

5. 直流回路網の諸定理

5. Various Theories of DC Circuit Network

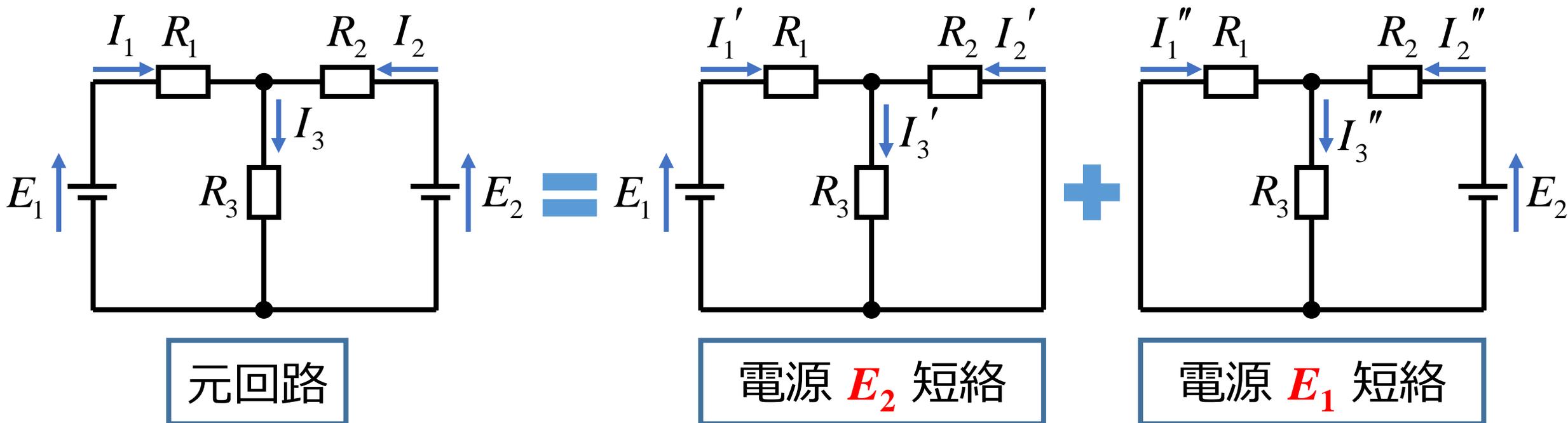
講義内容

1. 重ね合わせの理
2. 鳳-テブナンの定理
3. ノートンの定理と定電流等価回路

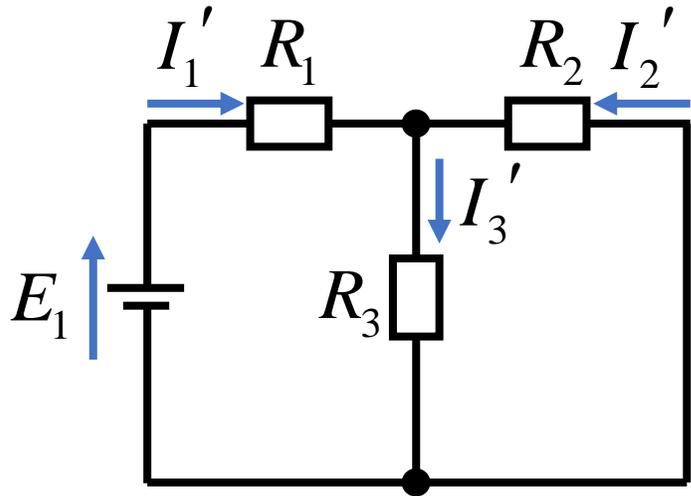
重ね合わせの理

重ね合わせの理

電源が **2つ以上** ある回路網の各枝路の電流は、電源がそれぞれ **1つだけ** あり、**他** の電源の **起電力** を **0** にした（電流は通るように **短絡** する）ときに流れる電流を重ね合わせたものに等しくなる。

