機械知能工学科
メカトロニクス基礎

MB-04/Rev 16-1.1

第04回

オームの法則 と キルヒホッフの法則

工学部 機械知能工学科

熊 谷 正 朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室 RDE

今回の到達目標

○ 抵抗と回路に関わる基本法則

◇オームの法則を説明できる

・オームの法則　と　電圧降下

・抵抗で消費される電力

◇キルヒホッフの法則について説明できる

・キルヒホッフ第１の法則

接続点における電流の合計

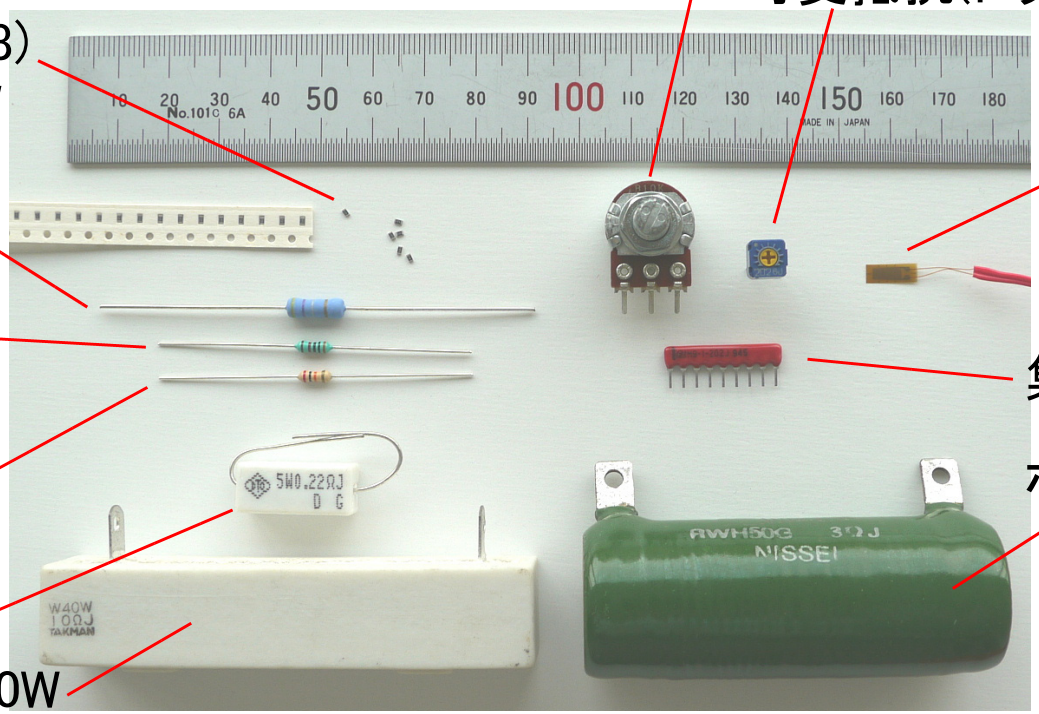
・キルヒホッフ第２の法則

一周まわるとゼロ[V]

オームの法則

○抵抗に関する法則

◇部品としての抵抗



チップ抵抗(1608)
47k，5%，1/10W

酸金抵抗
0.47，5%，2W

金皮抵抗
30k，1%，1/4W

炭素皮膜抵抗
20k，5%，1/4W

セメント抵抗
0.22，5W　10，40W

可変抵抗(つまみをつける)

可変抵抗(ドライバ回し)

