

本格的に変わり始めた科学と社会

Kazuhiro HAYASHI **林 和弘** 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)



データ社会とオープンサイエンス

現在はデータ（駆動型）社会と呼ばれており、データ流通が今後のイノベーションの鍵を握るとされ、様々な試みがなされている。科学においても、オープンサイエンスの名の下に、データを中心とした研究のパラダイム転換が行われようとしている。日本学術会議から2020年に出版された提言によると、オープンサイエンスは「ICT（著者注：Information and Communication Technology, 情報通信技術）を活用して科学を変容させることであり、現在研究データを含めた研究成果をインターネットの上で広く共有する科学の進め方に注目が集まっている」と記述されている。

本誌でも2018年11月号でオープンサイエンスの特集号が生まれ、論文のオープンアクセスと研究データの戦略的取り扱いを中心に、当時の状況が報告された。それから約3年が経ち、オープンサイエンスは具体的な事例とともに科学と社会のパラダイム転換を促している。

学術情報流通の振り返りで理解する DX(Digital Transformation, デジタルトランスフォーメーション)

このパラダイム転換を理解するために、まず、学術情報流通の変革を大まかに振り返ってみる。1990年代にインターネットとwebの活用が本格化すると、紙の学術ジャーナルが電子化され始めた。2000年代中頃には電子ジャーナルへの移行がほぼ完了し、電子ジャーナルサービスが拡充され、例えば、検索サービスの進展とともに論文単位での流通が促進された。2010年代には主要な学術ジャーナル論文にはDOIが付いてweb上の場所を一意に示せるようになった。あるいは、Chemical AbstractsやGoogleの検索結果と紐づくようになった。さらに、論文以外の研究成果や被引用数以外の研究インパクト計量にも関心が高まり、2020年代の我々は、研究データの共有・公開や、Twitterなどのソーシャルメディアの反応を見るオルトメトリクス¹⁾を用いた社会インパクトの計量等にも関心を寄せている。

この30年におよぶ変革を支えているのは、インター

ネットを中心とした情報技術であり、より小さな単位で爆発的に生まれた知識を素早く、また、双方向に世界に共有できる特性を踏まえたパラダイム転換が進行している。ここで、2010年代までは、あくまで学術ジャーナルと論文を中心とした情報流通基盤の漸次的な進化であったのに対して、2010年代後半からは、既存の構図の外側にある世界を取り込み始めた。つまり、電子ジャーナル化に始まり、20~30年をかけてジャーナルから離れた新しい仕組みを指向するという非連続な変化、この長期的な変化がパラダイム転換であり、DXの重要な本質の1つである。

オープンサイエンス政策とCOVID-19で加速する変容

このオープンサイエンスは政策から取り組まれてきた。日本では、2016年の第5期科学技術基本計画でその推進が謳われ、同年のG7つくばサミットでオープンサイエンスWGを立ち上げた。続いて、2018年初頭に行われた統合イノベーション戦略を策定する際に行われた政策討議を皮切りに、研究データの重要性とオープンサイエンスの可能性が今後の研究力や国力の増大に向けて重要な役割を果たすことが認識され始め、研究データ基盤整備とインセンティブづくりが重点項目として取り組まれてきた。そして、COVID-19で期せずして、オープンサイエンス推進の動機づけが飛躍的に強化され、プレプリント段階の論文や研究データを含む研究成果の素早い共有が行われている。

化学への影響：データ駆動型研究、リモート、プレプリント

オープンサイエンスは幅広い、また、素早い研究成果の共有の先にある、研究活動そのものの変容を予察していたが、確実に化学にも影響を与えている。一番身近な事例は、材料科学のマテリアルズインフォマティクスであり、現在研究DXの具体例として政策的にも強化されている。そのほかにも、生命科学系ではロボットを活用し再現性の高い実験をリモートで行うことが本格化している。依然化学のすべての領域に影響を与えている状態とは言えないが、3年前との相対比較で

は確実にこの潮流の影響を受けていると言え、今後加速すると見ている。例えば、先の2018年の特集号の時点では、*J. Am. Chem. Soc.* も *Angew. Chem.* もプレプリントを受け付けなかったが、程なく方針転換している。ほかにもIUPACはこの潮流を取り入れる方向にあり、Digital IUPACの提唱記事を掲載し、あるいは、Blockchainのタスクフォースを立ち上げて筆者も参画している²⁾。ここでは、アイデアや仮説から出版、共有、アーカイブに至るまで、科学研究のワークフロー全体でブロックチェーン技術がどのように利用されているかを検討し、新しい化学の姿を模索している。

