

○富澤 宏之，権田 金治（科学技術政策研究所）

1. はじめに

日本の科学技術活動の近年における発展様式を把握するためのフレームワークおよび方法論を考察する。ここでいう「発展様式」とは、科学技術が社会との相互作用を通じて発展していく特定のあり方であり、ある社会に固有のものとして把握されるべきである。このような発展様式をマクロな定量分析によって明らかにすることが目的である。本研究では、そのなかでも、産業構造や科学技術の入出力構造とともに科学技術活動の地域的構造を重視した分析を中心に据える。なぜなら、地域はある社会を構成しており、科学技術の発展様式を社会的文脈から明らかにするのに適しているためである。今回の報告では、そのような分析の体系を造り上げる基礎となる「地域の科学技術指標」について、基本的な考え方をまとめた。

2. 地域の科学技術指標の役割

科学技術活動を地域という視点から分析するためには、地域の科学技術指標が必要となる。地域の科学技術指標とは、簡単に言えば地域の科学技術活動を対象とした統計データ等から構成された指標である。実際に有効な指標を定めるためには、さらにいくつかの条件を必要とする。その条件を明確にすること、および具体的にどのような指標が有効であるかを考察することが本報告の主題である。まず、規範的にどのような指標が適切であるのかについて、本研究における地域の科学技術指標の役割の面から考えてみる。

本研究の本来の目的は、科学技術と社会が相互作用しながらどのように発展していくかについて現代の日本を対象として明らかにしようとするものである。この目的の背後には、知的生産性・創造性の向上とそれによる社会発展の実現を目指す政策のフレームの構築という、より高次の目的がある^{[1],[2]}。このような目的に対して「地域」という切り口によって迫るのが本研究の基本的な立場である。地域という切り口は、対象（科学技術活動）を分析する際に適用されるばかりでなく、政策フレームの構築に際しても、あるいは政策そのものにも有効である。つまり、「地域科学技術政策」を考えなければならない^[3]。

以上のような目的とアプローチのもとで、地域の科学技術指標は単に地域ごとの科学技術活動の状況を示すにとどまらず、国全体としての科学技術活動のなかにそれぞれの地域がどのように位置づけられているのか、各地域の発展と全体としての発展がどのような関係にあるのかを示すものでなければならない。そのような指標は、第一に各地域を通じて共通の指標であること、第二に地域の構造的分析が可能となるような操作性を有すること、第三に地域の発展を総合的に示すこと、といった条件を満たす必要がある。これらの条件は、国レベルでの科学技術指標開発からの示唆を通じて、第4節において後述するようにより実際的な形で具体化される。

3. 国レベルの科学技術指標の成果

地域の科学技術指標を開発する際には、国レベルでの科学技術指標に参考にすべき点が多いと考えられる。科学技術指標は、米国NSFやOECDのものが先駆的な存在であり、最近では様々な国で作成されるようになってきている。そのなかで、我が国の科学技術指標は、理論的検討やデータ収集を経て、1991年にまとめたものとしては最初の報告書が発表されている^[4]。また、現在、第2版の作成が行われており、近く公表が予定されている。以下では、この日本の科学技術指標作成の経験、および指標の分析から得られた成果を整理する。

(1) 科学技術指標体系

我が国の科学技術指標の特徴は、複雑で多岐に渡る科学技術活動全体をバランスよく把握するために指標自体が体系化されている点にある。この科学技術指標体系は、単に理論的なフレームワークというよりは、より具体的に個々の指標の位置づけや指標の配列を示すものである^{[5], [6], [7]}。この指標体系の有用性は、第一に指標の全体としての適切さが確保されることであり、対象の全体をよくカバーしているか、対象の重要性を考慮した構成になっているか、互いの指標間の関係はどのようになっているのか、等々の検討をふまえた指標群が得られる。第二にデータ収集に際しての指針となることであり、どの指標データを収集すればよいかを示すだけでなく、もし求めるデータが得られない場合でも、代替指標として何を採用すればよいか容易に明らかとなる。第三に指標の分析にあたっての指針となることであり、実際、後述の多変量解析手法を適用した構造分析を行なう際に指標体系が重要な役割を果たしている。

