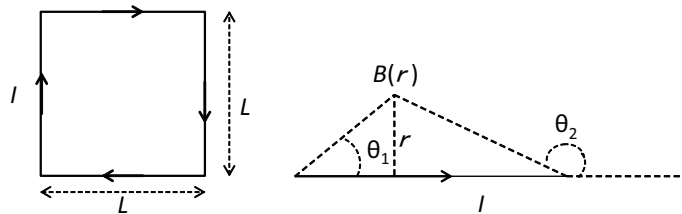


(ビオ・サバールの法則の適用:正方形電流のつくる磁場)biosavart-squarecurrent-qa140630A.tex

図のように、強さ I の電流が流れている、1 辺 L の正方形の中心 O 上の磁場 B の大きさと向きを次の手順で求めよ。ただし、真空の透磁率を μ_0 とし、直線電流 I の向きから角度 θ_1, θ_2 で眺めるような 2 点を両端とする直線上電流から距離 r 点における磁場 B の大きさ $B(r)$ は次式で与えられるとする。



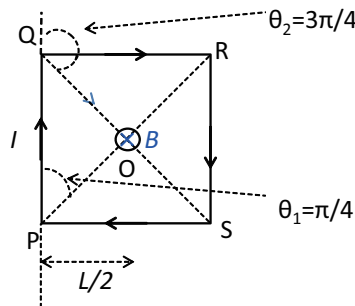
きから角度 θ_1, θ_2 で眺めるような 2 点を両端とする直線上電流から距離 r 点における磁場 B の大きさ $B(r)$ は次式で与えられるとする。

$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \quad (1)$$

1. 正方形の電流の 1 辺が中心 O につくる磁場の大きさと向きを求めよ。
2. 正方形の電流全体の作る磁場の大きさと向きを求めよ。

(解答例)

1. 正方形の 1 辺 PQ が中心 O につくる磁場の大きさ B_{PQ} は、与えられた公式に $\theta_1 = \pi/4, \theta_2 = 3\pi/4, r = L/2$ を代入して次式のようなになる。



$$\begin{aligned} B_{PQ} &= \frac{\mu_0 I}{4\pi \times (\frac{L}{2})} \left[\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) \right] \\ &= \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2}\pi L} \end{aligned} \quad (2)$$

2. 正方形の 4 つの辺の作る磁束密度ベクトルは中心 O において、同じ向き (すなわち電流が進む向きを右ねじとした場合のねじの回る向き) で、かつ大き

さは同じである。重ね合わせの原理により、正方形全体がつくる磁場 (磁束密度ベクトル) \mathbf{B}_O の大きさ B_O は

$$\begin{aligned} B_O &= 4 \times B_{PQ} \\ &= \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi L} \end{aligned} \quad (3)$$

となる。磁場 \mathbf{B}_O の向きは \otimes , すなわち紙面の表から裏に向かう向きである。