

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

2021(令和3)年度

研究開発実施報告書

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**

2022(令和4)年5月31日

研究開発期間

(2020(令和2)年9月1日～2024(令和6)年3月31日(予定))

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

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

■**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。実践と反復を通じて RRI 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方法を提示する。

■**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

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

■**Summary**: Currently, ethical, legal, and social issues (ELSI) of emerging sciences and technologies has 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 (ISRA)” tries to analyze and understand ELSI/RRI agendas, conduct deliberation through public dialogue, focusing on cases of emerging sciences such as regenerative medicine, genome editing, synthetic biology, molecular robotics, and so on. Through combining various researches and practices, our project will show the better, appropriate, and effective model of RRI assessment. We will also sophisticate our RRI assessment model and show the way of implementation of the model.

■**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

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。

2. 研究開発実施内容・成果の概要

■項目 1：ELSI/RRI 議題抽出

(A) メディア言論からの定量的分析／内容による関心フレーミングの抽出

- 再生医療、GMO、ゲノム（含、ゲノム編集）、脳科学に関する国内のメディア言論動向の定量テキスト分析による可視化を行った（分析結果の例として、GMO の結果の一部を以下に示す）。

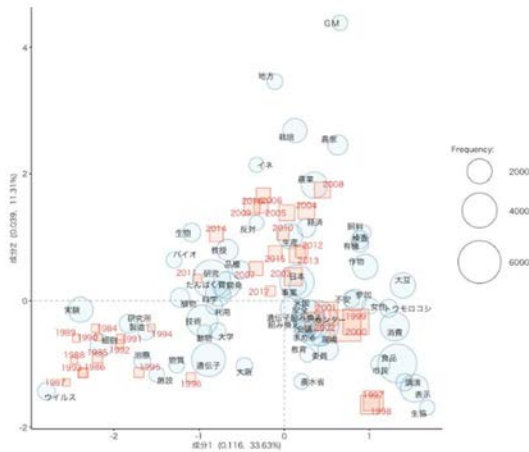


図 1：対応分析：朝日新聞の GMO 記事における言葉の推移（1 年ごと）パラメーター：最低出現回数：2900、使用語数：142

- GMO、再生医療、脳科学に関わる報道の予備的な定量的分析から、キーワードベースでの話題の中心の変化は、①1996 まで、②1997-2002、③2003-2005、④2006-2009、⑤2010-2013、⑥2014、⑦2015 以降の 7 期間に分類して検討することが妥当であることが見いだされた。そこで、以降の内容分析ではこの 7 期間に区切ったフレームの変遷をみていくこととした。

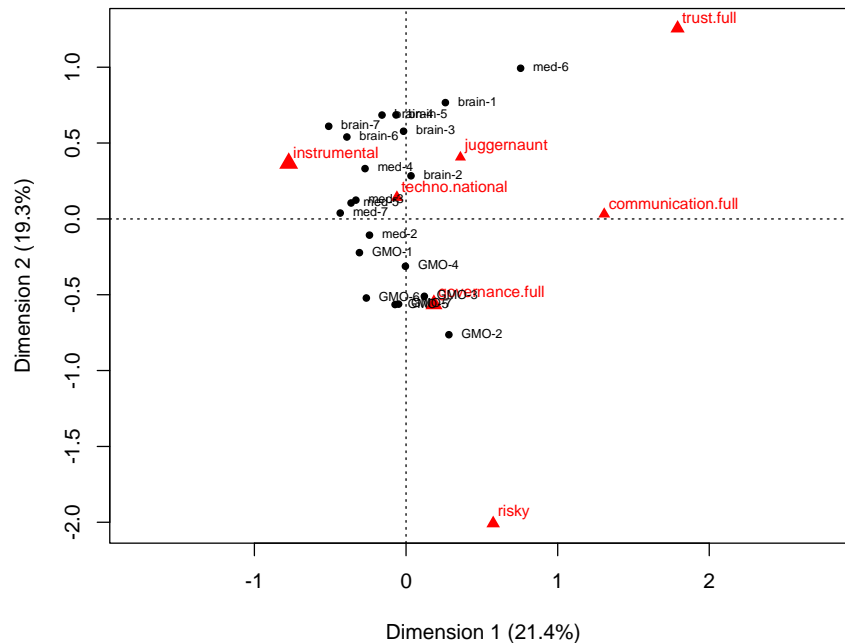
- 先行してすすめていた再生医療分野を対象とした内容分析のコーディング作業をベースとして、各テーマにおける ELSI/RRI 議題に関わる内容分析のためのコーディングルールの作成をした。

