

核融合と社会、受容・合意形成・産業エコシステムのデザイン －他分野事例からの示唆



KEIO MEDIA DESIGN

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

GRADUATE SCHOOL OF MEDIA DESIGN, KEIO UNIVERSITY

標葉 隆馬 (Ryuma Shineha, Ph.D)

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科・准教授

e-mail: shineha@kmd.keio.ac.jp

ELSI(Ethical, Legal, and Social Implications)と のRRI(Responsible Research and Innovation)視 点

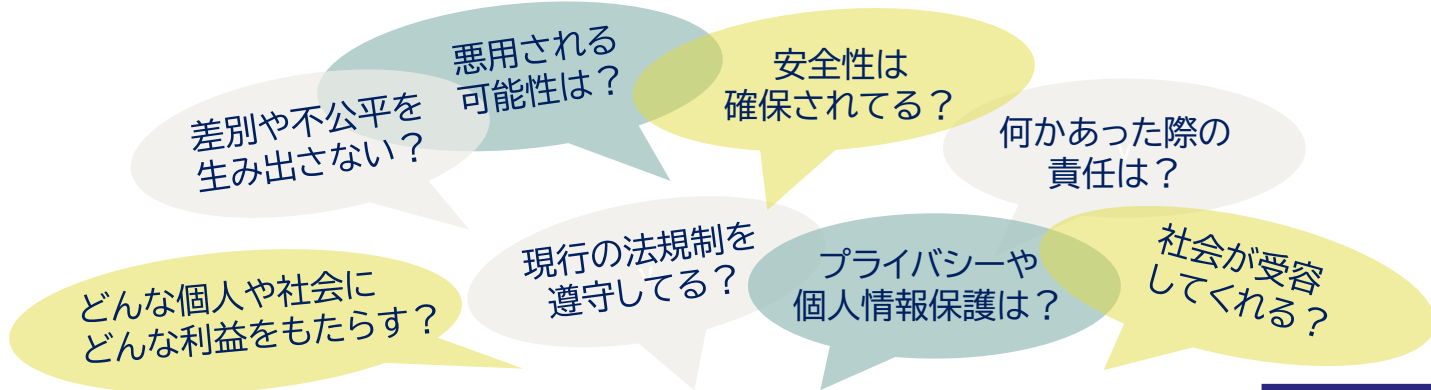
S&T breakthrough



Values & Impact



Governance



未来に対するケアに必要なことがたくさんある

未来に対するケアをどのように行うか？

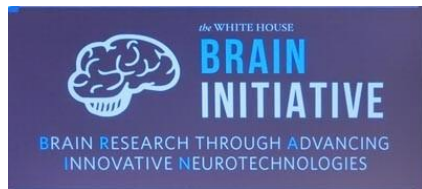
ELSIからRRIへ = リスクガバナンスからイノベーションガバナンスへ

「RRIは、現在における科学とイノベーションの集成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

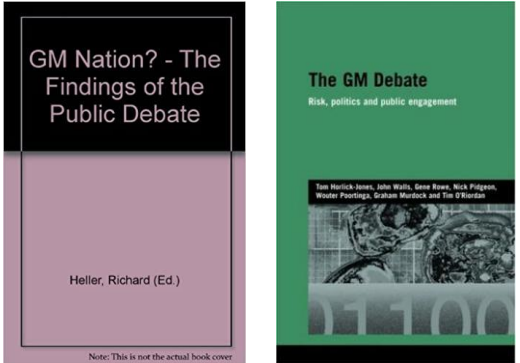
+ガバナンスの「標準」をめぐる議論も・・・

未来に対するケアに必要なことがたくさんある

GMOをめぐる教訓から～ナノテク・合成生物学事例

GMOをめぐる議論の教訓

GM Nation?: the public debate.



- UK全国規模の対話取り組み
→複数の手法の組み合わせ(以降、様々な事例のモデルに)
- 科学的議論に留まらない多様な関心のフレーム
- 対話のチャンネルへの歓迎

