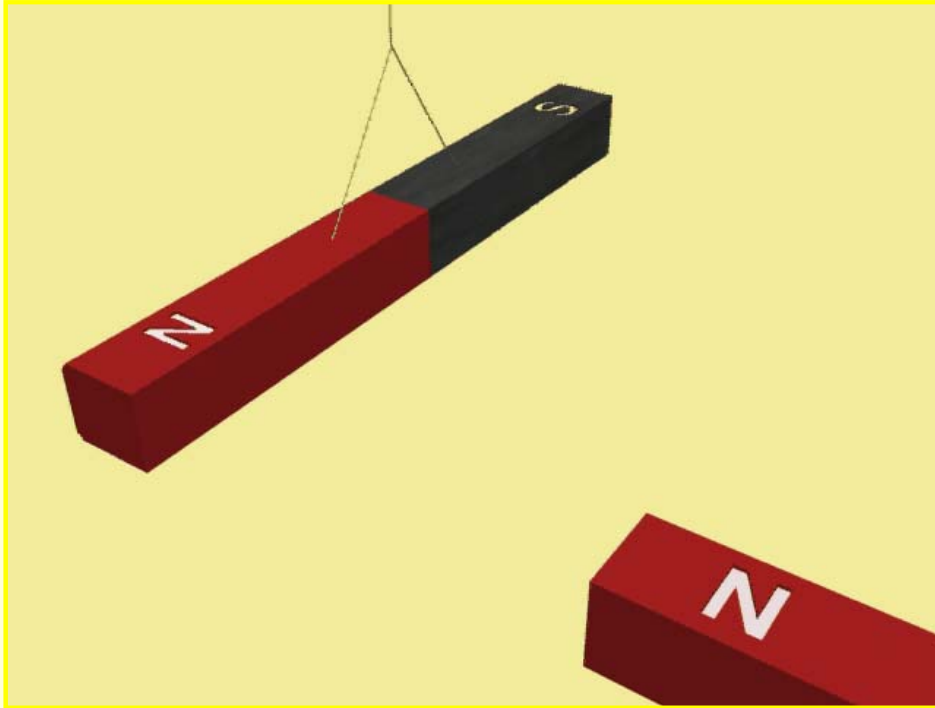


第12章 電流と磁場の関係



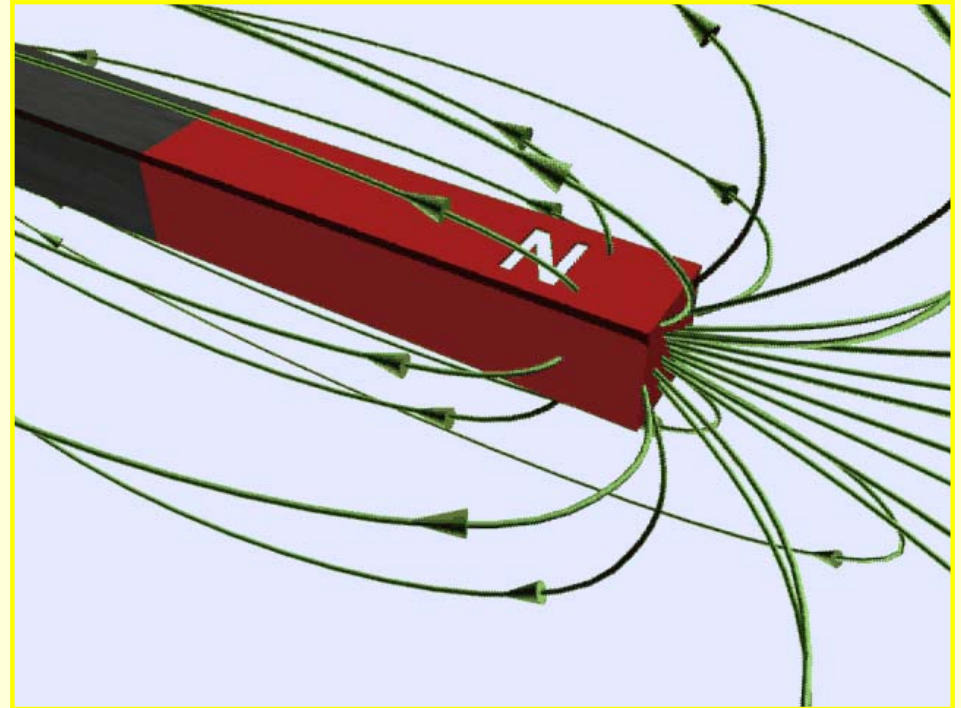
磁石

磁石による磁気の特徴



電荷の同極同士(+と+、-と-)と同じように、磁石の同極同士(NとN、SとS)は反発し合い、異極同士(NとS)は引き寄せ合う。

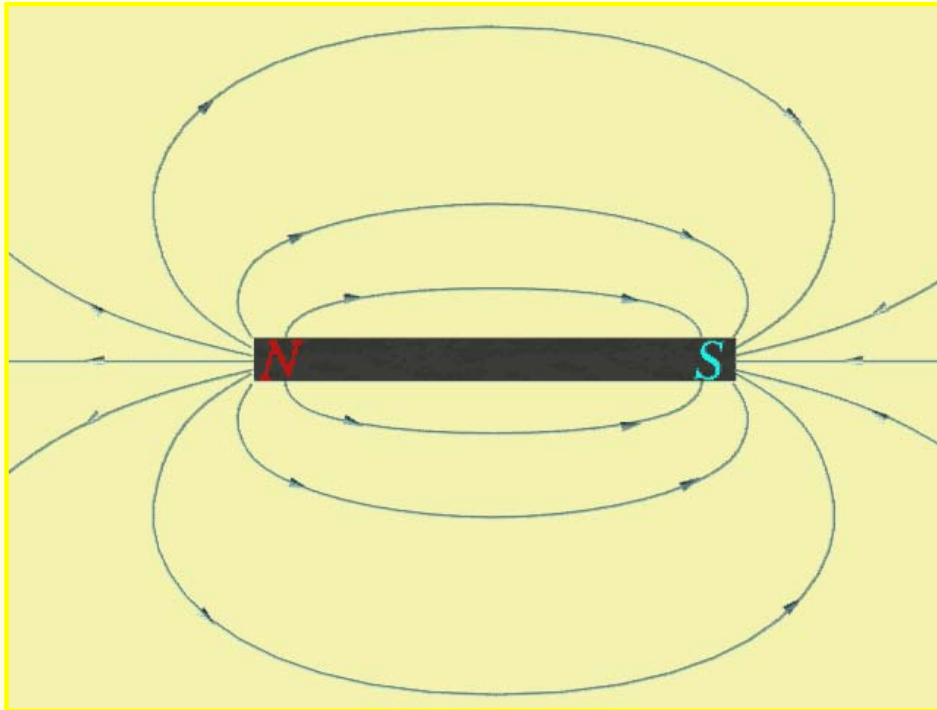
磁極間に発生する磁力線



N極からS極までの、各点の磁場(磁界)の向きを表した線を**磁力線**という。

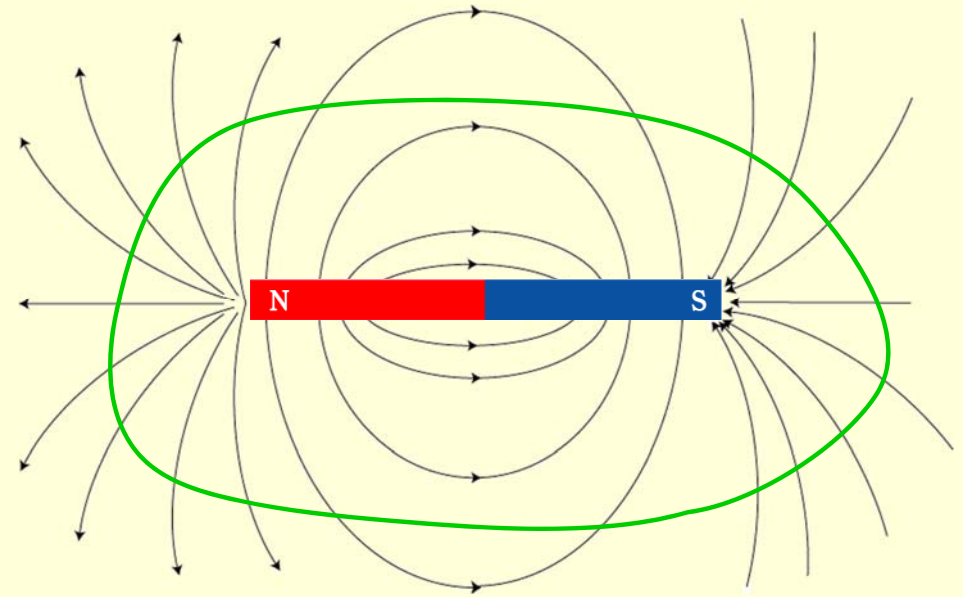
