

物理Ⅱ

後期 第9回 電磁気
磁場

教科書 p86-96

今日の内容

磁場は磁石などの磁極によって作られる

磁気力と電気力は似ている。類似性から磁場を理解しよう。また相違点は何か？

磁荷 [Wb] 磁石の磁極の磁気量 m

磁場 [N/Wb] 磁氣的な力を持ったベクトル場で、磁極または電流に作用する H

磁気力 [N] 磁場 H から磁極 m が受ける力 $F = mH$

磁極の周りの磁場 磁石の磁極が周りに作る磁場 $H = k_m \frac{m}{r^2}$

磁場は電流によっても作られる

直線電流の作る磁場
[A/m]

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

円形電流の作る磁場
[A/m]

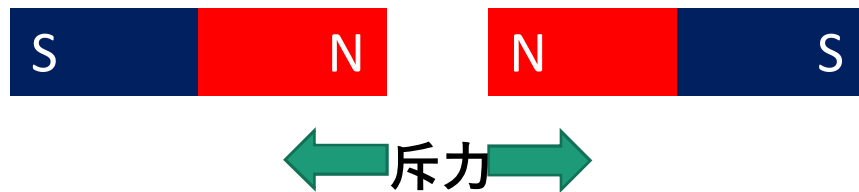
$$H = \frac{I}{2r}$$

ソレノイドの内部
の磁場 [A/m]