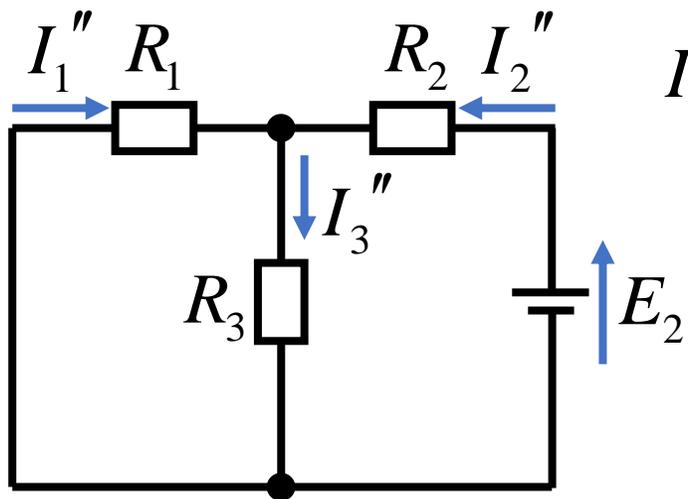


重ね合わせの理



$$I_1' = \frac{E_1}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}} \quad I_2' = -\frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1' \quad I_3' = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_1'$$

電流が流れる方向を考慮すると
元回路と **逆** になる場合は **符号** を変化



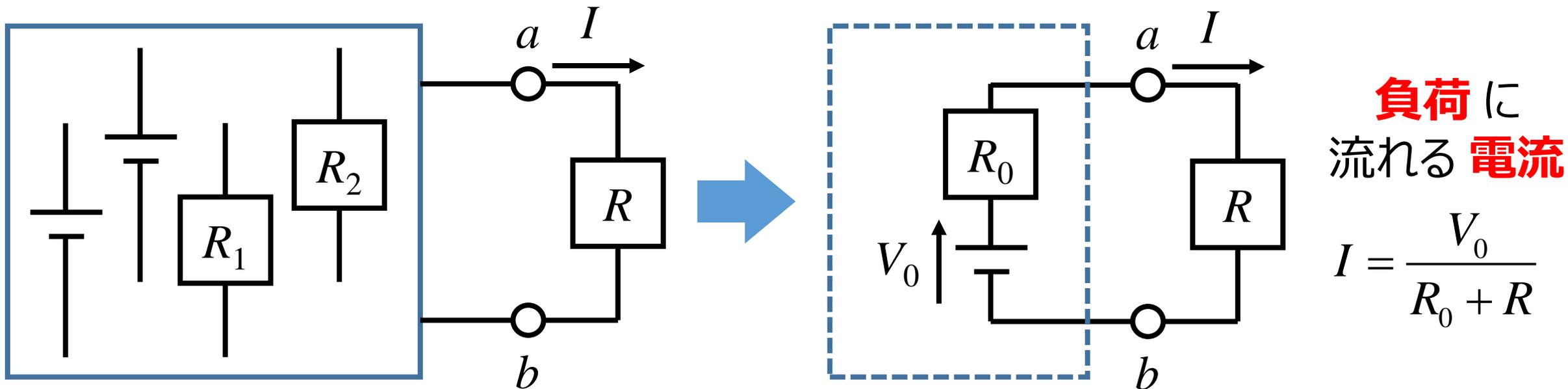
$$I_1'' = -\frac{R_3}{R_1 + R_3} I_2'' \quad I_2'' = \frac{E_2}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3}} \quad I_3'' = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I_2''$$

