社会技術研究開発事業
研究開発実施終了報告書

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

研究開発プロジェクト

「萌芽的科学技術をめぐる RRI アセスメントの体系化と実装」

Implementation and systematization of RRI assessment model on emerging science and technology

研究開発期間
（２０２０(令和２)年９月１日 ～ ２０２４(令和６)年３月３１日）

研究代表者／Principal Investigator

標葉 隆馬

大阪大学 社会技術共創研究センター 准教授

Shineha Ryuma

Associate Professor, Research Center on Ethical, Legal, and Social Issues

Osaka University

目次

Ⅰ サマリー 2
Ⅱ 本編 5
1. プロジェクトの目標と背景 5
1-1. プロジェクトの達成目標 5
1-2. 研究開発の対象・テーマ、その意義と背景 5
1-3. プロジェクトが考察する根源的問い 7
1-4. プロジェクトの先に見据える将来展望 7
2. 研究開発の実施内容 8
2-1. 実施項目 8
2-2. 実施内容 8
2-3. 研究開発マネジメント 20
3. 研究開発の成果 23
3-1. プロジェクト目標における研究開発成果 23
3-2. プログラム目標における成果・示唆 28
3-3. 成果の活用・展開状況や今後の展望 29
3-4.成果の他分野への適応可能性・知見の一般化可能性 29
4. 研究開発実施体制 31
4-1. 研究開発実施体制図 31
4-2. 研究開発実施者 31
4-3. 研究開発の協力者 32
5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など 35
5-1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など 35
5-2. 論文発表 39
5-3. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） 41
5-4. 新聞/TV 報道・投稿、受賞など 43
5-5. 特許出願 43

Ⅰ サマリー

プロジェクト概要

科学技術の発展がもたらす ELSI の研究において、近年、「責任ある研究・イノベーション（Responsible Research and Innovation: RRI）」の枠組みでの分析・議論が進められている。本プロジェクトの目標は、再生医療、ゲノム編集技術、合成生物学、分子ロボティクスなどの萌芽的な科学技術領域を対象として、各事例における ELSI/RRI 議題の分析と可視化、多様なステークホルダーを巻き込んだ熟議を実施し、その双方をシームレスに融合することで、より実効的な RRI アセスメントを実施することである。そして RRI アセスメントの実践と反復を通じて、アセスメントモデルの洗練と体系化を行うと同時に、ELSI/RRI に関わるアセスメントの社会実装のあり方を提示した。

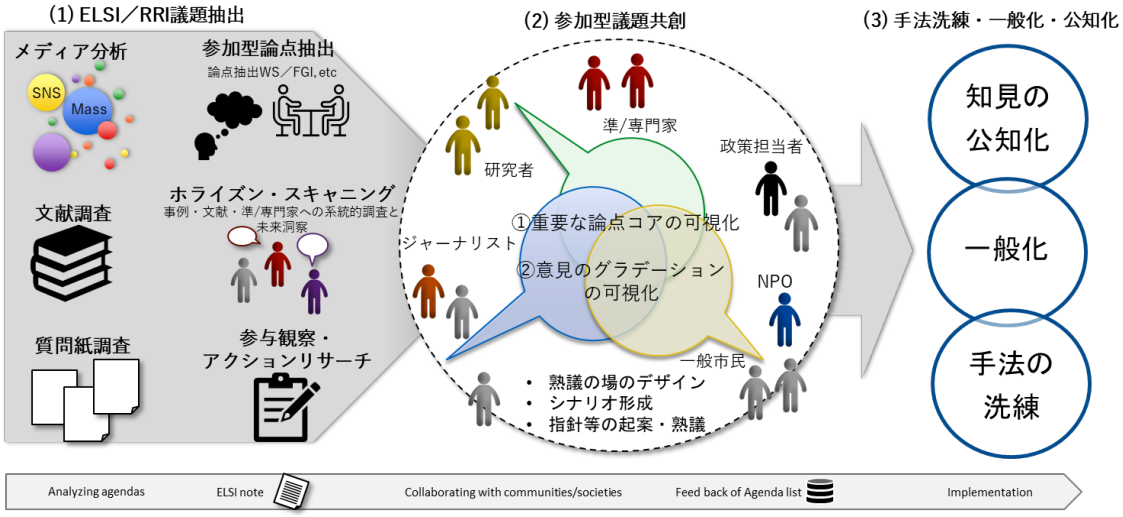
〈参画・協力機関〉

大阪大学、早稲田大学、神奈川県立保健福祉大学、東京工業大学、大阪府立大学、京都大学、政策研究大学院大学、北海道大学、東京電機大学、広島大学、滋賀大学、エジンバラ大学、日本再生医療学会、株式会社・電通ほか

〈キーワード〉

RRI、テクノロジーアセスメント、メディア分析、熟議、議題共創

本研究開発では、再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学、脳神経科学などの複数の先端生命科学領域を具体的な対象事例として、複数の分析アプローチを併用した ELSI／RRI 議題の可視化と熟議のシームレスな実践を行った。そのために、項目 1：**ELSI／RRI 議題抽出**、項目 2：**ステークホルダー参加型議題共創**、項目 3：**RRI アセスメントの洗練と一般化**という 3 つの研究項目を設定した（図参照）。



図：プロジェクトの全体像

項目 1 ではメディア分析、ホライズン・スキャニング、市民参加型論点抽出ワークショップという複数の手法を組み合わせることで ELSI／RRI 議題の抽出・可視化を行った。

項目 2 では、項目 1「ELSI／RRI 議題抽出」の結果を受けつつ、ステークホルダー参加型議

題共創のための熟議の場を対面方式ならびにオンライン方式の両面から設計・実践を試みた。
そして、項目 3 では、これらの項目 1 と項目 2 で得られた事例ごとの ELSI／RRI 議題をめぐる知見と熟議の結果の比較分析を行い、事例特有の問題と事例横断的な構造的問題を浮き彫りとすることで、RRI アセスメントモデルの体系化を試みた。またその過程において、各種の熟議の場の実践に関するノウハウの可視化とマニュアル化、外部から参照できる形での資料作成を行い、手法の一般化と普及を目指した。

（1）複数の分析アプローチを併用した RRI 議題アセスメントとシームレスな熟議の実践

本プロジェクトは、再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学、脳神経科学という 5 つの領域を対象に、文献調査、メディア分析、質問紙調査、参加型論点抽出、ホライズン・スキャニング、参与観察といった複数の社会科学的分析アプローチを併用することで、各先端科学領域における ELSI／RRI 議題の分析が行った。この大規模かつ横断的な ELSI／RRI 議題の可視化と比較自体が挑戦的なプロジェクトであるが、更にそこで得られた議題を各領域の研究開発に関わる現場の科学者コミュニティ関係者にリアルタイムにフィードバックに行うと共に熟議の場のデザインと実践を重ねてきた。これによって、このように論点のコアとなるものと多様なフレーミングの両方の理解が可能となった。

その結果、領域や事例を問わず、先端領域へ向けられる高い期待をどのようにマネジメントしていくのか、またそのためにより良い・適応的なガバナンスをいかに構築していくのかという共通の関心がある一方で、ガバナンスにおいて重視すべき視点やフレーミングは研究開発領域のテーマごとに異なってくるその実像が浮き彫りになった。

（2）RRI 議題に関する学知の獲得と、社会実装のための工夫

ELSI／RRI 議題の分析結果と各領域との継続的なコミュニケーションによって得られた知見は、議題の理解だけではなかった。このような分析と対話をシームレスに行う研究実践により、分子ロボティクス領域や脳神経科学の領域などの事例において、現在の状況を踏まえ、かつ関係者らとの緊密な議論に依拠した新しい ELSI／RRI ガイドライン案の共創が進展した。

この過程において、ELSI／RRI 議題を熟議するための対話の場のデザインに関する知見、またその際に ELSI 研究者が留意すべき視点とノウハウに関する知見、また若手研究者をはじめとする参加メンバー経験値の獲得に成功した。

（3）知見の公表と一般化、拡大的展開

本プロジェクトで得られた成果には、①ELSI／RRI 議題分析に関わる経験値の蓄積、②議題やガイドライン共創のための対話の場の繰り返しの創出と経験、③実際のアウトプットへとつなげていく過程の経験とノウハウの蓄積がある。これらの成果は学術論文や著作、ELSI Note（大阪大学社会技術共創研究センターが公開しているワーキングペーパー資料）として公表が進んでいる。また、その蓄積を背景として、「科学技術と社会」に関わる教科書の編纂や、学会ジャーナルの ELSI 特集号の編集（J-STAGE で公開されている：https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsrpim/37/3/_contents/-char/ja）などを行った。これらの成果公表、また上述のガイドライン共創などの成果は、ELSI／RRI 研究のみならず、科学技術政策におけるより良いガバナンス構築のための資料にもなり、また関連領域に関わる研究者や知識人材の育成に大きく貢献するものである。

問い合わせ先

標葉隆馬（大阪大学社会技術共創研究センター）
shineha@elsi.osaka-u.ac.jp（sub: ryuma.shineha@gmail.com）
565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-8 テクノアライアンス C 棟 603 室

Summary

Currently, the ethical, legal, and social issues (ELSI) of emerging science and technology have been discussed under the framework of responsible research and innovation (RRI). The research project "Implementation and systematization of RRI assessment model on emerging science and technology" has attempted to analyze and understand ELSI/RRI agendas by combining several methods of media analysis, questionnaires, horizon scanning, public participation, and so on, focusing on cases of emerging sciences such as regenerative medicine, genome editing, synthetic biology, molecular robotics, and brain-neuroscience. In addition, we designed and conducted deliberation on agenda co-creation through public dialogue and scenario workshops with experts. By combining various research and practices, our project will provide a better, appropriate, and effective model for RRI assessment. We will also sophisticate our RRI assessment model and show how to implement it.

Until now, we have extracted and visualized ELSI/RRI agendas from five fields. We highlighted case-specific issues and cross-case structural issues. While there is a common interest in managing the high expectations directed toward cutting-edge areas and how to build better and more adaptive governance for this purpose, for example, regardless of the area or case theme, the perspectives and framing that should be emphasized in governance differ from theme to theme in the R&D area, highlighting the real picture of this. In the process, we also manualized the know-how related to various deliberation practices and the co-creation of agendas and guidelines.

〈Joint R&D Organizations〉
Osaka University, Waseda University, Kanagawa University for Human Services, Tokyo Institute of Technology, Osaka Prefecture University, Kyoto University, National Graduate Institute for Policy Studies, Hokkaido University, Tokyo Denki University, Hiroshima University, Shiga University, The University of Edinburgh, The Japanese Society for Regenerative Medicine, © Dentsu Inc, etc.

〈Key words〉
RRI, Technology Assessment, Media analysis, Deliberation, Agenda co-creation

Ⅱ 本編

1. プロジェクトの目標と背景

1-1. プロジェクトの達成目標

ELSI／RRI 議題の分析とボトムアップでの熟議の構築を併せて行う RRI アセスメントを、複数の領域事例を対象として実践し、また事例横断的な構造的問題の分析を行うことで、RRI アセスメントの洗練と体系化を行い、その社会実装の在り方を提示する。

カテゴリ	☑ ELSI への具体的な対応方策の創出 ☑ 共創の仕組みや方法論の開発 ☐ トランスサイエンス問題の事例分析とアーカイブに基づく将来への提言 ☐ その他（新型コロナウイルス感染症など新興感染症に関する研究開発）

1-2. 研究開発の対象・テーマ、その意義と背景

<u>本提案の意義・必要性・背景</u>

科学技術の急速な発展は、「倫理的・法的・社会的課題（Ethical, Legal, and Social Issues: ELSI）」の把握と対応、幅広いアクターの問題意識や価値観の包摂、潜在的危機に対する早期からの洞察の必要性をもたらした[1]。このような課題に対して、近年、「責任ある研究・イノベーション（Responsible Research & Innovation: RRI）」の枠組みに注目した議論が進みつつある[2]。

RRI は、「現在における科学とイノベーションの集合的な管理を通じた未来に対するケアを意味する」と表現され、ELSI を含む科学技術の幅広い社会的インパクトに対する「先見性」、幅広いアクターとフレーミングの「包摂」、より相互の「応答」と、「省察」を踏まえたイノベーション・ガバナンスの実現を目指すものである[3]。

このような ELSI／RRI の課題に対して、研究代表者らは、JST-RISTEX『人と情報のエコシステム』（以下 HITE）領域委託研究などを通じて、分子ロボティクスを対象とした ELSI／RRI 議題の分析、過去の事例・教訓の共有、倫理綱領の共創、また再生医療分における RRI 議論ツールの作成と対話実践などを現場の研究開発者との協働の下で実施してきた[4]。

これらの研究を通じて、メディア分析、ホライズン・スキャニング、熟議を組み合わせることで **ELSI／RRI 議題の分析と熟議を行う RRI アセスメントの構築が進んできた**。しかしながら同時に、このような研究・実践を通じて、**①様々な研究開発現場との ELSI／RRI 議題に関する事例共有のノウハウの洗練・形式知化の不足**（参照事例との距離感のバランス、予

[1] 小林傳司.（2007）『トランス・サイエンスの時代』NTT 出版; 吉澤剛.（2013）「責任ある研究・イノベーション―ELSI を超えて」『研究 技術 計画』28(1), pp.106-122; Bauer, M. W. (2015). “Science literacy and beyond.” *Public Understanding of Science*, 24(3), pp.258–259.; 城山英明.（2018）『科学技術と政治』ミネルヴァ書房.

[2] Owen, R., Macnaghten, P., & Stilgoe, J. (2012) “Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society.” *Science and Public Policy,* 39(6), pp.751-760.; Stilgoe J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013) “Developing a framework for responsible innovation.” Research Policy, 42(9), pp.1568-1580; Stilgoe, J., & Guston, D. H. (2017) “Responsible research and innovation.” In Felt, U., Rayvon, F., Miller Clark A., & Smith-Doerr, L. (eds) *The Handbook of Science and Technology Studies Fourth Edition*, The MIT Press, pp.853–880.; 標葉隆馬. (2020)『責任ある科学技術ガバナンス概論』ナカニシヤ出版.

[3] Stilgoe J., Owen, R., & Macnaghten, P., op. cit (2)., p. 1570.

[4] Yoshizawa, G., et al. (2018) “Responsible innovation in molecular robotics in Japan.” *Chem-Bio Informatics Journal* 18, pp. 164-172; 標葉隆馬. (2019)「分子ロボティクスを巡る ELSI を考えるために」『分子ロボティクス概論：分子のデザインでシステムをつくる』CBI 学会出版, pp. 283-291.

