

*Super Science High School*

令和元年度指定

スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

—第5年次—



2024年3月

学校法人市川学園 市川中学校・市川高等学校



## 令和5年度 スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書（第3期5年次）

### さらなる研究の高みをめざして

今年度本校はSSH指定3期目の5年目を迎えました。

3期の研究開発課題は「実験を中心とした探究的な授業と課題研究を基盤として、自分で自分を教育できる自立した研究者を育成するプログラムの開発」です。自立して研究活動を行うためには「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」の5つの力が必要であると考え、学校設定科目を始めとした授業やフィールドワーク、講演会などの課外活動でその力の育成に取り組みました。そこで身についた5つの力すべてを使いながら進めていく集大成が課題研究と考え、よりよい課題研究が行えるように取り組んできました。

また課題研究計画策定、論文執筆、発表方法の評価ポイントを明確化した「市川サイエンス課題研究評価基準表」を作成し、良い研究を行う指針を定めました。年間3回行う発表会のうち第1回を「研究構想発表会」とし、研究の背景を中心に研究テーマを発表する場と位置づけ先行研究調査への意識付けを行いました。さらに人や動物についての研究について規定を定め、倫理的、かつ安全に実験が行えるようにしました。

その結果、今年度は第17回高校生理科研究発表会で最優秀賞、日本地球惑星科学連合(JpGU)2023年大会高校生セッションで最優秀賞など、多くの研究が評価されました。我々の取り組みの一つの成果だと考えています。

3期5年目を振り返ると、2年目から4年目にかけては新型コロナウイルス感染症のパンデミックを受けて、多くの活動が制限され苦しい日々が続きました。そのような状況下でも、生徒が成長できる環境を維持しようとさまざまな工夫を凝らしてきました。校内発表会は多くの教室に分散させ密な状態をつくらせずに開催する、連携校のタイ王国・プリンセスチュラポン校とはオンラインのワークショップで交流を行う、授業研究会はオンラインで事例報告を行いました。

指定5年目の今年度は、新型コロナウイルス感染症の5類移行によって、ほぼ以前の状態に戻ったといえます。タイとの交流(7月タイ訪問、11月タイ生徒来日、12月TJ-SSF2023に参加)、フィールドワーク(富士山、三宅島、白神山地、大町公園、ふくしま学宿)、研究発表会への対面参加など、多くのプログラムに生徒が参加し、その活躍を見ることができ、改めてリアルでの活動の良さを実感しているところです。

今年度はさらに新しい取り組みも始めました。7月には「高校生地学研究発表会」を開催し、6校の生徒が各自の地学分野の研究を発表し合い、交流を行いました。本校が主催する生徒参加型のプログラムとしては初めて地学をメインに据えた特色ある発表会になりました。また生徒の研究をまとめた『Journal of Project Research, Ichikawa High School (JPRI)』を発行できたことも大きな成果でした。例年本校の生徒は150本以上の課題研究に取り組んでいるためすべての論文を冊子化することは困難な状況でした。『JPRI』では、優秀論文と全研究の要旨を載せることで冊子化を可能にし、多くの方に本校の研究成果をご覧いただくことができました。

中学でも夏期休暇を利用した自由研究に取り組み始めました。学内で作成した小冊子『研究のてびき』を用いて事前に理科の授業で研究活動の方法について講義し、事後には発表活動を行い、ループリックを用いて評価しました。このような中学での研究活動が、高校での課題研究に良い効果を及ぼすことが期待されます。こうした中学・高校での取り組みは理科やSSH活動のみならず、すべての学習活動に良い影響をもたらしています。

一方で長く続けてきたプログラムではマンネリ化が懸念されます。平成24年度から続けていたSSH授業研究会は、令和2年度の中止を挟み、今年度4年ぶりに対面式での実施となりましたが、以前のような規模では行えませんでした。単にコロナ前の形態に戻すだけでは不十分で、テーマや授業内容など常によりよいものを作り上げる必要があることを痛感しました。本校のSSHプログラムの中心となる課題研究でも同じことがいえます。3期では研究の進め方を体系化し、生徒の研究の質をある程度向上させることができました。しかしさらなる向上をめざし模索を続けることが必要です。例えばこれまでは生徒の研究は同一分野の複数の教員で指導していました。しかしそれでは他の分野にまたがる境界領域の研究は伸びていきません。複数分野の教員で生徒の研究指導を行うことができれば、より多様な研究成果を生み出すことができるのではないかと考えています。それは生徒にとっても教員にとっても刺激を受ける研究活動になるのではないのでしょうか。

この後の報告に見られるように、多くの取り組みが実行できたのは、多くの方々のご指導、ご協力があったからこそです。この場をお借りして御礼申し上げます。本書で報告させた研究には、まだ不十分な点を含んでいます。皆様からのご教示をいただければ幸いです。ご不明な箇所につきましては、ぜひお問い合わせ下さい。

2024年3月

学校法人市川学園 市川中学校 市川高等学校  
校長 及川 秀二

# 目次

①令和5年度SSH研究開発実施報告（要約）	1
②令和5年度SSH研究開発の成果と課題	5
③実施報告書	
「研究開発の課題」	9
「研究開発の内容」	9
「研究開発の経緯」	10
学校設定科目	11
課題研究にに関わる取り組み	32
高大連携	38
課題研究指導についての教員研修	41
発表会参加・受賞	42
SSH土曜講座	46
SSH授業研究会	47
他校との連携	48
三宅島自然観察会	49
ふくしま学宿	50
国際交流（タイ王国）	52
「実施の効果とその評価」	57
「校内におけるSSH組織的推進体制」	59
「成果の発信・普及」	60
「研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性」	60
④関係資料	
課題研究一覧	61
SSH小学生対象講座	64
卒業生アンケート	65
土曜講座一覧	68
市川サイエンス課題研究評価基準表	69
人を対象とした研究に関する規定	70
動物実験に関する規定	71
潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定	72
SSH物品購入理由書	74
運営指導委員会議事録	75
教育課程表（高校）	78

## ①令和 5 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

<b>①研究開発課題</b>									
実験を中心とした探究的な授業と課題研究を基盤として、自分で自分を教育できる自立した研究者を育成するプログラムの開発									
<b>②研究開発の概要</b>									
<p>2 期目まで高校 2 年生をメインとしてきた SSH プログラムを、低学年へと拡張する。低学年でのプログラムは、課題研究を自立的に進めることができる生徒の育成を目標とする。課題研究を自立的に行うためには「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」が必要であると仮定し、各教科で分担しながら総合的な力の育成を行う。それぞれの力の育成についてのおもな取り組みを以下に挙げる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・論理的思考力：数学史、データ分析、構造読解</li> <li>・表現力：小論文、レポート作成</li> <li>・コミュニケーション力：オンラインスピーキング、地理 AL（アクティブラーニング）</li> <li>・科学的な現象を発見する力：探究的な実験授業、教科横断型授業（地学の取り込み）、フィールドワーク</li> <li>・課題を認識する力：SDGs の活用、SSH 講座</li> </ul> <p>これらの力すべてを使って課題研究に取り組む。課題研究を自立的に進めるために、評価基準を作成し、それを生徒に提示することで、取り組むべきポイントを明らかにする。ヒトや動物に関わる研究について規定を定め、自立して倫理的な研究活動を行う基盤を整える。</p>									
<b>③令和 5 年度実施規模</b>									
学科・コース		1 年生		2 年生		3 年生		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
普通科	理系	426	11	251	8	245	7	1,262	34
	文系			163	7	177	5		
<p>※ 2 年、3 年では理文融合クラスがあるため、学級数の合計は合わない。          ※ 1 年、2 年の生徒全員と、3 年の理系を SSH の対象生徒とする。</p>									
<b>④研究開発の内容</b>									
○研究開発計画									
	授業・課題研究の研究					課外の活動の研究			
1 年次	理科・数学で科学史を取り入れた授業展開の開発 理科では地学との融合授業の開発 プレゼンテーション英語 I でオンラインスピーキングに取り組んだ 構造読解 I で小論文、創作小説の執筆に取り組んだ 授業研究会「地学との連携」					ふくしま学宿の実施 ドイツ連携 1 年目ドイツ訪問 タイとの相互交流 7 年目 タイでの発表会（TJ-SIF）に参加			
2 年次	高校 2 年で地理 AL を開始 高 2 で研究倫理についての講演会の実施 構造読解 II で、小論文 2 本を執筆し、課題研究の論文作成に活かす					タイでの発表会（TJ-SSF）にオンラインで参加 SDGs オンラインワークショップ with タイを実施			
3 年次	課題研究の「研究構想発表会」を 7 月に実施 「人を対象とした研究に関わる規定」を定める 高 1 対象に SDGs 講演会を実施 オンライン授業研究会「課題研究につながる授業」					国際共同課題研究を実施、成果をオンラインで発表 タイとの連携 10 年記念式典にオンラインで参加			
4 年次	卒業生アンケートを実施 「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」を定める 課題研究についての教員研修を実施 オンライン授業研究会「課題研究の進め方」 数学博物館の開設					タイでの発表会（TJ-SIF）にオンラインで参加 国際共同課題研究を実施、成果をオンラインで発表			
5 年次	授業研究会「5 つの力の育成」 高校生地学研究発表会の開催 中学理科での自由研究の実施					タイとの相互交流の再開 国際共同課題研究を実施、成果をオンラインで発表 小学生対象講座の再開			



## ○教育課程上の特例

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
普通科 理系	市川サイエンス	2	なし		第2学年
普通科	探究物理Ⅰ	2	物理基礎	2	第1学年
普通科	探究化学Ⅰ	2	化学基礎	2	第1学年
普通科	探究生物Ⅰ	2	生物基礎	2	第1学年
普通科	探究物理Ⅱ	7	物理	4	第2, 3学年
普通科	探究化学Ⅱ	8	化学	4	第2, 3学年
普通科	探究生物Ⅱ	7	生物	4	第2, 3学年
普通科	探究数学Ⅰ	4	数学Ⅰ	3	第1学年
普通科	探究数学A	3	数学A	2	第1学年
普通科	探究数学Ⅱ	4	数学Ⅱ	4	第2学年
普通科	探究数学B	2	数学B	2	第2学年
普通科	探究数学Ⅲα	4	数学Ⅲ	5	第3学年
普通科	探究数学Ⅲβ	3			第3学年
普通科	地理AL	2	地理A	2	第2学年
普通科	構造読解Ⅰ	3	総合国語	4	第1学年
普通科	構造読解Ⅱ	4	現代文B	3	第2学年
普通科	プレゼンテーション英語Ⅰ	1	英語表現Ⅰ	3	第1学年
普通科	プレゼンテーション英語Ⅱ	1	英語表現Ⅱ	4	第2学年

## ○令和5年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項

課題研究：市川サイエンス（2年理系）

数学・物理・化学・生物・地学にわかれて課題研究を進める。年3回の校内発表で共有。

理科：探究物理Ⅰ、探究化学Ⅰ、探究生物Ⅰ（1年）、探究物理Ⅱ、探究化学Ⅱ、探究生物Ⅱ（2、3年）

実験を中心とした探究的な授業を展開するとともに、実験データの分析法（数学と連携）、科学史、地学を取り込んだ授業（地学と連携）を開発する。

数学：探究数学Ⅰ、探究数学A（1年）、探究数学Ⅱ、探究数学B（2年）、探究数学Ⅲα、探究数学Ⅲβ（3年理系）

発展的な授業を行うほか、数学史に触れる授業開発を行う。

社会：地理AL（2年）

地理情報の読み取りや解釈を発表活動、協同学習を通して行う。

国語：構造読解Ⅰ（1年）、構造読解Ⅱ（2年）

小説・評論をその構造から読み解く訓練を通して、構造読解を用いて自らの考えを表現できることを目指す。

英語：プレゼンテーション英語Ⅰ（1年）、プレゼンテーション英語Ⅱ（2年）

オンラインと対面の両方で、ネイティブスピーカーを相手にスピーキングとプレゼンテーションを行う。

## ○具体的な研究事項・活動内容

### 5つの力の育成

#### ①論理的思考力の育成

- ・地理ALの授業で、多様な資料から得られる情報を論理的に組み立ててその地域に見られる現象を読み解く授業開発を行った。
- ・構造読解では、テキストの内容読解をおこなう技術の一つである構造読解を学ぶことで、論理的に文章を読む訓練を行った。

#### ②表現力の育成

- ・構造読解では1年間を5つのタームに分け、それぞれで異なるテーマの文章を扱った。また生徒が行っている課題研究について、低学年向けのエッセイを執筆させた。
- ・プレゼンテーション英語においては、アカデミックライティングを通して、英語での表現のスキルアップを目指した。
- ・課題研究では3回の校内発表に使用するポスター2回、スライド1回の作成を通して研究をわかりやすく伝える表現力を育成した。さらに研究計画書、研究論文の執筆を通して論文の表現や研究内容を正確に伝える力を育成した。

#### ③コミュニケーション力の育成

- ・科学的なコミュニケーション力の向上を狙って、オンラインを用いた共同課題研究を行った。
- ・課題研究では3回の校内発表において、課題研究評価基準表を用いた評価を行いながらコミュニケーション力の向上を図った。
- ・タイのプリンセスチュラボン・チョンブリ校との相互交流を行い、気候や文化の違いを踏まえたコミュニケーション力を育成した。

#### ④科学的な現象を発見する力の育成

- ・探究物理・探究化学・探究生物では、探究的な実験を行うことで、科学的な現象を発見する力を育成する授業を開発した。
- ・三宅島で地形の観察・植生の観察等の研修を行い、島内で発表会を行った。
- ・SSH 土曜講座では研究者を招き、科学研究についての講演会を実施した。
- ・東京大学三崎臨海実験所において、磯の生物を用いた系統分類の実習を行った。
- ・数学の課題研究発表会（マifesta・マifesto）に参加し、さまざまな数学の課題研究に触れた。

#### ⑤課題を認識する力の育成

- ・「ふくしま学宿」を行い、福島第一原発周辺地域でのフィールドワークを行った。
- ・土曜講座では各界の著名人を招き、社会に存在する課題と課題を解決する試みについて講演していただいた。

### 課題研究の自立性を高める

- ・本校オリジナルの課題研究評価基準表について、評価を分析し、生徒の変容と、評価基準の改善点を明らかにした。
- ・本校オリジナルの「人を対象にした研究に関する規定」を令和3年度に、「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」を令和4年度に定め、安全で倫理的な研究の指針を示した。
- ・令和5年度に論文規定を定め、基本的な学術論文の体裁を示した。
- ・高校1年生に対して、課題研究のテーマ設定に向けての面談を行った。

### 他校との連携

- ・令和5年度に高校生地学研究発表会を開催し、地学の課題研究に携わる教員・生徒が意見交換を行える場を提供した。
- ・SS ネット（千葉サイエンススクールネット）  
県内 SSH 校と理数科が設置されている学校で構成されるネットワーク。千葉県課題研究発表会（会場：千葉工業大学）の運営を行った。
- ・令和3年度より、オンラインを用いた国際共同課題研究に取り組んだ。
- ・数学の課題研究の活性化を目的として、数学に特化した発表会（マifesta・マifesto）への生徒派遣を行った。

### その他

- ・令和5年度に各分野の優秀論文と、全研究の要旨を載せた JPRI (Journal of Project Research, Ichikawa High School) Volume 1 を発行した。
- ・卒業生アンケート  
令和4年度より卒業後5年目、10年目の卒業生を対象に、卒業生アンケートを実施した。
- ・小学生対象講座は令和元年には1回、その後コロナ禍による中断を挟んで令和5年度に2回実施。1回200名の小学生を対象に、本校生徒が講師役となり、小学生に理科・数学のおもしろさについて実験や作業を通して伝えた。
- ・SSH 授業研究会は令和2年度を除いて毎年1回実施。授業公開、もしくは実践例を紹介し、参加者と授業についての討議を行った。
- ・令和4年度からは課題研究教員研修を3回実施。ポスター・スライド・論文のそれぞれについて、評価基準表を使って作成のポイントについて理解を深める研修を実施した

## ⑤研究開発の成果と課題

### ○研究成果の普及について

課題研究の普及に関する取り組みには以下のようなものが挙げられる。

取り組み	普及対象
研究構想発表会・中間発表会	校内
SSH 年度末報告会	校内・SSH 校・教育関係者
授業研究会	SSH 校・千葉県内全高校・教育関係者
Journal of Project Research, Ichikawa High School の発刊	SSH 校・千葉県内全高校
小学生対象講座	地域の小学生・保護者
研究開発実施報告書の HP 掲載	SSH 校・一般市民
HP での成果公表	SSH 校・一般市民

### ○実施による成果とその評価

#### 5つの力の育成

- ・各教科の学校設定科目において、5つの力を育成する授業を開発することができた。
- ・SSH 土曜講座では延べ21名、土曜講座では49名の研究者・有識者を招いて講演を実施した。
- ・国際共同課題研究では、令和3年度には3校（本校、国内校、海外校）、令和4年度には3校（本校、国内校、海外校）、令和5年度には2校（本校、海外校）で共通のテーマで課題研究に取り組んだ。オンラインで交流しながらテーマ設定から始めて、実験結果の共有、発表資料の作成など、すべてオンラインで進めた。成果はオンライン発表会 ICRF (International Collaborative Research Fair) で発表した。

活動を通してコミュニケーション力を大きく伸ばすことができた。

- ・2019年度、2023年度にタイのプリンセスチュラポン・チョンブリ校との相互交流プログラムを行うことができた。またコロナ禍で渡航が制限されていた令和2年度には、日本科学未来館の協力でオンラインワークショップを行い、交流することができた。プリンセスチュラポン校が中心となってタイで開催される Thailand-Japan Student Science Fair (TJ-SSF)、Thailand-Japan Student ICT Fair (TJ-SIF) には令和3年度を除いて毎年参加した。なお、令和2年度、令和4年度はオンラインでの参加であった。
- ・ふくしま学宿や土曜講座を通して社会に存在する課題を認識することができ、それをさらに科学技術で解決しようと試みる生徒が増えた。
- ・三宅島・三崎臨海実験所などでフィールドワークを行った。その後、三宅島をフィールドにした課題研究に取り組む生徒が現れた。

#### 課題研究の自立性を高める

- ・課題研究評価基準表を用いて、評価→振り返り→改善のサイクルを回し、生徒自身で課題研究を進めていくことができるようになった。
- ・課題研究における物品購入理由書を生徒が作成することで、先行研究の文献を丁寧に読むことができるようになった。
- ・「人を対象とした研究に関わる規定」に該当する研究が8件、「動物実験に関する規定」に該当する研究が1件あり、それぞれについて審査を行い、実施を承認した。

#### 他校との連携

- ・令和5年度に高校生地学研究発表会を開催し、12件（6校）が参加した。翌日には希望者を対象に、市川駅周辺の巡検を実施した。
- ・千葉サイエンススクールネットにおいて、千葉県課題研究発表会の運営を行った。
- ・令和3年度より立命館高校が主催する国際共同課題研究に参加し、令和3年度には清真学園高等学校（茨城）、令和4年度には東京工業大学附属科学技術高等学校とともに海外校とチームを作って交流しながら研究を進めた。
- ・数学の課題研究発表会である大阪府立大手前高校主催のマスフェスタ、横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校のマスフォーラムに参加し、研究発表を行った。

#### その他

- ・卒業生アンケート  
令和4年度には51名（11.2%）、令和5年度には48名（11.2%）から回答を得た。令和5年度の調査では研究職に就いた、あるいは希望する卒業生は、そうでない卒業生よりSSH土曜講座がよかったと回答する割合が高かった。一方、課題研究については研究職とそうでない卒業生の間で差は見られなかった。
- ・小学生対象講座  
2019年の7月と、コロナ禍を挟んで2023年の7月、12月に実施した。2023年度にはそれまでの方式（2時間200名）を変更し、講座を前後半に分け、それぞれ70分100名で実施した。
- ・SSH授業研究会  
令和元年度（54名参加）、令和3年度（37名参加）、令和4年度（15名参加）、令和5年度（24名参加）にそれぞれ実施し、本校で開発した授業を公開し、討議した。なお令和3年度、4年度はオンラインで行い、授業実践の事例報告を行う形式で開催した。
- ・指導経験の浅い教員に指導のポイントを認識してもらうことができた。また、すでに指導経験のある教員にとっても、改めて研究する上でのルールを確認することができた点で有意義な研修となった。

### ○実施上の課題と今後の取組

#### 5つの力の育成

学校設定科目では5つの力の育成を意識した授業開発により、生徒の力が伸び、課題研究をより学術研究に近いものにすることができるようになった。また多くの課外活動を行い、生徒の「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」を育成することができた。一方で「科学的な現象を発見する力」や「課題を認識する力」については、すべての生徒十分に身につけているわけではない。これらの力を身につけるためには、多くの経験と経験した事象に対してよく考える時間が必要である。

#### 課題研究の自立性を高める

「課題研究評価基準表」という指針を示し、それを使って研究のサイクルを回すことで、生徒はある程度自分で課題研究を進めることができるようになった。今後は生徒が主体的に研究を進めていくための方法を考えていかなければならない。その一つが、課題研究の進め方のテキスト化である。指定3期で作り上げた本校の課題研究の進め方を、改めてテキストにまとめることで、生徒は自分のタイミングで、必要な取り組みを行うことができるようになる。

#### 他校との連携

これまでは他校の立ち上げた企画に本校が参加する形での連携が多かったが、今年度は本校主催の「高校生地学研究発表会」を行うことができたことは成果だった。今回は6校での実施だったが、地学研究、地学教育の活性化を図るためには、より多くの学校からの参加、特に地学教員の参加が望ましい。広報活動を続けながら、2桁の学校の参加を目指したい。

#### その他

授業研究会では今年度、4年ぶりの対面開催を実現できた。より多くの方に参加を促すため、魅力的なテーマ設定・事前の授業案公開・多方面への広報活動などを行っていききたい。また校内での課題研究についての教員研修は、マンネリ化を防ぐためにも少しずつそのテーマを変えながら指導経験豊富な先生方にも実りあるものとしていきたい。

## ②令和 5 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

### ①研究開発の成果

#### 5 つの力の育成

①各教科の学校設定科目において、5 つの力（論理的思考力・表現力・コミュニケーション力・課題を認識する力・科学的な現象を発見する力）を育成する授業を開発することができた

##### ・構造読解

文章の典型的な構造を理解し、それをもとに個々の文章を読解する方法を身につけ、論理的な文章を書くことができた。これらの作業を通して「論理的思考力」「表現力」を培うことができた。また自らの課題研究について科学エッセイとしてまとめることで「コミュニケーション力」「表現力」を育成した。

##### ・地理 AL

ある地域の情報・統計データについて、その地域の気候・地形・産業などから考察できるようにすることで「論理的思考力」を育成した。

##### ・探究数学

単元を横断できたり、多角的な見方できたりする題材を扱う授業や、数学史を取り入れたり現実社会と結び付けたりできる題材を扱う授業を実践することによって分野の認識、変数の発見、モデル化、問題の発見・拡張ができるようになり、それによって「論理的思考力」「課題を認識する力」「科学的な現象を発見する力」を育成した。例えば探究数学Ⅰではベンフォードの法則、探究数学Ⅱではマクローリン展開を用いた  $\pi$  の近似、探究数学 A では  $n$  山崩しの必勝法、探究数学 B では  $\Sigma$  と組み合わせの関係等の授業を開発した。

##### ・探究物理

概念的な問題への取り組み、実験前の結果の予想、実験後の結果の解釈において、生徒間の議論を取り入れることで「論理的思考力」「コミュニケーション力」「表現力」を育成した。また実験・観察を通して物理概念を獲得するため、観察された現象の記録、変数との関係性の記述に重点を置き、「科学的な現象を発見する力」「論理的思考力」を育成した。

##### ・探究化学

実験後にはレポートではなく、他者に内容が伝わることに重点を置いた実験ノートを作成することで、課題研究の発表資料作成に向けて表現力を育成した。

##### ・探究生物

実験後に結果をよく観察させ、期待される結果の他に分からないかを探し、共有させた。また共通実験の後に、各自で変数を設定し、再実験を行った。これらの取り組みにより、「科学的な現象を発見する力」を育成した。

##### ・プレゼンテーション英語

アカデミックライティングの手法を理解し、オンラインライティングで社会問題に対する自分の意見について、説得力のある文章作成を行った。これらの授業によって「論理的思考力」「表現力」「課題を認識する力」を育成した。

②海外の高校生とオンラインで話し合いながら進める国際共同課題研究で、「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」を育成した。またそれらの結果をまとめてオンラインの発表会 ICRF (International Collaborative Research Fair) で発表することで「表現力」「論理的思考力」を養った。

年度	連携校 (国・地域)	研究テーマ (分野)
令和 3 年度	高雄市立高雄女子高校 (台湾)、清真学園高等学校 (日本)	ゼブラフィッシュの成長に及ぼすラクトパミンもしくはカゼインの影響 (生物)
令和 4 年度	G. T. College (香港)、東京工業大学附属科学技術高等学校 (日本)	ダイラタンシー現象での物体の挙動 (物理)
令和 5 年度	New Generation School Preah Sisowath High School (カンボジア)	ユーグレナが植物の成長に与える影響 (生物)

③タイのプリンセスチュラポン・チョンブリ校との交流、またプリンセスチュラポンの連携校が集る Thailand-Japan Student Science Fair (TJ-SSF)、Thailand-Japan Student ICT Fair (TJ-SIF) への参加を通して、「コミュニケーション力」「課題を認識する力」「表現力」を育成した。

年度	交流形式	参加生徒数
令和元年度	相互訪問 (7 月訪タイ、9 月訪日)、TJ-SIF2019	交流：10 名、TJ-SIF：5 名
令和 2 年度	オンラインワークショップ、TJ-SSF2020 (オンライン)	ワークショップ：29 名、TJ-SSF2020：1 名
令和 3 年度	10 Years of Cooperation of Japan to Princess Chulabhorn Science High Schools (オンライン)	なし
令和 4 年度	TJ-SIF2022 (オンライン)	1 名
令和 5 年度	相互訪問 (7 月訪タイ、11 月訪日)、TJ-SSF2023	交流：10 名、TJ-SSF：3 名



- ④ SSH 土曜講座では 5 年間で 21 名、土曜講座では 49 名の研究者・有識者を招いて講演を実施した（実施報告書③、関係資料④参照）。SSH 土曜講座では最先端の成果を知るとともに、現象を発見する過程を知ることができた。土曜講座では、社会に存在する課題について認識し、社会をよりよくするための方法について考えさせることができた。
- ⑤ 福島学宿や土曜講座を通して社会に存在する課題を認識することができ、それをさらに科学技術で解決しようと試みる生徒が増えた。
- ⑥ 3 期では途中、コロナ禍による中止はあったものの、以下のフィールドワークを行うことができた。

年度	大町公園 (中 1)	富士山 (中 1)	三宅島 (高 1-2)	三崎臨海 (高 3)	ふくしま (高 1-2)	白神山地 (中 3-高 2)
令和元年度	361 名	361 名	9 名	12 名	33 名	30 名
令和 2 年度	中止	中止	中止	中止	中止	中止
令和 3 年度	中止	中止	20 名	中止	60 名	中止
令和 4 年度	中止	321 名	13 名	11 名	30 名	中止
令和 5 年度	332 名	332 名	7 名	11 名	30 名	30 名

### 課題研究の自立性を高める

- ① 本校独自の「課題研究評価基準表」を作成した（関係資料④参照）。また、年 3 回ある校内発表会に併せて評価基準表を効果的に示すことで、生徒が研究のサイクルを自立的に回せるようにした。発表会前に評価基準を示すことで資料作成や発表態度のポイントが分かり、生徒は安心して準備を進めることができる。発表会後には自分の発表を振り返って自己評価し、さらに教員評価を返却することで、自己評価と教員評価のズレを認識し、以降の取り組みについて修正できるようにした。
- ② 課題研究で新たに必要試薬・器具について、物品購入理由書（関係資料④参照）を生徒が記入し、提出する方法にした。物品は扱っている会社名や型番など正確に書く必要があるため、生徒は先行研究の文献を丁寧に読むことができるようになった。また提出の際には研究の内容や物品の必要性を改めて説明しなければならないため、自分の研究を説明する訓練になった。さらに物品購入の窓口を 1 つにまとめたため、購入物品の重複が少なくなった。
- ③ 令和 3 年度に「人を対象とした研究に関わる規定」、令和 4 年度に「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」を作成した（関係資料④参照）。各規定によって審査・承認された研究は以下の通り。

#### 〔人を対象とした研究〕

- ・若者の非公式緑地に対する認識 (R3)
- ・インステップにおけるボールストップの力学的研究 (R3)
- ・人の環境的要因が色の見え方に及ぼす影響 (R3)
- ・様々な色や強調手段による短期記憶の効果と生活習慣による記憶能力の差異 (R4)
- ・現実 -VR 間の遷移による記憶への影響の検証 (R4)
- ・体操競技の鉄棒における大車輪の成功時と失敗時の重心の軌跡の違い (R4)
- ・登山中に発症する急性高山病と負重量の関連性 (R5)
- ・炭酸飲料としゃっくりの関係 (R5)

#### 〔動物実験〕

- ・カメの色覚について (R5)

#### 〔潜在的危険性のある生物由来物質を使用する研究〕

- ・申請なし

### 他校との連携

- ① 高校生地学研究発表会を開催し、生徒 18 名 (6 校 12 件) が参加した。7 月下旬だったため 4 月から課題研究を始めた生徒にも参加しやすいよう、構想発表も可としたところ 8 件が構想発表となった。また 8 月の SSH 生徒研究発表会で発表する発表もあった。結果としてこれからの研究のアドバイスを受ける生徒、神戸の研究発表会に向けての予行練習など多様な立場の生徒が集まる会となった。ポスター発表の後には東京都立大学の松山洋先生による「運と勘—地学におけるフィールドワークの醍醐味—」の講演を行い、地学研究のポイントを講義してもらった。翌日には希望者を対象に、本校地学科の教員による市川駅周辺の巡検を実施し、1 校 2 名が参加した。
- ② 千葉サイエンススクールネットにおいて、毎年 3 月中旬に千葉工業大学津田沼キャンパスで開催される千葉県課題研究発表会の運営を行った。参加校は県内 SSH 校 (市川・船橋・長生・佐倉・木更津・芝浦柏・市立千葉)、理数科設置校 (柏・佐原・匝瑳・成東・市立銚子)。運営では、実施要項の作成、生徒への指導・助言を行う講師の選定と依頼、ポスター集の作成、発表会場の司会等を行った。
- ③ 令和 3 年度より、立命館高校が主催する国際共同課題研究に参加した。特に令和 3 年度には清真学園高等学校と、令和 4 年度には東京工業大学附属科学技術高等学校とともに海外校とチームを作り、共同課題研究を行った。

④数学の課題研究発表会である大阪府立大手前高校主催のマスフェスタ、横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校のマスフォーラムに参加し、研究発表を行った。

	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
マスフェスタ	1件2名	2件2名	1件1名	2件2名	2件4名
マスフォーラム				2件3名	6件8名

## その他

### ①卒業生アンケート

令和4年度には51名(11.2%)、令和5年度には48名(11.2%)から回答を得た。令和4年度は、自由記述を分析したため全体にわたる取り組みの検証は難しかったため、翌年度は選択式にして取り組みの是非を聞いた。その結果、令和5年度の調査では研究職に就いた、あるいは希望する卒業生は、そうでない卒業生よりSSH土曜講座がよかったと回答する割合が高かった。一方、課題研究については研究職とそうでない卒業生の間で差は見られなかった。

