

**ゲノム関連技術の ELSI・RRI の検討・推進のための調査
「ソーシャルリスニング」拡張調査 報告書**

2020 年 3 月

MRI 株式会社三菱総合研究所

ヘルスケア・ウェルネス事業本部

本資料は、国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターからの委託により、株式会社三菱総合研究所が調査を行った結果をまとめたものです。

本資料においては、調査によって得られた情報に関して考察を加えていますが、あくまで限定された視点に基づく一考察であり、必ずしも国立研究開発法人科学技術振興機構、社会技術研究開発センターおよび委託先の公式見解を示すものではありません。

また、本資料の掲載情報を利用して受けた一切の損害について、国立研究開発法人科学技術振興機構、社会技術研究開発センターおよび委託先は何ら責任を負うものではありません。

目次

1. 概要	4
1.1 協力いただいた有識者	4
2. WP1: 日英の報道に関する機械学習(LDA)を用いた俯瞰的分析	5
2.1 背景	5
2.2 方法	5
(1) 分析対象	5
(2) 潜在ディリクレ分析	5
2.3 結果と考察	6
(1) ゲノム・遺伝子組み換え (倫理)	6
(2) 再生医療 (倫理)	7
2.4 小括	8
3. WP2: 日本の生命科学報道倫理議論の内容分析	9
3.1 背景	9
3.2 方法	9
(1) コーディング内容について	10
3.3 結果と考察	12
(1) 儀礼	15
(2) What:倫理のどの側面について語られたか?	15
(3) Who:誰が倫理を語ったか?	15
(4) How:倫理はどのように語られたか?	16
3.4 小括	17
3.5 WP1 と WP2 のまとめ	18
4. WP3: ゲノム編集に関するソーシャル Q&A サイトの分析	19
4.1 背景	19
4.2 方法	20
(1) 分析データ	20
(2) トピックモデリング	20
4.3 結果と考察	20
(1) ユーザー発言数の時系列推移	20
(2) Quora に関するトピックモデリング(LDA)結果	22
(3) 知呼に関するトピックモデリング(LDA)結果	23
(4) 『Quora』と『知呼』のメイントピックの比較	25
(5) 『Quora』、『知呼』の分析を踏まえた日本との比較に向けて	26

1. 概要

昨年度の報告では、日本の新聞報道各社が、どのように生命科学を描いてきたかを分析した。本プロジェクトは、昨年の調査報告の結果を継承発展させ、「我々は生命科学の倫理をくどのように語ってきたのか？」という問いに取り組むものである。より具体的には日本、そして英語圏の新聞報道における、生命科学の議論、なかでも「倫理」に関する議論の異同を俯瞰的に把握することを目指した。この目的に即し、大小併せて3つのワークパッケージ(work package, WP)を展開した。WPは次の3つである：

WP1: 日英の報道に関する機械学習(LDA)を用いた俯瞰的分析

WP2: 日本の生命科学報道に関する内容分析(1989-2019)

WP3: ゲノム編集に関する Quora, 知呼という英語圏／中国語圏を代表するソーシャル Q&A サイトの分析

WP1 では、日本と英語圏の報道差を把握するため、膨大な数の記事に対して機械学習技術を用いて要約を試みた。また、倫理に関する記事についても同様の手法で検討した。WP2 では、特に日本の報道について、より具体的な内容分析をヒューマンコーディングに基づいて行うことにより、「誰が」「どのように」生命倫理について語ったかを描写した。最後に WP3 では、今回の「生命倫理議論の検討」からは外れるが、ボトムアップ市民の議論を把握するために、最近隆盛する「ソーシャル Q&A サイト」の議論を分析した。これに際しては膨大な議論が交わされている英語圏と中国語圏のサイトを中心に、日本の議論の位置を考察した。

1.1 協力いただいた有識者

本調査では、マスメディアおよびソーシャルメディアの定量・定性的分析する知見・技術を有していると考えられる有識者に対して調査の協力を依頼した。

表 1：調査に協力いただいた有識者

氏名	田中 幹人
所属	早稲田大学政治経済学術院実証政治経済学拠点
役職	准教授
専門	ジャーナリズム論、科学技術社会論
協力いただいた理由・内容	マス／ソーシャルメディアを含む情報空間の定量・定性的分析する知見・技術を有しており多数の研究実績を有することから、ゲノム研究・合成生物学・ゲノム合成といった生命科学に関わる倫理が社会に対して語られた方法および内容の調査分析に協力いただいた。

表 2：調査および分析の協力者

氏名	井原理紗子、亀卦川紗英、丸山めぐ、外池慎太郎（以上 B3） 東條晃博（B4）、陳萌（M2）
所属	早稲田大学政治経済学術院 田中幹人ゼミ

2. WP1: 日英の報道に関する機械学習(LDA)を用いた俯瞰的分析

2.1 背景

萌芽的な生命科学研究は、常に社会の倫理との緊張関係の中で発展してきた。新聞報道傾向を調査した前回報告を踏まえ、今回の分析では教師無し機械学習の手法の一つである、トピックモデリングの「潜在ディリクレ分析 (Latent Dirichlet Analysis, LDA)」を用いて、期間中の倫理議論の傾向を分析した。LDA は、大量の記事を機械的に分析することができるという利点がある。LDA は、いわば記述文化の中に存在する潜在的な「ジャンル」が文章中の単語の出現に影響しているという仮定に根ざした自動化分類であるため、その結果の解釈はあくまで人間が行うものであり、報告者も研究では繰り返し使用しているが、「機械学習」という呼称に過剰な期待を寄せられるほどには信頼が置ける技術ではない。しかしながら、膨大な記事をひとまず手を加えずに分類できる、という点では非常な価値を持つ。今回は後に述べるように、WP2 の経時的な分析結果と統合することで、日本の報道パターンを世界の傾向と比較する機会が得られると考え、この技術を適用した。

2.2 方法

(1) 分析対象

WP1, WP2 では同じ記事データセットを用いて分析を行っている。収集した記事数、並びに実際に分析に供した記事数は次の表 3 : WP1&2 で分析した総記事数 (1989-2019) の通りである。

表 3 : WP1&2 で分析した総記事数 (1989-2019)

	日本 3 紙『朝日』『読売』『毎日』合計 (「倫理」を含む)	英語 4 紙 “Guardian” “WSJ” “WP” ” NYT” 合計 (‘ethic’ を含む)
遺伝子組換え	8, 620 (346)	9, 652 (1, 054)
ゲノム	5, 352 (698)	2, 256 (364)
再生医療 (2001-)	4, 643 (648)	7, 219 (201)

(2) 潜在ディリクレ分析

テキストの前処理および潜在的ディリクレ分析の実装には Python3.7.3 を用いた。テキストの前処理は 3 つの手順、すなわち形態素解析、分析対象語の選別、語の正規化から成り立っている。

第一に、日本語のデータセットに対して形態素解析を行った。Python のライブラリである mecab-python3 0.996.2 を用いて MeCab0.996 を操作した。形態素解析においては、新語・固有表現に強い辞書である mecab-ipadic-NEologd を用いた。

第二に、単独では意味をなさず、分析に適さない語を対象から除外するために、語の品詞を名詞限定した。また、ストップワードリストとして日本語には Slothlib、英語には python ライブラリである NLTK20.0.1 付属のリストを使用し、これらに含まれる語を除外した。

最後に、日本語のデータセットに対して、半角カタカナ、全角英数字、環境依存文字などの複数の方法で表記された語の表記揺れを正規化し、一つの語にまとめる処理を行った。また、Python のライブラリである neologdn0.4 と unicodedata を用いて語の表記揺れを正規化し、数字は 0 に統一した。英語のデータセットに対しては、NLTK を用いて現在形や過去形、三人称単数現在形などを原形に変換する処理を行った。

トピックモデリングについては、はじめに 1~100 のトピック数で LDA モデルを構築し、それぞれのトピック数において評価指標を算出した。評価指標には Perplexity と Coherence を用いた。次に、これらの値にもとづき最適なトピック数を決定し、トピックを構成する語およびそのトピックの含有割合が高い記事を抽出した。最後に、トピックが何について述べたトピックなのかラベルづけを行った。

