

第 2 章

2

# 電流の性質



スタート動画



単元 4



Before & After  
学習前に書こう

電流とは何だろうか。



ワークシート

# 1

## 回路のつなぎ方

問題発見

### レッツ スタート!

豆電球2個と乾電池2個と導線を使って豆電球を点灯させるには、どのようなつなぎ方があるか、できるだけ多くのつなぎ方を図でかいてみよう。

- ・実際につないでみて、豆電球が点灯するか調べよう。点灯しない場合、何が原因なのか考えてみよう。
- ・異なっているように見える回路でも、実際につなぐと同じ回路になっているものがないか考えてみよう。



注意

- 乾電池の+極と-極を、導線で直接つないではいけない。大きな電流が流れて危険である。

身のまわりにあるさまざまな電気製品を使うとき、私たちはプラグをコンセントに差したり、乾電池を使用したりしている。例えば、**図1**のように、電気製品には1個の乾電池で作動するものや、複数個の乾電池で作動するものがある。乾電池が入っているところを見ると、乾電池どうしがどのようにつながれているかを知ることができ、用途に応じて乾電池の個数やつなぎ方<sup>★1</sup>を変えていることがわかる。

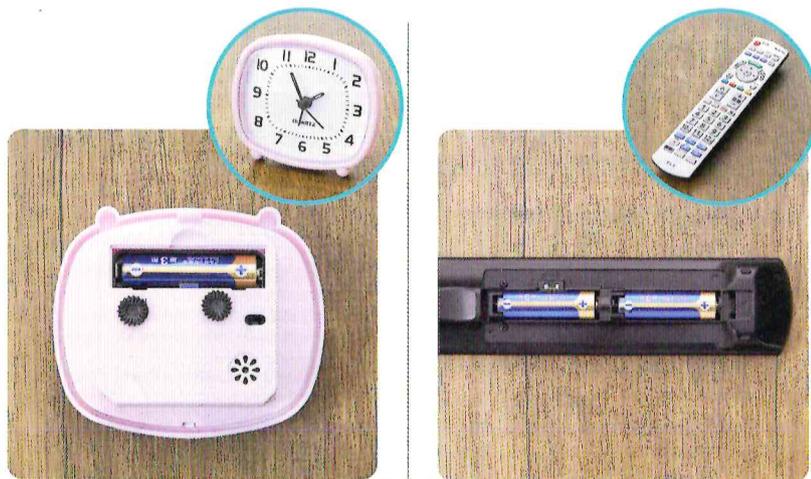


図1

身のまわりの電気製品で使われている乾電池の例

### ● 回路

導線を使って乾電池に豆電球をつなぐと、豆電球の明かりがつく。このように、電流が流れる道筋を**回路**という。回路をつくると、電気を利用することができる。

### 理科の見方・考え方



乾電池が複数使われているとき、そのつなぎ方に着目しよう。

### ★1 これまでに学んだこと

#### 乾電池と豆電球のつなぎ方 →小3

- 乾電池の+極、豆電球、乾電池の-極を1つの輪のようにつなぐ。

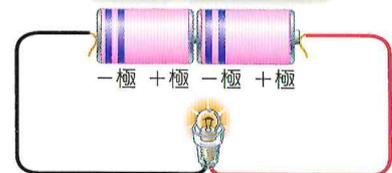
#### 回路 →小3

- 電気の通り道のことを回路という。

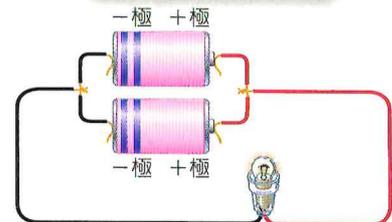
#### 乾電池の直列つなぎと並列つなぎ →小4

- 乾電池を直列につなぐと、1個のときと比べて流れる電流が大きくなり、電気のはたらきが大きくなるが、並列につないでも、電流の大きさは変わらない。

#### 直列つなぎ



#### 並列つなぎ

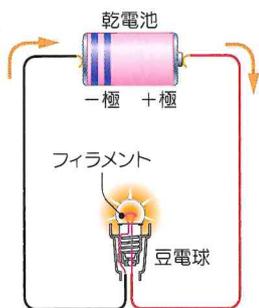


ここがポイント

### 回路のなり立ち

回路は、次の3つの共通する部分からなり立っている。

- ① 電流を流そうとするところ(電源)
- ② 電流が流れるところ(導線)
- ③ 電気を利用するところ(負荷)



豆電球の回路の例

豆電球の内部も電流が流れる。

### ● 電気のはたらき

電流は、乾電池の+極から出て、導線を通して-極に向かって流れることは学習した。また、回路をつくと、電気のはたらきで、光や音、熱などを得ることができる。しかし、モーターや発光ダイオード(LED)をつないだ回路で、乾電池の+極と-極を逆にすると、モーターの回転は逆になり、発光ダイオードは点灯しない(図2)。これは、電流に向きがあることによって起こる現象である。



図2

発光ダイオードを流れる電流の向き

発光ダイオードは豆電球とちがい、一定の向きにしか電流を流さない性質がある。



回路に電流が流れるためには、どのような条件が必要だろうか。

### ● 豆電球2個の回路

乾電池1個で2個の豆電球の明かりをつけるには、図3のような2つの回路が考えられる。2個の豆電球が、図3アのように、1本の道筋でつながっている回路を直列回路ちよくれつかいといい、図3イのように、枝分かれした道筋でつながっている回路を並列回路へいれつかいという。

豆電球2個の直列回路では、一方の豆電球を外すと、もう一方の豆電球の明かりは消える。これは、外した豆電球のところ回路が途切れてしまうからである。豆電球2個の並列回路では、一方の豆電球を外しても、もう一方の豆電球の明かりは点灯したままである。これは、回路がとちゅうで枝分かれし、2個の豆電球についてそれぞれ別の回路ができているからである。



図3

乾電池1個と豆電球2個の回路

## ● 回路図

回路を図に表すときには、電気用図記号(表1)が用いられる。  
これらの電気用図記号で回路を表したものを回路図<sup>かいろず</sup>★1という(図1)。

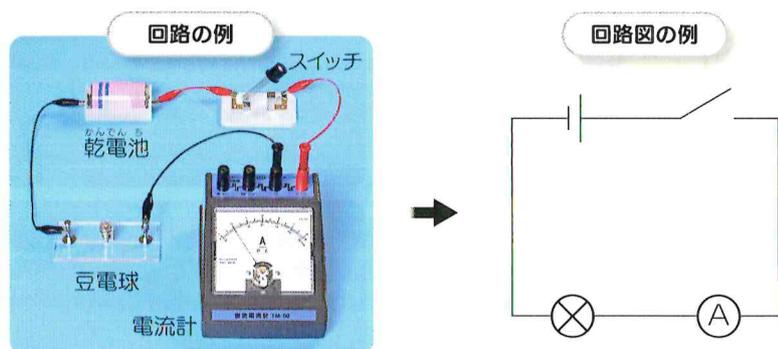


図1  
回路と回路図の例

★1 技術・家庭で学ぶこと

電気回路 → 中学 技術



他教科の内容

### 注意

● 乾電池や電源の+極と-極の間に、豆電球や抵抗器などをつなぐに直接導線でつなぐ回路をショート回路という。ショート回路には非常に大きな電流が流れるため、発熱しやけどなどをすることがあるので注意する。



245ページの?に対する自分の考えをまとめよう。  
(使用するキーワード → 電源、道筋)



シミュレーション

表1 電気用図記号

	電気器具	電気用図記号
電池または直流電源		 (長い方が+極)
スイッチ		
電球		
抵抗器または電熱線		★2

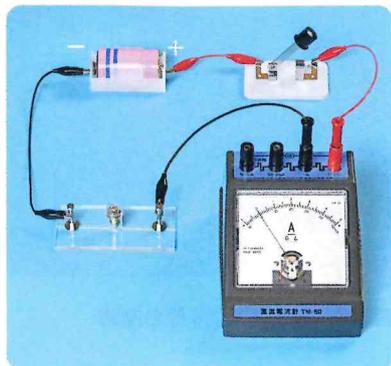
	電気器具	電気用図記号
電流計		★3
電圧計		★3
導線の交わり	接続するとき 接続しないとき	★4 

# 電流計の使い方



操作説明

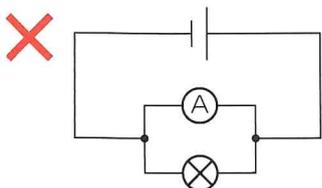
- ① 電流を測定したい点の導線を外し、電源の+側に電流計の+端子に、-側を5 Aの-端子にそれぞれ導線でつなぐ。



