

第 37 回腎臓セミナー・Nexus Japan プロシーディング

特別講演

日本の科学研究における国際競争力の動向

Trends in international competitiveness of Japan's scientific research

伊神正貫 阪 彩香 神田由美子

Masatsura IGAMI, Ayaka SAKA, and Yumiko KANDA

はじめに

2015 年度は、第 4 期科学技術基本計画(2011~2015 年度の 5 年間)の最終年度であり、現在、第 5 期科学技術基本計画の策定に向けた議論が進められている^{*1}。過去、第 1~4 期の 20 年にわたる科学技術基本計画の期間中に、日本の科学研究の状況や世界における相対的な位置づけは、どのように変化してきたのだろうか。本稿では、科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が 2015 年 8 月に公表した 2 つのレポート(科学技術指標 2015¹⁾、科学研究のベンチマーキング 2015²⁾)に基づき、研究開発費や研究者数、論文分析からみえる科学研究の状況の国際比較および長期的な変化について紹介する。

科学技術指標は、1991 年から定期的に公表している報告書であり、科学技術活動を「研究開発費」、「研究開発人材」、「高等教育」、「研究開発のアウトプット(論文、特許など)」、「科学技術とイノベーション」の 5 つのカテゴリーに分類し、約 150 の指標で日本および主要国の状況を把握している。

「科学研究のベンチマーキング 2015」では、科学技術指標の論文部分を詳細に分析している。論文数や注目度の高い論文数などから日本の状況を分野ごとに分析し、主要国との比較を実施している。また、日本については、部門別・組織区分別での分析を加え、日本内部の論文産出構造の時系列変化を明らかにしている。

「科学技術指標 2015」、「科学研究のベンチマーキング 2015」とともに、NISTEP のウェブページ(<http://www.nistep.go.jp/>)

において報告書を公開しているため、詳細については報告書を参照願いたい。

研究開発費や研究者数からみる日本と主要国の状況

はじめに研究開発費や研究者数というインプットの観点から日本と主要国の状況をみる。図 1 に主要国における研究開発費総額の対 GDP(国内総生産)比率の推移を示した。日本の研究開発費総額の対 GDP 比率は、最新年である 2013 年に 3.75% (OECD 推計 3.45%) であり、主要国のなかでも高い水準にある。ここ 10 年の変化に注目すると、英国、フランスを除いた主要国での研究開発費総額の対 GDP 比率は増加傾向にある。ただし、この間、日本の GDP は減少(2004~2013 年で-3.9%)にあることから、日本の研究開発費総額の対 GDP 比率の増加分の一定割合は、GDP の減少による効果である。他方、米国、ドイツ、中国、韓国では、経済規模が拡大(2004~2013 年の GDP の増加率は米国 36.6%、ドイツ 23.9%、中国 264.5%、韓国 63.0%)すると同時に研究開発費総額の対 GDP 比率も上昇している。

研究開発費における政府の役割(負担割合)を図 2 に示した。最も大きい国はフランスであり 2012 年で 35.0% である。日本は、ここで示した 7 カ国のなかでは最も低い割合となっており、2013 年の政府負担割合は 19.5% (OECD 推計 17.3%) である。これは、日本の研究開発費の負担先においては、企業(69.6%)に加えて、私立大学(9.6%、主に授業料収入から成り立つと考えられる)の割合が他国と比較し

^{*1} 内閣府総合科学技術・イノベーション会議における議論の様子は、Web サイト (<http://www8.cao.go.jp/cstp/>) において公表されている。

