

|              |                                                                                                                                                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 第10回科学技術予測調査における倫理性の高い課題への専門家のコメントの特徴                                                                                                             |
| Author(s)    | 小林, 俊哉                                                                                                                                            |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 34: 826-831                                                                                                                          |
| Issue Date   | 2019-10-26                                                                                                                                        |
| Type         | Conference Paper                                                                                                                                  |
| Text version | publisher                                                                                                                                         |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/16629">http://hdl.handle.net/10119/16629</a>                                                                 |
| Rights       | 本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management. |
| Description  | 一般講演要旨                                                                                                                                            |



## 2 G 2 1

### 第 10 回科学技術予測調査における倫理性の高い課題への専門家のコメントの特徴

○小林 俊哉（九州大学）

kobayashi.toshiya.303@m.kyushu-u.ac.jp

#### はじめに

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター（現 科学技術予測センター）が、2014 年に実施した第 10 回科学技術予測調査（2016 年から 2050 年までの将来展望を実施）において、8 技術分野の合計 932 件のトピック（現時点で実現されていない技術課題のこと）から、倫理性が高い上位 20 件のトピックに対する専門家のコメント内容を分析し、そこに見られる特徴の検討を行った。具体的には、コメントを寄せた専門家の実際の専門性の度合い、専門家のトピックに対する重要性の評価の度合い、専門家に占める研究職の割合、倫理面からのコメントが占める割合について分析を行った。その結果を報告する。

#### 1. 第 10 回科学技術予測調査の概要

文部科学省は 1971 年から、5 年に一度の頻度で、「技術予測調査」を実施している。2019 年度現在は第 11 回の調査が進行中であり、第 10 回目の調査報告書が公開されている。その成果は我が国の科学技術政策立案の基礎資料として重視されている。技術予測は単に「特定のトピックがいつ頃実現するか」を予測するだけでなく、トピックの重要性、トピックにおける日本の国際的位置付け、研究開発上の課題等に関する多面的な分析のための基礎資料として活用されているのである。何よりも重要な点は、予測を試みるトピックに対する専門家の現時点での意識を把握することができることである。第 10 回調査（2015 年）では、国内第一線の専門家 4,309 人に対し、8 研究分野<sup>1</sup>932 件の技術開発課題の実現時期、重要度などを、2016 年から 2050 年までの今後 34 年間の科学技術の発展方向についての調査を実施している。第 10 回調査では、932 件のトピックそれぞれについて、実現予測時期の西暦年（技術的实现時期と社会実装実現時期の 2 種類）に加えて、トピックに対する回答者の「専門度」と「研究開発特性」として「重要度」（科学技術と社会の両面からみた総合的な重要度）、「国際競争力」（日本の国際競争力の度合い）、「不確実性」（研究成果の不確実性の度合い）、「非連続性」（当該研究の革新性の度合い）、「倫理性」（当該研究の倫理性の度合い）の 5 点について回答者の意識を質問している。

本報告では、「倫理性」の調査結果に着目し、国内第一線の専門家の倫理感のあり方について検討する。第 10 回目の調査報告書の記述によれば、倫理性スコア上位 3 分の 1 に含まれる 312 件の内訳を見ると、ICT・アナリティクス分野、健康・医療・生命科学分野、サービス化社会分野の 3 分野が突出している。特に倫理性の高いスコア上位 100 位以内のトピック 108 件に着目した場合でも同様の傾向が見られ、サービス化社会分野に倫理性の高いトピックが多いことがさらに際立つとされている<sup>2</sup>。

#### 2. 「倫理性」が高いトピックの特徴

最初に、第 10 回目調査報告書を元に、第 10 回科学技術予測調査結果を「倫理性」の観点から概観する。参考のため表 1 に全分野を通した倫理性スコア上位 20 位のトピックの実例を示す。

表 1 から分かることは、健康医療分野ではヒト iPS 細胞による不妊治療などバイオエシックス（生命倫理）に深く関係するトピックや、サービス、ICT 分野では個人情報を取り扱い技術など情

