

|                     |                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | 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                                                                                                   |
| <b>Author(s)</b>    | 富澤，宏之                                                                                                                                       |
| <b>Citation</b>     | 年次学術大会講演要旨集，27：739-742                                                                                                                      |
| <b>Issue Date</b>   | 2012-10-27                                                                                                                                  |
| <b>Type</b>         | Conference Paper                                                                                                                            |
| <b>Text version</b> | publisher                                                                                                                                   |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/11126">http://hdl.handle.net/10119/11126</a>                                                           |
| <b>Rights</b>       | 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. |
| <b>Description</b>  | 一般講演要旨                                                                                                                                      |



## 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

○富澤宏之（文科省・科学技術政策研）

### 1. はじめに

科学計量学や特許統計における引用分析は、科学技術に関する定量的分析の重要な手法である。特に、科学論文間の引用分析は、科学論文の影響力、科学知識相互の連関、科学研究におけるコミュニケーション、科学のネットワークのダイナミクスなどの分析に広く活用されており、科学計量学における最も重要な分析ツールの地位を得ている<sup>[1]</sup>。また、特許統計における引用分析は、科学計量学におけるほど特別な地位を占めているわけではないものの、技術知識の相互の連関を示すという点で貴重であり、様々な試みに活用されてきた。

以上のように、引用データの分析には様々な可能性があるが、引用データを“知識の流れ”を示すデータとして扱う分析は、データの複雑性のため、研究の蓄積が十分でない。そのため、本稿の著者は、科学論文と特許の引用データを用いて、科学技術知識の流れに関する基礎的な研究を進めている。

本稿では、様々な引用のうち特に、特許における科学論文の引用に焦点を当てる<sup>[2],[3],[4],[5]</sup>。特許における科学論文の引用データは、科学知識と技術知識の連関や、技術開発における科学知識の活用状況についての分析を深めるための貴重な情報源である。

### 2. 知識の流れの定量データとしての引用データ

科学論文や特許の引用データは、単に、スカラー量として集計されて用いられることが多いが、本来、引用データには、方向に関する情報が含まれている。そして、引用元が引用先の知識を何らかの意味で活用したと考えられるため、引用先から引用元に知識の流れがあったと考えることができる。例えば、特許ドキュメントにおいて科学論文が引用された場合、その科学論文で述べられた科学知識が、特許の形成プロセス（発明、出願、審査、等）において何らかの形で活用された、すなわち、科学論文から特許に

知識の流れがあったと見るができる。もちろん、引用という明示的な形をとるのは、活用される知識の一部に過ぎないので、引用データによって知識の流れの全体的な姿を捉えることができるわけではない。それでも、引用の網羅的なデータは、引用元と引用先の間の知識の流れに関して、定量的な分析を可能にする貴重なツールであり、体系的な研究がなされることが望まれる。

### 3. 用いたデータセット

著者は、特許による科学論文引用の分析のために、特許に関しては、日本の特許庁、米国特許商標庁、欧州特許庁、国際出願特許のデータを用い、科学論文に関しては、トムソン・ロイター社の“Web of Science”を用いて網羅的なデータの作成を進めている。そのうち、本稿では、データ整備が最も進んでいる 1996 年から 2005 年までの 10 年間の米国特許商標庁の登録特許、およびそれらに引用された科学論文のデータセットを用いた。

### 3. 国境を越えた知識の流れ

#### 3.1 全般的な状況

特許-科学論文引用を、科学論文から特許への知識の流れと捉えるためのデータとして扱う分析のひとつとして、国境を越えた知識の流れ、すなわち、引用元の特許の発明者の国と、引用された科学論文の著者の国との間の関係に焦点をあてる。

図 1 に、前述のデータを用いて、国境を越えた引用と、国内での引用を区別した集計結果を示した。図 1 に示した値は全て、米国特許において科学論文が引用された回数（総数 409,036 回）に対する比率である。ここでは、用いているデータが米国特許に由来することに起因するバイアスを目に見える形にするために、米国とそれ以外の国を区別している。なお、図 1 は、引用先から引用元に向けて知識が流