(2) 多変量解析手法による国際比較と構造化分析

科学技術活動は極めて複雑であるため、多数の指標をもってその把握を行なう必要がある。しかし、その一方で、一国の科学技術活動全体を一つないしは二つ程度の数値で表現し、総合的な国際比較や時系列分析を行いたいという要望がある。そこで、多変量解析手法によって多数の指標を合成するという方法で、総合的な科学技術指標の開発を行なった^[10]。具体的には、基本的な13種類の個別の指標について、日本を含む5カ国の系年的データを分析対象とし、これに対して主成分分析法および因子分析法を適用して合成指標を作成した。これらの手法は、合成指標を作成するだけでなく、元の個別指標間の相関関係や、個別指標と得られた合成指標との関係を調べるなどにより、科学技術活動の構造を明らかにすることができた。

(3) 科学技術の発展様式の分析

科学技術指標を作成する過程で、「科学技術発展サイクル」と命名した国レベルでの発展過程が明らかになっている^{[8], [9]}。このサイクルでは、一国の科学技術が、(1)工業生産活動、(2)技術革新、(3)科学的発見、(4)科学基盤、という4つのステージの順に発展すると仮説される。また、各ステージにおいて、量的な規模の拡大（例えば工業生産額の増大）が先行し、質的な面での躍進（例えば工業製品生産中のハイテク製品の割合の増加）が引き続くというダイナミクスが存在している。このサイクルは、個別科学技術の発展において通常認められる、科学（研究）－技術（開発）－製品（生産）という流れの向きと逆方向であることが注目される。つまり、一国の科学技術が基盤から充実し、次第に科学技術の活動自体が発展し、その結果、生産活動へ大きく寄与するという図式が成り立っておらず、全く反対に、科学技術活動のいわば流れの下流から充実していくということである。

4. 地域レベルの科学技術指標への示唆

以上の3点が、国レベルでの科学技術指標の開発を通じて得られた主な成果である。地域の科学技術指標の開発に対して、これらの3点から以下のような示唆が得られる。

(1) 地域版の科学技術指標体系

地域の科学技術指標の体系については、基本的に、国レベルの指標体系の考え方に準拠できる。しかし、それをそのまま地域の科学技術指標に適用するべきではないと考えられる。もちろん科学技術指標体系自体は、必ずしも国レベルにのみ適合するものではなく一般性があり、単に指標の配列を決定する基準と考えるなら、地域レベルでも全く同じ体系を用いてもよいはずである。しかし、個別の指標が体系のある箇所に位置づけられることによって与えられる意味付けは、国のレベルと地域のレベルの場合で若干異なる。例えば、大学の理工系学部の学生数という指標は、指標体系のなかで科学技術の基盤として位置づけられる。理工系の学生数が科学技術の基盤の指標となりうるという本質は、国のレベルでも地域のレベルでも全く同様である。しかし、ある県の理工系の学生数は、その県の科学技術活動の基盤を示す指標としての意味が弱くなる。なぜなら理工系の学生が卒業後もその県に留まるとは限らないためである。これをもう少し一般化すると、それぞれの指標のもつ科学技術基盤あるいは成果などの意味づけは普遍的であるものの、ある地域の科学技術活動はその地域で閉じた系を形成していないため、地域を対象とする限り指標体系の構造は少し弱いものとなると考えられる。その意味で、地域の指標体系は国レベルの指標体系の完全な相似形ではない。

以上の考察に基づき、研究開発活動を中心にその前に基盤系、後ろに成果系の指標を配するという科学技術指標体系の基本構造は生かし、元々の六つのカテゴリーを次の三つに整理した構成を採用する。すなわち、「科学技術の基盤」、「研究開発活動」、「科学技術の寄与」の三つである(図1)。

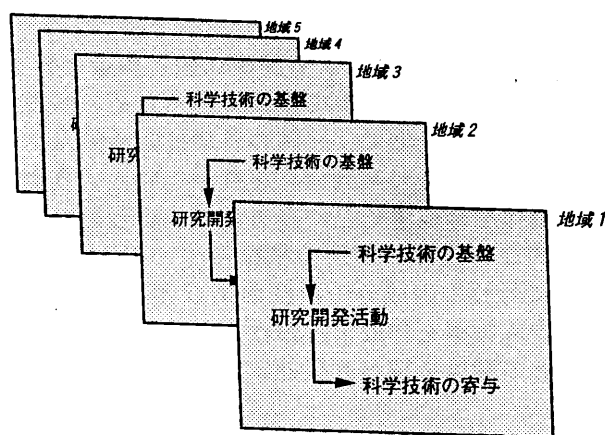


図1 地域の科学技術指標の体系

(2) 地域の科学技術指標の構造化分析

多変量解析手法を用いた構造化分析は、地域の科学技術指標に対しても極めて有効である。簡単に言えば、前述の国際比較の場合の「国」(前述の分析では5カ国)を「都道府県」等に置き換えればよい。ただし、国際比較では研究開発指標を中心とした代表的な科学技術指標を用いたのに対し、地域の分析では、次の第5節(3)で論ずるように科学技術を広く捉えた指標のほうが有効であると考えられる。

