

研究レビュー 5-1

研究論文に着目した大学ベンチマーキング

～日独比較の試み～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

研究レビュー 5-2

研究チームに注目した科学における知識生産の分析

～大規模科学者サーベイから見てきた日米の相違点と類似点～

科学技術基盤調査研究室 伊神 正貫

研究レビュー 5-3-1

大学における研究機器等の共用化

～大学全体の研究活動向上の観点から～

SciSIP室 伊藤 裕子

研究レビュー 5-3-2

ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器 の使用に関する国内研究者意識

科学技術動向研究センター 重茂 浩美

Science and Technology Policy Review Vol.5

June 2013

National Institute of Science and Technology Policy(NISTEP)

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Japan

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います

目 次

科学技術政策研究レビューの趣旨	i
-----------------------	---

〔研究レビュー 5-1〕

研究論文に着目した大学ベンチマーキング～日独比較の試み～

はじめに	1
1 主要国の科学研究のベンチマーキングにみる日本とドイツ	2
2 日本とドイツの大学システムの比較の試み	9

〔研究レビュー 5-2〕

研究チームに注目した科学における知識生産の分析

～大規模科学者サーベイから見てきた日米の相違点と類似点～

はじめに	29
1 背景とリサーチクエスチョン	30
2 分析に用いたデータ	34
3 著者の職位・地位	37
4 研究チームの国際化	40
5 専門分野の多様性	43
6 分析例の紹介	47
7 まとめと考察	55

〔研究レビュー 5-3-1〕

大学における研究機器等の共用化～大学全体の研究活動向上の観点から～

はじめに	61
1 研究機器の共用に関する科学技術政策	63
2 大学の研究機器に関する現状について	65
3 大学の汎用的な研究機器の共用について	67
4 まとめと今後の展望	76

〔研究レビュー 5-3-2〕

ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器の使用に関する国内研究者意識

はじめに	79
1 調査の流れ	80
2 機器の国内使用状況	81
3 海外製機器の国内外価格 ―ライフサイエンスに関わる米国製機器を例に―	85
4 機器価格に関する現状と決定要因、課題とその対応策	87
5 機器の有効活用に向けた方策	91
6 まとめ	94

科学技術政策研究レビューの 趣旨

科学技術政策研究レビューの刊行に当たって

第4期科学技術基本計画においては、科学技術イノベーション政策をいかに実効あるものにしていくかが重要な課題となっております。このような政策形成に当たってのさまざまなエビデンスを提供することは当研究所の使命であり、多様な研究活動を進めております。

最新のデータ等と関係する行政部局等にできるだけ早く提供するという観点から、ひとつの調査研究が終了すると、その成果を単発のレポートとして取りまとめています。その結果として、科学技術政策に関する大きなテーマについて、調査案件毎に細分化されたレポートが独立に存在しており、科学技術政策研究所の調査研究活動全体として何が見えているのか、何が大きな課題なのかというような俯瞰が充分説明できていないのではないかという問題意識を持つようになりました。

そこで、2011年度より、ある程度大きなテーマについて当研究所の研究成果を中心とする俯瞰的レビューを行うため、科学技術政策研究レビューセミナーを開催し、そこでの発表等を取りまとめたレポートを発行することとしました。執筆者は、担当テーマについての政策の流れ、内外の政策研究の動向、他のテーマとの関連性等についての考察にも取り組みます。このような活動は、次に取り組むべき研究課題を浮き彫りにするための「マッピング」としての機能も持つものであり、様々な関係者の皆様からご意見をいただくことも重要と考えております。

本誌は科学技術政策研究レビューの第5号にあたり、今回は、(1)研究論文に着目した大学ベンチマーキング、(2)研究チームに注目した科学における知識生産の分析、(3)大学における研究機器等の共用化、(4)ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器の使用に関する国内研究者意識の4つのテーマを取り上げています。

最後になりましたが、私ども科学技術政策研究所の調査研究活動につきまして、今後ともご指導、ご鞭撻をいただくことをお願い申し上げます。

2013年6月
科学技術政策研究所
所長 榊原 裕二

〔研究レビュー 5－1〕

研究論文に着目した大学ベンチマーキング

～日独比較の試み～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

研究レビュー 5-1

研究論文に着目した大学ベンチマーキング～日独比較の試み～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

前科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

科学技術基盤調査研究室 イリス・ヴィーツォレック

はじめに

本報告は、2012 年 8 月に公表した調査資料-213 研究論文に着目した大学ベンチマーキング 2011(科学技術政策研究所 阪彩香、桑原輝隆)で行った日本の個別大学の研究論文に着目したベンチマーキング手法を基礎として、ドイツの個別大学について分析し、日本とドイツの大学構造の比較を行っている進捗状況である。

なお、本報告に用いた図表のうち出典が明記されていない図表については途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性があるため、引用等はお控えいただきたい。

まず、国単位で見たときに、主要国の科学研究のベンチマーキングにみる日本とドイツを紹介する。それを踏まえた上で、日本の大学、それからドイツの大学がどのような分布になっているか、そこにどのような違いがあるかということをご紹介する。

1. 主要国の科学研究のベンチマーキングにみる日本とドイツ

研究論文に着目した科学研究のベンチマーキングを行う指標として、量的指標として、論文数を扱う。そして、質的な指標として、トップ10%補正論文数、トップ1%補正論文数を用いる。被引用回数が多い論文は、他の研究者から多く注目を集めているということであり、質が高いと扱う指標である。これらの指標において、各国の状況がどのようになっているか、時系列で示している【資料1】。

まず、論文数(量的指標)において、日本は、1999-2001年世界ランク第2位、シェアは9.5%、論文数は7万件程度であるが、現在になると、世界ランク第5位、シェアも減り、数は微増という状況である。一方ドイツは、90年代後半では世界ランク4位であるが、論文数を着実に伸ばし、現在では世界ランクも第3位に順位を1つ上げている。

また、質的指標であるトップ10%補正論文数、トップ1%補正論文数において、日本は確実に該当数を伸ばしている。しかしながら、ドイツも、トップ10%補正論文数、トップ1%補正論文数を大きく着実に伸ばしており、世界ランクを下げることなく、きちんと維持している。したがって、日本とドイツは質の高い論文数を伸ばしているが、世界ランクを日本は落としており、ドイツは維持しているという違いがある。

【資料1】

中国等が急上昇して、日本は相対的にポジションが低下している

- データベースに収録される世界の論文は増加基調である。現在、年間120万件の論文が産出されている。
- 日本は、中国等の台頭により、論文数シェアおよび世界ランクが低下傾向である。

【国・地域別論文発表数:上位10ヶ国・地域(全分野)】

量的指標: 各国の大学や研究機関から産出されている論文数やシェア				質的指標: 被引用数(ある論文が他の論文から引用された回数のこと)が多い論文の数やシェア			
1999年 - 2001年(平均) 論文数 整数カウント				1999年 - 2001年(平均) Top10%補正論文数 整数カウント			
国名	論文数	シェア	世界ランク	国名	論文数	シェア	世界ランク
米国	240,912	31.0	1	米国	37,168	48.9	1
日本	73,844	9.5	2	英国	8,644	11.4	2
英国	70,411	9.1	3	ドイツ	7,685	10.1	3
ドイツ	67,484	8.7	4	日本	5,764	7.6	4
フランス	49,395	6.4	5	フランス	5,380	7.1	5
イタリア	32,738	4.2	6	カナダ	4,099	5.4	6
カナダ	32,101	4.1	7	イタリア	3,336	4.4	7
中国	30,125	3.9	8	オランダ	2,772	3.6	8
ロシア	27,210	3.5	9	オーストラリア	2,413	3.2	9
スペイン	23,149	3.0	10	スイス	2,314	3.0	10
2009年 - 2011年(平均) 論文数 整数カウント				2009年 - 2011年(平均) Top10%補正論文数 整数カウント			
国名	論文数	シェア	世界ランク	国名	論文数	シェア	世界ランク
米国	308,745	26.8	1	米国	46,972	41.0	1
中国	138,457	12.0	2	英国	13,540	11.8	2
ドイツ	86,321	7.5	3	ドイツ	12,942	11.3	3
英国	84,978	7.4	4	中国	11,873	10.4	4
日本	76,149	6.6	5	フランス	8,673	7.6	5
フランス	63,160	5.5	6	カナダ	7,060	6.2	6
イタリア	52,100	4.5	7	日本	6,691	5.8	7
カナダ	50,798	4.4	8	イタリア	6,524	5.7	8
スペイン	43,773	3.8	9	スペイン	5,444	4.7	9
インド	43,144	3.7	10	オーストラリア	5,178	4.5	10
1999年 - 2001年(平均) Top1%補正論文数 整数カウント				2009年 - 2011年(平均) Top1%補正論文数 整数カウント			
国名	論文数	シェア	世界ランク	国名	論文数	シェア	世界ランク
米国	4464	58.7	1	米国	5705	49.7	1
英国	956	12.6	2	英国	1715	15.0	2
ドイツ	768	10.1	3	ドイツ	1532	13.4	3
フランス	512	6.7	4	中国	1148	10.0	4
日本	484	6.4	5	フランス	1021	8.9	5
カナダ	429	5.6	6	カナダ	884	7.7	6
イタリア	305	4.0	7	イタリア	767	6.7	7
オランダ	302	4.0	8	日本	671	5.8	8
スイス	286	3.8	9	オランダ	668	5.8	9
オーストラリア	239	3.1	10	オーストラリア	628	5.5	10

(注) article, article& proceedings, letter, note, 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。
 トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術政策研究所が集計

出典: 科学研究のベンチマーキング2012(調査資料218)

【資料 2】に主要国における論文数とトップ 10%補正論文数の伸び率を示す。90 年代後半と現在の論文数を比較すると、日本の論文数の伸び率は 3%であるが、ドイツは 28%である。

一方、トップ 10%補正論文数を見ると、90 年代後半と現在の論文数を比較すると、日本が 16%、ドイツは 68%であり、ドイツは非常に高い伸び率を示している。

したがって、日本とドイツでは、論文数並びにトップ 10%補正論文数の伸び率に大きな違いがあることが示された。

【資料 2】

日本の産出する論文数および被引用数の多い論文数の伸び悩みが見られる

- 日本は論文数自体の伸び悩みが見られ、この現象はG7で唯一である。
- 被引用数の多い論文(Top10%補正論文数)に関しても同様の傾向である。

【主要国における論文数とTop10%補正論文数の伸び率】

量的指標: 論文数						質的指標: Top10%補正論文数					
指標	区分	国名	1999-2001年 (平均値)	2009-2011年 (平均値)	伸び率	指標	区分	国名	1999-2001年 (平均値)	2009-2011年 (平均値)	伸び率
論文数	全分野	米国	240,912	308,745	28%	Top10% 補正 論文数	全分野	米国	37,168	46,972	26%
		中国	30,125	138,457	360%			中国	1,911	11,873	521%
		英国	70,411	84,978	21%			英国	8,644	13,540	57%
		ドイツ	67,484	86,321	28%			ドイツ	7,685	12,942	68%
		日本	73,844	76,149	3%			日本	5,764	6,691	16%
		韓国	13,828	40,436	192%			韓国	1,029	3,094	201%
		全世界	776,548	1,151,176	48%			全世界	75,997	114,683	51%

(注) article, article& proceedings, letter, note, 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。
トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術政策研究所が集計

出典：科学研究のベンチマーキング 2012（調査資料 218）

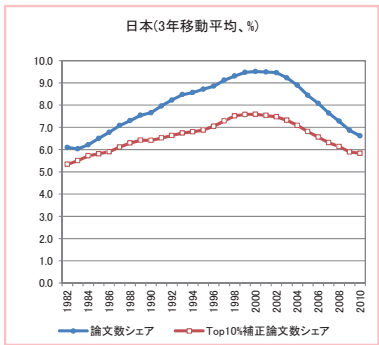
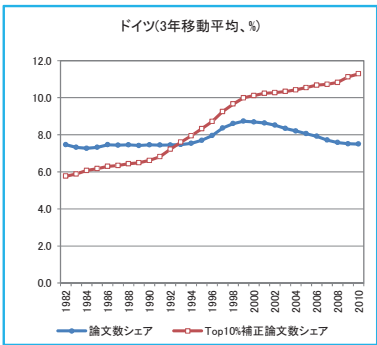
主要国各国の論文数やトップ 10%補正論文数の伸びの世界の伸び率および他国との相対的な位置を確認するため、世界シェアによる比較を行った【資料 3】。

ドイツと日本の論文数シェアとトップ 10%補正論文数シェアの時系列変化を示す。青いラインが論文数シェア、赤いラインがトップ 10%補正論文数シェアを示す。量的指標と質的指標の動きをみると、ドイツの場合は、2000 年代に入り論文シェアは下がっているが、トップ 10%補正論文数シェアが急激に上がっていることが分かる。一方、日本は、2000 年代に入り、論文数シェアおよびトップ 10%補正論文数シェアも低下傾向にあるということが分かり、日本とドイツではこれらの指標の動きが違うことが示された。

【資料 3】

日本とドイツの論文数シェアとTop10%補正論文数シェアの推移

- 日本は、論文数シェアおよびTop10%補正論文数シェアは低下傾向である。
- ドイツは、論文数シェアは低下したが近年横ばいである。Top10%補正論文数については上昇基調である。



(注) article, article& proceedings, letter, note, 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。

出典：科学研究のベンチマーキング 2012（調査資料 218）トムソン・ロイター社 Web of Science を基に、科学技術政策研究所が集計

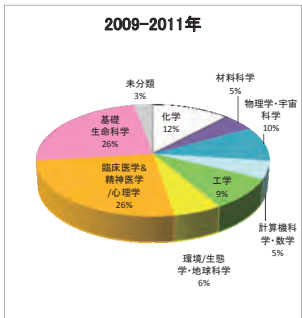
この後、分野別の分析を紹介するので、その基礎情報を示す【資料 4】。トムソン・ロイター社の Web of Science の自然科学系を分析に用いており、分野ごとの分析を行う場合は、ジャーナルごとにトムソン・ロイター社の出している分野分類リストに従い振り分けている。それを基に、化学、材料科学、物理学、計算機・数学、工学、環境・地球科学、臨床医学、基礎生命科学の8分野にさらに大きくまとめ、分析結果を示していく。

ただし、このデータベースを使っていく上で、気をつけなければならないのが、このデータベースの半分が医薬・生命科学系になっている点である。基礎生命科学、臨床医学に強みを持っている国や大学は、全体のシェアを出すときに有利であることに留意すべきである。

【資料4】

全論文の分野内訳(世界、2009-2011年)

No.	分野カテゴリー	集約したESI22分野分類
PF1	化学	化学
PF2	材料科学	材料科学
PF3	物理学	物理学、宇宙科学
PF4	計算機・数学	計算機科学、数学
PF5	工学	工学
PF6	環境・地球科学	環境/生態学、地球科学
PF7	臨床医学	臨床医学、精神医学/心理学
PF8	基礎生命科学	農業科学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物学



材料科学で10%のシェアを持つ場合・・・全論文シェアでは0.5%
臨床医学で10%のシェアを持つ場合・・・全論文シェアでは2.6%

➡ つまり、国単位では臨床医学や基礎生命科学系に強みがある方が、国の全体のシェアは有利であることがわかる。

ここでは、日本とドイツの研究ポートフォリオの比較を示す【資料 5】。研究ポートフォリオとは、どこの分野に強みがあって、どこが弱みかを示す図である。化学、材料科学、物理学、計算機・数学、工学、環境、臨床医学、基礎生命科学の8軸における、世界シェアをプロットしつなげたものである。黒い線が論文数シェア、真ん中のオレンジ色の部分が国際共著論文による部分を示している。

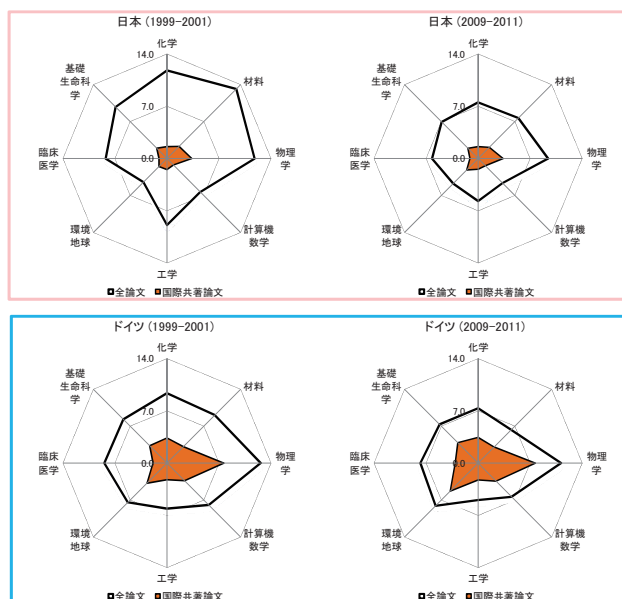
日本の場合、まず 90 年代、化学、材料科学、物理学が強み、環境・地球科学が弱みと見えているが、現在はポートフォリオが円形に近く、強み弱みがはっきりしない。

一方、ドイツの場合、90 年代に比べると、現在はポートフォリオが若干小さくなっていることはあるが、日本のポートフォリオの縮小に比べれば大きな変化ではない。日本との大きな違いは、オレンジ色の部分である国際共著論文による大きな論文シェアを持っている点である。

【資料 5】

日本とドイツの研究ポートフォリオ(論文数世界シェア)の比較

- 日本の研究ポートフォリオは化学や材料科学などが特にシェアを持っていた1999-2001年に比べ、現在は円に近い。ドイツは、臨床医学、物理学、環境・地球科学などでシェアを持っているため、横の楕円に近い。
- 国際共著論文が研究ポートフォリオに占める割合をみると、ドイツは日本に比べて非常に大きいことが分かる。



出典: 科学研究のベンチマーキング2012(調査資料218)

(注) article, article& proceedings, letter, note, 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。
トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術政策研究所が集計

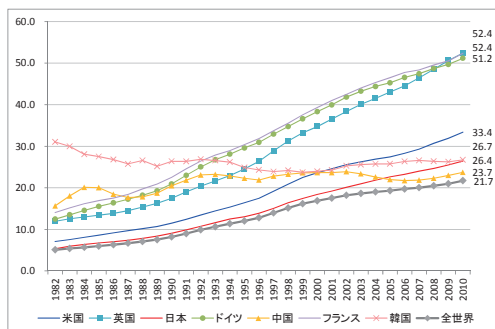
国際共著論文率および国際共著論文数の時系列変化を示す【資料 6】。国際共著論文率については、近年、世界的に非常に著しく増えてきており、最新のデータで見ると、日本が 26.4%に対し、ドイツ、英国およびフランスといった欧州諸国は 50%を超えている。国際共著論文というのは、国際共同研究の成果の一つと考えられ、このような主要国の勢いのある国際共著論文数の伸びを見ると、研究活動のスタイルが急激に変化してきていることが伺える。

【資料 6】

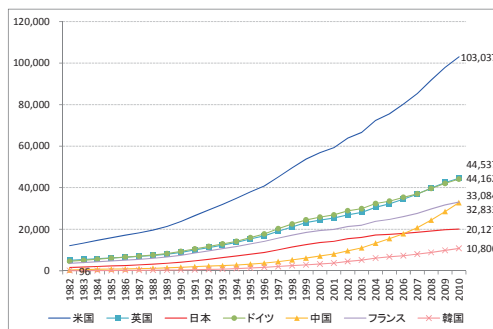
主要国の全論文に占める国際共著論文の割合

- 国際共著率は国によりかなり異なる。英国、ドイツ、フランスが50%を超えており、日本26%、米国33%、中国24%である。つまり、主要国では、協調という研究活動スタイルが、一定程度の科学論文の量を生みだしていることが分かった。
- また、欧州では軒並み50%近くが協調スタイルをとっていることは、少なくとも地理的な要因と、EU フレームワークプログラムに見られる複数国参加型の競争的資金制度による研究体制の協調化誘導が働いていると考えられる。

国際共著論文率の推移(%)



国際共著論文数の推移(件)



出典：科学研究のベンチマーキング 2012（調査資料 218）

（注） article, article& proceedings, letter, note, 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。
トムソン・ロイター社 Web of Science を基に、科学技術政策研究所が集計

さらに、日本とドイツがそれぞれ国際共著論文において、どのような国と共著を行っているかを分析した【資料 7】。

2007-2011 年において、日本の場合、全体においてドイツは、第 3 位の相手であり、非常に重要な研究パートナーであるということが分かる。また、分野別においても、大体第 4 位程度にドイツが位置しており、物理学に関しては、第 2 位にも入っている。研究を進めていく上で、ドイツとの関係は強いということが分かる。

一方で、ドイツにおける共著相手を見ると、全体において日本は上位 10 に入っていないということが分かる。物理学、工学では上位 10 に日本が位置しているが、日本の存在感が小さいことが分かる。

このような国際共著関係において地理的な要因が関係することは分かるが、同じアジア圏の中国はきちんと上位 10 の中に位置しており、日本の地理的要因のみではドイツにおける日本の存在感の小ささを説明できない。やはりドイツと日本を比べるときに、国際化というところもポイントであろう。

【資料 7】

分野別国際共著相手国(日本とドイツ)

- 日本の国際共著相手としてドイツは全分野で3位、物理学では2位など分野ごとにおいても重要な共著相手国である。一方、ドイツの国際共著相手としての日本は順位が低く、中国の方が目立っている。

日本 国際共著相手 (2007-2011年)

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	米国	中国	ドイツ	英国	韓国	フランス	カナダ	イタリア	オーストラリア	台湾
	35.2	17.3	10.7	9.9	8.1	8.1	5.5	4.8	4.7	3.7
化学	中国	米国	韓国	ドイツ	フランス	英国	インド	台湾	カナダ	オーストラリア
	22.1	21.6	9.4	8.4	6.6	6.0	5.4	3.6	3.4	3.2
材料科学	中国	米国	韓国	ドイツ	英国	インド	フランス	オーストラリア	カナダ	ロシア
	29.6	15.5	12.6	6.3	5.8	5.5	4.9	3.2	3.0	2.2
物理学&宇宙科学	米国	ドイツ	中国	フランス	英国	イタリア	韓国	ロシア	スペイン	カナダ
	37.8	20.9	16.4	15.4	15.2	10.9	10.5	9.9	8.1	7.3
計算機科学&数学	米国	中国	フランス	韓国	ドイツ	英国	カナダ	イタリア	台湾	スペイン
	21.2	20.1	8.5	8.5	8.3	7.2	5.1	4.6	3.7	3.5
工学	米国	中国	韓国	ドイツ	英国	フランス	カナダ	オーストラリア	台湾	ロシア
	23.9	23.5	9.6	8.6	7.0	6.6	4.0	3.5	3.1	2.8
環境/生態学&地球科学	米国	中国	英国	ドイツ	フランス	カナダ	韓国	オーストラリア	インド	台湾
	34.1	20.2	10.5	10.1	8.9	6.5	6.5	4.5	4.5	3.9
臨床医学&精神医学/心理学	米国	中国	英国	ドイツ	カナダ	オーストラリア	フランス	イタリア	韓国	オランダ
	52.3	12.9	10.8	8.8	6.7	6.2	6.2	5.7	5.4	5.0
基礎生命科学	米国	中国	英国	ドイツ	韓国	フランス	カナダ	タイ	オーストラリア	台湾
	37.8	13.5	8.8	7.5	6.7	5.3	4.9	4.9	4.4	2.4

ドイツ 国際共著相手 (2007-2011年)

(注) article, article& proceedings, letter, note, 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。
トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術政策研究所が集計

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	米国	英国	フランス	スイス	イタリア	オランダ	スペイン	オーストラリア	カナダ	中国
	29.2	16.7	12.9	10.6	9.9	9.0	7.5	6.5	5.8	5.7
化学	米国	フランス	英国	ロシア	中国	スイス	スペイン	イタリア	オランダ	インド
	17.0	10.4	8.5	7.4	7.1	6.7	6.3	5.6	5.5	5.2
材料科学	米国	中国	フランス	英国	スイス	オーストラリア	スペイン	イタリア	オランダ	インド
	16.4	11.7	9.3	8.8	6.2	6.1	5.1	4.9	4.9	4.7
物理学&宇宙科学	米国	フランス	英国	ロシア	イタリア	スペイン	スイス	日本	オランダ	中国
	34.9	19.4	18.6	14.5	14.2	11.8	9.8	9.2	8.4	7.9
計算機科学&数学	米国	英国	フランス	イタリア	中国	スペイン	カナダ	オーストラリア	オランダ	スイス
	23.5	12.8	10.1	6.1	5.7	5.3	4.9	4.9	4.7	4.3
工学	米国	フランス	英国	スイス	イタリア	オランダ	中国	スペイン	ロシア	日本
	19.9	12.2	11.5	8.1	8.0	7.1	6.6	6.4	6.4	5.4
環境/生態学&地球科学	米国	英国	フランス	スイス	オランダ	イタリア	中国	カナダ	オーストラリア	スウェーデン
	26.8	17.8	13.4	11.7	9.0	7.7	7.2	7.1	5.9	5.8
臨床医学&精神医学/心理学	米国	英国	スイス	イタリア	オランダ	フランス	オーストラリア	スペイン	カナダ	スウェーデン
	36.3	21.3	16.1	14.2	13.8	12.9	10.1	8.4	7.9	7.2
基礎生命科学	米国	英国	スイス	フランス	オランダ	イタリア	オーストラリア	スペイン	カナダ	スウェーデン
	28.9	17.5	10.1	10.0	8.7	7.5	6.4	5.6	5.2	4.7

出典：科学研究のベンチマーキング2012
(調査資料218)

【資料 8】では、日本とドイツおよび英国の論文数とトップ 10%補正論文数の構造の比較を示す。論文数とトップ 10%補正論文数を、国内論文(水色)、国際共著論文(2カ国、オレンジ色)、国際共著論文(多国間、緑色)に分解した。

ドイツの論文数の場合、国内論文が伸びて、さらに国際共著論文が非常に大きく伸びている。したがって、国内における研究体力もついているけれども、国際的な研究体力が非常に強くなったと解釈できる。

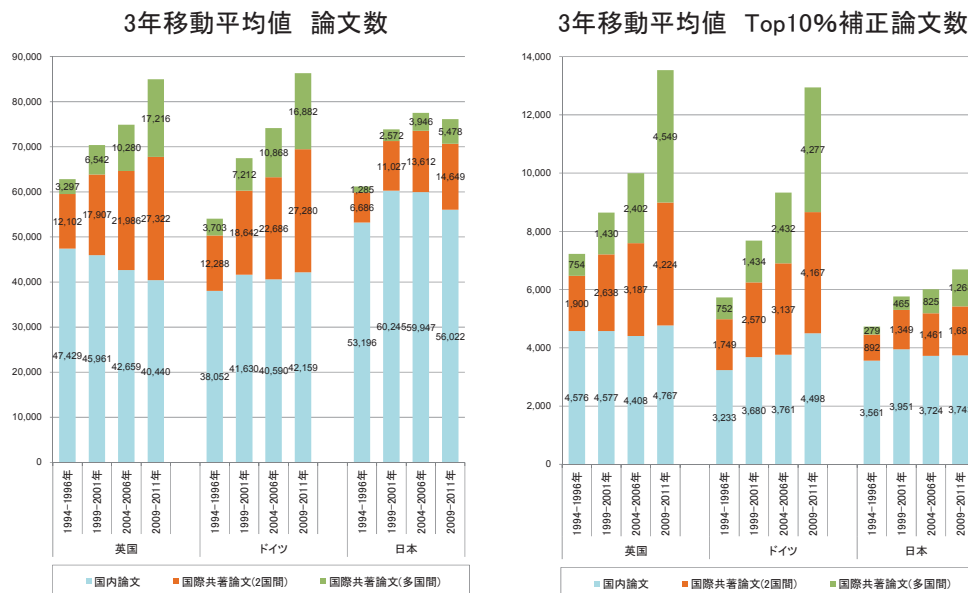
一方で、日本の論文数の場合、残念ながら国内論文数が減少している。国際共著論文数は増加しているが、国内論文数の減少分を相殺するに至っていないことが分かる。

さらに、トップ 10%補正論文数の状況を見るとより顕著な違いが見えてくる。ドイツと日本を比較すると、国内論文の部分は、同程度であることが分かる。日本とドイツの差は国際共著論文による差であることがこのような構造分析から明らかとなった。国際共著論文は国内論文より被引用数が高い傾向であることがすでに明らかとなっており、日本とドイツの違いを考える上で、この国際共著論文の部分については大きなポイントとなる。

【資料 8】

論文数とTop10%補正論文数の構造の比較(日本とドイツ、イギリス)

- ドイツは、論文数およびTop10%補正論文数において、国際共著論文の伸びが著しい。
- 日本は、論文数において、国際共著論文が増加しているものの、国内論文が減少しており、全体としては減少となっている。
- 英国とドイツは、論文数において、国内論文が増加しているか否かの違いがある。



出典: 科学研究のベンチマーキング2012(調査資料218)

2. 日本とドイツの大学システムの比較の試み

ここから日本とドイツの大学にフォーカスして、分析結果を紹介する【資料 9】。

この分析を進めるにあたり、ドイツの研究機関の名寄せリストを作成した。著者の研究機関アドレスの類似度を測定するプログラムを作成し、その結果を基に、ひたすら目視、ウェブでの検索等でのチェックを行った。約 3 ヶ月程度を要して、ドイツにある研究機関の名前のバリエーションはこれだけあるという対応表を作成した。そして、大学、公的研究機関などの組織区分の付与を行った。ドイツの場合、マックスプランク、フラウンホーファー、ヘルムホルツ、ライプニッツといった形で、公的研究機関が大事な研究力となっていることは良く指摘されるところであるが、これらは複雑な機関形態をとっており、判別等にかなり労力を割いた。

このドイツの研究機関名寄せ作業の結果、2002 年から 11 年の 10 年間で 1,000 件以上の論文を産出した大学というのを抽出したところ、日本は 128 大学、ドイツは 68 大学であることが分かった。これからの分析の対象はこれらの大学とする。

【資料 9】

日独の大学システムの比較の試み

<目的>

- ドイツという高い論文水準を示している国の大学システムとの分野別の比較の実施

<使用するデータベース>

- トムソン・ロイター社、Web of Science (WoS) データベースをもとに、科学技術政策研究所が分析。分析対象は、1981-2011 年。被引用数は、2011 年末時点である。

<分析対象の文献の種類>

- 文献の種類の中の article, article&proceedings(article として扱うため), letter, note, review を対象としている。
- ドイツの研究機関の名寄せリストを作成
 - ✓ アドレスの類似度
 - ✓ 目視による確認 (Web 検索等を含む)
 - ✓ 大学、公的機関の判別
- 2002-2011 年の 10 年間で 1000 件以上の論文を産出した大学を抽出

➤ 日本: 128 大学

➤ ドイツ: 68 大学

(注) 途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

まず、日本とドイツの分析対象大学が各国の論文生産に占める割合について示す【資料 10】。

論文数に関して分析累積シェアを見ると、ドイツの分析対象 68 大学がドイツ全体の論文数に占める割合は6割台、日本の分析対象 128 大学が日本全体の論文数に占める割合は7割弱であることが分かる。ドイツも日本も、論文生産が1,000 件以上の大学を集めてくると、各国の7割ぐらゐを把握出来るということであり、ここは共通点である。

