

【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

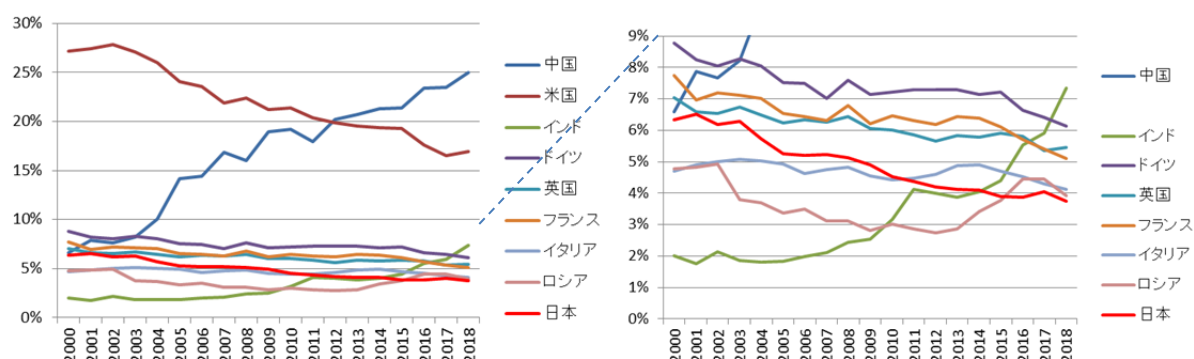
概要図表 0 論文数の集計方法の概要(出典:図表 2-0)

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3～4%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。

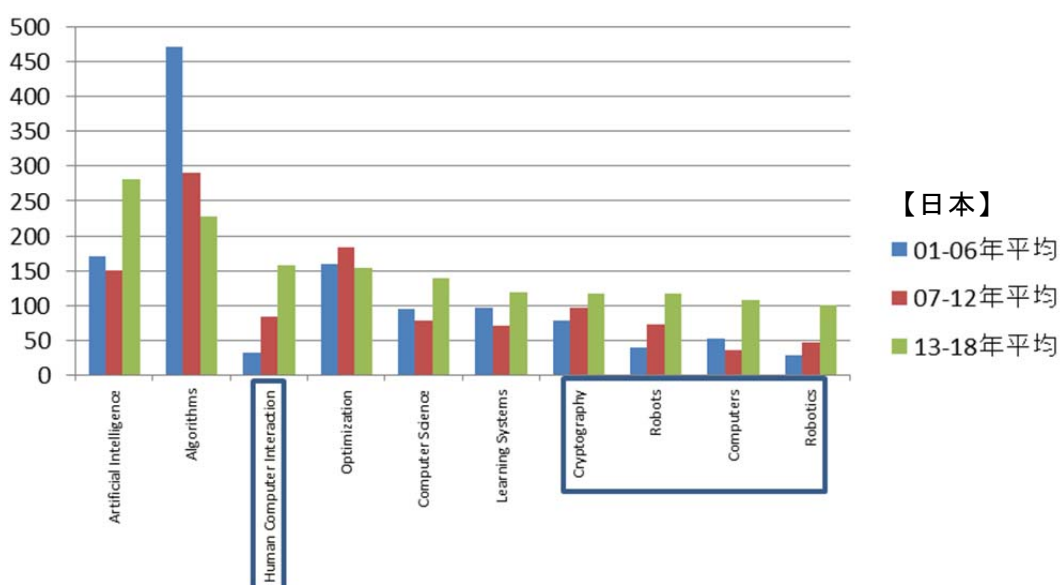
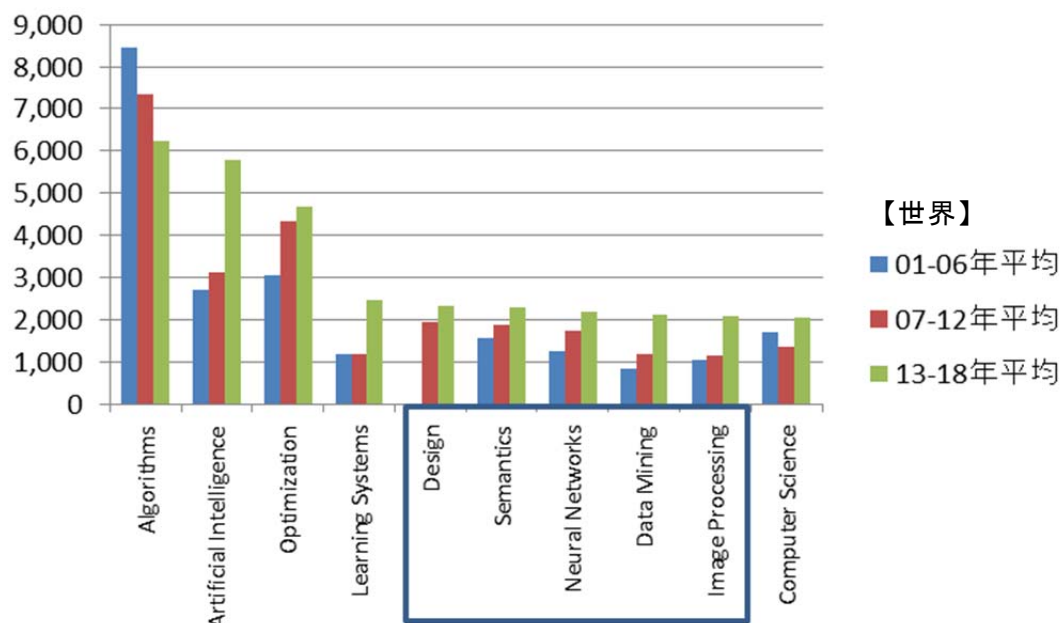
数学との学際分野													
	全分野	数学	数学のみ	学際分野全体	計算機科学	工学	物理学及び天文学	材料科学	意思決定科学	エネルギー	社会科学	生化学、遺伝学及び分子生物学	化学
世界(16-18年平均) ((16-18年平均)/(05-07年平均)(%))	3,907,760 (170%)	286,297 (151%)	66,609 (176%)	219,688 (145%)	144,623 (191%)	93,323 (249%)	47,915 (148%)	25,147 (143%)	22,491 (288%)	15,854 (2724%)	8,225 (370%)	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			5位 7位	3位 6位		4位 7位			4位	5位 10位	7位 11位
			6位 9位	8位 9位			7位 8位		12位	12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 13位	12位 15位	6位 12位	10位 15位	8位 14位	7位 9位	6位 8位	7位 9位	5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)

