

【論文】

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

児玉 関*, 小野寺夏生**

* 東邦大学

** 筑波大学

*kodamat@mnc.toho-u.ac.jp ** nt.onodera@y5.dion.ne.jp

目的: 分野を超えた雑誌インパクトの比較を可能とするため, 引用元雑誌の引用傾向 (論文あたり参考文献数) の違いを考慮したソース規格化指標 SCJIF を提案し, その規格化の効果を検証した. 方法: 近縁しているが雑誌インパクトファクター(JIF)に差のある分野として Clinical Neurology(CN)と Neurosciences(NS)を選び, Journal Citation Report Science Edition 2009 のデータを使って, これらの分野に属する雑誌の SCJIF を算出した. 結果と考察: NS に属する雑誌の JIF は CN より高い傾向があるが, これは NS の方が論文あたり参考文献数が多いためであり, これを考慮した SCJIF ではその格差が縮小した. また CN と NS の各分野内においても, SCJIF における雑誌間格差は JIF より縮小した. これは, 同一分野内にも引用傾向の異なる細分領域が存在するためと考えられる. 結論: SCJIF は分野間及び分野内の引用傾向の違いを考慮した指標であるため, JIF とは異なる雑誌の側面を捉えることができる.

A source normalized indicator for comparison of journal impact across subject fields

Tadashi KODAMA*, Natsuo ONODERA

*Toho University

**University of Tsukuba

Purpose: In order to enable to compare journal impact across subject fields, we proposed a source normalized indicator "SCJIF" considering the difference in citation practice (references per article) among citing journals, and examined the effect of normalization. Method: We calculated the SCJIFs of journals belonging to two subject fields, Clinical Neurology(CN) and Neurosciences(NS), which are near in subject but differ in the journal impact factors (JIFs) from each other, using the data of the Journal Citation Report Science Edition 2009. Results and Discussion: The JIFs of journals in NS were higher on average than those in CN, but the difference was reduced in the SCJIFs due to more references per article in NS than in CN. The difference in the JIF within each field (CN and NS) was also reduced in the SCJIF. This is supposed to be because some subdivided regions that have different citation practice exist in a field. Conclusion: The SCJIF gives a view different from one given by the JIF, by taking in consideration the different citation practice among and within subject fields.

1. はじめに

トムソン・ロイターが毎年 *Journal Citation reports (JCR)* で発表する雑誌インパクトファクター (*Journal Impact Factor; JIF*) は、学術雑誌の引用度に基づく雑誌評価指標として広く定着している。しかし、*JIF* は分野を超えた雑誌間の比較には適していないとされている。その最も重要な理由は、引用傾向が分野によって異なるからである。研究者は、これまでに蓄積された研究成果に新しい知見を積み上げて研究発表をするが、雑誌が属する分野によって、引用している文献の数(参考文献数)や出版年分布に違いがみられる。すなわち、ある分野では多数の文献を引用するが別の分野ではあまり引用をしない、あるいは、ある分野では出版年の新しい文献をよく引用するが別の分野では古い文献もよく引用する、など分野によって引用傾向に相違がみられる。*JIF* は最近の2年間に出版された当該雑誌の論文が引用された回数(の論文あたりの平均値)であるから、引用をあまり行わない分野や古い文献をよく引用する分野では、それ以外の分野と比較して *JIF* の値が低くなると考えられる。こうした分野間の相違を考慮に入れずに、分野の異なる雑誌の *JIF* を比較することには無理がある。

分野によって「引用ポテンシャル」(論文あたり参考文献数によって測られる)や引用年齢分布が大きく変化するので異なる分野の間で被引用数を比較することは不相当であることは、既に *JIF* の創始者である *Garfield* 自身が指摘している[1]。その後も多くの研究でこのことは明らかにされているが、まとまった論考としては *Glänzel & Moed* のもの[2]が挙げられる。

しかし研究の学際化が進んでいる中で、特定分野内の雑誌に限定した比較では、利用ニーズに応えきれないのが現状である。そこで分野を超えて雑誌の比較を可能にするため、規格化した指標の研究が進められている。ここで規格化した指標とは、分野間の比較を可能とする目的で *JIF* を修正した指標、あるいは *JIF* とは異なる考えに立って

設定する雑誌評価指標(但し引用数に基づく指標であることに変わりはない)を意味する。

なお、このような規格化指標には、分野間だけではなく分野内の引用傾向の違いも考慮して補正するものがある。この場合、分野内での雑誌のランクの入れ替わりが起こる。詳しくは 2.3 で述べる。

雑誌の規格化指標には、大別して分類規格化指標とソース規格化指標があるが、本研究では新たなソース規格化指標 *SCJIF*(*Source-Corrected Journal Impact Factor*)を提案することを目的とする。まず 2. において、これまでに提案されている代表的な分類規格化指標とソース規格化指標を示し、分類規格化とソース規格化の特徴を比較した上で、後者の方が規格化の方法として望ましいことを述べる。3. で *SCJIF* の考え方と計算法を述べるとともに、この指標が、これまでに提案されているソース規格化指標の問題点を回避できることを説明する。4. で *SCJIF* の有効性を検証するために選択したデータについて述べ、5. で、*SCJIF* が引用傾向差を考慮して分野間のみならず分野内の *JIF* 格差を縮小することを示す。6. ではこの結果に関するいくつかの考察を行う。

2. 雑誌の指標規格化に関する先行研究

規格化指標の対象は雑誌に限るものではなく、個々の論文、著者、研究グループや研究機関のインパクトを比較するためのものも多く提案されている。しかし、本研究は雑誌の規格化に注目しているため、それ以外の対象に関する規格化には触れない。また、以下に挙げる指標には雑誌以外にも適用できるものもあるが、説明は雑誌への適用に限定する。

雑誌指標の規格化には、大きく分けて、分類規格化とソース規格化という2つの方法がある。この章では、それぞれの規格化の考え方と代表的な指標について説明した後、2つの規格化方法の特徴、長短について比較する。

2.1 分類規格化指標

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[3]が、その主なものには、標準値に対する単純比、規格化した偏差、パーセンタイルランクがある。

(1) 単純比による指標

分野の標準となる値(Schubert & Braun [3]はこれをロケーションパラメーターと呼んでいる)に対する雑誌指標値の比である。ロケーションパラメーターには、分野の単純平均値、重み付けした平均値、中央値などが用いられる。

Egghe & Rousseau が提案した Relative Impact Factor [4]は、論文数で重み付けしたカテゴリ内 JIF 平均値をロケーションパラメーターとして、JIF を規格化したものである[5]。この重み付け JIF 平均値は Aggregate Impact Factor(AIF)と呼ばれ、JCR で知ることができる。Radicchi らによる rescaled citation count [6]もこれと似ており、カテゴリ内の論文の平均被引用数を用いて規格化を行う。彼らは、論文の被引用数分布はカテゴリによらずほぼ同じ形(対数正規分布)をしており、平均値で規格化すれば一致することを、この方法の適切さの根拠としている。

