

Date of Lab 02/15/2017Date of Submission 02/22/2017

Laboratory Report

Title

表題

テスターの使い方, 導電紙の電気抵抗

Homeroom	Section	Name	
11-0	2	氏名	竹田 竣介

 Lab Partners 久保公嗣
 共同実験者

Summary

テスターの使い方を習得し, 抵抗を用いて電流と電圧の関係を理解することを目的に実験を行った。オームの法則が実際に成り立っている事を実験から確認した。

導電紙を用いて, 合成抵抗の式とテスターによる実験値を比較し, 正しい事を確認した。

また直流・交流電圧を測定し, 電流と電圧の理解を深めた。

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

図や表がわかりやすく, 2冊にまとめています

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Method. 方法	Results 結果	Table/Fig. 表/図	Discussion 考察	Clearness わかりやすさ	General 全般
+					++	+	++	++++

* Write your report in Japanese or in English * Use this form as a cover sheet.

* Submit your reports by the seventh day after your lab.

テスター、導電性紙の電気抵抗

序

①目的：

導電性紙の電気抵抗値を様々な条件で測定し、その条件によってどのように変化するかを調べる。直列・並列などの回路構成による電圧や電流の変化を調べ、オームの法則や電気回路の大まかな仕組みについて理解を深める。テスターの使い方をマスターする。

②理論：

オームの法則 : ドイツの物理学者、ゲオルク・オームによって発見された電流と電位差の関係を示した法則。電気回路を流れる電流(I)は、その回路の電圧(V)を抵抗(R)で割った値と等しい。

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

抵抗値 R[Ω] : 電気回路の途中にある、電流のながれにくさのこと。抵抗値 R は、抵抗率を ρ 、抵抗の長さを l 、抵抗の断面積 S より以下の式で算出できる。

$$R[\Omega] = \rho \frac{l}{S}$$

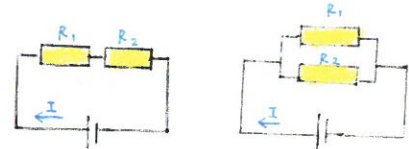
抵抗(Resistor) : 電気回路の途中にある、電流を流れにくくする物質。抵抗はそれぞれ固有の抵抗率 ρ を持っている。今回の実験で使用した抵抗器はカラーコードより抵抗値 R が分かる。

直列接続 : 電気回路内で抵抗が一つの線になるよう、同じ一本の回路に複数存在する接続。合成抵抗は以下の式である。電流は回路内どこも等しい。

$$R_{total} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

並列接続 : 枝分かれする回路にそれぞれ抵抗をつなげ、同電極どうしを接続する接続方法。並列接続された抵抗の和は、それぞれの抵抗値 R の逆数の和である。また電流は各々を流れる電流の和である。たこ足配線などが並列接続の実例である。

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



直列接続

並列接続

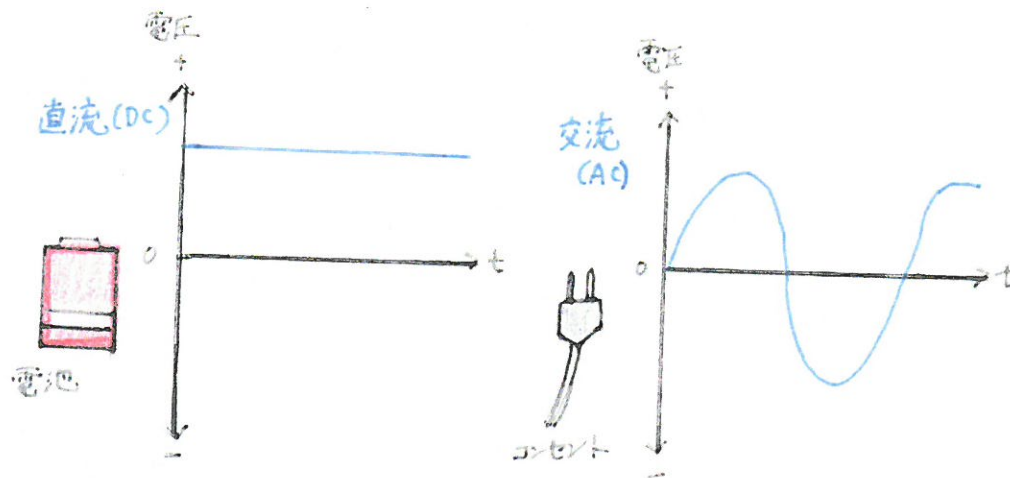
電圧降下[V] : 電流 I が抵抗 R を流れた時に、抵抗の両端で生じる電圧のこと。 $V = IR$