れる、という考え方に基づいており、図中の矢印は、引用された科学論文(左)から引用する側の特許(右)に向う方向で描いている。

図 1 特許-科学論文引用における知識の流れ

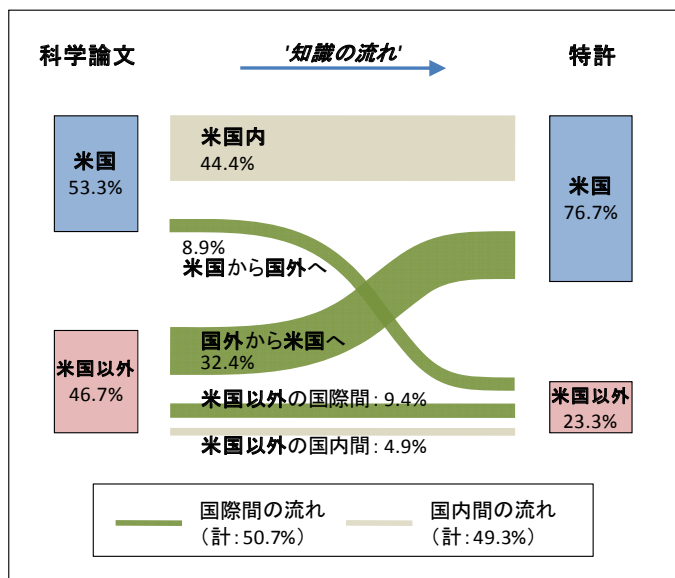


図 1 において、最も太い流れは、「米国から米国への知識の流れ」で、全体の 44.4% を占める。次いで太いのは「米国以外の国から米国への知識の流れ」であり、その割合は 32.4% である。以上の二つは、米国の発明者による特許への知識の流れであり、知識の流れ全体の 76.7% を占めるが、これは、集計対象が米国特許データベースであることによる、米国への偏りが影響していると考えられる。

図 1 の知識の流れは、薄い色の帯で示された国内間の流れと、濃い色の帯で示された国際間の流れの 2 種類に分類できる。国内間の流れは、合わせて 49.3% の割合となる。一方、濃い色の 3 つの帯で示された国際間の流れの割合は合わせて 50.7% であり、知識の流れの半分以上を占めている。これは、「特許が参照する科学論文の半分以上が、発明者とは異なる国の著者によって書かれた」ということであり、科学研究から特許発明への知識の流れが国際的な枠組みのもとで行われていることを示している。

このような傾向は、米国以外の国への知識の流れ(図 1 の右下に向かう 3 本の流れ)に、より強く表れている。それらの 3 本の流れのうち、一番下に描

かれた国内間の流れ(4.9%)は最も小さく、残りは国際間の流れである。すなわち、米国以外の国の発明者による特許が引用する科学論文の大部分(78.8%)は、自国以外の国の著者によって書かれたものである。これらの特許が、広く世界各国の科学知識と結びついていることを示唆している。

次に、図 1 との比較のために、特許と特許の間の引用(総数 6,801,674 回)に関して、図 1 と同様の集計を行い、図 2 に示した。図 2 と図 1 の相違は、引用対象が科学論文でなく特許という点のみであり、引用元の特許の集団は図 1 と同一である。ただし、ここでは、引用対象として集計できたのが米国特許のみである。実際には、米国特許が引用した特許には、外国特許(米国以外の国で登録された特許)や国際特許もあるが、この集計では欠落している。

図2 特許-特許引用における知識の流れ

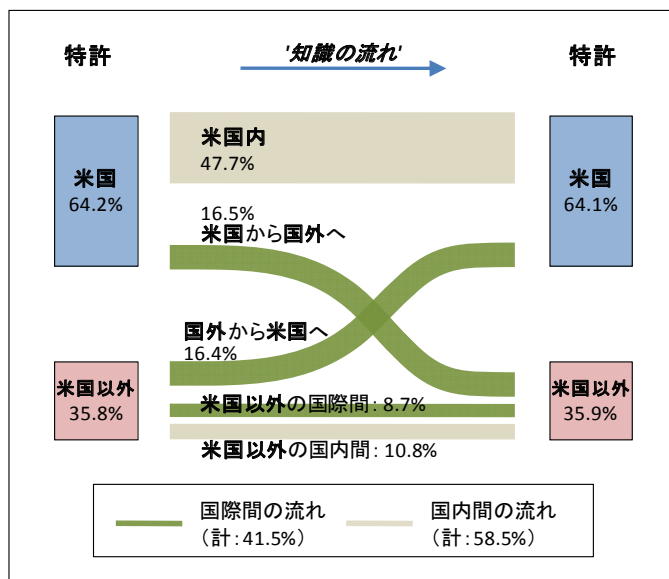


図 2 を見ると、図 1 で 2 番目に太い 32.4% であった「米国以外の国から米国への知識の流れ」が、ここでは 16.4% に過ぎない。また、「国際間の流れ」を比較すると、図 1 では 50.7% であったが、図 2 では 41.5% となっており、全体的に、図 2 は、図 1 に比較して、国境を越えた知識の流れが少ないことがわかる。このことは、図 1 に示された特許-科学論文引用の方が、より国際的に知識が流通していること

