

—提言—

我が国の数学力向上を目指す

平成18年9月15日

社団法人 日本数学会

本提言は、平成 18 年 5 月 17 日に文部科学省科学技術政策研究所より発表された報告書「忘れられた科学 - 数学」を受けて、(社)日本数学会が理事会の責任において取りまとめたものである。今後、本提言を出発点として、日本数学会はさらに議論を深め、より具体的な提案につなげる所存である。

#### 平成 18 年度 (社) 日本数学会理事会名簿

|       |                |
|-------|----------------|
| 小澤 徹  | (北海道大学教授)      |
| 小島 定吉 | (東京工業大学教授・理事長) |
| 小林 俊行 | (京都大学教授)       |
| 中村 周  | (東京大学教授)       |
| 深谷 賢治 | (京都大学教授)       |
| 二木 昭人 | (東京工業大学教授)     |
| 舟木 直久 | (東京大学教授)       |
| 古田 幹雄 | (東京大学教授)       |
| 松本 堯生 | (広島大学教授)       |
| 三井 斌友 | (名古屋大学教授)      |
| 森田 康夫 | (東北大学教授)       |
| 谷島 賢二 | (学習院大学教授)      |

## 0. 概要

数学は科学の言語であり，科学技術の基盤をなす学問であることは広く認識されている。が，そればかりではなく，人文・社会科学においても重要な役割を果たしていることが少なくない。さらに，近年においては，科学・技術の高度化，社会全般にわたる情報化の進展により，社会において数学の果たしている役割は飛躍的に増大している。このような状況の下，アメリカ，フランス，ドイツなどの国々においては，国をあげて研究費の増大，研究所の設置など，数学の研究・教育における国際的優位性を確保する具体的な努力をしている。これらの国々においては，基礎研究の独創的な成果には最先端の数学研究が土台として欠かせないとの認識が，共通理解となっている。

一方，我が国においては，昨今の科学技術基本政策における「競争原理の導入」と「予算の重点配分」の指針は，数学のような，本来の研究のみならず教育的・文化的基盤も担いその重要性・必要性が高いにもかかわらず，人的資源の確保を除けば大きな予算を必要としない分野を忘れがちで，そのため数学研究者集団が量的に縮退している可能性がある。今日の科学技術における数学の基盤的役割の重要性と，我が国の数学研究者の現状を顧みると，このままでは日本の数学力の低下を招き，ひいては，科学技術の衰退へもつながりかねない現状があり，これは放置できない。

そこで日本数学会は，数学振興を目的に掲げる責任ある法人として，我が国の数学力の向上を目指し，以下の五項目を提案する。

- (a) 数学研究本体の発展とこれを支える数学研究者集団の量的拡大
- (b) 高等教育における数学教育の改善
- (c) 初等・中等教育における数学教育の質の向上
- (d) 数学と諸分野との交流のための仕組みの構築
- (e) 数学に関する長期的戦略の策定

日本数学会は，これらの提案を実現するため，できる限りの努力をする。また，提案が実現されることは日本の未来にとって重要な意味を持つとの認識のもとで，政府，大学，関連学協会などに協力を要請するものである。

## 1. はじめに

近年，社会における数学の役割は急速に増大してきており，学問研究における数学への要請はより大きなものとなっている．そのような状況認識のもとに，日本数学会は，数学の社会への貢献をテーマとしたシンポジウムを開くなどの活動を行ってきた．他方，5月17日に，文部科学省科学技術政策研究所から，「忘れられた科学-数学」と題する数学を論じた史上初めての公的機関による報告書（以下，政策研の報告書と略す）が発表され，これを機に，さまざまな議論がわき起こっている．この報告書では，日本における数学研究の将来について，強い警告が発せられているが，日本数学会は，ここで提起された問題を「日本の数学はどうあるべきか」と捉え，数学振興を設置目的とする法人として，提言の形で答えたい．

