

『研究者紹介』インタビューシリーズ

数値解析で抽象と現実をつなぐ 真理の探究と社会貢献の二刀流



数理科学研究科 偏微分方程式の数値解析

齊藤宣一（さいとう・のりかず）教授

1995年 明治大学理学部数学科卒業。99年同大学院博士課程修了。国際高等研究所特別研究員、京都大学数理解析研究所 長期研究員、富山大学教育学部助教授、同大人間発達科学部准教授などを経て、2007年より東京大学大学院数理科学研究科准教授、17年4月より現職

2000年 第17回井上研究奨励賞

(2019年1月28日取材)

方程式である以上、解を求めたい

齊藤さんのもともとの専門は解析学（微分方程式）で、大学院では非線形の熱方程式の理論を研究していた。複雑な方程式の解析では、物理で実験データをとって予測するのと同じように、コンピュータ上で計算する「数学的実験」によって具体的な数値データを集めて予測をたてることがある。実験といっても単に計算すればよいというものではなく、複雑な条件のもとで解を求めるためのスキームから考えていなくてはならない。齊藤さんもそうした実験を行ううちに、数値計算自体を研究する数値解析の分野に惹かれていった。

「熱方程式などに代表される現象を表す方程式は、方程式の背景に『この現象を知りたい』というニーズがあります。しかし、現象が複雑になれば微分方程式も複雑になり、理論上では、『解が存在する』『解がひとつしか存在しない』、『時間がたつとこういうことが生じる』、『解がどれくらい滑らかか』というようなことしか分かりません。それはそれで意味がありますが、個人的には、方程式である以上は解いて解を出したい、そうでないと現象の解明において前進したことにはならないのではないかと、という気持ちがありました。数値解析はそれが系統的にできる、現時点で唯一の方法であると認識しています」

コンピュータシミュレーションへの寄与

数値解析の役割は大きくふたつある。ひとつは「数学者を向いた研究」だ。大学院時代の齊藤さん自身のように、偏微分方程式を研究している研究者は大勢いる。数値計算のスキームを構築することで、そうした研究者に実験的手法を提供し、解析学の理論探求に貢献することができる。

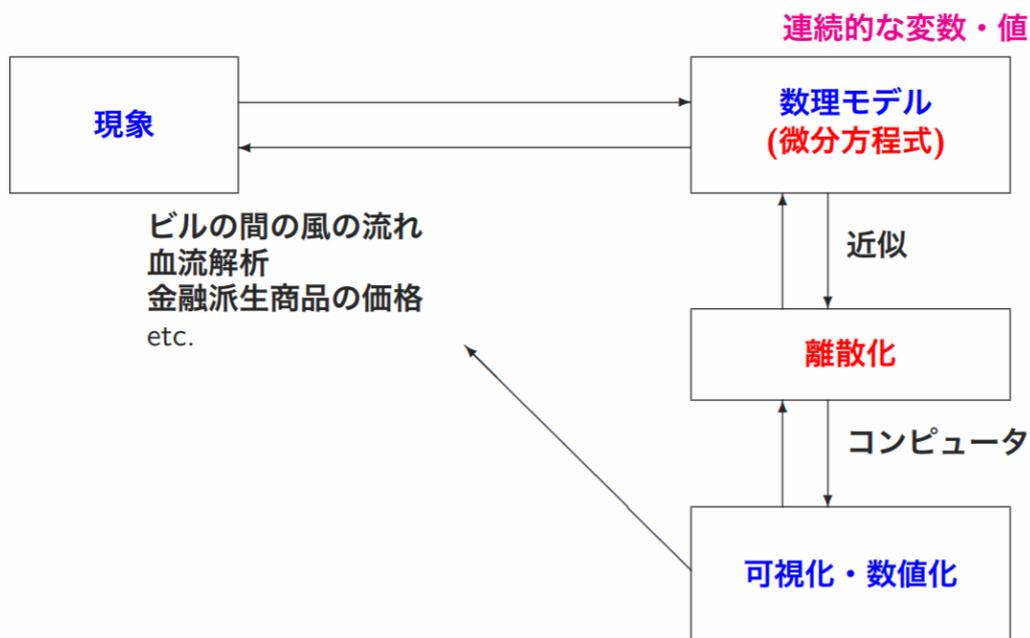
もうひとつの柱が「コンピュータシミュレーションへの寄与」である。コンピュータシミュレーションでは、知りたい現象を数理モデル（方程式や不等式）で表現し、その式を数学的アプローチで解析することで、現象を解明していく。

