

特集／物理的思考法のすすめ

## 物理学と数学

藤川 和男

物理学と数学の結びつきの歴史は古い。近代物理学の創設者であるガリレオは物理学の法則は数学で記述されると言ったと言われ、ニュートンは物理学者であると同時に歴史に残る数学者でもあり自然法則を記述する基本的な手段として微積分学を作りだした。力学の基礎方程式はニュートン方程式として2階の微分方程式で表され、自然界の全ての巨視的な運動を記述する原理となった。

ニュートン以降も、解析力学でおなじみのラグランジュとかオイラーとかハミルトンは全て一流の数学者であった。ヤコビも19世紀を代表する数学者の一人であり、2重周期を持つ楕円関数論は最近でも超弦理論で重要な役割を果たしている。また力学系の深い考察からS.リーは連続群の考察に導かれたと言われている。非ユークリッド幾何学に関しては、リーマンが考案した一般次元のリーマン幾何は一般相対性理論の基礎を与えた。他方、マクスウェルは電磁気現象の実験事実を記述する方程式として現在マクスウェル方程式と呼ばれる方程式を発見した。この方程式は4次元時空とローレンツ変換の概念を含んでいた。もし4次元時空という概念が19世紀に明確に認識されていたとしたら空間の幾何学を深く考えていたリーマンは一般相対性理論を考えたと違いないと、プリンストン大学でJ.ウィーラーが講義で学生に話して聞かせるのが常であった。光と野球のボールの運動に類似性を見つけるのは3次元の空間では難しいが4次元時空では両方とも測地線を描いて

いるわけである。数学の全ての分野で才能を発揮したガウスは同時に電磁気学等でも名前を残している。

同時に、理論物理学と数学には、その基本的な手法において大きな差異もあるように思われる。このことが、例えば、今回のような特集が組まれる所以でもある。物理学では非常に具体的な物理的現象に基づいて非常に具体的な方程式とか場の理論の作用に基づく考察が行われ、数学では例えば2次元空間での数学的定理の高次元空間への一般化というような抽象的な観点から研究が行われることが多いように思われる。このような差異に拘わらず、物理学は数学を最大限に利用し、物理学での経験が数学に新しい息吹を吹き込むことが、過去に行われたように将来も続くことが期待される。

本特集では、物理学で用いられている数学的な考え方を主として数学に興味を持つ人たちに紹介することが中心的な目標として据えられている。ただし、あくまでも物理学者として物理的な考えの解説が中心であり物理学を犠牲にして数学の解説をするということは考えられていない。数学は、数学者がよりよく知っているからである。解説の執筆者は我が国の理論物理学の長老から中堅の研究者に広くわたっており、これらの解説から読者の皆さんに理論物理の考え方を感じとって頂けるのではないかと期待している。

(ふじかわ・かずお、日本大学理工学部)