直流(DC) : 電池など電流の向きが一定であること。

交流(AC) : 家庭電源など、向きが周期的に流れる方向が逆転する電流のこと。東日本と西日本で周波数が違う。

オシロスコープで直流と交流を見ると図 1.1 のようになる。

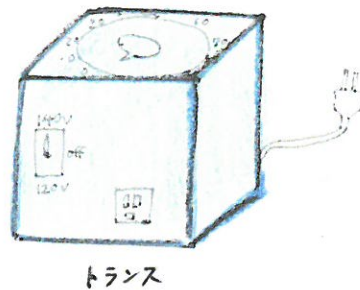
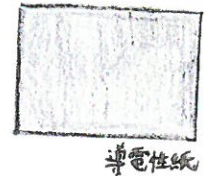
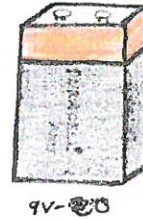
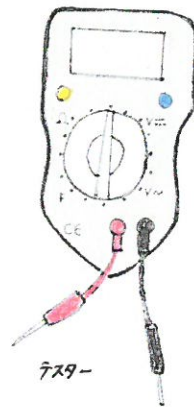
図 1.1



実験

1. 実験器具

- ・ テスター
- ・ 9V-電池
- ・ 鱗口クリップ
- ・ ミニランプ
- ・ 抵抗器
- ・ 導電性紙
- ・ はさみ
- ・ 定規
- ・ バインダー
- ・ クリップ
- ・ トランス



2. 実験方法

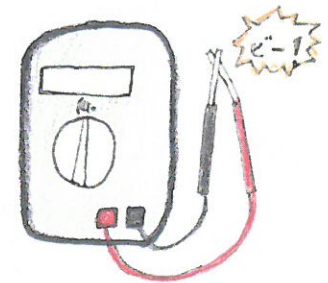
- 電気が通じるかどうかを確認する。リード棒の両極を合わせ導通があるとブザーの音が鳴る。☞
- 9V-電池の直流電圧を測定する(ロータリースイッチを $V\text{---}$ に設定)
- トランスを使用して交流電圧を測定する。先生のところにあるトランスのコンセントに赤と黒のリード棒を差し込み、トランスに電源を入れて反時計回りにゆっくり回す。(ロータリースイッチを $V\sim 200$ に設定)
- 色々な抵抗の抵抗値を測定する。(ロータリースイッチを Ω に設定)
- 9V-電池の直流電流に抵抗器を回路内に挟んで測定する。(ロータリースイッチを $A\text{---}$ に設定) (注意: 直接電池の電流をはかるとテスターが壊れる)
- 導電性紙を様々な形に切り、両端をクリップで挟んで抵抗値を測定する。また同時に計算による理論値も算出して、比較する。

実験結果、及び考察：

- i. テスターを導通テストに設定して、赤と黒のリード棒を合わせるとビーをいう音が鳴った。

・ 考察：

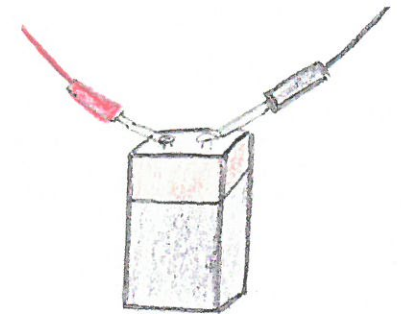
正常なテスターであれば赤と黒のリードからそれぞれ電流が流れている。導通テストはリード棒の抵抗値 Ω を測るのではなく、ただ、電気が通じているのかを調べるためである。ブザー音が鳴ったということは、ヒューズも切れてなく、テスターが問題なく機能しているということである。



- ii. 9V-電池の電圧をテスターで測ったところ、8.00Vであった。

表 1.1

実験	テスターの計測レンジ	計測した電圧(V)
1	(V $\overline{\text{---}}$)V20	8.00
2	(V $\overline{\text{---}}$)V200m	8.00
3	(V $\overline{\text{---}}$)V500	8



・ 考察：

9V-電池を用意したはずなのに、実際は 8.00V しかなかったというのは電池残量が減っていたためだろう。テスターのレンジを変更しても測定値に変更はなかった。レンジとというのは、テスターが測定できる最大の電圧・電流のことである。そのため、テスターのレンジを変更しても電圧の計測値が変化しないのは当然であろう。

小学校で使用した電圧計や電流計は針が壊れないように、未知の物体を測るときは大きなレンジから徐々にレンジを下げて計測した。電圧・電流計をデジタルにしたものがこのテスターであると考察する。