「GM Nationは遅すぎた」という最大の教訓

ナノテクノロジー



- 「責任ある開発」とAnticipatory governance
- ナノテクELSI研究プログラムや拠点の形成
- 積極的な市民対話

合成生物学やAI



- より上流からのELSI・対話・教育
- RRIの視点の導入、将来社会のビジョン共創
- “Trustworthy”という視点



Need to consider ELSI/RRI concerning AI and genAI



Fairness-
bias



Safety



Harmful content
-Toxicity



Hallucinations



Privacy



Interaction Risk



Security-
Robustness



Education-
Learning



Alignment



Cybercrime



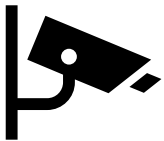
Governance
-Regulation



Labor
displacement-
Economic impact



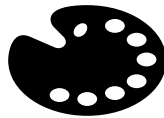
Transparency
-Explainability



Evaluation
-Auditing



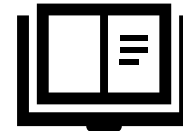
Sustainability



Art-
Creativity



Copyright-
Authorship



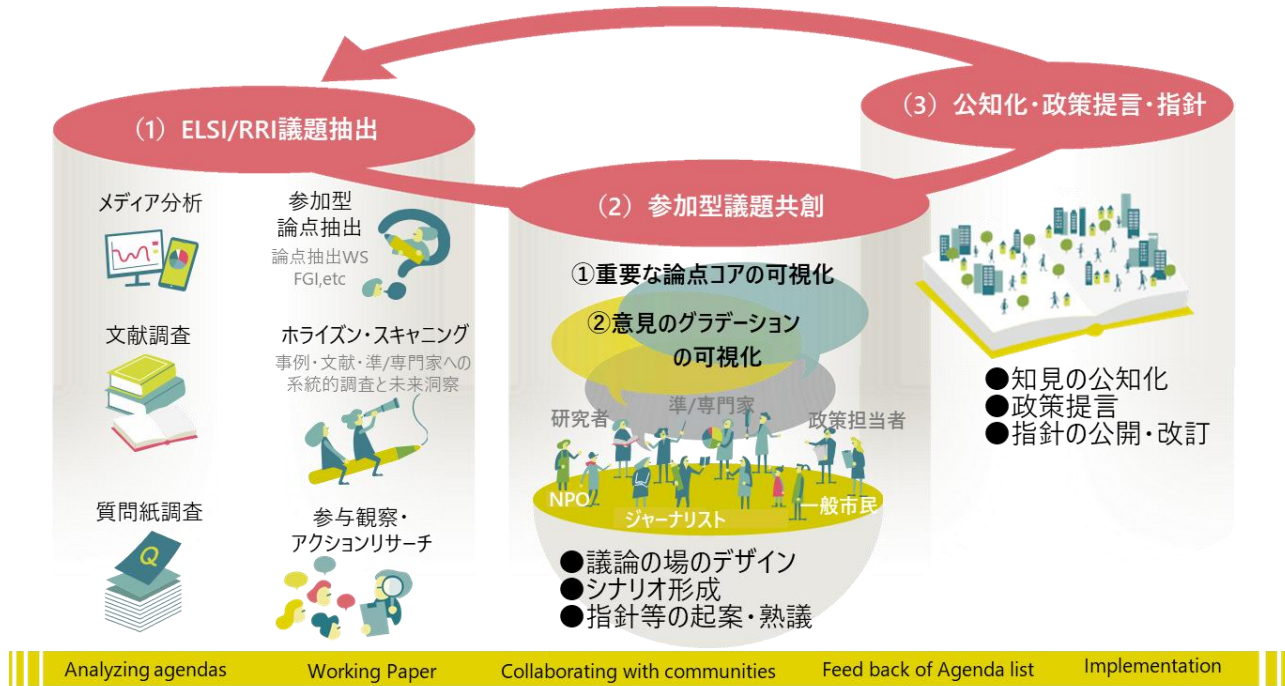
Writing-
Research



Other

(Hargendorff. 2024)

本プロジェクトにおけるELSI/RRIアセスメントの基本構造



複数手法により、「知」をめぐる多様なインパクトを可視化・言語化する。
多様な関心・期待・懸念・価値観・イメージ・社会的受容の勘所を「データ」で掴む
→ガバナンスやコミュニケーションのデザイン、各種ソフトローの形成に活用する

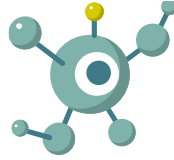
Fields and Collaborations



Brain/Neuro



Genome Edited Food



Molecular Robotics



Synthetic
Bio



Stem Cell



Flood Forecasting



Autonomous Driving



CiNet



Moonshot G1
Cybernetic
being



epismile
2050

Moonshot G9
子ども・若者の虐待・抑うつ・
自殺ゼロ化社会



JT D-LAB
(GenAI for Audio)

