

## H. 電気電子測定器の使い方

### 1. 実験の目的

電気量を測定する基本的な機器の扱いを学ぶとともに、測定した値に含まれる誤差の要因と性質を理解することを目的とします。

### 2. 実験原理

#### 1) 電子部品

##### ■抵抗器

電圧や電流の制御に利用します。使用する抵抗の値は、表1のカラーコードで表されています。また電子部品は、使用電力や許容誤差を考えて選ぶ必要があります。



(カラーコードは左から茶黒赤金)

図1 抵抗器と回路記号

表1 抵抗のカラーコード

カラー	桁数値	乗数	公称誤差
黒	0	$\times 10^0$	-
茶	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
赤	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	$\times 10^3$	
黄	4	$\times 10^4$	
緑	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
青	6	$\times 10^6$	
紫	7	$\times 10^7$	
灰	8	$\times 10^8$	
白	9	$\times 10^9$	
金			$\pm 5\%$
銀			$\pm 10\%$
なし			$\pm 20\%$

例) カラーコードが  
茶黒赤金であった場合

茶→1 (10位の桁)

黒→0 (1位の桁)

赤→ $\times 10^2$

金→ $\pm 5\%$

抵抗値:

$$10 \times 10^2 \Omega$$

$$= 1000 \Omega = 1 \text{ k} \Omega$$

公称誤差:  $\pm 5\%$

※カラーコードが5本ある場合は  
桁数値の読取りが増えます。

■コンデンサ

コンデンサには電荷を貯めるはたらきがあります。また交流では、周波数に応じて抵抗（リアクタンス）が変わります。高周波用に用いられるセラミックコンデンサは、図3の方法で値を読み取ります。



図2 セラミックコンデンサと回路記号

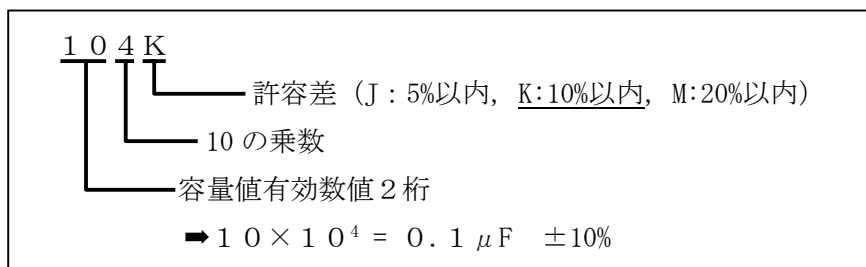


図3 セラミックコンデンサにおける静電容量の表示

■ダイオード

ダイオードは、一方向だけに電流を流す性質をもち、交流を直流に変換したり、信号検波などに用いられています。



図4 汎用ダイオードと回路記号

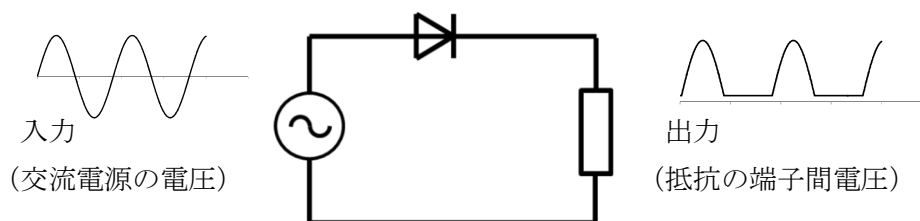


図5 ダイオードによる半波整流

## 2) デジタルマルチメータ

デジタルマルチメータ（テスタ）は、直流電圧や直流電流、交流電圧、交流電流、抵抗などの測定が可能です。電圧測定の場合は、図7に示すように内部の抵抗ネットワークに入力電圧が入り、電圧の大きさに応じて倍率器が自動選択されます。手動切替えスイッチを経た後は、アナログ-デジタル変換され、測定値を表示します。



図6 デジタルマルチメータ  
MAS-838 Precision Mastech  
Enterprises Co., LTD.

