

# 工学基礎実験Ⅱ

## H.電気電子測定器の使い方

- まとめ -



## 工学基礎実験Ⅱ 電気電子測定器の使い方 まとめ

【実験1-1】 直流安定化電源より出力される5Vの電圧をデジタルマルチメータで確認する。

表 2 直流安定化電源の出力電圧の計測結果 (例)

No	デジタルマルチメータ のレンジ	デジタルマルチメータ の表示
1	2V	1.
2	20V	5.02
3	200V	5.0

- ・測定に適したレンジを選ぶ
- ・測定値は誤差が含まれる

$$E = M - T \quad E: \text{誤差、} M: \text{測定値、} T: \text{真値}$$

## 誤差の原因と対処法

### (1)間違い

読み違い、記録違い、取扱い不注意、計器の不整備など、不注意により生じる。

➡注意深く測定し、再測定、理論値との比較する。

### (2)系統誤差

計器自身がもっている誤差(器差)、測定環境の変化に伴う誤差、測定器を挿入したための誤差、個人差による偏りなど。

➡理論的に補正したり、測定環境を整備する。

### (3)偶然誤差

原因が不明、分かっても除くことが困難。

➡統計的な手法で測定値を推定する。

# デジタルマルチメータの取り扱い説明書の内容

## DC VOLTAGE

Range	Resolution	Accuracy
200mV	100 $\mu$ V	$\pm 0.5\%$ of rdg $\pm 2$ digits
2V	1mV	$\pm 0.5\%$ of rdg $\pm 2$ digits
20V	10mV	$\pm 0.5\%$ of rdg $\pm 2$ digits
200V	100mV	$\pm 0.5\%$ of rdg $\pm 2$ digits
600V	1V	$\pm 0.8\%$ of rdg $\pm 2$ digits

Overload Protection: 250V rms. For 200mV range and 600V dc or rms. ac for other ranges.

例) 20Vレンジの測定では、10mV単位で値が示され、読取り値 (rdg) の  $\pm 0.5\%$  の誤差と表示一番下の桁において 2digits の誤差を含むとされている。