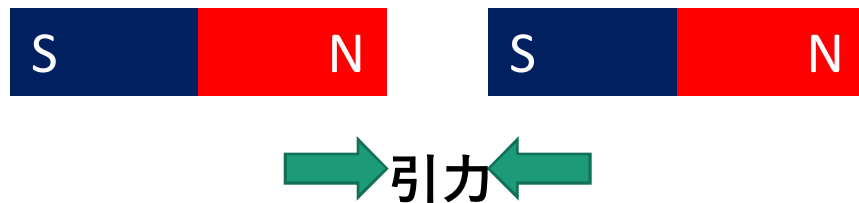
$$H = nI$$

磁石と磁場

磁石の両端にN極（+）とS極（-）がある

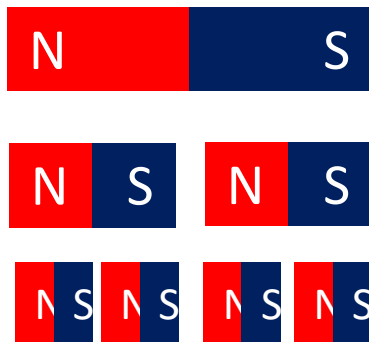


N極とN極を近づけると反発しあい、N極とS極を近づけると引き合う



電荷の性質と同じで、N極をプラス、S極をマイナスとして考える

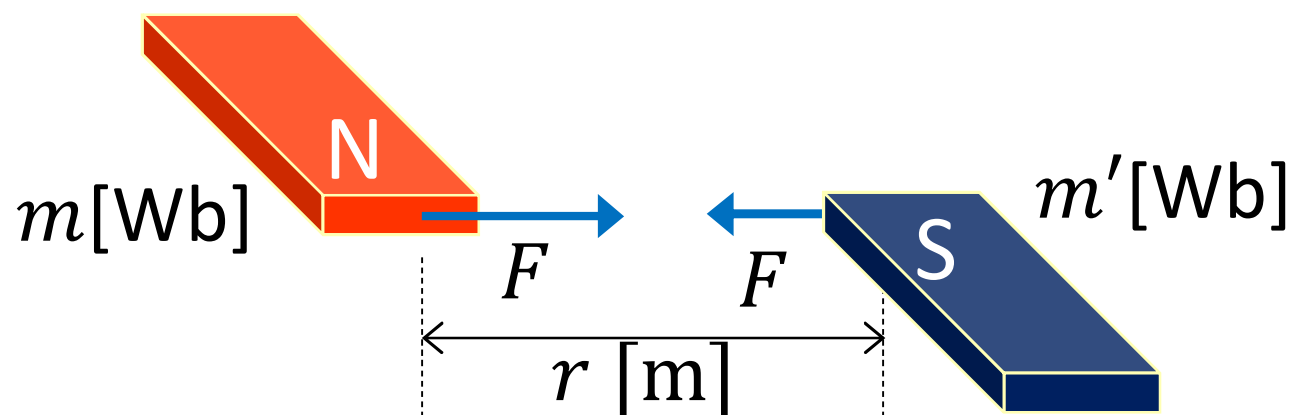
磁石を分割してもN極とS極の磁極が生じる



N極だけを取り出そうとしてもできない。

磁気のクーロンの法則

磁極の間に作用する磁気力は、電荷の間に作用する静電気力と全く同じ形のクーロンの法則を満たす



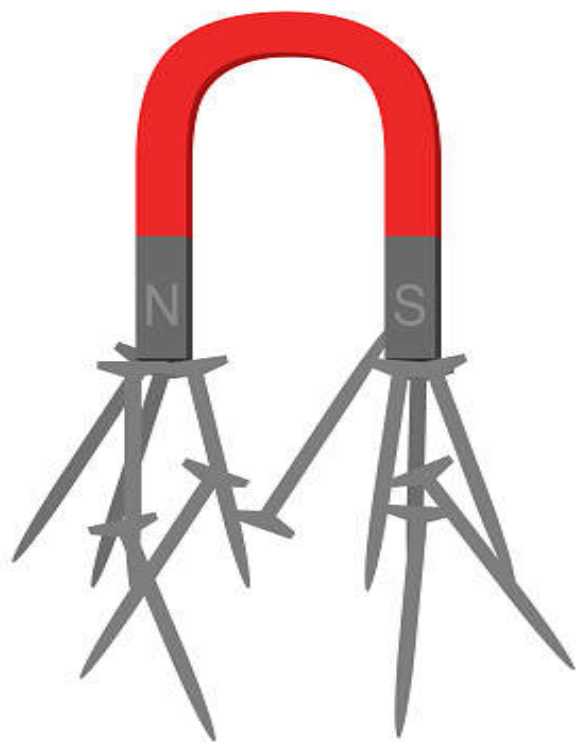
電荷の単位Cに対して、磁荷の単位は**Wb**

$$F = k_m \frac{m m'}{r^2} \quad \text{力の単位 } \mathbf{N}$$

$$k_m = 6.33 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Wb}^2$$

1mの間隔で $6.33 \times 10^4 \text{ N}$ の力が働くときの磁荷が1Wb

磁場の発生



鉄と磁石との違い

鉄でできた物体2つを近くに置いて引き寄せ合わない。

しかし、鉄に磁石を近づけると、鉄には一時的に磁石の性質が現れて磁石に引き付けられる。

磁極の周りの空間が磁気力が働く空間に変化する

磁場

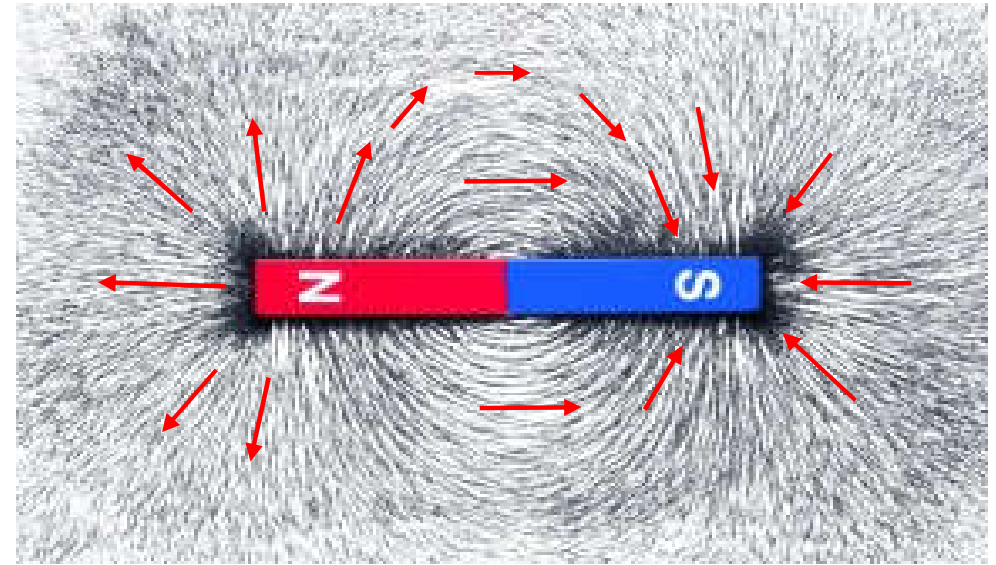
磁場の大きさと向きは、
「1 WbのN極（+1 Wb）を
磁場中においたときに受ける
磁気力の大きさと向き」
と定める