ただし、ドイツの分析対象 68 大学は、確実に論文数を増加させているが、日本の分析対象 128 大学は、残念ながら 2002-2006 年から 2007-2011 年にかけて、論文数が減少しており、傾向は逆となっている。

また、トップ 10%補正論文数に関して分析累積シェアを見ると、論文数の場合と同様、両国とも分析対象大学が各国の7割程度を占めることとなる。

【資料 10】

日独_分析対象大学が各国の論文生産に占める割合

- 分析対象大学は、日独ともに、各国の論文生産の7割弱を占める。
- ドイツは論文数における分析対象大学の補足率が若干低下している。一方、日本はほぼ変化していない。
- 日独比較すると、Top10%論文の補足率が若干日本の方が高い。

論文数	ドイツ			日本		
	ドイツ全体 分数論文数	独・68大学 分数論文数	独・68大学 分数累積シェア	分数論文数	日・128大学 分数論文数	日・128大学 分数累積シェア
1997-2001(平均)	+3% 52608.9	+1% 34737.1	66.0	+5% 65161.2	+5% 43445.0	66.7
2002-2006(平均)	+9% 54199.9	+7% 34989.0	64.6	-4% 68661.5	-4% 45631.6	66.5
2007-2011(平均)	59267.2	37362.2	63.0	65987.1	43878.7	66.5

Top10%論文数	ドイツ			日本		
	ドイツ全体 分数Top10%論文数	独・68大学 分数Top10%論文数	独・68大学 分数累積シェア	分数Top10%論文数	日・128大学 分数Top10%論文数	日・128大学 分数累積シェア
1997-2001(平均)	+11% 5205.7	+11% 3299.1	63.4	+1% 4663.3	-2% 3172.9	68.0
2002-2006(平均)	+27% 5794.9	+28% 3653.4	63.0	+3% 4688.3	+5% 3117.0	66.5
2007-2011(平均)	7357.0	4682.0	63.6	4842.6	3262.7	67.4

(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

次に、分野別での日本とドイツの分析対象大学の論文数およびトップ 10%補正論文数の増減数を示す【資料 11】。

2002-2006 年と 2007-2011 年を比較すると、全体の論文数において、ドイツは 2,373 本増加、日本は 1753 本減少である。分野ごとの状況を見ると、基礎生命科学、化学、臨床医学において、差をつけられていることが分かる。

トップ 10%補正論文数についても同様に時系列での比較を見ると、日本はドイツに比べて、基礎生命科学、臨床医学、化学などにおいて差をつけられていることが明らかである。

【資料 11】

日独_分析対象大学の論文数およびTop10%補正論文数の増減数(分野別)

- ドイツは、量質ともに、臨床医学、基礎生命科学、化学で日本を大きく引き離している。

2002-2006年から2007-2011年への変化		
論文数	ドイツ.68大学	日本.128大学
PF1.化学	416	-358
PF2.材料科学	176	-99
PF3.物理学	279	-99
PF4.計算機・数学	427	314
PF5.工学	386	39
PF6.環境・地球科学	350	243
PF7.臨床医学	731	244
PF8.基礎生命科学	627	-546
全体数	2373	-1753

2002-2006年から2007-2011年への変化		
Top10%論文数	ドイツ.68大学	日本.128大学
PF1.化学	215	-15
PF2.材料科学	48	-34
PF3.物理学	153	42
PF4.計算機・数学	61	27
PF5.工学	34	14
PF6.環境・地球科学	64	34
PF7.臨床医学	213	36
PF8.基礎生命科学	214	31
全体数	1028	146

(注) 途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

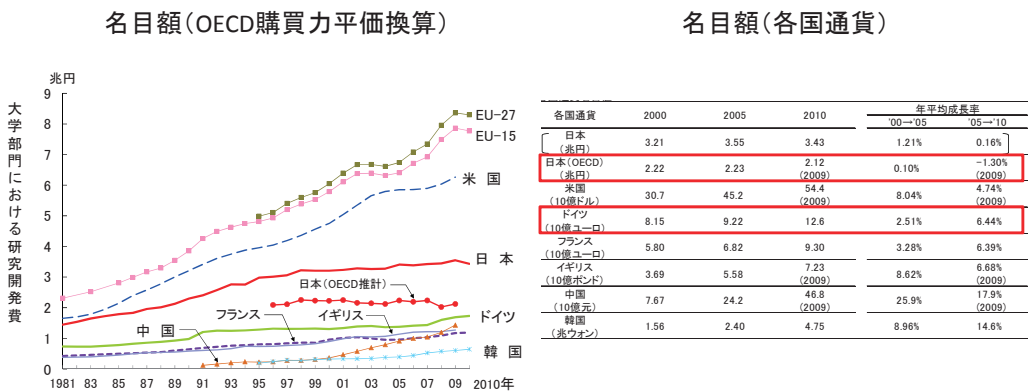
この後、日本とドイツの大学の論文の状況を見るにあたり、【資料 12】と【資料 13】で研究活動に関わるインプットである研究開発費と研究者数を紹介する。

【資料 12】は、日本とドイツの大学部門における研究開発費の推移である。名目額(各国通貨)の変化を見ると、日本は、2005 年から 2009 年にかけて 1.3%減少である。一方、ドイツは、6.4%増加している。日本とドイツを比較すると、大学部門における研究開発費の状況は、異なることが分かる。

【資料 12】

大学部門における研究開発費(日本とドイツ)

- 大学部門における研究開発費の推移をみると、名目額(各国通貨)において、2005年から2010年の年平均成長率はドイツは6.44%増であるが、日本は1.3%減となっている。



出典: 科学技術指標2012(調査資料214)

また、日本とドイツの大学部門における研究者数の推移を示す【資料 13】。

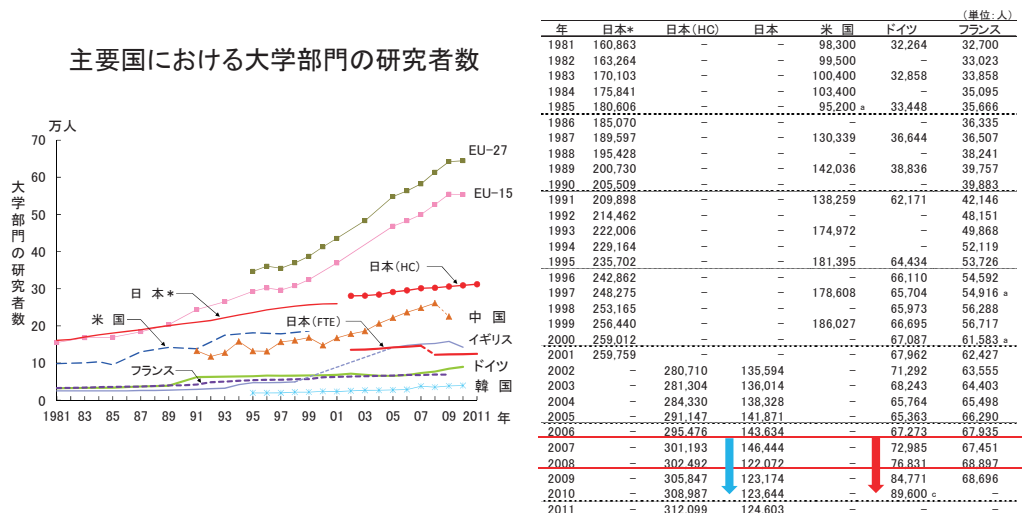
日本は、2007 年あたりでは、14 万人程度であったが、現在 12 万人程度に低下した。一方で、ドイツは、2006 年あたりを境に、着実に研究者数を伸ばし、現在 8 万 9,000 人程度になってきている。

したがって、研究活動のインプットとして、「資金」と「人」と言われるところであるが、国単位の大学部門で見ると、ドイツは確実に増加させているが、日本は減少傾向である。

【資料 13】

大学部門における研究者数(日本とドイツ)

- 大学部門における研究者数の推移をみると、日本は2000年代後半に、約14万人から約12万人へと減少した一方、ドイツは6万人から9万人へと増加している。

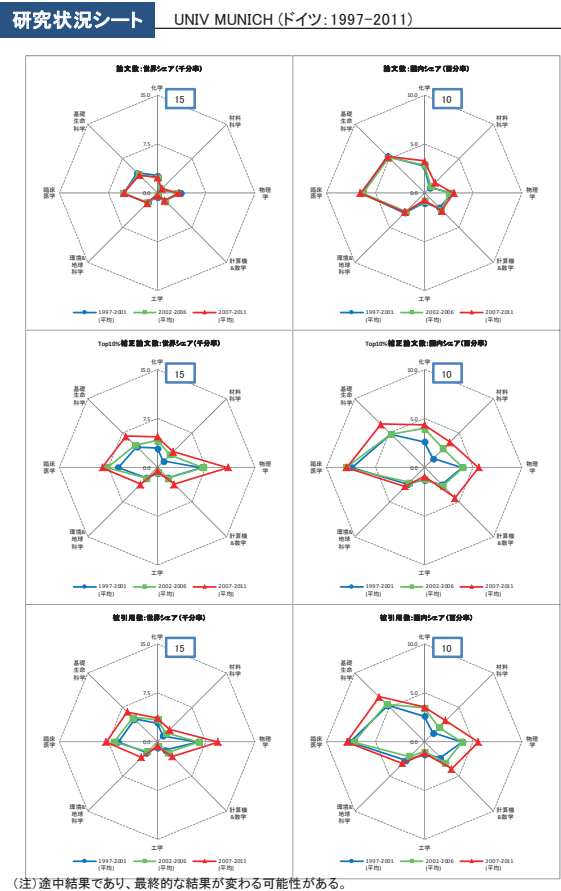


出典：科学技術指標2012(調査資料214)

研究レビュー 5-1
研究論文に着目した大学ベンチマーキング
科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

次に、ドイツの個別大学の状況を見てみたい。分析対象大学それぞれについて、研究状況シートを作成した【資料 14】。例として、一番論文量の多いミュンヘン大学の研究状況シートを示している。

【資料 14】



(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

論文の構成 - UNIV MUNICH										
	期間	全体	1.化学	2.材料科学	3.物理学	4.計算機科学	5.工学	6.環境科学	7.医学	8.基礎生命科学
論文数	87-01	13478	1263	107	1517	280	201	405	5103	4252
	02-06	14455	1295	147	1423	333	160	510	5603	4363
	07-11	18013	1627	259	1911	460	188	725	7190	5233
論文数 世界 シェア	97-01	3.5	2.7	0.7	3.7	1.6	0.6	2.0	5.2	4.4
	02-06	3.3	2.4	0.8	3.0	1.8	0.4	2.1	5.2	4.1
	07-11	3.3	2.4	1.0	3.2	1.6	0.4	2.2	5.1	3.8
Top10% 補正	97-01	1580.7	137.2	20.4	280.5	35.5	29.9	44.7	583.9	435.5
	02-06	2125.4	225.8	53.5	335.1	44.8	29.6	59.2	826.1	520.1
	07-11	3422.2	315.7	93.0	818.6	102.4	28.7	119.7	1181.6	804.1
Top10% 世界 シェア	97-01	4.2	2.3	1.3	6.8	2.2	0.9	2.3	6.6	4.5
	02-06	5.0	4.1	2.8	7.0	2.4	0.8	2.4	7.7	4.8
	07-11	6.2	4.7	3.4	10.8	3.6	0.6	3.6	8.4	6.7
国際 先 著 率	97-01	33.1	26.1	37.4	62.3	35.0	48.3	41.0	21.5	36.8
	02-06	38.1	30.1	46.9	66.2	42.7	53.8	51.6	28.9	40.2
	07-11	47.4	32.3	53.3	71.8	44.1	47.9	65.4	40.1	50.3
		張(38%)	英(19%)	ス(14%)	伊(12%)	仏(12%)	英(17%)	ス(14%)	仏(12%)	伊(10%)

全論文国内共著相手 - UNIV MUNICH

1997-2001	論文数	2002-2006	論文数	2007-2011	論文数
1. TECH UNIV MUNICH	482	TECH UNIV MUNICH	673	TECH UNIV MUNICH	1248
2. UNIV FREIBURG	330	UNIV BONN	357	UNIV BONN	633
3. UNIV HEIDELBERG	321	UNIV HEIDELBERG	344	UNIV HEIDELBERG	570
4. UNIV HAMBURG	305	HELMHOLTZ ZENTRUM MUNICHEN	334	UNIV MAINZ	568
5. UNIV BONN	318	UNIV FREIBURG	302	UNIV FREIBURG	536
6. HELMHOLTZ ZENTRUM MUNICHEN	238	UNIV MAINZ	270	CHARITE UNIV MED BERLIN	411
7. RHEIN WESTFAL TH AACHEN	195	UNIV REGENSBURG	254	UNIV DORTMUND	407
8. UNIV TUBINGEN	180	UNIV TUBINGEN	248	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	378
9. UNIV MAINZ	148	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	224	UNIV REGENSBURG	373
10. MAX PLANCK INST QUANTUM OPT	144	UNIV HAMBURG	218	UNIV TUBINGEN	357

全論文国際共著相手 - UNIV MUNICH

1997-2001	論文数	2002-2006	論文数	2007-2011	論文数
1. CERN	151	HARVARD UNIV	154	UNIV TEXAS	423
2. IST NAZL FIS NUCL	211	GERM	152	HARVARD UNIV	355
3. UNIV ALBERTA	180	UNIV ALBERTA	149	UNIV WASHINGTON	355
4. WEIZMANN INST SCI	181	INDIANA UNIV	146	UNIV MICHIGAN	353
5. TEL AVIV UNIV	178	UNIV MARYLAND	136	BOSTON UNIV	347
6. TECHNION ISRAEL INST TECHNOL	174	UNIV MANCHESTER	135	CHARLES UNIV PRAGUE	341
7. 東京大学	174	IST NAZL FIS NUCL	134	UNIV AMSTERDAM	332
8. UNIV CHICAGO	173	UNIV ZURICH	123	UNIV LONDON IMPERIAL COLL SCI TECHNOL & MED	323
9. INDIANA UNIV	173	UNIV CALIF RIVERSIDE	122	UPPSALA UNIV	310
10. UNIV BOLOGNA	172	UNIV TEXAS	118	UNIV ILLINOIS	302
11. UNIV MARYLAND	166	UNIV ILLINOIS	112	UNIV MANCHESTER	300
12. UNIV CAMBRIDGE	164	UCL	108	COLUMBIA UNIV	295
13. UNIV MANCHESTER	164	YALE UNIV	107	ACAD SCI CZECH REPUBLIC	291
14. UNIV MONTREAL	163	UNIV BRITISH COLUMBIA	103	MCQILL UNIV	289
15. UNIV BRITISH COLUMBIA	160	UNIV VIENNA	100	UNIV ARIZONA	277
16. UNIV BIRMINGHAM	158	CHRIS	99	INDIANA UNIV	276
17. RUTHERFORD APPLETON LAB	158	MICHIGAN STATE UNIV	96	MICHIGAN STATE UNIV	269
18. CARLETON UNIV	156	UNIV CALIF BERKELEY	96	UNIV PARIS 11	268
19. UNIV OREGON	156	UNIV MICHIGAN	92	RADBOUD UNIV NIJMEGEN	261
20. UNIV CALIF RIVERSIDE	154	LUND UNIV	88	UNIV ZURICH	260

ここから研究状況シートを分割して説明する。まず、ミュンヘン大学の研究ポートフォリオとトップ10%論文数の研究ポートフォリオである【資料15】。

ミュンヘン大学は、論文数シェアをみると、材料科学と工学のシェアが少ないが、他の分野はしっかりシェアを持っているということが分かる。時系列変化を見ると、論文数シェアをきちんと維持できていることも分かる。残念ながら、日本の各大学の研究ポートフォリオを見ると、青、緑、赤の順で、ポートフォリオが小さくなっており、個別の大学レベルでみても日本とドイツでは違いがあることが分かる。

一方、トップ10%補正論文数の方を見ると、時系列とともにシェアをそれぞれの分野において着実に増加させていることが明らかとなった。

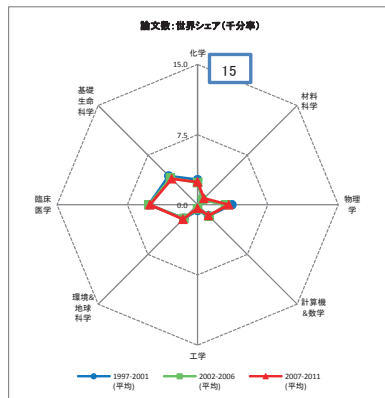
【資料15】

ミュンヘン大学（論文数およびTop10%論文数の世界シェア）

- 世界における論文数シェアの研究ポートフォリオをみると、材料科学と工学のシェアが少なく、特に臨床医学や基礎生命科学でシェアを持つ大学であることが分かる。また、3時点において、世界シェアがほぼ維持されている。
- 世界におけるTop10%論文数シェアの研究ポートフォリオをみると、論文数に比べ材料科学においてシェアを持っていることが分かる。また、3時点において、工学以外の分野においてシェアを拡大させていることが分かる。

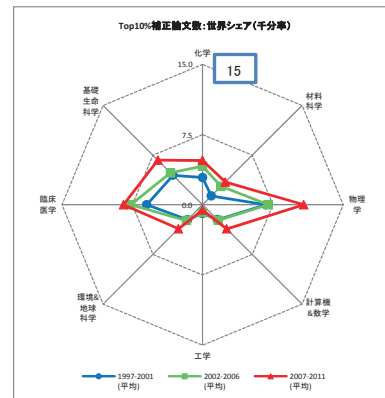
量的指標

世界における論文数シェア
(世界全体を1000とする)



質的指標

世界におけるTop10%論文数シェア
(世界全体を1000とする)



(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

研究レビュー 5-1

研究論文に着目した大学ベンチマーキング

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

また、ドイツ国内におけるミュンヘン大学の特徴を見るため、論文数とトップ 10%補正論文数の国内シェアの研究ポートフォリオを示す【資料 16】。

ミュンヘン大学は、論文数シェアにおいて、ドイツ国内のシェアを維持していることが分かる。一方、トップ 10%補正論文数を見ると、基礎生命科学、材料科学、物理学、計算機科学・数学ではドイツ国内でのシェアを増強させていることが分かる。

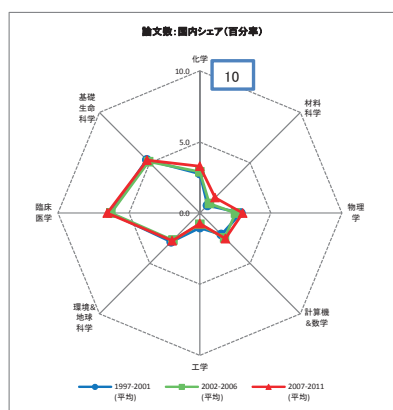
【資料 16】

ミュンヘン大学（論文数およびTop10%論文数の国内シェア）

- ドイツにおけるミュンヘン大学の論文数シェアをみると、8分野それぞれで国内シェアをこの15年間維持している。
- ドイツにおけるミュンヘン大学のTop10%論文数シェアをみると、2000年代後半に入り、材料科学、物理学、計算機科学・数学、基礎生命科学におけるドイツの中での役割が大きくなっていることが分かる。

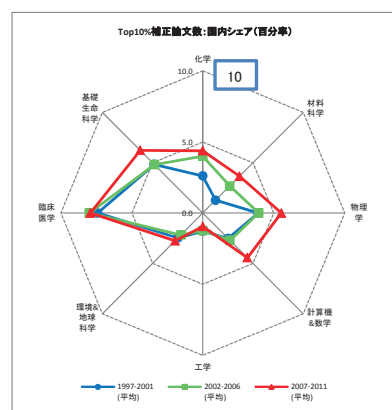
量的指標

ドイツにおける論文数シェア (ドイツ全体を100とする)



質的指標

ドイツにおけるTop10%論文数シェア (ドイツ全体を100とする)



(注) 途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

さらに、ミュンヘン大学の論文の構成を示す【資料 17】。量的な指標として、論文数、論文数の世界シェア、質的な指標としてトップ 10%補正論文数、それから世界シェア、そして国際共著率を示している。

ミュンヘン大学は、すべての分野で論文数が増加しており、トップ 10%補正論文数に関しても、ほぼ全ての分野において増加傾向にある。

ドイツの分析対象 68 大学の国際共著率の 90 年代から現在までの変化を分析したところ、非常に多くの大学で国際共著率が 30%台から 40%後半に上がっていることが分かった。したがって、ドイツの国際共著率が国として上がっているというのは、どこかの大学だけが非常に国際化したというよりも、非常に多くの大学が、ほぼ同じように研究活動の国際化をしてきたと考えられる。

【資料 17】

ミュンヘン大学（論文の構成）

- ミュンヘン大学では、すべての分野で論文数は増加傾向である。また、論文数世界シェアについても大きくシェアが減少している分野がない。
- Top10%論文数においても、全分野で増加しており、特に基礎生命科学と臨床医学での増加が大きい。
- 国際共著率は増加傾向にある。国際共著相手国の上位5の顔ぶれに大きな変化はない。

論文の構成：UNIV MUNICH

論文の構成：ONLY MENTION												
	期間	全体	1:化学	2:材料科学	3:物理学	4:計算機 & 数学	5:工学	6:環境 & 地球科学	7:臨床医学	8:基礎生命科学		
量的指標	論文数	97-01	13479	1263	107	1517	260	201	405	5103	4252	
		02-06	14455	1295	147	1425	335	160	510	5603	4385	
		07-11	18013	1627	259	1911	460	188	725	7190	5233	
	論文数世界シェア	97-01	3.5	2.7	0.7	3.7	1.6	0.6	2.0	5.2	4.4	
		02-06	3.3	2.4	0.8	3.0	1.8	0.4	2.1	5.2	4.1	
		07-11	3.3	2.4	1.0	3.3	1.6	0.4	2.2	5.1	3.9	
質的指標	Top10%補正論文数	97-01	1580.7	137.2	20.4	280.5	35.5	29.9	44.7	583.9	435.5	
		02-06	2125.4	225.8	53.9	335.1	44.6	29.6	59.2	826.1	520.1	
		07-11	3422.2	315.7	93.0	618.8	102.2	28.7	119.7	1191.9	904.1	
	Top10%世界シェア	97-01	4.2	2.9	1.3	6.8	2.2	0.9	2.3	6.0	4.5	
		02-06	5.0	4.1	2.8	7.0	2.4	0.8	2.4	7.7	4.8	
		07-11	6.2	4.7	3.4	10.8	3.6	0.6	3.6	8.4	6.7	
国際指標	国際共著率	97-01	33.1	26.1	37.4	62.3	35.0	48.3	41.0	21.5	36.8	
		02-06	米(38%) / 英(19%) / スイス(14%) / 伊(12%) / 仏(12%)									
		38.1	30.1	46.9	66.2	42.7	53.8	51.6	28.9	40.2		
		米(36%) / 英(17%) / スイス(14%) / 仏(12%) / 伊(10%)										
	07-11	47.4	32.3	53.3	71.8	44.1	47.9	65.4	40.1	50.3		
		米(36%) / 英(21%) / スイス(17%) / 仏(13%) / 蘭(12%)										

(注) 途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

研究レビュー 5-1

研究論文に着目した大学ベンチマーキング

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

【資料 18】では、ミュンヘン大学の国内共著相手の時系列変化を、【資料 19】では、ミュンヘン大学の国際共著相手を示す。欧州という地理的な要因が国際共著を増加させているとともに、米国という少し地理的に離れた地域との共著も増加している。

【資料 18】

ミュンヘン大学（全論文国内共著相手）

- ミュンヘン大学の国内の共著相手の時系列変化をみると、上位3機関が固定されているが、それ以下は入れ替わりがある。

全論文国内共著相手:UNIV MUNICH						
	1997-2001	論文数	2002-2006	論文数	2007-2011	論文数
1	TECH UNIV MUNICH	482	TECH UNIV MUNICH	673	TECH UNIV MUNICH	1248
2	UNIV FREIBURG	330	UNIV BONN	357	UNIV BONN	633
3	UNIV HEIDELBERG	327	UNIV HEIDELBERG	344	UNIV HEIDELBERG	570
4	UNIV HAMBURG	320	HELMHOLTZ ZENTRUM MUNCHEN	334	UNIV MAINZ	568
5	UNIV BONN	319	UNIV FREIBURG	302	UNIV FREIBURG	536
6	HELMHOLTZ ZENTRUM MUNCHEN	238	UNIV MAINZ	270	CHARITE UNIV MED BERLIN	411
7	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	199	UNIV REGENSBURG	254	UNIV GOTTINGEN	407
8	UNIV TUBINGEN	180	UNIV TUBINGEN	246	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	378
9	UNIV MAINZ	148	RHEIN WESTFAL TH AACHEN	224	UNIV REGENSBURG	373
10	MAX PLANCK INST QUANTUM OPT	144	UNIV HAMBURG	218	UNIV TUBINGEN	357

（注）途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

【資料 19】

ミュンヘン大学（全論文国際共著相手）

- ミュンヘン大学の国際の共著相手機関の特徴は、1997-2001年時点から米国の研究機関が多かったが、近年より米国の研究機関との共著が増加している。また、フランスとの共著も増えている。

全論文国際共著相手: UNIV MUNICH									
	1997-2001			2002-2006			2007-2011		
1	CERN	スイス	221	HARVARD UNIV	アメリカ	154	UNIV TEXAS	アメリカ	423
2	IST NAZL FIS NUCL	イタリア	211	CERN	スイス	152	HARVARD UNIV	アメリカ	355
3	UNIV ALBERTA	カナダ	190	UNIV ALBERTA	カナダ	149	UNIV WASHINGTON	アメリカ	355
4	WEIZMANN INST SCI	イスラエル	181	INDIANA UNIV	アメリカ	146	UNIV MICHIGAN	アメリカ	353
5	TEL AVIV UNIV	イスラエル	178	UNIV MARYLAND	アメリカ	136	BOSTON UNIV	アメリカ	347
6	TECHNION ISRAEL INST TECHNOL	イスラエル	174	UNIV MANCHESTER	イギリス	135	CHARLES UNIV PRAGUE	チェコ	341
7	東京大学	日本	174	IST NAZL FIS NUCL	イタリア	134	UNIV AMSTERDAM	オランダ	332
8	UNIV CHICAGO	アメリカ	173	UNIV ZURICH	スイス	123	UNIV LONDON IMPERIAL COLL SCI TECHNOL & MED	イギリス	323
9	INDIANA UNIV	アメリカ	173	UNIV CALIF RIVERSIDE	アメリカ	122	UPPSALA UNIV	スウェーデン	310
10	UNIV BOLOGNA	イタリア	172	UNIV TEXAS	アメリカ	118	UNIV ILLINOIS	アメリカ	302
11	UNIV MARYLAND	アメリカ	166	UNIV ILLINOIS	アメリカ	112	UNIV MANCHESTER	イギリス	300
12	UNIV CAMBRIDGE	イギリス	164	UCL	イギリス	108	COLUMBIA UNIV	アメリカ	295
13	UNIV MANCHESTER	イギリス	164	YALE UNIV	アメリカ	107	ACAD SCI CZECH REPUBLIC	チェコ	291
14	UNIV MONTREAL	カナダ	163	UNIV BRITISH COLUMBIA	カナダ	103	MCGILL UNIV	カナダ	289
15	UNIV BRITISH COLUMBIA	カナダ	160	UNIV VIENNA	オーストリア	100	UNIV ARIZONA	アメリカ	277
16	UNIV BIRMINGHAM	イギリス	159	CNRS	フランス	99	INDIANA UNIV	アメリカ	276
17	RUTHERFORD APPLETON LAB	イギリス	158	MICHIGAN STATE UNIV	アメリカ	98	MICHIGAN STATE UNIV	アメリカ	269
18	CARLETON UNIV	カナダ	156	UNIV CALIF BERKELEY	アメリカ	96	UNIV PARIS 11	フランス	268
19	UNIV OREGON	アメリカ	156	UNIV MICHIGAN	アメリカ	92	RADBOUD UNIV NIJMEGEN	オランダ	261
20	UNIV CALIF RIVERSIDE	アメリカ	154	LUND UNIV	スウェーデン	88	UNIV ZURICH	スイス	260

（注）途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

さて、ここからは分布について比較していく。まず、日本とドイツの個別大学の国内シェアの分布を比較する【資料 20】。ドイツの分析対象 68 大学と日本の分析対象 128 大学のそれぞれの大学の国内シェアを 5%以上、3～5%、1～3%、0.5～1.0%、0.1～0.5%、0～0.1%の 6 つにクラス分けすることで、各国の中においてこれらの分析対象大学がどのような構造をしているかを見る。

まず日本の大学の場合は、日本の論文の国内シェア 5%以上を占める大学が 1 大学、国内シェア 3～5%を持つ大学は 6 大学である。一方、0～0.1%や 0.1～0.5%といったかなり小規模の国内シェアを占める大学が非常に多い構造であることが分かる。

一方、ドイツの大学の場合は、ドイツの論文の国内シェア 1～3%のクラス、いわゆる中規模の国内シェアを占める大学が非常に多い構造であることが分かる。

このような特徴は、トップ 10%補正論文数シェアでも同様であり、日本とドイツの個別大学の分布に違いがあることが示された。

【資料 20】

日独_個別大学の国内シェアの分布の比較

- 日本は、国内シェア3%以上の大学が7大学であり、ドイツは1つである。日本は国内シェア5%以上の大学もあり、研究量として大型の大学が存在している。
- 一方、国内シェア1～3%の大学がドイツでは30程度であり、ドイツ内では存在感を見せているが、日本ではこのような大学はあまりない。
- さらに、日本では、国内シェア0.1～0.5%の大学が非常に多く存在し、ドイツとの違いとなっている。
- 以上のような傾向は、Top10%論文でも見られる。

論文 分数カウント 国内シェア別	ドイツ_大学数			日本_大学数		
	2007- 2011(平均)	2002- 2006(平均)	1997- 2001(平均)	2007- 2011(平均)	2002- 2006(平均)	1997- 2001(平均)
0～0.1	6	1	0	14	11	7
0.1～0.5	16	22	23	83	86	89
0.5～1.0	15	15	19	17	17	18
1.0～3.0	30	29	25	7	7	7
3.0～5.0	1	1	1	6	6	6
5.0～	0	0	0	1	1	1
合計	68	68	68	128	128	128

Top10%論文 分数カウント 国内シェア別	ドイツ_大学数			日本_大学数		
	2007- 2011(平均)	2002- 2006(平均)	1997- 2001(平均)	2007- 2011(平均)	2002- 2006(平均)	1997- 2001(平均)
0～0.1	7	3	1	29	29	26
0.1～0.5	21	20	24	75	76	82
0.5～1.0	13	17	15	10	8	6
1.0～3.0	26	27	27	3	4	4
3.0～5.0	1	1	1	8	8	8
5.0～	0	0	0	3	3	2
合計	68	68	68	128	128	128

