

Date of Lab 2/12

Date of Submission 2/19

## Physics Laboratory Report

Author Class 11E Name Ryoma Hayashi

Title 電圧, 電流, 抵抗

Co-workers Ito Daiki

### Summary

紙をいくつか形に切り、その抵抗を調べると、紙の形状によって抵抗値が  
変化した。また、電気回路の電圧や電流を器具を用いて測り、その値をオームの  
法則を使って出した値と比べた。

Teacher's Comment きれいにまとめています。今回のLabはだれにとっても難しく感じた  
ようです。簡単な回路図でもそれが実際に組み立てる  
ことは最初にするのは大変なのですね。でも今回の体験が  
回路図の理解に役立つと信じます

- \* レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。
- \* この用紙をレポートの表紙として使うこと。
- \* 実験日から一週間目にあたる日か、それ以前に提出すること。

## (2) 序

### (2-1) 目的

紙の電気抵抗の値が条件によってどのように変化するか調べ、また電気回路の形状による電圧や電流などの変化を見ることで、電気回路に関する値の法則（オームの法則など）や直列・並列接続などについて理解を深めること。また、電圧計などの実験用器具の使い方にも慣れること。

### (2-2) 理論

オームの法則—ドイツの物理学者であるゲオルク・オームが発見した法則。電気回路に流れる電流の値は、その回路の電圧を抵抗で割った値と同一である。電流を  $I$ 、電圧を  $V$ 、抵抗を  $R$  とすると  $I = \frac{V}{R}$  となる。

抵抗—電気回路の途中にある、電気を通りにくくさせる物質のこと。抵抗値の単位は  $\Omega$ （オーム）であり、その値は  $R = \rho \frac{l}{S}$  で求められる。 $\rho$  は物質によって異なる値である。

並列接続—電気回路の抵抗が枝分かれになった回路の一つずつ存在するような接続。電気抵抗の総和（合成抵抗）は  $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  で求められる。

直列接続—電気回路の抵抗が同じ一本の回路に複数存在するような接続。合成抵抗は  $R_{\text{total}} = R_1 + R_2$  で求められる。

電圧降下— $R$  の抵抗に  $I$  の電流が流れたとき、抵抗の両端に生じる電圧のこと。 $V = IR$  の式で求められる。

## (3) 実験

### (3-1) 使用器具、試薬

- ・厚紙
- ・クリップ
- ・はさみ又はカッターナイフ
- ・定規
- ・回路計（マルチメーター）
- ・電池（9V）
- ・電流計
- ・電圧計
- ・抵抗器
- ・ケーブル

### (3-2) 実験方法

今回の実験は二つの異なる実験に分かれている。

1. 厚紙をさまざまな形に切り、回路計を使うことで、厚紙の形によってどのよ

うに紙の抵抗が変わるか調べる。

- 電池、抵抗器、電流計、電圧計、ケーブルを用いて電気回路を作り、その接続の仕方によってどのように電流や電圧が変化するか調べる。

(4) 実験結果

一つ目の実験に対する結果。

- まず厚紙を 17cm×5cm の大きさに切り、クリップを紙の両端につけて電気抵抗を測ったところ、35.6Ωだった。
- その数値から他の形に切った 場合の値を予測したのち、実際に計ってみた。その結果を以下の表に示す。

表1 紙の形による電気抵抗の測定値

測量 (cm)	抵抗 (Ω)		紙の形状
	理論値	計測値	
17×5	N/A	35.6	
8.5×5	17.8	18.5	
17×2.5	71.2	69.8	
8.5×2.5	35.6	33.8	
組み合わせ	52.3	56.5	
二枚の紙 17×2.5	69.8 *	36.5	
17×2.5+ 8.5×2.5	17.8 **	30.3	
オリジナル 4.25×5+ 8.5×2.5+ 4.25×5	56.5	76.9	

私の「理論値」  
\* 35.6 ( $\frac{1}{R} = \frac{1}{71.2} + \frac{1}{71.2}$ )  
\*\* 23.7 ( $\frac{1}{R} = \frac{1}{71.2} + \frac{1}{35.6}$ )