電場の大きさと向きの決め方と同じ

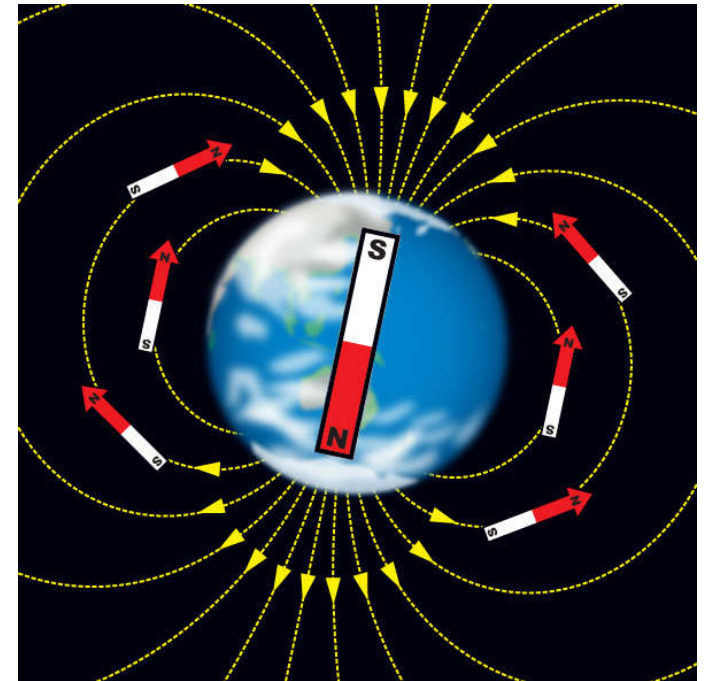
磁場 H [N/Wb]の点に m [Wb]のN
極を置いたとき受ける**磁気力** F

