

[第 9 回目] 電磁誘導の法則

考える内容

- ・ 磁場の時間変化が起電力 (電圧) を生ずること
- ・ 発電機の原理

物理用語

- ・ 磁束 $\Phi = \int_S B_n dS$ (一様な磁場中ならば) $\Phi = B_n S$ 単位 Wb (ウェーバー)

今日の授業の目標

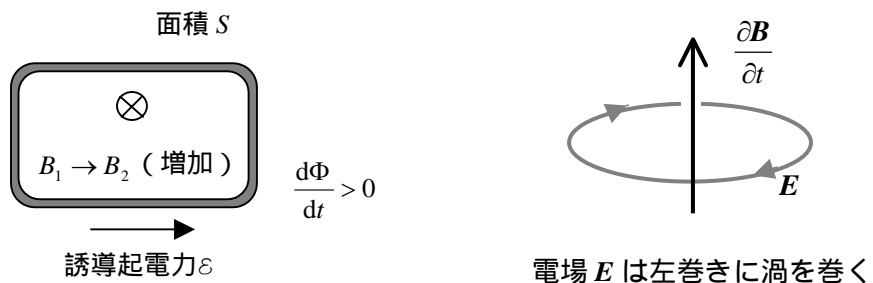
ファラデーの電磁誘導の法則

積分形	$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$	[ある閉回路 C に生じる誘導起電力 (電圧); 単位 V]
微分形	$\text{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$	[ある場所 r で] 第 4 の基本法則

レンツの法則 (誘導起電力が生じる向きについて)

『誘導起電力 ε は、磁束の変化を妨げる向きに生じる』 (法則式中のマイナスの意味)

↑ 学習到達目標 (4) 電磁誘導の法則の意味を説明できる。



次回予定 [第 10 回目] マクスウエル方程式と電磁波 (教科書 146 ページまで)

レポート問題 第 9 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること !

半径 $r = 0.1\text{m}$ の 1 回巻の円形コイルに、コイルが囲む面に垂直向きの磁場がかかっている。磁束密度の大きさが $B = 0.5\text{T}$ のとき、コイルを貫く磁束の大きさ Φ [Wb] を求めよ。

ファラデーの電磁誘導の法則を書け。 [教科書の式 (5.112)]

閉回路 C を貫く磁束が、 $dt = 0.1\text{s}$ の間に $d\Phi = 1\text{Wb}$ だけ変化した。磁束の変化率 $\frac{d\Phi}{dt}$ を

計算して、閉回路 C に生じる誘導起電力 ε を求めよ。

半径 $r = 0.01\text{m}$ で長さ $l = 0.1\text{m}$ の筒に電線を $N = 10000$ 回巻いたソレノイドに、強さ $I = 1\text{A}$ の電流が流れている。スイッチを切ったとき $dt = 0.001\text{s}$ の時間がかかって電流がゼロになった。このとき回路に発生する誘導起電力 ε を求めよ。ただし、回路が N 回巻の場合は、半径 r の円 1 つを貫く磁束を N 倍したものが、ソレノイド全体を貫く磁束 Φ である。

解答用紙 学籍番号 _____ 氏名 _____

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

半径 r の円形コイルが囲む面積 S は、 $S =$ である。磁束の大きさ Φ は、

$$\Phi = B_n S = BS = \quad \quad \quad [\text{Wb}]$$

磁束の変化率 $\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \quad \quad [\text{Wb/s} = \text{Tm}^2/\text{s} = (\text{N/Am})\text{m}^2/\text{s} = \text{Nm/As} = \text{J/C} = \text{V}]$

誘導起電力 $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \quad \quad \quad [\text{V}]$

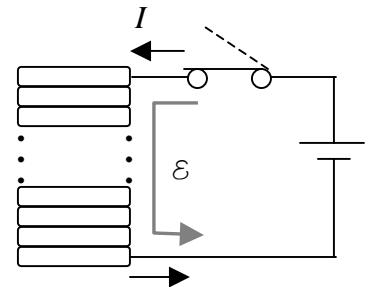
長さ 1m あたりの巻数 n は、

$$n = \frac{N}{l} = \quad \quad \quad [1/\text{m}]$$

ソレノイド内部の磁束密度 B は、

$$B = \mu_0 n I = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot \quad \quad \text{m}^{-1} \cdot \quad \quad \text{A}$$

$$= \quad \quad \quad [\quad]$$



半径 r の 1つの円形導体を貫く磁束 ϕ は、

$$\phi = B_n S = B \cdot \pi r^2 = \quad \quad \quad [\text{Wb}]$$

N 回巻のソレノイド全体では、磁束が N 回貫くから、ソレノイドを貫く全磁束 Φ は、

$$\Phi = N\phi = \quad \quad \quad [\text{Wb}]$$

スイッチを切ると、 $dt = 0.001\text{s}$ の時間のあいだに磁束が Φ からゼロに変化するので、

磁束の変化 $d\Phi$ は、 $d\Phi = 0 - \Phi = -\Phi$ である。したがって磁束の変化率 $\frac{d\Phi}{dt}$ は、

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\quad \text{Wb}}{\quad \text{s}} = \quad \quad \quad [\text{Wb/s}]$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \quad \quad \quad [\text{V}]$$

の誘導起電力が発生する。