2.3 結果と考察

結果の提示に際しては、それぞれのトピックに関しての表を示した。実際の分析データに関しては「ゲノム編集」「遺伝子組換え」「再生医療」の記事セット全てについて行ったが、全てを報告するのは冗長に過ぎるため、本報告ではそれらのうち「倫理」を含む記事の分析結果を紹介する。

(1) ゲノム・遺伝子組み換え（倫理）

1) 「ゲノム・遺伝子組換え」日本語記事のトピックモデリング

分析の結果のトピック数は 5 つとなった。以下では個々のトピックの解釈を試みる。

トピック 1<埋め込まれた倫理>：トピックに含まれる記事は読者投稿からコラムまで、幅広い。GM に関する倫理の議論が社会に埋め込まれた結果として表象されているトピックであると判断した。

トピック 2<研究の倫理>：含まれる記事は、遺伝子情報の保護、プライバシー侵害の懸念などが多い。倫理について語るのも専門家である。

トピック 3<競争の倫理>：海外の研究動向や、それに対応する国内の研究など、WP2 でも述べるような Jung (2012) の指摘するような、「研究を国際競争として見なした」記事がここに含まれる。

トピック 4<応用の倫理>：研究の応用可能性とそれともなう倫理議論が含まれていたため、これを技術の「社会応用」に向けたものとして解釈した。

トピック 5<未来に向けた倫理>：若者が語る科学倫理、科学技術予測などの倫理的議論の記事が目立った。

2) 「ゲノム・遺伝子組換え」英語記事のトピックモデリング

分析の結果のトピック数は5つとなった。以下では個々のトピックの解釈を試みる。

トピック 1<ヒト改変の倫理>：2015年以降のゲノム編集ベビーの話題が目立つ。その他にもクローンに関する規制法の話などが含まれていた。

トピック 2<倫理のガバナンス>：政策、企業の姿勢など、倫理的問題をどのように社会制度の中で扱うかという問題に関する記事が目立った。

トピック 3<応用の倫理>：日本側トピック 4と幾分類似している。ジカウイルス対策やGM作物の飢餓対策や商用の利用など、応用に伴う倫理の記事が含まれた。

トピック 4<倫理の論争>：アクティビズムや論争まで、倫理の議論のダイナミズムを巡る記事が目立った。

トピック 5<倫理への挑戦>：ゲノム編集ベビー、エンハンスメント、フランケンシュタインなど多様な話題にわたるが、倫理・道徳への挑戦的試みの記事が目立った。

トピックの名付けはもちろん恣意的である。しかし、分類された記事について、日本の議論よりも英語の議論の方が分類の抽象度が高く、また社会論争の主導する中での倫理の扱いが伺えた。これに比すると、日本は相対的に「倫理」の語り口の作法が共通している印象が強い。

(2) 再生医療（倫理）

1) 「再生医療」日本語記事のトピックモデリング

分析の結果のトピック数は3つとなった。以下では個々のトピックの解釈を試みる。

トピック 1<STAP 細胞問題の倫理>：2015年に起こった「STAP 細胞問題」が、明らかに有力な記事構成要素として目立った。

トピック 2<再生医療の倫理>：再生医療に関する中心的かつ幅広い倫理議論が集中して分類された。

トピック 3<臨床応用の倫理>：いわゆる「森口 iPS 事件」や、2010年に起こった韓国人患者に対する「幹細胞治療」による死亡事故のメディカルツーリズムを中心に、臨床応用についての倫理が目立った。

2) 「再生医療」英語記事のトピックモデリング

分析の結果のトピック数は4つとなった。以下では個々のトピックの解釈を試みる。

トピック 1<再生医療の社会影響>：再生医療のもたらす幅広い社会的影響とその倫理についての総論的な記事が目立つ。経済、生命を操作する是非、オーダーメイド医療など。

トピック 2<再生医療と宗教>：胚利用に伴う倫理的問題、キリスト教やユダヤ教など宗教指導者のコメントなど。

トピック 3<再生医療と政治>：再生医療のガバナンスに関する記事や、大統領選に伴う再生医療の議論など。

トピック 4<再生医療の医療応用>：再生医療を臨床治療、創薬などに用いる場合の倫理的問題などが目立った。

2.4 小括

日英の報道フレームの異同を見いだすという本調査の主旨に沿えば、結果から一見して読み取れるのは、日本側の倫理議論が抽象的かつ目的指向、トピック指向なことである。GMの<研究><競争><未来応用>といった視点、RMでは<STAP細胞><臨床応用>など、科学技術の研究環境や社会利用の視点があり、そこに倫理の問題が付随する傾向だと言える。これに対し英語圏記事では、GMでは倫理そのものがトピックの中心であり、またGMは<社会影響><宗教><政治>といった、科学技術のガバナンスの問題の中心に倫理が位置づけられているとの感触を得た。

3. WP2: 日本の生命科学報道倫理議論の内容分析

3.1 背景

前報告では、日本の新聞3紙（『朝日新聞』『読売新聞』『毎日新聞』）の報道傾向の推移について、「ゲノム編集」「遺伝子組換え」「再生医療」というトピックに関し、報道件数の年次推移を元に分析を行った。本報告においては、特に「倫理」というキーワードに注目し、より詳細な描かれ方の実際を分析した。

分析に際しては、量的な内容分析を踏まえつつ、実際の記事から倫理の「フレーム」、すなわち描写の枠組みの変遷を分析することを目指した。フレーム分析はメディア論で広く用いられる手法であるが、その理念および分析手法の実際に関しては議論も多く、多様なバリエーションが生まれている。本分析においては報道描写の全体的な把握を目的とするため、その詳細には立ち入らず、既存の分析枠組みを援用する方向で分析を設計した。

全体としては、内容分析の手法に則り「誰が」「どのような」倫理議論を行うアクター（役者）として記事に登場しているかを把握することを主眼とした。そのうえで、補助線として Iyenger (1991) のテレビ・フレームに対する分析¹に倣い、「テーマ的」すなわち社会的な枠組みとしての報道と、「エピソード的」すなわち人間の関係性や対話などの社会的行為に注目した枠組みの報道についての分析も行った。また、Jung (2012) は、幹細胞報道の質的分析を通じ、報道の傾向を「スポーツとしての科学 (Science as “Sport”)」「ギルドとしての科学 (Science as a “Guild”)」「驕れる科学 (Science as “Hubris”)」という3つのフレームに分類を行っている（詳細についてはコード表参照）²。このフレーム分類に関しても、分析の補助線となることを期待し、コーディングを行った。

これらの分析結果、ならびに WP1 の結果を統合的に分析することにより、倫理に関わる議論がどのように変遷してきたのかを把握することを目指した。

3.2 方法

収集した新聞記事（表3参照）から、「倫理」を含む記事を抽出した。なお、分析にあたっては「遺伝子組み換え」と「ゲノム」に関しては、倫理の話題が重複する傾向が強いことから、これらを統合して分析した。

最終的に分析に供した記事数は「遺伝子組換え+ゲノム編集」が1,064記事、「再生医療の倫理」673記事であった。この全ての記事に対し、4名のコーダー（いずれも早稲田大学政治経済学部3年生）に対し、3時間の訓練の後、コーディング表と予備分析用の30記事（遺伝子組換え、ゲノム編集、再生医療の話題を含むランダムサンプリングした記事）を提供した。各自、独立でコードを行い、コーディングの一致率が分析に耐えうるものであることを確認した（Cronbach's $\alpha = 0.78$ 以上）。

その後、各コーダーは分配された記事を独立にコーディングした。結果を統合し、後の分析に供した。

¹ Iyenger S. (1991) *Is Anyone Responsible? How Television Frames Political Issues*. Chicago, IL: Chicago University Press.

² Jung, A. (2012), “Medialization and Credibility: Paradoxical Effect or (Re)-Stabilization of Boundaries? Epidemiology and Stem Cell Research in the Press”, In: Rödter, Simone, and Martina Franzen and Peter Weingart (ed). *The Sciences' Media Connection – Public Communication and its Repercussions*, Dordrecht: Springer. pp.107-132.

