

第46回SciREXセミナー

科学技術ガバナンスとELSI/RRI： 加速するルール・規範形成と日本の課題

2023年10月10日 (火)

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)
科学技術イノベーション政策ユニット
フェロー 加納 寛之



自己紹介

■ JST-CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット フェロー

主な業務・関心事項

- 科学技術・イノベーション政策の俯瞰調査
- COVID-19対応における科学的助言 ➡ 将来の危機対応に向けた機動的かつ持続可能な科学システム
- ELSI/RRI ➡ 新興技術のガバナンス

■ 経歴

- 大阪大学大学院人間科学研究科博士後期課程単位取得満期退学
- 大学院副専攻プログラム「公共圏における科学技術政策」(STiPS) 修了
- 民間シンクタンクにて「テクノロジーの社会実装」に関わるプロジェクトや、国立環境研究所にて環境分野におけるエビデンスに基づく政策形成の研究に従事

JST-CRDSでのELSI/RRIに関する検討

CRDS（研究開発戦略センター：JSTのシンクタンク部門）は近年、下記の3つのレポートを発行

分野横断的な新興技術のガバナンスに関する課題分析と提言

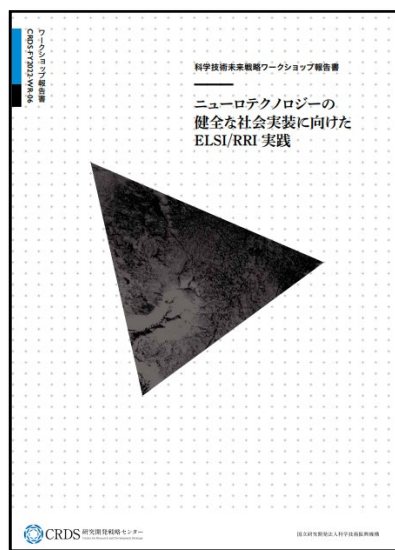
2023.05「科学技術イノベーションの土壌づくりとしてのELSI/RRI」



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

国内専門家を招いたワークショップの開催

2022.10「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>

STI政策、ファンディング、研究開発に関する国内外の動向整理

2022.03「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」



<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2021-RR-07.html>

科学技術・イノベーションとELSI/RRI

ELSI/RRI：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、社会との応答を通してよりよい知識生産のあり方を追求していく試みの総称

	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	<ul style="list-style-type: none"> 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・対処する試み 	<ul style="list-style-type: none"> 目指す社会像や価値から顧みて、課題解決や価値を実現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、成果の普及に至る全プロセスを、より好ましいものへと転換・発展させる取り組み 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、多様なステークホルダーの関与を重視
想定される取り組み	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術に関わる倫理的・法的・社会的課題の学術研究 研究成果のアウトリーチ活動やサイエンスコミュニケーション 倫理指針や法令の整備・遵守 等 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発へのステークホルダー関与 科学的知見へのアクセシビリティの確保 研究現場におけるジェンダー平等やマイノリティ配慮の実現 STEM教育や倫理教育の充実 等
背景	<ul style="list-style-type: none"> 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（'90 米国ヒトゲノム計画） 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様々な分野へ波及 欧州では、研究開発の影響のみならず、研究開発のプロセスの側面 (Aspects) を含むELSAの呼称で普及 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州のフレームワークプログラム、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 Horizon Europeでは、プログラム全体を通して推進 その考え方は欧州各国、米国、アジアへ拡大

米国DARPAでは新たに、LEEDR (Legal, Ethical, Environmental, Dual-Use, and Responsible Innovation) という概念を2017年に導入

本日の内容

1. 科学技術ガバナンスとELSI/RRIの接点
2. 新興技術のルール・規範形成と研究開発の連動：
ケーススタディからの学び
3. 日本の課題：提言内容の抜粋

1. 科学技術ガバナンスとELSI/RRIの接点

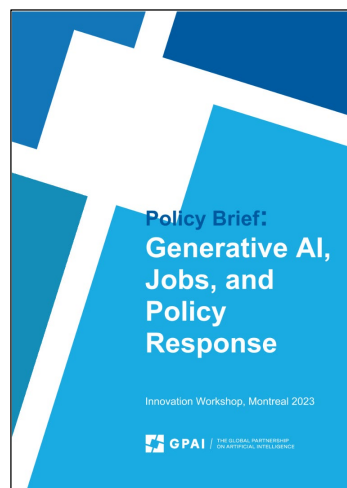
国際潮流から：新興技術の予見的・先見的ガバナンス

科学技術イノベーション戦略の重要課題として、予見的・先見的 (anticipatory) ガバナンスを重視

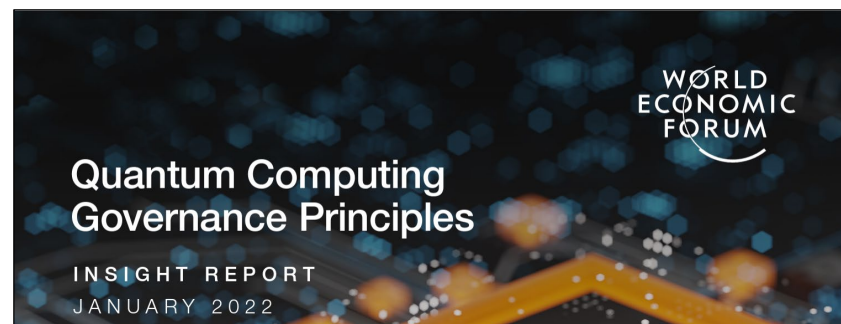
- 科学技術の研究・イノベーションのサイクルの早期から、実際の社会における活用状況や科学技術がもたらす未来社会のあり方を描きながら、研究開発と併せて、規範や価値、ルールや規制、ステークホルダーの参画や議論などの様々な政策手段を活用・連携し、責任ある仕方で研究・イノベーション活動を進める。

