

**フレミングの左手の法則**

( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

**磁界から電流が受ける力**

磁界(磁場)の中で電流が流れたとき、磁界から電流が力を受ける。磁界の強さ  $H$ [A/m]、電線の長さ  $L$  [m]、電流の大きさ  $I$  [A]、磁界の向きと電流の向きとの角度  $\theta$  [rad]とすると

磁界から受ける力の大きさ [ ]

※ 中学校でも習った有名な法則だが、手首の関節が固い人には苦痛を強い物理法則。

**透磁率**

電流が磁界から受ける力  $f = \mu IHL \sin \theta$  の比例定数  $\mu$  の部分を透磁率という。真空の透磁率を  $\mu_0$  と表し、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6}$  [N/A<sup>2</sup>]。また、真空の透磁率との比を比透磁率という (参考 比誘電率)

**磁束密度**

→ 「磁界の強さ」に透磁率をかけたもの  $B = \mu H$   
変数名を  $B$ 、単位名は [Wb/m<sup>2</sup>] (ウェーバ毎平方メートル)、または[T] (テスラ)

**入門**

磁界の強さが 20[A/m]の磁界が鉛直上向きにかかっている。この中に南北方向水平に電線を置き、電流を南から北向きに50[A]流した。この電線 1[m]あたりに磁界から受ける力(力の向きと大きさ)を求めなさい。ただし、空気中の透磁率は真空の透磁率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6}$  [N/A<sup>2</sup>]と等しいものとする。

- (1) この磁界の磁束密度を求めなさい。
- (2) 磁界から電流が受ける力の向きを求めなさい。
- (3) 磁界から受ける力の大きさを求めなさい。

**初級**

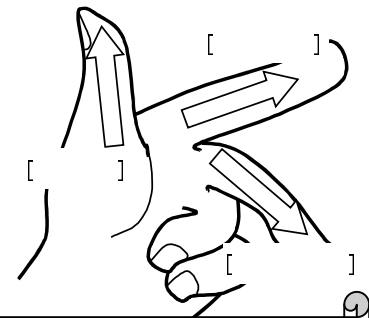
2本の電線A、Bが平行に置かれている。電線の間隔は 2.0[cm]である。10[A]の電流を同じ向きに流したとき、電線間にかかる力の向き、大きさを求めなさい。

- (1) 電線Aの電流が電線Bの位置に作る磁界の強さを求めなさい。
- (2) 電線Aの電流が作る磁界から電線Bが受ける力を求めなさい。
- (3) 電線Bの電流が作る磁界から電線Aが受ける力を求めなさい。

**中堅**

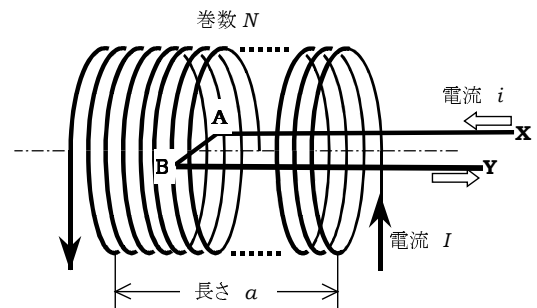
長さ  $a$  [m]、巻数  $N$ [回]のソレノイドに電流  $I$  [A]を流したソレノイドの中に右に示す「コ」の字電線を挿入した。電線には  $i$  [A]を白矢印の向きに流してやった。コの字型電線のABの長さは  $d$  [m]であるとし、真空の透磁率を  $\mu_0$ として次の各問いに答えなさい。

- (1) ソレノイドの内部に出来る磁界の向きと、強さを求めなさい。
- (2) 電線AXと電線BYに力が働かないことを示せ。
- (3) コの字型電線が受ける力の向きと大きさを求めなさい。



磁界から電流が受ける力

$$f = IBl \sin \theta$$



**フレミングの左手の法則 (解説)**

( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

**磁界から電流が受ける力**

磁界(磁場)の中で電流が流れたとき、磁界から電流が力を受ける。**磁界の強さ  $H$  [A/m]**、**電線の長さ  $L$  [m]**、**電流の大きさ  $I$  [A]**、**磁界の向きと電流の向きとの角度  $\theta$  [rad]**とすると、**磁界から受ける力の大きさ  $f$  は  $f = \mu IHL \sin \theta$  (ただし、 $\mu$  は透磁率)である。**

