

研究論文

引用傾向の経年変化とその雑誌インパクトファクターへの影響

The temporal change of citation practice and its influence on the Journal Impact Factor.

児玉 潤^{1*}, 小野寺 夏生²

Tadashi KODAMA^{1*}, Natsuo ONODERA

1 東邦大学

Medical Media Center, Toho University

〒143-8540 東京都大田区大森西5-21-16

E-mail: kodamat@mnc.toho-u.ac.jp

2 筑波大学

University of Tsukuba

〒305-8550 茨城県つくば市春日1-2

E-mail: nt.onodera@y5.dion.ne.jp

*連絡先著者 Corresponding Author

引用傾向(論文あたり参考文献数や引用年齢分布)の経年変化及びそれが自然科学分野の雑誌インパクトファクター(JIF)に及ぼす影響について分析した。対象をJCR2001~2009に継続して掲載されている4463誌に限定し、雑誌の入れ替わりの影響を除いた。自然科学分野全体では、論文あたり全参考文献数は増加していたが、JIFの算出対象となる前2年参考文献数の増加は微少で、引用年齢が高い参考文献が増加していた。JIFの変化は、前2年参考文献数と論文成長率の両方の変化の影響を受けているが、後者の影響がより強い。分野別にみると、論文あたり全参考文献数は全分野で増加したが、前2年参考文献数は分野によって増減がみられた。分野間のJIF変化率の違いに最も強く影響を与える要因は論文あたり前2年参考文献数変化率、次いで論文成長率変化率であり、分野間引用の影響は小さかった。

This paper analyzes the temporal change in the number of references per paper and the citation age distribution, and their influence on the macroscopic Journal Impact Factor (JIF) in natural science field and its subfields. The target is limited to 4463 journals that are continuously indexed by Journal Citation Reports from 2001 to 2009, in order to eliminate the influence of journal replacement. In the whole natural science field, all-aged references per paper continuously increase, but the increase in 1- and 2-aged references per paper is slight, meaning that older-aged references mainly contribute to the

increase in references per paper. The change in JIF in the natural science field was affected by both 1- and 2-aged references per paper and the paper-growth rate, stronger by the latter. All-aged references per paper increase in the every subfield, but 1- and 2-aged references per paper increase in some subfields and decrease in others. The difference in the changing rate of JIF among subfields is affected the most strongly by the changing rate of 1- and 2-aged references per paper, next by the changing rate of paper-growth rate. The proportion of inter-subfield citations dose not have a significant effect.

引用傾向, 参考文献数, インパクトファクター, 分野, 論文成長率

Citation practice, Number of references, Journal Impact Factor, Category, Article growth rate

1 背景と目的

1.1 雑誌インパクトファクターを巡る議論

雑誌の評価や選定のための代表的な引用評価指標として、雑誌インパクトファクター(Journal Impact Factor; JIF)がある。ある雑誌のある年における JIF は、その雑誌に前 2 年間に発表された論文が、その年に得た平均被引用数 (Web of Science ; WoS の収録誌(ソース誌)による引用に限る) である。JIF は、論文あたりの平均被引用数という分かりやすさから、雑誌評価指標の中でもっともメジャーなもののひとつといえるが、これまで様々な議論が繰り広げられてきた。

近年のこれらの議論についてまとめたものとして、2012 年の *Scientometrics* 誌での特集[1]が挙げられる。この特集では、まず Vanclay[2]が、これまでに指摘されている JIF の問題点を、「雑誌の質を表す指標としての問題」、「値の厳密性、信頼性に関する問題」、「規格化の問題」、「引用期間の長さに関する問題」、「被引用数分布と統計上の問題」、「情報源となるデータベースの問題」、「意図しない結果から生じる問題」という 7 つの論点にまとめ

たうえ、主に値の厳密性、信頼性に関する問題について、かなり批判的な立場で論じている。他の研究者も、Vanclay がまとめた論点に関連して、JIF で議論となる問題点の指摘をしている。JIF にバイアスをもたらす要素として、Bornmann & Marx[3]は、同内容の論文の重複発表の存在、Gonzalez-Alcaide ら[4]は、非英語圏の研究者と雑誌の不利な点、Mutz & Daniel[5]は、雑誌の質に関係のない要因(ドキュメントタイプによる引用傾向(論文あたり参考文献数や引用年齢分布)の違いなど)を取り上げて議論している。

JIF の改善、補正、代替に関しても指摘がある。JIF ではすべての引用を対等に扱うが、引用の重みには差があるという考え方もある。Balaban[6]は、引用誌の JIF に比例した重み付けよりもそれに反比例した重み付けの方が意味があるとしている。自己引用の多さは、JIF 操作につながることも考えられるが、Hartley[7]は、引用はその論文で行う研究の反証であることが多いが、自己引用はむしろその研究を補足するものが多く、その点で意義があると主張している。JIF は引用期間を前 2 年としているが、その妥当性もしばしば議論になる。Ingwersen[8]は、共時的引

用指標である JIF よりも通時的指標の方が好ましいとして、出版期間(Publication window)を 1 年、引用期間(Citation window)を 3 年とすると通時的 JIF(Diachronic JIF; DJIF)を提案した。

引用傾向は分野ごとに異なるので、引用を使った指標である JIF は、分野を超えた比較には適さない。Zitt[9], Leydesdorff[10], Mutz & Daniel[5]は、分野間の比較を可能とするための方法について提案している。この問題については 1.2 で述べる。

この特集では、一方において JIF を評価する意見もある。JIF はレビュー誌の影響を受けやすいが、Bensman[11]は、「レビュー誌を重視している」として、むしろ評価している。その他、「JIF は発展し続け、新しい手法も採り入れている。将来ランク規格化も考えられる」(Pudovkin & Garfield[12]), 「短期の引用ウィンドウからのインパクトはその後のインパクトをよく予測する」(van Leeuwen[13]), 「分野における雑誌の相対的寄与をよく表す指標である。歪対称(skew)な分布の平均値をとることは高被引用論文の影響を強く受けることを意味するが、それは雑誌の最も重要な部分の情報を表すものである」(Vinkler[14])などの意見もある。Moedら[15]は、「正確に計算され注意深い方法で使われれば、雑誌評価のための適切なツール」と評しており、この言葉は、まさに JIF 本来のあるべき姿を示しているといえる。

1.2 JIF の分野間格差の問題

このように JIF は様々の面から議論されているが、JIF が異なる分野の雑誌を比

較できない、いわゆる分野間格差については、多くの議論がなされ、JIF に内在する要素によって生じる分野間格差を縮小ないし解消することで分野間比較を可能とする指標は種々提案されている。以下にその代表的なものを挙げる。

(1) 5 年間 JIF (JIF-5 ; 区別する場合、従来の JIF を JIF-2 という)

上述のように、JIF-2 が短期間の指標で、分野によっては論文が生涯に得る引用のごく一部しか対象にしないという批判に応え、2007 年から JCR に導入された。また、同時期に JCR に導入された Eigenfactor (引用した雑誌の重みを考慮した指標) も前 5 年の引用を対象としている。しかし、JIF-5 の分野間格差は JIF-2 とあまり変わらない。Leydesdorff ら [16]によると、JCR 2010 における JIF-2 と JIF-5 の Spearman 順位相関係数は 0.972 と極めて高い。また、11 の分野間での比較の結果、JIF-2 と JIF-5 はともに有意な分野間差があり、その程度はほぼ同じであった。また、Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[17]は JCR 2011 を用いて、8 つの JCR 主題カテゴリー間で JIF-2 と JIF-5 (及び後述する 2M-JIF) の分散を比較したが、JIF-5 の分野間格差の JIF-2 からの縮小は僅かであった(分野間分散/分野内分散比は、JIF-2 が 0.221 に対し JIF-5 は 0.208)。

(2) 最大 2 年間インパクトファクター (2M-JIF)

Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[17]は、引用元論文の出版年期間は JIF と同じ 2 年だが、直前の 2 年ではなく、引用 window をずらしながら最大値となる 2 年間をとる 2M-JIF を提案している。この方法では、

上記の分野間分散/分野内分散比は 0.199 となった。

(3) 分野分類を用いた規格化指標

分類規格化とは、雑誌を分野に分類し、分野内の雑誌の相対的な位置や値によって規格化を行うものである。各雑誌の指標は分野内での相対値になるので、ほぼ完全に分野間の均衡が図られる。Schubert & Braun は、この種の規格化の方法をいくつかに大別した[18]。その主なものには、標準値に対する単純比(Schubert & Braun[18], Egghe & Rousseau[19], Radicchi ら [20] , Dorta-González & Dorta-González[21], Crespo ら[22], Owlia ら[23]), 規格化した偏差(Ramírez ら[24]), パーセンタイルランク(Bornmann ら[25], Bornmann & Mutz[26], Leydesdorff & Bornmann[27])がある。