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

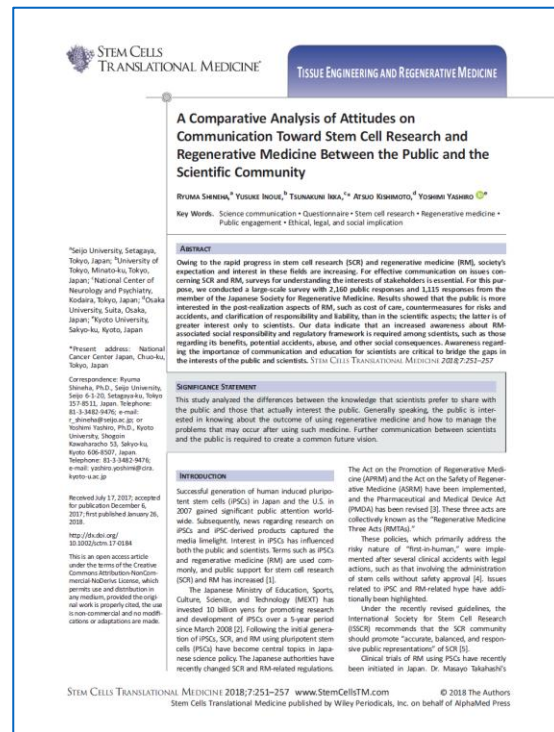
再生医療学会員回答者数 1115名

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

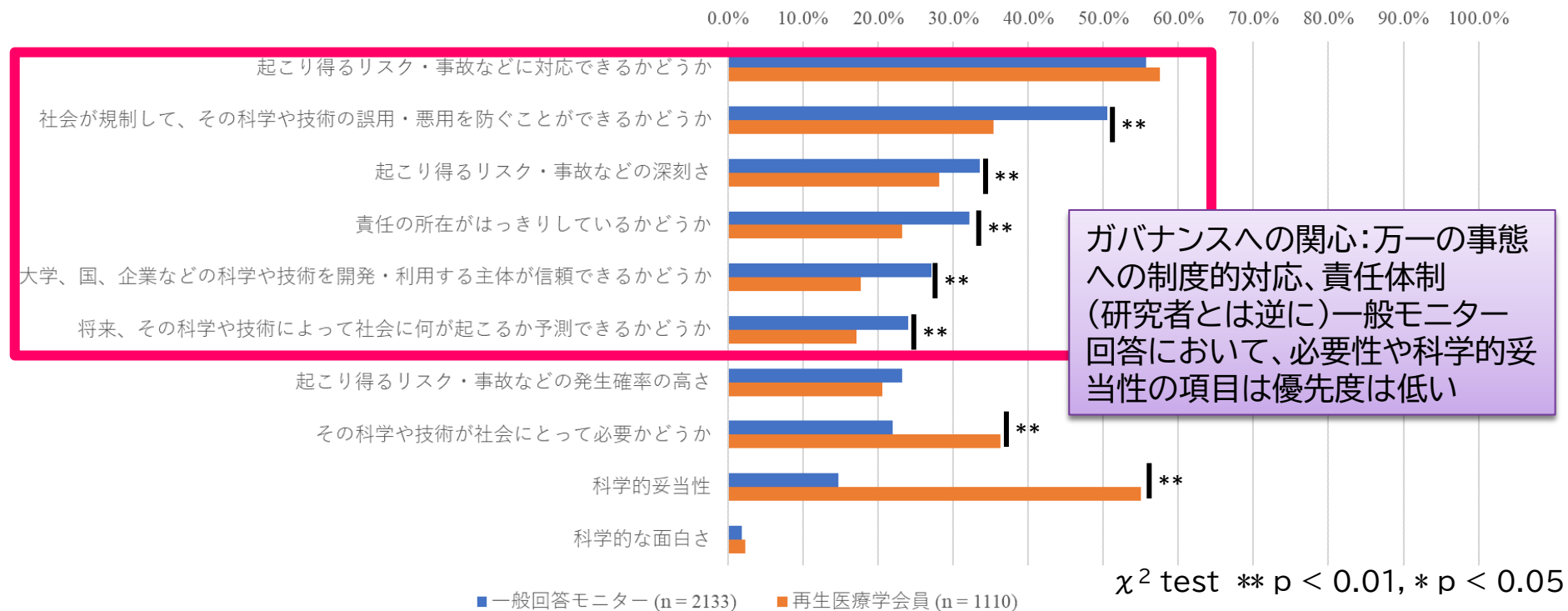
The Public



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

先端科学技術の社会受容(例:再生医療の事例)

⇒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)

⇒過去の原子力の調査例においても同様の市民回答傾向があった(林・森川 1994; 北田・林 1999)

市民参加から見た、再生医療

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)



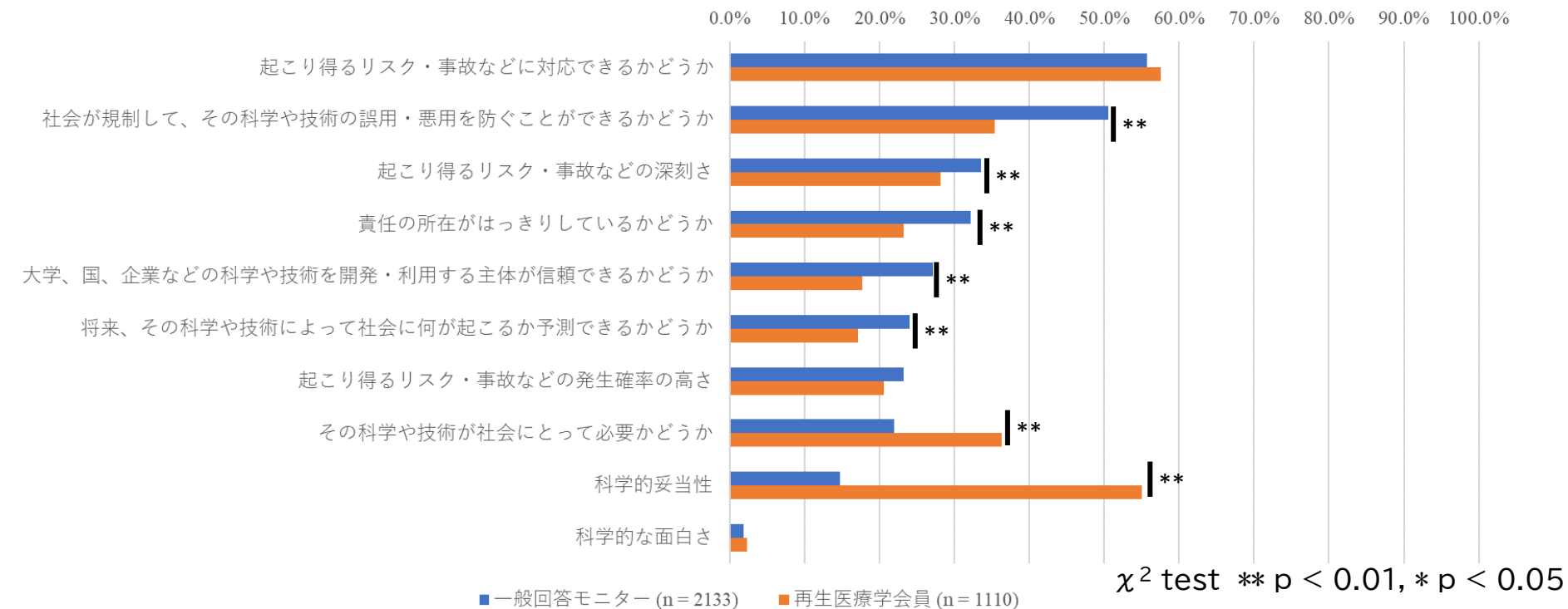
- ✓ 対話ツールの作成、大学院教育プログラムとの連携
- ✓ 論点抽出WSの実施(質的掘り下げ)
→費用、万が一の補償、医療格差、長寿健康＝働く期間伸びる？
(技術を最大限活かすための、公共・福祉政策の議論が必要)

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？

先端科学技術の社会受容(例:再生医療の事例)