ひずみ
ゲージ

集合抵抗

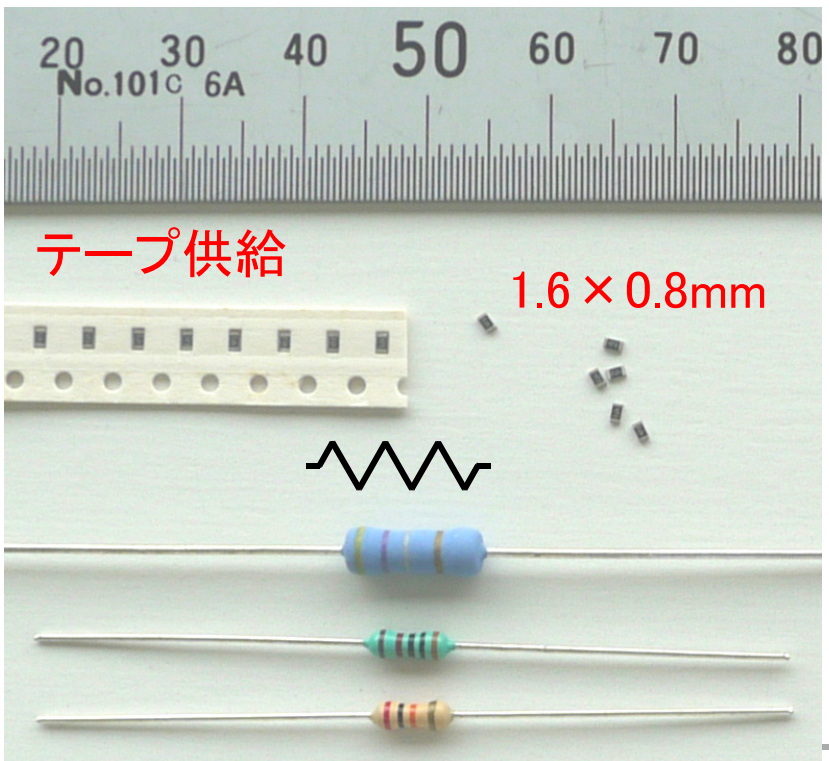
ホーロー
抵抗
30，50W?

