

Title	科学技術知識のスピルオーバーの測定：公的研究機関に関する特許-科学論文引用リンクの定量的分析
Author(s)	富澤, 宏之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 30: 726-731
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13378
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨



科学技術知識のスピルオーバーの測定： 公的研究機関に関する特許・科学論文引用リンクの定量的分析

○富澤宏之（文科省・科学技術政策研）

1. はじめに

特許による科学論文の引用は、科学知識と特許発明の関係についての理解を深めるための貴重な情報源と考えられる。そのため、科学研究がイノベーションに及ぼす影響の解明という重要課題に取り組むための手がかりとして、特許による科学論文の引用についての様々な研究が試みられてきた^{[1],[2],[3],[4]}。

特許による科学論文の引用のデータを用いた定量的研究としては、科学論文を引用した特許の側に焦点を当て、特許1篇当たりの科学論文の引用数（「サイエンスリンケージ」と呼ばれる）を特許の科学知識との関連の強さの指標とした研究が比較的多く行われてきた。一方、本研究は、特許に引用された科学論文に焦点を当てており、科学論文として体化された科学技術知識のスピルオーバーの定量的な把握に向けて、特定の研究機関の発表論文を分析対象とし、それらが発表後に特許にどのように引用されたかを試行的に分析する。

なお、本研究は、特定の研究機関についてのデータを用いるが、これらの機関の研究開発評価は意図していない。その理由は、本稿に示すデータには、科学研究の特許発明への波及効果に関するいくつかの側面が反映されていると考えられるものの、科学論文や特許の分野特性や引用の性質が強く影響しており、対象機関の特有の性質がどの程度データに反映されているか、十分に解明できていないためである。特許による科学論文の引用データを研究開発の評価指標として用いることは、将来的な課題である。

2. ソースデータとデータ作成方法の概要

本研究では、2001～2012年の12年間において、独立行政法人理化学研究所（当時）と独立行政法人産業技術総合研究所（当時）が発表した論文のうち、Web of Science（WoS）に収録された論文、およびそれらを引用したUS特許を主たる分析データとし

た。US特許については、米国特許商標庁から公開されているUSPTO Patent Full-Text and Image Database（PatFT）における2001年～2012年のUS特許（登録）のデータを使用した。米国特許を用いた理由は、米国の特許法では、必要な文献等の引用を全ての特許に付す事（ただし必要な文献に限る）が要求されているため、引用のデータの質が高いためである。また、2001年以降のデータに限定した理由は、論文データの連続性を確保するためである¹。

分析対象とする独立行政法人理化学研究所（以下、RIKENと表記）と独立行政法人産業技術総合研究所（以下、AISTと表記）の発表論文を同定するためには、名称の表記ゆれを適切に扱う必要がある。そのため、文部科学省科学技術・学術政策研究所が公開している「NISTEP 大学・公的機関名辞書（ver.2014.1）」及び「NISTEP 大学・公的機関名英語表記ゆれテーブル（WoS版 ver.2014.1）」を用いてRIKENとAISTの論文を同定した^{[5],[6]}。

また、論文のUS特許による被引用についてのデータを得るために、筆者が開発してきた書誌同定アルゴリズムを使用した^{[1],[2],[3]}。

3. US特許による科学論文の被引用の全般的状況

表1に示すように、2001～2012年にRIKENとAISTが発表し、WoSに収録された論文数は、それぞれ31,841篇、35,006篇である。これらの論文のうち、2001～2012年のUS特許によって引用された論文は、RIKENが1,045篇、AISTが1,245篇であり、それらがWoS収録論文全体に占める割合は、RIKENが3.3%、AISTが3.6%となる。しかし、

¹ 独立行政法人産業技術総合研究所は2001年4月1日に独立行政法人となり、その英語名称であるNational Institute of Advanced Industrial Science and Technology（AIST）も同年より用いられている。一方、独立行政法人理化学研究所の英語名称であるRIKEN（旧 Institute of Physical and Chemical Research）は2001年以前から用いられている。なお、両研究所は2015年4月1日に国立研究開発法人に移行した。

