JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	計量文献学的方法に基づく科学技術情報の動学的分析
Author(s)	富沢，宏之；丹羽，冨士雄
Citation	年次学術大会講演要旨集，8：188-194
Issue Date	1993-10-22
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5407
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	一般論文

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

2C8　計量文献学的方法に基づく科学技術情報の動学的分析

○富沢　宏之（科学技術政策研究所），丹羽　冨士雄（埼玉大学）

1．はじめに

科学技術政策の大きな枠組みを検討するためには、複雑で多岐にわたる科学技術活動を部分的にではなく包括的に理解する必要がある。この困難な課題に取り組むにあたって、科学技術活動の核心をなす研究開発の本質が「情報」の産出であることは、重要な手掛かりとなる。また、研究開発に限らず広く科学技術活動を見たとき、あるいは科学技術と社会の関係を見渡すと、情報の流れが重要であることがわかる。本研究は、科学技術情報の分析に基づく科学技術活動の包括的な理解という最終的な目標に向けての第一段階として、科学技術情報の動学的性質について検討した結果を報告するものである。

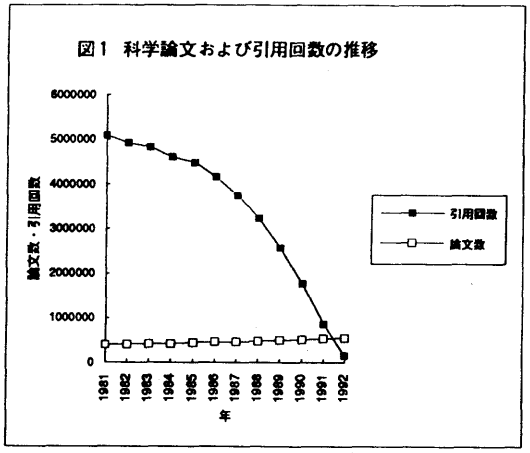
分析対象とした科学技術情報は、科学技術論文および特許に関する統計データである。特に、論文や特許の引用に関する時系列データに重点を置き、従来の計量文献学的手法では曖昧であった「時間要素」に関わる概念を明確にした上で、分析を行った。

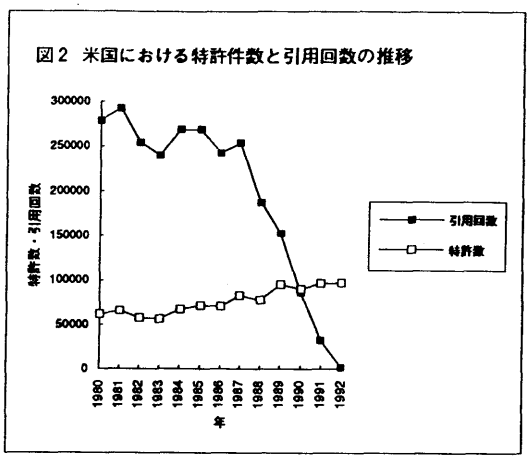
2．引用データの動学的性質の基礎

学術論文の引用については、いわゆる計量文献学（Bibliometrics）の分野において様々な定量分析が行なわれてきた。それらの研究においては、ある文献の被引用回数は、その文献が科学者共同体に与えたインパクトの程度を示すと解釈されることが普通であり、さらに積極的な解釈として、文献の質の高さを示す指標と見なされる場合も多い。本研究では、基本的にこれらの解釈を踏襲し概念上の検討は行わないが、引用回数の計測方法に関する技術的な側面について検討する。

まず、科学技術論文に関する最近のデータを図１に示す。データ・ソースは、計量文献学において最もよく用いられるＳＣＩデータベースから抽出されたものであり、そのなかから基本的な量である総論文数と総被引用回数の推移を図示した[1]。総論文数は増加している一方で総引用回数が減少しているが、一見、矛盾しているこの現象を説明するためには、時系列データの各々に付随している「年」の持つ意味を明確にする必要がある。

ここで示したデータにおける「年」は、引用された論文の掲載された年を意味している。ある年に出版された論文のインパクトを測るという発想からすれば、このような集計方法はきわめて自然である。この場合、例えば1981年に出版された論文が現在までに引用される機会は1992年に出版された論文に比してはるかに多いことが示すように、被引用回数は経年的に減少することとなる。一方、引用回数は、引用を行なう論文の出版年毎に集計することもできる。すなわち、ある年に出版された論文が、過去の論文をどれだけ参照したかを示す値が得られる。このような集計





