

○丹羽富士雄（政策研究大学院大／文科省・科学技術政策研），
桑原輝隆（文科省・科学技術政策研）

1. はじめに

本研究においては、広く注目を浴びている IMD の世界競争力(World Competitiveness[1])の時間的傾向を分析する。分析の対象にするのは、科学技術分野の競争力を構成する変数(報告書では Criteria と呼ぶ)である。本研究はまず、科学技術世界競争力の時間的傾向の国際比較を企図した。次いで、競争力の要因を明らかにし、さらに使用変数や競争力算出法の問題点を明らかにしようとした。

IMD, "The World Competitiveness Yearbook - 2002"

2. 使用変数

IMD が世界競争力報告書を出版し始めたのは 1996 年である。しかし、変数が充実したのは 1988 年報告書からである。これらの報告書の中で、科学技術分野は 8 つある分野の 1 つになった。しかし、2001 年報告書からは全変数は 4 つの分野に統合され、従来の科学技術分野の世界競争力は算出されなくなった。さらに、報告書の出版年と統計の測定年は異なるばかりでなく、各報告書は最新のデータを採用しているために、同じ報告書でも測定年の異なるデータを使用している。また、調査票調査による変数(Soft Criteria と呼び、統計データの場合は Hard Criteria と呼んでい

る)では、同じ趣旨ではあるものの、質問の内容が微妙に異なっていたりする。そこで、これらの変数の使用状況あるいは存在状況を測定年を基準に表示したのが、Tab. 1 である。表で、○はその年に測定されたデータがあることを、- は無いことを示す。ソフト変数の場合には、変数番号に下線を引いた。また、同趣旨でも質問の内容が異なる場合は、同じ変数番号で A、B の枝記号を付した。なお、ソフト変数は報告書と異なり、最良+5、最悪-5、中庸 0 の尺度に統一した。ノーベル賞に関するデータでは、一部直近の数年の平均値を使用している場合がある。

Tab.1 Science and Technology Criteria

No.	Criteria	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02
1	Total Expenditure on R&D	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
2	Total Expenditure on R&D per capita	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
3	Total Expenditure on R&D %	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
4	Business Expenditure on R&D	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
5	Business Expenditure on R&D per capita	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
6	Total R&D Personnel Nationwide	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
7	Total R&D Personnel Nationwide per capita	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
8	Total R&D Personnel in Business Enterprise	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
9	Total R&D Personnel in Business Enterprise per capita	-	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
10	Qualified Engineers	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11-A	Information Technology Skills	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○
11-B	Computer Literacy	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
12	Technological Cooperation	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13-A	Knowledge Transfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○
13-B	Research Cooperation	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-
14	Development and Application of Technology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○
15-A	Relocation of R&D Facilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○
15-B	Relocation of Production	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-
16	Nobel Prizes	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
17	Nobel Prizes per capita	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
18	Basic Research	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	Science and Education	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
20-A	Interest in Science and Technology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○
20-B	Engineering Science	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
21	Patents Granted to Residents	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
22	Changes in Patents Granted to Residents	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-

23	Securing Patents Abroad	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-
24A	Patent and Copyright Protection	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○
24B	Intellectual Property	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-
25	Number of Patents in Force	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-
26	Financial Resources	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-

