

## 科学技術・学術政策研究所創立 30 周年記念コラム:科学技術指標の開発に携わって

科学技術指標の生みの親である丹羽富士雄氏に、科学技術指標の誕生期から開発期にかけてのエピソードとこれからへの期待を寄稿して頂きました。

### 1. はじめに

科学技術・学術政策研究所<sup>1</sup>が発足して 30 年を迎え、その間政府の科学技術政策のシンクタンクとして重要な機能を果たし、進化し続けてこられたことは関係者の認めるところである。

科学技術指標の開発は研究所の活動として創立当初からの重要な役務の一つであり、最近では毎年報告書として公刊されている。

著者は指標の開発に関わり、その担当者として研究所発足時に第 2 研究グループの総括主任研究官に任じられた。本コラムでは、著者と指標との関わり、指標開発の様子、今後の期待等を紹介させていただきたい。

### 2. 科学技術指標の誕生期

科学技術指標開発の始まりは、科学技術政策研究所の前身である資源調査所の時代に遡る。筑波大学の助教授であった筆者に当時の所長から電話があり、科学技術指標の開発に着手するので参加して欲しいとの依頼があった。

科学技術指標のための研究委員会が 1984 年に立ち上げられ、研究者の一人として、参加することになった。委員会は月に 1 回程度の開催だったと思うが、ほぼ毎回筆者が前回での議論の内容を KJ 図解<sup>2</sup>にし、次回の議論の初めにスチールボードに貼り出し、簡単に説明した。議論は上からと下からの 2 方向から行った。上からとは指標の理念は何か、指標開発の目標は何か、必要とされる具体的な指標は何か、などである。例えば、新聞の発行部数や書籍、なかでも科学技術関連書籍の発行部数など、文化や歴史、思想に関するものまで幅広く提出された。存在するか否かは問わず、理念から必要な指標を列挙した。他方、下からとは具体的に入手できる統計は何か、どのように分析したら指標にできるのか、国際比較するために

どうしたらよいか、などを議論した。当時、指標の源になる統計は総務庁の科学技術研究調査ばかりでなく、文部省、科学技術庁、通産省、法務省など多くの省庁にあること、重要な調査も継続的でないものがあることなどが分かった。

指標の研究で最も参考にしたのは、当時世界で唯一の報告書型の指標であった米国の指標報告書(Science Indicators)だった。なお、報告書の初版は 1972 年刊行であるが、その 2 年前に専門家委員会を発足させ、我々と同じように目的や意義、内容等について充実した議論をし、それを報告書として発刊していた。そこで我々は NSF (National Science Foundation)を訪問し<sup>3</sup>、発行担当の責任者に会い、専門家委員会、意義、目的の他具体的な統計の収集方法や分析法、編集等について聞いた。編集に compile という言葉を多用し、プログラムの機械語翻訳という意味に慣れていた著者には新鮮であった。報告書の利用については、全国会議員の事務室に数部ずつ配布されているということで、科学技術予算や研究施設、性別や人種差別問題などで引用されるとのことであった。日本の作業を報告したところ、随時協力するとのことであった。

また、著者はかなりの頻度で研究会に議論すべき論点等をメモと言う形で提出した。例えば、なぜ今指標の開発が必要かという点では、日本の科学技術の状況を全体的に計量的に把握する、海外に発信する(日本からの発信が強く求められていた)、我が国の科学技術政策の策定に活用する、国民に現状を知らせるなどである。また、個別の指標を論ずることは適切でなく、科学技術活動の全体を把握するものでなければならないこと、活動を直接支える活動から、それを支援するもの、さらにそれを支えるものと続き、活動の結果も直接的なものから間接的なものへと進む、など。研究

<sup>1</sup> 発足時は科学技術政策研究所。2013 年に改組された。本稿では、基本的に、組織名等は当時の名称で記述している。

<sup>2</sup> KJ法 川喜田二郎氏(元東京工業大学教授)が考案した創造性開発(または創造的問題解決)の技法。蓄積された情報から必要なものを取り出し、関連するものをつなぎあわせて整理し、統合する手法の一つである。