(4) ソース規格化指標

ソース規格化とは、対象雑誌の引用インパクト指標を、その雑誌を引用した論文の参考文献数を用いて規格化するものである。すなわち、論文あたり参考文献数が多い分野の雑誌は、論文あたり参考文献数が少ない分野の雑誌より、頻繁に引用されることが期待され得るという考えに基づいて、引用傾向における参考文献数の違いを調整するものである[28]。代表的な例としては、Zitt & Small が提案した Audience Factor(AF) [29], Leydesdorff らによる論文の分数計数による規格化[30], [31], Moed[32], Waltman ら[33]により提案され Scopus 収録誌の雑誌インパクト指標に使われている Source Normalized Impact per Paper(SNIP)などが挙げられる。また児玉 & 小野寺は、Source-Corrected JIF(SCJIF)を提案した

[34]。これは引用元雑誌の論文平均参考文献数を用いる点で AF と同じである。しかし AF は引用元雑誌参考文献数の調和平均で JIF を規格化しているため、参考文献数が少ない引用元雑誌の寄与が過大評価されるケースがある。そこで SCJIF は、加重調和平均を使い、参考文献数が少ない引用元雑誌の過大な寄与を回避している。

1.3 JIF の経年変化の問題

このように JIF の分野間格差については、多くの議論や提案なされているが、JIF の経年変化に参考文献数の変化が及ぼす影響について論じられているものはこれに比べると少ない。

そもそも JIF の経年変化は、その雑誌自身の影響力だけによるものではなく、引用元雑誌の引用傾向の経年変化の影響を受ける。したがって、ある雑誌の JIF の経年変化を論ずるためには、雑誌集合全体、あるいはその雑誌が属する分野の引用傾向の変化（直接には、論文あたりの前2年参考文献数の変化）の影響を取り除く必要がある。

参考文献数は、近年、全体的に増加傾向にある。Journal Citation Reports Science Edition (JCR) 2001～2009に収録されている全ソース誌の論文あたり参考文献数は、この期間毎年増加し続けており、2009 年は 2001 年に比べ 17%増えている。

参考文献数の増加について、実際の論文サンプルを用いて調査したいくつかの報告がある。Adair & Vohra[35]は、心理学分野の雑誌における論文あたりの参考文献数の増加について調査し、増加の理由として 20 年以上も前に出版された論文の引用が増え続けていることを報告した。Persson ら[36]

は、論文あたりの参考文献数が増えたことに着目して、その理由が共同研究の増大にあることを明らかにするため、1980-2000年の Science Citation Index 収録論文 (article と note) を対象に調査を行った。この中で1998年の参考文献数総計は1980年に比べ96%も成長したことを示した。Girard & Davoust[37]は、Astronomy and Astrophysicsの参考文献数を1975-1995年にかけて5年ごとに数えた。letter と research note, supplement series は対象外としたが、それ以外の論文における論文あたりの参考文献数は約60%増加した。その増加要因は論文数の増加、論文あたり参考文献数の増加であった。Lipetz[38]は、Journal of the American Society for Information Science and Technology の論文あたりの参考文献数は1955-1995年の間に約3.6倍に増えたことを明らかにした。Biglu[39]は、自然科学分野の雑誌を使って、自誌引用とそれらの JIF への影響を調査した。その過程で、1970-2005 年にかけて 5 年ごとに Science Citation Index から無作為に 1 万論文を抽出してその参考文献数をカウントし、論文あたりの参考文献数は平均で4.12倍増加していることを示した。

しかし、上述のように、JIF の経年変化に直接影響を及ぼすのは、全参考文献数ではなく前2年の参考文献数の変化である。参考文献数は、どの引用年齢においても同じ比率で増加しているのではない。上記と同じ JCR 2001～2009 収録の全ソース誌のデータでは、JIF の算出対象となる前2年参考文献数が全参考文献数に占める割合は、2001年には16.4%を占めたが、その後減少傾向を示し、2009年には15.6%である。このことは、前2年以外の引用年齢の参考文

献の増加率が高いことを意味している。

前2年の参考文献数の変化が JIF の変化の要因であることを示した研究がいくつかある。Neff & Olden[40]は、1998～2007年のエコロジー分野70誌を対象に、参考文献数の増加率、JIF 算出対象となる前2年の参考文献数の割合を使って、JIF の増加率を推計した。彼らが計算した JIF インフレーション率 (参考文献数の全体的増加によりもたらされる JIF の上昇率) と実際の JIF の増加率とは近いことから、参考文献数の増加が JIF 増加の主要な要因であることを示した。Caramoy ら[41]は、眼科学及びその他の分野の Aggregate Impact Factor(AIF ; カテゴリーごとに算出された JIF の加重平均) の 2003-2011 年における経年変化と、前2年参考文献数の全体的増加によりもたらされる AIF インフレーション率を調べた。AIF は雑誌が急激に増えた 2010 年を除いて増加しており、そこには前2年参考文献数増加の影響がみられた。参考文献数増加の要因は、自己引用、オープンアクセス誌増加による論文アクセス環境の向上、研究マーケットの拡大などがあり、必ずしも科学論文生産性が反映されたとはいえないとしている。

Althouse ら[42]は、JIF の経年変化や分野間変動をもたらす要因を分析するため、それを次の4つの構成要素に分解した。

α : 論文の成長率

c : 論文あたり参考文献数

p : 参考文献中 JIF の対象となる前2年の期間への参考文献の割合

v : 前2年参考文献中 WoS 収録誌への参考文献の割合

1994-2004 年の JCR から、この期間における全分野の平均 JIF の変化を調査し

た結果、平均 JIF の変化に最も寄与しているのは c (1 論文あたり参考文献数) で、他の 3 要素の影響は小さいことを示した。なお、分野間の JIF の変動と最も相関が高い要素は v 、次いで c と p で、 a はほとんど無相関という結果を得た。

一方、Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[21]は、JIF の構成要素を次の 5 つの要素に分解した。

a : 論文の成長率

r : 論文あたり参考文献数

p : 参考文献中 WoS 収録誌への参考文献の割合

w : WoS 収録誌への参考文献中 JIF の対象となる前 2 年の期間への参考文献の割合

b : 前 2 年の期間における被引用文献数/引用文献 (参考文献) 数比

ただし彼らは、これを分野間変動の分析に用いており、経年変化については触れていない (分野間の JIF の変動とは b , p , r の順に相関が高く、 a と w との相関は低かったことを報告している)。

1.4 本研究の目的

以上のように、Neff & Olden[40], Caramoy ら[41], Althouse ら[42]は、全体的な JIF 増加の要因として、参考文献数の増加があることを示した。参考文献数の増加の原因には、論文あたり参考文献数の増加、雑誌あたりの論文増による増加、ソース誌増加による増加が考えられるが、Neff & Olden と Caramoy らはその区別をしておらず、Althouse らは、雑誌あたりの論文増による増加とソース誌増加による増加の区別をしていない。JIF 算出対象のソース誌には、毎年、増減があるが、その数は、年々増加

傾向にある。ソース誌が増えれば、参考文献数も増え、それが JIF 増加に貢献するのは当然といえる。むしろソース誌の変化を受けない状態で、JIF の経年変化と参考文献数の影響をみなければ、適切な要因を判断できない。

そこで、本稿では、ソース誌を固定させた状態で、論文あたり参考文献数や引用年分布の全体的経年変化について分析し、それが JIF に及ぼす影響についての検証を試みる。それによって、JIF の増加に強い影響を及ぼしているのは論文あたり参考文献数の変化であって論文成長率の変化ではないという Althouse らの結論を再検討する。

また、JIF の変化の程度とそれらの変化への影響要因に関する分野による相違についても検討する。分野における影響要因には、論文あたり参考文献数や論文成長率のほか、分野間の引用が関係するはずであり、これも考慮に入れる。JIF の変化をもたらす要因についての分野間比較は、これまで行われていない (Althouse ら [42] や Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[21]の研究で調べられているのは、単年の JIF の分野間変動の要因である)。

2 方法と対象

JIF の全体的傾向の変化に影響を与える要因として、次の 3 つが考えられる。

(a) ソース誌の入れ替わり

(b) 1 雑誌あたりの論文数の変化

(c) 論文あたり前 2 年参考文献数の変化

特定の分野について考える場合は、この他に次の要因が加わる。

(d) 引用のうち他分野から引用される割合（他分野被引用率）の変化

本研究では、このうち(c)に注目する。このため、以下に述べる方法で(a)の影響を除く。(b)と(d)についてはその影響を除かずに分析を行った後、考察の章でその影響を検討する。

上述の(a)～(d)を、Althouse ら[42]の 4 つの要素、及び Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[21]の 5 つの要素(1.3 参照)と比較すると次のようになる。Althouse らの α と Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez の a は、筆者らの(a)と(b)を合わせたものである。筆者らは以下に述べる方法で(a)の要素を除いている。(a)の要素を除くことにより、Althouse らの ν と Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez の p の影響も除かれる。筆者らは、Althouse らの c と p , Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez の r と w を(c)にまとめ、参考文献中前 2 年の期間のものの割合に

ついては別途分析を行った。

Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez の b と筆者らの(d)は対応しているが、Althouse らはこの影響を考慮していない。

