

《特集：日本薬学会第 137 年会シンポジウム》

オープンサイエンスの展望： 公開データの活用事例と課題解決に向けた取り組み

Prospects for Open Science: Utilization of Open Research Data and Efforts to Solve Problems

池 内 有 為*

[抄録] オープンサイエンスとは、科学研究の成果である研究データのオープン化と論文のオープンアクセスを含む概念であり、近年、国内外の政府組織や科学コミュニティによって強力に推進されている。公開されたデータを研究者のみならず、企業や市民が活用することによって、雇用やイノベーションの創出による経済効果、社会の課題解決などにつなげることが期待されている。本稿ではまず、オープンサイエンスに関する政策動向を概観したのち、公開データの活用事例や学術情報流通の方向性について述べる。続いて、研究者がデータを公開する際の障壁と図書館による支援、およびコミュニティによる課題解決の取り組みについて紹介する。

[キーワード] オープンサイエンス, 研究データ公開, 科学技術政策, データ活用, 図書館, 学術情報流通, データ引用, 研究データ管理 (RDM), データ管理計画 (DMP), 研究支援

[Author Abstract] Open Science is a concept that includes open research data and open access to scholarly literature, and it has been promoted vigorously by government organizations and scientific communities. Utilization of published research data by not only researchers but also corporations and citizens is expected to lead to economic effects resulting from employment and innovation and to solve social problems. This paper outlines policy trends related to open science, provides examples of utilization of open research data, and elaborates the direction of scholarly communication. Further, it introduces barriers to data disclosure, academic libraries' supports to researchers, and efforts to solve problems by the community.

[Keywords by Author] Open Science, open research data, science and technology policy, data utilization, library, scholarly communication, data citation, Research Data Management (RDM), Data Management Plan (DMP), research support

1. はじめに

オープンサイエンスの進展によって、薬学・医学分野を含む多くの分野において研究データの公開と活用の可能性が急速に拡がりつつある。本稿では、オープンサイエンスが目指す未来はどのようなものか、公開データはどのように利用されているのか、学術情報流通はどのように変わろうとしているのか、そしてデータ公開の課題について図書館やコミュニティはどのような取り組みを行っているのか、それぞれ国内外の事例を紹介するとともに筆者の考えを述べる。なお、本稿は 2017 年 3 月 26 日に開催された日本薬学会第 137 年会におけるシンポジウムの講演録であるが、原稿執筆時点での新たな動向についても追記した。

2. オープンサイエンスの背景と政策動向

2.1. オープンアクセスからオープンサイエンスへ

近年、科学研究の成果である論文の根拠となるデータを公開し、分野や地域を超えて活用しようとする動きが盛んである。この動向は、Science2.0, e-Science, データ中心の科学 (Data Intensive Science), あるいはデータ駆動型科学 (Data Driven Science), 第四の科学 (Fourth Paradigm) などと呼ばれてきたが、研究データのオープン化 (Open Research Data) と論文のオープンアクセス (Open Access; 以下, OA) をあわせたオープンサイエンス (Open Science) という名称が定着しつつある。

オープンサイエンスの実現によって、科学研究を効率的に進めること、重複研究を防いで研究開発費を節減すること、研究の透明性や再現性を高めて不正を防ぐこと、研究成果を長期保存することなどが期待されている。その背景にはデータ流通の基盤となる ICT の発達があり、ビッグデータを扱うデータサイエンスや人工知

* Ui IKEUCHI
筑波大学大学院図書館情報メディア研究科
〒305-8550 つくば市春日 1-2
E-mail: ikeuchi.ui@gmail.com

能 (AI) によるデータ活用の隆盛も研究データのオープン化 (以下, データ公開) を後押ししている。さらには異分野データを統合して新たな知見を得ることや, 産学官の連携によってイノベーションを創出することも期待されている。たとえば NASA (米国航空宇宙局) の Landsat 衛星画像を活用した Google Earth は, その好例であろう。

