

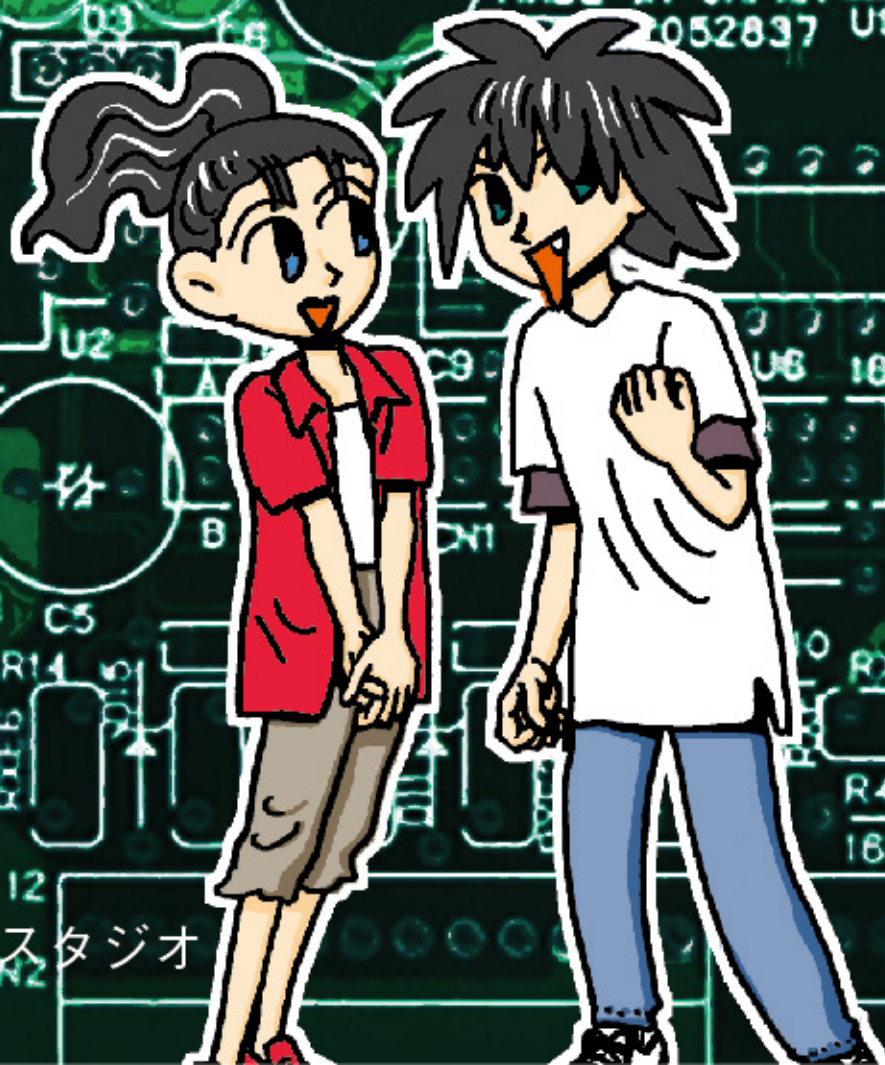
マンガで超理解

電気回路

高橋達央 [著] Takahashi Tatsuo

MADE IN JAPAN

052837



とんぼスタジオ

★登場人物

堂本 慎太郎

東東京大学電気工学科教授で
東大寺英介の担当教授。
学生時代は卓球部。

田崎 真一

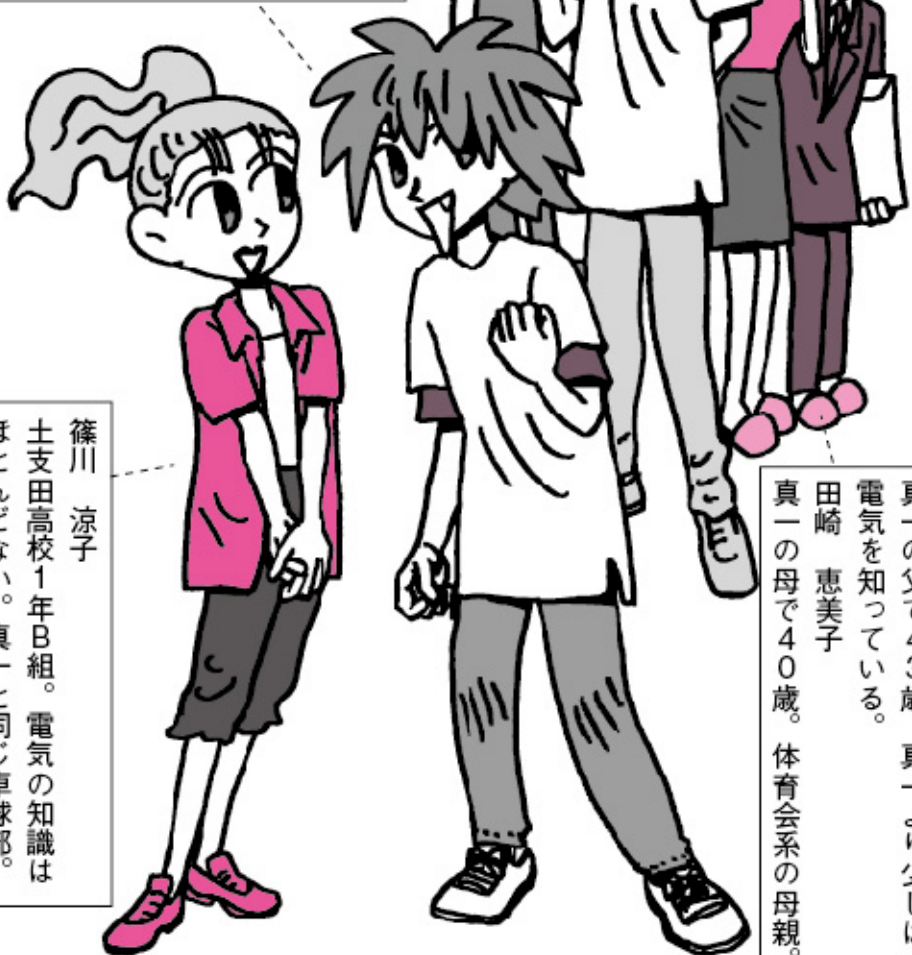
土支田高校1年B組。小中学校
で電気を学んでいるがほとんど
覚えていない。
理科系が苦手な卓球部。

東大寺 英介

東東京大学の大学院電気工学科
博士課程で学ぶ。真一の家から
大学に通う真一の従兄弟。

篠川 涼子

土支田高校1年B組。電気の知識は
ほとんどない。真一と同じ卓球部。