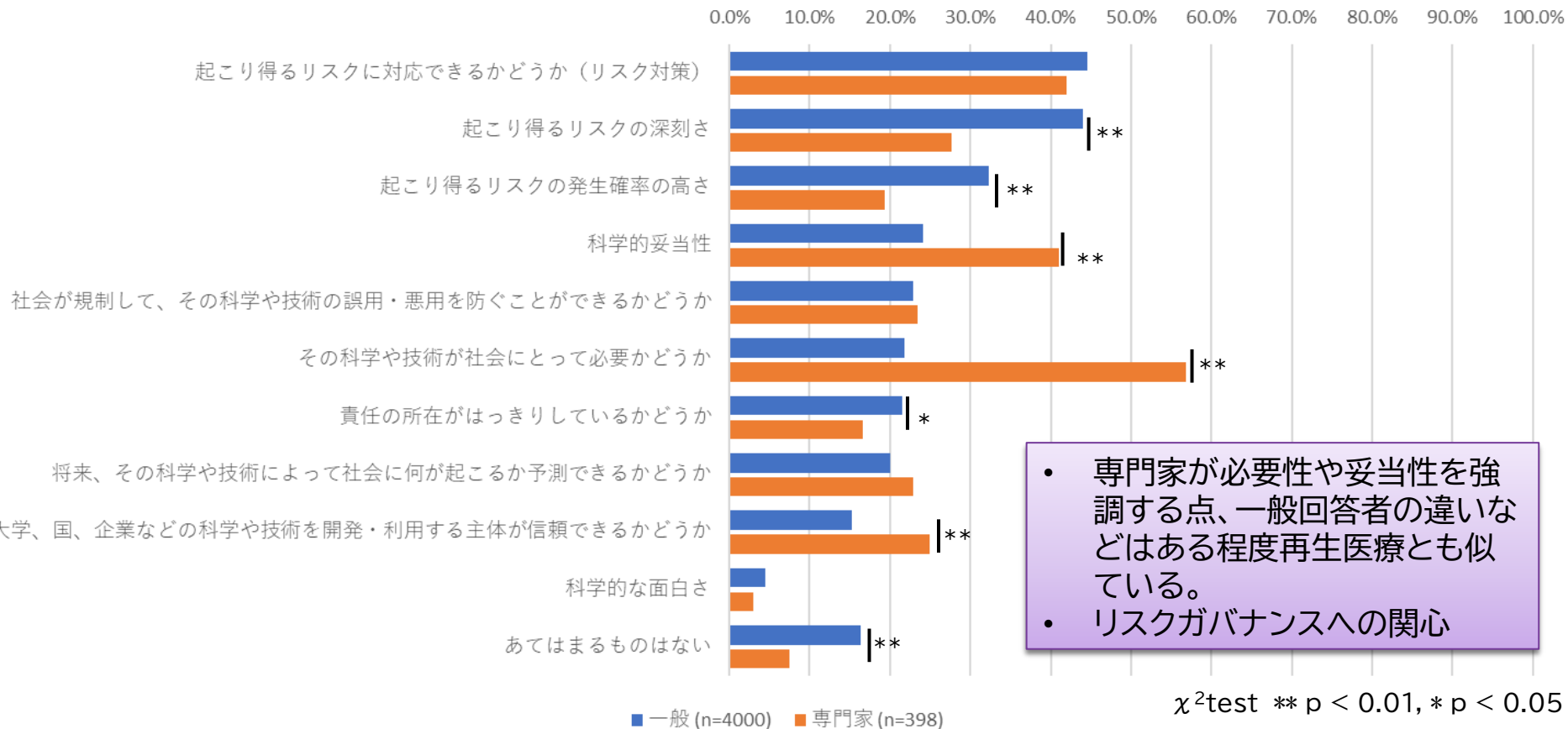
⇒再生医療が受容されるために重要なこと(回答は3つまで)



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

⇒過去の原子力の調査例においても同様の市民回答傾向があった(林・森川 1994; 北田・林 1999)

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)



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)



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
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

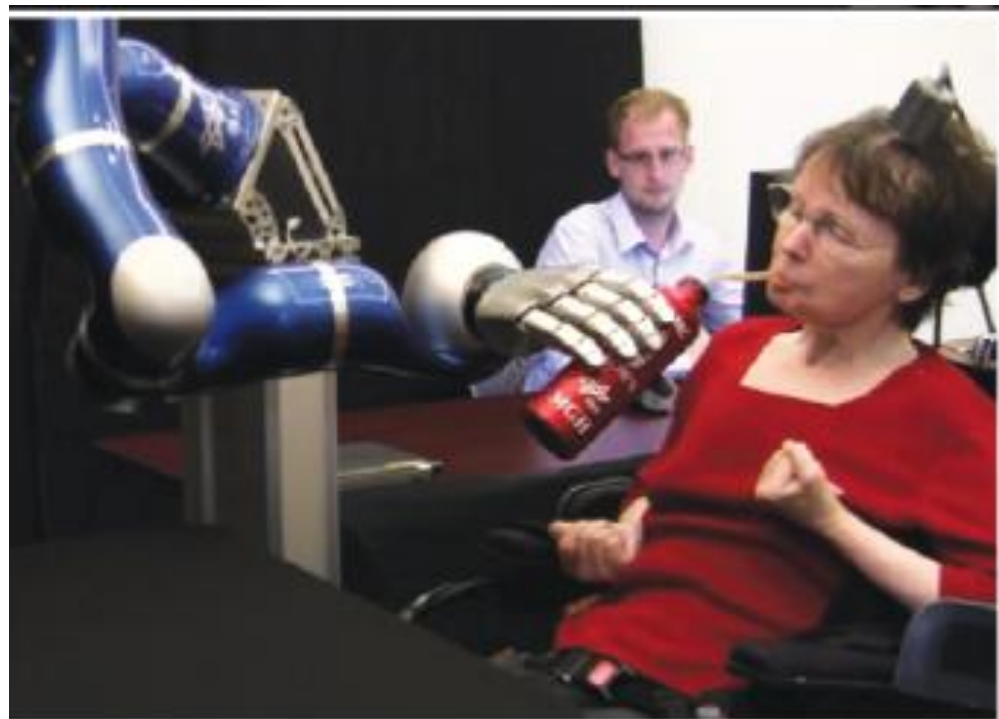
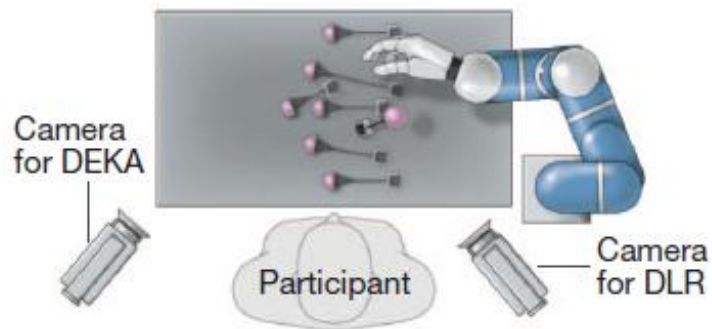
強い期待感
教育・疾患治療への期待
他のフレームの薄さ

