

文部科学省指定 スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 第IV期  
玉島SSH 「科学的探究活動カリキュラム」 理数科2年生 学校設定科目  
(令和7年3月)

# 玉島サイエンス探究Ⅱ

～成果資料とワークシート～

化学



研究スタート！先行研究の調査

読解力

考え実行する力

論理力

物理



実験で使う装置を手作り

生物



クリーンベンチで無菌操作

数学

情報



文献調査から始まる課題研究



岡山県立玉島高等学校



## 地域・大学・研究機関と連携し科学的な探究方法や 課題解決力の育成を図り、考え実行する力を育てる！



### 課題研究

～科学的な探究方法や課題解決力を育てることを目指し、自分たちが興味があることの中に不思議を見つけ、少人数のグループで解決方法を考え実験・観察と考察を繰り返し探究する実習～

化学 ● 物理 ● 地学 ● 環境 ● 食品 ● 植物 ● 動物 ● 生活 ● 防災 ● ロボット ● 数学 ● 情報



研究スタート！先行研究の調査



実験で使う装置を手作り



クリーンベンチで無菌操作



文献調査から始まる課題研究



**主な研究テーマ** ● 制震カバンで安全な学校生活 ● 廃棄物を利活用した水質改善材 ● 折り紙で見つける正五角形の秘密 ● 大豆を用いた生分解性プラスチックの研究 ● タンポポ接着剤の研究 ● 植物由来の乳酸菌 ● 炭の炭酸カルシウム賦活とリン酸イオン吸着 ● サッカーボールが遠くに飛ぶ条件 ● 風力発電ブレードの高効率化 ● ラグビーボールの回転数と飛距離

### 研究成果をみんなに伝える！

本校白華ホールでステージ発表



本校第2体育館で、理数科・普通科合同でポスター発表



統計活用Ⅱ



【玉島サイエンスサポーター】  
農家の方から技術支援

### 学校を代表して校外発表会に挑戦！



集まれ！  
科学への挑戦者



岡山大学の大きなホールで学校代表がステージ発表

～課題研究で得られるデータを統計的に分析する手法を習得～



先輩の実験結果でデータを分析体験



ストップウォッチでデータを集め  
分析体験

# 目次

岡山県立玉島高等学校

SSH 学校設定科目「玉島サイエンス探究Ⅱ」(理数科2年生)

1	科目の概要	2
2	年間指導計画	5
3	生徒用ワークシート	
A	未来予想ポスター	7
B	研究計画書(兼 安全倫理審査資料)	9
C	スマート研究報	11
D	研究相談カード	13
E	統計活用Ⅱ	14
F	Good Job & One More Try カード	17
G	課題研究ポスター	18
H	課題研究論文	21
4	資料	
(1)	評価のためのルーブリック	29
(2)	スマート研究報の評価基準	30
(3)	調査結果資料・分析グラフ	32

# 1 学校設定科目「玉島サイエンス探究Ⅱ」の概要

## (1) ねらい

身の回りの事象から課題を発見し、主体的に課題解決に取り組み、成果を発信できる力を育成する。また、自分自身の活動だけでなく、共同研究者等との協働的な活動にも取り組み、「考え実行する力」を育成する。

## (2) 内容と方法

地域や実生活における事象を主体的に探究する「課題研究」、研究活動において幅広い視点と客観的な視野を育成する研究俯瞰法、実験データの適切な分析処理とデータ活用を学ぶ「統計活用Ⅱ」、情報活用スキルを活用したポスターやスライド作成・発表、論文執筆を研究開発、実践した。仮説を検証するため、事後アンケートを実施する。

### I. 課題研究

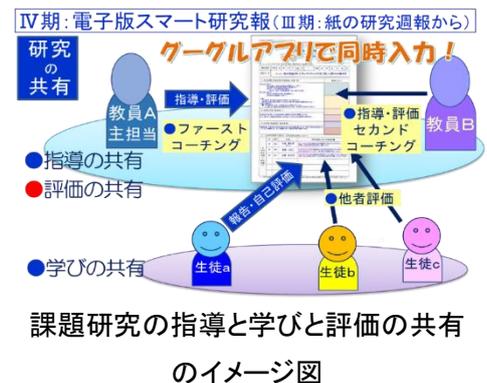
#### (1) ねらい

科学的な探究方法や課題解決力の育成を図る。研究俯瞰法により、自己・他者の探究活動を客観的に認知し、課題を解決する能力を養う。

#### (2) 内容・方法

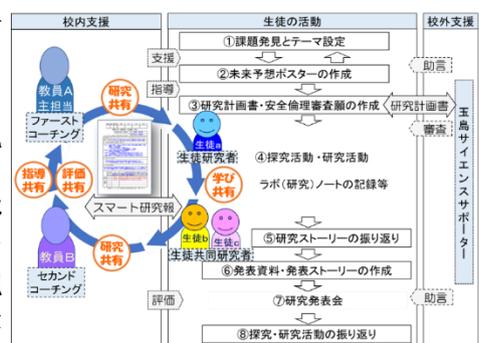
少人数のグループ単位での科学的探究活動を実施する。課題の発見・設定、研究計画の作成、安全倫理の検討、実験・観察、分析・考察、成果の発信を一体的に行う。スマート研究報を中心とする研究俯瞰報によって、メタ認知を研究にフィードバックさせる。なお、本校では、第Ⅲ期までの成果を活かして個々の生徒の振り返りを充実させるために、対象生徒及びその共同研究者(生徒)が「スマート研究報」を作成したものを印刷し、紙面上に研究に対する指摘やアドバイスを教員が書き込む、共同編集機能の利点と紙の記入しやすさの利点を融合させる方法を実施している。また、大学退官教員集団(P.R.P)や大学教授等の外部指導者による指導体制を強化した。

事後アンケートの結果より、肯定的な回答を見ると、「読み解く力」事前 60.7%→事後 100%、「考え実行する力」事前 51.5%→事後 93.9%、「論じ合う力」事前 50.0%→事後 94.0%のように、どの力も伸びており、事後には9割を超える生徒の伸びが見られた。特に、「考え実行する力」「論じ合う力」の伸びが大きかった。また、「プレゼンテーション力」の伸びを感じた生徒は8割を超えており、「論じ合う力」の育成にも高い効果が見られた。加えて、第Ⅲ期で設定した「科学マネジメント力」のうち、「探究力」の向上に繋がったと回答した生徒の割合が 97%と高く、「課題解決力」の育成を図ることができた。



#### 【研究俯瞰法】

探究活動における課題の発見、解決、成果発信の取組を、第三者の視点から客観的に自分自身及び共同研究者の活動を俯瞰しながら研究を進める手法である。研究過程の「課題の発見」「研究計画」「実験・観察」等の繋がりを連続して捉え、過去の活動を振り返り、現在の活動を正確に把握し、未来の活動を予測しながら、見通しを持って探究活動に取り組む。生徒が自らの活動内容を客観的に認知(「メタ認知」)し、探究活動を進める。それに加えて自分自身の活動だけでなく、共同研究者との協働的な活動も客観的に認知(「他者メタ認知」)して探究活動に取り組むことになる。これによって、生徒は主体的に探究活動に臨むことができ、他者の活動をしっかりと認識した上で対話的に意見を交わしながら深い学びと協働的な活動を推進することができる。



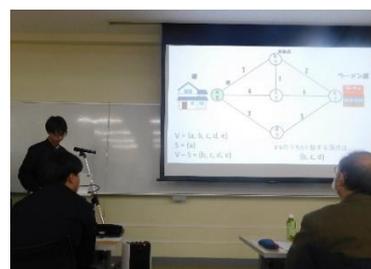
課題研究の深化を目指す「研究俯瞰法」のイメージ図



課題研究の様子(化学)



課題研究の様子(物理)



課題研究発表会

## II. 統計活用II

### (1) ねらい

課題研究で得られたデータを適切な方法で集計し、客観的に分析する能力を育成する。

### (2) 内容・方法

課題研究と並行して実施する。1人1台端末を用いて各種データを統計的に読み取るスキルを学ぶとともに、実験から得られたデータを統計学的に検定する手法に取り組む。各分野研究班の代表者が統計学的検定に関する手法を体験的に学ぶエキスパート活動と、得られた知見を班員と共有し、研究活動で得られた実験データを処理・解析するジグソー活動を実践する。授業中のパフォーマンスとワークシートによって評価する。



統計活用II

## III. 玉島サイエンスネットワーク

本校では、第III期の「玉島サイエンスサポーター」を発展・拡充させ、生徒だけでなく教員も、対面だけでなくオンラインで研究者からサポートを受けられる仕組みとネットワークの研究・構築を進めている。令和5年度では、大学や地域・研究機関等と連携して、課題研究のテーマ設定段階からアドバイスを受ける仕組みを研究開発し、実践した。特に、理数科では研究テーマに対する助言に加え、研究計画書と研究安全倫理審査願の審査も受ける仕組みを構築した。

	対面による活動支援の概要	オンラインによる活動支援の概要
課題設定期	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎普通科では、「玉島プロジェクト探究I」において、地域ユニット学習の講師や玉島フィールドワークの受入による支援。</li> <li>◎理数科では、「玉島サイエンス探究I」において、研究体験研修の受入による支援。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎大学や地域・研究機関等と連携して全校の課題研究のテーマ設定について、専門家から研究支援(メール)。</li> <li>◎理数科では、研究計画書と研究安全倫理審査願の審査による研究支援(メール)。</li> </ul>
探究期	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎授業または放課後等に、講師来校による実験・観察の技術指導・研究支援。</li> <li>◎放課後または休日に大学等訪問による実験・観察の技術指導・研究支援。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎来校または訪問による研究指導の事前事後の研究相談や指導計画の打ち合わせ(TV会議システム&amp;メール)。</li> </ul>
発信期	◎校内発表会で質疑応答等を通して、研究全般に対する指導。	

探究期における研究支援を受ける有効な仕組みとして、次のようにオンラインと対面支援を上手く双方向で活用することで研究支援を充実させ深い学びと研究意欲の向上につなげることができた。

