

数学研究に関する国際比較

—「忘れられた科学」から—

2020 年 2 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
第1調査研究グループ
細坪護拳 岡本拓也

【調査研究体制】

細坪護孝	博士(機能数理学)、科学技術・学術政策研究所 第1調査研究グループ 上席研究官
岡本拓也	科学技術・学術政策研究所 第1調査研究グループ 総括上席研究官

【Contributors】

HOSOTSUBO Moritaka Ph.D of Functional Mathematics, Senior Research Fellow,
1st Policy-Oriented Research Group,
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT.

OKAMOTO Takuya Director, 1st Policy-Oriented Research Group,
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。

Please specify reference as the following example when citing this NISTEP RESEARCH MATERIAL.

細坪護孝 岡本拓也, 「数学研究に関する国際比較－『忘れられた科学』から－」, *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.287, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/rm287>

HOSOTSUBO Moritaka and OKAMOTO Takuya, “International Comparison of Mathematical Research – From ‘Forgotten Science’ –” *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.287, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/rm287>

数学研究に関する国際比較－「忘れられた科学」から－

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第1調査研究グループ

細坪護孝 岡本拓也

要旨

既に行政では数学は「忘れられていない」という認識を持たれてはいるが、前の報告書の刊行から日数が経過したこともあり、筆者らとしては、日本の数学の現況の客観的な把握・分析を行い、施策の基本情報としたいと考えている。

米国やドイツでは数学研究予算の増加などが示唆されており、数学研究の重要性は増してきている。数学論文数の国別順位を見ると日本、ドイツやフランスでは多少の論文数のシェア低下が見られる。

各学際分野の論文数の推移を見ると、日本における諸科学と数学との学際分野の論文数は増えているが、世界は日本よりもさらに論文数が伸びていることがわかる。ただし、医学や芸術及び人文学との学際分野の論文数については世界の伸びより日本の伸びが大きい。

追加の論文分析として、学際分野論文に含まれる頻出上位のキーワードに関して、世界的傾向と日本の傾向を比較した。これから、日本の数学との学際分野に関しては、特に工学系等で半導体やロボット関連のものが相対的に多いことが分かる。

International Comparison of Mathematical Research - From 'Forgotten Science' -

HOSOTSUBO Moritaka and OKAMOTO Takuya

1st Policy-Oriented Research Group, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

Although the government already recognizes that mathematics is not forgotten, but in light of the fact that the number of days formulated has passed since the previous report, we objectively grasped the situation of mathematics in Japan, we want to analyze and make basic information of the measure.

In the United States and Germany, mathematics research is increasing in importance, as indicated by an increase in the budget for mathematical research. Looking at the ranking of the number of mathematical papers by country, Japan, Germany and France show a slight decrease in the share of the number of papers.

Looking at the transition of the number of papers in each interdisciplinary field, it can be seen that the number of papers in the interdisciplinary fields of science and mathematics in Japan is increasing, but the number of papers in the world is even larger than in Japan. However, the number of papers in the interdisciplinary fields such as medicine, arts, and humanities is growing more rapidly in Japan than in the world.

As an additional dissertation analysis, we compared global trends and Japan trends with regard to keywords that are frequently included in interdisciplinary papers. From the above, it can be seen that there are a relatively large number of semiconductors and robots related especially in the engineering system etc. in the area of mathematics interdisciplinary in Japan.

目 次

概要	i ~ x i
1. はじめに	1
2. 世界における数学研究論文等の状況	2
2-1 全体状況	2
2-2 数学と諸科学の学際分野の状況	4
2-3 国際的な会議等における状況	13
3. 数学研究に関する各国の状況及び政府の取り組み	15
3-1 日本	15
3-2 米国	23
3-3 フランス	34
3-4 ドイツ	36
3-5 英国	37
4. 謝辞	42
5. 参考文献	42
(参考1) 数学－諸科学学際分野の論文数の国別割合の推移	43
(参考2) 数学との学際分野論文の頻出上位に含まれるキーワードに関する世界的傾向と日本の傾向比較	48

【概要】

(1)はじめに

2006年5月に「忘れられた科学－数学」^[1]報告書を公表した。その後、学术界やメディアなどでも大きく取り上げていただいた。行政側の反響も大きく、「忘れられた科学－数学」報告書は歴史的な数学施策の振興に大いに寄与したものと考えられる。

その後の行政では数学は戦略的創造研究事業制度の導入など外部資金における数学対象のプロジェクトなどがあり「忘れられていない」という認識を持たれてはいるが、上記の報告書の刊行から日数が経過したこともあり、筆者らとしては、現時点における日本の数学の状況の客観的な把握・分析を行い、施策の基本情報としたいと考えている。

(2)世界における数学研究論文等の状況

・分析に用いたデータの取得日	2019年1月から2月
・分析対象とした文献タイプや出版タイプ	エルゼビア社のScopusに収録されている全ての文献タイプ及び出版タイプの論文
・分野の決め方	All Science Journals Classification(ASJC)の数学
・論文数のカウント方法	整数カウント

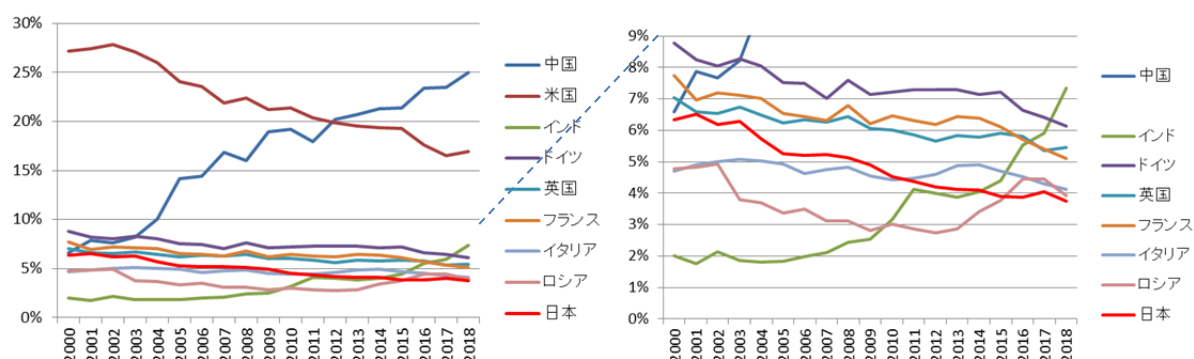
概要図表 0 論文数の集計方法の概要(出典:図表 2-0)

論文分析においては、文献タイプや出版タイプは指定しておらず、論文数のカウント方法も特に指定をせず整数カウントとしている。また、分野の決め方はデータベースの分野をそのまま使用しており、キーワードも使用していない。論文検索では分野と出版年、国で絞っており、他の項目は使用していない。

どのような国々が数学研究の上位を占めるのか。

数学研究成果の状況について主に論文数の観点から分析を行った。各国の状況をなるべく同条件に近くして比較分析するため、エルゼビア社の Scopus データベースから各年での各国の数学研究に関する論文数を算出した。論文数の集計方法の概要を概要図表 0 に示す。

数学研究論文数シェアでは、トップから中国、米国、インドの順となっており、近年、中国、インドが急成長している。日本はロシアに次いで世界第9位の地位を占め、世界の数学研究論文数の約4%のシェアとなっている(概要図表 1)。ここ数年、米国やドイツでは数学研究予算の増加が示唆されており、数学研究の重要性に対する理解が増してきている。



概要図表 1 主要国の数学研究論文数の世界シェアの推移

(右図は左図の下部の拡大。出典:図表2-1)

各学際分野の論文数の推移を見ると(概要図表2)、日本における諸科学と数学との学際分野の論文数は増えているが、世界は日本よりもさらに論文数が伸びていることがわかる。ただし、医学や芸術及び人文学との学際分野の論文数については世界の伸びより日本の伸びが大きい。

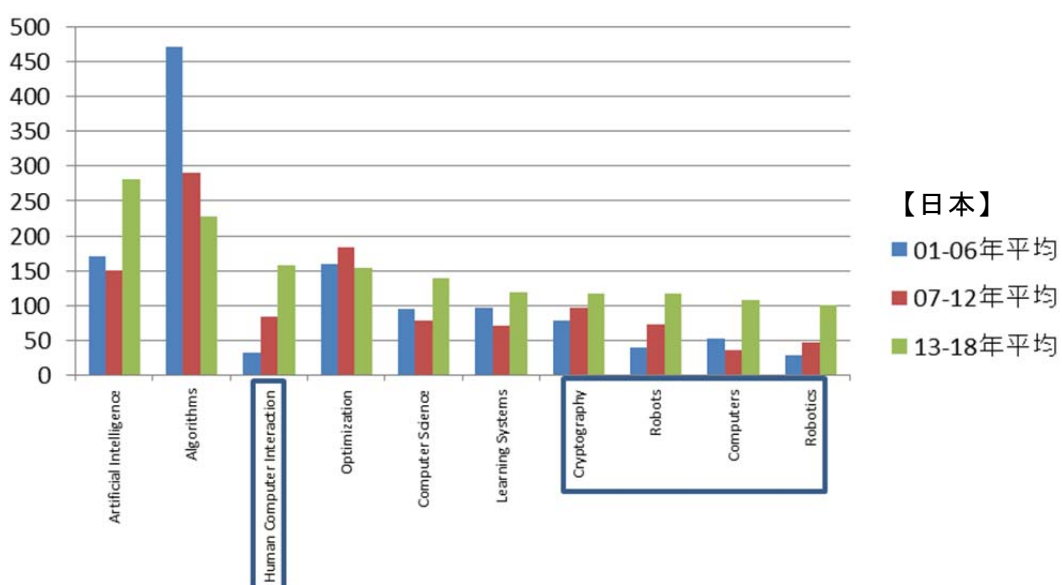
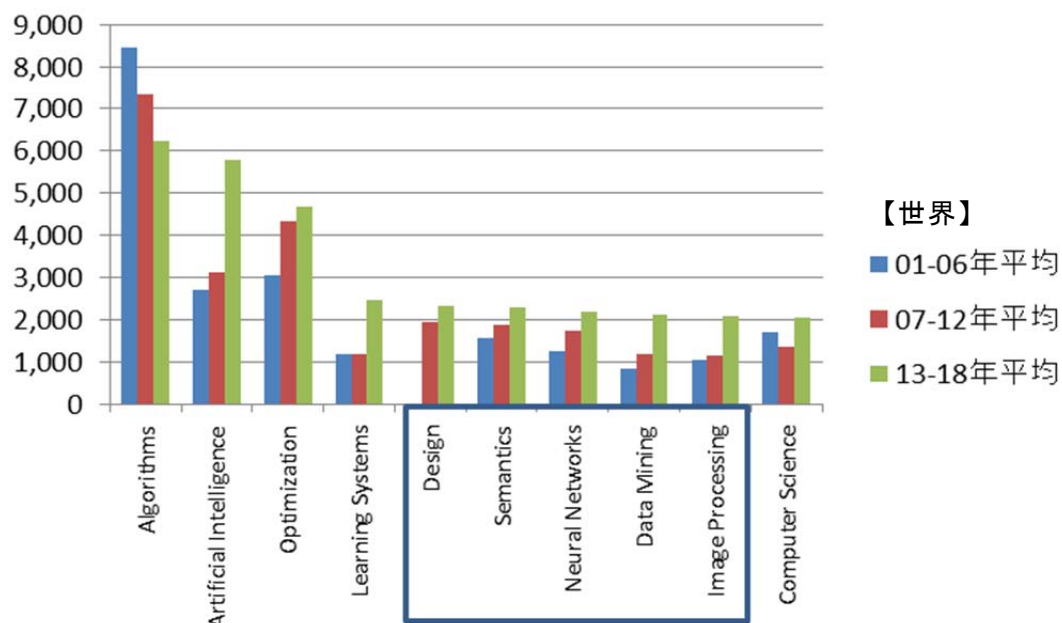
		数学との学際分野											
	全分野	数学	数学のみ	学際分野全体	計算機科学	工学	物理学及び天文学	材料科学	意思決定科学	エネルギー	社会科学	生化学、遺伝学及び分子生物学	化学
世界(16-18年平均) ((16-18年平均)/(05-07年平均)(%))	3,907,760 (170%)	286,297 (151%)	66,609 (176%)	219,688 (145%)	144,623 (191%)	93,323 (249%)	47,915 (148%)	25,147 (143%)	22,491 (288%)	15,854 (2724%)	8,225 (370%)	7,877 (139%)	5,756 (274%)
世界(05-07年平均)	2,298,849	189,313	37,932	151,381	75,660	37,461	32,384	17,637	7,807	582	2,220	5,664	2,097
日本(16-18年平均) ((16-18年平均)/(05-07年平均)(%))	129,407 (104%)	8,581 (132%)	1,957 (142%)	6,624 (129%)	4,782 (130%)	2,936 (157%)	1,923 (120%)	950 (105%)	421 (211%)	354 (1310%)	123 (144%)	189 (59%)	119 (147%)
日本(05-07年平均)	124,365	6,494	1,375	5,119	3,685	1,867	1,606	901	200	27	86	319	81
	5位 6位	6位	8位		5位 7位	3位 6位		4位 7位			4位	5位	7位
		9位	9位				7位 8位			12位	12位	10位	11位
											17位		
					ビジネス、経営及び経理	環境科学	農学及び生物科学	経済学、計量経済学及び金融学	地球及び惑星科学	化学工学	医学	芸術及び人文科学	免疫学及び微生物学
世界(16-18年平均) ((16-18年平均)/(05-07年平均)(%))					3,948 (742%)	3,923 (447%)	3,917 (240%)	3,787 (293%)	3,565 (229%)	3,391 (308%)	2,766 (175%)	2,562 (310%)	1,706 (206%)
世界(05-07年平均)					532	877	1,635	1,293	1,556	1,101	1,578	827	829
日本(16-18年平均) ((16-18年平均)/(05-07年平均)(%))					78 (245%)	64 (406%)	95 (175%)	60 (171%)	64 (165%)	84 (206%)	91 (217%)	109 (388%)	57 (149%)
日本(05-07年平均)					32	16	54	35	39	41	42	28	38
					3位								
						12位	6位	10位	8位	7位	6位	7位	5位
						15位	12位	15位	14位	9位	8位	9位	7位

- ・諸科学の順番は世界(16-18 年平均)の論文数の順番を示す。
- ・青矢印は、2005-07 年平均と 2016-18 年平均の順位の変遷を示す。
- ・上向きの黄矢印は、日本の 05-07 年平均論文数より 16-18 年平均論文数が上回る場合を示し、
下向きの黄矢印は、日本の 05-07 年平均論文数より 16-18 年平均論文数が下回る場合を示す。
大きな上向きの黄矢印は、日本の傾向(16-18 年平均/05-07 年平均)が世界の傾向(16-18 年
平均/05-07 年平均)より大きな場合を示す。(出典:図表 2-5)

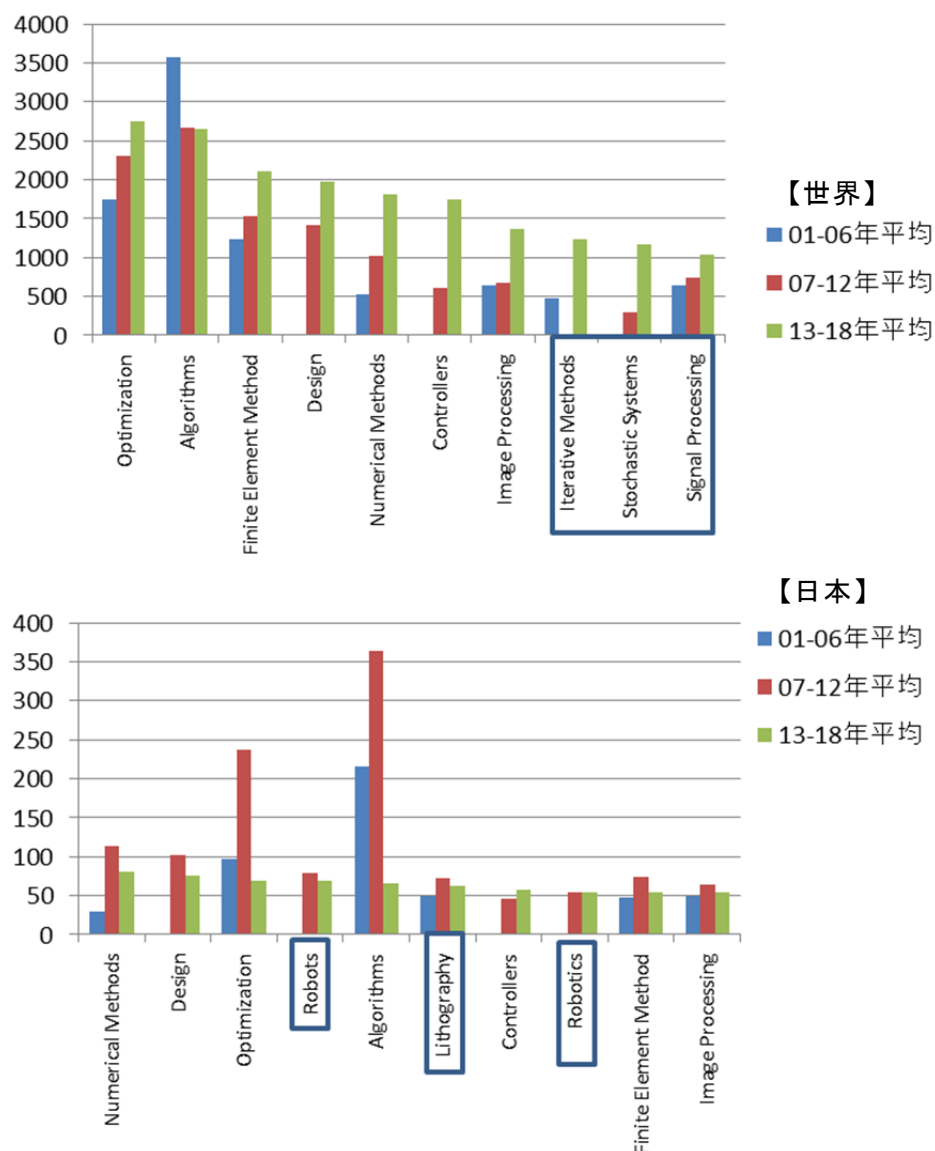
追加の論文分析として、学際分野論文に含まれる頻出上位のキーワードに関して、世界の傾向と日本の傾向を比較した(概要図表 3 から概要図表 6)。

この傾向を比較することによって、同じ学際分野の論文であっても、日本は具体的にどのような分野に多い(少ない)のかが判明すると考えられる。

例えば、数学－計算機科学の学際分野に関しては、日本は設計(Design)やセマンティクス(Semantics)、ニューラルネットワーク(Neural Network)といった分野では比較的少ない一方、人と計算機の相互作用(Human Computer Interaction)、暗号論(Cryptography)やロボット(Robots, Robotics)という分野では世界水準より多いと考えられる。

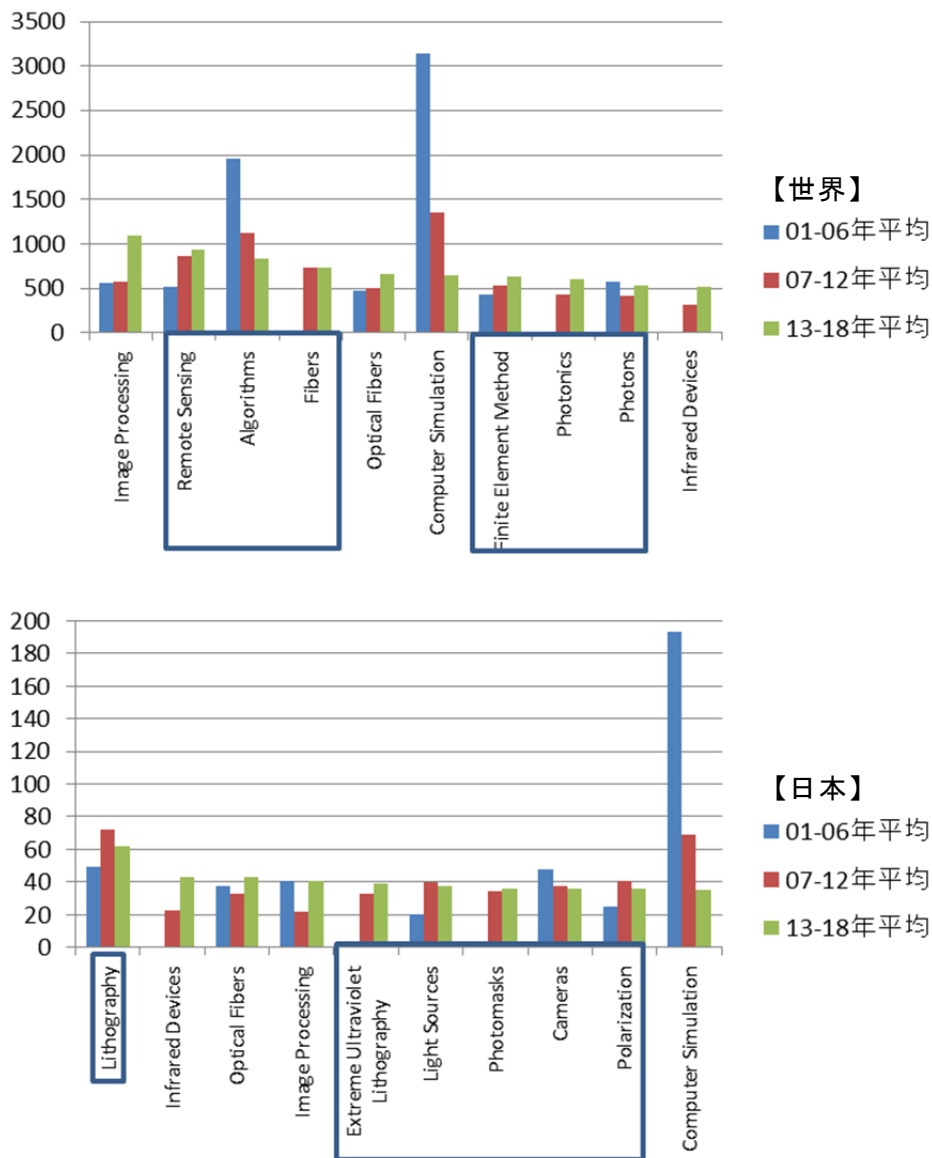


概要図表 3 数学－計算機科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：図表 2-11)



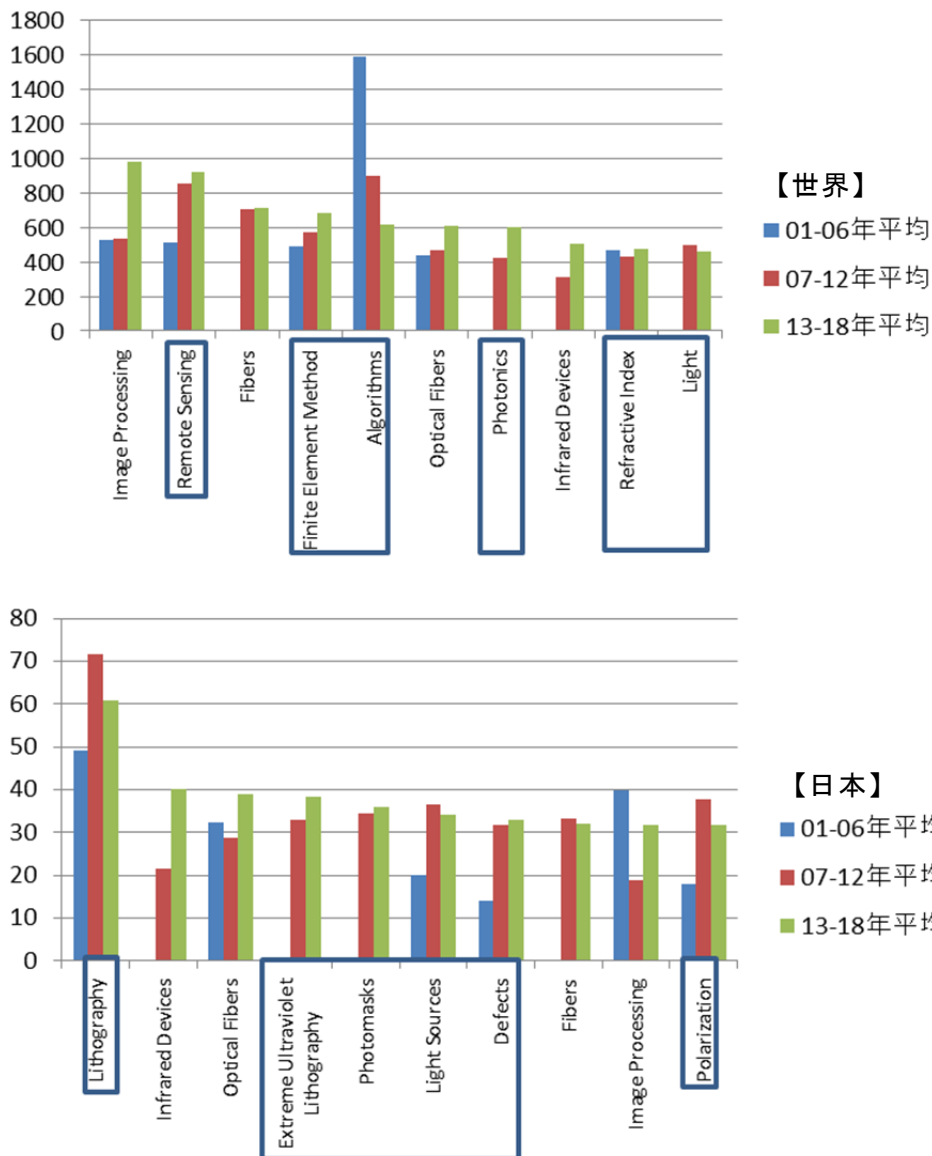
概要図表 4 数学－工学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：図表 2-12)

数学－工学分野に関しては、反復法(Iterative Methods)や複雑系(Stochastic Systems)、信号処理(Signal Processing)に関しては世界水準に比して多くはない一方、ロボット(Robots, Robotics)やリソグラフィー(Lithography)に関しては世界水準より多いと考えられる。



概要図表 5 数学－物理学及び天文学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：図表 2-13)

数学－物理学及び天文学の学際分野に関しては、リモートセンシング(Remote Sensing)、アルゴリズム(Algorithms)、ファイバー(Fibers)といった分野では日本は相対的に少ないが、リソグラフィー(Lithography)、極紫外リソグラフィー(Extreme Ultraviolet Lithography)や光源(Light Sources)といった分野では相対的に多い。



概要図表 6 数学－材料科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:図表 2-14)

数学－材料科学の学際分野においては、リモートセンシング(Remote Sensing)、有限要素法(Finite Element Method)やアルゴリズム(Algorithms)といった分野では日本は比較的少ない一方、リソグラフィー(Lithography)、極紫外リソグラフィー(Extreme Ultraviolet Lithography)やフォトマスク(Photomasks)といった分野では日本は相対的に多い。

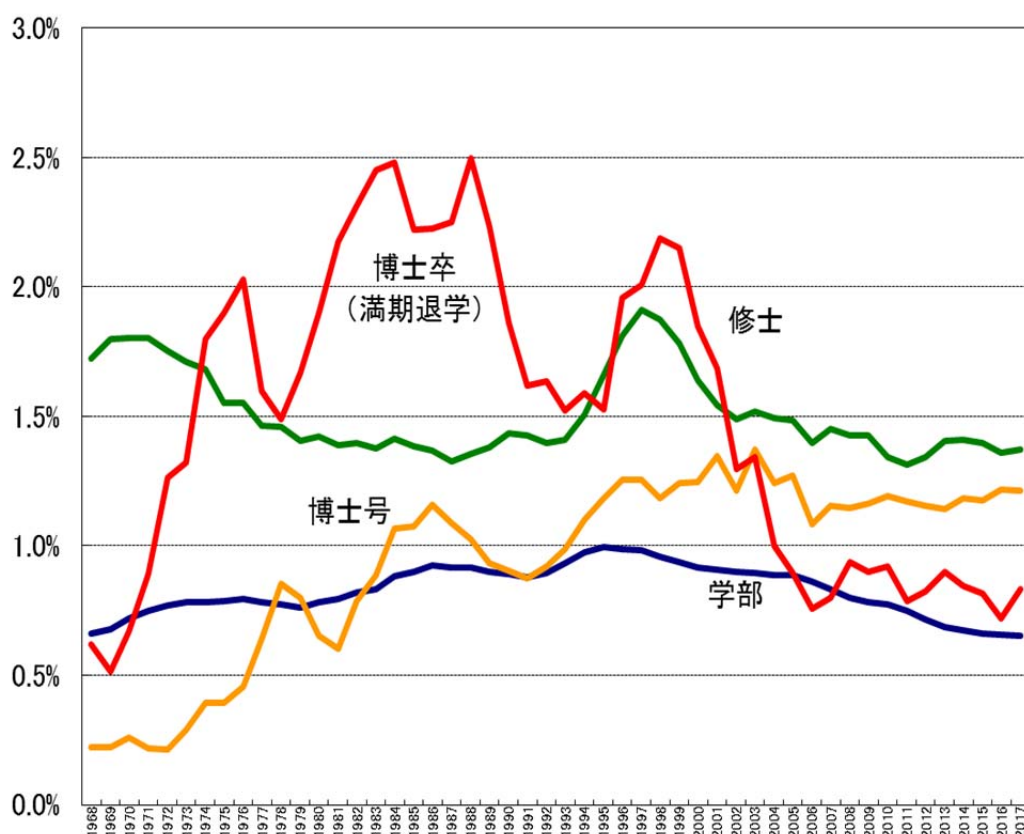
以上から、以上 4 つの数学との学際分野に関しては、日本は、特に数学－工学系等で半導体やロボット関連の論文が相対的に多いことが分かる。

