

○古川柳蔵（三菱総研／東大工学），後藤 晃（東大先端研）

1. はじめに

本研究の目的は、企業に在籍しており多数の学術論文を発表している研究者、あるいはその論文が他の研究に引用されることが多い企業の研究者（「企業内サイエンティスト」と呼ぶ。）がイノベーションに果たす役割を明らかにすることである。これらの研究者はなぜ、研究開発の成果を特許や企業機密という形で企業内で占有するのではなく、逆に学術論文として積極的に社外に公表する行動をとるのであるか。なぜ企業はそれを許容し、さらにはそのような行動を支援すらしているのであろうか。また、これらは産業によって異なるのであろうか。

2. 企業内サイエンティストとイノベーション

企業はなぜ自らの資金で研究を行い、その研究成果を論文として公表するのだろうか。企業で基礎研究を自らの資金でなぜ行うのかという問題については、これまでも様々な議論がなされてきた。Rosenberg (1990)が指摘したように、企業にとって社外の資源を活用することがイノベーションに極めて重要である。Cohen and Levinthal (1989)は、外部の知識を吸収する能力の重要性を指摘した。また、イノベーションのプロセスにおいて暗黙知の重要性も指摘されてきた。Hicks (1995)は、企業が論文発表を行う理由としては、企業が科学コミュニティから暗黙知を獲得するためである点を指摘した。企業が論文発表を通して知識を社外に発信することで、科学コミュニティとギブ・アンド・テイクの関係を構築することができる。この関係はやがて企業と科学コミュニティとの信頼の構築につながり、企業が暗黙知へアクセスする権利を得るとい

ある。知識は一様に拡散するのではなく、先端的な吸収能力を持った企業のグループの間で拡散することが示されている (Giuliani 2005)。また、技術的な知識の獲得には、その性質がとりわけ関係している。技術的な問題解決のために必要な知識は、獲得して新しい場所で利用するのにコストがかかる。このように技術的な知識は、粘着性が高く、組織がその知識を獲得するためには、関連した情報やスキルを持ち合わせていなければならない (von Hippel 1994, Pavitt 1987)。

Furukawa and Goto は、企業内サイエンティストとイノベーションの関係について、企業外部から企業内サイエンティスト、共同研究者への知識の流れの重要性に着目し、日本の電機企業及び製薬企業において、論文発表を多数行い、その論文が多数引用される研究者が、その共著者に対する特許出願促進効果があることを示し、その要因として企業の外部からの知識が重要な役割を果たしていることが示唆された。

本研究では、同様のサンプルを用いて、質問票調査、特許の質に関するデータを分析し、電機企業と製薬企業における企業内サイエンティストの役割の比較分析を試みた。

3. 方法、データ

研究者の指標化

本研究の対象企業は、日本の研究開発型企業のうち、サイエンスに関連の深い¹電機産業の企業の中か

¹ 後藤晃・小田切宏之 『サイエンス型産業』(2003, NTT出版)では、サイエンス型産業とは、サイエンス(科学)に依拠した産業群、あるいは、基礎的な科学の重要性がとりわけ高い産業群のことを指す。

ら研究開発費が高い上位10社である松下電器産業、ソニー、日立製作所、富士通、日本電気、東芝、キヤノン、三菱電機、シャープ、三洋電機及び医薬品産業の中で研究開発費が高い上位5社である武田薬品工業株式会社、株式会社三共、山之内製薬株式会社、藤沢薬品工業株式会社、株式会社エーザイとした²。