JCR では毎年、ソース誌の見直しが行われる。この時、新規に収録する雑誌、収録を中止する雑誌などが検討されるが、結果的には、ソース誌は毎年増加している(図 1 参照)。このソース誌の増加は、それ以前からあるソース誌にとっては被引用数の増加を意味し、そのため JIF の増加につながると考えられる。

本研究で明らかにしたいことは、引用傾向の変化が JIF へ及ぼす影響である。したがって、ソース誌の増加が JIF へ及ぼす影響を排除するため、固定したソース誌を調査対象とする。それらのソース誌をここでは継続ソース誌と呼ぶことにする。

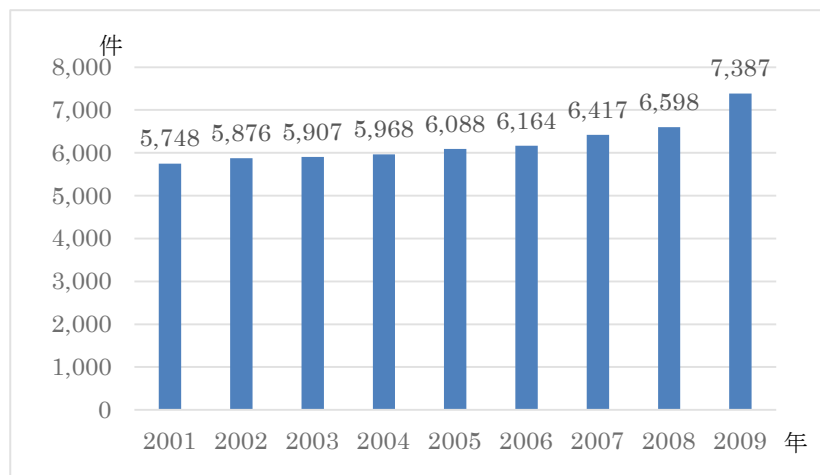


図 1 ソース誌数の変遷

(1)継続ソース誌の定義

継続ソース誌は、一定期間 JCR に継続的に採録されるソース誌とする。具体的

には、各年において、誌名(JCR で使われている雑誌略称)に変化がなく、当年論文数が各年 1 以上の雑誌である。但し、以

下に述べるように、この調査では主に JCR の Citing Journal Data を使用するため、この条件に当てはまっても Citing Journal Data にデータがない雑誌(ごく少数)は調査できない。したがってここでは、JCR の雑誌略称に変化がなく、当年論文数が各年 1 以上の雑誌のうち、これらを除いたものを継続ソース誌と定義する。

(2)参考文献

参考文献の計数では、引用元雑誌や被引用雑誌を分類したり、引用年齢を確認したりすることもあるので、JCR の Citing Journal Data のデータを用いる。Citing Journal Data の引用元雑誌(Citing Journal)はソース誌、被引用雑誌(Cited Journal)はソース誌と非ソース誌で構成されている。本調査では、引用元雑誌、被引用雑誌のどちらも継続ソース誌のものを継続ソース誌の参考文献とする。したがって引用元雑誌が非継続ソース誌のもの、また引用元雑誌が継続ソース誌であっても被引用雑誌が非継続ソース誌または非ソース誌のものは対象外となる。また JCR では、引用元雑誌あたりの被引用雑誌数が 25 を超えた場合、被引用数が 2 以下の雑誌はその他(all others)としてまとめるという規則がある。その他の中に、継続ソース誌が含まれる場合も考えられるが、それらはここでは対象外とする。

(3)対象データ

本調査では、調査対象期間を 2001 年から 2009 年とした。このため、JCR2001 年から 2009 年を用い、(1)の定義に従い、2001 年から 2009 年にかけて同一略称で各年の論文数が 1 以上、かつ Citing Journal Data にデータがある雑誌を継続ソース誌とする。その結果、継続ソース誌は 4463

誌となった。この 4463 誌は、主要な雑誌、各分野を代表する雑誌を網羅していると考えられる。全ソース誌における継続ソース誌カバー率は、JCR2001 で 82%、JCR2009 で 60%であった。JCR2009 のカバー率は低くなったが、これは 2009 年のソース誌に Supplement などカウントされるようになり、ソース誌数が前年に比べ大きく増加したためである。当年論文数カバー率をみると、JCR2001 で 89%、JCR2009 で 77%あり、カバー範囲は広がる。

一方、全参考文献数における継続ソース誌参考文献数カバー率は、JCR2001 で 62%、JCR2009 で 55%となった。当年論文数カバー率に比べると低いが、参考文献には非ソース誌も含まれており、今回は非継続ソース誌も対象外となるため、カバー率がこの程度下がっても当然である。

(4)継続ソース誌の分野分類

JCR カテゴリーは 170 以上もあって本研究の分析には細かすぎる。また、ひとつの雑誌に複数の JCR カテゴリーが与えられている場合があり、分析がやりにくい。そこでトムソンロイターが定めるもうひとつの分野分類である Essential Scientific Indicators(ESI)のカテゴリーを用いることとする。ESI カテゴリーは分野数が適切で、1 雑誌に 1 カテゴリーのみが与えられる。

分野については、2012 年版の ESI カテゴリー(22 分野)を用い、タイトル、略称、ISSN を用いて雑誌と照合した。照合できない雑誌が若干あったが、それらについては、照合できた雑誌から JCR カテゴリーと ESI カテゴリーとの対応表を作成し、

それにしたがって ESI カテゴリーを付与した。

本調査ではまず、継続ソース誌全体の論文あたり参考文献数、引用年齢の推移を示す。続いて、分野ごとの論文あたり参考文献数、引用年齢の推移を示す。

3 結果

3.1 継続ソース誌全体の傾向

3.1.1 継続ソース誌における論文あたり参考文献数の推移

図 2 は継続ソース誌における論文あたり参考文献数を示したものである。論文あたり全参考文献数は 2001 年から 2009 年の間、毎年平均 2.2%の割合で増加していた。2009 年は 2001 年に比べ 19.1%増えており、全ソース誌の増加率(17%)より増加率は高かった。一方、JIF の算出対象となる前 2 年の参考文献数の 2001 年と 2009 年を比べた増加率は 3.3%で、ほぼ変化はないといってよい状態である。したがって、論文あたり参考文献数は前 2 年以外の引用年齢で増加していることが分かる。

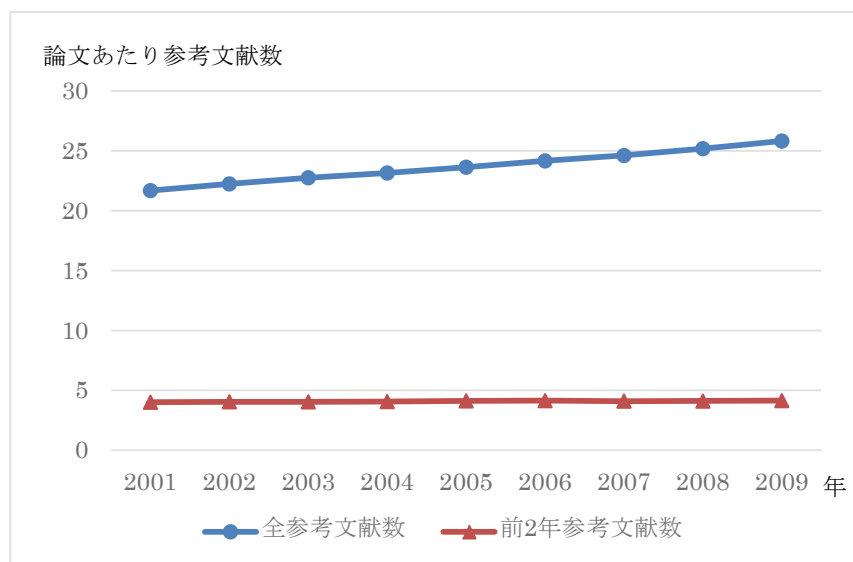


図 2 継続ソース誌における論文あたり参考文献数

このことを確かめるために、2001 年と 2009 年の論文あたり参考文献数を、引用年齢別に比較した。図 3 は、各引用年齢における 2009 年と 2001 年の論文あたり参考文献数の比を示したものである。すべての年齢で増加を示した(2009/2001 年比>1)が、増加傾向は年齢ごとに違った。平均増加率 19.1%より増加率が上回った(2009/2001 年比>1.191)のは引用年齢が 7

年以上と当年(引用年齢 0 年)だった。一方、引用年齢 1 年から 6 年の増加率は平均を下回った。とくに引用年齢 2 年はほとんど増えていない。このことから、参考文献数の増加には引用年齢が高いものが主に寄与しているといえる。引用年齢 0 年の増加率が比較的高いのは、この期間に電子ジャーナルの早期公開が進んだためと考えられる。

