論文

インパクトファクターをめぐる議論：
正しい理解と研究への生かし方

山崎茂明*

[著者抄録] 雑誌の評価指標であるはずのインパクトファクターを利用して、研究者の業績を評価することが世界的に行われている。インパクトファクターは少数の頻繁に引用される論文の存在によって大きく影響され、さらにレビュー論文や方法論についての論文はインパクトファクターを上昇させる要因になる。Garfield 博士がインパクトファクターを考案したのは、Current Contents 誌へ収録する雑誌を選定するためであり、近年彼はインパクトファクターを個人の業績評価に利用すべきでないと警告している。また、インパクトファクターを補正する提案が、Huth 博士や ISI 社自身からなされている。インパクトファクターの重要性は広く認められるべきであるが、正しく理解し注意深く活用しなければならない。

[著者付与キーワード] インパクトファクター, 研究業績, 計量文献学, 引用範囲補正型インパクトファクター, 累積型インパクトファクター

Article

Understanding the impact factor as an useful measure
for evaluating scientific journals

YAMAZAKI Shigeaki

[Author Abstract] All around the world the scientific performance of individuals and research groups is being assessed using the impact factors of the journals in which they publish. Impact factors data can easily be biased by a few highly cited papers. As review articles or articles describing methods are more likely to be cited than others, their articles have raised the impact factors substantially. Dr. Eugene Garfield created the impact factor to help evaluate and select journals for Current Contents. He has for many years warned those who want to assess the research performance of individuals and groups not to use impact factors. Recently the scope adjusted impact factor (SAIF) was brought by Dr. Huth and the cumulative impact factor was created by ISI, those measures are also useful for evaluating scientific journals. Though the importance of impact factor is widely accepted, we have to use the impact factor carefully as a bibliometric measure for evaluating scientific performance.

[Keywords by Author] impact factor, scientific performance, bibliometrics, scope adjusted impact factor, cumulative impact factor

* 愛知淑徳大学文学部図書館情報学科 (〒480-1197 愛知郡長久手町片平9)
Tel. 0561(62)4111 E-mail: shige@asu.aasa.ac.jp
Department of Library and Information Science, School of Literature, Aichi Shukutoku University
(Katahira 9, Nagakute-cho, Aichi-gun, 480-1197)

1. はじめに、インパクトファクターをめぐる現況

インパクトファクターをめぐる議論が科学界でよく聞かれるようになった。一つの契機としては、1991年に大学設置基準が改正されたことであろう。基準改訂により、各大学独自の教育が可能になると同時に、大学の自己評価が義務付けられたことで、定量的な業績評価への関心が増大した。1990年代には、部厚い自己点検・自己評価報告書が、大学や研究機関から次々と発行されるようになった。また、教授選考にあたって、発表論文をインパクトファクターによって評価することを始めた大学もある。そして、大学で編集している業績年報に、発表した雑誌のインパクトファクター値の記載を要求し、講座や研究者の評価を行っている例も出ている¹⁾。

研究活動の実態を明らかにし、さらに研究活動の評価を行うための、定量的なアプローチは、インパクトファクターに代表されるような引用データだけでなく、生産論文数、助成金の獲得、国際会議への招請、訪問研究員数、特許など、さまざまな視点が存在している。インパクトファクターを含めた引用指標の応用にあたっては、もちろん注意が必要であろう。例えば、引用索引の創始者でありインパクトファクターを科学界に広めた Eugene Garfield 博士は、インパクトファクターを個々の教員評価に利用すべきでないと注意を喚起している²⁾。インパクトファクターは、特定の雑誌が1論文あたり平均何回引用されているかを算出し、科学界における雑誌の重要度を示す指標であるが、そのままストレートに個々の論文評価に代用できるものではないからである。

論争的な話題としても、インパクトファクターは多くの研究者の関心となっている。しかし、実際のところ、その定義や問題点について、きちんと理解されていないのが現状ではないだろうか³⁾。個人的には、JCR (Journal Citation Reports) に代表されるような、引用索引の出現によって得られるようになったさまざまな指標は、貴重な