(3) 数学研究に関する日本と各国の状況及び政府の取組み

学生数や卒業生数といった人的資本の面では、特に近年は大きな変化は見られないものの、

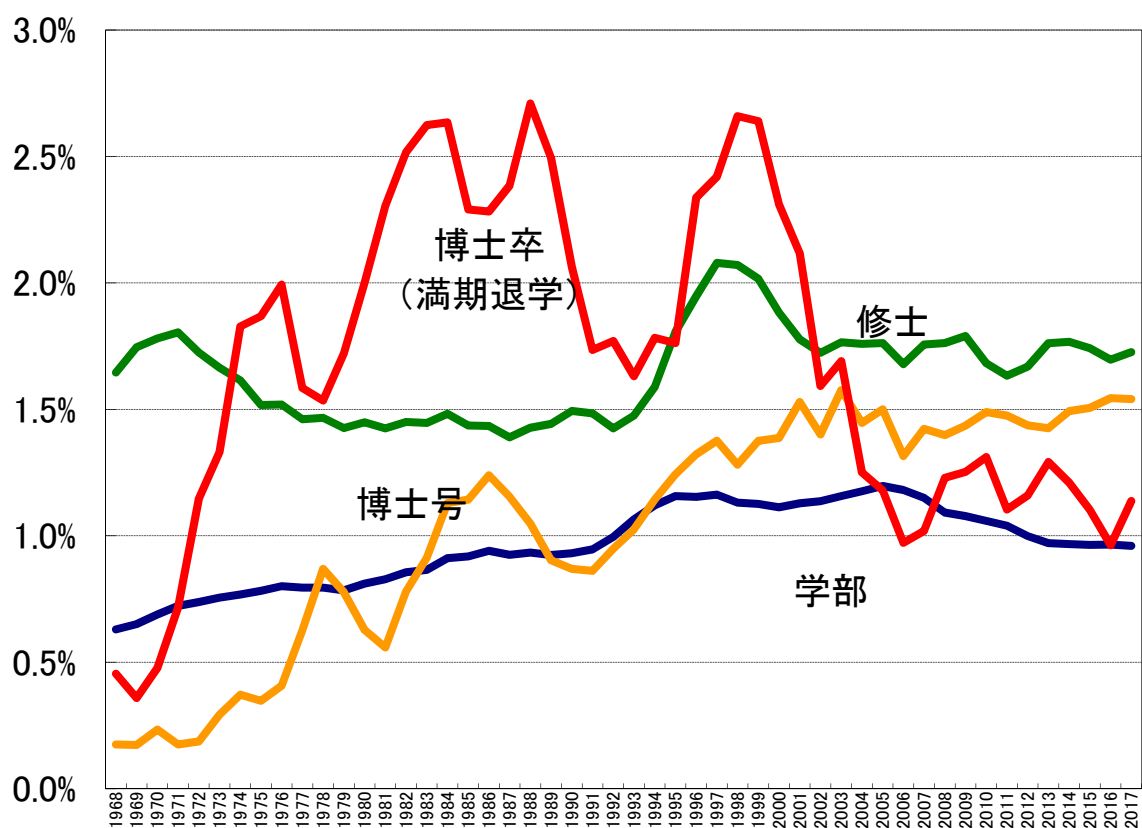
特に日本の場合、女性の人的資本が他分野と比較して伸び悩んでいるようにも思われる(概要図表 7、概要図表 8、概要図表 9)。

米国では、数学研究に関して、その広い雇用の幅と膨大な量が示唆されている(概要図表 10)。研究開発に携わらない職を含む数理科学関係の職というだけで、2018 年時点で 17 万人と推計されている。これに対する人材供給源となる学生数に関して、数学に加えて統計学も含まれているが、全分野に占める割合が近年増加傾向にあると示されている(概要図表 11)。



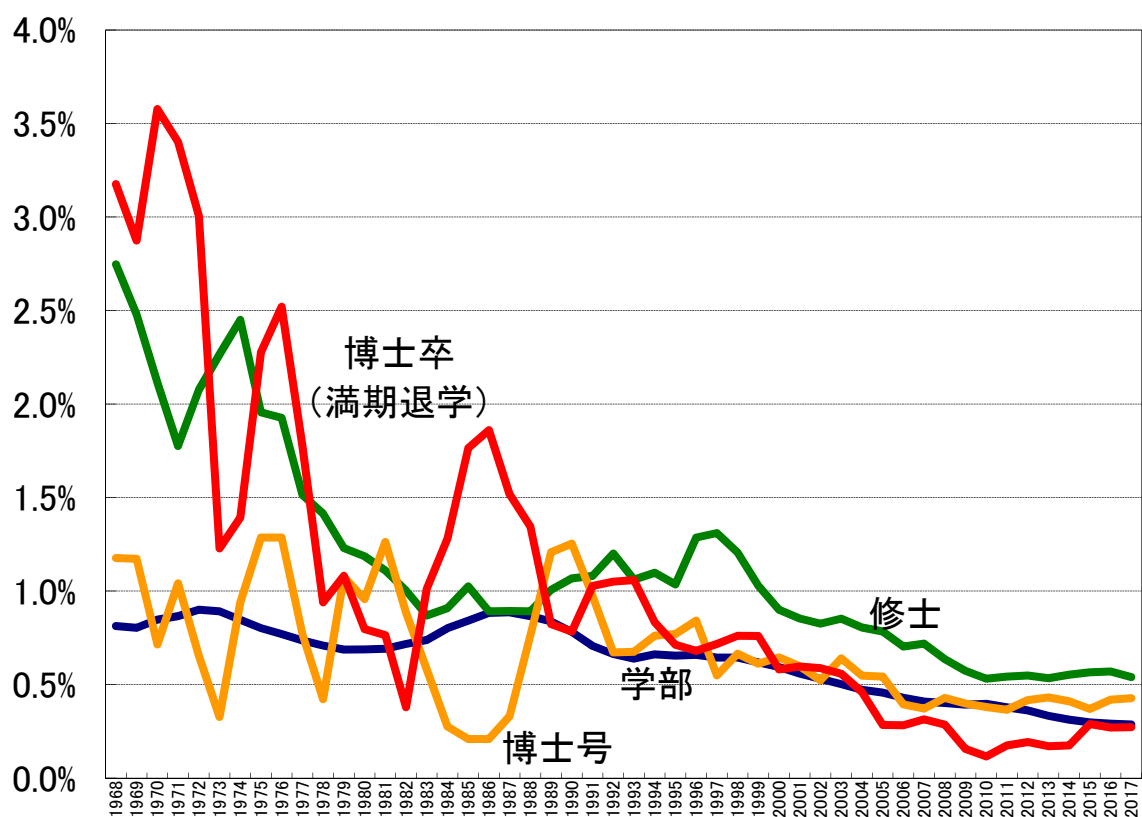
概要図表 7 日本の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の卒業者数に対する割合の推移 (出典:図表 3-7)

※ 2017 年度 学部卒 3702 人、修士卒 956 人、博士卒(満期退学)29 人、博士号 152 人



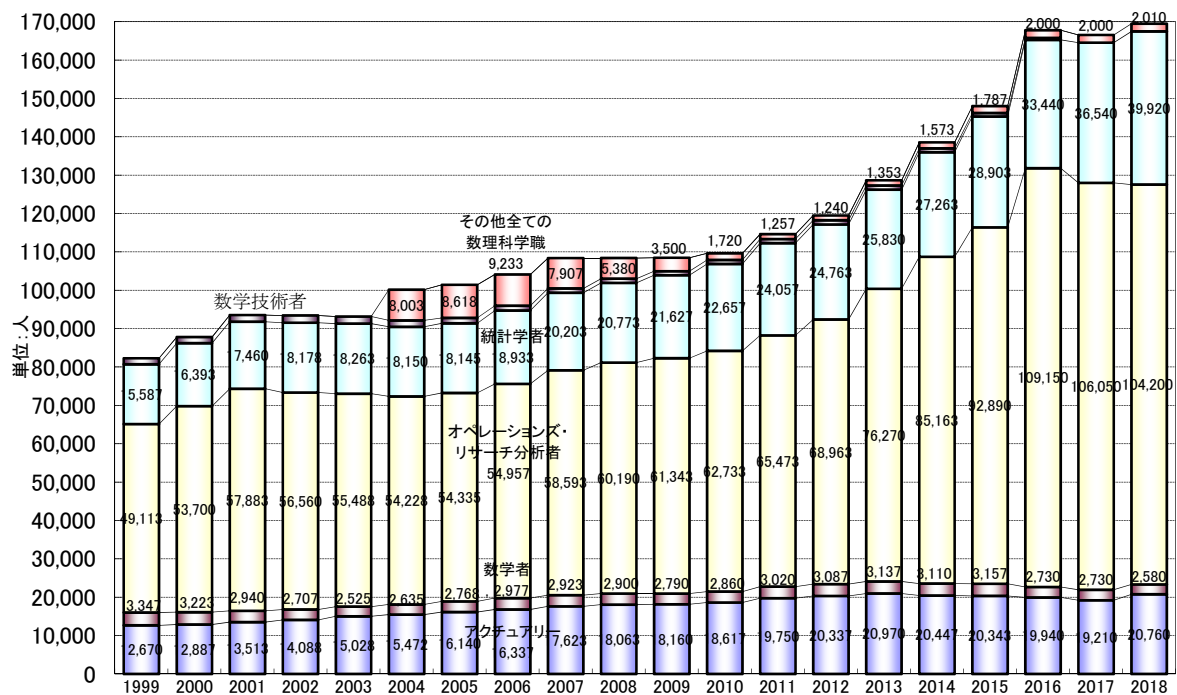
概要図表 8 日本の男性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の男性卒業者に対する割合の推移(出典:図表 3-8)

※ 2017 年度 学部卒 2952 人、修士卒 843 人、博士卒(満期退学)28 人、博士号 137 人

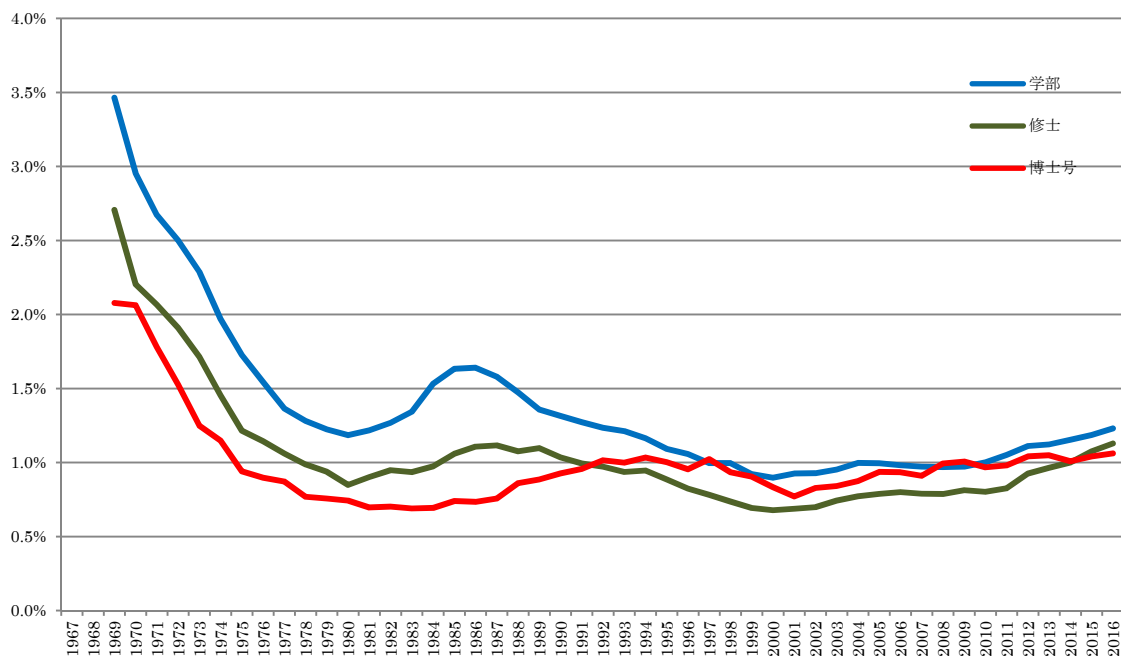


概要図表 9 日本の女性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の女性卒業者に対する割合の推移(出典:図表 3-9)

※ 2017 年度 学部卒 750 人、修士卒 113 人、博士卒(満期退学)1 人、博士号 15 人



概要図表 10 米国における数理科学関係職業従業者数の見積もりの推移(出典:図表 3-20)



概要図表 11 米国の全分野に占める数学又は統計学卒業者数の割合の推移(出典:図表 3-22)

数学研究機関・拠点数については、日本で18、米国で24、フランスで25、ドイツで10(大学以外)

英国で 20 となっており、日本はやや少なめではあるが、大幅に少ないというほどではない。

1. はじめに

2006 年 5 月に「忘れられた科学－数学」^[1]報告書を公表した。その後、学术界やメディアなどでも大きく取り上げていただいた。行政側の反響も大きく、科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業に数学の分野が初めて設けられ(2007 年)、行政部局内に数学イノベーションユニットや、数学者らの有識者から構成される数学イノベーション委員会が設置された(2011 年)^[2]。その後も数学イノベーション委員会による「数学イノベーション戦略」^[3]の策定(2014 年)、「数学イノベーション推進に必要な方策について」^[4](2016 年)のとりまとめが行われている。また、国が定める科学技術基本計画(第4期^[5]:2011 年、第 5 期^[6]:2016 年)においても、数理科学の振興を図ることが明記されるようになった。

以上から、「忘れられた科学－数学」報告書は数学施策の振興に大いに寄与したものと考えられる。

上記の報告書の刊行から日数が経過したこともあり、筆者らとしては、改めて現在の日本の数学の状況について客観的な把握・分析を行い、施策の基本情報としたいと考えている。

2. 世界における数学研究論文等の状況

2-1. 全体状況

・分析に用いたデータの取得日	2019年1月から2月
・分析対象とした文献タイプや出版タイプ	エルゼビア社のScopusに収録されている全ての文献タイプ及び出版タイプの論文
・分野の決め方	All Science Journals Classification(ASJC)の数学
・論文数のカウント方法	整数カウント

図表 2-0 論文数の集計方法の概要(出典:筆者作成)

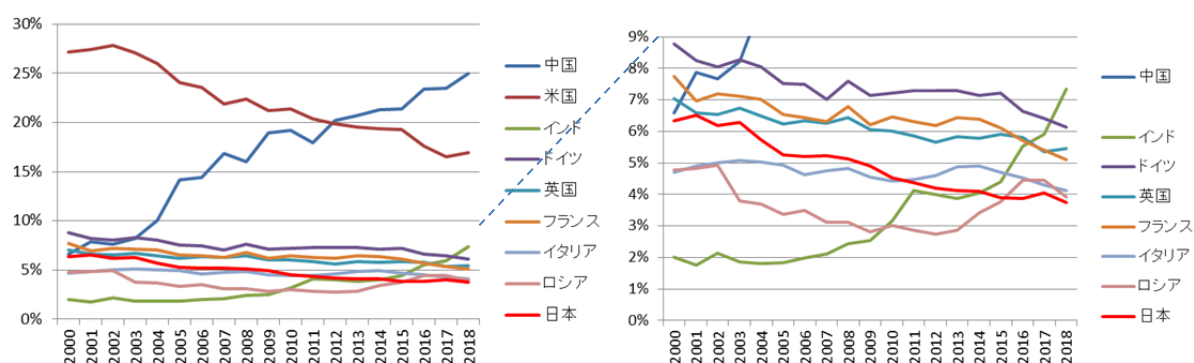
論文分析においては、文献タイプや出版タイプは指定しておらず、論文数のカウント方法も特に指定をせず整数カウントとしている。また、分野の決め方はデータベースの分野をそのまま使用しており、キーワードも使用していない。論文検索では分野と出版年、国で絞っており、他の項目は使用していない。

どのような国々が数学研究¹の上位を占めるのか、数学研究成果の状況について主に論文数の観点から分析を行った。各国の状況をなるべく同条件に近くして比較分析するため、エルゼビア社のScopusデータベースから各年での各国の数学研究に関する論文数を算出した。論文数の集計方法の概要を図表 2-0 に示す。

数学研究における各国のポジションの推移を分析するため、当該年の数学研究論文数全体に対する各国の論文数の世界シェアを計算し、その時系列比較を行った(図表 2-1)。

図表 2-1 から、数学研究論文数シェアではトップから中国、米国、インドの順となっており、近年、中国、インドが急成長していることが分かる。日本はロシアに次いで世界第9位の地位を占め、世界の数学研究論文数の約4%のシェアとなっている。この状況は前回調査の2006年時点(6~7%)と比べて悪化している。

全体的な動向としては、2000年以降に米国の世界シェアが減少していく一方、中国の伸びが著しい。反面、日本だけではなく、ドイツ(9→6%)、フランス(8→5%)、英国(7→6%)についてもこの20年間で世界シェアを減らしている。数学論文数の国別順位を見ると日本、ドイツやフランスでは多少の論文数のシェア低下が見られる(図表 2-1)。



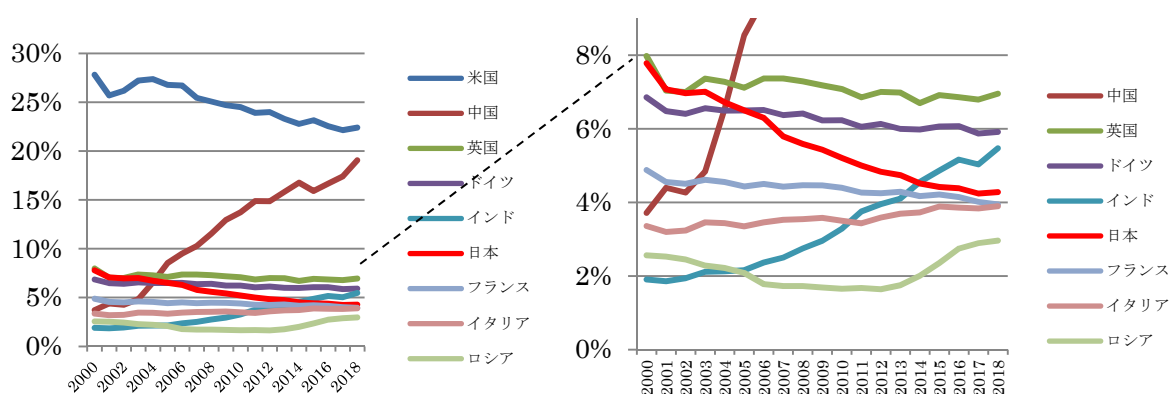
図表2-1 主要国の数学研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の)

¹本稿において「数学研究」とは、基礎的な数学(いわゆる純粋数学)、応用数学、統計学、確率論などを含む数理科学(mathematical science)における研究を意味するものとする。

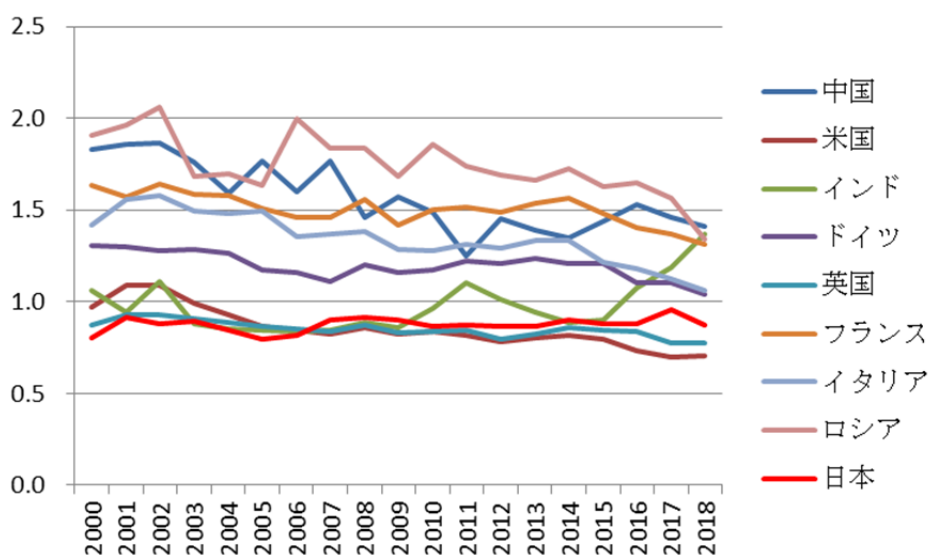
拡大。出典：エルゼビア社Scopusに基づき筆者が集計²⁾

一方、近年、日本は全分野論文数で世界第6位となっている状況を鑑みると(図表 2-2 参照)、日本の論文生産全体に対する数学分野の(他分野と比較した場合の)相対的な重みが増加した可能性がある。

そこで、ある国の科学技術全体に対する数学分野の(他分野と比較した場合の)相対的な重みを計測すべく、(ある国の数学研究論文数の世界シェア)/(同国の全分野論文数の世界シェア)という世界シェア比を導入する(図表 2-3)。この世界シェア比が1を超えれば、同国の数学研究論文数は同国の全分野論文数と比べて世界シェアが高く、同国の数学研究は全分野平均と比較して活発であることになる。逆に1未満であれば、同国の数学研究論文数は同国の全分野論文数と比べて世界シェアが低く、同国の数学研究は全分野平均と比較して活発でないこととなる。



図表 2-2 主要国の全分野論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典：エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



²⁾ 本稿における折れ線グラフの国際比較では、この図表に登場する9カ国(中国、米国、インド、ドイツ、英国、フランス、イタリア、ロシア、日本)を対象とする。

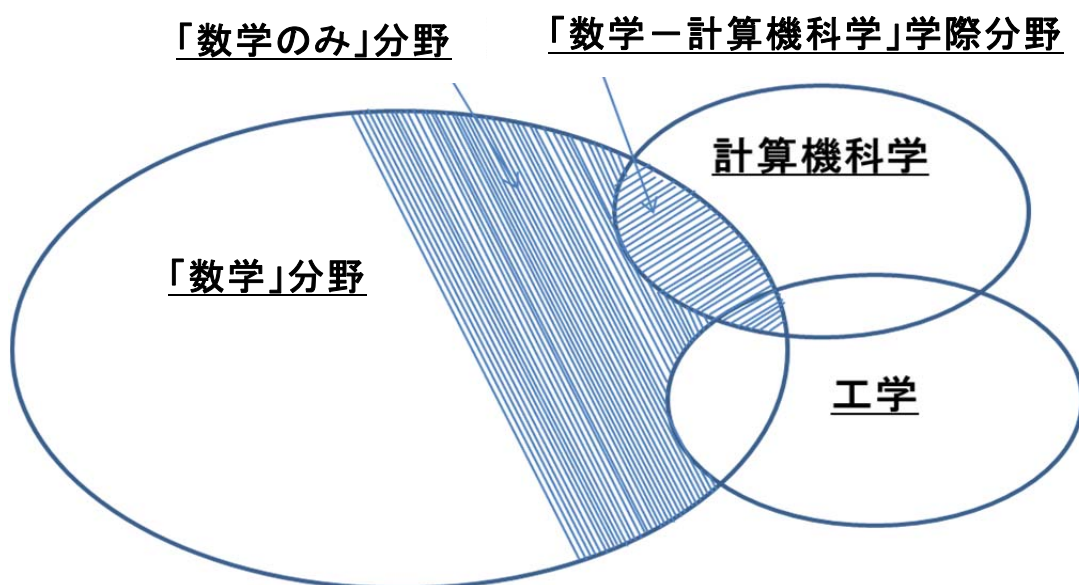
図表 2-3 主要国の数学の世界シェア比(数学研究論文数の世界シェア)/(全分野論文数の世界シェア)の推移(出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)

図表 2-3 から、中国やインド、ロシア、フランスでは数学研究論文数の世界シェア比が大きく、これらの国では数学研究が活発であることが推測される。日本はこの 20 年間ほぼ横ばいであり、米国ではこの世界シェア比はこの 20 年間で減少傾向にあり、この 10 数年間は日本より低くなっていることが分かる。

2-2. 数学と諸科学の学際分野の状況

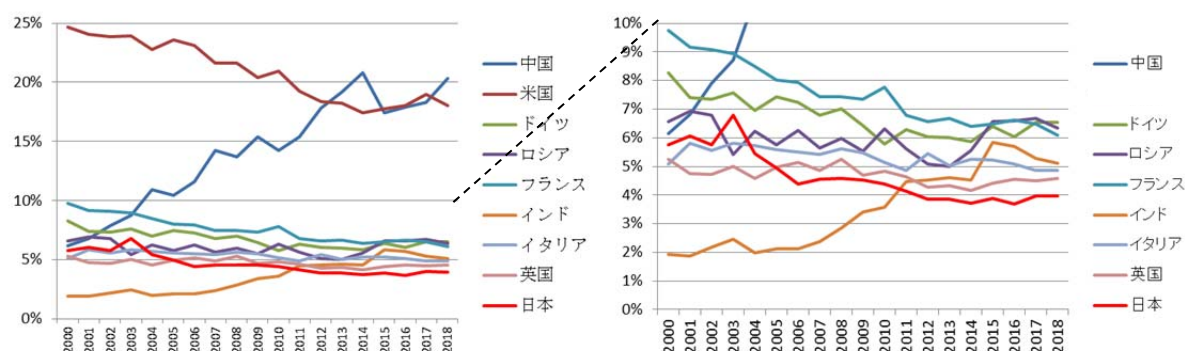
本稿では数学のみならず数学と諸科学の学際分野が重要であるという観点に立ち、数学のみならず数学と諸科学との学際分野の分析も行う。そこで、エルゼビア社 Scopus を用いて、数学と諸科学の学際分野における活動状況を世界及び日本の場合に分別して分析する。具体的には、論文のうち、Scopus で数学に加えて他の ASJC 分類が付与されているものを数学との学際分野として分析している。分析に入る前に、基本概念を整理する(図表 2-4)。ここでは学際分野の例示だけでなく、既存分野に含まれない数学分野を「数学のみ」分野として整理している。

この数学分野や数学のみ分野、数学と諸科学の学際分野に関する世界における日本の論文数の順位はどのように変化したかを図表 2-5 に示す。



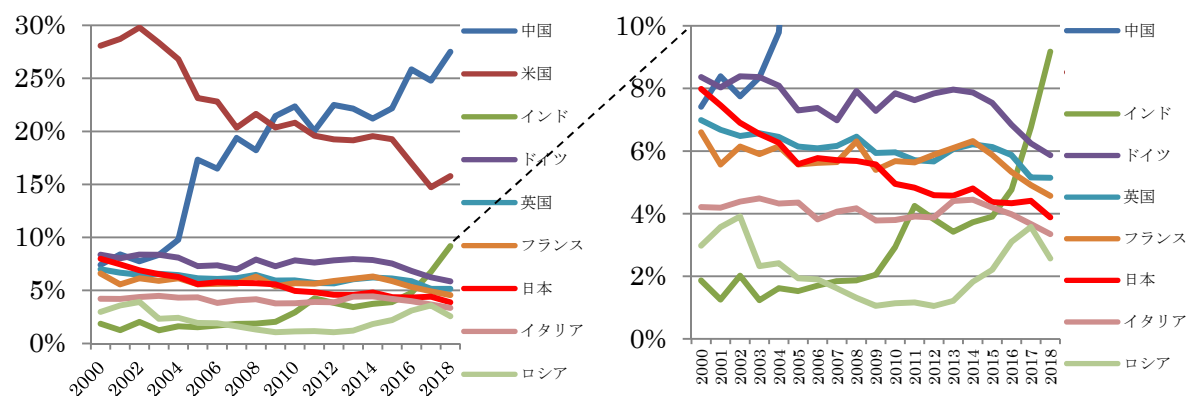
図表 2-4 数学と諸科学の学際分野に関する概念図(出典:筆者作成)

下、数学全体では6位から9位に低下するとともに、図表2-4で整理した「数学のみ」では8位から9位へと低下した。諸科学との分野でとりわけ低下が著しいのが社会科学(4位から17位)、ビジネス、経営及び経理(3位から13位)との学際分野である。

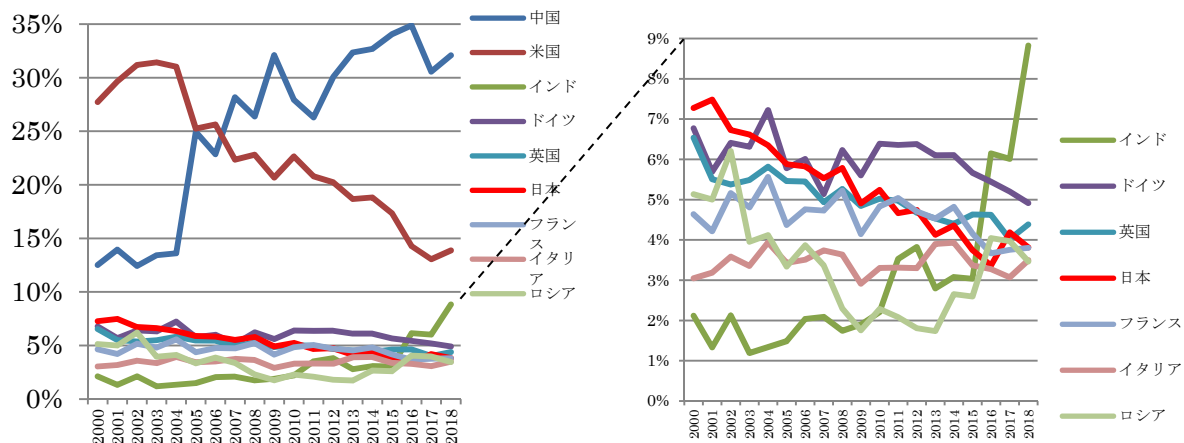


図表 2-6 主要国の「数学のみ」研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)

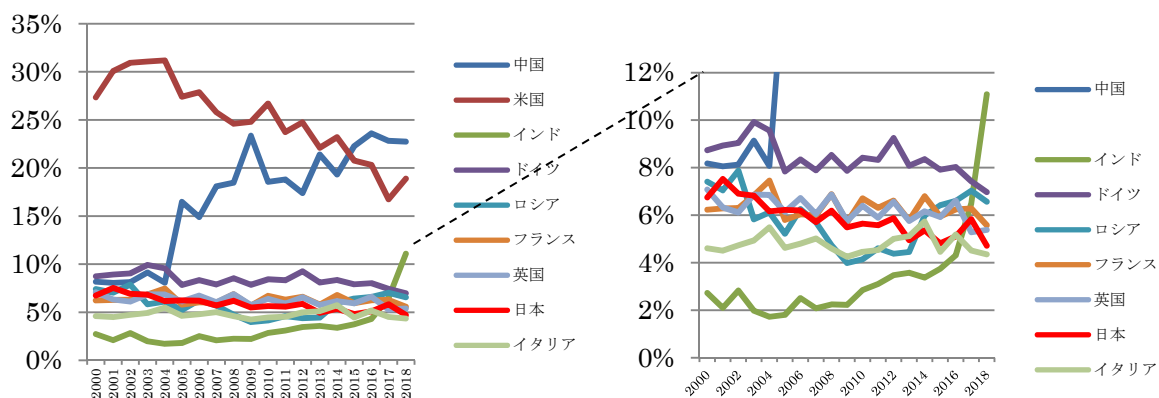
「数学のみ」においては図表2-6となっており、日本はここ20年程の間に英国とインド、イタリアに抜かれていることが分かる。また、数学と諸科学の学際分野において、最も盛んな分野は図表2-5から、計算機科学(図表2-7)、工学(図表2-8)、物理学及び天文学(図表2-9)、材料科学(図表2-10)…(以下、参考1参照)などとなっていることがわかる。図表中の他国の選び方は2018年に日本より上位にいる国々である。これらの学際分野でも日本は順位を落としているが、それほど大きくは落としていないことが分かる。



