

## 研究者ワークフローと論文情報

堀切 近史\*

研究活動に関する様々な情報を電子的に扱う「e-Research」が一般的になった現在、研究者ワークフローにおいて、電子化した論文情報が多面的に活用されるようになってきている。「研究戦略の立案」「研究成果の周知」「研究成果の評価」などの活動を、電子化した論文情報を土台としてより効果的に進めようとする取り組みだ。論文情報はすでに、様々な情報と有機的に結びつき、新たな付加価値を生み出し始めている。学術情報を扱う図書館は、研究者ワークフローにおいて学術情報をどう活用するかの指針を示す新しい役割が求められるようになってきた。

キーワード：研究者ワークフロー、学術論文、電子化、図書館、論文データベース、研究戦略、研究評価

### 1. はじめに

学術研究活動において、電子化が最も進んでいる一つが学術論文である。

情報の電子化やネットワーク技術の進歩は、情報同士の結びつき（リンケージ）や再利用といった特徴をもたらした。電子化した学術論文情報も、研究活動の様々な段階（研究者ワークフロー）の情報と有機的に結びつき、新たな付加価値を生み出し始めている。

この事実は、研究機関の図書館に新たな役割を求めるようになった。従来、図書館に求められたのは学術情報の蓄積と提供にあり、今後もその部分は揺るぎない。現在はそれらに加えて、電子化した学術論文情報をどう研究活動に

活用するののかについて、研究者に助言する役割も求められるようになりつつある。

研究者ワークフローの電子化、いわゆる「e-Research」が一般的になることで、学術論文情報の活用について助言する図書館の役割はますます大きくなる。本稿では研究者ワークフローの各段階において、電子化した学術論文情報がどう活用され始めているのかについて概観する。具体的には「研究戦略の立案」「研究資金の獲得」「論文執筆と投稿」「研究成果の周知」「研究成果の評価」という一連の活動について取り上げる。

### 2. 研究戦略の立案

現在、研究者ワークフローにおける研究戦略の立案段階で、電子化した学術論文情報を積極的に活用するケースが増えている。急速に注目を集めていたり、あるいは重要だが成果が少なかったりする研究領域を特定し、進むべき方向を判断する。電子的に蓄積された論文情報を利用して、研究動向を分析する取り組みだ。

研究動向の分析対象は、個々の研究者が手掛ける特定の研究領域から、国や地域の研究水準を測るための科学の全領域に至るまで様々ある。科学技術の発展を学術論文から分析・把握する手法は、これまでも計量書誌学分野で取り組まれてきた。ところがここ最近、個々の研究者レベルではより手軽に、国レベルではより精緻にその分析がなされている。昨今の学術論文データベースの整備と情報処理技術が後押ししている。

#### 2.1 国レベルで動向分析

例えば、国レベルで研究動向を分析する代表的な取り組みに、科学技術政策研究所が手掛ける「サイエンスマップ」がある<sup>1)</sup>。自然科学の全領域を対象として研究活動の動的变化を定期的に観測することを目的に取り組んでおり、これまでに2006年発表の「サイエンスマップ2004」と、2008年発表の「サイエンスマップ2006」がある。サイエンスマップ2006では、トムソン・ロイターの Science Citation Index

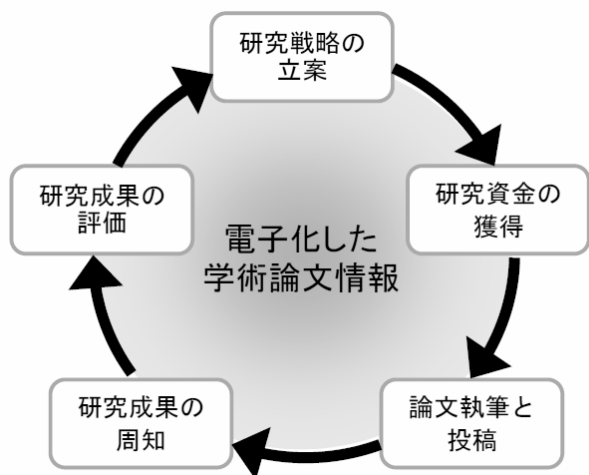


図1 研究者ワークフローの全体像

\*ほりきり ちかし トムソンコーポレーション (株) (トムソン・ロイター・グループ)  
〒100-0003 東京都千代田区一ツ橋 1-1-1 パレスサイドビル 5階  
Tel. 03-5218-6500 (原稿受領 2008.10.27)

