

# 科学技術政策研究レビュー 第3巻

## 研究レビュー 3-1 研究活動の国際化 ～世界の変化を見る～

### 研究レビュー 3-1-1

#### OECD主要国中心の活動状況

～論文生産における日本の位置の把握 国際共著論文にみる日本の位置の把握～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

### 研究レビュー 3-1-2

#### 論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著

第1調査研究グループ 加藤 真紀

### 研究レビュー 3-1-3

#### 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

～ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として～

科学技術動向研究センター 古川 貴雄

## 研究レビュー 3-2 先端領域における状況 ～日本の問題点を見る～

### 研究レビュー 3-2-1

#### 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析

～サイエンスマップにみる世界の研究動向と日本の特徴～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

### 研究レビュー 3-2-2

#### 工学分野に注目した詳細分析

～IEEE刊行物にみる電気電子・情報通信分野の世界の研究動向と日本～

科学技術動向研究センター 白川 展之

## 研究レビュー 3-3 日本の大学の研究活動の現状把握～機能分化が進んでいるか～

科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

2013年3月

文部科学省 科学技術政策研究所

Science and Technology Policy Review Vol.3  
March 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 3-1〕	
研究活動の国際化 ～世界の変化を見る～	
はじめに .....	1
3-1-1 OECD 主要国中心の活動状況 ～論文生産における日本の位置の把握 国際共著論文にみる日本の位置の把握～ .....	2
3-1-2 論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著 .....	17
3-1-3 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析 ～ロボティクス、 コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として～ .....	31
〔研究レビュー 3-2〕	
先端領域における状況 ～日本の問題点を見る～	
はじめに .....	47
3-2-1 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析 ～サイエンスマップ にみる世界の研究動向と日本の特徴～ .....	48
3-2-2 工学分野に注目した詳細分析 ～IEEE 刊行物にみる電気電子・情報通信 分野の世界の研究動向と日本～ .....	61
〔研究レビュー 3-3〕	
日本の大学の研究活動の現状把握～機能分化が進んでいるか～ .....	81



# 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。

最新のデータ等を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、科学技術政策研究レビューを発行し、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御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第3号にあたります。今回は、(1)研究活動の国際化～世界の変化を見る～、(2)先端領域における状況～日本の問題点を見る～、(3)日本の大学の研究活動の現状把握～機能分化が進んでいるか～の3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、今後とも御指導、御鞭撻をいただくことをお願い申し上げます。

2013年3月  
科学技術政策研究所  
所長 桑原 輝隆





**〔研究レビュー 3-1〕**

## **研究活動の国際化**

～世界の変化を見る～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

第1調査研究グループ 加藤 真紀

科学技術動向研究センター 古川 貴雄



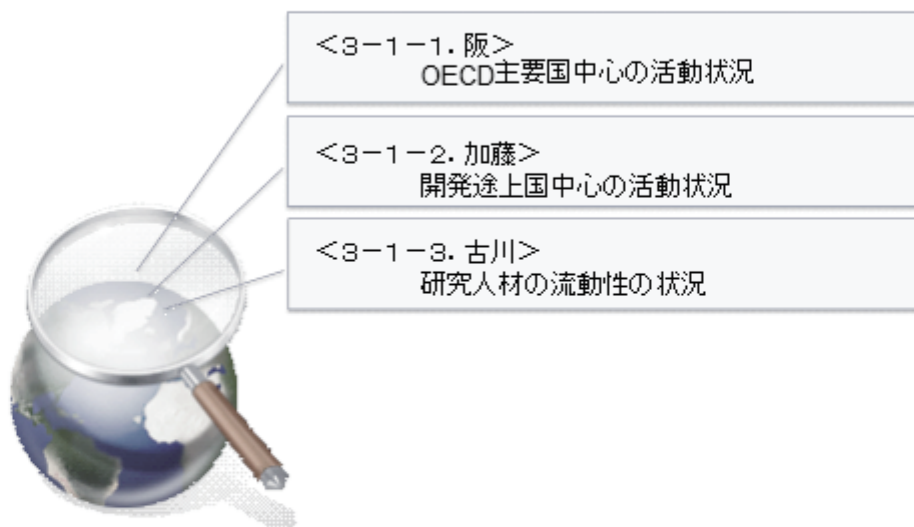
## 研究レビュー 3-1 研究活動の国際化 ～世界の変化を見る～

### はじめに

世界の研究活動がグローバル化していることや、人材の流動が起きていることは多々指摘されているが、定量的にはどのように見えてくるのかを紹介する。1. では阪 彩香 科学技術基盤調査研究室 主任研究官より、OECD 主要国を中心に活動状況を紹介する。2. では加藤 真紀 第1調査研究グループ 上席研究官から開発途上国中心の活動状況を紹介し、さらに3. では古川 貴雄 科学技術動向研究センター 上席研究官から研究人材の流動性の状況を紹介する。

## 構成

※世界で研究活動がグローバル化していること、人材の流動も起きていることが指摘されている。このような認識について、定量的把握を行った。



### 3-1-1 OECD 主要国中心の活動状況

#### ～論文生産における日本の位置の把握 国際共著論文にみる日本の位置の把握～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

「研究活動における日本の存在感はどの程度なのか。」という質問をととてもよく頂くが、答えを出すためにどの様にアプローチするのかというと、一つの方法として国という単位に着目し、研究者の研究活動のアウトプットの一つである論文を分析することがある。今回は、日本と他国を比較することによって論文生産及び国際共著論文に見る日本のポジションというものを定量的に把握した結果を紹介する。

#### 【資料 1】

研究活動における日本の存在感はどの程度なのか？

##### [背景]

- 世界で研究活動がグローバル化していることが指摘されている。
- そのような中、日本は研究活動において、どの程度の存在感を示しているのだろうか？

##### [アプローチ]

国という単位に着目し、研究者の研究活動のアウトプットの一つである論文を分析し、我が国の科学研究のベンチマーキングを行う。

- 論文生産における日本の位置の把握
- 国際共著論文にみる日本の位置の把握

まず分析方法について説明する【資料 2】。分析手法はデータベース、トムソン・ロイター社の Web of Science を用いている。分析対象期間は 1981 年から 2010 年、被引用回数の情報は 2010 年末時点の数値を用いている。時系列変化については、各年データベースの収録対象数が相当変化するので、3 年移動平均値を用いている。Web of Science にはいろいろな種類の文献が含まれているが、今回は、article、letter、note、review を分析対象とした。

また、この後トップ 10%論文というものが出てくるが、これは論文の被引用回数が各分野で上位 10%に入る論文を指す。被引用回数は分野によって大きく異なるため、生物の分野と数学の分野を比較する時に被引用回数そのもので比較することは出来ない。従って、各分野の上位 10%というものを取ることで、質の指標の一つとして用いている。

【資料 2】

分析方法

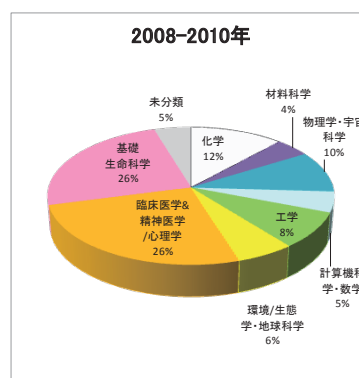
- <分析に用いたデータベース>  
トムソン・ロイター サイエンティフィックWeb of Science (WoS)データベースをもとに、科学技術政策研究所が集計及び分析
- <分析対象期間>  
分析対象期間は、1981-2010年である。被引用回数に関しては、2010年末時点での数値を用いた。
- <時系列変化の示し方>  
データベースはその収録状況の影響等により、年によってある程度の変化をする。したがって、主要国の研究活動等の時系列変化を分析するために、3年移動平均値を用いて数値をならすことにより、傾向を捉えられるようにしている。3年移動平均2008年の値は、2008-2010年の平均を表す。
- <分析対象の文献の種類>  
文献の種類の中のarticle, letter, note, reviewを対象としている。これらの文献は、それぞれ報告している内容に特徴がある。articleは、一般的に事象の発見などを報告する。letterや noteは、速報性に富む文献である。reviewは、ある一定期間に蓄えられた知識や知見を体系化する文献である。したがって、研究者の研究活動のアウトプットとして一括りで扱われる学術論文ではあるが、その意味合いが異なる。
- < Top10%論文 >  
Top10%論文とは、論文の被引用回数が各分野(WoSデータベース収録論文をEssential Science Indicatorsの22分野分類を用いて再分類した分野分類)で上位10%に入る論文を指す。

次に、全分野の分野内訳を紹介する。今回使っている Web of Science の中には1つのジャーナルに1つの分野を付与する22分野分類があるのだが、22分野全てを示すと煩雑なので、今回はこれを8分野に分けて紹介する【資料3】。分野の内訳はこちらのように約半分がライフサイエンス系、約半分が非ライフサイエンス系となっている。分野によって全体に占める割合がかなり変わってくるので、どの分野でシェアを持つかによって、全論分シェアを出す時の計算に響いてくる割合が変わってくる。

【資料 3】

全論文の分野内訳(世界、2007-2009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0.4%  
 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。

トムソン・ロイター サイエンティフィックWeb of Science”を基に、科学技術政策研究所が集計  
 (注)基礎生物学は、農業、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・動物科学の分野を含む。

また、国別の研究力のベンチマーキングを行う上で、カウント方法も非常に重要な点である。カウント方法により、国の順位、シェア、論文数が変わってくるからである。現在、当研究所では整数カウントと分数カウントという方法を用いている。整数カウントというのは1つの論文に対して日本と米国の共著であれば日本1、米国1と数える方法で、いわゆる生産への関与度を示している。

分数カウントは、1つの論文に対してどれだけの貢献をしたかということなので、先程の例であると日本2分の1、米国2分の1と数える方法になる。どちらが良いのかという話ではなく、2つの見方があるとご理解いただければと思う。

【資料4】

整数カウント法と分数カウント法

	整数カウント法	分数カウント法
カウント方法	複数の研究機関の共著による論文の場合、それぞれの研究機関に1とカウントする。同一論文が複数回カウントされる。	本調査資料の8分野別分析にて用いる。日本の複数研究機関の共著による論文の場合(例えばA機関とB機関の共著)、それぞれの機関にA1/2、B1/2とカウントする。したがって、研究機関の論文数の和と日本の論文数が一致する。
分析対象の論文の種類	Article, Article & Proceedings (Articleとして扱うため), Review, Letter & Note	Article, Article & Proceedings (Articleとして扱うため), Review, Letter & Note
論文数	世界の論文の生産への関与度	世界の論文の生産への貢献度
Top10%補正論文数	世界のインパクトの高い論文生産への関与度	世界のインパクトの高い論文の生産への貢献度

(例) 国際共著率: 世界 60%、A国 71.4%、B国 100%、C国 100%、D国 33.3%

整数カウント(世界の研究活動への関与度): A国 > B国 > C国 = D国  
 分数カウント(知識の創出への貢献度): A国 > D国 > B国 > C国

論文No.	著者の国	整数カウント				分数カウント			
		A国	B国	C国	D国	A国	B国	C国	D国
1	A, B	1	1			1/2	1/2		
2	A, B	1	1			1/2	1/2		
3	A, C	1		1		1/2		1/2	
4	A	1				1			
5	A	1				1			
6	B, C		1	1			1/2	1/2	
7	A, B, C	1	1	1		1/3	1/3	1/3	
8	A, D	1			1	1/2			1/2
9	D				1				1
10	D				1				1
	合計	7	4	3	3	4.3(26/6)	1.8(11/6)	1.3(8/6)	2.5(15/6)

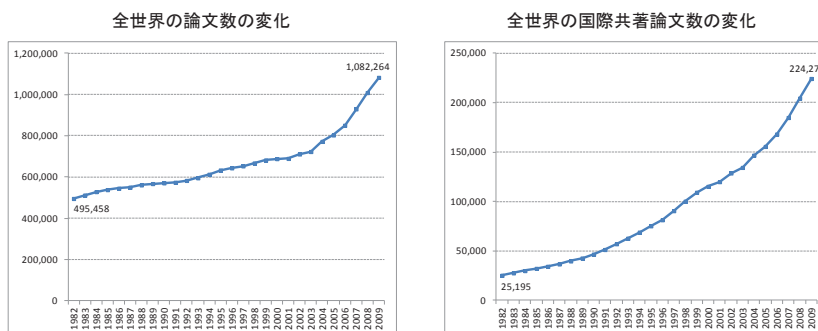
出典: 科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

では、ここから実際の分析結果を用いて進める。まず、世界の研究活動について量的な部分の時系列変化を示そう。【資料5】では全世界の論文数の変化を示している。1980年代前半では約50万件であった論文数が、現在では100万件を超えており、膨大な数が収録されるようになった。また、その論文数の上昇と共に国際共著論文数も非常に増えている。現在は1980年代の国際共著論文数の約10倍となっており、研究活動が国のボーダーを超えた活動へと変化してきた30年間であることが分かる。

【資料 5】

世界の研究活動の動的変化

- データベースに収録された世界の論文量は一貫して増加傾向であり、最近では年間約100万件である。特に、2003年から増加率が上昇している。
- 複数国の研究機関による論文(国際共著論文)の数の増加は顕著であり、国際共同研究などが増加していることを意味し、国のボーダーを越える知識生産や知識の共有が活発化してきていることが示唆される。



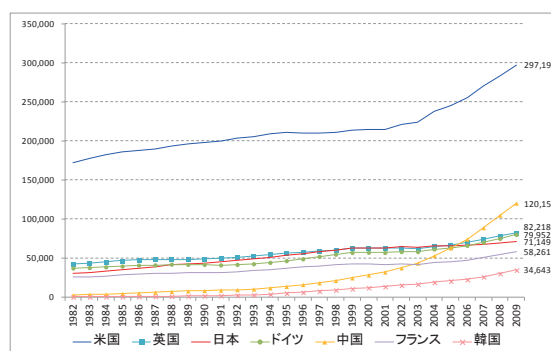
出典: 科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

では、そのような変化の起きてきた世界に対し、主要国がどのように変化をしてきたか、まず論文数を紹介する。これは論文に示された著者所属機関のアドレスを確認し、そこにあるどの国の研究機関が表れるかというものをカウントしている。赤線で示しているのが日本であり、現在年間7万件程度を産出している。それに対して一番上にある青線は米国である。次に中国、英国、ドイツと続き、日本は現在第5位というポジションになっている。全て右肩上がりであるが、その上がり方というのは国によって違うということも見てくる。

【資料 6】

主要国の全論文数の状況

- いずれの国においても、基本的に1980年代より論文生産量は増加の一途である。米国は、他国を大きく引き離し、論文生産量の多い国である。
- 日本は、長期のトレンドとして論文量自体は緩やかな増加傾向であるが、近年は英国やドイツと比べてもその論文量の伸びは鈍い。2008-2010年において、日本は年間平均約7万件の論文を産出しており、世界第5位である。



出典: 科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

ここで、日本の特有に起きている論文数自体の伸び悩みについて紹介しておこう。【資料7】では、先に紹介した8分野において、主要国の1998年～2000年と、2008年～2010年の論文数およびその伸び率を表に示している。

日本は、化学で伸び率が1を切ってしまう。また工学、基礎生命科学において、米国、英国、ドイツあたりの主要国と比較しても伸び率が低いことが分かる。

【資料7】

論文数自体の伸び悩みが見られる日本

- 日本は、論文数自体の伸び悩みが見られる。

区分	国名	1998-2000年	2008-2010年	伸び率	区分	国名	1998-2000年	2008-2010年	伸び率
化学	英国	18,644	22,865	1.22	工学	英国	14,960	19,037	1.27
	米国	5,848	6,032	1.03		米国	4,211	5,273	1.25
	日本	10,316	9,938	0.96		日本	4,725	4,802	1.04
	ドイツ	8,315	9,431	1.13		ドイツ	2,894	4,050	1.50
	中国	6,214	25,945	4.18		中国	2,889	13,907	4.85
	フランス	5,452	6,398	1.17		フランス	2,311	4,087	1.77
全世界	87,239	127,881	1.47	全世界	56,643	81,850	1.62		
材料科学	英国	4,949	7,163	1.45	環境・地球科学	英国	12,774	19,253	1.51
	米国	1,835	2,049	1.25		米国	3,706	5,598	1.50
	日本	2,947	3,888	1.25		日本	1,482	3,080	2.08
	ドイツ	2,002	2,783	1.39		ドイツ	2,470	5,027	2.03
	中国	2,397	12,110	5.05		中国	1,051	6,855	6.62
	フランス	1,349	2,094	1.55		フランス	2,376	4,148	1.75
全世界	25,272	47,821	1.89	全世界	35,531	63,248	1.78		
物理学	英国	19,312	26,653	1.38	臨床医学	英国	60,842	89,805	1.47
	米国	5,704	8,207	1.44		米国	20,996	26,337	1.25
	日本	6,718	9,098	1.35		日本	14,893	17,829	1.18
	ドイツ	8,145	11,476	1.41		ドイツ	14,993	21,792	1.46
	中国	4,631	18,883	4.08		中国	2,057	12,397	6.03
	フランス	5,772	8,535	1.48		フランス	10,214	14,301	1.40
全世界	66,193	104,741	1.58	全世界	178,948	278,610	1.56		
計算機・数学	英国	9,495	13,450	1.42	基礎生命科学	英国	65,183	80,389	1.23
	米国	2,007	3,196	1.59		米国	16,852	19,855	1.17
	日本	1,848	2,481	1.34		日本	18,292	19,332	1.06
	ドイツ	2,346	3,302	1.41		ドイツ	15,156	19,474	1.28
	中国	1,592	7,807	4.90		中国	2,826	20,233	6.82
	フランス	2,375	3,828	1.61		フランス	11,830	13,374	1.12
全世界	29,797	53,119	1.78	全世界	184,877	284,134	1.43		

出典：科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

また、論文数の伸びについての話題では、中国の近年の論文数の伸びについて言及されることが非常に多いが、論文数の伸びが見られるのは中国だけではない。1998年～2000年と2008年～2010年の結果では、中国はもちろん、ブラジル、トルコ、イランといった国が下位から上位へと上昇してきているのが分かる【資料8】。

したがって、今後日本は論文数の伸び悩みも含め、このような国々との位置関係もよく考えていかなければならない状況にある。

【資料8】

国・地域別論文発表数：上位25ヶ国・地域（全分野）

- 中国の論文数およびTop10%論文数の伸びに注目しがちだが、ブラジル、トルコ、イランなどが全分野および複数の分野で存在感を大きくしてきている。

1998年 - 2000年 (平均)				2008年 - 2010年 (平均)			
国名	論文数			国名	論文数		
	論文数	シェア	世界ランク		論文数	シェア	世界ランク
米国	213,229	31.3	1	米国	297,191	27.5	1
英国	62,662	9.2	2	中国	120,156	11.1	2
日本	62,457	9.2	3	英国	82,218	7.6	3
ドイツ	56,795	8.3	4	ドイツ	79,952	7.4	4
フランス	42,267	6.2	5	日本	71,149	6.6	5
カナダ	28,918	4.2	6	フランス	58,261	5.4	6
イタリア	27,291	4.0	7	カナダ	48,344	4.5	7
ロシア	24,560	3.6	8	イタリア	47,373	4.4	8
中国	24,405	3.6	9	スペイン	39,995	3.7	9
スペイン	20,006	2.9	10	インド	39,555	3.7	10
オーストラリア	18,571	2.7	11	韓国	34,643	3.2	11
インド	16,558	2.4	12	オーストラリア	34,055	3.1	12
オランダ	16,088	2.4	13	ブラジル	29,296	2.7	13
スウェーデン	13,202	1.9	14	オランダ	26,712	2.5	14
スイス	12,042	1.8	15	ロシア	26,082	2.4	15
韓国	10,701	1.6	16	台湾	21,831	2.0	16
台湾	8,720	1.3	17	トルコ	20,786	1.9	17
ブラジル	8,616	1.3	18	スイス	19,795	1.8	18
ベルギー	8,614	1.3	19	スウェーデン	17,825	1.6	19
イスラエル	8,169	1.2	20	ポーランド	16,974	1.6	20
ポーランド	7,728	1.1	21	ベルギー	14,765	1.4	21
デンマーク	6,860	1.0	22	イラン	14,147	1.3	22
フィンランド	6,262	0.9	23	イスラエル	10,565	1.0	23
オーストラリア	6,026	0.9	24	デンマーク	10,345	1.0	24
トルコ	4,927	0.7	25	オーストラリア	10,187	0.9	25

26位以降

出典：科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011



次に、論文数ではその相対的な位置関係が分からないので、論文数シェアで示す。各国とも図の書き方は同一で、1980 年から現在までの論文数シェア（青線）とトップ 10%論文数シェア（赤線）の時系列変化を示している。

日本を見てみると、トップ 10%論文数シェアも論文数シェアも 2000 年付近までは右肩上がりであったが、2000 年を超え、急激にシェアが下がっているという状況が見られる。

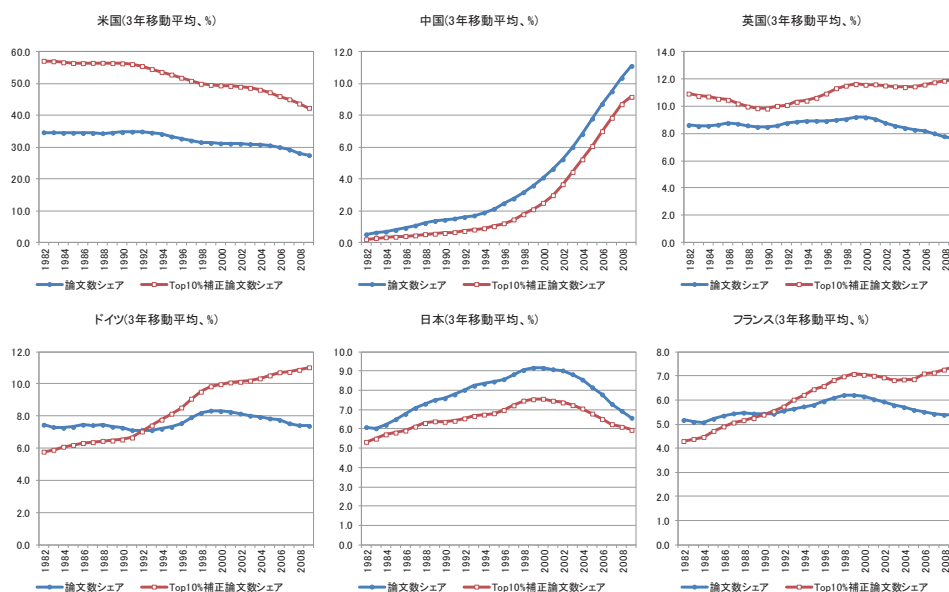
米国も同様に緩やかな下降基調であるが、中国は 2000 年に入る少し前からどちらもシェアを伸ばしている。

また英国、ドイツ、フランス、欧州のこれらの国では、論文数シェアは 2000 年代に入って日本と同様に下がってきているが、トップ 10%論文数シェアは維持もしくは上昇基調にあり、国によってもこの二つの指標だけでも違いが見えてくるのが分かる。

【資料 9】

主要国の論文シェアとTop10%論文シェアの変化(3年移動平均, %)

- 日本を見ると、論文数シェアとTop10%補正論文数シェアが2000年頃まで上昇基調であったが、それを境にともにシェアが減少傾向に転じた。日本の場合、Top10%補正論文数シェアが論文数シェアより低い



出典: 科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

さらに、論文数シェアとトップ10%論文数シェアを分野ごとにご覧頂きたい【資料10】。化学、材料科学、物理学、計算機科学・数学、工学、環境・地球科学、臨床医学、基礎生命科学という形で8分野の軸になっており、それに対して論文数シェア、トップ10%論文数シェアがどの程度かをプロットしている。この図を研究ポートフォリオと呼ぶ。これらの形から研究活動の分野の偏りを読み取ることができる。

また、黒線の論文数シェアと青線のトップ10%論文数シェア、どちらが外側に出ているかということで、世界における存在感が高いかどうかを見ることが出来る。その観点で図を見てみよう。

まずは日本の場合、他国に比べ、随分研究ポートフォリオ自体が小さいことが分かる。日本の場合には論文数シェアとトップ10%論文数シェアを比較してみると、物理学では外側にトップ10%論文数シェアが出ているが、他に関しては内側に入っているという特徴がある。

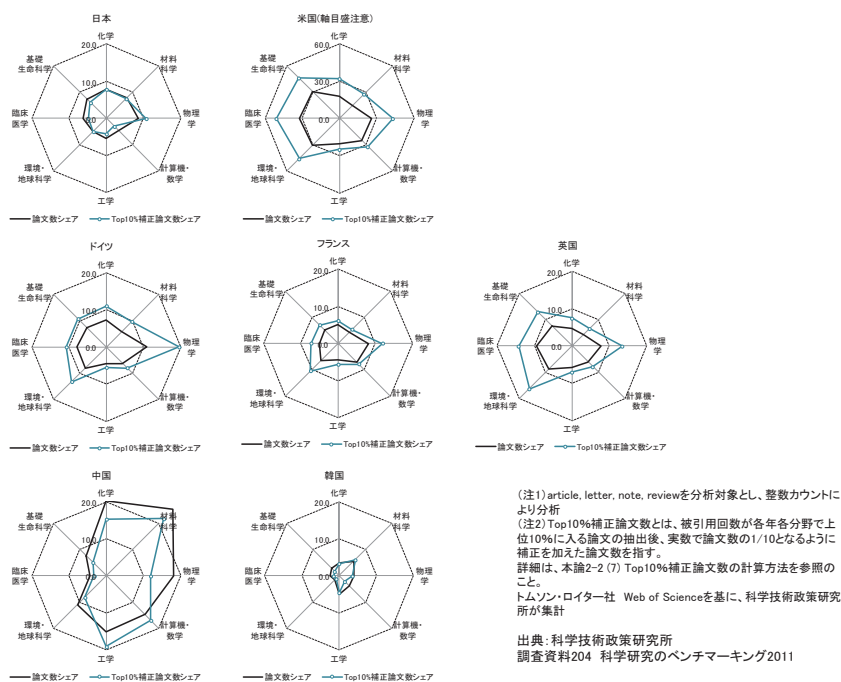
米国、英国、ドイツ、フランスでは、全分野においてトップ10%論文数シェアの方が論文数シェアよりも外側に出ている。

また中国では計算機科学や工学でトップ10%論文数シェアが論文数シェアに対して高くなっていることが分かる。これらの国を比べると、どの国も一様ではなく、それぞれ研究活動面での強み弱みを持っていることが見えてくる。

【資料10】

主要国の分野毎の論文数シェアとTop10%論文数シェアの比較(%、2008-2010年)

- 主要国の研究活動の分野バランスは多様である。



ここで先ほど分析手法のところで紹介した整数カウントと分数カウントの数え方の違いがどの程度国のベンチマーキングで影響してくるかを示しておこう。

【資料 11】について、整数カウントと分数カウントの論文数、シェア、世界ランクを示している。英国、ドイツ、フランスは、整数カウントでのシェアと分数カウントでのシェアではかなり差が開いていることがわかる。

それに対して日本は整数カウントでのシェアと分数カウントでのシェアの差は 0.9%程度である。日本のデータを一体今どちらのカウント方法で見るべきなのかというところは、日本の研究活動の推進の方向性を示す価値判断として考えるべきところであろう。

【資料 11】

国・地域別論文発表数：整数カウント法と分数カウント法の比較

- 整数カウント法と分数カウント法では、国際共著論文が多い国では、シェアに差が生じる。これにより世界ランクも変動する。

2008年 - 2010年 (平均)							
論文数							
国名	整数カウント			分数カウント			整数カウントと分数カウントの差分
	論文数	シェア	世界ランク	論文数	シェア	世界ランク	
米国	297,191	27.5	1	247,175	22.8	1	4.6
中国	120,156	11.1	2	105,788	9.8	2	1.3
英国	82,218	7.6	3	57,450	5.3	4	2.3
ドイツ	79,952	7.4	4	57,102	5.3	5	2.1
日本	71,149	6.6	5	61,170	5.7	3	0.9
フランス	58,261	5.4	6	41,214	3.8	6	1.6
カナダ	48,344	4.5	7	34,919	3.2	9	1.2
イタリア	47,373	4.4	8	36,038	3.3	7	1.0
スペイン	39,985	3.7	9	30,276	2.8	10	0.9
インド	39,555	3.7	10	35,294	3.3	8	0.4

出典：科学技術政策研究所 調査資料 204 科学研究のベンチマーク 2011

ではここから、現在急激に増えている国際共著論文の紹介を行う。国際共著論文とは、いわゆる国のボーダーを超えて研究活動を行い、その成果として生み出されるものである。その数は、現在全世界の論文のうち約 20%、日本では約 25%、米国では 31%である。中国は日本より若干少なく 22%程度、英独仏は非常に高く約 50%にまで及ぶ。

また、「シェア」で見ると「数」で見るとでは若干印象が変わってくる。数をご覧頂くと、中国は国際共著率自体が日本よりも低い、中国の論文数が現在日本より多いので、国際共著論文数自体は日本より上回ることになる。このように数を見ると、日本は国際共著論文数が必ずしも多くないという現状が見えてくる。また国際共著論文を見ていくと、関与機関数がどんどん増えていることも見えてくる。

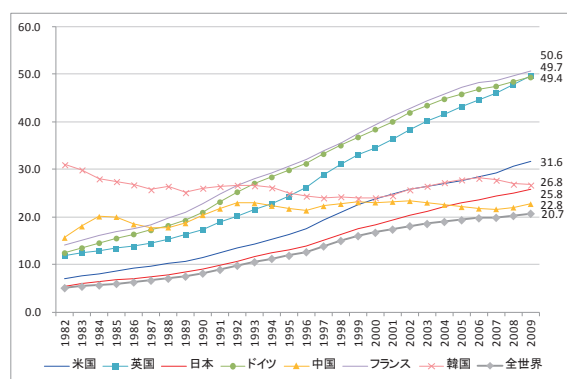
この差をどう読むかというところが、一つ、今ある問題であろう。

【資料 12】

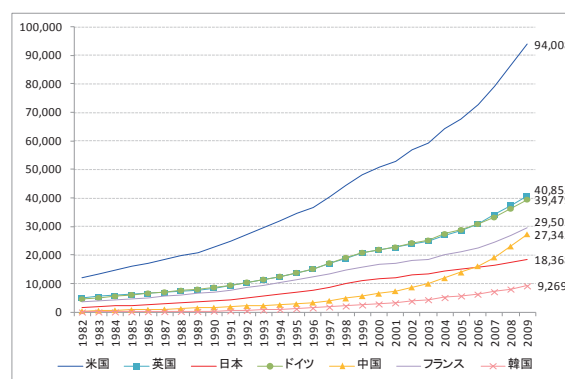
主要国の全論文に占める国際共著論文の割合

- 国際共著率は国によりかなり異なる。英国49%、ドイツ49%、フランス50%と高く、日本25%、米国31%、中国22%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：科学技術政策研究所 調査資料 204 科学研究のベンチマーク 2011

【資料 13】では、国際共著論文における関与機関数と関与著者数の時系列変化を示している。1980年代から2000年の前半の時系列変化を見ると、関与機関数 2 機関の割合は年々減少し、3 機関や 4 機関の割合が増加している。

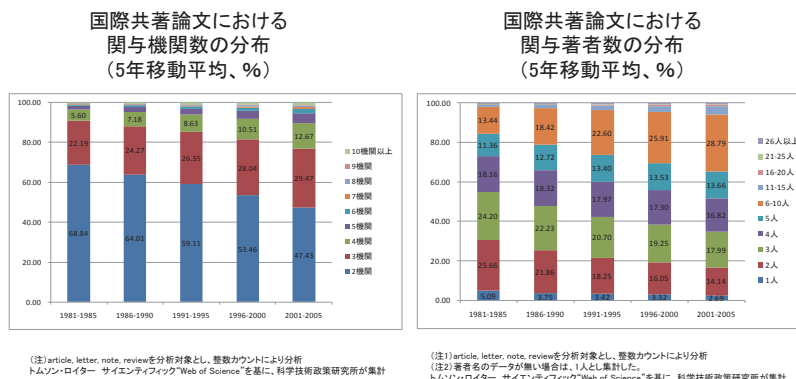
関与著者数を調べてみても同様に、論文当たりの関わる人数が時系列とともに増加していることが分かる。

つまり、国のボーダーを超え、一つの論文に関わる研究機関数も研究者数も増え、ますます研究活動のスタイルが変化していることが示された。

【資料 13】

国際共著論文における関与機関数と関与著者数の時系列変化

- 国際共著論文に関与する機関数や関与する著者数が増加していることから、研究体制が大型化していることがわかる。



出典：科学技術政策研究所 調査資料159 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

このような世界的にみられる研究活動の国際化であるが、その成果である国際共著論文数については、【資料 14】に示されるような特徴がみられる。

主要国と全世界の論文数、論文当たりの被引用回数を示している。まず全世界では、1論文あたり平均で 8.1 回引用される場所、国内だけで書いている場合は 7.6 回、海外との共著論文になると 10.0 回というように、海外との共著は被引用回数が高い、つまり注目度が高いことが数値として表れている。

全世界の中にはいろんな国があるので、主要国に分けて分析したところ、日本でも同様の傾向があるのを始め、米国、英国、ドイツ、中国、フランス、韓国とここで調べた主要国に関しては全て同様の結果が得られており、海外との共著、国のボーダーを超えた共著論文は、国の中だけで書く論文より注目度が高いということが特徴として見られることが明らかとなっている。

【資料 14】

国際共著論文の質的特徴(競争的観点から)

- 国際共著論文の特徴として、いずれの主要国においても、単国の研究機関による論文(国内論文)に比べ、国際共著論文の方が一論文当たりの被引用数が高いことが明らかになった。
- 競争的観点からも注視すべき指標であることが明らかとなった。

<主要国の論文を国内のみの論文と国際共著論文に分けた場合の比較(2005-2007年)>

国名	①論文数			④論文数の比率(%)			⑥論文当たりの被引用回数		
	全体	国内のみの論文	海外との共著論文	全体	国内のみの論文	海外との共著論文	全体	国内のみの論文	海外との共著論文
	a	b	c	a/a	b/a	c/a	g/a	h/b	i/c
米国	763,299	545,872	217,427	100.0	71.5	28.5	11.9	11.1	13.8
英国	208,489	115,596	92,893	100.0	55.4	44.6	11.0	8.5	14.2
日本	198,251	151,372	46,879	100.0	76.4	23.6	7.9	6.6	11.8
ドイツ	197,381	104,831	92,550	100.0	53.1	46.9	10.8	8.4	13.6
中国	222,154	173,775	48,379	100.0	78.2	21.8	5.9	5.0	9.0
フランス	140,155	72,401	67,754	100.0	51.7	48.3	10.0	7.4	12.8
韓国	67,442	48,451	18,991	100.0	71.8	28.2	6.7	5.7	9.3
全世界	2,545,273	1,984,673	560,600	100.0	78.0	22.0	8.1	7.6	10.0

出典：科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング2011

では、世界的にみられる研究活動の国際化により作られる共著ネットワークの中での日本の状況を分析した結果を示そう。

【資料 15】では、国際共著論文において、日本がどの国と共著しているかを示す。上表が 1998 年～2000 年、下表が 2008 年～2010 年である。全分野と 8 分野で見ると、中国が年を追ってポジションを上げていることが分かる。

また、90 年代後半、どの分野においても日本の国際共著相手の第 1 位は米国であったが、現在では中国が材料科学、工学において一番の国際共著相手となっており、この国際共著相手というのも固定されているものではなく、変化するものであることが分かる。

【資料 15】

国際共著論文から明らかになる国際研究協力の構造変化(日本)

- 日本の国際共著相手国の時系列変化を見ると、1997-1999年では第1位の相手国は全論文およびいずれの分野においても米国であったが、2007-2009年では材料科学において第1位が中国になるという変動が起きた。

(A) 1998-2000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 43.3	ドイツ 9.6	英国 9.0	中国 8.1	カナダ 5.6	フランス 5.5	韓国 4.6	ロシア 4.1	オーストラリア 3.6	イタリア 3.4
化学	米国 26.7	中国 13.0	ドイツ 9.4	英国 7.7	韓国 6.2	フランス 5.1	カナダ 4.9	ロシア 4.4	インド 3.0	オーストラリア 2.5
材料科学	米国 25.2	中国 17.5	韓国 10.3	英国 8.3	ドイツ 8.1	インド 4.6	フランス 4.3	カナダ 3.6	オーストラリア 3.4	ロシア 3.0
物理学&宇宙科学	米国 39.0	ドイツ 18.2	英国 11.9	ロシア 11.8	中国 8.4	フランス 8.2	イタリア 7.4	カナダ 6.9	スイス 5.7	韓国 5.1
計算機科学&数学	米国 36.8	中国 10.1	ドイツ 9.0	英国 6.4	フランス 6.2	カナダ 5.6	韓国 4.3	イタリア 4.1	オーストラリア 3.5	ロシア 2.0
工学	米国 36.1	中国 12.7	英国 7.3	ドイツ 6.9	韓国 6.6	フランス 5.7	カナダ 4.9	ロシア 3.8	オーストラリア 3.5	インド 3.5
環境/生物学&地球科学	米国 41.1	中国 9.3	カナダ 8.1	英国 7.8	ドイツ 7.4	フランス 7.2	オーストラリア 6.8	ロシア 5.9	インド 4.5	ニュージーランド 3.2
臨床医学&精神医学/心理学	米国 60.3	英国 8.7	ドイツ 6.8	カナダ 5.2	中国 4.6	オーストラリア 4.1	スウェーデン 4.0	フランス 3.6	オランダ 2.8	イタリア 2.5
基礎生命科学	米国 47.7	英国 8.8	ドイツ 7.5	カナダ 5.4	中国 5.3	フランス 4.7	韓国 4.0	オーストラリア 3.4	スウェーデン 2.6	イタリア 2.4

(B) 2008-2010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 36.5	中国 16.4	ドイツ 10.0	英国 9.8	韓国 7.8	フランス 7.5	カナダ 5.4	イタリア 4.5	オーストラリア 4.5	台湾 3.5
化学	米国 22.6	中国 20.3	韓国 8.7	ドイツ 8.3	フランス 6.5	英国 5.8	インド 5.5	カナダ 3.4	台湾 3.3	オーストラリア 3.2
材料科学	中国 29.5	米国 16.5	韓国 12.5	ドイツ 6.1	インド 5.3	フランス 5.2	オーストラリア 4.9	カナダ 3.3	タイ 3.2	台湾 1.9
物理学&宇宙科学	米国 39.0	ドイツ 19.7	英国 15.6	中国 15.3	フランス 14.2	韓国 10.4	ロシア 10.2	イタリア 9.8	スペイン 7.2	カナダ 6.9
計算機科学&数学	米国 22.6	中国 18.8	ドイツ 8.5	フランス 8.4	韓国 8.0	英国 6.8	カナダ 5.7	イタリア 4.5	台湾 3.5	スペイン 2.8
工学	中国 24.0	米国 23.8	韓国 9.2	英国 6.8	ドイツ 6.3	フランス 5.0	カナダ 4.3	オーストラリア 3.5	台湾 3.2	ロシア 2.5
環境/生物学&地球科学	米国 34.6	中国 20.1	英国 10.1	ドイツ 9.5	フランス 8.7	カナダ 7.2	韓国 6.6	オーストラリア 5.9	ロシア 4.3	インド 4.0
臨床医学&精神医学/心理学	米国 53.0	中国 12.4	英国 10.4	ドイツ 8.3	カナダ 6.4	オーストラリア 5.7	フランス 5.5	イタリア 5.5	韓国 5.0	オランダ 4.7
基礎生命科学	米国 38.8	中国 12.9	英国 8.7	ドイツ 7.4	韓国 6.7	フランス 5.2	タイ 4.9	カナダ 4.9	オーストラリア 4.1	イタリア 2.6

出典: 科学技術政策研究所調査資料204のベンチマーキング 2011

同様に米国から見た共著相手を見ると【資料 16】、グレーの部分(中国)が日本、赤が中国の順位を示しているが、日本のポジションが低下していることが分かる。一方、中国はランクも上げ、化学、材料科学、工学、計算機科学で 1 位になるという状況が見えている。英国から見た共著相手においても、米国の場合と同様に日本のランクが低下している【資料 17】。

【資料 16】

国際共著論文から明らかになる国際研究協力の構造変化(米国)

- 米・英・独の国際共著相手国の時系列変化を見ると、日本は、いずれの国の国際共著論文においても順位を下げている。また各分野においても順位やシェアを低下させている。