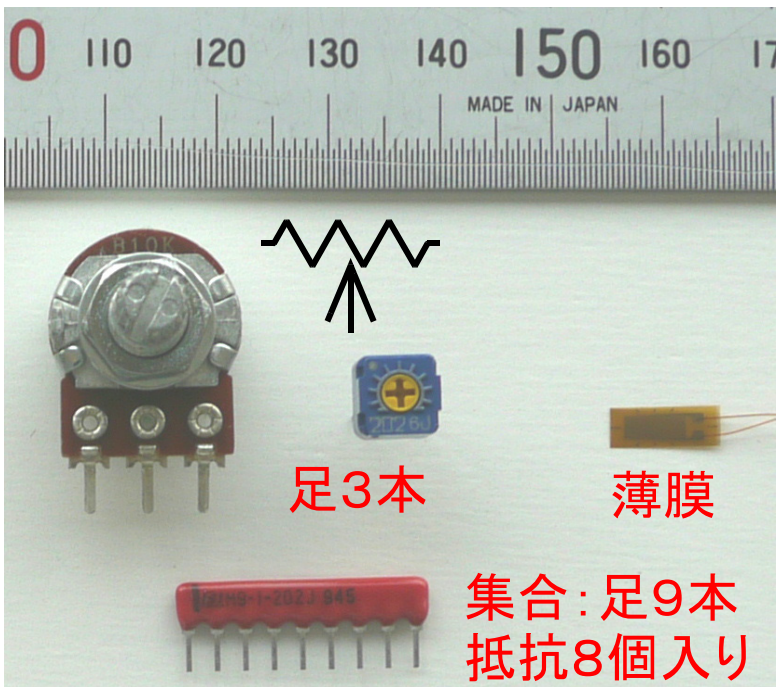
オームの法則

○抵抗に関する法則

※1608型は今では
わりと大きい部類

◇部品としての抵抗





回路検討のための状態量設定

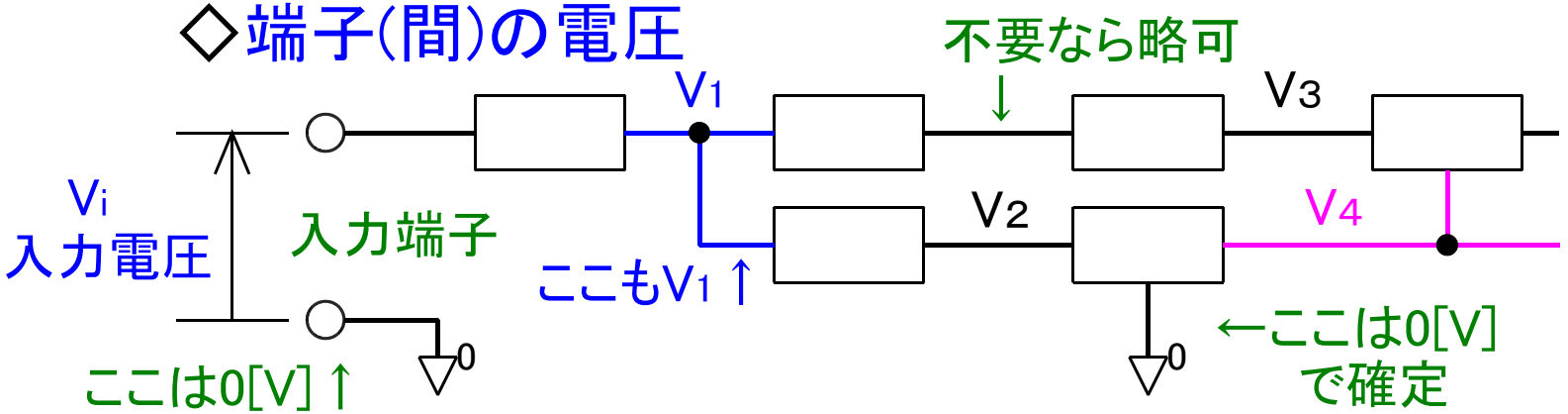
○回路のどこの量に注目するか

◇配線の電圧　　※回路全般に

- 配線ごとに電圧を表す変数を設定(V,v,E,e)。
- 同じ線でつながっている限り同じ電圧とみる。

※ vsコモン(▽0)、●を介して全部、正負有

◇端子(間)の電圧

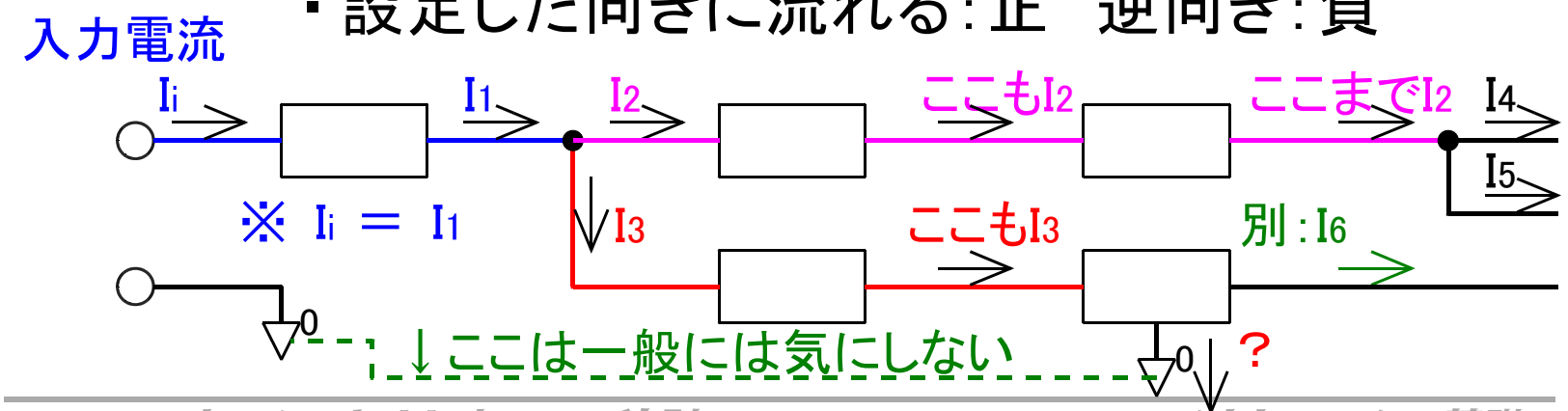


回路検討のための状態量設定

○回路のどこの量に注目するか

◇配線の電流　　※主にアナログ回路で

- 分岐(●)～分岐の1本線を流れる電流に変数を設定(I,i)。
- 分岐しない限り、部品を通っても同じ電流。