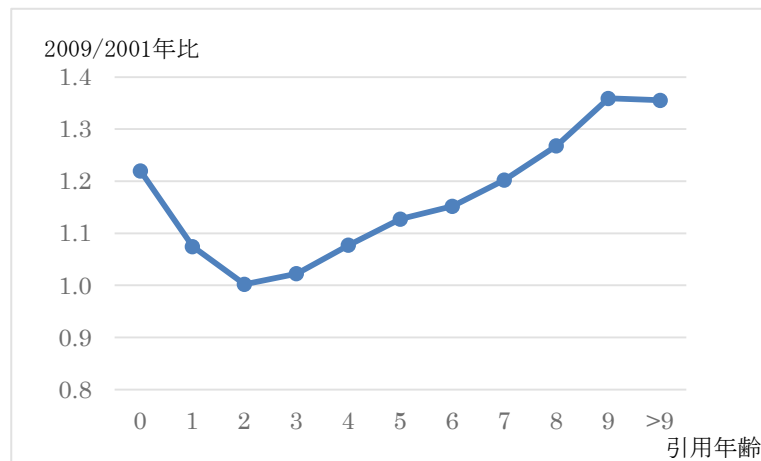


図3 継続ソース誌における引用年齢別参考文献数の2009年/2001年比

3.1.2 継続ソース誌だけで算出したJIFの推移

本研究の目的は、引用傾向の変化が、JIFに及ぼす影響をみることである。そこで、次にJIFの2001年から2009年の推移を確認する。

ここで算出しようとするJIFは、被引用数が引用元雑誌、被引用雑誌とも継続ソース誌だけで算出されたものである。したがってトムソンロイターが提供するJIFと比べると、継続ソース誌以外のソース誌(非継続ソース誌)からの引用が含まれていないため、小さくなる。しかし2.(4)で述べたように、継続ソース誌の論文カバー率は77～89%になるので、継続ソース誌だけで算出されたJIFは、実際のJIFの大部分を占めると考えられる。

継続ソース誌のJIFは、継続ソース誌全体の前2年被引用文献数(継続ソース誌からの引用のみ)を前2年論文数で割った値であるが、この前2年被引用文献

数は、継続ソース誌から継続ソース誌への前2年参考文献数に等しい。これは、Citing Journal Dataから抽出した継続ソース誌の参考文献を集計することにより得られる。前2年論文数は、Source Dataに収録されている数値を援用した。

表1は、継続ソース誌の参考文献から算出したJIFである。2001年に対する2009年のJIF増加率は4.5%であった。但し、増加したのは2001年から2006年までで、2007年から2009年にかけては減少した。このJIFの変化と、図2に示した論文あたり前2年参考文献数の変化(どちらも継続ソース誌のみから計算)を比較するために、それぞれの2001年の値を1としたときの変化を図4に示す。JIFの変化は論文あたり前2年参考文献数の変化の影響を受けるはずであるが、図4から判るように両者の推移のパターンはやや異なる。これについては4.1で検討する。

表1 継続ソース誌の参考文献から算出したJIF

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009/2001年比
JIF	2.00	2.01	2.06	2.12	2.15	2.16	2.13	2.10	2.09	1.045

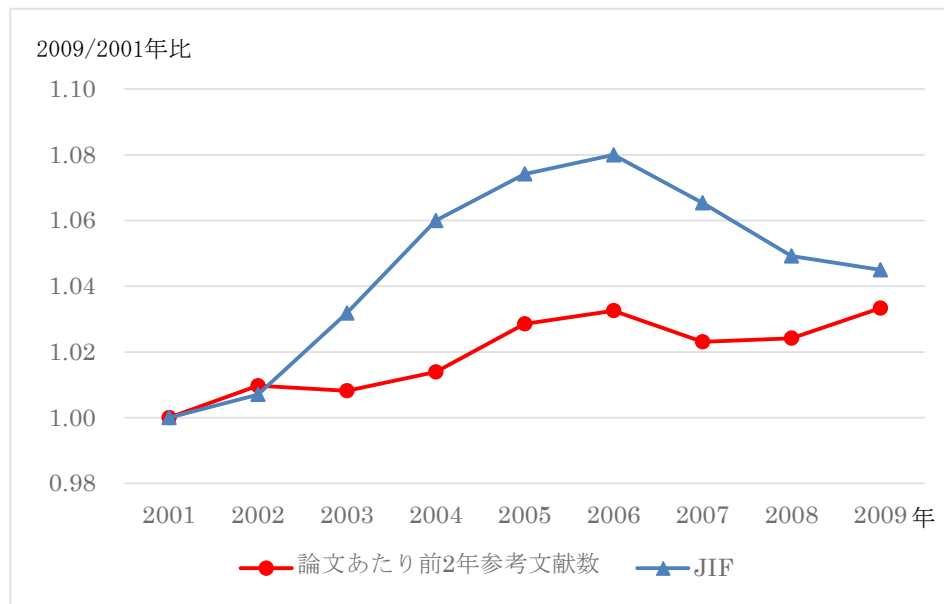


図 4 論文あたり前 2 年参考文献数の変化と JIF の変化の比較 (2001 年の値を 1 とする)

3.2 分野別の傾向

全体的なレベルでは，継続ソース誌の参考文献数は引用年齢が高い年代を中心に増加し，前 2 年参考文献数の増加はわずかであること，JIF の変化も小さいが 2006 年を境に増加から減少に転じ，前 2 年参考文献数の変化とは異なるパターンを示すことがわかった．こうした傾向は分野によっても異なると考えられる．そこで次に分野ごとの参考文献数の傾向をみる．

3.2.1 分野別論文あたり参考文献数の推移

表 2 は，分野ごとの論文あたり全参考

文献数，論文あたり前 2 年参考文献数について，2001 年から 2009 年にかけての推移を示したものである．Multidisciplinary の論文あたり全参考文献数，Pharmacology & Toxicology と Psychiatry/Psychology の論文あたり前 2 年参考文献数はやや不規則な変化をしているが，それ以外の分野は，ほぼ単調に増加または減少をしている．そこで，分野ごとの変化率を端的に示す指標として 2001 年と 2009 年の比を用い，これを図 5 に示した．この図では，論文あたり全参考文献数の 2009/2001 年比が高い順に分野を配列している．

表 2 分野ごとの参考文献数の推移

(上段:論文あたり前 2 年参考文献数, 下段:論文あたり全参考文献数)

分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Agricultural Sciences	2.22	2.25	2.32	2.52	2.49	2.57	2.61	2.92	3.06
	16.91	17.40	18.05	18.83	19.54	20.01	21.00	22.47	22.83
Biology & Biochemistry	6.38	6.46	6.39	6.23	6.12	5.92	5.57	5.46	5.55
	31.73	32.53	33.00	33.40	33.72	34.15	34.17	34.56	35.67
Chemistry	3.78	3.89	4.00	4.11	4.38	4.63	4.70	4.78	4.90
	20.37	21.51	22.39	23.00	24.29	25.25	26.22	27.31	28.72
Clinical Medicine	4.54	4.49	4.59	4.65	4.64	4.67	4.64	4.57	4.48
	24.73	24.74	25.46	25.69	25.80	26.16	26.46	26.69	26.62
Computer Science	0.94	0.98	1.00	1.12	1.21	1.14	1.30	1.25	1.40
	7.43	7.41	7.55	7.89	8.31	8.60	9.41	9.62	10.05
Economics & Business	0.83	0.78	0.83	0.85	0.86	0.73	0.85	0.92	1.15
	7.91	7.57	8.30	8.54	8.41	8.41	9.16	9.19	9.89
Engineering	1.28	1.33	1.36	1.34	1.46	1.57	1.67	1.84	2.10
	9.19	9.42	9.63	10.00	10.53	11.28	11.89	12.76	13.91
Environment/Ecology	2.46	2.72	2.75	2.90	3.43	3.29	3.80	3.83	4.03
	19.66	21.22	21.87	22.41	23.95	24.51	25.88	26.52	27.90
Geosciences	2.93	3.01	3.26	3.14	3.20	3.33	3.36	3.54	3.64
	22.91	24.11	26.40	24.83	25.40	26.89	28.18	29.23	30.35
Immunology	8.18	8.24	7.94	7.71	7.71	7.42	7.23	7.49	7.31
	36.39	37.91	37.00	37.36	38.98	38.74	38.49	40.16	39.86
Materials Science	1.86	2.01	2.03	2.19	2.44	2.57	2.65	2.81	3.05
	10.74	11.85	12.19	13.00	14.02	14.96	16.09	17.15	18.40
Mathematics	0.81	0.82	0.82	0.82	0.86	0.86	0.93	1.02	1.11
	8.42	8.60	8.74	8.91	9.15	9.44	9.83	10.08	10.67
Microbiology	6.10	5.99	5.88	6.01	6.10	5.90	5.64	5.23	5.12
	31.39	30.74	31.46	32.65	32.93	32.75	32.68	32.78	33.50
Molecular Biology & Genetics	9.51	9.29	9.18	8.90	8.59	8.29	7.66	7.42	7.47
	38.46	39.04	40.40	41.43	41.30	41.69	41.61	41.32	42.67
Multidisciplinary	7.28	6.75	6.39	6.54	6.37	6.29	6.32	6.03	5.63
	27.81	25.96	24.87	27.20	27.36	27.70	29.71	28.83	28.42
Neuroscience & Behavior	6.50	6.35	6.23	6.20	6.16	6.18	6.25	6.20	6.07
	35.13	35.86	37.14	37.54	38.34	38.68	40.48	40.91	41.31
Pharmacology & Toxicology	5.61	5.89	5.79	5.90	5.76	6.35	5.92	6.11	6.09
	29.56	30.96	31.81	33.36	33.31	35.98	35.39	36.91	37.85
Physics	3.61	3.65	3.59	3.62	3.68	3.76	3.73	3.75	3.84
	16.67	17.30	17.36	17.85	18.44	19.13	19.48	20.31	20.92
Plant & Animal Science	2.49	2.54	2.60	2.74	2.89	2.91	2.91	3.04	3.07
	19.11	19.45	20.40	21.14	21.99	23.03	23.62	24.44	25.23
Psychiatry/Psychology	3.43	3.24	3.21	3.35	3.59	3.68	4.08	3.99	3.91
	23.63	23.55	23.79	24.39	24.73	24.66	26.70	26.85	28.07
Social Sciences, general	1.82	1.86	1.87	1.81	1.86	1.96	1.91	2.00	2.02
	11.90	12.09	11.70	12.10	12.30	12.58	12.40	13.20	13.18
Space Science	5.52	6.75	6.90	7.01	7.29	7.44	7.67	7.66	7.80
	27.69	31.54	31.97	33.41	34.71	36.60	37.69	39.22	42.60
Total	4.01	4.05	4.04	4.07	4.13	4.14	4.10	4.11	4.15
	21.69	22.25	22.76	23.16	23.64	24.17	24.62	25.19	25.83

