

Title	第5期科学技術基本計画によって設定された主要指標の今後の見通しについての考察
Author(s)	富澤, 宏之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 109-114
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13925
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

第5期科学技術基本計画によって設定された 主要指標の今後の見通しについての考察

○富澤宏之（文部科学省 科学技術・学術政策研究所）

概要

第5期科学技術基本計画（以下、特に必要が無い限り「基本計画」と略記）においては21種類の主要指標と8つの目標値が設定された。このことは、今後の日本の科学技術イノベーション政策にどのような影響をもたらすであろうか。本発表では、この問いに向けた基礎的な考察を行う。まず、“指標”の基礎概念について整理し、それを基に、基本計画の実施や評価の過程において“指標”が果たす役割について理論的な考察を行う。また、設定された主要指標が現時点でどのような状況にあるのかを実際のデータを参照して検討し、今後5年間ほどの期間における見通しを示す。さらに現時点ではデータの入手が不安定な「特許に引用された科学論文」という指標について、独自のデータに基づく考察を述べる。

1. “指標”の概念についての考察

基本計画に伴う“指標”について考察するための基礎として、“指標”の概念について考察する。指標の概念について検討した例として、筆者による理論的考察がある（参考文献[1]）。この考察は、基本的に“分析”のための指標（あるいは後述する“現状報告”のための指標）を想定したものであり、本報告の論点に合わせて整理すると、以下のようにまとめることができる。

指標の機能を考えてみると、指標とは「認識主体と対象の間に介在して機能し、対象に関する認識を助ける情報を提供するもの」と言える。また、認識主体（認識する人）は対象について、指標とは別の何らかの情報（例えば、伝聞や文章）も有しており、それを指標から得られる情報と組み合わせることにより、対象について総合的に理解することが一般的である（図1）。言い換えれば、個々の指標は、対象が本来もっている多様な側面のうち、ある面についての情報を提供するに過ぎない。

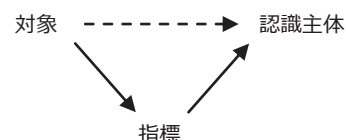


図1. 指標の機能(基本的な図式化)

注：矢印は情報の流れを示す。実線の矢印は指標を通じた情報、点線の矢印は指標とは別に得た情報の流れを示している。
出典：参考文献[1]（筆者の論考）の図11-1

さらに、指標の機能について、人間の認識や思考という点から考えると、それぞれの指標には、元になる“ルートコンセプト”（根底概念）があり、その“ルートコンセプト”が可操作化されたものが指標である、とモデル化できる（図2）。多くの場合、“ルートコンセプト”は抽象的な概念であり、そのままでは測定できないが、観測可能なものに変換（可操作化）することにより、具体的な指標となる。さらに、数量化の手続き（測定）を経て得られたデータが実際の指標となる。

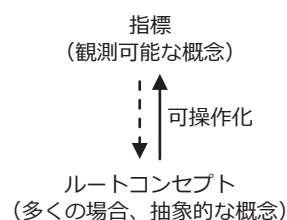


図2. 指標の機能に関する概念的枠組みの一部

出典：参考文献[1]（筆者の論考）の図11-2の主要部分

例えば、科学技術政策における議論では、“研究力”を定量的に示したい、という場合がしばしば生じる。“研究力”は抽象的な概念であり、そのままでは測定できないため、“研究力”を反映しているデータは何かを考える必要がある。そして、研究人材の人数という指標や、あるいはより研究のアウトプット側の指標として、国際的な学術誌に発表された論文の

数やその引用度、といったものが実際の指標として用いられる。このように、指標の“ルートコンセプト”とは、あるいは、“指標によって知りたいこと”であると言うこともできる。

逆に、データが先にあり、それが何を意味するのかを考える場合もある。図2で、“指標”と“ルートコンセプト”の間に、可操作化を意味する矢印（実線）に加えて逆向きの矢印（点線）もあることは、両者の関係が双方向であることを表している。また、図2では、“指標”と“ルートコンセプト”が1対1のように描かれているが、実際には1対多や多対1の関係も考えられる。

以上の議論から、原理的に、“指標は常に不完全である”ということが導出される。これは、実際のデータを得るための“測定”が多くの場合、不完全であることとは別のことである。そもそも、指標は、対象が本来もっている多様な側面のうち、ある面についての情報を提供するに過ぎないし、また指標を設定する際の思考の根底にある“ルートコンセプト”についても、その全てが指標に反映されることは無いのである。