また、透磁率  $\mu$  と磁界の強さ  $H$  をかけたものを**磁束密度  $B$  [Wb/m<sup>2</sup>]**とすると、 $f = IBL \sin \theta$  とかける。力を受ける向きは、左手の各指の向きで示される。

※ 中学校でも習った有名な法則だが、手首の関節が固い人には苦痛を強いる物理法則。

**透磁率**

電流が磁界から受ける力  $f = \mu IHL \sin \theta$  の比例定数  $\mu$  の部分を透磁率という。真空の透磁率を  $\mu_0$  と表し、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6}$  [N/A<sup>2</sup>]。また、真空の透磁率との比を比透磁率という (参考 比誘電率)

**磁束密度**

→ 「磁界の強さ」に透磁率をかけたもの  $B = \mu H$

変数名を  $B$ 、単位名は [Wb/m<sup>2</sup>] (ウェーバ毎平方メートル)、または[T] (テスラ)

**入門**

$f = \mu IHL \sin \theta$  または  $f = IBL \sin \theta$  を使う。空気中の透磁率(真空の透磁率)

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6}$  [N/A<sup>2</sup>]を使って磁界からの力を求める。

- (1) **磁束密度**は  $B = \mu H$  より、 $B = 1.26 \times 10^{-6} \times 20 = 2.52 \times 10^{-5}$  [Wb/m<sup>2</sup>]または[T]
- (2) フレミングの左手の法則より、**向きは東向き**の力である。
- (3) 磁界からの力の大きさは  $f = \mu IHL \sin \theta$  または  $f = IBL \sin \theta$  より

$f = 50 \times 2.52 \times 10^{-5} \times 1 \times \sin 90^\circ$  より、 $f = 1.26 \times 10^{-2}$  [N]の大きさである。

**初級**

2本の電線A、Bが平行に置かれている。電線の間隔は 2.0[cm]である。10[A]の電流を同じ向きに流したとき、電線間にかかる力の向き、大きさを求めなさい。

- (1) 直線電流が作る磁界の強さの公式  $H = \frac{I}{2\pi r}$  より、 $H = \frac{10}{2 \times 3.14 \times 0.020} = 79.6$ ..だから、電線Aの電流が電線Bの位置に作る磁界の強さは 80[A/m]である。
- (2) 磁界からの力の大きさは  $f = \mu IHL \sin \theta$  より、 $f = 1.26 \times 10^{-6} \times 10 \times 79.6 \times 1 \times \sin 90^\circ = 1.002 \times 10^{-3}$  [N]であるので、電線Aの電流が作る磁界から電線Bが受ける力は  $1.0 \times 10^{-3}$  [N]の力がBからAの向きに働く。
- (3) 「**電線Bの電流が作る磁界から電線Aが受ける力**」の大きさは「**電線Aの電流が作る磁界から電線Bが受ける力**」の大きさと同じで向きが反対になっている。

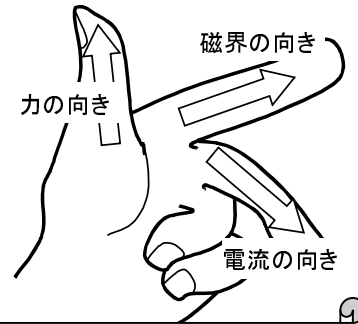
**中堅**

ソレノイドの内部の磁界の強さ  $H = nI$

- (1) このソレノイドの場合は 長さ  $a$  [m]で  $n$ 回巻かれているので、単位長さ当たりの巻数は  $n = \frac{N}{a}$  になるから、ソレノイドの内部に出来る磁界の強さの公式は  $H = nI$  より、磁界の強さは  $H = \frac{NI}{a}$  [A/m]である。

- (2) 右手の法則より、そのど内部の磁界は右向きである。AX、BXの電線の電流と磁界の向きは平行( $\theta$ が 0 度または、180度)だから、 $f = \mu IHL \sin \theta = 0$  になる。したがって、それぞれの電線AXと電線BYに働く力はゼロ。

- (3)  $f = \mu IHL \sin \theta$  より、コの字型電線が受ける力の大きさは  $f = \frac{\mu_0 N d I^2}{a}$  [N]である。向きはフレミングの左手の法則より、上向きであることが分かる。



磁界から電流が受ける力

$$f = IBl \sin \theta$$