田崎 竜太郎

真一の父で43歳。真一より少しは
電気を知っている。

田崎 恵美子

真一の母で40歳。体育会系の母親。

オームの法則は
ドイツの物理学者
オームという人が
発見したんだよ

P チェックポイント

・電流は電圧に比例し、
抵抗は反比例します。
これがオームの法則です。

[例題1]

ある抵抗に100[V]の電圧を加えたところ
2[A]の電流が流れました
では この抵抗は何オームでしょうか?

答えは50[Ω]です!

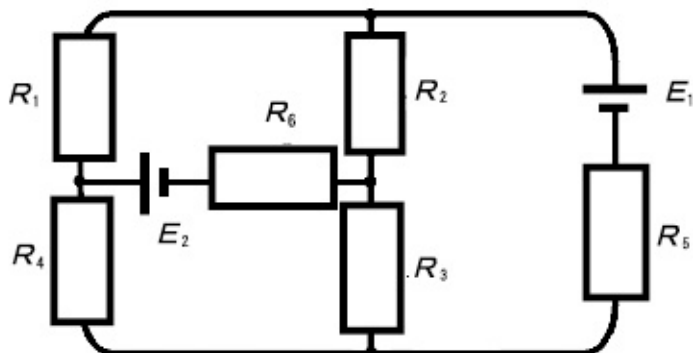
みなさんは
できましたか?

(2) キルヒホッフの法則

ちょっと
この回路図を
見てごらん…

あれ
この回路だと
オームの法則は
どう使えば
いいんですか?

