電磁気学

以下の問いについて，それぞれ指定された答案用紙に解答しなさい．

問題 1

自由空間(真空)に線電荷密度 ρ_L (C/m) の無限長線電荷を考える．この線電荷は(0, 0, 3)を通り、x 軸に平行である．このとき，以下の問いに答えなさい．計算では，真空の誘電率を ε_0 (F/m) とせよ．また，問題に与えられている座標は直交座標系であり，単位はメートルである．

（1）(0, 2, 0)点における電界を求めなさい．
（2）(0, 2, 0)点における電位を求めなさい．

上記の無限長線電荷に加えて，$z = 0$ (m) に，接地された無限に広い完全導体（電気抵抗がゼロ）平面を挿入する．このとき，以下の問いに答えなさい．

（3）導体表面（$z > 0$ 側）の(0, 2, 0)点における電界を求めなさい．
（4）導体表面（$z > 0$ 側）の(0, 2, 0)点における電位を求めなさい．
（5）導体表面（$z > 0$ 側）の(0, 2, 0)点に誘導される面電荷密度を求めなさい．

このとき $z > 0$ での等電位面は x 軸に平行な円筒で表される．以下の問いに答えなさい．

（6）等電位円筒の半径を導き，等電位円筒の半径が電位に対してどのように変化するか説明しなさい．
（7）等電位円筒の中心座標を導き，等電位円筒の中心座標が電位に対してどのように変化するか説明しなさい．

電磁気学

問題2

（1）以下は図2-1の円電流によって生じる磁界ついての説明文である。$\boxed{\text{ア}}$から$\boxed{\text{キ}}$に入れるべき最も適切なものを【語群】の中から選び，その a～y を，それぞれの解答欄に記入しなさい。なお，同じものを2度以上使っても良い。

円電流I_Cは，$z=0$面上，中心が原点，半径aの円周上を矢印の向きに流れている。この円電流によって生じるz軸上の磁界$\mathbf{H}$を$\boxed{\text{ア}}$の法則を使って求めることができ，その大きさHは

$$H=\frac{a^2 I_C}{2(a^2+\boxed{\text{イ}})^{3/2}} \qquad (2\text{-}1)$$

である。$z<0$では，磁界$\mathbf{H}$の向きは$\boxed{\text{ウ}}$の$\boxed{\text{エ}}$方向である。Hが最大値をとるのは，zが$\boxed{\text{オ}}$のときで，例えば，$I_C=10\,\text{mA}, a=5\,\text{mm}$ のとき$H=\boxed{\text{カ}}\ \boxed{\text{キ}}$である。

【語群】

a. 電界	b. ローレンツ	c. ガウス	d. ファラデー	e. ビオ・サバール	
f. x	g. y	h. z	i. x^2	j. y^2	k. z^2
l. 4	m. 2	n. 1	o. 1/2	p. 1/4	q. 0
r. a	s. V/m	t. F/m	u. H/m	v. A/m	w. C/m
x. 正	y. 負				

（2）図2-2のように端面が半径aの円，N回巻，長さdのソレノイドに電流I_Sが流れている．このとき，端面の中心である点Sに生じる磁界の大きさHを求めなさい。また，$I_S=13\,\text{mA}, a=5\,\text{mm}, d=12\,\text{mm}, N=20$の場合の$H$を求めなさい。答案用紙には計算過程も示すこと。なお，導線は十分に密に巻かれていると仮定して良いこととする。また，計算の過程で式(2-1)，式(2-2)を使っても良い。

$$\int \frac{a^2}{(x^2+a^2)^{3/2}}dx=\frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}} \qquad (2\text{-}2)$$

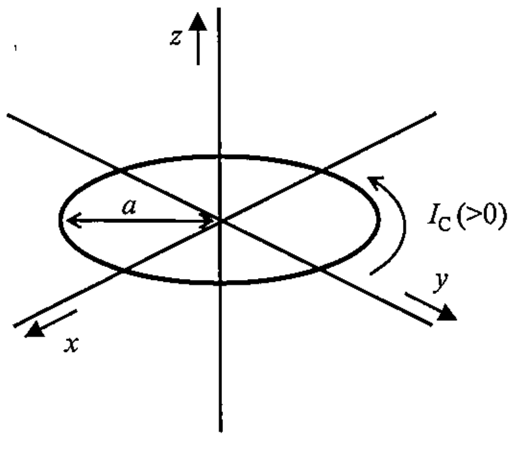

図 2-1

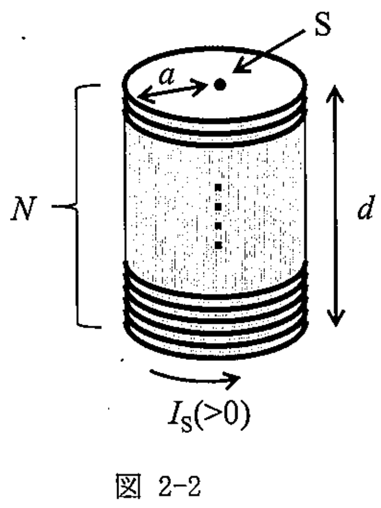

図 2-2