データとして科学界が上手に活用すべきであると考えている。SCI (Science Citation Index), SSCI (Social Science Citation Index), AHCI (Arts and Humanities Citation Index) の三つの引用索引を統合した巨大なデータベースが、現在 Web of Science (ISI, Philadelphia) として利用できるようになったが、このデータベースが収録している1年間の情報量を見てみよう。約8,000誌の世界の学術雑誌から140万件に及ぶ論文を集め、それらが持っている合計2,000万件という膨大な引用データを収載している。この数字は最近1年間のものであり、実際の Web of Science は現時点で1987年から利用できる⁴⁾。また、自然科学領域をカバーしている SCI の1990-1994の5年間のソース雑誌数は3,814誌、ソース論文数は318万論文、そして引用文献数は6,554万になっている。このような大量な引用データを考えるならば、そこから導き出されたインパクトファクターを正しく理解し、科学的な評価データとして生かすべきであろう。

2. インパクトファクターを考案した最初 の理由は何?

インパクトファクターはどのように生まれたのだろうか? 1998年の The Scientists の記事のなかで、Garfield はその経緯について述べていた⁵⁾。目次速報誌として有名な Current Contents は1973年に創刊されたが、この時収録すべき重要誌をどのように選択したらよいのかが課題となり、従来の専門家の意見に代わる新しい定量的な指標を求めていた。この時、単純な被引用数による雑誌利用ランキングをどのように補正するかが検討された。被引用数にもとづくランクの主な問題点としては、1) 出版論文数の多い大規模雑誌が小規模誌よりも有利になる、2) 歴史の長い雑誌が創刊間もない雑誌よりも有利になる、といったものである。これらの被引用数ランクの問題点を克服するために、いずれも出版規模の影響を除去する必要がある、出版論文数で被引用数を割るインパク

トファクターの提案がなされた。この成果として、Current Contents が発刊される前年 (1972年) に、Garfield は Science 誌に古典となった彼の論文を発表した⁶⁾。そして、さらにインパクトファクター以外のさまざまな引用指標をまとめた JCR (Journal Citation Reports) の創刊へと結び付いた。研究者によるこの JCR の一般的な利用方法として、雑誌が分野別にインパクトファクター順にランクされている Subject Category Listing を用いて、適切な投稿誌を選択できるようになった (表 1)。

3. インパクトファクターランクからどんなことが見えてきたか

被引用数やインパクトファクターによる雑誌のランキングを、長期間に渡ってその変化を分析してみると、科学研究の推移が巨視的に理解できる。世界で最も多くの引用を受けている雑誌の上位変

動は、Journal of the American Chemical Society から Journal of Biological Chemistry へのトップの移行に示されるように、科学研究が生命科学を中心としたものへ変化している近年の動向を反映している。またインパクトファクター上位ランクからは、分子生物学領域において20世紀前半の基礎医学研究の中心機関であったロックフェラー研究所で発刊されてきた伝統ある Journal of Experimental Medicine から、新興の Cell 誌へと発表の中心が移っていることが示されている。New England Journal of Medicine や Nature 誌の位置など、このインパクトファクターにもとづいたランクリストが妥当なものとして理解できるであろう⁷⁾。

同時に、注意しなければならない事項も示されている。例えば、インパクトファクターランクは、1985年前後に顕著であった Journal of Neuroscience Research のように時代によりかなり変動がある。また、明らかな誤用につながる危険も示

表 1 Subject Category Listing: Pathology の例 (JCR, 1996)

順位	雑誌名	インパクトファクター
1	AM J PATHOL	7.246
2	BRAIN PATHOL	6.455
3	J NEUROPATHOL EXP NEUR	4.784
4	LAB INVEST	4.640
5	J PATHOL	4.424
6	AM J SURG PATHOL	3.797
7	HUM PATHOL	3.659
8	ACTA NEUROPATHOL	2.946
9	SEMIN DIAGN PATHOL	2.707
10	DIAGN MOL PATHOL	2.571
11	MODERN PATHOL	2.565
12	CLIN IMMUNOL IMMUNOP	2.559
13	AM J CLIN PATHOL	2.522
14	NEUROPATH APPL NEURO	2.204
15	SPRINGER SEMIN IMMUN	1.964
16	HISTOPATHOLOGY	1.734
17	VIRCHOWS ARCH	1.718
18	ARCH PATHOL LAB MED	1.674
19	J CLIN PATHOL	1.581
20	INT J LEGAL MED	1.565

表2 インパクトファクター上位ランク (JCR, 1996)