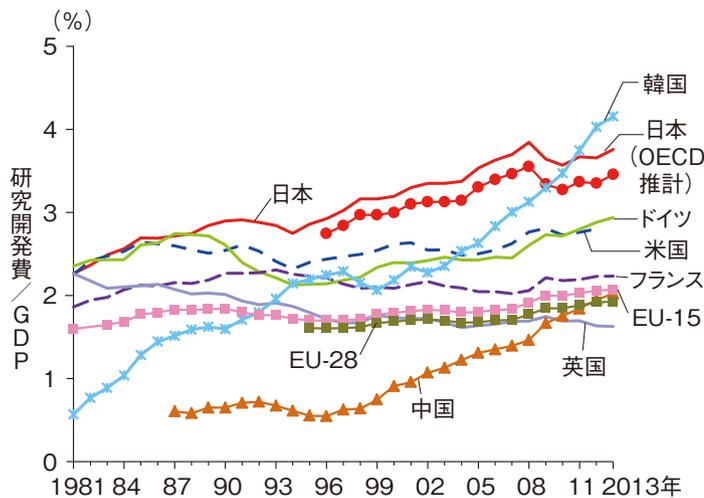


図1 主要国における研究開発費総額の対 GDP 比率の推移
(文献1より引用)

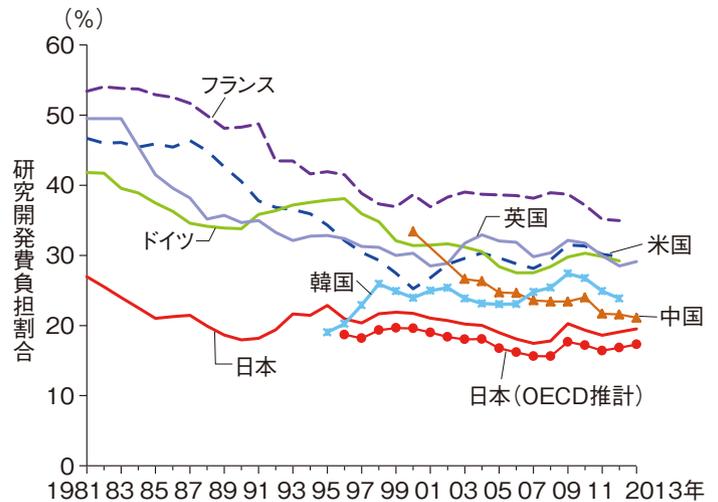


図2 主要国における政府の研究開発費負担割合の推移
(文献1より引用)

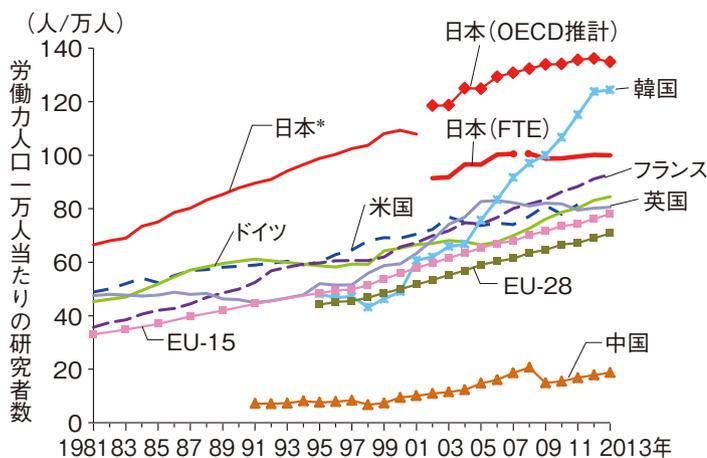


図3 主要国における労働力人口当たりの研究者数の推移
*HC はヘッドカウント研究者数, FTE は研究に従事する度合いを考慮した実質研究者数
(文献1より引用)

て高いためである。

研究開発費と並んで重要なインプットが研究者数である。図3に主要国における労働力人口当たりの研究者数の推移を示した。日本の労働力人口当たりの研究者数(FTE^{※2})は、2000年代前半は主要国のなかで最も高い値であったが、2009年には韓国が日本を上回った。主要国のなかで、日本(FTE)は2013年時点でも高い水準にある。しかし、図4に示した過去10年程度の研究者数の変化をみると、英国を除く主要国において研究者数が増加しているのに対して、日本の研究者数(FTE)はほぼ横ばいとなっている。部門別にみるとドイツでは大学の研究者数、フランスや韓国

では企業の研究者数の伸びが特に顕著である。

論文分析からみる日本と主要国の状況

次に、研究開発のアウトプットの一つである論文に着目する。表1に示したのは、国・地域別でみた論文数および注目度の高い論文数である。日本の論文数(2011～2013年(PY)の平均)は、論文の生産への貢献度をみる分数カウント法^{※3}では、米、中に次ぐ第3位である。また、注目度の高い論文数(Top10%)では、米、中、英、独、仏に次ぐ第6位であり、注目度の高い論文数(Top1%)では米、中、英、独、仏、加に次ぐ第7位である。

