

# 電磁気学II 問題例

2007 年 7 月 23 日

理学部 竹田 精治

1.  $\text{rot rot } \vec{A} = \text{grad div } \vec{A} - \Delta \vec{A}$  を証明せよ .

2. 自由空間 ( $\rho = 0, \vec{j} = 0$ ) における電磁波

$$E(\vec{r}, t) = E_0 \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$$

について , 答えよ .

(1)  $\vec{k} \cdot \vec{r}$  は何を意味するか . また , これが一定値をとる条件は何か .

(2)  $\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t$  は何を意味するか .

(3)  $(\vec{k}, \vec{r} - \omega t)$  平面と  $(\vec{k}, \vec{r} - \omega t + 2\pi)$  平面の距離を求めよ .

(4)  $\vec{E} = \vec{e}^{(1)} E_0 \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$  とする .

A.  $\vec{e}^{(1)}$  は何を意味するか .

B.  $\left( \Delta - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \vec{E}(\vec{r}, t) = 0$  に代入して計算せよ .

C.  $\text{div } \vec{E} = 0, \text{div } \vec{B} = 0$  に代入して計算せよ .

D. 電磁波の様子を図示せよ .

3. 電磁ポテンシャルについて答えよ .

(1) 電磁ポテンシャルの式を書け .

(2) ローレンツ条件を書け .

(3) ローレンツ条件下でのマクスウェル方程式を書け .

(4) 静電場におけるベクトルポテンシャルは ,  $\Delta \vec{A} = \mu_0 \vec{j}, \text{div } \vec{A} = 0$  の解 ,

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\vec{j}(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d\vec{r}'$$

で与えられる .

これを  $\vec{B}(\vec{r}) = \text{rot } \vec{A}(\vec{r})$  に代入して , 磁束密度を求めよ .

(5) 一般の磁場について ,  $\vec{A}(\vec{r}, t)$  を求めよ .

4. 直線上を振動している荷電粒子から放射される電磁波の強度は ,  $\theta$  を電磁波の進行方向  $\vec{e}^{(3)}$  と荷電粒子の加速度がなす角とすると ,

$$|\vec{S}| = \frac{q^2}{16\pi^2 \epsilon_0 c^3} \frac{1}{r^2} \left( \frac{d\vec{v}(t_0)}{dt_0} \right)^2 \sin^2 \theta$$

であるが , 電波がどちらへ強く放射されるか述べ , 図示せよ .

5. 静電場の境界条件

$$E_{1t} = E_{2t}$$

$$\epsilon_1 E_{1n} = \epsilon_2 E_{2n}$$

を導き , 屈折の法則 (スネルの法則) を示せ .