二つ目の実験に対する結果。

- 9.0V の電池をつなげた以下のような回路を作り、その電圧と電流を調べた。

(注 A=電流計 V=電圧計 R=抵抗器=0.325 k Ω =325 Ω)

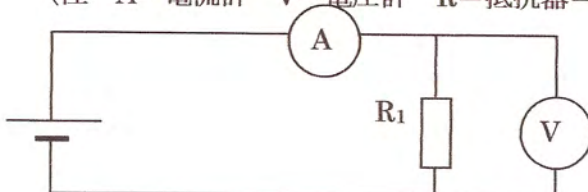


図1 普通の回路

$$A=20\text{mA}=0.020\text{A}$$

$$V=7.5\text{V}$$

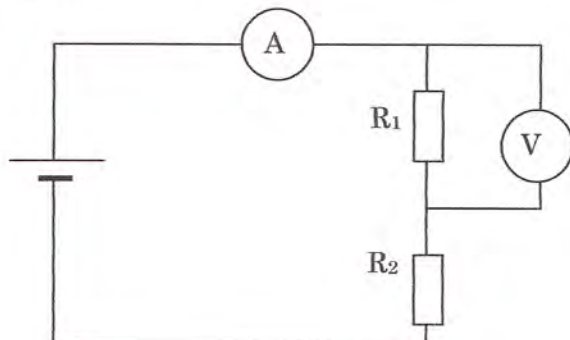


図2 直列回路

$$A=15\text{mA}=0.015\text{A}$$

$$V=6.0\text{V}$$

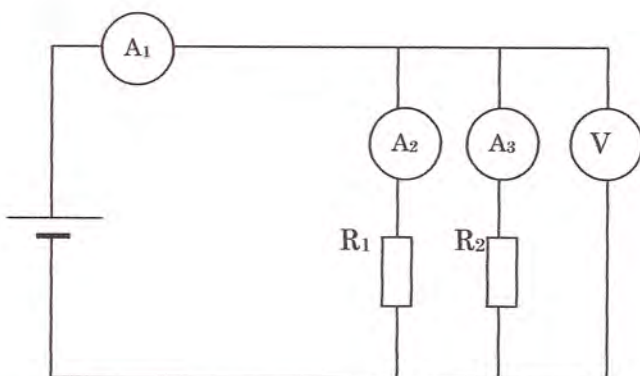


図3 並列回路

$$A_1=70\text{mA}=0.070\text{A}$$

$$A_2=80\text{mA}=0.080\text{A}$$

$$A_3=50\text{mA}=0.050\text{A}$$

$$V=7.0\text{V}$$

## (6) 考察

一つ目の実験の考察。

・ $8.5\text{cm} \times 5\text{cm}$  の場合の理論値を  $17.8\Omega$  としたのは、抵抗値を求める公式  $R = \rho \frac{l}{S}$  か

ら、横の長さ (1) が半分になれば抵抗値も半分になると予測したためである。

計測値は  $18.5\Omega$  だったので、ほぼ正確だと言える。理論値との差は紙を切った際

に生じた、長さの誤差によるものと思われる。(本当に正確な 8.5cm×5cm の長方形ではない)

・ 17cm×2.5cm の理論値は、抵抗値を求める公式から、縦の長さ (s) が半分になった場合、抵抗値は二倍になると予測したため、71.2Ωとした。計測値は 69.8Ωなので、おおむね正確である。理論値との差は 8.5cm×5cm の場合と同じ原因によるものと思われる。

・ 8.5cm×2.5cm の理論値は、抵抗値を求める公式から、縦の長さと同横の長さがそれぞれ半分になっても、抵抗値は変わらないと予測したため、35.6Ωとした。計測値は 33.8Ωなので、おおむね正確である。理論値との差は 8.5cm×5cm の場合と同じ原因によるものと思われる。