- 設定した向きに流れる：正　逆向き：負



回路検討のための状態量設定

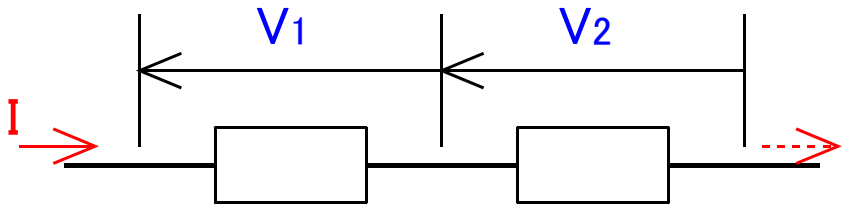
○回路のどこの量に注目するか

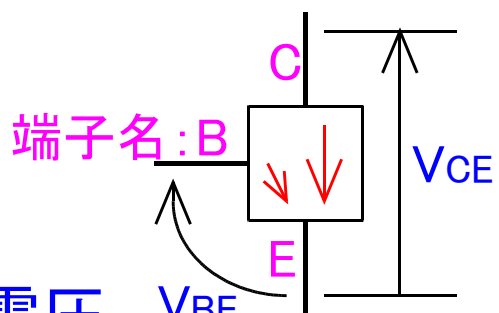
◇部品の両端の電圧　※主にアナログ回路で

・部品(2端子のもの)に流れる電流に対応する電圧を、部品ごとに検討する。

抵抗・コンデンサ・コイルなど(後日)

※3端子以上の場合は、うち2端子を選択





電流矢印の下流を基準として上流側の電圧

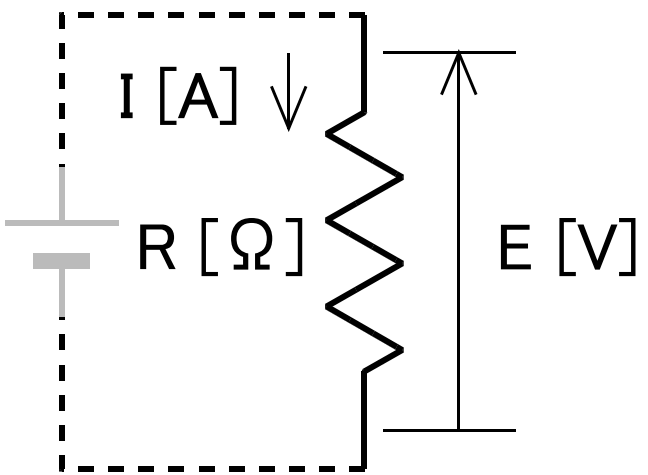
オームの法則

○抵抗に関する法則

◇電気抵抗という部品、モデル

・流れる電流に比例した電圧が両端に生じる。

・両端にかけた電圧に比例した電流が流れる。



・E[V] ＝R[Ω] I[A]

・I[A] ＝(1/R[Ω]) E[V]

・R[Ω]＝E[V]／I[A]

