平成25年12月1日発行（毎月1回1日発行）通巻751号 昭和15年4月18日第3種郵便物認可 CODEN:KAKYAU ISSN 0451-1964

CHEMISTRY

化学

DECEMBER
2013
Vol.68
12

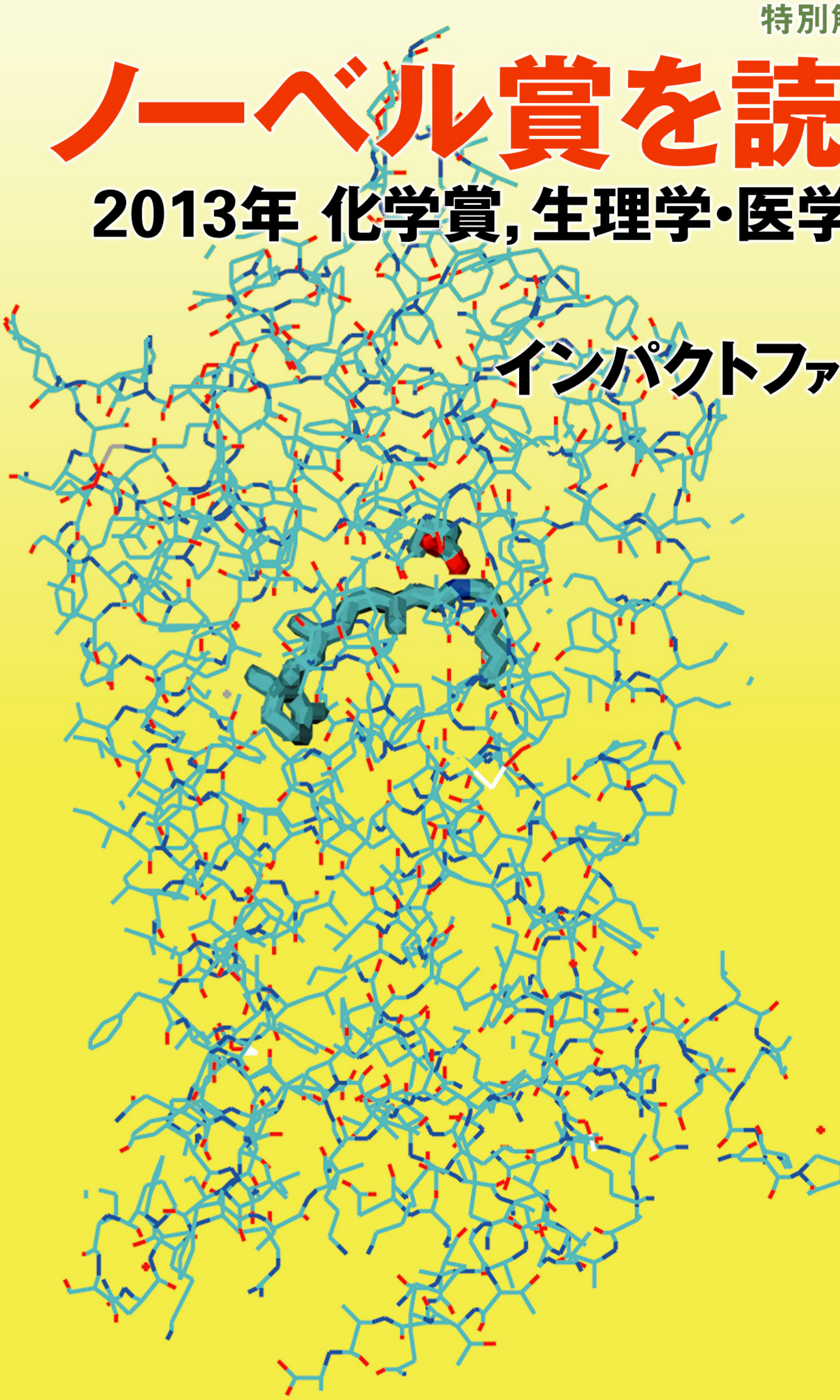
特別解説 ● Special reviews

ノーベル賞を読み解く

2013年 化学賞，生理学・医学賞，物理学賞

時評 ● Opinion

インパクトファクターの功罪



時評

インパクトファクターの功罪
―― 科学者社会に与えた影響とそこから生まれた歪み

逸村　裕[1]・池内有為[2]

