

小林 信一 (東京工大社工)

1. 研究の目的

我が国の研究活動における先端科学技術分野や基礎的研究分野への取組みの遅れが、各方面から指摘され、その推進が叫ばれている。しかし、我が国の先端科学技術分野や基礎的研究分野の研究活動の国際的な水準や、取組みの遅れを、具体的なデータに即して示すことは、困難なことであり、あまりなされていない。

昭和59年度版科学技術白書では、ごくわずかな先端科学技術分野における研究論文発表数の国際比較の結果を示している。一方、「科学技術情報の国際的流通のあり方に関する調査研究報告書」(昭和59年, 科学技術庁)では、数学、物理学、工学等の大分類別の研究論文数の国際比較をしているが、分類が大きいために、先端科学技術分野や基礎的研究分野への取組みの実態を知る上では、必ずしも十分ではない。また、科学技術庁資源調査所では、「我が国における研究人材の現状と需給動向に関する基礎調査」の一環として、中程度の分類による同様の分析を実施しているが、まだ中間段階である。

先端科学技術分野や基礎的研究分野の研究活動の水準を評価する方法には、様々なものが考えられる。上記の例にみられるように研究論文の発表件数を調べる以外にも、引用分析や、さらには属人的な方法や、属技術的方法などもある。この種の分析は各所で実施されてきたが、必ずしも、先端科学技術分野や基礎的研究分野の研究活動の水準を評価することを目的としているわけではない。

本研究は、先端科学技術分野や基礎的研究分野の研究活動の水準を評価する方法を探索することを目的とする。本研究では、研究成果、とくに研究論文の発表数に着目し、学術データベースを用いて研究論文の発表件数を調べる方法を取り上げる。また、この方法によって、我が国の研究活動の国際的な水準を評価するとともに、この種の評価方法の問題点を明らかにする。

COMPENDEX

(1) COMPENDEX とは COMputerized ENgineering INDEXの時. EI(Engineering Index Monthly) etc. の online database .	(6) 刊行年別収録件数 (1986/8/8現在)
(2) 作成機関 Engineering Index Inc.	1974 91,317 1978 104,965 1982 92,745
(3) 対象分野 工学全般と周辺領域	1975 90,427 1979 110,653 1983 116,415
(4) 情報源 雑誌論文(主), 会議録他	1976 88,801 1980 105,430 1984 121,116
(5) 収録内容	1977 93,468 1981 92,913 1985 80,826
IDNO identification number 抄録番号	(7) 収録例
A author 著者	840100580
AF author's affiliation 著者の所属機関	000101
T title 標題	A EQU. THIS B. INHABER. JEAN C
J journal 雑誌名	A REALTY & WELFARE CANADA. EXPERIMENTAL B
CO CODEN 掲載誌のCODEN	J OTTAWA. ONT. CAN
ISSN ISSN 掲載誌のISSN	CO SECURITY ADVANCES IN SO//2. SO//X. AND OF
YR year 刊行年	ISSN 897100
B bibliographic data 書誌事項	1980-1120
LG language 言語	1983
CC CAL code CAL code	B 1 0 0 3 1003 P 105-200
C CAL term CAL term	ENGLISH
D descriptor ディスクリプタ	451100410141001
I identifier アイデンティファイ	A10 POLLUTION-CHEMICAL PRODUCTS GENERAL
AB abstract 抄録	B ENGINEERING-CHEMICAL ANALYSIS AND PHYSIC
	AIR POLLUTION-MONITORING-INDUSTRIAL WY01
	COMPONDS-HYDROGEN COMPOUNDS-OXIDE-REL
	THIS ARTICLE REVIEWS CURRENT RESEARCH ON
	PERSONAL MONITORS. ALTHOUGH MOST OF THE
	REVIEWS APPEAR TO BE SENSITIVE TO THE 1
	POLLUTANTS NO//2. SO//2. AND O//3 GENER
	INDOOR AND OUTDOOR AIR. THEY LACK THE 7
	CHARACTERISTICS FOR A PERSONAL MONITOR.
	SAFETY AND EASE OF OPERATION. WEIGHT.
	ELECTROCHEMICAL TRANSDUCERS/SENSORS.
	EXPLOITED. ARE ATTRACTIVE CANDIDATES
	PERSONAL MONITORING. THIS TECHNIQUE
	GENERATING REAL-TIME MEASUREMENTS. A
	COMMERCIALLY ATTRACTIVE DEVICES THAT
	STUDIES ARE INCLUDED. REFS.