順位	雑誌名	インパクトファクター
1	CLIN RES	51.000
2	ANNU REV IMMUNOL	47.717
3	CELL	40.997
4	ANNU REV BIOCHEM	38.966
5	PHARMACOL REV	35.943
6	ANNU REV NEUROSCI	33.625
7	NATURE GENET	31.473
8	NATURE	28.417
9	N ENGL J MED	24.834
10	SCIENCE	23.605

唆される。1996年のJCRにインパクトファクターランク上位誌のトップに Clinical Research 誌があげられている (表2)。この Clinical Research 誌は、学会のプログラムを中心に掲載し、著名な研究者による年間1, 2点の講演記事を発刊している。このわずか1, 2点のソース論文が、多くの引用を受けることでインパクトファクターランクのトップにきている。ランキング結果をそのまま受け入れてはならない代表例であり、JCRのガイドにも注意するよう記載されている。さらに、インパクトファクターランクではレビュー誌が上位を独占しており、原著論文誌と同等に比較するのは適当ではないだろう。論文誌とレビュー誌をわけてランキングした方が理解しやすい。

4. インパクトファクターへの不満

4.1 雑誌に占めるレビュー論文の比率を考えるべきだ

分子生物学領域においての Cell 誌の高いインパクトファクター評価への不満を、Nucleic Acids Research 誌の Walker 編集委員長が指摘していた。「Cell 誌のインパクトファクター値が高いのは、20パーセントを占めるレビュー論文の影響が大きく作用しており、逆に NAR 誌はレビューが無く、さらにあまり引用されない学会講演記録

(Proceedings 号) を掲載しているためインパクトファクター値が低くなっている。もし、原著論文だけでインパクトファクター値を算出すれば、Cell と NAR 誌に大きな違いは無いはずだ」。分子生物学領域における主要誌の1982年から1994年のインパクトファクター値変化を見ると、Cell 誌の上昇傾向と NAR 誌の退潮傾向が示されている (図1)。

そこで、医学分野における代表的な総合医学雑誌のインパクトファクター値と、ソース論文に占めるレビューの比率をまとめてみた (表3)。New England Journal of Medicine の重要性は誰でも理解できるが、ビッグフォーと呼ばれている Lancet, JAMA, BMJ などはいずれもレビュー論文の占有率が低く、New England 誌は15.5パーセントという高さであった。具体的な補正の方法が提起されているわけではないが、検討されるべき課題である。少なくとも、レビュー論文の掲載比率を勘案してランク結果を見ていく必要がある。

4.2 被引用数を直前の2年間にしていることに問題はないか?

インパクトファクター値の実際の計算方法は、直前の2年間のデータをもとに算出している。例えば、1996年のインパクトファクター値は、1995年と1994年の出版論文に対する被引用数を、同じ

図1 分子生物学領域における主要誌のインパクトファクター値変化 (1982—1994)

表3 総合医学雑誌のレビュー論文占有率 (JCR, 1996)

Journal	Review	All Papers	IF Rank	IF	レビュー率
N Engl J Med	63	406	9	24.834	15.5%
Lancet	13	532	24	17.948	2.4%
Ann Intern Med	21	224	44	11.210	9.4%
JAMA	21	547	64	9.277	3.8%
BMJ	6	778	158	4.947	0.8%

2年間の出版論文数で割った値になる。この結果、最近の文献が集中的に引用されるような、多くの研究者が関心を持っている分野と、研究の進捗がゆっくり動き長期的に引用されるような分野とでは、インパクトファクター値に影響が出る。

そこで、出版年による被引用文献の百分比変化を、生命科学のトップジャーナルである Cell 誌と Nature、速報的レター誌の代表として BBRC (Biochemical and Biophysical Research Communications)、臨床系のレター誌として Kidney International、伝統的な基礎医学領域の代表として Journal of Physiology を選び、表4に示した。

Cell では1996年のインパクトファクター値の

算出対象になる1995年と1994年の2年間の被引用文献は全引用文献数の25.3パーセントになるが、Journal of Physiology では10.6パーセントでしかない。明らかに、インパクトファクターの計算が最近の2年間の被引用数に限っていることで、Journal of Physiology 誌は不利になることが理解できる。

BBRC, Kidney International, Journal of Physiology の3誌について、出版年パターンを示した(図2)。長年に渡って引用されている Journal of Physiology は、1993年に頂があり全体的になだらかであるが、速報誌である BBRC や Kidney International はより1年新しい1994年に頂

