

広島大学 高等教育研究開発センター 大学論集
第 35 集 (2004年度) 2005年 3月発行 : 403-418

自然科学系の研究評価

本 多 卓 也・慶 伊 富 長

自然科学系の研究評価

本 多 卓 也*
慶 伊 富 長**

我々は大学に籍をおいたものとして、日本の高等教育の世界における位置付けに興味がある。そのため、以前より化学・物質関連の学術文献抄録誌であるケミカル・アブストラクト (*Chemical Abstracts*, CA)¹⁾ を用いて、世界の大学の年間論文数 (論文生産性) を調べてきた。

我が国の高等教育も、留学生の誘致あるいは研究センターの海外設置、外国大学の分校設立など多面的展開を見せている。高等教育を取り巻く状況も財政難により、厳しいものとなってきた。先進諸国においても事情は同様であり、厳しい大学評価が課されるようになった。我が国でも評価の1つの柱として、定量的、客観的評価法であるデータベース (DB) を用いた計量学的手法が多用されるようになった。

現在CA以外にも標準的データベース (DB) として、ISI社のDB群²⁾、*Science Citation Index* (SCI)、*Social Sciences Citation Index* (SSCI)、*Arts & Humanities Citation Index* (AHCI) があり、このうち特にSCIは自然科学系のDBなので、よく対比される。このDBは英語の文献あるいは英文要旨のあるものを対象に、引用度による雑誌選別という限定 (厳選) された文献抄録を行っている商業DBである。一方、CAはアメリカ化学会が行っている事業で、英語に限らず出来るだけ多くの文献収集を行っているDBである。DB検索の結果は、当然のこととして、DBの特質に大きく依存するので、この2つのDBの差異の検討も行う。大学評価が実施される現在、DBの特性を見極め、自然科学系の評価を適正に行うための一指針に供したいと思う。

1. ケミカル・アブストラクトを用いた検索結果について

最初にCAを用いて得た世界の大学の論文生産性の結果を表1に示す。これは2002年度に刊行された論文数、すなわち論文生産性が1,000を超えた37校のリストである。2002年度に注目したのは、2004年にデータ解析を行った場合、図3で詳述するようにその前年に発刊された文献の抄録がまだ続いているためである。面白いことにCAは数年後に同じ分析を行うと、抄録文献数が若干ではあるが増加しており、常に文献抄録の作業が続いていることを伺わせる。

表1の結果³⁾の特徴は、依然世界のトップに東京大が位置していること、また日本の大学が90年代後半からトップテンに8校が入った状況がそのまま続いていることである。トップテンに中国の清華大が入り、さらにインペリアル・カレッジも病院等を吸収したことにより大きく伸びてトップ20に入った。これらの事実を見ても、大学における研究活動も国際的競争が激しい分野であるとい

* 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科教授

** 東京工業大学・北陸先端科学技術大学院大学名誉教授

える。清華大以外の中国の大学も大きく伸びており、大学にも統合（経済用語でいえばM&A）の時代に入ったといえる。

表1 世界の大学の論文生産性（CA, 2002）

| 順位 | 大学名 | 国名 | 論文数 |
|----|--------------------------------|-------------|-------|
| 1 | 東京大 | Japan | 3,551 |
| 2 | 京都大 | Japan | 2,955 |
| 3 | 大阪大 | Japan | 2,936 |
| 4 | Harvard Univ | USA | 2,868 |
| 5 | 東北大 | Japan | 2,476 |
| 6 | 清華大 | China | 1,968 |
| 7 | 九州大 | Japan | 1,757 |
| 8 | 東京工業大 | Japan | 1,633 |
| 9 | 北海道大 | Japan | 1,624 |
| 10 | 名古屋大 | Japan | 1,566 |
| 11 | 北京大 | China | 1,526 |
| 12 | 浙江大 | China | 1,449 |
| 13 | Univ Michigan-Ann Arbor | USA | 1,442 |
| 14 | Johns Hopkins Univ | USA | 1,415 |
| 15 | Stanford Univ | USA | 1,409 |
| 16 | Imperial Coll | UK | 1,342 |
| 17 | Univ Pennsylvania | USA | 1,333 |
| 18 | Univ Cambridge | UK | 1,331 |
| 19 | UC-Berkeley | USA | 1,328 |
| 20 | Univ Wisconsin-Madison | USA | 1,324 |
| 21 | UCLA | USA | 1,317 |
| 22 | Univ Washington (Seattle) | USA | 1,314 |
| 23 | Moscow MVLomonosov State Univ | Russia | 1,301 |
| 24 | Univ Toronto | Canada | 1,299 |
| 25 | ソウル大 | Korea | 1,293 |
| 26 | Cornell Univ | USA | 1,277 |
| 27 | Univ Oxford | UK | 1,254 |
| 28 | Pennsylvania State Univ | USA | 1,252 |
| 29 | MIT | USA | 1,245 |
| 30 | Univ Florida | USA | 1,222 |
| 31 | Univ Sao Paulo | Brazil | 1,152 |
| 32 | Univ Illinois-Urbana Champaign | USA | 1,109 |
| 33 | Ohio State Univ | USA | 1,090 |
| 34 | UC-San Diego | USA | 1,058 |
| 35 | UC-Davis | USA | 1,040 |
| 36 | Yale Univ | USA | 1,022 |
| 37 | ETH | Switzerland | 1,010 |