指導教員と研究者間でメールによる打合せ

【事前指導】生徒と研究者間でオンラインTV会議で協議

【実験・観察サポート】生徒・指導教員と研究者間で訪問し対面で研究サポート

【事後指導】生徒と研究者間で対面・オンラインTV会議で協議



図 オンラインによる研究相談



図 対面による研究指導(元素分析)

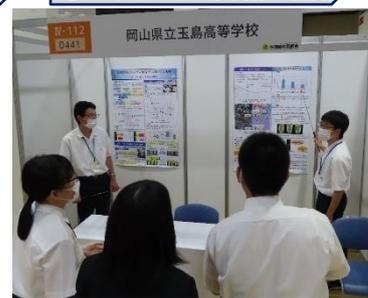


図 SSH生徒研究発表会

課題研究を中心とする探究活動において、双方向で大学や地域・研究機関等と連携を進め、対面及びオンラインによる学びの場を構築した。令和4年度から大学等の研究支援を積極的に取り入れ、令和5年度は、訪問による研究支援に力を入れて取り入れた。これによって、生徒の研究意欲が更に高まり、入賞実績の充実からも研究内容が深まってきたことが明確であった。活動の観察から、研究の発展深化は勿論のこと、研究意欲の向上が見られた。

表 研究支援の延べ回数(R4~5)

研究の支援方法	R4	R5	合計
オンライン	47	113	160
対面(訪問・来校)	2	10	12

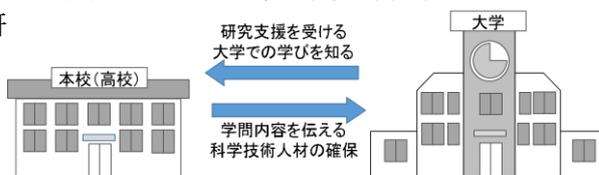


図 本校(高校)と大学の双方向の連携イメージ

<理数科:学会・研究発表会やコンテスト等への挑戦から見る生徒の変容>

- ◎主な入賞 (R4)・スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 **ポスター発表賞**  
 ・愛媛大学社会共創コンテスト 2022 研究・探究・DS 部門 **学生審査員賞(特別賞)**  
 (R5)・京都大学テクノアイデアコンテスト テクノ愛 2023 高校生部門 **奨励賞**  
 高校生大学生部門 **テクノ愛賞(特別賞)**  
 ・サイエンスキャスル 2023 中四国大会ポスター発表 **奨励賞**  
 ・令和5年度「集まれ!科学への挑戦者」研究発表大会 **奨励賞**  
 ・第24回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会 **優良賞2本**  
 (R6)・第26回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表会 **最優秀賞・優秀賞**  
 ・第68回日本学生科学賞 岡山県審査 **奨励賞3本**  
 ・自由すぎる研究 EXPO 2024 **入選2本**

生徒への聞き取り調査から、進路希望にも大きな影響を与え、漠然と高校入学時は進路志望が明確でなかった生徒や医療技術系を希望していた生徒たちが、課題研究で取り組んだ化学系分野へ進学し研究を続けたいという強い志望をもつようになった。

また、生徒だけでなく、教員が研究者から探究活動の指導する上でサポートを受けられる仕組みとして「玉島サイエンスネットワーク」の拡大発展へ取り組んだ。地元国立大学・私立大学、地元企業等との連携を図り玉島サイエンスサポーターを募集し、チャットによって本校教員と専門家等を接続し地理的・時間的制約を受けず研究相談が受けられる「玉島サイエンスネットワーク」をオンライン上に構築し始めた。Slack, Google Chat, LINE 等複数のソフトを検討した結果、メンバー管理と話題毎の関連メッセージのグループ化等の利点で、ビジネスチャットツールである Slack を採用した。本格的に「玉島サイエンスネットワーク」の仕組みが構築運用できれば、教員の指導力向上を図ることができ本校探究活動が更に充実した活動にできる。また、対面だけではなく、オンラインでもサポートを受けられる仕組みを構築することで、全国的な課題である「探究活動の指導に対する教師の不安」を解決できると考えており、将来的に岡山県全体そして全国の探究活動の充実に大きく貢献できると考えている。



図 課題研究による進路志望への影響

表 玉島サイエンスサポーターの登録者数(内訳)R6.2 現在

	大学	地域	研究機関
登録者数	5	1	1



図 教員版 玉島サイエンスネットワークチャット Slack による研究相談と支援

### 学校設定科目「玉島サイエンス探究Ⅱ」の年間指導計画

教科名	科目名	単位数	学科・コース・類型	履修学年	
理数	玉島サイエンス探究Ⅱ	3	理数科	第2学年	
目標	身の回りの事象から課題を発見し、主体的に課題解決に取り組み、成果を発信できる力を育成する。また、自分自身の活動だけでなく、共同研究者等との協働的な活動にも取り組み、「考え実行する力」を育成する。				
主な取組のねらい及び内容・指導法	<p>○課題研究 [ねらい] 科学的な探究方法や課題解決力の育成を図る。研究俯瞰法により、自己・他者の探究活動を客観的に認知し、課題を解決する能力を養う。 [内容・指導法] 少人数のグループ単位での科学的探究活動を実施する。課題の発見・設定、研究計画の作成、安全倫理の検討、実験・観察、分析・考察、成果の発信を一体的に行う。スマート研究報を中心とする研究俯瞰報によって、メタ認知を研究にフィードバックさせる。また、PRPや大学教授等の外部指導者による指導体制を強化する。</p> <p>○統計活用Ⅱ [ねらい] 課題研究で得られたデータを適切な方法で集計し、客観的に分析する能力を育成する。 [内容・指導法] ジグソー法を用いて、課題研究と並行して実施する。実際に研究活動で得た実験データを用いて、統計処理や分析・活用を行う。</p>				
既存教科・科目との関連	「理科」と「数学」及び「理数探究」、そして「総合的な探究の時間」の目標を融合した教科・科目とする。主体的に課題解決に取り組み、深い学びを通して考え実行する力を身に付けさせる。探究活動において、情報機器や情報通信ネットワークなどを適切に活用して情報を収集、処理する技能、及び、実験データを統計的に扱う力を身に付けさせる。探究活動と大学での学びや地域社会での技術との関連を意識した活動をさせる。				
指導体制	数学、理科				
	単元名	時数	形態	指導内容	指導上の留意点、教材等
導入	「玉島サイエンス探究Ⅱ」の説明	2	一斉	「玉島サイエンス探究Ⅱ」の目的と概要を理解させる。	「玉島サイエンス探究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」を系統立った科学的探究活動として扱う。
研究計画	研究計画書	2	グループ	1年次の「玉島サイエンス探究Ⅰ：サイエンス探究実習」の取組を基盤として、課題の設定と解決に向けた計画を立てさせる。	1年次で履修した「玉島サイエンス探究Ⅰ」で育成した「発想力」等を意識させ、先の見通しを持って計画を立てさせる。
安全倫理	安全倫理審査願	2	グループ	作成した「研究計画書」に基づき毒劇物を始めとする薬品の取扱や研究対象とする動物等の扱い方について、安全倫理上の配慮事項を理解させる。	研究活動における、国際研究基準に基づく安全倫理上の問題を審査する。
講演会	研究者講演会	2	一斉	地域や大学等との連携による研究者講演会を通して、探究活動における課題解決に向けた科学的なアプローチに関わる研究手法を理解する。	事前学習で生徒に研究計画を考えさせ、事後学習を通して、研究技術を修得させ技術の伸長を理解させる。
研究活動	探究活動Ⅰ	20	グループ	「実験と観察」「分析と考察」を繰り返し、研究計画を見直しながら探究活動に主体的に取り組み、深い学びを行い、課題解決に向けて研究活動に取り組む。	「研究週報」を利用して、自らの研究内容を客観的に理解し、他者との協働的な活動に取り組みさせる。
研究発表	課題研究中間発表会	9	一斉	探究活動の中間段階において、一度研究成果をまとめ、スライドを作成して他者の前で発表する。また、質疑応答を通して研究の深化に取り組む。	中間段階として、探究活動を全体尾を自ら見直すため、スライド作成を通して研究成果と課題を見直させる。また、研究者等の専門家との質疑応答を通して、指導と助言を得る。
研究活動	探究活動Ⅱ	50	グループ	研究者等の専門家からの指導助言を考察し研究計画を見直し、「実験と観察」「分析と考察」を繰り返しながら探究活動に主体的に取り組み、深い学びを行い課題解決に向けて研究活動に取り組む。	「研究週報」を活用して、自らの研究内容を客観的に理解し、他者との協働的な活動に取り組みさせる。
研究活動	統計活用Ⅱ	2	グループ	実験で得られたデータを利用して統計処理を行った結果を用いて考察し、研究活動に活かす。また、適切な形でグラフ等に反映させる。	データの種類によって、統計処理の方法が異なることに留意させる。
実習・講演会	先端サイエンス研修(研究施設訪問研修)	4	一斉	研究施設等を訪問し、自らの研究活動を体験した上で、研究者や技術者からの経験に基づいた研究開発や技術開発等の講義や実習を受け、探究力をより高く伸長させる。	自らの研究経験を通して、探究活動における探究力を理解させた上で、現場で活躍する研究者や技術者からの講義や実習を通して、探究力を十分に理解させる。
実習・講演会	先端サイエンス研修(講義・ワークショップ)	4	一斉	大学・研究機関・地域NPO法人等と連携し、対面やオンラインを活用した、高校と大学等との学びを接続する講義やワークショップ等を研究し実践する。	教科の内容に留まらない、地域・実社会と繋がる活動とする。探究活動と大学での学びや実社会で開発・活用されている技術との関連性を考慮した指導を工夫する。
研究発表	課題研究発表会	10	一斉	探究活動における、1年間の研究成果をまとめ、スライドを作成して他者の前で発表する。また、質疑応答を通して研究の深化に取り組む。	1年間取り組んだ探究活動の成果を、スライド作成を通してまとめさせ振り返らせる。また、研究者等の専門家との質疑応答を通して、指導と助言を得る。
論文作成	課題研究研究論文作成	10	グループ	探究活動の研究成果を洗練し、社会への還元を意識して研究論文を執筆する。	「玉島サイエンス探究Ⅲ」への繋がりを意識して、科学コンテスト等への投稿に通用することを意識して、論文の執筆に挑戦する。
	時数計	117			
備考	・評価は、ルーブリックを活用し、アンケート・ポートフォリオ・パフォーマンステスト等で多面的に行う。				