(1) コーディング内容について

以下では、最終的な分析に用いたコーディング表の各項目について解説する。

1) 総合項目

このコード・カテゴリーは、記事全体の傾向に注意喚起するためのコードを含んでいる。

1. **(無視)** : 「倫理」の文字列は含まれているものの、内容的に無視できると想定される記事。全く関係無いインタビュー記事に、インタビューイの過去の著作として示された書籍名に「倫理」の文字が含まれるなど。
2. **儀礼** : 「儀礼化した」倫理表現を含む記事。実際に倫理的議論を行っているわけではないが、「倫理的議論が待たれる」など。

「2. 儀礼」については、本調査において重要な意味を持つため、最初の項目として設定した。

2) What: 何について語っているか?

このコード・カテゴリーでは、倫理問題のフレーム形成に関与するトピック内容のコードを目的としたものである。

1. **科学成果** : 科学的な研究成果に基づく倫理の議論記事。
2. **生-資本** : 科学が人体や生命を資本化する問題に対して語っている記事。
3. **合意形成** : 倫理の議論についての合意形成過程、またその重要性などについての記事。
4. **安全** : 安全性に関する倫理議論の記事。
5. **安心** : 安心に関わる倫理議論の記事。
6. **法・統制** : 研究の法的規制、研究者倫理などレギュラトリーサイエンスに関わる記事。
7. **経済** : 研究のもたらす経済効果などに関する議論。
8. **その他** : 上記の範囲を逸脱する記事。

3) Who: 誰が倫理について語っているか?

このコード・カテゴリーでは、記事中に登場したアクターについてコードした。

1. **政府, 行政, 審議会** : 政府、行政、審議会など政策側アクターの登場する記事。
2. **研究機関, 大学** : 研究期間、大学の登場する記事。
3. **学会** : 学協会の登場する記事。
4. **企業** : 企業の登場する記事。
5. **NPO/NGO** : 民間団体の登場する記事。

6. **国際機関**：WHO など国際機関の登場する記事。海外の審議会、国際学会などは重複カウントを行う。
7. **外国, 海外**：海外のアクターが登場する記事。他の項目との重複カウントを行う。
8. **基準, 指針, ガイドライン**：基準やガイドラインなど成文化された規則がアクターとして振る舞っている記事。
9. **宗教**：宗教団体、宗教指導者などがアクターとして登場する記事。
10. **専門家**：あらゆる種類の「専門家」が登場する記事。
11. **専門家(理)**：直前のコード 10 に加え、理系研究者だと判別出来る記事。重複カウント。
12. **専門家(文)**：直前のコード 10 に加え、人文社会科学の研究者だと判別できる記事。重複カウント。
13. **市民, 国民**：上記の範囲に入らない、いわゆる一般市民。非専門家。
14. **当事者**：再生医療を待つ難病患者や遺伝子組換え作物を扱う農業従事者など。
15. **書き手**：記者やインタビュアーなど、書き手あるいは観察の主體的知見が登場する記事。
16. **その他**：上記に該当しない記事。

4) How: どのように倫理が描かれているか？

このコード・カテゴリーは複数の先行研究に基づき、直接にフレーム分類を行うことを意識して設計されている。

1. **テーマ的**：抽象的、記述的、社会システムの問題などの描写が中心。
2. **エピソード的**：具体的、叙述的、個々人のエピソード中心。

上記の2つのコードは、Iyenger (1991) のフレーム分類に基づく。

3. **競争**：“science as sports”。スポーツの試合、オリンピックの対抗戦のように、科学者や企業、あるいは国家の競争として研究を描き、この競争に勝利することこそが目的である。日本の科学者の勝利は日本の勝利で、倫理はその競争中のルールである。
4. **人類恩恵**：“science as guild”。（国家ではなく）「科学の（そして人間社会の）」勝利こそが目的であるとして描かれている。
5. **驕れる科学**：“science as hubris”。科学者は未来の託宣者であり、科学とは既存の社会的価値観への挑戦である。

上記の3つのコードは、幹細胞のフレーム分析を行った Jung (2012) の研究に基づいている。

6. **宗教・神**：キリスト教、仏教といった特定宗教の考え方とのコンフリクトとして倫理が描かれている場合。
7. **自然**：「自然の摂理に反する」といったように、「不自然さ」を倫理的根拠として描かれている場合。
上記の 2 つコードは、倫理が何に基づいて語られているのかを抽出するために設定した。日本の記述においては後者が多いと予想した。

上記の 2 のコードは、日本の特徴を拾えるのではないかと考えて設定した。

8. **その他**：上記カテゴリーに含まれない、特異的な描き方についてのコード。

5) Role of Experts: 専門家の役割

このコード・カテゴリーは、専門家が記事のなかでどのような役割を与えられているかを測定するために設定した。

1. **知識提供**：専門家は知識の提供者としての役割を果たし、倫理議論に触れない。
2. **唱道**：専門家は倫理議論の有りかたについて唱道している。
3. **仲裁**：専門家は倫理的対立の調停者として描かれている。
4. **警告**：専門家は倫理的問題の警告者として描かれている。

以下においては、このコード表を用いた分析の結果について記述する。

3.3 結果と考察

無作為抽出した 30 サンプルに関するコーディング結果のコーダー間の一致率 (Cronbach' s α) は 0.78 以上と、良好な結果を得た。これは、項目数は多いものの比較的シンプルなコーディング要求であったためと考えられる。

コーディングの結果を可視化したのが表 4 と表 5 である。可視化に際しては、各コードに対して年毎の記事あたり出現頻度を 8 段階の濃淡 (< 2.5, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5, 27.2, 32.5, 37.5, 42.5 < %, 高い比率ほど濃色) で表した。以下では、「遺伝子組み換え+ゲノム (以下 GM)」「再生医療(以下 RM)」について、各中項目について検討の後、全体を比較する。

なお、この後の記述に際しては、ハイプサイクルの模式図に即し、ハイプの開始期から順に、トリガー期 (Technology Trigger)、ピーク期 (Peak of Inflated Expectations)、失望期 (Trough of Disillusionment)、啓発期 (Slope of Enlightenment)、プラトー期 (Plateau of Productivity) として記述する。

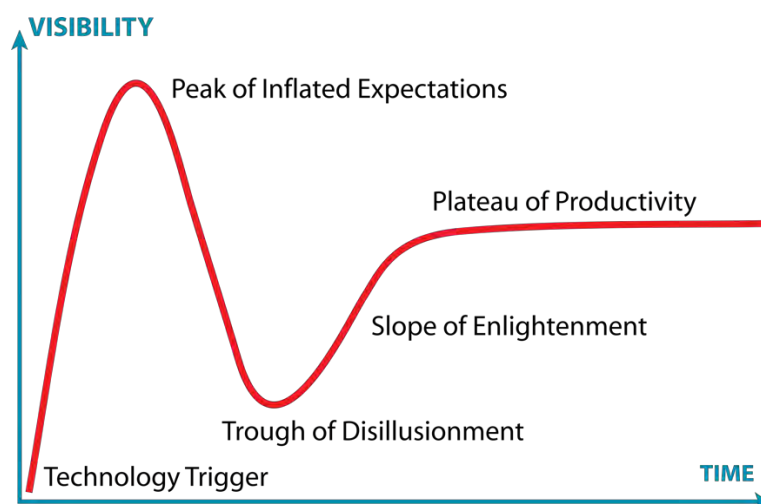


図 1：ハイプサイクル模式図³

より具体的には、GM に関しては：

- ・ トリガー期：1990-1998
- ・ ピーク期：1999-2001
- ・ 後ピーク期：2002-2005
- ・ 失望期：2006-2011

と定義した。2015 年以降は、ゲノム編集の隆盛によって

- ・ 第 2 ピーク期：2012-2019

が開始していると判断した。

また、RM に関しては、トリガー期がほぼ無く、いきなり立ち上がっていることから：

- ・ ピーク期：2001-2004
- ・ 失望期：2005-2007（ファンウソク事件）
- ・ 啓発期：2008-2011（iPS 前夜）
- ・ 第 2 ピーク期：2012-2015（iPS ノーベル賞フィーバー、STAP 細胞）
- ・ 第 2 失望期：2016-2019（臨床応用の話題が多く啓発期ともとれるが）

とした。

³Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Hype_cycle#/media/File:Gartner_Hype_Cycle.svg [2020 年 3 月 5 日閲覧]

