

RESEARCH LAB

NOTEBOOK 2022



Name

Department

Date of Use

~

RESEARCH LAB NOTEBOOK 2022 (岡山県立津山高校学校 理数科)

〈目次〉

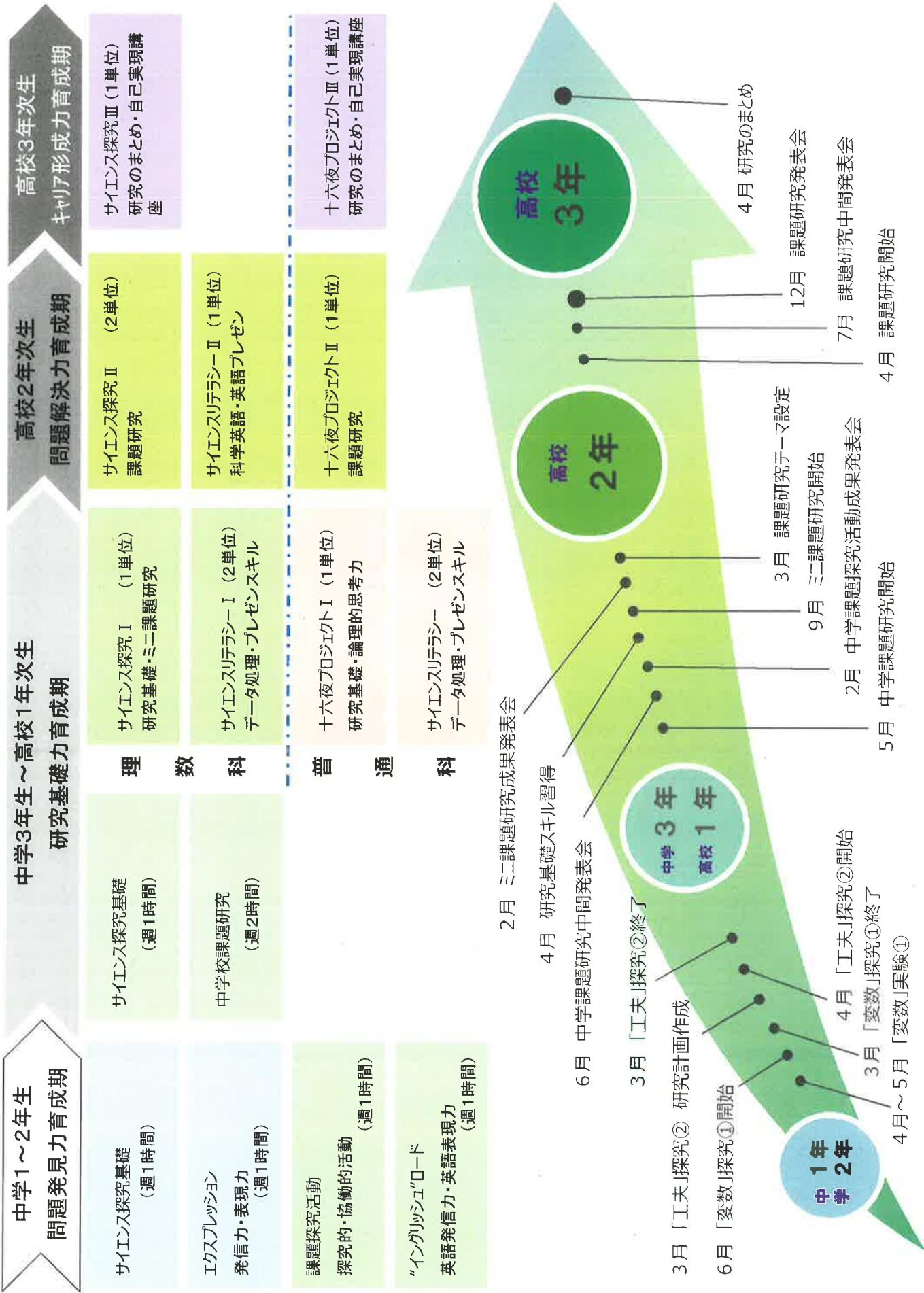
高校1年次生 課題研究の見通しとガイダンス

6年間を活用した課題研究の取り組み	2
1年次サイエンス探究Ⅱガイダンス	3

高校2年次生 課題研究の実施と発表

2年次サイエンス探究Ⅱガイダンス	5
サイエンス探究Ⅱの評価項目	7
提出書類等	10
1. 4月当初用 研究計画書	
2. 構想発表会用 研究計画書	
3. 中間発表資料	
4. 必要物品購入要求書	
ラボノート	16
1. ラボノート記入例	
2. ラボノート	
課題研究発表の手引き	37
引き継ぎカード	49
付録1 (量, 単位, 記号)	50
付録2 (有効数字, 目盛の読み方)	51
付録3 (データ収集と分析の方法について)	53
裏表紙 QRコード	本校 HP

6年間を活用した課題研究の取組





令和3年度理数科1年 サイエンス探究Ⅱ ガイダンス

令和4年2月1日(火)

1. サイエンス探究Ⅱとは

1グループ4または5名の班を作り、班ごとの研究テーマを設定し、研究する。活動時間は2年次のサイエンス探究Ⅱを基本とするが、顧問の先生と相談のうえ放課後を活用するなど、それぞれの班で工夫して活動する。研究成果は4月の構想発表会、7月の中間発表会、12月の校内発表会（いずれも予定）などで発表する。また、2月には県下の公立高校理数科の合同発表会で発表を行う。

2. サイエンス探究Ⅱの目標

研究を通して科学における研究や開発の手順、科学的なものの見方・考え方、論文作成の方法やプレゼンテーション能力など、将来の大学や企業で必要な力を身につける。

※目標を達成するために研究分野希望調査を作成し、それを持ち寄ってグループを作り研究目的を設定する。

◎研究分野希望調査について

身の回りの気になること、理由が説明できないことをまずは見つけ出す。先行研究、文献を調べ、それがすでにわかっていて説明されているなら①諦める ②諦めずにさらに変数を変えてみるとどんなことになるか予想してみる。⇒さらに調べてみる。など。この作業を怠ると、後々研究に行き詰ったときに先に進めなくなる。

研究分野希望調査の提出期限：2月18日（金）まで

3. 班作りについて

自分の取り組んでみたい研究がどの分野に属するかを考えて選ぶこと。

- 2年次の理科の選択で、選択している科目（物理or生物）を選ぶのが望ましいが、やりたい研究があれば（そして熱意があれば）選択に関係なく選んでよい。
- 1年次の課題研究を継続することもできる。
- 先輩の課題研究を継続することもできる。

物理分野：粘性流体・スティックスリップ現象・液状化現象 など

化学分野：天然由来コーティング・電気分解 など

生物分野：ゼブラフィッシュ・粘菌・酵母 など

地学分野：新生代第三紀の津山地域の地層 など

数学分野：お絵かきロジック など

（詳しくは過年度の研究冊子で確認すること。昨年以前のものについてもしっかり調べよう。）

- 第1希望と第2希望は異なる分野を選ぶこと。
- 人数調整の都合上、第2希望分野になることがある。

☆班作りのポイント

班作りは戦略的に。各人の得意分野を生かして強い班に。

班の人数は原則4または5人、最大10班までとする。班の掛け持ちはできない。

○よい例：頭脳派1名+実験派1名+発表派1名

●悪い例：仲良し3人（馴れ合いになってレベルが低下する事例多数）

4. 今後のスケジュール

3月15日(火) 6・7限 理数科講演会（京都大学防災研究所 小坂田ゆかり先生）

※本年度のLHR, S探の時間で、S探Ⅱについて話し合う時間はとれません。各自で先生方に質問する、同じようなテーマに興味がある人達と打ち合わせをする、等 時間を作り出してください。

○4月最初のサイエンス探究Ⅱ サイエンス探究Ⅱ・指導教員との打ち合わせ

&研究計画書作成（研究スタート）

5. 研究計画書の書き方について

少し先の話ですが、研究計画書に必要物品を書きます。そのために、研究方法、手順、必要物品を調べ、研究内容を具体的に考えておくこと。物理・化学・生物準備室にある業者用のカタログを使って注文すると確実です。各自で閲覧に来ること。

①研究の具体的内容

○よい例（具体的）

ループアンテナの巻き数・直径・巻き方と性能の関係を測定

気象条件・時間帯による電波の強度の変化を測定

●悪い例（具体的でない上に研究要素が無い） ラジオを作る、ラジオを聞く

②使用する器具や、必要物品等

○よい例⇒具体的 ダイオード 1N60×10 個、銅線 φ0.5×50m, LCR メーター

●悪い例⇒規格、数量、大きさ、種類などがさっぱり不明

トランジスタ、ガラス、木、針金 …

6. 年間の大まかなスケジュール

（昨年のもの、今年のS探Ⅱはオンラインでの開催や中止となったものが多いので、どちらの形になっても構わないように心づもりをしておきましょう。）

・4月（始業式）…班名簿&研究テーマ 提出

・最初の授業 全体ガイダンス（日程、諸注意）

顧問との打ち合わせ（企画書提出）

・次の週 構想発表会、実験スタート

・7月 …中間発表会（日程変更の可能性あり、パワーポイント、中学生公開予定）

・11月 …論文（簡易版）提出

・12月 …プレゼン提出

・12月 …課題研究発表会、外部一般公開（今年は公開なし）

・3学期 …論文（正式版）提出 英語論文作成、英語プレゼン等

・2月 …岡山県理数科合同発表会

（全グループポスター発表、& 2グループステージ発表、今年はオンライン実施）

・3年8月…SSH生徒研究発表会（全国）…代表1グループ

※受験があるので、該当者は2年末までに成果を完成させておく。

7. 評価について

・活動評価（毎時間） …論文評価 …発表評価

・ポスター評価…ポスターの内容、わかりやすさ、態度、質疑応答、理解度

8. 外部発表について（たくさんありますが一昨年のものです。）

・集まれ！科学への挑戦者（県）…10月応募、1月論文提出。ポスター発表形式。

・科学チャレンジコンテスト（県）…12月応募（完成品）。ステージ発表形式。

・日本学生科学賞（全国）…9月応募。県の論文審査を経て（県での表彰あり）、優秀作品が中央審査（全国）へ進む。中央審査は一次が論文審査、二次（上位16）が12月にポスターセッション（ブース発表）。

