

○林 隆之 (東大総合), 藤垣裕子 (科技厅・科学技術政策研)

1. はじめに

現在、日本においても研究評価に文献計量学的手法を取り入れる必要性が認識されはじめている。確かに、科学技術活動のアウトプットの一つである論文や特許の発表数や被引用数を計量することは、研究パフォーマンスを測る上での一つの「客観的な」指標を提示するものである。だがその一方で文献計量学的手法に対しては多くの限界も指摘されている。例えば、データベースの精度や範囲(学問分野、国、言語)の偏り、誤引用や自己引用による水増し、学問分野間での比較の困難さなどである(例えば Kostoff 1994)。特に、学問分野によって一人当たりの論文発表数や被引用数の平均値に差があるという問題は、学問分野の境界設定をいかにして行うのかという問題も伴い、単純に指標を規格化させることは困難である。

では、そのような分野間の違いはなぜ生じるのであろうか。これは決して研究者数や論文の全体数が異なることからの単純な帰結ではない。分野による研究対象の違いやアプローチの仕方、分野成熟度の違いなどから生じる様々な要因が計量される論文に反映されているためと考えられる。すなわち、テキストとしての研究論文は本文や図表、引用文献といった構成物の複合体として存在しており、出版形態や論文の長さなど様々な特徴を有している。そして、各分野の知識生産や知識蓄積の特徴は、このような分野ごとの論文スタイルの違いに強く反映されており、逆に論文スタイルの特徴が各分野における固有の知識生産を可能にするとともに、制限をもしていると考えられるのである。そこで、本研究では論文スタイルの一つの特徴である論文の長さが知識産出や蓄積といかなる関係を持ちうるのかを議論し、自然・人文・社会科学の10分野のジャーナルの比較分析を行う。

2. 論文スタイルと知識産出・蓄積

研究評価では多くの場合において論文は一つの分析単位として捉えられ、その数が計測される。しかし、実際は論文の中には多くの要素が含まれている。通常、論文はタイトル、著者、著者の所属、要旨、本文、参考文献リスト、謝辞から構成されている。その中でも本文は、分野特有の単語を用いた文章、数式、表やグラフや写真などによって示されるデータを含んでいる。さらに文章は、主に自然科学の分野ではイントロ、方法、データ、結果、結論・議論といった要素から構成されている。そして、これらが総合してどの程度の長さになるのかや、どのような出版形態(論文や書籍、書籍の中の一章など)であるのかという要素も存在する(Mullins 1988)。このような論文スタイルは、各分野内部では分野の成長とともに次第に固定されていき、また、多くのジャーナルでは編集者により明確に定められている。例えば生化学のジャーナル *Cell* では論文は Introduction, Results and Discussion, Experimental Procedure, References といった構成のもとに55000文字以内で書くことが定められており、図も7点以内と厳密に決められている。このような論文のスタイルは自然・人文・社会科学によって大きく異なっており、その内部においても分野ごとに異なる。さらには、同一分野内でもジャーナルごとに異なっており、同一ジャーナルでも時とともにスタイルは変化する。例えば、*Physical Review* に掲載されている論文の平均語数は、1900年から1920年までは増加したが、その後1940年まで再び減少していき、1980年にはその倍以上へと増えている

(Bazerman 1984)。

このような複合物としての研究論文は研究者間の最も重要なコミュニケーション手段であり、各研究者は自らの論文が伝達されていくことで各分野の知識体系に貢献していく。そして、研究の価値は既存の知識体系に対する新規性により評価されるために、論文は先行研究との差違がどのように存在するのかを明確で端的に示さなければならない(Fujigaki 1998)。そのために、論文にはそれを可能とするスタイルが求められる。特に論文の長さには焦点をおくと、各分野で論文の長さが短くなることにより先行研究との差違は強調されやすくなると考えられる。論文の長さが短くなるにはいくつかの要因がある。学問分野が成長すると、それまでに蓄積されてきた論文群は、複数の著者らの引用行為により選択され、ある構造を有した体系として描かれるようになる。その中では、研究の焦点が絞られてくるために、多くの議論を必要とせず実験結果を提示するようなコンパクトな研究が生産される(そこでは論文の多くを「結果」のセクションが占めるようになり、図表の形で示されるデータが大きな意味を持つ)。さらには、その分野独自の専門用語も多用されるようになり、論文の引用とあわせて、複雑な概念や知識がこれらシンボルによって端的に示されるようになり、論文は短くなる。このようにして限られた長さの中で論が展開されることで、先行研究との差違はその分野の研究者共同体へは強調されて効率よく伝達されることが可能となり、知識の蓄積の速度は増していくと考えられる。この傾向は分野が成熟段階に入ると再び変化していく。

