

ほらいずん

# MedRxiv, ChemRxiv にみるプレプリントファースト への変化の兆しとオープンサイエンス時代の研究論文

科学技術予測センター 上席研究官 林 和弘

## 【概要】

1990年代初頭に物理系で始まった論文の草稿（プレプリント）を掲載するプレプリントサーバーは、2010年代になって、幅広い分野で浸透し始め、最近では、保守的とされた化学、医学系でもプレプリントサーバーが立ち上がった。後発分野のプレプリントには、研究者コミュニティに論文を知らしめて先取権を確保する役割に加えて、査読付きジャーナルに投稿する前や同時に広く共有して社会インパクトを含めてその価値を様々なに問う意味合いが強まっている。また、査読前の事前チェックの役割を果たすなど、論文のベータバージョンとも言える役割に変容しつつあり、ChemRxivでは学協会がその運用費用を負担するなど、事業的にも、より確実な運営が始まっている。あるいは、査読が終了していないプレプリントサーバーの論文が速報として対外的に評価される例も出始めた。プレプリントが研究成果公開メディアとしてより重要に扱われ、研究成果公開の作法とその受け止め方が変わる兆しが見えており、学術ジャーナルと査読の在り方が改めて問われることになる。

キーワード：オープンサイエンス、オープンアクセス、プレプリントサーバー、MedRxiv、ChemRxiv

## 1. プレプリントとプレプリントサーバー

プレプリントとは、主に査読付きジャーナルに投稿する前の草稿原稿のことを指し、プレプリントを研究者仲間に事前に共有して意見を求めることは従来より分野を問わず広く行われる情報共有活動である<sup>1)</sup>。そして、プレプリントは査読済みでも、出版されたものでもないという位置づけである。1990年代に入ってWebが登場すると、このプレプリントを掲載して誰でも読めるようにするプレプリントサーバーが登場し、新しい知見の迅速な共有とより多くのフィードバックを得ることができるようになった（図表1、図表2）。

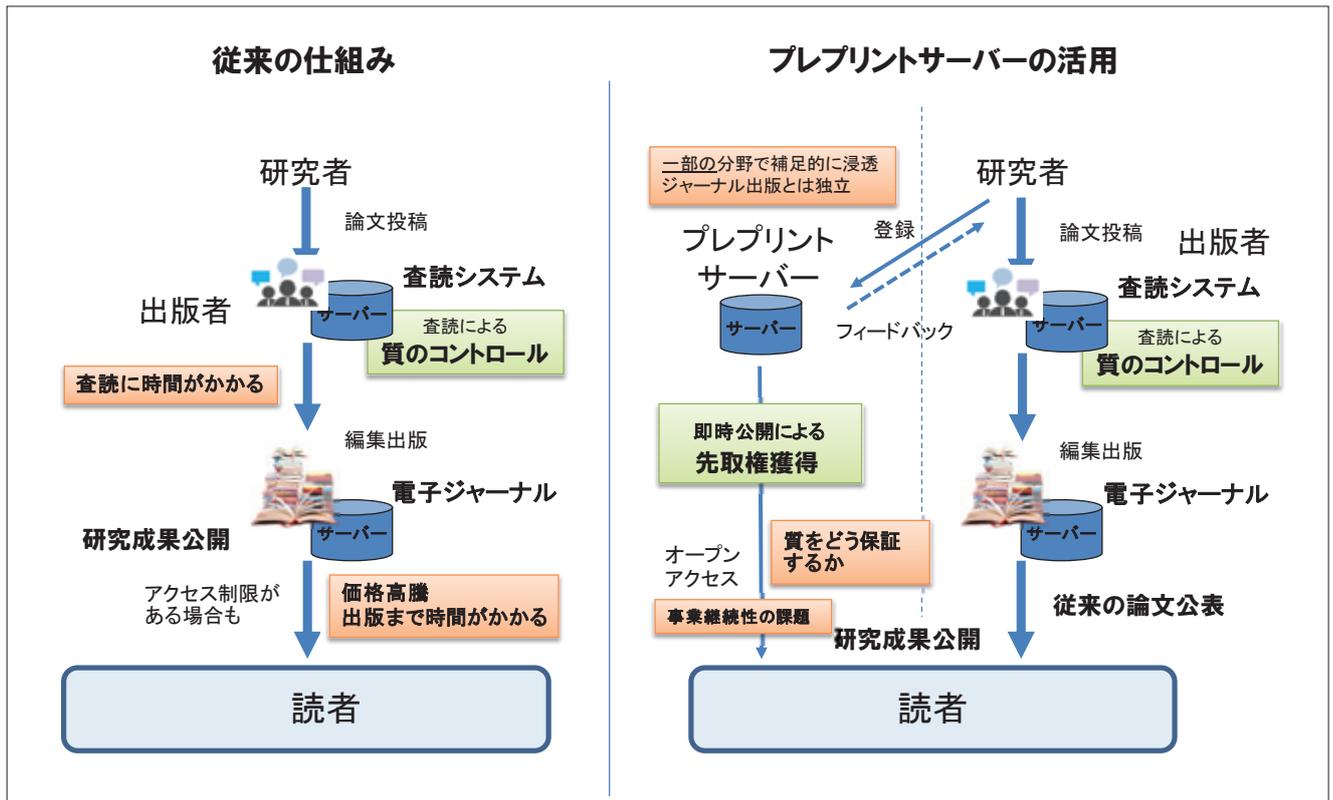
当初、プレプリントサーバー上のプレプリントは査読付きジャーナルの論文を置き換えるものではなく、独立したものとして、別途研究者は査読付きジャーナルに投稿することが多かったが、2010年代になって、プレプリントサーバーの位置づけが変わる兆しが見えている<sup>2)</sup>。本稿では、2020年を前に一部の分野