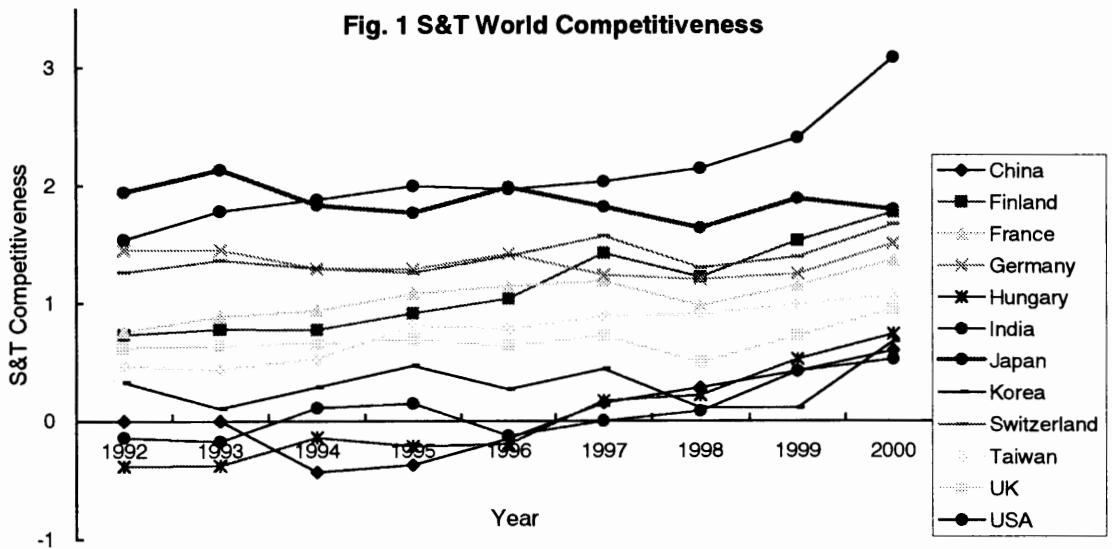
この表から、分析はデータの充実している 1992 年から 2000 年を対象にすることにした。

3. 科学技術世界競争力の国際比較

IMD の世界競争力の計算法は必ずしも細部にわたって公開されていないし、報告年によって計算法が異なっている。そこで本稿では、同じ計算法で科学技術の世界競争力を算出した。その計算法は以下の通りである。

$$C_j = (1/n_h \cdot \sum x_{hij} / \sigma_{hi} + 1/n_s \cdot \sum x_{sij} / \sigma_{si}) / 2$$

ここで、 C_j は第 j 国の科学技術世界競争力、 x_{hij} と x_{sij} は第 j 国の各ハード (h) とソフト (s) の第 i 変数の値、 σ_{hi} と σ_{si} はハードとソフトの第 i 変数の標準偏差、 n_h と n_s は算出に使用されたハード変数とソフト変数の数である。ハードとソフトの各変数の値をそれぞれ標準偏差で除して、ハードとソフトの各平均値を計算し、最後に両者の平均を計算したものを科学技術国際競争力としている。得られた結果を図に示す。



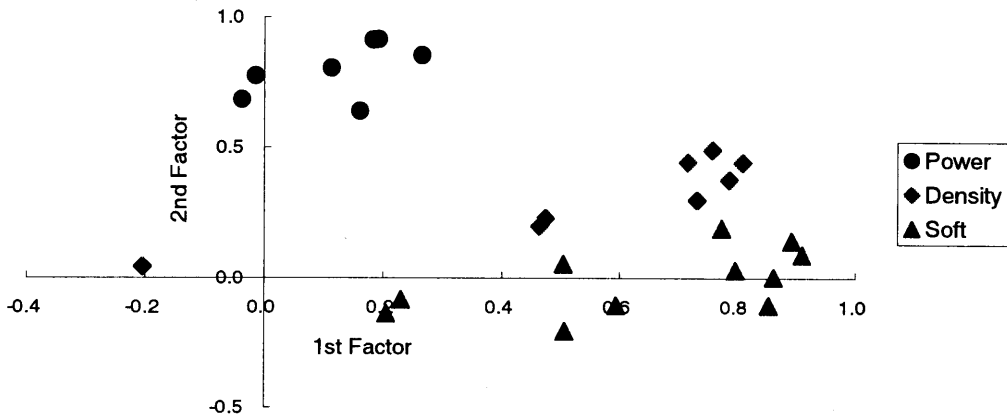
図は、日本が下降気味であること、米国が上昇気味で、特に 90 年代の伸びが著しいこと、日米の首位は 90 年代半ばで交代していること、フィンランド、スイスの追い上げで日本の 2 位も厳しいこと、等が読み取れる。