Dorta-González & Dorta-González は、分類規格化の問題点の1つである複数カテゴリに属する雑誌のロケーションパラメーターの決め方に関して、雑誌が属する全カテゴリを合わせたメタカテゴリの AIF をロケーションパラメーターとするカテゴリ規格化 JIF を提案した[7]。また、Crespo らは、各カテゴリに含まれる論文を被引用数順に多くの区間に等分割することにより、AIF より情報量の多いロケーションパラメーター(exchange rate)を考案した[8]。あるカテゴリの各区間での平均被引用数をその区間の全カテゴリ平均被引用数で規格化し、それらの規格化

被引用数を全区間で平均した値がそのカテゴリの exchange rate である。

(2) 規格化した偏差による指標

分野間の JIF の平均値の差だけでなく、その拡がりの差も考慮して補正する方法である。規格化した指標の値は、もとの雑誌指標値(JIF など)とロケーションパラメーターの差を分散パラメーターで割ったものとなる。分散パラメーターには、標準偏差、四分位間隔などが用いられる。たとえば、Ramírez らによる renormalized impact factor [9]は、 $(F - F_{med}) / (F_{max} - F_{med})$ で与えられる。ここで、 F はある雑誌の JIF 値、 F_{med} 、 F_{max} はそれぞれ、その雑誌が属するカテゴリにおける JIF の中央値と最大値である。

(3) パーセンタイルランクによる指標

この種の指標で最も単純なものは、もとの雑誌指標値(たとえば JIF)の当該分野におけるランクを、上位からのパーセントで表した値である。つまり分野に属する雑誌数での規格化といえる。しかし最近では、より洗練されたパーセンタイル指標が提案されている。その背景には、論文の被引用数が極めて歪度の高い分布を示すことから、JIF のような平均値を代表値とすることは不適当であり、ノンパラメトリックな指標が望ましいという考えがある。

この種の指標で当初現れたのは、トップ $x\%$ 論文比 $PP_x\%$ である。対象分野の全論文を被引用数順に並べ、ある雑誌の論文の何%がその上位 $x\%$ に含まれるかをその雑誌の $PP_x\%$ とする。この値が x より高ければ、その雑誌は水準より上ということになる。Bornmann らはトップ 10%を採用した[10]が、トップ 1%、5%、20%なども使われる。

Bornmann & Mutz はこれを進めた 6PR(six percentile rank classes)を提案した[11]。これは、トップ 1%、1-5%、5-10%、10-25%、25-50%、50-100%の範囲にある雑誌の論文比に、それぞれ 6~1 の重みを付けた和である。一方 Leydesdorff & Bornmann は、雑誌インパクトは被引用数と規模(論文数)の両方の効果を統合すべきという考えから指標 I3(integrated impact indicator)を

提案した[12]. これは, 各パーセンタイル領域 (1% 刻みの 100 領域) に含まれる論文数に, パーセンタイル重み付け(上位から 100・・・1)した和である.

2.2 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, 頻り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[13]. 参照元の雑誌の参考文献数を用いるので「ソース規格化」と呼ぶ. この種の指標の提案のうち, 代表的な 3 つを以下に示す. これらについては, Waltman & van Eck に比較がなされている[13].

(1) Audience Factor(AF)

Zitt & Small が提案した AF[14]は, JIF の分子にあたる被引用数に重み付けをしている. すなわち, 各被引用を同等に 1 と数えるのではなく, 引用元雑誌の該当年の論文あたり平均参考文献数で割った値とする(指標の数字の大きさを JIF と合わせるため, 全分野の論文あたり平均参考文献数をこれに乗ずる). ここでいう参考文献は, インパクト算出に用いる被引用論文の対象期間(cited window)と同じ期間の論文に対するもの(active reference, 以降は有効参考文献という)に限定する.

ある雑誌 A の AF は次の式で表される(全分野平均参考文献数の係数は除く).

$$AF(A) = (c/n) \sum_{i=1}^k \alpha_i / s_i \quad (1)$$

n は cited window 期間の A の論文数, c はそれらの論文が得た被引用数, α_i は引用元雑誌 i ($i = 1, 2, \dots, k$) の論文が c の中に占める比率, s_i は雑誌 i の論文あたり平均有効参考文献数である.

(2) 論文の分数計数による規格化

Leydesdorff らは, より徹底して論文ごとにソース規格化を行う指標を提案した[15, 16]. 分数計数による雑誌インパクトファクター(JIF based on fractional counting: JIF-FC)は, JIF の分子にあたる被引用の各々に, 引用元論文の有効参考文献数の逆数で重み付けする.

ある雑誌 A の JIF-FC は次の式で表される.

$$JIF-FC(A) = (1/n) \sum_{i=1}^c 1/r_i \quad (2)$$

r_i は引用元論文 i ($i = 1, 2, \dots, c$) の有効参考文献数である(その他の記号の意味は式(1)と同じ).

(3) Source Normalized Impact per Paper (SNIP)

SNIP は Scopus 収録誌を対象とした雑誌インパクト指標である. 当初 Moed により提案され[17], 現在は Waltman ら[18]により改良された指標が使われている.

ある雑誌 A の SNIP は次の式で表される.

$$SNIP(A) = (1/n) \sum_{i=1}^c 1/p_i r_i \quad (3)$$

この式は JIF-FC の式(2)と似ているが, p_i というパラメーターを含んでいる. p_i は, 論文 i が属する引用元雑誌中に有効参考文献を少なくとも 1 つ含む論文の割合である. これは, 有効参考文献がない論文が多い雑誌の寄与の過小評価を防ぐために導入された.

Scopus で公開されている SNIP には, この他にも JIF と異なる点がある. 1 つは, インパクト算出対象となる cited window の期間で, JIF では前 2 年であるのに対し SNIP では前 3 年である. もう 1 つは対象論文のドキュメントタイプで, 分母(論文数), 分子(被引用数)とも原著論文, レビュー論文, 会議録論文に限定する(JIF では分母は原著論文とレビュー論文に限定するが分子には制限がない).

2.3 分類規格化とソース規格化の比較

分類規格化は引用される側(cited side)から見た規格化であるのに対し, ソース規格化は引用する側(citing side)から見た規格化であるといえる

[14].