表4 被引用文献の出版年分布

	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	rest	All
Cell	2.0%	11.4%	13.9%	14.2%	10.7%	10.3%	8.0%	6.4%	4.3%	4.0%	14.7%	149477
Nature	2.1%	9.2%	10.5%	10.0%	8.7%	7.0%	7.2%	5.3%	5.2%	4.4%	30.5%	270077
BBRC	1.0%	7.5%	11.3%	10.7%	10.1%	9.2%	7.9%	7.5%	5.3%	4.0%	25.4%	56993
J Physiol	0.6%	4.8%	5.8%	7.7%	7.3%	6.5%	6.0%	4.7%	3.8%	5.5%	47.2%	34964
Kid Int	1.5%	8.0%	13.2%	12.3%	12.3%	7.8%	7.4%	6.5%	4.3%	4.5%	22.2%	21567

図2 雑誌による被引用文献の出版年パターンの違い

上があり最近の文献に集中している様子が読み取れる。被引用文献の出版年分布の図から示されるように、新しい文献に引用が集中する領域とそうでないものが存在する。インパクトファクターの計算にあたって、最近の2年間でなく、より長いスパンで計算すれば異なった結果が出ることを意味している。

1998年2月2日号のThe Scientists誌に、Garfieldが“Long-term vs. short-term journal impact: does it matter?”という記事を発表した⁵⁾。15年間と7年間の長期の被引用数にもとづいたもので「累積型インパクトファクター(Cumulative IF)」と呼ばれ、直前の2年間で対象にした

従来のインパクトファクター値によるランクと異なった様子が示されている。

どのような特色が見られたのだろうか？ 1981年から1995年の15年間の累積型インパクトファクター値が1983年のインパクトファクター値と比較して、そのランキングが上昇した代表的な分野としては生理学があげられた。これは最新文献に集中せずに古い文献も引用されている結果である。Journal of General Physiologyは110位から20位へ急上昇し、Journal of Comparative Neurologyは35位から21位、Journal of Neurophysiologyは56位から27位、そしてJournal of Physiologyは77位から32位へとランキングを上げていた。また、

長期に引用されることで上昇した基礎医学雑誌の典型例としては、神経科学の基礎研究雑誌である Brain に見られ215位から13位へと急上昇していた。臨床医学領域では、精神医学が長期的に渡って引用される傾向にあり上位にランクされていた。Archive of General Psychiatry は18位から6位へ順位を上げた。

反対に累積型インパクトファクターが下降した雑誌は、レター誌や総合誌に見られた。Lancet が3位から28位へと他の総合誌と比べその下降が顕著であったのは、Lancet 誌が世界の医学界におけるフォーラムとして、新しい記事を中心に意見交換がなされているからであろう。基礎と臨床の視点から見た典型例としては、循環器領域の中心誌である Circulation と Circulation Research のランク変動によく示されている。15年の累積型インパクトファクターで見ると、基礎指向の Circulation Research が30位から15位へと上昇するのと反対に、臨床系の Circulation が12位から26位へと長期的に見て下がるのは妥当であろう。同一専門分野では、基礎系誌の方が臨床系よりも長期に渡って引用されている。

このように、長期間による被引用数にもとづい

た累積型インパクトファクター(Cumulative IF)を算出してみると、現在のインパクトファクター値が持っている問題点が明瞭になる。被引用文献の対象期間を長くすることで、古い出版年の論文もよく引用されるような伝統的な基礎医学分野が浮かびあがってくる。新しい分子生物学的なアプローチによるものばかりが高いインパクトファクター値を示しているなかで、このような地味な領域が評価されることは意味深いものがある。

4. 3 広く引用を集めることのできる学際的な雑誌と、特定の専門分野を中心に引用を集める雑誌を区別する必要があるだろうか

ある特定専門分野を中心に引用されている雑誌は、数千に及ぶソース誌から広く引用されているわけではない。一方、総合誌や学際的な雑誌はその性格から広く引用を集めている。そこで、扱う領域の広がりを勘案することで、総合誌に比べ専門誌が不利になるのを補正しようという提案がなされた⁸⁾。それが SAIF (Scope Adjusted Impact Factors) であり、Annals of Internal Medicine 誌の編集委員長であった Huth により提唱された(表5)。実際の算出方法は次のようになる。