## 2. 現代社会の中での数学

数学は科学を語る言語であり，科学技術の基盤をなす学問であることは広く認識されている．そればかりでなく，種々の個別科学の基礎として，また，教育における中心的な科目として，論理力の育成など人間形成においても重要な役割を果たしている．さらに近年においては，科学・技術の高度化，社会全般にわたる情報化の進展により，社会における数学の役割は飛躍的に増大している．多くの分野で知識の集積が進み，より精密な構造化と分析が求められている．また，情報技術の発展は膨大なデータの処理を可能にする一方，データを分析するための新たなアルゴリズムの発見が求められている．処理しようとしている情報の構造を理解し，適合した論理構造を見つけ，それにそって情報を整理するというのは，科学における基本的な営みであり，そのために使用される言語であり，基本的道具となるのが数学である．ライフサイエンス，情報工学，ナノテクノロジー，金融工学などの多くの分野において，数学の重要性と必要性の増大が指摘されている．

このような状況の下，アメリカ，フランス，ドイツなどでは，研究予算を増大させる，新たな研究所を設ける，重点分野として数学に関する国家プロジェクトを実施する，などの国レベルでの取り組みにより，数学分野の研究・教育における国際的優位性を確保しようとしている．これらの背景には，基礎研究の独創的な成果には最先端の数学研究が土台として欠かせない，との認識がある．我が国においても，同様の認識の下で数学のより一層の振興に取り組むことが急務である．

### 3. 日本の数学研究・教育の現状

日本の数学研究は、江戸時代の関孝和を始めとする和算家に源を発し、高木貞治が牽引した近代を経て、1950年代半ばにはすでに数学一流国としての地位を確立した。数学界のノーベル賞と言われるフィールズ賞の受賞者をこれまで3名（小平邦彦，廣中平祐，森重文）輩出、また、2006年度から新たに設けられた、社会へ大きなインパクトをもたらした数学の業績を顕彰するガウス賞の初代受賞者は、伊藤清博士である。これらの賞は、4年ごとに開催される数学界最高の催事の国際数学者会議で発表されるが、受賞に準じて栄えある同会議の招待講演者数も相当数を維持している。日本の数学研究レベルは、数学内のすべての分野ではないが、多くの分野で国際的に高い評価を得ているというのが、数学者の実感である。

また、戦後の日本の高度経済成長は、理工系の学部を持つ国公立大学や私立大学等による人材育成に支えられていた側面は見逃せない。その大きな基盤として、全国の大学において高度な数学の教養・専門教育を可能にした、数学者集団が存在していた。充実した数学者集団の存在は、戦後のある時期までは、初等・中等教育においてもその力を発揮し、数学教育課程が高質に維持され、諸外国との競争に勝つことに貢献していた。

さて、理工系の人材育成における高度な数学教育の必要性は以前にもまして増加している。経済や経営などの社会科学分野や、多くの人文科学分野でも、数学教育の重要性が増している。しかしながら、政策研の報告書によれば、日本の数学者の人口比、あるいはGNP比での人数は、アメリカ・フランス等に比べると顕著に少ない。また、日本人によって書かれた論文の数は、そのレベルの高さにもかかわらず、量的には世界における全論文の5%程度のシェアを占めるに留まっている。情報、物理、化学、生物、工学などの分野に比べると、日本国内の数学の研究予算は相対的に減少傾向にあり、知らず識らずのうちに、数学者集団が縮退している可能性がある。

日本の数学研究は純粋な理論研究の比重が大きく、応用に関わる研究が少ないという点も指摘されている。もっと数学が他分野（科学諸分野、工学、産業、商業、など）に貢献してほしいという声を聞くと同時に、「数学者はわれわれの期待に応えてくれない」という批判を聞くことも少なくない。確かに、日本の大学において、直接応用と結びつく研究を行っている数学者の割合は欧米に比べて少なく、応用に直接結びつく数学が現在の日本の数学研究の弱点であることは否めない。これを改善しようとする試みは、過去において何度か行われてはきたが、その効果は残念ながら限定的であり、十分に成功してきたとは言いがたい。また、日本においては、広い意味では数学に含まれる分野の一部が専ら数

