

# THE MATHEMATICAL SCIENCES

MONDAY, AUG 24, 2020 VOL. 2

## 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(NISTEP)は、2006年に発行した「忘れられた科学-数学～主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性～POLICY STUDY」を踏まえ、日本の数学の現況の客観的な把握を行い、数学の振興施策の基本情報とするため、論文データベース等を用いながら分析を行った。

NISTEPの分析によれば、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。研究論文数の国別順位を見ると、日本、ドイツ、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ものの、世界は日本よりもさらに論文数が伸びていることが分かった。

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こと、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などが明らかになった。数学研究に関する国際比較について、項目別(研究論文、国際会議、各国の状況等)の主な分析結果は、以下の記事を参照されたい。

## 数学研究に関する国際比較(研究論文等の状況)

数学研究論文数シェアは、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。

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。

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。

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。

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。尚、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。

---

## 数学研究に関する国際比較(国際会議における状況)

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言えないということから、日本の数学研究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歳以下の数学研究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見ると、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、中国と同様、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、今後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。

---

## 数学研究に関する国際比較(各国及び政府の取組み)

学生数や卒業生数といった人的資本の面では、近年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。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。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。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。

また、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。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と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。

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政府、大学、公的研究機関、非営利団体(NPO)が設置しており、京都大学数理解析研究所や情報・システム研究機構の統計数理研究所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。

---

## 数学研究に関する国際比較(米国の状況)

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。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。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り、基礎研究の割合は徐々に大きくなってきている。

更に、省庁別に見ると、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。

米国における数学政策を概観すると、数学研究の振興政策に関しては、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。特に2013年に取りまとめられた「2025年の数理科学」では、1998年に取りまとめられたオドム・レポートを適宜引用しながら、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、以下のように述べられている。

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。過去15年間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している。

また、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。統計から気付くのは米国内の数学者の少なさ(約2,600人)であり、その傾向は横ばいである。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。2000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。

---

## 数学研究に関する国際比較(欧州各国の状況)

フランスでは、25もの数学研究組織が確認できる。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つの研究所を持っている。FSMPは2007年、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財団である。

ドイツでは、非大学における数学研究所は10機関となっている。特に、数学と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ている。

英国では近年、数学予算を増やす方針にあり、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、ポストドクなどを含む)を見ると、数理科学の学生数と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、女性の割合は増加していない。英国における数学研究組織は約20機関が確認されているが、数学研究関連学協会については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ためと考えられる。

また、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ほか、ヨーロッパ産業研究会(European Study Groups with Industry, 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て以降、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。