これらの企業の研究者がどの程度論文を発表し、その論文がどの程度引用されたかについて、指標化を試みた。データは、Thomson ScientificのWeb of Scienceデータベースを用いた。本研究における「研究者」とは、Web of Scienceデータベースの中で、1987年から2002年までの16年間に第一著者として1本以上の論文が存在する者とした。研究者の論文指標として3種類を設定した。(i)多くの論文を発表したことを表す「論文数」、(ii)多くの他の研究に引用されたことを表す「被引用数」、(iii)平均的に多くの他の研究に引用されてきたことを表す「平均被引用数」である。ここで、「論文数」は、ある研究者が1987年から2002年までに当該企業のアドレスで第一著者として発表した論文数をフラクショナルカウントした値の合計とした。「被引用数」は、ある研究者が1987年から2002年までに当該企業のアドレスで第一著者として発表した論文が発表後5年以内に他の論文に引用された回数をフラクショナルカウントした値の合計とした。「平均被引用数」は、「被引用数」/「論文数」とし、多くの論文に引用される論文を平均的に発表してきた研究者に焦点をあてるために、最低3本以上の論文を発表した研究者を対象とした。

上で定義した3つの論文指標ごとに、研究者を企業内で順位付けした。各企業内で論文指標が最も高い値を持つ研究者を、その企業の「CS」と定義し、論文数でトップである研究者を「論文数のCS(以下、NPCSと記す。）」、被引用数でトップである研究者を「被引用数のCS(以下、NCCSと記す。）」、平均被引用数でトップである研究者を「平均被引用数のCS(以下、ANCCSと記す。）」と呼び、各社において3

種類のCSを確認する作業を行った。

引用論文分析

当該企業の発表論文の大学論文引用率とCSの発表論文の大学論文引用率の比較分析を行った。データは、Thomson ScientificのCitation Reports for 10 Japanese Electronic Companies, 1981-2002及びInstitutional Citation Report for 5 Japanese Pharmaceutical Companies, 1987-2002を用いた。大学論文引用率とは、研究者の発表論文が引用した論文のうち、著者の所属に「Univ」が含まれる論文の占める割合である。

質問票調査

当該企業において、「論文数」、「被引用数」、「平均被引用数」で上位20位に含まれる研究者を「企業内サイエンティスト」と呼ぶこととし、企業内サイエンティストに対する質問票調査を電子メールにより行った。電機企業及び製薬企業に159の研究者に発送し、96件回収した(回収率60.4%)。

特許分析

当該企業のCSが発明者となっている特許及びCSの共著者が発明者となっている特許の企業にとっての価値を分析するために、(a)「特定の研究者の海外出願数とその研究者の所属する企業全体の海外出願数に占める割合」と(b)「特定の研究者の日本国内の特許出願数とその研究者の所属する企業全体の日本国内の特許出願数に占める割合」の比較、および研究者の海外出願率と企業全体の海外出願率の比較分析を行った。データは、特許庁の整理標準化データを用いた。海外出願数には、データの制約上、国際出願されている特許の件数と外国出願(審査・受付中間コードのA841優先権証明請求書1、あるいはA843優先権証明請求(電子交換協定)2の記録のある特許)されている特許の件数の和を用いた。

分析対象は、CS及びCSの共著者であるが、CSについては、電機企業10社のCSが24人、製薬企業5社のCSが12人、CSの共著者は、電機企業で194人、製薬企業で222人であった。特許データの対象期間

² Toyo Keizai Statistics monthly, May 2003

は、本研究においてCSの抽出に用いた1987年から2002年の期間に含まれるように、利用可能なデータの制約から、出願年が1987年から2000年までの期間を用いた。

4. 結果

Furukawa and Gotoは、CSはその他の研究者と比較して国内への特許出願数が同レベルにあるが、CSの共著者の国内への特許出願数は他の研究者よりも多いことを既に示した。また、CSには共著者に対する特許出願促進効果があり、その効果は、ANCCS、NCCS、NPCSの順に大きい傾向にあることが示された。これは、平均的に被引用数の高い論文、すなわち、質の高い研究を継続的に論文発表していることにより、外部の科学コミュニティーに認められ、多くの質の高い知識を獲得することを可能にしているためであると考えられた。これらの結果と本研究の結果を表1に整理した。表1の①～③については、Furukawa and Gotoのデータ、④～⑪は本研究結果である。