10年前と比較して日本の論文数は横ばい傾向であるが、他国の論文数の拡大により順位を下げていることがわかる。その傾向は、特に注目度の高い論文数(Top1%やTop10%)において顕著である。

図5は、論文数および注目度の高い論文数(Top1%およ

^{※2} 研究者数の測定方法として、実数(ヘッドカウント)によるものと、研究に従事した割合を考慮したもの(FTE:フルタイム換算)の2種類がある。主要国の研究者数はFTEによって計測されているので、日本と他国との比較を行う際は日本(FTE)を用いるのが適当である。

^{※3} 分数カウント法とは、1件の論文が日本の機関Aと米国の機関Bの共著の場合、日本を1/2、米国の機関Bの共著の場合、日本を1、米国の機関Bの共著の場合、日本を1、米国の機関Bの共著の場合、日本を1、米国の機関Bの共著の場合、日本を1と数える方法であり、論文の生産への貢献度を示している。整数カウント法は、1件の論文が日本の機関Aと米国の機関Bの共著の場合、日本を1、米国の機関Bの共著の場合、日本を1、米国の機関Bの共著の場合、日本を1と数える方法であり、論文の生産への関与度を示している。なお、いずれのカウント方法とも、著者の所属機関の国情報を用いてカウントを行っている。

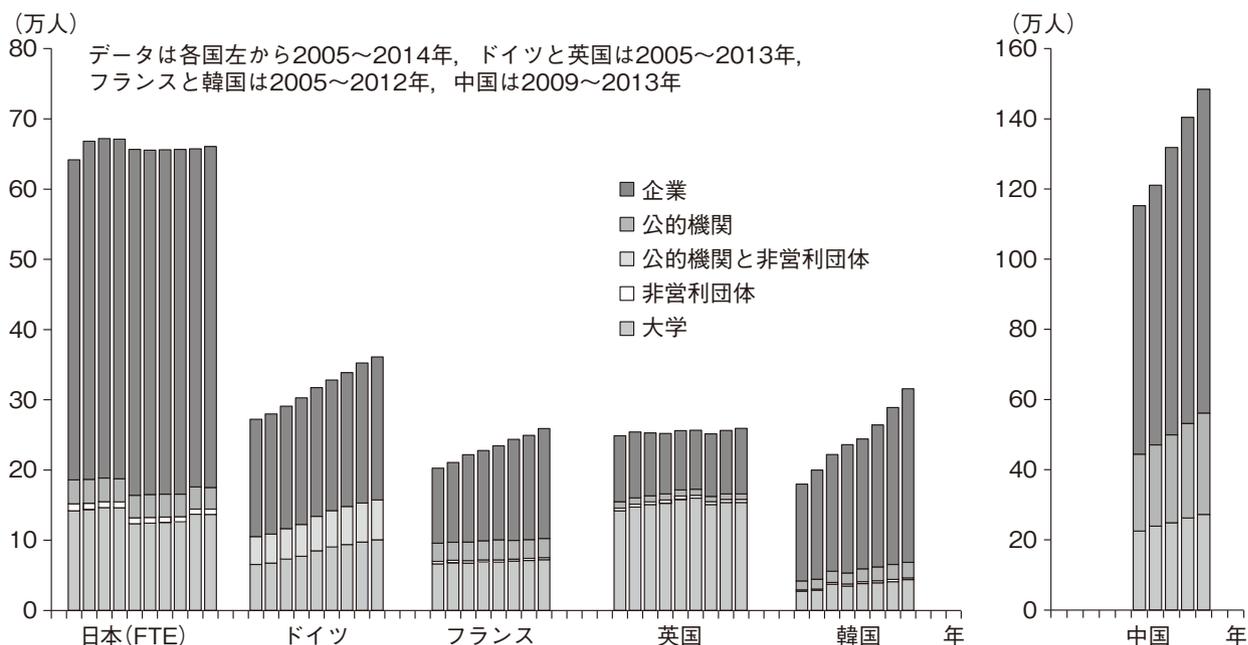


図4 部門別研究者数の推移

注1：日本の企業における「研究者」とは、大学(短期大学を除く)の課程を修了した者、またこれと同等以上の専門的知識を有する者で、特定の研究テーマを持って研究を行っている者をいう。