(2) キルヒホッフの法則

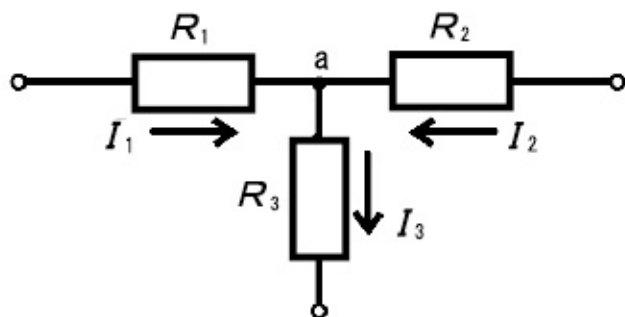


《電源を2個内蔵したブリッジ回路図》



(2) キルヒホッフの法則

たとえば
この図のように
接続点から
三叉路状態に
接続された抵抗が
あるとしよう



$$I_1 + I_2 = I_3$$

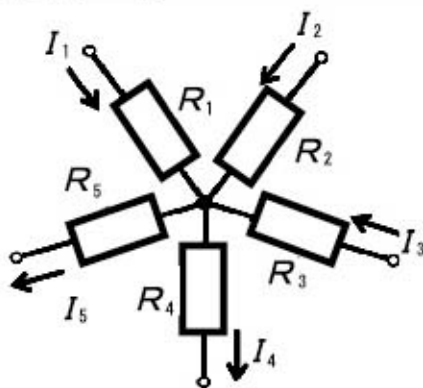
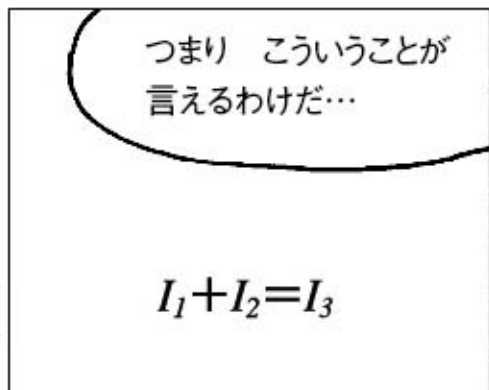


電気回路
どの点においても
その点に流れ込む
電流と その点から
流れ出る電流の
総和が0になる

これが
キルヒホッフの
第一法則だよ

まあ
すぐには
理解できん
か…



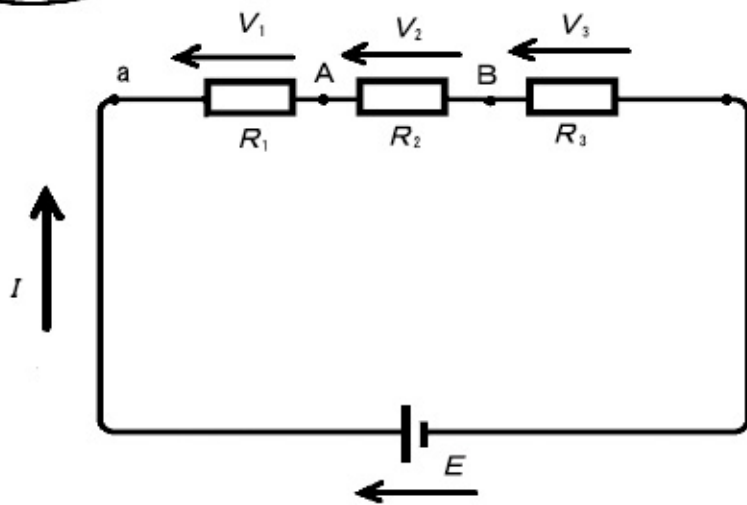


$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

(2) キルヒホッフの法則



抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 には、同じ大きさの電流 I が流れ、それぞれの抵抗の両端に生じる電圧は次のようになります。