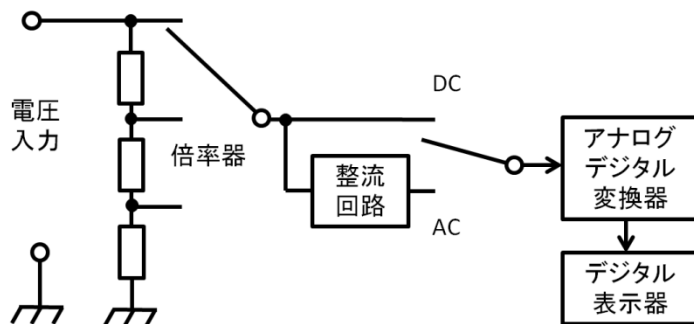


図7 デジタルマルチメータにおける電圧測定のための回路構成

## 3) オシロスコープによる信号波形の観察

電圧が時間で変化する場合にはオシロスコープを使用し、波形として観察します。図8は、信号発生器より三角波を生成し、オシロスコープで観察した時の例です。

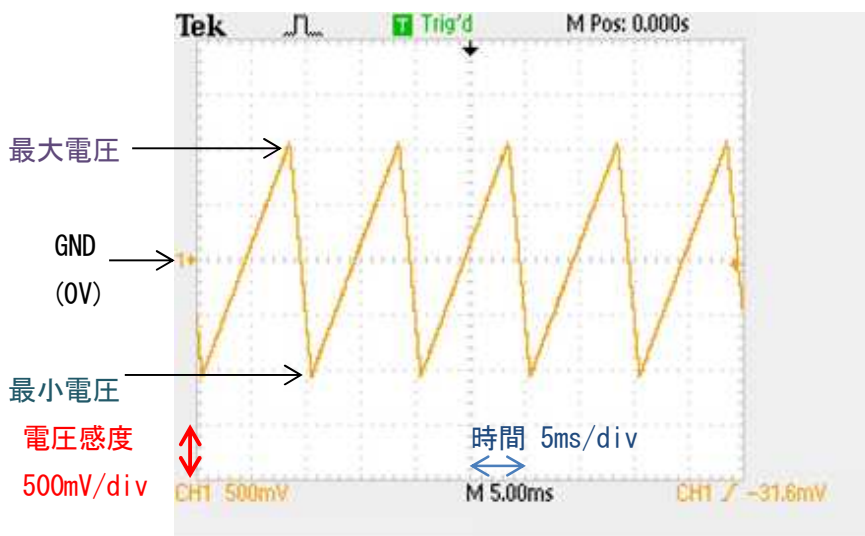


図8 オシロスコープの観察例

#### 4) アナログ-デジタル変換器

アナログ-デジタル変換器は、時間に対して連続的に変化するアナログ量を数値化されたデジタル量に変換します。アナログ-デジタル変換を行う際には、入力信号の周波数を考慮してサンプリング（標本化）する時間間隔を決めなければなりません。

（サンプリング定理或は標本化定理）

また、サンプリングした値を数値化する処理を量子化と呼び、その大きさは測定の精度に影響します。

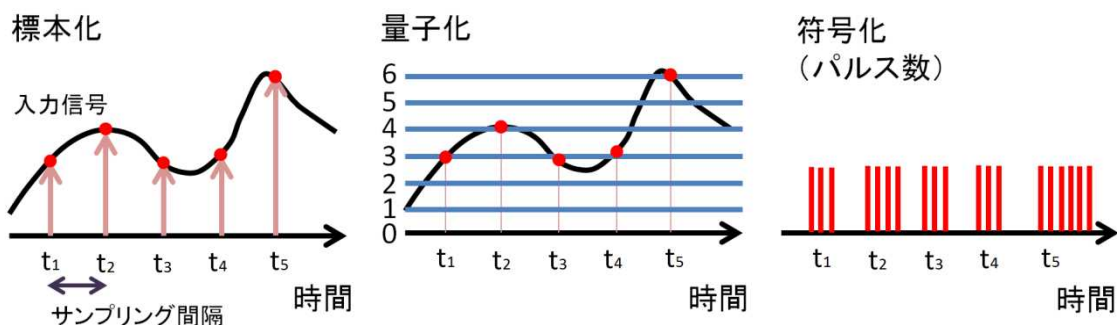


図9 アナログ-デジタル変換処理

### 3. 実験器具・装置

デジタルマルチメータ (Precision Mastech Enterprises Co., LTD., MAS-838)

デジタルマルチメータ (GwINSTECH, GDM-8246)

ブレッドボード

ジャンプワイヤー

抵抗器 (金属皮膜抵抗 1/4W 100Ω, 1kΩ)

コンデンサ (0.1μF)

ダイオード (1N4148)

直流安定化電源 (KIKUSUI, PMM18-2.5DU)

信号発生器 (GwINSTECH, AFG-2005)

オシロスコープ (Tektronix, TBS1042)

パソコン

DrDAQ (PicoTechnology, アナログ-デジタル変換器)

#### 4. 実験の手順

##### 1) テスタを用いた電流・電圧・抵抗の測定

【実験 1-1】直流安定化電源より 5V の電圧を出力する。テスタのレンジを 2V, 20V, 200V にし、直流安定化電源の出力電圧を測定した場合、テスタではどのような表示がなされるかを確認してみよう。