見的 ex-ante／事後的 ex-post な問題の性格に応じた議論のデザインなど)、個別事例を超えた比較分析による**②社会的な実装を担うことのできる RRI アセスメントの体系化の欠如**という課題が見出されている。

関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

RRI に関する先行事例としては、遺伝子組換え生物（GMO）をめぐる論争の教訓から始まり、米国におけるナノテクノロジーの事例や、英国における合成生物学ロードマップへの RRI の視点の導入とその省察的分析などが挙げられる[5]。しかしながら、これらの先行する議論においても、ELSI／RRI 議題の分析とボトムアップの議論をシームレスに行いつつ、複数の事例を組み合わせることで事例を超えた一般的な含意と、分野個別の文脈による特異性の双方俯瞰できるようなアセスメントを構築するまでには至っていない。

このような課題に対して、本研究開発では、これまでに構築を重ねてきた ELSI／RRI 議題の分析と熟議をシームレスに行う RRI アセスメントの実践を、複数の萌芽的科学技術領域について同時並行的に行い、ELSI／RRI 議題に関する実証的かつ実践的なデータを獲得すると共に、**個別領域だけを見ていては見えてこない、より射程の広い一般的な RRI アセスメントの在り方を提示する**ことで応答する。この取り組みは、英国などにおける先行事例において指摘される[6]、萌芽的科学技術を巡る ELSI／RRI の議論において、人文・社会科学分野の研究者と萌芽的科学技術分野の研究者が「知識の共生産者」となり「協働的省察」を得るという「ポスト ELSI」と表現される課題に正面から応答するものでもあり、今後の国際的な議論にも基盤となる知見を提供するものである。

研究開発対象

再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学など「萌芽的科学技術」の複数領域を対象とする。研究代表者らは、これらの領域の研究現場との協働を行ってきた実績があり、この研究チームにしかできない複数領域を横断した実質的な協働と比較研究が可能である。

研究プログラムにおける位置づけと目指すアウトプット・アウトカム

本研究提案で得られるアウトプットならびにアウトカムとしては以下のものがある。

＜アウトプット＞

- 先端科学領域の幅広い事例に関する ELSI／RRI 議題の可視化
- RRI ノート（情報共有のための基礎資料）の作成・公開
- RRI 対話ツールの作成と、議題共創の場の構築、RRI 教育プログラムの提案・構築
- 様々な未来シナリオケースの形成と RRI ガイドラインの試作

＜アウトカム＞

- ボトムアップでの議題共創の場の形成によるステークホルダー間のコミュニケーション促進
- 議題共創の場に関する運営ノウハウの蓄積、実践者の育成
- 各領域における ELSI／RRI 指針の共創
- 萌芽的科学技術に関わる ELSI／RRI 議題の社会的共有
- RRI アセスメントの実装に関するノウハウのマニュアル化

[5] Balmer, A. S., Calvert, J., Marris, C., Molyneux-Hodgson, S., Frow, E., Kearnes M., Bulpin K., Schyfter P., Mackenzie A., & Martin P. (2015) “Taking roles in interdisciplinary collaborations: Reflections on working in post-ELSI spaces in the UK synthetic biology community.” *Science & Technology Studies*, 28(3), pp.3-25. EU Commission. (2016) *Current RRI in Nano Landscape Report*. (http://www.nano2all.eu/wp-content/uploads/files/D2.1%20Current%20RRI%20in%20Nano%20Landscape%20Report.pdf); Stilgoe, J., & Guston, D. H. op. cit.; Marris, C., & Calvert, J. (2019) “Science and technology studies in policy: The UK synthetic biology roadmap.” *Science, Technology & Human Values,* pp. 34-61.

[6] *Ibid.*

これらは、領域の目標である「科学技術や ELSI の特性を踏まえた具体的な対応方策の創出」ならびに「科学技術や ELSI の特性を踏まえた共創の仕組みや方法論の開発」に対して、**幅広い事例に基づく、実証的かつ実践的な学知の基盤とノウハウの可視化を与えるものであり、本プログラムが目指す RRI を進めるための実践的協業モデルの開発に正面から取り組む**ものである。

1-3. プロジェクトが考察する根源的問い

より良い科学技術ガバナンスの構築が根源的な問いにある。適切な RRI アセスメントが実装されることで、学知に基づく透明性と正統性がより高い科学技術ガバナンスが可能となると考える。

1-4. プロジェクトの先に見据える将来展望

研究開発修了時点のゴール

① 想定アウトプットが獲得されていること
② 想定アウトカムについての成果あるいは途中プロセスが可視化されていること
③ ①・②を通じて、萌芽的科学技術をめぐる ELSI／RRI アセスメントに関わるグッドプラクティスの事例が蓄積されていること
④ ①・②を元に、RRI アセスメントのモデルが公知になる形で提示され、批判的フィードバックが受けられる形となっていること
⑤ ELSI／RRI 研究に関わる人のネットワーキングが拡大・可視化され、また本 PJ がそのハブとして外からの多様な研究依頼に直接的あるいは仲介的に応答することができるようになっていること。

プロジェクト終了後のビジョン

本研究が目指す社会像とは、**「萌芽的科学技術に関する様々な ELSI／RRI 議題の探索と評価、多様なステークホルダーを交えた熟議がシームレスに実施され、科学技術の進展に応じた適応的なガバナンスが実現している社会」**である。

プロジェクトの成果の活用について

本研究で得られる事例横断的な ELSI／RRI 議題のリストならびに、熟議を通じて可視化された種々のステークホルダーのフレーミングの多様性は、公開資料として ELSI／RRI 研究に関わる領域関係者、現場の研究開発者、ジャーナリスト、政策担当者、NPO など幅広いステークホルダーにとっての参照点として活用される。また議題候補リストを活用して行われるオンライン・オフラインの熟議の場自体が、これらのステークホルダー間の相互学習の場としての意味を持つ。そして事例横断的な分析に依拠した RRI アセスメントのデータとノウハウの提示により、ELSI／RRI 研究の更なる発展が可能になる。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目

■項目 1：**ELSI／RRI 議題抽出**
■項目 2：**ステークホルダー参加型議題共創**
■項目 3：**RRI アセスメントの洗練と一般化**

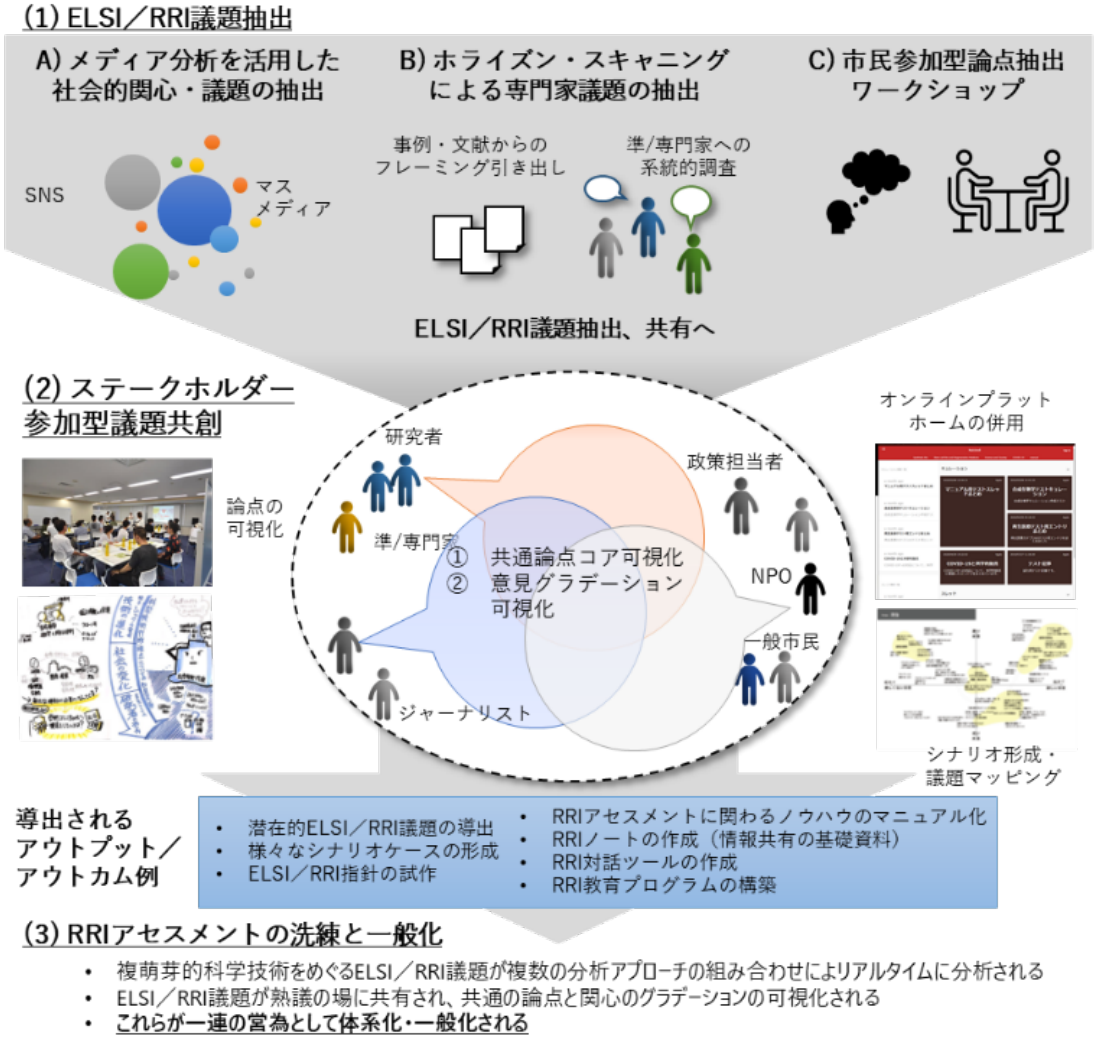


図 1：プロジェクト計画の素描

2-2. 実施内容

本研究開発では、再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学、脳神経科学などの複数の先端生命科学領域を具体的な対象事例として、項目 1：**ELSI／RRI 議題抽出**、項目 2：**ステークホルダー参加型議題共創**、項目 3：**RRI アセスメントの洗練と一般化**という 3 つの研究項目を設定し、プロジェクトを進めた。プロジェクトの全体像は図 1 に示している。

■項目 1：ELSI／RRI 議題抽出

メディア分析、ホライズン・スキャニング、市民参加型論点抽出ワークショップという複

数の手法を組み合わせることで ELSI／RRI 議題を抽出した。

（A）メディア言論からの定量的分析による関心フレーミングの抽出

実施体制：RRI アセスメントグループ、議題抽出グループ

実施内容：

2021 年度までに再生医療、GMO、ゲノム（含、ゲノム編集）、脳科学に関する国内のマスメディア報道（新聞記事 37009 件）の定量テキスト分析による予備分析を行い（分析結果の例として、GMO の結果の一部を以下に示す）、その結果を踏まえて分析対象期間を 7 期間に分類し、コーディングルールの作成ならびにコーディングルールの妥当性の検証を行った。その上でフレームの集計と登場パターン分類（対応分析）の結果から、３テーマと 7 時期の共通点・相違点を考察した（代表的なデータを図 2 に示す）。

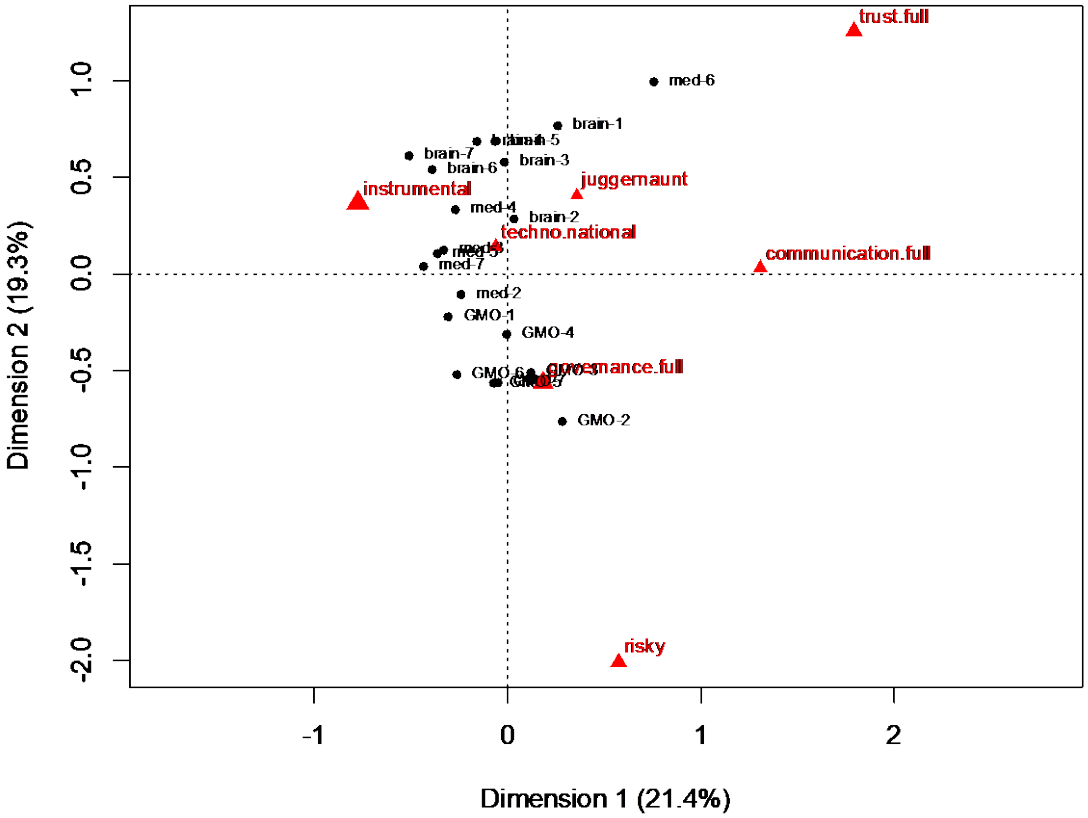


図 2：対応分析の結果（テーマの比較）

得られた結果は国内外の学会での発表ならびに国際査読誌投稿論文の執筆と投稿を行った。具体的には、国内では科学技術社会論学会での口頭発表に加え、Society for Social Studies of Science (4S) /ESOCITE 2022 Meeting における口頭発表を行い、参加者らと活発な議論を行った。また小宮 PJ メンバーを中心とした協働先の自然科学分野の研究者らとも共有を行い、意見交換を行った。これらの結果をまとめた論文については現在投稿中である（2024 年 1 月現在 Accept with Major Revision となり、リバイス原稿を再投稿した）。

また遺伝子検査サービスに関する日本語・英語・中国語圏における消費者直結型サービス（Direct to Consumer: DTC）の Web サイト上の表象に関する内容分析の結果の論文化も行った。このテーマは、本プロジェクトの以前からスタートしていたものであるが、そのデータを本プロジェクトでも引き継ぐ形で継続的に分析・執筆したものである。その結果を論文として公表した（Nagai et al. 2023）。

（B）ホライズン・スキャニングによる専門家議題の抽出

実施体制：議題抽出グループ、RRI アセスメントグループ

実施内容：

本プロジェクトで得られたデータと網羅的な文献調査の結果を素材としながら、各領域の研究者、準専門家（政策担当者、ジャーナリストなど）を対象としたホライズン・スキャニングを実施し、ELSI／RRI 議題の抽出と深堀を行う。加えて、ELSI／RRI 議題に関わる言及の仕方と「語り」の抽出や将来シナリオの洞察を行った。

小宮 PJ との協働の下、分子ロボティクス研究者との定期的なミーティング（基本的には毎週火曜日 1 時間程度のオンラインミーティング）を行い、分析データのリアルタイムの共有や協働での企画の打ち合わせと振り返りによる省察的なディスカッションを繰り返し行った。

また追加のインタビュー調査（半構造化インタビュー／ライフヒストリーインタビュー）ならびに研究室へのサイトビジットを行いった（RInCA の PJ 期間全体では 7 件の追加ロングインタビューを行った。なお HITE のプロジェクトからの継続としては延べ 12 名のロングインタビューとなった）。その中で、とりわけ分子ロボットや合成生物学分野などの研究者において、当該領域への関わり方、当該分野が立ち上がってくる間における視点の変化や参加者の変容、細胞サイズの分子ロボットを作成した経験とその過程における「ままならなさ」と暗黙知の重要性、生命と非生命の連続性についての捉え方、生命と物質のギャップを理解する上で分子ロボットが持つ可能性と特徴などについての問いかけを中心に行った。これらは、当該領域の研究者が自分たちの専門領域をどのように捉えているのかについての「語り」であると同時に、生命や生物といった存在についてどのように認識をしているのかを深堀することで「語り」として紡ぐ試みでもあった。その内実は、研究者によって、生命と非生命、生命とロボットの関係について、異なる関係を想定していることが明らかとなった。そして、生命と物質の境界にアプローチするからこその ELSI/RRI 論点の可能性と、研究開発者から見た ELSI 研究者との協働についての聞き取りを行った。

このような継続的な活動に加えて、研究開発項目においての主たる成果を ELSI ノートとして公開した。公表した ELSI ノートの一つは、『「分子ロボットをめぐる市民対話」に基づく「ELSI 論点モデル」の構築』であり、2021 年度末に刊行した『分子ロボットをめぐる対話要点集 2020 年度版』（小宮 PJ との協働成果）の過程での対話データに現れた「語り」がどのような ELSI 論点のフレーミングを持つのかについて網羅的に分析したものである。その概要は図 3 のようになる（森下ほか 2022）。

本 ELSI ノートでは、科学一般にかかわる一般的な論点から分子ロボット特有の論点まで、大小さまざまな 18 の論点フレームが抽出された。中でも本論点モデルによって抽出された「分子ロボットのライフコース」は、分子ロボットのライフステージに応じた ELSI 論点を具体化するものとして、分子ロボット研究者からの高い評価を得ている。そのほか、遺伝子組換えや食の安全など、既存の領域の ELSI との接点を探ることで、将来の分子ロボットの ELSI 課題を予見するものとなっている。