このような現象は特に自然科学の分野においては顕著なことであろう。だが、他方の人文科学や社会科学に目を移すと、知識の蓄積は小数の一流の学者らによる交渉や多数の研究者のコンセンサスにより発展していくことが多い(Finkenstaedt 1990)。自然現象を対象とし自然に語らしめることにより客観性を確保しようとする自然科学と異なり、人文科学や社会科学では、特定の文脈(例えば国や地域や時代)の中で観察主体との関係において生まれる対象の意味や価値を取り扱うために、それまでに提出された論文は新たな文脈の中で多様に解釈し直すことが可能となる。実際に Cozzenz(1985)の分析によると、社会科学では、同一の論文を異なる仕方(引用された論文の著者の本来の主張とは異なる点に焦点をおいて)引用することが多いという。そのため、上記の場合とは異なり、引用を行う際も既存の論文群を著者の新たな主張を強化するための構造へ再構成し直すのに、議論を伴わなければならない。すなわち、引用文献名や専門用語が単一の概念を示すシンボルとしては機能しないことが多い。このような論文の再構成により、著者は自らが現実世界をいかに認識して課題設定を行い概念化させているかを示し、また、自らが行った課題設定を引用により複数の論文と結びつけることで正当化させ、読者をその課題設定の中へと動員させていく(Callon 1986 参照)。逆に引用される際には、その課題設定は採用されるかもしれないし、全く別の構造の中へと再解釈されていくかもしれないのである。

このような点から最適な論文スタイルは分野ごと(さらには時代ごと)に多様となると予想される。そこで、以下において主に論文の長さや引用行為の関係に注目して分析を行う。これまで論文スタイルの研究は、特定の研究テーマに関する数本の論文についての分析は行われている(例えば Snizek et al. 1991)。だが、本研究では自然、人文、社会科学という分野によって、どれほどの長さの論文が産出されており、その中でいかに引用行為が行われ、いかにして知識産出・蓄積が行われているかを分析する。分析の単位としてはジャーナルを用い、複数のジャーナルの集合のレベルで学問分野を定める。もちろん、このように設定した学問分野の内部でも各ジャーナルごとに分野を区別することはでき、さらに一つのジャーナル内部でも際限なく区分していくことは可能である。だが、論文スタイルに関して最も顕著な違いを観察できるのは複数のジャーナル間での比較分析を行う場合と予想されるため、本研究ではこのレベルでの分析を行う。

3. 論文の長さとのインパクトファクターの関係

3.1 分析の手順

対象としたのは、自然科学分野として物理学および生化学、社会科学分野として経済学および社会学、人文科学分野として心理学である（ただし心理学は自然科学や社会科学に分類されることも多く、実際に後述するデータでは自然科学に近い結果が出ている）。これら5分野は Gibbons et al.(1994)の分類に従えば学問分野の内的論理で研究が行われるモード1の知識生産であるが、さらにこれら5分野に対応するモード2研究として材料科学、バイオテクノロジー、人工知能、経営学、コミュニケーション理論の5分野を挙げる（表1）。厳密に言えば、モード2研究はアプリケーションのコンテクストから問題設計が行われる学問分野を超越した研究様式であり、論文以外の形でも成果が提供されるものであるために、このようにジャーナルにより分野を設定して分析を行うのは困難である。だが、モード1とモード2は排他的な分類ではなく、多くの研究は両者を極とするスペクトル上に存在するものである。そのため、ここで挙げる5分野は、モード1として挙げた5分野よりもモード2の特徴をより強く有した分野として捉えている。

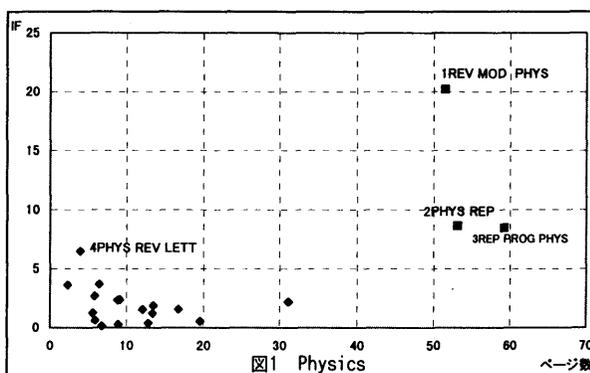
表1 対象分野

| | Mode1 | Mode2 |
|------|--------------|----------------------|
| 自然科学 | Physics | Materials Science |
| | Biochemistry | Biotechnology |
| 人文科学 | Psychology | AI |
| 社会科学 | Economics | Management |
| | Sociology | Communication Theory |