2. 分析の方法

2.1. 対象データベース

工学分野の学術データベースである COMPENDEXによる。なお、筑波大学学術情報センターの学術情報検索システム UTOPIAを用いて調査した。

2.2. 分析対象の抽出

調査時点：1986年8月8日

収録数，1,567,220件。

対象期間：1974~85年

UTOPIAの COMPENDEXでは69年頃からのデータが収録されているが、73年までのデータには一部データの誤りがみられるので、確実なデータがとれる74年以降を対象とした。

表1. 分析対象としたSUBJECTS

CAL SUBJECT HEADING	600 MECHANICAL ENGINEERING
450 POLLUTION AND SANITARY ENGINEERING	601 Mechanical Design
451 Air Pollution	610 PLANT AND POWER ENGINEERING
452 Sewage and Industrial Waste Treatment	612 Combustion Engines
453 Water Pollution	616 Heat Exchangers
460 BIOENGINEERING	620 NUCLEAR TECHNOLOGY
461 Biotechnology	621 Nuclear Reactors
462 Medical Engineering and Equipment	622 Radioactive Materials
470 OCEAN TECHNOLOGY	640 HEAT AND THERMODYNAMICS
471 Marine Science and Oceanography	643 Space Heating and Air Conditioning
540 METAL GROUPS	650 AEROSPACE ENGINEERING
541 Aluminum and Alloys	651 Aerodynamics
544 Copper and Alloys	652 Aircraft
547 Precious and Rare Earth Metals and Alloys	653 Aircraft Engines
654 Rockets and Rocket Propulsion	730 CONTROL ENGINEERING
655 Spacecraft	732 Control Devices
657 Space Physics	740 OPTICAL TECHNOLOGY
660 AUTOMOTIVE ENGINEERING	743 Holography
661 Automotive Engines and Related Equipment	744 Lasers
662 Automobiles and Smaller Vehicles	750 ACOUSTICAL TECHNOLOGY
680 RAILROAD ENGINEERING	753 Sound Technology and Ultrasonics
681 Railroad Plant and Structures	800 CHEMICAL ENGINEERING
700 ELECTRICAL ENGINEERING	801 Chemical Analysis and Physical Chemistry
703 Electric Circuits	803 Chemical Agents and Basic Industrial Chemicals
705 Electric Generators and Motors	810 CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES
706 Electric Transmission and Distribution	812 Ceramics and Refractories
707 Illuminating Engineering	815 Plastics, Chemistry and Materials
708 Electric and Magnetic Materials	816 Plastics, Plant Equipment and Processes
710 ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS	817 Plastics, Products and Applications
711 Electromagnetic Waves	910 ENGINEERING MANAGEMENT
713 Electronic Circuits	914 Safety Engineering
717 Electro-Optical Communications	930 ENGINEERING PHYSICS
718 Telephone and Other Line Communications	932 High Energy, Nuclear, Plasma Physics
720 COMPUTERS AND DATA PROCESSING	933 Solid State Physics
721 Computer Circuits and Logic Elements	
722 Computer Hardware	