「数理モデルができたということは、式で表せたということ。そこから現象を解明するためには、方程式を解くという長いプロセスがあります」

簡単な方程式であればそのまま解くことができるが、実際の現象を表すモデルの多くは複雑な微分方程式で表される。微分方程式は連続的な値をとるが、コンピュータは有限な値しか扱えないので、コンピュータで計算するためには、式を近似して無限次元のものを有限次元に射影（離散化）しなければならない。そうして初めて、解を数値として求めることができる。

「現象と数理モデルを結ぶ横の線(図)を完全に理論的に証明することは事実上不可能で、私たちができるのは、観測したデータに合っているかどうかということぐらいです。しかし数理モデルから数値解を求めるプロセスに関しては、数学的にはっきりとした理論体系で証明できます。その理論体系を構築するのが数値解析です。数値解析によって、数理モデルから求めた解の正当性が保証され、数値から現象を解明するという斜めの線がつながります」

現象と数理モデル



(図) 現象と数理モデル

数学は異分野をつなぐ共通言語

現在では、こうしたシミュレーションを用いた研究は、理工学はもちろん、経済学や臨床医学などさまざまな分野で行われるようになった。研究の規模もどんどん大きくなり、さまざまな分野の専門家が携わる、いわゆる異分野横断研究が行われている。齊藤さんも JST 戦略的創造研究推進事業の CREST 研究に、共同研究者として参加している（「放射線医学と数理科学の協働による高度臨床診断の実現（2010–2016）」「臨床医療における数理モデリングの新たな展開（2015–2021）」）。

「現象を日々観察し、研究している方々は、考えていらっしゃることが現実に即していて、実に的確です。ただ、その分野の言葉をそのままコンピュータにのせるわけにはいかないの、数学の言葉に変換して、解を導きます。そういう意味では、数学は色々な分野の共通言語です。異分野をつなぐということも、数学者に求められる大きな役割ではないでしょうか」

理論と応用、両方の視点を備えた後進を育成したい

研究と並び、後進の育成にも力を入れる（インタビュー第1回でお話を伺った柏原さんの大学院博士課程時代の指導教員である）。協働研究で他分野の研究者と話すうちに、数学者に憧れていたけれども、自分には才能がないと思ってやめてしまったという人が意外に多いということに気づいた。「もちろん、数学者になるのが一番良いなどというつもりはありませんが、『数学＝才能のある人がやるもの』という間違ったイメージのために自身の可能性を捨ててしまうのはもったいないと思います」

齊藤さん自身、小学校のときは算数が好きではなかったし、ご本人曰く「成績もよくはありませんでした」。中学受験をする人もほとんどない環境で、のんびりと育った。中学で、記号や文字がでてくる『数学』を学ぶようになってからは多少理解できるようになり、「数学は、筋を追っていけば解けるもの」というイメージを持つようになったという。「発想力や才能がないから、とあきらめる必要はない。研究者に必要なのは、息の長い論理を、集中力をきらさずに最後まで追いつけられる粘り強さです」と力を込める。

授業では、理論と応用の両方の視点を重視する。「数値解析は、真理探究の面白さと社会への貢献が同時に味わえる分野です。需要も多いので、研究する人がもっと増えると嬉しいですね」

取材・執筆 梶浦真美（フリーランス・ライター）
日本数学会 ジャーナリスト・イン・レジデンス