注) 論文生産性 1,000 以上の大学について

高等教育機関といえども、一般企業と同様の経営的管理が望まれる時代においては、経営規模の拡大が望まれよう。大学においては研究評価の1指標である論文生産性の増加が期待されるところである。また、経済学的理解に従えば定常的増加が必然となる。

2. 論文増加率について

De Solla PriceはCA等を1960年まで調べ、15年で倍増、年率4.6%という幾何級数的増加を確認している (Price, 1963)。我々はその後のデータとして、1940年以降のCAの論文数を分析した。45年までの論文数は世界大戦の影響で減少し、その後増加に転じ、急激な立ち上がり⁴⁾を示している。そこで、後半の1970-2002年の32年間の変化率を求めた。図1は論文数を示す縦軸を常用対数で取り、横軸の時間軸(年度)はリニアのままの片対数グラフである。データを直線(関数としては指数関数)で近似し、その勾配を求めると時間変化率⁵⁾が求められる。

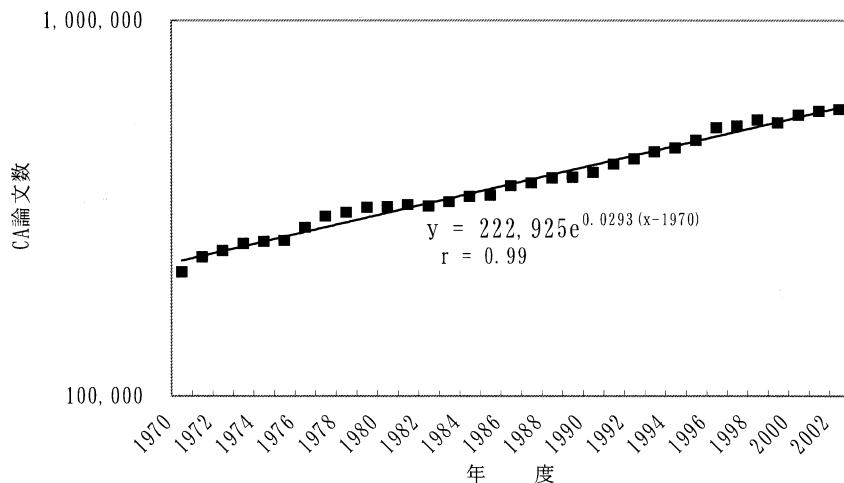


図1 世界の論文数の経年変化 (CA, 1970-2002)

図1の増加率は2.9%となる。これは23年強で倍のペースである。現在の世界全体の論文数の増加傾向は、Priceの見出したペース⁶⁾よりもやや落ちている。今後の議論は、主に1970-2002年の32年間に注目する。したがって、この「2.9%」という値が標準値となる。

同様にして各国の論文増加率を求めると、アメリカは2.9%となる。この結果は論文数のシェア(2002年度, 21%)が高いことから妥当である。日本は4.8%とPriceの値に一致し、イギリスは2.1%とやや低い。中国は70年代末から論文発表が急激に増加しているの、幾何級数的変化を見せる81年以降で変化率を求めると11.7%になる。この値は韓国と同じ値である。ヨーロッパではスペインの8.5%が高く、南米ではブラジルの7.1%が目立つ。

以上の国単位の論文増加率から、2つのグループ、Priceの値に近い「標準国」と、数倍以上の「高

増加率国」とに分けられる。アメリカ、イギリス、ドイツ、フランスと日本の5カ国はいずれも標準国に入る。これら5カ国の論文数シェアは70年の40%前後から94、95年には60%に達したが、その後中国、韓国、ブラジルなどの高増加率国の急激な研究活動の進展に伴い、95年以降のシェアを10%程落としている。これは学問中心地が拡散し、「高等教育のグローバリゼーション」と考えられる。さらに面白いことには、英語で書かれた論文数に限定すると、この5カ国のシェアは70年以降60%からじりじりと10%程落ちてきている。今後分析を引き続き行う必要があるが、高増加率国が研究にシフトすると、その国のトップの大学がまず国際性の高い英語論文を出し始め、その波及効果として母国語論文が他の大学も含め増加を始めるようにも理解される。