また 2022 年 3 月 9 日に東京大学の豊田太郎准教授ら分子ロボット研究の最前線で活躍する研究者 4 名を招き、オンライン座談会「分子ロボットの未来」を開催していた（小宮 PJ の見上公一氏との協働）。この座談会で語られた分野と技術の将来像についてまとめた ELSI ノート（『実施記録：座談会「分子ロボットの未来」』）を刊行し、さらにここでまとめたデータに分析を加えた研究論文として公表した（見上・河村 2023）。また科学技術社会論学会、分子ロボティクス年次大会、分子ロボット倫理研究会など関連分野の学会において口頭発表を行った。

図 3：「分子ロボットをめぐる市民対話」に基づく ELSI 論点モデル （森下ほか 2022）

これらの成果は、分子ロボティクスや合成生物学などの分野において、専門家や市民の間で ELSI/RRI 論点がどのように「語られる」のかについての基礎的なデータを提供するものとして位置付けられる。その中では、研究者自身が分子ロボットという分野の将来像やそれが社会に普及していく過程についてどのような見通しを抱いているのかという、通常の研究活動のなかでは主題化されることのないが RRI の観点からは極めて重要なトピックをオンライン座談会のテーマに設定したうえで、そこでなされた研究者同士の語りを分析した。分子ロボットというコンセプト自体への距離感の違いや、生命の起源の探究という目標の捉え方のヴァリエーション、さらには科学と工学の重なり合いについての理解の多様性など、研究者同士が語りあうオンライン座談会という場であるからこそ浮かび上がる、それぞれの研究者たちのアプローチの間にある微妙な差異を浮かび上がらせることができた。

これらの対話的な取り組みの成果の研究開発関係者への共有を行いながら、今後の更なる深堀の議論のための場づくりと機会の創出を目指している。一つは、研究開発項目 2「ステークホルダー参加型議題共創」に関わるものであり、もう一つはフィールド先である分子ロボティクスに関連する年次研究大会での場づくりである。現在までに、分子ロボティクス年次研究大会への積極的な参加を行ってきたが、同時に合成生物学や分子ロボティクス分野の研究者も多く集まる「細胞を創る」研究会 17.0（2024 年度年次研究大会、研究代表者である標葉隆馬が大会長としてホストすることが決定した）での企画の構想などを行う形で準備を進めている。

（C）市民参加型論点抽出ワークショップ

実施体制：RRI アセスメントグループ、議題抽出グループ、市民対話グループ

実施内容：

市民参加（Public Engagement）による「問題の可視化」やフレーミング理解は、より良い科学技術ガバナンスならびに RRI の議論の中でも常に重要な課題として位置付けられてき

た[7]。本研究提案では、前述の研究開発項目（A）・（B）と連動させながら、萌芽的科学技術に関する市民参加型論点抽出ワークショップやコミュニケーション実践による議題抽出を行う。またその過程で、RRI 対話ツールを作成し、共通資料・ツールとして共有・公開を行うとともに、得られた市民のフレーミングに関する知見を順次現場の研究者にフィードバックする。

本研究開発項目において、2022 年度は主に以下の 3 つの展開を行った。

① 分子ロボティクス領域事例における日本科学未来館での科学コミュニケーション実践を通じた市民対話（未来館実践）
② ゲノム編集食品やフードテックに関わる論点抽出ワークショップの実施と、その結果を踏まえたフードテック全体を視野にいれた研究活動の拡大的展開（特に代替タンパク質に関する質問紙調査の実施など）
③ 再生医療における市民対話と質問紙調査の国際比較
④ 脳神経科学に関する論点抽出ワークショップ（HITE領域からの継続課題）

① 未来館での実践

未来館のオープンラボの場への応募を行い、採択された。そして、二名の科学コミュニケーターから多くの協力を得て、分子ロボティクスに関する科学コミュニケーション実践を行い、ボトムアップでの ELSI 論点の抽出・共創・対話を試みた。この実践は、本プロジェクトと小宮 PJ、そして公益財団法人トヨタ財団「分子ロボットロードマップ構想に向けた分野間・国際間共同研究」との緊密な協働の下で実施を行った。

未来館を場とした実践の過程は図 4 に示すように、まず大きく 4 つの実践活動からなる。

a. 未来館との協働（オープンラボのための申請・調整・企画内容の相談・etc）
b. コミュニケーション実践（2021年度に4日間、2022年に4日間、合計8日間。またサイエンスアゴラでも2日間実施した）
c. 対話を通じたELSI論点の抽出・共創・対話
d. コミュニケーションと対話支援のための説明パネルの作成（対話ツール作成）

図4：日本科学未来館　対話実験　「うごく！ ふえる？ 10万分の1ミリのロボット、君ならどう使う？」における4つの要素

この 4 つの過程においては、小宮 PJ 参加メンバーを中心としながら、複数の分子ロボテ

[7] 木場隆夫.(2000)「コンセンサス会議の成立過程及びその意義に関する考察」『研究 技術 計画』15(2), pp.122-131; 小林前掲書(1); Stilgoe, J., & Guston, D. H. op. cit (2).

ィクス分野の研究者らの積極的な参加があった。その過程で、コミュニケーション実践やそこから得られる示唆を研究者自身が振り返る対話も行われ、その過程の記録なども行った。またの対話ツールについては、関連領域内における情報共有ツールとして活用しつつある。

加えて、これらの実践では、文化人類学ならびにエスノメソドロジーを専門とする若手メンバーが対話のプロセスを参与観察し、そこでの対話の言説分析を積極的に行った。例えば、各パネルの間とシミュレータの前にビデオカメラを設置し、研究者と市民の科学コミュニケーションのやりとりを撮影し、相手の知識状態を推定するために相手が属している社会的カテゴリーを割り振るという実践がどのように行われているのかの調査・分析を実施した。その中では、RRI に関わる当該実践自体をエスノグラフィするという新しい取り組みを試みている（RRI エスノグラフィ）（森下 2023）。

市民対話の実践においては、その場で説明にあたる研究者が自らの分野について専門的な知識を持っていることは当然の期待として市民の側が抱くことができるが、市民の側が生命科学などの関連分野についてどの程度の知識を持っているかはその場では明らかではないという（知識状態そのものについてのみならず知識状態が明示化されているかどうかという点についての）非対称性が存在する。こうした非対称性の問題に対処するために、語りのなかで年齢や学歴などのカテゴリーがどのようにして引き合いに出されて手がかりとして用いられているのか、そうした手がかりを用いた推論はどのような場合に成功し、どのような場合にコミュニケーションギャップの源となるのかということが詳細に分析された。

また新しい取り組みとして始まった「RRI のエスノグラフィ」は、RRI を構成する重要な要素であるとされるところの「反省性（reflexivity）」を担保するためのひとつの試みである。無反省な ELSI/RRI の実践は、人文社会系の学者に科学技術に対する批判的な態度を失わせるものとなる。そのような科学技術推進にお墨付きを与えるだけ ELSI は「ELSIfication」として批判されてきた。「RRI のエスノグラフィ」は、人文・社会科学者が自らを「ELSI/RRI の研究者」として主体化するプロセスそのものに焦点を当て、その過程において生じる専門家としての疎外や RRI を律する規範の内面化を分析することで、RRI の理念と現実の間にあるギャップの比較を可能にするものである。同時に「RRI のエスノグラフィ」は、どのような参加が望ましい参加となるのかという点についても示唆を与える。分子ロボットの実践例では、人文・社会科学者が自らの専門知を十全に活用できると感じられることの重要性が示されたほか、必ずしも実践者自身にとって満足のいく参加ではない場合にも、人文・社会学的専門性を持つ参与者の視点がそこに存在することが重要であるケースなどが示唆された。

現在、これらの成果について論文として公表するための作業も開始している。

② ゲノム編集食品やフードテックに関わる論点抽出

2021 年度にゲノム編集食品を対象とした市民参加型論点抽出ワークショップならびに食品の「自然らしさ」に関するフォーカスグループインタビュー調査を行った。またゲノム編集 WS に参加いただいた専門家へのフォローアップインタビュー調査もあわせて行った。

ゲノム編集食品に関する市民参加型論点抽出ワークショップでは、まず専用の対話ツールを作成した（図５：対話ツールは既に公開済みである）

ワークショップを実施した結果、ベネフィットとリスクへの全体的関心と共に、規制の在り方、表示と選択をめぐる関心が多く見られた。更に特徴的だと思われた言説は、ゲノム編集食品をめぐる「自然さ」をめぐる議論である。この「自然さ」という言葉は頻繁に登場ものの、その意味射程は多義的であり、食品をめぐる「自然さ」の境界線がどこに認知されるのかについての問いが登場することとなった。

図 5：ゲノム編集食品に関する対話ツール

その結果を踏まえて、食品をめぐる「自然さ」をめぐるオンラインのフォーカスグループインタビュー（FGI）を実施することとした。この FGI は以下のスキームで実施した。

✓ 「自然らしい野菜」と「自然らしくない野菜」をテーマにそれぞれ思い浮かぶ写真を多数集めて、事前に送ってもらう（それぞれ 1 枚～3 枚程度、雑誌やインターネットやインスタグラムなどで画像、写真等を集めて送ってもらう。必ずしもテーマそのものをあらわした画像である必要はなく、テーマからイメージするものであれば、どのような画像、写真でもかまわないという条件で依頼）

✓ 自分で集めた写真のコラージュを見ながら、どういう理由でその写真を選んだのかについて言語化し、説明する

この FGI を、1 回に月 90 分、3 人一組の実施で合計グループ（合計 12 人）の実施を行った。

その結果、食品をめぐる「自然らしさ」と人による介入的行為の間の関係性が見えてくる結果となった（図 6）。その要諦を一言で表すならば、技術の新しさに関する忌避感・抵抗感が「自然らしくない」という言葉で表現されることが伺える。

• 12人の分類を 4 つの区分（端・端以外x自然）で単純集計

自然らしくない ↕ 自然らしい

野菜カードの名称	自然らしくない		自然らしい	
	端	端以外	端以外	端
最先端の遺伝的な技術で栄養を高めた作物	10	2	0	0
遺伝子組換え技術で特定の農薬に強い作物	10	2	0	0
放射線を使って害になるものを取り除いた作物	8	3	1	0
最新のAIの自動管理で育てた作物	5	5	2	0
DNA鑑定の応用技術と品種改良で甘くした作物	4	7	1	0
従来の品種改良技術で、流通に便利な新しい作物	0	7	5	0
昔からの技法で、異なる種類を合体させた作物	0	4	7	1
有機JAS認証の地元産の作物	0	1	7	4
江戸時代からつづく在来の伝統的な作物	0	1	6	5
山野に自生している日本原産の作物	0	0	0	12

図 6：「食品の自然さ」FGI の結果まとめ

このような、「食」と先端科学技術の関係性全体を考察する中で、より近年話題となる領域キーワードは「フードテック」である。そこで、更にフードテック全体をめぐる「社会技術的想像（Socio-technical imaginary）」[8]を垣間見ていくことが肝要であるとの見解に至った。

[8] Jasanoff S., & Kim, S. H. (2009) “Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea.” *Minerva*, 47, pp.119–146.

そこで本 PJ 協力者である大阪公立大学の小泉望教授らのグループと連携しながら、フードテックの中でも特に高い関心が集まっている「代替たんぱく質（Alternative Protein）」の議論に注目した探索的な調査を実施することとなった。代替タンパク質の研究開発がフードテックの新しい事業として注目されているが、日本では、代替タンパク質に対する人々の態度があまり調査されていない。さらに、代替タンパク質の異なる種類を比較した研究が国際的にも限られている状況があったことも本調査の設計・実施の背景となっている。

この調査では、5 種類の代替タンパク質（昆虫食、植物肉、培養肉、代替乳製品、微細藻類）に対する人々の態度（受容、意欲、印象など）に関して、オンラインの選択肢式アンケート調査（5,000 人規模）を実施した。紙幅の関係から、その結果の詳細をここで記述することは難しいが、例えば図 7 に示すように、昆虫食が否定的な形容詞と関連する一方で、他の代替たんぱく質では「持続的（sustainable）」や「良識的（moral）」、「洗練されている（sophisticated）」、「環境によい（ecological）」といった印象が相対的に引き寄せられていることが見いだされた。また、昆虫食を除いて、科学的関心度が高いとより特定の印象を持っている傾向があることが見いだされた（図 7）。これらの結果をまとめた論文は、査読付き国際誌である *Food Quality and Preference* に掲載された（Takeda et al. 2023）。

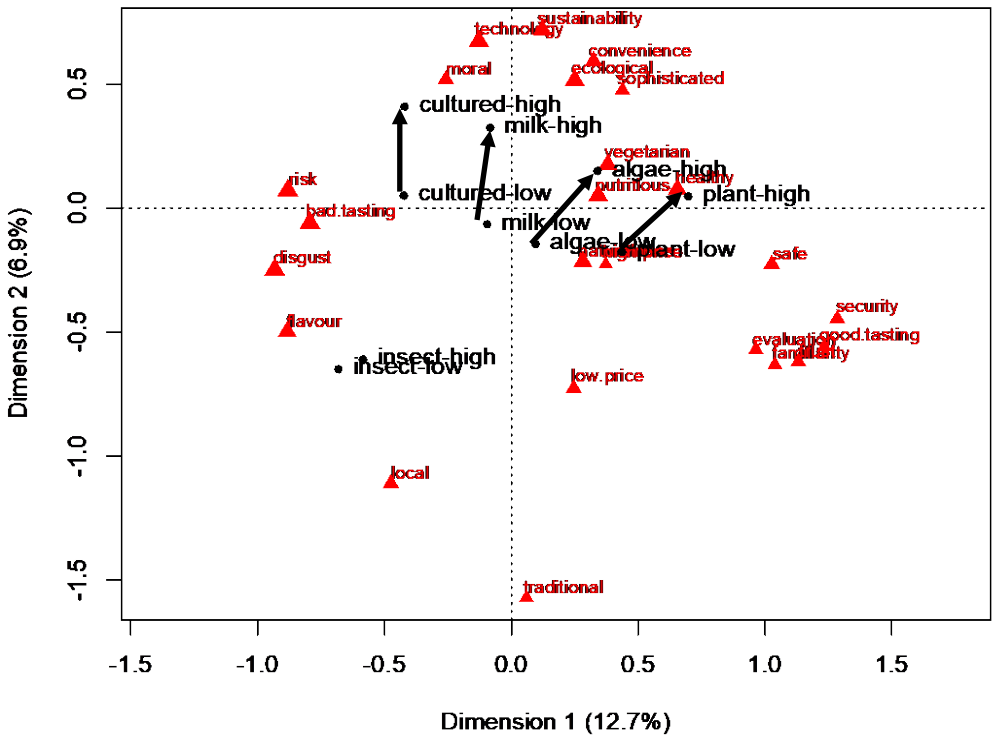


図 7：５種類の代替タンパク質の印象に関する結果（対応分析）（Takeda et al. 2023）

＊赤色が印象の形容詞、黒文字がそれぞれの代替タンパク質（high：科学的関心が高い層、low：科学的関心が低い層

更にこの結果を受け、大阪公立大学の小泉望教授らのプロジェクト（厚生労働省厚生労働省科研費事業「新たなバイオテクノロジーを用いて得られた食品の安全性確保とリスクコミュニケーションのための研究」）との協働の下、代替たんぱく質に関わる市民対話・FGI の実施を現在までに継続的に行い、2024 年 1 月現在、そこで得られた語りデータの解析を行っている。

③ 再生医療における市民対話

再生医療をめぐる市民対話としては、2022 年 11 月 23 日（水）に、一般社団法人日本再生医療学会を主催とする形で、『ヒトの「生命」つくっていいですか。』の開催を行った。この対話は中学・高校生を対象としたオンライン形式のワークショップとして実施し、「再生医療研究の進め方」に関する議論を行った。

加えて、再生医療をめぐる一般の人々の関心事項の探索の一環として日本を含む 6 か国（日本、韓国、米国、英国、フランス、ドイツ）を対象とした質問紙調査の結果を分析し、論文として成果発表した。Web 調査であること、また回答者数などからサンプルの代表性には大きな限界があるものの、国ごとに再生医療の社会受容において重視する要素が異なる、また期待感の大きな応用が異なるなどの可能性が示唆された（図 8, Shineha et al. 2022）。