論文発表から年数を経るほど特許に引用される機会は増えるため、表 1 の [B/A] の列が示すように、その割合は過去に遡るほど増加し、論文発表から 10 年程度経過すると 10%に近い値となっている。

表 1. 科学論文の US 特許による被引用に関する基礎データ

(a) RIKEN					
年	論文数 [A]	US 特許に 引用された 論文数 [B]	引用された 論文の 割合 [B/A]	被引用数 [C]	論文 1 篇 当たりの 被引用数 [C/B]
2001	1,793	173	9.6%	792	4.58
2002	1,996	173	8.7%	850	4.91
2003	2,398	182	7.6%	783	4.30
2004	2,607	151	5.8%	412	2.73
2005	2,808	140	5.0%	392	2.80
2006	2,654	97	3.7%	167	1.72
2007	2,785	76	2.7%	194	2.55
2008	2,906	29	1.0%	46	1.59
2009	3,014	16	0.5%	23	1.44
2010	3,238	7	0.2%	9	1.29
2011	2,647	1	0.0%	1	1.00
2012	2,995	0	0.0%	0	0.00
通算	31,841	1,045	3.3%	3,669	3.51

(b) AIST					
年	論文数 [A]	US 特許に 引用された 論文数 [B]	引用された 論文の 割合 [B/A]	被引用数 [C]	論文 1 篇 当たりの 被引用数 [C/B]
2001	1,093	96	8.8%	292	3.04
2002	2,588	216	8.3%	668	3.09
2003	3,420	256	7.5%	815	3.18
2004	3,335	216	6.5%	664	3.07
2005	3,429	173	5.0%	369	2.13
2006	3,257	114	3.5%	216	1.89
2007	3,190	82	2.6%	122	1.49
2008	3,474	59	1.7%	97	1.64
2009	3,217	24	0.7%	26	1.08
2010	2,799	6	0.2%	8	1.33
2011	2,678	3	0.1%	3	1.00
2012	2,526	0	0.0%	0	0.00
通算	35,006	1,245	3.6%	3,280	2.63

注：暫定的な集計結果であり、今後、修正する可能性がある。また、[B] 列以降の値は、今後、2013 年以降に登録された特許による被引用を含めると変化し、固定的な値ではない。

4. 論文の被引用数の推移

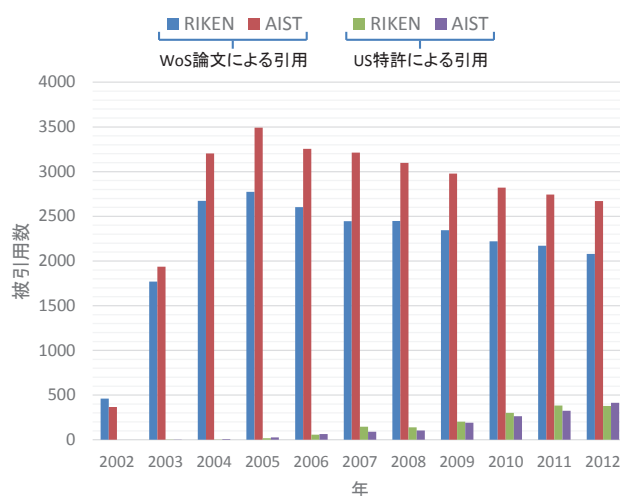
前節で述べたように、科学論文の被引用状況は、経年的に変化していく。そのような変化をより詳しく観測するために、ある時点に発表された論文が、その後、どのように他の論文や特許によって引用されていくのか、その推移を調べた。ここでは、比較

のために、US 特許による被引用数だけでなく、他の論文による被引用数も算出した²。

図 2 に、RIKEN と AIST の 2002～2003 年の発表論文のうち、US 特許に引用された論文（RIKEN が 255 篇、AIST が 472 篇）について、それらが他の論文や特許において引用された回数の推移を示した。ここで 2002～2003 年発表論文を対象とした理由は、US 特許による被引用数の安定的なデータを得るためには、一定以上の年数を経た論文を対象にする必要があるが、2001 年については、組織改編や名称変更の影響が大きく、論文数が安定していないと考えられるためである。

