

荷電粒子の運動

1 導入

この講義で最重要なのは、電場では速さそのものが変わり、磁場では向きが変わる、という違いを分けて見ること**です。

2 用語と定義

電気力は $\vec{F} = q\vec{E}$ です。

ローレンツ力の磁場部分は $F = qvB \sin \theta$ です。

3 方針

電場だけなら運動方程式で等加速度運動として見ます。磁場だけなら向心力として円運動へ落とします。磁場の大きさ B がどこから来るかは問題ごとに違います。長い直線電流やソレノイドならアンペールの法則、電流の形が具体的な導線ならビオ・サバルの法則が起点です。

→ [講義](#) アンペールの法則の基本 [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/アンペールの法則の基本-講義/>

→ [講義](#) ビオ・サバルの法則の基本 [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/ビオ・サバルの法則の基本-講義/>

4 直感的な説明

電場は粒子を押したり引いたりするので、速さの大きさが変わります。いっぽう磁場は速度に垂直な力を及ぼすので、速さの大きさより向きを変えます。

5 厳密な説明

5.1 1. 電場の中

$$m\vec{a} = q\vec{E}$$

なので

$$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$$

です。

5.2 2. 磁場の中

速度と磁場が垂直なら

$$F = qvB$$

です。これが向心力

$$\frac{mv^2}{r}$$

に等しいので

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

より

$$r = \frac{mv}{qB}$$

です。

5.3 3. 仕事

磁場による力は速度に垂直なので仕事をしません。したがって磁場だけでは速さの大きさは変わりません。

6 見分け方

- 加速や電位差が出たら電場です。
- 円軌道、半径、速さ一定で向きだけが変わるなら磁場です。

7 最終形

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

8 一言でいうと

- 電場は速さを変え、磁場は向きを変えます。

9 関連リンク

→ [講義](#) [電場と電位](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)

<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/電場と電位-講義/>

→ [講義](#) [アンペールの法則の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/アンペールの法則の基本-講義/>

→ [講義](#) [ビオ・サバルの法則の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/ビオ・サバルの法則の基本-講義/>

→ [講義](#) [磁場と電磁誘導](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/磁場と電磁誘導-講義/>

→ [講義](#) [円運動と単振動](#) [lecture](#) [physics](#) [mechanics](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/mechanics/円運動と単振動-講義/>