6. 電磁場中の力学

No.

Date

6-1 Maxwell 方程式

荷電粒子の運動 : 電場と磁場ができる

$$\begin{cases} \text{電荷密度} & \rho(\mathbf{r}) \\ \text{電流} & \mathbf{j}(\mathbf{r}) \end{cases}$$

$\Downarrow$

Maxwell 方程式

$$\boxed{\begin{array}{ll} \nabla\cdot\mathbb{E} = \frac{1}{\varepsilon_0}\rho(\mathbf{r}), & \nabla\cdot\mathbb{B} = 0 \\ \nabla\times\mathbb{E} = -\frac{\partial\mathbb{B}}{\partial t}, & \nabla\times\mathbb{B} = \mu_0\mathbf{j} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\mathbb{E}}{\partial t} \end{array}}$$ がある

$$\begin{cases} \mathbb{E} & : \text{電場} \\ \mathbb{B} & : \text{磁束密度（磁場）} \end{cases}$$

【重要】 $\rho(\mathbf{r})$, $\mathbf{j}(\mathbf{r})$ は電磁気学では決定されない

$\Downarrow$

荷電粒子

（運動は量子力学で決まる）

【電荷保存則】（連続方程式ともいう）

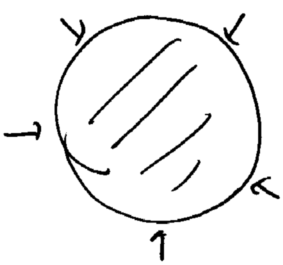
$$\boxed{\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla\cdot\boldsymbol{j} = 0}$$ が成立する

（Maxwell はこの連続方程式が成立するように Ampere の法則をかきかえた）

$$\int \frac{\partial \rho}{\partial t}\, d^3r = -\int \nabla\cdot\boldsymbol{j}\, d^3r$$

$Q \equiv \int \rho(r)\, d^3r$ とすると

$$\boxed{\frac{dQ}{dt} = -\int j_n\, dS}$$



$\boxed{-\int j_n\, dS}$ ← 表面から単位時間に流れ込む量

$\boxed{\frac{\Delta Q}{\Delta t}}$ ← 単位時間にこの体積中の電荷の増加量