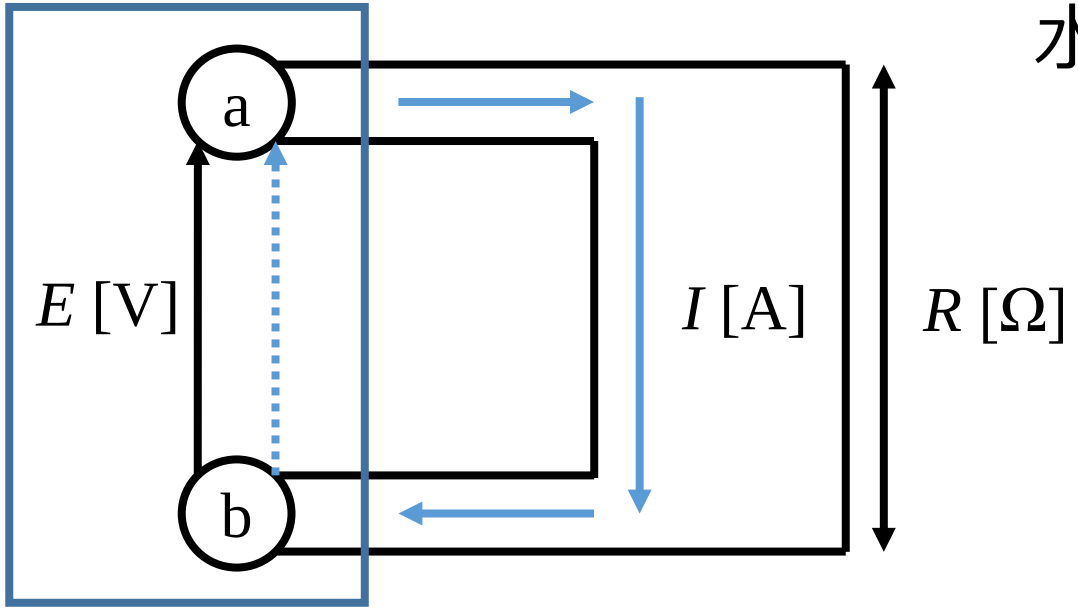
2. 直流回路の基本及び直流回路網
2. Fundamental of the DC Circuit and DC Circuit Network

講義内容

1. 直列接続と並列接続（復習）
2. キルヒホッフの電圧則と電流則
3. インピーダンスマッチング（整合）

オームの法則 (Ohm’s Law)

