平成 15 年 6 月 26 日

電磁気学演習 **No.12** (積分型アンペールの法則)

問 **1** *(円柱電流)

(a) その軸が z 軸上にある半径 R の無限に長い直線ケーブルに一様電流が流れている．電流の総量を I とするとき, この電流がケーブルの内部および外部に作る磁場 $\boldsymbol{B}$ を求め，その大きさを中心軸からの距離 r の関数として図示せよ.

(b) 上の問題と同様であるが, ケーブル内の電流が一様でなく電流密度 $\boldsymbol{J} = J_z(r)\boldsymbol{e}_z$ が

$$J_z(r) = \begin{cases} \frac{3I}{\pi R^3}(R-r) & (0 < r < R) \\ 0 & (R < r) \end{cases}$$

で与えられるとき, 磁場 $\boldsymbol{B}$ を求め, その大きさを r の関数として図示せよ.

(c) 先週の問題 4 を積分型アンペールの法則を用いて解いてみよ.

問 **2** *(二枚の板状電流) 無限に広い二枚の板状導体板が平行に置かれており，単位幅当り I の電流が互いに平行で反対方向に流れている. このとき, この導体板の電流が作る磁場の大きさと向きは二枚の導体に挟まれた領域およびその外でどうなるか?

問 **3** *(板状電流) x–y 平面をその中心とする厚さ $2h$ の無限平板があり, その平板中を電流密度 J_0 の一様な電流が x 軸方向に流れているとする. このときこの電流が作る磁場を求め, その大きさを z の関数として図示せよ.

問 **4** *(回転円柱) 一様な電荷密度 ρ で帯電した半径 a, 長さ無限大の円柱がその中心軸まわりに角速度 ω で回転している. このとき，この円柱の作る磁場を中心軸からの距離 r の関数として求め, それを図示せよ.

問 **5** **(ソレノイド) z 軸上にその中心をもち, 巻数 N, 長さ L, 半径 a のソレノイドコイルに電流 I を流した.

(a) $a \ll L$ の場合, ソレノイドの中心軸上の磁場の近似的に $\boldsymbol{B} = (\mu_0 NI/L)\boldsymbol{e}_z$ となることを示せ.

(b) 無限に長いソレノイドの内部には一様な磁場が生ずることを, アンペールの法則 (積分型) より示せ.

(c) 無限に長いソレノイドの外部には磁場生じないことを, アンペールの法則 (積分型) より示せ.