりが大きい。

A I の事例：米国 NSF “National AI Research Institutes”

米国のAI研究は産業界がけん引している一方で、NSFを中心に、大学間コンソーシアムによる学際的な研究拠点を支援し知識集約化。技術的なAI研究のみならず、**AIの倫理・法・社会的課題 (ELSI) に取り組む拠点も設置**。また、**省庁やファンドを超え、全国の研究拠点間の横断的な知識交換やアウトリーチ、ネットワーク活動も支援***。

* AI Institutes Virtual Organization (AIVO) <https://aiinstitutes.org/>

【プログラムの概要】

- NSFを中心に、国防総省やその他財団との連携の下、2020年から推進されている「国立人工知能研究所」プログラム。連邦政府によるAIに関する長期的な基礎研究を促進する基盤的取り組みとして位置づけられており、2023年までに25拠点を設置。
- AI研究の進歩と国家的に重要な応用分野におけるAIを活用したイノベーションの実現に向けた、大規模かつ長期的な研究課題を設定すること、複数の組織で構成し、**科学者、エンジニア、教育者による包括的・学際的な研究体制を構築すること、次世代の人材育成に積極的に取り組むこと**、個々のプロジェクト成果を束ねるだけにとどまらない**統合的な成果を創出すること**、などが求められる。

■プロジェクト例 「TRAILS Institute: 『法と社会における信頼できるAI』 研究所」

- 規模：2023年5月～2028年5月 (予定)、総額2,000万ドル (≒27億円)。
体制：メリーランド大学、ジョージワシントン大学、モルガン州立大学が連携して立ち上げ。他、コーネル大学、DataedX Group、Planet Word、Arthur AI、Checkstep、FinRegLab、Techstarsなど民間企業も参加するコンソーシアムとして設立。
計算機科学、国際関係学、データガバナンスなど、技術系と人文・社会科学の混成チーム。
- 特徴：AIの開発・応用とその利用において、技術革新に主眼を置いたものから、倫理、人権、そしてこれまで阻害されてきたコミュニティの声などへの配慮に主眼を置くものへと変革することに焦点。参加型のAI設計、多様な価値や利害を反映する手法・メトリクス・アルゴリズムの開発、AIの信頼性評価、参加型で包括的なAIガバナンスのあり方、などの研究に取り組む。

NSF, National Artificial Intelligence Research Institutes <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/national-artificial-intelligence-research>

A I の事例：米国 NSF “Expanding AI”, NEH “Humanities”

マイノリティの参加機会の拡大やキャパシティビルディングに主眼を置いたプログラムや、**人文学によるAI-ELSI研究拠点を創設するファンド**など、**複数のファンディングプログラムが相互に関連しながら学際化・多層化を促進。**

NSF “Expanding AI” プログラム

- NSFは2023年、AI Research Institutesプログラムの研究拠点間のコラボレーションとコミュニティの拡大や多様化を図るため、“Expanding AI Innovation through Capacity Building and Partnerships (Expand AI)” プログラムを開始 (AI Research Institutesプログラムの拡張)。
- キャパシティビルディングや、アカデミアのAI研究エコシステム内でのパートナーシップを支援し、AI研究、教育、労働力開発を大幅に拡大することを目指すプログラム。**AI研究への参加者の多様化、責任あるAI研究としての包括的な参加型設計、人材育成とコラボレーションの促進**を目的とする。AI研究・教育のインフラや研究環境整備も視野。とくに、**大学におけるマイノリティサービスを担う学部・機関 (MSIs) の研究参画機会の拡大**を促す。
- キャパシティ・ビルディング・パイロット (2年間、計40万ドル≒5.5千万円)、AI拠点パートナーシップ (最長4年、30万～70万ドル≒4.3千万～1億円/年) の2トラックで推進。

NSF, Expanding AI Innovation through Capacity Building and Partnerships
<https://new.nsf.gov/funding/opportunities/expanding-ai-innovation-through-capacity-building>

NEH “Humanities Perspectives on AI” イニシアチブ

- NEH (National Endowment for the Humanities: 全米人文学基金) は2023年10月、既存のプログラムも傘下に再構成した、省庁横断による新たな研究イニシアチブ “Humanities Perspectives on Artificial Intelligence” の開始を発表。
- AIの安全性、セキュリティ、信頼性、プライバシー、公平性、文化、環境、健康、社会的相互作用、教育、経済、民主主義の価値への影響など、**AIのELSI研究の促進を目指し、倫理、法律、歴史、哲学、人類学、社会学、メディア研究、文化研究などの人文学の知を結集**。「テクノロジー」の定義・解釈を広げること、**自然科学・社会科学との協働を図りながら人文学的アプローチを採ること、関係コミュニティやステークホルダーの参画を得ること**、など推奨。
- プロジェクト型 (2年以内、個人研究7.5万～チーム研究15万ドル≒1～2千万円)、共同研究型 (1～3年、25万～30万ドル≒3.5～4.3千万円)、AI人文学研究センターを新設する機関型 (75万ドル/年≒1.1億円) などのファンディング・プログラムを提供。

NEH, Humanities Perspectives on Artificial Intelligence
<https://www.neh.gov/program/humanities-research-centers-artificial-intelligence>

A I の事例：英国 The Alan Turing Institute

国の戦略的なR&D投資の下、**学際的なAI研究拠点として強化**。研究・イノベーションエコシステムのギャップを埋め、**知識・スキル移転を加速**。**学術知創出、経済・社会的インパクト、ガバナンスに至る学際的・複層的な取り組みを重視**。

- 2015年設立、データサイエンスとAIの研究を推進する国立研究機関。設立当初、ケンブリッジ大、オックスフォード大、エディンバラ大、UCL、ウォーウィック大と連携。2018年にAI分野が加わり、30機関以上と提携したTuring University Networkを構成。

【体制・資金】・在籍研究者数：400人超（多くはパートナー機関である各大学に在籍）

- 年間予算 (FY2022)：£ 52.5M (≒95億円)

(内訳) £ 30.8M (59%) 公的資金-UKRI (うち £ 28.7MはEPSRC、中核運営費 £ 10Mを含む)、

£ 14.6M (28%) 大学・企業等のパートナー機関、£ 6.9M (13%) 投資収入等、£ 0.2M (0.4%) 寄付

【目標と活動】1. サイエンス&イノベーション：世界レベルの研究推進と、社会課題解決への貢献

2. スキル&人材育成：全キャリアレベルをカバーするAI・データサイエンス人材育成プログラムを開発・提供

3. エンゲージメント&エコシステム：AI・データサイエンスの技術的・社会的・倫理的側面の社会対話の促進

- データサイエンスおよびAIによる社会課題解決、産業振興および知識循環を担い、**産学官民の研究・イノベーションエコシステムの「ギャップを埋める」機能を果たすことにより、スキル移転を加速することを目指し**、さまざまなイニシアチブを実施。

(e.g. 産業界、政府機関、第三セクター、学术界など**多様な関係者が一堂に会し、社会課題とデータサイエンスの融合を図る**共同ハッカソンの実施 / 政府通信本部、防衛省、法務省、情報通信庁、環境庁、銀行、ビジネス・コンサルタント、法律事務所などの**パートナー機関と協働し、全国的な博士課程学生のインターンシップ&エンゲージメント・スキーム**を構築、など)

- 国際卓越研究、課題先導型研究、経済・社会的インパクト、ELSI・ガバナンスに至る「学際的かつあらゆるレベルをカバーする」End to endのイニシアチブを実施。(e.g. **AI倫理・社会・政策・ガバナンスに取り組む公共政策部門を設置**：信頼・責任あるAIを推進するAI-Standardsハブの始動 / **欧州評議会のAI条約案など広範な助言機能を担う専門ユニット**の推進、など)

The Alan Turing Institute <https://www.turing.ac.uk/>

食肉培養の事例：研究・イノベーションエコシステムから考える

環境、安全性、経済・産業、法制度、社会・文化、倫理、安全保障などにわたるELSI論点が予見あるいは顕在化。
「定義」「規格」「品質管理」「安全性」「表示」「販売」に係る規定と規制がルール形成の競争に。 各国・地域の法とともに、CODEX、HACCP、ISO22000などの国際標準や、GFSIなどの認証スキームも大きな影響力を持つ。

EU

オランダが牽引。EUではNovel Foodに培養肉のカテゴリを設定。欧州細胞農業団体が発足するなど産業界からのルール形成の働きかけはあるものの、食品安全上のトリプル規制の障壁が存在。

中国

培養豚肉の研究成果など発表が相次ぐが、ルール形成の動きは不明。

イスラエル

国内市場よりも国外の市場形成に注力。政治的主導と、R&Dにおける規制緩和。

シンガポール

国家戦略「30by30」を掲げ、ルール形成を先導。2020年末、世界で初めて培養鶏肉の製造・販売を認可 (米Eat Just社)

日本

Novel Foodの規定がない現状。農水省官民協議会などで、ルール形成の検討を実施。

オーストラリア & ニュージーランド

Novel Foodにて培養肉を規制。食肉輸出国ならではの厳格な品質管理基準がある。農業政策としての域内議論が進展。

米国

州・連邦レベルのルール形成の議論も進むが、市場原理(とくにスタートアップ)による開発加速に比重。2022年にFDAで培養鶏肉の認可に向けた安全性に関する市販前協議が進展。培養魚肉の研究開発もリード。

その他：
アカデミアを中心とするカンファレンスや、国際NGOの**Good Food Institute**などがプラットフォームとして活躍。

*各国の動向は2023年6月時点

ケーススタディ 食肉培養の事例：研究・イノベーションエコシステムから考える

米国は、公的な競争的研究資金も活用しつつ、**州・市および民間を含めた国のスタートアップ・エコシステムの中で加速を図る点に特徴。**

- NSF **Growing Convergence Research (GCR) プログラム** は、「未来投資のためのNSFの10のビッグアイデア」に基づく、社会ニーズに基づく複雑な課題解決の手段としてのコンバージェンス研究を推進するプログラム。2018年開始。
- 具体的かつ切実な社会課題解決に資する「学際から超学際研究への移行」支援が目標。2023年までに108のプロジェクトを推進し、プログラムとしてソリューションを統合。フェーズI (1-2年)とフェーズII (3-5年) のステージゲート制。

GCRプロジェクトのひとつ ➡ 「持続可能な培養肉生産のための科学・工学基盤の構築」

- 体制：カリフォルニア大学 (バークレー校、ロサンゼルス校、デイビス校) を核に、6大学11学部が参画するコンソーシアム。
- 規模：2020/10/1-2025/9/30 (予定)、総額355万ドル (≒5.2億円) (フェーズ I 115万ドル、フェーズ II 240万ドル)
- 背景：2017年に**バークレー市が「代替肉ラボ」への支援を開始**したことに端を発し、コンソーシアムを立ち上げ、**2020年よりNSF/GCRの資金を獲得** (*米国公的R&D投資としては当時最大)。2022年には**カリフォルニア州からも500万ドルの投資を得**ているほか、**Good Food InstituteやNew Harvestなど民間非営利の外部資金も獲得**。

【プロジェクトの特徴】

- 培養肉生産に関する、核となる技術開発 (細胞株の確立、培養プロセス、組織の三次元構造化など) とともに、技術経済分析 (TEA) やライフサイクル分析 (LCA)、消費者科学など、人文社会科学によるアプローチも包含している。
- アドバイザリーボードにマルチステークホルダーが参画 (経営学やスタートアップ企業、国際NGOなど)。
- 研究者やエンジニア等の人材育成も活動の柱のひとつに据え、育成・研修コースを提供。

食肉培養の事例：研究・イノベーションエコシステムから考える

欧州は、サステイナビリティなどの「価値」を軸にHorizonの枠組みプログラムで国際研究を促進しながら、各国の戦略的な研究開発投資に移行している。

Horizon Europe 「健康・持続可能性・包摂性を実現する食料システムの変革に関する知識生産」 CL6-2023-FARM2FORK-01-13 [RIA/SSH]

培養肉/魚介類のコスト削減と、経済的・持続的生産方法などの研究を推進。2023-27年、€700万 (≒11億円)* 規模。 *他テーマとも連動

オランダ

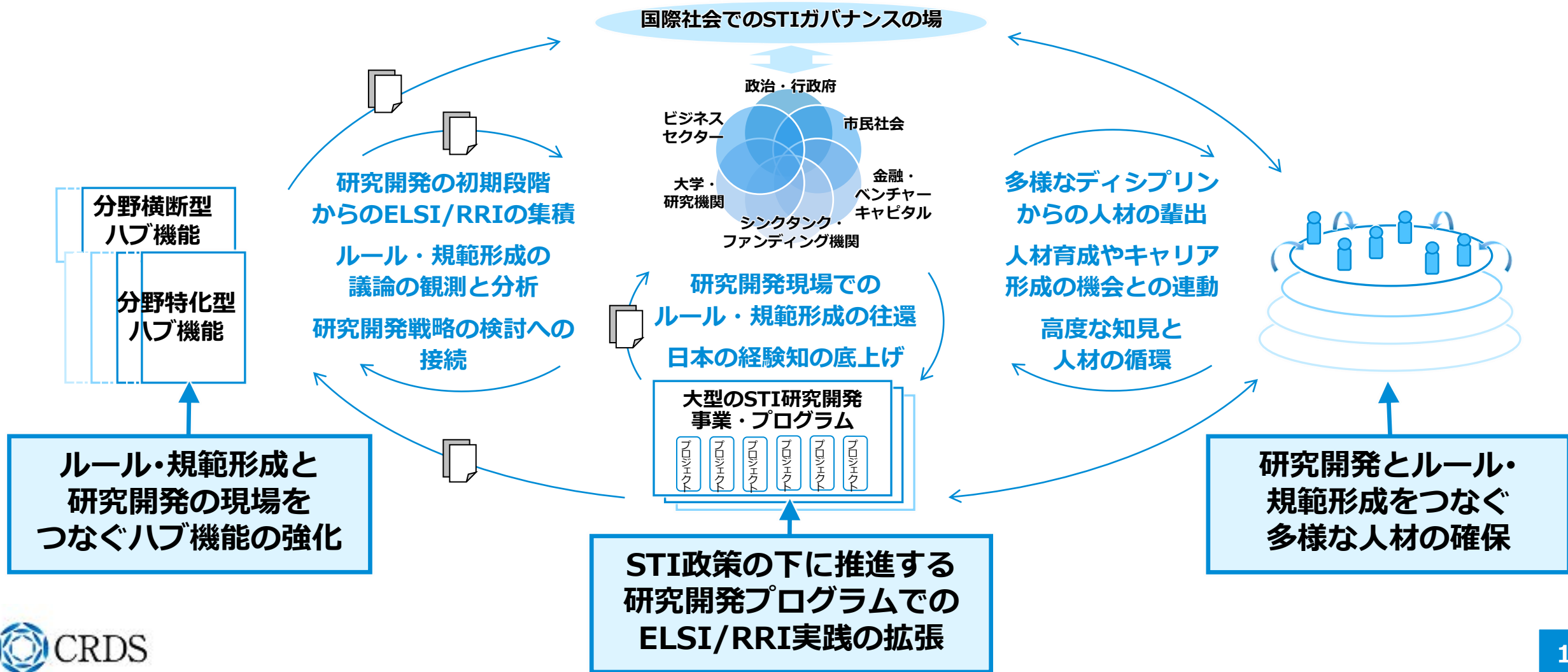
- 背景：オランダは培養肉ハンバーガー発祥の地でありながら、EUの新規食品の厳格な規制に対して、**国内での規制緩和などの政策対応はフランスやドイツに後れをとっていた**。2022年、**培養肉試供品を合法化する法律が提案・可決されたのと同時に、戦略的な公的投資を決定**。
- 2022年、国家成長基金の一環として€6,000万 (約82億円) の公的投資を決定。ステージゲート制で、€2億5200万-3億8200万 (約345-520億円) の拠出を計画 (政府出資として過去最大)。細胞農業エコシステムの構築に資する、**学術研究、教育、スケールアップ、農業従事者や消費者を含む社会統合基盤の構築、イノベーション促進**などに充当。デルフト工科大、MeatableやMosa Meatなどスタートアップ、NGO、バリューチェーンパートナーによるコンソーシアム “Cellular Agriculture Netherlands” を構築。

ドイツ

- 背景：肉食需要の減少、50%以上の国民が代替タンパク質を消費したことがあるなど、**国内の社会変容が顕在化**。また、当該分野の研究開発等に関し、**各省庁に政策が分散し全体戦略が不在である問題点をFraunhofer研究所が指摘**していた。
- ドイツ政府 (BMEL: 連邦食料・農業省) は、2024年予算で代替タンパク質研究に€3,800万 (約60億円) の配分を決定。うち€1,800万は、人間が直接消費できる代替タンパク質 (精密発酵、植物ベース、培養肉、乳製品) の研究や生産・加工の革新に充てるとともに、**代替タンパク質の未来に関するコンピテンスセンター (政策・研究開発・産業・雇用・既存の農畜産業にわたる包括的なロードマップ開発を担うセンター・オブ・エクセレンス) の設置**や、栄養にかかるステーキホルダーフォーラムを設立。そのうち€2,000万は、**既存の畜産業の段階的廃止と新しいタンパク質生産に移行する社会変革の促進に充当**される。