磁場(磁界)

磁気単極子不在の法則



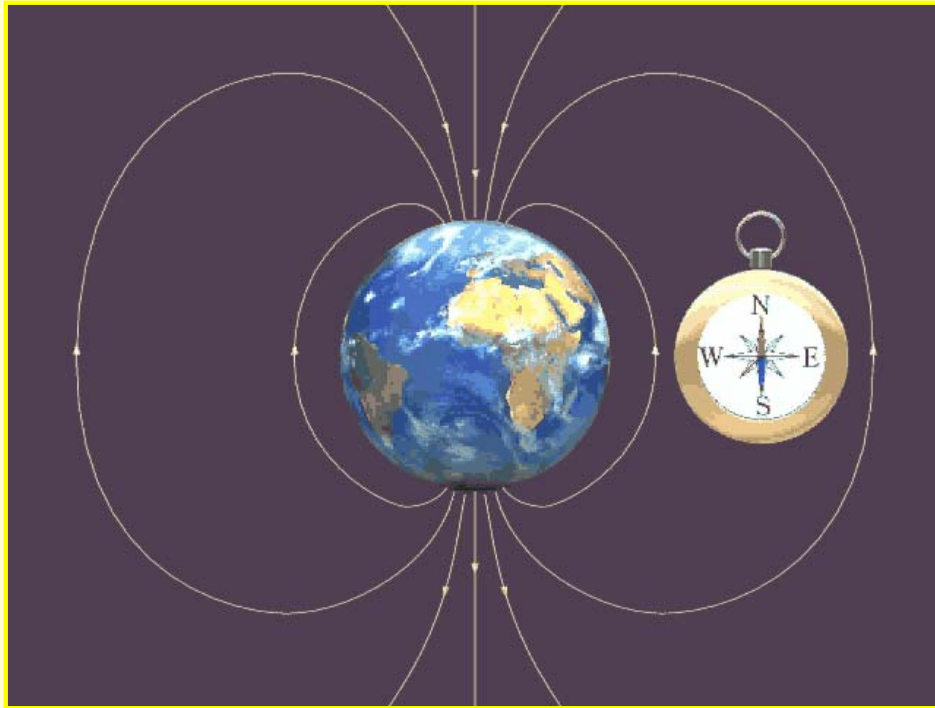
磁石を割っても必ずN極とS極の対になっている。これを**磁気双極子**という。磁石は必ず磁気双極子の形で存在し、**単極のみの粒子(モノポール)**は存在しない。これを**磁気単極子不在の法則**という。

磁力線とガウスの法則



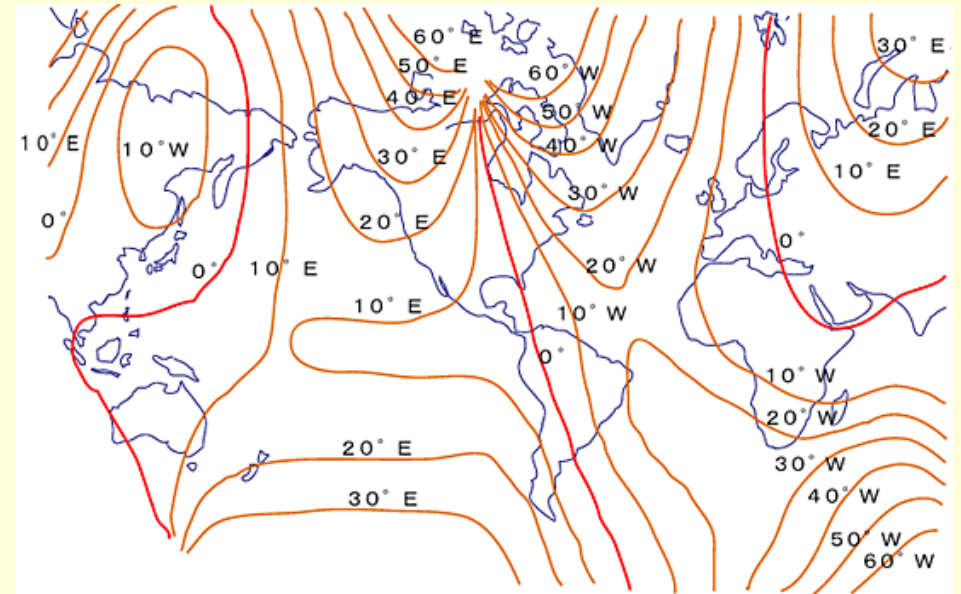
磁気単極子不在の法則より、**閉じた空間を貫く電気力線の代数和は必ずゼロになる**。これを磁界に関する**ガウスの法則**という。