注2：米国データからは企業部門以外の状況が把握できないため、ここには示していない。

(文献1より引用)

びTop10%)における日本の世界ランクの変化を分野別に示した結果である。矢印の始点が2001～2003年のランク、終点が2011～2013年のランクを示している。論文の生産への貢献度(分数カウント法)における日本の相対的位置づけをみると、日本の論文数や注目度の高い論文数における世界ランクが、全体および多くの分野で2001～2003年に比べて後退している。

また、論文の生産へどれだけ関与したかという観点から日本の位置づけをみることで整数カウント法による分析を行うと、こちらにおいても論文数や注目度の高い論文数における世界ランクが、全体および多くの分野で2001～2003年に比べて後退している。

全体の論文数に注目して、日本の世界ランクの変化をみると、分数カウントよりも整数カウント、論文数よりも注目度が高い論文数、つまり注目度が高い論文への関与において日本の世界ランクの後退が著しい。これは、世界的に国際共著論文が増加しており、加えて国内論文よりも国際論文のほうが被引用数が高い傾向にあることによる。

図6は、日本、英国、ドイツが関与している注目度が高い論文(Top10%)について、その共著形態を分析した結果である。英国とドイツでは国内論文は1990年代後半から同程度の数で推移しているが、国際共著論文数が著しい増加

を示している。他方、日本の国際共著論文数は増加しているが、その度合いは英国やドイツよりも小さい。つまり、日本でも科学研究における国際化は進んでいるが、他国がそれ以上の速さで国際共著論文を増やしている。この結果として、注目度が高い論文への関与において、日本の世界ランク(プレゼンス)の著しい低下が生じている。

日本のプレゼンスの低下は、表2に示した米国の国際共著相手からも明らかである。一例として臨床医学に注目すると、2001～2003年に日本は4位に位置していたが、2011～2013年では9位となっている。他方、同じアジア圏の中国は、米国の国際共著相手として存在感を高めている。米国の全分野および8分野中6分野において、国際共著相手の第1位に中国が位置している。

日本内部の論文産出構造の時系列変化

日本内部の論文産出構造の時系列変化を把握するため、組織区別の論文数をみると(表3)、全体および各分野において、1番大きなシェアを持つ組織区分(第1組織区分)は国立大学である。2番目に大きなシェアを持つ組織区分(第2組織区分)は全体では私立大学であるが、分野によっては特殊法人・独立行政法人や企業となる。

表1 国・地域別でみた論文数および注目度の高い論文数(Top 10%, Top 1%) : 上位10カ国・地域(分数カウント法)

PY (出版年) 2001~2003				→	PY (出版年) 2011~2013			
PY2001~2003年 (平均)					PY2011~2013年 (平均)			
国名	論文数			国名	論文数			
	論文数	シェア	世界ランク		論文数	シェア	世界ランク	
米国	206,916	26.8	1	米国	263,133	21.0	1	
日本	66,635	8.6	2	中国	163,891	13.1	2	
ドイツ	50,859	6.6	3	日本	64,843	5.2	3	
英国	49,560	6.4	4	ドイツ	63,087	5.0	4	
フランス	36,604	4.7	5	英国	57,433	4.6	5	
中国	35,147	4.5	6	フランス	44,455	3.5	6	
イタリア	27,530	3.6	7	インド	43,034	3.4	7	
カナダ	24,763	3.2	8	イタリア	40,763	3.3	8	
ロシア	20,253	2.6	9	韓国	40,323	3.2	9	
スペイン	19,341	2.5	10	カナダ	37,809	3.0	10	