2. 科学技術基本計画における指標設定をめぐる考察

基本計画の実施や評価の過程において“指標”が果たす役割について、第1節で述べた概念的枠組みに基づき理論的な考察を行う。

2.1 “現状報告”か“政策目標”か

我が国を含めて、世界の多くの国や国際機関等で科学技術イノベーションに関する指標の作成が行われているが、それらの多くは“現状報告”を目的としたものと言えるであろう（参考文献[2]）。

一方で、科学技術イノベーションに限らず、政府の政策立案に際して数量的な目標を設定すること、あるいは政策の実施状況や効果を定量的に測定するための取り組みは、世界的にますます盛んに行われるようになってきている。

基本計画における指標設定は、上記の2つのどちらに近いのだろうか。政策に結び付けられた指標という点では、一見、後者に近いように見える。しかし、21の指標については、政策の具体的な目標として設定されているというよりも、「指標は、いわば科

学技術イノベーションシステムの健康診断の役割を果たすもの」（参考文献[3]）とされており、基本計画の下で、科学技術イノベーションシステムが望ましい状況に向かっているのかについての“現状報告”という性格が強いと考えられる。つまり、指標そのものは政策目標というより、あくまで科学技術イノベーションの状況を知るための手段に過ぎない。

一方、8つの目標値については、文字通り、達成すべき目標と位置付けられている。しかし、政策目標として基本計画の核心となっているほどの強い役割は持っておらず、政策の進捗を判定する目安という性格が強いと考えられる。

以上のように、基本計画における指標設定は、本質的には“現状報告”の機能を持つものであると考えられる。ただし、一般的な“現状報告”に終始しているわけではなく、政策と関連付けられている上に、科学技術イノベーションシステムの“望ましい状況”を示唆する機能や、さらには政策の進捗をモニタリングする機能が加わっていると考えられる。

2.2 基本計画における指標のルートコンセプト

第1節に示した指標の概念は、基本計画における指標についても当てはまるのであろうか。本質的に“現状報告”の機能を持つという点からも、21の指標や8つの目標値についても、基本的には当てはまると考えられる。そこで、基本計画で設定された指標のルートコンセプトが何かを考えてみる。

例えば、「任期なしポストの若手研究者割合」という指標を通じて何を知りたいのか、というと、まずは“若手研究者の処遇や安定性”ということになるであろう。すなわち、それがこの指標のルートコンセプトである。また、今後の科学技術イノベーションの重要な担い手となる人材の育成・確保（“人材力の強化”）の状況も、この指標を通じて知りたいことであると考えられる。

「論文数・被引用回数トップ1%論文数及びシェア」という指標の場合は、日本の（特に大学や公的機関の）研究のレベル、（広い意味での）研究ファンディングの効果、研究開発環境整備の成果、などを知るために設定されたと考えられる。さらには、この指標を通じて“人材力の強化”の成果を把握しようというように、より広く考えることもできる。

ここでは全ての指標に関する検討は省略するが、上記の2つの指標についての考察だけでも、それぞれのルートコンセプトは、概念の広がりや抽象性の深度についての幅があることが分かる。そのため、それぞれの指標は、広がりのある概念のうちの特定の部分のみを反映しているという場合が多い。また、ある概念を示すための指標は複数ある場合も多い。

さらに、基本計画で設定された各指標の根底にある概念は、相互に関連し、あるいは重なりもある。また、それぞれの概念のさらに根底には、基本計画の理念といったものがある。言い換えると、基本計画で設定された各指標の根底には、それぞれのルートコンセプトがあるが、それらの根底には、さらに共通的なルートコンセプトがあると考えられるであろう。そのような共通的なルートコンセプトを簡単な言葉で表すなら、例えば、“科学技術イノベーションシステムの望ましい状況”といったものになるだろう。

3. 主要指標の見直しについての試論

基本計画における指標の設定の影響を考える上で、各指標の現時点での状況や、基本計画の実施期間（2016～2020年）にどのような状況になるかを見通すことは有用である。そこで、各種の統計データ等を参照して検討した結果を表1と表2に示した。また、表1と表2には、それぞれの指標の意味づけ（ルートコンセプト）を筆者の見解により示している。なお、21の指標は基本計画の“4本柱”に対応して4つのカテゴリーに分かれているが、ここではそのうちの第3番目と第4番目のカテゴリーの指標をそれぞれ表1と表2にとりあげた。これらの指標は、他のカテゴリーの指標に比べて、より包括的であり、また8つの目標値のうち7つはここに示した指標のいずれかと関連している。