2.2. データ公開の義務化と基盤整備

こうした技術的・学術的な背景に加えて, 公的資金を財源とする科学研究の成果に市民がアクセスできるようにするという社会的背景から, 政策レベルでもデータ公開およびオープンサイエンスが推進されている。2007年の OECD (経済開発協力機構) による『公的資金による研究データへのアクセスに関する OECD 原則とガイドライン』¹⁾, 2011年の RCUK (英国研究会議) による『データ方針の共通原則』などを経て, 2013年には米国オバマ政権による OSTP (科学技術政策局) 指令「連邦政府の助成研究成果へのアクセス促進」²⁾, G8 科学大臣会合による声明の「科学研究データのオープン化」³⁾, EC (欧州委員会) による「Horizon 2020 における科学出版物と研究データへのオープンアクセスに関するガイドライン」⁴⁾ といった強力なデータ公開政策が相次いで打ち出された。そして, 2016年4月に茨城県で行われた G7 科学大臣会合の声明では, オープンサイエンスが分野横断的な課題として位置づけられ, “政府機関やその他機関が, データ収集, 解析, 保存, 公表のための適切なインフラとサービスに継続的に投資を行うことが必須である”⁵⁾ と述べられている。

EC は, EOSC (欧州オープンサイエンスクラウド: European Open Science Cloud) と呼ばれる大規模なデータ公開基盤の整備も進めている⁶⁾。EOSC は, EU (欧州連合) によるデジタル単一市場 (Digital Single Market) 戦略の一部であり, データ公開が雇用の創出や経済効果を生み出すことを見越して構想されている。対象は, 欧州の全分野の研究者 170 万人と科学技術専門家 7,000 万人であるという。

日本では, 2015 年ごろから盛んに議論が重ねられており, 内閣府「国際的動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会」の報告書⁷⁾, 文部科学省の『学術情報のオープン化の推進について (審議まとめ)』⁸⁾, 日本学術会議の『オープンイノベーションに資するオープンサイエンスのあり方に関する提言』⁹⁾ などが公開されている。EOSC のような大規模なインフラ整備は行われていないものの, 第 5 期科学技術基本計画 (2016~2020 年度) では, “国は, 資金配分機関, 大学等の研究機関, 研究者と連携し, オープンサイエンスの推進体制を構築する”¹⁰⁾ と述べられている。

3. 公開データの活用事例

オープンサイエンスの目的の一つに, 市民科学 (citi-

zen science) の推進がある。科学コミュニティで共有されてきた最新の知見を政府や企業が活用することに加えて, 市民が課題解決や教育に活用すること, また, 市民や在野の研究者がデータの収集や解析に参加する動きも広まっている¹¹⁾。健康や医療に関わる情報は市民のニーズが高いと考えられるが, UNESCO によれば, PubMed Central (現 PMC) で公開されている OA 論文の一日あたりのユニークユーザ 42 万人のうち, 40% が市民, 大学が 25%, 企業が 17% であるという¹²⁾。しかし, ある程度フォーマットが決まっている論文はまだまだ, 公開データを市民が活用することは可能なのだろうか。

13~18 歳を対象とした科学コンテストである Google Science Fair (<https://www.google-science-fair.com/>) の Web サイトを確認すると, 公開データを活用した多様な発明がみられる (図 1)。たとえば米国の Tanay Tandon 氏は, スマートフォンを使った低コストの血液診断・寄生虫の検出装置を開発した。彼は HHS (米国保健福祉省) 所管の CDC (疫病管理予防センター) が公開している血液塗抹データを人工知能に学習させて, 血液中の寄生虫と病原体を自動的に検出することを可能にしている。また, 2012 年に Google Science Fair でグランプリを受賞した Brittany Wenger 氏は, 公開データを用いて乳がんと混合系統白血病の診断方法を開発した。ホワイトハウスにも招かれた Wenger 氏は, 自身で Cloud4Cancer Breast Cancer Detection (<http://www.cloud4cancer.appspot.com>) というサイトを立ち上げ, 世界中の専門家からデータの提供を受けて診断の予測精度を高めている。

日本では, 2015 年から総務省統計局によるデータサイエンスのオンライン講座が開講され, 2017 年度には滋賀大学がデータサイエンス学部を開設, そして 2020 年には小学校でプログラミングが必修化されるなど, 市民がデータを活用するための知識や技術を身につける素地ができてつつある。日本のデータ公開を進めることによって, さらなる科学技術の発展や社会の課題解決が望めるのではないだろうか。

4. 学術情報流通の変化

学術界においても, かねてよりデータ共有を行ってきた地球科学や素粒子物理学といった分野にとどまらず, データ公開を求める趨勢がみられる。英国王立協会は, 2012 年に “Science as an Open Enterprise”¹⁴⁾ と題する報告書を公開し, 科学研究の成果を最大化するためにはデータ公開や再分析の基盤整備が必要であると指摘した。BMJ は, 2012 年からオープンデータキャンペーンを展開して, 臨床試験データの公開を推奨している¹⁵⁾。

