

## 電気回路 - 磁気 -

### 磁石と磁界

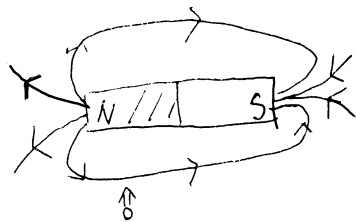


図1 磁石と磁界

- 磁力線は「N 極」=> 「S 極」へ
- 磁力線のある空間を磁界、磁場という
- 磁力線同士は交わらない

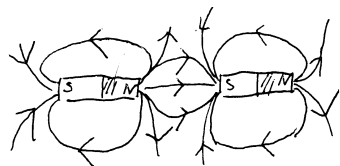


図2 異なる磁極同士に働く引力



図3 同じ磁極同士に働く斥力

### 電磁石

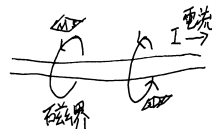


図4 電流の周囲にできる磁界

- 電流が流れると磁界ができる
- 磁界の強さは電流の強さに比例する

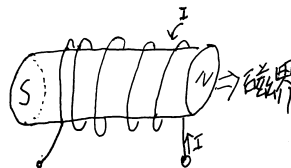


図5 コイルの周囲にできる磁界

- 芯 (コア) に電線を巻きつける
- $n$ : 磁界の強さは巻き数の密度に比例
- $\mu$ : 透磁率の高い材料を芯に使うと磁界が強くなる  
例: 鉄、ニッケル、コバルト

$$B = \mu NI \quad (1)$$

### 右ねじの法則

図4や図5のように、電流の向きと磁界の向きは右ねじの法則の関係にある。右手の親指を電流の向きにしたとき、他の指が巻きつく向きが磁界の向きになる。

### フレミングの左手の法則

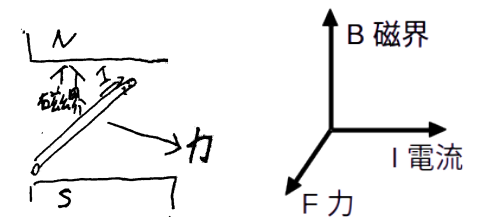


図6 磁界中の導体 図7 左手の法則に働く力

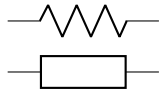
磁界中の導体に電流が流れると、磁界と電流による磁界の相互作用により導体に力が働く。このとき、電流、磁界、力の向きの関係はフレミングの左手の法則と言われる。

- 電流: 左手の中指
- 磁界: 左手の人差し指
- 力: 左手の親指

$$F = BIL \sin \theta$$

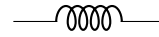
$$\Delta \mathbf{F} = I \Delta \mathbf{L} \times \mathbf{B} \quad (2)$$

## 抵抗 R



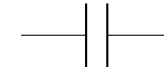
- 炭素や長い導線、セメントなどで作る  
大きな抵抗値が必要な場合は磁器で作る  
=> がいし
- 電流が流れるのを防ぐ  
=> 電気抵抗
- 電流を消費して熱にする  
 $1[\text{W}] = 1[\text{J/s}]$   
=> 電力

## インダクタンス L



- コイルともいう
- 動線を巻いたコイル
- 巻く芯 (磁芯) によって特性が変わる
- 磁力 (磁束) の形でエネルギーを蓄える
- 原理はファラデーの電磁誘導の法則
- 直流と交流で異なる値
- 直流だと電線とみなせる

## キャパシタンス C



- コンデンサともいう
- 2枚の導体を電氣的に絶縁して挟む
- 導体の間に挟まれるものが誘電体
- 電荷の形でエネルギーを蓄える
- 直流だと電流が流れない
- 交流だと電流が流れる

表 1 受動素子のまとめ

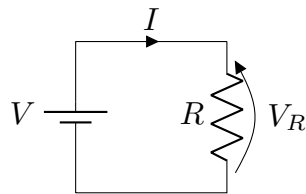
名前	抵抗	インダクタンス	キャパシタンス
[単位](読み方)	$[\Omega]$ (オーム)	$[\text{H}]$ (ヘンリー)	$[\text{F}]$ (ファラド)
記号	R	L	C
記号の由来	抵抗率	リアクタンス	コンデンサ
値を変える方法	長さ、直径、温度	巻き数、磁芯 (コア) の材質	板の面積、板の間隔、誘電体の材料
周波数を上げると	変わらない	大きくなる	小さくなる
直流の場合	抵抗	0	無限大
交流の場合	インピーダンス	リアクタンス	リアクタンス
式	R	$X_L = 2\pi fL$	$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

# 電気回路 - オームの法則・回路の合成 -

表2 記号と単位

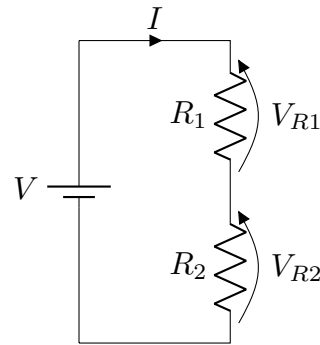
記号	名称	単位	読み方
$V$	電圧	[V]	ボルト
$I$	電流	[A]	アンペア
$R$	抵抗	[Ω]	オーム
$P$	電力	[W]	ワット