(A) 1998-2000年

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	ドイツ 13.3	英国 12.6	カナダ 11.4	日本 9.8	フランス 8.4	イタリア 6.4	オーストラリア 4.5	スイス 4.2	オランダ 4.2	中国 4.1
化学	ドイツ 13.7	英国 10.4	日本 8.7	フランス 8.2	カナダ 7.4	中国 5.3	ロシア 4.9	イタリア 4.6	スペイン 4.0	韓国 3.7
材料科学	ドイツ 13.2	日本 12.1	韓国 9.2	中国 8.3	カナダ 7.5	英国 7.3	フランス 5.8	ロシア 3.8	インド 3.6	台湾 3.1
物理学&宇宙科学	ドイツ 21.2	英国 15.3	フランス 12.5	イタリア 10.0	日本 9.8	ロシア 9.8	カナダ 7.9	スイス 6.3	スペイン 5.6	オランダ 5.5
計算機科学&数学	カナダ 11.1	ドイツ 10.5	英国 8.8	フランス 7.8	イスラエル 7.5	中国 7.0	イタリア 5.2	日本 4.6	韓国 4.2	オーストラリア 4.0
工学	カナダ 9.4	中国 8.5	日本 8.4	ドイツ 7.8	英国 7.3	韓国 7.0	フランス 6.9	イタリア 5.6	台湾 4.9	イスラエル 4.3
環境/生態学&地球科学	カナダ 15.8	英国 13.6	ドイツ 11.8	フランス 9.2	オーストラリア 7.3	日本 6.3	中国 4.5	ロシア 4.0	インド 3.9	台湾 3.7
臨床医学&精神医学/心理学	カナダ 13.7	英国 12.7	ドイツ 12.0	日本 11.2	イタリア 7.7	フランス 6.0	オランダ 5.5	スイス 4.6	オーストラリア 4.6	スウェーデン 4.3
基礎生命科学	英国 13.4	カナダ 12.3	ドイツ 11.8	日本 10.9	フランス 8.1	イタリア 5.5	オーストラリア 4.8	スイス 4.0	オランダ 4.0	スウェーデン 3.6

(B) 2008-2010年

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	英国 13.3	中国 12.4	ドイツ 12.3	カナダ 11.8	フランス 8.1	日本 7.1	イタリア 7.0	オーストラリア 5.3	韓国 5.1	スペイン 4.8
化学	中国 17.0	ドイツ 11.0	英国 8.7	日本 6.8	フランス 6.4	韓国 6.4	カナダ 5.8	イタリア 5.4	インド 4.9	スペイン 4.5
材料科学	中国 21.2	韓国 12.2	ドイツ 9.1	英国 7.8	日本 6.6	カナダ 6.0	フランス 4.9	インド 4.4	台湾 3.3	イタリア 3.3
物理学&宇宙科学	ドイツ 21.6	英国 18.1	フランス 14.9	中国 13.2	イタリア 10.7	日本 10.6	カナダ 10.2	スペイン 8.1	ロシア 7.5	韓国 6.4
計算機科学&数学	中国 16.3	カナダ 9.9	英国 8.9	フランス 8.2	ドイツ 7.9	韓国 5.9	イスラエル 5.0	イタリア 4.9	インド 4.0	台湾 3.2
工学	中国 18.8	韓国 10.3	カナダ 8.3	英国 6.4	ドイツ 6.1	イタリア 5.5	フランス 5.2	日本 4.9	台湾 4.7	スペイン 3.5
環境/生態学&地球科学	英国 14.6	中国 14.3	カナダ 14.3	ドイツ 11.4	フランス 9.9	オーストラリア 7.4	日本 6.2	イタリア 5.0	スイス 4.7	スペイン 4.0
臨床医学&精神医学/心理学	カナダ 15.2	英国 14.4	ドイツ 12.5	イタリア 9.2	中国 8.4	フランス 6.5	日本 6.8	オランダ 6.4	オーストラリア 6.2	スウェーデン 4.8
基礎生命科学	英国 13.2	カナダ 11.5	ドイツ 11.1	中国 11.0	日本 7.8	フランス 6.9	イタリア 5.7	オーストラリア 5.6	スペイン 4.4	韓国 4.2

出典: 科学技術政策研究所調査資料204 科学研究のベンチマーキング 2011

【資料 17】

国際共著論文から明らかになる国際研究協力の構造変化(英国)

- ドイツ、フランスが上位となっているが、工学においては中国が1位である。一方、日本は2008-2010年では全分野では上位10ヶ国に入っていない。

(A) 1998-2000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 29.4	ドイツ 12.9	フランス 10.5	イタリア 8.0	オランダ 6.6	オーストラリア 6.0	カナダ 5.9	スペイン 5.5	日本 4.7	スイス 4.4
化学	米国 20.3	ドイツ 11.0	フランス 9.4	スペイン 8.2	イタリア 6.8	日本 4.9	ロシア 4.5	カナダ 4.4	オランダ 4.1	オーストラリア 3.7
材料科学	米国 15.5	ドイツ 10.6	日本 8.4	フランス 8.0	中国 6.8	スペイン 6.0	イタリア 5.0	カナダ 4.0	ホルトガル 3.4	オランダ 3.2
物理学&宇宙科学	米国 37.4	ドイツ 19.7	フランス 15.5	イタリア 12.2	オランダ 10.0	カナダ 8.1	中国 7.8	日本 7.4	オランダ 6.7	韓国 6.5
工学	米国 31.0	ドイツ 10.7	オーストラリア 7.8	フランス 6.9	イタリア 5.5	オーストラリア 5.2	中国 4.5	日本 3.3	オランダ 3.3	スペイン 3.2
環境/生態学&地球科学	米国 19.9	ドイツ 8.7	中国 8.2	フランス 6.5	イタリア 6.3	オーストラリア 4.9	カナダ 4.8	日本 4.6	オランダ 4.4	スペイン 3.8
臨床医学&精神医学/心理学	米国 28.5	ドイツ 11.2	フランス 11.1	カナダ 8.1	オーストラリア 7.8	オランダ 6.1	スペイン 5.5	イタリア 4.9	オランダ 4.0	スウェーデン 4.0
基礎生命科学	米国 30.1	ドイツ 12.2	フランス 9.9	オランダ 6.7	イタリア 6.6	オーストラリア 5.4	カナダ 5.0	スペイン 4.8	日本 4.5	スウェーデン 4.1

(B) 2008-2010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 30.6	ドイツ 15.9	フランス 11.7	イタリア 9.9	オランダ 8.3	オーストラリア 8.1	スペイン 7.8	中国 7.8	カナダ 6.4	スイス 5.5
化学	米国 19.8	中国 12.0	ドイツ 10.1	スペイン 9.7	中国 7.6	イタリア 7.3	オーストラリア 4.6	オランダ 4.4	スイス 4.0	インド 4.0
材料科学	米国 18.6	中国 13.4	ドイツ 11.3	フランス 7.8	スペイン 6.3	日本 5.8	イタリア 5.0	オランダ 4.7	オーストラリア 4.7	インド 3.7
物理学&宇宙科学	米国 41.1	ドイツ 25.8	フランス 21.0	イタリア 15.3	オランダ 12.7	中国 10.6	カナダ 9.6	オランダ 9.3	ロシア 9.0	日本 7.4
計算機科学&数学	米国 25.5	ドイツ 12.3	中国 9.5	フランス 8.7	カナダ 6.0	スペイン 5.8	イタリア 5.6	オーストラリア 4.7	オランダ 3.8	ロシア 2.9
工学	中国 20.2	米国 15.8	ドイツ 7.6	イタリア 7.1	フランス 6.4	オーストラリア 6.0	スペイン 5.2	カナダ 4.8	オランダ 4.1	日本 3.4
環境/生態学&地球科学	米国 31.4	ドイツ 15.8	フランス 12.9	オーストラリア 8.5	カナダ 8.3	イタリア 7.4	スペイン 7.3	オランダ 7.1	中国 6.5	スイス 6.1
臨床医学&精神医学/心理学	米国 32.1	ドイツ 16.0	イタリア 12.6	オランダ 11.9	オーストラリア 11.3	フランス 10.9	カナダ 10.0	スペイン 7.4	スウェーデン 7.2	スイス 6.6
基礎生命科学	米国 31.0	ドイツ 15.5	フランス 10.6	イタリア 8.3	オランダ 8.0	オーストラリア 7.4	スペイン 6.7	カナダ 6.5	スイス 5.4	スウェーデン 4.9

出典: 科学技術政策研究所調査資料204 科学研究のベンチマーキング 2011

中国から見た共著相手を見ると、90年代後半と現在で日本のランク自体に変化は見えないが、特に米国と中国の研究活動上の繋がりが強くなっていること、またオーストラリア、シンガポール、韓国との繋がりも強くなっていることが分かる【資料 18】。

【資料 18】

国際共著論文から明らかになる国際研究協力の構造変化(中国)

- 中国の国際共著相手国の時系列変化を見ると、全論文では日本が一貫して第2位であるが、1997-1999年に比べ2007-2009年において国際共著論文に占める日本のシェアは低下している。
- 中国は、オーストラリア、シンガポール、韓国との関係を強めていることが明らかとなった。

	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 34.6	日本 15.6	英国 10.7	ドイツ 10.4	カナダ 6.4	オーストラリア 5.9	フランス 5.0	シンガポール 3.8	イタリア 3.5	韓国 3.3
化学	米国 27.8	日本 22.2	ドイツ 10.7	英国 7.5	マレーシア 5.6	カナダ 4.6	シンガポール 4.5	フランス 3.5	台湾 2.6	オーストラリア 2.2
材料科学	日本 21.3	米国 21.2	ドイツ 10.2	英国 8.1	韓国 6.2	シンガポール 5.6	オーストラリア 4.4	カナダ 3.7	オランダ 3.4	フランス 3.1
物理学&宇宙科学	米国 35.1	ドイツ 19.1	日本 15.0	英国 10.0	フランス 10.0	イタリア 9.6	韓国 7.0	ロシア 6.3	台湾 6.0	スペイン 6.0
計算機科学&数学	米国 37.3	カナダ 10.6	ドイツ 9.1	オーストラリア 8.1	英国 6.8	日本 6.8	フランス 4.1	台湾 3.9	シンガポール 3.7	韓国 2.4
工学	米国 35.3	英国 12.6	日本 12.4	カナダ 10.0	オーストラリア 7.9	シンガポール 7.3	ドイツ 5.8	台湾 2.3	韓国 2.1	フランス 1.9
環境/生物科学	米国 37.1	英国 12.1	日本 11.8	ドイツ 11.4	オーストラリア 7.8	フランス 7.0	カナダ 7.0	スウェーデン 3.1	オランダ 2.6	台湾 2.6
地球科学	米国 40.9	英国 16.0	日本 13.8	オーストラリア 9.3	カナダ 5.7	ドイツ 5.5	フランス 4.2	スウェーデン 3.8	イタリア 3.2	オランダ 2.6
臨床医学&精神医学/心理学	米国 35.8	日本 19.0	英国 11.3	ドイツ 7.0	カナダ 5.8	オーストラリア 4.8	フランス 3.9	韓国 2.6	オランダ 2.5	台湾 2.4
基礎生命科学	米国 42.5	日本 11.0	英国 9.6	カナダ 7.9	ドイツ 7.8	オーストラリア 7.5	フランス 4.9	シンガポール 4.7	韓国 4.6	台湾 3.3
化学	米国 33.8	日本 12.1	ドイツ 8.2	英国 6.7	カナダ 6.1	オーストラリア 5.9	シンガポール 5.2	フランス 5.2	韓国 4.7	台湾 3.0
材料科学	米国 29.0	日本 16.1	オーストラリア 9.2	ドイツ 8.2	英国 7.7	韓国 6.9	シンガポール 5.9	フランス 5.3	カナダ 5.1	スウェーデン 2.1
物理学&宇宙科学	米国 41.3	ドイツ 14.6	日本 12.9	英国 9.5	フランス 8.2	シンガポール 6.8	韓国 6.7	カナダ 6.5	オーストラリア 6.1	ロシア 5.8
計算機科学&数学	米国 38.1	カナダ 10.0	オーストラリア 7.7	英国 7.7	台湾 6.1	フランス 5.9	日本 5.9	シンガポール 5.8	韓国 5.3	ドイツ 4.1
工学	米国 33.5	英国 14.5	カナダ 10.4	オーストラリア 9.8	日本 8.7	シンガポール 7.9	韓国 4.0	ドイツ 3.8	フランス 3.6	台湾 3.5
環境/生物科学	米国 45.0	日本 11.3	カナダ 10.6	オーストラリア 9.7	英国 9.6	ドイツ 8.4	フランス 4.9	台湾 3.5	韓国 2.9	オランダ 2.6
地球科学	米国 55.5	英国 10.6	日本 10.5	オーストラリア 8.5	カナダ 7.5	ドイツ 6.9	オランダ 4.0	韓国 3.9	スウェーデン 3.9	フランス 3.8
臨床医学&精神医学/心理学	米国 48.9	日本 11.5	英国 8.5	カナダ 7.7	ドイツ 6.4	オーストラリア 6.0	フランス 3.9	シンガポール 3.6	オランダ 2.3	台湾 2.3
基礎生命科学	米国 48.9	日本 11.5	英国 8.5	カナダ 7.7	ドイツ 6.4	オーストラリア 6.0	フランス 3.9	シンガポール 3.6	オランダ 2.3	台湾 2.3

出典: 科学技術政策研究所 調査資料204 科学研究のベンチマーキング 2011

以上をまとめてみよう。まず論文生産において低下する日本のポジションについて紹介した。データベースに収録される世界の論文は増加基調であり、国際共著論文数が増加していること、日本は、論文数シェアおよびランクが低下傾向であること、また、論文数自体の伸び悩みが見られ、G7の主要国で唯一伸び悩みであること、Top10%論文数に関しても同様の傾向であることが示された。また、上位 25ヶ国の中には、中国だけでなく、ブラジル、トルコ、イランなど急速に伸びている国があることが示された。

そして、国際共著ネットワークから取り残されている日本について紹介した。単著者から複数著者へ、単機関から複数機関へ、単国から複数国へと研究活動スタイルの変化が起きていること、主要国は国際共著率を増加させており、中でも、英国、ドイツ、フランスでは、国際共著率が約 50%と高いこと、日本も国際共著率を増加させているが、英・独・仏との差が広がってきていること、主要国の国際共著相手を見ると、日本の位置づけが明らかな低下傾向にあることである。世界の研究活動スタイルの変化を、日本はフォロー出来ていないことが示された。

ここから浮かび上がる論点として、やはり研究活動の国際化への対応をどうするかではないだろうか。国際共著率を欧州程、例えば約 50%に上げることが日本にとって重要なのかということ、そうではないと考えている。しかしながら、世界の研究活動のスタイルが変



化してきていることは明らかであり、日本がそれに対応しないことで、より注目度の高い論文を生産するための機会を逃していないか、非常に危惧するところである。



阪 彩香

科学技術基盤調査研究室 主任研究官

(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

参考文献：

1. 調査資料-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、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
2. 調査資料-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-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

### 3-1-2 論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著

第1 調査研究グループ 加藤 真紀

開発途上国の科学技術、研究活動の動向はこれまでも分析されてきたが、当研究所では論文の定量分析を通じて、特に日本が途上国と国際共著する場合の特徴や課題を明らかにしたいと考えた。そこで事例研究として途上国6カ国の論文数や国際共著傾向を定量的に分析した。

#### 【資料1】

#### 途上国での研究活動の実態はどうなっているのか？ 日本と途上国との国際共著の課題は何か？

##### 背景

- ◆ 開発途上国（OECDに加盟している高所得国以外の国。以降、途上国と称す）の科学技術や研究活動の動向は、これまでも分析されてきた（JST/CRDS, UNESCO等）。
- ◆ NISTEPは論文の定量分析を通じて途上国の研究活動の動向を把握し、日本が途上国と国際共著をする場合の特徴や課題を明らかにしたい。

事例研究として途上国6ヶ国（アジア4ヶ国、アフリカ2ヶ国）の論文数や国際共著傾向を定量的に分析する。

分析に使用したデータのうち、論文データはトムソン・ロイター社のデータを、社会経済データは世界銀行のデータを用いた。

#### 【資料2】

#### 分析データ

##### ◆ 論文データ

トムソン・ロイター サイエンティフィックの以下データ：

##### ➤ 途上国の論文の全体傾向

: National Science Indicators, 1981-2006, Deluxe Version (以降NSI 2006)  
(180の国と地域を含む。論文としてarticles, notes, reviewsの3種類の文献を対象としている)

##### ➤ 途上国6ヶ国の事例分析

: Web of Science (以降WoS)

※全体傾向としての国際共著率の分析では、科学技術政策研究所がWoSを集計したデータを使用

##### ◆ 社会経済データ

主に世界銀行のWorld Development Indicators 2007 (以降WDI 2007)

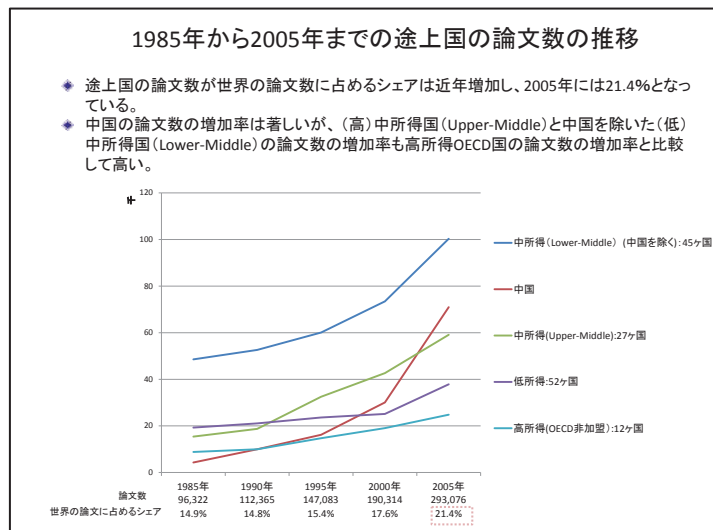
161カ国を世界銀行の所得水準分類を用いて【資料3】のように区分した。なお、本研究では高所得 OECD 国以外を途上国と称する。途上国の具体的な内訳は、低所得国、中所得国 (Upper と Lower に分かれる)、高所得うち OECD の被加盟諸国である。

【資料3】

途上国の論文の全体傾向							
所得水準分類の構成国							
所得水準	低所得	(低)中所得(Lower-Middle)	(高)中所得(Upper-Middle)	高所得OECD	高所得NonOECD		
基準2005 GNI per capita	\$875以下	\$876以上 \$3,465以下	\$3,466以上 \$10,725以下	\$10,726以上 OECD加盟	\$10,726以上 OECD非加盟		
国数 (合計161)	52	46	27	24	12		
構成国名	アンゴラ ハンガラデシュ ベナン ブルキナファソ ブルンジ カンボジア カメルーン 中央アフリカ チャド コンゴ民主共和国 コンゴ共和国 コートジボワール エリトリア エチオピア ガンビア ガーナ ギニア ギニアビサウ ハイチ インド ケニア ギルバース ラオス レソト リベリア マダガスカル	マラウイ マリ モーリタニア モルドバ モンゴル モザンビーク ネパール ニカラガ ニジェール ナイジェリア パキスタン バブアニューギニア ルワンダ セネガル シエラレオネ ソロモン諸島 スーダン タジキスタン タンザニア トーゴ ウガンダ ウズベキスタン ベトナム イエメン ザンビア ジンバブエ	アルバニア アルジェリア アルメニア アゼルバイジャン ベラルーシ ボリビア ボスニア・ヘルツェゴビナ ブラジル ブルガリア 中国 コロンビア ドミニカ共和国 エクアドル エジプト エルサルバドル フィジー グルジア グアテマラ ガイアナ ホンジュラス インドネシア イラン ジャマイカ ヨルダン カザフスタン マケドニア	モロッコ ナミビア パラグアイ ペルー フィリピン ルーマニア ロシア サモア セルビア・モンテネグロ 南アフリカ スリランカ スリナム スワジランド シリア・アラブ共和国 タイ チュニジア トルコ トルクメニスタン ウクライナ バヌアツ	アルゼンチン ベリーズ ボツワナ チリ コスタリカ クロアチア チェコ ドミニカ エストニア ガボン ハンガリー ラトビア レバノン リビア ルクセンブルグ オランダ モリシャス メキシコ オマーン スロバキア トリニダード・トバゴ ウルグアイ ベネズエラ・ボリバル	オーストラリア オーストリア ベルギー カナダ デンマーク フィンランド フランス ドイツ ギリシャ アイスランド アイルランド イタリア 日本 韓国 ルクセンブルグ オランダ ニュージーランド ノルウェー ポルトガル スペイン スウェーデン スイス 英国 米国	バハマ バーレーン ブルネイ・ダルサラーム キプロス フランス領ポリネシア イスラエル クウェート マルタ ニューカレドニア シンガポール スロベニア アラブ首長国連邦

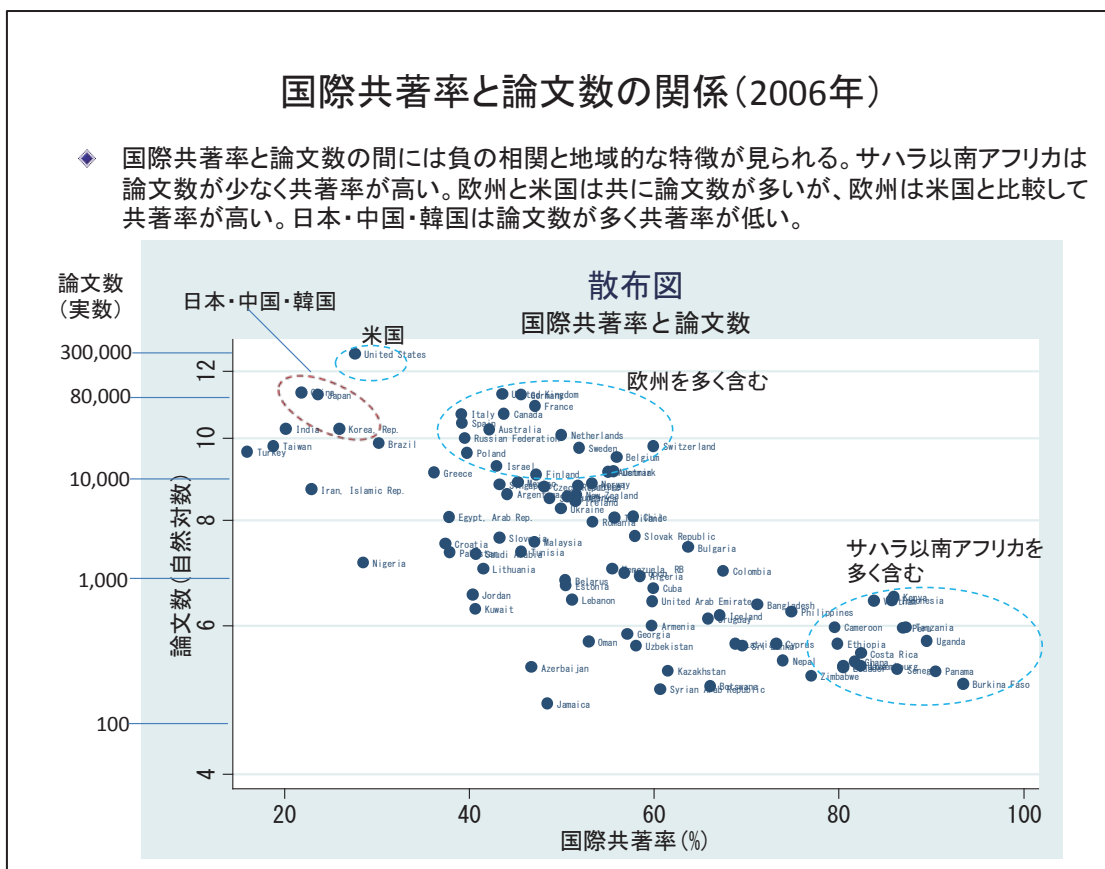
世界の論文に占める途上国のシェアは近年増加をしており、2005年には21.4%と2割強になっている【資料4】。周知のとおり中国の論文数の増加率は著しいが、中国を除いた途上国の論文数の増加率も、高所得 OECD 国の論文数の増加率と比較して高い。

【資料4】



次に、国際共著率と論文数の関係について、2006年のデータを用いて分析した結果を見る。【資料5】では国際共著率を横軸に、縦軸は論文数を示している。途上国の多くは論文数が少ないのが実態であり、論文数が少ない場合は国際共著率が高い傾向が見られる。特に図の右下は論文数が少なく国際共著率が高い国々であり、サハラ以南アフリカの国々を多く含んでいる。また、日本、中国、韓国はこれとは逆に、国際共著率が低く論文数が多く、図の左上に位置付けられている。

【資料5】



次に、途上国6カ国を対象とした事例分析について示す。この6カ国の抽出方法は、1981年から2006年までに5,000本以上の論文数を持つ国（一定程度の研究活動が行われていると見なした）から地域のバランスを考慮して抽出した。この対象6カ国は、東南アジア2カ国（インドネシア、フィリピン）南アジア2カ国（バングラディッシュ、パキスタン）サハラ以南アフリカ2カ国（ケニア、ナイジェリア）である。

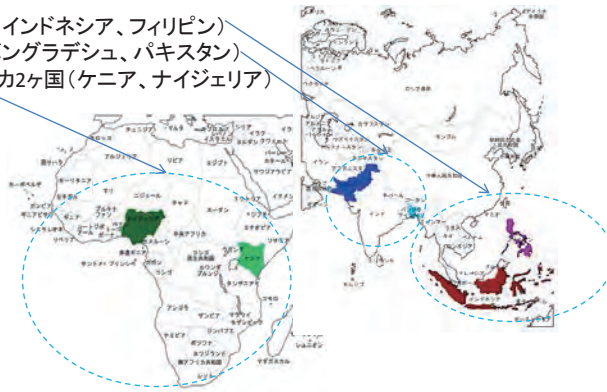
【資料6】

途上国6ヶ国を対象とした事例分析

- ◆ 目的: 数カ国程度の途上国を詳細に分析することで、日本とこれら途上国との国際共著傾向を把握する。
- ◆ 抽出方法: 1981年から2006年までに5,000本以上の論文数を持つ66ヶ国から地域のバランスを考慮し抽出した。

対象6カ国:

- 東南アジア2ヶ国(インドネシア、フィリピン)
- 南アジア2ヶ国(バングラディッシュ、パキスタン)
- サハラ以南アフリカ2ヶ国(ケニア、ナイジェリア)



これら6ヶ国の社会経済指標は、【資料7】のとおりである。

【資料7】

分析対象6ヶ国の社会経済指標									
国名	人口(千人)	国民1人当たりGDP PPP(US\$)	平均寿命	中等教育粗就学率	成人(15歳以上)識字率	言語	宗教	独立年	旧宗主国
インドネシア	220,600	3,209	68	62.22	88.5% (2003年)	インドネシア語	イスラム教88.6%、キリスト教2.8%	1945年	オランダ
フィリピン	83,054	2,956	71	84.79	92.6% (2000年)	国語はフィリピン語、公用語はフィリピン語と英語	国民の83%がカトリック、その他のキリスト教は10%、イスラム教は5%	1946年	スペイン(1521~1898)、アメリカ(1898~1946)
バングラディッシュ	155,800	1,068	63	46.17 (2000年)	52.5% (2005年)	ベンガル語(国語)	イスラム教徒89.7%、ヒンズー教徒9.2%	1971年	パキスタン
パキスタン	141,800	2,184	65	28.58	55.0% (2006/2007年)	ウルドゥー語(国語)	イスラム教(国教)	1947年	英領インド
ケニア	34,256	1,375	53	48.21	73.6% (2000年)	スワヒリ語、英語	伝統宗教、キリスト教、イスラム教	1963年	英国
ナイジェリア	131,500	1,520	47	32.44	69.1% (2004年)	英語(公用語)、各民族語	イスラム教-北部中心、キリスト教-南東部中心、伝統宗教-全域	1960年	英国

国名	主要輸出品	主要輸入品	主要輸出	主要輸入国	日本との距離(km)	米国との距離(km)	英国との距離(km)
インドネシア	石油・ガス(21%)、動物性植物油(9%)、鉱物性燃料(8%)	石油・ガス(23.7%)、一般機械機器(14%)、鉄鋼(6%)	輸出 EU(14%)、日本(13%)、米国(12%)	中国(15%)、日本(14%)、シンガポール(11%)	5,792	16,180	11,719
フィリピン	電子・電気機器(58.1%)、半導体が大半を占める。輸送用機器等	電子・電気機器(35.3%)、半導体が大半を占める。電子部品、発電用重電機器等	米国(16.7%)、日本(15.3%)、中国(11.1%)	米国(12.7%)、日本(11.8%)、シンガポール(10.5%)	3,000	13,681	10,745
バングラディッシュ	衣料品(36.6%)、ニットウェア(39.2%)、魚介類(3.8%)	石油製品(10.6%)、繊維(9.7%)、機械機器(8.5%)	米国、ドイツ、英国、フランス	米国、中国、シンガポール	4,904	12,680	8,012
パキスタン	繊維関連製品、皮革製品、合成繊維衣料品	石油製品、原油、自動車	米国、UAE、中国	サウジアラビア、中国、UAE	5,980	11,092	6,050
ケニア	紅茶、園芸作物、コーヒー	機械、石油製品、自動車	ウガンダ、英国、タンザニア	アブダビ、インド、中国	11,266	11,853	6,828
ナイジェリア	燃料、天然ガス、工業製品	食糧、燃料・エネルギー	米国、ブラジル、スペイン、	中国、米国、英国	13,489	8,493	5,025

出典: GDP、平均寿命、中等教育粗就学率:WDI 2007  
 国間の距離:CEPII(距離は各国の最も人口が多い都市間の距離を表している)  
 その他:外務省HP 各国の各国・地域情勢<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>

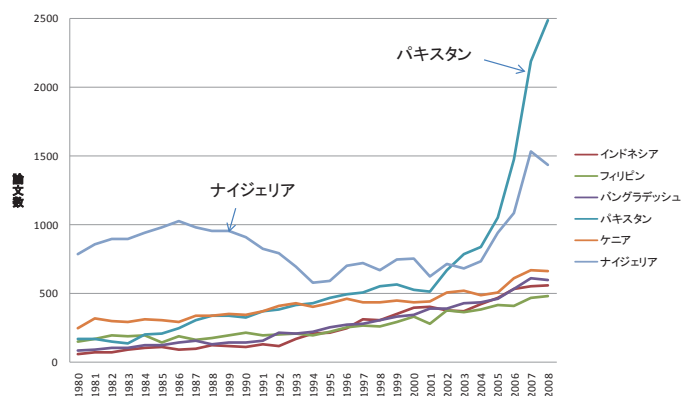
これら途上国 6 カ国の論文の外観を見る。【資料 8】の 1980 年から 2008 年までの 6 カ国の論文数の推移からは、ナイジェリアとパキスタンで特徴的な動きが示された。どちらも【資料 8】中の薄い青線で示されているが、ナイジェリアの論文数は大幅な減少や停滞を含んで推移している。これに対してパキスタンの論文数、2001 年以降急速に増加している。なお、これ以外の 4 カ国の論文数の推移は、多少変動は伴っているが、ほぼ単調に増加している。

【資料 8】

途上国6ヶ国の論文概観

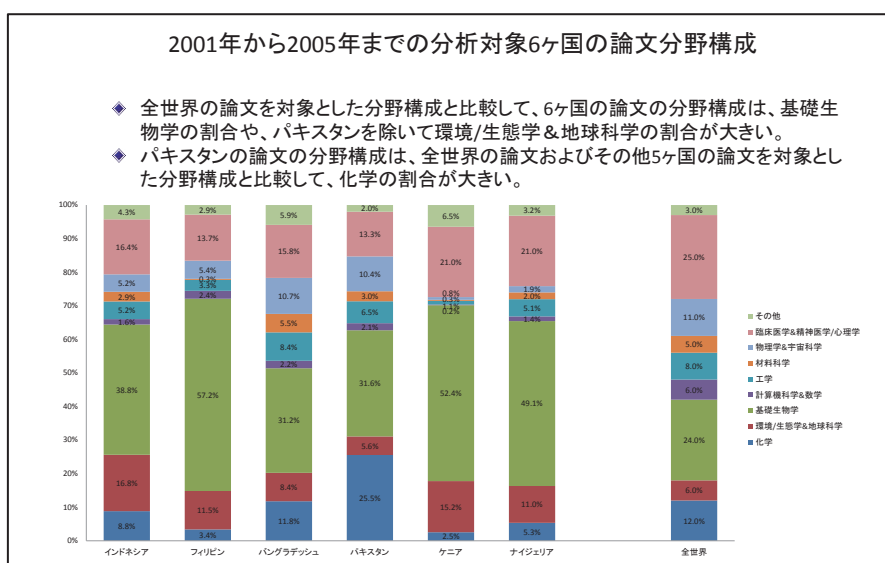
1980年から2008年までの6ヶ国の論文数の推移

- ◆ ナイジェリアの論文数は大幅な減少や停滞を含んで推移し、パキスタンの論文数は2001年以降急速に増加する。
- ◆ ナイジェリアとパキスタン以外の4ヶ国の論文数は多少の変動を伴いながらもほぼ単調に増加する。



これら途上国 6 カ国の分野別の特徴は、【資料 9】のとおりである。

【資料 9】



出典：全世界の論文の分野構成：阪・桑原、(2008)、調査資料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」、科学技術政策研究所

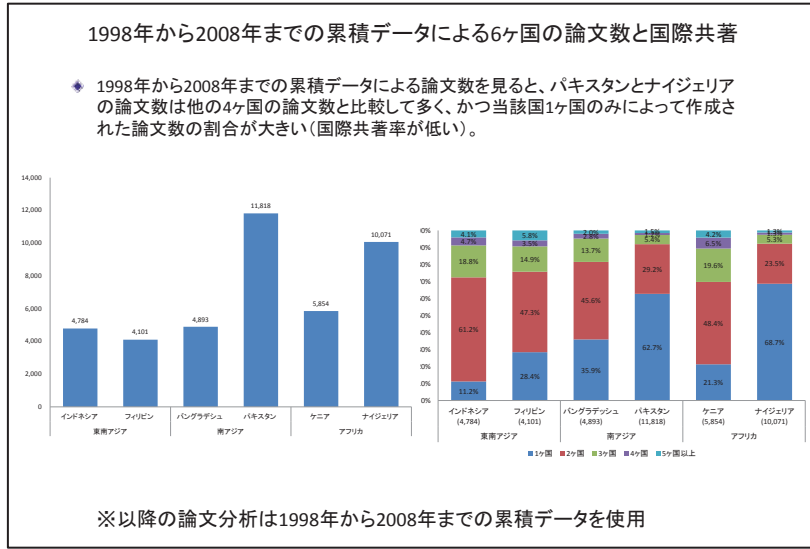
研究レビュー 3-1-2

論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著

第1 調査研究グループ 加藤 真紀

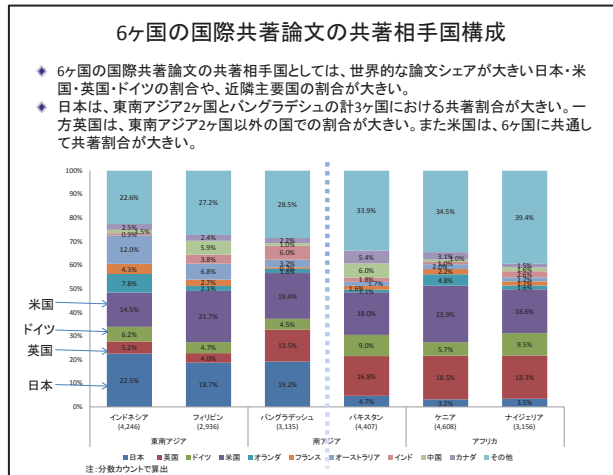
次に、1998年から2008年までの累積データによる、6カ国の論文数と国際共著について分析した結果を示す【資料10】。ここではパキスタンとナイジェリアの論文数が多く、かつ当該国1カ国のみによって作成された論文数の割合が大きい、すなわち国際共著率が低いことが示されている。以降の論文分析は1998年から2008年までの累積データを使用した結果である。

【資料10】



次に、これら6カ国の国際共著論文の共著相手国の構成について見る【資料11】。まず6カ国の国際共著論文の共著相手国としては、世界的な論文シェアが大きい日本、米国、英国、ドイツの割合や、近隣主要国、ここでは例えばインドネシアの割合として、薄い水色で示されているオーストラリア、それからバングラディッシュだとピンクで示されているインドの割合が大きいことが分かる。また日本が一番下の青で示されているが、インドネシア、フィリピン、バングラディッシュの3カ国で割合が大きく、一方英国はアフリカと南アジアでの割合が大きく、米国は6カ国に共通して大きい。

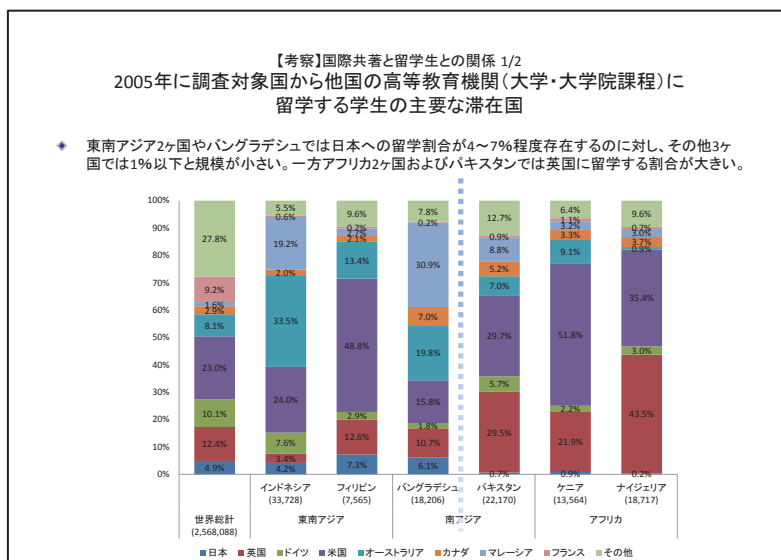
【資料11】





このような国際共著の背景には、やはり人と人との繋がりがあると考えられる。そこで留学生の影響について見た結果を示す【資料12】。ここでは6カ国から留学した学生の受け入れ国の構成を示している。日本の割合自体はあまり大きくないが、インドネシア、フィリピン、バングラディッシュにおいてはその他の3カ国よりも留学生が日本に行く割合が大きいことが分かる。

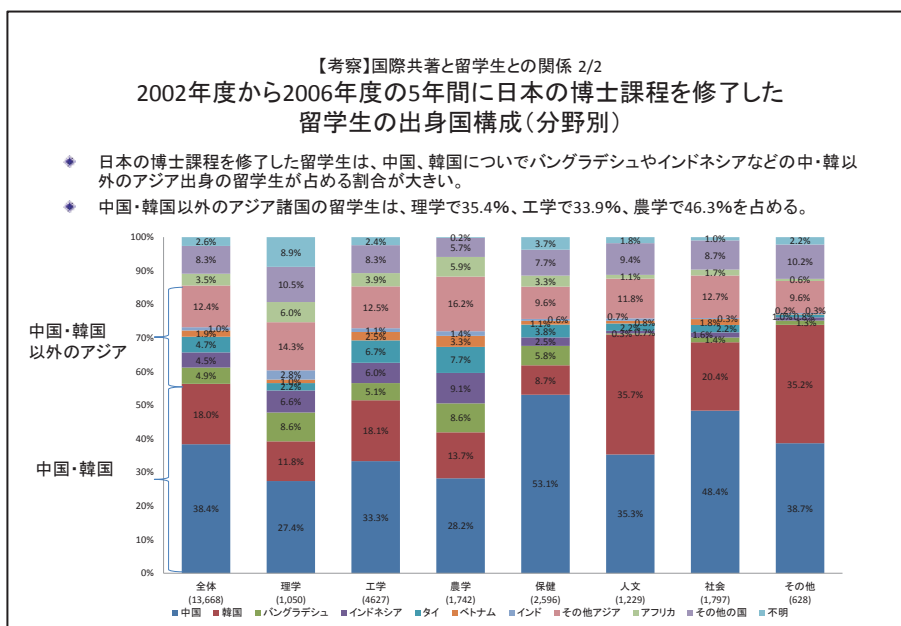
【資料12】



出典: UIS「International flows of mobile students at the tertiary level (ISCED 5 and 6)」を基に集計

日本の博士課程を修了した留学生の出身国というものを分野別見ると、医学、工学、農学においては、もちろん中国や韓国からの学生の割合が大きいですが、それに続いてインドネシアやバングラディッシュからの留学生の割合が大きいことが示されている【資料13】。