※2年末に完成させておいて3年で応募してもよい（全国16でなければ）。

【上記以外】

・日本物理学会 Jr セッション（全国、1月応募3月開催）

・日本物理学会中四国支部（3年生の7月開催。参加者全員奨励賞）

・中四国生物系3学会（5月）（参加者全員奨励賞）

令和4年度 理数科2年 サイエンス探究Ⅱ ガイダンス

令和4年4月14日(木)

1. 授業担当

物理：津田、戸田

化学：篠山、井上、久保

生物：國定、切明、國府島

情報：安井

数学：橋本、植月、大久保

中学校：林原広、田中、松本郁

外部講師：美作大学、津山高専

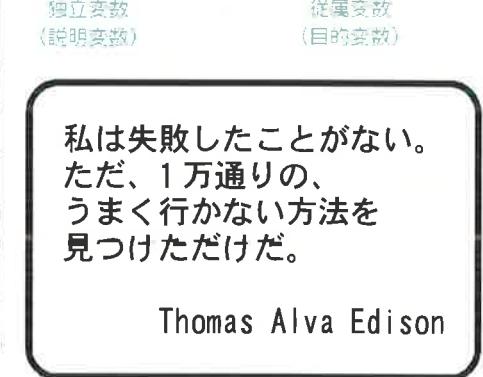
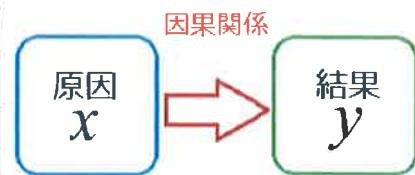
GSO 枠：江原マルティーナ

2. サイエンス探究Ⅱで求める姿

- ① 頭でっかちではダメ！とにかく行動せよ！
- ② 顧問や分野の先生と研究について密に相談を行う。毎日準備室・職員室を訪問！
- ③ 研究課題の整理、実験器具の整頓をする。先を見通して研究へ取り組もう！

3. 年間計画の概要

時期	事柄
5月12日(木)	構想発表会
	実験&考察… Try&Error!
7月21日(木)	中間発表会（予定）
	実験&考察… Try&Error!
9月下旬	美作サイエンスフェア
10月～11月	実験&考察まとめ作業
12月上旬	研究報告書(要約)・プレゼン完成
12月17日(土)	課題研究発表会
1月下旬	研究報告書・ポスター完成
2月3日(金)	岡山県理数科合同発表会



4. 研究計画書について

構想発表会までのS探Ⅱ実施回数は、あと4/21の1回のみです。

授業以外でも各分野の先生方と打ち合わせをして、研究内容のよくわかる計画書を作成すること。以下に各項目の書いて欲しいことを簡単にまとめました。参考に。

(1) テーマに取り組む動機・目的

そのテーマに着目した理由と疑問に思ったこと。

この研究を通して明らかにしたいこと

(2) 研究仮説

研究目的に対しての予想「きっとこんな関係があるはずだ。」

(3) 研究の手段・方法・実験装置など（図・表を用いて具体的に記入すること）

その予想を確かめるために、どんな実験・観察を行えばよいか。そのプランを時系列にそって説明。特に実験装置については図や表、フローチャートを使って説明してOK。

(4) 先行研究（今までに参考にしてきた書籍も）

その研究を今までにやった人、団体をまとめ。そしてどこまでわかっていて、どこからがまだかはっきりさせる。自分たちの研究の範囲と目的を他と区別させる。ここに研究の価値が生まれます。また、この研究はどんな分野で行われているか、研究フィールドを探すこと。物理なら力学、波動、電磁気など

(5) 中間発表までの予定

中間発表までの成果物をどう行った予定で作っていくかのまとめ。データ収集、実験装置の完成など。

研究計画書は構想発表会で参加される先生方に冊子にして配布します。丁寧に分かりやすい資料にすること。

→構想発表会用の研究計画書は各分野の先生の許可をもらって提出

5/6 (金) 17:00〆切

※提出方法は追って連絡をします。

☆構想発表会について

1 グループ発表 5分+質疑8分。発表は研究概要と手法と先行研究、関係する研究分野について説明する。追加資料や道具の持参もOK。

【発表に必須の事項】

- | | |
|--------------|----------|
| ・研究テーマ | ・研究の目的 |
| ・グループメンバー | ・研究の手順 |
| ・研究の背景、動機 | ・予想される結果 |
| ・先行研究、関係する分野 | |

5. 成績について

評価は以下の①～③を総合して評価します。テストはありません。

- ①課題研究での活動（ディスカッション・研究への取り組み等）と、
- ②課題研究発表会などの発表
- ③研究報告書&ポスターの成果

6. その他

- ①実験ノート（ラボノート）2種類を後日配布します。全ての資料、実験結果、考察、協議内容、アイデアなどはすべて記入したり張り付けてください。（記入の担当を決めたほうが良いかも）
- ②個人の手帳もデータや気づいたことなどを書き込んでグループミーティングなどで活用すること。データは自分の力で収集するのが基本です。
- ③理科室をもっと活用しよう。放課後の実験、ミーティング、質問など。理科教員に申し出て活用しましょう。
- ④実験道具の使用は許可をもらってから！必ず元の場所に返却すること！

サイエンス探究Ⅱの評価項目

◇津山高校ではサイエンス探究Ⅱやその他学校行事を通してVGRの育成を目指しています。

V：「見通す力」の Vision

一つの授業内で見通しをもって学ぶことはもちろん、将来の自分の姿や世界情勢について、「見通す力」です。

G：「最後までやり抜く力」の Grit

たとえ授業や学校行事等でさまざまな困難に直面したとしても、その時にすぐに諦めない、「最後までやり抜く力」です。

R：「探究し、解き明かす力」の Research Mind

探究活動を通して、皆さんには探究心や好奇心が生まれ、思考力が育まれることになるでしょう。

そのように、問題や課題について「探究し、解き明かす力」です。

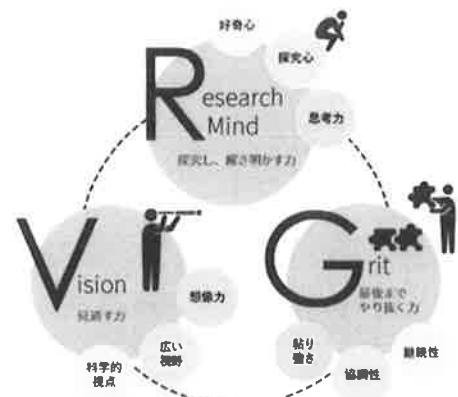
これら3つの力は21世紀の社会でトップサイエンティストとして活躍していくうえで必要な資質となります。

津山高校在学中にこれらの力を身につけ、社会に貢献する人となることを期待します。

サイエンス探究Ⅱでは次のルーブリックに基づいて評価を行います。評価項目として記されている力は、みなさんに身につけてほしい力と言いかえることもできます。そのため、3つのステージの終わりに評価項目でA～C段階のうち「A」がつくように、研究活動の方向性を修正し、個人の研究者としての活動やグループ全体での活動の質を高めてほしいと考えます。

いレのサ くべ活イ イル動エ メアをシ レッ通ス ジプし探 図して究 て Ⅱ		A	B	C	A	B	C	III
ステージ	I		II					
時期	4月	7月(中間発表)		12月(校内発表)				3月

