

社会の諸問題へ応えうる数学への期待―諸科学技術との連携協力を

文部科学省研究振興局基礎基盤研究課長
大竹 暁

1. はじめに

昨年9月、日本数学会秋季総合分科会において標記の題目でお話をさせていただきました。その後、去る10月にはノーベル賞の物理学部門と化学部門で日本人研究者が4人も一度に受賞との明るいニュースがあり、一方ではサブプライムローンの焦げ付きに端を発したアメリカ発の世界規模での経済危機が訪れた。ノーベル物理学賞はともに数学的な手法を駆使した理論研究であり、かたや経済危機はある種、多様な債権を組み合わせで証券化し、論理的にリスクを分散したデリヴァティブの課題でもあり、ともに数学とも浅からぬ縁がある。経済危機に関しては、あまり楽しい話題でもなく、昨年文化勲章を受けられた直後に亡くなられた伊藤清先生が確率微分方程式の研究を「デリヴァティブの基になった研究」と言われるのを好まれなかったとの賢明さにむしろ共感するし、社会における実装時の問題であり、数学自身も問題ではないのは明白である。しかし、ここでご理解いただきたいことは、数学はきわめて実社会や他の科学と密接な関係があり、大きな影響を及ぼしうる科学だと、実感出来たことである。その点こそ、まさにここ数年、科学技術行政が数学に着目してきた理由である。昨年、お話しした内容をまとめつつ、最近の状況を加えて、科学技術行政からの数学に対する期待を述べたい。

2. 今日の世界と科学技術への期待

国際的に経済を中心に先の見えない閉塞感が強まっている。もちろん今日をどのように乗り切りどうやって明日を迎えるかという短期的な課題の重要性は誰も異論がないが、加えて明日以降に閉塞感を打ち破って、どのように未来を拓いていくかという課題も同時に重要との認識が高まる。米国のみならず世界の期待を背負って就任したオバマ大統領も、現在の金融危機とそれに伴う米国の人々を巡る困難の克服と並んで、様々な未来への布石を表明している。その大きな一つが科学技術であり、特に様々な基礎研究の強化である。

今日、科学技術が未来を拓くことへの期待は高まっていると考える。我が国においても総理に施政方針演説には科学技術の重要性が述べられる。具体的に政府の科学技術政策の基本を示した科学技術基本計画には科学技術が実現する国家像として「人類の英知を生む」、「国力の源泉を創る」、「健康と安全を守る」三点が挙げられている。

ところで、21世紀に入ってその科学技術も多くの課題を抱えているように見える。確かに、科学技術の進歩は人々に、社会に大きな恩恵をもたらしてきた。一方、科学技術は万能ではなく、同時に多くの問題を起こしたのも事実である。20世紀の科学技術のもたらした飛躍的な進歩を見た後、今日の課題は複雑さを増し、大変解きにくい難題ばかりである。その意味で、科学技術の世界でも、既存の学問分野の限界や20世紀に起きた大きな転換、例えば古典物理学から量子論、生物の多様性の分類から統一モデルへ転換した分子生物学などの新しい思考体系への転換が期待されているのではないか。そ

れらなくして、ただこれまでの延長線上の歩みだけでは、科学技術は人々や社会が期待する未来の開拓は果たせないように見える。

3. 科学の女王，数学

こういうときはまず根本に帰ってみるのが一つの方法だと言われる。

そこで、まず、科学とは何か、広辞苑で調べると、「体系的であり、経験的に実証可能な知識」、さらに、自然科学は「自然に属する諸現象を取り扱い、その法則性を明らかにする学問」とされる。このような知識は、万人に共通で、解釈の尤度の少ない記述しなければ、普遍化されない。このプロセスを、極めて抽象的かつ本質的に行っているのがまさに数学ではないだろうか。ある意味では、数学が全ての科学に方法論の「原型」を提供しているとも言え、数学は全ての科学の母であり、女王と称される所以である。このため、既にある程度確立された学問分野が単独で解決できる範囲の問題はおおよそ回答が出ている今日、残された難問の解決のために、これら分野の協働や融合、または新たな分野の創造が求められるとき、本来の科学の基本を持つ数学がこれらを可能とすることは、極めて蓋然性が高い。

4. 科学技術政策から見た日本の数学に対する認識

必然的に数学の重要性や期待が増す中、科学技術政策は数学をどう見てきたか、そして数学は政策や社会とどのような関わりを持ってきたか。

2006年5月に文部科学省科学技術政策研究所がまとめた一冊の報告書が、極めて静かかつゆっくと、しかし確実かつボディブローのような衝撃を政策部局及び数学界に与えた。ご存じの方も多と思うが、それは「忘れられた科学—数学」と題された報告書である。