図 2 で、まず、他の論文からの被引用数の推移をみると、2005 年に被引用数がピークに達していることが分かる。すなわち、両研究所の論文は発表後 2～3 年後に最も多く引用され、その後は被引用数がゆるやかに減少している。

図 1. RIKEN と AIST の 2002-03 年発表論文の被引用数の推移（他の論文からの被引用数及び US 特許からの被引用数）



一方、US 特許からの被引用数については、論文発表から 2～3 年後までは極めて少ないが継続的に増加し、2011 年と 2012 年における両研究所の論文の特許による被引用数は約 400 回に達している。AIST に関しては、2012 年の被引用数が前年より減少しているため、2011 年にピークに達した可能性もあるが、一時的な減少の可能性もあり、両研究所とも、図に示した 2012 年までにおいて、被引用数の

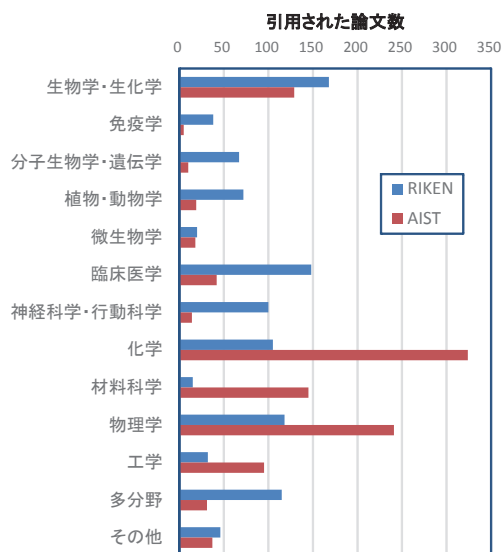
² ただし、ここでの「他の論文」は WoS に収録された論文に限られている。このような他の論文による被引用数は、一般的に科学計量学において、単に「論文の被引用数」と呼ばれている。

ピークに達したかどうかは判断できない。しかし、被引用数のピークに達するのは少なくとも 10 年以上後であることが確認でき、US 特許による引用は、論文による引用と比較して、時間的変化の様相が大きく異なることが分かる。このことは、両研究所の科学論文は、特許発明に対して、即時的ではなく、長期的に波及効果を及ぼしていることを示している可能性がある。

5. 分野別の US 特許からの被引用数

科学知識と特許発明の関係についての理解を深めるためには、分野別の状況を分析する必要がある。ここでは、その初期段階の分析として、両研究所の発表論文のうち、US 特許において引用された論文数を分野別に集計し、図 2 に示した。ここで用いた分野分類は、引用された論文が掲載された学術誌に基づいている。

図 2. 分野別の US 特許に引用された論文数



RIKEN については、「生物学・生化学」、「臨床医学」、「物理学」、「化学」の論文数が 100 篇を超えている。一方、AIST については「化学」、「物理学」の論文数が特に多く、続く「材料科学」や「生物学・生化学」の論文数も 100 篇を超えている。

ただし、図 2 に示した特許に引用された論文の分野別の数は、両研究所の各分野における論文数、言い換えれば各分野の研究活動の規模に強く左右され

ている。このような各分野の研究活動の規模の影響を除いて波及効果の大きさを読み取るためのデータとして、図 3 に、各分野の論文全体のなかに、US 特許に引用された論文が占める割合を示した。