学関連専攻学科の外で研究され、それらの研究と、狭い意味の数学研究者の接点は決して大きくなかった。この点も、日本の数学の上記のような弱点を作った原因と考えられる。

さらに、ここ 15 年の大学改革は、必ずしも数学研究の基盤を強化する方向には働かなかった側面があった。1991 年の大学設置基準の大綱化は、学問の多様化などに一定の成果を挙げたが、数学では、教養部の解体を通じて数学研究者や数学教育者のポストの分散を招き、分散したポストが、転出や退職等の移動に伴い数学以外の分野に置き換えられる事例を生んだ。重点化や拠点形成という言葉に集約される第 2 期科学技術基本計画の期間中は、小さな大学に所属する数学研究者に対する予算面の支援は少なかった。加えて、国立大学が法人化され、経営上の視点から競争的資金が従来以上に重視されるようになり、実験設備等を必要とせず、相対的に研究費が小さい数学より、大きな競争的資金を獲得することのできる分野・領域がより重視されるようになった。これらの諸事情により、大学における数学研究環境は総体として悪化した。21 世紀 COE プログラムが採択された有力な数学研究機関においては研究環境等の向上が見られるが、中小規模の大学において環境の悪化傾向は顕著である。大学内での数学分野への手当が後回しになり、予算やポストの削減傾向がさらに進んでいる。数学研究は、その多様性に特徴があり、研究の質とともに多様性を維持向上させていく配慮が必要である。ここで、数学では中小規模の大学でも質の高い研究が行われている事実を指摘しておきたい。日本の数学研究の多様性を確保するに当たって、中小規模の大学の研究環境の悪化は致命的である。

こうした状況の中、数学研究者の多くは、社会的要求の拡大と限られた資源との間のギャップに苦しみ、期待されたほどの効果を挙げる事ができない場合も多くなり、疲労感を覚え始めている。

これらネガティブな側面が生じたのは、昨今の科学技術基本政策における「競争原理の導入」と「予算の重点配分」の指針が強調される現状で、数学のような、先端研究のみならず教育的・文化的基盤も担い、その重要性・必要性が高いにもかかわらず、人的資源の確保を除けば大きな予算は必要としない分野の振興が後回しとされる傾向に一因がある。こうした事態に陥る危険性については、日本数学会は 2003 年 9 月に発表した声明「科学研究の国費助成のありかたについて -- 科学研究費補助金を中心に --」において既に指摘している。その一方で、過去において、数学研究者自身がこれまで科学技術政策を専ら受け身に捉え、自らが社会に対し、数学の重要性と豊富な人的資源の必要性を十分に訴えてこなかったことも要因と言わざるを得ない。現代科学技術が求める数学力が十分でないとする政策研報告書の指摘は、数学研究者に、日本の数学研究の現状を再考する契機をもたらし、日本数学会は、もはや事態を放置することはできないと判断し、本提言をまとめるに至った。

このように、数学研究者の総数が種々の原因で相対的に減りつつあるような現状では、多くの数学関連専攻学科の運営は保守的になり、手薄な分野に重点的な人員や予算の配分をするような余裕はとてもない。数学界の内部努力だけでこの問題を解決するのは、きわめて困難であることも記しておかねばならない。

#### 4. 今日、数学研究者が果たすべき社会的貢献

第2節で述べたように、数学が社会で果たすべき役割は急激に増大している。しかし、第3節で記したように、昨今の科学技術政策は数学を強化する方向に働きにくい側面がある、と同時に、数学界はこれまでその重要性・必要性を社会に情報発信することが不得手であった。こうした事情が、ニーズとシーズのバランスが危うい今日の数学と他分野の間の不整合を生み出したと言える。

次節でこのような状況を是正するための日本数学会の提言を記すにあたり、この節では、今日の社会における数学研究者の果たすべき役割について整理しておく。

##### (1) 数学の研究

研究者の自由な発想に基づく数学の研究は数学研究者の本分であり、永続的な価値のある研究成果を挙げることを通じて人類の文化への貢献を行うことにつながる。一方、現代社会が生み出す様々な数理科学的課題にも、数学研究者が対応することが求められており、実際その必要度はたいへん高い。しかし、数学研究者の研究分野を強制的に動かすことは不可能であり、そのような方法では真に価値のある研究は生まれない。数学と諸分野の関わりを育てていくには、数学研究者や数学を学ぶ学生が学問諸分野と日常的に触れ、そこから興味深い研究対象を各々が見いだせるような環境を整える必要がある。

##### (2) 高等教育における数学教育

大学における数学教育も数学研究者の今一つの本分であり、これまでも多くを担ってきた。しかるに、より高度な数学教育の必要性は、社会の情報化、科学、技術、産業、商業の諸分野における課題の高度化のために、急速に増大しており、数学研究者は、この要求に対応することが求められている。その一方、人的資源の乏しさにより、これらの要求には応えられないのが現状である。