表 1.1 よりわかるように、レンジが 20V だと少数点第二位まで測れたが、レンジを 500V に上げると 1 の位までしか測れなかった。実験 3 ではレンジが広がったのと同時に一めもりも大きくなったのだろう。

赤を電池の負電極に、黒を正電極に接続しても変わらず 8V と表示されたというのは、8V 程度の電圧であれば正負関係なく計れるということだろう。電池は直流電圧なので、テスターが壊れないのだろうか？

iii. 結果：

教卓に置いてあるトランスのコンセントに赤と黒のリード棒を差し込み、トランスを反時計回りにゆっくり回すと、テスターは徐々に数値が上がった。

テスターの最大電圧値・・・118V

・ 考察：

トランスを回すと電圧が上昇したのは、コイルの巻き数を変化させたからだ。トランスによって家庭のコンセントから流れてくる電圧を変圧（昇圧・降圧）させた。

iv. 結果：

人体の抵抗値：

表 1.2

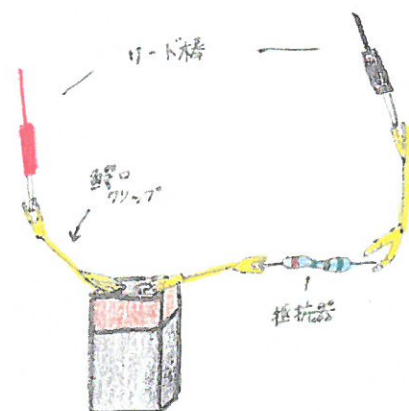
実験	被験者	抵抗値
1.	竹田峻介	2.00M Ω
2.	久保公嗣	9.00M Ω



抵抗器の抵抗値：

表 1.3

実験	テスターのレンジ	抵抗値
1	200 Ω	N/A
2	2000 Ω	N/A
3	20k Ω	10.06k Ω
4	200k Ω	10.1k Ω
5	20M Ω	0.01M Ω



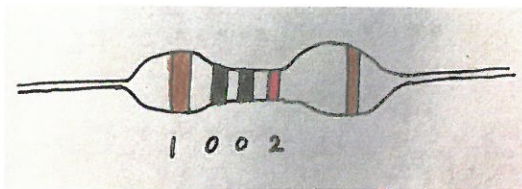
わかりやすい表と図であらう。

・ 考察：

人間の皮膚の電気抵抗をテスターで調べたところ、表 1.2 で分かるように人によってそれぞれ抵抗値が異なり、個人差があることが分かった。この抵抗値は不安定でテスターに表示される値にばらつきがあった。これは汗の掻き具合や温度に因る。リード棒を手の甲にあてた時に、電流が体内を流れ、テスターは抵抗を示した。

抵抗器の抵抗値は表 1.3 で分かるようにだいたい $10k\Omega (=0.01M\Omega)$ であった。テスターの数値が安定せず、ばらつきがあったため $10k\Omega$ としていだろう。

抵抗器のカラーコードの示している値は、茶・黒・黒・赤 - 茶となっている。これは 100 の 2 乗を示しており、つまり $10k\Omega$ である。



上図：今回の実験で使用した抵抗器のカラーコード

表1-1 抵抗のカラーコード

4本帯

色	有効数字	乗数	許容差
黒	0	10^0	-
茶	1	10^1	$\pm 1\%$
赤	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	10^3	-
黄	4	10^4	-
緑	5	10^5	-
青	6	10^6	-
紫	7	10^7	-
灰	8	10^8	-
白	9	10^9	-
金	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
銀	-	10^{-2}	$\pm 10\%$

抵抗器の示す値と実験値の%エラーを計算すると、 $\frac{|10k\Omega - 10k\Omega|}{10k\Omega} \times 100\% = 0\%$ である。

よってこの実験は精度の高い、いい実験であったといえる。

- v. 抵抗を鱈口クリップに繋ぎ、ロータリースイッチを直流電圧(200mA)として電流を測ったところ、7.9mA であった。

・ 考察：


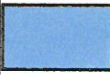




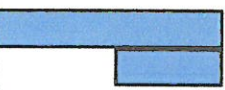

抵抗値は 994Ω で、使用した電池は $8.00V$ の電圧を持っていたので、オームの法則にほとんど従っていることが分かる。正確に電流値を計算すると、

$8.00V / 994\Omega = 8.048 \times 10^{-3}$ である。誤差を計算するとは 1.84% と非常に小さく、許容誤差範囲内である。

vi. 様々な大きさの導電性紙の抵抗

・ 結果：

表 1.4

#	大きさ(cm×cm)	紙の形	予想値	実験値	%エラー	
1	30.0×3.0		Standard (130)	130	-	
2	15.0×3.0		65.0	65.0	0	
3	30.0×1.50		260	260	0	
4	15.0×1.50		130	130	0	
5	(15.0×1.50)+(15.0×3.0) 直列		195	200	2.56	
6	(30.0×1.5)+(30.0×1.50) 並列		130	130	0	
7	(30.0×1.50)+(15.0×1.50) 並列		86.7	80.0	7.69	
8	(30.0×1.50)+(30.0×1.50) +(30.0×1.50) 直列		---	730	830	13.7