[1] 筑波大学大学院図書館情報メディア系・[2] 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科

その概念の誕生から約40年が経つ「インパクトファクター」．本来，学術雑誌を評価するはずだったこの数値が，個別の論文や個人の評価にまで誤用され，混乱を招いている．個々の研究を評価する新たな取り組みも始まっているものの，そもそも「研究者の評価とは」という根源的な問題も孕んでおり，問題は根深い．

研究者ならば一度は耳にしたことがあるだろう，インパクトファクター．かつては図書館員と計量書誌学者が用いる専門用語だった．筆者は1982年からインパクトファクターなどの指標について研究を行ってきたが，当初，ほかの分野の研究者にはほとんど注目されていなかった．ところが1990年代後半から研究業績評価の指標として，とくに自然科学分野においてインパクトファクターがさかんに取り上げられるようになった．なぜ，ここまでインパクトファクターが有名になったのか．

筆者はその理由を，大学院重点化政策において研究を評価する指標が必要とされていたこと，当時 *Nature*，*Science*，*Cell* のインパクトファクターがいずれも30前後と高く説得力があったこと，そして「インパクトファクター」という語に文字どおりインパクトがあり，広まりやすかったのではないかと推測している．

いつむら・ひろし ● 筑波大学大学院図書館情報メディア系教授，1994年愛知淑徳大学文学研究科図書館情報学専攻博士後期課程修了，＜研究テーマ＞学術情報流通論，学術情報基盤論，＜趣味＞将棋，読書，音楽鑑賞，ドライブ

いけうち・うい ● 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科博士後期課程2年，＜研究テーマ＞研究データ管理，研究データ共有，＜趣味＞旅行，観劇，音楽鑑賞

本稿では，インパクトファクターの誕生や算出方法，その性質を確認しながら，科学者社会に与えたインパクトの功罪について両面から検討したい．

インパクトファクターの誕生

今日，研究に必要な論文の新着情報はインターネットを介して効率的に入手できる．出版社や学会のメーリングリスト，雑誌の目次ページのRSSフィード，最近では情報共有と論文管理の機能を兼ね備えたMendeleyが無料で提供され，注目を集めている．

インターネットが普及する以前，1950年代から学術雑誌および論文の数が爆発的に増加し，1960年代には大規模な資金と研究者を投入するビッグサイエンスの時代が到来した．一方，論文情報を知るための情報源は，論文数の増加や学問領域の拡大に伴い発行に時間がかかるようになっていた．当時は，化学分野の論文が発表されてから *Chemical Abstracts* に抄録が載るまでに1年以上かかっていたという[1)]．さらに雑誌や抄録誌の価格が高騰し，研究に必要な論文や情報を幅広く入手することが困難になっていた．

こうした状況のなか，アメリカのEugene Garfield（ユージン・ガーフィールド）は1957年に学術雑誌の目次速報 *Current Contents* を創刊した．主要な学術雑誌の目次をA5判に編集したシンプルな週刊誌だったが，速報性が高く，多種多様な論文タイトルに目を通せる有用なツールとして部数を伸ばし，現在も *Current Contents Connect*® という名称のオンラインデータベースとして刊行されている．

Current Contents の刊行にあたって，Garfieldは収録対象とする学術雑誌を選別する必要に迫られた．しかし，増え続ける世界中の学術雑誌を個別に検討するには限界がある．

そこで彼は1972年に*Science*で発表した[2)]「インパクトファクター」を用いて比較することにした．1975年には*Journal Citation Reports*®（*JCR*®）を創刊してインパクトファクターをはじめとする雑誌の統計情報を掲載した．*JCR*は紙媒体からCD-ROM，そしてWeb版へと形態を変え，現在はトムソン・ロイター社によって毎年6月ごろに刊行されている．最新の2012年版*JCR*は，83か国232分野に及ぶ10,854誌を対象としている[3)]．