Expandedに収録された2001年～2006年の学術論文情報を利用して124の注目研究領域を抽出し、各注目研究領域を解説するとともに、日本・米国・中国の各国の研究活動状況について分析している。研究コミュニティに属する者にとっては、現在の研究動向を端的に示す一つの指針として受け取ることができるだろう。

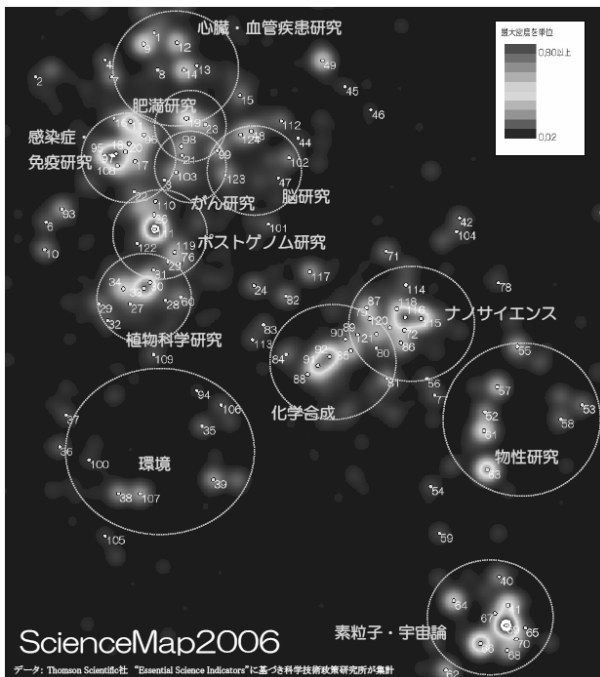


図2 「サイエンスマップ2006」で報告された研究領域相関マップ（出典：科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ2006）

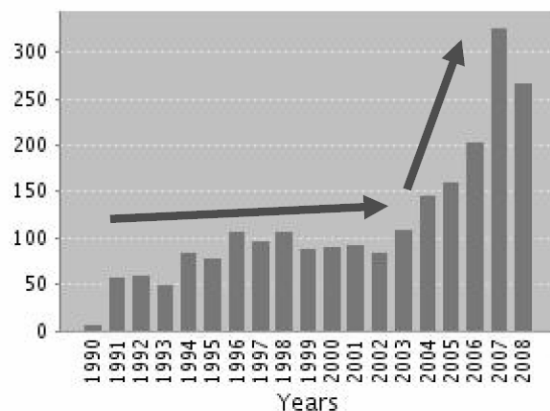
## 2.2 研究者レベルで動向分析

個々の研究者レベルでは、商用の学術情報データベースが備える分析機能を活用して研究動向を把握する試みが一般的になりつつある。例えば、キーワード検索によって抽出したある特定の研究領域の論文に対して、①論文数や被引用数を年推移で捕捉したり、②引用動向を分析したりする取り組みである。研究の活性度や、どのように成果が展開されていったのかがわかる。

実際に①について、環境問題に関連した特定の研究領域の動向を学術論文・引用索引データベース「Web of Science」を使って簡易的に分析してみよう。“biomass”と“ethanol”を検索語として1990年以降の学術論文を対象にTopic検索を実行すると2,200件余りがヒットする<sup>2)</sup>。この論文集合に対して分析機能を実行すると、論文数と被引用数の年推移がグラフで出力される（Citation Report機能）。1990年～2003年頃までの10数年間は、1年あたり100件程度かそれに満たない論文数にとどまり、被引用数は1,500回に達していない。しかし、2004年以降はその両者が急速に増加する。2007年は論文数が300件以上と3倍以上に増え、被引用数は4,000回とやはり3倍以上に達した。一般社会でバイオマス燃料に対する関心が高まったことを受けて、研究活動の領域でも関連する研究活動が活

