

「白堊研究Ⅰ」（第 13 回）学習指導案

1 単元名 「グラフの描き方」

2 本時の目標 ・グラフを描く際の基本的な約束を理解し、グラフを描けるようになる。

3 本時について

数学や理科の授業時の問題演習でグラフを目にする機会は多いが、実験のように自分でデータを整理し、グラフを描くといった経験をしている生徒は少なく、2 年次の「科学研究」においてもグラフを描けない生徒が多い。

そこで本授業では、数あるグラフの中から使用頻度の高い散布図に焦点を絞って、グラフ描く際の基本的な決まり事を説明し、グラフを描く技術の習得を目指す。

4 準備・資料

・テキスト、グラフ用紙(2 枚)

5 展開

過程	学習活動	指導内容および留意点
導入 5 分	- 授業の開始 - 資料の配布 - 担当者の挨拶 - 授業目的の説明	時間前に教室に入り、始業開始のチャイムが鳴り終わったら、号令をかけさせ、開始する、資料を配布する。 担当者は自己紹介をする。 今日の「白堊研究Ⅰ」の担当の〇〇です・・・中略。 「数学や理科のテストでグラフを読むことは慣れていますが、グラフを作ることは苦手ではありませんか。何気なく見ているグラフでも、作成するときには守らなければいけないルールがあります。大学での実験レポートだけでなく、会社に入ってから報告書などを作成する際にも必要となる能力です。短い時間ですが、がんばって身に着けてください。」
展開 45 分	- 別冊資料による説明 - 教師による資料説明 - グループによる例題演習 - 教師による資料説明 - グループによる問題演習 - 教師による資料説明	「では、別冊の資料を見てください。（以下資料に従う）」 1. 授業の目的（3 分） 2-1. 回帰分析（2 分） 「それでは4人のグループをつくり例題演習をしてください。時間は 15 分です。散布図を作成し、最適な回帰曲線を引いてください。曲線の数式を求める必要はありません。」 2-2. 例題演習（15 分） 2-3. 例題の解答と自己採点（5 分） 2-4. 例題の解説（5 分） 「では、今学んだことを身に着けるため問題を解いてみましょう。時間は 5 分です。」 3-1. 問題（10 分） 「やめてください。では、回答の説明をします。」 3-2. 解答（3 分） 「本日は手書きでグラフを描きましたが、実際は Excel でグラフを作成することが多いと思います。ただし、Excel の初期設定のグラフはあまりきれいではないので、次のような点に注意してください。」 4. 参考（2 分）
まとめ 5 分	- 教師によるまとめ（5 分） - 礼儀正しく挨拶する。	「今日の授業を通して、グラフの描き方は理解できたでしょうか。将来、大学や企業などに所属すると、そこでの細かいルールはもちろんありますが、基本的な考え方は今日学んだ通りです。ぜひ、習得してください。」 「以上で、授業を終わりにします」（号令）

1. 授業の目的

この授業の目的は、皆さんにグラフの書き方の基本を習得してもらうことです。この能力は、現在受講している白垩研究Ⅰや数学・理科の授業だけでなく、将来大学や会社に入って論文やレポートを書くときに役立つ重要な能力です。下図のようにグラフには様々な種類がありますが、本授業では実験などで用いられる頻度が高い「散布図」に集中して説明をします。

グラフの作成にはいくつかの約束事があります。細かいことを挙げればきりがありませんので、今日は、最も基本的かつ重要な事項について、後に示す例題で学んでいきましょう。

2. 散布図の描き方

2-1. 回帰分析

下図は、毎日の勉強時間と某教科のテスト点数の関係を散布図に示したものです。グラフを見ればわかるように、この2つの数値は何らかの関係性がありそうです。このように、得られた実測値から2つの変数の何らかの関係性を数式で求める方法を「回帰分析」といいます。下図の例では、テストの点数を y 、勉強時間を x とした場合に、次式の関係性があることが分かりました。

$$y = 15.166x - 8.7147$$

実はこの回帰分析は奥が深く、大学で学ぶためここでは深入りしません。今日は、見た目で見えないので、すべてのデータの中心を通るように直線もしくは曲線を引いてください。人間の目は意外に優秀で、良い回帰曲線（直線を含む）が引けます。

