

刊行の言葉

近年の物理学は著しく発展しています。私たちの住む宇宙の歴史と構造の解明も進んできました。また、私たちの身近にある最先端の科学技術の多くは物理学によって基礎づけられています。このように、人類に夢を与え、社会の基盤を支えている最先端の物理学の研究内容は、高校・大学で学んだ物理の知識だけではすぐには理解できないのではないのでしょうか。

そこで本シリーズでは、大学初年度で学ぶ程度の物理の知識をもとに、基本法則から始めて、物理概念の発展を追いながら最新の研究成果を読み解きます。それぞれのテーマは研究成果が生まれる現場に立ち会って、新しい概念を創りだした最前線の研究者が丁寧に解説しています。日本語で書かれているので、初学者にも読みやすくなっています。

はじめに、この研究で何を知りたいのかを明確に示してあります。つまり、執筆した研究者の興味、研究を行った動機、そして目的が書いてあります。そこには、発展の鍵となる新しい概念や実験技術があります。次に、基本法則から最前線の研究に至るまでの考え方の発展過程を「飛び石」のように各ステップを提示して、研究の流れがわかるようにしました。読者は、自分の学んだ基礎知識と結び付けながら研究の発展過程を追うことができます。それを基に、テーマとなっている研究内容を紹介しています。最後に、この研究がどのような人類の夢につながっていく可能性があるかをまとめています。

私たちは、一步一步丁寧に概念を理解していけば、誰でも最前線の研究を理解することができると考えています。このシリーズは、大学入学から間もない学生には、「いま学んでいることがどのように発展していくのか？」という問いへの答えを示します。さらに、大学で基礎を学んだ大学院生・社会人には、「自分の興味や知識を発展して、最前線の研究テーマにおける“自然のしくみ”を理解するにはどのようにしたらよいのか？」という問いにも答えると考えます。

物理の世界は奥が深く、また楽しいものです。読者の皆さまも本シリーズを通じてぜひ、その深遠なる世界を楽しんでください。

須藤彰三
岡 真

まえがき

本書は、スピン流を中心にスピントロニクス基礎物理の最近の進展をまとめたものである。近年、スピン流の概念は物性物理やエレクトロニクスのいろいろな領域に登場するようになり、新しい現象を開拓する有用な指導原理の役割を果たしてきた。基礎物理においても、幾何学的位相や相対論など現代物理学の面白く美しい部分との深いつながりが明らかになりつつある。他方でスピン流の概念はメモリデバイス開発等への応用が進み、その一部は実用化に至っている。基礎物理、応用の両面において、我が国の研究者の貢献が非常に大きい分野でもある。

スピン流に多くの注目が集まるようになったきっかけの一つが、スピンホール効果・逆スピンホール効果の発見である。この発見によって、スピン流を容易に検出することが可能になった。さらには、スピンホール効果の理論的な考察をきっかけに、量子ホール状態と同様にトポロジカル秩序をもつトポロジカル絶縁体の存在が予言され、実験的な確認も行われた。トポロジカル絶縁体の物理は、現在は独立した一分野としての発展も遂げている。

このようなダイナミックな展開は、物理学、材料工学、電子工学など異なる分野の研究者が力を合わせ情熱を注いだ成果であり、特に実験物理と理論物理の密接な相互作用が研究を大きく推進させたと言ってよい。本書はこの活気を伝えたい、という思いで書き始めた。特に、物理の美しさの一端を堪能しながら应用到直結する有用な現象を理解できる構成となるよう努力したつもりである。

予備知識としては、学部3年程度で習う基礎物理のみを仮定している。また、実際の研究の現場で頻繁に使う計算や概念を詳しく説明したので（例えば、2.1節および付録）、学部学生から大学院生のためのテキストとしても、現場の研究者が知識を整理するための参考書としても利用できると思う。

本書は、第1章から第4章および付録を齊藤が、第5章から第7章を村上が主に執筆したが、全体の内容は著者二人が共同で検討を行い、首尾一貫した構成となるように配慮した。本書をまとめるにあたって、多くの諸先輩方、先生

方，同僚のご指導を頂いた．厚く感謝申し上げたい．紙面の都合上全ての方のお名前を挙げることは難しく，本書作成にあたって直接のご協力を得た方のお名前を挙げるに留めたい：

針井一哉博士，井口亮博士，内田健一博士，大門俊介氏，廣部大地氏，津久井梨絵さん．最後に，本書の完成は家族の協力あってのものであり，この場を借りて以下の方々に感謝したい：齊藤美貴，佑治，村上佐枝子，史帆，航．

2014 年 2 月

齊藤英治
村上修一