

○富澤宏之（文科省・科学技術政策研），林 隆之（文科省・科学技術政策研／
大学評価・学位授与機構），山下泰弘（三井情報開発），
近藤正幸（文科省・科学技術政策研／横国大）

1. はじめに

科学研究とイノベーションの関係の解明は、科学技術政策研究や進化経済学における重要課題である。この課題のために、特許における科学論文の引用数のデータであるサイエンスリンケージ指標が貴重な定量データとして用いられてきた。しかし、この指標は論文の引用度によって特許と論文のリンケージの大きさを示しているが、どのような論文が引用されたのかを示すことはできない。

そこで、本研究では、有力特許に引用された科学論文のリストを作成し、それを科学論文データベースと照合させることにより、特許化された技術の源泉となった科学論文の特性を分析した^{1,2}。

2. 使用データ

特許における引用についての信頼できる情報が入手できる米国登録特許のデータベースを用い、そこから有力特許として、1996年～2000年に登録された特許の被引用度上位500件を選んだ。これは、同期間の米国登録特許数の上位0.07%に相当し、精選された特許であるということが出来る。その500件の特許のフロントページにおいて関連文献として引用された論文等のリストを作成し、それを科学論文のデータベースであるSCIと照合させて書誌情報を取得し、引用された科学論文と引用元の特許の両方の情報を含むデータセットを作成した。

本研究では、同様のデータセットを日本人発明特許についても作成し、必要に応じて比較対象とする。すなわち、米国登録特許のうち、日本人が発明した特許の被引用度上位500件に引用された科学論文のデータセットを作成した。

以下では、米国登録特許全体から選んだ500件を、

世界の様々な発明者による特許であるので「世界特許トップ500」と呼び、一方、日本人発明特許から選んだ500件を「日本人発明特許トップ500」と呼び、区別する。

3. 有力特許の特性

まず、有力特許自体の属性について概観する。世界特許トップ500の分野別の内訳を見ると、ライフサイエンスが4割以上を占めており、情報通信とナノテクノロジー・材料が続いている（表1）。なお、特許にはIPC（国際特許分類）が付与されているが、科学技術政策の検討に適していないため、ここではIPC分類を科学技術基本計画の重点分野（4分野）に対応させた分類を用いた³。

表1 世界特許トップ500の分野別の内訳

| 分野 | 特許件数 | 割合 |
|-------------|------|-------|
| ライフサイエンス | 221 | 44.2% |
| 情報通信 | 79.5 | 15.9% |
| ナノテクノロジー・材料 | 57.5 | 11.5% |
| 環境 | 12 | 2.4% |
| その他 | 130 | 26.0% |

注：複数の分野に分類される特許は均等に案分して計上した。

一方、日本人発明特許トップ500については、ナノテクノロジー・材料が30.5%と最も多く、情報通信（22.8%）が続いており、世界特許トップ500と大きな違いがある。

世界特許トップ500の発明者の国籍別内訳を見ると、米国特許を対象としたデータであることを反映して米国人発明特許が82.6%と大部分を占めているが、日本人発明特許が5.1%で、米国人以外では最も高い割合となっている。

¹ 本稿は、既に参考文献[1]に述べた分析結果を含むが、新たな分析結果を加えた。なお、本稿に示された見解は著者ら個人によるものであり、著者らの所属機関を代表するものではない。

² 関連する先行研究として日本特許を用いた参考文献[2]がある。

³ 2つの分野分類は全く異なる考え方で作られているため、この対応関係は厳密なものではなく、ある程度の恣意性がある。なお、被引用度はIPCメインクラス（120分野）ごとの平均的な引用回数の違いを基準化して被引用度の高い特許を選んでいるため、表1に示した分野構成は、トップ500の選び方によるのではなく、米国登録特許全体の分野構成を反映している。

4. 有力特許における引用の状況

米国特許において引用される資料は、(1)先行特許、(2)科学論文、(3)その他の資料（新聞記事、解説記事など）、の3種類に分類できる。世界特許トップ500においては、(1)の引用が12,938回、(2)が8,096回、(3)が1,949回となっている。

このような引用の状況を分野間で比較すると（図1）、先行特許の引用回数（特許1件当たり10数回から20数回）の分野による違いは比較的少ないが、科学論文の引用に関しては、ライフサイエンス特許で25.5回、ナノテクノロジー・材料特許では4.8回であり分野による違いが大きい。なお、このような特許1件当たりの科学論文引用回数が「サイエンスシンケージ」であるが、世界特許トップ500全体の値は16.2であり、米国特許全体の値（1996-2000年の平均が1.9）に比較して、はるかに大きい。