表 4：「遺伝子組み換え+ゲノム」コーディング結果

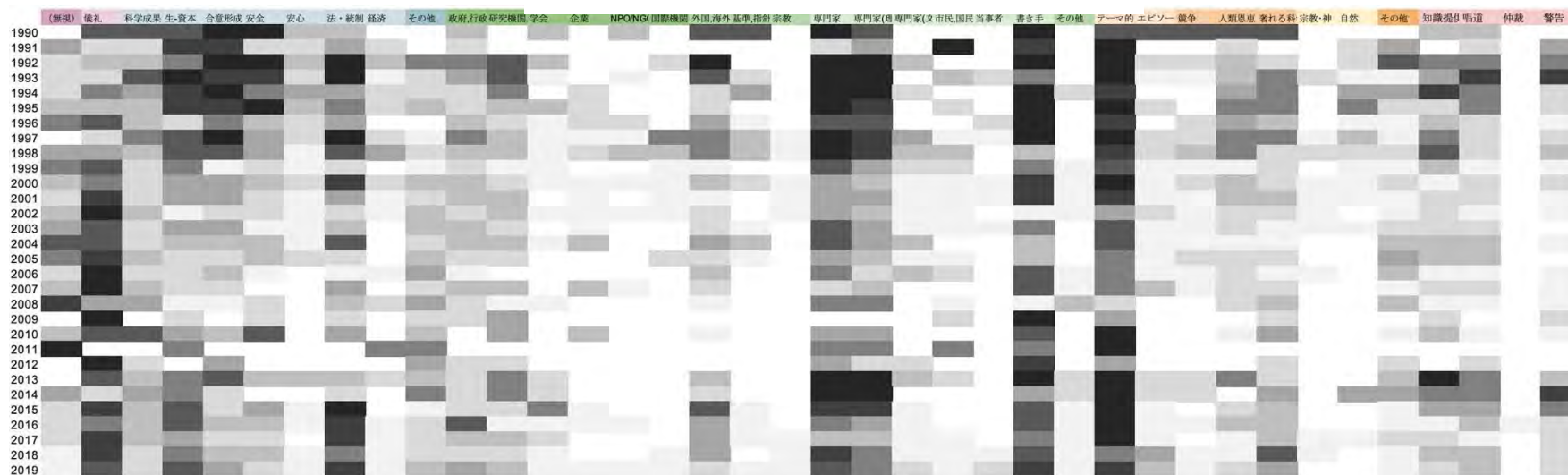


表 4：「再生医療の倫理」コーディング結果



(1) 儀礼

昨年調査からも指摘されていたのが、日本の報道における「倫理議論の儀礼化」傾向である。これはすなわち「倫理的議論が待たれる」「広く社会で倫理について議論しなければならない」という、いわば「問題が問題だ」という指摘でもって倫理の議論を成したことにしてしまう可能性がある。

この問題については、GM、RMと共に、強く儀礼化された議論傾向が観察されている。特に興味深いのは、GMにおいてはピーク期を越えたあたりから儀礼化が進行すること、RMでは2005年以降にこの儀礼化傾向が顕著であり続けている点である。

これらからは、基本的に日本の報道は、トリガー期以降は、儀礼化した倫理記述が多いと言えるだろう。

(2) What:倫理のどの側面について語られたか？

次に、倫理のこういった話題について議論が行われてきたかである。GMのトリガー期(1990-1998)においては、<生-資本>、<合意形成>そして<安全>に関する議論が盛んである。また、<法・統制>のガバナンス議論は法制度の時期に一致して顕著となる。しかし、<生-資本>の議論が近年高まっている他は、驚くほど具体的な議論が成されていないことがわかる。

RMにおいてもこの傾向は類似している。<生-資本>、<合意形成>ともに極めて初期のピーク期(2001-2004)のみに強く観察され、それ以降はほぼ議論がなされていない。また、RMにおいては、<科学成果>との不定期な一致も指摘できる。これは、再生医療の研究成果が直接に人間のどのような治療やエンハンスメントに接続するのかという具体性がよりはっきりしていることが理由にあると考えられる。

この結果から、本来は技術の発展と併走して行われるべき倫理の議論は、報道の初期においてのみ成され、その後は儀礼化した議論にとどまっている可能性が示唆された。

(3) Who:誰が倫理を語ったか？

本項目において検討した「誰が」には、個人のみならず、語りの主体となるアクター(団体や研究所組織、あるいは法制度)が含まれる。

GMにおいては、主にトリガー期(1990-1998)のさらに初期、そしてCRISPR/Cas9によりゲノム編集の議論が盛んになった2015年に海外の議論、基準や原則を指針として引用する形で倫理が語られている様子が見て取れる。また、専門家の登場傾向は一貫しているものの、やはりトリガー期に集中している。ゲノム編集の話題を中心に活発化した第二ピーク期においても、主に理系の<専門家>の語りを確認される。ただし、この専門家の倫理の語りも継続しないこと、また<人文社会科学の専門家>の語りも常に希薄なことは問題視されるべきであろう。さらに、<市民>の不安の語りは1991年以外の時期においては非常に薄い。関係アクターのバランスが悪いことが推定される。また、一貫して<書き手>すなわち記者の語りが厚めであることが確認される。

RMにおいては、社会の関係アクターによる語りのバランスはさらに悪い。ピーク期(2001-2004)から失望期にかけて、<政府・行政>、<研究機関>といったアクターの語りがやや増

加しており、その後も有る程度コンスタントに倫理の語り手となっていることが推察できるが、それ以外は2005年前後にファンウソク事件由来と思われる〈海外〉の語りが導入されており、また〈専門家〉の語りが一貫して行われている他は、〈書き手〉のみがアクターである。GMと比較した場合、社会的論争が起こっていないため、とも理解出来るが、平時から求められる「対話のアリーナ」として、新聞が機能できていない可能性が推察される。

(4) How:倫理はどのように語られたか？

次に、倫理のどういった話題について議論が行われてきたかについて検討する。この分析結果は、統合的な分析の前段階としての指針となることが期待された。

1) Iyenger のテーマ／エピソード・フレーム

GM、RMともにテーマ的なフレームが圧倒的に強く、時期による特筆されるような傾向は明確には伺えない。わずかにGMの最初期と近年にはエピソード傾向が観察される。これは、儀礼的傾向と合わさり、基本的に倫理の議論が個別具体的な倫理のジレンマ問題などではなく、研究に伴う倫理的課題、といった抽象的議論にとどまっている可能性をうかがわせる。

RMでエピソードが明白に確認できるのは2005年、これもファンウソク事件である。事件の性質にも拠っているが、Shineha(2016)⁴も確認しているように、隣国の事例であればエピソードを踏まえた倫理的な議論が出来ていたことをうかがわせる。

2) Jung の3フレーム

GMにおいて相対的に強かったのは、〈人類への貢献〉および〈驕れる科学〉フレームである。これは遺伝子組換えの議論が中心だったトリガー期(1990-1998)においては、比較的拮抗した傾向を示しており、この二つのフレームを極とした議論が展開されていたと推察できる。また、近年は〈驕れる科学〉フレームが2018年に観察されている。これは中国の賀建奎副教授がゲノム編集を行った双子を誕生させた事件のためである。一方で、〈競争〉フレームはさほど明確には出ていない。一点、興味深いのはGMの最初期1990年のみ、これらのフレームが出そろっていたということである。実際の記事からも、網羅的な議論が行われていたことが推察できる。

RMに関しては、GMと比較すると弱いものの、初期に於いてこれらの3フレームが総じて拮抗していたと言える。2002年には〈人類への貢献〉フレームが強調され、また2005年にはやはりファンウソク事件が、〈競争〉フレームとして分析されている。一方、〈驕れる科学〉フレームは、期間の初期に有る程度継続した出現が見られるものの、その後の傾向は強くない。

以上、IyengerとJungのフレームのコーディングの結果から言えるのは、他国においては比較的拮抗しているこれらの倫理フレームが、日本においてはやや偏った形で出現し、また経時変化と共に薄れていく傾向が示唆された。

⁴ Shineha, R. (2016). Attention to stem cell research in Japanese mass media: twenty-year macro trends and the gap between media attention and ethical, legal, and social issues. *East Asian Science, Technology and Society*, 10(3), 229-246.