$$H = \frac{F}{m} \quad \text{単位} \quad \text{N/Wb}$$

磁場



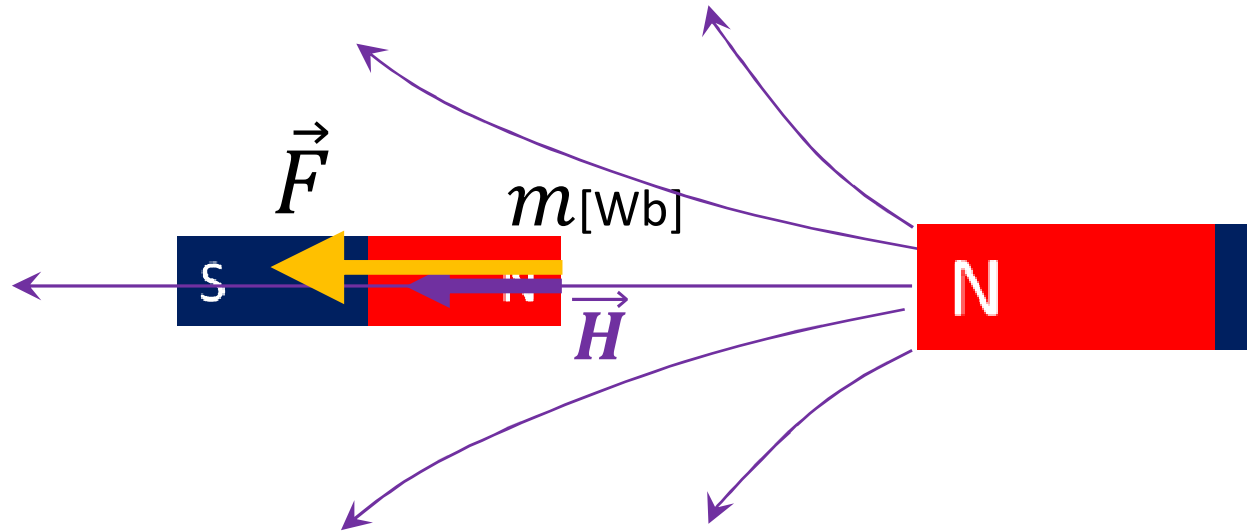
磁力線はN極から出てS極に入る



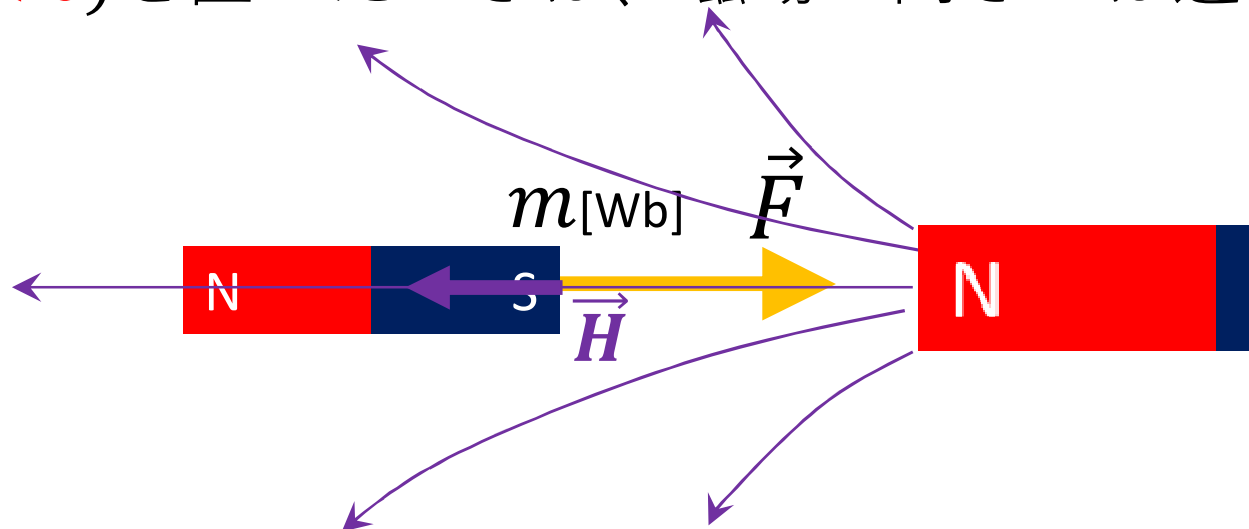
N極の作る磁場 $\vec{H}$ の中に別の磁石を置くとき

$$\vec{F} = m\vec{H}$$

N極($m > 0$)を置いたとき、磁場と同じ向きに磁気力を受ける



S極($m < 0$)を置いたときは、磁場の向きとは逆向きになる



磁極の周りの磁場の大きさ

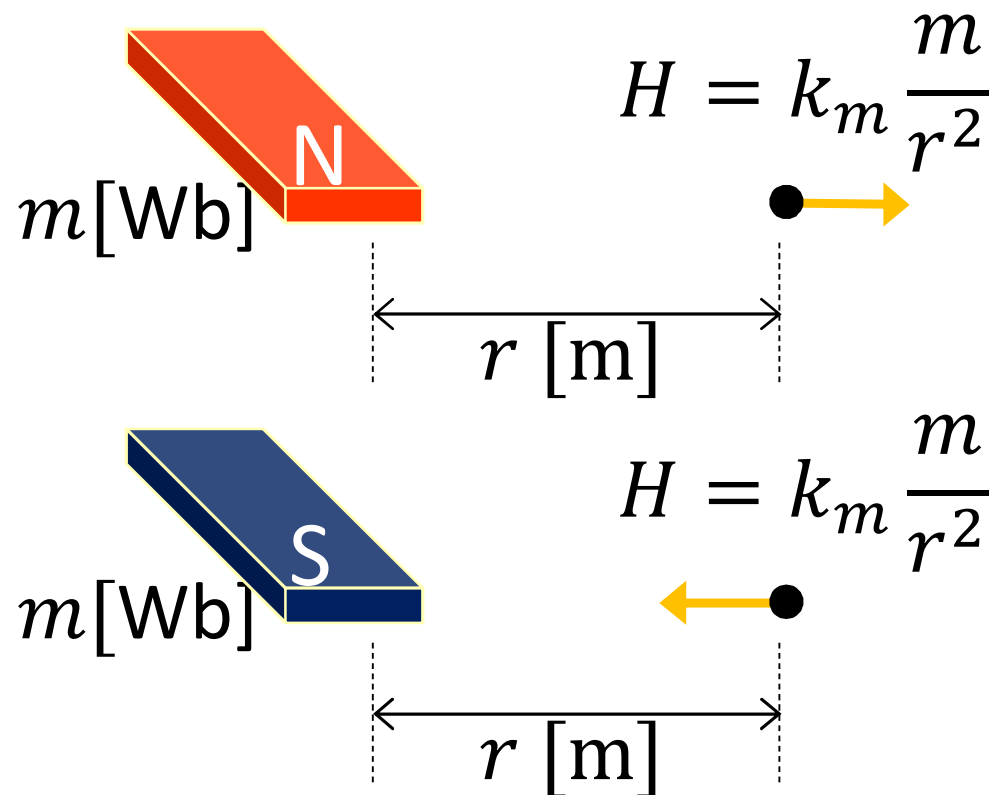
磁極がその周囲に磁場を作って磁場が他の磁極に作用する

$$F = m'H \text{ より}$$

$$H = \frac{F}{m'} = k_m \frac{m}{r^2}$$

$$H = k_m \frac{m}{r^2}$$

単位 **N/Wb**



m' [Wb]の磁極は磁場から F [N]の力を受けている。

磁気力と電気力は似ている

電気	磁気
正極（+）と負極（-）	N極（+）とS極（-）
電荷 q [C] クーロン	磁荷 m [Wb] ウェーバー
距離 r 隔てた 電荷の間に 働く電気力[N] $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	距離 r 隔てた 磁極の間に 働く磁気力[N] $F = k_m \frac{m_1 m_2}{r^2}$
電場 $\vec{E}$ [N/C]=[V/m]	磁場 $\vec{H}$ [N/Wb]=[A/m]
電気力[N] $\vec{F} = q\vec{E}$	磁気力 [N] $\vec{F} = m\vec{H}$
電気力線	磁力線

