

シンポジウム報告

礎（いしずえ）の学問：数学

—数学研究と諸科学・産業技術との連携—

平成 18 年 5 月 17 日（水）、日本学術会議講堂において(社)日本数学会と日本学術会議数学委員会によるシンポジウム「礎（いしずえ）の学問：数学—数学研究と諸科学・産業技術との連携—」が科学技術政策研究所の後援のもと開催された。本シンポジウムの趣旨は、諸科学の礎である数学の創造及びその自在な活用が先端科学技術の大きな飛躍のための鍵となることを踏まえ、我が国における今後の数学研究の充実や諸科学・産業技術との連携推進に何が必要かを議論することである。シンポジウム当日には、数学研究者のみならず産学官の研究者や行政関係者など 174 名が集まり、活発な意見交換が行われた。

第 1 部では、諸科学や産業技術の飛躍的発展のためには、複雑化する研究対象の中に潜む論理構造を見出す必要があり、様々な現代数学の活用、また更なる高度な数学の創造が不可欠であること、欧米諸国では研究開発戦略における数学の重要性を既に認識し、数学と諸科学・産業技術との連携を進めるための研究所の設置や、数学研究の国家プログラムなどを実施していることなどが報告された。

第 2 部では、数学研究振興や産業技術への数学研究の活用のための方策が提案され、その後、どのような方策が採られるべきかについてパネルディスカッションによる活発な議論が展開された。

以上の議論をもとに、会場アンケートによる傍聴者からの意見も参考にして、提言が確定された。この提言では、以下の 4 点をポイントとする「ネットワーク型科学技術数学研究拠点構想」を支持している。

- ① 諸科学・産業技術研究者と数学研究者が連携する場の構築と、それを支える最高水準の数学研究交流の場を提供すること
- ② 最先端の諸科学・産業技術を数学的にサポートする全国ネットワーク型の数学研究者チームを結成すること
- ③ 数学情報文献ネットワークをはじめとする科学技術者向け現代数学普及のための実用システムを開発すること
- ④ 高度の思索のための継続した研究時間を数学研究者に与えるための方策の実施

礎 (いしずえ) の学問：数学

— 数学研究と諸科学・産業技術との連携 —

細坪 護孝

科学技術基盤調査研究室

1 シンポジウム開催趣旨

平成 18 年 5 月 17 日 (水)、日本学術会議講堂において(社)日本数学会と日本学術会議数学委員会はシンポジウム「礎 (いしずえ) の学問：数学 — 数学研究と諸科学・産業技術との連携 —」を開催した (<http://www.soc.nii.ac.jp/msj6/gakujutsu/sympo20060517.html>)。科学技術政策研究所は本シンポジウムを後援した。

本シンポジウムの趣旨は、諸科学の礎である数学の創造及びその自在な活用が先端科学技術の大きな飛躍のための鍵となることを踏まえ、我が国における今後の数学研究の充実や諸科学・産業技術との連携推進に何が必要かを議論することであり、以下のように記されている。

『数学は、諸科学の礎 (いしずえ) となる学問である。数学で得られた事実は普遍的であるため、時空を超えて人類の知的財産となる。また、その抽象性ゆえに高い汎用性を有し、例えば全く同じ方程式で記述されたものは物理現象でも経済現象でも統一的に扱うことができる。こうして、数学は諸科学や産業技術における思考基盤や表現言語となっている。

我が国が科学技術創造立国を目指すためには、諸科学や産業技術の根本部分の創出・保持が必要である。そのためには、従来の経験や勘に加え、数学的事実を的確に活用して、現象に内在する論理構造を新たに見出すことが重要となる。ここで、より高度な数学を創造し、それを自在に活用できるよ

うにすることが、先端科学技術の大きな飛躍のための鍵となる。既に欧米諸国では、数学研究と諸科学・産業技術との連携を重視し、数学研究全般を国家として推進している。一方、我が国では数学研究環境は年々悪化している。

このような状況を踏まえ、本シンポジウムは我が国における今後の数学研究の充実や、諸科学・産業技術との連携推進に何が必要かを議論しようとするものである。』(「礎の学問：数学」シンポジウムプログラム趣旨から抜粋)

シンポジウム当日には、数学研究者のみならず産学官の研究者や行政関係者など 174 名 (講演者などの招待者 18 名を含む) が集まり、活発な意見交換が行われた。

2 シンポジウム報告

2 - 1

来賓挨拶、開会趣旨

冒頭、来賓の阿部博之総合科学技術会議議員、黒川清日本学術会議会長、小田公彦文部科学省科学技術・学術政策局長が挨拶した。続いて、小島定吉(社)日本数学会理事長が開会趣旨を述べた。それぞれの概要は次のとおりである。

(1) 阿部博之 総合科学技術会議議員

私の専門分野の一つは殻 (かく) の力学だったが、米国の数学者の論文がヒントとなって一定の結論を得た。私が大学院生だった昭和 30 年代後半、数理的な仕事をしている工学者には R.Courant & D.Hilbert の “Methods of Mathematical Physics” が必読であった。また、昭和 30 年代の

終わり頃から、トランジスタを積んだコンピュータが導入され、コンピュータによる微分方程式の解という世界が出てきた。

私の専門は機械工学だが、工学分野で若手研究者や大学院生の数学への意欲が低下しているのではないだろうか。例えば計算流体力学の先生によると、最近では応用へのシフトが非常に進んでいる。20 年前は基本的なアルゴリズムの時

代だったが、現在ではアプリケーション中心である。一方、私のもう一つの専門である破壊力学では、これからサイエンスが変化していくだろう。D. Hilbert 先生は昔、量子力学の数学的基礎に大変貢献して、物理の世界に出た方である。推測だが、これから生物学でこういうことがどんどん起こるかもしれない。テーマが種々雑多にある工学では、工学者が数学に対して意欲を持たなければ展望が拓けないのではないかと。今の工学分野で徹底的に問題なのは、教員の雑用が多すぎることだと思う。この雑用の問題で日本の大学がダメになるのではないかと思うほどである。特に数理的な仕事をしている方にはより影響が大きいと思う。

