

ELSIとは？

－先端科学技術に関わるELSI／RRIに対する具体的取り組み

標葉 隆馬 (Ryuma Shineha, Ph.D)

大阪大学社会技術共創研究センター准教授

e-mail: shineha@elsi.osaka-u.ac.jp



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

スライドDLはこちら→



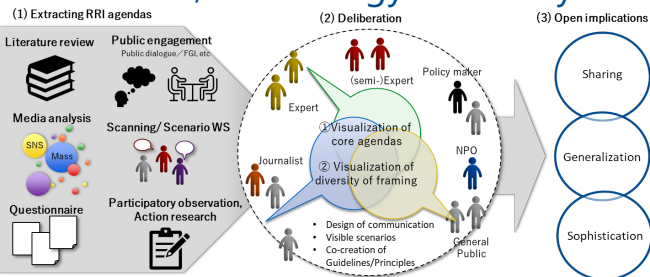
専門: 科学社会学・科学技術社会論・科学技術政策論



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

科学技術と社会

Science, Technology & Society



科学技術政策

Science & Technology Policy



- 国内外の科学技術政策研究
- 科学技術政策の近現代史
- 研究評価
- インパクト評価
- イノベーション・エコシステム

災禍と社会

Disaster and Society



- メディア分析
- 社会的脆弱性と構造問題
- 「語り」と「記憶」とアーカイブ
- 先端科学と「災禍」をめぐるELSI/RRI
→MS目標8（気象制御）, 洪水予測, etc

- ELSI/RRIアセスメント
→多様なフレーミングの理解
✓ GMO、再生医療、ゲノム編集、
経科学、分子ロボ、合成生物学、etc
- 科学技術コミュニケーション、市民参加
- 科学とメディア

脳神

責任ある科学技術ガバナンス＝未来に対するケアの在り方

『責任ある科学技術ガバナンス概論』



科学技術政策

- 国内外の科学技術政策
- 研究評価制度の構造的課題

科学・技術・社会（界面で生じる課題群）

- 科学コミュニケーション（歴史、現状、課題）
- 多様なフレーミングの把握（GMOなどの先行事例）
- 科学研究とメディア

ELSIからRRIへ

- ELSIを巡る議論
- 幅広い「インパクト」をどう捉え、考えるのか
- 責任ある研究・イノベーション（RRI）という実験

最近こんな教科書も編集しました！



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

『入門 科学技術と社会』

ナカニシヤ出版 2024年4月

全22章で幅広く！



アウトライン



1. イントロダクション

- ELSIとRRI
- 大阪大学社会技術共創研究センター（ELSIセンター）

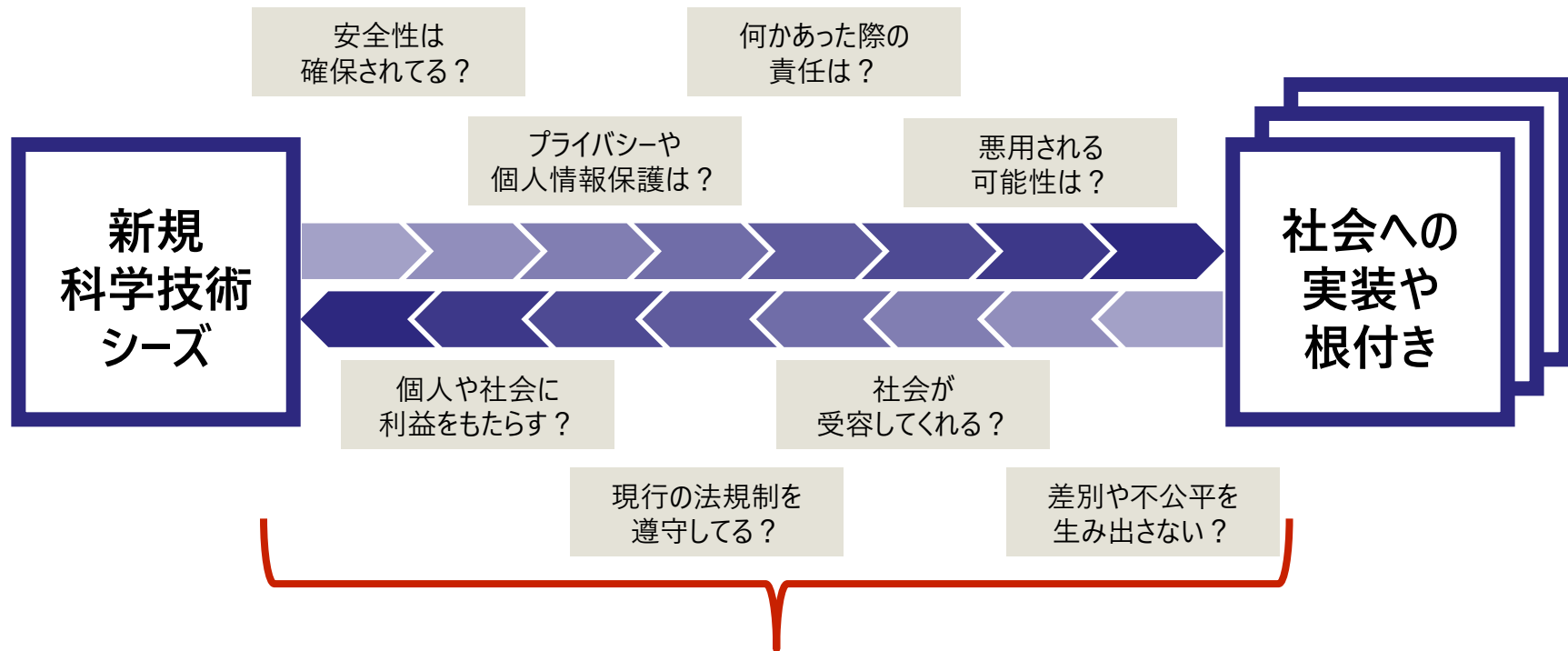
2. ELSI／RRIをアセスメントすること＝「最先端の事例」

- 事例 1：幹細胞／再生医療
- 事例 2：脳神経科学
- 事例 3：ゲノム編集食品／フードテック
- メディア分析（再生医療、遺伝子組換え、脳神経科学のフレーム比較）
- 事例 4：分子ロボティクス

3. まとめ

「ELSI／RRIをアセスメントすること」についてお話しします

新規科学技術が社会に根付くまでには、 数々のハードルを乗り越えなければならない



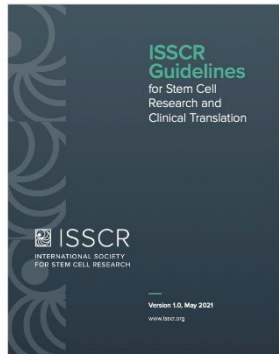
未来に対するケアをどのように行うか？

ELSIからRRIへ = リスクガバナンスからイノベーションガバナンスへ

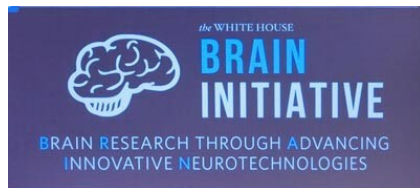


「RRIは、現在における科学とイノベーションの集合的な管理を通じた未来に対するケアを意味する」
→先見性、省察性、包摂、応答可能性などの基本要素 (Stilgoe 2013)

ISSCR INTERNATIONAL SOCIETY FOR STEM CELL RESEARCH



Human Brain Project
Unifying our understanding of the human brain



- ELSIへの対応はもはや前提・・・
- 実現したい「価値（観）」をめぐる議論への踏みこみ
- そのための熟議、規範、ソフトロー構築

+ ガバナンスの「標準」をめぐる議論も・・・

未来に対するケアに必要なことがたくさんある

ELSIからRRIへの流れ



生命倫理・ゲノムのELSI



- ELSI以前も関連する議論（特に生命倫理領域の勃興）
- Hasting Centerなど
- ヒトゲノム計画
- ELSIの登場とPJ化

BSE問題・GMO論争

- BSE騒動と信頼の喪失
- GMO論争
- フレーミングの差異
- Public Engagement
- カルタヘナ議定書
- CODEXでの議論
- 北海道条例、etc



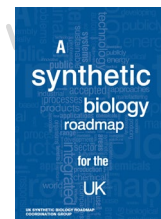
ナノテクノロジー



- National Nanotech Initiative (NNI)の「責任ある開発」
- 関連研究センターの設置（例: ASU）
- リアルタイムTA、先見的ガバナンス

合成生物学

- NNIなどの議論も参照
- 英国合成生物学ロードマップ
- 大統領委員会報告
- iGEMなどにおけるELSI取り組み
- 「細胞を創る」研究会



RRI

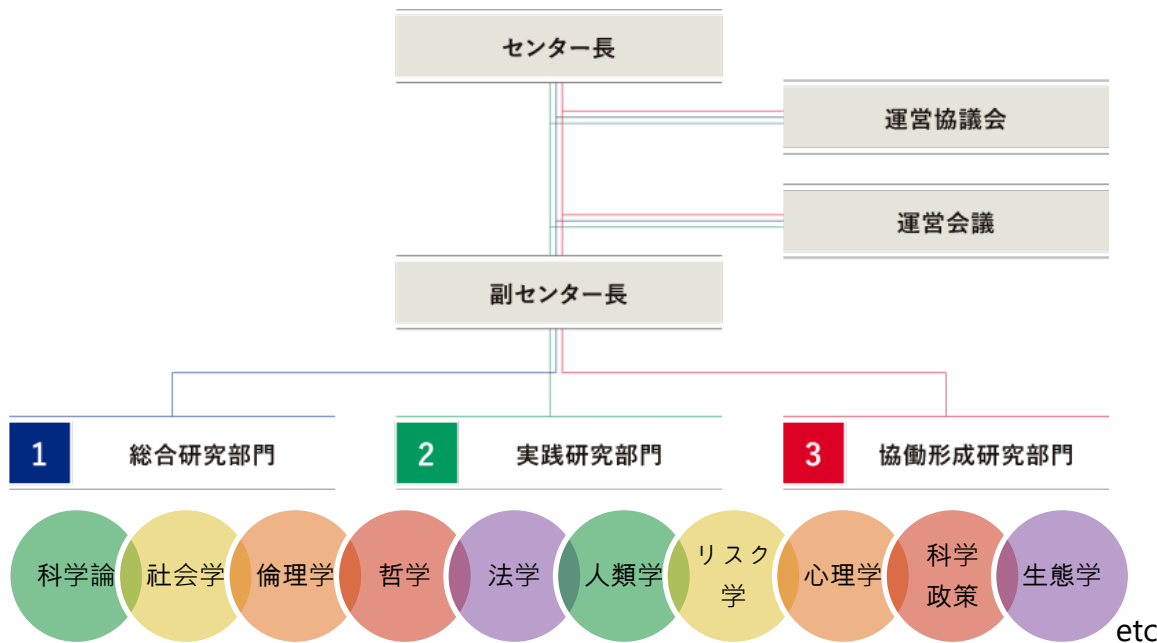


- RRI議論の普及と政策
- 必然的にオープンサイエンスなど議論と高い新和性を持つ
- ポストELSI論
- 研究評価視点への導入
- ELSI/RRIという日本特有の表現
- 日本における先駆事例

2020年4月1日大阪大学ELSIセンター設立



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues



2024年8月1日時点での構成員（多様な分野から構成）

教授3名（内兼任2名）、准教授3名（内URA1名）

特任助教（常勤）6名、特任研究員（常勤）3名、非常勤教員・研究員4名、事務員2名

主な活動プロジェクト

- 外部資金による研究プロジェクト
- 各種公的資金
(JST-RISTEX, 科研費, Moonshot, 民間財団, etc)
- 民間共同研究
(mercari R4D, 電通, 大阪メトロ)
- 共創研究プロジェクト
- 学内外シーズ探索研究
- ELSIノート（国内外ELSI研究に関わる速報型 working paper）



現在までに43報を公開

- ✓ Covid-19接触確認アプリ
- ✓ Dual Use
- ✓ 脳神経倫理
- ✓ 合成生物学
- ✓ ゲノム編集・GMO
- ✓ 企業におけるELSI, etc

ミッション：ELSI/RRRI研究・実践を通じた先端的知識生産エコシステム形成への貢献

国内外の状況



- ▶ **イノベーションエコシステム形成**のための施策の充実
- ▶ ELSIへの対応はもはや前提・・・
- ▶ 実現したい「価値（観）」をめぐる議論に踏みこみ
- ▶ 上流からの市民対話・熟議
- ▶ 規範・ソフトロー構築への注目
- ▶ **ガバナンスの「標準」をめぐる競争**

- ▶ 科学技術・イノベーション基本計画、他
- ▶ 人文・社会科学系もイノベーション政策の枠内に（総合知の強調）
- ※ 日本の科学技術政策における「イノベーション」の意味射程の構造的な狭さの問題も
- ▶ 議論の射程の狭さ
- ▶ 先端技術のELSI対応
- ▶ ELSI議論の協働経験の薄さ

国際的なガバナンス議論への乗り遅れも・・・
国際標準の議論、good practice蓄積が急務

大阪大学研究開発エコシステム



研究の充実・卓越した研究成果創出：

スター研究者・若手研究者、研究時間・環境改善、重点分野・異分野連携、URA/IR機能充実、「いのち」に向き合う研究推進構想

産学共創の深化・円滑な社会実装：

ELSI、共創機構（知財戦略、ベンチャー創出、etc）

社会ニーズ・未来社会像：

未来社会共創コンソーシアム
ー未来社会の共創／ビジョン提示へ

社会実装／研究フィードバック・課題探索：

研究者・URA・共創機構の連携

教育@大学院・学部
社会課題解決・イノベーション人材

多様性・包摂
Minority in OUの課題

5つのOpenに注目した試み
(Education, Research, Innovation, Community, Governance)

研究開発エコシステム全体を捉えた基盤としてのELSI研究
学内外に対するモデルの提示



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

ELSIセンターの展開



各領域のELSI／RRRI課題の研究

- 幅広い研究プロジェクトの実施
- 現場の研究者へのフィードバック・共創（co-producer of knowledge）



ELSI／RRRI研究の知識生産拠点化

- 知見の速報的公共財化（ELSIノート、論文、etc）
- 「そばにいる」ELSI専門家の輩出・派遣
- 国内外ELSI／RRRI研究拠点との連携



科学技術政策状況の把握・分析

- 国内外科学技術政策、標準戦略等動向の分析
- 各国のELSI指針の把握と解説
- 政策担当者とのネットワークングやレクの実施



社会的対話による「懸念」「関心」可視化

- 市民対話実践とツールの公開
- 関係部門との連携（SSI、共創機構など）
- 国内外拠点との連



共創のための学内外との連携

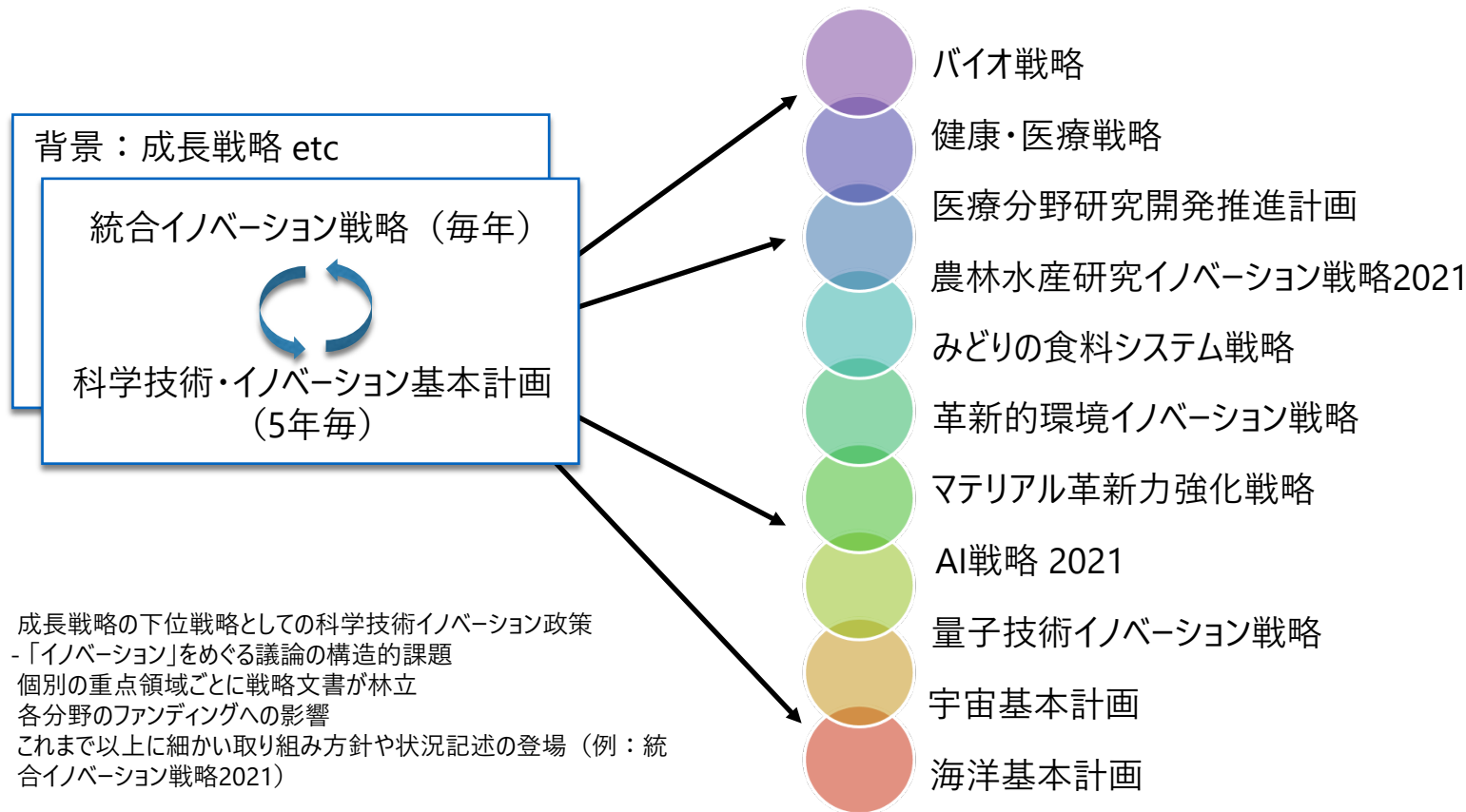
- 共創機構、URA、SSIとの連携、各種事業協力
- ELSI／政策動向理解の共有
- 民間セクターとの協働の模索



