

日本の「数学」研究の脆弱さ、露呈。
論文数の世界シェア、中国に抜かれ第6位！
数学の研究費数十億円(米の約 1/20)、博士号取得 180 人(同 1/6)。
国立大の数学教官は、減員と入試拡大などで負担増加。
小・中・高校の数学教育にも改善を求める声。

旺文社 教育情報センター 18年6月

文部科学省科学技術政策研究所(NISTEP; National Institute of Science and Technology Policy)は先ごろ、諸科学の礎となる数学研究について、日本と主要国の現状及び他分野研究者の数学に対する認識などを分析、『忘れられた科学 - 数学』(POLICY STUDY No.12 / 2006年5月)にまとめた。

日本では、研究予算や研究者数、研究時間などの面で数学研究を取り巻く環境が厳しくなっており、数学論文数の世界シェアでも中国に抜かれ第6位に低迷。国立大の数学教官は減員と入試拡大などで負担が増加。また、アンケート調査では、小・中・高等学校における数学教育の問題点と施策が寄せられている。

一方、欧米諸国では数学と他分野との融合研究が盛んで、日本でも他分野研究者の数学に寄せる期待は大きく、数学振興のための産学連携が必要だとしている。

< 研究論文数 >

○ 日本の「数学研究論文数の世界シェア」は4%台～5%台を推移し、**2000年**に中国に抜かれて**2003年**現在、世界第6位(世界シェア5%超)。1位からアメリカ(同30%超)、フランス(同12%超)、ドイツ(同、約9%)、中国(同9%弱)、イギリス(同、約7%)の順。

アメリカは**90年代前半**(同40%超)をピークに、シェアの減少がみられる。その一方で、フランスが**90年代前半**から、中国が**90年代後半**から著しい伸びを示している。ドイツ・イギリス・日本では、この**20年間**に大きな変化がみられない(図1参照)。