PY2001~2003年 (平均)					PY2011~2013年 (平均)			
Top10%補正論文数					Top10%補正論文数			
国名	論文数			国名	論文数			
	論文数	シェア	世界ランク		論文数	シェア	世界ランク	
米国	31,430	40.8	1	米国	38,509	30.8	1	
英国	6,042	7.8	2	中国	15,062	12.0	2	
ドイツ	5,196	6.7	3	英国	7,983	6.4	3	
日本	4,561	5.9	4	ドイツ	7,711	6.2	4	
フランス	3,549	4.6	5	フランス	4,932	3.9	5	
カナダ	2,816	3.7	6	日本	4,471	3.6	6	
イタリア	2,337	3.0	7	イタリア	4,270	3.4	7	
中国	2,313	3.0	8	カナダ	4,230	3.4	8	
オランダ	1,858	2.4	9	オーストラリア	3,612	2.9	9	
オーストラリア	1,722	2.2	10	スペイン	3,518	2.8	10	

PY2001~2003年 (平均)					PY2011~2013年 (平均)			
Top1%補正論文数					Top1%補正論文数			
国名	論文数			国名	論文数			
	論文数	シェア	世界ランク		論文数	シェア	世界ランク	
米国	3,802	49.3	1	米国	4,613	36.8	1	
英国	633	8.2	2	中国	1,405	11.2	2	
ドイツ	485	6.3	3	英国	880	7.0	3	
日本	363	4.7	4	ドイツ	749	6.0	4	
フランス	296	3.8	5	フランス	459	3.7	5	
カナダ	254	3.3	6	カナダ	419	3.3	6	
中国	190	2.5	7	日本	367	2.9	7	
イタリア	179	2.3	8	オーストラリア	365	2.9	8	
オランダ	176	2.3	9	イタリア	311	2.5	9	
スイス	150	1.9	10	スペイン	310	2.5	10	

注1 : article, review を分析対象とした。

(文献1より引用)

さらに、2001~2003年から2011~2013年の変化をみると、日本の論文数の伸び悩みには、第1組織区分である国立大学における論文数の伸び悩みが影響していることがわかる。ただし、第1~3組織区分すべてが論文数を増加させている環境・地球科学、第1~3組織区分すべてが論文数を低下させている材料科学や物理学、第1組織区分の国立

大学のみ論文数の低下を示す基礎生命科学など、分野により状況が異なる。臨床医学においては、国立大学の論文数は横ばいであるが、私立大学や特殊法人・独立行政法人が論文数を増加させているために、日本全体としての論文数が増加している。

