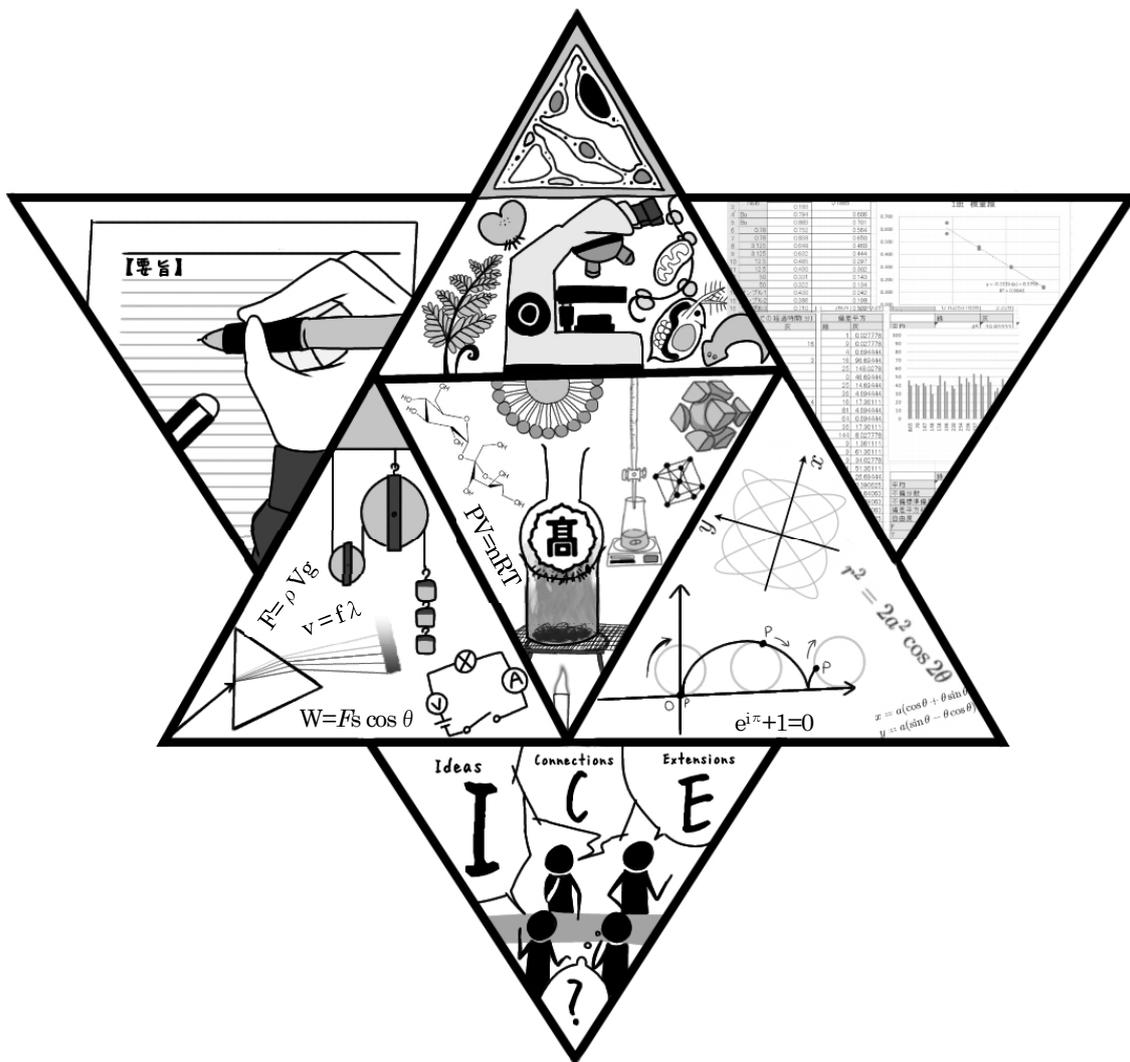


SSH 課題研究基礎Ⅱ

研究ノ一卜



組	番	氏名
---	---	----

愛知県立一宮高等学校

目次

はじめに	..... 1
年間予定	..... 2
ビタミンCの熱耐性を探る	..... 3
やさしいt検定	..... 6
比熱の測定実験	.....12
原形質流動の速度を求めよう	.....14
「研究テーマの相互評価」の進め方	.....16
ループリックをつくろう	.....17
研究課題検討用紙	.....20
研究課題相互評価シート 添付スペース	.....21
研究課題登録用紙	.....23
論文の書き方	.....24
ポスターの書き方	.....27
クラス発表会について	.....29
相互評価 添付スペース	.....30
課題研究の振り返り	.....32
レポート評価ループリック	.....34

【実験ノート】

目次

ノート①

ノート②

レポート

メモ

はじめに

1 課題研究の目的

変化の激しいこれからの時代に自分の力を発揮することができるように新しい価値・方法を創造する力を育てることが課題研究の目的です。具体的には、「自分で課題を見つける力」、「科学的に考える力」、「考えを表現する力」や自分の価値や特性を理解することで夢を持って粘り強く取り組むための基盤を育てようとしています。2年次の課題研究では、研究の技能を学びながら研究を行います。1年次の経験や反省を生かして、質の高い研究になることを期待しています。

2 2年課題研究の流れ

(1) 研究課題の決定

2年課題研究も1年同様個人で行う課題研究です。この課題研究では適切な課題を決めることが最も重要です。

研究課題の条件

- ① 2年次の課題研究は理系分野（理科、数学）に限ります。
- ② 研究テーマは1年時の研究テーマを更に深めるものも可能とするが、1年次との違いを明確にすること。再現性を確保することも大切だが、1年次と同じ事の繰り返しのみにはしない。
- ③ 必ず、自分で立てた仮説について自らの実験・観察や調査等で真偽を明らかにする研究とすること。研究を始める前に生徒間や教員による研究テーマをチェックをし、これに適合しない研究テーマについては再考を求めます。
- ④ よりよい課題研究にするために
 - ア 自分の力で筋道立てて明らかにできるかどうか重要。どうしたら仮説の真偽が明らかにできるかまで事前に考えておくことが大切です。
 - イ 「・・・をしてみた」の形式では研究にならない。「・・・という考えからすると・・・の条件にすると・・・まいくく」のように調べる内容を明確にして、条件（変数）を変えて結果を比較するとよい。ただし、一度に複数の条件を変えて比較をしても、何が要因か分からないので、1つの実験において変数は1つに絞って比較すること。

(2) 2年課題の流れ(予定)

- ① 評価基準（ルーブリック）の作成
- ② 研究テーマの決定（生徒の相互評価を含む）
- ③ 実験・観察・調査の実施
- ④ 3年生の課題研究の発表会の見学
- ⑤ 講演「データ解析を楽しもう」
- ⑥ 追実験・観察・調査の実施、
- ⑦ 講演「日本語からはじめよう」
- ⑧ 研究論文の作成
- ⑨ ポスター作成
- ⑩ 発表会
- ⑪ 振り返り

年間予定

1 ルーブリックを作ろう [月 日 () 限]

課題研究を始める前に課題研究のポイントをつかむために、研究の評価基準を作成する。

2 研究テーマの提出 [月 日 ()]

個人で研究テーマを決定し研究計画を立てる。

3 課題検討会 [月 日 () 限]

班で各々の課題研究の研究課題や検証方法について相互評価を行う。

4 計画をもとに実験等を行う

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よい。

5 講演「データ解析を楽しもう」[月 日 () 限]

統計学の基礎を学ぶ講演会を実施する。

6 追実験・観察・調査の実施

担当教員の助言を受けて追実験や追調査を行う。

7 論理的な文章の書き方指導「日本語からはじめよう」

相手に正確に情報を伝えるための文章表現のポイントを学ぶ講演会を実施する。

8 論文作成 [月 日 () 限]・[月 日 () 限]・[月 日 () 限]

「論文の書き方」を参考に論文を作成する。

9 ポスター作成 [月 日 () 限]

発表会に向けたポスターの作成を行う。p.「ポスターの書き方」を参考に作成すること。

10 クラス発表会 [月 日 () 限]

1年次の課題研究でのプレゼン指導を思い出し、自信を持って発表すること。質疑応答も積極的に行い、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。

11 振り返り [月 日 () 限]

班で作成した評価基準等を活用し2年課題研究の活動の振り返りを行う。

他班のデータ

加熱前 (実験2の結果)

1 班	2 班	3 班	4 班	5 班
mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L
6 班	7 班	8 班	9 班	10 班
mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L

加熱後 (実験3の結果)

1 班	2 班	3 班	4 班	5 班
mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L
6 班	7 班	8 班	9 班	10 班
mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L

加熱時間の変化 (実験4の結果)

	10 分	20 分	30 分
1 班	mol/L	mol/L	mol/L
2 班	mol/L	mol/L	mol/L
3 班	mol/L	mol/L	mol/L
4 班	mol/L	mol/L	mol/L
5 班	mol/L	mol/L	mol/L
6 班	mol/L	mol/L	mol/L
7 班	mol/L	mol/L	mol/L
8 班	mol/L	mol/L	mol/L
9 班	mol/L	mol/L	mol/L
10 班	mol/L	mol/L	mol/L
	40 分	50 分	60 分
1 班	mol/L	mol/L	mol/L
2 班	mol/L	mol/L	mol/L
3 班	mol/L	mol/L	mol/L
4 班	mol/L	mol/L	mol/L
5 班	mol/L	mol/L	mol/L
6 班	mol/L	mol/L	mol/L
7 班	mol/L	mol/L	mol/L
8 班	mol/L	mol/L	mol/L
9 班	mol/L	mol/L	mol/L
10 班	mol/L	mol/L	mol/L