論文あたり全参考文献数は、すべての分野で2009年の方が増加した(2009/2001年比>1)ことを確認できた。一方、論文あたり前2年参考文献数は、増加した分野と減少した分野とに分かれた。またその増加も、論文あたり全参考文献数の増加以上のものと以下のものとに分かれた。これらの傾向をまとめると、分野を以下の3つのグループに分類することができる。

- (1) 論文あたり前2年参考文献数の2009/2001年比が、論文あたり全参考文献数の2009/2001年比より高い分野：Agricultural Sciences; Computer Science; Economics & Business; Engineering; Environment/Ecology;

Mathematics; Social Sciences, general

- (2) 論文あたり前2年参考文献数の2009/2001年比が1以上だが、論文あたり全参考文献数の2009/2001年比より低い分野：Chemistry; Geosciences; Materials Science; Pharmacology & Toxicology; Physics; Plant & Animal Science; Psychiatry/Psychology; Space Science

- (3) 論文あたり前2年参考文献数の2009/2001年比が1未満の分野：Biology & Biochemistry; Clinical Medicine; Immunology; Microbiology; Molecular Biology & Genetics; Multidisciplinary; Neuroscience & Behavior

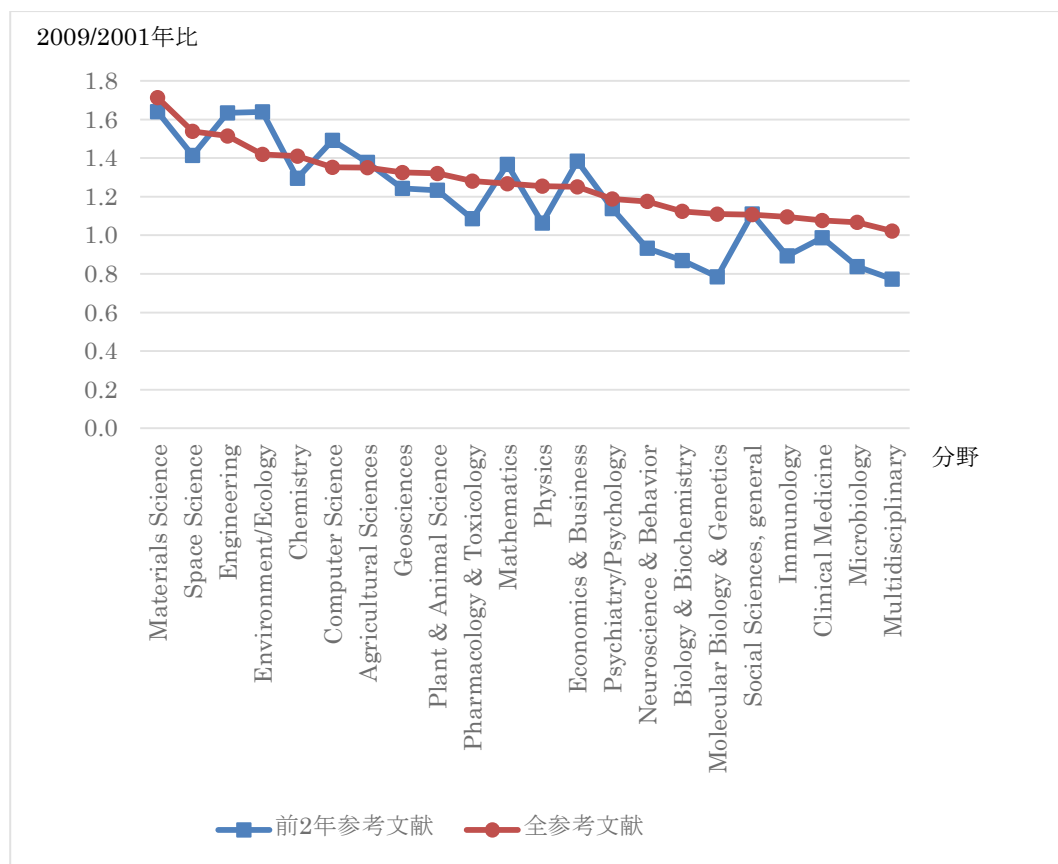


図5 分野ごとの論文あたり参考文献数の2009/2001年比

これをみると、それぞれに分野的な特徴があることが判る。グループ(1)は社会科学、数学、工学の系統が多い。グループ(2)は基礎理学系統が多いがライフサイエンス系が多少混じっている。グループ(3)はほとんどがライフサイエンス系である (Multidisciplinary を代表する雑誌である Nature や Science もライフサイエンス系の論文が多い)。

また、(1)～(3)のグループごとに、各分野の論文あたり参考文献数を表3に示した。グループ(3)は参考文献増加率は低い、全

参考文献数(平均33.84)、前2年参考文献数(平均6.45)とも他グループより多い。グループ(1)は参考文献増加率は高いが、全参考文献数(平均13.31)、前2年参考文献数(平均1.74)とも他グループより少ない。参考文献増加率がグループ(1)と(3)の間に位置するグループ(2)は全参考文献数(平均24.98)、前2年参考文献数(平均4.15)で、これらもグループ(1)と(3)の間に位置した。この表から、参考文献数増加率と参考文献数とは逆の関係になることが判る。

表3 論文あたり参考文献数とその変化率の関係

グループ	分野	論文あたり全参考文献数 2001～2009 年平均	論文あたり前2年参考文献数 2001～2009 年平均
(1)前2年参考文献数 2009/2001 年比が全参考文献数比より高い	Agricultural Sciences	19.67	2.55
	Computer Science	8.48	1.15
	Economics & Business	8.60	0.86
	Engineering	10.96	1.55
	Environment/Ecology	23.77	3.25
	Mathematics	9.31	0.90
	Social Sciences, general	12.38	1.90
	平均	13.31	1.74
(2)前2年参考文献数 2009/2001 年比は増えているが全参考文献数比より低い	Chemistry	24.34	4.35
	Geosciences	26.48	3.27
	Materials Science	14.27	2.40
	Pharmacology & Toxicology	33.90	5.93
	Physics	18.61	3.69
	Plant & Animal Science	22.05	2.80
	Psychiatry/Psychology	25.15	3.61
	Space Science	35.05	7.11
	平均	24.98	4.15
(3)前2年参考文献数 2009/2001 年比が減少	Biology & Biochemistry	33.66	6.01
	Clinical Medicine	25.82	4.58
	Immunology	38.32	7.69
	Microbiology	32.32	5.77
	Molecular Biology & Genetics	40.88	8.48
	Multidisciplinary	27.54	6.40
	Neuroscience & Behavior	38.38	6.24
	平均	33.84	6.45

3.2.2 分野ごとに継続ソース誌だけで算出したJIFの推移

表 4 は、継続ソース誌の参考文献から算出した分野ごとの JIF である。算出方法は 3.1.2 と同じである。2001 年から 2009 年にかけての JIF の推移は、参考文献数の推移と同様、分野ごとに異なっている。これについても、およそその変化率を示す

指標として、2009 年と 2001 年の比を求めた (表 4 の最右列)。Clinical Medicine, Neuroscience & Behavior, Physics の 3 分野は一旦上昇して減少の傾向があるが、他の分野は概ね単調な増加または減少とみられるので、この指標を用いることに大きな問題はないと考えられる。

