



電磁気学

について調べる



★ 関連キーワード

- マクスウェル方程式
- 電磁波
- ベクトル解析

「Paste (ぱすて)」とは？

ぱっと分かって、すっと頭に入る、テーマ別調べ方ガイドです。みなさんの学習をサポートする、総合図書館ラーニング・サポーター（LS）による作成です。レポート作成の際などにお役立てください

1. イントロダクション

1-1. 「電磁気学」とは？

力学と並び古典物理学の双璧をなす電磁気学は、人類の暮らしを最も豊かにした学問と言っても過言ではない。街灯の明かりや電気製品、自動車やコンピュータなど、身の回りのあらゆるものが電磁気学の原理に基づいて動いている。19世紀にマクスウェルによって、電磁気の性質全てが大きく4本の微分方程式(マクスウェル方程式)にまとめられ、これを解けば電磁気のふるまいを決定できることが分かった。物体の軌道を時間の関数として表す力学の考え方とは少し異なり、マクスウェル方程式に登場する電場と磁場は、時間と空間の各点でベクトル的な値を持つ「場」として扱われる。このような電磁気学の考え方はそのまま現代の物理学に繋がっており、物理学を学ぶ上でのお手本として非常に重要である。また背後に隠れた相対論的構造が、後の特殊相対性理論の創設のきっかけになるなど、歴史的にも洗練された理論体系である。

1-2. 学習するにあたってのポイント

電磁気学で記述される電磁場はベクトル的な場であるため、まずベクトルの取り扱いに慣れることが重要である。しかし、必ずしも事前にベクトル解析などを学習する必要はなく、電磁気学を学ぶ過程で身に付けていけば良い。この「場」という概念にいきなりイメージが湧くかが理解の大きな鍵となる。

電磁気学は真空中の理論と物質中の理論に大きく分けられるが、前者は主に理論的な体系を、後者は電気伝導などの物性的な面を扱っている。まずは最もシンプルな真空中の静的な理論で考え方を身に付けると良い。またマクスウェル方程式から波動方程式を導き、電場と磁場がこれに従って伝搬する電磁波になると理解することが一つ重要である。

1-3. 一般向けに書かれた資料・読み物

■ 電磁気学の考え方 / 砂川重信著

電磁気学の直観的なイメージを分かりやすく説明してくれる。数式や定理の物理的意味が丁寧に書かれており、数式の行間もほとんどない。著者は大阪大学出身の名誉教授。

【書誌 ID=2003052345】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||SUN||2

2. 学習用資料

2-1. 事典・ハンドブック 類

■ 岩波数学公式 / 森口繁一, 宇田川銈久, 一松信著

数学の公式集。手元に置いておくと便利。

【書誌 ID=1002104161】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 410.38||IWA

■ 基礎物理数学 / ジョージ・アルフケン, ハンス・ウェーバー著

全4巻からなる数理物理の有名な本。特にVol.1「ベクトル・テンソルと行列」は、ベクトル解析に登場する公式や種々の定理の証明などが載っている。理論物理学の具体的な問題を中心に数学の説明がなされており、物理学全体を概観するのもよい。

【書誌 ID=1003114207】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 421.4||ARF

2-2. 最初に読むべき資料: 教科書・古典

■ 電磁気学 / 横山順一著

真空中の静電場から始まり、さまざまな実験事実からマクスウェル方程式を導いていく標準的な順番で説明されている。ガウスの法則などのベクトル解析やディラックの δ 関数などの必要な知識が付録にまとまっており初学者向きである。

【書誌 ID=2004135593】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||KOD||4

■ 電場と磁場 / 長岡洋介著

静的な理論について標準的な説明がされている。電磁気学の入門の講義で教科書として挙げられることが多い。続巻では電磁波などの時間変動する理論を扱っている。

【書誌 ID= 2002012941】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||BUT||1

2-3. 最新情報が確認できる資料: 主要雑誌・年鑑・Web ページ

最先端の研究を理解するためには電磁気学以外の知識も必要であるが、興味があれば以下に挙げる資料を基に、現在どのような研究がされているかを調査してみると良い。

■ Physical Review Journals

アメリカ物理学会発行。物理学の有名なジャーナルの1つ。カテゴリがアルファベットで分けられており、さまざまな分野の論文が出版されている。大阪大学図書館からアクセス可能。

