電磁気学1演義　　　第5回　2018年5月15日

時間的に定常な電流密度場 $\boldsymbol{j}(\boldsymbol{r})$ があるとき、静磁場ができる。静磁場は以下のMaxwell方程式に従う。

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \qquad \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} \tag{1}$$

以下の0,1,2,3では、Maxwell方程式(1)を積分することによって、静磁場を求めよ。(ヒント：例えば回転対称性など、それぞれの問いで考えている系の対称性に注目し、磁場にもその対称性が反映されているとせよ。[1] 電流密度 $\boldsymbol{j}$ は、単位面積あたりを通過する電流の強さと、方向を表すベクトルである。すなわち適当な面で面積分 $\int dS \hat{\boldsymbol{n}}(\boldsymbol{r}) \cdot \boldsymbol{j}(\boldsymbol{r})$ すれば、その面を通過する電流の総量となる。)

0. z 軸方向に無限に伸びた直線上を、強さ I の定常電流が $+z$ 方向に流れている場合の磁場を求めよ。
1. z 軸方向に無限に伸びた半径 a の円柱の内部を、強さ I の定常電流が $+z$ 方向に流れている場合。電流は、円柱内で均一とする。円柱内部、外部を含めて磁場を求めよ。
2. z 軸に垂直な無限に広い平面上を、均一な定常電流が x 方向に流れている場合。電流に直交する直線を、単位長さあたり強さ K の電流が通過しているとする。平面の両側で磁場を求めよ。
3. z 軸方向に無限に伸びた半径 a の円筒の表面上を、定常電流が円周方向に流れている。電流に直交する直線を、単位長さあたり強さ K の電流が通過しているとする。円筒内部、外部を含めて磁場を求めよ。

[1] 一般に、ある解に定数ベクトルを足したものもこれらの方程式の解になっているので解は自体は無数にある。