分類規格化の最大の問題点は、雑誌を分野に分類する難しさにある。Web of Science (WoS)やScopusなどのデータベースで使われている雑誌の分類を利用することはできるが(実際ほとんどの分類規格化ではこれらの雑誌分類のいずれかを用いている)、これらは論文単位の分類ではない。掲載される個々の論文の主題はまちまちであることから、1つの雑誌に1つの分類だけを付与することは困難である。掲載論文の主題を正確に表現しようとするれば、1つの雑誌に複数の分類を付与しなければならない。しかし分類規格化では、分野ごとに規格化されるため、同じ雑誌が複数の分野に分類されている場合は、それぞれの分野で異なる規格化指標をもつという問題が生じる。

表1は、分類規格化の例として、JCR Science Edition(JCR-SE) 2009年版で Clinical Neurology(CN)と Neurosciences(NS)という2つのカテゴリーを付与された5誌について、各雑誌のJIFをそれぞれのカテゴリーのAIFに対する比で規格化したものである(標準値に対する単純比)。NSとCNでAIFが異なるため、同じ雑誌でも規格化された値が異なっている(NSはCNよりAIFが高いため、同じ雑誌に対するNSにおける規格化インパクトはCNにおけるそれより低くなる)。複数カテゴリーを持つ雑誌に1つの指標を与える提案もある[7]が、単純に各カテゴリーの規格化JIFを平均したものに過ぎない。

表1：分類規格化による同一雑誌の指標値の相違

タイトル	JIF	CNのAIFによる規格化	NSのAIFによる規格化
<i>Brain</i>	9.490	3.187	2.456
<i>Ann Neurol</i>	9.317	3.129	2.411
<i>Acta Neuropathol</i>	6.397	2.148	1.656
<i>Neuroscientist</i>	6.079	2.041	1.573
<i>Sleep Med Rev</i>	5.967	2.004	1.544

* AIF : CN 2.978, NS 3.864

分類規格化のもう1つの問題点は、同一分野内の雑誌による引用傾向の違いを補正できないということである。WoSやScopusのカテゴリーは人為的区分なので、同一カテゴリー内にも異なる主題領域の雑誌が存在し、それらの間には引用傾向の相違があると考えられる。分類規格化でそれに対処しようとするれば、更に分野を細分するしかないが、これは分類の作業を一層複雑なものにする。

ソース規格化では、予め雑誌を分類するのではなく、引用元の参考文献数特性によって規格化を行うので、分類規格化に見られる上記2つの問題は解決される。どの雑誌でも規格化指標の値は1つに定まる。しかし、考慮する要因は引用元の参考文献数だけなので、分類規格化と違って完全に分野間の均衡が達成される訳ではない。(均衡化さ

れない主な理由を6.5で述べる)。2.1及び2.2で挙げた先行研究ではすべて、規格化により分野間格差の縮小が見られたかどうかの検証を行っている。分類規格化では当然であるが、ソース規格化でも多くの場合分野間格差の縮小が見られた。Leydesdorffらは、2.2(2)で述べたJIF-FCと2.1(3)で述べたI3の両方について、同じ標本で評価を行っている[19]。分類規格化指標であるrescaled citation count [6]と、ソース規格化指標であるJIF-FC [15,16]を比較した実験[20,21]では、前者の方が分野間格差をよく縮小したとしているが、上記の理由から当然の結果と思われる。

ソース規格化の主な問題は、多大の作業量を要することである。2.2で示した3つの指標のうちAFを除く2つは、個々の引用元論文の有効参考

文献数を求めなければならない。AF は個々の論文ではなく引用元雑誌について知ればよいので、JCR からデータを得ることができ、作業量はかなり少なく済む。これに比べて分類規格化指標は、WoS や Scopus などの既存分類を用いる限り、作業量はずっと少ない。2.1 の(3)に示した $x\%$ 論文比に基づく指標は、各分野の被引用数分布を知る必要があるが、参考文献数を調べるよりは少ない作業量で済む。

以上に見たように、ソース規格化指標は分類規格化指標に比べ、主観的な雑誌分類を用いないという点で客観性が高く、分野間だけでなく分野内の引用傾向の違いも考慮するという長所がある。しかし、これまでに提案されたソース規格化指標は、分類規格化指標よりも作業量が膨大であるという難点がある。そこで本研究では、作業量をできるだけ軽減し、単年の JCR-SE だけを用いて規格化を可能とするソース規格化指標として引用元雑誌補正 JIF(Source-Corrected JIF; SCJIF)を提案し、これが JIF に比べて分野間、分野内の格差を縮小することを検証する。単年度の JCR-SE だけから指標が導けることは AF も同じであるが、SCJIF は AF が持つ難点を回避できることを次章で述べる。

3. 提案するソース規格化指標

3.1 提案する指標(SCJIF)の考え方と定義

2.3 で述べたように、ソース規格化指標は分類規格化指標に比べて客観的に定義できるという長所を持つが、反面計算に多大の作業量を伴うという難点がある。しかし、2.2 で示した指標のうち AF だけは、引用元雑誌の論文平均参考文献数を用いるため、JCR のみを用いて比較的簡単に計算できる。ソース規格化とは引用元論文の参考文献数に基づくべきという立場からすれば、雑誌の平均参考文献数を用いるとバイアスを生じる可能性があるが、Waltman & van Eck が行った比較 [13]によると、2.3(1)で述べた AF と 2.3(3)で述べ

た SNIP の間で雑誌ランキングの順位相関は極めて高く、両者とも分野間格差の是正効果が見られた。

しかし、AF(のみならず 2.2 で示したすべてのソース規格化指標)には別の問題点がある。これらを定義する式(1)、式(2)、式(3)から判るように、いずれも有効参考文献数の逆数で重み付けをしている。つまり、参考文献が少ない論文(あるいは雑誌)が大きな寄与をする(SNIP では p_i を乗ずるため更にこの効果が増幅する)が、このような論文や雑誌にはどちらかという重要性が低いものが多いと思われる [22]。ある雑誌を引用する論文(雑誌)に参考文献数の少ないものと多いものが混在する場合、前者の影響の方が強く現れるために、その雑誌の指標値が異常に高くなる恐れがある。AF を考案した Zitt & Small [14]は、この問題を回避するため、平均参考文献数に下限値を設定しているが、これはかなり人為的操作といわざるを得ない。

そこで、単年度の JCR-SE のみを用いて比較的簡単に計算でき、参考文献の多い雑誌からの寄与を重視するソース規格化指標として SCJIF (Source-Corrected Journal Impact Factor)を提案する。ある雑誌 A の SCJIF は次の式で表される。

$$SCJIF(A) = (c/n) / \sum_{i=1}^k \alpha_i s_i \quad (4)$$

各記号の意味は式(1)と同じである。

この式の分母は、A の引用元雑誌論文の期待有効参考文献数 (引用元雑誌の論文平均有効参考文献数の加重平均) と考えられるので、以下ではこの量を A の期待参考文献数(Expected References; ER)と呼ぶ。すなわち、

$$ER(A) = \sum_{i=1}^k \alpha_i s_i \quad (5)$$

ER を使うと式(4)は次のように書くことができる。

$$SCJIF(A) = JIF(A) / ER(A) \quad (6)$$

なお、AF を表す式(1)は次のように書くことができる。

$$AF(A) = (c/n) / (1 / \sum_{i=1}^k \alpha_i / s_i) \quad (7)$$

この式の分母は、Aの引用元雑誌の論文平均有効参考文献数の加重調和平均である。つまり、AFが引用元参考文献数の調和平均でJIFを規格化しているのに対し、今回提案するSCJIFは算術平均で規格化している。このため、SCJIFでは、AFなどの既存のソース規格化指標が持つ上記の問題点(参考文献が少ない引用元の寄与が過大評価される)を回避できる。

SCJIFではAFとは逆に、引用元雑誌に参考文献数の少ないものと多いものが混在する場合、後者の影響が過度に現れる場合もあり得る。しかし、前述のように、参考文献の多い雑誌の方が少ない雑誌より概ね重要度において勝るので、AFに比べて問題は小さいと考えられる。

