

じば でんじゆうどう 磁場と電磁誘導

1 導入

この講義で最重要なのは、磁束の変化が起電力を生むという見方です。

2 用語と定義

磁束密度は \vec{B} で表されます。

磁束は、

$$\Phi = BS \cos \theta$$

です。

電磁誘導は、磁束の変化によって起電力が生じる現象です。

3 方針

起電力を問われたら、まず磁束 Φ が何によって変わるかを見ます。面積か、向きか、磁場の強さか、どれが変わるかを決めます。

いっぽう、磁場そのものを電流から求めたいときは、対称性が強いならアンペールの法則を、電流の形が具体的ならビオ・サバルの法則を起点にします。電場と磁場の結びつきまで一度に見たいときは、マクスウェル方程式へ進みます。

→ [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/>

→ [講義](#) ファラデーの法則の基本 [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/ファラデーの法則の基本-講義/>

→ [講義](#) マクスウェル方程式の入口 [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/マクスウェル方程式の入口-講義/>

4 直感的な説明

導体や回路を貫く磁場の通り方が変わると、電流を流そうとする効果が現れます。ここでは磁場そのものより、「どれだけ貫いているか」が主役です。

5 厳密な説明

5.1 1. 磁束

$$\Phi = BS \cos \theta$$

です。

5.2 2. ファラデーの法則

→ [講義](#) [ファラデーの法則の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/ファラデーの法則の基本-講義/>

起電力 \mathcal{E} は

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

です。

5.3 3. 符号の意味

マイナスは、変化を打ち消す向きに誘導電流が流れることを表します。これがレンツの法則です。
Lenz's law

5.4 4. 具体例

長さ l の導体棒が速さ v で磁場の中を動くとき、1 秒で掃く面積は lv です。したがって

$$\mathcal{E} = Blv$$

を得ます。

6 見分け方

- 起電力、誘導電流、導体棒、コイル、磁場の変化が出たら、まず磁束を書きます。
- 向きを問われたら、レンツの法則で「変化を妨げる向き」を考えます。

7 どこまで成り立つか

ここでは回路を貫く磁束の変化として扱いました。さらに先へ進むと、これが電場と磁場の結合として、より一般的な方程式へ広がります。

8 別の見方

8.1 問題を解くときの見方

磁束の変化から起電力を読む、あるいは対称性のある電流から磁場を読む、という問題解法の入口として使います。

8.2 全体像の中で見る見方

磁場と電磁誘導の内容は、マクスウェル方程式の3本目と4本目に対応します。磁場の循環と電場の循環が、時間変化を通じて結びついていると見ると、個別の公式どうしの関係が整理しやすくなります。

9 最終形

$$\Phi = BS \cos \theta$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

10 一言でいうと

- 電磁誘導では、磁場そのものより磁束の変化を見ます。

11 関連リンク

→ [講義 電流と回路](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/電流と回路-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 ファラデーの法則の基本](#) [lecture](#) [physics](#) [electromagnetism](#)
<https://study.bem130.com/lecture/physics/electromagnetism/ファラデーの法則の基本-講義/>