なお、日本人発明特許トップ500についても同様のデータを作成したところ、一般的に引用回数が少なく、特に、科学論文の引用回数が少なかった（サイエンスシンケージは1.7）。ただし、情報通信とナノテクノロジー・材料のサイエンスシンケージがライフサイエンスの値を上回るという特徴が見られた。

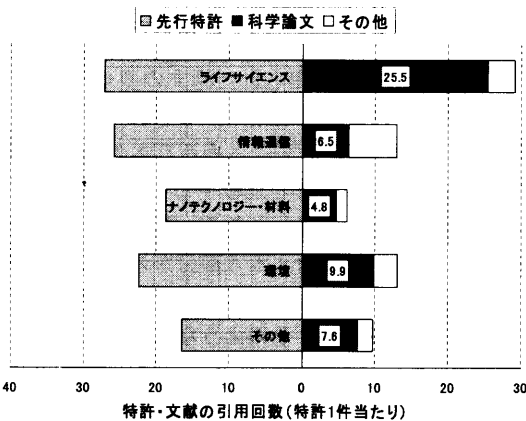


図1 世界特許トップ500に引用された特許・科学論文等

5. 引用された科学論文の特性

以下、「有力特許に引用された科学論文」に焦点を絞る。世界特許トップ500において、科学論文は延べ8096回引用されているが、同一の論文が複数回引用されている場合もあり、実際の論文数は3000

～3500編程度である⁴。そのうちSCI収録論文であることが確認でき、詳細な書誌情報を付与することのできた論文2453編を分析対象とした。

この2453編の科学論文が有力特許に引用された回数の分布を調べたところ、被引用回数の最大値は19回（1編）であり、15回以上の論文が10編、10回以上の論文は27編であった。一方、1回のみ引用された論文は全体の69.2%を占め、2回引用された論文と合わせると全体の80.0%を占めている。

図2に、分析対象の科学論文の出版年別内訳を示した。1980年代後半から1990年代前半にかけて出版された論文が多く、1985-1994年に出版された論文（1905編）は全体の77.7%を占めている。論文出版年の最頻値は1993年（257編）、平均値は1990年である。なお、引用元の世界特許トップ500は1996-2000年に登録された特許であるので、科学論文の出版年と、それを引用する特許の登録年のタイムラグは概ね7～8年、あるいはそれ以上であると考えられる。

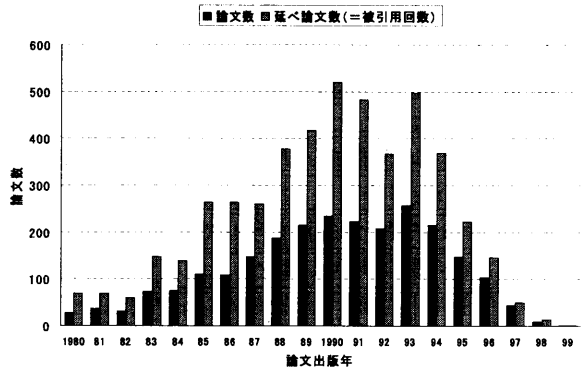


図2 世界特許トップ500に引用された科学論文：出版年別内訳

次に、有力特許に引用された科学論文の国別内訳を分析する。図3は、世界特許トップ500に引用された2453編の科学論文の国別論文数シェアを示す。米国の論文が60.1%を占め、イギリスが6.9%、日本が6.2%と続いている。この日本のシェアの集計が本研究の主要な目的であったが、以下では、このデータの解釈を深めるための分析を行なう。

⁴ 特許における科学論文の引用は、書誌情報が不完全であることも多いため、重複を排除した科学論文数の正確な集計は困難である。

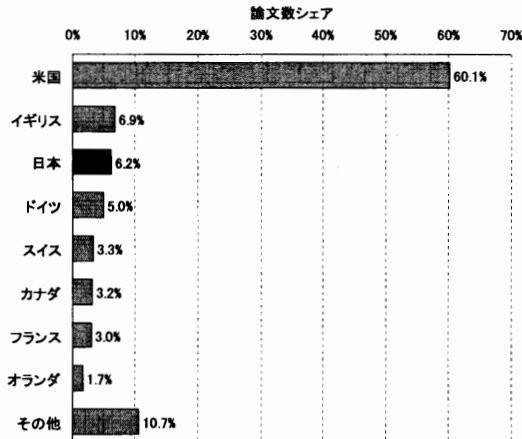


図3 世界特許トップ 500 に引用された科学論文：国別論文数シェア

なお、比較のために、日本人発明特許トップ 500 に引用された科学論文 (360 編) の国別シェアを見ると、米国が 34.9% と最も大きく、日本が 27.8% で続いている。また、イギリスのシェア (2.2%) が小さく、逆にドイツ (6.4%) やスイス (5.2%) のシェアが比較的大きいことが特徴である。