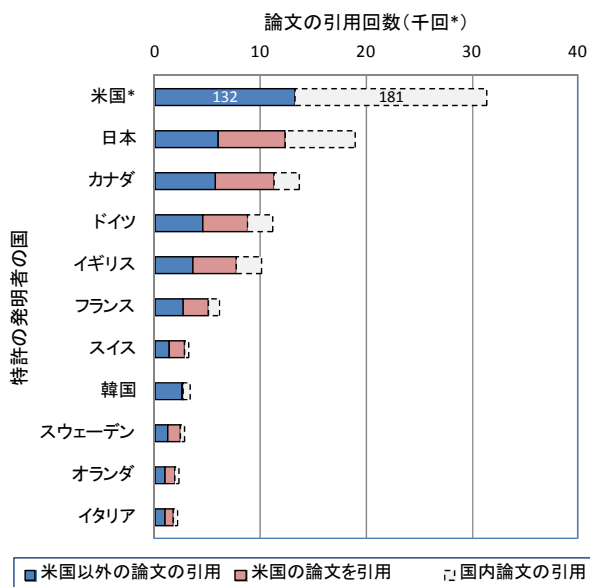
を意味する。ただし、図 2 は、前述のように、米国特許が外国特許を引用した場合を含んでいない不十分なデータであるため、ここで述べた比較は、試行的な分析に過ぎない。今後、外国特許を引用した場合を含めた集計を行う必要がある。

### 3. 2 各国発明特許に関する知識の流れの状況

次に、再び特許・科学論文引用に対象を絞り、国境を越えた知識の流れの状況を国ごとに見る。そのためには、特許の発明者の国ごとに見る方法と、科学論文の著者の国ごとに見る方法の二つがあるため、両方を順に示す。

図 3 は、前者であり、縦軸は、引用元の特許の発明者の居住国を示し、横軸は、科学論文を引用した回数を示している。この図は、いわば、知識の流れを示す図 1 の右側の部分を、国別にブレイクダウンしたものとすることができる。

図3 特許が引用する科学論文の国内／国外別の内訳



\*: 米国の値は突出して大きいため、1/10 で表示

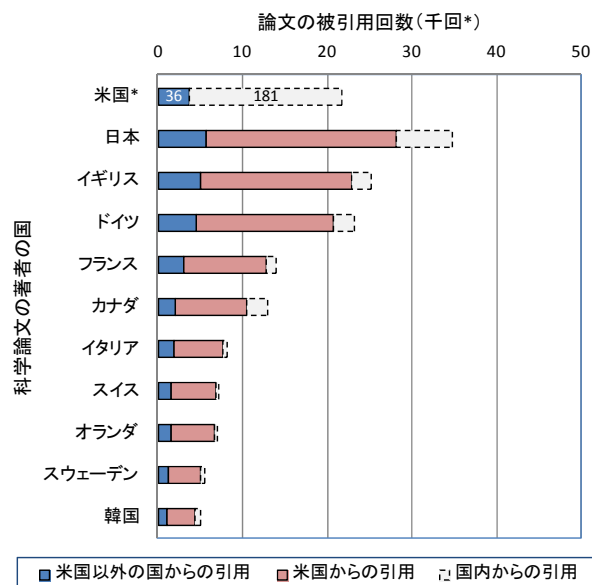
図 3 を見ると、米国の発明者による特許については、外国の科学論文よりも、自国の科学論文を引用する回数が多いことが分かる。一方、米国以外の国の発明者による特許については、いずれも、自国の論文よりも外国の論文を引用する回数が多い。ただ

し、日本は、自国の論文の引用回数が比較的多く、全体の約 1/3 を占めている。

米国以外の国を見ると、興味深いことに、いずれの国についても、「米国の論文」と「米国以外の論文」の引用回数が、大体同じ程度である。すなわち、いずれの国の特許から見ても、米国の科学論文の存在感は、外国の論文のなかで半分程度である、と解釈できる。どの国の特許でもその割合が同じ程度であるということは、特許における科学知識の利用は、特定の国に偏っておらず、広く世界中の科学論文をソースにしていることを示している可能性がある。

次に、図 4 に、各国の科学論文が、どのような国の特許で引用されたかを示した。縦軸は、科学論文の著者が所属する機関の所在国を示し、横軸は、各国の科学論文が米国特許に引用された回数を示している。この図は、知識の流れを示す図 1 の左側の部分を、国別にブレイクダウンしたものに相当する。なお、棒のなかで点線で示された部分は、自国の特許から受けた引用を示しているが、これは、図 3 で点線で示された部分と同じ長さとなる。「国内論文の引用」と「国内（特許）からの引用」は同じことを意味しているからである。