(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

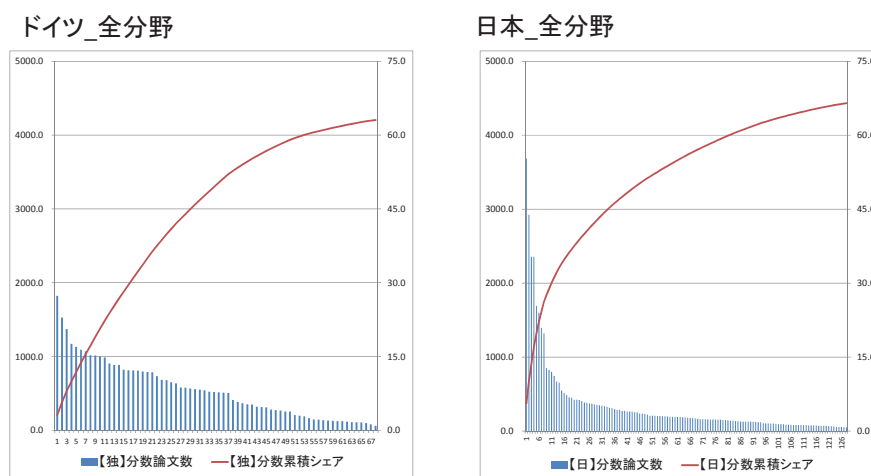
次に、日本とドイツの個別大学の論文数の分布を比較する【資料 21】。ドイツと日本について、分析対象大学の論文数を降順に並べた結果が棒グラフである。赤いラインは、各大学の国内シェアの累積シェアを示す。つまり、赤いラインの最高値は、分析対象大学によって国内論文のどれだけを説明したかを示しており、日本とドイツともに 60%強を説明している。

論文数の分布をみると、ドイツの場合、降順に並べても、日本に比べて緩やかに各大学の論文数が小さくなっていく。一方、日本の場合、論文数の大きな大学が目立った後、各大学の論文数が急激に小さくなっていく。加えて、論文数の小さい大学の分布のテールが長いことは、日本の特徴と言える。

【資料 21】

日独_個別大学の論文数の分布の比較

- 各国において、各分析対象大学の論文数を降順に並べ、分布の違いを見た。
- 日本は、ドイツに比べて、個別大学の論文数の分布のカーブが急である。



(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

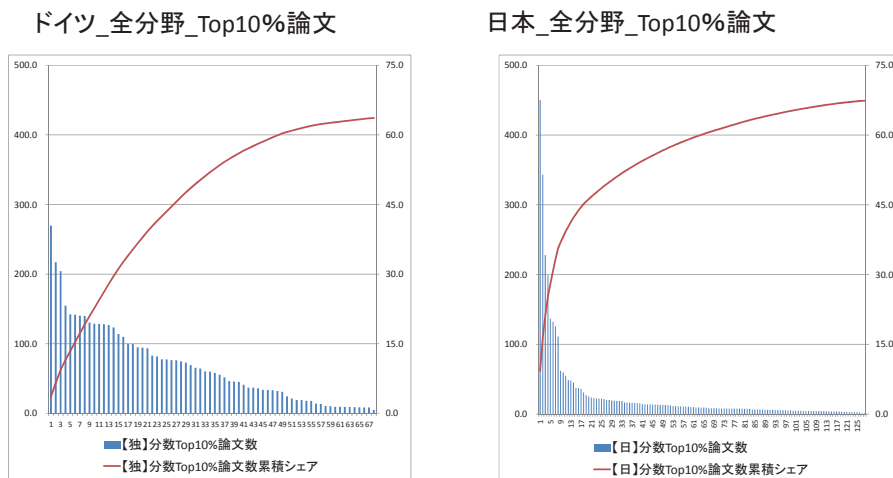
同様に、日本とドイツの個別大学のトップ10%補正論文数の分布を比較する【資料22】。ドイツと日本について、分析対象大学のトップ10%補正論文数を降順に並べた結果が棒グラフである。赤いラインは、各大学の国内シェアの累積シェアを示す。つまり、赤いラインの最高値は、分析対象大学によって国内論文のどれだけの説明したかを示しており、日本とドイツともに60%強を説明している。

トップ10%補正論文数の分布をみると、ドイツの場合、降順に並べても、日本に比べて緩やかに各大学のトップ10%補正論文数が小さくなっていく。一方、日本の場合、トップ10%補正論文数の大きな大学が目立った後、各大学のトップ10%補正論文数が急激に小さくなっていく。加えて、トップ10%補正論文数の小さい大学の分布のテールが長いことは、日本の特徴と言える。

【資料22】

日独_個別大学のTop10%論文数の分布の比較

- 各国において、各分析対象大学のTop10%論文数を降順に並べ、分布の違いを見た。
- 日本は、ドイツに比べて、個別大学のTop10%論文数の分布のカーブが急である。



(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

さらに、個別大学の論文数とトップ 10%補正論文数の分布を日本とドイツで比較する【資料 23】。基となるデータは【資料 21】と【資料 22】である。

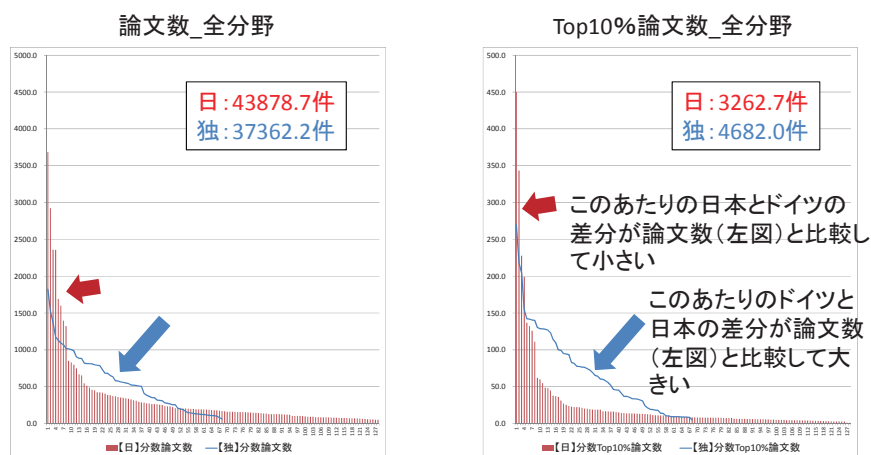
論文数の場合(左図)、赤の棒グラフが日本の各大学の論文数を降順に並べたものであり、青いラインはドイツの各大学の論文数を降順に並べたものである。日本の分析対象は 128 大学であるが、ドイツの分析対象は 68 大学であるため、青いラインは途中までとなる。この分布の違いを見ると、まず、赤矢印で示すように、大規模な大学がドイツに比べて多いことが分かる。また、青矢印で示すように、ドイツの中規模大学に相当するような大学が日本では見られないことが分かる。

一方、トップ 10%補正論文数の場合(右図)、赤の棒グラフが日本の各大学のトップ 10%補正論文数を降順に並べたものであり、青いラインはドイツの各大学のトップ 10%補正論文数を降順に並べたものである。この分布の違いを見ると、左図で示した論文数の場合に比べて、まず赤矢印で示す部分である大規模大学による差分が小さいことが分かる。また、青矢印で示す部分については、左図と比べて、より差分が広がっていることが分かる。その結果、論文数では日本がドイツよりも多いが、トップ 10%補正論文数においては、ドイツに逆転されるということとなる。ドイツの好調さと日本の伸び悩みの違いとして、このような中規模大学の状況が影響している可能性が挙げられる。

【資料 23】

日独_個別大学の論文数およびTop10%論文数の分布の比較

- 論文数およびTop10%論文数において、日本とドイツの個別大学の分布を比較した。
- 論文数では、上位層で日本がドイツを上回っているが、中間層において日独に大きな差が見られる。
- Top10%補正論文数においては、上位層での日本がドイツを上回る分がそれほど小さくなく、中間層での日独の差分が非常に大きくなっている。



(注)途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性がある。

ここまで各国における大学の分布状況を見てきたが、個々の大学自体がどの位置にいるか、分野によって異なるかを見るために、日本とドイツの全分野および 8 分野における上位大学の顔ぶれの比較を行った【資料 24】。

それぞれの国において、まず全分野における上位 10 大学、11～20 位の大学、21～30 位の大学を識別し、赤色、オレンジ色、水色と色分けを行った。次に、各分野においても同様に、上位 10 大学、11～20 位の大学、21～30 位の大学を識別し、赤色、オレンジ色、水色と色分けを行った。

その結果、日本の場合、全分野における上位 10 大学と各分野における上位 10 大学がほぼ固定されていることが分かる。

一方、ドイツの場合、全分野における上位 10 大学が必ずしも各分野においても上位 10 大学ではないことが分かる。各分野における上位 10 位、20 位、30 位に入ってくる大学が、いつもの同じ大学で固定されているわけではなく、様々な大学が入っており、いわゆる大学の多様性、層の厚みがここに垣間見える。

【資料 24】

日独_全分野および8分野における上位大学の顔ぶれの比較

- 全体および8分野において、各大学の各国内での論文数の順位を調べた。赤色は1-10位、オレンジ色は11-20位、水色は21-30位を示している。
- 日本は、全体および各分野とも1-10位に入っているところは大学がほぼ固定されているが、ドイツは分野によって上位にくる大学が異なる。

ドイツ									日本										
大学名	化学	材料科学	物理学	計算機・数学	工学	環境・地球科学	臨床医学	基礎生命科学	全分野合計	大学名	化学	材料科学	物理学	計算機・数学	工学	環境・地球科学	臨床医学	基礎生命科学	全分野合計
UNIV MUNICH	2	14	6	8	28	7	3	2	70	東京大学	2	4	3	9	3	2	1	1	25
UNIV HEIDELBERG	12	4	2	2	22	18	1	2	68	京都大学	1	4	3	9	3	2	1	1	25
TECH UNIV MUNICH	1	1	1	1	1	1	1	1	8	大阪大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
CHARITE UNIV MED BERLIN	58	58	58	63	61	60	67	4	411	名古屋大学	2	2	4	8	8	15	2	1	55
UNIV BONN	21	8	1	1	1	1	1	1	35	東北大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	九州大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV TUBINGEN	23	40	16	12	38	24	2	10	166	北海道大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV GOTTINGEN	11	25	18	18	34	12	21	3	143	岡山大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV FREIBURG	24	22	21	11	10	25	1	1	135	千葉大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
RHEIN WESTFAL TH AACHEN	1	1	1	1	1	1	1	1	8	筑波大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV MÜNSTER	8	12	25	25	39	12	12	11	180	奈良先端科学技術大学院大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV FRANKFURT	10	10	10	10	10	10	10	10	80	徳島大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
UNIV MAINZ	10	10	10	10	10	10	10	10	80	鹿児島大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
KARLSRUHE INST TECHNOLOGIE	1	1	1	1	1	1	1	1	8	高松大学	1	1	1	1	1	1	1	1	8
BOHR UNIV ROCHUM	17	7	2	2	21	11	18	25	93	山口大学	27	31	37	31	44	12	12	12	156
TECH UNIV DRESDEN	11	45	12	20	35	20	21	72	187	徳島大学	18	18	20	28	31	28	30	40	189
UNIV COLGNE	11	45	12	20	35	20	21	72	187	山口大学	18	18	20	28	31	28	30	40	189
UNIV WÜRZBURG	25	35	20	34	45	20	18	1	207	東京理科大学	77	57	80	78	83	84	81	50	513
UNIV JENA	18	18	18	18	18	18	18	18	144	近畿大学	64	64	64	64	64	64	64	64	512
UNIV DUISBURG ESSEN	22	27	35	14	42	34	13	14	207	近畿大学	23	18	55	29	46	20	24	20	200
UNIV STUTTGART HOHENHEIM	20	36	36	36	36	36	36	36	288	近畿大学	25	45	18	18	20	35	27	94	222
UNIV DUISBURG ESSEN	32	53	43	45	57	52	14	19	348	近畿大学	45	83	55	76	60	48	180	138	500
UNIV STUTTGART HOHENHEIM	33	114	53	114	53	114	53	114	681	近畿大学	53	114	53	114	53	114	53	114	681
HANNOVER MED SCH	61	58	63	64	64	53	20	22	405	近畿大学	30	33	62	49	51	27	45	18	256
TECH UNIV DRESDEN	70	36	36	36	36	36	36	36	432	近畿大学	36	36	36	36	36	36	36	36	432
ERFURT UNIV BERLIN	38	43	27	30	30	40	15	13	277	近畿大学	12	42	24	45	23	64	68	97	299
UNIV MAMBURG	20	36	36	36	36	36	36	36	288	近畿大学	36	44	36	32	41	64	68	24	299
UNIV KIT	32	39	34	34	40	40	37	18	280	近畿大学	46	39	34	47	58	3	54	97	300
HUMBOLDT UNIV	20	41	29	47	24	47	31	18	301	近畿大学	22	28	30	46	42	42	38	26	300
UNIV GIESSEN	10	11	25	47	24	47	31	18	301	近畿大学	18	18	18	18	18	18	18	18	180
UNIV MARBURG	18	44	40	52	51	37	29	26	326	近畿大学	36	47	57	51	34	61	28	32	327
TECH UNIV DARMSTADT	12	12	12	12	12	12	12	12	96	近畿大学	65	65	65	65	65	65	65	65	510
TECH UNIV BERLIN	16	19	16	16	16	16	16	16	136	近畿大学	59	24	53	17	32	76	38	38	244
TECH UNIV DARMSTADT	20	40	40	40	40	40	40	40	320	近畿大学	59	24	53	17	32	76	38	38	244
UNIV SAARLAND	37	18	46	37	37	37	37	37	344	近畿大学	48	108	50	88	87	50	30	138	376
UNIV BISTROCK	3	3	3	3	3	3	3	3	24	近畿大学	107	98	85	104	111	85	108	31	587
UNIV HAMBURG	10	17	27	27	27	27	27	27	205	近畿大学	41	42	48	41	42	48	41	42	353
UNIV MAGDEBURG	44	30	53	53	18	61	34	36	339	近畿大学	61	80	37	82	94	75	21	35	390
UNIV KÖLN	32	32	32	32	32	32	32	32	256	近畿大学	61	80	37	82	94	75	21	35	390
UNIV BAYREUTH	32	32	32	32	32	32	32	32	256	近畿大学	61	80	37	82	94	75	21	35	390
UNIV DUISBURG ESSEN	32	32	32	32	32	32	32	32	256	近畿大学	61	80	37	82	94	75	21	35	390
SERV MED CATHOLIC EPPENHOFF	63	68	68	68	68	68	68	68	552	近畿大学	62	64	64	64	64	64	64	64	512
UNIV GRIFFSWALD	32	68	68	68	68	68	68	68	552	近畿大学	62	64	64	64	64	64	64	64	512
UNIV BREITZ	1	1	1	1	1	1	1	1	8	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG	23	40	16	12	38	24	2	10	166	近畿大学	55	78	92	85	77	43	58	28	433
UNIV ERLANGEN NURNBERG																			

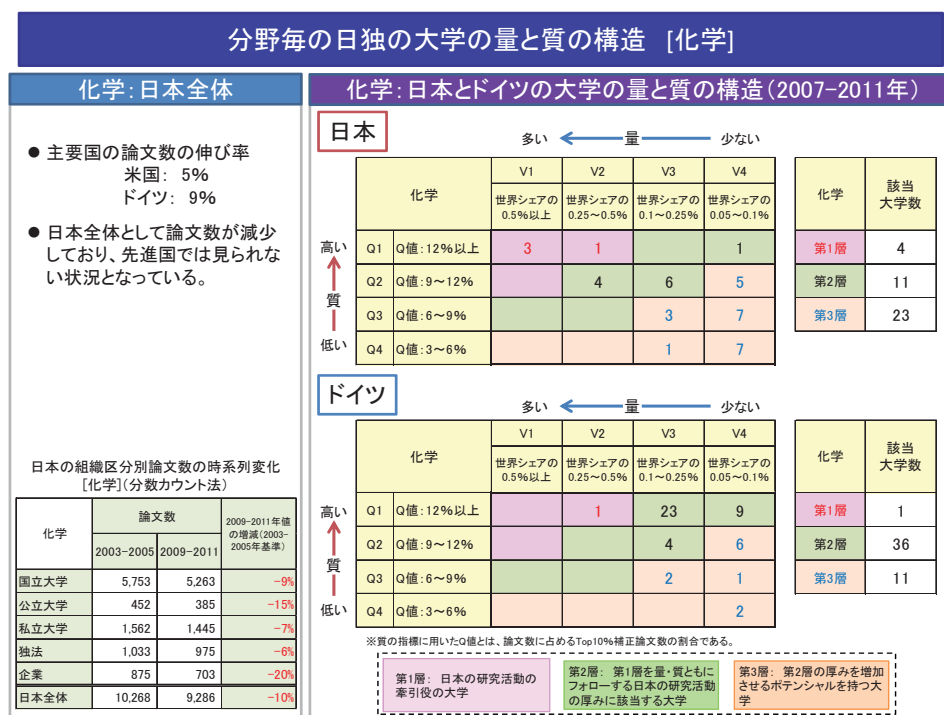
最後に、分野に注目し、その中での日本とドイツの大学の分布の違いを紹介したい。例として、化学を取り上げる。【資料 25】において、まず日本全体の化学についてみると、2000年代前半と後半において、米国が 5%、ドイツが 9%の増加を示しているが、日本は残念ながら減少傾向を示している。

この背景として、日本とドイツの大学がどのように分布しているかを、量と質の 2 軸でマッピングした。量として、世界の化学の論文数に占めるシェアによりクラス分けした。世界シェアの 0.5%以上、0.25~0.5%、0.1~0.25%、0.05~0.1%の V1~V4 の 4 段階である。また、縦軸は質として、Q 値を用いた。Q 値は、論文数に占めるトップ 10%論文数の割合である。基本的には、論文に対して被引用数上位 10%に当たるので、10%であることが標準であり、量質のバランスが良いということになる。ただし、日本の場合、全論文を対象とすると、Q 値は約 9%である。Q 値については、12%以上、9~12%、6~9%、3~6%の 4 段階に分けている。日本は、化学の場合、例えば V1Q1のカラムに 3 大学が該当し、V2Q2 のカラムに 4 大学が該当する。

また、上記のように量質によりクラス分けした 16 のカラムを、第 1 層 (ピンク色。量、質ともに充実しており、国を牽引する大学)、第 2 層 (緑色。量質ともに第 1 層を追うポジションにあり、層の厚みと考えられる)、第 3 層 (オレンジ色。第 2 層を追うポジションにある大学) に分類した。

日本とドイツの状況を比較してみると、ドイツの場合、V3Q1 のカラムに 23 大学が該当しており、非常に第 2 層の大学が充実していることが明らかとなった。

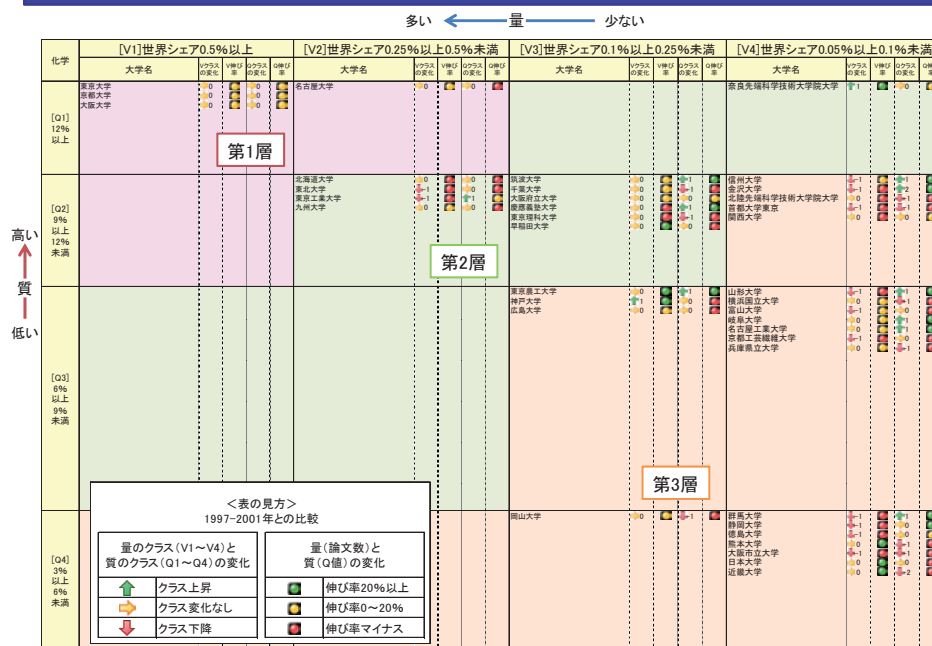
【資料 25】



【資料 26】と【資料 27】は、それぞれ日本とドイツの化学分野における大学の量と質の詳細状況である。日本に比べてドイツの場合、V3Q1 に非常に多くの大学が該当しており、決して大規模な論文シェアを持っているのではないが、それに対する質の状況が非常に良いことが分かる。

【資料 26】

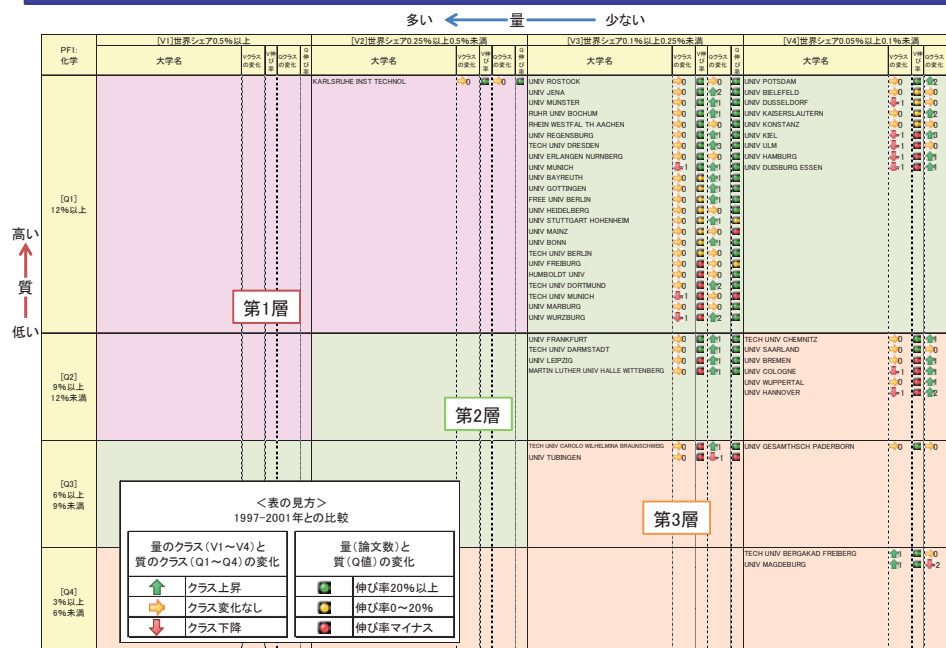
化学分野における日本の大学の量と質の詳細状況(2007-2011年)



出典: 科学技術政策研究所 調査資料213 研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング201

【資料 27】

化学分野におけるドイツの大学の量と質の詳細状況(2007-2011年)



研究レビュー 5-1

研究論文に着目した大学ベンチマーキング

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

【資料 28】では、日本とドイツの大学の量質の変化についてまとめた。日本とドイツを比較すると、化学分野において、日本は第1層が4大学、第2層が11大学、第3層が23大学となり、ドイツは第1層が1大学、第2層が36大学、第3層が11大学である。ドイツは第2層が非常に分厚いことが分かる。

また、それぞれの大学の量(論文数)と質(Q値)について1997-2001年を基準として2007-2011年までの伸び率により、伸び率20%以上、0~20%、マイナスの3段階にクラス分けした。

ドイツの第2層の大学の量と質の変化を見ると、量質ともに、伸び率マイナスの大学がないわけではない。しかし、伸び率を順調に伸ばしている大学が相当数あるため、国全体としては前進し好調となると考えられる。一方、日本を見ると、量質ともに伸び率がマイナスの大学数に対して、伸びている大学数が相対的に少なく、国全体としては伸び悩みという結果になっているのではないかと懸念される。

【資料 28】

化学分野における日独の大学の量と質の変化の状況(1997-2002年→2007-2011年)

日本

化学		量(論文数)の変化			質(Q値)の変化		
		伸び率20%以上	伸び率0~20%	伸び率マイナス	伸び率20%以上	伸び率0~20%	伸び率マイナス
第1層	4		4			3	1
第2層	11	2	4	5	2	3	6
第3層	23	5	8	10	8	2	13

ドイツ

化学		量(論文数)の変化			質(Q値)の変化		
		伸び率20%以上	伸び率0~20%	伸び率マイナス	伸び率20%以上	伸び率0~20%	伸び率マイナス
第1層	1	1			1		
第2層	36	12	12	12	28	2	6
第3層	11	5	0	6	6	2	3

以上をまとめてみよう。日本とドイツの比較により、まず一定の研究を行う大学(2002-2011年の10年間で1,000件以上の論文を産出)が両国の論文生産の7割弱を占めるという共通点が明らかとなった。

また、論文の量質ともに伸び悩む日本に対し、量質ともに上昇傾向にあるドイツの個別大学の状況をみると、以下のようなドイツの特徴が明らかとなった。一部の大学のみではなく、多くの大学が量質ともに上昇傾向にあること、上位10、20、30大学での論文数の差が少ない構造であること、各大学の論文量は世界シェアとしては大きくないが、質(Q値)は多くの大学がQ1(12%以上)に位置していることである。つまり、ドイツには、日本に比べ、分厚い中間層の大学が形成されていると言えるだろう。

分野に着目すると、ドイツは、臨床医学、基礎生命科学、化学において特に論文量質ともに上昇傾向にある。また、論文数をみると、各分野の上位10、20、30位に入る大学が分野によりかなり異なり、大学の多様性が認められた。

さらに、ドイツの場合、論文の量質ともに国際共著論文の影響は大きい。最近10年間で、多くの個別大学が国際共著率を30%台から40%台後半にまで上昇させている。また、地理的要因からは国際共著相手国として欧州諸国が考えられるが、実際は米国との国際共著論文が増加していることも明らかとなった。

今回の分析を踏まえ、国単位での大学部門の研究資金や研究者数については統計により明らかとなっているが、それぞれの国の個別大学レベルでのインプット(研究資金、研究者数)とアウトプット(論文数など)を連結し、時系列変化を分析することが、これからの課題として挙げられる。ドイツのトップ10%補正論文数の伸びにみる状況が時系列で上昇しつづけていることに対し、インプットがどのように効いているかを明らかにすることは日本の今後の政策立案の議論の土台として必要となるだろう。

また、日本として、ドイツから学べることとして、やはり国際共著論文にあらわれるような研究の国際化ではないだろうか。FP7のような多国が関わる仕組みへの参加、外国人研究者割合の時系列変化、大学等における国際化に係る目標値設定の有無および実行状況、研究評価における国際的視点の重視傾向、大学支援プログラム「エクセレンス・イニシアティブ」の中で国際化が結果として促進されるようなことがなされているのかなど、国際共著率の上昇にも表れている「国際化」がどのような要因により促されているのかを明らかにしていきたい。



阪 彩香

科学技術基盤調査研究室

(経歴)

2004年3月 東京大学大学院新領域創成科学研究科 博士号取得

2004年4月 日本原子力研究所博士研究員

文部科学省科学技術政策研究所 特別研究員

2005年4月 文部科学省科学技術政策研究所 任期付研究員

2010年4月 文部科学省科学技術政策研究所 主任研究官

(現在に至る)

参考文献：

1. 調査資料 No.158 世界の研究活動の動的変化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング、2008年9月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香、桑原輝隆
2. 調査資料 No.192 科学研究のベンチマーキング 2010 -論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況-、2010年12月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香、桑原輝隆
3. 調査資料 No.204 科学研究のベンチマーキング 2011 -論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況-、2011年12月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香、桑原輝隆
4. 調査資料 No.213 研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング 2011、2012年8月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香、桑原輝隆

〔研究レビュー 5－2〕

研究チームに注目した 「科学における知識生産」の分析

～大規模科学者サーベイから見てきた日米の相違点と類似点～

科学技術基盤調査研究室 伊神 正貫

研究レビュー 5-2

研究チームに注目した「科学における知識生産」の分析

～大規模科学者サーベイから見えてきた日米の相違点と類似点～

科学技術基盤調査研究室 伊神 正貫

一橋大学 長岡 貞男

ジョージア工科大学 John P. Walsh

はじめに

本報告ではマイクロなレベル、研究チームというものに注目した分析を紹介していきたいと思う。

具体的には、まず研究チームに若手がどう寄与しているのかということを紹介する。次に研究チームがどう国際化しているのか、異分野の知識の組み合わせの状況がどうなっているのかということ、主に日本と米国、さらにもう一つ、被引用数がトップ1%の論文とそれ以外という二次元的な比較を行う。それを踏まえ、若手研究者の関与と論文の被引用数の関係はどうなっているのか。ポストドクターが参画している研究チームにはどのような特徴があるのか。分野間協力を行うインセンティブとディスインセンティブは何かということ进行分析した結果について紹介する

この研究は、私と一橋大学の長岡先生、ジョージア工科大学のジョン・ウォルシュ氏との共同研究である。なお、本発表に用いた図表のうち【資料29】以降は、途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性があるため、引用等はお控えいただきたい。

1. 背景とリサーチクエスチョン

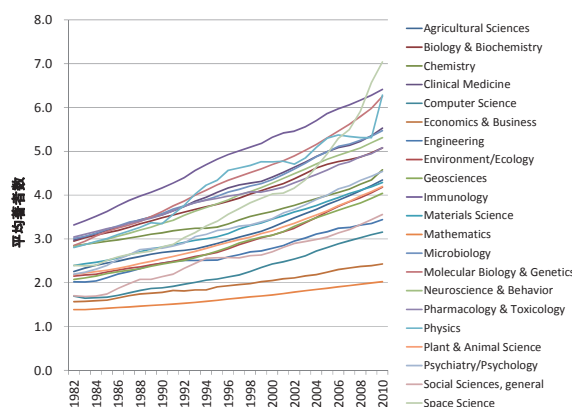
まず、なぜチームが大事かというところから始めよう。これは、過去20年にわたって、ESIの22分野で、研究論文の著者数がどう変化してきたかということを表した図である【資料1】。Multidisciplinaryを除いた21分野を見ると、著者数の少ない数学や経済学でも著者数が増えているし、著者数が多い宇宙科学や生物学でも増えている。すべての分野にわたって、一つの論文に参加する著者数がどんどん増えており、研究の単位というものが個人から研究チームに変化しているということが、わかってくる。

【資料1】

<背景とリサーチクエスチョン>

知識生産の単位としての研究チーム

- ・ 科学研究の単位は個人から研究チームへと変化
 - － 科学論文における著者数の増加(Adams et al., 2005; Wuchty, Jones & Uzzi, 2007)