報倫理が深く関係するトピックが上位を占めていることが分かる。またサービス分野、ICT 分野に分類されていても健康医療に関わるトピックも散見される。

表 1 倫理性の高いトピック（上位 20 位）

| 分野    | トピック                                                                                            | 倫理性<br>スコア | 技術実現年  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| 健康医療  | ヒト iPS 細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療                                                                   | 3.89       | 2025 年 |
| サービス  | 健やかな高齢化社会に向け、高齢者の趣味、健康状況、医療データ、生活行動情報などがデータベースとして管理・分析される                                       | 3.70       | 2020 年 |
| サービス  | 従業員の行動履歴から従業員間の人間関係を自動的に判定できるシステムが開発される                                                         | 3.66       | 2025 年 |
| サービス  | クレジットカード会社や銀行の用に個人の行動情報（センサ情報、購買履歴など）を代理管理する業種が誕生し、一般的に利用される                                    | 3.62       | 2018 年 |
| 健康医療  | 胎児の生育を可能にする人工子宮                                                                                 | 3.60       | 2030 年 |
| 健康医療  | 動物性集合胚から作出された、ヒト細胞由来の人工臓器                                                                       | 3.56       | 2022 年 |
| 健康医療  | 胚性幹細胞（ES 細胞）移植を用いた再生医療技術                                                                        | 3.55       | 2020 年 |
| ICT   | 医療・食生活・運動など個人に関するあらゆる健康データを解析し、予測・予防医療を行うサービス                                                   | 3.53       | 2021 年 |
| ICT   | エビデンス情報を提供しつつ、個人データを保護し、安全に個人ビッグデータを統合的に利活用するための技術                                              | 3.52       | 2020 年 |
| ICT   | 機械（ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する。その結果、機械の経済への貢献が 40%になる。                                             | 3.49       | 2025 年 |
| マテリアル | バイオプリンティングによる再生臓器の製造                                                                            | 3.47       | 2025 年 |
| ICT   | ライフログデータや身体データを大量に蓄積し、個人の日常的なデータの記録・管理・検索・分析する技術（ナチュラルユーザインタフェースで利用できるウェアラブルな外部脳機能システムとして提供される） | 3.46       | 2020 年 |
| ICT   | 全てのセンサ類が ID 管理され、自分の行動が誰にどのようにセンサされているかを把握可能にすることで、プライバシーと利便性のバランスが柔軟に設定できるプライバシー管理技術           | 3.45       | 2020 年 |
| 健康医療  | 公共財としての医療・ゲノムデータベースの利活用に関わる基本ガイドラインの確立                                                          | 3.45       | 2020 年 |
| サービス  | 脳科学や認知科学の知見にもとづいて、個人の“最適な学習方法”を発見する技術が確立し、学習における生産性が向上する                                        | 3.42       | 2025 年 |
| 環境資源  | 低線量放射線リスクに関する合意形成手法の確立                                                                          | 3.42       | 2025 年 |
| ICT   | SNS などのソーシャルメディアのデータを分析し、行動予測するシステム（例：犯罪予測や消費者の購買行動予測）                                          | 3.40       | 2020 年 |
| ICT   | 介護・医療の現場で、患者の状態をリアルタイムに把握し、その状態に最適なケアを低コストで提供するシステム（医療・介護の社会的費用の年々の増加が停止）                       | 3.40       | 2021 年 |
| サービス  | 大規模データを利用した個別世帯別ベイズ型需要予測技法が確立する                                                                 | 3.40       | 2022 年 |
| ICT   | 自閉症・認知症・引きこもりなどの精神疾患を持った人たちとのコミュニケーション技術（非言語情報の把握・理解・概念体系の把握などを含む）                              | 3.39       | 2025 年 |

資料出所：NISTEP 報告書 本文 23 頁と 24 頁より引用。トピックの説明文は一部省略した。

具体的には表1の上から2番目、8番目のトピックが該当する。以上のことから、生殖医療、再生医療、個人情報を対象としたトピックが、倫理性を重視する必要があると考える専門家が多いということが読み取れる。

### 3. 専門家は「倫理性」の高いトピックについて、どのようなコメントをしているのか

—「ヒト iPS 細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療」を事例に

具体例として、健康医療分野の「ヒト iPS 細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療」のトピックについて専門家は、どのようなコメントを行ったかを以下に紹介する<sup>3</sup>。このトピックの重要度は3.98であり、全932件のトピック中で最高のスコアを示し、前頁の表1のトップに記載されている。以下に、5件の実際のコメント内容を第10回目調査報告書別冊付録<sup>4</sup>から引用して個別に紹介する。

