

平成 21 年度文部科学省委託事業
「数学・数理科学と他分野の連携・協力の推進に関する調査検討
～第 4 期科学技術基本計画の検討に向けて～」【概要】

1. 目的

- ①これまでの数学・数理科学に関する活動についての調査・評価
- ②数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携・協力に関するニーズ及びシーズ調査
- ③ ①、②に基づき、数学・数理科学と諸科学分野・産業界の連携・協力の推進に向けた具体策を提言

2. 調査・検討結果

【大学数学科等へのアンケート調査】

日本の大学数学科等には、連携・協力に対する多くのシーズ（社会的活用の可能性）がある。諸科学・技術に展開する数学の重要性と価値についての数学者・数理科学者の理解は深まっている。ところが、それらの認識に基づく組織的活動を支える資金や環境整備は不十分である。連携のための研究資金についても、かつての 21 世紀COE のほか、大学院GP、グローバルCOE、戦略創造事業（さきがけ・CREST）など、人材育成・基盤研究等の一部に位置付けられているに過ぎず、かつ、連携は特定分野間に限られている。そのため、連携先となる分野を増やすことや社会のニーズ（他分野・産業アンケート、ヒアリング調査結果から）を発掘し、研究課題に取り入れるシステムの構築、シーズの間の連携を組織的に実施する必要がある。しかも、こうした活動を支えるには、基礎科学全体の基盤となる数学力を備えた人材の育成強化も必要不可欠である。しかし、現在の大学数学科等が有する研究者や補助人員（研究補助者・事務員）の不足と文献等のインフラ整備不足のため、これ以上連携活動を広げることは、現状では困難である。

連携推進においても、数学・数理科学研究と同じく、長期的視野に立った基礎研究と教育における確かな基礎力の涵養が重要である。さらに、大学院定員増加にもかかわらずアカデミックポジションが減少する状況の下、博士課程学生の進路に深刻な危惧がある。したがって、諸科学分野からのニーズに加えて、日本企業に潜在的に存在すると推測される数学研究に対する可能性も踏まえ、多様なキャリアパス構築を十分視野に入れて、若手数学研究人材の活動領域の積極的な拡大を推し進める必要がある。

【他分野研究者・企業へのアンケート調査】

他分野研究者アンケートにおいて、回答があった 1 8 9 5 人のうち 7 割近くが数学・数理科学に対して期待を寄せており、自らの専門分野の将来もかかっていると考えている。今以上に積極的な数学・数理科学の導入なしには世界での日本の研究レベルは危うくなると考える他分野研究者（約 6 割）の多くが、当該分野研究者と数学・数理科学者との連携システムの構築を望み、両者が研究に関して自由に討論や相談ができる場を作るべきだとしている。また、個々の回答者が期待する数学領域やレベルはその専門分野に依存しているが、全体としては幅広い分野で数学・数理科学の需要は高い。

企業アンケート調査では、数学・数理科学を必要と明確に認識している企業数は 1 割程度であったが、一方で、米国等諸外国企業における数学・数理科学者の多大な活躍という現実（「忘れられた科学-数学」等の政策研調査を参照）がある。この事実からは、日本の企業においても数学・数理科学者が不要な

ではなく、むしろ、その活躍・貢献機会の余地は極めて大きいと推測される。ただしその開拓には、実際に数学・数理科学が役立つ具体例を積み重ねて、社会に示す必要があると考えられる。

【JST 戦略的創造研究推進事業さきがけ・CREST 「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」、全国の研究センター等への各種ヒアリング調査】

数学・数理科学分野初のさきがけ・CREST 事業では、連携による新視点と成果とともに、数学・数理科学の新しい展開もあった。科研費と異なり、比較的大きな資金を用いての諸科学分野とのグループ的連携やポストドク雇用等による研究企画・管理経験などを通じて、大学内や数学・数理科学コミュニティにおける新しい評価軸の、文字通りさきがけとなり、研究者のインセンティブを喚起した。各地のセンター活動等に加え、こうして、さきがけ・CREST は、日本の数学・数理科学研究者が、今までにない新たな枠組みで、数学を軸とした連携研究を実施するための能力を開花させるシステム構築の第一歩を踏み出すことに成功した。

