

特集／グラフィックでわかる物理

グラフィックでわかる物理

Visual な理解

原 康 夫

1. はじめに

「グラフィックでわかる物理—イメージから広がる直観的理解」というこの特集号の趣旨は、物理教育における visual な理解の有効性を検討し、どのように活用すればより有効になるのかを探ろうということである。Visual の名詞の vision には、視覚の他に心に描く像という意味もあるので、頭の中に描く静止画や動画も含めて考える。

ところで、物理学は事実に基づいて論理的に理解するものだと考えている読者の中には、物理を絵、図、イラスト、写真あるいは動画などを用いて直観的に理解し、あるいは理解させるという手法に違和感をもつ人がいるかと思う。

この小論で、私は基礎になる事実の理解においても、事実に基づいて論理的に理解する過程においても、visual な手法がきわめて重要な役割を演じることを指摘したい。

2. 古典力学の基礎を築いた visual な実験

物理の歴史を振り返ると、イメージと直観的な手法は重要な役割を演じてきた。ピサの斜塔での自由落下実験および長い糸に吊り下げられたおもりが最低点付近で等速直線運動するので摩擦のない平面上で球は等速直線運動するはずであるというガリレオによる慣性の法則の思考実験は、ニュ-

トン力学への道を拓いた visual で直観的手法の見事な例である。また、パリ市民に地動説を疑問の余地なく信じさせたのは、振動面が周期 24 時間/ $\sin \theta$ で回転することを市民の前で示したフーコーの振り子の実験であった (θ は緯度)。

これらの実験はマクロな世界の運動の法則と力の法則および慣性座標系を、数式に頼ることなく直観的に理解させるのに有効であった例である。この事実は教育の現場でもっと重視されるべきであろう。

3. 波動力学は visual な量子力学

眼に見えるマクロな世界の運動法則ばかりでなく、目に見えないミクロな電子の運動法則である量子力学の理解でも、visual な理解は重要であった。量子力学は 1925 年にハイゼンベルクによって行列力学として誕生した。しかし、物理量は交換関係に従う行列だとする行列力学は取りつきにくい。多くの人が量子力学を理解できるようになったのは、visual に理解できる波動関数が主役を演じる波動力学が、1926 年にシュレーディンガーによって発見されてからであった。現在、初等量子力学の教育は波動力学の教育だと言ってもよい。例えば、水素原子と言うと我々は基底状態の波動関数をイメージする。

しかし、波動力学に現れる波動関数は、そのものが観測の対象になる古典的な波とは異なり、絶対