

Title	日米独における科学技術指標の変遷
Author(s)	神田, 由美子; 伊神, 正貫
Citation	年次学術大会講演要旨集, 37: 628-633
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/18661">http://hdl.handle.net/10119/18661</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

## 日米独における科学技術指標の変遷

○神田由美子, 伊神正貴 (NISTEP)

## 1. 調査の目的

本調査の目的は、科学技術イノベーションの状況をモニタリングする上で必要と考えられる指標を検討する際の基礎資料を作成することである。具体的には、日本、米国、ドイツの科学技術指標及び関連した報告書に使用されている指標(図または表)を収集し、各報告書に掲載されている指標の変遷を分析した。これによって、3か国の指標について進展や指標に対するニーズの変化を概観し、共通点や相違点、特有の指標があるのかを調査した。

## 2. 分析に用いたデータ

本調査の対象とした報告書と関連する情報を示す(図表1)。分析の際には、各国の報告書におけるグラフ若しくは表をひとつの指標<sup>1</sup>と考えた。各報告書の目次等から指標名(図表タイトル)を獲得し、指標名のマッチング、目視確認から、指標の変遷をリスト化した。また、章、節ごとの指標の平均継続年数(回数)を調べた。日本については新規指標割合も調べた。なお、ドイツの報告書については章、節ごとに継続して指標をみるのが困難<sup>2</sup>なため、日本の章、節構成に準じた形で分類し分析を行った。

図表 1 分析に用いたデータ

対象国	日本	米国	ドイツ
作成機関	科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)	全米科学財団 (NSF)	ドイツ連邦教育研究省 (BMBF)
報告書名	科学技術指標	Science & Engineering Indicators	Bundesbericht Forschung und Innovation
対象期間	2009～2021年版(各年)	2012～2020年版(隔年)	2008～2020年版(隔年)
備考	日本及び主要国の科学技術活動を客観的・定量的データに基づき、体系的に把握するための基礎資料	米国及び世界の科学工学(S&E)活動に関する定量的情報を提供する。テーマ別または注目事項の詳細なレポート、州データツールで構成され、2年ごとに大統領と議会に提出される議会報告書	連邦政府と州政府の研究・イノベーション政策に関する包括的な情報を提供し、ドイツの研究・イノベーションシステムの様々な要素を図と数表でわかりやすく、かつ最新の状態で提示

## 3. 各国科学技術指標及び関連した報告書の分析から得られた示唆

## (1) 報告書の章構成について

日本の章構成(研究開発費、研究開発人材、高等教育と科学技術人材、研究開発のアウトプット、科学技術とイノベーション)を基準に見ると、米国では、それらの他に初等・中等教育における数学・科学に関連する章、国民の意識調査の結果を示した科学技術と社会に関係する章がある。また、別途、州に関する指標の報告書がある。ドイツについては、国内とヨーロッパの科学技術イノベーション政策の動向に関連した指標がある。ドイツは州政府に関する指標が本体の報告書に組み込まれている<sup>3</sup>。

日本の科学技術指標でも科学技術と社会に関係する章が、以前には存在していた。昨今のコロナ禍において、科学的知見の信頼性とそれに伴う科学的助言のあり方が、社会的に大きな影響を及ぼしていることは実感としてあり、今後見ていくべき指標の一つであると考えられる。

## (2) 報告書の形態について

米国、ドイツでは2018年版から、Webページのプラットフォーム上で幅広い指標を収集した形態となっている。具体的には、科学技術指標及び関連した報告書の発行元であるNSF、BMBFで調査されている

<sup>1</sup> 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る。

<sup>2</sup> “Bundesbericht Forschung und Innovation”の構成は報告書年により、パート等での分類、章での分類と、その都度異なる場合が多い。

<sup>3</sup> 日本では、別途、県レベルでの科学技術指標が「地域科学技術指標」として作成されているが、発表時期は不定期である。

それぞれの分野、テーマについて特化した分析の報告書やデータベースにリンクされている。なお、米国では2020年以降は従来の概要版が報告書として扱われており、2018年以前の長大な報告書の形態はとっていない。ドイツではプラットフォーム上での指標に加え、従来の報告書としての形態を保ったバージョンも作成している。日本については報告書型の形態での作成を続けている。

日本の科学技術指標についても、報告書のHTML化や各種指標の数値データのエクセルでの提供等を行っている。今後の方向性として、ベースラインとなる指標は報告書での形態による発表を続け、詳細な指標や付随する指標はオンラインで出すようにプラットフォーム化するという形も考えられる。ただし、NSFやBMBFほど機関内で実施している調査が多岐にわたるわけではないNISTEPにとっては、自前での調査で指標のすべてを賄うのは困難であり、他機関の調査へリンクを張っているだけという形になってしまう恐れがある。

