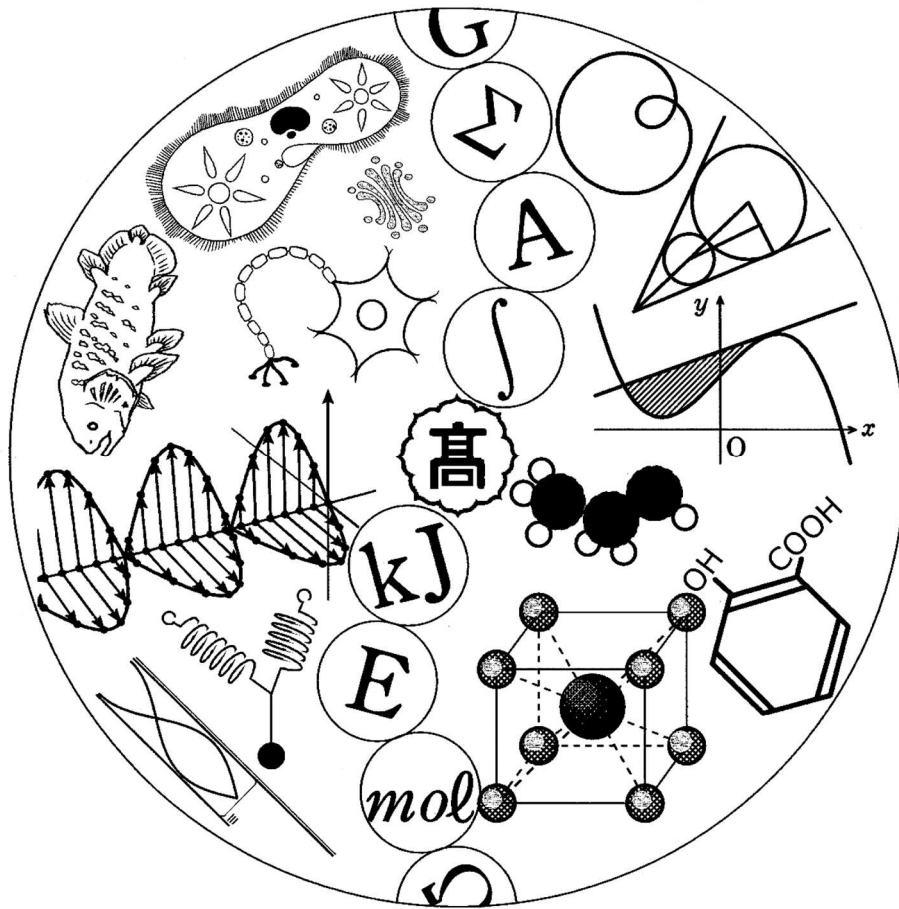


# 令和4年度 SSH 課題研究 実験ノート



科目	タイトル		
	組	番	氏名
班	共同研究者		

愛知県立一宮高等学校

## 目次

はじめに	1
課題研究の進め方	2
研究課題を決めよう	3
実験ノートの書き方	4
データの処理	5
中間発表について	10
中間発表用紙	11
中間発表の記録	12
最終発表（ポスター発表）について	13
レポートの書き方	17
課題研究の振り返り	18
自己評価シート	20
SSH 課題研究レポート評価ルーブリック	21
<b>【実験ノート】</b>	<b>22</b>
目次	
ノート①	
ノート②	
メモ	

# はじめに

## 1 なぜ課題研究が必要なのでしょう

私たちがSSHを通して皆さんに身につけて欲しいものは、「周囲に興味を持ち、科学的な姿勢で深くよく考え、自分の夢や正しいと考えることに向かって粘り強く行動する力」です。なぜ、このような力が必要なのでしょう。それは、これからは変化の激しい時代になると予想されているからです。コンピューターや情報通信の発達、経済のグローバル化を原動力にして、社会変化の速度や規模を格段に大きくします。例えば、世界的なIT企業であるGoogleは「今後20年で今の職業の50～90%をコンピューターやロボットが行うようになる」と予言しています。また、世界的企業は、安い労働力を求めて、生産拠点をますます発展途上国に移すでしょう。これらの中で、日本企業も変化を余儀なくされるでしょうし、企業が私たちに求めるものも大きく変わるでしょう。

このような状況の中で、私たちには変化に対応して新しい価値や方法を創造する力が求められているといえます。知識や技能を身に付けるこれまで通りの学習が大切であることに変わりはありませんが、それに加えて、自分から周囲に興味を持って課題を見つけ、様々な状況を科学的に正しく理解し、自分の考えを適切に表現して他と協調し、また、夢や正しいと思ったことに対して粘り強く取り組む力がより重要になるといえるのではないのでしょうか。私たちはこのような力の養成を課題研究に期待しているのです。

## 2 課題研究で身につく力

もう少し具体的に、課題研究のどの過程でどのような力を身に付けて欲しいと考えているかを説明します。

### (1) 課題を決定する力、どうすれば調べられるかを考える力

課題研究では、最初に研究テーマを自分で決めます。興味や関心のある分野を良く見回して、取り組んでみたい話題を探し、その中から検証に用いる実験方法なども考えに入れて具体的にしたい課題を作り出す作業です。課題研究ではこの過程が最も重要です。実生活で自分の希望を解決する場合でも、こうすれば前進するといった第一歩を考え出すことが最も大切であることと同じです。

### (2) ものごとを論理的に考察する力

実験・観察や実習、考察の段階では、「こうなればこうなる」という論理を一つ一つ正確に確かめることが大切です。この作業ができていないと正しい結論にたどり着くことができません。自分で調べた実験や観察の結果を一つ一つ丁寧に分析して、論理の飛躍がないように考察を進めて下さい。また、統計学的な知識も必要です。例えば、「今年の桜の開花時期は平年より早い」ということを科学的に立証するためには、検定という統計学の手法が必要になります。

### (3) 考えを表現する力

成果発表やレポート・小論文では、研究した内容を分かりやすい文章や、グラフ、表、数式を用いて他人に正確に伝えることに挑戦して下さい。

### (4) コミュニケーション力・協働性

自分一人ですることには限りがあります。適切にコミュニケーションを取りながら周囲の人と協力して進める方法を身に付けて欲しいと考えています。

### (5) 自分を理解する・自分の価値を知る

高校生の価値感がテストの成績に偏り過ぎていると言われています。本校の生徒にも、テストの成績が悪いと自分は役に立たないと感じてしまう人がいるように思います。しかし、実際は、個人の可能性はこのようなことでは決まりません。それよりもっと、自分の個性や適性を把握して、それをどのように発揮するかの方が重大だと思えます。

課題研究の中で様々な経験をするにより、自分の個性や特性を理解したり自分の価値を信じられるようになれば、好きなことややりたいこと、やるべきことが分かるようになり、それらに向けて粘り強く取り組むことができるようになると思います。

# 課題研究の進め方

## 1 研究テーマを設定し, 研究計画を立てる( 時間)

班ごとに研究テーマを決定し研究計画を立てる。研究テーマや研究内容,必要な備品を指定の用紙に記入し提出する。

## 2 計画をもとに実験等を行う( 時間)

p.4「実験ノートの書き方」を参考にし,実験ノートに実施内容を記載する事を忘れないように。発表会に向けて写真なども撮影しておくとい。

## 3 中間発表( 時間) \_\_\_\_月\_\_\_\_日 (\_\_\_\_)

中間発表は活動する講座ごとに行う。 p.11「中間発表用紙」に発表内容をまとめ,班ごとに発表する。1年次の課題研究でのプレゼン指導を思い出し,自信を持って発表し,積極的に質疑応答も行い,問題点を指摘し合いお互いの研究を高め合えるようにする。

## 4 追実験等( 時間) 【提出物】『テーマ登録用紙』提出期限\_\_\_\_月\_\_\_\_日 (\_\_\_\_)

中間発表での指摘を参考に改善する。

## 5 全体発表会の準備, ポスター作成( 時間)

全体発表会に向けた準備とポスターの作成をする。

## 6 発表( 時間) \_\_\_\_月\_\_\_\_日 (\_\_\_\_)

発表会は夏休み明けの9月に実施予定。

## 7 課題研究振り返り(1時間) \_\_\_\_月\_\_\_\_日 (\_\_\_\_)

### ○理科課題研究提出物について

#### ・レポートについて

形式については「p.17 レポートの書き方」を参照すること

提出日は原則, 課題研究振り返りの授業時 ( \_\_\_\_月\_\_\_\_日 (\_\_\_\_) \_\_\_\_限目とする

#### ・提出物

① レポート【個人】

② 実験ノート【個人】(p.18「課題研究の振り返り」 p.20「自己評価シート」記入済)

③ 学校で借りた USB フラッシュメモリ【班】(最終発表会で使ったポスターのデータのみ保存)

④ 学校で借りた SD カード【班】(データはすべて消去)