さて、図 3 に示した科学論文の国別内訳は、経年的にどのように変化したのだろうか。図 4 には、分析対象とした 20 年間で 4 期間に区切り、引用された科学論文の数 (棒グラフ) を示すとともに、日本と米国のシェア (折れ線) を示している。日本のシェアは、20 年間に大きく変化したわけではないが、1980 年代前半と 1990 年代後半のシェアは若干低い。一方、米国のシェアはほぼ一貫して増加傾向にある。

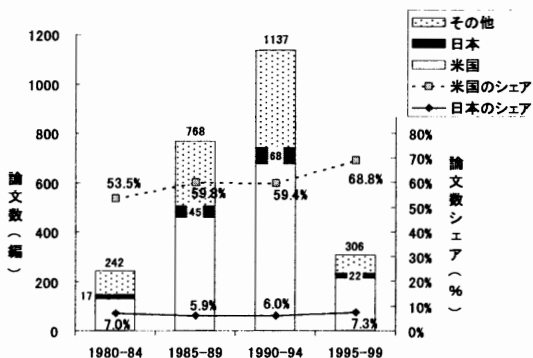


図4 世界特許トップ 500 に引用された科学論文：日本と米国の論文数・シェアの変化

次に、有力特許と引用された科学論文の関係について、国際間の引用の流れという視点から分析する。表 2 は、表側に世界特許トップ 500 の発明者の国籍、表頭に科学論文の著者の所属国を示しており、どの国の発明者の特許がどの国の論文を引用しているのかが見ることができる。

表2 特許から科学論文への国際間引用の流れ

| | | 引用された科学論文の著者の所属国 | | | | | | 合計 |
|-----------|------|------------------|------|-----|-----|-----|------|------|
| | | 米国 | イギリス | 日本 | ドイツ | スイス | その他 | |
| 特許の発明者の国籍 | 米国 | 2568 | 301 | 271 | 201 | 161 | 728 | 4230 |
| | イギリス | 55 | 10 | 11 | 10 | 0 | 10 | 96 |
| | 日本 | 8 | 0 | 2 | 3 | 0 | 6 | 19 |
| | ドイツ | 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 15 |
| | スイス | 58 | 3 | 0 | 5 | 3 | 14 | 84 |
| | その他 | 166 | 21 | 16 | 7 | 7 | 72 | 289 |
| 合計 | 2861 | 336 | 301 | 227 | 174 | 834 | 4733 | |

注：表中の数値は世界特許トップ 500 による科学論文の引用回数。

表 2 より、各国の科学論文とも被引用回数の大部分が米国人発明特許からの引用であることがわかる。日本の論文の被引用回数 301 回のうち、米国人発明特許による引用が 274 回を占めているが、日本人発明特許による引用回数は 2 回に過ぎない。

この表 2 の分析を踏まえて、先に図 3 に示した日本のシェアの 6.2% という値を評価してみよう。世界特許トップ 500 に引用された論文の多くは 1980 年代後半から 1990 年代前半に出版されているが、その時期の SCI 収録論文に占める日本の論文の割合は 7.6% である⁵。これと比較すると 6.2% という値は若干少ないことは確かである。しかし、表 2 から分かるように、科学論文の大部分が米国人発明特許に引用されたものであり、米国の論文数シェアが大きくなる傾向がある。そのような状況においても 6.2% のシェアを占めているので、「日本の論文は発表された論文の数に見合った程度に引用されている」と言うことはできよう。

別の観点からの分析として、特許発明の源泉となったこれらの科学論文が、ナショナル・イノベーション・システムのどのセクターで生産されたのかを調べた。図 5 に、著者の所属機関のセクター別の被引

⁵ SCI (CD-ROM 版) に 1985-1994 年に収録された論文のうち、著者の所属機関が日本に所在する論文の占める割合である。国際共著論文については案分して計上した (分数カウント)。