やさしい t 検定

Excel を利用した t 検定①

1 データを入力する

<例> ビタミンCの含有量の熱変化

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	加熱なし	3.21	3.34	3.26	3.22	3.15	3.21	3.08	3.32	3.15	3.07	
3	加熱あり	2.84	2.97	2.91	3.02	3.05	2.91	2.92	3.04	2.96	2.98	
4												

(単位は $\times 10^{-3}\text{mol/l}$)

上の結果から、「加熱するとビタミンCの含有量が減少する」と判断してよいでしょうか。平均は加熱ありの方が小さいですが、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でしょうか。

こうした問題を解くために編み出されたのが「仮説検定」という方法です。仮説検定には様々な種類があり、その実験内容によって適切な検定方法が異なります。

今回の場合は2つの母集団の平均の比較をしたいのでt検定を行います。t検定にも様々な種類がありますが、今回は2つの母集団の分散が等しいとは限らないと考えて検定を行うことにします。この方法をWelch (ウェルチ) の t 検定といいます。

2 標本平均, 不偏分散を計算する。

- ・ 標本平均・・・標本(得られたデータ)の平均
- ・ 不偏分散・・・母集団の分散の不偏推定量(標本の属する母集団の分散を推定したもの)

\bar{X} : 加熱なしの場合の標本平均 \bar{Y} : 加熱ありの場合の標本平均

μ_X : 加熱なしの場合の母平均 μ_Y : 加熱ありの場合の母平均

$\widehat{\sigma}_X^2$: 加熱なしの場合の不偏分散 $\widehat{\sigma}_Y^2$: 加熱ありの場合の不偏分散

※不偏分散の計算式 $\widehat{\sigma}_X^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2$, $\widehat{\sigma}_Y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ 【データ数-1で割る】

標本分散の計算式 $\widehat{\sigma}_X^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2$, $\widehat{\sigma}_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ 【データ数で割る】

つまり, (不偏分散) = m/m-1 (標本分散)

※ Excel 上での関数 標本平均 『 = AVERAGE(B2:K2) 』 不偏分散 『 = VAR(B2:K2) 』

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	不偏分散
2	加熱なし	3.21	3.34	3.26	3.22	3.15	3.21	3.08	3.32	3.15	3.07	3.201	0.008277
3	加熱あり	2.84	2.97	2.91	3.02	3.05	2.91	2.92	3.04	2.96	2.98	2.96	0.0044

3 仮説検定の考え方

帰無仮説 H_0 : 主張したいことの逆の仮説 ← 「正しくない」と言いたい
 対立仮説 H_1 : もともと主張したい仮説 ← 帰無仮説が「正しくない」と言うことで
 「正しいと」言える

仮説 H_1 「加熱するとビタミンCの含有量が減少する」 ← 証明したい仮説

ひっくり返す↓

仮説 H_0 「加熱してもビタミンCの含有量は変わらない」 ← その反対の仮説

仮説を検証↓

仮説 H_0 は実験で得られたデータと矛盾する

↓

よって、仮説 H_0 は正しくない。つまり、仮説 H_1 は正しい。

4 帰無仮説 H_0 , 対立仮説 H_1 を立てる。

帰無仮説 H_0 : 含有量は加熱あり/なしで変わらない。 $\mu_X = \mu_Y$
 対立仮説 H_1 : 加熱すると含有量が減少する。 $\mu_X > \mu_Y$

→ 帰無仮説 H_0 が成り立つとして、計算を進めます。

片側検定で行い、有意水準は5%とします。

※有意水準 α . . . 仮説を検証するための判断基準 (帰無仮説 H_0 を棄却する基準)

5 統計検定量 T を求める。

2で求めた値, $m = n = 10$ (データ数) を代入する。帰無仮説 H_0 より, $\mu_X - \mu_Y = 0$ とします。

$$T = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_X - \mu_Y)}{\sqrt{\frac{\widehat{\sigma}_X^2}{m} + \frac{\widehat{\sigma}_Y^2}{n}}} = \quad (1)$$

(小数第3位四捨五入)

J	K	L	M	N
9	10	平均	不偏分散	
3.15	3.07	3.201	0.008277	
2.96	2.98	2.96	0.0044	
T =	=(L2-L3)/SQRT(M2/10+M3/10)			

6 棄却域を設定する。

統計検定量 T は帰無仮説 H_0 が正しいとすれば、自由度 df の t 分布にしたがいます。ただし、自由度 df の値は次のように計算します。

$$df = \frac{\frac{\widehat{\sigma}_x^2}{m} + \frac{\widehat{\sigma}_y^2}{n}}{\frac{\widehat{\sigma}_x^2}{m} + \frac{\widehat{\sigma}_y^2}{n}} = \text{(2)} \longrightarrow \text{(3)}$$

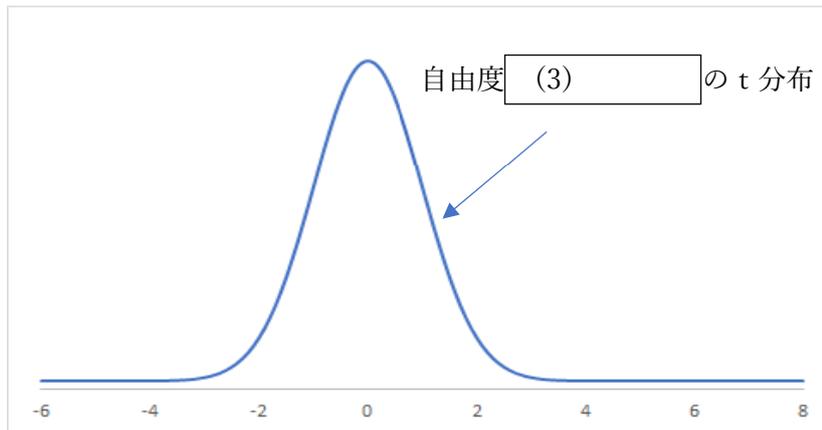
(小数第 3 位四捨五入) (最も近い整数)

K	L	M	N	O
10	平均	不偏分散		
3.07	3.201	0.008277		
2.98	2.96	0.0044		
T =	6.768844033			
df =	=(M2/10+M3/10)^2/((M2)^2/900+(M3)^2/900)			

t 分布表 (P 7) により、自由度 (3) の t 分布の上側 5% 点は、(4) です。これが棄却域の境界値になります。

7 帰無仮説が正しいかどうかを検証する。重要

- ① 横軸上に (4) の値をプロットし、横軸に垂直に線分を引く。
- ② ①の線分、グラフ、横軸で囲まれた部分を塗る。これが棄却域である (斜線部分の確率は 5%)。
- ③ 横軸に上 (1) の値をプロットする。



棄却域に入る理由は以下の 2 つ

(A) 実験データから求めた $\bar{X} - \bar{Y}$ が、たまたま減多にないほど大きかったから。

(B) 帰無仮説で仮定した $\mu_X - \mu_Y = 0$ が、実際より小さかったから。
(= 実際は $\mu_X - \mu_Y > 0$ だから)

→ 理由 (A) は減多に起こらないので、仮説検定では (B) を採用します。

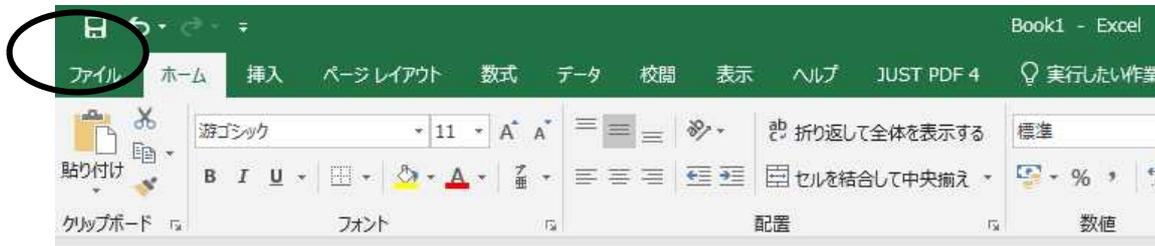
※ただし、5% の危険は含んでいます。

(4) < (1)

であるので、棄却域に含まれます。したがって、帰無仮説 H_0 は棄却され、対立仮説 H_1 が採択されます。すなわち、加熱なしの場合のビタミン C の含有量と、加熱ありの場合のビタミン C の含有量の平均には、有意な差があることがわかります。

