

(問題7の続き)

問4 直交座標系の  $z$  軸上にある無限に長い導線に、 $z$  の正の向きに電流  $I$  が流れている。この電流のうち  $(0, 0, z')$  の位置の微小部分  $dz'$  上を流れる部分が  $xy$  平面上の任意の位置  $(x, y, 0)$  に作るベクトルポテンシャル  $\mathbf{A}$  は、

$$\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dz'}{\sqrt{x^2 + y^2 + z'^2}} \mathbf{e}_z$$

(ここに  $\mathbf{e}_z$  は  $z$  方向単位ベクトル) である。このとき以下の設問 (1)、設問 (2) に答えよ。解答用紙には途中計算も記せ。

(1) 上記の式を用い、この電流のうち  $z = -a$  から  $z = b$  ( $a, b$  は定数で、 $a > 0, b > 0$  とする) を流れる部分が  $(x, y, 0)$  に作るベクトルポテンシャル  $\mathbf{A}$  の 3 成分  $A_x, A_y, A_z$  の表式を求めよ。途中計算においては、 $\frac{1}{\sqrt{x^2 + c^2}}$  ( $c$  は定数) の不定積分は  $\ln(\sqrt{x^2 + c^2} + x)$  である事を用いても良い。

(2) (1) で求めた  $\mathbf{A}$  の表式から、上記の電流部分が位置  $P(d, 0, 0)$  に作る磁束密度の  $y$  成分  $B_y$  を求めよ。ただし、 $d$  は定数で、 $d > 0$  とする。