表 2 直流安定化電源の出力電圧の計測結果

No	テスタのレンジ	テスタの表示
1	2V	
2	20V	
3	200V	

【実験 1-2】図 10 の回路をブレットボードに作成し、各抵抗の端子間電圧及び電源の電流 I を測定してみよう。

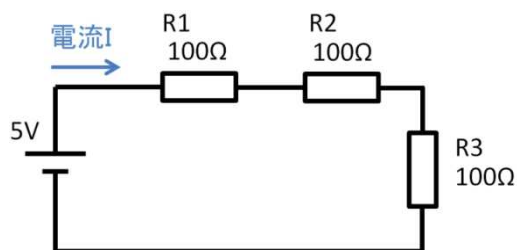


図 10 実験 1-2 の回路

表 3 実験 1-2 における測定結果

測定項目	測定結果 (測定レンジ)
抵抗 R1 の端子間電圧	V ( )
抵抗 R2 の端子間電圧	V ( )
抵抗 R3 の端子間電圧	V ( )
電源の電流 I	A ( )

【実験 1-3】 図 11 の回路をブレットボードに作成し、各抵抗に流れる電流及び電源の電流  $I$  を測定してみよう。

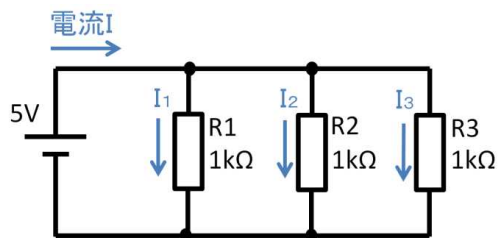


図 11 実験 1-3 の回路

表 4 実験 1-3 における測定結果

測定項目	測定結果 (測定レンジ)
抵抗 R1 の電流 $I_1$	A ( )
抵抗 R2 の電流 $I_2$	A ( )
抵抗 R3 の電流 $I_3$	A ( )
電源の電流 $I$	A ( )

【実験 1-4】 図 12 の回路をブレットボードに作成し、抵抗 R1 に流れる電流及び R1 の端子間電圧を測定してみよう。

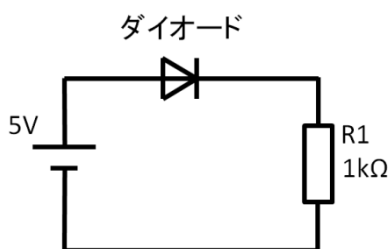


図 12 実験 1-4 の回路

表 5 実験 1-4 における測定結果

測定項目	測定結果 (測定レンジ)
抵抗 R1 の電流	A ( )
抵抗 R1 の端子間電圧	V ( )

【実験 1-5】 テスタを使用して【実験 1-2】や【実験 1-3】で使用した抵抗の値を調べてみよう。また既に各実験で得ている抵抗の端子間電圧と電流の測定値を用い、抵抗値を計算してみよう。

表 6 抵抗器 100Ω の抵抗測定結果

抵抗器	測定値[Ω]	【実験 1-2】の結果による抵抗の計算値[Ω]
R1		
R2		
R3		

表 7 抵抗器 1kΩ の抵抗測定結果

抵抗器	測定値[Ω]	【実験 1-3】の結果による抵抗の計算値[Ω]
R1		
R2		
R3		

## 2) 電力の測定

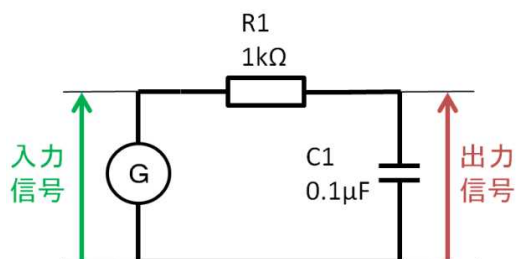
【実験 2】 測定を始める前に用意された家電製品を手に取り、その消費電力を予想します。次にデジタルマルチメータを使用して各製品に流れる電流・電圧を実際に測定し、電力を求めてみよう。

表 8 実験 2 の測定結果

製品名	電源	電流[A]	電圧[V]	電力[W]	備考(予想)
デスクトップ PC (本体)	オフ				
	オン				
ノートPC	オフ				
	オン				
液晶テレビ	オフ				
	オン				
発熱電球	オン				
LED 電球	オン				
蛍光灯スタンド	オン				
LED スタンド	オン				
掃除機	オン				
扇風機	オン				

### 3) アナログ-デジタル変換

【実験 3-1】 図 13 の回路をブレットボードに作成します。信号発生器から正弦波、電圧 1 V<sub>pp</sub>、周波数 100Hz の信号を入力した時と周波数 10kHz の信号を入力した時の出力波形をオシロスコープで観察します。（iPad のカメラを使用してオシロスコープの画面を記録します。）



G : 信号発生器 (正弦波, 1V<sub>p-p</sub>, 100Hz/10kHz)

