

Title	科学者の社会への貢献と研究パフォーマンスとの関係
Author(s)	七丈, 直弘
Citation	年次学術大会講演要旨集, 27: 799-802
Issue Date	2012-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11142
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



科学者の社会への貢献と研究パフォーマンスとの関係

○七丈 直弘（早稲田大学高等研究所）

概要：科学の成熟化と新興国における研究力の増加により、研究開発競争はグローバル化し、これまでにない熾烈な競争が続いている。この状況に呼応し、各国政府は研究開発力向上に向けた政策を打ち出し、研究者も研究力を増強するための戦略的取組を進めている。一方で、近年社会問題が頻出し、この解決に向けて、科学が直接的に貢献することも社会からの要請として強まっている。このような環境下で、科学が本来持つ内生的成長メカニズムが毀損することへの懸念も生じている。この社会的ジレンマの解決に向け、研究者の社会貢献と研究ポートフォリオ、研究パフォーマンスの関係に関して特に研究開発の多様性を中心にして分析した。

キーワード：研究多様性、学際研究（IDR）、計量書誌学、社会のための学術、知の統合

1. 現代科学のジレンマ

科学の進展により一部のホットな領域（萌芽期にある技術群）を除き、多くの科学分野では研究が飽和し、狭い「学術」の内部にとどまっている。抜本的に新しい発見を得にくいという状況が発生している[1]。この状況を克服するための方策の一つとして、異分野を統合することによる新分野の創造があり、その実現には融合研究（Inter-disciplinary Research; IDR）の強化が必要だと考えられている。

同時に、社会問題が複雑化する中、イノベーションへのニーズがこれまでに無い程、高まっている[2]。この状況は、科学によって問題を定義できるが、科学のみによっては解決を得ることができないという「トランス・サイエンス」的な問題が台頭してきた[3]ともいえるし、学術のための学術ではなく、社会のための学術としての新しい科学研究のモードである「モードⅡ」[4]に社会がシフトしてきたともいえる。

これまでも個々の研究者においては、具体的な社会貢献を視野に入れた研究を進めていた者も多くいた。だが、社会への「直接的な貢献」を視野にいれた研究評価や研究予算配分が行われることで制度そのものが変化することにより、科学の独立性が失われるのではないかという危惧が広がってきた。また、社会貢献に直結した応用研究に研究内容が誘導されることで、基礎研究への注力が相対的に減少し、長期的には学術の発展に対して悪影響を及ぼすのではないかという懸念もある。

だが、研究者の社会への貢献に向けた志向性、基礎研究を重視する姿勢、その結果としての研究

多様性、また研究開発生産性、科学インパクトとの間の関係は、定量的な検討がまだまだ少なく、上記のようなジレンマ的状况の克服に向けた方策をエビデンスベースで考えられる状況には至っていない。そこで、本論ではストークスのクオドラントモデルに従って研究者の志向性を分類し、その各々に含まれる研究者の研究多様性と生産性の間の関係についての分析をし、研究多様性が研究者のキャリアの中でどのように生じるのかを知るために、研究多様性の変化を時系列で追った。

2. 競争環境の科学発展への影響

新興国が研究市場に本格的に参入し、先端学術が社会におけるイノベーションの実現に多大な寄与を行うことが明確になるにつれ、世界規模での競争激化が生じた。元来、研究評価は多面的であり、特定の指標に依存した評価は避けるべきである。だが、評価のしやすさ・簡便さから、インパクト・ファクター、被引用数、出版頻度といった定量的指標が注目され、それらの積極的増加を行動様式としてとる研究者が増加した。また、競争的研究資金が増加し、官・民からのファンド獲得競争が起きている。資金獲得の場面でも、定量的指標をベースとした簡便な業績評価が用いられる傾向にあり、定量的業績評価が再強化（reinforce）される構図となっている。

元来、科学研究を駆り立てるのは、「モチベーション」（特に“好奇心”）と「インセンティブ」だった。だが、近年の競争激化と制度変化により、過去のバランスが崩れ、健全な科学の発展が阻害されているのではないかという懸念が広がった。

また、Bayh-Dole 法などの制度整備により、大学が自らイニシアチブを取り、科学研究を直接的に商業化するという取り組みも進んでいる。このような産学連携の金銭的成果を得ようという傾向が、大学の研究テーマ選択に影響を与え、より商業性の高い研究を重視するようになったともいわれる。この傾向は基礎研究の軽視につながり、長期的には科学の発展に対し悪影響を与えることが懸念されている。

