

Title	EBPMに向けた研究アウトプット指標についての考察 : 科学論文指標と特許指標のバイアスと限界を超えるために
Author(s)	富澤, 宏之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 33: 274-279
Issue Date	2018-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/15580">http://hdl.handle.net/10119/15580</a>
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

## EBPM に向けた研究アウトプット指標についての考察： 科学論文指標と特許指標のバイアスと限界を超えるために

○富澤宏之（文部科学省 科学技術・学術政策研究所）

### 概要

様々な科学技術イノベーション指標のなかで、科学論文指標と特許指標などのいわゆる“研究アウトプット系”の指標は、本来、抽象的であり測定が不可能な“科学技術知識”や“新知識”を定量的に扱うための代替指標であるが、それに起因する様々なバイアスや限界についての深い考察がなされないまま使用されてきた。本発表では、そのようなバイアスや限界に関する諸問題について、指標の概念に立ち返って検討し、また、それに基づいて、科学論文や特許に関する指標の改善や、新しい指標の構想を提示する。

### 1. “指標”の概念についての考察

指標のバイアスや限界について検討するための基礎として、“指標”の基礎的な概念について改めて考察する。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], [2]）。これを本報告の論点に合わせて整理すると、以下のようなことが言える。

まず、指標とは「何かを示すもの」である。より詳しくは、「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。ここでの「対象」とは、指標データの測定対象となる実体であり、科学技術指標の場合は、「日本」や個別の「研究開発機関・組織」などが代表的なものである。

また、それぞれの指標には、基になる“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1）。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。

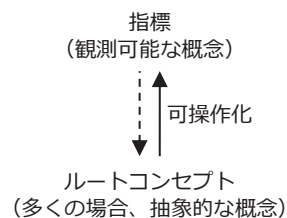


図1. 指標の概念

例えば、“研究力”を定量的に示したい場合、“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”を反映している何らかのデータを実際の指標として用いる必要がある。逆に、指標の“ルートコンセプト”とは、“指標によって知りたいこと”であると言うこともできる。

このような概念モデルを更に一般化したものが図2である。図1と図2では、「ルートコンセプト」は同じであるが、「指標」に関しては違いがある。図2では「観測可能な概念」の隣に「概念化されたデータ」も描かれており、両者を合せたものが「指標」であるとしている。前者は具体的なデータや数値を伴っておらず、概念的な指標に過ぎないが、後者は測定で得られた「データ」が概念化・解釈されたものである。

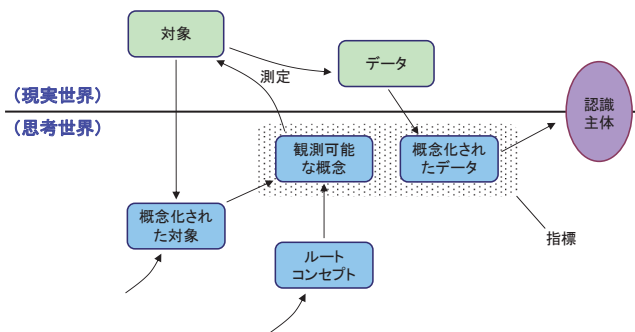


図2. 指標の機能に関する概念的枠組み

出典：参考文献[1]（筆者の論考）の図11-2

図2は、「認識主体」が、抽象的な概念とそれに基づいて作成される指標を通じて、ある対象についての認識を深める思考の形態を表現したものである。以下では、この概念モデルをベースにして考察する。

## 2. 主要なアウトプット指標のバイアスと限界

“研究アウトプット系”の指標は、本来、抽象的な概念であり測定が不可能な“科学技術知識”や“新知識”を定量的に扱うための代替指標という面がある。この“研究アウトプット系”の指標のバイアスや限界について検討する。

ここで、“バイアス”という語は、主に以下のような概念的枠組みの下で用いる。ルートコンセプトは直接的には測定できないので、一種の代理指標として、入手可能なデータを指標として用いる。それによって、指標が示す内容に実態からの偏りが起きていると考えられる場合、それを“バイアス”と呼ぶ。ここで「考えられる場合」と書いたのは、ルートコンセプト自体は測定できないため、そのような偏りが生じているかどうかは実際には確認できず、バイアス自体も測定できないが、実際の指標データにルートコンセプトとは異なる要素が影響していると考えられる場合は、“バイアス”があると判断することになる。また、逆に、ある指標データに、ルートコンセプトのある要素が反映されていないと考えられる場合も“バイアス”が起きる可能性がある。