トムソン・ロイター社 Web of Science (SCIE, CPCI: Science)をもとに、科学技術政策研究所が集計。

Web of Scienceに入っている論文の著者数で、私が調べた範囲で一番多いものは、一つの論文で3,220人であった【資料2】。2012年の夏頃にヒッグス粒子を発見したという発表があったが、それに関係するCERNのアトラス実験の論文である。ここまでいくと、研究チームというよりは、もはや一つの会社である。このような論文になると、著者名はアルファベット順で記されているので、頭文字がアルファベットでAの人が一番有利である。この場合、A a d さん。スライドで示した著者全てがAの人で、この後、アルファベット順でずっと下まで続いていく。また、これも非常に大規模であるが、今、南極でアイスキューブという実験を行っている。これは、南極の下に、カミオカンデとおなじようなディテクターを埋め込んで、ニュートリノを分析するという実験である。この実験は、たしか130チームぐらい、10カ国の人たちが集まって行っている。そのような巨大な実験もある。ただ、今日の発表で注目するのは、このような巨大なものではなく、もう少し小さいチームである。

<背景とリサーチクエスト>

LHCアトラス実験の論文



Charged-particle multiplicities in pp interactions measured with the ATLAS detector at the LHC

【資料3】

<背景とリサーチクエスト>

- ・ 若手研究者は科学における知識生産に大きく関与
 - ケック州の大学の論文の約30%にPhD学生が関与(Lariviere, 2010)
 - サイエンスに掲載された米国論文(ラトナーサが米国の研究者)における筆頭著者を見ると、院生(30%)とポストドクター(42%)の割合が高い(Black & Stephan, 2010)
- ・ ポストドクター—第一万人支援計画(第1期科学技術基本計画)

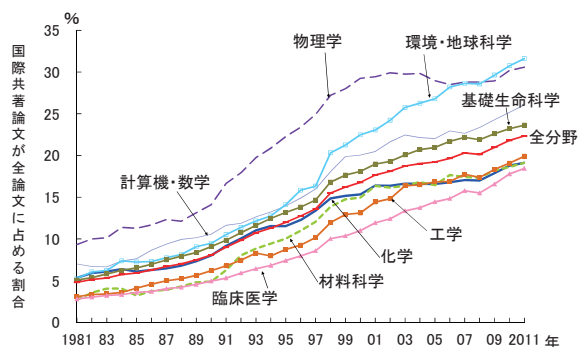
- 31 -

【資料4】

<背景とリサーチクエスト>

研究チームの国際化

- 国際共同研究の増加
 - 科学論文による国際共著論文割合の増加(阪, 桑原, 2012)
- 米国の科学研究の海外生誕研究者への大きな依存(Stephan, 2012)



科学技術指標2012、科学技術政策研究所、調査資料-214、2012年8月

また、異なる分野の知識の組み合わせも非常に大事になっている。これは政策研でつくっているサイエンスマップというもので、あるルールによって、論文のクラスタリングを行い、似たような研究テーマをアグリゲーションして、二次元上にマップとして表現したものである【資料5】。これを見ると、化学と物性物理の間にナノサイエンスの研究領域が存在している。この様に、分野間の関係も、どんどん変わってきているということがわかってきている。

ただ、そのような流れの中、この学際分野融合領域において、日本の存在感はどうかということを見ると、英独に比べて参画が低いという結果が見えている。特定の分野に注目すると、日本では数学が忘れられているのではないかなというような先行研究もおこなわれている。

【資料5】

<背景とリサーチクエスト>

異なる分野の知識の組み合わせ

- 科学研究全般における学際的・分野融合的研究領域の形成(阪, 伊神 & 桑原, 2010)
- 日本は英独に比べて学際的・分野融合的研究領域への参画が少ない
- 忘れられた科学 - 数学 ~ 主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性~(細坪, 伊藤 & 桑原, 2006)

Hot research areas on a science map, 2008



サイエンスマップ2008、科学技術政策研究所、NISTEP REPORT No.139、2010年5月

以上を踏まえ、何を明らかにしていこうかということであるが、そもそも研究チームというものは、どのような構成になっているのか、国による違いがあるのか。また、それらの違いが、科学における知識生産にどのような影響を与えるかという、非常にシンプルであるが、よくわかっていない点について、この研究で何かしらの基礎データを出していきたい。

まず始めに、研究チームで若手がどう寄与しているのかということを紹介する。次に研究チームがどう国際化しているのか、異分野の知識の組み合わせの状況がどうなっているのかということ、主に日本と米国、さらにもう一つ、被引用数がトップ1%の論文とそれ以外という二次元的な比較をする。それを踏まえ、より分析的なことも行う。若手研究者の関与と論文の被引用数の関係はどうなっているのか。ポストドクターが、参画している研究チームにはどのような特徴があるのか。また、今、分野間協力ということが、声高に叫ばれているが、一方で研究者の立場からしてみると、自分とは違う分野に挑戦するということは、非常にリスクが高い。従って、分野間協力を行うインセンティブとディスインセンティブは何なのかということ进行分析した結果について紹介する

【資料6】

<背景とリサーチエスチョン>

リサーチエスチョン

研究チームの構成はどのようなになっているのか、
それらに国による違いはあるのか、
また、科学における知識生産にどのような影響をおよぼすのか？

(記述統計の紹介)

- 若手研究者の関与
 - 研究チームの国際化の状況
 - 異なる分野の知識の組み合わせ
- 日本と米国の比較
被引用数トップ1%論文とそれ以外の比較

(分析例の紹介)

- 若手研究者の関与と論文の被引用数の関係
- ポストドクターが参画している研究チームの特徴
- 分野間協力を行うインセンティブとディスインセンティブ

2. 分析に用いたデータ

今回紹介するデータの基本となっているのは、一橋大学、NISTEP、ジョージア工科大学が共同で行った、科学者サーベイというものである【資料7】。2001年から2006年を対象年として、Web of Scienceから、アーティクルとレターの責任著者、もしくはそれに相当する方を選び出した。実際は、トップ1%論文約3,000件、通常論文約7,000件から、この論文の責任著者もしくはそれに相当する方を見つけた。各国1万件ずつ抽出したが、中には、トップ1%論文を何十本も書いている人がいるので、名寄せすると、日本は調査対象7,600件、米国は8,800件となる。この方々に、質問票を送り、日本は約27%、米国は26%の回答が得られた。質問票の構成であるが、非常に幅広く研究プロジェクトというものについて尋ねている。1つはインプットである。時間として、どれぐらいの期間をかけたのか。研究資金額、幾らお金を使ったのか。その資金源は、基盤的経費なのか競争的資金なのか。競争的資金だとすれば、日本で言うと、科研費なのか厚労科研費なのか、米国で言うと、NSFなのかNIHなのかというところも尋ねている。このほかにも、研究チームの構成、研究の動機、知識源、知識マネジメント、研究環境、アウトプット、商業化についての情報を聞いている。つまり、知識の発想からイノベーションにつながるそのプロセスを全体的に質問する質問票となっている。今回はその中でも、主にこの研究チームの構成という点に注目した結果を紹介する。

【資料7】

<分析に用いたデータ>

Hitotsubashi-NISTEP-Georgia Tech 科学者サーベイ

調査の母集団

- Web of Science(トムソン・ロイター)に含まれる Articlesと Lettersの責任著者もしくはそれに相当する研究者
- 対象年: 2001年~2006年(データ年)
- Essential Science Indicatorsで用いられている22分野分類(雑誌単位)
- 複合分野については、論文中の引用情報をを用いて分野分類

質問票の構成

- インプット(期間、研究資金額、資金源など)
- 研究チームの構成
- 動機やプロセス
- 知識源と研究マネジメント
- 研究環境
- 個人的環境
- アウトプット(論文、特許、人材育成など)
- 商業化

調査対象論文の選定

- **トップ1%論文**
 - 被引用数が上位1%の論文、各分野、各データ年から抽出(約3,000件)
- **通常論文**
 - 無作為抽出した論文(トップ1%論文を除く)、各分野、各データ年から抽出(約7,000件)

回答率

- 調査は日本と米国で実施

日本: 27.2% (2,081/7,652)

米国: 26.3% (2,329/8,864)

分野についてまとめておく。基本はESIの22分野である。ただ、内容によっては、この22分野をまとめた10分野分類、さらにもう少しまとめた大分野分類を使う場合もある。物理科学は、化学から環境までを合わせたもの、医学は、臨床医学と精神医学を合わせたもの、基礎生命科学は、農業と基礎生命を合わせたものである。自然科学は、この経済・経営、社会科学・一般を抜いたものである。【資料8】のような分野になる。

【資料8】

<分析に用いたデータ>

論文分野分類

自然科学

22分野分類	10分野分類	大分野分類
1.化学	1.化学	物理科学系
2.材料科学	2.材料科学	
3.1.物理学	3.物理学&宇宙科学	
3.2.宇宙科学		
4.1.計算機科学	4.計算機科学&数学	
4.2.数学		
5.工学	5.工学	医学系
6.1.環境/生態学	6.環境/生態学&地球科学	
6.2.地球科学		基礎生命科学系
7.1.臨床医学	7.臨床医学&精神医学/心理学	
7.2.精神医学/心理学		
8.1.1.農業科学	8.1.農業科学&植物・動物学	
8.1.2.植物・動物学		
8.2.1.生物学・生化学	8.2.基礎生命科学	
8.2.2.免疫学		
8.2.3.微生物学		
8.2.4.分子生物学・遺伝学		
8.2.5.神経科学・行動学		
8.2.6.薬学・毒性学		
M.複合領域	論文中の引用文献を用いて分類	論文中の引用文献を用いて分類
S.1.経済学・経営学	S.社会科学	
S.2.社会科学・一般		

研究チームの構成といっても、いろいろな次元がある。通常、論文からわかるのは、その人の名前とどこの機関に所属しているかまでである。ただ、昔のデータは、所属と名前のリンクもとれていない。そこで、著者6人までについて、職位、専門分野、生誕国、専門スキル、所属機関の部門を調査した。これらの情報を組み合わせることで、研究チームの構造がより複雑にわかる。更に、著者数や対象論文のアドレス情報、2011年度末の被引用数や引用している論文がどの分野かなどの情報もWeb of Scienceから取得し、これらを組み合わせて分析した。

【資料9】

<分析に用いたデータ>

研究チームの構成

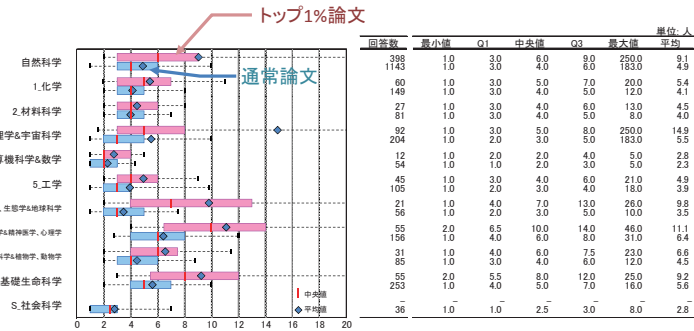
- 研究チームの詳細な構造を分析するために、科学者サーベイでは調査対象論文の著者6名まで以下の情報を尋ねた。
 - 職位・地位
 - 専門分野
 - 生誕国
 - 専門スキル
 - 所属機関の部門
- 上記に加えて、次の情報をWeb of Scienceから抽出した。
 - 著者数
 - 対象論文のアドレス情報(組織名、国名)
 - 2011年度末の被引用数
 - 対象論文が引用している論文の情報

【資料10】は、回答を得られた論文における著者数の分布を示す。

【資料10】

<分析に用いたデータ>

分野別著者数分布, 大学, 日本



注: 赤の箱ひげ図(上)がトップ1%論文、青の箱ひげ図(下)が通常論文に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。

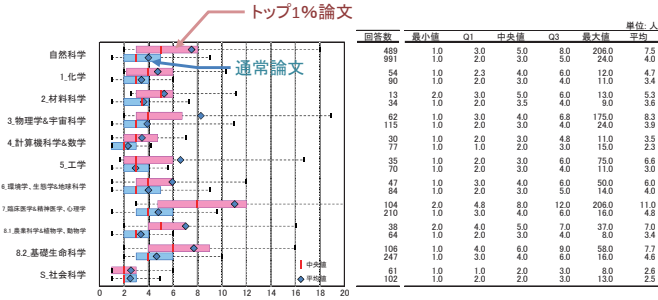
縦軸が分野、赤いボックスがトップ1%論文の著者、青いボックスが通常論文の著者の分布である。これは、日本の大学の研究チームについて調べた結果である。この図を見ると、トップ1%とそれ以外では、トップ1%の研究チームのほうで著者数が大きいことがわかる。特にこれは、環境学や臨床医学、基礎生命科学で、非常に顕著である。分野ごとの違いを見ると、計算機科学、あとは、今回は分析対象から外れるけれども社会科学、このあたりは、比較的研究チームが、小さいというのが見える。

【資料11】は米国である。日本と比べて全体的に少し左に寄る。つまり研究チームの著者数は若干少ない。ただ、少ないとはいえども、トップ1%と通常論文を比べると、トップ1%のほうが、著者数が多く研究チームが大きい。なぜ研究チームが大きいのかというところで、実は、国際化や若手研究者の寄与ということが関係してくる。

【資料11】

<分析に用いたデータ>

分野別著者数分布, 大学, 米国



注: 赤の箱ひげ図(上)がトップ1%論文、青の箱ひげ図(下)が通常論文に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。

3. 著者の職位・地位

著者の職位、地位を見るが、今回の分析には、研究者の地位として、【資料12】のようなクラス分けを行った。

【資料12】

<著者の職位・地位>

若手研究者の定義 (working definition)

- | | | |
|--|---|-------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 学生(学部、修士課程) ・ 学生(博士課程) ・ ポストドクター | } | 若手研究者 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 助教・講師クラス ・ 准教授クラス ・ 教授クラス | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ その他(技能者, その他, 不明) | | |

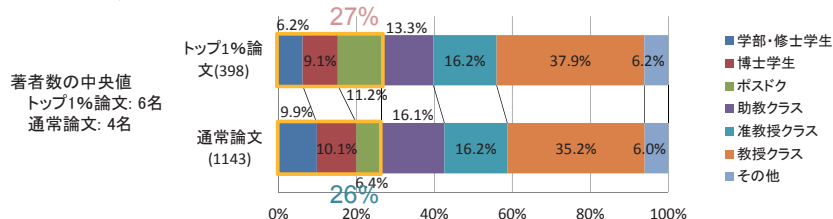
【資料13】が、著者全体の構成である。日本の場合、著者数の中央値が、トップ1%論文では6人、通常論文では4人である。両方とも、著者の3分の1は若手研究者とるので、トップ1%論文には大体2人ぐらいは、若手が入る。他方、米国を見ると、34%、33%で、日本より若干高くなる。この構成の比を見ると、米国のほうが、緑の部分、ポスドクの割合が高い。一方日本は、学部学生や修士学生の割合が高く、同じ若手といっても、構成が若干違う。

【資料13】

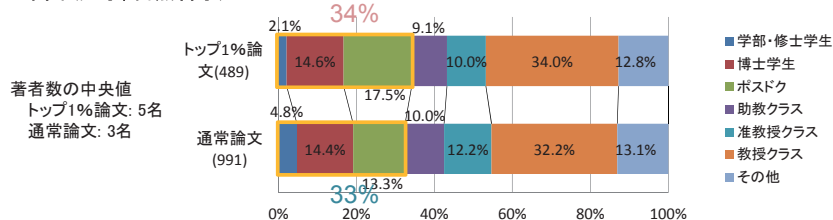
<著者の職位・地位>

著者全体の構成

日本 (大学, 自然科学)

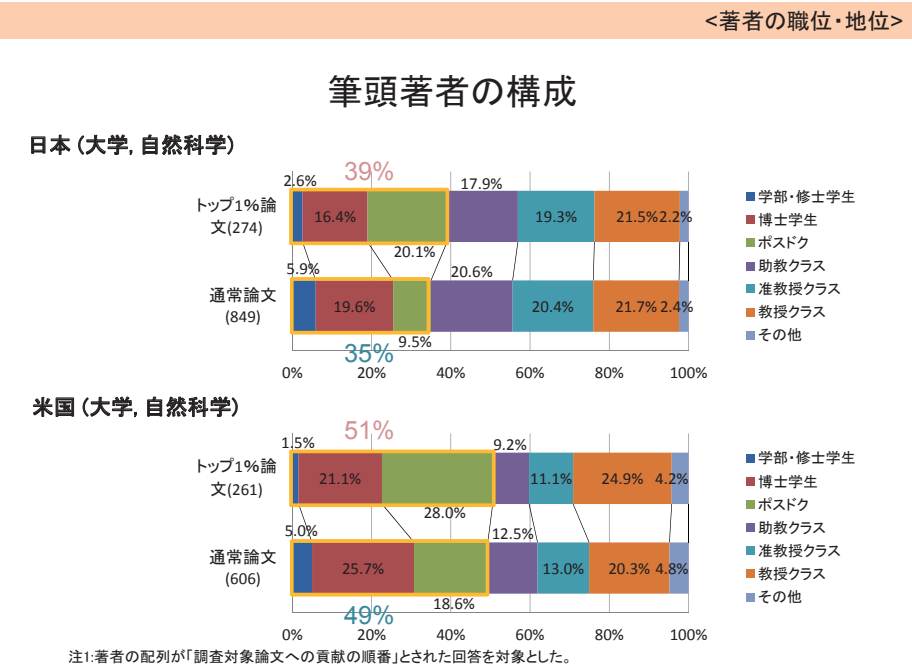


米国 (大学, 自然科学)



【資料14】で、筆頭著者を見る。若手の寄与が上がる。論文によっては、著者がアルファベット順に並ぶので、著者の配列が調査対象論文への貢献の順番となっている論文のみ集計している。日本のトップ1%では40%、通常論文では35%が若手研究者、米国では、トップ1%も通常論文も、50%が若手研究者である。特に、米国ではポストクの比率が非常に高い。

【資料14】



分野別に比較した結果を【資料15】に示す。

【資料15】

<著者の職位・地位>

筆頭著者の構成

日本	通常論文				トップ1%論文			
	回答数	若手	学生	PD	回答数	若手	学生	PD
物理科学系	448	31%	22%	9%	158	33%	18%	15%
基礎生命科学系	270	45%	34%	11%	66	52%	20%	32%
医学系	131	27%	18%	9%	50	42%	20%	22%

米国	通常論文				トップ1%論文			
	回答数	若手	学生	PD	回答数	若手	学生	PD
物理科学系	298	53%	38%	15%	129	57%	38%	19%
基礎生命科学系	177	60%	33%	27%	59	64%	14%	51%
医学系	131	25%	11%	15%	73	29%	3%	26%

注1: 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた回答を対象とした。

若手のバランスについて日本と米国を比べると、医学系はあまり変わらないが、物理科学系、基礎生命科学系とも、米国のほうが若手の割合が高い。次に、分野間を比較すると、物理科学系と基礎生命科学系では、基礎生命科学系のほうが、若手の割合が高い。

通常論文とトップ1%を比べると、筆頭著者におけるポストドクの割合では、日本の生命科学系では、通常論文で11%だが、トップ1%で32%、米国に至っては、トップ1%論文の50%にも及ぶことがわかる。米国のトップ1%で若手の割合は、物理科学系と基礎生命科学系であまり変わらないが、物理科学系では筆頭著者における学生の割合が高くなる。このことから、分野によって、学生、ポストドクターのバランスも変わる。

ここまでの結果をまとめる。まず若手研究者は、科学における知識生産に非常に関与している。特に、基礎生命科学系に関しては、高い割合で筆頭著者である。この分析の対象年が2001年から2006年であり、ちょうどゲノミクスが進展し、NIHの予算の倍増、日本では科学技術基本計画における重点化等々があり、知識生産の形態の一種に非常に大きな変化が起きた期間であることが関係しているかも知れない。トップ1%のポストドクの筆頭著者における割合が、非常に多い。これは、米国の基礎生命科学系で顕著である。相違点は、著者全体における若手研究者のバランスで、ポストドク、PhD学生の割合は、米国のほうが高い。一方、学部・修士学生の割合は、日本のほうが高い。若手研究者は重要であるが、そのバランスが、日本と米国で違うということが見える。

【資料16】

<著者の職位・地位>

著者の職位・地位(発見事実)

(共通点)

- 若手研究者は科学における知識生産に大きく関与
- 基礎生命科学系:若手研究者が高い割合で筆頭著者
 - 1990年代のゲノミクスの進展、NIHの予算倍増計画、科学技術基本計画における重点化
- トップ1%論文:ポストドクターの著者における割合が増加
 - 米国の基礎生命科学系では、トップ1%論文の筆頭著者の50%

(相違点)

- 著者全体における若手研究者
 - ポストドクター, PhD学生: 米国 > 日本
 - 学部・修士学生: 日本 > 米国

4. 研究チームの国際化

【資料17】に研究チームの国際化について論点をまとめた。国際化というときには、実は2つの論点がある。1つは、先ほどの国際共同研究、これは組織に注目したものである。この分析でも、同じように調査対象論文が国際共著である場合には、国際共同研究であるとした。具体的に言うと、日本の場合には、日本の機関プラス日本以外の機関が連携している場合、米国の場合には、米国の機関と米国以外の機関が連携している場合を国際共著と考えた。もう1つは、生誕国である。つまり、海外を生誕国とする研究者の参画というのも一種の国際化であろうということである。この分析では、例えば日本の場合、ある研究者の生誕国が日本ではない場合、その方は海外生誕だと考えた。また、米国の場合も、研究者の生誕国が米国ではない場合、海外生誕と考えた。

【資料17】

<研究チームの国際化>

研究チームの国際化

- ・ 国際化に関する2つの視点
- ・ 国際共同研究
 - 調査対象論文が国際共著である場合、国際共同研究であるとした。
 - 日本: 日本の機関+日本以外の機関
 - 米国: 米国の機関+米国以外の機関
 - 共著形態についてのデータはWeb of Scienceから取得。
- ・ 海外を生誕国とする研究者の参画
 - ある研究者の生誕国が日本(米国)ではない場合、その研究者は日本(米国)において海外生誕であるとした。

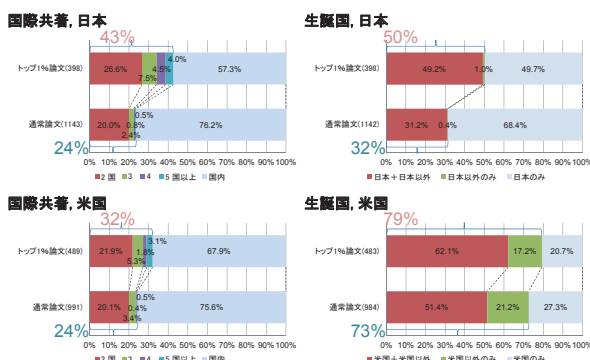
このバランスを見たのが【資料18】である。

左側は国際共著についてのデータである。日本のトップ1%論文では、57.3%が国内論文、26.6%が2国間の共著論文である。通常論文に関しては、日本と米国の国際共著率はあまり変わらない。一方、トップ1%論文になると、両方とも国際共著率は上がるが、日本のほうが、43%と高くなり、国際共著が、被引用数のインパクトを高めることに寄与していることがわかる。

【資料18】

<研究チームの国際化>

生誕国の多様性と国際共著割合(大学、自然科学)



一方、生誕国の多様性では、日本の場合は、国際共著のパターンと似ているが、米国は、国際共著の割合と関係なく、通常論文でも73%、トップ1%論文だと79%が米国生誕以外の人に関わった研究チームになる。このことから、米国は、非常に生誕国の多様性が高いということがわかる。

それをクロスで見たのが【資料19】で、国内論文、国際共著における著者の生誕国の構成を示している。日本の場合、国内論文の約9割が日本生誕のみである。国際共著も、9割が日本と日本以外の生誕国の組み合わせということで、要するに海外生誕の人というのは、多くは海外の機関に所属する研究者といえる。一方、米国の場合、米国の国内共著のうち7割は米国以外が生誕国の著者がいる。つまり、国内論文に多くの海外生誕の研究がかかわっていることが、この分析からわかる。

【資料19】

<研究チームの国際化>

共著形態と生誕国(自然科学, 大学, トップ1%+通常論文)

日本	生誕国		
	日本のみ	日本以外のみ	日本+日本以外
国内共著	86.3%	0.1%	13.6%
国際共著	7.0%	1.8%	91.2%

米国	生誕国		
	米国のみ	米国以外のみ	米国+米国以外
国内共著	33.1%	16.9%	49.9%
国際共著	3.3%	28.0%	68.7%

海外生誕の研究者

日本 : 多くは海外の機関に所属する研究者
米国 : 国内にも多くの海外生誕の研究者

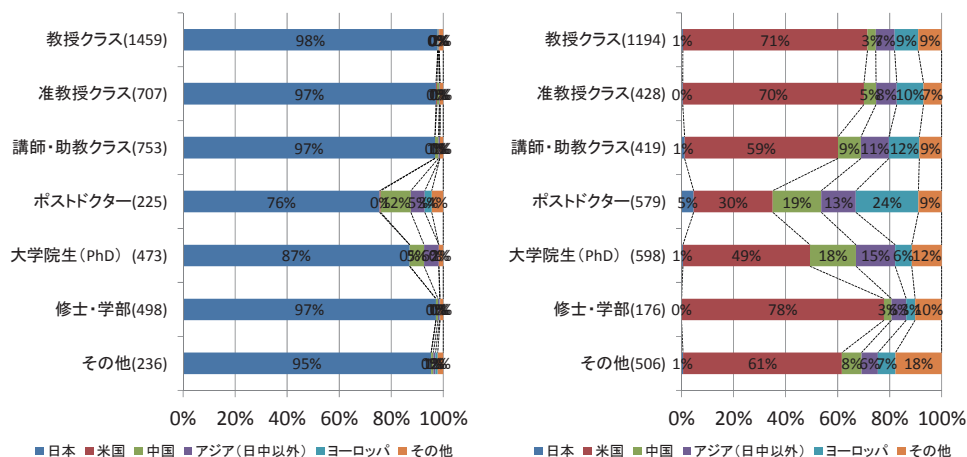
では、彼らは一体どのポジションにあるのかを【資料20】にまとめる。ここに国際共著を含めると海外にいる海外生誕の人が入ってしまうので、国内論文のみに注目している。具体的には、日本は1,099、米国は1,066の国内論文を対象に（著者数は、日本では約4,000名、米国では3,900人）、この人たちの職階と生誕国のクロスを見た。日本の場合、ほとんどが日本生誕である。ただ、ポスドク、PhD学生は、若干海外の方が増える。要するに、ここの部分はモビリティが高いということである。米国の場合、ポスドクの中で米国生誕の人は、約3割しかいない。つまり、7割が海外から来るということである。ただ、米国の教授クラスの人では、7割は米国生誕である。PhDやポスドクの時に海外から米国に入ってきて、そこで競争が行われ、競争に打ち勝った人は米国に残るという構造が見えてくる。

【資料20】

<研究チームの国際化>

国内論文における研究者の生誕国の分布 (自然科学, 大学, トップ1%+通常論文)

日本(著者のべ4,351名) 米国(著者のべ3,900名)



自然科学, 大学, 国内論文(日本: 1,099件, 米国: 1,065件)を対象に、それらの論文著者の生誕国を職位・地位別に示した結果。著者6名までの情報について尋ねた(日本: 4,351名, 米国: 3,900名)。

ここまでの発見事実をまとめる。研究者の生誕国の多様性を見ると、米国のほうが、非常に高いということが、大きな相違点としてわかってきた。生誕国を見てみると、ポストドクターの7割、PhD学生の5割が海外生誕ということで、米国は、海外の研究者を自国に引きつけることによって、その活力を維持しているということが改めて確認された。日本に関しては、日本生誕の研究者が主であるけれども、ポストドクターやPhD学生は、海外生誕の人が増える。このあたりは、今後、国際化等を考えるときに、一つの鍵になってくるのではないかと個人的には考える。

【資料21】

<研究チームの国際化>

研究チームの国際化(発見事実)

(相違点)

- 研究者の生誕国の多様性: 米国 >> 日本
- 米国の国内論文著者の生誕国:
ポストドクターの70%、PhD学生の51%が海外生誕



海外の若手研究者を自国にひきつけることで、その活力を維持

- 日本については、日本生誕の研究者が主。ただし、ポストドクターの24%、PhD学生の13%は海外生誕。



主に国内で閉じた人材の需要供給

5. 専門分野の多様性

最後に、専門分野の多様性をみる。科学者サーベイでは、個々の研究者がどの専門分野で共著したかを、27分野で尋ねた。ただ、この27分野を可視化すると非常に細いので、以降の分析では、もう少しアグリゲーションした10分野分類で示していく。

【資料22】

<専門分野の多様性>

専門分野, 10分野分類, 22分野分類の対応

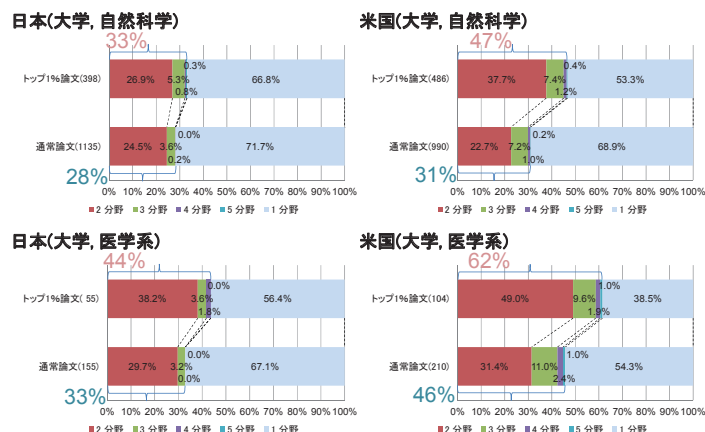
専門分野	10分野分類	22分野分類(複合領域のぞく)
化学	1.化学	1.化学
材料科学	2.材料科学	2.材料科学
物理学	3.物理学&宇宙科学	3.1.物理学
宇宙科学		3.2.宇宙科学
数学	4.計算機科学&数学	4.1.計算機科学
計算機科学		4.2.数学
都市工学	5.工学	5.工学
電気工学、電子工学、情報工学		
機械工学		
化学工学		
医療工学		
材料工学		
環境工学		
環境学、生態学	6.環境学、生態学&地球科学	6.1.環境学/生態学
地球科学		6.2.地球科学
臨床医学	7.臨床医学&精神医学、心理学	7.1.臨床医学
精神医学、心理学		7.2.精神医学/心理学
農業科学	8.1.農業科学&植物学、動物学	8.1.1.農業科学
植物学、動物学		8.1.2.植物・動物学
生物学、生化学	8.2.基礎生命科学	8.2.1.生物学・生化学
免疫学		8.2.2.免疫学
微生物学		8.2.3.微生物学
分子生物学、遺伝学		8.2.4.分子生物学・遺伝学
神経科学、行動科学		8.2.5.神経科学・行動学
薬学、毒性学		8.2.6.薬学・毒性学
経済学、経営学	S.社会科学	S.1.経済学・経営学
その他・社会科学		S.2.社会科学・一般