スイッチと豆電球の間を流れる電流をはかる場合の回路

### 注意

- 電流計は、回路に直列につなぐ。並列につなぐと、電流計に大きな電流が流れて、こわれることがある。



- ② 5 Aの-端子で電流計の針のふれが小さいときは、500 mAや50 mAの-端子につなぎかえ、電流の値を読みやすくする。

- ④ 電流の大きさが予想できるときは、初めから適切な端子を選ぶ。



- ③ つないだ-端子の値は、針が目盛りいっぱいにふれたときの値である。50 mAの-端子につないだときは、最大の目盛りを50 mAとして読む → P.297。

- ⑤ -端子  
5 A…5 Aまではかれる。  
500 mA…500 mA (0.5 A)まではかれる。  
50 mA…50 mA (0.05 A)まではかれる。

- ⑥ 最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで読む。

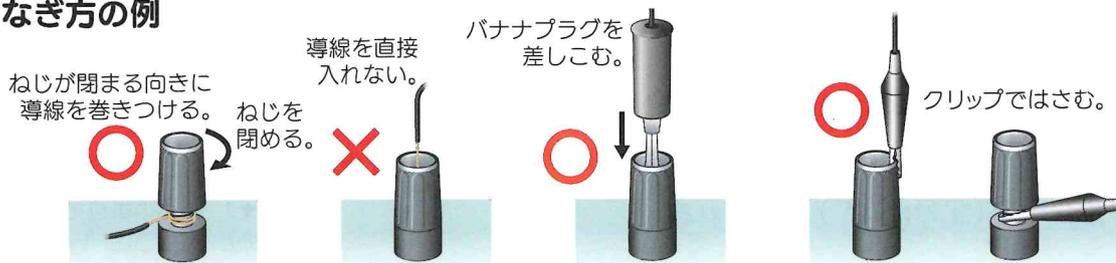
### デジタル電流計の使い方

+端子、-端子へのつなぎ方は、針式の電流計と同じにする。電流の値は表示された数値を読む。

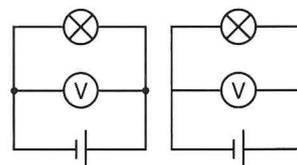
- ⑦ 値が-のときは、-端子から+端子に電流が流れていることを表している。



### 導線のつなぎ方の例



- ★2 旧図記号  $\sim\sim\sim$  で表している場合もある。
- ★3 直流の図記号  $\equiv$  を用いて、直流用電流計を④、直流用電圧計を⑤と表すこともある。
- ★4 導線をT字に接続する場合は、交わるところに・をつけても、つけなくてもよい(右図)。



# 2 回路に流れる電流

問題発見

レッツ スタート!

回路は電源、導線、電気を利用するところ(負荷)からなり立っている。図1の回路では、豆電球が電気を利用するところにあたる。電流が流れて豆電球の明かりがつくとき、豆電球の前後(A点とB点)で、電流の大きさにちがいがあるか調べてみよう。

図2のように、豆電球に流れこむ電流と、豆電球から流れ出る電流を比べると、同じ大きさであることがわかる。電流は、電気を利用するところ(豆電球)を通過しても、そこでなくなったり小さくなったりすることはない。

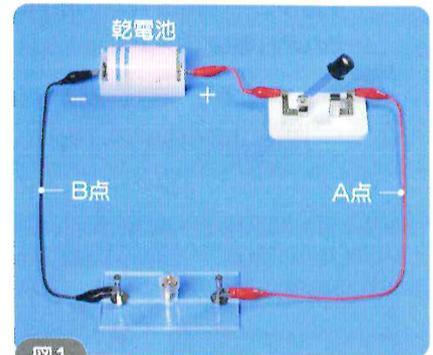


図1 豆電球1個と乾電池1個の回路

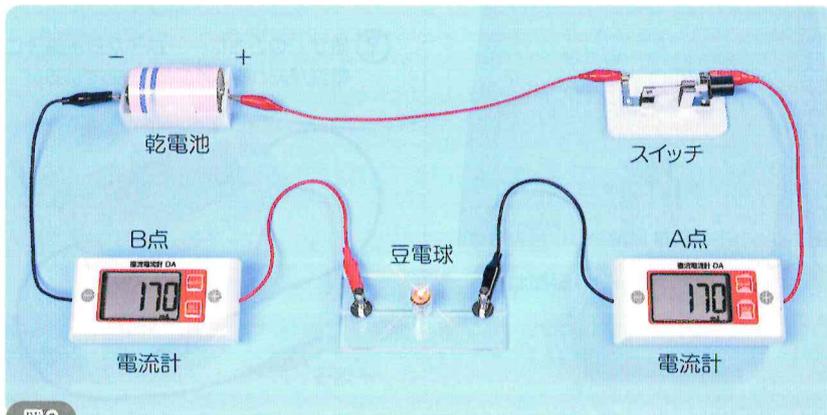


図2 豆電球に流れこむ電流と豆電球から流れ出る電流の大きさ  
豆電球の前後で、電流の大きさは変わらない。

回路を流れる電流の大きさは、電流計で測定して数値で表すことができる。電流の大きさを表す単位には、アンペア(記号A)やミリアンペア(記号mA<sup>\*1</sup>)が使われる。

★1 長さの単位で1 m=1000 mmの関係があるように、1 A=1000 mAの関係がある →P.297。  
同様に、0.01 A=10 mA、0.1 A=100 mAである。



直列回路と並列回路の各点を流れる電流の大きさは、どのようになるだろうか。

## 実験 2



実験手順

# 直列回路と並列回路を流れる電流

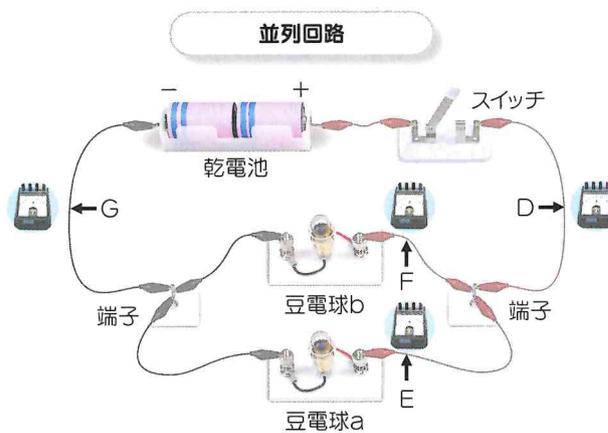
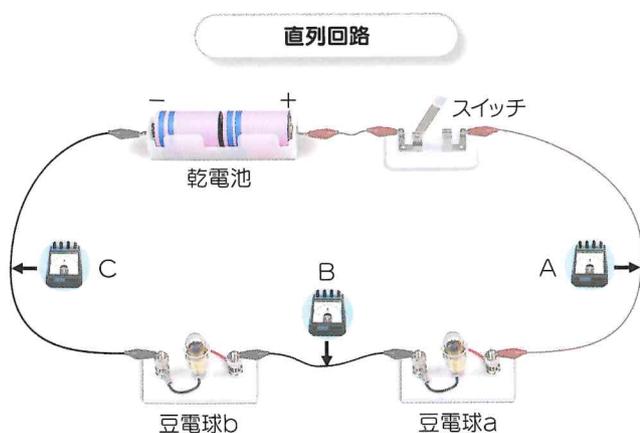
**実験の目的** 電流計を使って、直列回路と並列回路の各点における電流の大きさを測定し、各点の電流の大きさの関係を調べる。

**実験の方法** 準備する物 □電流計またはデジタル電流計 □豆電球 (2.5 V用、3.8 V用の2種類)  
□乾電池 (2) または電源装置 □クリップつき導線 □スイッチ □端子 (2)

### ステップ 1

## 回路をつくる

- 1 2種類の豆電球a、bを用いて直列回路と並列回路をつくり、回路のどの点から順に電流をはかるかを確認する。
- 2 電流をはかる点の導線を外し、電流計をつなぐ。



