

はじめに

物理学とは、観察・実験に基づく実証と理論的な論証を車の両輪として、物の理（ことわり）を明らかにしていく学問です。またその理論体系において、物の理を説明するためにできる限り一般化した法則を見出すことを目標とします。それ故に、その理論は非常にすっきりとしたものであり系統的で秩序だっています。通常の物理学のテキストでは、最初にこの秩序だった理論体系を示し、それに基づいて種々の具体的な現象を説明できることを示します。

私は、これまで大学の専門課程の他に、教養課程や大学予備校の物理教育にも携わってきました。そのような場において、毎回の講義・授業時に質問票を配布して、講義内容に対する学生・生徒の質問を受け付け、次回の講義時に回答するというスタイルをとってまいりました。その結果は意外なもので、「その法則が成り立つとすれば色々な現象を説明できることは納得できるが、その法則の示す内容が自分の体験と一致しないので、その法則の妥当性が分からない」という質問が多く、物理を深く考える学生ほどその点で躓き、その先に進めなくなるという傾向が認められました。例えば、エネルギー保存則によれば、一定の高さにある物体は位置のエネルギーが変化しないので、その物体を動かさない限り仕事をしたことにはならないのですが、重い物体を持っていると次第に手が疲れてくるので人は仕事をしていると思う。そのエネルギーは保存されていないのではないかと。また、運動量保存則において、一つの球を静止した球に衝突する前後において運動量が保存されるのは分かるが、最初の球を動かすときに運動量は保存されているのか？ また、電子の電荷は負だと教えられたが、何故正ではいけないのか？など、物理を教えてきた我々がショックを受けるほどの鋭い指摘もありました。そこで、これでは良くない。秩序だった学問体系は数学的な処理に習熟すれば後からでも理解できるようになるが、厳密さをある程度犠牲にしても最初に物理学の本質を理解せしめることが重要だ、と考えるようになりました。それには、身近な物理現象から如何にして物理の一般法則が導かれるように至ったのかを最初に教える必要があるのではないかと。すなわち、我々の五感で認識できる自然現象から出発して、一步一步、一般化した法則を見出していく過程を示す。そのために演示実験の観察と、物理学の発展の歴史に沿って、先人たちが物理法則を見出してきた過程にスポットライトを当てることを試みました。その成果もまた、意外なものでした。高等学校でほとんど物理学を学んでこなかった医療系志望の女子学生たちでさえ、大学の教養課程の物理学を

学んでその面白さに目覚め、物理の専門課程を目指す学生たちよりも良い学業成績を納めるようになりました。

しかしながら、問題もありました。物理学の発展の歴史は試行錯誤の歴史でもあり、永年にわたり誤った理論が信じられてきては覆される。あるいは正反対の主張が並行して進行する状況もあり、体系的な物理学のようにスマートに議論を進めることができません。そのために限られた授業時間では割愛せざるを得ない項目も多々ありました。また本質を直感的に理解させるためには、ある程度強引な定性的な論証をせざるを得ない部分もありました。それにも関わらず、このような講義内容を敢えて進めた理由は、物理学に全く関心のなかった学生や、逆に深く考えすぎて先に進めなくなった学生が、物理学の素晴らしさに気付き、それを学び、あらゆる学問分野に生かしてくれるであろうことを期待したからであります。

我が国においては、これまでにこのような内容に沿って記述された物理学のテキストはほとんど見当たらないため、科学史の書籍をテキストとし、ほとんどの講義を配布プリントに基づいて進めてきました。また試行錯誤的な講義の流れを少しでも学生に分かりやすく伝えるために、板書の時間を省き、プロジェクターを用いてビジュアルに情報を伝えることを試みました。さらに、多くの演示実験の小道具を自作して実験やビデオ観察を行い、学生に実験結果の予測を問うことにより、アクティブラーニングの機会を設けました。

このような物理学の講義形態を大学の教養課程あるいは高等学校においても進めていただけるならば、あらゆる学問分野を目指す学生たちが物理学を学ぶようになり、物理的な考え方に基づいて考察していただけるようになるのではないかと期待し、これまでの講義ノートをまとめたテキストを執筆することに致しました。

本書は画像を中心とした構成としましたので、図を追うだけでもある程度の内容が理解できるように配置してあります。図をプロジェクターで映すような講義や自習に利用していただければ幸いです。

(ただし、インターネットサイトや他の出版物等への画像の転載はお断りいたします)

2017年2月

中川益生