これらの状況は相互に影響を及ぼしあっているため、どれかを取り出して評価するのは難しい。具体的な事例に基づき、影響の程度と科学の進展や社会への貢献に関して、総合的な評価を積み重ねていくことが必要である。

3. 科学者の直接的な社会連携が科学研究に与える影響

科学者の直接的な社会連携に関して、特に特許化 (Academic Patenting と呼ばれる行為) に関して研究が進んでいる [5]。その評価はケース・バイ・ケースで異なっている。特許の有無と論文数は無相関 [6] であるが、被引用数は特許への関与の度合いが強い程高くなると示唆される事例もあれば、特許ストックに対して論文数は正の相関 [7] があるというもの、特許出願と論文件数の間に正の相関があるというもの [8] もある。この関係は単純ではなく、研究パフォーマンスが良い研究者ほど特許ディスクローズしやすいというバイアスの存在も指摘されている。

また、基礎研究に関し、商業化の結果、好奇心駆動型研究や基礎研究が減退してしまう危惧が指摘されている [9]。商業化を重視する余り、根源的な原理の追求が脇に置かれ、直接的に市場ポテンシャルを有するプロジェクトが優先的に推進されてしまう傾向がある (Rae-Dupree, 2008)。

では、本当に基礎研究は減退するのだろうか。理論モデルをベースとしたシミュレーションによる尤もらしい結果 [10] では、大学科学者のライセンスによる結果は、基礎研究と応用研究の両者ともに分量が増加するというものである。だが、応用研究の分量の増加が基礎研究の分量の増加を凌駕するために、研究全体に占める基礎研究の割合が減少することになる、というものである。

また、ライセンスによるインセンティブは研究活動全般に対して増強する効果を果たすのであって、その効果は教員の研究指向性に依存するため、必ずしも基礎研究の分量が減少するという訳ではない [11]。

一方で、研究を行っていく上で、科学者が有する知識を補完する知識源としての企業の重要性も指摘されている。科学者や工学者は産業との関

係の中からインスピレーションを頻繁に得ているとされうる [12]。また、65%の科学者は、産業界との関係は実験を行う上で好影響を与えたと答えている [13]。この他にも、産学連携により研究リソースが増加するということが、研究の内容・出版活動が変化するということが指摘される。また、特許を有する大学教員は企業研究者と論文を共著する傾向が強く、論文投稿先としても企業研究者が出版する割合が高いジャーナルを好む傾向が強いとも言われる。特許化しやすい論文を出版する傾向が強くなる [5]。

また、一般的には基礎研究の方が応用研究よりも IF が高いため [14]、応用研究にシフトすることで相対的に被引用数が減少している可能性もある。学際研究 (IDR) も同様にして、被引用数の増加に寄与しにくいといわれる。

研究生産関数の入力に時間が含まれることは、特許出願と論文出版の間に代替的な関係が存在する可能性を示唆する [14]。したがって、産学連携活動に注力した分だけ、研究生産にかかるエフォートが減少するのは当然である。

ところが、ライフサイエンスの場合を見れば明らかのように、学術的な波及効果と特許可能性の間にトレードオフがあることは必ずしも自明でなく、両立する場合があります [15]。特に、バイオテクノロジーの一分野 (組織工学) では多くの研究成果は同時に特許と論文になりうることを示されている [16, 17]。また、特許化可能な成果の多くは論文として発表可能だともいわれる [6]。

4. 科学者の研究パフォーマンスと研究多様性の関係

以上のように、科学者の直接的な社会貢献が科学研究に与える影響は多面的であり、研究が土台とする知識特性や、社会における技術の水準 (技術機会) によっても大きく異なることが判る。本稿では、サイエンス型産業の中でも先端材料分野 (光触媒) を対象として、科学者の研究開発志向性によって類型を行った結果 [18, 19] を用い、優れた研究業績を有し、同時に直接的な社会貢献も志向する研究者が、どのようにしてその業績を伸ばしていったのかについて、研究テーマの多様性の比較を基に議論していきたい。

まず、日本で光触媒に関連した研究活動を行う主要な 66 名の科学者を同定し、その各々の論文平均被引用数、特許出願数の中央値で分割し、4 種に分類した。論文平均被引用数が高いほど基礎研究に近いと考えられ、基礎研究への志向性を示す代理指標として用いた。また、特許出願数は直接的な社会貢献への志向性を示す代理変数とし