②小学生対象講座を2019年の7月と、コロナ禍を挟んで2023年の7月、12月に実施した。2023年度にはそれまでの方式(2時間200名)を変更し、講座を前後半に分け、それぞれ70分100名で実施した。

③SSH授業研究会では19校から24名の先生方に参加していただいた。理科・数学・国語で10本の授業を公開し、授業のあり方について討議した。

④課題研究に関する教員研修会を校内で5月、10月、12月の3回実施した。5月、10月は「課題研究評価基準表」を用いて過去の生徒の発表資料を評価しながら評価の観点を共有した。12月は新しく作成した「論文フォーマット」を元に論文作成時の注意点を共有した。

## ②研究開発の課題

### 5つの力の育成

本校で育成を目指した「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」の5つの力について、課題研究の評価を分析することで「コミュニケーション力」は経験を重ねることで、「表現力」は形式を教えることで、ある程度伸長することが分かった。一方、「論理的思考力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」については、伸長は見られたものの評価は低いままだった。それぞれについて課題と改善点をまとめると以下ようになる。

「論理的思考力」は研究に限らず学問において土台となる力であり、すべての教科で育成を目指している力の一つである。一方で論理的思考力とは具体的に何ができる力なのかと問うと各教科で異なり、抽象性の高い力であるということがいえる。本校で作成した「市川サイエンス課題研究評価基準表」は、抽象的な論理的思考力を具体的に定義した点で優れていると考えている。それは「考察が結果から導き出されている」「変数制御ができて」「目的に沿った実験になっている」「十分な検証(実験)がなされている」というものである。具体化したことで教員は評価しやすく、生徒も取り組みやすくなったと考えたが、実際には生徒の取り組みが期待したようなものにならなかった。その原因の一つは、抽象度が高くわかりにくい論理的思考力と他の力を等しく扱ったことが挙げられる。例えば前述したように論理的思考力を具体的な4つの取り組みで表現したが、それらは2つの項目にまとめられ評価されていた。一つ一つが重要な取り組みであり、それぞれを評価することで、生徒はどこを修正すべきかをより具体的に知ることによって改善が図られたのではないと思われる。また、これらの取り組みを課題研究が始まってから推奨しても、生徒はなかなか実行できないということも分かった。これらは課題研究に限らず、理科の実験やレポートでも必要な力である。本校では中学校理科で認知加速プログラムCASEを取り入れており、その中で特に変数制御については重点的に扱っている。そのため変数制御については、内進生はかなり意識して取り組んでいると思われるが、その他の取り組みについて理科の実験で行っているかというところでもない。以上のことより、今後まず取り組むことは、「論理的思考力」の項目をより具体的な取り組みへ分解して、それら一つ一つについて評価できるようにすること、それらの取り組みを理科の実験でも取り入れることで生徒に意識付けを行うことである。またそれに引き続き、論理的思考力の具体化を他教科でも行っていく作業が必要である。将来的には各教科で具体化した論理的思考力の共通点を探り、その育成・評価方法を作り上げていきたい。

「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」は、自然の中から新たな現象を発見する力、慣例的に行われている事柄に含まれる課題を見つける力であり、課題研究のテーマを見つける力ともいえる。テーマ設定については、3期では「先行研究を調べながらテーマを見つける」という指導を行ってきたが、それだけでテーマ設定が速やかに行われることはなく、毎回教員との面談と文献調査をくり返ししながら苦労してテーマを見つけている状態である。また、文献調査においてもただ読むだけではテーマは見つからず、そこから自分で課題を見つける力は必要であることから、この2つの力を養うためには別の方策が必要となる。その一つは「観察力」を養うことではないかと考えている。物事を隅々まで観察する眼を持ってこそ、他のものとの違いを見つけることができ、その違いを生み出す原因を探ることで研究のテーマが設定できるのではないかと。また観察力を養うには多くの体験を時間をかけて経験していくことも必要であり、そのためには中学からの取り組みがより効果的であると考えている。本校は中高一貫校であるため、中学の生徒に対して観察を主体として授業展開を行い、かつその力を伸ばしていくような取り組みを行い、課題研究においてどのような影響を及ぼすのか、探っていきたい。



### 課題研究の自立性を高める

「課題研究評価基準表」という指針を示し、それを使って研究のサイクルを回すことで、生徒はある程度自分で課題研究を進めることができるようになった。これは、多くの生徒が課題研究に取り組む本校にとっては非常に重要な成果であった。一方で、現在では教員評価のフィードバックや必要と思われる時期に一斉講義等を行うなど、教員のはたらきかけによって研究のサイクルを回している状態である。研究はテーマによって進度や必要な技能は異なっているため、一斉指導は最適ではなく、生徒自身で研究のサイクルを回していくことが理想である。今後は生徒が主体的に研究を進めていくための方法を考えていかなければならない。その一つが、課題研究の進め方のテキスト化である。指定3期で作上げた本校の課題研究の進め方を、改めてテキストにまとめることで、生徒は自分のタイミングで、必要な取り組みを行うことができるようになる。また「課題研究評価基準表」も各項目の記述語についてより詳細な内容や具体例を載せることで、生徒の理解を進めることができると考えている。

### 他校との連携

これまで他校の立ち上げた企画に本校が参加する形での連携が多かったが、令和5年度に本校主催の「高校生地学研究発表会」を行うことができたことは成果だった。初回は6校での実施だったが、地学研究、地学教育の活性化を図るためには、より多くの学校からの参加、特に地学教員の参加が望ましい。広報活動を続けながら、2桁の学校の参加を目指したい。

また3期15年の研究開発を通して、本校での課題研究の進め方や評価について、多くの経験を積んできた。理数探究が始まり、これから課題研究を導入する学校する学校も増えてくることが予想される中で、本校の課題研究の進め方を広く公開し、他校での実践に取り入れてもらうことも必要である。まずは本校の方法をまとめて冊子化し、それを公開することを行っていききたい。また、冊子をつくっただけでは個々の事例や分野による取り組み方の違いなど、細かい点が伝わりにくい。そのため、課題研究の指導について直接質疑できる場を設けることで、他校での課題研究の導入を加速させたい。

課題研究と平行して、開発してきたのは、探究的な授業である。これまで教科横断、特に地学と連携した授業や実験を中心とした授業、科学史・数学史を取り入れた授業を開発してきた。それらの授業は他の高校教員に向けては授業研究会として公開してきたが、本校は中高一貫校であるため、中学の授業も公開し、中学の教員とも連携していきたいと考えている。また、小学生対象講座として、小学生に理数の面白さを伝えているが、その取り組みを小学校の教員に見てもらうことで、小学校とも連携が取れるのではないかと考えている。高校での理数探究を含めた理科・数学の取り組みをより効果的にするために、小学校・中学校でできることは何か、研究していきたい。

### その他

授業研究会は新型コロナウイルス感染症の影響で、オンラインや事例報告会など形式を変えて行った後、令和5年度に対面式で公開授業の形式に戻した。しかし、参加者は予想していたほどの数ではなかったため、分科会での討議も授業によっては十分に行えなかった。より活発な議論によって実り多い会にするためには参加者数を増やすことも必要である。そのため、魅力的なテーマ設定・事前の授業案公開・多方面への広報活動などの改善を図っていききたい。また課題研究指導についての教員研修を令和4年度から始め、新任の教員だけでなく、経験のある教員にも学びのある研修となった。ただし同じ内容の研修をくり返すと次第にマンネリ化していく恐れがある。今後は少しずつテーマを変えながら、指導経験豊富な先生方にも実りあるものとしていきたい。

## 「研究開発の課題」

### 【研究開発課題】

実験を中心とした探究的な授業と課題研究を基盤として、自分で自分を教育できる自立した研究者を育成するプログラムの開発

### 【研究開発の概略】

自立した研究者に必要な素養として「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「現象を発見する力」「課題を認識する力」の5つの力が必要であると仮定し、それぞれの教科科目でそれらの力を育成するための授業開発を行った。また、課題研究は5つの力すべてを使う活動であり、各教科の取り組みも課題研究を一つの目標として行うものとした。そのため、2期目まで高校2年をメインとしてきたSSHプログラムを低学年へと拡張することとした。理科では課題研究のテーマ設定に必要な多面的な視点を養うための地学や科学史の導入、データ分析の技能の習得を行った。国語・英語では文章の論理的な読解や記述、コミュニケーション力の向上を目指し、課題研究における文献調査や英語での発表につなげた。また、中学生段階から学術講演会、教養講座、フィールドワークなどに取り組むことによって、テーマを見つける視点を養った。課題研究については、高校1年の冬からテーマ設定に向けての面談や先行研究調査を行い、高校2年の課題研究の円滑な開始を目指した。また課題研究評価基準表を作成し、それを適切に運用することで、生徒の評価だけでなく、生徒が自立して研究を進められる体制をつくり、評価を分析することでその妥当性を検討した。

### 【研究開発の目的】

自立した研究者を育成するためのプログラムの開発

### 【研究開発の目標】

#### ① 5つの力の育成

自立した研究者に必要な素養として「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」の5つの力を想定し、それぞれの力を各教科で育成する。それら5つの力を総合して使う活動が課題研究であり、課題研究を目標として各教科は授業開発を行う。また「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」については、フィールドワークや学術講演会への参加も力の育成に役立つものと考え、三宅島・富士山を始めとした多様なフィールドワークを実施し、生徒の観察力を養う。さらに科学的な現象を発見する過程を追体験するSSH土曜講座、社会に存在する課題を知り、解決の方法を探る土曜講座で2つの力を養う。

#### ② 課題研究の自立性を高める

研究はそもそも自立的な活動であり、それを実感させることで自立的な研究者を育成できるものとする。しかし、研究の作法を知らないまま生徒だけで研究を進めようとしても正しい方法での研究にはなりにくい。そこで、研究の指針として課題研究評価基準表を作成し、それを生徒に提示することで、基準を満たすように活動することで自立的な研究活動ができるようにする。また、発表会や報告書作成の際には振り返りの自己評価とともに教員の評価もフィードバックし、研究の方向性が誤っていないか、修正できるようにする。また課題研究のまとめとして論文を作成する際の論文規定を本校独自に作成することで、研究を論文としてまとめつつ基本的な学術論文のルールを学べるようにした。

特に生物を扱う研究については、「人を対象とした研究に関する規定」「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」を定め、倫理的で安全に研究が進められるような指針とした。

## 「研究開発の内容」

「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「現象を発見する力」「課題を認識する力」の5つの力を育成するために、学校設定科目として「構造読解」「探究数学」「地理AL」「探究理科」「プレゼンテーション英語」において、授業開発を行った。また、「現象を発見する力」「課題を認識する力」については、実際の自然現象や社会のようすを知る、もしくは研究の最前線を知ることによって育てられる面もあることから、三宅島や福島などでのフィールドワークや、研究者による講演会（SSH土曜講座）、有識者による講演会（土曜講座）を行った。

これら5つの力を総合して使う活動が課題研究であると考え、課題研究評価基準表を活用し、生徒の自立的な活動を促した。またその評価から5つの力が課題研究によってどのように伸ばされるのか分析した。課題研究については「人を対象とした研究に関する規定」「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」を定め、倫理的かつ安全に研究を進められるようにした。また卒業後5年目、10年目の卒業生にSSHプログラムについてのアンケートを取り、本校のこれまでの取り組みに対する検証を行った。

課題研究では他校との交流でも活性化を図った。数学に特化した研究発表会であるマスフェスタ（大阪府立大手前高校主催）、マスフォーラム（横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校主催）で研究発表することで、数学の課題研究の活性化を狙った。また国際共同課題研究（立命館高校主催）に参加し、国内校・海外校とオンラインで会議を重ねながら課題研究を進め、最後にオンライン発表会で共同発表を行った。

## 4月

- 10 研究活動 11 研究活動  
12 研究活動 14 研究活動  
17 研究活動 18 研究活動  
19 研究活動 21 研究活動  
24 研究活動 25 研究活動  
28 研究活動

## 5月

- 2 研究活動 8 研究活動  
10 研究活動 12 研究活動  
15 研究活動 16 研究活動  
17 研究活動 19 研究活動  
21 日本地球惑星科学連合  
(JpGU) 2023年大会  
26 研究活動 29 研究活動  
30 研究活動 31 研究活動

## 6月

- 2 研究活動  
5 研究構想発表会 (1日目)  
6 研究構想発表会 (2日目)  
7 研究構想発表会 (3日目)  
9 研究構想発表会 (4日目)  
第1回運営指導委員会  
14 研究活動 16 研究活動  
19 研究活動 20 研究活動  
21 研究活動 23 研究活動  
26 研究活動 27 研究活動  
28 研究活動 30 研究活動

## 7月

- 1 SSH土曜講座  
篠田謙一先生  
(国立科学博物館 館長)  
3 研究活動 4 研究活動  
5 研究活動 7 研究活動  
9 第18回全国物理コンテスト  
物理チャレンジ2022  
18 三浦半島三崎 磯の生物観察実習  
21 高校生地学研究発表会 (7/21～22)  
22 小学生対象講座  
24 タイ海外研修 (7/24～28)  
29 Global Link Singapore 2023  
30 有馬朗人記念「創造性の育成塾」  
第17回夏合宿 (7/30～8/3)  
31 三宅島研修 (7/31～8/3)

## 8月

- 8 京都大学理学部 COCOUR-R  
中間発表会 (8/8～9)  
9 SSH課題研究発表会  
(神戸国際展示場)  
17 日本生物学オリンピック2023本選  
19 科学の甲子園ジュニア 千葉県大会  
23 第19回全国物理コンテスト  
物理チャレンジ2023  
第2チャレンジ (8/19～22)  
26 マスフェスタ (大手前高等学校)

## 9月

- 4 研究活動 5 研究活動  
6 研究活動 8 研究活動  
11 研究活動 12 研究活動  
13 研究活動 15 研究活動  
17 日本地質学会第130年学術大会  
(京都大学)  
19 研究活動 20 研究活動  
27 研究活動 29 研究活動  
30 高校生理科研究発表会 (千葉大学)

## 10月

- 2 研究活動 3 研究活動  
6 研究活動 10 研究活動  
11 研究活動 13 研究活動  
20 研究活動 23 研究活動  
24 研究活動 25 研究活動  
28 SSH土曜講座  
酒井康行先生 (東京大学 教授)  
30 研究活動 31 研究活動

## 11月

- 7 研究活動 8 研究活動  
12 集まれ! 理系女子 発表会  
14 研究活動 15 研究活動  
15 タイ PCSHS 来校 (11/15～19)  
18 第13回科学の甲子園千葉県大会  
20 中間発表会 (1日目)  
21 中間発表会 (2日目)  
22 中間発表会 (3日目)  
24 中間発表会 (4日目)  
第2回運営指導委員会  
25 授業研究会  
鈴木石根先生 (筑波大学 教授)  
27 研究活動 28 研究活動

## 12月

- 1 研究活動 4 研究活動  
5 研究活動 6 研究活動  
8 研究活動  
16 小学生対象講座  
17 第16回日本地学オリンピック一次予選  
17 福島研修 (17～19)  
18 タイ海外研修 (12/18～24)

## 1月

- 8 日本数学オリンピック  
10 研究活動 12 研究活動  
15 研究活動  
16 三宅島研修 (1/16～18)  
21 日本情報オリンピック第4回女性部門  
23 研究活動 24 研究活動  
26 研究活動  
27 マスフォーラム  
SSH土曜講座  
山内正剛先生  
(量子科学技術研究開発機構)  
28 第23回日本情報オリンピック  
29 研究活動 30 研究活動  
31 研究活動

## 2月

- 5 研究活動 6 研究活動  
7 研究活動 9 研究活動  
13 研究活動 14 研究活動  
16 研究活動 19 研究活動  
20 研究活動 21 研究活動  
21 高校生国際シンポジウム  
(鹿児島県文化センター)  
26 研究活動 27 研究活動  
28 研究活動

## 3月

- 1 研究活動 4 研究活動  
5 研究活動  
12 日本天文学会ジュニアセッション  
14 年度末発表会  
第3回運営指導委員会  
16 千葉県課題研究発表会  
19 高校生生物研究発表会  
19 日本地理学会春季学術大会  
20 高校生サイエンス研究発表会  
24 関東近県 SSH校合同発表会

# 探究物理 I

## 1年必修 2 単位

### 【仮説】

藤村ら (2018) は、生徒の深い概念的理解の促進には、解法が多様である非定型問題を用いた個別探究と、他者とともに多様な知識を関連づける協同探究を組み込んだ協同探究学習の有効性を明らかにしている。協同探究過程で、生徒の多様な考えの相違点・類似点・共通点などを考えることで多様な考えは関連づけられ、また、教科の本質に向かうための焦点化された追究型発問を教師が投げかけ、それぞれの考えの根拠や意図を再考し共有することで、知識が精緻化・再構造化されて概念的理解が深まることを促進するとしている。しかし、高校物理領域において、この発問による効果の検証を精緻に分析した研究は見当たらない。そこで、今回は協同過程の発問の効果に着目して検討する。

協同過程において上記のような発問を行うことで、生徒の物理に関する概念的理解を促進し、思考プロセスを表現しながら問題解決を図ることができる「論理的思考力」や「表現力」を高めることができると考える。

### 【内容・方法】

授業構成は、藤村ら (2018) の協同探究学習を参考にし、個別探究 I (Figure1 の課題) →協同探究 (個別探究 I の生徒の考えを生徒に黒板に書いてもらい、学級全体で検討) →個別探究 II (Figure2 の課題) の順で行った。

本報告では、2023 年 5 月に実施した「鉛直投げ上げ運動」における授業実践とその効果検証について報告する。この授業では、「協同探究場面において  $v-t$  グラフを描く根拠について追究型発問を行い、平均の速度を考えてグラフを描く根拠と意味を引き出す群」を「実験群」とし、この追究型発問を行わない群を「対照群」とした (高校 1 年生 4 学級 実験群①、実験群②：各 37 名、対照群①：37 名、対照群②：38 名)。事前・事後調査で、「加速度とは何か」「速度とは何か」「位置とは何か」を問う課題を実施し、両群共通の個別探究 II の記述、協同探究過程の発話記録とあわせて分析して授業効果を測定した。

倫理的配慮のため、実験群と対象群で差のあった授業の内容に関しては、次の授業でフォローを入れて学習の機会が均等になるように調整をした。

年間の指導計画

月	内容
4～5月	運動の表し方
6月～7月	力と運動
9月～10月	運動とエネルギー、熱
11月～12月	熱、電気
1～3月	波、放射線

### 【検証・評価】

紙幅の都合で結果の分析をすべて記述はできないため、結果の分析方法に関する概要を述べてから、分析結果からわかることについて記述する。事前・事後調査における「加速度とは何か」という記述に関しては、Table1 のように加速度に関する捉えについて、3 水準に分けて人数をまとめて統計的検定を行った (水準 0：速度 (速さ) の変化と捉えていない、水準 1：速度 (速さ) の変化と捉えている、水準 2：単位時間あたりの速度 (速さ) の変化と捉えている)。また、Table2 のように、それぞれの水準を合算することで、生徒の概念の捉えについてより精緻に検証を行った。「速度」と「位置」という概念についても同様の定量的評価を行った。

また、個別探究 II における記述に関しては、Table3 のように 4 水準に分けて人数の分布をまとめて統計的検定を行った (水準 0：グラフが記述できていない、水準 1：グラフが記述できている、水準 2：速度の変化率を踏まえてグラフを記述している、水準 3：速度の変化率と平均の速度を踏まえてグラフを記述している)。続いて、Table4 のように、水準を合算することで生徒の概念的理解に基づいた問題解決についてより精緻に検証を行った。他の水準の合算に関しても同様である。

分析の結果、協同探究場面で追究型発問により  $v-t$  グラフを描く根拠を引き出した実験群の方が対照群よりも、物理の中核的概念の「変化量」「単位あたり量」「ベクトル量」と「平均の速度」の概念的理解に基づいた、個別探究 II における  $v-t$  グラフを描く問題解決とその根拠の記述が促進され、加速度や速度と「変化量」「単位あたり量」「ベクトル量」、位置と「ベクトル量」が関連づけられた概念的理解が促進された。また、実験群①と実験群②の結果の比較から、手続き、概念の用語、数値などを引き出す追究型発問ではなく、生徒なりの言葉で根拠や意味を引き出す追究型発問や、教師による生徒の発言の繰り返しによる生徒の言語化の支援が概念的理解をより促進できることが示唆された。また、対照群①と対照群②の結果の比較から、協同探究場面において追究型発問を行わなくても、表とグラフという異なる表現が関連づけやすくなる表記を生徒が黒板に記述したことで、個々の生徒は自発的に異なる表現を関連づけて、速度の変化率と平均の速度を踏まえてグラフが記述できるようになることが示唆された。

以上より、教師の効果的な発問を協同過程で行うことや生徒が黒板に記入した表現の工夫により、生徒の物理に関する概念的理解を促進し、思考プロセスを表現しながら問題解決を図ることができる「論理的思考力」や「表現力」を高めることができたと考える。



個別探究 I

建物の屋上から小球を鉛直上方に投げ上げると、投げ上げてから 3 秒後に物体は最高点に達し、投げ上げてから 7 秒後に地上に落下した。表は投げ上げた時刻を 0 としたときの、時刻 0 秒から 5 秒までの小球の建物の屋上からの高さをまとめたものである。次の (1) と (2) について考えよ。



時刻 $t$ [s]	0	1	2	3	4	5
建物の屋上からの小球の高さ [m]	0	25	40	45	40	25

- (1) 建物の高さはいくらだと考えられるか。また、なぜそのように解けるのか。  
 (2) 小球の速度を  $v$ 、時刻を  $t$  として速度  $v$  の時間変化の関数はどうなると考えられるか。また、なぜそのように解けるのか。

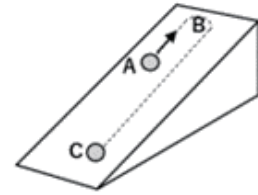
- ・求める過程を他者にわかるように詳しく書きましょう。
- ・なぜそのように解くことができるのかも他者にわかるように詳しく書きましょう。
- ・解き終えたら別の見方・考え方、他者への説明の仕方も書きましょう。

表、グラフ、数式、図、言葉による説明など、いろいろな見方を考えてみましょう。

Figure1 個別探究 I と協同探究の課題

個別探究 II

図のように平らな斜面上で、点 A から小球に斜面上向きに初速を与えた。小球は最高点に達した後、斜面を下り、点 A から斜面に沿って下の点 C を初速を与えてから 7 秒後に通過した。小球の運動は直線運動であるものとし、斜面上向きを正方向とする。表は初速を与えた時刻を 0 秒としたときの、時刻 0 秒から 5 秒までの小球の点 A からの位置をまとめたものである。次の (1) と (2) について考えよ。



時刻 $t$ [s]	0	1	2	3	4	5
点 A からの小球の位置 [m]	0	4	6	6	4	0

- (1) 点 A から点 C までの小球の運動の速度  $v$  と時刻  $t$  のグラフ ( $v-t$  グラフ) を書きましょう。ただし、グラフが 1 つに定まるように値を書き入れること。また、グラフの式を  $v$  と  $t$  を用いて表しましょう。  
 (2) (1) のグラフの形、グラフ中の値、グラフの式がなぜそのように解けるのかを他者にもわかるように説明しましょう。

Figure2 個別探究 II の課題

**Table1 加速度を単位時間あたりの速度の変化量と捉える記述の各水準別人数の変化**

事後 事前	実験群				対象群			
	水準 0	水準 1	水準 2	計	水準 0	水準 1	水準 2	計
水準 0	3	3	10	16	5	2	6	13
水準 1	0	10	10	20	4	15	4	23
水準 2	1	1	31	33	2	8	23	33
計	4	14	51	69	11	25	33	69
2 群比較 検定結果 下位検定		事前 p = .775			事後 p = .006 水準 0 と 2 (p = .067) 水準 1 と 2 (p = .037)			
群内比較 検定結果 下位検定		実験群 p = .000 水準 1 → 2 (p = .036) 水準 0 → 2 (p = .036)			対象群 p = .426			

注) 群間比較は Fisher の直接確率計算法 (両側検定) を用いた。その下位検定は、各 2 水準で同検定を繰り返し用い、有意水準は Bonferroni 法により 5%水準に調整した。  
群内比較は、水準が向上した生徒と水準が低下した生徒の間で二項検定を行った。その下位検定は、各 2 水準で同検定を繰り返し、有意水準は Bonferroni 法により 5%水準に調整した。

**Table2 加速度を単位時間あたりの速度の変化量と捉える記述の各水準別人数の変化**

事後 事前	実験群			対象群			
	水準 0 + 1	水準 2	計	水準 0 + 1	水準 2	計	
水準 0 + 1	16	20	36	26	10	36	
水準 2	2	31	33	10	23	33	
計	18	51	69	36	33	69	
相互作用 検定結果		z = 2.947, p = .003					
2 群比較 検定結果		事前 p = 1.000			事後 p = .003		
群内比較 検定結果		水準 0 + 1 → 2 p = .000			n.s. p = 1.000		

注) 検定には、標準得点 z による相互作用の検定 (岡,1990)、Fisher の直接確率計算法 (両側検定) 二項検定をもちいた。

**Table3 v - t グラフの記述の各水準別人数の分布**

	実験群	対象群
水準 0	6	17
水準 1	17	11
水準 2	3	20
水準 3	48	29
合計	74	77
群間比較	z = 2.600, p = .009, U = 2150.50	

注) 検定には、Wilcoxon の順位和検定 (Mann-Whitney の U 検定) を用いた。

**Table4 v - t グラフの記述の各水準別人数の分布 (水準 1 と 2 と 3 を合算)**

	実験群	対象群
水準 0	6	17
水準 1 + 2 + 3	68	60
合計	74	77
群間比較	p = .023	

注) 検定には、Fisher の直接確率計算法 (両側検定) を用いた。



# 探究物理 II

2年選択3単位(理系)+3年選択4単位(理系)

学期	内容
1学期	平面内の運動 円運動 単振動 万有引力 剛体のつり合い
2学期	運動量 気体分子の運動 波の伝わり方 音波
3学期	光

### 【仮説】

生徒は、日常経験から帰納した、必ずしも正しい物理法則とはいえない概念を獲得していることが知られている。例えば、「力を加え続けないう限り、物体はやがて止まる」などである。このような誤った概念は素朴概念、誤概念などよばれている。この素朴概念を、授業を通して科学的な概念に変えていくことは、授業目標のひとつである。そのために、実験やその分析、概念的な葛藤を与えるような課題を設定し、生徒に提示している。素朴概念が正しい科学的な概念に変容する過程を通じて生徒の「論理的思考力」の育成を目指した。

### 【内容・方法】

物体は運動の向きに力を持っているという素朴概念の変容を目指して、水平投射の授業を行った。  
授業はビー玉を水平投射させ、飛び出す瞬間の速度と、水平方向の飛距離を測定するという実験を行った。また、iPadで撮影を行い、落下時間の測定も行った。

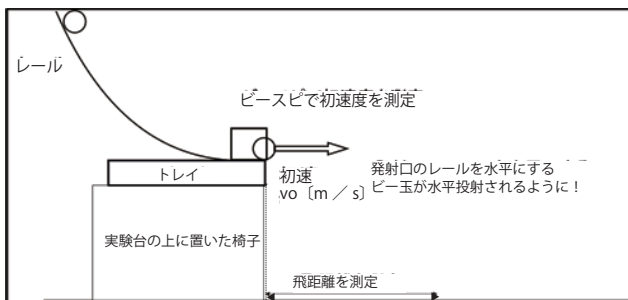


図1 実験の概要

実験で得られたデータから、水平方向と鉛直方向の運動の特徴を見出した。また、物理基礎で扱った運動の法則と関連づけながら、運動の様子から水平投射された物体にはどのような力がはたらいているのかを考察し、鉛直方向の重力しか力がはたらいていないということを見出した。

### 【検証・評価】

授業後に、概念的な問題を行った。

Aさんはバスケットボールの試合でシュートを打った。手から離れたボールが写真の位置まで上がったとき、ボールに働いている力は次のうちどれか？ただし空気抵抗は無視できるものとする。

1. 手で押した力
2. 重力
3. 手で押した力と重力
4. 力は働いていない

図2 概念問題①

図2の問題は正答率70%となった。授業後に関わらず、3割の生徒が1もしくは2を選んだ。素朴概念が根深いものだということがわかった。生徒には正解を伝える前にグループで議論させ、再度回答を求めたところ正答率91%となった。相手が納得するような論理を組み立てて説明を行えたのではないだろうか。

授業の結果、多くの生徒が運動の向きに力を持っているという素朴概念から脱却することができたことが示唆された。

### 【参考文献】

新田英雄：物理教育 60-1 (2012) 17-22.

