

物理教育と物理学史

原 康 夫 工学院大学エクステンションセンター

物理教育では、受講生に適切だと考えられる物理の標準モデルが作られ、教科書が刊行され、教育が行われている。「モデル」の意味については、素粒子の標準モデル、飛行機のモデルなどで使われている幅広い意味から推測してほしい。

文化遺産である物理学は物理学者によって作られた。しかし、物理の授業は、紆余曲折が多かった物理学史の授業ではない。物理の標準モデルへの歴史的事実の反映に関して、いくつかの例で考えてみたい。

例 1 力学

多くの力学入門書には、ニュートンの名前だけしか出てこない。しかし、ニュートンは運動の法則とケプラーの法則から万有引力の法則を導いたが、運動の法則と万有引力の法則からケプラーの法則を導いてはいない。こちらはオイラーによってなされた。初等力学の授業でこのような史実に触れる必要はないと私は考える。

例 2 熱学

熱学の教科書には、熱機関の効率に関するカルノーの原理が出てくる。カルノーは、エネルギー保存則の発見前に、熱素説に基づいてこの原理を証明したが、教科書では、エネルギー保存則に基づいて導く。つまり、実際とは少し違うのだが、熱素をわざわざ持ち出さないことが教育的だと考えられている。

例 3 特殊相対論

アインシュタインは、「特殊相対論を発見したときにマイケルソン-モーリーの実験は知らなかったと発言したそうであるが、標準モデルでは、マイケルソン-モーリーの実験を説明したあとで、特殊相対論を説明する。

上記の 3 例は、学生が物理の標準モデルを理解するには、物理学史の事実とは実際には少し違う説明の方が効果的だと考えられる場合である。「朝永さんの量子力学 I に紹介されている量子論の歴史が事実と異なるという書評をどう思いますか」という私の質問に、朝永さんは「歴史学者の書いた本を読むより司馬遼太郎の歴史小説を読む方が歴史の真実が分かった気になるだろう」と言われたことがある。参考になる言葉である。

例 4 プランクの法則

ニュートン別冊「量子論」(改訂版, 2009 年)の 38 頁に,

「1900 年にプランクは高温の溶鉱炉から出る光の色と炉の温度の関係の実験結果と一致する公式を発見した. プランクはこの公式の深い意味を突き止めようとした. 数週間後プランクは公式を説明するには, 振動数 ν の光を放出する原子や分子の振動エネルギーは必ずエネルギーの最小単位 $h\nu$ の整数倍にならなければならないことを発見した。」

という趣旨の文章が記されている. この文章を私が読むと、光を放出する原子や分子が存在するのは空洞の壁だと考え、「空洞を囲む高温の壁を構成している振動数 ν の光を放出する原子や分子の振動のエネルギーは必ず $h\nu$ の整数倍になる」と読めてしまう.

ところが文章の下線を付けた部分は、標準モデルの教科書での「空洞中の振動数 ν の光 (電磁波) のエネルギーは最小単位 $h\nu$ の整数倍にならなければならない」という文章に対応する. そこで、監修者の和田純夫さんに問い合わせたところ、「プランクの講演記録を読むと、『照射をうけて振動する共鳴子』、『輻射場の中にあり・・・共振している共鳴子』、『共鳴子が・・・輻射場の中であって、相手に直接影響を与えないほど互いに十分離れている場合』などの文章がある. プランクは共鳴子が原子、分子だとは言っていないが、共鳴子のイメージは物質中の、電磁波を吸収・放出する何らかの粒子というイメージだと思う. 私は単に、光子を放出するミクロな粒子という意味で、原子・分子のようなものと（素人相手に）説明した」という趣旨の返事がきた.

プランクの講演でのプランクの法則の導出法を読めば、プランクの「共鳴子」は電磁場の基準振動の調和振動子であることがわかる. ニュートンの記事の執筆者が、「共鳴子」を「共鳴子」とせず、「原子や分子のようなもの」とも訳さず、現実の原子や分子とは異なることを承知の上で敢えて「原子や分子」と訳した意図を私は理解できない.

科学リテラシーの普及を図る読み物は、科学の標準モデルの理解につながるように執筆され、読者も「実際には少し違うかもしれないが、本質的には同じだ」という前提で読むことが望ましいと私は考える.