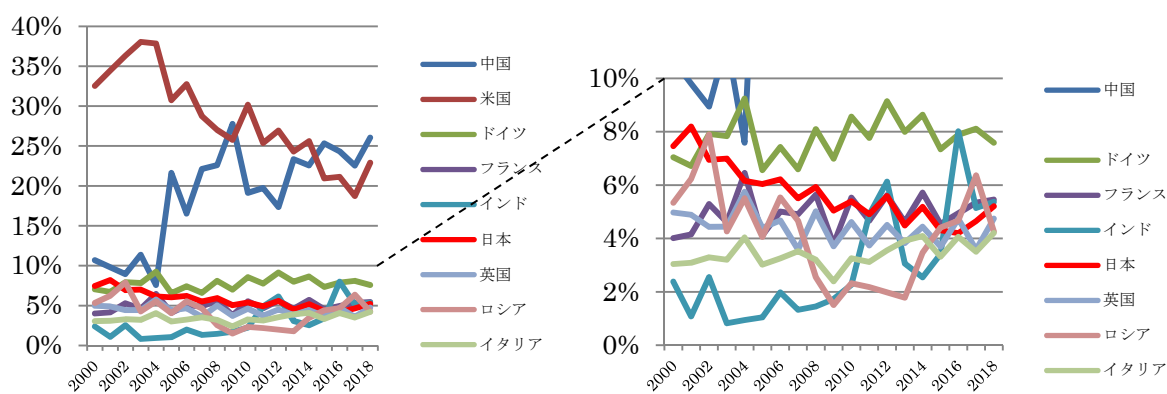
図表 2-7 数学—計算機科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



図表 2-8 数学－工学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



図表 2-9 数学－物理学及び天文学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



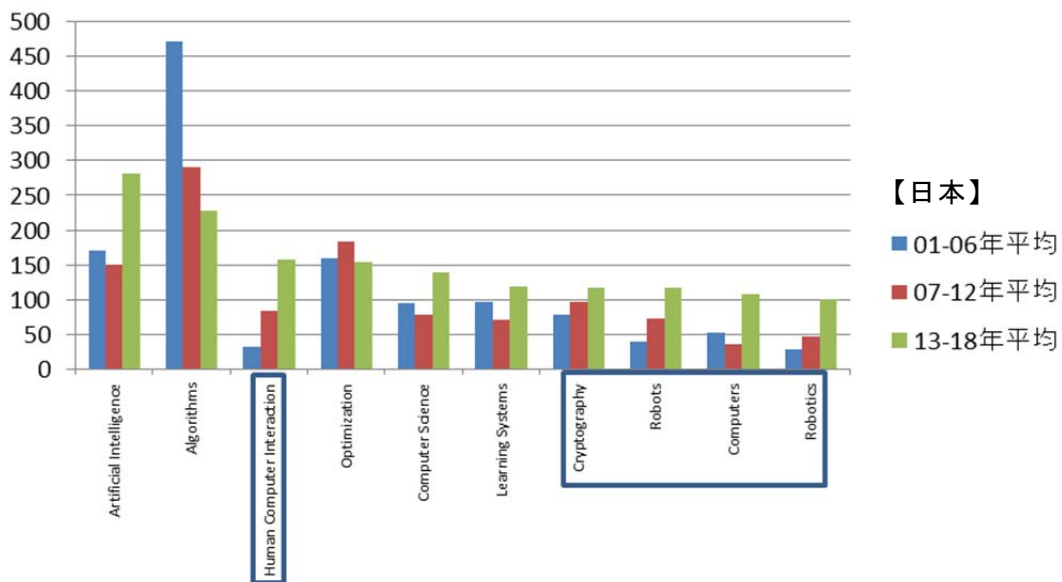
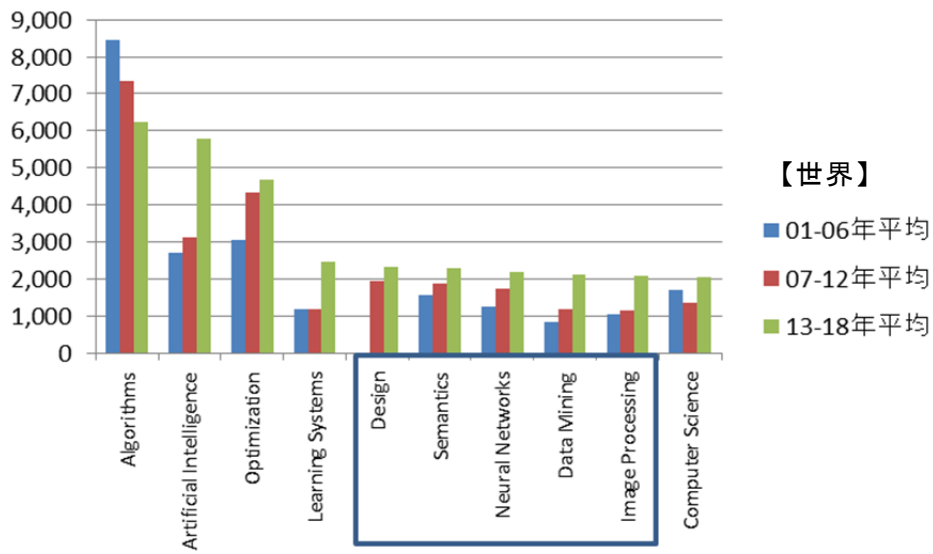
図表 2-10 数学－材料科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)

いずれにしても日本の数学研究論文はシェアを減らしている。

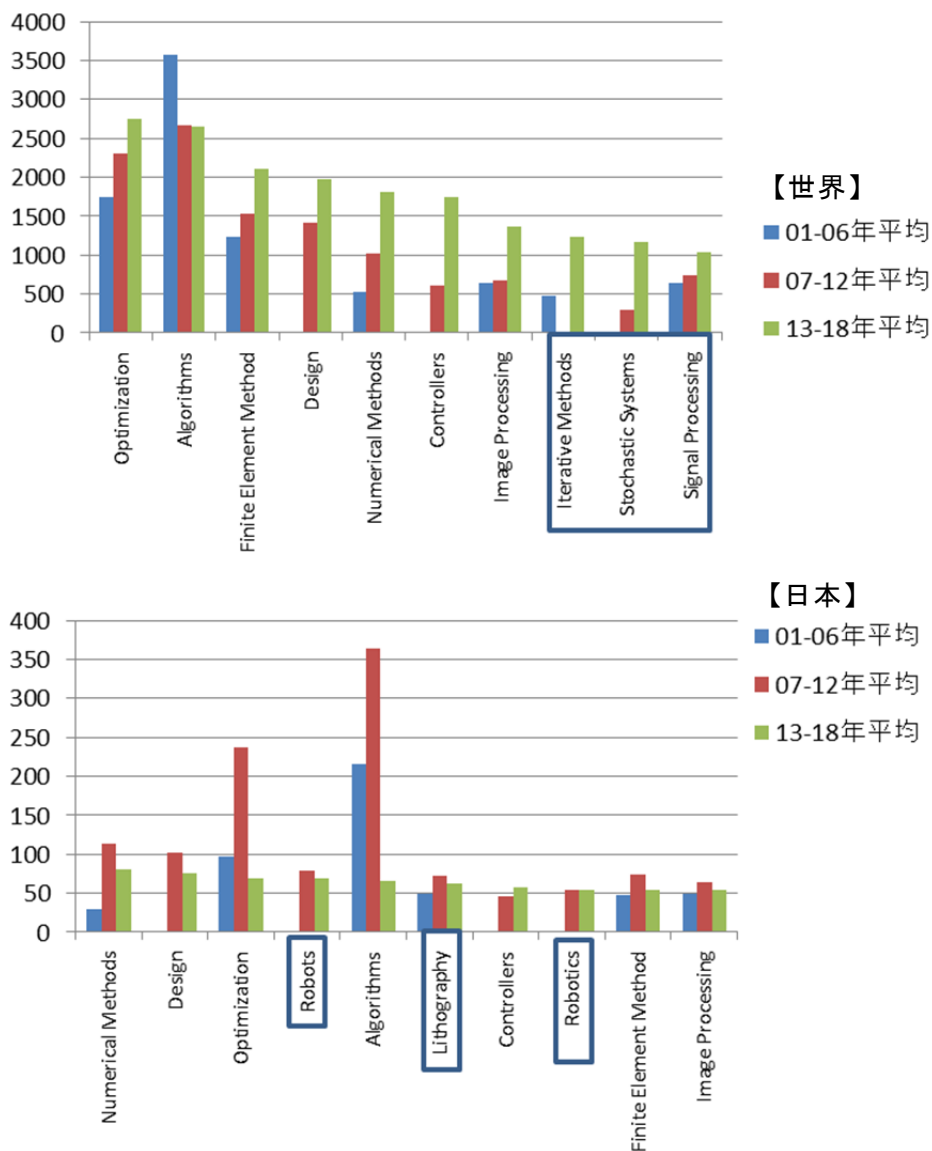
追加の論文分析として、学際分野論文の頻出上位に含まれるキーワードに関して、世界の傾向と日本の傾向を比較してみたい(図表 2-11 から図表 2-14、参考2)。本章では数学ー学際分野の論文数の多い4分野に対して分析を行うものとする。キーワードの並び順は 13-18 年平均の上位 10 個である。

この傾向を比較することによって、同じ学際分野の論文であっても、日本は具体的にどのようなテーマに多い(少ない)のか、換言するとどのようなテーマに強い(弱い)のかが判明すると考えられる。また、robot や robotics, robots などの単複称や学問分野としてのキーワードについては本稿では同一とみなす。

更に、例えば、数学ー計算機科学の学際分野に関しては、日本は設計(design)やセマンティクス(semantics)、ニューラルネットワーク(neural network)といった部分では比較的少ない一方、人と計算機の相互作用(Human Computer Interaction)、暗号論(cryptography)やロボット(robots, robotics)という部分では世界水準より多いと考えられる。

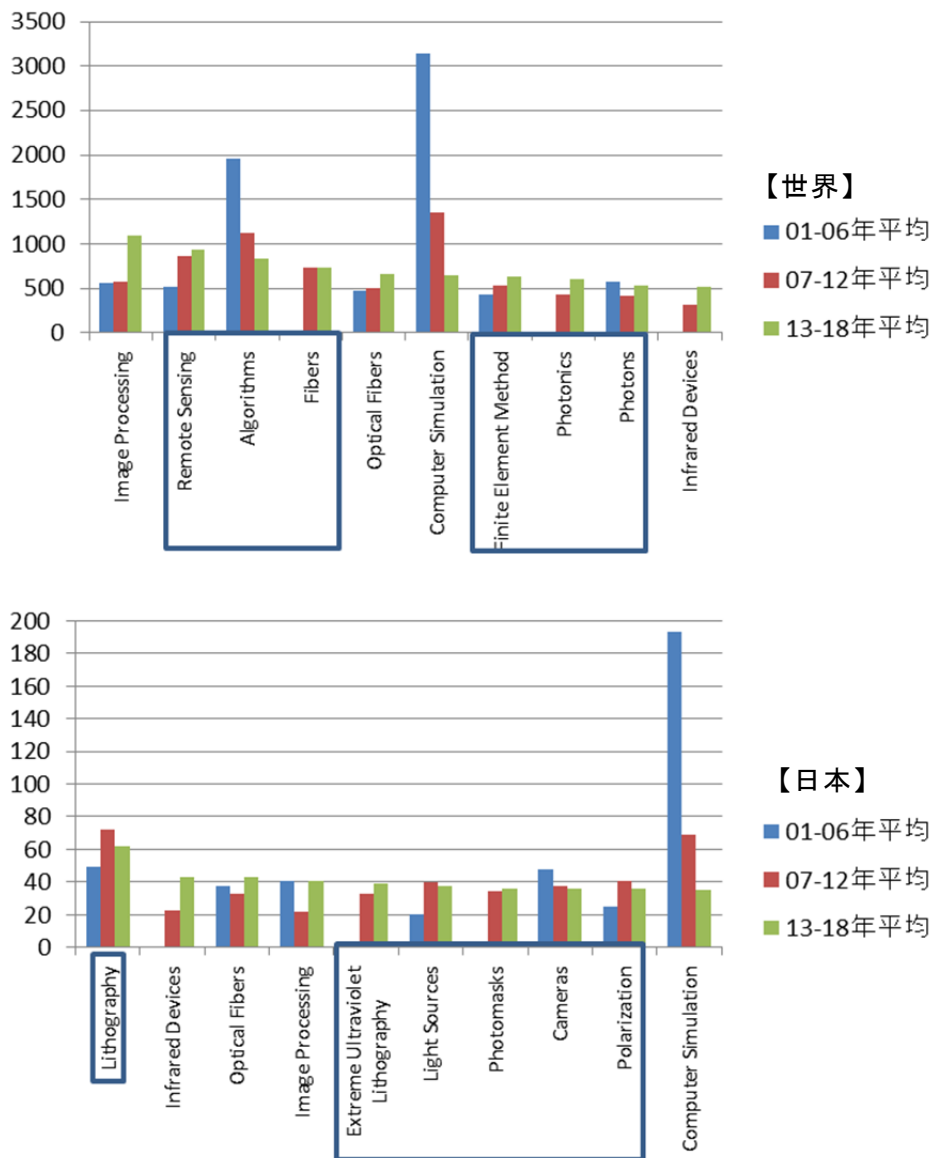


図表 2-11 数学－計算機科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



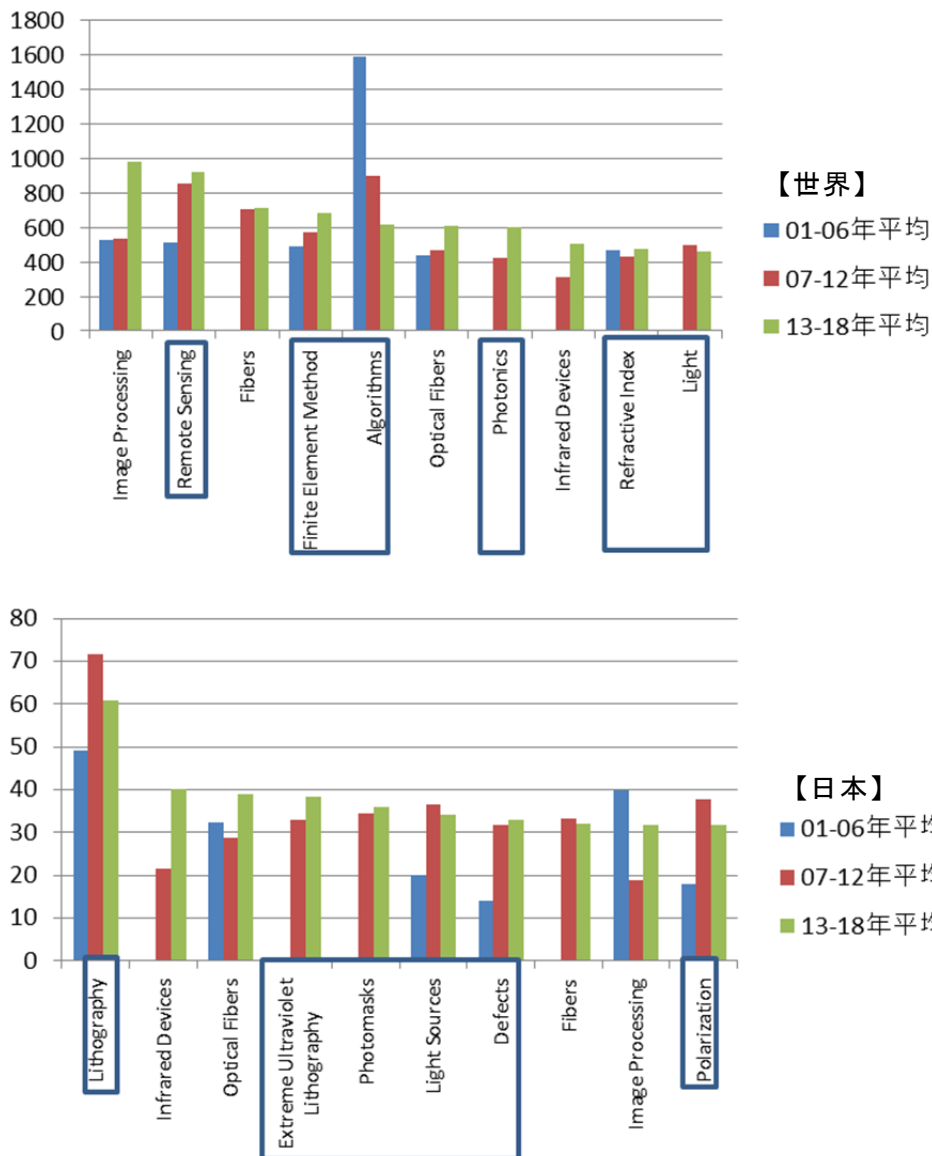
図表 2-12 数学－工学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)

数学－工学の学際分野に関しては、反復法(Iterative Methods)や複雑系(Stochastic Systems)、信号処理(Signal Processing)に関しては世界水準に比して多くはない一方、ロボット(Robots, Robotics)やリソグラフィー(Lithography)に関しては世界水準より多いと考えられる。



図表 2-13 数学－物理学及び天文学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)

数学－物理学及び天文学の学際分野に関しては、リモートセンシング (Remote Sensing)、アルゴリズム (Algorithm)、ファイバー (Fiber) といったテーマでは日本は相対的に少ないが、リソグラフィー (Lithography)、極紫外リソグラフィー (Extreme Ultraviolet Lithography) や光源 (Light Source) といったテーマでは相対的に多い。



図表 2-14 数学－材料科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)

数学－材料科学の学際分野においては、リモートセンシング(Remote Sensing)、有限要素法(Finite Element Method)やアルゴリズム(Algorithms)といったテーマでは日本は比較的少ない一方、リソグラフィー(Lithography)、極紫外リソグラフィー(Extreme Ultraviolet Lithography)やフォトマスク(Photomasks)といったテーマでは日本は相対的に多い。

以上から、数学との学際分野に関しては、日本は特に数学－工学系等で半導体やロボット関連の論文が相対的に多いことが分かる。

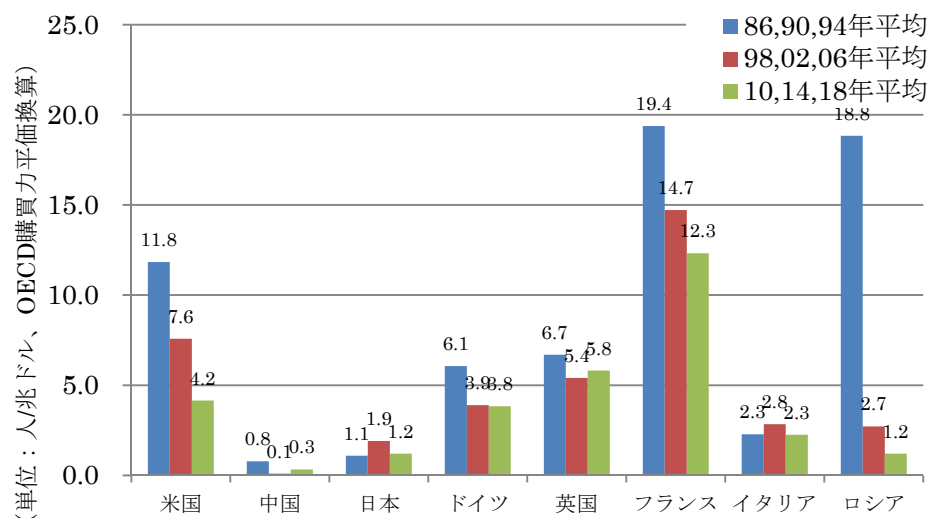
2-3. 国際的な会議等における状況

日本における数学研究は他国と比較して特に優れているとはいえないということから日本の数学者に卓越した能力を求めることはできないのかと言われれば、必ずしもそうではない。

4年に一度、顕著な業績を挙げた原則 40 歳以下の数学者に対して授与されるフィールズ賞で有名な国際数学者会議という組織が存在する。この会議に対して招聘される全体講演者、招待講演者の人数を国別にまとめたものが図表 2-15 である。二重国籍者や国を跨いだ併任などに耐えられる仔細な集計ではないが、全体ではおおむねこれくらいであろうというところである。

	国名	1986年 (於:米 国)	1990年 (於:日 本)	1994年 (於:スイ ス)	1998年 (於:ドイ ツ)	2002年 (於:中 国)	2006年 (於:スベ イン)	2010年 (於:イン ド)	2014年 (於:ソウ ル)	2018年 (於:ブラ ジル)
1	米国	(66)	63	78	90	78	89	70	75	70
2	フランス	18	19	21	23	26	28	22	37	38
3	ドイツ	10	7	9	(15)	9	10	17	9	17
4	英国	5	7	7	8	7	13	14	18	13
5	ロシア	35	19	8	2	7	3	5	4	4
6	イスラエル	5	4	4	9	10	6	10	5	4
7	日本	3	(24)	2	6	7	8	5	6	7
8	スイス	2	1	(5)	4	7	6	4	8	9
9	カナダ	1	3	5	3	3	5	7	11	7
10	イタリア	5	1	1	5	5	4	2	7	6
11	中国	1	0	2	0	(16)	1	7	4	7
12	オランダ	4	1	1	5	1	4	2	1	2

図表 2-15 国際数学者会議に対する全体講演者、招待講演者の国別人数(括弧内の数字は会議開催国の場合であり、国の順位には考慮していない。出典:国際数学者会議の web から筆者作成)



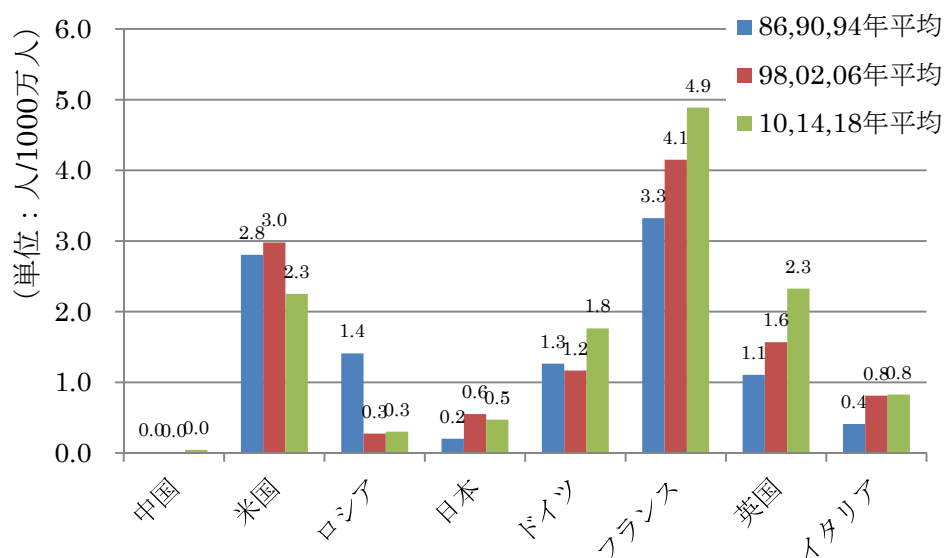
図表 2-16 主要国の GDP に対する国際数学者会議の全体・招待講演者数の割合の推移(出典:国際数学者会議の web と Main Science and Technology Indicators, OECD から筆者作成)

このように数学研究のトップにおいて日本は一定の存在感を示している、と思われる。

それでも、図表 2-16、図表 2-17 から、中国と同様に、日本の GDP や人口に対する国際数学者

会議の全体・招待講演者数は少なく、さらに拡大させていくための振興活動を行うべきと考えられる。

それでは、日本における数学研究を取り巻く状況に問題があるのか。米国などにおける数学振興策はどのようなものか。次章ではこの点について調査分析を行う。



図表 2-17 主要国の人口に対する国際数学会議の全体・招待講演者数の割合の推移（出典：国際数学会議の web と Main Science and Technology Indicators, OECD から筆者作成）

3. 数学研究に関する日本と各国の状況及び政府の取組み

3-1 日本

① 政策と全体状況

文部科学省及び日本学術振興会(JSPS)による科学研究費助成事業(科研費)の一部の研究種目(萌芽、若手、基盤及び奨励研究)においては、物理学、化学など学術分野毎に課題が整理されているため、この「数学」分野の課題を集計することによって日本の数学研究費をある程度推測することができる(図表 3-1)。



図表 3-1 科研費における数学研究費の額の推移

(出典:KAKEN データベースから筆者作成)

図表 3-1 から、科研費における数学研究費の額は増加しているが、90 年代後半頃から増加傾向は鈍化していることが分かる。

また、日本では数学研究費全体に対する大学の校費の寄与が大きいと推測されるが、その全貌は不明である。

更に、数学者による政府等審議会への参画状況に関しては、前回の報告書から改善されており、科学技術・イノベーション会議の有識者議員に 1 人(全員で 7 人、2006 年では 0 人)参加するなど、その活動状況は拡大されている。

加えて、我が国の人文・社会科学、自然科学全分野の科学者の意見を取りまとめる役割を担っている日本学術会議において、会員 209 人のうち数学者は 3 人(1.4%。哲学:4 人、基礎生物学:13 人、物理学:7 人、化学:12 人、情報学:19 人)であり、前回調査(2006 年では 0.95%。会員 210 人中 2 人)を上回っている。

設置機関	数学研究組織名
北海道大学	電子科学研究所附属社会創造数学研究センター
東北大学	応用数学連携フォーラム
東北大学	WPI-AIMR(原子分子材料高等科学研究所)数学連携グループ
東北大学	知の創出センター
東京大学	WPI-Kavli IPMU(カブリ数物連携宇宙研究機構)
東京大学	大学院数理科学研究科附属数理科学連携基盤センター
京都大学	数理解析研究所
京都大学	数理解析研究所 数学連携センター
大阪大学	数理・データ科学教育研究センター
九州大学	マス・フォア・インダストリ研究所
大阪市立大学	数研究所
明治大学	先端数理科学インスティテュート
早稲田大学	総合研究機構 流体数研究所
慶應義塾大学	先導研究センター 統合数理科学研究センター
大阪電気通信大学工学部	数理科学研究センター
関西学院大学	数理科学研究センター
情報・システム研究機構	統計数理研究所
理化学研究所	iTHEMS(数理創造プログラム)

図表 3-2 日本における数学研究組織の例(順不同、WEB 検索により筆者作成)

本質的に数学研究の多くが基礎研究の性格を有する面が多いと推測されることから、数学研究組織の大部分は大学の学部学科と思われるが、研究所や研究センターのような比較的独立した数学研究組織も数学研究に対して重要な役割を果たしていると考えられる。そのような独立組織はどれくらいあるのか。政府、大学、公的研究機関、非営利団体(NPO)が設置し、「研究所」「研究センター」等の複数の研究者の存在を示唆する組織を WEB 検索等により調査した。その結果、18 の組織が見られた(図表 3-2)。

この中には、京都大学数理解析研究所(1963 年設立)や情報・システム研究機構の統計数理研究所(1944 年設立)など世界的に有名で歴史の長い研究所が含まれている一方、2006 年以降に設置されたものも少なくない。

また、日本に数学者はどれくらいいるのか。参考までに数学研究関連学協会の会員数を示す(図表 3-3)。

学協会名	会員数	更新時点・情報源
(社)日本数学会	約5,000	HPから
日本数学協会	906	2006年2月
日本応用数理学会	1,618	2018年12月
日本統計学会	1,482	2018年12月

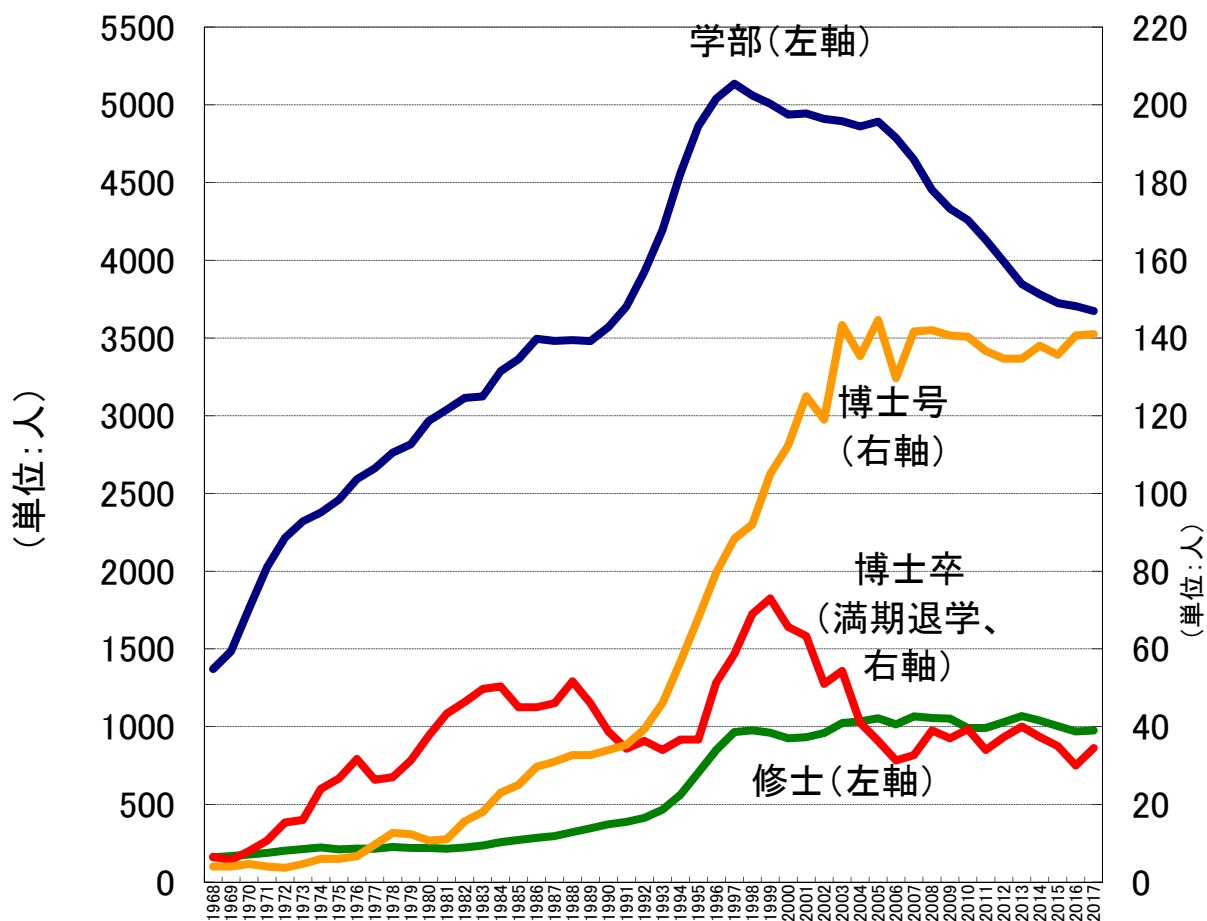
図表 3-3 日本における数学研究関連学協会の例(順不同、WEB 検索により筆者作成)