用回数を示したが、世界各国の組織・機関を完全に分類することは不可能であるため、「不明」のデータがある。

いずれの国においても大学の割合が最も大きく、世界全体で見ると5割以上を占めている。大学は科学論文全般の生産において中心的存在であるが、特許発明に引用された論文の生産でも主要な役割を果たしていることがわかる。世界全体については、大学に続いて企業、政府研究機関の順に大きい割合となっている。

日本は、他の国と比較して大学の割合が特に高く、また政府研究機関の割合が小さいことが特徴である。国によって研究開発システムが異なるので単純に比較できないが、日本の政府研究機関は特許発明の源泉となる研究成果を十分に生み出していなかったのではないかという疑問を起こさせる結果である。

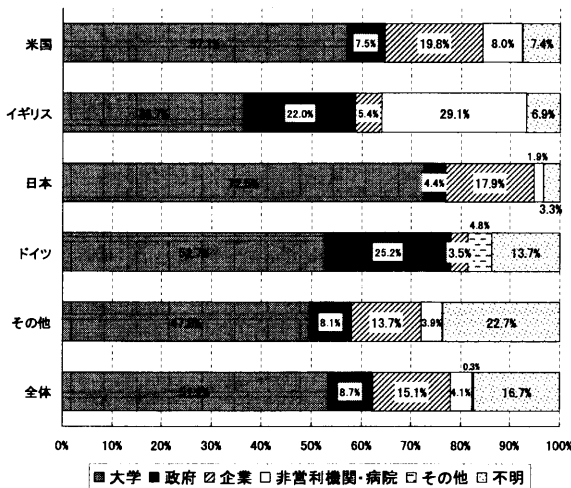


図5 世界特許トップ 500 に引用された科学論文：国別・セクター別の被引用回数

さらに、分野別および主要国別の被引用回数を調べた(表3)。日本の論文は、ライフサイエンスにおけるシェアが相対的に低い、ナノテクノロジー・材料分野および情報通信分野に関しては世界の発明者から米国の論文に次いで参照されていることがわかる。

表3 世界特許トップ 500 に引用された科学論文：各分野における被引用回数の国別シェア

| 国 | 全分野 | ライフサイエンス | ナノテク・材料 | 情報通信 |
|--------|-------------|-------------|------------|-----------|
| 米国 | 60.4% | 62.5% | 55.2% | 55.6% |
| イギリス | 7.1% | 8.1% | 1.3% | 0.6% |
| 日本 | 6.4% | 5.4% | 13.5% | 12.4% |
| ドイツ | 4.8% | 4.7% | 3.1% | 4.1% |
| フランス | 2.3% | 2.5% | 2.3% | 1.1% |
| その他 | 19.0% | 16.9% | 24.6% | 26.2% |
| 全体(回数) | 100% (4733) | 100% (3852) | 100% (130) | 100% (89) |

6. まとめ

本研究により、日本の科学論文は、特許発明の源泉という点で米国とイギリスに次ぐ影響力を有していることが確認できた。しかし、政府研究機関の影響力が他の国に比較して小さいという問題点が明らかになった。また、日本のライフサイエンスに関しては、そもそも特許件数が少ないこと、特許発明における科学知識の活用が盛んでないこと、という2つの面での特許の“弱点”が浮き彫りになり、また、科学論文の問題点として、特許発明の源泉となった科学論文が相対的に少ないことが判明した。

ただし、本研究は、特許による科学論文の引用が、特許発明とその源泉となった科学研究とのリンクを示すデータであるという仮定を前提にしている。本稿に述べた分析結果およびその解釈を裏付けるためには、今後、多様な側面からの研究が必要である。

謝辞：本研究の実施に際しては、有力特許データベースの作成に関して米国 CHI Research Inc.の助力を得た。また、三井情報開発㈱の新野聡一郎、陣門亮浩の両氏より情報処理の支援を受け、科学技術政策研究所客員研究官の玉田俊平太、鈴木潤の両氏より全般的な助言をいただいた。以上、厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- [1] NSITEP REPORT No.88,「基本計画の達成効果の評価のための調査：科学技術研究のアウトプットの定量的及び定性的評価」(平成15年度～16年度科学技術振興調整費調査研究報告書), 2005年3月。
- [2] 玉田俊平太, 児玉文雄, 玄場公規, 鈴木潤, 「特許化された技術の源泉」, 研究・技術計画学会第19回年次学術大会・講演要旨集, pp.167-170, 2004年10月。