【資料23】は、研究チームがカバーする専門分野の分布であるが、実は、日本も米国も、自然科学系の通常論文ではあまり変わらない。2分野をカバーするチームが、日本では24.5%、米国では22.7%である。トップ1%になると、米国のほうが、割合が高まる。実はこれも、分野によって若干状況が異なり、医学系、臨床医学になると、多様性が非常に高くなる。特に米国のトップ1%の62%は、2分野以上の専門分野をカバーする研究チームである。

【資料23】

<専門分野の多様性>

研究チームがカバーする専門分野(10分野分類)

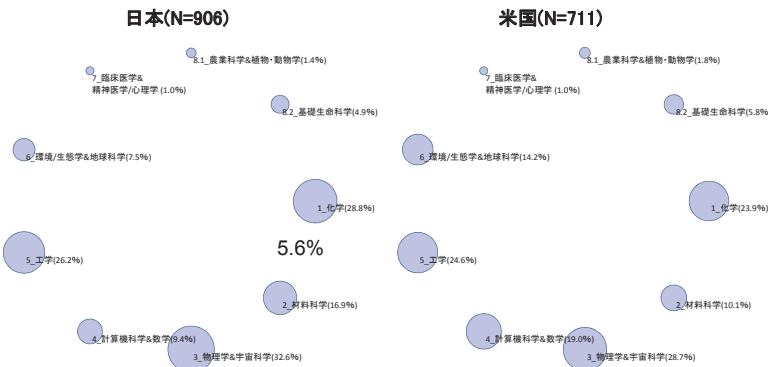


では具体的に、この研究チームが、どのような専門分野のコラボレーションのパターンになっているかを【資料24】で示す。これは物理科学系について、先ほど示した10分野分類で示したものである。日本の場合は906チーム、米国の場合は711チームを対象とした。日本の場合、そのうちの32.6%の研究チームに、物理か宇宙科学の研究者が入っているということである。日本と米国で物理科学に関しては、あまり大きな違いはない。

【資料24】

<専門分野の多様性>

研究チーム内の共著パターン, 大学, 物理科学系



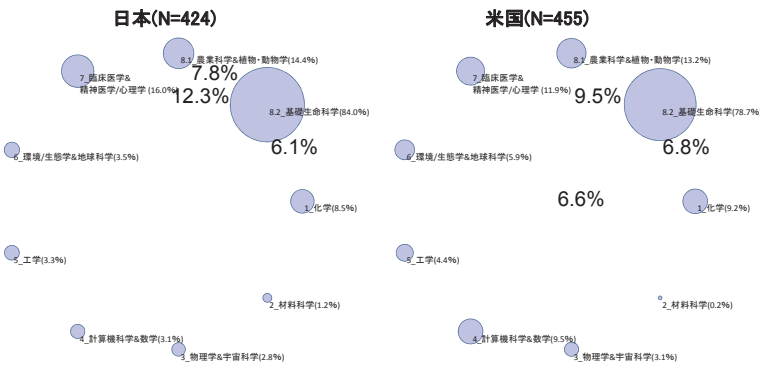
円の面積はそれぞれの専門分野を持つ研究者が研究チームに関与している割合、線の太さは異なる専門分野間の組み合わせの割合に対応。

基礎生命科学系を見ると、基礎生命の専門家が一番多いのは共通である。一つの違いは、計算機科学・数学の研究者が、米国の場合、約9.5%入っており、日本の場合は、3.1%しか入っていない点である。計算機科学・数学と基礎生命科学の研究者の共著パターンが米国では約6.6%入っており、同じ基礎科学系でも、計算機科学・数学の研究者の関わり方が日米でかなり異なる。

【資料25】

<専門分野の多様性>

研究チーム内の共著パターン, 大学, 基礎生命科学系

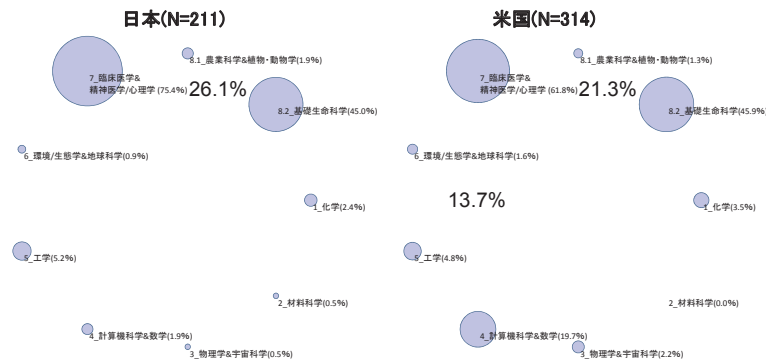


円の面積はそれぞれの専門分野を持つ研究者が研究チームに関与している割合、線の太さは異なる専門分野間の組み合わせの頻度。

【資料26】

<専門分野の多様性>

研究チーム内の共著パターン, 大学, 医学系



円の面積はそれぞれの専門分野を持つ研究者が研究チームに関与している割合、線の太さは異なる専門分野間の組み合わせの頻度。

【資料27】

<専門分野の多様性>

計算機科学&数学を専門とする研究者が参画している
医学系の論文例

- Patients at lower risk of arrhythmia recurrence: A subgroup in whom implantable defibrillators may not offer benefit, JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY
- Relation of gemfibrozil treatment and lipid levels with major coronary events - VA-HIT: A randomized controlled trial, JAMA-JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
- Lessons learned from more than 1,000 pancreas transplants at a single institution, ANNALS OF SURGERY
- Transcriptional gene expression profiles of colorectal adenoma, adenocarcinoma, and normal tissue examined by oligonucleotide arrays, CANCER RESEARCH
- The effect of medical education on primary care orientation: Results of two national surveys of students' and residents' perspectives, ACADEMIC MEDICINE
- Effectiveness of glycerol as a rehydrating agent, INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT NUTRITION AND EXERCISE METABOLISM
- The use of hepatitis C viral RNA levels in liver tissue to distinguish rejection from recurrent hepatitis C, LIVER TRANSPLANTATION
- The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease, ANNALS OF INTERNAL MEDICINE
- Markers of insulin resistance and colorectal cancer mortality, CANCER EPIDEMIOLOGY BIOMARKERS & PREVENTION
- Naltrexone in the treatment of alcohol dependence., NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

ここまでの発見事実をまとめる。通常論文に関しては、研究チームがカバーする専門分野は、日米であまり変わらない。一方、米国のトップ1%論文を見ると、日本に比べて、非常に多様な専門分野の研究者で研究チームが構成されている。その中でも、基礎生命科学系や医学系で、計算機科学・数学の研究者が、非常に高い割合で関与していることが見えてきた。基礎生命科学系についてはバイオインフォマティクスの研究に計算機科学の研究者が参画している、医学系に関しては臨床研究に統計の専門家が参画しているためと考えられる。

【資料28】

<専門分野の多様性>

専門分野の多様性(発見事実)

(共通点)

- 通常論文: 研究チームがカバーする専門分野数は日米で類似(2分野以上をカバーする割合、日本28%、米国31%)。

(相違点)

- 米国のトップ1%論文: 日本と比べて多様な専門分野の研究者で研究チームを構成
- 米国の基礎生命科学系や医学系: 計算機科学&数学を専門とする研究者の高い関与度合
 - 基礎生命科学系: バイオインフォマティクス
 - 医学系: 臨床研究(統計の専門家が参画?)

6. 分析例の紹介

ここまでは、記述統計を紹介してきたが、少し分析的な結果を紹介する。若手研究者の関与と論文の被引用数の関係、ポストドクターが参画している研究チームは、どのような特徴があるのか、分野間協力を行うインセンティブは何で、ディスインセンティブは何かの3点を分析した。

なお、【資料29】以降は、途中結果であり、最終的な結果が変わる可能性があるため、引用等はお控えいただきたい。

【資料29】

<分析例の紹介>

分析例の紹介

- ・ 若手研究者の関与と論文の被引用数の関係
- ・ ポストドクターが参画している研究チームの特徴
- ・ 分野間協力を行うインセンティブとディスインセンティブ

(1) 若手研究者の関与と論文の被引用数の関係

若手研究者の関与と論文の被引用数の関係について回帰分析の結果を示す。ここでは被説明変数として、順序化した被引用数（トップ1%からトップ10%か、トップ20%かというふうにクラスター、順序化した件数）を用意し、研究チームにおけるポストドクの割合、学生の割合、共著形態、研究チームの専門分野数、回答者の経歴、著者数、研究資金や分野で分析した。ここで、注目したいのは、ポストドクターや学生の割合である。ただ、当然、共著形態や著者数も被引用数に影響するので、これらもコントロールする。

【資料30】

<若手研究者の関与と論文の被引用数の関係>

若手研究者の関与と論文の被引用数の関係

- ・ 被説明変数
 - － 順序化した被引用数(2011年末)[5: トップ1%、4: トップ10%、3: トップ20%、2: トップ30%、1: トップ40%、0: トップ40%～](各年、各ジャーナル分野ごと)
- ・ 説明変数
 - (研究チームにおける若手の割合)
 - － ポストドクターの割合
 - － 学生の割合
 - (以下についてもコントロール)
 - － 共著形態(国内/国内(海外生誕)/国際)
 - － 専門分野数
 - － 回答者の経歴(受賞経歴、海外経歴、論文誌の編集委員としての経歴)
 - － 著者数
 - － 人月あたりの研究資金
 - － 分野(22分野分類)

推定結果について、【資料31】で*印がついている箇所が、統計的に有利な結果である。この係数がプラスのものは、被引用数と正の相関があり、マイナスのものは負の相関がある。まずコントロール変数に注目すると、著者数や人月当たりの研究開発費は、被引用数と正の相関がある。もう一つ重要なのは、共著形態である。国際共著と被引用数は正の相関にあるが、国内共著に海外生誕の著者を含むことも正の相関をもつ。国際化といったときに、国際共著もあるけれども、海外のタレントを引き寄せるということも、被引用数にプラスにきいてくる。国際化はやはり重要である。最後に注目するのは、ポスドクの割合であるが、このポスドクの割合も、被引用数と正の相関をもっている【資料32】。

【資料31】

<若手研究者の関与と論文の被引用数の関係>

推定結果(Preliminary)

日本+米国		被説明変数: 被引用数が上位何%に入るか		
		物理科学系 b/t	基礎生命科学系 b/t	医学系 b/t
加 補 世 加	若手研究者以外の割合	-	-	-
	ポスドクターの割合	1.09 [3.06]**	1.15 [2.70]**	1.02 [1.92]
	学生の割合	0.07 [0.26]	-0.25 [-0.71]	-0.06 [-0.10]
海 外 生 誕	国内共著(海外生誕無)	-	-	-
	国内共著(海外生誕有)	0.39 [3.07]**	0.47 [2.65]**	0.4 [1.74]
	国際共著	0.43 [3.16]**	0.39 [2.28]*	0.58 [2.30]*
専 門 分 野 数	受賞歴	-0.08 [-1.03]	-0.13 [-1.84]	0.12 [1.18]
	海外経験	-0.06 [-0.55]	0.13 [0.93]	0.04 [0.21]
	論文誌の編集委員としての経験	-0.08 [-0.78]	0.12 [0.83]	-0.15 [-0.79]
著 者 数	著者数(log)	0.03 [0.27]	-0.2 [-1.41]	0.01 [0.06]
	人月当たりの研究開発費 (log)	0.59 [6.39]**	1.23 [8.21]**	1.48 [8.35]**
		0.27 [8.49]**	0.39 [6.99]**	0.24 [3.85]**
分野		YES	YES	YES
Chi-squared		191.47***	189.94***	150.24***
Log-likelihood		-2010.19	-1151.09	-632.95
Pseudo-R2		0.05	0.09	0.11
N		1310	778	434

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

注: 分析にあたっては、著者数が2名以上の論文に注目した。

[暫定的な結果であり、結果が変わる可能性がある。]

【資料32】

<若手研究者の関与と論文の被引用数の関係>

回帰分析からの示唆

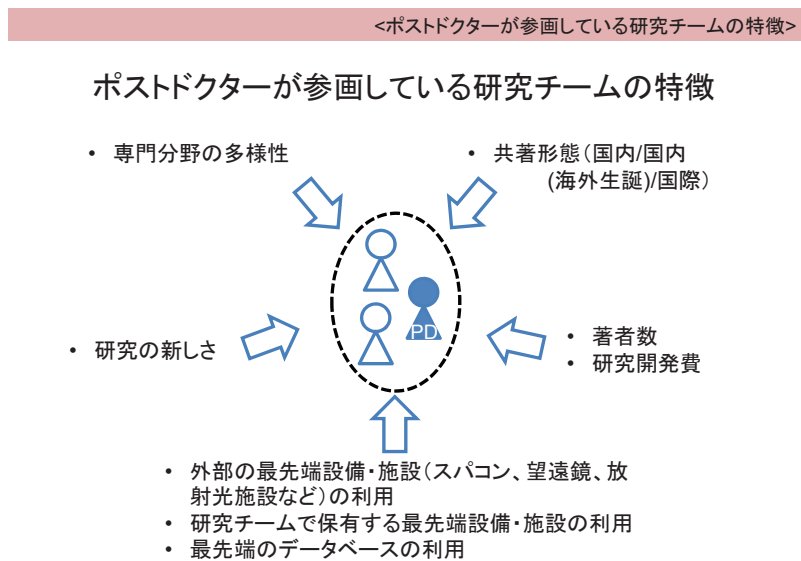
(被引用数が増加)

- 研究チームにおけるポスドクターの割合の増加
- 研究チームの国際化
 - 国際共同研究
 - 国内論文への海外生誕研究者の参画
- 著者数および研究プロジェクトで用いた研究開発費の増加

(2) ポストドクターが参画している研究チームの特徴

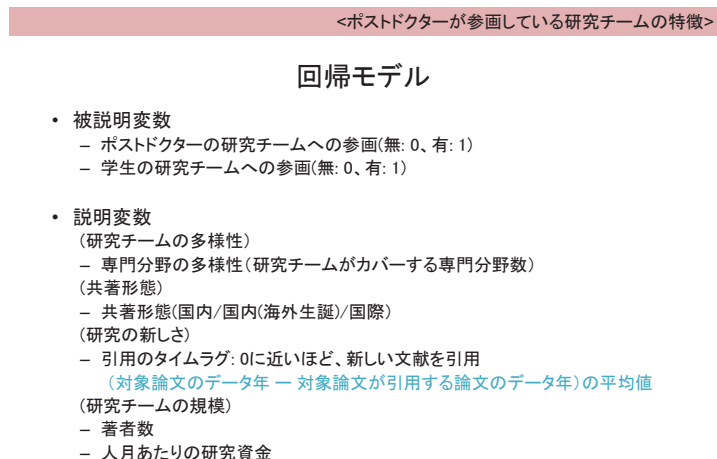
次に、どのような研究チームにポストドクが参加しているかを分析した結果を示す。ここでは、参加する要因として、専門分野の多様性を確保したいからなのか、共著形態が国際だからか、ただ単に著者数が大きいからなのか、研究が新しいからか、最先端の施設設備を使いこなす必要があるからかというように、いろいろな要因をコントロールして、ポストドクが参加する割合を分析してみた。

【資料33】



具体的には、ポストドクまたは学生の有無を被説明変数として、専門分野の多様性、共著形態、研究の新しさ、研究チームの規模（研究資金や共著形態、最先端施設及び設備の利用状況もコントロールした）を説明変数とした。ここで言う研究の新しさとは、論文を書く際に引用する過去の論文が、どれぐらい新しいかという、引用のタイムラグで計測している【資料34、35】。

【資料34】



【資料35】

<ポストドクターが参画している研究チームの特徴>

回帰モデル, 続き

- (研究チームの規模、日本のみ)
- 外部の最先端設備・施設(望遠鏡、スパコン、放射光施設など)の利用の有無
 - 研究チームで保有する最先端設備・施設の利用の有無
 - 最先端のデータベースの利用の有無
- (以下もコントロール)
- 分野(ジャーナル分野)

【資料36】が結果である。(1)と同様、プラスだとポストドクの参画割合と正の相関であり、マイナスだと負の相関である。結果、国内共著で海外生誕有の研究チームや国際共著の研究チームに関しては、ポストドクが参加する割合が高い。一方、引用のタイムラグに関しては負の相関となっている。要するに古い論文を引用している研究チームは、ポストドクの参画割合が低いということである。ポストドクが参加している研究チームは、最先端の研究を行っている可能性がある。また、日本だけであるが、最先端の実験設備を利用している研究チームへのポストドクの参画割合が高い。ポストドクは、最先端の知識や最先端のテクニックを活用するために、研究チームに入ることが予想される。また、著者数や研究開発費とポストドクの参加割合は正の相関となっている。

一方、学生の参加については、国際共著と負の相関であり、引用のタイムラグとは正の相関となっている。これらから、確立された研究を実施している研究チームへの学生の参画割合が高いことが予想される。

【資料36】

<ポストドクターが参画している研究チームの特徴>

推定結果(Preliminary)

	日本+米国		日本(施設・設備の変数有)	
	ポストドクターの参画	学生の参画	ポストドクターの参画	学生の参画
	Logit b/t	Logit b/t	Logit b/t	Logit b/t
専門分野数	0.08 [1.31]	0.01 [0.21]	-0.06 [-0.63]	0.06 [0.63]
国内共著(海外生誕無)	-	-	-	-
国内共著(海外生誕有)	1.35 [11.62]***	-0.19 [-1.76]	1.34 [6.48]***	-0.25 [-1.23]
国際共著	1.14 [9.28]***	-0.8 [-7.20]***	1.16 [7.20]***	-1.18 [-7.65]***
引用のタイムラグ(log)	-0.54 [-4.74]***	0.24 [2.33]*	-0.29 [-1.61]	0.24 [1.59]
著者数(log)	0.45 [4.92]***	0.5 [5.69]***	0.41 [3.01]**	0.72 [5.37]***
人月あたりの研究開発費(log)	0.16 [5.65]***	-0.01 [-0.56]	0.14 [3.17]**	0.01 [0.21]
最先端の実験設備・施設(外部)の利用			0.06 [0.35]	-0.1 [-0.59]
最先端の実験設備・施設(内部)の利用			0.41 [2.73]**	0.02 [0.18]
最先端のデータベースの利用			0.24 [1.26]	0.13 [0.76]
分野	YES	YES	YES	YES
Chi-squared	386.83***	265.47***	194.35***	169.84***
Log-likelihood	-1406.66	-1616.9	-651.22	-812.6
Pseudo-R2	0.15	0.09	0.15	0.12
N	2569	2569	1342	1342

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

注: 分析にあたっては、著者数が2名以上の論文に注目した。

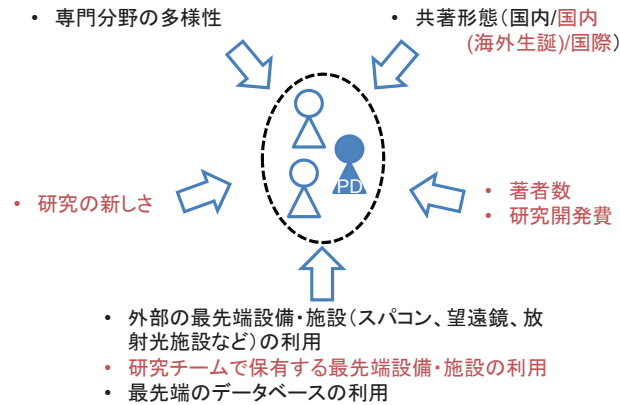
[暫定的な結果であり、結果が変わる可能性がある。]

今回わかったことは、研究が新しい場合、国内共著でも海外生誕の研究者を含む場合、国際共著の場合、最先端設備を保有している場合、研究チームへのポストクの参画割合が高いということである。

【資料37】

<ポストドクター/学生が参画している研究チームの特徴>

回帰分析からの示唆

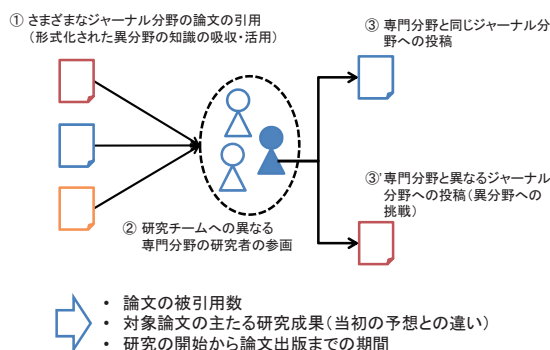


(3) 分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ

最近、異分野融合ということが非常に多く言われているが、分野を越えるということは、研究者にとって非常にリスクが高いようである。現在、被引用数で評価が行われるため、そういうチャレンジをすると、被引用数が落ちて、インセンティブがなくなるというような意見が見られる。実際それが本当なのかということを知るために、【資料38】のような分析を行った。研究者が分野を超えた研究を行うという、いろいろなパスがある。1つめ、一番あり得るのは、自分が論文を書くときに、いろいろな分野のジャーナルを引用することである。私の専門が物理の場合、化学の論文を引用することもできるし、生物の論文を引用することもできる。2つめ、異なる専門分野の人を連れてくること。例えば物理の人が、化学の人を連れてきて、研究するということもあり得る。3つめは、例えば物理の人が、物理の分野にジャーナルを投稿するか、化学の分野に投稿するかというパス。このように分野を越えるといっても、いろいろなパスがある。

【資料38】

<分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ>

分野を超えた協力を行うインセンティブと
ディスインセンティブ

これらのパスが、論文の被引用数、対象論文の主たる成果が当初の予想と違ったか、意外性にどう関係しているか、研究時間にどのくらい関係するかということを分析して見たのが【資料39】の回帰分析である。回帰モデルの被説明変数として、被引用数、主たる研究成果の内容(予想を大きく下回るか、上回るか)、研究の開始から研究論文出版までの期間を用いた。説明変数としては、研究チームがカバーする専門分野数、引用文献がカバーするジャーナル分野数、回答者の専門分野と対象論文のジャーナル分野が、一緒かどうかということを用いて関係を調べた。

【資料39】

<分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ>

回帰モデル

- ・被説明変数
 - 順序化した被引用数(2011年末)
 - 主たる研究成果の内容(1:予想を大きく下回る～5:予想を大きく上回る)
 - 研究の開始から論文出版までの期間
- ・説明変数
 - 研究チームがカバーする専門分野数(22分野分類)
 - 引用文献がカバーするジャーナル分野数(22分野分類)
 - 回答者の専門分野と対象論文のジャーナル分野の一致
 - { 0: 専門分野 = ジャーナル分野
 - { 1: 専門分野 ≠ ジャーナル分野

- (以下についてもコントロール)
- 研究チームにおける若手の割合
 - 共著形態(国内/国内(海外生誕)/国際)
 - 著者数
 - 人月あたりの研究資金
 - 分野(22分野分類)

【資料40】が結果である。まず被引用数に関しては、ある研究者が自分の専門分野と異なる分野のジャーナルに論文を出すことと、被引用数には負の相関が見える。例えば物理の専門家が化学の論文を書いたとき、被引用数は平均で見ると低くなる。一方、物理の人がいろいろな分野のジャーナルを引用して、自分の中でいろいろな形式知を取り入れることと、被引用数は正の相関がある。残念ながら、研究チームの専門分野の多様性は、被引用数には効いてこないという結果が出ている。では、何に効いてくるのか。主たる研究成果の内容（主観的に、その研究成果が、予想どおりだったか、予想と違ったか）が予想とは違ったということと、専門分野数との間に正の相関がある。あとは、研究期間に関しては、専門分野の多様性は特に関係せず、ポスドクの割合が関係している。ポスドクの割合と、研究の開始から論文出版までの期間には負の相関がある。ただし、ここで述べた結果は、あくまで相関関係をみており、因果関係までは言えない点は注意が必要である。

【資料40】

<分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ>

推定結果 (Preliminary)

	日本+米国	順序化した被引用数 Ordered Logit	主たる研究成果の内容 Ordered Logit	研究の開始から論文出版までの期間 OLS
		b/t	b/t	b/t
被引用数	専門分野数(著者)	-0.07 [-1.35]	0.14 [2.78]**	-0.01 [-0.41]
	ジャーナル分野数(引用文献)	0.21 [7.41]***	0.04 [1.49]	-0.01 [-1.37]
	専門分野とジャーナル分野が同じ			
	専門分野とジャーナル分野が異なる	-0.33 [-4.13]***	-0.04 [-0.57]	0.02 [1.02]
研究期間	若手研究者以外の割合	1.02 [4.32]***	0.11 [0.48]	-0.24 [-3.08]**
	ポスドクターの割合	-0.13 [-0.66]	0.29 [1.53]	-0.04 [-0.62]
	学生の割合			
	国内共著(海外生誕無)			
海外共著	国内共著(海外生誕有)	0.4 [4.39]***	0.19 [1.99]*	-0.15 [-5.26]***
	国際共著	0.39 [3.99]***	0.31 [3.10]**	0.19 [3.22]**
	著者数(log)	0.84 [11.26]***	0.08 [1.04]	0.13 [7.03]***
	人月あたりの研究開発費(log)	0.28 [11.23]***	0.1 [4.91]***	-0.01 [-1.87]
分野		YES	YES	YES
Chi-squared/F		549.90***	139.26***	7.29***
Log-likelihood/R-squared		-3863.45	-3155.55	0.08
Pseudo-R2/Adj-R-squared		0.07	0.02	0.07
N		2562	2565	2418

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

注: 分析にあたっては、著者数が2名以上の論文に注目した。

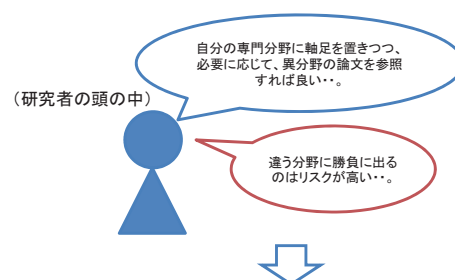
[暫定的な結果であり、結果が変わる可能性がある。]

これから推測するに、恐らく専門家の頭の中はこうなっているだろう。

【資料41】

<分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ>

回帰分析からの示唆



ただし、異分野の研究者を巻き込むことで、予想していなかった成果が得られる可能性は高まる。

研究レビュー 5-2

研究チームに注目した「科学における知識生産」の分析

科学技術基盤調査研究室 伊神 正貫

「分野融合と言われるけれども、自分の専門分野に軸足を置いて、必要に応じて、異分野の知識を用いれば良いだろう。違う分野に勝負に出るのは、非常にリスクが高い。」と皆考えているのではないだろうか。ただ、そこを越えれば、異分野の人を巻き込むことにより、予想していなかった成果が得られる可能性は高まるかもしれない。

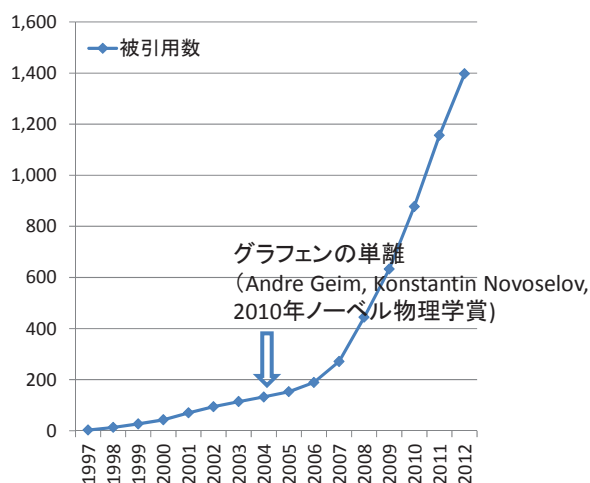
我々の分析で、被説明変数として用いている被引用数というのは、コミュニティの大きさや、研究者に認識されているかどうかには必ず影響される。計量書誌学の中には、「スリーピングビューティー（眠れる森の美女）」という表現がある。要するにずっと忘れられていたのだけれども、あることをきっかけに、急に引用数が伸びる論文のことである【資料42】。これは昔、私が所属していた研究室のグラフェンについての研究の論文の例である。その研究室は、化学のグラフ理論の専門家と、物理の専門家が協力して、理論研究を行った。その研究論文は、1997年に出されたのだが、2004年位までは、被引用数はおよそ200件に留まっている。グラフェンは2010年にノーベル物理学賞をとった研究であるが、賞を取った途端、急に我々の研究の重要さがわかり、すごい勢いで被引用数が増えている。このようなことも起き得る。異分野間協力によるサプライズの大切さを示す一例だと思う。

【資料42】

<分野を超えた協力を行うインセンティブとディスインセンティブ>

Sleeping beauty

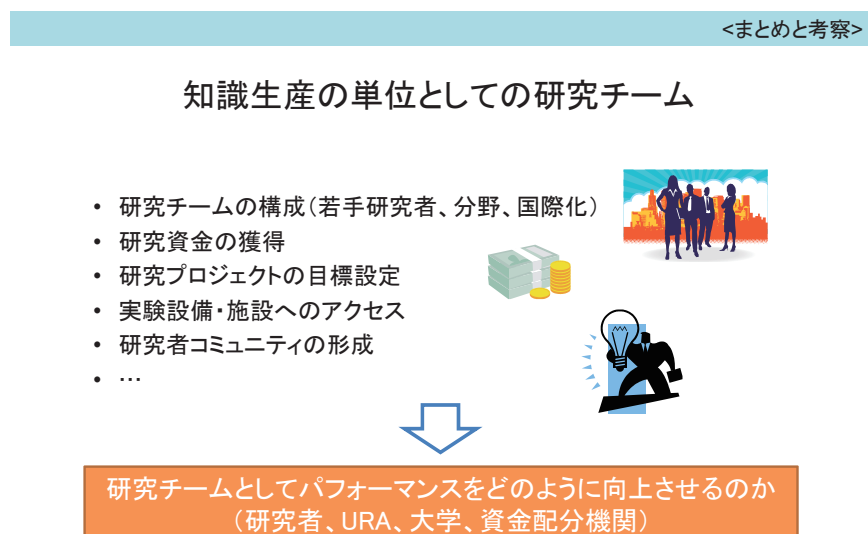
Edge state in graphene ribbons: Nanometer size effect and edge shape dependence,
Physical Review B - Condensed Matter and Materials Physics 54, 17954 (1996)



7. まとめと考察

最後にまとめと考察を述べる。まず、知識生産の単位としての研究チームというものを、しっかりと考えるべきだろう。今回は研究チームの構成だけであったが、研究資金の獲得やプロジェクトの目標設定など、多様な視点がある。多様な観点から、研究チームとしての知識生産の特徴を考える必要がある。研究を行うのは一義的には研究者であるけれども、例えば、その研究資金の獲得を考えるのであれば、リサーチ・アドミニストレーターのような人がサポートできるし、実験設備・施設のアクセスに関しては、やはり大学単位で工夫できる点もあるはずである。もう一つ大事なのは、やはり若いころから、研究チームをマネジメントできるような形にする必要があるということである。

【資料43】



若手研究者の関与と国際化という視点でまとめる。若手研究者の関与をみると、ポスドクは、トップ1%論文へ筆頭著者として大きく関与しており、その割合は、米国のほうが高い。彼らが参加している研究チームの特徴は表にまとめた通りである。国際化についてみると、国際共同研究や国内論文で海外生誕者の参画と被引用数には正の相関がある。生誕国の多様性は、米国のほうが日本よりはるかに高い。ポスドク、PhD学生を比べると表にまとめた通りになっている。日本のマクロな状況を見てみると、博士課程後期に進学する人が減少し、大学教員の平均年齢は上昇している。つまり、だんだんと若い人が減少する方向に動いてしまっており、国際化はなかなか進んでいない【資料44】。

