

Title	科学分野の発展に対するパスツール型研究者の寄与
Author(s)	七丈, 直弘; 馬場, 靖憲
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 409-412
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10150
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

科学分野の発展に対するパストツール型研究者の寄与

○七丈 直弘（早稲田大・高等研）

馬場 靖憲（東京大・先端研）

1. はじめに

科学技術政策の方針が、学術と産業との関係をより強化する方向へと変化してきた。その結果、大学等研究機関で行われる科学研究は、その性質を従来の純粋科学的な内容から、商業化を視野に入れたものへと次第に変化しつつある(Etzkowitz 1983; Slaughter and Leslie 1997; Etzkowitz 1998)。この現象は「科学の商業化」という流れの一部として捉えることができよう。

大学の中に、商業化に近い知識が蓄積するにつれ、アントレプレナー型科学者や特許取得型科学者などと呼ばれるような、自ら研究成果を知的財産として確保し、大学 TLO などを経由してライセンスを行ったりベンチャー企業を設立したりする科学者が増えてきた。これは、商業的には一定の成功を収めていると考えられている。イノベーション研究の文脈では、これまで、このような、より知的財産を重視した大学での研究活動が企業の R&D 活動に与えた影響が広く考察されてきた(Powell, Koput et al. 1996; Zucker and Darby 1996; Cohen, Nelson et al. 2002; Mowery, Sampat et al. 2002; Murray 2002; Zucker, Darby et al. 2002)。また、産学連携が大学の研究能力に与える影響に関しても分析されてきた(Agrawal and Henderson 2002; Carayol and Matt 2004; Carayol and Matt 2006; Meyer 2006a; Meyer 2006b; Breschi, Lissoni et al. 2008; Fabrizio and Di Minin 2008)。しかし、大学における研究活動は、本来「学術の発展」を目標としているはずであり、知財化や商業化は派生的成果に過ぎないという伝統的な大学観からすれば、研究成果の量的増加や企業活動への直接的な関与は、本来の学術研究の目的から逸脱しているという考え方もある。

そこで、本研究では、近年の研究活動の変化が学術研究の本来の目的である「学術の進展」を阻害していないかを評価する。そのために、書誌データベースから得られる指標を基に実証的な検証を試みる。研究者を Stokes の 4 象限モデル(Quadrant Model)(Stokes 1997)によって分類し、各々の型の研究者の研究パフォーマンスの良否、学術の進展への寄与を比較し、研究者の実用性への志向性が研究パフォーマンスに与える影響を分析する。

2. 科学研究の制度変化

近年では、課題解決型研究に対して重点的に政府は科学技術予算措置を行うなど、課題解決型研究が科学技術政策に占める役割が高まりつつある。この顕著な例として、第4期科学技術基本計画における、「分野による重点化（サプライサイド）から課題解決型（デマンドサイド）への転換」がある。これに連動して、科学技術振興調整費が政策重点領域として指定されたテーマに限定して研究資金の公募を行っている。また、JST では1981年から戦略的創造研究推進事業（現在の ERATO, CREST、さきがけ）として国の戦略目標達成に要する課題の解決を目的として、研究テーマを限定した公募を行ってきた。また、国立大学の法人化後、大学運営費が減少される傾向にあり、課題解決型研究プログラムが提供する潤沢な研究費は、その重要性を増す。

一方、大学評価や研究評価などの形で、研究アウトプットが定期的に評価される仕組みが日本でも浸透しつつある。大学としても、各種大学ランキングの順位（その多くが書誌データベースなどから算出可能な定量的データを基礎としている）から研究能力の高さを誇示することで優秀な学生を獲得するなど、あらゆる手段を用いて大学のブランド力を向上しようとしている。これら業績評価に対する内外からのプレッシャーから、機関における個々の研究者の評価においても、定量的評価が浸透し、研究活動を行う上で常に「評価」を念頭に入れ、それを如何にして向上させるかが重要な課題となった。

だが、課題解決型研究の推進と研究評価への対応には相反する面もある。科学研究には常に不確実性が付きまとう。不確実性が高い研究テーマは「挑戦的」であるとも言われるが、課題解決型研究では、その性質上「現状の技術が漸進的に変化しても短期的には解決できない」ような挑戦的課題がテーマとして設定されており、課題の実現には通常研究に比べより多くの不確実性が伴う。不確実性が増加した場合、課題が達成された際にそれを補うだけの高評価が得られなければ、研究者としては業績評価の面で悪影響を蒙ってしまう。だが、研究の評価が定まるには時間の経過が必要