*** Semiconductor etc. (主として 712, 714)

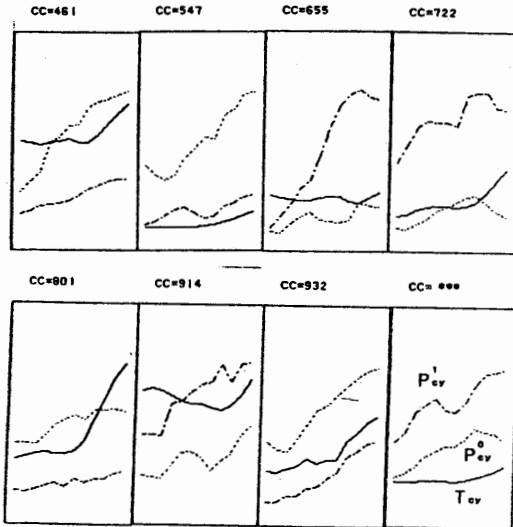


図1. データ例

2.3. 調査項目

調査項目: 以下の系列を各CAL codeについて求めた。

N_y	: y 年における全ドキュメント数
N_{cy}	: y 年におけるCAL code=cのドキュメント数
M_{cy}	: N_{cy} のうち第1著者の所属機関の所在が日本であるドキュメントの数
M'_{cy}	: M_{cy} のうち第1著者の所属機関が大学であるドキュメントの数

分野の設定方法と範囲:

1) COMPENDEXのCAL codeという3桁コードによって分野分類をした。

2) すべての分野について調べることは困難であるため、土木・建築を除く工学および周辺領域の中から、収録件数が4,000~50,000件のCAL codeを抽出した(収録件数が少ないと時系列の変動に誤差が大きくなりやすいことと、逆に多すぎると検索作業に手間が掛かりすぎることなどによる)。この結果、対象CAL codeは114分類となる。

3) さらに、この中から、適当に48のCAL codeを選定した(表1参照)。

4) CAL codeのような体系的分野分類が、先端科学技術分野に必ずしも対応しない可能性があるため、ディスクリプタによる検索も実施したが、十分な件数が得られないことが多いため、ここでは、SEMICONDUCTORをディスクリプタに含むドキュメントについてのみ、試験的に取り上げることとした(表1参照)。

対象となるドキュメント:

以上の対象期間、対象分野の限定の結果、のべ869,012件のドキュメントが抽出された。これは、対象期間の全ドキュメント数の約73%にあたる。ただし、CAL codeは1ドキュメントに最高6件、平均で2.5件付与されているので、実質的には30%程度を捕捉していると推定される。なお、全対象ドキュメントのうち日本の著者になるドキュメントは、63,366件、このうち大学の研究者によるもの35,773件、大学以外の研究者によるもの27,594件である。

- $M'_{cy} = M_{cy} - M'_{cy}$: M_{cy} のうち第1著者の所属機関が大学以外であるドキュメントの数
 $T_{cy} = N_{cy} / N_y$: y 年における全ドキュメントに占めるCAL code=cのドキュメントの割合
 $P_{cy} = M_{cy} / N_{cy}$: y 年におけるCAL code=cの全ドキュメントに占める第1著者の所属機関の所在が日本であるドキュメントの割合
 $P'_{cy} = M'_{cy} / N_{cy}$: y 年におけるCAL code=cの全ドキュメントに占める第1著者の所属機関の所在が日本の大学であるドキュメントの割合
 $P''_{cy} = M_{cy} / N_{cy}$: y 年におけるCAL code=cの全ドキュメントに占める第1著者の所属機関の所在が日本であり、かつ大学以外であるドキュメントの割合
 $S'_{cy} = M'_{cy} / M_{cy}$: y 年におけるCAL code=c、かつ第1著者の所属機関の所在が日本であるドキュメントのうち、第1著者の所属機関の所在が日本の大学であるドキュメントの割合

以上の方法によって抽出されたデータのうち T_{cy} 、 P'_{cy} 、 P''_{cy} の系列の例を図1に示した。

判定の基準：

- M_{cy} : AF (第1著者の所属機関) に、所属機関の所在として JPNまたは JAPANが明示されているドキュメントを抽出した。
 M'_{cy} : M_{cy} のうち、AF (第1著者の所属機関) に UNIV., COLL., または INST OF TECH. が含まれているドキュメントを抽出した。

