

特集／現象と物理概念を結ぶ方程式

方程式の力

現象と概念をつなぐもの

和 達 三 樹

1. はじめに

様々な自然現象にはそれらを裏付ける原理・法則があり、そのつながりを体系的に理解するための道筋（基礎方程式）が物理の諸分野に存在する。しかし、方程式の発見で物理は終わりではない。基礎方程式は、既知の現象を説明するだけでなく、自然に対する我々の理解をさらに深めてくれる。例えば、マクスウェル方程式は電磁場を記述する方程式であるが、電磁波の存在を予言し、さらにはその背後にはゲージ理論や特殊相対論などの新しい概念が秘められている。本特集「現象と物理概念を結ぶ方程式」では、諸分野での基礎方程式を取り上げ、その意義を確認するとともに、現象と概念がどのような形で関連し発展されるかを見ていきたい。より広い視野からの理解と考察である。

2. 科学的方法

本特集の序論として、科学的手法の構成をまとめ、基礎方程式の役割・位置づけを説明する。

1) 観察、観測、実験 科学は自然の観察から始まった。観察をより一歩進め、自然が引き起こす現象を単に見るだけでなく、それらの性質を測

る、すなわち、数値で表すのが観測である。このような定量的研究が始められると、調べるべき試料の作成や観測条件の設定など、自然への能動的な働きかけが工夫され、実験的手法が導入されることとなった。

2) 規則性から法則へ 観察・観測・実験によって自然現象に規則性が見出されると、その規則性をより基本的な視点に立ち返って理解したいと考えるようになる。このような思考法を還元主義といい、近代科学はこの還元主義の方法で成功を収めてきた。物理現象でいえば、関連する諸物理量間の関係を調べることにより物理法則が発見され、それらは基礎方程式としてまとめられている。

3) 普遍性と予測・制御 得られた物理法則や方程式は、既知の事柄をまとめ、説明する。この時、より広い現象を一般的に記述できなくては基本法則、基礎方程式とはいえない。それらの普遍性や適用限界を実験とともに検証することが必要になる。現在の科学技術は、こうして確立された法則、方程式を用いて、物理現象の制御、予測、そして新しい現象の探求を行っている。

まとめると、自然現象 → 原理・法則 → 基礎方程式 → 予測・制御の一連の過程、またはその繰り返しによって、物理の基礎方程式は確立されてきた。言うまでもないが、この科学的方法では、科学の客観性が大前提である。理論的にも実験的にも、誰でもが追試・再現できなくては、真の法則ではない。