にて限定的に利用されていたプレプリントサーバーが、化学、医学系等これまで保守的だった分野にも登場したことを踏まえ、プレプリントサーバーのプレプリントと、査読付きジャーナルから出版された論文の関係を整理して考察する（図表1）。一方で、研究成果公開メディアとして書籍（モノグラフ等）、国際会議の予稿（プロシーディングス等）が主流となる分野もあるが、議論を明瞭にするために、本稿では研究論文と査読付きジャーナルを中心とした学術情報流通について議論する。

## 2. 物理学から、生物学、化学、医学へ浸透し始めたプレプリントサーバー

これまでの主なプレプリントサーバーの概要をまとめたものを図表3に示す。高エネルギー物理分野では1991年からプレプリントをWebプレプリントサーバー上で広く公開し始め、社会科学では長い査読期間への対応としてプレプリントサーバーでの公

図表 1 査読付きジャーナルとプレプリントサーバーの活用



図表 2 出版プロセスにおけるプレプリントと公開の位置づけ

	研究成果の ステータス	Web以前	プレプリントサー バーの活用	機関リポジトリの 活用	電子ジャーナル
草稿執筆	下書き		非公開		
関係者共有と フィードバック	プレプリント			非公開	
投稿	投稿原稿	非公開	プレプリントサー バーによるプレ プリントの公開が可 能に		非公開
査読	査読中原稿				
編集制作	査読済み原稿			機関リポジトリに よる査読済み原 稿の公開が可能 になる場合があ る	
発行・公開	出版論文	公開			出版論文の公開

開が 1993 年から始まっている。2000 年代までは、これら一部の分野と数学、経済、統計など、その近縁の分野への拡張に限られていたプレプリントサーバーの利用は、2013 年に生物系 BioRxiv が立ち上がると一気にその利用が進んで掲載数が増大し、また、COS (Center for Open Science) が社会科学、工学、心理学、農学を始めとする多分野への展開を推し進めた<sup>3)</sup> (図表 4)。

