電磁気学 A(加藤担当) レポート第 4 回　第 9 講配布 (2017.12.6)

以下の問に答えよ。答えに真空の透磁率 μ_0 を用いて構わない。

問題 1. 図 1 のような断面が半径 a の円となる十分長い円柱状の金属線がある。金属線に電流 I を流した時、金属線の中心軸から距離 r の場所における磁場の大きさ B を r の関数として求めよ。ただし、金属線の内部で電流密度の大きさ j は一定であり、$j = I/(\pi a^2)$ で与えられる。(ヒント：$0 < r < a$ と $r > a$ で場合分けを行い、金属の中心軸まわりの半径 r の円経路でアンペールの法則を適用する。磁場線は金属線の内部を含めて軸対称で中心軸を周回しており、電流に対して右ねじの向きを向くことは使ってよい。)

問題 2. (1) 図 2(a) のように $z = 0$ の場所に置かれた十分広い金属板に対して、x 方向に電流を流す。電流の面密度 (=y 方向の単位長さを通過する電流) を J としたとき、面から r だけ離れた場所における磁場の向きと大きさを求めよ。(ヒント：図 2(a) 中の経路 C_1 のような周回経路に対してアンペールの法則を適用する。磁場の向きは、$\mathrm{div}\vec{B} = 0$ より板から離れる方向には成分をもたない。また図 2(a) 中の経路 C_2 のような周回経路でアンペールの法則を適用すると、電流の方向に磁場の成分はないことがわかる。どうしてもわからなければ、演習書やネットにやり方が載っているので調べてみよ。)
(2) 図 2(b) のように十分広い 2 枚の金属板を $z = 0$, $z = a$ におき、それぞれに面密度 J の電流を反対向きに流す。磁場の大きさを z の関数として求めよ。(ヒント：磁場の重ねあわせ)

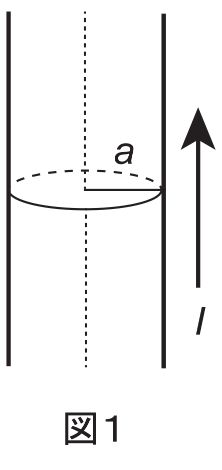

図1

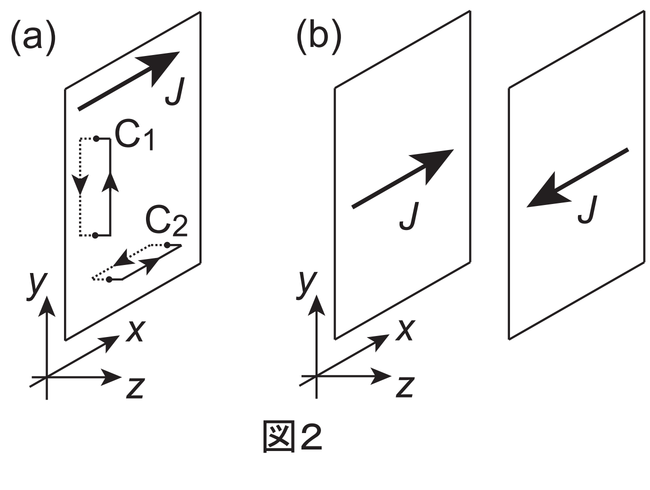

図2

眠れぬ夜のために (成績とは無関係.) 以下の式を証明せよ。ただし、$\vec{A}$ は任意のベクトル場、f は任意のスカラー場であるとする。

$$\text{(a)}\quad \vec{\nabla}\times(\nabla\times\vec{A})=\vec{\nabla}(\vec{\nabla}\cdot\vec{A})-\vec{\nabla}^2\vec{A},\quad \text{(b)}\quad \vec{\nabla}\times(f\vec{A})=\vec{\nabla}f\times\vec{A}+f\vec{\nabla}\times\vec{A}.$$

(アンケート)

講義に関する疑問や感想を自由に書いてください。皆さんさらにネタ切れのようですが、授業の難易度や速度について一言コメントしてもらえると大変参考になります。楽しかった余談でも構いません。なおアンケートはホームページ (http://kato.issp.u-tokyo.ac.jp/kato) に掲載したいと思います。掲載がいやな人はそのようにかいてください。