これら以外の学協会にも数学者がいる可能性があり、逆にこれらの中に数学者でない方もいると推測される。

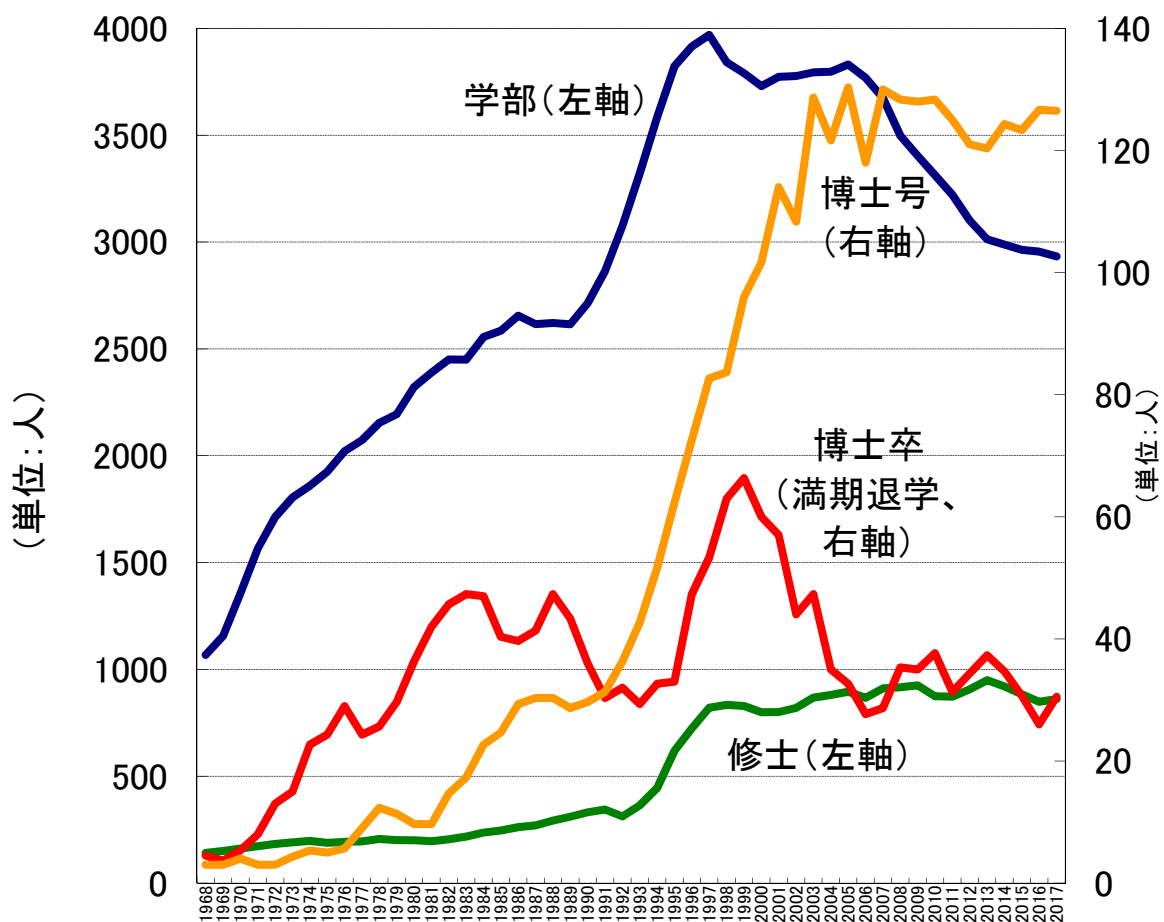
②学生数及び学生の進路

大学における数学専攻学生の状況調査は、数学研究を取り巻く状況や数学研究者数の推測に有益であり、ひいては近い将来の数学研究の状況も予測できると推測される。そのような観点から数学専攻学生の状況を調査する。

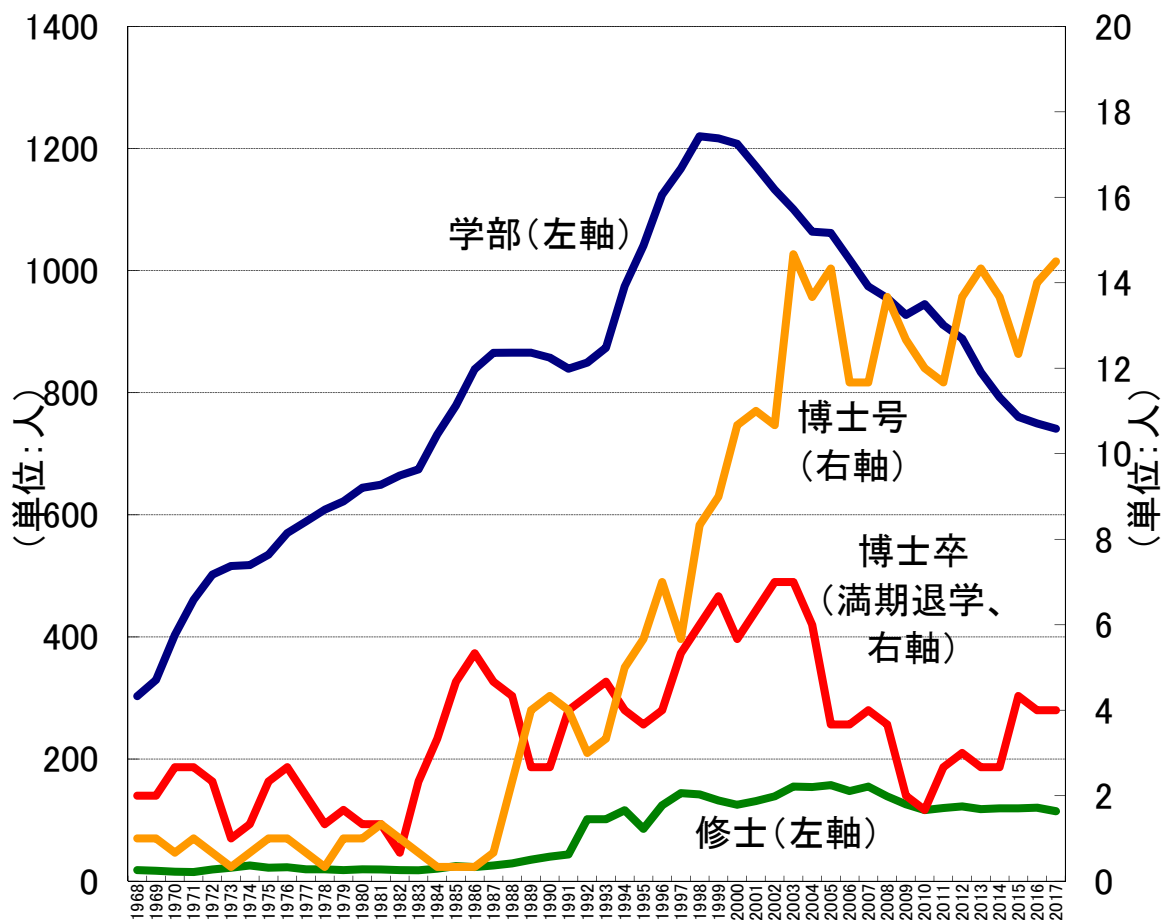
卒業者数に関しては、最近 10 年間で数学関係学部生数は男女問わず減少、数学専攻大学院生（修士・博士ともに）数は横ばいである（図表 3-4、図表 3-5、図表 3-6）。



図表 3-4 日本の数学学科関係学部生（青）、数学専攻修士課程大学院生（緑）、数学専攻博士課程大学院生（赤又は茶色）の卒業者数の推移（出典：学校基本調査報告書から筆者作成）

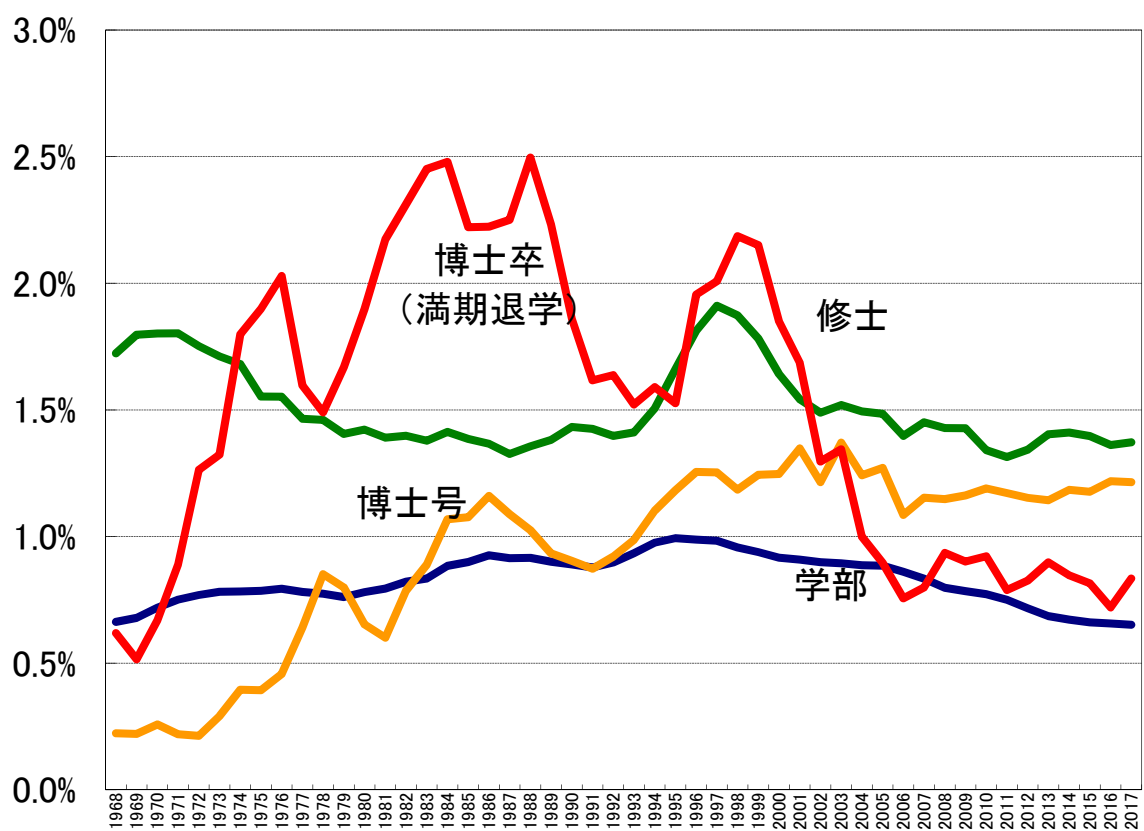


図表 3-5 日本の男性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は茶色)の卒業生数の推移(出典:学校基本調査報告書から筆者作成)

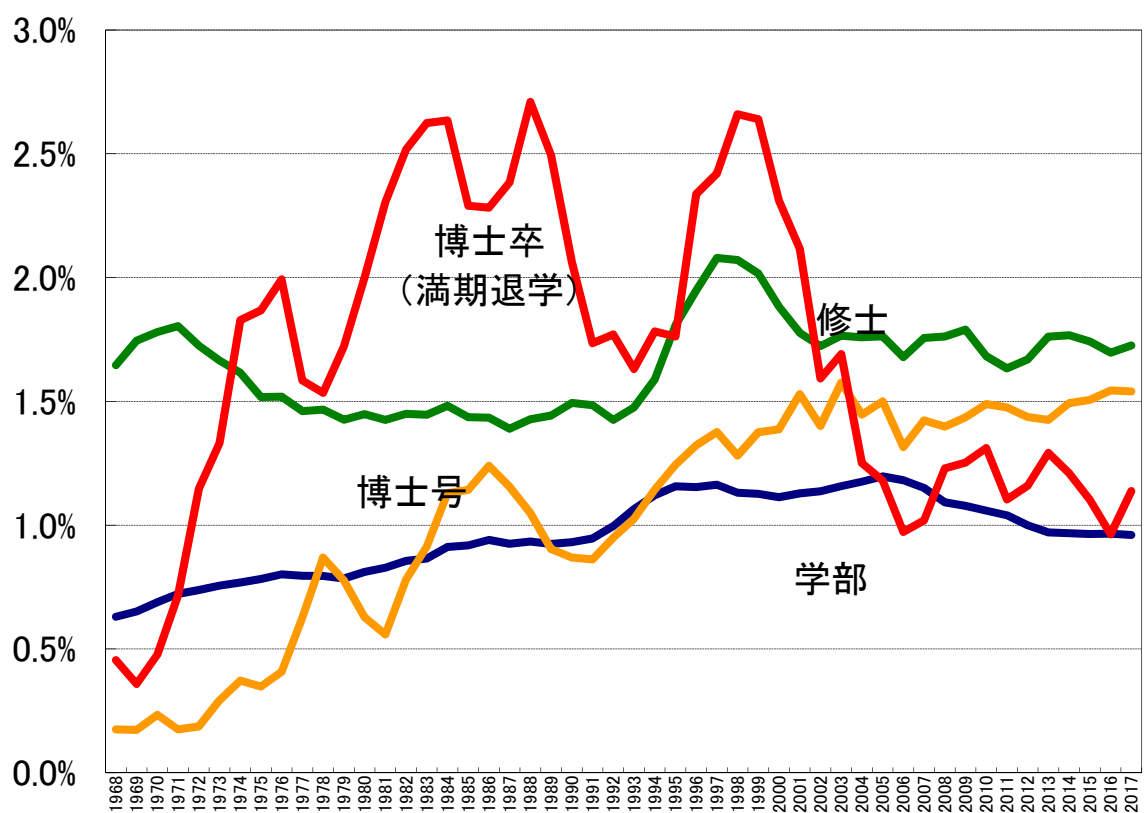


図表 3-6 日本の女性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は茶色)の卒業生数の推移(出典:学校基本調査報告書から筆者作成)

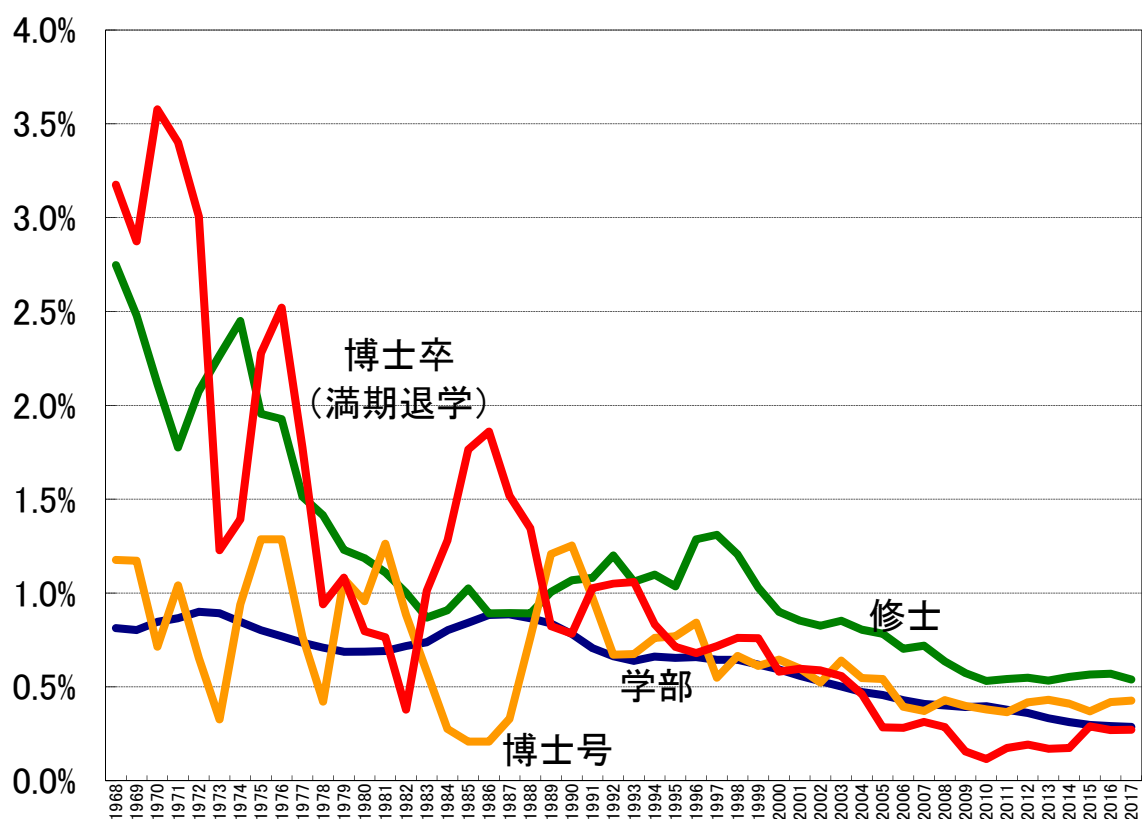
また、全分野に対する割合の推移は図表 3-7、図表 3-8、図表 3-9 となる。卒業生数と同じく、学部卒業生数の割合は減少する一方、修士、又は博士号取得者の割合は横ばいとなっている。ただし、女性に関しては、全分野に対する割合が減少し続けていることが分かる。



図表 3-7 日本の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数の全学部/専攻の卒業者数に対する割合の推移(出典: 学校基本調査報告書から筆者作成)

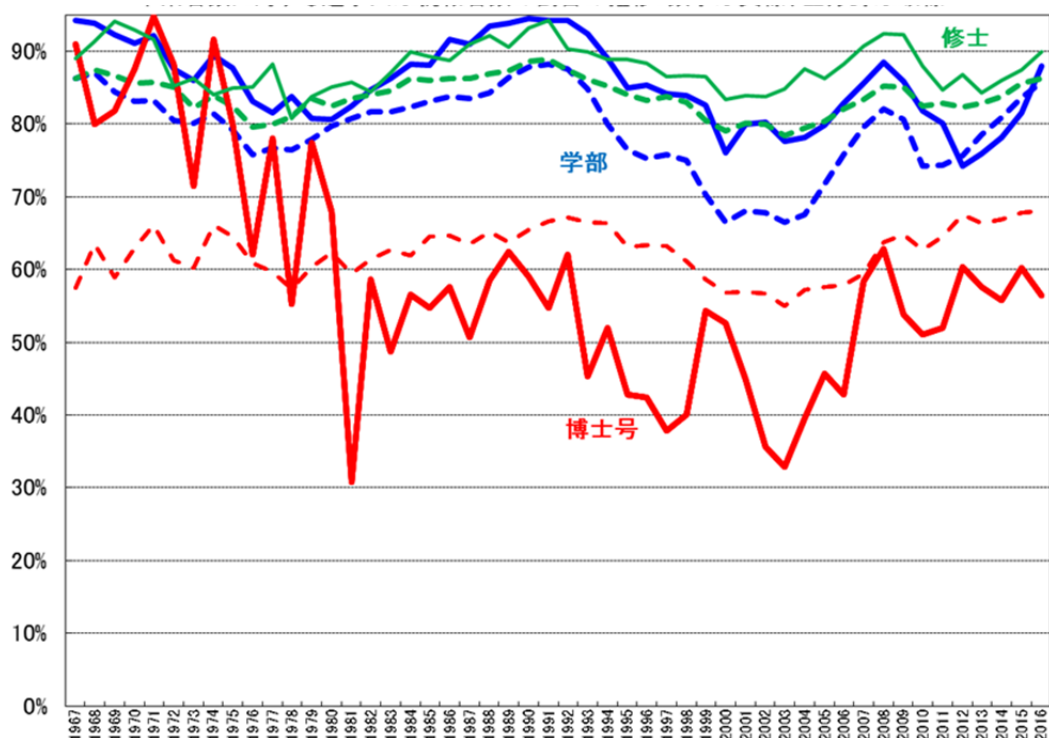


図表 3-8 日本の男性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数の全学部/専攻の男性卒業者数に対する割合の推移(出典:学校基本調査報告書から筆者作成)



図表 3-9 日本の女性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数の全学部/専攻の女性卒業者数に対する割合の推移(出典:学校基本調査報告書から筆者作成)

更に、これらの卒業生のうち、進学又は就職する者の割合を示したのが図表 3-10 となる。数学の場合、学部や修士ではほぼ全分野平均より進学又は就職率が高い一方、博士号取得者に関しては全分野平均を下回っている。



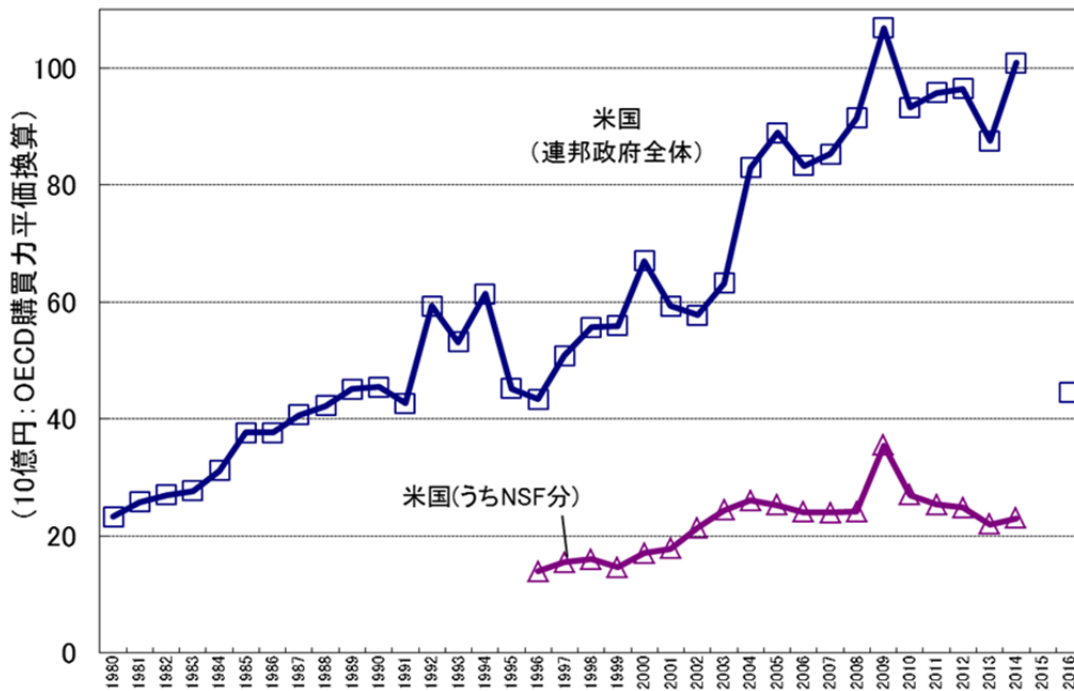
図表 3-10 日本の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤)の卒業生数のうち進学又は就職者数の割合の推移(点線は全分野平均を示す。出典:学校基本調査報告書から筆者作成)

3-2 米国

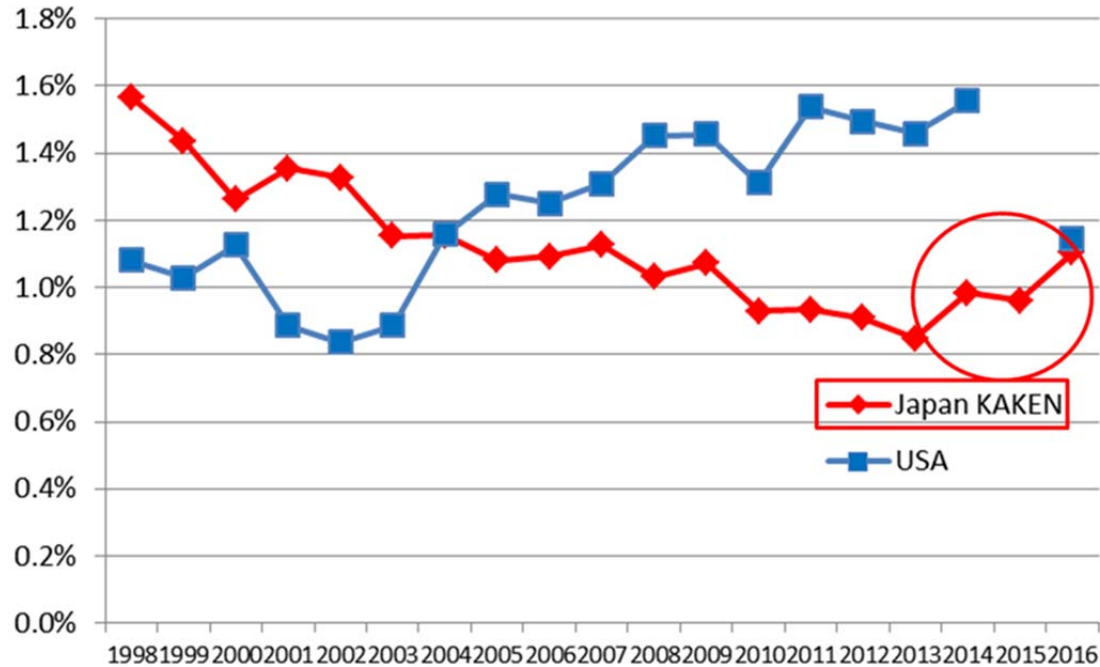
日本との比較対象国として、データが整備されている米国が筆頭に考えられる。また、他にはフランス、ドイツ、英国なども考えられる。近年、台頭の著しい中国やインドについても興味深いがインターネットや書籍等から得られる情報はほとんどないため、前回同様、今回の調査からも対象外とする。また、調査対象国となったとしても、研究費や研究者数、学生数など日本と同じデータを得られるとは限らない。そのため、日本との比較についても限定された情報の下、比較を行うこととなる。その点について読者の方々には予め御了承願いたい。

① 政策と全体状況

米国の数学研究に対する政府研究開発費及び割合は増加している(図表 3-11、図表 3-12)。ただし、2018 年版の Science and Engineering Indicator では集計の定義が見直された。具体的には、2016 年のデータ(政府から大学に給付された金額のみ集計)はそれ以前のデータと整合性がないとされていることに注意が必要である。



図表 3-11 米国の数学研究開発費の額の推移 (出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)

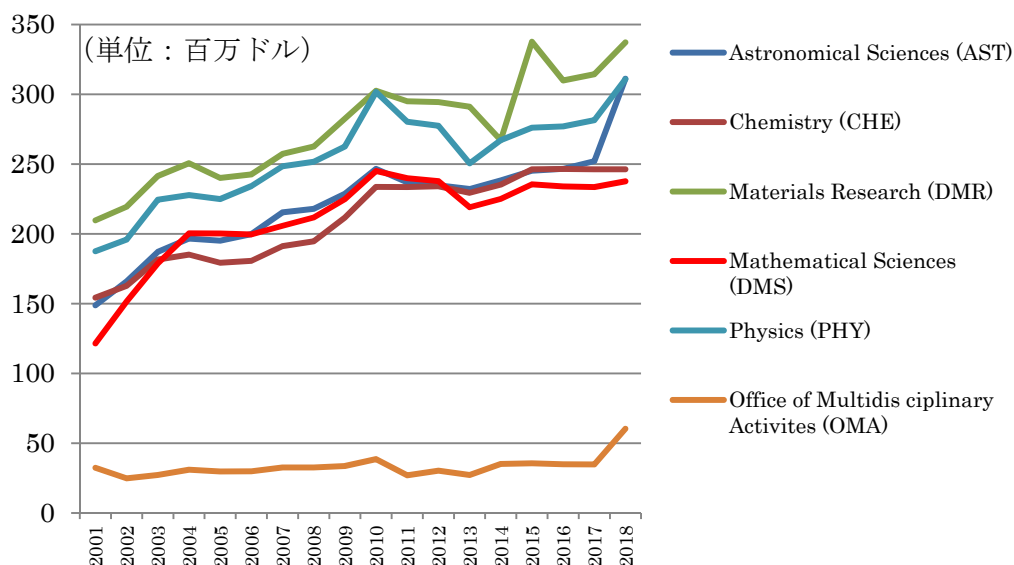


図表 3-12 日本の科研費と米国の連邦政府研究予算における数学研究費/全分野研究費の推移 (出典: Science and Engineering Indicator, NSF 及び KAKEN データベースから筆者作成)

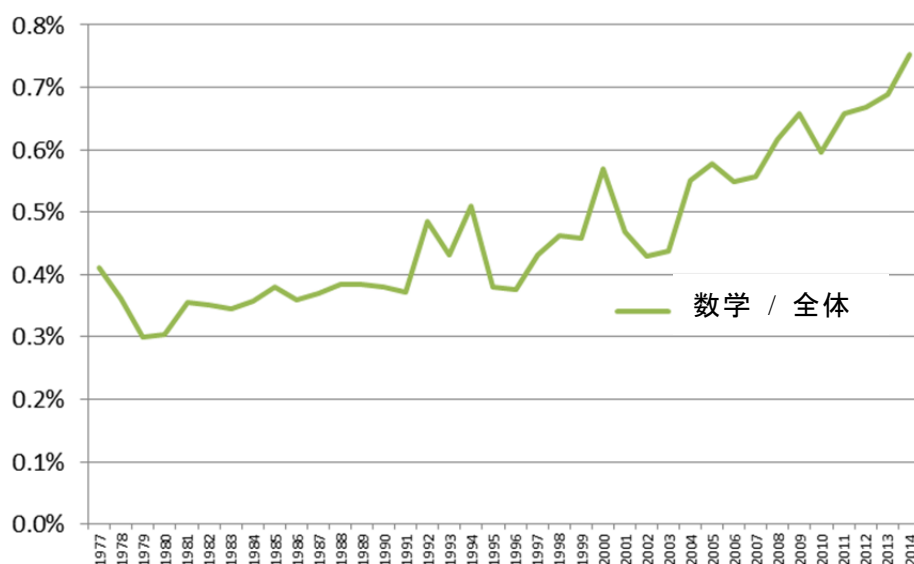
米国における数学研究費のシェアは 1%前後で、近時全分野内でシェアを伸ばしている。日本の科