3) 宗教と自然

このコードは、既にこの分野で広く認識されているように、宗教が倫理議論の軸となり得ていない日本においては、「自然の摂理に反する」といった曖昧な倫理規範が語られている傾向が強いと予想したために設定した。

果たして、〈宗教・神〉は予想通り希薄であったが、〈自然〉コードもまた、GM の初期においては見受けられたが、より明確に出ると予想した RM において極めて希薄であった。

4) 専門家の役割

このコードは、専門家が倫理議論においてどのような役割を果たしているかを見極めるために設定した。

〈仲裁〉者としての専門家の役回りは、GM、RM いずれにおいても観察されなかった。GM においては、〈知識提供〉の不連続的な傾向と同時に、〈唱道〉が有る程度の一貫性を持ってトリガー期、および失望期において観察された。

RM においては、全体的には薄い傾向ではあるものの、〈知識提供〉および〈警告〉の役割から、〈唱道〉へと変化している様子が看取された。

3.4 小括

本節においては、「遺伝子組換え」と「ゲノム編集」を統合した記事セット、そして「再生医療」についての記事セットを対象とした内容分析に基づき、これらの科学技術の倫理問題が、何について、誰によって、またどのように語られているかを分析した。

これらは日本の報道における生命科学の倫理議論が希薄であるという問題意識の仮定に基づいたものであったが、「希薄さ」の相対的分析を脇に置くにしても、特定の傾向が観察されたとと言える。

最も重要な傾向としては、本来は技術の発展と併走して行われるべき倫理の議論は、報道の初期においてのみ成され、その後は儀礼化した議論になっていると言える。報道はその規範として「社会的議論のアリーナ」であることが期待されているが、倫理の議論は形式的にすぎず、初期以降は具体的な社会議論は記事の俎上に表れない。また、記事内に登場する倫理議論のアクターも、専門家以外には書き手である記者が儀礼的な言辞を繰り返している、という傾向が確認された。

さらに先行研究ではある程度拮抗していることが判明している、対立する報道枠組みについても、日本においては偏った形で出現し、また経時変化と共にこの対立が薄れていくことが確認された。

これに加え、欧米の倫理議論が〈宗教〉を軸に語られていることと対象に、日本においては〈自然〉であることを基盤に置いていると予想したが、予想に反しこの傾向は観察されなかった。

最後に、専門家の役割は、GM、RM いずれにおいても基本的には〈知識提供〉の役割で有り、また遺伝子組換えとゲノム編集の初期、再生医療の後期においては〈唱道〉の役割が付与されていた。

これらは新聞分析の結果であるが、日本社会の倫理議論の有り様の雛形であり、また鏡像となっていると言えるだろう。

3.5 WP1 と WP2 のまとめ

WP1、WP2 の分析結果は、おおむね日本の生命科学研究の倫理議論について語られてきた印象を補強するものであったと言えるだろう。すなわち、日本においてはやはり倫理の議論は「儀礼的」すなわち倫理的な「問題が問題だ」という循環論法の域を出ていない可能性が示唆された。それは WP1 の分析において、英語圏が倫理こそを議論の中心にしていることと対称的であり、科学技術の発展に伴う事象、経済や医療応用などの実利的側面が先に有り、その中で倫理的課題があることが言及されるのみである。一方で英語圏の報道においては、倫理の議論が必然として位置づけられていると言える。

WP2 の分析結果からは、この傾向が追認されると共に、また「専門家」と「記者（書き手）」との間で予定調和とも言える倫理の問題確認が繰り返し行われるばかりで、倫理の実際の議論に踏み込んでいないことが示された。時期的には、科学技術の萌芽初期においてはこれらの問題への熟議の試行がなされるが、ほどなくして技術が具体化すると、それらの倫理的議論は「専門家が技術の発展を説明・擁護し、記者が疑義を投げかける」という展開が繰り返されていた。

もちろん、全てが予想通りだったわけではない。しばしば素朴な日本文化論は「自然を重視する日本」といった像を結ぶが、WP1 で英語圏の議論が宗教を軸にはっきりと展開されていたのに対し、日本の議論では「自然に反する」といった言説すら稀であった。これは「そもそも倫理的議論は行われていないのではないか」という解釈も導出し得る。

これらは「新聞」という限られたマスメディアの分析ではあるが、新聞は世論を作ると同時に世論を反映する。ELSI の議論においては熟議に基づいた文化的な倫理観が求められるにもかかわらず、日本社会における倫理的議論の不完全さが見てとれる結果となった。これらは文化的構築物であり、それゆえに一朝一夕に変化が期待できるものでもない。

結果から解釈するならば、世界に伍する日本独自の ELSI の議論を展開し、それを日本のイノベーションの駆動力に展開しようとするならば、現状の科学政策において萌芽期にのみ ELSI の議論を展開される設計となっていることは問題である。ELSI の議論は、研究と併走して行われ続けるべきものであり、そのための制度設計を考慮する必要があるだろう。

4. WP3: ゲノム編集に関するソーシャル Q&A サイトの分析

4.1 背景

近年、SNS の普及や利用者数の増加につれて、SNS 上のユーザー作成コンテンツ (User Generated Contents, UGC) を利用して、社会問題や物議をかもし科学技術などに対する世論を考察、研究するトレンドが見られている。米国の Facebook、Twitter、中国の微博をはじめ、大手 IT 企業によって運営されている SNS が研究対象として多く扱われている。その中で、ソーシャル Q&A サイト(以下 SQA)はソーシャル機能以外に知識の共有も重視しており、近年注目を集めている。日本に於いては『Yahoo!知恵袋』などがこの形式のサイトにあたる。これらの SQA は基本的にユーザーからの「質問」に対して複数の別のユーザーが「回答」を付けるという形式をとっている。回答者は専門家に限られてはいない。この性質により、SQA は「市民の疑問に対する、市民の回答」が形成される場で有り、このために科学技術の萌芽的議論を観察するうえでは重要な焦点となっている。

現在流行している SQA としては、英語圏では『Quora』、中国語圏では『知乎』が代表的である。『Quora』は 2010 年、『知乎』は 2011 年にサービスを正式に開始した。『Quora』は世界で一番人気があるソーシャル Q&A サイトであり、2018 年 9 月に月間利用者数 (Monthly Active Users; MAU) は 3 億を超えている。一方、『Quora』の模倣者と見られている『知乎』も中国で最大なソーシャル Q&A サイトになっている。2017 年 9 月、『知乎』は個人ユーザー登録数が 1 億を超え、同時に一日あたりの利用者数 (Daily Active Users; DAU) が 2600 万に達していると発表した。巨大なユーザー規模を持っている SQA には、ユーザーが発したコンテンツに経済、環境など、様々な社会的重要性のある膨大な情報が含まれている。

最近の SQA はコンテンツの質を重視することが顕著な特徴である。Maity et al. (2015) によると、質問と回答で成り立っている『Quora』の知識共有エコシステムにおいて、トピックは重要な役割を果たしている。ユーザーがトピックを通して質問や回答をし、該当トピックの専門家や経験者により質のいい回答をしてもらうことで、『Quora』のコンテンツ全体の質をコントロールしている。劉・林(2015)によれば、『知乎』は従来の Q&A サイトが持っている規模が大きすぎる問題や、ユーザーの知的レベルのばらつきが大きいなどの問題を解決するために、質の高いコンテンツを生産、シェアすることや、質の低いコンテンツを取り除くことに力を入れることによって、クオリティを重視するコミュニティ及び価値のあるユーザーネットワークが構築されている。また、コンテンツの質はユーザーの質にも関わっている。『Quora』、『知乎』はユーザーの個人情報の収集と発表を行わないと主張しているが、Alexa と iResearch によると、『Quora』と『知乎』にはより多くの教育レベルの高い、経済力のあるユーザーが集まっていることが推測される。

本 WP3 では、『Quora』と『知乎』において、ヒトゲノム編集 (HGE) という萌芽的技術に対する世論を比較した上で、論争的な萌芽的技術に対する世論の共通点、相違点を把握した。方法論としては HGE に関して人々がどのような関心を持っているかを明らかにするために、トピックモデリング (Latent Dirichlet Allocation, LDA) のアプローチを用いた。

今回の WP3 においては予備的分析の性質を帯びるため、形式の大きく異なる日本の SQA (『Yahoo!知恵袋』や『日本語版 Quora』) との比較は考察での最小限度に留めた。