### ステップ 2

## 電流の大きさをはかる

- 3 スイッチを入れ、電流を流す。
- 4 電流計の目盛りを読みとり、記録する。  
① 目盛りを読みとったら、すぐにスイッチを切る。

**結果の見方** ● 直列回路や並列回路の各点で、電流の大きさはどうなったか。

**考察のポイント** ● 直列回路の各点の電流の大きさの関係は、どのようになっているか。  
● 並列回路で、枝分かれする前後の電流の大きさの関係は、どのようになっているか。

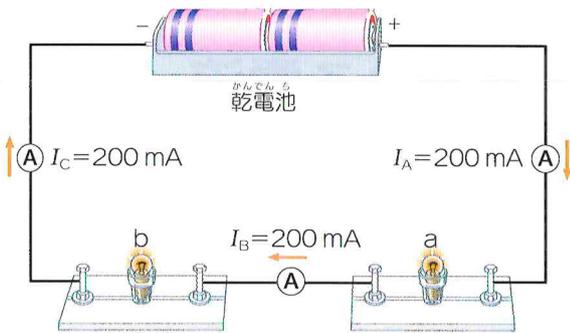


図1  
実験2の直列回路の結果例

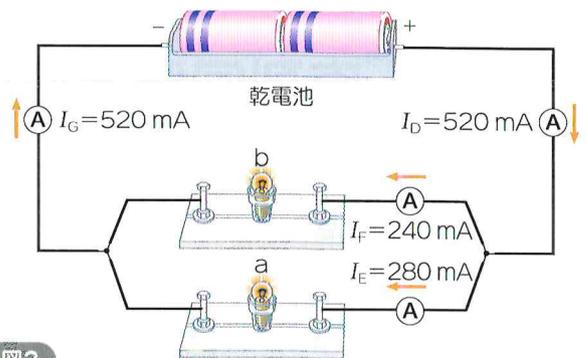


図2  
実験2の並列回路の結果例

### 実験から

図1の直列回路の場合、各点を流れる電流の大きさ<sup>★1</sup>は、全て200 mA (0.20 A<sup>★2</sup>)であった。直列回路では、回路の各点を流れる電流の大きさは、どこでも同じである。

図2の並列回路の場合、豆電球aを流れる電流の大きさは280 mA (0.28 A)、豆電球bを流れる電流の大きさは240 mA (0.24 A)、枝分かれする前と合流した後の電流の大きさは、ともに520 mA (0.52 A)であった。並列回路では、枝分かれする前の電流の大きさは、枝分かれした後の電流の和に等しく、合流した後の電流にも等しい。

★1 電流を表す文字には、 $I$  (Intensity of an electric currentのI) が用いられることが多い。ここでは回路のA点を流れる電流は、 $I_A$ のように記号を用いて表している。

★2 ここでは読みとった値をアンペアに直し、小数第二位まで示している。

5

### 理科の見方・考え方

直列回路では、 $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ の関係に着目しよう。<sup>10</sup>  
並列回路では、 $I_D$ 、 $I_E$ 、 $I_F$ 、 $I_G$ の関係に着目しよう。

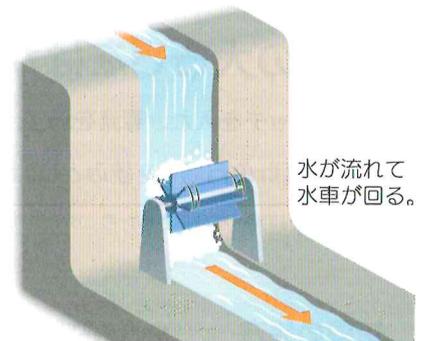
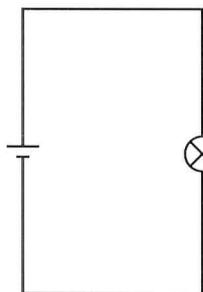
### モデルを使って考えよう

直列回路と並列回路における、各点を流れる電流の大きさの関係について、回路に流れる電流を川の流りに例えて考えよう。

電流は見えないから、モデルを使って考えてみよう。



#### ① 豆電球1個の回路



#### 豆電球を流れる電流と水流モデル

川の水量が水車を回す前後で変わらないように、電流の大きさは豆電球を流れる前後でも変わらない。

10



248ページの？に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 直列回路、並列回路、電流)

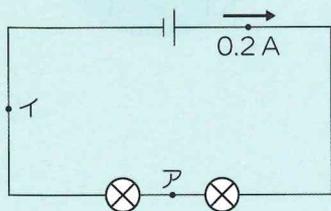


練習問題

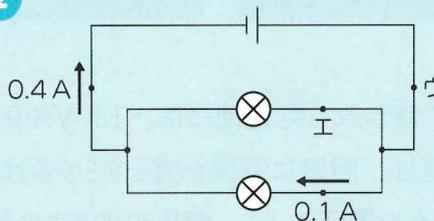
例題

下図のそれぞれの回路で、ア～エ点を流れる電流の大きさは、それぞれ何Aか。

1



2



考え方

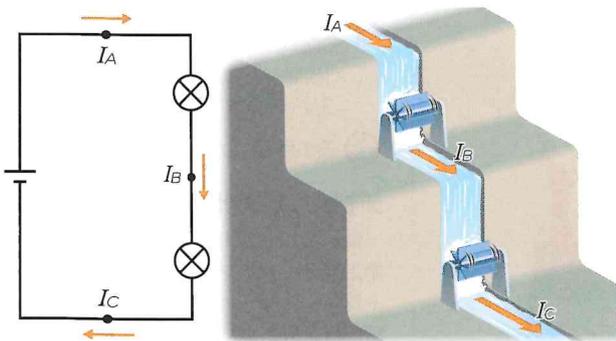
1 直列回路の場合、各点を流れる電流の大きさはどこも同じである。

答え ア点 0.2 A、イ点 0.2 A

2 並列回路の場合、枝分かれする前の電流の大きさは、枝分かれした後の電流の和に等しく、合流した後の電流にも等しい。

答え ウ点 0.4 A、エ点 0.3 A

② 豆電球2個の直列回路

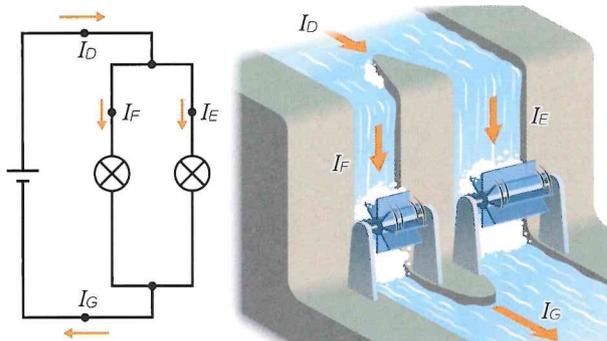


直列回路を流れる電流と水流モデル

川の水量は、どこでも同じである。

$$I_A = I_B = I_C$$

③ 豆電球2個の並列回路



並列回路を流れる電流と水流モデル

枝分かれする前の水量と、枝分かれした後の水量の和は等しい。

$$I_D = I_E + I_F = I_G$$

# 3 回路に加わる電圧

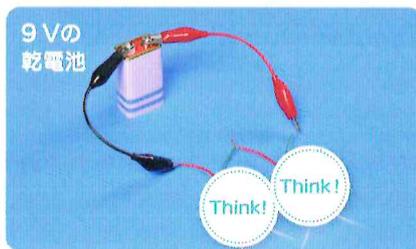
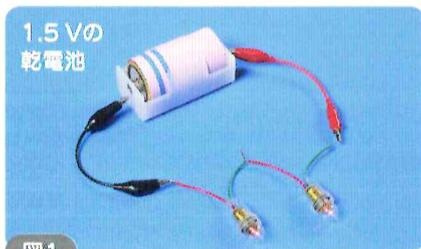


図1

乾電池のはたらき

身のまわりで使われる乾電池には、1.5 Vや9 Vなどと書かれている。この数値は、回路に電流を流そうとするはたらきの大きさを表している。これを電圧でんあつという。電圧の大きさの単位には、ボルト（記号V）が使われる。電圧が大きいほど、回路に電流を流そうとするはたらきは大きくなる（図1）。

また、乾電池1個と豆電球1個をつないだとき、乾電池の両端の電圧と、豆電球の両端の電圧はほぼ等しい★<sup>1</sup>。また、導線やスイッチの両端の電圧は、ほぼ0 Vである。

★1 乾電池の電圧は、主に豆電球に加わる。電圧は、電流を流そうとしてはたらくので、「電圧を加える」や「電圧をかける」のように表現する。

5

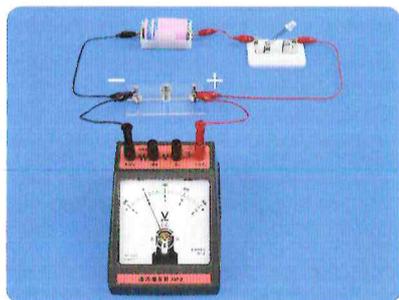
## 基礎操作

## 電圧計の使い方



操作説明

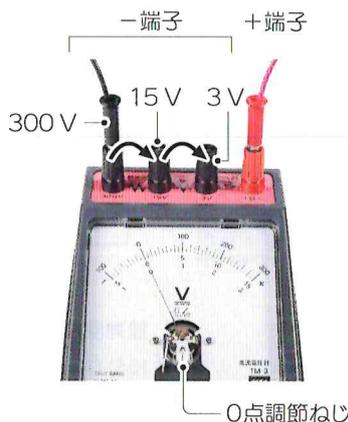
- ① 測定する区間（豆電球の両端など）の+側を電圧計の+端子に、-側を電圧計の300 Vの-端子に、それぞれ導線でつなぐ。