問題点：以下のような過小または過大評価の可能性がある。

1. 第2著者以降の共著者の所属機関が不明であるため、共著者全員について調べる場合より、過小評価になる (M_{cy} , M'_{cy} , M''_{cy} のいずれの場合にも)。
2. まれに、所属機関の所在として JPNまたは JAPANが明示されていないドキュメントがある (M_{cy} , 過小評価)。
3. 日本人の研究者が海外で発表したものについては、含まれない (M_{cy} , 過小評価)。
4. 外国人が日本で発表した場合に所属機関の所在が日本となることがある (M_{cy} , 過大評価)。
5. 国立大学共同利用機関などのようにAFに UNIV., COLL. または INST OF TECH. が含まれない場合がある (M'_{cy} , 過小評価)。

3. 分析結果

3.1. 我が国の「強い」分野、「弱い」分野

対象期間全体の平均では、我が国の研究者の論文数は、全体の7.29%を占める。同じく、大学研究者の論文数は4.12%、大学以外の研究者の論文数は3.18%である。これをCAL codeごとに詳しく調べて整理したものが、表2である。なお、対象期間中に変化の大きいものは「小→大」などのように分類してある。この分析結果から、我が国の「強い」分野、「弱い」分野、あるいは「強くなりつつある」分野などがわかる。

ただし、この場合には、我が国の内部における専門分野間の相対的な強さ、弱さであって、国際的なものではない。国際的に比較するためには、我が国のデータと同様に各国のデータを調べて比較する必要がある。また、得意とする分野やそうでない分野があることは当然である。問題は、どの分野が得意で、どの分野がそうでないかという点にある。

P_{cy} の分布から、我が国の「強い」分野、「弱い」分野を拾ってみると、我が国の「強い」分野としては、金属、電子・情報関係の一部、化学基礎、工学基礎（工業物理）などがある。逆に「弱い」分野としては、環境工学、航空・宇宙などがある。また、「強くなりつつある」分野としては、バイオ、原子力、電気・電子の一部、自動車などがある。

しかし、大学と大学外に分けてみると、我が国の「強い」分野といっても、金属や工学基礎などは大学に、情報関係は大学以外に、主として負っていることがわかる。また、 S_{cy} の分布から、

表2. P_{ov}, P_{ov}, P_{ov}, S_{ov}の分布

P _{ov} : 日本計		CAL code
小 (~1.65%)		451, 452, 453, 454, 653, 655, 707, 914
中 (1.65~7.29%)		471, 706
大 (7.29%~)		541, 544, 547, 704, 711, 713, 718, 721, 722, 743, 801, 803, 812, 815, 932, 933, ***
小一中		461, 462, 612, 616, 661, 851, 854, 732, 816
中一中		621, 622, 703, 717, 753
小一中大		601, 661, 662, 705, 817
中一中大		681
P _{ov} : 日本大学		CAL code
小 (~2.06%)		451, 452, 453, 843, 852, 853, 854, 855, 857, 662, 681, 706, 707, 718, 722, 732, 914
中 (2.06~4.12%)		471, 651, 713, 717
大 (4.12%~)		541, 544, 547, 704, 711, 743, 801, 815, 932, 933
小一中		461, 462, 612, 616, 661, 816
中一中		621, 622, 703, 744, 753, 803, 812, ***
小一中大		601, 705, 817
中一中大		721
P _{ov} : 日本大学外		CAL code
小 (~1.39%)		451, 453, 461, 851, 852, 853, 857
中 (1.39~3.18%)		544, 707, 801, 803, 815
大 (3.18%~)		681, 708, 713, 714, 721, 722, 812, ***
小一中		452, 462, 601, 843, 703, 816, 817, 914, 933
中一中		541, 547, 616, 621, 622, 661, 662, 705, 736, 711, 717, 732, 744, 753
小一中大		612, 654, 655, 932
中一中大		471
大一中大		743
S _{ov} : 大学のシェア		CAL code
小 (~45.2%)		452, 843, 855, 861, 662, 681, 706, 707, 713, 718, 722, 732, 914, ***
中 (45.2~67.7%)		462, 601, 612, 616, 621, 622, 637, 705, 711, 744, 753, 812, 816, 817
大 (67.7%~)		461, 541, 544, 547, 651, 708, 801, 815, 933
小一中		451, 453
中一中大		471, 743, 803
大一中大		703, 933
小一中大		653, 717, 721
中一中大		853, 854