地球の磁場(磁界)



地球は大きな磁石で、北にS極、南にN極を配置した形になっている。ただし、地理上の北極とは一致しておらず、また長い周期で極性が反転しているのも知られている。磁氣的北極を北磁極、磁気点南極を南磁極と呼ぶ。

世界の偏角

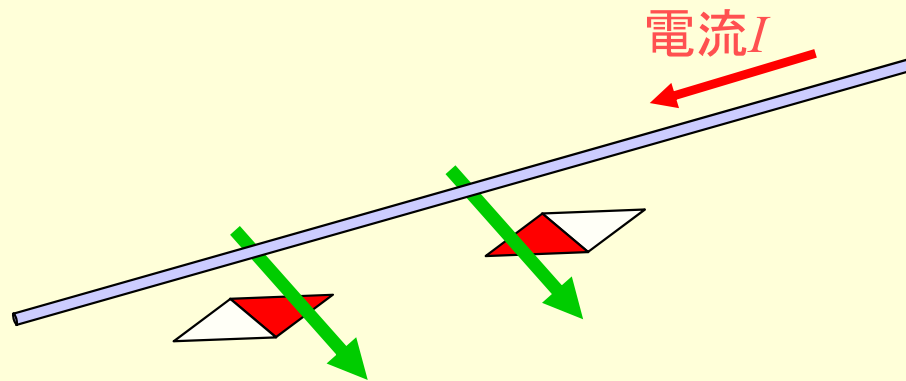


実際には地球の磁力線は、直線的に南極側から北極側に向かっておらず、地域により地球の構造的影響を受け、複雑に曲がっている。

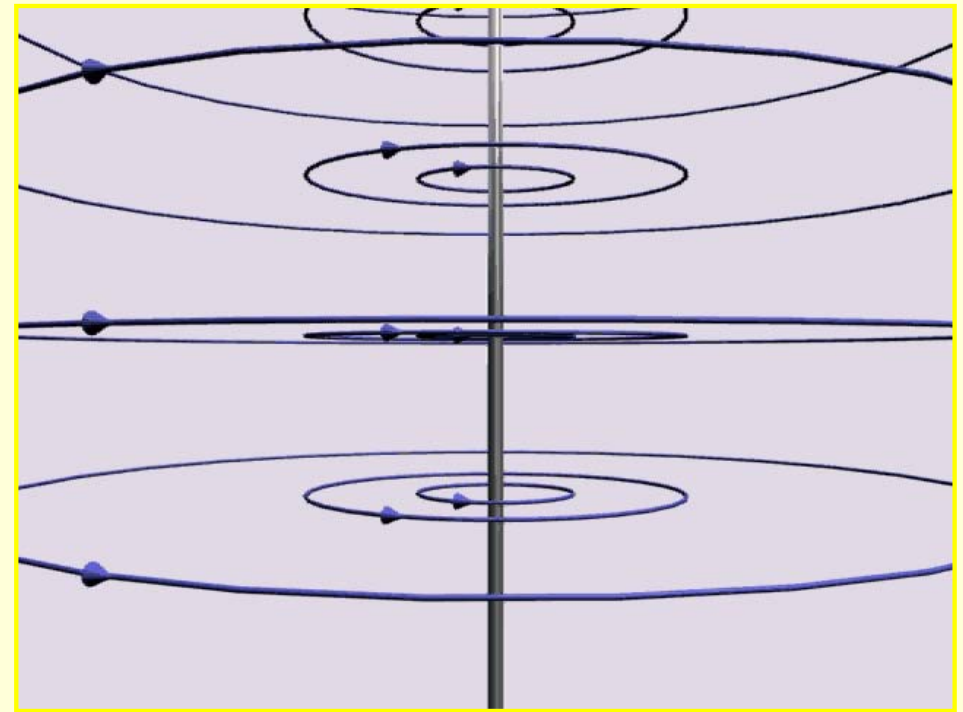
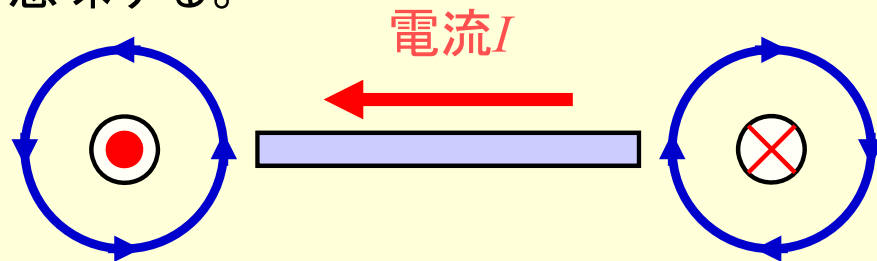
例えば、北海道では真北から西寄り約9度を北として指し、東京付近では約7度、沖縄では約5度西寄りになる。これを西偏と呼ぶ。

電流の作る磁場(磁界)