表1. 政策目標「科学技術イノベーションの基盤的な力の強化」に関する主要指標の意味づけと見直し

主要指標 〔〕内は関連する“目標値”	指標の意味づけ (ルートコンセプト)	現状と今後の見直し
○ 任期なしポストの若手研究者割合 〔目標値（1）〕	●若手研究者の処遇（の改善状況）、安定性 ●今後の科学技術イノベーションの重要な担い手の育成・確保（“人材力の強化”）の状況	現在統計値が無い実態把握が必要。若手の大学教員数は継続的に減少傾向にあり、この割合の増加は容易でないと考えられる。

○ 女性研究者採用割合 〔目標値（2）〕	●研究者採用の機会均等性の向上 ●研究人材の多様性（の確保の状況） 研究者の供給源の拡大可能性	第4期基本計画で設定された目標値は達成されていないが、最近、女性研究者採用割合は増加傾向にあり、それが継続する可能性はある。
○ 児童生徒の数学・理科の学習到達度	●初等中等教育システムの質 ●将来的な科学技術イノベーション人材の質を確保するための基盤 ●科学技術の社会的受容性の基盤	国際比較調査によれば日本の児童生徒の数学・理科の学習到達度は比較的高いレベルにあり、今後も当面、レベルの高さは保たれる見込み。
○ 論文数・被引用回数トップ1%論文数及びシェア 〔目標値（3）〕 〔※トップ10%論文の割合について設定〕	●日本の（特に大学や公的研究の）研究のレベル ●（広い意味での）研究ファンディングの効果 ●研究開発環境整備の成果	日本の値は低調。被引用回数トップ1%（ないしトップ10%）論文の数や割合は増加傾向にあるが、目標値の達成は容易ではなく、特に論文数全体の拡大との両立については容易でないと見られる。
○ 大学に関する国際比較	●世界における日本の大学のレベルと特徴 ●最近の世界的な大学の変化の方向性に対応しているか	いくつかの大学について、国際的な大学ランキング等で評価されるケースは考えられるが、全体的に日本の大学の評価が高くなることは考えにくい。

表2. 政策目標「イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築」に関する主要指標の意味づけと見直し

主要指標 〔〕内は関連する“目標値”	指標の意味づけ (ルートコンセプト)	現状と今後の見直し
○ セクター間の研究者の移動数 〔目標値（4）〕	●研究者の流動性 ●セクター間の連関性	全般的な移動数が大幅に増加する見込みは低い。
○ 大学・公的研究機関の企業からの研究費受入額 〔目標値（5）〕	●大学・公的研究機関の研究内容の企業に対する価値 ●大学・公的研究機関の財源の多様化、財政的独立性	大学等への民間企業からの受入額は最近、増加傾向にあり、今後の増加も見込みがある。
○ 国際共同出願数	●日本の研究開発システムの国際性・オープン性	これまでのところ、日本からの国際共同出願数は多くない。今後の増加は、基本的には企業の取り組み次第という側面が大きいと考えられる。
○ 特許に引用される科学論文	●科学研究の産業技術への関連性・実装可能性の高さ ●産業に有用な科学技術知識を産み出す能力	引用対象となる科学論文の生産が当面、低迷すると見られるため、本指標の値が大幅に増加することは考えられないが、日本の科学論文が特許に引用される割合は比較的高く、また今後の増加の可能性もある。
○ 先端技術製品に対する政府調達	●狭義のイノベーション政策を越えた政策手段の導入状況	日本での実施例は少ない。今後は環境・エネルギー分野の先端製品などへの適用が期待される。
○ 大学・公的研究機関発のベンチャー企業数 〔目標値（6）と部分的に関連〕	●大学・公的研究機関の産業振興・経済成長への貢献 ●イノベーション創出の成果	この指標値の大幅な増加は見込みにくい、研究開発型のベンチャー企業数は増加傾向にある。

○ 中小企業による特許出願数 [目標値(7)]	● 技術開発力の裾野の広さ	中小企業による特許出願数が示す割合は増加傾向にある。
○ 技術貿易収支	● 日本企業の技術優位性	技術貿易収支は輸出超過の方向で推移しており、今後もその方向性は継続する見込み。

4. 特許に引用された科学論文についての考察

21 指標の一つに「特許に引用された科学論文」があるが、そのデータに関しては、国内外で各種の分析や研究は行われているものの、我が国において定常的なデータ公開は行われていない。そこで、以下では、筆者が実施中の研究において作成したデータを用いて、この指標の状況と今後の見通しについて検討する（参考文献[4],[5],[6]）。

この研究では、引用される科学論文についてのデータベースとしては、科学計量学でよく用いられている Web of Science を用い、一方、引用する特許については、米国特許のデータベースを用いた。米国特許のデータを用いた理由は、米国の特許法では必要な文献等の引用を全ての特許に付す事（ただし必要な文献に限る）が要求されているため、引用の意味づけが明確なためである。