Excel を利用した t 検定②

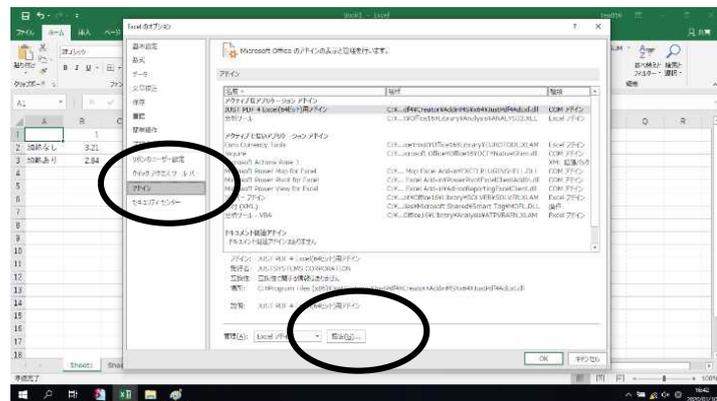
1 分析ツールを読み込む



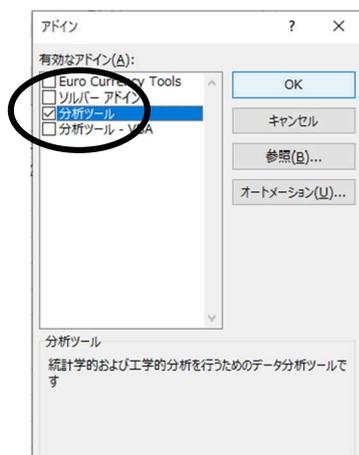
① [ファイル]タブをクリック



② [オプション]をクリック

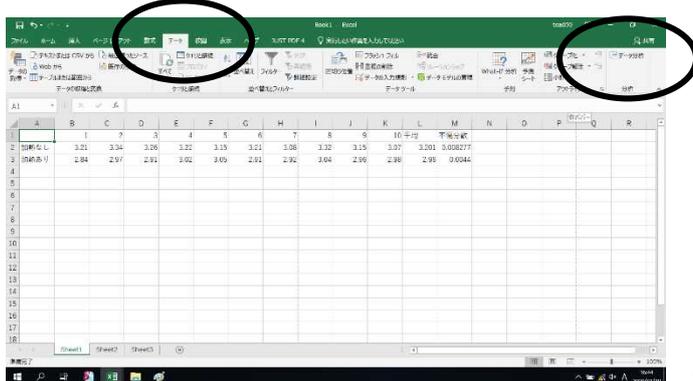


③ [アドイン]→[設定]をクリック

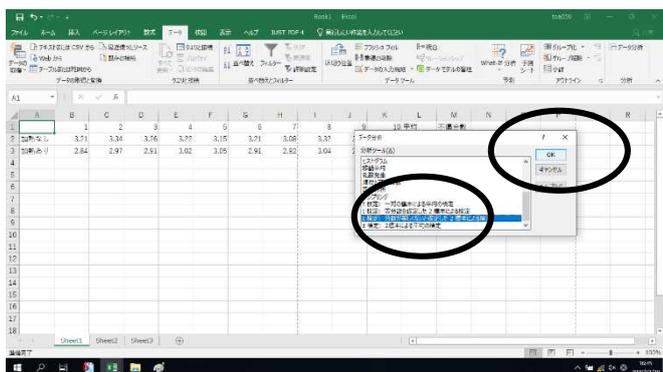


④ [分析ツール]チェックボックスをオンにして[OK]をクリック

2 読み込んだ分析ツールを利用して t 検定を行う



①[データ]タブ→[分析ツール]をクリック



②[t 検定：分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定]を選択し、[OK]をクリック

t 検定：分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定

入力元

変数 1 の入力範囲(1): ↑

変数 2 の入力範囲(2): ↑

二標本の平均値の差(H)

ラベル(L)

α (A):

出力オプション

出力先(O):

新規ワークシート(P):

新規ブック(W)

OK

キャンセル

ヘルプ(H)

③変数 1 の入力範囲：加熱なしのデータ範囲

④変数 2 の入力範囲：加熱ありのデータ範囲

⑤ α ：有意水準 5% の検定

⑥出力オプション：t 検定という名前のシートに結果を出力する

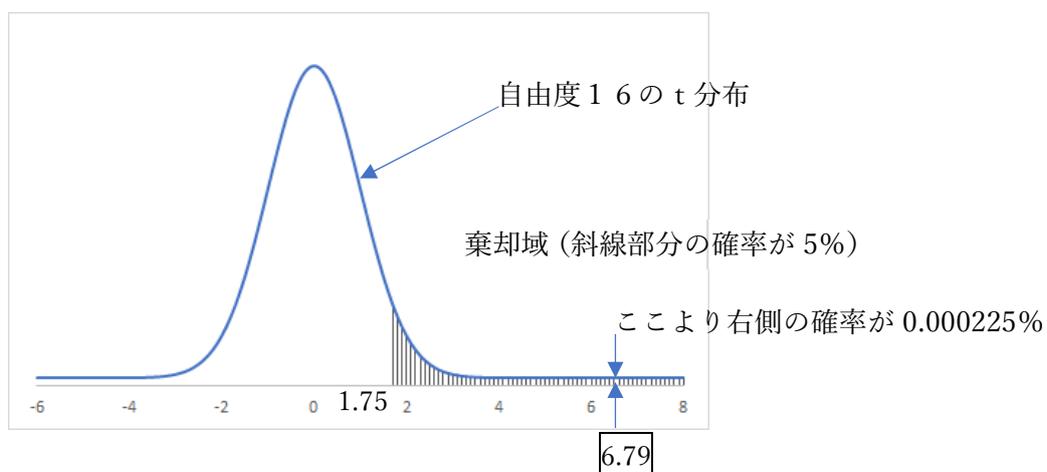
→[OK]をクリック

3 検定結果

	A	B	C	D
1	t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定			
2				
3		変数 1	変数 2	
4	平均	3.201	2.96	
5	分散	0.008277	0.0044	
6	観測数	10	10	
7	仮説平均との差異	0		
8	自由度	16		
9	t	6.768844		
10	P(T<=t) 片側	2.25E-06		
11	t 境界値 片側	1.745884		
12	P(T<=t) 両側	4.51E-06		
13	t 境界値 両側	2.119905		

太枠の数値を記入し、Excel を利用した t 検定①で求めた数値と一致することを確認しよう。

- ① 分散：標本を元に計算された、母集団の分散の推定値（不偏分散）
- ② 自由度：分散が等しくないと仮定した2標本による検定（Welch 検定）のため、正確には小数点以下も数値があるが、Excel 上では四捨五入された整数値が表示される。
- ③ P(T<=t)片側：帰無仮説が真であるとしたときに、このデータが得られる確率
 $2.25E-06 = 2.25 \times 10^{-6} = 0.00000225 (= 0.000225\%)$
 有意水準 0.05(5%)より小さくなっています。つまり、2つのデータの平均が等しいという仮説の域に入らない（棄却域に入る）ため、帰無仮説は棄却され、2つのデータの平均には有意な差があることがわかります。
- ④ t 境界値片側：片側検定で有意差が認められる境界値
 1.745884 に対して、与えられたデータから計算した t 値が 6.788844 となり、境界値よりも大きくなっています。つまり、2つのデータの平均値が等しいという仮説の域に入らない（棄却域に入る）ため、帰無仮説は棄却され、2つのデータの平均には有意な差があることがわかります。



比熱の測定実験

実施日 月 日 時限 _____ 実験室 (室温 _____ °C)

1 目的

試料 (金属) の比熱を求め、試料を同定する。

自分たちで測定方法、条件等を考え、複数回数の測定によって得られた結果の妥当性を実験者自らで評価する。

2 方法

以下の実験用品を自由に使用し、試料 (金属小、金属大のいずれか) の比熱の測定を行う。

ポットのお湯 (約 95 °C)、水道水、紙コップ、プラスチックコップ、マグカップ、お椀 (木製) サランラップ、アルミホイル、デジタル温度計、タコ糸、針金、ストップウォッチ、電卓、デジタル計量器、ビーカー、バーナー

実験の手順と結果を「3. 実施手順と結果の記録」にまとめる。

3 実施手順と結果の記録

測定 1 試料の初期条件 (質量、温度等) _____ 、環境の条件 _____

測定 2 試料の初期条件 (質量、温度等) _____ 、環境の条件 _____

測定 3 試料の初期条件 (質量、温度等) _____、環境の条件 _____

測定 4 試料の初期条件 (質量、温度等) _____、環境の条件 _____

結果

試料の比熱 _____ [J/ (K · kg)] ⇒ 試料の金属は _____

4 考察

原形質流動の速度を求めよう！

目的と目標

本実験では、原形質流動を観察し、その速度を測定する。実験を通して、1年次に使用した接眼マイクロメーター・対物マイクロメーターや光学顕微鏡の操作など、生物で扱う基本的な機器の操作に慣れることを目的とする。また、本実験を通して、「自分で実験を設計→実行→実験の方法について評価できるようになる」ことを目標とする。

この実験では用意された実験器具の他に、3種類の実験材料が与えられる。それらを自由に選び、工夫して原形質流動を測定するが、

- ・何回測定する必要があるだろうか？
- ・実験材料の特徴とその違いは何か？→原形質流動の測定に適した材料はどれだろうか？
- ・実験方法や結果を読んだ人が同じ実験を行い、同じ結果を得るためには、どんな風にレポートを書いたらいいだろうか？

という点を考えながら実験を設計してみよう。

材料・道具

与えられる材料と実験器具は以下の通り。他にも使ったものがあれば記録しておこう。

材料：オオカナダモの葉、シャジクモ、ムラサキツユクサのおしべの毛

実験器具：光学顕微鏡、対物・接眼マイクロメーター、ストップウォッチ、ピンセット、スポイト、スライドガラス、カバーガラス、

実験方法

図表などを参考にしながら、実験を設計しよう。手順やどのように量るか(測定基準)を記録しておく。

結果と考察

結果を細かく記録しよう。また、結果から分かったことを踏まえて考察を書こう。

レポート

「論文の書き方」を参照しながら、実験を文章化しよう。A4 レポート用紙 2～5 枚程度。Word などを書いて提出してもよい。その場合は、用紙サイズ A4、余白(上下左右)15mm、タイトルは「MS ゴシック」で 12 ポイント、本文は「MS 明朝」で 10.5 ポイント。

★「検証回数は妥当であったか」など、実験方法について必ず評価・考察すること!