【学术界・産業界からの需要ヒアリング調査（含：公開シンポジウムでの意見）】

学术界への調査では、全ての研究者が、数学は不可欠であり未発掘を含めニーズは高いとしている。研究現場では数学的手法に期待を寄せるものの、如何なる数学が必要なのか判らない、或は、数学・数理科学者に説明をしても適切な回答が得られない等の指摘もあり、連携分野・領域に応じて回答は一樣ではなかった。新しい数学理論の構築・発展が自らの専門分野の研究の進展に必要だと強く感じている研究者も少なくない。

産業界への調査は、数学系出身者が中核、または多い企業、数学をバックグラウンドにもつ研究者が研究開発に従事している企業に対し行った。数学系出身者のもつ独特の問題解決能力に対する期待とともに、チーム研究への適応力や実際的问题への興味の喚起などを含めた要望も強い。産業界でも数学が潜在的に持つ力への評価と期待、ニーズは高い。

学术界・産業界ともに、諸科学・産業への数学応用と新しい数学・数理科学の発掘展開を目指した研究所等が必要とする回答が多い。アメリカ・ドイツ・イギリス等ではこのような研究所が作られ、盛んにテーマが発掘され研究が進展していることに対して、日本政府の早急な対応を求める意見も少なくない。また、これら欧米とのギャップを埋めるための人材育成には、システム構築のための拠点、プラットフォームの構築が国策として必要不可欠との指摘があった。

3. 検討結果概括

(1) 近代科学の発展は、それを記述する数学の発展とともにあったといえる。人類が現在直面する複雑な課題の解決には、多岐にわたる分野の研究者等が共同で取り組む必要がある。そのための共通言語となり協働を推進する鍵となるのが数学である。諸科学・技術にブレークスルーやイノベーションをもたらすには、問題・課題の核心を突く隠れた構造を見出し、普遍的に扱うために抽象化し解決に導く取り組みが不可欠である。それには、多くの場合、数学・数理科学の知見・手法等を取り入れることが本質的である。

それ故、数学・数理科学と他分野・産業等との重要性の認識は、近年世界的に高まっており、世界各国ではその振興を重要政策としている。例えば、アメリカ、フランス、ドイツ等の数学研究の主要国で

は、長期的視野に立った学術文化／科学・技術振興の一環としての数学・数理科学の振興にとどまらず、国家、社会、経済、公共、という観点からも、その振興を重要視し政策を講じている。加えて、中国、韓国、インド等アジアの新興国でも欧米を上回る比率の大規模な国家投資がなされている。そのような中、日本における数学研究費は、総じて極めて厳しい状態であり、仮にこの状況が続けば、欧米先進国はもとより、アジアの中においてすら後塵を拝すどころか、引いては研究環境と待遇のよい外国への優秀な人材流出の可能性すら高まってきた。

(2) 上述の如く、多くの科学研究や技術開発は高度化するにつれて行き詰まりを見せ始め、近年次第に、その原点へと立ち戻るかのように、数学・数理科学的手法を必要とする傾向にある。したがって、現実社会に貢献し得るよう諸科学・技術分野との連携を推進し、重要課題の解決に積極的に携わることは、数学・数理科学研究者に課された重大な社会的使命である。同時に、元来、数学・数理科学自体も全てが抽象的概念から出発したものではないことから、そのような課題への取り組みを通じて数学・数理科学の発展を促す効果もある。具体的には、課題解決型（数学・数理科学）研究は、問題は明確だが使える道具等が予め判らないなど、問題の根本に戻る必要があることから、純粋数学などの基礎研究と諸分野との協働を促し、その結果、新しい数学が開拓され、数学の応用研究の興隆が導かれ、数学・数理科学研究自体の強化・振興にも資することとなる。

(3) 課題解決型の研究の推進には、海外の研究者や日本社会に対し、従来型の科学的・学術的尺度に加え、別の視点からの「見える化」、即ち、定理発見等に加え、連携研究成果などを評価する新しい指標の設定が必要である。新たなシステムの下、課題解決に興味をもつ優れた数学・数理科学の若手研究者が育成され、さらなる新課題の解決に対応できる研究体制がわが国に実現できる。そのための環境整備として、近年国際的に最も重要視されているのが（物理的な）「場」である研究拠点・ネットワークの整備である。