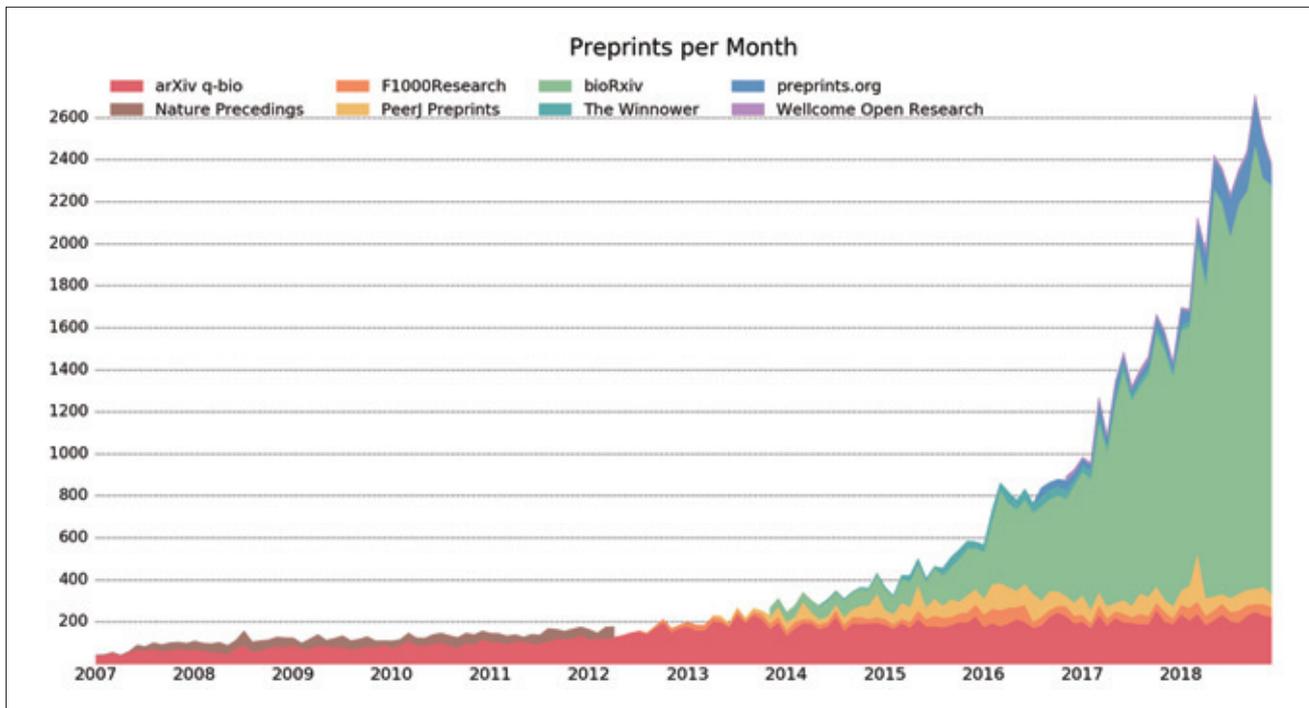
化学系では、2000 年に商業出版社が化学系プレ

プリントサーバーを立ち上げて頓挫した<sup>4)</sup> が、2017 年に米国、英国、ドイツの化学会が ChemRxiv の運営を開始した<sup>5)</sup>。さらに、医学系でも、2019 年 6 月に MedRxiv が運用開始となった<sup>6)</sup>。従来医学系では、1969 年に制定されたインゲルフィンガールールに基づき、原稿の内容が既にジャーナル等に投稿されていたり、どこか別の場所で報告されていたりした場合は、原稿の受け取りを拒否する、というジャーナル運用が続けられていたために、プレプリントサーバーへ