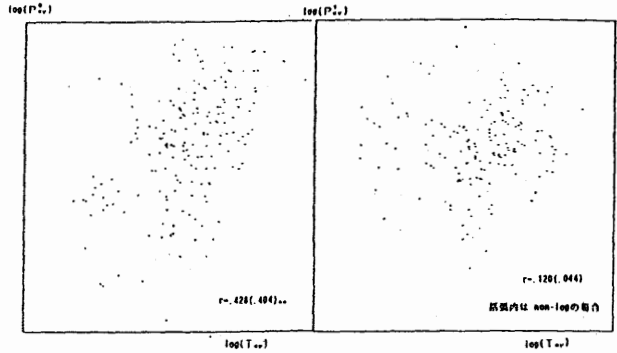


図2. 国内大学, 国内大学外の論文件数と全体との関係

大学と大学以外との役割分担がはっきりしている分野とそうでない分野があることがわかる。

また, Tcyとの関係を見ると(図2), 我が国の大学の場合には世界的に研究活動が活発な分野ほど寄与が大きい傾向がみられる。PcyはNcyに対する割合であるので, 世界全体の動向と, 我が国大学の動向が並行しているならば, Pcyは一定または, ランダムに分布すると考えられる。しかし, データは世界的に研究活動が活発な分野ほど, 我が国の大学での研究活動がさらに活発であることを示している(我が国の大学の先進性を示すものではなく, むしろ不和雷同的傾向を示すとも考えられる)。大学以外については, そのような傾向はみられない。

表3. Tcyに対する遅れ, 先行の状況

CAL code	大		外		CAL code	大		外	
	計	先	計	先		計	先	計	先
451	▼	▼	▼	▼	703	▼	▼	▼	▼
452	▼	▼	▼	▼	705	▼	▼	▼	▼
453	▼	▼	▼	▼	706	▼	▼	▼	▼
461	▲	▲	▲	▲	707	▲	▲	▲	▲
462	▼	▼	▼	▼	708	▼	▼	▼	▼
471	▼	▲	▼	▲	711	▼	▲	▼	▲
541	▼	▼	▼	▼	713	▼	▼	▼	▼
544	▼	▼	▼	▼	717	▲	▲	▲	▲
547	▼	▼	▼	▼	718	▼	▼	▼	▼
601	▼	▼	▼	▼	721	▲	▲	▲	▲
612	▼	▼	▼	▼	722	▲	▲	▲	▲
616	▼	▼	▼	▼	732	▲	▲	▲	▲
621	▼	▼	▼	▼	743	▲	▲	▲	▲
622	▼	▼	▼	▼	744	▲	▲	▲	▲
643	▼	▼	▼	▼	753	▼	▼	▼	▼
651	▼	▼	▼	▼	801	▼	▼	▼	▼
652	▼	▼	▼	▼	803	▲	▲	▲	▲
653	▼	▼	▼	▼	812	▲	▲	▲	▲
654	▼	▼	▼	▼	815	▼	▼	▼	▼
655	▼	▼	▼	▼	816	▼	▼	▼	▼
657	▼	▼	▼	▼	817	▼	▼	▼	▼
661	▼	▼	▼	▼	814	▼	▼	▼	▼
662	▼	▼	▼	▼	832	▼	▼	▼	▼
681	▲	▲	▲	▲	833	▲	▲	▲	▲

注) ▼:遅れ ▲:先行
 -:遅れ相または有意な傾向がみられない

3.2. 世界全体の動向に対する「遅れ」と「先行」

我が国の研究活動が, 世界全体の動向に対して, 「遅れ」を持つのか, あるいは「先行」しているのかを, 本データに基づいて検討してみた。TcyとMcy/NyなどとのあいだのLAG CORRELATIONを計算し, 「遅れ」または「先行」を判定した。ただし, データの期間が十分に長くはないこと, 短期的な変動が大きいため, 十分な分析はできない。結果は, 表3に示した。

