

## 数理物理学入門 [ 方法と概念 ]

### はじめに

この教科書は、私がこの20年間 UCLA で教鞭を取ってきた、物理学の数学的手法に関する2つの学部コースの講義ノートが元になっている。それぞれの章で扱っている主題の多くは、それらの講義でも折りにふれて採り上げてきた。2つのコースのうち、一方は基礎物理学コースに進む前の第3学年（ジュニアコース）において、もう一方は第4学年での選択科目（シニアコース）として、それぞれ教えてきた。これらのコースは、勉学途上にある学生諸君のさまざまな意見を反映しながら、20年にわたり発展し続けてきた。そしてジュニアコースは今や、電磁気学や量子力学の入門編として、欠くことのできない役割を果たしている。ただしここでは、解析力学については触れていない。また選択科目であるシニアコースは、複素関数論と深く関わるようになってきた。この本の内容と照らし合わせて言うと、ジュニアコースでは最初の3章の簡単な節について、またシニアコースでは第6章の全体について、それぞれ1学期の時間を割いて教えている。私が受け持っている学生のほとんどは物理学専攻だが、特にシニアコースにおいて、工学部や化学部からの学生も多く見受けられる。シニアコースはまた、それまで複素関数論に触れる機会がなかった大学院初年度の学生たちにも支持されている。

数理物理学を基礎物理学コースから独立した科目として教えるというアイデアは、学生諸君にとって、物理理論の数学的側面を理解することや数学的技法に習熟することの助けとなる。これらの講義が、他大学での同種の講義と同じく成功を収めているものと、私は信じている。ただし教えやすい講義であるとはいえない。私の経験からいえば、物理学の数学的手法に関する我々のジュニアコースは、教えるのが最も難しい学部コースの1つである。幾つもの要素（物理学の多様性、学生の能力、修得すべき数多くの事柄、・・・）が組み合わされており、そのことが、理解することを一層困難にしている。適切な難度およびスタイルにて書かれた解りやすいテキストがあれば、このような困難に煩わされることも無いであろう。この本がそれらの要求を満たしているものと、私は期待している。

この教科書では、各章でそれぞれ1つの主題を取り扱っている。第1章「空間のベクトルおよび場」では、電磁気学で必要とされるベクトル解析について論じている。第2章「変換論・行列理論・演算子法」では、古典力学および量子力学で必要不可欠とされる代数学の数多くの事柄について論じている。それはまた、物理学の一般的な数学的構造とも深く関わっている。第3章「フーリエ級数とフーリエ変換」では、学生諸君が量子力学を理解するのに必要となる、数学的技法の解説を行っている。第4章「物理学における微分方程式の取り扱い」では、運動方程式や状態方程式を解くのに必要な、数学上の基礎概念およ

び解析技法について述べている。第5章では「特殊関数」をカバーしているが、それらの関数の性質が容易に見い出せるよう、特殊な技法について強調して論じている。最後の第6章「複素関数論」では、複素解析の基礎について詳細に述べている。その内容は、複素関数論を理解し上手に扱う上で、とても基礎的なものである。そしてまた、物理学の勉強を全うしようと志す学生諸君に、堅固な数学的土台を与えるものである。以上に挙げた事項のほかにも、採り上げたいことはたくさんあったのだが、頁数の制約上省略せざるを得なかった。それらの中には、無限級数・テンソル解析・確率論・変分計算・数値解析・コンピュータ数学などが含まれている。

文章スタイル及び内容の難易度は、各章あるいは各節ごとに異なっている。大体において講義はゆっくりと進めているが、特によく使われる定理・公式の導出については、基本となる節においてより詳しく解説している。ただ私の経験から言うと、詳細な解説だけでは、講義の進展について来れない学生が出てくるのも事実である。この点、忍耐強く聡明な教官の存在にとって代わるものは無いだろう。その一方で、さらに進んだ節においては、読者がより高度の知識と熱意を有しているものと想定して、かなり簡潔な記述で済ませている。この部分が理解できれば、さほど苦労せずに、欠けていた知識の大部分が補えるであろう。簡潔さはまた、本を参照する機会が多ければ、長所にもなるものである。教科書として利用した後も、参考書として書棚に未永く置いてもらえれば、私にとって望外の喜びである。

私の講義を受講し、この本の元になった講義ノートを活用してくれた学生諸君に、ここで感謝の意を表しておく。彼らの批評や提案が、この本の内容をより豊かなものにする上で、とても役に立った。そしてまた、これらの講義の問題点を一緒になって解決してくれた、多くの助手の方たちにも謝意を表す。さらに、この本を読んで助言や提案を下さった編集者・校正係・同僚の教官の方々にも、深く感謝する次第である。そして特に、この二人の方の名前を忘れることはできない。Beatrice Blonsky 夫人には、長年にわたりこの本の手稿をタイピングしていただいた。彼女の熱意がなかったならば、この本は決して日の目を見ることはなかったであろう。Ron Bohm 氏には、タイプ原稿をコンピュータ入力する骨の折れる仕事を、精力的にこなしていただいた。これら全ての方々に、心より感謝の意を表する次第である。