【資料44】

<まとめと考察>

若手研究者の関与と国際化

	科学者サーベイから明らかになったこと	日本のマクロな状況
若手研究者の関与	<ul style="list-style-type: none"> 知識生産に若手研究者は大きく関与 ポスドクはトップ1%論文へ筆頭著者として大きく寄与 研究チーム内のポスドクの割合: 米国 > 日本 <p>(ポスドクが参画している研究チームの特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際共同研究、国内(海外生誕) 新しい研究を行っている 人月あたりの研究費額が高い 最先端の研究設備・施設を保有・利用している[日本] 	<ul style="list-style-type: none"> 博士課程後期進学者の減少 大学教員の平均年齢の上昇
国際化	<ul style="list-style-type: none"> 国際共同研究、国内(海外生誕の研究者の参画)のいずれについても被引用数が高くなる。 生誕国の多様性: 米国 >> 日本 海外生誕のポスドクの割合: 米国70%、日本25% 海外生誕のPhD学生の割合: 米国51%、日本13% 	<ul style="list-style-type: none"> なかなか進まない国際化

要するに、今、若手研究者の国際化ということが、キーワードのような気がするのだけれども、これをどう改善していくかという解が見つからない。1つには、当然、日本国内の若手が頑張るといえることがあるのだが、恐らく、もう少し海外の若手を我が国に引きつけることを考えたほうが良いだろう。というのも、日米とも、ポスドク、PhD学生は、海外の研究者の割合が比較的高く、世界16カ国を対象とした研究者の流動性調査で見ても、ポスドクの流動性が一番高い。従って、もし引きつけるとすれば、そこがねらい目だろう。共同研究などの形で、彼/彼女らを国内に連れてくることができれば、日本の研究のクオリティーも上がる可能性があるだろう。

ただ、残念ながら、NISTEP定点調査2011では、日本の大学が、海外の研究者を受け入れる体制は、不十分という結果が出ている。また、そもそも日米では研究チームの構成が異なる。日本は、やはり学部や修士学生の関与が高い。このシステムを変えてまで、受け入れを行うのかといえ、当然議論が起こるのだけれども、この2つの解を同時に得るには、こういうことが必要ではないだろうか【資料45】。

【資料45】

<まとめと考察>

海外のポスドクやPhD学生をいかに 我が国の大学に惹きつけるか？



- ・ 日米ともにポストドクター(米国70%、日本25%)やPhD学生(米国51%、日本13%)において海外生誕の研究者が多い。
- ・ 世界16カ国を対象とした科学者の流動性調査からも、特にポストドクターの流動性が高いことが示されている(Franzoni, Scellato, and Stephan, 2012)。
- ・ 国際共同研究、国内(海外生誕の研究者の参画)のいずれについても、国内論文に比べて被引用数が増加。ポスドクはトップ1%論文へ筆頭著者として大きく寄与。
- ・ ただし、日本の大学における外国人研究者を受け入れる体制については不十分との認識が強い(NISTEP定点調査2011, 2012)。
- ・ 日米の研究チームの構成の違い(日本では学部・修士学生の関与も高い)。

最後に分野を超えた協力についてまとめる。被引用数で見た範囲では、インセンティブが低いので、やはり異分野の協力を積極的に評価する必要があるということがわかる。

【資料46】

<まとめと考察>

分野を超えた協力

	科学者サーベイから明らかになったこと	日本のマクロな状況
分野を超えた協力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 米国: 生命科学系、医学系の論文に 数学・計算機科学の研究者が関与 ・ 異分野の専門家の協力(トップ1%論文): 米国 > 日本 ・ 異分野の専門家の協力: 予想していなかった 成果が得られる可能性は高まる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 少ない学際的・分野融合的な研究領域への参画



被引用数でみた範囲では、研究者が分野を超えた協力を行うインセンティブは小さく、分野連携や新たな新興領域の創出を積極的に評価することが必要。

論点としては、例えば資金配分【資料47】が挙げられる。最近、基盤的経費が減少する中で、長期の研究が非常にに行いにくくなっているという意見がある。また、外部資金において数を重視するのか、金額を重視するのかなど、研究課題あたりの配分額と課題数のバランス、さらには分野間のバランスも問題であろう。ただ、研究者がリスクをとらないということは、国レベルのシステムからみれば、非常に問題だといえる。リスクをとらないことによって、トランスフォーマティブ・リサーチが起こる割合が、低くなる可能性がある。研究というものは、もともとリスクなもので、経済的な視点から見ると、公的セクターが、リスクをとらないこと、リスクをとることをディスカレッジするようなシステムは、ナンセンスともいえる。研究者が挑戦できるシステムを、いかに構築するかということが重要であろう。

【資料47】

<まとめと考察>

大学への資金配分(今後の研究課題)

(大学への資金配分は研究者の挑戦を促し、世界と競争できるものになっているか?)

- 基盤的経費と競争的資金のバランス
- 研究課題あたりの配分額と研究課題数のバランス
- 分野間の配分のバランス
- ...

(研究者がリスクを取らないことの研究開発システムとしての問題(Stephan, 2012))

- First, (...中略...) little chance to that transformative research will occur and that economy will reap significant returns from investments in research and development.
- Second, (...中略...) one rationale for government support of research in the notion that research is risky. , (...中略...) So it makes little economic sense for the public research sector to use the rubric of risk to garner resources and then create an incentive system that discourages risk.

(中略および赤字による強調は発表者による)

出典: Stephan, P.E. (2012) How Economics Shapes Science. Harvard University Press



伊神 正貫

科学技術基盤調査研究室 主任研究官

(経歴)

2001年 博士(工学)取得 筑波大学大学院工学研究科

2001年 株式会社富士総合研究所研究員

2002年 文部科学省科学技術政策研究所 研究員

2005年 同 主任研究官

2005年 経済協力開発機構に出向

2007年～ 文部科学省科学技術政策研究所 主任研究官

2008年7月～ 一橋大学イノベーション研究センター 特任准教授

参考文献:

忘れられた科学—数学主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性、細坪護挙、伊藤裕子、桑原輝隆、科学技術政策研究所(Policy Study No. 12) 2006年5月

サイエンスマップ2008、阪彩香、伊神正貫、桑原輝隆、科学技術政策研究所(NISTEP REPORT No. 139) 2010年5月

科学における知識生産プロセスの研究 -日本の研究者を対象とした大規模調査からの基礎的発見事実 -、長岡貞男、伊神正貫、江藤学、伊地知寛博、科学技術政策研究所(調査資料-191) 2010年11月

科学における知識生産プロセス:日米の科学者に対する大規模調査からの主要な発見事実、長岡 貞男、伊神 正貫、John P. WALSH、伊地知 寛博、科学技術政策研究所(調査資料-203) 2011年11月

科学技術指標、科学技術政策研究所(調査資料-214) 2012年8月

Black, G. & Stephan, P.E. (2010). The Economics of University Science and the Role of Foreign Graduate Students and Postdoctoral Scholars. In Charles T. Clotfelter (Eds.), *American Universities in a Global Market* (pp. 129-161). Chicago: University of Chicago Press
Franzoni, C., Scellato, G. & Stephan, P. (2012), FOREIGN BORN SCIENTISTS: MOBILITY PATTERNS FOR SIXTEEN COUNTRIES, *NBER WORKING PAPER SERIES*, Working Paper 18067

Franzoni, C., Scellato, G. & Stephan, P. (2012), Patterns of international mobility of researchers: evidence from the GlobSci survey, *Paper prepared for the International Schumpeter Society Conference*. Downloadable at:
<http://www.aomevents.com/media/files/ISS%202012/ISS%20SESSION%207/Scellato.pdf>

Merton, R.K. (1973), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. University of Chicago Press, Chicago, II

- Lariviere, V. (2010). On the shoulders of students? A bibliometric study of PhD students' contribution to the advancement of knowledge, *Abstracts of 11th International Conference on Science and Technology Indicators* (pp. 155–157).
- Stephan, P.E. (2012) *How Economics Shapes Science*. Harvard University Press
- Stephan, P. E., & Levin, S. G. (2001). Exceptional contribution to US science by the foreign-born and foreign-educated. *Population Research and Policy Review*, 20, 59-79.
- Van Noorden, R. (2012). Global mobility: Science on the move. *Nature* 490, 326-329.

〔研究レビュー 5－3－1〕

大学における研究機器等の共用化

～大学全体の研究活動向上の観点から～

SciSIP室 伊藤 裕子

研究レビュー 5-3-1

大学における研究機器等の共用化～大学全体の研究活動向上の観点から～

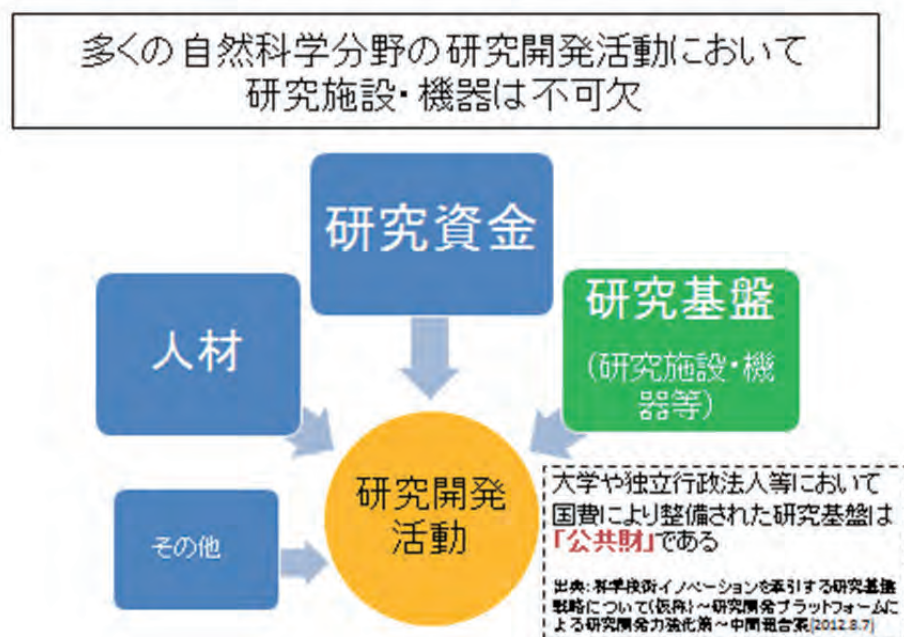
SciSIP 室 伊藤 裕子

はじめに

実験を伴う多くの自然科学分野において、研究施設・機器は研究資金や人材と同様に研究開発活動を実施するにあたって必要不可欠なものである。このような認識の下、従来から研究施設・機器の整備について公的資金を用いた支援がなされてきた。

近年、大学や独立行政法人研究機関等で国費により整備された研究施設・機器は、共同で利用され得る「公共財」¹ であるという考えが示されるようになり、研究施設・機器の共用が科学技術政策上の課題として取り上げられるようになってきた。

【資料1】



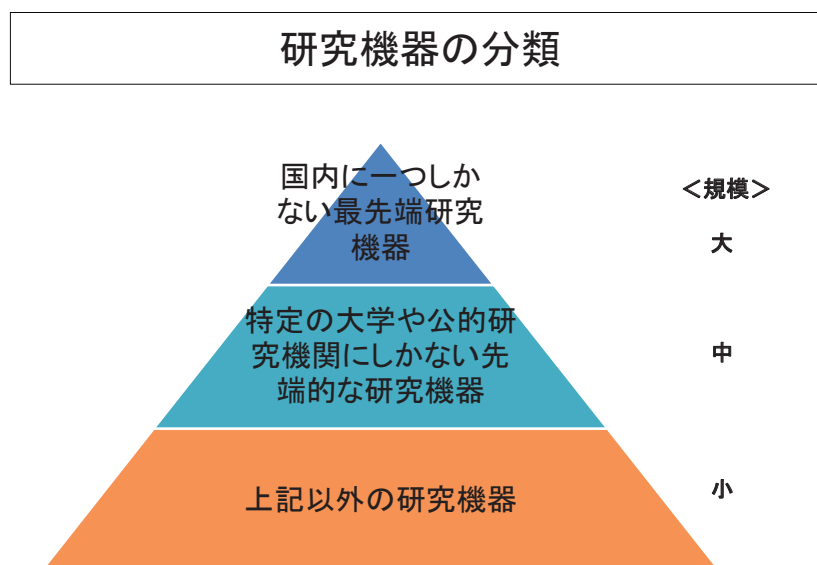
ここでは特に研究機器を対象にして考えてみたい。

一口に「研究機器」と言っても、その中には規模や用途など多種多様なものが含まれる。特殊な用途や安全性等のために外部と隔てた施設内において管理される研究機器(この場合、「研究施設」と称される)がある一方で、大学等の研究室の中に置いて使用されている研究機器もある。また、購入価格においても様々であり、数百万円程度のものから、数十億を超える高額な研究機器もある。

研究機器を分類すると、大まかに三つのタイプに分類できる。まず、「国内に一つしかない最先端の研究機器」である。これらの研究機器は規模として大型のものが想定される。次に「特定の大学や公的研究機関に一つ程度しかない先端的な研究機器」であり、規模としては中型のものが想定される。さらに、今まで上げた以外の小規模な研究機器である。これらが数としてはもっとも多い。

このように、研究機器の分類は三層のピラミッドで示すことができる。

【資料 2】



1. 研究機器の共用に関する科学技術政策

既に、研究機器の共用促進に関する法律がいくつか定められている。

その内の一つである「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(共用法)」(最終改正:2009年6月3日法律第46号)は1994年に成立した法律である。

共用法の第1条には、「この法律は、科学技術に関する試験、研究及び開発を行う者による先端大型研究施設の共用を促進するための措置を講ずることにより、研究等の基盤の強化を図るとともに、研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り、もって科学技術の振興に寄与することを目的とする」と記されている。民間企業を含めて研究者等に広く利用を提供するという理念の元に、国および施設設置者が先端大型研究施設の整備や利用にあたっての充実した支援体制を構築することが定められている。

また、我が国の国際競争力の強化に寄与する研究開発システムの改革推進を目的とした、2008年成立の「研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律(研究開発力強化法)」(最終改正:2009年7月10日法律第76号)においても、「研究開発施設等の共用及び知的基盤の供用の促進(第35条)」が記されている。

研究開発力強化法の第35条では、国は「国、研究開発法人及び国立大学法人等が保有する研究開発施設等及び知的基盤のうち研究者の利用に供するものについて、研究者等が当該研究開発施設等及び知的基盤を利用するために必要な情報の提供その他の当該研究開発施設等及び知的基盤を広く研究者等の利用に供するために必要な施策を講ずるものとする」と定められている。

【資料3】

研究施設・機器等の共用促進に関する法律

- 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(**共用法**)(1994)
 - 先端大型研究施設の整備、広く民間企業を含めて研究者等の利用に提供、充実した支援体制の構築
- 研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律(**研究開発力強化法**)(2008)
 - 第35条 研究開発施設等の共用及び知的基盤の供用の促進

さらに、「科学技術基本法(1995 年施行)」に基づく、科学技術の振興に関する施策の推進を図るための基本的な計画である「科学技術基本計画」においても、研究施設等の共用についての記述がある。

【資料 4】

科学技術基本計画における共用促進

- 第3期科学技術基本計画(2006-2010)
 - － 先端大型共用研究設備の整備・共用の促進
- 第4期科学技術基本計画(2011-2015)
 - － 先端研究施設及び設備の整備、共用促進
 - 「整備や運用に多額の経費を要し、科学技術の広範な分野で共用に供することが適切な先端研究施設及び設備については、これまで公的研究機関が中心となって整備や運用を進めてきた。このような最先端の研究施設及び設備は、優れた研究開発成果の創出や人材養成において極めて重要であるが、**公的研究機関に対する財政的支援が減少傾向**にある中、その維持や管理の在り方が問題となっている。このため、**公的研究機関等が施設及び設備の整備や運用、幅広い共用促進**を行うことができるよう取組を進める」

第3期科学技術基本計画(2006-2010 年)においては、「先端大型共用研究設備の整備・共用の促進」として、「次世代スーパーコンピュータや次世代放射光源のような最先端の大型共用研究設備は、整備・運用に多額の経費を要し、広く共用に供することが世界最高水準の成果の創出につながるものであるため、特定の研究機関の事業としてではなく国が責任を持って整備・共用を推進すべきであり、産学官の様々な組織から最も適した組織を選択し、公平で効率的に整備・共用を実施する」と国が共用を推進することが謳われている。

第4期科学技術基本計画(2011-2015 年)においても、「先端研究施設及び設備の整備、共用促進」として、共用法に基づく先端大型研究施設を国が支援することが記されている。さらに、これまで先端研究施設・設備の整備を積極的に実施してきた公的研究機関への公的な財政支援が減少する中で、今後も継続的に維持や管理をするために、研究機関等が保有する施設等の共用促進の取組を行うことが提言されている。

このように、先端的な大型研究施設等の共用は国レベルの施策として継続的に推進されている。

2. 大学の研究機器に関する現状について

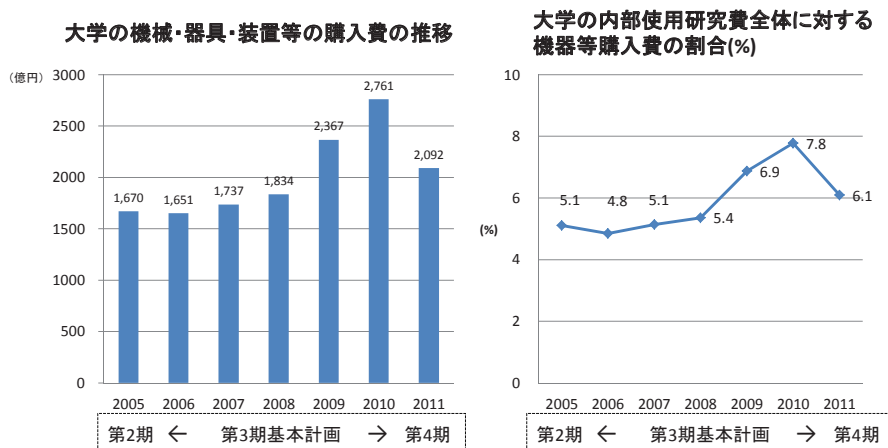
一方、大学の研究機器に関する現状に目を向けると、大学の内部使用研究費の中で機器等の購入に関する費用は、2005年から2011年の7年間で増加傾向にあることが示された²。特に、第3期科学技術基本計画(2006-2010年)の期間内の増加は著しい。

さらに、大学の内部使用研究費はこの7年間3.4兆円前後とほとんど変わらず、結果として内部使用研究費に占める機器等の購入費の割合は増大している²。

これは、大学において研究機器等に対する必要性は増大しており、それに対応して整備も進んでいる状況であることを示していると考えられる。

【資料5】

大学における機器等の購入費は増加傾向



* 大学の内部使用研究費は3.4兆円前後を推移し、7年間であまり変化はない

出典: 科学技術研究調査報告(総務省統計局)

しかし、大学に所属する研究者に対して「研究施設・設備の程度は、創造的・先端的な研究開発や優れた人材の育成を行うのに充分か」という質問をし、その充足度を調べたアンケート調査では、国内比較で論文生産量の大きな大学に所属する研究者は10点満点で6点以上の充足感を示したが、そうでない大学の研究者は10点満点で4点台の充足感(不足感)を示すといった大学間で差があることを明らかにした³。特に、論文の生産量の大きい大学グループで充足感が高いということは、研究施設・設備の整備の状況と研究成果に相関がある可能性が考えられる。

さらに、分野によっても違いがあり、理学や工学分野の大学の研究者と比較して、農学や医学などの保健分野では充足感が低いことが示された。

一方で、国立大学・公立大学・私立大学といった大学種別では充足感に大きな違いは無いことが示された【資料6】。

これらの結果から、論文生産量の異なる大学や分野の違いによって研究機器等の整備状況には差があることが示唆された。

【資料 6】

大学における「研究施設・設備の充足感」には差がある

(質問)研究施設・設備の程度は、創造的・先端的な研究開発や優れた人材の育成を行うのに充分か。

日本の科学技術やイノベーションの状況について把握するための産学官の研究者や有識者への意識調査

		人数	指数(平均)	指数(中央値)
大学グループ	第1グループ	149	8.0	6.5
	第2グループ	243	4.6	4.4
	第3グループ	157	4.1	4.2
	第4グループ	201	4.7	4.7
分野別	理学	108	5.4	5.4
	工学	250	5.0	4.9
	農学	82	4.0	3.8
	保健	237	4.8	4.8
大学種別	国立大学	525	4.9	4.7
	公立大学	61	4.7	5.2
	私立大学	164	4.7	4.7
全回答者		870	4.9	4.9

注1: 大学グループは、各大学の国内論文シェア(2005 年～2007 年)を用いてグループ分けしている。5%以上が第1グループ、1%～5%未満が第2グループ、0.5%～1%未満が第3グループ、0.05%～0.5%未満が第4グループ
注2: 指数は0～10ポイントで、0が「不十分」で10が「充分」。

大学グループや分野によって、研究施設の整備の程度に違いがあり、論文生産量の大きな大学において充足感が強い。

(出典)「NISTEP Report No.150 科学技術の状況に係る総合的意識調査(NISTEP定点調査2011)」(文部科学省科学技術政策研究所2012)

3. 大学の汎用的な研究機器の共用について

最初に提示した研究機器分類の三層のピラミッドを、機器の共用に関する法制度や機器共用の推進事業を基に再分類した。

ピラミッドの最上位の第一層は国内に一つしかない機器等であるので、「特定先端大型研究施設」となる。特定先端大型研究施設は共用法の下で、大型放射光施設 Spring-8、X 線自由電子レーザー施設 SACLA、スーパーコンピュータ「京」、大強度陽子加速器施設 J-PARC の 4 施設が対象とされている。

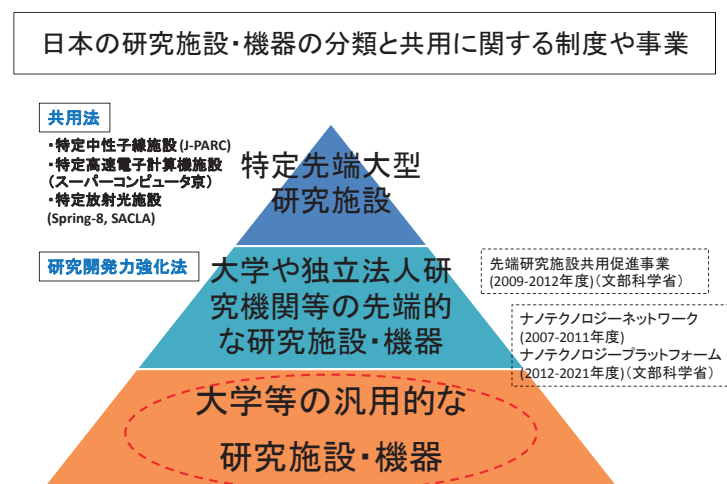
第二層は研究開発力強化法で共用が求められている「大学や独立行政法人研究機関等の先端的研究施設・機器」であり、先端研究施設共用促進事業やナノテクノロジーネットワーク、ナノテクノロジープラットフォームといった文部科学省の事業により共用が実施されている、大学等に 1 台程度しかない先端的研究機器等である。

第三層は、研究上で汎用性が高い研究機器の内、研究資金が潤沢な研究室では購入が難しいが、研究資金に余裕のない研究室や研究室を立ち上げたばかりの若手教員では購入が困難な程度の金額の研究機器が想定される。共用の推進事業として、ナノテクノロジーネットワークやナノテクノロジープラットフォームにおいて一部の汎用的な研究機器の共用が実施されている程度であり、施策としてはあまり対象とされていない。

第一層と第二層は、使用すると思われる研究者の数に比較して圧倒的に機器等の数が少ないので、保有している組織ではなく組織の外部への共用が中心となる。一方、第三層は、組織内に機器等が偏在している状態を解消する目的の組織内共用が中心となる。

大学全体の研究活動の向上という観点からみると、汎用的な研究機器等の共用の推進がもっとも効果的であると考えられることから、以降は「大学の汎用的な研究機器」を対象とした共用について考える。

【資料 7】



大学の汎用的な研究機器の共用について、検討すべき3つの論点を示す。

論点1として、「大学の汎用的な研究機器に共用の必要性はあるのか」。大学のカルチャーとして汎用的な研究機器は、研究室に所属する研究者が獲得した研究資金で購入し、研究室内に設置し、研究室員のみで利用することが慣例である。自分の所属以外の研究室の機器を利用することはあるのか、必要性は高いのか等、研究者側のニーズについて検討する。

論点2として、「海外の大学では汎用的な研究機器の共用を実施しているのか」。もし実施しているのであれば、海外の大学における汎用的な研究機器の共用がどのようなシステムで実施されているのかを明らかにし、我が国において適用可能であるかを検討する。

論点3として、「大学内の汎用的な研究機器の共用によって研究者や大学が得られる利点は何か」。大学内の研究者に対して研究機器を利用できる機会を均等に与えることは、研究活動の向上に繋がると推測されるが、もう少し具体的な利点についても検討する。

【資料 8】

大学の汎用的な研究機器共用についての論点

- ① 大学の汎用的な研究機器に共用の必要性はあるのか。
 - 研究室ごとに研究機器を確保するのが慣例であるので、他の研究室の機器を利用することはないのでは？
- ② 海外の大学では汎用的な研究機器の共用を実施しているのか。
 - 大学の汎用的な機器の共用がうまく回るシステムとは？
- ③ 学内の汎用的な機器共用によって研究者や大学が得られる利点は何か。
 - 学内の汎用的な機器共用は研究活動の向上を促す？

(1)大学の汎用的な研究機器の共用の必要性

【資料 9】

(論点1)
大学の汎用的な研究機器に共用の必要性はあるのか。
◆自分の研究室以外が保有している「汎用的な研究機器」を研究者は利用しているのか。

まず、論点1の「大学の汎用的な研究機器に共用の必要性があるのか」を検討した。

科学技術政策研究所は、産学官の機関に所属している研究者・技術者等から構成される専門家ネットワークを持っており、この専門家ネットワークに対して、大学の研究機器等の利用に関するアンケート調査を2011年10月に実施した。この結果の内、論点1に関連するものについて以降に述べる⁴。

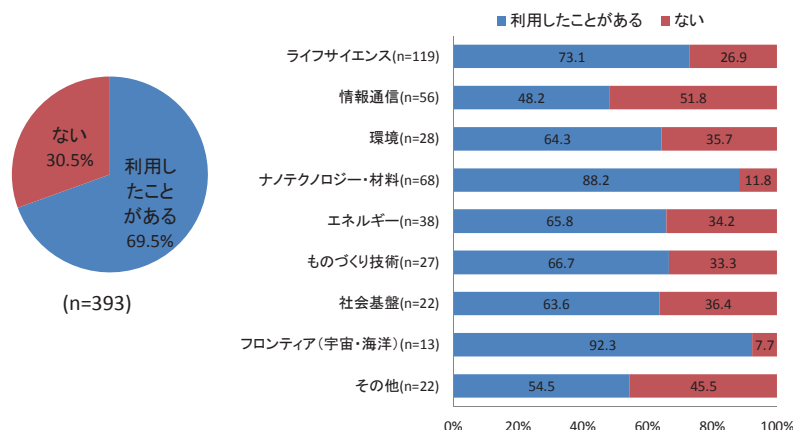
大学に所属している回答者393名の回答が得られ、その内の約70%の273名が「自分の所属研究室以外の研究機器等を利用した経験がある」と回答した。「利用したことがある」という回答の割合は分野によって差があり、ライフサイエンス分野、ナノテクノロジー・材料分野、フロンティア(宇宙、海洋)分野ではその割合が特に高いことが示された。

【資料 10】

自分の所属研究室以外の研究施設・機器を利用した経験

(質問) 研究開発において自ら(もしくは所属する研究グループ等)が所有していない外部の研究施設や機器を利用したことがありますか。

科学技術政策研究所の専門家ネットワークに対して2011年10月にアンケート調査を実施し、大学に所属している回答者393名の回答を集計した。内、273名(69.5%)が「利用経験あり」。



(出典) NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

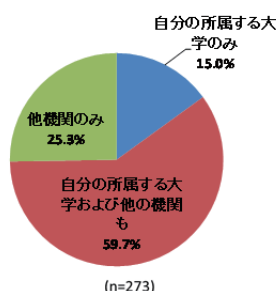
さらに、自分の所属研究室以外の研究機器等を「利用したことがある」と回答した 273 名に対して利用した機関を尋ねたところ、75%が「自分の所属する大学」を挙げていた。

このことから、自分の所属する大学であって、自分の所属研究室以外の研究機器を利用した経験がある研究者は多いことがわかった。

【資料 11】

「自分の所属する大学」の研究施設・機器を利用する研究者は多い

自分の所属研究室以外の研究施設・機器を「利用したことがある」と答えた 273 名が「利用した機関」を分析した。



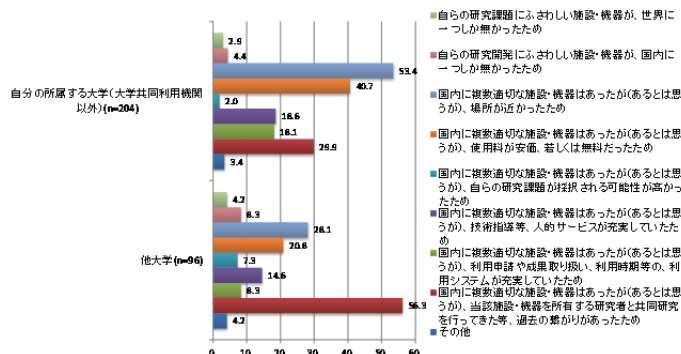
(出典) NISTEP DP-85 「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

また、機関ごとに利用した理由を尋ねており、「自分の所属する大学」を利用した理由でもっとも回答の割合が大きかったのは「場所が近かったため」であり、次いで「使用料が安価、若しくは無料だったため」、「共同研究を行ってきた等、過去の繋がりがあったため」であることが示された。

【資料 12】

「自分の所属する大学」の研究施設・機器を利用した理由

(質問) 研究施設や機器を利用する際に、そこに決めた理由は何ですか。



(出典) NISTEP DP-85 「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

「自分の所属する大学の研究機器等を利用した」と答えた回答者が実際に利用した研究機器は、電子顕微鏡を含めた高機能な顕微鏡、核磁気共鳴装置(NMR)、質量分析装置などであった。企業の販売カタログを調べたところ、価格帯として1千万～5千万円のものが多く推定された。