図 3. 分野別の US 特許に引用された論文の割合

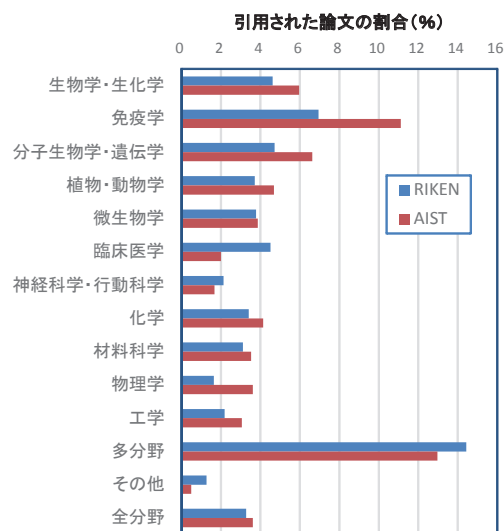


図 3 では、両研究所とも「多分野」において US 特許に引用された論文の割合が大きい。「多分野」には、Nature 誌や Science 誌といった分野横断的な著名ジャーナルに掲載された論文が含まれている。それらの論文は、他の論文からの被引用数も高い傾向があることが知られており、そのことが、US 特許からの被引用数の高さの要因となっている可能性が考えられる。

「多分野」以外では、RIKEN、AIST ともに「生物学・生化学」、「免疫学」、「分子生物学・遺伝学」などのライフサイエンスにおいて、US 特許に引用された論文の割合が大きい傾向がある。しかし、そのような傾向は、特許における科学論文の引用について広く観測されていることであり¹³⁾、RIKEN や AIST に特有の傾向ではない。

むしろ、US 特許に論文が引用される頻度が低い傾向があるとされている物質科学系分野の「化学」、「材料科学」、「物理学」、「工学」において、US 特許に引用された論文割合がある程度の大きさとなっている点に、両研究所の特性が表れている可能性がある。特に、AIST については、物質科学系分野での特許被引用論文の割合が比較的大きく、これらの

分野における AIST の研究内容が、特許発明と一定の関連を持つことが表れている可能性がある。

ただし、図 2 と図 3 に表れた特徴は、分野の特性で説明できる面も多く、RIKEN と AIST の固有の特質や科学論文の波及効果を明確にするためには、科学論文の特許による被引用についての各分野での一般的な性質をより深く研究する必要がある。

6. 論文を引用した特許の出願者についての分析

科学知識のスピルオーバーをできるだけ具体的に観察するためには、科学論文を引用した特許の出願者を具体的に見ていくことが有用であろう。RIKEN や AIST の論文が、ある企業から出願された特許において引用された場合、RIKEN や AIST の研究内容と、その企業の技術開発に何らかの関連があると考えられ、科学知識のスピルオーバーの一端を捉えている可能性があるためである。

このような観点から、RIKEN と AIST の論文を引用した US 特許において、引用数の上位 20 出願者を調べ、表 2 に示した。US 特許において RIKEN の論文を最も多く引用していたのは、米国の著名なバイオベンチャー企業の Genentech 社であった。また、上位 20 のうち 18 は米国の企業や大学であり、企業についてはベンチャー企業が比較的多い傾向がある。なお、第 2 位は RIKEN 自体であり、これは、RIKEN が科学論文と特許の両方を産み出すような研究開発を実施したことが表れたと考えられる。

AIST についても、上位 20 のうち 15 を米国の出願者が占めているが、日本企業も株式会社半導体エネルギー研究所（引用数 111）、株式会社東芝（同 31）、本田技研工業株式会社（同 27）の 3 社がランクインしている。また、韓国のサムソン電子（同 31）が第 10 位であることが注目される。AIST 自体は引用数第 1 位であり、RIKEN について述べたことと同様のことが言える。

表 2 を見る限り、RIKEN はバイオベンチャーを中心とした企業の特許において引用される論文が比較的多いと考えられる。一方、AIST については、数社の日本企業も含め、電気電子産業の特許に引用される論文が多い傾向があると考えられる。

表 2. RIKEN と AIST の論文を引用した特許の上位 20 出願者

(a) RIKEN 論文を引用した特許の出願者

順位	特許出願者	論文の引用数
1	Genentech, Inc. (US)	160
2	Riken (JP)	148
3	Ibis Biosciences, Inc. (US)	145
4	The Scripps Research Institute (US)	80
5	Genomatica, Inc. (US)	72
6	AMBRX, Inc. (US)	64
7	The Board of Trustees of the University of Illinois (US)	54
7	Bristol-Myers Squibb Company (US)	54
9	3M Innovative Properties Company (US)	52
10	The Regents of the University of California (US)	50
11	Allergan, Inc. (US)	42
12	Viacyte, Inc. (US)	38
13	Oncotherapy Science, Inc. (JP)	37
14	Kyoto University (JP)	30
15	Anadys Pharmaceuticals, Inc. (US)	30
16	Cythera, Inc. (US)	26
17	Ceres, Inc. (US)	24
17	Mendel Biotechnology, Inc. (US)	24
19	California Institute of Technology (US)	24
19	President and Fellows of Harvard College (US)	24