残念ながら, 十分に意味のある結果は得られなかったが, 我が国の研究活動の先進性や遅れの様子を調べる何らかの方法を考案する必要がある。

3.3. 全体的傾向

以上でみてきたCAL codeごとの分析結果を総合して, いくつかのグループにまとめることを考えた。Tcyや, 我が国の論文の割合, 世界全体の動向に対する「遅れ」, 「先行」の状況をデータとして, 数量化3類により, CAL codeのパターン分類をした。その結果, 重相関係数が大きく(第1根 0.615, 第2根 0.504), かなりよい分類が得られた(図3)。図に示したように, 主要な3グループがあることがわかる。

第1グループ: 図の左に位置するグループで, 全般にドキュメント数が多く, 国内では大学のシェアが比較的大きく, 世界全体の動向と一致するか先行しているようなCAL code

のグループ。金属，化学基礎など。

第2グループ：図中右上，全般にドキュメント数が増加傾向にあり，国内では大学，大学外の分担が明確でないCAL codeのグループ。

第3グループ：図中右下，全般にドキュメント数が少なく，大学外のシェアが大きいCAL codeのグループ。環境工学，航空・宇宙など。

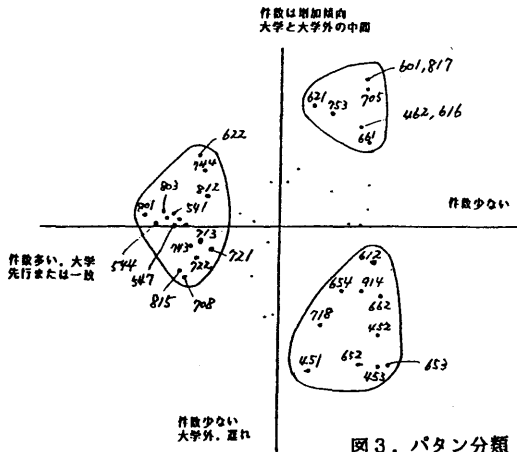


図3. パタン分類

3.4. まとめ

先端科学技術分野や基礎的分野における我が国の研究活動の評価をするためには，分野分類や系列の選定方法についてさらに検討する必要がある。しかし，おおよその傾向については知ることができる。

我が国のシェアは全般的に必ずしも大きくはない。そうした中でも，いわゆる先端的分野であるバイオテクノロジー関係はその中でも我が国の寄与が小さい。ただし，世界全体の増加傾向以上の増加テンポである。また，半導体関係は，我が国の寄与が比較的大きい分野である。一方，我が国の強い分野は，熟成分野に多いことも事実である。

4. 方法の問題点

[今回の分析に関する問題点]

1) 分析対象期間が短い

時系列での変化を調べるには長期間のデータが必要である。

2) 外国の学術データベースでは，日本の研究論文の捕捉率が一般的に低い

[一般的な問題点]

3) 学術データベースを用いた分析には，時間と費用がかかる

工学系のデータベースとしてはINSPECなどもある。COMPENDEXではヒットチャージだけであるが，INSPECの場合には接続するだけでも課金される。今回の分析方法であれば，件数のカウントだけが必要であり，ヒットする必要がないので，COMPENDEXが有利である。また，個人で実施するには，時間の面で問題があり，より組織的に研究活動の評価をする必要がある。

[参考]

- ・「大学評価の研究」昭和59年，慶伊富長編
- ・「科学技術情報の国際的流通のあり方に関する調査研究報告書」昭和59年，科学技術庁
- ・「大学などにおける理科系諸分野での研究実績の評価への試み」昭和59年，東京大学大型計算機センター（有馬朗人・金田康正）
- ・「科学技術白書（昭和59年度版）」
- ・「我が国における研究人材の現状と需給動向に関する基礎調査（中間報告）」昭和61年，科学技術庁