

まえがき

電磁波を工学に応用する学問である電磁波工学は、19世紀以降、通信・放送やエネルギー、計測などを通して社会に多大の貢献をしてきている。電磁波工学は、電波領域に着目して伝送線路やアンテナを含めて体系化された、普遍的な内容を含む学問領域である。この分野は今後ますます重要となり、電気系の学生にとって不可欠な学問的素養になると思われる。

歴史を振り返ると、1844年に発明された電信機によるモールス信号で、有線による情報伝達が可能になった。1864年にはマクスウェルにより電磁波の存在が予言され、1888年にヘルツにより電磁波の存在が実証された。これにより、無線でも情報伝達ができるようになり、有線と無線の技術的基盤が揃った。

20世紀に入ると、とりわけ第2次世界大戦を契機として、皮肉にもレーダなどのマイクロ波技術が大きく進展した。1948年のトランジスタの発明に端を発した半導体技術は、デジタル技術との親和性がよく、放送や通信においてアナログからデジタルへの変換を促し、今日の電磁波工学の隆盛を支えている。

20世紀後半になると、衛星通信や電波望遠鏡などにより、地球上だけでなく宇宙規模での情報の送受信ができるようになった。近年では、地球から遥かかなたの宇宙へ探査機「はやぶさ」を送り、地球への帰還を果たしている。これも無線による微弱信号の受信技術やデジタル技術がなければ不可能なことである。以上の技術は、電磁波の中でも電波の利用によるものである。

1970年代には光ファイバ通信が実用化され、伝送線路として銅以外に、誘電体である石英を材料とする光ファイバが用いられるようになった。これは電波よりも高周波の光波を用いて情報を伝送する社会インフラを支えている。

無線技術は、放送やマイクロ波通信だけでなく、今や移動体通信（携帯電話）や無線LAN、GPSなどを通して私たちの身近なところまで普及し、生活形態

をも変えている。エネルギー利用に関しては、電子レンジからマイクロ波送電なども考えられるようになってきている。

電磁波工学では、電磁波の基礎理論の扱いや特性理解、およびアンテナや伝送線路などの応用との橋渡しに習熟することが重要となる。電磁波は電磁界からなっており、これを扱う主要な方法は次の3つに大別される。

- (1) マクスウェル方程式を用いた電磁界の扱い。
- (2) 電磁ポテンシャルを用いた電磁界の扱い。
- (3) 分布定数線路と電磁波解析の類似性に着目した扱い。

上記(1)、(2)はこの分野の伝統的手法で、古くから出版されている書籍ではこれらに依拠した記述がなされているが、数学的なハードルが多少上がる。(3)は電磁界特性を電気回路とのアナロジーで扱う理論であり、高周波化する回路とのマッチングがよい。また、回路理論に習熟している電気系学生にとって取り組みやすい利点がある。本書では、従来の電磁波工学の伝統を守りつつ、これら3つの手法を有機的に結びつけた記述を目指している。

本書は講義録に加筆したものであり、特徴は以下の通りである。

- (i) 従来の電磁波工学のオーソドックスな枠組みを残しつつ、分布定数線路による扱いも含めて体系化している。
- (ii) 理解を助けるため、要所で内容のポイントや式が意味する点などを、箇条書きで示している。
- (iii) 例題や演習問題を通して、電磁波工学の基礎が理解できるようにしている。また、演習問題にはできるだけ詳しい解答をつけて学習の便を図っている。特に計算問題により各種特性値の次元が把握できるように配慮している。
- (iv) 損失がある媒質中での電磁波特性を第4章と第5章などで記述している。
- (v) 講義時間の都合で初学者では省いても差し支えない、多少高度な内容や細かい内容は、章や節の後半に配置して、学習上支障が出ないように工夫している。

本書を出版するにあたり、終始お世話になった共立出版(株)の関係各位に厚くお礼を申しあげる。

2020年7月

左貝潤一