

アレ！ アルミ線がゆれるヨ！！

～フレミングの左手の法則～

上田 武之

電磁石に適当な直流電流を流しエアギャップに磁界を発生しておきます。次に可動アルミ線に上から吊している銅線から直流電流を供給します。するとアルミ線は電磁力により銅線の支持点を中心に円弧をえがきます。そしてアルミ線に流す電流の向きや電流の大きさの変化によりアルミ線は揺れるようになります。次に、電磁コイルの電流の向きを逆にして電磁石の磁界の向きを逆にすると、揺れ方も逆になります。

前もって電磁石及びアルミ線に直流電流が流れるとそれぞれ磁界が発生することを方位磁石を使って、確認します。

これらの磁界の相互作用によるアルミ線に発生する電磁力によりアルミ線は揺れます。この電磁力の大きさは $I l B$ 【N】で表せます。

(但し、 I は電流の値【A】、 l はアルミ線の長さ【m】、 B は磁界の磁束密度【Wb/m²】)

これはフレミングの左手の法則(左手の親指・人差し指・中指を互いに直角になるように開き、人差し指に磁界の向きに、中指を電流の向きに向けると、親指の向きが力の向きに一致します。)で説明される巨視的な現象ですが、この原因となっているのが微視的な世界で、電子が運動すると、その運動方向に対して左回りの磁界が生じる現象があります。よって、磁界の中を電子が横切ると、その磁界どうしの相互作用によって電子に力が働くという現象が起こります。これがローレンツ力と呼ばれるもので、その大きさは $e v B$ 【N】で表されます。

(但し、 e は荷電粒子の電子一個が持つ電荷【C】、 v は電子の移動速度【m/s】、 B は磁界の磁束密度【Wb/m²】、【T】である。)

電子一個に働く力は非常に小さいが、電子の数が非常に多くなると、その流れに働く力は大きくなりアルミ線を揺らす事が出来るような力にまでなります。

したがって、電流が流れている導線が磁界から受ける力は、導線内を流れる電子の1つ1つが受けるローレンツ力の総和であるといえます。

尚、電子の流れる向きは、電流の流れる向き

とは逆になっている。と定義されていることに注意することが必要で、電子の流れは、実は電流の流れのことで、その向きが逆になっていますので、電流の向きで考えると、電流の流れる向きに対しその右回りに磁界が発生します。

まとめ

電磁力 $F = I l B$

$$= Q/t \cdot l B \quad (\text{電流 } I = Q/t)$$

(Q は総電荷)

(t は時間)

$$= Q/t \cdot v t \cdot B$$

(アルミ線の長さ $l = v t$)

$$= Q v B$$

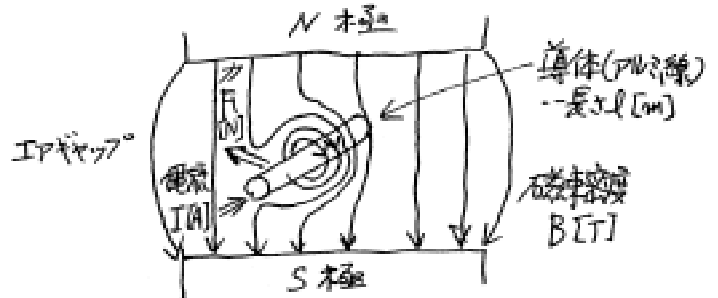
$$= n e \cdot v B \quad (n \text{は電子の総数})$$

$$= n \cdot e v B$$

$$= (\text{電子の総個数}) \times (\text{ローレンツ力})$$

$$= \text{ローレンツ力の総和 } F$$

従って、電磁力はローレンツ力の総和に等しくなります。



(うえた たけゆき 北海道釧路工業高等学校)