・ 「組み合わせ」の紙の理論値は、その形状が 8.5cm×5cm の紙と 8.5cm×2.5cm の紙を組み合わせたものであるため、この二つの紙の抵抗値を足したものと同一であると予測し、52.3Ωとした。計測値は 56.5Ωなので、おおむね正確である。理論値との差は他の 8.5cm×5cm の場合と同じ原因によるものと思われる。

・ 17cm×2.5cm の紙を二枚重ねた場合の理論値は、実験中に考えた際、紙を二枚重ねても縦と横の寸法は同じなので、17cm×2.5cm 一枚だけの場合の抵抗値と等しい、69.8Ωとしたが、実際の計測値は 36.5Ωであった。この計測値の結果の理由は、二枚の紙を重ね合わせたために、二枚の紙 (抵抗) が並列接続となったため、単に一枚だけで計測した場合とは異なる結果になったためである。これを前提にもう一度理論値を計算してみると、並列接続の合成抵抗を求める式は

$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  であるため、 $R_1$  と  $R_2$  に 69.8Ω を当てはめると  $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{69.8} + \frac{1}{69.8}$  となり、計算すると  $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{2}{69.8} = \frac{1}{34.9}$  なので理論値は 34.9Ω という答えが出る。こちらの

理論値のほうが計測値により近く、納得のいくものとなった。この理論値と実際の計測値との差は、他の寸法の紙の場合と同じ原因によるものと思われる。

・ 17cm×2.5cm の紙と 8.5cm×2.5cm の紙を重ねた場合の理論値は、実験中は理論値が浮かばなかったため、17.8Ωとしたが、実際の測定値は 30.3Ωであった。この理由としては、17cm×2.5cm 二枚の場合と同じく、二枚の紙が並列接続となったためである。これに基づいて理論値を計算すると、 $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  という式から  $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{69.8} + \frac{1}{33.8} \approx 0.043 \dots \approx \frac{1}{23}$  となるので理論値は 23Ω となり、こちらのほうが計測値に近くなる。それでも測定値には差があるが、その理由として、抵抗値の計測にクリップを用いたため、二枚の紙の長さを合わせる必要があり、そのため 17cm×2.5cm の紙を折り曲げて計測したということが考えられる。

・ 4.25cm×5cm の部分を二つと、8.5cm×2.5cm の部分を組み合わせで作成したオリジナルの紙の理論値は、その面積が組み合わせと同じであるため、その抵抗値と同じ 56.9Ω であると予測したが、実際は 76.9Ω であった。理論値と計測値にかなりの差があったため、理論値を各部分の抵抗値の合計という観点から予測し

→74.2Ωと  
測定値の差は  
は？

た。4.25cm×5cm の場合の抵抗値は、横の長さが 8.5cm×5cm の半分なので、抵抗値も 18.5Ω の半分の 9.25Ω となると予測できる。また、8.5cm×2.5cm の抵抗値は、すでに計測してあるように、33.8Ω である。この三つの部分は横につながっているため直列接続であると考えることができ、その合成抵抗は  $R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$  の式で求められる。各数値を当てはめると  $R_{total} = 9.25 + 33.8 + 9.25 = 52.3\Omega$  となり、元の理論値よりもさらに計測値から遠ざかってしまった。これらの理論値と計測値が大きく異なる理由として考えられるのは、この形を作る際何度も紙を折り曲げてしまったために、紙を一度も折り曲げずに計った場合とは違う結果が出てしまった、ということや、自分の計測 (4.25cm などの) が正確ではなかった、ということなどがある。

### 二つ目の実験の考察。

・一つ目の回路は、電池の電圧と計測によって出た抵抗の数値をオームの法則

( $I = \frac{V}{R}$ ) に当てはめると、 $I = \frac{9.0V}{325\Omega} \approx 0.028A$  となる。実際に測ってみたところ、