発化していることがわかる。

### (a) 論文数の年推移



### (b) 被引用数の年推移

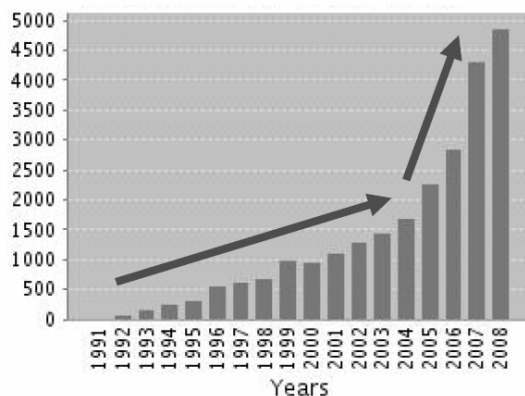


図3 “biomass”と“ethanol”を検索語としたTopic検索の論文数と被引用数の年推移 [Web of Science, accessed 2008-10-20]

さらに“biomass”と“ethanol”を検索語としてヒットした論文群のなかから1991年に発表された高被引用数論文を取り出して②の分析を行ってみよう。引用のマップを描く機能を実行すると、異なる研究分野に影響を与えていることがわかる（Citation Map機能<sup>3)</sup>。具体的には植物から取り出したセルロースからエタノール燃料を生成する手法についての論文が、その後の化学分野や植物学分野の

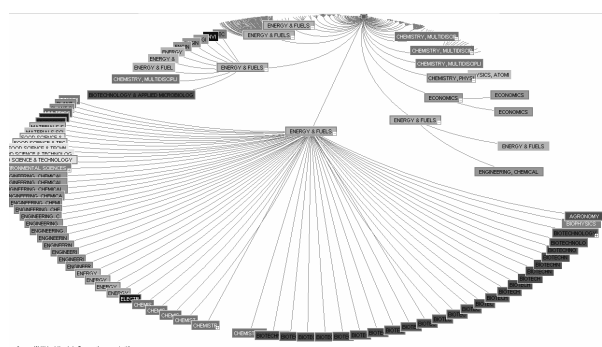


図4 引用動向を視覚化するCitation Map [Web of Science, accessed 2008-10-20]

研究者に新たな研究活動を促してきたことがマップ化した引用動向から容易に把握できる。

### 3. 研究評価

研究機関や研究者個人のパフォーマンスや特色・強みを把握する、いわゆる「研究評価」においても、電子化した学術論文情報を活用する動きが活発化している。

#### 3.1 論文数・被引用数・平均被引用数

研究評価に利用される最も基本的な指標としては、「論文数」「被引用数」「平均被引用数」がある。論文数は研究活動の生産性を、被引用数は研究成果のインパクトを、平均被引用数は研究成果の効率性を把握するのにそれぞれ活用できる。これらの指標は現在、商用の学術論文データベースなどで比較的、容易に取得することができるようになった。これらの各指標を他の研究機関や研究者と相対比較すれば、競争力や特徴・強みを知ることができる<sup>4)</sup>。

ただし、論文数や被引用数、平均被引用数は、その数値だけでは正確な評価につながらない。相対比較を行う場合、研究領域ごとに各指標を標準化する作業が必要となる。それぞれの研究領域ごとに期待される論文数や被引用数が異なるからである。例えば、医学や薬学などでは論文数や被引用数が他領域に比べて高くなる一方、数学やコンピュータ・サイエンスなどでは相対的に低くなる傾向がある。標準化のための指標は現在、電子化した論文情報を統計処理して求められている。例えば、トムソン・ロイターは、過去10年間の学術論文を22分野に分類し、各年の平均引用数やパーセンタイル値などを研究分野ごとに計算して研究評価指標データベース「Essential Science Indicator (ESI)」に収録している。

Average Citation Rates  
for papers published by field, 1998 - 2008  
(How to read this data)