※ 各自で用意した実験材料, 作成したポスター等は持ち帰ること

# 研究課題を決めよう

課題研究を始める際に、まず行うのが研究テーマの設定です。課題研究を行う上で重要かつ難しいところだと思います。自分たちの興味を持つ、かつ目的(仮説)が明確で、自分たちに与えられた設備や時間で実現可能であるテーマを設定できるかがポイントになってきます。ここでは班の中で意見を引き出しまとめる手法である“ブレイン・ストーミング”を活用しテーマを設定しましょう。

## 手順

1. ワークシートの研究テーマ(興味のある実験や現象)を記入。
2. 全員分のワークシートを並べ、付箋にアイデアを記入し貼り付ける。
3. 出された意見に対する質問や議論をする。
4. 最後にテーマを1つに絞り仮説を記入する。

## 補足

- ・手順1は宿題とし、記入したものを持参する(最低2枚)。その他は当日付箋に書いて貼るので何も書かない。自分が持参したワークシートに関しては、テーマ以外でもある程度アイデアを出せるように準備しておくこと。
- ・付箋1枚に記入するのは1つのアイデアとし、付箋1枚に複数のアイデアは書かない。  
アイデアは質より量を重視し付箋に書いて貼る。1枚のワークシートに出来るだけ沢山の付箋を貼るように意識する。この時点で相談や議論はしない。最低30分程度は実施する。
- ・手順4では班で相談し最終的に研究するテーマの仮説を決定する。実験器具や装置が準備できずテーマを変更せざるを得ない場合もあるので第2希望まで決めておくとうい。

※課題研究は必ずしも新しい発見を伴うものでなくても構わない。すでに解明されたと考えられている現象でも、実験の条件や対象を変えて実験すると、全く異なる現象があらわれるかもしれない。テーマ設定の段階では、必ずしも「新発見」にとらわれることなく、不思議に思うこと、興味のある内容であるということを第一に、自分たちで何とか解明できそうな(仮説がたてられる)テーマを設定すること。

## 例1 ビタミンCは熱に弱いのか?

- ① 熱を加えるとビタミンCの量が減少するか知りたい。タイプ1 性質や規則性を研究する
  - ② 加熱する温度を変えてビタミンCの減少を測定する 加熱時間を変えてビタミンCの減少を測定する。  
→ただ加熱したものと、していないものとを比べるだけでは研究として薄いものになってしまうので、傾向をつかむために20℃,40℃,60℃といったようにいくつか条件を変えて行うとよい。ただし1つの実験で変数は1つにしぼった方がよい。
  - ③ ビタミンCの量をヨウ素滴定により求め、条件による比較をする。
- 仮説 ある温度以上でビタミンCが減少する。(低温では減少しないだろう)  
ある温度以上であれば、一定時間経てばすぐにビタミンCはすべて無くなる。(熱で壊れてすぐになくなるであろう)



実験結果 加熱温度が高い程減少するが、低温であっても時間が経てば減少していくことが分かった。  
仮説とは異なる結果となった。その理由は?原理を探るために、さらに新たな仮説を立て研究を深めていく。

## 例2 柑橘類の皮からリモネンを抽出する方法の研究

- ① リモネンを取り出す手法を検証したい。タイプ2 何かを作る、または測定するなどの手法を研究する
  - ② 水蒸気蒸留を用いる。
  - ③ 有機溶媒による抽出と比較。
  - ④ 溶媒を蒸発させた後残った液体(リモネン)の質量をおよび、溶解できる発砲スチロールの質量を電子天秤で量り比較する。
- 仮説 水蒸気蒸留の方が、有機溶媒を用いた抽出と比較してよく効率的に多くのリモネンが得られるであろう。

# 実験ノート の 書き方

実験ノートは、みなさんが行った研究の物的証拠になります。そのため、全実験結果を記録する必要があります。実験をしながら毎時間書くこと。

## 1 実験ノートに何を書くか

実験ノートには、その実験に関係する全てのものごとを記載しましょう。

- ① 実験テーマ ② 実験目的 ③ 実験日時 ④ 天候、気温 ⑤ 方法 ⑥ 実験操作 ⑦ 測定データ
- ⑧ 実験中のできごと、気がついたこと ⑨ 匂い、色、形など ⑩ スケッチ ⑪ 自分の考え

などそれを見れば全てが分かるように記録する。⑧、⑨などは具体的に記載することを心がける。

## 2 実験ノートをいつ記入するか

実験前	→ 必要な材料, 操作手順, 注意事項
実験中	→ 観察記録, 実験結果
実験後	→ 考察, 数値計算

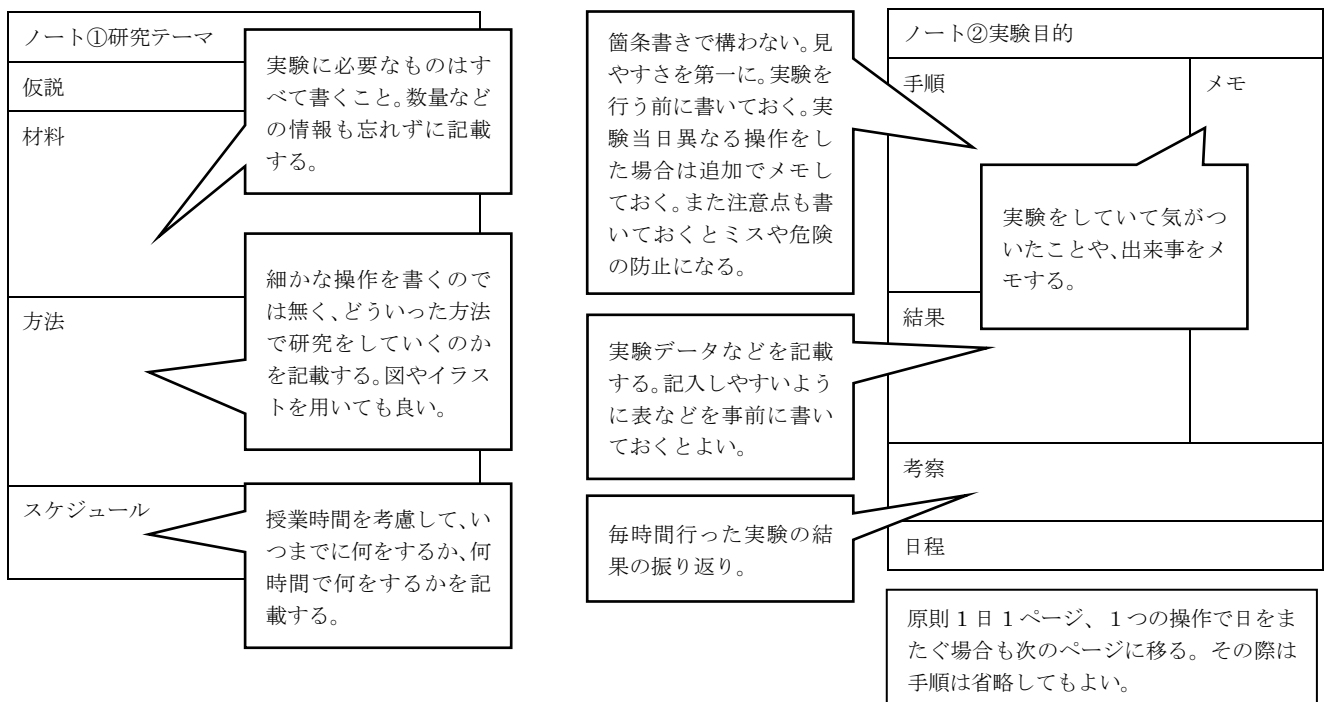
実験ノートへの記入は実験時間内だけではない。実験の予習をする段階で調べた情報や、作業をスムーズに進めるためのフローチャート(手順)、注意点など前もって記入する。これにより間違いや操作のやり忘れを防いだり、危険の防止にも繋がる。

また、実験中に記入すべき観察記録や実験結果などは必ずその場で記入する。メモ用紙などに記録を取りあとから実験ノートに清書をしようとする者もいるが、記入漏れに繋がるのでやめること。美しく体裁を整えて書く必要は無いので、本人や第三者が読めればよい。

## 3 事実を忠実に

実験ノートにやってもいない操作や、ごまかした数値を書く行為は絶対にしないように。

また、データ改ざんを疑われないためにも記入し、間違いは消さずに二重線を引いて訂正し、どのように書き間違えたかわかるようにしておくこと。



# データの処理

実験や観察によって得られたデータを、どのように処理するかが、実験結果の分析に大きく関わってきます。素晴らしい結果が得られていても、適切な処理を行わないと、その結果のすばらしさに気づかないまま終わってしまうことになります。データを上手く処理するのに役立つ手法や考え方などを、いくつか紹介します。