ELSI人材の安定的供給／Diversity&Inclusion

- PJ等を通じたOJT的教育＋人材ハブ
- FDや大学院プログラムなどの提供・連携
- Minority in STEMへの視座

(参考) 日本の科学技術イノベーション政策の現在



...その他、様々



ELSI／RRIをアセスメントすること＝「最先端の事例」

ELSI／RRI議題アセスメント



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

(1) ELSI/RRI議題抽出

メディア分析



文献調査



質問紙調査

参加型
論点抽出論点抽出WS
FGI, etc

ホライズン・スキャニング

事例・文献・準/専門家への
系統的調査と未来洞察参与観察・
アクションリサーチ

(2) 参加型議題共創

①重要な論点コアの可視化

②意見のグラデーショ
ンの可視化

- 議論の場のデザイン
- シナリオ形成
- 指針等の起案・熟議

(3) 手法洗練・一般化・公知化



- 知見の公知化
- 一般化
- 手法の洗練

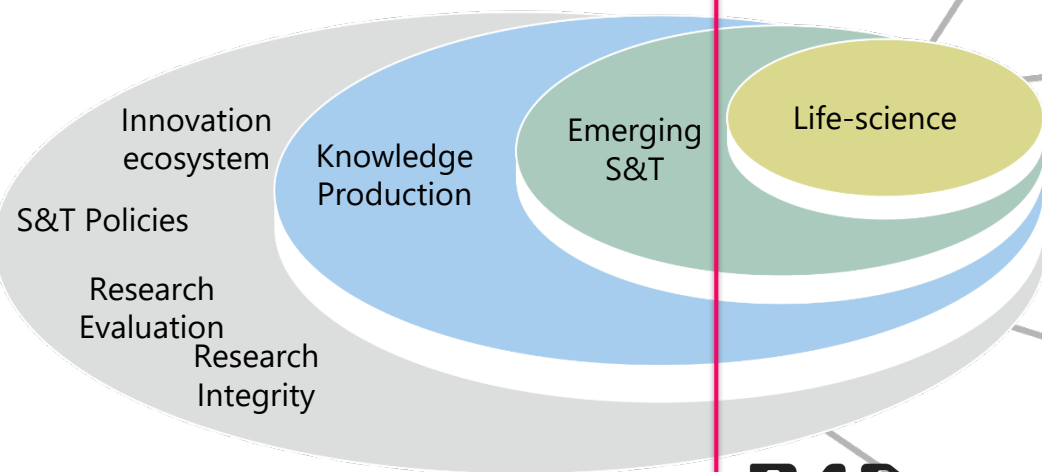
ELSI/RRI 議題の抽出と熟議がシームレスなアセスメントの洗練

→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蓄積



大阪大学 社会技術共創研究センター

Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

今日はこの部分
だけ話します科研費
KAKENHIStem Cell &
Regenerative MedicineGMO,
Genome Editing
Food,
Food Tech

Molecular Robotics



Synthetic Biology

Brain/Brain AI
Science

mercari R4D

責任ある科学技術ガバナンスの模索

※最近では、洪水予測技術・自動運転技術についてのフィールドも追加

ELSI

RInCA
Responsible Innovation with
Conscience and AgilityHuman
Information
Technology
Ecosystem公益財団法人
トヨタ財団科研費
KAKENHI



ELSI / RRI議題は
具体的にはどう分析していくのか？

2-1: 再生医療の事例



メディア分析



参加型
論点抽出
論点抽出WS
FGI, etc



文献調査



ホライズン スキャンニング

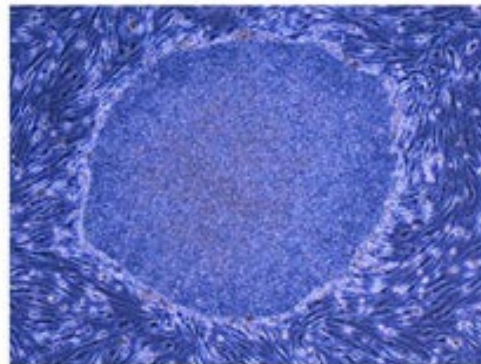
事例・文献・準/専門家への
系統的調査と未来洞察



質問紙調査



参与観察・
アクションリサーチ



http://www.kyoto-u.ac.jp/notice/05_news/documents/071121_11.htm



https://www.asahicom.jp/articles/images/AS20170221002218_comm.jpg

2-1: 再生医療をめぐる関心の差異を可視化する

一般回答モニター数 2160名

調査実施時期: 2015年10月~2015年11月4日

再生医療学会員回答者数 1115名

調査実施時期: 2015年12月24日~2016年3月末日時点まで

Scientists

- 再生医療について伝えたいこと
- 再生医療の社会受容に重要だと思うこと
- 再生医療について知りたいと思うこと

The Public



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

STEM CELLS
TRANSLATIONAL MEDICINE

TISSUE ENGINEERING AND REGENERATIVE MEDICINE

A Comparative Analysis of Attitudes on Communication Toward Stem Cell Research and Regenerative Medicine Between the Public and the Scientific Community

RYOMA SHINEHA,* YUSUKE INOUE,[†] TSUNAMUNE IIDA,*[‡] ARISU KISHIMOTO,[§] YOSHIMI YAMANO^{||}

^{*}Key Words: Science communication • Questionnaire • Stem cell research • Regenerative medicine • Public engagement • Ethical, legal, and social implication

ABSTRACT

Owing to the rapid progress in stem cell research (SCR) and regenerative medicine (RM), society's expectation and interest in these fields are increasing. For effective communication on issues concerning SCR and RM, surveys for understanding the interests of stakeholders is essential. For this purpose, we conducted a large-scale survey with 2,160 public responses and 1,115 responses from the member of the Japanese Society for Regenerative Medicine. Results showed that the public is more interested in the post-realization aspects of RM, such as cost of care, countermeasures for risks and accidents, and clarification of responsibility and liability, than in the scientific aspects; the latter is of greater interest only to scientists. Our data indicate that an increased awareness about RM-associated social responsibility and regulatory framework is required among scientists, such as those regarding its benefits, potential accidents, abuse, and other social consequences. Awareness regarding the importance of communication and education for scientists are critical to bridge the gaps in the interests of the public and scientists. *STEM CELLS TRANSLATIONAL MEDICINE* 2018;7:251-257

SIGNIFICANCE STATEMENT

This study analyzed the differences between the knowledge that scientists prefer to share with the public and those that actually interest the public. Generally speaking, the public is interested in knowing about the outcome of using regenerative medicine and how to manage the problems that may occur after using such medicine. Further communication between scientists and the public is required to create a common future vision.

INTRODUCTION

The Act on the Promotion of Regenerative Medicine (APRM) and the Act on the Safety of Regenerative Medicine (ASRM) have been implemented, and the Pharmaceutical and Medical Device Act (PMDA) has been revised [1]. These three acts are collectively known as the "Regenerative Medicine Three Acts [BMTEA]."

These policies, which primarily address the risky nature of "first-in-human," were implemented after several clinical accidents with legal actions, such as that involving the administration of stem cells without safety approval [4]. Issues related to IPS and RM-related hype have additionally been highlighted.

Under the recently revised guidelines, the International Society for Stem Cell Research (ISSCR) recommends that the SCR community should promote "accurate, balanced, and responsible public representations" of SCR [5].

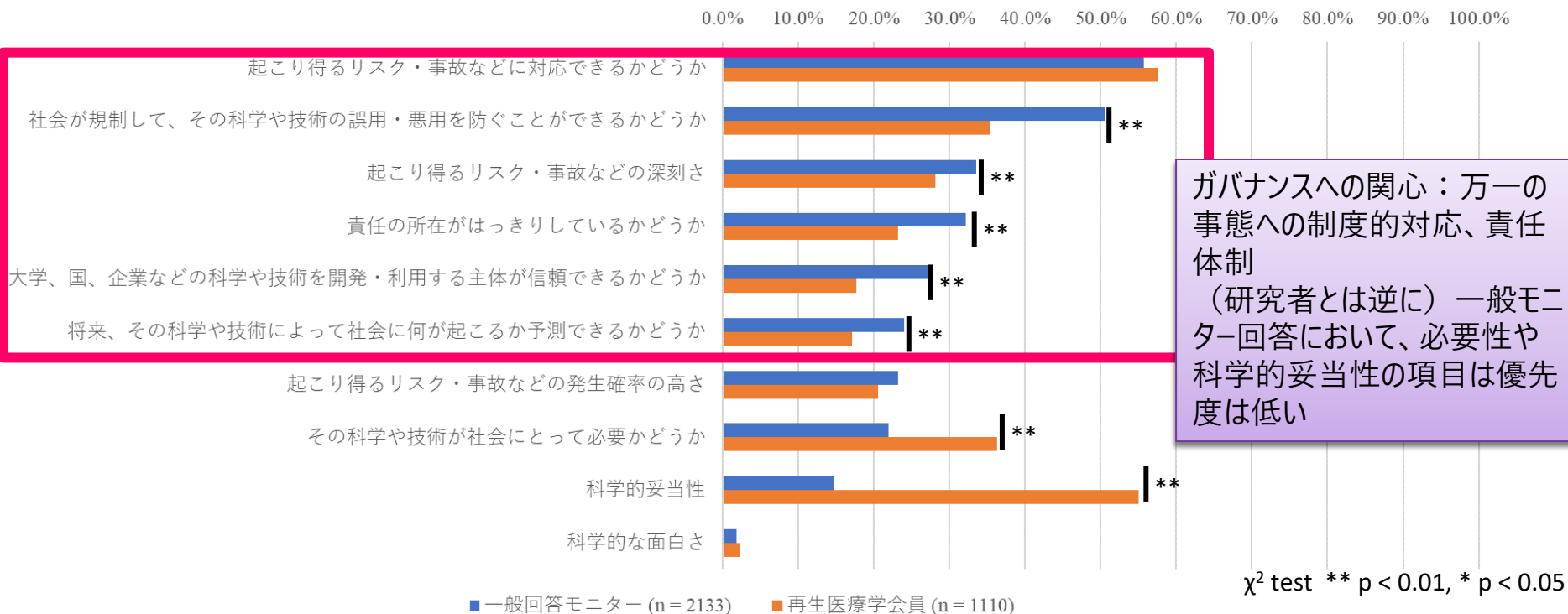
Clinical trials of RM using iPSCs have recently been initiated in Japan. Dr. Masayo Takahashi's

STEM CELLS TRANSLATIONAL MEDICINE 2018;7:251-257 www.StemCellsTM.com
Stem Cells Translational Medicine published by Wiley Periodicals, Inc. on behalf of AlphaMed Press

© 2018 The Authors

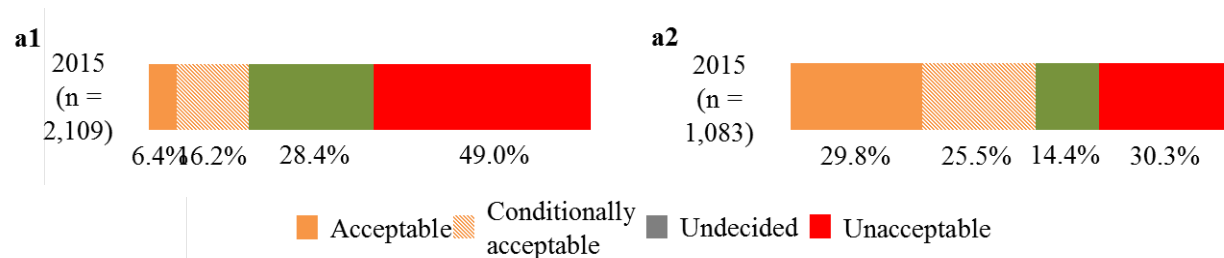


2-1: 再生医療が受容されるために重要なこと (回答は3つまで)



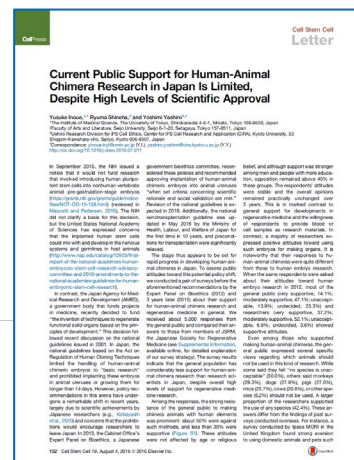
(Shineha R. et al. *Stem Cells Translational Medicine*, 7(2): 251-257., 2018)

2-1: Supportiveな人たちであっても、内容によって、「忌避感」が強い場合もありうる。



a. Support for making human-animal chimeric embryos for making organs

a1, General public. a2, Researchers.



(Inoue Y, Shineha R, Yashiro Y. *Cell Stem Cell*, 19(2): 152-153, 2016)

- なお、再生医療全体としては、一般モニターの70%以上が再生医療には肯定的な回答をしていた。しかし、キメラ動物についてはかなり忌避的な反応を示している。
- この結果を慎重に捉えるならば、「包括同意」のむずかしさが浮き彫りになる。少なくとも、様々な階層の同意の在り方を精緻化する必要がある。

2-1：様々な「同意取得」の理路・経路



| 同意の種類 | 内容 |
|--------------------------------|---|
| みなし同意 (presumed consent) | オプトアウト（選択的離脱）が表明されない限り、研究利用への同意があるものとみなす |
| 一般同意、包括同意 (general consent) | 当面の使用、更には将来のすべての利用について同意をまとめて表明するもの |
| 広い同意 (broad consent) | 当面の用途、将来の用途（癌などの特定の領域全体）に関する同意をまとめて表明するもの。一般同意との混同の問題 |
| 層別同意 (multilayered consent) | 当面の用途への同意に加えて、将来の使用について条件設定が可能な同意（例：商業利用は認めない、等） |

(井上 2019)

> 現状の議論、制度ではこのあたりの議論の整理は未成熟な部分も・・・

2-1: 市民参加から見た、再生医療

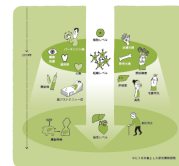


大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

再生医療学会「リスコミ事業」ならびに
NC・「社会連携」モジュールとの連携しつつ...