て用いることとした。Stokes の分類に倣い、基礎研究を志向し、社会貢献も相対的に高い科学者を Pasteur 型、基礎研究を志向し、社会貢献は相対的に低い科学者を Bohr 型、基礎研究を志向しないものの、社会貢献は相対的に高い科学者を Edison 型、残りの分類を Other 型として命名した。分類の結果は表 1 に示した。

この分類の中でも、Pasteur 型に分類される者は、Bohr 型に分類される者に比べ、被引用数の総和も高く、より多くの科学業績を産み出しているように見える。また、Rafols の方法[20]によって、科学論文の SC (Web of Science におけるジャーナルのカテゴリー名) に基づく論文ポートフォリオの多様性(Rao-Stirling Diversity[21])を計算すると、Pasteur 型は Bohr 型に比べて顕著に高い多様性を有していることが判明した (図 1)。

だが、研究を効率的に進める上では、研究テーマは分散せずに特定の領域に集中したほうが良いと考えられるため、Pasteur 型科学者が一見非効率的な方策を取った上で高い学術業績を上げている点には矛盾があるように見える。合理的な解釈の一つに、「Pasteur 型科学者も、キャリアの初頭では Bohr 型であった」というものがある。Bohr 型科学者としてキャリアを始め、多くの業績を出した後、融合的な研究を進めて社会に貢献しつつ Bohr 型的な研究も同時に行うことで、社会貢献(その結果による多様性)と生産性を両立できる可能性がある。また、時系列で多様性が変化するか否かは、科学技術政策を考えていく上でも大きな意味を持ちうる。そこで、Pasteur 型科学者の中なから代表的な数名をピックアップし、1992~2011 年の 20 年間を 5 年毎に分割し、各々の期間に出版された論文の Rao-Stirling diversity を計算した。その結果を図 2 に示す。図中には対比のため数名の Bohr 型、Edison 型、Other 型科学者の例も掲げた。表からわかるように、Pasteur 型科学者の多くは、分析の対象となった 20 年間でそれほど多様性の変化を見せていない。対比として掲げた Edison 型、Bohr 型、Other 型の科学者はポートフォリオの多様性をドラスティックに変化させているのと比べ、Pasteur 型の研究多様性は極めて安定的であるといえる。

5. 結論

今回は、Pasteur 型科学者を中心とした分析によって、研究ポートフォリオの多様性は科学者のライフサイクルを通じそれほど変化していないということが判明した。科学者として成功した Pasteur 型がこのような履歴を持つことから、科学者を養成していく上で、従来考えられていた「特定のディシプリンを修めた後、多様な研究に

向かうべきである」といった考え方は必ずしも正しくないことが示唆される。多様性にはぐくまれる融合研究を通じ、成果を出していくには、長期間の融合研究を通じた深い経験が必要となる可能性がある。今後、他の類型の科学者の多様性の変化、多様性の変化と生産性の変化などの視点について分析を深めていきたい。

表 1 Stokes のクオドラントモデルによる科学者の類型化

	Avgcite ≤ 23.9 (32)	Avgcite > 23.9 (34)
Patent > 6 (31)	Edison (10) 436.3(338.7) 25.3(24.0)	Pasteur (21) 2150.52(1903.0) 32.5238(44.3)
Patent ≤ 6 (35)	Other (22) 328.955(254.8) 2.5(2.0)	Bohr (13) 745.231(697.4) 1.76923(1.3)

※ 研究者のタイプ名(数)、被引用数の総和の平均(標準偏差)、平均特許数(標準偏差)