とされ、かならずしも短期間で高評価が得られる訳ではない。つまり、課題解決型研究では、困難な課題が達成された場合、研究プログラム評価としては当然高評価となるだろうが、純粋な学術評価として高評価が得られる保証は無い。

また、課題解決型研究のような特異な例だけでなく、実用性が高い研究は一般的に、解決が求められる課題は、かならずしも科学の漸進的な進展の近傍に位置している訳では無いため、実用性を特に考慮しない研究を行う場合に比べて不確実性が増加する傾向がある。さらに、実用研究を行う場合、純粋研究では必要とされないような内容(特に医学においては「橋渡し研究」または「トランスレーショナルリサーチ」と呼ばれる)も必要となることから、研究成果を数量の面からも抑制する。

これらの考察から、課題解決型の研究や、実用研究が推進されることで、研究成果を数量的に抑制される要因が潜在していることが判る¹。そこで、本研究では研究者の研究アジェンダにおける実用性の有無を調べ、それが研究パフォーマンスに与える影響を評価する。また、ブレークスルーと呼ばれるような学術の発展に大きく寄与した成果がどのような志向性を持った研究者によって達成されているかについて分析する。

3. データについて

対象となる分野としては、先端材料分野に分類される「光触媒」を対象とした。学術書誌データベースである Scopus(Elsevier 2010)を用いることで、15,219 件の光触媒に関連した文献を抽出し、さらにその中から日本の大学および公的研究機関に属する著者を 1 名でも含む論文 3,832 件を抽出した。この集合に含まれる 3,537 名の著者のうち、10 件以上の論文を有し、他の研究者の論文ポートフォリオと十分区別できるような者のみを PI(Principal Investigator)であると定義し、66 名の PI を同定した。また、PI によって出版された 1,957 件の論文を以降の分析の対象とした。

これらの PI の各々について、光触媒関連の日本国特許庁(JPO)への特許出願の数を検索によって求めた。

66 名の PI を、特許数の多寡、平均被引用数の

¹ しかし、研究における不確実性を克服して初めて、研究業績が論文誌での出版に認められるための必要条件である「新規性」が獲得され、同時に同僚評価によっても高い評価が獲得される必要条件が実現されることを考えれば、新規性の量の戦略的コントロールが研究戦略における重要な要因となりうるが、本稿では考察の対象としない。

多寡によって 4 種に分類した。この 2 つの指標は Stokes の Quadrant Model における実用性(Consideration of use)と基礎性(Quest for fundamental understanding)に対応しており、実用性、基礎性とも高い科学者を Pasteur 型、実用性が低く、基礎性が高い科学者を Bohr 型、実用性が高く、基礎性が低い科学者を Edison 型、それ以外の科学者を Other 型と定義する。

PI 分類の結果を Table 1 に示す。

Table 1 研究者の分類

		Number of patents (PAT)		Total
		Less <15.36	More ≥15.36	
Average of citations (ACITE)	More >23.94	<i>Bohr scientists</i> 33.2 papers 1219.6 citations 15 (3) researchers	<i>Pasteur scientists</i> 76.7 papers 2844.6 citations 11 (6) researchers	51.6 papers 1907.1 citations 26 (9) researchers
		<i>Others</i> 21.1 papers 341 citations 33 (3) researchers	<i>Edison scientists</i> 41.0 papers 801.7 citations 7 (2) researchers	24.6 papers 421.6 citations 40 (5) researchers
	Less ≤23.94	24.9 papers 615.6 citations 48 (6) researchers	62.8 papers 2050.1 citations 18 (8) researchers	35.2 papers 1006.8 citations 66 (14) researchers

Note: Figures in parenthesis are number of researchers who belong to PROs.