図表 2 各国科学技術指標及び関連した報告書の章構成と指標数の状況

(A) 日本: 科学技術指標

	報告書年												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
概要	-	-	-	-	17	14	13	17	27	29(1)	29	38(15)	19
第1章 研究開発費	33	41(1)	39(1)	44(5)	47(8)	46(7)	35	35	37	38	38	36	38
第2章 研究開発人材	32	32	33(2)	38(3)	35(2)	36(3)	36	36	38(1)	41(1)	42	38	38
第3章 高等教育と科学技術人材	24	25(1)	24(1)	25(1)	25(1)	26(1)	25	25	29(4)	29(4)	33(6)	29	29
第4章 研究開発のアウトプット	19(1)	19(1)	21(4)	19(3)	21	27(6)	21	21	28	34(6)	34(6)	30	30
第5章 科学技術とイノベーション	9	9	12	12	14	16(1)	14	19	22	22(2)	26	23(1)	34(7)
計(概要は除く)	117(1)	126(3)	129(8)	138(12)	159(11)	165(18)	144	153	181(5)	193(14)	202(12)	194(15)	188(7)

注: 最新年の章タイトルに合わせている。( )は、うちコラムの指標数である。

(B) 米国: Science & Engineering Indicators

(a) 章構成と指標数

	報告書年				
	2012	2014	2016	2018	2020
概要	38	36	23	18	30
第1章 初等・中等教育における数学・科学教育	17	21	21	9	-
第2章 科学工学の高等教育	32	35	31	26	-
第3章 科学工学の労働力	51	46	43	42	-
第4章 研究開発: 国内動向と国際比較	20	21	14	13	-
第5章 大学の研究開発	34	37	39	41	-
第6章 産業、技術、グローバル市場	68	52	56	55	-
第7章 科学技術: 国民の意識と理解	19	22	25	22	-
第8章 発明、知識移転、イノベーション	-	-	-	30	-
計(概要は除く)	241	234	229	238	-

(b) トピックと指標数

トピック	2020	
	うち重複排除したもの	
大学の研究開発	92	62
COVID-19	15	3
人口動態	137	42
教育	332	22
産業・技術	45	21
国際比較	38	12
発明、知識の移転、イノベーション	53	11
科学技術に関する国民の意識	44	6
研究開発	75	11
労働力	85	18
計	916	208

注: 2020年については、Webページのプラットフォーム上に別途トピックと称してテーマが表され、NSF内にある報告書または調査(Survey)にリンクされている指標数を示した。トピックについては重複しているものもあるため、排除した数値も示した。

(C) ドイツ: Bundesbericht Forschung und Innovation

(a) 構成と指標数

		2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020						
		本編: Hauptband (PDF)	図表	26	47	49	62	28
	数表	54	54	54	50	-	-	-
統計: Daten und Fakten (PDF)	図表	-	-	-	-	38	30	35
	数表	-	-	-	-	51	50	20
BMBFデータポータル(web)	数表	-	-	-	-	(51)	(50)	73(6)
計	図表	26	47	49	62	66	57	53
	数表	54	54	54	50	51	50	87

(b) 日本の「科学技術指標」の章構成に合わせた指標数

	報告書年						
	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
1 研究開発費	12	12	12	19	25	20	20
2 研究開発人材	1	1	1	5	8	8	5
3 高等教育と科学技術人材	0	4	5	7	5	2	2
4 研究開発のアウトプット	0	2	3	2	4	4	4
5 科学技術とイノベーション	0	9	4	5	5	4	8
6 その他	13	16	21	20	11	15	11
計	26	44	46	58	58	53	50

注: (a)について、報告書によっては、重複している図表がある。BMBFデータポータルでは「FORSCHUNG UND INNOVATION(研究とイノベーション)」の数表を対象とした。統計の数表とBMBFデータポータルと重複しており、( )内は重複している数表の数値である。(b)について、重複している図表は除いている。

### (3) 国際比較の対象国・地域について

日本では、米国、英国、ドイツ、フランス、中国、韓国、EU を主な比較対象国・地域としている。指標(論文、特許等)によっては、多数の国・地域を対象として国際比較をしているが、主要な比較対象としての7か国に変化はない。米国についても主な比較対象国・地域に変化はないが、テーマによっては比較対象国・地域を変えている。たとえば、博士号取得者数などは、比較対象国にロシアやインドが加わっている。インドは研究開発費や論文数の指標でも比較対象国に加わっている。なお、共著論文ではカナダ、イタリアも比較対象国となっている。また、産業やグローバル市場に関連した指標では、EU、日本、中国が主な比較対象国・地域であり、それにアジア地域が対象となっている。ドイツについては、欧州とドイツ、欧州以外とドイツという視点で主要国比較をしていることが多い。欧州の主要国とは主に、英国、フランス、EUである。それにオーストリア、スイス、スウェーデン、フィンランドが加わることもある。欧州以外では、日本、米国、中国、韓国が対象となっている。