市民参加 (Public Engagement)



万が一の事故の発生をどうするか?
発生から予防までの流れを把握し、対応を迅速に行うことが重要です。発生した場合は、まず関係機関に報告し、調査を受ける必要があります。調査結果に基づき、適切な対応を行い、再発防止策を講ずることが求められます。

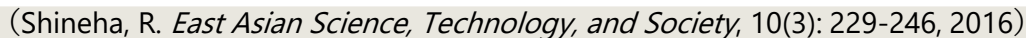
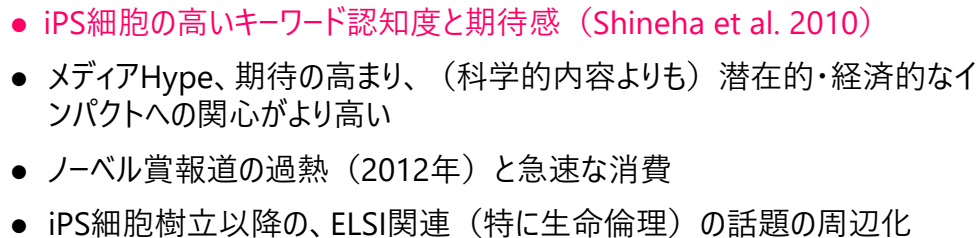


万が一の事故の発生をどうするか?
発生から予防までの流れを把握し、対応を迅速に行うことが重要です。発生した場合は、まず関係機関に報告し、調査を受ける必要があります。調査結果に基づき、適切な対応を行い、再発防止策を講ずることが求められます。

- ✓ 対話ツールの作成、大学院教育プログラムとの連携
- ✓ 論点抽出WSの実施（質的掘り下げ）
- 費用、万が一の補償、医療格差、長寿健康 = 働く期間伸びる？
（技術を最大限活かすための、公共・福祉政策の議論が必要）

患者参画 (Patient Public Involvement)

- ✓ 患者団体、当事者への聞き取り
- ✓ 「値段」という避けられない論点
- ✓ 上流から患者参画的視点から計画をするとは？



国際比較の（予備）調査

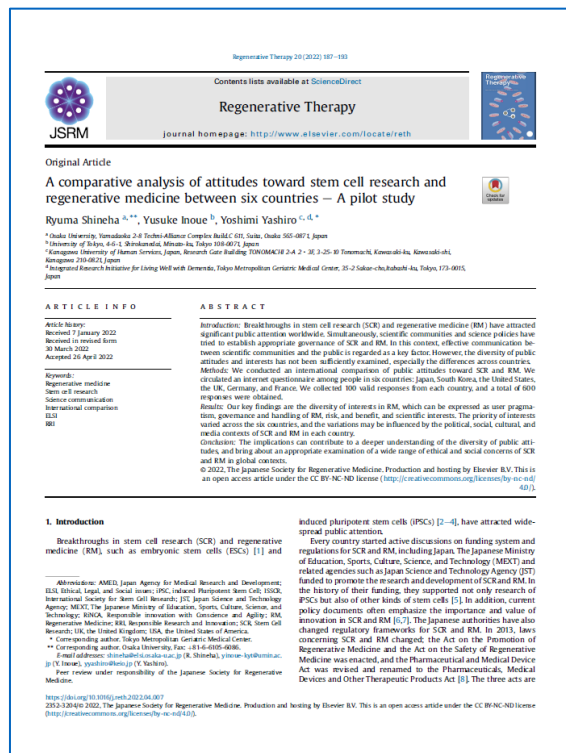


Ryuma Shineha, Yusuke Inoue, Yoshimi Yashiro. (2022) "A Comparative Analysis of Attitudes Toward Stem Cell Research and Regenerative Medicine Between Six Countries – A Pilot Study." *Regenerative Therapy*, 20: 187-193.

- 再生医療をめぐる日本、韓国、英国、アメリカ、ドイツ、フランスの6か国の関心・認知度の比較

※但し、サンプルの限界・バイアスが強いのであくまで参考データとして

- 当たり前だが、国ごとに関心は違う、興味も違う、期待されている医療応用の形も違う（ということを踏まえた議論が必要）



2-2: 脳神経科学の事例



メディア分析



文献調査



質問紙調査



参加型
論点抽出

論点抽出WS
FGI, etc



ホライズン・
キャンニング ス

事例・文献・準/専門家への
系統的調査と未来洞察



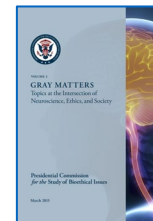
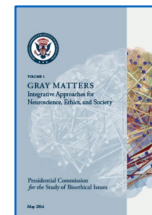
参与観察・
アクションリサーチ



(Hochberg et al. 2012, *Nature*)



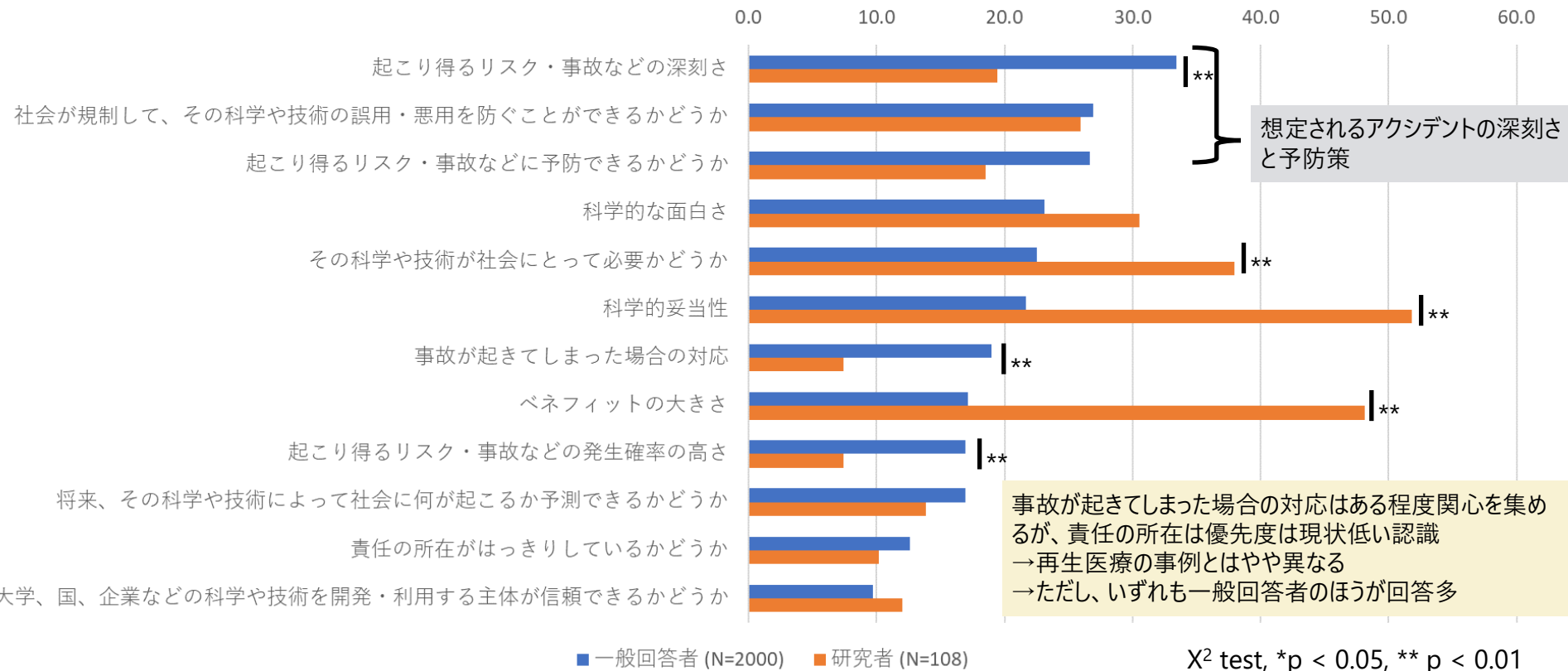
OECD
ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT



2-2：脳情報利用の社会的受容に重要な事柄



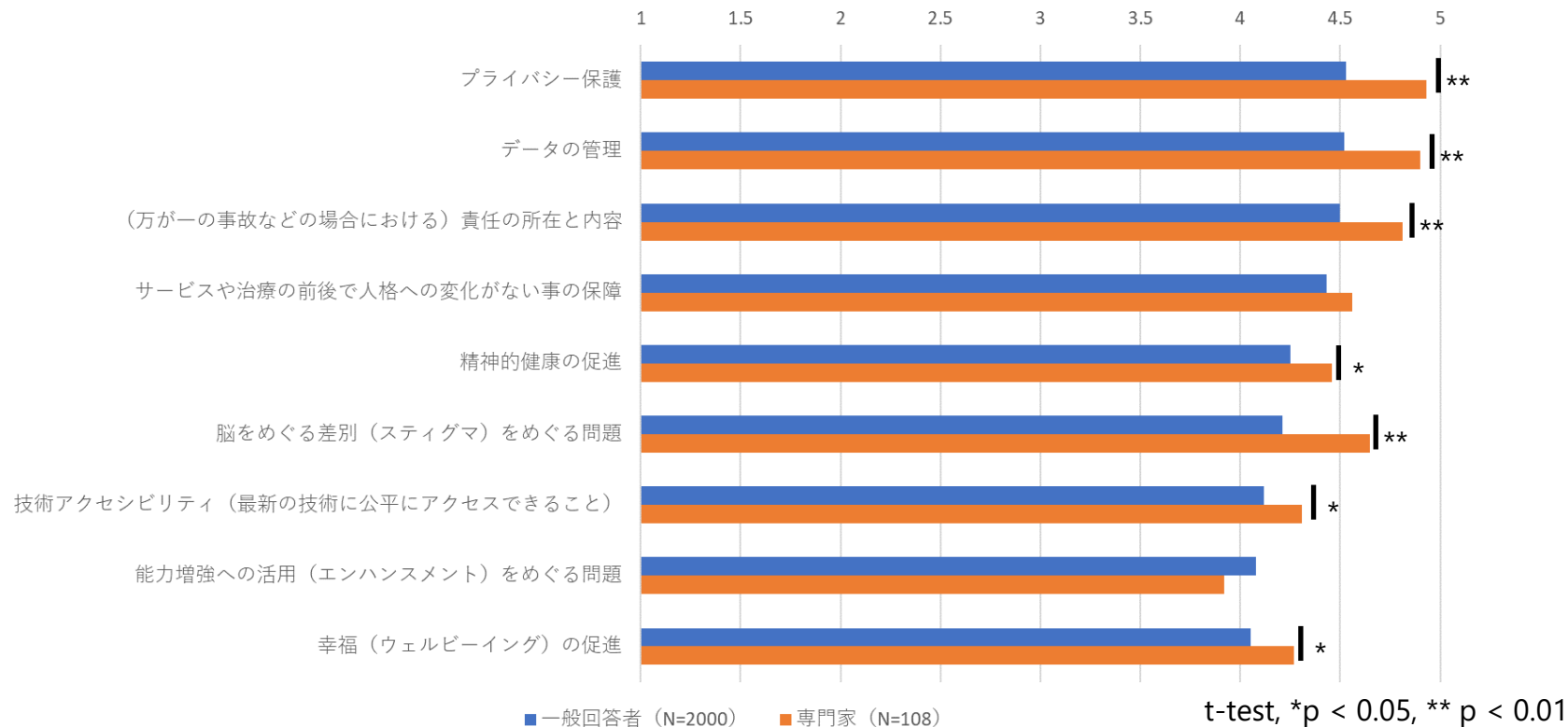
社会受容において重要だと思う項目について3つまで回答



2-2: 脳情報利用に関わる倫理指針項目として重要な要素



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues



倫理的課題の詳細に関わる懸念以上に、直近的なガバナンスに関わる項目がやや優先的に回答される傾向
注目している項目の上位と順番に大きなずれはない。むしろ研究者側の議論が先行している印象

2-2: NeurotechnologyとData governance

- ・ パーソナルデータの所有権とその価値の取り扱い
 - ✓ 潜在的な「害」の明確化、バイオバンクの取り扱い
- ・ オープンコンセントあるいは広い同意 (broad consent) を基準とする議論
 - ✓ 当面の用途、将来の用途（癌などの特定の領域全体）に関する同意をまとめて表明するもの。包括同意との混同しないことに注意
 - ✓ 「ダイナミック・コンセントモデル」：研究への継続的な参加を促す仕掛け
- ・ Data保護とプライバシーに関わる議論
 - ✓ GDPR（EU一般データ保護規則）との関係性に関わる議論の習熟
 - ✓ 匿名化に関わる技術・手法についての議論
- ・ 8つの提言
 1. データガバナンスに関する一貫したアプローチの創出（プライバシーインパクト評価、データ保護、委員会設置、データ管理原則、市民参加の議論、etc）
 2. データ二次利用のためのプライバシーモデルを適用した匿名化データについての一般規則
 3. データ保護のためのシステム開発推奨（value-sensitive design, privacy by design）
 4. ICTツールの可能性の追求（プライバシー管理、データ保護、ダイナミックコンセント等に関連）
 5. 「広い同意」の模索（GDPRを考慮しながら）
 6. 信頼と透明性の向上
 7. 技術的失敗に強いデータ保護プロセスの開発
 8. 匿名性解消・個人再特定に関する未知の可能性に対する技術開発の定常的なレビューの保障



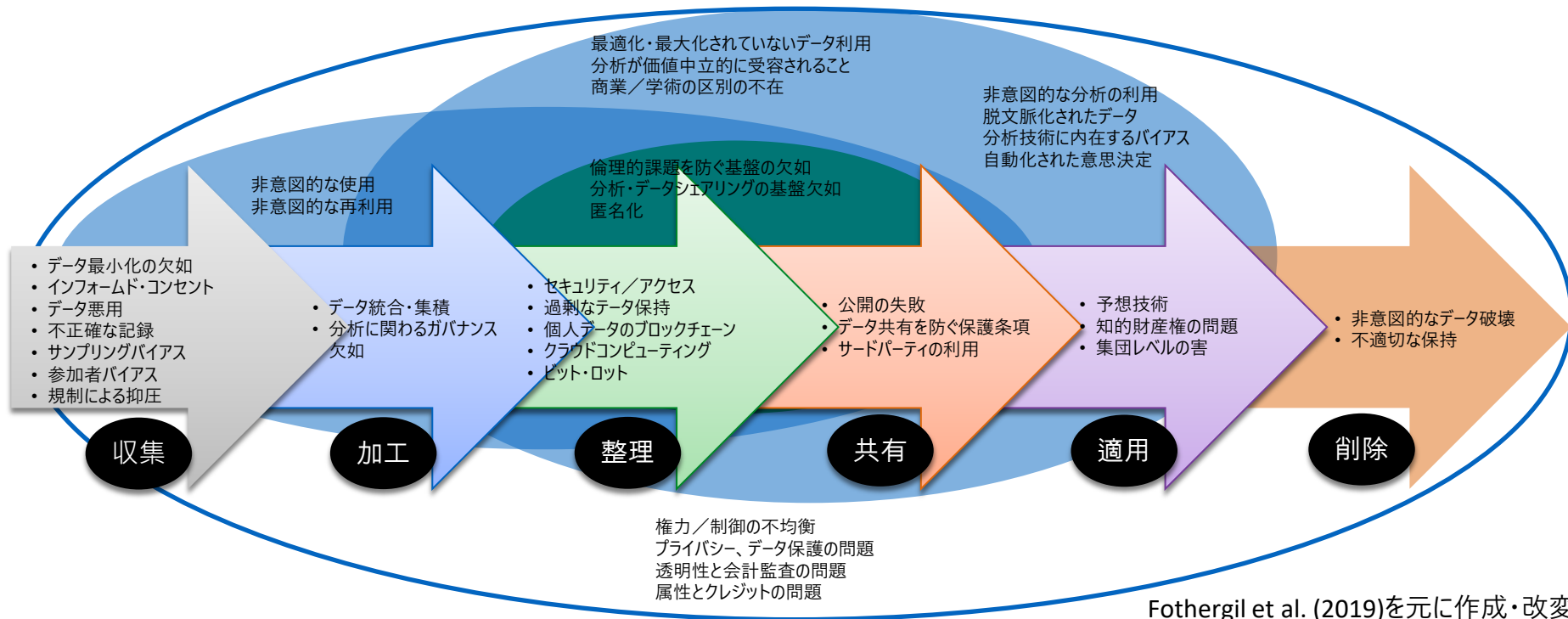
Opinion and Action Plan on 'Data Protection and Privacy'



(Salles et al. 2018; Fothergil et al. 2019)