# 探究化学 I

## 1年必修 2 単位

### 【仮説】

理科に限らず、学校での授業を受けることで期待されるのは「生徒が授業を受けることによって成長する」ということである。もちろん日々の授業を受けて、その内容を習得していただくだけでも「できなかったことができるようになる」という意味では成長しているといえるが、もう一つ大切なことは「生徒自身が『自分が成長している』ことを実感する」ということであると考え、自分で「自分が成長している」ということを実感することにより、逆に自分に足りない「課題を認識する力」が身に付くほか、単元の前で自分の知識・イメージをアウトプットすることで「表現力」を育成できると考えた。

### 【内容・方法】

中学段階から学習して知識のある「酸化・還元」分野において、高校での学習を行う前に「『酸化・還元』についてイメージできることや用語等を自由にできるだけ多く書き出す」という課題を与える。課題プリントには学習前に書く欄と、学習後に書く欄を用意しておき、初めに学習前の欄だけを書かせて回収する。プリントは保管しておき、酸化・還元の単元がある程度進んだ段階、または単元の終了後に再び配布し、学習後の「酸化・還元についてのイメージ等」の欄を記入する。学習前に自分が書いた内容と比較することで、授業を受けたことによって確かに自分の認識・世界が変わっている、自分が成長しているということを実感させる。

#### <年間の指導計画>

学期	学習内容
1	物質の状態・物質の構成（電子配置・周期表・化学結合等）、物質量
2	物質量と化学反応式、酸と塩基
3	酸化・還元

### 【検証・評価】

#### <学習前の記述（抜粋）>

- ・酸素がくっつく&離れる      ・錆びる      ・腐る
- ・鉄      ・銅      ・金属      ・燃焼
- ・すっぱい      ・塩酸      ・水酸化ナトリウム 等

#### <学習後の記述（抜粋）>

- ・電子のやりとり      ・電子を失うことが酸化！
- ・酸化数の変化      ・イオン化列
- ・電池      ・電気分解      ・水質調査（COD）
- ・ビタミンCと酸化還元      ・工業への利用多数
- ・金属と酸の反応は酸化還元だった！
- ・酸化というと錆びるなどネガティブなイメージだったが、電池などポジティブなイメージになった
- ・「酸性」と「酸化」の違いがわかった
- ・他の反応と酸化還元の違いがわかった 等

学習前の記述では、中学までの学習内容から当然ではあるが、「酸素のやりとり」についての回答が多い。また、「錆びる」「腐る」などのネガティブなイメージの記述が多かった。また、「酸性」と「酸化」という単語における「酸」の文字の共通性からか、塩酸や水酸化ナトリウムなどの酸・塩基反応との混同をしている生徒も多かった。ある程度十分な時間を与えたが、全体的に記述量は少なく、「錆びる」などとだけ書いた後、時間を持て余してしまう生徒も多かった。

学習後の記述では、「電子のやりとり」や「電子を失うことが酸化！」のように、酸化・還元を電子で考えることができて回答が多数になっている。また、酸・塩基反応との混同はほとんど見られなくなっている。電池・電気分解については、本格的に学ぶのは理系対象の「化学」であるが、化学基礎の教科書にも一部それらの記述があり、基本的な電池のしくみや、金属の精錬などに授業内で多少触れることもあり、今まで錆びるなどのネガティブなイメージしかなかった酸化還元反応が、身近で役に立つことにも用いられているということが理解できていることがわかる。また、それらをアウトプットすることによって、改めて学習の前後での自身の成長を実感できていると思われる。「化学の根幹を少し理解できた気がする」「世界が広がった気がする」といった回答も見られた。学習直後なので当然ともいえるが、学習前に比べると、多くの生徒が与えられた時間が足りないくらいの様子で夢中になって用語やイメージ等を書き続けており、手持ち無沙汰になっている生徒はほとんどいなかった。

### 【まとめ】

酸化還元反応に関するイメージ等を書き出させる活動を学習の前後で実施することにより、生徒自身が自分の成長を実感すること、自分がわかっていることをアウトプットして現状を認識すること、学習によって自分の世界・認識を変容させることなどができたと考えられる。また、これはそれほど意図していなかったが、教員の側としても単元の前後で生徒が確実に成長していることを実感でき、モチベーションアップにもつながった。

今回はあらかじめ中学までにある程度の知識がある「酸化・還元」の分野で実施した。「酸・塩基」分野などでも高校で新たにプレンステッドの定義や電離度で酸・塩基の強さが決まることなどに触れるため、学習前後の認識の変容を実感することは可能だろう（発展的にルイスの定義などに触ればさらに認識の変容がある）。

「反応の速さと化学平衡」の単元のように、それまでにほとんど概念の形成がない単元については難しいかもしれないが、単純にイメージ等を聞くだけでなく、例えば酸素中で物質が激しく燃焼することや粉塵爆発などのいくつかの自然現象について、どのような原理で起こっているか考えるかを問い、学習後に再び同じ問いを考えることにより、同じ現象でも学習前後で解釈や原理の理解の違いが自分の中で生じていることを実感させるなど、設問を工夫することによって実施できると考える。

また、今回は紙のプリントで実施したため、教員がプリントを保管しておき、学習後に再配布するという手間がかかったが、ICT機器を用いて各生徒の端末に保存させておくなどすれば、より手軽に実施できると思われる。また、手軽に実施できるのであれば、酸化還元などの大きな単元ごとでなく、毎回の授業や、より小さな単元ごとに実施して、生徒のモチベーションの維持に役立てることもできると考えられる。

# 探究化学 II

2年選択4単位(理系)+3年選択4単位(理系)

## 【仮説】

本校では高校2年にSSH課題研究を理系選択者全員に対して行っており、行った研究を他者に発表する機会がある。図1は、探究における生徒の学習の姿をイメージ化した図<sup>1)</sup>である。探究の過程は「①課題の設定」「②情報の収集」「③整理・分析」「④まとめ・表現」の4段階に分けられ、このプロセスをらせん状に繰り返すことで、探究に必要な「思考力・判断力・表現力」といった資質が育まれる。

生徒自身の力で課題研究を主体的に進めるためには、研究に必要な資質となる「知識・技能」や「論理的な思考力」を身につけさせる必要がある。そのためには、普通の授業の中で行われる実験を「探究の過程」に照らし合わせ、意識化することが大切である。そこで、24回/年の生徒実験を行い、各実験で身につけてほしい力を明示し、実験スキルの向上と、探究への意識化の促進をはかった。

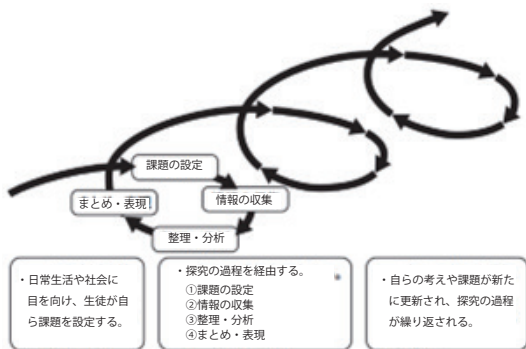


図1 探究における生徒の学習の姿  
「探究の過程」を繰り返し「課題研究」を進める。

## 【内容・方法】

各実験での目標を明確にし、実験結果の観察記録、データの記録、平均値の算出方法(外れ値の除外)、適切なグラフの作成、理論値との誤差など、実験後に授業内で各班の結果を共有し、考察を丁寧に行った。表1は、行った実験とその目的・観点、およびその実験を通して身につけさせたい力をまとめたものである。

## 【検証・評価】

実験ノートに、目的・方法・結果・考察を記し、観察結果や計算過程、グラフなどを作成させた。観察記録に対しては、あらかじめ、比較対象物を明確に示すことにより、実験がより効果的になる。グラフ作成においては、その変化がわかるように、生徒自身で軸目盛をふらせるようにした。慣れないうちは、グラフが小さくなったり、大きくなったりするなど、適切な数値をふることができないが、回数を重ねるうちに適当な大きさ(反応の変化が分かりやすく理解できる)のグラフを描くことができるようになった。

実験技術にも向上が見られた。本校では滴定実験(中和滴定、 $\text{KMnO}_4$ を用いた酸化還元滴定、ヨードメトリー、沈殿滴定)を4回行っており、徐々に難易度が上昇するように設定している。モール法を用いた醤油中の塩分濃度の測定では、3種類の醤油(生醤油・減塩醤油・塩分控えめ)の表示ラベルと実験結果を比較する。ほぼすべての班が該当する醤油の種類と同等の計算結果が得られた。

金属イオンの定性分析における実験計画においては、班員で相談しながら最短手順を導き出す工夫が見られ、未知試料中の金属イオンの同定を楽しみながら実験を行うことができた。

## 【まとめ】

生徒が主体的に探究活動を行うには、普通の授業の中で、探究に必要な実験スキルを身につける必要がある。本校での授業は、実験を中心に進められているので、授業スケジュールは、実験室の確保から始まる。ただし、実験も行っただけではダメで、知識・技能・表現力・論理的思考力の定着をはかる必要がある。これを可能にしたのが実験ノートである。繰り返しの実験指導が可能になるので、「探究の過程」に基づいた指導ができるようになった。

1) 今、求められる力を高めるための学習指導、文部科学省  
[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afeldfile/2011/02/17/1300464\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afeldfile/2011/02/17/1300464_3.pdf)

表1 探究化学IIで行った実験一覧「目的・観点」と「育みたい力」

単元	実験テーマ	目的・観点	育みたい力
酸化・還元	①ヨウ素滴定	酸化還元滴定における、ヨウ素滴定およびCOD（化学的酸素要求量）を理解し、適切な計算ができる。	知識：COD 技術：滴定法 データ処理：平均値
化学反応と電気エネルギー	②局部電池 ③ダニエル電池 燃料電池 ④電気分解 ⑤ファラデーの法則	イオン化傾向および標準電極電位を理解し、金属の反応性と電圧との関係を理解する。 主な電池（ダニエル電池、燃料電池）の仕組みを理解し、各電極で起こる反応を、電子を含むイオン反応式で示すことができる。 様々な水溶液を電気分解して、各電極で起こる化学変化を、電子を含むイオン反応式で示すことができる。 ファラデーの法則を理解して、電気量と物質の変化量を計算できる。	知識：イオン化列 知識：標準電極電位 知識：電池の仕組み 技術：テスターを用いた電圧測定 技術：発生気体および析出物質の確認方法 グラフ化：電気量と反応物質の量的関係
気体の性質	⑥大気圧 ⑦気体の分子量測定	圧力の変化による気体の体積変化および、液面（水銀柱・水柱）の高低差について理解する。 Dumas法を用いて、揮発性液体の分子量を測定できる。	観察力・論理的思考力 技術：デュマ法 データ処理：分子量の計算および蒸気圧補正
溶液の性質	⑧凝固点降下 ⑨コロイド	電解質・非電解質を溶かした水溶液の凝固点降下度から、溶質の式量および分子量を計算することができる。 コロイド粒子の様々な性質（透析・チンダル現象・塩析・凝析・保護作用）を理解する。	測定：溶液中の溶媒の凝固による濃度上昇にともなう凝固点降下 知識：コロイド溶液の性質
エンタルピー変化	⑩比熱の測定 ⑪ヘスの法則の検証	熱容量（比熱）を理解し、熱量を計算することができる。 ヘスの法則を理解し、エンタルピー変化を計算できる。	熱量および比熱の計算 計算：エンタルピー 表現：エネルギー図
反応速度と化学平衡	⑫過酸化水素の分解 ⑬時計反応 ⑭平衡の移動 ⑮モール法による塩分濃度の測定	反応速度が、温度または濃度に依存することを理解する。 アレニウスの式を理解し、活性化エネルギーを算出することができる。 ルシャトリエの原理を理解し、平衡が移動する向きがわかる。 溶解度積と共通イオン効果について理解し、モール法による醤油中の塩分濃度を算出することができる。	知識：反応速度式 触媒の効果 データ処理：反応速度の温度・濃度依存性 観察力：平衡移動と共通イオン効果 技術：滴定 データ処理：醤油中のNaClの%濃度の算出
無機化学	⑯ハロゲン ⑰硫黄 ⑱窒素 ⑲ケイ素 ⑳アルカリ アルカリ土類金属 ㉑アルミニウム 亜鉛 ㉒鉄 ㉓銅、銀 ㉔陽イオンの定性分析	非金属元素の単体および、その化合物の性質と製法について理解する。  典型金属・遷移金属元素とその化合物の性質について理解する。  金属イオンの沈殿と、その分離法について理解し、沈殿反応を利用した分離法を計画する。 未知試料中に含まれる金属イオンを同定する。	知識：非金属元素の酸化力・還元力、酸性度、色、臭い、製法（加熱の有無）などを確認 知識：金属元素の反応性の違いを確認 禁水性、酸・塩基に対する溶解性、不動態、イオン（錯イオン）の色などを確認 計画性：難溶性の塩が生成する条件を確認



# 探究生物 I

## 1年必修 2単位

### 【仮説】

生物では多くの生命現象が扱われ、それらの現象同士のつながりを理解する必要がある。観察・実験を通じて、「論理的思考力」を育成できると考えた。また、あらかじめ仮説を立てて実験に取り組むことで、「科学的な現象を発見する力」を養うことを目標としている。

### 【内容・方法】

#### ①カタラーゼの反応速度と温度変化

##### 【仮説】

授業において、酵素には最も反応が活発になる最適温度があることを学習した上で、「酵素量と基質濃度は一定で、温度を変化させたときの反応速度は〇〇となる」という仮説を各班で考えさせたところ、「反応速度は体温に近いときが最も速くなる」という仮説が大半を占めた。

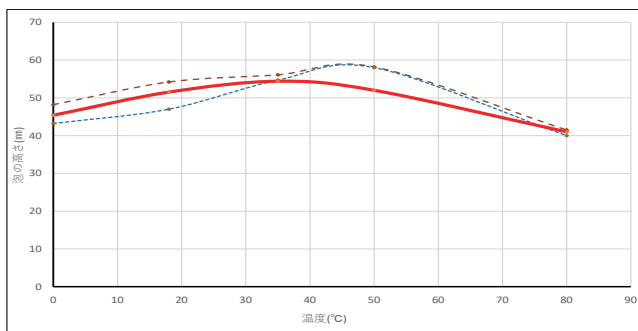


図1 温度変化と酵素反応の関係

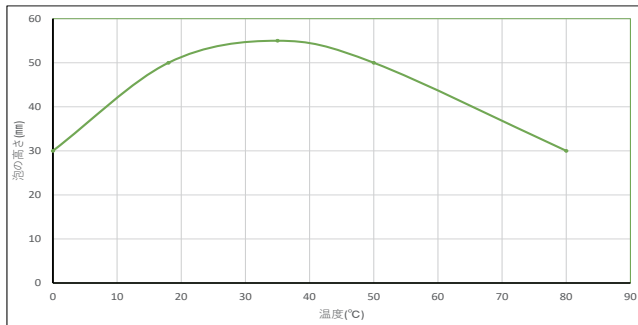


図2 温度変化と酵素反応の関係（検証後）

##### 【方法】

その上で、①氷中(0°C)、②室温、③体温、④50°C、⑤80°Cの温度設定でカタラーゼ(酵素液)とオキシドール(基質液)を用いた実験を行ったところ、各班の実験結果は図1の実線(各班の平均値)のように、体温付近の反応が最も活発であるという、教科書に沿った結果となった。ところが、点線のように、体温より高い50°Cの方が活発である結果が見られ、生徒達から、

「0°C付近では酵素反応が弱くなるはずなのに高い」

「体温付近より50°Cの方が、反応速度が速い」

「高温では酵素反応が失われるはずなのに、反応している」

といった意見があがり、実験方法を見直すことが提案された。

##### 【検証】

各班で実験方法を検証し、酵素液や基質液をあらかじめ設定温度にしてから実験を行ったところ、図2のように低温や高温での反応速度が低下し、実験結果が授業で学んだ理論に近づいたことから、その後の実験においても、条件設定を意識するなど、科学的な現象を理解しようとする力が養われてきたことが感じられた。

#### ②リゾチームのはたらき

##### 【仮説】

授業において、涙やだ液に含まれるリゾチームは、抗菌作用をもつ酵素であることを学習した。また、リゾチームは鶏卵の卵白にも多く含まれており、鶏卵の部位に着目し、

「鶏卵の〇〇(部位)は△△(目的)のために抗菌作用を持つ」

と仮説を立てて、実験を行った。

また、実際に病原体となる細菌は多岐にわたるため、納豆菌(グラム陽性菌)と大腸菌(グラム陰性菌)を用意し、鶏卵の部位における生体防御のしくみについても考えさせたところ、卵白のリゾチームは細菌の種類に関わらず、抗菌作用があると考えていた生徒が多かった。

##### 【方法】

LB培地に納豆菌または大腸菌を塗布し、ペーパーディスクを用いて卵黄と卵白の抗菌作用の有無を調べると、卵白の抗菌作用は納豆菌のみ見られ、大腸菌では見られなかった。

##### 【検証】

納豆菌(グラム陽性菌)と大腸菌(グラム陰性菌)の性質や、鶏卵の構造について提示し、その上で考察を行ったところ、「鶏卵に感染する細菌のうち、グラム陰性菌は乾燥に弱いため卵殻において排除できるが、芽胞をもつグラム陽性菌は乾燥に耐えられ、卵殻内に侵入することがあるため、卵白に含まれるリゾチームがグラム陽性菌に抗菌作用を示し、細菌が卵黄にある胚へ到達しないように防いでいる。」

と、科学的な現象を深く理解する班もあった。

しかし、グラム陽性菌とグラム陰性菌における、リゾチームの抗菌作用の有無は、酵素の基質特異性によるものであるという考察が出てこなかったことについて、授業(論理)と科学的な現象の結びつきが不十分であることが感じ取られ、引き続き指導の工夫が必要であると考えた。

##### 【年間の授業計画】

本校では2022年度より、中学3年次の理科IIの動物分野を発展させ、生命現象の単位である細胞のつくりから、動物のからだについて学び、生命の連続性、多様性、さらに、生態系を学んでいる。2学期期末前から、教科書の早期利用により、高校1年生で学ぶ生物基礎(探究生物I)に取り組んでいる。

次頁は中学3年次ならびに高校1年次の授業計画(内部進学版、高校入学版)である。高校入学生は、2学期以降、内部進学生と進度が同じになるように調整している。

今後は、中学3年次からの早期利用と、高入生における取り組み方の違いにおける検証を進めていく必要がある。

中学3年次（内部進学）【実験・実習】

学期	月	内容
1 学期	4-5	細胞、生体の構成物質 消化と吸収、呼吸 腎臓と肝臓、循環 【細胞の観察①】【消化の実験】
	6-7	受容器（眼・耳・その他） 神経系、筋肉 動物と植物の生殖、動物の発生 【ブタの眼の解剖】
2 学期	9-10	体細胞分裂、減数分裂 遺伝のしくみ【体細胞分裂の観察】
	11	進化、生態系【環境微生物の培養】
	12	生物の多様性と共通性 ※ここより生物基礎 【ミクロメーターの使い方】 【細胞の観察②】
3 学期	1-3	エネルギーと代謝 呼吸と光合成 【光合成の実験】 【薄層クロマトグラフィー】

高校1年次（内部進学版）【実験・実習】

学期	月	内容
1 学期	4-5	呼吸と光合成【酵素反応の定量実験】 遺伝情報と DNA【DNA 抽出】
	6-7	遺伝情報の複製と分配、遺伝情報の発現 【細胞周期の計算、だ腺染色体の観察】
2 学期	9 10	体内での情報伝達と調節【心拍数の変化】 体内環境の維持のしくみ【血液凝固】
	11-12	免疫のはたらき【リゾチームの抗菌作用】
3 学期	1	植生と遷移
	2	植生の分布とバイオーム 【校地内の植生調査】 生態系と生物の多様性
	3	生態系のバランスと保全 【環境問題プレゼンテーション】

高校1年次（高校入学版）【実験・実習】

学期	月	内容
1 学期	4-5	生物の多様性と共通性【細胞の観察】 エネルギーと代謝【カタラーゼの実験】
	6-7	呼吸と光合成 遺伝情報の複製と分配【DNA の抽出】 遺伝情報の発現【細胞周期の計算】
2 学期以降は内部進学生と同じ		

【評価】

実験・観察を通じて、「論理的思考力」や「科学的な現象を発見する力」の育成ができたかの判断は、実験後に課しているレポートや課題で判断した。

実験において必ず考察課題を義務付けている。また、報告書（論文）様式もしくはプリント様式で提出するように指示しているが、あらかじめ生徒に評価基準を提示している。

図3は血液凝固実験におけるレポート評価基準である。この基準を提示したことで、生徒自身がどのような点に注意して考察するのかを認識させることができ、「表現力」の育成にも貢献できていると思われる。

**血液凝固実験 レポート評価基準**

実験書の「実験レポート」、配信済みの「血液凝固実験 レポートについて」を参考に、下記項目がしっかり書けているか。

0. 締切  
提出締切は実験の2週間後です。締切に遅れた場合は減点します。
1. 表紙（要約） 10 点  
実験タイトルや日付、名前、要約等の必要事項が必ず書けている。  
タイトルは「血液凝固」だけではダメ、血液凝固の何について調べたのか分かるタイトルにすること。  
要約は「実験の内容と結果、結果から考えられる考察」が簡潔にまとめられていること。
2. 本編 10 点  
目的・材料・器具・薬品・方法が実験書丸写しでなく、実際に行った内容で記載すること。  
方法は過去形で書かれているか。他の人が読んで同じ実験ができるように正確に書くこと。  
実験プリントのような箇条書きではなく、文章として書いて下さい。
3. 結果 10 点  
実験結果は表やグラフを用いて、実験結果をどのように見るのか文章で説明して下さい。  
表やグラフの書き方のルールを守ること（タイトルやラベル、単位など）。  
班員と結果が共有しましょう。
4. 考察（4 題） 15 点 × 4  
初見のヒトが、何について書いてあるかが分かるように、見出しやタイトルが書いてあるか。  
考察は、実験結果や参考文献を引用しながら文章で説明されているか。  
考察は感想ではない。「○○について調べてみたい」ではなく調べた上で、何が分かったのかを明記すること。  
\*仮説についても検証実験を行い、しっかりと考察をしているか\*
5. 参考文献 10 点  
参考文献の書き方のルールを守ること。  
授業プリントはノートと同じなので、参考文献に使用しないように。

\*表紙（A4）に合わせたレポート用紙を使用し、左上でホチキス止めをしましょう!!\*

今後の課題研究や小論文作成などに向けて、報告書様式を課していたが、レポートを書くことに重きをおいてしまい、提出後の生徒へのフィードバックが不十分であったこと、ならびに他教科の課題等と重複し、生徒達への負担が大きくなってしまったことが反省点である。



# 探究生物 II

2年選択3単位(理系)+3年選択4単位(理系)

学期	月	単元・項目
1 学 期	4月	第1章 生物の進化 1. 生命の起源と生物の進化 2. 遺伝子の変化と多様性 <b>【観察】減数分裂</b>
	5月	3. 遺伝子の組み合わせの変化 <b>【実験】遺伝子頻度の変化シミュレーション</b> 4. 進化のしくみ
	6月	5. 生物の系統と進化
		6. 人類の系統と進化 <b>【観察】頭骨模型の比較</b>
	7月	第2章 細胞と分子 1. 生体物質と細胞 2. タンパク質の構造と性質
		3. 化学反応にかかわるタンパク質 <b>【実験】カタラーゼの働き</b>
		4. 膜輸送や情報伝達にかかわるタンパク質
2 学 期	9月	第3章 代謝 1. 代謝とエネルギー 2. 呼吸と発酵 <b>【実験】脱水素酵素の働き</b>
	10月	3. 光合成
		第4章 遺伝情報の発現と発生
	11月	1. DNAの構造と複製 2. 遺伝情報の発現 3. 遺伝子の発現調節 4. 発生と遺伝子発現 <b>【観察】カエルの発生</b>
		5. 遺伝子を扱う技術 <b>【実験】遺伝子組換え実験</b>
12月		
3 学 期	1月	第5章 動物の反応と行動 1. 刺激の受容 <b>【実験】盲斑の検出</b>
	2月	2. ニューロンとその興奮 3. 情報の統合 4. 刺激への反応 <b>【実験】神経の伝達</b>
		5. 動物の行動 <b>【実験】ダンゴムシの行動実験</b>
	3月	

## 【仮説】

探究生物IIの授業では、およそ一ヶ月に一回を目安として実験または観察を実施している。各実験・観察においては、結果を比較・分析して考察する(必要に応じてディスカッションやプレゼンテーションも行う)、振り返りの時間を設けている。この振り返りによって、「論理的思考力」や「科学的な現象を発見する力」を身につけることができると考えた。

## 【内容・方法】

上の表は高校二年次の年間指導計画である。その中から、2つの実験とその振り返りを挙げ、仮説の検証を行う。

### <実験① 遺伝子頻度の変化シミュレーション>

1対の対立遺伝子Aとaについて、遺伝子頻度がそれぞれ0.5の生物の集団がある。その生物1個体からは、同じ遺伝子をもつ4個体の子が生まれる。それらの子のうち、成体まで生き残る率は25%である。

- ① トランプ1組を、ジョーカーを除いて黒札(A)・赤札(a)に分ける。
- ② 新たに12個体(対立遺伝子24個)生まれたと仮定し、黒札12枚・赤札12枚を用意する。
- ③ それらのカードをよく混ぜ、その中から6枚引く(成体まで生き残る率25%)。
- ④ 引いた黒札・赤札の数をそれぞれ4倍にし(4個体ずつ子を生む)、それぞれの枚数を記録する。
- ⑤ ③~④を10回繰り返し、回数(世代)ごとのAとaの遺伝子頻度を求める。

【振り返り】

・実験結果をグラフ化し、他の人の実験結果と比較する(オンラインで共有)。比較によって気付いたことを挙げ、遺伝子頻度の変化の要因について考察する(グループでのディスカッション)。

### <実験② 遺伝子組換え実験>

- ① pGLOプラスミドを導入した大腸菌「+DNA」、導入していない大腸菌「-DNA」を作成する(ヒートショックを行う)。
- ② LB培地「LB」、アンピシリンを加えた「LB/amp」、さらにアラビノースを加えた「LB/amp/ara」の3種類のプレートを作成する。
- ③ 「-DNA」を「LB」プレートおよび「LB/amp」プレートで、「+DNA」を別の「LB/amp」プレートおよび「LB/amp/ara」プレートで培養する。

【振り返り】

・実験結果を表にまとめ、各グループの結果を比較し、自分たちのグループが成功したか否かを考察する。  
・各実験操作の意義や、遺伝子発現調節の意義等について考察する(グループでのディスカッション)。

## 【検証・評価】

<実験①>

以下は、生徒が作成した実験結果のグラフの一例である。

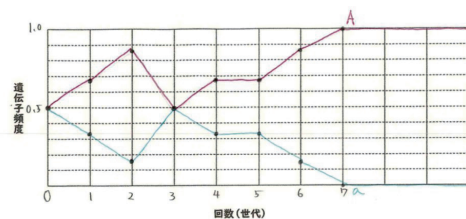


図1-1 Aさんの結果

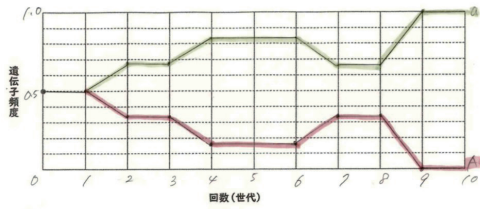


図1-2 Bさんの結果

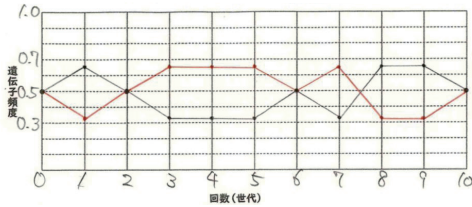


図1-3 Cさんの結果

また、以下はグループでまとめた考察の一例である。

- 多くの場合で片方が絶滅していたが、Aが残ったパターンとaが残ったパターンの両者があった。これはAとaが中立であり、遺伝的浮動の結果であることを示す。
- (図1-3のような)10回のシミュレーションを行っても偏らない結果が出たのも、「偶然」であると考えられる。
- 今回のシミュレーションでは個体数が少なかったため、一度偏りが出てしまうと一気に片方が絶滅に向かってしまう。トランプの枚数を増やす(集団を大きくすると)、それぞれの遺伝子頻度が0.5で安定すると考えられる。

本実験は、既存の実験をアレンジし、より手軽に行えるようにしたものである。実験自体はゲーム感覚で行えるため、各クラスとも非常に盛り上がっていた。早めに終えた生徒は、自ら設定を変更(最初の黒札と赤札の割合を変える、枚数を変える、シャッフルの回数を減らす等)して追加実験を行っていた。振り返りに関しても、活発な意見交換が行われ、多くのグループで結論まで辿りつくことができた。中には、より良いシミュレーション方法の検討まで話し合っているグループもあった。仮説は概ね達成できたと思う。

また、今回の実験では手軽さからトランプを利用したが、1セットの枚数が限られているため、大きな集団のシミュレーションがしにくいことが欠点となる。その場合は、数セットを組み合わせて利用すると良いだろう。小型のボールや基石を利用する方法もある。なお、2024年度の共通テストにおいて、サイコロを利用したシミュレーションが出題されていた。

<実験②>

以下は生徒の記録および結果をまとめた表である。今回の実験ではほぼすべてのグループが成功していたため、失敗例はこちらで提示した。

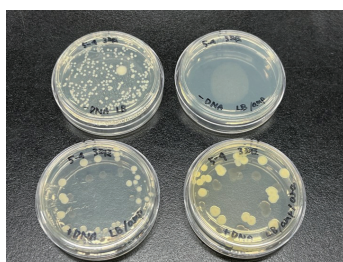


図2-1 蛍光灯下での様子

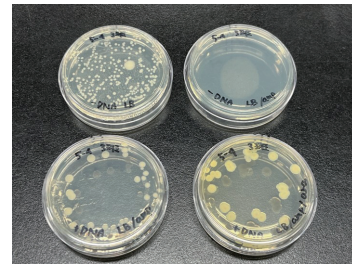


図2-2 UVランプ照射時の様子

表1-1 実験結果(成功例)

プレート	コロニーの有無	蛍光の有無
- DNA LB	+	-
- DNA LB/amp	-	-
+ DNA LB/amp	+	-
+ DNA LB/amp/ara	+	+

表1-2 実験結果(失敗例)

プレート	コロニーの有無	蛍光の有無
- DNA LB	+	-
- DNA LB/amp	+	-
+ DNA LB/amp	+	-
+ DNA LB/amp/ara	+	+(一部)

また、以下はグループでまとめた考察の一例である。

- 「+ DNA LB/amp/ara」プレートのみ UV ランプ照射時に蛍光を示したことから、他のプレートは蛍光を示さなかったことから、私たちのグループは成功したといえる。
- (表1-2の)失敗例では、「- DNA LB/amp」プレートにコロニーがみられたこと、「+ DNA LB/amp/ara」プレートに蛍光を示さないコロニーもみられたことから、培地に抗生物質であるアンピシリンを加えていなかったか、アンピシリンが分解された可能性が高い。  
→『「- DNA」にプラスミドが導入されてしまった』という誤答もいくつかあった。
- 蛍光がみられなかった「+ DNA LB/amp」プレートについても、アラビノースを加えると蛍光を示すようになると思われる(アラビノースオペロンが働くため)。
- 「- DNA」に本来必要のない操作(ヒートショック等)を行ったのは、プラスミドの導入の有無以外の条件を揃えるためである。
- 「- DNA LB」プレートは、大腸菌が実験操作の過程で死滅していないことを確認するため、「- DNA LB/amp」プレートは大腸菌がアンピシリン耐性をもたないことを確認するために用意した。
- 生物が遺伝子の発現を調節することで、必要なタンパク質の量や種類を調節し(不必要なタンパク質の過剰生産を防ぎ)、環境への適応性を高めることができると考えられる。

遺伝子組換え実験に関しては、現在キット化されたものが販売されており(本校では BIO-RAD 社の製品を利用)、実験設備があればそれなりに手軽に行えるようになった。手順書通りに行えば、成功率も非常に高い。それ故に、実験中においては、各操作の意義や、対照実験の設定等について、しっかりと意識させることが必要となる。

振り返りでは、グループによってディスカッションの進み具合に差異が出てしまった。そこで、うまく進まないグループには、状況に応じていくつかヒントを与えていった。最終的には、多くのグループで既習の内容である「遺伝子発現調節」ともリンクさせて、考察を進めていくことができた。仮説は概ね達成できたと思う。

# 探究数学 I

## 1年必修 4単位

<内進生>

月	内容	科目
4～5月	式と証明・方程式	数学II
6～7月	図形と方程式	
9～10月	三角関数	
11～12月	指数関数と対数関数	
1～3月	微分と積分	

<高入生>

月	内容	科目
4～5月	数と式、2次関数 式と証明・方程式	数学I, II
6～7月	2次関数	
9～10月	図形と計量、三角関数	
11～12月	データの分析 式と証明・方程式	
1～3月	図形と方程式	

### 【仮説】

高等学校における数学科には、日常や社会の中で起こる現象や事象を数学的に捉えて解決し、拡張へと進化させる力の育成が求められている。現象・事象を数学的に捉えるためには、目の前で起きていることを問題（課題）として顕在化させるために、

- ・分野の認識  
(現象・事象が数学のどの分野に関係しているのか)
- ・変数の発見  
(何によって現象・事象が引き起こされ、変化しているのか)  
が必要であり、顕在化した問題を解決し拡張するためには、
- ・分析するためのモデル化  
(現象・事象を解析するための既存の知識を用いた数学モデルの構築)
- ・新たな問題の提示・発見  
(分析した現象・事象の発展・拡張)

