

特集 / 物理法則の直観的理解

物理における直観的理解とは

その効用について

柴田 文明

1. 序

高校から大学に入り物理を学び始めると、初年級で行われる力学、電磁気学、熱力学といった古典的な物理学の様相が高校のときとは一変して、数式の多さに驚くことになる。高校時代に数学の得意な生徒は物理学科に進学するとよい、と言った人がいたが、確かにそういう面がある。高校と大学との間にあるギャップは相当なもので、高校時代の物理は微積分法を使わない。大学が入試問題を作成する際に、かなり気を遣う部分である。他方、微積分が中途半端なまま大学に入ってきた学生は、古典力学の最初からつまづくことになり、「補習」が必要となる。線形代数、微積分は物理を学ぶ上で必須であるからだ。

また、新入生は頻出する新たな記号に違和感を抱くということも起こる。古典力学と電磁気学に登場する「勾配」、電磁気学や流体力学では不可避な「発散」、「回転」といった記号で、それらは偏微分というもので書かれている。慣れてしまえば何ということもないのだが、初心者にはかなり大きな壁となる。

さらに学年が進むと量子力学が登場する。ブラケットの世界が展開されて、行列と同じことだ、と言われても何のことだか、ますます分からなく

なる。さらにその先には統計力学があり、正準集合、大正準集合といったかなり抽象的な概念が現れる。

このようなとき、数式や新たな思考法が語りかけている事柄をイメージとして、あるいはもっと具体的に図や絵として、学ぶものの直感に訴える説明があれば、講義を受ける学生のハードルは随分と低くなるだろう。もっとも、物理という分野に数式は欠くことができないので、直観的理解と数式的理解とは車の両輪として必要となる。このことは初心者に限らず、研究者に対しても同様である。例えば、素粒子同士が相互作用をして互いに影響を及ぼし、離れ去っていく過程は、ファインマン図というもので表すと実に分かりやすい。このとき、近寄ってくる2つの粒子の軌跡を実線で表し、互いの相互作用に破線や波線を割り当てる。うるさいことを言えば、これらの実線や波線は粒子が飛来する実空間における実際の軌跡を表しているとは限らないのだが、それでもファインマン図が果たす役割は大きい。

本特集は、このような視点から物理を新たに捉え直そうという意図の下に構成されている。大まかに言えば全体は3部からなる。以下、解題的に内容を示そう。読者は、この案内を羅針盤としてテーマを選ぶことができるだろう。