<sup>3</sup> 報告書は NSB(National Science Board)発行になっているが、実際に作成しているのは NSF である。



会では、これを素材にしてさらに精緻に議論を進めていった。

### 3. 科学技術指標の開発期

#### (1) 指標の体系 カスケード構造

このようにして得られたのが科学技術指標の体系である。米国でも OECD でもこのような議論はされていなかったようである。構造は、一国の科学技術活動を把握するためには、全体的および総合的に理解する必要があり、そのためには細部から構造化された全体的な体系が必要であるという主張である。概要図表 29 では水が上から下へ階段に沿って流れ落ちるような形態をしているのでカスケード構造と名付けられた。

【概要図表 29】カスケード構造

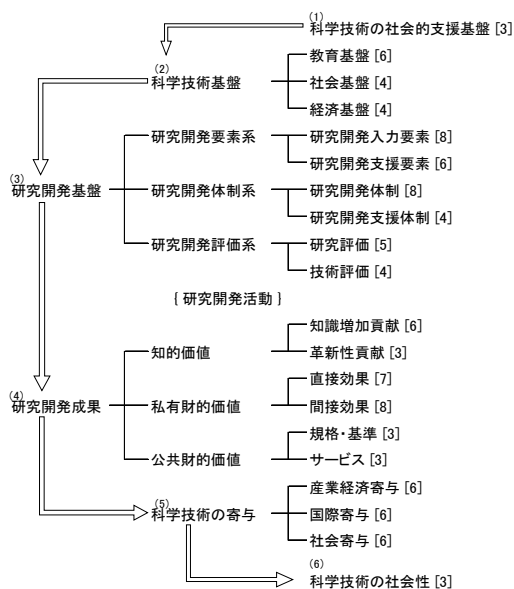


図 0-1-1 科学技術指標の体系  
注) [ ] 内の数字はそのカテゴリーに属する指標の数を示す。

資料: 科学技術政策研究所、「体系科学技術指標—我が国の科学技術活動—」NISTEP REPORT No.19 (1991年9月)

上から下への流れは主要な影響の流れであり、当然至る所でフィードバックが発生することは言うまでもない。また、体系の頂点、即ち出発点にあるのは社会的支援であり、これは国民の支援が重要であることを意味している。一方、最底部にあるのは社会性であり、これは国民が製品の購入やシステムの活用で利便を得たり、ノーベル賞などで誇りを得たりすることを意味している。即ち、体系は、国民の支持から始まり、国民の受容で終わっていることを太い柱にしている。

後年になり評価論が議論されたが、この体系の下部は、Output、Outcome、Impact に合致する。また National Innovation System 論の視点からは、主体 (Actor) 間の関係ではなく、主体の活動による機能の関係を示すものと言える。特に機能間の相互関係を示唆するものになっている。

研究会では、指標の機能には、現状報告型、判定型 (個別目的の達成度を判定する合成指標)、政策評価型の 3 つの型があると考えた。加えて、当初の報告書は現状報告型が望ましいとする方針を示した。図にはかっこ ([ ]) 内に指標数が示してある。これはそのカテゴリーに属する具体的な指標を列挙し、その数を示したものである。これらをまとめた報告書は素案の段階から何度も資源調査会で報告し、調査会報告書となった。

#### (2) 指標報告書の刊行と指標研究

1988 年に資源調査所が科学技術政策研究所に改組された。筆者は第 2 研究グループの総括主任研究官になり、科学技術指標の更なる開発を進めることになった。

指標の開発は、先の資源調査会で承認された報告書の枠を基に進めて行った。具体的には、列挙された指標の存否を確認すること、継続性や定義との合致性など適切性を判断すること、他に適切な指標があるか探すことなどであった。特に、最後の作業においては、カスケード構造という体系があるので、体系の位置から検討して適切性を判断できた。体系はまさに羅針盤という働きをしてくれた。このような作業を積み上げて、1991 年に最初の報告書「体系科学技術指標」を発刊することができた。刊行は第 2 研究グループだけでなく全所をあげて尽力いただいた賜物であった。

一般に社会調査では、その目標が 3 分類されている。それは国勢調査など基盤的なもの、問題を解決するための支援になるもの、理論の構築に資するものの 3 つである。先述のように、最初の指標は基盤的なものをと決められていた。筆者達はその枠組みに従いつつも将来の展開を思えば、問題解決型、研究型も重要と考え、その開発に努力した。問題解決型では、例えば日本では科学技術