#### 【専門家のコメント】

- ①「倫理問題の解決が必要。」（専門性：2， 重要度：3）[回答者の属性：年齢層40代，勤務先：学術機関，職種：研究・開発職]
- ②「ヒトへ適用する場合、人為的に生殖細胞を生産することに対する倫理的問題やそれらから生まれた子の健全性を多角的に調べておく必要がある。」（専門性：1， 重要度：4）[回答者の属性：年齢層 選択なし，勤務先：学術機関，職種：研究・開発職]
- ③「技術的には、生まれてくる子のエピジェネティクスに問題がないことを保証できるまでの水準に達する必要がある。社会的には、倫理にとらわれない国・地域で先行して実施されるのだろう。その結果をしばらく注視する必要がある。」（専門性：1， 重要度：2）[回答者の属性：年齢層40代，勤務先：政府機関，職種：管理職]
- ④「出産年齢の高齢化に伴う少子化対策のひとつになると考えられるが倫理的な問題が大きい。」（専門性：1， 重要度：0）[回答者の属性：年齢層30代，勤務先：学術機関，職種：研究・開発職]
- ⑤「iPS 細胞から始原生殖細胞を誘導することに京大斎藤グループが成功するなど、最近の技術進歩は目覚ましい。ただし、不妊治療に用いることができる生殖細胞をつくるには、まだ基礎研究の積み重ねが必要。」（専門性：1， 重要度：3）[回答者の属性：年齢層30代，勤務先：企業その他，職種：研究・開発職]

上記の5人の専門家のコメントを概観すると、以下の特徴が見出せる。

先ず各専門家の「専門性」の度合いは、1が5人中4人を占めている。2が1名だけである。1は専門性が「低い」ことを意味しており、2は専門性が「中程度」であることを示す。専門性が高いことを示す「3」の専門家は0であった。すなわち、このトピックについてコメントを述べている専門家は専門性の低い回答者のみであったということになる。次に専門家の年齢層であるが、無回答の1名を除いて、全員30代、40代で比較的若い世代がコメントしていることが分かる。そして専門家の職種であるが、1名が「管理職」で、4名が「研究・開発職」であった。勤務先は1名が「企業その他」で、1名が「政府機関」、3名が「学術機関」という構成であった。

コメントの具体的な内容であるが、倫理性が高い課題であるからといって、コメントの内容が倫理性についてとは限らないのであるが、5名中4名が倫理性が重要であると指摘しており、1名が「基礎研究の促進が重要」とコメントしていた。

この「ヒト iPS 細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療」というトピックに限れば、専門性が高いとはいえない回答者がトピックの倫理性に懸念を示していたということになる。なお重

要度の認識については、1（非常に低い）を選択した回答者が1名、3（高い）を選択した回答者が2名、2（低い）を選択した回答者1名、0（無回答）を選択した回答者が1名と回答傾向が分散していた。

それでは次節において、倫理性の高いトピック全20件のコメントの特徴を、前記の通り、コメントを寄せた専門家の実際の専門性の度合い、専門家のトピックに対する重要性の評価の度合い、専門家に占める研究職の割合、倫理面からのコメントが占める割合について概観し、検討した結果を報告する。

#### 4. 「倫理性」の高いトピック上位20件に見る専門家のコメントの特徴

「倫理性」の高いトピック上位20件に対しては、専門家のコメントは総数で115件寄せられている。1件当たり平均6件弱のコメントが寄せられていることになるが、「医療・食生活・運動など個人に関するあらゆる健康データを解析し、予測・予防医療を行うサービス」のトピックのように1件で17件ものコメントが寄せられたケースや「ICT、SNSなどのソーシャルメディアのデータを分析し、行動予測するシステム」のトピックのように1件で15件と数多くのコメントが寄せられているケースもあった。

なおコメントを寄せた115人の専門家の平均年齢は45歳であった。研究職としては比較的に中堅といえる年齢層がコメントを行っていることが分かった。

##### ①専門家の専門性の度合い

まず専門家自身が自身の専門性を低いと自己評価した回答者は全115件中の56件を占めた。割合では48.7%であり半数近くを占めている。そして専門性が中程度と評価した回答者は40件（割合では34.8%）であった。（図1参照）「低」と「中」を合計すると96件になり、コメントを寄せた専門家の83.5%は専門性が中以下と自己評価する回答者であるということが分かった。自己の専門性を高いと自己評価している回答者は実数では19件で、2割にも満たないということが分かった。

前節の「ヒトiPS細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療」のトピックについて専門性が「低い」回答者が5人中4人を占めていたことを報告したが、この傾向は20件全体についてもほぼ同様であることが分かった。