背景：新興技術（人工知能、量子技術、合成生物学など）の発展とその社会的・経済的影響の増大

- 各国の社会経済、安全保障にも影響を及ぼすことから、各国が大規模な投資を実施。
- 人工知能 (AI) やニューロテクノロジーなどの新興技術に関し、**G7やG20、国連、OECDなどの場で、ソフトローを含む規制や標準・ルールづくり**までを含む技術ガバナンスの枠組みや方針についての検討・議論が進む。



生成系AI



量子コンピューティング



ニューロテクノロジー

国際的なルール・規範形成の動きが活発化

グローバル経済における新興技術のルール・規範形成の重要性 (e.g., 欧州「ブリュッセル効果」)

- 科学技術・イノベーションを通して望ましい社会変革を成し遂げるためには、**社会が目指すビジョンを構想し、ステークホルダーの間で一定の価値を共有**し、その技術の開発・利用に関わる**ルールを形成**する必要があり、ときには既存のルール・規範を上書きしていくことが求められる。
- **新興技術のルール・規範形成は、研究開発が進み技術の実用化が現実味を帯びる前から始まっている。**そこでは「科学技術が社会にもたらす潜在的・顕在的影響は何か?」「どのようなプロセスで合意形成が必要か?」など**ELSIそのものが争点となり、責任ある研究・イノベーション (RRI) の取り組みが必要**になる。
 - ➔ **主要国**では、新興技術の研究開発・イノベーション戦略の一環として、アカデミアを中心とした諸活動が、産業界や公的セクター、市民社会ともつながりながら、ルール・規範形成を先導・支援する動きが見られる。
 - ➔ **大学等**においても、新興技術の研究開発と共に、ELSI/RRIの取り組みを広域に連携して推進

日本の現状と課題

- 日本のステークホルダーが国際的なルール・規範形成の議論の座についたときには**アジェンダ設定は終わっていた**
 - ・ 行政、アカデミア、産業界、市民セクターなどのステークホルダーが出会う機会がない
 - ・ 多様な知見を統合し「戦略」を考えるような即応力のあるネットワークや仕組みを整備・運用できていない
 - ・ ELSI/RRIは人文・社会科学系研究者の一部コミュニティがやること、ないし「研究開発に付随するやらなければならないこと」と捉えられる傾向が強く、行政や産業界と連携した取り組みに必ずしもなっていない。

国内動向

国内での重点戦略と一致した取り組みでは政策的な推進体制が取られつつある

■ 人工知能(AI)

- ・ OECDとも連携し、AI原則、AIに関するグローバル・パートナーシップ (GPAI) を立ち上げ
- ・ 広島プロセスなどのルール形成も主体的に推進
- ・ 国内でもAI戦略会議を立ち上げ、各省連携体制ができる。

■ ニューロテクノロジー

- ・ 学協会組織、民間企業のコンソーシアムが存在。行政組織内対応ラインは現時点では不明瞭
- ・ 実践例：ムーンショット目標1：Internet of Brainプロジェクト「ガイドブック」「エビデンスブック」を作成公開

■ 合成生物学/エンジニアリング・バイオテクノロジー

- ・ 「バイオものづくり」「バイオエコノミー」の文脈でコミュニティ及び内閣府・各省担当部局のラインも存在

■ 量子技術

- ・ ムーンショット目標6において、大阪大学ELSIセンターと連動した取り組みが開始

国のファンディングプログラムにおいてELSI/RRIの視点が明示的に組み込まれる

■ 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・監督のもと、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-RISTEX「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)

- ・ 自然科学や人文・社会科学の研究者、技術開発者、社会のステークホルダーなど多様なメンバー間で研究開発を通じて「生命や人・社会の根源的価値に関わる共通課題」を模索し、省察的・応答的にELSI/RRIの研究・実践を推進

■ AMED「感染症研究開発ELSIプログラム」(R2年度終了)

- ・ 感染症研究の領域における倫理的・法的・社会的課題やコミュニケーションのあり方に関する調査を実施し、感染症の医療研究開発に資する知識や技術等の創出を目指す。

国内動向：ELSIセンターの設置

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
- 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であり、“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 **[新設]**
- 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 **[新設]**
- 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。

農業・食品産業技術総合研究機構 ELSIチーム

- 2021年4月設立
- 本部 企画戦略本部 新技術対策課に設置

北海道大学 人間知×脳×AI研究教育センター (CHAIN)

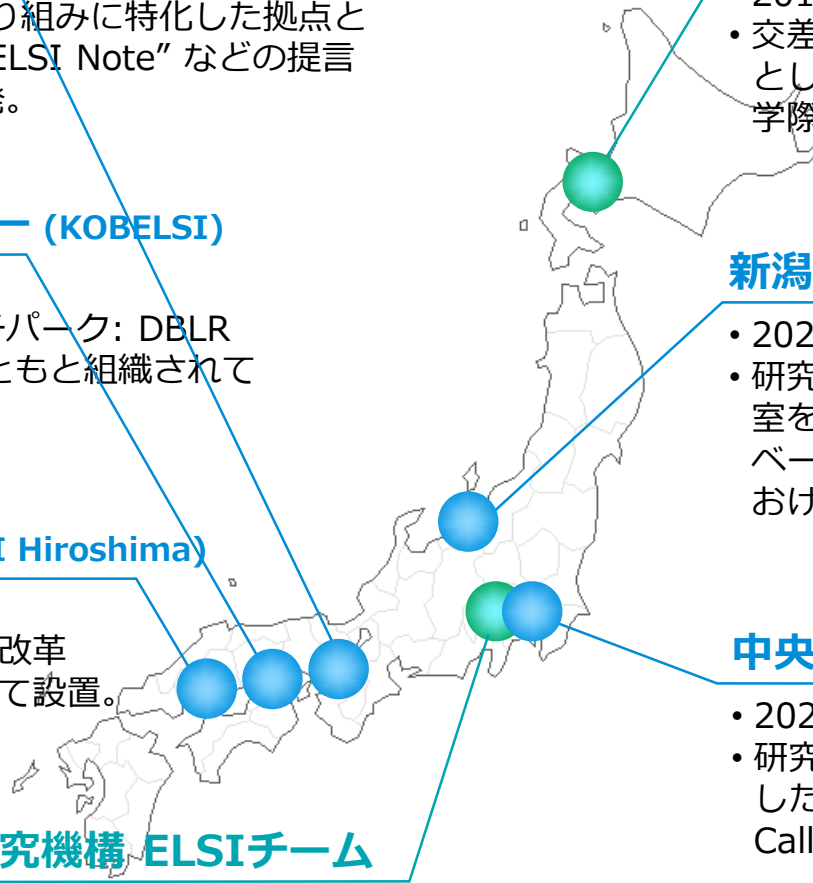
- 2019年7月設立
- 交差領域での新しい人間知の創出を目指す、学内共同施設として設置。脳科学・AI分野の社会実装に向けた文理融合・学際的研究および教育プログラムを提供。