2-2: Neurotechnology と Data governance

データライフサイクルにおける倫理的課題群（各PJ／PGに即した議論へとカスタマイズしていく必要性）



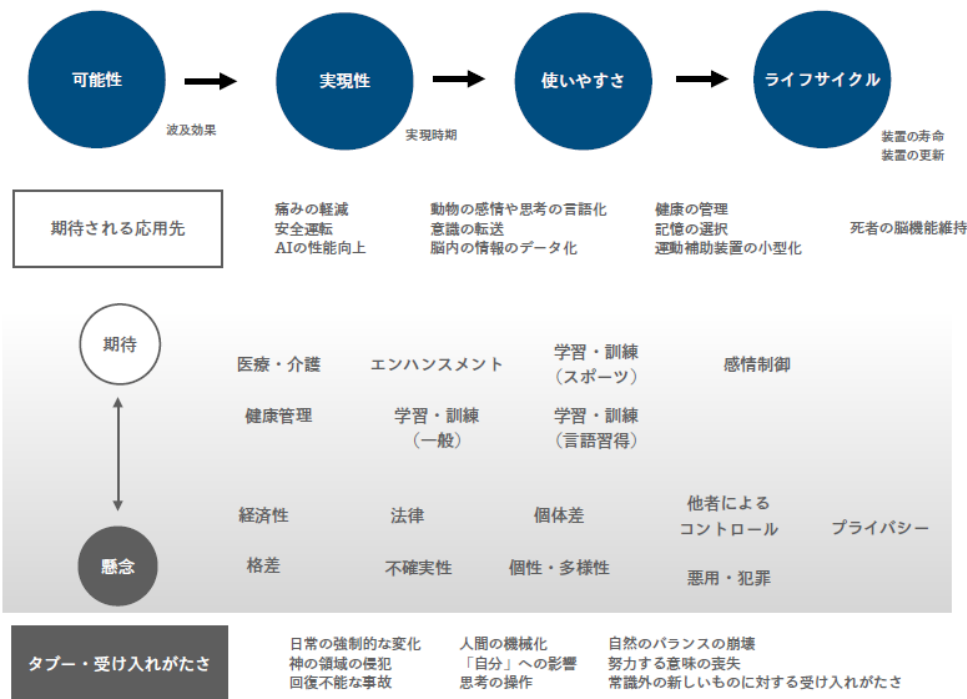
Fothergil et al. (2019)を元に作成・改変

2-2：市民参加論点抽出・FGIの実施

- ・ 2022年9月、2023年3月、計2回、各回一般参加者8名、話題提供者：池谷裕二（東大）



脳とAIが融合する未来についての市民的論点俯瞰図



期待感の大きさ（特に医療, etc）
→そして素朴な関心



効果の期待値の大きさゆえの
素朴な不安・忌避感（タブー感）



技術アクセシビリティへの懸念



Mental Privacyと心理的連続性

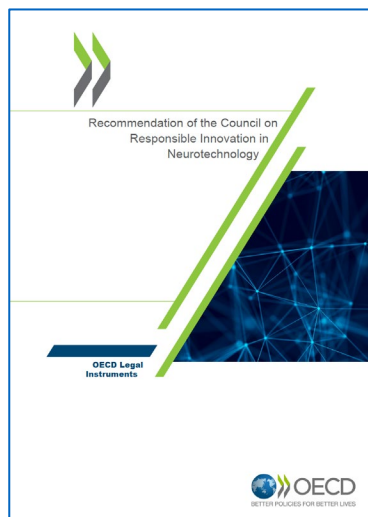
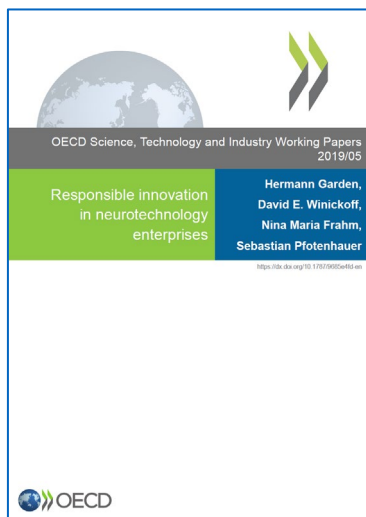


Imaginaryの強さ
（思考が筒抜けになるのでは等）

2-2: OECDにおける勧告の採択（2019年12月）

ニューロテクノロジーにおける責任あるイノベーションに関する勧告 (Recommendation on Responsible Innovation in Neurotechnology)

背景：2015～19年に、Working Party on Biotechnology, Nanotechnology and Converging Technologies (BNCT)が“**Neurotechnology and Society**” PJを実施、2018年9月に国際WS開催（日本の存在感は薄い・・・）



9つの原則

1. 責任あるイノベーションの推進
2. 安全性の評価の優先化
3. 包摂の推進
4. 協働の強化
5. 社会的熟議を可能にすること
6. 監督と助言機関の能力拡大
7. パーソナル脳データ等の防護
8. 官民セクター間のスチュワードシップと信頼の促進
9. 非意図的利用や悪用に関する先見と監視

2-2: Neuroethicsに関する最近の論点

 **frontiers** | Frontiers in Neuroscience

TYPE Review
PUBLISHED 14 September 2023
DOI 10.3389/fnins.2023.1160611

 Check for updates

OPEN ACCESS
EDITED BY
Dov Greenbaum,
Yale University, United States
REVIEWED BY
Andrea Lavazza,
Centro Universitario Internazionale, Italy
Michele Farisco,
Uppsala University, Sweden
*CORRESPONDENCE
Shu Ishida
✉ shuishida@tohoku.ac.jp
Ryuma Shineha
✉ shineha@elsi.osaka-u.ac.jp

A comparative review on neuroethical issues in neuroscientific and neuroethical journals

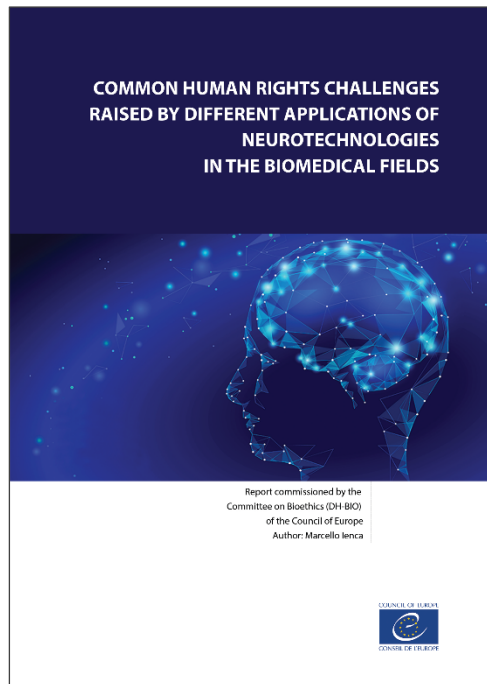
Shu Ishida^{1*}, Yu Nishitsutsumi², Hideki Kashioka², Takahisa Taguchi² and Ryuma Shineha^{3*}

¹Graduate School of Life Sciences, Tohoku University, Sendai, Japan, ²Center for Information and Neural Networks, National Institute of Information and Communications Technology, Suita, Japan, ³Research Center on Ethical, Legal, and Social Issues, Osaka University, Suita, Japan

| Neuroethics | | Neuroscience |
|---|-------------------|---------------------------|
| △ | バイアスと多様性 | ○ |
| ○ | オープンサイエンスとイノベーション | ○ |
| ○ | 政策とガバナンス | ○ (many case reports) |
| ◎ (incl. enhancement) | 生命倫理 | ○ (incl. animal research) |
| ◎ (incl. personality, authenticity, etc.) | 倫理学への含意 | △ |
| ○ | その他 | △ |

| | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| バイアスと多様性 | 社会的脆弱な人々たちへの関心 | 社会的脆弱、研究者の多様性、etc |
| オープンサイエンスとイノベーション | データガバナンス、ビジネス | データガバナンス、ビジネス |
| 政策とガバナンス | 政策、市民参加、倫理的統合 | 政策、市民参加、倫理的統合 |
| 生命倫理 | 研究倫理、臨床倫理、動物倫理、エンハンスメント | 研究倫理、臨床倫理、動物倫理、エンハンスメント |
| 倫理学への含意 | 神経科学の倫理学への反映、自由意志関連 | 神経科学の倫理学への反映、自由意志関連 |

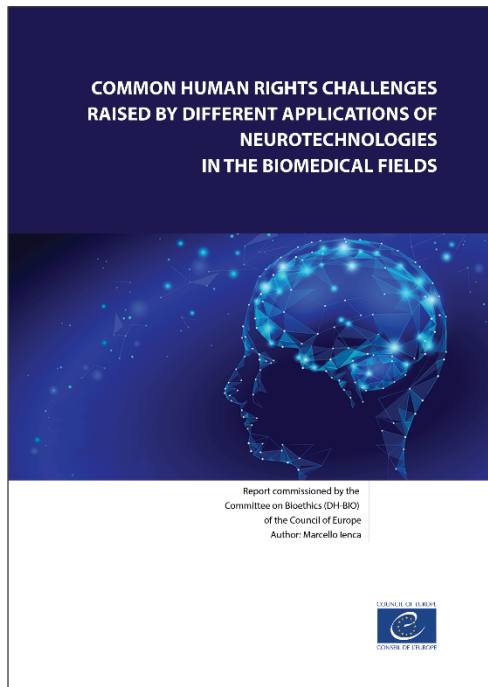
2-2: 脳神経関連権 neurorights



- **脳神経科学**の発展によって顕在化した特殊な**基本的人権** = neurorights
- **欧州評議会 生命倫理委員会**が報告書 (2021.10) で詳しく取り上げる
Council of Europe. 2021. "Common Human Rights Challenges Raised by Different Applications of Neurotechnologies in the Biomedical Fields."
- Human Brain Project関連成果としても論文が
- **チリやスペインでは既に法制化の動きも...**

(石田・標葉 2024; 標葉 2024)

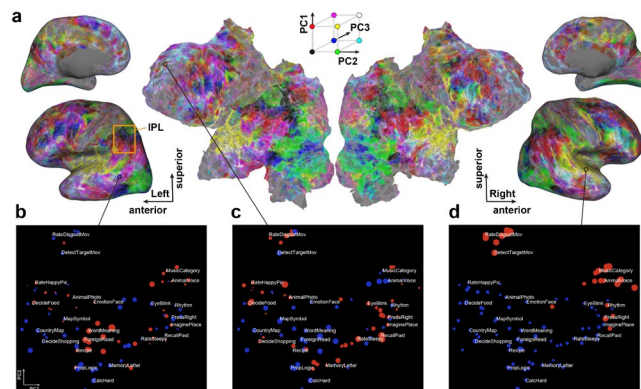
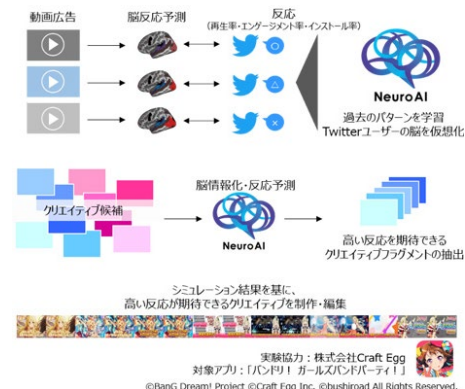
2-2: 脳神経関連権 neurorights | 内容



- ❑ **認知的自由** (cognitive liberty) の権利
- ❑ **精神的プライバシー** (mental privacy) の権利
- ❑ **精神の不可侵** (mental integrity) の権利
- ❑ **心理的連続性** (psychological continuity) の権利
- ❑ **平等・差別**にかかわる権利

(石田・標葉 2024; 標葉 2024)

Neuro/Brain Science & Technologyをめぐる議論例

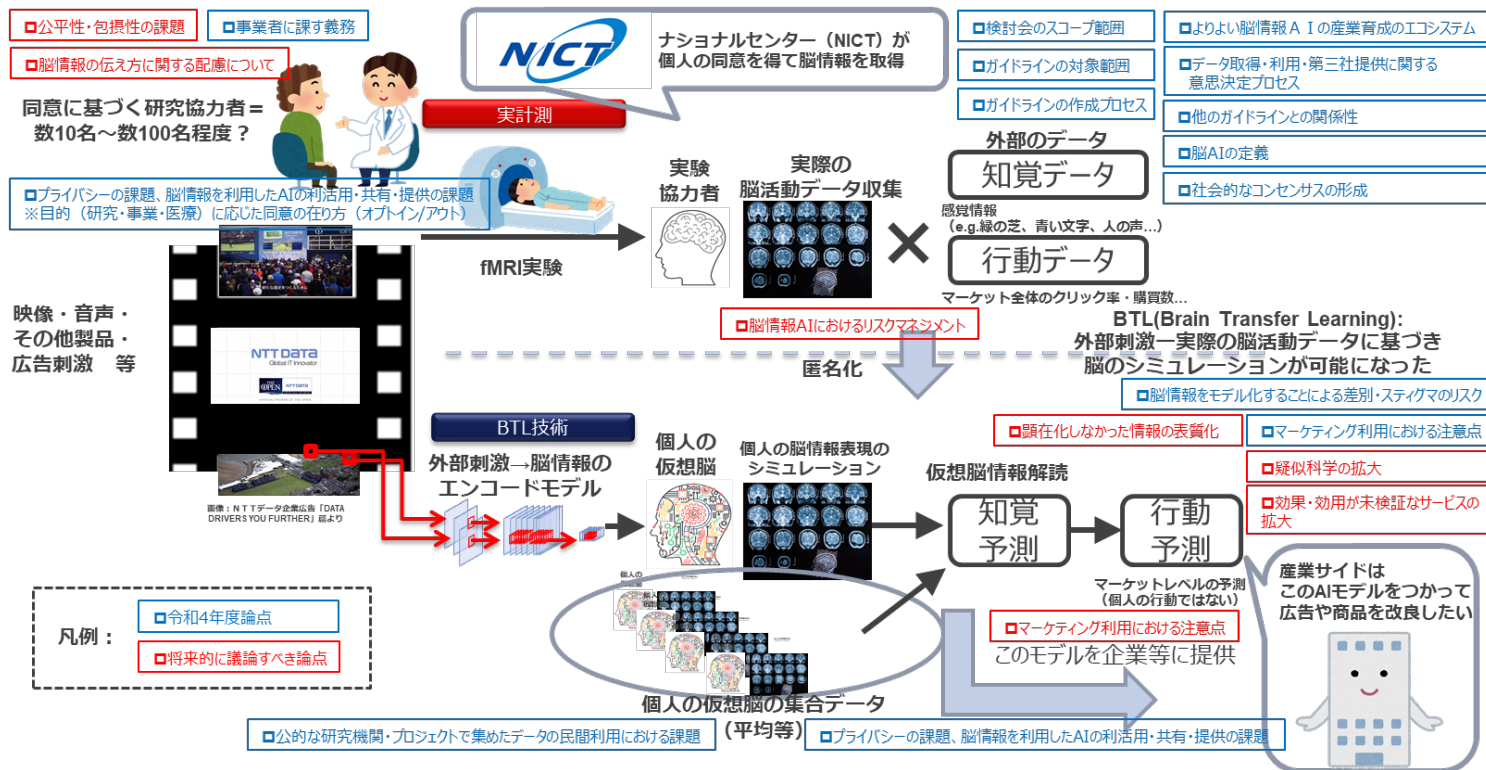
(Hochberg et al. 2012, *Nature*)(Nakai & Nishimoto. 2020, *Nature Communication*)大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center for Ethical, Legal and Social Issues

(NTT Data)

- ・ 脳科学 / 脳情報科学領域のエコシステムの形成
 - ✓ 技術アクセスの不平等の緩和、多様性と包摂の促進
 - ✓ 様々なバイアスの問題の解消、RRIの視点の導入
- ・ ELSI指針の形成と多様なアクターの上流からの対話
 - ✓ ソフトローの形成への期待 / 適切な規制の形成
- ・ スマートな規制に向けた議論 (含、市民参加)



2-2: 脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術をめぐる技術的プロセス・ELSIトピック・指針形成への知見転用



Nishida S, Nakano Y, Blanc A, Maeda N, Kado M, Nishimoto S. Brain-mediated Transfer Learning of Convolutional Neural Networks. Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2020.