Fields	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	All Years
All Fields	16.99	16.28	15.43	14.04	12.44	10.43	8.47	6.02	3.39	1.20	0.15	9.37
Agricultural Sciences	10.58	10.40	10.26	9.12	8.07	7.08	5.59	3.81	2.13	0.64	0.10	5.84
Biology & Biochemistry	28.08	26.43	25.35	22.70	19.74	16.66	13.27	9.23	5.18	1.83	0.19	15.69
Chemistry	15.79	14.96	14.77	13.10	12.41	10.51	8.74	6.47	3.75	1.36	0.16	9.14
Clinical Medicine	19.79	19.11	18.12	16.70	15.09	12.98	10.55	7.66	4.31	1.49	0.17	11.37
Computer Science	6.82	6.02	5.46	5.58	5.47	3.40	2.30	1.60	0.72	0.38	0.05	2.91
Economics & Business	9.67	8.71	7.95	6.88	6.48	5.19	3.96	2.54	1.23	0.40	0.08	4.75

図5 Essential Science Indicator が収録する研究分野ごとの平均被引用数 [Essential Science Indicator, accessed 2008-10-20]

#### 3.2 h-index

研究評価の要請の高まりとともに、昨今関心を集めるようになった研究評価指標に「h-index (h 指数)」がある。h-index は論文数と被引用数を利用して、研究者の科学的貢献度を表現することを試みたものだ。学術論文データベースが一般化して研究者個人の論文数や被引用数を容易に把握できるようにもなっている。

h-index の定義は、「研究者が発表した論文のうち、被引

用数が h 回以上であるものが h 報以上あることを満たす数値」である。カルフォルニア大学サンディエゴ校の Jorge Hirsch 博士が 2005 年に提唱した<sup>5)</sup>。研究者の論文の量と論文の質とを同時に一つの数値で表せることが利点とされる。論文の被引用数がわかれば簡単に算出できることも利点だ。

現在、論文の被引用数を把握できる論文検索データベースには、トムソン・ロイターの Web of Science や、エルゼビアの Scopus、グーグルの Google Scholar などがある。商用の Web of Science や Scopus はいずれも、h-index を自動的に計算する機能を備える。インターネットには、Google Scholar を使って h-index を計算するサイトも存在する<sup>6)</sup>。いずれの方法においても、h-index の算出には論文数と被引用数の正確な把握が不可欠であり、計算に利用する情報の背景を正しく理解する必要がある。h-index が論文データベース全体から切り出したサンプリングに対する指標である限り、その母集団の定義と範囲設定によって、得られる h-index は大きく異なるからだ。Web of Science から算出された h-index は、①母集団となる収録誌は一貫してコア・ジャーナルに限定している、②論文情報は収録誌に対して包括的 (Cover-to-Cover) に収録している、といった研究評価において極めて重要な要素を押さえている。

h-index には課題もある。例えば、被引用数が高い論文の貢献度が反映されていない、発表した論文数によって数値が左右される、研究分野を超えて比較することができない、などの指摘がある<sup>7)</sup>。さらに h-index の他にも研究指標は多数提案されている。例えば、「IQp」や「g-index」などだ。それぞれ計算式は異なるものの、いずれも電子化した学術論文情報から論文数や被引用数を特定して算出する手順を踏むことになる。

表1 研究評価の指標例<sup>7)</sup>

h-index	被引用数が h 回以上であるものが h 報以上あることを満たす数値
IQp	総被引用数 / 論文数 + [(研究者としての活動年数) × c × (論文数 + 1)] / (2 × 論文数)
g-index	被引用上位 g 位までの論文の被引用数の和が g <sup>2</sup> 以上となることを満たす g の最大値

### 4. 研究成果の周知

研究者や研究機関が研究成果を周知する過程において、電子化した学術情報の活用は不可欠となっている。インターネットの発展によって現在は、機関レベルや研究者レベルで様々な新しい取り組みやサービスが始まっている。

#### 4.1 研究者のソーシャル・ネットワーク・サービス

研究者が自らの研究成果を、インターネットを使って周知する取り組みが増えている。過去、研究成果を周知する手段は、学術雑誌に投稿したり学会で発表したりする段階にとどまっていた。しかし、学術論文情報が電子化された現在、出版社の電子ジャーナル・サイトや後述する機関リ