新潟大学 ELSIセンター

- 2023年4月設立 **[新設]**
- 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、ライフイノ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
- 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。



科学技術ガバナンスにおけるELSI/RRI実践の「3つの意義」

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… →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ことで、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

- 先端技術に関する国際的なルール・規範形成において、アカデミアの専門性は必須
- ルール・規範形成の上流への関与は、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 →研究開発の一環として、未来に対するリスクを予見的に考え、どこまでやってよいのか、どのように進めるのかについて研究者自身が指針を作る

- 社会への責任を果たす姿勢を研究コミュニティ自らが示すことが、新興技術の開発や実装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 AIアシロマ会議）

2. 新興技術のルール・規範形成と研究開発の連動： ケーススタディからの学び

ケーススタディからの学び

プロポーザル検討にあたって、様々な新興技術分野のケーススタディを実施：

人工知能 (AI)、サービスロボット、ナノマテリアル、ニューロテクノロジー、食肉培養技術、スマートインフラ、医療・ヘルスデータ、分子ロボティクス、スマートインフラ、プラスチックごみ問題 …

科学技術の特性や技術成熟度、解くべき社会課題の性質などによって、科学技術と人間・社会との関係の何に (What)、どのように取り組むか (How)、そのあり方は多様。

科学技術起点のルール・規範形成

新興技術を新たに社会に実装するために既存のシステムとのギャップやコンフリクトを解消・調整

社会課題起点・社会変革型のルール・規範形成

解決すべき課題や目標を掲げ、そのための手段、もしくは構成要素として、科学技術を用いる諸々の取り組みを推進

上流

社会にもたらすインパクト・リスクが潜在的な段階

何がELSIなのか？

予見的な対応

上流

ビジョンや課題が明確化されていない段階

STIにまつわる
ルール・規範形成の

STIにまつわる
ルール・規範形成の

中～下流

予期されるインパクトやリスクについて対処を検討する段階

どういう秩序を作るのか？

中～下流

ビジョンが共有され、具体的取り組みが検討される段階

ルール・規範形成の機会の同定
(ガイドライン、標準化、法制度、etc.)

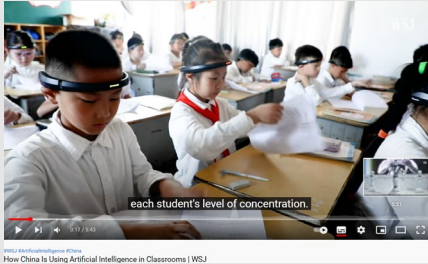
■ 非医療を含む産業応用が進み、倫理・法・社会的課題（ELSI）が顕在化

- ニューロテクノロジーは思考や人格にダイレクトに介入する点など固有のELSIが指摘されている。

すでに起こっていることの例*1

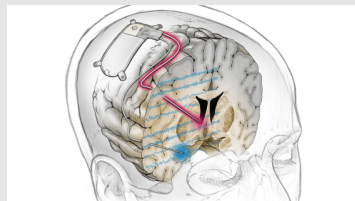
例：教室への脳波計の導入

- 2019年、中国の学校で脳波計を導入し、生徒の集中度を測る実験が取り組みが報じられた。



例：埋め込み型の脳刺激デバイスによるうつ病治療

- うつ状態のときだけ脳刺激で症状緩和が可能に



例：軍事利用を見据えた研究

- 米DARPAは兵士の戦闘力増強や、兵器のBMIによるコントロールなどを研究テーマとして推進

例：脳データの利用した従業員管理

- 2018年、中国杭州の工場にて、従業員の脳データから生産レベルに影響する感情変化を検出するプロジェクトを国の後援で行っているとの報道（有効性には疑義あり）。
- 脳波による疲労検知機能を搭載した帽子型デバイスSmartCapを5000社以上がすでに導入。

例：脳刺激デバイスの市販

- 集中力向上などをうたうコンシューマー向け脳電流刺激デバイスが購入可能に。



顕在化している/しうるELSIの例*2

脳情報とプライバシー

センシティブでありうる脳情報データの扱い

エンハンスメント

人間の機能増強の是非を巡る問題

操作可能性と自律性

人々の監視や経済・政治的操作の道具に使われる可能性

デュアルユース

医療・消費者向け・軍事利用にまたがる技術

新たな形の格差

医療への不平等なアクセス、国家間の規制の差などによる新たな格差担当の可能性

消費者向け製品の効果

消費者向けに宣伝される製品の効果の有無

DIYニューロテック

自作のニューロテックが規制をすり抜ける可能性

様々な取り組み

■ ニューロテクノロジーのELSIへの対応に向け、多くの実践がなされている。

(1) ELSIの発見・検討

脳神経倫理学

- 2000年代に分野として確立。
- 米国BRAIN Initiative、欧州HBPのなかでPJが多数あり。
- Neuroethics Societyなどの国際的学会
- 国内でも2000年代から取り組み