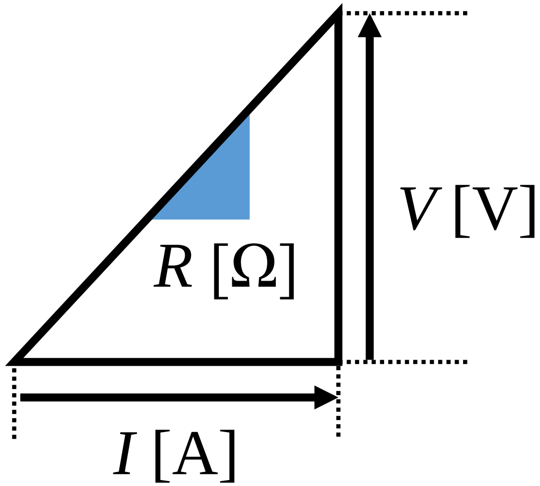
電源（電池）



水圧 V [V] と水流の速度 I [A] と
水路の長さ R[Ω] には以下の関係が成り立つ

$$I[\mathrm{A}] = \frac{V[\mathrm{V}]}{R[\Omega]}$$

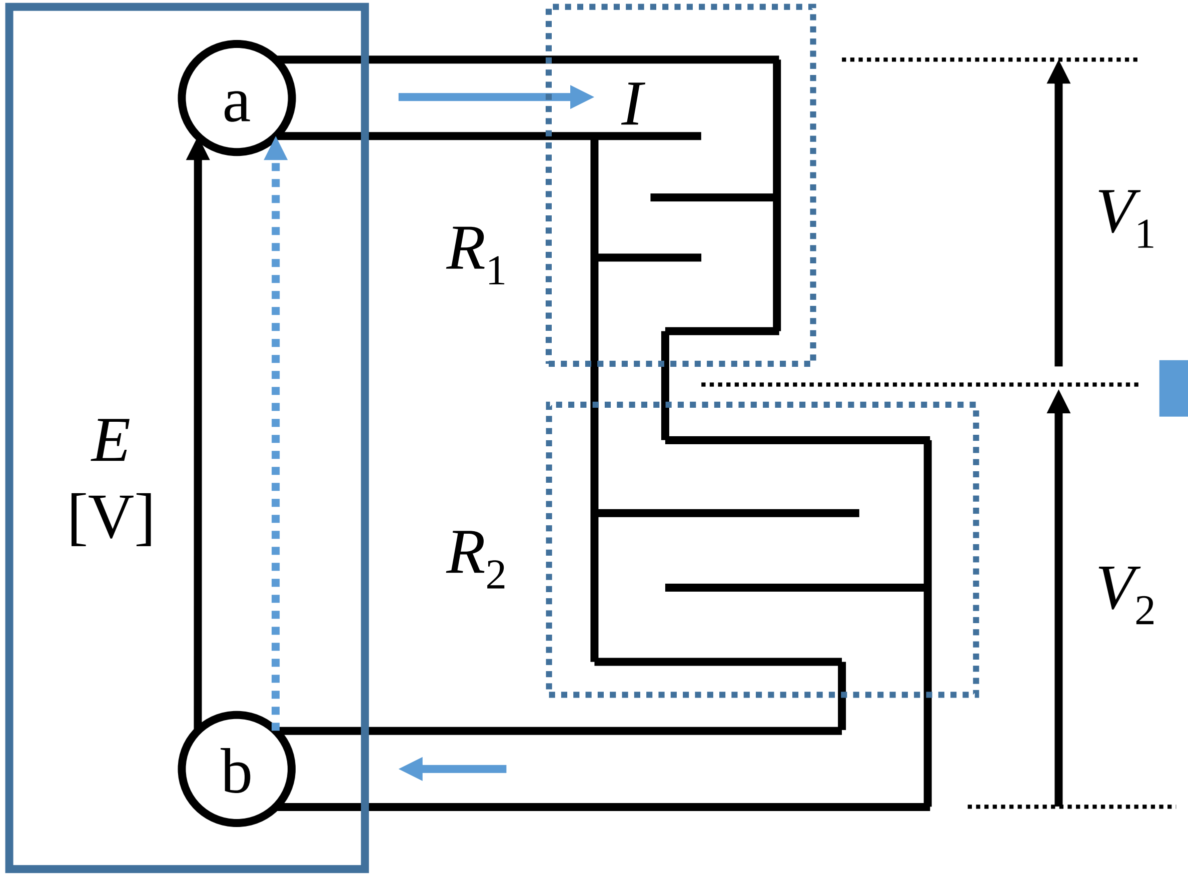
オーム の法則

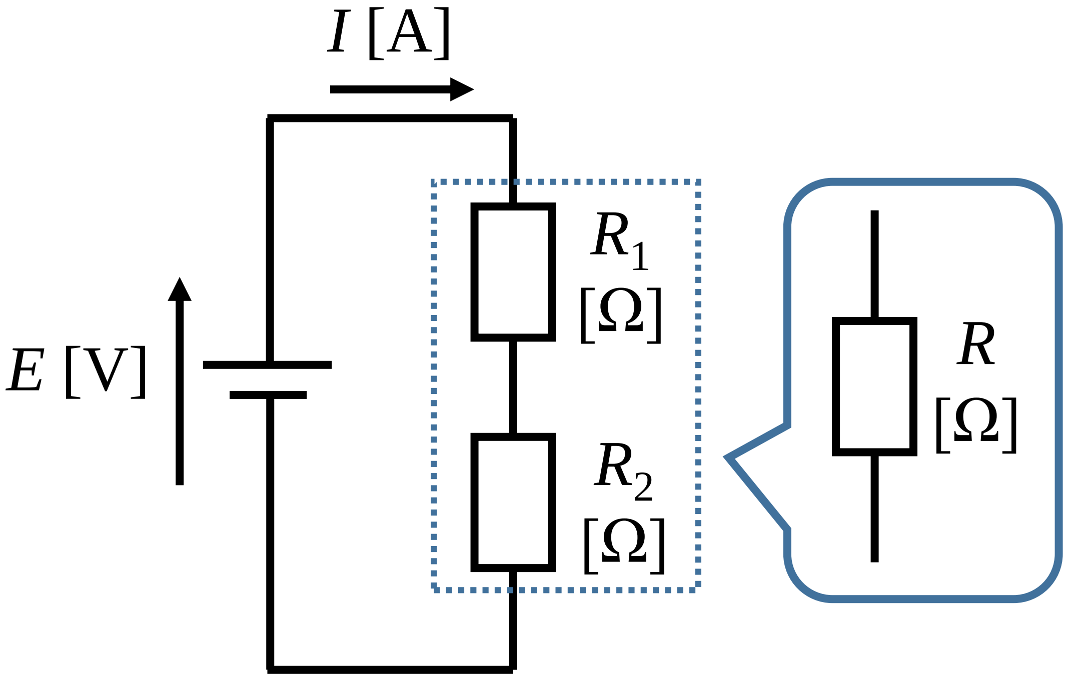


水路が **長く** なる(R↑)と