研究・イノベーションエコシステムから考えるELSI/RRIの実践

イノベーションプロセスの初期段階からのELSI/RRI実践と、国内外の科学技術ガバナンスの議論が連動するダイナミクス
 = ELSI/RRIの実践を通じた、研究開発戦略を強化する「知識循環」



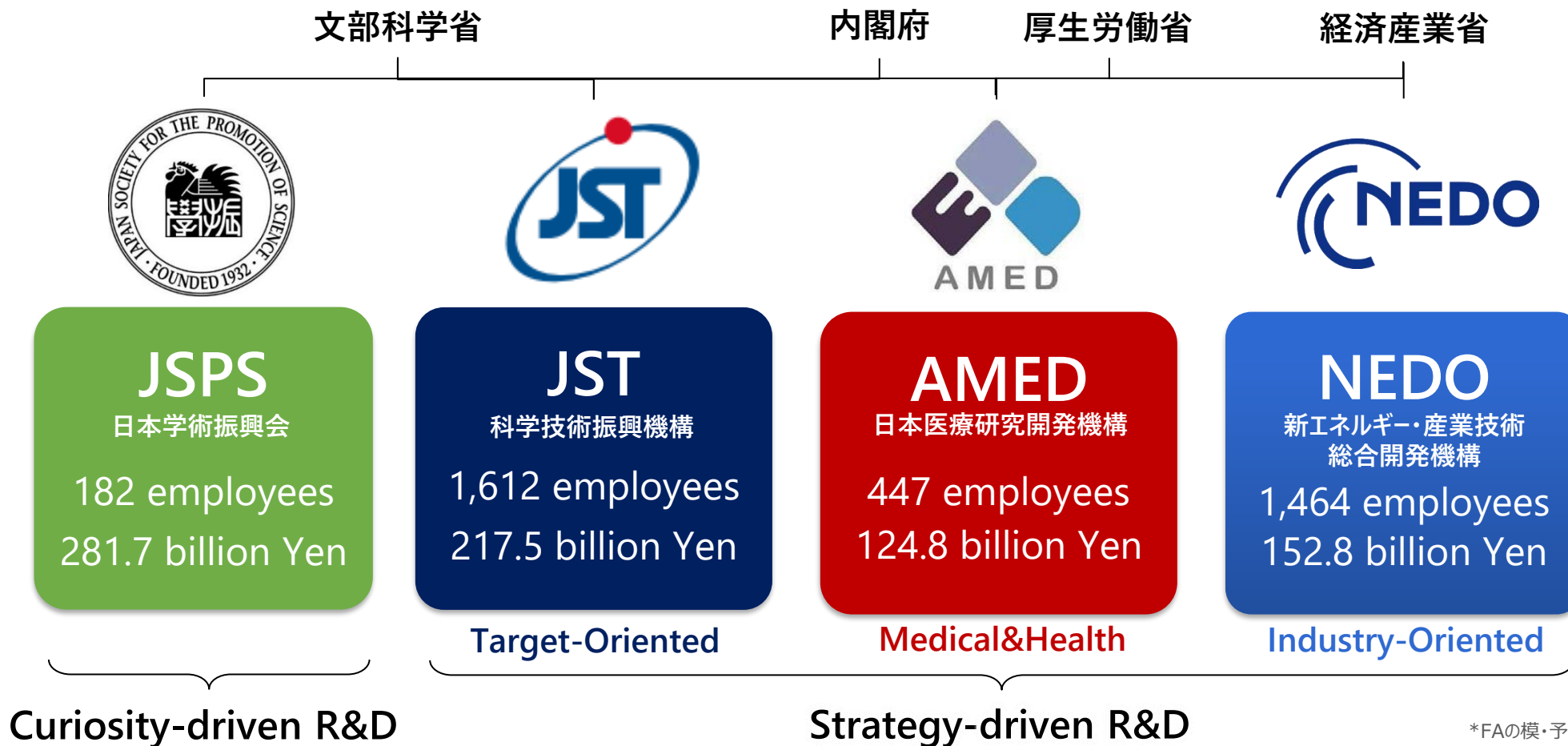
**科学技術・イノベーション政策と
ELSI/RRIの関わり**
－科学技術・イノベーション基本計画の議論から－

国の科学技術・イノベーション政策と競争的研究資金

法律や基本計画等の下、技術分野や応用分野、横断課題など様々な国家戦略を推進。STI政策もその一環。
AI戦略、量子技術イノベーション戦略、バイオエコノミー戦略、マテリアル革新力強化戦略、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略、統合イノベーション戦略、グリーン成長戦略、GX推進戦略、みどりの食料システム戦略、健康・医療戦略、国家安全保障戦略・・・

寄付、ファイランソロピー基金、クラウドファンディング、シチズンサイエンス・・・

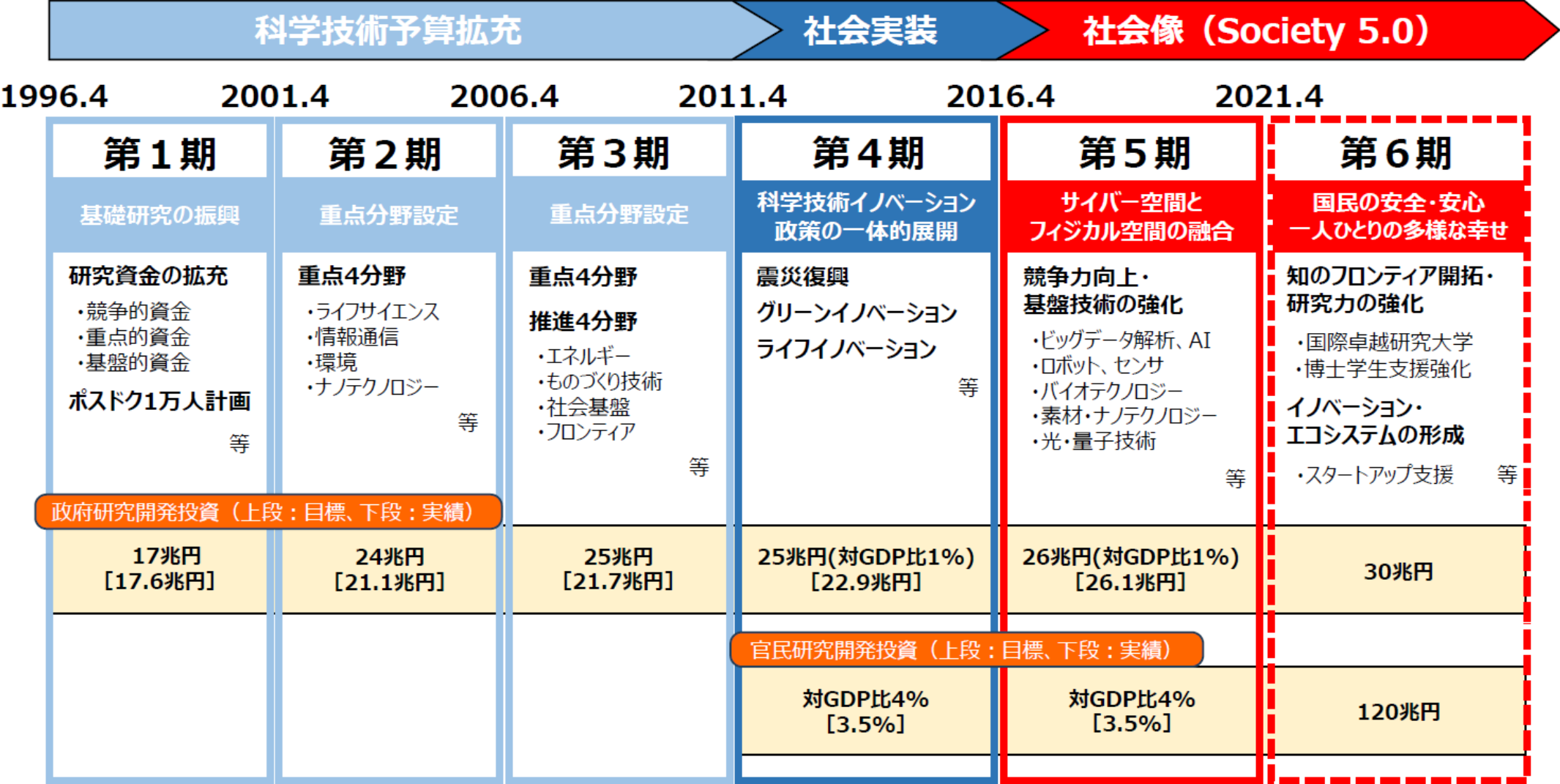
民間財団助成、機関研究、企業研究、産学共同研究、国際共同研究・・・



*FAの模・予算は2023年度データより

科学技術・イノベーション基本計画とは

科学技術・イノベーション基本法に基づき5年ごとに策定。政策の基本的方向性を示し、研究開発投資目標を明記。



科学技術・イノベーション基本計画 主要論点の推移

俯瞰領域	第1期（1996－2000）	第2期（2001－2005）	第3期（2006－2010）	第4期（2011－2015）	第5期（2016－2020）	第6期（2021－2025）
① 基本方針と推進体制	政府研究開発投資の拡充 科学技術会議（1959～）	新たな知の創造、知による活力創出、豊かな社会創生 総合科学技術会議(CSTP)設置（2001）	社会・国民に支持され成果を還元する科学技術	科学技術とイノベーションの一体的展開 総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)設置（2014）	世界で最もイノベーションに適した国の実現（Society 5.0）	総合知による社会変革、知・人への投資
② 人材育成	ポストク等1万人支援計画	研究者流動性向上・研究開発活性化への任期制導入	「グローバルCOE」等の大学院教育から若手研究者育成までの一貫した人材育成、テニュアトラックの導入		卓越研究員事業等の若手研究者支援	人文・社会科学分野も含めた振興
③ 産学官連携	TLO法（1998）、日本版バイドール法（1999）	産官学交流の場の設定、国立大学法人化（2004）	産学連携による研究開発～事業化の連続的な支援	社会ニーズ起点での拠点事業「COI STREAM」	「イノベーション促進産学官対話会議」の創設	「スタートアップ・エコシステム拠点都市」の形成
④ 地域振興	施設等の基盤整備、コーディネート活動の強化等	地域の特色に応じたクラスター・ネットワークの形成	事業仕分けによるクラスター事業等の段階的廃止	「地域イノベーション戦略推進地域」の選定・支援	「SDGs未来都市」、「地域連携プラットフォーム」	「地域中核・特色ある研究大学総合振興パッケージ」
⑤ 知的財産・標準化	TLO法（1998）、日本版バイドール法（1999）	「知的財産戦略大綱」策定、特許審査請求期間短縮	「国際標準総合戦略」策定による標準化対応力強化	国際標準化を含めた知的財産戦略の推進	グローバル化やオープンイノベーションの進展に伴う知的財産・標準の国際的・戦略的な活用	
⑥ 研究基盤整備	スーパーカミオカンデ、すばる望遠鏡等大型研究施設設置	国立大学法人化の影響等で大型施設の新設が困難に	大学等の先端的な施設・設備等の産学官共用化推進	日本学術会議のマスタープランに基づく大型プロジェクト開始	国際的共同利用・共同研究拠点による国際資源の活用	オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進
⑦ 研究開発資金制度	投資目標17兆円を明記し実現、競争的研究資金を拡充	競争的研究資金の倍増（科研費、21世紀COE等）	基金化によるた年度予算措置（FIRST、NEXT等）	DARPA型のImPACT、分野横断のSIP等の新枠組み	競争的研究資金の効果的・効率的活用、ムーンショット型研究開発制度	大学ファンド創設、ミッション志向型研究開発
⑧ 評価・モニタリング	研究開発の評価体系構築が本格化	研究開発施策や研究者を新たな評価対象に追加	研究促進や政策形成への寄与を評価対象に追加	研究開発プログラムの評価、アウトカム指標等の導入	プログラム評価の更なる推進と、評価負担の軽減	EBPMの徹底とe-CSTIの活用
⑨ 国際活動	留学生10万人受け入れ（1983～）、留学生10万人の目標達成（2003）		留学生30万人計画（2008）、大学の安全保障貿易管理	科学技術外交の強化、外務大臣科学技術顧問の任命	高度なICT技術者等を含む高度外国人材の確保	国際共同研究の促進（国際先導研究等）
⑩ 科学技術と社会	生命倫理に関する議論の活発化	科学技術をめぐる倫理問題対応の重視	研究公正に関する行動規範の提示	研究不正行為への対応見直し	研究プログラムへのELSI／RRIの組み込み、人材育成	総合知の活用、研究の健全性・公正性の自律的確保

科学技術・イノベーション基本計画におけるELSI/RRI論点の推移

・第1期（1996-2000）科学技術基本計画

「研究開発推進の基本的方向」として「科学技術と人間の生活・社会及び自然との調和、自然科学と人文科学の調和のとれた発展」を掲げた上で、「幅広い国民的合意の形成」に向けて「**科学技術に関する学習の振興及び理解の増進と関心の喚起**」の施策を拡充。（翌年、基本計画に基づき「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方に関する大綱的指針」を策定）

・第2期（2001-2005）科学技術基本計画

基本理念の中で「科学技術と社会の新しい関係の構築」を掲げ（生命科学、遺伝子組換え食品、情報格差、環境問題等）、重要政策のひとつに「**科学技術に関する倫理と社会的責任**」（（1）「**生命倫理**」（体外受精、脳死による臓器移植、遺伝子診断・治療、ヒトのクローン技術、ヒト胚性幹細胞等）、（2）「**研究者・技術者の倫理**」、（3）「**説明責任とリスク管理**」（研究内容・成果の社会への説明は基本的責務、国民と研究者等との双方向コミュニケーション、組織によるリスク管理））を明記。

・第3期（2006-2010）科学技術基本計画

「社会・国民に支持される科学技術」の中で、「**科学技術が及ぼす倫理的・法的・社会的課題への責任ある取組**」の項目を明記。（クローン技術等の生命倫理、遺伝子組換え食品、ナノテクノロジー、個人情報悪用の悪用、実験データ捏造等の研究者の倫理、など）

・第4期（2011-2015）科学技術基本計画

東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、科学技術と社会との関わりの再構築するべく「社会とともに創り進める政策」の実現に向けた「**社会と科学技術イノベーションとの関係深化**」を掲げ、「倫理的・法的・社会的課題への対応」の施策を明示。

・第5期（2016-2020）科学技術基本計画

「Society 5.0」のビジョンを掲げ、「**共創的科学技術イノベーションの推進**」の中に「倫理的・法制度的・社会的取組」を位置づけ。（AI等の先端技術。個人情報保護、製造者及びサービス提供者の責任、社会実装に向けた取組、適切な規制や制度づくり、など）

・第6期（2021-2025）科学技術・イノベーション基本計画

科学技術・イノベーション政策として「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環を目指す。研究成果を社会実装し、イノベーションに結び付け、様々な社会制度の改善や、**研究開発の初期段階からのELSI対応を「総合知」によって促進**する。

第6期基本計画時点におけるELSI/RRIの政策動向

科学技術・イノベーション基本計画

第6期では、新たな社会を設計し、新たな価値創造を進めていくために「総合知」の活用が求められており、その中で新たな技術を社会で活用するにあたり生じるELSIへの対応を研究開発の初期段階から推進する必要性が述べられる

* 基本計画に基づき、統合イノベーション戦略やAI戦略におけるELSIへの取り組みの言及、AI Safety Instituteの設置など

国の事業・ファンディングプログラム

内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)

科学技術、事業開発、ガバナンス、社会受容、人材育成をパッケージにして社会変革を志向する「XRL」を導入

内閣府「ムーンショット型研究開発事業」

ELSI分科会の設置。PDの指揮・監督の下、各プロジェクトのELSIへの取り組みを推進する体制構築が試みられる

JST「科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI) への包括的実践研究開発プログラム」(RInCA)

新興技術の研究開発の初期段階からELSI/RRIに取り組む研究開発を推進。学際融合・共創的な研究開発を通じて「根源的価値に関わる共通課題 (問い)」も模索しながら、省察的・応答的にELSI/RRIを実践

* その他、AMED「感染症研究開発ELSIプログラム」、JST「SOLVE: デジタルソーシャルトラスト プログラム」など

大学等におけるELSIセンター・拠点

ELSI研究・実践を行うセンターの設立が進み、それぞれの強みを活かした研究・人材育成拠点としての確立を目指す動き

* その他、民間財団 (トヨタ財団、セコム科学技術振興財団) や、学協会 (人工知能学会や分子ロボット倫理研究会)、企業の自発的な取り組みなど

SIP第3期では、社会実装に向けた不可欠な5つの視点で成熟度レベル（XRL: X Readiness Level）を定義。

- 事業概要：Society5.0の実現に向けて、バックキャストにより社会的課題の解決や日本経済・産業競争力にとって重要な課題をトップダウンで設定し、基礎研究から社会実装までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進。
府省連携が不可欠な分野横断的な取り組みを、産学官連携により推進することに特徴。
- 規模：14課題、2023年度予算 280億円
（第3期 2023-2027年度）
- XRL：社会実装に向けた従来の問題点を整理し、技術戦略以外の視点を含む指標として、また関係者間で社会実装に向けた進捗確認をするためのコミュニケーションツールとして設定。各プロジェクトは、5つの指標についてロードマップを作成。