研費でも数学のシェアは近年増加している(図表 3-12)。

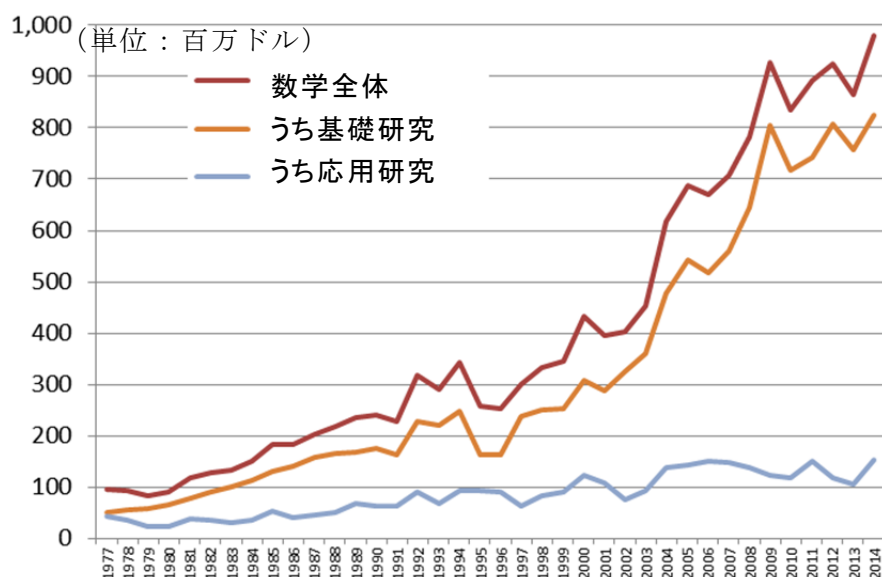
米国政府の中で多い数学研究費を持つ NSF には、数学研究を担当する数理科学課 (Division of Mathematical Sciences:DMS)がある。基礎研究への資金配分を主な業務とする NSF では数学を含む多くの分野における基礎研究への資金配分が行われている(図表 3-13)。



図表 3-13 米国 NSF における数理科学等分野別研究開発費の推移(出典:NSF budget request to congress から筆者作成)

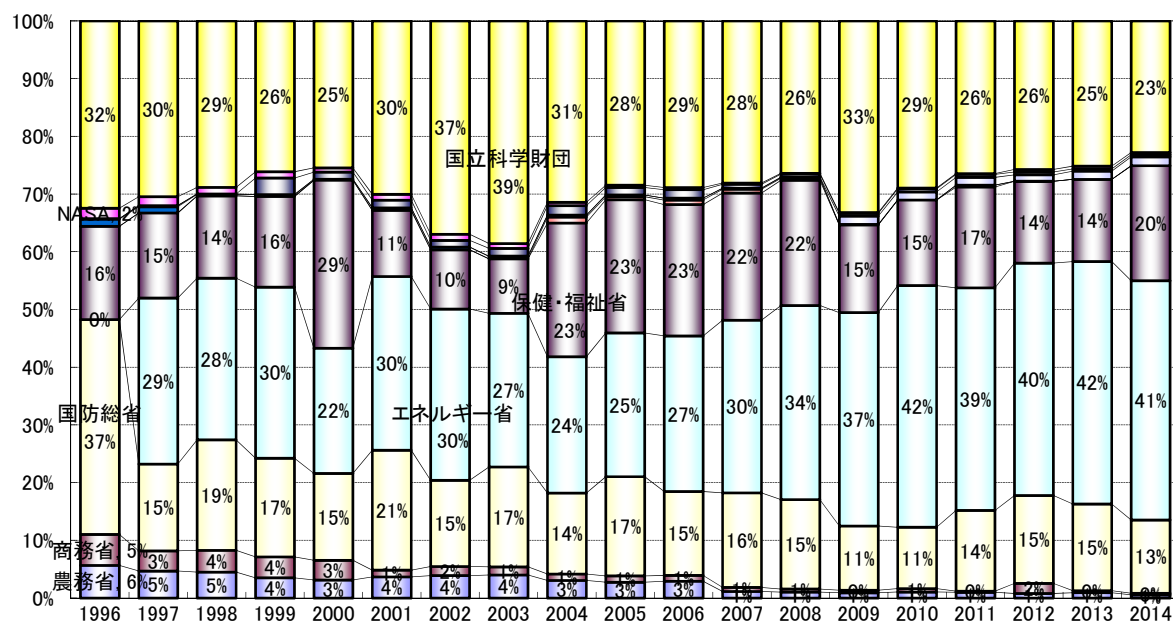


図表 3-14 米国の数学研究費の割合の推移(出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)

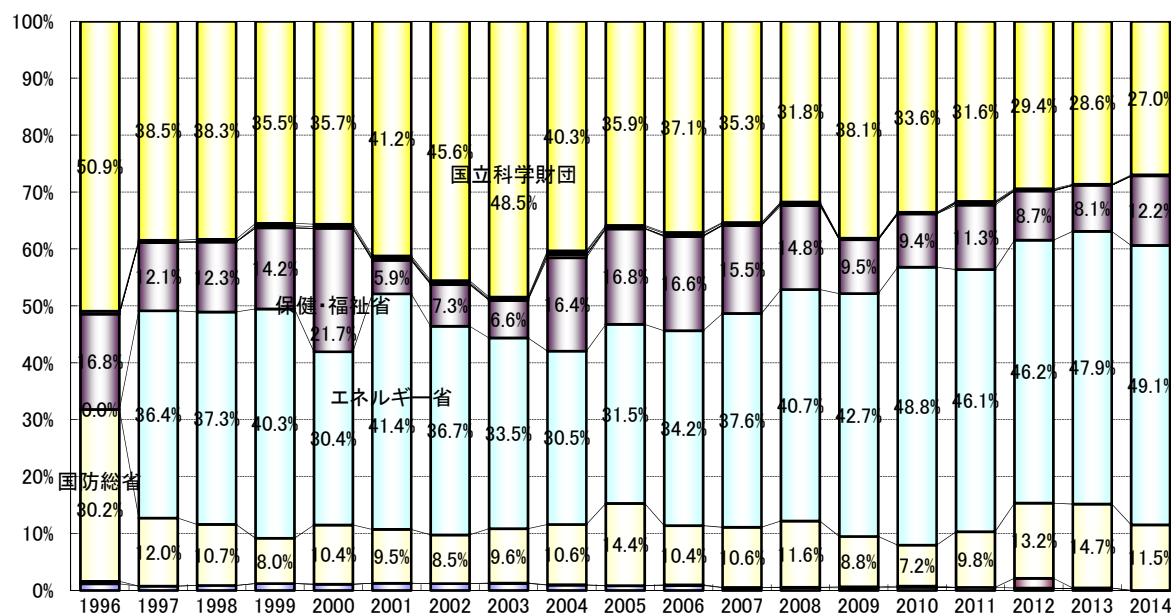


図表 3-15 数学研究のうち基礎研究 (basic research) と応用研究 (applied research) の金額の推移 (出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)

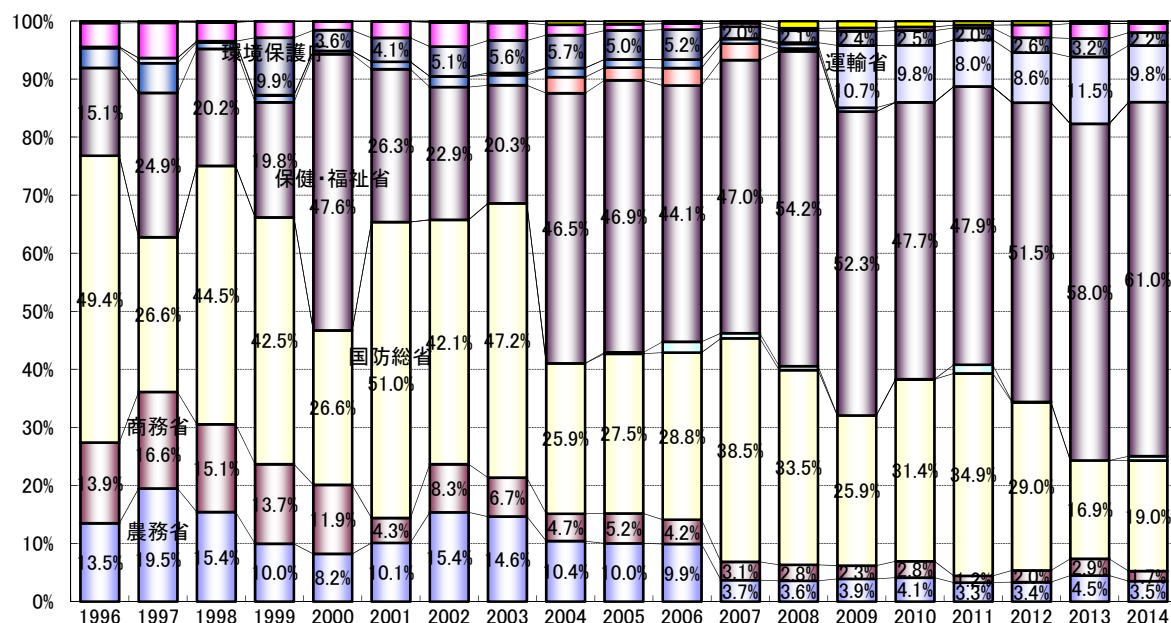
また、図表 3-15 によると、数学研究費のうち基礎研究が 84% と大半を占め、残りが応用研究である。基礎研究の割合は徐々に大きくなっている。



図表 3-16 米国連邦政府における数学研究費の省庁別割合の推移 (出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)



図表 3-17 米国連邦政府における数学基礎研究費の省庁別割合の推移(出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)



図表 3-18 米国連邦政府における数学応用研究費の省庁別割合の推移(出典: Science and Engineering Indicator, NSF から筆者作成)

更に、省庁別に見ると(図表 3-16)、数学研究費のうち約 4 割をエネルギー省が、約 2 割を NSF と保険・福祉省が持っている。特に基礎研究(図表 3-17)の 5 割弱をエネルギー省が、3 割弱を NSF が持っている。一方、応用研究(図表 3-18)の 6 割を NIH が、2 割弱を国防総省が持っている。このように米国連邦政府の多様な省庁で数学研究が実施されている。

この省庁別分類は現在ではなされていないが、米国の数学研究政策を知るための参考にはなるだろう。

米国における数学政策を概観する。

米国では数学研究の振興政策に関して、数学と他分野の分野横断研究の強化などを目指し、様々な機関において報告書作成等の取組みが行われてきた(図表 3-19)。

1997年	VIGRE(1997)の特別強調パネル報告
1997年	暗号学および符号化理論に関するワーキンググループの報告
1998年	レポート: 米国数理科学国際評価(オドムレポート)
1999年	数理科学における米国の研究機関: 評価と展望
2000年	NSBタスクフォース環境報告書
2000年	レポート: 数学と科学
2000年	数理科学のための機会
2002年	テロとの戦い(ACT): 基礎研究の機会
2007年	レポート: 複雑なデータセットまたは大量データセットの発見: 一般的な統計テーマ
2008年	PRISMワークショップレポート
2009年	研究ネットワークワークショップレポート
2009年	持続可能性ワークショップ報告書(2009)の科学に向けて
2010年	レポート: 数学と物理学におけるデータ使用可能科学
2012年	レポート: SIAM 2012年産業における数学レポート
2012年	革新と発見の加速: 21世紀の数理科学
2013年	2025年の数理科学
2013年	革新的で優れた戦略による次世代への投資
2015年	量子情報における数理科学の課題
2015年	乱気流の数学: 最近の進展と未来の問題
2015年	交通流管理のための数学的アプローチにおける新しい方向
2015年	レポート: ゲノムと表現の関係の解釈
2016年	文化分析: 壮大な挑戦
2016年	エネルギー経済の最適化と均衡: 研究コミュニティの課題
2017年	発達と疾病における規制および後成的確率論の分析
2018年	多分野複合システム研究

図表 3-19 数学と他分野の分野横断的研究の強化等に関する取り組みの例(出典: NSF 数理科学課(DMS)の web サイトから筆者作成)

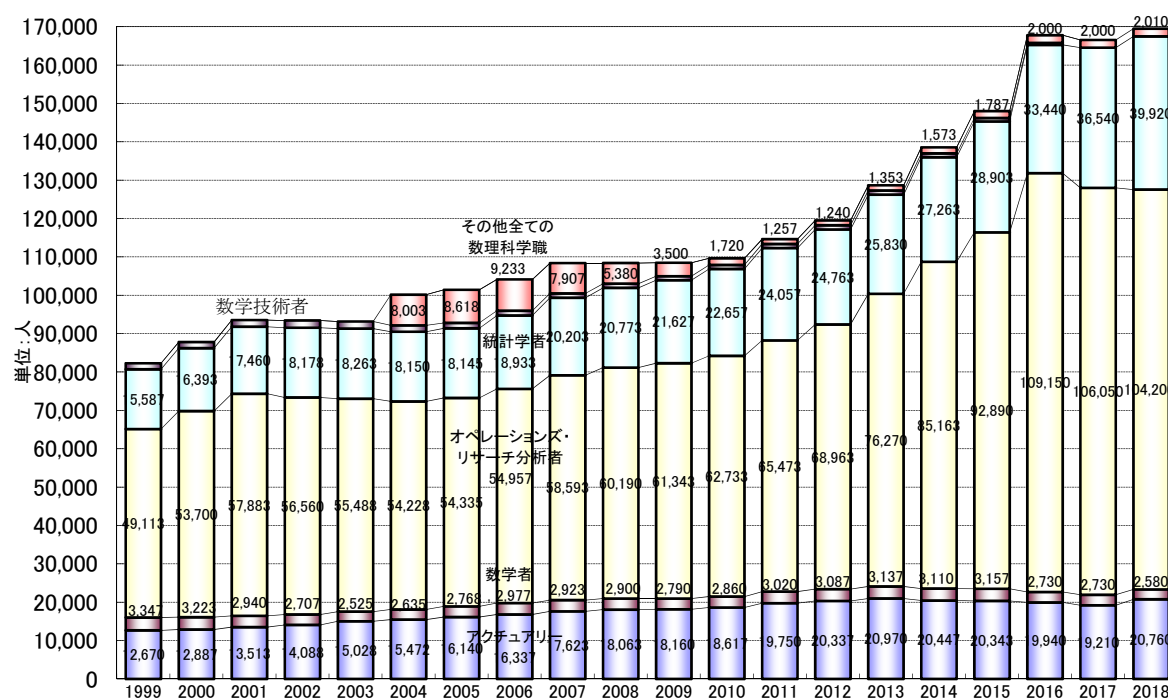
特に 2013 年にとりまとめられた「2025 年の数理科学」では、1998 年にとりまとめられたオドム・レポートを適宜引用しながら、下記のように述べており、数学と諸科学や企業との連携の重要性、予算額の不十分性などについて述べている。

—数理科学の仕事は、生物学、医学、社会科学、ビジネス、先進デザイン、気候、金融、先進材料、その他多くの分野において、ますます不可欠な要素となりつつある。この研究は、最も広い意味での数学、統計、計算の統合、そしてこれらの分野と潜在的な応用分野との相互作用を含む。これらすべての活動は、経済成長、国家競争力、国家安全保障にとって非常に重要であり、この

事実は、数理科学全体に対する資金の性質と規模の両方を知らせるべきである。数理科学の教育もこの分野の新しい身の丈を反映するべきである。

一過去 15 年間ににおける数理科学の役割の劇的な拡大は、総額または資金源の多様性のいずれにおいても、連邦資金の同程度の拡大と一致しない。その分野、特に中核分野は、いまだに国立科学財団に大きく依存する。

一方、米国の数学研究者数については、米国労働省の労働統計局 (Bureau of Labor Statistics) が実施する職業雇用統計 (Occupational Employment Statistics: OES) の見積もりから推測することができる (図表 3-20)。この統計では職業によって分類されており、厳密には数理科学関係の職業従事者数となり、研究者以外の者も含められている。そのため、ここではそれらを一括りに「数学研究者等」と呼ぶ。この図表からまず気付くのは米国内の数学者の少なさ (約 2,600 人) であり、その傾向 (横ばい) である。一方、数学者以外の職業に分類されている者、例えば統計学者などでも、その中には研究に携わっている者が存在すると考えられる。図表 3-20 から、99 年以降、最も大きな割合を占めるオペレーションズ・リサーチ (OR) 数 (約 4.9 万人から約 10 万人: 約 2 倍)、次いで統計学者数 (約 1.6 万人から約 4.0 万人: 約 2.5 倍) が増加している。

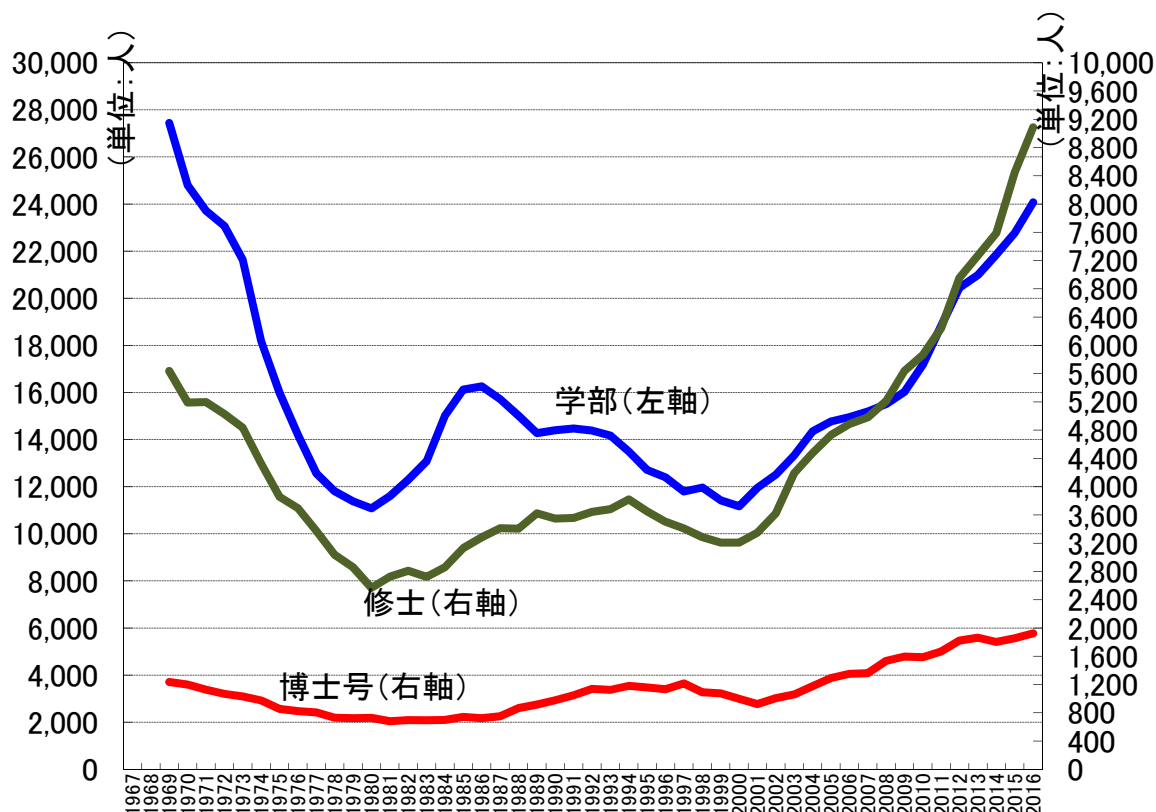


図表 3-20 米国における数理科学関係職業従業者数の見積もりの推移 (出典: Occupational Employment Statistics: OES, Bureau of Labor Statistics から筆者作成)³

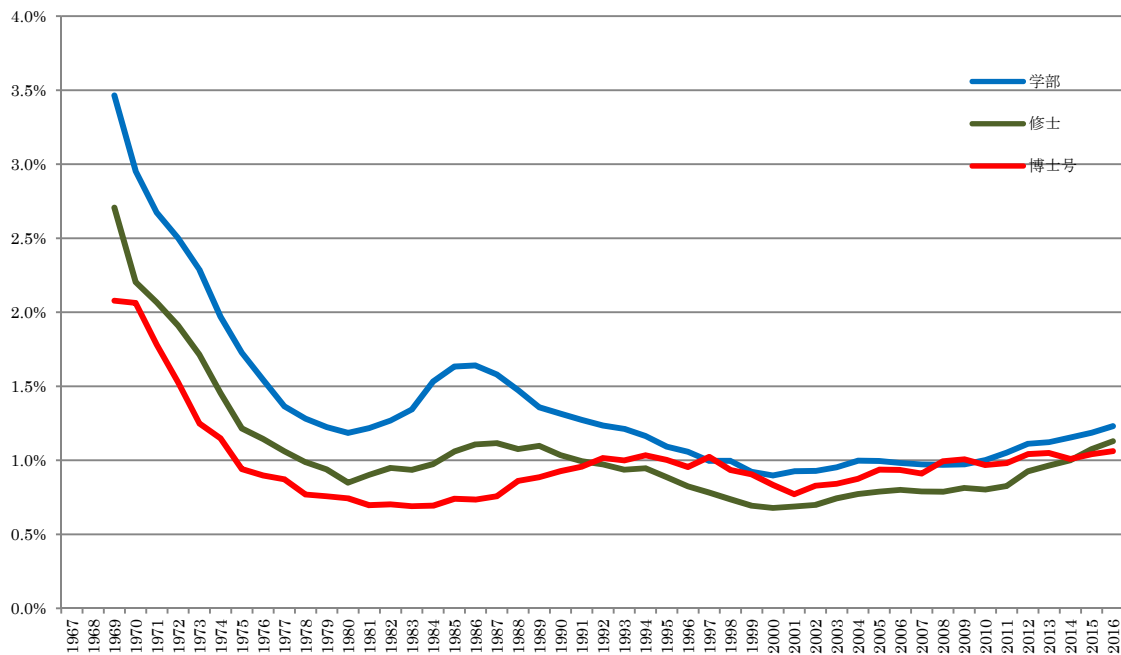
³ 図表 3-20 における「数学者」の定義はかなり狭い可能性があり、実際の数学者数より過小評価されているおそれがある。

② 学生数及び学生の進路

米国における数学又は統計学を専攻した卒業者数は判明している(図表 3-21)。図表 3-21 を日本の場合(図表 3-5)と単純に比較することはできないが、全体に対する割合(図表 3-22、図表 3-7)の日本の学部生の割合(約 0.6%)に比べて米国はほぼ倍(約 1.1%)となっている。ただし、この約 16 年間の間で米国の数学学部生は倍増しており、修士卒業者数は更にそれを上回る。一方、日本では比較的修士の比率が高く(図表 3-7、約 1.4%)、米国では修士より博士の比率が高い(図表 3-22、約 1.1%)。

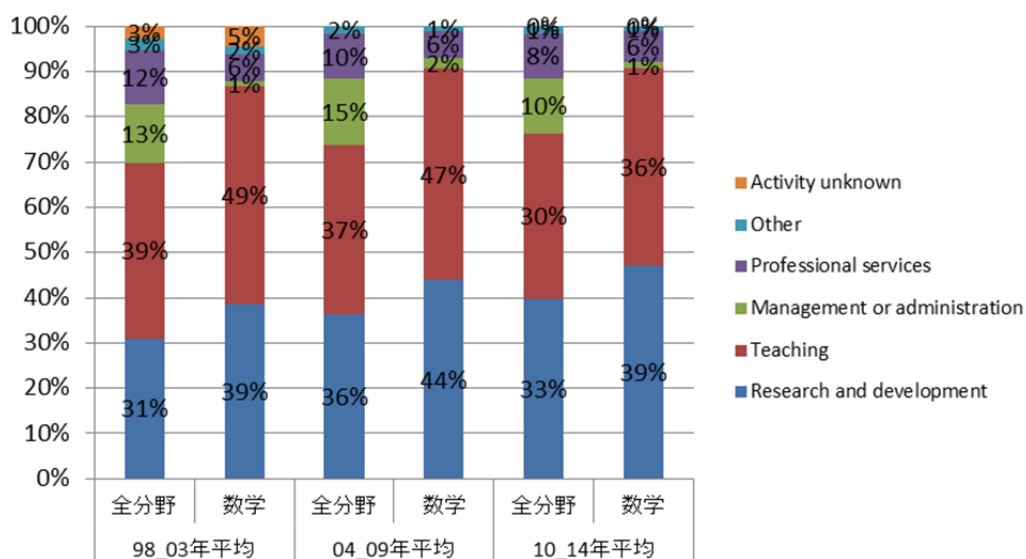


図表 3-21 米国の数学又は統計学の卒業者数の推移(出典:Digest of Education Statistics, National Center for Education Statistics, Department of Education から筆者作成)

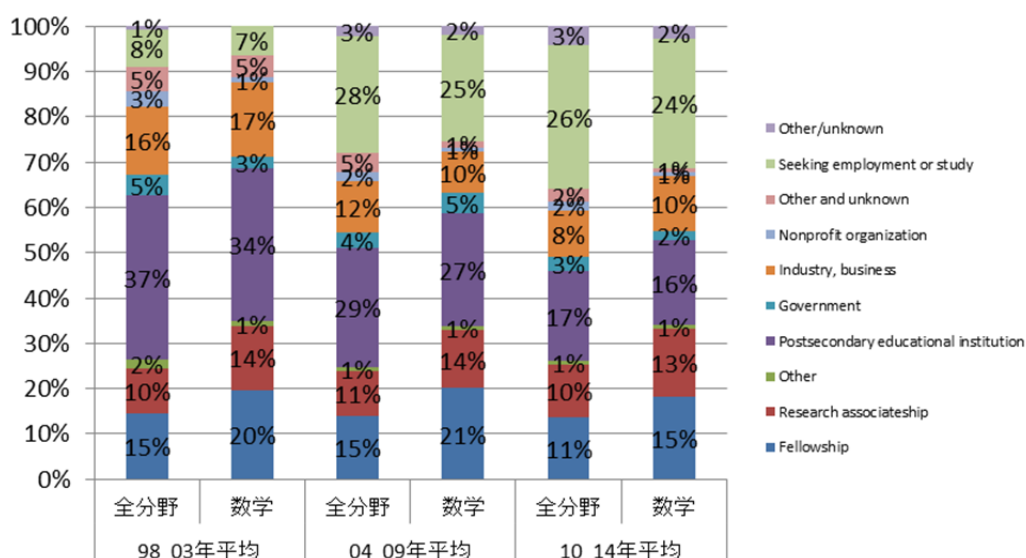


図表 3-22 米国の全分野に占める数学又は統計学卒業生数の割合の推移（出典：Digest of Education Statistics, National Center for Education Statistics, Department of Education から筆者作成）

また、大学卒業後、学生の活動状況について、図表 3-23 に博士課程修了後に最初に就いた仕事について、図表 3-24 にポスドクの計画を示した。図表 3-23 の博士課程修了後に最初に就いた仕事では数学では全分野と比較して研究開発 (research and development) 及び教職 (teaching) が多いという特徴がある。一方、図表 3-24 のポスドクの進路ではフェローシップや Research associateship が全分野平均より多く、大学教員職の色濃いものとなっている。一方産業やビジネスに繋がるケースも一定程度あることも分かる。



図表 3-23 博士課程修了後の最初の仕事（出典：Digest of Education Statistics, National Center for Education Statistics, Department of Education から筆者作成）



図表 3-24 ポスドクの進路（出典：Digest of Education Statistics, National Center for Education Statistics, Department of Education から筆者作成）

米国で組織として独立した数学研究組織はどれくらいあるのか。日本の場合と同様に、政府、大学、公的研究機関、非営利団体（NPO）が設置し、“Institute”又は“Center”等の複数の研究者の存在を示唆する組織をWEB検索により調査したところ、次の組織が見られた。

設置機関	数学研究組織名
(Government)	National Institute of Statistical Sciences (NISS)
(NPO)	American Institute of Mathematics (AIM)
(NPO)	Clay Mathematics Institute (CMI)
(NPO)	Institute for Advanced Study(IAS)
(NPO)	Mathematics Sciences Research Institute (MSRI)
(NPO)	Statistical and Applied Mathematical Sciences Institute (SAMSI)
(NPO)	Mathematical Biosciences Institute (MBI)
(NPO)	Mathematics Institute of Wisconsin
Carnegie Mellon University	Center for Nonlinear Analysis (CNA)
Claremont Graduate University	Institute of Mathematical Sciences
Cornell University	Center for Applied Mathematics (CAM)
Delaware State University	Applied Mathematics Research Center (AMRC)
Los Alamos National Laboratory	Center for Nonlinear Studies (CNLS)
New York University	Courant Institute of Mathematics
Rutgers, the State University of New Jersey, Princeton University, AT&T Labs- Research, Vencore Labs, NEC Laboratories America, Nokia Bell Labs	Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science (DIMACS)
Stanford University	Institute for Computational and Mathematical Engineering (ICME)
University of California	Institute for Pure and Applied Mathematics (IPAM)
University of Colorado	Center for Computational Mathematics (CCM)
University of Maryland	Center for Scientific Computation and Mathematical Modeling (CSCAMM)
University of Massachusetts	Center for Geometry, Analysis, Numerics, and Graphics (GANG)
University of Michigan	Consulting for Statistics, Computing and Analytics Research (CSCAR)
University of Minnesota	Institute for Mathematics and its Applications (IMA)
University of Minnesota	Minnesota Center for Industrial Mathematics (MCIM)
University of South Carolina	Interdisciplinary Mathematics Institute (IMI)

図表 3-25 米国における数学研究組織の例(順不同、出典:WEB 検索により筆者作成)

大学の学部学科や”Institute”、”Center”の語を含まない名称の組織は調査対象としておらず、結果として図表 3-25 は米国の数学研究組織の一部しか表していないと考えられる。そういった意味では日本と同条件であるが、それでも WEB 検索により 24 組織が確認された。

更に、比較のために米国の数学研究関連学協会の会員数を示す(図表 3-26)。当然、図表

3-26 が米国の厳密な数学研究者数を表しているわけではない。それは日本の場合と同様の理由の他に、特に米国の学会では外国人研究者が会員となっているケースが多いと思われるためである。これらを総合的に考慮すると、米国の数学研究者数は1万人から数万人と推測される。

学協会名	会員数	更新時点・情報源
米国数学会 (American Mathematical Society)	32,000	
米国応用数理学会 (Society for Industrial and Applied Mathematics)	14,500	
米国統計学会 (American Statistical Association)	18,000	

図表 3-22 米国における数学研究関連学協会の例(順不同、出典:WEB 検索により作成)

3-3 フランス

フランスの数学研究組織の状況はどうなっているのか。日本、米国の場合と同様に、政府、大学、公的研究機関、非営利団体(NPO)が設置し、“Institut”又は“Centre”等の複数の研究者の存在を示唆する組織をWEBの検索で調査したところ、次の組織が見られた(図表 3-27)。