水流の速度が **遅く** なる(I↓)

水路が **短く** なる (R↓)と
必要な水圧が **小さく** なる(V↓)

直列接続における合成抵抗の考え方



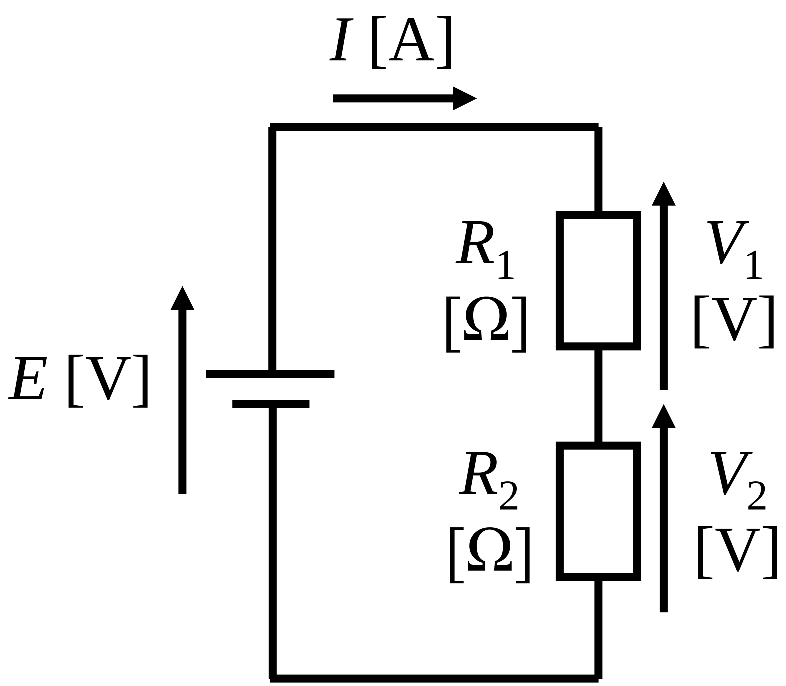


$$R[\Omega] = R_1 + R_2$$

水の流れは **一つ** しかないので
水流の **速度** は **変わらない**

直列 接続の **合成** 抵抗は
単純な抵抗の **和**

キルヒホッフの電圧則(Kirchhoff’s Voltage Law)