・回路中の任意の
抵抗それぞれに対して

オームの法則

○電圧降下

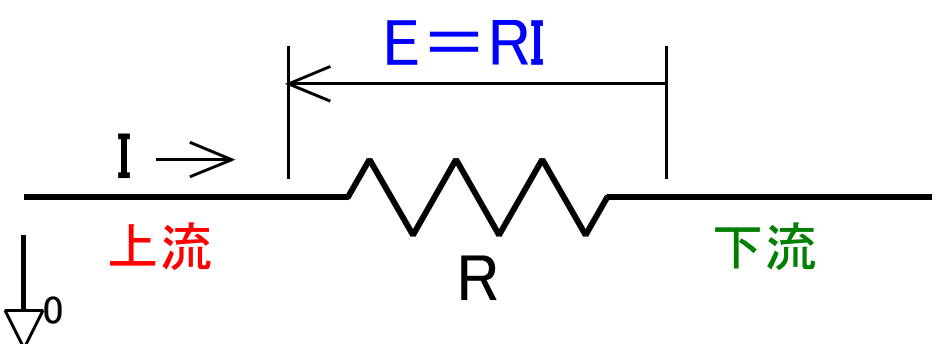
◇抵抗に電流を流すと電圧が下がる

・回路中の抵抗1本を見たときに、

・電流の上流側と下流側の電圧を見ると、

・抵抗の両端間の電圧だけ差がある(下がる)。

→ 電圧降下　その電圧を降下電圧という



・下流からみた上流の電圧がE＝RI 高い。

・流れたことで、下流で電圧がE＝RI下がった。

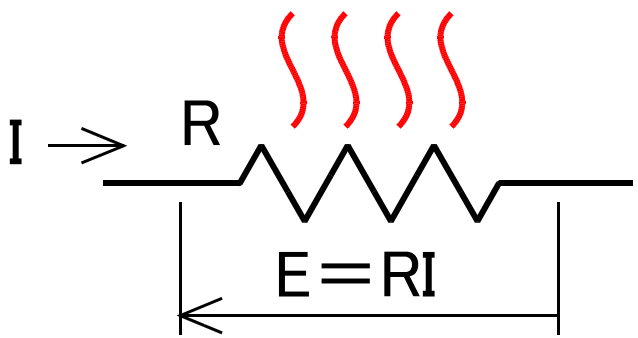
オームの法則

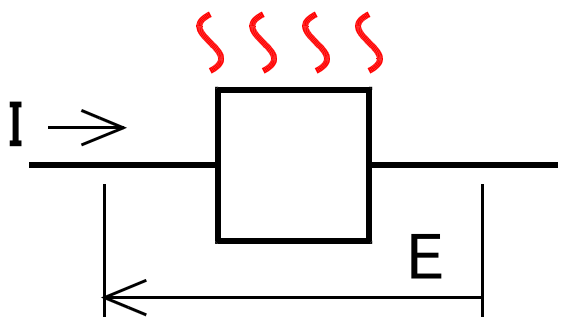
○抵抗の消費電力　一般部品の消費電力

◇消費電力[W]＝電圧[V]×電流[A]