インパクトファクターとは

ここでインパクトファクターの定義と算出方法を確認しておこう．インパクトファクターとは，「引用影響度」と訳され，学術雑誌を対象として，ある雑誌に掲載された論文群が，ある特定の期間に平均どれだけ引用されているのかを示す指標である[4)]．具体的には，2年分の論文が翌1年間に引用された回数を，2年分の論文数で割った値である．例として，*Nature*の2012年のインパクトファクター（38.597）では以下のような計算となる．

インパクトファクター

$$= \frac{\text{2012 年に「}\mathbf{A}\text{」が引用された回数}}{\text{「2010～2011 年に掲載された論文(}\mathbf{A}\text{)」数}}$$

$$= \frac{\text{65,731 (回)}}{\text{1,703 (本)}} = 38.597$$

では，なぜ引用が雑誌の影響度を測る指標になるのか考えてみる．

Googleが提供する学術系検索サービスであるGoogle Scholar[5)]のページを開くと，「巨人の肩の上に立つ」[6)]という一文が表れる．研究は独立して行われるものではなく，多くの先行研究の蓄積の上に積み重ねられるものである．したがって，研究成果を公表するため論文を執筆する際には，自らが拠って立つ巨人，すなわち先行研究を「引用する」ことが不可欠となっている．もちろん，引用は必ずしも先行研究を肯定的に評価する場合だけではなく，否定，批判，謝意といった目的で行われる場合もある．しかし，どのような理由にせよ「引用」されるということはその論文が注目されているということであり，より多く引用された論文が多数掲載されている学術雑誌ほど，多く引用される可能性が高い，つまりより強い影響力をもっている……これがインパクトファクターの基本的な考え方である．

表1　分野別IF/5年IFの平均値と中央値（*JCR* 2007）

分　野(*N*)	IF		5年IF	
	平均値	中央値	平均値	中央値
化　学(423)	2.065	1.389	2.256	1.489
工　学(690)	0.899	0.669	1.091	0.852
数　学(351)	0.788	0.625	0.943	0.733
医　学(172)	2.965	1.466	2.908	1.471
薬　学(188)	2.754	2.140	2.879	2.212
物理学(281)	2.131	1.306	2.225	1.256

文献8をもとに作成．分野によってIFおよび5年IFには差がある．

科学界へのインパクト

インパクトファクターの出現は，科学界にもインパクトを与えた．計量書誌学（bibliometrics）の世界では，引用データが掲載された索引集[7)]や*JCR*を活用して，さかんに引用分析が行われるようになった．これ以降，ネットワーク分析などの手法を取り入れながら引用分析は計量書誌学の主要領域の一つにまで発展した．

引用分析によって，インパクトファクターは分野，論文や雑誌の種類，著者などに影響を受けることが明らかとなった．以下に，インパクトファクターを正しく理解するために役立つ知見をいくつか紹介したい．

①引用数の多い論文ほど被引用数が多い．
②基礎研究や実験科学と比較して，応用や開発研究のほうが引用数，被引用数ともに多い．
③他分野からよく引用される分野がある一方で，他分野をよく引用するが他分野からは引用されない分野がある．
④論文公表後すぐに引用される分野と，引用されるまでに時間がかかる分野がある．
⑤長く引用される分野と，短期間しか引用されない分野がある．
⑥原著論文よりもレビュー論文のほうが被引用数が多い．
⑦専門誌よりも総合誌のほうが被引用数が多い．
⑧単著よりも多数の研究者による共著のほうが，また，国内共著よりも国際共著のほうが被引用数が増える．
⑨プレプリントの公開期間が長いほど被引用数が増える．