### (3) 初等・中等教育における数学教育

初等・中等教育における数学教育は、科学技術創造立国を目指す日本としては要の事業であり、数学という学問の役割はたいへん大きい。たとえば数学教員の大学院における再教育や、算数・数学の教育課程に関する検討と助言、「出前授業」などを通じて、初等・中等教育における数学教育の質の向上に積極的に加担することは、数学研究者の責務の一つである。今後は、このような点も自覚的に担う必要がある。

### (4) 科学，工学，産業，商業などの諸分野との交流

第 2 節において述べたように、現代社会の諸分野の問題の高度化に伴い、数学的な分析能力を持った人材が各所で求められている。高度な数学的能力を持った人材が養成され各分野に輩出されると共に、数学研究者の能力の他分野での活用も期待されている。

### (5) 社会に対する数学の役割の啓蒙

一般社会に数学の考え方や論理的思考を普及させ、また社会における数学の役割を広く伝えることも、数学界が果たすべき役割である。

## 5. 提言

以上を踏まえ、日本数学会は我が国の数学力の向上を強く望み、以下の五項目を提案し、その実現に努力する。

#### (a) 数学研究本体の発展とこれを支える数学研究者集団の量的拡大

数学においては、過去の研究の蓄積と、人間の頭脳が資源であり、実験施設に相当する。図書費の充実などに加えて、優秀な数学研究者の数を増やすことが、研究を活発にし、研究成果を充実させるための正道である。優秀な人材の育成のためには、まず、奨学金の拡充を含む数学教育の充実が必要であり、そうした措置が、将来の科学技術を支える基盤となる。その上で、全国的規模の数学研究者の増員によってえられた力を持って、数学の専

門的研究を一層強化発展させ、さらに、教育の質の向上、他分野との交流、等につなげるシステムを構築したい。

たとえば、欧米の数学界では、2種類のタイプの研究所が補完的な役割を持って有効に機能している。一つは常勤の研究者が中心となって研究を進めるタイプで、規模の点で、日本では数理解析研究所および統計数理研究所がそれにあたる。今一つは、新しいタイプで、常勤研究者（多くは任期付）は少数の運営面での管理者に限られ、1週間から2年未満の短期・中期の研究員が研究活動の中心となる。後者のタイプの数学研究所は日本にはなく、そのようなタイプの研究所の設置は、既にある二つの研究所と補完し合って数学振興に大きな弾みになる。欧米諸国では数学の振興策の一環として、そのような数学研究所が多数設置され、たいへん有効に運営されている。そのうちいくつかは大学等の教育機関に属さず独立性が確保されている。私たちは、このような研究所が日本に設置されることを切望している。

#### (b) 高等教育における数学教育の改善

今日、他分野から数学に最も強く求められているのは、大学での数学基礎教育の充実、および大学院で数学を専攻した人材の他分野への供給である。そのためには、学部および大学院における数学教育のあり方に関する組織的な検討が重要である。とくに、数学以外の理学、工学、経済学、生命科学等での数学教育のあり方に関する総合的な検討を行い、それを大学教育の現場にフィードバックしながら継続的に改善を行う仕組みが必要である。日本数学会のイニシアティブで、大学横断的な継続的取り組みを行うことを提案したい。

また、大学院博士課程で数学を専攻する学生にとって、今より広い分野での研究者を目指すことにより、研究者としての職を得やすくする必要がある。大学院教育のあり方とも関連させ、早急に現状を改善し、将来の数学を担う若い人々が夢を持てる環境を築く必要がある。

#### (c) 初等・中等教育における数学教育の質の向上

我が国の数学力の向上は、日本社会の将来のために根源的かつ死活的な重要性がある。そのための基盤的教育は、第一義的には初等・中等教育機関の算数・数学の教員が請け負っている。しかしながら、数学研究者も直接的・間接的に基盤的教育に貢献する必要がある。すでに述べたように、数学研究者は、数学教員の大学院における再教育や、算数・数学の教育課程に関する提言と提案を通じて、初等・中等教育における数学教育の質を高め

る努力を支援している。日本数学会は、一例を挙げれば、2005年10月に教育課程の改訂について、中央教育審議会に意見書を提出したところである。また、これまで「出前授業」を含むいくつかの事業で、数学研究者ならではの初等・中等教育における数学教育に対する提案や、学校教育の現場での算数・数学の面白さの紹介などを行ってきた。これらの活動や事業をさらに拡大強化し、生徒の算数・数学に対する理解を深め、計算力のみではなく、論理力や透察力を持った人材の育成を支援したい。