電流計からは 0.02A という結果が出た。ケーブルや電流計、電圧計などの抵抗も考慮するならば、大体正確な結果であり、オームの法則にのっとっていると言える。また、0.02A という電圧と 325Ω の抵抗から、電圧降下を求めてみると、 $V = IR$  の式から  $V = (0.02A)(325\Omega) = 6.5V$  という結果が得られた。電圧計では 7.5V と出ていたので、おおよそ合っていると言える。実際の数値との差異は、ケーブルの繋ぎ方や抵抗などによるものだと思われる。また、自分が電圧計や電流計を使用するのが始めてであったため、目盛の読み方を間違った可能性もある。

・二つ目の回路は、直列接続であるため、先に合成抵抗を求めると、 $R_{total} = R_1 + R_2 = 325\Omega + 325\Omega = 650\Omega$  となる。これと電池の電圧をオームの法則に当てはめると、 $I = \frac{9.0V}{650\Omega} \approx 0.014A$  となる。実際の電流計の計測では 0.015A となっていたため、オームの法則を利用して出た予想とかなり近く、正確な結果であり、オームの法則にのっとっている。また、この計測と抵抗値から、 $R_1$  に対する電圧降下を求めてみると、 $V = IR = (0.015A)(325\Omega) = 4.9V$  という結果が得られた。実際の電圧は 6V だったので、多少の差異が見られる。この差異の理由の一つ目の回路のそれと同じであると考えられる。

・三つ目の回路は、並列接続であるため、先に合成抵抗を求めると、 $\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{325\Omega} + \frac{1}{325\Omega} = \frac{1}{163\Omega}$  なので、163Ω となる。これと電池の電圧をオームの法則に当てはめると、 $I = \frac{9.0V}{163\Omega} \approx 0.055A$  となる。しかし、実際の計測では  $A_1$  は 0.07A とな

$V = 7.5V$  を用い  
 $I = \frac{7.5}{325} = 0.023$   
 と比較するまである  
 (誤差は 0.020A)

→ 7.5V なら 50mA  
 であれば「小数点  
 以下 1 桁まで」  
 読めれば可!

この場合  
 (電圧が同じなら)  
 $I = \frac{7.5}{650} = 0.012A$   
 (誤差は 0.015A)

かな) 差が大きい  
 です。???

$V = 7.0V$  なら  
 $I = \frac{7}{163} = 0.043A$   
 差が大きい!

り、かなりの差異があった。理由はおそらくケーブルの繋ぎ方によるものと思われる。また、 $A_2$ と $A_3$ は理論上は $A_1$ の電流が均等に分けられるため、 $0.035A$ ずつになるはずであるが、実際の計測は何故かそれぞれ $0.080A$ と $0.050A$ であった。これらの数値は $A_1$ よりも低くなるはずであるため、おそらく計測に間違いがあったものと思われる。また、上記の結果から電圧降下を測定すると、 $V = IR = (0.050A)(325\Omega) = 16.25V$ となったため、電池の電圧を電圧降下を上回る事になり、ありえない結果となった。(実際は $7V$ であった。)そのため、三つ目の回路に関しては数値そのものが間違っていると云わざるを得ない。

## (7) 結論

厚紙の抵抗値は、その形状によって変化した。その理由は、抵抗値が $R = \rho \frac{l}{s}$ の式で求められるからであり、紙が細長くなるような形になれば抵抗は増え、逆に太くなるような形になれば抵抗は減る。また、紙の形状が長方形ではない場合でも、直列接続や並列接続の合成抵抗を求める式を用いることで、その抵抗を知る事ができる。

また、電気回路の電圧、電流、抵抗などを求める場合は、オームの法則を用いる事で、それらの値を計測することができる。

## (8) 感想

今回は新しい器具にあまり慣れず、正確な計測ができなかった実験もあったので、次はもう少し冷静に実験を行うべきだと思った。また、自分で計算して出した理論値と実際の測定値が近いときは、不思議と嬉しくなるものだという事も知る事ができたのが良かった。

本当にそうです。

科学では、常に予測しそれから測定を実施し、<sup>手</sup>予測値と実測値の差があることはごく普通のことです。  
「その差の原因は何だろ?」と考えるのが科学的態度であり、その考えをくり返して再度測定することで、対象を本当に理解できる。

対象を理解できたときは本当に嬉しいものだ。 *Toku*