$$V_1 = R_1 I$$

$$V_2 = R_2 I$$

$$V_3 = R_3 I$$

この場合、端子bを基準としたとき、B点の電位が V_3 [V] となります。

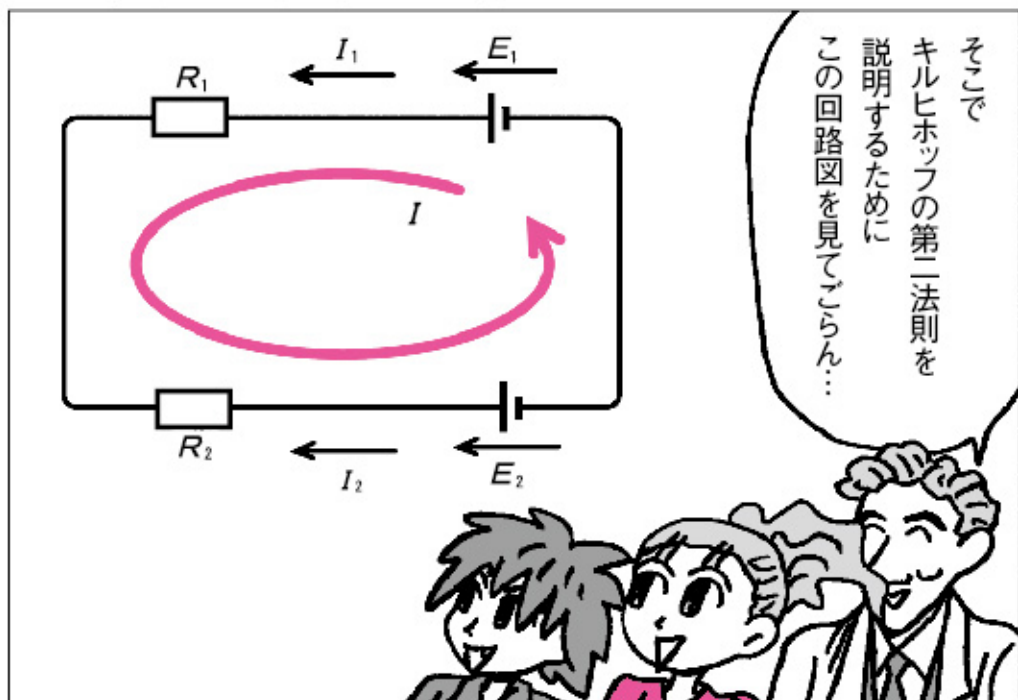
同じように、抵抗 R_2 の両端には V_2 の電位差が生じるので、A点の電位とB点の電位との差が V_2 [V] となります。電気回路では電源のマイナス側を基準とするので、A点の電位は $V_2 + V_3$ [V] となります。端子aの電位も同様に考えて、 $V_1 + V_2 + V_3$ [V] となります。

つまり、電源の起電力とそれぞれの抵抗で生じる電圧には、以下の関係式が成り立ちます。

$$E = V_1 + V_2 + V_3 \text{ [V]}$$

このことから、電流 I が矢印の方向に流れているときに、それぞれの抵抗に生じる電圧分だけ電位が低下していることがわかります。

こうした、抵抗による電位の低下を“電圧降下”と呼びます。



(2) キルヒホッフの法則

The diagram shows a rectangular closed circuit. At the top, a resistor R_1 is connected to an EMF source E_1 . At the bottom, a resistor R_2 is connected to an EMF source E_2 . Arrows indicate current I_1 flowing to the left through both resistors. A pink arrow in the center of the loop indicates a clockwise current I .

電流の向きは式を立てるときに自由に仮定してかまわないよ

このとき 閉回路を矢印のように電流が流れると仮定したら起電力の和はどうなるかな？

Two characters are shown in a conversation. The character on the right is pointing towards the diagram from the previous panel.

I_1 は同じ方向だけど I_2 は逆向きですよね…

てことは たぶん こうかしら…

A character is pointing towards the equation $E_1 - E_2$ written on a surface.

$E_1 - E_2$

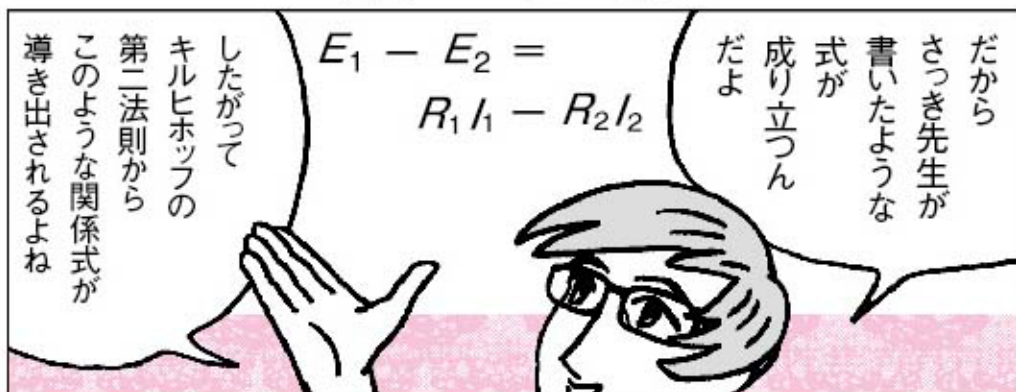
A character is shown with a thoughtful expression, his hand to his chin.