それぞれの評価項目は次の通りです。3つのステージでVGRに関わる様々な能力を獲得できるようグループで協力し、かつお互いに切磋琢磨していきましょう！



【個人】の評価項目

スケージ	伸びる能力	評価	評価項目（個人の活動について）
I	V _{I-1}	A	実現可能なテーマ設定であり、そのための具体的な実験や調査の計画が立てられている。
		B	実現可能なテーマ設定であり、そのための具体的な研究計画が立てられている。
		C	テーマや研究計画が大雑把であり、やや具体性に欠ける。
	V _{I-2}	A	先行研究を十分に調べている。
		B	先行研究をある程度調べている。
		C	先行研究の調査がやや不十分である。
	G _I	A	予備実験や予備調査を十分に行い、テーマに向けて充実した研究活動に取り組めている。
		B	予備実験や予備調査を行っており、テーマに向けて概ね十分な研究活動を行っている。
		C	予備実験や予備調査があまり行われておらず、研究活動もやや不十分である。
II	V _{II}	A	研究内容を十分に理解し、テーマに向けて計画的に実験や調査を行い、研究のまとめに向けた道筋も明確である。
		B	研究内容を理解し、テーマに向けてある程度計画的に進めており、研究のまとめに向けた道筋も考えている。
		C	研究内容をあまり理解しておらず、テーマに向けての見通しがやや不明瞭である。
	G _{II}	A	試行錯誤しながら十分な実験や調査を行い、豊富なデータ収集活動ができている。
		B	概ね十分な実験や調査を行っており、得られたデータ量や活動も概ね十分である。
		C	実験や調査がやや不十分でデータ量や活動がやや不足している。
	R _{II}	A	課題解決に向けて、自分たちで意見を出し、様々な実験方法や調査方法で調べ、創意工夫とアイデアを凝らした活動を行っている。
		B	課題解決に向けて、自分たちで意見を出し、実験方法や調査方法を調べ創意工夫を凝らして活動を行っている。
		C	課題解決に向けた自分たちの意見や創意工夫がやや不十分な活動となっている。
III	V _{III}	A	自分たちの研究の反省や課題を十分に理解し、将来の展望を持っている。
		B	自分たちの研究の反省や課題を理解し、将来への研究の展望をある程度持っている。
		C	自分たちの研究の反省や課題の認識がやや不十分である。
	G _{III}	A	研究のまとめとなる成果物作成のために、充実した研究活動を行っている。
		B	研究のまとめとなる成果物作成のために、概ね十分な研究活動を行っている。
		C	研究のまとめとなる成果物作成の研究活動がやや不十分である。
	R _{III}	A	テーマに沿って、客観的かつ十分なデータに基づいて論理的・科学的な結論を導き、考察できている。
		B	テーマに沿って、概ね客観的かつ十分なデータに基づいて、無理のない結論を導き、考察できている。
		C	データの客觀性や量がやや不足しており、結論や考察に若干の無理がある。

【グループ】の評価項目

ステージ	伸ばす能力	評価	評価項目（グループの活動について）
II	V _{II}	A	研究目的・仮設の設定→検証→結論に研究内容の整合性があり、研究内容に対して創造的な考え方や新たな提案を行っている。
		B	研究目的・仮設の設定→検証→結論にある程度研究内容の整合性がある。
		C	研究目的・仮設の設定→検証→結論にやや研究内容の整合性がない。
	G _{II}	A	豊富な実験や調査等を行い、多彩な資料・データなどを調べ、粘り強く研究を行っている。
		B	概ね十分な実験や調査等を行い、資料やデータなどもほぼ不足がない。
		C	実験や調査等がやや不足し、資料やデータなどもやや不十分である。
	R _{II}	A	研究目的に即した適切な実験や調査等を行い、豊富な資料やデータなどの研究結果に基づいた論理的な分析や優れた考察がなされている。
		B	適切な実験や調査等を行い、資料やデータなどの研究結果に基づいた適切な分析や考察がなされている。
		C	実験や調査等の内容、資料やデータなどの分析にやや難がある。
III	V _{III}	A	先行研究等を調査し、検証可能な仮説を導き出し、検証方法や実験などに創意工夫を凝らしている。
		B	先行研究等を調査し、検証方法や実験などで創意工夫がみられる。
		C	先行研究等の調査や創意工夫がやや不十分である。
	G _{III}	A	豊富な実験や調査等を行い、多彩な資料、データなどが調べられ、十分な厚みの研究になっている。
		B	概ね十分な実験や調査等を行い、資料やデータなどもほぼ不足がなく、概ね十分な研究になっている。
		C	実験や調査、資料やデータなどがやや少なく、研究の分量がやや物足らない。
	R _{III-1}	A	研究目的に則した適切な実験や調査等を行い、豊富な資料やデータなどの研究結果に基づいた論理的な分析や優れた考察がなされている。
		B	適切な実験や調査等を行い、資料やデータなどの研究結果に基づいた適切な分析や考察がなされている。
		C	実験や調査の内容、資料やデータなどの分析にやや難がある。研究目的と結果、考察との関連が不十分である。
III	R _{III-2}	A	わかりやすく的確にまとめられており、かつ必要なデータがきちんと示され科学的な説明がなされている。
		B	概ねわかりやすくまとめられており、データや説明も不足がない。
		C	わかりやすさや的確さにやや不十分な点があり、必要なデータや説明にやや不足する点がある。

【プレゼンテーション/ポスター】の評価項目

ステージ	伸ばす能力	評価	評価項目（プレゼンテーションやポスターについて）
II	見やすさ	A	図やグラフなどが適切に用いられ、見やすく興味を引き付けるために工夫が凝らされたデザインになっている。
		B	図やグラフなどが用いられ、概ね見やすく工夫されたデザインである。
		C	図やグラフ等が少なく、やや見にくいものになっている。
III	内容	A	研究内容と流れが十分に論理的かつ魅力的に表現されている。
		B	研究内容と流れが概ね十分に論理的に表現されている。
		C	情報が不足しており、研究内容と流れがややわかりにくい。

4月 日()提出

令和4年度 理数科 サイエンス探究Ⅱ 研究計画書

班長 2-6()
班員 2-6()

班員 2-6()
班員 2-6()

班員 2-6()

分野	①物理	②化学	③生物	④地学	⑤数学	(該当番号に○)
研究						
テーマ						

(1) テーマに取り組む動機・目的

(2) 研究仮説

(3) 研究の手段・方法・実験装置など (図などを用いて具体的に記入する)

(4) 先行研究 (書籍, 論文など。要約部のコピー添付可能)

R04 サイエンス探究Ⅱ 課題研究計画書【構想発表会】

① 研究メンバー	② 主な研究分野
リーダー:()番() ()番() ()番() ()番() ()番()	①物理 [] ④地学 [] ②化学 [] ⑤数学 [] ③生物 [] ⑥情報 []
③ 研究テーマ	④ 研究目的
⑤ 研究動機	
⑥ 研究での独立変数候補	⑦ 研究仮説
⑧ 研究方法(図・表などを用いて、より具体的に記入) <手段・方法> <実験装置図>	

⑨ 引用・参考文献

<関係する研究分野>

<書籍・HP>

⑩ 中間発表までの研究計画

4月

5月

5/12 構想発表会
美作総体
第1回定期考查

6月

第1回実力テスト
修学旅行

第2回定期考查

7月

中間発表会

(7/21)

○評価について

※参考

次回 7月中間発表での評価 A 項目（個人）

V_{1.1} 実現可能なテーマ設定であり、そのための具体的な実験や調査の計画が立てられている。

V_{1.2} 先行研究を十分に調べている。

G₁ 予備実験や予備調査を十分に行い、テーマに向けて充実した研究活動に取り組めている。

○提出について

グループリーダーが作成し、担当教員と〆切(5/9 17:00)までに面談をし、修正をした後提出をすること。

R04 サイエンス探究Ⅱ 課題研究 中間発表資料

① 研究メンバー	② 主な研究分野
リーダー:()番() ()番()()番() ()番()	()番() ()番()
③ 研究テーマ	④ 研究目的
⑤ 研究動機	
⑥ 研究での独立変数	⑦ 研究仮説
⑧ 研究方法(図・表などを用いて、より具体的に記入) ＜手段・方法＞ <実験装置図>	

⑨ 引用・参考文献

<関係する研究分野><書籍・HP>

⑩ 4月からの成果(進捗状況)と課題

⑪ 課題研究発表会までの研究計画

8月

9月

十六夜祭

美作サイエンスフェア
第2回実力テスト

10月

第3回定期テスト

第3回定期考查

11月

研究報告書 作成開始
外部大会エントリー開始

12月

第4回定期テスト
課題研究発表会(12/17)

○評価について

※参考

次回 12月校内発表での評価 A 項目（個人）

V	研究目的・仮説の設定→検証→結論に研究内容の整合性があり、研究内容に対して創造的な考え方や新たな提案を行っている。
G	豊富な実験や調査等を行い、多彩な資料・データなどを調べ、粘り強く研究を行っている。
R	研究目的に即した適切な実験や調査等を行い、豊富な資料やデータなどの研究結果に基づいた論理的な分析や優れた考察がなされている。

○提出について

グループリーダーが作成し、担当教員と〆切(5/9 17:00)までに面談をし、修正をした後提出をすること。

平成24年度 S探Ⅱ 課題研究 必要物品購入要求書

メンバー (リーダーの番号に○を記入)

(出席番号)	氏名	1	()
2	()	3	()
4	()	5	()

研究テーマ(仮)

必要物品

品目	規格(大きさ、質量など)	個数	単価	カタログ名/ページ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

特別に購入しなければならない物品について記入すること。各記入欄が狭い場合は裏面に記入すること。
面談資料として使うので、丁寧に分かりやすく記入すること。

この用紙に必要事項記入後、代表者が担当の教員と面談を行うこと。

提出〆切 5月中

担当者サイン		グループ番号	
--------	--	--------	--

記入者

津山 太郎

日付

2020 年 5 月 1 日 13:45 ~ 15:25

今日やること

- ・ ミーティング
- ・ 実験器具のチェック
- ・ 実験装置の組み立て

ラボノート
記入例

<ミーティングメモ>

① 先行研究のチェック

△△さん → 論文A

↳ 目的がよく似ている

自分たちとの違いをもう一度確認

□□さん → 論文B

↳ 内容が全く異なるのでOK

② 装置の部品Cの発注数が違っていた

→もう一度

③ 組み立て → ②が終わってから

振り返り(Reflection)

論文Aの分析を読み込んで、実験のポイントを掴みたい。

実験装置は、前回よりも安定して作動するようになったので、より再現性を高める工夫をしていく。落下装置の形状を変えればより安定性が高まると予想される。現在のプラスチックから金属（ステンレス）に変えて、再度実験する。

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年

月

日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 ~

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかった 1 :できなかった)