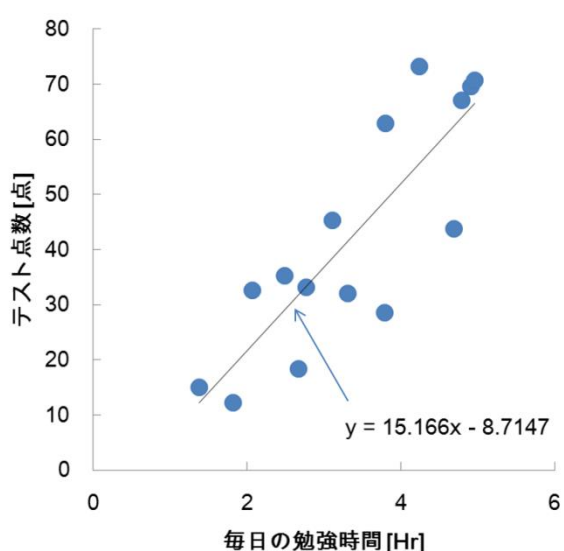


図 1 毎日の勉強時間とテスト点数の関係

2-2. 例題演習

はじめに何も教えない状態で皆さんがグラフを正しく描けるか、確認のテストをします。次の例題のグラフをグループで相談して描いてください。時間は 15 分とします。

例題

下に示す電気回路で、電源電圧は固定で 10[V]とし抵抗値[Ω]を下表のように変化させ、電流値[A]を測定した。電流値と抵抗値の関係を散布図に示し、回帰曲線を引け。ただし、数式を求める必要はない。