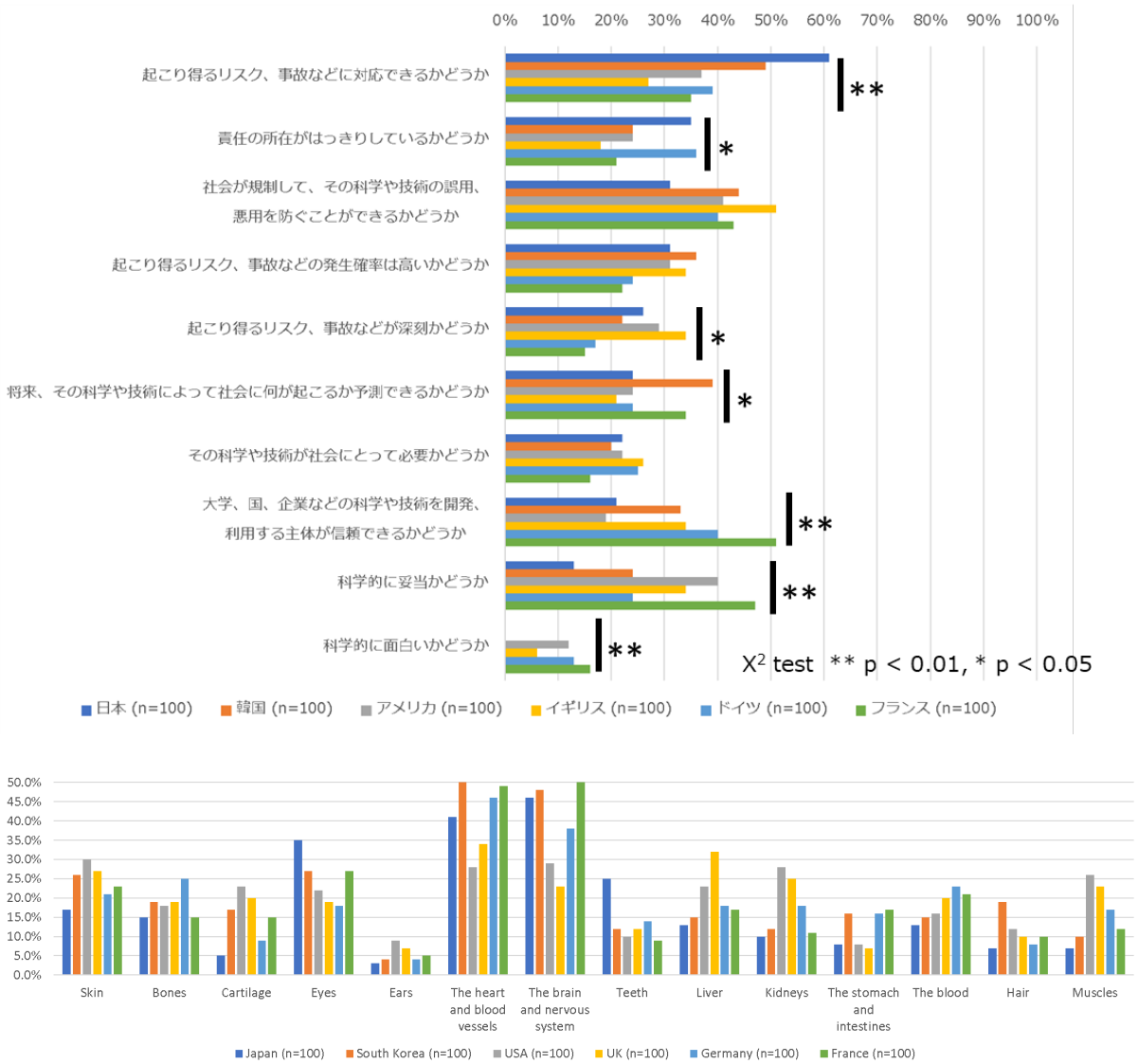


図 8：6 か国を対象とした再生医療をめぐる意識調査の結果例（上：再生医療の社会受容において重要だと思われる項目、下：再生医療で適用を期待する組織）

④ 脳神経科学に関する論点抽出ワークショップ

2022 年度までに、JST-RISTEX『人と情報のエコシステム領域（HITE）』の一環として行ってきた脳神経科学・脳 AI 領域に関わる ELSI／RRI 議題の可視化と熟議のプロジェクトを、2023 年度は本プロジェクトの中で引き継ぐ形で実施した（一部は 2022 年度の時点で連動す

る形で実施)。HITE 領域における報告内容と重なるため、その詳細は省くが、現代の脳神経科学をめぐる脳神経倫理（neuroethics）に関わる課題の包括的レビューの実施（Ishida et al. 2023)、「脳神経関連権（neurorights)」に関わる議論の分析と日本への示唆の検討（Ishida and Shineha 2023, 石田・標葉 2024, 標葉 2024)、一般の人々と脳神経科学分野の専門家に対する意識調査の実施、専門家に対する FGI、一般の人々を対象とした脳 AI 領域をテーマとした論点抽出ワークショップの実施などを行ってきた。

また 2023 年 10 月にはムーンショット型研究開発事業目標 1 金井プロジェクトの企画に共催の形で、ワークショップ「脳波でなんでもできる未来？～BMI が身近になった社会を想像しよう～」を東京と大阪の二か所で実施し（図 9)、BMI に関する多くの語りのデータを獲得した。現在、その内容を分析中である。また当該ワークショップでは、メディア（NHK）の取材も行われ、その様子が一部放送された [9]。

図 9：「脳波でなんでもできる未来？～BMI が身近になった社会を想像しよう～」

ここまでに得られた成果は、総務省 PRISM「2021-22 年度 脳情報を活用し知覚情報を推定する AI 技術等の社会受容性確保に向けた調査研究」事業の中で行われた「脳情報を活用し知覚情報等を推定する AI 技術の開発・活用ガイドライン」の策定において知見の活用を実施するなど、社会実装に関わる活動が特に 2022 年度～2023 年度の間に実施された。

■項目 2：ステークホルダー参加型議題共創

実施体制：議題抽出グループ、市民対話グループ
実施内容：

研究開発項目 2 では、項目 1「ELSI／RRI 議題抽出」の結果を受けつつ、ステークホルダー参加型議題共創のための熟議の場を設計・実践を試みた。この熟議の場は、対面方式ならびにオンライン方式の両面から摸索した。その中でオンライン議題共創プラットフォーム（NutShell）のあり方について試行を行うことも目標とした。

2021 年度までに、新型コロナウィルス（COVID-19）などをテーマ例として少数協力者における試作を行った。しかしながら、そのあとの追跡調査、そして参加者を増やしての試行を行うための聞き取り調査などで、実際の議論のなかでそれほど活用されなかった機能を外し

[9] https://www3.nhk.or.jp/news/html/20231027/k10014236451000.html

つつ、より活発な議論を促すための機能を追加すべきである点が指摘されると共に、現時点の NutShell 単体では十分な熟議が難しいという課題が見いだされてきた。そこで、2022 年度に NutShell のデザイン改修のための知見整理を行うとともに、次回トライアルのための参加協力者の探索、トライアルテーマ設計のためのヒアリング調査を行った。

ステークホルダー参加型議題共創のトライアル実施のためのテーマ探索とデザインのために、分子ロボティクス領域の若手研究者 3 名へのフォーカスグループインタビューを実施した（本調査では特に学術変革領域 A「分子サイバネティクス」参加の若手研究者に注目した）。その際、テーマ設定においては単純な科学ニュースの共有と議論ではなく、科学者が議論しやすい問いの設定や話題を提供の必要性、例えば SF コンテンツの活用などの可能性が指摘された。そこで、「分子サイバネティクス」のジャーナリスト・イン・レジデンスに参加しているジャーナリスト関係者らとも議論を重ねながら、SF コンテンツの活用も念頭に入れたテーマ設定と問いの作成作業を行った。

またプラットフォームのデザインとしては、これまでの追跡調査とフォーカスグループインタビューから以下の事柄が重要な点として見いだされた。

- 会員制にして参加者の身元を運営側が管理すること（たとえばResearchmapのID と紐づけるなど、ただしResearchmap側でこのような紐づけが可能かは検討課題）
- 匿名コメントも可能であること、ブレイクアウトルームのような機能を作って合意のうえで実名を明かせるようにすること。
- スレッドを（運営側が管理しつつも）参加者の側から立てられるようにすること。
- 解決のために複数領域の研究者が協力する必要がある問題に対しては関心のある人々が集まりやすい可能性があること
- 異分野の研究者同士を繋げるような人材がファシリテーターとして望ましいこと

さらに 2023 年度は、既存のプラットフォームに関する分析やそれを用いた PJ メンバー内でのトライアルを実施した。まず既存のプラットフォームそれぞれの特徴を分析し、実装されている機能のうち必要不可欠なものや活発な議論に貢献しうるものを整理した。具体的には、既に使われているもので、5ch・Reddit（サイエンスコミュニティ）・Slack・Discord について改めて検討を行い、必要不可欠な機能としては、会員制にして参加者の身元を運営側が管理できること、匿名でのコメントができること、スレッドを（運営側が管理しつつも）参加者の側で立てられるようにすること、合意の上で実名を明かせるようにすることの四つが挙げられた。また活発な議論に貢献しうる機能としては、特定の参加者にモデレーターやファシリテーターの権限を与えられること、投稿内容へのタグ付け、カテゴリー別での投稿のまとめ、投稿への評価、ユーザーの専門分野や学歴の明示、絵文字やスタンプの六つが挙げられた。

こうした分析を踏まえ、現在すでに大規模に展開されている既存プラットフォームの中では理想形に最も近いと考えられた Discord を用いて、PJ メンバー7 名が参加する形でトライアルを実施し、ファシリテーションのあり方の観点から分析を行った。それによって、科学的なトピックを扱った記事のリンクの共有に際して第三者的視点からのコメントを付けるよりも率直で個人的なコメントを付けやすい形式が好ましいこと、そのための心理的安全性の確保などの課題を見出した。現在、これまでの実践と分析結果を実践報告論文として投稿すべく執筆作業を開始している。

また研究開発項目１－（B）「ホライズン・スキャニングによる専門家議題の抽出」において実施した分子ロボット研究の最前線で活躍する研究者 4 名を招いてのオンライン座談会「分子ロボットの未来」の成果取りまとめも、この研究開発項目とも関わる研究プロセスとしてメンバー間の議論を密に行いながら進めた。

項目 3：RRI アセスメントの洗練と一般化

実施体制： RRI アセスメントグループ
実施内容：

項目 1「ELSI／RRI 議題抽出」ならびに項目 2「ステークホルダー参加型議題共創」の研究から得られた事例ごとの ELSI／RRI 議題をめぐる知見と熟議の結果の比較分析を行い、事例特有の問題と事例横断的な構造的問題を浮き彫りとすることで、RRI アセスメントモデルの体系化を試みた。またその過程において、各種の熟議の場の実践に関するノウハウの可視化とマニュアル化を行い、外部から参照できる形での資料作成を行い、手法の一般化と普及を試みることを目指した。

その成果の一例として、図 10 の概要に示すように、再生医療、ゲノム編集食品、脳神経科学における社会的関心、ガバナンス上の関心、そしてメディアフレーミングの横断的な比較を行った。メディア分析、質問紙調査、論点抽出ワークショップなど同一の手法での研究データが得られたことでテーマを横断して共通するフレーミング、そしてテーマごとの文脈に特徴的なフレーミングの対比についての研究を進める状況が整った。

図 10：再生医療、ゲノム編集食品、脳神経科学におけるフレーミング横断比較

現在これらの成果の論文としての発表のためのとりまとめ、そして RRI アセスメントの実践的ノウハウを広く共有できる形にまとめて公表していくための準備を進めている。

また研究開発項目 1 -（C）「市民参加型論点抽出ワークショップ」で記述したように、この RRI アセスメントの過程と ELSI/RRI 実践、そしてその具体的なヴィジョンをノンフィクション的に記述する「RRI のエスノグラフィ」の記述・執筆を、本プロジェクトに参加する若手研究者メンバーがリアルタイムに進めてきた。その予備的な論考は、すでに哲学雑誌『フィルカル』にて公表されている（森下 2023）。

また分子ロボティクス領域における RRI アセスメント実践として、これまで市民や研究者と共同で行ってきた ELSI 論点探索に基づき、それらの論点をカバーするような分子ロボット基礎研究ガイドラインの草案作成を開始した。また分子ロボティクス領域における倫理綱領作成過程の分析とその含意について取りまとめた論文の作成と公表を行った（Komiya et al. 2022）。

そして、これらの ELSI/RRI をめぐる議論の蓄積、そして RInCA 領域における研究開発の進展なども踏まえながら、研究・イノベーション学会において ELSI/RRI に関する特集号を企画し、発行を行った（e.g. 標葉 2022a）。加えて 2021 年度までに COVID-19 の ELSI 論点をめぐる議論への参加してきた蓄積から（e.g. 標葉 2021）、パンデミックのような災禍をめぐる

科学技術ガバナンスと RRI 実践をつなぐ議論と論点整理のための発展的な作業を進めた。その中で、科学技術ガバナンスや RRI 実践を考える上で「社会的脆弱性（Social Vulnerability）」の視点が極めて重要となることなどが見いだされた（e.g. 標葉 2022, 2023）。

加えて、外部から参照できる資料として、特に ELSI／RRI に関わる研究やプロジェクトへの入門的なテキストブックの作成を、小宮 PJ メンバーの見上公一氏との協働の下で行った。この成果は、『入門 科学技術と社会』（ナカニシヤ出版）として 2024 年 3 月刊行のスケジュールとなっている。その中では、各プロジェクトメンバーの若手も各章の執筆参加を得ており、人材育成の面でも貢献する機会となった。

2-3. 研究開発マネジメント

■プロジェクト・マネジメントの実施方針と工夫

<u>複数グループ間の連携・成果統合の工夫</u>

本プロジェクトでは、研究マネジメントを行う RRI アセスメントグループを議題抽出ならびに対話実践の各グループのリーダーと主要な実施者で構成され、頻繁な情報共有を行うことで、スムーズに知見の統合を行った。また得られたデータや情報、アイディアなどは、Slack などでプロジェクトメンバーにリアルタイムで共有するとともに、オンライン・オフラインでの議論により知見の含意の考察を深める機会を頻繁に持つことを意識的に行った。また、定期的なプロジェクト全体ミーティングを行うことで、新規に参加する若手研究者らがプロジェクトの全体像を見通しながら研究活動を行えるように工夫を行った。これらのコミュニケーションの取り組みは全体としては機能したと考えられ、それが若手メンバーからの新しいプロジェクトテーマ提案の創出や、成果につながったものと考えられる。

また本プロジェクトは、他の PJ（特に小宮 PJ）との連携や、先端領域の研究者・コミュニティとの緊密かつ頻繁なコミュニケーションを行うことが大きな点であり、そのことが若手メンバーにとって異分野との連携やコミュニケーションを持つこれまでにない機会となった。このこともマネジメントにおいて非常に意識して機会を作るように心掛けた点である。

<u>ELSI 研究と研究開発現場との連携・協同</u>

本研究提案では、再生医療、分子ロボティクス・合成生物学、ゲノム編集食品・フードテック、脳神経科学・脳 AI といった複数の事例のフィールドとの連携・協働を行った。

JST-RISTEX「人と情報のエコシステム」（HITE）領域から続く分子ロボティクス分野との協働に加えて、2021 年以降は脳神経科学・脳 AI 分野との協働もスタートした。後者については、（特に 2023 年度以降）本プロジェクトに組み合わせる形で実施した。これらの領域との協働では、分野の関連ガイドラインの作成などを共創する形で進めてきた。それらの成果の公表や、OECD などの国際的な議論への打ち込みなど現在準備を進めている。

また合成生物分野は分子ロボティクス分野と関係者が一定程度重なっている事情もあり、関係者との定期的なコミュニケーションが可能であった。このような背景を活かしながら知見や意見の共有を行ってきた。そのような背景の下、2024 年度には、年次大会である「細胞を創る研究会 17.0」を研究代表者（標葉）が大会長としてホストすることになった。この機会を活かして、当該分野の ELSI／RRI に関わるセッションを企画・実施する予定である。