設置機関	数学研究組織名
(Government)	Centre international de mathématiques pures et appliquées (CIMPA)
(Government)	Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM)
(Government)	European Research Consortium for Informatics and Mathematics (ERCIM)
Ecole des Mines de Paris	Centre de mathématiques appliquées (CMAP)
Ecole des Mines de Paris	Centre de Morphologie Mathématique (CMM)
École Normale Supérieure Cachan	Centre de mathématiques et de leurs applications (CMLA)
Université de Rennes 1	Institut de Recherche Mathématique de Rennes (IRMAR)
	Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques (IREM)
Institut polytechnique de Grenoble, l'université Joseph Fourier	Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble (L'IMAG)
Université Aix Marseille II	Institut de Mathématiques de Luminy (IML)
Université catholique de l'ouest	Institut de Mathématiques Appliquées (IMA)
Université de Bordeaux	Institut de Mathématiques de Bordeaux (IMB)
Université de Bourgogne	Institut de Mathématiques de Bourgogne (IMB)
Université de Montpellier	Institut Montpelliérain Alexander Grothendieck (IMAG)
Université de Grenoble 1, Joseph Fourier	Institut Fourier
Université de Nice, Sophia Antipolis	Institut Non Linéaire de Nice (INLN)
Université de Paris 1	Centre de recherche en économie et statistique (CREST)
Université de Paris 7, Sorbonne Université	Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche(IMJ-PRG)
Université de Paris – Dauphine	Centre de Recherches en Mathématiques de la Decision (CEREMADE)
Université de Provence	Centre de Mathématiques et Informatique (CMI)
Université de Lorraine	Institut Élie Cartan de Lorraine (Mathématiques)
Université Louis Pasteur, Strasbourg 1	Institut de Recherche Mathématique Avancée (IRMA)
Université Paul Sabatier Toulouse 3, INSA Toulouse, Université Toulouse 1	Institut de mathématiques de Toulouse (IMT)
Université de Paris 6	Institut Henri Poincaré

図表 3-27 フランスにおける数学研究組織の例(順不同、出典:WEB 検索により作成)

日米の場合で既に述べたとおり図表 3-27 自体に網羅性はないが、それでもフランスにおいて 25 もの数学研究組織が確認された。

これらに加えて、パリ数理科学財団 (FSMP) というものがあり、正会員 500 人を含む科学者 1000 人が加入し、パリに 9 つの研究所をもっている。FSMP は 2007 年 9 月、国および世界レベルの数

学研究所を助成すべく創設された。

また、参考までに数学研究関連学協会の会員数を示す(図表 3-28)。

学協会名	会員数	更新時点・情報源
フランス数学会 (Société Mathématique de France)	2,000	2010年時点
フランス応用産業数学会 (Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles)	1,300	2009年時点
フランス統計学会 (Société Française de Statistiques)	1,100	

図表 3-28 フランスにおける数学研究関連学協会の例(順不同、出典:WEB 検索により筆者作成)

3-4 ドイツ

ドイツの数学研究組織の状況に関連して、これまでの国と同様に、政府、大学、公的研究機関、非営利団体(NPO)が設置し、“Institut”又は“Zentrum”(英語の Center の意味)等で検索すると、ドイツ語の Institut が学科の意味も有することが事態の把握を困難にする。その組織が研究所などの独立した数学研究組織を指すのか、大学の数学科を指すのかはHPの内容だけでは判断できない。そのため、残念ながらドイツの数学研究組織の数は推測不可能である。

一方、連邦教育研究省(BMBF)がまとめた資料によると、非大学における数学研究所は図表 3-29 の 10 機関となっていることが示されている。

Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics (ITWM)
Fraunhofer Institute for Algorithms and Scientific Computing (SCAI)
Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics Leibniz Institute in Forschungsverbund Berlin e. V. (WIAS)
Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (MFO)
Max Planck Institute for Mathematics (MPI-M)
Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences (MPI-MIS)
ECMath – Einstein Center for Mathematics Berlin
Forschungscampus MODAL – Mathematical Optimization and Data Analysis Laboratories
Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (Zuse Institute Berlin)
Federal Ministry of Education and Research (BMBF) Programme “Mathematics for Innovations in Industry and Services”

図表 3-29 ドイツにおける数学研究組織(非大学に限定、出典:Research in Germany, Mathematics, BMBF より抜粋)

図表 3-29 のうち、特に、数学—学際分野研究との関わりが大きいと思われるフラウンホーファー産業数学研究所(ITWM)の運営予算は、1995 年の開始以来、2017 年までに 164 万ユーロから

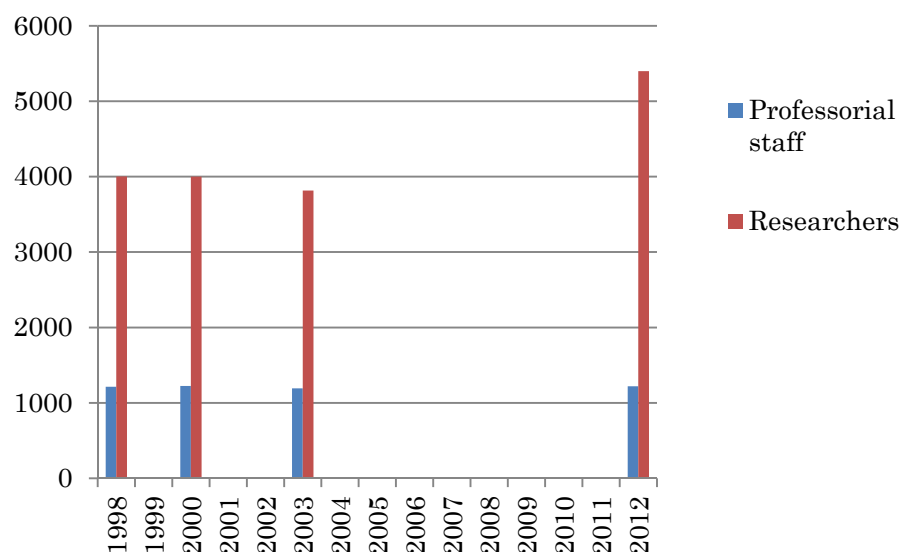
2460 万ユーロに増加した。また、現在、175 人の科学技術スタッフ、中央エリアに 32 人のスタッフ、62 人の博士課程の学生、6 人の実習生および 194 人の科学助手が雇用されている。

学協会名	会員数	更新時点・情報源
ドイツ数学会 (Deutsche Mathematiker-Vereinigung)	5,000	
ドイツ応用数学機械学会 (Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik)	1,500	
ドイツ統計学会 (Deutsche Statistische Gesellschaft)	不明	

図表 3-30 ドイツにおける数学研究関連学協会の例(順不同、出典:WEB 検索により筆者作成)

加えて、参考までに数学研究関連学協会の会員数を示す(図表 3-30)。図表 3-10 の日本の場合と比較して、図表 3-30 からドイツの数学研究者数は日本とほぼ同数程度と思われる。

また、図表 3-31 から、ドイツの数学研究者数は 2012 年の大学において教授職約 1200 名と研究員約 5400 名の計 6600 名ほどと推測される。これとは別に民間の数学研究者もいるが、そちらの数値に目星はない。



図表 3-31 ドイツの数学研究者のうち、大学における教授職と研究員数の推移(出典:Funding Ranking, DFG 及び Funding Atlas, DFG から筆者作成)

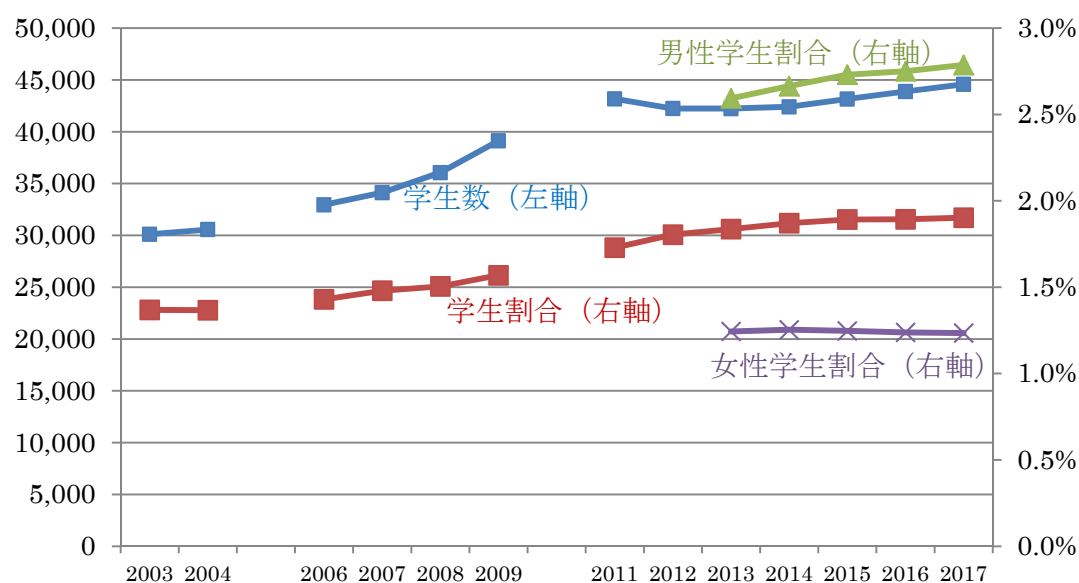
3-5 英国

英国政府では近年、数学予算を増やす方針である。⁴

2003 年から 2017 年までの学生数と全分野に占めるその割合(学部生、ポスドクなどを含む)を図表 3-32 に示す。図表 3-32 から数理科学の学生数とその割合は増加傾向にあることがわかる。しかし、学生割合の増加のうち、男性の学生割合の増加の寄与が大きく、女性の割合増加はして

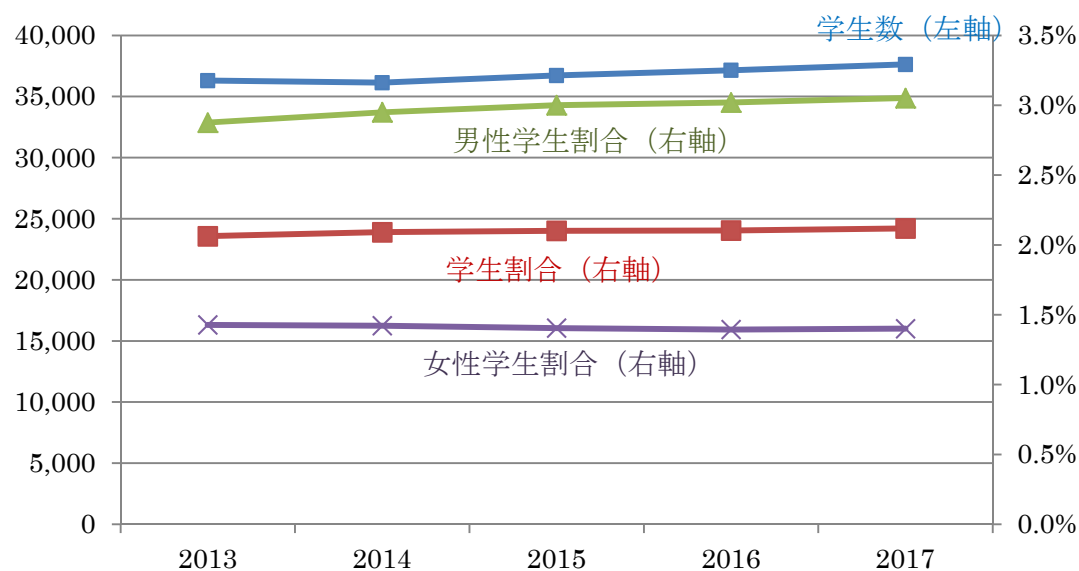
⁴ <https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/major-funding-boost-for-mathematical-sciences/>

いない点に注目されたい。

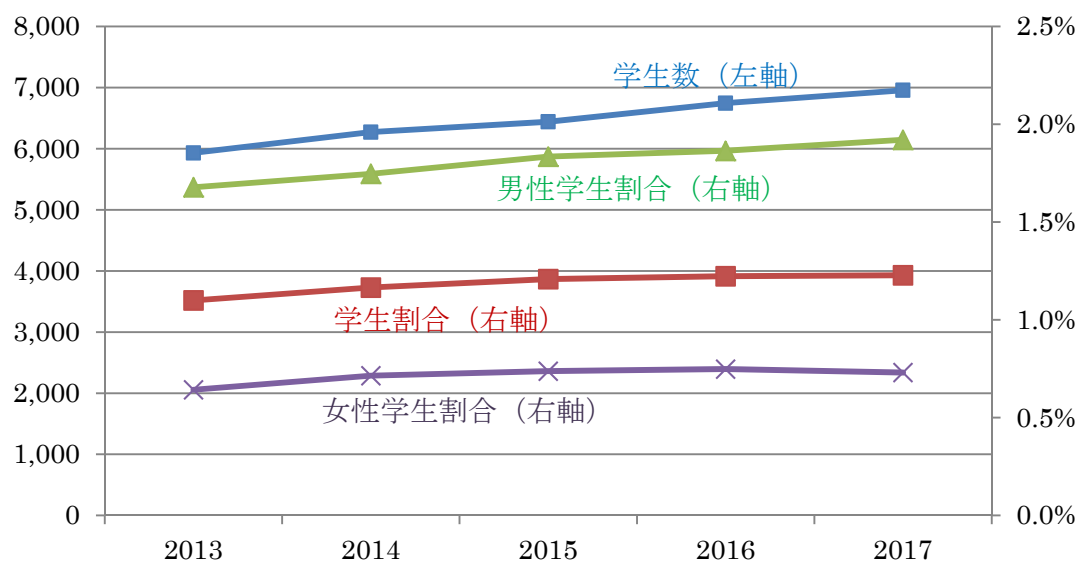


図表 3-32 英国における数理科学を専攻する学生(学部生、ポスドクなどを含む)数と全分野に占めるその割合の推移(出典: Patterns and Trends in UK Higher Education から筆者作成)

図表 3-32 のうち、All undergraduate を図表 3-33 に、All postgraduate を図表 3-34 に示す。All undergraduate も All postgraduate も時間とともに増加傾向にあることが分かる。



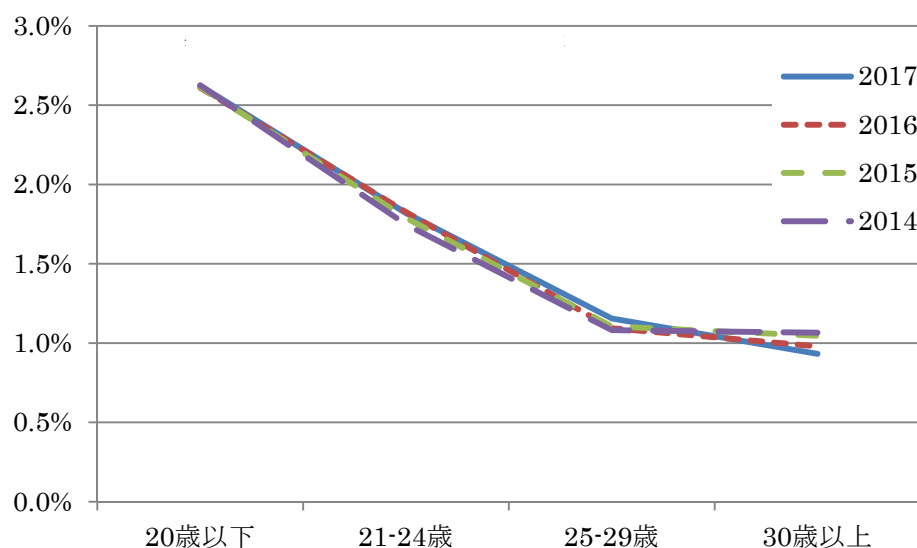
図表 3-33 英国における数理科学を専攻する学生(All undergraduate)数と全分野に占める性別割合の推移(出典: Higher Education Statistics Agency (HESA, 高等教育統計局) から筆者作成)



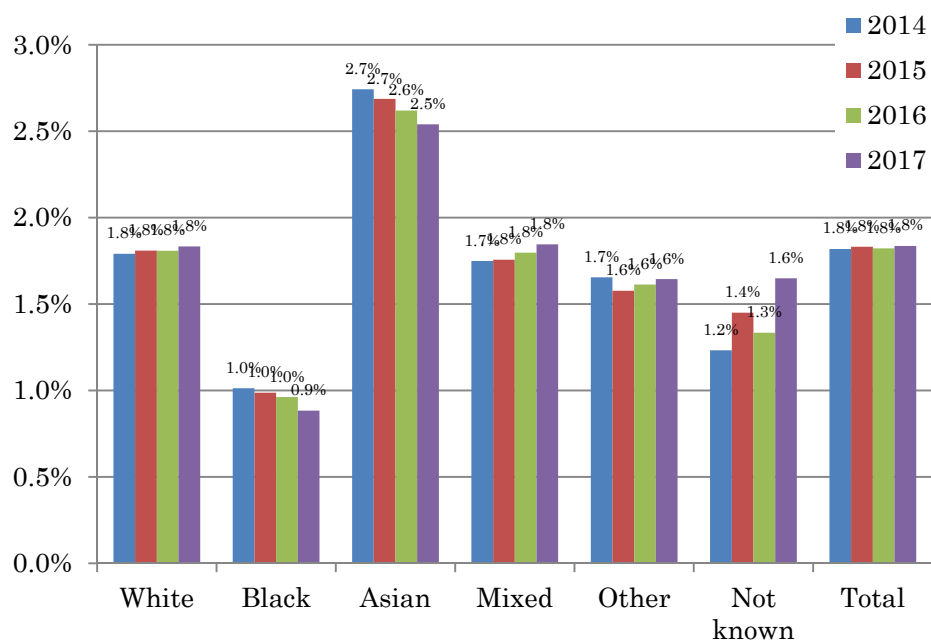
図表 3-34 英国における数理科学を専攻する学生 (All postgraduate) 数と全分野に占める性別割合の推移 (出典: HESA から筆者作成)

また、数理科学の年齢別の学生割合の推移 (図表 3-35) を見ると、20 歳以下の階級が全分野と比べて最も高く、若い年齢の学生が多いことが分かる。

全体に対する人種別の割合を見ると図表 3-36 となり、アジア人が最も多いが年々減少傾向にあることが分かる。



図表 3-35 数理科学を専攻する年齢別の生徒割合の推移 (出典: HESA から筆者作成)



図表 3-36 数理科学を専攻する人種別の生徒割合の推移(出典:HESA から筆者作成)

米国などと同様にインターネットで確認された英国における数学研究組織の例は図表 3-37 となり、約 20 機関が確認されている。一方、数学研究関連学協会については図表 3-38 となり、ドイツより人数が多いことが推測される。これは特に英国の学協会組織の歴史が古く、他国との関係が強いと考えられる。

設置機関	数学研究組織名
University of Oxford	Mathematical Institute
	London Institute for Mathematical Sciences(LIMS)
Brunel University London	Brunel Institute of Computational Mathematics
University of Edinburgh	International Centre for Mathematical Sciences(ICMS)
the University of Cambridge	Isaac Newton Institute
University of Warwick	Warwick Mathematics Institute(WMI)
University of Bath	Bath Institute for Mathematical Innovation
	Smith Institute
	Heilbronn Institute for Mathematical Research
University of Liverpool	Institute for Financial and Actuarial Mathematics
	Mathematics Resources Centre (MASH)
University of Warwick	Mathematics Research Centre
University of Nottingham	Centre for Research in Mathematics Education (CRME)
the University of Cambridge	Centre for Mathematical Sciences(CMS)
University of Oxford	Oxford Centre for Industrial and Applied Mathematics
	EPSRC Centre for Mathematics of Precision Healthcare
University of Liverpool	Centre for Mathematical Imaging Techniques (CMIT)
University of Glasgow	Centre for Mathematics Applied to the Life Sciences
the London School of Hygiene & Tropical Medicine	The Centre for the Mathematical Modelling of Infectious Diseases (CMMID)
University of Edinburgh	Bayes Centre

図表 3-37 英国における数学研究組織の例(順不同、出典:WEB 検索により筆者作成)

学協会名	会員数	更新時点・情報源
ロンドン数学会(LMS)	不明	
数学とその応用研究所(IMA)	5,000人	
王立統計学会(RSS)	9,000人以上	

図表 3-38 英国における数学研究関連学協会の例(順不同、出典:WEB 検索により筆者作成)

なお、ヨーロッパ数学会(EMS)には、ヨーロッパの 60 の全国数学協会、40 の数学研究センターおよび部局、そして 3000 の個人が加盟している。

ヨーロッパ産業研究会(European Study Groups with Industry, ESGI)は、産業に影響を与える問題に取り組むために産業科学者と学術数学者を一堂に集める試みである。これらの研究グループは、学術機関と産業界の間の技術と知識の移転のための国際的に認められた方法である。ヨーロッパ産業研究会(ESGI)は、1968 年にオックスフォードで最初の研究会が始められ、現在は欧州諸国で 5-7 の会合が毎年開催されている。2017 年 9 月までで約 134 回の開催実績がある。

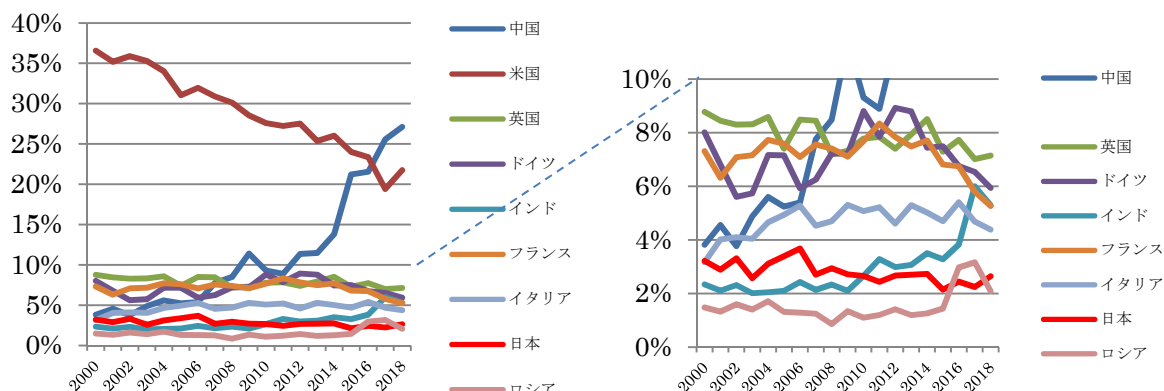
4. 謝辞

本稿のとりまとめには、様々な方々の御協力をいただいた。厚く感謝を申し上げる。

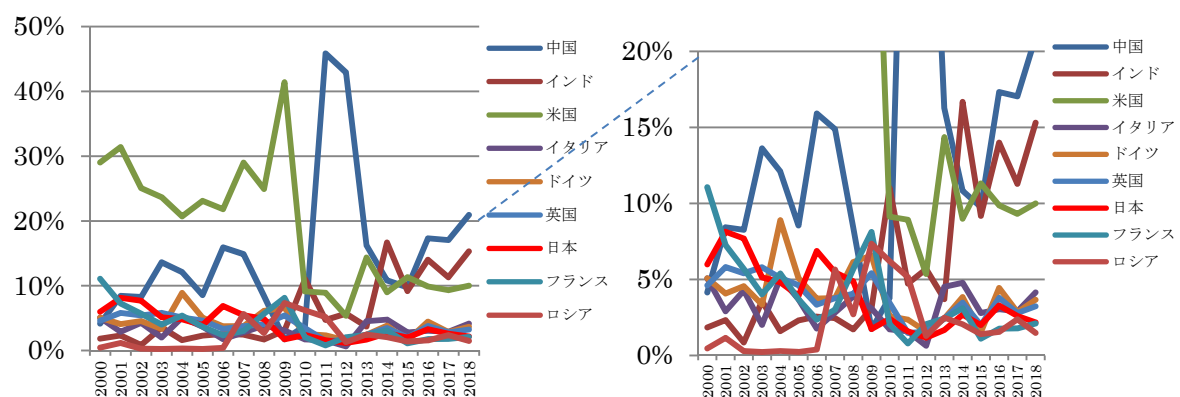
5. 参考文献

- [1] 細坪護拳、伊藤裕子、桑原輝隆(2006),忘れられた科学－数学, Policy Study No.12,
<https://hdl.handle.net/11035/721>
- [2] http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu23/002/index.htm
- [3] http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu23/002/houkoku/1352402.htm
- [4] http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu23/002/houkoku/1376582.htm
- [5] <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index4.html>
- [6] <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>

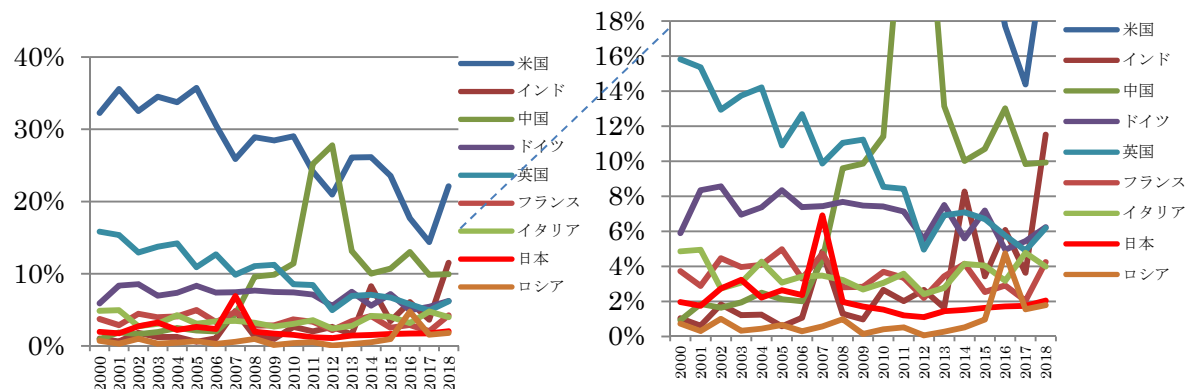
(参考1) 数学―諸科学学際分野の論文数の国別割合の推移



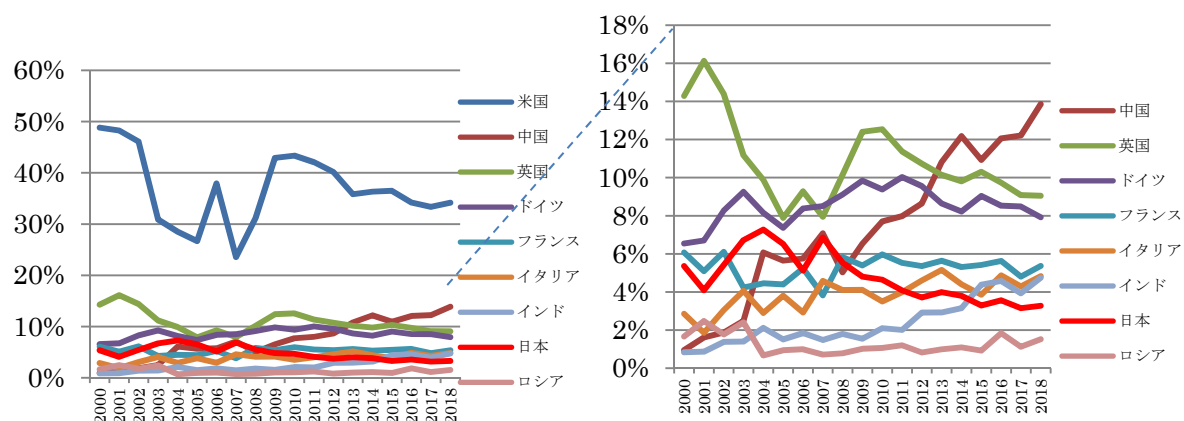
参考図表 1-1 数学―意思決定科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



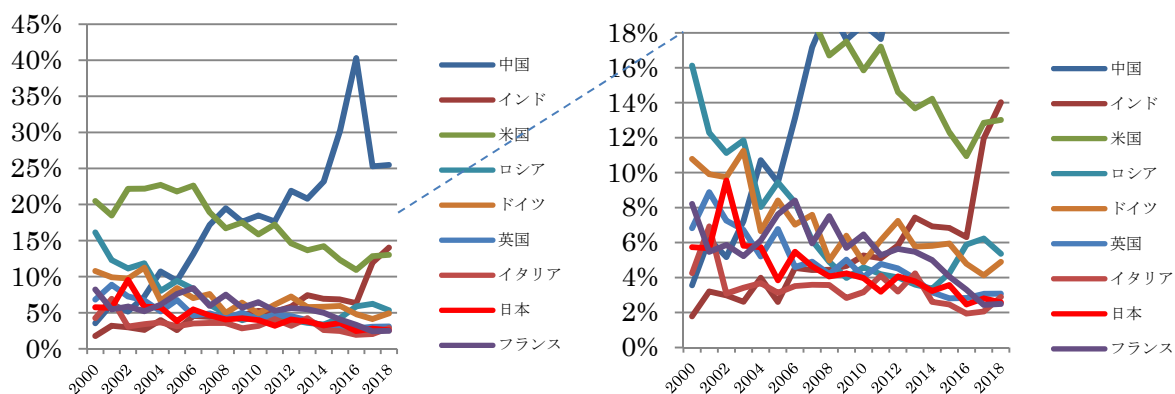
参考図表 1-2 数学―エネルギーの学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



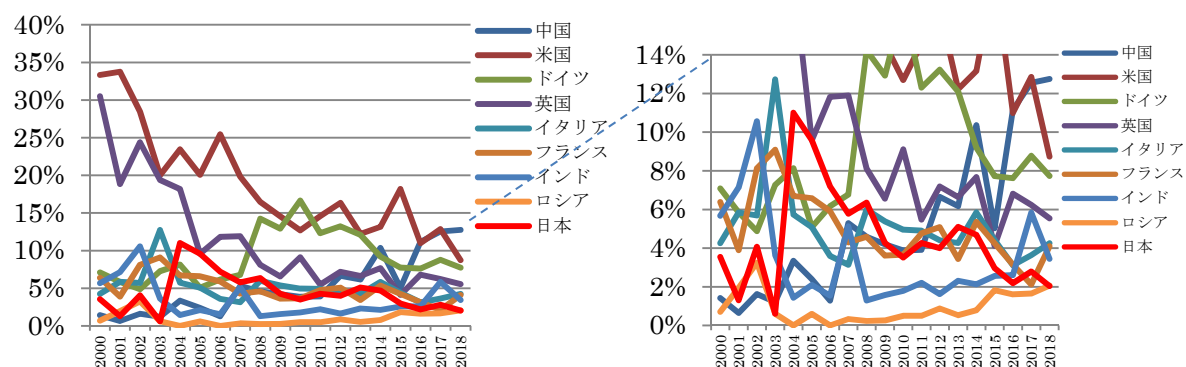
参考図表 1-3 数学―社会科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