例えば、あるデータを技術力の指標として用いる場合、そのデータに技術力以外の要素が影響（混入）しており、それによって技術力が実際より過大に示され、あるいは過少に示される、といった状況があり得る。

### 2.1 特許の定量指標に関する諸問題

科学技術指標としての“特許数”に関して検討する。ここでの“特許数”は、特許出願数と特許登録数の両方を指す語として用いる。両者には、指標の意味や内容が異なる面もあるが、特許に関する数量としての共通性もある。以下の検討は両者に共通する部分が多いため、この語を用いるが、必要がある場合には、両者を区

別することとする。

特許数は、技術開発の成果である新しい技術知識の量を示すための指標として用いられる場合が多い。ここでも、差し当たり、特許数のルートコンセプトは、“研究開発や技術開発によって生み出された新しい技術知識”であるとする。

#### (1) 特許を均一に扱うことから生じる問題

科学技術指標としての特許数に関する最も基本的なバイアスは、それぞれの特許が表す“新知識”のサイズ・範囲や価値は、特許によって大幅に異なるにもかかわらず、どの特許も同じように1件と数えることから生じる。そのため、特許数を“新知識”の指標として用いる場合、理想的な測定値からはほど遠く、しかも、“ばらつき”があるため、精度の高い測定値ではあり得ない。

この問題に対して、既に広く採られている対策は、統計的な集計量を使用することである。すなわち、十分に大きい数の特許データを集計すれば、マイクロレベルでの“ばらつき”は互いに打ち消しあって、マクロレベルの集計量には影響しないと考えられる。ただし、“ばらつき”に何らかの系統性があれば、マクロレベルの集計量でもバイアスが生じるであろう。それについては、何らかの方法でコントロールする必要があるが、集計したことでコントロールすべき内容が単純化されるので、統計的な集計量を使用することには利点がある。

#### (2) 特許が発明そのものでないことから生じる問題

研究開発や技術開発の成果である発明の全てが特許出願されるわけではないことも主要なバイアスの要因である。企業等においては、知財化するメリットがある発明に絞って出願することが一般的であり、また、発明を秘匿しておくために特許出願しない場合もある。さらには、特許出願のなかには、それ自体を知財化することを目的としておらず、他者の特許取得を妨げるための出願（いわゆる“戦略出願”）もある。そのため、特許数は、研究開発や技術開発の成果の量をそのまま表すのではなく、企業の知財戦略などによって左右され、また、特許制度に

も影響される。逆に、適切に扱えば、特許数を、単なる技術開発成果の指標ではなく、企業の知財競争力、権利化意欲、戦略性などの指標として用いることができる可能性がある。

### (3) 分野による特許の諸性質の違いから生じる問題

特許の背後にある“新知識”の大きさ、範囲、価値は、技術分野によって異なる。例えば、医薬品に関する特許と日用品に関する特許では、知識の範囲や経済的価値は大幅に異なる。そのため、異なる分野の特許数は単純に比較できない。それだけでなく、明示的に異分野を比較していない場合でも、企業別の特許数や国別の特許数の比較などでは、分野別の特許の構成比が異なることによるバイアスがある。例えば、エレクトロニクス産業の強い日本や韓国といった国の特許数は、イギリスのような国に比べて特許数が多くなる傾向がある。これをバイアスと見なす場合もあるし、あるいは、分野構成の違いも含めて実態を示すデータと見なす場合もある。

### (4) 特許制度の違いから生じる問題

特許発明は、各国等の特許庁における出願受理・審査・登録といったプロセスを通じて計測可能な（あるいは操作可能な）実体となる。従って、特許数をはじめとする特許データは、各国等の特許庁における特許制度の違いに強く影響を受ける。そのため、特許データの国際比較に強いバイアスが働くことは避けがたい。また、特許出願者側も、自国の特許庁により多くの特許出願を行う傾向があり、“ホーム・カンントリー・バイアス”や“ホーム・バイアス”と呼ばれるバイアスが働く。そのため、国際的な観点で特許データを扱う場合、どの特許庁のデータを用いるかが重大な問題となる。これは、例えるなら、特許データを国際的に比較するための“物差し”が複数あるが公平なものはない、という状況であると言える。