また再生医療についても同様に、分担者（八代）を中心として、学会における ELSI／RRI に関する企画シンポジウム・セッションを再生医療学会として展開した。また、ゲノム編集においても、研究協力者の小泉望（大阪公立大学）との連携の下、研究メンバーが厚生労働

省研究「新たなバイオテクノロジーを用いて得られた食品の安全性確保とリスクコミュニケーションのための研究」と協働する形で、論点抽出ワークショップの実施やフードテックに関わる質問紙調査の実施を行うなどの協働を積極的に行った。

これらの先端研究グループとのネットワークと協働関係は本研究が単なる ELSI 研究にとどまらず、研究開発現場との連携を積極的に行い、知見のフィードバックループを回すことを可能にすることの基盤となった。また本プロジェクト終了後も、今後の更なる拡大的展開につながる財産である。

■想定された課題や障壁と、その対応方策

ELSI／RRI 議題に関する熟議において、困難が予想される事柄は、論争的な話題ほど、また現在進行形の課題ほど「専門家」の参加が消極的なものとなることに起因する「専門家」の巻き込み方であった。しかし、今回の対象となる領域（再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学）において、研究代表者らはすでに、実際に研究開発を行う研究者らとの協働ならびにネットワーキングを進み、信頼関係も構築できていたことから、予想したほどの困難には直面しない結果となった。一方で、論争的な話題への参加ハードルの高さはやはり感じられるものであり、より良い参加の方策の構築が今後も継続する課題であることは否めない。

また萌芽的科学技術がもたらすイノベーションやビジネスデザインへのインパクトの検討、さらにはそのような幅広い効果へのアセスメントの形を、産業界も含めて幅広く提案していくことが肝要となる。そのような視点から研究協力者である株式会社電通チーフプランナー朱喜哲博士からのアドバイスを得ることを企図していた。その過程の一つとして、『フィルカル』誌において、若手が中心となる ELSI 特集への寄稿、また朱氏らとの現状の ELSI／RRI 研究の現状や課題について共有する対談を行った[10]。また RInCA クロストーク「エシカルであることが競争力につながる：データビジネスの最前線」への登壇や企画協力は、この想定された課題への取り組みの一つとなった。クロストークでは、朱氏に加えて、mercari R4D の多湖真琴氏、東京大学 Found X の馬田隆明氏らを交えた議論をおこない、多くの参加者と論点を得た[11]。

一方で、当初予定していた NutShell を活用しての ELSI／RRI 議題についての共有と意見収集については、プロジェクト途中での方向性の再検討を行うこととなった。これは、①施策したツールの動作が非常に重くなってしまったことで頻繁な使用に耐えるクオリティを出すことが難しかったこと、②COVID-19 下においてオンラインツールの発達が加速し、似たような設計のサービスが登場したことでその使用とオンラインワークショップの併用の方がより良い知見収集になる可能性が出てきたことなどが理由としてある。しかしながら、この過程において、関係者からの議題共創プラットフォームに関する多くのヒアリングデータを得ることができており、課題の可視化や言語化などでは一定の進捗を得ることができた。そのようなデータも含めて、HITE 以降行ってきたオンラインプラットフォームに関する試行錯誤の知見は有用なものを含むと考えられ、その課題も含めた報告論文の作成を現在行っている。

[10] 佐藤 暁, 長門裕介, 朱 喜哲, 標葉隆馬(2023).「標葉隆馬氏インタビュー」『フィルカル』8(2): 20–49.

[11] また、研究代表者も参加する大阪大学社会技術共創研究センターと mercari R4D を行っている共同研究は、その分析アプローチにおいて本プロジェクトのノウハウを実質的に活用する形となっており、一つの応用実践の場となっている。

■プロジェクトを通じた ELSI/RRI 人材の育成

日進月歩の先端科学技術をめぐる ELSI／RRI に取り組む研究者には、ELSI／RRI に関する人文・社会科学的素養だけでなく、科学技術研究における営みの実際に関する理解、そして先端的科学研究の傍らに立ち続けながら試行錯誤を行う「知の共生産者（co-producer of knowledge）」[12]であることが求められる。そのような素養の上で質的・量的双方にまたがる様々な研究アプローチへの理解、実践的研究へのモチベーションが必要であると考えた。

このような視点から、本プロジェクトでは若手研究者を積極的に雇用し、多様な先端科学技術領域や人文・社会科学領域との協働に関わる経験値の蓄積を促してきた。本プロジェクトでのフルタイム雇用、他のプロジェクト（トヨタ財団プロジェクトなど）とのジョイントした形でのフルタイム雇用、パートタイムの非常勤研究員雇用の形を組み合わせる形での雇用を行い、ELSI／RRI 研究に携わる研究者育成を行った。

更に、人材育成の観点から、本プロジェクトでは、理工系分野での博士号取得者を登用し、ELSI／RRI 研究の更なる発展のためには、理工系分野における背景を持ちながら ELSI／RRI の知見と分析方法を学ぶ機会を意識的に創出した。

一方、人文・社会科学分野における現行の研究者育成では、先端的な科学技術研究開発の現場の状況、そこで行われている日々の実践についての理解がどうしても不足する傾向にある。そこで、プロジェクト期間を通じて科学技術分野の研究者との頻繁なコミュニケーションが取れるようにプロジェクトや領域間との連携を設計した。また、若手研究者は必ずしも人文・社会科学分野の多様な分析アプローチ全体に知悉しているわけではないことから、様々な分析アプローチに触れる機会があるようにマネジメントを行った。

参加メンバーの中には、大阪大学内の教育プログラムへの関与をスタートする者もあり、その中で ELSI／RRI 研究の知見を教育にフィードバックする場の経験蓄積も行った。

下記に、本プロジェクトに参加した若手メンバーのキャリアに関する記録を略記する。

河村賢：大阪大学社会技術共創研究センター特任助教
→2024 年 4 月より 大阪経済大学国際共創学部・専任講師（テニュア）

森下翔：大阪大学社会技術共創研究センター特任研究員
→2024 年 3 月より 山梨県立大学地域人材養成センター・特任助教（テニュアトラック）

武田浩平：大阪大学社会技術共創研究センター特任研究員
→2023 年 4 月より 大阪大学社会技術共創研究センター特任助教
→2024 年 4 月より 大阪大学 CoDesign センター特任助教

高江可奈子：早稲田大学次席研究員
→2023 年 9 月より 早稲田大学先端社会科学研究所・助手

古俣めぐみ：早稲田大学次席研究員
→現在、岡山大学学術研究院ヘルスシステム総合科学学域・助教（テニュアトラック）

樋口喜昭：早稲田大学次席研究員
→2021 年 4 月より東海大学特任教授
→現在、東海大学教授

[12] Balmer &et al. (2015) *op. cit* (5).

3. 研究開発の成果

3-1. プロジェクト目標における研究開発成果

（1）実施項目 1：ELSI／RRI 議題抽出

（A）メディア言論からの定量的分析による関心フレーミングの抽出

再生医療・GMO・脳神経科学に関する日本のマスメディアにおける語られ方の時系列比較を行い、図 2 に示すようなデータを取得した。これらの成果について現在論文投稿中である。またこの分析過程で作成したコーディングルールなどの手法は論文公表後に公開予定である。

その上で、この項目における成果の一つは、若手研究者がマスメディア分析における内容分析の一連のプロセスを経験したことそのものにある。コーディングルールの作成とそのための文献調査を含めた予備調査、テキストマイニングによる予備解析、そして実際のコーディングと解析、論文化というプロセスを経験した専門性の向上は今後の RRI アセスメント実践の拡大や展開において貴重なリソースとなることが期待できる。

また遺伝子検査サービスに関する日本語・英語・中国語圏における消費者直結型サービス（Direct to Consumer: DTC）の Web サイト上の表象に関する内容分析の結果の論文化も行い、論文として公表した。DTC 遺伝子検査サービスにおいて、「家族」像の提示や、健康向上の強調など様々な表象が行われるが、それが日本語・中国語・英語圏に応じて異なる形でアピール状況が明らかとなった（Nagai et al. 2023）。

本項目に関連する主な成果物

- Nagai K, Tanaka M, Marcon AR, Shineha R, Tokunaga K, Caulfield T, Takezawa Y. (2023) “Comparing direct-to-consumer genetic testing services in English, Japanese, and Chinese websites.” *Anthropological Science*, 131(1), 3-13.（査読有）DOI: 10.1537/ase.220905

<Forthcoming>

- Takeda, F. K, Takae K, Komata M, Tanaka M, Shineha R. “Comparative analysis of media coverage concerning the social implications on three life sciences in Japan during 1991–2020,” *PLOS One*, Accept with Major Revision (re-submitted, under review).

（B）ホライズン・スキャニングによる専門家議題の抽出

本研究項目における大きな成果は、特に分子ロボティクス領域研究者らとの共同に基いて行われた多様かつ多数の対話の記録とその分析にある。それらは現在までに 2 本の ELSI ノートとして公開されている。それらのノートをベースとした学術論文の作成も進みつつある。

本項目に関連する主な成果物

- 見上公一, 河村賢.（2023）「オンライン座談会「分子ロボットの未来」：研究者による未来の語りの記録」『科学技術コミュニケーション』33: 15-27. DOI: 10.14943/108262（査読有）
- 見上公一, 河村賢, 齊藤博英, 豊田太郎, 野村 M.慎一郎, 松浦和則. (2022)『実施記録：座談会「分子ロボットの未来」』ELSI note No. 22（公開日：2022 年 11 月 4 日）（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/89384
- 森下翔, 河村賢, 標葉隆馬, 小長谷明彦, 小宮健. (2022)『「分子ロボットをめぐる市民対話」に基づく「ELSI 論点モデル」の構築』ELSI note. No.17　（公開日：2022 年 5 月 31）（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/87647

(C) 市民参加型論点抽出ワークショップ

① 未来館での実践

小宮 PJ との協働の下、日本科学未来館などでの科学コミュニケーション実践を行い、ELSI/RRI 議題の抽出と対話を行った。この実践過程において、参加した ELSI 研究者と科学者双方が、対話の持つ意味や自分の領域の研究が持つ社会的インパクトの省察を行い、またその示唆についての共有と議論をおこなった。このプロセス自体が RRI 実践を深めていく上での重要な知見そのものである。

その上で、このプロセス自体を参与観察を行いながら記述し、メタ的に分析する RRI エスノグラフィの試みが、プロジェクトに参加する若手研究者のアイディアでスタートした（森下 2023）。また、科学コミュニケーション実践における対話を、エスノメソドロジーの視点から会話分析するアプローチも若手研究者のアイディアでスタートしている。これらの若手研究者の創意工夫が登場してきたこと自体が一つの成果と言える。

本項目に関連する主な成果物

- 森下翔. (2023)「『ELSI/RRI 研究』を作りあげる: 新しい種類の研究者の存在様式の構築をめぐって」『フィルカル』8(1), pp. 14-25.

② ゲノム編集食品やフードテックに関わる論点抽出

「食」と先端科学技術の関係性全体を考察する中で、本プロジェクトではゲノム編集食品とフードテックに注目した ELSI／RRI 議題の抽出を行った。その中で食品をめぐる「自然さ」に関わる社会技術的想像の探索、語りの収集、研究者と一般の人々の意識の差異に関わる知見を獲得した。ここでの取り組みは現在も大阪公立大学の小泉望教授らのグループとの連携の下で継続的に行うことができている。

特に、フードテックの中でも特に高い関心が集まっている「代替たんぱく質（Alternative Protein）」の議論に注目したオンラインの選択肢式アンケート調査（5,000 人規模）から、5 種類の代替タンパク質（昆虫食、植物肉、培養肉、代替乳製品、微細藻類）に対する人々の態度（受容、意欲、印象など）に関して、図 7 に示すような結果が得られている。とりわけ昆虫食が否定的な形容詞と関連する一方で、他の代替たんぱく質では「持続的（sustainable）」や「良識的（moral）」、「洗練されている（sophisticated）」、「環境によい（ecological）」といった印象が相対的に引き寄せられていることが見いだされた。また、昆虫食を除いて、科学的関心度が高いとより特定の印象を持っている傾向があることが見いだされた。これらの結果をまとめた論文は、査読付き国際誌である *Food Quality and Preference* に掲載された（Takeda et al. 2023）。

本項目に関連する成果物

- Takeda, K. F., Yazawa, A., Yamaguchi, Y., Koizumi, N., & Shineha, R. (2023). Comparison of public attitudes toward five alternative proteins in Japan. *Food Quality and Preference*, 105, 104787. （査読有）DOI: 10.1016/j.foodqual.2022.104787
- Shineha R, Takeda, F. K, Yube Yamaguchi, Nozomu Koizumi (2024) “A comparative analysis of attitudes toward genome-edited food among Japanese public and scientific community,” *PLOS One*, in press.

③ 再生医療における市民対話

再生医療をめぐる市民対話としては、2022 年 11 月 23 日（水）に、一般社団法人日本再生医療学会を主催とする形で、『ヒトの「生命」つくっていいですか。』の開催を行った。この対話は中学・高校生を対象としたオンライン形式のワークショップとして実施し、「再生医療研究の進め方」に関する議論を行った。加えて、再生医療をめぐる一般の人々の関心事項の探索の一環として日本を含む 6 か国（日本、韓国、米国、英国、フ

ランス、ドイツ）を対象とした質問紙調査の結果を分析し、論文として成果発表した。Web 調査であること、また回答者数などからサンプルの代表性には大きな限界があるものの、国ごとに再生医療の社会受容において重視する要素が異なる、また期待感の大きな応用が異なるなどの可能性が示唆された（図 8）。

これらの知見は、分担者（八代）が行う再生医療に関わる各種プロジェクト（含, RInCA プロジェクト）に活用されることとなる。

本項目に関連する主な成果物

- Shineha R, Inoue Y, Yashiro Y. (2022) “A Comparative analysis of attitudes toward stem cell research and regenerative medicine between six countries: A pilot study.” *Regenerative Therapy,* 20,pp. 187-193. （査読有）DOI: 10.1016/j.reth.2022.04.007

④ 脳神経科学に関する論点抽出ワークショップ

2022年度までに、JST-RISTEX『人と情報のエコシステム領域（HITE）』の一環として行ってきた脳神経科学・脳AI領域に関わるELSI／RRI議題の可視化と熟議のプロジェクトを、2023年度は本プロジェクトの中で引き継ぐ形で実施した。現代の脳神経科学をめぐる脳神経倫理に関わる課題の包括的レビューの実施（Ishida et al. 2023）、「脳神経関連権」に関わる議論の分析と日本への示唆の検討（Ishida & Shineha 2023; 石田・標葉 2024）、一般の人々を対象とした脳AI領域をテーマとした論点抽出ワークショップの実施などを主として行った。

またここまでに得られた成果は、総務省PRISM「2021-22年度 脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術等の社会受容性確保に向けた調査研究」事業の中で行われた「脳情報を活用し知覚情報等を推定するAI技術の開発・活用ガイドライン」の策定において知見の活用を実施するなど、社会実装に関わる活動が特に2022年度～2023年度の間に実施された。現在この成果のOECD等への国際機関の議論との共有の機会を模索している。

本項目に関連する主な成果物

- Ishida, S., Nishitsutsumi, Y., Kashioka, H., Taguchi, T., & Shineha, R. (2023) “A comparative review on neuroethical issues in neuroscientific and neuroethical journals.” *Frontiers in Neuroscience*, *17*. DOI: 10.3389/fnins.2023.1160611
- 石田柊, 標葉隆馬. (2024)「「脳神経関連権」再考：先端脳神経科学の ELSI をいかに論じるべきか」『科学技術社会論研究』22, 82-99.
- Ishida, S., & Shineha, R. (2023) “In defense of the cultural insensitivity of neurorights.” *AJOB Neuroscience*, 14(4), pp. 385-387.
- 標葉隆馬. (2024c)「先端科学技術のソフトローをめぐる国際競争の意味と視座―中村論文へのコメント」『法律時報』79-84. （招待有）

（2）実施項目 2：ステークホルダー参加型議題共創

研究開発項目１－（B）「ホライズン・スキャニングによる専門家議題の抽出」において実施した、分子ロボット研究の最前線で活躍する研究者 4 名を招いたオンライン座談会「分子ロボットの未来」の成果取りまとめを、本研究開発項目とも相互に関わる形で、メンバー間の議論を密に行いながら進めた。