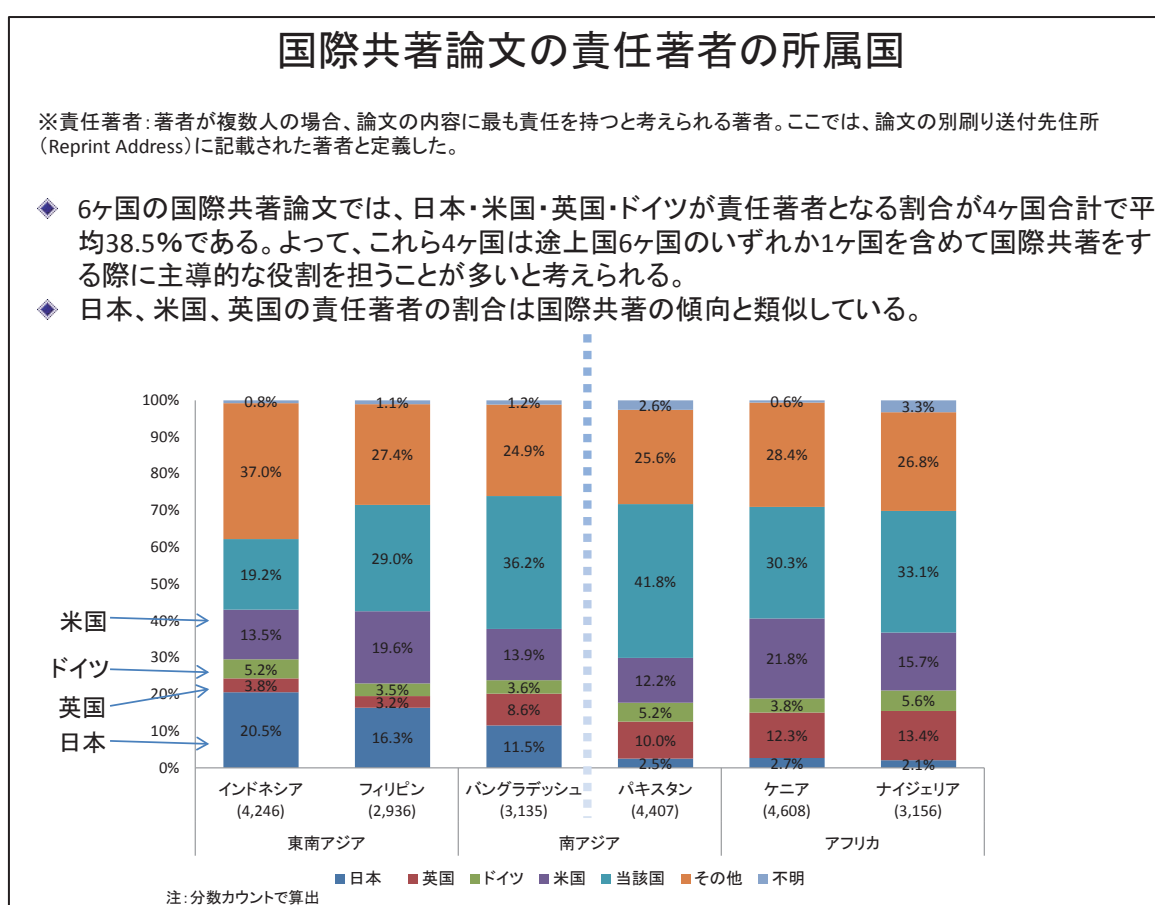
【資料13】



出典: NISTEP REPORT 126「我が国の博士課程修了者の進路動向調査」のデータより筆者作成  
注: 分野不明993人を除く。

国際共著論文の分析に戻り、今度は対象6カ国の責任著者の所属国について見る。責任著者とは、論文の著者が複数人いた場合に、論文の内容に最も責任を持つ著者と考えられ、ここでは論文の別刷り送付先 Reprint Address に記載された著者を分析している。この結果、6カ国の国際共著論文では、日米英独4カ国が責任著者となる割合が4カ国合計で平均38.5%となっている【資料14】。よってこれら4カ国は途上国6カ国のいずれか1カ国を含めて国際共著をする場合に、主導的な役割を担うことが多いと考えられる。また日本がインドネシア、フィリピン、バングラディッシュでの割合が大きい傾向は、国際共著の傾向と類似している。

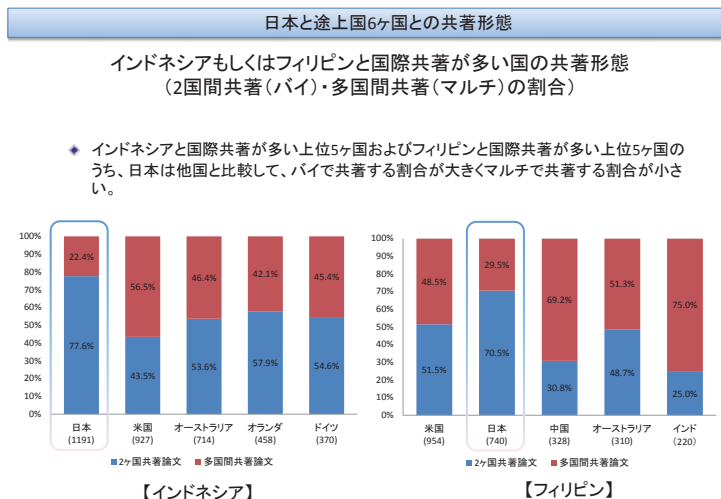
【資料14】



論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著  
第1 調査研究グループ 加藤 真紀

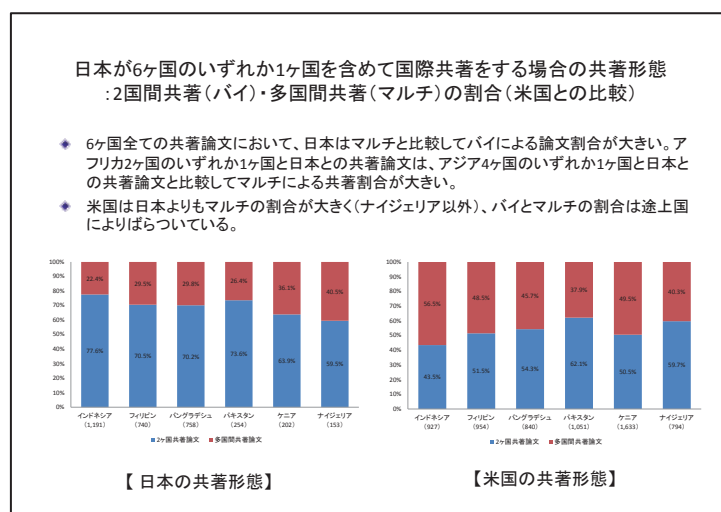
次に、日本と途上国 6 カ国との共著形態について見る。この共著形態は 2 カ国間共著（バイ）なのか、多国間共著（マルチ）なのかといった割合を意味している。まずインドネシア、もしくはフィリピンと国際共著が多い上位 5 カ国の中で比較をしたところ、日本は他国と比較をしてバイで共著する割合が大きく、マルチで共著する割合が小さいことが示されている【資料 15】。

【資料 15】



次に、日本は 6 カ国のいずれか 1 カ国を含めて国際共著をする場合の共著形態というものを米国との比較で見る【資料 16】。ここでは日本の共著形態の青の部分が多くなっているということから、日本はマルチと比較をしてバイによる共著割合が大きい。しかしながらアフリカ 2 カ国のいずれか 1 カ国と共著論文を書く場合は、アジアと比較をしてマルチの共著割合が大きいことが示されている。これに対して米国は日本よりもマルチの割合が大きく、ナイジェリア以外だが、バイとマルチの割合は途上国によりばらついていることが示されている。

【資料 16】



研究レビュー 3-1-2

論文の分析から見る開発途上国の研究活動と日本との国際共著

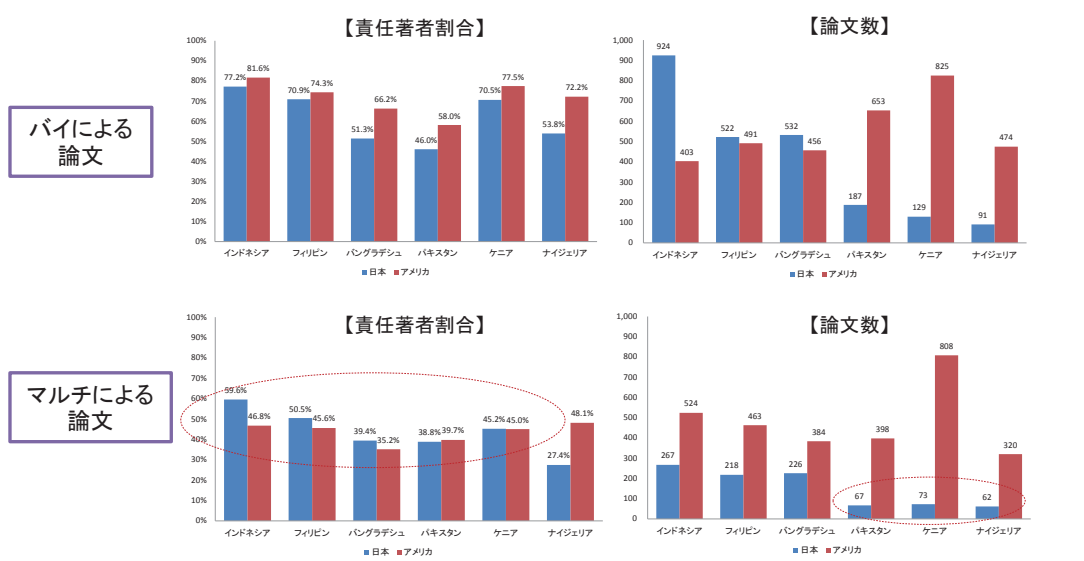
第1調査研究グループ 加藤 真紀

バイとマルチの論文別の責任著者について示す【資料 17】。著者自身も、この分析をするまでは日本の研究者は多国間で共著する場合にはなかなか責任著者になりにくいのではないかと考えていたのだが、実際データを分析してみたところ、米国が責任著者となる割合と比較をしてもそれほど変わらず、ほぼ同じか、もしくはアジアでは米国よりも責任著者になる割合が大きいことが示されている（ナイジェリア以外）。もっとも日本のマルチの論文数自体が少なく、特にアフリカとの論文数が少ないことから、責任著者の数よりも絶対数が課題になると考えられる。

【資料 17】

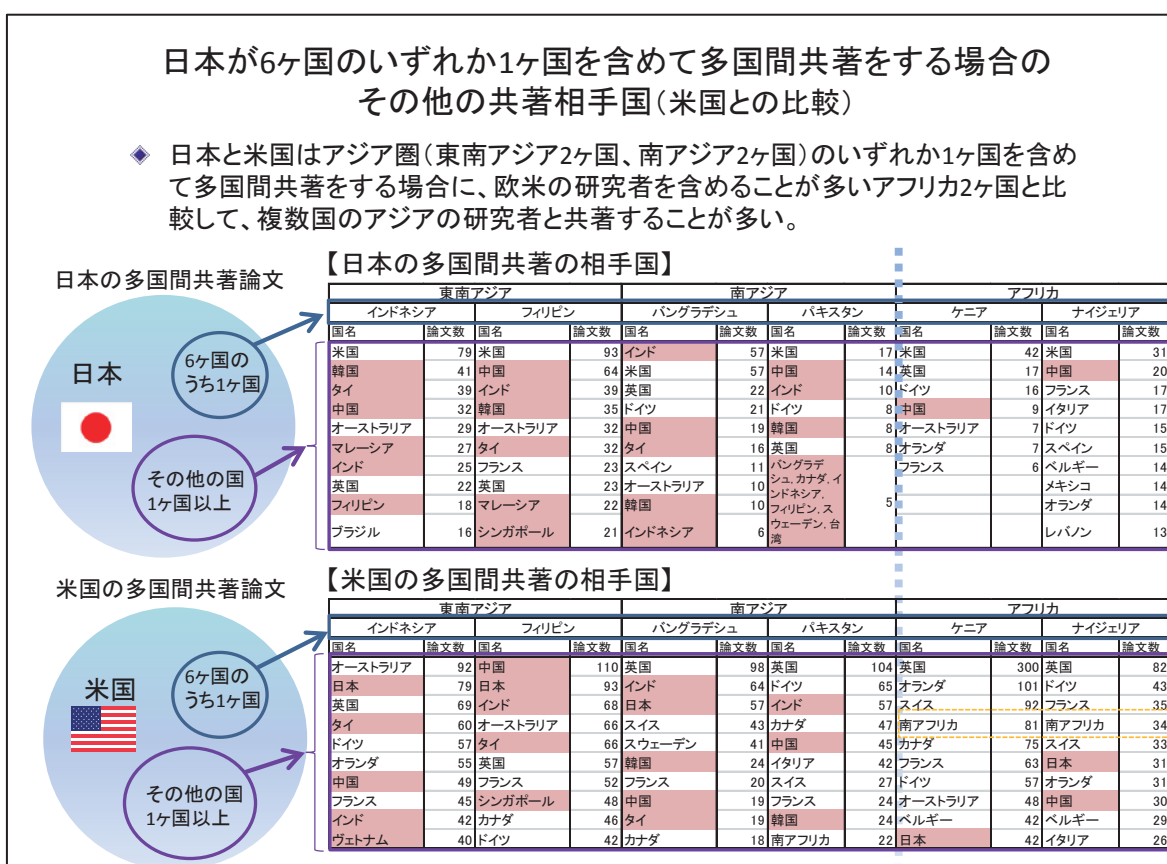
日本が6ヶ国のいずれか1ヶ国を含めて国際共著をする場合の責任著者割合と共著形態：2国間共著（バイ）・多国間共著（マルチ）の割合（米国との比較）

- ◆ マルチ論文における責任著者割合を日米間で比較すると、日本の責任著者割合は、ナイジェリアを除いて、米国より多いか同程度である。
- ◆ マルチ論文数を日米間で比較すると日本は米国と比較して6ヶ国全てで少なく、特にパキスタン、ケニア、ナイジェリアでの論文数が少なく米国との差が大きい。



次に、日本が6カ国のいずれか1カ国を含めて多国間共著する場合、その他にどうい  
国を含めるのかについて分析した結果を米国との比較で示す。【資料 18】 中の上部分が日  
本の多国間共著の相手国であり、下部分が米国の多国間共著の相手国を示す。ピンクでハ  
イライトしているのが、アジア圏に属する国である。この結果、日本と米国はアジア圏、  
すなわち東南アジア2カ国、南アジア2カ国のうち、いずれか1カ国を含めて多国間共著  
する場合に、欧米の研究者を含めることが多いアフリカの国と比較して、アジアの研究者  
と共著することが多いことが示されている。これはアジアではアジアの研究者が育ってい  
る、もしくは日本と米国はアジアの研究者とネットワークを持っていると解釈される。

【資料 18】



本分析からは、世界の論文に占める途上国論文のシェアが増加し、中でも中所得国の増加率が高いということが示された。また調査対象6カ国の国際共著論文に占める日米英独の責任著者割合は大きい、その内訳は国により異なっているということが明らかとなった。そして日本の国際共著の特徴としては、アジア3カ国では、共著論文数および責任著者になる割合が大きく、バイの割合が大きく、マルチ論文ではアジアの研究者との共著が多いことが示された。一方で、アフリカ2カ国との共著は、論文数が少なく論文の責任著者になる割合も小さいことや、マルチの割合がアジアよりも大きく、マルチ論文では欧米研究者との共著が多いことが示された。

【資料 19】

結論
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 世界の論文に占める途上国論文のシェアは増加している。中でも中所得国の増加率が高い。</li> <li>◆ 調査対象6ヶ国の国際共著論文に占める日本・米国・英国・ドイツの責任著者割合は4ヶ国合計で平均38.5%と大きい、その内訳は対象6ヶ国により異なる。</li> <li>◆ 日本の国際共著は、以下のような特徴を持つ。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ アジア3ヶ国との共著論文数が多く論文の責任著者になる割合が大きい。アジア圏ではバイの割合が大きく、マルチ論文ではアジアの研究者との共著が多い。</li> <li>➢ アフリカ2ヶ国との論文数が少なく論文の責任著者になる割合が小さい。アフリカ2ヶ国との共著論文ではマルチの割合がアジアよりも大きく、マルチ論文では欧米の研究者との共著が多い。</li> </ul> </li> </ul>

これらの分析から浮かび上がる論点としては、まず研究開発活動の国際化が着実に進展する中で、論文数の成長が著しい途上国との国際研究共同を推進することが挙げられる。具体的には3点が指摘される。まず1つ目が日本の主導による近隣アジア諸国との研究共同の推進であり、バイに加えて複数国のアジアの研究者を含めたマルチの研究共同の推進とが考えられる。2つ目として、これまで日本との研究実績が少ない国に対しては、例えば他国主導の研究への参加により、実績を蓄積することが大切であると考えられる。例えばアフリカなど欧州との繋がりが強い国では、EUが主導する研究共同の枠組みへの積極的な参加である。最後に、やはり国際共著は人と人との繋がりが前提にあることから、留学経験者との研究者ネットワークの拡大が上げられる。留学生30万人計画など、今後留学生の増加が見込まれることから、これを国際研究共同の増加に結び付けること、例えば日本に留学して帰国した博士課程修了者と日本人研究者との研究共同への助成の拡充などが考えられる。

【資料 20】

浮かび上がる論点
<p>研究開発活動の国際化が着実に進展する中で、日本が世界に対して存在感を示し知識の創出に貢献するために、論文数の成長が著しい途上国との国際研究協同を推進することが必要ではないか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 日本の主導による近隣アジア諸国との研究協同の推進 バイに加えて、複数国のアジアの研究者を含めたマルチの研究協同を進める</li> <li>◆ 他国主導の研究への参加により研究実績が少ない国との実績の蓄積 例えばアフリカなど欧州との繋がりが強い国では、EUが主導する研究協同の枠組みへ積極的に参加する</li> <li>◆ 留学経験者との研究者ネットワークの維持・拡大 「留学生30万人計画」などによる留学生の増加を国際研究協同の増加に結び付ける(例えば日本に留学し帰国した博士課程修了者と日本人研究者との研究協同への助成の拡充など)</li> </ul>



加藤 真紀

第1 調査研究グループ 上席研究官

(経歴)

2002年6月～2005年6月 国際協力機構 プロジェクト専門家・業務調整

2007年10月 東北大学大学院情報科学研究科

人間社会情報科学専攻 博士号取得

2008年4月 文部科学省科学技術政策研究所 上席研究官

参考文献:

1. 調査資料-178 論文生産から見る途上国の研究活動と研究者の国際ネットワーク、2010年3月、文部科学省科学技術政策研究所 加藤 真紀・茶山 秀一





### 3-1-3 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

～ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として～

科学技術動向研究センター 古川 貴雄

3-1-1 では、論文生産において低下する日本のポジションと国際共著ネットワークから取り残されている日本の状況が定量的に示された。3-1-2 では、途上国における論文生産の増加と、国際的な研究ネットワークを形成することにより、研究設備や研究人材など不十分な研究資源を補填して研究水準を向上させている様子も示唆された。さらに、大学ランキング、研究・教育環境の充実や高度科学技術人材に対する優遇政策など、グローバル化を背景にした国際的な人材獲得競争も激化している。このような背景から、日本の「日本の大学や研究機関がグローバル化からとり残され世界的な頭脳循環から孤立しているのではないか?」という問題が懸念されている。

ここでは、各国の大学や研究機関がどのような人材を育成し、そのように海外の人材を受け入れているかについて国、組織単位で定量的に分析する。具体的には、日本の研究水準が高い、あるいは、研究人材が豊富と考えられる工学系の研究領域(ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス)に注目し、国、組織単位で研究者の国際的な移動を分析する。

#### 【資料 1】

**日本の大学や研究機関がグローバル化からとり残され、世界的な頭脳循環から孤立しているのではないか?**

- 背景
  - 論文の国際共著率増加に見られる国際的な研究ネットワークの形成
    - 研究設備や研究人材など不十分な研究資源の補填による研究水準向上
  - グローバル化を背景にした国際的な人材獲得競争の激化
    - 大学ランキング、研究・教育環境と奨学金の充実
    - 高度科学技術人材に対する優遇政策
- 各国の大学や研究機関がどのような人材を育成し、どのように海外の人材を受け入れているかについて国、組織単位で定量的に分析
- 日本の研究水準が高い、あるいは、研究人材が豊富と考えられる工学系の研究領域に注目
  - ロボティクス: 応用の拡大する次世代産業
  - コンピュータビジョン: 文字認識・画像認識などの研究者が多い
  - 電子デバイス: エレクトロニクス産業を支える研究領域

最初に、ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域において、インパクトファクターの高い論文誌に論文を発表した著者を名寄せして研究者を抽出した。これらの研究者には、大学、研究機関や企業に所属する研究者と大学院生が含まれている。ここでは、各研究領域について 2,200 名以上の研究者を抽出し、論文の著者情報に記述されている博士・修士・学士取得組織をデータ化した【資料 2】。

【資料 2】

分析データ					
領域	論文誌	期間	論文数	著者数	研究者数
ロボティクス	IEEE Transactions on Robotics	2004-2009	493	1,487	1,157
	Robotics and Autonomous Systems	2004-2009	540	1,672	1,382
論文誌2誌の合計			1,033	3,159	2,441
コンピュータビジョン	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	1997-2009	1,294	3,437	2,361
電子デバイス	IEEE Transactions on Electron Devices	2008/9-2009/12	584	2,919	2,251

- 研究者の抽出
  - ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域において、インパクトファクターの高い論文誌に論文を発表した著者を名寄せして研究者を抽出
  - 大学、研究機関や企業に所属する研究者と大学院生が含まれる
  - 各領域について2,200名以上の研究者情報をデータ化
- 論文の著者情報から博士・修士・学士取得組織と所属組織を抽出
 

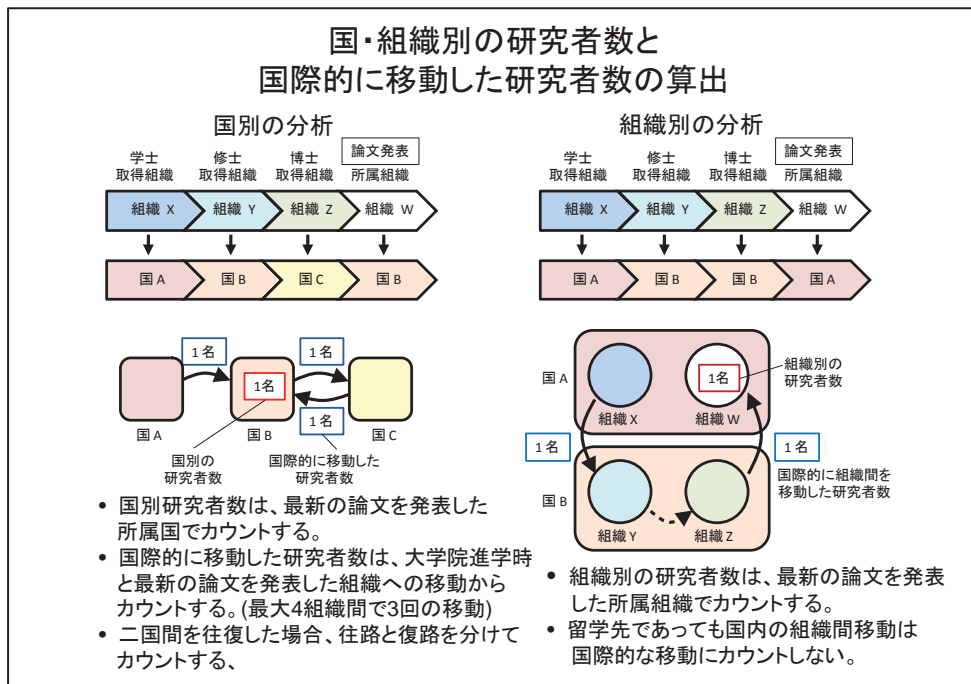
Avinash Jain received the BTech degree in electrical engineering from Indian Institute of Technology, Bombay in 1997 and the MS degree from the University of Illinois, Urbana-Champaign in 1999. Since August of 1999, he has been working as a system engineer at QUALCOMM Inc., where he is working on design and development of the cdma2000 reverse link.

前述した博士・修士・学士取得組織に加えて最新の論文を発表した組織を加えた 4 組織間の研究者移動から、国・組織別の研究者数と国際的に移動した研究者数を求める。

国別の分析方法を説明するために、学士取得組織、修士取得組織、博士取得組織、及び、所属組織を X, Y, Z, W とし、学士取得組織 X が国 A、修士取得組織 Y が国 B、博士取得組織 Z が国 C、所属組織が国 B にある例を考える。国別の研究者数は最新の論文を発表した所属組織の国でカウントする。この場合、最新の論文を発表した所属組織 W は国 B にあるため、国 B の研究者を 1 名カウントする。国際的に移動した研究者数は、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動からカウントするため、最大 4 組織間で 3 回の移動がある。【資料 3】の例では、国 A から国 B に移動した研究者が 1 名、国 B から国 C に移動した研究者が 1 名、国 C から国 B に移動した研究者が 1 名とカウントする。なお、二国間を往復した場合、往路と復路を分けてカウントする。

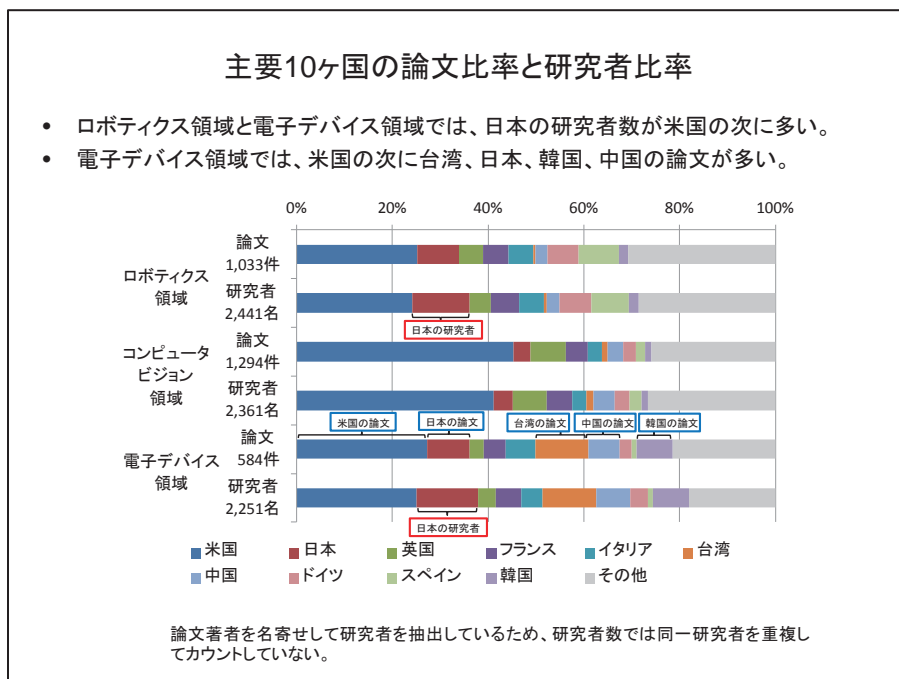
組織別の分析を説明するために、【資料 3】のように学士・修士・博士取得組織、及び、所属組織を X, Y, Z, W とし、学士取得組織 X と所属組織 W が国 A にあり、修士取得組織 Y と博士取得組織が国 B にある例を考える。組織別の研究者数は、最新の論文を発表した所属組織でカウントする。この場合、最新の論文を発表した所属組織は W であるため、組織 W の研究者を 1 名カウントする。また、国際的に移動した研究者は国境を越えて組織を移動した場合にカウントする。この場合、組織 X から組織 Y に移動した研究者 1 名、組織 Z から組織 W に異動した研究者 1 名をカウントする。なお、組織 Y から組織 Z への異動は国内の組織間移動であるため、国際的に異動した研究者にはカウントしない。

【資料 3】



ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域における主要 10ヶ国の論文比率と研究者比率を【資料 4】にまとめる。ロボティクス領域と電子デバイス領域では、日本の研究者数が米国の次に多く、日本国内の研究人材が豊富であることを示している。また、電子デバイス領域では、米国の次に台湾、日本、韓国、中国の論文が多いという特徴も見られる。

【資料 4】



研究レビュー 3-1-3

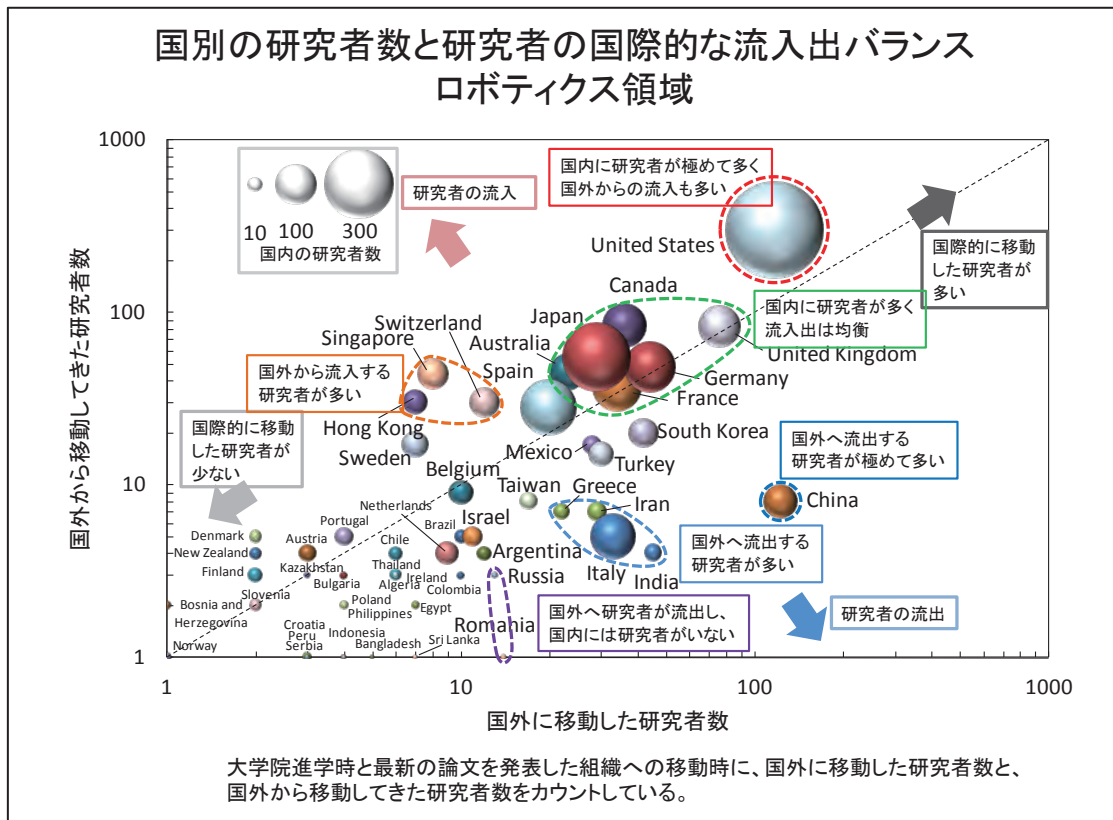
研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

科学技術動向研究センター 古川 貴雄

ロボティクス領域における国別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスをまとめた結果を【資料5】に示す。球の大きさが国別の研究者数を示す。横軸は国外に移動した研究者数、縦軸は国外から移動してきた研究者数を示す。右上の領域では、国際的に移動した研究者が多く、左下の領域では国際的に移動した研究者が少ない。左上の領域では、国外に流出する研究者よりも国内に流入する研究者が多く、右下の領域では、国内に流入する研究者よりも、国外に流出する研究者が多い

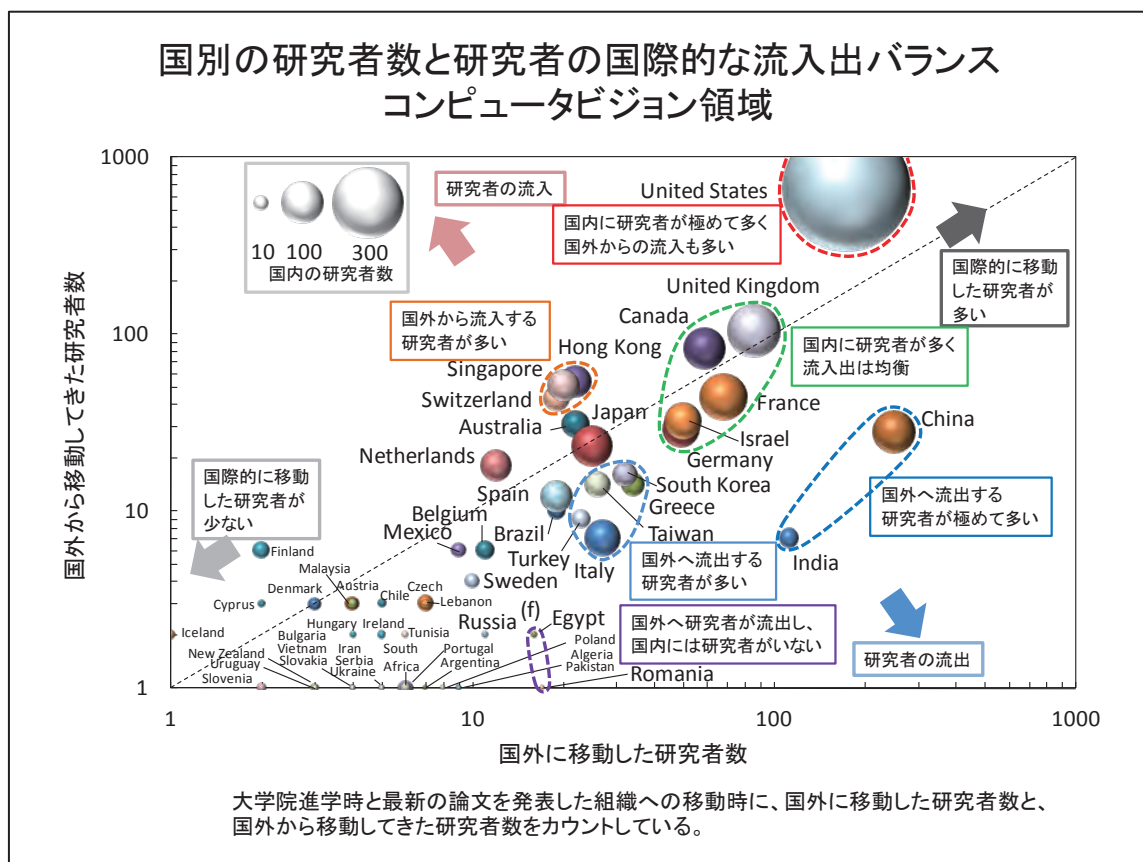
米国は、国内に研究者が極めて多く、国外から流入する研究者も多い。英国、カナダ、日本、ドイツ、フランス、オーストラリアは、国内に研究者が多く、研究者の流入出は均衡している。シンガポール、スイス、香港は、国内に多くの研究者がいるわけではないが、国外から多くの研究者が流入している。中国は、国外に流出する研究者が極めて多い。イタリア、イラン、ギリシア、インドも国外に流出する研究者が多い。ロシアとルーマニアは、国外に研究者が流出し、国内に研究者が殆どいないことを示している。

【資料5】



コンピュータビジョン領域における国別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスをまとめた結果を【資料 6】に示す。米国は、国内に研究者が極めて多く、国外から流入する研究者も多い。英国、カナダ、フランス、イスラエル、ドイツは国内に研究者が多く、研究者の流入出は均衡している。シンガポール、香港、スイスは国内に多くの研究者がいるわけではないが、国外から流入する研究者が多い。中国とインドは国外に流出する研究者が極めて多い。イタリア、ギリシア、韓国、台湾、トルコも国外に流出する研究者が多い。エジプトとルーマニアは、国外に研究者が流出し、国内に研究者が殆どいないことを示している。

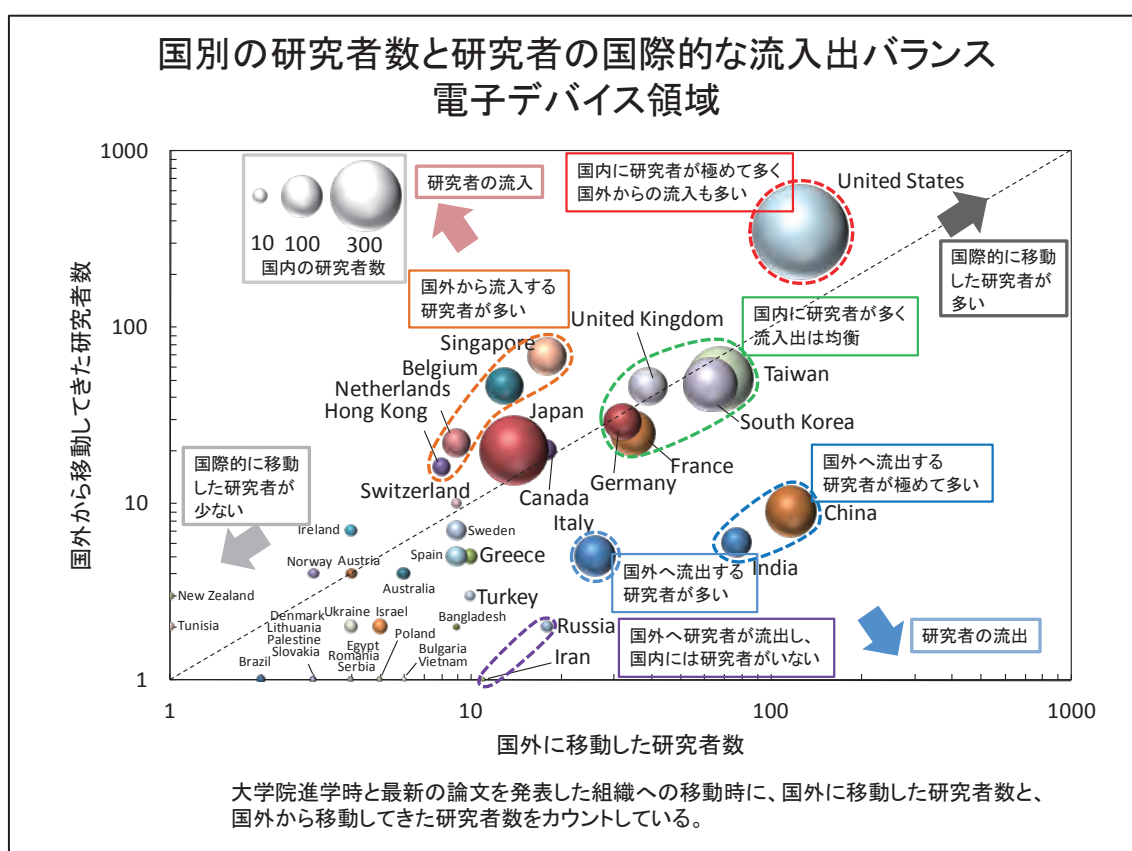
【資料 6】



研究レビュー 3-1-3  
 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析  
 科学技術動向研究センター 古川 貴雄

電子デバイス領域における国別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスをまとめた結果を【資料 7】に示す。米国は、国内に研究者が極めて多く、国外から流入する研究者も多い。台湾、韓国、英国、フランス、ドイツは国内に研究者が多く、研究者の流入出は均衡している。シンガポール、ベルギー、オランダ、香港は、国外から流入する研究者が多い。中国とインドは国外に流出する研究者が極めて多い。イタリアも国外に流出する研究者が多い。ロシアとイランは、国外に研究者が流出し、国内には研究者が殆どいないことを示している。

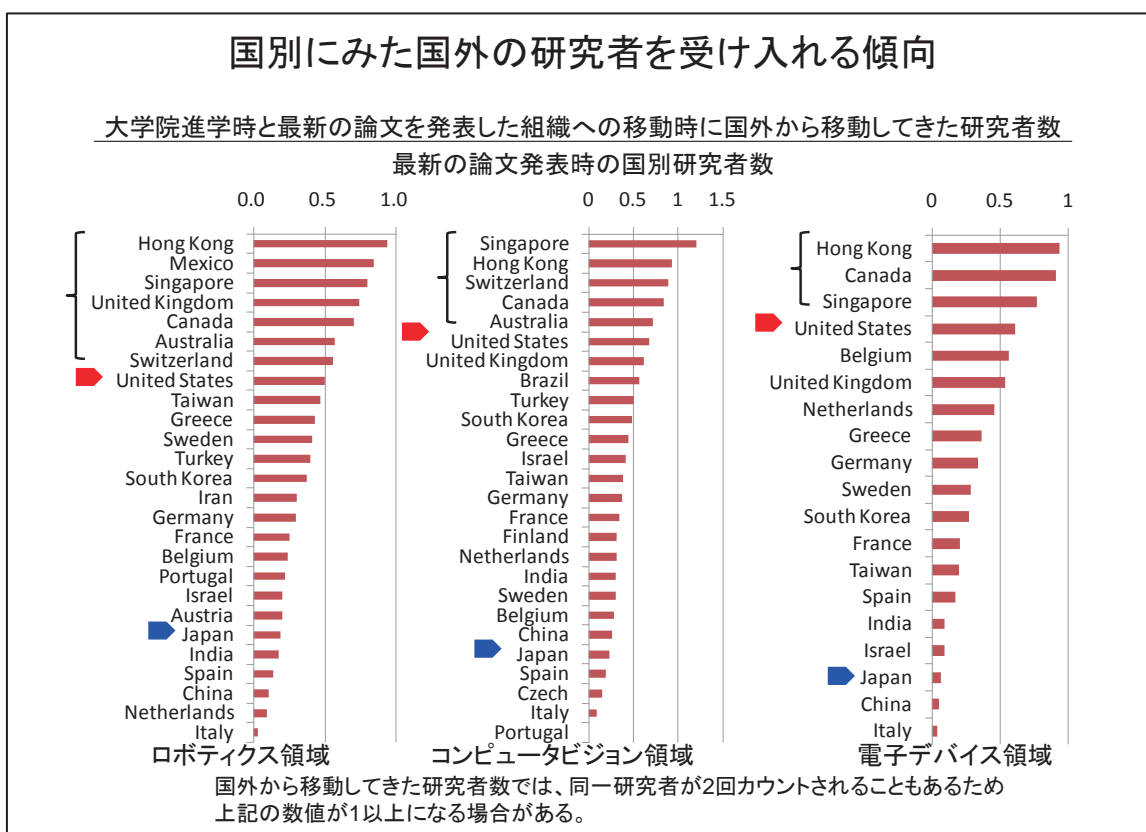
【資料 7】



国外の研究者を受け入れる傾向を国別に比較する。ここでは、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に国外から移動してきた研究者数と、最新の論文発表時の国別研究者数の比を求めてプロットした。同一研究者が国外から移動してきた研究者として2回カウントされることもあるため、数値が1を越えることもある。