4. 科学技術世界競争力の変数構成

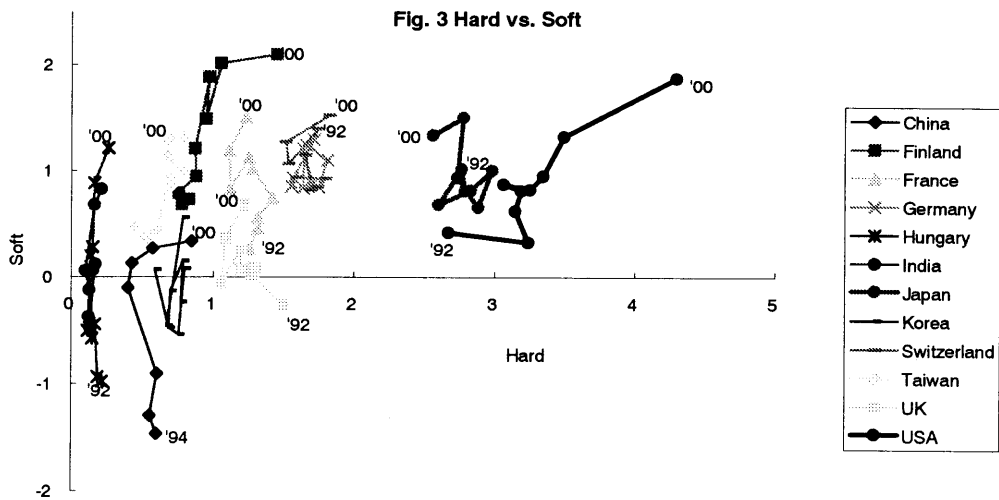
IMD の科学技術世界競争力を構成している変数間の関係を分析した。各年毎に因子分析を適用して、使用された変数間にどのような計量的な関係があるかを見た。各年ほぼ同じような結果を得た。1999 年の結果を典型例として示す。なお、本図の因子負荷量は、主軸法を採用して得られた因子負荷量にバリマックス回転を施したものである。累積寄与率は第 1 因子 54.9%、第 2 因子 80.4%であった。

図は、研究開発費など統計量のうち絶対値を示す変数(それを Power と名づけ、●で示した)が図の上部に一群を形成し、同じ統計量を人口等で除した変数(それを Density と名づけ、菱形で示した)群は右端に群居し(左方に位置する変数はいわゆる成長率系の変数で、密度を示さず、分析から除外する)、一方ソフト変数は(▲)は X 軸上に並んでいる。これにより、ハード変数は絶対値と相対値の 2 群に分け、それ等とは独立にソフト変数を処理できると考えた。

Fig. 2 Factor Loadings of All Criteria in 1999



そこで、ハード変数群とソフト変数群から、各国各年のハード科学技術競争力とソフト同を計算した。計算方法は前掲の計算式で、第1項を前者、第2項を後者とした。得られた結果を下に示す。



図から、米国だけがハード競争力とソフト競争力とを共に大幅に増加させていること、日本だけがソフト競争力を減少させていること、ドイツのソフト競争力は一時減少したものの最近では回復していること、フィンランドは近年ハード競争力とソフト競争力を共に増加させていること、などを読み取ることができる。なお、ソフト競争力の値に一部ジグザグ的な変動が見られる原因の一つは、使用した統計が年毎に必ずしも一致していないからと思われる。