（資料整理・提供NTTデータ）

2-2: 日本における最近の試み②



脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術の活用ガイドライン

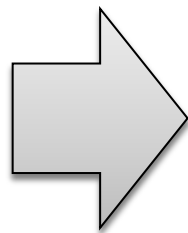
→脳情報モデルに注目（強調した）ガイドラインという特徴



2-2: 日本における最近の試み②



脳情報を活用し知覚情報を推定するAI技術の活用ガイドライン
→脳情報モデルに注目（強調した）ガイドラインという特徴



日本の事例として
打ち込み



2-3 : ゲノム編集食品・フードテックの場合

メディア分析



文献調査



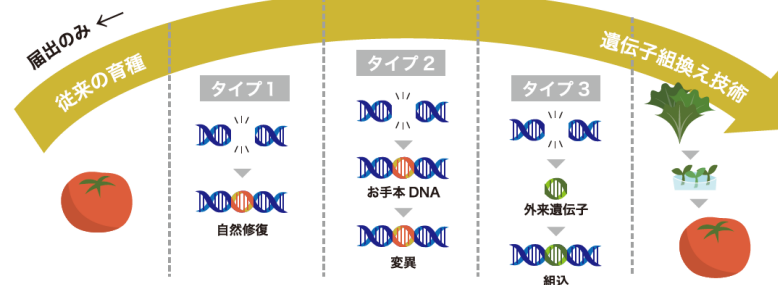
質問紙調査

参加型
論点抽出論点抽出WS
FGI, etc

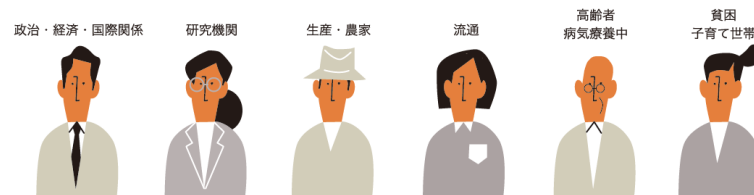
ホライズン・スキャンニング

事例・文献・準/専門家への
系統的調査と未来洞察参与観察・
アクションリサーチ

ゲノム編集技術



どこまで規制すべき？



2-3: ゲノム編集食品の社会受容に重要であると思う項目 (3つまで選択)



0.0% 10.0% 20.0% 30.0% 40.0% 50.0% 60.0% 70.0% 80.0% 90.0% 100.0%

起こり得るリスクに対応できるかどうか (リスク対策)

起こり得るリスクの深刻さ

起こり得るリスクの発生確率の高さ

科学的妥当性

社会が規制して、その科学や技術の誤用・悪用を防ぐことができるかどうか

その科学や技術が社会にとって必要かどうか

責任の所在がはっきりしているかどうか

将来、その科学や技術によって社会に何が起こるか予測できるかどうか

大学、国、企業などの科学や技術を開発・利用する主体が信頼できるかどうか

科学的な面白さ

あてはまるものはない

■ 一般 (n=4000) ■ 専門家 (n=398)

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

A comparative analysis of attitudes toward genome-edited food among Japanese public and scientific community

Ryoma Shinozaki^{1,2}, Kazuo Tabata¹, Yoko Yamaguchi¹, Akiko Kikuchi¹¹ Research Center for Ethical, Legal and Social Issues, Osaka University, Suita, Japan; ² Graduate School of Science, Osaka Prefecture University, Sakai, Japan* shinozaki@ipc.osaka-u.ac.jp

Abstract

Genome editing technologies such as CRISPR/Cas9 have been developed in the last decade and have been applied to new food technologies. Genome-edited food (GEF) is a crucial issue with these new food technologies. Thus, we conducted the attitudes toward GEF governance systems to maximize benefits and minimize risks. Those emphasize the importance of communication about GEF to the public. The key concerns in understanding various respondents are their perspectives (attitudes) in science and technology and emphasizing and spreading communication with the public. Thus, it is essential to understand differences between the public and experts' attitudes and discuss various findings and effective communication with regard to GEF. Accordingly, this study involved administering a questionnaire to evaluate the public's attitudes in Japan and identify gaps between these and experts' opinions on GEF. A total of 4300 responses from the public and 388 responses from GEF experts were collected. The results found that the Japanese public has a "high and wide" attitude toward GEF, and the demand for basic information is quite high. Moreover, they are open-minded about proper governance systems for GEF. This study reports emphasis on the adequacy of the mechanism, necessity of technology, and trust in the experts' community. Understanding the governance system for the public and experts' opinions and interests in GEF provides essential insight for effective communication and acts as the basis for appropriate governance of emerging science and technology.

Introduction

Genome editing technology such as CRISPR/Cas9, which won the Nobel Peace Prize in 2020, has been expected to new plant-breeding techniques. Genome editing technology enables the development of GEF regulation as a new genome-edited food (GEF) and food developed globally. There are several approaches to governance, including "Precaution and Precaution," while the United States requires "substantial equivalence" for the approval of GEF. Japan requires "substantial equivalence" for the approval of GEF. This is similar to the case of genetically modified organisms (GMOs). However, after the United Kingdom (UK)

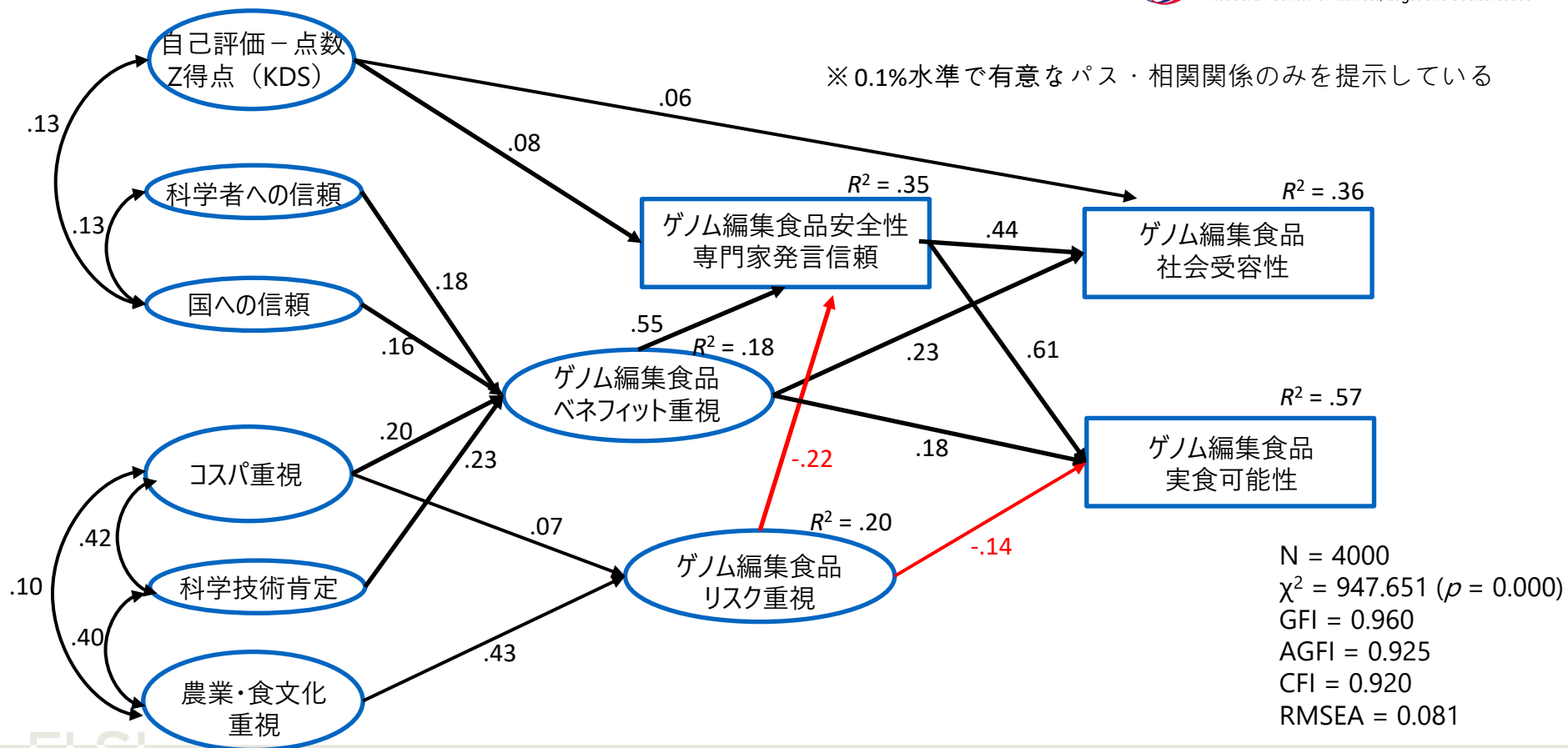
PLOS ONE | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280000> April 19, 2024

1/15

- 専門家が必要性や妥当性を強調する点、一般回答者の違いなどはある程度再生医療とも似ている。
- リスクガバナンスへの関心

 χ^2 test ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$ (Shinozaki R. et al. *PLoS One*, 2024)

2-3 : ゲノム編集食品の受容性等に関する多変量回帰分析パスモデル (暫定版)





- | ない | 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 |

「食品技術」に対する論点抽出実践として報告論文的にまとめていく予定・・・

2-3: 代替たんぱく質に関する調査



Kohei F. Takeda, Ayaka Yazawa, Yube Yamaguchi,
Nozomu Koizumi, Ryuma Shineha. (2023)

"Comparison of public attitudes toward five
alternative proteins in Japan." *Food Quality and
Preference*, 105, online-first.



Comparison of public attitudes toward five alternative proteins in Japan

Kohei F. Takeda^a, Ayaka Yazawa^b, Yube Yamaguchi^c, Nozomu Koizumi^c, Ryuma Shineha^{a,*}

^a Research Center on Ethical, Legal and Social Issues, Osaka University, 611, Teichu-Akita Building C Osaka University, 2-8 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan

^b Graduate School of Human Life and Ecology, Osaka Metropolitan University, Asahimachi 1-2-7-601, Osaka Abeno-ku, Osaka 545-0051, Japan

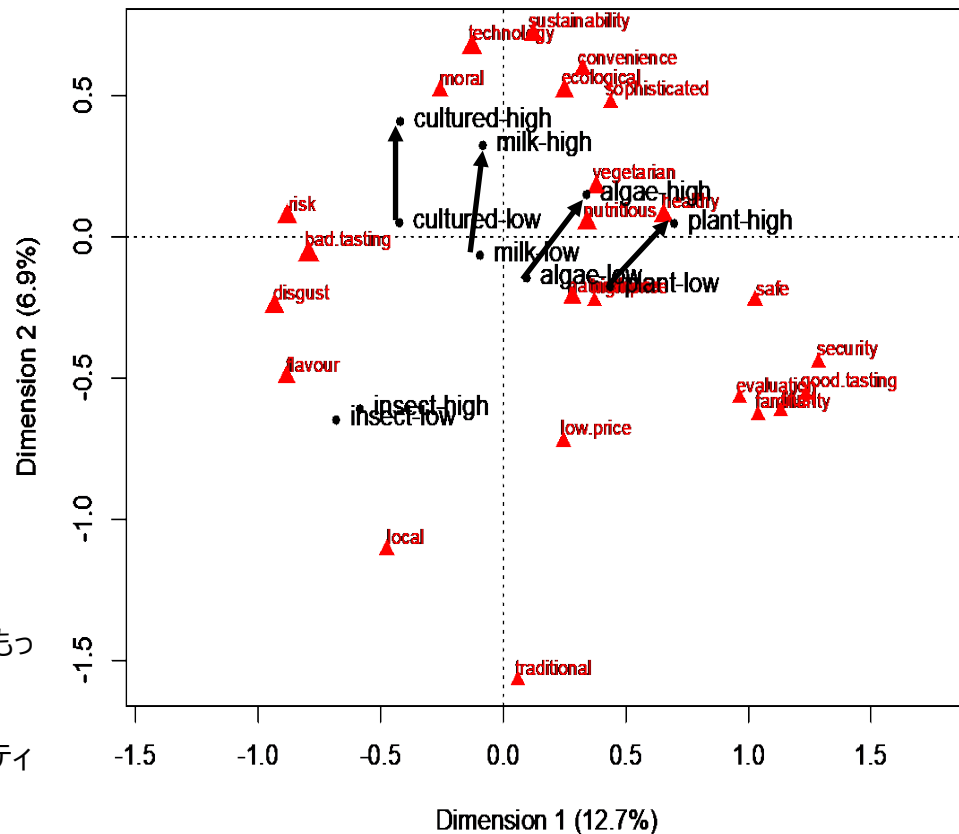
^c Graduate School of Life and Environmental Science, Osaka Metropolitan University, Asahimachi 1-2-7-601, Osaka Abeno-ku, Osaka 545-0051, Japan

対応分析

high: 科学の関心層 + 潜在的関心層

low: 科学の無関心層

- 昆虫食を除いて、科学的関心が低い人の方が定まった印象をもっていない（内側）
- 昆虫食は関心の高低に関わらず・・・
- それ以外の代替たんぱく質は、高関心層の間では比較的ポジティブな形容詞が引っ付いてきやすい（imaginary）



2-3：代替タンパク質（とくに代替乳）に関する座談会・FGI →食品に関する専門性を持った参加者たちのフレーム



食料危機／
タンパク質危機



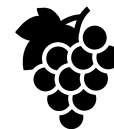
期待感



経済発展と畜産



「培養」する
ということ



「目に見える形」
が持つ意味



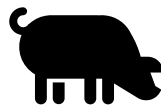
昆虫食への忌避観
推奨・推進への
素朴な疑問と不安



コスト／値段



世界の動向



Animal Welfare



宇宙でもできる



参照点としての
GM作物



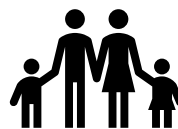
表示



味へのこだわり
(いまある「肉」を基準とした)



選択肢があるなら
「植物性」を選ぶ



子どもにたべさせたいか
(それが何を反映しているのか?)



プロセスの
分らなさ



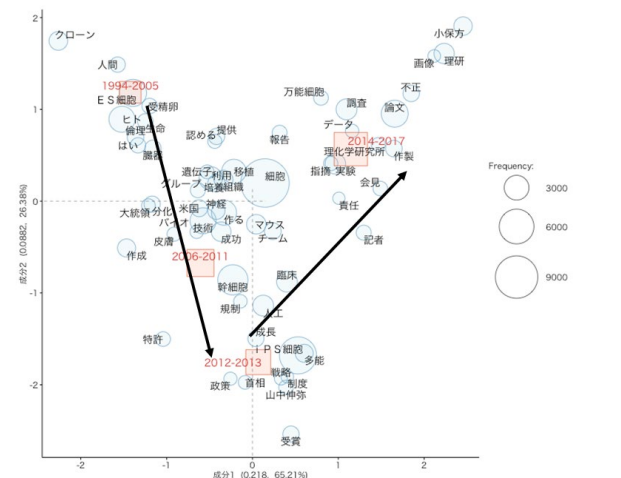
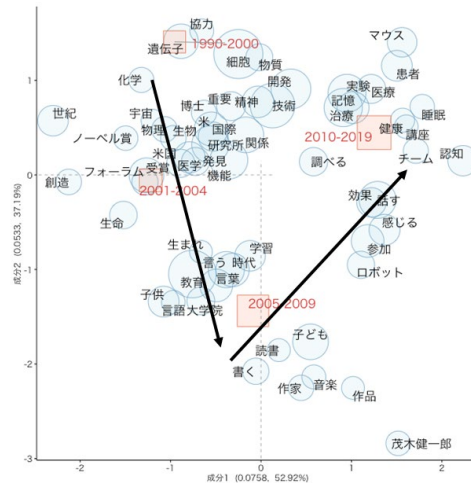
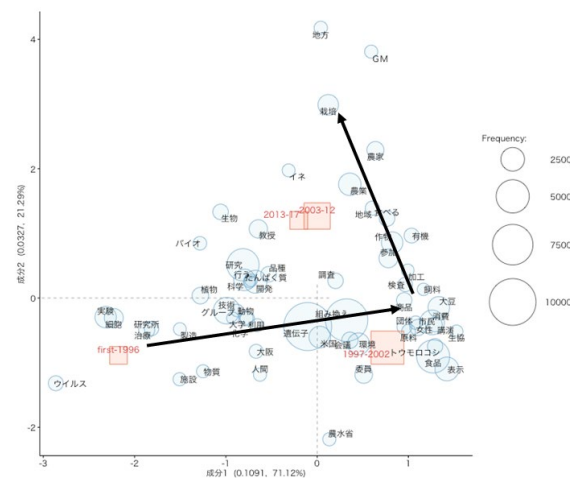
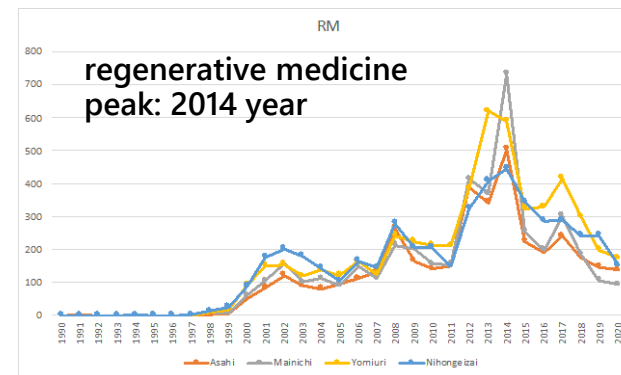
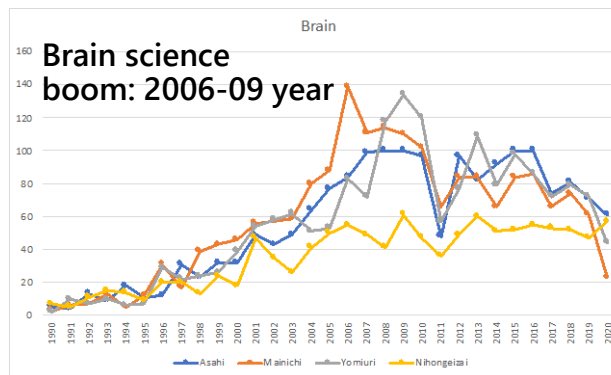
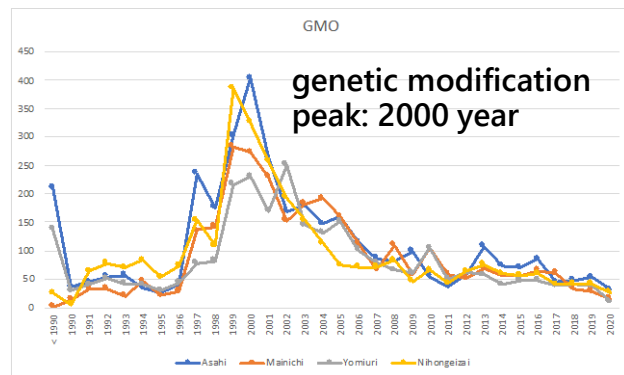
透明性／安全性



