

オープンサイエンスの潮流とシチズンサイエンスの変容に伴う諸課題の顕在化と知財への影響

林 和弘 (文部科学省 科学技術・学術政策研究所)

The Emergence of Issues Associated with the Trend of Open Science and the Transformation of Citizen Science and Its Impact on Intellectual Property

Kazubiro Hayashi

National Institute of Science and Technology Policy

【要旨】 オープンサイエンスの潮流はインターネットとウェブという社会の情報基盤とメディアの変革による知識の開放（オープン化）を通じて、学術情報流通の変容を促し、科学と社会、およびそのコミュニティをデータ駆動やネットワーク型に変容しようとしている。この潮流は、科学研究を変えるだけでなく、シチズンサイエンスの変容に象徴されるように、幅広いセクターが関与する共創による課題解決に発展している。さらに、知財活動にも少なからぬ影響を与える可能性があり、公知のあり方を問い直し、研究データのライセンスと法制度の必要性を顕在化させている。また、情報基盤の根本的な変革の可能性もある中で、倫理的にも様々な課題に向き合う必要がある。

【キーワード】 オープンサイエンス シチズンサイエンス 研究データ共有 オープンアクセス
ブロックチェーン

【Abstract】 The open science trend is transforming science, society, and its communities into a data-driven and networked society by opening knowledge through the transformation of society's information infrastructure and media, namely the Internet and the Web. This trend is not only changing scientific research, but also developing into problem solving through co-creation involving a wide range of sectors, as symbolized by the transformation of Citizen Science. Furthermore, it has the potential to have no small impact on intellectual property activities, questioning the nature of public knowledge and revealing the need for research data licensing and legal systems. In addition, with the possibility of fundamental changes in the information infrastructure, it is necessary to face a variety of ethical challenges.

【Keywords】 Open Science Citizen Science Research Data Sharing Open Access FAIR
Principle

1. はじめに

査読付き論文（以降論文とする）と特許、およびそれらの引用関係を中心としたネットワーク分析は、現在の科学研究活動や知財活動を定量的に把握し、科学の進展や産学連携などをデータに基づいて

議論する上で非常に重要な手段となっている。かつて、これらの調査は、“紙面”に印刷された情報を手入力などでデータベース化し、さらに名寄せを行うなどの労働集約作業を伴ういわゆる“力技”が必要なものであったが、1次情報である論文と特許自身をまずデジタル化し、次にインターネットとwebの進展により相互につながりネットワーク化するこ

とで、かつての労働集約作業から解放され、多量のデータを多角的にまた、短時間に可視化、分析できる時代となった。また、加速度的にデータが増え続ける中、これらのデジタル情報を活用することで、これまで得られなかった知識が大量かつ迅速に得られ、知財活動に少なからぬ進展を与えるようになった。一方、データを取り巻く権利に関して様々な課題を浮き彫りにしている。

さらに俯瞰して見れば、今現在は、旧来の“紙”と言うメディアと“郵送”という情報伝達手段に依拠して発明されたとも言える学術論文や書籍、あるいはそれらの情報基盤インフラに基づいて制度として開発された特許をデジタル化しネットワーク化しているに過ぎないと言える。このものはや旧来となりつつあるメディアのフレームに依拠しない、“デジタルネイティブデータ”の幅広い開放（オープン化）・共有が進展しており、研究者や知財専門家のこれまでの活動を発展・進化させるだけでなく、市民を含む多様なステークホルダーが科学や知財へアクセスし、様々な形で活用できるようになっている。この新たな情報の共有のあり方は、オープンサイエンスの潮流として世界の政策としても大きな注目を集めている。そして、知識の共有のあり方が根本から変わっていく中で、知財に関する調査分析や知財のあり方そのものに関して、長期的には非連続な改革が進む可能性を持つ。

