

専門基礎Ⅲ・電気回路 #1/7

実験データの数値の取り扱い

実験では、様々な測定器を使って、電圧や電流を測定する。しかし、実験装置には誤差が含まれている。

測定器自体の誤差

例えば、メートル原器などは、1メートルの長さの基準になる物差しみたいなものだけど、正しく長さが測れるような様々な工夫がしてあり、極めて高価なもの。正しく測れる測定器になればなるほど、高価になる。

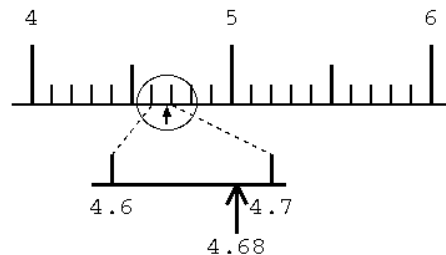
学校で使う実験装置で、例えば”class 3”と書いてある製品だと、3%の誤差がある。(測定場所の温度や湿度でずれる可能性)

Class3 の電流計で 5A を測る場合

$5A \times 3\% = 0.15A$ よって、 $4.85A \sim 5.15A$

読み取り誤差

測定器のアナログの目盛を読む時は、最小目盛の 1/10 までを読む。



この例の場合だと、人によっては 4.67, 4.68, 4.69 の可能性があるかもしれないが、一番近い 4.68 と読んでいる。

デジタルの目盛を読む場合は、時間と共に数値が変化するので、変化して値が怪しい桁は読まない。変化が小さい桁で +1, -1 ぐらいにふらつくのなら、その真中の値を読む。

4.	6	7	2	5
4.	6	9	3	2
4.	6	8	6	3

小数点 3, 4 桁目は、変化して怪しい桁。

小数点 2 桁目は、7~9 の値。

よって、真ん中の 4.68 と読む

このような読み方をする測定値であれば、最後の桁は四捨五入で丸められた値のように考え、4.68 であれば、4.675~4.684 の幅を持った値ともいえる。

測定値の加減算

例えば、測定値で 1.2345 と 2.34 という値があったとする。

この2つの値を加えたら、3.4745 だろうか？

$$1.2345 + 2.34 = 3.4745$$

2.34 という測定値であれば、丸められた値と考え、2.335~2.345 の可能性があり、1.2345 の4の桁は、2.34の次の怪しい数字の桁と加えても、結果は誤差を含んだ怪しい桁にしかない。

測定値の加減算では、小数点の位置を揃えて、精度のある桁まで！

$$\begin{array}{r} 1.2345 \\ +) 2.34 \\ \hline 3.47 \end{array}$$

測定値の乗除算

同じように、測定値で、2.3456 と 3.45 という値があったとする。

この2つの値をかけたら、8.09232 だろうか？

$$2.3456 \times 3.45 = 8.09232$$

誤差を考えると、2.34555~2.34565 の範囲の値と、3.445~3.455 の範囲の値と考えると、

$$\text{最小の場合 } 2.34555 \times 3.445 = 8.08041975$$

$$\text{最大の場合 } 2.34565 \times 3.455 = 8.10422075$$

となる。上の結果の下線部の小数点3桁目以降は極めて怪しい値。

小数点1,2桁目は08,09,10であり、真ん中を採用すれば、8.09となる。

このように、乗除算では一方の値で精度があっても、他方の誤差が大きい「精度の低い数字」であれば、答えの誤差も大きくなる。

測定値の乗除算では、精度の桁数が少ない方に合わせる。

$$\begin{array}{r} 2.3456 \quad \text{有効数字 5 桁} \\ \times) 3.45 \quad \text{有効数字 3 桁} \\ \hline 8.09 \quad \text{答えは 3 桁で記載} \end{array}$$

桁落ち

実験データでは相対誤差が何%？という計算をよく行う。

例) 真値=12.345, 測定値=12.5 出会った場合、相対誤差は何%？

$$(12.5 - 12.345) / 12.345 \times 100 = 1.256 [\%] \dots \text{これは間違い}$$

12.5-12.345 は、0.2 で有効数字1桁。

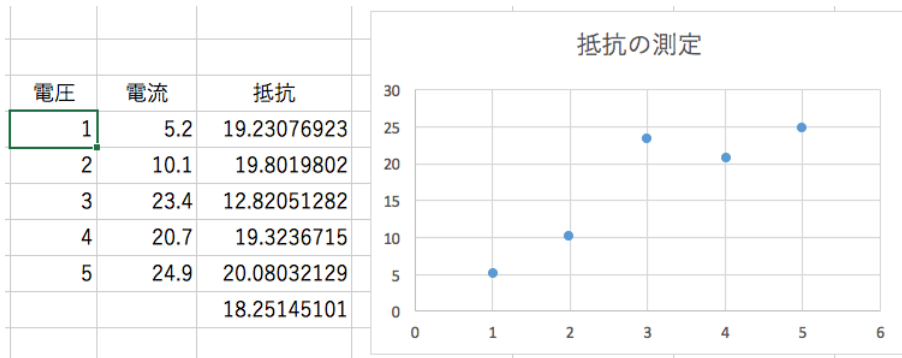
よって 1.256 を有効数字1桁で表すべきなので 1[%] と書くべき。

実験データの取り扱い

(実験方法)

抵抗値を測るために、電圧を1~5Vまで1Vきざみで変化させた時の、電流を計測し、抵抗値の平均を求めなさい。

悪い例(表計算ソフトの結果そのまま)



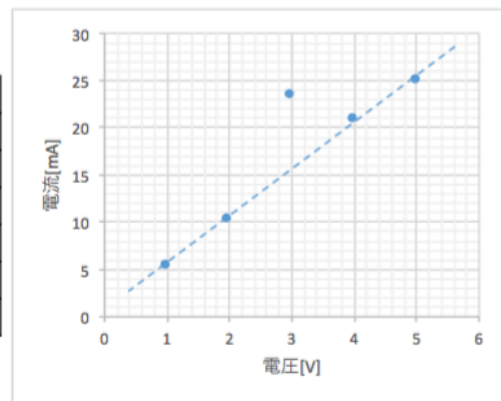
よって、抵抗の平均は、18.25145[Ω]

正しい例

- (1) 1V刻みに変化させるといっても、微妙にずれるはず。
3Vに合わせたとして、3[V], 3.0[V], 3.00[V]は違う値。
- (2) この実験では、3[V]の所だけ点が異常な値。たぶん、数値の読み間違いなどが発生していると思われるので、平均値を計算するときには除外する必要がある。
- (3) 電圧や電流には、[V], [mA], [Ω]といった単位を明記すること。
- (4) 抵抗値も有効桁数の考え方で、19.6[Ω]といった表記にすべき。

(表1) 抵抗の測定結果

E[V]	I[mA]	R=E/I[Ω]	補足
1.01	5.2	19	
1.98	10.1	19.6	
3.00	23.4	12.8	異常値
4.01	20.7	19.4	
4.99	24.9	20.0	
抵抗値の平均		19.6	3[V]は除外



(図2) 測定結果のグラフ

よって抵抗の平均は、19.6[Ω]

1. 以下の測定結果の有効数字は何桁？

34000

3.4×10^4

0.004567

2. 以下の測定結果が、丸められた数字であったとして、最小の値・最大の値を答えよ。

$123.4 + 42$

45.678×3.2

$\sin(85^\circ)$

3. 以下の測定結果の計算結果を答えよ

$12345 + 5.678$

$45.6 \div 3.1415926535$

$345678 + 5.6 \times 10^2$

3.1415926535 と 3.152 の相対誤差[%]