

Title	科学技術指標における指標開発の試み：過去10年間の指標の変遷に注目した考察
Author(s)	伊神, 正貫; 神田, 由美子
Citation	年次学術大会講演要旨集, 33: 264-269
Issue Date	2018-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/15670
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

科学技術指標における指標開発の試み： 過去 10 年間の指標の変遷に注目した考察

○伊神正貫，神田由美子（文科省・N I S T E P）

1. はじめに

日本や主要国における科学技術活動の状況についての情報は、根拠に基づく政策立案を行う上で必須となる情報である。科学技術・学術政策研究所においては、科学技術指標が代表的な報告書であり、1991 年に「体系科学技術指標－我が国の科学技術活動－」[1]を公表して以来、これまでに 21 冊の報告書を公表してきた。最新版は科学技術指標 2018 である[2]。科学技術指標は、科学技術活動の状況を知る上での基礎的な資料として、行政でも認識・活用されるに到っている。

科学技術指標は、日本や主要国における科学技術活動を定量的・継続的に観測・報告することが主目的であるので、多くの指標は継続して掲載されている。他方で、科学技術活動を考える上で重要性を増していると思われる指標については適時追加を行なっている。また、社会情勢を反映したタイムリーな指標や、報告書本体に定常的に掲載する前段階の試行的な指標については、コラム記事として掲載している。

本報告では、過去 10 年間の科学技術指標に掲載されている指標の変遷を分析し、指標の進展や指標に対するニーズの変化について概観する。また、「Society 5.0」やオープンサイエンス等の新たな潮流を踏まえて、今後、科学技術イノベーション政策を進めていく上で必要と考えられる指標について考察する。

2. 分析に用いたデータとその前処理

科学技術指標(2009 年度～2018 年度)[3]の図目次から指標名を獲得し、指標名のパターンマッチング及びその目視確認から、指標の変遷をリスト化した(以降では、指標変遷リストと呼ぶ)。なお、図目次の中には、指標の国際比較性や論文数のカウント方法等のメタ情報も含まれているが、それらは指標変遷リストから除外した。

指標の変遷と併せて、章節ごとの指標の平均継続年数や新規指標割合についても調べた。指標の継続状況については、その節に含まれる指標の平均継続年数

を求めた。ただし、平均継続年数を求める際に、コラムについては分析対象から除いた。新規指標割合については、その節に含まれるのべ指標数の中で、2016 年度以降に導入されたものの割合を求めた。結果一覧を図表 1 に、指標変遷リストを図表 2、図表 3 に示す。

3. 指標の変遷の分析

ここでは、章ごとに指標の変遷を見る。その際、可能な範囲で、新規指標を導入した背景等について述べる。

3-1. 研究開発費(1 章)

研究開発費の章は、大きく分けて(国全体の)研究開発費の国際比較、政府の予算、公的機関部門の研究開発費、大学部門の研究開発費、性格別研究開発費といった節から構成されている(図表 2)。

研究開発費という、基本的な指標であることから、多くの指標が 10 年間継続している。企業部門については、新規指標割合が 40%となっている。これは、2017 年度以降に企業規模や産業分類による研究開発の集約度を計測する指標、企業部門の外部支出研究開発費についての指標が追加されたためである。外部支出研究開発費についての指標を追加した背景には、オープンイノベーションが進展する中、企業の研究開発のオープン化・グローバル化の状況を把握したいとの問題意識がある。

大学部門については、2010 年度以降に日本と米国の大学について研究資金構造の分析が追加された。加えて、2010 年度～2014 年度にかけては、日本と米国の大学について総支出額と研究開発費の比較分析が行われた。これらの指標は、大学における研究開発費の国際比較性を検証する目的で掲載されたものである¹。

性格別研究開発費については、主に何を可視化するかの観点から、指標の見直しが 10 年間に何度か行わ

¹ 指標の国際比較性については、生産性等の国際比較結果にも大きく影響する。

れている。

なお、上記に挙げた定常的な指標に加えて、2012年度～2014年度にかけて、企業の研究開発費の変化に注目したコラムが掲載されている。これは、リーマンショック後の企業の研究開発費の状況を、詳細に分析する目的で実施されたものである。

3-2. 研究開発人材(2章)