研究テーマの相互評価の進め方

1 日程及び場所

(1) 日程

2年1組	2年2組	2年3組	2年4組	2年5組
月 日 限	月 日 限	月 日 限	月 日 限	月 日 限

(2) 場所

実施場所； _____

2 内容

(1) 各自 研究計画作成（「研究課題検討用紙」への記入）

① 研究テーマの設定

以下の点を満たしているものを研究テーマに設定すること。

- ・理科、数学の領域で興味、関心のある事柄や現象である
 - ・その事柄や現象が未知の要素（確証を得ていない点、明らかにされていない点）を含んでいる
 - ・以上の要素について、仮説が立てられる
 - ・立てた仮説の確証、反証が得られる実験（条件、理由、原因を探究できる）計画が立てられる
- ※ 1年次の研究の継続を希望する場合、新たな仮説、研究方法で行うことを条件に認める。

② 検証、実験計画の立案

仮説を検証するために必要な実験方法を考える。以下の点を考えながら計画を立てること。

- ・実験において、変える条件（変数）を何にするか
- ・実験データ、サンプルの数はいくつ必要か
- ・アンケート調査など被験者に協力を依頼する場合、被験者の抽出方法、数、実施場所や時期の影響はしっかり考えたか
- ・自分で得たデータをもとに検証が行えるか

③ 自己評価

自分の設定したテーマ、仮説、仮説を明らかにするための検証方法を自己評価表及び自己評価用ルーブリックをもとに見直す。

(2) 授業 相互評価

① 研究テーマの発表

「研究課題検討用紙」をもとに研究テーマ、明らかにすること、具体的な検証方法を、班内で発表・説明する。その他発表資料を持参して発表してもよい。

② 相互評価

班内のほかの生徒の発表を聞き、研究課題相互評価シートを記入する。条件設定が適切かどうか、仮説がきちんと分かる検証方法になっているか、など意見交換する。

活動時間の目安

- (i) 研究課題、明らかにすること、検証方法などの発表 5分
- (ii) 発表についてわかりにくいところを班内で質疑 5分
- (iii) 相互評価表記入（必ず良いところと悪いところを書く） 3分

③ 研究課題の見直し

互いに書いた研究課題相互評価シートを発表者に渡し、実験ノートの「相互評価」のページに貼る。もらった意見をもとに自分の研究課題を修正・改善し、「研究課題登録用紙」を作成する。

実験ノートの提出（「研究課題登録用紙」まで記入） _____ 月 日（ ）提出

ルーブリックをつくろう

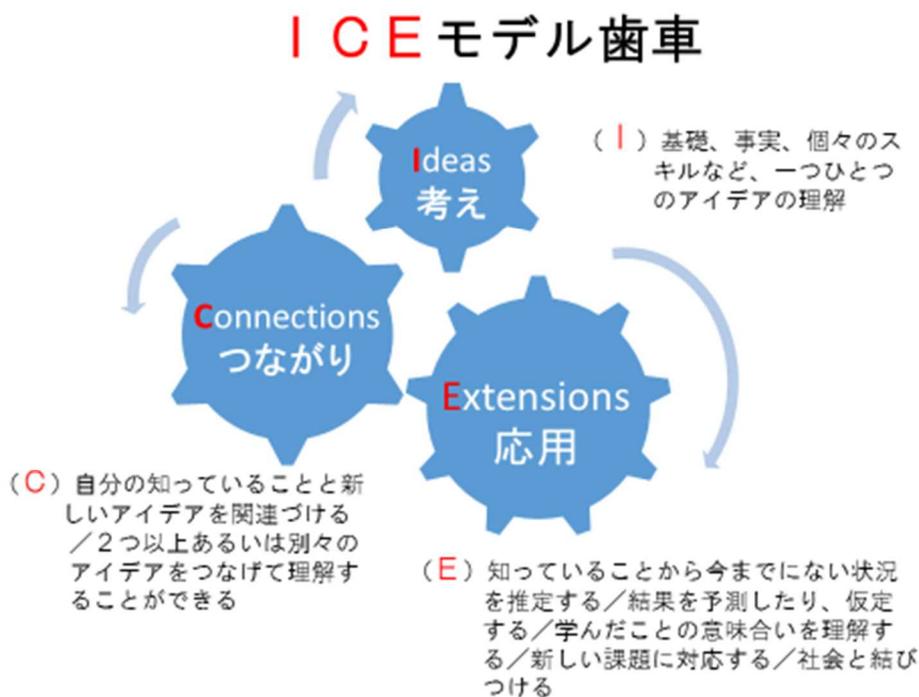
ルーブリックとは

評価基準表のことで、どこまで到達できたかの絶対評価を行うための「ものさし」です。テスト形式での方法では評価が難しい「技能」や「思考力」「取り組む姿勢」などを評価することができます。

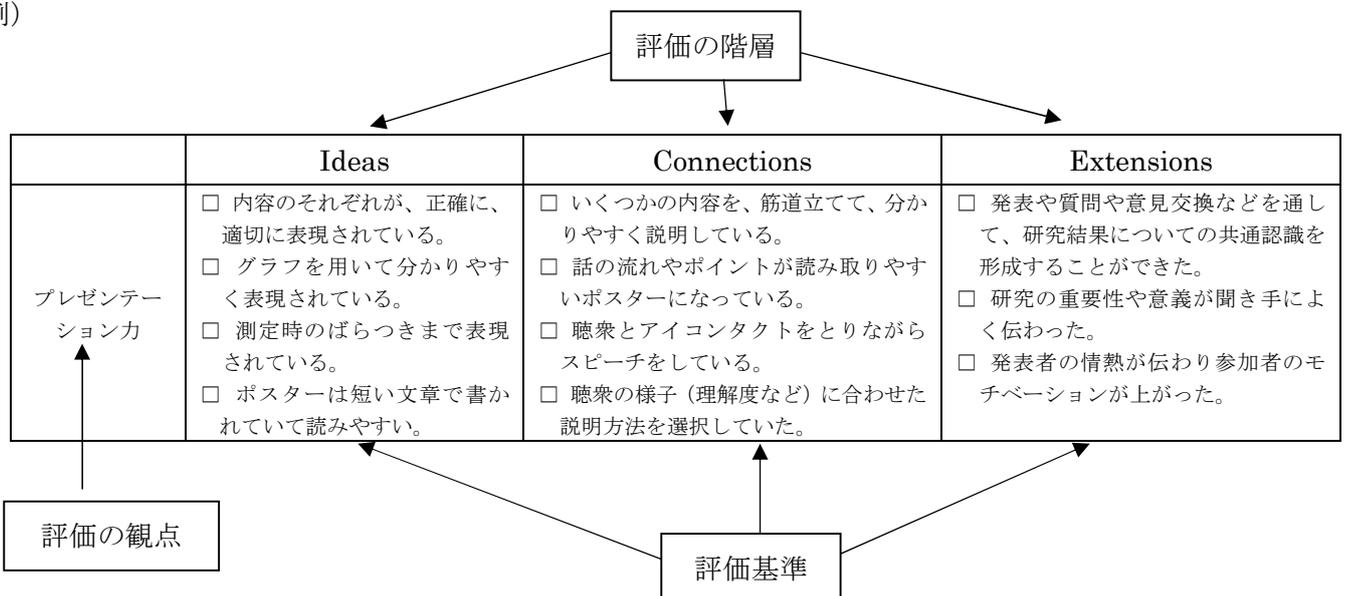
ルーブリックを使用することで「今自分がどの項目をどれくらいできているのか？」という自己評価を実施しやすくなり、このような自己評価をすることで、内省の習慣や自身を客観的に見つめる力を高める機会を作ることができます。また、ルーブリックを通して良い研究とは何かが明確になれば、研究に対する意欲の向上や研究をスムーズに進めることも期待できます。

ICEモデルルーブリックとは

I (アイデア, 基礎知識), C (コネクション, つながり, 関連づけ), E (エクステンション, 応用, 実践) の頭文字を取って, ICE (アイス) と呼び, 評価を三つの領域で捉えようとする考え方は。



(例)



ループリックを作る（2時間）の進め方

【1時間目の内容】

1 概要説明（15分）

- (1) 2年課題研究の概要（年間スケジュール、注意点など）
- (2) ループリック作成の目的
 - ・ループリックを作ることで何に気をつけて取り組むべきかがよく分かります。
 - ・自分の活動がうまくいっているかどうかを自分で評価する力が付きます。
- (3) ループリック作成の流れ
 - ・振り返りシートから気づいた点を拾い出します。
 - ・それを整理して、討論しながら何が大切かをまとめます。
 - ・自分たちを評価するための基準（目標）を文章化します。