## オームの法則



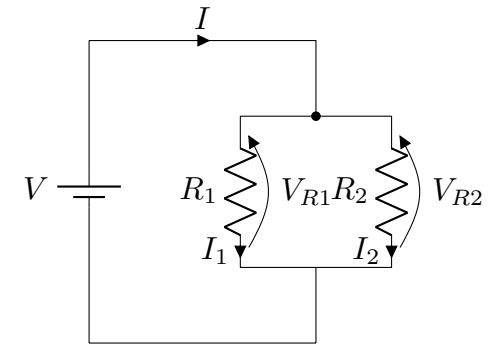
- 電流  $I$  が流れるとき、抵抗  $R$  にかかる電圧  $V_R$  は、 $V_R = IR$
- 抵抗で消費される電力  $P$  は  
 $P = IV_R = I^2 R = V^2 / R$

## 直列回路



- 合成抵抗  $R = R_1 + R_2$
- 合成電圧  $V = V_{R1} + V_{R2}$   
(直列回路は素子ごとに電圧が違う)
- 合成電流  $I = I_1 = I_2$   
(直列回路は回路全体で電流が一定)

## 並列回路



- 合成抵抗  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$   
 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
- 合成電圧  $V = V_1 = V_2$   
(並列回路は回路全体で電圧が同じ)
- 合成電流  $I = I_1 + I_2$   
(並列回路は素子ごとに電流が違う)

表3 オームの法則のまとめ

$V$	$I$	$R$
$V = IR$	$I = \frac{V}{R}$	$R = \frac{V}{I}$

表4 素子の合成のまとめ

	R	L	C
直列	$R = R_1 + R_2$	$L = L_1 + L_2$	$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
並列	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	$L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$	$C = C_1 + C_2$

## 電気回路 - 交流・共振 -

### 交流の概念

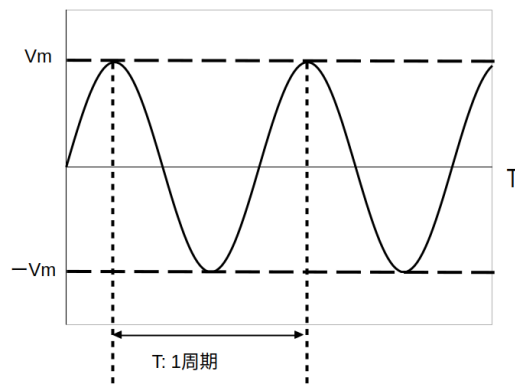


図8 交流の波形

- 電流や電圧が時間とともに変化
- 交流の波形は正弦波 (式 3)
- 周期  $T$  は波が一周する時間  
山と山 谷と谷がわかりやすい
- 周波数  $f$  は 1 秒間の周期 (式 4)  
単位はヘルツ [Hz]

$$\begin{aligned} V(t) &= V_m \sin(\omega t + \theta) \\ &= V_m \sin(2\pi f t + \theta) \end{aligned} \quad (3)$$

$$f = \frac{1}{T} [\text{Hz}] \quad (4)$$

### 交流の実効値

- 交流の実効値  $V_e$  は、直流の場合に同じ電力を供給する値に置き換えたもの

$$\begin{aligned} \text{実効値} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{最大値} \\ \text{最大値} &= \sqrt{2} \times \text{実効値} \end{aligned} \quad (5)$$

例: コンセント 100[V] の交流の最大値は約 141[V]

### 共振

共振とは、外部からの振動が共振周波数と一致したときに、振幅が増幅される現象。この状態だと、効率よくエネルギーを取り出したり伝達したりできるため重要。ブランコで揺れるとき、自然の振動数に合わせて揺れると振幅が大きくなるのが共振の例。

### 共振回路

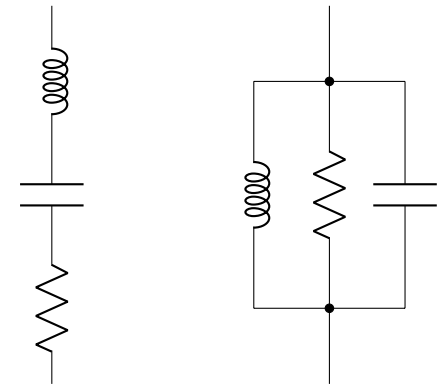


図9 直列共振回路 図10 並列共振回路

共振したとき、インダクタンスとキャパシタンスのエネルギーが交換される。この場合、インダクタンスとキャパシタンスのリアクタンスが打ち消し合って 0 になる。

### 共振周波数 $f_0$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} [\text{Hz}]$$

表5 共振のまとめ

	直列	並列
共振の種類	電圧共振	電流共振
電圧	最小	最大
電流	最大	最小