違うところ

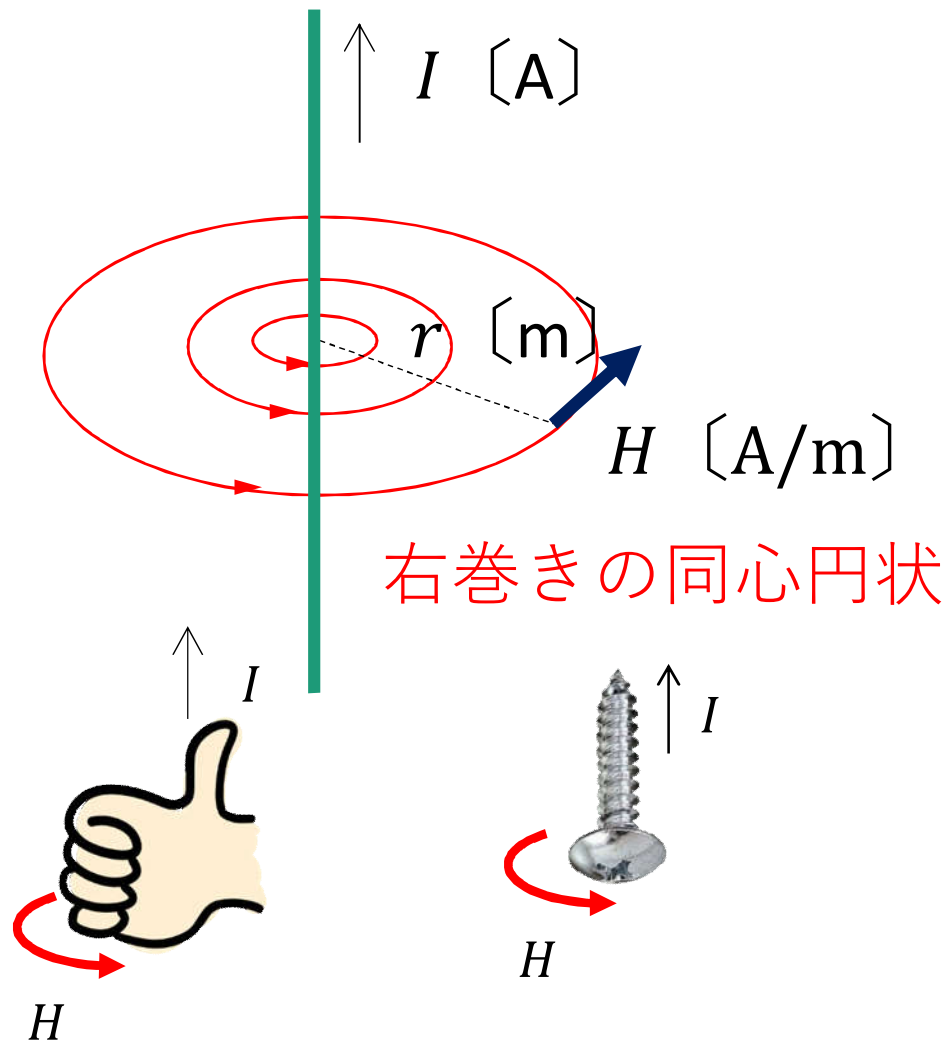
正電荷と負電荷がある。

単独で磁荷は存在しない（見つからない）いつもNとSはペアで現れる。

電流が作る磁場

磁石の作る磁場とは違う法則で、磁石の作る磁場と同じ磁場を作る。

1. 十分長い直線電流が作る磁場