$$5.02V \times 0.005 + 0.01V \times 2 = 0.0451V$$

最大で 0.0451V の誤差を含み、真値は  $5.02 - 0.0451$  から  $5.02 + 0.0451$  の範囲にあると考えられる。

【実験1-2】直列接続した3抵抗の各端子間電圧と電流

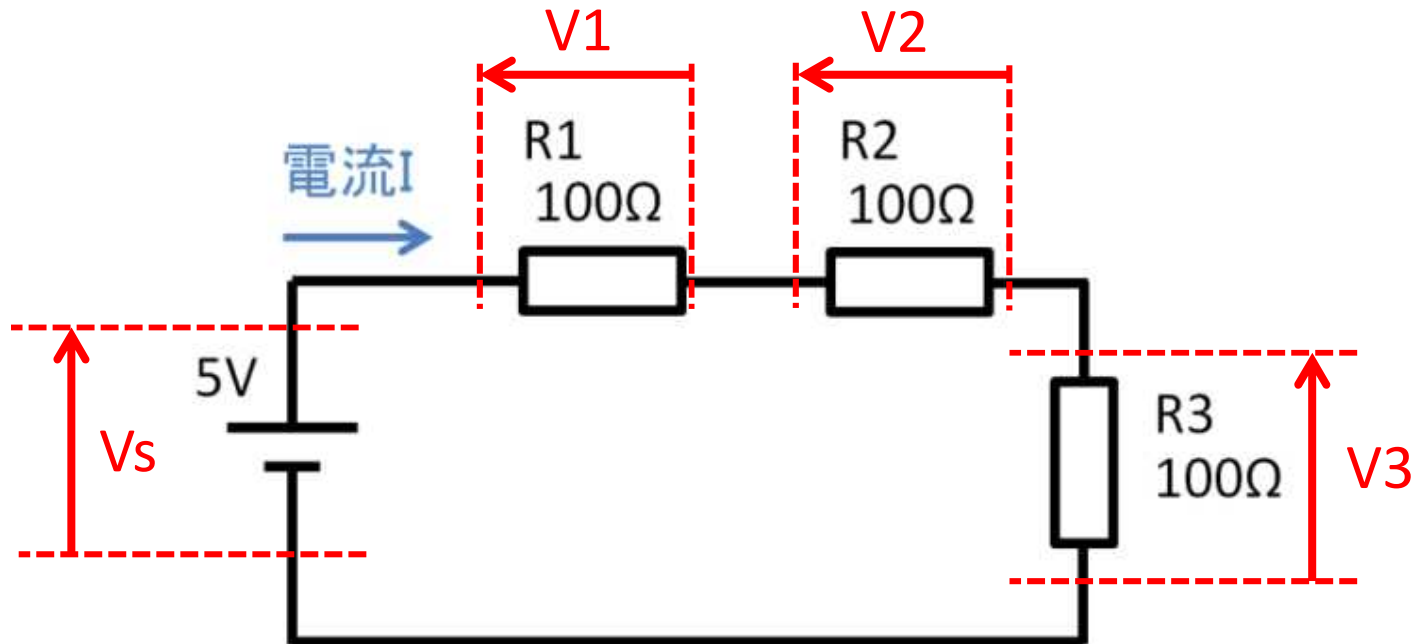


図10 実験1-2の回路

- ・各抵抗の端子間電圧の総和が電源電圧と一致する？

$$V_s = V_1 + V_2 + V_3$$

【実験1-3】 並列接続した3抵抗の電流

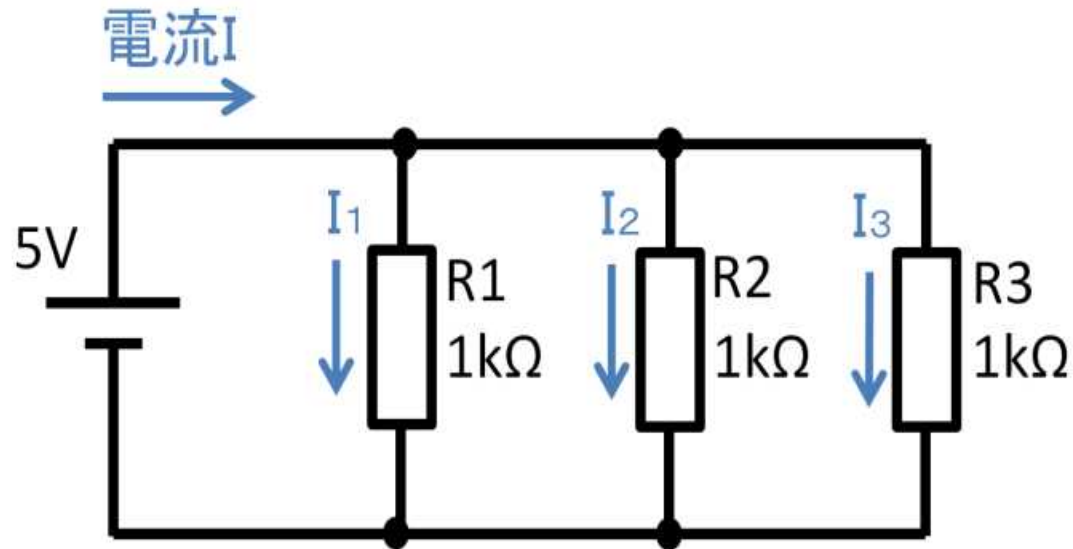


図11 実験1-3の回路

- ・各抵抗の電流の総和が電源の電流と一致する？

$$I=I_1+I_2+I_3$$

【実験1-4】 並列接続した3抵抗の電流

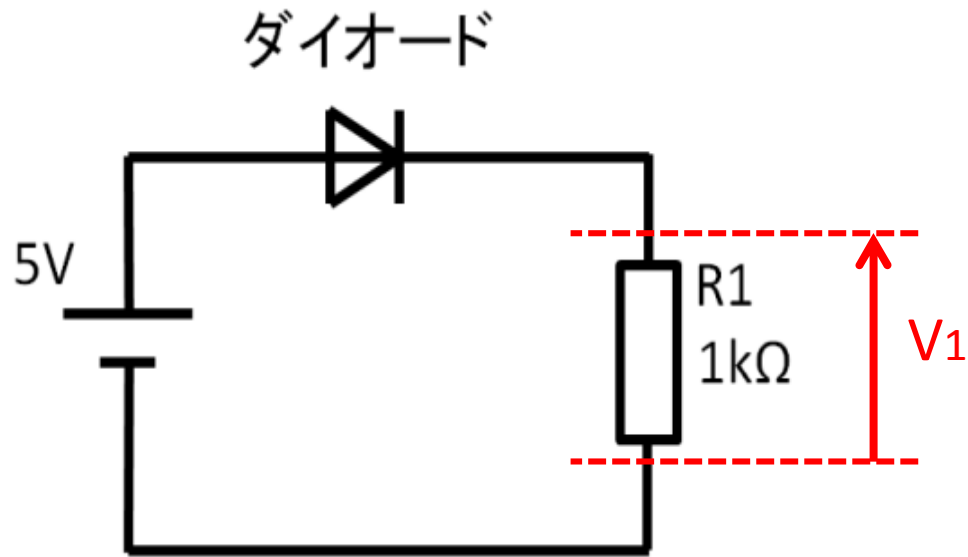
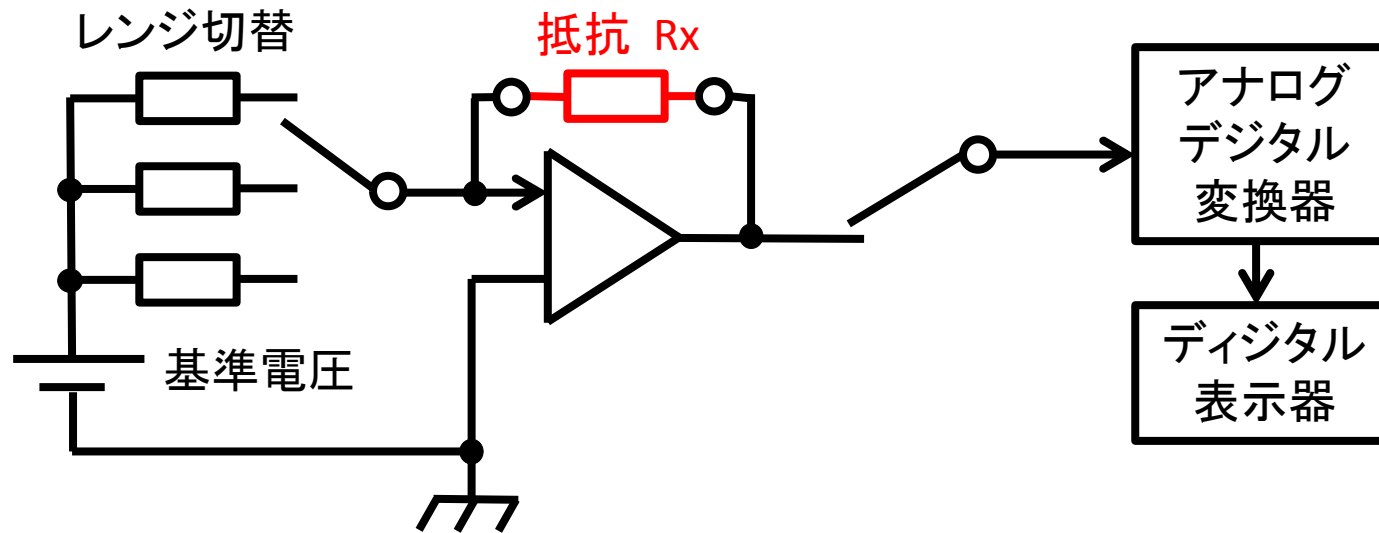


図12 実験1-4の回路

- ・抵抗R1の電圧が電源電圧と一致する？
- ・ $5V - V_1$  は？

【実験1-5】 デジタルマルチメータを使用して抵抗の値を調べる



デジタルマルチメータにおける抵抗測定

- デジタルマルチメータは、内部の測定回路で電圧値を読み取り、計算によって抵抗値を求めている



# デジタルマルチメータの取り扱い説明書の内容

## RESISTANCE

Range	Resolution	Accuracy
200Ω	0.1Ω	±0.8% of rdg ± 3 digits
2kΩ	1Ω	±0.8% of rdg ± 2 digits
20kΩ	10Ω	±0.8% of rdg ± 2 digits
200kΩ	100Ω	±0.8% of rdg ± 2 digits
2MΩ	1kΩ	±1.0% of rdg ± 2 digits

Maximum Open Circuit Voltage: 3.2V

Overload Protection: 250V dc or rms. ac for all ranges.

例) 200Ωレンジの測定では、0.1Ω単位で値が示され、読取り値 (rdg) の ±0.8% の誤差と表示一番下の桁において 3digits の誤差を含むとされている。

