

電磁気学

Electro-magnetism

電気電子工学の基本となる学問である。

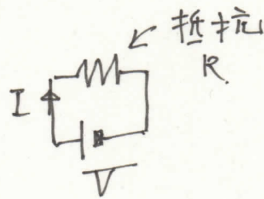
医療においても電磁気の知識は必要不可欠である。

例えば 核磁気共鳴画像法 (MRI) や 経頭蓋磁気刺激法 (TMS)
or. 脳磁界計測法 (MEG) など。

電気現象 磁気現象

関連性はあるか?

ex.
電圧をかけると
電流が流れる

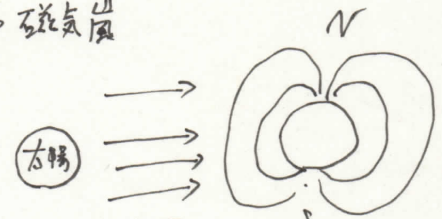


$(V = RI)$

下敷きをこす
頭にかざすと
髪の毛が逆立つ。

コンパス

ex. 磁気嵐



地磁気が乱れる。

信鳥 感知器

地磁気とコンパスがあると言われている

電気と磁気を結びつける概念が重要となる。

電磁気学に関する現象を表現する方程式が

体系的にまとめられた。これらの式をまとめて

『マクスウェル方程式』 (Maxwell, 1864年)

と呼ぶ。実に簡潔で美しい式である。

ファラデーの法則

1.5

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

↑
ファラデー

アンペール・マクスウェルの法則

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

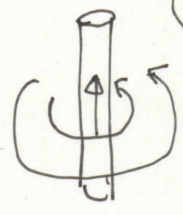
ガウスの法則

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \int_V \rho \, dV$$

磁束の保存則

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

「右ねじの法則」を例に挙げておくと



コンパスがふるえる → カが働く!!

磁界が発生する



磁界を生み出すのは「電流」!!



この関係をどのように式で表現するか?



マクスウェル方程式のうち『アンペア・マクスウェルの法則』で表現される。

★ 本講義では、このような電磁気現象の原理・原則を学び、演習課題やコンピュータシミュレーションによりさらに理解を深めることを目的とする。

コンピュータシミュレーションでは、数値解析用ソフトウェアのMATLABを利用し、演習を行う。



電磁気現象 ... 視覚的に促^至えがら^いの^びシミュレーションによりイメージすることで理解が深まる。

1章 電荷と電界, 電位

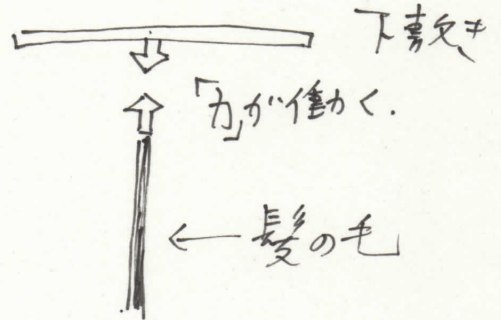
キ-ク-ド; 電荷, 電界, 電位, ク-ロンの法則, 電気力線
ガウスの法則

1-1 ク-ロソカ

下敷とこち, て 互に にかぶすと 髪^三の毛が 逆立つ.



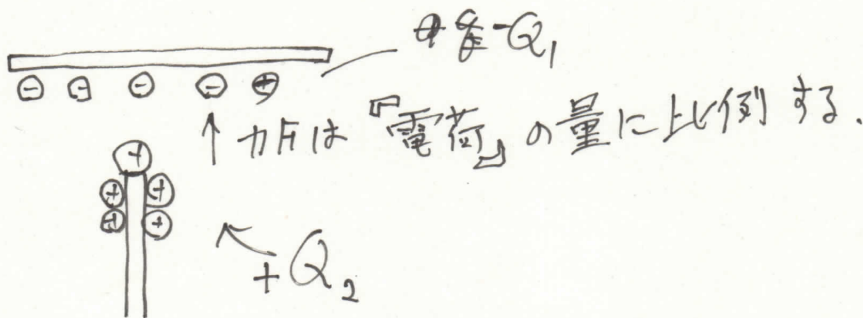
もう少し
単純なモデル
を立てると.