本稿では、まず、オープンサイエンスの潮流をオープンアクセスと研究データの共有に関する政策を中心に解説し、知財に関連する活動を含め、科学と社会の姿が根本から変わろうとしていることについて述べる。続いて、科学と社会の変容を示す具体的な事例の一つとしてデータ駆動型科学とシチズン・サイエンスの変容について解説し、研究の根本的なゲームチェンジの可能性について議論する。そして、知財活動にどのような影響を及ぼしうるのかについて、その可能性を議論することで、関係セクターの新しい気づきや行動変容のきっかけづくりを狙うこととする。

2. オープンサイエンスの潮流とオープンアクセス、オープンリサーチデータ政策

オープンサイエンスとは、最も包括的には、社会の情報基盤の革新に応じて知識を幅広く開放することによって、科学そのものを発展させ、産業を含む社会を発展させ、科学と社会の関係を含む社会全体を変容させる活動を指す（林，2018, 2023b）。193カ国の賛同を得て発行された2021年のユネスコのオープンサイエンス勧告（UNESCO2021）においても、“オープンサイエンスとは、多言語の科学知識を誰もがオープンに利用でき、アクセスでき、再利用できるようにすること、科学と社会の利益のために科学的な協力や情報の共有を増やすこと、科学知識の創造、評価、伝達のプロセスを従来の科学コミュニティを超えて社会のアクターに開放することを目的とした、さまざまな運動や実践を組み合わせた包括的な概念”としており、研究成果の共有と社会の変革を目指している。その上で、オープンな科学知識、オープンな科学インフラ、科学コミュニケーション、社会的アクターのオープンな関与、言語や民族に依拠する他の知識システムとのオープンな対話を柱としている（図1）。

オープンサイエンスは政策的に見ると、まずは論文のオープンアクセス化から始まった。1990年代後半にオープンアクセス運動が始まると、2000年代に英米を中心として公的資金を投入した研究成果としてのオープンアクセスの義務化が始まり、徐々に浸透していった。日本でも2025年以降の公的資金を投じた研究論文に対してオープンアクセスを義務付ける方針が2023年10月に出された（内閣府2023）。次に、研究の透明性や再現性の確保から、論文の根拠となる研究データの共有や公開にも注目が集まることとなった。さらに、研究論文と被引用数に過度に偏重する研究評価などのひずみの解消のため、研究データそのものを研究成果公開メディアとして利活用する動きも活発化してきた。G7では科学技術大臣会合のもとに日本と欧州の主導でオープンサイエンスWGを2016年に立ち上げて、研究

図 1. オープンサイエンスのビジョンと構成要素 (UNESCO 勧告)



UNESCO 勧告より

- ・より開かれた科学知識
- ・論文以外の様々な成果もオープンに
- ・オープンサイエンス基盤（インフラ）
 - ・人と機械が読めるインフラ整備
- ・社会的アクターのオープンな関与
 - ・市民の参画による新しい研究スタイル
- ・他の知識システムとの開かれた対話
 - ・先住民や地域が持つ伝統的な知識の導入と活用

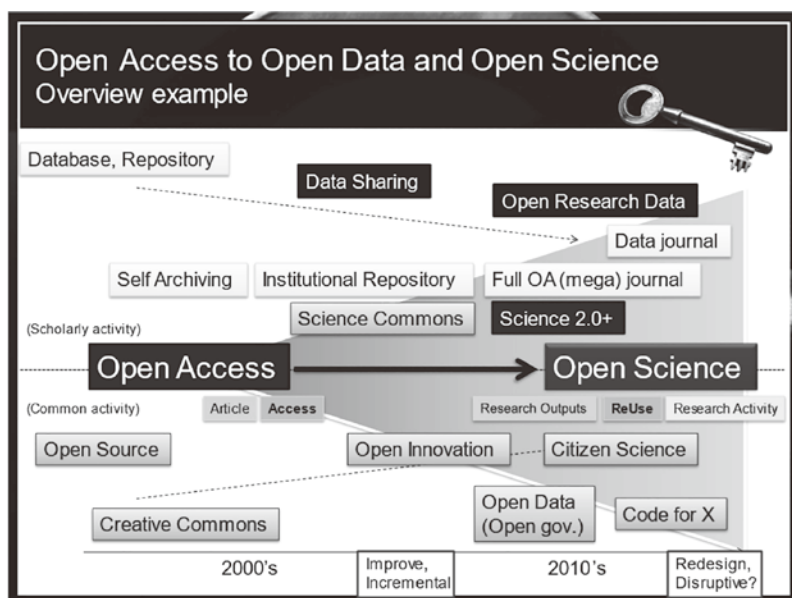
データ基盤整備に関して国際的な枠組みを意識しながら活動を続けている（林 2022）。これらの流れは、論文に対するアクセスを自由にする運動（オープンアクセス）から、研究データを中心とした研究成果に関する再利用を促し研究活動をもっとオープンにする運動（オープンサイエンス）に拡張したことになる（図 2）。