## 1 実験の精度について

同じ条件の下で、ある計測を行うとき、その計測が単純に計測器の値を読み取ればよいような状態は別として、計測の値にばらつきが生じることはよくあります。

長さ 1.00m の単振り子の周期を 10 回測定したら

2.01, 2.08, 1.99, 1.98, 2.01, 2.06, 1.95, 1.99, 1.89, 2.03 秒  
だったとしましょう。

こういったときに「周期としては平均値をとればよいな」と考えるだけでよいでしょうか。

このデータを 1 次元の散布図にしてみました。



このようにすると、けっこうデータのばらつきがあることが分かります。

データの散らばり具合の判断材料として、四分位範囲がありますが、一般的には標準偏差  $\sigma$  がよく用いられます

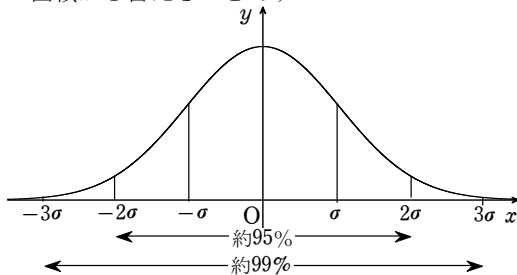
から、 $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2$  から計算してみましょう。

この場合、 $\bar{x} = 1.999$  で、 $\sigma = 0.0513$  となります。

この標準偏差を用いた範囲については、多くの自然現象などでは、 $\bar{x} - 2\sigma \leq x \leq \bar{x} + 2\sigma$  の範囲に 95% のデータが入ることが分かっています（上の場合では、 $1.8964 < x < 2.1016$  になりますが、実際には 90% のデータが入っています）。

また、 $\bar{x} - 3\sigma \leq x \leq \bar{x} + 3\sigma$  の範囲には 99% のデータが入ると言えます。

これは、標準正規分布  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$  の次のようなグラフの面積から言えることです。



この  $\sigma$  の値が小さければデータのばらつきが小さく、精度の高い実験であるといえますから、そういうことも考えてみる必要があります。

この場合、測定精度を上げるにはどのような工夫をしたらよいでしょうか。

例えば、ビデオカメラで撮影して解析するといったことも考えられますが、もう少し簡単には（単振り子の等周期性を前提として）10 往復する時間を測定して 10 で割るといったことを行えば、誤差をぐっと小さくできると思われま

ず。実験内容によっては、日を変えて実験を行っただけでデータに差が出てきた等という場合、条件を同じにしたつもりでも、意外に室温や明るさなどが関係して差が生じ

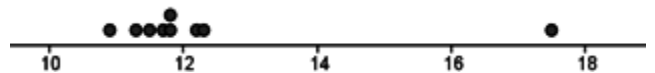
ていたなどという実験もあるかも知れません。

そういったことも、きっちり見極め、精度の高い実験を心がけましょう。

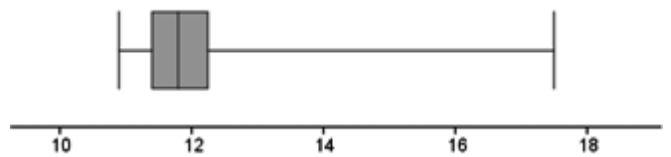
さらに、次のようなデータについて考えてみましょう。

12.3, 11.8, 11.5, 12.2, 10.9, 11.7, 11.8, 11.3, 17.5

1 次元の散布図は次の通りです。



箱ひげ図は次のようになります。



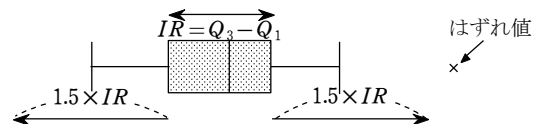
最後のデータの値が異様に大きいため、このようになりました。

実験を間違えたつもりもないのにこのようなデータが出てきてしまった場合、この扱いをどうしたらよいのでしょうか。

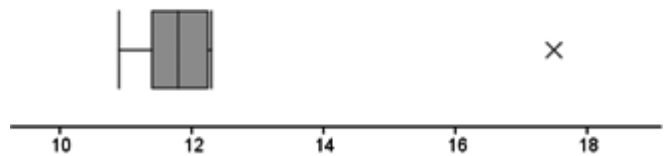
このようなデータは「はずれ値」と呼ばれます。

この場合で言えば、四分位範囲は

$Q_3 - Q_1 = 12.25 - 11.4 = 0.85$  ですが、最大の値 17.5 が、 $Q_3 + 1.5 \times 0.85 = 13.5$  を超えているので「はずれ値」と判断します（こういった判断をしない場合もあります）。つまり、四分位範囲の 1.5 倍以上ははずれているデータを「はずれ値」として扱い、箱ひげ図ではその値を  $\times$  で表します。



上の場合、次のように最大値が変わってきます（四分位数などは変わりません）。



このようなデータの扱いは「捨ててしまえばよい」というものでもなく、扱いが難しいものです。なぜこういったデータが得られたのかをきちんと検証した上で、「はずれ値として除外して処理した」などと明記する必要があります。

このように、データの精度を上げ、結果をきちんと見た上で、必要に応じて平均値や中央値、最頻値など適切な値を採用します。

## 2 2つのデータの関係について

ある実験結果が、ある生徒の研究ノートに載っていたので、掲載してみます。

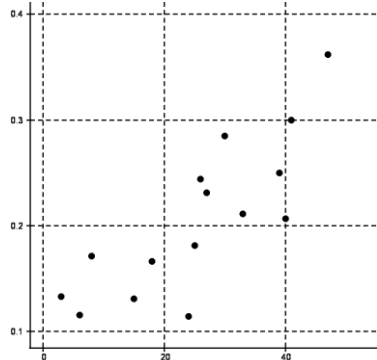
年	H19	H11	H3	H2	S57	S50
mg	0.171	0.131	0.114	0.181	0.2110	0.2066
年	H24	H21	H9	H1	S63	S60
mg	0.133	0.1155	0.166	0.244	0.231	0.285
年	S51	S49	S43			
mg	0.250	0.300	0.362			

Hは平成、Sは昭和のようです。

10円硬貨の酸素含有量を2015年に調べた結果ということですが、これを見て、どのように思いますか？ここから何か関係が分かりそうですか？

そもそも、年号表示された「年」は西暦に統一すべきでしょう。そうしたとしても、この表ではよく分かりません。

こういった場合に効果的なのは、数学Iで学習した「散布図」(相関図とも言いますが)です。



横軸は2015年から引いた「経過年数」としてプロットしましたが、表と比べて非常に分かり易い結果です。

こういった手法を活用しましょう。

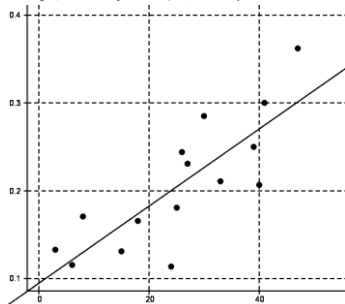
さて、散布図と言えば、**相関係数  $r$** です。このデータで相関係数を計算すると、 $r=0.81$ となりますから、「強い正の相関関係がある」ことがわかります。こういったことまで踏み込んで分析すると、説得力のある分析ができます。

これだけ素晴らしい結果が得られているのに、まとめ方が適切でないとそのことに気づかないという、もったいないことになってしまいます。

さらに、経過年数  $x$  と酸素含有量  $y$  の間に、おおよそ成り立つ関係式はどのようなものでしょう。

最も適切な関係式を、「**回帰方程式**」と言います。

それが直線であるとして方程式を求め、その直線を散布図に書き込むと次のようになります。

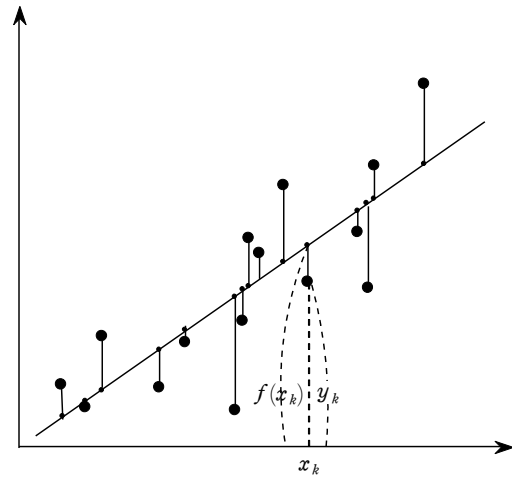


この方程式は、 $y = 0.0044x + 0.0932$ です。

この方程式  $f(x)$  は、次の図のように  $x_k, y_k$  に対して

$f(x_k)$  をとって、 $\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \{y_k - f(x_k)\}^2$  の値が最小となるよう

に  $f(x)$  を決定したもので、この方法は**最小2乗法**と呼ばれます。



なお、 $f(x)$  が1次式の場合、その方程式は、相関係数  $r$  等を用いて、 $\frac{y-\bar{y}}{s_y} = r \cdot \frac{x-\bar{x}}{s_x}$  で表されることが知られています。