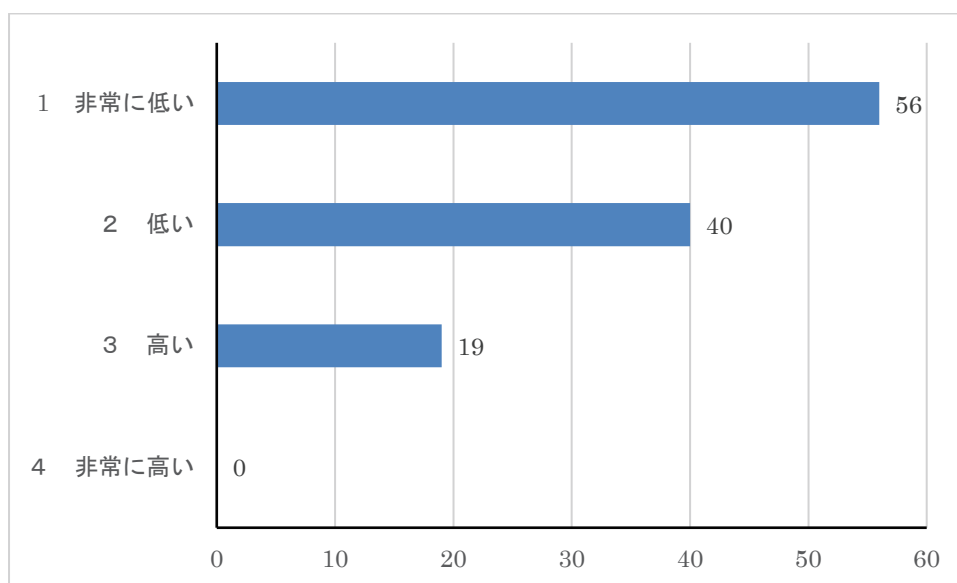


図1 専門家の専門性の度合い（件）

## ②トピックに重要性を認めた件数

2点目に回答者が評価するトピックの重要度であるが、重要度が高いという評価を与えた専門家は115件のコメント中、89件であり割合としては78%であった。8割近い専門家はトピックの重要性を認めた上でコメントしていたと言えるだろう（図2参照）。ちなみに「重要度」は、「4：非常に高い」、「3：高い」、「2：低い」、「1：非常に低い」の4つの選択肢から一択としている。ここでは「3：高い」以上を選択した回答者数を「高い」とカウントしたものである。

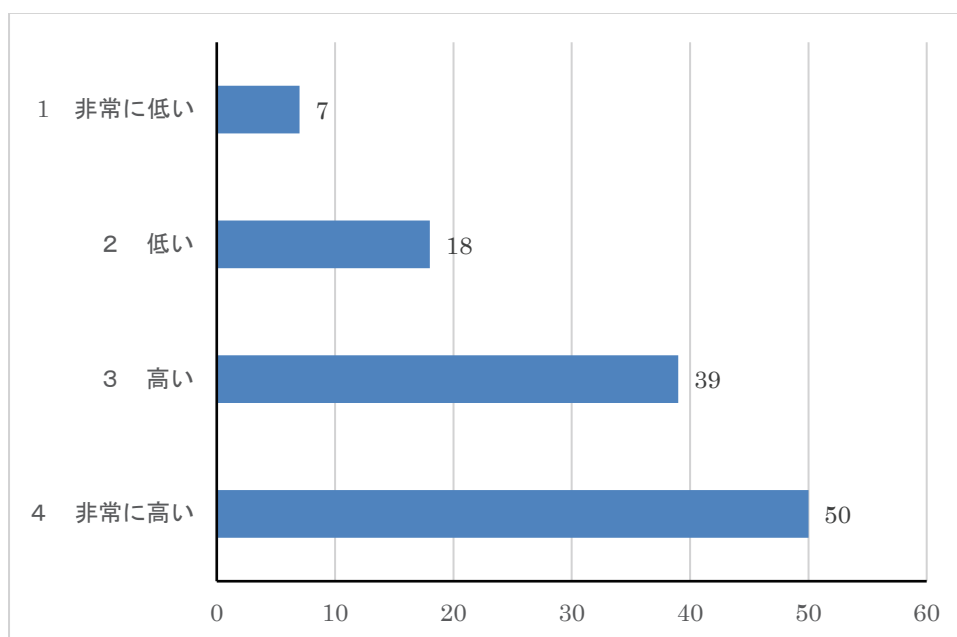


図2 トピックの重要性を認めた件数（件）

## ③専門家に占める研究職の割合

3点目に専門家にしめる研究職の件数と割合であるが、115件中研究職の回答数は84件で、7割以上を研究職の専門家が回答していたことが分かった。回答者の職種は、「研究・開発職」、「管理職」、「その他職」の3つの選択肢から一択としている。