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

ニューロテクノロジーにおける事例

脳神経科学とニューロテクノロジー そしてニューロデバイス

a

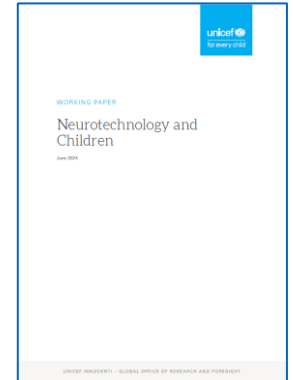
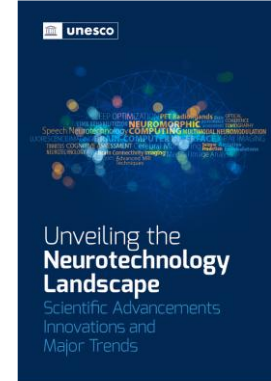
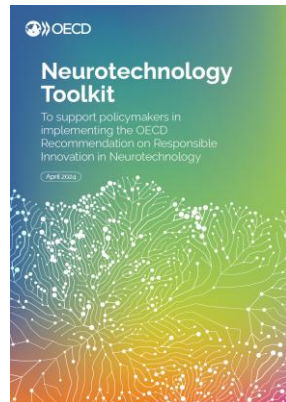
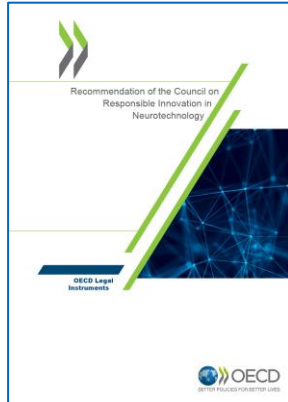
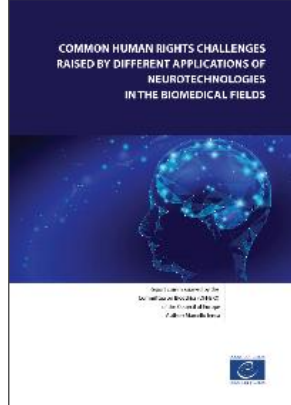
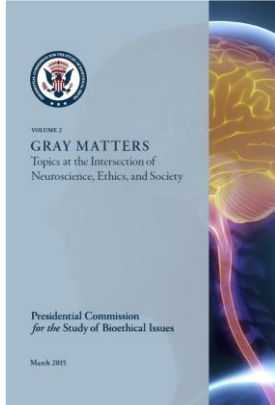
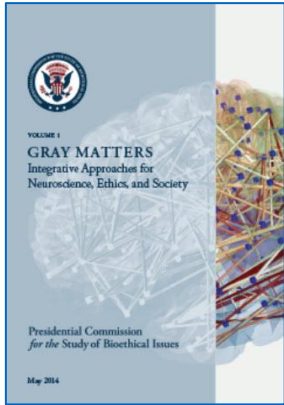


(Hochberg et al. 2012, *Nature*)

Example of BMI user



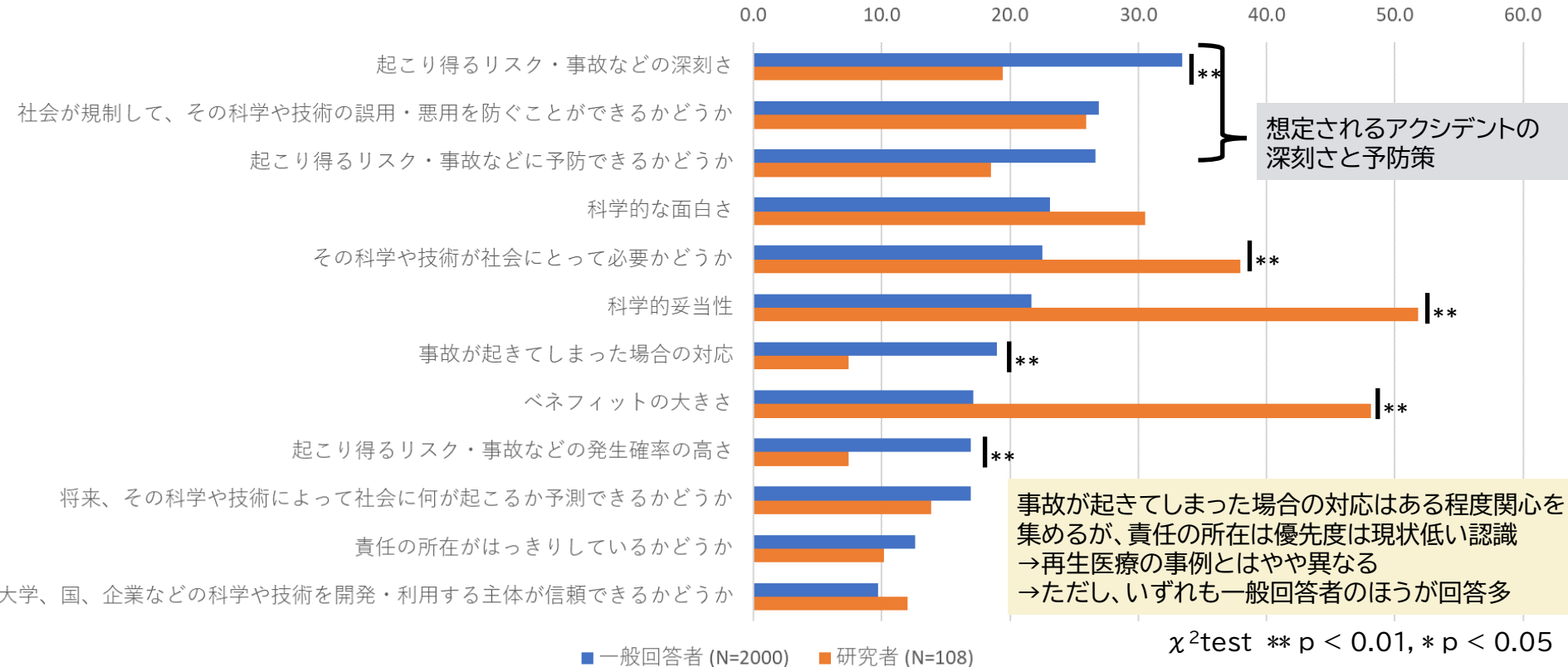
Various Discussions on Neuroethics and Brain-data



etc....