神経法学

- 米国を中心にNeuroLaw研究コミュニティが存在。
- MS1金井PJのなかに憲法学を中心としたグループIoB-S設立

(2) 議論の場作り・市民参加等

市民参加 (パブリックエンゲージメント)

- 多様なパブリックエンゲージメントの取り組みあり

国際学会

- Global Neuroethics Summit
- BCI Society

安全性・効果に関する検証・エビデンス構築

- 継続的に行われている（例：[NIBSに関するレビュー論文](#)）
- 日本：MS1金井PJの「Trusted BMIの社会基盤整備」課題

(3) 指針作り・合意形成

国際的な指針作り

- OECD、IEEE、欧州評議会、UNESCO,その他

産学 コンソーシアム

- 米国BrainMind
- 日本の応用脳コンソーシアム、ブレインテックコンソーシアム

ユーザー・事業者への啓発活動

- 米国FDAなど
- 国内：MS1金井PJ「ガイドブック」

ガイドライン作り

- 米国FDAなど
- 国内：BMIの倫理ガイドライン、各種学会によるガイドラインなど

法制度化

- チリ、スペインなど一部諸外国で先行

国際的なルール形成に向けた動き

人権保護に向けて

UNESCO

2021年12月、ユネスコ国際倫理委員会（IBC）ニューロテックの倫理に関するレポート発行。2023年7月イベント：Global Conference in Neurotechnology

国連人権理事会 UN Human Rights Council

2022.10 国連人権理事会にて、「ニューテクノロジーと人権」に関する決議採択。

欧州評議会 Council of Europe

CoE 生命倫理委員会が5カ年の戦略（2020-2025）のなかでニューロテクノロジーの検討について記載。2021年10月、生命倫理委員会がレポート発行

各国での規制に向けて

英国 UK

2022.11 新技術の規制改革を検討する Regulatory Horizons Council (RHC) が、ニューロテクノロジーの規制について提言を発表。

米国 US

2021年、FDAは埋め込み型BCIデバイスに関する産業界向けのガイダンスを公表

チリ Chile

新しい人権としての「ニューロライツ」の考え方を憲法改正案に。法制度化も進める。

責任ある社会実装に向けて

OECD（経済協力開発機構）

産業応用についてのワークショップ、勧告・レポート発行。

- OECD-BNCTによる2018年9月の上海ワークショップ。
- 2019年12月「ニューロテクノロジーの責任あるイノベーションのためのOECD勧告」を採択（理事会勧告）。
- 2025年に上記の勧告内容に関する取組状況を各国が報告する予定。また、BNCTは各国の具体的取組の推進を支援するためのツールキット開発を進めている。



標準化に向けて

IEEE

IEEE Brain initiativeを2015年に設立。
[IEEE Neuroethics Framework](#)では、医療、ウェルネス、教育、仕事と雇用、軍事・国家安全保障（military / National security）、スポーツ（sports and competitions）、マーケティング、司法のワーキンググループに分けて議論。

ISO

Etc..

国際的なルール形成に向けた動き

人権保護に向けて

UNESCO

2021年12月、ユネスコ国際倫理委員会（IBC）ニューロテックの倫理に関するレポート発行。2023年7月イベント：Global Conference in Neurotechnology

国連人権理事会

UN Human Rights Council

2022.10 国連人権理事会にて、「ニューテクノロジーと人権」に関する決議採択。

各国での規制に向けて

英国 UK

2022.11新技術の規制改革を検討するRegulatory Horizons Council (RHC)が、ニューロテクノロジーの規制について提言を発表。

欧州評議会

Council of Europe

CoE生命倫理委員会が5カ年の戦略(2020-2025)のなかでニューロテクノロジー

責任ある社会実装に向けて

OECD（経済協力開発機構）

産業応用についてのワークショップ、勧告・レポート発行。

OECD-BNCTレポートの書きぶりの例：

- イノベーションを阻害しないように配慮しつつ、ELSIへの「上流での関与」（upstream engagement）によって後から調整するコストや「設計のロックイン」（design lock-in）を未然に防ぎ、
- 開かれた議論（public debate）や国際標準化によって規制を減らす方向への競争（race to the bottom）を抑止し、分野全体が信用を失うような事象（kill event）を防ぐことが重要。

Garden, H., Winickoff, D. E., Frahm, N. M., & Pfothauer, S. (2019). Responsible innovation in neurotechnology enterprises. (OECD Working Paper). 逐語訳ではなく、大意を紹介。

アメリカ

新しい人権としての「ニューロライツ」の考え方を憲法改正案に。法制度化も進める。

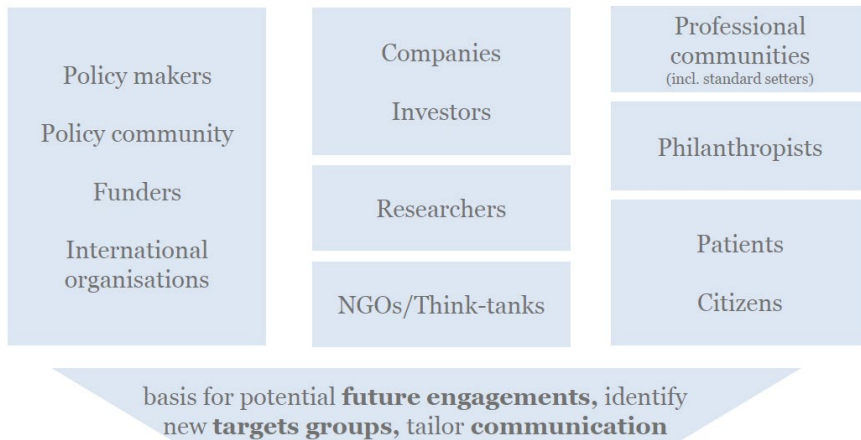
(military / National security)、スポーツ（sports and competitions）、マーケティング、司法のワーキンググループに分けて議論。