ここに、 $s_x = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}$ 、 $s_y = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y})^2}$  です。

上の例では、 $\bar{x}=25.6$ 、 $\bar{y}=0.2067$ 、 $s_x=13.3138$ 、 $s_y=0.0729$ 、 $r=0.8098$ から求めると、

$y = 0.0044x + 0.0932$  となるというわけです。

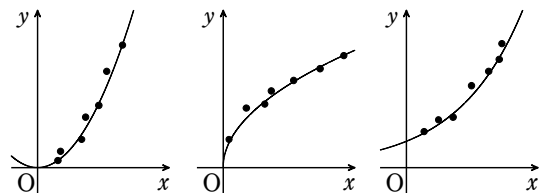
こういった方程式が求められると、(相関関係が強い場合)  $x=10$  すなわち2005年の10円硬貨の酸素含有率は、上の式に代入して**0.137mg**と推定できるというわけです。

こういった回帰曲線としては直線が使われることが多いのですが、どうみても「曲線」でしょうという場合もあります。その場合は曲線で回帰させますが、直線ほど簡単でないのは言うまでもありません。

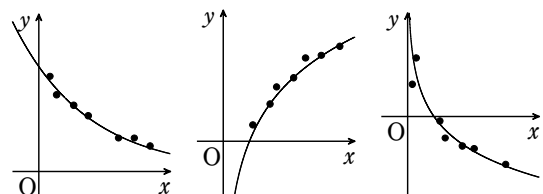
こういうケースについては、よく使われる(よく現れる)曲線を知っておいて、その形での係数を、最小2乗法で求めるようです。

よく使われる曲線としては、次のようなものがあります

- ① 2次関数      ② 無理関数      ③ 指数関数(底>1)

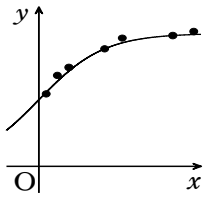


- ③' 指数関数(底<1)      ④ 対数関数(底>1)      ④' 対数関数(底<1)

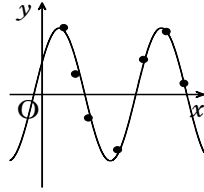




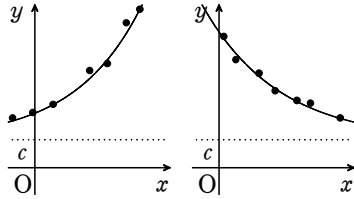
⑤ ロジスティック曲線



⑥ 三角関数



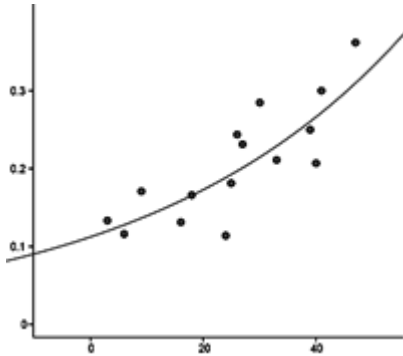
なお、①2次関数と② $\sqrt{\quad}$ の無理関数は物理現象に多く現れます。⑤のロジスティック関数は成長曲線とも呼ばれ、増加するものの一定値に漸近します。⑥の三角関数は周期性がある場合です。



ただし、例えば③などでも  $y = a^{bx}$  という形だけでなく、それを平行移動した  $y = a^{bx} + c$  などの形も想定する必要があります。

先の例を指数関数で回帰を考えた場合、次のような曲線が描かれますが、直線よりもやや適切な印象を受けます。この方程式は（係数の桁数が少ないので、やや荒いですが） $y = 0.11e^{0.02x}$  です。

ただ、これを指数関数で回帰するのが適切であるかは、 $x \rightarrow \infty$  のとき、酸素含有量が急速に増加する現象なのかどうかを含めて検証する必要があると思います。

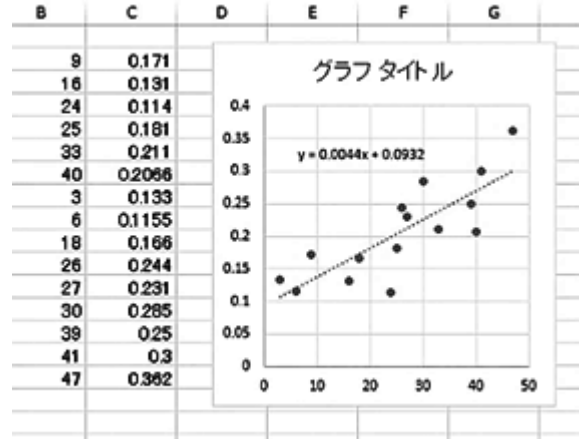


3 コンピュータの利用

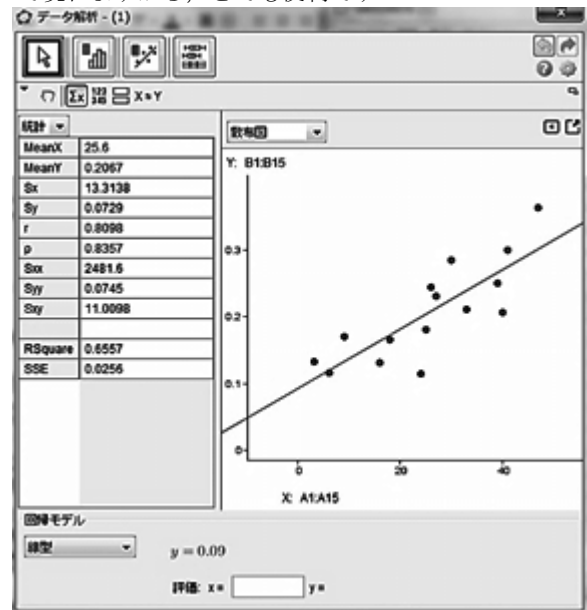
こういった図を描いたり、様々な値や方程式の算出を手作業でやっていたら時間もかかり大変です。

しかし、ありがたいことにコンピュータが使えます。

例えば、よく使われる表計算ソフト EXCEL では散布図を描いたり、相関係数を CORREL という関数を使って求めたり、回帰曲線を「近似曲線の追加」として書き加えたり、その方程式を求めたりすることができます。



また、フリーウェア GeoGebra の、表示>表計算 で EXCEL と同じようなことができます。Σx のボタンを押すと、平均値、分散、相関係数などの値が自動的に表となって現れますから、とても便利です。



GeoGebra は、箱ひげ図など EXCEL では苦手の図示や計算もお手軽にやってくれる。 「2 変量の回帰分析」では、平均、標準偏差、共分散などの様々な値も表形式で表示してくれ、回帰モデルも数パターン用意されています。

それぞれに一長一短がありますから、良いところ取りをして使い分けていくと良いでしょう。

#### 4 データの検定

ハツカダイコンの発芽実験で、赤色光と青色光を当てて、発芽率の違いを調べる実験を6回行った結果が、次のようになりました。それぞれ20粒中の発芽した粒数です。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
赤色	12	15	14	10	14	16
青色	10	13	14	12	12	15

この結果から、「青色光より赤色光を当てると発芽率が高くなる」と判断して良いのでしょうか。

平均は赤色光が13.5粒、青色光が12.7粒で、確かに赤色光の方の発芽粒数が多いですが、本当は差がほとんどないのに、たまたまこのような結果が出たということはないのでしょうか。

そこまで調べていかないと、きちんとした研究とは言えません。このようなことを調べることを「検定」と呼んでいます。

検定には様々な種類があり、検定する内容によって適切な検定の方法が異なります。

ただ、検定の考え方には共通する部分が多くありますから、2つの例を通じて検定の考え方を学習してみましょう。

##### (1) $t$ 検定

$t$  検定は2つの集団の平均値の比較に良く用いられる検定方法です。データの数と比較的少ない場合にも用いられますが、2つの集団のばらつき具合に大きな差がある場合には適切な方法ではないと言われています。

上のハツカダイコンの発芽実験で、光の色で発芽粒数に差があったのかどうかを $t$ 検定してみましょう。

赤色光のデータを  $A$ 、青色光のデータを  $B$  とします。

① データ数  $n$ 、平均値  $\bar{x}$ 、標準偏差  $\sigma$  を求めます。

$$n_A = 6, \bar{x}_A = 13.50, \sigma_A = 1.979,$$

$$n_B = 6, \bar{x}_B = 12.67, \sigma_B = 1.598$$

② 帰無仮説と呼ばれる次の仮説  $H_0$  を設定します。

$H_0$ : 「当てる光の色では発芽粒数は変わらない」

③ 片側検定か両側検定かを決めます。

この場合、発芽粒数が多い場合も少ない場合も両方考えるので、両側検定を行います。

④  $t$  値を計算します。

$$t \text{ 値は, } t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}}} \text{ で定義される値です。}$$