・部品や装置で、電圧E[V]がかかっていて電流I[A]流れていると、P[W]＝EIの電力が消費される。→ 一般に熱になる（光・動力他）

・抵抗：$P=(RI)I=RI^2 \quad =E(E/R)=E^2/R$





補足：
時変の場合：
$p(t)=e(t)i(t)$

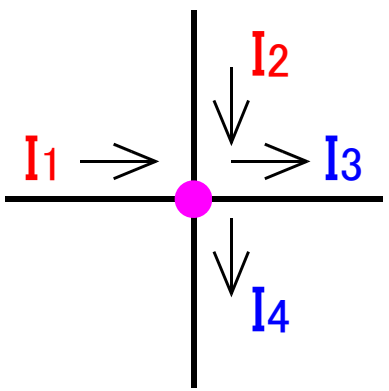
キルヒホッフの法則（第１）

○接続点で電流の総和は等しい／ゼロ

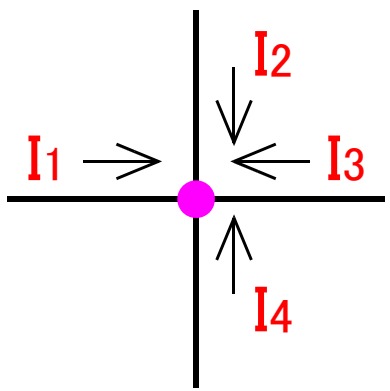
◇接続点●において

◇流入する電流の和 ＝ 流出する電流の和

※電流の矢印、実際の流れに注意



$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$



$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$

※実は流出→I<0になる

キルヒホッフの法則（第２）

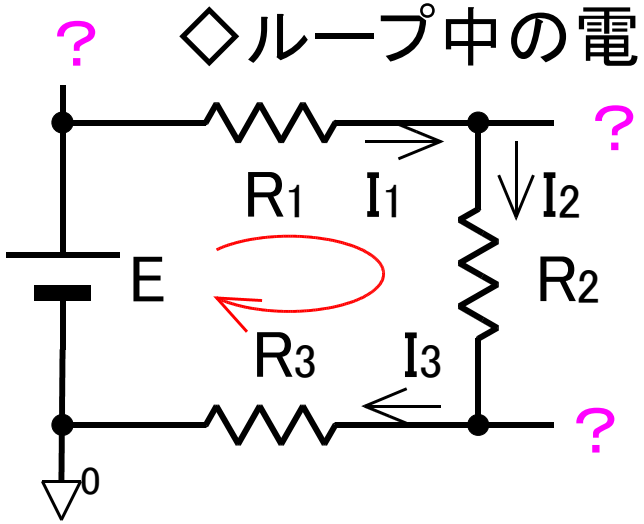
○回路のループを一周すると電圧ゼロ

◇回路内の任意の輪になっている部分について

※途中で分岐があっても構わない

◇一周してくると、トータルで電圧がゼロ

◇ループ中の電圧源の和 ＝ 電圧降下の和



・E－R_1I_1－R_2I_2－R_3I_3＝0

・輪の方向を決める。

・方向に沿う電圧源：＋　逆：－

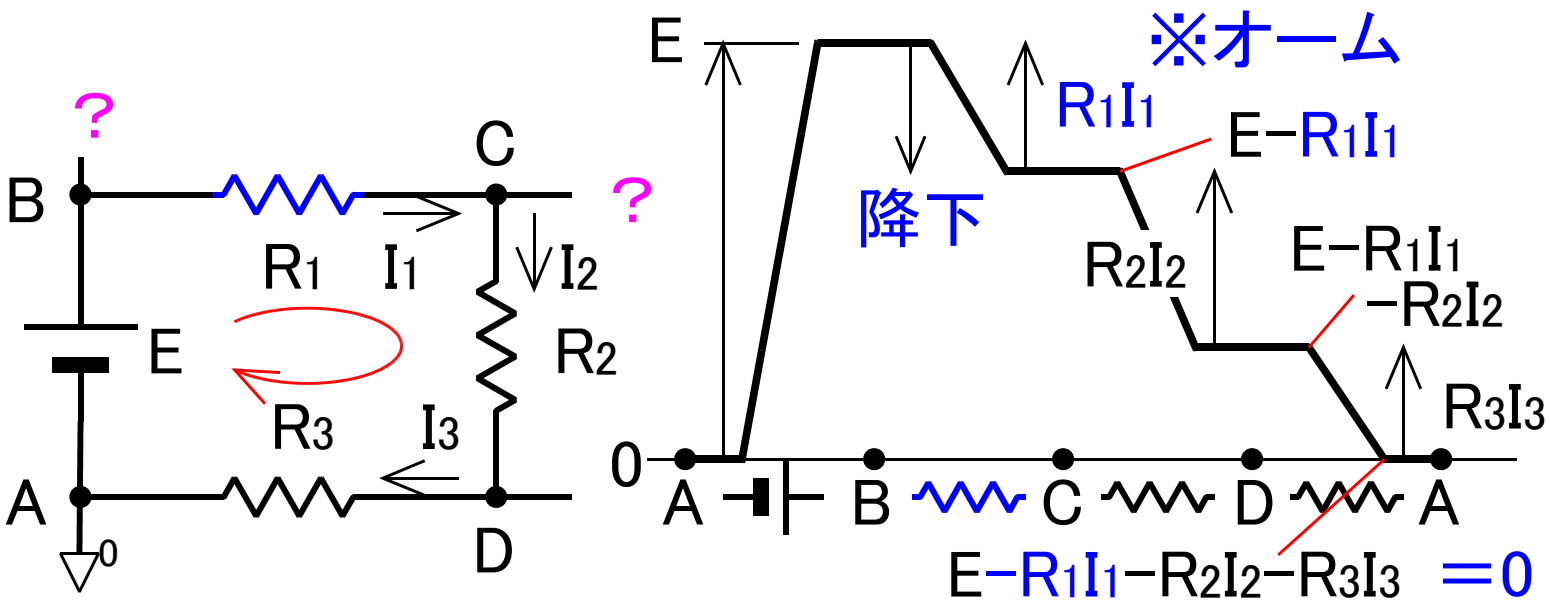
・方向に沿う電流：−RI　逆：+RI

キルヒホッフの法則（第２）

○回路のループを一周すると電圧ゼロ

◇電圧のグラフで考える