その内容は既に広く紹介されているので、概要だけを述べると、我が国では数学は純粹基礎科学との考えから、科学研究費補助金などによる研究助成中心で進められており、大きなプロジェクトの実施や研究機関の設置は一部の例外を除いて見られなかった。「紙と鉛筆と頭脳」だけで研究できるとの見方は、素人のみならず数学研究者にも共有されていた感がある。その中で、基礎数学の研究の割合が応用数学に比べて極めて高くなった。そのためか、欧米の国々の取り組みに比べると我が国の数学研究の支援が著しく低くなっていること、欧米諸国や中国などでは応用研究にも力を入れ、たとえば、ライフサイエンスの創薬のための理論的基礎を固める試みをとっていること、などが紹介された。

表題の「忘れられた科学」とは、以上のような状況を分析して、科学技術政策から忘れられた科学分野と言う意味だ。

このような状況を是としないならば、忘れた科学技術政策の側の責任はあるが、忘れられた数学の側にも課題があるのではないか。

数学の現状を表すいくつかの指標を見れば、数学研究者数は学会の会員数などから1万人程度、公的研究費は年間20～30億円程度（ただし、人件費を含まず）と見られる。人口あたりの研究者数は先進国の半分程度、研究費は先進国では少なくとも50～100億円程度と見られるので明らかに少ない。一方、数学を学んだ人の進路を見ると、博

士号取得者の定職への就業率は理工系全体の平均に比べ10ポイント以上低い。もちろん個別の事情は様々だが、敢えて極端な言い方をすれば、数学は世間との関係を絶って、孤高の保つ代わりに、政策からの干渉を受けず、研究費の支援は少ない。これ故、竹林にこもって書画をたしなむ賢人ではないか、と問いかける訳である。

5. 数学の活躍が求められる科学の状況

何故、科学技術政策が今、数学の活躍を求めるかの理由は既に述べた。変な言い方だが、これまでの科学は説明できるものは説明したが、本質の全てを理解するにはほど遠く、その記述も出来ていない。例えば、生物は多様性を所与としてきたため、多くが予言可能性を持つ真の科学とは言いにくい。普遍性のある記述の出来る数理モデルの構築が最も求められる分野の一つである。

しかし、仮に幾多の数理モデルが構築されたとして、もしこれが解析的に解けないとしたら、その先の展開はどうなるのか、との疑問がわく。しかし、近年のコンピューターの進歩は飛躍的で、10年で計算速度が千倍以上になっている。こうなると難しいモデルでもシミュレーションで一定の成果を得られる可能性が高くなる。

数学と、生物を統一的かつ数学的に見ようとするシステムズ・バイオロジー等との協働がスーパーコンピューターの進歩と相俟って、生命の真理に一気に迫れるかもしれない。

また、数学が異なる分野間の橋掛けをしたり、新しい分野を生み出したりするとも期待されている。我々が知る限りでも、油田探索のプロセスを数学的に解析したウェーブレット解析が画像処理に広く利用される例、複雑系の科学の要請から非対称単純排除過程の議論が進み、自己駆動粒子の運動が記述できるようになり「渋滞学」を生み出した例、ラドン変換がCTスキヤンの理論に発展し幅広く医療診断機器に活用された例、確率微分方程式から金融派生商品の裏付けを与えている例などがある。

このような既存の科学との協働や新たな展開を促進するためには、数学研究者と他の科学分野の研究者との議論、相互作用が重要となる。その意味では、今こそ賢人達は竹林を出て、現実社会の課題に積極的に向き合う時だ、と考える。

6. 諸外国の状況

欧米から近代科学を「輸入」した我が国の性癖として、諸外国、特に欧米先進諸国は何を考えているのかが気になる（本来は、百万人と言えども我行かん、であるべきなのだが、どうも世の中での受けが悪い）。

ここ数年、経済協力開発機構（OECD）の科学技術関係部門は数学若しくは数理科学に関する新たな動きを始めている。OECD加盟各国が協力して対応すべき基礎科学プロジェクトの課題を関係者で議論しようとするグローバル・サイエンス・フォーラム（GSF）は、理工系進学の促進策、地球規模の地震科学、原子核物理学と言った様々な科学分野で、国際的な議論の枠組みを提供している。その中の一つに、「産業における数学」と言う課題があり、平成19年3月に独ハイデルベルク大学のイエーガー教授が中心となってワークショップが開催された。まず、数学と産業界、たとえば、金融、化学工業、運輸などでの問題解決の事例が紹介された。我が国からも材料開発の現場の事例として、製鉄プロセスにおける最適化を披露した。一方、各国における政策的な取り組みでは、