今後の新しい学問の創成に対する数学の役割は大きいと思う。一方、日本全体で深い知に対する造詣が低下しているのではないかと心配している。そのためには大学の復権が必要ではないだろうか(図表1)。

(2)黒川 清 日本学術会議会長

子ども達は生まれつき様々な才能を持っているが、自分達では分からない。昔から読み書きそろばんと呼ばれるが、子どもの教育では詰め込みではなく、子ども達自身の能力を開発することが重要である。そういう意味で、知性、感性、身体力を磨くことの3つが教育の基本である。数学の基本は、この感性を磨くものとして、子ども達が生まれつき知っている数や空間、時間などをどのように理解して表現するかということである。教育の一番の根本は数学であると思う。今日のテーマは数学がどうやって役に立つか、ということだが、そもそも数学の次元はもっと高いものである。如何なる科学技術政策、イノベーションも実際にするのは人である。私が尊敬する経済学者の宇澤弘文先生はもと

図表1 阿部博之総合科学技術会議議員講演資料から抜粋

- 3. 工学分野
 - (1)数理科学が高く評価されているか?
例：CFD 基礎から応用へのシフト?
 - (2)若手研究者や大学院生の数学への意欲が低下している
 - (3)教員の雑用が多すぎる
- 4. 数学とそれ以外の科学の新しい接点：学問分野の創成
キー：人

と数学者であり、彼の著書「日本の教育を考える」には以下の趣旨のくだりがある。『数学は大変役に立つ。何故かという、皆さんは計算をうまくして、儲けを大きくすることだと考えがちだが、それは違う。数学の本質はその時々々の状況の冷静に判断し、しかもその全体の大きな流れを見失うことなく、論理的・理性的に考えを進めることにある。数学は全ての科学の基礎であるだけでなく、私達一人一人が人生を如何に生きるべきかについて大切な役割を果たすものだと言ってもいいでしょう。』

(3)小田公彦 文部科学省科学技術・学術政策局長

4月から第三期科学技術基本計画が始まった。この計画では重点推進分野とともに基礎研究の推進が述べられている。これは第3期計画の重要なコンセプトだと思う。基礎研究の推進に当たっては、経済社会の変革に繋がる非連続的なイノベーションの源泉となる知識の創出を目指す、といった視点が大変重要ではないか。特に数学がこのイノベーションに資する重要な分野の一つであることは必ずしも理解されていない。今回のシンポジウムをキックオフとして、このような理解を拡げていけたらよいのではないかと。

米国は中国、インドなどの追い上げに強い危機感を持ち、National Academy Scienceの報告書では、自国を強くするために数学などを初等中等教育から強化しなければならぬ、としている。

ブッシュ大統領の予算教書の中でも必ず数学が重要なアイテムとして語られている。中国、韓国などでも理数教育の重要性が謳われている。

そういった中で、科学技術政策研究所による第二期科学技術基本計画の成果検証において、日本では材料、物理、化学などでは論文ベースで10%のシェアを擁している一方、数学では5%程度という衝撃的な結果が得られた。関孝和の時代から日本中の頭脳を刺激した日本固有の数学の強さが失われているのではないかと強い危機感が生まれている。本日、科学技術政策研究所は、数学研究に関するより深い調査分析の成果をとりまとめ、公表した¹⁾。これは問題提起の出発点である。

純粋数学、応用数学、統計、確率などは、理論・実験の延長上のシミュレーションなどにも通じる。これから数学は様々な面で応用を広げていくことが重要ではないか。今日のシンポジウムでは、純粋数学でない部分も含めて数学の広さ・重要さが訴えられるとともに、議論を踏まえた提言を戴ければ政策担当者として大変ありがたい。

(4)小島定吉 (社)日本数学会理事長

本シンポジウムの開催のきっかけは、昨年5月に科学技術政策研究所が主催した「数学の将来シナリオを考える」と題するワークショップである²⁾。これには(社)日本数学会も共催した。このワークショップでは2つの大きな指摘があ

ったと理解している。一つは、21世紀における諸科学及び産業技術の中でその基盤を支える数学、数理学のニーズが高まっているという各界からの指摘である。即ち、数学と諸科学、産業技術の連携の必要性が増しているという現状認識である。もう一つは、(社)日本数学会と諸科学、産業との各界との相互の間にややギャップが見られるという指摘である。これは、連携の道は必ずしも平坦ではなく、今後互いに歯車を寄せ合い、噛み合わせるような議論や作業が必要であるという現状理解である。数学自体にはもともと独自の発想による研究推進の動機があるものの、(社)日本数学会はこれらを大きな宿題と受け止めた。そして、我が国の数学研究の現状や各大学などの地道な取組みを精査し、将来に向けての可能性を検討することに約1年を費やした。昨年のワー

クショップの続編として、今回は日本学術会議数学委員会とともに日本の諸科学、産業技術に対する数学のあり方を問うシンポジウムを実施することとなった。したがって、今回のシンポジウムは、昨年の議論を一步進めて、数学会から新たな材料を提供し、課題に正面から取り組む契機としたいと考えている。

2 - 2

第I部：諸外国、諸科学、産業技術における数学

桑原輝隆科学技術政策研究所総務研究官が同日公表の数学研究に関する報告書¹⁾について講演し、金森順次郎(財)国際高等研究所長、堀田凱樹情報・システム研究機構長、石岡祥男(株)日立製作所基礎研究所シニアマネージャー、福田敬日本保険・年金リスク学会理事、