が必要になる。そのためにも、ベンフォードの法則を題材にした授業を行うことで、日常の現象と数学の結びつきを実感し、また、物事を抽象的な視点で考えることができ、上にあげた4つのポイントを意識することができる。

### 【内容・方法】

「指数関数と対数関数」の分野において、ベンフォードの法則を題材にした授業を計3時間行った。

1時間目は、総務省や環境省のホームページ、理科年表などの書籍から、様々な数値データを抽出し、それらの最高位の桁の数(1～9)の割合をグループごとに調べさせた。その結果、最高位の数字の出現する割合が1,2,3,…の順に低くなっていくことを確認し、最後にベンフォードの法則を紹介した。

2時間目は、「2の1乗から2のn乗の中で最高位が1となる数の割合」を求める授業を行った。グループごとに討論をしながら、1の出現割合がベンフォードの法則と等しくなることを確認した。ここまでは2年前にも類似の題材で授業を行っているが、3時間目以降はさらに発展させて、「最高位の数の個数」を分析する授業を行った。

3時間目は、「3の0乗から3の100乗までの数の中で最高位が9の数はいくつあるか」という問題をグループで考えた。3のべき乗に3をかけていったときに、桁数が変化しない数と繰り上がる数に注目して、最高位の数の推移を考えさせた。同じ桁の最高位の数の推移に注目すると、どのパターンでも9ではないものが2個ずつ現れるため、最高位が9になる数の個数が求められる。また、発展的な内容として、「3の0乗から3のn乗までの数の中で最高位の数が9になる数が5個あったとき、nの範囲を求めよ」という問題を提示したり、底や指数、最高位の数を変化させるとどうなるかを考察したりした。

### 【検証・評価】

〔実践例〕ベンフォードの法則を題材にした授業  
指数関数と対数関数の分野において、常用対数を学習した後に、上記の授業を行った。

1時間目では、各々が最高位の数を抽出する過程で、1の出現割合が最も多くなるであろうことに気づく生徒が多かった。

2時間目では、問題を考える過程で、常用対数やガウス記号の知識が必要になるため、生徒の状況に応じて定義の確認を行ったり具体的な数で説明したりした。全体的に抽象度が高いため、式の意味を理解するのに苦労している生徒が多く見られた。1コマ(50分)の授業で扱う内容としては分量が多いため、授業の展開には工夫が求められる。

3時間目では、4～5人のグループに分かれて最高位の数の個数を考えさせた。難易度はやや高いように思われたが、試行錯誤の末、自力で正答に辿り着いたグループもあり、時折歓声が上がっていた。

これらの授業を通して、物事を抽象と具体の両側から見る力、自ら新たな問いを立てる力が育成できたと考えられる。



## 探究数学Ⅱ

### 2年必修4単位

#### 【仮説】

数学Ⅲは、日常や社会の中で起こる現象や事象を数学的に捉える力・論理的思考力を数学Ⅰ・数学Ⅱに引き続いて育成し、さらに深化させることが求められている。そのためには

- ・概念を記号で表すこと  
(数列の極限、微分、積分などの新しい操作を適切な記号で表し、使うことができるか)
- ・概念の輪郭を正しく捉えること  
(計算方法がわかるだけになっていないか)
- ・概念や法則を拡張、一般化すること  
(既知の知識を用いて、特殊な場合も含めた一般化ができるか)

などが必要である。パターン演習になることなく、自ら課題を発見し、どうアプローチしていくのかを意識することが論理的思考の育成に繋がる。

#### 【内容・方法】

本年次(5年次)は、「関数の近似式」の分野において、円周率の歴史、 $\pi$ の近似の授業開発を行い実施した。教科書では、1次の近似式が少し載っているだけで、2次の近似式や具体的な数の近似については示されていない。3年次(R3)に $\pi$ の近似について内接多角形を用いて図形的なアプローチで授業を行ったため、本年次は $\pi$ の近似について授業ができないか、高校2年を担当する教員で議論・検討した。

#### 【検証・評価】

〔実践例〕マクローリン展開を用いた $\pi$ の近似

関数の1次近似を学習した後、2次近似、マクローリン展開、テイラー展開、ライプニッツの公式を扱った。紀元前から使われている円周率の有名な近似値を紹介した後、マクローリン展開を用いて $\pi$ の近似値を求められないか投げかけて、生徒と意見交換を進めながら授業を行った。 $\pi$ が絡む式として三角関数を使いたいという意見が出たため、 $\sin$ や $\tan$ を用いてマクローリン展開をしたが、うまく $\pi$ の近似式が得られなかった。そこで1を代入して $\pi$ の式を返す関数として逆関数の発想を引き出すことができ、 $\tan$ の逆関数のマクローリン展開を行った。逆関数の微分やライプニッツの公式、漸化式などを用いて近似式を導いた。しかし、 $n$ を十分に大きくしないと精度は高くないため、 $\sin$ の逆関数や別の方法の方がいいのではないかという仮説をたて、生徒たちに考察させた。その後、初項1、公比 $x$ の等比数列の和の式の積分からも近似式を得られることを説明した。

今回の授業を振り返り、中学段階から数ある円周率の他の近似値について考察してする機会を与えられたらもっと良い題材になったと感じた。また、小学校から使っていて生徒にとって身近な円周率の歴史を学び、その近似値を考えるために既知の知識を利用して論理的に考えていく力は狙い通り養うことができたと考えられる。

## 探究数学Ⅲ

### 3年3単位

#### 【仮説】

高3では大学入試問題を題材として、様々な演習問題に取り組むが、中でも、ウォリス積分に見られるような、定積分で表現される数列の漸化式を導く問題の中では、数学における重要な発見を背景にするものが多い。特別な関数を与えることで、先人たちと同じような歴史上の発見を追体験することができる。

#### 【内容・方法】

- ・授業担当者で、どのような定積分で表現される数列を提示すべきかを議論し、決める。
- ・期待する結論は、グレゴリー・ライプニッツの級数、ニュートン・メルカトルの級数、 $\beta$ 関数(自然数の範囲)、ガンマ関数(自然数の範囲)、ウォリス積分、 $e$ のテイラー展開や、 $e$ の無理数性の証明とし、最終的にパーゼル問題に取り組むことを目指した。
- ・漸化式を解く、極限をとる、与えられた数列などを評価する(評価する際には積分区間が重要)という過程を必要とするが、そのようなアドバイスをどのタイミングで行うかは、担当者に任せた。

#### 【検証・評価】

- ・漸化式を導くところまでは、多くの生徒にとって困難な場面はなかった。
- ・漸化式を総和や総積により表示したり、極限をとることも、生徒にいくらか経験があり、抵抗なくここまでは取り組んでいた。
- ・与えられた数列を評価するというような作業も、積分区間に注目するなどの基本的なアイデアをもつ生徒もおり、スムーズに行われた。
- ・グレゴリー・ライプニッツの級数、ニュートン・メルカトルの級数、 $\beta$ 関数(自然数の範囲)、ガンマ関数(自然数の範囲)、ウォリス積分、 $e$ のテイラー展開に加え、 $1/e$ のテイラー展開にも気付いた生徒もいた。
- ・さらにいくつかのヒントを与えることで、 $e$ の無理数性を証明することもできた。その過程で、 $\sum nPk$ (順列の和)をガウス記号で表せることを発見した。
- ・定積分で表現される数列から得られる数学における重要な発見は、これまでの生徒たちの学習の集大成として、元になる数列を与えさえすれば、生徒たちが自らの思考により実際に導くことができ、 $\sum nPk$ (順列の和)をガウス記号で表せるといった発見もあり、生徒なりに数学から感動を得られる題材であると感じた。

# 探究数学 A

## 1年必修 3 単位

<内進生>

月	内容	科目
4～5月	数列	数学 BC
6～7月	数列	
9～10月	確率分布と統計的な推測	
11～12月	確率分布と統計的な推測 平面ベクトル	
1～3月	平面ベクトル, 空間ベクトル	

<高入生>

月	内容	科目
4～5月	集合, 場合の数と確率	数学 AB
6～7月	場合の数と確率, 集合と命題	
9～10月	図形の性質	
11～12月	図形の性質, 数学と人間の活動	
1～3月	数学と人間の活動, 数列	

### 【仮説】

高等学校における数学科には、日常や社会の中で起こる現象や事象を数学的に捉えて解決し、拡張へと進化させる力の育成が求められている。現象・事象を数学的に捉えるためには、目の前で起きていることを問題（課題）として顕在化させるために、

- ・分野の認識  
(現象・事象が数学のどの分野に関係しているのか)
- ・変数の発見  
(何によって現象・事象が引き起こされ、変化しているのか)が必要であり、顕在化した問題を解決し拡張するためには、
- ・分析するためのモデル化  
(現象・事象を解析するための既存の知識を用いた数学モデルの構築)
- ・新たな問題の提示・発見  
(分析した現象・事象の発展・拡張)

が必要になる。そのためにも、「数学と人間の活動」において、 $n$ 山崩しや図形の敷き詰めなどのゲームを授業で行うことで、生徒に事象を分析するために数学を用いる経験をさせることが重要であると考えられる。また、分析するだけでなく、ゲームのルールや初期条件などを変えることによって、発展・拡張して考えることもできるため、上にあげた4つのポイントを意識することができる。

### 【内容・方法】

[実践例]  $n$ 山崩しの必勝法（数学と人間の活動）  
「数学と人間の活動」の分野において、 $n$ 山崩しの必勝法について考えさせる授業を展開した。 $n$ 山崩しとは、石が集まってできた $n$ 個の山に対して、2人が交互にいずれかの山を選択して1個以上の石をとり、最後の石を取った人の勝ちというゲームである。山の個数だけでなく、

取り方に制限をつけることなどによって、どのように結果が変わっていくのかを考察させた。

授業では1山と2山における先手必勝の局面を考えさせた。生徒からの提案も含めて、以下のルールで1山崩し、および、2山崩しを行った。

<1山崩し>

- ・1個以上3個以下をとる。
- ・1個 or 素数個をとる。
- ・3の倍数以外の個数をとる。
- ・1個以上3個以下をとる。ただし、3個とれるのはどちらか1人が1回だけ。

<2山崩し>

- ・どちらかの山から1個以上をとる。
- ・どちらかの山から1個以上3個以下をとる。
- ・少なくとも一方の山から1個以上3個以下をとる。
- ・どちらかの山から1個以上をとる。ただし、2個以上とるときは、とらなかった山に1個加える。
- ・どちらかの山から1個以上をとる、または、両方の山から同じ数をとる。(Wythoffの2山崩し)

これらのルール各々に対して、2人組で実際に対戦したり、表などを活用して必勝法を考えたりした。ただし、必勝法を何となく考えるのではなく、どの局面で先手必勝であるか、どのような個数を残して相手に渡せばよいかなどを、式などを用いて言語化することまでを課題とした。

### 【検証・評価】

1山崩しにおける必勝法の分析において、多くの生徒は実際にゲームを行うことを通して、現在の局面が先手必勝か後手必勝を考えていた。しかし、2山崩しになると実際に石をとることだけでは困難になっていった。そこで、表を活用させることでどの局面が先手必勝になるかを整理させた。表をつくる過程において「現在のルールではどの局面に移ることができるか」「先手必勝であれば、移る先にどのような局面が存在すればよいか」などを明らかにすることで、規則性を見いだすことができ、必勝法を導くことができるようになると考えられる。このようなことを通して、生徒たちは分析するために数学を用いることの有用性を体験することができたと思う。さらに上記のルールを自ら考えたり、授業では扱わなかったが3山だったらどうなるかなどの拡張をしたりする生徒もおり、自ら課題を発見・拡張させることができる生徒も見られた。

一方で、上記のルールで挙げたWythoffの2山崩しについては、表をつくることができても規則性を発見することは困難であった。SSHなどで先行研究としてそれを深く追求することは大切ではあるが、授業の目的を達成するためにはハードルが高いものではあるため、そのようなルールが生徒から出た場合に、どのようにそれらを扱うか検討の余地があると考えられる。

# 探究数学 B

## 2年必修2単位＋3年必修2単位(文系)

### 【仮説】

単元を横断できたり、多角的な見方できたりする題材を扱う授業や、数学史を取り入れたり現実社会と結び付けたりできる題材を扱う授業を実践することによって「分野の認識」「変数の発見」「モデル化」「問題の発見・拡張」という数学において重要な力が育成されると考えた。これらの育成が、本校SSHの目標としている**論理的思考力、課題を認識する力、科学的な現象を発見する力**の育成に繋がると考えた。

また、グループワークや意見交換の時間を多くとることで、数学的な内容に関して**コミュニケーション力、表現力**が育まれると考えた。

上に記した授業の具体例として今年度実施した

「Σと組み合わせの関係」(単元の横断・多角的な見方)

「複素数の等比の和」(単元の横断・多角的な見方)

「放物線・楕円の作図や折り紙」(数学史・現実社会)

をあげる。

### 【内容・方法】

#### <理系>

学年	月	内容	対応する科目
2年	4～5	ベクトル(内進) 数列(高入)	数学C 数学B
	6～7	複素数平面(内進) 確率分布と統計的な推測(高入)	数学C 数学B
	9～10	複素数平面(内進) ベクトル(高入)	数学C 数学C
	11～12	平面上の曲線(内進) ベクトル(高入)	数学C 数学C
	1～3	平面上の曲線(内進) 複素数平面(高入)	数学C 数学C

#### <文系>

学年	月	内容	対応する科目
2年	4～5	ベクトル(内進) 数列(高入)	数学C 数学B
	6～7	復習・問題演習(内進) 数列(高入)	数学ABC 数学B
	9～10	復習・問題演習(内進) 確率分布と統計的な推測(高入)	数学ABC 数学B
	11～12	復習・問題演習(内進) ベクトル(高入)	数学ABC 数学C
	1～3	復習・問題演習(内進) ベクトル(高入)	数学ABC 数学C
3年	4～12	復習・問題演習	数学ⅠⅡ ABC

※1：本校は中高一貫校のため、中学からの入学生を「内進」、高校からの入学生を「高入」としている。  
内進の生徒は中学3年生にて数学ⅠAの内容を先取りして学習している。

※2：本校は2年次から理系・文系のコースを選択する。

#### ・「Σと組み合わせの関係」

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{1}{2} n(n+1) = {}_{n+1}C_2$$

と式を見ると1からnまでの和とn+1個から2個を選ぶ組み合わせの総数が1対1対応することがわかる。そこでどのようにモデルを考えると1対1対応を説明できるかを議論・検討させた。またΣkを考えた後は、Σk<sup>2</sup>とΣk<sup>3</sup>に拡張させて議論・検討させた。

#### ・「複素数の等比の和」

$$z = \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \text{ のとき } 1+z+z^2+z^3+z^4+z^5=0$$

となるが、この式の値の様々な求め方を考えさせた。

1つ目は、等比数列の和ととらえて値を求めるものであり、これは多くの教科書や参考書に記載されている手法である。既習事項を新しい分野でも対応付けて考える力の育成につながる。

2つ目はベクトルの和を利用する手法である。点1, z, z<sup>2</sup>, z<sup>3</sup>, z<sup>4</sup>, z<sup>5</sup>を複素数平面上に図示し、それぞれの点に原点を基点としたベクトルを用いし、1+z+z<sup>2</sup>+z<sup>3</sup>+z<sup>4</sup>+z<sup>5</sup>をベクトルの和としてとらえる。この手法は、複素数の図形的な意味を考察してきた本単元の考えを利用したものであり、複素数平面の単元目標の達成の一助となる手法といえる。

3つ目は背理法を利用した手法であり、1+z+z<sup>2</sup>+z<sup>3</sup>+z<sup>4</sup>+z<sup>5</sup>=w(w≠0)とおき、1+z+z<sup>2</sup>+z<sup>3</sup>+z<sup>4</sup>+z<sup>5</sup>にzをかけても、その和の値は変化しないことから矛盾を示すものである。この手法は、複素数平面の学習で重要である回転移動につなげてとらえることもできる。

zをかけると、1つ1つの点の位置は変化するが、6つの点の位置関係は変わらないことがわかる。このような、構成要素ではなく、全体に着目して不変であることを利用するという考え方は大学数学で学ぶ群や置換などの学習にもつながる考え方である。

#### ・「放物線・楕円の作図や折り紙」

放物線と楕円の定義を満たすように折り紙に折り目を入れていき、それらを接線とする放物線と楕円が包絡線として現れる実験をおこなった。またその証明も考えさせた。

また、折り紙だけでなく、紐と鉛筆による放物線と楕円の作図、特に楕円では紐だけでなくコントラパラログラム(交叉平行四辺形)と呼ばれる楕円を描くことができるコンパスのような工具を簡易的に工作し、実際に使ってみた。またその工具で楕円が描ける証明をした。コントラパラログラムの紹介の際には数学史にも触れて授業をおこなった。

#### 【検証・評価】

生徒からの声を一部抜粋する。

- ・「いいモデルを設定することで1対1対応があまりに美しかった。今後他の単元でもこのようなモデルで捉えるということを考えてみたい。」
- ・「1つの式でも色々な見方ができたり、色々な意味を見いだせたりしてとても勉強になった。」
- ・「作図というとコンパスと定規というイメージだが、紐を使った作図や工具を工作して作図するというのがとても楽しかったし、きちんと数学の証明まで考えられて理解できたのがよかった。」



# 地理 AL

## 2年2単位(文系一般・理系) + 3年3単位(文系一般・理系)

### 【仮説】

地理における探究学習は、実際のフィールドに出向くフィールドワークによって成り立つ学習である。地域に焦点を置き、なぜこの地域でこのような現象が起きるのかという問いを探究することが、地理における探究学習である。しかし、授業時間の関係から実際のフィールドに出向き、多くの時間をかけてフィールドワークを行うのは現実的ではない。そこで、フィールドから得られる様々な統計・情報をそのフィールドの気候・地形・産業・交通事情などから考察することで、擬似的に実際のフィールドで行う地理における探究学習を行い、地域に焦点を置き現象を考察する力を養うことができる。加えて、地域にはさまざまな要素が詰まっていることから、一つの現象を構成しているのは地形や気候に限らない歴史・産業・人口等多くの要素である。この多くの要素から何が主な要因なのか考察する力を養成することは、他の学問にも応用できる力である。地理における探究学習では、この諸要素から要因を考察する力も養成できるだろう。

### 【内容とねらい】

高2地理AL授業では、統計やその統計が表現された地図を多く用いて授業を進行した。その授業においては、景観や地図・統計の背景にはどのような地域の姿があるのか考察させることを重視した。またその際には、自然的要因である造山帯の位置や、赤道からの距離などだけに限らず、植民地だった歴史の有無や都市からの距離など人為的な要因も考察させた。また身近な地域における探究学習では、理論を具体化できる地理の強みを活かすことができる。加えて、理論と実態の隔たりに遭遇するのも地理における探究となり、新たな理論やその地域に生じる地域性の発見となる。

今回具体例として挙げるのは、災害である。災害とは人間の生活に被害(人の生死・怪我・家屋等の損壊等)を生じさせる自然現象が発生した場合に災害と定義される。また、その理解にはマクロ的に造山帯の位置やプレートの境界(図1)、暖流・寒流の位置等の地球全体の大地形や気象因子の理解が必要である。それに加えて、ミクロ的には、災害が発災した地域がどのような地域かという理解が必要である。どのような地域かという理解には自然環境的に険しい山がちな地域であるのか、産業としてどのような産業がさかんなのか等の理解も必要である。2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震とそれに伴う津波についても現在調査が進んでいる段階ではあるが、大きな被害生じたことは日々生徒の耳にも入って来ているだろう。この地震という自然現象は生徒にとっても、日本、世界全体にとっても大きな課題であり、避けては通ることのできないものである。この地震とその被害やその被害を最小限にするためには、そのマクロな視点とミクロな地域を見る視点が必要である。その具体例として授業においては2011年の東北地方太平洋沖地震(以下:東日本大震災)を扱った。



図1 地球全体のプレートとその境界  
世界の諸地域 NOW2020, (2020) より引用

2011年の東日本大震災では東北地方沖の海底に位置する日本海溝周辺(図2)が南北400kmにわたり動き、1000年に1度の規模と言われる地震と津波を発生させた。この地震と津波の理解には要素として何が必要であるか。この問いかけから授業は進んだ。その要素の中で、主に扱ったのは地形・産業・人口の3要素である。授業ではその要素を具体的地域とともに扱った。

その地域とは特に被害が大きかった宮城県北部沿岸の気仙沼市を例に挙げた。災害は、情緒的な報道がされる傾向が強いが、生徒にはその自然的要因・社会的要因について考察し、災害の被害の実態・対策を考え、個々人の防災に対する考え方や災害のメカニズムの理解につなげる事をねらいとした。

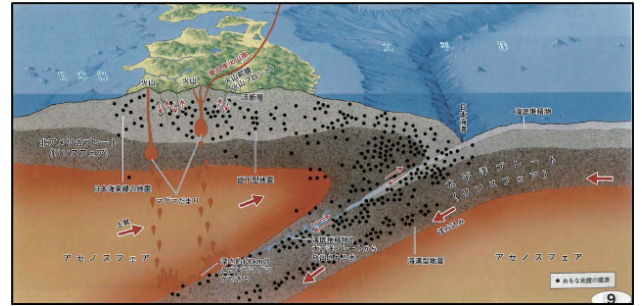


図2 東北地方沖におけるプレート境界  
世界の諸地域 NOW2020, (2020) より引用

### 【具体例としての宮城県気仙沼市】

#### (1) 気仙沼市の概要

宮城県気仙沼市(図3)は宮城県の北部に位置し、岩手県との県境に接する都市である。「古来陸奥という一国が、陸前・陸中・陸奥という三国に分割されたのは明治初年で、その三国にまたがる「三陸海岸」の陸前にあたるのが気仙沼市である。三陸海岸は青森県八戸市から宮城県の金華山まで、北上山地の南北254kmの海岸部をさすが、海岸線の延長は約600kmに達する。」(気仙沼市, 1986年)三陸海岸北部の八戸市から宮古市付近は隆起海岸のため直線的であるものの、宮古市以南は沈降地形のため、湾と岬が交互に連続する海岸となる。この湾と岬が交互に連続する海岸をリアス式海岸という。リアス式海岸は、外海からの波の流入が少ないことから天然の良港といえる。また、気仙沼市の沖合は大陸棚が発達し、100mから200mの水深部が広く、そこに形成される海底礁に海藻・虫・小魚が集まり、それを狙う魚が集中する(気仙沼市, 1986年)。

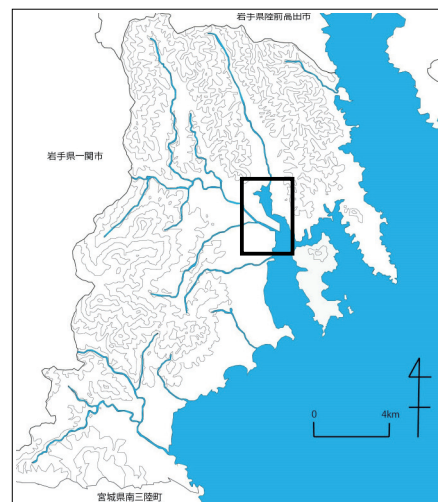


図3 気仙沼市周辺の地形(黒枠は主要部)  
(国土地理院地図より作成)

加えて、気仙沼市の沖合は寒流である親潮（千島海流）と暖流である黒潮（日本海流）の両海流の影響を受け、海産物も豊富であることから、元来漁業が気仙沼市の主産業であり、気仙沼港は船舶の出入りがあった。また、漁業に付随する造船業・加工業なども盛んに行われてきた。気仙沼市は有史以降、幾度かの津波の被害を受けてきた。その回数と被害状況は次の表1に示す通りである。特筆すべき津波災害としては東日本大震災と同規模であったと言われる869年の貞観地震津波である。明治期以降の津波災害として資料が残っているのは1896年の明治三陸地震津波、1933年の昭和三陸地震津波である。この表1から宮城県気仙沼市は定期的に津波被害を受けてきた地域であることが明らかとなっている。特に、津波での死者・行方不明者、家屋の損壊が津波の被害として多くなっている。

(2) 気仙沼市の土地利用変化と産業

気仙沼市はリアス海岸のV字谷における低地に市街地が形成されており、低地への集住が顕著である。大川、鹿折川が気仙沼湾に流れ出ており、その流域は低地となっている。1913年時に低地は田畑として利用されていたが、1952年以降の埋め立てが進んだ沿岸部の図では、埋め立て地に缶詰・製氷会社が多く立地し、水産業に関する産業の工場が集中していた（気仙沼市ライオンズクラブ、1972年）。歴史を経るごとに低地の農地が埋め立てられ水産業に関連する工場の立地が進んだ。その工場の後背地には住宅が広がり元々農地であった低地への住民の流入が進んだと考えられる（図4）。

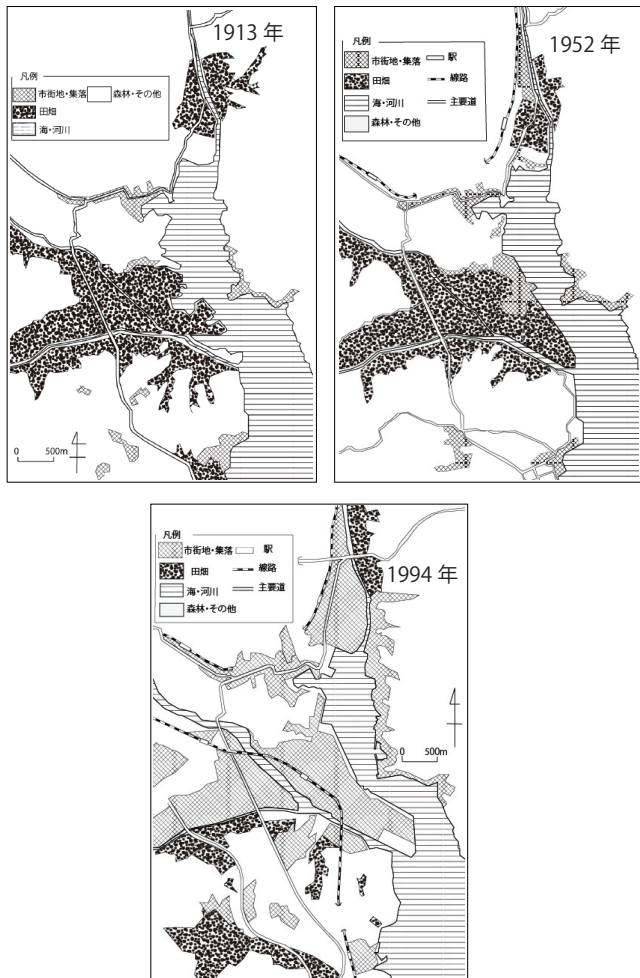


図4 1913年～1994年の気仙沼市主要部における土地利用の変化  
 (国土地理院発行地形図  
 「気仙沼(1913)」「気仙沼(1952)」「気仙沼(1994)」より作成)

加えて、大川流域の内の脇、潮見町、川口町についても海岸から平野が続いている。大川の氾濫原（沖積地）と神山川が作った田中前の沖積地が近世初頭から農耕地化され、太平洋戦争後造成された魚市場周辺、気仙沼商港周辺（潮見町・川口町）は内の脇に続いているが、これは海面埋立地である。（気仙沼市、1986年）この記述からリアス式海岸という地形において、低地という地形は貴重であり、海を埋め立てることにより低地を気仙沼湾に拡大してきた歴史が気仙沼市にはある。この土地利用の背景には第二次世界大戦後の水産業の発展とも関連付けられるだろう。上図のように第二次世界大戦後における各漁業別生産量（図5）を見ても、その生産量は1990年頃までは右から上がりで伸びている。気仙沼市は天然の良港であり、水産業を主な産業として発展してきたため、この日本全体の水産業の発達と気仙沼市における沿岸部への市街地のへの拡大は関連していると言えるだろう。その沿岸付近へ流入した人口が産業の担い手として労働者となり、水産業の発展に尽力した。

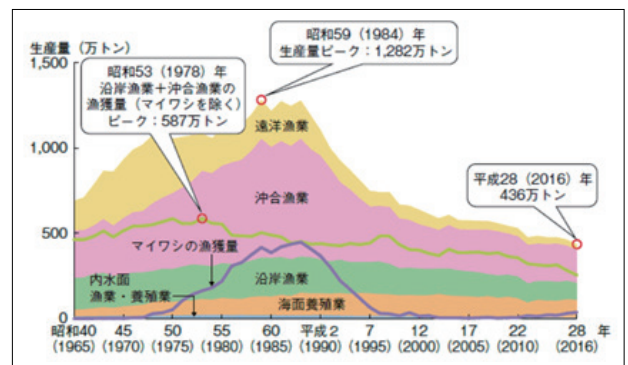


図5 各漁業別生産量の推移  
 水産庁HPより引用

(3) 東日本大震災における気仙沼市の津波被害

図6を見ると、津波の被害は海岸部の地区に集中している。特に両脇が丘陵地に囲まれた海岸から続く平地の主要部に津波の力が集中し、浸水による被害が大きい。この主要部には、市街地が広がり、気仙沼市の水産業を担ってきた人々が居住していた。気仙沼市の津波による死者の年齢をみると約50%が70歳以上であり、水産業が盛んであった時期に年齢が仮に20代～30代で流入した人口が2011年時には高齢者として居住していると考え、死者を年齢ごとの割合で見ると高齢者が多いことも分かる。

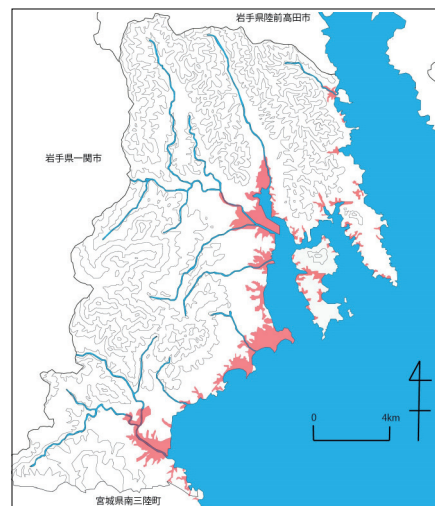


図6 気仙沼市における津波浸水域  
 (国土地理院,2011を参考に作成)



問4 海底のようすに関心を持ったアヤミさんは、日本近海の高底の深さに関するメッシュマップを入手した。次の図6中のカ〜ケは、後の図7中のE〜Hのいずれかの海底の深度割合を示したものであり、EとFはカとキのいずれか、GとHはクとケのいずれかである。FとHに該当するもの正しい組合せを、後の①〜④のうちから一つ選べ。 4

水深	カ	キ	ク	ケ
200m未済	20	10	10	10
200m以上1000m未済	40	20	20	20
1000m以上3000m未済	10	10	10	10
3000m以上6000m未済	10	10	10	10
6000m以上	10	10	10	10

図7: 日本近海の高底のメッシュマップ。E, F, G, Hの位置が示されている。

	①	②	③	④
F	カ	カ	キ	キ
H	ク	ケ	ク	ケ

ランズ 2024 共通テスト地理 B 第6回 1 より

【検証・評価・まとめ】

地理 AL では、入試問題への取り組みを到達度の指標の一つにしている。地形や気候、産業人口等の理解を深めた後、演習問題を実施して到達度をはかった。上記の演習の正答率は65%を超える程度であった。昨年度同様の問題を実施した際、5割を切る正答率であったことを考えると、複合的な地理内容の理解が進むことで知識の定着が進むことが分かった。