代入して計算すると、 $t = 0.7993$  となります。

この値は、2つの平均値の差が大きいと大きい値になり、 $H_0$  が成り立たない場合には、 $t$  は大きい値になると考えられます。

⑤ 自由度  $df$  を決定します。

$$df = (n_A - 1) + (n_B - 1) \text{ なので, } df = 10 \text{ となります。}$$

⑥  $t$  分布表を参照します。

$df = 10$  の段の値は次のようになっています。

$df$	0.2 =20%	0.1 =10%	0.05 =5%	0.02 =2%	0.01 =1%
10	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927

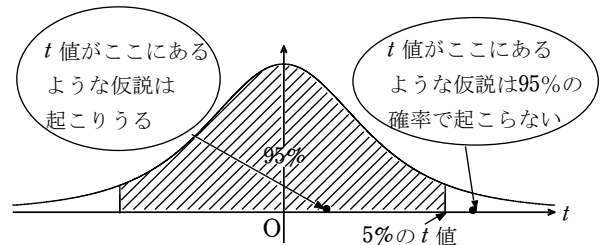
例えば5%の値2.22814の意味は、5%の危険(有意水準と言います)を覚悟で判断したとき仮説  $H_0$  が成り立つぎりぎりの値という意味です。 $t$  値がこれより大きければ  $H_0$  は成り立たず、小さければ  $H_0$  が成り立つと考えます。

$0.7993 < 2.22814$  ですから、このハツカダイコンの発芽

実験では  $H_0$  は成り立つ、すなわち「当てる光の色で発芽粒数が変わったとは(5%の危険を覚悟した判断で)言えない」こととなります。つまり、このくらいの差は普通にあることだと言っても良いかも知れません。

仮に、 $t$  値が2.5という値であれば、5%の危険を覚悟で判断したとき仮説  $H_0$  が成り立たず、「当てる光の色で発芽粒数に変化があった」「赤色光の方がよく発芽する」という結論を出すことができるというわけです。

感覚的には次のようになっています。



単純に平均値の差だけからの判断はできないということですね。

$t$  分布表 (両側検定)

$df$	0.2 =20%	0.1 =10%	0.05 =5%	0.02 =2%	0.01 =1%
1	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674
2	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484
3	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091
4	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409
5	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214
6	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743
7	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948
8	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539
9	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984
10	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927
11	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581
12	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454
13	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228
14	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684
15	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671
16	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078
17	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823
18	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844
19	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093
20	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534

##### (2) $\chi^2$ 乗 ( $\chi^2$ ) 検定

$\chi^2$  検定は比較したい事象に対する頻度の検定を行う方法です。

次のような例を考えてみましょう。

錠剤の形に成形した物質  $X$  は、空気中に放置すると1週間ほどでひび割れてくることがあるという性質を持っています。 $Y$  という溶液を錠剤  $X$  に垂らすとひび割れをある程度防止できるのではないかと考え、実験をしました。

その結果が次の通りです。個数を揃えて実験するのが普通ですが、式の説明のために個数を変えた実験です。

	ひび割れした	ひび割れしなかった	計
Yを垂らした	35	55	90
Yを垂らしてない	52	48	100
計	87	103	190

果たして、Yは錠剤Xのひび割れに対して効果があったと言って良いのでしょうか。

単にひび割れた割合を計算すれば、Yを垂らした場合の38.89%は、Yを垂らさなかった場合の52.00%より小さくなっていますから、効果があったのかなと思われます。でも、たまたまひび割れしづらい錠剤が、Yを垂らした方に多かったという可能性を否定できません。

こういったときに、 $\chi^2$ 検定を用いて効果の有無を判断することができます。

① 帰無仮説を設定します。

$H_0$ : 「Yを垂らしても効果がない」

② 期待値を計算します。

仮説 $H_0$ が正しいとすると、Yを垂らしたにもかかわらずひび割れると考えられる個数は、 $90 \times \frac{87}{190} = 41.21$ 個と期待されます。Yを垂らして割れない期待値は

$90 \times \frac{103}{190} = 48.79$ 個です（もちろん、余事象的に

$90 - 41.21 = 48.79$ としてもOKです）。

また、Yを垂らさなかった場合のひび割れの期待値は、 $100 \times \frac{87}{190} = 45.79$ 個、ひび割れしないそれは

$100 - 45.79 = 54.21$ 個ですから、これらを次のような表にまとめることができます。

	ひび割れした	ひび割れしなかった	計
Yを垂らした	41.21	48.79	90
Yを垂らしてない	45.79	54.21	100
計	87	103	190

③  $\chi^2$ 値を計算します。

$\chi^2$ 値は次のような式で計算されます。

$$\chi^2 = \frac{(35 - 41.21)^2}{41.21} + \frac{(55 - 48.79)^2}{48.79} + \frac{(52 - 45.79)^2}{45.79} + \frac{(48 - 54.21)^2}{54.21}$$

これは、「現実と期待値との差がどの程度なのかを考える値」に当たります。2乗しているのは、差が負の値の場合、それを正の値にしたいからです。したがって、この値が大きければ現実と期待値との差が大きく、仮説が正しく

ないとの判断をすることになります。

計算すると $\chi^2 = 3.2798$ となります。

④ 自由度 $df$ を調べます。

ここでは、表の値が4つありますが、そのうち1つが定まると「計」の値から残り3つの値が決まってしまうので、 $df = 1$ です。

一般に、 $m$ 行 $\times$  $n$ 列に分類された分割表では $df = (m-1)(n-1)$ となります（ここでは、 $(2-1)(2-1) = 1$ だったわけですね）。

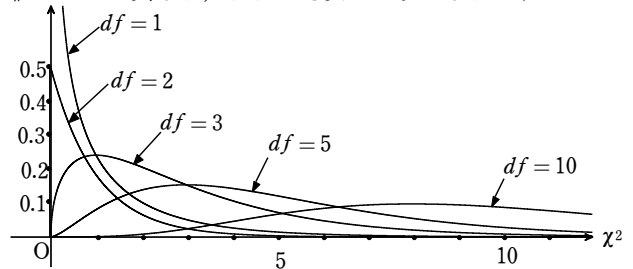
⑤  $\chi^2$ 分布表を参照します。

$df$	0.10 =10%	0.05 =5%	0.02 =2%	0.01 =1%	0.001 =0.1%
1	2.70554	3.84146	5.41189	6.63490	10.82757

t検定のときと同じように、5%の有意水準で考えると、 $3.84146 > 3.2798$ ですから、仮説 $H_0$ は捨てられない（成り立つ）ということになります。

したがって、この場合、Y溶液は錠剤Xのひび割れ防止に効果があったとは言えないということになります。これだけ「ひび割れ率」に差があっても、このような結論を出さざるを得ないので。

$\chi^2$ 分布のグラフ（下の表をプロットしたものは $df$ の値によって異なり、おおよそ次のようになります）。



(3) その他の検定とコンピュータ利用

検定したい内容によって、様々な検定の方法がありますから、必要に応じて参考書などで調べて適切な方法を採用してみましょう。

また、複雑な計算などではEXCELなどが持っている関数を用いて計算することもできます。

t検定ではTTEST、 $\chi^2$ 分布ではCHIINVといった関数がありますが、詳しい使い方は調べてみましょう。

$\chi^2$  分布表

$df$	0.98 =98%	0.95 =95%	0.80 =80%	0.50 =50%	0.20 =20%	0.10 =10%	0.05 =5%	0.02 =2%	0.01 =1%	0.001 =0.1%
1	0.00063	0.00393	0.06418	0.45494	1.64237	2.70554	3.84146	5.41189	6.63490	10.82757
2	0.04041	0.10259	0.44629	1.38629	3.21888	4.60517	5.99146	7.82405	9.21034	13.81551
3	0.18483	0.35185	1.00517	2.36597	4.64163	6.25139	7.81473	9.83741	11.34487	16.26624
4	0.42940	0.71072	1.64878	3.35669	5.98862	7.77944	9.48773	11.66784	13.27670	18.46683
5	0.75189	1.14548	2.34253	4.35146	7.28928	9.23636	11.07050	13.38822	15.08627	20.51501
6	1.13442	1.63538	3.07009	5.34812	8.55806	10.64464	12.59159	15.03321	16.81189	22.45774
7	1.56429	2.16735	3.82232	6.34581	9.80325	12.01704	14.06714	16.62242	18.47531	24.32189
8	2.03248	2.73264	4.59357	7.34412	11.03009	13.36157	15.50731	18.16823	20.09024	26.12448
9	2.53238	3.32511	5.38005	8.34283	12.24215	14.68366	16.91898	19.67902	21.66599	27.87716
10	3.05905	3.94030	6.17908	9.34182	13.44196	15.98718	18.30704	21.16077	23.20925	29.58830

