

特集／物理現象における表現の多様さ

## 巻頭言

和田 純夫

物理学という学問を深めていくと、一つの現象に対して複数の説明法があることがわかってくる。真理は一つだと考える原理主義者ならば、一方の説明は間違い（あるいは不十分）であり、他方の説明のほうが正しい（あるいは真理に近い）と考えるかもしれない。心の広い相対主義者ならば、物事には様々な見方があると、すべてを受け入れる気持ちになるかもしれない。物理好きならば、多くの説明を見て、単純に嬉しくなるかもしれない。ファインマンは、物理学者が一つのことに対して様々な理解を得ることの重要性を説き、複数の説明があること自体が自然界の本質なのではないかと述べている。

この特集では実際、同じ現象に対して複数の説明があるという事情が、物理のあらゆる分野で見られるという話をさせていただく。順番に簡単に内容を紹介しておこう。

最初は古典力学である。大学初年度で学ぶ力学は、 $ma = F$  という運動方程式を基本とするニュートン形式である（と言っても、微分方程式として運動方程式を書いたのはニュートンではないが）。それに対して、ラグランジェ形式とハミルトン形式というものもあるが、ラグランジェ形式は力学の背後に変分原理というものがあることの反映と云うべきだろうか。ハミルトン形式のほうは、二

階微分方程式は一階連立微分方程式になるという数学の単純な原理の反映とも言えるが、そのようにして作られた理論には深い内容が含まれている。

電荷は電場から力を受けるというのは常識だが、ファラデーはこの現象を、電荷は電気力線によって引っ張られると解釈した（引張力）。また電気力線によって押される力もあるとした（側圧）。磁場による力も磁力線の引張力と側圧によって説明する。高校で磁気力をローレンツ力として学んだ人はとまどうだろう。両方の力があるのではなく、どちらの見方もあり、同じ結果を与えるということである。力学的な表現を使えば、状態の変化を運動方程式として見るか、エネルギーと運動量の流れとして見るかの違いであり、数学的には同等である。これも、背後にある変分原理の結果と云えそうである。

では変分原理はなぜ成立するのか。その理由は、古典力学の背後に量子力学があるからだという印象を私はもっている（「印象」と曖昧な表現を使ったのは、法則に多様性がある理由の解釈にも多様性があるからである）。量子力学で変分原理の意味を理解するには、シュレーディンガー方程式ではなく経路積分という形式がわかりやすい。これらの差は数学的には微分形か積分形かの違いだが、式から見えてくる景色にはかなり違いがある。この特集では、普通の量子力学の問題を経路積分