

レポートの書き方とデータの統計処理

Y-teraya

1 はじめに

本資料では、レポートの書き方、実験で得たデータの統計処理について取り扱う。またデータは、実験で測定した**実測値**、計算して求めた**理論値**の2つに分かれる。任意のデータが**測定の不確かさの範囲**に含まれているのか検証し、実験精度を考察できるようにすることを目的とする。

2 レポートの書き方

2.1 前提

レポートは、以下の通りに書くことが基本である。

- A4 のレポート用紙を用いる。
 - 罫線が書かれている側に文字を書き、裏には何も書かない。
- ボールペン書きでかつ修正機の使用不可。
- 必ず表紙を付け、左上にホッチキス止め。
- 漢字ミス、送り仮名ミス、漢字で書くべきところが平仮名のようなことが無いようにする。
- グラフを綺麗に描く。
 - 曲線のグラフに直線が含まれていない。
 - 直線を定規で描く。 など

2.2 「表紙」の書き方

以下のことは、必ず記載すること。

- 実験タイトル
- 実験者（共同実験者がいれば、記載のこと。）
- 実験日（可能であれば、温度と湿度も記載のこと。）
- 提出日

2.3 「実験の目的」の書き方

実験手順書を基に、簡潔に文章表現を変えて記述する。

2.4 「実験の理論」の書き方

実験の測定原理や利用する公式の記述をする。そして、式だけで1行とり番号を付け、すべての変数の定義をする。

例) 電圧を V [V], 抵抗を R [Ω], 電流を I [mA] とすると,

$$V = RI \quad (1)$$

- 電圧を V [V] のように、変数の定義をする。
- $V = RI$ という式に、(1) という番号を付ける。
- なぜこの式になるのか簡単に論じる。

2.5 「実験方法」の書き方

実験で用いた器具や試薬類を書き出す。また、実験の方法を、**実際に行った順番**で簡潔に書き並べる。

注) 実験と関係のない内容(「スイッチを入れる」など)の記述は避け、本質的な手順とその目的のみを記述すること。

2.6 「実験結果」の書き方

- 実験結果をや測定した実測値を記述する。また、得られた結果を図表やグラフを用いて**見やすく分かりやすい表現**にする。
- 図表を用いる場合、「○○の結果、表1のような結果が得られた。」のようにそれらの説明を文章中に明記する。
- また、図・グラフは「図1」、表は「表1」のように通し番号をつけ、タイトルをつける。
- 実験理論の数式を利用した場合は、必ず式番号を示す。

3 「考察」の書き方

あくまでも考察は、**自身で考えたこと**を記す。課題や**感想**や**結果**ではない。

(感想) 本実験系は、○○で**大変だった**。

(結果) 実測値から計算された**結果**は、○○だった。

例えば、測定により得られた結果から誤差などの原因や改善点を挙げる。また、実測値と理論値の比較や失敗した場合はその要因を書くといいだろう。

4 「参考文献」の書き方

引用・参考にした文献を以下のように記述する。また、カンマ・ピリオドの後には必ず、半角スペースを入れる。

[1] 鈴木花子：〇〇の測定，□□出版，1981.

[2] 山田太郎：〇〇方法の評価，□□雑誌，Vol. 3, No. 1, pp. 25-60, 2002.

基本的には，

[1] 【著者名】：【タイトル】，【出版社】，【ページ数】，【発行年日】.

[2] 【著者名】；【タイトル】，【URL】，【閲覧年日】.

で記述する。また，どの文章で参考にしたのかを明示するために，文章の最後に上付きで番号を付ける。

例) ~~~~~^[1].

5 表の書き方

表の書き方を以下に示す。表1の間違いは以下に記載している。このような書き方をしないようにすること。

電圧 ③	0	0.20	0.40	0.60	...
電流 ③					②

表1: ダメな表の例 ①

表2: 正しい表の例

電圧 [V]	0	0.20	0.40	0.60	...
電流 [mA]					

1. 表題は上を書く。
2. 表の縦線は不要。
3. 単位を明記すること。
4. 有効数字を合わせること。
5. 表の後にグラフが来る。(∵ 表を基にしてグラフ化する。)
6. 実測値を統計処理した場合は有効数字で書き，理論値や文献値と比較する。