$$I_1 = I_1' + I_1'' \quad I_2 = I_2' + I_2'' \quad I_3 = I_3' + I_3''$$

鳳・テブナンの定理

鳳・テブナンの定理

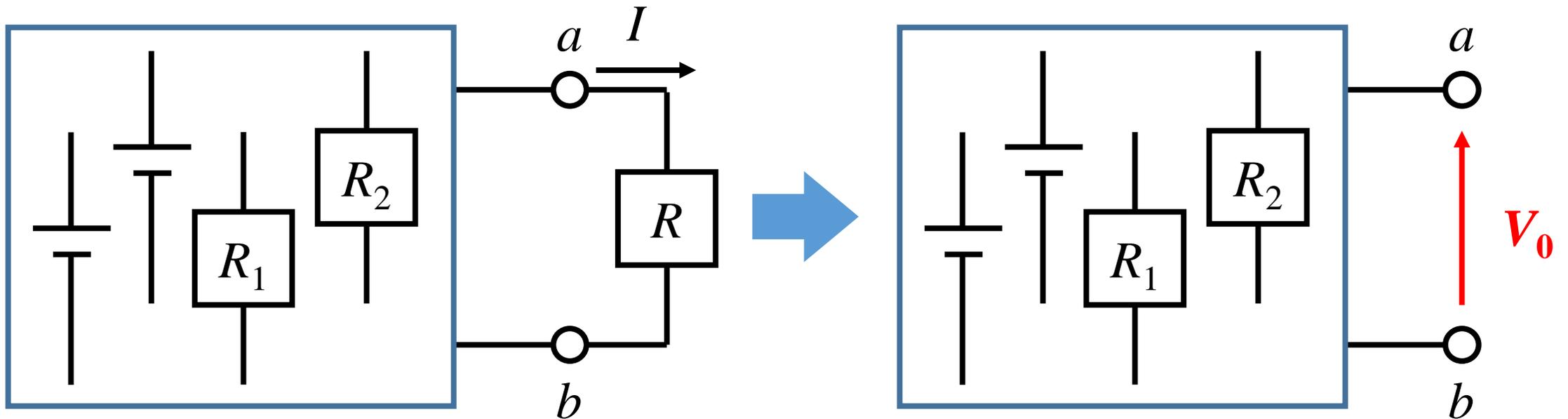
どのように複雑な回路網でも、**任意**の**2**端子から見て、**一つ**の**等価電圧源**と**一つ**の**内部抵抗**に**置き換える**ことができる