災害を授業として扱う場合は造山帯の位置や津波のメカニズム等のマクロ的な視点だけでなく、具体例として取り上げた宮城県気仙沼市のようなミクロな視点を行き来し、災害というものを理解する必要がある。その際には、被害が生じる理由が地形だけにはとどまらず、産業の発展方向・歴史・年齢別の人口構成等の諸要素によって決まることにも触れておきたい。このように考えると災害の被害やその防災にはその地域を深く理解する必要があることに気づく。地震や津波といった自然現象に対して人間がどのように対処するかによって被害の度合いは大きく変化するだろう。令和6年能登半島地震についても、被害が拡大しつつある。能登半島という地名に限らず、その半島、被害が大きく報じられている珠洲市がどのような地域、自治体であるかを理解することが結果として災害の理解、次の災害への防災につながるのではないかと。生徒が居住する関東地方においても、河川由来の洪水、都市型水害、台風、高潮、地震の被害がいつ起きるか分からない。いつ起きるか分からない災害を考えることは授業を考案し、実施する教員側にだけでなく、授業を受ける生徒にとって諸問題の要因を要素ごとに分けて考える力を養うだけでなく、自身の生死に関わる事であり、学びの多い教材と言えるだろう。

【参考文献】

気仙沼市総務部市史編さん室編 (1986) 『気仙沼市史 - 自然編 - 』  
 気仙沼市ライオンズクラブ写真集編集委員会編 (1972)  
 『目で見る気仙沼の歴史』  
 帝国書院 (2020) 『世界の諸地域 NOW2020』  
 株式会社ランズ 『2024 共通テスト地理 B』  
 国土地理院 (2011) 平成 23 年 (2011)  
 東日本大震災 2.5 万分 1 浸水範囲概況図 (宮城県版)  
 水産庁 HP URL : <https://www.jfa.maff.go.jp> (最終閲覧 2024/01/24)  
 国土地理院 HP URL : <https://www.gsi.go.jp/> (最終閲覧 2024/01/24)

プレゼンテーション英語 I

1 年必修 1 単位

【仮説】

主に大学教育で涵養されているアカデミック・ライティングの基礎を築く段階として、Introduction, Body, Conclusion を雛形とした論理的なエッセイを書く手法の指導を明示的にすることで、高校の段階でも社会の諸問題に対して生徒の考えを英語でより明確に表現できるようになるのではないかと考えた。

【内容・方法】

1. 授業で学んだことを基礎に、正確な英文を「書く力」を身につける。
2. 語彙と慣用表現の充実をはかる。
3. アカデミック・ライティングの書き方の基本を学ぶ。
4. アカデミック・ライティングの雛形に沿って、実際に書いてみる。
5. グループ活動として peer editing の手法を用いて、互いの書いたものに気づきを促す。

【指導計画】

Term	Effective Academic Writing	Student Goals/Expectations
Term 1	Paragraph to Short Essay	Term one will focus on ensuring that students are comfortable writing paragraphs. • Paragraph structure • New vocabulary and expressions • Topic sentences • Paragraphs in short essays • Short essay organization
Term 2	Descriptive Essays	Term two will focus on using language to build a mental picture for readers. • Descriptive organization • New vocabulary and expressions • Prepositional phrases in descriptive writing • Adjectives in descriptive writing
Term 3	Persuasive Writing	Term three will focus on opinion and persuasive writing. • Use of persuasive language • Arguments and counter-arguments • Concessions

【検証・評価】

アカデミック・ライティングは、個人的な思いを書き連ねる日本的な「感想文」とは異なるものであることを理解するところから始まった。指導計画にもあるように、Introduction, Body, Conclusion それぞれの構成についても詳細に学び、書く機会が複数あった。Introduction, Body, Conclusion という雛形は、大学教育において例えば Introduction, Method, Results, Discussion, (References) といった型に沿って執筆するための基礎として高校生にとって理解しやすく、様々なテーマについて同じ型を用いながらもそれぞれの論を展開することができた。

# プレゼンテーション英語Ⅱ

## 2年必修1単位

### 【仮説】

これまでに学習した基本事項（文法・語彙・発音）の知識を、実際の英語使用の場面でアウトプットする機会を増やすことで、英語でのプレゼンテーションに必要な Speaking, Writing, Listening の力が融合的に身につく。また、基本的な英語表現を習得するだけでなく、会話の文脈や相手からの返答に対して、論理的かつ瞬発的に英語でコミュニケーションできるようになる。

### 【内容・方法】

- ・海外のネイティブスピーカーと1対1で、状況設定された場面での会話から自由な会話へと発展させるスピーキングトレーニング（以下ST）と、ネイティブ教員とのティームティーチングで、身近な話題から社会全体にわたる話題に対して自分の意見や考えを文章で表現する Essay Writing（以下EW）の授業を交互に行う。
- ・STの回では、英会話や意見表明の際に用いる定型表現を各回のキーポイントとして事前に学習し、レッスンではその具体的な使い方や発音などを定着させ、その表現を使った応用練習をする。(Output1)。

- ・EWの回には、提示されたトピックに関する自分の意見を、A4用紙1枚程度の英作文として書き、授業内に提出させる。(Output 2) 提出したエッセイは不自然な箇所や間違った表現の部分をネイティブ教員が添削し、生徒に返却する。次回の授業では、日本人学習者が間違えやすいポイントをリスト化して提示するとともに、表現上の誤りを確認させることで、自分の弱点を把握しながら、適切な表現方法を理解させる。その後、参考となる答案の例や共通して見られた間違いについて解説して、自分で正しい表現、構成に留意しながら書き直して再提出させる。(Output3)。

### 【検証・評価】

STは学習回数を追うごとに、テーマに応じた定型表現に加え、まとまったフレーズで論理的に話せるようになり Speaking力は向上した (fluency)。またEWについては添削後に生徒自身に書き直しをさせたことで、writingの際に自分の文を客観的に検証する習慣がついた (accuracy)。

### 【指導計画】

学期	学習したテーマ	学習のねらい・取り組み
1	Effective Academic Writing Opinion Essays (意見表明エッセイ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Can write an introduction that shows understanding of the prompt with a thesis statement</li> <li>・ Can write two body paragraphs with the standard P.E.E. style</li> <li>・ Can write a conclusion that summarizes the main ideas in an essay</li> </ul>
	Let's Improve Your Writing!	・内容や表現方法、文法・語法に注意しながらもう一度書き直す。
2	Effective Academic Writing Comparison Essays (比較エッセイ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Can compare and contrast in order to show that they understand differences and similarities</li> <li>・ Can also make connections for how these components are beneficial or not in accordance with the prompt</li> </ul>
	Let's Improve Your Writing!	・内容や表現方法、文法・語法に注意しながらもう一度書き直す。
	Effective Academic Writing 1. Personal Narrative Essays (本人の事実・経験に基づくエッセイ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Can write a story and state how it affected them in such a way that it shows they understand the prompt</li> <li>・ Can use descriptive language (mainly adjectives)</li> <li>・ Can use transition words (First, Second, Finally,)</li> </ul>
Let's Improve Your Writing!	・内容や表現方法、文法・語法に注意しながらもう一度書き直す。	
3	Effective Academic Writing Emails (公的なメールの書き方)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Can write a correspondence email with a salutation, a message, and a sign off</li> <li>・ Can respond with the correct formatting and show an understanding of the email prompt</li> <li>・ Can understand the differences between formal and informal email writing</li> </ul>
	Let's Improve Your Writing!	・内容や表現方法、文法・語法に注意しながらもう一度書き直す。

# 構造読解 I

## 1年必修3単位

### 【仮説】

本校SSHの目標である「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」は、国語科が中高6年間の中で生徒に身に付けさせたい能力でもある。これらの能力を育成するために、国語科では構造読解の授業を通して、次のような実践を繰り返している。

- ・さまざまな分野の評論文を読み、他教科も含めた既習の知識との関連づけを行いながら、情報を過不足なく読み取ったり、課題を発見したりする。さらに、扱われている話題に関して自分の意見を持つ。
- ・文章の表現能力を向上させるために、基礎となる漢字力や語彙力を身に付ける。
- ・問題演習や小論文作成、短編小説創作などを通して想像力や好奇心を刺激する。またそれらの作品をもとに生徒同士での対話を繰り返し、相互評価することによって、コミュニケーション能力を身に付ける。
- ・文学的な文章だけでなく、科学的な話題を扱った評論文を読むことによって、論理的・科学的な思考力を涵養する。

### 【内容・方法】

年間の指導計画の概略は以下のとおりである。

学期	単元・内容
1学期	【近代とは何か①】 評論テーマ：円環時間 / 直線時間 時間 / 効率 / 資本主義 など
	【近代小説を読む】 近現代の小説の読解 など
2学期	【近代とは何か②】 評論テーマ：主体 / 客体 機械論的自然観 科学論 など
	【短編小説創作に向けて】 小説・詩：主題 / 構成 / 表現・レトリック など
3学期	【近代とは何か③】 評論テーマ：年間の総括 小説テーマ：アイデンティティとは何か など

実際に授業で扱う文章は年度によって入れ替えがあるが、どのような文章を扱っても主に次のような方法で授業を展開している。

- ①生徒がその教材で運用する理論・方法を教員が生徒にインプットする。
- ②インプットされた理論・方法を自主的に運用しながら、生徒は教材の論理をつかみ、授業の中で確認していく。
- ③扱われている教材を読み解くだけでなく、それらに対して生徒は自身の意見を述べたり、創作活動に取り組んだりする。
- ④アウトプットした意見・文章・作品などを、他の生徒と共有化する。
- ⑤互いがアウトプットしたものに関して、生徒同士、質問・意見・感想をやりとりし、議論・対話を発展させる。これらの活動は生徒の学習意欲を高める重要なステップである。「仲間にアウトプットし、評価を受けること」が、生徒のアウトプット作品の質をよ

り高める。

- ⑥最終的に担当教員が生徒の作品や解答を添削・評価する。その際、特に秀でている提出物はクラス全体・学年全体で共有。これもまた生徒の学習意欲を高めるよい刺激となる。
- ⑧その他、国語力の根幹となる「語彙力」「漢字力」の育成に関しては、毎週の授業内小テストで対応している。成績への算入はしないが、生徒たちは意欲的に取り組んでいる。

### 【検証・評価】

前述の目的を達成するために構造読解で年間を通して扱う文章は多岐にわたる。定番の教科書教材に加えて、生徒の興味関心を引くような文章を随時選定、扱う中で、彼らは主体的・自発的に文章読解に取り組む姿勢を見せている。またここ数年、本校の国語科では、生徒の個人用タブレットを用いた Classi や SchoolTakt などの教育ツールの活用が積極的に進み、生徒の意見・作品のアウトプット、更にはそれらの生徒同士の共有化や議論・対話が容易になった。この点は、今まで課題の一つだった「表現力」「コミュニケーション力」の育成の大きな助けとなっている。

教科を超えて必要とされる総合的な言語運用能力を身に付けるためには、文章の読解と表現を主体的な活動によって身に付け、現代の社会を理解するための基礎力を養う必要がある。国語科では今後もさまざまな試行錯誤を繰り返し、生徒の言語運用能力の向上に貢献したい。



# 構造読解 II

## 2年必修3単位（文理共通）

### 【仮説】

まずはじめに、本年高2の学年は新教育課程に切り替わる学年である。思考力が問われる現代においては、膨大な知識を詰め込むインプット力よりも、むしろ多様な情報を自分の知識と照らし合わせて解を求めていく力が求められている。

そこで本授業においては、同じ分野のテキストを何本も読みながらこれまで学習してきた分野を振り返り、それらを結びつける読解力および論理的思考力の向上を目指した。

またそのテーマについて自分が理解を深めたことを表現し他者に伝える力（表現力）を向上させることも目標にしてきた。

そしてすべてのテーマを分野横断的に理解するためには、近現代思想を貫く「構造主義」および「ポスト構造主義」を中心に据えて学習することで理解が深まると考えた。

小説は3学期に夏目漱石の『こころ』を扱うことが年度初めに決まっていた。例年『こころ』は長いコマを扱うため生徒の作品への興味が次第に薄れてしまうという問題点があった。そこで今年は1学期からそれぞれのタームで、夏目漱石の人生を、その時代ごとで有名だった小説や作家と比較しながら、振り返ることにした。そのことで作家への興味を持続させることができると考えた。

### 【内容・方法】

本授業は大きく2つの授業に分かれる。プリント教材を用いて本文を読解し解答を作成する演習型授業と、それらについて自分の考えをまとめて文章にするという意見論述・交換型授業である。定期考査を1つの区切りとして年間を5つのタームに分割し、タームごとに小論文および意見文を生徒に書いてもらい、お互いにコメントすることで多様な価値観の交流を図った。

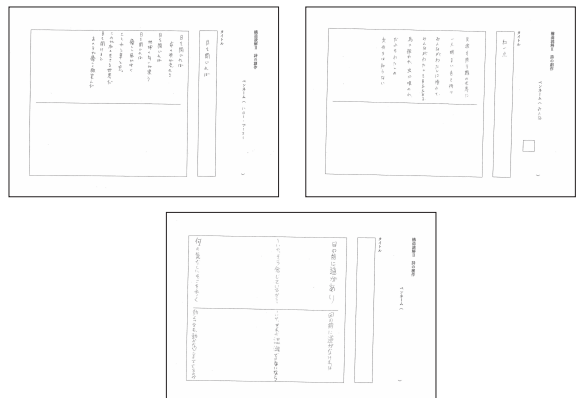
学期	演習型	意見論述・交換型
1学期 中間	テーマ：「言語」 ・田中克彦『言語学とは何か』 ・鈴木孝夫『ことばと文化』 ・最果タヒ『わからないぐらいがちょうどいい』	「あなたがことばについて考えたことを400～600字で書きなさい。」
1学期 期末	テーマ：「文化」 ・岡真理『「文化が違う」とは何か』 ・茨木のり子『空と風と星と詩』 ・太宰治『黄金風景』	「詩の鑑賞文を400～600字以内で書きなさい。」 →茨木のり子のエッセイの中で触れられた尹東柱の4つの詩について任意の詩について鑑賞文を書く
2学期 中間	テーマ：「国家」・（「脱構築」） ・梅森直之『ベネディクト・アンダーソン グローバリゼーションを語る』 ・梅木達郎『支配なき公共性』 ・目取真俊『水滴』	「自分が脱構築したい二項対立を明示し、『構築（一般論）』を説明した上で、どのように脱構築したのかを300字以内で説明しなさい。」
2学期 期末	テーマ：「芸術」 ・加藤周一『芸術と現代』 ・近藤謙『書くことの衰退』 ・伊藤整『典子の生き方』	「ある分野において、選先行するものを批判する形で新しいものが生まれることがある。芸術（漫画、アニメ、お笑いなども含む）、社会、科学などの中から、そのようなものと考えられる事例を自身で1つ選び、先行するものと新しいものそれぞれの特徴を説明しながら、1600字で論じなさい。」（京都大2021）
3学期	・夏目漱石『こころ』	「あなたが『こころ』を読んで、考えたことを600～800字で書きなさい。」

### 【具体的な取り組み】

- 定期考査の実践的な機会利用  
 今年は定期考査を実験機会として利用しており、必ず複数テキストの問題を作成し、新教育課程に合わせて実用的な文章の出題をすることで、生徒に実践の形で解いてもらう機会を設けた。また従来の定期考査よりも問題の分量を増やし、緊張感がある中での情報処理能力の向上に努めた。
- オリジナルのポエム作成  
 校舎のそばにある自然公園を散策し、そこからインスピレーションを得て、自由に詩作をする授業を設けた。  
 「言語」をテーマにしたタームで行い、「思考」と「言語」を自由に行ったり来たりさせるといった取り組みであった。  
 同時に、表現に幅のある（自由の利く）詩作によって表現力および他人の詩を鑑賞する鑑賞力を高めた。
- タームごとの小論文作成  
 論理的思考力については、タームごとに小論文や意見文を課し、自分が文章を読んで考えたことや感想を書いてもらった。そしてスクールタクトを使用し、お互いにコメントをし合うことで理解を深めた。
- 夏目漱石を追う  
 1学期からタームごとに1コマずつ夏目漱石について学習する時間を設けた。各コマで小テストを用意し、その場で聞いたこと問うた。定期考査でも出題をし、常に生徒に夏目漱石および『こころ』を意識してもらった。

### 【検証・評価】

「構造主義」という大きなテーマを中心に据えて、「言語」・「文化」・「国家」・「芸術」というテーマを扱ったが、「ほらここにもこの用語が出て来るね」といった話をすると、「またその話かあ」といったリアクションをする生徒が多く、現代文における評論を場当たり的に学習するのではなく、相互関連的に生徒は理解できていたのではないかと思う。また繰り返し同じことを別のテーマで学習することで、ターム末の振り返りの小論文も充実するようになった。そして高負荷の定期考査を経ていくことに生徒の情報処理能力は確実に向上していった。（実際に模試では他校と比較してポイントが高かった。）また1学期から時間を掛けて学習した夏目漱石については、とても生徒の関心が高かったと思われる。長編の『こころ』も進んで読破する生徒が多かった。しかし、「構造主義」を中心に据えたため、評論を時間をかけて授業で扱うことが多くなり、小説を体系的に学習する時間は少なかったと思われる。また、小論文の内容面にフォーカスはできたものの、日本語の文法や、論理的な書き方には時間的に注力することができず、そこが課題だと思われる。以下、詩作例である。



修辞法を生徒はすでに学習しており、詩の形式も自由に書いてもらった。生徒自身で段落を設定したり、行を自由に配置したりして多様な詩が見られた。

# 市川サイエンス

## 2年2単位

### 【仮説】

- ・課題研究は「論理的思考力」「表現力」「コミュニケーション力」「課題を認識する力」「科学的な現象を発見する力」を必要とし、課題研究を行うことで、それらの力が育成される。
- ・先行研究調査、テーマ設定、実験計画と実施、考察とまとめ、発表という研究の一連の流れを身につけることで、自立的に研究を進めることができるようになる。

### 【内容・方法】

#### \*研究構想発表会（6月）まで

担当教員との面談を行いながら先行研究の調査を行い、研究テーマを決める。テーマが決まったら構想発表会に向けてポスターを作成する。ポスターは背景と目的を中心にまとめ、先行研究とテーマの関係が分かるように発表する。研究構想発表会では「市川サイエンス課題研究評価基準表（以降「評価基準表」）」に従って、担当教員ではない教員が評価を行う。また発表会后、生徒は振り返りとして自己評価を行う。教員評価と自己評価は生徒に返却し、計画の修正の参考にする。

#### \*中間発表会（11月）まで

研究構想発表会後は発表会で指摘された点や返却された評価を参考に計画に修正を加え、研究計画書の作成を行う。計画書では実験計画についてもまとめ、必要な試薬・機材等を確認する。提出された計画書は評価基準表を用いて教員が評価する。学校にないものは購入することになるが、その際には「物品購入申請書」を作成し、許可をもらう。長期休暇前に予備実験を行い、その結果を受けてさらに実験計画を修正し、休暇後から本格的に実験を行う。中間発表は口頭で行い、評価基準表によって担当教員以外の教員が評価する。また事前に発表の練習を行う。

#### \*年度末報告会（3月）まで

中間発表会で指摘された点について、追加の実験等を行いつつ、論文の執筆に入る。1月に初稿を提出し、1ヶ月かけて添削を受けながら完成させていく。2月に論文を提出し、それをもとにポスターを作成する。3月のIchikawa Academic DayでSSH年度末報告会としてポスター発表を行う。論文・ポスター・発表については評価基準表を用いて評価する。また、論文は各科目の教員で最優秀のものを選考する。最優秀論文と全員の要旨はJPRI (Journal of Project Research, Ichikawa High School) として発行する。

年間指導計画【 】は発表会

月	取り組み
4月	先行研究調査、テーマ設定
5月	テーマ設定・ポスター作成
6月	【研究構想発表会（ポスター）】
7月	研究計画書の作成・予備実験
9月	実験の計画と実施
10月	実験の計画と実施・スライド作成
11月	【中間発表会（口頭）】
12月	研究の修正・実験の計画と実施
1月	論文執筆
2月	論文完成・ポスター作成
3月	【年度末報告会（ポスター）】

### 【検証・評価】

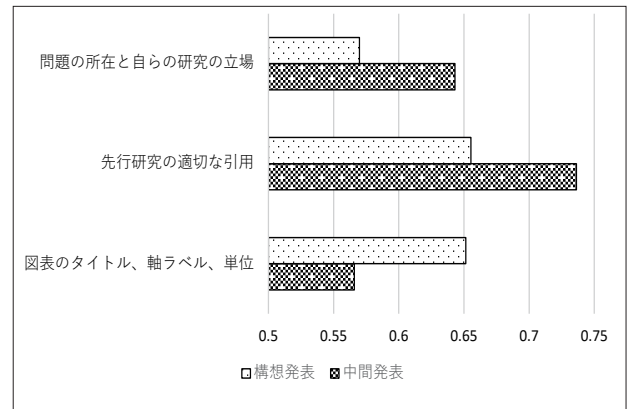


図1 構想発表会（6月）と中間発表会（11月）の評価の比較

6月の研究構想発表会と11月の中間発表会での評価を比較し、生徒の変容を検証した。ただし構想発表会はポスター、中間発表会は口頭で発表形式が異なるため、「発表」に関する評価は単純に比較できない。また発表会に求められるものも両者で異なっているため、ここでは「先行研究における問題の所在を明らかにし、自らの研究の立場を明確にしている」「研究対象の分野の先行研究が適切に引用されている」「グラフや図表に、タイトル、軸ラベル、単位などが書かれている。」についての比較を行った（図1）。

その結果、「自らの立場を明確にする」「先行研究の引用」については中間発表会で上昇している。これらの力は「課題を認識する力」「科学的な現象を発見する力」によるものと定義しているため、2つの力が伸びているようすを示したものとなっている。これらの力は研究のテーマ設定に関わる力で、画一的な指導が難しいものであるが、その伸長が見られたことは指導が正しかったことを示すものである。一方で図表のタイトル等の体裁は中間発表会で下がっている。これは、実験でデータが始めているものの、それを正しく表現できていないことを示している。今後、論文指導を通して、図表のルールを徹底させていくため、3月には改善が期待される。

# 高校生地学研究発表会

## 【仮説】

- 令和4年度のSSH生徒研究発表会では発表総数220件のうち、物理・工学分野48件、化学分野50件、生物分野78件、地学分野20件、数学・情報分野24件と、数学・情報分野に並んで地学分野の発表件数は少ない。また、他の多くの発表会でも地学分野の発表件数は少ない。発表者が少ないために、評価者にも地学分野の専門家が選ばれることは少なく、地学分野で研究発表した生徒に対して専門家から適切な指導を受けられる機会は少ない。
- このことは地学分野のテーマを選ぶ生徒数減や、地学分野を進学先を選ぶ受験生減につながっているとも考えられ、ひいては、地震や火山噴火などの現象が多く発生する日本で、地学の専門家を養成することが困難な状況を生み出しているとも考えられる。
- 本校において地学分野のみの研究発表会を開くことで、引率教員として地学教員を集めることができ、また本校の運営指導委員をはじめとした大学教授等の専門家を招聘することで、地学分野の専門家からの指導を受けることができる機会を用意することが目的である。

## 【内容・方法】

- 研究発表会
  - 日時：2023年7月21日（金）13時から16時30分
  - 場所：市川学園市川中学校・高等学校
  - 形式：ポスター発表（成果報告・構想発表）
  - 時程：13:00 開会式
  - 13:10 - 15:10 ポスター発表コアタイム
  - 15:30 - 16:30 講演 松山 洋 教授  
東京都立大学都市環境学部
- 巡検
  - 日時：2023年7月22日（土）9時から12時
  - 場所：千葉県市川市北西部、JR市川駅周辺

## 【検証・評価】

- 研究発表会には6校、18名の生徒が参加した。このうち、成果発表が4件、構想発表が8件で、研究指導を主眼とした発表会の第1回目としては適切な参加者数であった。
- 参加者に実施したアンケート結果でも、発表会の形式や運営に対して、回答総数6件のすべてにおいて肯定的な回答が得られた。主な理由として、「ポスターが本格的でとても勉強になった」、「参加者数に合った運営がされていた」などがあった。これらの回答からもわかる通り、すべての発表に対して指導を行いたいという、発表会の実施目的は達せられたと考えられる。
- また、成果発表と構想発表を同時に行ったことにより、構想発表を行う生徒に対して成果発表が良い目標になったと考えられる。
- 本校の運営指導委員である東京都立大学の松山洋教授によるご講演に対しても、肯定的な回答が得られた。ご講演は「運と勘 一地学におけるフィールドワークの醍醐味」と題して、先生ご自身の新潟県巻機山における雪の研究と、先生が指導された学生の熊本県阿蘇山における風の研究についてであった。
- ご講演に対する肯定的な回答の理由として主なものに「研究の心得という基礎的なところから、松山先生ご自身の研究に至るまで話してくださって、非常に満足感が高かった」、「運を掴むために努力を怠ってはならない、そして、その努力を免罪符にして、慢心してもいけないこと、運を掴むために勘を研ぎ澄まし、どこでどのようにすれば運をつかめるか、経験的予測が必要だ。という松山洋先生の実体験に基づいた講演だったため」などがあった。参加した生徒や

教員にとっても刺激になる内容であったと考えられる。

- 実施時期についても概ね肯定的な回答であった。次年度もほぼ同じ時期に実施し、効果を計りたい。
- 巡検参加は1校で、生徒1名、引率教員1名であった。
- 案内は本校の地学科教員2名で行った。
- 巡検地は千葉県市川市北西部の真間山弘法寺や手児奈霊堂などがある地域で、本校でも中学生を対象に不定期に実施しているコースである。この地域には奈良時代から民話に伝えられる伝説があり、また江戸から昭和にかけては北原白秋をはじめとした多くの文人も滞在していた。地形も、下総台地の段丘崖や、縄文時代の海進によって形成された砂州などが観察でき、短時間でも充実の内容である。
- 参加した生徒も「自分の学校のまわりでも地形や歴史を調べてみたい」と語っていたことから、地学分野への関心を高めることができたと考えられる。



# LA ゼミ「課題研究（文系編）」

2時間×10回

## 【仮説】

学術的な研究の流れを説明し、生徒が自分でテーマを決めて研究発表を行うことで、論を組み立ててまとめる「論理的思考力」や、専門的な内容を他者にわかりやすく説明する「表現力」を身につけることができる。

それぞれの生徒が設定したテーマに関する研究を発表し合うことで、様々な人文科学・社会科学系のトピックについて知り、「課題を認識する力」を身につけることができる。

## 【内容・方法】

### 授業の概要

生徒が自分の興味がある領域についての先行研究を調査し、自身でテーマを設定して研究を行い発表する。

### 指導計画

各回とも、授業の冒頭 20 分程度で研究の流れについて下記の表のような項目の順で説明し、その後は基本的に生徒それぞれの研究テーマについての個別対応をした。また、各授業では毎回生徒に研究の進捗状況について簡単に報告してもらった。

授業回数	授業冒頭の説明内容
1	研究とは何か
2	リサーチクエスションの設定と仮説
3	文献調査の方法
4	様々な研究手法
5	結果のまとめ方
6	研究発表の方法
7～9	適宜補足
10	研究発表会

## 【検証・評価】

### 生徒の研究テーマ一覧

1	社会背景の変化に伴うコミュニティの在り方の変化に関する考察 — 集団内の個人に着目して—
2	三上文法と橋本文法の有用性についての比較
3	文化祭活動を通じた生徒の人格形成とスキル向上について
4	隠喩としての情念
5	M1 グランプリで面白いと評価される漫才の共通点

### 生徒の感想

- 研究の手法や論文の書き方を身につけることができた。自然科学の研究についてはなんとなくイメージを持っていたが、人文科学系の研究についてほとんど知らなかったため、知ることができて良かった。
- 先行研究を踏まえて、その限界を指摘して新規性を示していく「研究の意義の示し方」について理解することができた。
- 研究の流れを論理立てて思考することや、自分の考えたことを人に伝えるように話すときに上手く伝わらない経験とそれに対して工夫する体験をできたことが大きな学びであった。
- 色々な人の研究や、研究手法は刺激的で、質問を受けたりディスカッションしたりする場として有意義な時間を過ごせました。

ションしたりする場として有意義な時間を過ごせました。

- 資料などを用いて調べたことを、どのように系統的に整理していくのかという手順がわかった。
- 実験を実施して完結できなかったのが残念だった。
- 時間が短くて調べたりなかったです。
- テーマを決めるとそれに関連することも気になり出して、終わりが無いと思った。
- 結論の根拠を見つけるスキルが身についた。
- 文章を書いてまとめるスキルが身についた。
- 長い期間をかけて課題を進めていくことは初めての経験だったが、その感覚をつかむことができた。
- 自分の昔から興味をもっていた事柄を LA ゼミをきっかけに研究できたのが良かった。このような選択科目の授業をこれからも続けたいと思う。
- 自分の興味のあることを調べたいと思って受講したのですが、他の友達に興味を持って研究をしていることもとても魅力的で、もっと詳しく知りたいと思いました。様々な自分の知らないことを知れて良かったです。

### 考察

生徒の感想などから、自身の興味のあるテーマについて先行研究を踏まえて、研究手法を考えて論を組み立てていく経験を通して、「論理的思考力」を身につけることができたと考えられる。また、専門的な研究内容について、前提知識のない他者に対してわかりやすく説明する活動を重ねることで、「表現力」を身につけることができたと考えられる。

生徒の研究テーマは、社会学、言語学、教育心理学、現代美術史など多岐の分野にわたっており、生徒は他者の異なる領域の研究に触れることで、人文科学・社会科学の様々な領域に対する「課題を認識する力」を養うことができたと考えられる。

本ゼミでは、授業者が物理学と教育心理学の研究を大学院で行った経験から、研究の手法などに関する領域一般的な指導をすることはできた。しかし、生徒の研究の領域が多岐にわたるため、専門的なアドバイスを生徒にすることによって研究を深めたり、研究への動機づけを行ったりすることができなかったことが課題である。物理の課題研究の指導においては、領域固有の物理の研究を深めるアドバイスが生徒の研究への動機づけに大きく影響していたのではないかと実感した。今後は、他教科の教員とも連携をとりながら、専門的なアドバイスができる環境を整えていく必要があると考える。

全 10 回では、文献を調べて論を組み立てるまでに時間が足りなかったことが反省点である。授業者の研究の流れについての説明は短縮する工夫が必要である。また、ゼミとゼミの間に期間が空くときには、授業内に生徒自身にその期間にやることを計画させて、その期間に実行してもらうなどの必要もあると考えられる。

文系の生徒も強く関心のあるテーマをもっていることを実感した。しかし、先行研究をもとに新規性のある論を展開していく「学術的な研究」について、理解していない生徒が多くいた。研究の視点をレクチャーする機会を設けることで、文系の生徒も 1 人 1 テーマを持ちながら、問題意識と目的をもって大学に入学できるのではないかと考える。

# 中学1年自由研究

## 【仮説】

中学校学習指導要領理科の目標は、科学的に探究するために必要な資質・能力を育むとし、自然の事物・現象についての理解を深めるだけでなく、観察・実験を通して科学的に探究しようとする態度を養うことやその力を育成することが求められている。中学1年生を対象とした理科Ⅰ（物理・化学分野）では、自然の事物・現象を科学的に理解するために、観察、実験を中心としてどの対象に注目すればよいのか（変数制御）を意識しながら見方・考え方を育むとともに、観察、実験における基本的な技能を身につけ、探究する力および探究しようとする態度を育成する授業を実践している。