キルヒホッフ の **電圧則**（ **KVL** ）

回路網中の任意の一つの閉路に沿って一方向に一周した起電力と負荷の端子電圧（向きを考慮）の総和は 0 となる

言い換えると…

ループ（閉回路）に生じている電圧には
位置エネルギー保存の法則 が成り立っている！

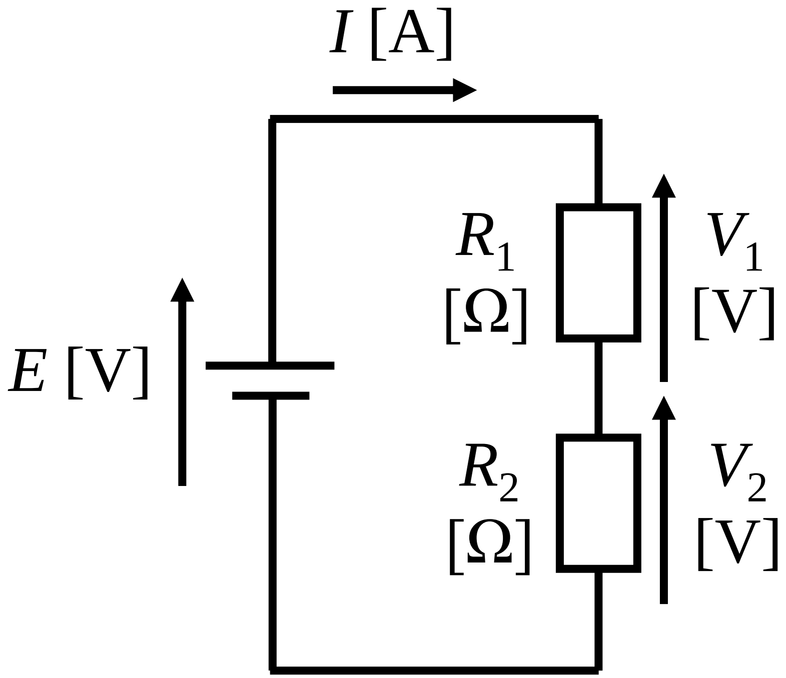
左の回路で考えると…

電源電圧

$$E = V_1 + V_2$$

分圧

分圧比（直列接続に対応）



キルヒホッフの電圧則，オームの法則，直列接続の合成 ***R*** より

$$E = V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) = IR$$

両辺を $V\,(=E)$ で割ると

$$\frac{V_1 + V_2}{V} = \frac{I(R_1 + R_2)}{V} = \frac{R_1 + R_2}{R} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

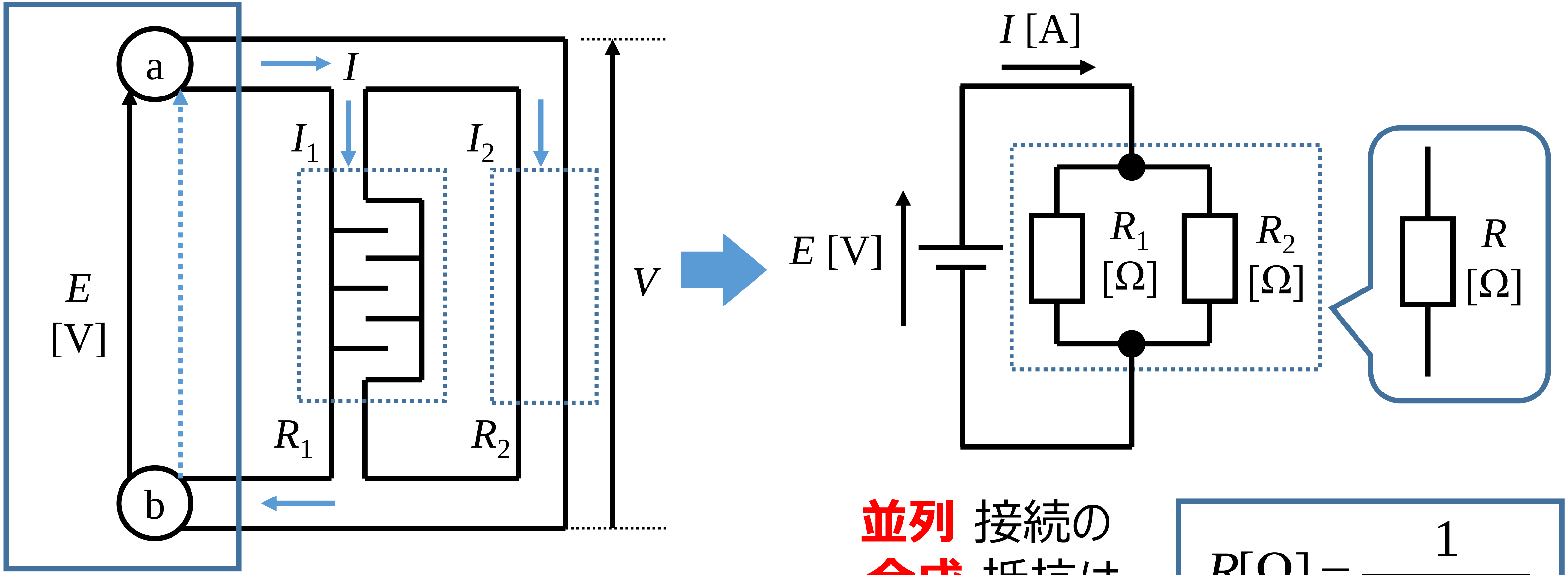
各要素に分割すると

$$\left\{\boxed{\begin{aligned} \frac{V_1}{V} &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R} \\ \frac{V_2}{V} &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{R} \end{aligned}}\right.$$

分圧比

$$\left\{\begin{aligned} V_1 &= \frac{R_1}{R}V = \frac{R_1}{R_1 + R_2}V \\ V_2 &= \frac{R_2}{R}V = \frac{R_2}{R_1 + R_2}V \end{aligned}\right.$$