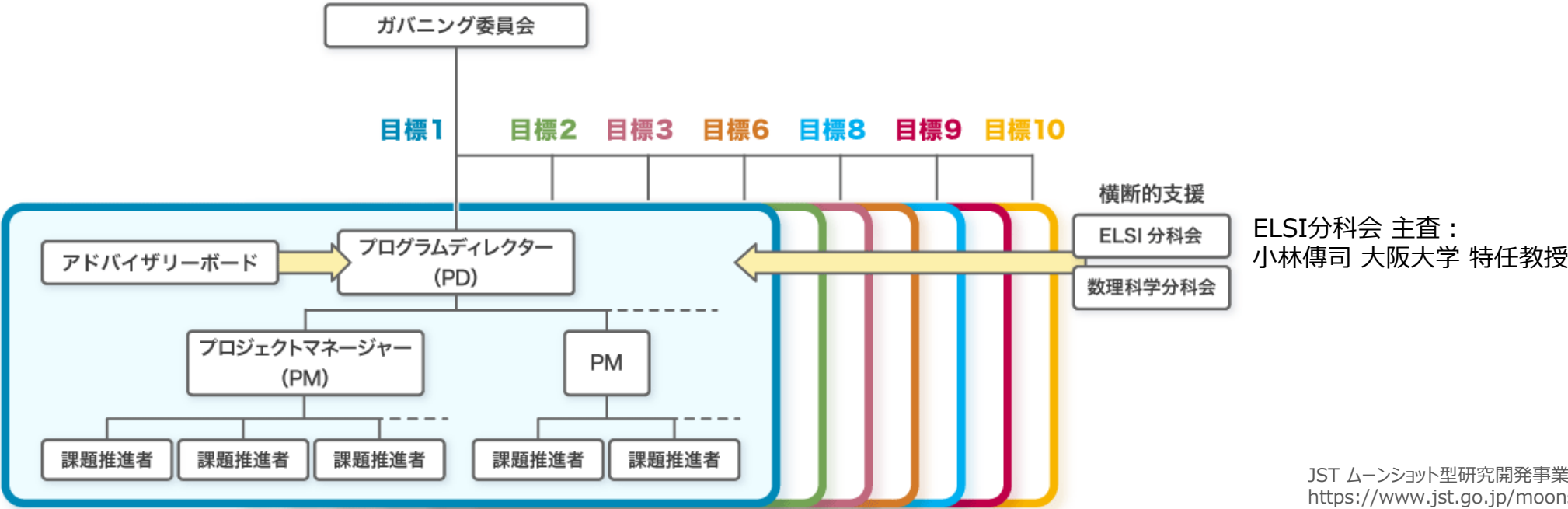
社会実装に向けた5つの成熟度レベル（指標）	
TRL（Technology Readiness Level） 技術成熟度レベル －必要な技術はどれくらい発展しているのか－	「ある技術」が、社会の技術要求水準に達するまでの段階を示す指標
BRL（Business Readiness Level） ビジネス成熟度レベル －ビジネスとしての継続可能性はどうか－	「創出財 [†] を利用した事業」が、安定した事業として成り立つ水準までの段階を示す指標。
GRL（Governance Readiness Level） ガバナンス成熟度レベル －制度や規制は整っているか－	「創出財」が社会に普及するために必要な制度、規制が完備（改善）するまでの段階を示す指標。
S(C)RL（Social (Communal) Readiness Level） 社会（コミュニティ）成熟度レベル －受容しようと思えるか－	「ある技術」そのもの、或いは「ある技術」によって生み出された「創出財」の社会（コミュニティ）受容性を高め、社会実装し、一定の普及水準に達する段階を示す指標。
HRL（Human Resources Readiness Level） 人材成熟度レベル －実装に必要な人材は揃っているか－	「ある技術」を利用した事業が社会に普及するために必要な人的資源の涵養と活用の手順を示す指標。

内閣府、「SIPの検討状況について」（2022），
https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/taskforce/smartbousai_3/siryo5.pdf

[†] 創出財：SIPを起点として将来創出される新しい技術や財・サービスの総称

JSTの推進するムーンショット型研究開発事業では、「横断的支援」のスキームとして、有識者で構成するELSI分科会を設置。各目標のELSI活動についてPM等を支援。評価においても配慮事項とする位置づけ。

- 事業概要：未来社会を展望し、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象として、人々を魅了する野心的な目標（ムーンショット目標）および構想を国が策定。日本発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発を推進する国の大型研究プログラム（2020年度開始）
- 規模：2024年度時点で10の目標、最長10年間支援



JST ムーンショット型研究開発事業「事業について」
<https://www.jst.go.jp/moonshot/jigyoku.html>

社会技術研究開発事業「科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI) への包括的実践研究開発プログラム」

- 目標：科学技術が人や社会と調和しながら持続的に新たな価値を創出する社会の実現を目指し、倫理的・法制度的・社会的課題を発見・予見しながら、責任ある研究・イノベーションを進めるための実践的協業モデルの開発を推進。
- 特徴：人文・社会科学、自然科学、ステークホルダーの知を結集し、研究・技術開発の現場やステークホルダーとの連携・協働のもとに取り組むことが原則。**先端的な研究開発現場との連動・接続の中でチャレンジ**する提案を重視。**個別技術の研究開発そのものではなく、その責任ある遂行を支援するための研究**が目的。
 - ➡ 研究開発のテーマ・内容に応じて実施体制は柔軟に提案可能。提案段階では、体制構築に向けた準備状況を問う。
 - ➡ 現在推進中の、その他の研究開発事業やプログラムとの連携・接続も歓迎。
- 規模：研究開発プロジェクト 600-1,200万円/年（1-3年半）、プロジェクト企画調査 150-300万円（単年度・6ヶ月）
- 研究開発のスコープ：
 - 将来起こり得る正負の影響をいち早く予見し調整する「予見的（ex-Ante）」なELSI/RRI
 - すでに顕在化している「事後的（ex-Post）」なELSI/RRI
 - 既存技術の応用・導入に関する「検討急務の既存技術」のELSI/RRI
 - 生命や人・社会の根源的価値に関わる問いの探求と言説化、日本の文脈に根差した価値の創出 など



JST社会技術研究開発センター, RInCAプログラム, <https://www.jst.go.jp/ristex/rinca/index.html>

国内の大学等におけるELSIセンター・関連拠点の設置動向

大阪大学 社会技術共創研究センター (ELSIセンター)

- 2020年4月設立
- センター長：岸本充生 データビリティフロンティア機構 教授 (リスク学)
- 学内組織として単独設置。ELSI/RRIへの取り組みに特化した拠点として日本で最初に設立された組織。“ELSI Note”などの提言の作成・発信や、企業連携研究の実践も活発。

神戸大学 ELSIプロジェクト/センター (KOBELSI)

- 2023年5月設立
- リーダー：茶谷直人 人文学研究科 教授 (ギリシャ哲学・生命倫理学)
- デジタルバイオ&ライフサイエンスリサーチパーク: DBLR (国立大学経改革促進事業) の体制下に、もともと組織されていた倫理創成プロジェクトを位置づけ。

広島大学 共創科学基盤センター (ELSI Hiroshima)

- 2023年4月設立
- センター長：小林信一 高等教育研究開発センター 特任教授 (科学技術政策)
- 全学の未来共創科学研究本部 (国立大学経営改革促進事業) の下、社会共創基盤ユニットとして設置。

北海道大学 人間知×脳×AI研究教育センター (CHAIN)

- 2019年7月設立
- 所長：田口 茂 文学研究院 教授 (西洋近現代哲学)
- 交差領域での新しい人間知の創出を目指す、学内共同施設として設置。脳科学・AI分野の社会実装に向けた文理融合・学際的研究および教育プログラムを提供。

新潟大学 ELSIセンター

- 2023年4月設立
- 所長：渡辺 豊 人文社会科学系 教授 (国際法)
- 研究統括機構に設置 (研究企画URA室と経営戦略本部IR推進室を統合)。“Vulnerability”をコンセプトに、ライフインベーション拠点と災害レジリエンス研究の融合、地域社会における課題解決を志向。

中央大学 ELSIセンター

- 2021年4月設立
- 所長：須藤 修 国際情報学部 教授 (情報経済論)
- 研究開発機構 研究支援室に設置。AI・セキュリティに特化した研究開発活動を柱に、次世代人材育成も掲げる。Rome Call for AI Ethicsへの署名など、国際活動にも注力。

*各大学・センターWebサイト等よりCRDS作成

第7期科学技術・イノベーション基本計画の検討における論点

次期基本計画に向けて議論すべき主要な論点（案）

内閣府 CSTI基本計画専門調査会（第1回, 2024年12月24日）資料3「科学技術・イノベーション基本計画の30年間の振り返り」
<https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon7/1kai/1kai.html>

<目指すべき社会像、国家の在り方>

- ・ 国内外の情勢が大きく変化の中で、今後、目指すべき未来社会像や、国家の在り方をどのように描いていくか。

<科学技術・イノベーション政策の在り方>

- ・ 政策目的として、経済成長や社会課題解決への貢献、知の探究のほかに、**経済安全保障を位置付けていくべきか。**
- ・ **科学技術の光と影、テクノロジーの急速な発展に対するガバナンスをどのように考えるか。**
- ・ **多様性、包摂性等の考え方や視点を政策にいかに取り込んでいくか。**
また、**サイエンスコミュニケーション、ジェンダードイノベーションなどの動きをどのように捉えるか。**
- ・ 科学技術・イノベーション政策のガバナンスの在り方、CSTIの機能・役割などをどのように考えるか。

<政策上の論点> 研究力の強化・人材育成

- ・ 戦略的な重点分野をいかに選定して、その研究開発を支援していくべきか。
- ・ 研究力の基盤となる基礎研究に対する支援をどのように考えるか。
- ・ 次世代の科学技術・イノベーションを担う人材の育成や確保に向けて、どのように進めていくか。
- ・ 官民の研究開発投資をいかにして拡大していくか。

イノベーション・エコシステム

- ・ エコシステム形成や地域におけるイノベーションをいかに進めていくか。
- ・ スタートアップの創出・成長・グローバル化をいかに進めていくか。
- ・ 研究開発成果の社会実装や、知財・国際標準戦略をいかに進めていくか。

経済安全保障との連携

- ・ 経済安全保障の観点から科学技術・イノベーション政策をいかに見直していくか。
- ・ グローバル戦略・国際戦略をどのように構築するか。

第7期科学技術・イノベーション基本計画の検討における論点

「新興技術の進展」、「人・社会への影響（光と影）」、「高まるELSI/RRIの重要性」という課題整理。

社会変革をもたらす新興技術の進展

- 産業応用への期待が大きく、将来、国力や国際社会のパワーバランスにも影響しうる新興技術の例として、量子技術（量子コンピュータ）やフュージョンエネルギー技術、バイオ技術（合成生物学）が挙げられる。

量子コンピュータ

- 概要：**
量子力学の原理を利用した並列計算により、従来膨大な計算時間が必要で事実上不可能であった解析が高速に実現できる可能性。
- 開発状況：**
米国、欧州、中国、日本（理化学研究所等）で開発中。IBMやGoogleが商用化を目指している。
- インパクト：**
医療品開発、金融リスク解析を大幅に加速。世界的に使用されている暗号を短時間で解読する可能性。Googleが、自身が開発した量子コンピュータにより、スパコンでは1万年かかると思われていた計算問題を200秒で計算したと発表。



理化学研究所 量子コンピュータ研究センター (RQC)

出典：理化学研究所HP「量子コンピュータを利用できる「量子計算クラウドサービス」開始」

フュージョン（核融合）エネルギー

- 概要：**
軽い原子核同士が融合して別の原子核になる際に放出されるエネルギー。
- 開発状況：**
米国は、昨年、国家戦略を発表。12月、スタートアップのCFS社が、商業用核融合発電所をバージニア州に建設すると発表。中国では、大規模試験施設群「CRAFT」や、トカマク型核融合実験炉「BEST」の建設を進めるなど、各国が国策として推進。
- インパクト：**
次世代のグリーンエネルギーとして、環境・エネルギー問題の解決策としての期待に加え、政府主導の取組による科学的・技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加。多様な炉型による取組が進展。



大規模試験施設群「CRAFT」

出典：内閣府「第6回イノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」」資料3

合成生物学

科学技術の人や社会への影響(光と影)

- 科学技術の人や社会への影響には、生活の質の向上や経済成長の推進などの光の部分（ポジティブな側面）がある一方で、環境負荷の増大の可能性や社会的不平等の拡大やといった影の部分（ネガティブな側面）も存在。

科学技術の人や社会への影響（光と影）の		
光（ポジティブな面）		
生活と教育の質の向上	医療技術やIoTの進展が生活を快適かつ便利にし、健康寿命を延ばす。 デジタルツールの活用で、地理的・時間的制約を超えた教育機会を提供する。	技術ミニマリズム
経済成長と労働の変革	技術革新による新産業の創出や生産性の向上が、経済成長を促進する。 AIやロボット技術が単純作業を代替し、人間が創造的な業務に集中できる。	AI失業、技術格差
持続可能な発展と環境保護	再生可能エネルギーや環境技術が環境負荷を低減し、持続可能な開発を推進する。 環境モニタリング技術が、気候変動の影響を監視し、生態系の保護対策を効率化する。	AI消費、技術物

科学技術の進展で高まるELSI/RRIの重要性

- 科学技術の進展は、産業発展や利便性向上をもたらす一方、公害や薬害などの課題や、遺伝子組換えのように生命の在り方などを問う議論を引き起こす面もあり、社会との関係を複雑化させている。こうした状況の中、ELSI/RRIの重要性が高まっている。

ELSI/RRIの概要		
	ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) 倫理的・法的・社会的課題	RRI (Responsible Research and Innovation) 責任ある研究・イノベーション
概要	技術の開発や導入後の影響を評価し、リスク回避と問題の特定を行うことで、技術の負の影響を最小化することを目指す。	技術の開発や研究の過程に社会を巻き込み、社会の価値観を積極的に取り入れることで、社会的に望ましい結果を最大化することを目指す。
主な手法	リスク評価、倫理指針の策定、法律の整備	共同設計、透明性の確保
背景	1990年に開始した米国ヒトゲノム計画において、研究予算の一部を科学技術の倫理的・法的・社会的影響に関する研究に割り当てることを決定したことに発端。	2000年代以降、主に欧州における科学技術ガバナンスと市民参加の流れを汲み、米国発のELSIから発展的に普及した概念。Horizon 2020の基幹プロジェクト「社会と共に/社会のための科学」(SwafS) の中心概念として導入され、Horizon Europe (2021-2027) では、プログラム全体を通して浸透。

内閣府 CSTI基本計画専門調査会（第2回、2025年1月17日）資料3「科学技術・イノベーションを巡る潮流」
<https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon7/2kai/2kai.html>

CRDS

©2025 CRDS

15

31

安全保障と競争力確保に向けて重要技術に投資

■ バイデン政権は「科学」と「国際」を重視

- ・科学技術政策局 (OSTP) 局長職を閣僚級に引き上げ、科学助言を重用
- ・気候やヘルスなど地球規模課題には、中国やグローバルサウスを含む国際協調で臨む。
- 一方、重要技術の研究開発やサプライチェーン強化には同志国 (like-minded countries) と連携。

■ 連邦議会では競争力強化に向け大型投資を伴う新法が多数成立

- ・インフラ投資・雇用法 (国内インフラ整備)、インフレ抑制法 (クリーンエネルギー推進)、CHIPS・科学法 (半導体産業支援) など。

■ 2025年1月に第2期トランプ政権が発足

- ・「米国第一」の方針の下、地球規模課題の対処は停滞の可能性。
- ・AIインフラの整備、デジタル分野の規制緩和を重視。

<その他の重要政策文書>

- ・インフラ投資・雇用法 (2021)
- ・インフレ抑制法 (2022)
- ・国家安全保障戦略 (2022)

<基本政策の体系>

- ・STI政策の基本的方向性と優先事項の提示は大統領府。
- ・STI政策を一元的に管理・実行する組織はなく、大統領府による調整下、各省・機関が政策立案や研究開発を実施。

2050年までに世界一のイノベーション強国に

■ 「国民経済・社会発展 第14次五カ年計画 (2021-25)」でイノベーションによる質の高い発展を目指す

- ・イノベーション駆動発展の堅持：AI、量子情報等を重視、基礎研究の強化
- ・製造強国戦略の推進によるサプライチェーン強化
- ・デジタル中国の建設：経済、社会、政府のデジタル化を加速
- ・グリーン発展の促進：2060年にカーボンニュートラル達成
- * 2024年3月の全人代で、同年重点政策の筆頭に「科学技術・イノベーション主導による『新質生産力』の形成」を掲げる。