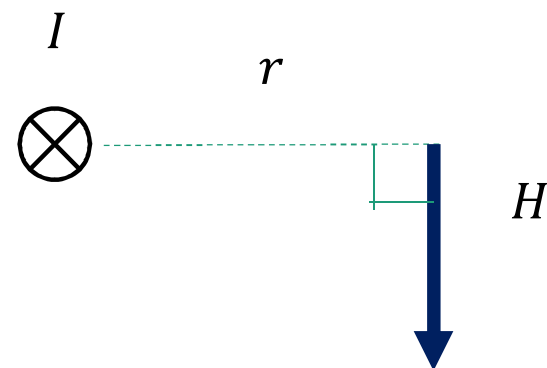
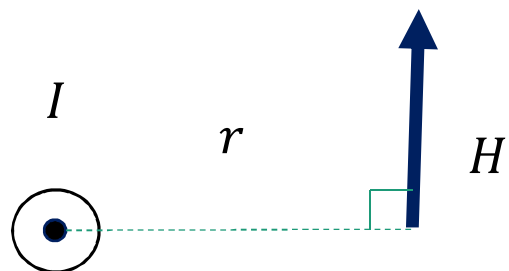
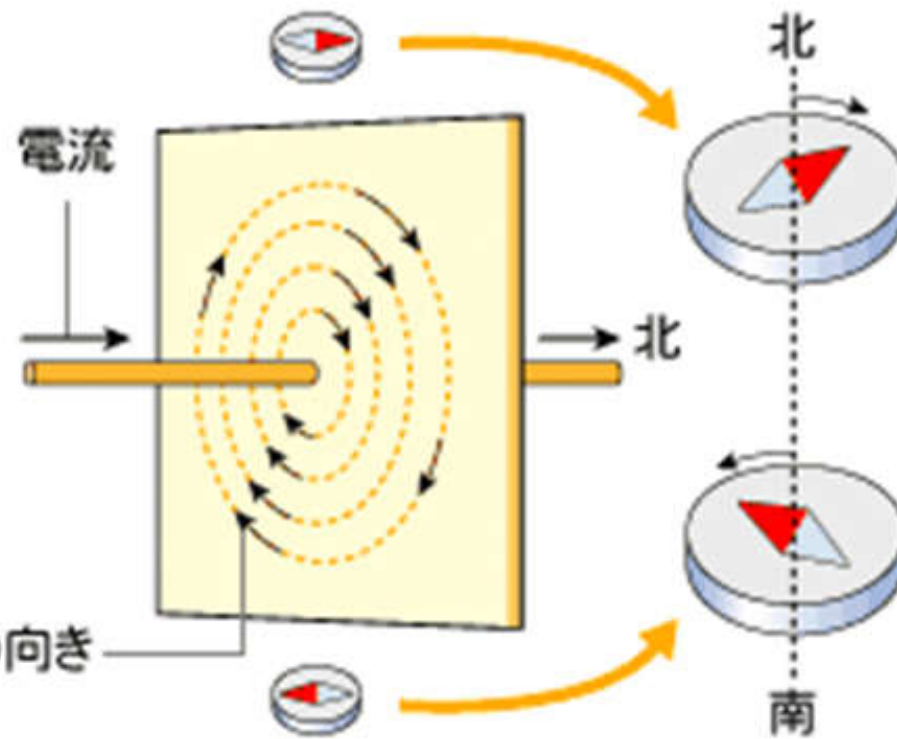
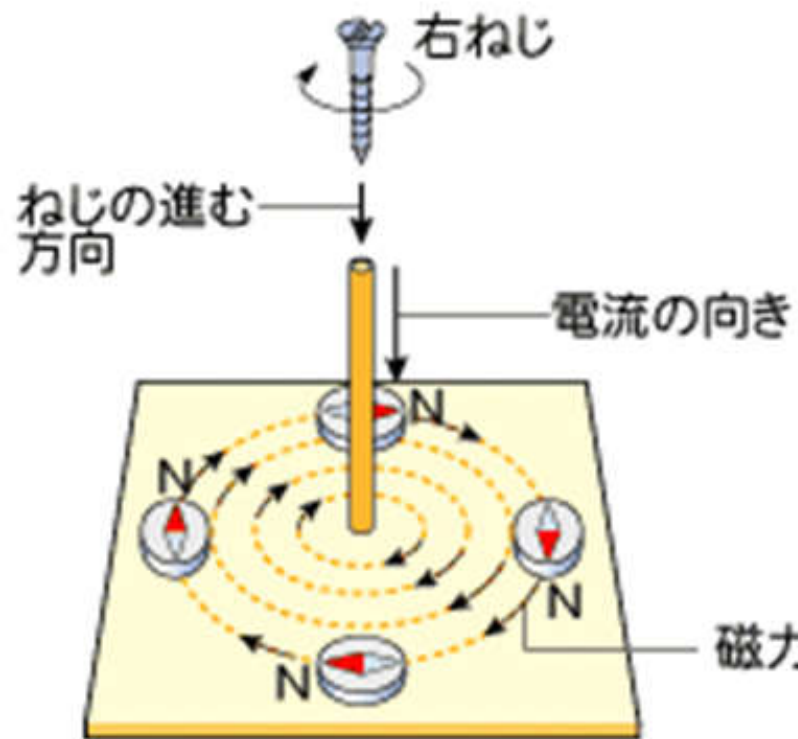
同じ距離にある点の磁場の
大きさはどこでも同じ