並列接続における合成抵抗の考え方

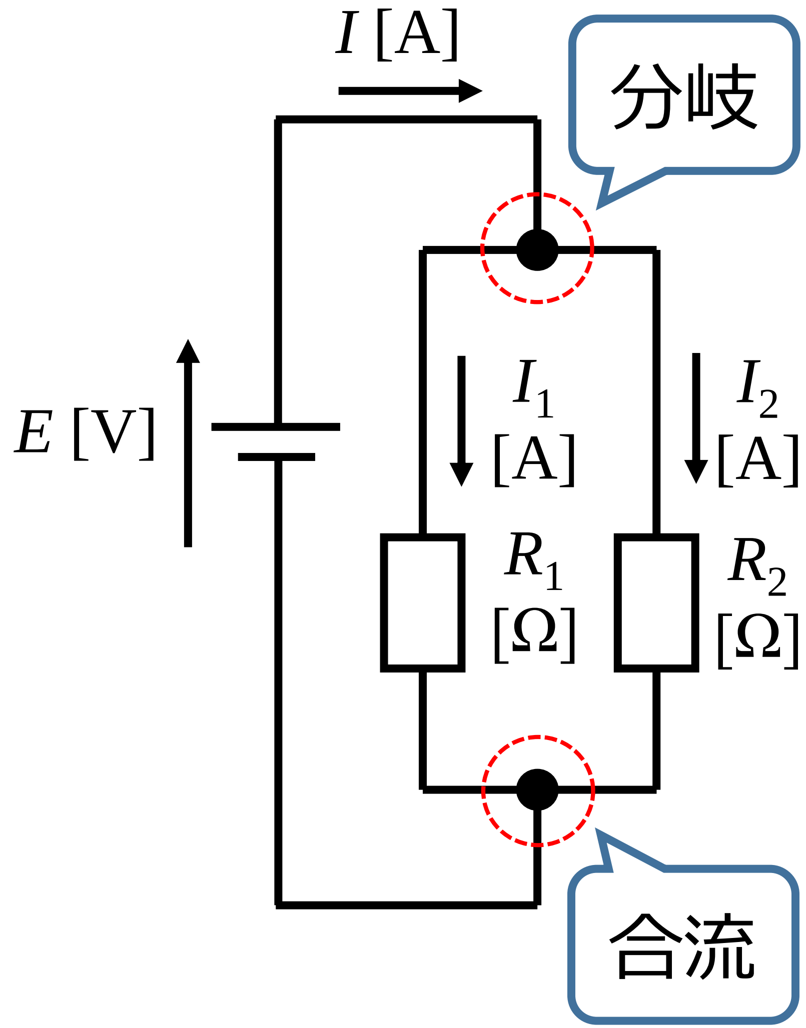


水の流れる経路が **２つ以上** あるため
水流の **速度** は **経路ごと** に **変化** する

並列 接続の
合成 抵抗は
各抵抗の
逆数の和の逆数

$$R[\Omega] = \frac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}}$$

キルヒホッフの電流則(Kirchhoff’s Current Law)