図表 3 主なプレプリントサーバーの概要

名称	創設年	発足時の運営母体	創設者（専門）	2020年1月現在の運営母体	分野	システム	論文	DOI	研究データ
arXiv	1991	ロスアラモス国立研究所	Paul Ginsparg (物理学)	コーネル大学	物理学に始まり、情報学、経済学等多分野に広がる	オリジナル	PDF	X	X
SSRN	1994	Social Science Electronic Publishing Inc	Michael Jensen and Wayne Marr (金融経済学)	Elsevier	社会科学に始まり多分野に広がる	オリジナル (ColdFusion)	PDF	○	X
BioRxiv	2013	コールド・スプリング・ハーバー研究所	John Inglis and Richard Sever (生物科学)	コールド・スプリング・ハーバー研究所	生命科学を中心とした分野	HighWirePress	PDF	○	X
PsyArxiv	2016	Society for the Improvement of Psychological Science (SIPS), the Center for Open Science (COS).	-	Society for the Improvement of Psychological Science (SIPS), the Center for Open Science (COS).	心理学を中心とした分野	Open Science Framework (COS)	PDF	○	X
ChemRxiv	2017	米国化学会、英国化学会、ドイツ化学会	-	米国化学会、英国化学会、ドイツ化学会、日本化学会、中国化学会	化学を中心とした分野	figshare	PDF, Word	○	○
MedRxiv	2019	イエール大学、コールド・スプリングハーバー研究所、BMJ(British Medical Journal)	-	イエール大学、コールド・スプリングハーバー研究所、BMJ(British Medical Journal)	医学を中心とした分野	HighWirePress	PDF	○	X

図表 4 プレプリントサーバーの月間登録数



出典： [http://www.prepubmed.org/monthly\\_stats/](http://www.prepubmed.org/monthly_stats/)

の搭載を事実上認めていなかったが、その方針が変化している。このようにして、主要分野のほとんどに幅広くプレプリントサーバーが利用され始めた。

### 3. プレプリントサーバーのメリットと課題

プレプリントサーバーによるプレプリント公開のメリットは第一に研究の先取権について一定の主張ができることにある。一番目に価値を発見したことをアピールできることは研究者にとって非常に重要な要素であり、査読を待つことなく、誰でも読めるオープンアクセスの形式でタイムスタンプ付きで第三者のサーバーに論文を掲載することで、その先取権を主張できる。

次に、幅広い意見を伺う機会が確保できる。現在の査読付きジャーナルの課題である、査読や出版に時間がかかって公開までに時間がかかることや、必ずしも適切な査読者が担当するとは限らないことなど、現行のピアレビューの問題や限界を補完する格好となっている。特に、査読の結果として、科学としての妥当性はありながらも新規性、速報性などから却下となる論文も、プレプリントサーバーで共有することができ、出版バイアスの一部である、査読者や出版社が良いと判断した結果しか公開されないというバイアスのある程度軽減することができる。さらに、現在では、AIなど機械が活用できるという点がより重要になっており、オープンであるプレプリントによって、先のバイアスの少ない情報がAIによって処理できる

ことも重要である。

一方、課題としては、第一にぜい弱なビジネスモデルがある。例えば、嚆矢である arXiv では、個人の活動から組織的活動に転換し、助成団体から多額の支援を得ながら、利用の多い大学等の上位 200 機関を対象に、費用負担を求めるビジネスモデルを取っており、利用の多寡に応じて負担額を変えているが、その分担金の調整や収集に苦労している<sup>7)</sup>。1993年に始まった SSRN も同様の事業継続性の問題を抱えていたが、結果的に商業出版社に買収されることでその問題を解決した格好となった<sup>8)</sup>。なお、この問題は 2010 年代に立ち上がったプレプリントサーバーでも同様である<sup>9)</sup>。

他にも、プレプリントサーバーに載った論文を横取りして査読付きジャーナルに投稿してしまうスクープ問題や、プレプリントサーバーにだけ登録された原稿の質の保証はどうするのかなど課題も挙げられている<sup>10)</sup>。

### 4. ChemRxiv にみるプレプリントサーバーの変容

2010 年代後半に創設されたプレプリントサーバーは、先行したプレプリントサーバーが持つ課題に対応し、また、査読付きジャーナルが持つ問題を補完する、あるいは査読付きジャーナルへの展開を効率よく行うための工夫がなされている。例として ChemRxiv と arXiv の立ち上げ方を比較すると、図