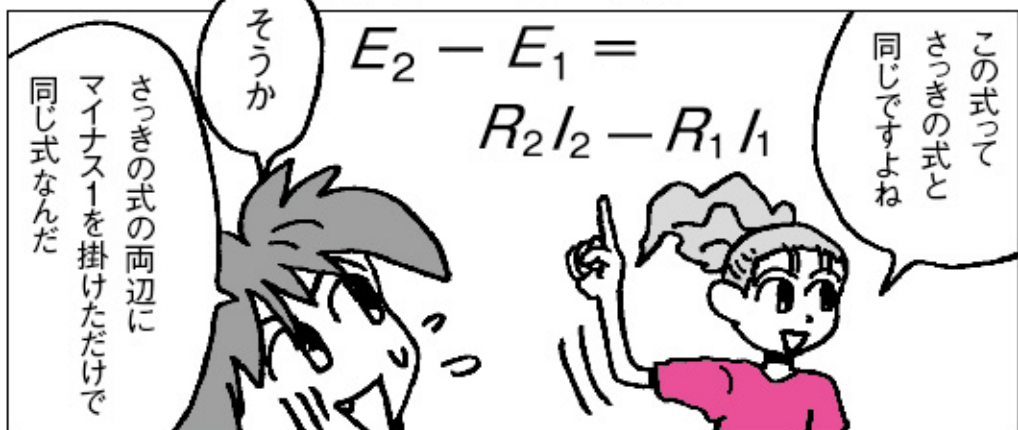
A character is asking a question, looking slightly confused.

え 正解ですか？

Two characters are shown reacting with surprise and excitement, their hands raised.

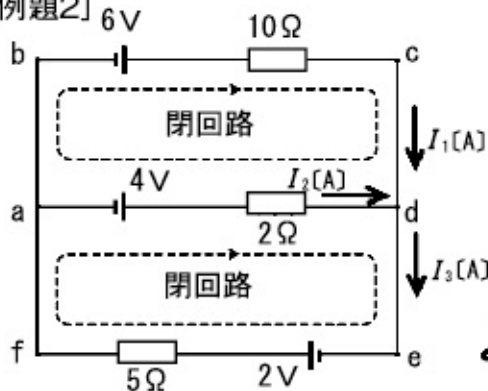






(2) キルヒホッフの法則

[例題2]



このような閉回路があるとして
各抵抗を流れる電流を求めてください

(ヒント)

$E_1=6\text{V}$ 、 $E_2=4\text{V}$ 、 $E_3=2\text{V}$ 、
 $R_1=10\Omega$ 、 $R_2=2\Omega$ 、
 $R_3=5\Omega$ です。

答えはこのようになります…

(答え:)

まず、各抵抗に流れる電流を矢印(→)の向きと仮定します。

そして、点dにキルヒホッフの第一法則を適用させると、以下のようになります。

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

さらに、閉回路(→)にキルヒホッフの第二法則を適用させるとこうになります。

$$\begin{cases} 10I_1 - 2I_2 = 6 - 4 = 2 \cdots \cdots \textcircled{2} \\ 2I_2 + 5I_3 = 4 + 2 = 6 \cdots \cdots \textcircled{3} \end{cases}$$

③式の I_3 に①式を代入すると、

$$\begin{cases} 10I_1 - 2I_2 = 2 \\ 2I_2 + 5(I_1 + I_2) = 6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10I_1 - 2I_2 = 2 \\ 5I_1 + 7I_2 = 6 \end{cases}$$

この連立方程式を解くと、

$$I_1 = 0.325 [\text{A}]$$

$$I_2 = 0.625 [\text{A}]$$

$$I_3 = 0.950 [\text{A}]$$

この場合、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 はすべて正の値となり、初めに仮定した電流の向きと一致しています。

みなさん
できましたか?