この問題に対して、既にいくつかの対応策がある。その一つは、PCT 出願（国際特許出願）のデータを用いることである。PCT 出願は、国際的な特許協力協定（Patent Cooperation Treaty）に基づく統一的な特許制度における特

許出願であり、基本的に出願者は自国（居住国）だけでなく、複数の国で特許権を得るために PCT 出願を行う。そのため、世界的な特許出願と見なすことができ、各国等の特許庁への出願に比べてバイアスは小さいと考えられる。しかし、PCT 出願は、世界中の特許出願の一部しかカバーしておらず、そのデータは限定的であるという欠点もある。また、制度的な要因等により、出願者が PCT 出願を用いる傾向は国によって大幅に異なるため、それによって、別のバイアスが生じている可能性がある。

もう一つの対応策は、パテントファミリーのデータの使用である（参考文献[3], [4]）。パテントファミリーは、一つの特許発明が複数の特許庁に出願された場合、それらを一つのものともみなす考え方である。パテントファミリーをカウントして指標化することは、複数の特許庁への出願の重複を排除することになるため、特許発明そのものの数に近い値が得られる点で優れた方法であると考えられている。また、パテントファミリーのカウントは、複数の国等の特許庁へ出願された特許という一定以上の重要性を有した特許のみをカウントするという点で、指標として付加的な価値もある。

## 2.2 科学論文数の定量指標に関する諸問題

### (1) 単純な計数の対象とすることに起因する問題

科学論文を単純な計数対象とすることに起因する問題はいくつかあるが、2.1 節で特許に関して述べた (1)~(3) と本質的に同一の問題は科学論文においても存在する。すなわち、多様な科学論文を均一に扱うこと、科学論文が科学的発見そのものでないこと、分野による論文の諸性質の違いがあること、に起因する問題である。

一方、2.1 節の(4)で述べた特許制度の違いから生じる問題については、科学論文の場合は事情が異なる。科学論文については、特許制度のような国レベルの制度的枠組みは無く、科学的発見から論文に実体化されるまでのプロセスは各ジャーナルが舞台となる。個々のジャーナルのレベルでは、“国”に関する何らかのバイアスがある場合も多いが、科学計量学の分析等では、十分に多数の“国際的なジャーナル”の論文デ

ータを用いることにより、“国”に関するバイアスは問題にされない場合が多い。ただし、国際的に科学論文は英語で書かれることが主流となっているため、英語圏の国の論文数は有利になる傾向が有る。

## (2) 指標の対象の捉え方に起因する問題

指標のバイアスや限界を巡る問題については、これまでに述べてきたようなルートコンセプトと具体的な指標との間の隔たりに関する問題だけでなく、他のタイプの問題もある。その一つは、指標の“対象”の捉え方の問題である。図2で言えば、現実世界に存在する実体である「対象」が思考世界で「概念化された対象」になる際には、「対象」の諸性質が単純化されたり、ある側面が強調されたりするため、様々な対象の捉え方があり得る。そして、そのことが指標に影響を及ぼし、バイアスも生じる。

その一つとして、今後、グローバル化が進むなかで問題となる可能性があるのは、日本の科学技術力を示す指標を作成する場合の、“日本”の捉え方である。この問題については、第3節で述べる。

## 3. 具体的な新指標についての試論

本節では、第2節での“研究アウトプット系”の指標の問題点についての考察を踏まえて指標の改善について検討するとともに、科学研究システムや経済社会の今後の変化を見通して、それに適した新しい指標（あるいは新しい作成方法）を検討する。

### 3.1 特許に関する指標の改善

#### (1) 特許の重みを区別した集計

先に2.1節で述べたような、重みの異なる様々な特許を均一にカウントすることによる問題や、特許が発明そのものでないことから生じる問題に対処するための一つの有力なアプローチは、特許の重みを区別して集計することである。例えば、特許の重要性を示す変数を取り入れて、重要な特許に限定して特許数をカウントする方法が考えられる。以下では、そのような方法の具体的な案を示し、その実現可能性や課