電流の下に方位磁針を置くと



導線の下に方位磁針を置き、電流を流すと方位磁針は一定の方向を向く。これは電流の回りに磁界ができていることを意味する。

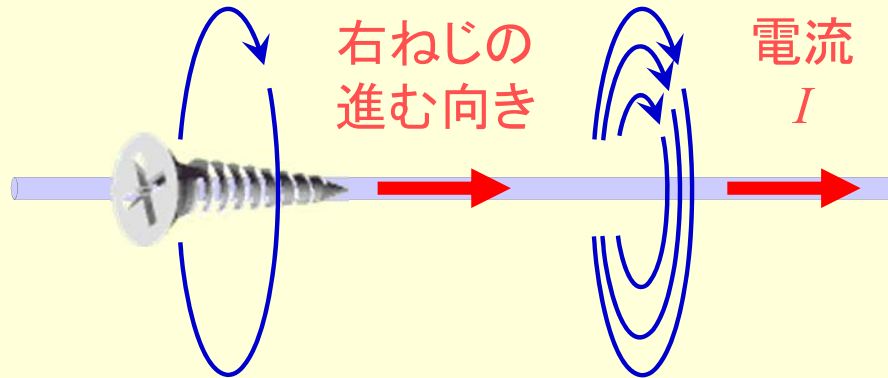


直線的な電流の回りにできる磁場(磁界)の向きは、電流を右ねじを押し込む方向とすると、右ねじをまわす方向であることから、**右ねじの法則**と言われる。

右ねじの法則

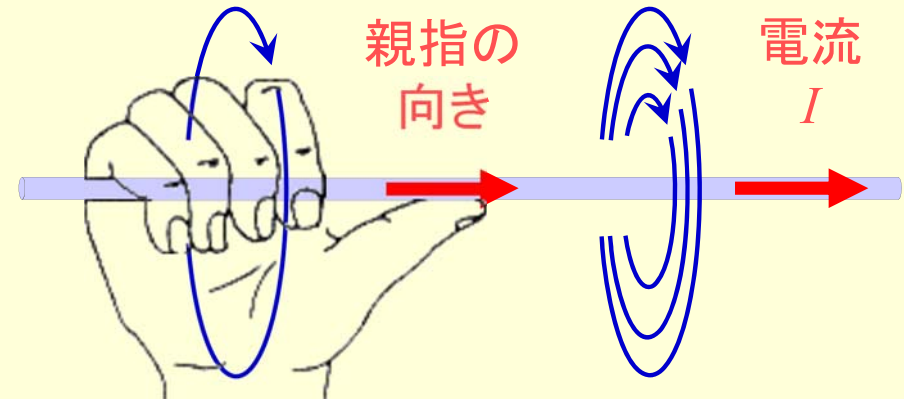
右ねじを
回す向き

磁場(磁界)
の向き B

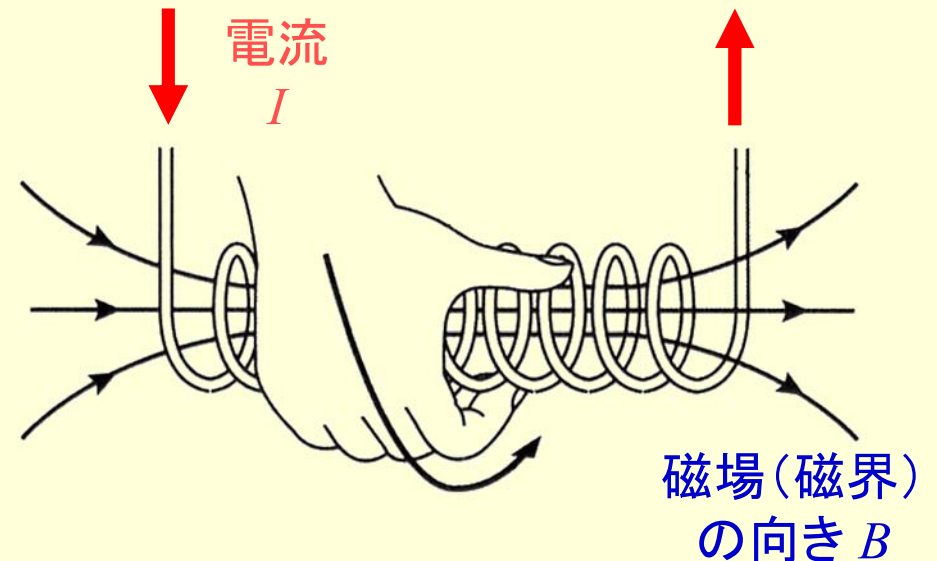
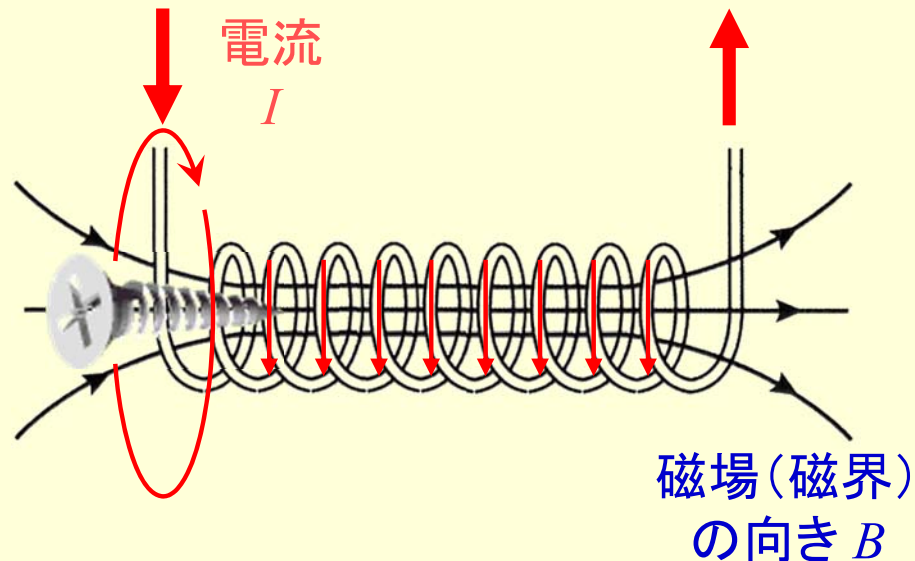