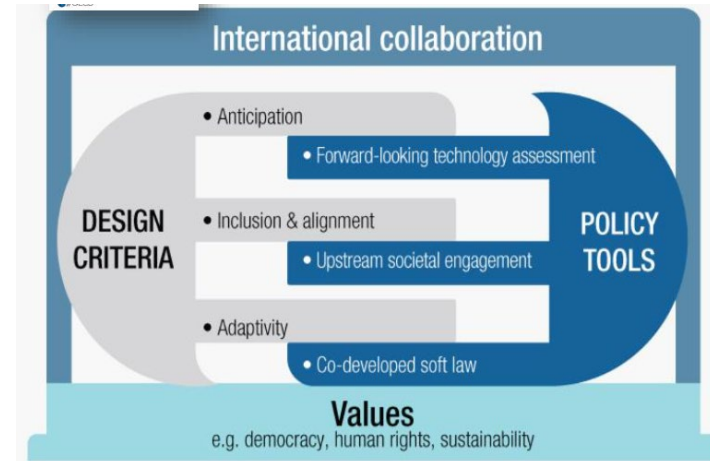
Etc..

OECD-BNCT*における新プロジェクト

- OECDにおける新興技術に関する諸問題を扱うBNCTにおいて、**ニューロテクノロジーガバナンスに関する新プロジェクト**が発足（2023-24）
- 「ニューロテクノロジーの責任あるイノベーションに関する理事会勧告」（2019）を受けて、その内容の具体的な推進のための**ガイダンス・ツールキットの開発**を進めるとともに、賛同する**各国におけるコミュニティ作りと国際的なネットワーク構築**を予定。また勧告内容の進捗に関しては2025年にモニタリング結果が報告される予定。
- 今後、**各国のステークホルダーの結節点として機能する専門家（コンタクト・ポイント）**を各国が任命するとともに、コンタクトポイントや各国代表部の書記官等が参画する**国際ワークショップ**を2023年秋に開催予定。
- またOECDにおいて新たに設置された**新興技術に関するハイレベルかつマルチステークホルダーの議論の場である、Global Forum on Technology (GFT)****との連携も想定されている



ニューロテックガバナンスに関するコミュニティのイメージ



OECDにおける新興技術ガバナンスのフレームワーク（STI Outlook 2023 第6章）
 ※ニューロテックガバナンスはその先行例として参照されている

*BNCT（バイオ・ナノ・コンバージングテクノロジー作業部会）：OECD科学技術政策委員会（CSTP）の作業部会の一つ。様々な新興技術技術の開発、使用、役割、影響などに幅広く着目。近年は、“社会における、社会のための技術”をテーマに、技術の評価と予見、神経科学に関する理事会勧告の実施、バイオエコノミーとその先のカーボンニュートラル社会実現のための炭素転換における持続可能性指標などのプロジェクトを進めている

**<https://www.oecd.org/digital/global-forum-on-technology/>

産学をまたぐ動き

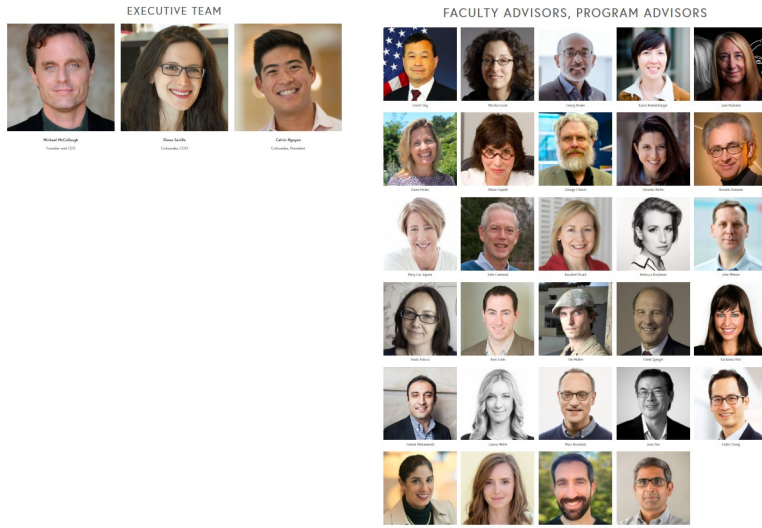
■ 起業家、VCなど産業界を巻き込んだコンソーシアムなども登場。

- 脳神経倫理の専門家と産業界が密接に議論をする場を形成し、ルール作りに向けて動いている。



例：米国BrainMind

神経科学によるイノベーションに向けて、産学で「脳版アシロマ会議」を計画する産学コンソーシアム



アドバイザーには著名な研究者が名を連ねる
(出典：<https://brainmind.org/team>)

- 2018年設立。
- 創設者は、医師で連続起業家の Michael McCullough氏
- 脳研究者、起業家、VC、慈善家、アカデミック機関が参画し、神経科学がもたらすイノベーションにおける「死の谷」の克服を掲げる。
- 脳神経倫理アドバイザー委員会を設置。
 - 委員長は Steven E. Hyman (ハーバード大)、共同委員長に Nita Farahany氏。
- 2023年、アシロマで国際サミット開催予定。
 - 想定参加者は250人。「アシロマ会議」(遺伝子組換えのガイドラインを定めた1975年の会議)の脳科学版を目指す。