3.2 SCJIFの計算法

以下の記述では、単年度のJCR-SEのデータを用いてSCJIFの値を算出する方法を示す。規格化の対象となる雑誌をA、雑誌Aを引用したそれぞれの引用元雑誌を J_i ($1 \leq i \leq k$)で表す。ここで、有効参考文献の期間は、JIFと同じように、指標の計算年の前2年間とする。

まず、式(6)の中の $ER(A)$ を求める。ある年 x における $ER(A)$ を求めるには、まずAの前2年(年 $x-1$, 年 $x-2$)の論文に対して年 x になされた引用をそれぞれの J_i に分ける。これらの前2年論文への引用のうち、 J_i からの引用の比率を α_i 、年 x における J_i の論文あたり前2年平均参考文献数を s_i とする。これらを用いて式(7)の $ER(A)$ が求められ、それを式(6)に代入することによりSCJIF(A)が得られる。

3.3 ERの算出方法

ここでは、 $ER(A)$ を得る手続きを詳細に示す。そのためには、Aの年($x-1$)と年($x-2$)の論文を年 x に引用した雑誌 J_i を定め、各 J_i に対し、 α_i (Aの前

2年被引用数に対する J_i の引用比)と s_i (J_i の論文あたり前2年平均参考文献数)を求めなければならない。このためには、JCR-SEに収録されているSource Data, Citing Journal Data, Cited Journal Dataを使う。

以下にその手順を示すが、本調査では年 x を2009年とした。従ってJCR-SE 2009年版を使用する。

(1) J_i の候補誌の抽出

JCR-SE 2009年版において、AのCited Journal Dataから、2009年にAを引用した雑誌(Citing Journal)が判る。しかし、そこには、Supplementとして発行される会議録や年報などが独立のタイトルとして表示されていたり、引用数が少ない雑誌を一括集計したall othersとして表示されていたりする。これらの引用は本来いずれかのJCR-SEソース誌からのものであるはずだが、それを明らかにするのは非常に困難であるため、今回の調査対象からは外した。残ったCiting Journalのうち、Aの2007年と2008年の論文を引用している雑誌が J_i の候補誌となる。

(2) J_i と s_i の決定

(1)で得られた各 J_i 候補誌のうち、JCR-SEにCiting Journal Dataが存在しなかったり、Source Dataに論文数が与えられていなかったりする雑誌を除いたものが J_i のセットを構成する。JCR-SE 2009年版のCiting Journal Dataから、各 J_i の2009年論文による2007、2008年の文献に対する総参考文献数が得られる(これを R_i とする)。また、JCR-SE 2009年版のSource Dataから、2007年と2008年における各 J_i の論文数が得られる(両年の合計論文数を P_i とする)。 J_i の s_i は R_i/P_i で与えられる。

(3) α_i の決定

再度JCR-SE 2009年版におけるAのCited Journal Dataに戻り、(2)で決定された各 J_i から、Aの2007、2008年の論文に対してなされた引用の数を得る。これらの引用数と全 J_i の合計引用数の比が α_i である。

4. データへの適用

引用傾向の違いによる JIF 格差が、ここで提案する規格化により緩和されることを確認するため、主観的に近縁している雑誌の JIF 平均値(AIF)にかなり差がある分野を 2 つ選ぶ。そしてそこに含まれる雑誌について SCJIF を算出し、2 つの分野における値の分布について JIF との比較を行う。また規格化に伴う分野内雑誌ランキングへの影響について明らかにする。

対象とする分野として、本研究では JCR-SE 2009 年版におけるカテゴリーの Clinical Neurology(CN)と Neurosciences(NS)とを選んだ。

両者は主観的に近縁しているが、それぞれの AIF は 2.978 と 3.864 とかなりの開きがある。カテゴリーに CN が付与されている雑誌は 167 誌あるが、うち 2 誌は JIF が算出されていないため、ここでは対象外とし、165 誌とした。カテゴリーに NS が付与されている雑誌は 231 誌である。また両カテゴリーが付与されている雑誌は、55 誌であった。従って、JIF と SCJIF を算出する雑誌 A は、341 誌(165+231-55)である。JCR-SE 2009 年版における両分野の概要は表 2 の通りである。

表 2：調査対象分野の概要

	CN	NS
雑誌数	165	231
AIF	2.978	3.864
JIF 最大値	18.126	26.483
JIF 中央値	2.233	2.766
JIF 最小値	0.047	0.043

これらの各 A に対する引用元雑誌 J_i は、JCR-SE 2009 年版における Cited Journal Data で A の前 2 年論文への引用があり、Citing Journal Data に当該誌のタイトルがあり、且つ、当年論文数のデータがある雑誌となる。CN の 165 誌に関するのべ J_i 数は 25,133 誌、NS の 231 誌については 41,897 誌となった。従って、CN では 1 誌あたり 150 誌強、NS では 1 誌あたり 181 誌

強の引用元雑誌が存在する。

5. 結果

5.1 SCJIF による分野間格差の縮小

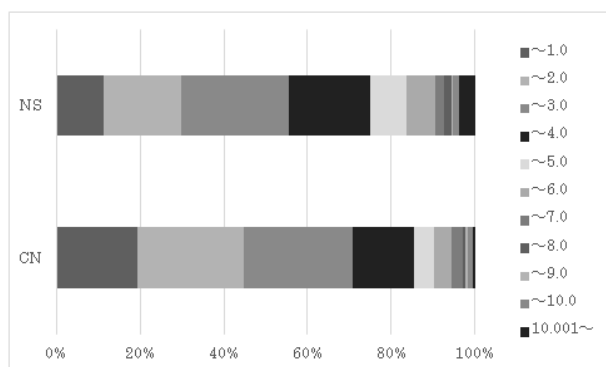
CN と NS の間で、JIF の上位 10%値、中央値、下位 10%値と、SCJIF の上位 10%値、中央値、下位 10%値を比較すると、それぞれ表 3 の通りとなった。

表 3：CN, NS の上位 10%値、中央値、下位 10%値と NS/CN 比

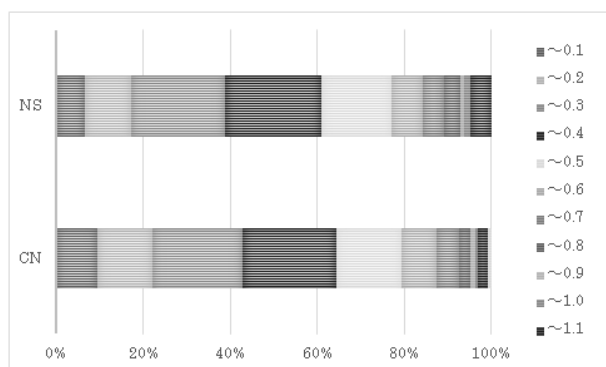
(a)JIF			
	CN	NS	NS/CN 比
上位 10%値	5.139	5.961	1.16
中央値	2.233	2.766	1.24
下位 10%値	0.467	0.821	1.76
(b)SCJIF			
	CN	NS	NS/CN 比
上位 10%値	0.639	0.713	1.16
中央値	0.33	0.362	1.10
下位 10%値	0.103	0.142	1.38