図 13 実験 3-1 の回路 (RC 回路)

表 9 実験 3-1 の測定結果

① 100Hz の時

測定内容	入力信号	出力信号
最大電圧 V <sub>max</sub>	V	V
最小電圧 V <sub>min</sub>	V	V
振幅 (V <sub>max</sub> -V <sub>min</sub> )	V	V

② 10kHz の時

測定内容	入力信号	出力信号
最大電圧 V <sub>max</sub>	V	V
最小電圧 V <sub>min</sub>	V	V
振幅 (V <sub>max</sub> -V <sub>min</sub> )	V	V



【実験 3-2】信号発生器で生成した信号を DrDAQ の Scope 端子より入力し、パソコンで取り込んだデータ（信号波形、数値）を確認してみよう。（波形は iPad のカメラを使用して記録します。）

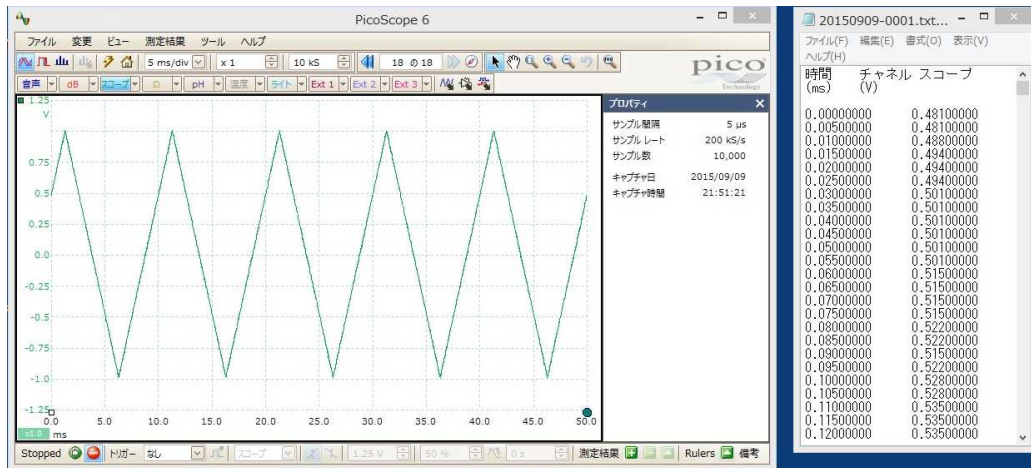


図 14 パソコンにおけるデータの確認例 (PicoScope 6 とメモ帳を利用)

表 10 ピーク電圧付近のデータ その 1 (三角波, 1Vpp, 100Hz の時)

【DrDAQ の測定レンジ: V】

No	時間 (ms)	チャンネルスコープ (V)
-3		
-2		
-1		
0 (ピーク電圧)		
1		
2		
3		

表 11 ピーク電圧付近のデータ その 2 (三角波, 5Vpp, 1kHz の時)

【DrDAQ の測定レンジ: V】

No	時間 (ms)	チャンネルスコープ (V)
-3		
-2		
-1		
0 (ピーク電圧)		
1		
2		
3		

## 5. 実験結果のまとめ

### 1) テスタを用いた電流・電圧・抵抗の測定

【実験 1-1】測定結果を表 2 にまとめ、テスタのレンジの選択によって測定値が異なる理由を考察して下さい。

【実験 1-2】測定結果を表 3 にまとめ、各抵抗の端子間電圧の総和が電源電圧と一致するかどうかを確認して下さい。またその理由について考察して下さい。

【実験 1-3】測定結果を表 4 にまとめ、各抵抗の電流の総和が電源の電流と一致するかどうかを確認して下さい。またその理由について考察して下さい。

【実験 1-4】測定結果を表 5 にまとめ、抵抗 R1 の電圧が電源電圧と一致するかどうかを確認して下さい。またその理由について考察して下さい。

【実験 1-5】測定結果を表 6 及び表 7 にまとめ、 $100\Omega$  と  $1k\Omega$  の抵抗は、それぞれのくらの誤差があるか？ また計算で得た抵抗値と差があるかどうかを確認して下さい。

### 2) 電力の測定

【実験 2】測定結果を表 8 にまとめ、「待機電力」や「各電球の電力」、「モータを備えた製品の特徴」などについて考察して下さい。

### 3) アナログ - デジタル変換

【実験 3-1】測定結果を表 9 にまとめ、出力信号の振幅が  $100\text{Hz}$  に比べて  $10\text{kHz}$  の時に小さくなった理由について考察して下さい。

【実験 3-2】測定結果を表 10 と表 11 にまとめ、DrDAQ によって得られた測定値の精度について考察して下さい。

<実験サポート HP>

このテーマに関わる情報を以下のサイトに掲載しています。

<https://esato.net/ex/>