活動の入力側が充実しつつあるのに対し、論文やその被引用数など出力側が相対的に弱いこと、技術は強いが科学や理論が弱いことなどを指標で示そうとした。その後ポストク問題などいくつかの指標が開発されている。

### (3) 科学技術総合指標

研究型では、当初はレベルの高いものではなかった。まず、一変数の時系列分析に加えて、二変数の時系列関係を見ようとした。具体的には、研究開発費と研究者数や GDP との関係、論文や特許とそれらの被引用数等、枚挙に暇がない。これらは二変数の関係を数量的に見て、その因果関係や各国の相違の背景にあるものを推定しようとしたものである。また、図表も工夫した。二変数の時系列表示もその例であり、その他研究開発費の負担側から使用側への移動はエネルギー変換で使用される例に倣って、流れ図で表現した。これらの成果は以後の指標報告書だけではなく、科学技術白書や科学技術要覧等の国内、さらに、外国の指標報告書にも採用されている。

科学技術総合指標(General Indicator of S&T, GIST)の開発は典型的な研究型である。日米英独仏5か国の12の基本的で比較可能な指標を対象に、因子分析と主成分分析を施した。因子分析では対象国の科学技術活動の構造を明らかにすることができた。それは、研究、技術、開発というもので OECD の論理を具体的な統計で支持するものとなった。同時に各国の時系列の動きを示すことができ、日本は開発側、フランスは研究側、米独はその中間にあり、各国とも開発側に移動している。これらの動きの解釈については様々な議論を楽しむことができた。

また、主成分分析法を用いた総合科学技術指標では、米国が大きいばかりではなく大きく伸びており、日本は2位だが欧州諸国と共にその伸びは小さかった。1990年頃にはほぼ人口比であった総合指標比は、2010年頃には米国の値は日本の4倍程になった。この図を紹介する度に科学技術総合力の格差の拡大に警鐘を鳴らし続けてきた。

指標の多変量解析についてはその後も続け、

IMD (International Institute for Management Development)の科学技術の競争力に関するデータに共分散構造分析を応用した。その結果、科学技術競争力が、パワー、集約度、マネジメント政策、人材の4つで構成されること、科学技術活動は直接経済発展(GDP)に貢献せず、間に科学技術マネジメント政策(産学連携や知財制度の整備等)が充実している必要があることを示した。

### (4) 国際発信の取組

#### ① 日本での国際会議

研究所として重視したのは国際発信であった。まず研究所自身が1990年から3回にわたり国際会議<sup>4</sup>を主催した。アジアでこのような会議を開くのは初めてであり、参加者も国際的に著名な錚々たる研究者達<sup>5</sup>だった。筆者は、最初の国際会議では、指標の体系化、2年目では研究開発の多様化、3年目では科学技術活動の発展モデルを発表した。これは、産業、技術、科学、人材の諸相が順に発展し、各前者が各後者の発展の牽引力となり、各相内でもまず量が拡大し次いで質が高度化するというものである。いずれも指標で表示した。

#### ② OECD NESTI への参加

国際発信の第2はOECDの指標開発専門家グループ(NESTI)会合への出席で、著者はそのメンバーになった。グループはそれまで日本からのメンバーを希望していたにも関わらず、適切な窓口がなく、関連部署に招待状を出していたが、欠席の返事しかなかったと言う。

会合は年に2度ほどあり、フラスカティ・マニュアルを始原とする各種科学技術指標や既存以外の指標のマニュアル化を検討していた。グループには検討メンバーの他に、文書化や分析を担当するメンバーもおり充実していた。筆者は、まず日本が本格的に科学技術指標の開発に取り組み出した

<sup>4</sup> 1990年に開催された「科学技術政策研究国際コンファレンス」であり、第1回のテーマは「What should be done? What can be done?」

<sup>5</sup> 主な研究者は、Richard R. Nelson (Columbia University, U.S.A)、Lewis M. Branscomb (Harvard University, U.S.A)、Don E. Kash (The University of Oklahoma, U.S.A)他、海外からの参加者は数十名に及ぶ。筆者とDon E. Kash 教授とはオクラホマ大学を訪問し、最新の研究を交換していた。教授は日本の科学技術を研究されており、筆者の研究開発の多様化の研究(まず人材の専門が多様化し、次いで資金配分が多様化する)に興味を示された。