(3) フレミングの右手の法則と左手の法則

：ファラデーが発見した
電磁誘導については
東大寺君から
教わっているようだね

その発展形として
フレミングの右手の法則と
フレミングの左手の法則が
あるんだよ

せ 先生
フレディって
悪夢に出てくる
怖い爪の男の
ことですか？

ま まさか
違います
よね？

フレディって
何のこと？

ち
違うんですよ
先生

真一君たち
勘違いしている
みたいです

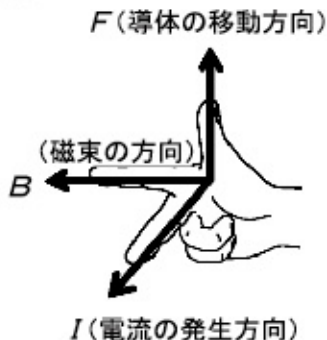
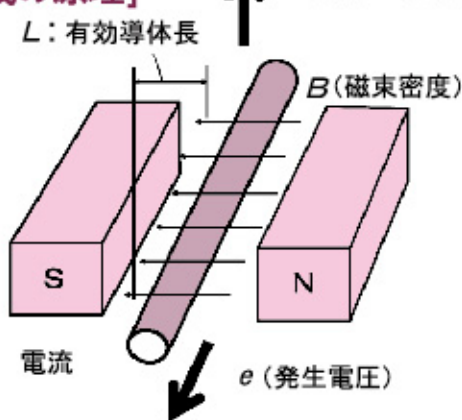
勘違い…



(3) フレミングの右手の法則と左手の法則



[発電機の原理]



$$e [\text{V}] \quad B [\text{T}] \quad L [\text{m}] \quad v [\text{m/s}]$$

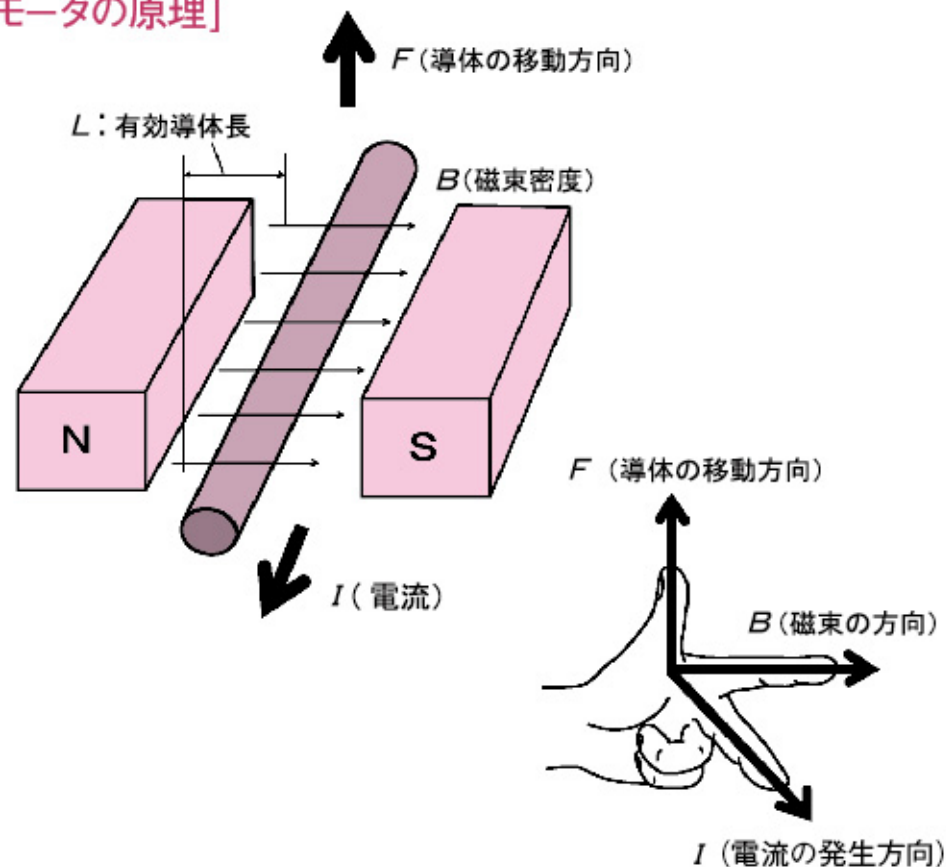
e : 発生電圧 v : 導体の移動速度 B : 磁束密度

L : 有効導体長

(3) フレミングの右手の法則と左手の法則



[モータの原理]



$$F[\text{N}] = B[\text{T}] \cdot I[\text{A}] \cdot L[\text{m}]$$

F : 推力(力) I : 電流 B : 磁束密度 L : 有効導体長

(3) フレミングの右手の法則と左手の法則