脳情報利用の社会的受容に重要な事柄

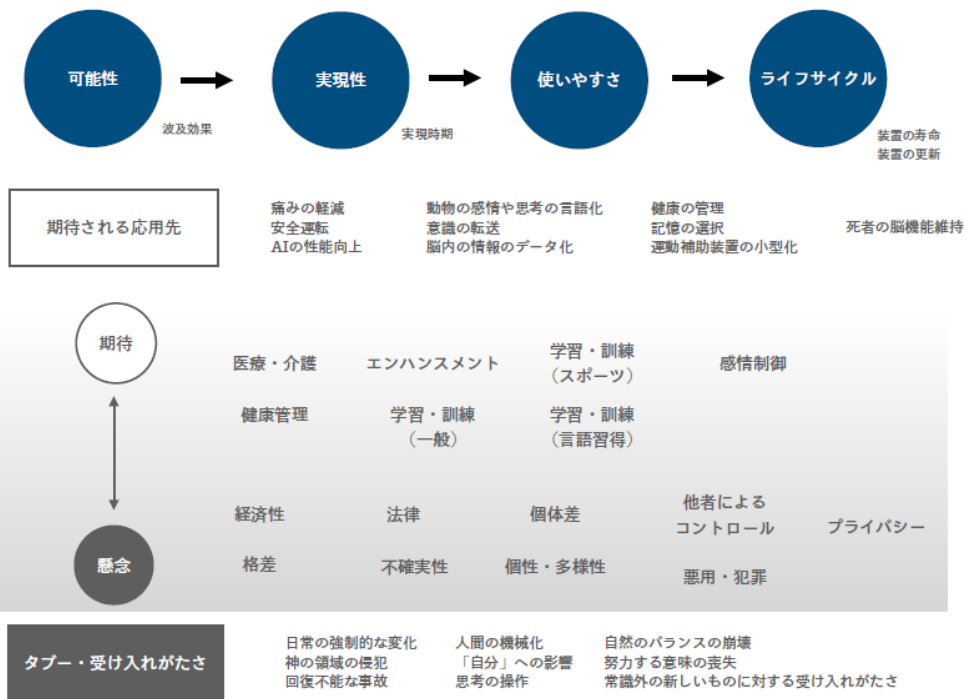
社会受容において重要だと思う項目について3つまで回答



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



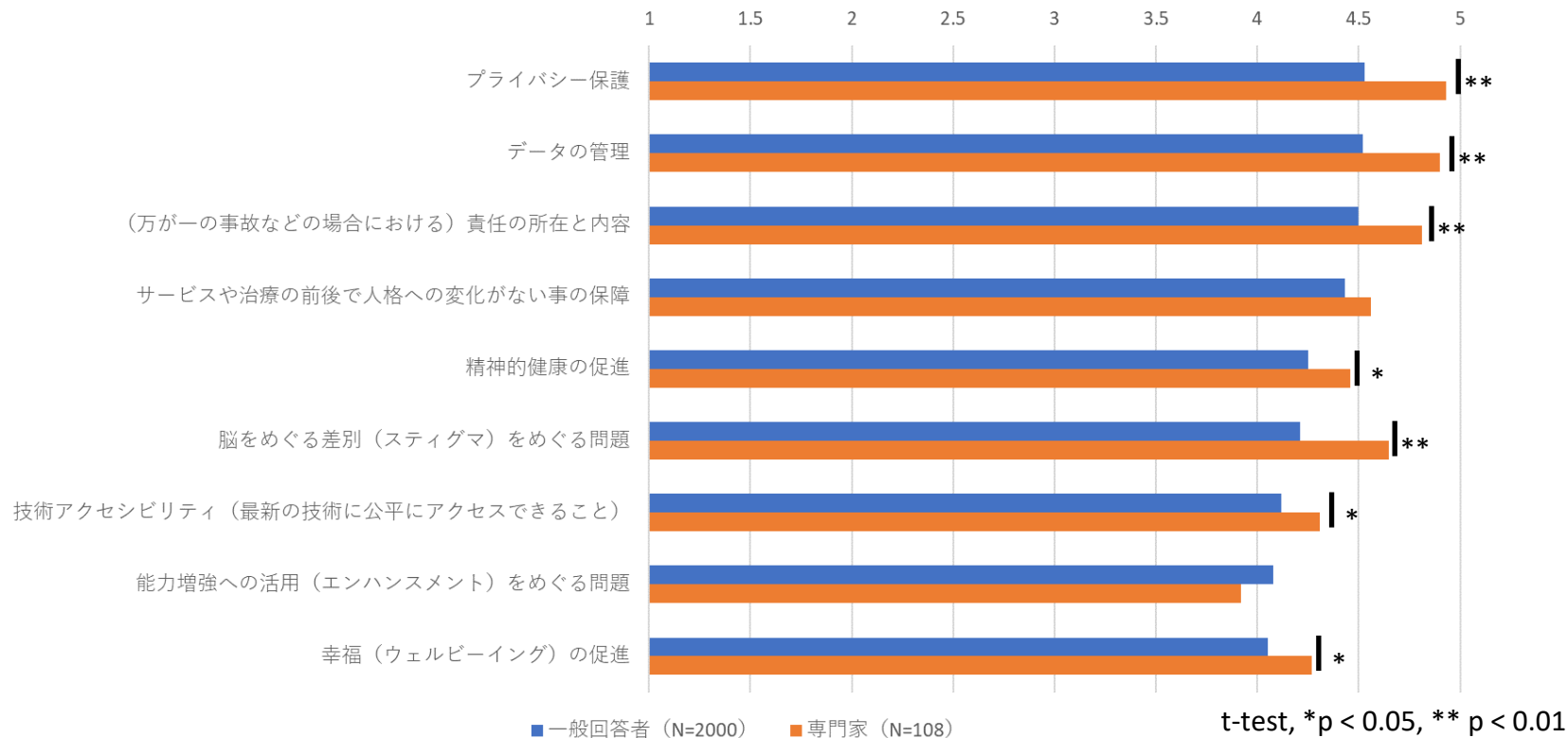
Mental Privacyと心理的連続性



Imaginaryの強さ
(思考が筒抜けになるのでは等)

協力:科学コミュニケーション研究所(さくり)