### 3 ワークシート

- A 未来予想ポスター
- B 研究計画書（兼 安全倫理審査資料）
- C スマート研究報
- D 研究相談カード
- E 統計活用Ⅱ
- F Good Job & One More Try カード
- G 課題研究ポスター
- H 課題研究論文

# 未来予想ポスター



研究タイトル「

研究者(

)

1. 目的

2. 仮説

3. 研究方法

4. 結果

5. 考察

6. 結論

7. 引用文献・参考文献

# 未来予想ポスター



研究タイトル「【アドバイス】内容を適切に表し、魅力的な研究タイトルを考えましょう。」

研究者( )

## 1. 目的

### 【アドバイス】

このタイトルで研究しようと考えたきっかけ、関連する研究の現状と課題を取り上げ研究の背景を示しましょう。その課題の何に興味を持ち何を明らかにするのか、自分たちはどんな研究をしようと考えたか書きましょう。

## 2. 仮説

### 【アドバイス】

- ①「疑問に思っていること」と「予想される答え」の組み合わせ「(疑問)は、(答え)である。」が、「仮説」に相当する。
- ②研究テーマによっては、「仮説」をたてるのが困難であることがある。その場合は、ねらいを明確にもつとよい。

## 3. 研究方法

### 【アドバイス】

- ①設定した仮説が、「正」か「誤」か確認できる、またはねらいを達成するための具体的な実験や観察など研究方法を考えましょう。
- ②箇条書きでわかりやすく書きましょう。図等を入れて、わかりやすくまとめましょう。
- ③図書室やコンピュータを活用して調べましょう。インターネットだけでなく、教科書や図説等の書籍を有効に活用しましょう。情報の入手先は、しっかりと記録すること。

## 4. 結果

### 【アドバイス】

- ①今回は、実際には実験や観察ができないので、実験結果を予想しましょう。
- ②予想した実験結果を表にしたり、グラフにしたり、自分が仮説を検証するのに、有効な形で実験結果を表現しましょう。
- ③表やグラフで表しにくい結果が予想される場合は、どんな形で表すか考えましょう。

## 5. 考察

### 【アドバイス】

実験結果や調査結果ごとに、どんな分析をして考察するか予想しましょう。

## 6. 結論

### 【アドバイス】

実験結果について、分析と考察を行い新たな知見を創造して、自らの考えをまとめましょう。

## 7. 引用文献・参考文献

### 【アドバイス】

引用文献や参考文献を示しましょう。ホームページの場合は、閲覧日を書きましょう。

理数科長	理科主任	数学科主任	物理	化学	生物	数学

## 課題研究 研究計画書（兼 安全倫理審査資料）

研究テーマ	(1行程度で研究内容を反映したもの)					
研究者名  (班長名の 前に◎を)	組	番号	氏名	組	番号	氏名
指導者						
研究の概要	(数行程度で)					
実験の方法と環境（安全・倫理の考慮を必要としない予備実験や器具の作成等は，簡略化可）						
(ドラフト内で，安全ゴーグル使用，微生物使用の際は生物的封じ込め，脊椎動物使用の際は代替動物の検討・使用数の検討・倫理上の検討，ヒトを対象とする場合は個人情報保護の配慮，廃棄物の処理なども含めて記載)						

研究タイムライン（以下の時期までに、どこまで明らかにするか）

研究項目	7月上旬 1学期期末考査まで	8月下旬 2学期始業式まで	10月中旬 2学期中間考査まで	12月上旬 2学期期末考査まで
①				
②				
③				
④				
⑤				
⑥				
⑦				
⑧				

予想される結論

（ある程度具体性をもたせて、数行程度で）

## 課題研究 スマート研究報

学年		組		番号		氏名		
課外(自宅以外):						/月	指導者	

I. 1から3について、自分が所属する研究班の活動について自己の視点で振り返り記入しなさい。

報告期間	令和( )年( )月( )日 ~ 令和( )年( )月( )日
研究テーマ	
1. 主な成果と未達成果(未達理由, 対策 等) ※ラボノートで振り返って何ができたか, どうかの視点で記入	
2. 次回の予定(具体的に)	
3. その他(自由記述)	

II. 4について、メタ認知し自己評価した後、共同研究者の他者メタ認知による他者評価を受けなさい。

4. 共同研究者間での研究俯瞰	組	番号	氏名	研究における行動についての自己評価・他者評価
				(本人)

☆「研究俯瞰(ふかん)」とは、自分と共同研究者の研究活動を客観的に認知すること。

学年	2	組	R	番号	55	氏名	玉島 たまっこ
						指導者	化楽 頑張郎

I. 1から3について、自分が所属する研究班の活動について自己の視点で振り返り記入しなさい。

報告期間	令和( 5 )年( 4 )月( 18 )日 ~ 令和( 5 )年( 5 )月( 23 )日
研究テーマ	コーヒー抽出残渣を用いたダルマガエルの生息に適した溜川の水質改善
1. 主な成果と未達成果(未達理由, 対策 等) ※ラボノートで振り返って何ができたか, どうかの視点で記入	
<p>(主な成果)</p> <p>◎溜川の流速がかなり遅いことがわかった。先輩たちの論文を調べた結果, 上流と下流の両方に水門があり, 常に水量がコントロールされていることが原因と考えられた。</p> <p>◎月2回の水質調査の結果, 前日までの天候によって水質調査の各項目の変動が大きいことがわかった。過去の論文から, CODとリン酸イオン濃度が大きく, 変動も大きいことが読み取れた。</p> <p>(未達成果)</p> <p>□ダルマガエルの生態と過去に放した生態数やその後の地元の活動を調べられていない。</p> <p>→溜川の環境活動に積極的に取り組んでいる玉島商工会議所に問い合わせる。</p>	
2. 次回の予定(具体的に)	
<p>□コーヒー抽出残渣から, 吸着型の水質改善材を作成する方法の案を考える。</p> <p>□すでに水質浄化に利用されている活性炭の特徴を把握する。</p> <p>□リン酸イオン濃度についても, 簡易測定法の実験手順書を作成する。</p>	
3. その他(自由記述)	
◎放課後, サイエンス部の活動と連携して, 溜川の遊水池の周辺環境を観察する。また, 地域住民に対する聞き取り調査に挑戦したい。	

II. 4について, メタ認知し自己評価した後, 共同研究者の他者メタ認知による他者評価を受けなさい。

4. 共同研究者間での研究俯瞰・ふかん	組	番号	氏名	研究における行動についての自己評価・他者評価
	R	55	玉島 たまっこ (本人)	【本人による自己評価】溜川の流速は, かなり遅いことに気づき, 水門の存在について調査できた。
	R	65	阿賀崎 たま	【阿賀崎さんが玉島さんを他者評価】先輩の論文を読んで, CODに注目する根拠を確認できた。
	R	78	白華 太郎	【白華くんが玉島さんを他者評価】COD測定の実験手順を, 誰でもできるようにフローチャートにまとめた。

理数科長	担当教員

研究チームリーダー	学年		組		番号		氏名	
							担当教員	

## 課題研究 研究相談カード

記入日	令和（    ）年（    ）月（    ）日（    ）曜日 記入
研究チーム名	
研究テーマ	
1. 相談内容	
<p>記入例) 図を描くとわかりやすい。何を目的とする話かを明確にするとわかりやすい。  <b>～を調べるために、～したいのですが、よい方法を教えてください。</b>  <b>～という結果が得られたのですが、～と考えることは適切ですか。</b> 等</p>	

☆枠内に黒色ボールペンで丁寧に記入すること。このままスキャンして送ります。

実験・観察・調査データの取り扱い ～測定値の誤差と精度～

サイエンスミッション

実験・観察・調査データを統計的に読み取るスキルを学び、統計的分析スキルを持ち帰り！

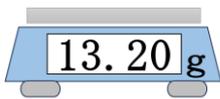
(1) 実験における測定データについて

①測定した値と誤差

(a) デジタル目盛りの測定装置・器具の場合

表示された値を読み取る

実習1 電子てんびんの読み取り



測定値
g

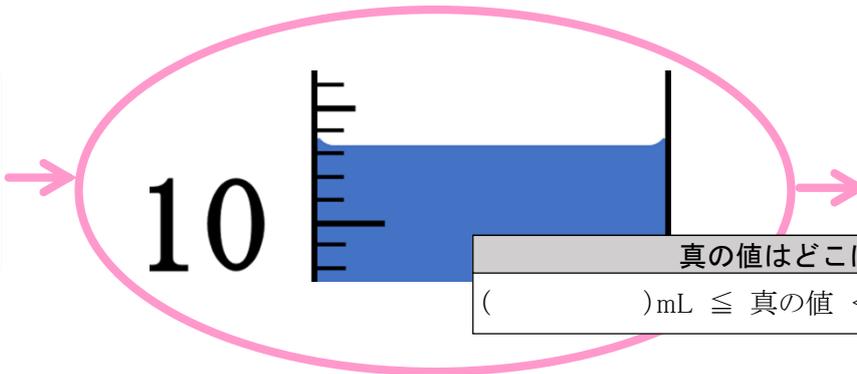
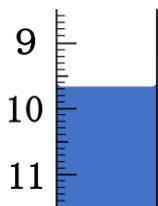
真の値はどこに？
( )g ≤ 真の値 < ( )g

有効数字は？
桁

(b) アナログ目盛りの測定装置・器具の場合

スキルUp 最小目盛りの1/10まで値を読み取る

実習2 中和滴定で用いるビュレットの読み取り



測定値
mL

真の値はどこに？
( )mL ≤ 真の値 < ( )mL

有効数字は？
桁

②測定の正確さと精度

スキルUp pHメーターは、標準液で校正する必要がある

(a) 実験における測定の「正確さ」と「精度」(1つの値)