4本指の向き

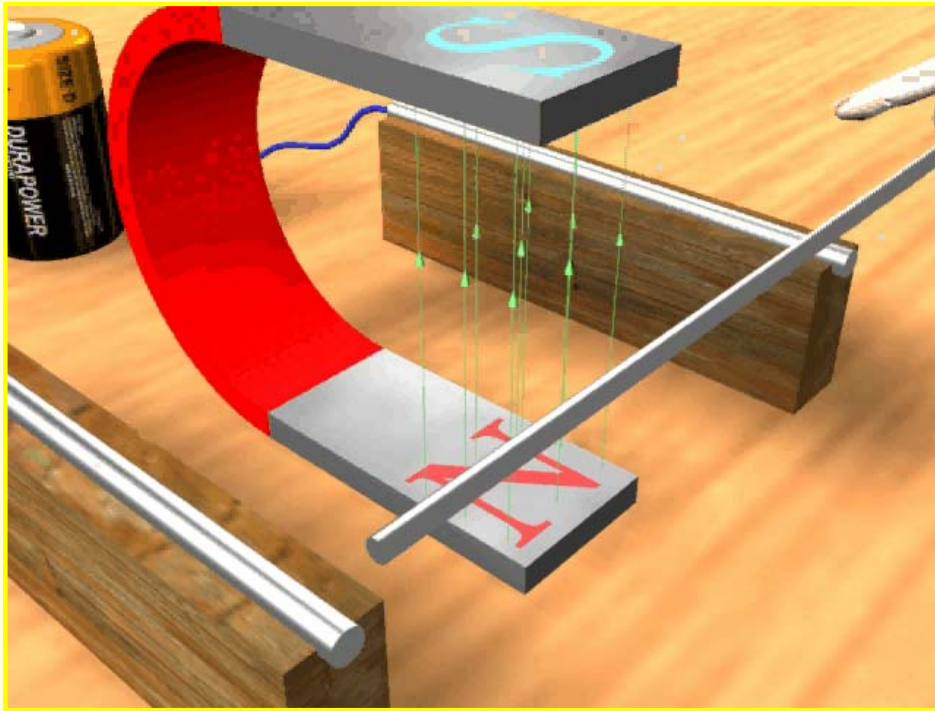
磁場(磁界)
の向き B



※コイルにできる磁界



電流にはたらく力

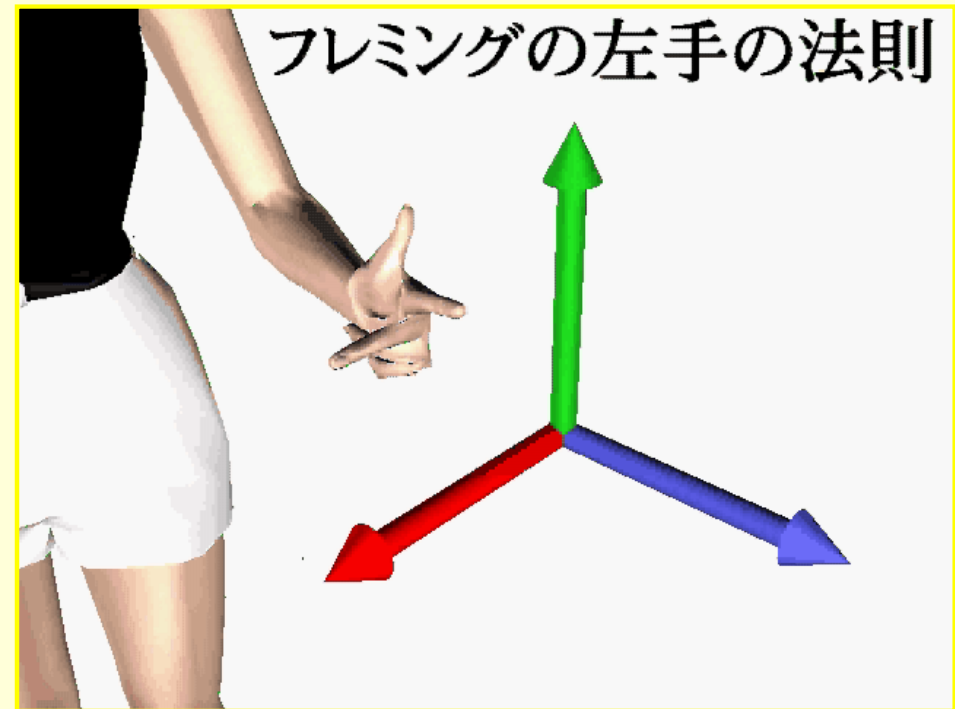


電流が流れると、そのまわりに磁場（磁界）が出来る。そこに磁場（磁界）があると、お互いが反発し合うように力が発生する。この力をローレンツ力といい、磁場（磁界）の強さ（磁束密度） B 、電流 I 、導線の長さ ℓ とすると、

ローレンツ力 $F[N]$

$$= \text{磁束密度 } B[\text{Wb/m}^2] \times \text{電流 } I[\text{A}] \\ \times \text{導線の長さ } \ell[\text{m}]$$

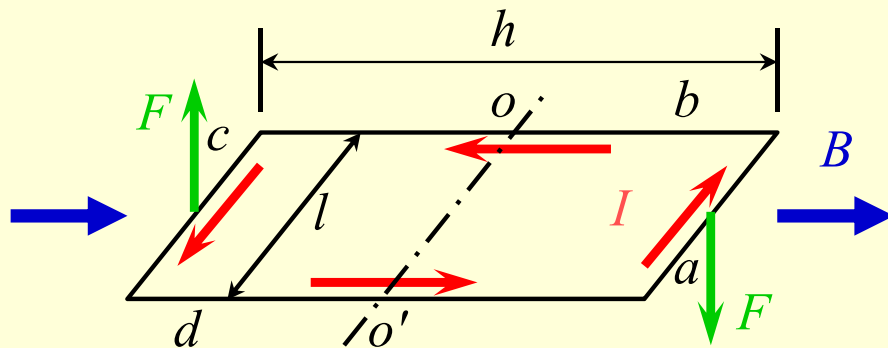
となる。このローレンツ力向きと磁場（磁界）の向き、電流の向きの関係を表したのがフレミングの左手の法則である。



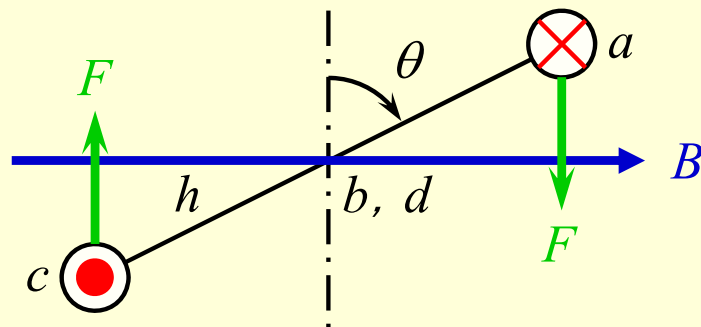
中指、人差し指、親指の長い方から、電磁力と覚える。

電流によるトルクとモーター

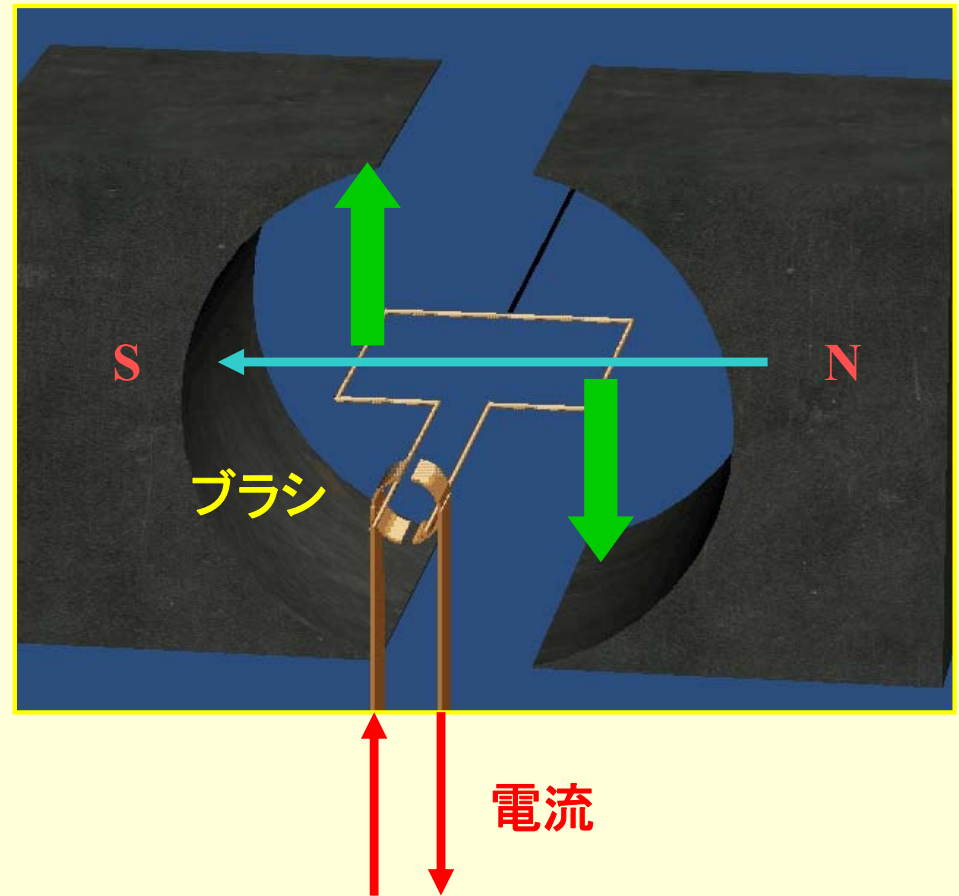
図のような磁場（磁界）の中で、長方形の導線に電流を流したときにはたらく力について考える。