3. 大学の論文増加率

中国のように激しい変化を示した国でも、激しい変化を見せた時期が過ぎると、比較的なだらかな幾何級数的変化を示す。したがって、片対数プロットから各国の論文増加率が決定できる。これをベースに大学単体の増加率を検討する。各国を代表する大学の増加率を求めた結果を表2に示す。括弧内の数値はその国の増加率の値である。注にもあるようにドイツは再統一後の1991年以降、中国は前述した1981年以降、ロシアはソ連邦崩壊の影響が少なくなった1993年以降の平均増加率を採った。それ以外の国においてはいずれも1970-2002年の平均である。

表2 各国の代表的大学の論文増加率

| 大学名 | 論文増加率, % |
|---------|----------------|
| ハーバード大 | 3.8 (2.9) |
| 東京大 | 4.0 (4.8) |
| ケンブリッジ大 | 4.0 (2.1) |
| ミュンヘン大 | 4.4 (1.9) * |
| パリ南大 | 4.2 (2.9) |
| 北京大 | 17.4 (11.7) ** |
| ソウル大 | 12.6 (11.7) |
| モスクワ大 | 8.0 (0.0) *** |
| ルンド大 | 4.1 (3.3) |
| ETH | 6.6 (3.5) |

*1991-2002年の平均

**1981-2002年の平均

***1993-2002年の平均

ロシアを除く増加率標準国の大学は4%前後に集中しており、世界を代表する大学の論文増加率はほぼ4%といえる。東京大の4.0%は高い方であり、論文生産性の世界で70年代末から世界のトップを維持している事実を裏付けている。日本を除いて、多くの国は大学よりも国の論文増加率の方が低かった。特に、ヨーロッパの国々にその傾向が強く見られた。ヨーロッパは伝統的力が強く大学間にも階層構造があるともいえそうである。日本の大学の論文増加率は平均化しているのが特徴

であり、国内でもグローバリゼーションと同様な現象が進んでいるといえる。

高増加率国の大学も国の平均値よりも高くなっており、北京大の17%強は、驚異的ともいえよう。この数値は中国で現在大学の統合化が進んでいることの影響も大きなものと考えられる。また、高増加率国の代表的大学はすでに論文生産性では世界のトップグループ入りを果たしており、今後のグローバリゼーションの進展が興味を引く。

4. 研究分野依存性

CAでは論文を5つの大分野に種別分けしている。この5つの研究分野について、前節で議論した片対数プロットを用いて研究分野の論文成長率（1970-2002年）を得た結果を表3に示す。

表3 研究分野による論文生産性の差異

| 分 野 | 論文生産性の増加率, % |
|------------|--------------|
| 生化学 | 3.5 |
| 有機化学 | 0.8 |
| 高分子化学 | 2.8 |
| 応用化学 | 3.5 |
| 物理・無機・分析化学 | 2.4 |

増加率2.9%を超える分野は、生化学と応用化学の2つである。この2分野が強い国あるいは大学が論文生産性を伸ばすことになる。例えば、ハーバード大はメディカル・スクールが強いことで知られている。ハーバード大全体、メディカル・スクール単体、メディカル・スクールを除いた部分の3つを示したのが図2である。同図は差を見やすくするため論文数を示す縦軸もリニア軸とした。90年代前半まではハーバード大の中でメディカル・スクールとそれ以外の部分の論文数は拮抗していたが、90年代後半に入るとメディカル・スクールの伸びが大きく、それ以外の寄与の倍以上の論文生産性を示すようになった。これが同大学の高増加率の原因とみなしうる。この傾向はアメリカでは顕著で、近年のアメリカの生化学分野の発表論文数シェアは高まり、2002年度には同国のCA抄録論文の60%に及んでいる。これは世界で最も高い数値である。

比較のため、メディカル・スクールを持たないカリフォルニア大学バークレー校の経年変化も同図に示しておいた。70年前後は論文生産性でアメリカのトップだった同校も80年代にはハーバード大に並ばれ、ハーバードのメディカル・スクール部分の寄与が大きく伸びた90年代後半は大きく離されてしまった。この時期僅かながら減少傾向を見せているのは、メディカル・スクールを持っていないことに加え、91年のカリフォルニア州政府による財政カットのためと考えられる。