年350万ユーロを支出する独連邦政府プログラム、米国の国家科学財団（NSF）が大学と協力して進めているプログラム、英国のスミス研究所などを中心とした欧州研究グループ、我が国の21世紀COEと科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業の取り組みなどが紹介された。いずれの国もあまりにも文化の異なる数学と他の分野の協力の構築に相当苦勞していること、数学研究者の視野を広げること、若手の育成など、共通的な課題の存在が明らかにされた（報告書はOECD ウェブサイトでGSFのホームページからダウンロード可能）。日本の取り組みは欧州各国に遅れているようだが、悩みは極めて共通であり、将来への考えは間違いではなさそうである。

さらに、平成20年10月には同じくGSFで「公共政策における複雑系科学の応用」と言うワークショップがあり、感染症の伝播、災害等の大規模な現象の予見、気候変動の経済社会への影響などを実効性のある科学として考える議論がなされた。全ての議論の中で数理モデルの構築と高度なシミュレーションの実現が重要であるとの議論が展開された。

7. 我が国では何をすべきか。

最後に、最近の我が国での数学研究に対する取り組みについて触れたい。

先に述べた通り、これまでは科学研究費補助金による学術的な研究の振興が中心であり、研究者からの申請をベースに年間20億円程度が数学研究に配分されてきた。

その後、世界最高水準の大学の教育研究を目指して始められた21世紀COEプログラムで数学の研究拠点に7大学が選定された（その後、1大学が辞退）。このうち、九州大学は機能数理学を標榜し、大学院生の産業界へのインターンを組み込むなど、多様性のある数学研究を展開した。また、北海道大学は他の分野との協働、経済学部、工学部は言うに及ばず、法学部との協力で、新しい可能性を拓いた。

さらに、科学技術政策研究所の報告を受けて、文部科学省では平成18年末の仕事納めの日いくつかの大学の先生と関係者にお集まりいただき、相互理解を深める努力をして、政策的な課題を解決するための科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業に「社会的ニーズの高い課題の解決へ向けた数学・数理科学研究によるブレークスルーの探索（幅広い科学技術の研究分野との協働を軸として）」をたてて、平成19年度からこの事業の中で個人研究を支援する「さきがけ」タイプの研究を開始した。この事業は、文部科学省が推進すべき個別の研究分野についてどのような目標に向けて研究をすべきかを戦略目標としてJSTに提示し、JSTがより具体的な研究領域を設定して、研究提案を募るものである。ただし、この事業は科研費とは異なり、明確な政策目的を達成することが求められる目的基礎研究制度であるため、学術論文以上の成果が期待できるかについて議論があった。平成19年度開始の具体的な課題としては、東京大学西成活裕氏の渋滞解決、金沢大学長山雅晴氏の皮膚バリアの解析など多様な提案が採択された。これらを受け平成20年度からは「さきがけ」タイプに加え、グループ研究CRESTタイプでも課題募集が始まった。ちなみに両タイプとも平成21年度も課題の募集が行われる。

また、21世紀COEプログラムの後継となるグローバルCOEプログラムでは4大学の提案が採択され、そのうち九州大学はマス・フォア・インダストリ教育研究拠点、明治

大学は現象数理学の形成と発展を掲げて、産業界や他の分野との協働を推進している。九州大学は継続中の OECD/GSF の「産業における数学」の我が国の連携先も担っている。さらには、科学技術政策研究所の報告書に指摘されている内外の数学研究者や異分野の研究者が随時集って協働できる研究拠点の形成に必要な仕組みであるが、これは今後の課題である。

8. 将来に向けて

ここ数年、数学研究者や数学研究を重要と考える様々な方々と議論して、少しずつではあるが新しい動きが出てきた。先に述べたとおり、今後の科学技術の課題の解決には分野間の協働、その中でも、数学の強力な関与が不可欠である。

このような状況の下、今後の我が国の科学技術政策は、平成 23 年度からの第 4 期科学技術基本計画がどのような方向性をとるかによるところが大きい。これまでの基本計画は重点分野を掲げて進めてきたが、逆に重点分野が研究者を既存の分野に縛る傾向もあるように思う。数学の他分野との協働が進むことが、このような分野の固定化を回避し、分野間の協働や新たな分野の創成にも大きく貢献すると考える。

そこで、数学研究者の方々に「竹林を出て、沈黙の僧侶の衣を捨てよ」と過激な応援をしてきた。日本の科学技術の将来、そしてそれが拓く日本の将来への夢への思いからであるが、昨年高名な数学者の方から「我々の努力をわかっていない」と叱られた。でも、先生の思いも同じであると思う。要するに、科学に携わるものが今の閉塞感を破るためにあらゆる努力をすることが必要なのである。かの先生の叱責も心の糧として、科学の末端に携わるものとして、皆さんとさらなる挑戦を進めていきたい。