2-4: メディア分析

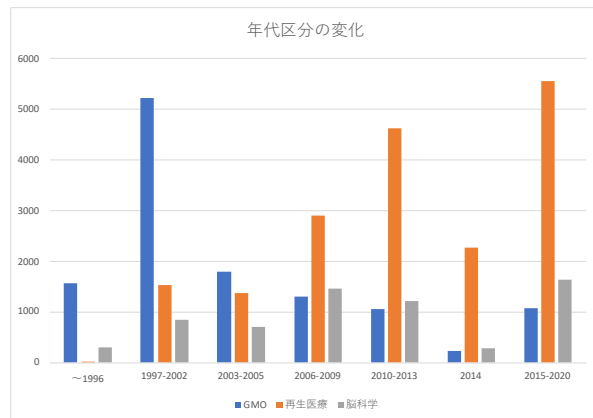
→ 再生医療・GMO／ゲノム編集・脳神経科学の比較分析

2-4: Topics changing across time



2-4: 進行中のメディア比較分析

- GMO、幹細胞・再生医療、脳科学関連記事の収集（合計37009件）
- 対応分析の結果から、期間の分類を設計（7期間に分類して時系列分析）
- ランダムサンプリング、1805件を分析対象に
- コーディングルールの設計・設定
→論文刊行後、公開へ
- ダブルコーダーで一貫率確認（右図）
→コーディング作業、解析完了



| main-flame | sub-flame | Gwet AC1 | Cohen's κ |
|------------------------------|------------------------------|----------|-----------|
| instrumental science | | 0.83 | 0.83 |
| risky science | | 0.96 | 0.81 |
| juggernaut science | | 0.96 | 0.44 |
| techno-nationalism | | 0.95 | 0.59 |
| governance | | 0.83 | 0.79 |
| | ethical issues | 0.94 | 0.68 |
| | governance | 0.84 | 0.74 |
| | dual use | 0.99 | 0.50 |
| communication matters | ALL | 0.96 | 0.65 |
| | mutual communication | 0.99 | 0.80 |
| | enlightenment | 0.96 | 0.52 |
| trust in science | ALL | 0.89 | 0.76 |
| | research integrity-system | 0.97 | 0.78 |
| | research integrity-scientist | 0.98 | 0.79 |
| | integration to science | 0.94 | 0.68 |

2-4: ELSIに関する共通フレーム (コーディングルール)

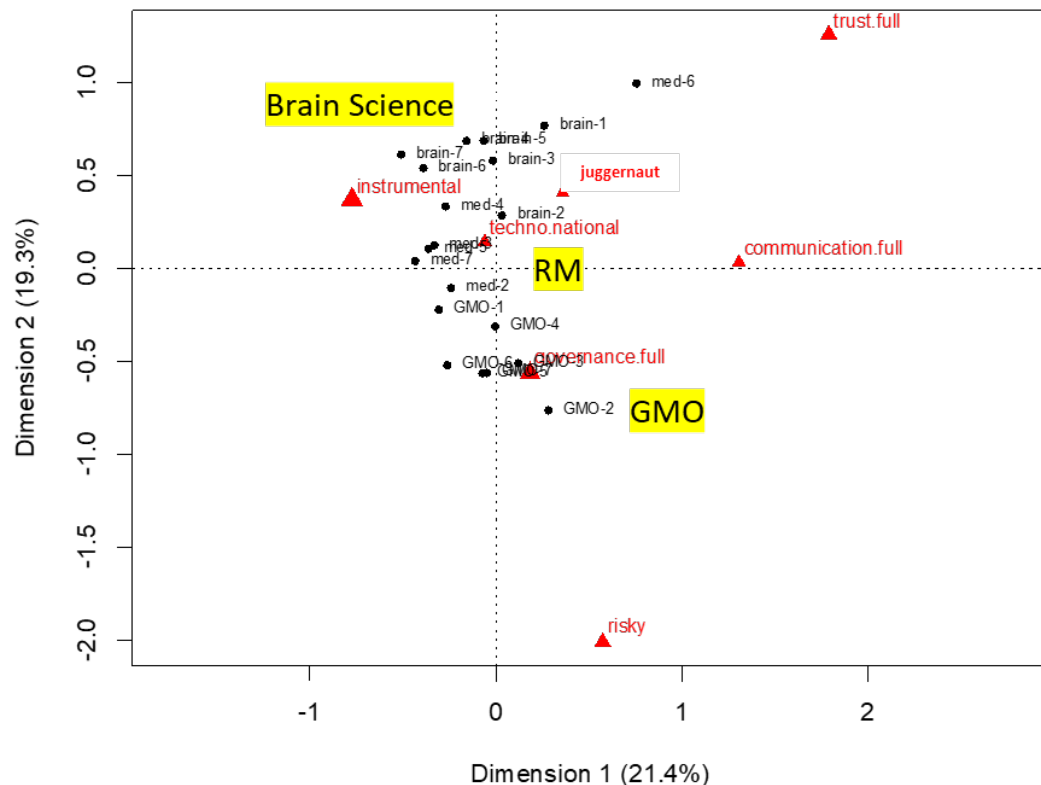


| フレーム名 (大分類) | 説明 | 類似概念キーワード |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Instrumental science | 有用な道具としての科学／科学技術の発展が倫理問題を解決 | 治療・薬の開発、経済効果、産学連携、薬剤耐性の作物 |
| 2. Risky science | 科学技術の発展は予期せぬ害をもたらす | 予防原則、公害、環境リスク、健康被害 |
| 3. Juggernaut science | 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 |

2-4: 対応分析の結果 (テーマの比較)

| main-frame sub-frame | GMO | Brain | RM |
|-------------------------------|------|-------|------|
| instrumental | 42.3 | 50.5 | 57.0 |
| risky | 20.6 | 2.9 | 1.8 |
| juggernaut | 2.6 | 3.6 | 2.2 |
| techno-nationalism | 5.1 | 3.8 | 5.8 |
| governance (ALL) | 40.2 | 12.6 | 37.7 |
| ethical issues | 3.2 | 2.9 | 12.5 |
| governance | 37.2 | 9.2 | 31.2 |
| dual use | 0.9 | 1.4 | 0.2 |
| others | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| communication (ALL) | 6.0 | 2.7 | 3.5 |
| mutual | 1.8 | 0.7 | 0.2 |
| enlightenment | 4.0 | 1.8 | 1.8 |
| others | 0.2 | 0.4 | 1.7 |
| trust in science (ALL) | 6.3 | 18.4 | 12.3 |
| integrity-system | 2.2 | 2.7 | 5.5 |
| integrity-scientist | 0.5 | 0.5 | 8.8 |
| integration | 0.5 | 15.5 | 0.5 |
| others | 3.4 | 0.5 | 0.0 |
| non-frame | 17.2 | 28.3 | 13.5 |
| <i>N</i> | 650 | 555 | 600 |

フレームの数値は%、フレームの重複あり

Major frameに関する対応分析結果 (GMO, 再生医療, 脳科学のテーマ間比較)
※ダブルコーディング検討済み, n=1805(Takeda et al. *PLOS One*, forthcoming)

2-まとめ： 3つのテーマの特徴と比較



共通点： 一定程度のガバナンスへの関心、高い期待（期待のマネジメントが重要）

※同じスキームでの分析を重ねることで比較が容易に

| |  Regenerative Medicine |  Brain/neuro AI |  Genome Editing Food |
|----------------|--|---|--|
| ガバナンス 関心 | ガバナンス高関心 事故対応への関心 責任と信頼への問い | データガバナンス 漠然としたELSI関心（専門家の関 心が先行、特にスティグマ・技術アク セシビリティなど） | リスクへの素朴な関心 （専門×一般）優先順位 のズレは相対的に少ない |
| 一般的な 関心事項 | 説明期待内容に専門家と一 般の間で差異 公共・福祉政策との関わり 医療格差 | 科学的内容に対する説 明期待 「タブー」への関心 | 科学的内容に対する説明期待 （専門×一般）優先順位ズレのなさ 「自然さ」への関心 |
| メディア フレーミング | ELSIの周辺化 テクノナショナリズム iPS Hype | 強い期待感 教育・疾患治療への期待 他のフレームの薄さ | 2度の大きなシフト リスクやガバナンスへの言及 野外試験への関心 |

2-5：より萌芽的な事例・・・分子ロボティクス



メディア分析



参加型 論点抽出

論点抽出WS
FGI,etc



文献調査



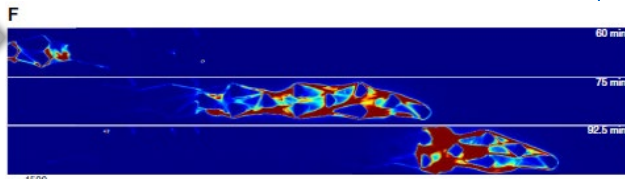
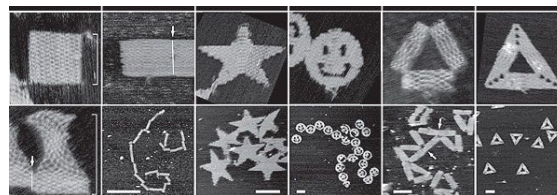
ホライズン・スキャンニング

事例・文献・準/専門家への
系統的調査と未来洞察

質問紙調査



参与観察・
アクションリサーチ



Responsible innovation in molecular robotics in Japan

Go Yoshizawa^{1*}, Ranie van Est^{2,3}, Daisuke Yoshinaga⁴, Mikihiro Tanaka⁵,
Ryuma Shinteha¹, Akihiko Konagaya⁶

Work Research Institute (IWT), Osloholm - Oslo Metropolitan University, PO Box 4 in Oslo, Norway. E-mail: jens@iwt.no
Zentrum für Innovation, Jussu von Informations 11.1311 HW am Hong, The Netherlands
Emmanuel University of Technology, P.O. Box 115000 ME Emmanou, The Netherlands
Graduate School of Pedagogical Sciences, Hiroshima University, 1-4-1 Minami-ku, Hiroshima, Japan. E-mail: 1991-0010
Faculty of Arts and Economics, Saito University, 1-2-1 Seijo, Saitama-shi, Tokyo, Japan. E-mail: 1991-0010
School of Computing, Tokyo Institute of Technology
4259 Nagatsubo-shi, Midori-ku, Tokyo-shi, Japan. E-mail: 1991-0010

(Received August 17; accepted November 6; published online December 1, 2015)

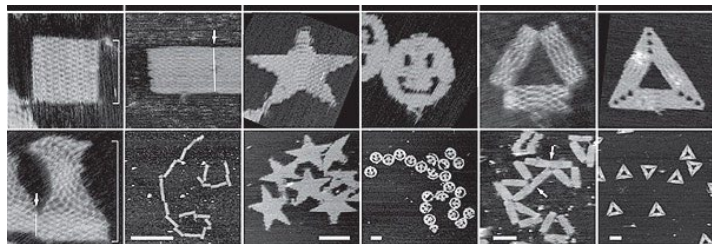
Abstract

On the last decade Japanese researchers have taken the lead in the emerging discipline of molecular robotics. This new technology aims to produce artificial molecular systems that can be used to study the mechanisms of biological processes and to answer questions of how to simulate reproductive research and innovation in the field of molecular robotics technology. For this, we first draw lessons from earlier societal responses in Japan to the challenges of molecular robotics technology. Then we discuss the challenges of molecular robotics research. Next we describe various real-time technology assessment (TA) activities in Japan and the United States. Finally, we discuss the challenges of molecular robotics research and its impact on the social aspects of molecular robotics. Lessons from earlier societal responses to emerging technologies demonstrated three potential challenges: finding and involving the right stakeholders; identifying the key issues and the social aspects of the technology; and the intense involvement in science communication. A literature review, three workshop analyses, and a TA study were conducted to address these challenges. The results of the study addressed desirable and undesirable scenarios for the next few decades. Ten future needs analysis identified that the level of attention, knowledge and awareness about molecular robotics technology is low. The study also identified the need for a more structured approach to enable reproductive innovation in molecular robotics—getting to grips with the need to develop a new technology, the need to develop a new technology, the need to establish a more stable TA knowledge base, and a sustained interaction between

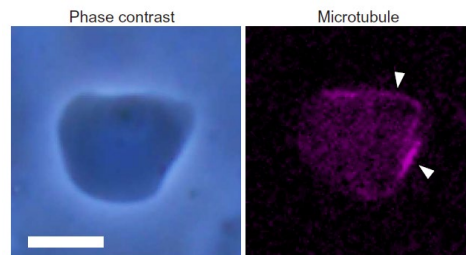
Key Words: real-time technology assessment, responsible research and innovation, ELSI, research and innovation governance, molecular robotics

164 Translated under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

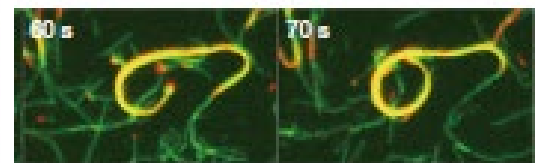
2-5: 分子ロボティクス (Molecular Robotics: Molbot)



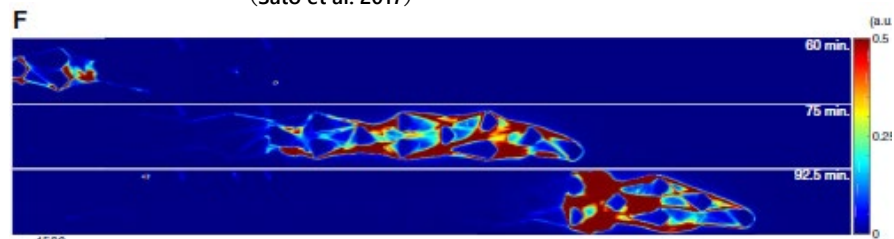
DNA Origami as one of the major materials of Molbot (Rothmund. 2006)



(Sato et al. 2017)



(Keya et al. 2018)



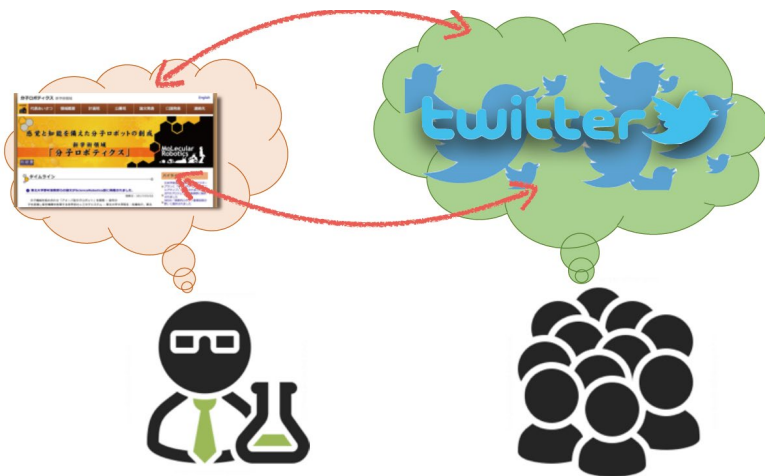
(Hamada et al. 2019)

- Design and creation of biological structures that serve various purposes by manipulating DNA, RNA, etc.
- DNA computing, (bio-)Chemistry, Mechanics, Nano-tech, etc
- Creating robots by utilizing the self-replicating capacity of DNA

2-5: 萌芽的科学技术は、どのように受け止められそうか？

「社会技術的想像」が政策や技術開発に与える影響は大きい (Shiela and Kim 2009)

⇒ 国策的軌道の固定化、技術開発ロックインが起こりやすい状況を後押し e.g. 再生医療 (Mikami 2015)



...but which [terms experts used / tweet for interpretation] should we choose?