2 ループリック作成作業（35分）

- (1) 1年課題研究全体発表会で作成した振り返りシートをもとに気付いた点を拾い出します。
 - ※振り返りシートは発表会を見て書きましたが、作成するループリックは課題研究全般のものとしします。各自で振り返りシートの内容を課題研究全般について読み替えて進めて下さい。
 - ・良い点や悪い点を全て書き出します（1枚の付箋には1つだけ書くようにします。）。
 - ・思い出したことや加えた方がよいことがあれば書き足して下さい。
 - ・他の人と相談しながら進めます。
 - (2) 付箋を分類します。
 - ・同じ内容の付箋どうしは重ねて1山にします。
 - ・できた付箋の山を元に、どのような事が大切と考えられるかをまとめてください。
 - ・まとめた付箋を、指定した観点（課題設定、論理性、プレゼンテーション力）とその他のものに分けます。
 - (3) 各観点の付箋の山を、I(Ideas)、C(Connections)、E(Extensions)の段階に分けていきます。
 - ※Iは1つの事実・考え・技術に関するもの
 - Cは2つ以上のIdeasをつなげて考えることに関するもの
 - EはIdeasやConnectionsを応用して新しい考えを創り出すことに関するもの
 - ・I、C、Eはどれも重要です（どれがより高度ということではありません）。
 - ・I、C、Eの段階に入る付箋がない場合は、ここで考えて付け足して下さい。
 - ・作業の段階で、この考えが必要というものを思いついたら、付箋を付け足して下さい。
- #### 3 評価基準（文章）の作成（15分）
- ・悪い点、良い点、気づいた点などの付箋の山を、評価基準にふさわしい文章で表現します。
 - ・その文章を付箋に書いて、付箋の山の一番上に張っていきます。

【2時間目の内容】

- 1 評価基準としての文章作り（1時間目の3の続き）（10分）
 - ・全てを文章化して表現のバランスを取ります（ループリック（案）の完成）。
- 2 ループリックの清書（10分）
 - ・できたループリック（案）を清書します。
 - ・この際、各記述文の文頭に、各自が研究時にチェックできるように、□を付け加えて下さい。
- 3 各班のループリック（案）の発表。（35分）
 - ・各班3分でループリック案を説明します。
- 4 ループリックの修正（5分）
 - ・他班の発表を聞いてループリックを修正して完成させます。
- 5 アンケート記入（5分）

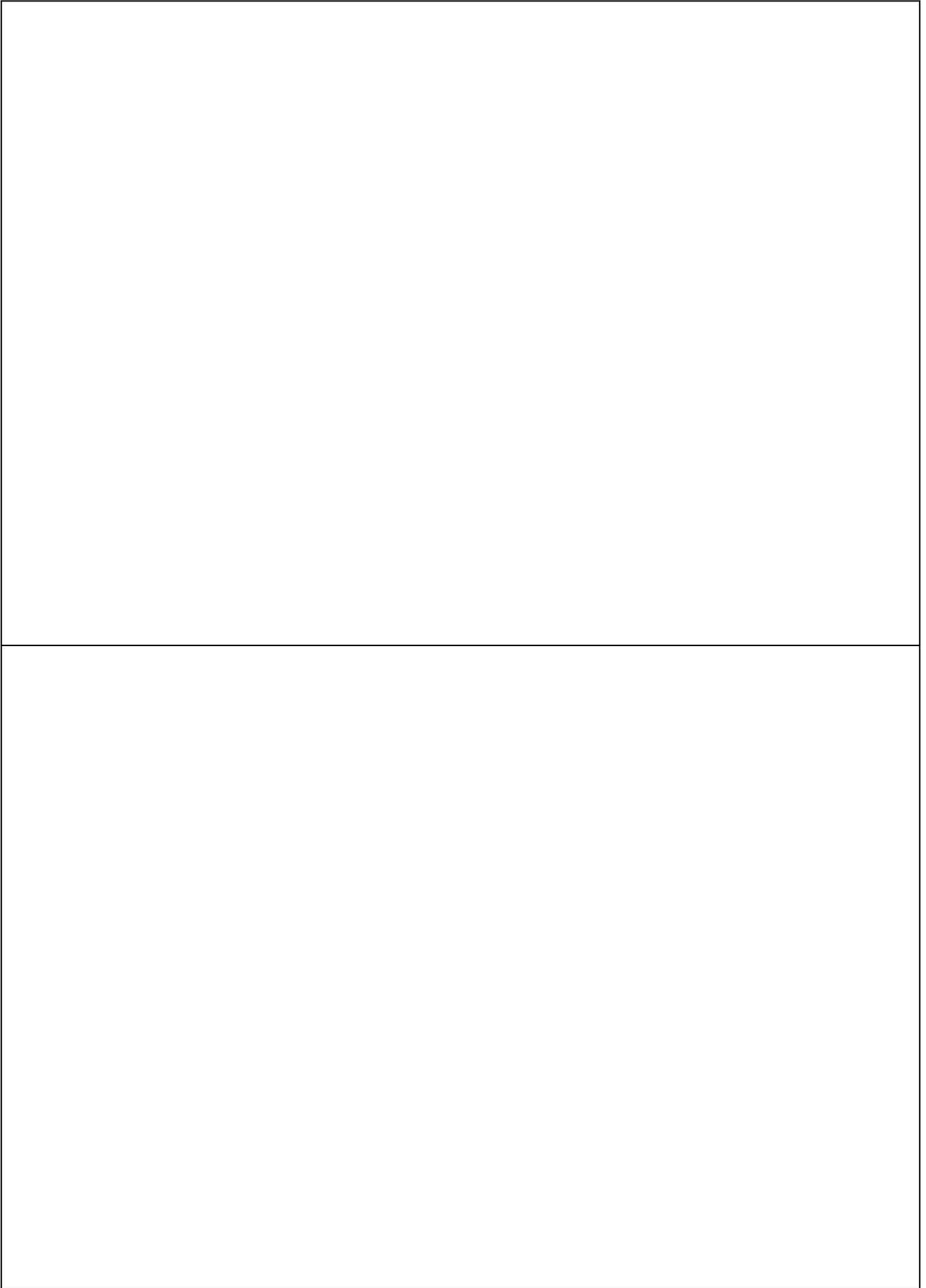
※完成したループリックとアンケートは、課題研究の担当教員まで、係が集めて提出して下さい。

年 月 日作成

観点	Ideas	Connections	Extensions
課題や仮説の 立て方 (課題設定)			
検証や考察 内容の信頼性 (論理性)			
内容の示し方 (プレゼンテ ーション力)			
その他			

2年()組()班 班員氏名()

研究課題相互評価シート 添付スペース



研究課題登録用紙

1 研究課題

※必ず、自分で取ったデータをもとに仮説が検証できる課題にすること。

2 明らかにしたいこと（具体的な仮説）

3 具体的な検証方法（図や表などを用いてもよい）

4 課題研究のテーマに関する自己評価表

※1～4のうち当てはまるものを一つに○を入れよ。

自己評価の基準 1：そうでない 2：あまりそうでない 3：だいたいそうだ 4：そうだ

評価の内容	1	2	3	4
実験・観察やアンケート調査によって考えの真偽を確かめる計画になっている。				
興味・関心の強いテーマを選んでいる。				
ただやってみただけではなく、目的となる真偽を確かめる仮説がはっきりしている。				
これまでに学習した知識によって深く考察できる研究テーマである。				
検証実験や考察は自分の力でできる（大学の研究者等の力を借りない）。				
どうすれば仮説を検証できるかの検証方法が具体的になっている。				
仮説や検証方法を設定するにあたって、周囲の人の意見を参考にした。				
もっと良い検証方法がないかを何度か考えて決定した。				
検証の信頼性をあげるための実験・観察や調査の方法について検討した。				

論文の書き方

1 提出について

[月 日 ()] に下記担当に論文を提出する。

1組 ()、 2組 ()、 3組 ()、 4組 ()、 5組 ()

2 論文の様式

(1) 字数

2,500 字程度。(3 ページ～5 ページ程度)

(2) 用紙

①A4 縦置き・横書きとする。実験ノートの後ろの罫線付きのページに作成したものを印刷し貼り付ける。

②原則パソコン等を使用して Word を用いて作成する。

(3) 書き方

①自分の考えや検証内容について、研究を全く知らない他人が読んでも分かるように工夫する。

②図や表、写真等をうまく使う。

③長い文章は、適宜、箇条書きで読み取り易いように示す。

④講演会の講義内容を参考にすること。特に、講演会で作成したチェック表を活用して、自身で書いた文章を確認すること。

⑤1年次に学習したパラグラフィティングを意識し、読みやすい文章を心掛けること。

(4) 章立て

*以下の章立てを基本とする。提出の際は左上の端をホッチキスで閉じること。

タイトル

最初に実験内容について題名を書く。簡潔でよいが、具体的な研究内容が相手に伝わるようにすること。

クラス番号氏名

要旨

どのような考えのもとにどのような検証を行って、どのような結論に至ったかを簡潔に示す。

見る人が研究の概要を一目で把握できるようすることが目的である。100～200 字で簡潔にまとめること。

1 はじめに

「過去の事例研究」「新しい着眼点」などを踏まえながら、取り組んだ問題とそれに取り組む理由を明らかにする。必ず、「どのような問題に」「なぜ取り組むのか」ということを明確に書く。ここで取り組んだ問題と取り組む理由を明示しなければ、何もわからないまま②に行くこととなり、明瞭な論理的文章は書けない。この部分では、「述べる」「論じる」「扱う」「報告する」「紹介する」「明らかにする」「示す」などの動詞を使いながら書くとよい。