研究開発人材の章は、大きく分けて(国全体の)研究者数の国際比較、博士号保持者・女性研究者・外国人研究者・ポストドクター・流動性等に注目した指標、公的機関部門の研究者、企業部門の研究者、大学部門の研究者、研究支援者といった節から構成されている(図表2)。

研究者数の国際比較、博士号保持者・女性研究者・外国人研究者・ポストドクター・流動性等に注目した指標については、多くの指標が10年間継続している。

2011年度、2012年度の外国人研究者の節では、研究関連目的の在留資格を有する外国人の出入国数の変化についてのコラムが掲載された。これは、東日本大震災後に外国人研究者が、日本から流出しているのではないかとの問題意識を踏まえ、法務省が毎月公表している出入国管理統計を用いた分析の結果を示したものである。

各部門の指標について注目すると、企業部門や大学

部門において2016年度以降に、新しい指標が導入されている。

第5期科学技術基本計画[4]では、未来の社会の姿として「超スマート社会」が提示されており、その例として、ユーザーの多様なニーズにきめ細かく応えるべくカスタマイズされたサービスの提供、潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供等が挙げられている。これら極めて高度化されたサービスの実現には、製造業のサービス化に加え、サービス業を含む非製造業においても知識集約度の向上が必要と考えられる。このような問題意識から、企業部門については、製造業と非製造業の研究者数の割合、日本企業における研究者の専門分野といった指標を追加した。上記に述べた背景から、専門分野としては情報科学や人文・社会科学に注目している。

大学については、日本の大学の教員の年齢階層構成、主要国の高等教育レベル教員の年齢階層構成、国公私立大学別の研究者、大学等における研究者の任期の状況が追加された。これらの指標は、国立大学における研究環境の変化を可視化する必要があるとの問題意識を踏まえて追加されたものである。

研究支援者については、2017年度から男女別の集計がなされるようになっている。

図表1 章節ごとののべ指標数、平均継続年数(コラム除く)、新規指標割合(2016年度以降)

章番号	節	のべ指標数	平均継続年数 (コラム除く)	新規指標割合 (2016年度 以降)	章番号	節	のべ指標数	平均継続年数 (コラム除く)	新規指標割合 (2016年度 以降)
第1章	研究開発費の国際比較	6	9.4	0%	第3章	日本の教育機関の学生数	1	10.0	0%
	政府の予算	10	10.0	0%		高等教育機関の学生	8	9.4	0%
	公的機関部門の研究開発費	2	10.0	0%		学生の進路	13	10.0	31%
	企業部門の研究開発費	10	6.3	40%		学位取得者の国際比較	5	10.0	0%
	大学部門の研究開発費	15	8.2	0%		外国人学生	6	3.2	17%
	性格別研究開発費	6	4.3	0%		高等教育と科学技術人材コラム	1	-	0%
	研究開発費コラム	4	-	0%		論文	12	10.0	17%
第2章	研究者数の国際比較	5	10.0	0%	第4章	特許	15	5.6	0%
	博士号保持者	4	7.0	0%		サイエンスリンケージ等	11	2.1	82%
	女性研究者	4	8.5	0%		特許コラム	11	-	18%
	外国人研究者	4	10.0	0%		技術貿易	6	8.3	17%
	ポストドクター	2	8.5	0%	産業貿易	6	7.0	17%	
	流動性等	5	4.2	60%	国境を越えた商標出願と特許出願	1	8.0	0%	
	公的機関部門の研究者	3	10.0	0%	第5章	研究開発とイノベーション	7	3.1	43%
	企業部門の研究者	6	6.2	50%		産学連携	5	3.0	100%
	大学部門の研究者	15	5.0	33%		企業家精神	3	1.3	100%
	研究支援者	7	7.7	14%	全要素生産性	3	3.0	0%	

3-3. 高等教育と科学技術人材(3章)

高等教育と科学技術人材の章は、大きく分けて日本の教育機関の学生数、高等教育機関の学生、学生の進路、学位取得者の国際比較等、外国人学生といった節から構成されている。外国人学生以外の指標については、ほぼ10年間継続して掲載されている(図表3)。

先述の「超スマート社会」実現の観点から、学生の進路の節では2017年度から、人文・社会科学系の修士・博士課程修了者の進路等のコラムが掲載されている。

外国人学生の節については、平均継続年数が他の節と比べて短く、継続的な指標の改善が行われている。

3-4. 研究開発のアウトプット(4章)

