

# 電磁気学

以下の問いについて、それぞれ指定された解答用紙に解答しなさい。

## 問題 1

誘電率が  $\epsilon_0$  F/m の自由空間中に、直交座標  $(0, 0, h)$  に中心があり  $x$ - $y$  面内に横たわっているリング状の線電荷がある。リングの半径は  $a$  m で、リングには線電荷密度  $\rho$  C/m が一様に帯電している。このとき以下の間に答えなさい。ただし、 $h$  m は正である。また、F、m、C は単位である。

- (1)  $(0, 0, 0)$  における電界  $\mathbf{E}$  を求めなさい。
- (2)  $(0, 0, 0)$  における電位  $V$  を求めなさい。

上記のリング状線電荷に加えて、 $z = 0$  に完全導体の平面を置く。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (3)  $(0, 0, 0)$  における電界  $\mathbf{E}$  を求めなさい。
- (4) リングから十分離れた ( $x \gg a$  and  $x \gg h$ )  $x$  軸上における電界  $\mathbf{E}$  を示しなさい。
- (5) リングから十分離れた ( $x \gg a$  and  $x \gg h$ )  $x$  軸上における電位  $V$  を示しなさい。
- (6)  $(0, 0, 0)$  に誘電される面電荷密度を求めなさい。

# 電磁気学

## 問題 2

自由空間中に比透磁率が 1 である導体 A と導体 B がある。導体 A は厚さ  $a$  の無限に長い円筒状で、中心軸が  $z$  軸に一致し、円筒の外半径が  $2a$ 、内半径が  $a$  である。導体 A には電流密度  $J_A = J_0(\rho/a) e_z$  ( $J_0 > 0$ ) で電流が流れている。ただし、 $\rho$  は  $z$  軸からの距離、 $e_z$  は  $z$  方向の単位ベクトルである。

- (1) 導体 A に  $z$  方向に向かって流れる電流の総量  $I_A$  を求めなさい。
- (2) 導体 A に流れる電流によって生じる磁界  $H_A$  を求めなさい。
- (3)  $x$  軸上での  $(H_A \cdot e_y)$  を  $x$  の関数として図示しなさい。ただし、 $\cdot$  は内積を表し、 $e_y$  は  $y$  方向の単位ベクトルとする。

導体 B に電流  $I_B$  を流したところ、磁界  $H_B$  が生じ、空間に生じる磁界  $(H_A + H_B)$  は  $\rho < a$  と  $\rho > 4a$  の領域でゼロであった。

- (4) 導体 B はどのような形状でどのような電流が流れているか答えなさい。ただし、形状、電流は一意ではないので、一例を答えればよい。
- (5) (4) の答えの場合に  $\rho < a$  と  $\rho > 4a$  の領域での磁界  $H_B$  を求め、同領域で  $(H_A + H_B)$  がゼロとなることを示しなさい。