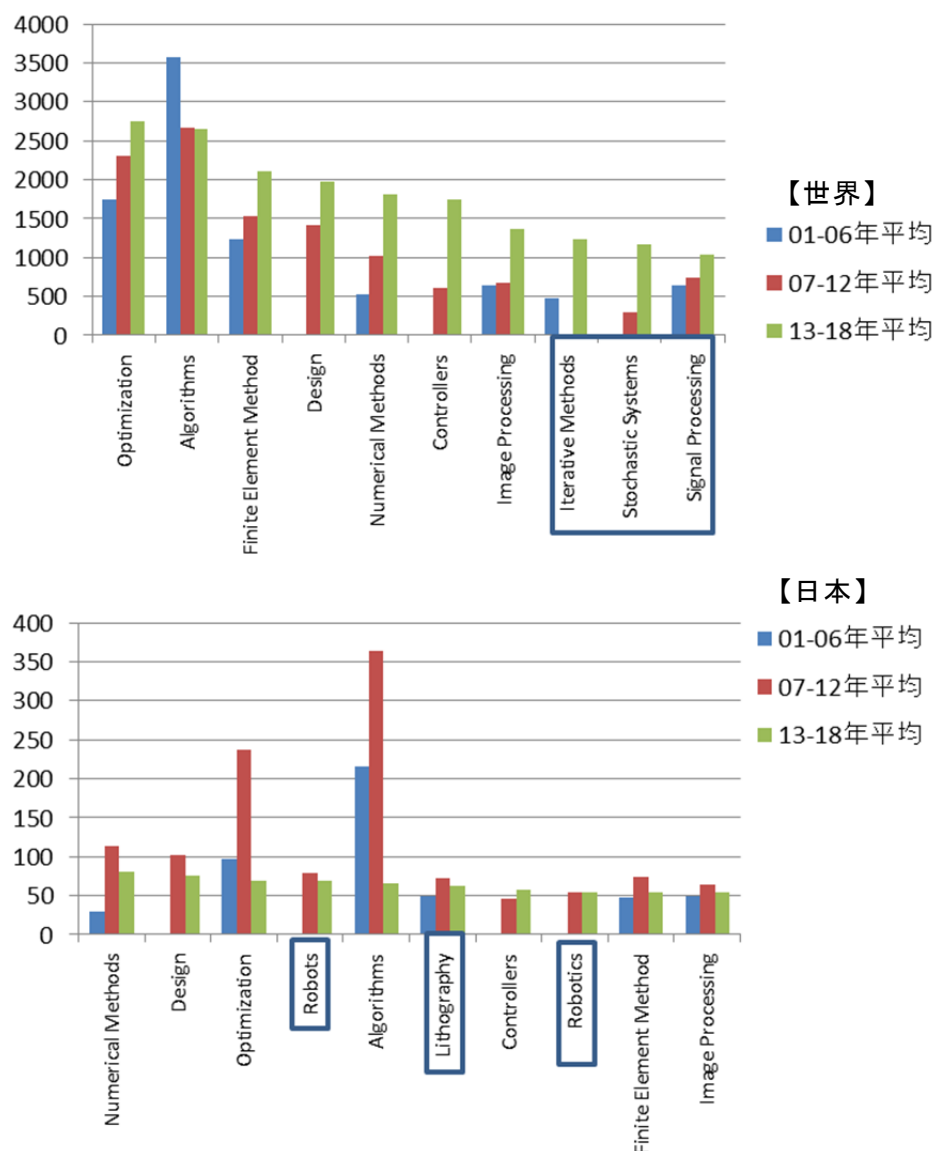
追加の論文分析として、学際分野論文に含まれる頻出上位のキーワードに関して、世界の傾向と日本の傾向を比較した(概要図表 3 から概要図表 6)。