このように、CN と NS の間の格差は規格化によって縮小した。

規格化の効果をより詳しく把握するため、JIF と SCJIF の値の構成を図 1 に示した。JIF が 3 以上の雑誌の構成比率は、CN で 29%、NS で 46%、その比は 1.6 倍、5 以上の雑誌は CN、NS でそれぞれ 10%と 16%で、やはり 1.6 倍の開きがあった。一方、SCJIF が 0.3 以上の雑誌の構成率は、CN、NS がそれぞれ 57%と 61%で 1.1 倍、0.5 以上はそれぞれ 20%と 23%で 1.2 倍となり、JIF に比べて両分野の構成が近いことから規格化が機能していることがわかる。



(a) JIF



(b) SCJIF

図1: CNとNSの間のJIF及びSCJIFの分布の比較

5.2 ERの分布

ERの分布を図2に示す。ERの中央値は、CNで6.65、NSで8.17、両者の開きは1.23倍であった。ERが7以上の雑誌はCNで39%、NSで68%あり、NSの雑誌の方が、CNの雑誌に比べて、論文あたり前2年参考文献数が多いことがわかる。JIFでのCNとNSの格差がSCJIFでかなり縮まったのは、このようにCNのERがNSのERに比べ、かなり低いことによる。

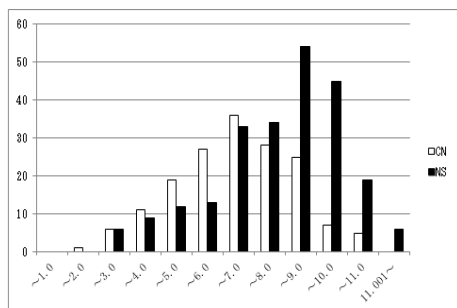


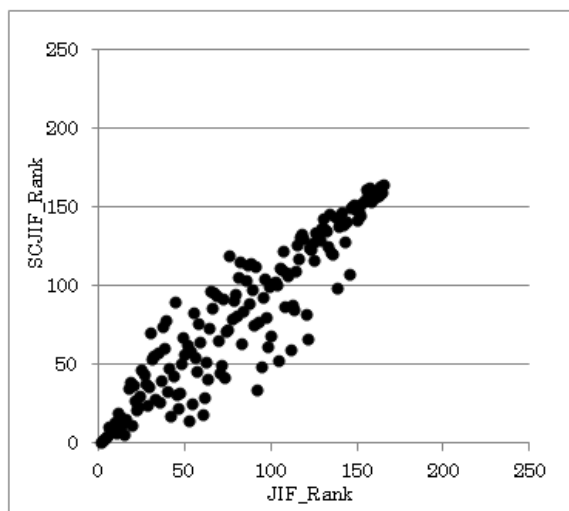
図2: ERの分布

5.3 分野内雑誌ランキングの分布

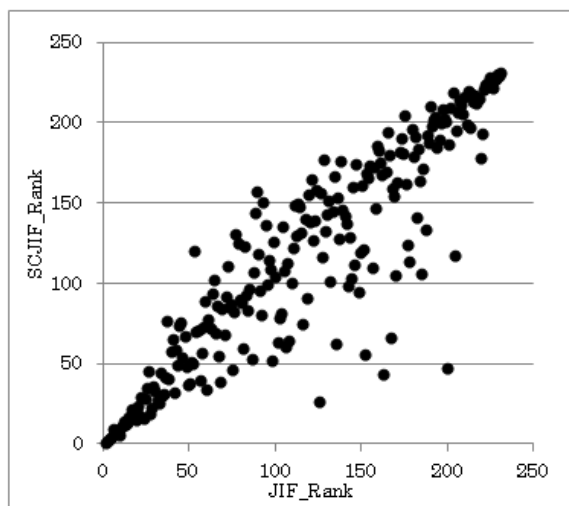
規格化は、分野間の格差に影響するだけでなく、分野内の雑誌のランキングにも影響を与えると考えられる。JIFとSCJIFのランクの変動の様子を図3に示した。両者のランクの間のスピアマン順位相関係数は、CNで0.922、NSで0.902といずれも高いので、全体的に大きな変動はないといえるが、中には大きく順位が変動した雑誌もある。数字が低いほどランクは高いので、原点から45度直線に対して、下に分布したものがSCJIFでランクがアップしたもの、上に分布したものはランクがダウンしたものとなる。ここからランクアップした雑誌の方に大幅なランク変動が多かったことが読みとれる。CNでのランクアップは65誌、ランクダウンは84誌、NSでのランクアップは87誌、ランクダウンは132誌であった。

5.4 分野内格差の縮小

規格化は、分野内の雑誌のランキングにも影響を与えたが、さらに分野内の雑誌間格差にも影響を与えていると考えられる。そこでJIFとSCJIFの上位10%値と下位10%値の比を、CN、NSで比較してみる。CNはJIF比が11.0倍(上位10%値5.139、下位10%値0.467)であるのに対してSCJIF比は6.2倍(同0.639、0.103)、NSではJIF比7.3倍(同5.961、0.821)に対してSCJIF比5.0倍(同0.713、0.142)となり、どちらでも分野内の値の高低差が縮まっていることがわかる。



(a)CN



(b)NS

図 3 : JIF と SCJIF との散布図

6. 考察

6.1 引用元雑誌の引用傾向を考慮した規格化の効果

CN と NS は、主題的に近縁しているが、AIF が CN より NS の方が高い。その原因の 1 つとして、NS の雑誌の方が CN の雑誌に比べて、引用元雑誌の論文あたり前 2 年参考文献数が多い(つまり両分野間で引用傾向が異なる)ということが考えられる。この仮説が正しければ、NS の引用元雑誌の論文の期待参考文献数(ER)は CN のそれより大きくなるはずである。実際に CN と NS の

雑誌について ER を計算してみると、図 2 の通り、NS の方が大きくなった。SCJIF は ER を考慮に入れており、SCJIF は JIF に比べ格差を縮小できたことから、ここでの仮説は支持された。

以上のことから、ER を用いて引用傾向の差を除去した SCJIF には、分野間の JIF の格差を縮小するという効果はあったといえる。しかしながら今回の調査では 2 つの分野しか対象にしていなので、結論を一般化するには更に検証が必要である。

6.2 規格化によるランク変動

6.2.1 ランク変動が大きかった雑誌の特徴

5.3 で述べたように、同一分野内の JIF と SCJIF による雑誌ランクの相関は高いが、相当順位が変動する雑誌もある。CN と NS のそれぞれの分野で、JIF のランクに比べ SCJIF のランクが大幅に上昇した雑誌(アップ誌)と大幅に下降した雑誌(ダウン誌)それぞれ 5 誌ずつ表 4 に示す。

ランク変動が大きい雑誌には、主題的特徴がみられる。アップ誌は、CN では脊椎や外科・整形外科系、NS では身体的動きに関する運動科学系の雑誌である。一方、ダウン誌には、CN、NS とともに薬学系の雑誌が多い。