アジアにおける日本の立ち位置を知るという観点からは、日本でもドイツのように、地理的に近い国・地域を比較対象国・地域に含めていくという方向性も考えられる。

### (4) 研究開発費等について

研究開発費については、日本、米国、ドイツともに概ね同様の指標を掲載している。科学技術関係予算については、国のシステムが異なることもあり、米国、ドイツは連邦政府の予算とともに州の予算についての指標がある。ドイツの多くは、大学は州政府によって支出・運営されていることから連邦政府と同様の指標が掲載されている。

米国やドイツでは教育に関する支出も見ている。教育支出については日本の科学技術指標にはない。教育に関する指標としては2008年以前にPISSAやTIMSSの結果を掲載したことはあったが日本の科学技術指標では教育支出に関する指標はなかった。教育に関する支出も研究開発費と同様に、高度研究人材を育てていくために必要な支出であると考えれば、今後、見ていく必要があると考えられる。

### (5) 人材関連について

研究開発人材については、日本では研究者がメインであるのに対し、ドイツでは研究開発人材レベルつまり研究者と研究支援者を合わせて見ている。米国では職業分類のうち科学者・工学者の研究活動を行う者を見ている。科学技術分野の労働力のひとつとして人材をとらえており、研究者、研究支援者のという名目の指標は掲載されていない<sup>4</sup>。なお、米国の研究開発人材は男女別に加え、人種、民族別の状況についても見ている。米国ではマイノリティの社会的構造的不平等の問題もあり、DE&I(ダイバーシティ、エクイティ&インクルージョン)<sup>5</sup>を重視していることがわかる。学位取得者については、日本、米国、ドイツともに注目している。米国では、博士号取得者の雇用状況について指標が数多くあり、大学における博士号保持者については別の章にもある。また、外国人博士号取得者についての指標も多い。なお、米国、ドイツではSTEM分野に特化した学位取得者を見ている。

日本の研究開発人材の指標が他国と比べ、決定的に欠けているのは、外国人研究者に関する指標である。これは日本の「科学技術研究調査<sup>6</sup>」では外国人研究者について把握していないためである。外国人研究者の情報が科学技術・イノベーション政策の立案等において重要であるのであれば、「科学技術研究調査」で把握できるようにすることも必要と思われる。

### (6) アウトプット関連について

研究開発のアウトプットの指標である論文については、日本、米国ともに全体を通して指標数が多く、注目度の高い指標といえる。日本、米国では基本的な論文分析に加え、分野別、共著論文数も見ている。米国ではさらに、2018年から著者の属性別(海外や女性)での状況やオープンアクセスの状況も見ている。ドイツでは基本的な論文数、注目度の高い論文数を掲載しており、分析の種類は多くない。2016年以降は、人口100万人あたりの論文数を掲載している。

<sup>4</sup> ただし、別途報告書を見ると、企業部門については、NSF, “Business Research and Development”において、“Researcher”、“R&D technicians and equivalent staff”、“Other R&D supporting staff”の数値がある。大学部門については、NSF, “Higher Education Research and Development: FY2020”に、“Researcher”、“R&D technicians”、“R&D support staff”の数値が掲載されている。いずれもwebページのプラットフォームからリンク先が示されている。

<sup>5</sup> Diversity, equity, and inclusion

<sup>6</sup> 統計法に基づく基幹統計調査(基幹統計である科学技術研究統計を作成するための調査)として、我が国の企業、非営利団体・公的機関及び大学等について、研究費、研究関係従業者など、毎年の研究活動の実態を把握することにより、科学技術振興に必要な基礎資料となる結果を提供する調査。総務省統計局が実施。<https://www.stat.go.jp/data/kagaku/index.html>

日本では特許の指標も研究開発のアウトプットと位置付けており、国際比較可能なパテントファミリー数の指標を掲載している。米国では研究開発のアウトプットとしては、大学の特許活動や特許から論文への引用(サイエンスリンケージ)についての指標が掲載されている。国全体の特許活動については大学での特許活動とは分けて、イノベーション関連指標として位置づけられていたが、2018年では大学の特許活動もイノベーション関連指標として掲載されている。ドイツでは国全体の特許数を掲載している。

