

十分に長い直線状の導線に強さ  $I_1$ ,  $I_2$  の電流が間隔  $d$  で 平行に 流れているときの磁気力 (=アンペアの力) を考える.

1. 両方の導線の導線の長さ  $L$  部分に働く力の大きさと向きを理由をつけて述べよ. ただし, 強さ  $I$  の直線状に流れている電流から距離  $d$  だけ離れた点における磁場 (磁束密度) の強さ  $B$  は, 真空の透磁率を  $\mu_0$  として,  $B = \mu_0 I / (2\pi d)$  で与えられる.
2. 具体的に,  $d = 0.10 \text{ m}$ ,  $I_1 = I_2 = 1.0 \times 10^2 \text{ A}$ , 長さ  $L = 10.0 \text{ m}$  の導線間に働く力の大きさ  $F$  を求めよ. ただし,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$  とする.

(解答例)

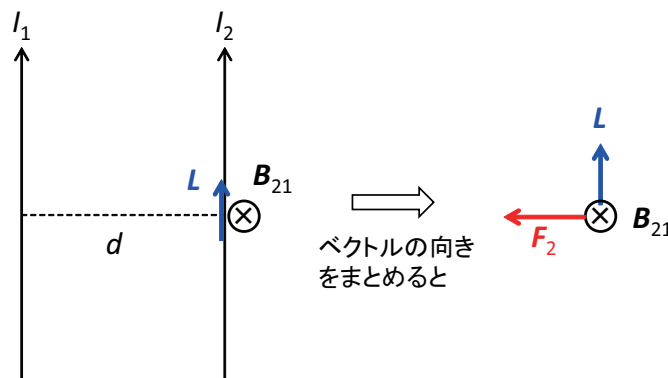
1. (a) まず, 電流  $I_1$  がつくる磁場を通じた磁気力 (=アンペアの力) を考える. 電流  $I_1$  が電流  $I_2$  の位置につくる磁場  $\mathbf{B}_{21}$  の強さは

$$B_{21} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad (1)$$

である. 従って, 電流  $I_2$  の導線の長さ  $L$  で電流  $I_2$  の向きのベクトル部分 ( $\mathbf{L}$ ) に作用するアンペアの力  $\mathbf{F}_2$  は

$$\mathbf{F}_2 = I_2 \mathbf{L} \times \mathbf{B}_{21} \quad (2)$$

である.



この力  $\mathbf{F}_2$  の大きさは  $F_2 = I_2 L B_{21} = \mu_0 I_1 I_2 L / (2\pi d)$  である. (電流の強さ  $I_1$ ,  $I_2$  の入れ替えに対して対称な表現式になっていることに注意する.) ベクトル積 (外積) の性質から, この力  $\mathbf{F}_2$  の向きはベクトル  $\mathbf{L}$  からベクトル  $\mathbf{B}_{21}$  の向きに右ねじを回したとき, 右ねじの進む向き, すなわち, 電流  $I_1$  側に向かう向き である.

- (b) 次に，電流  $I_2$  がつくる磁場を通じた磁気力（＝アンペアの力）を考える．電流  $I_2$  が電流  $I_1$  の位置につくる磁場  $\mathbf{B}_{12}$  の強さは

$$B_{12} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} \quad (3)$$

である．従って．電流  $I_1$  の導線の長さ  $L$  で電流  $I_1$  の向きのベクトル部分 ( $\mathbf{L}$ ) に作用するアンペアの力  $\mathbf{F}_1$  は

$$\mathbf{F}_1 = I_1 \mathbf{L} \times \mathbf{B}_{12} \quad (4)$$

である．この力  $\mathbf{F}_1$  の大きさは  $F_1 = I_1 L B_{12} = \mu_0 I_2 I_1 L / (2\pi d)$  である．(電流の強さ  $I_1, I_2$  の入れ替えに対して対称な表現式になっていることに注意する．) ベクトル積(外積)の性質から，この力  $\mathbf{F}_1$  の向きはベクトル  $\mathbf{L}$  からベクトル  $\mathbf{B}_{12}$  の向きに右ねじを回したとき，右ねじの進む向き，すなわち電流  $I_2$  側に向かう向き である．

すなわち，同じ大きさ  $F = \mu_0 I_1 I_2 L / (2\pi d)$  の引力が働く ことになる．

## 2. 題意より

$$\begin{aligned} \mathbf{F} &= \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d} \\ &= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2)(10 \text{ A})^2 \times 10 \text{ m}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}} \\ &= 0.2 \text{ N}. \end{aligned} \quad (5)$$