表 4 継続ソース誌の参考文献で算出した分野別 JIF

分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009/2001 年比
Agricultural Sciences	0.90	1.00	1.06	1.13	1.18	1.27	1.31	1.34	1.43	1.60
Biology & Biochemistry	2.97	2.95	2.96	3.01	2.96	2.84	2.71	2.62	2.53	0.85
Chemistry	1.81	1.84	1.91	2.06	2.17	2.29	2.24	2.29	2.35	1.30
Clinical Medicine	2.15	2.16	2.27	2.35	2.40	2.37	2.38	2.33	2.26	1.05
Computer Science	0.46	0.51	0.61	0.62	0.67	0.68	0.71	0.69	0.74	1.61
Economics & Business	0.45	0.43	0.51	0.48	0.50	0.57	0.60	0.64	0.74	1.65
Engineering	0.60	0.62	0.67	0.68	0.75	0.81	0.86	0.95	1.04	1.74
Environment/Ecology	1.26	1.33	1.43	1.52	1.75	1.84	1.95	2.00	2.08	1.65
Geosciences	1.44	1.39	1.61	1.60	1.61	1.66	1.71	1.79	1.86	1.29
Immunology	3.85	3.98	3.90	3.93	3.83	3.86	3.66	3.59	3.36	0.87
Materials Science	0.86	0.90	0.99	1.12	1.20	1.30	1.31	1.36	1.46	1.69
Mathematics	0.41	0.41	0.43	0.43	0.44	0.47	0.53	0.56	0.60	1.45
Microbiology	2.79	2.68	2.75	2.74	2.77	2.72	2.64	2.44	2.33	0.84
Molecular Biology & Genetics	5.51	5.23	5.14	5.07	4.84	4.62	4.34	4.12	3.99	0.72
Multidisciplinary	9.28	9.83	9.71	9.33	8.83	8.35	8.15	8.16	8.29	0.89
Neuroscience & Behavior	3.09	3.11	3.19	3.18	3.15	3.26	3.19	3.15	3.07	1.00
Pharmacology & Toxicology	1.78	1.91	1.93	2.01	2.01	2.07	2.06	2.14	2.02	1.14
Physics	1.79	1.85	1.79	1.88	1.94	1.95	1.94	1.89	1.90	1.06
Plant & Animal Science	1.05	1.09	1.12	1.17	1.24	1.28	1.31	1.32	1.33	1.27
Psychiatry/Psychology	1.80	1.84	1.86	1.96	2.10	2.23	2.22	2.15	2.16	1.20
Social Sciences, general	0.69	0.70	0.83	0.88	0.87	0.97	0.95	0.93	0.97	1.40
Space Science	3.01	3.33	3.62	3.66	3.77	3.87	3.95	3.63	3.98	1.32
Total	2.00	2.01	2.06	2.12	2.15	2.16	2.13	2.10	2.09	1.04

3.2.1 で述べた論文あたり参考文献数の変化率によるグループ(表 3)ごとに、JIF

の 2009/2001 年比を分野ごとに示すと表 5 のようになる。

表 5 論文あたり参考文献数の変化率によるグループごとの JIF2009/2001 年比

グループ(1)		グループ(2)		グループ(3)	
分野	JIF2009/2001 年比	分野	JIF2009/2001 年比	分野	JIF2009/2001 年比
Agricultural Sciences	1.60	Chemistry	1.30	Biology & Biochemistry	0.85
Computer Science	1.61	Geosciences	1.29	Clinical Medicine	1.05
Economics & Business	1.65	Materials Science	1.69	Immunology	0.87
Engineering	1.74	Pharmacology & Toxicology	1.14	Microbiology	0.84
Environment/Ecology	1.65	Physics	1.06	Molecular Biology & Genetics	0.72
Mathematics	1.45	Plant & Animal Science	1.27	Multidisciplinary	0.89
Social Sciences, general	1.40	Psychiatry/Psychology	1.20	Neuroscience & Behavior	1.00
		Space Science	1.32		
平均	1.58	平均	1.29	平均	0.89
分散	0.014	分散	0.036	分散	0.012

グループ(1), (2), (3)の間には JIF の変化率に明確な差がみられる。グループ(1)では平均 60%近く、グループ(2)では平均 30%近く JIF が上昇しているのに対し、グループ(3)では下降している。各グループの 2009 年/2001 年比に差を分散分析で比

較した結果は明らかに有意($p<0.001$)であった。

各分野の前 2 年参考文献数の 2009/2001 年比と、JIF の 2009/2001 年比の関係を図 6 に示す。両者の間のピアソン相関係数は 0.96 で極めて高い。

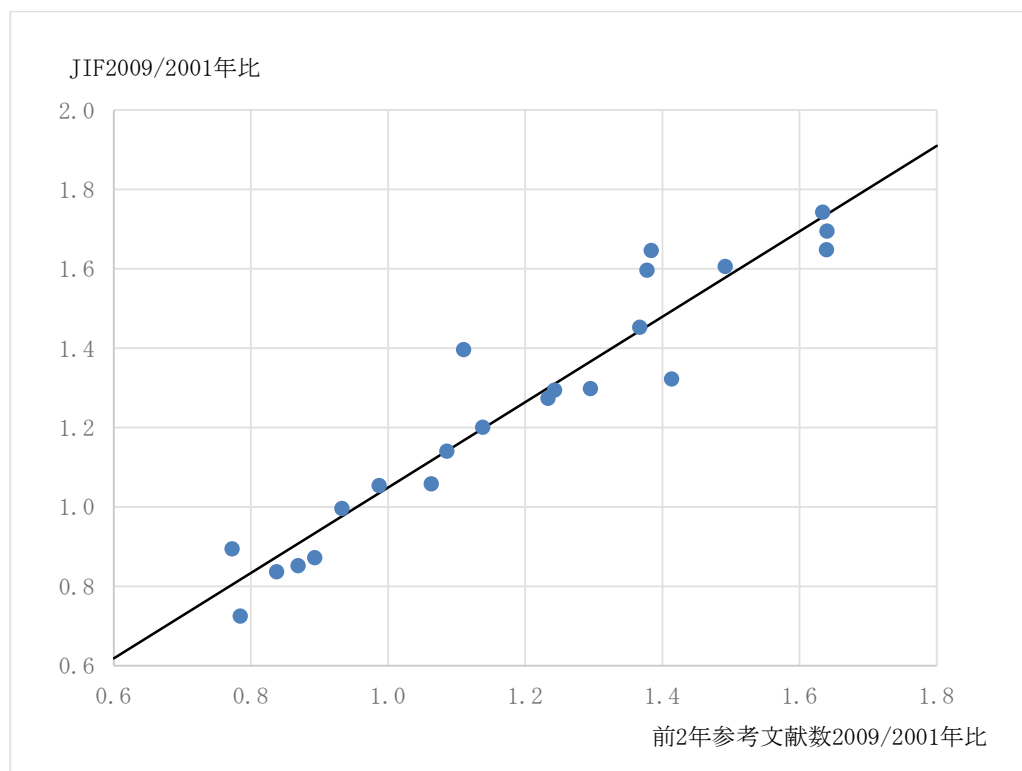


図 6 前 2 年参考文献数の 2009/2001 年比と JIF の 2009/2001 年比における分野分布

4 考察

4.1 継続ソース誌全体としてのJIF変化

継続ソース誌全体としての JIF の推移は、論文あたり前 2 年参考文献数の推移とはややパターンが異なることを 3.1.2 で述べた(図 4 参照). ここではこれについて考察する.

ある年 t における継続ソース誌全体の JIF (これを $JIF(t)$ で表す) は次の式で定義される.

$$JIF(t)=[c(t-1)+c(t-2)]/[p(t-1)+p(t-2)] \quad (1)$$

$p(t-1)$, $p(t-2)$ はそれぞれ t より 1 年前, 2 年前の継続ソース誌全体の論文数である. $c(t-1)$, $c(t-2)$ はそれらの論文が年 t に得た被引用数(継続ソース誌からの引用のみ)であるが, 3.1.2 で述べたように, これらは年 t における継続ソース誌から 1 年前, 2 年前の継続ソース誌への参考文献の総数に等しい.

式(1)を次のように書き換える.

$$JIF(t) = \{[c(t-1)+c(t-2)]/p(t)\} \times \{p(t)/[p(t-1)+p(t-2)]\} \\ = r(t) \times g(t) \quad (2)$$

ここに, $r(t) = [c(t-1)+c(t-2)]/p(t)$ は年 t における論文あたり前 2 年参考文献数, $g(t) = p(t)/[p(t-1)+p(t-2)]$ は前 2 年の論文数に対する年 t (当年)の論文数の比である. $g(t)$ を以降論文成長率と呼ぶことにする. すなわち, JIF の変化は, 論文あたり前 2 年参考文献数の変化と論文成長率の変化に分解される.

2001年から2009年までの $JIF(t)$, $r(t)$, $g(t)$ を表6に示す.