a の部分には下向きのローレンツ力が、 c の部分には上向きのローレンツ力がはたらくため、 oo' を中心としたトルク（モーメント）が発生する。



これを利用したのがモーターである。



図のようなフレームに直流の電流を流すと、磁場（磁界）から力を受ける。ブラシによって、回転しても常に同じ方向に電流が流れるようにすると、モーターは同一方向に回転する。

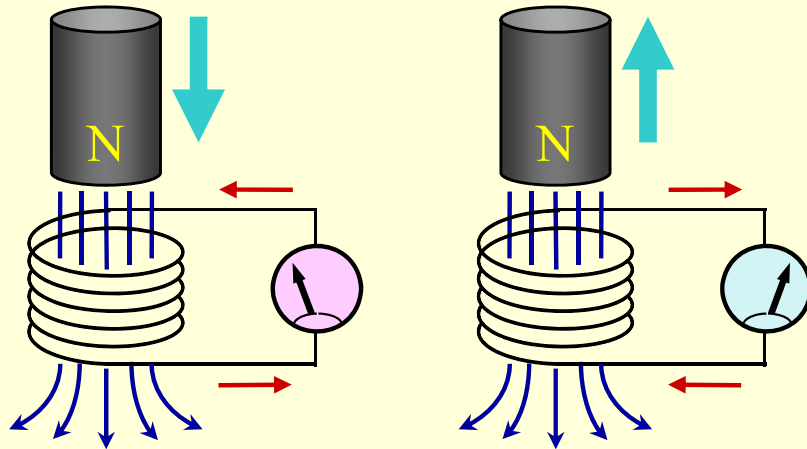
第13章

家庭のコンセントに流れる交流電源の作り方とその利用

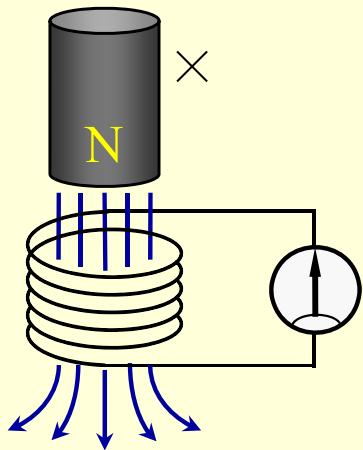


電磁誘導

磁場(磁界)の中で電流を流すと、力が発生する。では、磁場(磁界)と力を与えると、どうなるだろう？

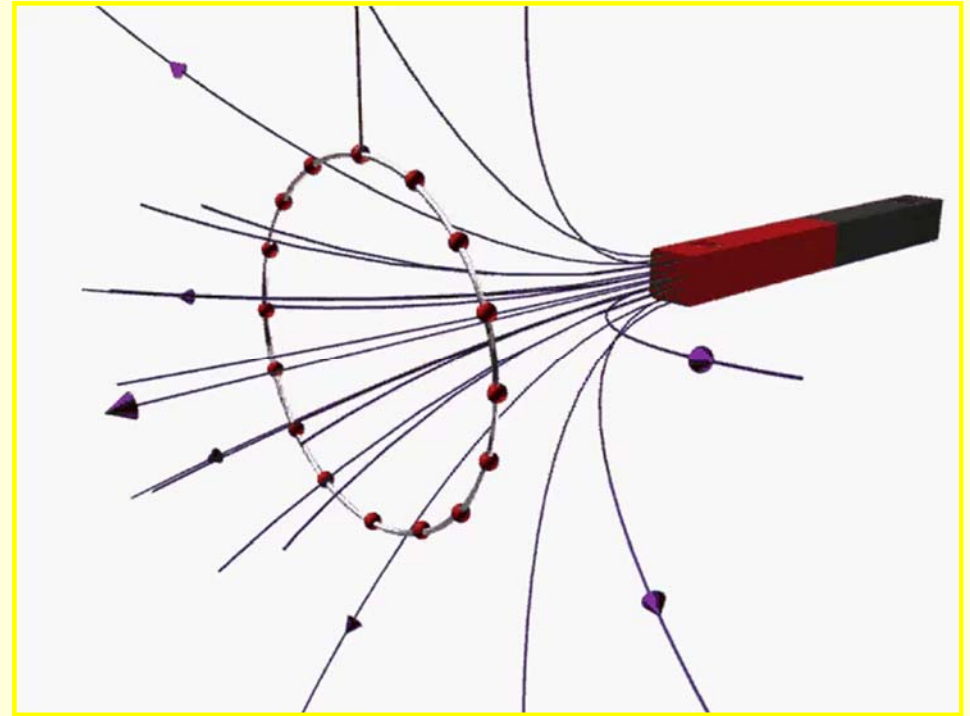


磁石を近づけたり、遠ざけたりすると、それを妨げるように電流が流れる。



磁石の動きを止めた途端に電流は流れなくなる。

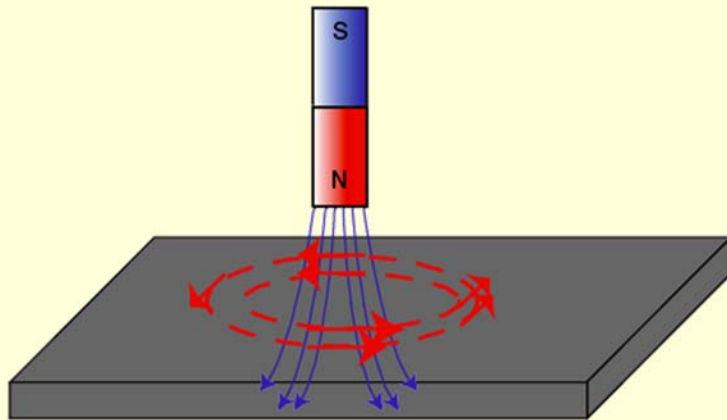
このように磁場(磁界)を妨げるように電流が流れることを**電磁誘導**という。



実際にはコイルを貫く磁力線の本数の変化に比例して回路の中に**誘導起電力**と呼ばれる電圧が発生する。その結果、回路の中に誘導電流が流れる。これを**レンツの法則**という。