■ 総体国家安全観 (2014) に基づく包括的な国家安全保障の強化を推進

- ・国家安全法 (2015) で「科技安全 (科学技術の安全)」を位置づけ。国家情報法 (2017) によってインテリジェンス活動の強化も進む。
- * 「科学技術の安全」：ハイテク技術の発展、知財の保護・活用などによる自主的イノベーション力向上、科学技術の機密性強化により、科学技術とそのプロセスの安全を保障する。

<その他の重要政策文書>

- ・国家イノベーション駆動発展戦略綱要 (2016-30)
- ・2035年までの長期目標綱要 (2021-2025)

<基本政策の体系>

- ・総合的な中長期計画の下、五カ年計画で推進。官・学・自治体等も同計画に沿った政策を策定。
- ・科学技術部が活動を管理していたが、2023年党中央科学技術委員会を新設し、党指導強化。

欧州の競争力強化を図る

■ EU全体の政策的優先事項として、グリーン化、デジタル移行、開かれた戦略的自律性の確保を掲げる

- ・「経済安全保障戦略 (2023.6)」を策定し、域内のレジリエンス強化に注力
- ・FP9では価値観を共にする非欧州圏と協力強化、EDFなどのSTI関連施策との相乗効果

※枠組みプログラム (FP) はEUのファンディングの中核

Horizon Europe (FP9) の構造

欧州 防衛 基金 (EDF)	第一の柱	第二の柱	第三の柱	Eura- tom
	卓越した科学 250億€	グローバル チャレンジと 欧州の産業競争力 535億€	イノベティブ ・ヨーロッパ 136億€	

■ 2期目のフォンデアライエン政権は、欧州の持続可能な繁栄と産業競争力向上を優先課題として位置づける

- ・次期FPの検討が進行中。科学とイノベーション創出に向けた大幅な投資増を議論
- ・日本はFP9準参加のため交渉中 (2024.12~)

<その他の重要政策文書>

- ・欧州委員会 政策ガイドライン (2024-2029)
- ・新産業戦略 (2020、2021更新)
- ・欧州イノベーションアジェンダ (2022)

<基本政策の体系>

- ・欧州委員会 研究・イノベーション総局が他の分野別総局と調整しながら主管。加盟国の活動の補完、支援、調整を中心に政策展開。

 技術主権を保持しイノベーション力を高める

・メルケル政権下の「ハイテク戦略」では、官民のR&D投資を増やし環境整備を進めた。続くシュルツ政権もイノベーション創出の方針を継続。**研究成果をイノベーションに繋げ、産業競争力強化のために技術移転に注力**。一方、ウクライナ危機、原子力からの撤退、それらに伴う再エネ促進などを受けて**エネルギー価格が急騰**し、国内製造業に大打撃。総選挙の争点に。

■「未来戦略 (2023.1)」：速やかなイノベーション創出のため技術移転強化

- ・飛躍的イノベーション機構 **SprinD**、技術移転・イノベーション機構 **DATI** 等新設
- ・官民の研究開発費GDP比**3.5%の達成**に向けて投資を継続

■「国家安全保障戦略 (2023.6)」を初策定：主要技術の他国依存を回避

- ・外交、防衛に限らず気候危機対策、食糧安全保障なども含む包括的な戦略。
- ・競争力と安全保障のレジリエンスを構築し**「技術主権」を確保**するため、主要技術 (**AI**、**量子**、**バイオ工学**、**ITセキュリティ**など) の研究開発を推進。

〈その他の重要政策文書〉持続戦略 (2021)、デジタル戦略 (2022)

〈基本政策体系〉教育研究省が主務。宇宙・エネルギーは経済気候保護省。デジタル分野は、財務省、デジタル交通省、経済気候保護省、首相府が共同で所掌。

 国家発展の基盤としてSTI重視、官民連携と国際化を推進

- ・5年1期の大統領制による国家運営の中、STIと人材育成は常に重視。国政課題をまとめた文書で**「R&D予算を政府総支出の5%を保つ」**と記述 (2022.7)。
- ・**「選択と集中」**を基調として**強みとする産業を育成**。
- ・大学においても半導体企業による学科の設置など、**産学密着型の人材養成**。
- ・スタートアップ振興など大企業や製造業に偏らないイノベーションも促進。
- ・日米韓に加え、韓国独自の強みを活かした国際科学技術協力も展開。

■「第5期科学技術基本計画 (2022.12)」

- ・科学技術システムの高度化やイノベーションエコシステムの構築、STIを通じた課題解決などを重点とし、これらを推進するため12の国家戦略技術を育成。

〈その他の重要政策文書〉国家の成長を駆動する12大国家戦略技術に5年間で25兆ウォン以上投資する大統領発表を受けた「国家戦略技術育成方案 (2022.10)」

〈基本政策体系〉国のSTI政策の方向性は国家科学技術諮問会議 (PACST) で議論 (議長は大統領)。科学技術政策は、科学技術情報通信部 (MSIT) が所掌。イノベーション分野では産業通商資源部や中小・ベンチャー企業部なども関与。

 革新技术に投資しイノベーション・エコシステムを増強

- ・EU離脱後の経済成長低迷の中、14年にわたる保守党政権運営に対する不信感などから、2024年7月の下院総選挙で労働党が圧勝。
- ・スターマー新政権下で新産業戦略の検討が進む。**優れた基礎研究に見合ったイノベーション創出が国の長年の課題**となる中、労働党政権下でも引き続き研究開発投資の重要性が認識されている。

■労働党新政権の政策方針：経済成長・クリーンエネルギーなどの重視

- ・投資促進10年計画となる**新産業戦略「Invest2035」**策定準備中 (2025年春発表予定)。
成長を牽引する8セクター (**先進製造業**、**クリーンエネルギー産業**、**クリエイティブ産業**、**防衛**、**デジタルと技術**、**金融サービス**、**ライフサイエンス**、**プロフェッショナル・ビジネスサービス**) を特定。
- ・Horizon準加盟国の参加達成。秋季予算案2024で**過去最高額のR&D投資 (204億 £)** を表明。

〈その他の重要政策文書〉英国科学技術フレームワーク (2023)

〈基本政策体系〉2023年2月より科学・イノベーション・技術省 (DSIT) が主務。

 研究開発への長期投資によりイノベーション創出を図る

- ・研究開発政策の両輪は「フランス2030 (5カ年投融資計画)」と「複数年研究計画法 (中期研究計画)」。
- ・重要分野・領域へトップダウンの重点投資。
- ・研究開発全体への投資不足の反省から**投資を底上げ**し、**R&D投資GDP比3%**達成を目指す。

■5カ年投融資計画「フランス2030 (2022-26)」

- ・期間**総額540億ユーロ**を計上。**デジタル技術**、**エレクトロニクス**などのテコ入れを前提に、**原子力開発**、**グリーン水素**、**農業・食料**、**バイオ薬品**などの分野の成果に繋げる。
ディープテックの起業推進支援も盛り込む。

■「複数年研究計画法 (2021)」と「複数年軍事計画法 (2024)」に基づき、2030年までの研究予算を毎年増額

- ・大学等の基盤強化、研究人材の育成・支援、AI・通信・量子の軍事応用強化

〈その他の重要政策文書〉国家戦略レビュー (2022)：原子力研究開発の堅持、など

〈基本政策体系〉高等教育・研究省 (MESR) 主務。

戦略的投資政策は上位の首相府投資総務庁 (SGPI) が統括。

第7期の検討における論点との関わりから考える (ELSI/RRIの取り組みの拡張？)

- 戦略的な重要・新興技術ガバナンス
＜総合知による取り組み＞
- 経済安全保障
＜研究インテグリティと研究セキュリティ＞
- 多様性・包摂性などの取り組み
＜性を考慮した研究・イノベーション＞
＜シチズンサイエンス＞

主要国における重要・新興技術（分野）選定の動き

2020年頃から世界各国で「重要・新興技術」を選定する動き。各国の戦略において、「特定産業育成（保護）」「経済安全保障」、社会・環境などの包摂までを含む「国益全般」まで、その目的は多様。

	 米国	 中国	 EU	 ドイツ	 韓国	 英国	 フランス
政策文書等	重要・新興技術 (Critical & Emerging Technologies, 2024)	第14次五カ年計画	新産業戦略 Key Enabling Technologies	ハイクテク戦略2025	12大国家戦略技術	女王演説「英国 が主導できる 未来の産業」	・AI国家戦略 ・Nano2022 ・フランス復興計画
医療 ライフ	・バイオテクノロジー	・脳科学・脳型知能 ・遺伝子・バイオテクノロジー ・臨床医学・ヘルスケア	・産業バイオテクノロジー ・生物医学 ・医薬品	・ライフサイエンス	・先端バイオテクノロジー	・ライフサイエンス	・健康に良い食料 ・バイオ治療 ・バイオ製造
環境 エネルギー	・先進ガスタービンエンジン ・グリーン水素生成・貯蔵 ・指向性エネルギー	・新エネルギー ・グリーン環境保護	・グリーン水素 ・排出ゼロ航空 ・再生可能エネルギー、 低炭素燃料	・グリーンテック:合成燃料 ・バイオエコノミー ・水素研究 ・バイオ/ナノ/ITの融合	・次世代原子力 ・水素	・グリーン水素	・カーボンフリー水素 ・持続可能な農業 ・レジリエントな都市 ・産業の脱炭素化 ・エネルギー/デジタル脱炭素 ・バイオ由来燃料 ・先進エネルギー
ナノテク 材料 デバイス	・先進製造 ・半導体・マイクロエレクトロニクス	・新材料 ・集積回路(半導体) ・ハイエンド機器	・マイクロエレクトロニクス ・ナノテクノロジー ・先端材料	・材料:新素材/電池/3D プリント/軽量化/先進製 造技術 ・マイクロエレクトロニクス: エレクトロニクス/自動運転 通信/5G/自動運転	・半導体・ディスプレイ ・二次電池 ・先進的エネルギー	・設計	・ナノエレクトロニクス ・サイクル・再生材
量子	・量子情報利用	・量子情報 ・フォトニクス	・量子技術 ・フォトニクス	・量子:シミュレーション/超精密 計測/画像化	・量子		・量子
ICT AI ロボット	・先進コンピューティング ・先進ネットワークセンシング・シグネ チャー管理 ・AI ・データプライバシー・データ/サイ バーセキュリティ ・高度自動化・自律・無人シ ステム・ロボティクス ・ヒューマンマシンインターフェース ・通信・ネットワーク ・測位・航法・計時	・次世代AI ・次世代情報技術	・先進コンピューティング ・データクラウド基盤 ・プロセッサ・半導体 ・産業用データ、エッジ、 クラウド ・スマート工学	・AI:機械学習/ビッグデータ /HPC ・サイバーセキュリティ ・ヒューマンマシンインタラクション (HMI)/スマート/VR	・AI ・先端スマート製造 ・サイバーセキュリティ ・次世代通信	・AI ・スマート工学 ・コンピューティング	・AI ・サイバーセキュリティ ・教育とデジタル ・デジタルヘルス ・5G/次世代通信NW ・クラウド ・デジタルのグリーン化
航空宇宙 海洋	・極超音速 ・宇宙技術・システム	・宇宙・地球深部・ 深海・極地の探査 ・航空宇宙 ・海洋設備	・宇宙(打ち上げ)	・航空宇宙:衛星/材料	・航空・宇宙・海洋	・宇宙	

自民党 科学技術イノベーション戦略調査会 (第2回,
2025年1月30日), 資料2「各国の科学技術・イノ
ベーション政策の動向」(JST-CRDS)
<https://note.com/api/v2/attachments/download/4ca9c5c611fd03012a1761ba0a9b66f0>

戦略的な技術ガバナンスの強化

*技術ガバナンス：科学技術のリスク管理と正のインパクトの最大化に向けて適切にかじ取りを行う、技術・制度・社会システム等の設計と運用のプロセスのこと

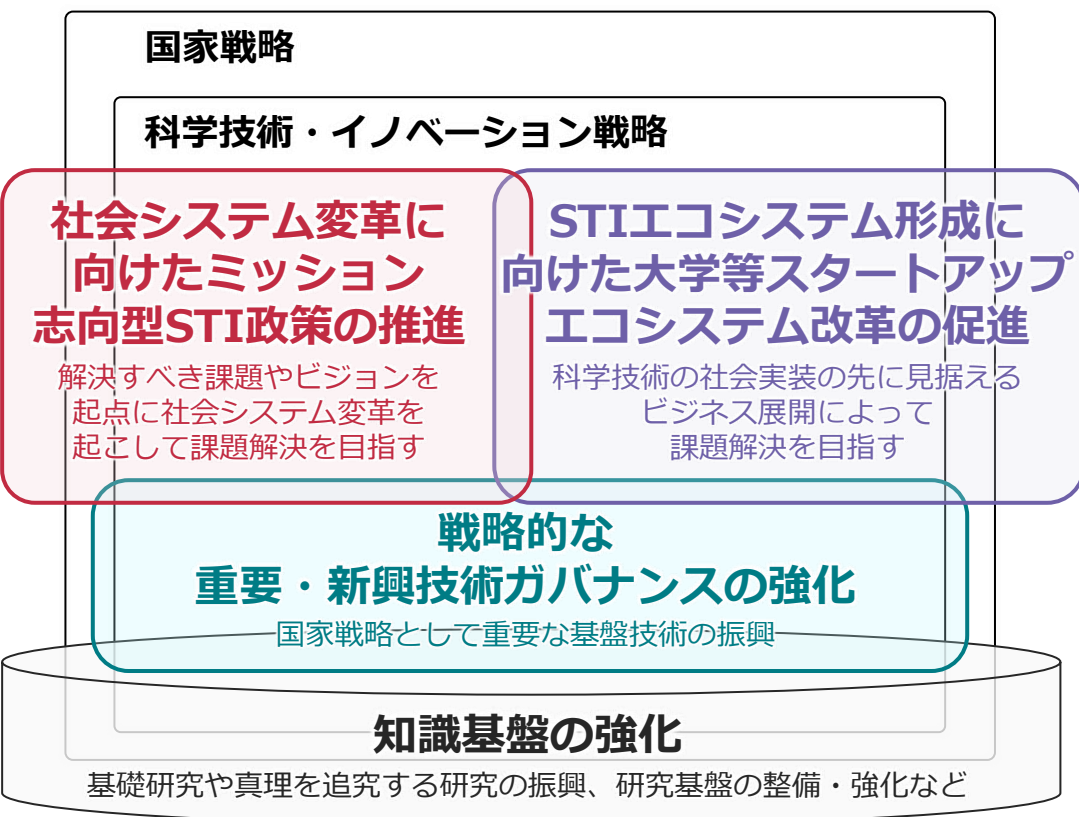
国際ベンチマークと日本の現状・課題

- OECD「持続可能で包摂的な未来に向けた変革的なSTI政策のための大臣宣言」(2024年4月24日) など、国際的に重要・新興技術ガバナンスの必要性の認識が高まっている。
- 主要各国の技術戦略における「ガバナンス」関連の記述と特徴を比較：(下表)
各国、新興技術が引き起こすリスクの適切な管理とそのためのルール形成や、研究開発・実用化の推進など、STIエコシステムの構築の中に位置づけて戦略を明記。日本は、国際的な視点に立ったルール形成やガバナンスに関する記述が非常に少ない。

分野	ガバナンス上の課題や関連の記述	米国	欧州	英国	日本
量子	- ポスト暗号技術の必要性(安全保障上の課題、技術流出防止の必要性) - 米・欧はそれぞれポスト量子暗号に向けた指針等を発表済。 - 英国は規制面での主導を提唱。日本は産業育成戦略が中心	量子情報科学のための国家戦略概要(2018/09)	量子技術に関する欧州宣言(2023/12)	国家量子戦略(2023/03)	量子未来社会ビジョン(2022/04)
バイオ	- バイオ製品の安全性、バイオセキュリティ、脅威・リスク分析、規制制度見直しなどの必要性 - 米国はバイオ分野振興政策とあわせて安全性の確保に関する多数の記載。英国はRRIでの主導権確保を目標。日本は産業育成戦略が中心	国家バイオ技術・製造イニシアチブ大統領令(2022/09)	EUにおけるバイオ技術・製造の促進(2024/03)	工学生物学のための国家ビジョン(2023/12)	バイオエコノミー戦略(2024/06)
核融合	- 安全対策に加え、放射線・廃棄物対策、不拡散、社会受容の促進などの取り組みの必要性 - 米国は商用展開に向けた課題の記載。英国はイネーブラーの一つとして規制を挙げる。日本は海外での安全面の検討の進展について記述	フュージョンエネルギー戦略2024(2024/06)	(策定中)	フュージョンエネルギーに向けて2023改訂(2023/10)	フュージョンエネルギー・イノベーション戦略(2023/04)
マテリアル	- 欧州は、標準・評価・規制に関する記述 - 日本は応用面(資源循環、鉱物安全保障)に言及	— (マテリアルズ・ゲノムイニシアチブ2011)	産業リーダーシップのための先端マテリアル(2024/02)	—	マテリアル革新力強化戦略(2021/04)