こと、検討委員会で議論した理念や体系の紹介、二変量解析の現状や途中経過の報告などを行った。メンバーは温かく迎えてくれた一方で、新参加者が既にかなりな検討と実績を積みつつあることに驚いた様子でもあった。

印象に残ったのは、NESTI の各国がマニュアル開発の担当を決める時、予測を引き受ける国がどこも無かった。著者が挙手して引き受ける旨発言したところ、議長から”Thank you, indeed.”と言われた。NESTI についてはその後日本から科学技術・学術政策研究所の所員や関係者が参加され大活躍されている。

研究発表も機会を見つけて精力的に行った。そのハイライトは指標の英語版(1992 年刊)を紹介した時である。OECD の指標のかなり大きな会場で発表し、実際に指標の報告書を高く掲げて新刊ほやほやの報告書を示した。NESTI の友人からも祝福された。

科学技術指標は狭い分野なので、研究を含めて発表することに努めた。中心は研究・技術計画学会であったが、他に日本工学会アカデミーでも発表し、それが縁で筆者はアカデミー会員になり、政策委員会委員になり、科学技術政策の体系化の提言書を作成し、政策委員会委員長になる出発点になった、また、国外では、OECD、IAMOT、後述する STEPAN、AAAS などで発表した。

### ③アジア太平洋地域への展開

もう一つの海外発信はアジア太平洋地域である。当時 STEPAN (Science and Technology Policy Asian Network) というアジア太平洋諸国を対象にした科学技術政策に関するユネスコのローカル組織があり、筆者もそのメンバーになった。年 1 回の会合であったが、筆者は毎回研究発表をした。それには先に紹介した我が国の指標研究の成果ばかりでなく、アジア諸国を対象にした科学技術経済データを分析したものも加えた。フランス、オーストラリア、フィリピン、インドネシアの研究者や行政官と情報や意見の交換を深めることができた。

日本の指標研究が進化していくとその評判を聞いて科学技術指標開発の研修を依頼されることも

あった。1 週間以上の研修を行ったのは、インドネシア、フィリピンそして中国であった。教材には指標報告書と研究論文を使用した。

### 4. おわりに: 今後を期待すること

その後、指標報告書は毎年発行され、内容も充実していき、それを支える人材も育っている。また、新しい指標の開発等も随時実施されている。

筆者達の世代は戦後の貧しい時に育ち、汗水たらして一生懸命働けば世の中はよくなると確信して働いてきた。それなのにバブルがはじけて残ったのは格差である。筆者は今格差を対象にした政策策定と実施、それを適切に支援するエビデンス指標が必須であると考えている。既に格差の状況に関する統計<sup>6)</sup>は充実しているようである。格差と科学技術は遠いようであるが、格差は世代を越えて再生産されるなど広がりや深みが大いなることを考えるなら、社会科学と科学技術との緊密な連携が必須である。格差の縮小を目標に、全体的に課題を把握し、その要因と対策を体系化し、関連する統計を収集して、指標化する必要がある。科学技術指標の開発検討委員会で行ったような熱い議論はできないものであろうか。

また基盤型では、いわゆるソフトパワーの指標が充実されることを期待したい。国力には経済力等ばかりでなく、ソフトパワー(文化力)の貢献も大きいと言われている<sup>7)</sup>。現状の科学技術指標は経済力に関連の深いものが多い。しかし、科学技術活動は体系化でも示したように、文化に関係するものも多い。科学技術自身が文化の一部である。先端の科学技術は文化と関係して文化の発展に大きく寄与し、社会の急激な革新に貢献している。文化力と言っても未だ定義は曖昧のようであるし、どのような指標が収集できるか明確ではない。しかし、文化がパワーになることは確実であるし、そうだとすれば、その開発に着手しても遅くないであろう。

(客員研究官 丹羽 富士雄)

<sup>6)</sup> 「社会階層と社会移動調査(SSM 調査)」など。

<sup>7)</sup> Joseph Samuel Nye, Jr. (Harvard University, U.S.A)