方法は、過去の研究成果を取り入れて新たな論文が生産されている状況を明らかにするものであり、知識・情報の伝播を分析する手がかりを提供する。この場合、論文数の増加を主な原因として引用回数は経年的に増加することとなる。

以上のどちらの場合にも、正確には一方のみが引用データに付随するのではなく、常に両者が付随しており、単にどちらかに従って集計されたにすぎないことに注意する必要がある。つまり、例えば citing−year が1981年の引用データは、 cited−year を付随しないわけでなく、1981年から1992年までの citing−year が付随しているのである。このことが引用データの動学的記述を複雑なものにしている。

図1に示したデータは主として科学の状況を示しているが、他方、技術の状況を知るためには、特許データがよく用いられる。特許についても引用のデータが作成されており、計量文献学的手法が応用できる。特許の被引用回数は、米国特許では審査の過程で先行する特許や科学論文が引用されるため、そのデータを集計して得ることができる[2]。図2に、米国特許の総登録件数と総被引用回数の推移を示した。被引用回数は引用された特許の登録年毎に示されており、論文の場合と同様に経年的に減少している。

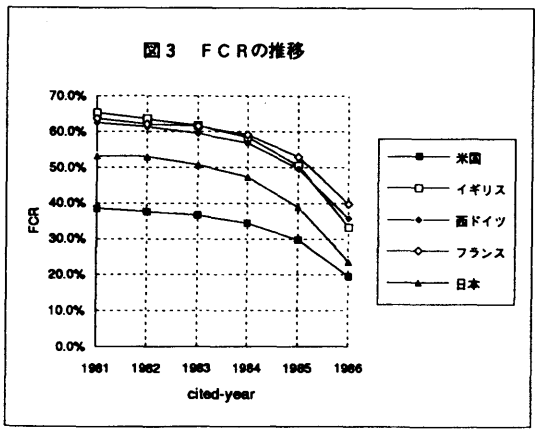
3．国際間サイテーション・フローの動学的分析

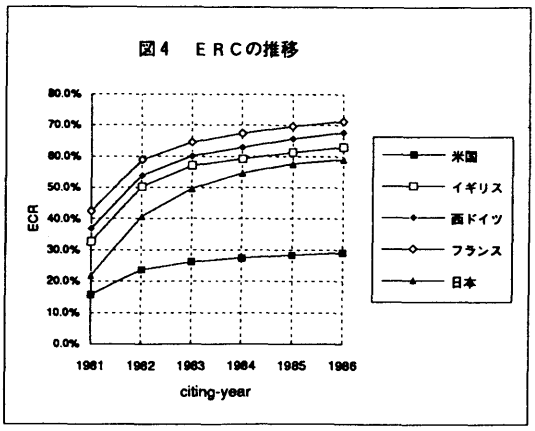
引用データに付される「年」という属性には citing−year と cited−year の区別が必要であるのと同様に、「国」という属性についても citing−country と cited−country の区別をすることができる。すなわち、引用を行う側の論文の属する国（論文の属する国は、論文著者の所属する機関の所在地によって決められる）が citing−country であり、一方、引用された論文の属する国を cited−country とする。このような区別により、国際間の引用の流れ（サイテーション・フロー）を定量化することができる。

国際間のサイテーション・フローの基本的な指標として、「ある国の論文が外国の論文によって引用された回数」、および「ある国の論文が外国の論文を引用した回数」の二つを挙げることができる。図３に、主要５ヶ国について、「外国の論文によって引用された回数が全被引用回数に占める比率」（FCR：Foreign Citation Ratio と呼ぶこととする）の推移を示した[3]。図から明らかであるように、この比率は各国とも減少している。ここでの「年」は cited−year について示しており、したがって全被引用回数、すなわち図の 100%に相当する数自体が年々減少しているわけだが、外国論文によって引用された回数は、それを上回る勢いで減少していることになる。

一方、主要５ヶ国について、「外国の論文を引用した回数が全引用回数に占める比率」（ECR：External Citation Ratio と呼ぶこととする）を図４に示した[3]。ここでは時間軸を citing−year に従って示している。そのため、図中の 100%に相当する量である全引用回数は、年々増加するわけだが、図４に示す比率が増加していることから明らかであるように、外国論文を引用する回数は、それを上回って増加する傾向にある。