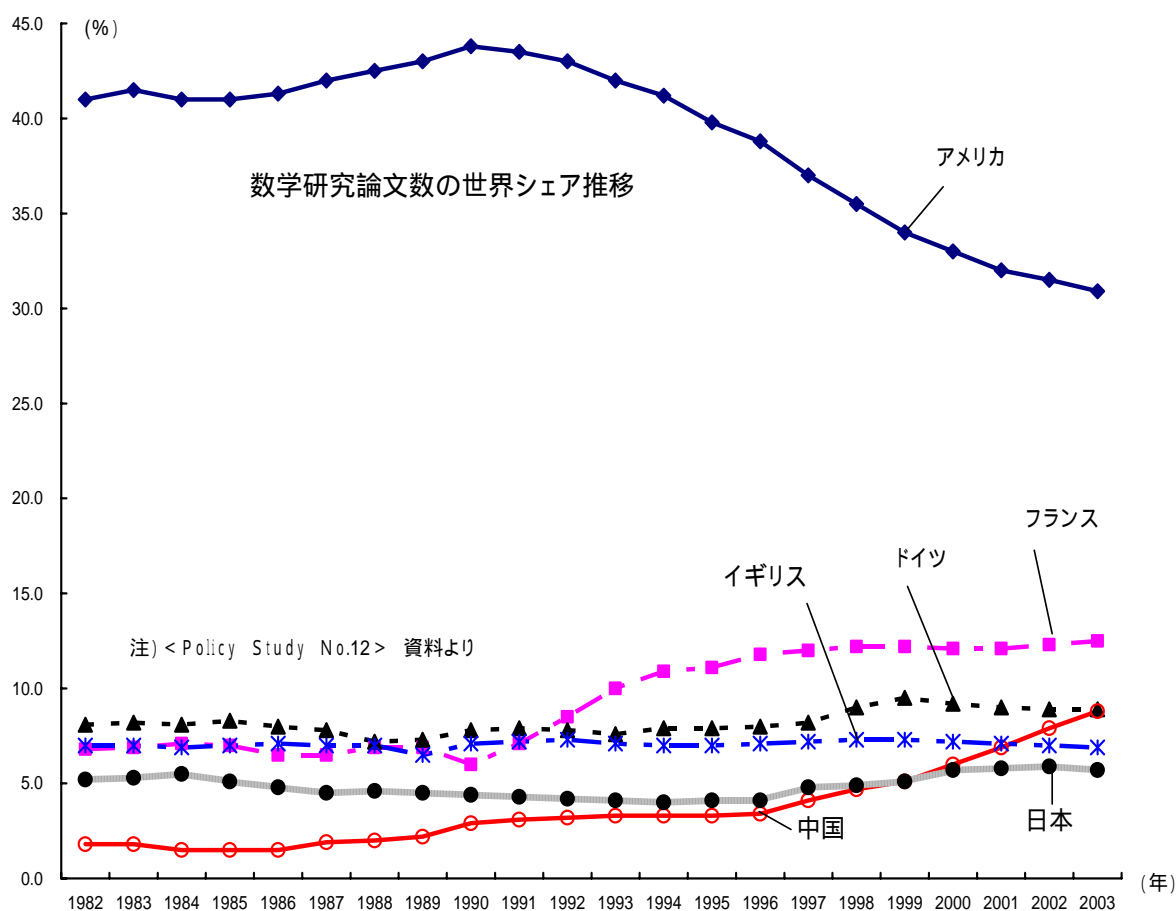
○ 科学技術を対象とする全分野の論文数では、日本はアメリカに次ぐ世界第2位。

「世界シェア比率」(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)が、「1」を超えれば、その国の数学研究は全分野平均と比較して“活発”であり、「1」を下回れば数学研究は全分野平均と比較して“活発ではない”とされる。

主要国の「世界シェア比率」をみると、フランス**2.0**、中国**1.8**で、数学研究は活発。アメリカ・ドイツは**1.0**前後。イギリスは**0.8**で比較的活発ではない。

日本は80年代までイギリスと同程度(0.8)であったが、03年現在、0.6で、数学研究は活発ではない。

(図 1)



< 研究費 >

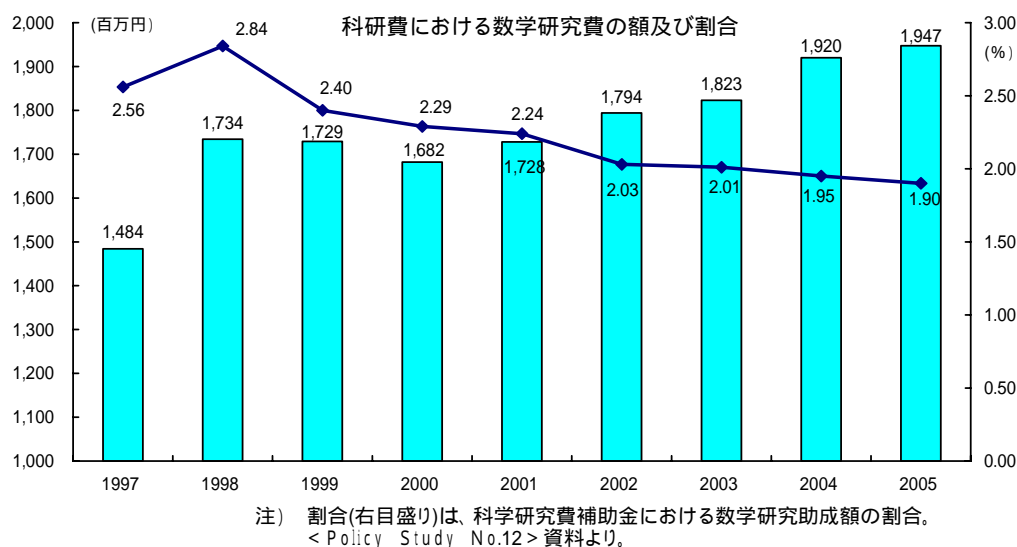
日本における全政府研究開発費のうち数学研究費は集計されていないが、科学研究費補助金(科研費)及び一部大学の校費状況、「21世紀COEプログラム」などから、政府の数学研究費の総額は年間、数十億円程度と推測されるという。

科研費は、人文・社会科学から自然科学まで全分野にわたり、基礎から応用までの学術研究を発展させることを目的とする「競争的研究資金」である。

科研費では物理学、化学など、学術分野ごとに課題が整理されているため、この「数学」領域の課題を集計することで、日本の数学研究費をある程度推測することができるという。科研費における数学研究費は増加しているが、科研費全体も増加(予算額ベースで2000年を1.0とすると、2005年は1.3)しており、全分野に対する数学研究費のシェアは減少している(図2参照)。

なお、アメリカの数学研究費は調査対象国の中では最も多額で、約440億円。

(図 2)