【資料 13】

複数の回答者が「利用した」と答えた「自分の所属する大学」の研究機器の例

- ・ 高分解能透過型電子顕微鏡(HTEM)、透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型電子顕微鏡(SEM)、走査型プローブ顕微鏡(SPM)、原子間力顕微鏡(AFM)、共焦点レーザー顕微鏡、2光子顕微鏡、赤外顕微鏡(FIR)
 - ・ 核磁気共鳴装置(NMR)、X線光電子分光分析装置(XPS)、電子スピン共鳴装置(ESR)、X線回折装置(XRD)、ラマン分光測定装置
 - ・ 飛行時間型質量分析装置(TOF/MS)、質量分析計(LC/MS, GC/MS)
 - ・ DNAシーケンサー
 - ・ フローサイトメトリー、セルソーター
 - ・ 光脳機能イメージング装置(fNIRS)
 - ・ スーパーコンピュータ
- (価格帯としては、1千万～5千万円前後が多いと推定)

(出典)NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

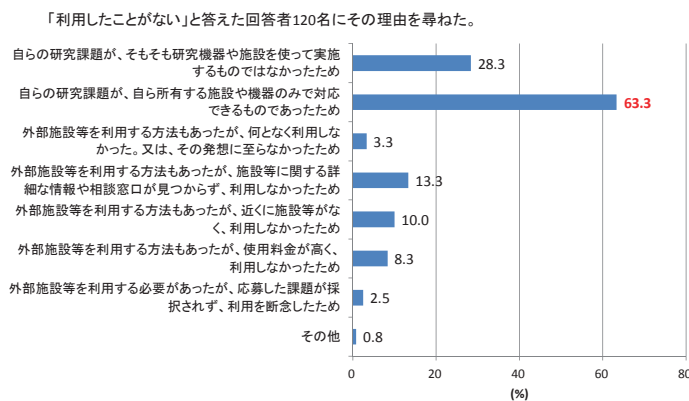
次に、自分の所属研究室以外の研究機器等を「利用したことがない」と答えた120名(回答者の30%)に理由を尋ねた。もっとも回答の割合が大きかったのは、「自らの研究課題が、自ら所有する施設や機器のみで対応できるものであったため」であった。

このことは、「利用したことがある(回答者の70%)」と答えた回答者が実際に利用した研究機器等の推定販売額は研究費で十分に購入できる金額であると考えられることから、研究機器等を研究室で所有している研究者よりも所有していない研究者が大学に多く存在し、そのため自分の研究室以外の研究機器を利用する必要性があることが推測された。

【資料 14】

自分の所属研究室以外の研究施設・機器を利用しない理由

(質問)自分の所属研究室以外の研究施設や機器を利用したことがない理由は何ですか。



(出典)NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

(2) 大学における汎用的な研究機器の共用の海外事例

【資料 15】

(論点2)
海外の大学では汎用的な研究機器の共用を実施しているのか。
◆学内の汎用的な機器共用がうまく回るシステムは？

次に、論点2の「海外の大学では汎用的な研究機器の共用を実施しているのか」について検討した。

国内での聴き取り調査によって、米国において研究機器の共用が進んでいることが判明し、特にスタンフォード大学では様々な研究機器の共用の取組み実施がされているという情報を得たので、2013年3月に訪問調査を実施した。

その内容を示す前に、前述のアンケート調査において機器共用の取組みに関して得られた結果を一つ示す。

アンケートにおいて、「研究室等で研究施設や機器を所有または管理している研究者である」と答えた302名に対して、回答者自身の研究機器の共用についての取組みを尋ねた。その結果、3割が大学外の共用、3割強が大学内の共用を進めており、残りの3割が共用を「進めていない」という結果が示された。

これにより機器を所有している研究者の7割近くは大学内外の共用の取組みを既に実施していることが示された。

また、これは、我が国では機器を保有している研究室の研究者は、「研究者」とであると同時に「機器の管理者」とであるという実態を浮き彫りにしており、機器共用の推進を強いることは研究者の研究時間の減少を引き起こす可能性が懸念される。

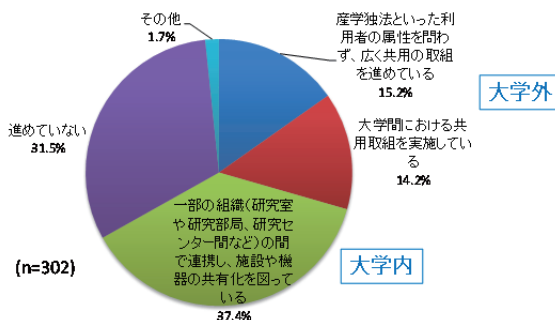
これらを踏まえて、スタンフォード大学の訪問調査では研究機器の共用に関する運営システムだけでなく、機器の共用を担当する人材についても併せて調査をおこなった【資料 16】。

【資料 16】

研究者であると共に機器の管理者である実態

(質問)あなた自身は、研究施設や機器の外部共用のための取組を実施していますか。

「研究室等で研究施設や機器を所有または管理している研究者である」と答えた302名に対して、自身が実施している機器共用の取組を尋ねた。



日本では、機器を有している研究室の研究者(教員)は「研究者」であると共に機器の「管理者」になっており、機器共用を強いることは研究時間の削減につながるのではない。

(出典)NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

スタンフォード大学には、研究機器の維持・管理のための専任の専門人材が常駐している、研究機器の共用施設が 20 以上存在する。学部横断的な組織から学科内の組織まで様々なレベルのものがある。

この内 2012 年 3 月に訪問したのは、医学部・工学部・教養学部の学際的な研究創出を目指して 3 学部のキャンパスの中間的な場所に建てられた Bio-X core shared facility、医学部キャンパスの Stanford shared FACS facility、工学部キャンパスの Stanford nanofabrication facility (SNF)、工学部材料科学工学科の建物の Center for magnetic nanotechnology の 4 施設である。

【資料 17】

海外調査:スタンフォード大学の学内の研究機器の共用

スタンフォード大学には、機器の学内共用を目的(ただし、学外を排除していない)として、機器の維持・管理を専任で実施している専門人材が常駐している施設が複数(20以上)存在する。2012年3月に以下を訪問した。

- ・ **Bio-X core shared facility**
 - 場所: 医学部・工学部・教養学部キャンパスの中間地点(融合新領域の創成が目的)
 - 機器の種類: 共焦点顕微鏡、蛍光顕微鏡、電子顕微鏡、NMR、質量分析計、マイクロアレイ、小動物イメージング装置、スーパーコンピュータなど
 - スタッフ: 施設長および技術者等6名、の計7名
- ・ **Stanford shared FACS (fluorescence activated cell sorting) facility**
 - 場所: 医学部キャンパス
 - 機器の種類: セルソーター(細胞の分別の装置)、細胞分析装置など
 - スタッフ: 施設長および技術者等9名、の計10名
- ・ **Stanford Nanofabrication Facility (SNF)**
 - 場所: 工学部キャンパス
 - 機器の種類: 走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、スパッタコーター(薄膜蒸着)、最先端マスクアライナー(半導体素子製造)、プラズマエッチャー(半導体素子の金属配線形成)など
 - スタッフ: 機器の保守管理に関する技術者等24名、施設長は教授
- ・ **Center for Magnetic Nanotechnology**
 - 場所: 工学部材料科学工学科の建物の中
 - 機器の種類: スパッタ装置(薄膜作製)、ナノロボットのポッター(パイロットチップ作製)、ナノインプリンティングシステム、磁力計、透磁率計、原子間力顕微鏡など
 - スタッフ: 材料科学工学科に所属する9人の教員、また施設管理の担当者を別途置いている

(出典)NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

これらの4施設に共通する特徴は次の通りである。

まず、共用される研究機器は汎用性の高い研究機器であり、利用者の90%が学内の研究者であること。

研究機器の利用者は研究費から使用料を支出し、施設側はこれを研究機器の維持・管理やテクニシャンの給料などの施設の運営の費用にあてていること。

新しい研究機器の購入の費用は、NSF や NIH の機器の共用を目的とした競争的研究資金を獲得して支出すること。

施設の運営・管理等のスタッフは、専任の専門人材でありパーマネント職として大学に直接雇用されており、大学の教員等が機器の維持・管理の業務を実施することはないこと。

したがって、機器共用のための施設の運営予算を大学が用意することなく、学内の研究者の研究費が形を変えて機器の保守点検や支援スタッフ(テクニシャン)の雇用に使用されていることが示された。

【資料 18】

スタンフォード大学の機器共用の特徴
<ul style="list-style-type: none">• 共用される機器は汎用性の高い機器である<ul style="list-style-type: none">– 年間の機器利用時間は、12,162時間(使用料を請求した時間のみ)(FACS)– 利用者の90%が学内で10%が企業である(FACS)– 年間に175の異なる研究室の400名の研究者が利用した(FACS)• 利用者から徴取する「機器の使用料」が施設の運営費にあてられている<ul style="list-style-type: none">– 年間の「使用料」は\$3.66 millionドル以上(FACSとここに挙げていない他3施設を合わせて)– 主に機器の維持・管理の費用、スタッフ(テクニシャン含む)の給料になる– 学内の利用者の使用料は、学外の利用者よりも安く設定されている– 使用料は利用者の研究費から支出されている• 新しい機器の購入等の費用はNSFやNIHの機器共用に関する競争的研究資金を獲得して支出する<ul style="list-style-type: none">– 機器共用施設の施設長が申請する– 機器は学内の研究室からの供託や寄付もある• 施設の運営・管理スタッフ等の専門人材は専任のパーマネント職として大学に直接雇用されている<ul style="list-style-type: none">– 施設の運営・管理スタッフは通常は教員ではなく、役割が明確に分かれている– 教員は基本的に機器の維持・管理の業務はしない <p>機器共用施設の運営のための予算を大学が特に用意することなく、学内の研究者の研究費が形を変えて機器のメンテナンスやスタッフの雇用に使用される</p> <p><small>(出典)NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)</small></p>

(3)大学の汎用的な研究機器の共用によって得られる利点

【資料 19】

(論点3)

学内の汎用的な機器共用によって研究者や大学が得られる利点は何か。

◆ 学内の汎用的な機器共用は研究活動の向上を促す？

さらに、論点3の「学内の汎用的な機器共用によって研究者や大学が得られる利点は何か」について検討した。

前述のアンケート調査において、「研究機器等の共用促進の効果(利点)」を尋ねたところ、「他大学や研究機関との組織外連携のきっかけとなる」および「組織内連携のきっかけとなる」の項目において肯定的な意見を示す割合が大きいことが示された。

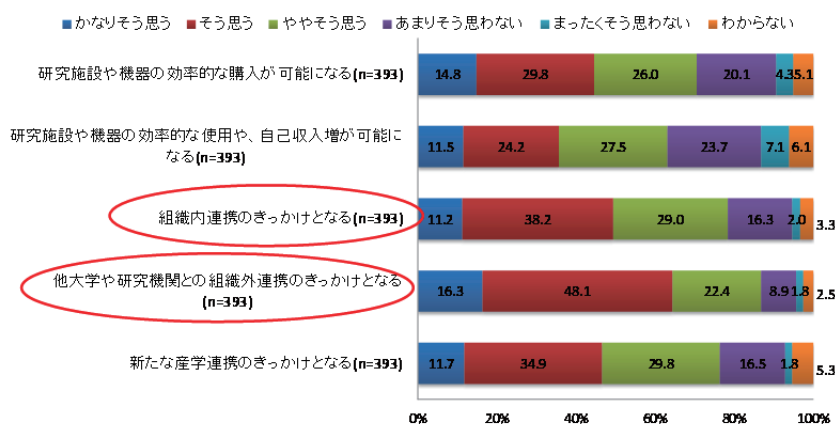
このように研究者側からみた機器共用の利点として、組織内外の連携のきっかけとなることが示唆された。

しかし、「研究施設や機器の効率的な購入が可能になる」、「研究施設や機器の効率的な使用や、自己収入増が可能になる」、「新たな産学連携のきっかけとなる」においても、利点として肯定的な回答が回答者の6割以上から得られていることから、機器の共用には様々な利点があることが推測された。

【資料 20】

研究者の考える機器共用の利点

(質問) 研究施設や機器の共用促進の効果(利点)は何だと思いますか。



(出典) NISTEP DP-85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案」(文部科学省科学技術政策研究所 2012)

4. まとめと今後の展望

ここで、いままでの論点を検証した。その結果、「論点1:大学の汎用的な研究機器に共用の必要性はあるのか」に対しては研究者にニーズがあることが明らかになり、「論点2:海外の大学では汎用的な研究機器の共用を実施しているのか」に対しては米国のスタンフォード大学で汎用的な研究機器の大学内共用を実施しており、日本の共用のシステムの構築を考える上で参考になることがわかった。

さらに、論点3の「学内の汎用的な機器共用によって研究者や大学が得られる利点は何か」に対しては、「組織内外の連携のきっかけになる」以外にも様々な利点がありそうことが示唆された。利点として想定されるのは、大学に着任したばかりの新任教員が研究活動を速やかに開始することができる、研究室間の機器格差が解消され利用の機会均等が実現する、機器に関する専任の人材が雇用されて機器の保守管理をして研究者の研究活動を支援する、複数の研究室で使用するにより機器の利用効率が上がる、機器に対する投資効率が向上する等である。そして、これらの利点が結果として、大学全体の研究活動の向上を促すのではないかと期待される。

【資料 21】


**大学の汎用的な研究機器共用についての
論点検証**

① 大学の汎用的な研究機器の共用のニーズは、研究者の中に存在する。

② 米国(スタンフォード大学)でも汎用的な研究機器の共用を実施していることが確認され、日本での汎用的な機器共用システム構築の参考になることが示された。

③ 大学の汎用的な機器の共用には、いろいろな利点がありうると考えられる。

- 研究者は「組織内外の連携のきっかけになる」ことを挙げている
- 上記以外に次のものが想定される
 - ✓ 新任教員が研究活動を速やかに開始できる
 - ✓ 研究室間の機器格差が解消される、
 - ✓ 機器に関する専任の専門人材が雇用され研究者の支援をする
 - ✓ 機器の利用効率が上がる(投資効率の向上)、等



これらにより、大学全体として研究活動が向上すると考えられる

最後に、大学内の汎用的な機器の共用がもたらす大学における研究活動の向上効果をどのように検証するかについて、今後の研究の方向性を示す。

第1段階として、機器共用の効果をシミュレーションする研究を行う。具体的には、スタンフォード大学のような汎用的な機器の共用施設を日本の大学において構築可能か試算する。その際には、大学全体の研究費、想定される機器の使用者数、実際の機器の数、機器共用を支援するスタッフの数などを日米で比較し、日本の大学においてスタンフォード大学型の機器共用システムを実現することは可能であるのか、もし可能であるのならば機器共用施設がいくつ必要であるかを

試算する。また、日本において機器共用が比較的進んでいると言われている大学を抽出し、そうでない大学と研究開発活動について比較し、機器共用の研究開発活動に対する効果の分析を試みる。

第2段階として、いくつかの大学に協力していただき、機器共用についての社会実験を行う。この際には現行の大学に関するシステムをどう変えればいいのかについて検討し、「特区」等の制度による規制緩和(機器の目的外使用、転用、廃棄、売却等)で解決できる問題であるかどうかを検証する。

さらに、その先の展開の可能性として、地域の産業界に大学の機器共用を拡大した場合の地域イノベーション振興に対する効果や、「機器の共用」自体をビジネスモデルとして企業が参入する可能性やその期待される効果などについても検証するための研究を考えているところである。

【資料 22】

【今後の研究の方向性】
大学の汎用的な機器の共用による研究活動向上の効果の
シミュレーション

- 第1段階: 機器共用による効果のシミュレーションの研究
 - スタンフォード大学のような汎用的な機器の共用施設の構築が日本の大学においても可能か試算する。
 - ✓ 大学全体の研究費・利用者数・機器の数・スタッフ数
 - ✓ うまくシステムが回る共用施設の数の見積
 - 日本において機器共用が進んでいる大学を抽出し、そうでない大学と研究開発活動について比較分析する。
 - ✓ 機器共用の開始前と後の研究活動を分析し、共用による研究活動の向上効果を見積もる。
 - ✓ 新任教員が新しい大学の着任後に研究成果(論文等)を発表するまでの期間を比較する。
- 第2段階: 社会実験として協力大学を募る、機器共用特区構想
 - システムをどう変えればいいのか検討
 - 「特区」等の制度により規制緩和(目的外使用、転用、廃棄、売却等)
- さらに、その先の展開の可能性
 - 地域の産業界に大学の機器共用を拡大(地域イノベーションの振興)
 - 企業の参入: ビジネスモデルとしての機器共用



伊藤 裕子

SciSIP 室長

(経歴)

1992年 千葉大学大学院薬学研究科博士後期課程修了

博士(薬学)授与

1994年 工業技術院生命工学工業技術研究所 研究官

1997年 工業技術院生命工学工業技術研究所 主任研究官

2000年 米国国立衛生研究所癌研究所(NIH, NCI) 客員研究者

2001年 ローレンスバークレー米国国立研究所(LBNL) 任期付研究者

2002年 文部科学省科学技術政策研究所 任期付研究員

2007年 文部科学省科学技術政策研究所 主任研究官

2010年 文部科学省科学技術・学術政策局 専門官

2011年 文部科学省科学技術政策研究所 SciSIP室長

(現在に至る)

参考文献:

1. 科学技術イノベーションを牽引する研究基盤戦略について(仮称)～研究開発プラットフォームによる研究開発力強化策～中間報告(案)、2012年8月、文部科学省研究振興局基盤研究課 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu17/001/attach/1324893.htm
2. 科学技術研究調査(総務省統計局)
<http://www.stat.go.jp/data/kagaku/2011/index.htm>
3. NISTEP Report No.150 科学技術の状況に係る総合的意識調査(NISTEP 定点調査 2011) 報告書、2012年8月、文部科学省科学技術政策研究所
4. DISCUSSION PAPER No.85 大学の研究施設・機器の共用化に関する提案～大学研究者の所属研究室以外の研究施設・機器利用状況調査～、2012年8月、文部科学省科学技術政策研究所

〔研究レビュー 5－3－2〕

ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器
の使用に関する国内研究者意識

科学技術動向研究センター 重茂 浩美

研究レビュー 5-3-2

ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器の使用に関する国内研究者意識

科学技術動向研究センター 重茂 浩美

はじめに

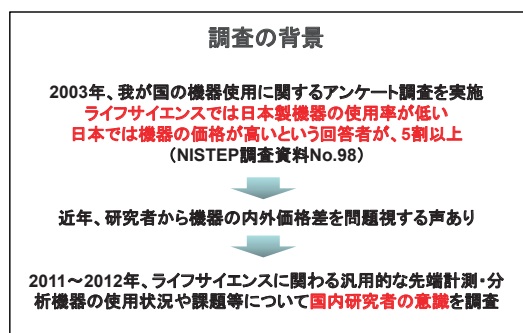
計測・分析機器は、世界最先端かつ独創的な研究成果を創出するための重要なツールである。2002 年、質量分析装置の研究開発にノーベル賞が授与されたことは記憶に新しい。ライフサイエンスを例に挙げると、次世代シーケンサーの性能の目覚ましい向上によって、膨大なゲノム情報を短期間で解読し、疾患原因遺伝子を特定できるようになった。今後も多様な領域において研究開発を進展させるためには、研究目的に応じて新たな計測・分析機器を有効活用していく必要がある。

2003 年、科学技術動向研究センターでは研究で汎用される計測・分析機器の使用状況について、同センターの専門家ネットワークによるアンケート調査を実施した【資料 1】。その調査から、ライフサイエンスでは日本製機器の使用割合が低く、海外製機器に依存している状況が浮き彫りになった。加えて、日本では計測・分析機器の価格が高いという回答者が 5 割以上にのぼることが明らかになった。この調査結果等を踏まえて、2004 年度より、文部科学省は(独)科学技術振興機構を通じて「先端計測分析技術・機器開発事業」を進め、科学技術基盤の強化を図っている。

しかしながら、上記事業の進展にもかかわらず、我が国の計測・分析機器にまつわる問題点は指摘され続けている。1 例を挙げると、2011 年には新聞のコラムにおいて日米間の機器価格差についての問題が提起されている。今後、我が国において研究開発を進展させていくためには、計測・分析機器の使用の在り方を改めて検討する必要がある。

以上の状況を踏まえ、本編では、ライフサイエンスで使用される計測・分析機器を中心として、その使用状況、国内外価格、課題と今後の方策について考察する。なお、本編で対象とするライフサイエンス関連の計測・分析機器は、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(最終改正:2009 年 6 月 3 日法律第 46 号)及び研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律(最終改正:2009 年 7 月 10 日法律第 76 号)によって整備される機器以外のいわゆる汎用的な研究機器(以下、「機器」と言う)をさす。具体的には、DNA 増幅装置、DNA シーケンサー、フローサイトメーターなどを対象とする。

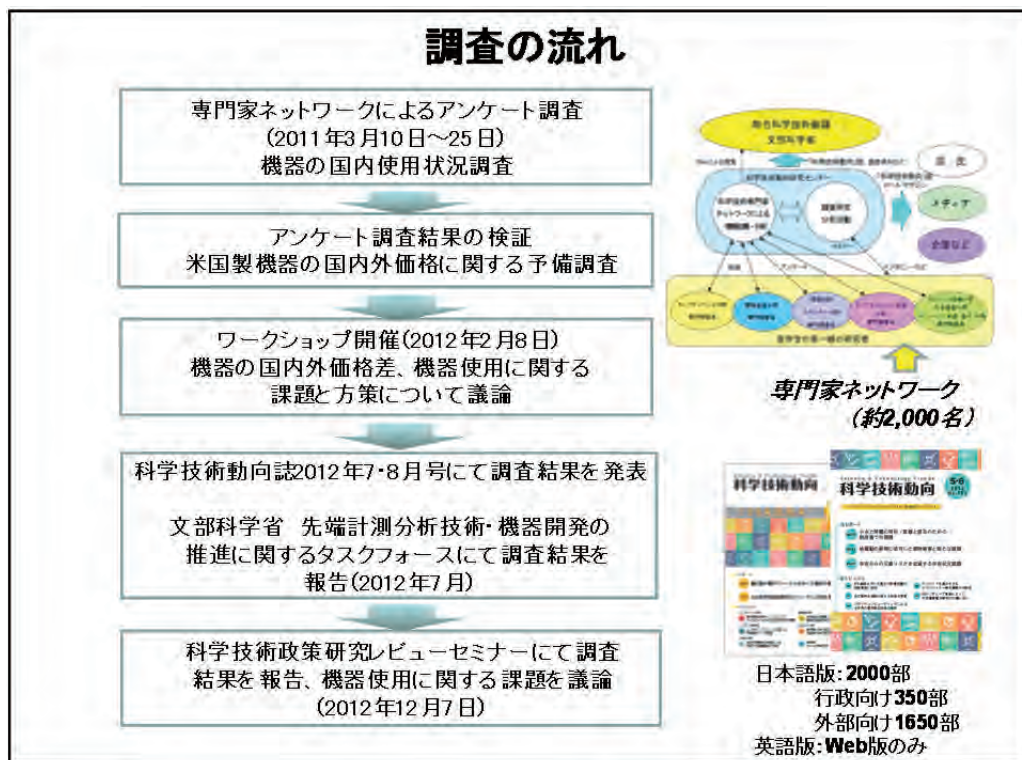
【資料 1】



1. 調査の流れ

本調査研究では、【資料2】の調査の流れで示すように、大きく分けて以下3つの調査を実施した。①機器の国内使用状況調査、②機器価格に関する調査、③機器の有効活用に向けた対応策に関する調査。

【資料2】

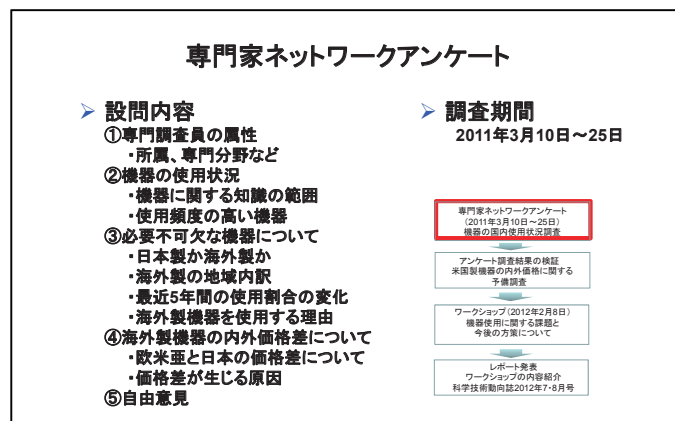


2. 機器の国内使用状況

(1) 調査の概要

機器の国内使用状況を調査するために、科学技術動向研究センターの専門家ネットワークを利用してアンケート調査を行った。専門家ネットワークは、国内で科学技術に関わる産官学の専門家 2196 名 から構成され(2011 年 3 月時点)、インターネットを通して意見を広く収集することができる。アンケートは 2011 年 3 月 10 日～25 日の期間で行い、回答者数は 228 名、回収率は 10.4 %であった。【資料 3】にて設問の内容を示す。

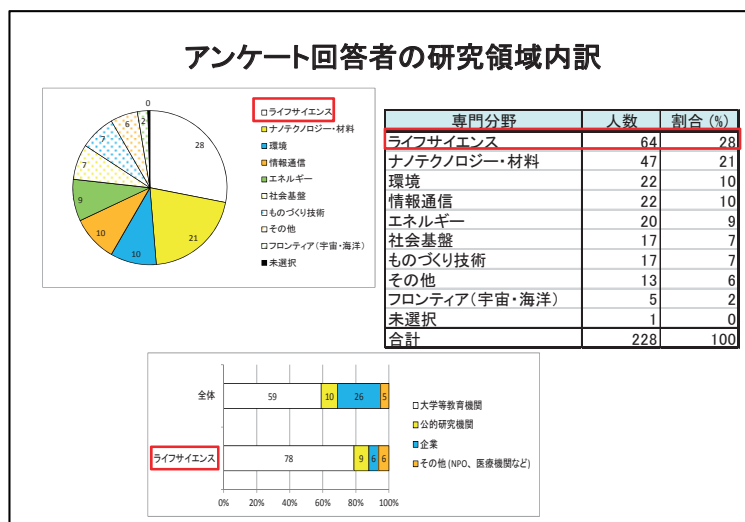
【資料 3】



アンケート回答者の研究領域を【資料 4】に示す。ライフサイエンスの回答者は 64 名で全回答者の 28% を占めた。ライフサイエンス以外の研究領域は、多い順にナノテクノロジー・材料(21%)、環境(10%)、情報通信(10%)であった。ライフサイエンス領域の回答の傾向や特徴は、基本的にライフサイエンス以外の領域と比較することによって分析した。

なお、機器の国籍については、米国に本社を置く企業が開発した機器は「米国製機器」、同様に欧州、アジア(日本以外)、日本にそれぞれ本社を置く企業が開発した機器は「欧州製機器」、「アジア製機器」、「日本製機器」と表記した。

【資料 4】

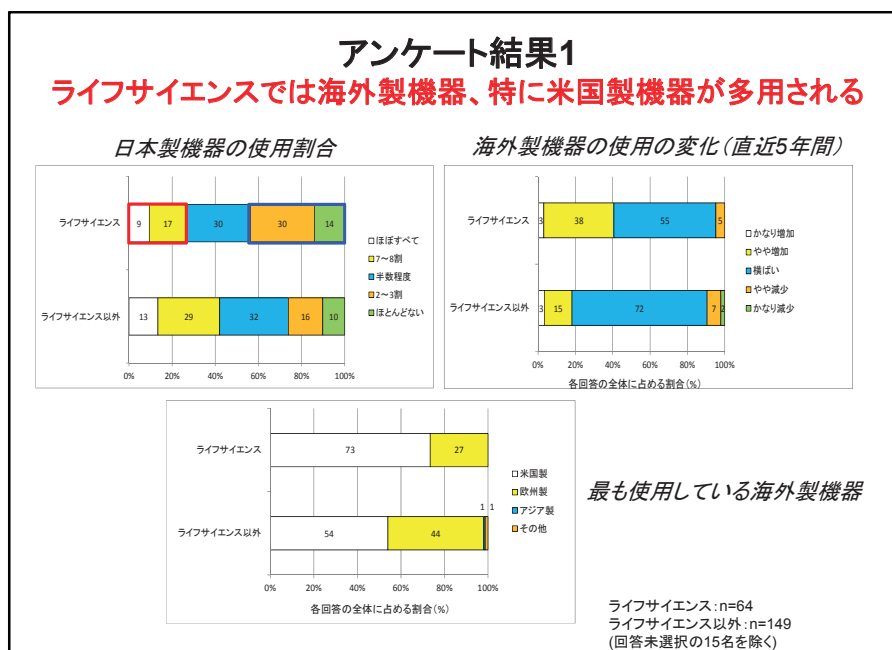


専門家ネットワークアンケート調査により、機器の国内使用状況について3つの特徴が明らかになった。以下にそれらの特徴を示す。

(2) 機器の国内使用状況の特徴 1 —ライフサイエンスでは日本製機器の使用割合が低く、海外製機器、特に米国製機器が多用されている—

【資料5】に示すように、日本製機器の使用割合については、「ほぼすべて」と「7～8割」を合わせた回答は、ライフサイエンスでは26%に留まったが、ライフサイエンス以外では42%に至った。最もよく使用している海外製機器を、「米国製」、「欧州製」、「日本以外のアジア製」、「その他の国」に分けて質問した結果、ライフサイエンスでは「米国製」が73%で最も多く、次に「欧州製」が27%を占めた。「日本以外のアジア製」あるいは「その他の国」を最もよく使用しているという回答は認められなかった。一方、ライフサイエンス以外の分野では「米国製」を挙げた回答が最も多かったものの、その回答は54%に留まり、ライフサイエンスでの回答よりも低かった。この結果から、ライフサイエンスは、他の分野に比べて米国製機器を多用していると言える。

【資料5】

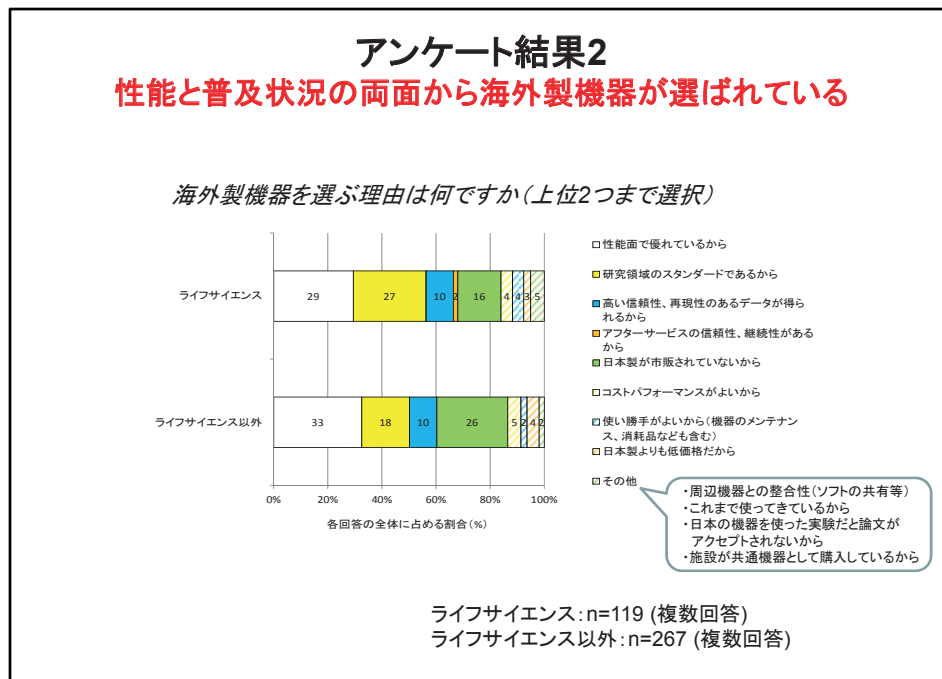


(3) 機器の国内使用状況の特徴 2 —性能が優れており、研究領域のスタンダードであることから海外製機器が選ばれている—

【資料6】では、ライフサイエンス領域において海外製機器を選ぶ理由を挙げている。「性能面で優れているから」が29%、「研究領域のスタンダードであるから」が27%を占め、これら2項目で半数を超えた。「日本製が市販されていないから」、「高い信頼性、再現性のある実験データが得られるから」が続き、性能と普及状況の両面で海外製機器が選ばれている様子がうかがえた。それら以外の回答は少なく、保守点検・価格・使い勝手などの観点から購入先を選択するケースは少なかった。