ELSI/RRIを組み込む脳研究プロジェクト

■ こうした動きの背景に、大規模脳研究プロジェクトにて実践されてきたELSI/RRI活動がある。

- 代表例が米国BRAIN Initiativeと、欧州Human Brain Project。



米国BRAIN Initiative

オバマ大統領の主導で始まった2013年～2025年のプログラム。NIH、DARPA、NSFがファンド。予算：12年で45億ドル（約5200億円）



欧州Human Brain Project

2013～2023年のEUのフラッグシップ・プログラム（FET-Flagship）。EU予算は10年間で約4.5億€。

脳神経倫理学者と神経科学者で構成されるWG設置

- 2013年の大統領令後の2年間、米国大統領生命倫理委員会にて倫理の議論→報告書「Grey Matters」として発行。
- 2015レポート：「BRAIN 2025: A Scientific Vision」科学コミュニティからの多様なインプットをもとに作成。
- 2018年、Neuroethics Guiding Principlesを発行。
- 2019年、BRAIN Neuroethics Subgroupがレポート“Neuroethics Roadmap”を作成。
 - 予算の5%をNeuroethicsに拠出する提案は神経科学者の反対で盛り込まれなかった経緯も（Chiong, 2020）
- 毎年数件の脳神経倫理関連プロジェクトを採択。

RRIを推進する部隊（Work Package）を設置

- 倫理、人権、データ保護、パブリックエンゲージメント、デュアルユース、フォーサイトなどを検討するサブグループ。規範形成やルール作りにつながる活動にもコミット。
- 予算の約3%（20億円超）がEthics and Societyサブプロジェクトに配分（Stahl et al. 2019）→**欧州のプロジェクトに組み込まれたRRI実践のうち最大規模**
- 2013～2021年の期間に**100点以上の論文、ブックチャプター、報告書を発行。**

欧米の研究・教育拠点

- 各大学に「神経科学 × 倫理・社会・法」の研究・教育組織が存在。国際議論を牽引するキーパーソン達が登場。

研究・教育拠点 institutions

米国 US

- **Fordham School of Law, Neuroscience and Law Center** : 神経科学の発展の司法システムへの影響を探究。
- **Vanderbilt University大学** : 米国で初の「Law & Neuroscience のデュアルディグリープログラム実施。
- **Emory Center for Ethics**: 脳神経倫理の教育・研究プログラムを設置。
- **University of Wisconsin–Madison** : MPA/MIPA/JDと神経科学の学位 (PhD) が同時に取れるコース開設。
- **Duke Science & Society** : ロースクールと生命倫理のデュアルディグリーがとれる
- **Pennsylvania Center for Neuroscience** : 2004年に脳神経倫理の学部横断型プログラムを設置。
- ...

米国以外 Other Countries

- **British Columbia (Canada)** : 医学部にNeuroethics Canada設置。研究・教育・アウトリーチ等を展開。
- **Oxford (UK) Neuroscience Ethics and Society** : 倫理・哲学系の研究センターと連携して設立されたグループ。
- **Uppsala (Sweden) Centre for Research Ethics & Bioethics**: 研究倫理・生命倫理研究センター (CRB) のなかに、「神経倫理と哲学」のチームを設置。欧州HBPのRRIの主要メンバーが複数在籍。
- **Freiburg (Germany) Medical Center**: 医学研究のセンターのなかに、「脳神経倫理とAI倫理」をテーマとする研究室を設置。

キーパーソンたち key figures

Prof. Nita Farahany



- Duke大学法学・哲学教授。
- 「認知過程の自由 (cognitive liberty)」の保護など、神経法学・倫理のオピニオンを先導。

<https://scholars.duke.edu/person/farahany>

Prof. Rafael Yuste



- 神経細胞イメージングの第一人者。米コロンビア大学教授。
- NeuroRightsの確立を目指し精力的に活動。

<https://mobile.twitter.com/yusterafa/photo>

Prof. Marcello Ienca



- ミュンヘン大学教授。倫理学者。
- 欧州評議会などの国際会議での議論に中心的に貢献。

<https://hest.ethz.ch/en/department/people/people-a-z/personen-detail.html?persid=242412>

日本の状況（2020年頃まで）

- 2000年代、脳科学政策のなかで脳神経倫理学が立ち上がり、関連プロジェクトを実施。
- 関連学会におけるガイドライン等も議論・作成されてきた。

脳科学政策のなかでのELSIに関する動向

2004年	<ul style="list-style-type: none"> • RISTEX「脳科学と社会」領域「日本における子供の認知・行動発達に影響を与える要因の解明」（FY2004～2008、研究統括：山縣然太郎）のなかに「脳神経倫理研究グループ」（佐倉・福土）
2006年	<ul style="list-style-type: none"> • 「脳科学研究の推進に関する懇談会」設置 • RISTEX「科学技術と人間」領域「21世紀の科学技術リテラシー」「文理横断的教科書を活用した神経科学リテラシーの向上」（信原幸弘、～FY2008）
2007年	<ul style="list-style-type: none"> • 文科省「脳科学委員会」設置
2008年	<ul style="list-style-type: none"> • 文科省「脳プロ」開始 • 「脳プロ」「課題B：BMIの開発」のなかにBMIの倫理に関する2課題採択（代表：赤林朗、横井浩史）
2009年	<ul style="list-style-type: none"> • 文科省 科学技術・学術審議会「長期的展望に立つ脳科学研究の基本的構想及び推進方策について」
2013年	<ul style="list-style-type: none"> • 「革新脳」開始
2018年	<ul style="list-style-type: none"> • AMED「国際脳」開始 • WPI「東大IRCN」
2020年	<ul style="list-style-type: none"> • ムーンショット型研究開発事業「目標1」「身体的能力と知覚能力の拡張による身体の制約からの解放」（代表 金井良太）始動

日本の脳神経倫理学の「第一波」

Cf. Fukushi, T., Isobe, T., Nakazawa, E., Takimoto, Y., Akabayashi, A., Sullivan, L. S., & Sakura, O. (2017). Neuroethics in Japan. In *The Routledge Handbook of Neuroethics* (pp. 442-456). Routledge.