日本の研究開発のアウトプット指標としての論文、特許の指標は、相対的に指標が充実していると考えられる。他方で、研究開発のアウトプットとして論文、特許だけに注目してよいのかという問題もある。研究開発のアウトプット指標を新規で開発していくにはリソースが必要であるが、他国の情報を常にモニタリングし、日本でも活用可能な指標は科学技術指標に取り込んでいくことが必要であると考えられる。

## (7) イノベーション関連について

日本、米国、ドイツともに、イノベーション関連の主な指標としては、イノベーション調査の結果、技術貿易、産業貿易が挙げられる。イノベーション調査の結果を用いた指標数が最も多いのはドイツである。これは、欧州では、欧州共同体イノベーション調査(CIS)<sup>7</sup>によって国際比較可能な形で調査が実施されているためと考えられる。また、指数化したイノベーション指標の結果を掲載しているのはドイツだけである。米国では、特許についてはイノベーション関連指標としている。ハイテクノロジー(High R&D intensive)産業貿易については、日本、米国、ドイツともに継続して指標を掲載している。ミディアムハイテクノロジー(Medium-high R&D intensive)産業貿易については日本が2013年から掲載しているのに対し、米国では2018年から掲載するようになった。

なお、米国は以前より、知識・技術集約型<sup>8</sup>産業(知識集約型<sup>9</sup>産業とハイテクノロジー産業)に注目していた。2018年からはミディアムハイテクノロジー産業が知識・技術集約型産業に加わった。日本との違いは、公的な医療と教育、ビジネス<sup>10</sup>、情報<sup>11</sup>、金融<sup>12</sup>サービスといった知識集約型産業を見ている点である。これについては日本では見ていないため、今後注目すべき点であると考えられる。商標については、日本では2021年から商標の指標に注力しているのに対し、米国では2012年での掲載で中断している。ドイツでは商標の指標はなかった。

日本では科学技術とイノベーションの章の充実を図ることとし、指標数も増やしてきたが、イノベーション関連指標については、更なる充実が必要と考えられる。具体的な例としては、付加価値が高い産業の状況、大学と企業との知識移転や人材の流通・連携、経済安全保障に関する指標などが挙げられる。

## 参考文献

文部科学省 科学技術・学術政策研究所(NISTEP), 「科学技術指標」2009~2021年版(各年), <https://www.nistep.go.jp/research/indicators>

National Science Foundation (NSF), “The State of Science & Engineering Indicators” 2012~2020年版(隔年), <https://ncses.nsf.gov/indicators>

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), “Bundesbericht Forschung und Innovation” 2008~2020年版(隔年), <https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/>

<sup>7</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>

<sup>8</sup> Knowledge and technology intensive

<sup>9</sup> Knowledge-intensive services: 商業的なビジネス、金融、情報通信サービスおよび主に公的支援を受けている教育や医療サービスを含む。

<sup>10</sup> エンジニアリング、コンサルティング、研究開発サービス

<sup>11</sup> コンピュータープログラミング、IT サービス

<sup>12</sup> 銀行、保険、証券、証券市場など

【参考】各国科学技術指標及び関連した報告書の節ごとの  
のべ指標数、平均継続年数、新規指標割合(2019年度以降)

(A) 日本: 科学技術指標

章	節	のべ指標数	平均継続年数 (コラム除く)	新規指標割合 (2019年以降)	章	節	のべ指標数	平均継続年数 (コラム除く)	新規指標割合 (2019年以降)
第1章	研究開発費の国際比較	7	10.7	0%	第3章	日本の教育機関の学生数	1	13.0	0%
	政府の予算	13	10.0	23%		高等教育機関の学生	10	10.4	20%
	公的機関部門の研究開発費	2	13.0	0%		学生の進路	9	13.0	0%
	企業部門の研究開発費	10	8.8	0%		学位取得者の国際比較	7	10.0	29%
	大学部門の研究開発費	15	8.8	13%		外国人学生	6	4.2	0%
第2章	性格別研究開発費	7	4.9	14%	第4章	論文	12	12.3	0%
	研究者数の国際比較	8	11.4	0%		特許	18	7.1	11%
	博士号保持者	3	5.0	67%		サイエンスリンケージ等	9	4.4	0%
	女性研究者	4	11.5	0%		技術貿易	6	10.2	0%
	外国人研究者	2	12.0	0%		産業貿易の構造と付加価値	9	6.9	33%
	ポストドクター	2	9.5	0%	第5章	商標出願	4	3.5	75%
	流動性等	5	6.6	0%		研究開発とイノベーション	11	4.2	27%
	公的機関部門の研究者	3	13.0	0%		産学連携	4	4.5	25%
	企業部門の研究者	7	8.0	14%		企業家精神	5	2.8	40%
	大学部門の研究者	11	7.0	0%		全要素生産性	2	3.0	0%
研究支援者	7	9.0	0%						