$$H = \frac{I}{2\pi r} \quad \text{単位 } \text{A/m}$$

$$1 \text{ A/m} = 1 \text{ N/Wb}$$

向きは直線電流をぐるっと
囲むように円の接線方向

右ねじの法則



2. 円形電流が作る磁場

直線電流を円形に丸めたもの
と考えればよい

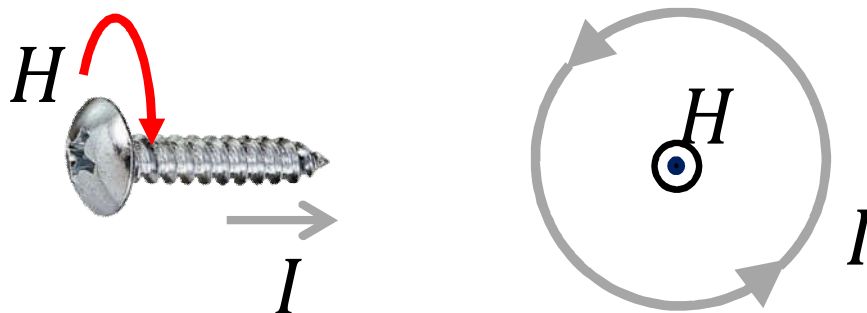
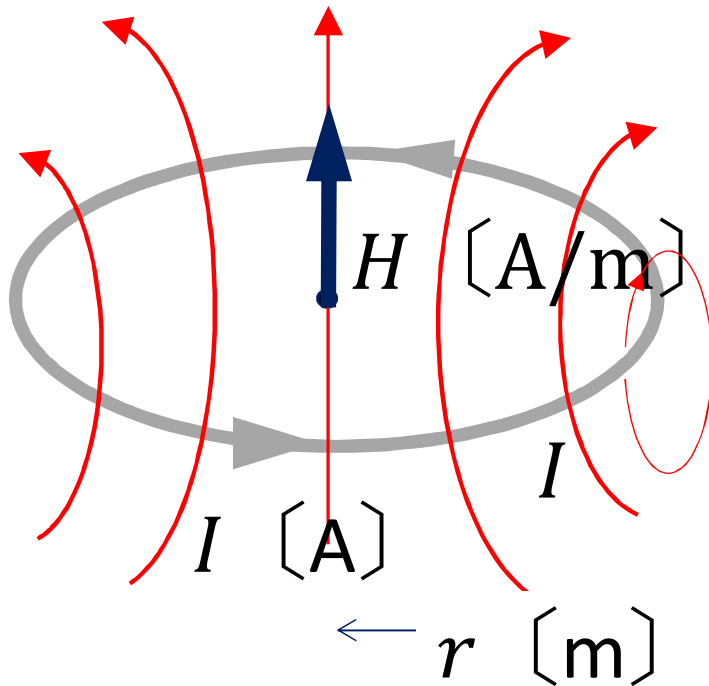
円の中心の大きさ