図表 5 arXiv からみた ChemRxiv の立ち上げ方の違い

	arXiv*	ChemRxiv	改善点
立ち上がり と 運営	研究者個人が立ち上げたものをコーネル大学が引き継ぎ、助成団体からの支援と利用に基づく各国分担金によって運営	米国、英国、ドイツの化学会が立ち上げ、日本、中国の化学会が運営に参画	事業継続性の確保
ジャーナルとの 関係	査読付きジャーナルとは独立	プレプリント投稿時に、登録されている査読付きジャーナルを選択すると投稿作業が完了する (ダイレクトトランスファー機能)	査読付きジャーナルに投稿する手間の削減
研究データとの 関係	研究データは受け付けていない	研究データも受け付けて共有が可能 (figshareエンジンの活用)	査読の質の向上や研究データの共有促進
原稿のチェック	科学論文としての最低限のチェック	1次スクリーニングとして、科学論文としての適正さと剽窃 <small>ひょうせつ</small> チェックを行い、2次スクリーニングで、原稿体裁、メタデータチェックを行う	出版プロセスがプレプリントサーバー側にも分担されて効率化し、編集期間が短くなる

\* arXiv は立ち上げから順次改善を加え、剽窃ひょうせつチェックや学協会との連携等を行っている

表5に示すように、査読付き論文への受渡し（ダイレクトトランスファー）、編集事務局チェックの高度化、学協会運営による事業継続性の確保などの特徴を持つ。

これらの特徴は、もともとジャーナルとは独立して運営されていたプレプリントサーバーの位置づけや運営が変容していることを表していると言え、同様にジャーナル運営にも影響を与え始めたと言える。