ロボティクス領域を見ると、香港、メキシコ、シンガポール、英国、カナダ、オーストラリア、スイスは、米国よりも国外の研究者を受け入れる傾向が強いことがわかる。コンピュータビジョン領域を見ると、シンガポール、香港、スイス、カナダ、オーストラリアは、米国よりも国外の研究者を受け入れる傾向が強いことがわかる。電子デバイス領域を見ると、香港、カナダ、シンガポールは、米国よりも国外から研究者を受け入れる傾向が強いことがわかる。日本の場合、どの領域でも、国外の研究者を受け入れる傾向は弱く、インド、あるいは、中国と同等の水準にある。

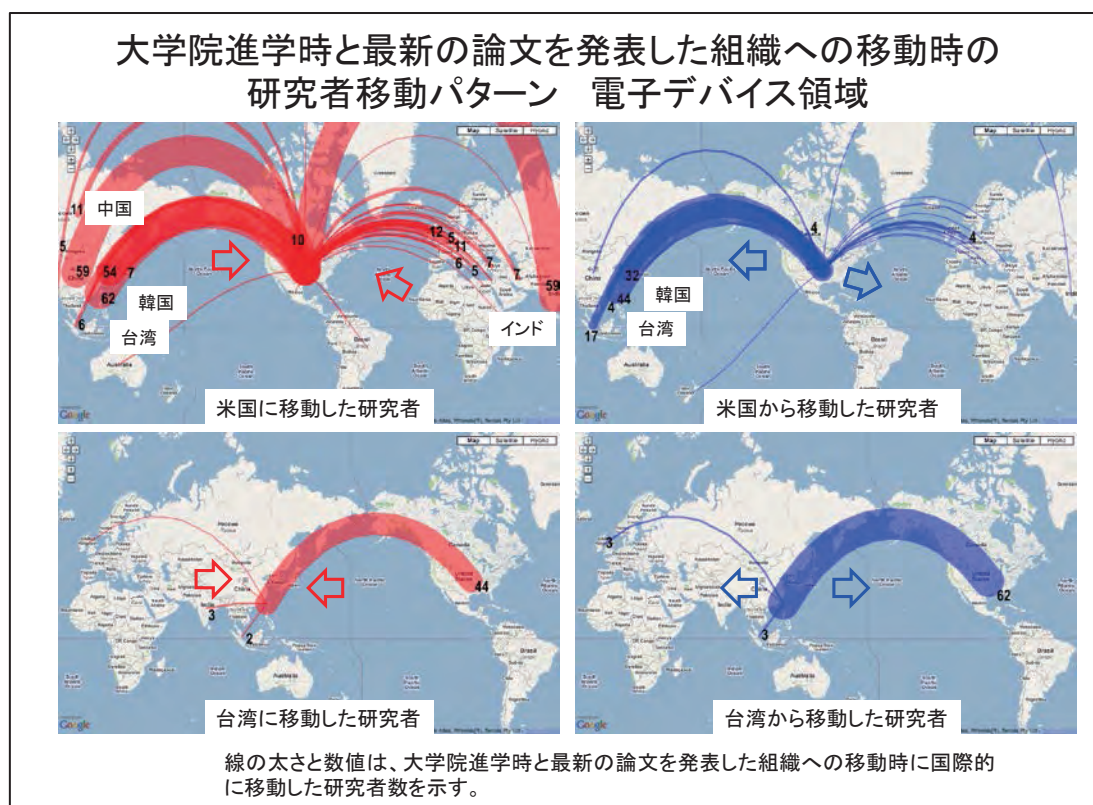
【資料 8】



研究レビュー 3-1-3  
 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析  
 科学技術動向研究センター 古川 貴雄

電子デバイス領域を例に、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時の研究者移動パターンを【資料 9】に示す。米国に移動した研究者を示す左上の図は、台湾、中国、インド、韓国から米国に移動した研究者が多いことを示している。米国から移動した研究者を示す右上の図は、米国から台湾、韓国に移動した研究者の多いことを示している。台湾に移動した研究者を示す左下の図と、台湾から移動した研究者を示す右下の図から、台湾と米国の間では、研究者が双方向に移動していることがわかる。

【資料 9】





大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に、日本から移動した研究者の移動パターンを【資料 10】に示す。日本国内に研究者の多いロボティクス領域と電子デバイス領域でも、他国と比較すると大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に、国際的に移動した研究者は少ないことを示している。また、他の領域と比較すると、ロボティクス領域では、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に、海外から日本に研究者が流入する傾向が見られる。

【資料 10】

大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に  
日本に移動した研究者と日本から移動した研究者の移動パターン



ロボティクス領域



コンピュータビジョン領域



電子デバイス領域

線の太さと数値は、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に国際的に移動した研究者数を示す。

日本国内に研究者の多いロボティクス領域と電子デバイス領域でも、他国と比較すると大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に、国際的に移動した研究者は少ない。

他の領域と比較するとロボティクス領域では、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に、海外から日本に研究者が流入する傾向が見られる。

研究レビュー 3-1-3

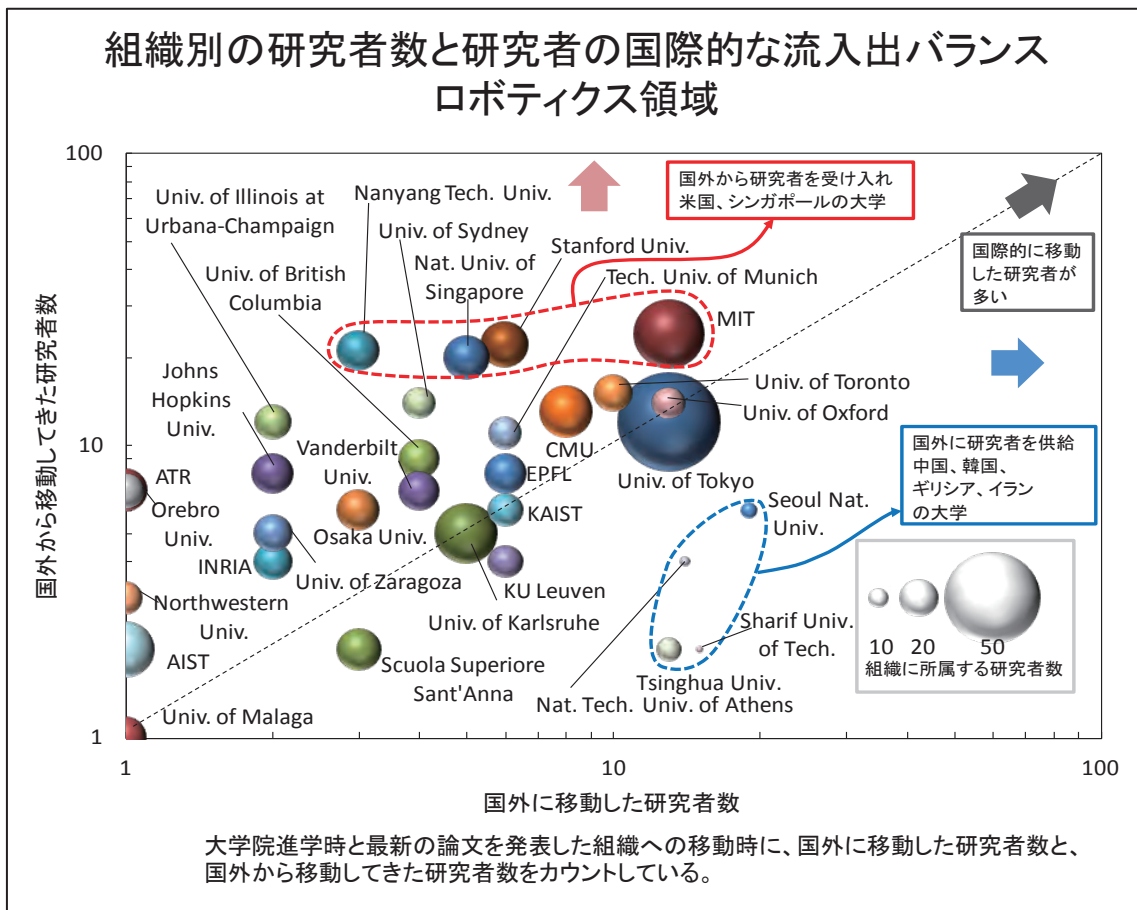
研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

科学技術動向研究センター 古川 貴雄

ロボティクス領域における組織別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスを【資料 11】に示す。球の大きさが組織別の研究者数を示し、横軸は国外の組織に移動した研究者数、縦軸は国外の組織から移動してきた研究者数を示す。【資料 11】の右上の領域では、国際的に移動した研究者が多く、左下の領域では国際的に移動した研究者が少ない。左上の領域では、国外の組織から研究者を受け入れる傾向を示し、右下の領域では、国外の組織に研究者を供給する傾向を示す。

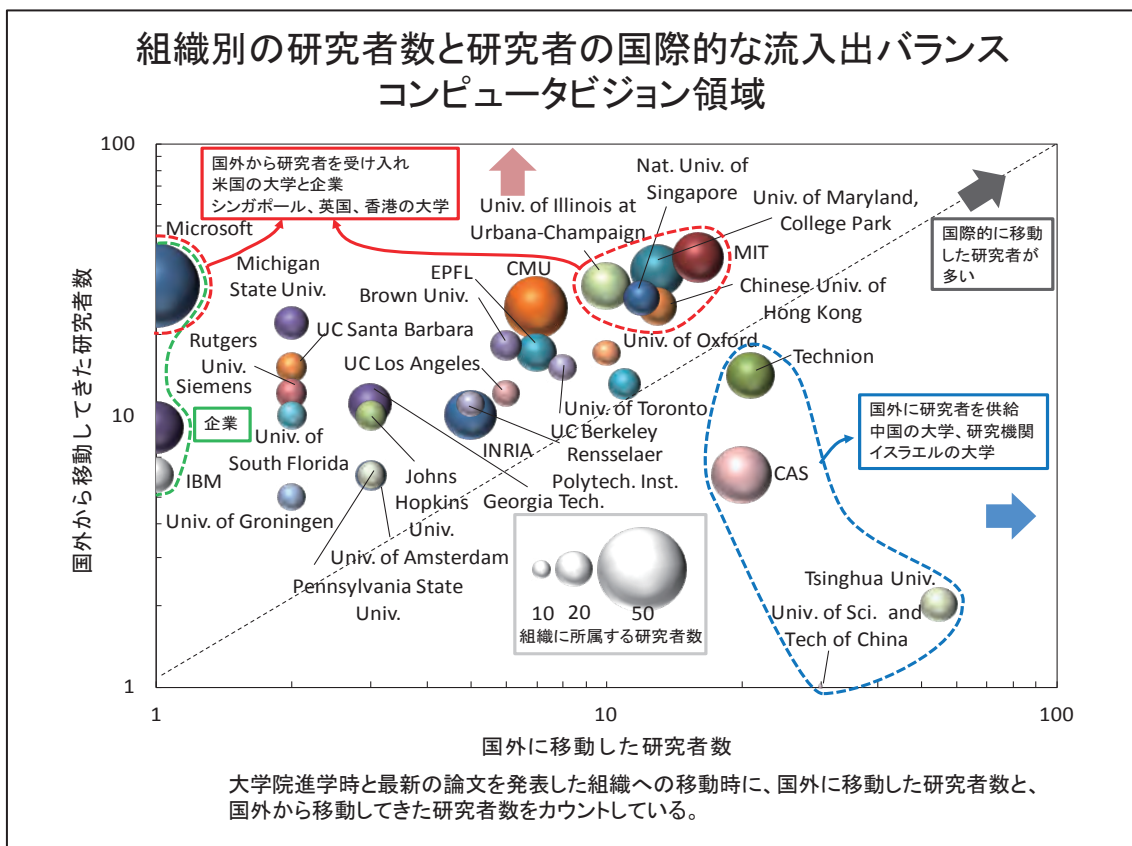
米国の MIT、Stanford University、シンガポールの National University of Singapore、Nanyang Technological University は国外の組織から研究者を受け入れる傾向が強いことがわかる。反対に、韓国の Seoul National University、中国の Tsinghua University、ギリシアの National Technical University of Athens、イランの Sharif University of Technology からは、国外の組織に研究者を供給する傾向が強いことを示している。

【資料 11】



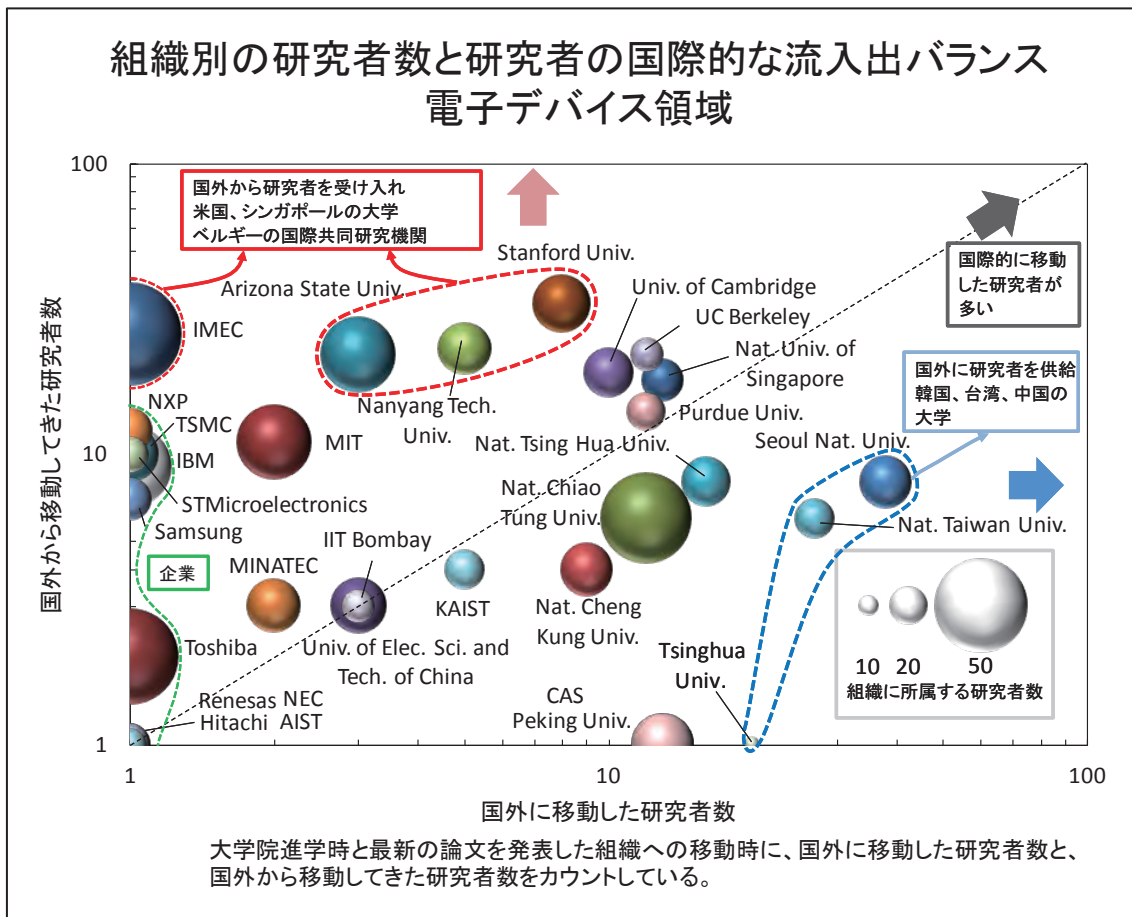
コンピュータビジョン領域における組織別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスを【資料 12】に示す。米国の MIT、University of Maryland, College Park、University of Illinois at Urbana-Champaign、米国の University of Oxford、香港の Chinese University of Hong Kong、シンガポールの National University of Singapore は、国外の組織から研究者を受け入れる傾向を示している。一方、中国の Chinese Academy of Sciences, Tsinghua University、University of Science and Technology of China、イスラエルの Technion, Israel Institute of Technology、韓国の Seoul National University、台湾の National Taiwan University は国外の組織に研究者を供給する傾向を示している。Microsoft、Siemens、IBM といった企業は、国外の組織から研究者を受け入れる傾向を示している。この中でも、特に Microsoft は国外の組織から研究者を受け入れる傾向が強い。

【資料 12】



電子デバイス領域における組織別の研究者数と研究者の国際的な流入出バランスを【資料 13】に示す。米国の Stanford University、Arizona State University、シンガポールの Nanyang Technological University は国外の組織から研究者を受け入れる傾向を示している。また、ベルギーにある国際共同研究機関の IMEC も国外の組織から多くの研究者を受け入れている。一方、韓国の Seoul National University、台湾の National Taiwan University、中国の Tsinghua University は国外の組織に研究者を供給する傾向を示している。その他、欧米の企業や、台湾、韓国の企業も国外の組織から研究者を受け入れているが、日本の企業や研究機関では、国外の組織から殆ど研究者を受け入れていない結果となった。

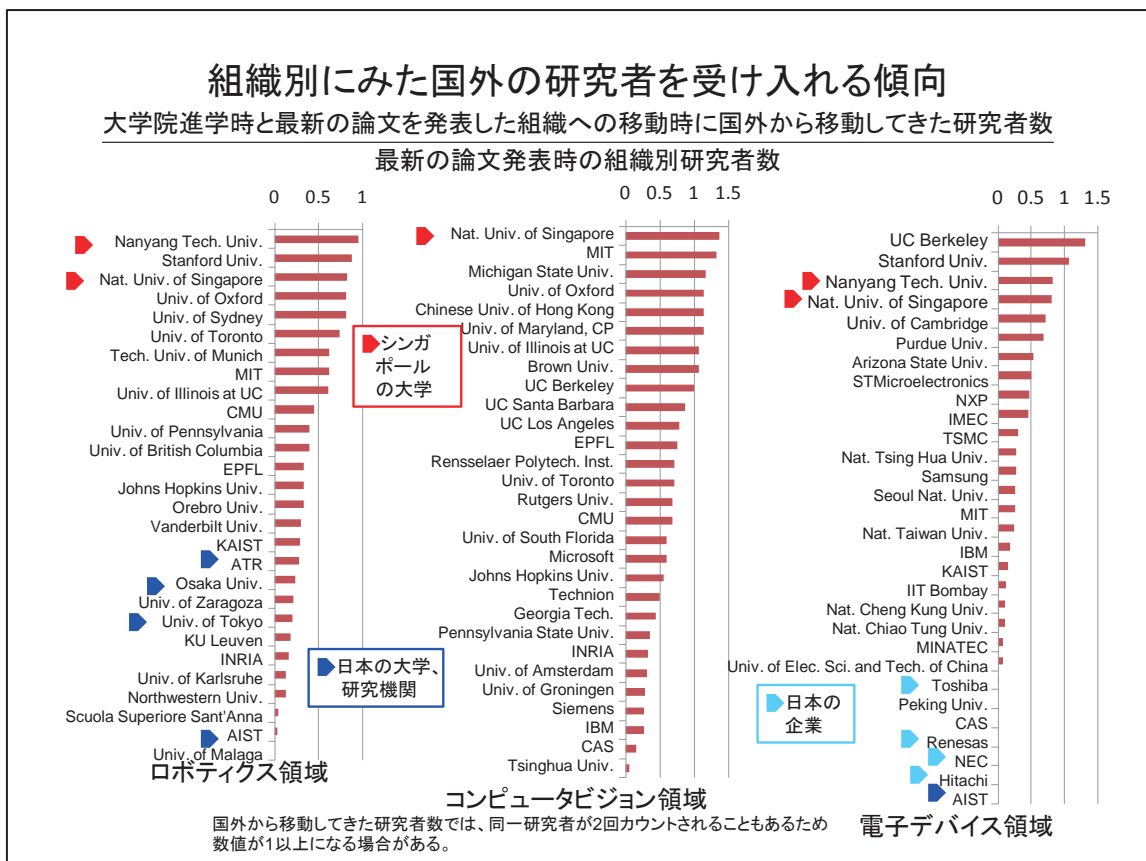
【資料 13】



国外の研究者を受け入れる傾向を国別に比較する。ここでは、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への移動時に国外から移動してきた研究者数を、最新の論文発表時の国別研究者数の比を求めて【資料14】にプロットした。同一研究者が国外から移動してきた研究者として2回カウントされることもあるため、数値が1を越えることもある。

シンガポールの National University of Singapore、Nanyang Technological University は、国外の組織から研究者を受け入れる傾向が強く、米国の研究大学と同等の水準にある。ロボティクス領域の場合、僅かではあるが、日本の研究機関 ATR、大阪大学、東京大学が、国外の組織から研究者を受け入れる傾向を示している。電子デバイス領域の場合、日本の企業と研究機関は、国外の組織から研究者を受け入れていないことがわかる。

【資料14】



研究レビュー 3-1-3

研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

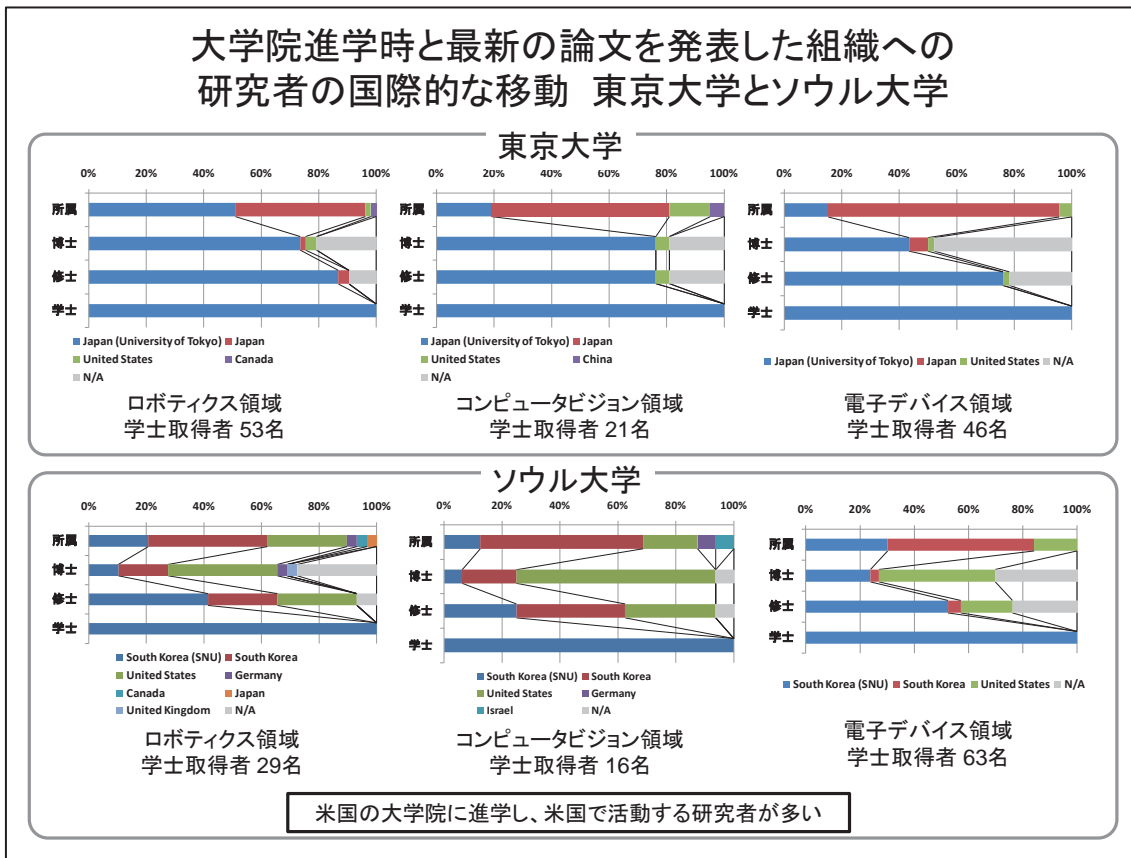
科学技術動向研究センター 古川 貴雄

東京大学とソウル大学に注目し、大学院進学時と最新の論文を発表した組織への研究者の国際的な移動を比較する。東京大学、または、ソウル大学を卒業した研究者が、その後、どの大学院で修士・博士を取得し、論文発表時にどの組織に所属しているかを【資料 15】にまとめた。青い部分が東京大学、あるいは、ソウル大学から学士・修士・博士を取得した研究者の比率を示す。

東京大学の場合、どの領域でも東京大学から修士を取得した研究者の比率が高く、ロボティクス領域とコンピュータビジョン領域では博士取得者の比率も高い。さらに、ロボティクス領域を見ると、東京大学を卒業した研究者の半数が東京大学に所属していることがわかる。コンピュータビジョン領域と電子デバイス領域では、東京大学の卒業生で東京大学に所属している研究者の比率は低く、多くは日本国内の他組織の所属している。

ソウル大学の卒業生を見ると、どの領域でも韓国の他大学院、または、米国の大学院から修士・博士を取得した研究者の多いことがわかる。コンピュータビジョン領域の場合、ソウル大学卒業生の60%以上の研究者が米国の大学院で博士を取得している。所属組織についても、ソウル大学卒業後に、米国の組織に所属する研究者の多いことがわかる。

【資料 15】



各領域について 2,200 名以上の研究者を対象に、大学院進学時と最新論文を発表した組織への移動を調べた結果、以下の知見が得られた。

日本が強いとされる工学系の研究領域でも、国際的に移動した研究者と大学院生は少ない結果となった。日本国内に研究者の多いロボティクス領域と電子デバイス領域でも、他国と比較すると国を越えて移動した研究者は少なく、特に大学院における海外留学が少ない傾向がある。

組織別には、シンガポールと米国の大学が国外から多くの研究者を受け入れていること、また、米国、台湾、韓国の企業が国外から多くの研究者を受け入れていることが明らかになった。シンガポールの大学については、1998 年に開始されたワールドクラス大学プログラムの成果と考えられる。例えば、シンガポール国立大学の場合、大学院には 4,500 名の留学生が在籍しており、全大学院生の 60%を占める。米国については、大学の高度な研究設備や充実した奨学金に加えて、米国内のハイテク産業による雇用も国外から研究者を引きつける要因であることが考えられる。また、電子デバイス領域では、台湾と韓国の企業は、海外で高等教育を受けた研究者を多く雇用しているという特徴も見られた。

分析結果から、研究人材の獲得と研究水準に向上に向けた日本の大学の国際化が論点として浮かび上がる。日本の大学の国際化を進めるために次の方策が考えられる。日本国内における雇用が期待される研究領域の大学院留学生を増やし、大学院終了後も研究人材が日本に留まるようにする。大学院留学生を増やすためには、優秀な外国人教員を積極的に受け入れることが望ましい。また、シンガポール-MIT アライアンスのように、大学院生を対象とした海外の大学との共同研究プログラムを推進することも効果的であると考えられる。

## 【資料 16】

### 結論

<日本が強い工学系の研究領域でも国際的に移動した研究者と大学院生は少ない>

- 日本国内に研究者の多いロボティクス領域と電子デバイス領域でも、他国と比較すると国を越えて移動した研究者は少なく、特に大学院における海外留学が少ない。

<国外から多くの研究者と大学院生を受け入れるシンガポール・米国の大学と、国外から研究者を受け入れる米国・台湾・韓国の企業>

- 1998年に開始されたシンガポールのワールドクラス大学プログラムの成果と考えられる。シンガポール国立大学の大学院留学生 4,500名(大学院生の約60%)
- 米国については、大学の高度な研究設備や奨学金の充実だけでなく、ハイテク産業による雇用も国外から研究人材を引きつける要因と考えられる。
- 電子デバイス領域の場合、台湾と韓国の企業が、海外で高等教育を受けた研究者を多く雇用している。

<浮かび上がる論点>

- 研究人材の獲得と研究水準の向上に向けた日本の大学の国際化
  - 日本国内における雇用が期待される研究領域の大学院留学生を増やし、優秀な外国人教員を積極的に受け入れる。
  - シンガポール-MITアライアンスのように、大学院生を対象とした海外の大学との共同研究プログラムを推進する。



古川 貴雄

科学技術動向研究センター 上席研究官

(経歴)

1994年3月 新潟大学大学院自然科学研究科博士課程単位取得退学

(1995年3月 博士(工学) 新潟大学)

1994年4月 信州大学繊維学部 助手

1998年7月 信州大学繊維学部 助教授

1999年7月 ジューネーブ大学情報処理センター 客員研究員

(～2000年9月)

2001年4月 デジタルファッション株式会社

2006年4月 デジタルファッション株式会社 技術開発部長

2007年4月 デジタルファッション株式会社 執行役員

2009年4月 文部科学省科学技術政策研究所 上席研究官

参考文献:

1. Discussion Paper No.61 著者経歴を用いた研究者の国際流動性評価 — コンピュータビジョン領域における事例研究 —、2010年3月、文部科学省科学技術政策研究所 古川 貴雄、白川 展之
2. 調査資料-199 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析 — ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として —、2011年8月、文部科学省科学技術政策研究所 古川 貴雄、白川 展之、奥和田 久美



〔研究レビュー 3-2〕

## 先端領域における状況

～日本の問題点を見る～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

科学技術動向研究センター 白川 展之



## 研究レビュー 3-2

### 先端領域における状況 ～日本の問題点を見る～

#### はじめに

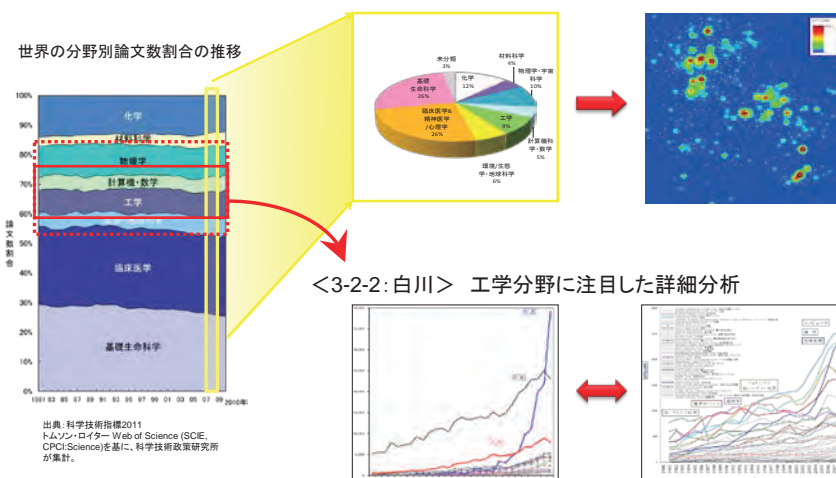
ここでは、先端領域の状況を紹介しながら、日本の問題点を見てみたい。研究レビュー 3-1で化学、材料科学、物理学、計算機科学・数学、工学、環境・地球科学、臨床医学、基礎生命科学の8分野と大きな分野分けを紹介したが、ここでは、さらに先端領域、注目度の高い研究領域とはどういうものがあるかというマップを描き、そこでの日本の状況を3-2-1で阪 彩香 科学技術基盤調査研究室 主任研究官から紹介する。

また、3-2-2では白川 展之 科学技術動向研究センター上席研究官から特に工学分野に着目して詳細に分析を行った結果を紹介する。

## 構成

◆先端領域での日本の状況はどのように変わっているのか？

<3-2-1: 阪> 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析



### 3-2-1 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析

#### ～サイエンスマップにみる世界の研究動向と日本の特徴～

科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

#### 1 本調査の目的および手法

まず世界の科学全体でのホットな研究領域の状況を見るために、サイエンスマップを用いたい。そこで、サイエンスマップとは何かというところから紹介しよう。サイエンスマップというのは基礎研究を中心とする科学における動向を俯瞰的に捉えることのできる地図（一枚紙）と考えて欲しい。

このサイエンスマップの作成は3段階で行っている【資料1】。まずステップ1として、論文のグループ化による研究領域の構築を行う。ステップ2として、その研究領域を一枚紙にマッピングし可視化する。ステップ3として、注目を集めている研究領域の内容はどのようなものかを分析する。

当研究所では、これまでにサイエンスマップの作成は4回行っており、時系列の変化を見ることが出来るようになっている。

#### 【資料1】

##### 本調査の目的および手法

##### ■サイエンスマップの目的

- 基礎研究を中心とする科学における動向を俯瞰的に捉えること。
- 国際的に注目を集めている研究領域を定量的に見出すとともに、それらを分析すること。

##### ■サイエンスマップの3ステップ

【Step1】論文のグループ化による研究領域の構築

【Step2】研究領域のマッピングによる可視化

【Step3】注目研究領域の内容分析 ←国内の第一線級研究者へ依頼

作業A:【メール 2009年9月～12月】担当研究領域の内容分析  
作業B:【Web 2010年1～2月実施】担当研究領域の内容確認  
作業C:【Web 2010年1～2月実施】サイエンスマップ2008を精査したアンケート調査

##### ■これまでの調査

- |                        |   |
|------------------------|---|
| ● NISTEP REPORT No.95  | 急速に発展しつつある研究領域調査（1997-2002年）<br>→なお、現行のクラスターリング手法でやり直し、サイエンスマップ2002として今回扱う。 |
| ● NISTEP REPORT No.100 | サイエンスマップ2004（1999-2004年）  |
| ● NISTEP REPORT No.110 | サイエンスマップ2006（2001-2006年）  |
| ● NISTEP REPORT No.139 | サイエンスマップ2008（2003-2008年）  |

サイエンスマップ作成のステップ1から順次紹介しよう。今回用いたのはトムソン・ロイター社の Essential Science Indicators である。分析対象は各年、各分野で被引用数が上位1%の論文。高被引用論文を用いている。これらの論文は非常に注目度が高い論文と考えて頂きたい。

最新のサイエンスマップ 2008 はその研究領域の構築に 2003 年から 2008 年の 6 年分のデータを用いた。その論文数は約 56,000 件程度あり、それぞれの論文を読み、それらのうち内容が近いものをグループ化することは不可能なので、ここでは共引用という論文間の関係を用いて、計算で論文をグループ化していく。

【資料 2】

【Step1】論文のグループ化による研究領域の構築



- データベース  
 トムソン・ロイター社 ESI(Essential Science Indicators)
- 分析の対象  
 高被引用論文(各年、各分野で被引用数が上位1%の論文)
- 研究領域の構築に用いた論文の発行年月  
 2003年1月～2008年12月

<ESIデータベースにおける22分野>

農業科学	経済学・経営学	材料科学	神経科学・行動学	社会科学・一般
生物学・生化学	工学	数学	薬理学・毒性学	宇宙科学
化学	環境/生態学	微生物学	物理学	/
臨床医学	地球科学	分子生物学・遺伝学	植物・動物学	
計算機科学	免疫学	複合領域	精神医学/心理学	

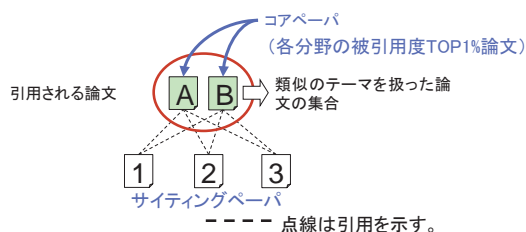
各分野における被引用度トップ 1%の論文のことをコアペーパーと呼ぶ。トップ 1%論文以外の全ての論文のリファレンス部分を見た時に、いつも A と B、A と B、A と B と書いてあれば、常に一緒に引用されているということで「共引用」されているとなり、A と B の論文は内容が似ているのではないかということを用いて、論文をグループ化する【資料 3】。

【資料 3】

【Step1】共引用について



■ 共引用とは、注目する2つの論文がその他の論文により、同時に引用されること。



Ref. Small H G. Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. Journal of the American Society for Information Science 24:265-9, 1973.

$$N_{AB} \geq 2$$

$$N_{\text{norm}} = N_{AB} / \sqrt{N_A N_B} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$N_{\text{norm}} \geq 0.3 \quad \dots \text{式(2)}$$

研究レビュー 3-2-1  
 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析  
 科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

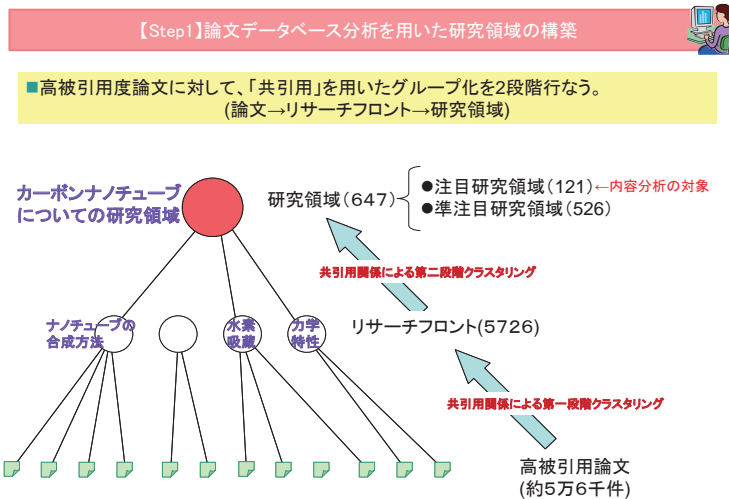
このような共引用関係を用いて、高被引用度論文のグループ化を行った【資料 4】。初めに、約 56,000 件あった高被引用論文を 1 回目のクラスタリングを行い、論文の塊「リサーチフロント」を抽出した。

さらに、それらをもう 1 度クラスタリングして論文の塊を作った。それら塊のことを我々は「研究領域」と呼んでいる。

この中でも比較的大きめのものを注目研究領域と名付けている。注目研究領域については国内の研究者の方に協力を依頼し、論文リスト及びその内容を見た上で題名を付けて頂いている。

そして、研究領域 647 を 1 枚紙に可視化する。これがサイエンスマップとなる。

【資料 4】



【資料 5】では、サイエンスマップ 2002 から 2008 の 4 回分のデータの概略を示す。調査対象期間は各調査 6 年ずつだが、実際はそのうち 4 年間で被っている。したがって、それぞれの期間でトップ 1%に入れば、その論文は時期調査に繋ぐことができ、このような論文を使って時系列の変化を見ていくことが出来る。

【資料 5】

【Step1】クラスタリングの詳細(サイエンスマップ2002-2008の比較)

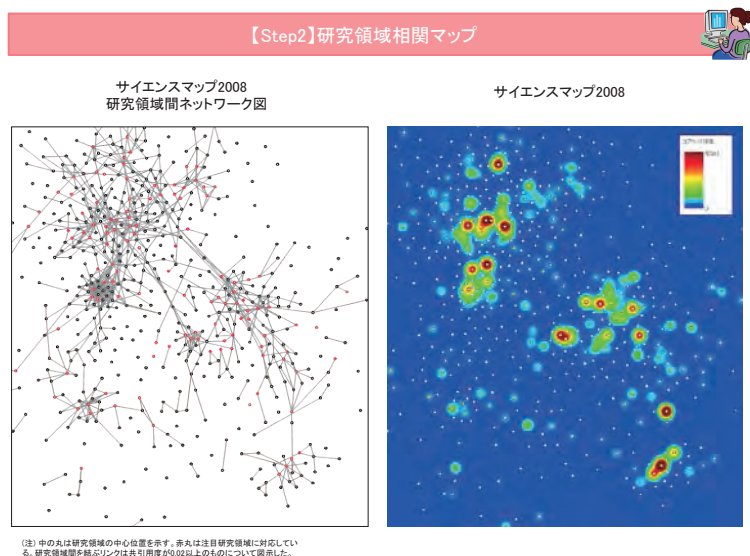
調査対象	期間	NR95のデータセットを用いて再計算!			
		サイエンスマップ2002	サイエンスマップ2004	サイエンスマップ2006	サイエンスマップ2008
高被引用度論文数	1997-2002	約4万5千件	約4万7千件	約5万1千件	約5万6千件
第1段階クラスタリング	全リサーチフロント数	5,221	5,350	5,538	5,726
	に含まれるコアペーパー数	21,183件	21,411件	21,428件	22,669件
第2段階クラスタリング	全研究領域数 ← マッピングの対象	598	626	687	647
	に含まれるリサーチフロント数	3,415	3,502	3,551	3,635
	に含まれるコアペーパー数	15,410件	15,531件	15,165件	15,826件
	注目研究領域数 ← 内容分析の対象	112	133	124	121
準注目研究領域数	486	493	563	526	

(注1) 注目研究領域: 6以上のリサーチフロントから構成される研究領域  
 (注2) 準注目研究領域: 5以下のリサーチフロントから構成される研究領域

次に、ステップ2を紹介する【資料6】。左側の図の小さい円が研究領域を表している。647の研究領域同士の共引用度が強ければ近くに来るように、そうでなければ遠くに来るようにバネモデルで描いている。