また若手研究者を対象として、議題共創のためのオンラインプラットフォーム（NutShell）の使用ならびにテーマ設定に関する聞き取り調査を行った。そこで得られた知見をもとに、Nutshell の改修案と、次回トライアルのためのテーマ設定の深堀を行った（詳細は 2－2 項目 2 を参照のこと）。

この過程で、倫理学を専門とするプロジェクト参加若手研究者が対話の場の設定や、イン

タビューに関する経験値を獲得した。プラットフォームデザインに関する知見と同時に、この人材育成における経験獲得が本項目における成果といえる。

本項目に関連する成果物

- 見上公一, 河村賢, 齊藤博英, 豊田太郎, 野村 M.慎一郎, 松浦和則. (2022)『実施記録：座談会「分子ロボットの未来」』ELSI note No. 22（公開日：2022 年 11 月 4 日）（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/89384
- 見上公一, 河村賢（2023）「オンライン座談会「分子ロボットの未来」：研究者による未来の語りの記録」『科学技術コミュニケーション』33, pp. 15-27. DOI: 10.14943/108262（査読有）

（3）実施項目 3：RRI アセスメントの洗練と一般化

図 10 に示したように、テーマ横断的なフレーミング比較のためのデータの蓄積が実を結びつつある。その上で、この RRI アセスメント実践のプロジェクトそのものを記述し、かつメタ的な視点から分析する「RRI エスノグラフィ」という新しい取り組みもスタートした。その一部の萌芽的な成果は既に論文として掲載が決定している（森下 2023）。この展開を少し敷衍するならば、これらの実践と一般化を検討する議論過程は、参加している若手研究者にとって、自身の専門分野における古典的な研究テーマとこの RRI アセスメントの実践が地続きであることを気づく契機となることが考えられる。

また、分子ロボティクス領域における RRI アセスメント実践として、これまで市民や研究者と共同で行ってきた ELSI 論点探索に基づき、それらの論点をカバーするような分子ロボット基礎研究ガイドラインの草案作成がスタートするとともに、分子ロボティクス領域における倫理綱領作成過程の分析とその含意について取りまとめた論文の作成と公表を行った。

これらの ELSI/RRI をめぐる議論の蓄積、そして RInCA 領域における研究開発の進展なども踏まえながら、研究・イノベーション学会において ELSI/RRI に関する特集号を企画し、発行を行った。

加えて、パンデミックのような災禍をめぐる科学技術ガバナンスと RRI 実践をつなぐ議論と論点整理を並行して行う中で、「社会的脆弱性（Social Vulnerability）」の視点が極めて重要となることなどを見いだした。

また一つ大きな成果と言えるものとして、これらの包括的に結果を踏まえた形での教科書の執筆が挙げられる。小宮 PJ の見上公一氏と協働し、『入門 科学技術と社会』（ナカニシヤ出版 2024 年 3 月刊行予定）の編纂・執筆を行った。ELSI／RRI に関わる学部教養レベルの入門書として、今後の ELSI／RRI 研究と人材育成に貢献できるものと考えている。

本項目に関連する主な成果物

- 見上公一, 河村賢, 齊藤博英, 豊田太郎, 野村 M.慎一郎, 松浦和則 (2022)『実施記録：座談会「分子ロボットの未来」』ELSI note No. 22（公開日：2022 年 11 月 4 日）（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/89384
- Komiya, K., Shineha, R., & Kawahara, N. (2022) “Practice of responsible research and innovation in the formulation and revision of ethical principles of Molecular Robotics in Japan.” *SN Applied Sciences,* 4, pp. 305–295. <First Two Authors equally contributed> (査読有) （小宮 PJ との協働成果）DOI: 10.1007/s42452-022-05164-z
- 標葉隆馬. (2022a)「特集に寄せて：知識生産をめぐる倫理的・法的・社会的課題（ELSI） と責任ある研究・イノベーション （RRI） の現在と未来」『研究 技術計画』37(3), pp. 246–251.（招待有）DOI: 10.20801/jsrpim.37.3_246

・ 標葉隆馬.(2022b)「新型コロナウィルス感染症（COVID-19）と倫理的・法的・社会的課題（ELSI）」林良嗣（編）『感染症とソーシャルディスタンシング —COVID-19 による都市・コミュニティの変容を探る』20-45.（招待有）
・ 森下翔. (2023)「『ELSI/RRI 研究』を作りあげる: 新しい種類の研究者の存在様式の構築をめぐって」『フィルカル』8(1), pp. 14-25.
・ 標葉隆馬. (2023a)「科学技術ガバナンスとリスクコミュニケーション」『科学技術のリスクコミュニケーションー新たな課題と展開』国立国会図書館, pp. 28-36.（招待有） https://dl.ndl.go.jp/view/prepareDownload?itemId=info:ndljp/pid/12767461
・ 標葉隆馬(2023b)「科学技術社会論からみたケアサイエンスの可能性」『看護科学』56(3), pp. 224-233. （招待有）
・ 標葉隆馬. (2024a)「先端科学技術をめぐるガバナンスー社会の中の科学技術」北田暁大・隠岐さや香・関谷直也（編）『岩波講座 社会学』岩波書店, in press.（招待有）
・ 標葉隆馬. (2024b)「RRI とジェンダード・イノベーション」小川眞里子, 鶴田想人（編）『ジェンダード・イノベーションの可能性』明石書店, in press. （招待有）
・ 標葉隆馬. (2024c)「先端科学技術のソフトローをめぐる国際競争の意味と視座―中村論文へのコメント」『法律時報』: 79-84. （招待有）
・ 標葉隆馬, 見上公一（編）『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, in press.

（4）プロジェクト成果の総括と課題

本プロジェクトは、基本的に順調に進み、データや実践蓄積も豊富なものとなったと考えられる。とりわけ強調すべき成果として、テーマを横断するフレーミングの収集とそのデータ蓄積が挙げられる。テーマを問わず、ガバナンスへの関心や、高い期待をどのようにマネジメントしていくのかという共通の関心がある一方で、ガバナンスにおいて重視すべき視点やフレーミングは研究開発領域のテーマごとに異なってくる実像が浮き彫りになった。

その上で、このような知見の蓄積に依拠した、関係分野（分子ロボティクス、合成生物学、ゲノム編集、再生医療、脳神経科学）のカウンターパートとなる研究者との緊密なコミュニケーションと、その際に ELSI 研究者が留意すべき視点についてのノウハウと経験値の獲得に成功した。

加えて、当初のプロジェクト申請時点では予定していなかったフードテック全体への展開や、RRI エスノグラフィなど、新しいプロジェクトの萌芽も立ち上がることとなり、更にその成果も上がり始めている。

また、ELSI／RRI に関わる全体像を俯瞰するような入門書を編纂できた点は、今後の ELSI／RRI 研究と人材育成において大きな貢献ができるものと考えられる。その上で、本プロジェクトでは ELSI/RRI 議題への複数の分析アプローチを組み合わせたが、このアセスメント手法自体が、ELSI 領域への参加者にとって説得的かつ必要とされる内容であり、これらの手法のマニュアル化についてのニーズはやはり高いことが感じられるため、この手法面での資料公開や著作の作成が今後の課題でもある。

一方、オンライン対話プラットフォームについては、追跡調査の結果から設計見直しを行った結果、既に使用されている Web ツールとオンライン対話の組み合わせをまずは行っていく形に方向性を転換することとなった。この点はプロジェクト上の困難を含むものであったことは記述しておく必要がある。しかしながら、そのプロセスにおいて、これまでに対話的な研究実践の経験がなかった倫理学や歴史学などを専門とする若手研究者が、対話の場のデザインやそのための予備調査の経験を積む機会を得たことは、ELSI 領域全体を見据えたときに人材育成上のメリットは大きかったとも考えられる。

本プロジェクトにおいては、このような RRI アセスメント実践の中で、若手の研究者の積極的な雇用・登用を行った。自然科学分野で学位を取得した後に ELSI/RRI 領域に挑戦している者と、倫理学や哲学などより古典的な人文・社会科学分野から参加している者が混在し

たチーム編成であったが、積極的なプロジェクト参加の中で、若手メンバーのアイディアによる新しい研究展開も始まった点は、これ自体が大きな成果であったと考えている（e.g. フードテックの ELSI/RRI 研究、RRI エスノグラフィなど）。

また若手メンバーに対して、OJT 的なかたちで ELSI/RRI 領域の研究者としての研究と実践を行う中で、人材育成に関する気づきや視点も獲得がされた。例えば、若手研究者にとってこれまでに触れてきたことのない新しい領域との協働や参加は、PI が予想する以上にハードルが高いことが見えてきた。このことは、今後の新規なプロジェクト設定において決して軽んじることのできない知見であるが、同時にプロジェクトの中で触れるテーマや領域・課題と出身元の専門領域との接続可能性とその言語化について、時間をかけて議論し共創していく必要が少なからずあるという経験値として蓄積された。また連携先との「言葉の違い」に気づき、「腑に落ちる」言葉を探す／つくる努力は、そのような努力が必要となる経験によって培われる部分が大きいことも幾度となく経験された。今回、本プロジェクトは、必然的にこのような経験の場になるように設計したところはあったが、それでもより多くの機会（可能であれば安心して失敗できる機会）が必要であることが若手研究者育成において重要であることは疑いようもない。しかしながら、このような機会は大学／大学院教育から PJ における研究実践の間までに、あまりないように思われる。今後の人材育成ならびにより良い RRI 実践における課題であろう。

3-2. プログラム目標における成果・示唆

（1）プロジェクトが目指したもの

本プロジェクトは、領域の「新興科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題(ELSI)を発見・予見しながら、科学技術と人・社会が調和する責任ある研究・イノベーションの営みの普及・定着に資する実践的協業モデルを創出する」という目標に対して、再生医療、ゲノム編集、分子ロボティクス、合成生物学、脳神経科学など複数かつ幅広い先端科学技術領域を事例として実証的な ELSI／RRI 議題の可視化アプローチの構築と、研究開発現場との協働に関わる実践をシームレスに行うための学知とノウハウの獲得を目指した。本プロジェクトの知見の経験の拡大的展開を通じて、適切な RRI アセスメントの実装と、学知に基づく透明性と正統性がより高い科学技術ガバナンスの可能性がより現実味を帯びるものと考えている。

（2）本プロジェクトで得られた貢献

本プロジェクトを通じて、先端科学領域の幅広い事例に関する ELSI／RRI 議題の可視化が行われた。その結果は、書籍、学術論文、ELSI Note、対話ツール（ワークショップツール）として公開されている（あるいは近刊）ものも多い（業績一覧を参照のこと、また詳細は前述の通りである）。

またそれらの成果を基とした、先端領域に関わるガイドライン作成においても、少なくとも分子ロボティクス領域ならびに脳神経科学領域において一定の成果が得られた。

またその作成過程において、論点抽出のための対話の場やコミュニケーション実践を実際に共創した。その経験自体に加えて、共創の過程で先端領域研究者の多くの「語り」のデータも収集できた点は、先端科学領域における「価値」の言語化を今後さらに行っていく上で貴重でデータソースの確保が出来たと言える。

本プロジェクトで得られた成果には、①ELSI／RRI 議題分析に関わる経験値の蓄積、②議題やガイドライン共創のための対話の場の繰り返しの創出と経験、③実際のアウトプットへとつなげていく過程の経験などがあり、これらの成果はそれ自体が領域目標に貢献する内容であり、グッドプラクティスの獲得・蓄積として強調できるものと考えられる。

そして、とりわけそれらの経験とノウハウをプロジェクト参加した若手研究者が得ていったことが何よりも大きい。そして実際に参加した若手研究者らはそのキャリアパスの継続・

発展が実際に獲得できており、今後 ELSI／RRI 研究に関わる人と場の拡大と深化に貢献することは間違いないものと考えられる。またこれらの若手研究者の参加を得ながら編纂した教科書（『入門 科学技術と社会』）の出版などは、当該領域に関わる研究者の獲得や育成に大きく貢献する者であり、知見の公開と共有においても大きな成果であったと考えている。また科学技術政策関係者の読者として多い、『研究 技術 計画』において ELSI 特集号を編集し、ELSI／RRI に関わる国内における取組の紹介・共有においても貢献ができたことも一つの成果として強調できるだろう。

今後の課題として、RRI アセスメントの分析アプローチそのもののノウハウの公開などがあるが、こちらについても積極的に行っていく。

3-3. 成果の活用・展開状況や今後の展望

分子ロボティクス分野においては、基礎研究ガイドラインの作成をこれまでに得られた知見も用いて協働しながら進めている。また、当該領域においては、国際学生コンペである BIOMOD において ELSI/RRI 視点を入れ込もうという試みがされつつあり、その中で知見共有や視点共創の形で協働を行っている（またその中で教科書作成への貢献などを行ってきた, Shineha 2022）。

また脳神経科学・脳 AI 領域との協働に関わる成果活用では、総務省 PRISM 事業・ 脳情報通信融合研究センター「脳情報を活用し知覚情報を推定する AI 技術等の社会受容性確保に向けた調査研究」検討会において、本プロジェクトで蓄積したノウハウと知見を活用する形で脳情報活用に関わるガイドラインの作成に貢献をした（2023 年度中にガイドライン公開予定）。

またムーンショット目標 8 において、研究代表者である標葉隆馬はアドバイザーを務めており、そこで ELSI 対応における方針提示や方法の事例として、本プロジェクトの事例やノウハウを提供している。また、各地で設置されつつある ELSI 関連センター関係者からの各種問い合わせやヒアリングに対応し、知見やノウハウの共有・提供を行っている。

今後はやはりより積極的な国際発信が一つの課題となると考えている。それに関連して、例えば脳神経科学・脳 AI 領域との協働の成果については、公開予定のガイドラインを英語での国際発信を行うと共に、代表者が関わることになった OECD の Neurodata に関わる RRI 事例のモニタリングにおいても事例発信する予定である（既に作業に着手している）。また今後このような国際発信事例を他の事例でも蓄積していくことを想定している。

もう一つの拡大的展開は、民間セクターにおける ELSI／RRI 議題のアセスメント実践の普及・拡大である。こちらは研究代表者も参加する大阪大学社会技術共創研究センターと mercari R4D を行っている共同研究において、その分析アプローチにおいて本プロジェクトのノウハウを実質的に活用する形となっており、応用的な実践事例となっている（なお、これは RInCA のプロジェクトそのものではなく、大阪大学社会技術共創研究センターが共同研究として行っているものである。ただし、アプローチの活用と人材の横展開という点において、本プロジェクトとも関連の深いものである）。

3-4.成果の他分野への適応可能性・知見の一般化可能性

本プロジェクトで実施した ELSI／RRI 議題のアセスメントと熟議実践でえた知見とノウハウは他領域においても展開可能であると考えられる（そもそも本プロジェクト自体が生命科学分野中心ではるが性格の異なる 5 つ領域を横断的に取り扱うものであった）。