そこで、夏休みの自由研究として、生徒一人ひとりが興味のある理科実験について調べ、それについて1つ以上自分のオリジナリティーを盛り込んで実験を行い、ポスターにまとめるという課題を提示した。そのような課題を設定することによって、教員から与えられることなく自ら実験を行い、試行錯誤することで主体性と理科の興味関心の向上が期待できると考えた。さらに発表の機会を設けることで表現力・コミュニケーション能力の育成ができると考えた。

## 【内容・方法】

### 指導とルーブリックについて

以下に、自由研究の流れを示す。

#### 7月：事前指導

- ・NGKサイエンスサイト (<https://site.ngk.co.jp/>) を参考にして興味のある実験を選択すること。
- ・NGKサイエンスサイトにある実験を自分でやってみること。
- ・自分なりの工夫を入れ込み、オリジナル（変数を変えるなど）実験を行うこと。
- ・ポスターにするための下書きを作成して、2学期はじめに提出すること。
- ・ルーブリックの提示

#### 9月：教員による下書きの添削・ポスター作成

#### 10月・11月：ポスター発表

ルーブリックについてはポスター発表に関する評価として「発表力」「デザイン力」の2項目、自由研究の内容に関する評価として「オリジナリティー」の1項目とし、各項目S（4点）～C（1点）で設定した。生徒はこのルーブリックに従いポスター作成および発表を実施し、生徒同士で評価しあった。

## 評価規準表（ルーブリック）

	S (4点)	A (3点)	B (2点)	C (1点)
<b>発表力</b>	Aをつけた生徒で、特に秀でていていると感じる。(2個まで) 秀でていると判断するポイント ・ただポスターを読み上げるのではなく、自分の言葉にその人の感情を込めて発表できている。 ・自然と気持ちが伝わってくる。	・十分に聞こえる声である。 ・聴衆を時々見ながら発表している。	・声が聞こえにくい、聴衆を見ながら発表している。	・声が聞こえにくく、聴衆を見ることができない。
<b>デザイン力</b> <small>デザインとは・・・設計。図案。意匠。また製品の機能や美的造形を考慮した意匠計画。</small>	Aをつけた生徒で、特に秀でていていると感じる。(2個まで) 秀でていると判断するポイント ・文字のフォントや大きさ、色使いに工夫が見られる。 ・ただ図や表・写真があるだけでなく、効果的に用いている。	・文字サイズが適当である。 ・図や表・写真がある。	・文字は読めるが、図や表・写真がない。 or ・図や表・写真はあがあるが、文字が見にくい。	・文字が見にくく、図や表・写真がない。
<b>オリジナリティー</b> <small>(独自性・新規性)</small>	Aをつけた生徒で、特に秀でていていると感じる。(2個まで) 秀でていると判断するポイント ・自分では思いつかないような部分に目をつけていると感動する。	・他者の研究と比較して、他者の研究と自分のオリジナルの部分に分けて示している。	・自分のオリジナルを主張できているが、他者の研究との違いを示していない。	・オリジナルの部分がない。 (他者の研究を調べていないので、オリジナルかどうかの判断がつかない)

図1：ルーブリック表

## 発表会について

1クラス5つ（8～9名）に振り分け、1人3分でポスター発表および質疑応答を行った。同時に発表の評価も生徒が行った。

## 【検証・評価】

本実践はルーブリックを提示することで生徒と教員が課題に対する評価基準の共通認識を図ることで生徒自身が達成すべき目的や能力について可視化しながら課題に取り組むことができると考えられる。

生徒がルーブリックを用いて評価した結果の平均値は以下のようになった（4点満点）。

- ・表現力：2.98
- ・デザイン力：2.80
- ・オリジナリティー：2.96

あくまで生徒の評価ではあるが、本実践の仮説（ねらい）である表現力の育成に一定の効果があったと示唆される。

しかし、本実践におけるルーブリックは教員が設定したものであり、生徒と協働して作成するには至っていない。そこで、ルーブリックに関する意識調査を2クラス（回答数75）で実施した。

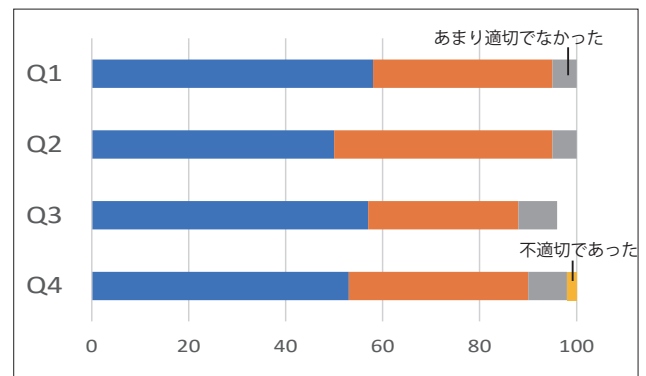


図2：意識調査の結果

「適切であった」および「概ね適切であった」と回答した生徒はQ1で96%、Q2で96%、Q3で90.7%、Q4で90.7%という結果になり、生徒にとって本実践におけるルーブリック評価は受け入れやすいものだったと考えられる。

本実践の成果は生徒自ら実験・観察を通して研究を行っただけでなく、発表するまでの準備と発表するという経験をさせることができたことである。しかしながら1人あたりの発表・質疑応答の時間が十分でなかったことが課題として挙げられる。



## 中学2年自由研究

### 【仮説】

探究活動においては、生徒自らがテーマを見つけ、そのテーマの課題（問い）を立て、仮説・検証、そして考察といった活動が行われる。このとき、自身の興味関心のあるテーマの発見、課題を認識する過程に多くの生徒が苦戦している。本校では「科学的な現象を発見する力」、「課題を認識する力」を育成することを目標としており、これらの力を中学生段階から育成することにより、高校生での課題研究や諸活動においてより重層的にこれらの力を発揮されると期待できる。また、科学的に検証を「現象・事象を観察する（テーマの模索）」→「課題（問い）を設定して仮説を立てる」→「実験計画をもとに検証する」→「結果を論理的に考察する、他者に伝える」と位置づけ、この研究過程を体系的に指導することを目標とし、探究指導プログラムの構築を試みた。本活動では、中学2年生の自由研究およびその事前指導、発表会を行うことで、科学的な現象を発見する力や課題を認識する力の向上、そして低学年段階での研究手法の習得ができると考えた。

### 【内容・方法】

中学2年生全生徒（321名）を対象として、自由研究を行った。活動とねらいを以下の3点とし、6月～3月の理科I授業内、LHRにかけて行った。

- ①研究ガイダンス：自身の興味関心に向き合い、研究テーマを見つけ、問いを立てられるようにする。
- ②研究活動：科学的な研究の手法（観察→仮説→検証→考察）を経験する。
- ③研究発表会：研究をわかりやすくまとめ、他者に発表する。

<スケジュール>

ねらいと活動	生徒の活動内容
①	6月 1学期授業（2回） 研究ガイダンス「研究テーマを見つけ、問いを立てる」 「よいテーマの条件とは」
②	7～8月 夏休み 夏休みの宿題 自由研究・ポスター作成
③	9月 2学期初回授業 クラス班内でポスター発表（3分） ポスター・発表の相互評価 12月 高2生に向けてポスター発表 冬休み 追研究 3月 市川アカデミックデイ 優秀研究はポスター発表・口頭発表

研究活動の事前指導として、研究ガイダンスを行った。本校では『2023市川中学校 研究のてびき Sense of Wonder』を作成し、これをもとに研究の定義や手法、研究倫理に関する指導を行った。ここでは研究活動を、「先人達が行った研究の諸業績をふまえたうえで、観察や実験などによる事実、データを素材としつつ、考察・発想・アイデアなどにもとづくあらたな知見を創造し、知の体系を構築していく行為」と定義づけた（文部科学省、2008）。さらに、研究の手法として「観察→仮説→検証→考察」の過程を明記し、各過程における求められる力（i）～（xii）を示し、生徒自らが意識的にこれらの力を育てられるよう工夫した。

### ・観察段階「現象・事象を観察する」

- (i) 洞察力：身のまわりのことからの本質を観察する力
- (ii) 発見力：身のまわりのことから疑問をもち、具体的な課題を明確にする力
- (iii) 共感力：課題に直面している人や物の立場になって考える力

### ・仮説段階「課題を設定して仮説を立てる」

- (iv) 客観力：自分の感想だけをきっかけとせず、データや事実をもとに考える力
- (v) 情報力：先人の知見を検索・整理・統合し、その情報を分析する力
- (vi) 発想力：問題点を明確にしたり、新しいアイデアを生み出したる力

### ・検証段階「計画をもとに検証する」

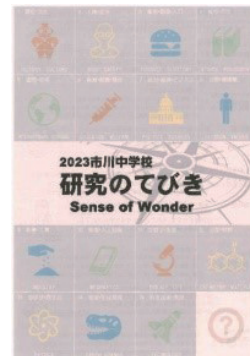
- (vii) 計画力：仮説を検証するために、実現可能な実験・検証計画をたてる力
- (viii) 実験力：変数を制御したり、対照をとりながら安全に実験をする力
- (ix) 連携力：他者と協力・分担したり、意見をきいたりしながら検証を進める力

### ・考察段階「結果を論理的に考察する」

- (x) 論理性：得られた結果から理論の飛躍なく知見や価値を導く力
- (xi) 表現力：自らが明らかにした知見や発見をわかりやすくまとめる力
- (xii) 発信力：自らの知見や発見を他者に伝え、アイデアをさらに広げる力

研究ガイダンスでは、研究の定義や手法、研究倫理に関する指導を行った。また、多くの生徒が悩む研究テーマと課題（問い）の設定について、研究テーマから課題を立てる練習として、「カブトムシ」「花火」といったものを題材として、どのような問いが立てられるかを生徒に考えさせる活動を行った。さらに、生徒たちが立てた問いに対して「よい/悪い研究テーマの条件」を抽出させ、生徒自らでもテーマ設定、課題の発見ができるような指導を行った。

なお、研究ガイダンスや研究のてびき作成にあたっては、課題研究メソッド（啓林館）や千葉大附属中2023年度理科公開研究誌および授業研究会を参考とした。



本校で作成した『研究のてびき』冊子

夏休みの宿題として自由研究およびポスター作成を行わせ、理科Ⅰの2学期初回授業で研究発表会を各クラス1時間で行った。発表会では、クラスを5グループに分け、各グループ6～7名、1人あたり『発表時間を3分+質疑応答1分+入れ替え時間1分』のローテーションという形式をとった。生徒にはルブリックを配布し、これをもとに相互評価を行わせた。評価観点は(Ⅰ)発表力、(Ⅱ)デザイン力(Ⅲ)オリジナリティー(独自性、新規性)各S、A、B、Cの4段階で評価し点数化した。

また、12月には高校2年生(理系・文系生徒)との合同LHRを実施し、2回目の研究発表会を行った。発表会では、中2生徒を3グループに分け、各グループ15分間を発表コアタイムとし、中2生のポスター発表を高2生が聴きに行き、質疑、アドバイスそしてGoogle formでの中2生へのコメント記入を行う形式をとった。後日コメントを中2生各生徒へ配布することでフィードバックを行った。

### 【検証・評価】

<自由研究のテーマ(一部)>

以下は中2生の自由研究の分野とテーマ(タイトル)の一部である。

化学	硬水と軟水はなぜ泡立ち方が違うのか?
化学	フルーツ電池の仕組みと電極、フルーツ、野菜、液体の種類による電圧の違い
化学	プリン卵と牛乳の割合を変えるとどうなるのか
物理	ギネスを狙え! ボトルフリップ
物理	はるかかなたまで飛んで行け!! 一番遠くまで飛ぶ紙飛行機を調べてみました!!
物理	冷却グッズ どれが一番冷たいの?
生物	発芽条件の『水』を変えてみた
生物	飲み物による歯のとけ方の違い
地学	花園川の上流の岩石の予測
地学	屋内スキー場用人工雪の生成方法の検討
数学	数字を正方形にならべる
数学	数学の確率の計算は正しいのか
情報	VOCALOIDたちはどうして豊かな声色を持っているのか?
情報	ChatGPTの得意不得意
人文・社会	若者と高齢者の皇室に対する意識の差について
人文・社会	自販機の立地と商品の関係
人文・社会	名城と呼ばれる城の条件を考える

提出のあった自由研究ポスター302件のうち、化学78件、物理88件、生物37件、地学22件、数学5件、情報3件、人文・社会69件であった。中2生での自由研究のテーマ設定においては、題材として理数系、人文・社会系の制限をしなかったが、理科の授業内での実施ということと、仮説検証型の研究手法の指導から理数系分野のものが多かった。『①研究ガイダンス』のねらいである「自身の興味関心に向き合い、研究テーマを見つけ、問いを立てられるようにする」という点について、研究のつびきを活用し研究ガイダンスでの学習をふまえた自由研究のテーマ設定への誘導が有効かどうかは現時点では評価できないが、低学年から意識的に問いを立てる経験を積んだ状態で、高校生での課題研究や諸活動でどのような力が発揮されているかを調査することで明らかになるだろう。

また、多くの研究で変数を意識したものが多く、「観察→仮説→検証→考察」の過程が成されていた。反対に、「～について」「～について調べた」といった「調べもの」に当たるものも散見された。『②研究活動』のねらいである「科学的な研究の手法(観察→仮説→検証→考察)を経験する」ことに関しては、研究の過程でのサポート体制や実験技能や設備の補助が今後求められる。

<高2生から中2生に向けたコメント(一部)>

以下は、12月の研究発表会において高2生から中2生に向けたコメントの一部である。

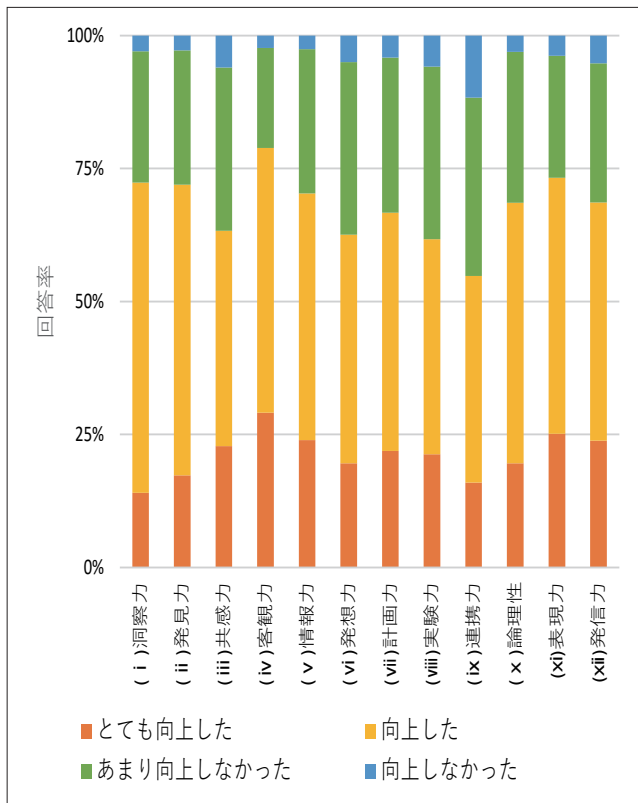
- ・身近な疑問からうまれたおもしろい実験だと思った。
- ・参考文献を書いている所がよかった。
- ・仮説と違う原因をちゃんと考えて調べていてよかった。
- ・変数をしっかり制御できていてよかったです。
- ・試行回数も数値もしっかりとデータ化されていて良かった。100人にアンケートすぞい!!
- ・自分の立てた仮説を元の実験する内容を決めていた点が良かった。
- ・数学が苦手な私でも理解できました!
- ・とても丁寧な対照実験が行われていてよかったです。
- ・写真、表を利用して、ポスターが見やすかった。
- ・実際に施設にインタビューに行っていて行動力がすぞいと思いました。
- ・私たちがSSHで実験を行っているように沢山の仮説や手順を考えてから結果を細かくまとめていたのが本当に凄かったです。また、結果を動画にして見せてくれた子もいたのでとても楽しく聞くことができました。
- ・仮説、実験方法、結果、考察がわかりやすくまとめられていて良かったです。
- ・質疑応答の受け答えや、発表内容の説明がしっかりしていて良かったと思います。今回質問させて頂いたような実験器具や実験方法の詳細を、発表を聞く人に伝わりやすいようにポスターに追加するとお良いと思います。今後理科の実験ノートを書く際など、参考にしてみてください。
- ・考察は調べた単語をそのまま使うのではなく、注釈を入れるとより分かりやすくなると思います。
- ・目的と実験方法に少し乖離が感じられた。そこを改善すれば良い。
- ・発表の仕方が高二より上手かったです。
- ・動機が興味を引き、結論も納得感がある面白い発表だった。
- ・グラフが棒グラフで書かれていたのが少し気になりました。ちょっとみにくかったです。

高校2年生が評価者となった本活動では、上記のコメントの下線部にみられるように、研究活動におけるキーワードが使用されているものが多くみられ、評価者の立場として意識的に他者の発表をみることが出来る点は有意義であるといえる。

＜中2生のアンケート集計＞

自由研究や研究発表会後に行ったアンケートの結果を示す。

設問：自由研究や研究発表を行うことで、(i)～(xii)についてどのくらい「向上した・成長した・身についた」と思いますか。



対象：中学2年生 回答数：302

観察段階の(i)洞察力や(ii)発見力、仮説段階の(iv)客観力や(v)情報力は、『①研究ガイダンス』で具体的な事例を挙げながら授業内で指導していることもあり、「とても向上した／向上した」と思っている生徒の割合は高い。(iii)共感力は、特に工学や人文社会系の研究を意識したテーマでは成されているものが多いが、課題解決型ではない研究テーマを設定した場合、意識をしていないと考えている生徒が多いのかもしれない。また、検証段階の(vii)計画力、(viii)実験力、(ix)連携力については、夏休みの生徒の活動であり、教員による指導や家庭で実験を行うという事情から、「あまり向上しなかった／向上しなかった」と回答する生徒がやや多かったと思われる。研究の過程でのサポート体制や実験技能や設備の補助が今後求められる。特に(ix)連携力は、本活動は基本的に個人での研究であったため、最も「あまり向上しなかった／向上しなかった」の割合が高い。考察段階の(x)論理性、(xi)表現力、(xii)発信力については、クラス発表と高2生に向けた発表の2回を行っており、都度生徒どうしの相互評価とフィードバックを行ったことで、「とても向上した」の割合が高いものが多いだろう。

総じて、本活動の仮説の検証・評価のために、現学年が高校生になったときの課題研究や諸活動のテーマ設定において科学的な現象を発見する力や課題を認識する力の向上がみられるか追跡調査を行う必要がある。その上で、探究指導プログラムの構築や体系的な指導内容の確立が実現していくだろう。

## 京都大 COCOUS-R

【実施日】 2023年2月～2024年3月

【生徒】 印東優(高1)、竹内理子(高1)、福田あこ(高1)

【担当】 秋葉邦彦、河端善登

【内容】

京都大学理学部が、理学探究活動推進のために行っている高大連携事業COCOUS-R2023に参加した。COCOUS-Rは女子高校生1～3名と京都大学理学部生・大学院生2名がチームとなり探究活動を進めていく(学部生・院生は研究サポートの形であり共同研究ではなくアドバイザーとして関与する)企画であり、選考段階で1年間取り組むテーマを提出するものであった。本校からは「n山崩しの必勝法」というテーマで当時中学3年生の3名が応募し採択された(全国では21校21チームが採択された)。3山崩しに代表されるNimを中学3年次の授業で扱っていたことから、Nimのルールを変えたときの必勝型、必勝法の研究を行った。

京都大学とは、2週間に1回Zoomによるオンライン報告会を行い、研究の進捗状況および、今後の研究方針について会議を行った。また、2023年8月には京都大学吉田キャンパスで中間発表会が開かれ、「変形したNimの分析」というタイトルで口頭発表・ポスター発表を行った。21チームの中で数学をテーマにした研究は本校だけであったため、高校生はあまりポスターを見に来てくれなかったが、参加していた京都大学の学部生・院生・先生方が見に来てくれ質問や指摘をもらい今後のためになる機会であった。また、施設の見学や化学実験室でのクロマトグラフィーによる植物由来の色素の分離を体験させてもらった。2024年3月には最終発表会がZoomで行われ1年間の成果を発表した。

【感想】

学部生・院生がサポートしてくれる予定であったが、夏休み以降は担当していた学生の都合で、先生方に直接研究のサポートをしていただくことになった。学生や先生方が分野の専門ではない中で、生徒の研究分野に対して、意見や指導をしてくれるのは大変ありがたかった。ただし、専門ではない中でコメントをしなければならぬため、サポートしてくれる個人の知識・経験などにどのようなサポートを受けられるかが左右される。

Zoomで個別にやり取りをしているときは感じていなかったが、発表会では数学の発表が少ないことを生徒は大変驚いていた。何年も数学の課題研究に携わっている教員には当たり前になってしまっていることであるが、数学の課題研究に取り組んでいる生徒の集まれる場所がもっとあるとよいと再確認した。



# 東京理科大学 研究室訪問

【実施日】 2023年11月17日（金）

【指導者】 齋藤 智彦 先生  
東京理科大学先進工学部物理工学科 教授  
麻生 隆彬 先生  
東京理科大学先進工学部マテリアル創成工学科 准教授

【生徒】 タイ PCSHC 生徒 8名、本校生徒 16名

【引率】 庵原 仁、乾 大介、加藤 勇人

## 【目的】

本校提携校のタイ王国 Princess Chulabhorn Science High School (PCSHC) 生徒・教員が来日交流プログラムの一環として、東京理科大学の施設・研究室訪問を行い、英語による科学コミュニケーション力の向上や最先端の科学技術に対する興味関心を深める。

## 【内容・方法】

- ①東京理科大学葛飾キャンパス内のサイエンス道場や図書館を見学。光触媒や最先端の科学技術に関する展示を学んだ。
- ②同大学先進工学部物理工学科の齋藤研究室、マテリアル創成工学科の麻生研究室を訪問し、各分野の研究内容の講義（英語／日本語）や研究室内の設備、実験器具を見学した。また、学生や院生から大学生生活や研究室での1日のスケジュールを聞いた。



葛飾キャンパスサイエンス道場の見学



研究室訪問（左：齋藤研究室、右：麻生研究室）

## 【検証】

- ・大学の研究室を訪れるのは初めてで、様々な研究を学ぶことができ勉強になった。図書館がとても広く驚いた。間近で最先端の研究を見ることができたことがよい刺激になった。
- ・理科大の研究室でいろんな分野の研究室と教授の話を聞いて大学の研究室や生活のビジョンが見えた気がする。
- ・普段ならみることのできない研究室を訪問でき、自分の将来の選択の幅を広げることができた。
- ・研究室内では高校にはない設備や機械がたくさんあり、研究の実感がわいた。
- ・教授が全部英語で説明していてすごいと思った。
- ・研究に興味があり、将来に生かせそうな情報を多く学ぶことができ、とても貴重な体験となった。また、教授の方々は英語がとても流暢で、英語の重要性を改めて感じる事ができた。
- ・大学の大きくて新しい設備や、図書館内で勉強している学生の姿に感銘をうけた。
- ・食堂で大学生と少し交流したときに、自分のキャンパスライフが少し現実的になってよかった。

## 【考察】

キャンパス内にサイエンス道場という小規模の科学館や教育施設わくわく未来館があり、研究室訪問の際に併せて見学することで、より充実したプログラムとすることができた。タイ王国 PCSHC の来日交流でのアクティビティのひとつとすることで、従来の研究室訪問に科学に特化した英語研修の要素を加えることができた。齋藤先生や麻生先生が英語での講義を受諾してくれたからこそ成立した内容であり、今後の高大連携のひとつのモデルとしたい。また、展示物や研究室の設備を本校生徒がタイの生徒に英語で説明することで、「コミュニケーション能力」や「表現力」が実践的に向上したと思われる。



参加生徒 葛飾キャンパス図書館前にて

# 東京大学 三崎臨海実習

**【実施日】** 2023年7月18日(火)  
**【生徒】** 10名(高校生)  
**【指導者】** 小口晃平先生  
 東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所 特任助教  
**【引率】** 庵原仁、牧田裕道  
**【行程】** 神奈川県三浦市三崎町小網代荒井浜  
 (海洋生物学発祥の地)  
 東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所  
 10:00 三崎臨海実験所 到着  
 実験所使用に関する諸注意  
 磯採集のガイダンス  
 荒井浜で磯採集  
 採集動物のソーティングと分類  
 特徴の説明  
 13:00 講師による採集動物の分類・特徴の説明、掃除

## 【仮説・目的】

改訂生物(東京書籍)6編「生物の進化と系統」に記載されている動物の分類群を自分の目で観察し、授業で学んだ知識を定着させる。海は陸上とは異なり、生物の多様性が極めて高く、動物はほぼすべての分類群を見ることができる。磯の生物の観察を通して海の生物多様性を学び、生物学への興味・関心を高める。

## 【内容・方法】

各自がバケツ・磯がね・手網・サンプル管をもって磯の生物を採集した。干潮の1時間前から採集を始め、干潮時刻まで採集を行った。持ち帰った動物はその特徴に応じて4つの水槽に分けた。動物の分類群についての講義を受けた後、採集した動物を観察しながら改めて分類の確認を行った。

## 【検証】

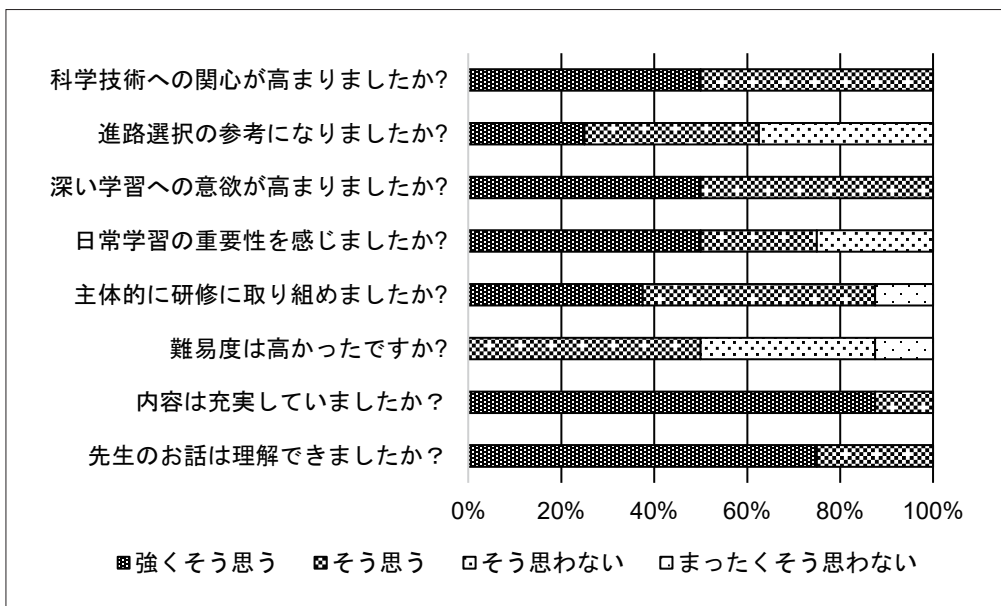
[生徒アンケート]

- ・海での採集で気をつけることが思ったよりも多くあって、知れてよかった。授業で習ったのよりも多くの動物門があって、解説を聞くのが楽しかった。
- ・石にいる生物の多様性。
- ・実際に生き物を見て触れ個々の生き物について詳しく知ることができ、より生物への興味が湧き、学習意欲が高まったこと。
- ・毎年磯遊びを親戚としていたけれど、そのときには全く気が付かなかった生き物がたくさんいると知った。カニや魚はもちろんいたけれど、ゴカイやヒトデなど実際には初めて見る生き物もいた。また、海にいる危険な生き物や注意事項が知れてよかった。なまこを海から出してはいけないなど、知らなかったらやっと思いそうなことが多くヒヤヒヤした。
- ・調査の仕方の基本が分かった。
- ・磯には、陸上では見られない、様々な種類の生物がいて、その生物がどのような特徴を持っているかを知れてよかった。
- ・普段何気なく触っていた海の中の岩にも小さなたくさんの生物の住処となっていたことに驚き、少し生物学的な学部でも良いと思った。

## 【考察】

生物の分類の授業では、多くの分類群を扱うため、一つ一つの分類群の印象は薄くなる。今回、実物を手に取り観察することで、動物の分類についてはかなり具体的なイメージを持つことができたと思われる。また分類の講義では、胚葉や原口など動物の発生と関連させた説明によって発生分野の復習にもなった。いずれにしても授業で扱った直後であったことで、より知識は定着したものと思われる。さらに多くの動物の観察を通して、知識の定着だけではなく、生物そのものへの興味をかき立てられた生徒も多かったことが生徒の感想を読むと分かる。進路選択を直前に控えた高校3年の夏にこのような経験ができたことは、より適切に進路選択するための助けになる。

昨年度から始まった新学習指導要領では、最初に進化と系統を学ぶことになる。来年度以降、この実習をどのタイミングで行うことが効果的か、検討する必要がある。





## 課題研究指導についての教員研修

### 【仮説】

課題研究の評価について、多くの教員と評価の観点とを共有することで、指導経験の浅い教員も適切な評価、またその評価に沿うように適切な指導ができるようになる。併せて経験のある教員にとっても指導のポイントを確認し、全体で共通した指導を行うことができるようになる。

### 【方法】

本校作成の「課題研究評価基準表」に従って、過去の生徒の資料を評価する。評価の結果を集計し、評価がばらついている項目について、それぞれの評価の理由を述べながら項目で見べき共通の観点を明らかにしていく。後日、研修の内容をまとめて全員で共有することで、研修に参加できなかった教員も研修内容を把握できるようにする。

### 【検証】

#### ①ポスター評価研修（5月23日）

事前に物理・化学・数学のポスターを配信し、評価を集計した。各項目の基準を満たせば1、満たさなければ0を入力し評価者の平均値を示した。0.5に近いほど評価が拮抗した項目であるため、ポスターを見ながらその項目について意見を交わした。

	プロペラ (物理)	グリーンタイト (化学)	完全数 (数学)
ポスター全体の統一性・定理の出典・参考文献の正確な表現	0.33	0.89	0.56
フォントサイズが不適切ではない	0.78	0.89	0.78
必要な図やグラフ、公式などが示されている	0.89	0.89	0.89
図表やグラフのルールに従って表記されている	0.44	0.89	0.67
先行研究の定理・結果を1つ以上書いている	0.78	0.44	1.00
自分の設定したテーマと先行研究の相対化をしている	1.00	0.33	0.78
自分の設定したテーマに対して、今後の研究方針を述べている	0.89	0.78	0.78

#### 【研修会で確認した内容】

- それぞれの基準については、完璧に満たしていなくても概ね達成されていればよしとする。ただし、修正すべき点は発表会場で指導する。
- 「ポスター全体の統一性」は、規則性のある作り方をしていれば満たしているとする。きれいさや見やすさとは分けて評価する。
- 評価する項目がポスターに示されていない場合、それが妥当であれば、その項目は満たしたのものとして評価する。例えば数学のポスターではグラフや図表が示せない場合がある。その場合はグラフや図表がなくても「グラフや図表にタイトル等が書かれている」の項目は満たしているとみなす。ただし、公式や定理を図表とみなし、その示し方に問題がある場合は「満たしていない」と評価して構わない。
- 方法を図で説明している場合、その図にはタイトルをつける必要はない。
- 参考文献は明示し、どの部分で参考にしたのか分かるように紐付ける。ただし数学は参考文献が示せなくても問題ない。