| 単語 | スコア | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|------------|----------|
| 分子ロボット | 1323.341 | 分子デバイス群 | 40.98222 | 分子目標 | 19.06783 | システム化 | 13.55624 |
| 分子研究 | 561.0828 | 人工分子システム | 40.819 | 研究費 | 18.64921 | 生物学 | 13.41641 |
| 本鎖 | 366.2298 | 蛍光分子 | 35.34978 | 合成サービス | 17.94419 | 分子ロボット構築 | 13.27699 |
| 塩基配列 | 250.5103 | 研究領域 | 34.71009 | 具体的 | 17.87368 | 空間的 | 13.18698 |
| 研究者 | 164.8164 | 研究班 | 32.74096 | アメーバ型 | 17.65699 | 情報科学 | 12.80434 |
| 二本鎖 | 148.3766 | 分子感覚 | 30.63927 | 感覚班 | 17.43201 | 決定論的 | 12.71896 |
| ロボット工学 | 142.5082 | ロボット研究 | 30.23229 | 自律分子ロボット | 16.95262 | 初学者 | 12.68846 |
| 一本鎖 | 123.3734 | 研究分野 | 30.05982 | 画像分子ロボット | 16.48713 | 科学技術研究 | 12.49756 |
| 分子システム | 122.9383 | 要素技術 | 29.01505 | 分子設計 | 16.19854 | 設計プログラム | 12.48537 |
| 分子デバイス | 120.9707 | 分子ロボット実現 | 27.85819 | 人工物 | 15.93713 | ナノロボット | 12.42951 |
| 学術領域 | 113.5008 | 分子発展 | 26.96599 | 情報処理システム | 15.79289 | モデル分子ロボット | 12.40941 |
| 分子反応 | 102.0778 | エネルギー的 | 26.72738 | 化学者 | 15.74392 | 基礎的 | 11.91578 |
| 分子レベル | 100.3787 | 学術領域研究 | 26.52604 | 研究会 | 15.68205 | 学術的 | 11.72507 |
| 分子ロボット工学 | 97.43982 | 総括班 | 25.57019 | 研究内容 | 15.68205 | 構造構造 | 11.81895 |
| 型分子ロボット | 84.87919 | ナノ構造 | 25.04842 | 公募研究 | 15.68205 | 受託合成サービス | 11.54017 |
| 消光分子 | 70.69957 | 分子構造 | 24.69303 | 生体分子 | 15.50764 | 分子応用 | 11.3378 |
| 方法論 | 65.46844 | アメーバ班 | 24.32661 | 分子学術領域 | 15.10919 | 分子情報処理システム | 11.32976 |
| 人工的 | 61.91623 | 水素結合 | 23.5451 | 塩基間 | 14.98331 | 領域研究領域提案 | 11.2654 |
| 計画研究 | 58.14581 | 自己組織化 | 22.94649 | 分子モーター | 14.93645 | 研究人材 | 11.08889 |
| 分子型分子ロボット | 53.2208 | 人工合成 | 22.04541 | 分子研究会 | 14.77665 | ナノテクノロジー | 10.98852 |
| 自律的 | 47.99707 | 知能班 | 21.25988 | 学術領域研究研究領域 | 14.76916 | 研究領域領域提案型 | 10.86201 |
| 構造体 | 47.23175 | 反応場 | 21.07088 | 配列間 | 14.5938 | 構造予測 | 10.66968 |
| 化学反応 | 44.10705 | 相補配列 | 20.38853 | 反応速度論 | 14.22318 | 自己集合 | 10.3923 |
| 分子そのもの | 43.33048 | 分子科学 | 19.817 | 化学反応系 | 14.01233 | 分子融合 | 10.24486 |
| | | 反応速度 | 19.66966 | 研究組織 | 13.94354 | 分子鎖連 | 10.24486 |
| | | | | | | 知能分子ロボット実現 | 10.02786 |

分子ロボット, ナノロボット, 分子モーター, 合成サービス, 構造予測, 分子デバイス, アミーバ型, 分子システム

[Molecular Robot, Nano Robot, Molecular Motor, Synthetic Service, Structure Prediction, Molecular Device, Amoeba Type, Molecular System]

(Thanks to works by 吉永大祐・CoRTTAプロジェクトメンバー)

⇒ ナノテクノロジー事例に近い受け止められ方？

(ナノテクノロジーをめぐる国内外の社会的議論の含意を整理・共有)

2-5 : 今後語られる「社会技術的想像」をどう探索するか？



■ Score calculation of the compound noun

- ✓ Hypothesized: “technical term” = “adjoined single noun”
- ✓ [score of compound noun] = [geometric mean of left and right adjoining frequency of each single noun] × [appearance frequency of compound noun]
- ✓ Obtained score is free from the length of the compound noun.

$$LR(CN) = \left(\prod_{i=1}^L (FL(N_i) + 1)(FR(N_i) + 1) \right)^{\frac{1}{2L}}$$

CN : compound noun

FL (Ni) : left-side score function of single noun (Ni)

FR (Ni) : right-side score function of Ni



$$FLR(CN) = f(CN) \times LR(CN)$$

F(CN) : Appearance frequency of CN

In short: Find technological term from frequently adjoining nouns
ex. “分子 - ロボティクス [molecular + robotics]”



Implemented with original Python program

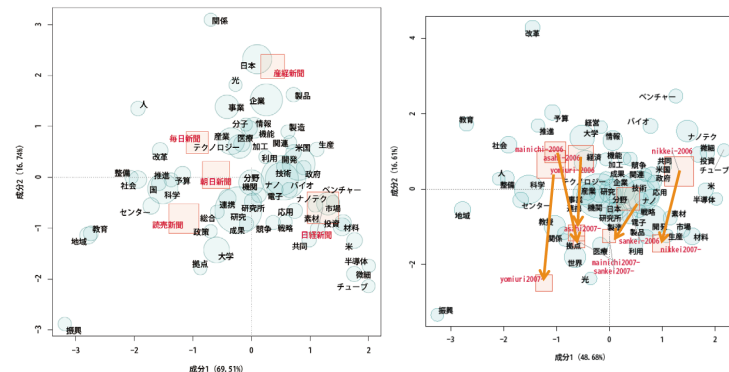
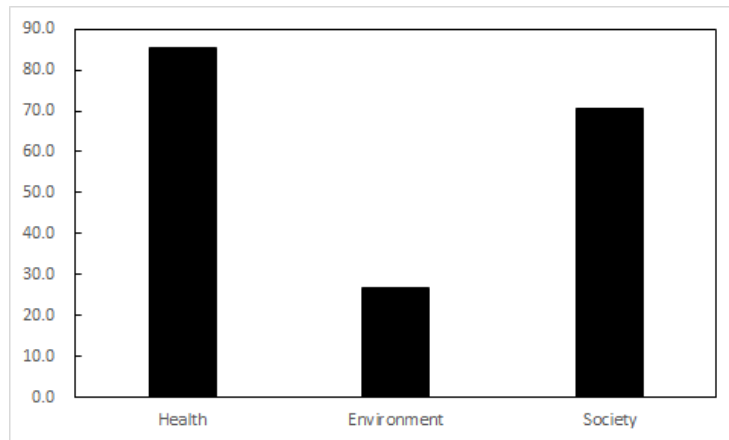
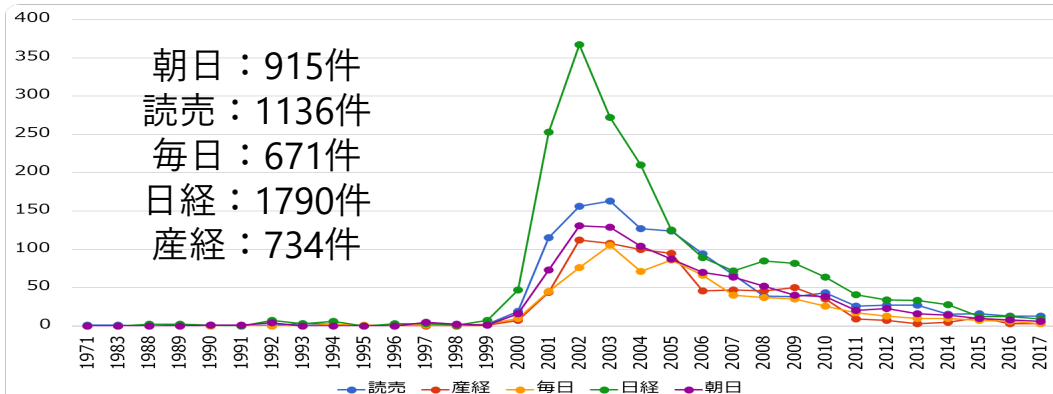
2-5: ナノテクノロジーに関する国内報道の傾向

⇒ 分子ロボティクス分野への教訓の引き出し



大阪大学 社会技術共創研究センター

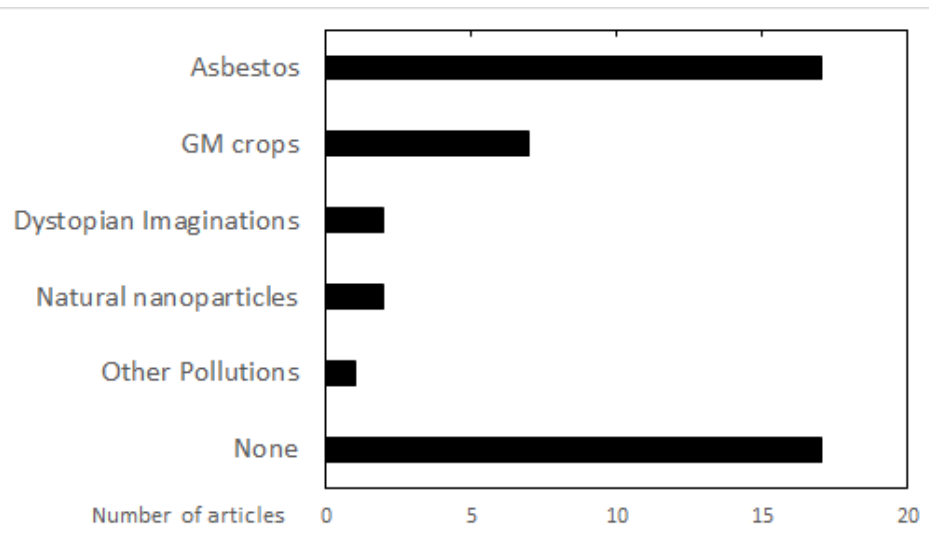
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues



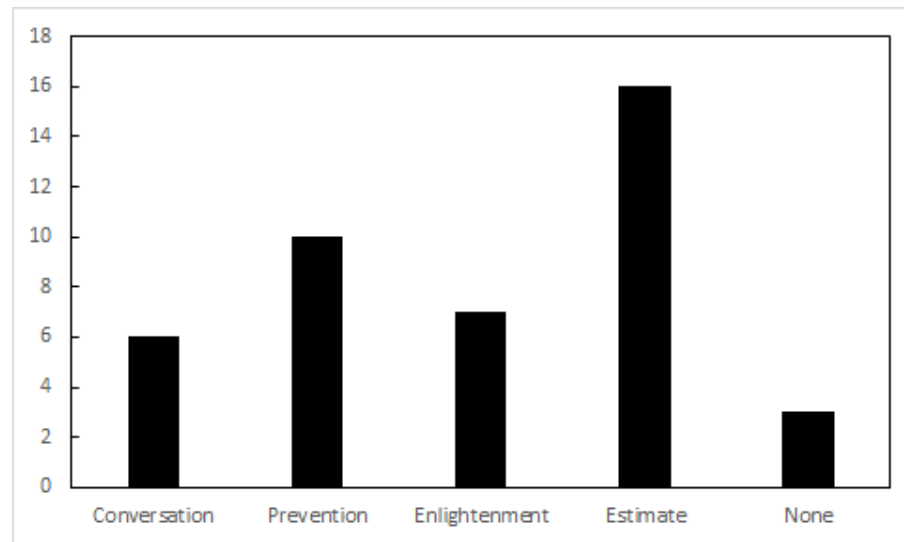
「基礎研究」から「技術の応用」に話題シフト

- 米国NNIの登場が契機、「実用化」の出始めた時が分岐点
- 研究の状況とメディア関心のギャップ
- 「健康」と「社会」フレームの相対的強さ

2-5: ナノテクノロジーに関する国内報道の傾向 ⇒ 分子ロボティクス分野への教訓の引き出し



Risk comparison- asbestos as landmark



Risk countermeasure = Anticipation of precautional principle

ナノテクをめぐるリスクのフレーミングと語りの傾向を理解する
→ アスベストやGM作物への言及、底流にある「公害」表象（言説分析）

2-5: 未来洞察・シナリオ形成 (分子ロボット技術の共同研究事例)



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

ELSI NOTE
No. 01

分子ロボティクス研究の現状と
ELSIに関する検討:
今後のテクノロジーアセスメントに向けて

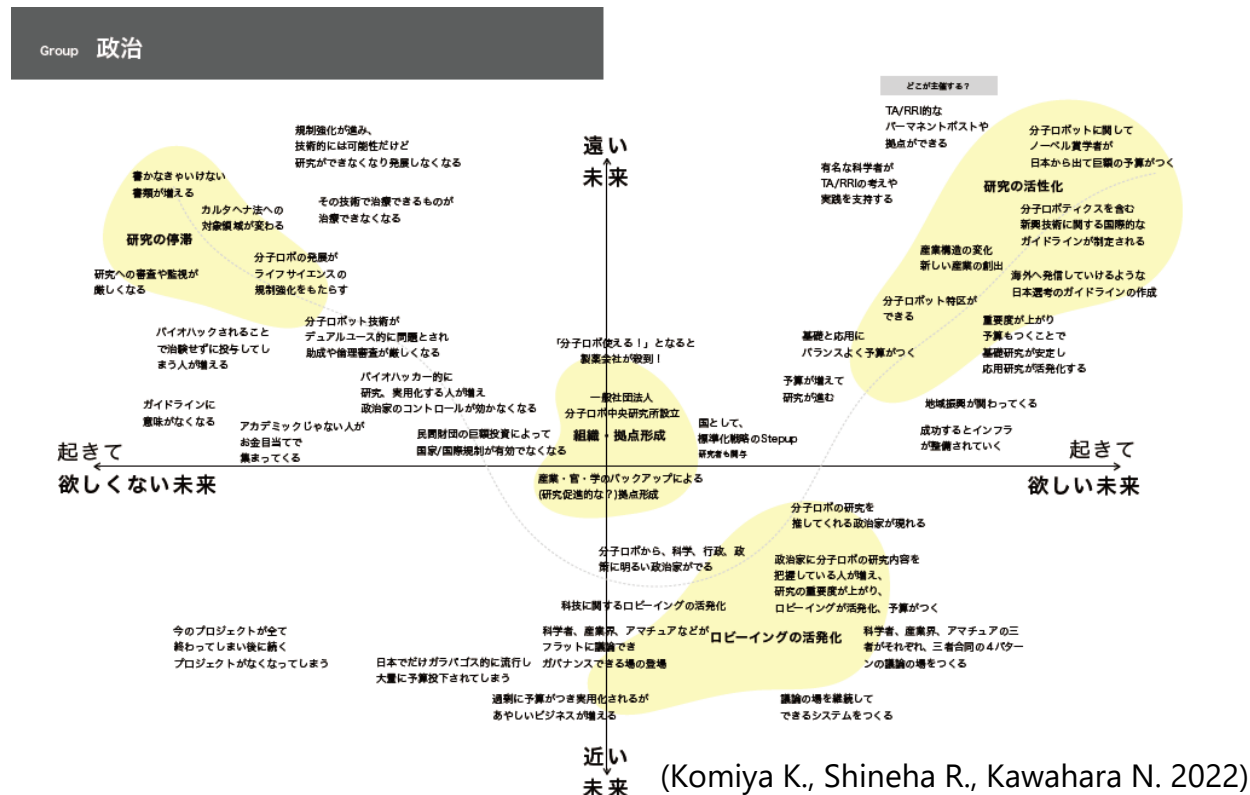
2020年4月18日

Authors:
編纂 尾島 成城大学 文芸学部メディアコミュニケーション学 准教授 (2019年3月8日就任)
(監) 大阪大学 社会技術共創研究センター 准教授
田中 野人 早稲田大学 大学院法政学専攻知能システム学 准教授 (2019年3月8日就任)
志津 剛 大阪大学 大学院法政学専攻知能システム学 准教授 (2019年3月8日就任)
小長谷 明彦 東京工業大学 大学院理工学専攻知能システム学 准教授 (2019年3月8日就任)

This note should be cited as:
GUTTA, 2018, 「分子ロボティクス研究の現状とELSIに関する検討」, 今後のテクノロジーアセスメントに向けて」