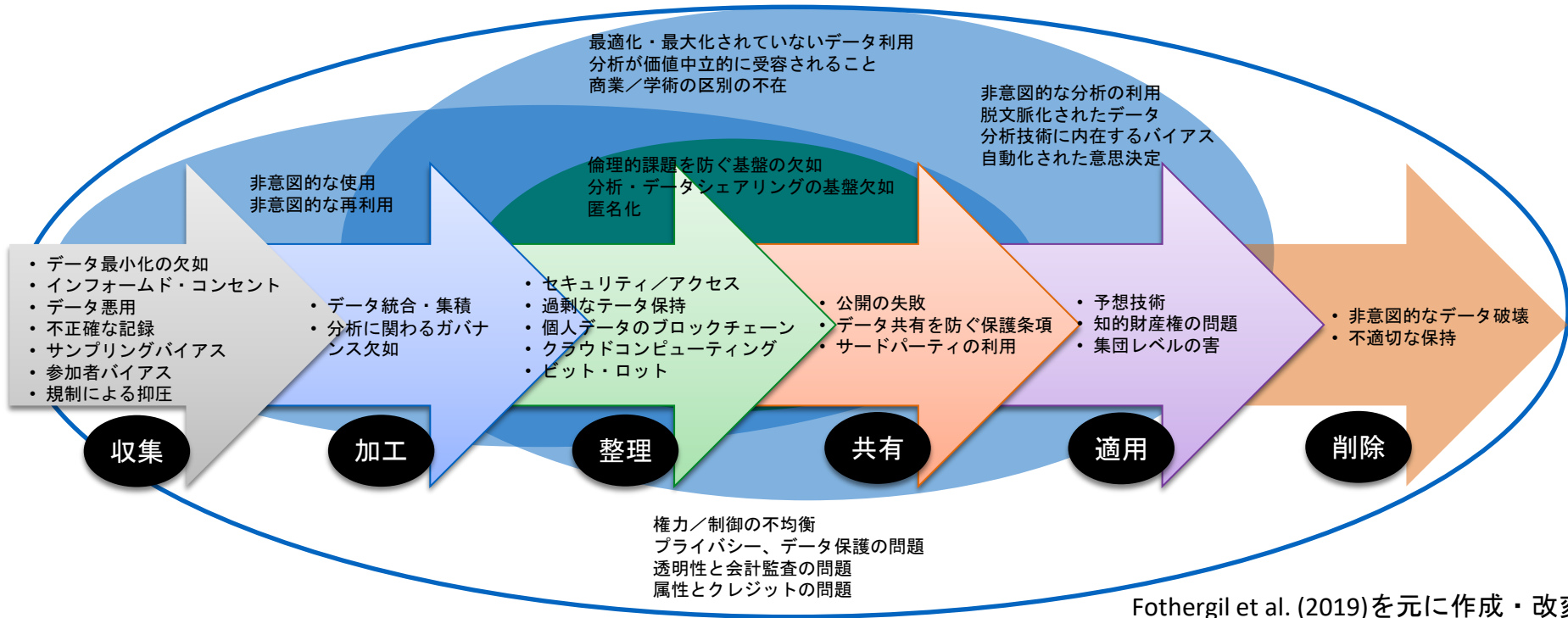
脳情報利用に関わる倫理指針項目として重要な要素



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

Neurotechnology & Data governance

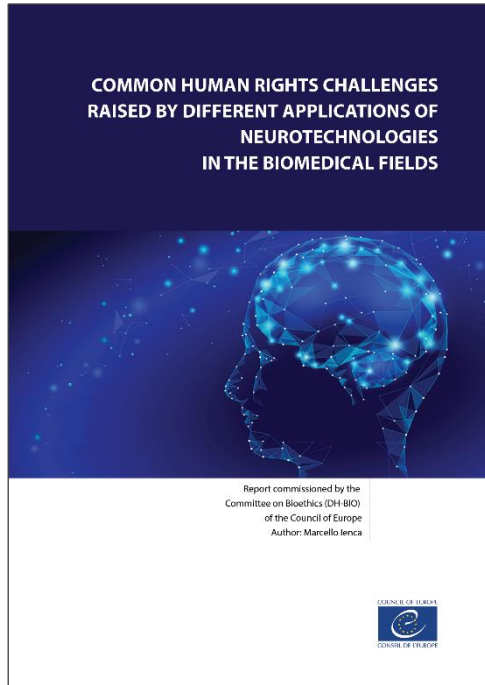
データライフサイクルにおける倫理的課題群（各PJ/PGに即した議論へとカスタマイズしていく必要性）



Fothergil et al. (2019)を元に作成・改変

新しい技術を享受することは新しいcommon rightの一つ

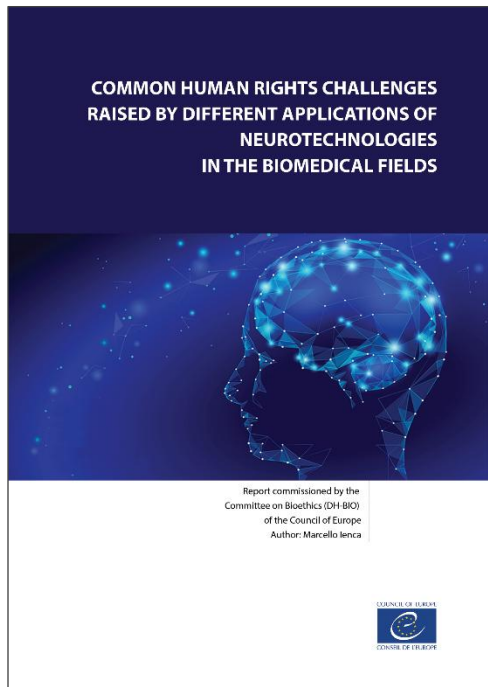
例：ニューロテクノロジー、脳神経関連権(neurorights)



- ・ 技術のベネフィットを享受することは、新しいcommon rightの一つ
- ・ 技術がもたらすリスクから解放されることも、新しいcommon rightの一つ