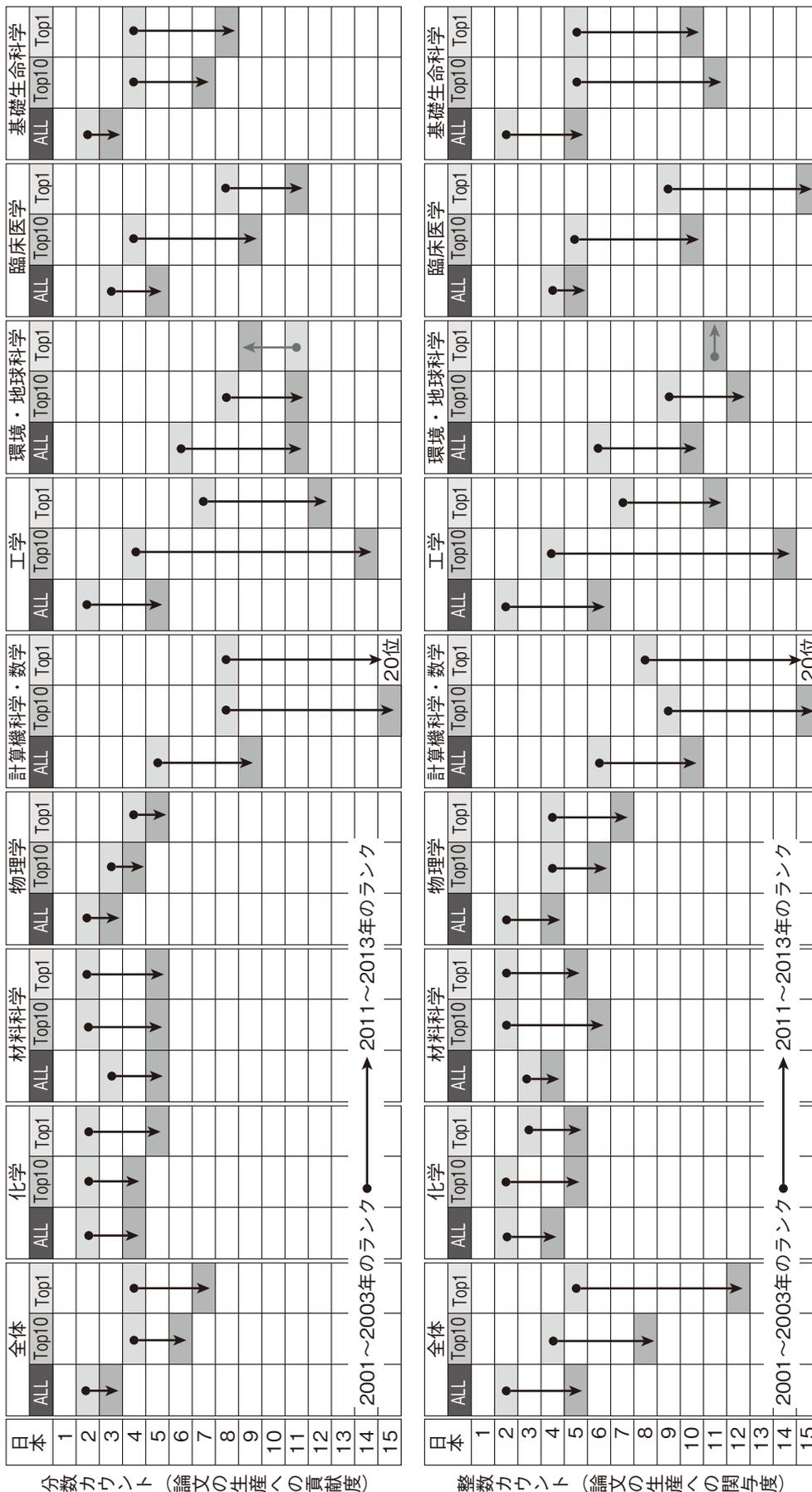


図5 日本の論文数および注目度の高い論文数(Top10%, Top1%)における世界ランクの変化

注1: article, review を分析対象とした。ALL: 論文数が世界で Top10% に入る注目度の高い論文における世界ランク。Top1: 被引用数が世界で Top1% に入る特に注目度の高い論文における世界ランク。矢印始点のランクは 2001 ~ 2003 年、矢印先端のランクは 2011 ~ 2013 年の状況を示している。(文献 2 より引用)