< 数学研究所 >

数学研究組織の大部分は大学の学部学科であるとみられるが、研究所のような独立した組織をもち数学研究を行っているところは現在、次の8箇所で確認されている。

設置機関	数学研究組織名
京都大学	数理解析研究所
会津大学	総合数理科学センター
大阪市立大学	数学研究所
津田塾大学	数学・計算機科学研究所
明治大学	数理科学研究所
早稲田大学	数学・応用数学研究所
大阪電気通信大学工学部	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

(順不同； < Policy Study No.12 > 資料より)

日本における大学等学術研究機関における数学研究者は、3,000人～4,000人程度と推測されている。これは、フランスやドイツよりやや少ない規模であるという。

なお、アメリカの数学研究者は産業界も含めて、1万人～数万人と推定されている。

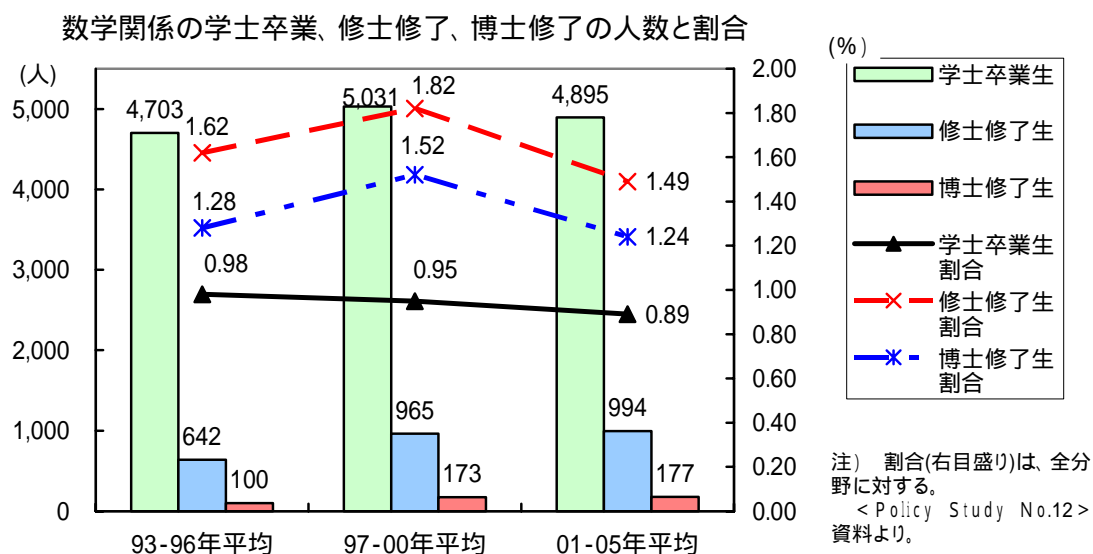
< 学生数・就職状況等 >

大学における数学専攻の在学学生(2001－2005年の平均)は、学部生約2万2,000人(全体に対する割合0.9%)、修士課程大学院生約2,500人(同1.6%)、博士課程大学院生約940人(同1.3%)となっている。

このうち、学部卒業生は約4,900人、修士課程修了生は約1,000人、博士課程修了生は約180人で、数学博士取得者(約180人)の全分野における割合は1.2%である(図3参照)。

また、数学博士取得者の就職率は45%程度で、全体(就職率50~60%)に比べ厳しい状況である。これは他分野の博士と比べ大学でのポストが少なく、博士の受け入れに対して、企業も積極的でないことがうかがえるという。

(図3)



< 国立大の数学研究を取り巻く環境変化 >

大学改革による数学教官の減員

1991年の大学設置基準の大綱化によって、90年代前半から中盤にかけて多くの大学で教養部が廃止された。1995年には科学技術基本法が制定され、同法に基づく基本計画が策定、実施されている。そして、1998年10月の大学審議会(当時)答申「21世紀の大学像と今後の改革方策について - 競争的な環境の中で個性が輝く大学 - 」や、2001年6月の「大学(国立大学)の構造改革の方針」(遠山プラン)などの一連の改革施策によって、大学にも競争原理が導入され、「21世紀COEプログラム」に見るような大学・組織ベースでの競争的資金配分が行われるようになった。さらに、2004年には国立大学は法人化され、より自主的・自律的な組織運営が求められることになった。

大学、とりわけ国立大学を取り巻くこうした環境の激変は、「数学」という特異な分野に対して、大学当局のインセンティブが低下している可能性があるという。果たせるかな、国立の主要大学における数学科の常勤教員数の推移をみると、1992年 - 98年頃までの311人に対し、2006年4月現在(見込み)では280人(10%減)に減員されている。