「問題に取り組むにあたって考えた自分なりの仮説(予想)」も必ず書くこと。

2 実験方法

読者が同じように実験を再現できるようにわかりやすく書く。必要に応じて写真や図、表を入れる。図等にはタイトルや番号をつける。

3 結果及び考察

(1) 結果

実験結果を具体的に示す。長くなりがちなので、一文を短くしたり、段落を分けたりと、見やすくなるよう心がける。本など参考文献の中の文章を引用する場合は、その文章を一字一句間違わずに引用すること。ここでは「わかった」「明らかになった」「見られた」「現れた」などを使用するとよい。

必要に応じて得られたデータをグラフや表にして読み取りやすく示す。その際、タイトルや目盛り、単位など必要な要素も忘れないように記載する。パソコンで作成する場合は白黒印刷しても読みやすいようにグラフの色は工夫する。(模様をつけるとよい)

※後述の通り、ここでは「結果を見てわかること」(データの変化など)を書く。実験データの表やグラフ、写真を張り付けるだけでは不十分であり、必ず文章で結果を説明すること。

(2) 考察

結果について、なぜそのようになるのか分析し、理由を説明し、裏付ける。結果だけでなく、なぜその結果が生じたのかということを考える。必ず自分自身で考えること。また参考にした意見は必ず引用として明示すること。ここでは「考えられる」「言える」「思われる」などを使うとよい。

※「結果を見てわかること」を考察として書く場所ではない。ここでは、「結果から自分が何を考えたか」(複数の結果を照らし合わせると傾向が見られた、規則性に気付いたなど)という、自分の考えを書くこと。

4 結論

仮説について検証する。仮説が正しいという結果・考察の場合は妥当であると判断した理由を、仮説に反した結果・考察の場合は、新たな仮説を立てて、今後の課題として示すこと。

また、今回の実験の問題点を反省し、改良の余地を示したり、この論文では扱えなかった他の実験手法や見方・考え方などを記述したりし、多方面から研究を評価すると良い。

更に、自分の研究の成果を、今後どのような方面に生かすことができるか、他の分野も含めてその可能性を示唆すると、より一層、論文の内容が深まる。

ここでは「述べた」「論じた」「扱った」…など、過去形になるはず。

5 参考文献

本の場合：著者名、出版年、書名、出版社名

雑誌、論文の場合：著者名、出版年、題名、学術雑誌名、巻号、ページ

ウェブページの場合：ページ名、URL、最終閲覧日 を列挙する。

3 推敲

論文を書き上げたら必ず読み返し、誤字脱字や文章のねじれがないかなどを確認する。特に、分かりやすい記述をするコツを下記に示すので、推敲時にチェックしてみよう。

(1) 事実と意見を区別する

学術的な文章の基本。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する。

(2) 「だ・である調」

「です・ます調」はレポート・論文には適さない。

(3) 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、文を切って接続詞などでつなぐと読みやすい。内容の重複を削ったり、文と文のつながり具合をチェックしたりして、簡潔な文章になるよう心がける。

(4) 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よう。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だ。

4 仕上げ

何度も読み直し、さらに微調整を加える。

例)

○○○○○○○○○

○のあるところを、それぞれの
タイトルや出席番号、氏名を記
入する。

2年○組○番 ○○ ○○

要旨
どのような考えのもとにどのような検証を行って、どのような結論に至ったかを簡潔に示す。見る人が研究の概要を一目で把握できるようすることが目的である。100～200字で簡潔にまとめること。

1 はじめに
「どのような問題に」「なぜ取り組むのか」「過去の事例研究」「新しい着眼点」など、取り組んだ問題とそれに取り組む理由を明らかにする。仮説や目的を明確にすること。

2 実験方法
読者が同じように実験を再現できるようにわかりやすく書く。必要に応じて写真や図、表を入れる。
図 等にはタイトルや番号をつける。

図

図1 タイトル

ポスターの書き方

1 ポスター作製の心得

ポスターは視覚的にも研究内容の全体が理解できることが重要である。そのため載せる情報の選択、ポスターの構成、**1 m 程度離れた場所からでも読めるような文字の大きさ**を心がける。また、文章は短く簡潔に表現し、**結論先行型**で書くことを意識する。

2 構成の仕方（ポスターの構成例）

二段組みで作成するのを基本とする。

(1) タイトル・発表者（最上段）

研究内容を良く表すタイトルを工夫する（タイトルはレポート・論文と異なって良い）。また、大きく目立つように書く。

(2) はじめに・序論（左の欄の上）

動機は何だったのか、どんな目的（あるいは狙い）でどんな実験・調査をしたのかを示す。

また、研究について、それまで何が分かっている、ここで何を新しく明らかいかを示す。

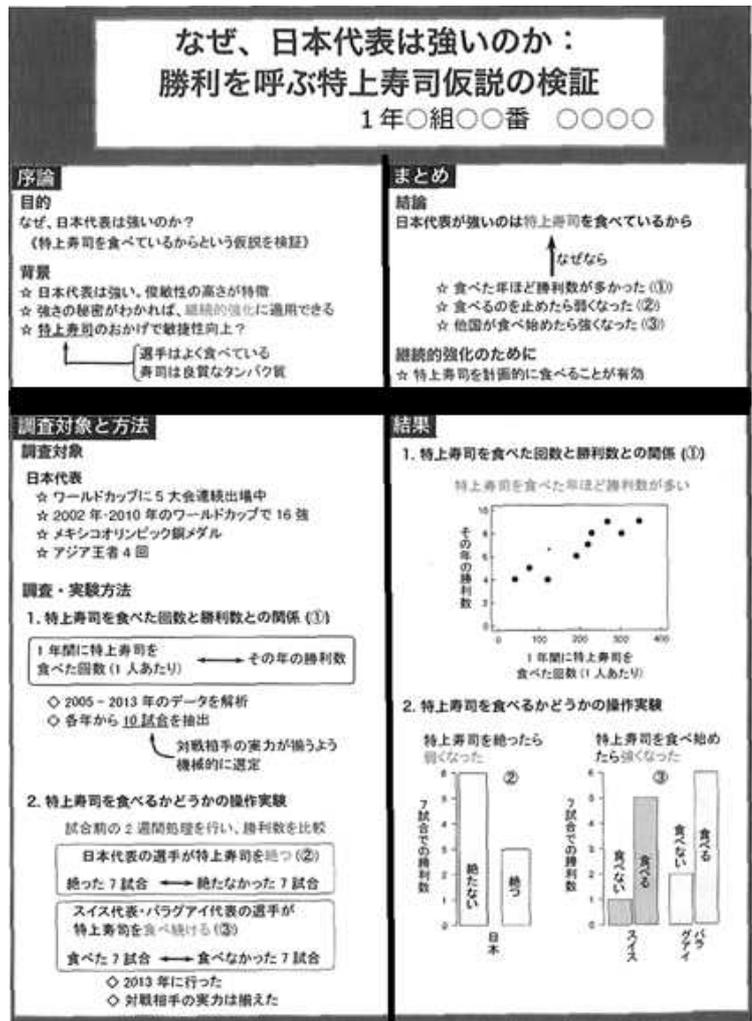
(3) 実験（調査）方法（左の欄の下）

何をどのように調べたか。

※実験（調査）が適切であることを他人に説明できるように書く。また、これを見て他人が同じ実験を試すことが出来るようにする。

(4) 実験結果（右の欄の下）

結果がどうであったかを示す。測定値などのばらつきも忠実に示すと信頼性が増す。数学で学習した t 検定を実施した場合もその旨を書く。



例

表 1. 加熱の有無によるビタミンCの含有量

	平均(mol/L)	標準偏差	標準誤差	t 値	p 値
加熱なし	1.80×10^{-3}	8.66×10^{-3}	2.89×10^{-5}	9.64	2.72×10^{-7}
加熱あり	1.26×10^{-3}	1.41×10^{-3}	4.71×10^{-5}		

t 検定の結果 p 値 < 0.05 であることから、5%水準で有意差があるといえる

グラフにできるものはグラフで示す。

さらに、結果から何が言えるのかなどの考察についても加えておく。

(5) まとめ（結論）（右の欄の最上部）

聴衆が最も知りたいのは結論である。結論先行型で明確に書くこと。研究が十分尽くせてない場合であっても、行った範囲で何が結論とできるかを考察して結論を作ること。結論（や伝えたいこと）のない発表はない！

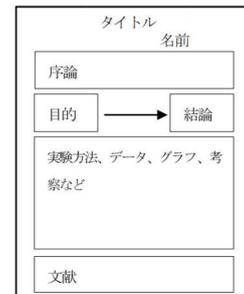
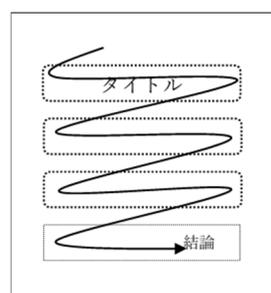
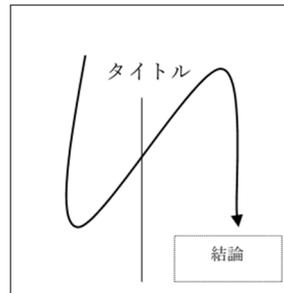
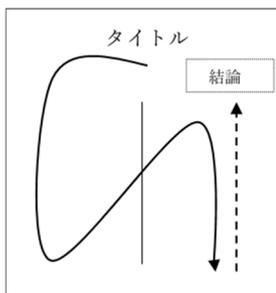
反省点や、今後、さらに行いことがあればここに付け足して書く。