鳳・テブナンの定理：等価電圧源 V_0

等価電圧源 V_0 は？

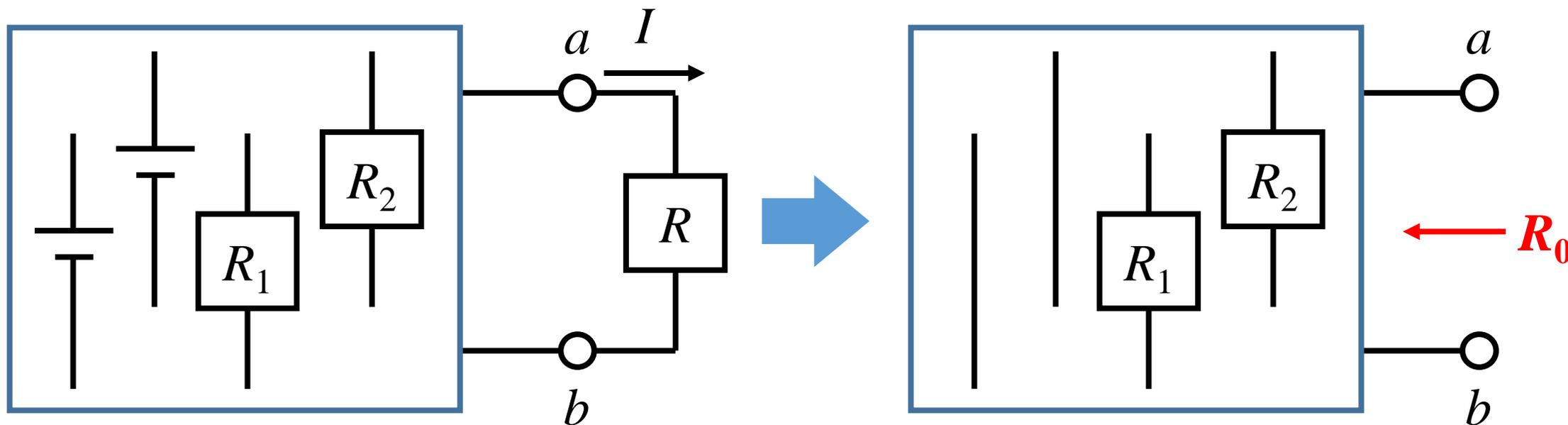
負荷 抵抗 R を 開放除去 したときの 開放電圧



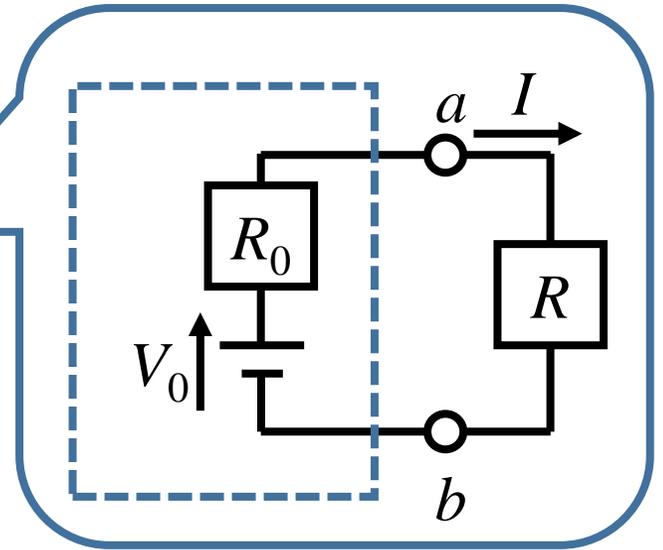