キルヒホッフ の **電流則**（ **KCL** ）

回路網の任意の 1 点に流れ込む
（又は流れ出す）電流の総和は 0 である

言い換えると…

ループ（閉回路）に流れている電流には
運動エネルギー保存の法則 が成り立っている！

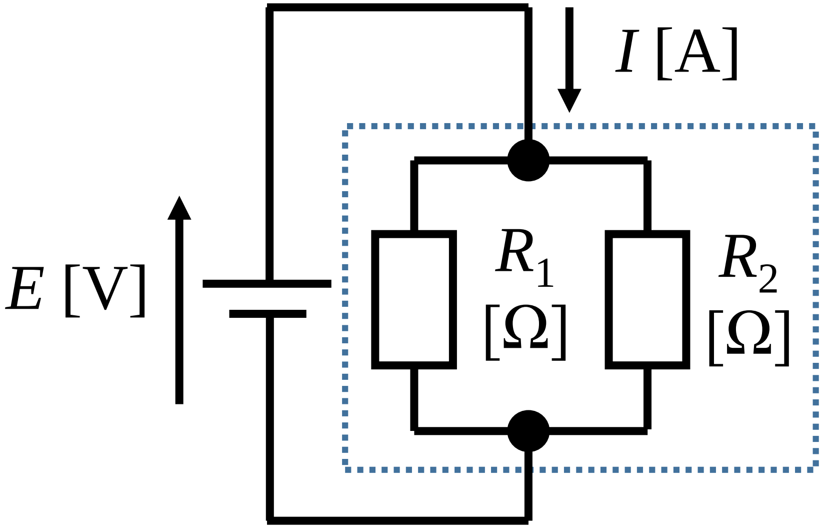
左の回路で考えると…

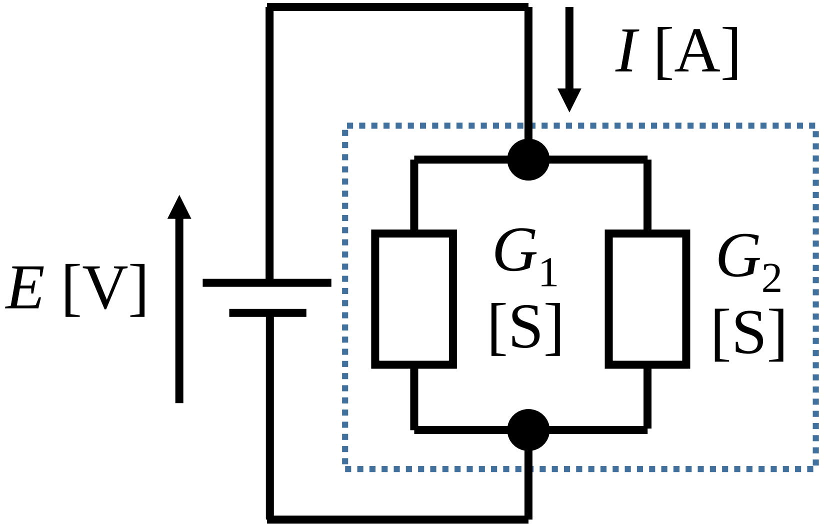
電源電流

$$I = I_1 + I_2$$

分流

並列抵抗におけるコンダクタンスと合成抵抗





抵抗 は英語で **レジスタンス**（Resistance）

→ **抵抗** は電流の流れ **にくさ** を表す

逆数 であらわすと…

コンダクタンス は電流の流れ **やすさ** を表す

Conductance：**伝導** 性（表記は G に注意）

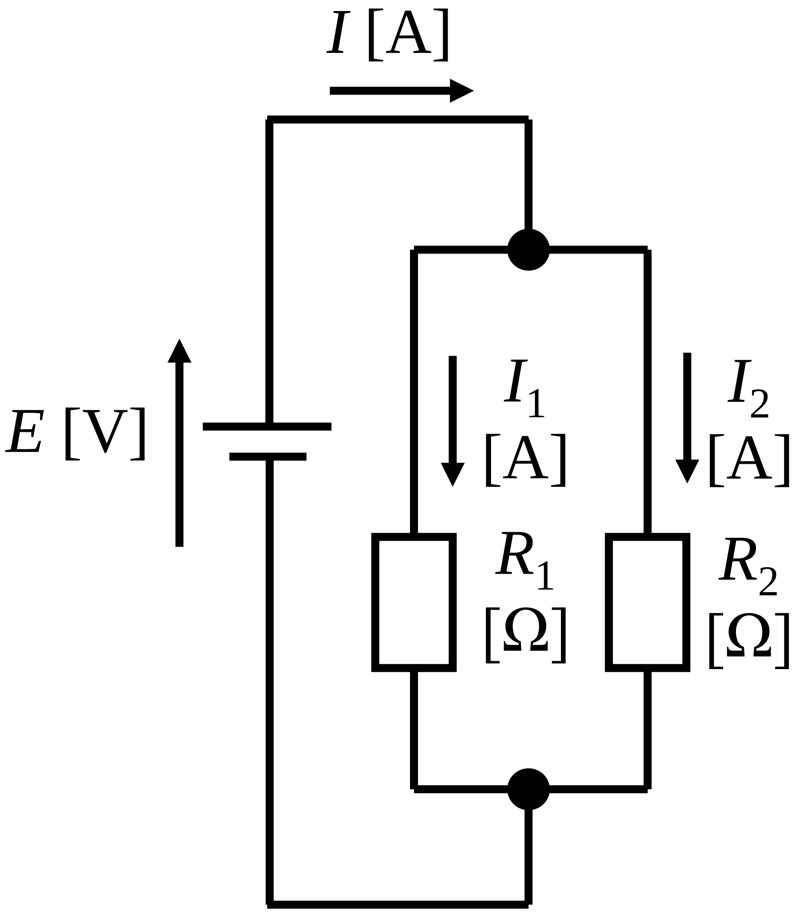
$$G[\mathrm{S}] = \frac{1}{R[\Omega]}$$

ジーメンス

G[S]を用いると

$$R = \frac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}} = \frac{1}{G_1 + G_2} = \frac{1}{G}$$