日本でも、第 5 期科学技術基本計画、および第 6 期科学技術・イノベーション基本計画にてオープンサイエンスの推進が明記されている。この第 6 期基本計画時の基本専門調査会（内閣府 2020）では、オープンサイエンスの潮流と変革を 17 世紀の歴史的にみた（図 3）。17 世紀にイギリスで学術雑誌（Philosophical Transactions 1665 年）が誕生して、今日の電子ジャーナルにまで漸次的に発展してきているが、そのたかだか五年前に学会（Royal Society 1660 年）も誕生し、科学に関する情報が雑誌というメディアを通じてコミュニティにより広く早く共有されるようになった。ちょうどこの頃、ニュートン

とライプニッツにより微積分の発明が争われ、物理と数学の融合による数理物理学が誕生し発展することで、近代科学の礎が築かれた。そして後に蒸気機関の発明に伴う産業革命にもつながったとも言え、科学と社会は飛躍的に発展してきたと言える。この雑誌とコミュニティの仕組みは 350 年以上をかけて進化したが、同時に様々な課題を抱えて硬直化するようになった。そして 20 世紀後半になって、インターネットとウェブの浸透によって、情報流通の費用限界が大幅に低減し、また情報が双方向に瞬時に行き交う社会となると、プレプリントや研究データなどの新しいメディアの活用が模索され始め、SNS などの新しいデジタルネイティブなコミュニティも生まれている。また、かつて微積分と物理が融合したように、AI と様々な分野の研究が融合し始め、また、文理融合やセクターの融合も始まっている。

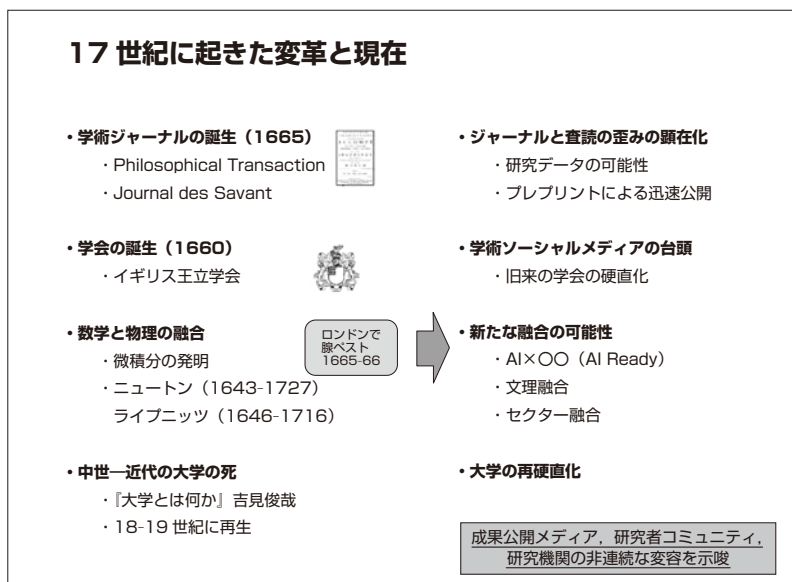
つまり、インターネットとウェブという社会の情報基盤とメディアの変革による知識の開放（オープ

