

電磁気学とは (電荷とクーロンの法則)

電気情報工学科* 3年 基礎電気磁気学
2015年4月14日(火)
第1回

概要

電磁気学の具体的な中身の学習に入る前に、電磁気学とは一体どのような学問なのかをレビューする。

1 今日のポイント

電磁気学は我々の実生活に密接に関連しており、その物理を理解することは非常に重要なことである。これから一年間、電磁気学の基本となる部分を学習していくことになるが、具体的な内容に入る前に、電磁気学がどのような学問かを大雑把に話し、今後の展開とこの講義の目的について説明する。成績の評価方法についても説明する。以下が今日理解すべき重要なポイントである。

- この講義の成績評価と勉強方法
- 電磁気的な力は非常に強く、我々の生活（物質の形成）に大きく関与している。
- 電荷
- クーロンの法則（ちょっとだけ）

2 成績評価と勉強方法

2.1 成績評価

この講義は以下の内容で最終的な総合成績を算出する。

*独立行政法人 国立高等専門学校機構 秋田工業高等専門学校

- 合格点は 50 点
- 前期中間, 前期末, 後期中間, 学年末の成績は試験結果 70%, 小テスト・レポート等を 30%で評価する
- レポート等の提出物を未提出の場合, 単位取得が困難となるので要注意
- 合格点に達しない場合は, 再試験を行うことがある (必ず行うわけではないことに注意)

2.2 勉強方法

電磁気学は電気情報工学科で勉強する様々な科目の中でも, 特に重要な基本となる科目である。したがって, 今後学習する様々な科目を修得するためには, 電磁気学の修得は避けて通れない。

電磁気学をいち早く理解し自分のものにするためには, より多くの演習問題を解くことが重要である。教科書をただながめて書かれていることを暗記するの全く意味のないことなので, 教科書や講義で配付する演習問題を解き, **電磁気学の考えかた**に慣れることが重要である。

まとめると以下が勉強する上で大切なことである。

- 暗記は無意味 (試験で点数はとれない)
- より多くの演習問題に取り組む
- 分からないこと (問題など) は, 先生や知っている人に聞くこと
- 積極的に先生を利用すること

3 電磁現象と我々の生活

3.1 自然界の4つの力

我々が生きているこの自然界には, 非常に多くの種類の力が存在すると想像するだろう。しかし, 実は以下に示す4つの力しか発見されていないのである。この他の自然界の力を発見できたら, それはノーベル賞どころか, 今までの物理の考え方を改めなくてはならないだろう。

弱い力 原子核のベータ崩壊などの原因となる (粒子の種類を変えることの出来る) 力。日常は経験することのない力だが, ミクロの世界では重要な役割を果たす。作用を及ぼす距離は, 大体 10^{-18} [m] である。

強い力 クォークを結び付け、陽子(p)や中性子(n)を作り、またそれらから原子核を作る力。作用を及ぼす距離は、大体 10^{-15} [m] である。

重力 質量がある物質の間に働く引力。いわゆる万有引力。作用を及ぼす距離は無限大と考えられている。

電磁力 電気を帯びた粒子にはたらく力。電子と原子核を結び付け原子を作る力、原子同士を結び付け分子を作る力は、電磁気力である。作用を及ぼす距離は無限大と考えられている。

これから学ぶ電磁気学では、このたった4つしかない力の内の1つを学ぶ事になる。弱い力と強い力は、原子レベルの非常に短い距離しか作用を及ぼさないで、日常生活では全く無視できる。一方、重力と電磁力は、非常に遠方まで作用を及ぼし、日常感じることができる。後で示すが、電磁力は重力に比べてとてつもなく大きい。そのため、世の中を形作るのは電磁力が主な作用を及ぼしていることになる。

3.2 電磁気力が関係する現象

ここではちょっと気楽に、以下について考察してみたい。これを考えることで、日常、経験することの大部分は電磁気力が関係することがわかるだろう。

- 日常生活で感じる力は、どんなものがあるか？
- それが、先に示した力とどのように関わっているか？
- 力以外で、電磁気的な事柄に関わることはどんなものがあるか？
- 日常生活で、電磁気的な事柄に関わらないことはどんなことがあるか？

4 電荷

電荷とは、電気の作用を起こす源（電気的な性質の荷物をもったもの）であり、電荷が現れること**帯電する**という。電荷には以下のような性質がある。

- 電荷は正（プラス）と負（マイナス）の2種類がある。これを**極性**という
- 異なる極性の電荷には互いに引力が働き、同じ極性の電荷には斥力が働く
- 異なる極性が等しい量がある場合、電荷が存在しないように見える（電氣的に中性である）

原子は正の電荷を帯びた陽子，電氣的に中性な中性子，負の電荷を帯びた電子という粒から構成されている．陽子および電子の粒一つの電荷量は，

$$e \approx 1.60 \times 10^{-19} [\text{C}] \quad (1)$$

であり，この e を電子または陽子一つの電荷量として電荷素量とよんでいる．また，[C] は電荷量の単位で**クーロン (Coulomb)** とよばれる．

5 クーロンの法則

5.1 クーロンの法則とは

詳しくは次回の講義で説明するが，電荷が2つ存在する場合に観測されるとても重要な法則を紹介しておく．

クーロンは電荷の性質を理解するために様々な実験を行った．その結果，以下のような法則があることがわかった．

- 2つの電荷の間に働く力の大きさは，電荷の積に比例し，距離の2乗に反比例する．
- 力の方向は，ふたつの電荷を結ぶ直線上にある．電荷の積が負の場合引力で，正の場合斥力となる

この実験結果を数学を使って表現すると，以下のような式の形になる．ただし，電荷と観測点との位置関係は図1に示す体系である．

$$F_{12} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (2)$$

ここで， k は適当な比例係数であり， F_{12} は電荷量 Q_1 の物体が電荷量 Q_2 の物体に及ぼす力 (単位は [N])， r は電荷間の距離 (単位は [m]) である． Q_1 と Q_2 の単位はそれぞれ [C] である．つまり，この式を用いることで電荷が複数個存在する場合に相互に作用し合う力が理解できるのである．次回の講義においてさらに詳しく考えてみることにする．

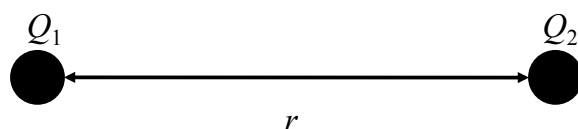


図1: クーロンの法則

6 練習問題

今日の内容の理解を深めるために、以下の問題を解いてみよう。

[練習 1] 1C の負の電荷は何個の電子のもつ電荷に相当するか。

[練習 2] 身の回りで体験する電磁気に関する現象を挙げなさい。

[練習 3] 万有引力と電磁気力はどちらがどのくらい大きいか、万有引力の法則とクーロンの法則を比較して考えなさい。ただし、万有引力を考える際は、物質の質量を 1kg として計算しなさい。また、クーロンの法則における係数 k は 8.9876×10^9 であり、万有引力における係数 G は 6.67259×10^{-11} である。

参考文献

[1] Richard P. Feynman, “ファインマン物理学 3 電磁気学” 岩波書店, 2003

[2] 安達三郎, 大貫繁雄 基礎電気・電子工学シリーズ 1” 電気磁気学” 森北出版株式会社