題を検討する。

特許の重要性を示す変数として、まず考えられるのは、被引用回数である。既に科学論文の被引用回数が広く用いられているように、特許の被引用回数も、それ自体を特許の影響力を示す指標として、また、重要な特許を区別するための変数として用いることができるかもしれない（参考文献[5]）。しかし、特許については、審査官が当該の特許出願の新規性や進歩性を判断するための根拠として他の特許を引用する場合はほとんどであり、科学論文の引用とは意味が異なることに注意が必要である。

そこで、一般的な特許引用データを用いるのではなく、PCT出願に対して付与されるサーチレポート（国際調査報告）における引用のデータを用いることを提案したい。このサーチレポートは、PCT出願された個々の特許出願に関して、各国等での審査に先立って行われる先行特許の調査の結果を示すものである。

このレポートで引用された先行特許や文献には、X、Y、Aという関連度カテゴリーが付与されている。Xは、当該出願には新規性・進歩性が無いと単独で判断できる先行特許・文献であることを意味する。Yは他の先行特許・文献との組み合わせで、当該出願に新規性・進歩性が無いと判断できるものを意味する。Aは、当該出願の技術的背景が述べられている文献等を意味する。これらのなかで、Xは、単独で他の出願をブロックするほどの新規性や進歩性を有すると判断されたことを示す点で、最も重要性の高い特許のカテゴリーであると見なすことができるかもしれない。しかし、Aと分類された特許であっても、極めて多くの被引用回数を得ている場合は、独特の強い価値を有していると解釈できるかもしれない。これらの点については、実際のデータも用いた今後の検討が必要である。

特許の重みを区別する方法は、他にもいくつか考えられる。その一つは、特許の出願から登録までのプロセスに応じた集計値を用いることである。まず、特許出願されたものの全体の数が出発点となる。次に、特許出願された全体のうち、出願者が審査請求したものは、重要性が高いと出願者が考えているものであると言える

ため、その数は、一定以上の重要性を持つ特許発明の数を示すデータとなる。次に、特許審査官が特許としての要件を認めたものの数が、さらに重要な特許発明のデータとなる。そして、出願者が登録申請したものは、更に上位に位置づけられる。そして、その更に上位の特許を示すものとして、例えば、特許登録から5年後に、特許登録が取り下げられていないもの（すなわち、特許登録料が継続的に支払われているもの）の数をカウントすることも考えられる。

このように、単に特許出願された数から、特許として登録されたものの数まで、いくつかの重要性のレベルの異なる数を集計することが可能である。

## (2) 適切な国際比較のための特許指標

ここでは、日本全体の技術力を他の主要国と比較するための指標を主に想定し、既に用いられているパテントファミリー数とは異なる国際比較に適した特許指標として、以下の2つの指標を提案する。

第一の指標は、世界全体での特許数である。例えば、日本全体の技術力を示す指標として、日本の企業や研究機関が世界中に出願した特許を足し合わせた値を用いる。その際には、同一の内容の発明が複数の特許庁に出願されることによる“重複”は排除しないで足し合わせる。これは、多くの国や地域に出願された特許は、その分だけ価値があるという考え方に基づく。ただし、欧州特許庁に出願された特許出願と、それが各国に移行された特許出願のように、手続きのプロセスのある段階で重複しているものについては、重複を排除すべきである。

これは、2.1節の(4)で述べた「特許データを国際的に比較するための“物差し”は複数あるが公平なものはない」という問題に対して、複数の“物差し”の示す値を全て合計する、という方法での対処と言えるかもしれない。あるいは、他のものに例えるなら、世界の主要な自動車製造会社の比較のために、世界全体での販売台数の総計を用いることに似た方法である。

第二の指標は、第一の指標のバリエーションである。それは、世界の各国等の特許庁に出願

された特許数を単にそのまま足し合わせるのではなく、出願先国の経済規模の重みを付けて足し合わせるというものである。この方法は、ある国の特許庁で登録された特許は、その国内で、発明の独占的使用の権利を得るため、その国の市場が大きいほど経済的価値も高くなる、という考え方に基づいている。経済的な規模の変数としては、出願先国のGDPを用いることが考えられるが、通貨換算の方法やデフレーターを選択、あるいは、GDPの経年変化を直接的に反映させるか否か、といった具体的な方法面での多様な選択肢であり、それについての検討が必要である。

