

ちよくりゆう かいろう きほんほうそく 直流回路の基本法則

1 導入

この講義で最重要なのは、回路を抵抗の形で覚えるのではなく、「節点では電流が保存し、一周すると電位差がつり合う」と見ることです。

直流回路の問題では、直列・並列の暗記だけで進むと、少し複雑な回路で止まってしまいます。この講義では、電流と電圧の保存則として回路を見ます。

2 用語と定義

第1法則とは、ある節点へ入る電流の和と出る電流の和が等しいことです。

第2法則とは、閉回路を1周すると電位差の和が0になることです。

3 方針

まず節点と閉回路を見つけます。そのあと、節点では電荷保存から電流の式、閉回路では電位が1周して元へ戻ることから電圧の式を立てます。

4 直感的な説明

水の流れに例えると、分岐点で水が勝手に増えたり減ったりしないのが第1法則です。また1周して元の場所へ戻ると、高さの差が0に戻るのが第2法則です。

5 厳密な説明

5.1 1. 電流の保存

節点で電荷が急に増えたり減ったりしないなら、短い時間 Δt に入った電荷の総量と出た電荷の総量は等しくなります。したがって

$$(I_1 + I_2)\Delta t = I_3\Delta t$$

です。 $\Delta t \neq 0$ なので、

$$I_1 + I_2 = I_3$$

です。

5.2 2. 電位差のつり合い

電位は位置を表す量なので、閉回路を1周して同じ点へ戻れば変化量の総和は0です。たとえば電池1つと抵抗2つの回路では

$$E - IR_1 - IR_2 = 0$$

です。

5.3 3. 合成抵抗

直列では電流が共通です。したがって

$$V = IR_1 + IR_2 + \dots = I(R_1 + R_2 + \dots)$$

です。これを $V = IR_{\text{eq}}$ と比べて

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \dots$$

となります。

並列では電圧が共通なので、

$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots$$

です。これを $I = \frac{V}{R_{\text{eq}}}$ と比べて

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

です。

6 見分け方

- 分岐があるなら、まず第1法則を疑います。
- 一周の式が作れそうなら、第2法則を使います。
- 回路が単純なら合成抵抗、複雑なら Kirchhoff の法則へ進みます。

7 最終形

$$\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}}$$

$$\sum V = 0$$

8 一言でいうと

- 直流回路では、電流の保存と電位差のつり合いが骨格です。