(b) AIST 論文を引用した特許の出願者

順位	特許出願者	論文の引用数
1	AIST (JP)	164
2	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (JP)	111
3	Dharmacon, Inc. (US)	75
4	Boston Scientific Scimed, Inc. (US)	68
5	Micron Technology, Inc. (US)	61
6	International Business Machines Corporation (US)	56
7	The Board of Trustees of the University of Illinois (US)	56
8	Molecular Imprints, Inc. (US)	45
9	MARTEK BIOSCIENCES CORPORATION (US)	44
10	Samsung Electronics Co., Ltd. (KR)	33
11	Kabushiki Kaisha Toshiba (JP)	31
12	SEAGATE TECHNOLOGY LLC (US)	30
12	Nellcor Puritan Bennett LLC (US)	30
14	Massachusetts Institute of Technology (US)	30
15	Rosetta Genomics Ltd. (US)	27
15	Biomet Manufacturing Corp. (US)	27
17	Honda Motor Co., Ltd. (JP)	27
18	Nantero, Inc. (US)	26
19	Headway Technologies, Inc. (US)	25
20	The Regents of the University of California (US)	25

注：暫定的な集計結果であり、今後、修正する可能性がある。

表 2 に示された特許出願者に米国の企業や大学が多いことは、この分析が特許のデータに基づいていることによるバイアスはあるものの、日本の研究機関である RIKEN と AIST の発表論文が海外の特許発明に関連付けられたという点で、一種の海外への波及効果と見ることができよう。このような海外へ

の波及効果と、日本国内への波及効果を合わせてみるために、図4に、RIKENとAISTの論文を引用した特許出願者の国別内訳を主要分野別に示した。RIKEN、AISTともに、全分野については米国の出願者が最も多く、また分野別に見ても、AISTの免疫学を除く分野において、米国の出願者が最も多いことがわかる。なお、AISTの免疫学については、US特許に引用された論文数が5篇のみであるため、図4での割合が高いことは一般性が高い結果とは言えないことに留意すべきである。