## 3.2 科学論文に関する指標の拡張

### (1) 科学論文から多様な知的生産物への拡張

科学論文は、科学研究成果の主要な発表形態であるが、唯一のものではない。プレプリントといった形で研究成果が公表されることも多くなっており、また、オープンサイエンスの進展に伴い、測定データや体系的なデータベース等を科学研究の成果として公開することの重要性が高まっている。コンピュータサイエンスなどの分野ではコンピュータプログラムやアルゴリズムなども重要な研究成果として扱われている。科学論文についても、その形態や発行システムは変化してきており、さらには、科学コミュニケーションの形態にも変化が起きている

そのため、科学論文数を主要な指標とするだけでは、今後、科学研究の成果を十分に把握できなくなっていく可能性がある。このような変化に対応していくための方法として、上述のような科学論文以外の研究成果物を網羅的に定量化の対象とすることが考えられる。研究成果物のほとんどは、インターネット上の電子メディアで公表され、DOI（デジタルオブジェクト識別子）が付与されるため、それらの網羅的な把握は、原理的には可能であると考えられる。

### (2) 引用の集計範囲の拡張

上述のように、科学研究成果の指標の集計対象を拡張する場合、重要性の低いものも含まれてしまうという問題が起きる。それに対する対

策として、引用データを活用することが考えられる。すなわち、科学論文以外の研究成果物も網羅的に定量化の対象とした上で、それらが引用された回数を集計して、それぞれの被引用数の上位のものを重要性の高い研究成果物として扱うという方法である。その場合、引用元としては、引用先の研究成果物と同様に、科学論文以外の研究成果物も広く網羅することが考えられる。また、新聞や一般紙の科学技術に関する記事、科学技術に関するプレスリリース、さらには、科学に関する掲示板、フォーラム、SNSなどを通じた科学コミュニケーションのなかでの研究成果物への言及についても一種の引用と見なして、それらも集計対象とすることも考えられる。

### (3) 指標の対象としての“国”の捉え方の再検討

科学論文に関する国別の定量的指標を作成する際に、一般に用いられている集計方法は、著者の所属機関の所在地の国に基づく集計である。この方法は、経済統計において、各国の GDP は、それぞれの国内での経済活動を対象として集計されることと似ており、一定の妥当性があることは確かである。しかし、科学研究のグローバル化は著しく、例えば、ある国の企業、研究機関、大学等が外国に研究所を設置することは今後、増える可能性がある。また、研究者が居住国とは異なる国の研究組織のために研究を実施する、といったことも起きてくるであろう。また、政府の研究ファンディングの成果を把握することの重要性が高まっており、研究の実施場所よりも研究資金提供側の国に基づいて集計する必要性は高いと考えられる。

そのため、所在地ではなく、研究組織の所属関係や研究資金の負担関係に基づいて、科学論文についての国別の定量指標を作成する方法は検討に値する。従来の科学論文データベースでは、このような集計は困難であったが、最近の研究資金の負担源の情報を科学論文データベースに導入する様々な取り組みが進んでいる。例えば、米国の NIH は、NIH の資金援助を受けて実施された研究の成果に対する一般国民のアクセスを可能にすることを基本方針としており、

そのための様々なデータベースを公開している。また、米国の非営利団体である CHORUS は論文のオープンアクセス促進に取り組んでおり、各論文に研究ファンド元を特定するための情報を付与する仕組みを推進している。その他にも、世界の研究者に固有の識別子を付与することを目指している ORCID においても、研究者についての情報に加えて、論文と研究資金配分機関のデータのリンクの仕組みを整備している。これらの仕組みを活用することによって、今後、科学論文と資金提供機関・国とのリンク情報が充実し、研究資金提供側の国に基づいて科学論文データを集計することが可能になることが期待される。

## 4. まとめ

第3節で述べた指標の改善案と新指標案については、実際にデータを用いて指標の値の傾向や性質等を検討する必要がある。年次学術大会での発表においては、実際のデータを用いた試行的な指標を提示する予定である。

## 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] 富澤宏之, 「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」, 研究・イノベーション学会第31回年次学術大会・講演要旨集, pp. 109-114, 2016年11月.
- [3] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), “OECD Patent Statistics Manual”, Paris, 2009.
- [4] 科学技術・学術政策研究所, 「科学技術指標2018」, 調査資料-274, 2018年8月.
- [5] 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.