#### ②スライド評価研修（10月17日）

評価基準	生物	地学
タイトルは内容を過不足なく示す	0.82	0.8
スライドの情報量や配置	0.82	0.5
配色や文字のフォント・大きさ	0.64	0.6
必要な図やグラフ、公式	0.73	1.0
わかりやすく加工されている	0.82	0.6
図表のタイトル、軸ラベル、単位	0.62	1.0
先行研究の適切な引用	0.27	0.9
自らの研究の立場の明確化	0.36	0.9
先行研究とは異なる新しい取り組み	0.73	0.9
論理に矛盾がない	0.36	0.9
論理に飛躍がない	0.45	0.9
内容を結論でまとめている	0.64	0.6

#### 【研修会で確認した内容】

中間発表のスライド作成において特に注意すべき点

- スライドの背景は不要。
- 文献からの引用は必ずその部分に出典を明記する。出典の表記のしかたは「著者名（発表年）」。
- 図のタイトルは下、表のタイトルは上につける。
- 参考文献のスライドは不要。

#### ③論文添削研修（12月12日）

昨年度の論文「別府温泉の地下地質」を読んできてもらい、今年改訂した論文フォーマットと照らし合わせながら、気になる点を議論した。

- 要旨では先行研究の引用は行わない。
- 文献の引用は（著者名、発行年）で示す。
- 手法では何のためにその操作を行っているか分かるように、操作の目的を明確にする。文章で説明する、タイトルをつけるなど。
- 化学式、単位、数値等は行をまたがないよう改行等して調整する。
- 測定装置は会社名を載せる。試薬はなくてもよいが、等級（一級、特級）はあってもよい。
- グラフを載せる場合、プロットまでは結果だが、そこに近似直線を引くとそれは考察になる。結果には表、考察に近似直線を引いたグラフを載せるなど事実と推測を区別して示すようにする。
- 近似直線については Excel の機能を使ってもよいが、近似直線はあくまでも自分の予想であって、真理とは限らないことを自覚させる。例えば同じプロットから二次曲線を引くこともできる。どちらを引くかは自分の選択で、その選択の理由を述べるべきだし、どちらがより正しいかはさらに実験を追加しないと分からないということが分かれば、近似直線が正しいと断言することはできないはず。近似直線をどう引くかは今後、生徒に講義する必要がある。
- 参考文献は著者の ABC 順で記載する。
- ネットで論文を読んだ場合は、URL ではなくその論文が載っている雑誌名で記載する。
- 句読点が「。（マル）」、「（カンマ）」になっているが、「.（ピリオド）」、「（カンマ）」がよい（要望）。

## 2023年度 発表会参加・受賞①

2023年3月12日(日) 首都圏オープン生徒研究発表会 (会場：早稲田大学)

**【最優秀賞】**

「バナナの茎と綿繊維を用いた除菌ティッシュ用シートの作製」 (高3) 衛 千尋

**【優秀賞】**

「360°視点に対応した立体映像表示器の開発」 (高3) 中西理飛人

「Twitter を活用した気象現象解析～2022年6月2,3日の降雹を例にして～」 (高3) 林 日菜子

「ミセル形成による潤滑効果の検証」 (高3) 高野翔平、柳川修汰、南方直大

**【優良賞】**

「ライデンフロスト現象と滴下水滴温度の関係」 (高3) 大槻修也、山田智也

「加熱調理におけるソーセージ中の亜硝酸ナトリウムの減少率の検討」 (高3) 保坂凜帆

「玄武岩から溶出する鉄イオンの条件から考察される別府地域の酸性泉の生成過程」 (高3) 櫻井陽葵

「真鍮による鉄琴の樂器的可能性」 (高3) 齊藤玲菜

「スティックゴムに関するモデル式の実験的検証」 (高3) 金子祥輝、宮崎介里

**【奨励賞】**

「グリーンタイド由来の界面活性剤の合成」 (高3) 遠藤小春

「セイロンベンケイソウ組織培養の基本性質の解明及び効率化」 (高3) 市村雄一郎

2023年3月25日(土)～27日(月) 日本地理学会春季学術大会 (会場：東京都立大学)

**【理事長賞】**

「ツイート情報を利用した降雹範囲の検証」 (高3) 林 日菜子

5月21日(日)～26日(金) 日本地球惑星科学連合(jpGU)2023年大会 (会場：幕張メッセ)

**【最優秀賞】**

「鉄イオンが玄武岩から溶出する条件から考察する別府明礬温泉の酸性泉の生成過程」 (高3) 櫻井陽葵

**【奨励賞】**

「Twitter を活用した気象現象解析 ～6月2,3日の降雹を例にして～」 (高3) 林 日奈子

「景観を阻害せずに津波被害を軽減する防波堤の考案」 (高3) 池田幹次

7月29日(土)～30日(日) Global Link Singapore 2023 (会場：シンガポール南洋理工大學)

**【Social Science 2nd prize】**

「Creating Sanitizing Wet Wipes with Banana Stem Fiber and Cotton」 (高3) 衛 千尋

7月30日(日)～8月3日(木) 有馬朗人記念「創造性の育成塾」第17回夏合宿 (会場：東京大学本郷キャンパス 他)

**【夏合宿参加】**

(中2) 川上結生

8月9日(水)～10日(木) 令和5年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 (会場：神戸国際展示場)

**【奨励賞】**

「Twitter を活用した気象現象解析 ～6月2,3日の降雹を例にして～」 (高3) 林 日奈子



## 2023年度 発表会参加・受賞②

8月17日(木)～20日(日) 日本生物学オリンピック2023本選 静岡大会 (会場：静岡大学)

【敢闘賞】

(高3) 浅沼 實美

8月19日(土) 第11回科学の甲子園ジュニア千葉県大会 (会場：千葉県総合教育センター)

【3位】

(中2) 正木 暁、遠山敬梧、原 怜汰 (中1) 大沢武士、水嶋大輔、渡邊楓大、上野 容

【5位】

(中2) 倉橋侑士、中村はるか、葛 天稚、川上結生、福崎昊太郎 (中1) 藤井遙斗、堀江真太郎

8月19日(土)～22日(火) 第19回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2023 (会場：岡山国際交流センター)

【全国大会出場】

(高1) 秋山恭輔

8月26日(土) マスフェスタ (会場：大阪府立大手前高等学校)

「2次の漸化式によって生成される数列の周期」

(高2) 松島秀哉

「変形したニムの分析」

(高1) 印東 優、竹内理子、福田あこ

9月17日(日) 日本地質学会第130年学術大会2023 京都大会 (第21回ジュニアセッション) (会場：京都大学)

「下総台地北西部に位置する美濃輪湧水における水温の季節変化の検証」

(高1) 児嶋悠斗

9月 海の宝アカデミックコンテスト2023 (北海道大学主催)

【関東・中部ブロック 奨励賞】

「夜のイルミネーション」(作品名)

(高1) 中山真央子、十川理世

9月30日(土) 第17回高校生理科研究発表会 (会場：千葉大学)

【最優秀賞】

「バナナの茎と綿繊維を用いた除菌ティッシュ用シートの作製」

(高3) 衛 千尋

Creating Sanitizing Wet Wipes with Banana Stem Fiber and Cotton

【優秀賞】

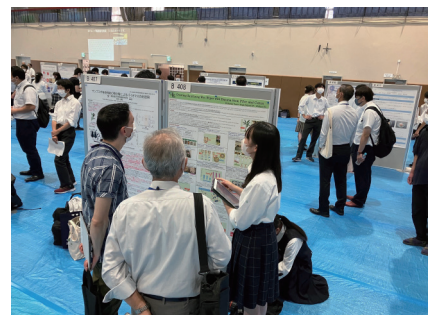
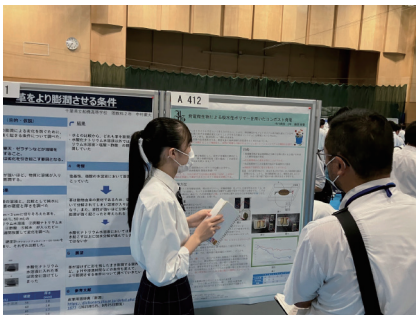
「発電微生物による吸水性ポリマーを用いたコンポスト発電」

(高2) 藤原綾香

11月11日(土) 千葉県高文連科学研究発表会

「ホルムアルデヒドを用いない有機時計反応」

(高2) 間庭晴来



## 2023度 発表会参加・受賞③

## 11月12日(日) 集まれ!理系女子 第15回女子生徒による科学研究発表交流会 (会場:東京都立大学)

- 「千葉県館山市の神社分布から未来の津波被害範囲を推定する」 (高2) 服部羽衣  
「世界各地の古記録から超新星 SN1006 を再考する」 (高2) 岡田結菜  
「身近な素材で服薬ゼリーを作る」 (高2) 野澤梨紗  
「落花生の殻によるホルムアルデヒド吸着能と水中での検討」 (高2) 田付麻佑子  
「より硬い生分解性プラスチックをつくる方法」 (高2) 阿武和奏  
「炭酸飲料によるしゃっくりが発生する人の割合」 (高2) 浅水晴花  
「身近な材料で色鉛筆で書いた文字を消せる消しゴムをつくる」 (高2) 笠川あみ

## 11月18日(土) 第13回科学の甲子園千葉県大会 (会場:千葉県総合教育センター)

## 【3位】

(高2) 寺田響希、有村陽大、千場海典、小野田広海、齋藤 輝 (高1) 秋山恭輔

## 【7位】

(高1) 原田航大朗、小平琉生、奥山 優、須賀颯太、渡邊絢心、坂本彩寿

## 12月1日(金) 第22回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 (主催:神奈川大学)

## 【努力賞】

- 「別府温泉の地下地質」 (高3) 櫻井陽葵  
～火山岩から溶出する鉄イオンの濃度から考察した酸性泉生成過程からの推定～

## 12月10日(日) 第21回高校生・高専生科学技術チャレンジ (JSEC2023)

## 【地球・環境科学入選】

- 「バナナの茎と綿繊維を用いた除菌ティッシュ用シートの作製」 (高3) 衛 千尋

## 12月17日(日) 第16回日本地学オリンピック

## 【二次予選出場】

(中1) 堀江真太郎 (中2) 遠山敬梧 (中3) 羅 春輝

## 12月19日(火) 第6回サイエンスフォトコンテスト (主催:科学技術団体連合)

## 【中高生部門 優秀賞】

- 「雲の爆発!?!」 (中2) 植田莞梧

## 2024年1月21日(日) 日本情報オリンピック第4回女性部門 (オンライン)

## 【本選出場】

(高2) 高品美羽、永井理央

## 2024年1月27日(土) マスフォーラム (横浜サイエンスフロンティア高校主催)

- 「変形したニムの分析」 (高1) 印東 優、竹内理子、福田あこ  
「円錐曲線とシムソン線の幾何学」 (高2) 齋藤 輝  
「2次の漸化式の剰余を用いた擬似乱数の生成」 (高2) 松島秀哉  
「グラフの和音彩色の拡張」 (高2) 木下諒一郎  
「等角共役と重心座標」 (高2) 前田惇陽  
「ポリオミノタイリングの数え上げについて」 (高2) 斎藤悠大



## 2023度 発表会参加・受賞④

2024年1月28日(日), 2月4日(日) 第23回日本情報オリンピック (オンライン)

【本選出場】

(高2) 上田拓海

2024年2月21日(水)~22日(木) 高校生国際シンポジウム (会場: 鹿児島県文化センター)

「色素を混ぜたエサでカイコの繭の着色」

(高2) 望月佳穂

2024年3月12日(日) 日本天文学会第26回ジュニアセッション (会場: 東京大学)

「世界各地の古記録から SN1006 を再考する」

(高2) 岡田 結菜

2024年3月16日(土) 千葉県高等学校課題研究発表会 (会場: 千葉工業大学)

「SpO<sub>2</sub> 値と負荷重量の関係性」

(高2) パダレフ ロセン

「スノーブラウの排雪抵抗力軽減」

(高2) 吉田康一郎、伊藤 駿

「植物中のセルロース・リグニンが示す消臭力」

(高2) 大数加師龍、高橋謙介

「スティックボムの運動に関する公式の確認」

(高2) 木下直哉

「ヒートショックプロテインの定量化と触媒効果の有無について」

(高2) 住田結佳子

「メダカとゼブラフィッシュの色覚差異」

(高2) 高山和桜

「トロロアオイの代替品を探して」

(高2) 玉貫朗子

「バットディテクターを用いたトマトの超音波の測定」

(高2) 安部光海

「触媒を用いない生分解性プラスチックの製法と強度を上げる方法」

(高2) 阿武和奏

「球面の n 角形分割の各面の頂点が連続 n 整数で彩色される条件」

(高2) 木下諒一郎

「マリモにおける最適な光合成条件の検討」

(高2) 鈴木優花菜

「4×4ルービックキューブの不可能パターン」

(高2) 前田惇陽

「炭酸飲料による吃逆の発生」

(高2) 浅水晴花

「長方形のポリオミノタイリングにおける総数の数え上げ」

(高2) 斎藤悠大

「周波数が植物の成長に与える影響」

(高2) 永井沙織

「ホルムアルデヒドを用いない有機時計反応」

(高2) 間庭晴来

2024年3月19日(火) 高校生生物研究発表会 (会場: 神戸国際会議場)

「異なるストレス環境下における野菜が出す悲鳴の分析」

(高2) 安部光海

「蜜糖度を用いた花の聴覚研究」

(高2) 永尾 遥

2024年3月19日(火)~21日(木) 日本地理学会春季学術大会 (会場: 青山学院大学)

「千葉県館山市における津波到達位置と神社分布の関係性」

(高2) 服部 羽衣

2024年3月20日(水) 高校生サイエンス研究発表会 (会場: 日本薬科大学)

「異科接木を可能にする植物の同定」

(高2) 水戸部優人

「日本に残された古記録から SN1006 の色や出現期間を読み解く」

(高2) 岡田結菜

「丸太打設液状化対策における木材の樹種・形状による軽減効果の違い」

(高2) 長谷川陽土

「ダイラタンシー現象を起こす混合液上に落下する球の挙動」

(高2) 平野来実

「瀬波温泉の海側と陸側の源泉における相違点及び温泉水の起源」

(高2) 菊池信太郎

2024年3月24日(日) 関東近県 SSH 校合同発表会 (会場: 工学院大学)

「触媒を用いない生分解性プラスチックの製法と強度を上げる方法」

(高2) 阿武和奏

## SSH土曜講座(2019年～2022年度)

土曜講座とは、講師として外部から有識者をお招きして開講される講座。大学教授・研究者・企業の専門家等、各界の第一線で活躍されているの方々によって行われた。平常の教科学習の枠組みを越えたところに広がる生徒の興味・関心に基づき、様々な分野・領域から生徒それぞれの教育を支援するのが目的となっている。

年度	日程	タイトル/講師名/会場/受講者数
2019年度	2019年5月11日(土)	「地球温暖化で南極の氷は融けるのか？」 講師：菅沼 悠介 先生 (国立極地研究所 准教授)
	2019年6月1日(土)	「光の色で紐解く微生物の生態」 講師：吉澤 晋 先生 (東京大学 大気海洋研究所 准教授)
	2019年6月8日(土)	「理数探究とサイエンスコミュニケーション」 講師：石浦 章一 先生 (東京大学 名誉教授)
	2019年9月7日(土)	「高い理想を持つこと」 講師：丹内 貴啓 先生 (東京大学先端科学技術研究センター協力研究員)
	2019年10月24日(土)	「私が歩んだ道、君たちが創る社会」 講師：野依 良治 先生 (2001年ノーベル化学賞、名古屋大学特別教授)
2020年度	2020年5月2日(土)	「未知なる海への挑戦」 講師：松永 是 先生 (国立海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 理事長)
	2020年5月16日(土)	「世界初の挑戦, “はやぶさ2”」 講師：久保田 孝 先生 (JAXA 宇宙科学研究所)
	2020年6月6日(土)	「障害から学ぶAI・ロボット時代の生き方」 講師：中邑 賢龍 先生 (東京大学先端科学技術センター教授)
	2020年9月5日(土)	「赤色立体地図 ～独創的な地形表現のことはじめから応用まで～」 講師：千葉 達朗 先生 (アジア航測株式会社 先端技術研究所 千葉研究室 室長 フェロー)
	2020年10月31日(土)	「リチウムイオン電池のはじまり」 講師：水島 公一 先生 (株式会社東芝 研究開発センター エグゼクティブフェロー)
	2020年11月21日(土)	「顕在化する地球温暖化と異常気象」 講師：中村 尚 先生 (東京大学 先端科学技術センター 教授)
2021年度	2021年5月1日(土)	「データが科学をそして社会を変える時代に」 講師：喜連川 優 先生 (国立情報学研究所 所長)
	2021年5月15日(土)	「障害から学ぶAI・ロボット時代の生き方」 講師：中邑 賢龍 先生 (東京大学先端科学技術センター 教授)
	2021年6月5日(土)	「世界初の挑戦, “はやぶさ2”」 講師：久保田 孝 先生 (JAXA 宇宙科学研究所 教授)
	2021年10月30日(土)	「未知なる海への挑戦」 講師：松永 是 先生 (国立海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 理事長)
	2021年11月20日(土)	「感染症の流行とワクチンによる予防の意義」 講師：石和田 稔彦 先生 (千葉大学真菌医学研究センター 教授)
	2022年1月8日(土)	「光合成人間は可能か? ～人間が変えていく植物の生きざま～」 講師：松永 幸大 先生 (東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授)
2022年度	2022年11月19日(土)	「小惑星探査機「はやぶさ2」チャレンジなくして、成功なし」 講師：久保田 孝 先生 (JAXA 宇宙科学研究所 教授)
	2023年1月14日(土)	「科学で迫る! シジウカラの言葉の世界」 講師：鈴木 俊貴 先生 (京都大学 白眉センター 特定助教)
	2023年1月28日(土)	「自身の医師スタイルから考える学びの魅力 ～COVID-19診療に至るまで～」 講師：寺嶋 毅 先生 (東京歯科大学市川総合病院 教授)
2023年度	2023年7月1日(土)	「日本人のなりたち」 講師：篠田 謙一 先生 (国立科学博物館 館長)
	2023年10月28日(土)	「人体影響評価の未来 一葉からマイクロプラスチックまで」 講師：酒井 康行 先生 (東京大学 教授)
	2024年1月27日(土)	「ヒトゲノムの解読は人々を幸せにするか」 講師：山内 正剛 先生 (量子科学技術研究開発機構 研究員)

※ 2020年5月2日、5月16日、6月6日はコロナウイルス感染防止のため中止いたしました。

## SSH授業研究会

## 【仮説】

本校で開発した授業をテーマに沿って公開し、授業後に、見学者とともに授業のねらいや効果についての討議を通して、授業者・見学者双方が今後の授業改善の指針を得ることができる。

## 【内容・方法】

毎回テーマを設定し、テーマに沿った授業を開発して公開した。午前中の2コマを授業公開とし、国語・数学・理科の授業を設定した。午後は分科会としてそれぞれの授業について討議を行った。その後全体会でテーマに沿った内容で基調講演や他校の事例報告を行った。ただし、令和2年度は中止、令和3年度、4年度はオンラインで開催したため授業公開の形式はそぐわないと考え、事例報告のみとし、その後各科目に分かれて意見交換を行った。

## \*令和元年度(2020年2月15日土曜日実施)

「地学との連携」

公開授業:「文学的文章と地学」(高2構造読解)

「古典文学と地学」(高2古典B)

「積分法(数学Ⅲ)」(高2探究数学Ⅱ)

「光科学～物理化学生物地学の横断的視点から」

(高2探究理科)

「無機化学に地学の観点を取り入れる」(高2探究化学)

「大気の大循環とバイオーム」(高1探究生物Ⅰ)

基調講演: 帝京平成大学 准教授 小森次郎氏

「地球変動の時代を学校で学ぶ意義、手段、抱える課題

-地学、地理科目の視点から-

事例紹介: 東京学芸大学附属国際中等教育学校

## \*令和2年度(実施せず)

## \*令和3年度(2022年2月12日土曜日実施)

「課題研究とつながる授業」

事例紹介: 大阪医科薬科大学 高槻高等学校・中学校

熊本県立宇土中学校・宇土高等学校

芝浦工業大学柏中学高等学校

市川高等学校・市川中学校

## \*令和4年度(2023年2月18日土曜日実施)

「課題研究の進め方」

事例紹介: 福井県立武生高等学校

東京都立戸山高等学校

市川学園市川高等学校

(「市川サイエンス」概要・テーマ設定・成果のまとめと評価)

## \*令和5年度(2023年11月25日土曜日実施)

「5つの力(論理的思考力・コミュニケーション力・表現力・科学的な現象を発見する力・課題を認識する力)を伸ばす授業」

公開授業:「ライティング・ワークショップ」(中3現代文)

「ポストモダン(高2構造読解Ⅱ)」

「ベンフォードの法則」(高1探究数学Ⅰ)

「微分法(数学Ⅲ)」(高2探究数学Ⅱ)

「ドップラー効果」(高2探究物理Ⅱ)

「溶解度積(モール法)」(高2探究化学Ⅱ)

「自然免疫(化学的防御)」(高1探究生物Ⅰ)

「遺伝子組換え実験の振り返り(高2探究生物Ⅱ)」

「大気大循環」(中2理科Ⅱ(地学))

「自由研究発表会～高校での課題研究に向けて～」

(中1理科Ⅰ(物化))

基調講演: 筑波大学生命環境系 教授 鈴木石根氏

「中等教育における探究的な研究活動への大学の関わりと微細藻類を用いた社会貢献について」

## 【検証・評価】

## ●参加者数・参加校数

	R1	R2	R3	R4	R5
参加者数	54		29	15	24
参加校数	37		20	13	19

## ●参加者アンケートの分析

参加者のアンケートの感想をテキスト分析にかけ、品詞ごとに抽出した。そのうち形容詞が研究会の評価を表していると考え、上位の頻度の形容詞を年度ごとに並べたところ、次のようになった。

	R1	R3	R4	R5
1位	良い	良い	貴い	良い
2位	興味深い	短い	良い	高い
3位	楽しい 面白い	多い		

どの年も「良い」という語が上位に上がっており、研究会については参加して良かったと感じた参加者多いことが分かる。その中でも令和元年度のアンケートでは、「興味深い」「面白い」といった興味・関心を表す語が上位に入っている。令和元年度は参加者数も他の年度より突出して多くっており、今期においては最も成功した授業研究会となった。令和元年度の授業研究会後、新型コロナウイルスの流行によりそれまでの形式を大きく変えざるを得なかったことも影響しているだろうが、令和5年に対面形式に戻しても回復はしなかった。令和元年の成功の大きな要素はテーマの設定に合ったのではないかと考えられる。取り上げられることの少なかった「地学」を前面に出し、かつ多くの教科と連携させることで、改めて総合科学としての地学を認識させた点で、多くの先生方の興味を引くことができたと思われる。今後も興味を引くテーマを設定することで、本校の取り組みを多くの先生方に紹介できる授業研究会を開催していきたい。

## 他校との連携

## ①マズフェスタ

(大阪府立大手前高等学校)

【日時】 2023年8月26日(土) 10:30～16:30

【場所】 大阪府立大手前高等学校

【引率】 秋葉邦彦、河端善登、谷島健明

【生徒】 松島秀哉(高2)、印東優(高1)、竹内理子(高1)  
福田あこ(高1)【課題】 「2次の漸化式によって生成される数列の周期」(松島秀哉)  
「変形したニムの分析」(印東優、竹内理子、福田あこ)

## 【感想】

全国から50校91件の数学研究発表が集まり、本校からは高校2年生1名と1年生3名が参加し、上記の研究テーマでポスター発表を行った。1件の発表につき、45分×2回のポスター発表の時間があり、他の発表を聞ける時間も同様の分だけあった。また、今年度は「自由発表・自由見学」のコアタイムが45分あった。

発表会を通じて、各学校の生徒たちと対面で議論が出来たり、12名もの数学を専門とする大学教授や研究者の方々から指導助言をいただいたりと大変貴重な経験になった。参加した生徒は積極的に発表・交流をしており、発表会後も意欲的に研究に取り組んでいた。

## ②マズフォーラム

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

【日時】 2024年1月27日(土) オンライン (Zoom)

【担当】 秋葉邦彦、河端善登、谷島健明、鈴木卓、松本昌也

【生徒】 印東優(高1)、竹内理子(高1)、福田あこ(高1)  
木下諒一郎(高2)、齋藤輝(高2)、齋藤悠大(高2)  
前田惇陽(高2)、松島秀哉(高2)【課題】 「変形したニムの分析」 (印東優、竹内理子、福田あこ)  
「円錐曲線とシムソン線の幾何学」 (齋藤輝)  
「2次の漸化式の剰余を用いた疑似乱数の生成」 (松島秀哉)  
「グラフの和音彩色の拡張」 (木下諒一郎)  
「等角共役と重心座標」 (前田惇陽)  
「ポリオミノタイリングの数え上げについて」 (齋藤悠大)

## 【内容】

横浜サイエンスフロンティア高等学校が主催している数学の課題研究発表会に参加した。Zoomで参加し、本校からは口頭発表2件、ポスター発表4件を行った。全体としては口頭発表8件、ポスター発表69件あり、また、指導助言として参加していた島田先生・小串先生の講演もあった。

## 【感想】

口頭発表では指導助言の先生からコメントを頂くことができる点がある。また、口頭発表だけでなくポスター発表の件数も多く、課題研究の場では数学が少なく感じている生徒も仲間を見つけられる場であった。

発表件数が多いことが原因と考えられるが、ポスター発表のスケジュールが、3グループに分けられ各グループ20分と短かった。発表をする側より聞く側が様々な発表を聞くことができず興味深いテーマがあるにもかかわらずもったいない点だと感じた。

指導助言の先生方の講演は、生徒にとって理解するのに難しい面もあるが、先生方の研究の一面を見ることができ、普段見ることがあまりない大学の研究に触れられるよい機会であった。

## ③国際共同課題研究 (オンライン)

## 【仮説】

海外の高校生と1つのテーマについて共同で課題研究に取り組むことで、校内での課題研究(市川サイエンス)で得られる力に加えて、「コミュニケーション力」「表現力」が大幅に成長すると考えた。また、共同課題研究に取り組んだ生徒は、その後も国際的な発表活動や課題研究においてより積極的に取り組むと考えた。

## 【内容・方法】

国際課題研究は立命館高等学校が主催する取り組みであり、6月から始まる。その時期には本校の高校2年生が取り組む課題研究(市川サイエンス)はすでにテーマが決まっているため、新たに海外の生徒とテーマ設定から話し合うことは難しい。そこで、高校1年生を対象に募集をかけ、複数チームから申し出があった場合は、選考試験を行った。立命館高校のマッチングにより連携校が決まると1-2週間に1度の頻度でミーティングを行った。ミーティングは原則として学校で教員立ち会いの下で進めるが、夏休みに入ると学校で行うのは実質不可能であるため、この時期から生徒のみでミーティングを進めていくようになった。このように生徒のみで進めていくようになると、休みが明けた9月以降も基本的には生徒に任せて教員は進捗状況をチェックし、自校の生徒の実験をサポートするだけで良かった。オンラインの発表会でも生徒たちでデータを持ち寄り、発表資料を共有しながら分担して発表を行うことができた。

コミュニケーションツールとしてSlackが用意されたが、それを使うことはほとんどなく、生徒同士はLINEもしくはInstagramで情報交換を行っていた。

	R3	R4	R5
本校生徒数	3 (女1,男2)	2 (女2)	3 (女1,男2)
生徒の属性	非帰国生3	帰国生1 非帰国生1	帰国生1 非帰国生2
海外連携校	台湾	香港	カンボジア
国内連携校	清真学園	東工大附属	なし
研究分野	生物	物理	生物
研究期間	2021.06.01 ～2021.10.31	2022.06.01 ～2023.01.31	2023.06.01 ～2024.01.31

## 【検証・評価】

令和3年度に取り組んだ生徒は、次年度の課題研究はそれぞれ異なるテーマに変更して研究を進めた。うち1名が令和4年度千葉県高等学校文化連盟科学研究発表会で発表した。令和4年度に取り組んだ生徒は、次年度も継続して研究を進め、その成果をタイで開催された Thai-Japan Students Science Fair 2023 (TJ-SSF2023)で発表した。令和5年度に取り組んだ生徒のうち1名は、次年度も研究を継続して進める予定となっている。

海外の生徒と研究を進めていく上で最初の障壁はコミュニケーションであるが、これは背景が異なる者同士の意思疎通の難しさであった。



## 三宅島自然観察会

そのため英会話の能力に限らず、どの生徒も苦労していた。さらに英会話に不慣れな生徒の場合には英語が聞き取りにくい、話しにくいというハンデも加わるため、かなり難しい取り組みだったのではないだろうか。どの生徒もその困難を乗り越えて最後の発表まで持っていくことができたことで、得るものは大きかったと思われる。また令和4年度に取り組んだ生徒はタイで発表したほか、海外での研修にも応募するなど意欲的に取り組んでいる。

令和3,4年度は国内校2校、海外校1校でグループを作って研究を進めた。英語でのコミュニケーションに不安があったため、相談できる国内校があるのは心強かったが、令和5年度に国内連携校なしで進めたときには、3校で進めたときよりスムーズだったことが予想外だった。振り返るとミーティングでは、次のミーティングの日時を決めることに時間を費やしていた。時差と下校時刻からミーティングに使える時間は限られている上、行事や定期考査の前は使えないなど、国内校同士でもスケジュールが合わずに苦労した。また国内校同士でミーティングをしたこともあったが、オンラインのせいもあり日本語でも意思が伝わりにくかった。最初は英語への抵抗感もあったものの、問題は英会話能力ではなく、コミュニケーション力であることがわかった。それが分かったこともこの取り組みに参加した成果の一つといえる。



三七山での植生調査の様子

【実施日】 2023年7月31日(月)～8月3日(木)

【生徒】 7名

【引率】 庵原 仁、南里 翔平

【目的】 2000年に噴火した活火山の島である三宅島で、地形・地質・動物・植物・星・文化の観察を行う。各自設定したテーマについて現地調査を行い、結果をまとめて最終日に現地発表する。

【行程】 7月31日(月) 移動日

8月1日(火) 貸切バスにて島内巡検

2日(水) 各自テーマ毎に調査

3日(木) 発表会、帰京

【発表テーマ】

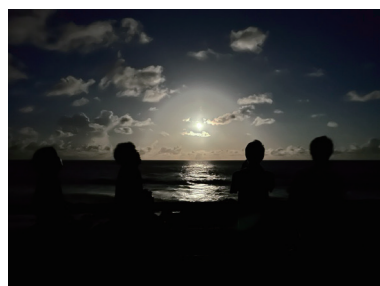
通版	名前	テーマ
1	児嶋 悠斗	大路池の水質調査
2	佐藤 和真	ひょうたん山・三七山の植生
3	中西 建人	
4	田中 優希	
5	王子凡	タイドプールの動物
6	玉富 史堂	大路池周辺の鳥
7	小杉 莉実	大路池周辺の鳥