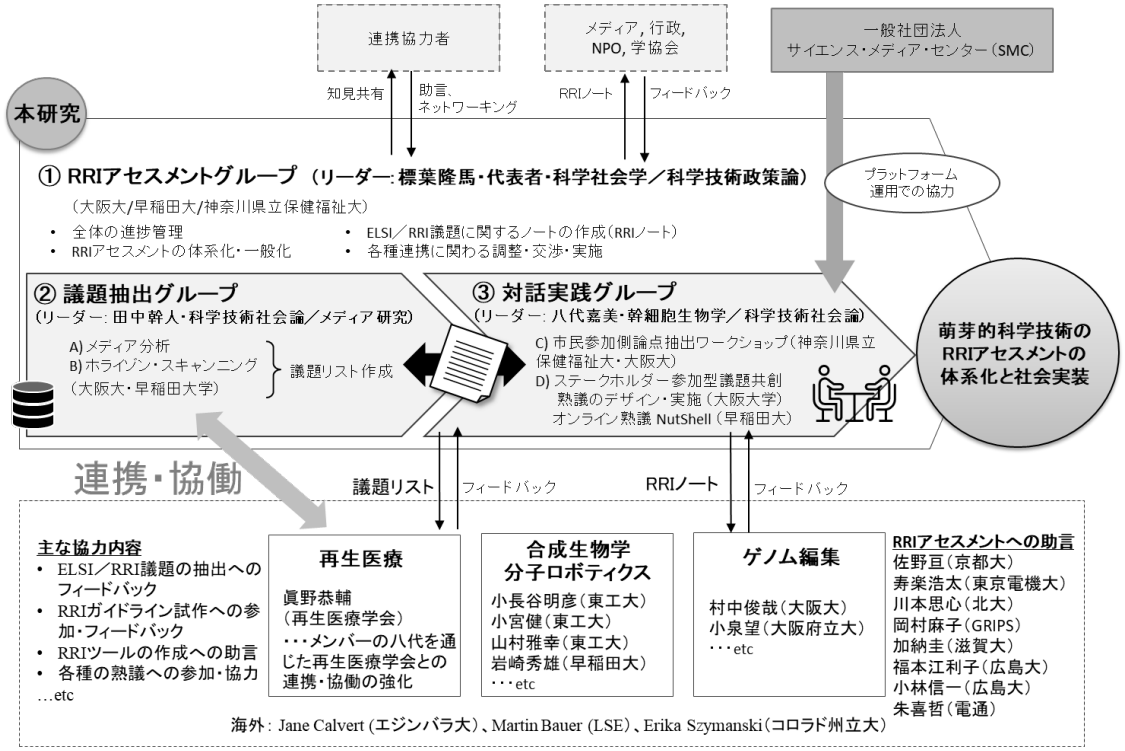
特にその中でも、分子ロボティクス領域と脳神経科学・脳 AI 領域との協働では、学術的な知見のみならず、ガイドラインの共創まで順調に進んだ例であり他領域においても参考にな

る点は多いものと考えらえる。またその過程で科学コミュニケーションや市民対話実践を行ったことも（例：日本科学未来館オープンラボでの科学コミュニケーション実践）、多様な領域が社会とのコミュニケーションを行う上で有効な経験値、ノウハウ、学知の獲得につながっており、参照点として機能するものと考えられる。

そのような蓄積を踏まえ、現在は民間企業との共同研究や、新しいテーマのプロジェクト（中村 PJ：水 ELSI）への参加などを通じて、知見の横展開を目指している。

4. 研究開発実施体制

4-1. 研究開発実施体制図



〈実施体制図〉

4-2. 研究開発実施者

（1）RRI アセスメントグループ（リーダー氏名：標葉隆馬）

役割：プロジェクト全体の進捗管理を行うとともに、得られた知見を統合することで、RRI アセスメントの体系化と社会実装のための準備・提案・運営を行う。また議題抽出グループ・対話実践グループと連動を調整しながら、研究協力者や外部との共同・ネットワーク拡大を行う。

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
標葉 隆馬	シネハリュウマ	大阪大学	社会技術共創研究センター	准教授
田中 幹人	タナカミキヒト	早稲田大学大学院	政治経済学術院	教授
八代 嘉美	ヤシロヨシミ	藤田医科大学	橋渡し研究支援人材統合教育・育成センター	教授
八木 絵香	ヤギエコウ	大阪大学	CO デザインセンター	教授
武田 浩平	タケダコウヘイ	大阪大学	社会技術共創研究センター	特任研究員

（2）議題抽出グループ（リーダー氏名：田中幹人）

役割：議題抽出グループは、メディア分析ならびにホライズン・スキャニングの手法を用いて、社会的関心の可視化ならびに専門家における ELSI／RRI 課題の関心の引き出しを行う。その際、対話実践グループの活動で得られた市民からの関心事項の共有を専門家やジャーナリストらと行うことで、論点の引き出しや整理をさらに行っていく。

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
田中 幹人	タナカミキヒト	早稲田大学大学院	政治経済学術院	教授
標葉 隆馬	シネハリュウマ	大阪大学	社会技術共創研究センター	准教授
河村 賢	カワムラケン	大阪大学	社会技術共創研究センター	特任助教
高江 可奈子	タカエカナコ	早稲田大学大学院	政治経済学術院	次席研究員
古俣 めぐみ	コマタメグミ	早稲田大学大学院	政治経済学術院	次席研究員

（3）対話実践グループ（リーダー氏名：八代嘉美）

役割：対話実践グループでは、市民参加による論点抽出の対話実践を行う。すでにある再生医療分野において、RRI 対話ツールならびに論点抽出実践の経験を生かしながら、さらに実践を重ねる。そしてゲノム編集、合成生物学、分子ロボティクスなどの他事例における対話実践と RRI 対話ツールの作成への横への拡大的展開を行う。

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
八代 嘉美	ヤシロヨシミ	藤田医科大学	橋渡し研究支援人材統合教育・育成センター	教授
田中 幹人	タナカミキヒト	早稲田大学大学院	政治経済学術院	教授
標葉 隆馬	シネハリュウマ	大阪大学	社会技術共創研究センター	准教授
八木 絵香	ヤギエコウ	大阪大学	CO デザインセンター	教授
武田 浩平	タケダコウヘイ	大阪大学	社会技術共創研究センター	特任助教
森下 翔	モリシタショウ	大阪大学	社会技術共創研究センター	特任研究員
水町衣里	ミズマチエリ	大阪大学	社会技術共創研究センター	准教授

4-3. 研究開発の協力者

氏　名	フリガナ	所　属	役職（身分）	協力内容
眞野　恭輔	マノ　キョウスケ	日本再生医療学会	事務局長	再生医療に関するホライズン・スキャニング、熟議に関する助

				言・協力
小長谷　明彦	コナガヤ　アキヒコ	東京工業大学	名誉教授	分子ロボティクスに関するホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
小宮　健	コミヤ　ケン	東京工業大学大学院総合理工学研究科	助教	分子ロボティクスに関するホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
山村　雅幸	ヤマムラ　マサユキ	東京工業大学大学院総合理工学研究科	教授	合成生物学・分子ロボティクスに関するホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
岩崎　秀雄	イワサキ　ヒデオ	早稲田大学大学院先進理工学研究科	教授	合成生物学、ホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
村中　俊哉	ムラナカ　トシヤ	大阪大学大学院工学研究科	教授	ゲノム編集技術、ホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
小泉　望	コイズミ　ノゾム	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科	教授	ゲノム編集技術、ホライズン・スキャニング、熟議に関する助言・協力
寿楽　浩太	ジュラク　コウタ	東京電機大学	准教授	RRI アセスメントに関する知見提供・助言
佐野　亘	サノ　ワタル	京都大学大学院人間環境学研究科	教授	RRI アセスメントに関する知見提供・助言
川本　思心	カワモト　シシン	北海道大学大学院理学研究院	准教授	市民 WS に関する助言・協力、またデュアルユース的論点に関する知見提供
岡村　麻子	オカムラ　アサコ	政策研究大学院大学	専門職	ホライズン・スキャニング、市民 WS に関する助言・協力
加納　圭	カノウ　ケイ	滋賀大学	教授	市民参加 WS への知見提供・助言
福本　江利子	フクモト　エリコ	広島大学	研究員	RRI アセスメントモデルに関する知見提供・助言、海外連携助言（特に米国）
小林　信一	コバヤシ　シンイチ	広島大学	副学長，特任教授	RRI アセスメントモデルに関する知見提供・

				助言、海外連携助言（特に米国）
Jane Calvert	ジェーン　カルバート	エジンバラ大学	教授	ELSI 共同実践に関する知見提供
Martin Bauer	マーティン　バウアー	ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス	教授	ELSI／RRI 議題に関する社会調査・分析に関する知見提供・助言
Erika Szymanski	エリカ　スジマンスキー	コロラド州立大学	助教	ELSI 共同実践に関する知見提供
朱　喜哲	チュ ヒチョル	株式会社　電通	チーフプランナー	RRI アセスメントに関する理論枠組み、ならびにイノベーション・ビジネスデザインに関する助言
石田柊	イシダ　シュウ	大阪大学社会技術共創研究センター	特任研究員	科学哲学、倫理学分野における知見提供
川島　彬	カワシマ　アキラ	大阪大学社会技術共創研究センター	特任研究員	哲学に関する知見提供、人文学をめぐる評価問題に関する考察の共有
大野　康晴	オオノ　ヤスハル	University College London	学生	RRI と大学発ベンチャーの関係性に関する考察
樋口喜昭	ヒグチ　ヨシアキ	東海大学	特任教授	萌芽的科学技術をめぐるメディア分析、議題共創実践への知見提供

機関名	部　署	協力内容

5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

5-1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

5-1-1. プロジェクトで主催したイベント（シンポジウム・ワークショップなど）

年月日	名　称	場　所	概要・反響など	参加人数
2021 年 2 月 20 日	市民参加型ワークショップ「ちょっと未来の食生活～ゲノム編集食品から考えてみる～」	オンライン	ゲノム編集食品の話題をきっかけにして、未来の食生活を一緒に考えてみませんか？という問いかけをスタート地点として、ゲノム編集食品という新しい技術に対する市民の関心・論点の抽出を行った（STiPS と共同）。	20 人
2021/12/10 - 2021/12/13	市民参加型ワークショップ「食品の「自然らしさ」検討 WS」	オンライン	食品の新技術の阻害要因に一つである「自然らしさ」の市民感覚を調べるために、市民参画のフォーカスグループインタビューを実施した。	10~20 人
2022/06/11	日本科学未来館オープンラボ・対話実験　「うごく！ふえる？ 10 万分の１ミリのロボット、君ならどう使う？」	日本科学未来館	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念などのフレーミングと素朴な語りの収集を行った。	100~150 名
2022/06/12	日本科学未来館オープンラボ・対話実験　「うごく！ふえる？ 10 万分の１ミリのロボット、君ならどう使う？」	日本科学未来館	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念などのフレーミングと素	100~150 名

			朴な語りの収集を行った。	
2022/06/18	日本科学未来館オープンラボ・対話実験 「うごく！ふえる？ 10 万分の１ミリのロボット、君ならどう使う？」	日本科学未来館	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念などのフレーミングと素朴な語りの収集を行った。	100~150 名
2022/06/19	日本科学未来館オープンラボ・対話実験 「うごく！ふえる？ 10 万分の１ミリのロボット、君ならどう使う？」	日本科学未来館	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念などのフレーミングと素朴な語りの収集を行った。	100~150 名
2022/10/06	Science Communication as the Social Conversation Around Science	大阪大学	トレント大学 Massimiano Bucchi 教授を迎えて、最新の ELSI/RRI 論点とその国際的な展開についての研究発表と議論をおこなった	14 名
2022/11/05	サイエンスアゴラ「分子でロボットをつくる？ー分子ロボティクスの世界」	テレコムセンター	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念などのフレーミングと素朴な語りの収集を行った。	約 80 名
2022/11/06	サイエンスアゴラ「分子でロボットをつくる？ー分子ロボティクスの世界」	テレコムセンター	分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行い、一般参加者が分子ロボットに対して持つ期待・懸念など	約 80 名

			のフレーミングと素朴な語りの収集を行った。	
2023 年 2 月 24 日	分子ロボット倫理シンポジウム「分子ロボット ELSI 論点モデル・ライフコースモデルの先へ：科学コミュニケーション実践をつうじた論点モデルの構築	オンライン	これまでの成果をプロジェクト関係者らが発表し、分子ロボティクスの研究者らと公開で語論を行なった。	47 名
2023 年 10 月 7 日	日本科学振興協会（JAAS）年次大会「会いに行ける科学者フェス」展示ブース「DNA でロボットを作る未来をわたしも一緒に考える」	秋葉原 UDX	研究者らが中心となって、分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行なった(小宮 PJ と共同)	
2023 年 10 月 8 日	日本科学振興協会（JAAS）年次大会「会いに行ける科学者フェス」展示ブース「DNA でロボットを作る未来をわたしも一緒に考える」	秋葉原 UDX	研究者らが中心となって、分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行なった(小宮 PJ と共同)	
2023 年 10 月 9 日	日本科学振興協会（JAAS）年次大会「会いに行ける科学者フェス」展示ブース「DNA でロボットを作る未来をわたしも一緒に考える」	秋葉原 UDX	研究者らが中心となって、分子ロボティクスをテーマとした市民参加・科学コミュニケーション実践を行なった(小宮 PJ と共同)	

5-1-2. 書籍、DVD など論文以外に発行したもの

・書籍

(1) 標葉隆馬, 見上公一 編(2024)『入門　科学技術と社会』ナカニシヤ出版, ISBN 9784779517792, in press.
(2) 小泉望, 山口夕, 標葉隆馬. (2022)『OECD 加盟国におけるゲノム 編集作物に関するパブリック・エンゲージメント事例集』さくらパブリッシング ISBN: 9784910683003
(3) 分子ロボット倫理研究会.（2022）『分子ロボットをめぐる対話要点集 2020 年度版』CBI 学会出版、ISBN: 9784910628011

・Web 上のみの文献

(5) 武田浩平. (2021)「遺伝子組換え生物・作物（GMO）規制枠組みの論点～日米欧の比較から～」ELSI NOTE, No.9. (公開 2021 年 4 月 7 日) https://elsi.osaka-u.ac.jp/system/wp-content/uploads/2021/04/ELSI_NOTE_09_02_2021_210408.pdf
(6) 村瀬泰菜. (2021)「脳神経科学に関する国内の倫理学的議論の概観」ELSI NOTE, No.11. (公開 2021 年 5 月 21 日) https://elsi.osaka-u.ac.jp/system/wp-content/uploads/2021/05/ELSI_NOTE_11_2021_210521.pdf
(7) 桜木真理子, 森下翔, 河村賢. (2021)「合成生物学分野に関する米国大統領生命倫理委員会報告書の概要」ELSI note. No.13. (公開 2021 年 7 月 20 日) https://doi.org/10.18910/87559
(8) 見上公一, 河村賢, 齊藤博英, 豊田太郎, 野村 M.慎一郎, 松浦和則. (2022)「実施記録：座談会「分子ロボットの未来」」ELSI note No. 22（公開日：2022 年 11 月 4 日）（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/89384
(9) 森下翔, 河村賢, 標葉隆馬, 小長谷明彦, 小宮健. (2022)「「分子ロボットをめぐる市民対話」に基づく「ELSI 論点モデル」の構築」ELSI NOTE, No.17.（※小宮 PJ との連携成果）https://doi.org/10.18910/87647

5-1-3. ウェブメディア開設・運営

(1) 市民参加型ワークショップ「ちょっと未来の食生活～ゲノム編集食品から考えてみる～」@オンライン　http://stips.jp/20210220/
(2) ELSI センター研究会「Science Communication as the Social Conversation Around Science」https://elsi.osaka-u.ac.jp/contributions/1831
(3) 日本科学未来館対話実験　「うごく！ ふえる？ 10 万分の 1 ミリのロボット、君ならどう使う？」オープンラボ特設ページ (https://www.miraikan.jst.go.jp/events/202206112474.html)

5-1-4. 学会以外のシンポジウムなどでの招へい講演　など

(1) 標葉隆馬, RInCA クロストーク「エシカルであることが競争力につながる：データビジネスの最前線」 2022 年 9 月 22 日.RInCA ジャーナル 3 号に概要掲載済. https://www.jst.go.jp/ristex/rinca/discours/files/rinca-journal-issue3.pdf
(2) 日本未来館オープンラボ『対話実験「うごく！ふえる？10 万分の 1 ミリのロボット、君ならどう使う？」』小宮 PJ×標葉 PJ （開催 2022 年 6 月 11・12・18・19 日の計 4 日)、オフライン開催 概要：日本科学未来館のオープンラボの場を活用し、小宮 PJ と連携する形で分子ロボット研究者とともに、分子ロボティクスに関する科学コミュニケーション実践と市民対話をした。パネルを用いた対話、トーセッション、VR を使った実践を行った。
(3) サイエンスアゴラ「分子でロボットをつくる？―分子ロボティクスの世界」小宮 PJ×標

葉 PJ（開催 2022 年 11 月 5・6 日）オフライン開催 概要：サイエンスアゴラのブース企画として、小宮 PJ と連携する形で分子ロボット研究者とともに、分子ロボティクスに関する科学コミュニケーション実践とパネルを通じた市民対話をした。

(4) ELSI センター研究会「Science Communication as the Social Conversation Around Science」主催：大阪大学 ELSI センター、オンライン開催（一部メンバーのみ現地参加、開催日：2022 年 10 月 6 日、参加人数：14 名） 概要：サイエンスコミュニケーションの世界的権威である Bucchi 教授（イタリアのトレント大学）をゲストとしてお招きして、表題で講演していただいた。また、本プロジェクトの取り組みを紹介し、ディスカッションを行った。

(5) 中・高生向けイベント『ヒトの「生命」つくっていいですか。』主催：一般社団法人日本再生医療学会、オンライン開催（開催日：2022 年 11 月 23 日） 概要：中高生向けのワークショップを実施し「再生医療研究の進め方」に関する議論を行った。

(6) 分子ロボット倫理シンポジウム「分子ロボット ELSI 論点モデル・ライフコースモデルの先へ：科学コミュニケーション実践をつうじた論点モデルの構築」主催：トヨタ財団 2019 年度特定課題「先端技術と共創する新たな人間社会」助成題目「分子ロボットロードマップ構想に向けた分野間・国際間共同研究」（代表者：標葉隆馬）、オンライン開催（開催日：2023 年 1 月 25 日、参加人数：のべ約 50 名） 概要：分子ロボット研究者と人文社会系の研究者との協働をつうじて生まれた成果と今後の課題について、ディスカッションを行った。

5-2. 論文発表

5-2-1. 査読付き（ 8 件）

(1) 水町衣里, 工藤充, 八木絵香 (2021)「新規科学技術をめぐる『オンライン対話の場』の記録」『科学技術コミュニケーション』29: 5-18.