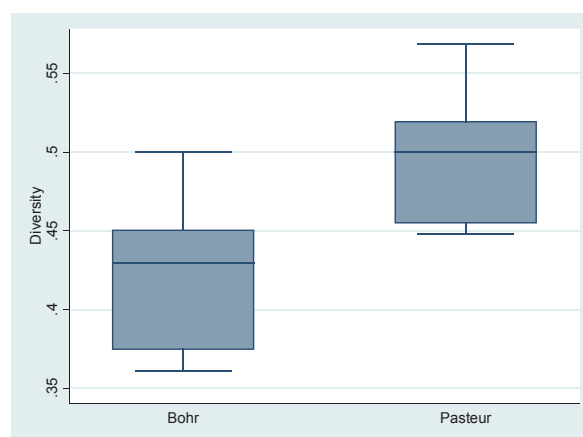


図 1 Bohr 型と Pasteur 型の論文ポートフォリオ多様性(Rao-Stirling diversity)の対比

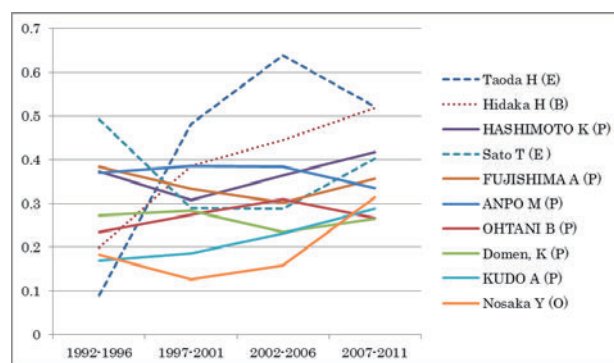


図 2 科学者ごとの研究ポートフォリオの diversity の時系列変化。研究者名の後の括弧の中は研究者の類型 (B=Bohr, P=Pasteur, E=Edison, O=Other)

引用文献

1. 北澤 宏一, 科学技術は日本を救うのか. DIS+COVER サイエンス 新書. 2010: ディスカヴァー・トゥエンティワン
2. 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会, 提言「社会のための学術としての『知の統合』—その具現に向けて—」, 2011, 日本学術会議.
3. 小林 傳司, トランス・サイエンスの時代—科学技術と社会をつなぐ. 2007: NTT 出版.
4. マイケル・ギボンズ, 現代社会と知の創造—モード論とは何か. 1997: 丸善.
5. Azoulay, P., W. Ding, and T. Stuart, *THE IMPACT OF ACADEMIC PATENTING ON THE RATE, QUALITY AND DIRECTION OF (PUBLIC) RESEARCH OUTPUT**. The Journal of Industrial Economics, 2009. **57**(4): p. 637-676.
6. Agrawal, A. and R. Henderson, *Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT*. Management Science, 2002. **48**(1): p. 44-60.
7. Fabrizio, K.R. and A. Di Minin, *Commercializing the laboratory: Faculty patenting and the open science environment*. Research Policy, 2008. **37**(5): p. 914-931.
8. Steven McMillan, G. and R. Hamilton, *The public science base of US biotechnology: A citation-weighted approach*. Scientometrics, 2007. **72**(1): p. 3-10.
9. Committee on Management of University Intellectual Property: Lessons from a Generation of Experience, R., Dialogue, and N.R. Council, *Managing University Intellectual Property in the Public Interest*, ed. S.A. Merrill and A.-M. Mazza. 2010: The National Academies Press.
10. Thursby, M., J. Thursby, and S. Gupta-Mukherjee, *Are there real effects of licensing on academic research? A life cycle view*. Journal of Economic Behavior & Organization, 2007. **63**(4): p. 577-598.
11. Thursby, J.G. and M.C. Thursby, *Faculty participation in licensing: Implications for research*. Research Policy, 2011. **40**(1): p. 20-29.
12. Mansfield, E., *Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing*. The Review of Economics and Statistics, 1995. **77**(1): p. 55-65.
13. Siegel, D.S., D. Waldman, and A. Link, *Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study*. Research Policy, 2003. **32**(1): p. 27-48.
14. Narin, F., G. Pinski, and H.H. Gee, *Structure of the Biomedical Literature*. Journal Of The American Society For Information Science, 1976. **27**(1): p. 25-45.
15. Stokes, D.E., *Pasteur's Quadrant: Basic science and technological innovation*. 1997, Washington, DC: Brookings Institution Press.
16. Murray, F., *Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering*. Research Policy, 2002. **31**(8-9): p. 1389-1403.
17. Murray, F. and S. Stern, *Do formal intellectual property rights hinder the free flow of scientific knowledge?: An empirical test of the anti-commons hypothesis*. Journal of Economic Behavior & Organization, 2007. **63**(4): p. 648-687.
18. Baba, Y., N. Shichijo, and S.R. Sedita, *How do collaborations with universities affect firms' innovative performance? The role of "Pasteur scientists" in the advanced materials field*. Research Policy, 2009. **38**(5): p. 756-764.
19. Baba, Y., N. Shichijo, and S.R. Sedita, *Comparing the Contribution of Differently Motivated Scientists: The case of "Pasteur vs. Bohr" in the advanced materials field*, in *Academy of Management 2012 Annual Meeting* 2012, Academy of Management: Boston, MA.
20. Liu, Y.X., I. Rafols, and R. Rousseau, *A framework for knowledge integration and diffusion*. Journal of Documentation, 2012. **68**(1): p. 31-44.
21. Stirling, A., *A general framework for analysing diversity in science, technology and society*. Journal of The Royal Society Interface, 2007. **4**(15): p. 707-719.