具体化するオープンサイエンスの姿と本質

オープンサイエンスの本質を具体化した例を紹介する。ある日本の情報学の研究者は非医療系であったが、COVID-19を機にWHOのオープンデータを用いて行ったシミュレーションの結果が興味深かったので、プレプリントで公開しSNSで共有した。その結果、医学や社会学の研究者との国際コラボレーション(横断的な科学インパクト)が生まれ、行政との取組による社会インパクトを生み出した。このエピソードの重要な点は、この過程において学会もジャーナルもまったく関与していないことであり、さらに着想から社会インパクトの発現まで半年と少しばかりの時間しかかかっていないこと、また、科学インパクトと社会インパクトがほぼ同時に発生していることである。このように、オープンサイエンスはこれまでの仕組みでは不可能な科学研究の進め方や社会連携の仕組みを提供している。あるいは、社会のニーズに対してこれまで培ってきた学術情報流通の仕組みは、多少の電子化で効率化はされたものの、根本的に間に合っていないことが具体的な対案が出ることで明示されたのである。

17世紀に学ぶパラダイム・シフトの行方

2020年の7月に第6期科学技術・イノベーション基本計画の方向性を決める基本計画専門調査会でオープンサイエンスの有識者として話題提供をさせていただいた。そのときに、2020年現在と17世紀のある時期との類似性について紹介した。具体的には、1660年に学会のルーツの1つとされるイギリス王立協会が生まれ、そのわずか5年後の1665年に学術ジャーナルのルーツの1つとされる *Philosophical Transactions* が創刊されている。この1660年代にはニュートンとライプニッツが活動し、微積分の発明と共に、数学と物理の融合である数理物理学の祖が築かれ、後に近代科学の進展や産業革命に大きな影響を与えている。そして、大変興味深いことにロンドンでは1665~66年に腺ペストが

流行り、大学に行けなかったニュートンが実家で思索にふけた結果として万有引力の法則を思いついたという話もあるのである。

この学会と学術ジャーナルが生まれた経緯には諸説あるとされるが、当時の大学が硬直化しすぎたために、自由な議論を求めてカフェで集まったサロンが学会の始まりとも言われ、また、書籍(印刷本)では研究者同士でコミュニケーションを行うのが遅いために手紙の交換による先取権の確保が流行り、それを集約する形で学術ジャーナルが生まれたともいえる。このような歴史の観点から現代を捉えてみると、学会の硬直化とその脱却がこの論説でも盛んに議論され、学術ジャーナルと査読のあり方も電子化やCOVID-19を機に問われ直しており、他方、学術系SNSが発展し、また、プレプリントが受容されつつあると言える。あるいは、AI(情報学)と既存の科学の融合や、文理融合が進み新しい研究および連動する産業が生まれている状況でもある。すなわち、我々は、知識を研究者間や社会と共有する新しい手段を得ることで、新しい科学と社会を作り出す歴史を繰り返そうとしている。

変わる科学、社会と学会の役割

オープンサイエンスは、最も包括的に表現すれば、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である。局所的には科学のお作法が変わるが、より包括的には法律や知財を含む社会制度も変わっていくことを織り込まなければならない。本論説でも度々強調されているオープンイノベーションも、社会制度の変革と共にさらに非連続に進化することが予察される。

なお、この議論をもって学会や学術ジャーナルがなくなるという主張ではなく、むしろ、このようなパラダイム転換を促す重要な役割を果たすと考えている。そして、新旧とあえて分けるとして21世紀はこの2つのパラダイムが併存して最適化されるまでの過渡期として捉えることが現実的であると考え。乱筆ながらも今後の学会運営の一助となれば幸いである。

1) <http://hdl.handle.net/11035/2357>

2) <https://iupac.org/iupac-blockchain-technology-white-paper/>

ここに載せた論説は、日本化学会の論説委員会が依頼した執筆者によるもので、文責は基本的には執筆者にあります。日本化学会では、この内容が当会にとって重要な意見として掲載するものです。ご意見、ご感想を下記へお寄せ下さい。
論説委員会 E-mail: ronsetsu@chemistry.or.jp