担当者コメント

記入者

日付

年

月

日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。 4 . 3 . 2 . 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 . 3 . 2 . 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 . 3 . 2 . 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかった 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 ~

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年

月

日

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 • 3 • 2 • 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 • 3 • 2 • 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 • 3 • 2 • 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかった 1 : できなかった)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

～

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 • 3 • 2 • 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 • 3 • 2 • 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 • 3 • 2 • 1
(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月

日

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

~

振り返り(Reflection)											

振り返り(Reflection)

- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①計画的に研究を行うことができた。 | 4 | ・ | 3 | ・ | 2 | ・ | 1 |
| ②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 | 4 | ・ | 3 | ・ | 2 | ・ | 1 |
| ③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 | 4 | ・ | 3 | ・ | 2 | ・ | 1 |
| (4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた) | | | | | | | |

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

:

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 : ~

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかった 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

～

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 : まあまあできた 2 : あまりできなかつた 1 : できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 ~

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。

4 • 3 • 2 • 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。

4 • 3 • 2 • 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。

4 • 3 • 2 • 1

(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 : ~ :

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日

:

~

振り返り(Reflection)

①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1

②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1

③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1

(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

記入者

日付

年 月 日 : ~

振り返り(Reflection)

- ①計画的に研究を行うことができた。 4 · 3 · 2 · 1
②積極的に協力しながら研究を進めることができた。 4 · 3 · 2 · 1
③科学的に思考しながら研究に取り組むことができた。 4 · 3 · 2 · 1
(4 : よくできた 3 :まあまあできた 2 :あまりできなかつた 1 :できなかつた)

担当者コメント

課題研究発表の手引き

I 研究のまとめ方

II 研究報告書について

III 口頭発表について

IV ポスター発表について

V 発表会までの日程

I 研究のまとめ方

A 研究とは

目的 何を調べるのか、具体的にする。

↓ 「○○における△△の影響を調べる」「□□の定理を証明する」など

仮説 目的にあわせて検証方法とその予想される結果を考案する。

↓ その予想される結果を明確に示す。(具体的であることが重要)

検証 考案した検証実験を実施し、結果を得る。

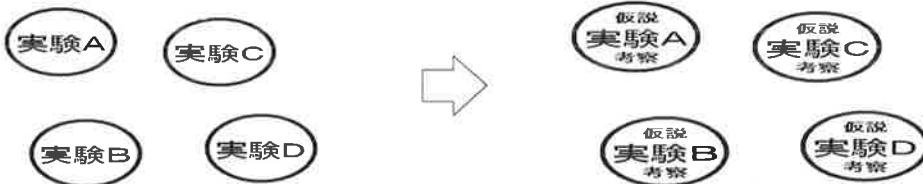
↓ 1つの実験では1つの条件のみ操作する(対照となる実験を必ず実施する)
結果をまとめ、考察する。

操作した実験結果と対照を比較し、操作の影響を考える

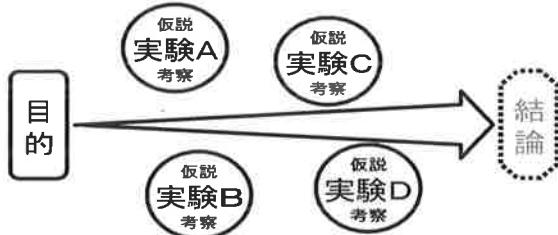
結論 検証実験の結果・考察から、仮説の正否を検証する。

B 実際の課題研究をまとめる

① いろいろ実験に取り組んだ。 → 各実験に「仮説」を設定し、結果を「考察」する。



② 「結論」を想定しながら、目的を明確にして、研究の流れを整理する。



③ 伝えたい結論に沿って実験を並べ替え、発表に向けて研究全体の構成を考える。



C 研究成果の発表

○ 報告書：「論文」に相当する。研究を文書で表現する方法である。

○ ステージ発表：「口頭発表」に相当する。研究を言葉で表現する方法である。

☆ 参加者には、報告書の要約版を配布する。

○ ポスター発表：「ポスターセッション」に相当する。

学会などで最も一般的に行われる発表方法である。

II 研究報告書について

①校内発表会では要約版とプレゼン資料を提出

1次締め切り 月 日() 顧問の先生まで

最終締め切り 月 日() 17:30 担任まで

②発表会終了後、完成版とポスター資料を提出

1次締め切り 月 日() 顧問の先生まで

最終締め切り 月 日() 17:30 担任まで

報告書の要約版 サンプル

スティックスリップ現象における理論周期の導出と検証

研究者 ○○○○, ○○○○, ○○○○ 指導者 ○○○○, ○○○○

概要

スティックスリップ現象とは静止摩擦力が作用するスティック(固着)状態と、動摩擦力が作用するスリップ(すべり)状態が、接触面に交番的に表れる現象である。本研究は、この現象の周期を求める理論式を考案し、実験値と比較した。その結果バウンドするモデルがスティックスリップ現象を上手く表せることが分かった。

1. 動機・目的

この現象は、私たちの生活の中で支障になることがある一方で、静止摩擦力と動摩擦力の性質の違いにより解明が困難である。そこで本研究は、「周期」に焦点を当て、現象の解明への貢献を目的とする。

2. 方法

(1)理論式の導出《固有振動モデル》

「①等速度運動+②固有振動」が交番的に表れると仮定して理論式を立てた。

$$\text{理論周期 } T = \frac{s}{v_0} + \frac{3\pi}{2\sqrt{3EI/mL^3}} \quad (\text{図1})$$

(2)実験…ラジコンカーでゴム板を一定の力で引き、スティックスリップ現象を発生させ周期を測定する。(図2)

3. 結果

理論値は、 $T_1 = 0.074 \pm 0.003$ s, $T_2 = 0.0023 \pm 0.0007$ s

$$T = 0.076 \pm 0.003$$
 s

実測値は、 $T_1 = 0.015 \pm 0.009$ s, $T_2 = 0.047 \pm 0.005$ s

$$T = 0.062 \pm 0.003$$
 s

4. 考察・結論

固有振動モデルでは、実際の周期を表せていないことがわかった。実験動画を詳しく観察した結果、理論式と実測値の誤差の原因として以下の点が挙げられる。

- ①の領域で最大摩擦力を越えて滑り出したというよりは垂直抵抗力が0になつて跳ねているように見える。
- ②の領域で固有振動における1/2回の振動が、現象の飛び跳ねている時間になつてない。

これらを考慮して《バウンドモデル》の理論式を立式した。

「①単振動+②斜方投射」が交番的に表れると仮定して理論式を立てた。

$$\text{理論周期 } T = T_1 + T_2 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \sqrt{\frac{8h}{g}} \quad (\text{図3})$$

バウンドモデルの理論値は、 $T_1 = 0.021 \pm 0.002$ s, $T_2 = 0.071 \pm 0.006$ s, $T = 0.092 \pm 0.006$ s

T_1 については、理論値が実験値の誤差範囲に含まれており、バウンドモデルでは単振動をうまく表せているということができる。 T_2 については、引く力の向きによって理論値からずれが生じたと考えられる。よって、今後は力を制御した状態でより精密な実験を行っていく。

5. 参考文献

中野健(2007)『スティックスリップ回避のための設計指針』

佐野理(2000)『連続体の力学』

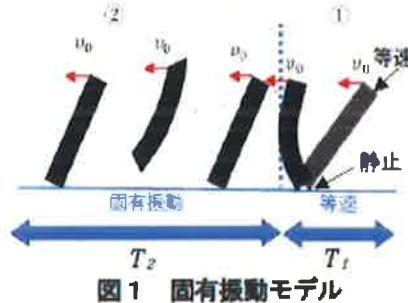


図1 固有振動モデル



図2 実験装置

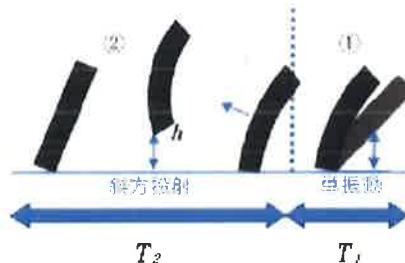
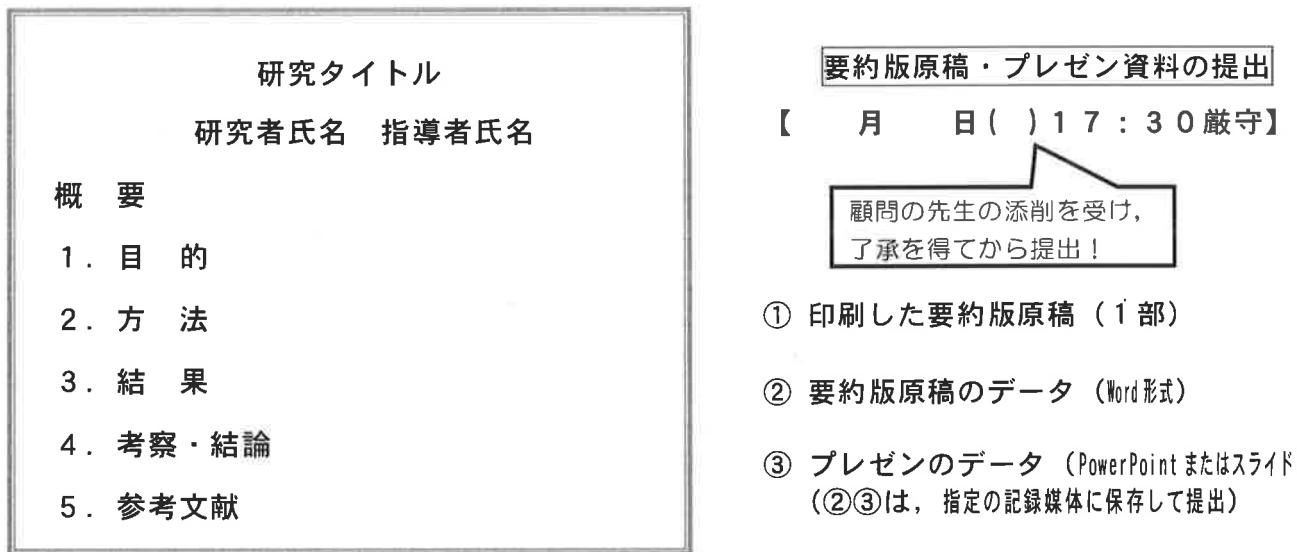