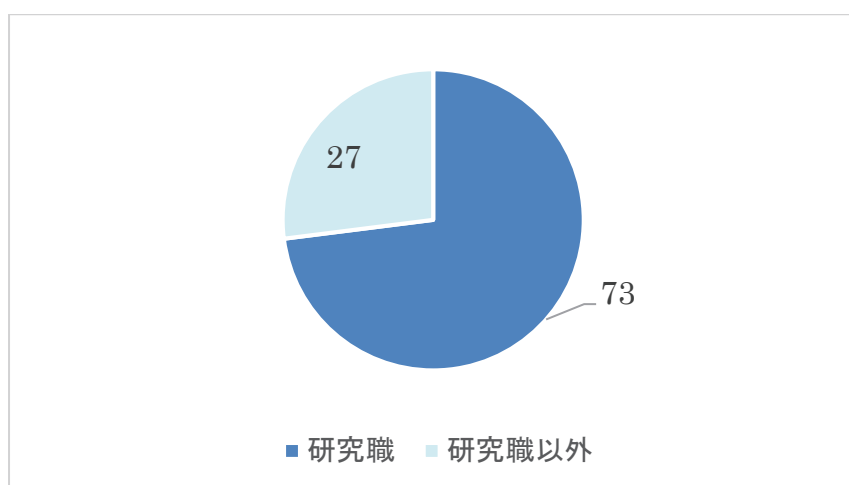


図3 回答者の研究職が占める割合（%）

#### ④コメントの内容に占める「倫理性」の割合

最後に、倫理性が高いと判断された 20 件のトピックであるが専門家のコメントには実際に倫理面について言及したコメントはどれだけあったのだろうか。全 115 件中、倫理面からなされたコメントは実数は 37 件であり、割合としては 32%と決して多いとはいえなかった。

倫理面以外のコメント内容として、具体的には、研究開発マネジメント面からのコメントー例えば基礎研究を充実させるべきといった指摘など、法規制に言及したコメント、社会的受容性について言及してはいるが倫理面についての文言はなかったコメント、社会的ニーズの状態について言及したコメント、技術的制約面についてのコメント、トピックの設問内容の設計の考え方に対するコメントなど挙げられる。

なお ICT 分野に、よく見られるプライバシーに関する言及を含んだコメントは倫理面を含んだものとみなして、本報告においては倫理面からのコメントに含めている。

### 5. 調査結果のまとめと議論

以上の 20 件のトピックに関する専門家のコメント内容を概観した結果分かったことは、専門性が高いとはいえないと自己評価している回答者が、倫理性が高いと評価された上位 20 位のトピックに対して積極的に発言していたということである。トピックの重要度が高いということについては 8 割近い回答者が認めている。倫理面からの懸念に言及したコメントは全体の 3 割程度であり、約 7 割は倫理面以外の研究開発マネジメント、法規制、社会的受容性等についてのコメントであるということが分かった。

以上の結果から「倫理性」の高いトピック上位 20 件に見る専門家のコメントの特徴として何を読み取ることができるだろうか。報告者が重要だと認識するポイントとしては、専門性が高いと自己評価する専門家のコメントが少なかったということである。専門性が高いと自己評価する回答者は 2 割にも満たなかった（但し研究職が 7 割以上を占めていた）。このことは何を意味しているのだろうか。仮説としては、トピックについて専門性が高い回答者は、倫理面からの社会的な懸念に配慮してコメントを控えていることが考えられる。一方、専門性が中程度以下の回答者は、トピックの問題点について十分な情報を持たないがゆえに一専門性が高くないがゆえにと言い換えても良い一倫理面について踏み込んだ指摘を控えているということも推測される。このような報告者の推測について、是非多くの本学会会員のご意見を請うものである。

---

<sup>1</sup> 次の 8 研究分野が設定された。①ICT・アナリスト分野、②健康・医療・生命科学分野、③農林水産・食品・バイオテクノロジー分野、④宇宙・海洋・地球・科学基盤分野（NISTEP 報告書では「未踏分野」と総称している）、⑤環境・資源・エネルギー分野、⑥マテリアル・デバイス・プロセス分野、⑦社会基盤分野、⑧サービス化社会分野

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター『調査資料-240 第 10 回科学技術予測調査 分野別科学技術予測』S-1 2015 年 9 月

<sup>2</sup> 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター『調査資料-240 第 10 回科学技術予測調査 分野別科学技術予測』S-1 22 頁 2015 年 9 月

<sup>3</sup> 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター『調査資料-240 別冊付録 第 10 回科学技術予測調査 分野別科学技術予測 トピック別コメント集』A-140 2016 年 3 月

<sup>4</sup> 同上