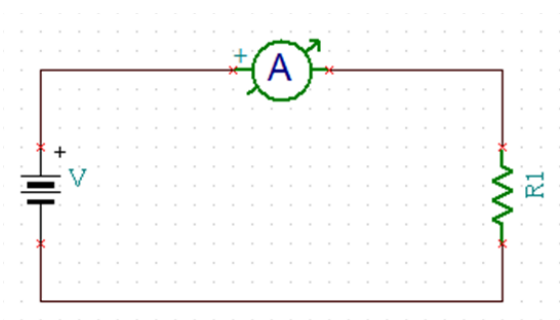


図 2 例題 1 電気回路

表 1 電流値と抵抗値の関係

	制御因子	測定値
実験回数	抵抗値 [Ω]	電流値 [A]
1	1	10
2	2	5
3	2.5	4
4	5	2
5	10	1

補足 横軸と縦軸の取り方

「グラフの縦軸って、どちらだろう」こんな疑問を持ってませんか？実験から得られるデータをグラフに整理する場合、大きく次の2つに分けることができます。

1. 意図をもって変更する数値（制御因子）と、その変化の結果である測定値の相関を調べる。
2. ある科学量の時間的な変化を調べる。

1 の場合は、グラフの「横軸に制御因子、縦軸には測定値」を描きます。先の例題では、「横軸に抵抗値 [Ω]、縦軸に電流値[A]」をとります。

2 の場合は、「横軸に時間、縦軸には測定値」をとります。

2-3. 例題の解答と自己採点

いきなりの問題でしたが、グラフは描けましたか？

グラフのポイントは7つあります。自己採点をしてみてください。

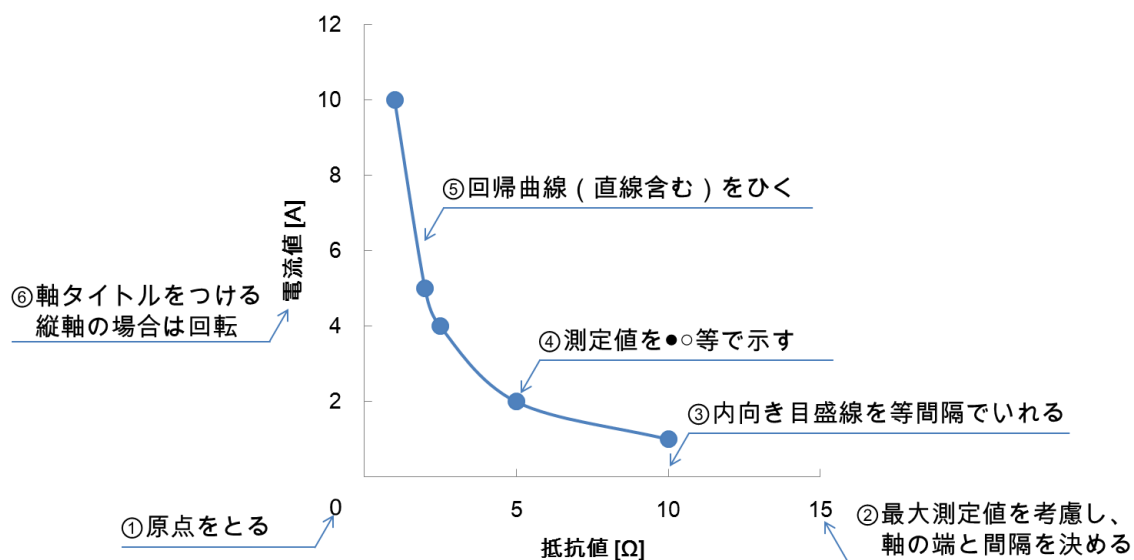


図1. 電流値と抵抗値の関係

図 3 グラフを描く際の注意点

2-4. 例題の解説

先の例題の各項目について解説をしていきます。

① 原点の取り方

グラフの基準点となる原点を必ずとってください。

② 軸の取り方

意外にできないのが、軸の取り方です。

測定値の中の最大値を見て、軸の右端（上端）の数字を自分で決めます。次の③に関係しますが、原点と最大値の間に等間隔な目盛線を入れるように、軸の右端（上端）の数字を決めてください。

③ 目盛線

横軸、縦軸のそれぞれに目盛線を入れます。②で決めた軸の端の数値を考慮し、等間隔で、内向きに目盛線を入れます。

④ 測定値の表示

測定値●や○で示します。さらにシンボルが必要な場合は、□と■、△と▲などを使います。論文の印刷は一般的に白黒が多いため、色による区分けよりも黒塗りと白塗りのセットが用いられます。パワーポイントなどの発表では、色による区別を用いても構いません。

⑤ 回帰曲線の導出

測定値の間を直線か、なめらかな曲線でつなぎます。回帰曲線が直線となるのか、曲線となるのかは、実験の基礎となる理論式を理解できていると分かります（もちろん新分野の研究などでは、理論式がない場合もあります）。下図は、例題のデータを最小二乗法により直線で求めたグラフになります。どうでしょうか。直感的に、直線で近似するにはデータが離れすぎているとは思いませんか。

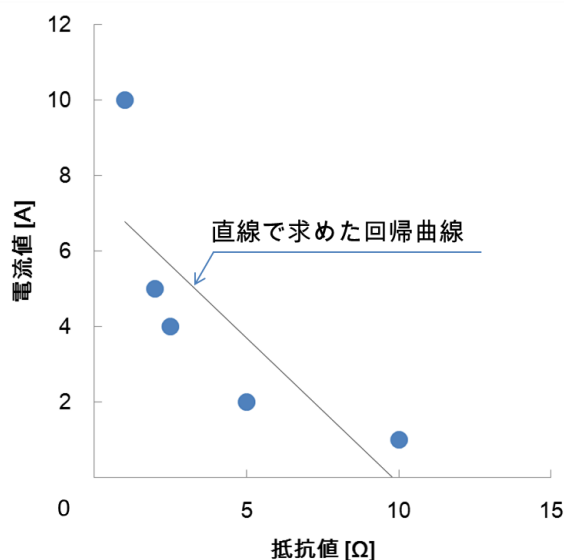


図 4 回帰曲線を直線として求めた場合

確認のため、背景にある理論式を考えます。オームの法則より $V = IR$ ですから、

$$I = \frac{V}{R}$$

となります。つまり、電流は抵抗値に反比例しますので、直線での近似が適さないことがわかります。反比例のグラフを思い出してください。

⑥ 軸のタイトル

軸には必ず名前を付けてください。その際には、単位をカギカッコ [] でくくります。

かっこの種類に明確な決まりがあるわけではありませんが、例えば横軸が時間で $t(s)$ とした場合は、() 内部が変数なのか、単位なのかの区別が付きにくいとの指摘があります。