【ISSN= 1079-7114】【書誌 ID=OJ00000561】電子ジャーナル

■ arXiv (<https://arxiv.org/>)

査読を受ける前の最新の論文(プレプリント)がチェックできる web サイト。

2-4. その他専門書・学術論文等で注目すべきもの

以下では電磁気学をより深く学ぶための教科書や論文を紹介する。難しいものもあるが、雰囲気だけでも感じられると面白い。

■ 理論電磁気学 / 砂川重信 [著] (第3版)

電磁気学の理論的な体系について、かなり詳しく書かれた教科書。入門書では省略されがちな、時

間によって変動する場合の問題や、物質中の電磁気学なども説明されている。アインシュタインによって完成させられた特殊相対性理論まで、発見の歴史的な経緯と共に書かれている。

【書誌 ID=2003369449】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 427||SUN

■ 電磁気学 / ファインマン, レイトン, サンズ [著]

量子電磁力学の仕事で朝永振一郎らと共同でノーベル賞を受賞した、ファインマンによって書かれた教科書。じっくり学びたい人向けであり、電磁気学の多彩な現象を独特の語りで説明している。

【書誌 ID=2003021728】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||FEY||3

■ 物質の電磁気学 / 中山正敏著.

主に物質中の電磁気学に焦点を当てた教科書。準定常電流、誘電体、磁性体などの電気工学や物性物理学の基礎となるトピックを中心に扱っている。真空中の理論を一通り学んでから読むとよい。

【書誌 ID=2003171546】総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||IWA||4

■ 電磁気学演習 / 山村泰道, 北川盈雄共著

電磁気学の定番問題を集めた演習書。レポートの問題で分からないことがあったらまず探してみると似たような設定の問題が載っていることがある。院試対策にも良い。

【書誌 ID=2003671185】理工学図-東館 2F 図書 427||DEN

■ Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory

Y. Aharonov and D. Bohm, Phys. Rev. 115 (1959) 485

<https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.115.485>

電場や磁場の単なる書き直しと思われていた、スカラーポテンシャルやベクトルポテンシャルでしか説明できない現象(アハロノフ・ボーム効果)を予言した論文。量子力学の知識が必要だが、意欲があれば2、3回生でも論文の2章にある基本思想を理解できるかもしれない。

■ Quantised singularities in the electromagnetic field

Paul A.M. Dirac, Proc. Roy. Soc. Lond. A 133 (1931) 60

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.1931.0130>

磁石をいくら分割しても必ずN極とS極に分かれるように、マクスウェル方程式では磁場の発散は0であり、磁気単極子(モノポール)を持たない。ディラックはこのモノポールの存在を許すための量子化条件を示した。大統一理論などからモノポールの存在が期待されているが、現在までの実験では見つかっていない。

2-5. 有用なナビゲートツール: ブックガイド・リンク集

■ EMAN の物理学 (<https://eman-physics.net/quantum/contents.html>)

趣味で物理学の解説をしている WEB サイト。記事は出版物ではないため注意が必要であるが、幅

広い物理の分野について入門的な解説がされており、教科書に書かれている基礎概念程度であれば参考になる。

3. レポート・論文執筆用資料

3-1. 有用な検索キーワード

- ◆ 主要キーワード: 電磁気学/electromagnetism
- ◆ 関連キーワード: マクスウェル方程式/電磁波/スカラーポテンシャル/ベクトルポテンシャル/ポアソン方程式/ローレンツカ/ゲージ変換/オームの法則
- ◆ 補助キーワード: ベクトル解析/ガウスの法則/ストークスの定理/ δ 関数/グリーン関数

3-2. レポート・論文の書き方、学び方、引用・参考文献の書き方

■ LATEX2 ϵ 美文書作成入門 / 奥村晴彦, 黒木裕介著(改訂第8版)

数式を含んだレポートや論文を書くのに必須である LaTeX の入門書。ハンドブックとしても使える。

【書誌 ID=2004511168】総合図-A 棟 2 階 アカデミック・スキル・コーナー 021.49||OKU

本文中で紹介している図書・雑誌について

図書名・雑誌名の後ろに「書誌 ID」(10桁の数字)の記載があるものは大阪大学で所蔵しています。この10桁の数字で大阪大学 OPAC(蔵書検索システム)が検索できます。