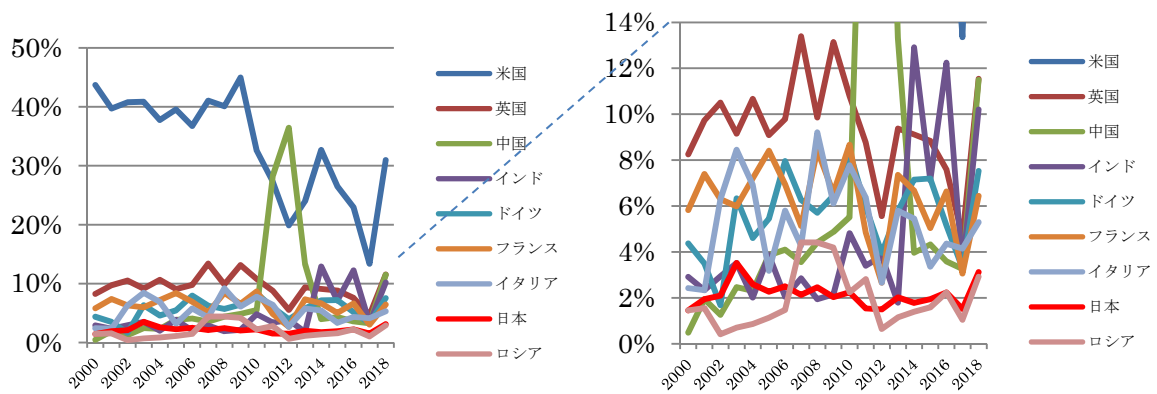
参考図表 1-4 数学－生化学、遺伝学及び分子生物学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



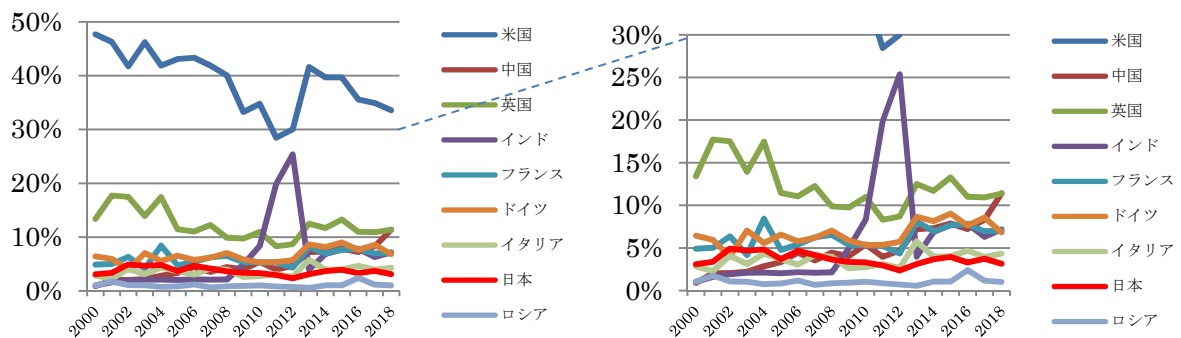
参考図表 1-5 数学－化学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



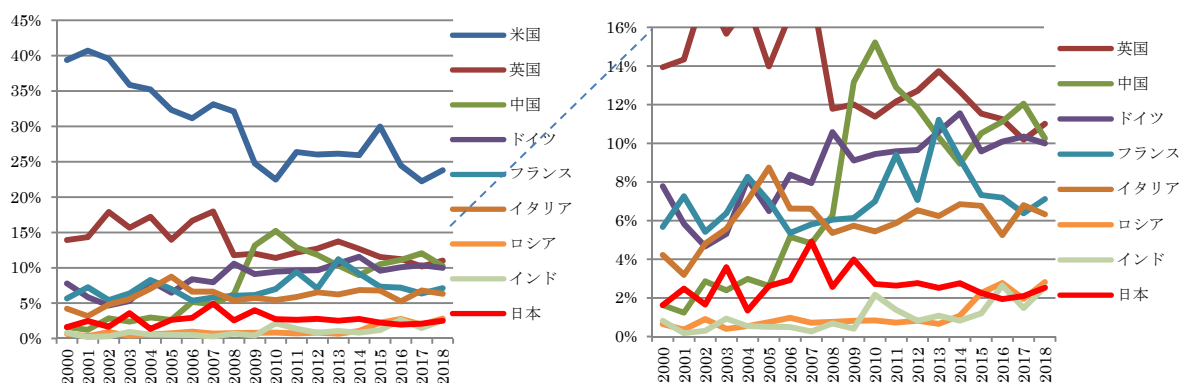
参考図表 1-6 数学－ビジネス、経営及び経理の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



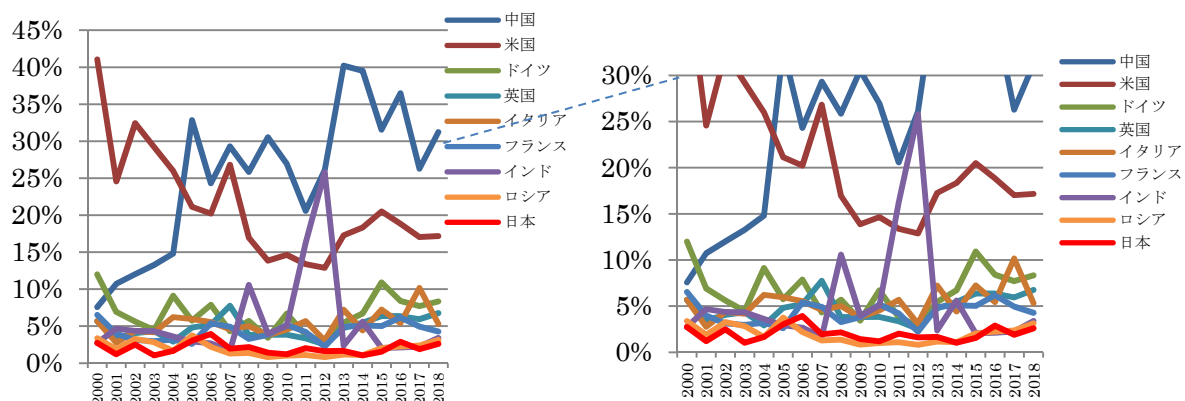
参考図表 1-7 数学－環境科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



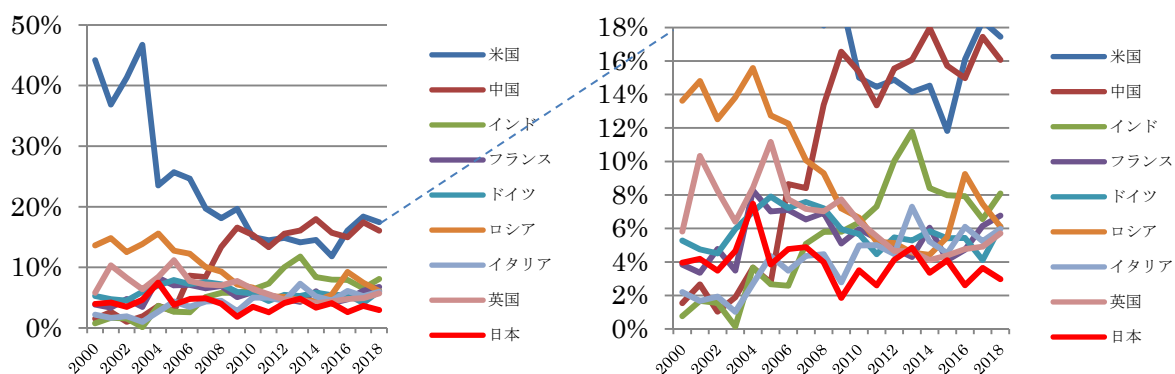
参考図表 1-8 数学－農学及び生物科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



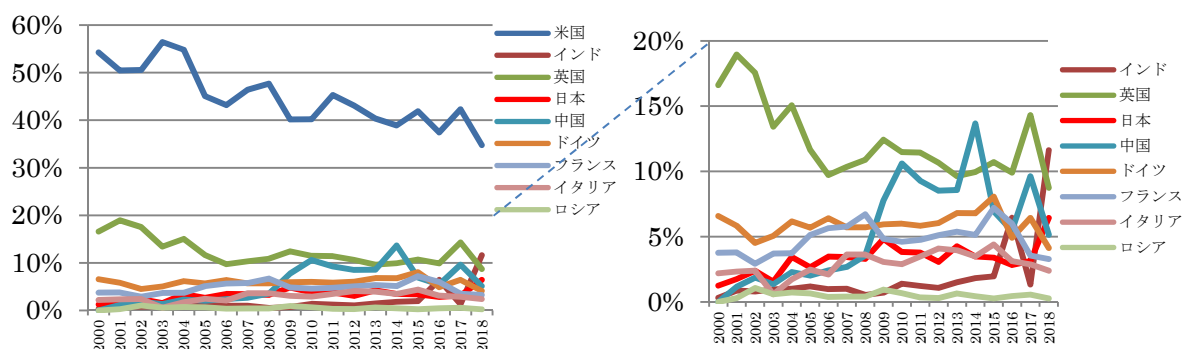
参考図表 1-9 数学－経済学、計量経済学及び金融学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



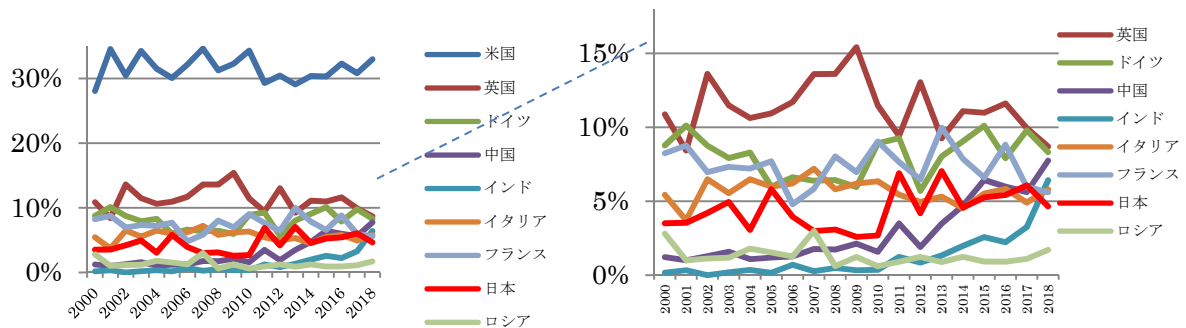
参考図表 1-10 数学－地球及び惑星科学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



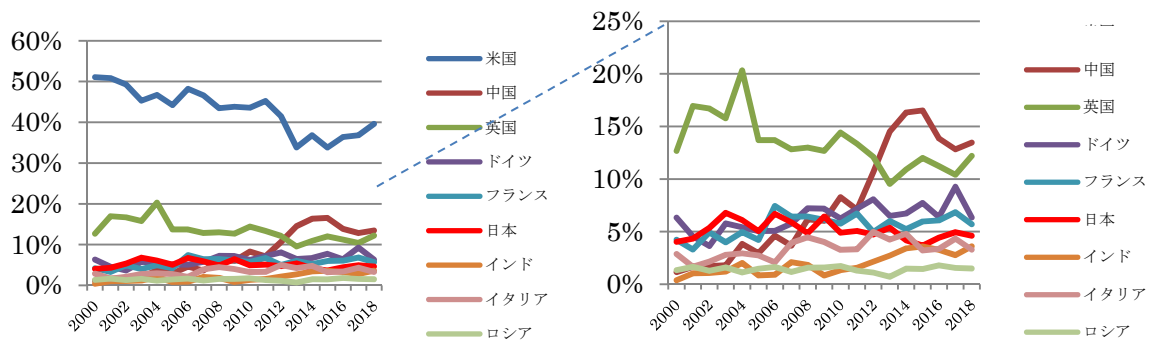
参考図表 1-11 数学－化学工学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)



参考図表 1-12 数学－医学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移(右図は左図の下部の拡大。出典:エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計)

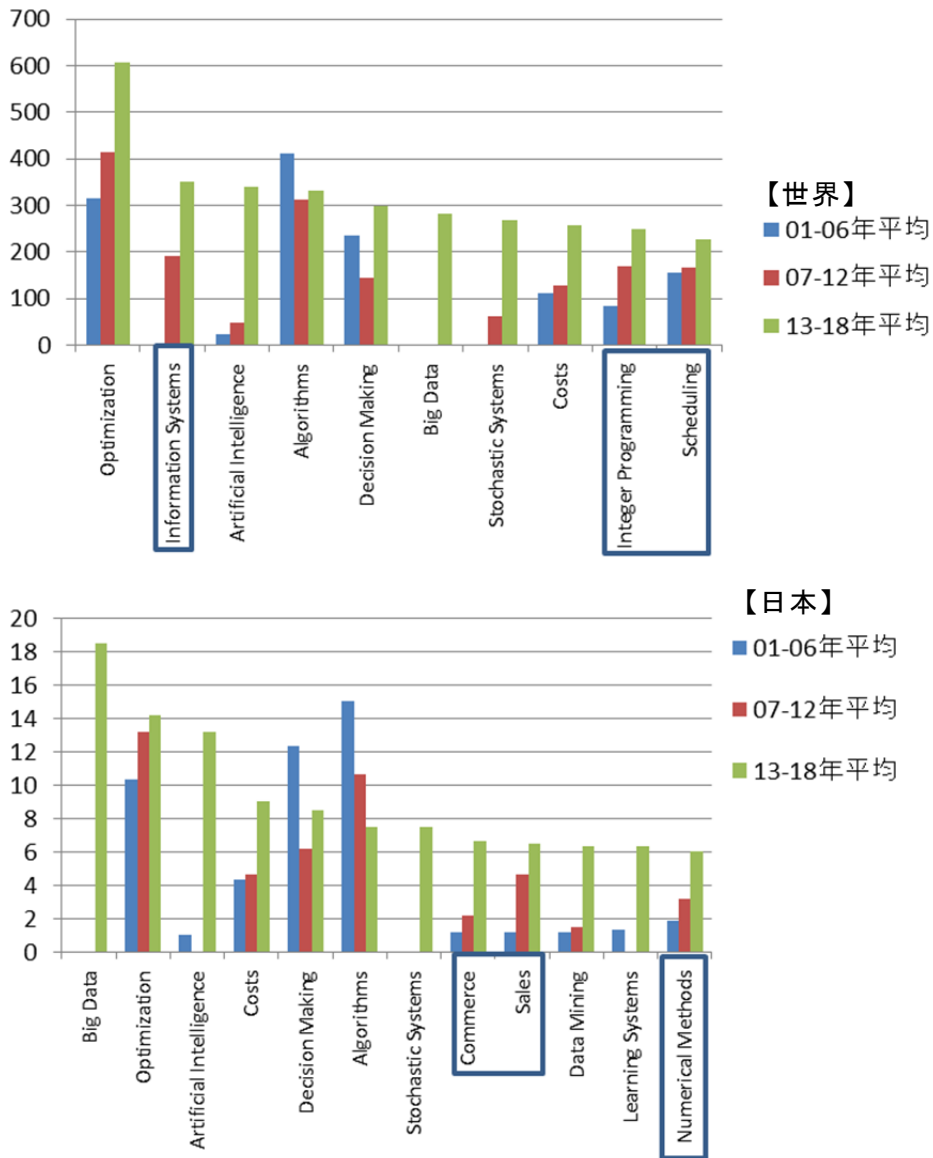


参考図表 1-13 数学－芸術及び人文学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移（右図は左図の下部の拡大。出典：エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計）

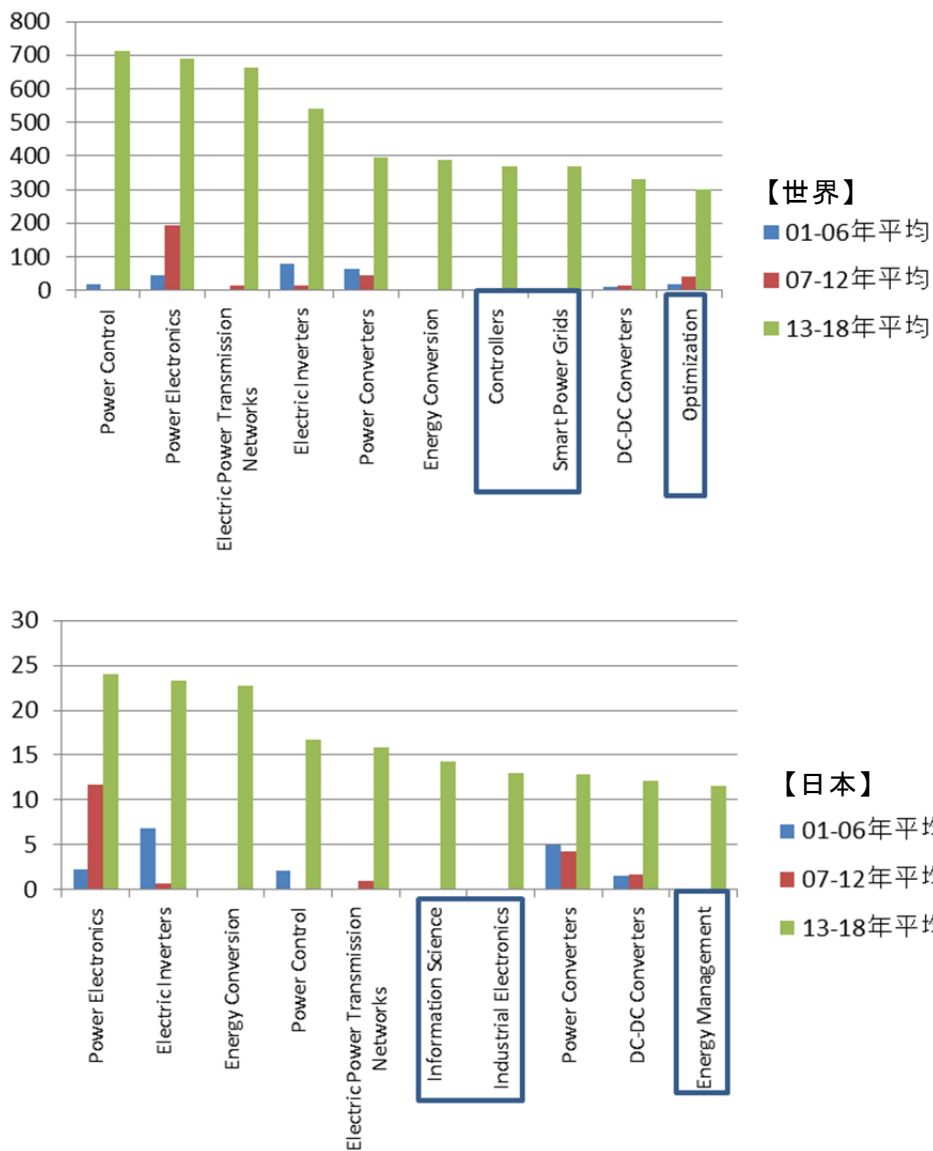


参考図表 1-14 数学－免疫学及び微生物学の学際分野の研究論文数の世界シェアの推移（右図は左図の下部の拡大。出典：エルゼビア社 Scopus に基づき筆者が集計）

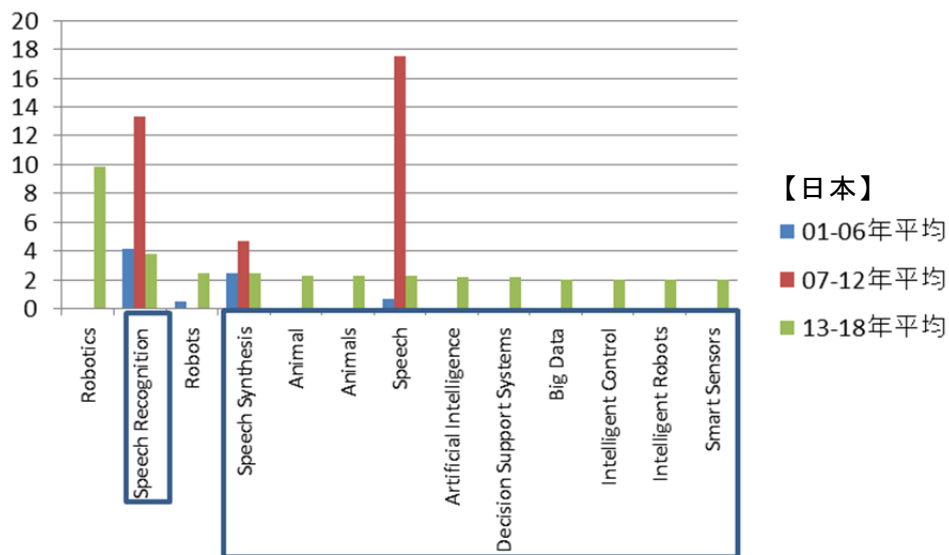
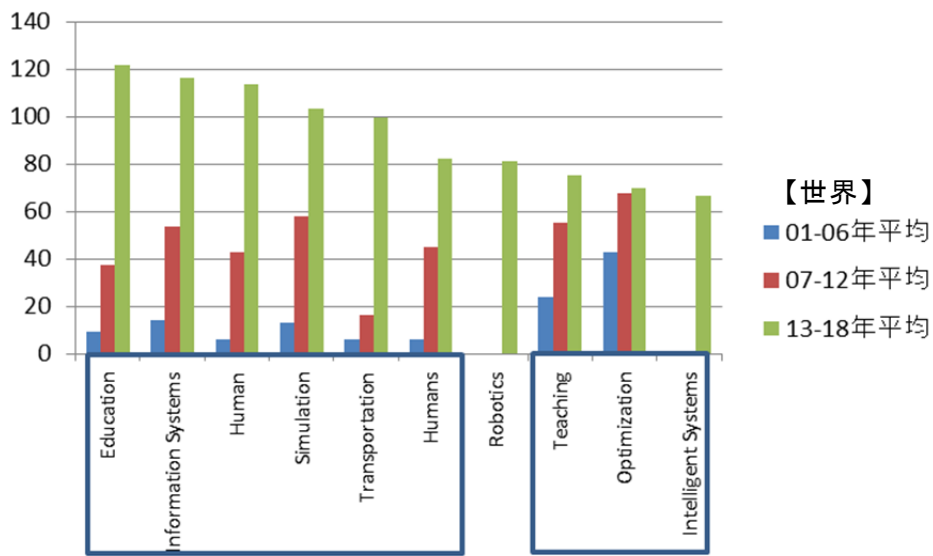
(参考2) 数学との学際分野論文の頻出上位に含まれるキーワードに関する世界的傾向と日本の傾向比較



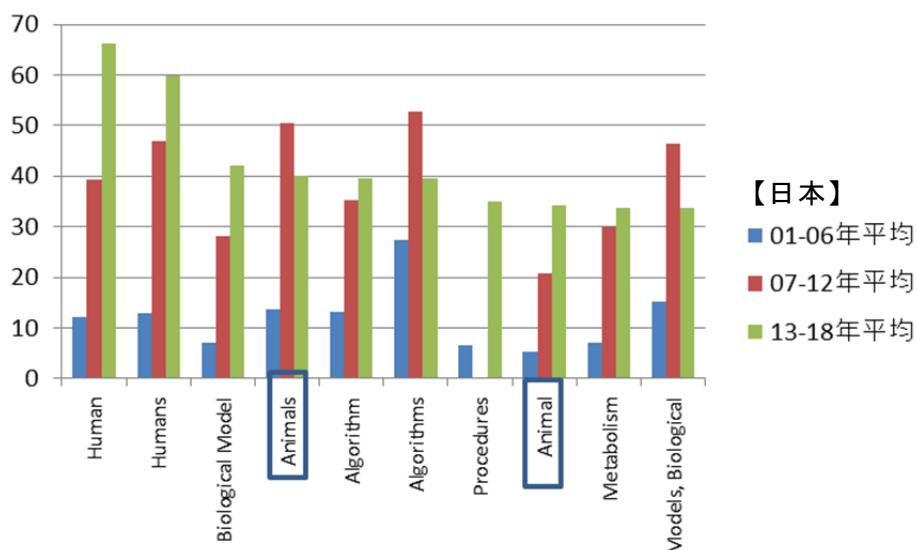
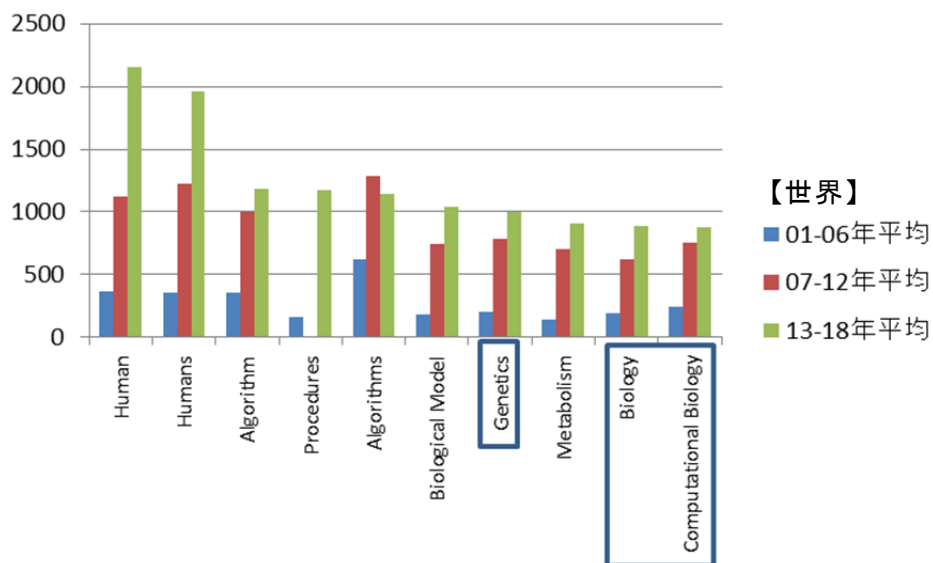
参考図表 2-1 数学－意思決定科学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



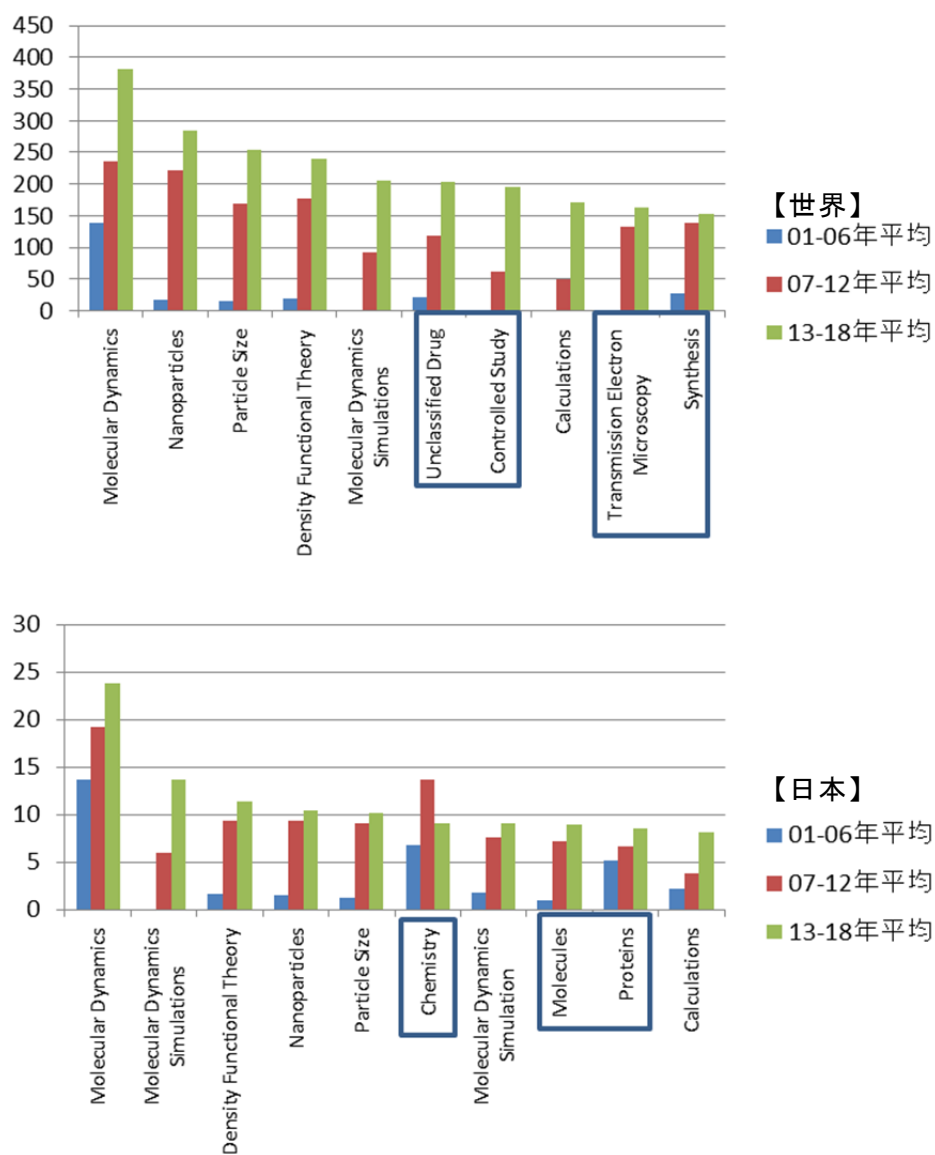
参考図表 2-2 数学－エネルギーの学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



