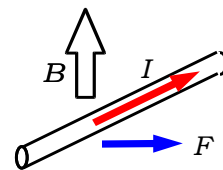
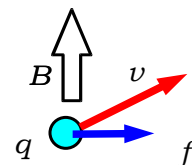


導出シリーズ 第5回 「ローレンツ力の公式」

フレミングの左手の法則 断面積が S [m²]、長さが L [m] の電線が水平に置かれている。そこに鉛直上向きの磁束密度 B [T] または [Wb/m²] の磁界をかけた。このとき、電線が磁界から受ける力 F [N] は $F=IBL$ の力を受ける。

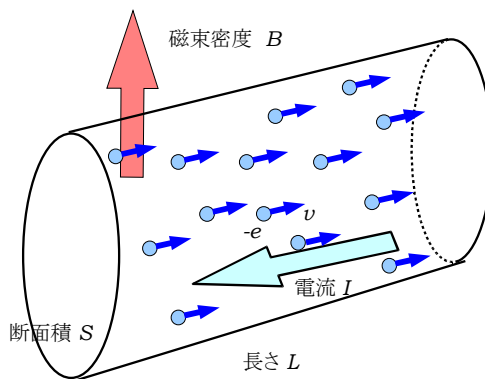


ローレンツ力 電荷の電気量が q [C] 荷電粒子が磁界(磁束密度 B [T] または [Wb/m²]) から $f=qvB$ の大きさの力(ローレンツ力)を受ける。この場合での荷電粒子とは 電気量が $-e$ [C]、密度 (1m³ あたりに含まれる電子数)が n [m⁻³] の自由電子である。



フレミングの左手の法則 → ローレンツ力

【前提】 (フレミングの左手の法則) 右の図に示すように断面積が S [m²]、長さが L [m] の電線が水平に置かれている。そこに鉛直上向きの磁束密度 B [T] の磁界をかけるとき、電線が磁界から受ける力 F [N] は $F=IBL$ の力を受ける。



【電流を考える】 この電線にはキャリアである自由電子が n [個/m³] 含まれている。電線に電流を I [A] 流したときを考えてみよう。

電流の定義は「電流は、単位時間に流れる電気量」である。自由電子の平均速度を v [m/s] とする。単位時間(1秒間)に流れる自由電子の個数は「電線の断面積」×「1秒間に動く距離」の体積中の電子数に相当するから、その個数は nSv である。よって、単位時間に流れる電気量すなわち、電流 I [A] は $I=enSv \dots \textcircled{1}$ と表せることになる。 **※ 導線の電気抵抗の説明する時にも使われていた!**

【電線が受ける力は電子が受ける力の和】 このとき、長さ L [m] の電線に含まれる自由電子の総数は $N=nSL$ 個であり、この自由電子群が磁界から受けているのだと考えればよい。

以上より、1個の自由電子が磁界から受けている力は $f = \frac{IBL}{nSL}$ であることになる。①を代入して整理すると、 $f = \frac{IBL}{nSL} = \frac{enSvBL}{nSL} = evB$ となる。

これが、1個の自由電子が受けている「ローレンツ力 $f=qvB$ 」なのだ!

【結論】 電荷の電気量が q [C] 荷電粒子(電気量が e [C] の電子)が磁界(磁束密度 B [T])に垂直方向に動く速度が v [m/s] のとき、磁界から $f=qvB$ の大きさの力(ローレンツ力)を受ける。