6 グラフの書き方

グラフの書き方を以下に示す．図1の間違ひは以下に記載している．このような書き方をしないようにすること．当たり前ではあるが，グラフは**方眼範囲の中央**に描く．

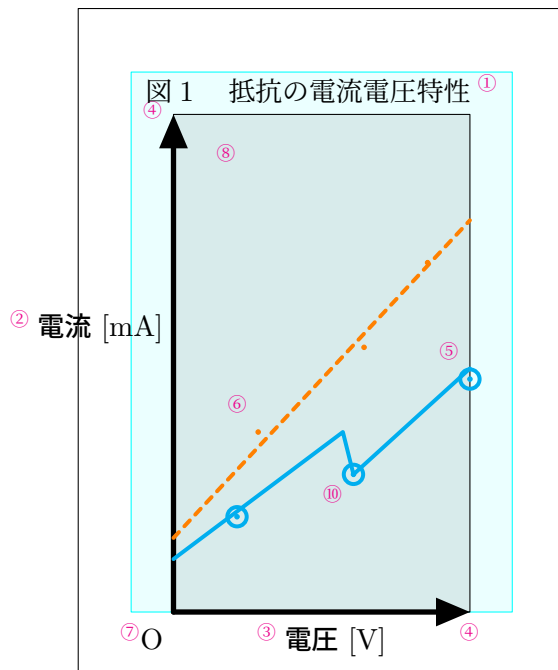


図1: ダメなグラフの例

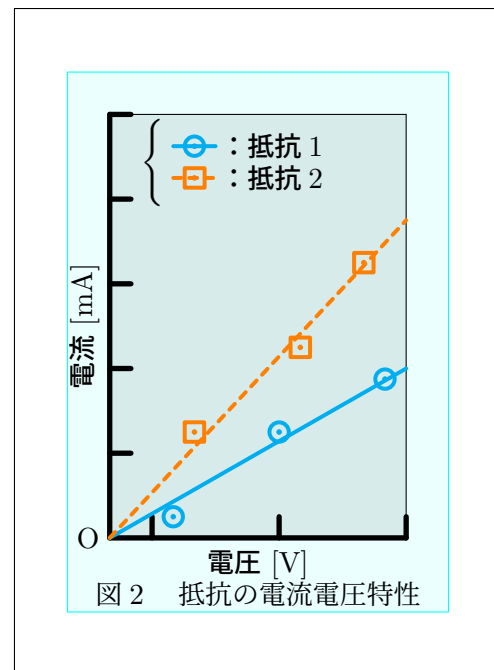


図2: 正しいグラフの例

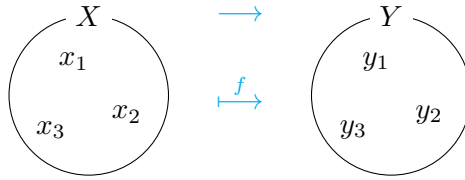
1. 図題は下に書く．
2. y 軸のラベルは縦に書く．また，ラベルは各軸の中央に単位も含め書く．
3. シアン色の方眼範囲内にすべて書き，余白には何も書かない．
4. 軸の先端は矢印にしない．
5. 灰色のプロット範囲内に点・メモリを描く．メモリの真下，真左にメモリの数値を書く．
6. 点を打つだけでは分かりにくいので，プロットした点の上に白抜き文字である○や□を上から描く．
7. 原点 O は左下ではなく隣に書く．
8. 何のデータか分からないので，凡例を必ず書く．
9. メモリは必ず付ける．
10. グラフは最適化したものを描き，折れ線になることはない．直線か滑らかな曲線で描く．
 - － 直線は最小二乗法で求め，これを理論値と仮定する．
11. 条件の変更して測定したデータは同一方眼紙に描く．
12. 3.6 でも述べたが，表の次のページにグラフを挿入する．

7 データの統計処理

集合とはモノの集まりのことである。そして、モノのことを要素という。グラフを書くとき、 x は任意に設定し、 y は実測値である。 X, Y を集合、 X から Y への写像を f とすると、以下のように表される。

$$\begin{array}{ccc} f: & X & \longrightarrow Y \\ & \Downarrow & \Downarrow \\ & x & \longmapsto y = f(x) \end{array}$$

模式図で表すと、以下である。



以下、 $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ として、統計処理の数式を記述する。

7.1 Q テスト

外れ値と疑わしいデータを棄却できるかどうかを判断する方法である。90% の信頼限界とした Q 値表が与えられている。集合 X の異常値を x_a 、異常値から一番近い値を x_{a-1} 、最大値を x_{\max} 、最小値を x_{\min} とすると、以下である。

$$Q = \frac{|x_a - x_{a-1}|}{|x_{\max} - x_{\min}|} \quad (2)$$

このとき表 3 と比較し、 Q の値が (2) 式より大きければ異常値 x_a を棄却できる。

表 3: 各データ数 n に対する Q 値

n	3	4	5	6	7	8	9	10
Q 値	0.90	0.76	0.64	0.56	0.51	0.47	0.44	0.41

7.2 平均と分散

平均は、すべてのデータを均したものである。

$$\text{平均 } \mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_i}{i} \quad (3)$$

分散は、各データと平均との差の平均である．一般にデータの**バラつき**を表す．

$$\text{分散 } \sigma^2 = \frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + \cdots + (x_n - \mu)^2}{n} \quad (4)$$

また、共分散は各成分の平均との差の積で求められる．なお X, Y の平均をそれぞれ μ_x, μ_y とする． \sum の計算は、変数 k が $1 \leq k \leq n$ の範囲での**総和**であることを示している．

$$\text{共分散 } Cov(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \mu_x)(y_k - \mu_y) \quad (5)$$

7.3 最小二乗法

最小二乗法は、以下の式で計算できる．

$$y = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x^2} x + \left(\mu_y - \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x^2} \mu_x \right) \quad (6)$$

7.4 絶対誤差と相対誤差

絶対誤差とは、実測値と理論値の差のことである．理論値は、最小二乗法によって求めた函数に代入して求める．

$$(\text{絶対誤差}) = |(\text{実測値}) - (\text{理論値})| \quad (7)$$

一方で相対誤差とは、絶対値をパーセンテージで表したものである．

$$(\text{相対誤差}) = \frac{(\text{絶対誤差})}{(\text{理論値})} \times 100 [\%] \quad (8)$$