(3) 地域の科学技術の発展様式

国レベルにおいて前述のような科学技術発展サイクルが見いだされたことから、地域レベルにおいても何らかの発展サイクルの存在が想定される。ただし、国レベルの発展サイクルをそのまま地域レベルに適用できるとは考えられない。なぜなら、地域は多様であり発展様式は様々であると考えられるためである。しかし、前述の発展サイクルは地域の発展様式を考える上での示唆に富んでいる。それは、科学技術の発展の段階として、(1)工業生産活動、(2)技術革新、(3)科学的発見、(4)科学基盤、というステージを設定したことである。この4つのステージを地域の科学技術の発展様式を明らかにするために活用できる。それには、次のように二つのアプローチが考えられる(図2)。第一は、地域ごとに発展サイクルを明らかにしようとするアプローチである。その結果、地域によっては国レベルの発展サイクルと全く逆向きのサイクルが見いだされるかもしれないし、全く異なるパターンが発見されるかもしれない。第二のアプローチは、逆に、発展サイクルを構成する4つのステージごとの地域構造の変化をみていこうとするものである。つまり、(1)の工業生産であれば、工業生産高の地域分布がどのように推移したかを調べるという方法である。以上、二つのアプローチは併用することによって大きな成果をあげると考えられる。その結果として、例えば、地域ごとの固有の発展様式が見い出されず、あるいは4つのステージごとの地域構造の変化が見られないということもあり得る。その場合には、工業生産の拠点地域や研究開発の集積地域は日本のなかで変わっておらず、日本全体としての発展において地域構造が固定化されていたということになる。このように、地域の発展様式については特徴的なものが見い出されない場合でも、日本の科学技術発展に関して重要な知見をもたらすと期待される。

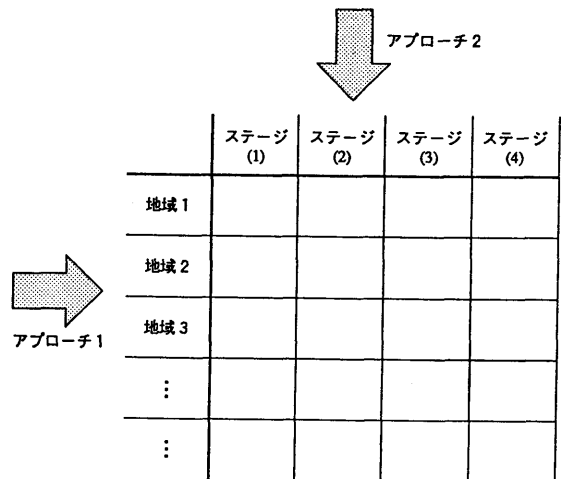


図2 発展サイクルの地域への適用

5. 地域の科学技術指標の実際

地域の科学技術指標を体系的に作成するためには、具体的にどのようなデータが作成可能であり、また将来期待されるかを明らかにする必要がある。そこで、これまでに収集したデータ、あるいは作成を計画しているデータのうち、特徴的なものを以下に示した。

(1) 研究開発指標

地域の科学技術指標を作成しようとする際の最も大きな問題は、中心となるべき研究開発指標のデータが十分でないことである。研究開発指標とは、研究開発費、研究者数、研究機関数、などであり、場合によっては研究開発の直接的な成果である論文数や特許件数などを含め

たものを言う。特に、我が国の研究開発の最大の部門である民間部門についてのデータはほとんどない。

このような状況における実際的な方法としては、以下のようなものがある。第一は、独自の調査（質問票調査など）を行なうことである^{[8],[9]}。これは、調査が適切に行われれば求めるデータを得られるものの、継続的に十分な網羅性を有するデータを作成することは困難である。第二に、既存の各種の情報を加工して必要なデータを得る方法である。ここでいう既存の情報とは、研究開発についての情報でなく別の目的で作成されたものを主に指しており、例えば、有価証券報告書より企業の研究開発費のデータを抽出するなどの方法がある。このような手法により地域の指標を作成した例として、各種研究機関の名鑑である「全国試験研究機関総覧」^[10]より、都道府県別の企業の研究機関数を集計したデータがあり、研究開発費や研究者数の代替指標として有益であった。