分流比（並列接続に対応）



キルヒホッフの電流則，オームの法則，並列接続の合成 ***G*** より

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} = E\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = E(G_1 + G_2) = EG$$

両辺を I で割ると

$$\frac{I_1 + I_2}{I} = \frac{V(G_1 + G_2)}{I} = \frac{G_1 + G_2}{G} = \frac{G_1}{G_1 + G_2} + \frac{G_2}{G_1 + G_2}$$

各要素に分割すると

$$\left\{\boxed{\begin{array}{l} \dfrac{I_1}{I} = \dfrac{G_1}{G_1 + G_2} = \dfrac{G_1}{G} \\ \dfrac{I_2}{I} = \dfrac{G_2}{G_1 + G_2} = \dfrac{G_2}{G} \end{array}}\right. \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} I_1 = \dfrac{G_1}{G} I \\ I_2 = \dfrac{G_2}{G} I \end{array}\right.$$

分流比

分流比を抵抗R表記に変形

$$\frac{I_1+I_2}{I}=\frac{G_1}{G_1+G_2}+\frac{G_2}{G_1+G_2}=\frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}+\frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}=\frac{R}{R_1}+\frac{R}{R_2}$$

$$\begin{cases}\dfrac{I_1}{I}=\dfrac{R}{R_1}\\[2ex]\dfrac{I_2}{I}=\dfrac{R}{R_2}\end{cases}$$

$$\boxed{R=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}=\frac{1}{\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}}$$

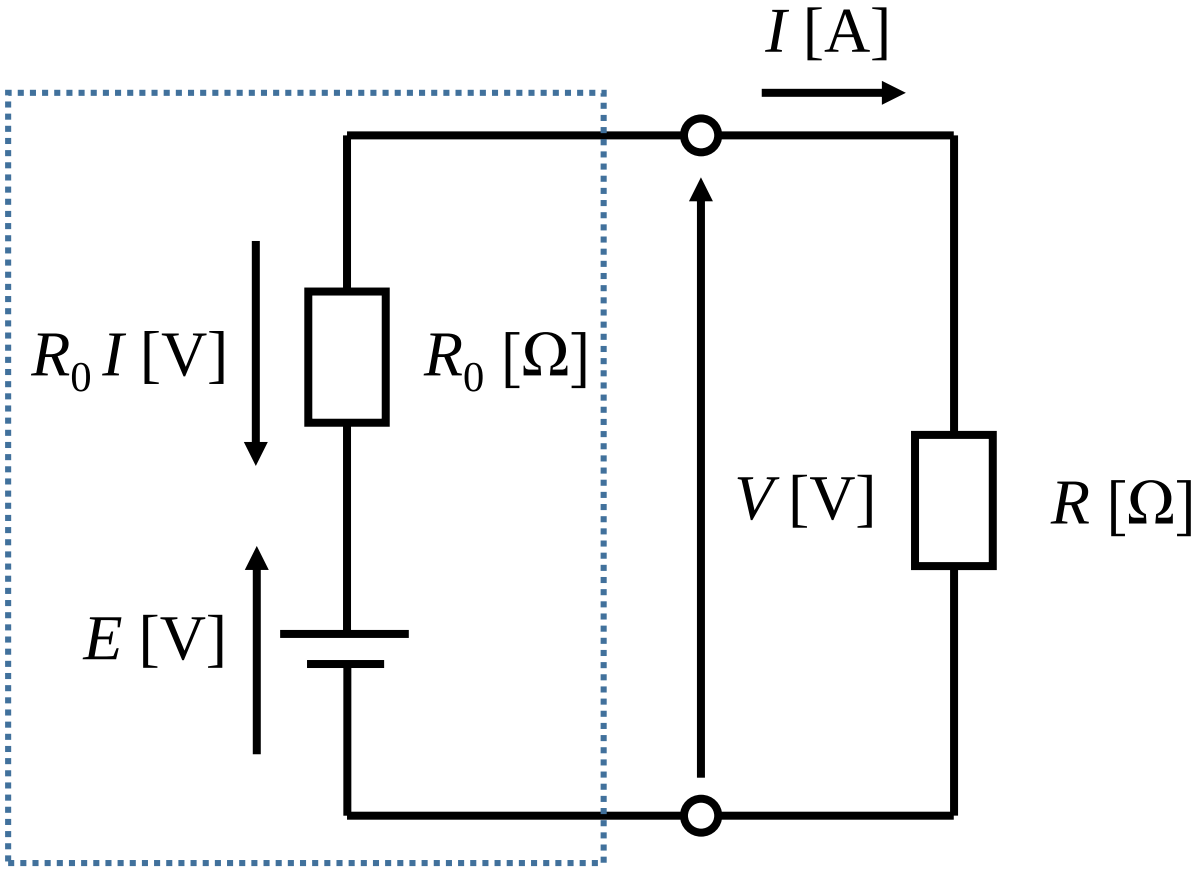
$$\begin{cases}I_1=\dfrac{R}{R_1}=\dfrac{R_2}{R_1+R_2}I\\[2ex]I_2=\dfrac{R}{R_2}=\dfrac{R_1}{R_1+R_2}I\end{cases}$$