# 中間発表について

## 1 実施方法

### (1) 日時

組	日程
1,2	月 日( ) 限目
3	月 日( ) 限目
4	月 日( ) 限目
5	月 日( ) 限目

### (2) 発表準備と方法

活動する講座場所で講座ごとに準備と発表を行う。発表資料の作成 20 分，実物投影機を用いた班の発表 40 分（交代時間を含む）とする。発表時間の目安は発表 5 分，質疑応答 2 分とするが，班の数が少ない講座は質疑応答時間を長くとする。

## 2 資料作成にあたって

p.11 の「中間発表用紙」に簡潔に研究の目的から今後の研究についてまでをまとめる。投影機で映すため、サインペンやボールペンなどで濃く、はっきりと書くこと。視覚的に実験の様子や結果が示せるように、図や表を用いたり、強調して伝えたい事柄は色ペンや下線を使って目立つようにする工夫もすること。

3年 SSH課題研究 中間発表用紙

<p>テーマ</p>		<p>生・物・化 組 班 数 ( )</p>
<p>研究目的</p>		
<p>方法 (図など用 いてわか りやすく)</p>		
<p>結果 (図や表で まとめら れるもの は書く)</p>		
<p>今後 (予定して いる追実 験等の計 画を書く)</p>		

# 中間発表の記録

発表日 \_\_\_月\_\_\_日( ) \_\_\_時間目 場所 \_\_\_\_\_

## 1 発表の記録

(1) 自分の発表前に注意しようと思っている点を、発表後に自己評価や改善すべきところを書いておこう。

自分の発表タイトル： \_\_\_\_\_

発表に当たって注意しようと思っていること	自己評価	改善すべきところ
1		
2		
3		

自己評価 A：良くできた B：できた C：あまりできなかった D：できなかった

(2) 他人の発表を聞いてその評価をしよう

発表のテーマ	評価	良かった点	悪かった点
( ) 班			
( ) 班			
( ) 班			
( ) 班			
( ) 班			
( ) 班			
( ) 班			

評価 A：とてもよい B：まあまあよい C：あまりよくない D：よくない

2 他の人からもらったアドバイス(発表方法について、研究内容について)

--

3 発表しての感想

--

# 最終発表（ポスター発表）について

## 1 最終発表会概要

第一体育館で、ポスター発表を実施する。作成したポスターをホワイトボード貼り、その前に立って発表を行う。発表時間以外は聴衆として他の班の発表を聞きに回る。**発表の開始、終了の合図はこちらでは行わない**ので、聴衆と発表者のタイミングで、各自で発表を始め、質疑応答まで行う。発表する時限中は、班で担当する時間帯を大まかに決め、全員が一度は発表する機会を設ける。1人ずつで時間を割り振っても良いし、2人ずつとして1人1人が同時並行で発表しても良い。数学選択者は、各時限の前半、後半どちらかの時間に発表を行うようにする。

聴衆は、発表の途中からでも参加すれば良い。そして、聞けなかった発表の最初の部分は、質疑応答の際に質問するか、次の発表をもう一度最初から聞けば良い。積極的に発表を聞きに回り、質疑を行い、記入した「評価用紙」（当日配布）を発表者に渡す。

## 2 ポスター作成の方法

ポスターは、WordもしくはPowerPointで作成する。用紙設定はA4もしくはA3とする。これを印刷する際に、分割／ポスター印刷することでA4用紙4×4もしくはA3用紙3×3で拡大して印刷する（「4. ポスターの用紙設定」「5. ポスターの印刷方法」参照）。そして、印刷された用紙を貼り合わせれば完成となる。このようにすれば、自宅でもポスターの印刷が可能となる。

### (1) 構成要素

資料は読んだだけで研究内容の全体が理解できることが重要。そのため以下の構成要素を含むのが一般的である。  
タイトル／発表者／アブストラクト（英語）／はじめに（目的）／方法／結果／考察／まとめ（結論）／文献／

### (2) 文字の大きさ

2m程度離れた場所からでも文字が読めるような文字の大きさを心がける。

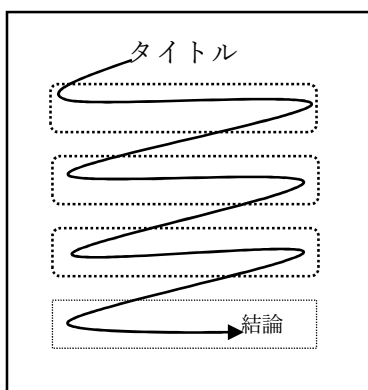
### (3) 視線の流れを意識

読み手の視線の動きを考えてレイアウト、区画分割、番号付けをする。

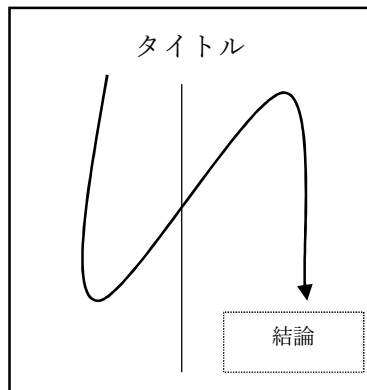
#### ・レイアウト

一般的にタイトルと発表者氏名は紙面の上部に書く。それ以外の要素の配置を考える必要がある。レイアウトで重要なのは、見る人の視線の動きを意識することである。次の図Aは整然と配置されているが、視線が激しく左右に動かされ見にくいと考えられる。一方で、図Bは中央で二分割されているため左右への視線の動きは少なく、自然に結論までたどりつける。また、図Cは結論を上部に持っていくことで、遠方でも研究成果がすぐ目に入る。

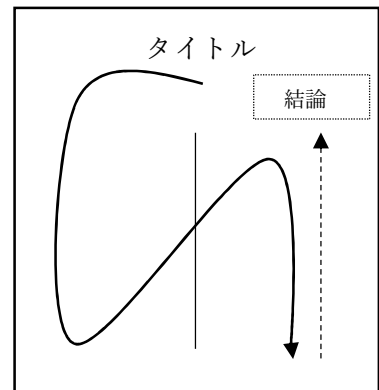
A



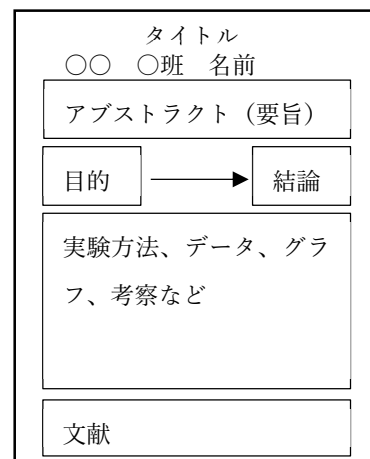
B



C



右図のレイアウト例ではタイトルのすぐ下に研究の目的と結論を並べ、まず研究の全体がわかるようにしてある。調査や実験の内容は、広いスペースを区分して視線を誘導しながら記述していき、最下部には優先度の低い参考文献を並べるようにしてある。内容によって色々なバリエーションが考えられるので工夫すること。



・図・表・画像の活用

実験装置の画像やイラストがあるとどんな研究かイメージしやすくなる。表やグラフは、測定結果や傾向を一目で理解させてくれるので活用すること。ただし沢山の画像や図を入れすぎるとポイントがぼやけるので重要なものを選ぶこと。

(4) アブストラクト (要旨)

英語で3~5行程度にまとめて書く。(要旨) ≠ (序論) を心がけ、研究の目的から研究によって明らかになったことまでが読み手にしっかり伝わるような文章にする。

・英語表記での注意

- ① 略語が出てくる場合は、最初は略さない英語で書く。カッコ内に略した語句を入れ、以降は略語を使用してもよい。
- ② 文の最初の数字は英単語(「2」ならば「two」)で書く。単語数が多い数字英単語は書かない。「図1」のようなときは英単語では書かない。
- ③ 生物の学名はイタリック体で書く。
- ④ カタカナ英語に注意。正しい単語で書く。専門用語は学校で使用している辞書では出てこない場合が多い。
- ⑤ 専門用語の英単語は脚注を入れ、日本語で補足しておく。

・書き出しの例

- ① 研究の背景・目的  
The purpose of this study is…  
The paper examines…  
他にも provides, attempts 等。
- ② 方法・内容  
This paper reviews…  
The author considers…  
他にも provides, treats 等。
- ③ 結果  
The author discovered that…  
This study reveals…  
The results show…
- ④ 考察  
Results indicate that…  
It is argued that…
- ⑤ 結論  
The study concludes…  
The author/data suggests that… 等。

Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors  
Summary

Differentiated cells can be reprogrammed to an embryonic-like state by transfer of nuclear contents into oocytes or by fusion with embryonic stem (ES) cells. Little is known about factors that induce this reprogramming. Here, we demonstrate induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic or adult fibroblasts by introducing four factors, Oct3/4, Sox2, c-Myc, and Klf4, under ES cell culture conditions. Unexpectedly, Nanog was dispensable. These cells, which we designated iPS (induced pluripotent stem) cells, exhibit the morphology and growth properties of ES cells and express ES cell marker genes. Subcutaneous transplantation of iPS cells into nude mice resulted in tumors containing a variety of tissues from all three germ layers. Following injection into blastocysts, iPS cells contributed to mouse embryonic development. These data demonstrate that pluripotent stem cells can be directly generated from fibroblast cultures by the addition of only a few defined factors.