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。

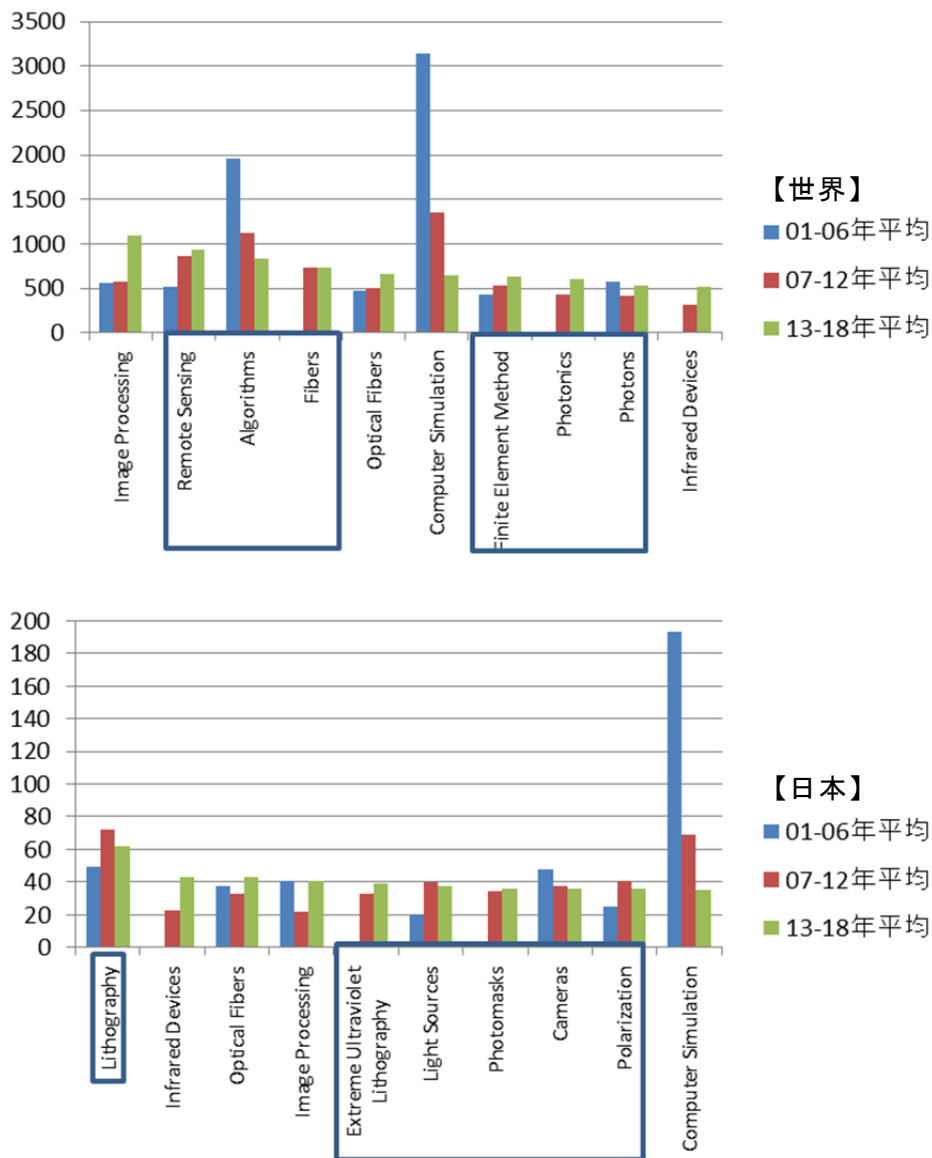


概要図表 3 数学－計算機科学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