

## 電磁気学 B 演習

### 第 5 回 [10 月 27 日 (金)]

1. 次のベクトルポテンシャルに対応する磁場を計算せよ。ただし、 $\mathbf{c}$  は定数ベクトル、 $\mathbf{k}$  は  $z$  方向の単位ベクトルである。

$$(1) \mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \mathbf{c} \times \mathbf{r}$$

$$(2) \mathbf{A}(\mathbf{r}) = c\mathbf{r}$$

$$(3) \mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{c} \times \mathbf{r}}{r^3} \quad (r \neq 0)$$

$$(4) \mathbf{A}(\mathbf{r}) = -\mathbf{k} \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{r}{l}\right) \quad (r \neq 0)$$

2. ベクトルポテンシャルは、 $\mathbf{A} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\mathbf{j}(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV$  のように表すことができる。この式より、 $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$  であることを示せ。ただし無限遠では  $\mathbf{j} = 0$ 、また  $\nabla \cdot \mathbf{j} = 0$  であることを用いる。(つまり  $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$  は  $\nabla \cdot \mathbf{j} = 0$  のときに成立する)

3. 一様な電荷密度  $\sigma$  をもつ無限長の非導体ベルトコンベヤーが一定の速度  $\mathbf{v} = v\hat{\mathbf{z}}$  で動いている。このとき、以下の問いに答えよ。

(1) 表面電流密度  $\mathbf{j}$  を求めよ。

(2) ベルト上の固定点  $\mathbf{r}$  において、動いているベルトのベクトルポテンシャル  $\mathbf{A}(\mathbf{r})$  と、静止したベルトの静電ポテンシャル  $\phi(\mathbf{r})$  との関係を求めよ。

( $\mathbf{A}$  と  $\phi$  に関する積分表現を用いよ。実際に積分を実行する必要はない)

(3) (2) で導いた  $\mathbf{A}$  と  $\phi$  の関係式を用いて、動いているベルトによる磁場  $\mathbf{B}(\mathbf{r})$  と静止しているベルトの電場  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  の関係を求めよ。

4. 間隔  $2d$  の無限長平行導線に電流  $I$  を逆向きに流すとき生ずる磁場のベクトルポテンシャルを求めよ。また、これを用いて磁場を求めよ。