ポジトリへのリンクなど、研究成果を様々な形で情報発信できるようになった。研究者が個人レベルでホームページに学術論文リストを公開することはもはや一般的だ。

最近の新しい動きは、研究成果の周知を目的に多くの研究者が参加できる社会的ネットワーク、すなわちソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）の登場である。国内の取り組み例としては「UCEE NET」があり、海外では「ResearcherID.com」などがある。これらの新しいサービスは、単に研究者の所属や業績を公開するだけの既存の研究者データベースとは一線を画する。異なる分野や地域の研究者同士が交流できる機能や、論文生産数や被引用数の年推移など付加価値のある情報の提供を目指している。

例えば、UCEE NETは、研究者同士が交流できる SNS に加えて、科学技術振興機構（JST）の求人データベースへのリンク、国内企業から寄せられた博士課程を修了した研究者への求人情報を盛り込む。研究者は自らの研究成果を公開するとともに、研究機関や企業との相互の交流が可能だ<sup>8)</sup>。

ResearcherID.com は、研究者が学術論文リストを無償で公開する機能を提供する。特徴的なのは、Web of Science をはじめとする「ISI Web of Knowledge」プラットフォームに搭載された各種の論文データベースの情報との連携である。例えば研究者の論文が Web of Science に収録されている場合、Researcher ID.com の論文リストの該当タイトルには Web of Science の各レコードへのリンクが設けられ、参照者は書誌情報や関連情報を容易に入手できる。さらに研究者が自ら登録した論文リストに基づいて、各論文の被引用数や Citation Matrix、共著者の関係を視覚化する Collaboration Network、引用分析機能の Citing Articles Network を世界中の誰もが無償で参照できる仕組みとなっている。研究資金の申請時や採用段階における研究業

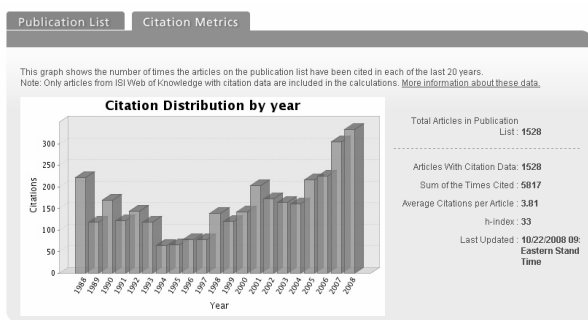


図6 ResearcherID.com の引用分析機能 [accessed 2008-10-20] 績の参照先としての活用が期待されている。

#### 4.2 機関リポジトリ

学術情報の電子化は、研究機関が自らの研究成果をインターネットで公表する機関リポジトリの取り組みを大きく後押しする。この機関リポジトリや研究機関の情報発信に、学術情報データベースがもつ学術論文情報を活用する実例が現れている。

機関リポジトリを構築する際に直面するのが、コンテン

ツ（論文情報）の収集である。研究機関に所属する個々の研究者から情報提供を受けて構築する場合、網羅性の確保が現実的には難しい。研究者の回答率は通常 100% に満たないほか、提供された論文リストには漏れや誤記が含まれている可能性もある。そこで既存の学術論文データベースが収録する論文情報を活用する。該当する学術論文の書誌情報を書誌典拠として、これを機関リポジトリのコンテンツとして実装するのである。

また研究機関や大学では広報活動の一環として、最新の発表論文リストを作成し、ホームページ等で公開するケースが増えている。こうした発表論文リストは、商用データベースが RSS フォーマットで配信している情報を基に作成されている例もある。理化学研究所や、岡山大学付属図書館などがこれを実践しており、よりタイムリーに網羅性を備えることができると評価されている<sup>9)</sup>。

機関リポジトリや発表論文一覧リストには、学術論文データベースへのリンクボタンが設けられている。学術論文リストから実際の書誌情報などの情報を取り出しやすくなり、学術情報の補完が可能となっている。

