

## まえがき

電気と磁気の結合は 19 世紀の物理学の主題であり、その成果は現在の文明社会を支えている。このような経緯から電磁気学は完成した学問であると考えられているが、実は、現在、物質中の電気と磁気の結合が大きな注目を集め、改めて基礎研究が行われている。ここでは「マルチフェロイクス」や「スピンの流れ」といった新しい概念のもとで、従来の電磁気学では考えられていなかった物理現象の開拓が行われている。本書は、このうち、マルチフェロイクスについて取り扱う。マルチフェロイクスとは、静電場と静磁場の結合を許すような条件を満たす物質群のことを指す。

本書は、物理学を学びつつある、あるいは一通り学んだ学部生、大学院生、社会人、研究者を対象として、マルチフェロイクスに関する研究の発展を紹介する目的で書かれた。特に、本シリーズの趣旨に則り、学部 1-3 年生で学ぶ基本法則と最新の研究成果の接点を意識しながら解説することに努めたつもりである。

固体中には、おびただしい数の電子と原子核が存在する。それらの運動に基づいて固体の性質を理解するためには、多くの基礎知識が必要となる。具体的には、電界や磁界が個々の電子や原子核に及ぼす影響や、粒子間の相互作用を知るために、電磁気学や量子力学が不可欠となる。また、多数の電子や原子核の運動を巨視的な応答と結びつけるためには、統計力学の助けがある。最終的な電磁応答や温度変化の記述には熱力学が用いられる。このように、固体物理学では前提とされる基礎知識が多岐にわたるため、研究の最前線を理解しようとしても、一部の基礎知識の欠如のためにつまずくことも多い。そこで、本書では、次のような構成をとることにした。まず、第 1 章では、マルチフェロイクスが示す性質を簡単に紹介し、この分野における興味の中心がどこにあるのかを述べる。その後、第 2 章、第 3 章、第 4 章で、それぞれ、電磁気学、量子力学、熱・統計力学の中で電気磁気効果の理解に必要な事項を抜き出す形で解説する。第 5 章と第 6 章でマルチフェロイクスを舞台とした静電気と静磁気の結びつきに関する研究の最前線を紹介する。第 7 章において物質の電磁波

応答の基礎を紹介した後に、第8章でマルチフェロイクスが示す特異な電磁波応答に関する研究の最前線を紹介する。

2012年の春に須藤先生より打診を受けた際は、このような教科書の必要性に共感して引き受けたものの、いざ書き始めると物質科学の理解に不可欠な基礎知識があまりにも多いことに驚愕した。しかし、マルチフェロイクスに限らず、物質の世界は奥が深く興味は尽きない。その面白さは、多くの知識を学習する労力を補って余りある。さらに、物質科学が人類の役に立つ実学であり続けていることも重要である。物理学の知識をもとに将来の物質科学研究に携わってであろう若い方々にとって基礎的な学習の動機付けとなってくれば、本書を執筆した意義も少しはあるだろう。

本書の執筆にあたっては、多くの方々と議論が役に立った。教科書を読むのが決して好きとは言えない私にとっては、人との議論が教科書がわりである。また、本書の主題であるマルチフェロイクスとの出会いは、木村剛先生（現阪大）との共同研究であり、私自身が当初から明確な見通しを持って始めたものではない。その後も、多くの研究者の方々と共同研究を行う機会に恵まれた。これらの皆様方に個別に直接お礼を申し上げる機会はなかなかありそうもないので、ここに謝意を表したい。最後に、本書について、さまざまな提言をいただいたシリーズ編集委員長の須藤先生にお礼を申し上げる。

2014年2月

有馬孝尚