

1 はじめに

1.1 科学・物理学・力学

人は自然とのかかわり合いを通して、“自然を理解したい”という生来の願望を育てると共に、その理解を深めて来た。この事は、アリストテレスの有名な著書“形而上学”の最初の言葉

人はだれでも生まれつき知ることを求める

という言葉にも現れている。知る対象は、人により物理、化学、生命、情報等多岐に渡るであろうが、とりわけ理学部の学生には生まれつきの生来の願望という部分を大切にしてもらいたい。

自然を理解するという事が、科学や理学の意味するところである。自然と訳される言葉はギリシャ語のピュシス (physis) からきており、物理学 (physics) はそれに由来する。現代の物理学は、1 fm よりも小さな極微の世界から、百数十億年前の宇宙誕生のシナリオにまで目を向けている。力学基礎で学ぶニュートン力学は、“物質 (物体) の運動と力の解明”に関する学問であり、力学基礎でもこの側面に重きをおく。ニュートン力学が現在の分類では古典物理学の範疇に入るものであるが、近代科学 (理学) の祖であり手本と呼べるものである。今後より進んだ現代物理学や他の理学の分野を勉強する上で基礎となるものであるののでしっかりと勉強して欲しい。

1.2 理学の手法

科学はほぼ全ての分野で、実験 (観測) と理論が車の両輪のようにお互いに協調して進んで来た。この実験 (観測) を伴う実証的姿勢は、自然科学の規範とも言えるものであり、数学 (理学の一分野ではあるが) とは大きく異なる面である。以下、物理学を例に典型的な研究手法をまとめる。

- I. 観測・実験の蓄積 自然科学研究の出発点である。さらに単なる蓄積ではなく、得られたデータを定量的に処理する事が重要である (そうでないと、単なる博物学になる)。
- II. 仮説 (理論) の設定 得られたデータを分析・考察し、仮説 (理論) を設定する。理論は多くの場合、抽象化、理想化された要素 (基本的実体) と原理 (基本法則) からなる。
- III. データの説明と予言 理論に基づき、得られたデータを説明すると共に、新たな現象を予言する。
- IV. 理論の検証 理論の予言を実験 (観測) する事により、理論を検証する。
- V. 理論の限界や誤りの認識 理論と矛盾する実験・観測結果に遭遇すれば、理論の限界や誤りが認識され、その理論は放棄される。研究は仮説の放棄の連続である。
- VI. 新たな仮説 (理論) の構築 V. の問題を乗り越える新たな理論を構築する。大きな例では、20世紀はじめにおける、ミクロな世界の法則である量子力学の発見である。
- VII. III. に戻り、自然の理解を深める。

1.3 基本法則

化学がその“多様性”を特徴とするならば、物理学の特徴は統合化 (unify) にあると言える。以下に述べる物理学における基礎理論の変遷からも、その特徴がよく理解される。

これから学ぶニュートン力学は、物体の運動をつかさどる基本法則の体系として 17 世紀後半に完成した。これに対して、電気現象と磁気現象、加えて光の諸性質を統一的に理解する法則が電磁気学であるが、これが確立したのは 19 世紀後半にマクスウエルらによる。これら 2 つをあわせて古典物理学といい、これにより物理学は完成したと考えられた時期があった。

その後、原子や分子などのミクロな世界で、古典物理学では理解されない現象が次々と発見され、ミクロな世界の理論として量子力学が構築された。マクロなものはミクロなものの集合であるので、原理的には量子力学はニュートン力学を内包する。

さて、古典物理学の 2 本柱であるニュートン力学と電磁気学は理論上あい矛盾する性質を持っており、その違いは光速に近い世界で顕在化する。1905 年にアインシュタインが発表した特殊相対性理論はニュートン力学を修正し、力学と電磁気学を整合する 1 つの理論にまとめた。

基本に近づく次のステップは、量子力学と特殊相対性理論の統合である。これは場の量子論により実現された。この理論により反物質 (反粒子) が存在することや、粒子が生成・消滅する事が理解された。最初に発見された反粒子は、陽電子で 1932 年のことである。

場の量子論はある種の統一理論であるが、超新星や銀河といった巨大質量 (エネルギー) が関与する現象を扱う事は出来ない。この現象を扱う理論が 1915 年にアインシュタインが提唱した一般相対性理論である。

現代物理学は場の量子論と一般相対性理論に基づいて、宇宙誕生の瞬間にまでせまろうとしているが、この 2 つの理論は整合する形で統一されていない。現在種々の理論が提唱されているが、21 世紀の物理学の大きな課題の 1 つが、場の量子論と一般相対性理論を統合する“究極の統一理論”の構築にある。

1.4 大学の物理を学ぶに際して

高校での物理は、極言すれば、「法則・公式の記憶と具体例への応用」である。大学での物理では、

基本法則と物理量の理解と数学的記述の理解

に重きを置く。本講義を通じて、大学での物理の学び方を身につけて欲しい。