表6 継続ソース誌の論文あたり前2年参考文献数, 論文成長率, JIF の推移

t	$r(t)$	$g(t)$	$JIF(t)$
2001	4.01	0.498	2.00
2002	4.05	0.497	2.01
2003	4.04	0.510	2.06
2004	4.07	0.521	2.12
2005	4.13	0.520	2.15
2006	4.14	0.521	2.16
2007	4.10	0.519	2.13
2008	4.11	0.510	2.10
2009	4.15	0.504	2.09

この表から, r と JIF 及び g と JIF のピアソン相関係数を求めると, それぞれ 0.800, 0.932 となり, g との相関の方が高い. すなわち, 2001 年から 2009 年の間の変化をみる限り, 継続ソース誌の JIF の変化は, 参考文献数よりも論文成長率の影響をより強く受けている. Althouse らは, 1994~2004 の期間の JCR のデータを用いて類似の調査を行った結果, JIF の変化に最も寄与するのは論文あたり参考文献数の変化であり, 論文成長率の寄与は無視できるとした[42]. これは, 我々が得た上記の結果(JIF の変化は参考文献数よりも論文成長率の影響をより強く受けている)とは異なる. それには次の理由が考えられる.

- (a) Althouse らの調査時期(1994~2004)と我々の調査時期(2001~2009)が異なる. JIF の経年変化に大きな影響を及ぼす要因は, 時代によって変化すると考えられる.
- (b) Althouse らは全ソース誌を対象としているのに対し, 我々は継続ソース誌だけを対象にしており, ソース誌の入れ替わりの影響を除いている.
- (c) Althouse らは, 論文あたり参考文献数の平均年変化率が JIF の平均年変化率

に近く、論文成長率の平均年変化率はほとんど 0 に近いことから、上記の結論を導いている。しかし、平均年変化率の比較は、それぞれの要因の JIF への影響を見ているとは言えない。我々の結論は、JIF とそれぞれの要因の間で各年の値の相関の強さから得たものであり、影響の比較にはより適切と考えられる。

4.2 JIF 変化率の分野における違いに影響を及ぼす要因

2001 年から 2009 年の間の各分野の JIF の変化率は分野ごとにより異なり（表 4 最右列の 2009/2001 年比）、それは各分野の論文あたり前 2 年参考文献数の変化率と密接な関係があることを、3.2.2 で示した(表 5, 図 6)。

しかし、図 6 をみると、JIF の変化率は論文あたり前 2 年参考文献数変化率から完全には説明されず、多少の誤差がある。これ以外に JIF 変化率に影響を与える要因には、次のものが考えられる。

(a) 論文成長率の変化

これは 4.1 で導入した $g(t)$ である。

(b) 他分野から引用される割合の変化

図 6 に示した論文あたり前 2 年参考文献数変化率は、それぞれの分野の雑誌における参考文献数を集計したものである。しかし、各分野の JIF の算定に使われる被引用数には、自分分野からのみならず他分野からの引用を含む。他分野引用率が年ごとに変化すれば、それは JIF の年変化に影響すると考えられる。実際に 2009/2001 年比を求めると、表 7 のように分野間である程度の違いがある。

表 7 他分野被引用率の 2009/2001 年比

分野	2001 年	2009 年	2009/2001 年比
Agricultural Sciences	46.8	45.9	0.98
Biology & Biochemistry	58.8	64.2	1.09
Chemistry	19.1	21.8	1.14
Clinical Medicine	24.0	24.0	1.00
Computer Science	45.5	50.1	1.10
Economics & Business	42.7	53.9	1.26
Engineering	43.8	41.8	0.95
Environment/Ecology	47.0	47.0	1.00
Geosciences	20.1	22.7	1.13
Immunology	57.9	58.3	1.01
Materials Science	45.7	47.4	1.04
Mathematics	23.2	26.9	1.16
Microbiology	52.5	54.6	1.04
Molecular Biology & Genetics	62.7	65.7	1.05
Multidisciplinary	92.2	92.3	1.00
Neuroscience & Behavior	41.8	40.3	0.97
Pharmacology & Toxicology	64.7	65.3	1.01
Physics	19.0	21.3	1.12
Plant & Animal Science	34.4	36.2	1.05
Psychiatry/Psychology	52.0	57.4	1.10
Social Sciences, general	54.9	61.2	1.11
Space Science	10.6	9.4	0.89

そこで、JIFの2009/2001年比を、それに影響を与えると考えられる3つの要因（論文あたり前2年参考文献数、論文成長率、

他分野被引用率）から予測する重回帰分析を行った。各変数の値を表8に示す。

表 8 JIF とその影響要因の 2009/2001 年比

分野	論文あたり前2年参考文献数	論文成長率	他分野被引用率	JIF
Agricultural Sciences	1.38	1.04	0.98	1.60
Biology & Biochemistry	0.87	0.97	1.09	0.85
Chemistry	1.30	1.01	1.14	1.30
Clinical Medicine	0.99	1.00	1.00	1.05
Computer Science	1.49	1.04	1.10	1.61
Economics & Business	1.38	1.07	1.26	1.65
Engineering	1.63	1.05	0.95	1.74
Environment/Ecology	1.64	1.00	1.00	1.65
Geosciences	1.24	1.03	1.13	1.29
Immunology	0.89	1.03	1.01	0.87
Materials Science	1.64	0.95	1.04	1.69
Mathematics	1.37	1.04	1.16	1.45
Microbiology	0.84	0.97	1.04	0.84
Molecular Biology & Genetics	0.78	0.95	1.05	0.72
Multidisciplinary	0.77	1.17	1.00	0.89
Neuroscience & Behavior	0.93	1.04	0.97	1.00
Pharmacology & Toxicology	1.09	0.96	1.01	1.14
Physics	1.06	1.01	1.12	1.06
Plant & Animal Science	1.23	1.03	1.05	1.27
Psychiatry/Psychology	1.14	1.03	1.10	1.20
Social Sciences, general	1.11	1.06	1.11	1.40
Space Science	1.41	0.94	0.89	1.32

重回帰分析の結果は次の通りであった。
自由度調整済み決定係数 (R_c^2)
0.949

説明変数の t 値(**は 1%有意であることを示す)

論文あたり前 2 年参考文献数
19.45**

論文成長率 3.53**

他分野被引用率 1.36

論文あたり前 2 年参考文献数のみで回帰を行ったときの R_c^2 は 0.910 なので、要因の追加により説明力は向上している。
論文あたり前 2 年参考文献数と論文成長

率の説明力は極めて高いが、他分野被引用率の効果は有意でなかった。

以上の結果から、2001 年から 2009 年の変化をみる限り、JIF 変化率の分野差に最も影響を及ぼすのは論文あたり前 2 年参考文献数変化率の分野差、次いで論文成長率変化率の分野差で、他分野被引用率の変化率の寄与は確定できない。

Althouse ら[42] 及び Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez[21]は、特定の年 (Althouse らは 2004 年, Dorta-Gonzalez & Dorta-Gonzalez は 2010 年) における各分野の JIF とそれに影響する要因の間の相

関を比較しているが、経年変化については見ていない。本研究は、2001 年と 2009 年の間という限られた比較ではあるが、JIF の変化率に及ぼす 3 つの要因の影響度を総合的に検討した点に特徴がある。

5 結論

2001 年から 2009 年の期間における引用傾向の変化と、それが JIF へ及ぼす影響について、自然科学分野全体及び分野別の状況を分析した。雑誌の入れ替わりによる JIF への影響を排除するため、分析対象の雑誌を、この期間 JCR に継続的に掲載されている雑誌(継続ソース誌)に限定した。

上記の期間における継続ソース誌 4463 誌の全体的経年変化では、全参考文献数は増加していたが、JIF 算出に関わる前 2 年参考文献数はほぼ変化がみられなかった。すなわち、自然科学系分野全般では、引用年齢が高い参考文献の増加が顕著であった。それに対し JIF は、2006 年を境に増加から減少に転じる変化がみられた。JIF の変化に影響を与える要因として論文あたり前 2 年参考文献数と論文成長率があるが、2001 年から 2009 年の期間では後者の影響がより強いことを示した。

一方、分野別経年変化では、全参考文献数はどの分野も増加していたが、JIF 算出に関わる前 2 年参考文献数は分野によって増加と減少がみられた。継続ソース誌から算出した各分野の JIF の変化率と前 2 年参考文献数の変化率の間には高い相関がみられた。分野ごとの JIF 変化率の違いにもっとも影響を与える要因は、論文あたり前 2 年参考文献数変化率、次

いで論文成長率変化率であり、他分野被引用率の変化率の影響は小さいことがわかった。

本研究の意義・特徴は以下の点にあると考える。

- (1) 2001～2009 年の期間の参考文献数の増加には、引用年齢が高い参考文献の増加が大きく寄与していることを実証した。
- (2) JIF の全体的変化率及び分野間の JIF 変化率の違いに影響を与える要因を総合的に検討し、それぞれの要因の寄与を求めた。全体的変化では、論文あたり前 2 年参考文献数の変化よりも論文成長率の変化の寄与が大きいことを、分野間の変化率の違いには、論文あたり前 2 年参考文献数変化率と論文成長率変化率が影響しており、他分野被引用率の変化率の影響は小さいことを見出した。
- (3) 以上の分析を JCR のソース誌に限定して行うことにより、各要因の影響を明確化することができた。
- (4) 個別の雑誌の JIF の変化を論ずる場合は、その雑誌が属する分野全体の JIF の変化を考慮する必要があることを示した。

以上の結果から、自然科学系分野の引用傾向は年とともに変化しており、それが JIF に影響を及ぼしていることを確認した。

JIF の分野を超えた比較が不適切とされる理由は、分野ごとに引用傾向に違いがあるためで、比較は同一分野内で行うものと考えられてきた。しかし本研究では、同じ分野でも引用傾向は経年的に変化し、それが JIF に影響を及ぼしている

ことを明らかにした。これは突き詰めれば、同じ雑誌でも異なる年の JIF の単純比較は不適切といえる。今後、JIF を年次間で比較するための規格化の研究が課題といえる。

謝辞

本研究で使用した Journal Citation Reports Science Edition 2001～2009年版データは Thomson Reuters Scientific社に提供いただきました。筑波大学緑川信之教授には研究の全般においてご意見いただきました。感謝申し上げます。

参考文献

[1] “Special Discussion Issue on Journal Impact Factors”, *Scientometrics*, 2012, 92(2), 207-503.