#### RIKEN Publication

Published Research Papers of RIKEN Researchers  
update: Mon, 20 Oct 2008 02:43:59 -0400  
total number of papers: 33

- Focusing mirror for x-ray free-electron lasers**  
Mamura, H., Morita, S., Kimura, T., et al.  
REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 79 (8): Art. No. 083104 AUG 2008  
▶ Google Scholar ▶ Thomson
- Licorice beta-amyrin 11-oxidase, a cytochrome P450 with a key role in the biosynthesis of the triterpene sweetener glycyrrhizin**  
Seki, H., Ochiyama, K., Sawai, S., et al.  
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 105 (37): 14204-14209 SEP 16 2008  
▶ Google Scholar ▶ Thomson
- Persistence of the N=50 shell closure in the neutron-rich isotope Ge-80**  
Iwasaki, H., Michimasa, S., Nakura, M., et al.  
PHYSICAL REVIEW C 78 (2): Art. No. 021304 AUG 2008  
▶ Google Scholar ▶ Thomson
- Large proton contribution to the 2(+) excitation in Mg-20 studied by intermediate energy inelastic scattering**  
Iwasa, N., Motobayashi, T., Bishop, S., et al.  
PHYSICAL REVIEW C 78 (2): Art. No. 024306 AUG 2008  
▶ Google Scholar ▶ Thomson

図7 理化学研究所がホームページに掲載する「発表論文一覧」 [accessed 2008-10-20]

#### 5. 研究資金の獲得

研究資金を獲得する段階でも、電子化した学術論文情報の活用が始まっている。研究者自身の取り組みとしては、ホームページなどを利用した発表論文リストの公表がある。発表論文を誰もが容易に参照できるようにして自身の研究成果をアピールし、研究資金の獲得プロセスを後押しすることを念頭に置いたものだ。前述の ResearcherID.com は、これと同様の活用方法も期待されている。

最近では研究資金を拠出する基金側が、電子化した学術論文情報を活用する取り組みに乗り出している。例えば、ある政府系機関は研究資金を拠出した各研究プロジェクトの詳細情報を公開するとともに、その成果となる学術論文のタイトルを引用するなどしてインターネットで公開し始めた。これらの引用情報は、学術論文データベースへのリンクが張られている。

この取り組みの一義的な目的は、拠出した研究資金から生まれた成果についての説明責任（Accountability）にある。ただし情報公開の狙いはここにとどまらない。新たな研究資金の獲得を目指す研究者がこれまでの公募情報やそこから生まれた研究成果を事前に応募者に参照を求めると、新規性のあるより効率的な研究補助金運営を目指す潮流がある。

具体的には国内の事例として、2008年5月に国立情報学研究所が公開した「次期 科学研究費補助金採択課題・成果概要データベース ベータ版」がある。従来から文部科学省や日本学術振興会と「科学研究費補助金データベース（KAKEN）」を運営してきたが、新たに研究成果の情報を付与している。補助金情報の参照機能に限定されていたKAKENに対し、研究課題の実績報告・成果概要の発表文献に「CiNii」「医中誌」などの論文レコードのリンクを設けた。さらにインターネット上の研究者情報をリンクする研究者リゾルバーとの連携を実装した<sup>10)</sup>。

米国政府の研究補助金事業を担う米 National Science Foundation でも補助金から生まれた研究成果を情報開示する取り組みが進んでいる。個々の補助金の詳細とその成果論文に対して、Web of Science の論文レコードへのリンクが張られている<sup>11)</sup>。

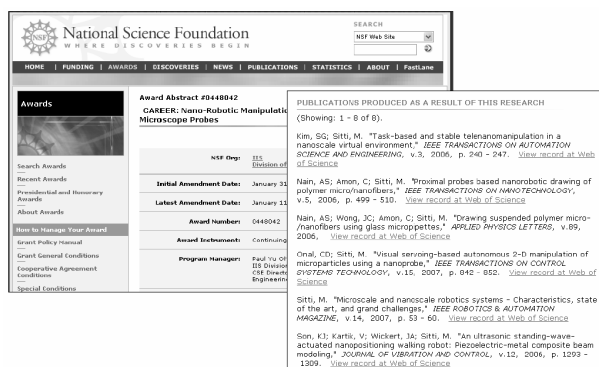


図8 National Science Foundation がホームページに掲載する「発表論文一覧」 [accessed 2008-10-20]