新たな評価指標

こうした成果に基づき，*JCR*は引用期間の違いを考慮し

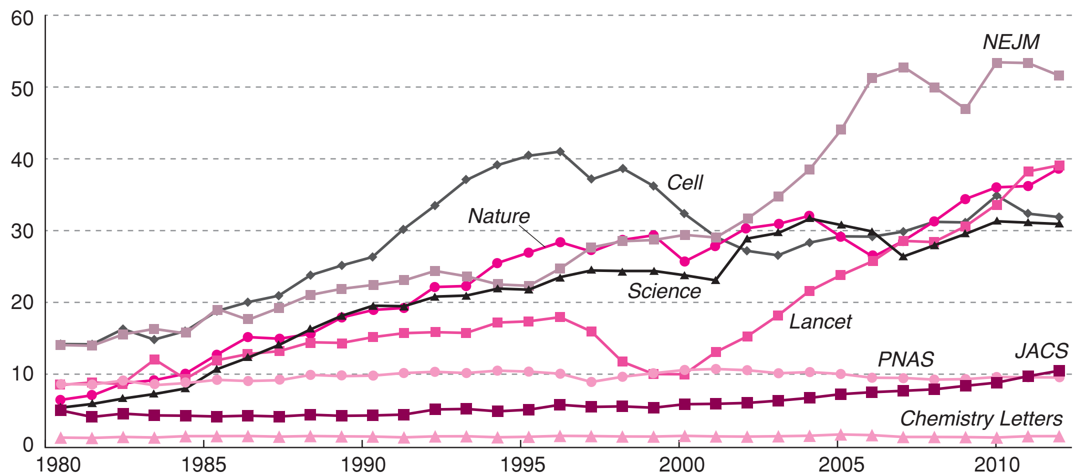


図 1　主要な学術雑誌の IF 経年変化（1980-2012 年）
トムソン・ロイター社の *JCR* を用いて算出．値や順位は年によって変動する．

て「5 年インパクトファクター」や「即時性指数（出版当年のインパクトファクター）」，「引用半減期」といった指標を追加した．表 1 は，分野別インパクトファクター（2 年）と 5 年インパクトファクターの平均値と中央値を示している．化学，工学，数学，薬学分野については，インパクトファクターよりも 5 年インパクトファクターのほうが平均値も中央値も高く，引用行動の実態を的確に捉えている[8]．逆にインパクトファクターのほうが平均値が高い医学，中央値が高い物理学分野については，出版後 2 年以内に引用のピークが来るため，インパクトファクターのほうが指標として適している．

ほかにも，引用された雑誌に応じて重みをつけた “Eigenfactor” や “Article Influence” といった指標が随時追加されており，分野によってはインパクトファクターよりも別の指標のほうが，その雑誌の影響度を的確に測れる場合もある．また，こうしたアイデアは Google の PageRank™[9] などにも応用されている．

このように，ISI 社が提供するデータを用いて引用分析が発展し，その成果が指標として還元されるという関係のもと，*JCR* は進化してきた．

インパクトファクターの性質を理解する

インパクトファクターは永久不変ではない．図 1 に主要な学術雑誌のインパクトファクターの 33 年間の経年変化を示した．上昇を続ける *Nature* や *Science*，*NEJM*，増加したあとにいったん下降し漸増している *The Lancet*（*Lancet*）と *Cell*，約 30 年間，同程度のインパクトファクターを保ち続けている *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*（*PNAS*）や *Chemistry Letters* など，その増減傾向には違いが見られる．インパクトファクターを比較する際には，単年のインパクトファクターだけではなく経年変化にも目を向けるべきだろう．

さらに，インパクトファクターの値は被引用数の増減以外の要因でも変動する．たとえば，*The Lancet* のインパクトファクターが 1997 年ごろから減少した原因は，同時期に原著論文やレビュー論文の比率が増え，算出に用いる分母が大きくなったからであるといわれている[10]．

自誌引用の問題もある．同じ雑誌に掲載された過去の論文を研究上の必要性から引用することはありうるが，編集者がインパクトファクターを引き上げるために自誌引用を勧めたり，巻頭言などで不必要に自誌の論文を引用したりするといった不正行為も指摘されてきた．*JCR* には自誌引用の割合が掲載されているが，収録誌の 80％は 20％以下だとされている．参考までに化学分野の主要誌の自誌引用率は，*Journal of the American Chemical Society*（*JACS*）は 5.78％，*Chemical Communication* は 5.75％，*Chemical Science* は 3.37％，*Chemistry Letters* は 2.40％と，いずれも低い値に留まっている（*JCR* 2012）．

