平成 25 年度神戸大学大学院工学研究科博士課程前期課程入学試験

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

自由空間に置いた半径r_a [m] の導体の棒を考える。この導体棒には棒の長さ方向にそって電荷密度ρ [C/m] が帯電している。自由空間の誘電率は真空の誘電率ε_0 [F/m] と等しい。導体棒の長さは無限で、端部の影響は考えない。このとき下記の問いに答えなさい。

（１）導体内部（$r<r_a$となる半径r [m] の場所）の電界を求めなさい。

（２）$r>r_a$となる半径r [m] の場所における電界を求めなさい。

上の導体棒と同心の半径r_b [m] の円筒状導体を導体棒に巻き、接地する。この同軸コンデンサについて下記の問いに答えなさい。

（３）$r_a<r<r_b$となる半径r [m] の場所における電界を求めなさい。

（４）$r>r_b$となる半径r [m] の場所における電界を求めなさい。

（５）単位長さの同軸コンデンサの静電容量を求めなさい。

（６）単位長さの同軸コンデンサに貯えられる静電界のエネルギーを求めなさい。

（７）同軸コンデンサに貯えられる静電界のエネルギーを１０倍にするにはどうしたら良いか提案しなさい。

電磁気学

問題 2

下図のように、半径 a の円柱状の導体に電流 I が流れているとする。また、円柱の中心線を z 軸として、電流 I は導体内を均一に、z の正の向きに流れているとする。z 軸からの垂直距離 r の点を P として、以下の問いに答えなさい。

（1） 導体は無限に長く、P が導体外にある（$r \geq a$）。この時、アンペールの法則を用い、P での磁界の大きさを求めなさい。計算の過程も書きなさい。また、磁界の向きを図示しなさい。

（2） 導体は無限に長く、P が導体内にある（$r \leq a$）。この時、アンペールの法則を用い、P での磁界の大きさを求めなさい。

（3） P が導体外にあり、導体円柱の太さは無視できるとする。ビオ・サバールの法則を用い、有限長さの導体（$-z_0 \leq z \leq z_0$、P 点の $z=0$）を流れる電流 I から P 点に誘起される磁界の大きさを求めなさい。その際、電流素 Idz から P 点を見込む角度等を適宜定義して使ってよい。また、磁界の向きを図示しなさい。次に、求めた磁界について、導体長さを無限にする極限をとることにより（$z_0 \to \infty$）、（1）の解と同じになることを示しなさい。