



科学・技術と社会の関係を考える

—4. 科学技術者の責任—

柴田 清*

本連載においては科学・技術の歴史的な変遷、科学的知識の正統性、科学技術の制御についてみてきた。今回はそのうえで科学技術の専門家の果たすべき役割と、科学と技術の今後について考慮すべきことを確認していきたい。

1. 研究者の社会的責任論

日本学術会議は2013年に科学者の基本的責任を、「科学者は、自らが生み出す専門知識や技術の質を担保する責任を有し、さらに自らの専門知識、技術、経験を活かして、人類の健康と福祉、社会の安全と安寧、そして地球環境の持続性に貢献するという責任を有する。」と定めている⁽¹⁾。社会に対して貢献する責務を明確に意識している点は、Scienceという言葉が生まれた頃とはかなり違ってきている。

近年、科学技術者の不正行為が批判される事件が後を絶たない。福島原発事故後には、科学者の言説の混乱が市民の科学不信を招いた。現在の科学者は、具体的にどのような役割を果たせばよいのだろうか。

科学者の責任を考えると、科学的知識は価値中立であり、その善悪は使い方によって分かれ、責任を負うべきなのはその知識を利用する者であるという考え方がある。1957年に始まるパグウォッシュ会議では、科学者が自らの研究成果の利用に関する責任を意識し始め、核兵器開発につながる可能性のある原子核研究などの科学的知識の非軍事化と民主的管理を目指した。そのなかに、科学研究は基本的に善であり、その悪用を防ごう、という素朴な二元論もあったと言える。それに対し、科学知には本質的に悪として働くものがあり、科学者には悪の側面が利用されないように注意する責任があるという考え方もある。原子核研究は核兵器を生み出す能力があり、そもそも悪としての性質を有する。そのような

ものを生み出してしまった責任を意識して行動すべきだというものである。また、現代の科学はその活動を支援する研究資金出資者などに依存しており、それらの負託に対して応えるべきだという責任の捉え方もある。これは技術者倫理によく見られる責任論である。科学活動が政府の資金に基づく場合には、その原資は税金であるので、国民全体に対する責任を意識すべきであるということになる。藤垣によれば、科学者の責任を分類すると、外部の社会に対して研究の自主・自由を守るために科学者共同体内部を律する研究遂行上のルールを守る責任(品質管理責任)、研究成果が社会に与える影響に配慮あるいはその後始末に関わる責任(製造物責任)、ステークホルダーからの問い掛けに応じる責任(応答責任)があるという⁽²⁾。

これらの責任を果たすためには、科学技術が社会実装された後、どのように展開し、どのような影響が発生するかを意識し、社会における研究の位置付けを考える能力が必要である。さらに、研究予算の公的資金からの予算化の仕組みや、科学技術人材育成や一般向け理科教育のあり方、科学技術のガバナンスへの市民参加、科学について市民がどのようなイメージを持っているかなど、科学の社会的役割についての理解も求められる。また、厳密さを損なわずに分かりやすい説明をする能力も必要である。

2. 科学研究における不正

前節で述べたように、科学者・研究者の責任としてはいくつかの立場があるが、それらの共通的な基本となるのは、研究実務上の不正行為防止である。

研究上の不正行為としてまず採り上げられるのが、実在しないデータ・研究結果を報告する捏造(Fabrication)、デー

* 千葉工業大学社会システム学部：教授(〒275-0016 習志野市津田沼 2-17-1)
Interaction among Science, Technology and Society —4. Responsibility of Science and Technology Experts; Kiyoshi Shibata (Chiba Institute of Technology, Narashino)
Keywords: *social responsibility, research integrity, dual use, ELSI (ethical, legal and social implications), open science*
2020年1月14日受理[doi:10.2320/materia.59.179]