4.2 方法

(1) 分析データ

ヒトゲノム編集に関するトピックとして、『Quora』から、「Human Genetic Engineering」、「CRISPR」、「Cas9」、「Crispr Cas9」、「Reports of CRISPR Gene-edited Babies (November 2018)」、「Designer Babies」、「CRISPR/Cas9 Gene Editing」、「Jiankui He」、「Dr He Jiankui」という9つを、『知乎』から、「賀建奎」、「基因編集」、「CRISPR」、「基因駆動」という4つの検索キーワードを設定した。

Python 3.7.3のSeleniumモジュールを利用して、ウェブクローラーを作成した。2019年9月18日に『知乎』の選定したトピックページに、9月25日に『Quora』の選定したトピックページにウェブクローラーがアクセスして、表5のように、選定したトピックに属する取得可能なテキストデータと補助データを収集した。無関係なデータや重複したデータを排除したものを本研究のデータセットとした。その件数は表5の通りである。

表5：質問、回答、コラム取得件数集計

	Quora	知乎
質問	2,453	227
回答	4,337	965
コラム	-	301

(2) トピックモデリング

LDAを用いた抽出トピック数の指定方法に関して、Jiang et al. (2018)は異なる抽出トピック数を指定して、トピックモデリングを複数回行って、その中で結果がもっとも望ましいモデルを採用するという手法を取った。本研究においても、この手法を踏襲して、Python 3.7.3のGensimならびにJiebaモジュールを利用して、抽出トピック数を5から15までに指定してトピックモデリングを行った。モデルを比較した結果として、『Quora』と『知乎』からそれぞれ10個のトピックを抽出した。

4.3 結果と考察

(1) ユーザー発言数の時系列推移

本節では、『Quora』、『知乎』において、ヒトゲノム編集に関するユーザーの発言の量の経時的変化を考察する。ヒトゲノム編集に関するユーザーの発言（質問に対する回答、コラム文章）の量は一定程度で人々の関心の度合いを反映していると考えられる。人々の関心度合いの推移を見るために、収集した回答を使って『Quora』における回答数の時系列推移図（図2）と、『知乎』における回答数とコラム投稿数の時系列推移図（図3）を作成した。

『Quora』では、最初の回答が出された2012年10月1日から「ゲノム編集ベビー事件」

が報じられた前日の2018年11月25日までの凡そ6年2ヶ月間の回答数は合計2125件で、1日平均0.9件であり、1日の回答数は最大23件（2018年2月14日）しかなかった。この事件が報じられた後、2018年11月26日からデータ収集日の2019年9月25日までの凡そ10ヶ月間の回答数は合計2213件で、1日平均7.3件になり、11月29日にピークの131件に達した。

一方、『知乎』では、回答数に関しては、最初に回答があった2013年12月25日から2018年11月25日までの凡そ5年間の回答数は合計361件、1日平均0.2件であり、1日の回答数は最大20件（2018年3月30日）であった。そして、この事件が報じられてから2019年1月21日に広東省調査グループが初期調査結果を発表するまでの凡そ2ヶ月の間では、回答件数は最大でも22件しかなかった。初期調査結果発表の翌日の2019年1月22日、回答数はピークの177件まで上がった。また、この事件が報じられた2018年11月26日からデータ収集日の2019年9月18日までの凡そ9ヶ月間の回答数は合計907件で、1日平均3.1件であった。

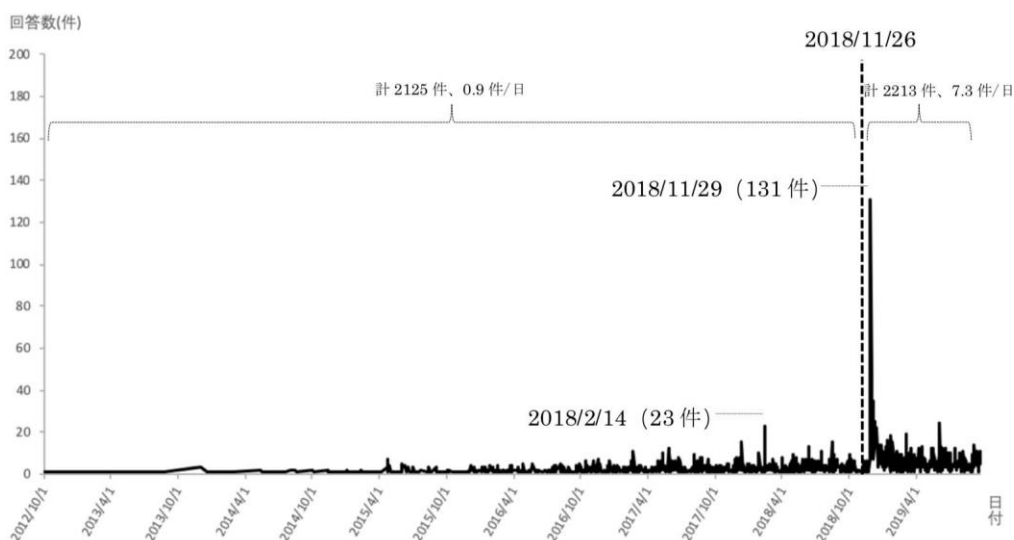


図4：『Quora』回答数時系列推移（2012/10/1～2019/9/25）

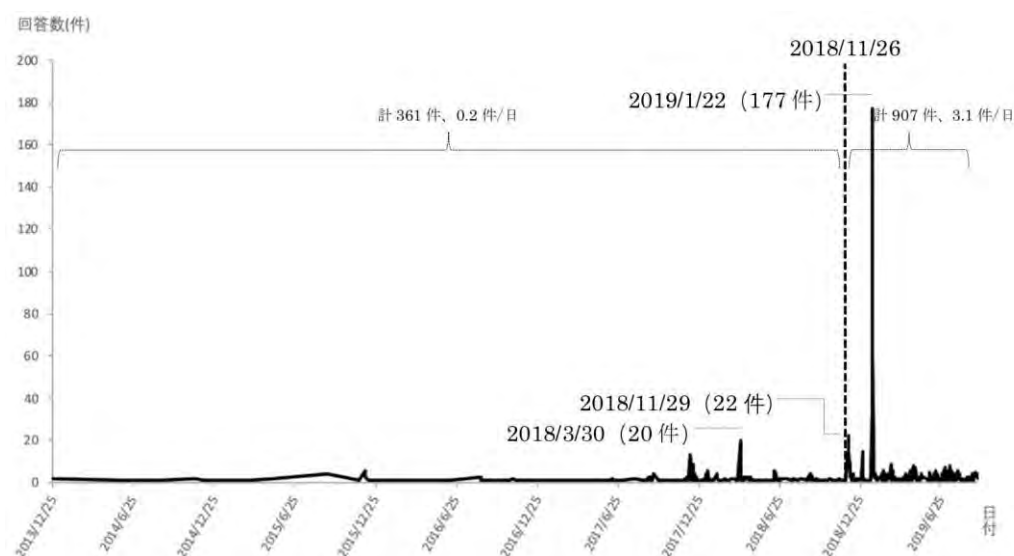


図5：『知乎』回答数時系列推移（2013/12/25～2019/9/18）

(2) Quora に関するトピックモデリング(LDA)結果

表 6 は Quora に対する LDA の結果である。「Most Frequent Terms」列に各トピックに関連する高頻度語を 20 個示し、それらの高頻度語が示唆するトピックの名前を「Label」列につけている。「Proportion」列には該当トピックに属する文章がコーパス全体に占める割合を示し、トピックを割合の高い順で並べている。

トピック 1 はゲノム編集のメカニズムに関わっていると判断し、「Mechanism of HGE」とラベリングした。このトピックは 10 個のトピックのうち、全体に占める割合がもっとも高く、15.9%である。実際に収集したテキストを読むと、「どうやって人間のゲノムを編集するのか」、「編集されたゲノムはどのように変化するのか」など、ヒトゲノム編集のメカニズム、原理に関する知識を有識者、業界人が説明する内容が非常に多かった。

トピック 2 は「ゲノム編集ベビー事件」に関するトピックであると判断し、「CRISPR babies」とラベリングした。図 2 および図 5 でも示したように、この事件は世界で議論を長く、広く引き起こしており、『Quora』でも 2 位であり、全体の 14.2%を占めている。