### 5. プレプリントファーストへの変容と、成果公開メディアの今後の可能性

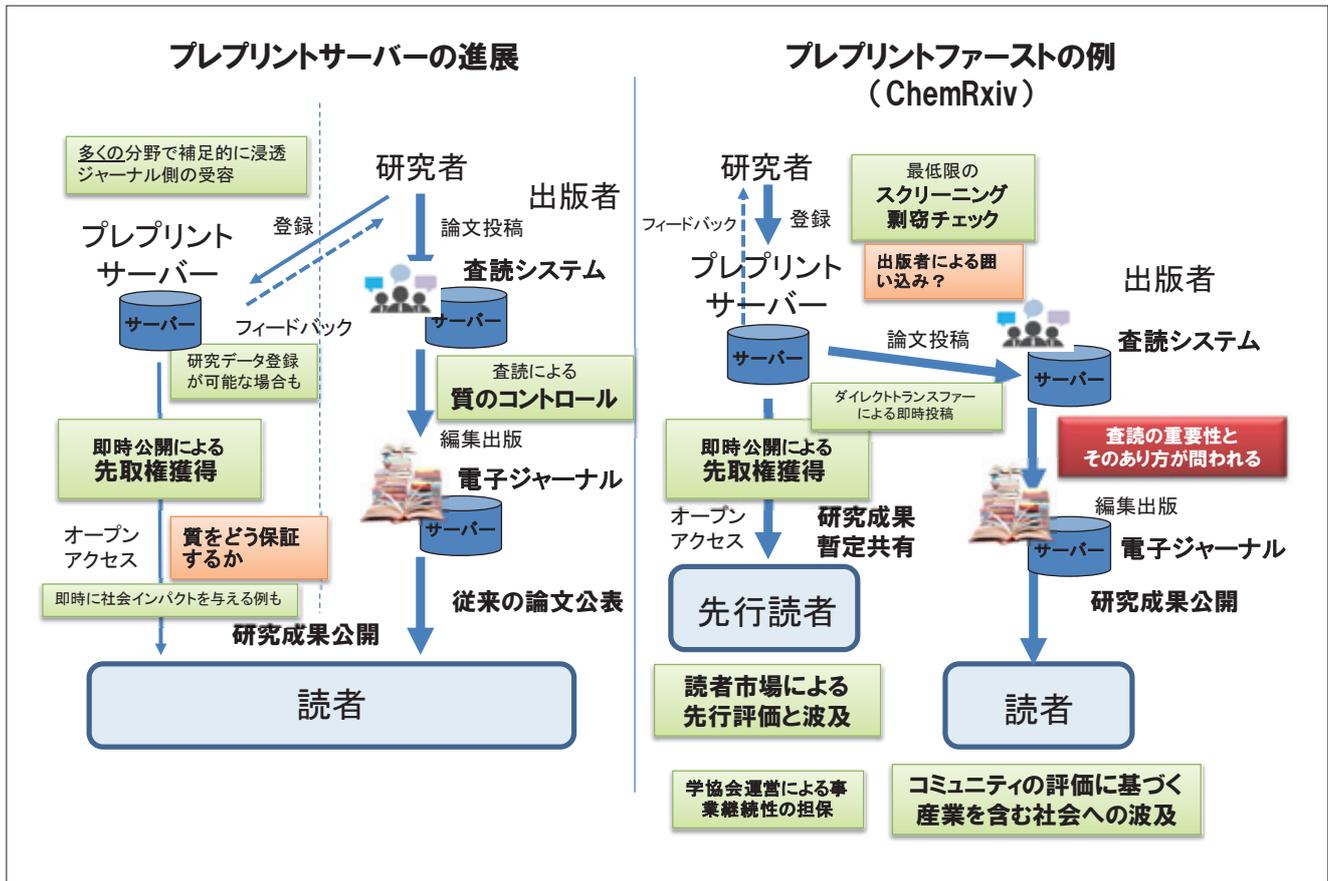
プレプリントサーバーの進展と変容はプレプリント自身の位置づけも変えている。特に査読付きジャーナルの論文に固有の識別子 (DOI) を付与していた Crossref が、2016年にプレプリントサーバー上のプレプリントにも DOI を付与できるようにした<sup>11)</sup>。DOI が付与されることは、その存在が世界の中で一意に固定され、また、プレプリントの存在場所が誰でも分かることになる。飽くまで身内で公開するような草稿段階であったプレプリントが、学術論文出版のライフサイクルの中における研究成果公開メディアとしてより公式の位置づけを確保しうる

ものになる。これを論文のいわばβ版のようにみなすのかどうかは、分野ごとに判断が問われている<sup>12)</sup>。いずれにせよ、先に述べた即時公開による先取権の確保という研究者にとって最も重要なメリットを考えると、まずはプレプリントを投稿する“プレプリントファースト”と呼ぶ時代が早かれ遅かれやってくる可能性がある（図表6）。

むしろ、プレプリントをより積極的に研究成果公開メディアとして認めようという動きもある。F1000Research を中心とした Open Research Central<sup>13)</sup> では、プレプリントに当たる原稿をむしろ正式な Publishing として一旦認め、ピアレビューを後で行うことを推進しており、このモデルで先に述べた出版バイアスの軽減も可能であることを訴えている。

このように、出版プロセスの上位工程にプレプリントがより明示的に位置づけられるようになり、その結果として、学協会や商業出版社などジャーナルを運営する組織がプレプリントの運営に積極的に参加して、先に草稿を囲い込むようになったと見ることも可能である。あるいは、もし、すべての研究者が“プレプリントファースト”を行えば、横取りのスクープ問題も構造的に発生しない。