⑦ グラフのタイトル

グラフのタイトルには、次のテンプレートがあります。

- ・「○○（縦軸）と▲▲（横軸）の関係」
- ・横軸が時間の場合は、「○○の経時変化」

論文などを描く場合は、「**図 1.** ○○と××の関係」のように一貫番号をつけてください。

また、この講義資料を見ればわかりますが、図の場合は下に、表の場合は上にタイトルを書くのが一般的です。

3. 問題演習

3-1. 問題

真空中でボールを落下させたとき、スタート地点からの経過時間と平均速度の測定結果を下表に示す。同表から、「平均速度の経時変化」の散布図を作成せよ。

表 2 自由落下するボールの変位

時間 [s]	平均速度 [m/s]
0.05	0.55
0.15	1.355
0.25	2.2
0.35	3.25



確認のポイント

1. 回帰曲線は原点を通るでしょうか。また、それはなぜでしょうか。
2. 回帰曲線は直線でしょうか？曲線でしょうか？また、それはなぜでしょうか。

3-2. 解答

模範解答のグラフと確認ポイントの解説を示します。

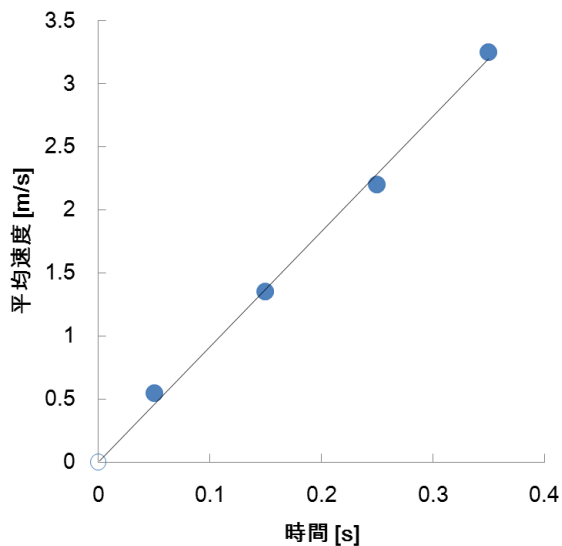


図 5 問題演習の模範解答

確認ポイントの解説

1. 回帰曲線は原点を通るでしょうか。また、それはなぜでしょうか。
2. 回帰曲線は直線でしょうか？曲線でしょうか？また、それはなぜでしょうか。

[解説]

等加速度直線運動をする場合、任意時刻の速度は $v = v_0 + at$ で表されます。特に自由落下では $v_0 = 0$ であるので、 $v = at$ となります。

以上より初速度がゼロであるため、グラフは原点を通るはずですが、自分で原点を通るとして、近似曲線を引いてください。また、理論式が $v = at$ であるため直線での近似が正しいです。

4. 参考

本授業とは直接関係ありませんが、そう遠くない将来、皆さんは Excel でグラフを描くことになります。ところがこの Excel の初期設定で表示されるグラフは、下図のようにあまり美しいものとはいえません。

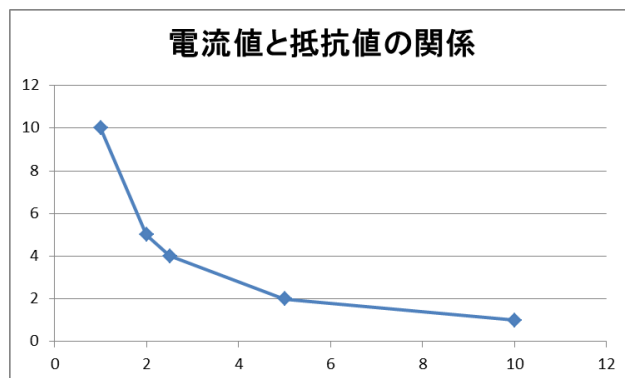


図 6 Excel 初期設定によるグラフ

詳細な手順の説明は避けますが、今日の授業を受けた皆さんは最低限以下の部分は直して描くようにしてください。

- グラフタイトルは下側に表示（初期設定では、上にしか表示できない）
- 軸タイトルと単位の記入
- 測定値シンボルの大きさ（初期値の 7pt は小さいので、10pt 程度がよい）

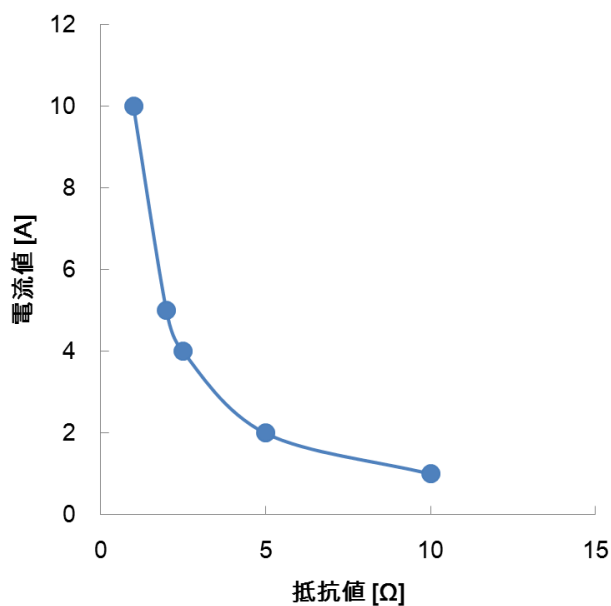


図 7 Excel により作図したグラフ例

「白堊研究Ⅰ」【Check-List】＜教員用＞

⑬グラフの描き方

1 年（ ）組

○を記入し,「要因」を記載する。↓

・ 時間通りできなかった。		
要 因		
・ 指示がうまくいかなかった。		
要 因		
・ 生徒が積極的に動かなかった。		
要 因		
・ その他の問題点		