#### (d) 数学と諸分野との交流のための仕組みの構築

現在求められている数学の他分野への応用は、すべての数学分野にかかわる事柄である。政策研の報告書にも引用されたオドム・レポートによれば、「数学のあらゆる領域は他の専門領域ならびに産業および商業との相互交流に貢献でき、その相互交流から利益を得ることができる」、また『『純粋』と『応用』の区分は学問にとって破壊的であり、修復されなければならない」とある。数学の歴史が証明するように、数学にとっても他分野との交流は大きな稔りをもたらす。こうした交流を実現する方策として、たとえば、一定の期間、数学研究者が自分の専門的研究と並行して諸分野の研究者、実務家との交流を図れる研究機関を設ける、あるいは、大学に所属したままで、交流のための人的ネットワーク組織を通じて交流する、などが考えられる。自然に、かつ日常的に諸分野との交流を持てるような環境を用意し、モチベーションを高める方策を取る必要がある。そして、その成果の評価にあたっては、長期的視野を持って見る必要がある。

#### (e) 数学に関する長期的戦略の策定

日本における科学技術振興は、1996年以来、科学技術基本計画に基づいて進められてきているが、過去においては、数学がとくに振興・助成すべき対象とは考えられていなかった。しかし、諸外国の政策および今日の我が国の現状から分かるように、科学技術の基盤となる数学力のレベルを高く維持するためには、政策的な支援が必要である。一方、数学においては短期的に予算を集中して成果をあげることは、今年初代ガウス賞に輝いた伊藤清博士の確率解析が数理ファイナンスを生むのに40年かかったことを見れば明らかのように、学問の性格ゆえ原理的に難しい。人材の育成を通じて、諸分野、社会全体への貢献を行うことを目指すには、これまでの科学技術政策とは別の観点に基づく政策が必要である。数学は科学技術・学術の基盤となる学問であり、日本数学会は、関連学協会との協調のもとに、学界の立場から望むべき政策のありかたを研究し、具体的な提案につなげ、10年後

20年後の数学力向上を見据えた長期的戦略の策定を国に働きかけたい。

## 6. おわりに

日本数学会は、「数学の研究を盛んにし、またその普及をはかり、関係諸部面とも協力して学術文化の向上発展に寄与することを目的とする」（日本数学会定款より）、多くの数学研究者により運営される社団法人であり、我が国の数学の将来に大きな責任があると自覚している。数学界の現状を見据えて、ここに、日本の数学の将来あるべき姿を提言として掲げるものである。

言うまでもなく、提言を実現し、求められる社会貢献を果たしてゆくには、日本数学会、あるいは数学研究者の集団の努力だけでは到底事足りない。科学技術・学術政策や教育に関わる政治と行政の支持、また、関連学協会の協力が不可欠であり、さらに、ひろく科学、工学、産業、商業の諸分野の関連団体にも協力を呼びかけたい。現代社会の中で数学に求められている状況を適切に情報発信することにより、社会からの支持を得ることに努力したい。

なお、現代の数学振興の重要性を認識し、意欲的な活動を試みている数学研究者の集団はすでに多数存在することを付言しておきたい。例えば、北海道大学 COE の学際的交流活動の実績の上に計画され、全国の数学者有志が提案する「ネットワーク型科学技術数学研究（仮称）拠点構想」はその一つである。提案（a）で述べた新しいタイプの研究拠点で、しかも数学と諸分野との交流を図るものである。他にも、我が国の数学の伝統的な強みを真正面から継承し、数学研究・次世代育成活動の拠点構築を目指す構想など、様々な計画が各大学で準備されつつある。また、数理解析研究所や統計数理研究所の共同利用機関としての機能を一層強化し、独創的・先端的基礎研究の推進を図ることは是非必要であり、多くの数学研究者がそう願っている。いずれも実現されれば、21世紀初頭の科学技術研究の体制作りには大きな弾みをつけ、数学のさらなる大きな社会貢献へつながると期待される。日本数学会は、これらの計画の実現は数学の振興と社会への貢献の実現のための重要な鍵であると考えており、積極的な支援をしていきたい。