図4. RIKENとAISTの論文を引用した特許出願者の国別内訳

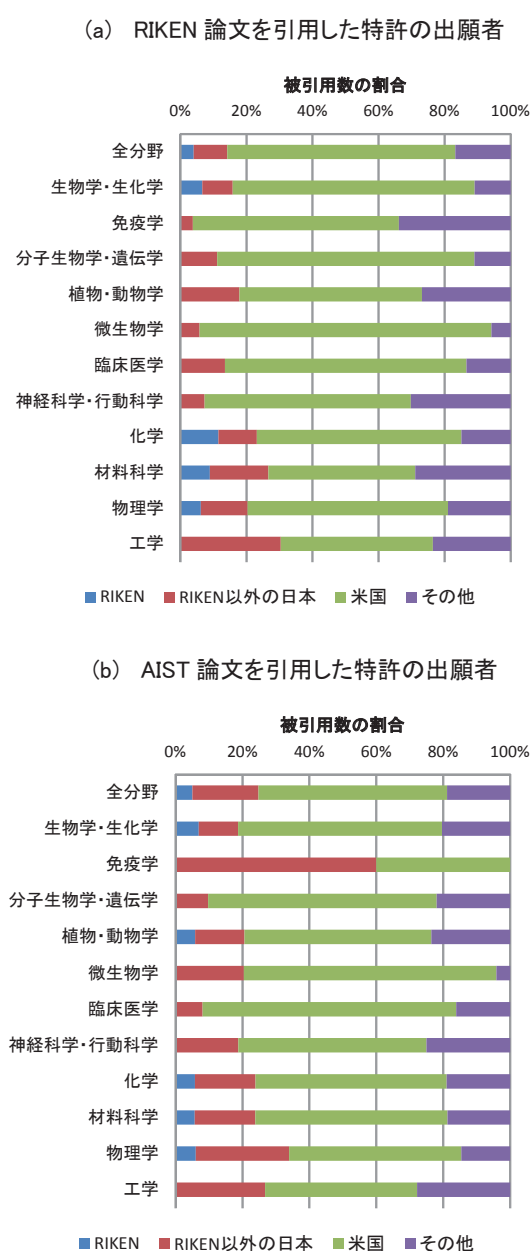


図4で、RIKEN、AISTともに、化学、材料科学、物理学の3分野において、日本国内の特許出願者の占める割合が比較的大きいことは興味深い。これらの分野において、RIKENとAISTが日本における特許発明に関連のある科学研究を行っていることがこのデータに表れている可能性があり、今後、より詳しい分析の対象とする意義があろう。また、米国をはじめとする海外の出願特許においてRIKENとAISTの論文が相当数、引用されたことに関しても、詳しい分析を行うことが重要と考えられる。

7. まとめ

RIKENとAISTの論文が米国特許によって引用された回数や引用された論文数は、ともに3000篇台と同程度であった。また、RIKENとAISTの論文のうち、米国特許によって引用された論文が占める割合は、論文発表から10年程度経過すると10%近くに達しており、この割合は、科学論文全般に比して、かなり高いと考えられる。

RIKENとAISTは、研究分野や組織目的等に大きな違いがあるにも関わらず、特許と科学論文の引用リンクの大きさが同程度であることは意外に思えるかもしれない。しかし、分野別の状況等を考慮すると、RIKENはライフサイエンスでの引用リンクが主であり、AISTは物質系科学での引用リンクが相対的に強いという違いがある。特許-科学論文の引用リンクは、ライフサイエンスが相対的に強いことが知られており、RIKENの引用リンクは、主にライフサイエンス分野の研究によって生み出されていると推察される。一方、AISTの研究分野は、特許-科学論文引用リンクが強く表れるような構成ではないが、何らかの意味で特許に関連のある活動を比較的多く行っていると推察される。また、両研究所とも、海外の特許出願者からの引用リンクが大きい、相対的にはAISTの方が日本国内の特許出願者からの引用リンクが大きい傾向がみられる。

以上、本稿に述べた分析結果は、極めて初期段階の試行的分析であり、これを今後の分析の手掛かりとして、より体系的かつ詳しい分析を行うことが有用と考えられる。

参考文献

- [1] 富澤 宏之,「科学論文を引用することは特許の影響力を増大させるか」, 研究・技術計画学会第 25 回年次学術大会・講演要旨集, pp. 499-501, 2010 年 10 月.
- [2] 富澤 宏之,「引用データによる科学技術知識フローの測定: 科学技術知識の国際的流通とスピルオーバー」, 研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会・講演要旨集, pp. 739-742, 2012 年 10 月.
- [3] 富澤 宏之,「特許における科学論文引用の機能について: 引用のカテゴリー化による分析」, 研究・技術計画学会第 29 回年次学術大会・講演要旨集, pp. 367-372, 2014 年 10 月.
- [4] 吉永 大祐, 調 麻佐志,「特許による科学論文引用を利用した日本の研究開発の特徴についての分析」, 研究・技術計画学会第 29 回年次学術大会・講演要旨集, pp. 376-377, 2014 年 10 月.
- [5] 伊神 正貫, 小野寺 夏生, 富澤 宏之,「大学・公的機関における研究開発に関するデータの整備と公開: SciREX データ・情報基盤構築の成果の紹介」, 研究・技術計画学会第 28 回年次学術大会・講演要旨集, pp. 344-347, 2013 年 11 月.
- [6] 小野寺 夏生,「大学・公的機関における研究開発に関するデータの整備 —ミクロデータ分析への貢献—」, NISTEP NOTE (政策のための科学) No.11, 文部科学省科学技術・学術政策研究所, 2014 年 5 月.