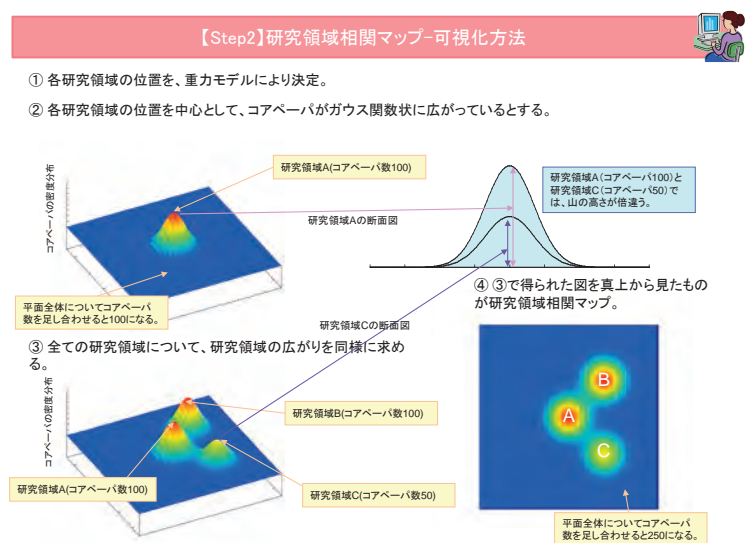
左図のようにまず骨組みを作り、その上に各研究領域の論文の塊を乗せていく。論文の塊といっても大きさが10論文のところもあれば100論文のところもあり、その大きさはかなり違ってくる。そのような、量の情報を載せたのが右側の図になる。基本的に明るいところに大きめの研究領域があると考えて欲しい。イメージとしては山のようにになっているのだ。

【資料6】



例えば、研究領域の含まれる論文（コアペーパー）が、50の場合と100の場合では、このように山の高さで差が表されるようになっている【資料7】。

【資料7】



# 研究レビュー 3-2-1

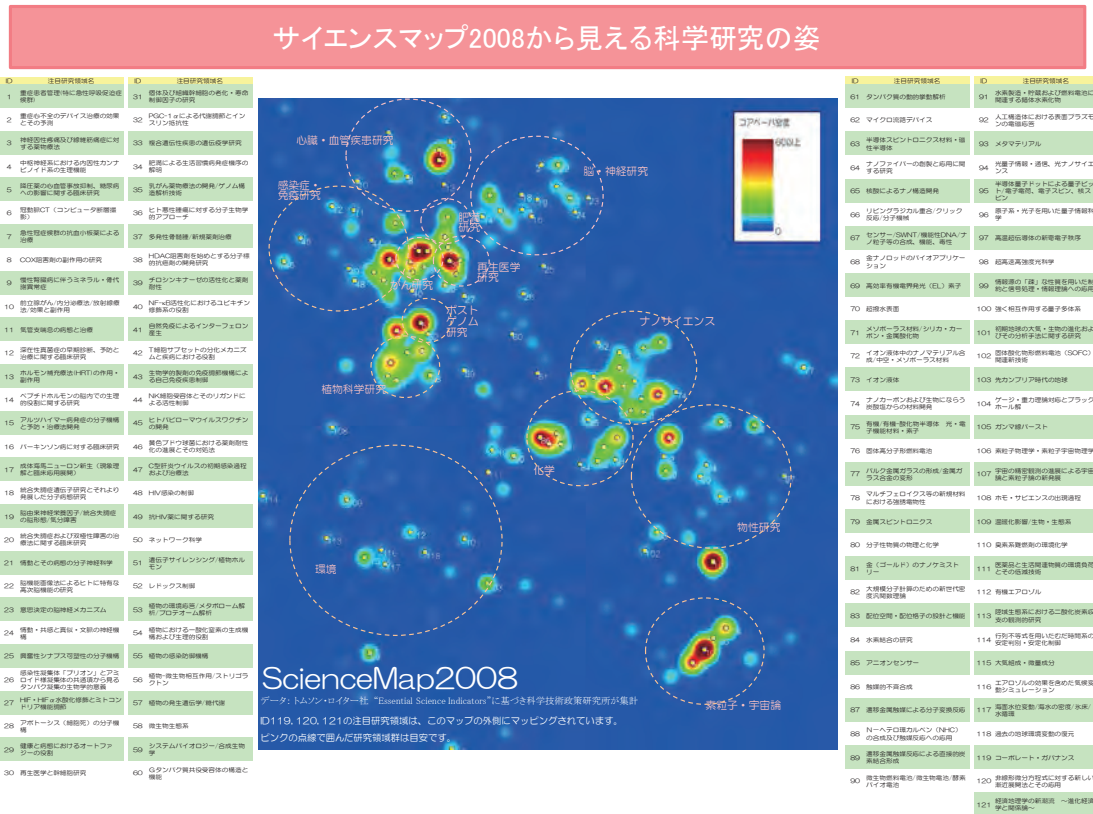
## 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析 科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

【資料8】がサイエンスマップ2008である。左右には121研究領域全ての研究領域名を示している。

研究者に付けていただいた研究領域名とその内容のレポートを基に、当研究所の阪と伊神主任研究官の二人で読み込みを行い、大まかにこのサイエンスマップの上に研究領域群のガイドを載せたのが中央の図である。

左上から心臓血管疾患研究、免疫研究、脳研究、肥満、癌、再生医学、ポストゲノム、植物科学といったライフサイエンス系が連なっている。そして少し移動し、マップの中心に化学がある。その近くにナノサイエンス、物性研究があり、マップの右下に素粒子、宇宙論がある。これらの研究領域群とは少し離れて、環境に関する研究領域が散在していることが分かる。

### 【資料8】



このように作成されたサイエンスマップを我々は4時点分保有している。サイエンスマップ2002、2004、2006、2008の4枚を紹介する【資料9】。先に示したように、対象とする研究区間、時間の重なりがあるので、同じ論文があればその位置がずれないように工夫を施し、時系列を見ることができるようになっている。

時系列の変化を見た時にこのマップ上で論文の割合が増えている研究領域はどこか、減っている研究領域はどこかを計算してみた。赤、オレンジ、黄色、ピンクで囲った範囲の



それぞれ4時点を比べてみる。赤線で囲まれた4時点を比べてみると2002の時はこのマップ上の50%の論文はここに含まれていたのだが、現在では43%程度と減っていることが分かった。

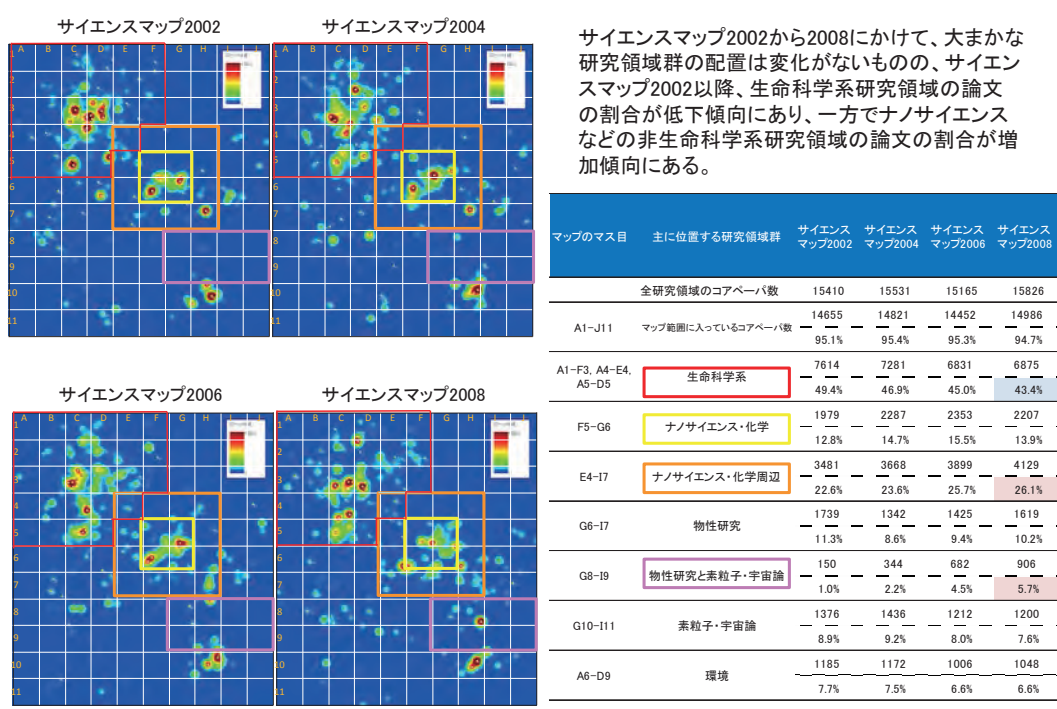
次に黄色の線で囲まれた部分、ナノサイエンス、科学、さらにそこから一回り大きくしたオレンジの線で囲まれた部分を見てみると、どちらにおいてもその割合が増えてきていることが分かる。

また、ピンク色で囲まれた素粒子、宇宙論と物性の間の部分を4時点で見ると、研究領域が出来上がり、そこに含まれる論文の割合が徐々に増えていると見る事が出来る。

3-1-1の発表で紹介した8分野それぞれの割合は時系列による違いは見られなかったが、科学の中の詳しい研究動向を見てみると、このようにダイナミックに変化しているという事が見えてきた。

【資料9】

サイエンスマップ2002から2008にかけて、研究領域群のウェイトの変化が見られる



また、サイエンスマップ2002から2008の論文を追っていくことで、その論文がマップ上をどのように動いて行ったかを見ることが出来る【資料10】。

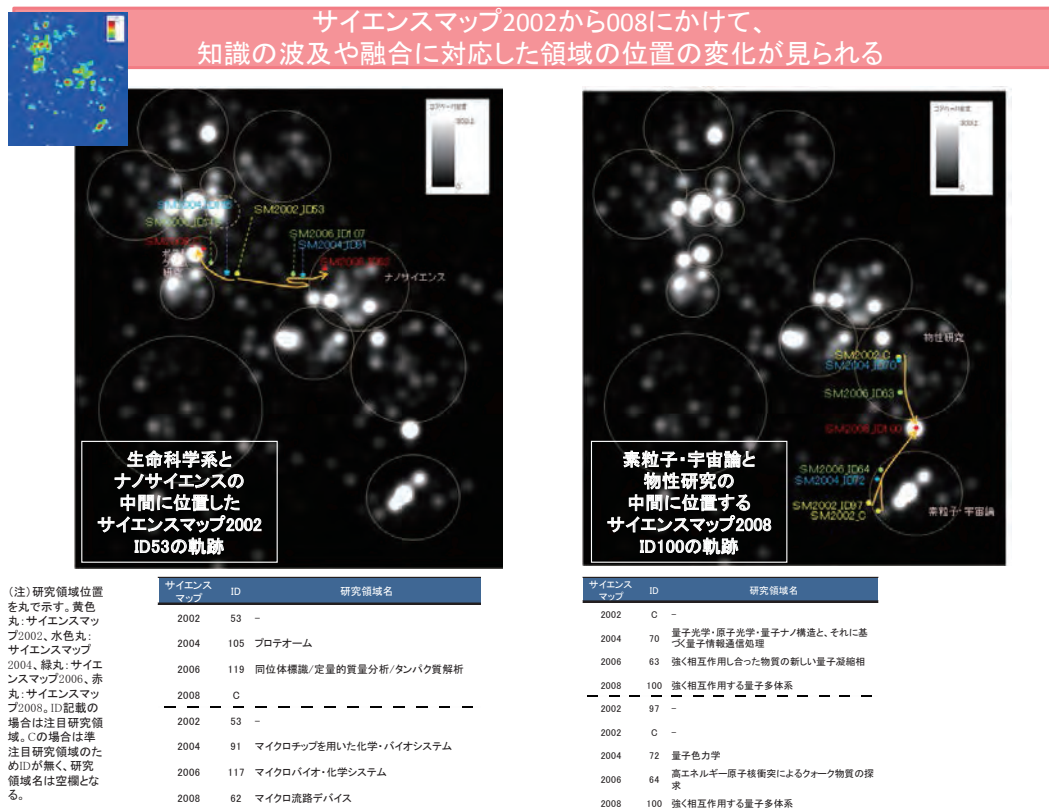
例えばサイエンスマップ2002のある研究領域に含まれている論文を追跡していくと、一つはナノサイエンスの方に向かい、一つはライフサイエンスの方に向かったことがわかり、サイエンスマップ上に矢印を描くことが出来るのである。つまり、研究領域も知識が波及

研究レビュー 3-2-1  
 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析  
 科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

していつている様子を見ることが出来る。

また、素粒子・宇宙論の研究領域と物性研究の研究領域から矢印のように論文が移って来て、新しい研究領域が形成されたことも可視化することが出来るのである。

【資料 10】



このように、科学というのはもちろん固定されているものではなく、流れがあり、ホットな研究領域は変化することが分かる。

さらに、サイエンスマップを比較していくと、もう一つ、学際的分野融合的研究領域がどういう状況かを見ていくことが出来る。こちらでは先に紹介した 647 研究領域のそれぞれの論文を 22 分野分類で見た場合、どういう組み合わせになるのかを調べた【資料 11】

そして、例えば、22 分野の化学の論文が 6 割以上を占めていたら、その研究領域は化学に軸足を持つ研究領域とする。一方、化学の論文が 3 割、物理学の論文が 3 割、生物学・生化学の論文が 3 割のように様々な分野の論文から形成されていけば、「学際的分野融合的研究領域」と定義する。

【資料 11】

学際研究や融合研究の様相が質的に変化している

学際的・分野融合的研究領域の  
 研究領域相関マップ2008上での位置づけ



①研究領域を構成するコアペーパーのうち、6割より多いコアペーパーが、22分野のうちどれか1分野に属する場合  
 →軸足を持つ研究領域

②上記条件に当てはまらず、複数の分野のコアペーパーから構成されている場合  
 →学際的・分野融合的領域

22分野	8分野
化学	化学
材料科学	材料科学
物理学	物理学
宇宙科学	
計算機科学	計算機科学・数学
工学	工学
環境科学	環境/生態学・地球科学
臨床医学	臨床医学
精神医学/心理学	
基礎生物学	基礎生物学
生物学・生化学	
農学	
農学	
分子生物学・遺伝学	
地球科学・地質学	
天文学・宇宙学	
経済学・経営学	
医学	
社会科学一般	その他

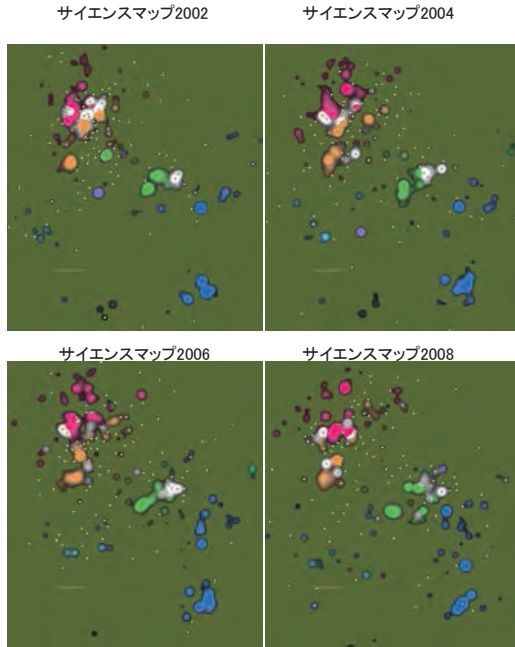
現在よく話題となる学際的分野融合的領域であるが、ではサイエンスマップ上でどういう位置に来るかを調べてみるとどうなるか。小さい黄色の円が学際的分野融合的研究領域の位置を示している。

サイエンスマップ 2002、2004、2006、2008 において、この小さい黄色の円の位置を見ていくと、2002 の頃はマップの左上、ライフサイエンスがある辺りに集中しているのだが、2008 になるとマップ上全体に広がって位置するようになっている。

実際、全研究領域間の距離の変化というのはあまりないが、学際的分野融合的領域の距離の変化を見ると確実に広がっており、定量的に示すことが出来ている【資料 12】。

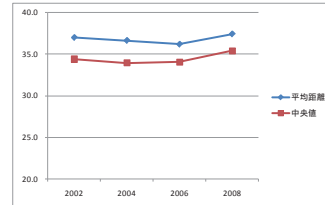
【資料 12】

学際的・分野融合的研究領域の位置の変化

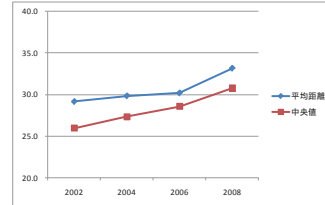


■学際的・分野融合的領域の位置が、時系列とともにマップ全体に広がりを持つように変化している。

全研究領域間の距離の変化



学際的・分野融合的領域間の距離の変化



(注1) 特定分野のコアペーパー分布が6割以上を占める部分は分野に対応する色で表示され、特定分野のコアペーパー分布が6割以下の場合は、学際的・分野融合性が高い部分として色づけしていない。黄色の丸は、学際的・分野融合性が高い研究領域の位置を示す。  
 (注2) 単位距離10となるスケールをマップ中にスケールとして示している。

では、これだけ変わってきている科学の流れの中で、科学全体でのホットな研究領域における日本の存在感がどうなっているかを見てみよう。整数カウントと分数カウントの二つの方法で各国の存在感を比較してみた【資料 13】。

どちらにおいても残念ながら日本、特にサイエンスマップ 2004、2006、2008 とかけてシェアが下がってきている状況が見てとれる。

【資料 13】

サイエンスマップに現れるホットな研究成果において  
 日本のシェアは低下傾向にある

■日本は、論文生産への関与度(整数カウント法)では、サイエンスマップ2004をピークにシェアが低下していることが分かる。サイエンスマップ2006と2008では、0.5ポイント低下であり、分析を開始してから一番低い値である。

<サイエンスマップ 全研究領域 関与度(整数カウント法)>

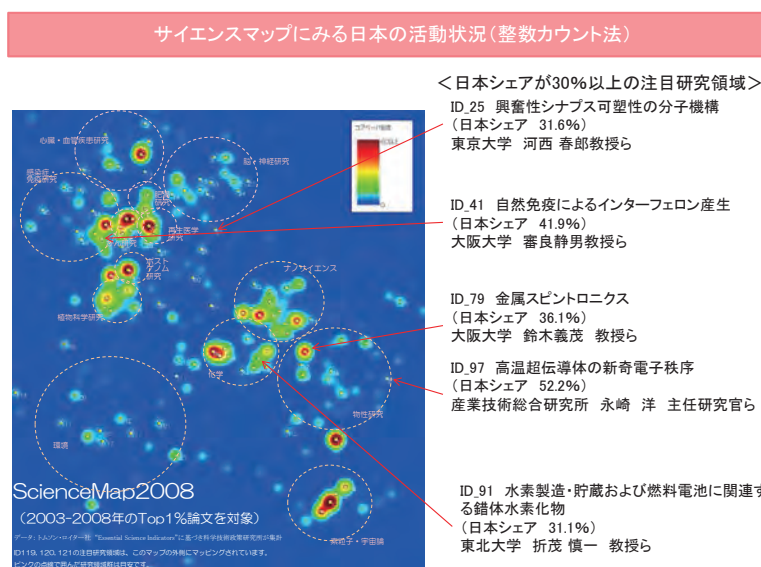
整数カウント法	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
サイエンスマップ2002	62.9	11.1	12.4	8.6	7.0	1.1	1.3
サイエンスマップ2004	61.9	12.1	12.3	8.7	7.2	1.7	2.7
サイエンスマップ2006	61.0	13.5	12.9	8.5	7.5	1.8	4.5
サイエンスマップ2008	57.9	13.9	13.4	8.0	8.4	1.9	7.2

<サイエンスマップ 全研究領域 貢献度(分数カウント法)>

分数カウント法	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
サイエンスマップ2002	51.8	6.7	7.8	6.4	3.9	0.7	0.8
サイエンスマップ2004	49.7	7.2	7.3	6.2	3.8	1.0	1.7
サイエンスマップ2006	47.6	7.7	7.2	5.7	3.7	1.1	2.9
サイエンスマップ2008	43.5	7.4	7.0	5.4	3.8	1.0	5.2

日本全体としてのマクロでみるとシェアは低下しているものの、日本にも科学全体でのホットな研究領域を牽引している研究者が存在することを、このサイエンスマップは示している【資料 14】。例えば大阪大学の審良先生は ID41 番の自然免疫の研究領域では、41.9%を占め、世界的に注目度の高いところで研究領域を作り上げ、存在感を表している。日本全体のシェアだけを見るのではなく、このように少し飛び抜けたところも見ておく必要がある。

【資料 14】



しかしながら、ホットな研究領域における日本の存在感が下降基調であることに変わりはない。したがって、他の国と比較することで、日本の何処が弱いのかを分析してみよう。

ここでは日本、英国、ドイツを取り上げる。サイエンスマップ 2008 では 647 の研究領域を出しており、学際的分野融合的領域というのはそのうち 151 ある。この中で日本が 1 本でも参加していれば、その研究領域には参加していると観念すると考えて、日本、英国、ドイツを比較してみた【資料 15】。

まず 647 のいわゆるホットな先端的な研究領域の中で、日本が 263、イギリスが 388、ドイツが 366 の研究領域に参画しており、日本の参画している研究領域数が英独に比べて少ないことが分かる。

また、どのようなホットな研究領域において、日本は英独に参画数の差を付けられているかを見ると、学際的分野融合的領域のところであることが分かる。日本 66、イギリス 96、ドイツ 81 であり、ここでおおよそ 20~30 の差を付けられている。

また、もう一つ大きいのがやはり臨床医学に軸足を持つ研究領域であり、ここでも日本 41、イギリス 82、ドイツ 75 といった形で、おおよそ 35~40 の差を付けられていることが分かる。

したがって世界の先端でこれだけの差を付けられているのは特に学際的分野融合的領域、

研究レビュー 3-2-1  
 科学全体でのホットな研究領域に注目した分析  
 科学技術基盤調査研究室 阪 彩香

それから臨床医学であることが数値として現れてきた。

【資料 15】

関与度を伸ばしている英国やドイツと日本の違い

■サイエンスマップにおいて、英国やドイツはTOP1%論文数1以上の研究領域(参加領域)の割合が約6割であるのに対し、日本は約4割に留まる。英国やドイツと、日本の参加領域数の差が大きいのは、学際的・分野融合的領域や臨床医学の研究領域である。

サイエンスマップ2008 <日英独の参加領域数の比較>

分野	該当研究領域数	日本	英国	ドイツ
農業科学	8	3	4	4
生物学・生化学	11	6	4	6
化学	64	28	32	38
臨床医学	116	41	82	75
計算機科学	17	4	8	10
経済・経営学	9	0	5	1
工学	44	9	12	14
環境/生態学	15	4	10	9
地球科学	30	19	26	21
免疫学	1	1	1	1
材料科学	7	4	1	3
数学	14	1	3	6
微生物学	5	1	4	0
分子生物学・遺伝学	5	2	4	3
神経科学・行動学	17	12	12	12
薬学・毒性学	3	1	0	1
物理学	61	35	39	39
植物・動物学	36	20	24	24
精神医学/心理学	12	2	7	6
社会科学・一般	13	1	7	5
宇宙科学	8	3	7	7
学際的・分野融合的領域	151	66	96	81
総計	647	263	388	366

さらに、日英独のシェアを研究領域の分野ごとに分解すると、やはり学際的・分野融合的領域と臨床医学において、日本は英独にシェアで負けていることが分かる。

【資料 16】

各国の整数カウント法のシェアを分野ごとに分解

■英国やドイツに、臨床医学および学際的・分野融合的領域でシェアの差をつけられている。

サイエンスマップ2008

分野	全体	米国	ドイツ	英国	日本	フランス	韓国	中国
農業科学	0.7%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
生物学・生化学	0.8%	0.5%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
化学	13.3%	6.0%	1.6%	1.1%	1.1%	0.7%	0.3%	1.2%
臨床医学	19.1%	12.7%	3.0%	3.0%	0.9%	2.2%	0.2%	0.4%
計算機科学	1.3%	0.9%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
経済・経営学	0.7%	0.6%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
工学	4.0%	1.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.9%
環境/生態学	1.6%	0.9%	0.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
地球科学	3.3%	2.2%	0.6%	0.7%	0.3%	0.4%	0.0%	0.5%
免疫学	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
材料科学	0.7%	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
数学	1.0%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%
微生物学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
分子生物学・遺伝学	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
神経科学・行動学	2.0%	1.4%	0.2%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%
薬学・毒性学	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
物理学	14.4%	8.1%	2.7%	1.9%	1.7%	1.7%	0.5%	1.1%
植物・動物学	4.2%	1.9%	0.9%	0.8%	0.6%	0.3%	0.1%	0.2%
精神医学/心理学	1.2%	0.9%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
社会科学・一般	1.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
宇宙科学	0.8%	0.7%	0.2%	0.3%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%
学際的・分野融合的領域	29.1%	17.6%	3.7%	4.0%	2.6%	2.2%	0.6%	2.5%
総計	100.0%	57.9%	13.9%	13.4%	8.0%	8.4%	1.9%	7.2%

#### 4 まとめ

まずサイエンスマップ 2002 から 2008 までの 4 時点を比較することが可能になり、サイエンスのダイナミズムが見えてきた。大まかな研究領域群の配置に変化はないが、生命科学系の研究領域の論文の割合が低下する傾向にあり、一方でナノサイエンスなどの非生命科学系研究領域の論文の割合が増加傾向にあると分かった。そして生命科学とナノサイエンスの間であったり、物性研究と素粒子・宇宙論の間であるようなところで位置を大きく変えたり、離れていたものが融合するなど研究領域の変化が見てとれた。これらのことから知識の波及や融合が、ある程度頻繁に行われていることが見えてきた。

また、サイエンスマップ 2002 から 2008 で、全研究領域に対する学際的分野融合的領域の割合は約 2 割と変化はないが、サイエンスマップ上の配置を比較すると、生命科学系の中心に行われていた分野融合的領域の算出がサイエンスマップ全体に広がった形に変化しており、学際的分野融合的領域が生まれるというのが、生命科学系だけではなく、科学全体で行われるようになっていくことが示された。つまり、どこにでもチャンスはあるという考えが出来る、これは一つ大きいところだと考えられる。

そして、ホットな先端研究領域において、低下する日本のポジションを紹介した。日本の関与度は整数カウント法、分数カウント法どちらにおいても、残念ながら、サイエンスマップ 2004 をピークに低下傾向にある。ただ、日本の研究者の中に先端研究領域をリードしている研究者がいるのも事実である。

そして日本と英国、ドイツを比べてみると、日本の参画している研究領域数が少ないことが見えてきた。また、その参画数で差が出てきているのが臨床医学に軸足を持つ研究領域および学際的分野融合領域である。学際的・分野融合的領域については、政策的にもかなり注目度の高いところであるが、日本はなかなか苦戦している実態が浮かび上がった。

また、この参画数の分析から、世界の注目度の高い先端研究領域において、日本はホットな研究領域の 4 割しかカバーしていないことが明らかとなった。基礎研究の推進について、日本では研究の多様性の担保の為に必要なのだと良く指摘されているが、実際に研究の多様性が担保されているのかというところに、私は若干の疑問を抱かざるを得ない。しかしながら、このように研究の多様性に関して論ずることのできる分析手法を開発できたことは大変うれしく思っている。

今回紹介したデータを基に日本のシェアが低い理由を考察すると、日本の研究者が新しい先端領域を作り出していないのではというのが一つの考えとしてあり、もう一つとしては、作り出すための種を持っていたとしても新しい先端研究領域を作り出すことをシステムとして阻害している要因が日本にあるのではないかとすることがある。これらは今後論点として浮かび上がるかと思う。



阪 彩香

科学技術基盤調査研究室 主任研究官

(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

参考文献:

1. NISTEP REPORT No.95 急速に発展しつつある研究領域調査、2005年5月、文部科学省科学技術政策研究所
2. NISTEP REPORT No.100 サイエンスマップ 2004、2007年3月、文部科学省科学技術政策研究所
3. NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ 2006、2008年6月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香, 伊神正貫, 桑原輝隆
4. NISTEP REPORT No.110 サイエンスマップ 2008、2010年5月、文部科学省科学技術政策研究所 阪 彩香, 伊神正貫, 桑原輝隆



### 3-2-2 工学分野に注目した詳細分析

#### ～IEEE 刊行物にみる電気電子・情報通信分野の世界の研究動向と日本～

科学技術動向研究センター 白川 展之

#### はじめに

工学分野に着目した分析結果を示す。世界最大の電気電子系の学会の IEEE を対象に、情報通信と電気電子分野の世界の研究動向を分析した。

#### 1 世界最大の工学系の学協会 IEEE とその出版物の工学系におけるインパクト

IEEE の文献を何故分析対象にしたのか理由を最初に述べたい。【資料 1】に示すように、一言で言えば、「IEEE の発行する文献は、工学系の中で非常に質量ともにインパクトが大きい」ということである。IEEE は、電気系の学会と、今で言う通信系の学会が合併してできた電気・電子関連の 40 万人近くの会員を擁する世界最大の学協会である。その活動領域は、コンピューター、通信、電力、ライフサイエンスまでと電気電子系に関係した工学を非常に幅広い範囲をカバーしている。実は、IEEE の組織は、米国に本部を置く非営利組織 (NPO) である。米国の NPO は、日本とは異なり財政的に自立しているので、IEEE は学会系では世界最大の学術出版を行っている事業体でもある。この結果、工学分野での学術出版のシェアをみると世界の約三分の一の文献を出している。

これらのインパクトのイメージは、【資料 1】の資料の右にイメージ図が描いて示しているとおりである。材料科学から物理学の一部と、計算機、工学といった分野の大体のところを約三分の一カバーしている感じになっている。結果として、米国の特許に最も多く引用される文献ともなっている。このため、産業との関連、サイエンスリンケージを分析する上でも非常に優れたデータになると判断した。

#### 【資料 1】

##### IEEEを対象とした文献分析を行った理由

- IEEEの発行する文献は、工学系の研究領域で質・量ともにインパクトが大きい。

##### IEEE(電気電子技術者協会) "The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc."

- 電気電子・情報通信関連分野で世界最大の学会
- 米国に本部を置く、非営利組織 (米国ニューヨーク州政府認可)
- 1963年に米国電気学会(AIEE : The American Institute of Electrical Engineers)(1884年設立)と無線学会(IRE: the Institute of Radio Engineers)(1912年設立)が合併して誕生
- 会員は世界各国150カ国以上に38万人 (※学生会員を含むと40万人以上)

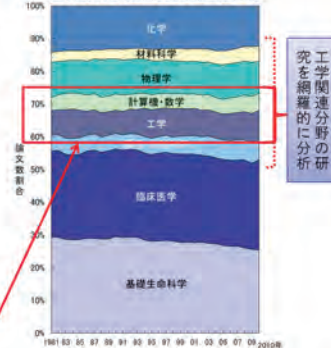
##### IEEEの活動の領域・範囲

- 電気電子・情報通信などに関連した幅広い技術領域・分野のほとんどをカバー (コンピューター、通信、電力、電子、航空宇宙、原子力、ライフサイエンスなど)
- 工学分野で、世界の文献の約1/3を出版する

##### 技術的活動(Technical Activities):世界で主導的な役割

- 論文等を掲載する定期刊行物の発行(140~150誌)
- 国際学会の開催(年間1,000程度)
- 規格の制定・標準化(1,300以上)、技術者教育など

##### 世界の分野別論文数割合の推移



工学関連分野の研究

インパクト  
米国特許に最も多く引用される  
学術文献

次の【資料 2】が今回の分析データの概要である。ここでは、分析している IEEE の出版物の単位は、定期刊行物（Periodicals）とカンファレンスプロシーディング（Conference Proceedings）という大きく二種類ある。定期刊行物とは、IEEE のジャーナルとトランザクションであり、主に論文が掲載されている。IEEE のマガジンは、IEEE の会誌スペクトラム（Spectrum）をはじめ、それぞれの技術動向を解説するような雑誌である。これには、記事以外にもレビュー論文など記名記事が掲載されている。定期刊行物は、これらを合わせて 1980 年から 2008 年の約 30 年間の 35 万件程度の文献を分析している。

カンファレンスプロシーディングとは、国際カンファレンスで発表されたペーパーをそのまま掲載された冊子体のデータである。約 135 万件程度のペーパーを分析した。IEEE 本来の活動の流れは、カンファレンスで発表されたものが IEEE のトランザクションという名称の定期刊行物に載るものであるが、分析の都合上、カンファレンスペーパー、定期刊行物のペーパーはそれぞれ別個のものとしてそれぞれ分けて分析している。

【資料 2】

分析方法・データ

- IEEEが出版した①定期刊行物に掲載されたペーパー及び②国際学会の場で発表されたカンファレンス・ペーパーを対象に、研究領域別／国・地域別の動向等进行分析。

分析対象

IEEE出版物	IEEEの区分	刊行物名称	内 訳
定期刊行物 Periodicals	IEEEジャーナル Journals	トランザクション Transaction	IEEEの中心的な論文誌 発表したカンファレンス・プロシーディングをもとに論文を し査読を経て掲載するのがIEEEでの伝統的な研究の 流れ。
		ジャーナル Journal	論文誌 他学会と共同発行の場合が多い。
	IEEEマガジン Magazines	レター等 Letter	読者中心のもの 会員数が5,000人以上の大きいソサエティで発行して いる場合が多い。
		技術雑誌 Magazine その他 専門領域の名前等	実用的な概念や具体的な技術内容を中心に扱ったもの 誌名にマガジン(Magazine)が付く(コンピューター (Computer)誌のように領域名などを誌名にする学術 誌。特に情報分野では、このタイプのマガジンが多い。 一般的な記事も多く、文章数の2割近くが著者のレ ジューのない(個別の文脈が分らない)一般記 事的な文章が占めるケースもみられる。
カンファレンスプロシーディング Conference Proceedings	一年ごとに全 別タイトル	IEEE以外の学会の文献も含み、冊子量が多い IEEEが学術出版社として発行したプロシーディング。 IEEE Xploreにあるタイトルとストリーから開催日程がわか るようになっている。	

その他  
IEEE規格、書籍、トレーニングコースなど  
(分析対象外)

データ

出版物	範囲 (集計(年))	ペーパー数	第一著者所属組織 国・地域等
定期刊行物 Periodicals (延べ201誌) (内訳) トランザクション 114誌 ジャーナル 18誌 レター・マガジン 69誌	1980～ 2008年 (出版年) Published Year	ペーパー (Paper) 355,891 件	延べ141カ国・ 地域より
カンファレンス プロシー ディング Conference Proceedings (延べ8,706冊)	1980～ 2008年 (カンファレンス 開催年) Conference Start Year	カンファレンス ペーパー (Conference Paper) 1,148,164 件	延べ188カ国・ 地域より (延べ111カ国・ 地域で開催)

※国別データは、第一著者の所属組織により分類。  
 出典：調査資料-194  
 IEEEのカンファレンスと刊行物に関する総合的分析  
 一成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本一

## 2 IEEE 関連の出版の全体概況

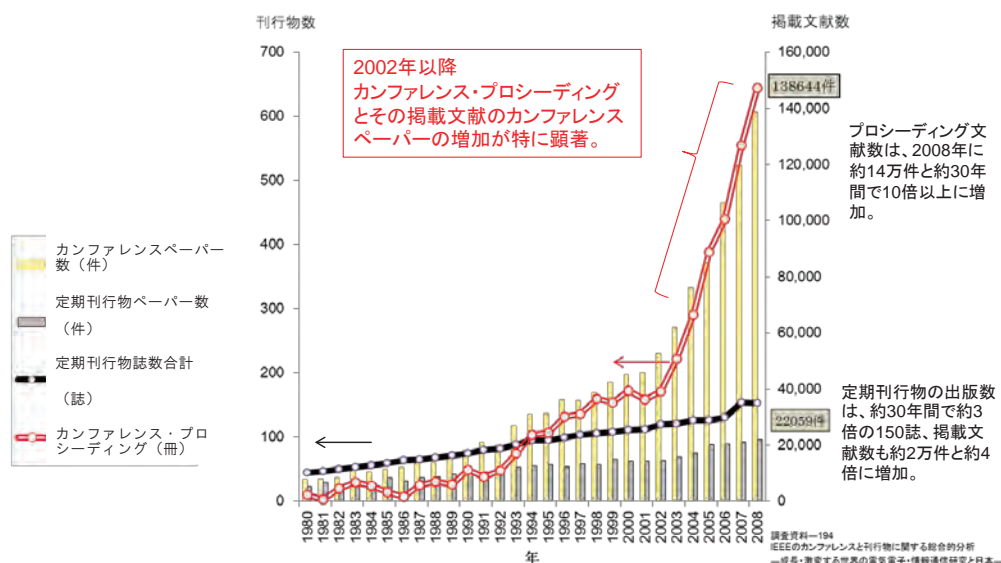
【資料 3】は、先程示した定期刊行物とカンファレンスペーパーの刊行物数とその掲載ペーパー数の経年推移を示したものである。過去 30 年間いずれも非常に多くなっている。定期刊行物は約 30 年間で 3 倍の 150 誌、ペーパー数は約 2 万件と 4 倍に増えている。プロシーディングは、2008 年に 14 万件と、約 30 年から 10 倍以上とそれ以上の伸びを見せている。

1988 年以降については IEEE の文献はデータベース (IEEEExplore) への全文掲載 (フルカバレッジ) が保障されているので、非常に正確な数値である。ただし、1980 年代のカンファレンスプロシーディングは、全文掲載が保障されていないので、1990 年代の値から見てトレンドをみて判断頂きたい。いずれにせよ、2000 年代からのカンファレンスプロシーディングの伸びが目立つことが特徴であることがお分かりいただけるだろう。

### 【資料 3】

#### IEEE出版物数・掲載文献数の推移(1980-2008年)

- 電気電子・情報通信関連研究の発展・多様化を反映, 出版物・ペーパー数は増加。
- 文献を出す国・地域数も50カ国から100カ国近くに倍増。



### 3 国・地域別の文献数推移

#### (1) 国際カンファレンス開催地の変化

以降、2000年代にカンファレンスプロシーディングのペーパー数が急激に増加した原因を、国地域別のペーパー数の推移から分析した結果を示していく。

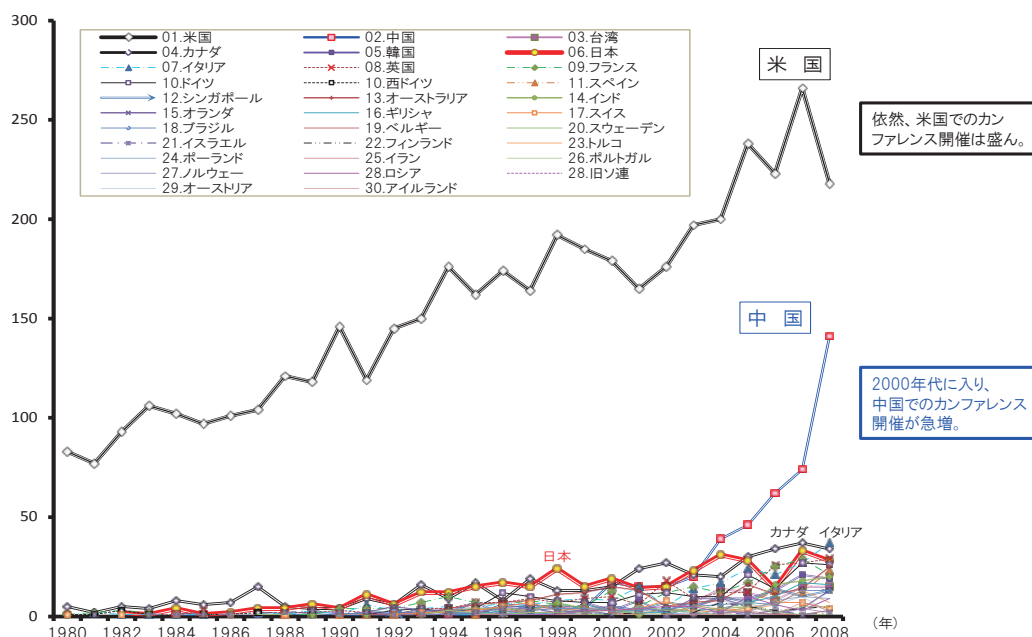
まず、プロシーディングの伸びの要因についてのデータを示す。

【資料4】は、国・地域別の国際カンファレンス開催数の推移を示したものである。2000年代に入ってから中国でのカンファレンスが特に伸びている。これは、研究活動の国際的な活発化と並んでIEEEの出版社としての経営戦略も反映している。IEEE出版事業部門が中国での出版事業に一生懸命取り組んだ成果である。ただ、米国でのカンファレンスの開催数が依然多い。

【資料4】

#### 開催国・地域別国際学会数の推移(1980~2008年)

プロシーディング数(冊)



※カンファレンスのホスト国ごとにカンファレンスプロシーディング冊数を年ごとにカウント  
 出典: 調査資料-194  
 IEEEのカンファレンスと刊行物に関する総合的分析  
 成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本