図表6 プレプリントサーバーの進展・変容と査読付きジャーナルの関係



プレプリントサーバーの登場と進展によるプレプリントの変容は、研究成果公開の在り方を着実に変えつつある。論文と査読付きジャーナルの位置づけも変容し、特に査読という、その学界コミュニティの見識によるフィルターという機能の重要性が再認識されるとともにその在り方が改めて問われていることになる。例えば、高エネルギー物理のように、著者と読者の重なりが大きい分野では、読者自身で論文の中身を判断しやすいのでプレプリントの共有が有効であるが、化学・医学など、著者に対して読者が圧倒的に多い分野や、産業への影響が大きいトピックにおいては、その内容の信頼性が担保されていることが重要である。したがって、プレプリントの共有だけでは不十分となって、査読を含めて研究成果の信頼性を担保するメディアの役割がこれまで以上に大きくなりうる。プレプリントによる成果公開をどのように評価す

るかもこれからの大きな課題であり、変化の兆しが見え始めている。例えば、Science 誌が選ぶ 2019 年の 10 大発見の中にまだ査読が通っていないプレプリントの成果が挙げられた<sup>14)</sup>。また、中国武漢で起きた新型コロナウイルスの感染拡大に関するプレプリントが大きなインパクトを与え、査読前のその内容について専門家を含めた論議を呼んでいる<sup>15)</sup>。オープンサイエンスが浸透し、学術出版サイクルの中のプレプリントの扱いが、医学を含む幅広い分野で変わる中、人事採用を含む研究評価において、プレプリントの公開を研究成果としてどのように取り扱うかが今後の鍵である。引き続き分野などの属性の違いを考慮しながら、プレプリント共有の文化が、世代交代を含む時間をかけて判断され、受け入れられていくことになる。

## 参考文献・資料

- 1) Sharing Preprints <https://www.fosteropenscience.eu/learning/sharing-preprints/>
- 2) 林 和弘. 学術情報流通のオープン化がもたらすオープンサイエンスに向けた成果公開プロセスと共有の変革. STI Horizon. 2017, Vol. 3, No. 3, p. 35-39. <https://doi.org/10.15108/stih.00092>
- 3) OSF Preprints <https://osf.io/preprints/>
- 4) Robert F. Service. Chemists Launch Preprint Server <https://www.sciencemag.org/news/2000/08/chemists-launch-preprint-server>
- 5) 化学系プレプリントサーバ「ChemRxiv」の設立が決定 <https://www.chem-station.com/chemistenews/2016/09/ChemRxiv.html>
- 6) 佐藤翔. [第3回] medRxiv の挑戦 医学分野対象のプレプリントサーバーの登場 [http://www.igaku-shoin.co.jp/paperDetail.do?id=PA03333\\_03](http://www.igaku-shoin.co.jp/paperDetail.do?id=PA03333_03)
- 7) arXiv, 2018-2022 年のビジネスプランを発表 会費の値上げへ <https://current.ndl.go.jp/node/33782>
- 8) Gregg Gordon. 学術情報共有とオープンアクセスの未来. 第2回 SPARC Japan セミナー 2017「プレプリントとオープンアクセス」 [https://www.nii.ac.jp/sparc/event/2017/pdf/20171030\\_doc3.pdf](https://www.nii.ac.jp/sparc/event/2017/pdf/20171030_doc3.pdf)
- 9) Popular preprint servers face closure because of money troubles. Nature 578, 349 (2020) <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00363-3>
- 10) Jan Conrad. Reproducibility: Don't cry wolf <https://www.nature.com/news/reproducibility-don-t-cry-wolf-1.17859>
- 11) Crossref, 2016 年 8 月からプレプリント版への DOI の付与を可能に <https://current.ndl.go.jp/node/31515>
- 12) 2017 年はプレプリントの年 (記事紹介) [https://jipsti.jst.go.jp/johokanri/sti\\_updates/?id=9638](https://jipsti.jst.go.jp/johokanri/sti_updates/?id=9638)
- 13) Open Research Central <https://openresearchcentral.org/about>
- 14) A 'missing link' microbe emerges <https://vis.sciencemag.org/breakthrough2019/finalists/#microbe-emerges>
- 15) 新型コロナウイルスの世界的な急拡大を、科学者たちは“予見”している <https://wired.jp/2020/01/26/scientists-predict-wuhans-outbreak-will-get-much-worse/>