まず、これら各分野に属するジャーナルを Journal Citation Reports(JCR) 1996年版における subject category により求める。JCRには Science editionと Social Science editionが存在するが、心理学分野のように同一の subject category であっても両方の edition で異なるジャーナルが収録されている場合には、その和集合を作成した。次に、各分野のジャーナル群についてインパクトファクター(IF)・ランキングの上位10誌と、11位以下で特殊テーマへの偏りが少なく、英語の論文が掲載されるジャーナルを10誌選択し、計20誌を選んだ（ただし、年間の掲載論文数が10本以下であるものはランキング10位以内でも除去した）。

3.2 平均ページ数とのインパクトファクターの関係

まずは物理学のジャーナルについて、横軸に各ジャーナルに掲載されている論文(Article および Review)の平均ページ数をとり、縦軸にジャーナルのIFを取った図を作成した(図1)。図に示されるように、ジャーナルは2つのグループに明確に分割される。一方はIFが高く、ページ数も多い小数のジャーナル群である。他方は、それよりページ数もIFも低い群であり、ページ数が少ない方がIFが高く、ページ数が増えるにつれIFが低くなるという負の相関関係を見ることができる。このような2群に分かれる傾向は、生化学(図2)および心理学でも同様に見ることができる。この2群の内、前者に分類されているのはレビュージャーナルである。レビュージャーナルは引用している文献数も1論文当たり200前後とその他のジャーナルの10倍程度になっており、制約のない多くのページ数の中で既存の論文を特定の構造へとまとめ上げていることが窺える。この



構造は通常の研究論文が新規な研究をしていく上での土台となるために多く引用され、IF を高めている。他方で、主に研究論文(Article)を掲載するジャーナルでは、論文の長さが短い方が多くのインパクトを生じている。これは、短い長さの論文が知識の新規性（先行研究との差違）を明確に強調することができ、効果的に短時間で伝達されることにより、研究者に新たな知識体系の中の一つとして認識されていったことを示すものと考えられる。だが、このようにページ数により論文の長さを測ることは、各ジャーナルの体裁（冊子のサイズやレイアウト）により1ページ当たりの単語数が異なることから誤差が生じることが当然予想される。そのため、各ジャーナルについて1ページ当たりの単語数を概算して同様に分析を行ったが、この傾向には大きな変化はほとんど生じなかった。

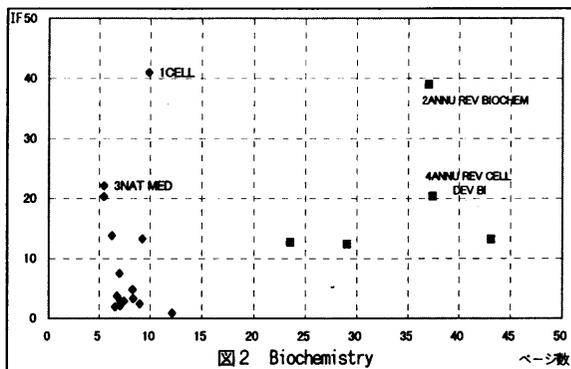


図2 Biochemistry

次に他の分野の特徴を見ると、生化学分野においてはレビュージャーナルを除けば、論文はページ数も少なく、ジャーナルごとの平均ページ数の散らばりも非常に少ない(図2)。すなわち、5~10ページの幅に1つ以外を除いて全てが存在している。これは分野内部でスタイルが定まっていることを示す。そして、IF は他の分野と比べて非常に高い状態となっている(Cell の IF が極めて高いのは掲載論文の20%がレビューであるためという指摘もある)。生化学の IF の高さについては次節で言及する。次の心理学は、日本では文学部に主に設置される学問分野であるが、欧米では自然科学分野に分類されることも多く、実際、心理学ジャーナルの IF 上位18位の中で、JCR の Science edition に収録されているものは10誌存在する。そのため、心理学は物理学と良く似た傾向を示している。他方、社会学と経済学について見ると、自然科学に比べてページ数は大きく、そのばらつきも大きくなっている。そして、IF はかなり低い値となっている。この傾向を簡単に図示すると図3のようになる。