中川淳一新日本製鐵(株)主幹研究員が、諸科学や産業における数学の活用例や今後の期待などを講演した。それぞれの講演概要は次のとおりである。

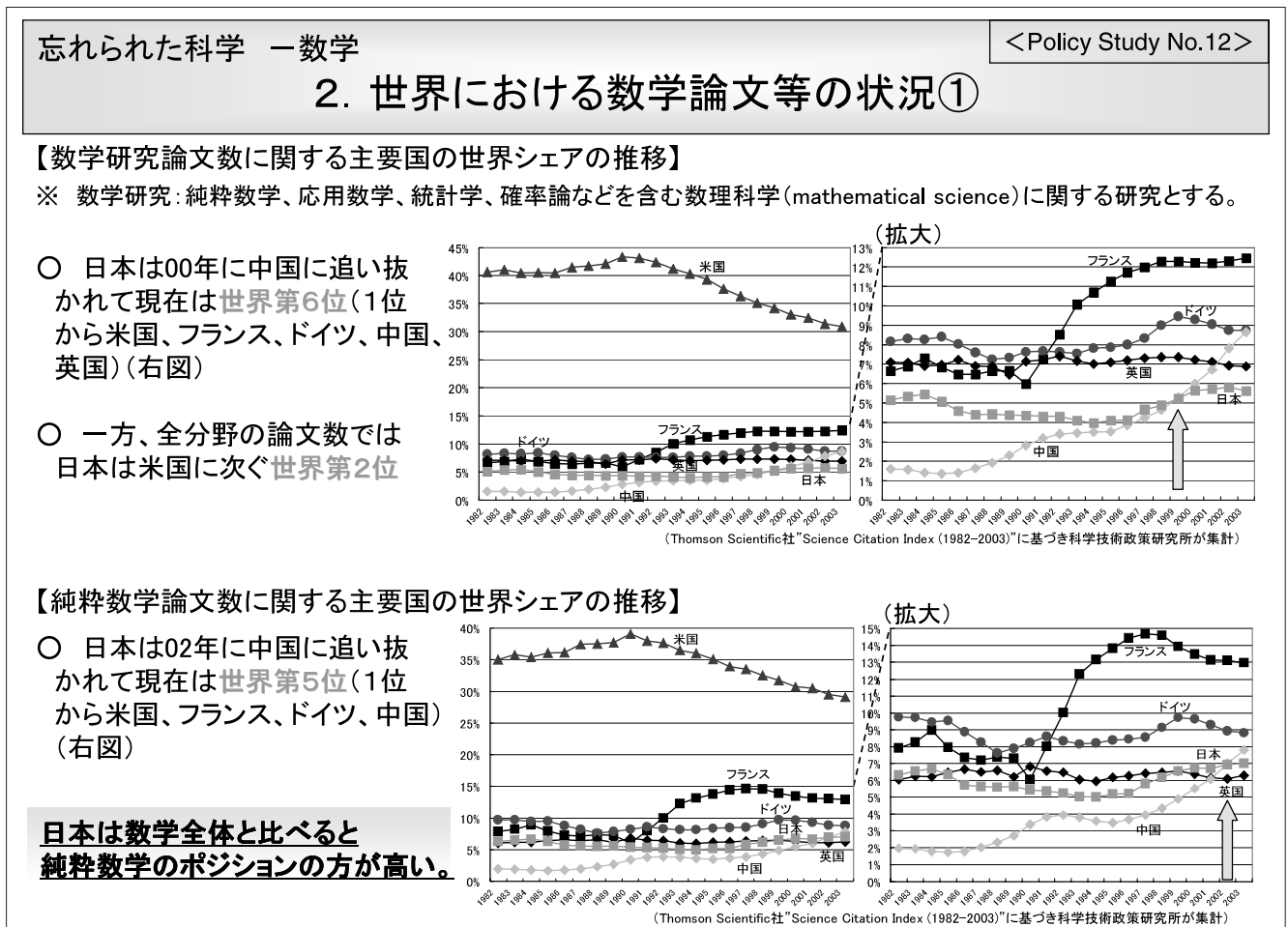
(1) 『忘れられた科学—数学— ～主要国の数学研究を取り巻く 状況及び我が国の科学における 数学の必要性～』¹⁾

桑原輝隆 科学技術政策研究所総務研究官

米、仏、独などと比較して、日本の数学研究の状況は楽観できない(図表2)。米、仏、独などは数学を振興するとともに、その応用も重視し、数学と他分野科学、産業界との連携を強化している。

一方、日本でも、ライフサイエンス、情報工学、ナノテクノロジー等の多くの分野の研究者は、今後の研究発展に対する数学の必要性を痛感している。

図表2 桑原輝隆科学技術政策研究所総務研究官講演資料から抜粋



また、数学研究の振興はイノベーションの可能性を増加させるという意味でも重要である。その背景には、「モノや構造を支配する原理を見出す」ことによるブレークスルーの可能性が、金融工学、サービスサイエンスなどの新たな産業的展開がある。日本が広範な分野の研究開発を推進していく上で、数学研究はその基盤となると考えられる。

数学研究振興の視点としては、基礎となる数学研究自体を強化しつつ、数学と他分野の融合研究をいかに推進するかということが重要な課題である。また、数学研究者が活発に「思考を巡らす」ことを可能とするために必要なことは何かということにも注目しなければならない。一方、基礎的な数学研究から短期間に具体的効果を求めることができない場合もあることにも留意すべきである。

(2) 『物性物理学と数学』

金森順次郎 (財)国際高等研究所長

一般に日本では理論研究の意義について理解が不足していると考えられる。私は数学研究者にエールを送ると同時に、数学研究者が自然科学研究者、特に実験研究者の理論を飾りと考えている深層心理への理解を呼びかけたい。

森羅万象に潜む物の理が、既に全て解明されているわけではない。またそれが基本原理から出発した一元的な構造をもっているわけではない。この点についてかつては物理学でも要素還元主義(reductionism)が横行していて、自然の要素(素粒子)とその間の相互作用およびそれらの存在する時空の構造がわかれば、後は応用のみと考える人が多かった。しかし、集団は要素と隔絶した独自の性質を創発するということが認識されるようになり、諸科学の知的独立性が明らかになりつつある。