各要素に分割すると

合成抵抗Rは **並列接続** の合成抵抗

分子の対応が分圧比と
異なる ことに注意！

直流電源の等価回路



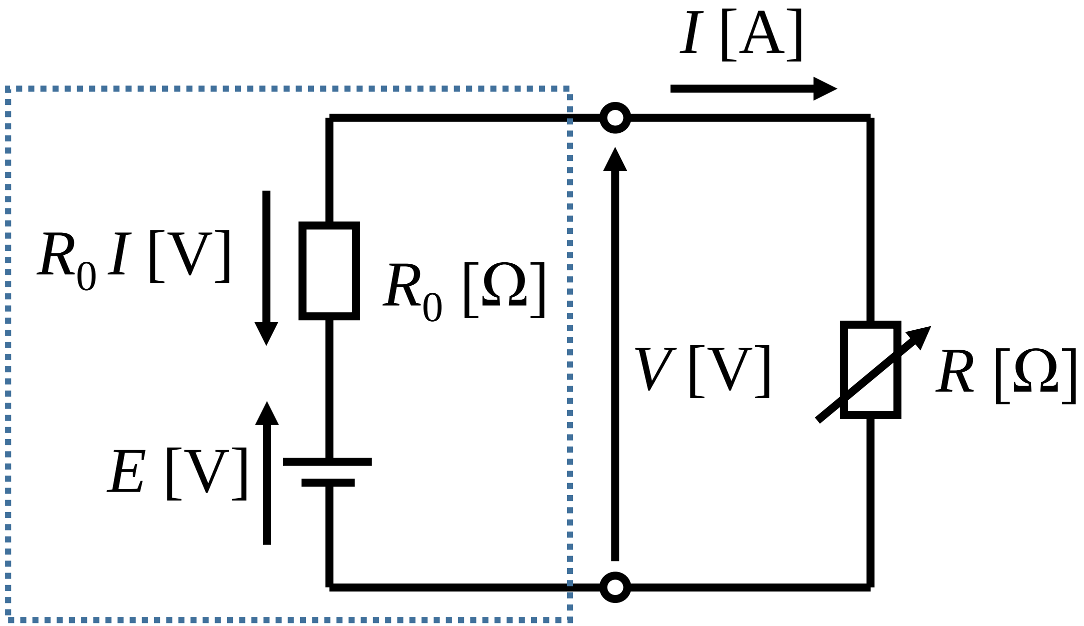
R_0 [Ω]：電源の **内部抵抗**

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

負荷抵抗 R で消費される電力P

$$P = I^2 R = \frac{RE^2}{(R_0 + R)^2}$$

最大電力の供給（整合：インピーダンスマッチング）



負荷*R* の大きさを変化させることで
電力*P* を変化させることができる

微分を用いて最大電力条件を求める

$$\frac{d}{dR}P(R)=\frac{d}{dR}\left\{\frac{R}{(R_0+R)^2}\right\}E^2=\frac{R_0-R}{(R_0+R)^3}$$

合成関数の微分

傾きが無い(=0)時に最大値（極値）となるため，

$$\frac{R_0-R}{(R_0+R)^3}=0\Rightarrow R_0-R=0\Rightarrow R_0=R$$

入出力の抵抗値を合わせることを
インピーダンスマッチング（整合）という