図 2. オープンアクセスからオープンサイエンスへ



(典拠 <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4007754.v1>)

図 3. 17 世紀に起きた変革と現在



(典拠 <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon6/6kai/siryo4-1.pdf> (一部改変))

ン化)は、学術情報流通の変容を促し、科学と社会、およびそのコミュニティをデータ駆動やネットワーク型に変容しようとしている(林 2023a)。このネットワーク型社会では、あらゆる人、モノ、コトが情報として紐付けられ、また、その情報が瞬時かつ双

方向に行き交い、冒頭でも述べたように印刷と郵送に基づいた情報流通では得られない価値を提供している。

3. 科学研究とシチズン・サイエンスの変容

オープンサイエンスの潮流は、先に述べたオープンアクセスなど学術情報流通のこれまでの姿を変え、情報のアクセス手段が拡張することで様々なセクターが知識にアクセスできるようになった。また、研究データの利活用によって、研究の姿そのものを変え始めている。より開かれた知識とデータを活用することで、これまでの科学を効率化するだけでなく、ロボットAI駆動科学のように科学の姿に新しい局面をもたらしつつある。特に昨今進展が著しい研究自動化（ARW: Automated Research Workflow）では、人工知能を始めとする先端的なデジタル技術やロボット技術等を集約することにより科学的知見を獲得するプロセスを桁違いに加速化している。この加速は、まず、1000倍を超える実験の効率化を進めた。言い換えると、“知識生産の労働集約作業”から研究者を解放した。そして、“知識創造の労働集約作業”からも研究者を解放し始めている点が大きな転換である。すなわち、これまで人が多くの場数を経るなどして経験的にあたりをつけていた初期の作業仮説を多量のデータから立て、実験を効率よく行い、得られた結果を踏まえて新たな仮説を生み出すことを繰り返し始めた。あるいは、人の認知を超えた圧倒的に多量の範囲を探索することで、新たな気づきを得ること自体を効率化している。これはすなわち、“セレンディピティ”という表現などで多少神秘的にすら表現される人の創造性をDXすることにもなっている（林 2024）。

オープンサイエンスの潮流は、科学と社会の関係性も変えようとしている。この兆候は、天文や野鳥の観測などに象徴されるように従来行われてきたシチズンサイエンスを変容させ、あるいは、市民によるモニタリングの主旨として日本で発展した市民科学を変容させ、その先に新しい共創型の研究や課題解決の手法を模索し始めた（林 2018）。知識のオープン化と双方向の伝達により科学者と市民の情報の非対称性が緩和されたことで、従来の科学者に協力する形で、データ収集等に協力するだけでなく、研

究の分析や立案に積極的に関与するケースや、市民が主体となって行われる研究も生まれている。つまり、市民が科学者に従属する形で活動するというヒエラルキーな形態から、よりフラットな関係性で課題解決に取り組むケースが特に社会課題解決研究で生まれており、共創型研究の新しい姿として捉えることができる。

さらにデータ駆動型科学とAIの進展は、根本的に新しい共創型社会の可能性を模索し始めていると言える。例えば、東京大学の橋田は、PAI（Personal AI）を用いたオープン市民科学を提唱している（岡村他 2023）。PAIとは、各個人が生まれる前から死んだ後までずっと本人に付き添い、専属で本人のパーソナルデータ（個人情報を含む様々なデータ）の管理運用を代行するAIを指す。PAIは、本人に集約されたパーソナルデータをフル活用して、例えば、商品・サービス・職業などの選択や、生活習慣の改善・ヘルスリテラシーの向上など、きめ細かく本人に介入し行動や行動変容を支援する。また、個人が自分のデータを第三者に提供し、二次利用を可能にすることで、政府機関や企業などがそのデータを利用してPAIの統治や開発を行える。これにより、社会や個人に関する研究、新商品やサービスの開発、政策の立案などに活用できる。また、様々なステークホルダーが分析結果を共有し、PAIとそのガバナンスへの信頼を築くことで、オープン市民科学が進展し、産業や学術、文化の基盤を強化し、経済と民主主義が相互に強化される可能性があるとしている。