10 個のトピックのうち、3 つは HGE の用途に関わっている。その 3 つとは「Treatment for cancer」(3 位、10.5%)、「Human enhancement」(4 位、8.7%)、「Prenatal application」(6 位、7.7%) であり、合わせて全体の 26.9%を占めている。癌治療、身体機能や知的能力などの人間強化、出産前の応用という用途に人々が関心を寄せていることがわかった。Gaskell ら (2017) が研究で示したように、疾病の治療と人間の強化は人々が考えつく HGE の主な使い道であり、そして対象が成人・子供を問わず、疾病の治療には人間の強化より人々はポジティブな態度を持っている。この傾向に関して、田・劉 (2018) は、ヒトゲノム編集は利益とリスクが共存しているが、最先端科学技術としてのゲノム編集は自身の希少性に貧富の差が加わり、富裕層に独占される可能性が高いと指摘している。

HGE がもたらす「影響」に関わるトピックは 3 つある。それぞれは「Influences on body organs」(8 位、7.3%)、「Influences on nature」(9 位、7.2%)、「Influences on species」(10 位、6.7%) である。これらのトピックはゲノム編集によって、組織や器官、自然界、種族などにもたらされる影響への関心を示している。また、この 3 つのトピックは下位 3 位を占めているが、ヒトゲノム編集の影響への関心として、合わせて全体の 21.2%を占めていると見られる。

残りのトピックを見ると、トピック 5 の「Patent dispute」は『Quora』特有のトピックである。ゲノム編集の手法の一つである CRISPR/Cas9 の特許権をめぐる、マサチューセッツ工科大学 (MIT) とハーバード大学ブロード研究所とカリフォルニア大学バークレー校による論争⁵に関するトピックであり、全体の 8%を占めている。SQA にはより多くの高学歴ユーザーが集まっているので、科学界の論争は SQA でも取り上げられたと見受けられる。トピック 7 の「Business, market」はゲノム編集のビジネス応用やマーケットに関するトピックであり、全体の 7.5%を占めている。HGE のビジネス化も関心点の一つである。Brinegar ら (2017) によると、バイオテクノロジー市場は過去 10 年に飛躍的な成長を遂げた。特に、最近のゲノム編集市場の拡張に、CRISPR/Cas9 技術を採用した企業は重要な役割を果たしている。

⁵ 「The fight over who owns CRISPR is back, and it's a rematch」, 『MIT Technology Review』
<<https://www.technologyreview.com/613879/the-fight-over-who-owns-crispr-is-back-and-its-a-rematch/>>[2019 年 12 月 8 日閲覧]

表 6 : Quora に関する LDA 結果 (10 トピック)

No.	Most Frequent Terms	Label	Proportion
1	rna, system, sequence, bacteria, protein, sequences, guide, short, virus, cut, bacterial, viruses, viral, enzyme, biology, palindromic, pam, molecular, repeats, proteins, immune, enzymes, tool, regularly, engineering	Mechanism of HGE	0.159
2	babies, hiv, ethical, diseases, embryos, disease, future, scientists, baby, edited, china, chinese, designer, genetically, ccr, science, life, children, cure, medical, scientific, scientist, engineering, effects, potential	CRISPR babies	0.142
3	cancer, sequence, repair, mutations, off, system, therapy, mutation, single, protein, cut, rna, guide, virus, double, site, targeted, body, stem, effects, delivery, patient, targeting, strand, researchers	Treatment for cancer	0.105
4	intelligence, children, parents, life, child, genetics, iq, change, researchers, evolution, autism, intelligent, science, scientists, brain, single, start, traits, nature, study, born, development, plant, species, based	Human enhancement	0.087
5	patent, answer, broad, tools, berkeley, patents, battle, science, doudna, jennifer, uc, weinblatts, institute, editas, ai, scientific, nobel, off, claims, manipulating, person, therapeutics, didnt, scientists, university	Patent dispute	0.08
6	babies, off, designer, parents, children, baby, effects, child, question, embryos, life, genetically, germline, society, start, disease, create, perfect, mental, change, answer, future, based, ivf, traits	Prenatal application	0.077
7	market, technologies, applications, global, report, biology, cancer, growth, companies, lab, scientific, china, tools, key, application, forecast, field, free, based, mainstream, analysis, study, day, lead, players	Business, Market	0.075
8	change, body, organism, answer, plants, color, adult, question, modification, person, doesnt, life, engineering, eye, effects, current, hair, chromosome, living, modified, nature, process, create, embryo, organisms	Influences on body organs	0.073
9	selection, natural, autism, artificial, brain, autistic, ecology, development, answer, life, question, isnt, read, mit, children, aging, disease, book, plants, rate, hard, patent, company, changing, idea	Influences on nature	0.072
10	species, engineering, evolution, life, mosquitoes, population, natural, change, disease, drive, create, malaria, question, diseases, intelligence, answer, based, selection, plants, potential, body, generation, control, iq, nature	Influences on species	0.067

(3) 知呼に関するトピックモデリング(LDA)結果

『知呼』の LDA 結果については表 1 に示した。この表からは、『知呼』におけるヒトゲノム編集に関する 10 個のトピックのうち、「Business, market」の割合が最も高く、全体の 14.6 %を占めている。Brinegar ら (2017) によれば、2013 年から、中国から申請された CRISPR/Cas9 に関する優先特許の件数は急速に上がっており、中国は CRISPR/Cas9 技術に対する強い興味を反映している。現在、CRISPR/Cas9 に関する優先特許は、中国はアメリカに次ぐ世界 2 位であるが、中国が持つ約 1.4 億人の市場規模に基づく HGE のビジネス化への期待が集まっていると考えられる。

トピック 2 の「Mechanism of HGE」をめぐる議論は全体の 13.1 %を占めている。『Quora』と同じく、「HGE とは何か」、「HGE はどのように作用するのか」など、ヒトゲノム編集のメカニズムを説明する内容が大きい割合を占めており、SQA の知識プラットフォームという位置付けに即している。

「CRISPR babies」というトピックは 5 位であり 10 %を占めているが、この「ゲノム編集ベビー事件」に関して『知呼』ではゲノム編集を受けて誕生した双子以外に、ほかの側面に

も関心が集まっている。例えば、6位の「Laws, regulations」(8.4%)はヒトゲノム編集の立法、規制をめぐるトピックである。「ゲノム編集ベビー事件」以前、すでに25ヶ国がヒト胚に対するゲノム編集を法的に禁止しているが、中国にはヒトゲノム編集に対応する専門的な法律はなかった。そのため、2019年3月20日に中国国務院が公布した『中華人民共和國人類遺傳資源管理條例⁶』はこの事件に関わっていると思われる。トピック7の「Ethical responsibility」(8.3%)は「ゲノム編集ベビー事件」における賀准教授とスタンフォード大学ステファン・クエーク教授の責任帰属⁷に関するトピックである。この3つのトピックは合わせて全体の26.7%を占めている。

ヒトゲノム編集の用途に関わっているトピックが2つある。それぞれは8位の遺伝子治療に関する「Gene therapy」(7.9%)と10位の遺伝子検査に関する「Genetic Testing」(5.8%)であり、合わせて全体の13.7%を占めている。

その他の残りのトピックを見ると、3位の「Negative or side effects」はゲノム編集がもたらす悪影響や副作用などに関するトピックであり、全体の12.3%を占めている。特に、ゲノム編集のオフターゲット効果をめぐる議論が多く見られる。4位の「Operation, tools」はゲノム編集の操作やツールに関するトピックであり、全体の11.6%を占めている。9位の「Patented technology」はZFN、TALEN、CRISPR/Cas9などのゲノム編集特許技術に関するトピックであり、全体の6%を占めている。『Quora』の「Patent dispute」トピックと異なり、CRISPR/Cas9をめぐる特許紛争は『知乎』では多く議論されていないように見受けられる。

⁶ 「中华人民共和国人类遗传资源管理条例」, 『人民日报』
<<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1637167256400767182&wfr=spider&for=pc>>[2019年12月8日閲覧]

⁷ 「最新邮件曝光, 斯坦福大学教授完全知情贺建奎的“基因编辑婴儿实验”」, 『搜狐网』
<http://www.sohu.com/a/308729654_100012190>[2019年12月8日閲覧]

