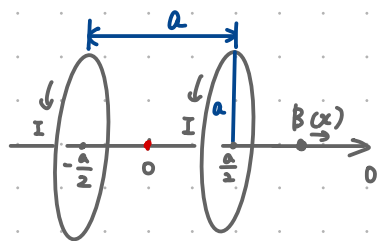


# Helmholtz コイル



## ② ヘルムホルツコイルの磁場

$$B(x) = \frac{\mu_0 I a^2}{2} \left\{ \frac{1}{[a^2 + (\frac{a}{2} + x)^2]^{3/2}} + \frac{1}{[a^2 + (\frac{a}{2} - x)^2]^{3/2}} \right\}$$

原点(中心)に置く

$x$  を Taylor 展開すると,  $B(x)$  は偶関数になる

偶数次の項のみ残る.

$$\frac{dB}{dx} = \frac{\mu_0 I a^2}{2} \left\{ -\frac{3}{2} \frac{2(\frac{a}{2} + x)}{[a^2 + (\frac{a}{2} + x)^2]^{5/2}} - \frac{3}{2} \frac{-2(\frac{a}{2} - x)}{[a^2 + (\frac{a}{2} - x)^2]^{5/2}} \right\}$$

$$= \frac{3}{2} \mu_0 I a^2 \left\{ -\frac{(\frac{a}{2} + x)}{[a^2 + (\frac{a}{2} + x)^2]^{5/2}} + \frac{(\frac{a}{2} - x)}{[a^2 + (\frac{a}{2} - x)^2]^{5/2}} \right\}$$

$$\frac{dB}{dx^2} = \frac{3}{2} \mu_0 I a^2 \left\{ \frac{5}{2} \frac{2(\frac{a}{2} + x)^2}{[\oplus]^{7/2}} - \frac{1}{[\oplus]^{5/2}} - \frac{5}{2} \frac{-2(\frac{a}{2} - x)^2}{[\ominus]^{7/2}} - \frac{1}{[\ominus]^{5/2}} \right\}$$

$$\left. \frac{dB}{dx} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^2B}{dx^2} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^3B}{dx^3} \right|_{x=0} = 0$$

$$B|_{x=0} = \frac{\mu_0 I a^2}{2} \frac{2}{(\frac{5}{4} a^2)^{3/2}} = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{\mu_0 I}{a}$$

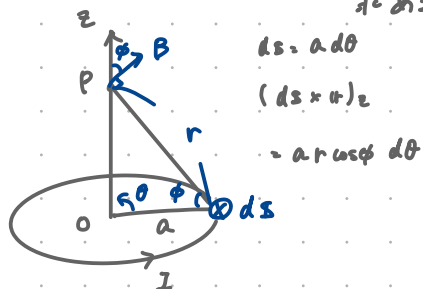
1. 次項まで

$$B(x) = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{\mu_0 I}{a} + O(x^4)$$

## ① ビオ・サバール法則

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

よって、円電流の中心軸上に於ける磁場を求めよう。



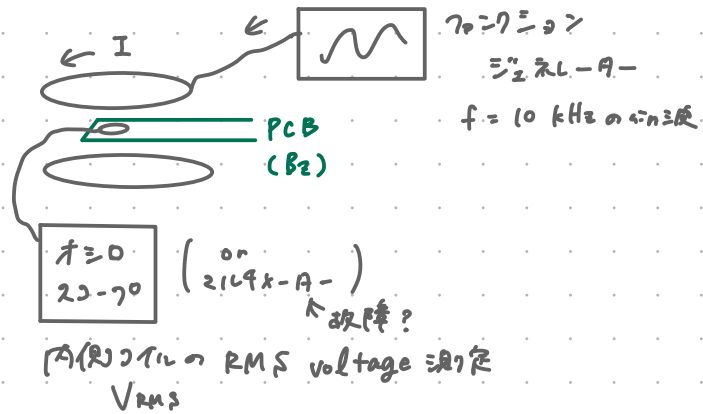
$$dB_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a \cos \phi}{a^2 + z^2}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a^2}{(a^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$B_z = \int_0^{2\pi} dB_z d\theta$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2} \frac{a^2}{(a^2 + z^2)^{3/2}}$$

Helmholtz コイル 1 = 2 個, コイル NS の 修正.



※ 目安 (概略的な議論)

$$NS \sim 1.15 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

(λ) I = I\_0 \cos \omega t

ヘルムホルツコイル内の磁場

$$B = \left(\frac{r}{s}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 I}{a}$$

$$= \left(\frac{r}{s}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 I_0}{a} \cos \omega t$$

φ = NSB より

φ = 0 20-70 での出力 V は

$$V = - \frac{d\phi}{dt}$$

$$= - NS \left(\frac{r}{s}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 I_0}{a} \omega \cos \omega t$$

$$V_{RMS} = NS \left(\frac{r}{s}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 \omega}{a} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} = NS \omega B_{RMS}$$

$$NS = \frac{V_{RMS}}{\omega B_{RMS}} = \frac{V_{RMS}}{2\pi f B_{RMS}}$$

(N: ヘルムホルツコイル巻数, S: 断面積).

測定項目

- コイル径 a
  - ヘルムホルツコイルに流れる I
  - 70-70 シュネレ-A- での f
  - PCB 内のコイルの Vrms
- } B<sub>RMS</sub> 計算