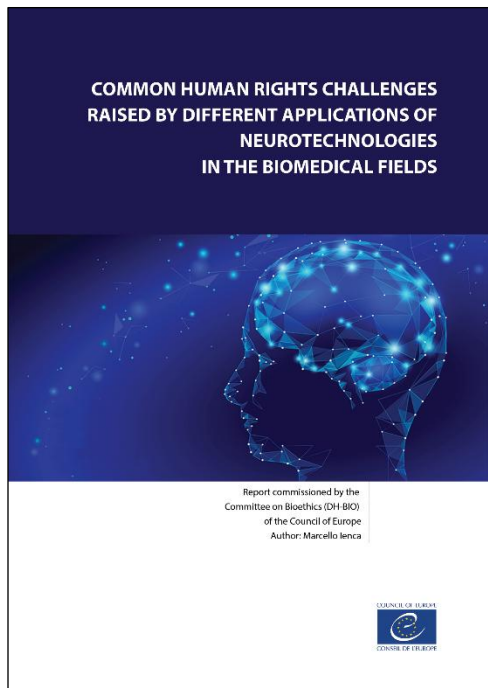
⇒フュージョンエネルギーの場合はどうか？

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

脳神経関連権 neurorights | 課題



• 本当に「新しい人権」か？

- 既にある人権で、本当に足りないのか
- 過去の例: 遺伝子研究と「知らないでいる権利」

• どうやって規制するべきか？

- ハードロー vs. ソフトロー

フュージョンエネルギーをめぐる最終的な未来像について

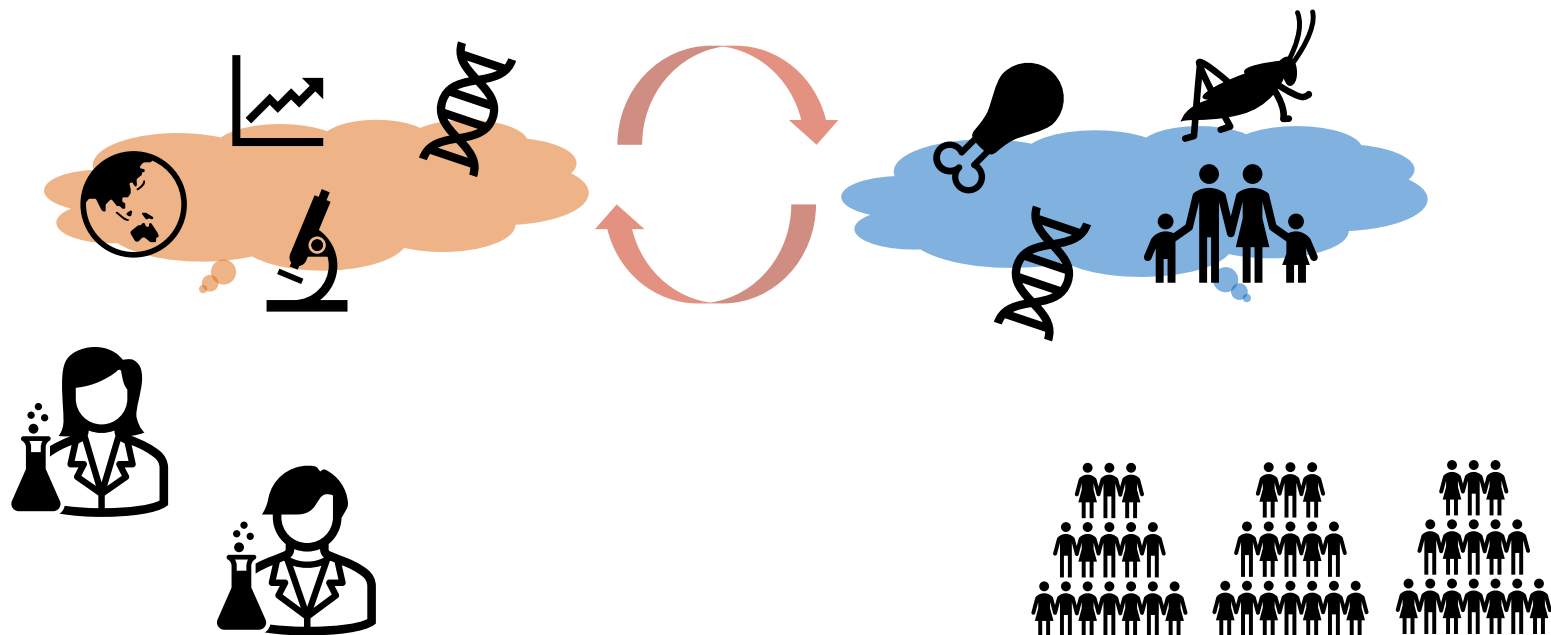
エネルギー問題の
解決はどのような
未来を招来するか？

様々な資源問題の
根本的な解決

資源の限界によって
止まっていた紛争が
止まらなくなる

社会技術的想像 (Socio-technical Imaginaries)

- ・「社会技術的想像」(Jasanoff and Kim 2009)と、「社会技術的想像のロックイン」(Mikami 2015)
 - ✓ 社会技術的想像の固定化が政策等に及ぼす影響(e.g. iPS細胞と再生医療)



フュージョンエネルギーをめぐる最終的な未来像について

フュージョンエネルギー・イノベーション戦略

令和5年4月14日

(令和7年6月4日改定)

統合イノベーション戦略推進会議

- エネルギー問題、そして資源問題から解放された人類のあり方のビジョン
 - ⇒ベネフィットの享受／リスクからの解放
=新しい「権利」
- 資源問題が解決した状況における「富の(再)分配」のあり方
- 資源問題があるからこそ防がれていたワーストケースシナリオを明確にして、それを防ぐための社会技術・政策の実現
- 短中期的なより良いガバナンスのあり方
- 長期的なより良いガバナンスのあり方

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・エコシステムの構築に向けて

- 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
 - ELSIを考慮し、熟議を通じた多様なフレームの収集
- より良い(適応的な)ガバナンスの在り方をめぐる議論
- ⇒ ワーストケースシナリオを防ぐための議論、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
 - ✓ 活発な企業活動、スタートアップの活躍が不可欠

・「価値(観)」の提案を目指した積極的な議論