(5) 重要な部分は強調する

重要な部分は色を変える，フォントを変える，枠で囲うなどわかりやすい工夫をする。

(6) 文の長さ

文章は短く簡潔に表現する。箇条書きも有効である。

※ 2号館3階の物理実験室前付近にポスターが掲示してあるので参考にするとよい。

3 ポスター発表のコツ

(1) 発表者の心構え

要点をおさえて“ゆっくり，はっきり，簡潔”に，原稿を読むのではなく聞き手を向いて対話するつもりで説明すること。そして，目的をはっきり提示し，目的に対する結論を明確に示す。うまくいかなかった実験でもそこから何がいえるか，目的は達成されたのかははっきり話しをすること。都合の悪いものを隠さず，ポスター発表を通し，アドバイスをもらうという謙虚な気持ちで臨む。

(2) 効果的な発表のために

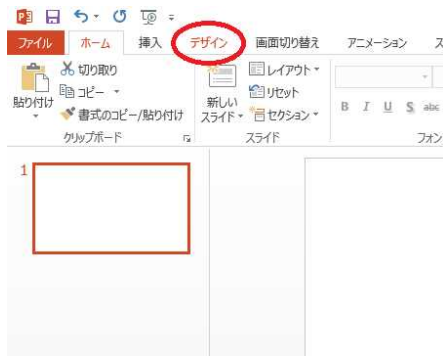
ポスターで説明するのが基本ですが，相手に伝わりやすいよういろいろ工夫するとよい。(例 サンプルや模型の提示など)

(3) 発表を聞く側の心構え

“粗さがし”をするのではなく，発表者に敬意をもって発表を聞き質問をすること。対話することで，発表者，聞き手の両者にプラスになるような，情報交換と討論の場になることを目的とする。

4 ポスターの用紙設定方法

(1) PowerPoint 起動後，タブのうちの「デザイン」を選択 (PowerPoint2013 の場合)



(2) 右の方にある「スライドのサイズ」を選択



(3) ユーザー設定のライドのサイズ → スライドのサイズ指定 → A3 or A4



## 5 ポスターの印刷方法

(1) ポスターをA4もしくはA3で作成した後、印刷 → プリンターのプロパティ を選択 (右図は PowerPoint2013 の例)



(2) ページ設定 → ページレイアウト → ポスター (A4なら4×4, A3なら3×3) を選択



(3) OK を選択し、その後印刷



# レポートの書き方

## 1 レポートとは何か

### (1) 基本的な構成要素

タイトル, 著者名, 要旨, 序論, 本論 (方法, 結果, 考察), 結論, 参考文献

### (2) レポートに必要なこと

学術的な問題を扱っていないものや、調べたことしか書いていないものは駄目。

例えば、「今朝、散歩したら気持ちよかった」という感想はブログには書けてもレポートにはなりません。でも「朝の散歩が脳を活性化させる効果」は、学術的に意味のある内容です。また、いわゆる“調べ学習”でも、文献に書いてあることだけを列挙したのではレポートになりません。自分がどういう問題意識をもってその文献を読み、どう考えたかがレポートには必要です。

### (3) 何のために書くのか

- \* 問題に対する自分の考えを相手に伝える。
- \* 研究したことを形に残す。

学校では、「レポートで評価されるから」というのも目的にはなりますが、一般には上記の2点が重要です。自分がやったこと、考えたことを相手（読者）に伝えるために書くのですから、当然、わかりやすくかつ説得力のある書き方をするための工夫が必要です。また、レポートや論文は、自分の“業績”として公表され、形として残ります。

## 2 作文技術

### (1) わかりやすい文章

レポートは文学作品ではありません。感動させる文章や味わいのある文章は必要ありません。わかりやすい文章、誤解の少ない文章を心がけましょう。

### (2) 事実と意見を区別する

学術的な文章の基本です。客観的な事実と自分の意見を明確に区別し、事実の説明に主観が入らないようにしましょう。

### (3) 「だ・である調」

「です・ます調」はレポート・論文には適しません。

### (4) 一つの文に一つの内容

一つの文を出来るだけ短く。だらだらと長文にならないようにしましょう。

### (5) 主語と述語の関係を明確に

文を書いたら、その中の主語と述語がどれなのか確認してみましょう。主語と述語があまり離れすぎているのも、文をわかりにくくさせる要因です。

### (6) 修飾語と被修飾語の関係

“旨そうな海老ののった天井”は“旨そうな「海老ののった天井」”なのか、“「旨そうな海老」ののった天井”なのか、どちらにも解釈できます。語順を変える、読点（,）を打つなどして誤解のない表現をしましょう。修飾語は、それが掛かる語のすぐ前に置くのが原則です。

## 3 レポートの形式について

レポートは原則 Word などの文章作成ソフトで作成しよう。設定や形式については以下に示すとおりです。

- ・用紙設定 …… A4 縦置き, 横書き
- ・レポートの枚数 …… 写真や図, 参考資料を含め 3 枚から 5 枚程度 (詳細は指導教員の指示に従うこと)
- ・「タイトル」, 「組, 講座, 班, 氏名」, 「アブストラクト (英語と日本語訳)」 (p.14 参照), 「目的」「方法」「結果」「考察」「文献」を必ず書くこと
- ・レポートの構成に「はじめに」や「今後」, 「謝辞」などを含んでもよい
- ・参考文献の書き方の例
  - ① 書籍の記述の場合  
著者名. ”論文名” (または書名). 発行元. 出版年. 参考にした範囲  
例 坂村健. ”グローバルスタンダードと国家戦略”. NTT 出版. 2005. p.59-97.
  - ② ウェブサイト上の記述の場合  
著者名. ”ウェブページの題名”. ウェブサイトの名称. アドレス. (参照日).  
中央教育審議会. ”教育振興基本計画について (答申)”. 文部科学省.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/chukyo/tousinn/08042205.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/chukyo/tousinn/08042205.htm). (参照 2016-8-13).

※詳細なレポートの形式については今後、指示があればそれに従うこと

# 課題研究の振り返り

## 1 課題研究の各段階での班全体の反省

今回の課題研究を、① 課題設定 ② 実験及び中間発表まで ③ 中間発表後から最終発表会までの3つの段階に分け、そのそれぞれの時期について、班全体で**良かった点・悪かった点**は何があるか振り返り、以下の表に記入する。まずいくつか思いつくことを記入した後に話し合い、追記していくように。話し合いの際には、最終発表会の際に回収した発表評価票も参考にすること。

①・良かった点（自分の考え）	・悪かった点（自分の考え）
・良かった点（話し合って気付いたこと）	・悪かった点（話し合って気付いたこと）
②・良かった点（自分の考え）	・悪かった点（自分の考え）
・良かった点（話し合って気付いたこと）	・悪かった点（話し合って気付いたこと）
③・良かった点（自分の考え）	・悪かった点（自分の考え）
・良かった点（話し合って気付いたこと）	・悪かった点（話し合って気付いたこと）

## 2 課題研究を通して、班員一人一人の反省

今回の課題研究を進めていく上で、班員一人一人の良かった点を振り返り、以下の表に記入する。それぞれの人について複数思いつくということは、それだけ周囲を見ながら取り組めたということである。自分についても記入すること。まずはいくつか思いつくことを記入した後に話し合い、追記していくように。

<p>① <u>の良かった点</u> (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>	<p>② <u>の良かった点</u> (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>
<p>③ <u>の良かった点</u> (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>	<p>④ <u>の良かった点</u> (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>
<p>⑤ <u>の良かった点</u> (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>	<p>⑥ <u>自分</u> の良かった点 (自分の考え)</p> <p>(話し合っ て気付いたこと)</p>

# 自己評価シート

このシートは研究を進める際の一つの指針とする目的で作っています。適時チェックをしながら研究を進めて下さい（各作業の前に目を通して次の作業に移る前に自己評価をして下さい）。