研究開発のアウトプットの章は、大きく分けて論文、特許、サイエンスリンクエージといった節から構成されている(図表3)。

論文の節については、指標の継続年数が10年であり、指標群が確立されていることが分かる²。2018年度には、コラムとして社会科学系の論文分析が追加された。

特許については、平均継続年数が5.6年と論文に比べて短い。指標変遷リストをみると、2013年度を境に、個別の特許出願官庁を対象とした分析から、パテントファミリーの分析へと移行しており、この変化が平均継続年数に影響していることが分かる。なお、2013年度以降は指標群に大きな変化は見られない。

サイエンスリンクエージ等については、過去一時掲載されていたが、2012年度～2016年度には掲載が無く、2017年度以降に再び掲載されるようになった。これは、科学技術基本計画等においてイノベーション実現の重要性が指摘される中で、科学知識がイノベーション・イノベーションにどのようにつながっているかを明らかにする指標が必要との問題意識による。サイエンスリンクエージについては、第5期科学技術基本計画の主要指標にも、「特許に引用される科学論文」が挙げられている。

特許についての指標は、クリーンエネルギーや自動車製造業といった特定の技術・産業を対処とした分析や、企業や大学による特許出願の詳細分析等がコラムとして掲載されている。

3-5. 科学技術とイノベーション(5章)

科学技術とイノベーションの章は、大きく分けて技術

貿易、産業貿易、国境を越えた商標出願と特許出願、研究開発とイノベーション、産学連携、企業家精神、全要素生産性といった節から構成されている(図表3)。

第5章については、他の章に比べて平均継続年数が短く、新規指数割合も大きい。先にも述べたように、科学技術基本計画等においてイノベーション実現の重要性が指摘される中で、指標の見直しが頻繁に行われていることが分かる。

節ごとに状況を見ると、産業貿易については2013年度からミディアムハイテクノロジーについての指標が追加されている。

研究開発とイノベーションの節では、イノベーション調査の結果が活用されているが、数年おきに指標の見直しが行われている。これはOECDにおけるイノベーション調査に基づく指標開発の進展結果を、科学技術指標に適時取り込んでいるためである。

2016年度以降からは産学連携や企業家精神にかかわる指標が新たに追加されている。産学連携については、第5期科学技術基本計画において、大学や公的研究機関と民間企業との組織的な連携の必要性が述べられていることを受けて追加した指標である。

最近に掲載されていないが、過去には全要素生産性(TFP)についての指標が掲載されていた時期も存在する。全要素生産性は、経済成長に対する技術進歩の寄与を示す指標である。

4. まとめ

本報告では、NISTEPが発行する科学技術指標に掲載されている指標の変遷に注目し、指標開発の変遷を見た。過去10年間の分析から、科学技術指標の発展の方向性として以下の4点が見えてくる。

(1) イノベーションや研究開発のアウトカム・インパクトにかかわる指標

これまでの科学技術イノベーションへの政府投資に対する説明責任の観点から、イノベーションや研究開発のアウトカム・インパクトにかかわる指標は、継続的にその充実が求められる。このニーズに応えるべく、科学技術指標の中でも、科学技術とイノベーションを扱う第5章については、他の章に比べて指標の見直しが頻繁に行われている。

現状では、イノベーションについての指標は、イノベーション調査に立脚したものであり、指標の中身もイノベーション実現割合等の基礎的なものに限られる。

² 但し、論文指標については、独自性や革新性、引用の地理的広がりについての指標の導入により、科学技術・イノベーション政策立案に際して、より重要な視点を提示できる可能性がある。

欧州における Community Innovation Survey や科学技術・学術政策研究所による全国イノベーション調査を通じたデータの蓄積、OECD 等による国際比較分析の知見の蓄積が進めば、企業活動におけるイノベーション実現のインパクト等の把握が可能になると思われる。

これに加えて、スタートアップ企業についての指標(数の推移や企業価値の推移等)も、研究開発のアウトカム・インパクトという観点から充実の余地がある。

(2) 知識移転にかかわる指標

第 5 期科学技術基本計画においては、オープンイノベーションの重要性が言及されている。その中で、大学や公的研究機関と民間企業との組織的な連携の必要性が述べられている、その観点から見ると知識移転にかかわる指標の開発も進めていく必要がある。