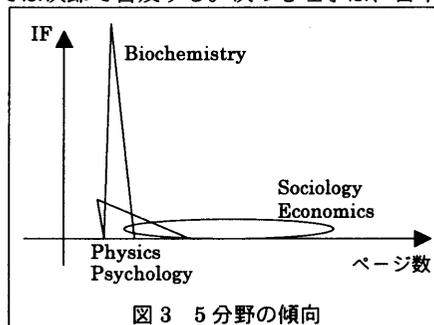


図3 5分野の傾向

3.3 モード2分野の傾向

同様な分析をモード2の特徴を有する5分野についても行うと、どの分野でもページ数はモード1と大きく変わらないが、IF が低くなるという傾向を示す。このような性質は、学問分野の内在価値で研究が進むモード1においては知識蓄積がその目的であるために既存の論文への参照回数が増えるが、モード2では研究課題が学問分野外のアプリケーションのコンテキストから生じ、その成果も論文以外の形式で表現されることが多いことによると思われる。モード2の他の成果については別途分析が必要であろう。

4. 各分野の引用行為の特徴

上記ではページ数と IF の関係から、自然科学の各分野内では長さの短い論文において先行研究との差違が強調されることで、効果的に知識が伝達されていることを示した。だが、指標として用いた IF の値の正当性については様々な議論がなされている。そのため、IF の値を顔面通りに受け取って、先行研究への参照度合いや知識の伝達の仕方の分野ごとの違いを述べることは問題を生じる可能性がある。そこで、

次に分野ごとにいかに引用が行われているかを、論文一本当たりの引用文献数と、被引用文献群の発表年度の違いから見る。この二つの要因は IF の値に大きな差を生むものであり、さらには知識の蓄積についても重要な指標である。すなわち、前者は、分野によって新規の知識を提出するためにどれだけの先行研究を提示して差違を強調させているかを示す。後者は、引用される文献群は、年代の古い文献から新しい文献までが再構成されることによって差違が強調される状態にあるのか、それとも古い文献は暗黙の基盤や陳腐化した研究として存在しているために引用されず、近年の文献のみが差違を強調するために構造化される状態にあるのかを示す。通常は、人文科学や社会科学では引用文献数が多く、古典とされる文献が存在するためにその発表年も古いものが多くなると予想される。そこで実際に両方の値について調べてみる。

4.1 一論文当たりの引用数

まず、引用文献数については実際は生化学の分野においても人文・社会科学と相違がない程度に多くの引用がなされている(表2)。これを、論文の長さと同合わせて考えれば、生化学分野は1ページ当たりの引用文献数がかなり多くなる。先述のように、人文科学や社会科学では注釈や議論を付加して引用することで先行文献を再構成していくのに対し、生化学では議論を伴わずに物質や実験方法に関する多くの引用を行うことで、自己の行った実験の結果が先行研究とどのように異なり、既存の知識構造の中でどこに位置するかを端的に示すことが可能となる。このような中で知識伝

表2 分野ごとの引用文献数の違い

| | 分野 | 頁数 (A) | 引用文献数(B) | (B/A) |
|--------|-------------------|--------|----------|-------|
| Mode 1 | Physics | 11.9 | 24.1 | 2.0 |
| | Biochemistry | 8.2 | 35.2 | 4.3 |
| | Psychology | 11.4 | 35.4 | 3.1 |
| | Economics | 21.1 | 28.2 | 1.3 |
| | Sociology | 20.7 | 43.3 | 2.1 |
| Mode 2 | Materials Science | 8.4 | 21.6 | 2.6 |
| | Biotechnology | 7.7 | 27.4 | 3.6 |
| | AI | 16.0 | 24.4 | 1.5 |
| | Management | 17.0 | 38.9 | 1.3 |
| | Communication | 17.6 | 34.3 | 2.0 |

達の効率は増し、先行研究との小規模な差違を明確に提示する多くの論文が産出される。また、モード2研究についてみると、モード1より引用文献数が少なくなる傾向がある。これは先述のように、研究者共同体以外との交流を行うために論文やその蓄積への参照度が低くなるためと考えられ、このために前節で示したように IF もモード1より低くなっていると思われる。

4.2 被引用文献の更新の度合い

次に被引用文献の発表年については、モード1の5分野について IF の高いジャーナルを2つ選択し発表年ごとの分布を累積割合(%)で示している(図4)。なお比較のためにモード2からもバイオテクノロジーのみ示している。結果を見ると、バイオテクノロジーや生化学分野は引用される年代が非常に若く、心理学の一つのジャーナルが最も更新速度が遅いことが分かる。だが、他の分野はジャーナルによって異なるために、分野ごとの明確な差を見いだすことはできない。また、各分野