スキルUp バラツキの大きさは、標準偏差で見る

実習3 0.10mol/L 塩酸を水で10倍希釈した水溶液のpHをpHメーターで測定した値を分析しよう。

頑張郎さん	
1回目	2.51
2回目	2.41
3回目	2.55
4回目	2.51
5回目	2.46
平均値	2.49

玉子さん	
1回目	2.06
2回目	1.96
3回目	2.10
4回目	2.06
5回目	2.01
平均値	2.04

たまっこさん	
1回目	2.03
2回目	2.56
3回目	2.46
4回目	1.41
5回目	1.74
平均値	2.04

華子さん	
1回目	2.48
2回目	2.79
3回目	3.12
4回目	1.91
5回目	2.15
平均値	2.49

最も正確で精度の高い実験をできたのは誰でしょうか。

実験・観察・調査データの取り扱い ～相関と近似直線・近似曲線～

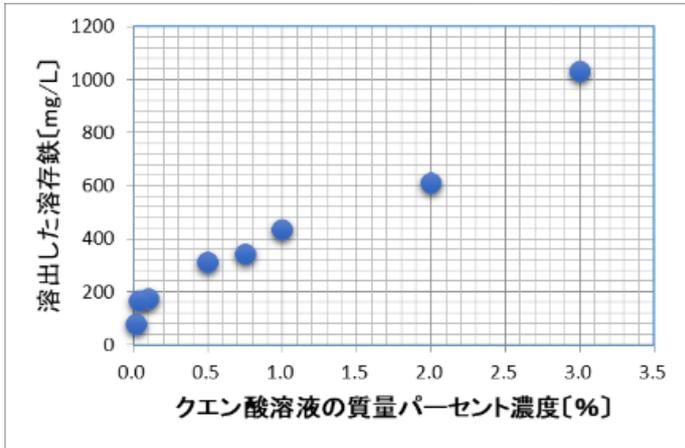
②測定の正確さと精度

(b)2つの実験の相関(2つの値)

**実習4** 次の散布図において、プロットの並び具合を見て、相関を表す線が直線になるか曲線になるか判断して線を引きましょう。

(ア)点の並びが直線になると判断した場合

**スキルUp** 線の上下に点が同程度に散らばるように考えて直線を引く。



**スキルUp** 原点を通るかどうかを考える。

図 クエン酸溶液中に溶出した溶存鉄濃度

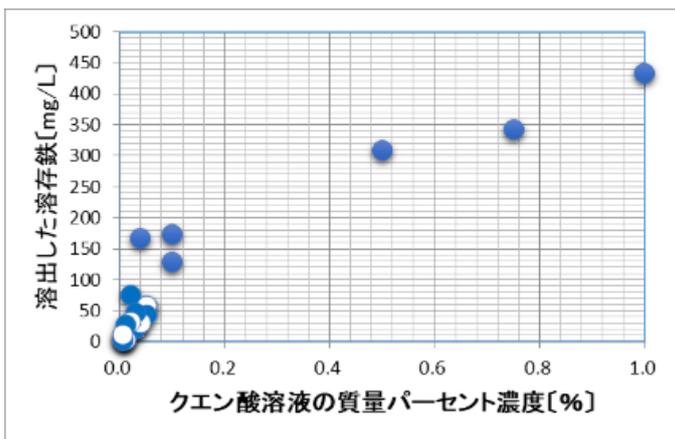


図 クエン酸溶液中に溶出した溶存鉄濃度

(イ)点の並びが曲線になる場合

**スキルUp** なるべく多くの点やその近くを通るなめらかな曲線を引く。

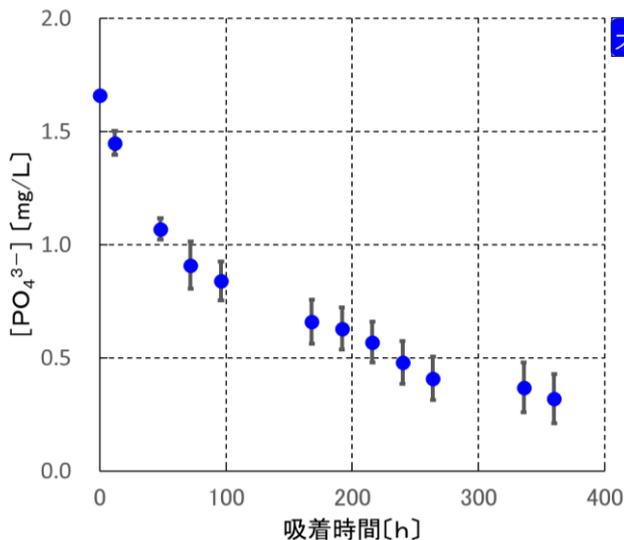


図 水溶液中のリン酸イオン濃度経時変化

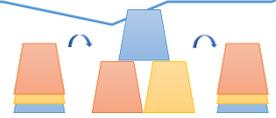
実験・観察・調査データの取り扱い ～標準偏差・標準誤差と有意差～

(2) 統計学的検定について

手順: 3個重ねた3組のカップを1組ずつピラミッド状に重ね、元に戻す。

① 平均値の差の統計学的検定

**実習5** スピードスタッキングに挑戦しよう。初回（練習なし）、1回練習後、十分練習後に5回ずつ挑戦して時間を記録し、統計学的に分析しよう。



	初回(練習なし)	1度練習後	十分練習後
1回目	s	s	s
2回目	s	s	s
3回目	s	s	s
4回目	s	s	s
5回目	s	s	s
平均値	s	s	s
分散			
測定回数			
標準偏差			

**スキルUp** 関数(平均値)=AVERAGE(E6:E10)

**スキルUp** 関数(分散)=VAR.P(E6:E10)

**スキルUp** 関数(標準偏差)=STDEV.P(E6:E10)

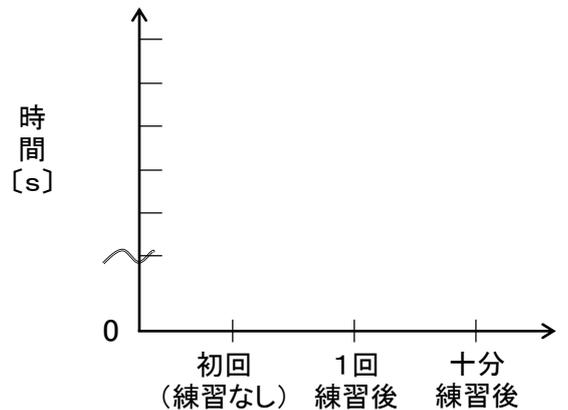


図 ( )

② 実験データの統計学的検定

**実習6** 過去の課題研究「大豆タンパク質の作製の研究」において、強度測定で得られた実験データを統計学的に分析してみよう。

差がないことを否定することによって、差があることを証明する。つまり、差があることの証拠を見つけるのではなく、差がないことの証拠を見つける検定を行います。

(a) 帰無仮説(対立仮説)を立てる。

**スキルUp** 帰無仮説を否定できれば、対立仮説を肯定できる。

➡ 帰無仮説「2つの平均値の差は偶然であり、差はない。」という仮説を立てる。本来求める対立仮説は、「2つの平均値の差は偶然ではなく、意味のある差である。」となる。

(b) 有意水準を設定する。

**スキルUp** 「有意水準」とは、正誤の判断に用いる基準のこと。

➡ 通常は、有意水準 0.05 (5%) と設定する。(または、有意水準 0.01 (1%) を用いることもある。)

(c) P値を計算する。

**スキルUp** 関数(標準誤差)

=標準偏差/SQRT(測定回数)  
=SQRT(分散/測定回数)

おからの添加量	① 8 g	② 9 g	③ 10 g	④ 11 g	⑤ 12 g
A	13.99	19.71	22.07	22.16	18.43
B	16.67	16.37	20.59	21.37	19.51
C	15.20	15.78	23.05	26.77	20.00
D	14.41	15.49	21.08	20.98	18.73
E	18.63	18.63	26.48	21.67	19.90
平均値	15.780	17.196	22.650	22.590	19.314
分散	2.8664	2.7949	4.3662	4.5168	0.39498
測定回数	5	5	5	5	5
標準偏差	1.6930	1.6718	2.0895	2.1253	0.62848
標準誤差	0.75715	0.74764	0.93447	0.95046	0.28106

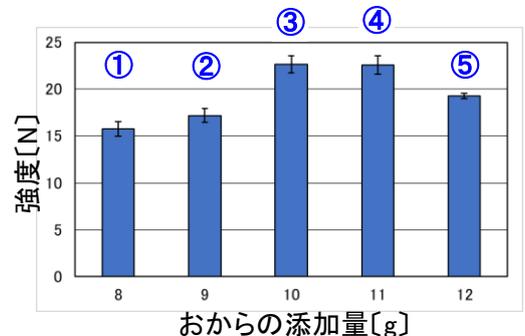


図 おからの添加量と強度の関係



**スキルUp** 関数(P値)= T.TEST(E6:E10,F6:F10,2,3)

(d) 有意水準とP値を見比べて、有意差があるかどうかを判定する。

➡ P値 ≤ 0.05 ならば「差がない」ことが否定される。 → だから「差がある」でしよとなる。

( ) 年 ( ) 組 ( ) 番 氏名 ( ) ( ) 班

**スキルUp** 標準偏差: 1つの値にならないデータのバラツキ, 標準誤差: 1つの値になるはずのデータのバラツキ

理数科2年生 課題研究 中間発表会

研究内容はもちろん、発表の全般について記入してください。  
カードはアドバイスを伝えるために活用します。

# Good Job & One More Try カード

研究分野		所属	お名前
研究テーマ			
Good Job(素晴らしい点)			
One More Try(もうちょっと取り組みたい点)			
アドバイス等			



# 研究タイトル(MSPゴシック20ポイント太字)



岡山県立玉島高等学校 ○○科○年生

○○○○ ○○○○ ○○○○ ○○○○

○○○○ (MSPゴシック10.5ポイント)