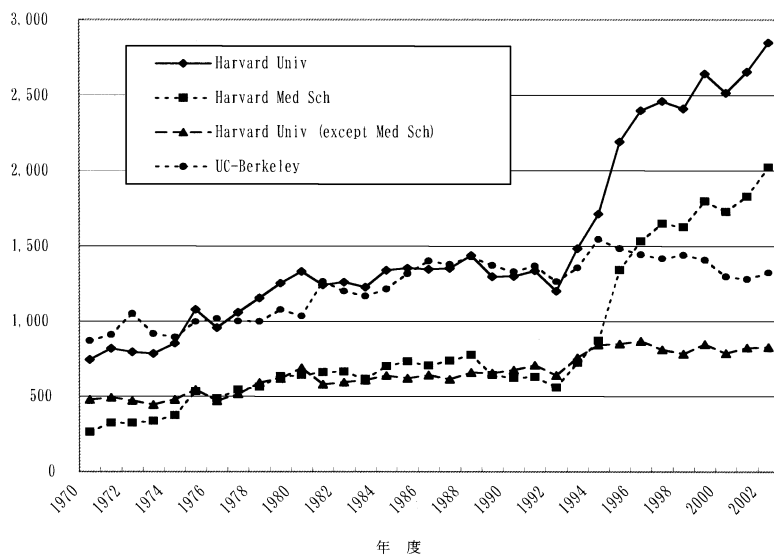


図2 論文生産性に見るHarvard大とMedical Schoolの寄付 (1970-2002)

5. SCI (Science Citation Index) について

ISI社のデータベース (DB) SCIの1991年版を分析した結果は、230,464件の抄録文のうち93%程が英語の文献である。ISI社の方針として英文出版物ないしは英文要旨が付いているものとあり、この方針により他のDBよりも高い割合を示しているものと考えられる。ちなみにCAの1991年度の英語率は75%とSCIより20%程低い値である。国別に見るとソ連邦の13%、中国の28%、韓国の53%に加え、日本・東欧諸国の60数%が続いている⁷⁾。採録言語数も実際抄録されている数は文献数1の言語も入れてSCIは20程度であるのに対し、CAは200近い。言語数にそれぞれのDBの考え方の差異が明確に現れている。

SCIの文献種別のうち主なものは論文、講演要旨、レター、ノート、Editorial Material、レビューの6つである。CAの主なものは論文、特許、レビュー、会議録、技術報告書、学位論文、書籍の7種である。SCIには特許と学位論文がないのが特徴といえる。CA、SCIいずれのDBも論文抄録数は7割を占める。

SCIとCAの研究分野の分類法は大きく異なる。CAは生化学、有機、高分子、応用、物理・無機・分析化学の5分野をさらに区分し、全体で80に分けている。しかし、SCIでは雑誌分類コードとしており、人文・社会科学をも含めた253に分類しており、かならずしもCAの分類に一致しない。このため概算ではあるが、2002年度のSCIに抄録された論文の分類コードを整理して、CAに抄録可能と見られる化学・物質関連の論文は総論文数の約50%を占めた。この50%に入っていない分類は、数学、物理の一部、情報、機械系、土木・建築、制御、生物学、林業、鉱物学などと、医学と環境分野である。医学と環境分野はそれぞれ別途25%と5%のシェアを持っており、この内のある部分

はCAにも収録されるから、おおよそSCI抄録の60%の論文はCAにも採録されていると考えられる。

6. CAとSCIとの対比

2つのDB, CAとSCIは特質が異なることは良く知られている。CAは化学・化学工学分野のDBで、物質関連の文献を網羅的に抄録しており、前述したように関係する学問分野も広い。一方、SCIは引用度の高い主要論文誌に絞り込んで、英語圏の自然科学分野の文献を抄録している。このいずれのDBを用いたら、検索目的に合致するかが検索に際して重要となる。

図3に各年度における抄録論文数を示した。両者の抄録数の変化はよく対応しており、CAはほぼSCIの80%⁸⁾の文献を抄録している。細かなことであるが、SCIの文献抄録は1983年度からであるのに対し、同図ではそれ以前のデータも示されている。したがって、2004年にDBを検索してもこの程度の2003年度の論文が追加されるということである。この事実は抄録までに約4ヶ月の遅れ(1991年度)が存在することを意味する。この遅れはCAではやや大きく、このため本稿では最新のデータとして確定した2002年度の結果を用いている。

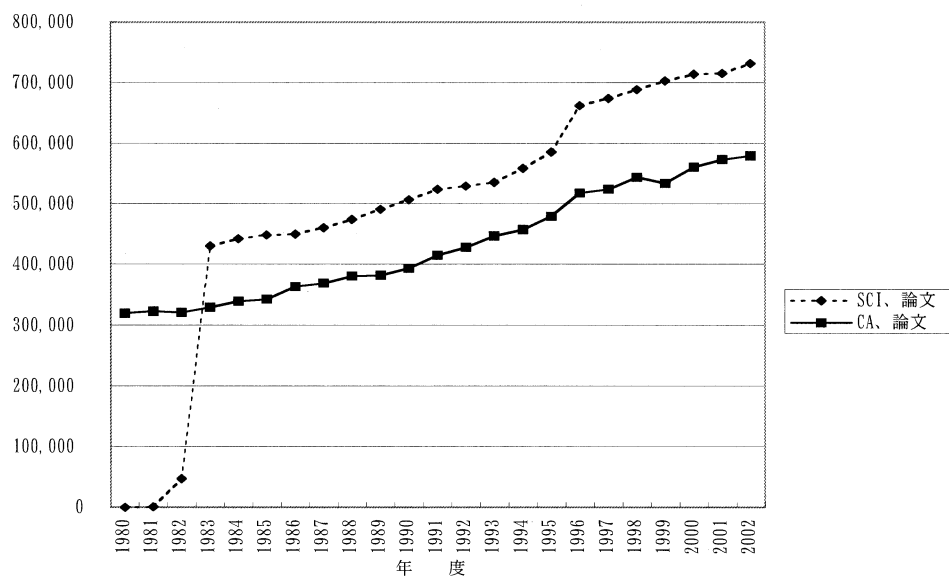


図3 SCIとCAの論文数(1980-2002)