学術雑誌がデータ公開を求める例も増えている¹⁶⁾。2016 年 12 月, Springer Nature 社は 600 以上の雑誌についてデータ共有ポリシーを適用すると発表した¹⁷⁾。こ



図1 Google Science Fair の Web サイト
公開データを活用した多彩な発明がみられる¹³⁾。

のポリシーは Type 1 から Type 4 までであるが¹⁸⁾、最も厳しい Type 4 はデータ共有とデータ査読が必須であり、*Scientific Data* 誌などに適用されている。雑誌によるデータ公開要求は分野によって差がみられるものの¹⁹⁾、研究者がデータを公開する主要な理由の一つとなっている^{20, 21)}。

データ公開をデータ出版 (data publishing)²²⁾ と呼び、論文の出版と同様に扱ったり、引用したり、業績や評価の対象とする動きもみられる。データ出版については、公開データとデータに関する記述 (data paper や data descriptor) を査読して掲載するデータジャーナル²³⁾ が登場しており、研究成果の迅速な共有やビジビリティの向上を可能にしている。また、研究に用いた論文を引用するように、研究に用いたデータの典拠を示す“データ引用 (data citation)”を促す取り組みもみられる。国際イニシアティブの FORCE11 は、2014 年に「データ引用の共同原則」²⁴⁾ を公開した。この原則には学術出版社やデータアーカイブ、ARL (米国研究図書館協会) といった組織が賛同しており、2016 年 11 月には Elsevier 社が 1,800 を超える雑誌に採択した²⁵⁾。データリポジトリの Dryad は、収録されたデータを再利用する際には、永続的な識別子である DOI (Digital Object Identifier) を付けて引用するよう書式を示している²⁶⁾。データ引用を追跡するツールとして、2012 年に Thomson Reuter 社 (現 Clarivate Analytics 社) は Data Citation Index の提供を開始した。そしてデータ公開の業績化に

ついて、NSF (米国国立科学財団) は 2013 年 1 月に業績記入欄の名称を“出版物 (Publications)”から“生産物 (Products)”に変更し、公開したデータやプログラムコードを記載することを可能にしている。

このように、データを“学術の一級市民 (first-class citizens of scholarship)”²⁷⁾ として扱う流れができつつある。研究者や大学の評価、たとえば Times Higher Education などの世界大学ランキングや SciVal などの研究分析ツールでは、論文の引用数が主要な指標として用いられているが、ゆくゆくはデータ引用もそこに加わりと考えられる。

5. データ公開に向けた課題と取り組み

オープンサイエンス政策や公開データの活用、そして科学コミュニティによるデータ公開推進の潮流がある一方で、実際のデータ公開にはさまざまな困難が伴う。本章では、データ公開の障壁や日本の状況について触れたのち、図書館による支援やコミュニティによる課題解決の事例をみていきたい。

5.1. データ公開の障壁と日本の研究者の現状

研究者がデータを公開する際の主な障壁として、(1) 資源の欠如、(2) 公開に関する懸念、(3) インセンティブの欠如があることが明らかにされている²⁸⁾。(1) 資源とは、データを整備するための時間や資金、人材、公開用のリポジトリなどであり、次章で述べるように図書館などによる支援が必要とされている。(2) 懸念

とは、公開したデータに対する誤解や誤用の可能性、知的財産権の喪失や機密の漏洩、公開データを用いて競争相手に論文などの成果を出されてしまう可能性などであり、公開や利用に関する規則や規範の制定が求められる。(3) インセンティブについては、前章で述べたようにデータ引用や業績化が検討されているが、特にデータ公開を行ってこなかった分野では十分に確立されておらず、研究者にも浸透していない。研究者は、科学研究や成果実装を加速したい、研究成果を公益に供したい、自身の研究成果のインパクトを高めたいといった動機からデータ公開を行っていることも明らかにされている²⁹⁾が、グローバルな競争環境のもと、データ公開のために時間を割くよりも新たな研究に取り掛かりたいと考える研究者が多いのは、ごく当然であるといえよう。

また、日本特有の問題として、論文生産性が低下していることが指摘されている。「Nature Index 2017 Japan」によれば、世界の論文総数は2005年から2015年にかけて80%増加しているのに対して日本の論文は14%しか増加しておらず、世界シェアは10年で3分の1に減少しているという。また、高品質な論文 (high-quality papers) の数が減少していること、天文学を除く13分野は論文の伸び率が海外と比較して鈍いことなども指摘されている³⁰⁾。第5期科学技術基本計画では、日本の総論文数を増やすこと、および被引用回数トップ10%論文数の割合が10%となることを目指すとしているが³¹⁾、雑誌によるデータ公開の要求に適切に対応できない場合、論文投稿の障壁となる可能性がある。それでは、データ公開に際してどのような支援を行うことが可能なのだろうか。