図3 バウンドモデル

A 研究報告書要約版の構成（要約版A4用紙1枚）



○研究タイトル (MSゴシック, 14P)

- ・興味を引く表現で短いフレーズ（誇大表現は不可）で表現する。
- ・研究の内容（何をしたか）がわかるもの（中学生でもわかるように）にする

○研究者名と指導者名 (MSゴシック, 10.5P)

○概要 (以下、項目名はMSゴシック, 10.5P 文章はMS明朝, 10.5P)

- ・これを読めば、研究の全体がわかるものにする。（何をして、何ができたか。120～150字程度）
 - ・可能な限り短い文で、簡潔に述べることを心がける。
- （最終報告書は英語なので、日本語と英語の両方で記述できるとよい。）

○目的

- ・研究のきっかけや動機、全体の目的を示す。（まとめで考えたストーリーを踏まえて）

○内容（実験・方法・結果など）

- ・実験ごとに通し番号をふる。また、必ず「目的」を入れる（何のために、何を、どうしたのか）。

○結論

- ・結果から導かれる結論や考察、今後の研究予定を記述する。

○まとめ・謝辞

- ・今回の研究の課題や、今後の研究の展望や発展性について言及する。
- ・謝辞は、研究に協力してもらった方に対する礼儀である。

○参考文献

- ・著者名：書名または論文名、出版社名、掲載ページ（発刊年）を書く。
 - 1) Gasch A.P. et al. "Genomic expression programs in the response of yeast cells to environmental changes" Mol. Biol. Cell. 11(12), 2000, 4241-4257
 - 2) 中野収. メディア空間：コミュニケーション革命の構造. 東京, 効率書房, 2001.4, 212p
- ・Webの場合、表題とURLおよび閲覧した日付を書く。（信憑性のないものは不可）
- ・特に Wikipedia 等、著者名の無いものは文献に入れない。

課題研究の題目

(MSゴシック, 22P)

姓と名の間は
半角スペース

研究者 ○○○○, ○○○○, ○○○○, ○○○○

指導者 ○○○○, ○○○○ (MSゴシック, 10.5P)

項目名はMSゴシック 10.5P

Abstract

研究概要の英訳 (フォントはCentury 10.5P) ~~~~~.

1. 研究の概要

読点は「、(コンマ)
句点は「。(マル)」で統一

~~~~~研究の概要を書き, ~~~~~。

~~~~~ここを読めば研究内容や結論など、何が行われたかわかるようにする~~~~~。

(文章のフォントはMS明朝, 10.5P) [2段改行]

2. 序論

~~~~~研究の動機や目的を書く~~~~~  
~~~~~。

〔1段改行〕(以下を段組)

3. 研究内容

~~研究の内容を書く~~~~~
~~例えは~~~~~

① 実験 1

実験ごとに目的と方法、結果
を記す。実情に合わせ項目名
は変えてよい。(例:目的と仮
説を1つにまとめる、など)

<目的> ~~~~~。
~~~~~。

<仮説> ~~~~~。  
~~~~~。

<方法> ~~~~~。
~~~~~図などを用いるのもよい~~。

1. ~~~~~
  2. ~~~~~
- Webの図は、フリー素材  
を除き無断転載不可。

<結果> ~~~~~。  
~~~~~表やグラフにまとめて示す~~~~~。

グラフなど

・縦軸と横軸は、単位や何を
表すかのラベルは必須。
・白黒印刷した場合を考慮し
て、色のコントラストにも
注意する。

- ・図や表には必ず番号を振る。
・図や表は必ず本文で言及する。

他の文を引用せず自分の
言葉で。(特に継続研究)

- ・A4×4ページ以内
- ・余白: 上20, 下25, 左右18
- ・47字×40行
- ・研究内容以下は2段組み

これらの書式を基本とするが,
収まらない場合は別途相談。

4. 結論

~~~~~。

~~一連の実験結果から得られる結論や~~  
~~~~~今後の展望などについて~~~~~  
~~~~~まとめて書く~~~。

## 謝辞

~~~~~。

(外部指導員など、お世話になった人があれば記
入。なければ不要。本校教員は不要)

参考文献

- 1) 著者名: 書名または論文名 出版社名 ペー
ジ数 P.○~○ (発行年) ~~~
- 2) ~~~~~

Wikipedia等の著者責任
が無いものは絶対に不可。

スティックスリップ現象における理論周期の導出と検証

研究者 ○○ ○○, ○○ ○○, ○○ ○○

指導者 ○○ ○○, ○○ ○○

Abstract

The Stick-Slip Phenomenon causes an unpleasant noise such as a rattling noise when pulling the chair. This is because static friction force and dynamic friction force act alternately on the object. In this study, we tried to analyze the cycle of the phenomenon. At first, we guessed that the natural vibration of the object must be related to the cycle of the phenomenon. However, it remained floating in the air for a longer time than the cycle of natural vibration. Therefore, we set up a model that bounces after touching the ground. As a result of this analysis, the idea that the cycle of this phenomenon is related to the bouncing on the ground could explain the experimental results well.

1. 研究の概要

本研究では不快音の原因であるスティックスリップ現象に注目し、その周期を求めるために理論モデルを立て、実証試験をおこなった。スティックスリップ現象を起こす物体の固有振動が現象の周期に関係すると考えたが、実験結果より固有振動の周期よりも長い時間宙に浮いている状態が続いたため、地面に接触した後にバウンドするモデルを立てた。解析した結果、地面に接触して弾性衝突したとの考え方は実験結果をうまく説明できていることが分かった。

2. 序論

私たちの学校では、授業の始まりと終わりには必ず起立をする。その際、椅子と床が擦れてガタガタと不快音が鳴り響く。その原因が気になって調べたところ、それが「スティックスリップ現象」であることが分かり、車のワイパーの不快音などにも関係していることが分かった。スティックスリップ現象とは静止摩擦力が作用するスティック(固着)状態と、動摩擦力が作用するスリップ(すべり)状態が、接触面に交番的に表れる現象のことである。スティックスリップ現象は静止摩擦力と動摩擦力の性質の違いにより解明が困難であるため、現象の解明への貢献をするとともにさらに発展させ、現象防止を目的とした。

3. 研究内容

今回は、スティックスリップ現象の周期を求めるための理論モデルを立て、理論式の導出をするとともに、その実証実験をゴム板で行った。

【理論周期 1】

スティックスリップ現象の周期 T を求める理論モデルとして、

- ① 床面に接触している部分は静止しているが、上端は一定の速度 v_0 で運動する時間 T_1
 - ② 最大摩擦力を迎えた後、固有振動をして $3/4$ 周期後に床に再び接触する時間 T_2
- に分けて考えた。これを「固有振動モデル」(図 1)と名付け、 T を次のように定義した。

$$T = T_1 + T_2 \quad (1)$$

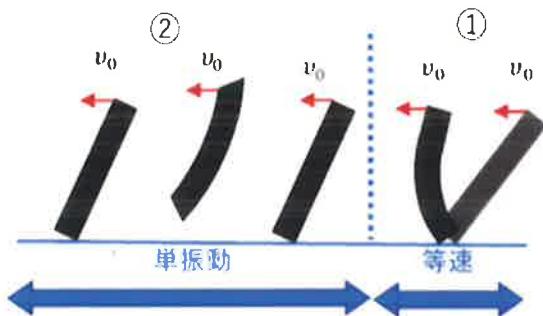


図 1 固有振動モデル

次に、ゴム板の下端が床の上をすべり始めるまでの上端の速さ v_0 を、上端が水平方向に動いた距離を x とすると、次のような関係式が得られる。

$$T_1 = \frac{x}{v_0} \quad (2)$$

また、ゴム板の下端がすべりはじめる直前の静止摩擦力（最大摩擦力） F_0 は、次式で表せる。

$$F_0 = \mu_0 N \quad (3)$$

なお、ゴム板と床の間の静止摩擦係数は、摩擦角を用いた実験により求めた。その結果、次の2つの予備実験を行った。なお、ゴム板と床の間の静止摩擦係数を、摩擦角を用いた実験により求めた。その結果、 $\mu_0 = 0.819$ が得られた。

ゴム板が床から受ける垂直抗力 N の大きさは、上端の変位 x によって変動する。ここで、すべり始める直前のゴム板にかかる垂直抗力 N の大きさと上端の変位 x の関係を求めるために、次の予備実験を行った。