表5 Scope adjusted インパクトファクターとのランク比較

SAIFランク	雑誌名	1988 IF	IF ランク	引用誌数	SAIF
1	Cell	23.91	1	1127	21.22
2	J Am Coll Cardiol	5.20	13	383	13.58
3	N Engl J Med	21.15	2	1819	11.63
4	J Clin Oncol	4.60	15	411	11.19
5	Hepatology	4.95	14	552	8.97
6	Lancet	14.48	5	1788	8.10
7	Circulation	6.68	10	896	7.46
8	Blood	6.85	9	1003	6.83
9	Ann Intern Med	8.47	7	1253	6.76
10	Gastroenterology	6.13	11	1019	6.02
11	Am J Psychiatry	4.31	17	786	5.48
12	J Clin Invest	7.59	8	1408	5.39
13	Nature	15.76	4	3002	5.25
14	Science	16.46	3	3320	4.96
15	Am Rev Respir Dis	4.48	16	961	4.66

(出典:The Future of Medical Journals. Ed by Lock S, BMJ,London,1991)

SAIF=インパクトファクター／引用している
雑誌数×1,000

この指標によれば、引用している雑誌数が多いほど SAIF は下がる。つまり、学際的に広く引用されている雑誌は下がり、特定の専門分野を中心に少数の雑誌から引用されているものは SAIF が上昇する。New England Journal of Medicine, Lancet, Nature, Science などの総合誌は SAIF 値を下げ、Journal of the American College of Cardiology, Journal of Clinical Oncology, Hepatology などは、それぞれの専門分野内で多くの引用を集中的に受けており、SAIF 値を上げている。総合誌に有利になる現在のインパクトファクター値の問題点を修正するための指標となっている。より細分化された専門分野内で高い評価を得ている雑誌を浮かびあがらすことができるといふ特色を持っている。

4. 4 古典的な高被引用論文がインパクトファクターに及ぼす影響

すでに述べたように、インパクトファクター値はある雑誌が1論文あたり平均して何回引用されたかを示している。ここで、非常に多く引用される論文が存在すると、雑誌の平均値を大きく上昇させることになる。例えば、15年間の長期に渡る累積型インパクトファクター (Cumulative IF) 値のランクリストで18位という高い順位を得ていた Journal of Histochemistry and Cytochemistry は、20,853の被引用数の三分の一が SM Hsu による1981年の論文によるものであり、ランクにこの高被引用論文 (citation classics) の影響があらわれている。

雑誌を評価する指標であるインパクトファクターの類推で提案されているものに citation impact があり、研究機関が生産している論文数でその機関の論文が受けている引用数を割った値である。つまり、特定の研究機関の論文が平均してどのくらい引用されているかを示しており、研究機関や特定の国の研究活動の評価視点とするものである。

この指標を用いて、アメリカにおける分子生物学のトップ50機関が Science Watch (1992年) 誌に発表されたが、この3位にはいていたミネソタ大学では2名の研究者による4論文だけで全被引用数の66パーセントに相当していた⁹⁾。当然、これはミネソタ大学のランクを大きく押しあげた原因になっていた。研究機関の citation impact を上げるための最も簡単な方法は、スター研究者を確保したり、引き抜くことになろう。

このように、雑誌のインパクトファクター値においても、多くの引用を受けるような論文の存在が大きく影響する。例えば、1945年から1988年の43年間で、最も多くの引用を受けた100論文について Garfield が報告している。第1位は18万7千652回引用されており、100位でも3千204回であった¹⁰⁾。現在、ホットペーパーとして知られているような高被引用論文が、雑誌全体のインパクトファクターを上げることになる。インパクトファクターに影響する要素としてホットペーパーやスター研究者の存在に注意しなければならない。

5. インパクトファクターをめぐる不正

インパクトファクターをめぐる不正行為の疑いが、1997年の総合医学雑誌に報じられた¹¹⁾。Leukemia 誌が、ライバル誌である Leukemia Research の編集委員長から、インパクトファクターの操作を告発された。Leukemia 誌が投稿論文の著者にたいして、意図的に自誌の文献引用を多くするように要請するレターを入手しコピーを BMJ 誌に送付した。これは、明らかに Leukemia 誌のインパクトファクターを操作しようというものであり、許されるものではないという。必然性のない自誌引用は、インパクトファクターを上げようとする誘導的な操作であり、科学の公正さをそこなうだろう。参考までに、この二誌の自己引用率を見ると、Leukemia 誌の自己引用率の高さが示されていた (表6)。なお Leukemia 誌は、この告発に反論している。