入試対応による負担増

大学入試(個別試験)の作題や採点、選考などは、一般的に教官が行っている。数学は教科の特性から、論理的説明能力や問題解決能力を見るために、国公立大の2次試験では解だ

けでなく、解を導く過程(経過)も記述させる記述形式の出題が多い。

記述式試験はアイデア、論証力、計算力など、数学の学力を総合的に判定する上できわめて優れた方法であるという。数学の解法は唯一無二ではなく、時として予測された解法例以上のアイデアに富んだ解法も現れる。そのため、採点者は受験者のアイデアを推し測り、数学に対する理解度や能力を判定する。したがって、採点には主観的な判定も必要であり、大変な手間を要する。

最近国立大学でも入試の多様化が進み、数学を入試科目に採り入れる大学・学部が増えている一方で、数学の入試担当者は理学系を中心とした数学教官に限られていることが多い。国立大学では、前述のような数学教官の減員と相俟って、入試への負担が年々大きくなっているという。

< 数学 - 他分野融合研究 >

数学研究のニーズ

数学は様々な科学分野の基盤を支えており、欧米各国では国家の取組みとして数学研究のみに留まらず、数学と他分野との融合研究も推進している。

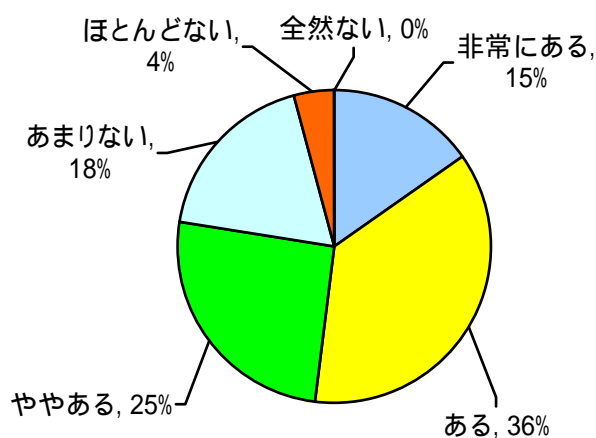
日本では現在、特に数学研究のための科学技術政策はとられていないことから、**NISTEP**は各分野(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギーなど、**8分野**)の研究者に対して、数学研究のニーズに関するアンケート調査を行った。

○ 他分野研究チームの65%が数学を必要

まず、各分野の研究者に対し、研究テーマと数学との関わりについてきいたところ、「非常にある」15%、「ある」36%、「ややある」25%で、8割近くの研究者が数学との関わりを認識している(図4参照)。

あなたの研究と数学との関わりは？

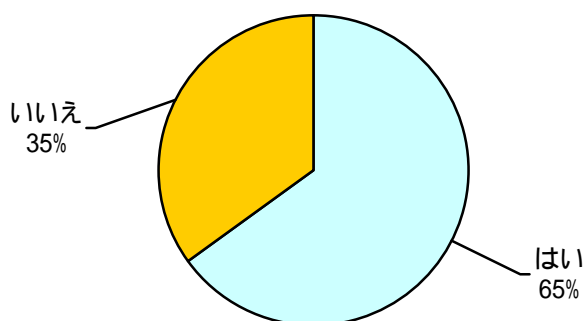
(図4)



注) < Policy Study No.12 > 資料より。

次に、自分の研究チームにおける「数学をバックグラウンドに持つ人」の必要性については、65%が必要としている(図5参照)。

将来的に、あなたの研究チームに
「数学をバックグラウンドに持つ人」は必要か？ (図5)



注) < Policy Study No.12 > 資料より。

ライフサイエンス、情報工学、ナノテクノロジーなど多くの研究分野では、数学に寄せる期待は大きい。そして、日本でも今後、産官学の連携を強化し、数学-他分野融合研究を推進すべきだとしている。

< 小・中学、高等学校における数学教育の改善 >

今回のアンケート調査(自由記述)では、小・中学校、高等学校における数学教育の問題点と施策についても述べられている。

まとめると、論理的思考を身に付けるために、小・中学校、高等学校における数学の基礎教育及び数学教師の改善が必要である、としている。

以下に、**NISTEP** がまとめた具体的な回答例を紹介しておく。() 内は回答者の研究分野。

- 数学の高校以下基礎教育が不十分で、数理的発想や論理的思考ができない、訓練を受けていない学生、一般人が増えている。トップレベルの数学の貢献について考える必要もあるだろうが、国民全体の数理的思考力の底上げが急務と思われる。(情報通信)
- 中高生の数学力は **10年後、20年後の産業競争力、国際社会への数学の貢献度**に反映する。中高生のレベルアップを図るために、例えば、数学コンクール(スケールが大きく、かつ深く考えさせる良問が多い) のようなところで賞をとった学生に奨励金を出すことや、中高生にコンクールへのインセンティブを大きくするなどの方策が必要と考える。(情報通信)