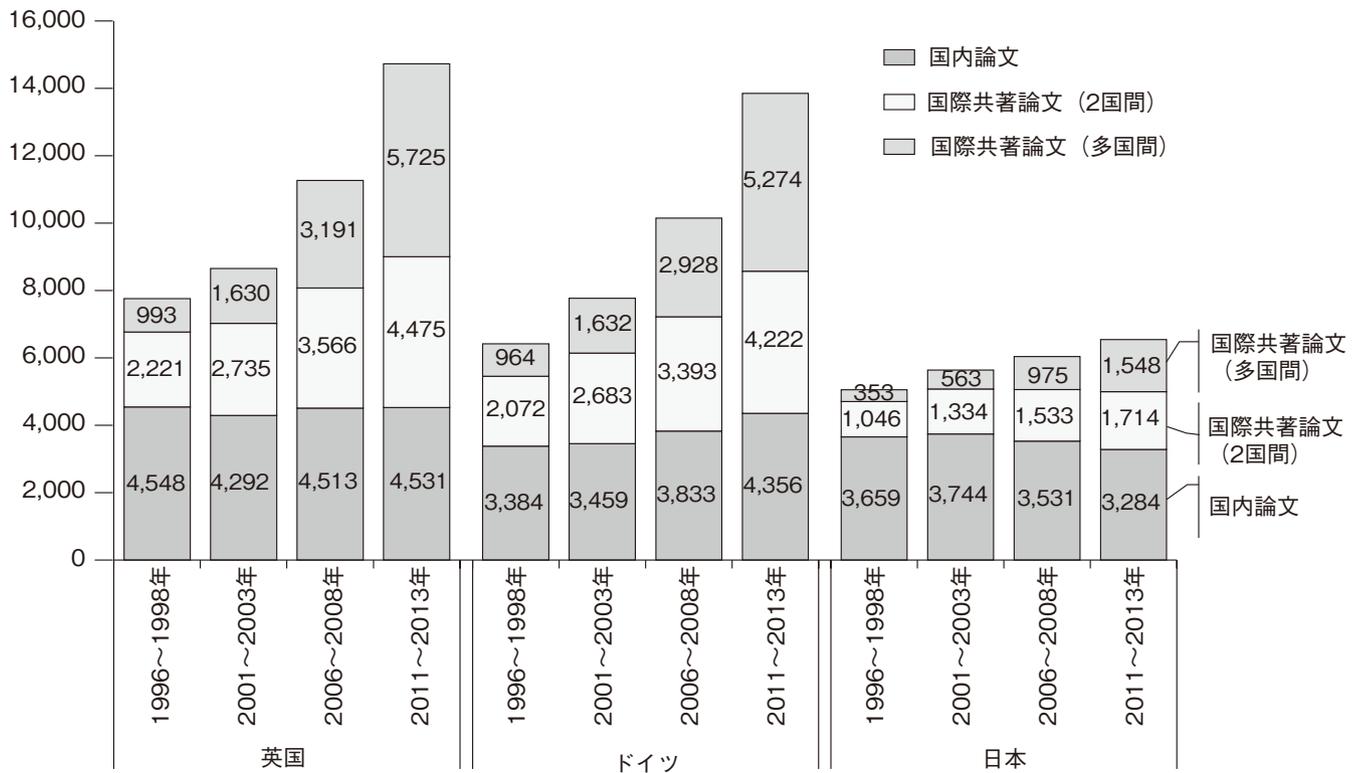


図6 日本、英国、ドイツが関与した注目度の高い論文(Top10%)の共著形態

注1: article, review を分析対象とし、整数カウントにより分析。3年移動平均値である。

注2: 国内論文とは、当該国の研究機関単独で産出した論文と、当該国の複数の研究機関の共著論文を含む。

注3: 多国間共著論文は、3カ国以上の研究機関が共同した論文を指す。(文献2より引用)

表2 米国における主要な国際共著相手国・地域上位10(2011~2013年, %)

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	中国 17.3%	英国 13.3%	ドイツ 12.4%	カナダ 11.0%	フランス 8.2%	イタリア 7.1%	日本 6.3%	オーストラリア 5.9%	韓国 5.8%	スペイン 5.4%
化学	中国 23.2%	ドイツ 10.4%	韓国 8.3%	英国 8.3%	フランス 6.0%	日本 5.8%	カナダ 5.4%	イタリア 4.7%	インド 4.5%	スペイン 4.4%
材料科学	中国 29.1%	韓国 13.3%	ドイツ 8.3%	英国 6.9%	日本 5.8%	フランス 5.1%	カナダ 4.6%	インド 4.2%	オーストラリア 3.4%	イタリア 3.2%
物理学	ドイツ 23.5%	英国 18.5%	中国 17.5%	フランス 15.6%	イタリア 11.7%	日本 10.5%	カナダ 9.9%	スペイン 9.9%	ロシア 7.9%	スイス 7.4%
計算機科学・数学	中国 22.9%	英国 8.6%	カナダ 8.6%	ドイツ 8.0%	フランス 7.8%	韓国 6.5%	イタリア 4.7%	イスラエル 4.0%	スペイン 3.9%	オーストラリア 3.2%
工学	中国 26.6%	韓国 9.7%	カナダ 7.2%	英国 5.9%	ドイツ 5.6%	フランス 5.2%	イタリア 5.1%	台湾 4.0%	日本 3.9%	スペイン 3.5%
環境・地球科学	中国 18.2%	英国 14.6%	カナダ 13.5%	ドイツ 11.7%	フランス 9.7%	オーストラリア 8.7%	日本 5.5%	スイス 5.1%	イタリア 5.0%	スペイン 4.8%
臨床医学	カナダ 14.8%	英国 14.8%	ドイツ 12.8%	中国 12.4%	イタリア 9.8%	フランス 7.3%	オランダ 7.2%	オーストラリア 7.0%	日本 6.2%	スペイン 5.4%
基礎生命科学	中国 15.3%	英国 13.4%	ドイツ 11.2%	カナダ 11.0%	フランス 7.0%	日本 6.5%	オーストラリア 6.2%	イタリア 6.0%	スペイン 4.9%	オランダ 4.7%

