9. 定常電流

No. 10/6
Date

9-1 電流（カレント）

電荷の流れ（電子の流れ）

電荷密度 $\rho(r,t)$

$$Q = \int \rho(r,t)\, d^3r$$

$\dfrac{dQ}{dt}$ ： 電荷の増加量（単位時間当）　$\left[\dfrac{\Delta Q}{\Delta t}\right]$

$\Delta S \cdot i_n$

$\left[\begin{array}{l} i \text{ ：電流密度} \\ I = \int i_n dS \text{ ：電流} \end{array}\right]$

$$\boxed{\dfrac{dQ}{dt} = -\int_S i_n \cdot dS}$$

電荷保存の式

（電荷の増加量）

中に入ってくる電流の総量

Gaussの定理

$$\int \mathring{i}_n \, dS = \int \mathrm{div}\, \mathring{i} \, d^3r$$

$$\int \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathrm{div}\, \mathring{i} \right) d^3r = 0$$

$$\uparrow \quad Q = \int \rho(r,t)\, d^3r$$

$$\left(\frac{dQ}{dt} = \int \frac{\partial \rho}{\partial t}\, d^3r \right)$$

$\uparrow$

偏微分になるのは

(ρ が $\rho(r,t)$ は r と t の関数だから)

$$\therefore \quad \int_V \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathrm{div}\, \mathring{i} \right) d^3r = 0$$

が あらゆる V について 常に成立する

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathrm{div}\, \mathring{i} = 0} \Leftarrow$$

Maxwell eq. と一致するべき

連続方程式 (← 電荷保存の式)

電流 : $I = \int i_n \, dS$

実際は電子の流れ

$$\frac{d(-Q)}{dt} = I$$

実際の電流は方向を電子の流れと逆にとる

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\frac{dQ}{dt} = I}$$ となる

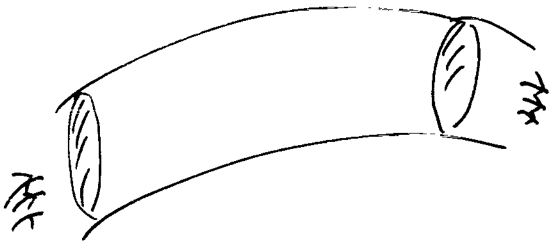
○ 定常状態 : $\dfrac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\mathrm{div}\, i = 0}$$

[水の流れ] (流体力学)

水道管



ΔM ： 単位時間内の質量の増加
(Δt)

॥

流れ込んだ量

$v \cdot \Delta t$

$$\Delta M = \sum \rho_0 \cdot \underbrace{v \cdot \Delta t \cdot \Delta S}_{\text{体積}}$$

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} = \int \underbrace{\rho v}_{j} \cdot dS$$