両者の量的関係をさらに詳しく国別に見たのが図4で、SCIの抄録文献数に対するCAの文献数の散布図である。中国、日本は現在でも母国語による文献の多い国であるので、中国と日本の点が少し離れてはいるが、相関係数0.91と両者は良い比例関係にある。比較を英語の文献のみに限定すると、相関係数は0.99と向上し、比例を示す直線にすべての国の点が集中してくる。

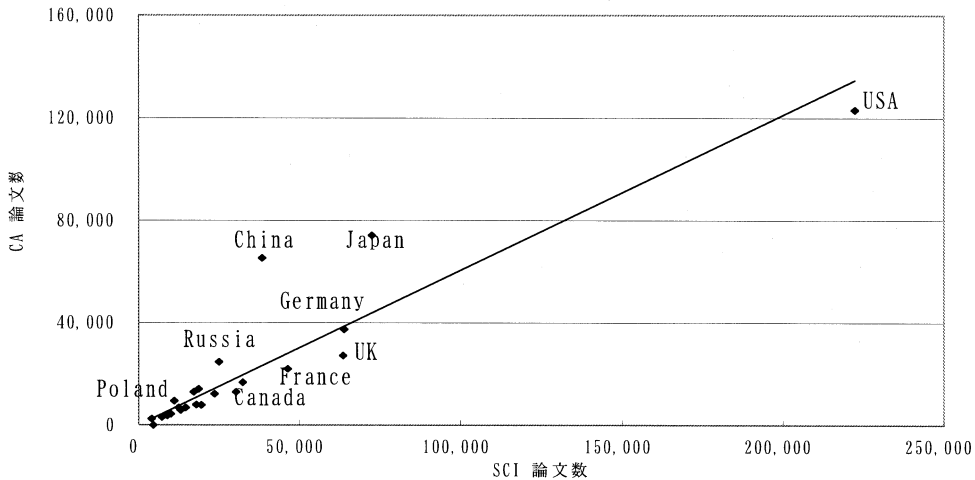


図4 SCIとCAの抄録論文数 (2002)

前項で指摘したようにSCIの抄録文献の60%は物質関連であり、さらに科学上は直接の関係性がなくとも、物質関連の科学技術は産業上は基盤的性格が強いことを考えると、他の研究分野との関連性も強いと考えられる。そうであれば、CAの抄録論文数をもって自然科学系全体の研究活動度の量的評価は可能といえよう。

自然科学系全体の文献を定量分析する際にこの2つのDBのいずれを用いるべきか、1)引用度の高い雑誌を選んではいらぬが、英語で書かれた雑誌を主体に、自然科学の部分集合を扱ったDB、2)自然科学系の6割程度を占める分野をほぼ網羅し、かつ自然科学全体とマクロではあるが量的相関の強いDBの、いずれが目的にあった結果を正しく与えるかにより決定される。著者らが指摘したい点は、SCIが自然科学系の論文生産性を正しく表わしているのであれば、CAもそれと同程度の論文抄録に関してマクロ的定量性が示されたという点である。すなわち、世界全体でも国レベルでも、両DBの相関が極めて高い点から、CAのデータをもって自然科学系全体の論文数の動向を議論できるという点である。

最初にDBを用いた分析はDBの特徴に依存することを指摘したが、同様に「(ISI社が扱う雑誌)、8,000誌の内訳は、北米が46%、西ヨーロッパが42%と、欧米だけで9割近くになる。極東、太平洋地域は5%、日本の雑誌は約160誌、比率にして約2%となる。例えば、ISIのデータベースに入っている論文全体の中での日本のシェア約7%を日本の科学活動のシェアと考えれば、雑誌もそれに見合う水準であって不思議はないから、かなり低い数字と見ることができる。(辻, 1999)」ことが指摘されている。自然科学全般をグローバルに見る場合、「朝日新聞社の辻篤子氏の所論が参考になる。ISI社の自然科学採録誌は定期刊行誌5,000であり、それも欧米誌が90%と偏っていること、計算機処理のため辻氏が指摘しているように、スズキ、タナカ、タカハシ、ナカムラなどの数多い日本人同姓者の引用は削除されているなど、バイアスがかかっている。さらに、引用について英語使用の理由以上に米英研究者のエスノセントリズム(自国優先主義)が目立つ。大いに喧伝