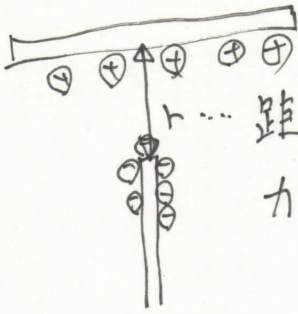
『力』が働くのは理解できるか, なぜ? を理解する
必要がある. 電気には { プラスとマイナスがある.
電気量は ~~存在~~ 定義できる.

この電気量を『電荷』と呼ぶ。

このほどのモデルに電荷を記述すると以下のようになる。



電荷の単位は ク-ロン [C] と呼ぶ。



ト... 距離が離れると
力が弱くなる。

⇒ 実験的に $\frac{1}{r^2}$ に比例する。
(r^2 に反比例)

ことが知られている。

力 F は。

○ 電荷の量に比例

○ 距離の二乗に反比例 であるので

↑
距離

$$\text{力 } |F| = k \cdot \frac{|Q_1 Q_2|}{r^2} \quad [N] \text{ (} k \text{ は比例定数)}$$

↑ 単位はニュートン [N] !!

この法則を「クーロンの法則」と呼ぶ。

疑問 ; ① k はどうやって決まるか?

② Q_1, Q_2 の量はどうか決まるか?

③ 力はベクトル (方向) ~~は~~ 量ではないのか?

疑問のkはどうかで決めるか?

$$k \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2}$$

↑
「仮に」

- 真空中と仮定した方が議論しやすそう! → ϵ_0 ← 誘電率 ~~ε~~ ^{つかう}
- 空間的な広がり(球面)を意識して $\frac{1}{4\pi}$ をかけると
- $\frac{1}{4\pi r^2}$ ← 球面の面積に反比例するとも言えそう!

書きなかせと

$$|F| = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2} \quad \text{ここで } k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \text{ とおいた.}$$

ϵ_0 は「真空の誘電率」と呼ばれる定数で

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \left[\frac{F}{m} \right]$$

↑
ファラッド

~~と書く~~

である。

疑問② Q_1, Q_2 の量はどのように決まるか?

電荷 Q [C] ← もとをたどれば電子一つ
クロン の電荷量が最小単位!

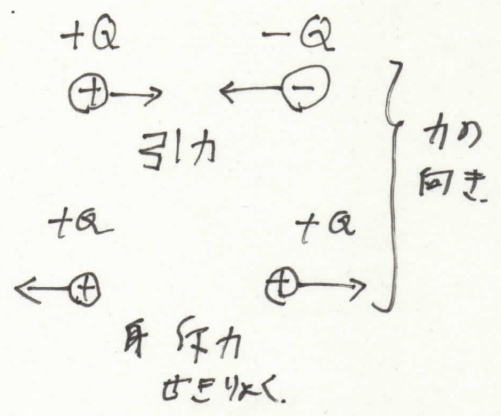
↓
電気素量: 1.602×10^{-19} [C]
(~~実馬~~ ミリカンの実験値, 1924年) - ヘルダ
により求まる.

電気素量が決めれば, ~~Qに~~ 電荷量 Q_1, Q_2 の大きさは分かる.

疑問③ 力はベクトル量ではないのか?

力は「ベクトル」量である.

F → \vec{F}
↑ ↑
スカラー 書きなおす. ベクトル.
(向きと大きさ)



クロンの法則

電荷の符号も考える.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

↑
カベクトル

↑
距離の2乗
これはスカラー.

← r の単位ベクトル

これで完成!