(2) データベースの加工による地域データの作成

前項で述べたような、必要とするデータを他の目的で集積された情報から加工して得る方法のより本格的な事例を紹介する。これは、科学技術の文献データベースから研究機関や研究者のディレクトリを作成し、地域分布を明らかにしようとするものである。なお、これは研究開発の知的生産活動に関する基礎的研究として行われているものの成果の一部であり、「科学技術社会学的アプローチ」による知的生産活動の構造化・数量化を具体的な目標としている^(注1)。ここでいう科学技術社会学的アプローチとは、研究開発の知的生産活動を研究者個人の思考として、あるいは個別の組織内の活動として扱うのではなく、社会のレベルから把握しようとするものである。したがって、一方では国レベル（マクロレベル）の知的生産活動の構造を明らかにしつつも、必要に応じて個のレベルにブレイクダウンすることができるように構造化・数量化を進める。そのため、この研究は必ずしも地域の科学技術活動を主な対象としたものではないが、マクロレベルとミクロレベルをつなぐセミマクロレベルのデータの一つとして、地域別のデータは重要なものとなっている。

具体的には、科学・工学の文献データベースである Science Citation Index Database より日本の全研究機関・全研究者に関するデータをダウンロードし、これをソースデータとした。これを「国>都市>研究機関>研究者>研究成果」という階層構造をもつように加工し、分析用のデータベースを作成した（図3）。この構造をみると明らかなように、研究機関の所在地の都市名が含まれており、これによって地域別のデータを得ることができる。例えば、

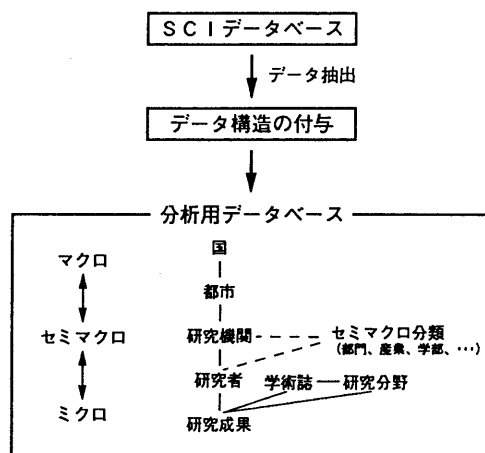


図3 分析用データベースの構築

¹ この研究は科学技術庁の科学技術振興調整費による総合研究「知的生産活動における創造性支援に関する基盤的研究」（平成4年度～6年度）の一環として行われているものである。

都道府県別の研究機関数、研究者数、論文発表件数などであり、さらに、これらを産学官の部門別、産業の業種別、大学の学部別、研究分野別などにブレイクダウンすることがセミマクロデータの抽出を行なうことによって可能になる。さらに重要であるのは、論文の共著関係に基づく研究者の関係形成のダイナミクスを明らかにすることができることであり、それを研究機関にまで拡張することにより研究機関間の連関も明らかとなる。このような分析により、研究開発活動の地域連関構造などの分析も分析可能となることが期待され、このアプローチは地域の科学技術指標の開発という目標に対しても有効であると考えられる。

(3) 科学技術を広く捉えた指標

地域における科学技術活動を把握するためには、研究開発とその周辺にとどまらず科学技術の基盤と影響を広い視野で捉える必要がある。これは、地域レベルのデータが少ないため、間接的なデータを含めることにより地域の科学技術活動を浮き彫りにする必要があるという実際的な理由と、地域は単独で閉じていないため地域間の連関についての理解を深めつつ科学技術活動を把握しなければならず、そのような地域間の連関を知るために幅広いデータが必要であるというより本質的な理由による。

科学技術の基盤については、各地域の位置づけを明らかにするために、直接科学技術に関するものではないものの人口のデータが重要である。具体的には、人口総数、人口増加率、若年人口、地域間の人口移動などである。また、教育は科学技術の基盤として重要であるので、初等中等教育も含めた各種の指標が必要となる。より科学技術に近いものでは、研究開発のインフラに関して様々な指標が考えられる。そのうちの直接的なインフラとしては、研究設備、地方自治体の科学技術経費、などがあり、やや間接的なものとして、重要情報へのアクセス、研究者の生活環境などに関する指標もあげることができ、さらには地域の風土などについても将来的には指標化の対象となろう。これらの直接・間接的なインフラについては集積効果を考慮することも必要であるなど、指標を作成すれば直ちに科学技術の基盤が定量化されるわけではなく、他のあらゆる指標との相関分析によってはじめてインフラとしての効果が明らかになる。