政策ポートフォリオの特性に応じた「総合知」の活用

社会システム変革を目指す上で、あらゆる知を統合するプロセス＝「総合知」の実践は不可欠。対象となる社会課題や科学技術の特性に応じて、総合知のあり方・発現の仕方はさまざま。科学技術・イノベーション政策（STI政策）のポートフォリオを踏まえ、「総合知」の活用ポイントを見極めた適切なデザインが必要。



＜科学技術・イノベーション政策のポートフォリオ（案）＞

社会システム変革に向けた、ミッション志向型STI政策の推進

国レベルで重要かつ社会システム変革を伴う社会課題について、国の長期戦略の下、期間を定めた計測可能な政策目標（ミッション）を設定し、その早期実現を目指すSTI政策の推進が必要。総合知活用のポイントは、戦略的・総合的取組の「ビジョン形成から課題設定段階」のデザインへの注力。

STIエコシステム形成に向けた、大学等のスタートアップ（SU）エコシステム改革の促進

STIエコシステムの形成に関する既存政策の更なる促進とともに、大学等による自発的な取り組みの支援が重要。総合知活用のポイントは、「社会課題と研究の結びつき」「学びの機会」「人材育成」の一体的な仕組みの構築。

戦略的な重要・新興技術ガバナンスの強化

戦略的な技術ガバナンスの強化と、価値の共有に基づく国際連携が重要。総合知活用のポイントは、技術ガバナンスに関する国際水準のルール・規範形成の迅速な議論と、研究・イノベーションにおけるELSI/RRI実践が連動する、戦略的な「ネットワーク同士の結びつき」の仕掛け。

*「括弧書き」はすべて、内閣府が示す「総合知の推進方策」より

「総合知」とは

社会システムの変革を志向するトランスフォーマティブ・イノベーションへと遷移する中で生まれた、学際・融合・共創の考え方。あらゆる知を統合し、新たな価値を創出する **手段・アプローチ** のこと。

「総合知」 = 多様な「知」が集い、新たな価値を創出する「知の活力」を生むこと

- 多様な「知」が集うとは、属する組織の「矩」を超え、専門領域の枠にとらわれない多様な「知」が集うこと
- 新たな価値を創出するとは、安全・安心の確保とWell-beingの最大化に向けた未来像を描くだけでなく、社会実装に向けた具体的な手段も見出し、社会の変革をもたらすこと

内閣府 CSTI有識者議員懇談会「「総合知」の基本的考え方及び戦略的に推進する方策 中間とりまとめ」(2022年3月) <https://www8.cao.go.jp/cstp/sogochi/kihon.html>

コンバージェンス・リサーチ Convergence Research (e.g. 米国 NSF)

科学的な問い、あるいは社会的ニーズのいずれの出自であっても、①具体的で切実な問題によって駆動され、②分野間の深い統合により、厄介な研究問題を解決する手段のこと

NSF, Learn About Convergence Research,
<https://new.nsf.gov/funding/learn/research-types/learn-about-convergence-research>

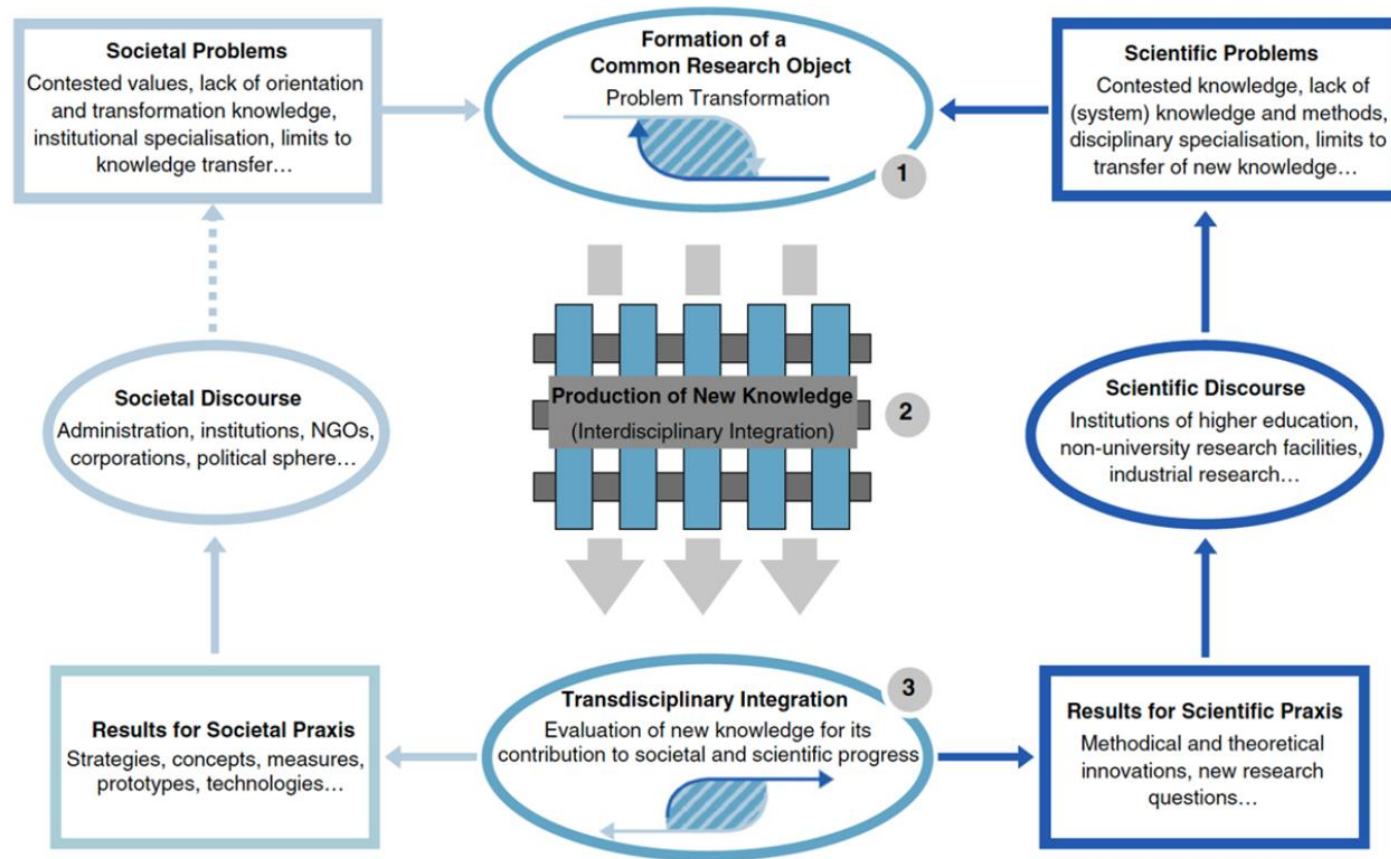
トランスディシプリナリー・リサーチ Transdisciplinary Research (e.g. 欧州 ISC, OECD)

異分野の学術研究者と学術以外の参加者とのパートナーシップによって、共有された目的に向けて協働する、複雑で厄介な社会問題に対処するアプローチのこと

ISC, Centre for Science Futures, "Looking at the Future of Transdisciplinary Research," (2023) <https://futures.council.science/publications/transdisciplinary>
OECD/CSTP/GSF, "Addressing societal challenges using transdisciplinary research," STI Policy paper, No.88, (2020) <https://doi.org/10.1787/0ca0ca45-en>

科学と社会の境界をつなぐトランスディシプリナリー研究のあり方

科学的アプローチと社会的アプローチは、知識生産メカニズムやその手段・プロセスが異なる。トランスディシプリナリー研究の実践においては、これを結合するために境界領域に「共通目標」を設定することが重要。



➡ 科学技術の発展スピードと社会・制度的対応のミスマッチや、経済的価値と社会的価値のアラインなどに取り組むELSI/RRIは、トランスディシプリナリー研究が必要な領域そのもの。

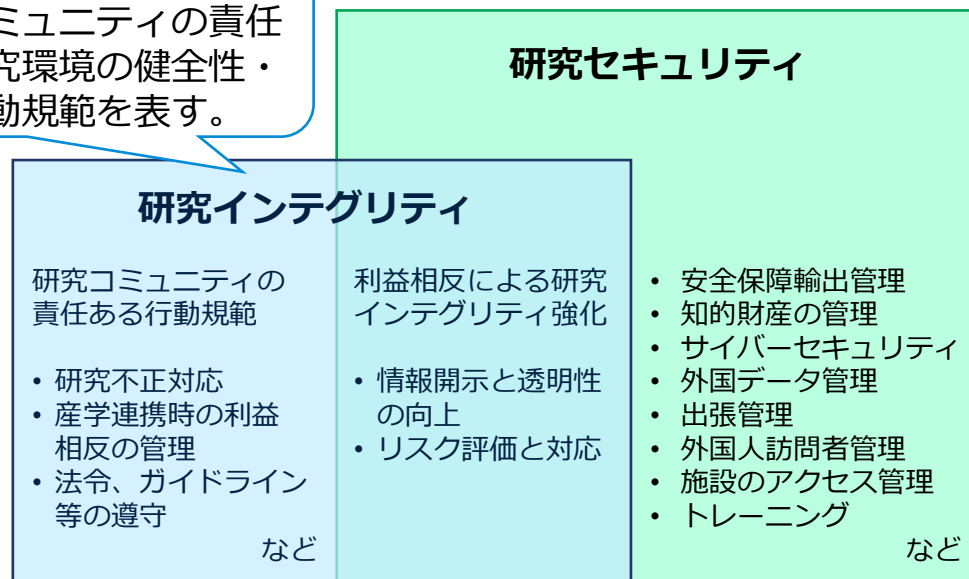
The integration of societal and scientific praxis in transdisciplinary research

Jahn et al. (2012), Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization, "Ecological Economics" Vol.79, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>

研究インテグリティと研究セキュリティ

- 研究の国際化、オープン化が進む中、外国からの不当な影響・干渉から研究コミュニティを保護し、研究推進の基盤となる「**研究セキュリティ**」の取り組みが進む。
- 各国は、大学等の研究機関が非同志国の標的となっていると特定する一方で、**自国の研究現場の非同志国からの外国籍研究者・留学生を完全に排除することは不可能**との認識。研究の自由を尊重しつつ、いかに安全に最先端研究、国際共同研究を進めるかは主要国共通の課題。

研究インテグリティは、一般的に研究活動における研究コミュニティの責任ある行動を通して研究環境の健全性・公正性を確保する行動規範を表す。



研究インテグリティと研究セキュリティ

研究システムの不当利用など、研究システムの健全性・公正性が毀損されうるリスクへの対応を表す言葉

	Research Security
	Trusted Research
	Countering Foreign Interference
	Research Security
	Knowledge Security
	研究インテグリティ

研究活動における原則

- 研究セキュリティの議論にあたっては、研究の開放性の他、**研究活動における一般的な原則（学問の自由、研究の公正、表現の自由、客観性、公正性、透明性、公平性、説明責任）が前提**にあることが確認されている。
- この前提の上に、研究インテグリティの考え方や、研究セキュリティの取り組みによって差別的取り扱いが行われないこと、研究活動、研究者、研究機関に対して過度の負担や不必要な損害を与えないこと、が確認されている。

米 	英 	豪 	加 	EU 	蘭 
基盤的研究の開放性：基盤的研究の成果には可能な限り最大限に制限をかけない（NSDD-189） 「科学力の強さのためには、創造性を確保できる研究環境が必要。自由にアイデアを交換できる環境の確保」（JASON「基盤的研究の安全保障」（2019）） - 少数民族や人種的マイノリティへの差別的な扱いを行わない（NSPM-33ガイダンス）	研究における潜在的リスクを説明しつつ、研究の国際関係の発展・維持が英国の研究とイノベーション成功の鍵である、と説明。 （“Trusted Research Guidance for Academia”（2019））	豪州の大学の世界的な研究業績は国際化と開放性に基づく。大学の自治、学問の自由を基盤とする国際的連携は世界中の優秀な頭脳との知識の共有と発展を促進すると言及。 （UFIT「豪大学部門に対する外国の干渉に対抗するためのガイドライン」（2019））	カナダの研究エコシステムの根底にある基本原則 - 学問の自由 - 機関の自治 - 表現の自由 - 公平性、多様性、包摂性 - 研究の公共性 - 透明性 - インテグリティ（誠実性） - 連携 （カナダ政府「国際研究協力に対する国家安全保障ガイドライン」）	普遍的権利、公共財である学問の自由 - 高等教育機関自治 - 学問の自由とインテグリティ - 学生および教職員の参加 - 高等教育に対する公的責任および高等教育に対する公的責任 （欧州委 “Tackling R&I foreign interference”）	学術の中核的価値（Academic Core Value） - 学問の自由 - 研究の公正性 - オープンサイエンス - 科学における倫理 包摂性と無差別 （オランダ政府 “National knowledge security guidelines”）

セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーションとは

〈CRDS調査報告書での「ジェンダード・イノベーション」の用語定義〉

「セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーション」

「生物学的性 (Sex) と 社会的・文化的性 (Gender) に基づいた分析を行う研究、
およびその結果を取り込むことによって創出されるイノベーション」 のこと

〈CRDSの調査での考え方〉

- ・「性」には、「生物学的性 (Sex)」および「社会的・文化的な性 (Gender)」のいずれも含まれる。
- ・「性差」というセックス・ジェンダー（雌雄・男女等）間の違いだけではなく、単一の「セックス」および「ジェンダー」や「性」そのものも対象とする。
- ✓ 医療・医学研究でやること？ ⇒ 医学・生物学などの生殖に関わる研究、だけではない。セックス/ジェンダーはあらゆる研究分野に関係。
- ✓ フェムテックのこと？ ⇒ 女性の問題を技術で解決するフェムテックは特に日本で流行したが、女性だけを対象とするもの、だけではない。
- ✓ 女性活躍のこと？ ⇒ 女性のための取り組み、ではない。また、セックス/ジェンダーを考慮した研究は性別を問わず誰もが取り組めるもの。

〈国の政策として取り組む根拠〉

- ・ 科学的知識の質の向上につながる
- ・ 研究を、社会ニーズにさらに応えるものにする
- ・ 研究・イノベーションにおける新しいアイデアを生む
- ・ 研究成果を社会実装する際の、市場機会の損失を回避

科学技術振興機構 研究開発戦略センター「ジェンダード・イノベーションの潮流 –セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーション–」(CRDS-FY2024-RR-05) *2025年4月公表予定 <https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2024-RR-05.html>

セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーションの拡がり

「性」に対するアンコンシャス・バイアス（無意識の思い込みや慣例）がもたらす負の影響が、様々な分野で顕在化。セックス/ジェンダーを考慮する視点を取り入れることにより、これを正のインパクトに変える取り組みへの促す。

（事例）医療・製薬

歴史的経緯：古典的な西洋思想で、女性は「不完全な男性」とであるとされてきた。そのため、「男性」「オス」の研究成果を女性に適用することが多かった。現在も、男性・オスを対象とする慣例が無意識のバイアスとして一部に残存。

- 1960年代の**サリドマイド薬害事件**により、1977年、NIH・FDAは**子どもを持つ可能性のある女性を薬物臨床試験から除外**（現在は両性を含めることを法律で規定）
- 女性が多い疾患でも、研究・試験等で使用される齧歯類の7割はオス

医薬品安全性試験の事例：

- FDAの承認薬のうち、1997年1月以降、**市場から撤回した薬は10の製品**にのぼる。そのうち**8製品で、女性にとってより高い健康リスク**があることが判明。一方、2製品は女性にとってリスクが高い薬剤クラスに分類されていたものの、男女差のエビデンスはなかった。

United States General Accounting Office (2001) GAO-01-286R

（事例）痛みの研究

歴史的経緯：「痛み」に関する研究は元来、性差に着目し、研究データを蓄積していた領域。痛みの受容性や耐性の差、疼痛発症率の男女差、痛みの推定におけるバイアス、痛みの表現の文化依存性、分野横断的な研究が進む。

正のアウトカムの展開：

- 近年注目の研究として、**痛み（特に疼痛）の経路・機序にも性差がありうることが明らかに**。慢性疼痛のマウスモデルで、オスでは痛みの伝達がミクログリアによって行われるが、メスではおそらくT細胞がこの機能を担う。
⇒ヒトの予備実験も進みつつあり、**薬効の性差やオーダーメイド鎮痛薬の開発などに期待**。

Nature (2019), DOI: 10.1038/d41586-019-00895-3

セックスとジェンダーを考慮した研究・イノベーションの拡がり

EDI (Equity, Diversity and Inclusion) への社会的要請が増大する中、セックス/ジェンダーに考慮した研究に取り組むことでさらに社会受容性が高まり、責任ある研究・イノベーションにつながる。