(2) Shineha, R., Inoue, Y., & Yashiro, Y. (2022) “A Comparative Analysis of Attitudes Toward Stem Cell Research and Regenerative Medicine Between Six Countries – A Pilot Study.” *Regenerative Therapy,* 20,187-193 DOI: 10.1016/j.reth.2022.04.007

(3) Komiya, K., Shineha, R., & Kawahara, N. <First Two Authors equally contributed> (2022) “Practice of Responsible Research and Innovation in the formulation and revision of ethical principles of Molecular Robotics in Japan.” *SN Applied Sciences,* 4, 305-295.（小宮 PJ との協働成果）DOI: 10.1007/s42452-022-05164-z

(4) Takeda, K. F., Yazawa, A., Yamaguchi, Y., Koizumi, N., & Shineha, R. (2023) Comparison of public attitudes toward five alternative proteins in Japan. *Food Quality and Preference*, 105, 104787. DOI: 10.1016/j.foodqual.2022.104787

(5) Nagai, K., Tanaka, M., Marcon, A. R., Shineha, R., & Tokunaga, K., Caulfield, T., & Takezawa, Y. (2023) “Comparing direct-to-consumer genetic testing services in English, Japanese, and Chinese websites.” *Anthropological Science*, 131(1), 3-13. DOI: 10.1537/ase.220905

(6) Ishida, S., Nishitsutsumi, Y., Kashioka, H., Taguchi, T., & Shineha, R. (2023). A comparative review on neuroethical issues in neuroscientific and neuroethical journals. *Frontiers in Neuroscience*, *17*. DOI: 10.3389/fnins.2023.1160611

(7) 見上公一、河村賢.（2023）「オンライン座談会「分子ロボットの未来」：研究者による未来の語りの記録」『科学技術コミュニケーション』33: 15-27. DOI: 10.14943/108262

(8) 石田柊, 標葉隆馬.(2024)「「脳神経関連権」再考：先端脳神経科学の ELSI をいかに論じるべきか」『科学技術社会論研究』22: 82-99.

(9) Shineha, R., Takeda, F. K., Yamaguchi, Y., & Koizumi, N. (2024) “A comparative analysis of

attitudes toward genome-edited food among Japanese public and scientific community," *PLOS One*, in press.

(Forthcoming)

- Takeda, F. K, Takae, K., Komata, M., Tanaka, M., & Shineha, R. "Comparative analysis of media coverage concerning the social implications on three life sciences in Japan during 1991–2020," *PLOS One*, Accept with Major Revision (re-submitted, under review).

5-2-2. 査読なし（ １７ 件）

(1) 標葉隆馬. (2021) 「新型コロナウィルス感染症（COVID-19）をめぐる倫理的・法的・社会的課題（ELSI）の視点」『研究・技術・計画』36(2), pp. 140-154.（招待有）
(2) Ryuma Shineha. (2022) "Ethical, legal, and social issues (ELSI) in Molecular Robotics: An introduction for further discussion" in Satoshi Murata (eds) *Molecular Robotics -An Introduction*. Springer.
(3) 標葉隆馬. (2022a)「特集に寄せて：知識生産をめぐる倫理的・法的・社会的課題（ELSI） と責任ある研究・イノベーション （RRI） の現在と未来」『研究 技術計画』37(3), pp. 246-251. （招待有）DOI: 10.20801/jsrpim.37.3_246
(4) 標葉隆馬. (2022b)「新型コロナウィルス感染症（COVID-19）と倫理的・法的・社会的課題（ELSI)」林良嗣（編）『感染症とソーシャルディスタンシング―COVID-19 による都市・コミュニティの変容を探る』pp. 20-45.（招待有）
(5) 標葉隆馬. (2023a)「科学技術ガバナンスとリスクコミュニケーション」国立国会図書館『科学技術のリスクコミュニケーション―新たな課題と展開―』28-36（招待有）https://dl.ndl.go.jp/view/prepareDownload?itemId=info:ndljp/pid/12767461
(6) 森下翔. (2023)「『ELSI/RRI 研究』を作りあげる: 新しい種類の研究者の存在様式の構築をめぐって」『フィルカル』8(1), pp. 14–25.
(7) 標葉隆馬. (2023b)「科学技術社会論からみたケアサイエンスの可能性」『看護科学』56(3): 224-233. （招待有）
(8) Shu Ishida, & Ryuma Shineha. (2023) "In defense of the cultural insensitivity of neurorights." *AJOB Neuroscience*, 14(4), pp. 385–387.
(9) 標葉隆馬.（2024a）「先端科学技術をめぐるガバナンス－社会の中の科学技術」北田暁大・隠岐さや香・関谷直也（編）『岩波講座 社会学』岩波書店, in press. （招待有）
(10) 標葉隆馬. (2024b)「RRI とジェンダード・イノベーション」小川眞里子, 鶴田想人（編）『ジェンダード・イノベーションの可能性』明石書店, in press. （招待有）
(11) 標葉隆馬. (2024c)「先端科学技術のソフトローをめぐる国際競争の意味と視座―中村論文へのコメント」『法律時報』79-84. （招待有）
(12) 河村賢. (2024) 「科学者の社会的責任」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 8–17, in press.
(13) 森下翔. (2024) 「アクターネットワーク理論」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 29–39, in press.
(14) 武田浩平. (2024)「合成生物学」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 197–205, in press.
(15) 石田柊. (2024)「脳神経科学」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 206–13, in press.
(16) 高江可奈子. (2024)「状況に置かれた知」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 40–50, in press.
(17) 古俣めぐみ. (2024)「細胞工学」標葉隆馬, 見上公一編『入門 科学技術と社会』ナカニシヤ出版, pp. 189–96, in press.

5-3. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

5-3-1. 招待講演（国内会議　9　件、国際会議　2　件）

・国際会議

(1) Ryuma Shineha. (2021) “Science & Technology Policies and RRI Practices by Japanese STS communities” JSSTS 2021 and Beyond 20th Anniversary Conference of the Japanese Society for Science and Technology Studies (JSSTS) , on-line, 2021.
(2) Ryuma Shineha. (2022) “RRI Assessment Practice on Molecular Robotics and Emerging Science” International Workshop on Molecular Cybernetics: Toward Chemical AI, on-line.

・国内会議

(1) 標葉隆馬.（2021）「先端科学技術と人文・社会科学を架橋するということ―ELSI／RRI 議題共創の試みから」『学際科学フロンティア研究所令和 2 年度成果報告会／第 1 回 TI-FRIS 国際シンポジウム』オンライン・東北大学
(2) 標葉隆馬.(2021) 「責任ある研究・イノベーション（RRI）と研究者の役割」『第 20 回日本再生医療学会総会 シンポジウム 31　学会が果たす社会的・倫理的責任』オンライン・日本再生医療学会
(3) 八代嘉美.(2021) 「日本再生医療学会が果たしてきた社会的な役割」『第 20 回日本再生医療学会総会 シンポジウム 31　学会が果たす社会的・倫理的責任』オンライン
(4) 標葉隆馬. (2022)「学会と「責任ある研究・イノベーション」」第 21 回日本再生医療学会総会 シンポジウム 51 学会が果たすべき倫理的・法的・社会的責任を考える
(5) 河村賢.（2021）「学際的な共同討議に向けて：分子ロボット研究ガイドライン作成の経験から」第 5 回分子ロボティクス年次大会
(6) 標葉隆馬, 筒井晴香.(2022)「自動運転のガバナンスと規範」日本学術会議・自動運転と共創する未来社会検討小委員会, オンライン
(7) 標葉隆馬. (2022)「先端科学技術をめぐる ELSI／RRI 議題のアセスメント実践と課題」『2022 年度 京都大学文学研究科・文学部 公開シンポジウム「人文・社会科学と倫理的・法的・社会的課題（ELSI）研究』京都
(8) 森下翔.(2022)（大阪大学）「分子ロボットコミュニティを「参与観察」する：ともに交わり、変容しながら未来を考えるために」『第 6 回分子ロボティクス年次大会倫理セッション』宮城県仙台市
(9) 標葉隆馬. (2023).「記述のための視点としての ANT－先端科学技術領域におけるアセスメント実践との接続」『成城大学グローカル研究センターシンポジウム「社会科学の新展開：アクターネットワーク理論のインパクトをめぐって」』東京

その他、国内外のセミナー、ワークショップ、研修等での招待講演多数。

5-3-2. 口頭発表（国内会議　１８　件、国際会議　６　件）

・国際会議

(1) Ryuma Shineha. (2021) Implementation and systematization of RRI assessment model on emerging science and technology, The Society for Social Studies of Science Annual meeting, Online
(2) Erika Amethyst Szymanski, Ryuma Shineha, Ken Kawamura, Niki Vermeulen, Jane Calvert, Robert David Jonathan Smith. (2021) The Soba Restaurant and the Oyster Bar: Peripheral Spaces for Responsible Research and Innovation, Society for Social Studies of Science, Online
(3) Takeda, K., Komata, M., Takae, K., Tanaka, M., Shineha, R. (2022) ELSI/RRI

emphasized frames for biotechnology in the Japanese coverage: a comparative analysis between genetic modification, regenerative medicine, and brain-science, Society for Social Studies of Science/ESOCITE 2022, Cholula, Mexico. Politics of biotechnology and biomedicine
(4) Sho Morishita. (2023) Towards Reflexive Ethnography of Doing RRI on Molecular Robotics. Society for Social Studies of Science (4S) Annual Meeting 2023 Honolulu
(5) Ryuma Shineha. (2023) Implementation and systematization of RRI assessment model on emerging science and technology, Society for Philosophy and Technology 2023, Tokyo.
(6) Ryuma Shineha. (2023) Responsible governance for emerging science: assessment practices in five biotechnology fields, Society for Social Studies of Science (4S) Annual Meeting 2023 Honolulu.

・国内会議
(1) 河村賢.(2020)「科学者はデュアルユース・リスクをどのように捉えているのか――分子ロボット工学者たちの語りに着目して」『第 93 回日本社会学会大会』オンライン
(2) 標葉隆馬.(2021)「萌芽的科学技術をめぐる RRI アセスメントアプローチの構築」第 10 回科学社会学会、大阪大学
(3) 標葉隆馬.(2021)「先端生命科学をめぐる社会的議題のアセスメントの現在とこれまで」2021 年度生物学史分科会「夏の学校
(4) 標葉隆馬.(2021)「萌芽的科学技術をめぐる RRI 議題アセスメントの実践」第 20 回科学技術社会論学会、名古屋大学
(5) 武田浩平, 古俣めぐみ, 高江可奈子, 田中幹人, 標葉隆馬.(2022)「メディア分析による生命科学に関する ELSI/RRI フレーム:遺伝子組換え、再生医療、脳科学の比較から」第 11 回科学社会学会、大阪大学
(6) 森下翔.(2022)「人類学的エスノグラフィに宿る「ANT 的なもの」:RRI のエスノグラフィ」第 11 回科学社会学会、大阪大学
(7) 武田浩平・古俣めぐみ・高江可奈子・田中幹人・標葉隆馬.(2022)「新聞記事からみたバイオテクノロジーに関する ELSI/RRI フレーム:遺伝子組換え、再生医療、脳科学の比較」第 21 回科学技術社会論学会、東京工業大学
(8) 河村賢, 森下翔, 標葉隆馬.(2022)「科学コミュニケーションのなかの実践的推論:日本科学未来館オープンラボの相互行為分析」第 21 回科学技術社会論学会、東京工業大学
(9) 標葉隆馬.(2022)「ELSI/RRI アセスメントの実践」第 21 回科学技術社会論学会、東京工業大学
(10) 森下翔, 河村賢, 標葉隆馬.(2022)「生体分子を素材として用いる萌芽技術「分子ロボット」についての ELSI 論点モデルの製作」第 21 回科学技術社会論学会、東京工業大学
(11) 河村賢.(2023)「未来を洞察する責任は何によって根拠づけられるか:理論と実践の往還からの考察」第 2 回分子ロボット倫理研究会、オンライン
(12) 森下翔.(2023)「「分子ロボット ELSI 論点モデル」の構築:さらなる展開にむけて」第 2 回分子ロボット倫理研究会、オンライン
(13) 森下翔.(2023)「「ものづくり」と「神を演じる」ことのあいだで:「DNA を素材とするロボット」の研究者との協働・インタビューから」日本文化人類学会 第 57 回研究大会、広島県立大学
(14) 森下翔.(2023)「RRI のリフレクシヴ・エスノグラフィ:分子ロボティクス分野における試み」科学社会学会第 12 回大会、大阪大学
(15) 標葉隆馬.(2023)「先端科学技術をめぐる RRI アセスメント」科学社会学会 2023 年年次大会、大阪大学
(16) 武田浩平, 小泉望, 標葉隆馬.(2023)「代替タンパク質に関する市民の印象:5 種類の比

較を通じて」科学社会学会 2023 年年次大会、大阪大学
(17) 武田浩平, 小泉望, 標葉隆馬. (2023)「5 種類の代替タンパク質に関する一般市民の態度」科学技術社会論学会 第 22 回年次研究大会、大阪大学
(18) 標葉隆馬, 小泉望, 武田浩平. (2023)「代替タンパク質をめぐる ELSI」科学技術社会論学会 第 22 回年次研究大会、大阪大学

5-3-3. ポスター発表（国内会議　3　件、国際会議　2　件）

・国際会議
(1) Ryuma Shineha. (2022) “RRI Assessment on Emerging Science and Technology” Japan-France Future of Science Program 2022 Meeting, Kyoto（FoS 招待）
(2) Ryuma Shineha. (2022) Media analyses for newspapers regarding genetic modification, regenerative medicine, and neuroscience, International workshop on Molecular Cybernetics: Toward chemical AI, Online

・国内会議
(1) Ryuma Shineha. (2022) “RRI Assessment on Emerging Life-Sciences” 第6回ロボティクス年次大会、東北大学
(2) 見上公一, 河村賢. (2022)「分子ロボットの未来を語る：オンライン座談会の経験とこれから」第 6 回ロボティクス年次大会、東北大学
(3) 標葉隆馬. (2024)「分子ロボティクスをめぐる ELSI/RRI 研究」第 7 回ロボティクス年次大会、東京大学

5-4. 新聞/TV 報道・投稿、受賞など

5-4-1. 新聞/TV 報道・投稿

(1)NHK, 2023 年 10 月 17 日, 脳波を活用 技術研究は大阪でも
https://www3.nhk.or.jp/kansai-news/20231017/2000078755.html

5-4-2. 受賞

該当なし

5-4-3. その他

特記事項なし

5-5. 特許出願

該当なし

5-5-1. 国内出願（　0　件）

5-5-2. 海外出願（　0　件）

※特許の出願があった場合、委託研究契約にある報告・通知の取り決めに基づき、
「知財様式 1」『知的財産権出願通知書』（出願の日から 60 日以内）の提出が必要です。
報告に係る必要書式は以下の該当部分をご参照ください。
（大学等）https://www.jst.go.jp/contract/kisoken/2023/kisokena.html
（企業等）https://www.jst.go.jp/contract/kisoken/2023/kisokenc.html