この物の理の仕組みを理解しないで、数理だけで片付くと考えるのは危険である。物の理と数理の探求はシームレスにつながっている。数学研究者とか物理や化学研究者の区分にとらわれないで問題意識を共有することが、理論研究の意義の理解を促進する。

未来の数学への期待の一例として、合金の原子濃度により配列構造が変わる問題がある。これは局所的な構造と全体の配列というグローバルな構造の関係という問題を提起する。この問題は、固体物理だけでなく生体分子、言語等かなり広範囲に存在するものであり、本質を貫く数理の解明が待望される。

(3) 『生命科学の三大革命につづく 眞の理論生物学の時代』

堀田凱樹 情報・システム研究機構長

生命科学は3つの革命を経てきた。20世紀初頭のメンデルの法則の再発見、1953年のワトソン、クリックによるDNAの二重らせんの発見、21世紀初頭のゲノム解読時代の到来である。この3つの革命までは全て物理学者が貢献してきた。次の第4の革命は数学の出番ではないかと思う。

私は今こそ眞の理論生物学が求められていると思う。そのためには、まず数学好きな生物学者がシミュレーションやバイオインフォマティクスを駆使する必要がある。次に本格的数学者が数学を実験現場に応用して、実験の指針となる予言力を持つ理論を構築する。更に、生物学と数学の天才がDNAに代わる「統一理論」を構築する。こうすれば、生命科学を分子生物学から救えるだろう。

生命科学の中で理論家の助けを必要とする分野の例として、ゲノムデータ、遺伝子発現データなどの大量データベースからの知識抽出、多数の遺伝子操作の組合せ

実験、現存生物から進化過程の推定、脳その他のシステムの理解、Combinatorial Codeの解読、遺伝子で作る生物の非決定性などがある。このように、生命科学は数学を必要としており、今こそ数学者が参入すべき時である。

(4) 『産業を支える数学

—役割、事例、これから—

石岡祥男 (株)日立製作所基礎研究所シニアマネージャー

産業界では、研究、開発、設計、製造、検査、さらに製品そのものや経営判断にまで数学が活用されている。また、現場では、自然現象や人工物など理想状態から外れた対象について、時間、コスト、精度などの制約のもとで必要な答えをかならず出さねばならないため、さまざまな工夫が必要で、ここでも数学のセンスが不可欠である。実際に数学の専門知識をもつ多くの研究者、技術者が活躍している。これまで産業界で活用されている数学手法は既知のものが多かったが、今回の構想「数学者ネットワーク」により産業界からの相談に応え、さらに最新の数学手法の紹介と習得の支援もしていただけるなら、産業界にとって朗報であろう。

産学協創を成功させる大事なポイントは産の視点「ニーズからのアプローチ」での課題設定である。世界中から最高の知が結集してくるような魅力的な研究プログラムを走らせ、学会や自発的なフォーラムを活用して情報共有をはかり、成果を発信していただきたい。

(5) 『知財立国のための高度数理能力資源のマネジメント —比較優位の理論と数学研究へのインプリケーション』

福田敬 日本保険・年金リスク学会理事

今日、先進国の金融専門家のコンセンサスとして、金融業は金

融に関するリスクを扱う業態である、という認識があり、金融業の技術的な基礎は、確率論である。

金融技術開発の効率を上げるためには、理論担当者が開発に専念できるように雑用を極力排除することがポイントになる。そのような運営をする理論的根拠は経済学における比較優位の原理である。これは大学運営にもあてはまると思われる。

一方、数学は第一義的には純粋な知的な動機から研究されている学問であると思うが、これからの100年に少子高齢化や環境問題など、我が国が直面する困難を解決するためには、知財の創出と蓄積が必要であり、その基礎としての数学への期待も大きい。比較優位な科学技術などの知財創出を促すためには、数学などの基礎研究の底上げは非常に重要である。

その意味で、数学者や理論物理学者などの高度な数理能力は、中期的に我が国の危機を回避していく上で、貴重かつ重要な資源であり、これを正しく活用するためのマネジメントが重要であるが、それには、比較優位の原理を念頭に置く必要があると思われる。

また、金融業としての期待は数理ファイナンスの発展と、きちんとした数学の能力をもった人材を社会に供給してもらうための教育である。これらの成果を高めるためにも、大学運営において他国に負けない比較優位のあるマネジメントの確立を期待する。

(6) 『製造業における数学適用の事例紹介と連携についての一提言』

中川淳一 新日本製鐵(株)主幹研究員

製造業は、現場、現物を重視する。数学者と企業研究者とが協力することにより、現場、現物の視点からの現実現象と数理論理とがリンクし、新しいものの見方、考

え方が生まれ、これが現状のプロセスの効率化の極限追求や新しい技術概念の創出に繋がり、翻って非定常の数理といった新しい論理の創出にも繋がるようなシステムが構築されることを期待する。

製造現場の研究者が数学者と協力するためには、現場と数学相互の言語を翻訳した上での対話が必要である。その対話によって、現場現象の数理的本質の抽出などが行われる。その対話の成果は、現場における現象の見方の変革をもたらすだろう。次のステップとしては、製造現場と数学とが互いの言語を共有できる場(産業数学)を創造する必要がある。そして、数学者からの予想を元に、現場現象の近似解法のレベル向上を図り、両者の対話の中から普遍的真理(定理)を見出し、経済合理性に繋げていくべきである。

(7) 第I部の主な質疑応答

○経済財政諮問会議では、サービス業、特に日本の競争力の低い金融業の生産性を上げるという観点から、来年度以降、金融工学において人材養成の一つのキーポイントにする議論が進んでいる。しかし、理学部の同期で金融業に行った人によると、社内でのキャリアパスはあまり無いようだ。そういう状況で人材養成に力を入れることに心配している。

○世界の金融業は非常に数学化が進んでいる。しかし、日本の民間金融機関にとって、数学を専攻した博士は若干歳をとりすぎている。修士までなら雇用の口は大きいだろう。しかし、米国の連邦準備委員会には、博士号を持った金融工学の専門家が500人くらいいる。それに匹敵する日本の金融工学者は50人くらいしかいない。