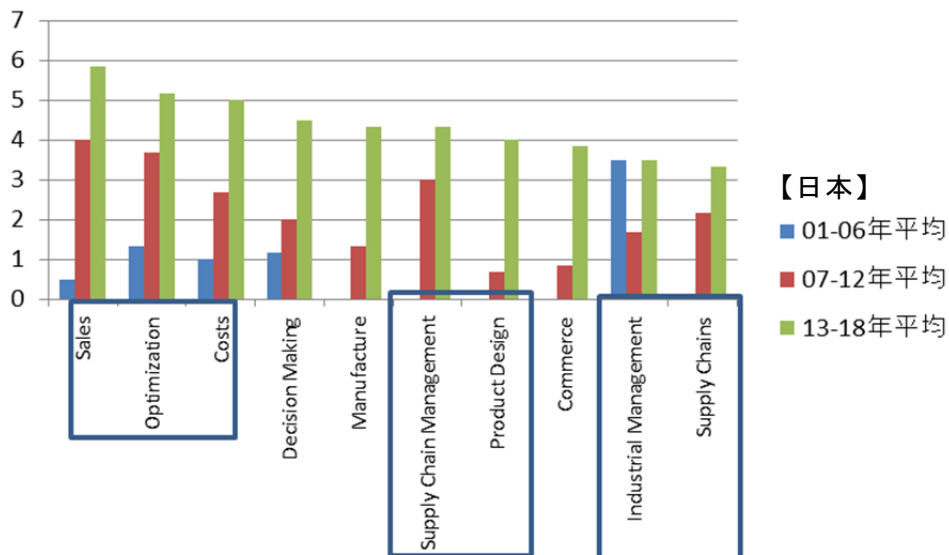
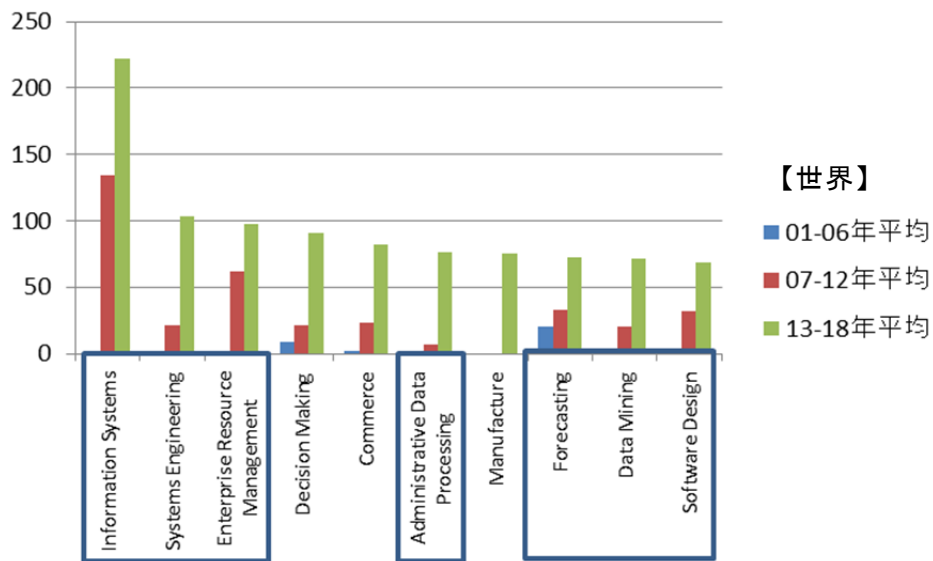
参考図表 2-3 数学－社会科学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



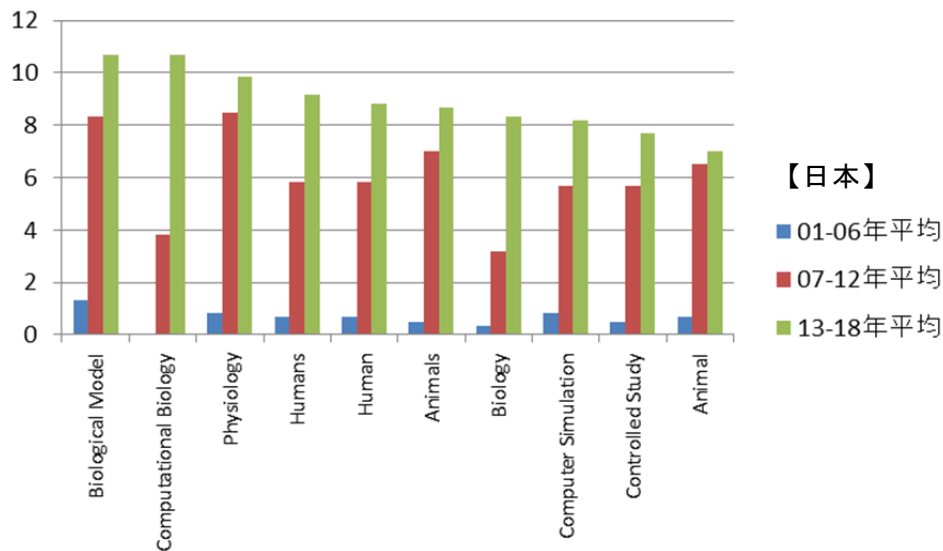
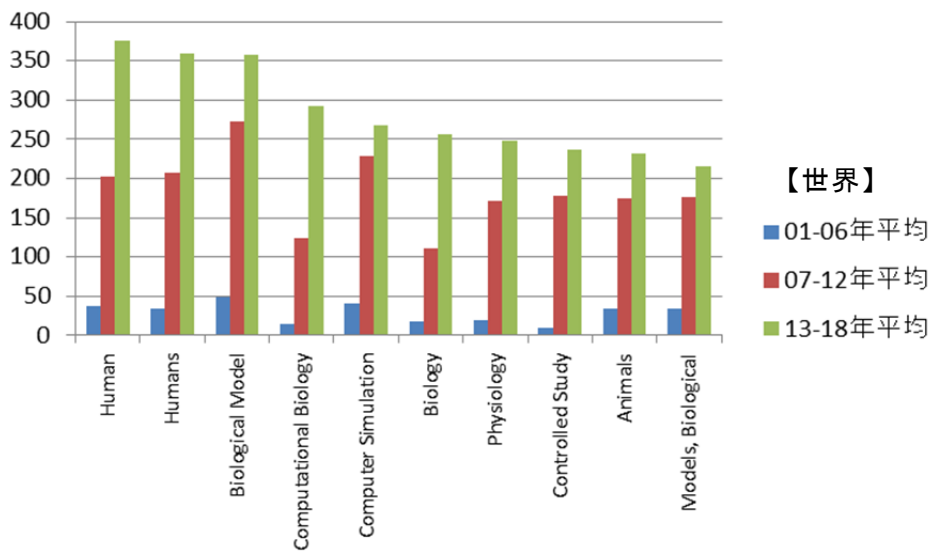
参考図表 2-4 数学－生化学、遺伝学及び分子生物学の学際分野における頻出キーワード上位10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



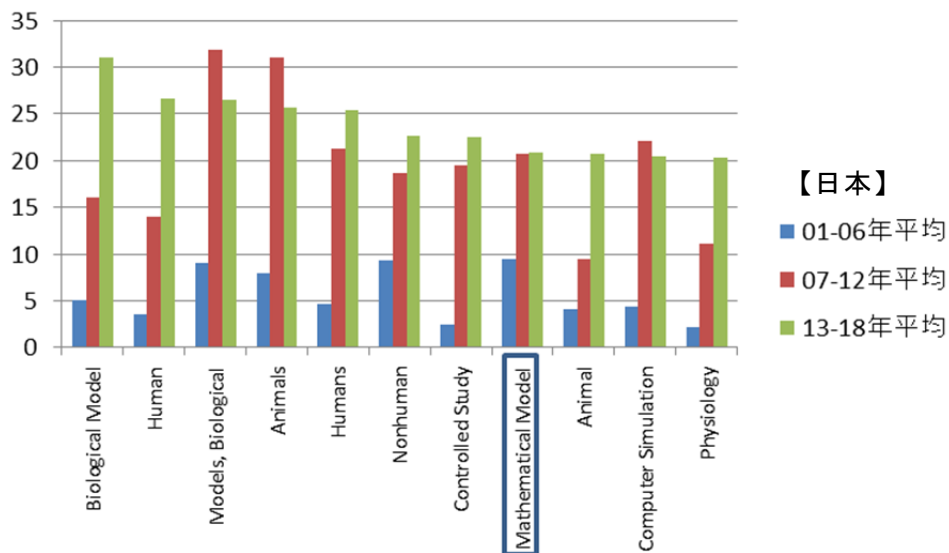
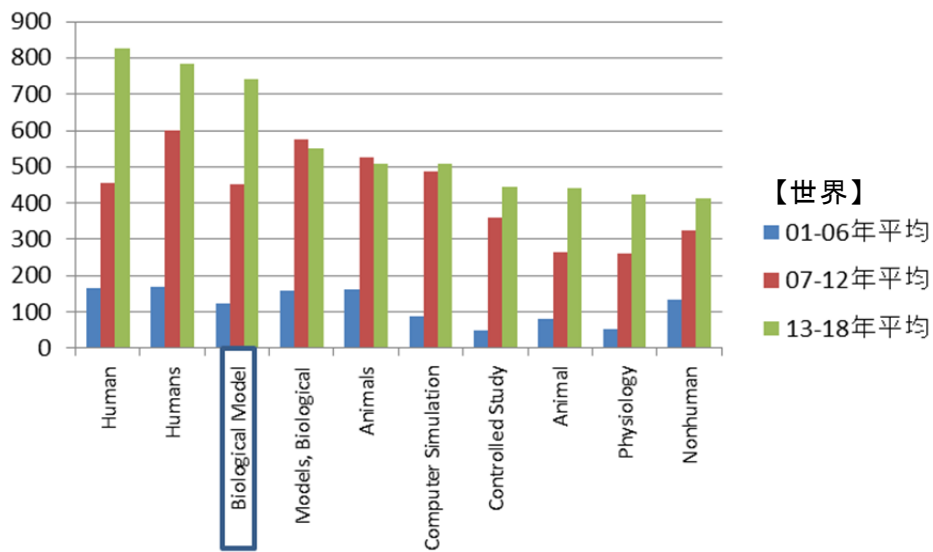
参考図表 2-5 数学ー化学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



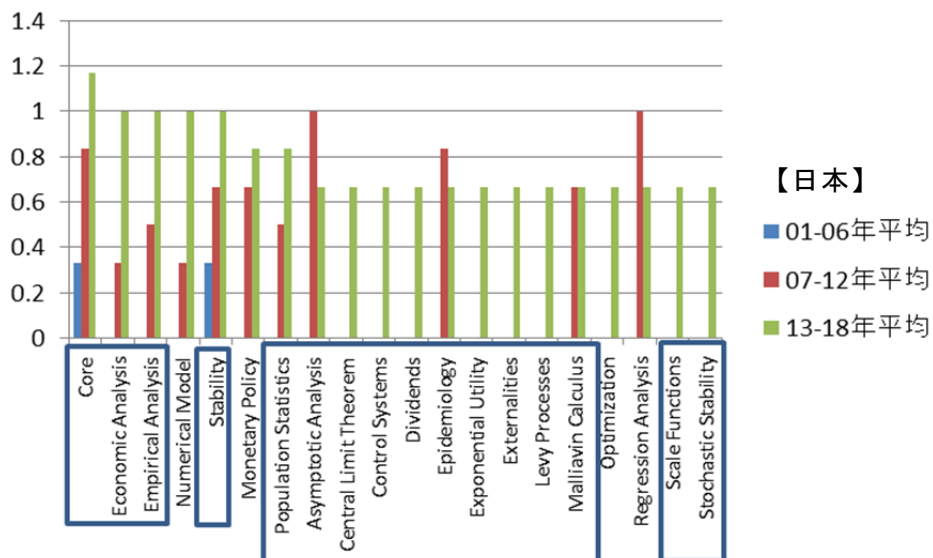
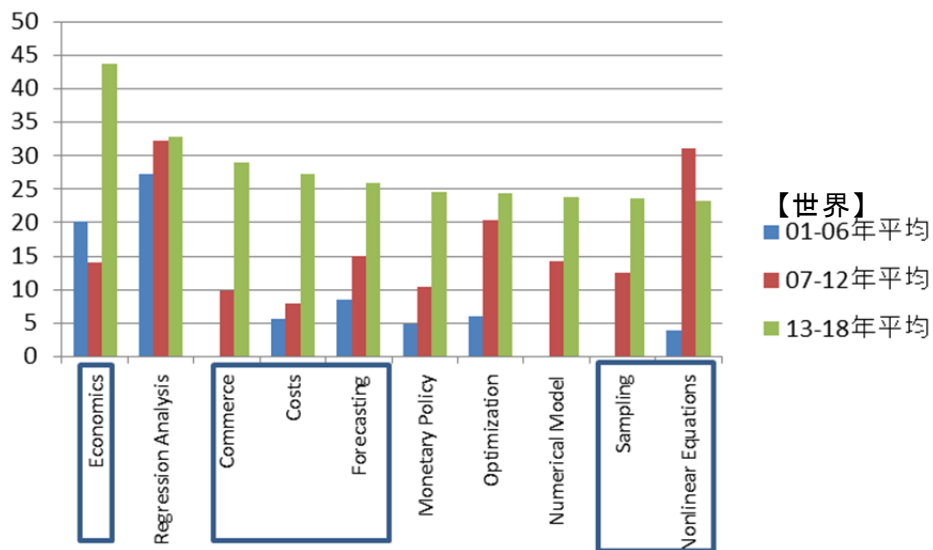
参考図表 2-6 数学ービジネス、経営及び経理の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



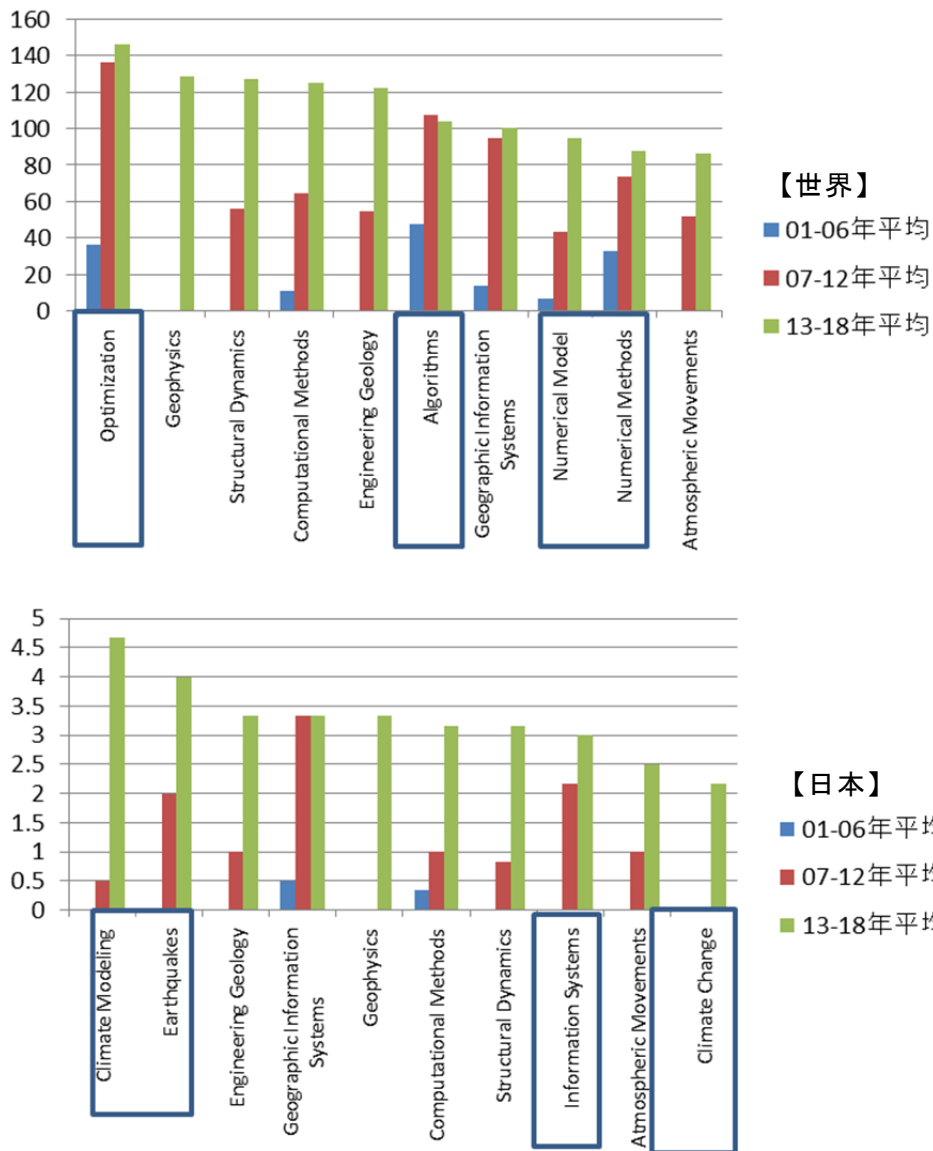
参考図表 2-7 数学－環境科学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



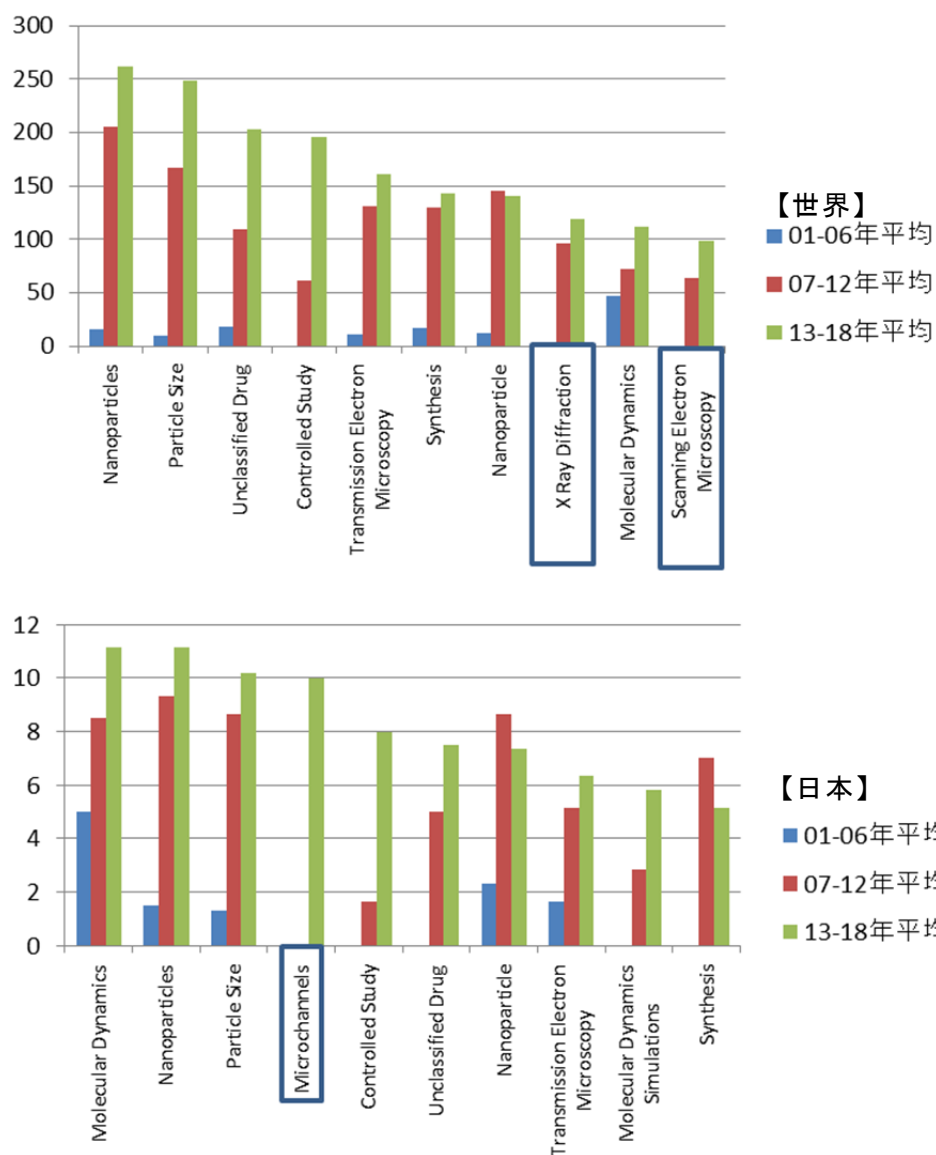
参考図表 2-8 数学－農学及び生物科学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



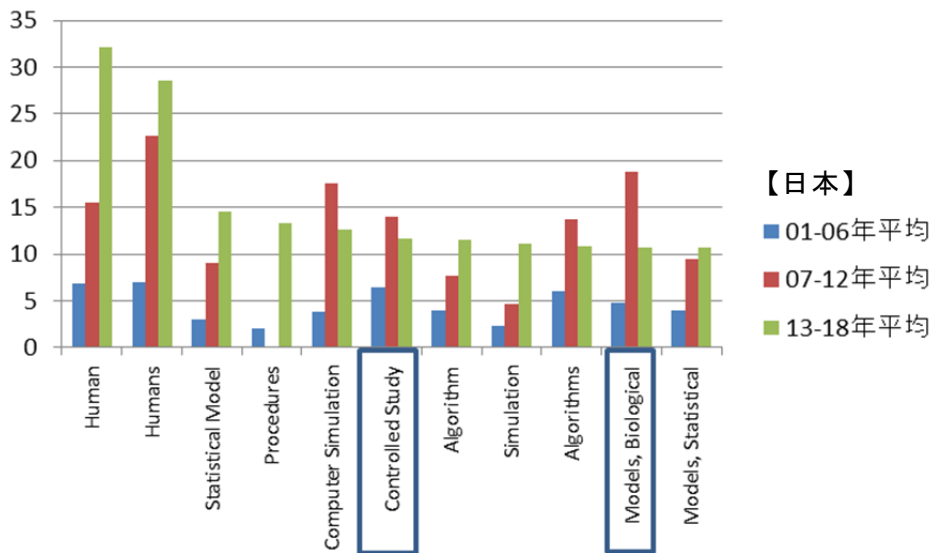
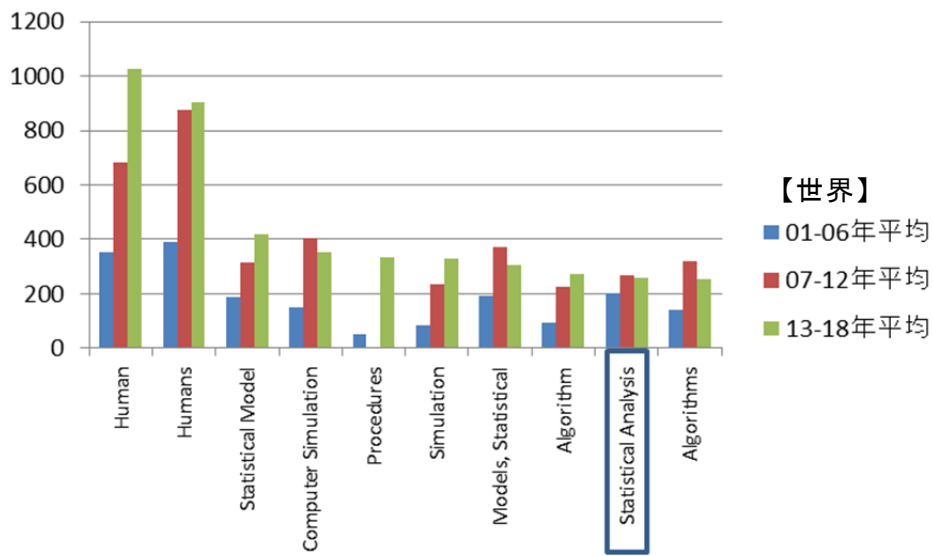
参考図表 2-9 数学－経済学、計量経済学及び金融学の学際分野における頻出キーワード上位10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



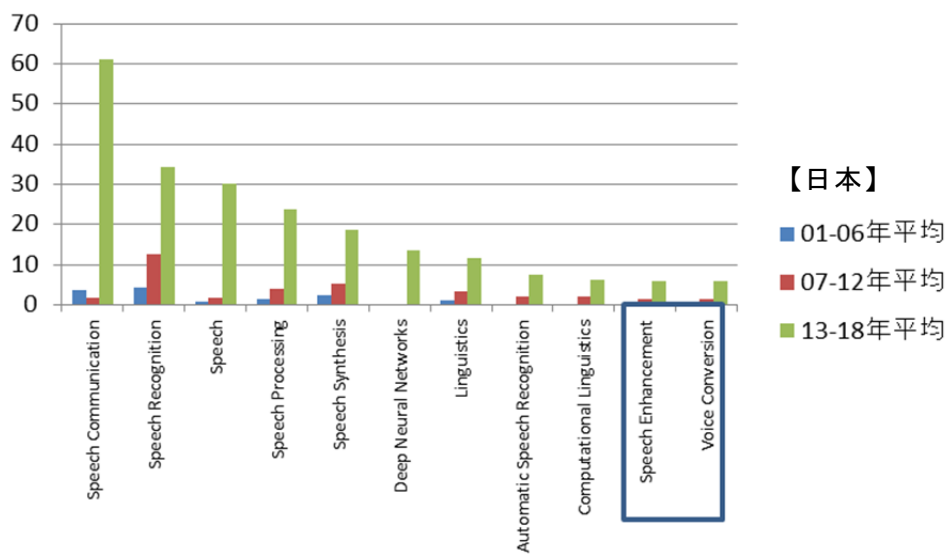
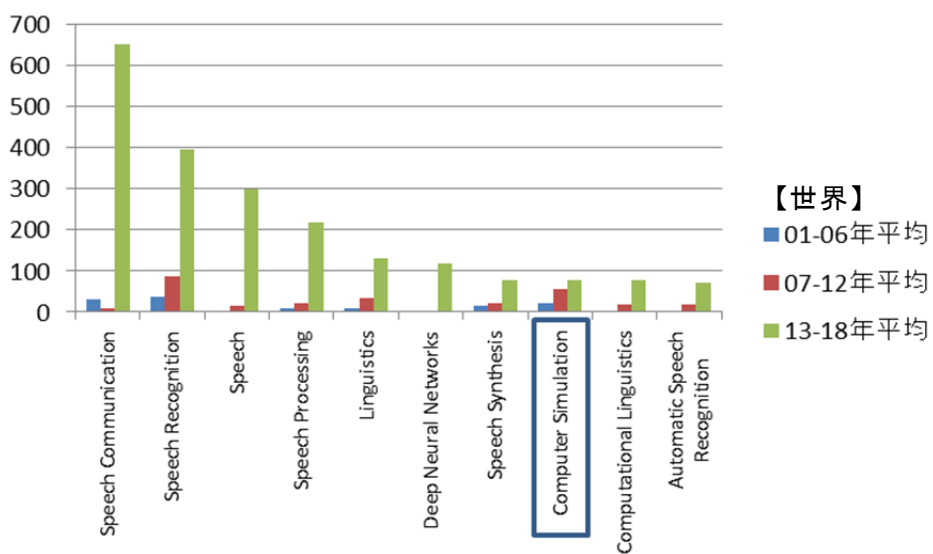
参考図表 2-10 数学－地球及び惑星科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



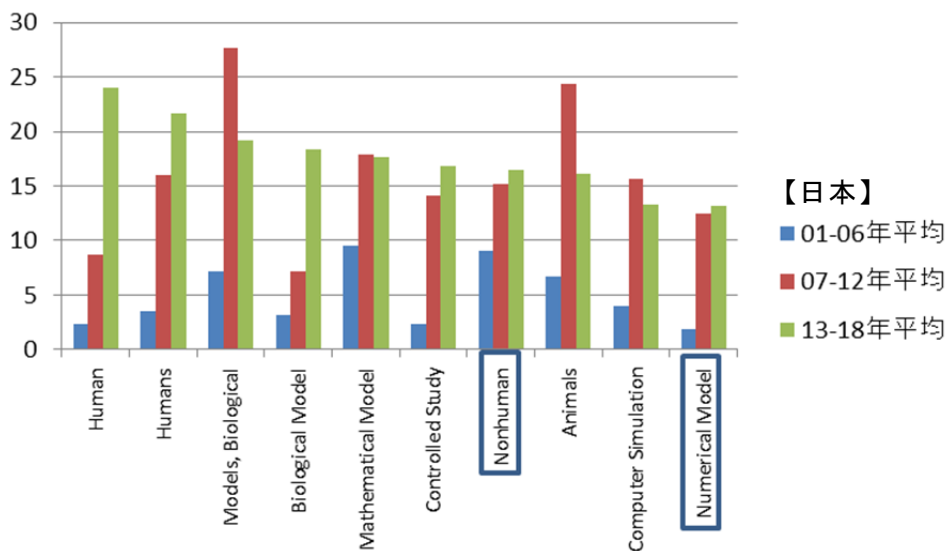
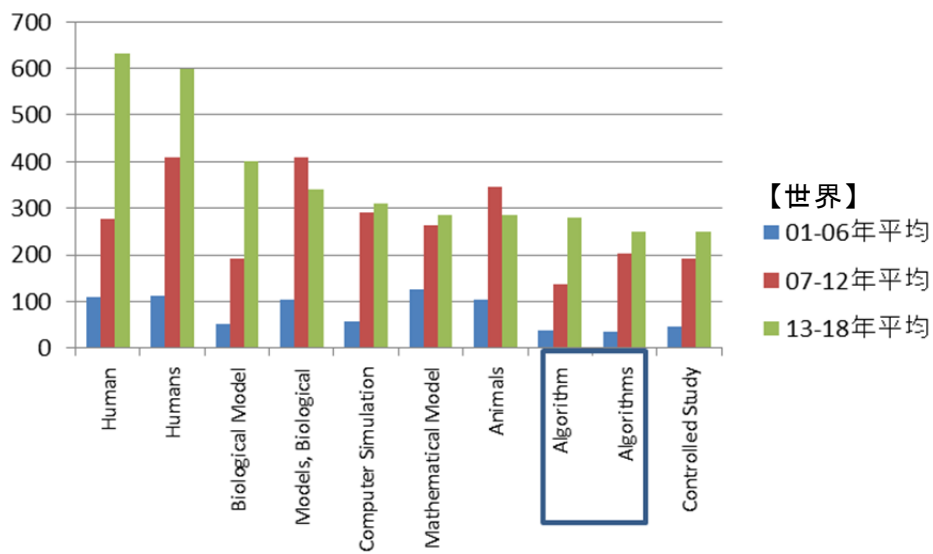
参考図表 2-11 数学－化学工学の学際分野における頻出キーワード上位 10 (上図: 世界と下図: 日本、青枠の部分が共通していない単語。出典: エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



参考図表 2-12 数学－医学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



参考図表 2-13 数学－芸術及び人文学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：エルゼビア社 Scopus から筆者作成)



参考図表 2-14 数学－免疫学及び微生物学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図:世界と下図:日本、青枠の部分が共通していない単語。出典:エルゼビア社 Scopus から筆者作成)

調査資料-287

数学研究に関する国際比較－「忘れられた科学」から－

2020 年 2 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
第1調査研究グループ
細坪護拳、岡本拓也

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第 7 号館 東館 16 階
TEL: 03-3581-2392 FAX: 03-3503-3996

International Comparison of Mathematical Research-From "Forgotten Science"-

February 2020

HOSOTSUBO Moritaka and OKAMOTO Takuya
1st Policy-Oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/rm287>



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