ライフサイエンス以外の研究領域と比較すると、ライフサイエンス領域では「研究領域のスタンダードであるから」を選択する割合が高く、「日本製が市販されていないから」が低かった。ライフサイエンス領域では海外製機器のスタンダード化がより進んでおり、論文発表などを考慮して積極的に海外製機器を用いてデータを取得しようとする傾向がうかがえる。

【資料6】

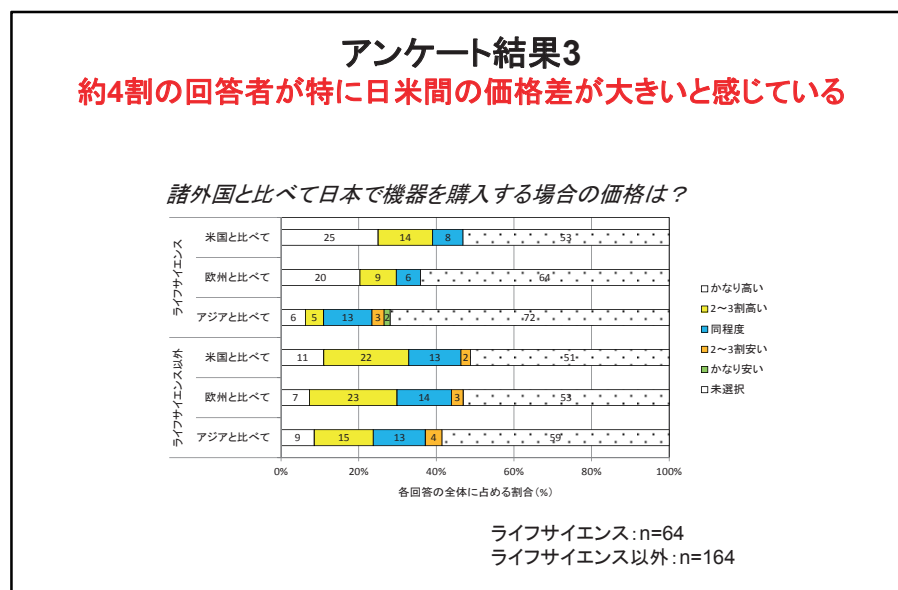


(4) 機器の国内使用状況の特徴 3 一約4割の回答者が日本での機器価格は米国と比べて高いと感じている—

【資料7】は、海外製機器を日本で購入する場合の価格について尋ねた結果をまとめたものである。米国と比べて「かなり高い」あるいは「2～3割高い」とする回答が39%を占めた。同様の回答区分は、欧州と比べた場合では29%、日本以外のアジアと比べた場合では11%であり、特に日米間の価格差が大きいと感じている傾向が、ライフサイエンス以外の分野よりも顕著に認められた。

特徴として、この設問に対する回答者の半数以上が未選択であったことが挙げられ、これらの回答者は海外製機器の価格情報を持ち合わせていないと考えられる。

【資料 7】



(5) 機器の国内使用状況のまとめ

ライフサイエンスでは、海外製機器の中でも特に米国製機器を多用している傾向が認められた。海外製機器が選択される理由として、主に性能が優れていることと研究領域のスタンダードであることが挙げられた。その一方で、特に米国製機器の価格に対して割高感を感じているケースが比較的多かった。このような傾向は、2003年に実施した専門家ネットワークによるアンケート調査でも認められており、少なくとも最近5年間は海外製機器への依存を強めながらも、海外製機器を選択する理由や価格に対する意識に大きな変化は生じていないと考えられる。

3. 海外製機器の国内外価格 —ライフサイエンスに関わる米国製機器を例に—

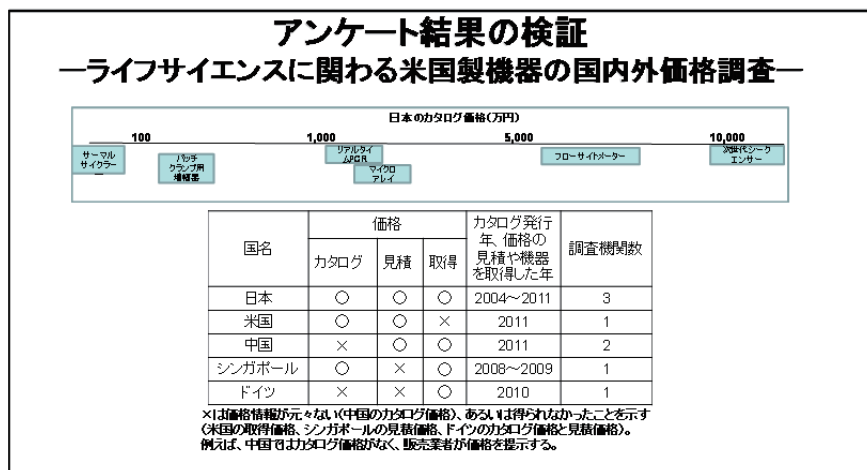
第2章で示した専門家ネットワークによるアンケート調査結果から、ライフサイエンスで多用される米国製機器の価格が国内外で差がある可能性が示唆された。本章では、ライフサイエンスに関わる米国製機器の国内外価格の実情について述べる。

(1) 調査の方法

ライフサイエンスに関わる米国製機器の価格の実情について、国内外の研究機関と研究者の協力の下に調査を実施した。調査対象の機器は広い価格帯から選ぶと共に、ライフサイエンスで汎用されている機器と特定の研究領域で使用される機器(特殊機器)の双方を選んだ。具体的には、【資料 8】に示すように、サーマルサイクラー、リアルタイム PCR、マイクロアレイ、フローサイトメトリー、次世代シーケンサー(以上、汎用機器)、パッチクランプ用増幅器(以上、特殊機器)の6種とした。

調査の対象国として、日本と米国をはじめに、ライフサイエンスの成長が近年著しい中国とシンガポール、及び EU の一例としてドイツを選出した。これら5か国の計8組織に対して、(1)最近3年以内に機器を取得した場合、その取得価格、(2)最近3年以内に機器を取得していない場合、(取得すると想定した場合の)業者の見積価格について、聞き取り調査を実施した。また、(1)と(2)に並行して、カタログ価格も調査した。それぞれの価格は、2009年の年平均TTM(電信仲値相場)を用いて日本円に換算し、各国間で比較した(1USD=93.65円、1EUR=130.35円、1SGD=64.41円で換算)。

【資料 8】



(2) 調査の結果

機器の価格情報については情報源や情報開示の点で制約が多く、十分な情報は取得できなかった。また、国によってそもそも価格情報が存在しない場合があった。例えば、中国では機器のカタログ自体がないため、同国のカタログ価格情報は入手できなかった。また、国によって機器の型番が揃っていない場合があり、同一型番のカタログ価格情報が入手できない場合もあった。

取得価格に関する情報も限られていた。その理由として、近年の機器は型や付属品が多様であり、同一型番の機器を異なる機関が購入・使用している例がごくわずかであったことが挙げられる。

見積価格についても、情報が十分に得られなかった。機器を購入すると仮定して見積価格を算出する際に業者の協力が必要であるが、その協力を得られる機会が限られたためである。総じて、【資料 8】で示す 5 か国における 6 種の機器全てのカタログ価格、見積価格、取得価格を一斉に比較することはできなかった。

限られた情報であるが機器価格を各国間で比較したところ、日本を含め米国以外の国では、米国製機器を米国の 2 倍前後の価格で購入している可能性が明らかになった。この結果は、2.(4)で示したアンケート結果、すなわち「約4割の回答者が日本での機器価格は米国と比べて高いと感じている」ことの傍証となる。またこの結果は、日本のみが米国製機器を高い価格で購入しているわけではないことを示唆している。予てより、日本のみが米国製機器を高い価格で購入しているのではないかという意見が研究者から出されているが、本調査結果を見る限りでは必ずしもそうではないと考えられる。

4. 機器価格に関する現状と決定要因、課題とその対応策

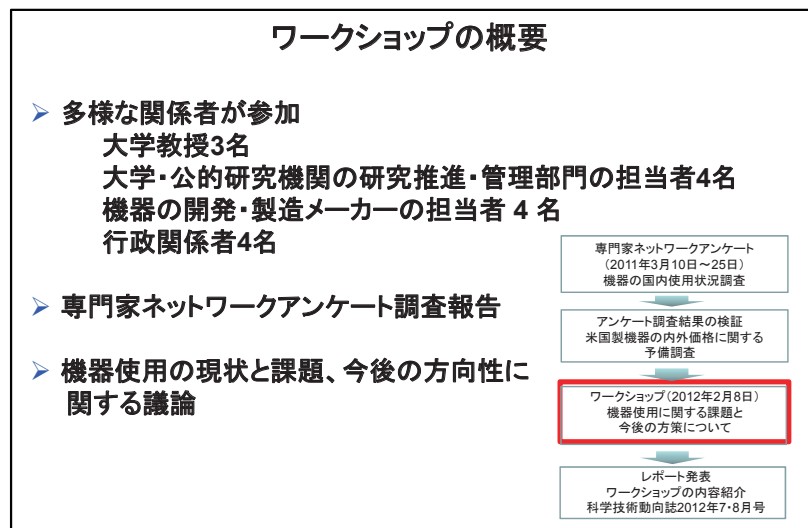
本章では、第2章および第3章で記した機器価格をめぐる現状について深掘りする。様々な立場で機器に関わる専門家が参画したワークショップの結果に基づき、機器価格に関する現状と決定要因について分析すると共に、課題とその対応策について考察する。

(1) 調査の方法

機器のユーザー、購買・管理、開発・製造など、様々な立場で機器に関わる専門家を招へいして2012年2月8日にワークショップを開催し、意見を収集した。【資料9】に示すように、参加者は、大学教授3名、大学・公的研究機関の研究推進・管理部門担当者4名、機器の開発・製造メーカーの担当者4名、及び機器開発やライフサイエンスの振興に関わる行政関係者4名の計15名である。

ワークショップで出された意見は、以下3つの事項に沿って整理・分析した(1)機器価格についての研究者の意識、(2)機器価格の現状と決定要因、(3)機器価格を国際的に見て適正に維持するための方策。

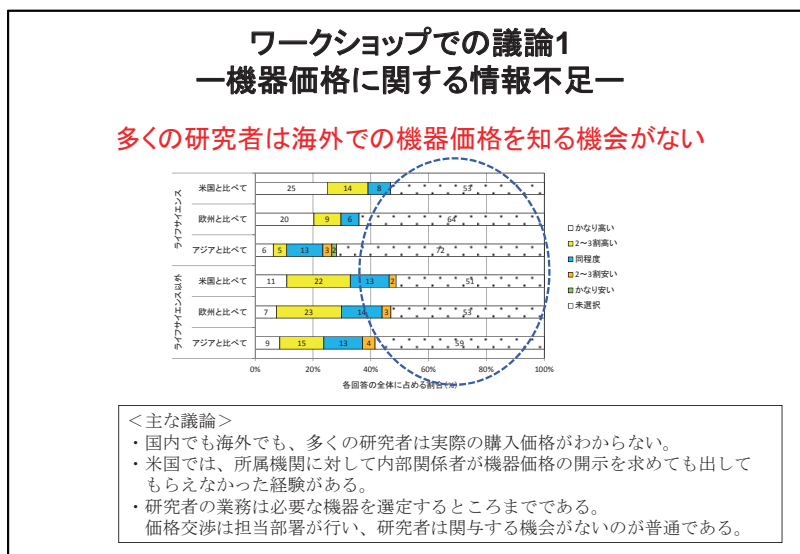
【資料9】



(2) 機器価格についての研究者の意識—多くの研究者は海外での機器価格を知る機会がない—

ワークショップでは、多くの研究者が実際の機器購入価格を知らないとの意見が出された。さらに、この状況は日本に限らず海外でも同様であるとも意見された。【資料10】で示す専門家ネットワークアンケートの結果、すなわち諸外国と比べた日本での機器価格に関する設問に対して半数以上が未選択であることを考え合せると、研究者の多くは海外での機器価格を知る機会がないと考えられる。

【資料 10】



- (3) 機器価格の現状と決定要因—輸入の各過程に関連して様々なコストが発生するため、海外製機器は国内価格の方が必然的に高くなる—

海外製機器の場合、機器価格は国内価格の方が必然的に高くなるのが、ワークショップで示された。一般的に、海外製機器の輸入元は海外メーカーの日本法人であり、機器は国内代理店を通して顧客に販売される。機器を輸入する際には各過程に関連して様々なコストが発生し、それらが価格に反映されるため、必然的に海外価格よりも国内価格のほうがある程度は高くなる。主な上乗せコストは、【資料 11】に示すように、仕入額・為替レート・販売・保守・規制対応に関する付帯作業・人件費などである。

国によって機器価格の決定要因が異なることについても、ワークショップで明らかにされた。例えば、日本での機器価格は保守点検サービス料を含めて設定されているが、米国では含まれていない。このことから、機器価格を国別に比較する場合には、カタログ等で提示された価格を単純比較するのではなく、機器価格の内訳を考慮して比較する必要があると考えられる。

【資料 11】

**ワークショップでの議論2
—機器価格の現状と決定要因—****海外製機器は国内価格のほうが必然的に高くなる**

- 輸入の各過程に関連して様々なコストが発生し、それらが価格に反映
- 主な上乗せコストは、仕入額・為替レート・販売・保守・規制対応に関する付帯作業・人件費など
- 参入メーカーのシェア構造、競合メーカーの有無、入札での候補機種を選択肢が少ない等の事情により、価格が下がりにくい

<主な議論>

- ・保守サービスが機器価格に盛り込まれているかどうかでも、購入価格が異なる。
- ・日本では、少々のメンテナンスはサービスすることを前提に機器価格を設定していることが多い。
- ・米国では、機器価格は機器自体の価格のみで、保守サービスは別途契約を結ぶ必要がある。

(4) 機器価格を国際的に見て適正に維持するための方策

上述のように、海外製機器は日本国内の価格の方が必然的に高くなるが、今後新たに海外製機器を購入する場合を考えると、機器価格を国際的に見て適正に維持して高騰させないための方策を講じる必要がある。

ワークショップでは、【資料 12】で示すような海外製機器を低価格で取得した事例を挙げながら、機器の国内外価格差を是正する可能性について議論された。それらの事例や議論の内容から導き出された、機器価格を国際的に見て適正に維持するための方策としては①機器のユーザーや管理者の機器価格に関するリテラシーを向上させる、②機器購入担当者の価格交渉力を上げる、ことが挙げられる【資料 13】。

【資料 12】

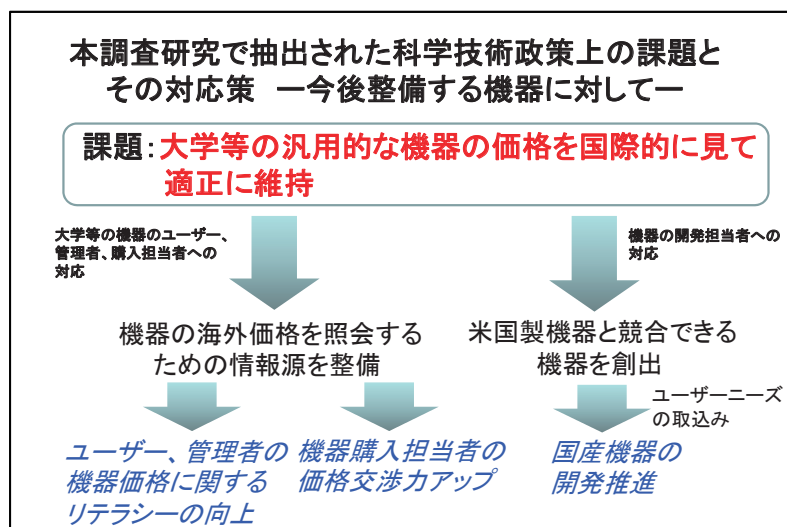
**ワークショップでの議論3
—機器の国内外価格差の是正—****内外価格差を縮小できる余地がある**

- 日本の研究者が海外の価格相場を知っていると、交渉次第で価格が下がる場合がある
- 販売側がとある国の市場に魅力を感じている場合は、その国において低価格で販売する場合がある

<主な議論>

- ・米国の2倍近い見積価格だった機器を並行輸入しようとしたところ、代理店が半額程度で提示し直してきた事例がある。
- ・中国のある研究室では、米国製機器を本国の9割程度の価格で購入できた。
- ・中国は米ドル取引であり、為替レートの変動による内外価格差が生じない。
- ・米国のメーカーが中国の巨大市場に参入したいという思惑があったため、本国より低価格で販売したのではないかと。

【資料 13】



さらにワークショップでは、【資料 13】で示すように、日本製機器の開発・製品化を進めることが機器価格を適正に維持することにつながるとの意見が出された。ライフサイエンス関連機器の国内販売実績は海外メーカーが上位を占める傾向が続いており(科学機器年鑑 2002、2011 のデータに基づく)、国内市場は海外製機器が席卷している。日本製機器が開発されて市場に出れば、国内市場における海外製機器の独占が避けられ、海外製機器の価格の高騰が抑制できる可能性がある。

5. 機器の有効活用に向けた方策

ライフサイエンスでは海外製機器が多用される傾向にあることを前述した。海外製機器は性能が優れており、研究領域のスタンダードだからという理由を考えると、今後も海外製機器が多用される傾向はある程度続くと考えられる。海外製機器を新たに導入していくためには、機器価格を国際的に見て適正に維持することが課題となるが、その解決には第4章で提案した方策が有効と考えられる。

一方、眼前の課題として挙げられるのは、既存の稼働可能な機器について海外製・日本製問わず有効に活用することであり、そのための方策は優先的に検討して講じるべきであろう。特に大学においては、科学技術人材の育成や研究活動を向上させるための基盤整備として、既存の稼働可能な機器を有効活用することが重要である。

本章では、第4章で記した機器に関わる専門家によるワークショップと2012年12月7日に開催された第5回科学技術政策研究レビューセミナーでの議論に基づき、大学に焦点を当てて、既存の稼働可能な機器を有効に活用するための方策を考察する。

(1) 方策1—大学における機器の共用を促進する—

第4期科学技術基本計画(2011-2015)では、大学及び公的研究機関における研究開発環境の整備に向けて、「先端研究施設及び設備の整備、共用促進」を唱えている。また、「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案～大学研究者の所属研究室以外の研究施設・機器利用状況調査～」(DISCUSSION PAPER No.85)では、大学における研究者の多くが自分の研究室以外の研究施設・機器を利用している状況にあり、それら研究者は研究施設・機器の共用化に向けて大きな期待感を持っていることを明らかにしている。これらの国家的取組や機器使用の現状を鑑みると、大学における機器の共用は優先して講じるべき方策と考えられる。

【資料14】で示すように、大学における機器の共用は①大学の部局内、②大学の部局間、③大学間等、の3つの場面で考えられる。課題として、機器の目的外使用・転用・廃棄ルールの見直しや機器の共用を支える専門部門の整備が考えられると共に、“機器共用特区”の設置も視野に入れるべきであろう。これら共用に関する課題等の詳細については、研究レビュー5-3-1の伊藤によるレポートを参照されたい。

大学において機器を共有することにより、既存の稼働可能な機器を有効に活用できると共に、大学での研究環境が整備され研究開発力が向上すると期待される。伊藤がレポートで詳しく述べているが、期待される具体的な効果として、大学の部局内外や大学内外の連携、機器に関する専門人材の安定雇用、研究開発型の大学発ベンチャーへの支援などが考えられる。

機器価格に関する情報が整備されることも、大学における機器の共用で期待される効果の1つである。上述した機器の共用を支える専門部門に機器の購入を集中させることにより、日本国内の機器価格情報が同部門で集積することが可能である。さらに、同部門が海外の機器価格情報も収集し、国内外での機器価格を比較することによって、海外製機器をより低価格で購入するためのメーカーとの交渉が可能となる。

大学における機器の共用を通じて、日本製機器の開発が進展することも期待できる。上述した専門部門では、機器の共用に関する日々のサポートを通じて、機器を使用する研究者の意見や要望を集めることが可能だと考えられる。それらの意見や要望を集約して国産機器の開発に反映させることが、研究者のニーズを踏まえた市場価値の高い機器の創出につながる。

【資料 14】

レビューセミナーでの議論
—大学における汎用的な計測・分析機器の共用を軸とする展開—

○大学の部局内での共用
○大学の部局間での共用
○大学間等での共用

【課題】

- ① 機器の目的外使用・転用・廃棄・売却等に関わるルールの見直し。
- ② 機器の共用を支える、大学の専門部門を整備。
- ③ “機器共用特区”の設置も視野に入れる。

【期待される効果1 研究環境の面】

- ① 大学の研究者が利用可能な機器の幅が広がる。
- ② 大学の部局内外や大学内外の連携のきっかけになる。
- ③ 大学の新任教員や若手研究者が、着任後に比較的短時間で研究を立ち上げることが可能になる。
- ④ 大学で機器に関する専門人材を安定雇用する可能性が広がる。
- ⑤ 研究開発型の大学発ベンチャーへの支援となる。

【期待される効果2 機器価格の面】

- ⑥ 大学の専門部門に購買を集中させることにより、国内の機器価格情報が専門部門で集積できる。
- ⑦ 専門部門が海外の機器価格情報も収集することで、海外製機器を購入する際の価格交渉力が向上する。

【期待される効果3 機器開発の面】

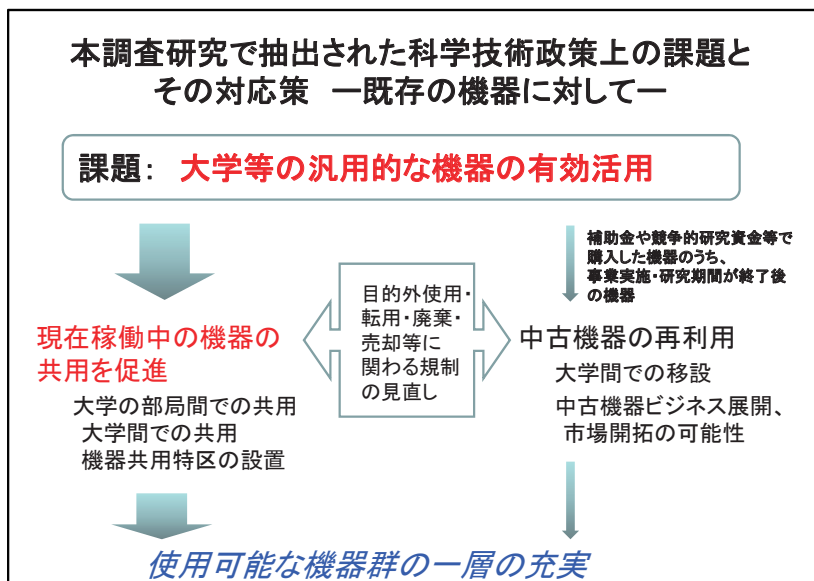
- ⑧ 大学の専門部門からの意見を参考にして、研究者のニーズを踏まえた国産機器を開発できる。
- ⑨ 国産機器が存在することで、海外製機器を使用する場合でもその購入価格を抑制できる可能性がある。

出典：第41回科学技術・学術審議会総会資料

(2) 方策 2—稼働可能な機器の移設を容易にする—

既存の稼働可能な機器のうち、例えば、競争的研究資金で購入した機器については研究期間終了後にも有効活用するべきと考えられる。そのためには、【資料 15】で示すように、大学・研究機関・バイオベンチャーを含む企業の間で機器の移設が必要に応じて可能となるよう、ルールを見直すことが必要である。必要以上に機器の有効活用に対する制限を設けている場合には、速やかにルールの変更を行うべきであろう。関連するルールの見直しについては、「科学技術イノベーションを牽引する研究基盤戦略について～研究開発プラットフォームによる研究開発力強化策～」(2012 年 8 月 7 日、科学技術・学術審議会先端研究基盤部会)でも提言されているので参照されたい。また、ルールの変更を検討する際には、研究期間終了後の有効活用を見据えた取組について、研究者に実施を求めるための方策も検討するべきであろう。

【資料 15】



(3) 方策 3—中古機器を再利用する—

大学の研究室の立ち上げ時など、ある程度まとまった数の機器を揃える場合には安価な中古機器を購入できるよう環境を整えることも、稼働可能な既存の機器を有効活用することにつながると言える。そのためには、【資料 15】で示すように、大学間での機器の移設を容易にするためのルール変更や米国のように中古機器ビジネスを展開することが考えられる。

米国では中古機器市場が確立しており、バイオベンチャーは起業の際に機器を安価で購入している。日本では、OA 機器の中古を取り扱う企業は多いが、研究機器の中古を取り扱う企業はごくわずかである。日本の大学では、企業から中古機器を購入して研究で再利用する機会がほとんどないと考えられることから、そうした機器を取り扱うビジネスについては検討の余地がある。

中古機器を再利用するにあたっては、上記のようなルールや市場といった環境整備の面だけでなく、技術的な面も検討する必要がある。第 5 回科学技術政策研究レビューセミナーにおけるアンケートで意見があったように、機器の修理パーツのストックやメンテナンスの限界等から見た再利用の可能性について、大学と関係メーカーが協力して検討する必要があると考えられる。

6. まとめ

本調査研究により、日本では、ライフサイエンスにおいて米国製機器が多用されている現状が明らかになった。さらに日本では、ライフサイエンス関係者の半数程度が海外製機器の国内外価格差に関する情報を持ち合わせていないことと、米国製機器の価格が米国の2倍前後である可能性も示された。こうした汎用的な機器の使用にまつわる情報は、我が国における研究基盤の整備を考えていく上での基礎資料になると考えられる。

加えて本調査研究から、大学において海外製機器を含む既存の稼働可能な機器を有効活用していくためには、大学内・大学間で機器の共用を促進することが有効であるとの結論が得られた。機器の共用に当たっては、それを支える専門部門が重要な役割を果たすと考えられる。

大学において海外製機器を新たに導入し整備していく上でも、上記の機器共用を支える専門部門は大きな役割を担うと考えられる。専門部門が国内外の機器価格情報を体系的に収集・整備することで、海外製機器をより低価格で購入する可能性が高まる。また、同部門がハブになり、大学の研究者間で機器価格を含めた機器全般の情報共有が促進され、個々の研究者が自身の研究を支える機器への関心をより高めると共に、機器の有効活用に向けたモチベーションも上げると期待できる。さらに同部門には、研究者から機器の使い勝手等の様々な意見が集まることが予想されるが、そうした意見はユーザーニーズを踏まえた国産機器を開発する上で大いに役立つと考えられる。このように、大学で機器の共用を支える専門部門が設置され十分に機能することにより、既存の稼働可能な機器と今後新たに導入していく機器との双方の有効活用が期待できる。

機器価格については、本調査研究において十分に収集・分析することができなかった。その理由として、国内外問わず、価格に関する情報源や情報開示の点で制約が多かったことが挙げられる。近年の機器は型や付属品が多様であるため、全く同一仕様の機器を国・組織の間で価格比較することが困難なことも理由である。さらに、機器価格に保守点検料が含まれるかどうか等、国によって価格の設定が異なることや、販路拡大を狙ってメーカーが大幅に価格を下げて提示する場合もあることから、カタログ価格やメーカー担当者が提示する価格について国間での単純比較ができないことも理由として挙げられる。これらの制限を乗り越えて機器価格調査を実施することは、今後の課題である。

ライフサイエンスで海外製機器が多用される理由の1つとして、研究領域のスタンダードであることが注目される。専門家ネットワークアンケートでは、スタンダードである海外製機器を用いると論文発表が有利になるとの意見も出されている。こうした状況を鑑みると、今後、日本製機器の開発・実用化を進める際には、開発された機器を国内外で積極的に利用してもらいグローバルスタンダード化するための取組も重要である。取り組むべき内容や課題については、今後調査の必要があると考えられる。

謝辞

専門家ネットワークアンケート調査にご協力いただいた多くの専門家の方々、ワークショップにご参画いただいた専門家の方々に深謝すると共に、機器価格調査にご協力いただいた国内外の大学・研究機関と研究者の方々に厚く御礼申し上げます。

様々な立場で機器に関わる専門家の方々におかれては、我々の調査研究に引き続きご参画いただけるようお願いする。



重茂 浩美

科学技術動向研究センター 上席研究官

(経歴)

1992年3月 東京大学大学院 博士課程 農学系研究科 畜産獣医学専攻修了(現 東京大学大学院 農学生命科学研究科 獣医学専攻)

この間、国立感染症研究所、(独)放射線医学総合研究所等に勤務

2004年1月 (独)製品評価技術基盤機構 化学物質管理センター 主査

2006年1月 文部科学省科学技術政策研究所 上席研究官
(現在に至る)

参考文献:

科学技術政策研究所 調査資料-98「先端的計測・分析機器の現状と今後の課題～科学技術専門家ネットワークアンケート調査結果～」(2003)

科学技術政策研究所 科学技術動向 2012 年 7・8 月号「ライフサイエンスにおける先端的計測・分析機器の使用に関する国内研究者意識」(2012)

科学技術政策研究所 DISCUSSION PAPER No.85「大学の研究施設・機器の共用化に関する提案～大学研究者の所属研究室以外の研究施設・機器利用状況調査～」(2012)

科学機器年鑑 2002、2011 (株)アールアンドディ社

文部科学省 研究振興局 基盤研究課 資料 4-2「ライフイノベーション領域の計測分析技術・機器開発を巡る動向について」 科学技術・学術審議会 先端研究基盤部会 研究開発プラットフォーム委員会 先端計測分析技術・機器開発小委員会(第5回)(2012)

文部科学省 第40回科学技術・学術審議会総会資料 2-2「科学技術イノベーションを牽引する研究基盤戦略について～研究開発プラットフォームによる研究開発力強化策～」(2012)

文部科学省 第41回科学技術・学術審議会総会資料 3-2「汎用的な研究用計測・分析機器の使用状況と課題について 科学技術動向誌レポート及び科学技術政策研究レビューセミナーでの報告と議論から」(2013)

文部科学省 科学技術政策研究所

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2

TEL:03-3581-2466 FAX:03-3503-3996

<http://www.nistep.go.jp>

2013年6月



<http://www.nistep.go.jp>