[2] Vanclay, J. K. "Impact factor: outdated artefact or stepping-stone to journal certification", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.211-238, 2012.

[3] Bornmann, L; Marx,W: "The effect of several versions of one and the same manuscript published by a journal on its journal impact factor", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.277-279, 2012.

[4] González-Alcaide, G; Valderrama-Zurián, JC; Aleixandre-Benavent, R: "The Impact Factor in non-English-speaking countries", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.297-311, 2012.

[5] Mutz, R; Daniel, H.-D: "The generalized propensity score methodology for estimating unbiased journal impact factors",

Scientometrics. Vol.92,No.2, pp.377-390, 2012.

[6] Balaban, AT: "Positive and negative aspects of citation indices and journal impact factors", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.241-247, 2012.

[7] Hartley, J: "To cite or not to cite: author self-citations and the impact factor", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.313-317, 2012.

[8] Ingwersen, P: "The pragmatics of a diachronic journal impact factor", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.319-324, 2012.

[9] Zitt, M: "The journal impact factor: angel, devil, or scapegoat? A comment on J.K. Vanclay's article 2011", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.485-503, 2012.

[10] Leydesdorff, L: "Alternatives to the journal impact factor: I3 and the top-10% (or top-25%?) of the most-highly cited papers", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.355-365, 2012.

[11] Bensman, SJ: "The impact factor: its place in Garfield's thought, in science evaluation, and in library collection management", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.263-275, 2012.

[12] Pudovkin, AI; Garfield, E: "Rank normalization of impact factors will resolve Vanclay's dilemma with TRIF. Comments on the paper by Jerome Vanclay", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.409-412, 2012.

[13] van Leeuwen, T: "Discussing some basic critique on Journal Impact Factors: revision of earlier comments",

Scientometrics. Vol.92,No.2, pp.443-455, 2012.

[14] Vinkler, P: "The Garfield impact factor, one of the fundamental indicators in scientometrics", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.471-483, 2012.

[15] Moed, HF; Colledge, L; Reedijk J; Moya-Anegón, F; Guerrero-Bote, V; Plume, A; Amin, M: "Citation-based metrics are appropriate tools in journal assessment provided that they are accurate and used in an informed way", *Scientometrics*. Vol.92,No.2, pp.367-376, 2012.

[16] Leydesdorff, L; Zhou, P; Bornmann, L: "How can journal impact factors be normalized across fields of science? An assessment in terms of percentile ranks and fractional counts", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.64, No.1, pp.96-107, 2013.

[17] Dorta-Gonzalez, P; Dorta-Gonzalez, M. I: "Impact maturity times and citation time windows: The 2-year maximum journal impact factor", *Journal of Informetrics*, Vol.7, No.3, pp.593-602, 2013.

[18] Schubert, A; Braun, T: "Cross-field normalization of scientometric indicators", *Scientometrics*, Vol.36, No.3, pp.311-324, 1996.

[19] Egghe, L; Rousseau, R: "A general framework for relative impact indicators", *Canadian Journal of Information and Library Science*, Vol.27, No.1, pp.29-48, 2002.

[20] Radicchi, F; Fortunato, S; Castellano, C: "Universality of citation distributions: Toward an objective measure of scientific impact", *Proceedings of the National*

Academy of Sciences of the United States of America, Vol.105, No.45, pp.17268-17272, 2008.

[21] Dorta-González, P; Dorta-González, M. I: "Comparing journals from different fields of science and social science through a JCR subject categories normalized impact factor", *Scientometrics*, Vol.95, No.2, pp.645-672, 2013.

[22] Crespo, J. A; Herranz, N; Li, Y; Ruiz-Castillo, J: "The effect on citation inequality of differences in citation practices at the web of science subject category level", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.65, No.6, pp.1244-1256, 2014.

[23] Owlia, P; Vasei, M; Goliaei, B; et al. "Normalized impact factor (NIF): An adjusted method for calculating the citation rate of biomedical journals", *Journal of Biomedical Informatics*, Vol.44, No.2, pp.216-220, 2011.

[24] Ramírez, A. M; García, E. O; Del Río, J. A: "Renormalized impact factor", *Scientometrics*, Vol.47, No.1, pp.3-9, 2000.

[25] Bornmann, L; De Moya Anegón, F; Leydesdorff, L: "The new excellence indicator in the World Report of the SCImago Institutions Rankings 2011", *Journal of Informetrics*, Vo.6, No.2, pp.333-335, 2012.

[26] Bornmann, L; Mutz, R: "Further steps towards an ideal method of measuring citation performance: The avoidance of citation (ratio) averages in field normalization", *Journal of Informetrics*, Vol.5, No.1, pp.228-230, 2011.

- [27] Leydesdorff, L; Bornmann, L: "Integrated impact indicators compared with impact factors: An alternative research design with policy implications", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.62, No.11, pp.2133-2146, 2011.
- [28] Waltman, L; van Eck, N. J: "Source normalized indicators of citation impact: An overview of different approaches and an empirical comparison", *Scientometrics*, Vol.96, No.3, pp.699-716, 2013.
- [29] Zitt, M; Small, H: "Modifying the Journal Impact Factor by fractional citation weighting: The Audience Factor", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.59, No.11, pp.1856-1860, 2008.
- [30] Leydesdorff, L; Opthof, T: "Scopus's Source Normalized Impact per Paper (SNIP) versus a Journal Impact Factor based on fractional counting of citations", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.61, No.11, pp.2365-2369, 2010.
- [31] Leydesdorff, L; Bornmann, L: "How fractional counting affects the Impact Factor: Normalization in terms of differences in citation potentials among fields of science", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Vol.62, No.2, pp.217-229, 2011.
- [32] Moed, H. F: "Measuring contextual citation impact of scientific journals", *Journal of Informetrics*, Vol.4, No.3, pp.265-277, 2010.
- [33] Waltman, L; van Eck, N. J; van Leeuwen, T. N; Visser, M. S: "Some modifications to the SNIP journal impact indicator", arXiv, :1209.0785, 2012.
- [34] 児玉 関; 小野寺夏生: 「分野を超えた雑誌インパクトの比較が可能なソース規格化指標」, *情報メディア研究*, Vol.13, No.1, pp.32-49, 2014(doi:10.11304/jims.13.32).
- [35] Adair, JG; Vohra, N: "The explosion of knowledge, references, and citations", *American Psychologist*. Vol.58, No.1, pp.15-23, 2003.
- [36] Persson, O; Glanzel, W; Danell, R: "Inflationary bibliometric values: The role of scientific collaboration and the need for relative indicators in evaluative studies", *Scientometrics*. Vol.60, No.3, pp.421-432, 2004.
- [37] Girard, R; Davoust, E: "The role of references in the astronomical discourse", *Astronomy and Astrophysics*, Vol.323, pp.A1-A6, 1997.
- [38] Lipetz, B: "Aspects of JASIS Authorship through five decades", *Journal of the American Society for Information Science*, Vol.50, No.11, pp.994-1003, 1999.
- [39] Biglu, M: "The influence of references per paper in the SCI to Impact Factors and the Matthew Effect", *Scientometrics*. Vol.74, No.3, pp.453-470, 2008.
- [40] Neff, BD; Olden, JD: "Not So Fast: Inflation in Impact Factors Contributes to Apparent Improvements in Journal Quality", *Bioscience*, Vol.60, No.6, pp.455-459, 2010.
- [41] Caramoy, A; Korwitz, U; Eppelin, A; Kirchhof, B; Fauser, S: "Analysis of Aggregate Impact Factor Inflation in

Ophthalmology", Ophthalmologica, Vol.229,
No.2, pp.113–118, 2013.

[42] Althouse, B. M; West, J. D; Bergstrom,
C. T; Bergstrom, T: “Differences in impact

factor across fields and over time”, Journal
of the American Society for Information
Science, Vol.60, No.1, pp.27-34, 2009.

(2014 年 11 月 4 日受付)

(2015 年 3 月 24 日採択)

(2015 年 4 月 30 日 J-Stage 早期公開)