5.2. 大学・研究図書館による支援

米国や欧州の大学・研究図書館は、助成機関によるデータ公開の義務化を契機としてデータ公開支援に取り組んでいる³²⁾。「データ公開の義務化」とは、公的研究資金 (助成金) の申請時にDMP (データ管理計画: Data Management Plan) を提出することを指す場合が多い。研究者は助成金を獲得するために、研究で扱うデータの種類や形式、メタデータ、権利、長期保存などについて記載したDMPを提出しなければならないが、公開のためのリポジトリやメタデータに関する知識が不足している場合がある。そこで大学・研究図書館が、多様な情報資源の管理や整備、機関リポジトリによる公開や保存、利用者ガイダンスなどを行ってきた経験を活かしてRDM (研究データ管理: Research Data Management) サービスを提供する例が増えている³³⁾。

RDMサービスの主な内容は、DMPの作成、研究に用いるアクティブデータの管理、長期保存の対象とするデータの選択とリポジトリへの引き渡し、リポジトリによる保存と公開 (フルオープンと制限付きオープンを含む)、データの目録作成などである (図2)。FORCE11は、データが長期にわたって再利用できるよう、発見可

能 (Findable)、アクセス可能 (Accessible)、相互運用可能 (Interoperable)、再利用可能 (Re-usable) な状態で公開する「FAIRデータ原則」³⁴⁾を提唱している。RDMサービスのうちデータ目録の作成、すなわち相互運用性の高いメタデータの付与やDOIといった識別子の付与はFAIRデータの流通に欠かせない要素であり、図書館員の専門性を発揮できると考えられる。

各国の図書館や関連機関が作成した利用者・図書館員向けのオンライン教材や、DMPの作成支援ツールは、CC BYといった再利用しやすいライセンスで公開されていることが多い。こうした資源を活用して、短期間でサービスの提供を開始する例もみられる。たとえばシンガポールの南洋理工大学図書館は、約1年でRDMの説明や大学のデータ方針、DMPの作成支援ツールなどを備えたRDMサービスを開始している (<https://blogs.ntu.edu.sg/lib-datamanagement/>)。また、デジタル Scholarship Commons (Digital Scholarship Commons) で、デジタル研究のコンサルテーションや技術支援とともにRDMサービスを提供する例もみられる。利用者にとってワンストップで研究に関する包括的なサービスを受けられることは利便性が高く、図書館が研究のパートナーであるという印象も醸成されているのではないだろうか。ピッツバーグ大学の事例では、図書館員以外のポスドクなどもスタッフとして加わっており、学内人材を活かした運営体制となっている。このように、国内外および学内外の機関と連携したり資源や人材を活用したりすることによって、効率的にRDMサービスを構築することができると考えられる。

RDMサービスの課題としてしばしば言及されるのは、人材育成である。RDMサービスの対象となるデータは分野や研究者によって多種多様であるため、図書館員が管理し、登録するためのノウハウを確立する必要がある。現時点では各大学や研究機関の図書館員が、それぞれの事情に応じて研究者やURAのような研究支援担当者に協力を求めながらRDMサービスを構築しているが、後述するRDA (研究データ同盟) の「研究データ

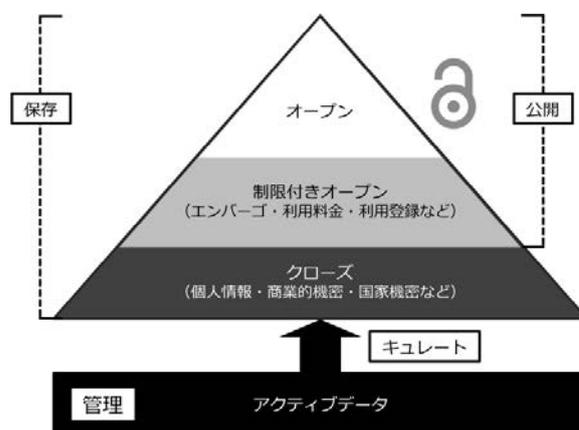


図2 研究データの管理・保存・公開³⁵⁾

を扱うための教育とトレーニング」IG (Interest Group)³⁶⁾では、RDMのための主要な能力が議論されている。一方、全分野の若手研究者を対象としてRDMやオープンサイエンス、データサイエンスに関する教育³⁷⁾を行う動きもみられる。将来的に、図書館員と研究者の役割分担が明確になれば、適切な教材やカリキュラムの開発が可能になるだろう。個人的には、データ目録、DMPの作成支援（相談やツールの開発）、利用者ガイダンスは研究者のニーズが高く、かつ、図書館員の専門性が活かせるのではないかと考えている。