：図表 2-11)



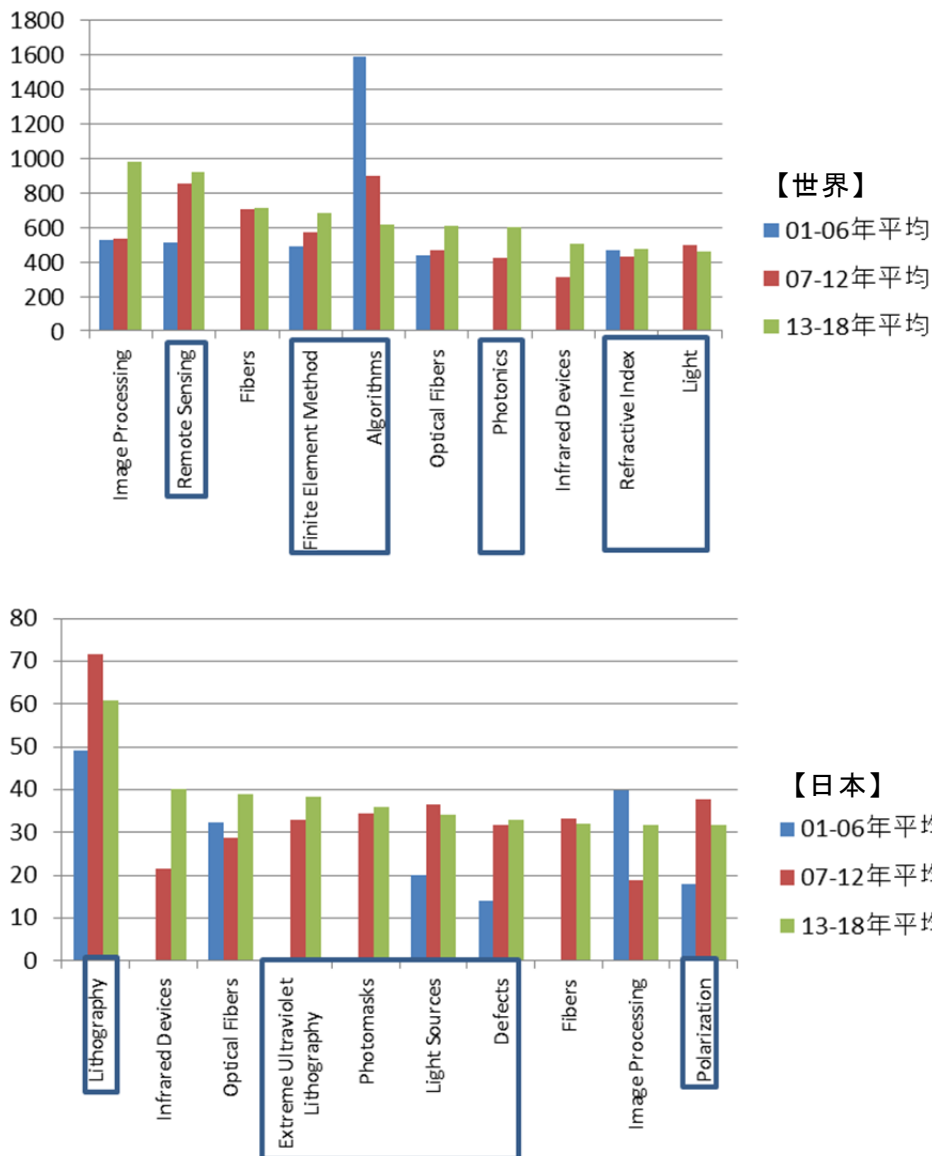
概要図表 4 数学－工学の学際分野における頻出キーワード上位 10(上図：世界と下図：日本、青枠の部分が共通していない単語。出典：図表 2-12)