- 合成生物学については、報道件数の少なさが確認されたことから、言説分析・内容分析による質的な分析に切り替えることにした。

フレーム名（大分類）	説明	類似概念キーワード
1. Instrumental science	有用な道具としての科学／科学技術の発展が倫理問題を解決	治療・薬の開発、経済効果、産学連携、薬剤耐性の作物
2. Risky science	科学技術の発展は予期せぬ害をもたらす	予防原則、公害、環境リスク、健康被害
3. Juggernaut science	科学技術の発展は止められない／倫理はこの発展に従うべき	「誰にも止められない」「とにかく実行」
4. Techno-nationalism	科学技術の進展を国どうしの競争とみなす／倫理は競争の妨げ	科学技術立国、オールジャパン、「欧米に比べて遅れている」
5. Governance	科学技術の進展には適切な管理が必要	法整備、ガイドライン・規制、倫理審査委員会
6. Communication matters	コミュニケーションが大事／相互理解が倫理問題を解決	コンセンサス会議、情報発信、理解増進、知識の啓蒙
7. Trust in science	信頼性の確保が重要／信頼が倫理問題を解決	信頼性・信用性、社会的責任

- フレームの信頼性に関しては、double coding を実施して、十分な信頼性があることを確かめた（Gwet AC1 の値で 0.8 以上）。

- 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。
 - 結果の一部を以下に示す。
- 図. 対応分析の結果（テーマの比較）



- “instrumental science” が3つのテーマ全てで優勢であり、肯定的な期待が日本のメディアで典型的であることがわかった。
- 遺伝組換えの記事は他と比べて満遍なくフレームに触れていることがわかった。
- 再生医療の記事は,” instrumental science”, “governance”, “techno-nationalism” がともに一つの記事で触れられており、規制・ガイドラインは国内の技術開発の発展を目的としていることが示唆された。
- 脳科学の記事は,” instrumental science” が最も優勢であり、技術の進展と国内の議論にギャップがあることが示唆された（欧米では ELSI 議論が活発）。
- これらの結果を論文にまとめ、国際誌に投稿した。また、国際学会においても発表する予定であり、すでに申し込みをした。

(B) ホライズン・スキャンニングによる専門家議題の抽出

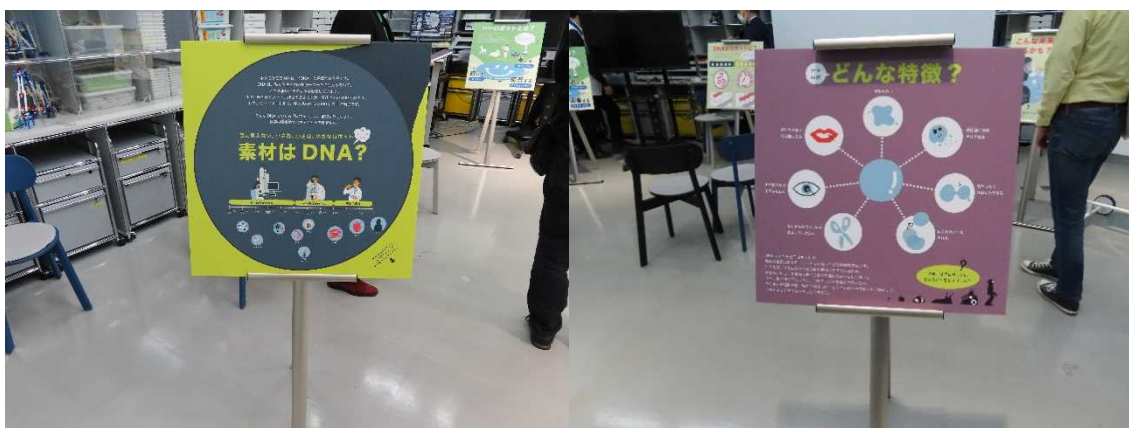
- 分子ロボティクス分野に関する ELSI/RRI 議題のフォローアップ調査（HITE 領域との連動）の実施した。また分子ロボティクス研究者による科学コミュニケーションならびに論点抽出のための対話 WS の支援を行うと共に、今後の協働の計画作成を行った。
- ゲノム編集の専門家対象へのインフォームド・インタビューを実施した。
- 文献調査の実施、文献内における ELSI/RRI 関連テーマの語られ方、レトリックの言説分析を開始し、合成生物学、GMO・ゲノム編集、脳科学に関わる RRI ノート（ELSI ノート）の作成を行った。