(事例) 衝突試験用ダミー

歴史的経緯： 衝突試験用ダミーは、米空軍のために1949年に開発。そのため「若い・男性」を基準に製作された。

無意識のバイアスによる負の影響： 自動車の衝突実験へ転用された際に、ダミー人形のサイズは変更されなかった。そのため、現在の車の安全性能実験の規定でも「**175cm・78kgの男性**」が基準とされてきた。

- 交通事故の負傷率は、これに当てはまる男性が最も少なく、外れる人々 (女性、高齢者、肥満 等) は負傷率が高い。
- 女性は、非常に体格が小さい「149cm・49kg」(5パーセンタイル程度) のダミーが使用されている。

正のアウトカムの展開：

- 世界で初めての、女性型の衝突試験用ダミー人形を開発
- 妊婦用の衝突試験シミュレーションの開発

(事例) AIバイアス

歴史的経緯： AIは過去のデータを学習するという性質上、**データのバイアスがそのまま反映される**ことが知られている。(顔認識システムでの女性や黒人の顔認識のパフォーマンスの低下、自然言語処理での性別に基づいた偏ったエンコード、など)

無意識のバイアスによる負の影響：

- Amazonの採用エンジンでは、過去10年間のレジュメが学習に使用されていた影響で、これまでに男性の多かったポジション (ソフトウェア開発や技術職) について、女性の評価が自動的に下げられてしまっていたことが発覚。
<https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G/>
- 健康リスク予測のアルゴリズムの偏りにより、黒人の患者に必要なケアが30%低く見積もられた。
<https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.aax2342>

正のアウトカムの展開：

- AI品質評価においてジェンダーや人種などの考慮が標準化

科学の側面の取組強化：ジャーナルやファンディングでの義務化

NatureやCellなどのハイインパクトジャーナルにおいて、セックス/ジェンダー分析実施の義務化が進む。主要国のファンディング機関も相次いで導入（加CIHR、欧Horizon、米NIH、英UKRI、独DFGなど）。

➡ 研究成果の公表や国際研究への参画に影響する可能性

■ 国際ジャーナルのSAGERガイドラインへの準拠

Nature社 (Nature) や、Elsevier社 (Cell Press, The Lancet) はジャーナルの編集方針や論文審査における手続きなどにおいてSAGERガイドラインへの準拠を明示。

*著者に、研究デザインにおけるセックス/ジェンダー分析（考慮したか、どう考慮しているか、しなかった場合はその理由の正当化）の報告を求める。

■ SAGERガイドライン (Sex And Gender Equity in Research Guidelines)

研究デザインや研究報告等における「性への考慮」について、包括的な手順を示したガイドライン。EASEにより2016年に策定。



■ 各国の政策やファンディング機関における、セックス・ジェンダーに基づく分析実施の義務・推奨の拡がり

〈各国の上位政策の目的〉



ジェンダー主流化



ジェンダー次元の統合



科学の厳密性



科学の厳密性



ダイバーシティ



ジェンダー主流化



STEM分野の女性参画

日本の科学技術・イノベーション政策における取り組み状況

米国、カナダ、EU、英国、ドイツなど、主要各国は、STI政策としても積極的な取り組みを展開している。

日本の取り組みの状況

- 科学技術・イノベーション政策：
第6期科学技術イノベーション基本計画、統合イノベーション戦略
- 男女共同参画政策：第5次男女共同参画基本計画、
女性活躍・男女共同参画の重点方針（女性版骨太の方針）
- 健康医療戦略：第3期医療分野研究開発推進計画
- 学術界：日本学術会議
「見解：性差研究に基づく科学技術・イノベーションの推進」
- 国研：国立成育医療研究センター 女性の健康総合センター
- F A：「男女共同参画や人材育成の視点に立った競争的研究費
制度の整備に係る共通指針」（競争的研究費に関する関係府省
連絡会申し合わせ）
- 大学：お茶の水大学、静岡大学、東京大学 など

知識の改善 ジェンダード・イノベーション
Fix the Knowledge

- 性別、ジェンダー、交差分析を
研究に組み込むことで、科学技術
の卓越性を刺激する

組織の改善
Fix the Institutions

研究組織の構造改革を通じて、キャリ
アにおける包括的な平等を促進する

- 意思決定やリーダー、キャリア等における
ジェンダー平等を促進する
- 育児やワークライフバランスのレベルを向上
させる

数の改善
Fix the Numbers

女性や過小代表グループの参加を増やす

- 科学や工学分野において、女性や過小なグループの
人数を増やす
- ジェンダーバランスの整った研究チームを作る
- 大学等での女性の採用数、など

日本における政策イニシアティブの具体的な取り組みは、産業政策、男女共同参画政策での検討が先行。
しかし、ジェンダード・イノベーションで最も影響があるのは研究開発の現場。

➡ 科学技術・イノベーション政策としての取り組みの必要性

「シチズンサイエンス」とは、科学の専門家でない人々によって行われる科学的活動を指す。「科学研究のDX」「社会的課題解決」「オープンサイエンス」「エンゲージメント」などの文脈で、いま世界的に拡大しつつある。

■歴史的背景

- 科学の分野の機関等に縛られていない人々（「職業科学者」ではない人々）が科学的プロセスに参加することを包括的に指すが、世界的に、**研究者や研究機関と市民が協力して実施する研究活動やプロジェクトとして取り組みが拡大**。
(e.g. 世界中のバードウォッチャーが野鳥観察情報を寄せる「eBird」、銀河写真の分類に市民が参加する天文学プロジェクト「Galaxy Zoo」)
- 古くは1900年代からその取り組みがあったとされるが、**大きな転換点は2010年代**：
欧州では、2013年に European Citizen Science Association (ECSA) が設立、2014年からオックスフォード英語辞典にも“Citizen Science”, “Citizen Scientist” の用語を掲載。2014年からHorizon2020でも研究助成による推進開始。
米国では、2014年に Citizen Science Association (CSA) が設立、ジャーナル“Citizen Science”を発行。2015年には科学技術政策局の覚書でシチズンサイエンスの重要性に言及。2017年「クラウドソーシングとシチズンサイエンス法」制定。
日本では、社会課題の解決に重きを置く「**市民科学**」(e.g. 大気汚染、放射線量測定) や「**市民参加型研究**」(e.g. 野鳥、気象) などとして知られる。科学技術イノベーション政策上は、第5期科技イノベ基本計画 (2016年度-) にて「オープンサイエンス」および「共創的科学技術イノベーション」の文脈で「市民参画型のサイエンス」としてその推進を図ることに言及。第6期科技イノベ基本計画 (2021年度-) ではさらに、「多様な主体が研究活動に参画し活躍できる環境整備」を掲げる。

■なぜいま、シチズンサイエンスか？ ➡「**拡張**」の必要性

- 科学技術の進展による変化**： ネットを介したクラウドソーシングが主流に。DIY (Do It Yourself) 型の科学実験も発展。知的財産、個人情報、データの帰属、リスク管理などの倫理的課題、結果の質の保証や評価など研究上の課題が顕在化。
- 科学研究のあり方の多様化**： 科学研究の民主化やオープンデータ化、社会課題解決のための協働などが政策の重要課題に。

米国：トップダウンの意思 + ボトムの基盤整備を国が支援

クラウドソーシングとシチズンサイエンス法 (CCS法) を策定し、連邦政府がこれを手段として使う権限を付与。

【政策】

- 連邦政府の**法律**「クラウドソーシングおよびシチズンサイエンス法」(15 USC 3724)：連邦政府のミッションを遂行する中で、クラウドソーシングとシチズンサイエンスを利用したプロジェクトを実施することや、それらの参加者からサービスを得る権限を付与¹。
- 同時に、政府に情報開示・発信も義務付け：CitizenScience.gov プロジェクトのカタログ (2024年11月現在：503PJが終了、計画中含む)、ツールキット、コミュニティ、ベストプラクティスなど公開・共有。
- 科学技術政策局 (OSTP) によるCCS法の結果の**報告**²：

→イノベーションの促進におけるシチズンサイエンスの重要性を報告

各活動においては「データや観察結果の収集」「パブリック・アウトリーチ」「教育」などが主要目標。

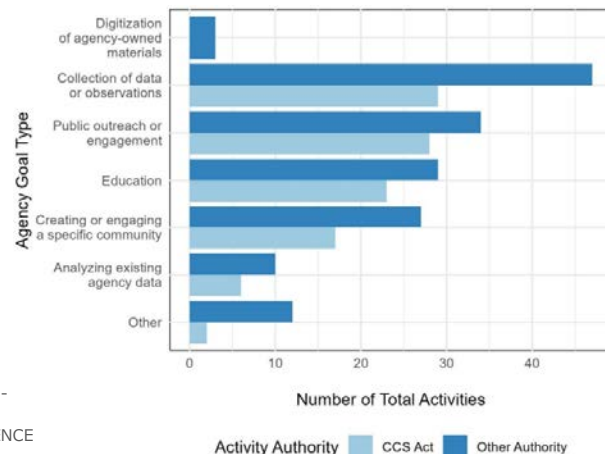


Figure 8.
The Number of CCS Activities Reporting Each Goal Type in FY21-22

1. <https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title15-section3724&num=0&edition=prelim>

2. OSTP, IMPLEMENTATION OF FEDERAL PRIZE AND CITIZEN SCIENCE AUTHORITY: FISCAL YEARS 2021-2022" (2024.04.)
https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2024/04/Final_Implementation-of-Federal-Prize-and-Citizen-Science-Authority-Fiscal-Years_21_22.pdf

【事例】Zooniverse <https://www.zooniverse.org/>

概要：Zooniverseは、世界中の何百人ものプロの研究者と、150万人の登録ユーザーがオンライン市民科学に参加している。2007年以降、Zooniverseは研究チームと提携して、現在90を超えるアクティブなオンラインシチズンサイエンスプロジェクトを通じてあらゆる年齢や背景の人々に実際の研究に参加する機会を提供。目標は、他の方法では不可能な研究を可能にすること。Zooniverseの研究は、新しい発見、広範な研究コミュニティに役立つデータセット、多数の出版物をもたらす。

連邦政府スポンサー：NSF、NASA、博物館・図書館サービス研究所

分野：動物、考古学と文化、天文学と宇宙、生物学、鳥類、化学、気候と天気、コンピューターとテクノロジー、災害対応、生態学と環境、教育、健康と医学、自然とアウトドア、海洋/水と海洋、など

意図する成果：研究開発、個人学習

OECD/GSF Int'l Workshop (June 2024) より

- 機械学習を実践し、データの前処理、データ分類などの自動化の取り組み
- リスクは、人間による監視の欠如はデータ品質の低下につながることに、機械学習の不適切な利用、など
- 政策立案者が考慮すべき点は、**「透明性、倫理的運営」「知識構築」「共有インフラへの投資」「潜在的なバイアスの可能性」**との指摘

ベルギー：政府の意思のもと、研究コミュニティが動く

シチズンサイエンスの推進は地域ごとに多様。フランダース政府が政策から大学によるプログラムまで推進。

【政策】

- それぞれ固有の風土を持つ地域で構成されており、各地域の政府によりシチズンサイエンスの状況が異なる。
- **フランダース政府**が多くの施策を実施。
科学コミュニケーション政策の計画にシチズンサイエンスを組み込む、政府レベルのファンディング (Amai!など)、大学によるシチズンサイエンスプログラムの公募、など。
シチズンサイエンスに関するナレッジセンター (Scivil) を設立以来 (2019年)、研究テーマへのシチズンサイエンスの提案を歓迎。
 - **Scivil** はフランダース政府の要請でベルギーの研究機関 (Roger Van Overstraeten Society: 技術と科学の最新の進歩に関する教育教材を開発) が設立した組織。シチズンサイエンスに関するワークショップや講義、ガイドラインなどを提供する。
- 他の地域：ブリュッセル地域でもシチズンサイエンスが注目されている。ワロンとドイツ語圏では、個別プロジェクトは存在するが、包括的な取り組みは知られていない。

【事例】 **Amai!** <https://amai.vlaanderen/oproep>

概要：目的は、AIについて市民に知らせ、新しいAIアプリケーションの開発に市民を巻き込むこと。AI活用アイデアを公募し、共創セッションで企画の形とし、専門家の審査、市民の審査、一般投票を経てプロジェクトを具体化する。応募者は少なくとも2つの組織で構成されるコンソーシアムであることが必要。

フランダースではAIの法的、倫理的、社会経済的側面にも焦点を当てた支援政策を実施しており、本プログラムはそのアウトリーチの一環。市民を積極的に参加させることで、市民、政策担当者、AIや社会的テーマの専門家、企業が一同に会することを狙う。

現在、手話翻訳ツール、目の見えない方のルートプランナー、医師のラテン語翻訳、糖尿病アシスタント、など14プロジェクト実施中。

年間予算：100万ユーロ (約1.6億円)

各プロジェクトは最長2年

最大12.5万ユーロ (約2000万円)

責任組織：フランダース政府経済・科学・イノベーション局

分野：気候と環境、健康、仕事、モビリティなど

オランダ：国がオープンサイエンス政策の一環として牽引

政府のオープンサイエンス政策の一環として、シチズンサイエンスの活動を支援。
科学研究の意思決定に市民を積極的に関与させる、国の姿勢が背景に。

【政策】

- **National Programme Open Science (NPOS)**¹ に基づく国のオープンサイエンス計画の一環としてシチズンサイエンスを推進。
- オランダ最初の国家オープンサイエンス計画が2017年に関係者により署名され、その後、全国の“NPOSプログラム”へ発展。**FAIR² データ、オープンアクセス、シチズンサイエンス**を実行。
政府が「オープンエデュケーションとオープンサイエンスを標準にしなければならない」と表明(2022年)。教育文化科学大臣が、2031年まで毎年2000万€をオープンサイエンスに当てる、と発表(2022年6月)。オランダ研究評議会(NWO)が資金の支出を担当。NWOは、オープンサイエンス資金プログラムでシチズンサイエンスを支援(2019-22：シチズンサイエンス活動をプロジェクト経費としてFTEあたり年間最大15,000€支援)
- 背景には、オランダ研究アジェンダ(NWA)が科学者や市民の意見を取り入れたプロセスで設立される(2015年)など、**科学研究の意思決定に市民を積極的に関与させる国の姿勢**がある。
- 他、ユトレヒト大学などの大学やNWA(オランダ研究アジェンダ)追加資金などでシチズンサイエンスへ資金提供。

1. オランダ国立大学(UNL)、オランダ大学医療センター連盟(NFU)、オランダ科学研究機構(NOW)で運営委員会を構成。

2. FAIRは「見つけやすく(Findable)」「アクセスしやすく(Accessible)」「相互運用しやすく(Interoperable)」「再利用しやすく(Reusable)」の略。データ共有の原則。

【事例】 **Research along Routes by Consortia (NWA-ORC)**

<https://www.nwo.nl/en/researchprogrammes/dutch-research-agenda-nwa/research-along-routes-by-consortia-nwa-orc>

概要：目的は、知識連鎖(基礎、応用、実践)全体、および、学際的なコンソーシアムでの研究を奨励すること。研究者は関連する社会的(公的/民間)パートナーと協力し、関連する場合は市民とも協力する。

提案はコンソーシアムから。コンソーシアムは知識連鎖全体の組織で構成。採択まで2段階。フェーズ1でアイデア(イニシアティブ)を登録してから取り組みを公開し、共同ワークショップへ参加。その後、フェーズ2で提案書を提出し、審査やインタビューを経て採択。2018年から毎年10数テーマを選定している。

NWA-ORC 2024は14テーマを実施：

バイオメディカル・イノベーション、感情制御と脳、スマートインダストリー5.0、透明なAIによる国民のエンパワーメント、など。

年間予算：NWA-ORC：2024は予算9450万ユーロ(約98億円)
テーマ毎675万ユーロ/4年

責任組織：教育文化科学省(OCW)の委託を受けてNOWが実施

「科学的知識生産とシチズンサイエンス」日本の取り組み事例

地球冷却微生物 (dSOIL)

責任ある研究・イノベーションの
一環として実践する
「知る・触る・話す・創る」
市民科学（国民対話）のデザイン

- 研究代表：南澤 究（東北大学 / MS目標4プロジェクトマネージャー）
- 資金支援：(2021年度-) ムーンショット型研究開発制度
- 参加市民：関心のある企業、学校等の機関や個人 など (2024時点 1,230名)
- 特徴：**多地点採取・観測の実現** (1951地点)、**高精度データの取得、大型プログラムでの実践** (対話のデザイン、オープンサイエンスの模索)
- 政策課題の指摘：
 - ✓シチズンサイエンスを支えるシステムづくり (採取許可支援、プラットフォーム)
 - ✓プロジェクト終了後のデータレガシー化
 - ✓研究の評価軸としての格上げ