表 1： 知乎に関する LDA 結果（10 トピック）

No.	Most Frequent Terms	Label	Proportion
1	规模, 工具, 全球, 万元, 中国, 市场, 类型, 表, 发展, 不同, 分析, 介绍, 企业, 公司, 市场份额, 预测, 增长率, 未来, 毛利率, 应用领域	Business, Market	0.146
2	Cas, 序列, 蛋白, 基因组, 酶, 发现, CRISPRCas, 表达, 位点, 细菌, 切割, 修复, 识别, 应用, 突变, 结合, 小鼠, 方法, sgRNA, 筛选	Mechanism of HGE	0.131
3	CCR, 脱靶, HIV, 突变, 治疗, 病毒, 小鼠, 基因组, 干细胞, 团队, 免疫, 艾滋病, 方法, 论文, Cas, 移植, 碱基, 发表, 发现, 患者	Negative or side effects	0.123
4	文库, lncRNA, 激活, 转录, 表达, sgRNA, CRISPRCas, 凋亡, 应用, MS, 筛选, 公司, 载体, 每个, 机制, 起始, 生物, A, CART, B	Operation, tools	0.116
5	问题, 实验, 婴儿, 伦理, 贺建奎, 转基因, 孩子, 现在, 生物, 科学家, 社会, 中国, 事件, 未来, 影响, 世界, 风险, 改造, 国家, 艾滋病	CRISPR babies	0.1
6	遗传, 资源, 检测, 国家, 我国, 条例, SHERLOCK, 法律, 采集, 规定, 保藏, 保护, 诊断, 提供, 要求, 组织, 图片, 活动, 内容, 万元	Laws, regulations	0.084
7	贺建奎, 中国, 科学家, 猴子, 婴儿, 美国, 斯坦福大学, 人员, 动物, 调查, 深圳, 事件, 表示, 变异, 伦理, 大学, 蓝藻, 基因组, 奎克, 灵长类	Ethical responsibility	0.083
8	治疗, 患者, 疗法, 基因治疗, 临床试验, CAR, 载体, 试验, AAV, 疾病, 番茄, 美国, 临床, 表达, 辣椒素, TCR, 病毒, PD, 方法, 纤维化	Gene therapy	0.079
9	Csm, 疾病, 专利, 猪, 亨廷顿, 复合物, 生物, 美国, 模型, 神经, III, 重要, 退行性, 论文, 科学家, 克隆, 申请, 工作, 教授, 团队	Patented technology	0.06
10	公司, 检测, 测试, 治疗, 疾病, 患者, 启动子, 医生, 诊断, 天花, 现在, 詹纳, 美国, 病毒, 疗法, 癌症, 预测, 中国, 问题, 提供	Genetic testing	0.058

(4) 『Quora』 と 『知乎』 のメイントピックの比較

『Quora』、『知乎』のトピック全体を見ると、多くのトピックはヒトゲノム編集に関して一般的に議論される知識の話題であり、両者の間に共通点もあれば、相違点もある。大まかには、「HGE のメカニズム」、「ビジネスマーケット」、「ゲノム編集ベビー事件」、「HGE の用途」、「HGE の影響」、「その他」に分類できる。

ゲノム編集の原理とメカニズムに関するトピック「Mechanism of HGE」は『Quora』では1位で、『知乎』では2位である。前述のように、ソーシャル Q&A サイトはオンライン知識共有プラットフォームという位置づけであるため、ゲノム編集のメカニズムに関する説明、討論が多いことは、ソーシャル Q&A サイトの特徴に合っているとと言える。

「Business, market」は『知乎』では1位であり、『Quora』では7位であるので、『Quora』より、『知乎』のほうはヒトゲノム編集のビジネス応用やマーケットを重視するよう見受けられる。より直裁に言えば、英語文化圏よりも中国語文化圏の市民社会では、ヒトゲノムのビジネス応用への関心が高いことをうかがわせる。

「ゲノム編集ベビー事件」に関するトピック「CRISPR babies」は『Quora』では2位(14.2%)、

知乎では5位(10%)である。しかし、『知乎』の「CRISPR babies」に関連するトピック「Laws, regulations」(8.4%)、「Ethical responsibility」(8.3%)と合わせて全体の26.7%になる。『Quora』と比べ、『知乎』ではゲノム編集双子だけでなく、ヒトゲノム編集をめぐる立法、事件の責任帰属も話題になっている。

ヒトゲノム編集の用途に関して、『Quora』では、「Treatment for cancer」(10.5%)、「Human enhancement」(8.7%)、「Prenatal application」(7.7%)は癌治療、人間強化、出産前の応用へ関心を示している。『知乎』では、「Gene therapy」(7.9%)と「Genetic testing」(5.8%)があり、遺伝子治療と遺伝子検査など、疾病の治療に焦点を当てており、人間の強化に関する議論が少ない。比べれば、『Quora』、『知乎』はともに、癌など疾病の治療に関心を寄せられているが、対象に関して、『Quora』はより具体的に、出産前、子供、成人への応用に関心を示している。

ヒトゲノム編集の影響に関して、『知乎』では、ヒトゲノム編集がもたらす悪影響、副作用に関するトピック「Negative or side effects」は全体の12.3%を占めている。一方、『Quora』では、「Influence on body organs」(7.3%)、「Influence on nature」(7.2%)、「Influence on species」(6.7%)が合わせて21.2%を占めており、ヒトゲノム編集がそれぞれ体の組織と器官、自然界、種族に与える影響への関心を示している。『Quora』は『知乎』より、ヒトゲノム編集がもたらす影響に相対的に多くを割き、具体的な議論がされているように見受けられる。

『Quora』、『知乎』において、ヒトゲノム編集に関する特許技術をめぐるトピックがある。『Quora』では、「Patent dispute」(8%)はCRISPR/Cas9をめぐる特許紛争に関するトピックである。一方、『知乎』では、「Patented technology」はZFN、TALEN、CRISPR/Cas9などのゲノム編集の特許をめぐるトピックであるが、特許紛争には特に触れなかった。

(5) 『Quora』、『知乎』の分析を踏まえた日本との比較に向けて

『Quora』と『知乎』におけるヒトゲノム編集に関するトピックを比較した結論は以下のようにまとめられる。

まずはHGEに関する科学知識の共有傾向が挙げられる。いずれのSQAにおいても、まずは科学知識の市民的共有に向けたトピックが目立った。一方で、『知乎』は『Quora』より、HGEのビジネス応用やマーケットに関する議論が多いことから、中国のHGEへのビジネス応用への関心がより高いことが伺えた。

「ゲノム編集ベビー事件」に関しては、『Quora』より『知乎』のほうで多くの話題で議論されていた。これは同事件の倫理的課題を中国社会が意識したきっかけとなったとも言えるが、同時に政治・社会システム批判の要素も強いことには留意する必要がある。一方、HGEの用途とそれが及ぼしうる影響に関しては、『知乎』より『Quora』のほうで多くの話題で議論されていた。これは長い時間に渡って英語圏の社会で議論が蓄積され、想像力の範囲が分岐しているためと推察できる。

本WP3は、多言語比較という点での予備的な分析であるため、主要な結果としてはこの範囲である。しかしこれらの結果を踏まえ、今後に向けて日本の『Yahoo!知恵袋』と『Quora日本語版』を外観すると、もちろん、中心となるのは科学技術的な解説記事であるが、それぞれランダムサンプリングをした100記事を確認したところ、日本の議論において異なる

と思われるのは「ゼノフォビア」と「感情的反応」、そして「食の安全」である。前二者に関しては連動しており、「倫理的な制約の無い、何でもありの中国」がHGEを行ったことを「恐ろしい」「許せない」といった物語に沿った反応である。しかし他方、HGEを利己的な目的のために用いることの何が悪いのか、といったトピックも複数確認出来ることから、HGEそのものを禁忌としているというよりも、「中国の」HGEに対する反感が中心であると推察できる。また、食の安全に関してのトピックも比較的多く見受けられる。これらは流通した際の安全性の他、どのように避けられるか、といったトピックも多く含んでいる。

以上は予備的な調査に過ぎないが、より詳細な分析により、「市民の考えるHGE像」の比較が可能になるものと考えられる。