(C) 市民参加型論点抽出ワークショップ

- 新型コロナウイルスへの対応の観点も踏まえ、オンラインワークショップでの論点抽出手法開発を行い、2021年2月20日にゲノム編集作物をテーマにワークショップを実際に実施した。
- ゲノム編集に関する RRI 対話ツールの作成を行った。



- 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を行った。
- ゲノム編集 WS の結果をふまえながら、発展的テーマとして、食品の新技术の阻害要因の一つである「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。
 - 日本語特有の意味合い、時間軸の重要性が明らかになった。
 - 報告書にまとめて、国内の学会で発表する予定。
- 分子ロボティクスに関する対話ツールの素案作成を行った。(対話実践 G)
 - 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・対話実践(小宮 PJ との連携)のためのパネルツール作成に繋がった。
- 分子ロボティクス分野における市民対話の試み(小宮 PJ)などにおける対話記録のデータを提供いただき、言説分析を開始した。
- 小宮 PJ との協力のもと、日本科学未来館における科学コミュニケーション活動・市民対話イベント(オープンラボ)を実施した。
- 小宮 PJ による分子ロボティクス分野における市民対話のデータに基づき、分子ロボットの「論点モデル」についての RRI ノート(『ELSI Note』)の作成を行った(2022年5月末日頃の公開を予定)。
- 分子ロボティクス分野の市民対話に関する『対話要点集』を刊行した。