$$100.0\Omega \times 0.008 + 0.1\Omega \times 3 = 1.1\Omega$$

最大で 1.1V の誤差を含み、真値は 100-1.1 から 100+1.1 の範囲にあると考えられる。

【実験1-5】 実験1-2で測定した値から抵抗値を求める

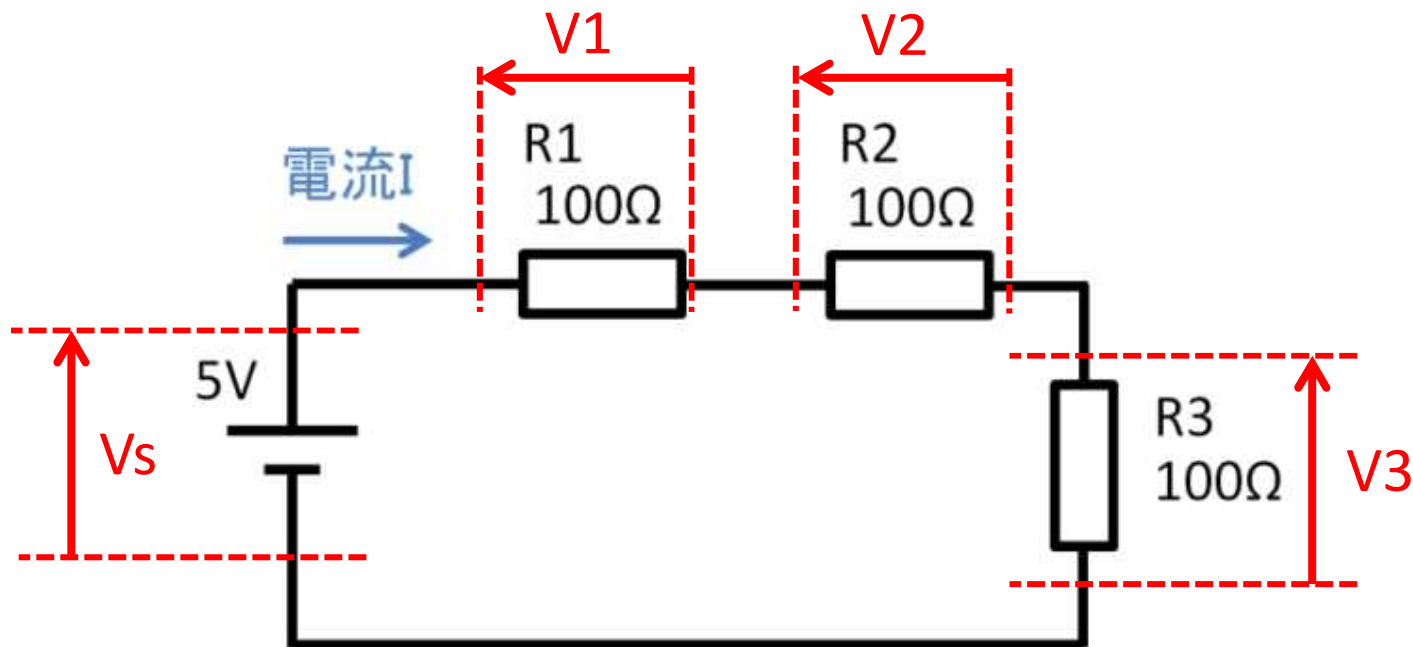


図10 実験1-2の回路

$$R1の抵抗値 = V1 / I$$

$$R2の抵抗値 = V2 / I$$

$$R3の抵抗値 = V3 / I$$

← デジタルマルチメータの抵抗測定機能で  
得た値と比較

【実験1-5】 実験1-3で測定した値から抵抗値を求める

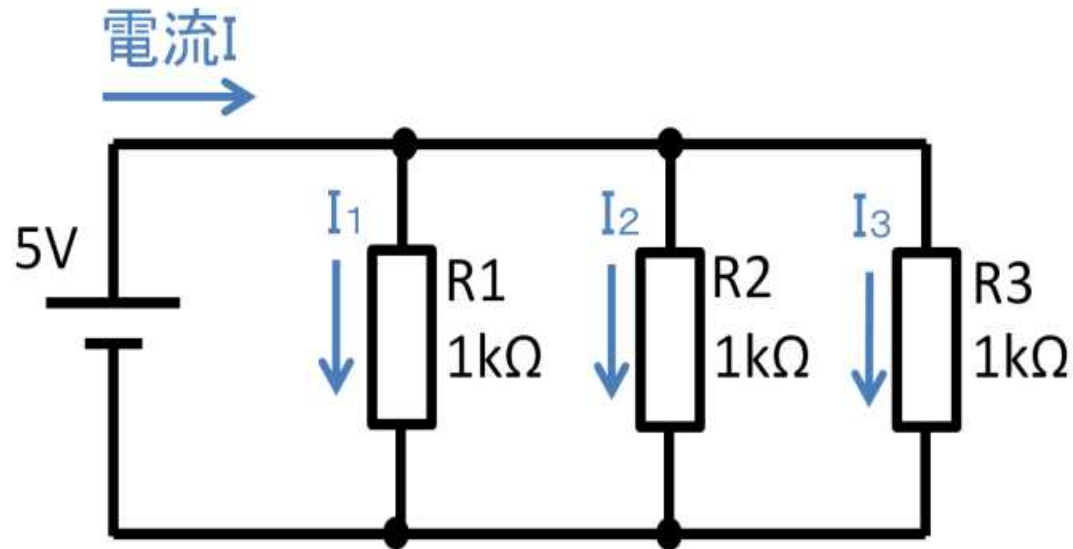


図11 実験1-3の回路