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。

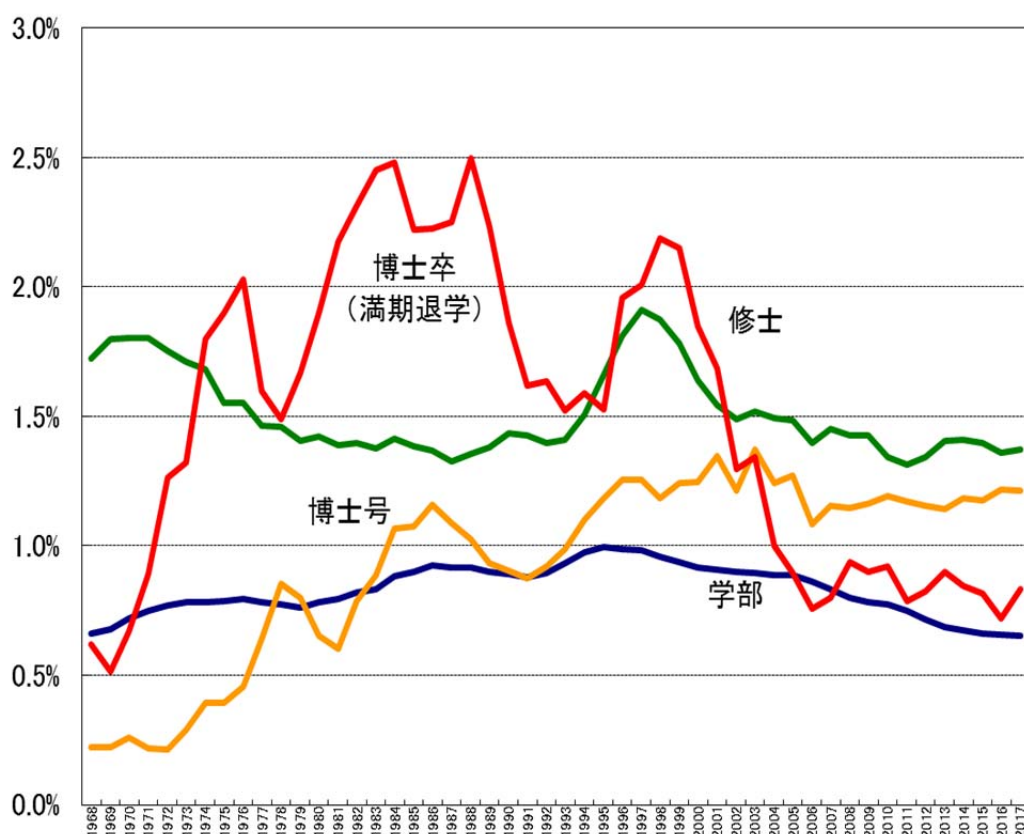
以上から、以上 4 つの数学との学際分野に関しては、日本は、特に数学－工学系等で半導体やロボット関連の論文が相対的に多いことが分かる。