タや結果に変更を加える改ざん(Falsification：流用，使いまわし，および重複利用を含む)，他者のアイデア，結果，著作などを適切な引用標記無く流用する盗用(Plagiarism)の通称 FFP であり，これらに関して多言は要しないであろう．その他にも，二(多)重投稿や分割投稿(サラミ論文，ポローニャ出版)，恣意的なデータの取捨選択，偏った先行研究の引用，実験方法の不十分な公開，業績の誇張，他者の成果の誹謗，論文における不適切な共著者の掲載(ギフトオーサーシップ)，さらには法令上の禁止事項や届け出義務，臨床研究における倫理的手続きに関する遵守違反，ハラスメントなどの背徳行為，空出張や研究費目的外使用などの不正(Dishonest)など，好ましくない研究行為は数多くリストアップできる．研究上の慣行は分野によって異なるし，時代によっても変化するので，その許容境界線の設定は難しい．世界におけるこれらの事例については，白楽のサイト³⁾が詳しい．

外部の経済主体との共同研究が重視されるようになった現在，利益相反に留意した中立性・客観性の確保も重要である．研究上の過失や過誤，先行研究の不十分な調査や不正確な引用，不明瞭な文章表現などを無くす努力も欠かせない．

ところで，なぜこれらの行為が「不正」とされるかということを考えてみると，基本的に前節で述べた研究者としての責任を果たしていないためだが，社会に対する責任(研究者集団の信頼性の確保)と，科学者集団に対する責任(研究者の権利確保)が混在している．なかでも，社会に与える危害を防ぐための研究成果の品質保証や製造物責任，あるいは科学の進歩を阻害する要因の排除よりも，他の研究者の権利を損なわずに，科学者集団の自立性を確保するための集団内でのルールを遵守するという面が出ているようで気になる．

松澤によれば，研究不正事件はライフサイエンス関係に多い⁴⁾．もっとも研究者自体も発表論文数もこの分野は多いので，それだけでライフサイエンス分野に不正が起りやすいとは言えない．しかし，学術分野ごとに不正の傾向は違いがあるようで，人文社会系では盗用が多い．これは研究や論文執筆のスタイルとして，文献引用が多く，オリジナリティが不明確になりやすいこと，単著の論文が主体であるため発表前のチェックの機会が無いことが原因と考えられる．一方で，自然科学系では捏造・改ざんが多い．実験でデータを生成する研究スタイルが中心であるところに，研究資金や安定的な職位獲得のために研究成果公表へのプレッシャーがかかることが推察できる．人文社会系ではベテラン研究者が多く，自然科学系では若手が多い傾向にも，このような背景があると理解できる．不正が行われるのは，もちろんそれによって，研究業績の獲得や研究期間の短縮などのメリットが得られるためだが，公表される研究結果に違いが無いのであれば手段は問わないという結果主義的な研究者の態度もあると考えられる．

従来，研究不正の防止は研究者の責任と考えられてきたが，近年では組織レベルで対処するよう，研究者の責任意識を高めるための教育や研究組織としての規約制定などの対応

を求める傾向にあるようだが，それが防止策として妥当で有効である保証は無い．単に研究倫理やそのための手続きの教育だけでなく，科学研究活動の特性，特に社会への影響を理解させた上での正/不正判断能力を養うことが重要であろう．

3. 科学ジャーナル共同体・学会の役割

「ジャーナル共同体」という概念については連載の前々回⁵⁾において紹介した．多くのジャーナルでは同じ分野の専門家(ピア)による査読(ピアレビュー)がなされ，掲載の可否が判断される．査読は投稿された論文の真偽の判断をするのではなく，掲載に値する内容，つまりその共同体にとって価値ある新しい知見が含まれているかを判断するものだという考え方が一般的である．まして，前述のような不正が査読で見抜けるかは期待薄である．

科学的不確実性があり，当該分野の学会内部でも意見の一致が得られないときに，その学会は社会の意思決定を支援するようなひとつの見解を出すべきだろうか．福島原発事故の際の政府や多くの学会による情報や見解の提示は中途半端に統一されたもので，批判を招いた．行動指針となるような統一見解を示すのと，多様な見方の存在を示し，幅のある助言をして，選択を委ねるのとでは，後者の方が科学の役割として相応しく，責任を果たすことになるのではないだろうか．