《予備実験》

図 2 のように電子天秤の上にゴム板をのせ、 N と x の関係を求める実験を行った。

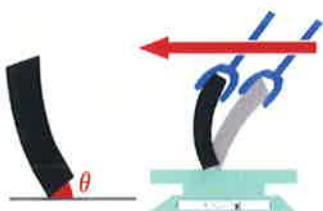


図 2 上端の変位を求める実験

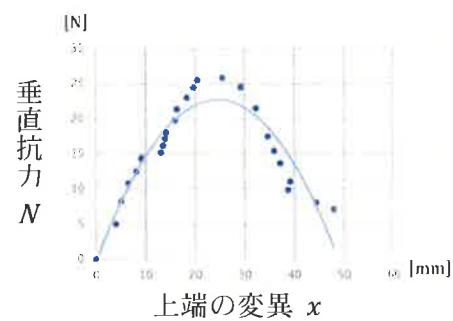


図 3 垂直抗力と上端の変位の関係

これにより、 N と x の関係は図 3 のグラフのようになった。

ゴム板の下端がすべり始めてから、再び下端が床に接触するまでの時間 T_2 は、ゴム板の固有振動の $3/4$ 周期と考えたので、次のように定義した。

$$T_2 = \frac{3\pi}{2\sqrt{3EI/mL^3}} \quad (4)$$

ここで E はヤング率、 I は慣性モーメント、 m はゴム板の質量、 L はゴム板の軸 z から下端までの長さである。また α 、 β を図 4 のように定義すると、慣性モーメント I は

$$I = \frac{1}{12}m(\alpha_2 + \beta_2) \quad (5)$$

ここで、 $\alpha = 0.01 \text{ m}$ 、 $\beta = 0.15 \text{ m}$ 、 $m = 0.17 \text{ kg}$ より、 $I = 3.8 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ を得た。また、ヤング率には天然ゴムの文献値 $1.5 \sim 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ を用いた。

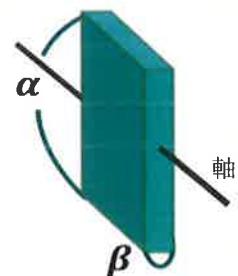


図 4 慣性モーメントの定義

Factors that Affect the Exploration Activity of Slime Mold, *Physarum*

○○ ○○ ○○○○ ○○ ○○ ○○
Supervisors ○○ ○○ ○○ ○○

Abstract

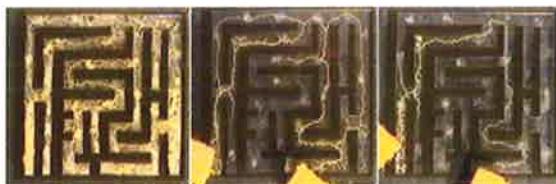
Slime Mold *Physarum* is known to take the shortest path in 2D mazes according to a previous research (2006). However, one study (2018) made it clear that *Physarum* in 3D mazes takes several paths including the shortest path. Our research aims to find out the reason why *Physarum* cannot solve 3D mazes in the shortest path. To find the reason for this, we searched for factors that may affect the exploration activity of *Physarum* and focused on the gravity effect. Two kinds of experiments using hemispheres and inclinations were done. As a result, the tendency that *Physarum* prefers to go against gravity was seen and it became obvious that gravity affects the exploration activity of *Physarum*. Therefore, we concluded that *Physarum* cannot solve 3D mazes in the shortest path because *Physarum* chooses going upwards more than taking the shortest path, saving the energy to move.

研究の概要

粘菌（モジホコリ）は二次元の迷路では餌と餌を最短経路で結ぶが、三次元迷路では最短経路を含む複数の経路を残すことが先行研究（2018）で明らかとなっている。本研究では粘菌が三次元迷路を解けない理由を探ることを目的としている。研究に際して粘菌の探索行動に影響する要因を探究し、重力の影響に着目した。粘菌の探索行動に及ぼす重力の影響を解明するために、傾斜や半球を用いた2つの実験を行った。実験の結果、粘菌は傾斜のある位置の餌に向かう傾向が見られた。つまり、粘菌は三次元迷路では、水平方向の移動より負の重力方向に探索行動をするため複数の経路が残ることが示唆される。

Introduction

Physarum is known to take the shortest path in 2D mazes (Fig. 1) and this special feature of *Physarum* is used as a bio-computer and actually helps to theorize urban structure.



(Fig. 1) Hokkaido University CRIS HP

On the other hand, *Physarum* in 3D mazes takes several paths including the shortest one. If *Physarum* can solve 3D mazes in the shortest path, this feature can be applied to avoid crowded places in three-dimensional buildings

like shopping malls. Therefore, the purpose of our experiment is to find out the reason why *Physarum* cannot solve 3D mazes in the shortest path and apply *Physarum* to our daily life.

Our hypothesis was set up for these reasons:

- *Physarum* has negative photo-taxis. Also in the natural environment, there is more light at higher places than lower places.
- It seems obvious that going upwards takes more energy than going horizontally.

Therefore, we expect that *Physarum* cannot solve 3D mazes in the shortest path because it prefers to move horizontally.

From the hypothesis, we focused on the effect of gravity on the exploration activity of *Physarum* and two kinds of experiments were done.

Method and Results

2% agar medium and oatmeal were used in all experiments and when *Physarum* was cultured.

<Experiment 1>

This experiment was about *Physarum*'s activity on hemispheric agar. The purpose was to verify whether gravity affects *Physarum*'s activity or not.

Physarum and oatmeal spots were put on hemispheric agar as the photo shows (Fig.2). All of the lengths between *Physarum* and oatmeal were the same, no matter which path they took, because it was a hemispheric agar. Therefore, in this experiment, only gravity affected their movement.

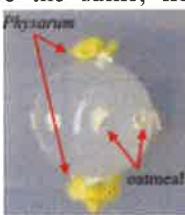


Fig.2 Photo of Experiment 1

Four kinds of hemispheric agars, each of which had a different length of radius, were used in the experiment. The radii were 0.9cm, 1.2cm, 1.6cm, and 2.1cm. We expected that *Physarum* would go horizontally which means they would not go up the hemispheric agar regardless of the radius.

We took pictures to record their movement with a camera which enabled us to do a fixed-point observation.

<Result from Experiment 1>

The number of experiments using each agar was as follows. 0.9cm was used 3 times, 1.2cm was 33 times, 1.6cm was 6 times, and 2.1cm was 3 times, as shown in Fig. 3. Out of four different hemispheres, the experiments using 1.2cm radius agar were done the most. Therefore, the result of the experiments with agar which has 1.2 radius should be more reliable than others.

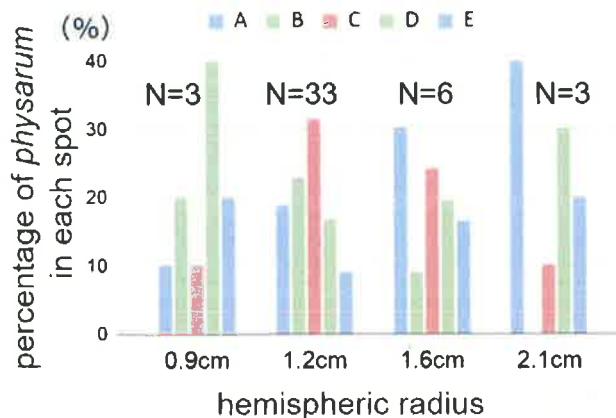


Fig. 3 Result from Experiment 1

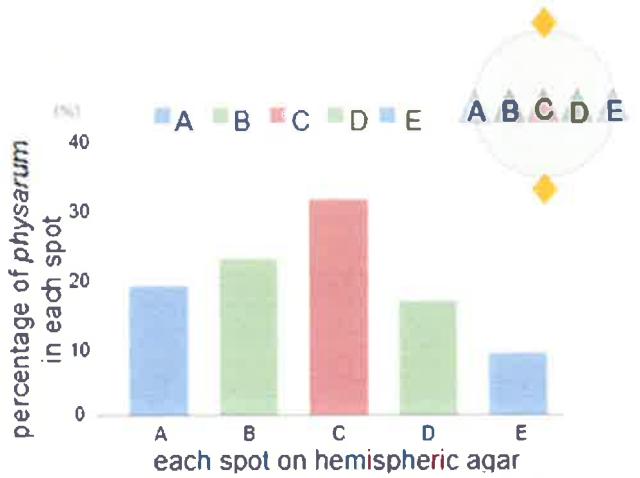


Fig. 4 Result from 1.2cm radius agar

As Fig. 4 shows, more than 70% of *Physarum* went towards the oatmeal of B, C, and D which were located in higher places. On the other hand, only about 30% of *Physarum* went towards the oatmeal of A and E which are located on the same height as the height *Physarum* was first put. This result is perfectly opposite from our hypothesis in which we expected that *Physarum* prefers to go horizontally.

In this experiment, the tendency of going upwards the agar was seen, but we weren't sure which inclination *Physarum* would prefer. Therefore, we had the Experiment 2 about various angle inclinations.

<Experiment 2>

This experiment is about *Physarum*'s activity on inclinations. The purpose of this experiment was to find which inclination *Physarum* would prefer.