導体板と磁場(磁界)

導体板に磁石を近づけると、導体内に渦状に電流が流れる。これをうず電流という。導体には電気抵抗があるため、この電流によってジュール熱が発生する。このような加熱法を誘導加熱と呼び、これを利用したのが電磁調理器(IH: Induction Heater)である。

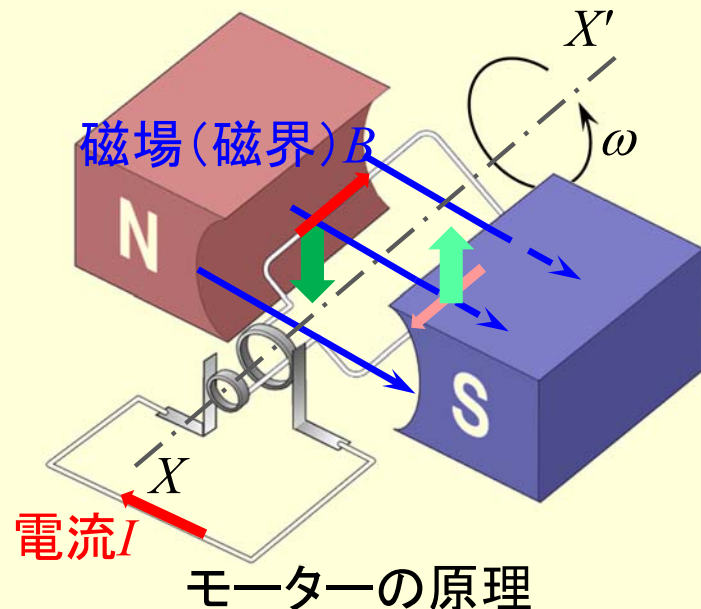


電磁(IH)調理器

コイルに高周波(25kHz)の電流を流すと、コイルによって発生する磁場(磁界)の変動により鉄やアルミの鍋にうず電流が発生し、中の食材を加熱することができる。



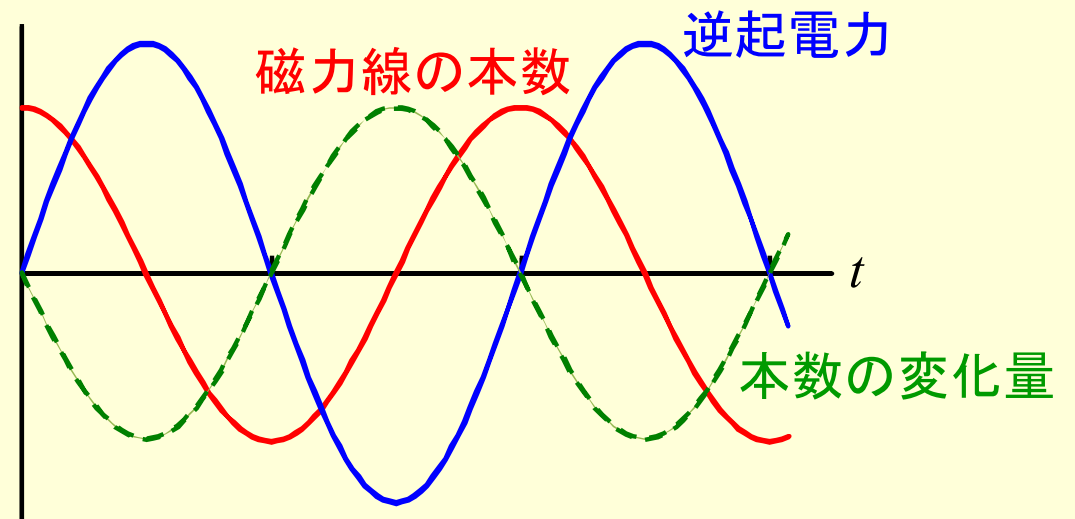
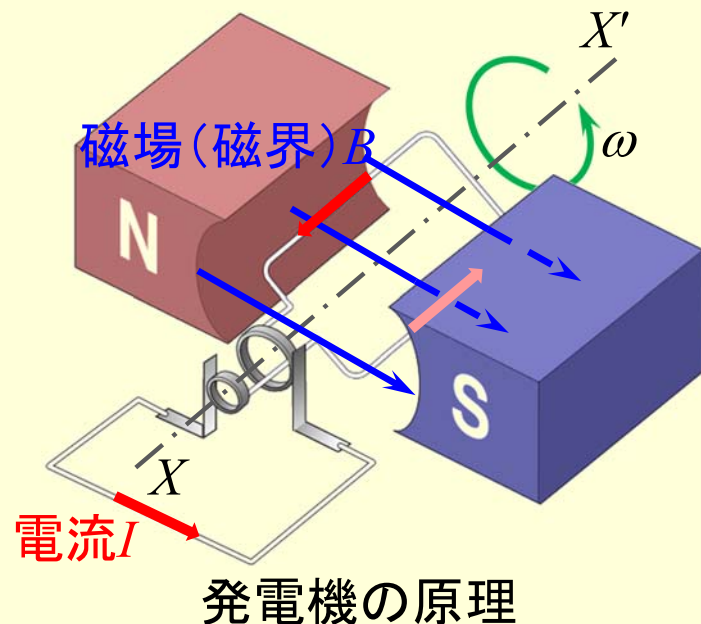
モーターと発電機