(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、

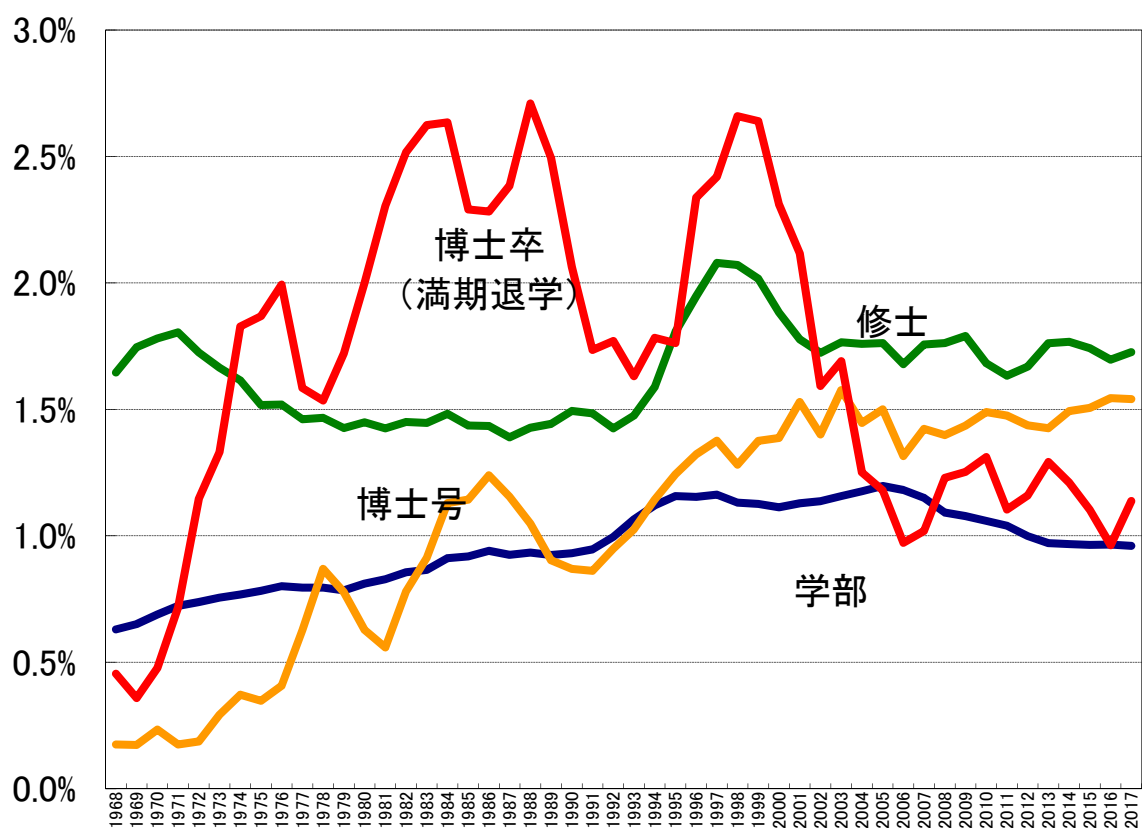
特に日本の場合、女性の人的資本が他分野と比較して伸び悩んでいるようにも思われる(概要図表 7、概要図表 8、概要図表 9)。

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も、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)。