※本レポートは、2018年5月に作成された科学技術政策研究「ELSI」社会技術共創研究センター「ELSI」共同研究の成果である。

先行事例や関連
情報の
分野関係者への
informを行い、
WSの実施



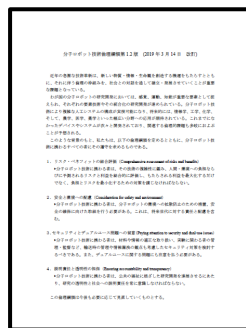
倫理指針の形成、コミュニティ内での共有などへの活用

2-5: 「より良い」科学技術ガバナンスの在り方の模索 (分子ロボット技術の共同研究事例)



分子ロボット技術倫理綱領作成の協力

1. リスク・ベネフィットの総合評価
2. 安全と環境への配慮
3. セキュリティとデュアルユース問題への留意
4. 説明責任と透明性の担保



- 研究者の自治の発揮の一つの在り方（アシロマ会議の先へ）
 - ✓ 基本的知見・データの整理、共有
 - ✓ 研究者と一般の人々の関心・フレーミングの差異把握
 - ✓ 多様なアクターを交えた議題共創
 - ✓ 科学技術政策・制度上の課題の明確化
- ⇒ **自律的・先見的・包摂的なガバナンスの構築**

協働/drafting :
九州大学・河原直人
東京工業大学・小長谷明彦

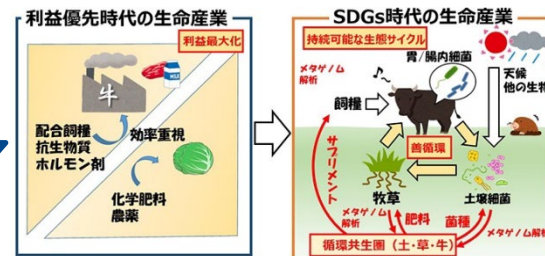
(Komiya K., Shineha R., Kawahara N. 2022)

2-5: 科学者コミュニティによる対話への発展 (分子ロボット技術の共同研究事例)

→場の設計支援・観察

①北海道十勝地区でのフィールド実験事例

→地域のステークホルダーとの対話



→北海道の過去の事例からの学び (GMO, フードナノテク、ゲノム編集)

②分子ロボコミュニティにおける持続的なコミュニケーション活動

- ✓ 一般の人々との対話取り組み
- ✓ 科学館との連携



アシロマ会議の現代的アップデート



- ・ 研究者が能動的に参加する持続的なコミュニケーション
- ・ 多様な価値観を理解・把握できるような研究者の持続的な活動と規範の共生成ループの構築 (新しい研究者の自治の形)

2-5: アクションリサーチ・参与観察 (分子ロボット技術の共同研究事例)

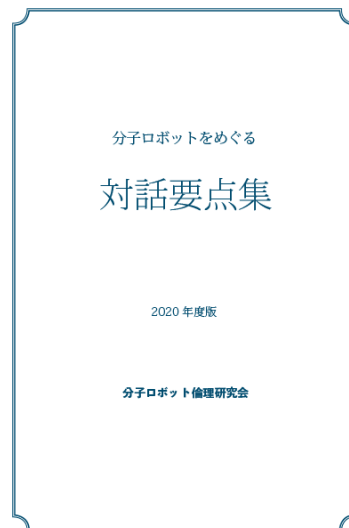


大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

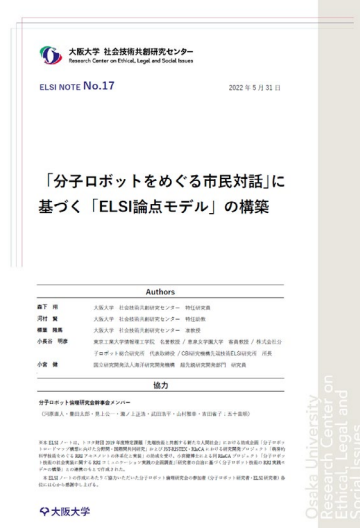
北海道における過去の事例からの学び (GMO、フードナノテク、BSE、ゲノム編集、etc)



分子ロボットをめぐるコミュニケーションへの含意と論点の抽出



対話で見られた視点・フレーミングに即した ELSI/RRI 議題のリフレーミング

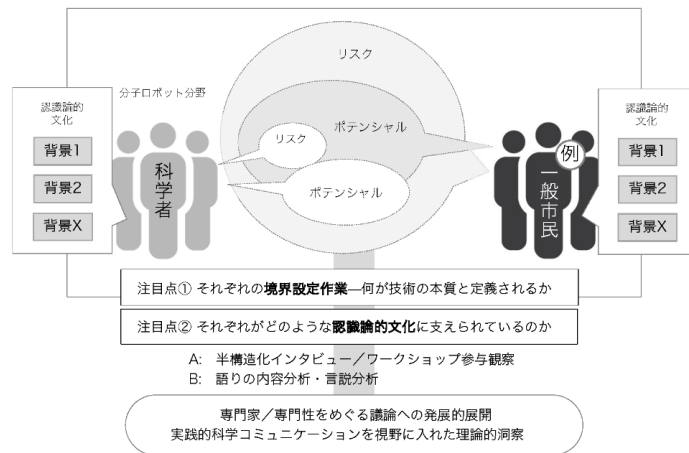


(Collaboration with 小宮PJ, 吉田省子さんほか)

(Collaboration with 小宮PJ, 吉田省子さんほか)

吉田省子さん (北大) の対話設計・洞察への参加、知見・経験から我々が学ぶこと
科学コミュニケーション研究所 (さくり) さんの協力

2-5: 「分子ロボットをめぐる市民対話」に基づいて構築された「ELSI論点モデル」



4つのセクションからなる、17の論点についてポイントを説明し、対話における発言と紐づけ
(そこから更に前提とされる視点／境界設定作業に注目するアプローチも同時に行っていく)

2-5: アクションリサーチ・参与観察 (分子ロボット技術の科学コミュニケーション実践の共同事例から)



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues



Collaboration
with Miraikan



- Planning, coordination
- Communication Design
- Collaborating with curators and communicators

Space



Communication
Practice (8 days)



- Communication practice
- How to reduce hurdles to participate in

Dialogue



Collecting
Opinions



- Extracting framings
- Anticipation, concerns, etc

Opinions



Open tools



- Open tools for communication
- Tools to discuss ELSIs

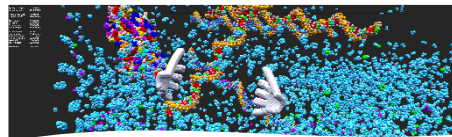
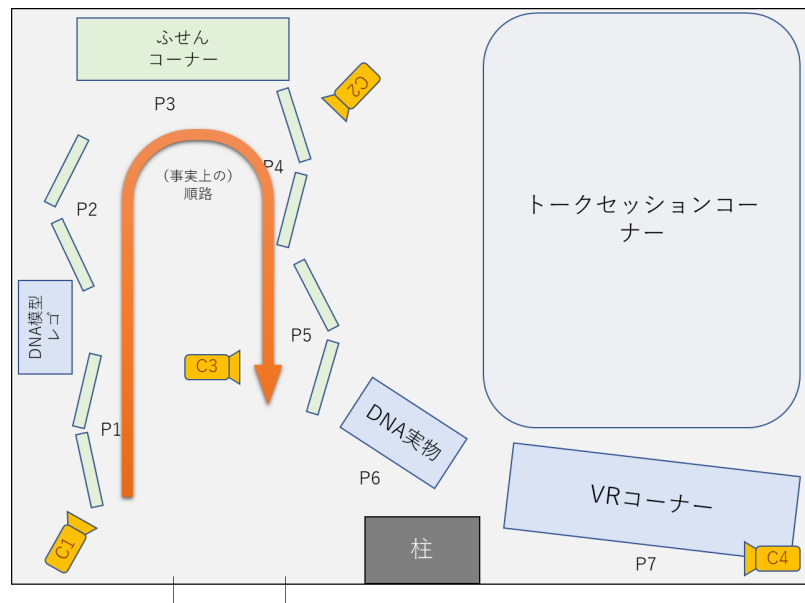
Instrument

- 様々な「場」の共創と実施、参与観察
- 多様なアクターとの対話データの取得、「語り」の分析 (⇒ 価値観に関するメタ分析)

2-5: アクションリサーチ・参与観察 (分子ロボット技術の科学コミュニケーション実践の共同事例から)



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues



3 : 大雑把なまとめ



一般的な
問い

- より良い知識生産、イノベーション・エコシステムとは？
- 責任ある科学技術ガバナンスの在り方とは？
- ガバナンスの「標準」をめぐる議論・・・
- 実現したい「価値（観）」に踏み込んだ議論

- ELSIの洞察と対応、上流からの市民参加をめぐる在り方とシステム
- ソフトロー構築によるガバナンス、規範・指針の形成
- 多様なフレーミングの可視化、潜在的なインパクトの評価
- 民間セクターとの連動の在り方
- 「信頼に足る」状態、研究の自治、RRI論

個別
論点

分配的正義、格差、公正性、差別、包摂、Dual Use、プライバシー、DTC、同意、自己決定権、エンハンスメント、同意、バイアスコントロール、保険、DIY問題、メディアHype、期待のマネジメント、環境放出と不確実性、Playing God、Neuroright、特許と独占、自己増殖能への懸念、境界設定作業とポリティクス、ラベリング、農業的価値、優生学的懸念、当事者研究、患者参画、教育、データ、etc

3: 先端科学技術のELSI／RRI議論の暫定的まとめ

・ より良いイノベーション・エコシステム

- より良い（適応的な）ガバナンスの構築
- ELSI、市民参加・熟議を通じた多様なフレームの収集
 - ✓ 潜在的なインパクト（ベネフィットもリスクも）をより良く表現することの重要性
 - ✓ 認知エンハンス／自己決定権への影響への懸念、バイアスコントロール、DTC、プライバシー、Dual Use、公正性、配分の正義（と格差拡大の阻止）、保険などをめぐる課題、etc
- データガバナンスの在り方をめぐる議論（プライバシーやデータ保護などの論点、etc）
- スマートな規制の構築（ソフトローの可能性をめぐる議論も）
- 「標準」という必要不可欠な視点
 - ✓ 企業活動までを視野に捉えた議論
- ・ 「価値（観）」の提案を目指した積極的な議論



3: 民間セクターへの応用 ー 指針共創・インパクトアセスメント他

- mercari R4Dと阪大ELSIセンターの共同研究
- 民間セクターにおける知識生産とELSI、潜在的インパクトの事前探索、規範・指針共創の試み

※古典的なtech companyにどこまで適用できるかは今後の課題

mercari **R4D**

研究 技術 計画 Vol. 37, No. 3, 2022

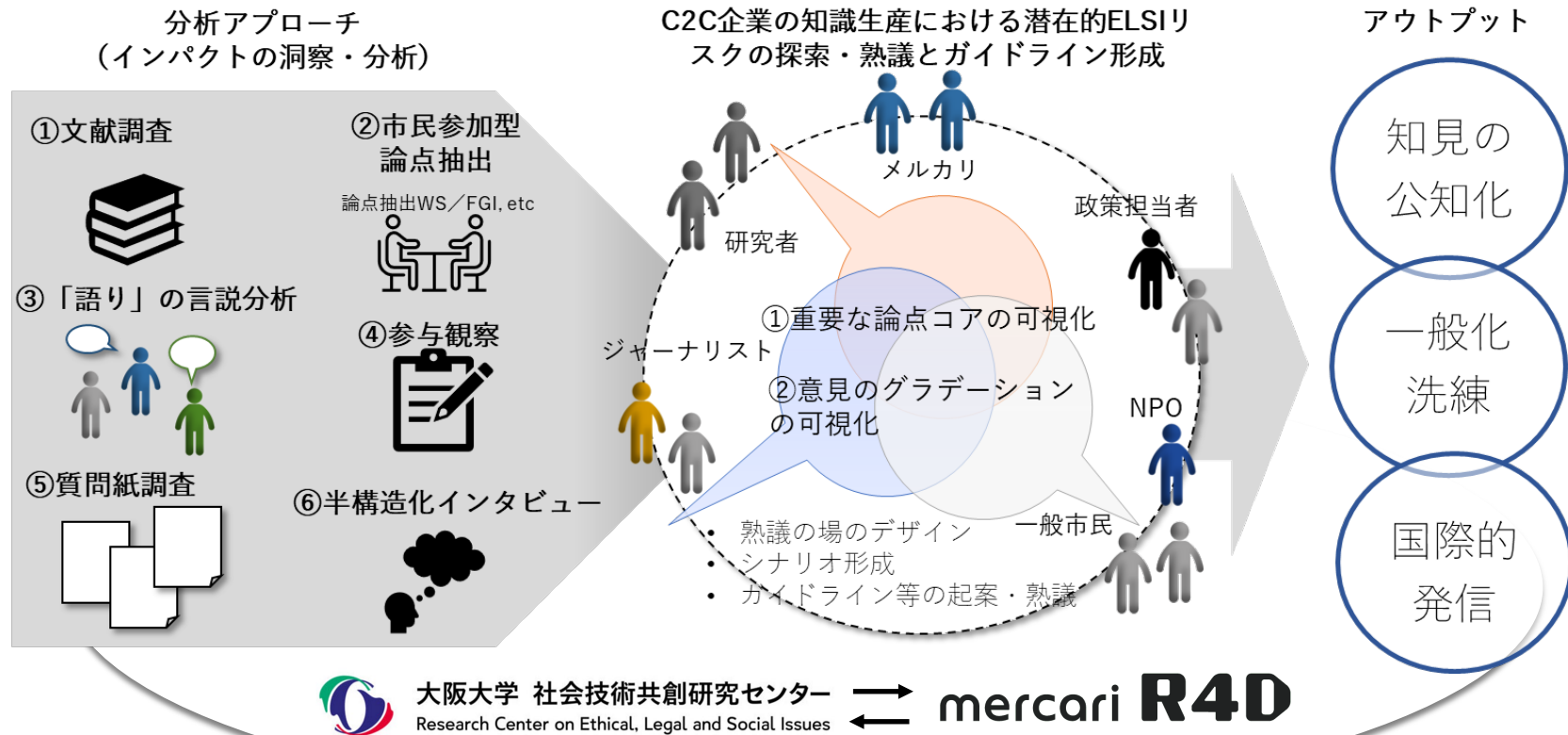
特集・知識生産と倫理的・法的・社会的課題

ELSI および RRI をめぐる 実践的研究

CtoC マーケットプレイス事業者と
ELSI 研究者の連携による知識生産

鹿野 祐介* 肥後 楽** 小林 茉莉子***
 井上 真梨**** 永山 翔太***** 長門 裕介*****
 森下 翔***** 鈴木 径一郎*****
 多湖 真琴***** 標 葉隆馬*****
 岸本 充生*****

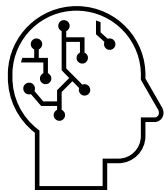
3: 研究アプローチの全体像



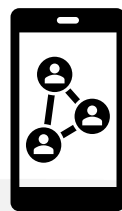
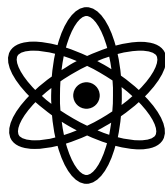
mercari R4D との共同研究でのテーマ例

C2Cプラットフォーム
の倫理

AI



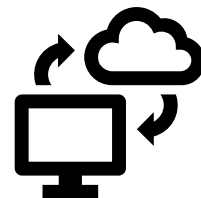
量子技術



人材交流



etc...



フォーカス・グループ

ガイドライン共創

参与観察

哲学対話

etc...

研修の共同構築

倫理審査高度化

インパクトの言語化

インパクトアセスメント

Acknowledgement and thanks to Project Members



大阪大学 社会技術共創研究センター
Research Center on Ethical, Legal and Social Issues

萌芽的科学技术のRRIアセスメント

RInCA
Responsible Innovation with
Conscience and Agility



Human
Information
Technology
Ecosystem



公益財団法人
トヨタ財団

mercari R4D

...etc

課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業

科研費
KAKENHI



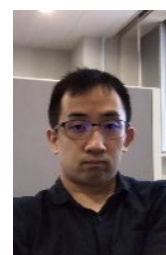
K. Kawamura
Ph.D



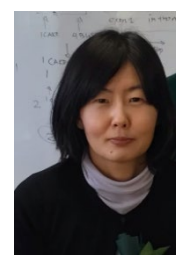
K. Takeda
Ph.D



S. Ishida.
Ph.D



S. Morishita
M.Phil



K. Nishiyama
Ph.D

科学技术政策・研究評価

科研費
KAKENHI



...etc



A. Kawashima
Ph.D



S. Tsuruta
M.Phil



K. Takae
M.Phil



M. Komata
M.Phil

生態学、社会学、人類学、哲学、
倫理学、生物学史の若手が参加した。

and other many collaborators...

→ポスドクメンバーは次のポジションを獲得（テニユア／テニユアトラック含む）