日本
13位

注1: 整数カウント法による。矢印始点の位置は、2001~2003年の日本のランクである。矢印先端が2011~2013年の日本のランクである。シェアは、米国における国際共著論文に占める当該国・地域の割合を指す。(文献2より引用)

表3 論文の主要組織区分構造(分数カウント法)

2001～2003年から 2011～2013年への変化	論文数							
	日本全体	第1組織区分		第2組織区分		第3組織区分		
全体	➡ -3%	国立大学	➡ -4%	私立大学	↑ 12%	特法・独法	↑ 8%	
化学	↓ -12%	国立大学	↓ -12%	私立大学	↓ -9%	特法・独法	➡ 2%	
材料科学	↓ -21%	国立大学	↓ -12%	特法・独法	↓ -22%	企業	↓ -40%	
物理学	↓ -19%	国立大学	↓ -14%	特法・独法	↓ -13%	私立大学	↓ -15%	
計算機科学・数学	↑ 10%	国立大学	↑ 15%	私立大学	↑ 28%	企業	↓ -43%	
工学	➡ -4%	国立大学	↑ 7%	企業	↓ -37%	私立大学	↑ 27%	
環境・地球科学	↑ 38%	国立大学	↑ 41%	特法・独法	↑ 43%	私立大学	↑ 37%	
臨床医学	↑ 13%	国立大学	➡ 0%	私立大学	↑ 32%	特法・独法	↑ 52%	
基礎生命科学	➡ 0%	国立大学	↓ -6%	私立大学	↑ 15%	特法・独法	↑ 17%	

注1：分数カウントにより分析。図表内の伸び率(%)は、2001～2003年を基準としたときの2011～2013年の該当数の伸びを示す。

注2：第1(2,3)組織区分とは、各分野での日本論文に占める割合が1(2, 3)番目に大きい組織区分を示す。本分析では、組織区分のうち、日本のなかでの論文シェアの大きい組織区分である国立大学、公立大学、私立大学、特殊法人・独立行政法人、企業の5つの組織区分に注目している。

注3：臨床医学の場合、2011～2013年の論文数において「病院」が特殊法人・独立行政法人より大きな役割を果たしていることを確認している。(文献2より引用)

おわりに

本稿では、科学技術・学術政策研究所の研究成果からみえる、日本の科学技術の状況を紹介した。

研究開発費総額の対GDP比率や労働力人口当たりの研究者数という観点からみると、日本は主要国のなかでも高い水準にある。しかしながら過去10年間をみると、拡大傾向にある他の主要国と比べてその勢いは劣っているようにみえる。この傾向は論文でも同じである。日本の論文数は2000年代に入って横ばいである一方、他国が論文数を伸ばしているため、日本の相対的なランクは後退している。

本稿では国としてのマクロな状況を主に議論したが、表3で示したように、実際には分野により研究活動の状況やスタイルは異なる。その点、分野に特化した分析を行ううえで、学会は適度な単位かも知れない。学会が持つ会員の

情報(年齢や所属するセクターなどの情報)、学会として重要と考える雑誌における日本の論文数やシェアなどの状況、科研費の関連する細目における研究資金の状況などのエビデンス情報を通じて、学会が自らの姿を知り、それを基に議論を行うことで、学会としての課題や進むべき方向性も明らかになるのではないかと。当所の活動が、その一助となれば幸いである。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

文献

1. 科学技術・学術政策研究所. 科学技術指標 2015. 調査資料-238, 2015年8月.
2. 科学技術・学術政策研究所. 科学研究のベンチマーキング 2015. 調査資料-239, 2015年8月.