## (2) 国・地域別のカンファレンスペーパー数

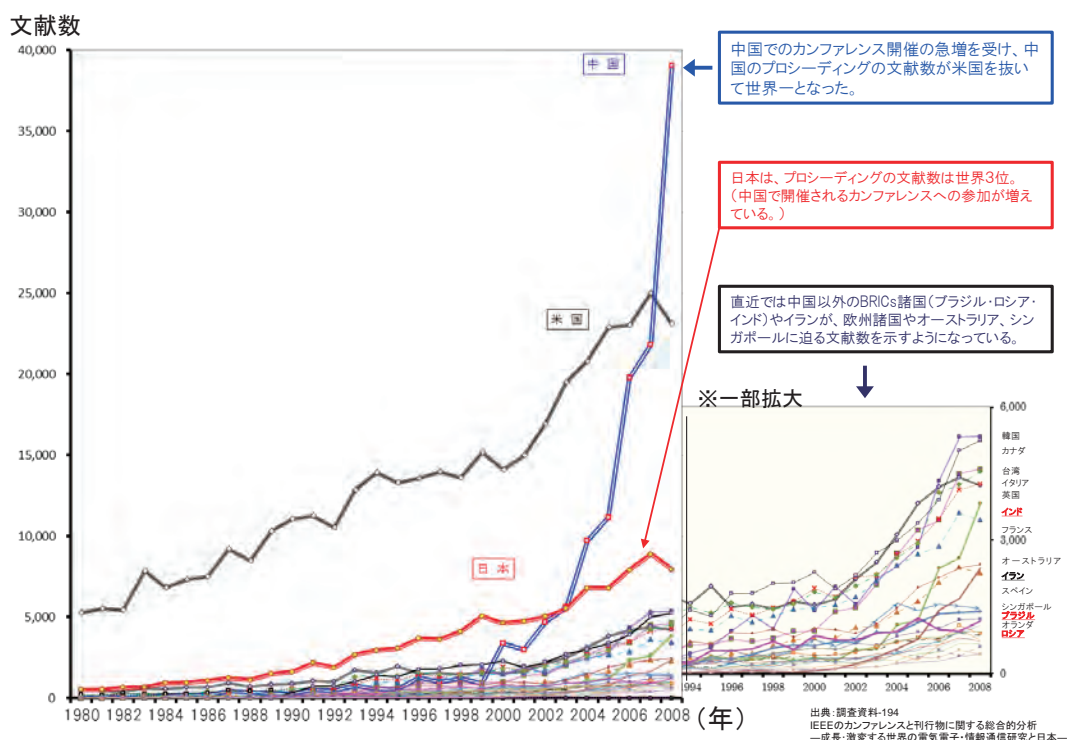
【資料5】は、カンファレンスペーパーのペーパー数を、国・地域別の第一著者の所属組織を基準に分類し、その経年変化をグラフで示した結果である。

これは、自身も最初見た時に非常に驚いた。着目すべき点は3点あると思う。

- 第1に、中国のペーパー数が急増し世界一になったことである。カンファレンスのペーパー数を見ると、中国でのカンファレンスが増えた効果もあって米国のペーパー数を抜いている。
- 第2に、中国、米国に次ぐ、日本のペーパー数増加である。日本のIEEEの関連の定期刊行物のペーパー数は低迷しているデータを今までの分析で専ら示してきたが、カンファレンスプロシーディングに関しては米国に次いで伸びているデータが出ている。
- 第3に、BRICS諸国の伸びである。先の一連の発表とも関連するが、インド、ブラジル、ロシアのブリックス諸国、イランなど経済発展しつつある国々が非常に伸びてきている。今後これらの国での科学研究活動が非常に活発化するのが予測される結果といえる。

### 【資料5】

#### 国・地域別カンファレンス・ペーパー数(1980~2008年)



(3) 国・地域別の定期刊行物ペーパー数

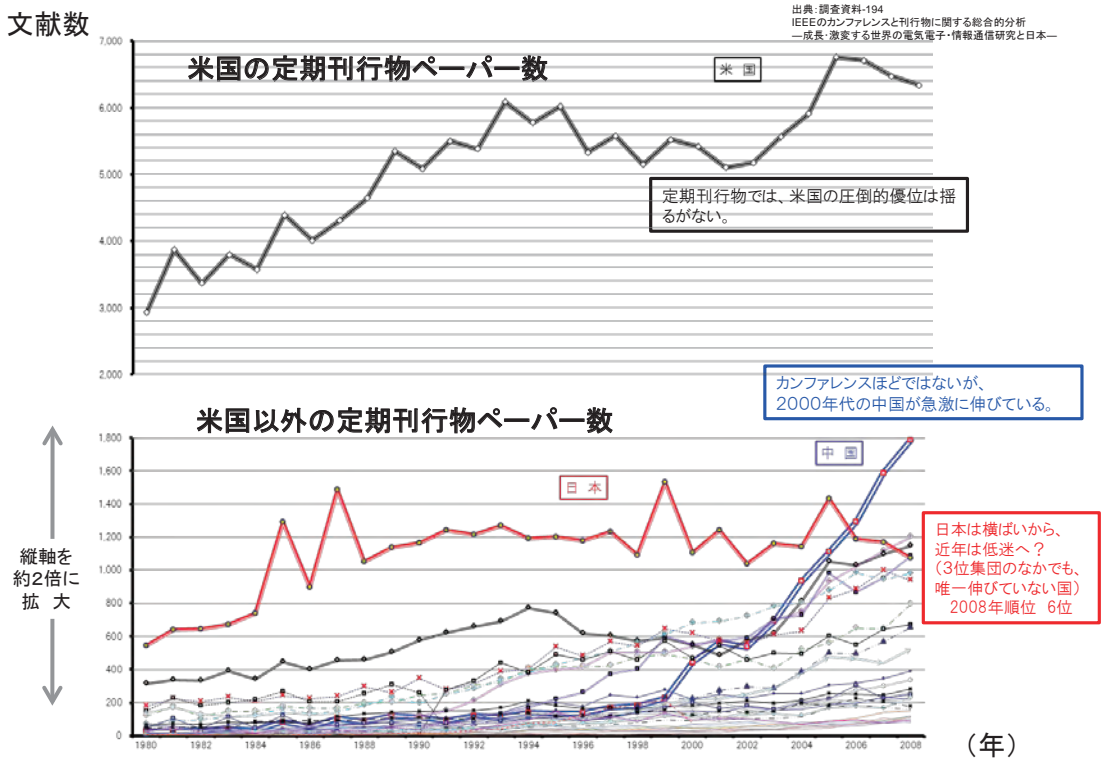
【資料 6】には、定期刊行物の国・地域別ペーパー数について同様に示している。

定期刊行物のペーパー数では、カンファレンスペーパーとは異なり未だに米国のペーパーが圧倒的に多い。しかし、米国以外を見ると、一番の特徴は、日本が 1980 年後半から 90 年代初頭にかけて米国に次いで非常に大きなプレゼンスがあった時期から、一貫して横ばいに推移していることである。

最近の動きで特徴的な点は、2000 年代に入ってから中国の急激な伸びである。ただし、日本の推移だけ非常に特異である。我々の最初のレポートでは、米中に次ぐ 3 位集団に入っていると指摘していた。しかし、2008 年をみると、中国に抜かれたのは当然として、カナダ、台湾、韓国といったような国・地域に抜かれ、驚くことに 6 位になっている。

【資料 6】

国・地域別定期刊行物ペーパー数(1980~2008年)



#### (4)文字どおり「国際的」となった IEEE と東アジアへのシフト

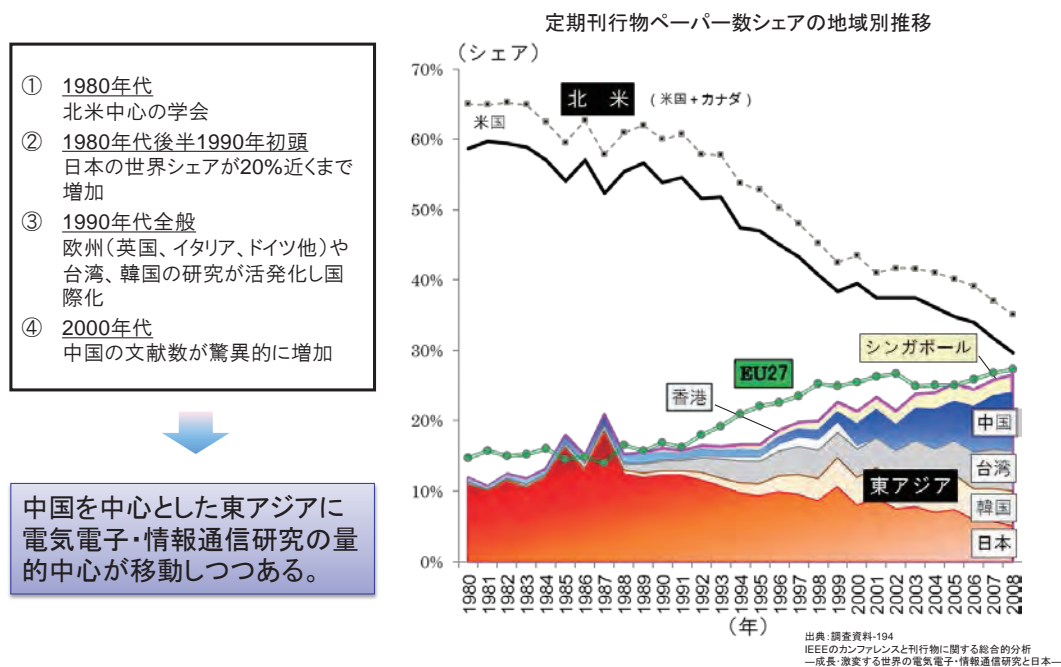
【資料 7】は、定期刊行物の国・地域別シェアの推移をまとめたものである。IEEE の出版状況の変化を通じ、電気電子・情報通信分野の研究におけるグローバルな変化の構造を示したい。

このチャートからは、IEEE の定期刊行物の地域別シェアがこの 30 年間で北米（米国、カナダ）、欧州（EU 加盟国）、東アジア（日本、中国、韓国、台湾）で拮抗するようになってきていることが分かる。この結果、過去 30 年の間に IEEE は、北米中心の学協会から文字通りに本当に国際的な学会になっている。現在は、中国を中心とした東アジアに電気電子、情報通信関係の研究の中心が移りつつある状況になっていることがお分かりいただけるだろう。

【資料 7】

#### 【結果①】世界の電気電子・情報通信研究の3極構造と東アジアシフト

- IEEEは過去30年間に北米中心の学会から文字どおりの世界的な学会へ変貌。
- 北米・欧州・東アジアが拮抗するグローバルな3極構造。



#### 4 世界の研究領域別動向と日本

##### (1)世界の技術動向

IEEE における約 30 年間の技術動向の推移と日本の特徴を分析した結果を示す。

ここでは、主に定期刊行物のペーパー数推移から、個別の研究領域別の動向についての分析結果を示したい。分析では、IEEE における研究領域別の活動の組織単位であるソサエティとテクニカルカウンシルに着目し、これらを一つの専門領域の研究動向の活発さの指標と見て分析した。【資料 8】は、IEEE 全体での領域別のペーパー数を 37 ソサエティと 7 テクニカルカウンシル分について細かく示した結果である。

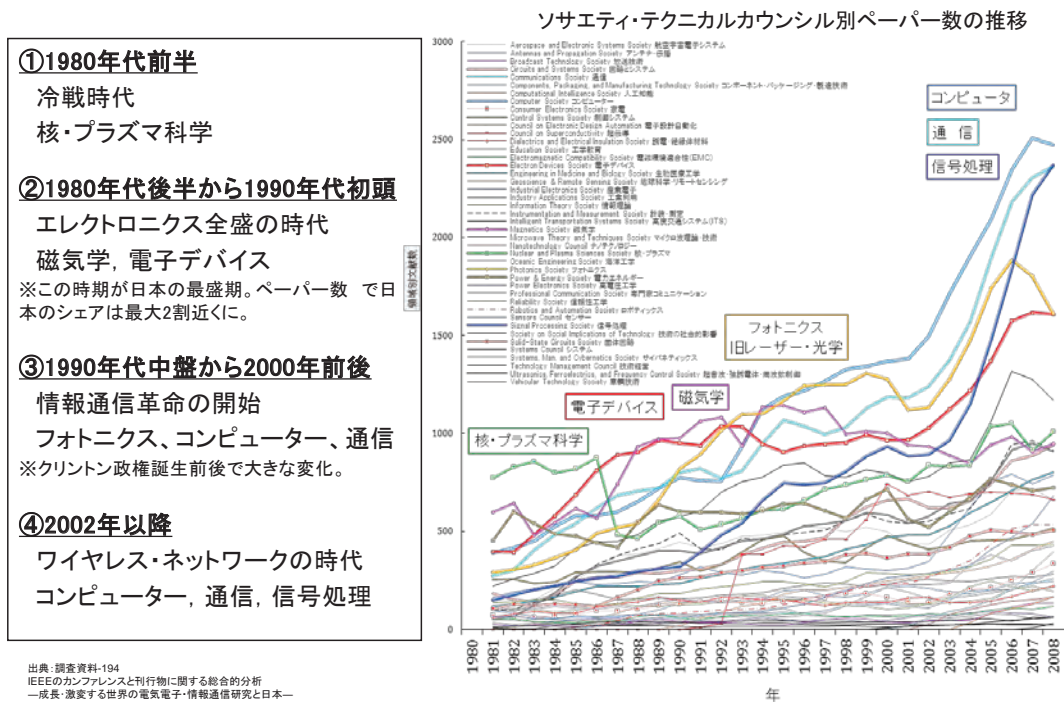
大きな技術トレンドの変化は、以下に示すように時代と共に変遷が見られる。

- 1980 年代の前半、冷戦時代は、核、プラズマソサエティのペーパー数が圧倒的に多い。1980 年代後半から 90 年代初頭は、エレクトロニクス全盛の時代、磁気学や電子デバイスといったソサエティの文献が最も多い。
- 1990 年代中盤から 2000 年にかけては、フォトニクス（※旧 LEOS）、コンピューター、通信ソサエティが急増した。
- 2002 年以降は、ワイヤレス関係の文献が増えたため、コンピューター、通信、信号処理といったソサエティの文献が一番増えている。

#### 【資料 8】

#### 【世界の変化①】 時代とともに変遷する研究領域

- IEEEでは、ペーパー数が最も多い中心的研究領域は、時代とともに変遷が見られる。





こうした変化を1992年と2007年との比較で表したのが【資料9】である。このスカイライングラフは、図の上部が2007年、図の下部は1992年の状況を表しているものである。それぞれの図の中におけるそれぞれの縦軸は、各ソサエティ、もしくはテクニカルカウンシルに関するペーパー数を表している。

横軸は、それぞれの年における各ソサエティのペーパー数のシェアに対応させて横幅を表示しているため、横軸の全体の長さがIEEEにおけるソサエティ及びテクニカルカウンシル関連のペーパー数の述べ総数を表すことになる。

これを見ると、各ソサエティのペーパー数の順位の変動状況とその全体のシェアがビジュアルに把握できると思う。そこに、技術動向の構造変化が端的に表れている。具体的には、1990年代の電子デバイスやレーザーや工学、磁気学といったソサエティが中心であった。2000年代になると、通信、信号処理、コンピューターのようなソサエティの文献の数が多くなっている。

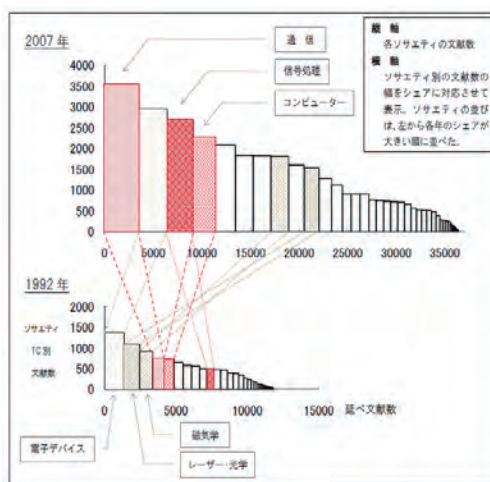
こうした状況を一言で表現すれば、IEEEは、1990年代には電気電子分野中心の学会だったのであるが、2000年代になると情報通信中心の学会に変化しているということである。

#### 【資料9】

#### 【世界の変化②】 電気電子学会から情報通信学会になったIEEE

- 1990年代は電子デバイスなど電気・電子系の領域のソサエティのペーパー数が多く中心的な存在であったが、2000年代は、情報・通信系の領域へと量的中心が移っている。

ソサエティ別ペーパー数(1992年→2007年)の変化



※複数のソサエティが共同で発行している定期刊物のペーパーは、重複カウントされているため、延べ文献数の総数は実際の文献数よりも多くなる。

出典: 調査資料—176 IEEE 定期刊物における電気電子・情報通信分野の領域別概況

(2)日本の動向

日本の状況を示したのが次のチャートの【資料10】である。【資料8】と同様な方法で日本のソサエティ、もしくはテクニカルカウンシル別のペーパー数を同じようにとったものである。

日本の場合は、電子デバイス、磁気学、フォトニクスと従来からペーパー数多かったところがそのまま多く、ほとんど構造変化が見られない状況になっている。もっとも、ソサエティごとのペーパー数は非常に差があるので、こういった領域でシェアが高いのかと言えば、磁気学、超電導、絶縁・誘電体、あとはロボティクスである。そういった領域では、国際的シェアが高い状況が続いている。このうち、超電導のペーパーが1990年代に急増し、その後安定的に増加している点が唯一起きた変化といえる。これ以外は、総じて世界に比べ電気電子に強く、情報通信に弱い日本の構造は変化していない。また、逆に2000年代における世界の研究ポートフォリオとかけ離れる主要な要因になっている。

【資料10】

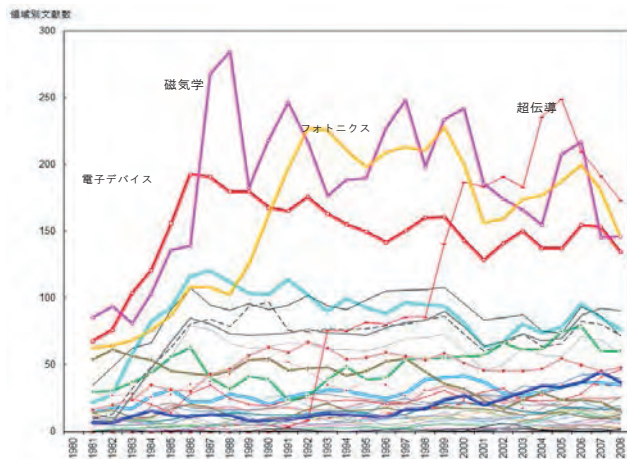
【日本の動向】 日本の研究領域別定期刊行物ペーパー数の推移

- 日本の研究領域別ペーパー数は、基本は長期にわたり固定・安定的である。
- 磁気学、超伝導、絶縁・誘電体、ロボティクスといった領域で、国際シェアが一貫して高い。

日本のソサエティ・テクニカル別定期刊行物ペーパー数の推移（1980-2008年）



※凡例については、世界または日本で主要な20研究領域について記している。



出典: 白川他(2011)『日本の電気電子・情報通信研究の世界トレンドからの乖離に関する計量書誌分析』

### (3)国際比較:日本の研究ポートフォリオの特異性

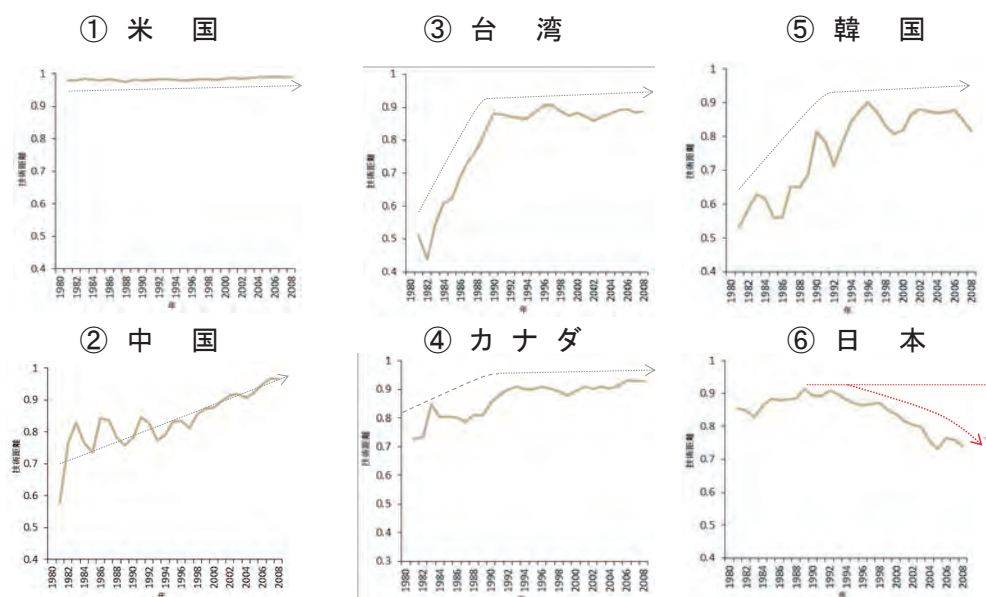
こうした結果を定量的に国際比較評価した結果が【資料 11】である。これは、ある年のそれぞれの国・地域のソサエティ別のペーパー数を研究領域別のポートフォリオのベクトルとみて、これを世界全体のポートフォリオのベクトルとの内積を単純にとってみた結果である。この値の経年推移を各国別に国際比較結果を見ると、日本のみが 90 年代以降一貫して世界のトレンドと乖離し続けていることが綺麗に分かる。さらに、その乖離が大きくなっている。よく日本は技術で勝って商売で負けるといったようなことや「ガラパゴス化」だとか独自の進化だと言われることがあるが、ソサエティ別のペーパー数を基準に評価してみると、定量的に日本の研究の「ガラパゴス化」している様子が綺麗に証明できた。

#### 【資料 11】

#### 【結果②】 1990年代から世界の研究トレンドから乖離が一貫して拡大する日本

- 研究領域別のポートフォリオの経年推移を国際比較すると、日本のみが1990年代以降世界の研究トレンドと一貫して乖離が大きくなっている。

ソサエティ、テクニカルカウンシル別のペーパー数に基づく主要国・地域の技術距離の推移



出典: 白川他(2011)『日本の電気電子・情報通信研究の世界トレンドからの乖離に関する計量書誌分析』

## 5 日本のセクター別研究動向

### (1) 産学官セクター別文献数の推移に見られる日本の研究の構造変化

次のパートでは、こういった日本独自の進化はどうやって起きたのかを、産学官のそれぞれのプレイヤーがどう行動した結果、現在の日本の世界のトレンドからかけ離れた状況が形成されたのかについて分析した結果を示す。

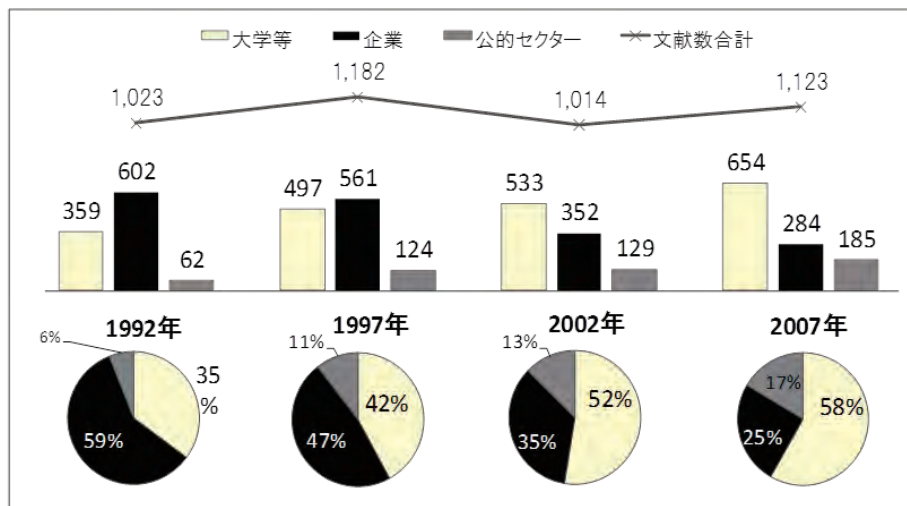
【資料 12】は、日本の産学官のペーパー数の推移とそのシェアをとともに示したものである。これを見ると、論文生産は電気電子メーカーが 80 年代は非常に主役であったのが、ペーパー数で大学と企業とのペーパー数がちょうどこの 15 年、20 年の間で入れ変わっている。産から学への主役交代が基本的な構造変化である。日本の場合は、企業が 90 年代に落ち込むのであるが、それを公的セクターと大学が支え日本全体の研究開発の水準は一定に保たれている。

【資料 12】

#### 【セクター別動向】「産」から「学」へ主役が変化した日本

- 論文生産の主役が企業から大学に移っている。電気電子・情報通信分野の日本の研究開発活動は、企業は1990年代後半以降落ち込み、これを大学及び公的セクターが下支え・代替することで、日本全体での研究開発の活動水準が一定に保たれる構造になっている。

日本のセクター別定期刊行物ペーパー数(1992年, 1997年, 2002年, 2007年)



出典: 科学技術政策研究所 調査資料-169 IEEE定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況 (2009.7)

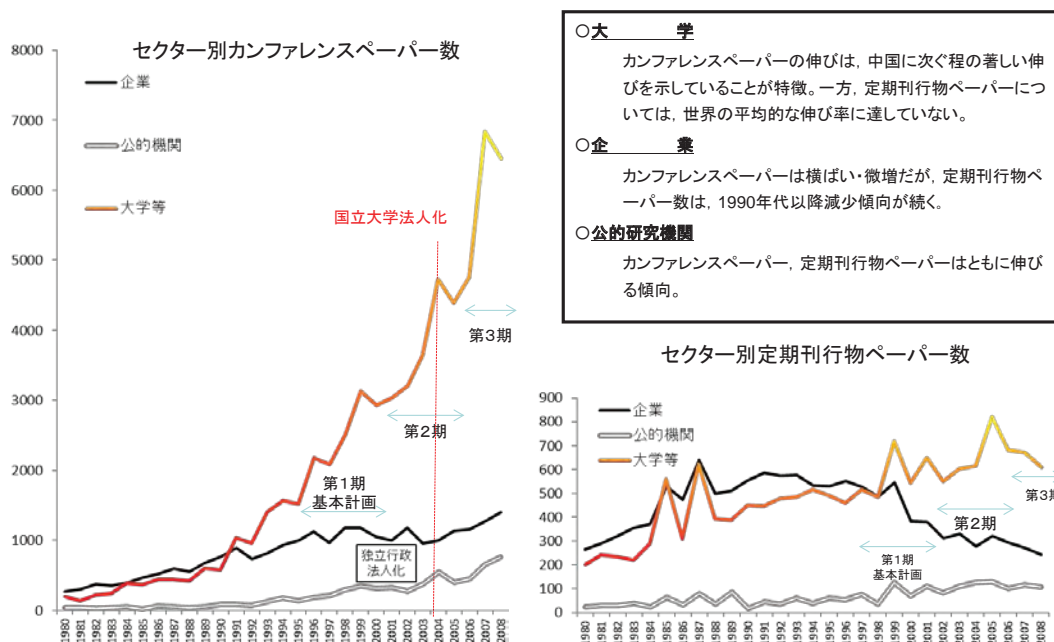
次の【資料 13】は、セクター別ペーパー数の詳細な経年変化を示したグラフである。カンファレンスペーパーでは、1990年代。定期刊行物では90年代の末に大学が企業を抜いている。特に、セクター別のカンファレンスペーパー数を見ると、第1期科学技術基本計画、第2期、第3期と、さらに、独法化、国立大学の法人化など、それぞれの時期と対照させて見ると、非常にビビッドに反応してカンファレンスの数が伸びている。概して科学技術の制度やシステムの改革は、ポジティブに影響していると言える状況になっているのではないだろうかと思う。

特に、国立大学法人化以降の伸びについては、詳細に分析してみたところ特徴的であった。第2期科学技術基本計画の時期に大きく伸びたのは、いわゆる旧七帝大や早稲田大、慶應義塾大といった有力大学の伸びが中心だったが、第3期科学技術基本計画、法人化以降のカンファレンスの伸びの過半は地方の国立大学であった。これは、法人化によって外国旅費の使用の縛りなどが無くなったことなど大きく研究システム面での弊害が軽減され、アウトプットに表れてきていると言える。つまり、セクター別の定期刊行物のペーパー数は、大学は一貫して伸び基調にあり、科学技術政策の施策と正の相関関係にあるということである。ただし、日本の中では主役を担うレベルになったのであるが、このペーパー数の伸びは世界の平均と比べると、平均を超えるほどはないことには議論が必要であろう。

【資料 13】

【セクター別動向】 日本の産学官セクター別文献数(1980～2008年)

- カンファレンスペーパーでは、1990年代初頭に大学が企業を抜き、定期刊行物ペーパー数では、1990年代末に大学が企業を抜いている。産から学への主役交代が起きている。



(2)大学の变化

大学の研究領域別の研究内容がどう变化したかについて分析した結果が、次の【資料 14】である。

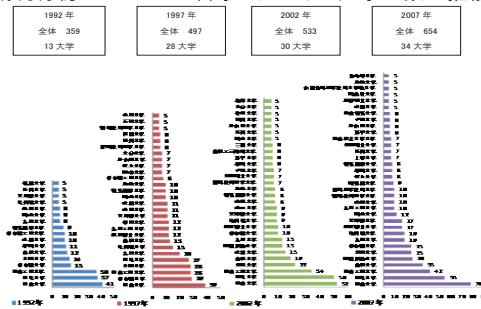
定期刊行物のペーパー数を見ると、年間5本以上はペーパー数を出す大学が、1992年から5年単位で見ると徐々に増えている。つまり、大学における研究活動は、研究拠点の数も増えている。しかし、研究領域別にペーパーの内容を見ると、先程示したようにソサエティ別のペーパー数を反映しており、超電導などの特定の領域に特化してしまう傾向が強い。情報通信分野などの現在世界の伸びの中心の領域では、トータルとしてペーパー数は伸びているものの、やはり構成比で見るとほぼ横ばいの形になっており、中心的な研究領域が交代するような構造変化は起きていない。

【資料 14】

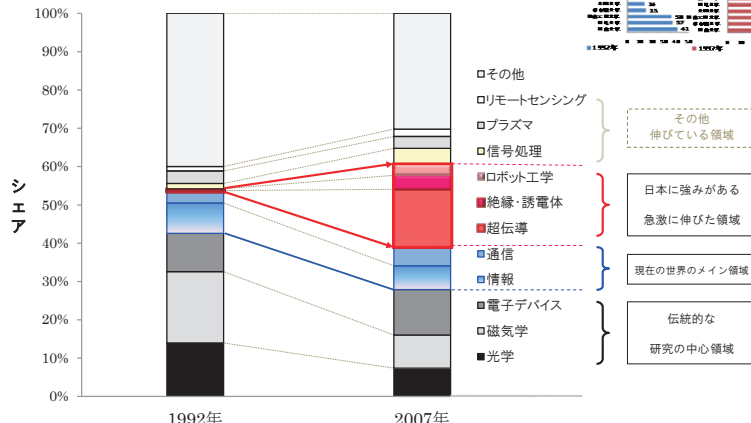
【大学の变化】 量的拡大の一方、特化・集中が目立つ

- 定期刊行物ペーパーを出す大学の数は増加し、大学における全体の研究は量的には拡大基調。
- 研究領域別には、大学は超伝導など特定の研究領域に特化・集中する傾向。

定期刊行物ペーパーが年間5以上ある大学の数の推移



図表 1 大学における研究領域別の文献構成



1992年、1997年、2002年、2007年における定期刊行物ペーパー数が5以上の大学について抜き出して記載。

出典：科学技術動向 2010年10月号『日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化』

### (3) 企業の変化

【資料 15】は、日本の上位企業グループ 5 グループに関して、定期刊行物ペーパー数の推移を示した結果である。

日本の中で 2007 年に一番多いペーパー数を出している企業グループを、上位 5 グループ集計した結果である。この結果は、一目瞭然で、NTT グループが非常に減っていることが象徴的である。日本全体の企業のペーパー数の最も大きな減少要因になっている。

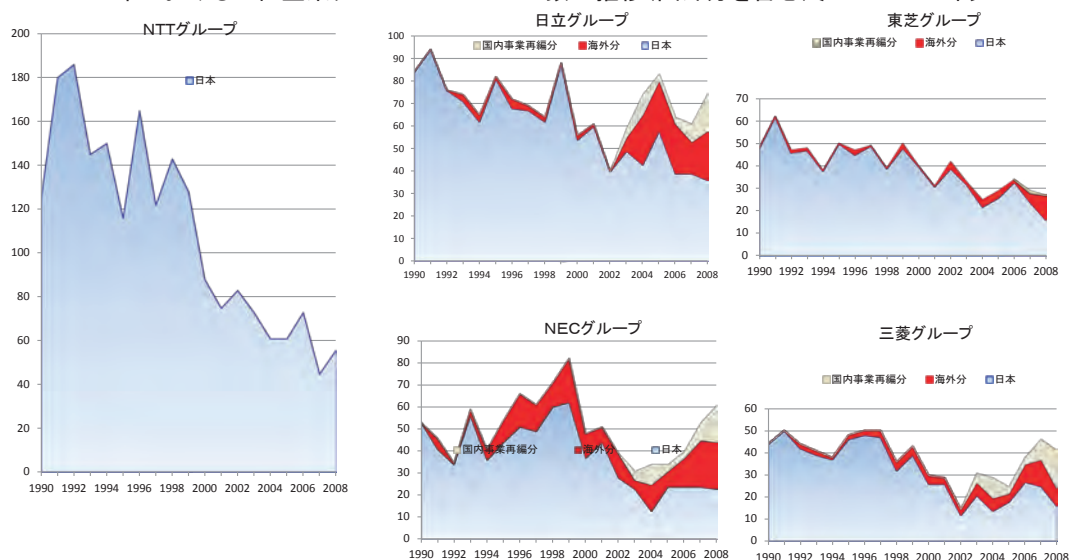
また、それぞれのグラフの赤い箇所に着目して頂きたい。これは、それぞれの企業グループが海外の研究所、もしくは海外で買収した子会社が出したペーパーである。つまり、日立では IBM から買収したハードディスク部門の海外関連会社からのペーパーが多くなった影響である。NEC グループでは、海外の研究所が中心にペーパー数が増加した結果全体では横ばい傾向になっている。つまり、日本国内の研究の結果としてのペーパー数は非常に減っている一方、海外では増えるという研究開発活動の国際化・流失が、NTT 以外の大手企業の動向であると総括できる。

#### 【資料 15】

#### 【企業の変化】 日本における上位企業グループの定期刊行物ペーパー数の推移

- NTTのペーパー数の減少が顕著。しかし、他の上位企業グループ(2位～5位)は、国内のペーパー数は減少する一方、海外研究所等のペーパー数が増えている。

日本における上位企業グループのペーパー数の推移(国外分を含む)[1980-2008年]



出典: 科学技術動向 2010年10月号 『日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化』

【資料 16】は、企業グループを NTT と上位企業とその他と大きく 3 群に分けて、1992 年と 2007 年の間の研究領域別の文献数の変化を分析した結果である。

1 番左のグラフは NTT のペーパー数である。ペーパー数の減少要因は、フォトニクスと電子デバイス関連の減少、非常に大きく、日本全体の企業セクターの減要因の殆どの説明を尽くすことができる。しかし、NTT が日本トップクラスの素晴らしい研究機関であることは、変化していない。ここには(株)国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 分を足していないにも関わらず、やはり情報通信、信号処理に関しては、大学と比べても単一の企業グループ自体で見ると未だにトップクラスの機関である。

次に、上位企業グループ、日立、東芝、NEC、三菱電機のグループは、どういう変化を遂げたかを述べる。ここでは、赤い斜線部が海外の研究所のペーパーを示している。さらに、その右の赤い部分が情報通信、信号処理関係の研究を示している。

上位の日本企業では、海外分も含めるとペーパー数は減少していない。さらに、海外研究所の研究領域を分析すると、情報通信のように世界で伸びている領域の研究活動が多い。むしろ、新興領域の研究が海外流出していることになる。製造業の空洞化の前に先端的な研究開発も空洞化しかねない状況にあるといってもよいのではないか。

一方、国内の研究開発のペーパー数を見ると、電子デバイスなど昔ながらのお家芸だったペーパー数が縮小している。また、コンピューター関連、情報通信といった分野や家電の領域では、横ばいを保っている。端的に言うと、ビジネスモデルを同一に保ったままでグローバル展開を進めている結果である。

その他の企業の変化を見ると、赤と黒とピンク色のところでは、情報通信と家電と電極関連が大きく減っていることが目立つ。

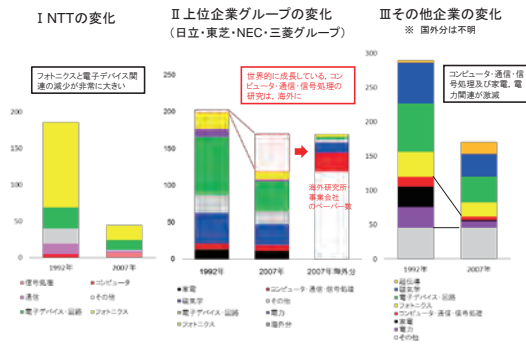
また、その他デバイス関連、その他の領域も減っている。一方、超電導関連のペーパー数などは、増加している。この理由は、住友電工のような企業が新たに IEEE でペーパーを出すようになったためである。新製品を実用化したところは、研究開発を増やしている。

これらを総括すると、それぞれの企業はそれぞれの企業戦略に基づき研究活動のグローバル展開を図るなど、必要な研究開発は戦略的に実施している様子が伺える。

【資料 16】

【企業の変化】日本企業の領域別定期刊行物ペーパー数内訳(1992年→2007年)

- NTT 以外の上位企業グループは、海外研究所の定期刊行物ペーパー数が増加しており、実質的な落ち込みは少ない。





### (3) 研究領域別のセクター別構成比の変化

【資料 17】には、定期刊行物について領域別（ソサエティ及びテクニカルカウンシル）にセクター別のペーパー数の構成比の変化を 1992 年から 5 年毎の結果を示している。

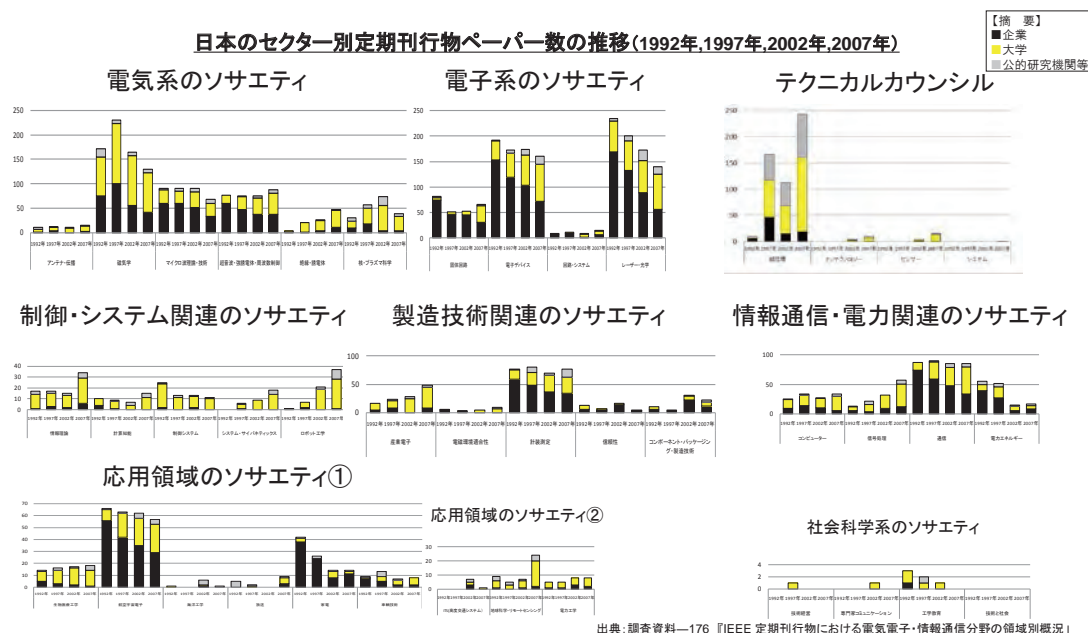
日本全体で見ると、確かに、全体的に大学（黄色）が文献の生産の主役になった。しかし、研究領域別のペーパー数のバランスは、昔の産業構造に色濃く反映しているように思われる。大学は、新たな領域の開拓を目指して研究内容自由に選べるはずなのに、昔の産業構造の非常に強い影響されてしまっている。もちろん、制御システム関連のソサエティの区分は、ここに日本の得意なロボティクスなども分類されるが、こうした研究領域のソサエティは、大学が一生懸命牽引して伸びている。しかし、ペーパー数は超電導など一部の領域を除くと伸びは電気系・電子系のソサエティに比類するほどまでには増えていない。