本研究の結果、製薬企業5社の論文の大学論文引用率が、電機企業10社の論文の大学論文引用率より高いことが明らかとなった(④、⑤)。これは、製薬企業5社の方が電機企業10社よりも科学に関係が深い研究を行っていることを示唆するものである。Cohenらによると、大学からの知識フローの寄与を産業のセクター別にみると、医薬品産業において他の産業に比較して特に高く、それ以外の自動車、半導体、コンピューター、鉄鋼業については、医薬品産業ほど寄与は高くない(Cohen et al 1998)。玉田(2003)は、技術と科学との間をつなぐ指標を用いて、日本特許における技術分野ごとのサイエンスリンクエージを分析し、バイオ分野の論文等の引用特許の比率が最も高く、続いて、ナノテク分野やIT分野が高いことを示した。このように、医薬品産業の方が大学やサイエンスとの関係が深いことが既に指摘されている。

これらを踏まえると、表1の⑥、⑦で示された違いが説明できる。企業内サイエンティストに対する質問票調査の結果、製薬企業の企業内サイエンティ

ストの方が、海外留学や国内留学の経験者の占める割合が電機企業と比較すると高いことが明らかとなったが、これは製薬企業の方が科学に関係が深い研究を行っているためであると考えられる。また、CS及びその共著者の1993年から2002年の期間における特許出願数が0件のCSやCSの共著者の割合は製薬企業の方が電機企業よりも高いことがわかった(⑨)。これについても、製薬企業の方が科学に関係が深い研究を行っており、CSやCSの共著者の研究が直ぐに医薬品関連の特許に結びつくものでないためであると考えられる。

表1 電機企業と製薬企業の相違点

	電機企業	製薬企業
共通点		
①CSの特許出願数	他の研究者と同レベル	他の研究者と同レベル
②CSの共著者の特許出願数	他の研究者より多い	他の研究者より多い
③特許出願促進効果	ANCCS > NCCS > NPCS	ANCCS > NCCS > NPCS
④大学論文引用率	ANCCS > NCCS > NPCS	ANCCS > NCCS > NPCS
違い		
⑤大学論文の引用率	低い (36%)	高い (47%)
⑥企業内サイエンティストの内、海外留学の経験者の占める割合	低い (24%)	高い (57%)
⑦企業内サイエンティストの内、国内留学の経験者の占める割合	低い (14%)	高い (30%)
⑧企業内サイエンティストの招待講演数と論文数、被引用数の相関関係	統計的に有意	統計的に有意ではない
⑨特許0件のCS及びその共著者の割合	低い (製薬企業の場合と比較)	高い (電機企業の場合と比較)
⑩CS及びその共著者の海外出願での貢献	大 (国内出願での貢献と比較)	小 (国内出願での貢献と比較)
⑪CSの共著者の企業への貢献の傾向	CSと同じ傾向 (論文と特許の両方で貢献)	CSと違う傾向 (特許への貢献大)

企業内サイエンティストの研究活動に関する質問票調査の結果、電機企業の企業内サイエンティストにおいては、招待講演数と論文数、被引用数の間に相関関係が見られたが、製薬企業においては相関関係は示されなかった(⑧)。これは招待講演の数を決定する要因が、論文数や被引用数では不十分であることを示しており、論文数や被引用数以外に、論文の内容において招待講演の数を決定する要因がある可能性が示唆される。本研究では、論文数、被引用数、平均被引用数を外部知識の獲得機会の指標とし