(6) 文献（右の欄の最下部）

必要があれば、参考にした文献などを示す。

3 視覚的にわかりやすいポスターを作るコツ

- ・実験手順や条件、結果などを箇条書きにするのもよい
- ・実験装置や実験の風景を画像やイラストを入れると実験方法が視覚的に理解しやすくなる
- ・表やグラフを活用し、測定結果や傾向を一目でわかるように工夫することも大切である
- ・実験結果の画像を印刷して貼り付けるのもよい（多くなりすぎないように、枚数を絞ることも必要）
- ・重要な部分は色を変える、フォントを変える、枠で囲うなど強調することも有効である
- ・表の上部、図の下部には図表のタイトルを入れると、表しているものがはっきりする
- ・聴衆が見たくなるような工夫をすること。ポスターのレイアウトは他にも下記のものがある。



クラス発表会について

1 目的

自ら行った課題研究の概要を簡潔に説明する能力（プレゼンテーション力）を高めよう。また、研究発表を聞いた級友から質問や意見を積極的にもらい、自らの課題研究を振り返る機会としよう。

2 日時・場所

2年_____組 _____月_____日（_____）_____限 場所；_____室

3 発表会までの流れ

① 研究の概要を5分で説明する内容にまとめる

研究内容は原稿をただ読むだけでは伝わらない。自分のプレゼン資料となるようにA4一枚に「研究動機」と「研究内容」（①仮説②検証方法③結果④考察⑤結論）を箇条書きで整理するとよい。

② 発表資料の準備

作製したポスター以外に研究方法や結果をわかりやすく示す資料（印刷した写真やグラフ、表などの紙資料）が必要な場合は準備をする。実験道具や作成した作品等の実物資料を提示したい場合、事前に担当教員に確認すること。

③ 発表練習

聴衆の立場に立って、声量、話し方、資料の提示の仕方、ジェスチャー等の表現の工夫を凝らすこと。

4 発表会当日の流れ

(1) 発表会前の放課時間に活動場所へ移動して下さい。

ポスター、発表資料、筆記具を持参し、放課中に活動場所へ移動すること。活動班ごとに着席する。

(2) 開会時、担当教員が発表会の進行について説明をします。

発表会の目的や、進行方法、分担する係などを確認する。

(3) 活動班ごとに生徒主導で発表会を行います。（約1時間）

①班の中で係と発表順が決まり次第、進行役の生徒が中心となり発表会を開始する

②発表前後の入れ替わりの時間・・・1分間

③発表時間・・・5分間（聴衆とやり取りを交えるなどの工夫を凝らした発表を行って下さい）

④質疑応答の時間・・・2分間

⑤聴衆による相互評価の時間・・・2分間

5 発表会で使用できる道具

(1) 学校で準備するもの

①ホワイトボード1台（磁石で資料が貼れます）

②作成したポスター、資料を貼り付けるための磁石

③ボードマーカー（2色）、ボードクリーナー

(2) 各自で準備するもの（必要があれば）

①プレゼンの使用する小道具

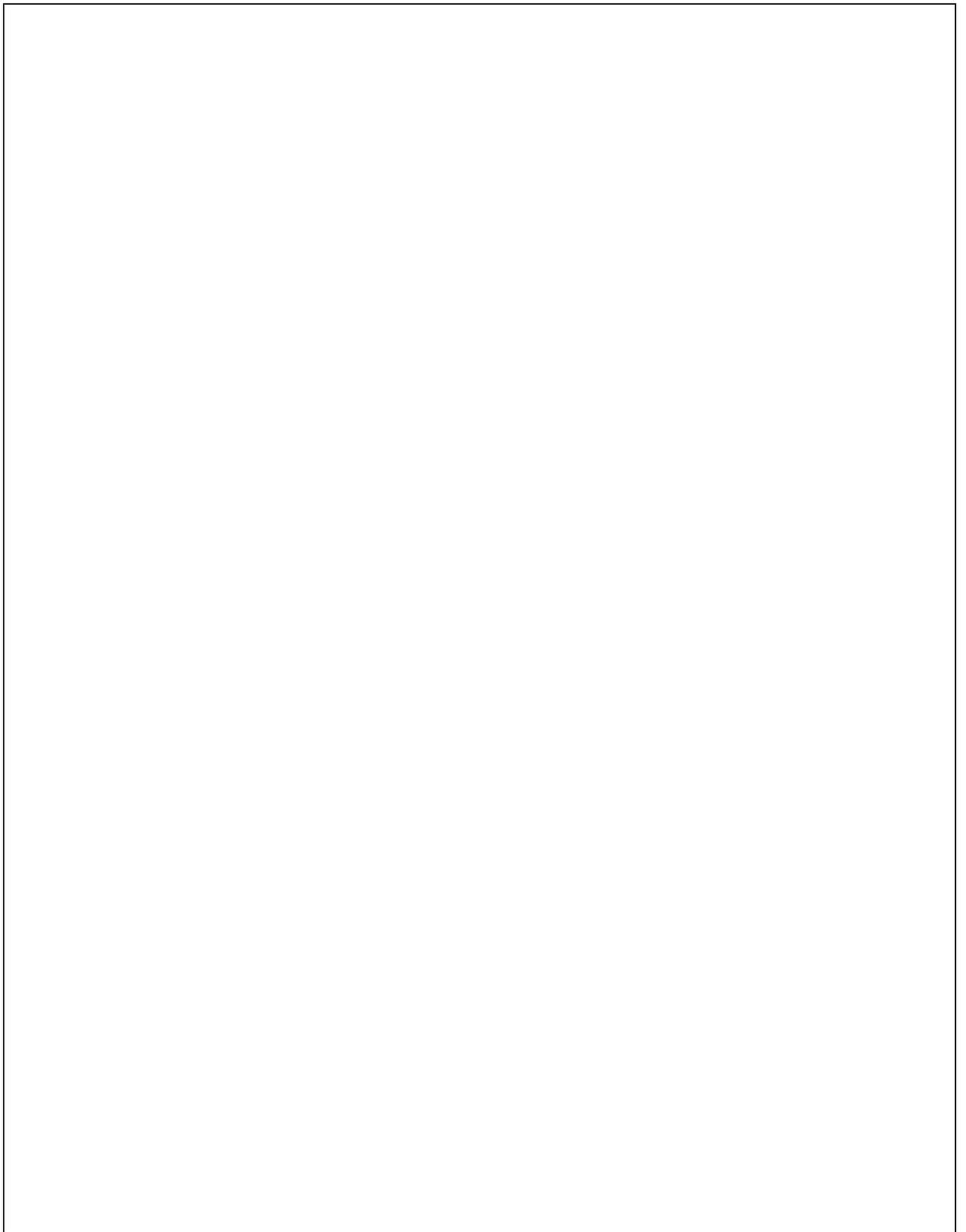
②発表資料

【注意】注1 パソコン、プロジェクター等の機器は使用できません

注2 準備時間に余裕がないのでホワイトボードに発表内容の詳細を書くことはできません

相互評価シート 添付スペース

以下に班内の生徒からもらった研究課題相互評価シートを貼り付けよ。



課題研究の振り返り

1 日程及び場所

(1) 日程

2年1組	2年2組	2年3組	2年4組	2年5組
月 日	月 日	月 日	月 日	月 日

(2) 場所

実施場所 _____

2 内容

(1) 本時の流れの説明(10分)

(2) 各自での振り返り(10分)

今回の課題研究を、①課題設定 ②実験 ③論文 ④発表会 の4つの段階に分け、それぞれについて良かった点・悪かった点を別紙の表に記入する。

※「相互評価用紙」を見て、班員の意見も参考にすること。

(3) 班での振り返り(20分)

「ルーブリックをつくろう」の時間に作成した「課題研究ルーブリック」のページを開き、(2)の個々の振り返りを参考に、観点別に反省点について話し合う。話し合ったことを整理して、3年生での課題研究ではどのような点に留意して行うべきかを考え、ルーブリックに訂正や書き足しを行う。

(4) 各班での振り返りの発表(各班2分程度 10分)

班の代表者1名が(3)で話し合った内容(反省点や次年度に向けて留意すべきところ等)を発表し、全体で意見を共有する。他の班の意見で参考になる点は、書き加えておく。

(5) 次年度に向けて(10~15分)

①MI (マルチプル・インテリジェンス)

チェックシートにスコアを書いたら、紙を透かして項目を読み取る。次にレーダーチャートにスコアをプロットし、グラフ化する。

②課題研究Ⅲの希望分野に関する予備調査

MIのレーダーチャートの右上に来年度研究したい分野(希望科目)を記入する。(物 or 生 or 化 or 数)

※授業後、論文(研究ノート)を係が集めて化学準備室前の机へ

振り返りワークシート

(1) 各自での振り返り (10分)