雷雲プロジェクト

シチズンサイエンスを通して
最先端の科学を楽しむ
“Collective Power of Science,”
共創型サイエンスで、科学を文化に

- 研究代表：榎戸輝揚（京都大学・理研白眉研究チーム）、一方井祐子（金沢大学）
- 資金支援：(2015年度-) 科研費、JST創発、JST-ERATO、理化学研究所、京都大学、クラウドファンディング (academist, Inc.)
- 参加市民：対象地域の企業・学校などの機関、関心のある市民 など (2022時点 80カ所)
- 特徴：**多地点観測の実現、クラウドファンディング、リアルタイム検出Webシステム**
- 政策課題の指摘：
 - ✓セミプロとなった市民の参画枠組み (大学や競争的資金の制度、雇用、資金等の枠組みがフィットしない現状)
 - ✓活動拠点が広がる中でのネットワーク型の支援体制、分散かつ継続可能な場 (e.g. 全国の科学館ネットワークの活用)

「みんなで翻刻」プロジェクト

AIとクラウドソーシングを駆使し、
多くの仲間と学び合いながら
高精度に歴史資料を読み解き、
AI研究と歴史研究を加速する

- 研究代表：橋本雄太（国立歴史民俗博物館）、加納靖之（東京大学地震研究所）、中西一郎（京都大学/古地震研究会）
- 資金支援：(2017年度-) 科研費、国立歴史民俗博物館、東京大学、京都大学
- 参加市民：関心のある研究者・市民 など (2024時点 3,743名)
- 特徴：**翻刻の加速と高い正確性、クラウドソーシング・プラットフォーム、AIによる自動くずし字認識、コラボレーション設計**
- 政策課題の指摘：
 - ✓シチズンサイエンスのためのポータルやデータインフラの不在（プロジェクト間の共通化プラットフォームの整備）
 - ✓ITエンジニア人員を雇用できない現状。ドメイン×IT人材の重要性

まとめ

ELSI/RRI実践に取り組む「3つの意義」と、これからの課題（再掲）

倫理？ チェックリスト？ 社会受容？ 人文・社会科学の役割？ 技術開発のブレーキ？ … だけではない。

1. 科学技術がもたらすインパクトの健全化 → ELSI/RRIの「守り」の文脈

- ・ 人間や社会・環境に不可逆で甚大な変容をもたらすかもしれない影響・リスクを予見し、必要な準備を共有する。
- ・ 未来世代にわたって人間と社会に調和する科学技術・イノベーションの発展に寄与することが期待できる。

2. 科学技術・イノベーションにおける日本の競争力への寄与 → ELSI/RRIの「攻め」の文脈

- ・ 先端科学技術に関する国際的なルール・規範形成の交渉において、アカデミアの専門性は必須
- ・ ルール・規範形成への上流への関与は、競争力の源泉として不可欠な要素

3. 研究開発の自律性の確保 → 研究開発の「価値」について、研究コミュニティ自ら声を上げることの意味

- ・ ELSI/RRIの実践は、新興技術の開発や実装自体の中止を迫るような出来事を予め回避することにつながる。
(e.g. 1975年 アシロマ会議 ⇒ 2017年 アシロマAI23原則)
- ・ 社会への責任を果たす姿勢（我々は何者か、どこに行くのか）を研究コミュニティ自らが示すことが、研究の自律性の担保につながり、ひいては長期的に科学技術・イノベーションの促進につながる。

重要・新興技術ガバナンス、経済安全保障（研究セキュリティ）などへの要請は強くなっていく。国研・センター等のハブ機能の役割もますます重要に。多様な価値をアラインする機能、政策ミッションへの「問い」の投げかけ、科学コミュニティ自らのGood Scienceに向けた取組と意思、が重要ではないか。

参考資料 1

戦略プロポーザル

「科学技術・イノベーションの土壌づくりとしての
ELSI/RRI： 戦略的な科学技術ガバナンスの実現に向けて」

「ELSI/RRI」に関する戦略プロポーザル

FY2021調査報告書「ELSIからRRIへの展開から考える科学技術・イノベーションの変革：政策・ファンディング・研究開発の横断的取り組みの強化に向けて」
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2021-RR-07.html>

FY2022ワークショップ報告書「ニューロテクノロジーの健全な社会実装に向けたELSI/RRI実践」
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2022-WR-06.html>



戦略プロポーザル「科学技術・イノベーションの土壌づくりとしてのELSI/RRI：戦略的な科学技術ガバナンスの実現に向けて」

STRATEGIC PROPOSAL “Toward Responsible Innovation: Challenges for Strategic Technology Governance in Japan”
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2023-SP-01.html>

研究開発の上流におけるELSI/RRIの取り組みの拡張により、科学技術の健全な社会実装やSTIの迅速かつ戦略的なルール・規範形成と連動して機能することを目指す。主に、公共政策や研究開発コミュニティへのメッセージとして、5～8年の時間軸で取りうる対応策を提案。

【主要メッセージ】

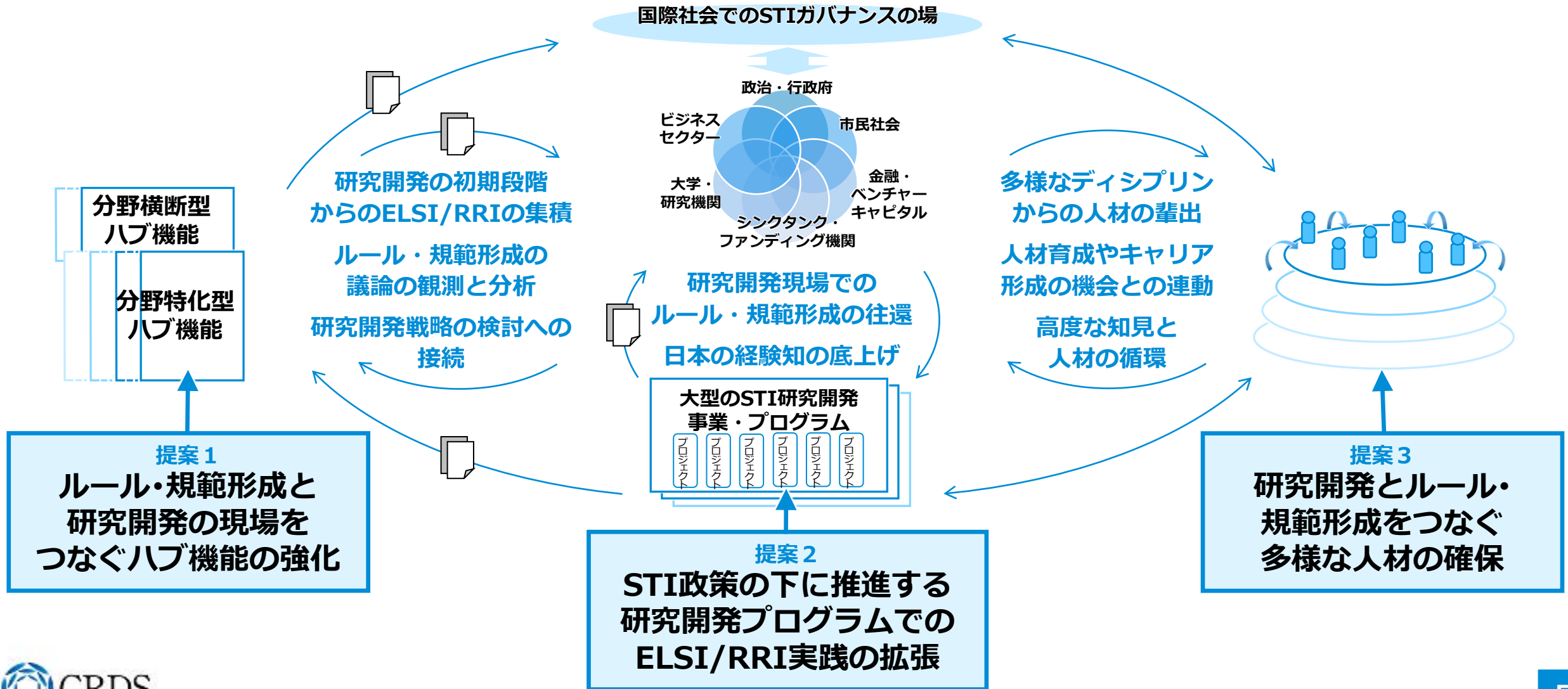
- ・ 国際潮流から：科学技術イノベーション戦略の重要課題としての「先見的ガバナンス」
- ・ 戦略的な科学技術ガバナンスとしての、ELSI/RRI実践の「3つの意義」
- ・ 先見的なELSI/RRI実践を通じた、研究開発戦略を強化する「知識循環」

➡ 研究分野別（AI、自動運転など）の深掘り検討や、新興技術ガバナンスの調査に発展・継続中。

プロポーザルにおける3つの提案：

先見的なELSI/RRI実践を通じた、研究開発戦略を強化する「知識循環」

イノベーションプロセスの初期段階からのELSI/RRI実践と、STIのルール・規範形成の議論が連動する状態を目指す



プロポーザルにおける3つの提案：

提案1．研究開発現場と戦略検討の回路をつなぐ「ハブ機能」の強化

科学技術の進展や社会課題の展開と同時併走しながら、先見的なELSI/RRI実践を行うハブ機能を強化。関連アクターとの協働実践を通じて、研究開発現場と戦略検討とを有機的に接続・融合する知識循環を担う。

- ・「**分野特化型**」ハブ機能：特定の研究分野やテーマに関する科学的専門性やコミュニティの求心力を強みとする拠点（例えば、国立研究開発法人等の研究所や、大学など）
- ・「**分野横断型**」ハブ機能：複数の研究分野やテーマの俯瞰やメタ分析を行い、知見の横断化を強みとする拠点（例えば、大学のELSIセンター やファンディング機関など）

期待される3つの機能

- ・**集積機能**：ルール・規範形成の上流で議論されたELSI/RRIの論点整理のドキュメントや、ステークホルダーのロングリストを蓄積し、迅速に使えるものとする。（技術・知見・人などの「棚卸し」とアーカイブ）
- ・**観測・分析機能**：ルール・規範形成に関する国際的議論の萌芽や、国内における問題意識・関心の醸成をいち早くキャッチし、テクノロジーアセスメントを実施する。
- ・**編集・発信機能**：集積したデータや観測・分析結果を、ステークホルダーのニーズに即した情報として翻訳・編集し、国際水準のルール・規範形成に関する議論へのコミットや、研究開発戦略の検討などに適切に接続する。

- ✓ 方策1 ハブ機能を担う機関等の中長期目標および計画における明確化
- ✓ 方策2 ハブ機能の整備を促進支援する制度活用（ポスト、基盤整備等のための協働実施経費やネットワーク形成ファンドなど）
- ✓ 方策3 ELSI/RRIとルール・規範形成の学術基盤の蓄積・強化する国際共同研究ファンドの創設

提案2．研究開発事業・プログラムでのELSI/RRI実践の拡張

国のSTI政策の下に推進する大型の研究開発事業・プログラムにおいては、ルール・規範形成を強く志向したELSI/RRIの取り組みを、事業・プログラムレベルの活動として必須に行う。

■ 科学技術起点の事業・プログラムの場合（e.g. ムーンショット事業など）

研究開発事業・プログラムを推進するファンディング機関や国研などが中心的な役割を担うことが適切。

■ 社会課題起点の事業・プログラムの場合（e.g. SIPなど）

研究者や、現場知をもつビジネスセクターや地域社会も想定されるが、ステークホルダーが集い、ルール・規範形成に向けた議論を行うための公平・中立の場の設計や機会の提供は、大学がその担い手として適している。

ポイント

- ・ 技術特性や問題状況に応じて柔軟に設計しながら、研究開発活動の一環として、ELSI/RRIの実践を経験する仕掛け（研究者等は、何らかのかたちで、ムリなく、しかし着実に、ELSI/RRIの実践に関与する）。
- ・ そのため、プログラムレベルの設計において、マネジメントの体制およびプロセスに組み込む。研究開発とルール・規範形成を往還する取り組みを事業設計に明確に位置づけることによって、日本全体の経験知の底上げを図る。

✓ 方策1 事業・プログラムごとに適したELSI/RRIの推進・マネジメント体制の設計 *次頁

✓ 方策2 ファンディング・スキームの工夫

（タイムラグやコストの織りこみ、柔軟な評価、サンドボックス制度やリビングラボなど関連制度の活用）

✓ 方策3 専門性の高いELSI/RRIの助言を行うメンタリング機能の強化

✓ 方策4 アウトプットの設計（予見的論点やポリシーブリーフなど「ドキュメント」が重要なアウトプット）

提案2．研究開発事業・プログラムでのELSI/RRI実践の拡張

方策1：事業・プログラムごとに適したELSI/RRIの推進・マネジメント体制の設計の4つの方式

① プログラム・ディレクター（PD）方式

プログラム・ディレクター自らが、事業・プログラム活動としてのELSI/RRIの実践の設計を行い、推進に責任を持つ方式。PDが先導することにより、意思決定とマネジメントが一貫する。ELSI/RRIの専門性や、マネジメント・評価など実務の知識と経験を重ねた人材輩出が鍵。

② 委員会方式

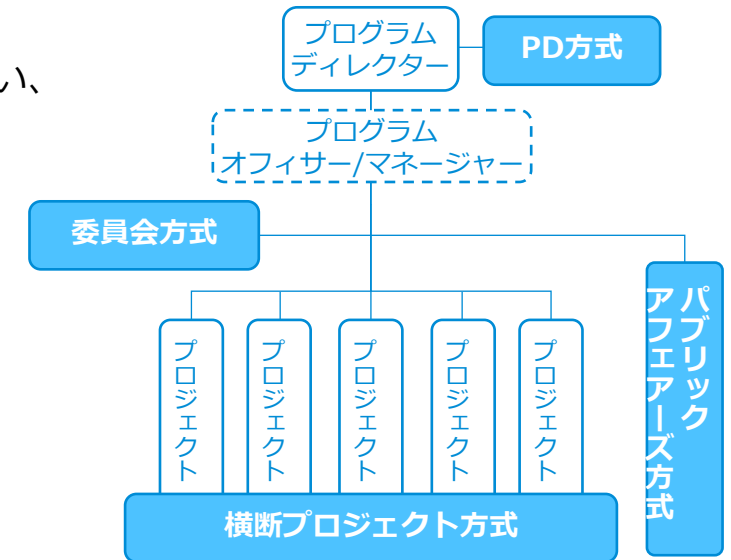
マネジメント体制下に一定の独立性を持った委員会を設置し、ディレクター等に対して、プログラムのELSI/RRIの実践に対する助言などを行う方式。複数のアドバイザーで構成することにより、多様性と専門性を保持できる。助言機能をどのように現場に接続しうるか、その方法やプロセスの設計と、実効性を確保するためのモニタリングや評価などの仕組みが鍵。

③ パブリックアフェアーズ（PA）方式

事業・プログラム活動の中で、その広報活動などの一環としてELSI/RRIの実践を推進する方式。単なるアウトリーチではなく、産学官民のステークホルダーとの対話・応答を成り立たせるコミュニケーションのデザインが鍵。専門的スキルを要するため、短期的にはその調達や人材育成のコストを要するが、専門性を持った人材やビジネス等の存在がある。効果的に取り組めば、社会受容性の醸成の観点でも有効。

④ 横断プロジェクト（PJ）方式

研究開発の一環として、事業・プログラムを横断したELSI/RRIの実践を研究開発プロジェクトとして推進する方式。研究者・研究参画者がプレイヤーとなり、事業・プログラムはその取り組みを研究開発評価の対象として取り扱う。学術知の創出、人材育成などの側面も兼ねる、研究開発現場に即した活動ならではのアジャイルな取り組みが可能に。



提案3．多様な人材の育成と確保、キャリア形成

知識と人材の高度化を図る好循環を促すためには、ELSI/RRIの専門性を有する人材の多様化が重要。
そのために、教育・研究の現場で多層的に実践に触れる人材育成とキャリア形成の取り組みが必要ではないか。

想定される推進人材の6つのタイプ

① 自然科学の専門性を持ち、自身の研究を対象としてELSI/RRIを実践する専門家

自然科学の学問分野の専門性を有し、自身の分野の研究開発を推進しながらELSI/RRIにも内発的に取り組む専門家。

② 人文・社会科学の専門性を持ち、ELSI/RRI実践に関わる専門家

人文・社会科学の学問分野の専門性を有し、学術的な観点から、ELSI/RRIに取り組む専門家。法律実務家やマネジメントの専門家も。

③ 複数の分野・テーマを横断しELSI/RRI実践に関与する、あるいはELSI/RRI自体を研究する専門家

従来の専門性を問わず、複数の科学技術分野・テーマを横断して、ELSI/RRIの実践を目的とする、あるいはELSI/RRIの実践自体を研究対象とする専門家。アクションリサーチやレジデント型研究などのアプローチを取っていることも多い。

④ ノームアントレプレナーなどルール・規範形成に関わる専門家

国際的なルールメイキングに関し、その議題構築や規範形成を先導するような、ガバナンス実践の専門家。ノームアントレプレナーのようにビジネスとして関わる立場もあれば、社会起業家や、政策提言を行うシンクタンクやNGO・NPOなどの組織もここに含む。