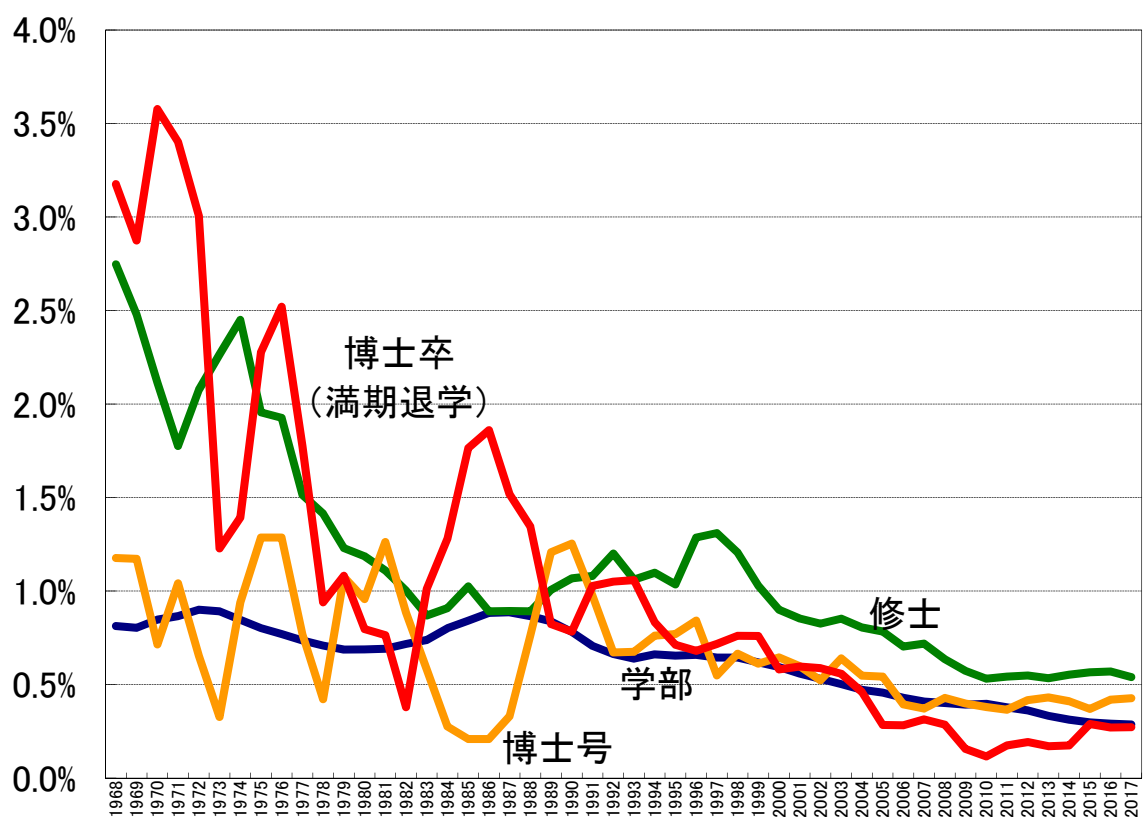
概要図表 7 日本の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の卒業者数に対する割合の推移 (出典:図表 3-7)

※ 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



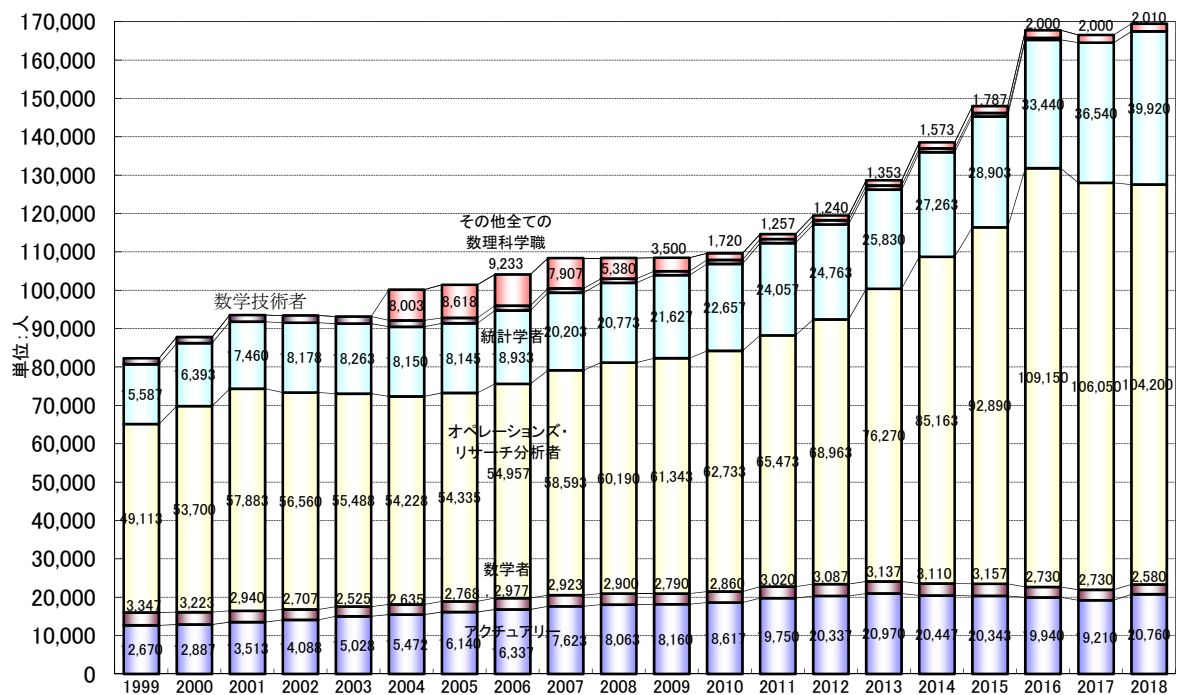
概要図表 8 日本の男性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の男性卒業者に対する割合の推移(出典:図表 3-8)