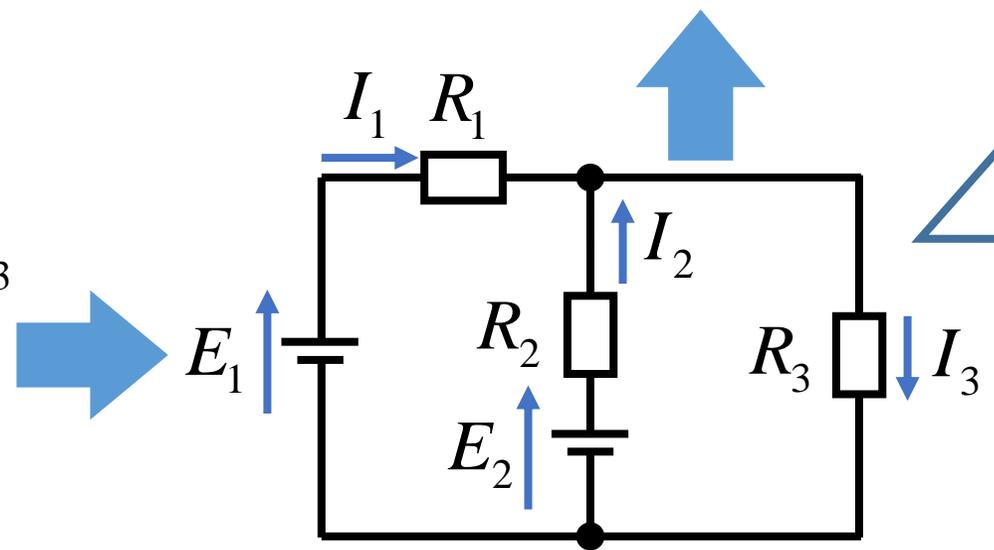
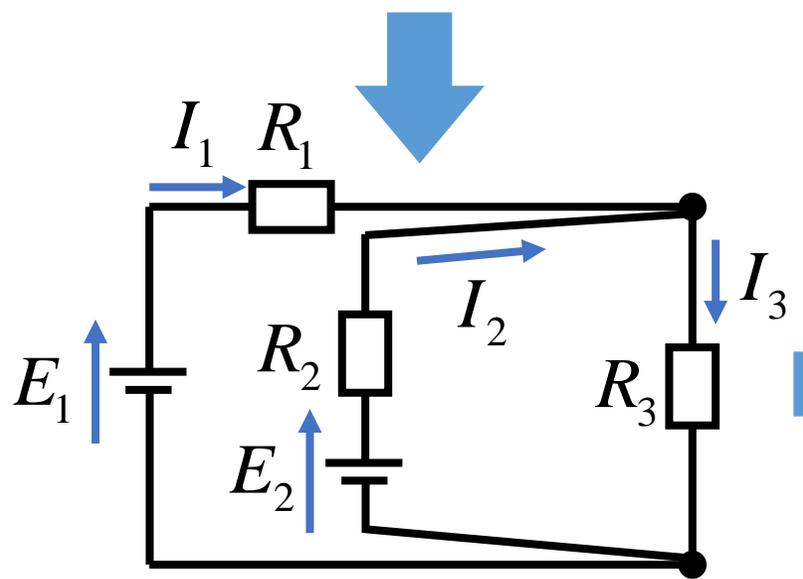
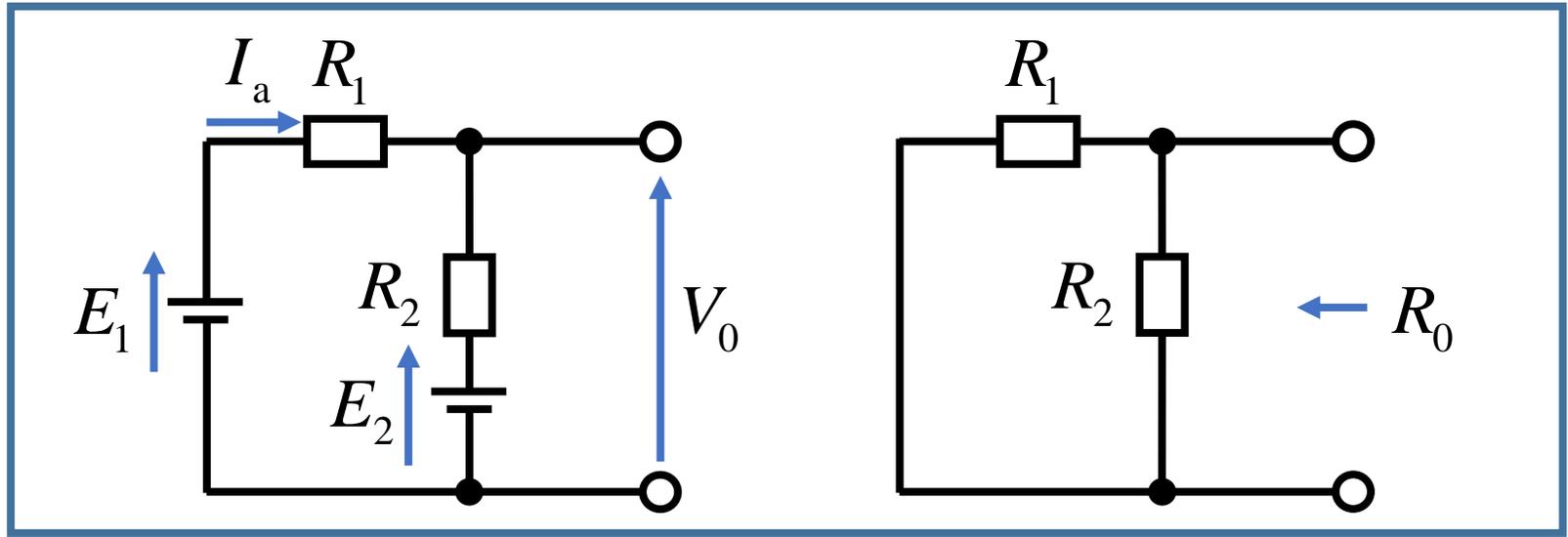
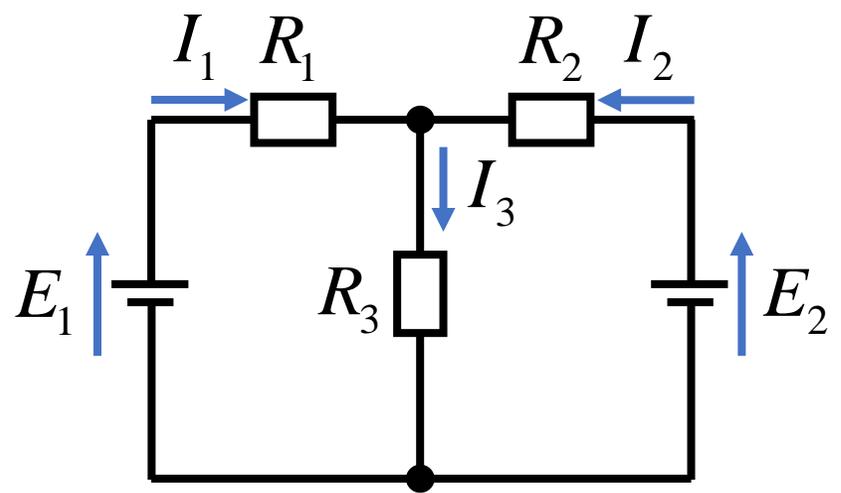
鳳・テブナンの定理：内部抵抗 R_0