豆電球の両端の電圧をはかる場合の回路

**注意** ● 電圧計は回路に並列につなぐ。直列につなぐと、回路に電流がほとんど流れなくなる。

- ② 針のふれが小さいときは、15 Vや3 Vの-端子につなぎかえ、値を読みやすくする。
- ③ 電圧の大きさが予想できるときは、初めから適切な端子を選ぶ。



- ③ つないだ-端子の値は、針が目盛りいっぱいになつたときの値である → P.297。
- ④ -端子 300 V…300 Vまではかれる。 15 V…15 Vまではかれる。 3 V…3 Vまではかれる。
- ⑤ 最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで読む。

### デジタル電圧計の使い方

-端子をつなぎかえることなく電圧を測定することができる。  
+端子、-端子へのつなぎ方は、針式の電圧計と同じにする。電圧の値は表示された数値を読む。

- ⑥ 値が-のときは、-端子から+端子に電流が流れていることを表している。



直列回路や並列回路の各区間に加わる電圧は、どのようになるだろうか。

### 実験 3

## 直列回路と並列回路に加わる電圧



実験手順

**実験の目的** 電圧計を使って、直列回路と並列回路の各区間に加わる電圧の大きさを測定し、各区間に加わる電圧の大きさの関係を調べる。

**実験の方法** 準備する物 □電圧計またはデジタル電圧計 □豆電球(2.5V用、3.8V用の2種類)  
□乾電池(2)または電源装置 □クリップつき導線 □スイッチ □端子(2)

#### ステップ 1

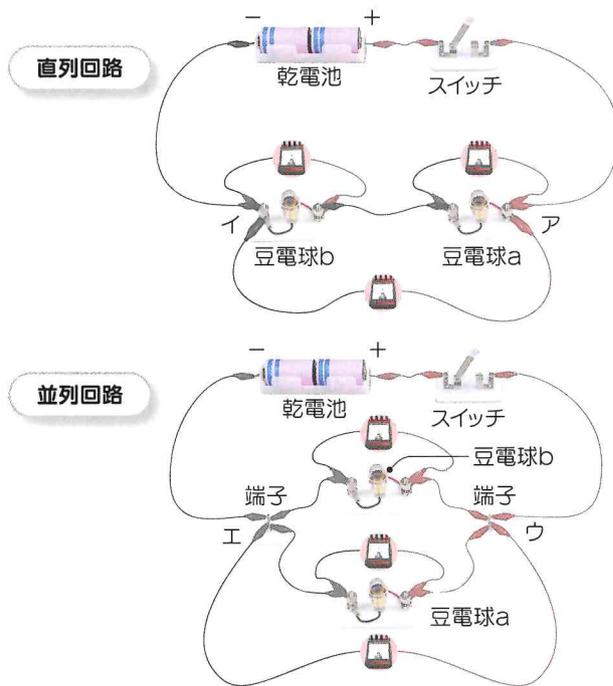
### 回路をつくる

- 2種類の豆電球a、bを用いて直列回路と並列回路をつくり、回路のどの区間の電圧から順にはかるかを確認する。
- 電圧をはかる区間に電圧計をつなぐ。

#### ステップ 2

### 電圧の大きさをはかる

- スイッチを入れ、電圧を加える。
  - 電圧計の目盛りを読みとり、記録する。
- ❓ 目盛りを読みとったら、すぐにスイッチを切るようにする。



**結果の見方** ● 直列回路、並列回路のそれぞれで、各区間の電圧の大きさはどうなったか。

**考察のポイント** ● 直列回路、並列回路のそれぞれで、各区間の電圧と乾電池の電圧の大きさの関係は、どのようになっているか。

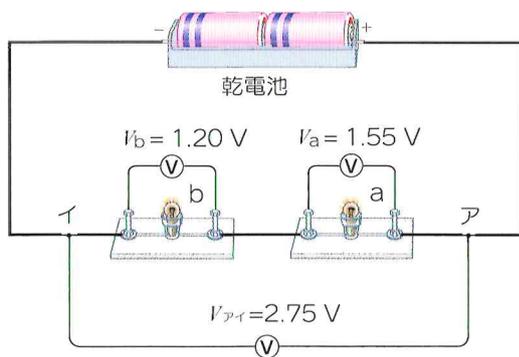


図1  
実験3の直列回路の結果例

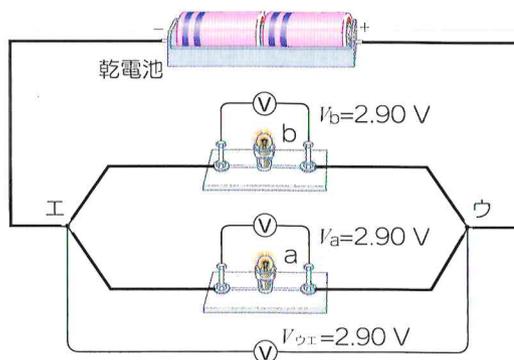


図2  
実験3の並列回路の結果例

**実験から** 図1の直列回路の場合、豆電球aには1.55 V、豆電球bには1.20 Vの電圧★1が加わっていた。また、全体に加わる電圧の大きさは、2.75 Vであった。このことから直列回路では、各区間に加わる電圧の大きさの和は、全体に加わる電圧の大きさに等しいことがわかる。

図2の並列回路の場合、豆電球a、bそれぞれに加わる電圧の大きさと、全体に加わる電圧の大きさは、全て2.90 Vであった。このことから並列回路では、各区間に加わる電圧の大きさと、全体に加わる電圧の大きさが等しいことがわかる。

★1 電圧を表す文字には、V (VoltageのV) が用いられる。ここでは回路のアイ間に加わる電圧は、 $V_{アイ}$ のように記号を用いて表している。

理科の見方・考え方

直列回路では、 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_{アイ}$ の關係に着目しよう。並列回路では、 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_{ウエ}$ の關係に着目しよう。

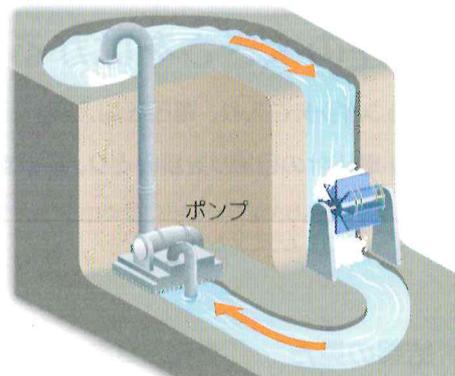
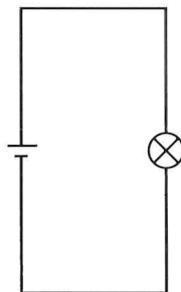
モデルを使って考えよう

直列回路と並列回路における各区間に加わる電圧の大きさの關係について、各区間に加わる電圧を川の流に例えて考えよう。

乾電池(電源)は、水をくみ上げるポンプの役目をしているね。



① 豆電球1個の回路



豆電球に加わる電圧と水流モデル  
水の落差が、電圧に対応する。



253ページの？に対する自分の考えをまとめよう。

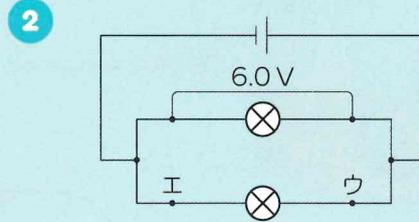
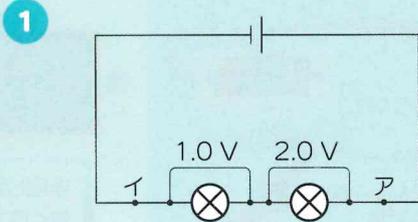
(使用するキーワード → 直列回路、並列回路、電圧)



