

書評

「マクスウェル・場と粒子の舞踏：60小節の電磁気学素描」

吉田武 著、共立出版

植本 昌則 (北海道工業大学)



ISBN 4-320-03400-7

全 136 頁

1800 円

著者は、この種の本では隠れたベストセラーとなっている「オイラーの贈り物：人類の至宝 $e^{i\pi} = -1$ を学ぶ」(海鳴社)を書いた方です。ここでは電磁気学をテーマにした「マクスウェル・場と粒子の舞踏」を紹介しますが、姉妹本として力学をテーマにした「ケプラー・天空の旋律」(共立出版)もあります。

本書は副題通り電磁気学に関する 60 の主題について書かれており、1つの主題について見開き 2 ページでまとめてあります。本の厚さは薄く手頃な値段の本ですが、内容は非常に濃い本です。構成としては、まず全体の約 1/3 を使った導入部分から始まります。電磁気学を理解する上で必要な複素数・ベクトル・座標系・演算子から、フーリエ変換・ラプラス変換・変数変換・微分積分・各種関数(調和, グリーン, ルジャンドル, ベッセル)・各種方程式(ラプラス, ポアソン, コーシーリーマン)・恒等式(グリーン)・公式(レイリー)・各種定理(ストークス, ヘルムホルツ)等々に至るまでが説明されています。次にニュートン力学・力のポテンシャル・調和振動子・波動関数等を経由してから、後半部分の電磁気学へ入っていきます。本題の電磁気学の部分ではマクスウェル方程式・電荷保存則・遠隔作用近接作用から始まり各種法則(クーロ

ン, ガウス, ビオサヴァール, オーム)・電磁波・誘電体・磁性体・単位系・ゲージ変換・ポインティングの定理・応力テンソル・静電容量・相互インダクタンス, 電気双極子放射, アンテナ等々を経て, 最後に相対性理論まで続いています。途中には電気回路や電気機器的な話も含まれており, 変わった所では, フランクリンの凧・鉱石ラヂオ・ボルタの電池等が取り上げられています。また普通のテキストでは見ることの少ない, アハラノフボーム効果・先進遅延ポテンシャル等々についても触れられています。

例えば, 遠隔近接作用・クーロンの法則・ガウス法則と続く部分では, “場”の考え方に触れた後にヘルムホルツの分解定理に従って“非回転”と“無発散”成分に着目しながらスカラーポテンシャルと電界を導出し, クーロンの実験法則や静電場との対応に触れています。そしてガウス法則の積分形と微分形の意味を遠隔近接作用や“場”の考え方から説明し, 静電遮蔽やアーンショーの定理に言及しています。また, ゲージ変換の部分では, マックスウェル方程式と等価な式をスカラーポテンシャル・ベクトルポテンシャルを用いて導出し, 不定性とゲージ変換の説明後にローレンツゲージに触れてから, 編微分方程式を解く前まで説明しています。

以上, 薄い本ながらよくここまでと思うほど電磁気学に関して多種多様でかつ重要な事項をまとめてある反面, 公式の羅列に終わっていないのがこの本の特徴です。思うに, 我々工学屋さん(そうでない方もいらっしゃると思いますが)にとって, 物理屋さんのきっちりした物の見方が新鮮に映るのではないのでしょうか。著者は結言で, 「本書は“組立キット”なのであって, 完成させる作業は読者のものである。読者が, 自らの手で逐一計算を確認していけば, そのノートは軽く千頁を越えるであろう。それは苦しいが楽しい, 本物の学問への入門である。」と書いています。特に学生さんはこの本をきっかけにして, 興味のある所・必要な所を自分で調べてトレースしていくと本物の実力がつくと思います。