各種学会によるガイドライン等

2009年	日本神経科学学会、「ヒト脳機能の非侵襲的研究」倫理指針を改訂（2019年にも改訂）
2010年	BMIのガイドライン「BMI倫理4原則」（川人光男、佐倉修）が『現代化学』誌で公開
2011年	総務省「脳とICTに関する懇談会 最終取りまとめ」
2015年	総務省 ネットワーク型BMIプロジェクトにて「ネットワーク型BMI研究倫理ガイドライン」の議論
2017年	牛場潤一教授らがサイエンス誌にて「倫理綱領3基準」を発表（Clausen et al. 2017）
2018年	日本精神神経学会「反復経頭蓋磁気刺激（rTMS）適正使用指針」
2019年	日本臨床神経生理学会 「低強度経頭蓋電気刺激の安全性に関するガイドライン」「磁気刺激法の安全性に関するガイドライン」
2021年	AMED脳プロ（瀧本禎之、島内明文 他）「BMI研究のための倫理ガイド」
	...

- Jens Clausen, Eberhard Fetz, John Donoghue, Junichi Ushiba, Ulrike Spörhase, Jennifer Chandler, Niels Birbaumer, Surjo R. Soekadar. Help, hope, and hype: Ethical dimensions of neuroprosthetics -Accountability, responsibility, privacy, and security are key. *Science* 356(6345), 2017.

日本の状況（現在）

- 近年、脳科学・ニューロテクノロジーのELSIの議論を進めるプロジェクト・イニシアティブが登場。

産学コンソーシアム Industry-Academia Consortia

応用脳コンソーシアム
Consortium for Applied Neuroscience



2010年発足、2020年に一般社団法人化。会員企業との共同研究、人材育成、社会啓発等に取り組む。

ブレインテック・コンソーシアム
Braintech Consortium



2021年発足（代表理事：藤井直敬氏）、トークイベントや勉強会、ピッチイベント等を開催。Facebook上に日本最大の「ブレインテック・コミュニティ」形成。

研究プロジェクト関連 Project based initiatives

ムーンショット事業 目標1金井PJ「Internet of Brains」
Moonshot R&D Program "Internet of Brains" Project

- 法学をはじめとする人文知へもたらす変革について検討するIoB-Sプロジェクト（代表：駒村圭吾教授）
- 「Trusted BMIの社会基盤整備」課題にてBMI利用ガイドブック作成、エビデンス整備を推進（武見充晃先生）

ムーンショット事業 目標9 筒井PJ

AMED 「脳科学研究の社会実装および倫理的課題の探索のための知的ネットワークの構築」（2021～2024年度）

総務省PRISM 「脳情報から知覚情報を推定するAI技術」ELSI検討WG

etc.

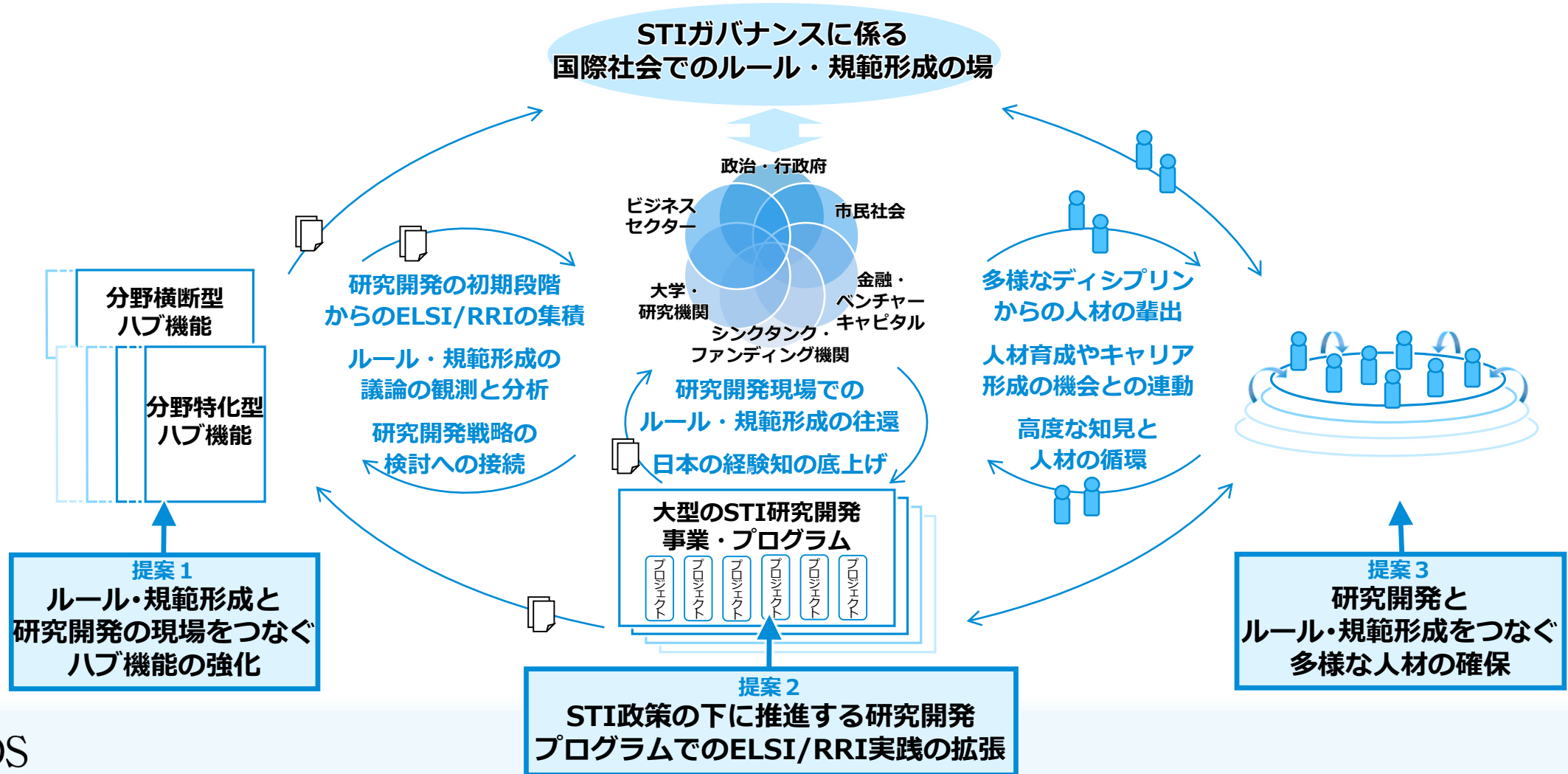


https://brains.link/braintech_guidebook

3.日本の課題：提言内容の抜粋

戦略プロポーザルにおける3つの提案と目指す姿

- イノベーションプロセスの初期段階からのELSI/RRIの実践と、STIのルール・規範形成の議論とが連動する状態 = 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」