これらの二つの現象が意味することを解釈してみる。時間軸が図３では cited−year について、図４では citing−year に従って示しているが、それぞれの時間軸について cited−year と citing−year の組を考えることが有益である。そのために「citing−year → cited−year」という表記を用いて、図３における「1981」は「1981～1986 → 1981」と考え、一方、図４における「1986」は「1986 → 1981～1986」のように考える。このように考えると、図３および図４のどちらにおいても、citing−year と cited−year が一致した場合の値（比率）が最も小さく、citing−year と cited−year が離れるに従って値が大きくなっていることがわかる。つまり、各国とも引用対象となる論文が出版された直後は、自国の論文を多く引用しており、時間を経るに従って、外国の論文を引用するようになることを意味している。結局、ここで示されていることは、国際間の引用に伴うタイム・ラグの存在であることがわかる。





4．技術－科学連関および技術進展速度の測定：特許データによる分析

引用分析の応用として、特許データを用いて技術と科学の連関および技術進展の速度に関する指標の分析を試みる。

(1) 技術－科学連関

米国特許における先行特許・文献の引用のうち、科学文献を対象としたものについて集計したデータが報告されている[2]。ある特許による科学文献の引用は、その特許技術が科学の成果に基づいていることを意味しており、したがって科学との連関を示していると考えられる。このような解釈に基づき、米国特許1件あたりの科学文献引用数（"SL"：Science Lincageと呼ばれる）について、主要5ヶ国の1985年から1992年までの値を図5に示した。概して各国とも"SL"の値は増加しているが、日本の値は図に示した国のなかでは最も小さく、科学との連関が弱いことが窺える。なお、ここでの「年」は、データの定義より明らかであるようにciting-yearについて示されている。

科学との連関について、技術分野別に調べた。図6に、日本、米国、および全世界のそれぞれについて、技術分野別の"SL"の値を示す。日本の値は全般的に小さいものの、技術別の傾向は米国あるいは全世界とほぼ一致している。日本の値が米国を上回っている分野は「鉄製品」分野のみである。また、日本の"SL"の値が小さい原因は、各分野での値が小さいことに加えて、「医薬品」分野のように本質的に科学との連関が強い分野における日本の特許件数が相対的に少ないことに起因することがわかる。

(2) 技術進展の速度

米国特許における先行特許・文献の引用データのうち、引用対象の「古さ」という点に注目することにより興味深い指標が得られる[2]。ある分野の特許が他の分野に比してより新しい特許・文献を引用している場合、その分野における技術進展の速度が大きいことを示していると解釈する。特許の登録年を基準とした引用対象の「古さ」の中間値（"TCT"：Technology Cycle Timeと呼ばれる）の1980年から1992年までの推移を主要5ヶ国について図7に示した。日本の値は他の国と比べると特異といえるほど小さいことがわかる。また、1986年頃から"TCT"の値が減少しており、他の国とは異なる傾向を示している。前述の解釈を採用するならば、日本の技術進展の速度は特に大きく、その上さらに速まる傾向にあると考えられる。

日本、米国、および全世界のそれぞれについて、技術分野別の"TCT"の値を図8に示した。全ての分野にわたって日本の値が最も小さく、したがって全ての分野での技術進展が速いと考えられる。

5．まとめ

本研究で行った分析により、次のことが明らかとなった。第1に、論文引用の分析より、国際間の論文の引用に伴うタイム・ラグが観測された。第2に、特許と科

学文献の間の引用分析より、近年、日本を含む主要国において技術と科学の連関が強まっているものの、日本の特許は世界的に見ると科学との連関が弱いことが明らかとなった。第３に、特許の引用分析により、日本の特許が参照する先行技術は、世界の他の国に比べて新しい技術である傾向が著しく、したがって日本の技術進展が速く、また、さらに加速されていることが明らかとなった。

以上の分析には、citing−year と cited−year の厳密な区別および両者の関係の明確化のような基礎概念の整理が大きく貢献している。また、本研究における「引用回数」についての検討から、この量には様々な属性を付与できることが示唆された。したがって、「引用回数」は、単純なスカラー量や単なる時系列データの組ではなく、多次元データとして扱うべきであることを本研究のひとつの主張としたい。このことは単に技術上の問題でなく、様々な可能性を持つ引用分析に体系的なアプローチをもたらすと考えられ、従来、見落とされていた視点からの分析が期待される。