⑤ パブリックアフェアーズなど社会連携戦略の専門家

企業などが個社あるいは業界として関わる市場や環境を対象に、とくに公共政策やガバナンスに関わる課題についてステークホルダーにアプローチしていく社会連携活動を設計・推進する専門家。

⑥ 知的財産、標準化・規格化戦略など技術実装の専門家

研究・技術開発成果の社会実装やグローバル市場における競争力強化の観点で、知的財産や標準化・規格化戦略などに取り組んでいる、あるいはTLOなどそのサポートに関わっている専門家。

提案3．多様な人材の育成と確保、キャリア形成

知識と人材の高度化を図る好循環を促すために、ELSI/RRIの専門性を有する人材の多様化が必要。
教育・研究の各場面で人材育成・キャリア形成・教育機会を創出する、一元的なデザインが必要ではないか。

・ 初等中等教育の基礎教養で学ぶ

現在、初等中等教育においては倫理が選択必修でなくなり、社会・公民、技術、情報などで部分的に触れる状況。例えば、科学に関する必修科目の中で基礎教養として学び、考える機会をつくる。

・ 高等教育のプログラムで学ぶ

知識のインプットのみならず、「問い」を探索し科学技術と政策形成をつなぐ楽しさや、多様なステークホルダーと連携・協働するセンスやスキルを磨く機会をつくる。さらに、大学院における専門分野の深化の中で、分野固有のELSI/RRIの検討を深めたり、実践能力を高めてキャリアを目指す専門職大学院のコース設置する。

・ インターンシップで現場に学ぶ

産学官民のインターンシップの機会において、行政府やFA、国研など研究開発と政策形成と社会とをつなぐ現場に触れる場を提供する。

・ 研究活動の基礎素養として学ぶ

研究・技術倫理や研究インテグリティなど研究活動に参画する上での基礎素養の履修や、研究倫理審査や評価のプロセスの中に組み込む。

・ ルール・規範形成のOJTで学ぶ

知識・人材・環境の多様性の高いオープンサイエンスやリカレント教育などの場で、学習・研究・実践に直に触れる機会を増やす。

・ 産学連携など関連人材を拡張する

技術移転や産学連携、リサーチ・アドミニストレーションなど関連の取り組みを再構築し、ノームアントレプレナー育成の観点を追加する。

参考資料 2

ELSI/RRIに取り組む研究マネジメント －「研究デザイン」と「体制構築」を考える4つの視点－

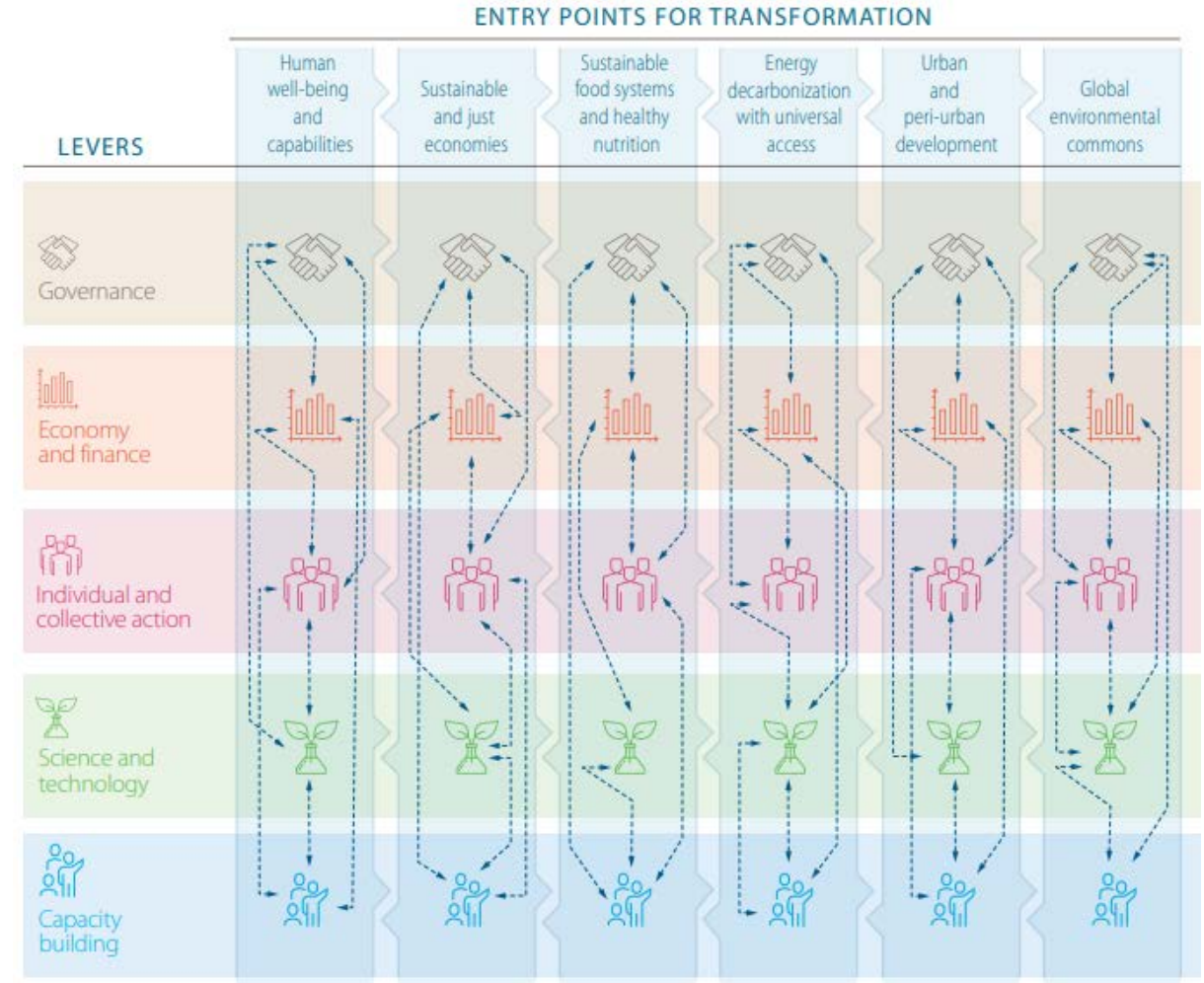
①対象とする課題や研究分野、切り口の組み合わせを考える

社会変革を導く上で重要な「5つのレバー」

- 2019年、国連は望ましい変革に必要な規模・スピードで達成するための**6つの「エントリーポイント」**を提示。SDGs目標やターゲットを個々に分断することなく、各エントリーポイントが持つ「相互関連性」への配慮が重要、と指摘。
同時に、各エントリーポイントで必要な変革をもたらすために一貫して展開されうる4つの手段（Levers）、「ガバナンス」「経済・ファイナンス」「個人・集団の行動」「科学・技術」を特定。
状況に応じたこれらの手段の組み合わせによってのみ、社会変革への統合的経路が開かれる、と主張。
- さらに2023年レポートで、「はるかに憂慮すべき」状況への警告を踏まえ、変革の加速に向けて、5つめの手段（Lever）として「**キャパシティビルディング**」を追加。

➡ **ELSI/RRIの実践に必要な、専門分野を超えた「学際・融合」と、多様なステークホルダーとの「共創」を考える視点そのもの。**

TRANSFORMATIONS TO THE SDGS: ENTRY POINTS AND LEVERS



〈GSDR2023：エントリーポイントと5つのレバー〉

②方法論やアプローチの組み合わせを考える

価値共創・ 実践的R&D

オープンサイエンス
産学連携
文理融合
異分野連携
コンバージェンス
トランスディシプリナリー
総合知
トランスサイエンス
レギュラトリーサイエンス
EBPM
シチズンサイエンス
テストベッド
リビングラボ
アクションリサーチ
当事者研究
社会実験 …

予測・予見・洞察

フォーサイト
ホライズンズキャニング
シナリオプランニング
デザイン思考
(ビジネスデザイン
サービスデザイン
フューチャーデザイン
スペキュラティブデザイン…)
テクノロジーアセスメント

評価

モニタリング
オブザーベーション
安全性評価
影響評価
ベネフィット・リスク評価
インパクト評価
経済評価
政治的評価
社会的受容性 …

イノベーション

科学技術イノベーション
オープンイノベーション
ジェンダーイノベーション
ソーシャルイノベーション
トランスフォーマティブ
イノベーション…

コミュニケーション

リスクコミュニケーション
コーディネーション
利害調整・合意形成
知識翻訳・理解促進・リテラシー
キュレーション
アーカイブ…

ガバナンス

リスクガバナンス
アジャイルガバナンス
グローバルガバナンス
ローカルガバナンス
ソーシャルキャピタル
シビライゼーション…

パブリック リレーションズ

ガバメントリレーションズ
パブリックアフェアーズ
パブリックディプロマシー

パブリック エンゲージメント

パブリックコメント
パブリックアクセプタンス
インフォームドコンセント
患者・市民参加 (P P I)

原則・概念・ 価値

SDGs
CSR EHS
CSV 3E+S
ESG LEEDR
ESD…

セキュリティ
セーフティ
安心
プライバシー
アクセシビリティ
公平・公正
信頼
多様性
包摂

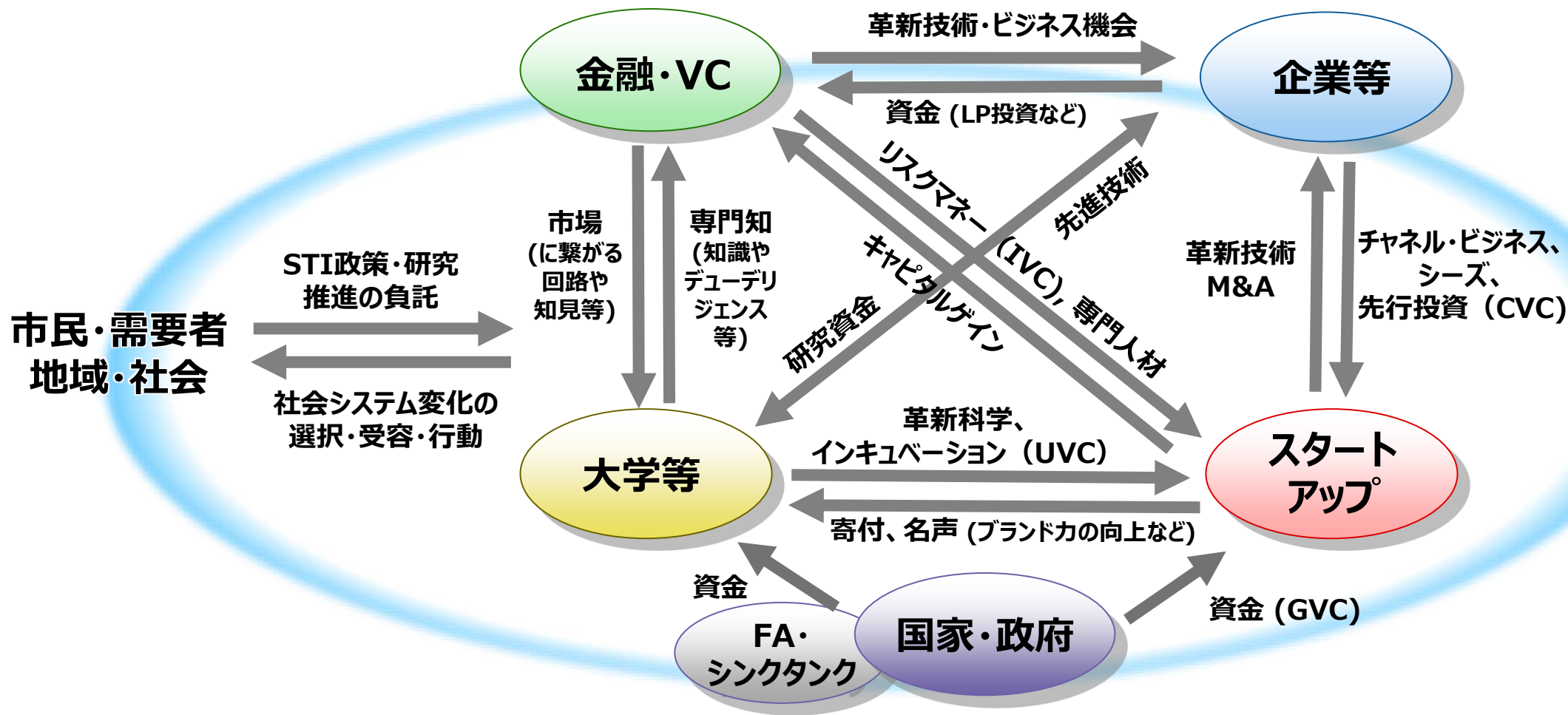
規範・ルール・ レギュレーション

条約・枠組
法律
政省令・条例
規則
通達
(生命倫理・研究倫理・ガイドライン・指針
企業倫理・公共倫理…) 要綱・マニュアル
規制
(Research Integrity) (管理・許認可・
倫理審査 税制・罰則・表示…)
デュアルユース
知財
標準
(規格・基準・認証)
通念・慣例
道徳
保険・補償

(例) 科学技術・イノベーションにおける学際融合や共創、
ELSI/RRI研究に関連する概念や手法のキーワード俯瞰

③研究エコシステムの全体からステークホルダーを俯瞰する

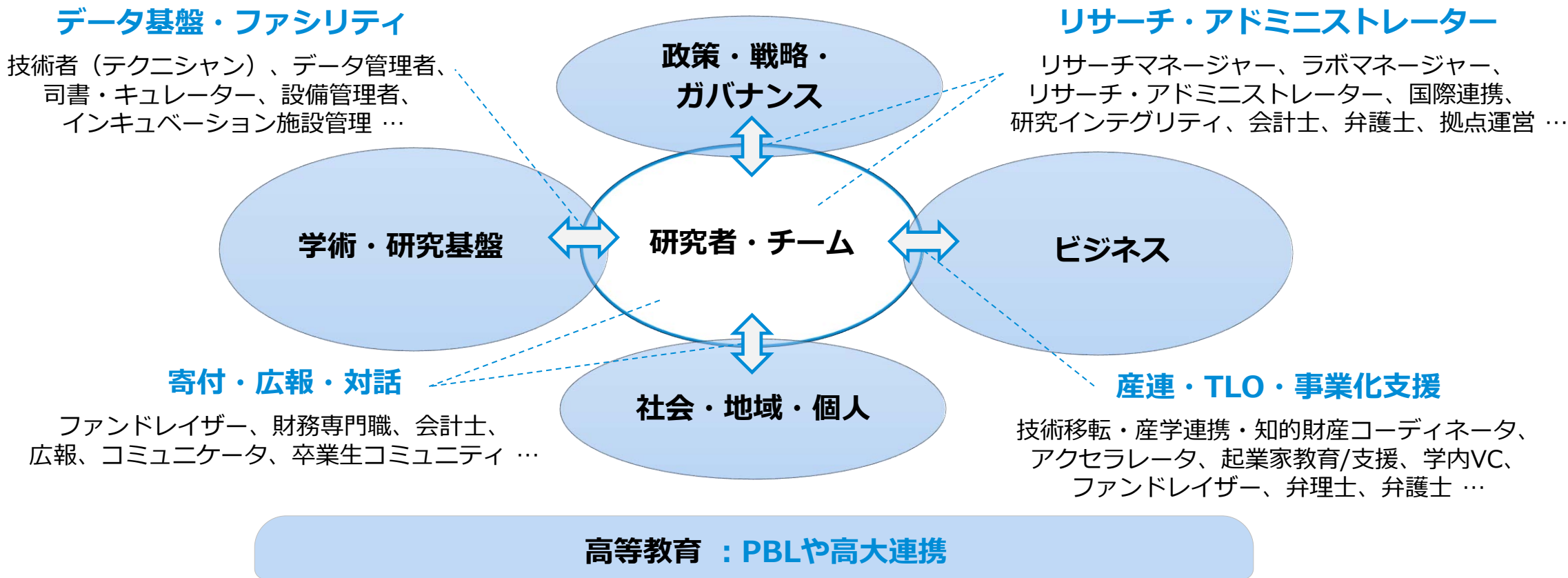
知識生産やイノベーション創出のプロセスにおける、マルチステークホルダーとの連携を模索する。



(例) 大学等から生まれる研究成果や先端技術等を起点とするスタートアップエコシステムに着目した、アーリーステージの「科学技術・知識」と「資金」の関係性

④研究マネジメントの観点で社会との界面の機能・人を考える

国際的にもチーム戦が主流。大学等における研究環境整備や高度な研究促進・マネジメントなどの戦略が重要。



(例) 大学等研究機関を起点とした、研究・イノベーションエコシステムにおける界面の機能と人材の拡張

ご清聴ありがとうございました。

JST 研究開発戦略センター (CRDS)

各種報告書をWebサイトで公開しています。

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

お問い合わせ先

E-mail : crds@jst.go.jp

TEL (代) : 03-5214-7481