4. 研究成果の量的比較

前節で得られた科学者の分類ごとに、研究成果の比較を試みる。そのために、1,957 件の論文を被引用数の高い順に並べて 4 等分して論文のクラスタを生成し、研究者のタイプ毎に、出版した論文が各論文クラスタに属する割合を計算した。この結果を Figure 1 に示す。

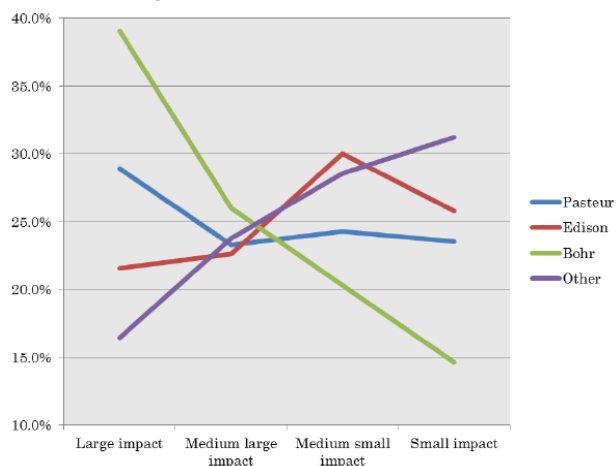


Figure 1 研究者型毎の論文被引用数カテゴリへの所属割合の分布

図から判明するように、Bohr 型科学者は出版する論文の多くがより多くの被引用数を集めており、逆に低い被引用数を受ける論文が占める割合は少ない。これと対照的に、Pasteur 型科学者は被引用数が高い論文も、被引用数が低い論文も均等にあり、全く振る舞いが異なっている。Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test によって Bohr 型と Pasteur 型の

論文の rank の差を比較すると Bohr 型の方が有意に($p<0.0014$)高いことが判明した。このことから、Bohr 型科学者は Pasteur 型科学者よりもより効率的に被引用数を獲得しているといえる。

5. 高被引用数論文出版傾向の比較

次に、科学研究上のブレークスルーとなるような革新的研究を Pasteur 型と Bohr 型の各々の研究者のどちらがより多く産出しているかを比較するために、被引用数で上位にある論文(高被引用論文)を Pasteur 型科学者が出版する確率と (Pasteur 型科学者が有する論文のうち高被引用論文が占める割合)、Bohr 型科学者が高被引用論文を出版する確率 (Bohr 型科学者が有する論文のうち高被引用論文が占める割合) を比較した。これら確率を Figure 2 に示す。また、両者の比を Figure 3 に示す。

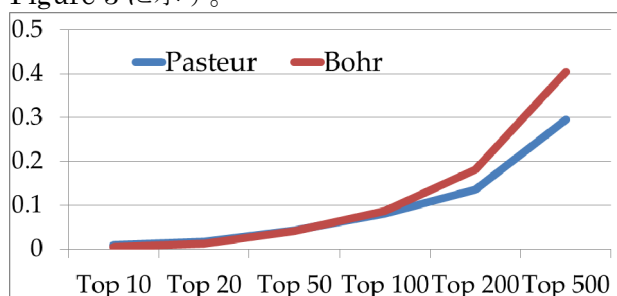


Figure 2 Pasteur 型科学者と Bohr 型科学者が高被引用論文を出版する確率

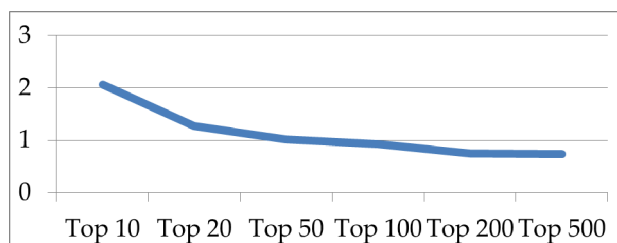


Figure 3 Pasteur 型科学者が高被引用論文を出版する確率を Bohr 型科学者が高被引用論文を出版する確率で除した値

これらの表から、上位 500 件までを含めたような「比較的被引用数が高い群」で比較すると Bohr 型の方が出版確率が高いものの、上位 10 件、上位 20 件などといった「真に被引用数が高い論文」に絞ると、Pasteur 型科学者の方が出版確率が高いことが判明した。

6. 考察

Pasteur 型科学者と Bohr 型科学者は出願した特許の数の多寡で差があるものの、出版した論文の平均被引用数では大差がないため、両者の違いは行っている研究の実用性に関する志向性の有