また，インパクトファクターはある雑誌に掲載された論文の被引用数の平均値であり，すべての論文が同程度の引用を受けているのではないことにも注意が必要である．つまり，インパクトファクターが 30 の雑誌に論文が掲載されたとしても，30 回引用されるとは限らない．むしろ，どの雑誌においてもごく少数の論文が高い引用を受けていることが指摘されている[11]．たとえば，*Chemistry Letters* の 2012 年のイ

ンパクトファクターは 1.594 だが，算出根拠である 2010～2011 年の論文のなかには 171 回引用されたレビュー論文がある[12]．また，ある 1 本の論文が多数の引用を受けたために，掲載誌のインパクトファクターが急激に高騰した例もある．

このような特性を理解したうえで，同一分野の雑誌をインパクトファクターと複数の指標を組み合わせて比較することが望ましい．また，*JCR* 以外のデータベースを参照することも必要だろう．2012 年 4 月に登場した Google Scholar Metrics は，5 年 h-index[13] を採用することによって，インパクトファクターとは異なる結果を提示している（表 2）．

表 2　Google Scholar Metrics の 5 年 h-index による雑誌の順位とインパクトファクターの順位

	h-index 順位	IF 順位
Nature	**1**	**9**
New England Journal of Medicine	**2**	**2**
Science	**3**	17
Research Papers in Economics	**4**	指標なし
arXiv.org	**5**	指標なし
The Lancet	**6**	16
Social Science Research Network	**7**	指標なし
Cell	**8**	**10**
Proc. Nat. Acad. Sci.	**9**	138
Nature Genetics	**10**	15

文献 14 より引用して改変．Google Scholar Metrics と *JCR* は対象誌が異なる．また h-index は，突出した被引用数をもつ少数の論文の影響を受けずに雑誌を比較できる．

研究評価とインパクトファクター

インパクトファクターに関する最も重大な問題は，研究評価への誤用だろう．

1990 年代から世界的に研究評価への関心が増大し，公正で客観的な評価のための数量的な指標が求められるようになった．すると，それまで計量書誌学や図書館の選書においてのみ参照されてきたインパクトファクターに，俄然注目が集まるようになった．

ここまで読み進められた読者には，インパクトファクターが雑誌の影響度を測るものであって，掲載された論文，あるいは個人や機関の評価には使えないことをご理解いただけるだろう．ところが，インパクトファクターによって雑誌が数値化され，順位が明示されることによって，「インパクトファクターが高い雑誌＝重要度が高い雑誌である」という誤解が多発した．転じて「インパクトファクターが高い雑誌に掲載された論文＝質の高い論文である」とか，「著者の研究能力が高い」といった言説まで生じている．インパクトファクターを足し合わせて研究者の評価に用いるといった嘘のような話を耳にすることすらある．

インパクトファクターを研究者個人や機関，そして論文の評価に用いることは，Garfield 自身やトムソン・ロイター社，そして多くの研究者や出版社などによってたびたび戒められてきた．日本に目を向けると 2005 年にだされた『文部科学省における研究及び開発に関する評価指針（改定案）』では，「特に，インパクトファクターは，論文誌等の注目度を示す指標であり，必ずしも掲載論文の質を示す指標でないことから，その使用について十分注意する」と述べられている[15]．

こうした警告にもかかわらず，各国の研究機関や助成機関における誤用はあとを絶つことがなく，ついに 2013 年 5 月，アメリカ細胞生物学会を中心とした研究評価に関するサンフランシスコ宣言（DORA）[16] が採択された．宣言では，雑誌のインパクトファクターを研究者個人の業績や雇用，昇進，資金配分に用いないよう訴えており，2013 年 11 月 5 日現在，9596 名，409 機関が賛同している．

しかし，現在のところ研究を数量的に評価するための標準的な指標は開発されていない．一方で，研究者はアカデミックポストや研究資金を得るために多くの論文を生産し，その重要性を示さなければならない．このような状況で，評価する側とされる側の双方が，インパクトファクターが高い雑誌に掲載された論文を高く評価し，研究者はよりインパクトファクターが高い雑誌に論文を投稿する，ひいては出版社も自誌のインパクトファクターを上げるために時として不正行為にまで手を染める，という負の連鎖が続いてきたと考えられる．残念なことに，インパクトファクターが高い雑誌ほど論文の捏造が多いという報告もある．