科学技術の影響については、経済活動への影響（寄与といってもよい）が主要なものとなる。科学技術の社会的な影響・寄与には多様な面があるなかで、経済的な側面を重視する理由は、地域の発展は何らかの形で経済面に現れるはずであり、それぞれの地域を全国のなかで位置付けて比較するためには、客観性の高い経済データを積極的に活用すべきという考えによる。これらの指標についても基盤に関する指標と同様に、多数の指標の相関分析によって科学技術の影響を評価すべきである。

なお、科学技術の基盤とも影響とも区別しがたい指標もあり、代表的なものとして雇用に関する指標がある。これは人材の指標であるため基盤の指標と考えることもできる一方で、地域の雇用を創出するために科学技術を振興する政策が世界的に注目されており、その意味では影響・寄与の指標ということもできる。

6. まとめ

以上の議論をまとめると、地域の科学技術指標に求められる条件は次のように整理できる。規範的な条件として、各地域を通じての指標の共通性、地域構造分析に対する操作性、地域発展の把握可能性、の確保が挙げられる。別の表現をすれば、はじめの二つは、地域間の比較が

可能であること、地域間の連関が把握できること、国全体と各地域との関係が明確となること、などとなり、三番目の条件は、地域における科学技術（社会との相互作用を含めて）の発展様式を明らかにできることと言い換えてもよい。

地域の科学技術指標に求められるこれらの条件は、次のような具体的な方法論によって実現できると考えられる。それは、第一に指標の体系化であり、第二に多変量解析手法の適用であり、第三に国全体の発展モデルとの連関を考慮した地域発展の把握である。

実際のデータの収集については、各種のデータベースから必要なデータを抽出する方法が有効であり、従来の質問票調査などの方法とは異なる新しい社会計測ツールとしての可能性に注目したい。

参考文献

- [1] K.Gonda, "External Economies for Research and Technology Development in Terms of Regional Innovation" in *Regionalization of Science and Technology Resources in the Context of Globalization* ed. by K.Gonda, F.Sakauchi and T.Higgins, Sun Cho Press, Tokyo, Japan, 1994, pp.19-48.
- [2] 権田金治, 山本長史, 吉澤純一, 「研究開発・技術開発における外部経済性メカニズム(I)」, 研究・技術計画学会第8回年次学術大会講演要旨集, pp.162-168, 1993.10.
- [3] K.Gonda and T.Yamamoto, "Management of Technological Changes in Small and Medium Enterprises and Regional Innovation" The 19th ASCA Seminar, Science and Technology Agency, Saitama, Japan, 1994, *Proceedings*, pp.1.1-1.21.
- [4] 科学技術庁科学技術政策研究所, 「体系科学技術指標」(NISTEP Report No.19), 1991.
- [5] (財)新技術振興渡辺記念会, 「科学技術指標の開発に関する調査報告書」, 1985.
- [6] 科学技術庁資源調査会報告第104号, 「科学技術指標に関する調査報告書」, 1986.
- [7] 科学技術庁資源調査所, 「科学技術指標の開発に関する基礎調査—中間報告—」, 1987.
- [8] 丹羽富士雄, 富沢宏之, 「論文と特許からみたR&D成果の国際比較研究」, 研究・技術計画学会第6回年次学術大会講演要旨集, pp.84-88, 1991.10.
- [9] F.Niwa, H.Tomizawa, F.Hirahara, "Reconsideration of the Japanese Science and Technology Indicators - Science and Technology Development Cycle -" in *New Perspectives on Global Science and Technology Policy*, published by MITA PRESS, Tokyo, Japan, 1993, pp.23-35.
- [10] 丹羽富士雄, 富沢宏之, 「主要先進国の科学技術活動の総合指標の作成」, 研究・技術計画学会第8回年次学術大会講演要旨集, pp.195-202, 1993.10.
- [11] 綿谷弘勝, 山本長史, 権田金治, 坂本保, 「地域における科学技術振興に関する基礎調査」(NISTEP Report No.23), 1992.
- [12] 丹羽富士雄, 鈴木博, 七原俊也, 「地域における科学技術振興に関する基礎調査(中間報告)」(NISTEP Report No.4, 昭和63年度科学技術振興調整費調査研究報告書), 1989.
- [13] 科学技術庁監修, 「全国試験研究機関名鑑(1991-1992)」, ラティス社, 1992.