金融工学者のキャリアパスに

ついては、例えば、100年の歴史がある生命保険会社では、最終的に役員にまでなるケースがある。しかし、一般の銀行とか証券会社で役員まで行った人は寡聞であり、この前、野村證券で金融工学出身者が役員に就いたのが最初の例。サービスの高度化という意味では、数学分野の研究者が金融分野に来ることは重要と考えるが、日本の金融業では法学部へゲモニーが蔓延している。銀行ではリスクを確率過程と認識して、工学のように解析をしなければならないはずであるのに、日本にはその認識がなく、人の力でどうにかするという強い思い込みがある。

○日本の金融業は、市場と監督官庁に大きな問題がある。日本の金融資産の大半が預貯金であり、このままでは金融工学を進めても商品が売れる見込みはないと思う。サービスサイエンスについても同様で、第三次産業という括りでしか使われていないが、十羽一絡げのサービス産業という括りにおいてはうまくいかないだろう。

2 - 3

第II部：数学研究振興や産業技術への数学研究の活用のための方策について

津田一郎北海道大学教授が数学の諸科学への貢献の可能性について講演し、森田康夫(社)日本数学会前理事長が数学者の現状と数学会からの提案を講演した。その後、石井志保子東京工業大学教授、岡本久日本応用数理学会理事、儀我美一東京大学教授と全講演者がパネルディスカッションにおいて、どのような方策が採られるべきかについて活発な議論を展開した。それぞれの概要は次のとおりである。

(1)『数学の科学技術諸分野への貢献の可能性』

津田一郎 北海道大学教授

歴史上、数学が他分野に貢献した例は、幾何学と測量、解析学と力学、コンピュータ概念の発見とコンピュータの発明、DNA解析、CTスキヤンの原理、種々の暗号など様々である。

現在の日本においても、東京工業大学、東北大学、京都大学などにおいて、数学が他分野に貢献することを旨とした取り組みが行われている。北海道大学では、大学内の他分野の研究者から数学的質問を受付け、それに対して大学内の関連する数学者とともにセミナーを開催し、数学者と他分野研究者がディスカッションを行って問題解決に寄与する取り組みを行っている。現在まで14件の案件があり、大学の数学教室は手一杯となっている。最も多いのは生命系から持ち込まれた案件である。今までの活動の効果として他分野から挙げられたことは、数学者との討論により問題の論理構造が明確になった、正確な用語の定義を知ることにより論述に確信を持つようになった、などである。一方、この取組みは数学の若手人材育成にも貢献している。さらに、共同研究という形まで進んで成果が挙がったり、具体的な問題から数学の新しい問題の発掘に繋がる可能性もある。互いの分野の特徴を知るようになり、互いに研究者としての幅が広がっている。最終的には、数学を横糸とした諸科学の連携という形に繋がれば理想的であると考えている。

(2)『数学者の現状と数学会からの提案』

森田康夫 (社)日本数学会前理事長

近年、日本の大学では短期間で成果を要求される場合が増え、数学者の研究時間が減ってい

る。小規模の大学にも優秀な研究者はいるが、基盤的研究費の不足で研究活動が十分に実施できていない。

例えば、東北大学理学部数学科では教養教育の講義が多く、学部や大学院教育では一人当たりの仕事量は物理や化学より多い。小規模の大学では、研究費が少ない上に教育負担がさらに大きくなっている。

数学が外部からの刺激を必要としている一方で、科学技術を定量的に取り扱うためには数学が不可欠である。生命科学、情報通信、金融工学、ナノテクなどでは、研究が高度化・複雑化するに伴い、数学に対するニーズが急速に高まっている。このニーズに対応するため、欧米では様々な研究拠点を作られたが、日本の数学者は十分な時間がなく、この様なニーズに対応できていない。

それに対して、優れた数学者が一定期間数学の研究に専念し、他分野の研究者との交流を活発に行えるような環境(組織)を構築することを提案する。その具体的手段としては、数学者の教育負担の一部を肩代わりして貰い、秘書や補助スタッフも配置する。また、文献整備や文献検索ネットワーク開発など基盤整備を実施する。数学では明確な成果の予測は難しいが、これらの方策により、多くの優れた成果を出すことを私は保証できる。この提案の前提として、長期的な視野に立つ人材育成が重要であることを強調したい。

(3)パネルディスカッション：数学者研究振興と諸科学や産業技術への数学研究の活用のための方策について

①『ネットワーク型科学技術数学者研究拠点構想』の提案

儀我美一 東京大学教授

森田先生の発表を受けて、ネットワーク型科学技術数学者研究拠点

構想を提案したい。この前提として、数学は諸科学の基盤となる学問であること、諸科学や産業技術への数学の活用による成果は社会に多大な影響を及ぼしうること、優秀な数学者が国内に分散していること等を挙げることができる。

