

まえがき

近年の大学に於ける基礎教育は専門教育以上に重要性を増してきており、文部科学省や経済産業省による「学士力」および「社会人基礎力」で表現される能力が、高等教育を受けた学生に対し、社会が求める一つの指標となってきている。この事は、過去数年に教養教育や基礎教育の見直しに言及した文部科学省中教審答申、経済産業省の中間報告書などに経緯と達成目標等が詳しく記述されている。端的に言えば、ゆとり教育以降に大学に進学する学生は、習得学力や専門教育を学ぶ基礎学力の不足が見られる傾向にある。この学生の能力の多様化の状況に対し、教育のレベルを学生に合わせることで対応してきた。各大学に於いて初修科目が多くなった所以でもある。基礎教育の見直しの中、大学はそれぞれの立場を明確にすべく、アドミッション・カリキュラム・ディプロマに関する各ポリシーを設定し、公開する事が求められてきている。その理念の中で教育の質の確保をするために PDCA サイクルを最適化し、基礎教育と専門教育の接続を滑らか且つ効率的に行い、社会人基礎力を付けた学生を排出する事が求められている。

物理学は数学的手法を多用して大凡あらゆる理学系・工学系学問の基礎をなす。基礎であるからには少しの知識と大いなる論理的思考力をもって、様々な問題を総合的に解釈し組み立てる体系でなければならない。本書は先に述べたような多様化した学生の資質に答えるべく、著者間の検討を十分に経て教育すべきレベルを設定したつもりである。然し、著者たちが勤務する大学に在籍する学生が日本の大学生のレベルを代表するとは考えていない。従って、従来の教科書然とした部分も盛り込んで理想は多少高く掲げた上で、授業内容は平易に理解できるよう教育面での配慮をしたつもりである。現行の大学教育で行われている Semester 教育に合わせ、ファンダメンタルという語をつけて理工系学生が専門の物理学を学ぶ基礎を講義と演習の繰り返しによって論理的思考力を鍛える事ができるようになっている。

本書の構成は物理学で用いる数学、質点および質点系と剛体の物理学である。初めに物理学を学ぶ上で必要となる微分積分・ベクトルの概念を学習し、質点の運動の様子を表す物理量を習い、運動方程式と理想化した運動へのその応用、さらに仕事とエネルギーの概念、運動量、力積に繋げてゆく。また、質点系の重心などの性質や角運動量などの振る舞いを学習した後に、剛体の力学の基礎を学ぶ。全編を通して、各章の内容を理解するための基本的な例題、レベルを分けた演習を設定した。章立てはオーソドックスな構成にしてあるが、習熟度の異なる学生にも対応できる配慮をした。例題を理解した後に関連する基本的な演習を解き、さらに余裕のある学生には多少歯ごたえのある問題を含む演習も用意してある。

再び述べるに、ゆとり教育に関しては様々な場面で教育の質が問われる事態になっているのは、高等教育の現場において教育ならびに研究に携わる者たちが常々感じ、且つ対処に悩む大きな課題である。率直に日本の、ひいては世界の理工学の未来を憂える事態であると感じる教育者も多いと思う。世界的に見れば欧州に始まるボローニャ宣言など、国境を越えた互換性と汎用性のある教育が求められる時代に突入した一方、過去行われてきた教育レベルの維持が難しくなってきた実情がここには在る。文部科学省の中教審答申はこのような世界的な動向を見据えつつ我が国独自の状況を加味しつつ高等教育の方向性を模索しているようにも見える。そして、平成 23 年には学校教育法施行規則により、教育課程に

於ける上述の3つのポリシーに関するそれぞれの具体的な明示が求められた。理念の高尚さと現実の学生気質や社会情勢の齟齬が表面化しつつある中で、教育の質を維持・確保する努力が高等教育の現場に求められている。然るに、高等教育に携わる我々は求められているこれらの大きな課題を真摯に受け止め、次世代へと文化を伝える大きな使命を持ちながら行うという素晴らしい機会を十分に発揮できる事になる。