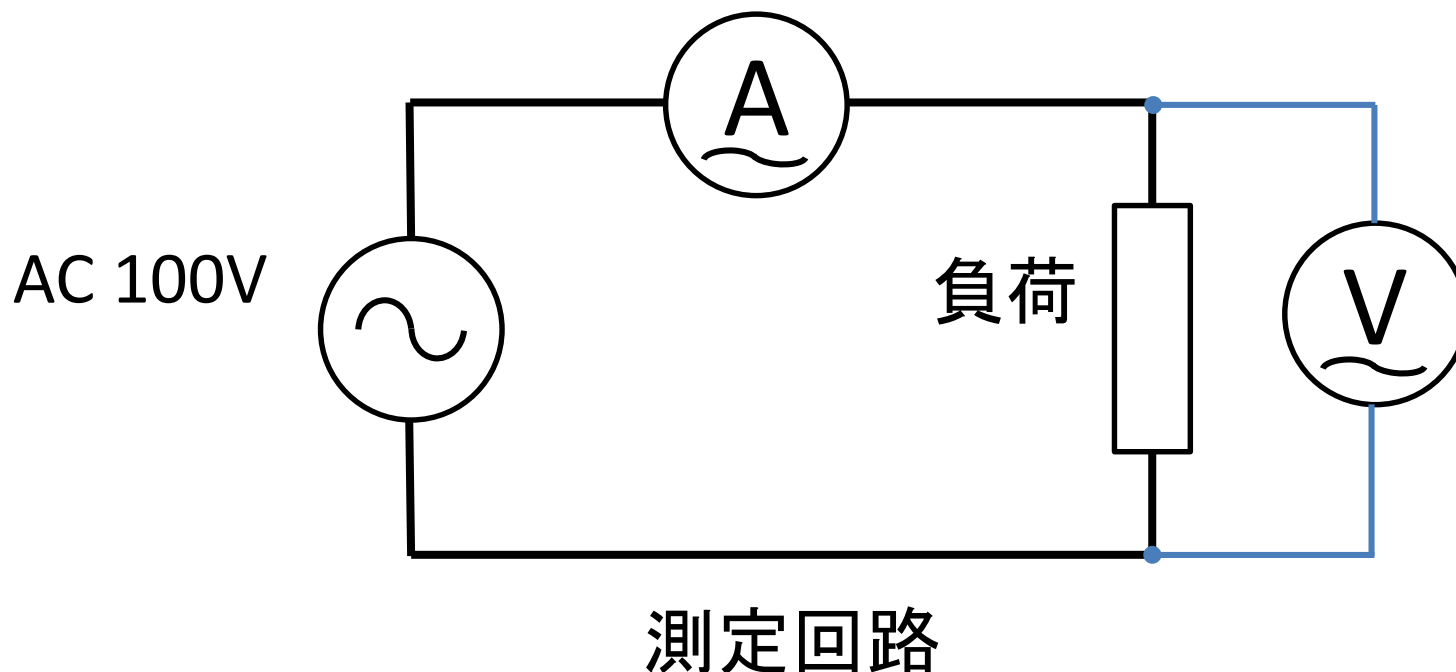
$$R1の抵抗値 = 5 / I_1$$

$$R2の抵抗値 = 5 / I_2$$

$$R3の抵抗値 = 5 / I_3$$

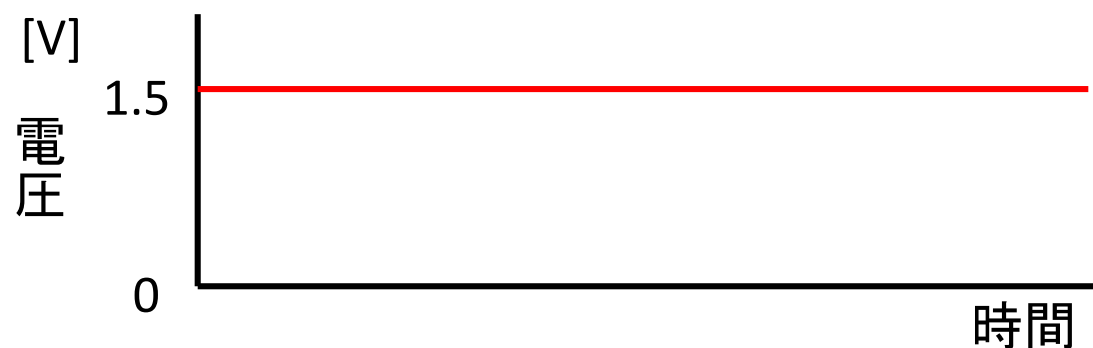
← デジタルマルチメータの抵抗測定機能で  
得た値と比較

【実験2】パソコン，液晶テレビ，電球，掃除機，扇風機などの消費電力を測定する。

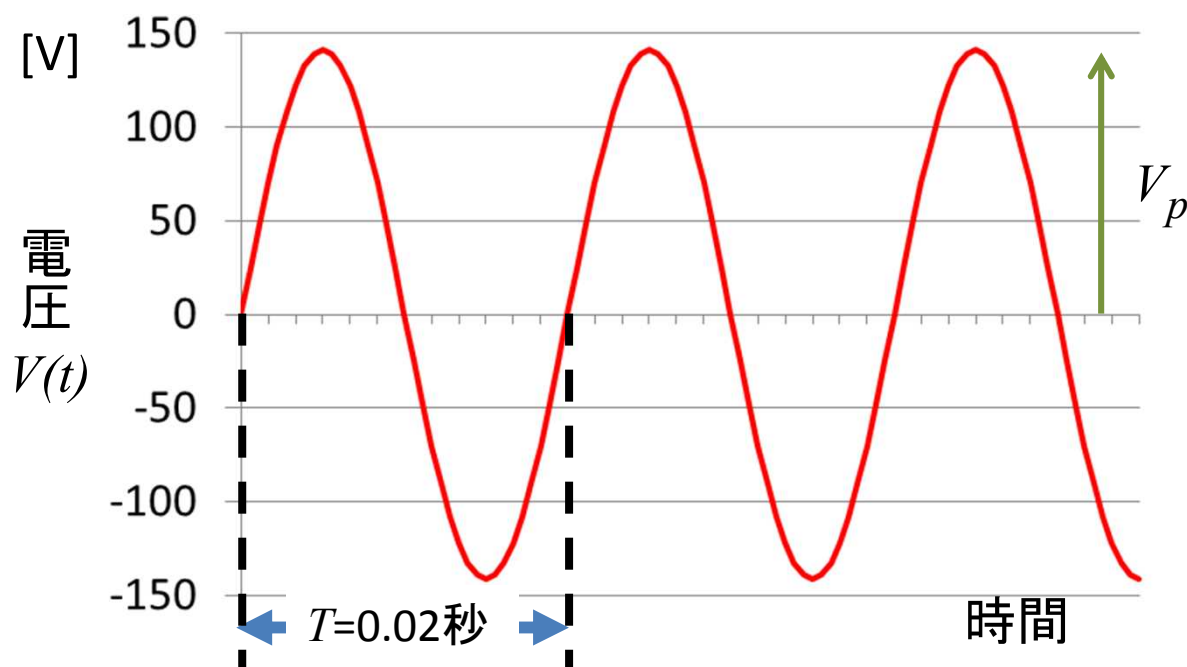


- 負荷に対して電流計は直列、電圧計は並列に接続
- 電流計や電圧計の値は**実効値**を示している
- 負荷に**リアクタンス成分**があると、電流と電圧に位相差が生じ、電圧と電流の積が電力とはならない(**皮相電力**)