練習問題

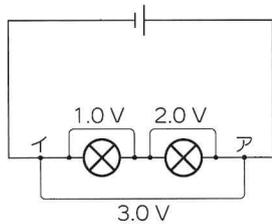
例題

下図のそれぞれの回路のアイ間、ウエ間に加わる電圧は、それぞれ何Vか。



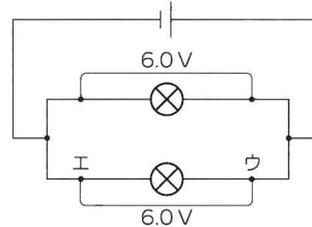
考え方

1 直列回路の場合、各区間に加わる電圧の大きさの和は、全体に加わる電圧の大きさに等しい。



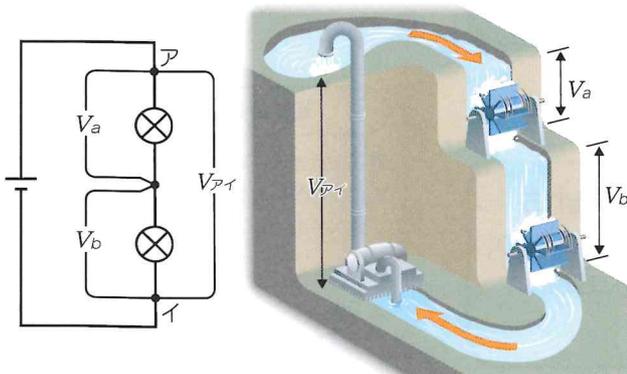
答え  
アイ間 3.0V

2 並列回路の場合、各区間に加わる電圧の大きさと、全体に加わる電圧の大きさが等しい。



答え  
ウエ間 6.0V

② 豆電球2個の直列回路

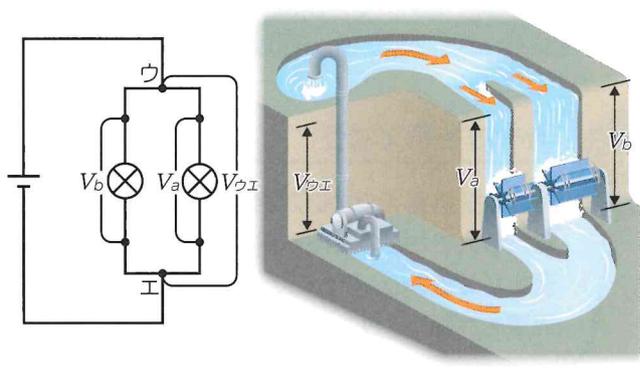


直列回路に加わる電圧と水流モデル

それぞれの区間の水の落差の和が、全体の落差になる。

$$V_{\text{アイ}} = V_a + V_b$$

③ 豆電球2個の並列回路



並列回路に加わる電圧と水流モデル

それぞれの区間の水の落差は、全体の落差と等しい。

$$V_{\text{ウエ}} = V_a = V_b$$

# 4 電圧と電流の関係

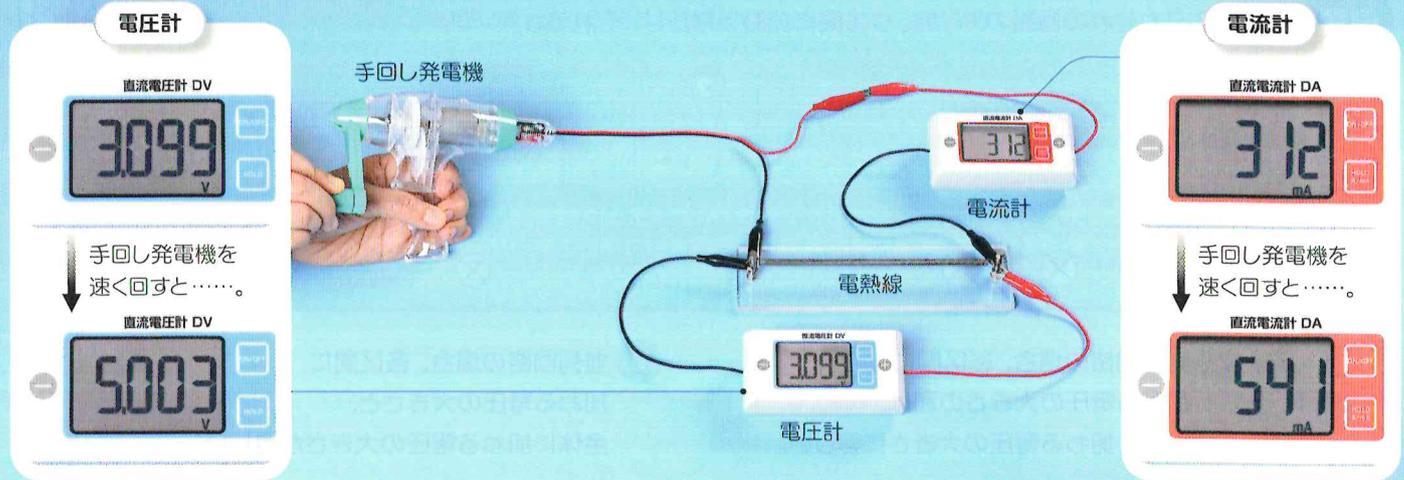


図1

電熱線に加わる電圧と電熱線を通る電流の大きさを調べる実験

手回し発電機で電流を流し、電圧と電流を同時に測定する。

図1のように、抵抗器や電熱線に手回し発電機をつないだ回路をつくって手回し発電機を回すと、回路に電流が流れる。手回し発電機を速く回すと、電熱線に加わる電圧と電熱線を通る電流の大きさは、ともに大きくなる。

5

**?** 抵抗器に加える電圧と、そのときに流れる電流の大きさには、どのような関係があるだろうか。

**構想** 調べ方を考えよう  
電源と抵抗器をつないだ回路で、抵抗器に加える電圧と流れる電流の大きさとの関係を調べたい。このとき、変化させないもの、変化させるもの、それにともない変化するものを明確にして、実験を計画しよう。

**理科の見方・考え方**

電圧を大きくしていくと、電流の大きさはどう変化したかに着目しよう。また、異なる抵抗器で調べても、同じような結果になるか比べよう。

10

豆電球に電流を流すと、フィラメントの温度変化で結果が変わることがあるため、実験では金属線のまわりをセメントで固めたような抵抗器または電熱線を用いる。

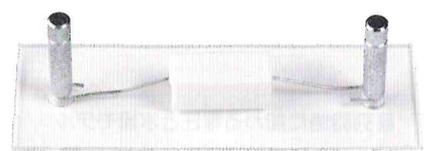


図2

セメントで固めた抵抗器

15

## 電圧と電流の関係



実験手順

**実験の目的** 抵抗器に加える電圧を変化させたとき、抵抗器に流れる電流の大きさを測定し、電圧と電流の関係を調べる。

### 実験の方法

準備する物 □抵抗器または電熱線(2種類) □クリップつき導線 □電圧計\*1 □電流計\*1  
□電源装置 □スイッチ □方眼紙

★1 デジタル電圧計、デジタル電流計を用いてもよい。

#### ステップ 1

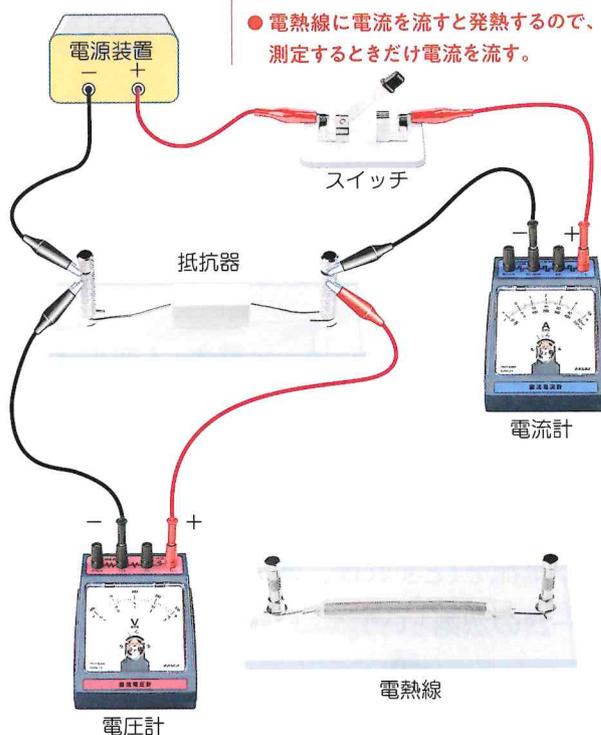
### 回路をつくる

- 1 右図のように、抵抗器の両端に加える電圧と、流れる電流の大きさを同時に調べるのできる回路をつくる。

① 抵抗器のかわりに電熱線を用いてもよい。

#### 注意

- 電熱線に電流を流すと発熱するので、測定するときだけ電流を流す。



#### ステップ 2

### 電圧を加えて電流を調べる

- 2 電圧計の目盛りが1Vになるように、電源装置 → P.22 で抵抗器に加える電圧を調整し、そのときの電流の大きさを読みとり、表に記録する。
- 3 抵抗器に加える電圧を2V、3V、4V、5Vに変えて、それぞれの電流の大きさを調べる。
- 4 別の抵抗器にかえて、同じ操作を行う。