日本の学会誌もその編集後記や会報などで、で

表6 2誌の自誌引用率の比較 (1994-1996)

	Leukemia	Leukemia Res
1996	7.20%	3.50%
1995	6.40%	2.70%
1994	5.40%	3.80%

きるだけ自誌を論文発表時に引用するよう要請しているケースが存在しているが、インパクトファクターへの過度な対応であり、このような必然性の薄い意図的な自誌引用はフェアではない。自誌引用を除外したインパクトファクターの計算も可能であり、雑誌編集者は注意すべきである。

6. お わ り に

これまで見てきたように、インパクトファクターには検討すべき多くの課題や問題があろう。私自身も、業績評価や研究活動の評価・分析といったことを、引用データばかりに依存していることを批判する視点から、Medline データベースを利用して研究者一人あたりの生産論文数を指標にしたランキングを提起した¹²⁾。引用データの結果を相対化できるような多様な視点を示したいと考えたからだ。しかし、同時にインパクトファクターの問題を正しく理解したうえで、科学的な指標と

して活用する価値はある。さらにインパクトファクターを用いて、科学コミュニケーションの現状がこれまで以上に分析できるはずであろう。例えば、一流誌と二・三流誌を識別する方法として、個々の雑誌の持つインパクトファクター値だけでなく、それぞれの雑誌がよく引用している雑誌と引用されている雑誌の平均インパクトファクター値を比較することで、その識別ができるだろう^{13,14)}。

研究業績の評価に関連して述べれば、インパクトファクターを含めた定量的な評価視点が弱いと、政治的な判断や同窓会人事といったものを押さえられない危険がある。おそらく、このような弊害を解決するための一つの方法として、引用データを活用しようとしているのではないだろうか。科学研究がこれまで以上に国民からの税金による政府資金によって支援されるようになった今日、インパクトファクターを含めた定量的な指標を正しく活用し、研究活動の実態が広く一般の人々の理解できるものになる必要がある。おそらく、日本は定量的な評価アプローチが適切に利用されていない最後の先進国であるだけに¹⁵⁾、インパクトファクターの理解は重要なポイントになると考えている。

本稿は、1998年3月11日北里大学で開催された第1回北里大学図書館セミナーで発表した内容をまとめたものである。

参 考 文 献

- 1) 鶴田陽和, 佐藤登志郎. 医学部における研究業績評価システムの開発とその意義. 医療情報学. 17 (4) 461-468 (1997)
- 2) Garfield, E. How can impact factors be improved? BMJ. 313 411-413 (1996)
- 3) 緑川信之. インパクト・ファクターの意味. 細胞工学. 16 1524-1528 (1997)
- 4) 山崎茂明. 引用のリンクがひらく新しい研究世界. 情報の科学と技術. 48 (4) 237-241 (1998)
- 5) Garfield, E. Long-term vs. short-term journal impact: does it matter? The Scientist. February 2, 1998, p.11-12.
- 6) Garfield, E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. Science. 178 471-479 (1972)
- 7) 山崎茂明. 生命科学論文投稿ガイド. 東京, 中外医学社, 1996
- 8) Huth, E.J. "Mapping of the land of medical journals". The Future of Medical Journals, London, British Medical Journal, 1991, p.81-92

- 9) Anonymous. Top 50 research institutes in molecular biology ranked by citation impact. *Science Watch*. 3 (4) 7 (1992)
- 10) Garfield, E. The most-cited papers of all time, SCI 1945-1988. Part1B. Superstars new to the SCI top 100. *Current Contents*. (8) 3-13 February 19 (1990)
- 11) Smith, R. Journal accused of manipulating impact factor. *BMJ*. 314 (7079) 463 (1997)
- 12) Yamazaki, S. Ranking Japan's life science research. *Nature*. 372 (6502) 125-126 (1994)
- 13) 山崎茂明, 張海齊. 生命科学における国内欧文誌の国際性. *情報管理*. 39 (9) 669-675 (1996)
- 14) Zang, H, Yamazaki, S. Citation indicators of Japanese journals. *Journal of the American Society for Information Science*. 49(4) 375-379 (1998)
- 15) Swinbanks, D. Statistical test rates research strengths. *Japan Times*. November 13 (1994)