日本では、JST（科学技術振興機構）が一部の研究プロジェクトに採択後のDMP提出を求めているものの、現時点では本格的な義務化に至っていない³⁸⁾。しかし、データ公開やRDMサービスの実現に向けた取り組みが徐々に広がっている。その成果は国外の事例と同様に公開されており、JaLC（ジャパンリンクセンター）による『研究データへのDOI登録ガイドライン』³⁹⁾やIRPC（機関リポジトリ推進委員会）によるNISO（米国標準化機構）の入門書『研究データ管理』の翻訳版⁴⁰⁾、DRF（デジタルリポジトリ連合）による研究者へのインタビュー調査結果^{41, 42)}、安原らによる米国の訪問調査報告⁴³⁾などを入手することができる。また、機関リポジトリにデータを登録するためのメタデータ標準の検討も行われている⁴⁴⁾。

5.3. コミュニティによる課題解決

ここでは、データ公開に関するさまざまな課題の解決を目指すコミュニティを2件紹介する。一つは国際組織のRDA、もう一つは日本のRDUF（研究データ利活用協議会）であり、いずれも参加者が自主的に課題、たとえば“メタデータ標準のカatalog作成”や“データの法的相互運用性”などを提案し、解決に向けた方策を探るゆるやかな集まりである。

RDAは、「障壁なき研究データ共有」をスローガンとして2013年3月に結成された。生命科学、地球科学、化学、情報学、人文学、社会科学など多分野の研究者をはじめ、IT技術者、図書館員、出版社、助成機関、政

府組織など多彩なステークホルダーが参加しており⁴⁵⁾、2017年7月時点で、129カ国から約5,900人がメンバー登録している⁴⁶⁾。その特徴は、“参加者からのボトムアップの提案にもとづき、コミュニティ・コンセンサスをベースにして研究データ共有のポリシー、方式・制度、技術、基盤システムなどについて検討、合意形成、実践していくことを目指している”⁴⁷⁾点にある。参加者の関心や課題によってWG（Working Group）やIGが立ち上げられ、メーリングリストやオンライン会議で意見交換を行い、年に2回の総会を経て、18カ月後には成果物として提言が報告される。提言は法的効力をもたないが、データ公開に関する国際的なデファクトスタンダードとなりうるため、研究データ同盟の議論をフォローし、時には参加することが重要であると考えられる。2016年3月には東京で第7回総会が行われ、日本からもデータ公開に関心をもつ研究者や図書館員が議論に加わった。

RDUFは、研究データ同盟と同様にデータ公開の課題を共有し、解決に向けた取り組みを行う場として2016年に設立された（図3）。その前身は、JaLCが2014年10月から2015年10月まで実施した「研究データへのDOI登録実験プロジェクト」に参加した研究データ担当者のコミュニティであり、研究会や報告会、メーリングリストによる情報交換を行っている⁴⁸⁾。2017年8月現在、機関メンバーとしてJST、NIMS（物質・材料研究機構）、NII（国立情報学研究所）、NDL（国立国会図書館）、NICT（情報通信研究機構）、千葉大学附属図書館/アカデミック・リンク・センターが参加しているほか、個人の参加も受け付けている。また、RDAのWGやIGにあたる小委員会を募集しており、さまざまな課題に対応するための指針やガイドラインの作成を目指している。

RDAをはじめとする国際コミュニティの会合やメーリングリストでは、研究者や図書館員が気軽に質問や悩みを投げかける。すると、すぐに各国の参加者からアドバイスを寄せられたり適切な人材が紹介されたり、新た