指導者 ○○○○



- 書式設定で、「塗りつぶし」「線の色」を変更可。
- 自分で相応しい色と「たまっこ」を用いてください。

## 1. 目的 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 2. 仮説 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 3. 研究方法 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 4. 結果 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 5. 考察 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 6. 結論 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 7. 今後の課題 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

## 8. 引用文献・参考文献 (MSゴシック12ポイント)

ここは (MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

# 研究タイトル(MSPゴシック20ポイント太字)



岡山県立玉島高等学校 ○○科○年生

○○○○ ○○○○ ○○○○ ○○○○  
○○○○ (MSPゴシック10.5ポイント)

●テーマに合った「塗りつぶし色」「線の色」  
「たまご」に変更する。

指導者 ○○○○



## 1. 目的 (MSゴシック12ポイント)

このタイトルで研究しようと考えたきっかけ、関連する研究の現状と課題を取り上げ研究の背景を示す。その課題の何に興味を持ち何を明らかにするのか、自分たちはどんな研究をしようと考えたのかを示す。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※ページ設定で、A4判用紙に設定  
(ポスターはA0判に拡大印刷)

## 2. 仮説 (MSゴシック12ポイント)

「疑問に思っていること」と「予想される答え」の組み合わせ「(疑問)は、(答え)である。」が、「仮説」に相当する。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※研究テーマによっては、「仮説」をたてること  
が困難であることがある。研究テーマによっ  
ては、省略してもよい。

## 3. 研究方法 (MSゴシック12ポイント)

どのような方法で研究に取り組んだのか、実験方法や調査方法を具体的に示す。聞き手が、研究過程をイメージしやすく工夫するとよい。聞き手が説明を聞きながら、理解できるように工夫する。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※研究方法是、箇条書きや、フローチャートな  
どでシンプルにわかりやすく表現。

※実験装置は、写真や図などでわかりやすく。

※実験・調査の条件等は、表などを用いてわ  
かりやすく。

※図や写真にはタイトルを示し、聞き手が説  
明を聞きながら追いかけるようにする。

●発表ポスターは、玉高統一書式を用  
いること。書式に手をかける代わりに、  
内容や表現を十分に考えましょう。

●各項目の枠の大きさは、内容に応じ  
て自由に変更しましょう。



## 4. 結果 (MSゴシック12ポイント)

研究によって得られた実験結果や調査結果を示す。得られた結果をそのまま示すのではなく、聞き手に伝わりやすく工夫する。表、グラフや写真などを用いてわかりやすく表す。表、グラフや写真等にはタイトルを示し、聞き手が理解しやすく示す。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※グラフは、棒グラフ、円グラフ、折れ線グラフ  
など適したタイプのグラフを選択。

※グラフでは縦軸と横軸が何を表しているか、  
表では行や列が何を表しているか必ず明示。

※グラフや表や写真にはタイトルを示し、聞き  
手が説明を聞きながら追いかけるように  
する。凡例はグラフ内に入れるとよい。

## 5. 考察 (MSゴシック12ポイント)

実験結果や調査結果ごとに、分析し考察する。文章を主体でまとめ記入する。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※結果と考察の違いを把握した上で、両者を  
区別して記入する。



## 6. 結論 (MSゴシック12ポイント)

結果や考察から結論を導き出し示す。仮説を立てた場合は、検証して正誤も示す。文章を主体でまとめ記入する。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)

※引用と研究成果の区別を明確にする。



## 7. 今後の課題 (MSゴシック12ポイント)

本研究を踏まえて、今後の研究の展開を示す。記述は省略しなくてもよい。口頭で話せばよい。(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)



## 8. 引用文献・参考文献 (MSゴシック12ポイント)

引用文献や参考文献を示す。  
(MSゴシックorMSPゴシック10.5ポイント)



# イオン吸着を目指した活性炭の賦活処理の研究

岡山県立玉島高等学校 理数科2年生 ●●●●●●●●

指導者 ●●●●●●



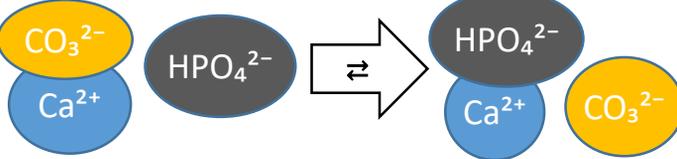
## 1. 研究背景と目的

先輩たちは、これまで学校の付近を流れる溜川の水質調査と改善の研究に取り組んできた。私たちもその研究を引継ぎ地域貢献したいと考えた。

水質調査の結果より、リン酸イオン濃度が環境基準値を超えており変動が大きいため吸着除去することで、水質改善したい。

## 2. 仮説

無極性である活性炭の表面に賦活処理をして**極性をもたせると、リン酸イオンを吸着できる。**



## 3. 研究 リン酸イオンの吸着

### ●炭酸カルシウム賦活の方法

CaCO<sub>3</sub> と H<sub>2</sub>O を混合し、CO<sub>2</sub> を吹き込む。



活性炭をCa(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液に4日間漬け、浸みこませる。

100℃で30分間加熱し、活性炭にCaCO<sub>3</sub>を付着させる。



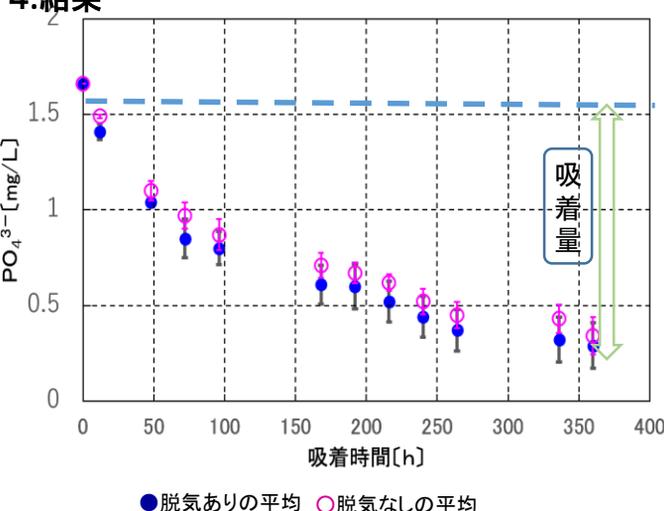
### ●リン酸イオンの吸着評価

リン酸水素二ナトリウム水溶液 (1.90mg/L)の中に賦活をした活性炭を2週間漬けてリン酸イオン濃度を測定する



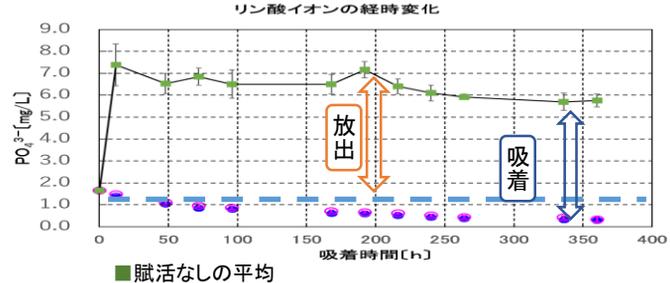
## 4. 結果

リン酸イオンの経時変化



## 5. 考察

賦活をした活性炭のリン酸イオンの濃度が減少したことからリン酸イオンが吸着されたと考えた。しかし、賦活しない活性炭で、リン酸イオン濃度が増加した。



→活性炭の細孔にリン酸が付着していると考えた。

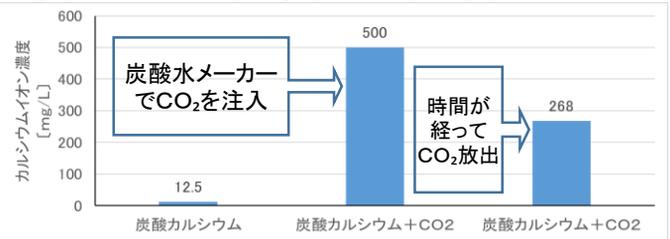
### ■賦活なし



### ■賦活あり



→炭酸カルシウムは付着していると考えた。



カルシウムイオンの増減から、水溶性の炭酸水素カルシウムの生成と消失、それから、炭酸カルシウムの生成を予想した。

## 6. 結論

仮説は**正しい**

→吸着のみとは言えないが、リン酸イオン濃度の削減効果が確認できた。

## 7. 今後の課題

活性炭の代わりにコーヒー抽出残渣を、炭酸カルシウムの代わりにチョーク粉を用いて実験を行う。廃棄物由来の有効活用と環境保全に取り組みたい。

## 8. 参考文献

1) 諫早干潟ネット

<http://www.isahayahigata.net/isa/libr/lb971030suishitu.html>





## 参考文献の書き方

### 1. 論文の場合 **著者名. 論文名. 掲載誌名. 出版年, 巻数, 号数. 始めのページ-終わりのページ.**

(例1) 松川覚, 守口諒. 地域資源を用いた理科教育教材の開発(1): レンコンを用いた吸水性ポリマーの作成実験. 茨城大学教育学部紀要(自然科学). 2014, 63号, p.33-43.

(例2) Shrinivasa D. Effect of Titanium Dioxide and Graphite Reinforcement on Aluminium 6061 Composites Fabricated by Stir Casting Process. EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy, 2024, vol.11, no.3, p.1770-1776.

### 2. 図書の場合 **著者名. 書名. 出版地, 出版社名, 出版年, 総ページ数.**

(例1) 卜部吉庸. 化学の新研究. 東京, 三省堂, 2013, p.432.

(例2) Raymond Chang. Chemistry. New York, McGraw-Hill Higher Education, 2010, p.1085.