前章で見たように、論文や特許といった研究開発のアウトプットにかかる指標群については、これまでの知見の積み重ねから、ほぼ確立している。今後は、これらをつなぐ取組み、つまり科学知識とイノベーション・イノベーションのつながりにかかわる指標の充実が一層求められる。科学技術指標では、サイエンスリンケージにかかる指標の掲載が 2017 年度から始まっているが、今後は、これらの精緻化や充実が必要だろう。

サイエンスリンケージに立脚した分析に併せて、部門間のかかわりについての指標についても、必要性が増すだろう。科学技術指標においては、大学等と民間企業の共同研究数や額についての指標、産学共著論文数等の指標がこれに当たる。これらの指標を継続して収集することに加えて、国際比較の観点も必要になる。

(3) 人文・社会科学系やサービスについての指標

現在、世界においては、IoT(Internet of Things)、ビッグデータ、人工知能をいち早くビジネスに活かし、絶えずビジネスモデルを再構築している企業(GAFA 等)が市場を席卷しており、そこではデータサイエンティストやビッグデータの分析結果を経営に活かすエコノミストが活躍している。

第 5 期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された「Society 5.0」では、複数の異なるシステムを連携、協調させることで新たな価値創出を図り、多種多様な課題や困難を克服できるとされている。

この観点からみると、人文・社会科学系についての指標やサービス貿易額等の非製造業にかかわる指標について充実の必要性も高い。

(4) デジタル化・オープン化・フラット化の視点からの指標

現状の科学技術指標には関連する指標は含めていないが、科学技術における大きな潮流としてデジタル化・オープン化・フラット化が挙げられる。研究現場のデジタル化、それと並行して進むオープン化は、研究プロセスや成果の出し方等に、大きな変化をもたらすとの指摘もある[5]。これに加えて、研究者と市民がフラットな関係で、「集合知の活用」や「共創の場の構築」を行うシチズンサイエンスも萌芽しつつある[6]。

既存の知識生産の仕組みが、一朝一夕で変化することは予想しがたいが、OECD 等の国際機関の動きも注視しつつ、このような新たな潮流を踏まえた指標群の構築も、進めていく必要がある。

冒頭で述べたように、科学技術指標の目的は、科学技術活動の現状を報告することである。この姿勢は、1991 年に公表した「体系科学技術指標－我が国の科学技術活動－」から変わっていない。しかし、指標が目標として設定された瞬間に、研究者の行動に影響を持つようになる。これを踏まえると、科学技術イノベーション政策を進めていく上で必要となる指標の開発に加えて、各種指標の誤用を避けるための取組みを併せて行っていくことも重要であることを最後に指摘する[7]。

参考文献

- [1] 科学技術政策研究所 第 2 研究グループ(1991). 体系科学技術指標－我が国の科学技術活動－, 科学技術・学術政策研究所 NISTEP REPORT No. 19.
- [2] 科学技術・学術政策研究所 科学技術・学術基盤調査研究室 (2018). 科学技術指標 2018, 科学技術・学術政策研究所 調査資料-274. <http://doi.org/10.15108/rm274>
- [3] 本報告で用いた科学技術指標の 2009 年度版から 2018 年度版は、「<http://www.nistep.go.jp/indicator/>」からダウンロードできる。
- [4] 第 5 期科学技術基本計画(平成 28 年 1 月 22 日閣議決定), <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html> (2018 年 9 月 13 日閲覧)
- [5] 林和弘 (2018). 統合イノベーション戦略におけるオープンサイエンス－研究データの戦略的開放による「知の源泉」を担う基盤づくりに向けて－. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 STI Horizon. Vol.4, No.3, p. 42-47. <http://doi.org/10.15108/stih.00145>
- [6] 古屋美和, 住本研一, 林和弘 (2018). シチズンサイエンスを超えた共創型研究の兆しと可能性－Japan Open Science Summit のシチズンサイエンスセッションと事前アンケートの報告－. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 STI Horizon. Vol.4, No.3, p. 36-41. <http://doi.org/10.15108/stih.00145>
- [7] Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S. and Rafols, I. (2015). The Leiden Manifesto for research metrics. Nature, Vol.520, No.7548, p. 429-431.