最後に、科学技術指標の開発という観点から、本研究により新しいタイプの指標の開発の可能性が示されたことを指摘しておきたい。すなわち、従来の科学技術指標は、科学技術活動の規模的な指標であることが多かったが、本研究は、技術－科学連関や技術進展速度の指標のように、速度や関係の強さといった、より動学的な指標を提示している。本研究では、今後、科学技術情報に関する分析を進めていくが、その過程において、科学技術活動についての理解を深めるために極めて有益であるこのような動学的な指標の開発が進むことが期待される。

データ・ソース

[1] Institute for Scientific Information, "National Science Indicators Database",1993, USA.

[2] CHI Research Inc., "International Technology Indicators Database", 1993, USA.

[3] Computer Horizons Inc., "Science Literature Indicators Database", 1989, USA.

図５　主要国のＳＬの推移

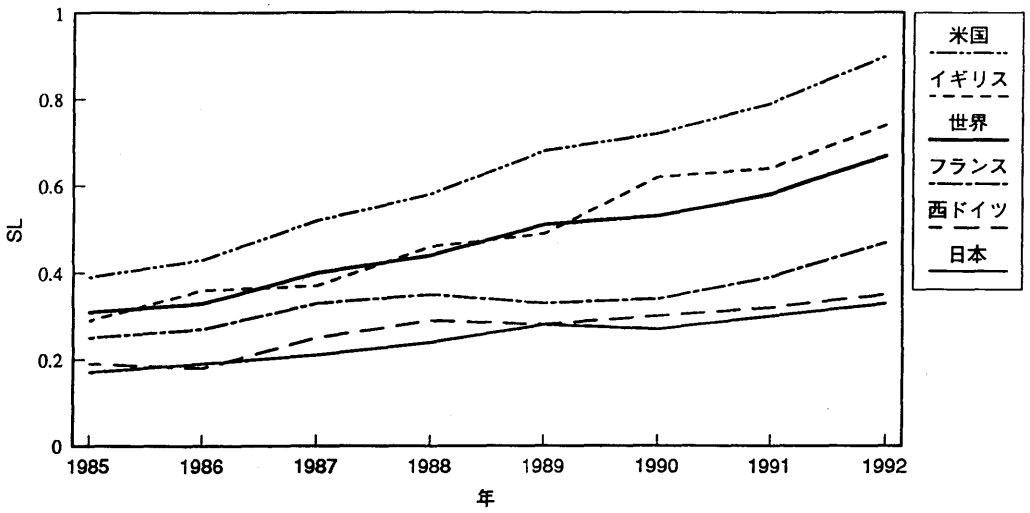


図６　分野別のＳＬ（1985～1992年）

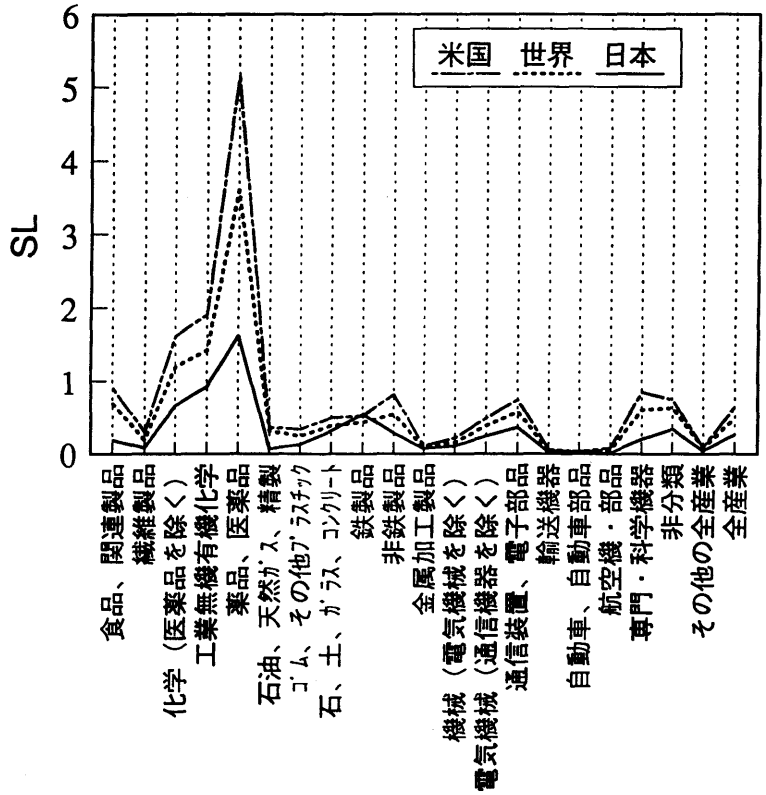


図７　主要国のＴＣＴの推移

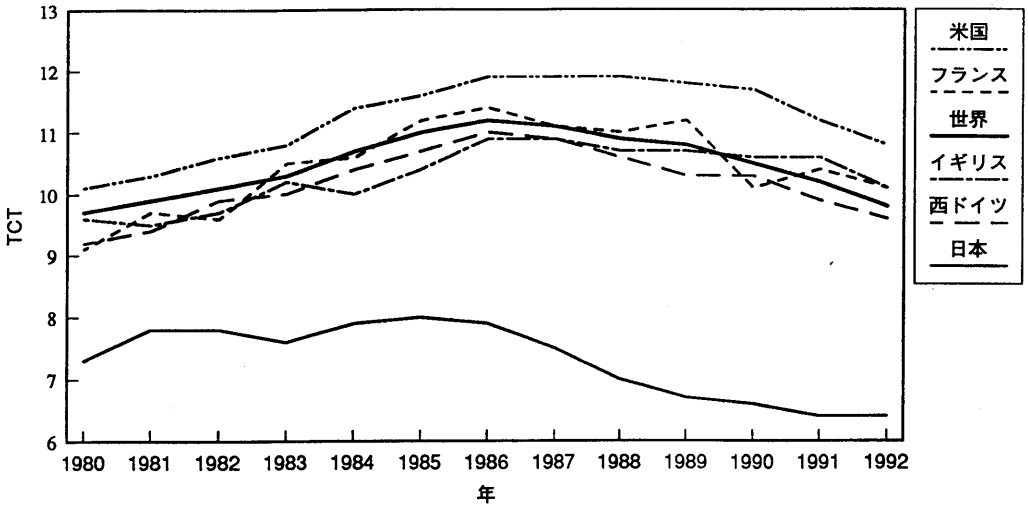
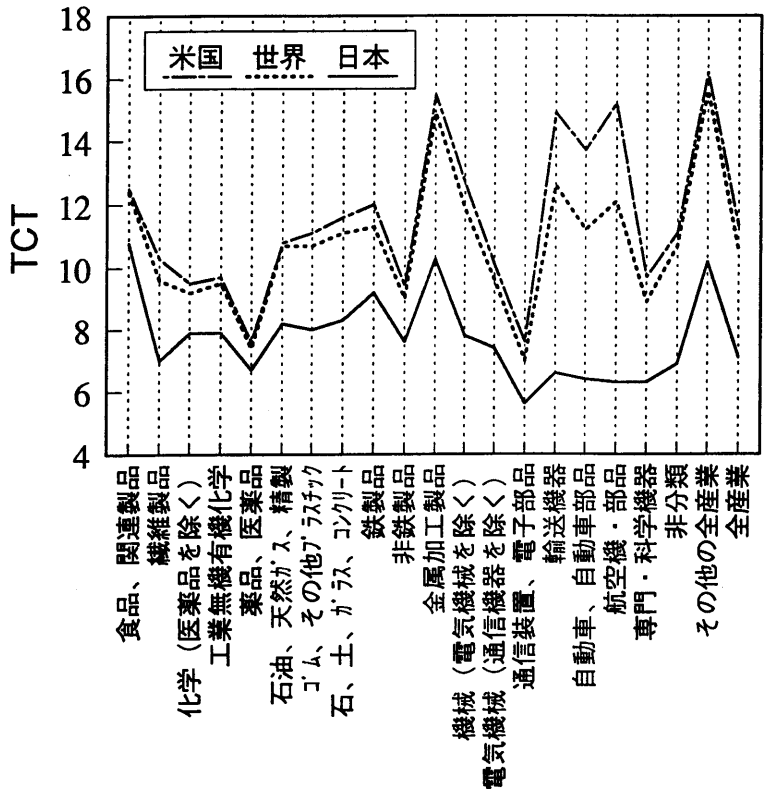



図８　分野別のＴＣＴ（1980～1992年）