### 3. Web サイトの場合 **著者名. “Web ページ名”. Web サイト名. 更新日付. 入手先 URL, (閲覧日).**

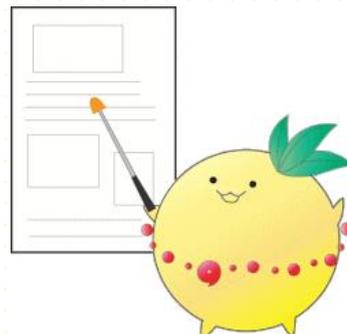
(例1) 日本製鉄株式会社. “錆発生メカニズム”. 日本製鉄ウェブサイト.

<https://www.nipponsteel.com/product/superdyma/material/rust.html>, (参照 2024-12-23).

(例2) SGL Carbon. “High-Quality Graphite Material for Lithium-Ion Battery Anodes”. sgl carbon.

2024. <https://www.sglcarbon.com/en/markets-solutions/applications/lithium-ion-batteries/#>, (参照 2024-12-24).

先行研究を調べ, 自分たちの研究の新規性, 独自性を示そう



# イオン吸着を目指した活性炭の賦活処理の研究



岡山県立玉島高等学校理数科

## 1 要約

本校では5年前から、高校近くを流れる緩流河川である溜川の水質調査と改善を目的とした「溜川プロジェクト」に取り組んでいる。私たちも地域の環境課題の解決に向けて貢献できる活動に関心を持ち研究を始めた。先行研究では、コーヒー抽出残渣から作ったコーヒー炭で有機物の汚染物質を削減し、化学的酸素要求量 COD を低減できた。また、活性炭を賦活処理してアンモニウムイオンを吸着することもできた。ところが、溜川の水質調査に取り組んだ結果、リン酸イオンの濃度が大きく変動も大きい、これまで陰イオンの吸着はできていなかった。そこで、私たちはリン酸イオンの吸着を目的とした賦活処理を研究した。活性炭の表面に極性をもたせることで、リン酸イオンを吸着できると考えた。そこで、炭酸カルシウムを活性炭の表面に付着させることを考えた。炭酸カルシウムの炭酸イオンとリン酸水素イオンが弱酸の遊離によって入れ替わることで、リン酸イオンを吸着できると考えた。研究の結果、炭酸カルシウムで賦活処理をするとリン酸イオン濃度の削減効果が確認できた。炭酸カルシウムと水の混合物に二酸化炭素を吹き込んだ際、カルシウムイオン濃度が増え、時間が経った後、混合物中のカルシウムイオン濃度が減少していた。このことから、賦活処理の操作の中で炭酸カルシウムが生成されていたと考えられる。以上より、炭酸カルシウムで賦活処理をするとリン酸イオンの削減効果があることがわかった。

【キーワード】水質改善，賦活，リン酸イオン，活性炭，炭酸カルシウム

## 2 はじめに

本校では、地域で愛されている溜川(ためがわ)の水質調査・改善に取り組んできた。定期的に水質調査を行い、汚染の状況を観察してきた。本校の先行研究で、COD 値を 3.0mg/L 以下に減らし動植物の生息生育環境を保全するために、身近な廃棄物であるコーヒー抽出残渣を用いてコーヒー炭(水質改善材)を作成した。リン酸水素二ナトリウム水溶液で調製した人口汚染水を用いて、水質改善の評価実験を行った結果、活性炭に匹敵する吸着能を持つコーヒー炭を作成することができた。しかし、先行研究では、物理吸着によって分子性汚染源を吸着し COD の削減は確認できたが、イオン性汚染源の削減はできなかった等の課題も残った。そこで、私たちはそれらの課題を解決し、溜川の水質改善を目指す研究に取り組んだ。



図1 溜川の航空写真 (Google マップより)

## 3 研究内容

### 3.1 研究Ⅰ 水質調査

＜目的＞

溜川の動植物の生息生育環境の保全のため、水質改善に向け削減に取り組むイオンを特定した。

＜材料と方法＞

溜川の水質調査を定期的に行った。図1. の①は遊水池(溜川の本流)の水が採水し、②は溜川公園に流れ込む別の経路の水を採水した。

測定項目は、COD (化学的酸素要求量)、リン酸イオン濃度、亜硝酸イオン濃度、アンモニウムイオン濃度、pH、電気伝導率、を測定した。

＜実験器具と試薬等＞

- ・多項目水質計(株式会社共立理化学研究所 DPM-MTSP, ラムダ 9000)
- ・測定試薬(共立理化学研究所 LR-PO<sub>4</sub>, LR-NH<sub>4</sub>-A-2, R-COD-B, LR-N03)
- ・セル瓶

- ・COD 試薬 (共立理化学研究所 LR-COD-B)
- ・亜硝酸態窒素試薬 (共立理化学研究所 LR-NO<sub>2</sub>)
- ・リン酸態リン試薬 (共立理化学研究所 LR-PO<sub>4</sub>)
- ・アンモニウム態窒素試薬 (共立理化学研究所 LR-NH<sub>4</sub>-A)
- ・ポータブル型 pH・OBP 電気伝導率メーター (HORIBA D-74)
- ・温度計 (SATO SK-250WP II I-N)

<結果>

溜川では、リン酸イオンの濃度の変動が大きく、最大 1.20 mg/L(表 1)となり、表 2 に示す環境基準値の表において一般的な綺麗な水とされる段階の約 14 倍と大きかった。

表 1 溜川水質調査の結果 (2020.3~2021.1)

項目 [単位]	公園内	遊水池
COD [mg/L]	Under~9.20	Under~8.70
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/L]	Under~2.0	Under~3.30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	Under~0.30	Under~0.33
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/L]	0.41~1.20	0.16~0.92

\*測定範囲 COD:2.0~10.0(mg/L) , NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:0.10~4.0 (mg/L) , NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0.20~5.00 (mg/L)

表 2 河川のリン酸イオン基準

川の汚染段階	数値 (mg/L)
河川の上流水	0.0163~0.0325
河川の下流水	0.0325~0.326
綺麗な水	<0.0625
汚染の可能性がある	0.0625~0.326
少し汚染している	0.326~0.625
汚染している	0.625~1.630
汚染が酷い	1.630<

<考察>

年間を通してリン酸イオン濃度の変動が大きく、環境基準値より大きいので動植物の生育に対する影響が大きいと考え、削減することに決定した。

### 3.2 研究Ⅱ リン酸イオンの吸着

<目的>

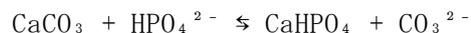
リン酸イオンを削減することができる活性炭の賦活処理を開発する。

<仮説>

無極性である活性炭の表面に賦活処理をして極性を持たせると、リン酸イオンを吸着できる。

そこで、私たちは炭酸カルシウムに着目した。炭酸カルシウムを吸着させた活性炭をリン酸水素

イオンを含む水溶液に入れると、弱酸の遊離によって弱酸から電離した炭酸イオンと、中程度の酸から電離したリン酸水素イオンが交換されると考えた。



また、炭酸カルシウムは電離しにくいいため炭酸水素カルシウムにして水に溶かす事で活性炭を賦活する。

<材料>

- ・炭酸カルシウム (2.00 g)
- ・活性炭 (5.00 g)
- ・二酸化炭素ボンベ
- ・簡易真空装置 VL-2
- ・マグネチックスターラー
- ・人工汚水：リン酸水素二ナトリウム水溶液 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>1.90 mg/L) 370mL
- ・多項目水質計 (株式会社共立理化学研究所 DPM-MTSP)
- ・PO<sub>4</sub>測定試薬 (株式会社共立理化学研究所 LR-PO<sub>4</sub>)
- ・ガラス電極式水素イオン濃度指示計
- ・茶パック
- ・蒸留水。



図 2 ガラス電極式水素イオン濃度指示計



図 3 多項目水質計

(株式会社共立理化学研究所 DPM-MTSP)

<方法>

炭酸カルシウムは電離しにくいいため炭酸水素カルシウムにして水に溶かす事で活性炭を賦活する。

- (1) リン酸水素二ナトリウム水溶液 (1.90mg/L) を作った。
- (2) 炭酸カルシウム 2.0g を測り取り 500mL の蒸留水を入れた。
- (3) 活性炭を 5.0g ずつ 2つ測り取った。
- (4) (2)で作ったものに炭酸水メーカーで圧力を加えながら二酸化炭素を混合し、炭酸水素カルシウムを生成した。これに(3)を入れた。この時 (3)の片方に簡易真空装置で真空にする操作を行った。
- (5) (4)を 4日間放置した。
- (6) (5)で放置した活性炭をとりだして乾燥機で 100℃で 30分間乾燥させた。
- (7) 乾燥させた活性炭をリン酸水素二ナトリウム水溶液に漬けた。
- (8) 1日ずつデジタル簡易水質計でリン酸イオンの濃度を 15日間計測した。



図4 リン酸水素二ナトリウム水溶液に賦活活性炭または未賦活活性炭を漬けている様子



図5 活性炭を賦活している様子

<結果>

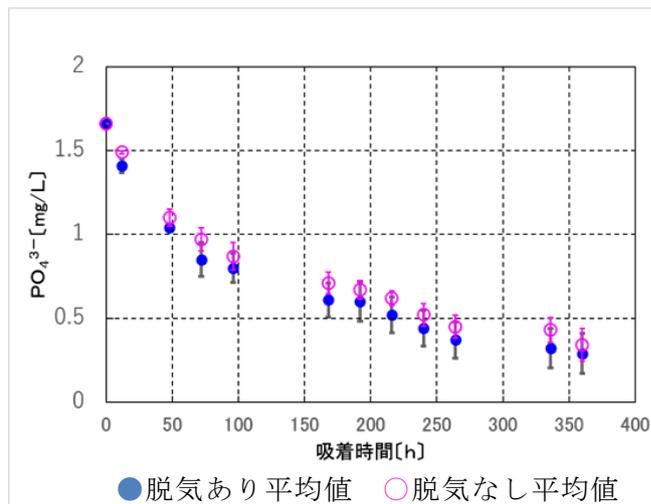


図6 リン酸イオン濃度の経時変化 I

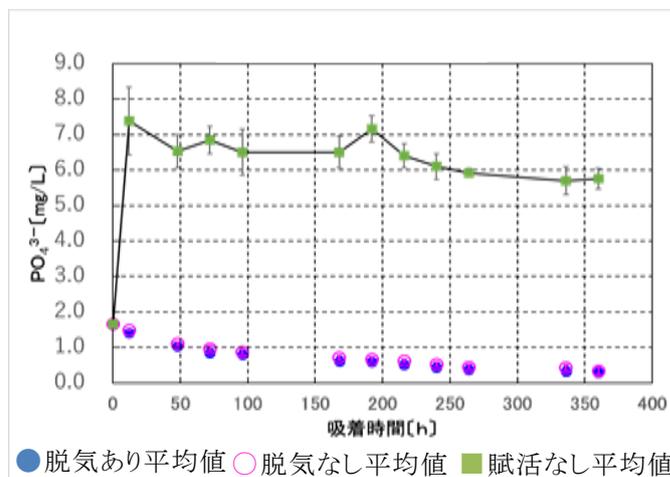


図7 リン酸イオン濃度の経時変化 II

<結果>

賦活操作をして、脱気の有無に関係なくどちらも同様に初めのリン酸イオン濃度と比べ、約8割ほど削減することができた。しかし、賦活処理をしていない活性炭は初めと比べ、約4倍増加した。