図4 各国の科学論文は、どの国の特許により参照されたか



\*: 米国の値は突出して大きいため、1/10 で表示

図4を見ると、米国以外のいずれの国の論文とも、国内（特許）からの引用よりも、米国（特許）からの引用の回数が多いことが分かる。米国の論文のみは、国内からの引用が、米国以外の国からの引用を上回っている。以上のことは、そもそも、特許・科学論文引用は、米国の発明者による特許によってなされる回数が圧倒的に多いことによる面が大きい。

### 3.3 知識の“貿易統計”

図2～4では、国境を越えた知識の流れのある側面を図示したが、複雑なデータであるため、分かりにくい面がある。今後、より分かりやすい分析の枠組みを検討する必要があるが、他の領域で用いられている分析枠組みを参考にすることも有用であろう。例えば、貿易データの分析手法は参考になる。貿易データは、国境を越えた知識の流れと同様に、複数の国の間での、方向と量的関係を表すデータであるためである。

このような観点からの試みの一例として、各国の特許が外国の科学論文を引用した回数と、各国の科学論文が外国の特許によって引用された回数の関係を図5に示した。知識の流れ、という考え方からすると、前者は、外国で生産された科学知識が、各国に流入した量を意味しており、いわば、“知識の輸入”に例えることができる。一方、後者は、各国で生産された科学知識が、どの程度外国に流出したかを意味しており、“知識の輸出”にたとえることができる。

図5 特許・科学論文引用による“知識の輸入と輸出”

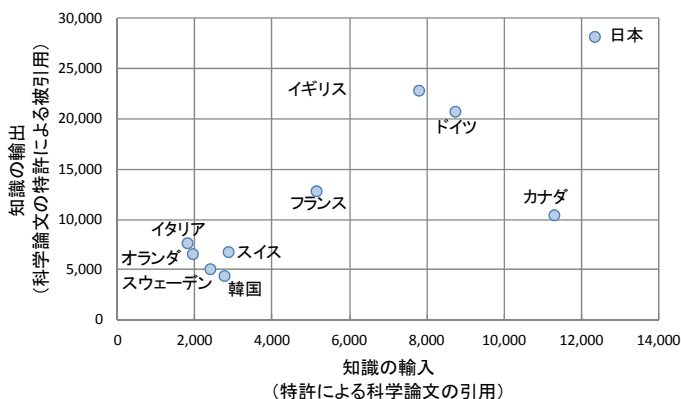


図5を見ると、二つの変数の間に大まかな比例関係があることが分かる。つまり、知識の輸入量と輸

出量が比例関係になるようなメカニズムがあることを示唆している。おそらく、両変数は各国の知識の生産量に比例しており、それが両変数間の比例関係をもたらすのであろう。国のサイズ・ファクターの影響が、これほど明確に表れているということは、知識の流れの大きさは、ほとんど知識の総量によって決まるということであり、知識が容易に国境を越えて流れるものであることを示唆しているのではないだろうか。

### 4. まとめと今後の展望

本稿では、特許における科学論文の引用に関する定量データを主に用いて、国境を越えた知識の流れを分析する手法を具体化した。その分析により、科学論文として具現化された科学知識が、容易に国境を越えて活用されることを示唆する結果が得られた。

しかし、本稿で述べた分析は、整備の途中段階のデータに基づくものであり、今後、十分に整備されたデータによる分析が必要である。特に、特許のデータベースや、欧州特許や日本特許にも集計範囲を広げることにより、国境を越えた科学技術知識の流れの状況が、より正確に把握できるようになることが期待される。

### 参考文献

- [1] 藤垣裕子, 平川秀幸, 富澤宏之, 調麻佐志, 林隆之, 牧野淳一郎:『研究評価・科学論のための科学計量学入門』, 丸善株式会社, 2004年.
- [2] 調麻佐志, 富澤宏之, 山下泰弘, 玉田俊平太:「科学研究と技術の連関」, 『イノベーションの測定に向けた基礎的調査報告書』(NISTEP REPORT No. 103), pp.110-148, 2007年.
- [3] 富澤宏之:「特許における論文引用データと論文書誌データのマッチング」『イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究報告書第二部』(NISTEP REPORT No. 111), pp.1-7, 2008年.
- [4] 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, 2010年10月10日. (講演要旨集, pp. 499-501), 2004年.