

特集／物理現象を読み解く 数学的手法

## はじめに

物理のための数学の多様性と普遍性

出口 哲生

数学と物理学の関係は古くかつ新しい。最も古くはニュートン力学と微積分の関係が有名であるが、現在でも新しい数学的手法が次々に発展している。その理由として考えられることは、物理学を表現するために数学は本質的に必要な道具であり、物理科学の発展のためには新しい数学が欠かせない、ということである。それでは現在、物理から数学へ、どのような要請がなされているのであろうか。

新しい数学を求める根源的な動機の例として、物質の仕組みを理解したい、という物理学の究極の目標の一つを挙げることができる。例えば鉄はなぜ磁石の性質を示すのか、水を凍らせるとなぜ氷ができるのか、など相転移の現象や、生命現象を支える生体物質はどうやって多様な機能を実現させているのか、など挙げれば数限りなく学問的な問いかけあるいは問題意識が存在する。これらはすべて、自然現象を理論的に理解したい、という人間の根源的な知的欲求に基づくものと理解できるであろう。

今回の特集では物理現象、特に統計物理学に関係する多体の現象を記述する数学的手法についての論文が集められている。ここで多体とは、複数の対象が相互作用することを意味する。さらに分野的に見ると、広い意味で高分子あるいはソフトマターの物理に関連する話題が多い。ソフトマター

の物理は、20世紀後半に確立された比較的新しい分野である。様々な新しい数学的手法が必要であり、さらに発展していく可能性が秘められている。非平衡統計力学もいくつか新しい切り口があり、今後さらに展開していくと思われる。今回の特集ではASEPなどの格子模型や作用素環の数学など厳密なアプローチが論じられているが、最近の非平衡系の研究では、他にも様々な話題が報告されており、互いに影響を及ぼしながら研究が進展していくと予想される。この領域分野の全体に活気があって、発展していく気配が感じられる。

幅広い物理現象を記述する数学的手法には様々な種類があり、特に20世紀前半に量子力学が確立された後、物質の物理学が発展するなど、物理学における多様性は拡大した。もはや物理の内容は力学や電磁気学だけというわけではない。一見すると、事例ごとにバラバラに見えるかもしれない。しかし実は、多様性の中にも一貫した普遍性が存在し、自然現象を記述するために導入された様々な数学的手法を一つの統一的な視点から理解することができると思われる。

実際、興味深いことに、例えば経路積分など、物理学のいくつか少数の理論的手法が手をかえ品をかえて、様々な現象に適用される場合が非常に多い。技術的に言えばその結果、いくつかの基本的物理理論を深く理解することによって、数多くの