このように、アップ誌とダウン誌に主題的な特徴がみられることから、CN、NS といった同一分野の中にも、引用傾向の異なる主題領域が混在しており、引用元雑誌の参考文献が少ない(従って ER が小さい)主題領域の雑誌はランクがアップし、参考文献が多い(従って ER が大きい)主題領域の雑誌はランクがダウンしたと推測される。

同一分野内に引用傾向の異なる主題領域が混在しているとすれば、JIF が分野間で比較できないのと同じように、分野内の雑誌間で比較することも必ずしも適切ではないかもしれない。このような分野内の引用傾向差による JIF の格差も、SCJIF は是正することができる。

6.2.2 ランク変動が大きかった雑誌を引用してい

る雑誌の特徴

6.2.1 で述べた推測を確かめるため、表 4 に示したランク変動が大きかった雑誌Aを引用している雑誌 J_i の特徴をみる。表 4 の各 A の J_i を $a_i s_i$ の降順に並べ、上位から累積が ER の 50% を超えるまでの雑誌を対象に、それらに付与されている JCR-SE のカテゴリーの集計数と、そのカテゴリーの論文あたり前 2 年平均参考文献数を表 5 に示した。集計に用いた J_i は、CN のアップ 5 誌では

46 誌、ダウン 5 誌では 78 誌、NS のアップ 5 誌では 42 誌、ダウン 5 誌では 53 誌で、これらはいずれものべ数である。カテゴリーは 1 誌につき複数付与されているものもあるが、ここではすべてを集計して単純カウントした。表 5 では上位 7 カテゴリーを示した。各カテゴリーの論文あたり前 2 年平均参考文献数は、JCR-SE 2009 年版の Citing Journal Data と Source Data を使って算出した。

表 4：ランクが大きく変動した雑誌

(a)CN

	雑誌 A	JIF ランク	SCJIF ランク	ランク差	ER
アップ誌	<i>Eur Spine J</i>	92	34	58	3.919
	<i>J Spinal Disord Tech</i>	121	67	54	3.272
	<i>J Neurosurg Spine</i>	104	53	51	3.794
	<i>Otol Neurotol</i>	111	60	51	3.632
	<i>Neurosurg Rev</i>	94	49	45	4.383
ダウン誌	<i>Curr Neurovasc Res</i>	44	90	-46	10.187
	<i>Clin Neuropharmacol</i>	76	119	-43	9.861
	<i>Eur Neuropsychopharmacol</i>	30	70	-40	10.097
	<i>Neurogenetics</i>	39	78	-39	10.326
	<i>Neurodegener Dis</i>	37	74	-37	9.998

(b)NS

	雑誌 A	JIF ランク	SCJIF ランク	ランク差	ER
アップ誌	<i>Integr Physiol Behav Sci</i>	200	47	153	2.083
	<i>J Electromyogr Kinesiol</i>	163	43	120	3.557
	<i>Neuropsychol Rehabil</i>	167	66	101	4.133
	<i>Gait Posture</i>	125	26	99	3.722
	<i>Hum Mov Sci</i>	152	56	96	4.382
ダウン誌	<i>J Neuroimmune Pharmacol</i>	89	157	-68	11.821
	<i>Mol Pain</i>	53	120	-67	11.879
	<i>Brain Cell Biol</i>	93	151	-58	11.205
	<i>Neural Dev</i>	88	144	-56	11.324
	<i>CNS Neurol Disord Drug Targets</i>	77	131	-54	10.733

CN, NS のカテゴリーの雑誌を引用する雑誌

には当然これらのカテゴリーのものが多いので、

この2つのカテゴリー（Clinical Neurology と Neurosciences）は表5のアップ誌，ダウン誌両方に現れている．この2つのカテゴリーを除くと，アップ誌では，CNでは整形外科や外科系のカテゴリー，NSでは整形外科や運動科学系のカテゴリー，ダウン誌ではCN，NSとも薬学や生化学関係のカテゴリーがほとんどであり，どちらも6.2.1で述べた主題領域と同じ傾向であった．論文あたり前2年平均参考文献数は，アップ誌の方が概ね低い．7カテゴリーの平均を見ても，アップ誌はCNが5.7，NSは5.3，ダウン誌ではCNは7.6，NSは8.1であることから， J_i の参考文献数が少なければAのランクの上昇に貢献し，多いとAのランクが下降する

傾向を確認した．

レビュー論文は，研究論文に比べ，一般的に参考文献数が多いことから，引用元雑誌にレビュー論文が多く含まれるとERは大きくなり，SCJIFでのカテゴリー内ランクはJIFでのランクに比べダウンすることが考えられる．そこで表5で対象とした各 J_i について，JCR-SE 2009年版を使ってResearch ArticleとReview Articleの割合を調べ，それぞれのタイトル数を表6に示した．Review Articleが50%以上ある J_i の割合は，CN，NSともにダウン誌の方がアップ誌より著しく高く，ダウン誌にみられる参考文献数の多さには，レビュー論文が影響していることを確認できた．

表5：ランク変動が大きかったAを引用した J_i に付与されたJCR-SEカテゴリー
(a)CN

	カテゴリー	付与数	論文あたり 前2年平均 参考文献数
アップ誌	Clinical Neurology	20	5.7
	Orthopedics	12	3.8
	Otorhinolaryngology	9	2.8
	Surgery	7	4.1
	Neurosciences	6	7.8
	Medicine, General & Internal	3	7.0
	Oncology	3	8.4
ダウン誌	Pharmacology & Pharmacy	32	8.7
	Neurosciences	28	7.8
	Clinical Neurology	19	5.7
	Psychiatry	12	6.9
	Biochemistry & Molecular Biology	10	8.4
	Genetics & Heredity	5	8.7
	Chemistry, Medical	4	6.7

(b)NS

	カテゴリー	付与数	論文あたり 前2年平均 参考文献数
アップ誌	Neurosciences	20	7.8
	Sport Sciences	13	4.5
	Rehabilitation	9	4.5
	Clinical Neurology	8	5.7
	Orthopedics	7	3.8
	Engineering, Biomedical	6	5.1
	Psychology	5	5.6
ダウン誌	Neurosciences	27	7.8
	Pharmacology & Pharmacy	21	8.7
	Developmental Biology	6	9.1
	Biochemistry & Molecular Biology	5	8.4
	Clinical Neurology	4	5.7
	Psychiatry	4	6.9
	Cell Biology	3	10.4

表6: アップ誌とダウン誌における J_i の review article 構成

	アップ誌		ダウン誌	
	CN	NS	CN	NS
Review Article が 50%以上	3	4	35	27
Review Article が 50%未満	43	38	43	26

自誌引用率が高い雑誌では、自誌の a_i が大きくなることから、その雑誌の平均参考文献数(s_i)が ER に強い影響を及ぼす。自誌の s_i が大きければ ER も大きくなるため SCJIF のランクは JIF よりも下降し、自誌の s_i が小さければ ER も小さくなるため SCJIF のランクは JIF よりも上昇する。自誌の s_i によっては、ランクが大幅に上昇したり下降したりすることもあり得る。表7には、ランク変動の大きかった A のうち、自誌引用の a_i が 20%以上のものを示した。これらはいずれもアップ誌であった。このうち、Integr Physiol Behav Sci は、自誌の a_i が 86%を占めており、さらにそ