そもそも，事実認定や現象説明の論理についての議論が定まっていない「作動中の科学」については，その(暫定的な)結論に関する責任はどう問えば良いのか．「作動中」という認識が無くても，結論が定まったと思える場合でも，後世においてその結論が誤りであることが判明することも少なくない．ある時点での科学的に最善の知見に基づいた判断が，何年か後の時点の知見から見て間違っていた場合の責任はどうするのか．原発事故裁判では過去の科学的知見の誤りについて責任が問われた一方，薬害エイズ裁判では，過去の時点での科学的知識の不十分さはやむを得ないものとされた．割り切れないものが残る．

4. デュアルユース

大学機関の軍事技術研究協力(軍学共同)に関する是非の議論でデュアルユースが俎上に上るが，そもそも民生技術が軍事転用(スピノン)されることも，逆に軍事技術が民生に転用(スピノフ)されることも，それぞれ事例は数多い．むしろ，そのような二面性(両義性)は技術にとっては当たり前のことと言える．軍事転用の可能性がある技術は研究対象としなかったら，出来ることはほとんどなくなってしまふ．特に，材料技術のように上流に位置し，多様な用途をもつ技術はその性格が強い．それでも，軍事研究に関係すれば，研究の方向性や成果の公開など科学研究としての自律性が損なわれることになる可能性は高い．軍からの研究助成は受けない⁶⁾というのは一つの矜持の示し方であろう．

技術の悪用あるいは誤用による被害発生は軍事利用に限ら

ない。Winnyの開発者は、違法コピー幫助の意図の有無とは無関係に、使用実態の主目的が違法コピーではなくファイル共有であるということで無罪となった。このように、開発の責任を限定する考えもあるが、一方で、マンハッタン計画で原爆開発に関わった科学者の中には、非人道的兵器使用に対する自責の念を抱いた者が少なくはない。2011年に強毒性鳥インフルエンザウィルス H5N1 の哺乳類への感染メカニズムに関する論文がバイオテロに悪用される恐れがあるとして公表の差し控えを求められ、一時的であるにせよ、ウィルス改変研究の自粛に至った事件があった。人間の悪意による行為は根絶できないであろうが、悪用されないために何をすべきか。遺伝子組み換えのモラトリアムを決めた1975年のアシロマ会議のような叡智に期待するしかないのかもしれない。

5. ELSI

ELSI(Ethical, Legal and Social ImplicationsあるいはIssues)とは、科学技術の社会実装に伴う倫理的、法的、社会的な問題のことである。1990年に、DNAの構造解析によってノーベル賞を受賞したワトソン(James D. Watson)がヒトゲノム計画の責任者となった際に、この分野に総研究費の3%を割くと表明し、有名になった⁽⁷⁾。欧州ではELSA(Ethical, Legal and Social Aspect)と言っているが、ELSIとの間に本質的な違いはない。新技術の実用化によって発生し得る問題を予見し、その対策を検討するという意味では、前回⁽⁸⁾でも触れたテクノロジーアセスメントと問題意識を共有している。多様なアクターの連携のもとに、新技術導入の早期に、望ましくない副作用を発見し、最小化することが求められる参加型や構築型のテクノロジーアセスメントと似ている。

ヒトゲノム研究では、個人のゲノム情報がその人の疾病発症可能性などのプライバシーに関わるものであることから、その管理の在り方や健康の向上のためにどのような研究がなされるべきかといった対応策が課題となった。また、ゲノム科学の発展が社会をどのように変えるかや、新たな政策や規制の具体策なども研究の対象となり、生命科学の専門家だけでなく、人文社会科学分野の様々な立場の人々の参画が求められた。その後、材料科学関連では2000年頃からナノテクノロジーのELSIが議論されたことがあり⁽⁹⁾、多岐にわたる分野で採り上げられている。

6. RRI

RRI(Responsible Research and Innovation)は「責任ある研究とイノベーション」と訳される。そういうと研究開発における不正の排除を思い浮かべてしまうが、もちろんそれを含むものの、重点は研究やイノベーションが招く社会的影響にしっかりと対応していこうということにある。Responsibleという単語は、責任と訳されることが多いが、そもそ

もはresponseに能力を示すbleが付いたもので、応答能力とでもいうべき意味である。人々からの問い掛けに対してきちんと応答をしていくことがRRIの根底にある。