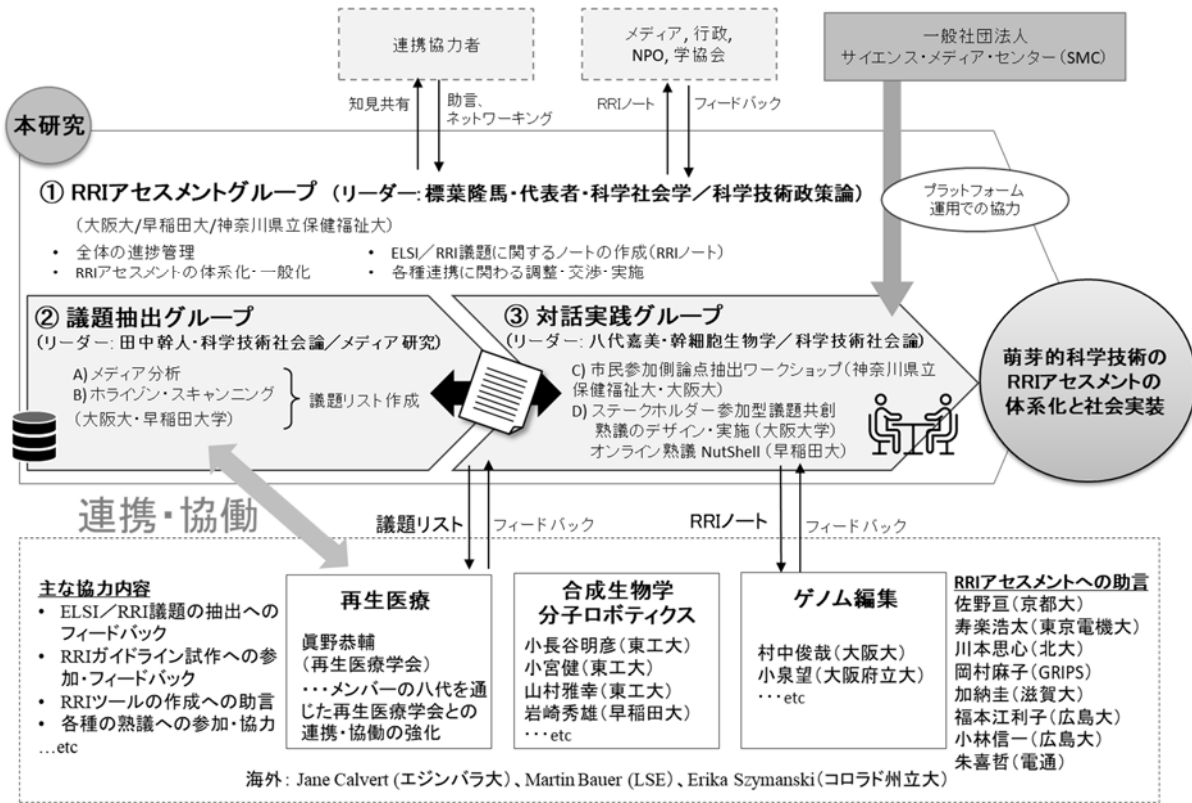
■項目 2 : ステークホルダー参加型議題共創

- NutShell を用いたオンライン熟議の試行を開始した。
 - COVID-19 に関するコメントで、ワクチンが万能の解決策のように受け止められ、社会的な油断が生じるのではないかという危惧に関わるものが複数あったことなどは特徴的であったと言える。
- 専門家向けオンライン型シナリオ形成ワークショップの手法開発、市民参加型論点抽出ワークショップの開発のテーマと連動しながら、オンライン型議題共創の手法の開発を開始した。
 - 手法のマニュアル作成や、参加者へのアンケート、ファシリテーターへのフォローアップ調査を行っている。
- 未来洞察シナリオ形成ワークショップの実施のための打ち合わせを開始した。とりわけ分子ロボティクス研究者らの科学コミュニケーション活動と連動した形での未来洞察に関わる議論・打ち合わせを定例ミーティングの中で繰り返し行った。

項目 3 : RRI アセスメントの洗練と一般化

- 再生医療学会年次大会において、実施分担者の八代嘉美が企画に関するシンポジウムでの知見の打ち込みを継続的に行っている。
- 文献調査などをベースとして「合成生物学」、GMO・ゲノム編集、「脳科学」などに関する RRI ノート (ELSI ノート) の作成を行った。
- RRI 実践の具体的なビジョン形成を目的とした「RRI のエスノグラフィ」の作成に関する予備作業に着手した。

3. 研究開発実施体制



〈実施体制図〉

4. 今年度までの活動実績

4-1. 研究論文

(1) 国際誌

- Ryuma Shineha, Yusuke Inoue, Yoshimi Yashiro. (2022) "A Comparative Analysis of Attitudes Toward Stem Cell Research and Regenerative Medicine Between Six Countries – A Pilot Study." *Regenerative Therapy*, accepted in press. (査読有)
- Takeda, K., Komata, M., Takae, K., Tanaka, M., Shineha, R. "ELSI/RRI-applicable frames for Biotechnology: A comparative analysis of media coverage on genetic modification, regenerative medicine, and brain science in Japan." *East Asian Science, Technology, and Society: an International Journal*. (submitted)
- Ken Komiya, Ryuma Shineha, Naoto Kawahara. "Practice of Responsible Research and Innovation in the Formulation and Revision of Ethical Principles of Molecular Robotics in Japan." *SN Applied Sciences*, forthcoming. (※小宮 PJ との連携成果) (submitted)

(2) 国内誌

- 標葉隆馬.(2022)「新型コロナウイルス感染症 (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ス—COVID-19 に

よる都市・コミュニティの変容を探る』(印刷中・招待有)

- 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. (査読有)
- 標葉隆馬 (2020) 「新型コロナウイルス感染症 (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): 140-154. (招待有)

4-2. 総説・書籍など

(1) 国際

- 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, in press. (「分子ロボティクス概論」英語版教科書のための英訳)