4. オープンサイエンスの潮流を踏まえたシチズンサイエンスの変容と知財のこれからに関する可能性

古今東西を問わず、知識共有の促進と個々の創造物の保護はそれぞれ重要な価値である。そして、ときにこの価値の追求が相反することになり、両者のバランスをうまく取る必要があり、今日の特許制度が存在する。本章では3章までの解説を踏まえて知財に関するオープンサイエンスならびにシチズンサイエンスの影響について4つの視点から述べる。

4.1. 研究論文のオープンアクセス化が変える“公知”とライセンス

研究論文のオープンアクセス化は、知財活動に様々な影響を与えている。まず、“公知”の取り扱いに対して新しい局面をもたらした。すなわち、オープンアクセスによって特許の審査官が得られる公知の情報の範囲が格段に広がり、特許の新規性と進歩性をより厳密に評価する必要性を高めている。これは、特許審査の質の向上とともに、より革新的な発明が特許保護を受けるよう促しているともみれば、特許制度の進化に寄与しているとも言える。次に、論文の権利に関して古くて新しい課題を顕在化させた。これまで、研究論文の再利用は著作権者に許諾を都度取る形で行われて来たが、デジタル社会の1秒以下の即時的な情報のやりとりを考慮すると、そのような人を介し、数日以上を要する手続きが非現実的となった。そこで、Creative Commonsのように、著作者が再利用に関しての扱いを自ら明示する動きに繋がった。このCreative Commonsでは、メタデータに再利用に関する条件が記述されていることが重要である。こうすることで、機械同士が論文をやりとりする際に、権利関係の処理を瞬時に行うことが可能となった。あらゆる知財活動も、このような、オープンかつ再利用できる知識情報のネットワークの上に、新規のアイデアを積み重ねていくことになる。そして、知財活動に関与するセクターは、専門家にとどまらず興味をもった市民を含めてより多様になり、多様なセクターによるよりイノベティブな知識生産活動につながる可能性を持つ。

4.2. 研究データの共有とライセンス、並びに新たな法制度の必要性

では、研究データの共有とそのライセンスに関しては、どのようになりうるか。おそらく、知財の概念、保護の範囲、管理方法、そしてイノベーションのプロセス自体に大きな変化をもたらすことになる。そして、これらの変化は、知財の法的枠組みの進化を促し、よりオープンで協力的な研究開発環境を形成するための新たな道を開く可能性がある。

まず、研究データがオープンアクセス化されると、特許申請における新規性の判断がより複雑になりう

る。以前はアクセスできなかったデータが公開されることで、特許審査において新規性や進歩性を示すことが難しくなる可能性が出てくる。あるいは、大量の研究データへのアクセスは、新しいタイプのデータ駆動型イノベーションを促進する。これにより、従来の特許制度や著作権法がカバーしていない新たな知財の形態が生まれる可能性もある。その際、オープンサイエンスの精神に沿って、研究データのライセンスや共有の新しいモデルが登場する可能性がある。これは、知財の管理と利用の方法に革新をもたらし、より柔軟でアクセスしやすい知財の利用を可能にすることになる。そうすると、研究データのオープンアクセス化は、知財保護の適用範囲や基準を再考させることになる。例えば、データセット自体やそれを利用した分析方法など、新しい種類の知財保護が必要になる場合がある。他にもデータのプライバシーとセキュリティに関する課題を引き起こし、個人情報を含むデータの管理や、知財としてのデータの保護に関する新たな規範や法律が必要になる。

将来的には、著作権と同様に研究データの権利に関する法律が生まれ、ベルヌ条約のような国際的な枠組みが誕生する可能性をOECD（経済開発協力機構）の公的資金による研究データへのアクセスに関する理事会への勧告（OECD 2021）に至る過程で議論したこともあり、今すでにこの問題が顕在化していることを考慮すると、この枠組みが生まれること自体は時間の問題と考えられる。