される効用はあるものの、決定的な価格上昇にみる同社の商業政策を筆者は嫌うのである（慶伊，2004）。」ということが言えはしないか。

7. 科学文献の英語化について

今世界の科学，特に自然科学の論文は，国際的引用の面から英語の使用が一般的になってきている。たとえば，フランスは自国言語にこだわる国民性のように理解されているが，自然科学分野の論文に関しては，英語使用が1970年の20%弱から2002年には94%に達している。

一般に教育現場（テキスト等）では母国語使用が，先進的国々では当たり前であろう。国内の学会活動も研究活動が盛んな国ほど活動度も高く，母国語による論文誌の刊行も維持されているのが現状である。

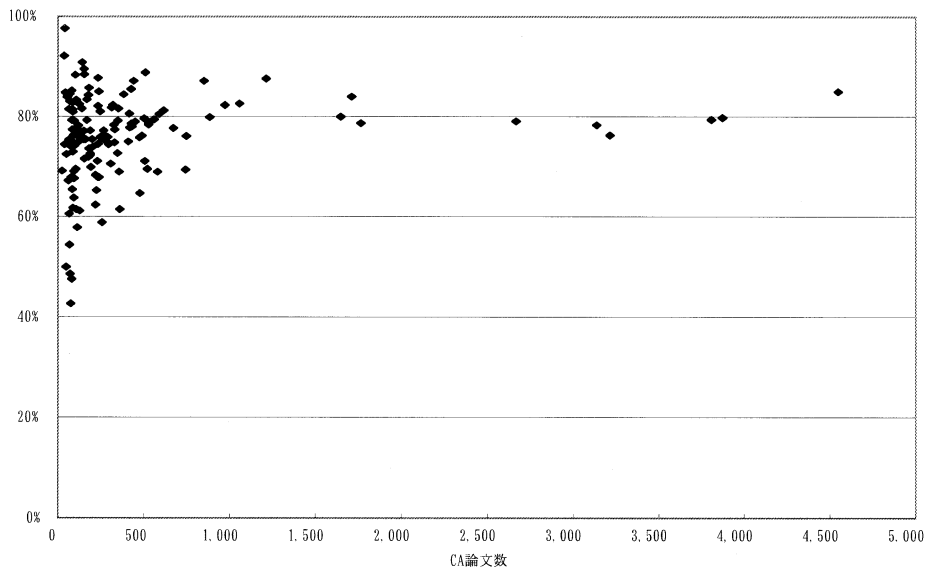


図5 日本の大学の論文英語率（CA，2003年度，144校）

我々も国際的サーキュレーションが良い英文誌に出来るだけ投稿する傾向をもっているが，現状はどうであろうか。日本の大学144校について，CA抄録論文の英語率（パーセント表記）を示したのが図5⁹⁾である。

論文数が500以下の部分を除くと，論文生産性の高い研究大学においても，ほぼ一定の割合（80%）を示している。残りは日本語の論文であり，国内の研究活動部分である。筆者らの海外経験の中でも，日本語文献を読んでいる，あるいは読もうとしている研究者がいることは，日本の研究水準からいって十分ありうることであり，これらを切り捨てて科学技術を論じることは，いかがなものか。辻氏の指摘を待つまでもなく，日本の学術水準はSCIの論文数が示す以上の貢献を果たしていると

いえよう。この点に関して科学を計量する際に使用するDBとして、CAは向いているといえる。

8. 論文生産性と経済指標、GDPとの相関

研究活動の指標の1つである論文生産性を通じて、研究活動のボリュームに注目してきた。これと経済的活動との関係を、それぞれの指標の相関関係を通じて見る。2002年度の各国のGDPに対する、論文生産性をプロットしたのが図6である。両者の間に比例関係（原点を通る直線関係）を仮定して相関を求めた結果、GDPが大きなアメリカと日本、それにメキシコが直線の下方に位置している。イギリス、ドイツ、ロシア、カナダは論文生産性が高い方に大きく振れている。ロシアはGDPに、メキシコは論文生産性に原因がありそうである。なお、同図のプロットにはSCIの論文数を用いたが、CAを用いても同様の結果を得ている。