て用いているが、電機企業と比較して、製薬企業における外部知識の獲得機会とこれらの論文指標の関係が弱いことが示唆される。

特許分析によると、CS 及び CS の共著者の海外出願数における企業への貢献は、電機企業では大きい、製薬企業では小さいことが明らかとなった(⑩)。第一には、上記のように、製薬企業の方が外部知識の獲得機会と論文指標の関係が弱いことから、外部知識の流入の影響が弱いことが考えられる。第二には、本研究では、海外出願をしない発明は、海外出願する発明よりも企業にとって出願時点において価値が高い発明であると仮定しているが、製薬企業においては、特許の価値ではなく、海外に市場があるかないかに大きく依存して海外出願している可能性がある。そのため、CS や CS の共著者の特許は国内に出願される場合が多いということも考えられる。

さらに、特許分析によると、このような企業への貢献の傾向として、電機企業の CS は論文数や特許出願数での貢献の形態が、CS の共著者の貢献の形態とほぼ同じであったが、製薬企業の場合、CS は論文数で企業に貢献している一方、CS の共著者は特許出願数で企業に貢献しており、貢献の形態がことなることが明らかとなった(⑪)。この点については、CS の役割の違いに起因するものと考えられる。まず、製薬企業においては、電機企業の場合とは異なり、研究開発組織が研究開発のプロセス別に分かれており、研究者の役割分担がなされている。本研究の対象企業となった製薬企業の5社においても、研究と開発をさらに細分化して明確な役割分担がなされている。一方、電機企業の場合は、研究開発のプロセス別の組織ではなく、研究開発の技術別の組織となっている。野中(1995)は、暗黙知は経験を共有することができる場合に伝わることを指摘したが、製薬企業において、効率的な研究開発組織を目指すためのプロセス別に役割分担がなされることによって、組織間で議論の必要性が少なくなり、共同研究者の場所が地理的に離れ、経験を共有できにくい組織になり、この役割分担は別の役割を持つ研究者間の知識の伝播の制約となると思われる。その制約の影響により、電機企業よりも製薬企業の方が異なる役割

を持つ共同研究者への知識の移転が必ずしもうまく実現されていないことが示唆される。

5. まとめ

電機企業と製薬企業の企業内サイエンティストの研究活動や特許出願傾向を分析した結果、製薬企業の CS は、電機企業よりも科学に関係の深い研究を行い、また製薬企業では研究者が研究開発組織の中でより明確に役割分担をして研究開発活動を行っており、CS のイノベーションに果たす役割が産業によって異なることが示唆された。

参考文献

- Cohen, W. M., and Levinthal, D.A., 1989. Innovation and Learning: The two faces of R&D. *The Economic Journal* 99, 569-596.
- Cohen, W. M., Akira Goto, Akiya Nagata, R. R. Nelson and J. P. Walsh, "R&D Spillovers, Patents and the Incentives to Innovate in Japan and the United States, International Workshop in Hitotsubashi University, 1998.
- Furukawa, R and Goto, A. The role of Corporate Scientists in Innovation. *Research Policy*, forthcoming
- Furukawa, R and Goto, A. Core Scientists and Innovation in Japanese Electronics Companies, *Scientometrics*, forthcoming
- Giuliani E, Bell M. 2005. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, 34, 47-68.
- Harhoff, D., 2003. Citations, family size, opposition and the value of patent rights: *Research Policy* 32, 1343-1363.
- Hicks, D, 1995. Published Papers, Tacit Competencies and Corporate Management of the Public/Private Character of Knowledge. *Industrial & Corporate Change* 4(2), 401-424.
- Pavitt, K., 1987. The Objectives of Technology Policy. *Science and Public Policy*, 14 (4), 182-188.
- Rosenberg, N., 1990. Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy* 19, 165-174.
- Toyo Keizai Statistics monthly, May 2003
- von Hippel, E., 1994. "Sticky Information and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation" *Management Science* 40:4, 429-439.
- 玉田俊平太、「特許と論文等とのリンケージに関する研究」2003年、東京大学大学院工学系研究科 博士論文
- 野中郁次郎、永田晃也編著、日本型イノベーション・システム 成長の軌跡と変革への挑戦、東京白桃書房、1995年