図3 研究データ利活用協議会キックオフミーティング（2016年7月）⁴⁹⁾

なグループが立ち上がることもある。日本においても、研究データ利活用協議会などを中心としたコミュニティが活性化することによって、迅速な課題解決が期待できるだろう。

6. おわりに

薬学・医学分野のデータは、被験者のプライバシー情報や機密を含むため公開が難しいとされている。一方、市民の生命や健康に関わるため、データ公開による研究の加速や透明性の向上も重要である。NIH（米国国立衛生研究所）やEMA（欧州医薬品庁）はデータ公開方針を公表しており^{50,51}、その効果も確認されている⁵²。また、世界中のがん患者と家族の生活の改善をめざす非営利イニシアティブである Project Data Sphere (<https://www.projectdatasphere.org>) は、学術界のみならず、政府、産業界の協力を得て、個人情報や商業的な利益に配慮しつつデータを公開している⁵³。日本においても、内閣府の知的財産戦略本部が民間投資によるデータと人工知能の利活用を目指すため、営業秘密に関するデータを保護しながら「公開によって価値を生み得るデータ」⁵⁴を流通させる仕組みを検討している⁵⁵。分野や地域を超えたデータの活用によってイノベーションの創出が期待されているように、分野や地域を超えた課題解決方法の共有によってオープンサイエンスが加速するのではないだろうか。

注・引用文献

- 1) OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding. OECD Publications, 2007, 23 p. (online), available from <http://www.oecd.org/science/sci-tech/38500813.pdf>, (accessed 2017-08-30).
- 2) Executive Office of the President: Office of Science and Technology Policy. "Increasing Access to the Results of Federally Funded Scientific Research" 2013.2.22. (online), available from http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ostp_public_access_memo_2013.pdf, (accessed 2017-08-30).
- 3) Foreign & Commonwealth Office. "3. Open Scientific Research Data", G8 Science Ministers Statement. GOV. UK. 2013-6-13. (online), available from <https://www.gov.uk/government/news/g8-science-ministers-statement>, (accessed 2017-08-30).
- 4) European Commission. "Guidelines on Open Access to Scientific Publications and Research Data in Horizon 2020. Ver. 1.0". 2013, 14 p. (online), available from http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants_manual/hi/oa_pilot/h2020-hi-oa-pilot-guide_en.pdf, (accessed 2017-08-30).
- 5) G7 茨城・つくば科学技術大臣会合. "つくばコミュニケ(共同声明)". 内閣府. 2016, p.9. (オンライン), 入手先 http://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/g7_2016/2016communique.html, (参照 2017-08-30).
- 6) 村山泰啓ほか. 欧州オープンサイエンスクラウドに見るオープンサイエンス及び研究データ基盤政策の展望. STI horizon = STI ホライズン: イノベーションの新地平を拓く. 2 (3), 2016, 49-54. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.15108/stih.00044>, (参照 2017-08-30). 5億人の雇用と年間50兆円規模の経済効果が期待されている。
- 7) 国際的動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会. "我が国におけるオープンサイエンス推進のあり方について～サイエンスの新たな飛躍の時代の幕開け～". 内閣府. 2015, 23 p. (オンライン), 入手先 <http://www8.cao.go.jp/cstp/sonota/openscience/>, (参照 2017-08-30).
- 8) 文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会第8期学術情報委員会. "学術情報のオープン化の推進について(審議まとめ)". 2016, 26 p. (オンライン), 入手先 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/036/houkoku/1368803.htm, (参照 2017-08-30).
- 9) 日本学術会議. "オープンイノベーションに資するオープンサイエンスのあり方に関する提言". 2016, 28 p. (オンライン), 入手先 <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t230.pdf>, (参照 2017-08-30).
- 10) 内閣府. "第5期科学技術基本計画". 2016, 53 p. (オンライン), 入手先 <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>, (参照 2017-08-30).
- 11) 宮入暢子. オープンサイエンスと科学データの可能性. 情報管理. 57 (2), 2014, 80-89. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.1241/johokanri.57.80>, (参照 2017-08-30).
- 12) Swan, A. Policy guidelines for the development and promotion of open access. UNESCO. 2012, 76 p.
- 13) "過去のコンテスト:過去のファイナリストとそのプロジェクト". Google Science Fair. (オンライン), 入手先 <https://www.google-sciencefair.com/ja/competition/previous-years/>, (参照 2017-08-30).
- 14) The Royal Society. Science as an Open Enterprise. The Royal Society Science Policy Center. 2012, 104 p. (online), available from <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/science-public-enterprise/report/>, (accessed 2017-08-30).
- 15) "BMJ Open Data Campaign". BMJ. (online), available from <http://www.bmj.com/open-data>, (accessed 2017-08-30).
- 16) Stodden, V. et al. Toward reproducible computational research: an empirical analysis of data and code policy adoption by journal. PLOS ONE. 8 (6), 2013, e67111. (online), available from <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0067111>, (accessed 2017-08-30).
- 17) "Over 600 Springer Nature journals commit to new data sharing policies". Springer Nature. 2016-12-6. (online), available from <http://www.springernature.com/br/group/media/press-releases/over-600-springer-nature-journals-commit-to-new-data-sharing-policies/11111248>, (accessed 2017-08-30).
- 18) "Research data policies". Springer Nature. (online), available from <http://www.springernature.com/gp/group/data-policy/>, (accessed 2017-08-30).
- 19) Ikeuchi, U. Data sharing policies in scholarly journals across 22 disciplines. Figshare, 2016. (online), available from <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.3144991.v1>, (accessed 2017-08-30).
- 20) Huang, X. et al. Willing or unwilling to share primary biodiversity data: results and implications of an international survey. Conserv Lett. 5, 2012, 399-406.
- 21) Kim, Y. et al. Institutional and individual factors affecting scientists' data-sharing behaviors: A multilevel analysis. J Assoc Inf Sci Technol. 37 (4), 2015, 776-799. (online), available from <http://doi.org/10.1002/asi.23424>, (accessed 2017-08-30).
- 22) 林 和弘ほか. 研究データ出版の動向と論文の根拠データの公開促進に向けて. 科学技術動向. 148, 2015, 4-9. (オンライン), 入手先 <http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT148J-4.pdf>, (参照 2017-08-30).
- 23) 南山泰之. データジャーナル: 研究データ管理の新たな試み. カレントアウェアネス. 325, 2015, 19-22. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.11501/9497651>,