無が殆どである。これを踏まえ、第 4 節と第 5 節で明らかにされた結果を総合すると Pasteur 型科学者は被引用数の面では、Bohr 型よりも生産性効率が低いものの、高被引用数論文を出版する確率の比較となると Pasteur 型が Bohr 型を凌駕すると要約できる。第 4 節の結果は、第 2 節で議論したように、実用性の重視や課題解決の重視によって増加する研究活動の不確実性が要因となつて、研究パフォーマンスが相対的に通減されていると推察できる。また、第 5 節の結果も、第 2 節で議論したように、研究を行う上でブレークスルーとなるような新規性の高い成果を得るには、より積極的にリスクを取るような研究姿勢が求められることを示唆すると考えられる。

7. おわりに

本研究の成果からは、研究プロセスの現象論的分析に留まっており、発見された現象を説明するメカニズムの考察が待たれる。特に、現在のところ研究活動の結果を、集散的に観測しているにすぎず、各々の研究者が置かれた環境は大きくことなっていることが予想される。また、高被引用論文といっても、漸進的な内容であっても高被引用を受けるケースもあれば、新しい研究領域を創出することで高被引用を受けるケースもあり、学術の発展に果たした役割は、単一の指標だけでは比較することが困難であるため、より総合的な指標化が期待される。

謝辞

本研究は平成 23 年度科学研究費補助金基盤(C)「クリエイティブ産業における能力形成ダイナミクスの実証的研究」(研究代表者:七丈直弘)および平成 23 年度科学研究費補助金基盤(B)「ダイナミック・ケイパビリティ理論の実証研究:組織内部に発生するメカニズムの解明」(研究代表者:馬場靖憲)の支援を受けて行われた。まだデータ収集においては Simon Liu 氏の補助を受けた。

参考文献:

- Agrawal, A. and R. Henderson (2002). "Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT." *Management Science* 48(1): 44-60.
- Breschi, S., F. Lissoni, et al. (2008). "University patenting and scientific productivity: a quantitative study of Italian academic inventors." *European Management Review* 5(2): 91-109.
- Carayol, N. and M. Matt (2004). "Does research organization influence academic production? Laboratory level evidence

- from a large European university." Research Policy **33**(8): 1081-1102.
- Carayol, N. and M. Matt (2006). "Individual and collective determinants of academic scientists' productivity." Information Economics and Policy **18**(1): 55-72.
- Cohen, W. M., R. R. Nelson, et al. (2002). "Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D." Management Science **48**(1): 1-23.
- Elsevier (2010). Scopus, Elsevier.
- Etzkowitz, H. (1983). "ENTREPRENEURIAL SCIENTISTS AND ENTREPRENEURIAL UNIVERSITIES IN AMERICAN ACADEMIC SCIENCE." Minerva **21**(2-3): 198-233.
- Etzkowitz, H. (1998). "The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages." Research Policy **27**: 823-833.
- Fabrizio, K. R. and A. Di Minin (2008). "Commercializing the laboratory: Faculty patenting and the open science environment." Research Policy **37**(5): 914-931.
- Meyer, M. (2006a). "Knowledge integrators or weak links? An exploratory comparison of patenting researchers with their non-inventing peers in nano-science and technology." Scientometrics **68**(3): 545-560.
- Meyer, M. (2006b). "Are patenting scientists the better scholars? An exploratory comparison of inventor-authors with their non-inventing peers in nano-science and technology." Research Policy **35**(10): 1646-1662.
- Mowery, D. C., B. N. Sampat, et al. (2002). "Learning to patent: Institutional experience, learning, and the characteristics of US university patents after the Bayh-Dole Act, 1981-1992." Management Science **48**(1): 73-89.
- Murray, F. (2002). "Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering." Research Policy **31**(8-9): 1389-1403.
- Powell, W. W., K. W. Koput, et al. (1996). "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology." Administrative Science Quarterly **41**(1): 116-145.
- Slaughter, S. and L. L. Leslie (1997). Academic Capitalism: Politics, Policies and the Entrepreneurial University. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- Stokes, D. (1997). Pasteur's Quadrant: Basic science and technological innovation. Washington, DC, Brookings Institution Press.
- Zucker, L. G. and M. R. Darby (1996). "Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry." Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America **93**(23): 12709-12716.
- Zucker, L. G., M. R. Darby, et al. (2002). "Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology." Management Science **48**(1): 138-153.