4. 提言骨子

数学・数理科学振興を目指した国家投資に関し、アジア諸国に共通する顕著な点は、研究所の設立と運営支援である。欧米では、大学とは独立に設立された著名な研究所も存在するが、その多くは数学の伝統的基盤をもつ大学の中、或はその近辺に設立され発展した形態が主流である。明治以降に限っても、すでに 100 年を越すわが国の数学研究の歴史を見れば、その研究基盤は後者に近い。実際、数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携という視点からは、その推進において、諸分野との橋渡しを担うコーディネータの育成、（融合連携研究所設立を将来計画におく）全国数カ所に広がる数学・数理科学連携研究センターの設置、数理系学生の新しい教育システムの構築、情報発信等が必要であるとの指摘も多い。

以上の如く、わが国が培ってきた数学研究の伝統を活かし、国内外の高い研究・活動レベルを有する諸科学や産業界との協働を創造し推進するには、現有インフラを有効に用いた研究拠点の形成が必須である。拠点を基盤に実績を積み上げ、地理的条件も活用し、東アジア・環太平洋地域のハブ的機能を有する数学・数理科学を軸とした研究所を実現することが、わが国の将来の科学・技術・産業の発展に不可欠である。調査・検討結果および過去の調査提言、国際動向に鑑み、わが国が抱える重要課題を解決

するために必要な数学・数理科学研究の振興とその諸科学・産業界との連携推進のため、以下を提言する。

【国への提言】

- PP1 文部科学省は、**数学と諸科学分野・産業界との連携のため複数の学際・産業数学研究拠点の整備を行う**。拠点の使命は、課題解決型テーマを掲げ、数学・数理科学者が諸科学分野及び産業界と連携し研究を推進し、併せて次世代研究者を育成することである。事業実施期間は、適宜実施される中間評価等を踏まえつつ、数学研究の特性に鑑み 10 年間程度とすることが望ましい。さらに、事業期間後は、各拠点の活動実績等を踏まえ、国際的な共同利用研究組織とすることも含め、必要な方策を検討する。
- PP2 文部科学省は、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業の発展的継続により、社会的ニーズの高い課題の解決を目指した、数学・数理科学と諸科学分野との連携研究への重点的集中対応を図り、その確固たる基盤を構築する。
- PP3 数学の基盤的研究及び、数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携の強化等、数学・数理科学に関する研究の継続的かつ更なる振興を目的とし、**文部科学省内に数学・数理科学専任の課・室の設置を図るとともに、専門官等を配置する**。
- PP4 文部科学省は、重要課題解決に必要な研究者の育成と確保のため、経済産業省、厚生労働省等による出口指向の研究振興との整合性・効率性を配慮しつつ、あるいは共同で、国、学术界・産業界を通じた主導的な研究人材育成会議の設置等、**産業界の数学・数理科学における共同研究支援及び数学系博士のキャリアパス形成の側面的支援を行う**。
- PP5 文部科学省は、数学・数理科学及び、その諸科学・産業との連携の重要性に鑑み、総合科学技術会議と協力・連携して、**第 4 期科学技術基本計画等において数学・数理科学の振興の重要性の明記に努める**。

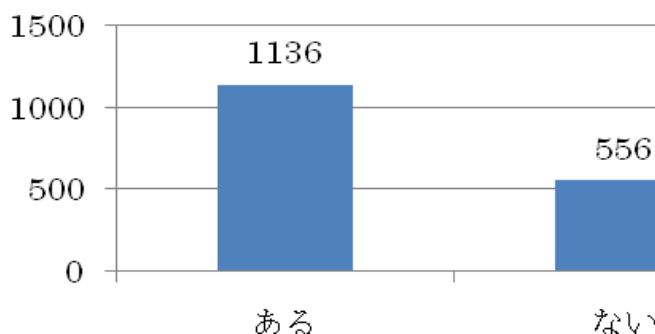
【数学・数理科学研究者コミュニティへの提言】

数学関連諸学会は、その理事等からなる数理科学連絡会を発足させ、数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携の構築とその積極的推進を目的とした事業の推進のために、**(NPO) 数学・数理科学連携機構（仮称）**の組織化を図る。