5. 個別変数の動向

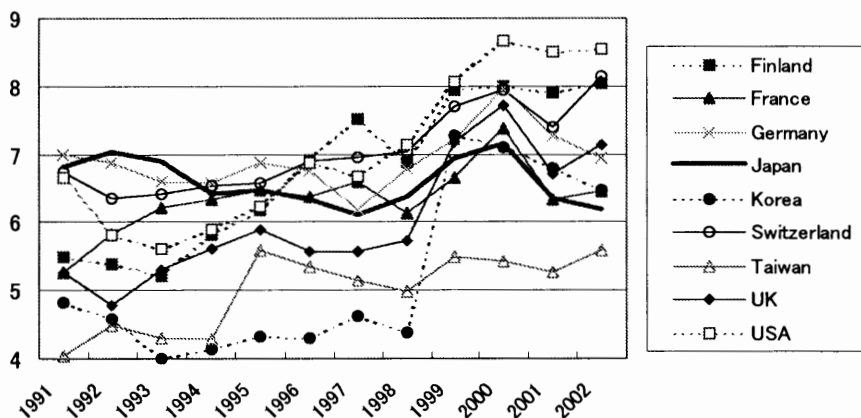
変数を個々に分析したところ、以下のような結果を得た。以下はいずれも日本について、時系列変動を国際比較した結果とその考察である。

- (1) 日本は、資金、人材、特許を中心とするハード変数について、90年代を通じて一貫して高い水準にある。その一方で、Basic Research、Knowledge Transfer、Development and Application of Technology、Science and Educationなどのソフト変数において最近の結果は調査国の中位から下位に位置している。

- (2) ここで注目すべき点は、これらのソフト変数の大部分について日本の値自体は90年代を通じてそれほど変動していないものが多いことである。すなわち、90年代初頭においては、これらの変数について日本は他国との比較において高い水準にあった。しかし、90年代を通じて多くの国において変数値が上昇した結果、現在においては相対値は中位から下位まで低下している。
- (3) ソフト変数の質問票調査は、産業界を中心とする回答者に絶対評価を求めるものであるが、たとえば大学と企業間の知識の移転を評価する場合、回答者はアメリカなどとの比較を念頭に置いて評価をすることになるケースが多いと考えられる。この意味で日本のソフト変数値自体がそれほど変化していない(低下してはいない)ことは、各種のシステム改革に関する施策等は一定の成果を上げていることを意味すると考えられる。問題は、多くの国においてこれらの環境の改善が日本より急速に進んでいることである。
- (4) IMD 調査の科学技術関係については日本はアメリカに次ぐ第2位の位置を保っている。しかし、この時系列分析の結果は、IMD の調査設計を前提にする場合、技術移転をはじめとする科学技術システムの改革が、特に産業界にとって実感できる改善をもたらさない場合、第2位の地位は盤石ではないことを示している。このことは Fig.1 が如実に示している。

具体例として、ソフト変数である Basic Research の動向を図示する。図からは、(1) 基礎研究が経済や技術の長期発展に効果があるという認識について、日本は90年代初頭トップレベルにあった。その値自体は大きく変化していないが、2002年には下位グループになっている。ドイツも似た傾向にある。(2) アメリカ、フィンランドおよびスイスは、数値が増加し現在のトップグループになっている。(3) イギリスや韓国においては、90年代末に認識の向上がみられる。

Fig.4 Basic Research



6. おわりに

分析を通じて、以下の諸点を明らかにした。

- (1) IMD の科学技術に関する世界競争力の時間的傾向を国際比較した。
- (2) 世界競争力を構成する変数群は、4 種類に分類できることを示した。すなわち、Power(絶対値のハード変数)、Density(相対値のハード変数)、2 種類のソフト変数(紙幅の制約から分析結果の紹介は割愛した)。それぞれの時間的動向を国際比較した。
- (3) 個々の変数について、その時間的動向を国際比較した。

以上の分析により、さらに分析を加えることの有効性が明らかになった。

なお、本研究の実施に当たり、科学技術政策研究所科学技術動向センターの喜久川功研究員にデータ入力と整理で多大なご尽力をいただいた。ここに感謝の意を表す。