#### ステップ 3

### グラフをかく

- 5 電圧と電流の関係を表にまとめ、グラフに表す。  
→ P.296

電圧 (V)		0	1	2	3	4	5
電流 (mA)	抵抗器 a	0					
	抵抗器 b	0					

### 結果の見方

- 結果をグラフに表したとき、どのような形になるか。
- 電圧を大きくしたとき、電流はどのように変化したか。
- 抵抗器の種類で、何が変わったか。

### 考察のポイント

- 抵抗器aのグラフから、電圧と電流には、どのような関係があるといえるか。
- 同様に、抵抗器bのグラフから、電圧と電流には、どのような関係があるといえるか。
- 抵抗器a、bのグラフにちがいは見られるか。ちがいが見られるとしたら、その理由は何か。

表1 実験4の結果例

電圧 (V)		0	1	2	3	4	5
電流 (mA)	抵抗器 a	0	52	100	149	193	245
	抵抗器 b	0	108	200	302	400	497

実験から

2 Vの電圧では、抵抗器bには200 mA (0.200 A) の電流が流れたのに対して、抵抗器aには100 mA (0.100 A) の電流しか流れなかった (表1)。このことから、抵抗器aは、抵抗器bに比べて、電流が流れにくいといえる。また、抵抗器を流れる電流の大きさは、抵抗器に加わる電圧の大きさに比例★1 することがわかる (図1)。このことを式にすると、

$$\text{電流 [A]} = (\text{抵抗器ごとの}) \text{定数} \times \text{電圧 [V]} \cdots (1)$$

と表すことができる。(1) 式の定数とは、電流の流れやすさを示すもので、抵抗器によって異なる。

● 抵抗

(1) 式を「電圧 =  $\frac{1}{\text{定数}} \times \text{電流}$ 」と変形する。ここで、 $\frac{1}{\text{定数}}$  は電流の流れにくさと考えることができ、これを電気抵抗または抵抗★2 という。抵抗の大きさの単位には、オーム (記号  $\Omega$ ) が使われる。いっぽんに、抵抗  $R$  の金属線の両端に  $V$  の電圧を加えたとき、流れる電流を  $I$  とすれば、次のように表すことができる。この関係をオームの法則という。

ここがポイント

オームの法則の式

$$\text{電圧 } V \text{ [V]} = \text{抵抗 } R \text{ [\Omega]} \times \text{電流 } I \text{ [A]} \quad (V = R \times I)$$

いっぽんに、 $V$ 、 $R$ 、 $I$  などの変数には単位がふくまれるが、ここでは説明のために単位も示している。

● 導体と不導体

いっぽんに、金属は抵抗が小さく、電気を通しやすい (表2)★3。そのため、実験に用いる導線の抵抗は、無視して (0  $\Omega$  として) 考えることができる。このような電気を通しやすい物質を導体という。ただし、金属のなかでも電熱線の材料として使われているニクロム (ニッケルとクロムの合金) の抵抗は、ほかの金属と比べて大きい。

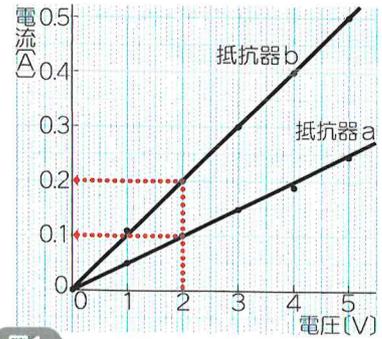


図1

電圧と電流の関係



他教科の内容

★1 数学で学んだこと

比例を表す式 → 中1

- ともなって変わる2つの変数  $x$ 、 $y$  の関係が、次のような式で表されるとき、 $y$  は  $x$  に比例するという。

$$y = ax$$

このとき定数  $a$  は、グラフの傾きを表す。

等式の性質 → 中1

- 等式の両辺を0でない同じ数でわっても、等式はなり立つ。

★2 抵抗は、1 Aの電流を流すために、どれだけの電圧が必要かを表す値だと考えることができる。例えば、ある物体に1 Aの電流を流すために1 Vの電圧が必要であったとき、その物体の抵抗の大きさは1  $\Omega$  である。抵抗を表す文字には、 $R$  (ResistanceのR) が用いられる。

★3 これまでに学んだこと

電気を通す物 → 中1

- 鉄やアルミニウムなどの金属は電気を通す。

表2 物質の抵抗 [理科年表 2023]

	物質	抵抗 ( $\Omega$ )
導体 (0°C)	金	0.021
	銀	0.015
	銅	0.016
	鉄	0.089
	アルミニウム	0.025
	タングステン	0.049
	ニクロム	1.1
不導体 (20°C)	ガラス	$10^{15} \sim 10^{17}$ ★4
	ゴム	$10^{19} \sim 10^{21}$

(断面積 1 mm<sup>2</sup>、長さ 1 m)

★4  $10^{15}$  とは、「10を15回かけたもの」という意味である。

一方、ガラスやゴムなどは、抵抗がきわめて大きく、電気をほとんど通さない。このような物質を**不導体**または**絶縁体**という。



256ページの❓に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 電流、電圧、比例)

5

### ● 直列回路の抵抗

図2のように、抵抗器を直列につなぎ、電圧1.50 Vで50 mA (0.050 A) の電流が流れたとき、回路の全体の抵抗はオームの法則から30 Ωである。これは、直列につないだ2個の抵抗の和 (20 Ω + 10 Ω) に等しい。抵抗器を直列につなぐと、回路の電流はより流れにくくなる。いっばんに、抵抗器を直列につないだとき、回路全体の抵抗 (合成抵抗) の大きさは、各抵抗の大きさの和に等しくなる。

### ● 並列回路の抵抗

図3のように、抵抗器を並列につなぐと、実験2の結果から、並列回路全体を流れる電流は、抵抗器1個だけの回路を流れる電流より大きい。実験3の結果から、並列につないだ抵抗器には、それぞれ電源と同じ大きさの電圧が加わるため、それぞれの抵抗器には各抵抗器1個だけの回路と同じ大きさの電流が流れ、その和が全体の電流となり、値は225 mA (0.225 A) である。全体の抵抗を求めると、 $1.50 \text{ V} \div 0.225 \text{ A} \doteq 6.67 \text{ } \Omega^{\star 5}$  であり、いっばんに、並列回路全体の抵抗 (合成抵抗) の大きさは、ひとつひとつの抵抗の大きさよりも小さくなる。

15

20

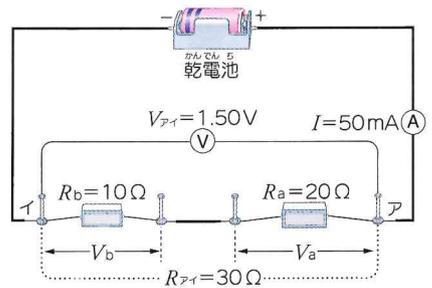


図2

#### 直列回路の合成抵抗

ここでは回路のアイ間の合成抵抗は、 $R_{アイ}$  のように記号を用いて表している。

$V_{アイ} = V_a + V_b \rightarrow \text{P.255}$ 、 $R_{アイ}I = R_aI + R_bI$  したがって、直列回路全体の抵抗の大きさは、 $R_{アイ} = R_a + R_b$

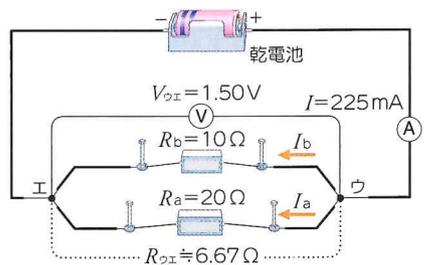


図3

#### 並列回路の合成抵抗

$I = I_a + I_b \rightarrow \text{P.251}$ 、 $\frac{V_{ウエ}}{R_{ウエ}} = \frac{V_{ウエ}}{R_a} + \frac{V_{ウエ}}{R_b}$  したがって、並列回路全体の抵抗の大きさは、 $\frac{1}{R_{ウエ}} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}$

★5 「 $\doteq$ 」は、ほぼ等しいことを表す記号である。

### 例題

258ページの図1のグラフから、電圧が2 Vのときの電流の値を読みとり、実験で使用した抵抗器aの抵抗の大きさを求めなさい。

#### 考え方

2 Vのとき、0.1 Aの電流が流れるので、  
抵抗 =  $\frac{\text{電圧}}{\text{電流}}$  より、抵抗 =  $\frac{2 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} = 20 \text{ } \Omega$