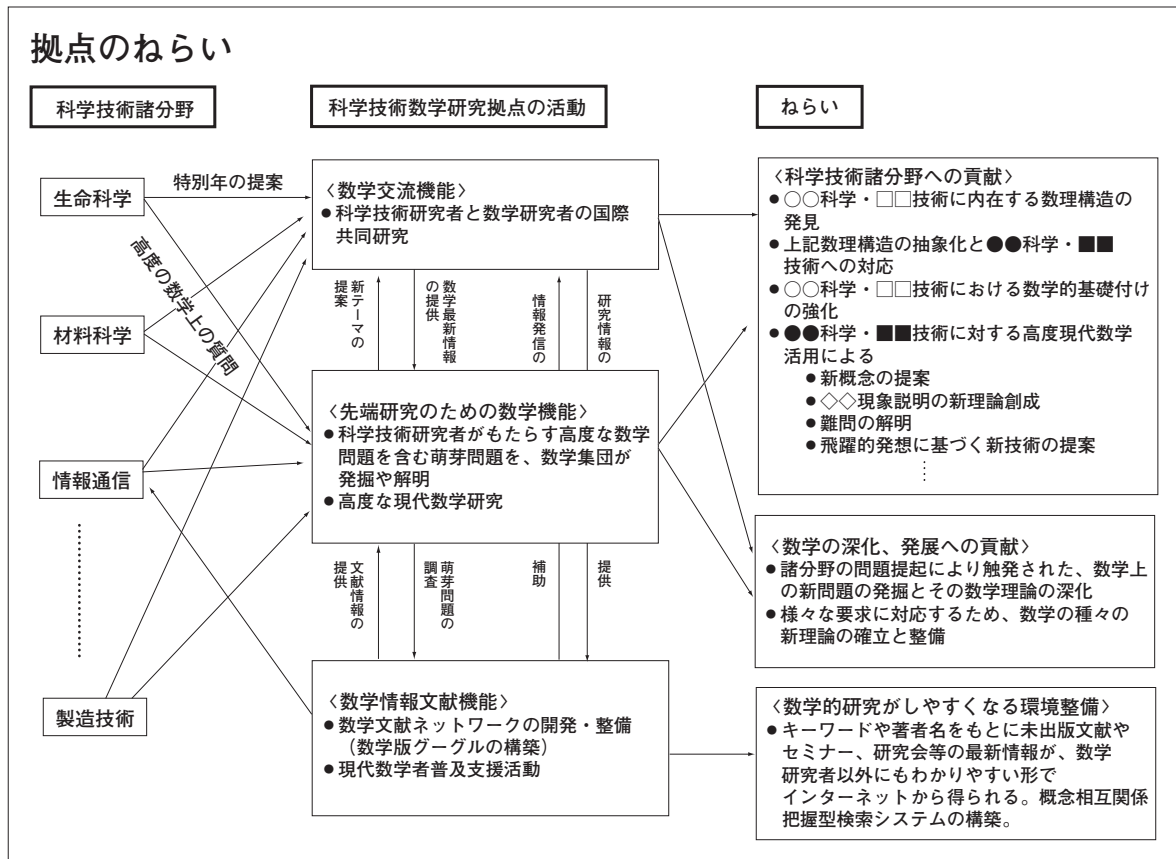
この構想は次の4つの要素で構成される(図表3)。(A)世界中及び全国から集められた優秀な数学者及び他分野研究者が、滞在型グループ形式で年毎の課題(科学技術と数学の連携課題、関連する数学課題)に関する先端的研究を実施する「数学交流機能」、(B)全国に分散している優秀な数学者間でネットワークを構築し、津田先生が講演された北海道大学の取り組みのいわば全国版を実施する「先端研究のための数学機能」、(C)数学者だけでなく他分野研究者も数学における諸概念の関係を容易に調査できる検索システムの構築や、上記2要素の研究などに対して数値計算アルゴリズム支援などを行う「数学情報発信」、(D)数学者の研究時間を捻出するために研究秘書や数学教育者の配置などを行う「数学者研究基盤整備」。

これらの取り組みによって、数学が諸科学の発展に大きく貢献するとともに、我が国の数学がより深く発展することが見込まれる。

②パネルディスカッション

○岡本久 日本応用数理学会理事：例えば、米国ミネソタ大学数学者応用研究所(IMA)は真の学際研究の涵養を謳っている。ここでは、全米から各分野のリーダーとなる研究者が選ばれ、期限付きで滞在研究を行っている。数学者が学際研究をできるように数学者を教育するというミッションもある。私が20年前に経験したIMAの研究集会では、既に毎月のように現場や企業の方々に来ていた。また、リーダーシップの強い所長が長期的

図表3 儀我美—東京大学教授発表資料から抜粋



にその職に就いていることにより、長期プランを立てやすくなり、外部資金を得て挑戦的な研究を実施しやすい。数学内の研究領域の偏りは見られず、女性研究者が日本より多かった。

- 石井志保子 東京工業大学教授：私はこれまでドイツのマックス・プランク研究所（ボン）、米国の日米数学研究所、カナダのバンフ研究所、イタリアのICTP 研究所などでの滞在経験があるが、いずれも有能な秘書やコンピュータスタッフが手厚く配置されていて、何か問題が起きても迅速かつ的確に対応してくれた。例えばマックス・プランク研究所では、常勤研究者7人、滞在研究者が多くて70人であるが、これに対し、サポートスタッフ（秘書、コンピュータスタッフ、司書など）が15人いる。一方、東京工業大学では助手から教授まで33人に対して、事務職員が2人しかいない。このように、日本で

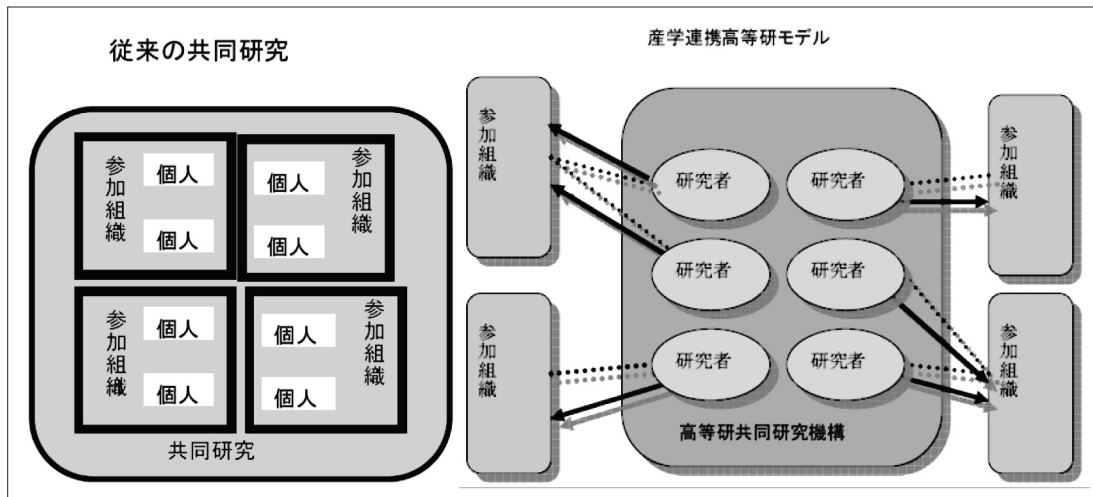
は事務員数が圧倒的に少なく、事務仕事を教授などがやっている。数学研究というのは、純粹数学、諸科学との連携を問わず、時間とエネルギーを湯水のように使って初めてできるものであり、今の日本の大学は独創的な仕事をなかなかできにくい状況にある。