## 直流(1.5V)



## 交流(单相100V, 50Hz)



$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$
$$= \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{141}{1.41} = 100$$

$V_{rms}$  : 実効電圧

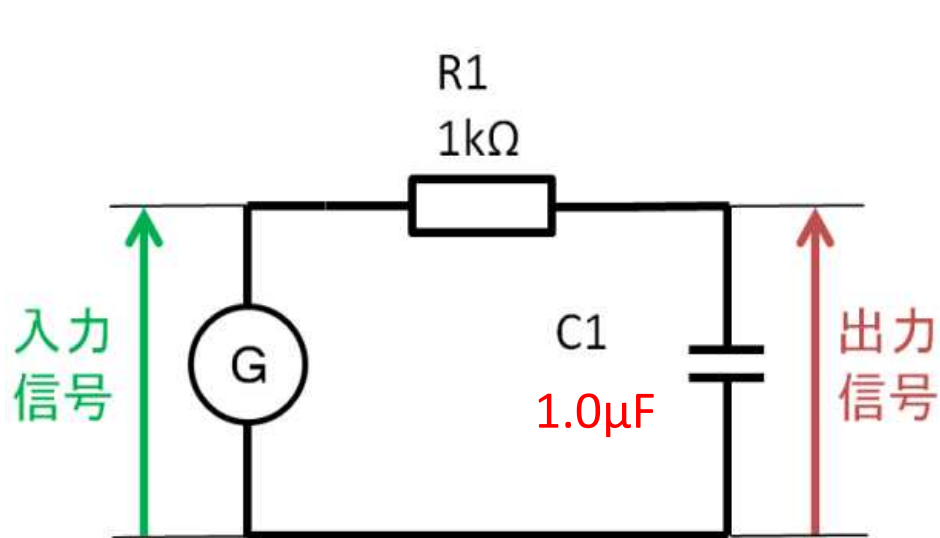
$T$  : 周期

$V_p$  : ピーク電圧

## その他、考察の視点

- パソコンやテレビの待機電力
- 発熱電球 VS LED電球、蛍光灯ライト VS LEDライトの消費電力
- 扇風機や掃除機の電力測定において気が付いたこと

【実験3-1】 オシロスコープによる信号波形の観察



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)