<考察>

賦活処理を施した活性炭をつけたリン酸水素二ナトリウム水溶液のリン酸イオン濃度が下がっていた。このことから弱酸の遊離によって炭酸カルシウムの炭酸イオンとリン酸水素イオンが交換されると考えた。



<新たな課題>

リン酸イオン水溶液につけた未賦活の活性炭において、リン酸イオンの濃度が上昇したこの理由を解明したい。

### 3.3. 研究Ⅲ 課題の解決

<仮説>

植物は養分としてリン化合物を吸収することや、DNAにも含まれているので、植物由来の活性炭の表面にリン酸が付着していると仮定したこのとき、活性炭の細孔のリン化合物がリン酸イオンになってリン酸水溶液中に溶けだしてリン酸イオン濃度が上昇したと考えた。炭酸カルシウムで賦活をすると細孔が閉じられてリン酸は溶け出さず、水溶液中のリン酸イオンの吸着量が上回ったのではないかと考えた。

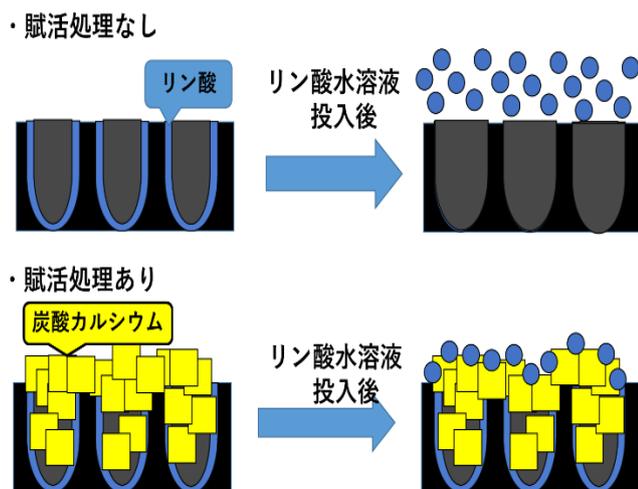


図8 仮説のイメージ図

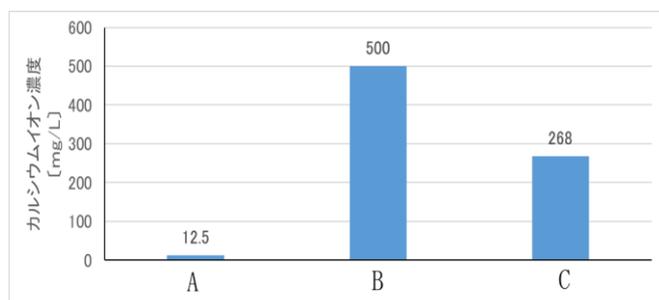


図9. カルシウムイオン濃度

<考察①>

Aは炭酸カルシウムと水の混合物、BはAに炭酸水メーカーを使い高圧下で二酸化炭素を混合したもので、CはBの後3分間ほど激しく攪拌したものである。炭酸カルシウムより炭酸水素カルシウムの方が電離しやすく、炭酸カルシウムと高圧の二酸化炭素を混合すると炭酸水素カルシウムの水溶液が生成されると考えられる。さらに二酸化炭素注入後時間経過と圧力の低下により一部の炭酸水素カルシウムが炭酸カルシウムと二酸化炭素に分解されると考えられる。また、カルシウムイ

オンの増減は、水溶性の炭酸水素カルシウムの生成を示すものと考えられ、炭酸カルシウムが生成されたと予想された。

<考察>

リン酸イオンの吸着は脱気の有無に影響されないことより、炭酸カルシウムが活性炭の細孔を塞ぐように付着していると考えた。また、細孔が塞がったことで、活性炭からのリン酸イオンの放出が抑えられ、吸着が勝ったと考えた。

<仮説の検証結果>

無極性である活性炭の表面に賦活処理をして極性をもたせると、リン酸イオンを吸着できるという仮説は、リン酸イオンの濃度の減少から正しいとわかった。だが吸着のみとは現段階では断言できない。

### 4 結論

研究Ⅱで立てた仮説は炭酸カルシウムで賦活をした活性炭を用いることで、リン酸イオン濃度が削減されていたことから吸着のみとは言えないが仮説は正しいと考えた。

### 5 課題と展望

4つある。第一に、活性炭を水でなく界面活性剤で洗った実験を行う。第二に、活性炭の代わりにコーヒー抽出残渣を、炭酸カルシウムの代わりに廃チョコ粉を使って実験を行う。第三にリン酸を含んでいない活性炭を用いて同様の賦活処理を行った実験をする。第四に、実際の河川水での、リン酸イオンの吸着を測る。

### \* 謝辞

本研究の実施にあたって、日立ハイテクノロジーには、電子顕微鏡をお借りしました。また、工業技術センターの藤井英司先生には実験手法について有益な助言をいただきました。ここに、深く感謝の意を表します。

### \* 参考文献

- 1) 諫早干潟ネット “水質調査の基礎知識”  
<http://www.isahaya-higata.net/isa/libr/lb971030suishitu.html> (参照2021年8月26日)

## 4 資料

- (1) 評価のためのルーブリック
- (2) スマート研究報の評価基準
- (3) 調査結果資料・分析グラフ

# 理数科2年生「玉島サイエンス探究II」 ルーブリック評価

○探究活動におけるグループの成果だけでなく、個人の取組に注目して評価する。

	I 知識・技能		II 思考・判断・表現		III 主体的に実習に取り組む態度	
評価資料	○授業観察 ○スマート研究報 ○スライド・ポスター及び論文作成 ○発表会での質疑応答	○研究計画書○授業観察 ○スマート研究報	○授業観察 ○スマート研究報	○授業観察 ○発表会での発表及び質疑応答での態度	○授業観察 ○スマート研究報	○授業観察 ○ポスターやプレゼン作成 ○研究論文
評価項目	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	探究活動において、必要な知識を身につけ、研究内容を理解しながら活動できている。	課題解決に向けて、見通しをもって計画を立て、適切な方法で実験・観察ができている。	探究過程において、実験結果を論理的に分析・考察し、新たな実験へと繋げ研究を進めている。	研究内容および成果を、発表会等でわかりやすく聴き手に伝える発信ができている。	探究活動において、積極的にアイデアを出し、主体的かつ協働的に活動している。	実験及び結果の記録や研究成果の発表に向けた準備を、主体的かつ責任感をもって行っている。
[4点] 十分満足できる	<input type="checkbox"/> 集めた資料の信頼性や再現性に留意して研究に活かし、実験データを適切な方法で統計処理して分析できている。	<input type="checkbox"/> 着眼点に優れた課題を提案し、テーマ設定することができおり、結果を見通して計画的に実験を行うことができている。	<input type="checkbox"/> 得られた実験データをもとに適切に分析・考察し、新たな実験方法を自ら考え実践することができる。	<input type="checkbox"/> ジェスチャー、ポスター、ボイス、アイコンタクト等を意識した伝える発信ができている。	<input type="checkbox"/> 科学的な興味関心が高く、積極的に意見を出し、グループをよい方向に導くことができた。	<input type="checkbox"/> 実験手法や結果の記録や管理を適切に行い、プレゼンやポスターの作成をリーダー性を持って中心となって活動した。
[2～3点] ・2項目とも満足できれば3点 ・1項目が満足できれば2点	<input type="checkbox"/> 研究成果を論理的かつ整合性をもってまとめ、他者に分かりやすく説明できる。 <input type="checkbox"/> 研究活動に必要な知識を持ち、理解した上で研究活動を行っている。	<input type="checkbox"/> 実験方法を自ら提案し、適切な方法で準備及び実験を行うことができた。 <input type="checkbox"/> 安全に配慮し適切な方法で実験を行い実験技能を身につけている。	<input type="checkbox"/> 仮説と結果を照らし合わせ、論理的かつ的確な考察ができている。 <input type="checkbox"/> 実験結果をもとに、因果関係について考察しようと努力している。	<input type="checkbox"/> プレゼンの文章に頼らず、図やグラフをわかりやすく指し示し、成果が伝わる発信ができた。 <input type="checkbox"/> プレゼンの文章に頼ってはいしたが、伝えようと努力していた。	<input type="checkbox"/> 日頃の学習を活かして意欲的に活動し、他者に支援を行うなど協力的な態度で活動した。 <input type="checkbox"/> 自分の役割を果たすことができている。	<input type="checkbox"/> 週時程内に留まらず放課後等も積極的に活動できている。 <input type="checkbox"/> 週時程内の活動は、積極的に活動できている。
[1点] 努力を要する	<input type="checkbox"/> 与えられた実験操作は理解できているものの、研究の理解は不十分であるが	<input type="checkbox"/> 常に指導が必要であるが、観察、実験、収集等の活動ができている。	<input type="checkbox"/> 実験結果をもとに、考察しようとする態度が不十分で、他者に任せられている。	<input type="checkbox"/> プレゼンの文章や発表原稿に頼り読むだけになっている。質疑応答での受け答えも他者に頼っている。	<input type="checkbox"/> 自分の役割を果たすことができず、他者に頼って活動している。	<input type="checkbox"/> 活動に積極性がみられず、努力を要する。