## 6. 論文執筆と投稿

学協会や大学が刊行する学術雑誌は現在、執筆・投稿・査読・編集・出版にいたる一連の工程がほぼ電子化されている。この過程でも電子化した学術論文情報と連動した支援環境が整いつつある。

例えば、研究者の論文執筆を支援する文献管理ツールとして「EndNote」「RefWorks」「Reference Manager」などが活用されている。これらは研究者が論文を執筆する際に、参考文献に記載する情報を学術論文データベースから抽出して、論文執筆時の参照・挿入・フォーマットを自動

化することによって、最も時間のかかる工程を効率化させている。

論文の投稿や査読を、既存の学術論文データベースと連動しながらインターネットを経由して進めるオンライン投稿査読システムも実用化している。商用システムとして「Manuscript Central」「Editorial Manager」などがあるほか、学会が独自システムを構築するケースもある。これらの多くは学術論文データベースの情報を参照する機能を備えている。編集者が査読者（レビュアー）を探したり、査読者が先行研究を調査したりできる。

## 7. おわりに

本稿では、研究ワークフローにおける主要な段階において、電子化した学術情報が実際にどのように利用されているかについて概要を述べた。

「e-Research」がより一般化することで、図書館に求められる役割は学術情報の蓄積と提供だけではなく、学術情報の活用という側面がより大きくなっていく。研究者ワークフローの効率的な推進を支援するためにも、学術論文情報の活用方法について俯瞰しておく必要がある。

本稿執筆にあたっては、弊社グローバル・セールス・サポートの Paul Torpey と清水英樹より多くの示唆を得た。

## 参考文献

- 1) 阪彩香, 伊神正真, 桑原輝隆. NISTEP REPORT No.110. サイエンスマップ 2006. 科学技術政策研究所, 2008.
- 2) Web of Science / ISI Web of Knowledge <http://isiknowledge.com> [accessed 2008-10-20].
- 3) Lynd LR, Cushman JH, Nichols RJ, et al. FUEL ETHANOL FROM CELLULOSIC BIOMASS. SCIENCE. 1991, vol.251, p.1318-1323.
- 4) トムソンコーポレーション編. 研究評価のためのビブリオメトリックス手法早わかり. 2007.
- 5) Hirsch, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. 2005, vol.102, no.46, p.16569-16572.
- 6) Harzing.com Publish or Perish. <http://www.harzing.com/pop.htm> [accessed 2008-10-20].
- 7) 佐藤翔. ビブリオメトリックスと研究評価. <http://www.myopenarchive.org/documents/view/81> [accessed 2008-10-20].
- 8) UCEE NET. <http://uceenet.jp/> [accessed 2008-10-20].
- 9) 理化学研究所. 発表論文一覧. <http://www.riken.jp/r-world/info/release/publications/index.html> [accessed 2008-10-20].
- 10) 科学研究費補助金採択課題・成果概要データベース 試行版 (β版 1.20). <http://seikaplus.nii.ac.jp/kaken/search.go?AD=init> [accessed 2008-10-20].
- 11) National Science Foundation <http://www.nsf.gov/awardsearch/> [accessed 2008-10-20].

**Special feature:** e-Research and scholarly communication. Research workflow and e-Journal information. Chikashi HORIKIRI (Thomson Corporation K.K., Bldg.5F. 1-1-1 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0003 JAPAN)

**Abstract:** e-Research, which enables researchers to use IT, communications and information management technologies, has set off a multifaceted use of e-journal information. The activities such as research strategy planning, research outcome promotion, and research assessment could be carried out more effectively by maximizing the use of electronic resources. This paper reviews how researchers' work flow is organically linked to the utilization of the these information and how it adds value to the electronic research information. The paper will discuss librarians' role in the new era of research environment.

**Keywords:** research workflow / academic paper / electronic / library / academic database / research strategy / research assessment