の論文あたり前2年平均参考文献数を示す s_i が 1.586 と低いことから、ランクが JIF 200位から SCJIF 47位へと153もアップした。これは極端な例であるが、他の雑誌も同様な影響を受けたものと考えられる。今回示したものはいずれも SCJIF でのランクは大きくアップしたが、もし s_i が大きければ、大きくダウンすることになる。

表7: ランク変動が大きく自誌引用率(a_i)が高い雑誌

	雑誌 A	a_i	s_i	ランク 差
CN	<i>Eur Spine J</i>	0.248	3.711	58
NS	<i>Integr Physiol Behav Sci</i>	0.860	1.586	153
	<i>Neuropsychol Rehabil</i>	0.216	1.894	120
NS	<i>Gait Posture</i>	0.238	3.032	99

自誌引用が極端に多いと、JIF を上げるための作為的な引用と疑われることもあり、自誌引用の影響の排除を検討されることもある。しかし雑誌

が少ない分野のコア誌では必然的に自誌引用率が高くなるなどの理由から、自誌引用率が高いことを一概に不適切とはいえない。自誌引用の適切・不適切にかかわらず、その率が高いと SCJIF に大きく影響することから、これはソース規格化の課題の 1 つといえる。

6.3 共通 55 誌に関するランク変動

CN と NS には、両方のカテゴリに含まれる雑誌が 55 誌ある。その共通 55 誌についての規格化によるランク変動を図 4 に示した。図 3 と同様、数字が低いほどランクは高いので、原点から 45 度直線に対して、下に分布したものが、SCJIF でランクアップしたもの、上に分布したものはランクダウンしたものとなる。CN ではランクダウンした雑誌は 73% もあって全般に下降気味であるが、NS では 56% であり、CN ほど大きなランクダウンはみられなかった。

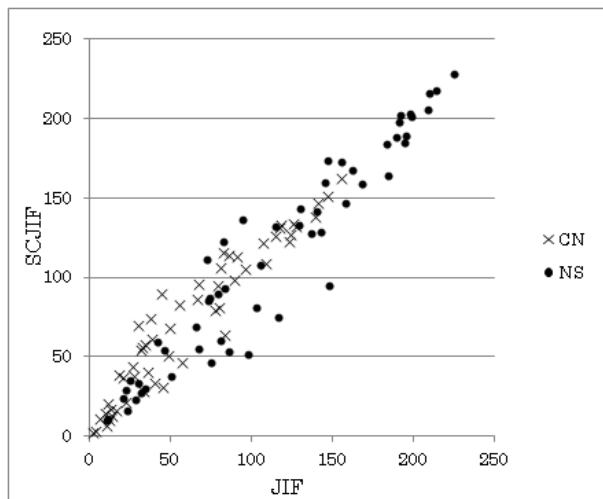


図 4：規格化による共通 55 誌のランク変動

この理由を説明するため、共通 55 誌については、CN の雑誌より NS の雑誌からよく引用されると仮定してみる。5.2 で示したように、CN と NS の ER を比べると、NS のほうが大きかった。上記の仮定により、CN 内では、ER の高い NS の雑誌からの引用が補正されて共通 55 誌のランクが下がった。一方、NS 内では、共通 55 誌、他の

雑誌ともに NS の雑誌からの引用が多いためランクの変動はあまりみられなかったと考えられる。

表 4a に示した CN のダウン誌 5 誌のうち、3 誌は共通 55 誌である。CN のアップ誌、NS のアップ誌、ダウン誌では、共通 55 誌はみられなかった。また表 5a では、CN でランク変動が大きかった雑誌 A を引用した J_i に付与されたカテゴリを示したが、ダウン誌を引用した J_i のうち 28 誌に NS のカテゴリが付与されており、このことから CN に対し NS の影響があることがうかがえる。このことは上の推測を肯定するものと考えられる。

6.4 AF との比較

3.1 で述べたように、Zitt & Small[14]が提案した AF は、引用元雑誌の平均参考文献数に調和平均を用いていることが SCJIF と異なる。ここでは、両者による規格化の結果を比較してみる。

表 8 には、CN、NS において、AF による規格化をした場合の上位 10% 値、中央値、下位 10% 値を示した。これを表 3 と比較すると、JIF における CN と NS 間の格差に対する縮小効果は、AF と SCJIF でほぼ同程度である。

表 8：CN、NS における AF の上位 10% 値、中央値、下位 10% 値と NS/CN 比

	CN	NS	NS/CN 比
上位 10% 値	0.875	0.945	1.08
中央値	0.472	0.472	1.00
下位 10% 値	0.126	0.193	1.53

表 9 は、AF により JIF に比べ大幅にランクアップした雑誌である。このうち、*印を付けた 3 誌以外の雑誌は、SCJIF における大幅ランクアップ誌を示した表 4 にも現れている。これらの雑誌は引用元雑誌の参考文献数が全体的に少ない雑誌で、SCJIF でも AF でもランクアップが起きている（算術平均、調和平均のいずれでも平均参考文献数が低いため）。6.2 で述べたように、これらは

当該分野内の特定の主題領域（参考文献数が少ない傾向を持つ）に属する雑誌であり，ソース規格化の狙いに沿ったランクアップであるといえる（6.2.2 で示した *Integr Physiol Behav Sci* のようにやや極端な場合もあるが）。

一方，表9で*が付いた3誌のうち *Aphasiology* と *J Hist Neurosci* の2誌は，AF のランクアップが SCJIF のランクアップよりも著しく高いが，それには別の要因が働いている。*Aphasiology* は，CN での JIF ランクは 138 位だが，AF ランクは 70 位に上昇した。この雑誌の J_i は 20 誌あるが，自誌引用の α_i が 0.49 と全体のほぼ半分あり，その s_i が 1.07 と低いことがランクアップの主な要因となった。また，*J Hist Neurosci* は，NS での

JIF ランクは 220 位だが，AF ランクは 47 位と飛躍的に上昇した。この雑誌の J_i は 6 誌しかないが，そのうちのひとつであるこの雑誌自身（自誌引用）の s_i が 0.18 と極端に低く，これが大幅なランクアップの主な要因である。表9に示すように，これら2誌の SCJIF ランクも JIF よりランクアップしているものの，それほど極端ではない。

SCJIF では逆に，引用元雑誌に参考文献数の少ないものと多いものが混在する場合，後者の影響が過度に現れ，JIF に比べ大幅にランクダウンする場合もあり得る。しかし，3.1 で述べたように，参考文献の多い雑誌の方が少ない雑誌より概ね重要度において勝るので，AF に比べて問題は小さいと考えられる。