- 金森順次郎 (財)国際高等研究所長：国際高等研究所の研究資金は主に科学研究費補助金から得ており、研究室26室、レクチャーホールなどを擁する。研究分野としては諸科学全てを覆い、研究者間の自由な議論をモットーとして、長期短期の滞在を通じた研究会などを実施している。特に研究基盤形成関係のプロジェクトや産学連携の契約モデルの構築などを行っている。特に産学連携共同研究に関する国際高等研究所モデルは、今後の大学の数学研究者と産業技術者の共同研究の出発点構築のよい参考になると考えるので紹

介しておきたい (図表4)。

- 福田敬 日本保険・年金リスク学会理事：私が以前勤めていた会社は数学系の人を比較的多く必要としていた。日本全体に金融工学の理論と実務に通じた人が少ないことと昨今の雇用の流動化も伴って、私は100～200人くらいの人と面談した。しかし、結局、素粒子物理などの専門家は多く採用したが、数学の博士は一人も採用しなかった。物理系の方々には「もの」を扱っているため、金融のように困難な課題をどうやって解決するかという視点を持っている。そういったタフさ、あるいは物事を解決しなければならないという意欲が数学の博士には欠如しているように思われる。高度な数理能力を鍛えて自ら研鑽されたはずの人材を民間企業が採用できないというのは勿体ないことである。数学の修士号を取った後に一般社会に適合するように見識を広げることができれば、

図表4 金森順次郎 財国際高等研究所長発表資料から抜粋



産学連携 高等研モデル

- 参加研究員の独自研究と、各自の職務との直接関係を否定
- 参加研究員の守秘義務
- 産学共同研究体内における研究の自由
- 産学共同研究体が知的財産創出判定
- 個人帰属ルール
- 個人帰属後に所属の企業なり大学の職務発明規範による最終帰属
- 二元構造による研究の自由保証

文献：北川善太郎著高等研報告書 205「産学連携高等研モデル」2003年；同「職務発明と産学連携—大学の知的財産ビジネスのために—」コピーマート研究所、2003年

本人にとっても非常に良いのではないだろうか。

- 中川淳一 新日本製鐵(株)主幹研究員：製造現場では大量のデータの中から法則性を見出すことが永遠のテーマである。そういう意味で儀我先生の提案の(B)によって、色々な数学手法を我々の現場で是非試してみたい。それができれば、数学自体には大きな資金はかからないので、それほど大きな投資無しに大きな改善が得られる可能性がある。また、数学は発想の飛躍をもたらす可能性があり、うまくいけば技術のイノベーションが一気に進むと思う。実際の連携で重要なことは対話である。互いを良くしようという志と忍耐も必要である。成果を得るには数年くらいは必要であるが、そういう活動ができれば非常に嬉しい。
- 石岡祥男 (株)日立製作所基礎研究所シニアマネージャー：今回の構想の柱、「純粋数学のレベルアップ」と「産業界に役立つ先端研究推進」はいずれも重要であるが、どちらに力点を置く

かで運営が若干変わるように思う。すばらしい論文を書くことを最終目的とするなら、高度で新しい相談以外是对応しないということもありうるが、産業界に役に立つようなサービス提供を本気で考えるならば、産業界が気軽に相談を持ちかけられる運営が望ましいはずである。産業界からの要望をしっかり受け止めて共同研究に結びつけるためには、双方の橋渡しができる経験豊富なスタッフとかなりのエネルギーが必要である。

基礎研究の質は「人」で決まる。どのようなテーマを柱に選ぶか、どのような研究者を国内外から集めるか、リーダーシップを発揮できる所長と責任ある運営体制で決定してほしい。産業界への活用を重視するなら産業界の意見も反映できる運営組織にして、産学が夢を共有できる魅力的なテーマを見つけることが必要ではないか。

- 堀田凱樹 情報・システム研究機構長：数学を全体的に活性化することが必要であり、それが

緊急の課題であることには賛成する。儀我先生の構想の目的は、数学研究の底上げや数学者が自由に考える時間を作ることが目的なのか、それとも、日本の数学界を飛躍させることなのか不明確である。もし諸科学や産業技術との連携、共同研究や質問対応程度が目的ならば、それは数学の成果の利用だけに留まってしまうかもしれない。むしろ例えば、優秀な数学者が生命科学を本当に面白いと思って現場に飛び込んで行き、その中で数学的なテーマを探し出すというようなことが起こる設計にすべきではないか。

- 桑原輝隆 科学技術政策研究所総務研究官：日本の数学を巡る環境が万全ではないことは共通の認識だと思う。このような数学の地位の変化の要因を3つ挙げる。

- ① 20～30年間スケールで国の研究開発のスタイルを考えると、国が貧しいときには紙と鉛筆が中心となり、国力が付いてくると大規模な

実験設備やインフラを使った研究が花形になる。これは歴史的必然である。そのため、現在の日本で数学が相対的に下がっているのは必然とも言える。しかし、ここである種の意志が働けば縮退は避けられる。一方、欧米の一流研究者から日本の科学技術は深さが欠如していると指摘されている。特に新規理論や概念体系構築能力が十分でない理由は、数理が必ずしも強くないことにあると思う。

②この数年間スケールで日本を見れば、1996年から科学技術基本計画が実施され、競争環境を強めるために競争的資金が増やされ、大学も法人化し、産学連携の諸制度も整備された。これらはそれぞれの目的を持って進められたが、ローカルな最適化を積み上げ