RRIはEUの科学技術政策の基本計画である「HORIZON2020」の柱の一つとして「社会と共にある/社会のための科学(Science with and for Society)」プログラムの中心的な概念になっている。科学技術の成果が適切に社会に定着するために、社会的受容性や持続可能性、社会的欲求に関して、社会の諸アクターとイノベーターとの間の透明で相互作用のあるプロセスと定義されている。その背景には、英国におけるBSE：牛海綿状脳症(狂牛病)やGM：遺伝子組換えに関する欠如モデル(科学技術に対する市民の不安や抵抗は科学的知識の不足が原因であり、正しい知識を与えればそれらは解消され、科学技術の受容も進む、という考え方)に基づく理解増進や社会的受容促進の失敗から、市民関与(Public engagement)への転換、および多国籍企業がCSR実現のための情報公開を求められたことなどがあると思われる。

平川はR. Owenを引用し、次のようにRRIの特徴をまとめている⁽¹⁰⁾。

- 熟議的であること(Deliberative)：研究・イノベーションを進める目的・動機、将来のインパクトや社会像、取り組むべき問題点・課題等について、一般市民も含む多様なステークホルダーとの対話を通じて、幅広い観点から検討する。
- 先見的であること(Anticipatory)：研究・イノベーションで意図されているインパクト(経済・社会・環境その他に対する正負な様々な影響)と非意図的なインパクト、それらの複数のシナリオを推測・分析する。
- 反省的であること(Reflective)：研究・イノベーションの前提にある目的・動機、潜在的なインパクト、既知のことと未知のこと、不確実性、リスク、知識の欠如、仮定、問題、ジレンマについて吟味・検討し、研究・イノベーションに反映させる。
- 応答的であること(Responsive)：より良い技術や社会の実現を目指して、これら(熟議・先見・反省)の再帰的(Reflexive)なプロセスを通じて、研究者・政策立案者・事業者・ステークホルダーが互いの期待・懸念に応えあい、研究・イノベーションの方向付け・軌道修正を図る「応答のプロセス」である。

ELSIとの対比で言えば、ELSIがイノベーションの最終段階で倫理的・法的な根拠によって科学技術を抑制しがちなものに対し、RRIでは研究やイノベーションの早い段階で正と負の規範的課題を取り扱う点に違いがある。また、RRIではイノベーションのポジティブな効果を高めるために、関係者の熟慮・熟議を通して科学技術の専門家側に社会的責任を意識させることを制度化しようという動きのように見られる。日本の第5期科学技術基本計画(2016-2020)における「共創的科学技術イノベーション」というコンセプトもRRIと類似のものとみなせる⁽¹¹⁾。

RRIが理想を語る精神的規定にとどまるのか、標準規格

のような実務的・制度的なものに発展するのか注意して見ていく必要がある。

7. オープンサイエンス、再び

前回の連載⁽⁸⁾の最後に、サイエンスコミュニケーションから市民参加型のテクノロジーアセスメントへの流れとして、オープンサイエンスに関して触れた。オープンサイエンスには、大まかに言って、研究成果の公開と研究への市民参加(シティズンサイエンス)の2つの面がある。研究やイノベーションを広く一般に開くものとして、RRIを実現するための手段としても注目されている。日本では、研究データのオープン化に関して、2015年以降、政府がイノベーションの源泉として活発に関わり、環境整備・プラットフォーム構築が議論されている。

研究の世界では専門分化が進むのに対し、イノベーションには融合や交流が必要である。情報通信技術を利用した学術論文のオープンアクセス、研究データのオープン化は産業を含む社会を変え、科学と社会の関係も変える活動と注目されている⁽¹²⁾。同時に、一般の人々によるシティズンサイエンスは、職業的な科学者や研究機関と協調して行われることで、市民の科学リテラシーを向上させ、科学者と市民の相互理解を促進することが期待される⁽¹³⁾。

ピアレビューの公開やオープン査読はジャーナル共同体的あり方を変え、研究者の行動様式や責任・倫理観に影響するかもしれない。M. ニールセンによれば、オープンサイエンスの文化が普及すれば、科学コミュニティが一般社会に対しても開かれ、両者の間で情報とアイデアの交換・共有の倫理が確立され、それに従って科学的情報の創造や再利用が自由に行われるようになるという⁽¹⁴⁾。