表9：AFにおいて大幅にランクアップした雑誌
(a)CN

雑誌 A	JIF ランク	AF ランク	JIF-AF ランク差	SCJIF ランク	JIF-SCJIF ランク差
<i>Aphasiology*</i>	138	70	68	99	39
<i>Otol Neurotol</i>	111	48	63	60	51
<i>Neurosurg Rev</i>	94	42	52	49	45
<i>Eur Spine J</i>	92	50	42	34	58
<i>Spinal Cord*</i>	98	56	42	62	36
<i>J Neurosurg Spine</i>	104	62	42	53	51

(b)NS

雑誌 A	JIF ランク	AF ランク	JIF-AF ランク差	SCJIF ランク	JIF-SCJIF ランク差
<i>J Hist Neurosci*</i>	220	47	173	193	27
<i>Integr Psychol Behav Sci</i>	200	60	140	47	153
<i>J Electromyogr Kinesiol</i>	163	44	119	43	120
<i>Neuropsychol Rehabil</i>	167	59	108	66	101
<i>Hum Mov Sci</i>	152	48	104	56	96

6.5 本研究の規格化で埋められない分野間格差の可能性

SCJIF は，引用元雑誌の参考文献数の差に基づく影響を是正する規格化である。しかし特別な引

用環境にある分野については，SCJIF でもって格差を是正することは難しい。例として分野間引用の不均衡，論文成長率の差，データベースにおける分野の雑誌カバー率などが挙げられる[13]。

分野間引用の不均衡とは，自分野以外の分野か

らの引用がほとんどない分野と、自分野だけでなく他分野からも多くの引用がある分野の間でみられるケースで、ソース規格化を行っても後者が高い SCJIF を持つ可能性が高い。また、論文あたり前 2 年平均参考文献数が同じで論文の成長率が異なる分野を比較すると、成長率が高い方が JIF は高くなるが、成長率の影響は ER には及ばないため、SCJIF でも格差を解消できない。さらに、データベースにおける雑誌カバー率が低い分野では JIF が低くなる傾向にあるが、カバーされない雑誌からの引用は ER に影響しないので、SCJIF では格差は解消されない。

これらの分野間格差の存在は、SCJIF のみならず、ソース規格化を行う際の注意すべき点である。

7. 結論

本論文では、ソース規格化の新しい方法として SCJIF を提案し、その効果を検証した。これまでのソース規格化は WoS の引用データに基づいていたが、SCJIF は JCR-SE にある雑誌単位の被引用数、参考文献数を用いることができ、規格化が容易であることが特徴として挙げられる。Zitt & Small [14] による AF は、SCJIF と同様 JCR-SE のみを用いて計算することができるが、論文あたり参考文献数(s_i)が非常に少ない雑誌の影響を敏感に受けるという問題がある。SCJIF は逆に s_i が非常に大きい雑誌の影響を受けやすいが、両者を比較すると AF に比べて問題が少ないと考えられる。

規格化の検証は CN と NS の 2 分野で行った。JIF における CN と NS の格差は、SCJIF で縮小されることを確認した。また SCJIF により分野間格差だけでなく、分野内格差も縮小された。今後、より多くの分野での検証が必要である。

JIF と SCJIF の間で分野内のランク変動が大きかった雑誌について、その要因を調べた結果、ランクアップする雑誌とランクダウンする雑誌の間には主題領域に違いがあり、同一分野内でも主題領域によって引用傾向が異なることが判明した。

SCJIF は、このような分野内の主題領域間の JIF の格差も縮小する効果がある。

以上のことから、SCJIF は、引用元の引用傾向を考慮することによって、JIF とは違った側面を捉えた雑誌指標であるといえる。この点は AF と同じであるが、AF が参考文献数の少ない引用元の影響に敏感であるのに対し、SCJIF は参考文献数の多い（どちらかという重要性の高い）雑誌の影響を重視する点が異なっている。

SCJIF は分野間格差の是正を目的としたが、年による引用傾向変化の補正にも応用は可能と思われる。同じ雑誌でも研究の展開、他雑誌の動態から時間とともに引用傾向にも変化がみられる。SCJIF を応用すれば、その是正も可能である。また論文単位での引用情報を収集できれば、研究者間、学部間、機関間などでも補正による比較が可能になると思われる。SCJIF の有効性について、引き続き検討したい。

謝辞

本研究で使用した Journal Citation Reports Science Edition 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。

注・文献

- [1] Garfield, E. Citation indexing. Its theory and application in science, technology and humanities. New York: Wiley, 1979.
- [2] Glänzel, W.; Moed, H. F. Journal impact measure in bibliometric research. *Scientometrics*. 2002, vol.53, no.2, p.171-193.
- [3] Schubert, A.; Braun, T. Cross-field normalization of scientometric indicators. *Scientometrics*. 1996, vol.36, no.3, p.311-324.
- [4] Egghe, L.; Rousseau, R. A general

- framework for relative impact indicators. *Canadian Journal of Information and Library Science*. 2002, vol.27, no.1, p.29-48.
- [5] 本稿で使う「カテゴリー」は JCR や WoS で用いられている Subject Category を指す.
- [6] 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*, 2008, vol.105, no.45, p.17268-17272.
- [7] 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*. 2013, vol.95, no.2, p.645-672.
- [8] 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*. 2014, vol.65, no.6, p.1244-1256.
- [9] Ramírez, A. M.; García, E. O.; Del Río, J. A. Renormalized impact factor. *Scientometrics*. 2000, vol.47, no.1, p.3-9.
- [10] 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*. 2012, vo.6, no.2, p.333-335.
- [11] 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*. 2011, vol.5, no.1, p.228-230.
- [12] 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*. 2011, vol.62, no.11, p.2133-2146.
- [13] Waltman, L.; van Eck, N. J. Source normalized indicators of citation impact: An overview of different approaches and an empirical comparison. *Scientometrics*. 2013, vol.96, no.3, p.699-716.
- [14] 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*. 2008, vol.59, no.11, p.1856-1860.
- [15] 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*. 2010, vol.61, no.11, p.2365-2369.
- [16] 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*. 2011, vol.62, no.2, p.217-229.
- [17] Moed, H. F. Measuring contextual citation impact of scientific journals. *Journal of Informetrics*. 2010, vol.4, no.3, p.265-277.
- [18] 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.
- [19] 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*. 2013, vol.64, no.1, p.96-107.
- [20] Radicchi, F.; Castellano, C. Testing the fairness of citation indicators for comparison across scientific domains: The case of fractional citation counts. *Journal of Informetrics*. 2012, vol.6, no., p.121-130.
- [21] Leydesdorff, L.; Radicchi, F.; Bornmann, L.; Castellano, C.; de Nooy, W. Field-normalized impact factors (IFs): A comparison of rescaling and fractionally counted IFs. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2013, vol.64, no.11, p.2299-2309.
- [22] 論文の参考文献数と被引用数には有意な正の相関があることは、多くの研究で実証されている。たとえば以下を参照：Onodera, N.; Yoshikane, F. Factors affecting citation rates of research articles. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Accepted for publication. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.23209/pdf> (accessed 2014-10-17).

(2014年8月29日 受付)

(2014年11月6日 採録)

(2014年12月5日 出版)