III 口頭発表について

月　日（　）校内発表会　日程

| | |
|---------------|---------------------|
| 8:30 | 集　合 |
| 9:00 ~ 9:10 | 開会行事 |
| 9:10 ~ 11:40 | 発　表　※発表□分（出入り込みで□分） |
| 11:40 ~ 12:00 | 閉会行事 |
| 12:10 ~ 12:30 | 理数科2年生と中学生の交流会（ホール） |

※ 残り1分で「ベル1回」、制限時間を過ぎると「ベル2回」（途中でも発表を終了します）

- ◎ 発表会前日の放課後に、発表会会場（百周年記念館ホール）でリハーサルを行います。時間の都合で、通しのリハーサルはできません。通しでの練習は、各自で行ってください。リハーサルでは、プレゼンテーションの動作確認および文字や図（グラフ）の大きさ・色あい等を必ず確認すること。

A 口頭発表の心得

聞き手に「理解させる」のではなく、「理解してもらう」という心掛けが重要である。わかりやすい説明や言葉を考え、用いること。また、一般に言葉での説明を視覚的に補助するために、パワーポイントを用いて図譜の提示を行うことになる。こちらも、聞き手に説明を「理解してもらう」ことを考えてわかりやすいモデルを工夫すること。

B 説明の一般的注意

- ◆ 聞き手（高校生）に「理解してもらう」説明を心がける。
 - ・一文はできるだけ短く、簡潔にする。
 - ・専門用語の羅列は×。平易な言葉に直したり、用語の説明を加えたりする。
(見学に来た中学生でも理解できる内容をイメージする)
- ◆ 研究の流れ（ストーリー）を一通り説明する。
 - ・各実験では、「目的（仮説をふくむ）」「方法」「結果（考察を含む）」を口頭で説明する。実験と実験とのつながりや、その意義付けをきちんと説明する。
- ◆ 結論にいたる論理の展開が大切。
 - ・研究の「目的」→「方法」→「結果」→「結論」のつながりが解るように説明する。

C プrezentationの一般的注意〔フォントサイズは28Pが最小値〕

- ◆ 口頭による発表を視覚的に補助するためのプレゼンテーションを作成する。
 - ・聞き手がプレゼンテーションにばかり気をとられて、説明を聞いてもらえないようでは、よい発表とは言えない。
※ 派手な色使いや図譜の動作（アニメーション）などは避けるほうがよい。
 - ・効果音はマイナスの効果しかない。
 - ・プレゼンテーションに説明を全て書き込み、発表者はそれを読むだけでは、よい発表とは言えない。説明は「口頭」でするものである。
- ◆ 実験方法、結果、結論など、モデル化できるものはできるだけモデル化する。
 - ・実験方法は、モデルで示す。
 - ・結論は、できるだけモデル化して示す。
 - ・結果は、図やグラフで示す。（数値の表は見にくいので避ける）
- ◆ 文章は、箇条書きにして簡潔に示す。
 - ・説明は口頭で行う。説明文を提示しても、読んでもらえない。

D 発表のしかた

- ◆ グループごとに、発表する人とPCを操作してプレゼンテーションを提示する人の役割分担をする。
 - ・発表原稿をつくり、そこにプレゼンテーションの切替えを描き込んでおくとよい。
- ◆ 発表者は、聞き手の方を向いて（解ってもらえるように）発表する。
 - ・提示された図を指し示すために、時々振り向くのはかまわない。
- ◆ 発表の後、質疑応答がある。
 - ・質問がでることは、聞き手が内容を理解してくれた証拠である。
 - つまり、良い発表だったということである。
 - ・質問に対する答え方も、発表を評価する大事な項目になる。

IV ポスター発表について

【目的】 ポスターの作成・発表を通して、自らの研究内容を十分に理解するとともに、実験結果を論理的に組み立てて結論を導き出す能力、他者に理解しやすい文章を作成する文章力、わかりやすく説明する会話力、質問や批判に対して適切に対応できるコミュニケーション能力を涵養すること。

A ポスター発表の心得

ポスター発表の場では、ポスターを見てもらい、質疑応答によって議論を深めることが大切である。人の集まらないポスターでは、議論が活発にならない。ポスター発表会で成功するには、誰にでも興味を持ってもらえ、議論を活発化させる魅力的なポスターを作成することが不可欠である。また、ポスターを見てくれる人に短時間で理解してもらえるものでないと、議論が活発にならない。短い時間で内容が理解できる、見やすい・読みやすい・わかりやすいポスターを作成することを心掛けよう。

B ポスターの作成

1) ポスターの構成

- ・発表番号（場合によっては発表会場で）
- ・タイトル（必須）
- ・発表者氏名と所属（必須）
- ・研究の背景と目的（必須）
- ・材料と方法（結果の図の説明中でも可）
- ・結果（必須）
- ・結論、考察（必須）
- ・謝辞、引用文献（必要な場合のみ）

★例：津山高校HPに過去の入賞ポスターあり

http://www.tuyama.okayama-c.ed.jp/introduce/ssh_risuu/index.html

2) ポスターのレイアウト

- ・まとめごとにグループ化
- ・フォント、色の一貫性（強調を除く）
- ・フォントは太いものを用い、フォントサイズは統一的に変化させる

3) タイトル

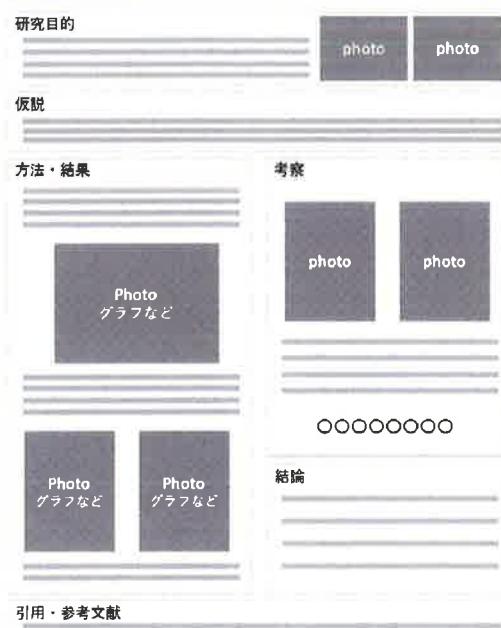
- ・興味を引く表現（誇大表現は不可）で短いフレーズ（1行）
- ・専門外の人にも分かりやすい表現で専門用語や略語は避ける
- ・主張したい結論や研究内容を端的に表現
- ・ポスター中で最大のフォントサイズで（著者名・所属はタイトルよりサイズ小）

4) 研究の背景・目的

- ・図で表現できるものはできるだけ図示する
- ・可能な限り短く、簡潔な文章を書くことに心がけ、一つひとつの文も短くする
- ・略語を使う場合は、はじめに出たところでスペルアウトする
- ・引用は、引用リストの番号を付ける
- ・行間をできるだけ広くし、フォントサイズも大きくする

十六夜プロジェクトIIにおける発表

20000 ○○○○ 20000 ○○○○ ※学年番号と氏名



5) 実験結果

- ・可能な限り写真、グラフ、図を使用し、表は必須の場合のみの使用とする
- ・写真、グラフ、図には色を使い、また遠くからでも見える大きなものにする
- ・通し番号の横に、結果をワンフレーズで記載
- ・図やグラフでは凡例は避け、可能な限り直接書き込む（矢印で示してもよい）
- ・図の説明文は、実験方法と結果の解釈（ただし、詳細は記載せず）とする

6) 結論・考察

- ・可能であればモデル図で表現し、簡単な説明文を付ける
- ・文章は短く簡潔なものがよく、箇条書きで示すのもよい
- ・結果の記載を繰り返さない
- ・行間を十分にとり、大きめのフォントサイズとする

7) 色の使い方

- ・色の使用は極めて効果的である。
- ・統一性を保つため、背景色は一色とし、落ち着いた色を使用する。
- ・赤緑色弱者への配慮のため、赤と緑の組み合わせを避ける。白黒コピーして配色を確認する。
- ・あまり多種類の色を使用しない。落ち着きがなくなる。
- ・首尾一貫した色の使い方に心掛ける。

C ポスター発表

1) ポスター発表の準備

- ・ポスター作成時に文章化した研究概略を、ゆっくりと話して3分程度になるよう編集し、練習する。
- ・友人等と互いに練習し合い、分かりやすいかどうか意見をもらう。
それをフィードバックさせて話す内容を完成させる。
- ・予想される質問に対する答えを準備する。
- ・ポスターには示さない詳細なデータや付加的データ、実験方法をまとめたものを用意し、必要に応じて説明できるようにする。

2) ポスター発表の心得

- ・ポスターの左端に立つ。（正面は不可）
- ・人がきたら会釈・挨拶をする。（相手にポスターを見る機会を与える。）

V 県合同発表会までの流れ(昨年の例です)

資料等の提出日を記入すること。

| 日付 | 行事・予定 | 備考 |
|---------|--|--------|
| 11月中～下旬 | 報告書(要約版)・プレゼン資料を作成 | |
| | 1次締切 研究報告書(要約版)とプレゼンのデータ 提出 | 顧問の先生へ |
| | 最終締切 研究報告書(要約版)と印刷原稿・プレゼンのデータ 提出 | 担任へ |
| | 校内発表会に向けての練習。英語発表するグループは外部講師指導有り | |
| | 校内発表会リハーサル(放課後) 100周年記念館 | |
| | 校内発表会(本校100周年記念館) | |
| | 「集まれ!科学への挑戦者」概要集原稿提出 | 顧問の先生へ |
| | 最終版原稿とポスターを作製 | |
| | 最終版原稿とポスターを作製 ※Abstractは担当の先生に指導を受ける | |
| | 1次締切 研究報告書(完成版)と印刷原稿・ポスターのデータ 提出 | 顧問の先生へ |
| | 最終締切 研究報告書(完成版)と印刷原稿・ポスターのデータ 提出 | 担任へ |
| | 「集まれ!科学への挑戦者」(岡山大学) | |
| | 岡山県理数科合同発表会(岡山理科大学)
全グループポスター発表(代表グループはステージ発表) | |
| 2月中～下旬 | 研究報告書の校正 校正後すみやかに提出 | |

