ま　え　が　き

電磁気学のすすめ

電磁気学は，大学で学ぶ物理学の中で，力学と並んで最初に勉強する重要な分野である．そこで得る知識は，理工学分野のほかの科目を学ぶときにも必要となる．いや，知識ばかりではない．大学初年級の電磁気学を学ぶとき，それまで知らなかった物理的な考え方に出会うことになる．Chap. 2 で導入される「場」の考えは，最も重要な例である．そのような考え方が，学生時代に物理のほかの科目を学び，のちに社会人として科学技術に関わる仕事をするときの基礎体力となるだろう．

電磁気学で扱われる現象は，家庭電化製品，携帯電話，コンピューターから大型エネルギー機器，情報通信技術など，日常生活の非常に多くの局面で見られる．電磁気学の応用は，原子サイズであるナノの世界の超 LSI，医療工学機器，バイオセンサーなどの開発でも，今後さらに重要性を増していくであろう．

本書の内容構成

本書は，電磁気学を初めて学ぶ人を対象としている．本書の構成について説明しておこう．

電磁気学はその言葉通り，電気と磁気に関する学問である．この本は 16 の章から成るが，これを 4 つのグループに分けることができる．すなわち，数学（Chap. 0），電気（Chap. 1～7），磁気（Chap. 8～11），電磁現象（Chap. 12～15）の 4 つである．

Chap. 0 の数学では，微分・積分の初歩とベクトルの考えを導入してから，本書を読むのに必要最小限な応用を解説する．この章は，後の章を読む

ときの公式集となる．

Chap. 1～7 では電気現象を扱う．各章のタイトルは，「電荷」，「電場」，「電位」，「電気容量」，「誘電体」，「電流」，「直流回路」と，基本的な術語が並んでいる．その意味では，各章がそれぞれ長い用語解説であると見てよいかもしれない．章を読み進むにつれて，これらのタイトルを要素として一通りの電気現象が組み立てられることになる．

磁気現象に関する Chap. 8～11 では，「磁石と磁気的な場」，「電流が作る磁束密度」，「電流にはたらく磁気力」，「アンペールの法則」と，具体的な現象や法則がタイトルになっている．そして，この 4 つのタイトルをつないでいけば，一見複雑に思える磁気現象のストーリーが，初歩から高度なところまで，系統立った姿を現す．

最後のグループ，Chap. 12～15 では，電気と磁気が相互にからみ合う電磁現象を学ぶ．そこでは，電気と磁気は切り離せないものであることを知り，電磁気学の全体像が得られることになる．

本書の執筆方針

執筆方針として，なるべくわかりやすく丁寧に説明することを基本としている．そのために特に留意したことを，以下に挙げる．

(1)　電気と磁気の対応を意識して理論を展開する．例えば，電場に対する磁束密度，電気力線と磁力線，誘電体と磁性体，電場のエネルギーには磁気的な場のエネルギーなど，電気と磁気で相互に対応する物理量や現象が多い．その際，両者の共通する点と違う点をはっきりさせることにより，どちらも正しく理解できる．

(2)　「電場」に対する用語として，本書では「磁場」という言葉を使わずに，「磁束密度」を使う．磁気的な性質をもつ空間を一般的に表現する用語としては，「磁気的な場」という言葉を使うこともある．このことについての詳細は，9.4 節を参照してほしい．

(3)　図の説明をできるだけ丁寧にする．図の解釈を容易にするために，その描き方にまでさかのぼって説明する場合もある（例えば 9.1 節の図 9.1）．

また，磁気的な問題ではしばしば 3 次元的な図が現れるが，例えば，12.1 節の電磁誘導のコイルと磁力線の図 12.3 などでは，線の見えない部分を鮮明に示して，両者の位置関係を正しく読みとれるようにした．

(4)　物理学の他の分野との関連を意識し，より広い視点から電磁気学を解説する．例えば，ポテンシャルエネルギーについては力学，誘電体では物質科学，電気抵抗では固体物理学，電磁波では波動論といった分野がその例である．

わかりにくさを受け入れよう

電磁気学は，例えば力学と比べて，わかりにくいという印象をもつかもしれない．目に見える物体の運動を扱う力学に対して，見えない電気を対象としていることもその一因であろう．だから，一旦はそのわかりにくさを素直に受けとめるしかないとも言える．

電磁気学では，物体内の場所によって違う電荷分布や，充電時の電荷の時間変化など，これまでになじみのない現象が出てくる．これも最初に述べた新しい物理の見方である．

Chap. 15 までの道のりは長い．途中でくじけずに，“一度読んでわからないときは，また後で読む”というくらいの気持ちで学んで欲しい．

以下は，電磁気学を苦手とした先輩である著者の告白である．本書は初心者向けの教科書であるが，著者自身もある意味で電磁気学の初心者と言えるかもしれない．昔著者が学生で物理の厳密な理論体系の美しさを追っていた頃，期末試験で苦手だった科目が，複雑な電磁気学だった．以後，物理の研

究・教育を職としながら，電磁気学をきちんと理解せずに生涯を終わってしまうのかと，気持ちに引っかかるものがあった．筑波大学を定年退職後，中央大学で電磁気学の授業を担当する機会を得て，“電磁気学の複雑さを少しでも解きほぐそう”と思い，この本を書くに至ったのである．というわけで，電磁気学を理解する苦労の体験が，執筆に生かされていれば幸いである．

本書の出版に際して，裳華房 企画・編集部の小野達也氏，石黒浩之氏に大変お世話になった．多くの貴重なご意見を頂いて本書を完成させることができたことに，特に感謝したい．

2005 年 10 月

岡崎　誠