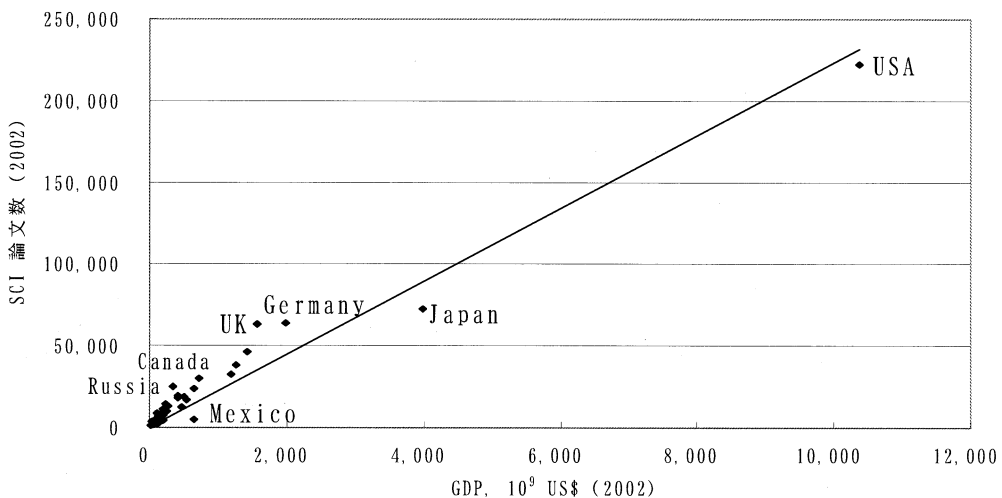


図6 SCI論文数とGDP（世界の40ヶ国）

図6の相関係数は0.97という高い値が得られている。この結果は論文生産性とその国のGDPとの間に強い相関関係があることを示している。さらに間接的であっても、なんらかの因果関係の存在を示唆するものと思われる。そこで、どちらが能動的に働いているのか、相関関係だけで判断してみると面白い。そこで、2002年度の論文生産性に対し、GDPの年度を1999から2003年まで変化させた時の相関係数の変化を調べてみたのが表4である。当初予想していた極大値を示す変化は見られず、ほぼ単純増加を示す結果となった。検討した範囲では、2003年度のGDPに対して最大値を示し、論文生産性の変化の後にGDPが変化（相関）するといえそうである。なお、CAを用いても同様に2003年度が最大となる結果を得ている。

表4 2002年度のSCI抄録論文数と異年度GDPとの相関

| GDP年度 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 相関係数 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.97 | 0.98 |

考え方は「研究活動の結果として国内生産がのびる」のか、「GDPが増えたため研究投資が増え論文数が増加する」のかのいずれかが考えられると仮定し、(各国の事情は大きく異なるが、それでも)それぞれの国について調べれば論文生産性とGDPとの間になんらかの相関が生じるであろうという予想である。単純に時間だけを問題にすれば、経年変化をそれぞれの国単位に相関を取るのが一般的であろう。「この手法からは空間的(地理的)情報も得られるのか」を今後の課題としたい。勿論、これですぐに因果関係を示唆するといえる程の論拠の存在を主張するものではない。読者諸兄の御意見を仰ぎたい。

9. まとめ

- 世界の論文数の増加率(1970-2002年)は、「2.9%」とPriceの指摘した4.6%より減少してきている。この増加率はおよそ23年で倍の増加を示す。

アメリカ、イギリス、日本などPriceの示した値に近い増加率「標準国」と、これの数倍の増加率を示す「高増加率国」の2つがある。

増加率標準国を代表するような研究大学の伸びは4%前後と世界平均値の2.9%を上回る値を示している。

中国、韓国など10%を超える高増加率国では、ある時期論文数が急増しており、その時期を過ぎるとPriceが指摘した幾何級数的増加状態に入り、定常的(幾何級数的)増加状態をとる。

論文生産性の専門分野依存性では、生化学と応用化学の2分野の増加率が平均値2.9%を超えている。この2分野に強い大学あるいは国が論文生産性を高く保つことになる。

- 増加率標準国の日米英独仏5カ国の論文シェアは90年代後半より減少し始めている。これは学問中心地の拡散、「高等教育のグローバリゼーション」の潮流を示唆している。今後の経緯に注目される。
- CAのデータベースには、物質・化学分野の論文に関しては、英語以外の母国語文献をも含めて該当専門分野の論文を網羅していると考えられる。この事実から、CAは辻氏が指摘しているような欧米に偏向する危険性が極めて少ないDBといえる。

SCIの6割は物質・化学関連であり、CAにも抄録されていると考えられる。さらに各国のCAとSCIの抄録数の相関の強さから、CAの検索結果は自然科学全体の量的動向を掴んでいることが分かった。

- 日本のトップの研究大学の論文の英語率はおしなべて80%であり、国際的にも英語化が進んでいる中、国内的研究活動を中心として、母国語を維持していることが分かる。このような分析はSCIでは不可能である。