# ◎スマート研究報の評価基準

(グループ研究における個人評価)

岡山県立玉島高等学校 研究俯瞰表		各研究分野得意票 ※指導者記入欄			
課題研究 スマート研究報					
学年	3	組	3	番号	3
課外(自宅以外):				/月	指導者
					3
I. 1から3について、自分が所属する研究班の活動について自己の視点で振り返り記入しなさい。					
報告期間	令和( 6 )年( 9 )月( 25 )日 ~ 令和( 6 )年( 10 )月( 29 )日				
研究テーマ	3				
1. 主な成果と未達成(未達理由、対策等) ※ラポノートで振り返って何ができたか、どうかの視点で記入					
3					
2. 次回の予定(具体的に)					
3					
3. その他(自由記述)					
3					
II. 4について、メタ認知し自己評価した後、共同研究者の他者メタ認知による他者評価を受けなさい。					
4. 共同研究者間での研究俯瞰	組	番号	氏名	研究における行動についての自己評価・他者評価	
	3	3	3 (本人)	3	
	3	3	3	3	
	3	3	3	3	
	3	3	3	3	
	3	3	3	3	
	3	3	3	3	

☆「研究俯瞰(ふかん)」とは、自分と共同研究者の研究活動を客観的に認知すること。

読み解く力

考え実行する力

論じ合う力

# 岡山県立玉島高等学校 玉島サイエンス探究Ⅱ

## 課題研究における認知力の相互評価 ～スマート研究報を用いたメタ認知・他者メタ認知力～

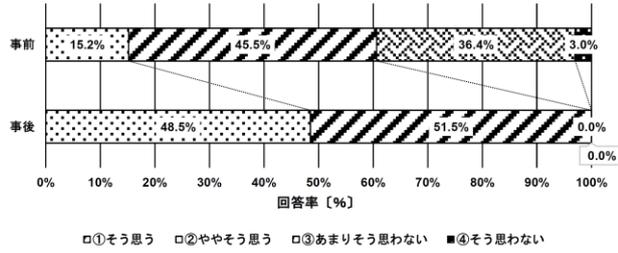
本校の評価観点	評価資料	項目	小項目			
読み解く力	【1. 主な成果と未達成果(未達理由, 対策等)】	自らの研究について、具体的に成果と未達成果が評価できている。	具体的な取組と共に、成果または未達成果が書かれている。		B	A
			具体的な取組が書かれているかは問わず、成果と未達成果が書かれている。			
			成果と未達成果の区別が明確ではないが、どちらかが示されている。	C		
考え実行する力	【2. 次回の予定(具体的に)】と【3. その他(自由記述)】	自らの研究において、次に取り組む行動が具体的に考えられている。	ねらいと共に、次に取り組もうとしている行動が具体的に書かれている。		B	A
			ねらいは明確ではないが、次に取り組もうとしている行動が具体的に書かれている。			
			具体的な取組が書かれているかは問わず、次に取り組もうとしている行動が書かれている。	C		
論じ合う力	【4. 共同研究者間での研究俯瞰】の「自己評価欄」	具体的な行動に注目して、自己評価(メタ認知)できている。	具体的な取組と共に、良い点または改善点が書かれている。		B	A
			具体的な取組が書かれているかは問わず、良い点と改善点が書かれている。			
			具体的な取組が書かれているかは問わず、良い点または改善点が示されている。	C		

## (2) 調査結果資料・分析グラフ

◎A-①-2 教科「理数」 学校設定科目「玉島サイエンス探究Ⅱ」（令和4年度入学生）

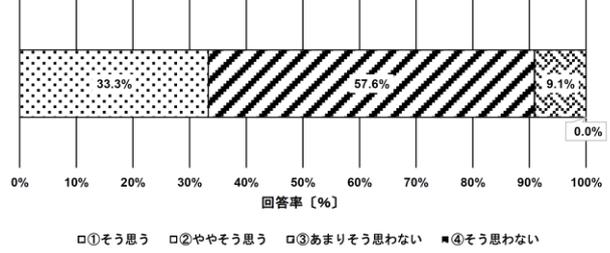
### ①【読み解く力】

事前：この取組前、文章・グラフ・図等から情報を読み取り、理解する力に自信があった。  
 事後：この取組で、文章・グラフ・図等から情報を読み取り、理解する力が身に付いた。



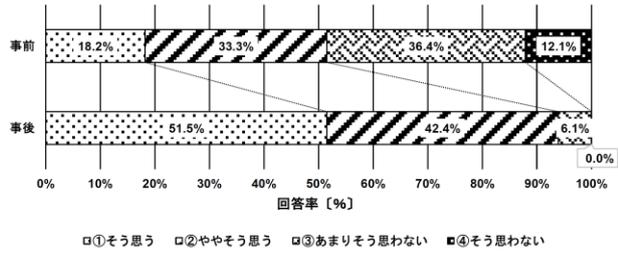
### ④【発見力】

この取組で、課題を発見する力の向上に繋がった。



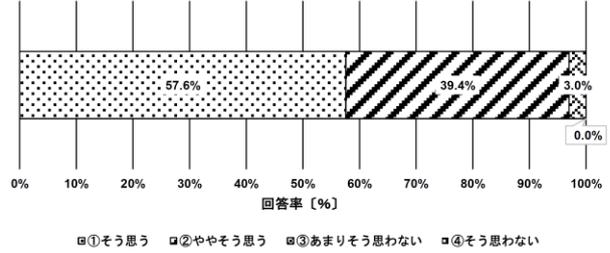
### ②【考え実行する力】

事前：この取組前、自ら解決法を考え、協働して解決に向けて実行する力に自信があった。  
 事後：この取組で、自ら解決法を考え、協働して解決に向けて実行する力が身に付いた。



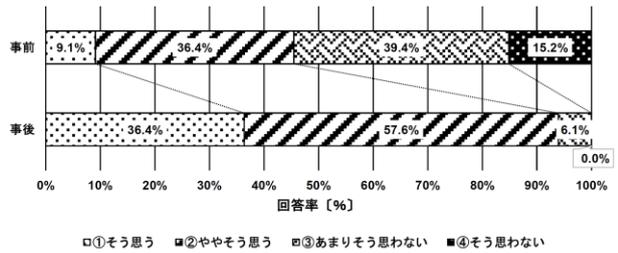
### ⑤【探究力】

この取組で、課題を解決する力の向上に繋がった。



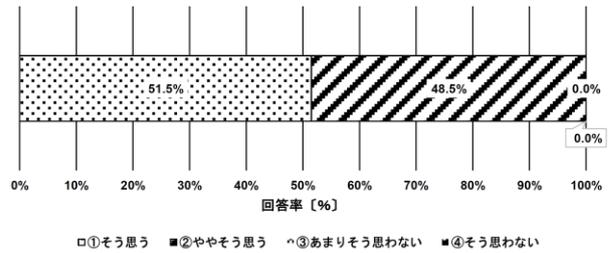
### ③【論じ合う力】

事前：この取組前、自らの意見を表現し、質疑を理解して的確に回答する力に自信があった。  
 事後：この取組で、自らの意見を表現し、質疑を理解して的確に回答する力が身に付いた。

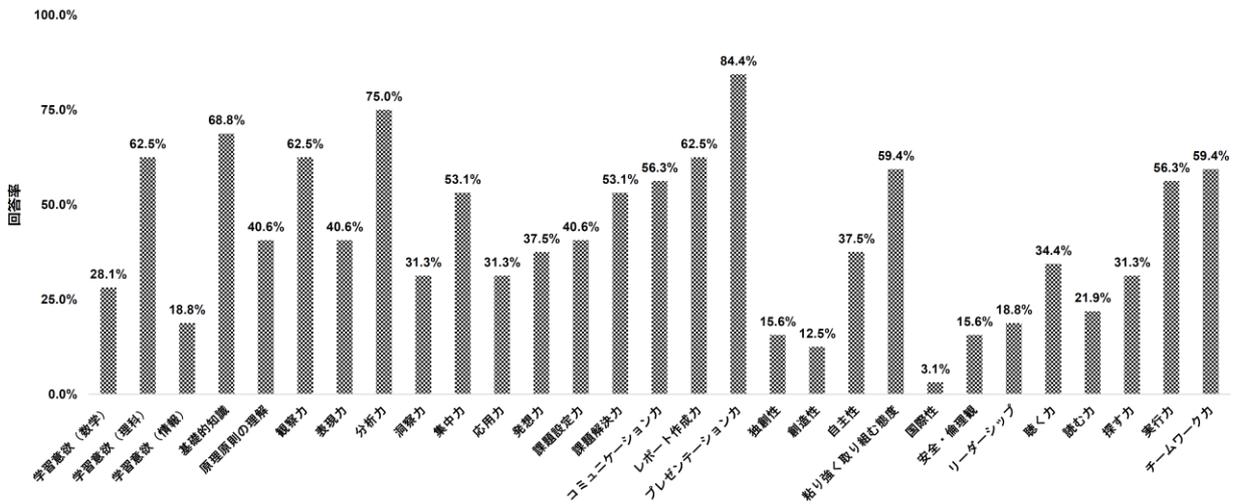


### ⑥【発信力】

この取組で、コミュニケーション力の向上に繋がった。



### ⑦伸びたと感じる力





地域とともに，科学の芽を育てよう！

文部科学省指定 スーパーサイエンスハイスクール(SSH)  
岡山県立玉島高等学校

編集・発行 岡山県立玉島高等学校 SSH推進室  
〒713-8121  
岡山県倉敷市玉島阿賀崎3-1-1  
TEL 086-522-2972 FAX 086-522-4077  
URL <http://www.tamasima.okayama-c.ed.jp>

発行日 令和7年3月