注: コラムの指標は除いている。平均継続年数とは、その節に含まれる指標の平均継続年数。新規指標割合とは、その節に含まれるのべ指標数の中で、2019年以降に導入されたものの割合。

(B) 米国: Science & Engineering Indicators

章	節	のべ指標数	平均継続回数	章	節	のべ指標数	平均継続回数
第1章	数学と科学における生徒の学習	20	1.2	第5章	大学の研究開発のための費用額と負担額	18	1.9
	高校での数学と科学の履修状況	11	1.1		大学における博士の科学技術労働力	22	1.7
	インストラクショナルテクノロジーとデジタルラーニング	2	1.0		大学の研究開発のためのインフラ	3	3.7
第2章	数学と科学の教師	17	1.2	科学工学分野の研究の成果: 論文	35	1.5	
	高等教育への移行	7	1.4	科学工学分野の研究の成果: 特許	7	2.1	
	国際的な科学工学分野の高等教育	12	2.8	世界経済における知識・技術基盤	6	1.5	
	米国における学部教育、入学者数、学位数	10	2.7	世界経済における知識・技術集約型産業	14	1.0	
	米国における大学院教育、入学者数、学位数	11	3.4	知識・技術集約型産業のパターンと傾向	24	1.7	
第3章	米国の高等教育制度	11	2.2	知識・技術集約型産業の世界分布	22	1.0	
	科学工学分野の労働市場の状況	37	1.7	第6章 知識・技術集約型製品・サービスの貿易の世界的傾向	16	1.4	
	科学工学分野の労働力の範囲	15	2.3	米国とその他主要国・地域のイノベーション関連指標	36	1.3	
	経済における科学工学分野の労働者	3	1.7	貿易とその他のグローバル化指標	20	1.2	
	移民と科学工学の労働力	14	1.7	クリーンエネルギー技術への投資とイノベーション	27	1.1	
	科学工学分野の雇用者の人口動態	6	2.2	持続可能エネルギー研究・技術の世界動向	14	1.0	
	科学工学分野の雇用者の年齢と定年退職について	2	3.5	イントロダクション	2	2.0	
第4章	科学工学分野の労働力における女性とマイノリティー	9	2.4	関心、情報源、関与の度合い	8	2.8	
	世界の研究開発労働力	8	1.8	第7章 科学技術に関する一般知識	6	2.5	
	米国の研究開発実績の推移	8	2.9	科学技術全般に関する国民の意識	12	2.3	
	研究開発実績の国際比較	6	2.5	科学技術に関連する特定の問題についての国民の意識	16	1.3	
	企業の研究開発の国際比較	9	1.0	発明: 米国と世界の比較	9	1.0	
第8章	連邦政府の研究開発	8	2.6	知識移転	4	1.0	
				イノベーション指標: 米国と他の主要経済国	15	1.0	

注: 平均継続年数とは、その節に含まれる指標の平均継続年数。

(C) ドイツ: Bundesbericht Forschung und Innovation

番号	分類	のべ指標数	平均継続回数	番号	分類	のべ指標数	平均継続回数
	研究開発費の国際比較	13	1.8		高等教育機関の学生	4	2.0
	研究開発費	12	2.3	3	学位取得者	5	2.6
	政府の予算	16	2.2		外国人学生	2	1.0
1	政府の予算/州の予算	3	3.7		高等教育における女性	1	2.0
	州の研究開発費	4	1.5	4	論文	3	3.0
	企業部門の研究開発費	7	1.4		特許	3	3.0
	大学部門の研究開発費/教育費	4	1.8		論文/特許	1	1.0
	研究開発人材	8	1.9		産業貿易の構造と付加価値	3	2.0
	女性の研究開発人材	1	1.0	5	研究開発とイノベーション	21	1.3
2	公的機関部門の研究開発人材	2	1.0		企業家精神	1	1.0
	企業部門の研究開発人材	3	1.0		ドイツの研究・イノベーションシステム	6	2.7
	大学部門の研究開発人材	2	1.0		政策動向	13	2.0
	流動性等/外国人研究者	4	1.5	6	研究開発実施機関	18	2.8
					教育/政策動向	1	1.0
					研究開発の国際比較	7	1.4
					経済成長	3	1.0

注: 日本の「科学技術指標」の章構成に合わせたものである。平均継続年数とは、その分類に含まれる指標の平均継続年数。