図のような長方形の導線に磁場(磁界)の中で電流を流すと、導線にローレンツ力が働き、 XX' 軸を中心に回転する。これが**モーターの原理**となる。

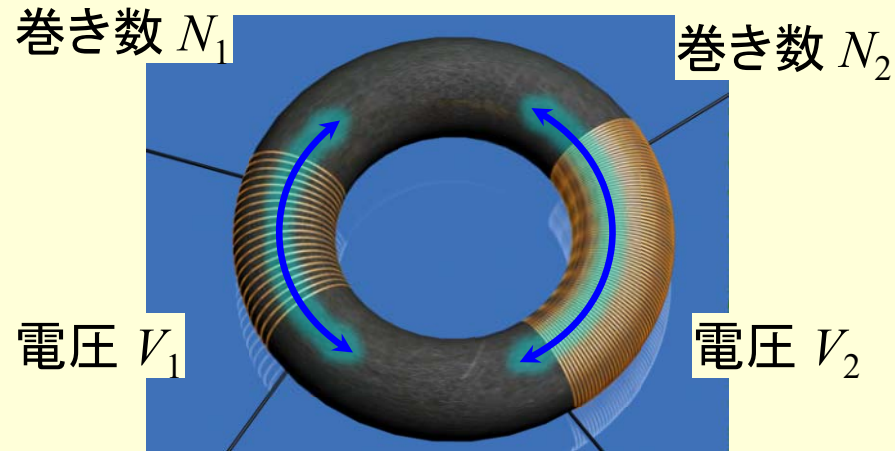
モーターの XX' 軸を中心に角速度 ω で矢印方向に回転させると、コイルを貫く磁力線の本数が変化する。この変化がコイル内に起電力を生じる。これはモーターの逆原理となり、**発電機の原理**となる。

発電機のコイルを貫く磁力線の本数は、回転する速度を一定にすると、下図のようになり、それを妨げるように変化量に比例する逆起電力は時間とともに変化する電流となる。このような電流を**交流**という。



変圧器

図のような磁性体に2つのコイルを巻き付け、一方(左)のコイルに交流の電気を流します。

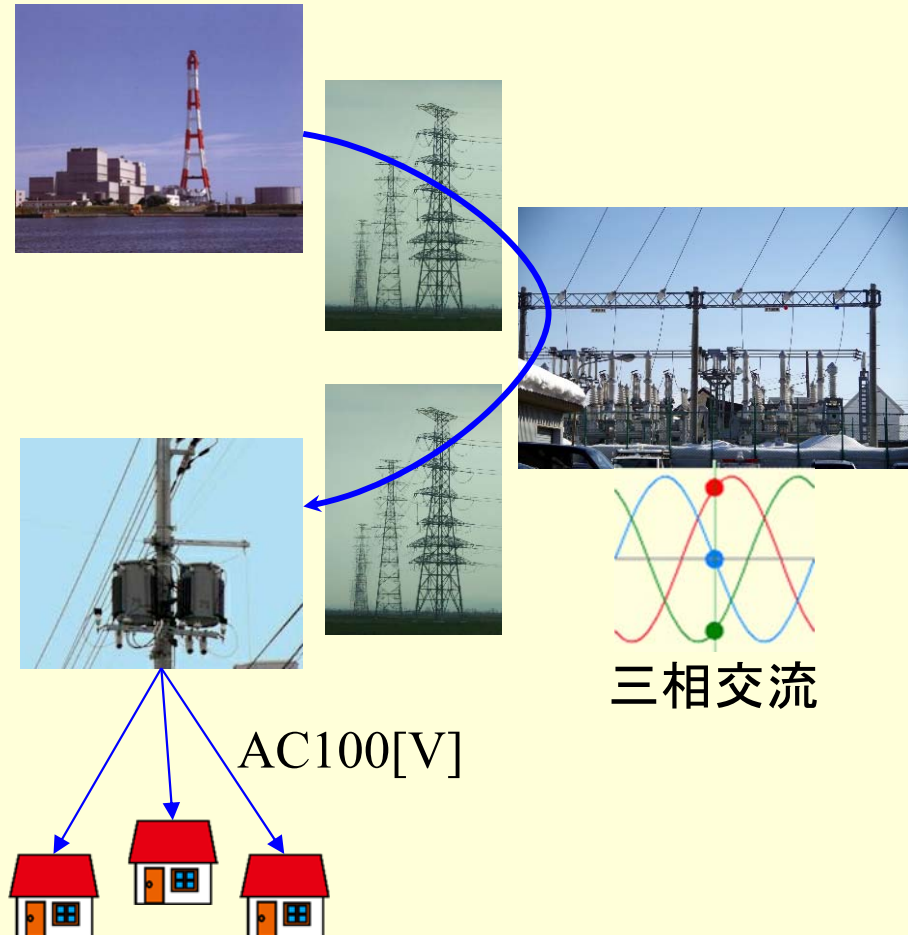


すると、左のコイルで発生した磁力線は外に出ることなく右のコイルに伝えられ、その変化に応じて誘導起電力が発生します。コイルが作る磁場(磁界)の強さも誘導起電力も巻き数に比例するので、その関係から、

$$N_1 : N_2 = V_1 : V_2$$

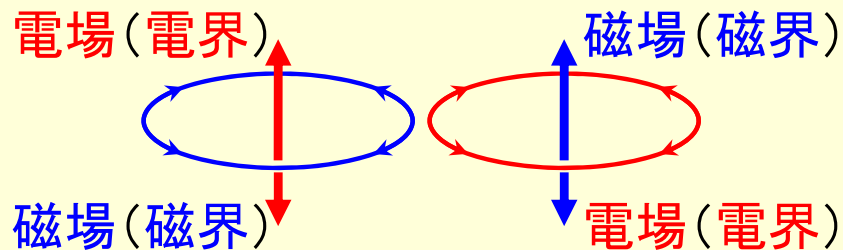
つまり、巻き数の比で電圧を変化させることができます。これを変圧器といいます。

送電線で送る電力は、電圧が高いほどロスが少なくなります。そこで、発電所や変電所から家庭の近くまでは高電圧で送電し、そこから電柱の上に設置した変圧器で100[V]に変換してから、各家庭に分配されています。

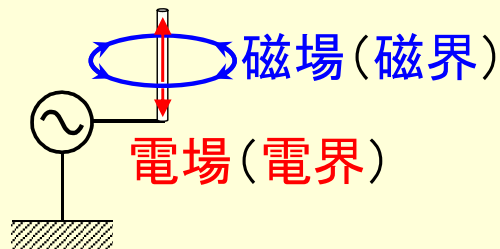


交流と電磁波

磁場(磁界)が変化すると、電磁誘導によってコイルに電流が流れる。空間には電場(電界)や磁場(磁界)が変化すると、それを一定に保とうとする性質があります。そのため、コイルがなくても磁場(磁界)が変化すると、まわりに電場(電界)の変化が生じます。逆も同じです。



図のように発信器と呼ばれる交流発生回路の一端をアンテナに、もう片方を地面につなぐと、アンテナに流れる電流がまわりに磁場(磁界)を発生します。



発生した磁場(磁界)が次の電場(電界)を発生させ、さらに次の磁場(磁界)を発生させ・・・のように連鎖して、電場(電界)と磁場(磁界)が直交した波が出来ます。これが**電磁波**です。