こうした状況を打破するために，引用分析の成果を応用して論文や研究者個人を評価する指標が考案されてきた．Google Scholar Metrics が用いている h-index は，インパクトファクターとは逆に研究者個人の研究業績を測る指標として 2005 年に開発された．しかし，h-index は論文数の多寡に影響を受けるため，経歴が長い研究者ほど有利になるといった欠点もある． 2012 年には，アメリカの化学者の h-index ランキングの廃止が発表された．近ごろ話題の Altmetrics は，個別の論文に対する Facebook や Twitter などのソーシャルメディアによる反応を定量的に測定する手法である．引用と比較して即時性が高く，研究者以外の反響も

広く取り入れられる反面，論文の質的な評価としての精度は未知数である．

●

インパクトファクターは，雑誌の選択指標という当初の目的を越えて，科学世界を分析する強力なツールとして用いられ，数々の成果をあげた．反面，研究者や個々の論文の評価指標に誤用されるという負の側面からなかなか逃れられずにいる．

研究者の増加と研究競争の激化に伴って，研究評価指標のニーズはますます高まり，さまざまな指標が開発されるだろう．しかし，完璧な評価指標というものは存在しない．インパクトファクターの歴史から，評価指標によってその対象とする範囲と結果が異なること，分野によって傾向が異なることを踏まえたうえで，複数の指標をうまく用いることが必要だろう．

参考文献

1）窪田輝蔵，『科学を計る――ガーフィールドとインパクト・ファクター』，インターメディカル（1996），p.66．ドイツの化学雑誌に掲載された論文で3年かかった例もあると述べられている．2）E. Garfield, “Citation Analysis as a Tool in Journal Evaluation,” *Science*, **178**, 471（1972）．3）トムソン・ロイタープレスリリース，2013年6月21日．http://ip-science.thomsonreuters.jp/press/release/2013/jcr2012/（2013年8月31日現在）．4）ヴァージル・ディオダート 著，芳鐘冬樹，岸田和明，小野寺夏生 訳，『計量書誌学辞典』，日本図書館協会（2008），p.20．5）http://scholar.google.co.jp/　6）原典は，Issac Newton が Robert Hooke 宛の書簡に記した“If I have been able to see further, it was only because I stood on the shoulders of giants.（私がより遠くを見ることができたとするならば，それは私が巨人の肩に乗っていたからにすぎません）”という言葉である．7）ISI® 社（現トムソン・ロイター社）による *Science Citation Index®*（*SCI®*）など三つのデータベースがある．現在は *Web of Science®*（*WoS®*）に統合されて *JCR* の典拠となっている．8）佐藤 翔，「学術情報をめぐる新たな評価指標：Impact Factor, h-index, Eigenfactor, Article Influence, Usage Factor」，薬学図書館，**54**, 121（2009）．9）Web ページの重要度を決定するためのアルゴリズム．Google で検索を行う際，入力された検索語に対する適切な結果を得るためにおもに用いられている．10）インパクトファクター算出式の分母は原著論文とレビュー論文であるが，被引用数をカウントする際には雑誌タイトルを用いるため，巻頭言やレターなどの記事も含まれる．11）小野寺夏生，「雑誌インパクトファクターは個人の業績評価に使えない」，現代化学，**510**, 18（2013）．12）D. Lapointe, K. Fagnou, *Chem. Lett.*, **39**, 1118（2010）．引用回数は *WoS* による（2013年11月1日現在）．*Chemistry Letters* のインパクトファクターは，化学分野の中央値に近い．13）h-index は，本来研究者の発表論文数と被引用数の両方を同時に示す指標である．ある研究者の全論文を引用数の多い順に並べて，順位と引用数が逆転する直前，または一致する順位が h-index となる．Google Scholar Metrics はこれを雑誌に適用している．14）http://www.significancemagazine.org/details/webexclusive/1788885/Google-starts-ranking-journals.html　15）http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu0/toushin/05111501.htm　16）San Francisco Declaration on Research Assessment；DORA（http://am.ascb.org/dora/）．