このような中、平成23年3月11日に東日本大震災が起きた。原子力発電の安全神話が崩れたことも含め、東北地方を中心に関東にまで亘る人知を超えた自然の大きさと厳しさを世界に知らしめる事になった。筆者の一人は半年程経った被災地に単身で行き、微々たるボランティアをしてきた。そこでは言葉を失うような惨状を目の当たりにしたが、次世代を担う全国から集まった若者たちのパワーも感じてきた。未曾有と表現される大変な状況で未来への希望を持ち続ける事は大変ではあるが、現在を生きる人間として困難に向き合う力をつけ、やり遂げる力を互いに与え合わなければならない。復興までに十年単位の時間が掛かると予想されるだけに、継続的で順調な復興を願うとともに、土木、建築、電気、化学、情報などの分野に於いて、基礎となる物理学が社会に生かされる事を祈念しつつ、本書がその一助にでもなれば幸甚であると考えてる。

2013年2月

著者一同

学生の皆さんへ

私たちのまわりを見渡すと、身近な所から壮大な宇宙まで、様々な自然現象に満ちあふれています。実はそのような自然現象は簡単な法則に従っていることが分かり、その法則は数学という手段を用いて表現することができるのです。このように自然現象にひそむ法則を探索する学問が物理学です。

ファンダメンタル (fundamental) とは、英和辞書で調べると「基本の、基礎の」のような意味が書かれています。この本は講義を通じて、理工系の学生さんが教養として修得して欲しい必要最低限の物理学の基礎的内容を効率よく学習できるように用意されたものです。物理学は数学・化学・生物学・地学とともに科学の基礎として、理工学部の各学科で学ぶ専門分野の基礎を形作っています。したがって、物理学をきちんと理解することは、各分野での専門的知識を修得するために、大変重要となります。本書とその続編である『ファンダメンタル物理学—電磁気・熱・波動—』を学ぶことにより、理工学部で学んでおく事が望ましい物理学の主な分野を、自然な流れで学習できるようにしてあります。

この本では物理学の基礎として「力学」を扱います。力学は物理学の基礎中の基礎であり、身近な物体から天体の運動までをニュートンの運動方程式を基礎にして理解する学問です。力学を学ぶ事により、自然現象を考える上で基礎となる概念、物理学特有の思考方法、問題設定の仕方と問題解決の手順などを身につけられる事が期待できます。本書では物理学の基本的な考え方を、高校で物理学を履修していない学生の皆さんでも理解することができるように丁寧かつ平易な解説に努め、基礎的な質点の力学を中心に剛体の力学までの内容を記しました。公式の暗記に頼るのではなく、論理的に考えることにより、物理現象を深く理解できるようになることを目標とします。本書を通じて学んだ物理の基本的な内容が理解できれば、理工系の学生として十分な素養を獲得したと言えます。是非、本書の最初から出発し、最後まで読んで理解を積み上げて欲しいと思います。

ニュートンの運動方程式から運動を捉える為には数学（微分と積分、ベクトル）の知識が不可欠です。本書は最初に力学を理解するために必要な数学の内容をまとめました。演習問題を数多く用意しましたので、ノートと鉛筆を持って実際に手を動かして計算し、解き方を身体で憶えるぐらいになってほしいと願っています。

さらに本書の特徴として、各章にはいくつかの節があり、各節の本文の後に理解を深めるための例題が載せてあります。例題には解答を詳しく記してあるので、後の演習問題を解く上で、多いに役立つはずです。演習問題は各章の最後にまとめてあり、難易度の易しい問題を A、やや難しい問題を B と設定しました。なるべく例題と演習問題を対応させて、理解度を高め、記憶に留めることができるように配慮したつもりです。また、例題や演習問題もできるだけ高校の物理でとりあげたものを使用し、これらを微積分とベクトルを用いて、大学で学ぶ物理として深く理解することを目標としています。

将来、物理の知識や考え方が必要な場面にきっと遭遇するでしょう。その時に、本書が何らかの役に立つことを願います。

2013年2月

著者一同