1．直流回路

準備として，まずオームの法則とキルヒホフの法則について述べる．

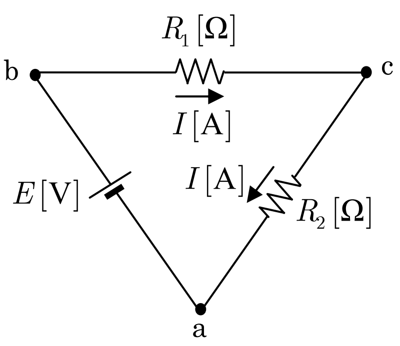

図 1.1　抵抗を直列に接続した回路

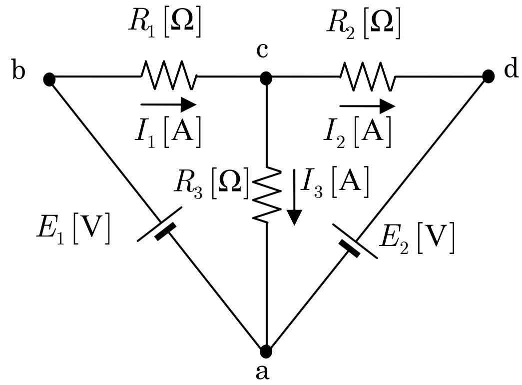

図 1.2　二つの電源を含む回路

図 1.1 の $E\,[\mathrm{V}]$ は直流電源の起電力，$R_1\,[\Omega]$，$R_2\,[\Omega]$ は抵抗の値，$I\,[\mathrm{A}]$ は抵抗を流れる電流である．ここで，[V]（ボルト），[Ω]（オーム），[A]（アンペア）はこれらの物理量の単位であり，［ ］で囲むことによって単位であることを明示している．図 1.1 の回路では

（1）$R_1\,[\Omega]$ の抵抗を $I\,[\mathrm{A}]$ の電流が流れるときの電圧降下（抵抗の両端にかかる電圧）は $R_1 I\,[\mathrm{V}]$ である（オームの法則）．$R_2\,[\Omega]$ の抵抗についても同様.

（2）点 a，b，c について，それぞれ流入する電流と流出する電流の値は等しい（キルヒホフの電流則）.

（3）この回路の閉路 $\mathrm{a} \to \mathrm{b} \to \mathrm{c} \to \mathrm{a}$ における電圧降下の総和 $(R_1 I + R_2 I)\,[\mathrm{V}]$ は起電力の総和 $E\,[\mathrm{V}]$ に等しい．すなわち，$R_1 I + R_2 I = E$（キルヒホフの電圧則）.

である．また，図 1.2 の回路では

（1）$R_1\,[\Omega]$, $R_2\,[\Omega]$, $R_3\,[\Omega]$ の抵抗における電圧降下はそれぞれ矢印の向きに $R_1 I_1\,[\mathrm{V}]$, $R_2 I_2\,[\mathrm{V}]$, $R_3 I_3\,[\mathrm{V}]$ である（オームの法則）.

（2）点 a，b，c，d について，それぞれ流入する電流の総和と流出する電流の総和は等しい．例えば点 c での流入する電流の総和 $I_1\,[\mathrm{A}]$ は流出する電流の総和 $(I_2 + I_3)\,[\mathrm{A}]$ に等しい. すなわち，$I_1 = I_2 + I_3$（キルヒホフの電流則）.

（3）この回路の閉路 $\mathrm{b} \to \mathrm{c} \to \mathrm{a} \to \mathrm{b}$，$\mathrm{c} \to \mathrm{d} \to \mathrm{a} \to \mathrm{c}$，$\mathrm{a} \to \mathrm{b} \to \mathrm{c} \to \mathrm{d} \to \mathrm{a}$ について，それぞれ閉路内の電圧降下の総和は起電力の総和に等しい．すなわち

$$R_1 I_1 + R_3 I_3 = E_1 \tag{1.1}$$

$$R_2 I_2 + R_3(-I_3) = (-E_2) \tag{1.2}$$

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 = E_1 + (-E_2) \tag{1.3}$$

である（キルヒホフの電圧則）.

上式の $R_3(-I_3)$, $(-E_2)$ は時計回りの閉路の向きに合わせた電圧降下, 起電力であることに注意.

図 1.1 の回路の電流 I はキルヒホフの電圧則を表わす

$$R_1 I + R_2 I = E \tag{1.4}$$

からただちに求められ

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} \tag{1.5}$$

である[1]．図 1.2 の回路では $I_1 = I_2 + I_3$ であり，電流 I_1， I_2 は連立方程式

$$R_1 I_1 + R_3(I_1 - I_2) = E_1 \tag{1.6}$$

$$-R_2 I_2 + R_3(I_1 - I_2) = E_2 \tag{1.7}$$

を解くことによって求められる．途中の計算を省略して結果を示すと，解は

$$I_1 = \frac{(R_2 + R_3)E_1 - R_3 E_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \tag{1.8}$$

$$I_2 = \frac{R_3 E_1 - (R_1 + R_3)E_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \tag{1.9}$$

と表わされる．この解の求め方について次に述べる．