【謝辞】

SCIのデータ検索経費は、大学評価・学位授与機構の「指標プロジェクト」の御協力を頂いた。

【注】

- 1) 文献数, 21,314,650以上 (2002.12現在, STN資料)。1907年以降 (7,600件程1907年以前の論文抄録あり, CASのHPより)。
- 2) 文献数, SCI, 18,149,884件, SSCI, 2,933,621件, AHCI, 2,472,455件 (2004.9.11現在, NACSIS HPより)。いずれも, 1983年以降。
- 3) 国別の大学数は多い順に, アメリカ18, 日本8, イギリス, 中国3となっている。論文生産性を500以上とすると145校となり, アメリカ58, 日本21, 中国13, イギリス11, ドイツ8, オーストラリア, オランダ, カナダ4となる。
- 4) 1945年から2002年までの57年間の平均増加率は年4.9%であった。これはPriceの値にほぼ一致する。14年で倍の増加率である。
- 5) 時間軸を年度としたため年率に相当する。指数という連続関数を用いたため, より正確に言えば時々刻々のその時点における変化率を年率表示したものになる。
- 6) Priceは論文数をその時点までの積算量で採っているが, 年率を求める際に用いる近似曲線が指数関数であるので, 積分形 (積算量), 微分形 (単年度量) のいずれに対してもその時間微分は同じ値の年率を与える。微分形の方がデータのふれが大きく見える特徴がある。
- 7) 2002年現在でもこの数値は81%で, SCIの96%よりも15%低い。
- 8) 1983-2002年の平均値は79.1%, 標準偏差は2.1%である。
- 9) 英語の割合の経年変化は1年程度では大きくないので, 最新の2003年のデータとした。

【参考文献】

慶伊富長 (2004) 「日本の研究大学の明日」『高等教育研究紀要』第19号『高等教育の展望と課題』, 高等教育研究所, 38-49頁。

辻篤子 (1999) 「科学情報と評価システム-グローバル化」『専門家集団の思考と行動』, 岩波書店。

Price, D. J. de Solla (1963) *Little Science, Big Science*, New York: Columbia University Press.

Research Assessment for Natural Science

Takuya HONDA*

Tominaga KEII**

The world position of Japanese universities in the field of research provides a topic of interest. We have examined the productivities of major world universities over a period of more than 20 years by using the database (DB) of Chemical Abstracts (CA). The analytical results depend on what DB is used and on the search conditions. Therefore, differences between alternative DB's are also discussed.

Productivity may be influenced by local and world economic conditions. De Solla Price had checked the variations in numbers of scientific papers issued between 1900 and 1960 in the world by using CA, Physics Abstracts, etc., and confirmed an exponential annual increase of 4.6%, *i.e.*, doubling in every 15 years. Over the period 1940 to 2002 also by using CA we confirmed a similar exponential increase but the annual rate in the latter half of this period (1970-2002) had fallen to a rather mild rate of 2.9% *i.e.*, doubling in every 24 years.

The annual rates of growth for countries can be divided into two groups. (1) "Average rate countries" such as USA, UK, France, and Japan, which show rates close to the average annual rate for the world; and (2) "High rate countries", such as China and Korea, which show average annual rates of about twice the world average. The leading universities of the "average rate countries" show rates of around 4%, close to the value obtained by Price and higher than the world average.

Among the categories of papers in CA, biochemistry and applied chemistry show the biggest increases in annual rates of over 2.9%. Those countries and universities that are strong in these two sections show the highest rates (e.g. Harvard University). In contrast, non-medical universities show lower increases of rates, e.g. UC Berkeley, which shows a non-increasing rate after the mid 1990's.

The share of papers from 5 countries, Japan, USA, UK, Germany and France, which are "average rate countries", decreases after 1995. This decrease may indicate the dispersion of "Centers of Learning" accompanying globalization of higher education. Therefore we should take particular note of changes in behavior over recent years.

CA is one of the biggest scientific databases and gathers literature data concerned with chemistry and materials science as widely as possible. Another typical and big database is Science Citation Index (SCI), which lists articles in all categories of natural and physical science. According to our comparison between CA and SCI, CA includes around 60% of the SCI data and lists 1.5 times the number of papers in its fields. The two show good correlation with each other, both in the total numbers of publications and in the numbers

* Professor, School of Knowledge Science, JAIST

* * Professor Emeritus, Tokyo Institute of Technology, JAIST, and Numazu College of Technology

at country level. Therefore, CA is believed to be as good a database for measuring the research activity for natural science as is SCI. The major difference between the two is whether non-English literature is included. SCI, it is often pointed out, has a tendency to make western and North American journals more important as sources. This leads to the conclusion that the contributions from Japan amount to only 7% of the academic papers issued in the world.

Most Japanese researchers tend to publish their studies in English. The proportion of English language papers from Japan increases year by year in a way similar to those in other non-English language countries. However, the CA database reveals that the top Japanese research universities maintain uniform proportions of papers written in Japanese and English: in 2002, they still retained 20% of their papers in Japanese. This fact is considered to reflect that keeping the native language is still an important factor in sustaining their culture and domestic activities. The SCI cannot indicate such factors so that CA can be regarded as providing a better database to elucidate the complete range of scientific activities.