① [課題設定] 良かった点	悪かった点
② [実験] 良かった点	悪かった点
③ [論文] 良かった点	悪かった点
④ [発表会] 良かった点	悪かった点

2年課題研究レポート評価ルーブリック

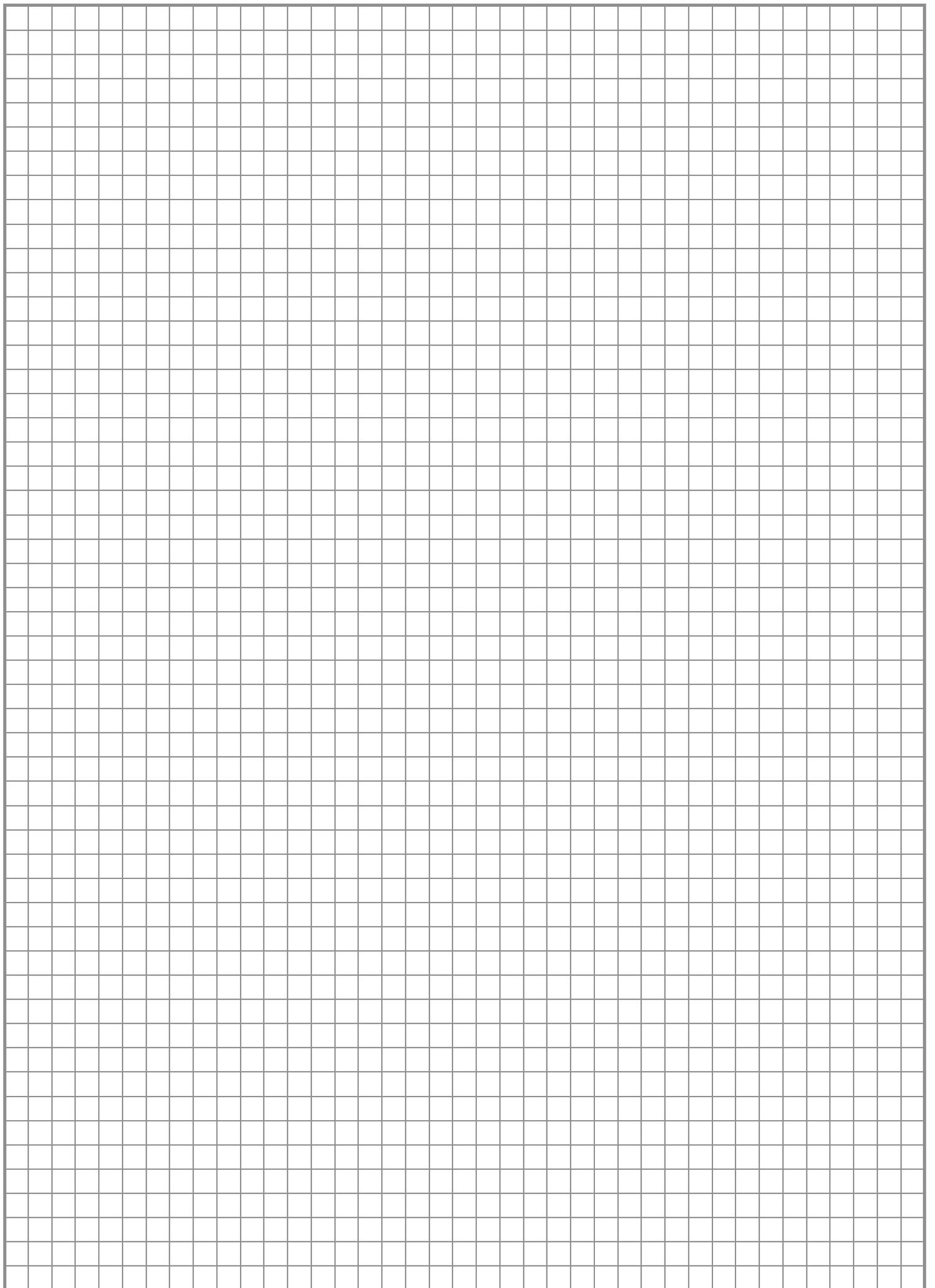
評価項目(得点)		得点(該当なしは0点)	1点(I:アイデア)	2点(C:周囲とのつながり)	3点(E:社会への発展)	
評価の観点	A 課題設定能力	仮説は明確か。意義あるテーマを設定しているか。		自分の力で検証できる内容で明確な仮説を設定している。	明確な仮説に対して適切な検証方法を加えている。	設定した仮説、検証の方法、導いた結論などには科学的・社会的な意義が感じられる。研究内容が一般化できている。
			良くできているところ	<input type="checkbox"/> テーマに発展性がある。 <input type="checkbox"/> テーマに独自性がある。 <input type="checkbox"/> 分かりやすいテーマである。	<input type="checkbox"/> しっかり独創的な検証方法を考えている。 <input type="checkbox"/> 適切なデータ取得になるよう工夫している。	<input type="checkbox"/> 研究成果を一般の自然現象の理解に応用している。 <input type="checkbox"/> 生活上の問題点に取り組んでいる。
			改善して欲しいところ	<input type="checkbox"/> より明確な命題にした。 <input type="checkbox"/> 研究としては明確すぎる題材である。 <input type="checkbox"/> 初めに見直しを立てておきたい。	<input type="checkbox"/> やってみたい的な検証に終わっている。 <input type="checkbox"/> 本当に適切な検証かどうか不安。	<input type="checkbox"/> 他人が活用できるように研究内容を一般化したい。 <input type="checkbox"/> 多くの人が興味を持つように工夫したい。 <input type="checkbox"/> 結果から何が引き出せるかを考えたい。
	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。		自ら実験・観察、アンケートによる検証を行い、得られたデータをもとに考察することで結論を導いている。	得られたデータについて、学問的な知見(公式・その他)を用いて解釈したり、要因を絞ったデータ取得により因果関係を明確にするなど、論理的な手法を用いている。	統計的な扱いなどにより成果を一般化したり、データの信頼性を考察するなど、研究成果を学問的・社会的に意味のある知見としてまとめようとする努力が見られる。
			良くできているところ	<input type="checkbox"/> 自身のデータで判断している。	<input type="checkbox"/> 検証方法やデータの妥当性を検討している。 <input type="checkbox"/> 法則や公式を用いて考察をしている。 <input type="checkbox"/> 複数の角度から考察している。 <input type="checkbox"/> 十分なデータから論理的に考察している。	<input type="checkbox"/> データの信頼性を考慮できている。 <input type="checkbox"/> 他の解釈の可能性を検討できている。
			改善して欲しいところ	<input type="checkbox"/> 少ないデータから結論を導いている。	<input type="checkbox"/> 数式や自分の知識に照らして判断したい。 <input type="checkbox"/> 多方面からの考察にしたい。 <input type="checkbox"/> 定量的な考察を行いたい。	<input type="checkbox"/> データのばらつきなどが考慮されていない。 <input type="checkbox"/> データの解釈に他の解釈の可能性がない。 <input type="checkbox"/> さらに考察を進めるとおもしろい。
	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と言える。	データから結論を導く過程で、学問的な知見を教科書やWEBで調べたり、考察の過程で必要になったデータを追加で取得したりするなど、研究に意欲が感じられる。	関連する他の研究成果を調べたり、他者と意見を交換したりして、自らの研究成果を比較・検討し、さらに高い次元の考察へと進めている。
			良くできているところ	<input type="checkbox"/> 妥当な量と質のデータを集めている。 <input type="checkbox"/> 複数項目にわたりデータを集めてある。	<input type="checkbox"/> 考察の中で他の知識を調べて点検している。 <input type="checkbox"/> 考察の中で他者と議論を行っている。 <input type="checkbox"/> 質を上げるために多くのデータを収集している。	<input type="checkbox"/> 考察して得られた結論が正しいかどうか、別の観点から検証できている。
			改善して欲しいところ	<input type="checkbox"/> データの量がやや不足している。 <input type="checkbox"/> データの質が心配です。	<input type="checkbox"/> 関連する知識を調べておきたい。 <input type="checkbox"/> 十分な論理的考察になっていない。 <input type="checkbox"/> 本当にそうなのかを慎重に確かめたい。	<input type="checkbox"/> 結論が確かかどうか振り返って考察すると良い。 <input type="checkbox"/> 新たな疑問を解決するために追加の検証を。 <input type="checkbox"/> 他の研究を調べることも重要である。
	D 表現力	他に分かりやすく、明確に表現できているか。		仮説、検証、考察、結論などの概要が読み取れる。	研究の内容を、正確に分かり易く伝える意思が感じられる(予備知識のない読者に配慮した説明、グラフや表などの使用、簡潔で明確な表現など)。	パラグラフライティングができており、見出しの付け方も適切で、研究内容を論理立てて分かり易く伝えている。
			良くできているところ	<input type="checkbox"/> 簡潔に表現できている。	<input type="checkbox"/> 図や表が適切に用いられている。 <input type="checkbox"/> 内容が正確に分かりやすく記述されている。	<input type="checkbox"/> 見出しから構成が分かりやすい。 <input type="checkbox"/> 全体構成が分かるように工夫されている。
			改善して欲しいところ	<input type="checkbox"/> 表現が分かりにくい所がある。 <input type="checkbox"/> 実験、調査結果は表やグラフで表す。	<input type="checkbox"/> 表だけでなくグラフで表現すると分かりやすい。 <input type="checkbox"/> 用いた装置などを図で示して欲しい。 <input type="checkbox"/> より丁寧に記述して欲しい。	<input type="checkbox"/> 各段落の初めに要点を述べると分かりやすい。 <input type="checkbox"/> 内容が良く分かる要旨を付けて欲しい。

仮説

材料

方法

スケジュール



手順

メモ

結果

考察