4.3. 情報の管理基盤が根本から変わることを踏まえた展望と先発明主義への転換の可能性

オープンサイエンスの潮流の長期的視点には、単に、論文やデータの共有・公開のあり方が変わるだけでなく、科学研究そのものの姿が変わることや、経済、行政や法制度のあり方を含む、情報のガバナンス自体が変わることも内包している。ここでは、具体的な事例の一つとして、ブロックチェーンを用いた活動に着目する。

ブロックチェーンは、分散型台帳技術を用いて、情報をオープンかつセキュアに保存、共有できる仕組みである。データがネットワーク全体に分散して

保存されることにより、情報が透明で改ざんが難しくなり、信頼性が向上する。例えば、不動産の所有権や取引情報に関するデータがブロックチェーン上に保存されることで、これらのデータが正確であることが確認できる。同様に知的財産管理の透明性、効率性、セキュリティを高めることで、知財の保護と利用の方法を大きく変革する可能性があり、この技術は、知的財産の登録、追跡、取引における新しいパラダイムを提供し、イノベーションのプロセスをさらに支援することになる。さらに、ブロックチェーンはその構造上中央集権的な構造を避け、参加者全体に権限を分散させることになる。これにより、行政、企業、市民など異なるステークホルダーが効果的に協力し合い、科学研究や知識形成に参加できる環境を提供できる可能性がある。その究極の姿の一つが、分散型科学（Decentralized Science）である。分散型科学は、ブロックチェーン技術などを用いて分散型（非中央集権型）のガバナンスに支えられた民主的な研究システムの構築を目指す運動の総体であり、その実践が日本でも本格化している。例えば、自律分散型組織（DAO）やブロックチェーン技術を活用した評価システムを用いて、新たな研究助成システムや論文出版、研究基盤の構築を目指している（濱田 2023）。あるいは、DAOの中で発生させたトークンを用いることで報酬を与えることもできる。この分散型のネットワークにおいては、科学者、企業、行政、市民、それぞれが分散型のネットワーク上の“参加者”あるいは“貢献者”として、科学研究や知識創出活動に複雑に関与することになり、共創の一つの究極の姿となりうる。また、このような分散型の情報管理は、知識や知財が生まれる過程をこれまでにない高い解像度で記録する（ログを取る）ことが可能となる。つまり、発明をその最初期段階から追跡することが可能となるため、特許制度での先願主義から先発明主義に転換する可能性を持つ。もしくは、先願主義を維持する場合においても、出願以前の発明者の貢献を一定程度評価することが可能となるだろう。

4.4. 倫理的な問題

研究データの共有と市民を含む多様なセクターの

関与は、個人情報取り扱いやデータのセキュリティに大きな影響を与えている。特に、健康関連のデータを扱う際には、プライバシー保護が大きな課題である。また、市民を研究の一環として参加させる場合、倫理的な配慮や同意の取り扱いが必要となる。また、研究成果の帰属と貢献者への公正なクレジットや報酬の配分が課題となりやすい。特に、多様な貢献者が関わる場合、その貢献をどのように評価し、認知するかが重要となる。生成 AI を“貢献者”としてみた場合、生成 AI によって生成されたコンテンツの知的財産権の帰属は、現在の法的枠組みの中で複雑な問題を提起している。誰がコンテンツの著作権を持つのか、またそれをどのように管理するのかは、今後の重要な議論の対象となっており、試行錯誤が始まっていると言える。他にも、オープンアクセスの要求は、資源が豊富な研究機関や国とそうでないところとの間で、新たな不均衡を生む可能性もある。このような倫理的課題は、その時のコミュニティの中で新しい慣習が生まれ、規範が変容していく中で、いずれ社会制度として整うことになる。