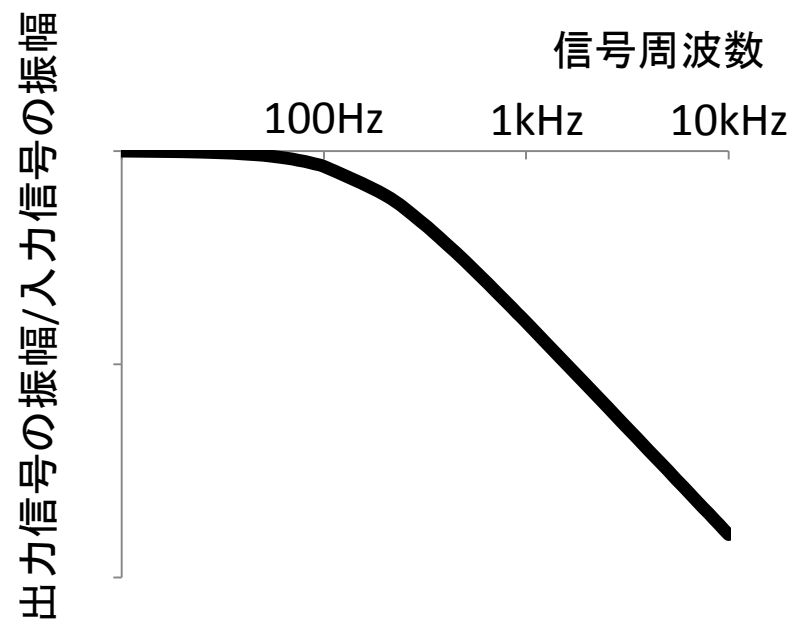


図 RC回路の周波数特性(振幅)

- ✓ 周波数が高くなると、出力信号の振幅が小さくなる理由は？  
➡コンデンサC1はリアクタンス成分であり、周波数 $f$ が高くなると.....