ても全体の最適にならないこともある。例えば、競争的資金の重視は重要だが、大学間で獲得資金を勝負するようになると、数学は実験設備など大きな資金を必要としないため、重要視されにくい。また、産学連携でも数学では4~5年間で華々しい効果は出にくい。一方、入試制度が複雑になって数学研究者にシワ寄せが来ている。このように、これまでの制度改革が数学のような一部の基礎科学分野に複合的に負の影響を与えている可能性がある。

③英国の相当数の大学が、学生に人気が無く産学連携や資金獲得においてもポイントが稼げない数学科を止めようとしていると聞いている。米国ですら、全米研究会議(NRC)などのアカデミアが数学を放っておくと将来に禍根を残

す、と必死に発信している。おそらく何処の先進国でも数学のような分野はあまり顧みられない傾向はある。文部科学省でも数学は万全だと思われていた。そこで論文シェアが約5%しかない(これが正確な日本の数学の実力かどうかはともかく)と聞くと皆驚いている。そういう情報の刺激を与えなければならない。設備投資型研究の拠点的推進にはノウハウがあるが、性格が異なる数学などの研究に対しては新しい政策展開が必要である。しかし、どうすればよいのか誰も分からない。そのときに、現状を一番理解していて何がベストかを認識している数学者が自ら情報発信しなければならない。そういう意味でこのシンポジウムは第一歩となると思う。

3 シンポジウムを総括する提言

以上の議論をもとに、会場アンケートによる傍聴者からの意見も参考にして、下記の提言が確定された。

日本学術会議シンポジウム 「礎 (いしずえ) の学問：数学—数学研究と諸科学・産業技術との連携—」提言

2006年5月17日本シンポジウム第I部における産学官の方々による講演から、諸科学や産業技術の飛躍的發展のためには、複雑化する研究対象の中に潜む論理構造を見出す必要があり、さまざまな現代数学の活用、またさらなる高度な数学の創造が不可欠であることが改めて明らかとなった。例えば材料科学や生命科学のさまざまな根源的な問題の解明のために、数学的アプローチ

が真剣に試みられ、数学研究者との連携が求められている。また製造現場でも画期的な新技術の創出のために、高度な数学的洞察力と思考力に基づく発想が要求されている。そのため、米国などの欧米諸国では、研究開発戦略における数学の重要性を既に認識し、数学と諸科学・産業技術との連携を進めるための研究機関の設置や、数学研究の国家プログラムなどを実施していることが判明した。

このように、21世紀の現在、数学の可能性は大きく拓けている。科学技術創造立国を目指す我が国にとって、科学技術によるイノベーションの達成のために最新数学の創造と活用は急務ではないだろうか。

しかし、我が国の数学研究を取り巻く状況は極めて厳しい。数学

は現象の科学的記述という諸科学における礎 (いしずえ) の役割を担い、諸科学の発展に直接的又は間接的に大きく貢献してきたにも関わらず、その成果を誰にでも理解しやすい形で伝えることが困難であるために、我が国の科学技術政策では長らく忘れられてきた。一方、発展著しい科学技術を背景に数学教育がますます重要性を増したが、数学研究者はこれに対しても誠実に対応し、学生の数学力の維持に努めてきた。数学研究者の能力を社会に有効に活かすためには、数学研究者に教育と研究に専念できる環境を与えるべきであり、彼らもそれを望んでいる。しかし、教員や事務員の定員削減や事務量の増加等により、数学研究者一人当たりのオブリゲーションがあまりに膨れ上がり、

結果的に教育の事前準備や研究に向けられる時間が大幅に減少してしまった。

そのため第Ⅱ部でも指摘されているように、日本の数学者は能力があるにも関わらず、それを諸科学・産業技術に活かすことが欧米に比べ難しい環境に置かれている。それどころか、世界的に非常に高い研究レベルを誇ってきた我が国の数学に陰りが見え始めるまでに及んでいる。

このような事態を真に打開し、数学研究を活性化し、それを諸科学や産業技術に積極的に活かすためには、数学教員の増員や基盤的研究費の増額など国家レベルの抜本的な対策が必要だろう。しかし、事態の根本的解決とまではゆかずとも、今日の高まる諸科学や産業技術からの要望に応じていくために、我が国の数学者がこれまでの流れを変える「きっかけ」として何か出来ることはないであろ

うか。

その「きっかけ」として、本シンポジウム第Ⅱ部において、全国の数学者有志が「ネットワーク型科学技術数学研究拠点構想」を提案した。この構想では、我が国の既存の数学研究能力を活用し、数学研究との連携による諸科学・産業技術の振興とともに数学研究の活性化を目指している。そのポイントは次の4点である。

- ① 諸科学・産業技術研究者と数学者が連携する場の構築と、それを支える最高水準の数学研究交流の場を提供すること
- ② 最先端の諸科学・産業技術を数学的にサポートする全国ネットワーク型の数学者チームを結成すること
- ③ 数学情報文献ネットワークをはじめとする科学技術者向け現代数学普及のための実用システムを開発すること

- ④ 高度の思索のための継続した研究時間を数学者に与えるための方策の実施

本シンポジウムは、我が国の数学研究を取り巻く危機的状況を打開し、数学と諸科学や産業技術との連携を実施するための「きっかけ」となり得るこの構想を支持し、その実現をここに提言する。

参考文献

- 1) Policy Study No.12「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」(2006年5月、文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター、細坪護孝、伊藤裕子、桑原輝隆)：
<http://www.nistep.go.jp/achievements/jpn/pol012j/idx012j.html>
- 2) 科学技術動向 2005年6月号

執筆者



細坪 護孝

科学技術基盤調査研究室



1998年から文部科学省(科学技術庁、文部省)や内閣府において行政事務に従事。2004年から科学技術政策に関する調査分析活動に従事しており、現在は数学研究に関する調査分析などを実施。