単位を訂正しろ

・ 考察：

予想値は理論式 $R = \rho \frac{L}{S}$ より求めた。

直列接続だと合計抵抗は、それぞれ個々の抵抗の和になる。また並列接続の場合、合成抵抗の逆数は、それぞれ個々の抵抗の逆数の和になる。

#1 を基準として、#2~8 までの理論値を計算してみる。

#2 - standard と比べて長さ L が 1/2 倍なので、抵抗も 1/2 倍の 65kΩ になる。

#3 - standard と比べて断面積 S が半分なので抵抗値は 2 倍の 260kΩ になる。

#4 - standard と比べて長さ L、断面積 S とともに 1/2 倍になっているので抵抗値は standard 等しい 130kΩ。

#5 - これは#2 と#4 が直列に接続されているので、#2 と#4 の抵抗値の和を取って 195kΩ と予測できる。

#6 - これは#3 を 2 つ並列に繋いでいる。よって理論値は $\frac{1}{260k\Omega} + \frac{1}{260k\Omega} = \frac{1}{130k\Omega}$ で、130kΩ という予想が立てられる。

#7 - 同様に $\frac{1}{260k\Omega} + \frac{1}{130k\Omega} = \frac{1}{86.7k\Omega}$ で、合成抵抗は 86.7kΩ である。

#8 - 直列接続は 3 つ繋いでも結果は変わらず、260kΩ × 3 枚で 730kΩ である。

全ての実験は%エラーが 15%以内で収まり、精度の高い実験ができた。#8 では、やはり紙を 3 枚もクリップで接続すると、接続部分が重なり長さが変わったり、しっかり接続できていなかったりなど、2 本で見られた以上のエラーが起り、実験の精度が低下したと考えられる。

結論：

この実験を通して我々はテスターの使い方を習得した。

電気回路の電圧・電流・抵抗の値は、 $I = \frac{V}{R}$ というオームの法則を用いて値を計算することが出来る。人間の皮膚のような不導体は抵抗値が大きい、少し電気を通すことが分かった。抵抗器はカラーコードより抵抗値が分かる。

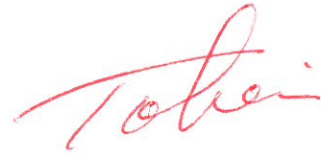
実験より伝導性紙の長さや断面積を変えることで抵抗値が変化することが確認できた。長さを 2 倍・3 倍と増やしていくと、抵抗値は反比例して 1/2 倍・1/3 倍と減った。また反対に、抵抗値は断面積に比例していた。つまり、紙が細長いと抵抗値は増え、逆に太いと抵抗値は減った。紙が長いと抵抗は増え、短いと抵抗は減った。この変化は

$R = \rho \frac{L}{S}$ の理論に基づくものあることを確認した。直列接続の場合は個々の抵抗の総和が合成抵抗であり、並列接続の場合は個々の抵抗の逆数の総和が合成抵抗の逆数になった。

感想：

今回の実験ではテスターという新しい道具を使用したけど、レポートを書き上げていくうちに小学校で使用した電圧計や電流計をもとに複雑した装置のようなものと分かった。電圧や電流は目に見えず想像しにくいけど、水と同じように考えると理解を容易になった。長いホースよりも短いホースの方が、水が流れやすい。また太いホースのほうが細いホースより抵抗が少ない。このように電気を今まで習った何かに例えるとイメージしやすく概念を捉え易かった。

伝導性紙の実験で、理論値と実験値がほぼ等しくなったとき胸が高揚した。クリップで接続した際、重なる部分が最小で済み、長さLが変わらないようにするなど、東平さんのアドバイスをもとに、様々な工夫をしたからだと思う。しかしエラーがある事には変わらないので、もっと研鑽を積み物理を理解し、なぜこういった誤差が生じるのかということを知りたい。



参考文献：

- [1]Mamina Suzuki先輩(2016Jpn)のレポート
- [2]Kanon Asai 先輩(2014 Jpn) のレポート
- [3]Kana Inoue 先輩(2015 Jpn)のレポート
- [4]Ryoma Hayashi先輩(2010) のレポート