情報通信・電力関連の一番右の電極関連のソサエティなど、電子デバイスや電気系のところ、黄色の部分を見て頂くと、黒が減って黄色が増える推移をしているグラフが多くみられる。この意味は、産業界の減少相当分、大学のペーパー数が増加し、結果的に全体の数が横ばいになっている。これをどう解釈したら良いのかは、解釈は複数ありうるとは思うが、企業の研究者が大学に移ってそのまま同じ研究を続けている状況にあるのではないかと考えられる。科学技術でイノベーションを起こしていくには、こうした状況が果たして適当であったかどうかは、その是非を議論する必要があると思う。

【資料 17】

#### 【結果③】 かつての産業構造を強く引きずる、日本の大学の研究領域別ペーパー数

- 日本の研究領域別ペーパー数のバランスは、かつての産業構造を色濃く反映。論文生産の主役となった大学でも、研究内容は自由に選択できるはずだが、その影響は強い。
- まるで、企業の研究者が大学に移動して同じ研究を続けているように見える研究領域も。



## 6 まとめ

最後に、【資料 18】に、結論をまとめたい。

- 第一に、ペーパー数の量的な側面について述べる。IEEE では日本は世界（米国）に 80 年代後半に殴り込みをかけて、世界による圧倒的な地位を築いた。しかし、今はアジアの中でも 4 番目である。こうした厳然たる事実を認識する時期になっている。世界の研究は、北米と欧州と東アジアが拮抗する、グローバルに競争する時代である。こうした環境下で国際的なアライアンスを考える時代になってきている。
- 第二に、日本の領域別の研究の状況の問題点を述べたい。日本の研究のポートフォリオは、世界のトレンドから 1990 年代以来一貫して乖離してきている。それは何故起きたのかというと、電気電子が中心的な領域だったのから情報通信に研究の軸足が世界で明確にシフトしたにもかかわらず、日本は超電導のような独自の領域や、電気電子関係の領域がそのまま強い固定的な状況が続いているためである。
- 第三に、結論のまとめとしては、日本の研究のポートフォリオは、過去の産業構造を引きずっているということだ。研究内容を自由に選べる自由があるとされるはずの大学でも、過去の社会に引きずられてしまっている。一方、企業の方は、相対的に弱い情報通信分野の研究では日本ではなく海外で研究を活発化させてきており、先端的な研究開発の面でも空洞化が進展している。

以上 3 点の結論は、この因果関係を統計的に証明するのは非常に難しい。ただ、悉皆調査にもほぼ等しい本調査の結果からは、こうした現象が起きていることは事実として明らかにされたといえよう。こうした状況を踏まえ、皆さんの中のご意見やコメントを頂き、今後の科学技術政策を考えるきっかけになれば幸いに思う。

【資料 18】

## 結論

### ①米国に次ぐ圧倒的な世界2位から、東アジアの中の1国になった日本

- 世界の電気電子・情報通信関連研究は、北米、欧州、東アジアの3極構造。
- 日本は、かつての圧倒的な世界2位から、東アジアの中の1国（定期刊行物ペーパー数2008年順位：中国、台湾、韓国、日本）の位置付けに。アジアの中でも4番目となっている事実を冷静に認識すべき。

### ②1990年代以降一貫して世界の研究トレンドから乖離し続ける日本

- IEEEは、1990年代の電気電子関係が中心の学会から、2000年代になり情報通信関連が中心の学会に変化。
- 一方、日本の研究領域別定期刊行物ペーパー数の推移は1980年代から電気電子関連が中心のまま変化が見られず、結果的に日本のみが主要国とは全く異なる技術トレンドで推移。

### ③かつての産業構造を強く引きずる、日本の大学の研究領域別ペーパー数

- 日本国内では、企業に代わり大学が主たる論文等の執筆の担い手になっている。しかし、自由に研究内容を選択できる大学でも、かつての日本の産業構造に引きずられた研究領域のバランス構成となっている。
- こうした中、日本全体で相対的に弱い情報通信分野の研究については、海外研究所等で行う企業グループも出ている。



白川 展之

科学技術動向研究センター 上席研究官

(経歴)

1998年4月 広島県職員

2008年9月 文部科学省科学技術政策研究所 上席研究官

参考文献:

1. 調査資料-169 IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況、2009年7月、文部科学省科学技術政策研究所 白川展之、野村稔、奥和田久美
2. 調査資料-176 IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の領域別動向 ― 日本と世界のトレンドの差異 ―、2010年2月、文部科学省科学技術政策研究所 白川展之、野村稔、奥和田久美
3. 調査資料-194 IEEE のカンファレンスと刊行物に関する総合的分析 ―成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本―、2011年6月、文部科学省科学技術政策研究所 白川展之、古川貴雄、野村稔、奥和田久美
4. 日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化、科学技術動向、2010年10月号、pp21-29、白川展之、野村稔
5. シンポジウム「IEEE に見る国際競争激化とグローバル化―研究人材の国際流動性は研究開発に影響を与えるのか―」開催報告、科学技術動向、2012年2月号、pp36-50、野村実
6. 「日本の電気電子・情報通信研究の世界トレンドからの乖離に関する計量書誌分析」日本MOT学会査読付論文、『技術と経済』通巻544号、2012年6月号、pp.50-60、白川展之、古川貴雄、野村稔、奥和田久美



〔研究レビュー 3-3〕

## 日本の大学の研究活動の現状把握

～機能分化が進んでいるか～

科学技術政策研究所長 桑原 輝隆



## 研究レビュー 3-3

### 日本の大学の研究活動の現状把握～機能分化が進んでいるか～

科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

科学技術政策研究所では、日本の大学の研究活動の現状把握に取り組んでいる。ここでは、大学を国公立で分けた場合、論文数が多い大規模大学と小規模大学に分けた場合等でベンチマーキングとして何が見えるか、さらに個別大学のデータから何が浮かび上がるかを紹介する。なお、大学は機能の相当部分が教育であるが、論文データから議論できるのは研究の部分に限定されることにご留意いただきたい。

2012年6月、国立大学協会が国立大学の機能強化について国民向けのメッセージを出している。大きくは、①教育研究に関してナショナルセンター機能を強化する、②地域との連携という意味でのリージョナルセンター機能の強化、③大学間、あるいはその他の組織との有機的な連携共同システムの強化の3点である。

より具体的には、以下のような方策が述べられている。

- 方策1：各大学の個性特色の明確化を図る
- 方策2：システムの確立とさらなる質の向上
- 方策3：自己評価に加えて大学の情報を積極的に開示
- 方策4：国内外の教育研究機関との連携を推進
- 方策5：運営の効率化とともに、多様な資金の獲得

このような観点について、定量的なデータから一体何が見えてくるのかということ議論する。データの分析については、論文の量とともに、質としてトップ10%論文や被引用回数のシェアを計測し、かつ時間軸での変化を出来る限り追っていくことにする。

## 研究レビュー 3-3

### 日本の大学の研究活動の現状把握 科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

データベースは Web of Science を使用する。文献種類としては article, letter, note, review の四つを対象にするので、proceedings paper は今回の分析から外れている。さらに分野については、データベース提供企業が雑誌ごとに割り振っている 22 分野を基本としつつ、これをさらに 8 つの大きなジャンルに分けて議論をする。

#### 【資料 1】

##### 論文分析の手法

###### <使用するデータベース>

- トムソンサイエンティフィック社、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、1981-2010年。被引用数は、2010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, letter, note, review を対象としている。

###### <分野について>

- 本分析では、WoS データベース収録論文を ESI (Essential Science Indicators) の 22 分野分類を用いて再分類し、分野別分析に用いた。なお、経済学・経営学、複合領域、社会科学一般の分野の論文は今回の調査対象から外した。
- また、対象とする 19 分野を、8 つの領域 (PF1~PF8) に集約した。

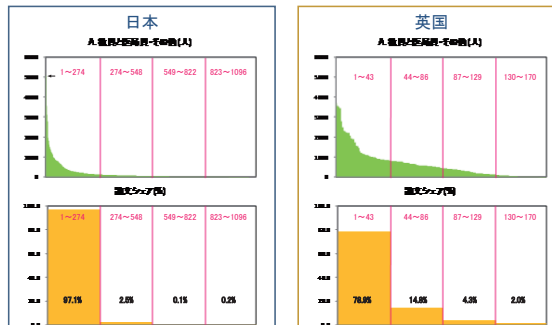
No.	分野カテゴリー	集約した ESI22 分野分類
PF1	化学	化学
PF2	材料科学	材料科学
PF3	物理学	物理学、宇宙科学
PF4	計算機・数学	計算機科学、数学
PF5	工学	工学
PF6	環境・地球科学	環境/生態学、地球科学
PF7	臨床医学	臨床医学、精神医学/心理学
PF8	基礎生命科学	農業科学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物学

まず、日英の大学を比較する。短大も入れると日本は 1,000 を超える大学がある。同じ数え方で英国は 170 程である。上段が教員とその他医局員等々の人材の分布を示しているが、日本では上の四分の一を除くと残りは非常に小規模になることがわかる。英国の場合はもう少しならかな分布である。論文数では、日本の場合は上位四分の一のグループで 95% 以上を占め、英国の場合は 80% 程度である。

#### 【資料 2】

##### 日英大学システム比較のための分析対象の検討

- 日英共に、ほとんど自然科学系論文を生産していない大学が多数存在する。
  - 但し、論文数の分布は日英で異なる(英国の方が比較的幅広い機関が論文を生産)。
- ⇒ 日英比較のために適切な対象を抽出する必要。



※集計期間: 期間Dで集計(インプット→2004~2006年、アウトプット→2005~2007年)

※対象機関: 日本→1096機関、英国→170機関(大学・短期大学相当機関を集計)

出典: 日本の大学に関するシステム分析



そこで日本、英国の大学をそれぞれの国の大学が関わった論文の中で、5%以上のシェアを持つ第1グループ、1から5%の第2グループというように分類する。日英とも第1グループに所属する大学が4つになる。第2グループは、日本が13に対して英国が27。第3グループは日本27に対して英国16であり、第2と第3を足すと数としては似たような傾向になる。一番規模の小さい第4グループたくさんの大学があることが日本の特徴である。

【資料3】

論文数シェアに基づいた大学のグルーピング

- 論文数(シェア)に注目して大学グループを設定
  - 日本には国公私立大学(短大を含む)が1096存在し、英国には170存在する。
  - 「自然科学系の論文生産に一定程度参加している大学」を抽出したところ、日本は全大学数の2割弱(179大学)、英国は6割程度(95大学)である。
  - 論文シェアについては、これらの大学が日本の97%、英国の99%を占める。
  - 同様に、外部受け入れ研究費については、日本の88%、英国の96%を占める。

＜各国大学システム中での論文シェアによるグループ毎の大学数＞

	A 55~98	B 99~01	C 02~04	D 05~07	
日本	第1グループ(シェア9%~)	4(4.0%)	4(4.0%)	4(4.0%)	4(4.0%)
	第2グループ(シェア1~5%)	13(13.0%)	13(11.1%)	13(11.1%)	13(10.0%)
	第3グループ(シェア0.5~1%)	27(18.7%)	30(18.4%)	29(9.3%)	27(18.4%)
	第4グループ(シェア0.05~0.5%)	119(32.8%)	131(24.18%)	133(33.18%)	152(36.15%)
英国	第1グループ(シェア9%~)	4	4	4	4
	第2グループ(シェア1~5%)	29	29	30	27
	第3グループ(シェア0.5~1%)	15	12	13	16
	第4グループ(シェア0.05~0.5%)	45	53	48	48

第1グループは、A~D期間通じて、4大学とする。  
第2~3グループの合計機関数は日英でほぼ同一。

(注1) 例外として、第1グループについては、前述の通り期間内でシェア%~の大学で限定されている。  
(注2) 日本の大学数における「自然科学系」は、専ら国立・公立・私立大学の数を表している。  
(注3) 論文シェア0.05%以下の大学は、分析対象から外した。  
(注4) 大学グループは期間A~Dそれぞれにおいて、独立して設定したため、同一大学でも期間により区分されるグループが異なる場合がある。

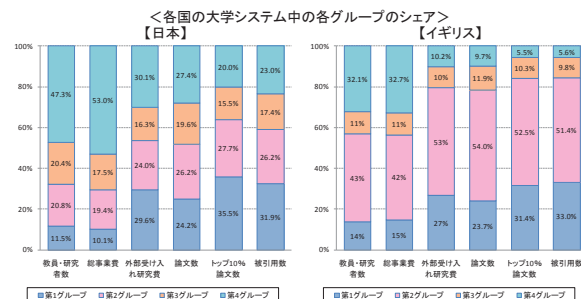
出典：日本の大学に関するシステム分析

このグループ毎に、人材、資金のインプットと論文数等のアウトプットを集計する。日英共にトップ4大学のシェアは、インプットもアウトプットも似たような構造にある。ただ、第2集団の厚みが英国は非常に大きく、特にアウトプットでは全体の半分位を占めている。日本は第1~第4集団がアウトプットと外部研究費でほぼ拮抗している。

【資料4】

日英の各国の大学システム中の各グループのシェア

- 日本では、論文生産の量的な面では第1、2グループがほぼ同等のシェアを持ち、被引用数の高い論文という質的な面では、第1グループの方が大きなシェアを有している。量質両面において第1グループが大きな役割を果たし、第2グループはその次である。
- 英国は第2グループの層が厚い。英国では、論文生産の量的な面でも第2グループが50%以上のシェアを持ち、質的な面でも同様に大きなシェアを有している。量質両面において、第2グループのシェアが、第1グループを上回っている。



【インプットデータ】  
日本：総務省統計局「科学技術研究調査」調査票(総政審第344号)の機関単位データを使用。英国：HESA(Higher Education Statistics Agency)のResearch of Higher Education Institutionsに収集された機関単位データを使用。  
【アウトプットデータ】Scopusデータベース Web of Science(Science Citation Index Expanded)のデータを基に、科学技術政策研究所が分権カウンタによって集計、被引用回数に関して、2007年末時点での数値を用いた。

出典：日本の大学に関するシステム分析

研究レビュー 3-3

日本の大学の研究活動の現状把握  
 科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

次に、この大学のマッピングしていく。このテーブルで、縦の列は国内論文シェアによるグループである。横の行には研究者一人あたりの論文数を取り、4つのクラスに分けている。日本の場合、第1グループの4大学は、左上の量も多いし一人あたり生産性も高いというグループに入る。第4グループの規模の小さい大学の中に、一人あたりの生産性の高い大学がかなりあるというのが日本の特徴である。

【資料5】

論文数シェアと研究者1人あたり論文数により分類された大学【日本】

- 日本の第1グループに属する4大学は、全て生産性の最も高いクラスIに属している。
- 日本には論文数シェアとしてはあまり大きくない第4グループの中に、比較的生产性の高い大学が存在している(緑色部分)。

日本		論文シェア			
		第1グループ(5%~)	第2グループ(1~5%)	第3グループ(0.5~1%)	第4グループ(0.05~0.5%)
研究者1人あたり論文数	クラスI (2件~/人)	東京大学 京都大学 大阪大学 東北大学	東京工業大学	筑波大学 名古屋工業大学	理研技術科学大学 京都府立大学 慶応義塾大学 慶応義塾大学 慶応義塾大学 慶応義塾大学 北陸先端科学技術大学院大学 奈良先端科学技術大学院大学
	クラスII (1.5~2件/人)		九州大学 北海道大学 名古屋大学	東京理科大学 神岡大学	電気通信大学 東北薬科大学 九州工業大学 徳島大学 厚労省工務院 大阪薬科大学 東京薬科大学 神戸薬科大学 博多看護大学 昭和薬科大学
	クラスIII (1~1.5件/人)		広島大学 筑波大学 岡山大学 千葉大学 神戸大学 鹿児島大学	新潟大学 大阪市立大学 熊本大学 長崎大学 東京薬科専門学校 徳島大学 徳島大学 徳島大学	徳島大学 大阪府立大学 兵庫医科大学 明治薬科大学 埼玉大学 岡山県立大学 埼玉大学 日本獣医生命科学大 和歌山県立医科大学 埼玉工業大学 東京海洋大学 公立薬科大学 目白大学 鹿児島大学
	クラスIV (0.1~1件/人)		慶應義塾大学 日本次学 福岡大学	信州大学 京都大学 北恵大学	東海大学 山形大学 徳島大学 横浜市立大学

出典：日本の大学に関するシステム分析

一方、英国を見ると、規模が小さいけれども生産性の高い大学というのは殆どない。第1グループに続く存在として、第2集団の分厚い大学群が存在することがわかる。

【資料6】

論文数シェアと研究者1人あたり論文数により分類された大学【英国】

- ダイナミックな英国の第2グループ  
 過去10年程度の変化を見ると、英国では、グループ間を移動する大学の数が日本より多い。中でも、特に第3グループから第2グループへの移動が多く起きている。

英国		論文シェア			
		第1グループ(5%~)	第2グループ(1~5%)	第3グループ(0.5~1%)	第4グループ(0.05~0.5%)
研究者1人あたり論文数	クラスI (2件~/人)	Imperial College of Science, Technology and Medicine		Wales Institute, Cardiff London School of Hygiene and Tropical Medicine Wales (central functions)	
	クラスII (1.5~2件/人)	Cambridge Oxford University College London	Bristol Sheffield Southampton Liverpool Aberdeen Reading Surrey St. Andrews Bath		The Royal Veterinary College
	クラスIII (1~1.5件/人)		Manchester Edinburgh Birmingham Nottingham Leeds Bristol Newcastle-upon-Tyne The Queen's University of Belfast York Durham Loughborough Loughborough University Sheffield	Exeter East Anglia Sussex Swansea University Heriot-Watt University Cardiff University Keele	Aston University
	クラスIV (0.1~1件/人)		King's College London Cardiff University Warwick Strathclyde	Queen Mary and Westfield College Lancaster Brunel University University of Ulster Hull Plymouth	44大学

※英国の大学名表示は、[the university of]を省略している。  
 ※英国の第4グループには48大学含まれるが、研究者1人あたりの論文数によるクラス分けによって、クラスI-IVに含まれない大学が2つある。  
 出典：日本の大学に関するシステム分析

英国の場合には大学統計機関の HESA が大学毎のかなり詳細なデータを公開しており、インプットについての分野毎の情報、例えば化学というジャンルで、どの大学が人件費や研究費を合わせていくら使ったかがわかる。注目されるのは、Cambridge の予算規模にはほぼ匹敵する大学が第 2 グループにいくつもあるということである。同じようなことが化学工学でも認められる。

【資料 7】

グループ間の変動がより多く起こり得るような競争的環境の整備

- 英国の場合、分野毎の各大学の総研究支出額を集計すると、第2グループに属する大学の中には、第1グループの平均規模を上回る、あるいはこれに近い規模の資金水準を持つ大学がいくつか存在している。
- 即ち、これらの大学は大学全体としての規模は第1グループの大学より小さいが、このような特定の分野においては、第1グループの大学と充分競える基盤を有している。

<英国の各分野における総支出額の高い大学リスト (単位:千ポンド)>

Total Expenditure.11 Chemistry			Total Expenditure.17 Chemical engineering		
大学名	期間D	b. 2004-2006	大学名	期間D	b. 2004-2006
Imperial College of Science, Technology and Medicine	第1グループ	6103	Imperial College of Science, Technology and Medicine	第1グループ	4837
The University of Cambridge	第1グループ	7274	The University of Cambridge	第1グループ	2410
The University of Oxford	第1グループ	10491	The University of Oxford	第1グループ	0
University College London	第1グループ	3956	University College London	第1グループ	2549
The University of Bristol	第2グループ	6066	The University of Birmingham	第2グループ	3700
The University of Edinburgh	第2グループ	5774	The University of Leeds	第2グループ	3485
The University of Leeds	第2グループ	8066	The University of Manchester	第2グループ	6945
The University of Manchester	第2グループ	10402	The University of Newcastle-upon-Tyne	第2グループ	3418
The University of Nottingham	第2グループ	6298			
The University of York	第2グループ	6551			

出典：日本の大学に関するシステム分析

第 2 グループの大学の全体の規模自体は、第 1 グループの 4 大学に比べると、一部の例外をのぞき半分以下である。すなわち、英国の第 2 グループの大学は、トータルでは第 1 グループより小さいが、いくつかの強い分野を持っていて、そこでは第 1 グループと同じぐらいの資金量あるいは人材の量を持っている。このような選択と集中が英国の大学の場合には実現している。日本の場合これに対応するデータが取れないので、定量的な議論は出来ないが、英国のようにはなっていないだろうと推測される。日本の第 3 グループの大学のいくつかは、特定の分野で量的にも質的にも上昇するという変化を起こすかどうか、今後の課題の一つであると認められる。

次に、第 2 の論点として、日本の論文をセクター毎に概観する。セクターとしては、大学、政府研究機関、独法、企業がある。その他として、例えば病院等があるが、医学の論文はかなり多いため、この「その他」も一定の量的水準を有している。

ここでは、全セクターの合計が 100%になるように分数論文数を使っている。90 年代の後半からの 15 年間程で、企業のシェアは 12%から 6%に半減した。それに対して量を拡大したのが独法である。国立大学は若干低下傾向にあるが約 50%で推移しており、一方私立大学がシェアを上げていることが注目される。

研究レビュー 3-3

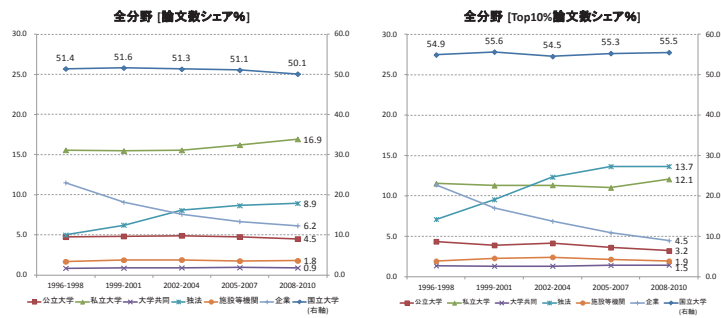
日本の大学の研究活動の現状把握  
 科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

トップ10%論文の国内シェアを見ると、国立大学は55%ぐらいのシェアを持つ。独法が急速に上昇して、私立大学を追い抜いている。企業は論文シェア、トップ10%論文シェアともに低下してきている。

【資料8】

日本内部の組織区分別の論文産出構造の変化(全分野、分数カウント)

- 1990年代後半から日本の組織区分別の論文産出構造がダイナミックに変化したことが明らかになった。



出典: 科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

日本全体の論文量は、2000年代に7~8%は増えている。しかし、同じ期間に米国、英国、ドイツ、フランスを見ると、20%から30%というような伸び率を示している。

【資料9】

日本内部の組織区分別の論文産出構造の変化(全分野、分数カウント)

- 国立大学の論文数は増加傾向であるが、その伸び率がゆるやかになっている。
- 企業の論文数は急激な下降基調である。
- 私立大学と独立行政法人は、論文数を伸ばしており、その増加率も高い。

組織区分別論文数およびTop10%論文数の状況(全分野)

	論文数(3年平均値)					2002-2004年値の増減(1996-1998年基準)		2008-2010年値の増減(2002-2004年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	増減率	増減	増減率
国立大学	27327	29383	29096	29489	30648	6%	5%		
公立大学	2524	2754	2789	2751	2756	10%	-1%		
私立大学	8278	8811	8821	9360	10356	7%	17%		
大学共同	455	495	519	538	549	14%	6%		
独法	2656	3544	4572	5001	5466	72%	20%		
施設等機関	892	1066	1074	1016	1096	20%	2%		
企業	6120	5169	4298	3860	3767	-30%	-12%		
日本全体	53163	56918	56693	57759	61170	7%	8%		

	Top10%論文数(3年平均値)				
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010
国立大学	2131	2313	2210	2230	2079
公立大学	169	162	168	146	120
私立大学	447	470	459	445	452
大学共同	53	55	53	57	54
独法	276	397	500	551	512
施設等機関	75	95	98	87	73
企業	442	353	279	220	168
日本全体	3881	4158	4054	4036	3746

	主要国の論文数(3年平均値)					2002-2004年値の増減(1996-1998年基準)		2008-2010年値の増減(2002-2004年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	増減率	増減	増減率
米国	189000	188174	193100	216860	247175	2%	28%		
英国	49282	50791	47416	51314	57450	-4%	21%		
ドイツ	42224	44832	43782	48291	57102	4%	30%		
フランス	32427	33148	31351	33894	41214	-3%	31%		
全世界	653467	688485	723011	850245	1082264	11%	50%		

	主要国のTop10%論文数(3年平均値)				
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010
米国	29031	29008	29512	31560	29500
英国	5583	5691	5639	6117	6141
ドイツ	4207	4648	4753	5519	5728
フランス	3112	3249	3082	3526	3597
全世界	64597	67889	71398	82519	84952

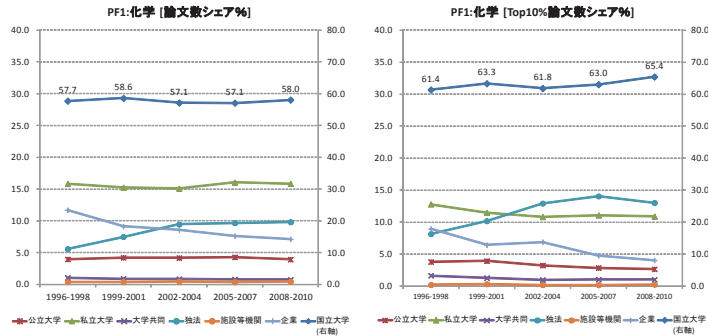
出典: 科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

次にこの傾向をいくつかの分野毎に概観する。化学は国立大学のシェアがかなり高く、論文数で6割近く、Top10%論文数では7割弱を占めている。独法が上昇基調にあったが、最近では頭打ちになっている。注目したいのは論文数で、国立大学の化学の論文数は、この6、7年むしろマイナスになっている。

【資料10】

組織区分別論文数の状況(化学)

- 1990年代から一貫してメインプレーヤーは国立大学であることが分かる。第2番目の組織区分が私立大学であり、近年シェアを伸ばしている。第3番目の組織区分は、1990年代は企業であったが、2005-2007年では独立行政法人に入れ替わっている。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010				
国立大学	5227	5490	5189	5148	5154	-11	-1	-19	-1
公立大学	357	395	378	388	348	6%	-8%	-8%	-2%
私立大学	1432	1427	1373	1446	1407	-4%	2%	-4%	2%
大学共同	94	83	76	73	86	-19%	-14%	-14%	-14%
独法	505	701	800	871	872	79%	1%	79%	1%
施設等機関	35	36	43	33	40	24%	-8%	24%	-8%
企業	1059	855	782	688	631	-29%	-19%	-29%	-19%
日本全体	9054	9372	9100	9014	8888	1%	-2%	1%	-2%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010				
国立大学	514	548	532	549	462	-11	-1	-19	-1
公立大学	32	34	28	25	19	6%	-8%	-8%	-2%
私立大学	107	99	93	98	77	-4%	2%	-4%	2%
大学共同	14	11	9	8	7	-19%	-14%	-14%	-14%
独法	68	88	111	122	92	79%	1%	79%	1%
施設等機関	2	3	2	1	2	24%	-8%	24%	-8%
企業	75	58	59	42	28	-29%	-19%	-29%	-19%
日本全体	838	866	880	871	707	1%	-2%	1%	-2%

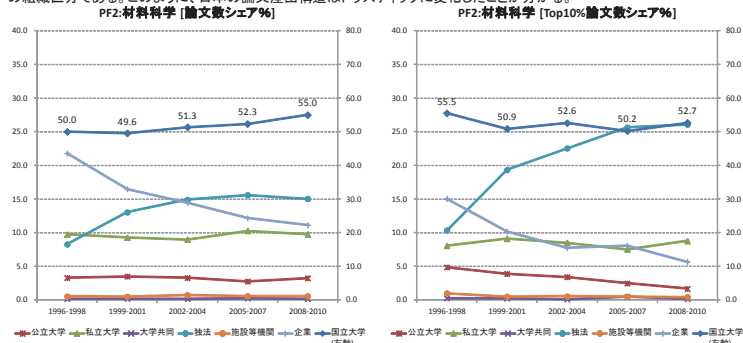
出典:科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

材料科学も国立大学の論文シェアが上昇基調にある一方で、高かった企業のシェアが大幅に低下している。独法は伸びが止まっているが、高被引用論文のシェアは高い。

【資料11】

組織区分別論文数の状況(材料科学)

- 1990年代から一貫してメインプレーヤーは国立大学であることが分かる。第2番目の組織区分が企業であったが、近年シェアを急速に落とし、第3番目となった。現在の第2番目の組織区分は、独立行政法人となっている。私立大学は一貫して第4番目の組織区分である。このように、日本の論文産出構造はドラスティックに変化したことが分かる。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010				
国立大学	1273	1388	1535	1528	1734	21%	13%	17%	5%
公立大学	84	98	98	80	102	17%	5%	17%	5%
私立大学	248	259	288	299	308	8%	15%	8%	15%
大学共同	4	6	5	7	5	7%	5%	7%	5%
独法	211	365	445	455	474	111%	7%	111%	7%
施設等機関	13	14	22	17	16	22%	-19%	22%	-19%
企業	525	462	433	355	251	-22%	-19%	-22%	-19%
日本全体	2547	2902	2989	2917	3153	17%	6%	17%	6%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010				
国立大学	145	153	150	131	134	-13	3	-13	3
公立大学	13	12	10	8	4	-5	-4	-5	-4
私立大学	21	27	24	20	22	6	2	6	2
大学共同	1	1	0	1	0	0	0	0	0
独法	27	58	64	67	66	145%	7%	145%	7%
施設等機関	3	2	2	2	1	33%	-33%	33%	-33%
企業	39	31	23	21	14	-28%	-19%	-28%	-19%
日本全体	261	301	285	261	255	17%	6%	17%	6%

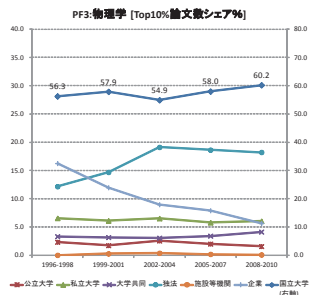
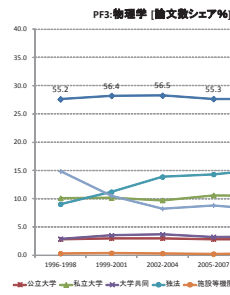
出典:科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

物理も似たような構造であり、国立大学の次が独法で、私立大学と企業がそれに続いていく。インパクトの高い論文では、独法が第2位の位置にいる。

【資料12】

組織区別論文数の状況(物理学)

- 物理学に関しては、メインプレーヤーは国立大学であることが分かる。二番手は1995-1997年では企業であったが、その後急激にシェアを低下させた。代わりに独立行政法人が二番手になるという構造の変化が見られる。



	論文数(3年平均値)					2002-2004年間の増減(1996-1998年基準)	2008-2010年間の増減(2002-2004年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	2023	3144	3242	3650	2024	7%	21%
独立行政法人	195	185	171	189	201	-11%	16%
私立大学	154	565	591	703	746	14%	34%
大学共同	169	191	212	216	232	23%	6%
独法	495	823	793	848	1071	60%	35%
他	17	22	25	16	21	-21%	22%
企業	514	491	431	385	374	-24%	-22%
日本全体	3484	6271	5721	6917	7099	2%	24%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004年間の増減(1996-1998年基準)	2008-2010年間の増減(2002-2004年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	295	318	287	342	342	15%	34%
独立行政法人	12	9	14	12	11	-15%	-11%
私立大学	33	21	34	34	34	3%	3%
大学共同	17	17	18	20	24	41%	41%
独法	63	80	101	110	103	64%	64%
他	0	2	2	1	1	100%	100%
企業	82	65	47	41	37	-45%	-55%
日本全体	507	597	552	591	595	17%	17%

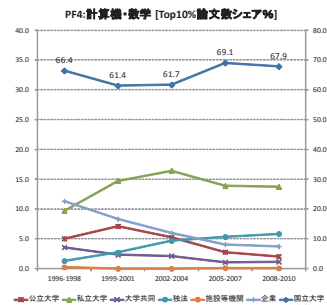
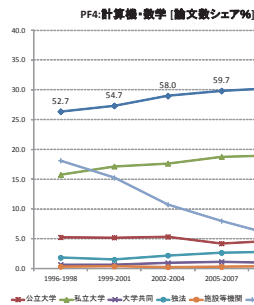
出典: 科学研究のベンチマーキング 2011(近日公表予定)

続いて数学系である。計算機科学や数学は、論文の数で議論するのがなかなか難しい分野である。計算機科学では通常のジャーナル論文を書くことが、それほど重視されていない。また、数学は一論文という意味が少し違っており、10年ぐらい研究を深めて本1冊位の論文を書き、これが世界的評価を受けるということが往々にしてある。いずれにしても、論文の数では、なかなか議論しにくい分野である。さらに、数学の論文の中では、実は統計関係の論文のウエイトが高いというようなこともある。データからは、国立大学の比率がずっと上昇しており、企業がやはり落ちているということが特徴である。

【資料13】

組織区別論文数の状況(計算機・数学)

- 計算機・数学に関しては、第1番目の組織区分は国立大学である。二番手は1995-1997年までは企業であったが、1990年代から急激にシェアを低下させ、2000年代では三番手となっている。日本の第1番目の組織区分である国立大学においても



	論文数(3年平均値)					2002-2004年間の増減(1996-1998年基準)	2008-2010年間の増減(2002-2004年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	825	921	971	1064	1283	16%	32%
独立行政法人	83	88	90	75	100	8%	11%
私立大学	249	289	296	321	402	19%	36%
大学共同	11	11	16	25	21	100%	100%
独法	29	25	37	48	60	27%	63%
他	5	7	4	3	3	60%	60%
企業	297	297	180	143	118	-37%	-34%
日本全体	1582	1885	1876	1783	2117	6%	26%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004年間の増減(1996-1998年基準)	2008-2010年間の増減(2002-2004年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	56	44	48	57	52	-21%	-21%
独立行政法人	4	5	4	2	2	50%	50%
私立大学	3	11	13	11	13	333%	333%
大学共同	3	2	2	1	1	33%	33%
独法	1	2	4	4	4	400%	400%
他	0	0	0	0	0	100%	100%
企業	10	6	5	3	3	-30%	-30%
日本全体	84	72	78	83	77	14%	14%

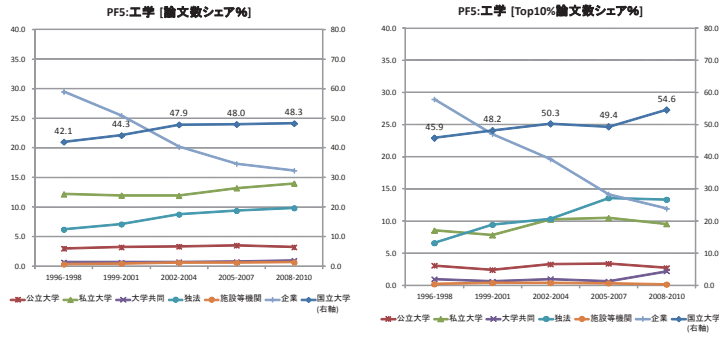
出典: 科学研究のベンチマーキング 2011(近日公表予定)

工学は、国立大学のシェアが5割を切っており、また企業のシェアも以前の30%から半  
分まで落ちてきている。

【資料14】

組織区別論文数の状況(工学)

- 工学に関しては、メインプレーヤーは国立大学であることが分かる。二番手は企業であるが、シェアが急激に低下している。一方で独立行政法人や私立大学が存在感を増しており構造の変化が見られる。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	%	増減	%
国立大学	1747	1879	1880	1906	2057	8%	9%	11%	9%
公立大学	126	138	132	141	138	9%	5%	5%	5%
私立大学	507	509	469	525	597	-8%	2%	13%	2%
大学共同	29	28	23	30	42	0%	0%	42%	0%
独法	258	303	345	373	450	33%	22%	33%	22%
施設等機関	15	20	28	28	30	30%	0%	30%	0%
企業	1226	1082	792	688	690	-35%	-13%	-35%	-13%
日本全体	4152	4244	3925	3989	4239	-6%	9%	2%	9%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	%	増減	%
国立大学	139	141	127	110	104	-14%	-10%	-14%	-10%
公立大学	9	7	8	8	5	-1%	-1%	-1%	-1%
私立大学	26	23	26	23	18	-1%	-1%	-1%	-1%
大学共同	3	2	3	1	4	0%	0%	0%	0%
独法	20	28	28	30	29	40%	44%	43%	44%
施設等機関	1	1	1	1	0	0%	0%	0%	0%
企業	88	69	50	32	23	-35%	-35%	-35%	-35%
日本全体	204	202	204	223	191	0%	0%	-10%	-10%

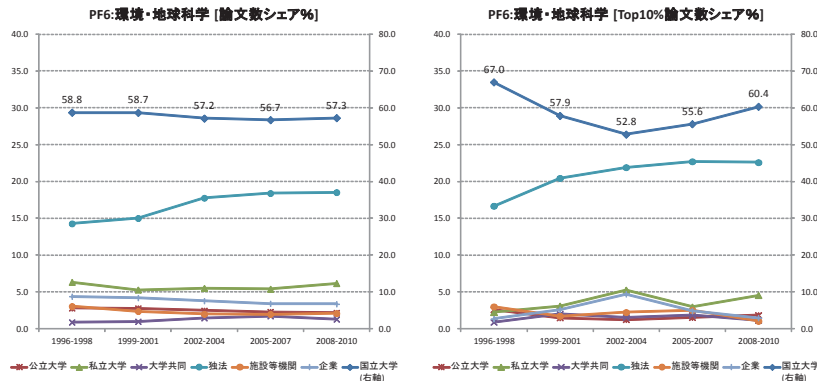
出典:科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

環境・地球科学では、国立大学が約6割のシェアを保っている。原因はまだよく分からないが、Top10%論文ではシェアが1度落ちてまた戻ってきている。この分野自体日本があまり強くない、量的に小さいため、変化がより激しく表れるという傾向がある。

【資料15】

組織区別論文数の状況(環境・地球科学)

- 環境・地球科学に関しては、メインプレーヤーは国立大学、二番手は独立行政法人である。論文数を見ると、いずれの組織区分においても1990年代後半から一貫して増加傾向が続いており、結果として日本全体も増加傾向となっている。企業の論文が増加傾向にある珍しい分野である。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	%	増減	%
国立大学	581	766	938	1135	1333	61%	42%	19%	42%
公立大学	28	36	40	46	50	46%	24%	9%	24%
私立大学	63	69	90	108	143	44%	58%	39%	58%
大学共同	9	13	24	34	30	174%	25%	-17%	25%
独法	141	196	292	368	431	106%	48%	16%	48%
施設等機関	30	31	33	39	48	8%	40%	22%	40%
企業	43	55	62	68	78	43%	26%	15%	26%
日本全体	989	1305	1641	2000	2326	66%	42%	17%	42%

	Top10%論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)		2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)	
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	増減	%	増減	%
国立大学	36	47	56	66	85	139%	85%	27%	85%
公立大学	1	1	1	2	3	2%	3%	2%	3%
私立大学	1	3	6	4	6	5%	6%	5%	6%
大学共同	0	2	2	2	2	0%	2%	0%	2%
独法	9	17	23	27	32	200%	32%	26%	32%
施設等機関	2	1	2	3	1	0%	1%	-1%	1%
企業	1	2	5	3	2	1%	2%	-1%	2%
日本全体	53	82	106	119	141	167%	119%	12%	119%

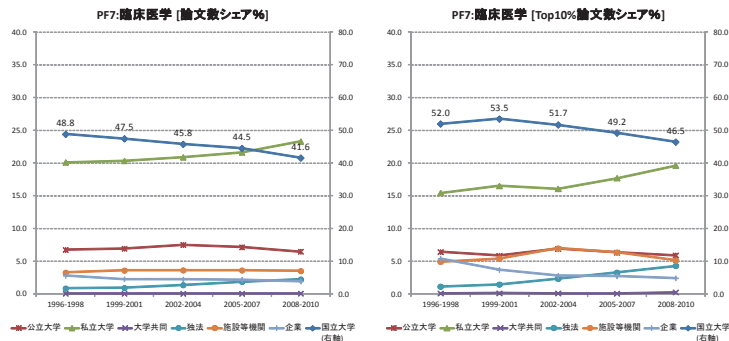
出典:科学研究のベンチマーキング2011(近日公表予定)

臨床医学では、大きな問題が観測されている。国立大学のシェアが5割から4割まで単調に落ちてきている。唯一、増加基調にあるのが私立大学で、これが国立大学の減少を補って、全体ではかろうじてプラスになっている。トップ10%論文でも全く同じことが起きている。国立大学が危機的状況にあるということが見えている【資料16】。

【資料16】

組織区別論文数の状況(臨床医学)

- 臨床医学に関しては、国立大学の論文数は横ばいであるが、私立大学の健闘により、日本全体の論文数が増加している。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)	2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	6083	6740	6454	6380	6645	7%	-2%
公立大学	841	886	1067	1026	1038	27%	-3%
私立大学	2508	2888	2864	3102	3725	18%	26%
大学共同	9	10	8	8	12	-	-
独法	107	121	184	270	359	33%	63%
施設等機関	408	511	515	519	562	26%	9%
企業	350	324	318	316	308	-9%	-3%
日本全体	12482	14202	14194	14336	15881	14%	13%