答え 20 Ω

$$\frac{2 \text{ V} \times 10}{0.1 \text{ A} \times 10} = \frac{20}{1} \text{ } \Omega = 20 \text{ } \Omega$$

分子と分母に  
同じ数をかけても  
よいよ。



練習問題

# 5 電気エネルギー



図1

さまざまな電気製品

## 問題発見

### レッツ スタート!

図1のような身のまわりにある電気製品は、コンセントにプラグをさすと、それぞれ何をすることができるか考えよう。

私たちの身のまわりにある電気製品は、電気のはたらきを利用して物を動かしたり、光を発生させて明るくしたり、音を出したり、熱を発生させたりしている。このようなはたらきができるとき、「エネルギーをもっている」と表現する。電気製品に電流を流すと、このようなはたらきができるので、電気も「エネルギーをもっている」ということができる。電気のもつエネルギーを電気エネルギー<sup>でんき</sup>★1という。

### 考えよう

ドライヤー（図2）を使用するとき、実際に電気エネルギーをどのようなエネルギーにかえて使っているか。

★1 技術・家庭で学ぶこと  
電気エネルギー → 中学 技術



他教科の紙面



図2

### ドライヤーの熱の発生

電熱線に電流を流すと、熱が発生する。ドライヤーは、この熱とモーターによる風を利用してはいる。

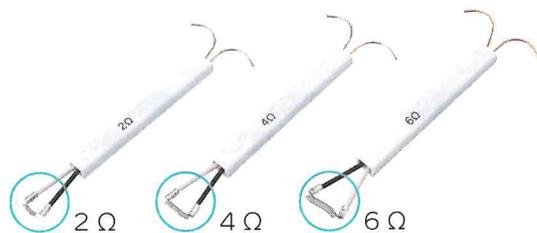


電熱線に電圧を加えたときに発生する熱の量は、何によって変化するだろうか。

？に対する自分の考えは？

異なる種類の電熱線を用意して、同じ大きさの電圧を加えたときに、どの電熱線から発生する熱の量が最も大きくなるだろうか。理由とともに考えよう。

使用する電熱線……電熱線 (6 Ω)  
電熱線 (4 Ω)  
電熱線 (2 Ω)



電流を流すと発熱する電熱線。種類によって丸で囲った発熱する部分の大きさが異なる。



自分の考えを書いて、班で話し合い、班の考えも書いておこう。

自分の仮説	話し合い後の班の仮説
● 発生する熱の量が最も大きい電熱線	● 発生する熱の量が最も大きい電熱線
● そう考えた理由	● そう考えた理由

調べ方を考えよう

異なる種類の電熱線に、電圧を加えたときに発生する熱の量を測定し比較することで、電熱線から発生する熱の量が、どのような条件で変化するかを検討しよう。

理科の見方・考え方



異なる種類の電熱線に対して、どのような条件を変化させるかを考えよう。

## 電熱線の発熱と電流の大きさの関係



実験手順

**実験の目的** 異なる種類の電熱線に同じ電圧を加えて、電流を流したときの水の温度変化を記録し、電熱線で発生する熱の量が何によって決まるかを調べる。  
加える電圧の大きさを班ごとに換え、発生する熱の量と電圧の関係を調べる。

### 実験の方法

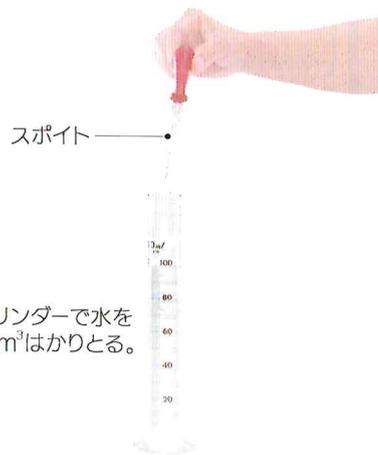
**準備する物** 電熱線(3) (電熱線(6Ω)、電熱線(4Ω)、電熱線(2Ω)) 発泡ポリスチレンのカップ(3) 自在ばさみ  
スタンド メスシリンダー 時計 ガラス棒 温度計 電源装置 電流計\*1 電圧計\*1 スイッチ  
クリップつき導線 水 スポイト 方眼紙  
★1 デジタル電流計、デジタル電圧計を用いてもよい。

#### ステップ 1

### 水をはかりとる

1 発泡ポリスチレンのカップを3個用意して、メスシリンダーでそれぞれのカップに水100 cm<sup>3</sup> (100 g)を入れる。  
室温と同じくらい<sup>めい</sup>の温度になるまで放置しておき、そのときの水温を調べて記録する。

② 発泡ポリスチレンのカップを使うのはなぜか。  
また、室温と同じ温度の水を使うのはなぜか。



#### ステップ 2

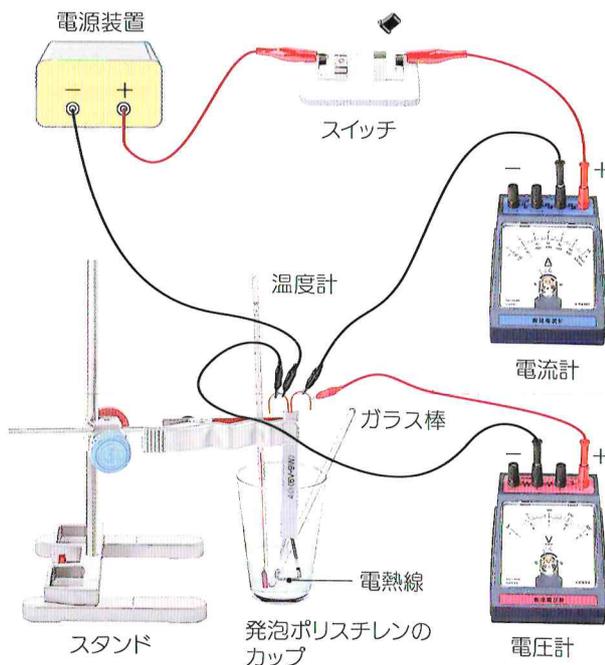
### 回路をつくり電流を流す

2 右図のような回路をつくり、同じ電圧を電熱線に加えたときの電流の値<sup>めい</sup>を読んで記録する。

② 班ごとに加える電圧を変えて実験を行う。

#### 注意

- カップや温度計に、電熱線がつかないようにする。
- 電熱線が熱くなるので、電流を流している間は電熱線にさわらないようにして、やけどに注意する。
- 電熱線が水に入っていない状態でスイッチを入れない。



### ステップ 3

## 水の上昇温度を調べる

3 ときどきかき混ぜながら、1分ごとに水温を記録し、5分間測定する。

① 最小目盛りの $\frac{1}{10}$ まで読むようにする。

4 ほかの電熱線についても、2、3の測定を行う。

### 注意

- ガラス棒でかき混ぜるときに、温度計を割らないように注意する。

電熱線の種類	電熱線 (2 Ω)					電熱線 (4 Ω)					電熱線 (6 Ω)							
電圧 <input type="text"/> V を加えたときに流れる電流 [A]																		
時間 [分]	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
水温 [°C]																		
実験開始からの上昇温度 [°C]	0						0						0					

### ステップ 4

## 実験結果をグラフに表す

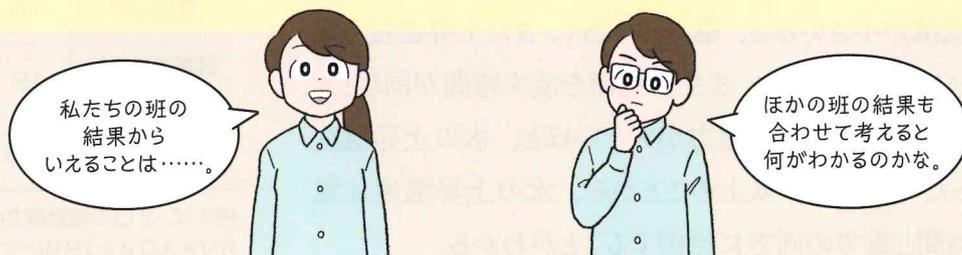
5 時間と水の上昇温度の関係を、グラフに表す。



### 結果の見方

- 異なる種類の電熱線に同じ電圧を加えたとき、電流の大きさはどうなったか。
- 発生した熱の量が大きかった電熱線は、何の値が大きかったか。
- 電熱線に電流を流す時間によって、水の温度はどのように変化したか。

まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。



- ① それぞれの電熱線に電流を流した時間と水の<sup>じょうりゅう</sup>上昇温度は、どのような関係であったか。
- ② 電熱線に加える電圧の大きさを変化させたとき、水の上昇温度と電熱線に流れる電流の大きさには、どのような関係があったか。ほかの班の結果も使って考えよう。



ほかの班の結果と合わせて考察するときには、比べている条件が何か、特に注意して考えよう。

5

実験5の結果の例 (6 Vを加えたとき)

電熱線の種類	電熱線 (2 Ω)						電熱線 (4 Ω)						電熱線 (6 Ω)					
6 V加えたときに流れる電流 [A]	3.0						1.5						1.0					
時間 [分]	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
水温 [°C]	16.5	18.8	21.5	24.0	26.6	29.0	14.6	15.8	17.2	18.4	19.6	20.7	17.0	17.8	18.6	19.4	20.2	20.9
上昇温度 [°C]	0	2.3	5.0	7.5	10.1	12.5	0	1.2	2.6	3.8	5.0	6.1	0	0.8	1.6	2.4	3.2	3.9

実験から

同じ電熱線に同じ大きさの電圧を加えたときには、電熱線に電流が流れた時間が長いほど、水の上昇温度は大きくなった (図1)。

● 電力

1秒間あたりに使われる電気エネルギーの<sup>あた</sup>大きさを表す値を<sup>でんりょく しょう ひ でんりょく</sup>電力 (消費電力) という。電力の単位には、**ワット** (記号W) が使われる。電力は、次の式で表される。

ここがポイント

電力を求める式

$$\text{電力 [W]} = \text{電圧 [V]} \times \text{電流 [A]}$$

6 Vの電圧で電流を流したときの電力を上記の式で計算し、5分間の上昇温度と並べて表にまとめると表1 のようになる。電熱線の<sup>ていこう</sup>抵抗が小さいほど、電力が大きく、また上昇温度も大きくなっていることがわかる。また、電流を流す時間が同じとき、水の上昇温度を比べると、電力が大きいくほど、水の上昇温度は大きかった (図2)。以上のことから、水の上昇温度は電流を流す時間と電力の両方に比例することがわかる。

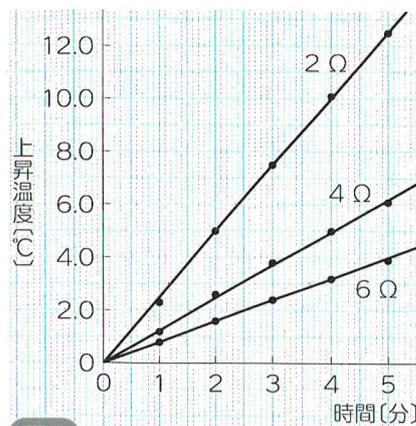


図1

時間と上昇温度の関係

表1 6 Vの電圧を加えたときの電力

電熱線の種類	2 Ω	4 Ω	6 Ω
電流 [A]	3.0	1.5	1.0
計算で求めた電力 [W]	18	9.0	6.0
5分後の上昇温度 [°C]	12.5	6.1	3.9

例えば、2 Ωの電熱線では、電力は  $6\text{ V} \times 3.0\text{ A} = 18\text{ W}$  となる。

10

15

20

## ● 熱量

電流を流すときに発生する熱の量を<sup>ねつりょう</sup>熱量といい、単位にはジュール<sup>\*</sup>1 (記号J) が使われる。水1 gの温度を1℃上げるのに必要な熱量は、約4.2 Jである。

水の温度を上昇させる熱量は、電熱線を通る電流によって得られるものである。電熱線の電力は、1秒間あたりに消費される電気エネルギーであるから、電熱線に一定時間電流が流れたときに発生する熱量は、次のように表される。

ここがポイント

### 熱量を求める式

$$\text{熱量 [J]} = \text{電力 [W]} \times \text{時間 [s]}^{*2}$$

## ● 電力量

電力1 Wの電熱線によって1秒間に生じる熱量が1 Jである。一定時間電流が流れたときに消費される電気エネルギーの総量を<sup>でんりょくりょう</sup>電力量という。電力量は、熱量と同じ式と単位で、次のように表され、理論上は、前述の熱量と同じ大きさになる。

ここがポイント

### 電力量を求める式

$$\text{電力量 [J]} = \text{電力 [W]} \times \text{時間 [s]}$$

電力量の単位はJであるが、電気料金の算出など実用的には、ワット時 (記号Wh) やキロワット時 (記号kWh) が使われる<sup>\*</sup>3。1 Whは、1 Wの電力を1時間 (3600秒) 消費したときの電力量であり、3600 Jに等しい。

検討  
改善

### 解決方法を考えよう

右のグラフは、電熱線の電力量と実験5の6 Ωの電熱線の結果から求めた熱量の時間変化の関係を表したものである。電熱線が消費した電力量が、本来等しくなるはずの、水が得た熱量を上回っていた。この差を小さくするには、どのように工夫をすればよいか。

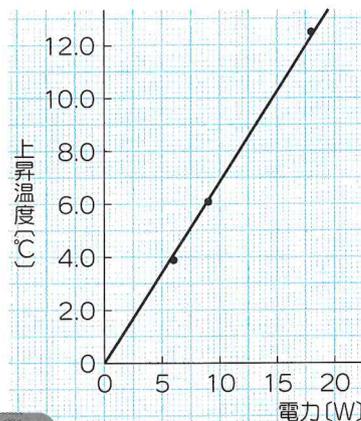


図2

電力と5分後の上昇温度の関係

発展 高校

### 熱量の求め方

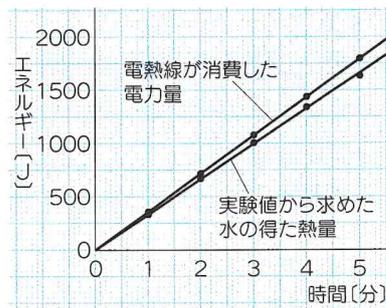
水は、あたためるのに多くの熱量を必要とする。質量100 gの水の温度を10℃上昇させたときの熱量は、次のように求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{熱量 [J]} &= \text{質量 [g]} \times 4.2 \text{ J / (g} \cdot \text{°C)} \times \text{上昇温度 [°C]} \\ &= 100 \text{ g} \times 4.2 \text{ J / (g} \cdot \text{°C)} \times 10 \text{ °C} \\ &= 4200 \text{ J} \end{aligned}$$

★1 カロリー (記号cal) も熱量の単位として使われることがある。水1 gの温度を1℃上げるのに必要な熱量が1 calである。1 cal ≒ 4.2 J

★2 時間の単位の「秒」を表す文字には、s (secondのs) が用いられる。

★3 時間の単位の「時」を表す文字には、h (hourのh) が用いられる。  
電力量 [Wh] = 電力 [W] × 時間 [h]





260ページの？に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード→電流、電力、時間、熱量)

活用

### 学びをいかして考えよう

身のまわりにある電気製品の消費電力を調べて、  
私たちが1日にどれくらいの電気エネルギー（電力量）を  
消費しているか計算しよう。



電気ケトル

電気ケトル  
REF:K0340176/87 A - 3220  
定格電圧 100V  
定格周波数 50/60Hz  
定格消費電力 1250W  
定格容量 1.2リットル  
Made in China TYPE K034\*



【私たちのSDGs】

## 発生した熱エネルギーを活用する

電気製品を使用していると、本体が熱くなることがあり  
ます。この熱は排熱はいねつとよばれ、本来の目的とされている工

ネルギーではありません。しかし、  
この排熱の熱エネルギーを有効活  
用するとり組みがあります。

例えば、自動販売機じどうはんばいきでは、冷た  
い飲み物を冷やすときに発生する  
熱を、同時に販売しているあたたかい飲み物をあたため  
る熱に利用するしくみを用いています。



章末

## 学んだことをチェックしよう



章末  
問題

### 1 回路に流れる電流 → P.250、251

直列回路を流れる電流と、並列回路を流れる電流の  
特徴をそれぞれ説明しなさい。

### 2 回路に加わる電圧 → P.254、255

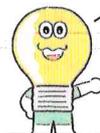
直列回路に加わる電圧と、並列回路に加わる電圧の  
特徴をそれぞれ説明しなさい。

### 3 電圧と電流の関係 → P.258

抵抗器を流れる電流の大きさは、抵抗器の両端に加  
わる電圧の大きさに( )する。  
この関係を( )という。

### 4 電気エネルギー → P.264、265

電熱線に3Vの電圧を加えて1Aの電流が流れたとき  
の電力は何Wか。また、2分間電流を流したとすると、  
電力量は何J、何Whか。



学習前と比べて  
自分の考えが  
どう変わったかな。

Before & After

学習後も書こう

電流とは何だろうか。