※ 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

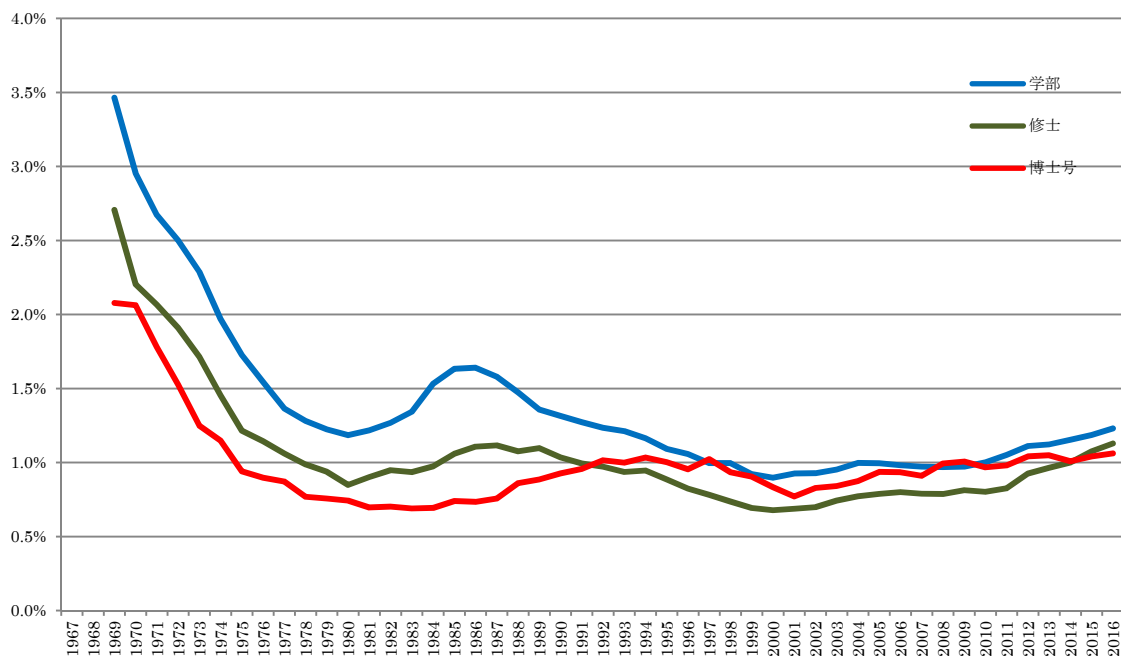


概要図表 9 日本の女性の数学学科関係学部生(青)、数学専攻修士課程大学院生(緑)、数学専攻博士課程大学院生(赤又は黄色)の卒業者数※の全学部/専攻の女性卒業者に対する割合の推移(出典:図表 3-9)

※ 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。