

1 磁石と磁気

- ① magnet
② magnetism

図1のように、磁石^①には鉄粉を吸引したり、方位を示したりする性質がある。この性質を示す原因となるものを磁気^②という。

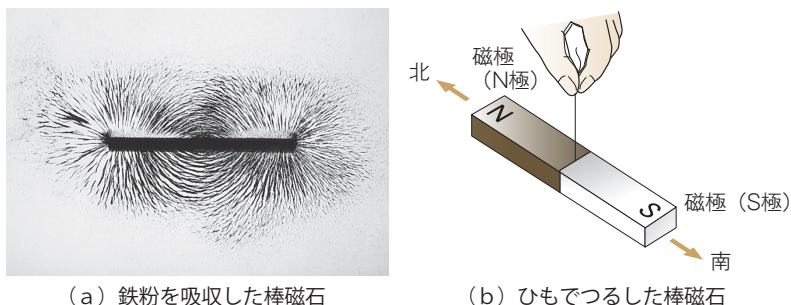


図1 磁石の性質

- ③ magnetic pole

鉄粉は、棒磁石の両端に多く吸いつけられる。これは磁気の最も強い部分が両端にあるため、これを磁極^③という。磁石は、必ず二つの磁極をもち、北を指す磁極をN極または正極といい、南を指す磁極をS極または負極という。

- ④ magnetic force

⑤ 棒磁石で、磁極が両端の1点に集中したとみなしたとき、これを点磁極という。

点磁極にはクーロンの法則が当てはまる。

磁石のN極に、S極を近づけると吸引力が働き、N極を近づけると反発力が働く。磁気によって生じるこれらの力を磁力^④という。

磁極^⑤の強さの単位は、ウェーバ(単位記号Wb)である。1Wbとは、同じ強さの二つの磁極を真空中で1m離して置いたとき、その間に働く磁力が $6.33 \times 10^4 \text{ N}$ となるような磁極の強さである。



地磁気

column

磁針はつねにほぼ南北を指すが、これは地球が一つの大きな磁石の働きをもっていて、磁針との間に磁力が働くためである。すなわち、地球には北極の近くにS極があり、南極の近くにN極がある巨大な磁石であると考えられる。また地球上は、磁力線がN極から出てS極にはいる境界になっている。地球のもっている磁気を地磁気という。方位を知るためのコンパスは、磁石のこの性質を利用したものである。地磁気の極は、地理学上の極とわずかにずれているため、地上の各点での磁針の向きは、地理学上の極の向きに対して多少ずれている。

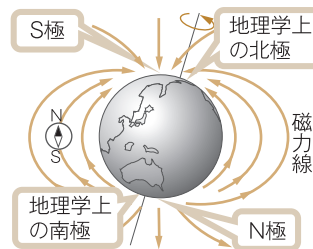


図2

C

[クーロン]

クーロン [Charles Augustin Coulomb, 1736 ~ 1806]

フランスの物理学者。1785年、きわめて微小な力を精密に測定できるねじばかりをつくって、帯電体の間に働く静電力を測定し、静電気に関するクーロンの法則を確立した。1789年には、磁極間に働く磁力に関するクーロンの法則を発見した。

図3のように、強さ m_1 [Wb]、 m_2 [Wb] の二つの磁極が r [m] 離れているときの磁力の強さ F [N] は、次の式で表される。

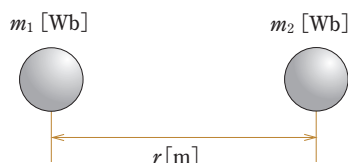


図3 磁気に関するクーロンの法則

● 磁気に関するクーロンの法則

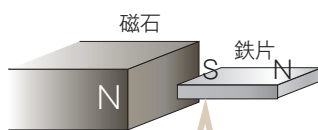
$$F = k \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ [N]} \quad (1)^{\text{①}}$$

すなわち、磁力は二つの磁極の強さの積に比例し、距離の2乗に反比例する。この関係を磁気に関するクーロンの法則^①という。

2 磁気誘導と磁束密度

1 磁気誘導

磁石が鉄片を吸いつけるのは、鉄片が図4のように磁化される（磁石になる）からである。このように、磁力の作用している空間に置かれた物質が磁化されることを磁気誘導^{ゆうどう}^②という。鉄のように強く磁化されるものを強磁性体という。強磁性体は、電磁石・磁気テープなどの磁性材料として利用されている。



磁石に鉄片を近づけると、鉄片は磁化されてS極とN極が生じる。

図4 磁気誘導

2 磁束密度

磁力の作用している空間を磁界^③という。磁界中の磁力の向きは、磁針のN極が受ける磁力の向きで示される。

棒磁石の周囲の各点に磁針を置き、その向きを調べると、図5のようにN極からS極にいたる曲線が得られる。この曲線を磁力線という。1Wbの磁極から出ている磁力線をひとまとめにして1本と考え、これを磁束^④という。したがって、 m [Wb] の磁極からは m 本

① k は比例定数である。

$$k = \frac{1}{4\pi\mu_0} = 6.33 \times 10^4$$

μ_0 は真空中の透磁率（磁力線の通りやすさ）。真空中では、

$$F = 6.33 \times 10^4 \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ [N]}$$