内部抵抗 R_0 は？

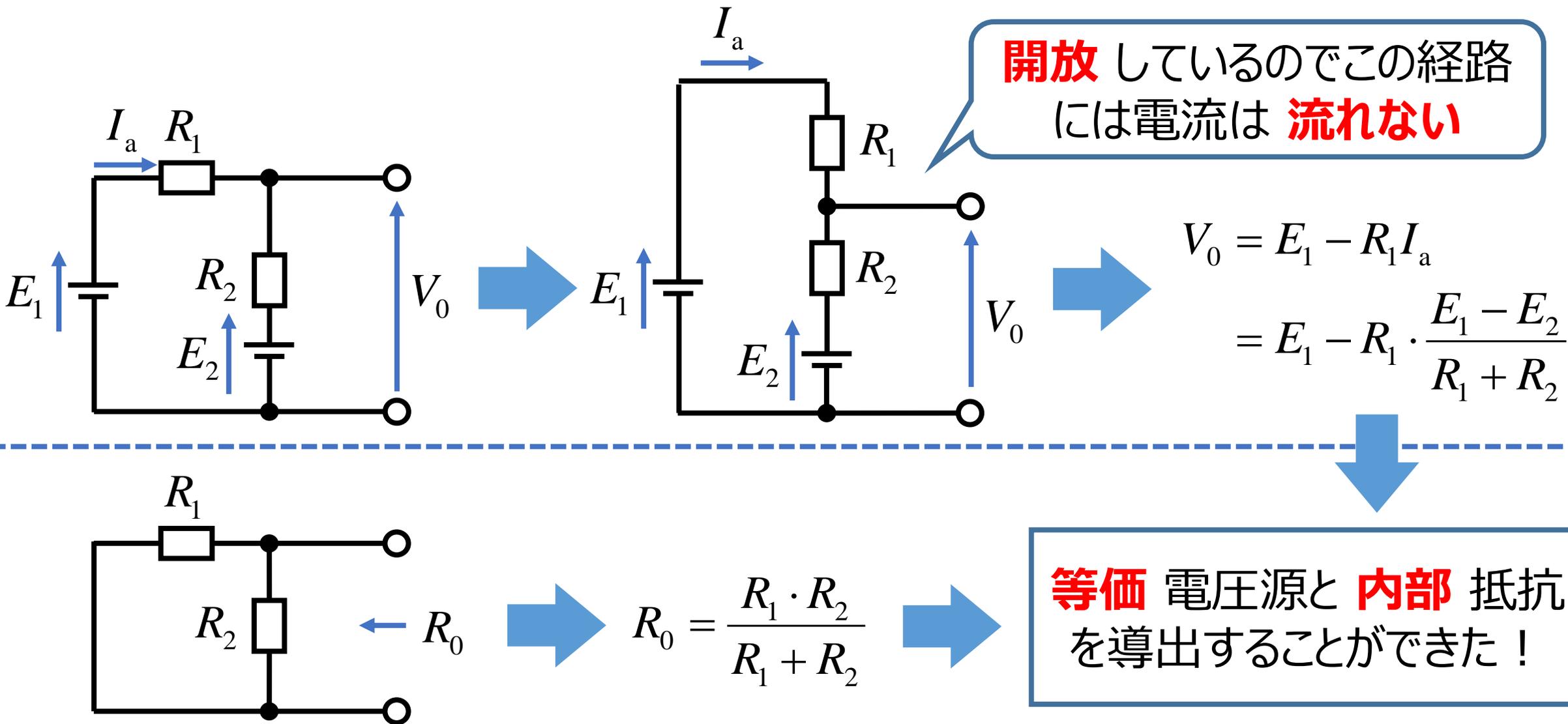
回路網中の **全ての電圧源** を **短絡除去** したときの **終端** から **回路網** を見込んだ **抵抗**