$$H = \frac{I}{2r} \quad \text{単位 } \text{A/m}$$

N回巻きの円形コイルでは

$$H = N \frac{I}{2r}$$

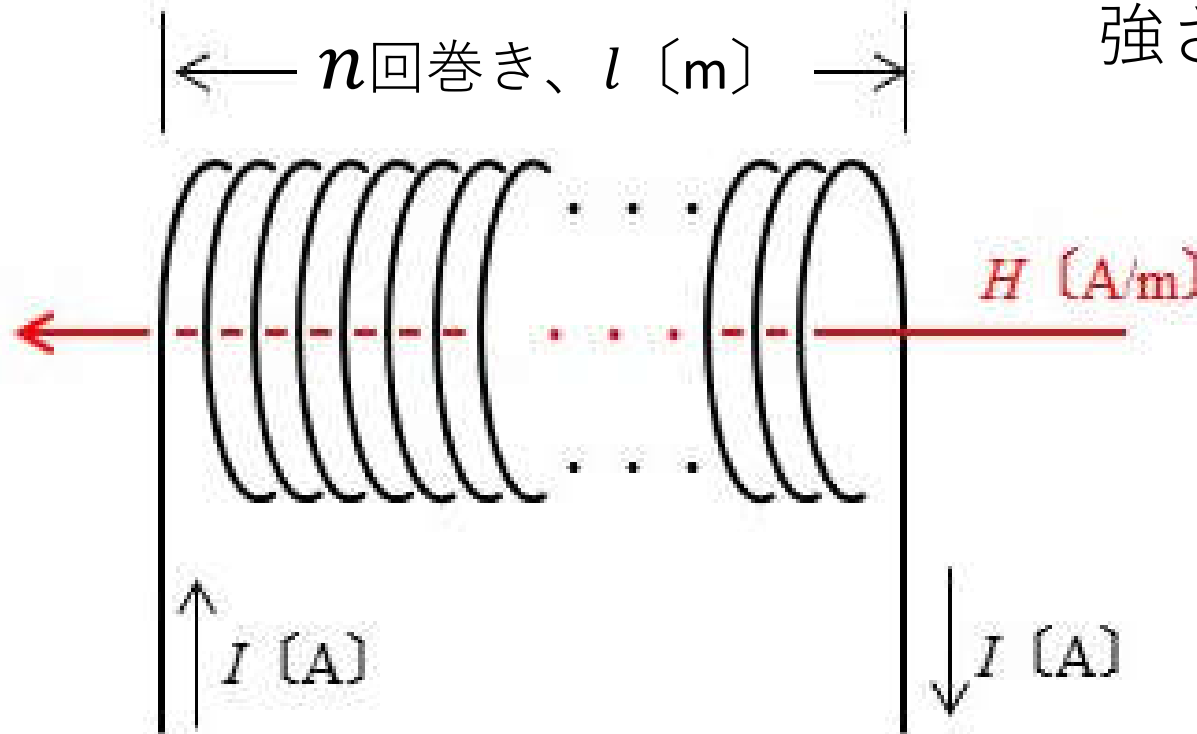
コイルを貫く磁場の向きは、
右ねじの法則にしたがう



3. ソレノイドが作る磁場

多くの円形電流の重ね合わせ

ソレノイドの内部にできる磁場は、両端付近を除けば、ソレノイドの軸に平行で、強さはどこでも同じ



$$H = nI$$

単位 A/m

1mあたりの巻き数
 n [1/m]