(2) 国内

- 小長谷明彦, 小宮健, 河原直人, 河村賢, 標葉隆馬, 瀧ノ上正浩, 武田浩平, 森下翔, 山村雅幸, 吉田省子. (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. (※小宮 PJ との連携成果) 公開済
https://cbi-society.org/home/documents/eBook/ebook4_MolRobo2020.pdf
- 森下ほか. (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』公開準備中. (※小宮 PJ との連携成果)
- 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, Vol.13. https://elsi.osaka-u.ac.jp/system/wp-content/uploads/2021/07/ELSI_NOTE_13_2021_210720.pdf
- 村瀬泰菜(公開 2021 年 5 月 21 日)「脳神経科学に関する国内の倫理的議論の概観」ELSI NOTE No.11
<https://elsi.osaka-u.ac.jp/system/wp-content/uploads/2021/05/ELSI_NOTE_11_2021_210521.pdf>
- 武田浩平(公開 2021 年 4 月 7 日)「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 <https://elsi.osaka-u.ac.jp/system/wp-content/uploads/2021/04/ELSI_NOTE_09_02_2021_210408.pdf>
-

4-3. 講演・発表

(1) 招待講演

- 標葉隆馬 (2021) 「先端科学技術と人文・社会科学を架橋すること—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 (国内)
- 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 (国内)
- 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 (国内)
- 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』オン

ライン・日本再生医療学会（国内）

- 八代嘉美 (2022) 「日本再生医療学会が倫理的・法的・社会的問題において果たしてきた役割」『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』オンライン（国内）
- Ryuma Shineha. “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)（国内・国際）

その他、企業内セミナーなどでの講演を複数行った。

(2) 口頭発表

- 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（国内）
- 武田浩平 (2022) 「Media analyses for newspapers regarding genetic modification, regenerative medicine, and neuroscience,」『International workshop on Molecular Cybernetics: Toward chemical AI』オンライン（国内）
- Ryuma Shineha (2022) 「Media analyses for newspapers regarding genetic modification, regenerative medicine, and neuroscience,」『International workshop on Molecular Cybernetics: Toward chemical AI』オンライン（国内）
- Ryuma Shineha. (2021) “Implementation and systematization of RRI assessment model on emerging science and technology”, The Society for Social Studies of Science Annual meeting 2021. オンライン.
- 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（国内）
- 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」（国内）
- 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（国内）

(3) ポスター発表

- 該当なし

4-4. WEB・プレス発表・メディア

(1) Web サイト

- 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/>
※また使用した WS ツールについても近日中に Web 公開する。

(2) プレス発表

- 該当なし

(3) 報道・投稿

- 該当なし

4-5. 会議・イベント

- 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：主催者：大阪大学 社会技術共創研究センター（ELSI センター）、公共圏における科学技術・教育研究拠点（STiPS）（開催 2021 年 2 月 20 日）・オンライン開催（参加人数：20 人）
 - 概要：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。
- 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：主催者：大阪大学 社会技術共創研究センター・標葉 PJ（開催 2021 年 12 月 10-13 日）・オンライン開催（参加人数：10~20 人）
 - 概要：食品の新技术の阻害要因の一つである「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。
- 市民参加型ワークショップ「『科学者は社会に向けてどのような発信をすればよいのか』を考える」@オンライン：主催者：大阪大学 SEEDS プログラム（開催 2021 年 10 月 2 日）・オンライン開催（参加人数：20 人）
 - 概要：大阪大学 SEED プログラムと連携する形で、高校生を対象として、再生医療をテーマに、ELSI/RRI を考えることの意味について検討するワークショップを実施した。
- 日本未来館オープンラボ『分子で「ロボット」をつくる？』（※小宮 PJ との連携成果、未来館科学コミュニケーターとの協働）、主催者：小宮 PJ×標葉 PJ（開催 2021 年 10 月 16・17 日、2 月 19・20 日の計 4 日）、オフライン開催（参加人数：述べ 400 人強）
 - 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行った。今後、最終回を 2022 年 6 月に合計 4 日間実施する予定である。またここでは分子ロボティクスのコミュニケーションのためのパネルデザインと作成も行った（順次公開していく予定である）
- 「細胞を創る」研究会 14.0 人文系セッション（小宮 PJ 小宮代表が進行を行い、標葉はファシリテーター・コメンテーターを行った）、主催者：「細胞を創る」会、オンライン開催
 - 概要：「細胞を創る」研究会 14.0 人文系セッションにおいて、生命を創ること、生物と非生物の境界というテーマについて、スペキュレーションの視点が持つ意味と ELSI についてディスカッションを行った。

4-6. 知的財産権

- 該当なし

4-7. 受賞

- 該当なし

4-8. その他

- 該当なし