もちろん、参加者が増えれば、質の低下やフェイク情報の混入などが避けられないし、意図的な妨害があるかもしれないが、科学の民主化という観点に立てば、支払われるべきコストと捉えるべきだろう。あるいは、オープン化に関わっていける者とそうでない者との分断を憂慮すべきであろう。

生活環境を改善する技術を作り出すことや、ものの理を解き明かすことは人類の永遠の営為であろう。しかし、特に後者に関してはその在り方が歴史的に変化してきており、このオープンサイエンスが新しい科学のあり方の方向を示しているのかもしれない。サイエンス2.0、e-サイエンス、第四の科学、材料科学の分野ではマテリアルズ・インフォマティクスなどの動きも、オープンサイエンスと関連して注目されるべきだろう。また、それに応じてジャーナル共同体・学会、大学などの高等教育機関、科学者や専門家の役割・責任も継続的に検討していけるだろう。

8. 連載を終えるにあたって

まず、4回の連載記事に目を通していただいた方にお礼を申し上げます。

プロムナードとは散歩道を意味する。散歩は特定の目的をもって出かけるものではないが、その途中で思わぬ発見や気付きに出会うことがある。この連載で、そのような出会いが生まれれば、それが筆者の意図とは離れたものであっても、有難いことだと思う。

なお、「科学・技術と社会」というタイトルにも関わらず、技術についてはあまり触れてこなかった。それはこの連載とほぼ並行して執筆していた原稿⁽¹⁵⁾に収めているつもりであるので、ご関心のある方はそちらもご覧いただきたい。

(完)

文 献

- (1) 日本学術会議：声明、科学者の行動規範一改訂版一、(2013)、<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-s168-1.pdf>、(2019.12.25参照)
- (2) 藤垣裕子：科学者の社会的責任、岩波書店、(2018)。
- (3) 白楽ロックビル、研究者倫理、<https://haklak.com/>、(2019.12.25.参照)
- (4) 松澤孝明：情報管理、**56**(2013)、222-235。
- (5) 柴田 清：科学・技術と社会の関係を考える、まてりあ、**59**(2020)、73-77。
- (6) 池内 了：科学者と戦争、岩波書店、(2016)。
- (7) 吉澤 剛：責任ある研究・イノベーション—ELSIを越えて—研究技術計画、**28**(2013)、106-122。
- (8) 柴田 清：科学・技術と社会の関係を考える、まてりあ、**59**(2020)、153-157。
- (9) 竹村誠洋：ナノテクノロジーの倫理・法・社会的課題に関する国内外の取り組み、科学技術社会論研究、**6**(2008)、13-22。
- (10) 平川秀幸：http://www.lit.kobe-u.ac.jp/mst/pdf/15th_01.pdf、(2017)
- (11) 内閣府、科学技術基本計画<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>、平成28年1月22日(2016)(2019.12.25.参照)
- (12) 林 和弘：オープンサイエンスの進展とシチズンサイエンスから共創型研究への発展、学術の動向、**23**(2018)、12-29
- (13) 林 和弘：オープンサイエンスをめぐる新しい潮流(その5)オープンな情報流通が促進するシチズンサイエンス(市民科学)の可能性、科学技術動向、**150**(2015)、21-25
- (14) マイケル・ニールセン、高橋洋訳、オープンサイエンス革命、紀伊國屋書店、(2013)
- (15) 柴田 清：技術とは何か、藤垣裕子編、科学技術社会論の展望、東京大学出版会、(2020)



柴田 清

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
1980年 東北大学大学院工学研究科材料化学専攻博士前期課程修了
新日本製鉄、東北大学素材研、海上技術安全研究所などを経て2007年より千葉工業大学教授、博士(工学)
専門分野：材料プロセス工学、環境工学、リスク科学、科学技術社会論
◎鉄鋼・非鉄製錬および関連環境技術の研究開発に携わったのち、環境などの技術リスクにかかわる研究に従事する一方で、科学技術と社会の関係に関心をもち続けている。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★