- 医学領域も理数・工学領域も生物学も、自然科学に立脚した分野の基礎部分には不可欠な数学的知識である。自然科学のルーツは一つであり、基礎教育については、高校レベルで学ぶ方がよい。理工医に進む者には、数学に関するハードルを高くするべき。(ライフサイエンス)
- 子どもたちに数学の面白さを教える必要がある。数学嫌いができることはある程度止むを得ないかもしれないが、面白さを伝えて数学の人気が出るようにしてほしい。(ライフサイエンス)
- 極めて一般的だが、数学は論理的思考力の原点なので、小・中・高校での基礎的な数学を優れた教師が教育することが重要だと考える。(ライフサイエンス)
- 小学校、中学校レベルでの数学教育の充実化。子どもを数学好きにするための数学教育と数学教師の改善。(エネルギー)
- 数学の教育は国民の論理的思考能力を養ううえで非常に大事である。このことを考慮した学校教育を行うことが今一番求められている。(ナノテク)
- 小・中・高校を含めた数学教育(関わりあう教員の教育も含めて)の再検討をする時期が来ているように感じる。(ナノテク)
- 数学が科学技術開発の道具として重用される側面はますます高まるだろうし、その面の教育とソフト開発はかなり進んできている。しかし、初等教育から始めて、数学的なものの考え方や、アプローチ方法を植えつける教育面での努力の方が数段重要であると考え。教育界や世間で数学は特殊と思われがちな風潮がなくなるような教育法を模索することが大切と考える。(フロンティア)
- 義務教育時代に、学童に数学への関心を持たせる教育と教育環境の整備を強く望む。(社会基盤)
- 数学は、理学、工学に限らず、論理的な思考の基盤となるものだ。高度な数学ももちろんだが、小・中学校や高校において、数学の基礎をしっかりと学べるシステムを作る必要があると考える。(社会基盤)

< 数学研究と科学技術振興のための喫緊の対策 >

報告書(「Policy Study No.12」)は、今回の調査結果分析から、日本における数学研究を取り巻く状況は厳しく、数学研究振興の必要性が浮き彫りになった、としている。日本の数学研究と科学技術振興のためにとるべき喫緊の対策として、次のような提案を示している。

(1) 施策の提案

基礎的な数学研究を強力に振興するための政府研究資金の拡充

数学と他分野との分野融合研究を推進するため、数学－他分野融合研究の推進拠点の構築

数学研究者と産業界との相互理解の促進、共同研究の実施について具体的な検討の実施

(2) 数学研究振興における留意点

数学研究者の研究時間の確保と活発な意見交換のための場の確保

数学研究においては、図書や文献の量及び質が重要な意味を持つことの認識

基礎的な数学研究から短期間に具体的効果を求める性急さを避けること



「言葉」の育成には、“論理的思考力 = 数学”が必須！

中央教育審議会では現在議論されている学習指導要領の見直しにおいては、「言葉」と「体験」をキーワードに、確かな学力の育成、社会的な自立の育成、社会の変化への対応といった学習や生活の基盤づくりを基本に据えている。

「言葉」は、確かな学力を形成するための基盤であり、思考力や感受性を支え、知的活動、感性・情緒、コミュニケーション能力の基になる。「言葉」の重視はすべての教育活動を通じた国語力の育成に通じるが、その中核は国語(教科)が担っている。これは、「言葉」のアウトプットな面、つまり言語や文学などに題材を求める場合が多いためであろう。

しかし、「言葉」にはインプットな面として、“論理的な思考力等の育成”が非常に大事である。外国語にも堪能で、“言葉巧み”に語れても、何を言いたいのか、論旨が相手に理解されなくては「言葉」の意味がない。

ところで、数学は数字や記号などの“数学という言葉”を用い、論理的に組み立てられた「論述」であるといえよう。こうした点から、物事を論理的に考え、筋道を立て、「言葉」(話し言葉、書き言葉)を通して相手に正しく伝えるといった育成には、数学は必須な教科である。