・正電圧源：電圧up　抵抗：電圧降下



キルヒホッフの法則（第１と第２）

○補足

◇言われてみれば当たり前のような法則。

◇これらの連立方程式で回路を解析できる。

◇キルヒホッフ第１の法則は電流の分岐・合流を
はっきり意識する上で重要。

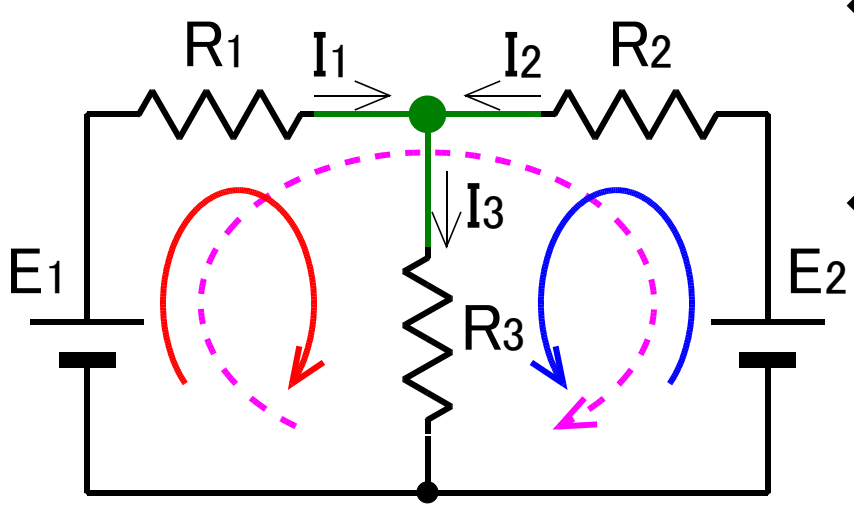
◇キルヒホッフ第２の法則は、電圧降下と
電圧の上下イメージがあればあまり使わず。

◇電気の教科書には他にもいくつか法則あるが、
キルヒあれば、メカトロでは足りる。

キルヒホッフの法則（第１と第２）

○法則の適用例

◇直流電圧源×２＋抵抗×３



◇キルヒホッフ第１

(1) $I_1+I_2=I_3$

◇キルヒホッフ第２

(2) $E_1-R_1I_1-R_3I_3=0$

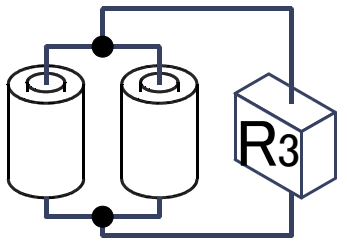
(3) $E_2-R_2I_2-R_3I_3=0$

(4) $E_1-R_1I_1\ -R_2(-I_2)$

※ループ○に逆向き→ $+(-E_2)=0$

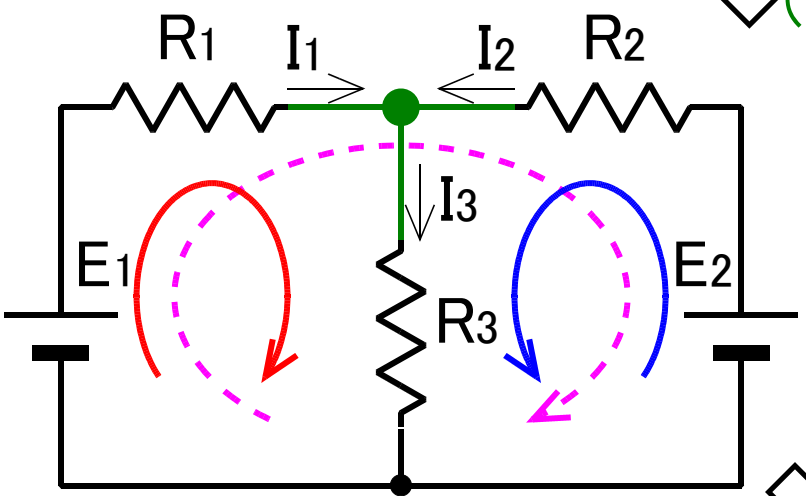
キルヒホッフの法則（第１と第２）

※実在例



○法則の適用例

◇直流電圧源×２＋抵抗×３



◇(1)(2)(3)を解くと:

・$I_1=\{(R_2+R_3)E_1-R_3E_2\}/\{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1\}$

・$I_2=\{(R_1+R_3)E_2-R_3E_1\}$／同

・$I_3=\{R_2E_1+R_1E_2\}$／同

◇(4)は(2)－(3)

・輪の選択によっては冗長。