具体的なデータとしては、1995～2015 年に米国特許商標庁に登録された特許のフロントページで引用された非特許文献のうち、Web of Science の収録論文と書誌情報が一致した文献の網羅的なデータ（約 500 万件）を「米国特許に引用された科学論文」のデータとした。なお、Web of Science の収録論文については、1995～2012 年収録の論文に限定した。2013 年以降の論文を除外した理由は、2015 年までに登録された米国特許において、まだ、それらはほとんど引用されていないためである。

図 3 に、米国特許に引用された科学論文の被引用回数の国別シェアの推移を示した。米国の論文の被引用回数のシェアが圧倒的に大きいことが、これは米国特許データを用いたことによる“ホームカンントリーバイアス”の影響が大きいと考えられる。日本については 2008 年まではシェアが 8% から 9% 台の範囲で推移していたが、2009 年以降は 6% 台（2011 年は 5% 台）へとシェアが低下している。

このシェアの低下については、いくつかの要因が考えられる。第一に、引用される論文の母体となる

日本の論文数のシェアの低下である。これについては図 4 に具体的なデータを示したが、日本の論文シェアは 2004 年以降、一貫して減少しており、特に 2007 年以降は、図に示した主要国のなかで最も低い値となっている。

しかし、この要因で図 3 の日本のシェアの低下を全て説明できるのであれば、論文数やシェアといった指標とは別に「特許に引用された科学論文」という指標を設定する意味が無いことになる。

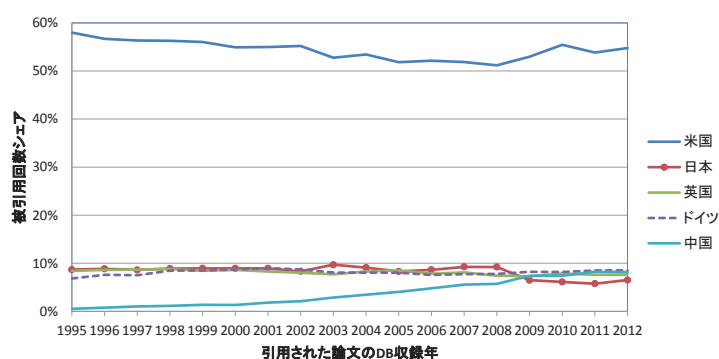


図3. 米国特許による科学論文の被引用回数の国別シェア

注：1995～2015 年登録の米国特許によって引用された被引用回数であるため、将来的には変化するデータである。また、暫定的な集計結果であり、今後の精査により修正する可能性がある。国別の被引用回数は整数カウントによって算出。

データ：Web of Science（1995～2012 年収録）及び USPTO Patent Grant Bibliographic Data（1995～2015 年登録）に基づき筆者が集計。

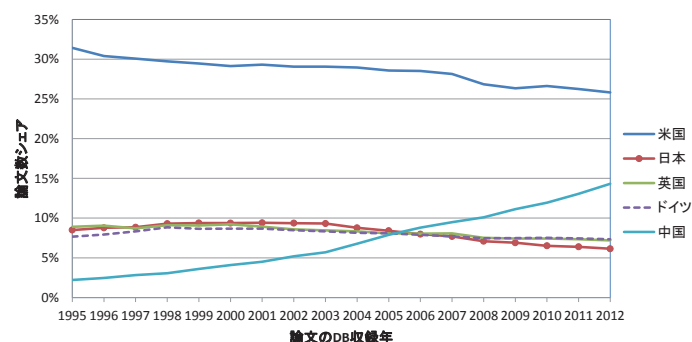


図4. 科学論文数の国別シェア

注：国別の論文数は整数カウントによって算出。
Web of Science（1995～2012 年データ）に基づき筆者が集計。

そこで第二の要因を考える必要がある。第二の要因としては、日本の科学論文が特許に引用される性向自体が低下していることが考えられる。このような“性向”こそが、「特許に引用された科学論文」と

いう指標によって知りたいこと、すなわちルートコンセプトであると言えるであろう。それをもう少し明確に書くと、“科学論文の産業技術への関連性・実装可能性の高さ”、あるいは、“産業に有用な科学技術知識を産み出す能力”といったことになるであろう。

このような“性向”に関しては、図5に示す「米国特許に引用された論文が科学論文全体に占める割合」という別の指標から見ることも有用である。図5によると、特許に引用される論文が全論文に占める割合については、日本が米国に次いで大きいものの、その割合は相対的に低下している。