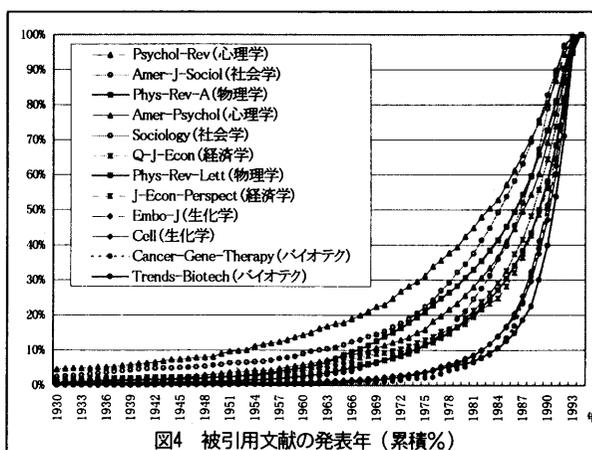


図4 被引用文献の発表年(累積%)

で引用された回数が多い文献（上位30位）を見ると、社会学や心理学ではその半数が論文ではなく書籍の形で出版されたものであるのに対し、生化学ではそれは4～5冊程度である。これらから各分野においては、蓄積された知識への参照の度合いや、重要な知識を伝達する出版形態そのものにも違いがあることが窺える。また、IFの値に対しては、生化学では一論文当たりの引用数と引用の更新速度がともにIFを押し上げる効果を有していることが示唆される。

5. おわりに

本研究では、知識産出や蓄積と論文スタイルの関係について、論文の長さや引用行為に焦点をおいて分析を行った。自然科学分野では論文の長さが短いジャーナルは研究結果の新規性が効果的に伝達されるためにIFが高くなり、また引用の更新速度も速く、多くの引用を行うために、さらに構造化された知識体系の中で容易に課題を設定し先行研究との差を強調することが可能となる。一方の社会科学分野では、引用や課題設定にも多くの議論が必要となり、知識の流布の形態も異なることがうかがえる。このような論文スタイルと知識産出の関係は相互に影響を及ぼしあうものであり、時とともに共変化していくものと考えられるであろう。そのため、今後は長期的に見ていかに論文スタイルが変化しているかを分析することや、論文の長さ以外の特徴についての分析もさらに必要となるであろう。そして、研究評価においても、このような認知面とテキスト面の特徴に沿った分析が求められる。すなわち、分野によっては、短期的ではない被引用度数の測定が必要であったり、引用している文献がどれほど広範囲のものであるか、あるいは（特にmode2では）研究論文以外のメディアとの情報交流をどれほど行って課題設定を行っているかなどの多様な指標が必要とされるであろう。

謝辞

本研究は、EU第12総局第4次フレームワークプログラムから研究助成を受けて発足した、欧州6ヶ国の大学メンバーからなる「科学技術情報の自己組織化(SOEIS)」プロジェクトのシスタープロジェクトである日本のSOJISプロジェクトの一環として行った。多くのコメントを提供してくれた両プロジェクトのメンバーに心より感謝したい。

参考文献

- Bazerman, C., "Modern Evolution of the Experimental Report in Physics: Spectroscopic Articles in Physical Review, 1893-1980", *Social Studies of Science*, Vol.14(1984), pp.163-196
- Callon, M., J. Law and A. Rip, *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, Macmillan Press, 1986
- Cozzenz, S. E., "Comparing the Sciences: Citation Context Analysis of Papers from Neuropharmacology and the Sociology of Science", *Social Studies of Science*, Vol.15(1985), pp.127-153
- Finkenstaedt, T., "Measuring Research Performance in the Humanities", *Scientometrics*, Vol.19(1990), pp.409-417
- Fujigaki, Y., "Filling the gap between the Discussion on Science and Scientist's Everyday's Activity: Applying the Autopoiesis System Theory to Scientific Knowledge", *Social Science Information*, Vol.37(1998), No.1, pp.5-22.
- Gibbons, M. et al., *The New Production of Knowledge*, SAGE Publisher, 1994 (小林信一監訳『現代社会と知の創造』丸善、1997年)
- Kostoff, R.N., "Federal Research Impact Assessment: State-of-the-Art", *Journal of American Society for Information Sciences*, Vol.45(1994), No.6, pp.428-440.
- Mullins, N., W.Snizek and K.Oehler, "The Structural Analysis of a Scientific Paper" in A.F.J. van Raan (ed.), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Elsevier, 1988
- Price, D.J.S., *Little Science, Big Science... and Beyond*, Columbia University Press, 1986
- Snizek, W., K.Oehler and N. Mullins, "Textual and Nontextual Characteristics of Scientific Papers: Neglected Science Indicators", *Scientometrics*, Vol.20(1991), pp.25-35