R4 サイエンス探究Ⅱ 引き継ぎカード 2年6組()

○ 1年間サイエンス探究Ⅱをやって後輩に残したいメッセージを書いてください。

① 研究で一番面白いと感じた場面

② 研究で一番辛いと感じた場面

③ 各時期での研究のポイントについて

4月

5月

6月

7月

8月

9月

10月

11月

12月

1月

2月

④ 後輩へ「研究とは・・・」について一言

※この用紙をそのまま使います。丁寧に書いてください。

【付録 2】目盛りの読み方・有効数字

I 目盛りの読み方

色々な測定をする際、測定器具についている最小目盛り（例えば、ものさし（スケールともいいう）では1 mmが最小目盛り）の10分の1までを目分量で読み取る。図1では、127.6 mmと読む。

※ 留意事項

- ・目盛り部を測定物に密着させる。
- ・目の位置を真正面にして視差を防ぐ。
- ・数回、長さを測定し平均値を用いる。
- ・測定する際、必ずしも0を基点としなくてもよい。

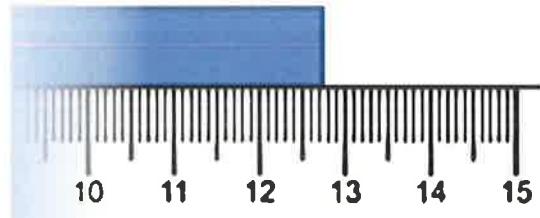


図1 ものさしの読み取り方の例

II 誤差

ものさしで長さを測ったり、はかりで重さを量ったりするとき、ものさしやはかりの精度には限界があり、また目盛りの読みとりも完全に正確にはできない。そのため、真の値と測定値との間に差を生じる。この差を誤差という。誤差には次の2種類(a)(b)がある。

(a) 絶対誤差（一般に「誤差」というと、絶対誤差のことをいう）

$$\text{絶対誤差} = \text{測定値} - \text{真の値}$$

(b) 相対誤差（「誤差何%」というときに使う）

$$\text{相対誤差} [\%] = \frac{|\text{絶対誤差}|}{\text{真の値}} \times 100$$

III 有効数字

図1の127.6 mmの例では、1, 2, 7は、もちろんのこと、6も5や7と読むより、真の値に近いという意味で、それぞれ意味をもつ値である。これらを**有効数字**といい、この場合の有効数字は4桁となる。これに対し、0.0035の0.00は位どりの「0」であるため有効数字の桁数には数えない。したがって、0.0035は 3.5×10^{-3} と表記でき、この有効数字は2桁となる。また、130.0のようなときには、 1.300×10^2 と表記できるので、有効数字は4桁となる。

1 測定値の計算と有効数字

誤った数値で計算をすると、誤差も連動して伝わるため注意が必要である。

(1) 掛け算・割り算

使った数字の「いちばん有効数字の桁数の少ないもの」に合わせて、計算結果を四捨五入する。

例： $3.0 \times 2.000 = 6.0$ $1.5 \times 1.550 = 2.325 \approx 2.3$ $5.0 \div 3.0 = 1.66 \cdots \approx 1.7$

(2) 足し算、引き算

いちばん精度の低い位にあわせて、それより小さい位を四捨五入する。

例： $1.5 + 0.21221 = 1.71221 \approx 1.7$

※「1.5」は少数第2位以下が不明なので、答の小数第2位以下は無意味になるため

(3) 複数の計算

途中の計算は、誤差の拡大を防ぐため有効数字を1桁多くとって計算する。

例： $7.0 \div 3.0 + 4.0 \div 3.0 = 2.33 \cdots + 1.33 \cdots \approx 2.33 + 1.33 = 3.66 \approx 3.7$

※ $7.0 \div 3.0 + 4.0 \div 3.0 = 2.3 \cdots + 1.3 \cdots \approx 2.3 + 1.3 = 3.6$ としないようにする。

2 無理数や円周率

計算の中の無理数や円周率は、他の測定値の有効数字より 1 査多くとって計算する。

また、その他の定数についても同様である。

IV 関連する器具

1 ノギス

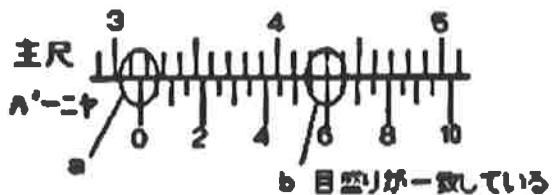
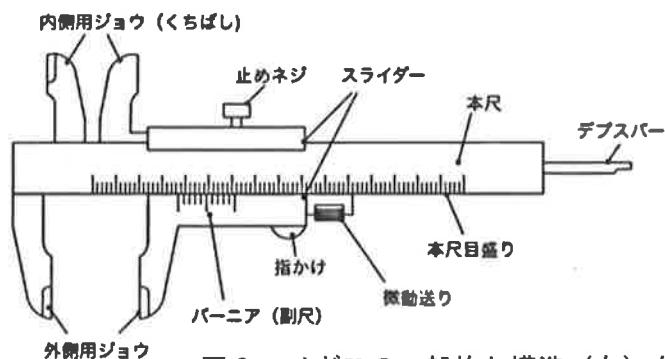


図2 ノギスの一般的な構造（左）と読み取り部分（右）

（1）ノギスの目盛りの読み方

- ① バーニヤの目盛り 0 のところ（a）の主尺の目盛りを読む。…3.1
- ② b のバーニヤの目盛りを読む。…0.06
- ③ 測定値は 3.16 となる。

※ 留意事項

- ・円筒などの内径をはかる場合は内側用ジョウを使用する。
- ・通常、単位はミリ(mm)を用いる。

2 マイクロメーター

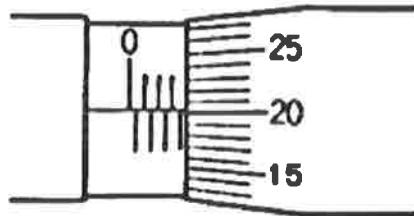
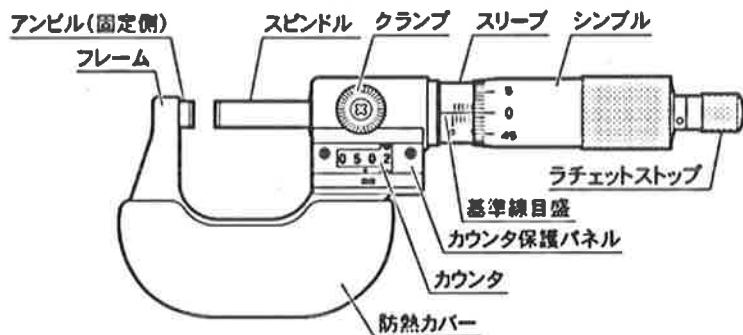


図3 マイクロメーターの一般的な構造（左）と読み取り部分（右）

（1）マイクロメーターの目盛りの読み方

- ① 円筒の目盛りをシンブルの左端で 0.5 mm 単位まで読む。…3.5
- ② シンブルの目盛りをスリープ中央の基準線目盛で読む。…0.20
- ③ シンブルの目盛りを目分量で読む。…0.002
- ④ 測定値は 3.702 となる。（※通常、単位はミリ(mm)を用いる）

V 参考資料

- 1 兵庫県教育研究所 (<https://www.hyogo-c.ed.jp/~kenshu/>) , ものづくりのススメ (<https://rivi-manufacturing.com/>) , 3 MISUMI Corporation (<https://jp.misumi-ec.com/>)

【付録3】データ収集と分析の方法について

Step I データを収集する

- 目的を達成するためのデータを実験・観察・調査などで集めます。その際に変数と定数を決め、変数はできる限り少なくし、同時に考えられる誤差はできる限り排除して信頼できるデータを集めましょう。
- 分野によってデータ数の概念は様々です。できる限り集めておいた方が良いです。

Step II 集計しデータを読む

- 集めたデータを集計してグラフを描きます。グラフは散布図を描く場合が一般的です。その際誤差棒も使いながらデータのはらつき具合とその原因を考えます。ばらつきが大きい場合はその原因について再度検討してデータ収集を行います。
- 平均値や中央値・最頻値・分散などの基本統計量を算出し、データの特性や傾向を考えます。
- もし収集したデータに様々な変数があり、その組み合わせで多面的に解析をする場合はまずクロス表分析をしてみましょう。
- 考察した結果から、データから言えること（=仮説）を設定します。

Step III データを解析する

- その仮説を証明するための統計分析を行いうことで仮説が成立する（もしくは成立しない）証拠を集めます。

- 原因を分析する ⇒ 重回帰分析
- 同じものを集めて共通性を分析する ⇒ デンドログラム（樹形図）、クラスター分析
- 特徴をまとめると ⇒ 主成分分析
- 表面上に出てこない要因を探す ⇒ 因子分析
- 仮説が正しいかどうかを判定する ⇒ t 検定 F 検定 χ^2 検定など
- 互いの関連性を判定する ⇒ 相関係数

Step IV 仮説を選択する（または棄却する）

- Step IIIの統計分析により仮説を選択するか棄却するかを決定します。もちろん棄却されるということも1つの事実なので意味を持ちます。
- その後の手法としては、Step Iで設定した定数を変数に変えてみてデータを収集する、Step IIIの解析方法を変えてみるなどがあります。

※文章中に出てくる聞きなれない言葉については、書籍やインターネットで調べてみよう。



MADE IN TSUYAMA

