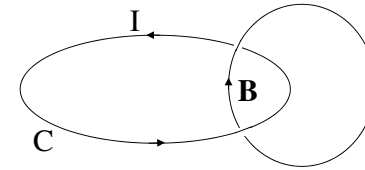


1. 電磁気学Iのおさらい
2. 電流と電流密度
3. オームの法則
4. 金属電子論
5. 準定常電流
6. 電流間に生じる力と磁場
7. ローレンツ力
8. 電流が作る磁場
9. アンペールの法則
10. 前半のまとめと確認
11. 磁束と電磁誘導
12. 自己インダクタンスと相互インダクタンス
13. 磁場のエネルギー
14. 交流回路と複素インピーダンス
15. まとめ

## 4.2 自己インダクタンス

閉じた回路に電流を流すと、自分自身の回路も貫く。



- BはIに比例
  - ΦはBに比例
- $$\Phi = LI$$

準定常電流: 電流の変化があまり速くないとき

$$\Phi(t) = LI(t)$$

変化する磁束は回路に誘導起電力  $V_e$  を生じさせる。

$$V_e = -\frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$V_e = -\frac{d\Phi(t)}{dt}$$

$$= -L\frac{dI}{dt}$$

起電力は電流が増えると減らす向きに、減ると増える向きに。



自己誘導

L: 自己インダクタンス(自己誘導係数)

インダクタンスの単位: H(ヘンリー)

$$1\text{H} = 1\text{V}\cdot\text{s}\cdot\text{A}^{-1}$$

### 例題4.1

単位長さあたりの巻き数  $n$ 、長さ  $l$ 、断面積  $a$  のコイルの自己インダクタンス

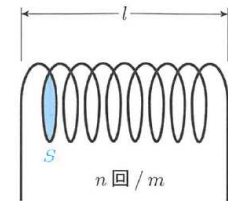


図 4.2 ソレノイドの自己インダクタンス

このコイルに電流  $I$  を流すとコイル内の磁場  $B$  は

$$B = \mu_0 n I$$

この磁場が面積  $S$ 、総巻き数  $nl$  のコイルの断面を貫くから磁束  $\Phi$  は

$$\Phi = BSnl = \mu_0 n^2 S l I$$

$$= LI$$

$$\longrightarrow L = \mu_0 n^2 S l$$

## 例題4.2 LR回路

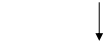
回路に電流*I*が流れている時

コイルの誘導起電力*V<sub>L</sub>*:

$$V_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

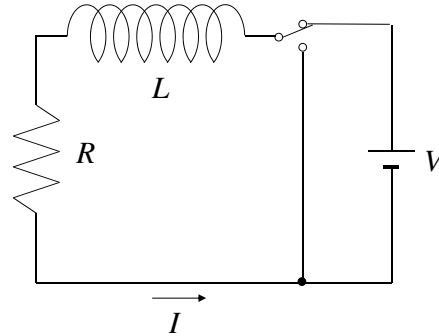
キルヒホッフの法則より

$$V + V_L - RI = 0$$



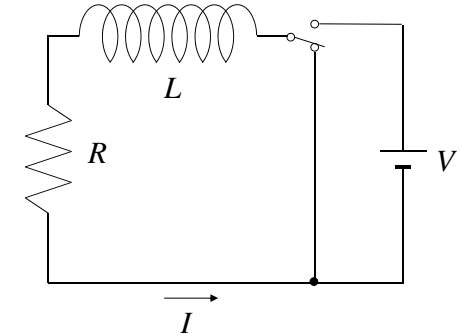
$$L\frac{dI}{dt} = V - RI$$

$$t=0 \text{で} I=0 \text{の条件で解けば } I(t) = \frac{V}{R} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) \right\}$$



## 例題4.2 LR回路

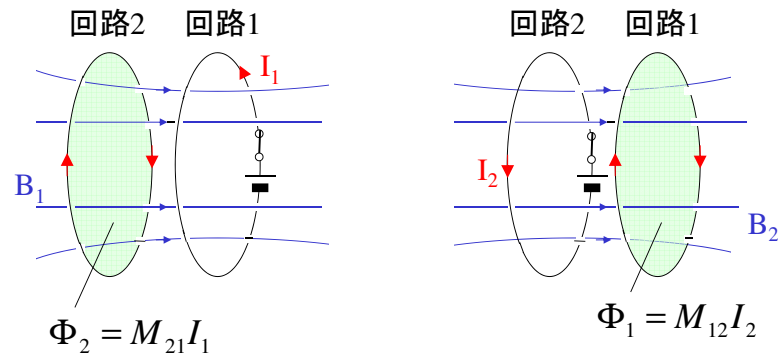
スイッチを電池無しへ



$$t=0 \text{で} I=V/R \text{の条件で解けば } I(t) = \frac{V}{R} \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$$

## 4.3 相互インダクタンス

相互誘導



回路1に流れる電流*I<sub>1</sub>*に比例した磁場*B<sub>1</sub>*が生じ、回路2を貫く磁束*Φ<sub>2</sub>*も、*I<sub>1</sub>*に比例する。  
比例係数:*M<sub>21</sub>*

回路2に流れる電流*I<sub>2</sub>*に比例した磁場*B<sub>2</sub>*が生じ、回路1を貫く磁束*Φ<sub>1</sub>*も、*I<sub>2</sub>*に比例する。  
比例係数:*M<sub>12</sub>*

*I<sub>1</sub>*が時間変化するとき、  
回路2に生じる誘導起電力*V<sub>2</sub>*は

$$V_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -M_{21}\frac{dI_1}{dt}$$

同様に*V<sub>1</sub>*は

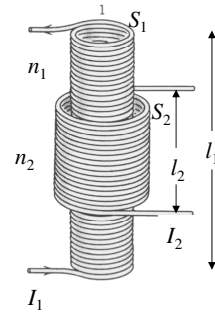
$$V_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -M_{12}\frac{dI_2}{dt}$$

*M<sub>21</sub>*, *M<sub>12</sub>*: 相互インダクタンス  
(相互誘導係数)

$$M_{21} = M_{12} \equiv M$$

## 例題

それぞれ単位長さあたりの巻き数が  $n_1, n_2$ 、で内側の長さが  $l_1, l_2$ 、断面積が  $S_1, S_2$  の重ねられたコイルの相互インダクタンスを求めよ。



## 例題4.3

単位長さあたり巻き数  $n_1$ 、長さ  $l$ 、面積  $S$  のコイル1の外側に単位長さあたり巻き数  $n_2$ 、長さ  $l$  のコイル2があるとする。コイル1に変動する電位差  $V_1(t)$  をかけて、電流を流したとき、回路2に生じる起電力を求めよ。

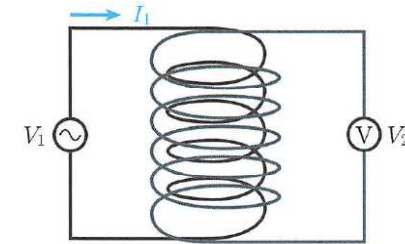


図 4.5 変圧器