- (参照 2017-08-30).
- 24) "Joint Declaration of Data Citation Principles". FORCE11. (online), available from <https://www.force11.org/group/joint-declaration-data-citation-principles-final>, (accessed 2017-08-30).
 - 25) "Data Citation". Elsevier. (online), available from <https://www.elsevier.com/about/open-science/research-data/data-citation>, (accessed 2017-08-30).
 - 26) Frequently Asked Questions, "How do I cite the data in my manuscript?". Dryad. (online), available from <http://www.datadryad.org/pages/faq>, (accessed 2017-08-30).
 - 27) Martone, M. E. Brain and behavior: We want you to share your data. *Brain Behav.* 4 (1), 2014, 1-3. (online), available from <http://doi.org/10.1002/brb3.192>, (accessed 2017-08-30).
 - 28) 近藤康久. レポート紹介『地球環境研究におけるオープンデータ：ベルモント・フォーラムによるオープンデータ調査』. *情報管理*. 2016, 59 (4), 250-258. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.1241/johokanri.59.250>, (参照 2017-08-30). ほか, 多数の調査が行われている.
 - 29) Fecher, B. et al. A reputation economy: Results from an empirical survey on academic data sharing. arXiv. org. (online), available from <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1503/1503.00481.pdf>, (accessed 2017-08-30). ほか.
 - 30) Phillips, N. The slow decline of Japanese research in 5 charts. *Nature Index*. 2017. (online), available from <https://www.natureindex.com/news-blog/the-slow-decline-of-japanese-research-in-five-charts>, (accessed 2017-08-30).
 - 31) 内閣府. "第5期科学技術基本計画". 2016. 53 p. (オンライン), 入手先 <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>, (参照 2017-08-30).
 - 32) Monastersky, R. Publishing frontiers: The library reboot. *Nature*. 495 (7442), 2013, 430-432. (online), available from <http://doi.org/10.1038/495430a>, (accessed 2017-08-30).
 - 33) Fearon, D. Jr. et al. SPEC Kit 334: Research data management services. *Association of Research Libraries*, 2013, 220 p.
 - 34) FORCE11. "The FAIR Data Principles". (online), available from <https://www.force11.org/group/fairgroup/fairprinciples>, (accessed 2017-08-30).
 - 35) Ikeuchi, U. "Open research data and research data management". Figshare. (online), available from <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.3979746.v2>, (accessed 2017-08-30).
 - 36) "Education and Training on handling of research data IG". Research Data Alliance. (online), available from <https://www.rd-alliance.org/groups/education-and-training-handling-research-data.html>, (accessed 2017-08-30).
 - 37) たとえば, EU の助成を受けてデータサイエンス専門家の体系的な養成を目指す EDISON プロジェクトなどがある. <http://edison-project.eu>
 - 38) 科学技術振興機構戦略研究推進部・研究プロジェクト推進部. "戦略的創造研究推進事業におけるデータマネジメント実施方針". 2016, 3 p. (オンライン), 入手先 http://senryaku.jst.go.jp/teian/koubo/data_houshin.pdf, (参照 2017-08-30). なお, 本講演のあと, 2017年4月に「オープンサイエンス促進に向けた研究成果の取扱いに関する JST の基本方針」が公開され, すべてのプロジェクトを対象に研究開始までに DMP を提出するよう求めている.