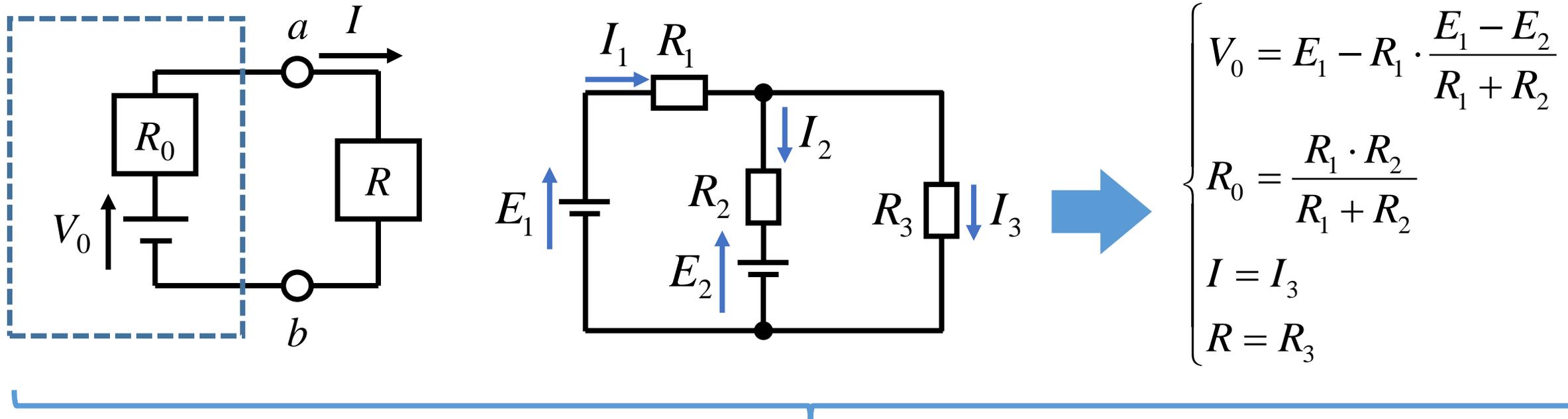
鳳-テブナンの定理の適用



鳳-テブナンの定理の適用



鳳-テブナンの定理の適用



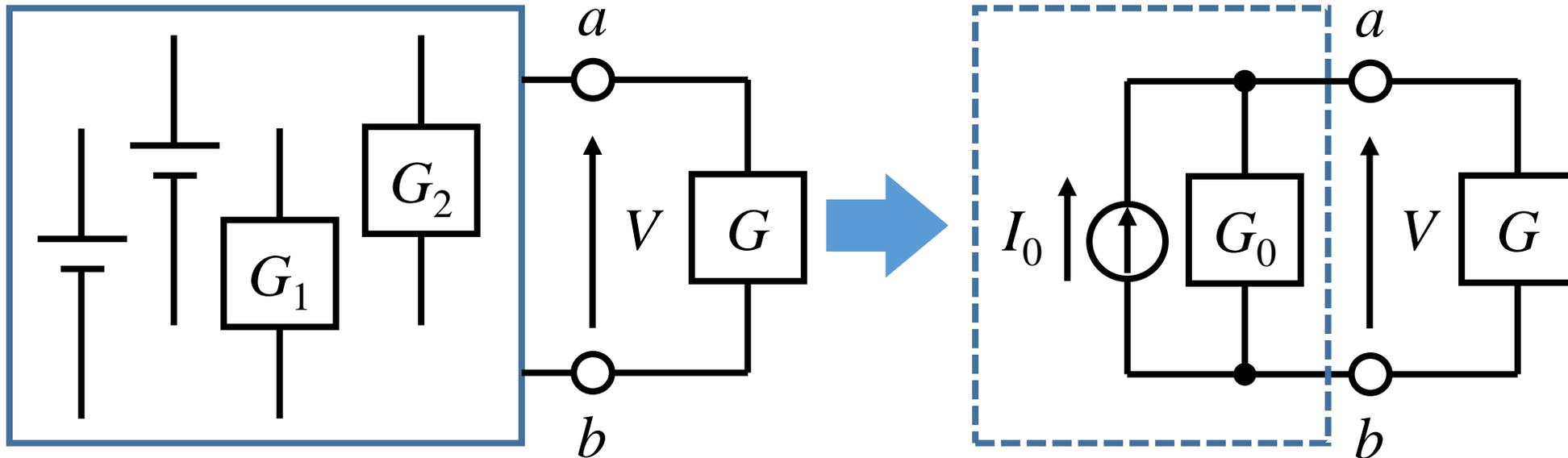
$$I = \frac{V_0}{R_0 + R} \Rightarrow I_3 = \frac{E_1 - R_1 \cdot \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3} = \frac{E_1 R_2 + E_2 R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

