

ベクトル表記について

ベクトル表記 $a, b, c : \mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$

面積積分 $\iint_{S_0} \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$

体積積分 $E(\mathbf{x}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \iiint \frac{(\mathbf{x} - \mathbf{x}')\rho(\mathbf{x}')}{|\mathbf{x} - \mathbf{x}'|^3} dV$

電磁気学とは何だろうか

ニュートン力学

運動の第一法則：慣性の法則

運動の第二法則：運動の法則

運動の第三法則：作用反作用の法則

に基づきすべての力学現象を説明する演繹的方法

Maxwellの方程式

$$\text{div}\mathbf{D} = \rho$$

$$\text{div}\mathbf{B} = 0$$

$$\text{rot}\mathbf{H} - \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = \mathbf{i}$$

$$\text{rot}\mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$$

電気に関する法則とは：オームの法則、キルヒホッフの法則ではない。

2本線路を通過する電流は金属板にあげた穴の中を通過できない。

Maxwellの方程式がはじめにありき。境界値問題を含め、すべての電磁界現象を記述できる。

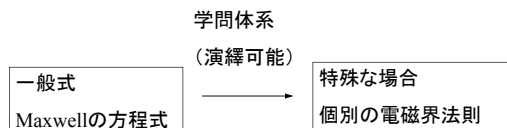
電磁気学の展開

Maxwellの方程式によって境界値問題を含め、すべての電磁界現象を記述できる。しかしこれでは体系が難しすぎる。慣性の法則、運動の法則、作用反作用の法則の3法則から展開できるニュートン力学と対比的。

電磁気学の体系の中では比較的わかりやすい（力学と関係のある）静電界から始める方法が普通であるが、全体を見通すことが難しい。できるだけ横道にそれることなくMaxwellの方程式にたどりつきたい。このために物質中の電磁気学を割愛する。

高校の大学で学ぶ電磁気学の違い

- ベクトル場・ベクトル数学の応用
- 現象の一般的理解



実験からの一般化
ファラデー、マックスウエル、アンペア

電流がつくる磁界の強さ

$$\text{rot}\mathbf{H} - \mathbf{i} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \text{Maxwellの方程式 (広義のアンペアの法則)}$$

$$\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{i} \quad \text{Maxwellの方程式 (狭義のアンペアの法則)}$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \quad \text{アンペアの法則}$$

ファラデーの電磁誘導の法則

$$\text{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t} \quad V = -N\frac{d\Phi}{dt}$$

Maxwellの方程式

電磁誘導の法則

遠隔作用と近接作用

電磁気学で取得してほしい「場」の概念。

クーロンの法則

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$$

CD-ROM

Electrostatic Charge, Coulomb's Law

ねじばりによる実験—クーロン：直接的方法である。

キャベンディッシュによる2重球間の電荷移動：2乗則が成立する場合にしか説明できない！

電磁気学に立脚した間接的証明、物理的意義が高い

万有引力の法則

$$F = -G \frac{mM}{R^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11}$$

近接作用による一般化—空間の歪み
エーテルの存在の否定

近接作用のイメージ

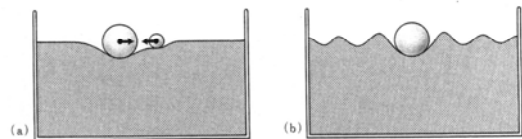


図 1.1 水面上のコルク球。(a)2個のコルク球間の引力。(b)コルク球の振動により伝わる水面上の波

電荷と電気力線

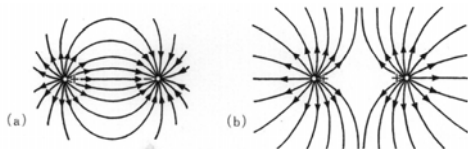


図 1.2 ファラデーの電気力線。(a)異種電荷間の引力。(b)同種電荷間の斥力

エーテル

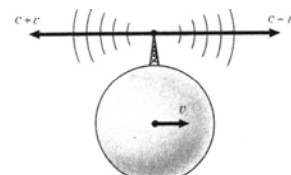


図 1.3 地球に対する電波の速さ