5. おわりに

知財を取り巻く環境は、ビジネスや裁判による裁定などに象徴されるように、基礎的な科学研究と比較すれば、人間の経済的な活動の“今”の実態を色濃く反映している。そのため、できるだけ漸次的な改善で対応されやすい構造を持つ。一方、2020 年代に入ってから COVID-19 などの外部要因や生成 AI などの目まぐるしい技術の発展によって、繰り返し述べるが、より非連続な、ときに破壊的な社会の変革に対する準備が必要となる可能性が高い。ただし、社会全体としては、今現在は依然として大きな変化のための端緒であり、根本的な社会とその制度や法律の変革までには、世代交代を含む長い時間を要すると考えるのが現実的でもある。データを価値としてどのように共有すれば、社会が発展し、また、そのデータを生み出した貢献者が報われるか、局所的に技術が発展してピンポイントでは大きなインパクトを与えることが今後も続いた上で、その全体的なエコシステムと評価、報酬の制度が文化として形成

されるまでは、相応の時間がかかることが予想される。したがって、これまでの不断の積み重ねも引き続き有効であり、むしろまずは、それらの手法が効率化するなどの形で漸次的に進化する。そして、その上に新たな知識形成に役立つコミュニケーションや研究手法が加わり、知財とその関連活動の新たな姿として進展していくものと考えている。この過程において、いわゆる知識形成に携わるコミュニティのあり方、特に学会や学会事務局のあり方については、現在の延長の先とはまた違った姿になる可能性は非常に高い。例えば、知財関係者を含む、図書館や情報の実務専門家のコミュニティである、情報科学技術協会（INFOSTA）では、現在、長期的なコミュニティの変化を見越して学会活動のDXを試みており、情報専門家の生成AIの活用が始まる試行錯誤を繰り返している。

オープンサイエンスの潮流は、知識生産のあり方のDXを通じて、科学を中心とした知識生産活動を確実に変え、知識メディア、コミュニティの姿を変えつつ、社会も変えていく。その過程に新たな知財に関する仕組みも生まれ、知識共有の促進と個々の創造物の保護の新たな均衡が生まれることになることを考える。

参考文献

- OECD (2021) Recommendation of the OECD Council concerning Access to Research Data from Public Funding. <https://www.oecd.org/sti/recommendation-access-to-research-data-from-public-funding.htm>
- UNESCO (2021) <https://www.unesco.org/en/open-science> E2485—ユネスコ「オープンサイエンスに関する勧告」カレントアウェアネス—E. No. 433 2022.04.21 <https://current.ndl.go.jp/e2485>
- 岡村麻子・林和弘 (2023) セミナーシリーズ「AIとデータで変わる科学と社会」第2回講演録—個々人の幸福を中心に据えた人間とAIの共生社会—, *STI Horizon*, vol. 9, No. 1, pp. 34-39. <https://doi.org/10.15108/stih.00326>
- 内閣府 (2020) 総合科学技術・イノベーション会議第6回基本計画専門調査会 <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon6/6kai/6kai.html>
- 内閣府 (2023) 公的資金による学術論文等のオープンアクセスの実現に向けた基本的な考え方 https://www8.cao.go.jp/cstp/231031_0a.pdf
- 濱田太陽 (2023) “DeSci Tokyo Conference 2023 開催に向けて考え、動いたこと” <https://note.com/hirotaiyohamada/n/n08ff505af6e3>
- 林和弘 (2018) “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』Vol. 23, No. 11, pp. 12-29. https://doi.org/10.5363/tits.23.11_12
- 林和弘 (2022) “オープンサイエンス政策が目指す科学と社会の変容”, 『科学』No. 8, 岩波書店.
- 林和弘 (2023a) “科学と社会を再構成する学会、雑誌、大学の創造的破壊に備えよ”, 『日本と世界の課題 2023』NIRA 総合研究開発機構 <https://nira.or.jp/theme/issues-in-japan-and-the-world/>
- 林和弘 (2023b) “オープンサイエンス”, 日本図書館情報学会 (編集)『図書館情報学事典』丸善出版 ISBN-13: 978-4621308202
- 林和弘 (2024) “創造的活動の労働集約作業からも解放されつつある科学と社会”, 『日本と世界の課題 2024』NIRA 総合研究開発機構. in press