複雑な回路網にとっては
非常に有効な手法！

ノートの定理と電源の定電流等価回路

ノートン（ノルトン）の定理

どのように複雑な回路網でも、**任意**の**2**端子から見て、**一つ**の**等価電流源**と**一つ**の**内部コンダクタンス**に**置き換える**ことができる

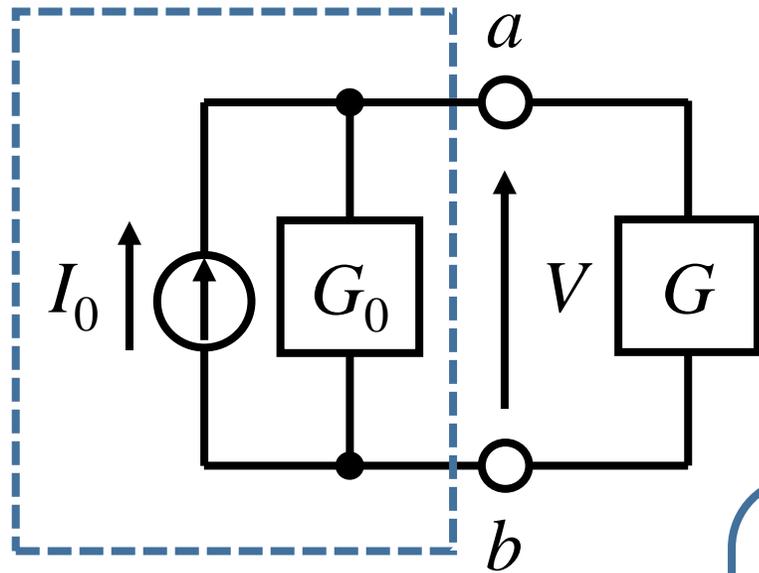


負荷に
かかる**電圧**

$$V = \frac{I_0}{G_0 + G}$$

ノートの定理と鳳-テブナンの定理の双対性

定電流 等価回路

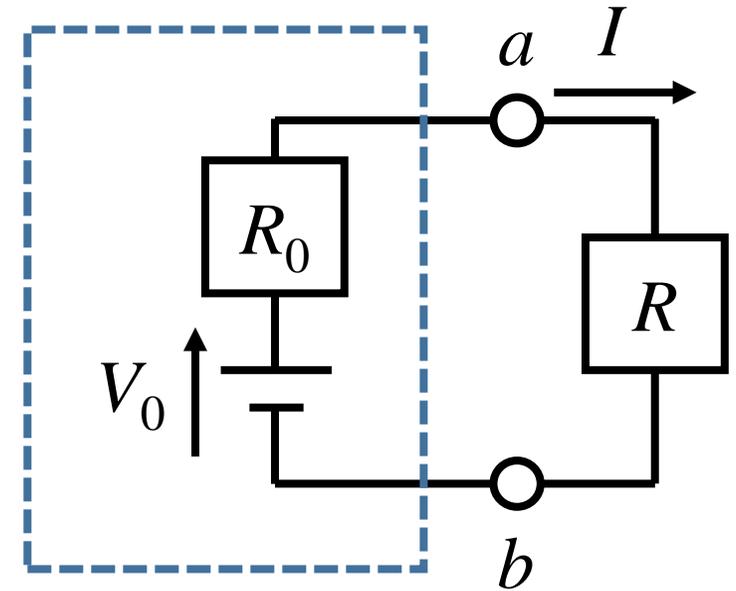


$$I_0 = \frac{V_0}{R_0} \quad G_0 = \frac{1}{R_0}$$

双対性を持つ

$a-b$ 間に接続する外部抵抗を $0 \sim \infty$ まで変化させても両回路が **等価**

定電圧 等価回路



$$V_0 = \frac{I_0}{G_0} \quad R_0 = \frac{1}{G_0}$$

ノートの定理と鳳-テブナンの定理による導出過程比較

導出要素	鳳-テブナンの定理	ノートの定理
V_0 vs I_0	外部 抵抗 R を 開放 除去	外部 コンダクタンス G を 短絡 除去
R_0 vs G_0	回路網中の 電圧源 を 短絡 除去	回路網中の 電流源 を 開放 除去

トランジスタは **電流源** として動作するため
ノートの定理が有効になる場合がある