 - 39) ジャパンリンクセンター運営委員会. "研究データへの DOI 登録ガイドライン". 2015, 26 p. (オンライン), 入手先 http://doi.org/10.11502/rd_guideline_ja, (参照 2017-08-30).
 - 40) Strasser, C. 研究データ管理. 機関リポジトリ推進委員会. 2016, 28 p. (オンライン), 入手先 <http://id.nii.ac.jp/1280/00000195/>, (参照 2017-08-30).
 - 41) "平成 27 年度機関リポジトリ担当者オンラインワークショップ「研究データから研究プロセスを知る」". デジタルリポジトリ連合. (オンライン), 入手先 <http://drf.lib.hokudai.ac.jp/drf/index.php?onlineworkshop2015>, (参照 2017-08-30).
 - 42) "平成 28 年度機関リポジトリ担当者オンラインワークショップ「研究データから研究プロセスを知る」". デジタルリポジトリ連合. (オンライン), 入手先 <http://drf.lib.hokudai.ac.jp/drf/index.php?onlineworkshop2016>, (参照 2017-08-30).
 - 43) 安原通代ほか. 京都大学若手人材海外派遣事業ジョン万プログラム(職員)平成 27 年度図書系職員海外調査研修: 米国の大学等高等学術機関におけるオープンサイエンス推進に向けた動向調査. 2016. (オンライン), 入手先 <http://hdl.handle.net/2433/209958>, (参照 2017-08-30).
 - 44) 大園隼彦. オープンサイエンスの最新情報: メタデータの相互運用性を中心に. *薬学図書館*. 32 (1), 2017, 40-47.
 - 45) 池内有為. オープンサイエンスの論点: Research Data Alliance 第7回総会の議論と日本の趨勢. *情報管理*. 59 (4), 2016, 241-249. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.1241/johokanri.59.241>, (参照 2017-08-30).
 - 46) "About RDA". Research Data Alliance. (online), available from <https://www.rd-alliance.org/about-rda>, (accessed 2017-08-30).
 - 47) 村山泰啓. 研究データ共有の国際動向と図書館の役割: RDA 第7回総会報告. *カレントアウェアネス*. 328, 2016, 10-14. (オンライン), 入手先 <http://doi.org/10.11501/10020600>, (参照 2017-08-30).
 - 48) "RDUF について". 研究データ活用協議会. (オンライン), 入手先 <http://japanlinkcenter.org/rduf/about/index.html>, (accessed 2017-08-30).
 - 49) "イベント". 研究データ活用協議会. (オンライン), 入手先 <http://japanlinkcenter.org/rduf/events/index.html>, (参照 2017-08-30).
 - 50) "Final NIH Statement on Sharing Research Data". National Institutes of Health (NIH). 2003. (online), available from https://grants.nih.gov/grants/policy/data_sharing/, (accessed 2017-08-30).
 - 51) "European Medicines Agency Policy on Publication of Clinical Data for Medicinal Products for Human Use". European Medicines Agency (EMA). 2014-10-02, 22 p. (online), available from http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Other/2014/10/WC500174796.pdf, (accessed 2017-08-30).
 - 52) Pham-Kanter, G. et al. Codifying collegiality: Recent developments in data sharing policy in the life sciences. *PLOS ONE*. 9 (9), 2014, e108451. (online), available from <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0108451>, (accessed 2017-08-30).
 - 53) Bertagnoll, M. M. et al. Advantages of a truly Open-Access Data-Sharing model. *N Engl J Med*. 376, 2017, 1178-1181. (online), available from <http://doi.org/10.1056/NEJMsb1702054>, (accessed 2017-08-30).
 - 54) 現状では, データは知的財産権の保護対象ではないが, "収集・蓄積・保管等するために一定の投資又は労力を投じることが必要であり, 営業(事業)活動上の利益として保護すべきもの"を「価値あるデータ」と定義している.
 - 55) 新たな情報財検討委員会. "新たな情報財検討委員会報告書: データ・人工知能(AI)の利活用促進による産業競争力強化の基盤となる知財システムの構築に向けて". 知的財産戦略本部検証・評価・企画委員会. 2017, 47 p. (オンライン), 入手先 http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2017/johozai/houkokusho.pdf, (参照 2017-08-30).

(原稿受付: 2017.8.30)