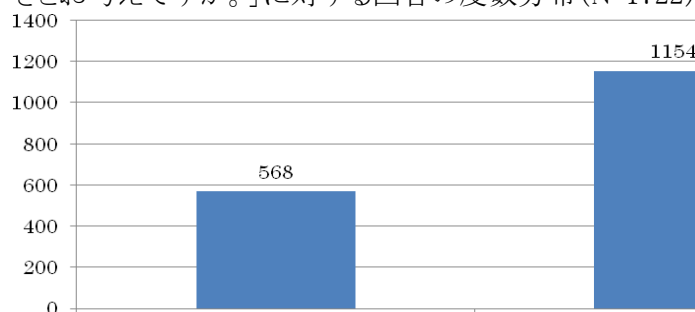
1. 機構は、数学と諸科学分野・産業界の連携促進に有用と考えられる合同事業などを行う。
2. 機構は、数学関連諸学会と連携をとりながら、諸科学分野、産業界と積極的に連携し、数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携研究の評価・支援システムの構築に努める。その一環として、顕彰事業を実施する。
3. 機構は、数学関連諸学会を通じ、科学研究費補助金の分科・細目に関し、総合領域または複合新領域の中に新たに「応用数学」細目の新設等を行なうことなどの検討を促し、数学・数理科学と諸科学分野・産業界との連携研究の評価・支援システム確立に協力する。
4. 機構は、日本の科学・技術を発展させることを目的とし、大学等、現在、各研究機関がもつインフラの最大限の活用を支援する。また、大学に対し、数学と諸科学分野のインターフェースをになう人材等の育成のための具体的なカリキュラム案を例示する。

なお、機構は、上記【国への提言 PP1】の項で述べた研究拠点と連携する。

図表2-26 「近い将来、貴方の研究開発課題において、新たに数学・数理科学の力を借りる必要がある、又は借りたいと思うことがありますか？」に対する回答の度数分布(N=1692)



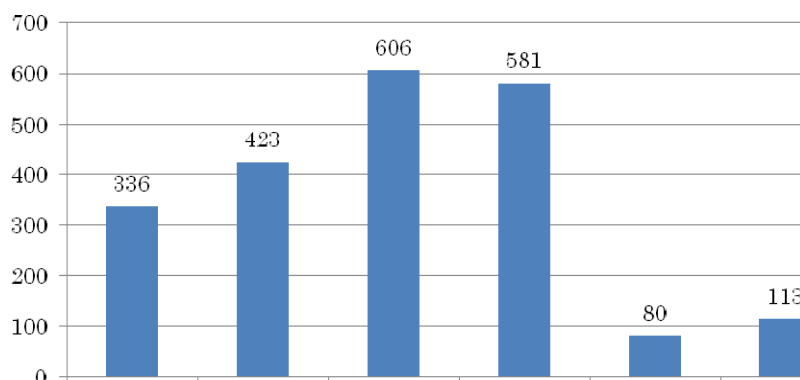
図表2-32 「近い将来、貴方の専門分野と数学・数理科学との関係はどのようにあるべきとお考えですか。」に対する回答の度数分布(N=1722)



568名: 「今のままで問題ない。将来も日本の研究レベルは世界と伍していけるだろう」

1154名: 「もっと数学・数理科学の力を専門分野に導入すべき。そうしないと将来、世界での日本の研究レベルは危ういものとなるだろう」

図表2-34 (図表2-32において、もっと数学・数理科学の力を専門分野に導入すべき。そうしないと将来、世界での日本の研究レベルは危ういものとなるだろう、と回答した者に対して)「それではどうすればよろしいでしょうか(複数回答可)。」に対する回答の度数分布(N=2139)



336名: 「各分野の専門家はもっと数学・数理科学を勉強すべき」

423名: 「数学・数理科学者は数学の応用や活用に対してもっと積極的に関心を持つべき」

606名: 「各分野の専門家と数学・数理科学者とが協力して研究できる仕組みをつくるべき」

581名: 「数学者・数理科学者と研究に関して気楽に討論や相談をする場をつくるべき」