評価欄に記号で記入　◎ 強くそう思う　○ そう思う　△ そう思わない　× 全くそう思わない　/関係していない

番号	設問	評価
I 課題の設定・計画にあたって（課題設定日に記入 記入日 月 日）		
1	自分の興味・関心に結びついたテーマを選択していますか。	
2	自分の努力で検証できそうな課題内容になっていますか。	
3	課題解決のためにどのような手法を採ればいいかが明確になっていますか。	
4	仮説の真偽を実験や考察により自分の目と頭で確かめる計画になっていますか。	
5	インターネット上や書籍上の記述をまとめるだけの学習ではないことを自覚していますか。	
6	これまでに学習した原理や法則、経験などをもとに結論を予測していますか。	
7	課題の解決のために自分から進んで取り組もうとしていますか。	
8	課題の設定について周囲の人の意見を取り入れることが出来ていますか。	
II 実験・実習を始めるにあたって（実験・実習開始日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	仮説を検証する実験や実習に関わる知識を理解していますか。	
2	もっと良い検証方法がないかどうかを検討していますか。	
3	複数回（検証に十分な数）の実験・考察を行って信頼性を上げる計画を立てていますか。	
4	周囲の人の意見を取り入れながら計画を立てていますか。	
5	実験・実習などの方法や手順を課題研究ノートなどに簡潔にまとめましたか。	
III 実験・実習を進めるにあたって（実験・実習の中日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	実験や実習の結果を出来るだけ忠実に課題研究ノートに記入していますか。	
2	実験や実習を進めるうちに気づいたことも課題研究ノートに記入していますか。	
3	これまでの試行や考察をもとに仮説が正しいかどうかを予察的に確かめていますか。	
4	行った実験や試行の結果を尊重していますか（不都合なデータを理由なく棄却しない）。	
5	考察を単純にするために変化させる条件（操作変数）を絞って実験・実習をしていますか。	
IV 中間発表に向けて（中間発表の準備日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	実験や実習の内容やその結果について要点を分かりやすく示していますか。	
2	実験や実習の結果で得られたデータを忠実に示していますか。	
3	他の人がわかりやすいような図やグラフを用いていますか。	
4	授業で学習した法則や数式を利用して解釈していますか。	
5	有効数字を考慮して記述・表現していますか。	
V 実験・実習（後半）にあたって（中間発表後の実験開始日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	残りの時間でどこまで研究を進められるかについて見通しがありますか。	
2	もっと良い検証方法があるかどうかを検討していますか。	
3	結果の解釈について他の理解があるかどうかを検討していますか。	
4	実験や実習の結果に誤差等があればその原因やその程度について考えていますか。	
5	結果にばらつきがあればデータからどこまでの内容を述べるができるかを考えていますか。	
VI レポート作成当たって（レポートを作成初日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	どんな実験・実習や考察をしてどのような結果が得られたかを分かりやすく示していますか。	
2	興味を引くわかりやすいタイトルを考えていますか。	
3	実験や実習の結果で得られたデータを忠実に示していますか。	
4	他の人がわかりやすいような図やグラフを用いて説明していますか。	
5	他の人が追実験できるように条件や状況をはっきりと示していますか。	
6	論理の飛躍や思考の欠落がないか点検をしていますか。	
7	考察を進めるのに他の人の意見を参考にしていますか。	
8	文献や資料を用いて考察を進めていますか。	
9	参考文献などをきちんと明示してありますか。	
VII プレゼン作成に当たって（プレゼン作成日以前に確認してその後に記入 記入日 月 日）		
1	研究動機を明確に示すことができているか。	
2	他人が理解しやすい説明方法を工夫していますか。	
3	どんな実験・実習や考察をしてどのような結果になったかの要点を示していますか。	
4	原稿を読まずに聴衆にアイコンタクトを保った状態で説明できていますか。	
5	（共同発表者と協力して）十分な準備が出来ていますか。	

## SSH課題研究レポート評価ルーブリック

評価項目(得点)		得点(該当なしは0点)	1点(I:アイデア)	2点(C:つながり)	3点(E:応用)
評価の観点	A 課題設定能力	仮説は明確か。意味のあるテーマを設定しているか。	自分の力で検証することができる明確な仮説を設定している。	仮説に対して適切な検証方法が考えられている。	取り組んだ課題には科学的・社会的な意義が感じられる。
	B 論理性・創造力	論理的に考察を進めているか。成果を一般化しているか。	実験・観察, アンケートによる検証を行い, それをもとにした考察により結論を導いている。	得られた検証結果を学問的知見を用いて解釈し, 論理的な考察を組み立てることにより結論を導いている(統計的な取り扱いを含む。)	研究結果を一般化し, 学問的・社会的に意味のある知見としてまとめる努力が見られる。
	C 探究の姿勢	粘り強く探究を進めているか。検証する態度は十分か。	検証に必要なデータ(質・量)をおおむね集めている。	検証のために取得したデータから結論を引き出すまでの過程で, 関連する知見を調べたり他者に意見を求めたりして考察を進めている。	学問的知見や他者の意見を考慮した検討の結果, 追実験などによる再検証や, より高い次元の再考察へと進んでいる。
	D 表現力	適切に表現できているか。	何をどのように研究したのかが読み取れる記述になっている。	研究の内容を正確に分かり易く伝える意欲が感じられる(研究内容を知らない読者に配慮した説明, グラフや表などの適切な使用, 簡潔で明確な表現など。)	見出しの付け方が適切で, かつパラグラフライティングができており, 研究の内容を論理立てて分かり易く伝えている。



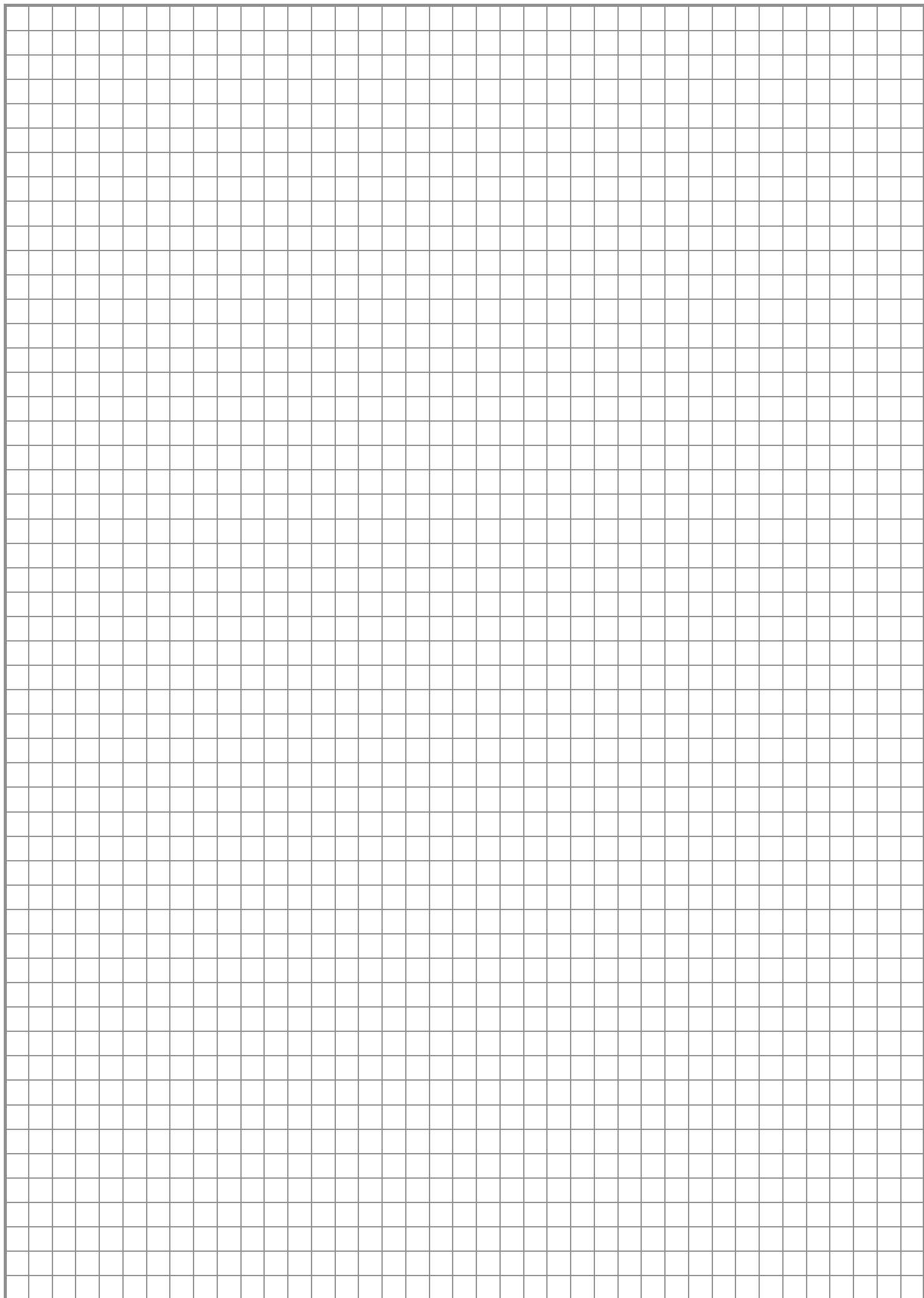


仮説

材料

方法

スケジュール



手順

メモ

結果

考察

