Γ が Γ' をよぎらない場合 ⟶ Pはドーナツの外側

$$\therefore \oint \mathbb{B}\cdot d\mathbb{s} = 0$$

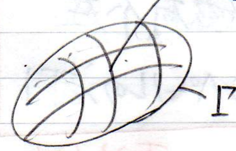
(ii) Γ が Γ' をよぎる場合

$$\oint \mathbb{B}\cdot d\mathbb{s} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \cdot 4\pi = \mu_0 I$$

(証明終わり)

$$\boxed{\oint \mathbb{B}\cdot d\mathbb{s} = \mu_0 I}$$

C：Γ で得られる曲面



ストークスの定理を用いると、

$$\oint_{\Gamma上} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{s} = \int_{C上} \mathrm{rot}\,\mathbb{B}\cdot d\mathbb{S}$$

Γ, C は任意

また $$I = \int_{C上} \mathbb{j}\cdot d\mathbb{S}$$

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbb{B} = \mu_0 \mathbb{j}}$$

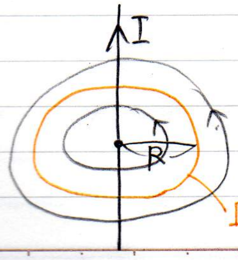
アンペールの法則 (定常電流)

(積分形) $$\oint_{\Gamma上} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{s} = \mu_0 I$$

(微分形) $$\mathrm{rot}\,\mathbb{B} = \mu_0 \mathbb{j}$$

・Ampereの法則の応用例.

(例1) 直線電流の作る磁界

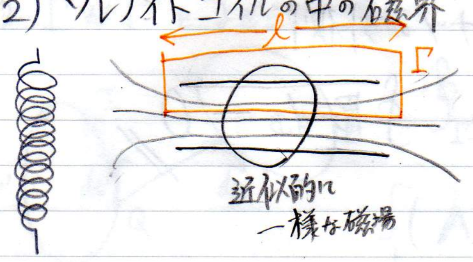


$$B(R)\times 2\pi R = \mu_0 I$$

$$\left(2\cdot\frac{\mu_0}{4\pi}\right)$$

$$\therefore B(R) = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I}{R}$$

(例2) ソレノイドコイルの中の磁界



単位長さ当たりの巻き数 n
電流 I

$$B \times \cancel{l} = \mu_0 I \cdot (n \times \cancel{l})$$

$$\therefore \boxed{B = \mu_0 n I}$$

$$\boxed{\begin{aligned} &\mathrm{div}\,\mathbf{B} = 0 \quad &: \text{真磁荷不在} \\ &\mathrm{rot}\,\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} \quad &: \text{アンペールの法則} \end{aligned}}$$

電流分布が磁場をつくる。

- ベクトル・ポテンシャル

$\cdot\ \mathrm{div}\,\mathbf{B} = 0$
$\cdot\ \mathrm{rot}\,\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}$

$\mathrm{div}(\mathrm{rot}\,\mathbf{A}) \equiv 0$ （恒等式）

$\therefore \boxed{\mathbf{B} = \mathrm{rot}\,\mathbf{A}}$ なる $\mathbf{A}$ が存在

$\mathbf{A}$: ベクトル・ポテンシャル

$\mathrm{rot}\,\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}$ に代入して、

$\underbrace{\mathrm{rot}\,\mathrm{rot}}_{\text{grad}\cdot\text{div} - \Delta}\,\mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j}$

$\mathrm{grad}\cdot\mathrm{div} - \Delta$ （恒等的）

$\mathrm{div}\,\mathbf{A} = 0$ という条件の下で、

$$\boxed{\begin{aligned} \Delta \mathbf{A} &= -\mu_0 \mathbf{j} \\ \mathbf{B} &= \mathrm{rot}\,\mathbf{A} \end{aligned}}$$

（$\mathbf{A}$ を用いて問題が解ける）