	Top10%論文数(3年平均値)				
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010
国立大学	453	501	460	418	384
公立大学	57	55	61	54	48
私立大学	137	155	143	150	182
大学共同	1	1	1	1	2
独法	10	14	21	28	36
施設等機関	44	51	62	54	42
企業	48	35	25	23	20
日本全体	890	937	889	850	827

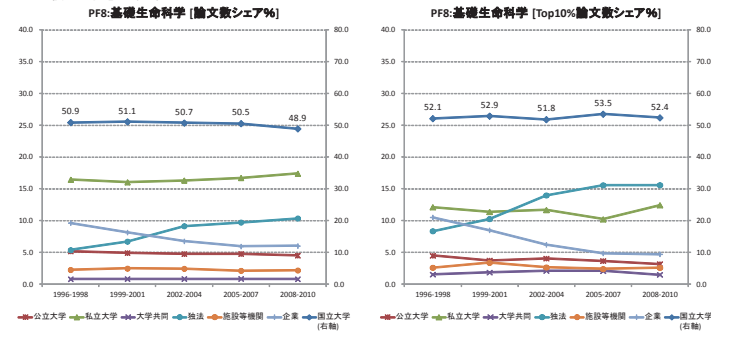
出典: 科学研究の  
ベンチマーキング  
2011(近日公表予  
定)

最後に、臨床医学以外の基礎生命科学では、やはり最近の7、8年国立大学の論文数がマイナスになっている。

【資料17】

組織区別論文数の状況(基礎生命科学)

- 基礎生命科学では企業が1990年初め約10%を占めていた。2000年代となり、第1番目の組織区分の国立大学の論文数が伸び悩み、企業が大幅に論文数を低下させたが、私立大学と独立行政法人の増加が補い、結果として日本は2000年代に入って横ばい状態である。



	論文数(3年平均値)					2002-2004 年間の増減 (1996-1998 年基準)	2008-2010 年間の増減 (2002-2004 年基準)
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010		
国立大学	8047	8488	8321	8334	8086	2%	-3%
公立大学	817	816	778	786	745	-5%	-4%
私立大学	2800	2865	2875	2755	2878	3%	8%
大学共同	125	136	130	138	137	9%	-6%
独法	840	1116	1420	1602	1741	77%	14%
施設等機関	356	409	399	348	359	12%	-10%
企業	1524	1353	1108	979	896	-27%	-10%
日本全体	15815	16620	16394	16488	16554	4%	1%

	Top10%論文数(3年平均値)				
	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010
国立大学	470	541	527	537	490
公立大学	40	38	41	37	30
私立大学	109	118	119	102	116
大学共同	14	19	21	21	14
独法	75	105	142	156	168
施設等機関	23	34	27	24	24
企業	95	87	63	49	44
日本全体	902	1023	1016	1002	935

出典: 科学研究の  
ベンチマーキング  
2011(近日公表予  
定)

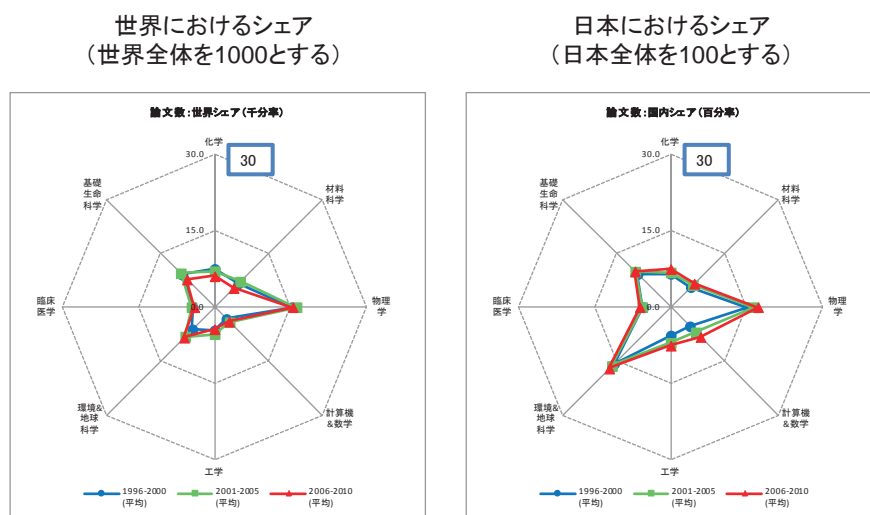


第3の論点は、個別大学の議論である。日本の大学の中で、最近10年間でWOSの総論文数が1,000論文以上ある全ての大学を対象としてマッピングを行った。ここで論文は、自然科学を中心とする主に英語の論文に限られていることに留意いただきたい。一番規模の大きい東京大学の例を取り上げる。

以下では、90年代後半の5年間、2000年代前半の5年間、最新の2006年からの5年間の3つの時点の平均値で議論をする。まず論文数であるが、左側が世界でのシェアで、これは千分率で表している。右は国内シェアで百分率である。最新の期間を表す赤の線を見ると、世界シェアが一番高いのは物理である。ちなみに日本としても論文シェアの高い「強い分野」と低い「弱い分野」の濃淡があるので、左右のグラフは微妙に異なっている。

【資料18】

東京大学（論文数の世界シェア・国内シェア）

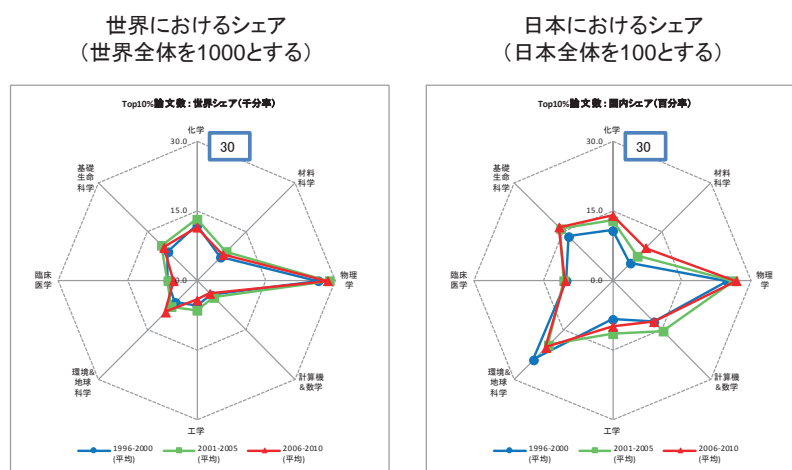


Thomson Scientific社“Web of Science”を基に、科学技術政策研究所が集計

続いて、Top10%論文の世界シェアを見ると、物理の突出度がずっと上がることがわかる【資料19】。被引用数についても殆ど同じパターンになる。規模の大きい大学では、被引用数のグラフとトップ10%論文数のグラフはだいたい同じになる。ただ規模が小さい場合には、Top10%はそれほど大きくなって、被引用数だと高いポイントになるというようなケースも出てくる【資料20】。

【資料19】

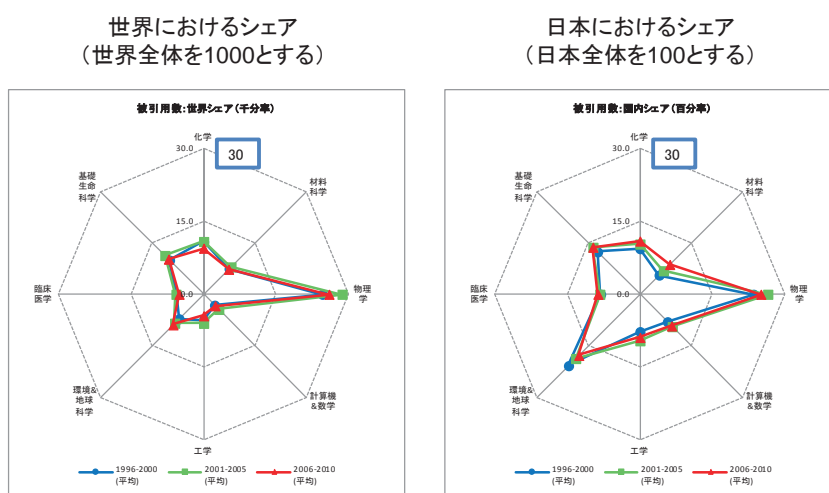
東京大学 (TOP10%論文数の世界シェア・国内シェア)



Thomson Scientific社“Web of Science”を基に、科学技術政策研究所が集計

【資料20】

東京大学 (被引用数の世界シェア・国内シェア)



Thomson Scientific社“Web of Science”を基に、科学技術政策研究所が集計

また、国際共著の状況も示されており、東大は最新の5年間の国際共著率が29%である。国際共著相手の中でアメリカが46%、中国が15%、ドイツが14%を占めている。

具体的な海外研究機関で見ると、90年代東大のトップパートナーはHAMBURG大学で、その他もドイツ、イスラエル、イタリア、アメリカなどの機関であった。2000年代に入ると、上位に中国や韓国の大学等が数多く出てくるようになり、その構造は最近でも変わっていない。すなわち、90年代から2000年代にかけて、東京大学の国際的な研究ネットワークの構造が大きく変化したことがわかる。ちなみに以前上位にいたアメリカ、ヨーロッパの大学との連携が無くなったわけではなく、以前と同程度には続いているが、順位として20位には入らなくなったということである。

【資料21】

東京大学（全論文国際共著相手）

- 東京大学の国際共著相手の時系列変化をみると、上位20では、1996-2000年においては様々な国の研究機関がランクインしていたが、2006-2010年では、アメリカ、韓国、中国が占めるようになっており、大きく変化していることが分かる。

全論文国際共著相手：東京大学									
1996-2000			2001-2005			2006-2010			
1	UNIV HAMBURG	ドイツ	237	CHINESE ACAD SCI	中国	285	CHINESE ACAD SCI	中国	482
2	WEIZMANN INST SCI	イスラエル	233	SEOUL NATL UNIV	韓国	268	SEOUL NATL UNIV	韓国	407
3	UNIV BOLOGNA	イタリア	226	UNIV HAWAII	アメリカ	250	YONSEI UNIV	韓国	318
4	UNIV BONN	ドイツ	226	YONSEI UNIV	韓国	209	UNIV HAWAII	アメリカ	286
5	TEL AVIV UNIV	イスラエル	224	KOREA UNIV	韓国	206	KOREA UNIV	韓国	264
6	IST NAZL FIS NUCL	イタリア	218	WEIZMANN INST SCI	イスラエル	193	UNIV WISCONSIN	アメリカ	252
7	UNIV FREIBURG	ドイツ	218	KYUNGPOOK NATL UNIV	韓国	191	UNIV CALIF BERKELEY	アメリカ	249
8	RUTHERFORD APPLETON LAB	イギリス	216	UNIV CHICAGO	アメリカ	191	KYUNGPOOK NATL UNIV	韓国	241
9	UNIV MARYLAND	アメリカ	215	YALE UNIV	アメリカ	183	NATL TAIWAN UNIV	台湾	240
10	UNIV CAMBRIDGE	イギリス	200	PRINCETON UNIV	アメリカ	182	INST THEORET & EXPT PHYS	ロシア	226
11	UNIV CHICAGO	アメリカ	191	UNIV WISCONSIN	アメリカ	175	UNIV MELBOURNE	オーストラリア	217
12	UNIV MANCHESTER	イギリス	184	HARVARD UNIV	アメリカ	175	HARVARD UNIV	アメリカ	215
13	INDIANA UNIV	アメリカ	184	IST NAZL FIS NUCL	イタリア	174	SUNGKYUNKWAN UNIV	韓国	211
14	CERN	スイス	182	UCL	イギリス	172	UNIV SYDNEY	オーストラリア	210
15	UNIV BRITISH COLUMB	カナダ	182	NATL TAIWAN UNIV	台湾	171	INST HIGH ENERGY P	ロシア	208
16	UNIV CALIF RIVERSID	アメリカ	180	COLUMBIA UNIV	アメリカ	171	PANJAB UNIV	インド	208
17	UCL	イギリス	179	SUNGKYUNKWAN UNIV	韓国	166	STANFORD UNIV	アメリカ	199
18	UNIV HEIDELBERG	ドイツ	172	UNIV MARYLAND	アメリカ	158	COLUMBIA UNIV	アメリカ	197
19	UNIV ALBERTA	カナダ	171	PENN STATE UNIV	アメリカ	158	NATL CENT UNIV	台湾	197
20	UNIV MONTREAL	カナダ	170	UNIV BOLOGNA	イタリア	157	UNIV SCI & TECHNOL	中国	196

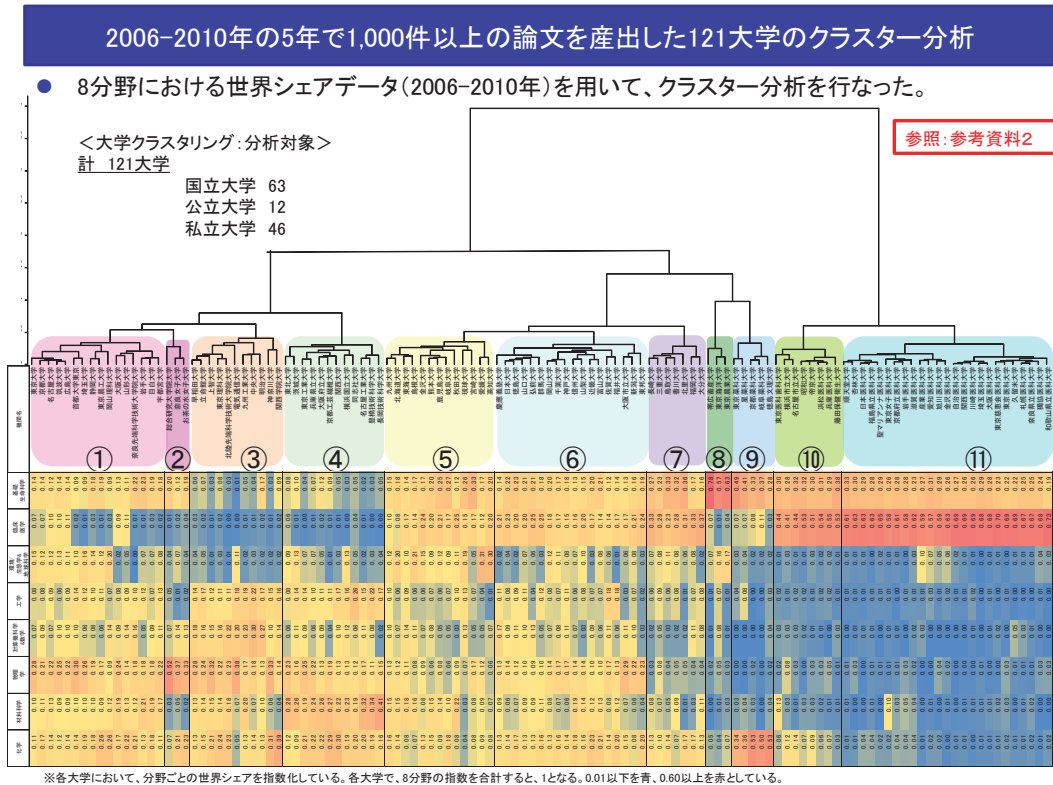
Thomson Scientific社“Web of Science”を基に、科学技術政策研究所が集計

このようなデータを国内120ほどの大学について作成し、報告していきたいと考えている。このようなデータを作ると大学毎の個性や特性が浮かび上がってくる。例えば国際共著の相手機関を見ると、北海道大学では上位にロシアの機関が出てくる。大部分の旧帝大では90年代の主要な共著機関はアメリカやヨーロッパの機関であったが、最近では上位に中国、台湾などアジアの機関が入ってくるようになった。

その一方で、早稲田大学、慶應義塾大学の場合には、国際共著相手機関の中に中国、韓国がそれほど目立たない。すなわち国立大学と私立大学でアジアとの関係が異なっているという可能性がある。

大学を論文分析の観点から見る際に分野に留意することが必要である。論文が出やすい実験系の分野と、量産は出来ない理論系の分野、こういう相違があるので、分野のバランスが似ている大学をグルーピングすることがまず必要である。そこで120大学の8分野毎の論文世界シェアを見て、物理が多いのか、それとも医学が多いのか、全体としてバランスが取れているのかという観点から分類を行った。

【資料22】



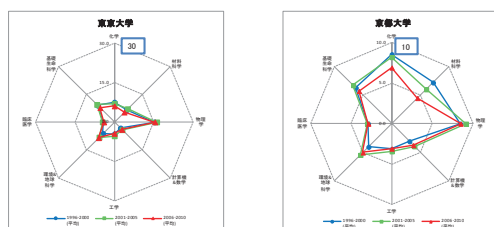
分野は、上から生命系、臨床医学、一番下が化学になっている。全論文に占める比率が高く0.6以上ある場合濃いオレンジ、0.01を下回るような場合濃いブルー、中間は黄色という感じで色分けをしている。右側1/3ほどの集団は医学が多くて生命科学があって、その他の分野があまり無い医科大等の大学である。多くの総合大学は左側に入り、その中でも臨床医学のウエイトが低めの大学と高めの大学というように分かれている。

具体的に見ていくと、第1クラスターは物理の比重の高い大学であり、東京大学や京都大学が入る。第2クラスターに入る大学は奈良女子大学やお茶の水女子大学である。

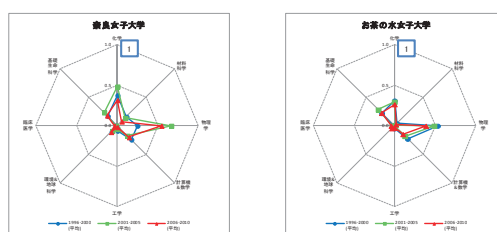
【資料23】

121大学のクラスター分析【クラスター① クラスター②】

【クラスター①】物理学で相対的に高いシェアをもつが、その割には臨床医学のシェアが低い



【クラスター②】化学+物理学+計算機科学+基礎生命科学

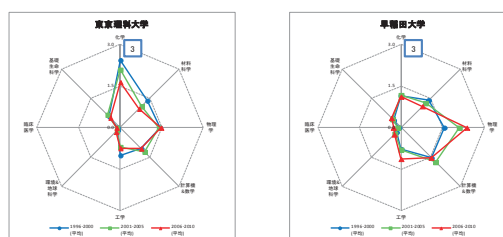


第3クラスターは化学あたりに特化している集団で、早稲田大学がこれに入っている。第4クラスターは化学、材料、物理のウエイトが高い大学で、東北大学、東海大学が代表例である。

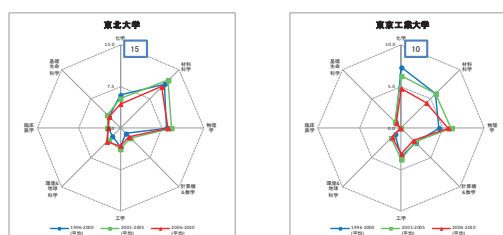
【資料24】

121大学のクラスター分析【クラスター③ クラスター④】

【クラスター③】化学+材料科学+物理学+計算機科学+工学



【クラスター④】化学+材料科学+物理学+工学

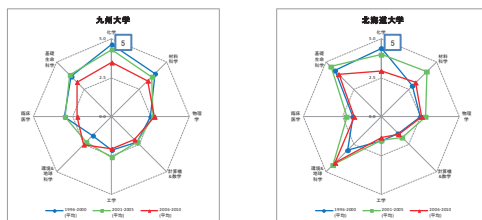


第 5 クラスタは全体的なバランスの取れている大学で、九州大学や北海道大学これに入る。第 6 クラスタは全体的にバランスがとれているが環境科学はあまりやってない大学であり、慶應義塾大学や日本大学がここに入る。

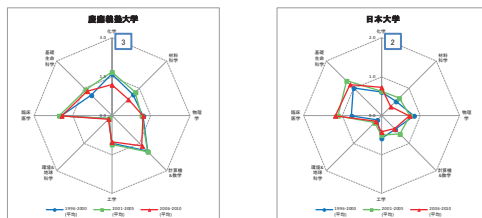
【資料 2 5】

121大学のクラスタ分析【クラスタ⑤ クラスタ⑥】

【クラスタ⑤】全体的にシェアを持つが、環境&地球科学にある程度シェアを持つ



【クラスタ⑥】全体的にシェアを持つが、環境&地球科学のシェアが少ない

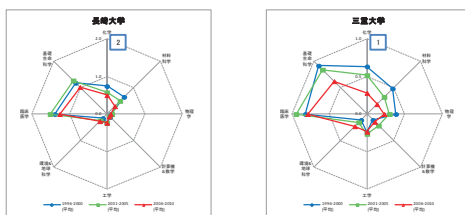


第 7 クラスタは第 2 象限に特化している大学で長崎大学、三重大学が該当する。第 8 クラスタは基礎生命科学に特化した大学で、帯広畜産大学や東京海洋大学がここに入ってくる。

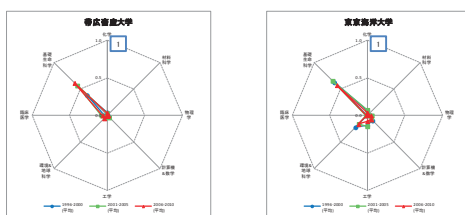
【資料 2 6】

121大学のクラスタ分析【クラスタ⑦ クラスタ⑧】

【クラスタ⑦】基礎生命科学+臨床医学+化学+材料科学



【クラスタ⑧】基礎生命科学

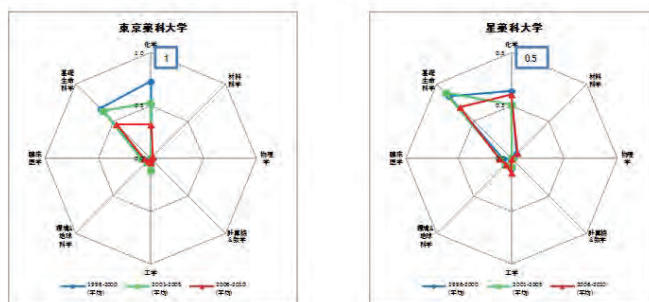


第9 クラスタは薬科系であり、化学と基礎生命科学の 2 つで構成されている。東京薬科大学等が該当する。

【資料 2 7】

121大学のクラスタ分析【クラスタ⑨】

【クラスタ⑨】基礎生命科学+化学

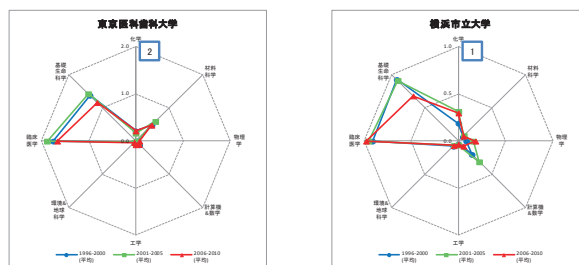


そして最後が、基礎生命科学と臨床医学中心の大学であり、多くの医科大がこれに該当する。全体として、こういうパターンになって、11のクラスタが出来ている。

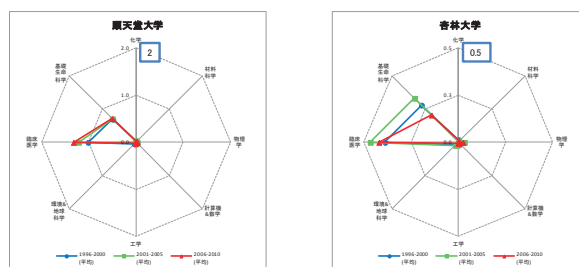
【資料 2 8】

121大学のクラスタ分析【クラスタ⑩ クラスタ⑪】

【クラスタ⑩】基礎生命科学+臨床医学+化学

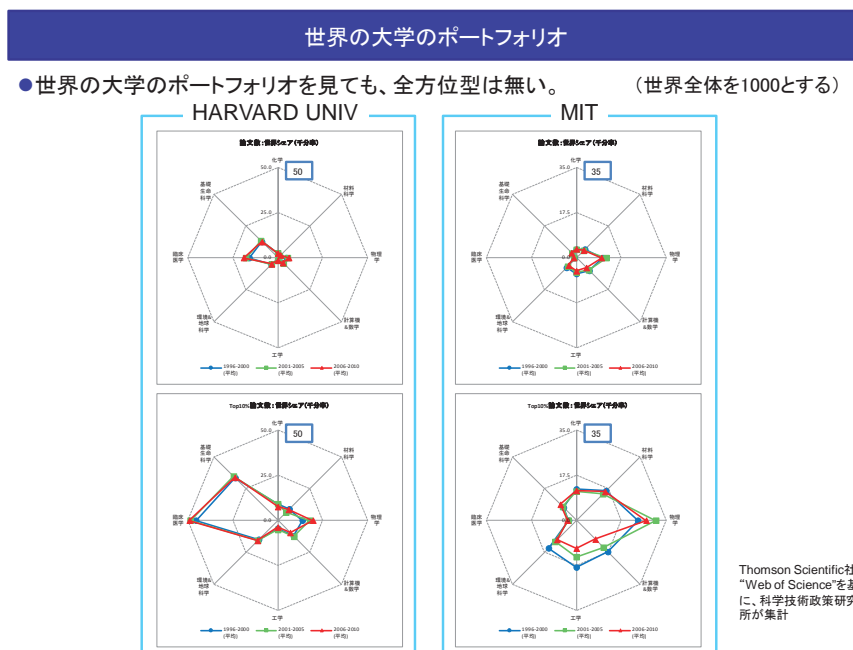


【クラスタ⑪】基礎生命科学+臨床医学



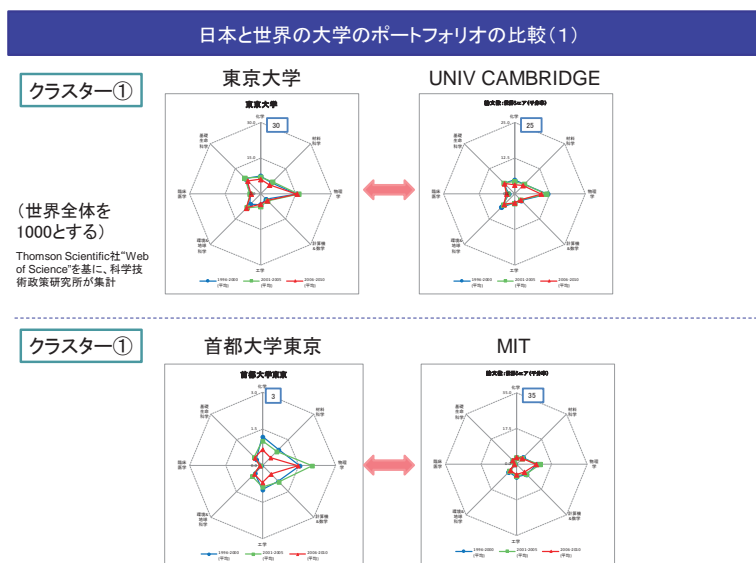
ちなみに海外の大学のポートフォリオを見ても、全方位方の大学はなく、例えば HARVARD は臨床医学と基礎生命科学が非常に強いというような個性が認められる。

【資料 29】



海外大学を今回のクラスターから見ていくと、CAMVRIDGEに近いのは東京大学であり、MIT に似ているのは首都大学東京であった。ただし後者の場合スケールが 10 倍位違うということに留意が必要である。

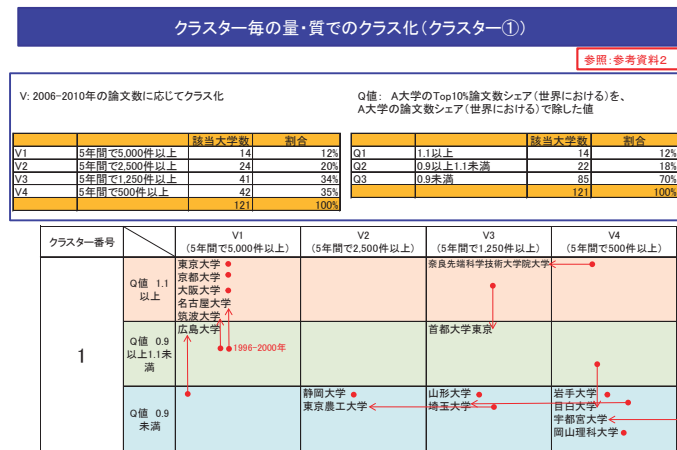
【資料 30】





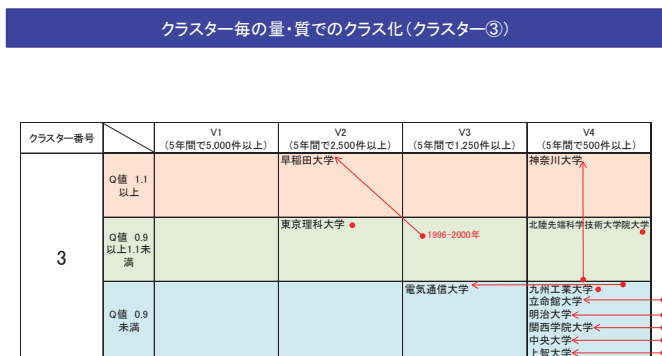
このような量的な考察に加えて、質的な面も考える必要があると考えられる。そこで、例えば第1クラスターの中で論文量が大きい大学から小さい大学まで4分類する。同時に質的指標としてトップ10%の世界シェアで3分類すると以下のようなテーブルができる。東大、京大、阪大などは左上に位置している。さらに、最近10年間でどんな動きを示しているのかを見ていくと、例えば名古屋大学は、10年前中段にいたのが今上段に上がってきていると言う変化が観測できる。

【資料31】



多くの私立大学が入っている第3カテゴリーを見ると、10年間のうちに早稲田大学が質・量ともに一段階上昇していること、神奈川大学が一気に2段階上に上がってきていること、このような変化が観測されます。この神奈川大学をもう少し詳しく見ていくと、ナノ系の領域で高い被引用を得ている研究者の存在が全体を押し上げていると言うことがわかる。

【資料32】



研究レビュー 3-3

日本の大学の研究活動の現状把握  
科学技術政策研究所長 桑原 輝隆

これまでは8つの大括りの分野について論じてきたが、もう少し詳細な領域に着目することも必要であると考えられる。例えば化学の中でも、無機化学や有機化学等の領域があるわけで、このような領域の中で世界の機関をランキングした時に、上位にどんな日本組織が入るかを観測することができる。このテーブルに示されるように有機化学では日本の機関が上位にたくさんある。一方無機化学はそれほどでもないという傾向が認められる。

【資料 3 3】

世界被引用数上位50位の組織リスト：無機化学と有機化学（Subject Category）

<無機化学>											<有機化学>											
SC番号	ISSI	SC名称	順位	国	機関名	1985-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	SC番号	ISSI	SC名称	順位	国	機関名	1985-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	
		CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR											CHEMISTRY, ORGANIC									
01	01	CHINESE ACAD SCI	1	CHINA	CHINESE ACAD SCI	44	44	44	44	44	01	01	CHINESE ACAD SCI	1	CHINA	CHINESE ACAD SCI	44	44	44	44	44	44
02	02	INDIAN INST SCI	2	INDIA	INDIAN INST SCI	12	12	12	12	12	02	02	INDIAN INST SCI	2	INDIA	INDIAN INST SCI	12	12	12	12	12	12
03	03	PEOPLES R CHINA	3	CHINA	PEOPLES R CHINA	10	10	10	10	10	03	03	PEOPLES R CHINA	3	CHINA	PEOPLES R CHINA	10	10	10	10	10	10
04	04	INDIAN INST TECH	4	INDIA	INDIAN INST TECH	9	9	9	9	9	04	04	INDIAN INST TECH	4	INDIA	INDIAN INST TECH	9	9	9	9	9	9
05	05	UNIV BARCELONA	5	SPAIN	UNIV BARCELONA	8	8	8	8	8	05	05	UNIV BARCELONA	5	SPAIN	UNIV BARCELONA	8	8	8	8	8	8
06	06	PEOPLES R CHINA	6	CHINA	PEOPLES R CHINA	7	7	7	7	7	06	06	PEOPLES R CHINA	6	CHINA	PEOPLES R CHINA	7	7	7	7	7	7
07	07	UNIV MUNSTER	7	GERMANY	UNIV MUNSTER	6	6	6	6	6	07	07	UNIV MUNSTER	7	GERMANY	UNIV MUNSTER	6	6	6	6	6	6
08	08	UNIV WUZHONG	8	CHINA	UNIV WUZHONG	5	5	5	5	5	08	08	UNIV WUZHONG	8	CHINA	UNIV WUZHONG	5	5	5	5	5	5
09	09	UNIV MUNSTER	9	GERMANY	UNIV MUNSTER	4	4	4	4	4	09	09	UNIV MUNSTER	9	GERMANY	UNIV MUNSTER	4	4	4	4	4	4
10	10	UNIV WUZHONG	10	CHINA	UNIV WUZHONG	3	3	3	3	3	10	10	UNIV WUZHONG	10	CHINA	UNIV WUZHONG	3	3	3	3	3	3
11	11	UNIV WUZHONG	11	CHINA	UNIV WUZHONG	2	2	2	2	2	11	11	UNIV WUZHONG	11	CHINA	UNIV WUZHONG	2	2	2	2	2	2
12	12	UNIV WUZHONG	12	CHINA	UNIV WUZHONG	1	1	1	1	1	12	12	UNIV WUZHONG	12	CHINA	UNIV WUZHONG	1	1	1	1	1	1
13	13	UNIV WUZHONG	13	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	13	13	UNIV WUZHONG	13	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
14	14	UNIV WUZHONG	14	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	14	14	UNIV WUZHONG	14	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
15	15	UNIV WUZHONG	15	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	15	15	UNIV WUZHONG	15	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
16	16	UNIV WUZHONG	16	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	16	16	UNIV WUZHONG	16	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
17	17	UNIV WUZHONG	17	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	17	17	UNIV WUZHONG	17	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
18	18	UNIV WUZHONG	18	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	18	18	UNIV WUZHONG	18	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
19	19	UNIV WUZHONG	19	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	19	19	UNIV WUZHONG	19	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
20	20	UNIV WUZHONG	20	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	20	20	UNIV WUZHONG	20	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
21	21	UNIV WUZHONG	21	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	21	21	UNIV WUZHONG	21	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
22	22	UNIV WUZHONG	22	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	22	22	UNIV WUZHONG	22	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
23	23	UNIV WUZHONG	23	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	23	23	UNIV WUZHONG	23	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
24	24	UNIV WUZHONG	24	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	24	24	UNIV WUZHONG	24	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
25	25	UNIV WUZHONG	25	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	25	25	UNIV WUZHONG	25	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
26	26	UNIV WUZHONG	26	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	26	26	UNIV WUZHONG	26	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
27	27	UNIV WUZHONG	27	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	27	27	UNIV WUZHONG	27	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
28	28	UNIV WUZHONG	28	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	28	28	UNIV WUZHONG	28	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
29	29	UNIV WUZHONG	29	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	29	29	UNIV WUZHONG	29	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
30	30	UNIV WUZHONG	30	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	30	30	UNIV WUZHONG	30	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
31	31	UNIV WUZHONG	31	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	31	31	UNIV WUZHONG	31	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
32	32	UNIV WUZHONG	32	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	32	32	UNIV WUZHONG	32	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
33	33	UNIV WUZHONG	33	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	33	33	UNIV WUZHONG	33	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
34	34	UNIV WUZHONG	34	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	34	34	UNIV WUZHONG	34	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
35	35	UNIV WUZHONG	35	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	35	35	UNIV WUZHONG	35	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
36	36	UNIV WUZHONG	36	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	36	36	UNIV WUZHONG	36	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
37	37	UNIV WUZHONG	37	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	37	37	UNIV WUZHONG	37	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
38	38	UNIV WUZHONG	38	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	38	38	UNIV WUZHONG	38	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
39	39	UNIV WUZHONG	39	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	39	39	UNIV WUZHONG	39	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
40	40	UNIV WUZHONG	40	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	40	40	UNIV WUZHONG	40	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
41	41	UNIV WUZHONG	41	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	41	41	UNIV WUZHONG	41	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
42	42	UNIV WUZHONG	42	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	42	42	UNIV WUZHONG	42	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
43	43	UNIV WUZHONG	43	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	43	43	UNIV WUZHONG	43	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
44	44	UNIV WUZHONG	44	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	44	44	UNIV WUZHONG	44	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
45	45	UNIV WUZHONG	45	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	45	45	UNIV WUZHONG	45	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
46	46	UNIV WUZHONG	46	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	46	46	UNIV WUZHONG	46	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
47	47	UNIV WUZHONG	47	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	47	47	UNIV WUZHONG	47	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
48	48	UNIV WUZHONG	48	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	48	48	UNIV WUZHONG	48	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
49	49	UNIV WUZHONG	49	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	49	49	UNIV WUZHONG	49	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0
50	50	UNIV WUZHONG	50	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	50	50	UNIV WUZHONG	50	CHINA	UNIV WUZHONG	0	0	0	0	0	0

このようなリストを作っていくと、旧帝大のような大規模大学以外にも世界のリストに入ってくる日本の大学がある。この表で星印を付けたのがいわゆる旧帝大である。このように比較的規模の小さい大学でも特定の領域では大きなパフォーマンスあるいは存在感を持つものがあるということは、重要な論点であると考えられる。

【資料 3 4】

Subject Categoryの分析で見えてくる研究活動に特徴を持つ大学

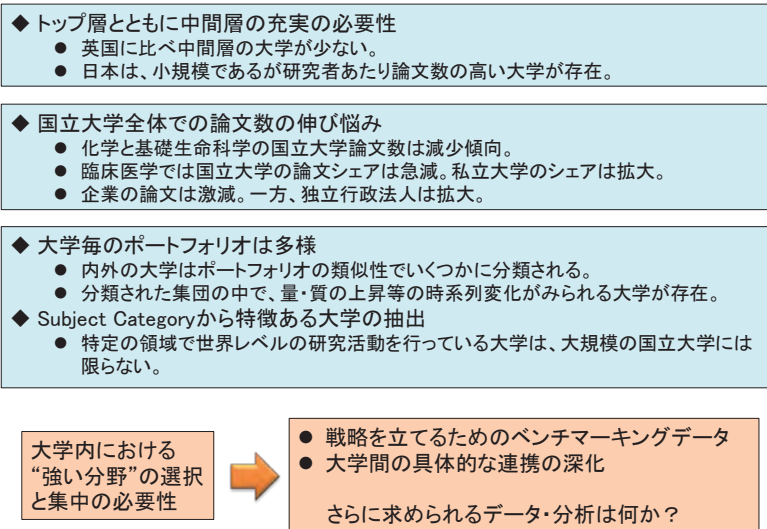
SC番号	ISSI	SC名称	順位	国	機関名	Top10%論文数(参画)	順位
01	01	PLANT SCIENCES					
12	12	UNIV TOKYO	1	JAPAN	UNIV TOKYO	12	12
8	8	RKEN	2	SPAIN	RKEN	8	8
29	29	KYOTO UNIV	3	JAPAN	KYOTO UNIV	29	29
38	38	NATL INST AGROBIOL SCI	4	INDIA	NATL INST AGROBIOL SCI	38	38
78	78	HOKKAI UNIV	5	JAPAN	HOKKAI UNIV	78	78
87	87	OKAYAMA UNIV	6	JAPAN	OKAYAMA UNIV	87	87
91	91	UNIV TSUKUBA	7	JAPAN	UNIV TSUKUBA	91	91
93	93	UNIV TSUKUBA	8	JAPAN	UNIV TSUKUBA	93	93
02	02	CHEMISTRY, ORGANIC					
10	10	KYOTO UNIV	1	JAPAN	KYOTO UNIV	10	10
6	6	OSAKA UNIV	2	JAPAN	OSAKA UNIV	6	6
7	7	UNIV TOKYO	3	JAPAN	UNIV TOKYO	7	7
10	10	TOHOKU UNIV	4	JAPAN	TOHOKU UNIV	10	10
22	22	TOYO UNIV	5	JAPAN	TOYO UNIV	22	22
28	28	HOKKAI UNIV	6	JAPAN	HOKKAI UNIV	28	28
38	38	CHIBA UNIV	7	JAPAN	CHIBA UNIV	38	38
55	55	KYUSHU UNIV	8	JAPAN	KYUSHU UNIV	55	55
88	88	JAPAN SCI & TECHNOL AGCY	9	CHINA	JAPAN SCI & TECHNOL AGCY	88	88
92	92	TOYO UNIV	10	JAPAN	TOYO UNIV	92	92
0							

これまでの議論は【資料35】の表のようにまとめられる。

これから各大学において戦略を立て、それに沿った選択と集中をしていく上で、国内の他大学、あるいは世界の大学との比較分析をしていくことが必要となる。各大学は自分のデータはわかっている、他組織のデータを収集・作成するのは一般に困難である。そのため、基礎的なデータを我々が提供して、各大学のベンチマーキングに活用してもらうことが有効であろう。データユーザの立場からどのようなデータが基盤データとして提供されると有効なのかについて、議論が深まることを期待したい。

【資料35】

結論とこれからの方向性





桑原 輝隆

科学技術政策研究所長

(経歴)

1975年 東京大学教養学部基礎科学科卒

1977年 東京大学院理学系研究科相関理化学専門課程修士課程修了

1977年 科学技術庁入庁

1989年～現在 科学技術政策研究所に在籍

2001年1月 科学技術動向研究センター長

2005年4月 総務研究官

2010年8月 文部科学省科学技術政策研究所長

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3月



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