平成 15 年 6 月 5 日

電磁気学演習 **No.9** (電気映像法、静磁場)

問 **1** * 以下の問いに答えよ.

(a) (ベクトル解析の復習) ベクトル場 $\boldsymbol{E}$ が保存場である (すなわち, $\boldsymbol{E} = -\nabla\Phi$ を満たす一価のポテンシャル Φ が存在する) ことの必要十分条件は $\nabla \times \boldsymbol{E} = 0$ であることを証明せよ.

(b) (直線電流の作る磁場) 無限に長い直線導線に電流 I が流れているとき, 導線の周りに作られる磁場 $\boldsymbol{B}$ を導線からの距離 r の関数として求め, その大きさと r の関係を図示せよ.

問 **2** *(電気映像法**:** 平面 + 点電荷) 無限に広い接地された導体平面がある. この導体表面から距離 h 離れた点 A に, 点電荷 q が固定されている. 以下の問いに答えよ.

(a) 導体の外部におけるポテンシャル Φ と同等の解を与える電気映像はどのようなものか? その位置と電荷の大きさを求めよ.

(b) 導体の外部におけるポテンシャル Φ を空間の関数として求めよ.

(c) 導体表面における電場 $\boldsymbol{E}$ を求めよ.

(d) 導体表面にある表面電荷密度 σ を求めよ.

(e) 導体表面にある電荷の総量 Q を求めよ.

(f) この点電荷を点 A から無限遠まで引き離すのに必要なエネルギーを求めよ.

問 **3** *(円形電流) 原点を中心とし, x-y 平面上に置かれている半径 a の円形導線に電流 I が流れている. z 軸上の磁場を座標 z の関数として求め, その大きさを z 関数として図示せよ.

問 **4** *(正方形電流) 一辺 $2a$ の正方形導線に電流 I が流れている. その中心での磁場の大きさと方向を求めよ.

問 **5** **(円弧電流) 半径 a の半円型導線を図のように直線導線につなぎ, 電流 I を流すとき, 中心 O における磁場の大きさと向きを求めよ.

問 **6** **(回転球) 半径 a の非導体球が電荷密度 ρ で一様に帯電している. ある直径の回りに一定角速度 ω でこの球を回転させるとき, 球の中心の磁場を求めよ.