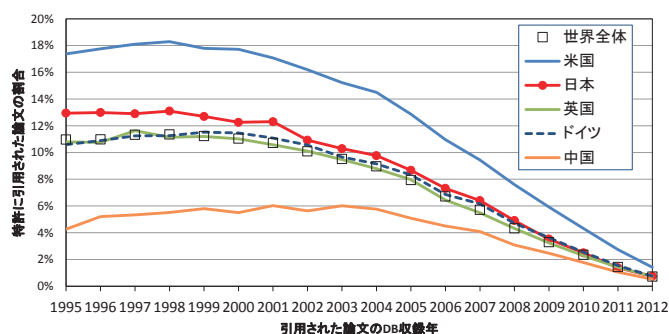


図5. 米国特許に引用された論文が全論文に占める割合

注：図3と同様。

データ：図3と同様。

ただし、図5での日本の値の相対的な低下傾向には、さらに別の要因が影響している可能性がある。それは、科学論文が特許に引用されるまでのタイムラグが、日本の場合、他の主要国よりも長い可能性である。そのような傾向があるとすれば、図5の最近（例えば2009年以降）の日本の値は、今後、より新しい米国特許データ（2016年以降に登録される特許のデータ）を用いて集計することにより、相対的に高くなる可能性がある。このようなタイムラグの国別の違いについてはより詳しい分析が必要であるが、科学論文相互の引用に関しては、日本の論文が他の論文に引用されるまでのタイムラグが欧米主要国より長い傾向があるという分析の例がある（参考文献[2]）。

なお、このようなタイムラグの国別の違いは、図3における日本のシェアの低下の第3の要因である可能性もある。つまり、図3の2009～2012年の日

本のシェアは、今後、新しい特許データを用いると上昇する可能性がある。また、日本とは逆に、図3で2009年以降の米国の論文シェアが増大傾向にあることは、米国の論文が引用されるまでのタイムラグが短い（論文発表後、比較的すぐに引用される）ことが要因となっている可能性がある。

以上のように、「特許に引用された科学論文」に関して、日本の状況を最も直截的に示すと考えられる図3から出発したが、本来、「特許に引用された科学論文」によって知りたいことを考えるならば、図5のような別の指標を作成する必要性が生じてくる。また、図4は、本来、21指標の別の指標である「論文数・被引用回数トップ1%論文数及びシェア」に関するデータであるが、それが、図3に影響を及ぼしていると言える。このように、実際のデータを見る場合には、本来的に狙っていたことが示されているのか、また、他の要素の影響を受けていないか、といったことを注意する必要がある。

5. 政策議論への示唆

実際のデータを参照した見通し（表1と表2）によると、いくつかの指標については、当面、期待したような値になることが考えにくいものがある。しかし、個々の指標の値を向上させることが基本計画の目的ではないはずである。基本計画の根底にある“科学技術イノベーションシステムの望ましい状況”に向けて進捗したかどうかが重要である。逆に、ある指標の値が“増加”した場合でも、本質的に状況は向上していない場合もあり得る。今後、実際のデータに基づいて基本計画の指標に関する議論が行われる際には、指標の値を表面的に捉えて議論するのではなく、指標を設定した本来の趣旨とその背後にある概念を踏まえて、本質的な議論を行うことが重要であると考えられる。そして、第1節で述べたように、“指標は常に不完全である”ことに留意すべきである。

参考文献

- [1] 藤垣裕子, 平川秀幸, 富澤宏之, 調麻佐志, 林隆之, 牧野淳一郎, 『研究評価・科学論のための科学計量学入門』, 丸善株式会社, 東京, 2004年3月.
- [2] 丹羽富士雄, 富澤宏之, 平原史人, 柿崎文彦, オーランド・カマーゴ, 「体系科学技術指標－我が国の科学技術活動－」(NISTEP REPORT No.19), 科学技術政策研究所, 1991年9月.
- [3] 総合科学技術・イノベーション会議有識者議員, 「第5期科学技術基本計画における指標及び目標値について」, 2015年12月18日.
- [4] 富澤 宏之, 「科学論文を引用することは特許の影響力を増大させるか」, 研究・技術計画学会第25回年次学術大会・講演要旨集, pp. 499-501, 2010年10月.
- [5] 富澤 宏之, 「引用データによる科学技術知識フローの測定: 科学技術知識の国際的流通とスピルオーバー」, 研究・技術計画学会第27回年次学術大会・講演要旨集, pp. 739-742, 2012年10月.
- [6] 富澤 宏之, 「特許における科学論文引用の機能について: 引用のカテゴリー化による分析」, 研究・技術計画学会第29回年次学術大会・講演要旨集, pp. 367-372, 2014年10月.