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

$X_c$ : 容量性リアクタンス  
 $f$ : 周波数  
 $C$ : コンデンサの容量

# アナログ→デジタル変換

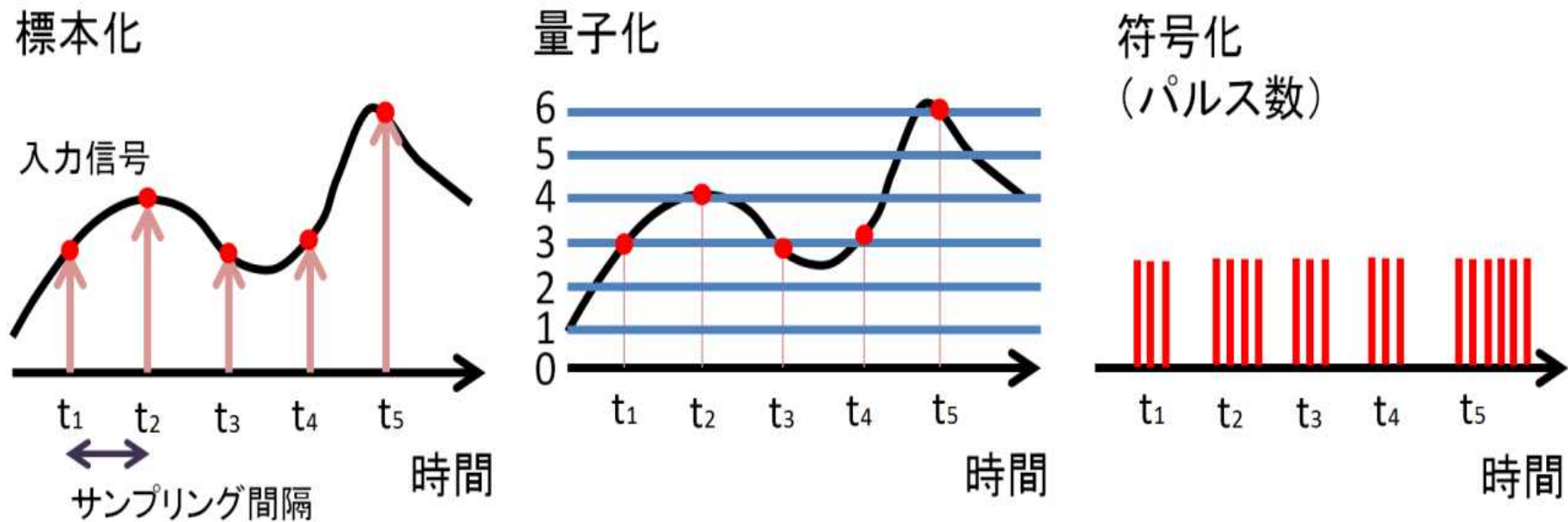
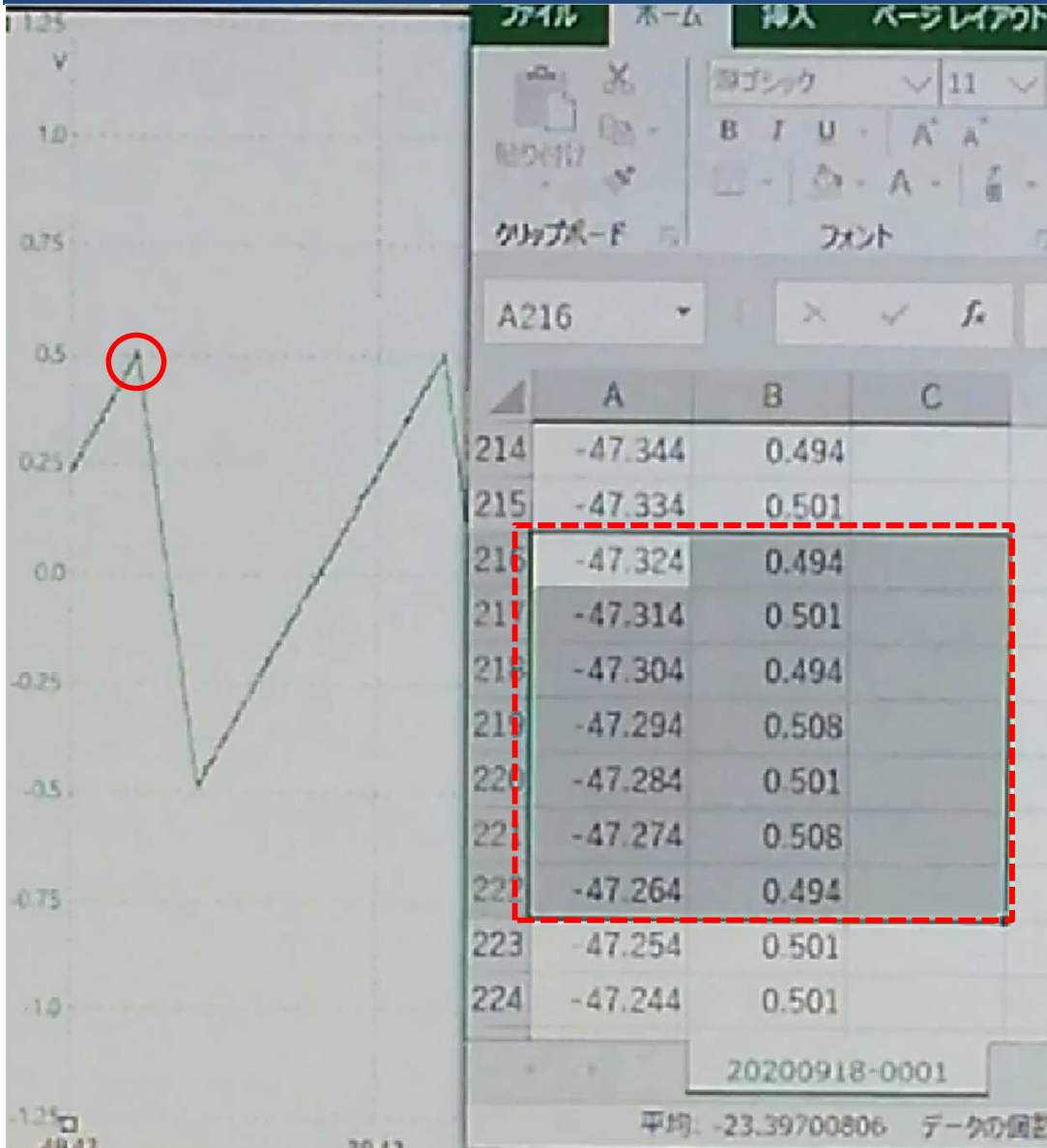


図9 アナログ→デジタル変換処理

- ✓ 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らない
- ✓ 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する



【実験3-2】 DrDAQによる信号波形の観察



①取得したピーク電圧付近のデータから、サンプリング間隔を調べる(A列から記録した時間の間隔は?)

②測定した電圧の分解能を調べる(B列から記録した電圧の最小単位は?)

③1Vpp, 100Hzの時と5Vpp, 1kHzの時のサンプリング間隔、電圧の分解能を比較する