である。空気中の場合は、ほぼ真空中と同じと考えてよい。

② Coulomb's law

クーロンの法則には、「磁気に関するクーロンの法則」と「静電気に関するクーロンの法則」（p.66参照）がある。

③ magnetic induction

④ magnetic field

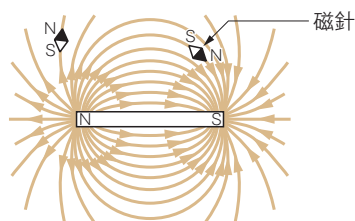


図5 棒磁石の磁力線

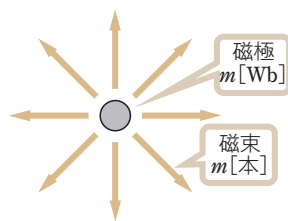


図6 磁極の磁束

の磁束が出ていると考える(図6)。磁束の記号は Φ 、単位は磁極の強さと同じウェーバ[Wb]を用いる。

断面積 1m^2 あたりの磁束[Wb]を**磁束密度**といい、磁束密度の記号は B 、単位は**テスラ**(単位記号**T**)である。したがって、磁束 Φ [Wb]が面積 A [m^2]の面を貫くとき、磁束密度 B [T]は次の式で表される。⁵

$$\bullet \text{磁束密度} \quad B = \frac{\Phi}{A} [\text{T}] \quad (2)$$

問 1 断面積が 60cm^2 の鉄の棒の中を $7.2 \times 10^{-3}\text{Wb}$ の磁束が通っている。磁束密度を求めよ。

3 電流による磁界

1 磁界の発生

図7のように、電流が流れている導線に磁針を近づけると、磁針が振れる。¹⁰

このことから、電流の流れている導線の周囲には、磁界ができていることがわかる。

また、図8のように、鉄粉がちりばめてある厚紙の中央に導線を垂直に通し、電流を流して厚紙をたたくと、鉄粉は導線を中心に同心円状に並ぶ。さらに観察すると、

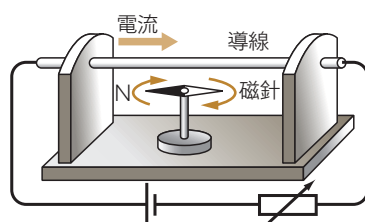


図7 電流による磁界

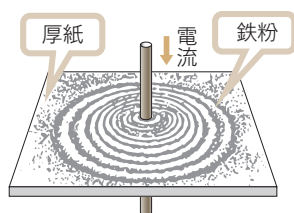


図8 電流のまわりの鉄粉

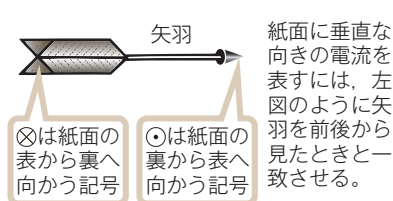
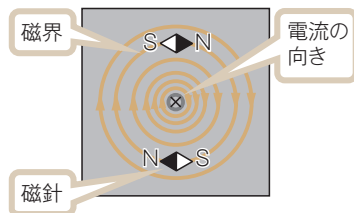


図9 磁界と磁針の向き

試してみよう

電流による磁界の発生を確認してみよう

図10のように、乾電池・豆電球・スイッチを導線で接続し、導線のそばに磁針を置く。

【測定順序】

- 1 スwitchを閉じたとき、磁針が振れることを確認する。
- 2 乾電池の向きを逆にしてスwitchを閉じると、磁針が反対に振れることを確認する。
- 3 乾電池を2個直列に接続して、電流の大きさを増したとき、磁針の振れが大きくなることを確認する。

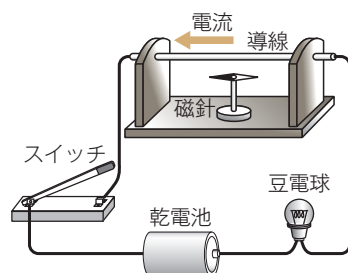


図10

鉄粉は導線に近いところほど多く集まる。これは、導線を中心とする同心円状に磁界ができて、中心に近いところほど磁界が強いことを示している。

磁界中に小さな磁針を置くと、磁針は図9のような向きになる。

2 アンペアの右ねじの法則

図11(a)のように、電流の向きを右ねじの進む向きにそろえると、その電流によって生じる磁界の向きは、右ねじを回す向きと一致することがわかる。これをアンペアの右ねじの法則という。

また、図(b)のようにコイルを右手で握ると、親指の向きが磁界の向きと一致する。このように、アンペアの右ねじの法則は、電流と磁界の関係を入れ替えても成立する。

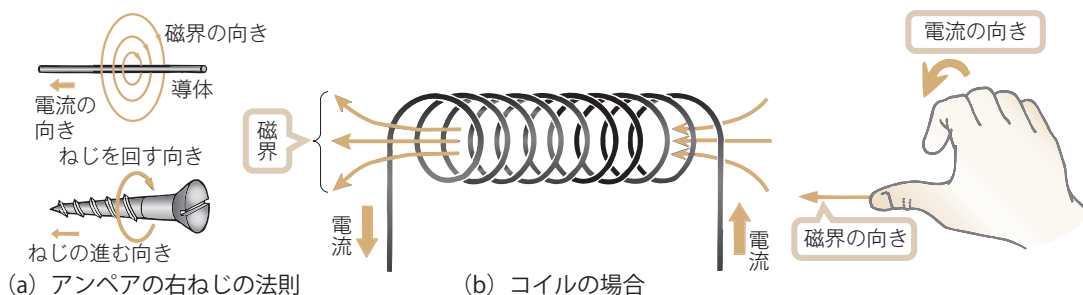


図11 アンペアの右ねじの法則

電流の単位

A

【アンペア】

アンペール [André Marie Ampère, 1775～1836]

フランスの物理学者。1820年、電流の流れる導体間の相互関係を表すアンペアの法則を発表した。また、磁石の作用は電流の作用と類似していることに着目して、物質の磁性を説明するなど、電流と磁気との基本法則の確立に貢献した。