提案 1. ルール・規範形成と研究開発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実践を担うハブ機能の強化。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。

ハブ機能を担う機関等として想定する2つの類型

- **分野特化型**：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**：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)

ハブ機能に求められる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。
- **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・分析した結果を、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、国際的議論を踏まえた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を蓄積・強化する国際共同ファンドの創設

提案 2. 国のSTI政策の下に推進する研究開発プログラムにおける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、学協会等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、現場知を生む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。ただし、研究活動の自由度を狭めたり、プロジェクトのマネジメントコストを過度に高めたり、研究者の努力のみに押し込めたりすることがないように留意する)
- ✓ 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
- ✓ 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 (予見的な論点整理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3. 研究開発とルール・規範形成をつなぐ多様な人材の確保

知識と人材の高度化を図る好循環を促すためには、ELSI/RRIの実務に関わる人材の多様化が重要。
そのためには、教育・研究の現場で多層的にELSI/RRIに触れる人材育成とキャリア形成の取り組みが必要。

■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。研究開発プロジェクトや学協会、コンソーシアムなどのチーム単位で取り組むこともある。

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なども含め、ある科学技術分野・テーマに特化する場合もあれば、法制度やアセスメントなどELSI/RRIの手法に特化している場合もある。

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が多い。

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：

特に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、あるいはそのサポートに関わっている専門家。

提案3. 研究開発とルール・規範形成をつなぐ多様な人材の確保

方策1) 人材育成・キャリア形成を組み込んだ事業設計

- 人材育成・キャリア形成をファンディングのスキームや評価に織り込む。
- 提案1、2と相互作用するように推進し、段階的に提案1～3をスケールアップする。

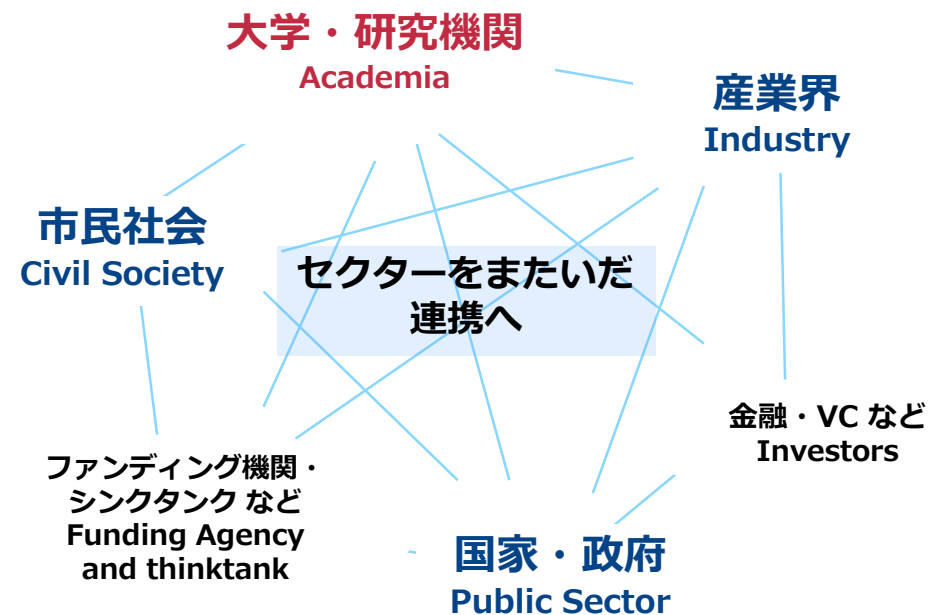
〈参考〉人材育成：研究開発プロジェクトを通じて取り組む研究人材の育成・輩出計画の提案（任意）の具体性によって加点評価（RISTEX-RInCA）
キャリア形成：研究室単位での応募を可能とし、大学院生にも競争的研究費への応募・運用・マネジメントの機会を提供（ACT-X）

方策2) 多様なアプローチによる教育機会の創出

- **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、研究倫理審査などの手続きや評価体制の中に組み込む。
- **ルール・規範形成のOJTで学ぶ**：オープンサイエンスやリカレント教育などの場として、多様性の中で、ELSI/RRIとルール・規範形成の実践に触れる機会を増やす。
- **産学連携など関連人材の拡張**：産学連携やスタートアップ、リサーチ・アドミニストレーションなどの関連する取り組みにおいて、ノームアントレプレナー育成の観点を追加する。

まとめと展望

- 様々な分野で新興技術に関する世界の取り組みが加速
- マルチステークホルダーによるガバナンスの構築が重要
 - ・ 大学・研究機関もガバナンスを担う一翼になる
 - ・ 専門知の創出 + 総合知の活用
- ELSI/RRIに関する取り組みは、こうした動きに対応するうえで重要な役割を果たす
- 各分野・テーマのなかで、また、分野を超えて、問題意識の共有、必要なプレイヤーとの邂逅を進めることが必要



- 先見的ガバナンスに取り組む意義……どのような社会や価値の実現を目指し、どう対応していくか？
- ELSI/RRIから考える先見的ガバナンス……セクターや分野を超えて、総合的に取り組むべき課題は何か？
- 先見的・機動的に対応できる体制……必要な専門家やコミュニティはどこにいるのか、つながっているか？