【考察】

生徒にテーマを設定させ調査・発表をしてもらう形式を始めて2回目の実施であった。今年度も出発前に事前学習を行ったが、特に植生や鳥の調査をした生徒からは、現地調査後に、事前学習の内容を踏まえた考察や感想が見られた。事前学習も内容を精査していく必要を感じた。

生徒の感想には、「たくさんの噴火による地形があって、それをひとつひとつ歩いて見られたのがすごく良かったです。溶岩の名前など、ちょうど1学期の地学で習ったので、実際見てみることによってより違いがわかりました。」「三宅島での植生調査では、海洋島であることに加え、遷移が始まってからの時間が短いため種数が少なく、理想化されていてすごいなと思いました。ただ土地の年代と遷移の度合いが一致しなかったことは予想外で、遷移の移ろいはかなり様々な要素が影響していることに衝撃を受けました。」「あの美しかった月の道。あの光景は忘れることはないと思います。」などがあった。

今年度の参加生徒の中には、帰ってきてからも野鳥観察をする者がいた。また、現地調査時の結果を元に、次年度の課題研究を三宅島をフィールドに取り組む生徒も現れた。これらは今までにはなかった変化である。次年度は三宅島研修を通して生徒のどのような価値観が変容しているのか、定性的に測ってみたい。



海面に延びる月の道

# ふくしま学宿

**【実施日】** 2023年12月17～19日

**【生徒】** 30名

**【引率】** 高森俊弥、中野靖之

**【目的】** 課題研究に向けフィールドワークの一環として、震災・原発事故直後から現在に至るまで、福島における復興の歩みを「エネルギー問題と廃炉作業」「復興に向き合う人」の2点を中心に学ぶ。本校の課題研究では、エネルギー・自然災害・農業に関する研究をする生徒がいること、また、医療の進路を選択する生徒が多いことから、それらの理解が深まるような研修とした。

## 【行程】

月日	訪問先	実施内容
12/17 (日)	東日本大震災・原子力災害伝承館 おれたちの伝承館 ホテル	導入ガイダンス・見学 見学 原発・廃炉分野に関する対話 振り返り学習
12/18 (月)	双葉駅周辺・請戸小学校・大平山霊園・棚塩産業団地・道の駅なみえ 双葉町産業交流センター 国道6号 檜葉遠隔技術開発センター ホテル	フィールド学習  原発・廃炉分野に関する対話 (車窓より) 見学(ロボット実習) 地域づくり分野に関する対話 振り返り学習
12/19 (火)	ワンダーファーム いわきら・ら・ミュウ	見学 水産分野に関する対話 ワークショップ

## 【報告】

### エネルギー問題と廃炉作業

#### ●東日本大震災・原子力災害伝承館

地震、津波、放射能拡散の複合災害にあった福島の様子を映像と資料、そして震災体験者による語りを通して伝えていく施設。津波によって家々が流されてしまった沿岸部に建てられており、施設の3階テラスからは一面の野原と、その先に防波堤、そして太平洋が見渡せる。周囲には、避難指示の解除とともに少しずつ産業も興ってきており、復興の拠点となっている。



東日本大震災・原子力災害伝承館

#### ●おれたちの伝承館

県が建設した災害伝承館とは異なり、有志の方々が集って作られた施設。主に絵画などのアート作品が収められており、そこを訪れた方々に直接言葉で訴えかけるのではなく、ひとりひとりが美術作品からメッセージを受け取ることを目的とされている。当日はアーティストの方々から話を聞く機会も設けられた。



おれたちの伝承館

#### ●双葉町フィールド学習

特定復興再生拠点地区として限定的に避難解除がされた状態の双葉町は、震災前の人口は2,000人だったが、現在の住人は80名。駅前には震災後のままの状態の家屋が多く建ち並び、徐々に解体作業が進んでいる。町の多くはまだまだに立ち入ることができず、国道6号沿いの家々にはバリケードが張られており、震災当時のままの状態であった。



既存の駅舎を活かしながら改修された双葉駅と14時46分で止まった時計

#### ●棚塩産業団地フィールド学習

復興のための産業が集積されている場所。震災の教訓から、新しいエネルギー源の確保のため、水素エネルギーの生成と研究が行われ、また福島の木材を使った林業、そしてドローンの研究所が並んでいる様子を見学した。



棚塩産業団地



### ●浪江町（請戸地区）フィールド学習

浪江町立請戸小学校は沿岸部に位置し、津波の被害を受けたが教職員の的確な指示により職員・児童全員が無事だった場所。地震が発生してすぐに教員の指示で近くの大平山に避難した。命は助かったが、自宅は津波に流され、翌日に卒業式を控えていた6年生ほか、児童たちの生活はその日を境に引き裂かれた。学校は震災遺構として津波に遭った当時のままの状態で作成されている。請戸小学校の職員・児童ほか地区の住民が避難した大平山には現在墓地と慰霊碑があり、そこから沿岸部を見渡すことができる。見渡す限り住居はひとつもなく、海岸は防災林が植えられている。



浪江町立請戸小学校

### ●楢葉遠隔技術開発センター

廃炉に向けた技術の開発と、廃炉に向けた作業の疑似実験を行うことができる施設を提供するという2つの役割を持つ施設。見学ではVRを使った原子力建屋内部の様子を知り、また、その技術の開発過程について学んだ。実験施設ではロボットの遠隔操作とドローンの操作体験をし、人が入ることのできない地域での作業の困難さと、そこに立ち向かう様子を体感した。

### ●ワンダーファーム

都内からUターンして農家をはじめた代表の方が、地域の仕事創造と農業による地域の活性化を目指して活動している。土を使わず、温度や湿度、栄養が適切に管理されたハウス内でトマトを栽培し、震災後しばらくは風評被害もあり売れない時期が続いたが、今は大手コンビニエンスストアに定期的に出荷するなど、大きく販路を拡げている。自分で仕事を作ることの楽しさについて考えた。

### 復興に向き合う人との対話

#### ●原発と廃炉に関する対話（Appreciate Fukushima Workers）

AFW代表の吉川さんは元東京電力社員で、現在は福島への移住を促進する活動を行っている。自分の生き立ちとこれまでの人生の選択についてを語りながら、原発の存在そのものについてと、原発事故は何を生んだのかについてを、自身、及び周囲に問い続けている。テレビや新聞が報道している内容を素直に受け止めるのではなく、そこから問いを建てる必要があるということについて考えた。



復興に向き合う人との対話

#### ●地域作り分野に関する対話（葛力創造舎）

葛力創造舎代表の下枝さんは原発の後にUターンをして故郷の葛尾村に戻り、避難指示が解除された後に戻った住民約200人全員との対話を実施して村の今後を創造する活動をしている。定住人口だけではなく、定期的に地域と関わる関係人口の創出を重視しており、種々のイベントを企画するなどの活動をしている。市川学園の在校生、卒業生、教職員も多く関わっており、対話当日は福島学宿に参加した先輩（高校2年生）がサプライズで登壇し、地域と関わることの楽しさを語った。

#### ●原発と廃炉に関する対話（東京電力社員）

原発事故当時から今に至る13年間の東京電力の活動と、現在の状況、そして今後、どうやって廃炉を実現させていくかを映像や資料とともに説明がされた。原子力発電の構造、その利点と欠点、安定的発電の重要性など、電気を供給する立場から説明があり、生徒からは復興にむけた取組についての質問が多く見られた。

#### ●水産分野に関する対話（福島県漁業協同組合連合会）

黒潮と親潮が出会う良好な漁場である福島県沖は多くの海産物に恵まれているが、震災後しばらくは漁船の被害、放射能拡散による漁業制限、制限解除の後も風評被害に遭い、漁業関係者は厳しい生活を余儀なくされた。現在は売上高が震災前の半分ほどまで回復しているという。また、温暖化の影響もあり以前とは異なった種類の魚が獲れるようになってきているとのこと。風評被害をなくすためにはどうしたらいいか、漁業関係者として汚染水の海洋放出についてどう考えるかといった質問が見られた。

#### ●振り返りワークショップ

3日間、その日の活動がすべて終わった後にグループに分かれその日の学びと各自が感じた内容を書き出し、グループ内、その後全体で共有する時間を持った。

最終日は、3日間で感じたことに加え、プログラムが終わった後も継続して考え、活動していきたいことと、その理由を話し合い、グループごとに発表した。参加者30名全員がそれぞれの思いを口々に語る時間となった。

プログラムを通じて、福島で起きた複合災害（地震・津波・原発）について、さまざまな立場の方々からそれぞれの視点で話を伺ったこともあり、多角的視点からものごとを考えること、情報を鵜呑みにせず、自分の中で咀嚼して考えることの大事さを再認識した。さらに、廃炉、復興という大きな取組に、人々が仲間とともに一丸となって取り組んでいる様子に、意見を交わすことの大切さ、協力することの大事さを学んだ。



昨年ふくしま学宿に参加した市川学園生

## タイ王国 海外研修

【実施日】 2023年7月24日（月）～28日（金）

【生徒】 10名

【引率】 乾 大介、飯高匡展

【目的】

英語でのポスター発表や授業で教える経験を通して、自身の考えを論理的に構成する「論理的思考力」、相手にわかりやすく伝える「表現力」、国際的な「コミュニケーション力」を身につける。タイでの科学に関する実習などを通して「課題を認識する力」や「科学的な現象を発見する力」を身につける。

【行程】

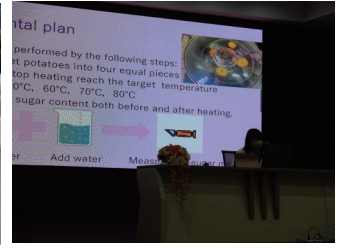
- 7/24 羽田空港出発。Suvarnabhumi International Airport に到着。
- 7/25 Princess Chulabhorn Science High School Chonburi にて授業を受け、PowerPoint で市川学園の紹介と課題研究の口頭発表、ポスターで課題研究の発表を行った。日本の生徒達がタイの生徒達に向けて物理と化学の実験の授業も行った。
- 7/26 Siriraj Medical Museum にて医学と薬学に関する展示を見学し、Siriraj Medical research Center (SiMR) Building にて遠心分離、ウエスタンプロット、幹細胞の観察などの遺伝子に関する実習を行った。
- 7/27 Nongnooch Tropical Botanical Garden にて植物の観察を行った。
- 7/28 Suvarnabhumi International Airport 出発。羽田空港に到着。



講師として授業をする本校生徒



タイ生徒と情報や化学、物理の授業に参加



研究発表会で口頭発表をする本校生徒



研究センターや博物館での研修，文化交流のようす

### 【生徒の感想】

- ・ポスター発表の際、想像以上に質問が沢山きたのですが、自分の実験不足や調査不足で詰まることが多かったので、タイに行く前に自分の研究を熟知した上でポスター作成をしておけば良かったです。
- ・研究のプレゼンテーションの質を向上させておくべきだったと反省しています。英語のポスターにするだけで大変だったのですが、自分たちの研究は専門性の高い単語や内容が多いので、予備知識を説明するスライドを入れた方が良かったと思っています。「この研究はどういう内容なの？」という質問が多くて、説明し直すことが多かったです。わかりやすい説明をこれからは意識していきたいと思いました。
- ・タイの学校で発表が控えていることもあって、より一層課題研究に力が入りました。また、英語のポスターを作成し、英語で発表する機会はほとんどないので、とてもいい機会でした。口頭発表は緊張感もありましたが、大きな舞台上でできたことはとても良い経験でした。ポスター発表では質問された時は焦りを感じましたが、説明して相手も納得してくれた時は達成感がありました。
- ・今回の研修全体を通して、自信がついた。特に、200人を前にした口頭発表を行ったことは、人前で話すことに対する苦手意識の改善にも繋がった。タイの生徒達と議論したことや、意見を交換したことは、私に不足している積極性や発言力を持つきっかけとなったと感じる。今回の研修は、4泊5日とは思えないほど刺激的で濃い時間となった。参加して本当に良かったと思う。
- ・ポスターを英語で作成するため、自分の研究を多角的に見つめ直す機会となる。
- ・医療博物館や研究所では、自分の興味のある研究について詳しく学ぶことができた。タイの生徒たちが日本の生徒を常に展示物が見やすい所へ譲ってくれる姿を見て、タイの方々の自然な優しさを感じた。
- ・博物館では、日本とは違ったタイで実際に使用されていた手術器具や、様々な病気や怪我で変形した部位のホルマリン漬けを見ることが出来る貴重な体験となった。また、研究室の実習では、実際に行なわれている研究の説明・解説を聴いたり、実験の一部を体験したりと、研究に対するモチベーションが更に上がるプログラムとなっていた。
- ・博物館では、日本ではあまり触れることのないタイの医学の歴史についても学ぶことができ、とても興味深かったです。また、研究所を訪れた際、口頭説明だけではなく実際に実験を行うことができ

### 【生徒の研究発表テーマ】

No	Title	Name
1	Perovskite solar cells produce in a school experiment	Mirai Nakamura
2	The analysis of plants' screams under the different types of stress	Hiromi Abe
3	Change in vitamin C content of water spinach during growth and under growth conditions	Saya Komori
4	From COD to TOC — Creation of a new experimental plan for TOC —	Rikako Tamai
5	Ratio of aflatoxin non-producing strain in the soil	Ayami Suzuki Nanami Wakabayashi
6	Granular damper to reduce vibration shaking up and down	Kouki Tanabe
7	Alternative Turning Conversation and Stress of wood louse	Yuika Oya
8	How to cook roasted potatoes to make them the sweetest	Mana Yagi
9	How to protect yourself other than curling up with a beetle	Otone Shimizu



## タイ王国 (PCSHC) 来校

【実施日】 2023年11月15日(水)～19日(日)

【生徒】 タイ PCSHC 生徒 8名、本校生徒 16名

【引率】 庵原 仁、乾 大介、原 汐里、廣田由里子、加藤勇人

【目的】

本校提携校のタイ王国 Princess Chulabhorn Science High School Chonburi (PCSHC) 生徒・教員が来日し、学内や科学館、大学などの校外施設での研修、研究発表を行い、英語による科学コミュニケーション力や最先端の科学技術に対する興味関心を深める。

【内容・方法】

11月15日(水)

研修1日目 タイ PCSHC 来日、ホストファミリーと合流  
Arriving at Airport.

Meeting with a host family, going to a host family house.

11月16日(木)

研修2日目 市川学園来校

Going to school with a host family.

<Morning meeting>

Greetings to the school principal of Ichikawa Gakuen.

<1st period: Meeting & School tour>

<2nd period: Joining physics class>

<3rd period: Class by chemistry Thai teacher>

<4th period: Class by biology Thai teacher>

Lunch party in the lounge.

良かったです。

- ・バンコクの大学附属の研究室で説明を受けて実験したのですが、タイの生徒はタイ語で生物を習っているのに、英語での説明をきちんと理解していて英語力の高さに驚きました。
- ・会話の際、ボキャブラリー不足で伝えたいことを伝えられなかったことが多かった。もっと単語力をつけてから行きたかった。

### 【考察】

生徒の感想の記述等から、自身の研究についての理解を深め、英語を用いてわかりやすく発表する経験が印象に残ったということがわかる。相手の立場を考えてわかりやすく伝える「表現力」が身につく、さらにその力を伸ばす必要があることが認識できた研修であったと考える。また、研究発表に関する多くの質疑応答や、その他の実習におけるタイの生徒との交流を通して、異なる文化や言語を越えた「コミュニケーション力」を身につけられた研修であったと考える。

タイの博物館や研究室の実習では、日本とは異なる病気や怪我などの医療の歴史や問題に触れ、広い視野で「課題を認識する力」を身につけられたと考える。また、大学病院での実験実習では、大学レベルの観察・測定器具を用いて、科学現象を観察・測定することや、日本とは違うタイの自然環境や研究に触れることで、「科学的な現象を発見する力」を養うことができたと考える。

タイの生徒たちに向けて日本の生徒たちが物理と化学の実験の授業を行うことで、授業を論理的に構成する「論理的思考力」、資料や実験道具を用いて他者にわかりやすく伝える「表現力」、タイの生徒の様子を見ながら実験のサポートをすることで「コミュニケーション力」が身についたと考える。



PCSHS での研究発表会にて



PCSHC 教員による物理・化学の授業

<5th period: Break time>

Preparing for research presentation.

<6th period: Research presentation >

- ・ Introducing to school of Thailand. (oral&movie)

- ・ Research presentation.(poster)

<7th period: Break time & Performance>

- ・ “Rakugo” in English.

< School club tour >

- ・ Experience in Tea Ceremony club.

- ・ Experience in Calligraphy club.

- ・ Brass band concert.

Go back to a host family house.



タイ生徒による研究発表



クラブツアー (左: 英語落語 右: 書道体験)

**11月17日 (金)**

研修3日目 東京理科大学研究室訪問、科学未来館で研修  
<Tokyo University of Science>

- ・ Tour the science dojo(exhibition hall).
- ・ Workshop at Faculty of Advanced Engineering.  
Physical engineering / Materials science and technology
- ・ Lunch at the school cafeteria.



東京理科大学研究室訪問・サイエンス道場見学

<Miraikan>

The national museum of emerging science and innovation.  
Going back to your host family house.

**11月18日 (土)**

研修4日目 国立科学博物館で研修  
<Ueno>

Visiting to National Museum of Nature and Science.  
Spending with a host family.

**11月19日 (日)**

研修5日目 ホストファミリーと終日行動、帰国  
Spending with a host family. Departing from Japan.

**【検証】 生徒コメント (一部)**

- ・ タイの生徒の研究の内容が全員レベルの高いもので驚いたのと勉強になったことがたくさんありました。自分の実験にも役立ちそうなものが多くあった。身近なものを使った研究もあり興味深かった。
- ・ タイの人と英語でコミュニケーションをとりながら化学について話し合うことができました。科学館に行ったときは自分が知らなかつ

た知識もたくさんあると同時に、知っていることをタイの生徒に教えることができた。

- ・ タイの生徒の研究のレベルの高さに驚いた。世界ではもう高校生でこのレベルで研究をやっているのかと知ることができてよかった。
- ・ タイの生徒と一緒に博物館を訪れ勉強になることが多くあった。授業と一緒に参加できた経験がよかった。
- ・ タイの生徒の研究発表を聞いて、ポスターを読んでも理解が難しいところがあったが刺激をうけることになった。
- ・ 様々な博物館でタイのバディと展示物について話すのは楽しかったけれど、博物館の系統が似すぎていてタイの子も飽きている感じが心配になった。
- ・ タイの生徒と市川生 (プログラム参加者以外) が親しくなるために学校の滞在時間を延ばして、ディスカッションの時間を長くしてグループで行うと良いと思った。
- ・ 事前学習などで考える時間を取っておくことでより話し合う時間も増えると思う。

**【所見・考察】**

コロナ禍で行うことができなかったタイ PCSHC との交流を4年ぶりに実施した。タイの生徒8名と教員4名を迎えての交流であったが、タイの生徒8名にはホームステイ先の本校生徒とバディの生徒がつくことによって、コミュニケーションと生活のサポートが充実された。研修2日目の本校への来校時には、本校物理科教員によるオシロスコープの授業にタイの生徒が参加した。授業の内容や実験の指示をバディの生徒だけでなく、同じ実験班の生徒も英語で教える姿が見られた。また、タイの教員による化学、生物の授業も行われ、科学の専門用語も多く登場する講義を聞く時間はとても有意義に感じられた。実験や測定の結果のディスカッションでは、自らのアイデアをタイの生徒に伝えるために専門用語を調べたり、表や概念図を用いて理解や発見を伝えたり姿が見受けられ、資料や実験器具を用いて他者にわかりやすく伝える「表現力」や「コミュニケーション能力」を、プログラムの参加した生徒以外にも多くの生徒が発揮していた。タイ生徒による研究発表会では、ポスターや口頭発表の内容を、課題研究を行っている本校生徒が聴くことで研究を相対化する機会となった。生徒のコメントから、学校の滞在時間が1日だけであったため、ディスカッションやコミュニケーションの時間が十分でなかったことが読み取れる。次年度以降、来校日を2日間にするなどして、交流プログラムの充実が必要であるだろう。

生徒のコメントに見られるように、タイ生徒との科学館・博物館での研修、大学の研究室訪問は印象深い経験になったといえるだろう。来校時にも見られたように、本校生徒が科学の用語を説明や定義するために英語でコミュニケーションをとることで、自らの理解の深化にもつながるだろう。これらの施設はオンラインでは体験できない実物感や体験を得られ、他国の生徒と訪問、研修する活動は今後、科学館や博物館の英語プログラムの充実や実験・体験プログラムの拡大が成されることで、国際力やアカデミックな場での英語力の実践に広く貢献することになると考えられる。





2023.12.19～12.23の5日間、3名の高2生徒（浅田幸花・永井理央・平野来実）がタイ王国ルーイにて研究発表を行った。タイにはプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール（PCSHS）と呼ばれる高校が12校ある（図1）。

本校はその中のチョンブリ校と提携しており、毎年10名の生徒の往来がある。今回の発表会は、その12校の内1校が幹事校（本年度はルーイ校）となり、タイ全国のPCSHS校とその提携校のすべてを幹事校に招待し、毎年12月に行われる。今回の参加校は66校（タイ36校、日本30校）。

## 1. はじめに

タイ王国ルーイはラオスとの国境となるメコン川に隣接した町である（図2）。ルーイには、ルーイ空港があるが、日本からの直通便はない。羽田からバンコク（スワンナプーム空港）に飛び（約6時間）、そこからドンムアン空港に車で移動（約1時間）し、国内線に乗り換え再びルーイ空港まで飛んだ（約1時間）。ルーイ空港で提携校のチョンブリ校の先生方と合流し、ルーイ校に向けて車で移動（約1時間半）。合計19時間の移動となった。12/19羽田21時集合→ルーイ校14時着（現地時間）日本との時差は2時間。

到着時ルーイ空港の気温は29℃。飛行機を降りると、12月とは思えない熱気があり、日中は半袖で過ごせる。日が沈むと肌寒くなり、長袖が必要。以下、TJ-SSF 2023のプログラムを時系列にしたがって紹介する。



図1. PCSHSのロゴ



図2. ルーイ校の所在地

## 2. 到着時

ルーイには伝統の音楽と舞踊があり、現地校の生徒が音楽と踊りでおもてなし。到着して車から降りると、すぐにバディが駆け寄ってきて、生徒の大きな荷物をドミトリーに運んでくれた。すべての学校が到着するには、短く見積もっても3時間以上はかかる。その間ずっと、音楽を奏でて、民族衣装や仮面をつけ踊っていたと思うと、大変なおもてなしだったと、あとから気づく（図3）。



図3. 現地生徒による歓迎の音楽と舞踊



図4. 本校生徒とバディ@チエン・カーン

私の手元にも、いつの間にかお菓子やジュースがあり、タイの方々のサービス精神には頭が下がる。しばらくすると、ポスター会場に案内され、ポスターを設置。その際も、すべての作業をバディが行ってくれようとする。本校生徒曰く「小学生の子どもを扱うように私たちに接してくれる。」何でもしてくれようとするので、恐縮してしまうとのこと。そこまでのホスピタリティーは、日本にはない。良くも悪くも日本人は人との距離感を大切に。一方タイの方々は、隙あらば関わりを持とうとするので、生徒間の距離は一気に縮まる。

ここで、生徒は校内のドミトリーに、教員は車で30分移動したところにあるホテルに移動。プログラムにはなかったのだが、夕食後に、メコン川近くにある商店街「チエン・カーンストリート」（図4）に遊びに連れ出される。チョンブリ校の先生も生徒たちも、ここに足を運ぶのを楽しみにしていたようだ。

## 3. プログラム1日目

この日はシリントーン王女が来校する。ルーイ校内が厳戒態勢となり、参加者全員がコロナ検査を受ける（図5）。



図5. コロナ検査の様子

教師も制服着用で、さながら軍隊の合同訓練の様。リハーサル（お辞儀の仕方など）を数回繰り返す。警察？軍？の偉そうな人の指示を聞く。タイ語で話しているので、まったくわからなかったが、周囲の人の動きを真似して乗り切る。報道陣なども加わり、盛大なオープニングセレモニーが開催された。午後からは、生徒のポスター発表となる。ポスターセッションの時間は2時間で、自身の発表時間は1時間。全体の1/3程度は日本人生徒なので、日本語での説明もちらほら聞こえてくる。本校生徒は、常に英語で説明することができていた。終始、聴講者がポスター前にいたので、終わった時には疲労の色が隠せなかった。それでも、最後まで真摯に対応していた（図6、図7）。

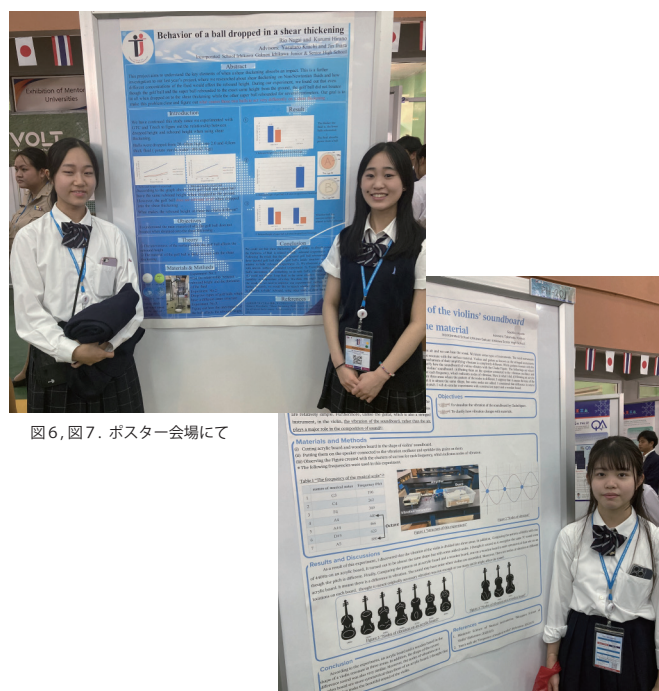


図6, 図7. ポスター会場にて



ポスター発表後は、グラウンドに設置された野外ステージ (図8-10) にてウエルカムパーティが行われた。日暮れとともに、セッティングされた座敷に食事が運ばれてくる。舞台では伝統的な音楽と踊りが絶えず続き、打ち上げ花火が上がるなど、つつい費用を気にしてしまうほどの豪華さであった。最後はグラウンドの周囲を、参加生徒全員が輪になり音楽に合わせて踊っていた。



図8. ウエルカムパーティ会場入口



図9. グラウンドに設置されたパーティ会場



図10. 発表後、緊張から解放され笑顔に!

#### 4. プログラム2日目

この日は、部門ごとに分かれスライドを用いたオーラル発表であった。しかし、長時間の移動とポスター発表の緊張などが重なり、浅田および平野が体調を崩してしまった。浅田はナースセンターで休養を取り、午後のオーラル発表を行うことができなかった。しかし、夕方以降は回復し、夕食後に行われた星空の観望会に参加することができた。一方、平野は、午前中にあった自身のオーラル発表を行えたものの、午後からはドミトリーで休息をとり、体調の回復に努めた。永井は終始元気。教員は、タイおよび日本の教授陣のSDGs 関連の研究発表を聴講する1日で、同じ校舎内にいるもののほとんどが別行動。元気な永井に連絡を取りつつ、体調を崩した2名の様子を確認した。この時もパディの生徒たちがよく助けてくれた。私のパディの先生も生徒の様子を気にかけて、生徒の状態を報告してくれた。



図11. ルーイ校内 発表会場の中庭

#### 5. プログラム3日目

プログラムとしては最終日に当たるこの日は、フィールドトリップ (事前に4つのコースの中から1つを選び、ルーイ周辺で行える観光体験ツアー) を行った。先日の体調不良者2名も無事に回復し、楽しむことができた。私と生徒は完全に別行動で、近くに居るものの、時間差でおなじ場所を訪れることができるように、配慮されていた。実施前は、体調不良者2名の件もあったので、生徒の姿を確認できない不安もあったのだが、タイの先生方のホスピタリティーの前では、プログラム中に“不安”の2文字が横切ることにはなかった。任せて安心と思えた。引率していながら、生徒の写真などを撮ることができないのは残念だが、生徒の視界に教師が入り込まない方がよいのであろう。現地の生徒との距離がさらに縮めることができた1日となった。



図12. チェン・カーンにて



図13. タイ・ダム文化村 村民の生活を体験

上記内容を午前中に体験し、午後はフィールドトリップの成果発表。その後、クロージングセレモニーを行った。その会場内では、すべての発表校に参加証となる盾が授与され、日本からは、熊本と静岡の2校が、くまモン音頭とソーラン節を披露した。派手な演出の後は、厳かな雰囲気の中で、ルーイに到着した時の様子から、ポスター発表・スライド発表の様子、先ほどまで行っていたトリップの様子がスクリーンに音楽とともに映し出され、さながら結婚式のお頂戴映像のよう。短くも多くの体験を、隣にいるパディとともに経験できたことに感謝できる演出がなされた。



図14. 授与された盾と会場の様子



図15. 本校生徒と奈良女子生徒

#### 6. 最終日

最終日は約22時間の帰路の旅である。早朝7:30の出発。これまでお世話になった同じチョンブリ校の提携校である奈良女子の生徒たちと、1号館の前で最後の記念撮影 (図15)。チョンブリ校の先生方もバンコクに車で約10時間かけて帰るため、早くから帰路につきたかった様子。そのため、ルーイ空港で4時間近く待つこととなった。ドンムアン空港には、14:30到着。そこからは、5時間ほどバンコク周辺を観光し、スワンナプーム空港に21時到着。深夜23時発のフライトで日本時間早朝7時に無事、羽田到着。

#### 7. おわりに

生まれた時から、インターネットやスマートフォンを活用することができるデジタルネイティブの若者をZ世代と呼ぶらしい。私が幼少時の米ドルは1ドル360円であった。そこから250円を経て、今では100~150円となった。易々と海外に行ける時代ではなかった。しかし、今では実際に海外に足を運び、異文化に直接触れる機会もあれば、SNSを通じて、海外の人とコミュニケーションをとることも容易にできる時代となった。高校生の自分が研究を他国で発表するなど、夢にも思ったことはない。今回参加した生徒たちは、SSHの活動を通じて、体験し難い経験を得た。しかし、彼らにとっては、この体験がただ1つの経験になりえる。自分の人生において普通に起こりえるイベントなのである。これから先、彼らは何物にもならないはずがない。将来が楽しみである。



# 「実施の効果とその評価」

## 指定3期における課題研究の評価の推移 (市川サイエンス課題研究評価基準表による評価の分析)

SSH 指定3期では、課題研究を自立的に進めるためには5つの力（論理的思考力・表現力・コミュニケーション力・科学的な現象を発見する力・課題を認識する力）が必要であると考え、学校設定科目や課外活動を通して低学年からそれらの力を養ってきた。課題研究は「市川サイエンス課題研究評価基準表」に従って評価し、これまでは単年度内の数値の変化を追うことで、生徒の変容を追ってきた。その結果、以下のことが明らかになった。

- ・発表技術は経験を重ねるほど上達する。
- ・発表資料は発表を重ねるごとに向上するが、特に論理性（論理に矛盾がない・論理に飛躍がない）に関する向上が著しい。
- ・一方で生徒は自身の論理性を過大に評価する傾向は発表を重ねても変化がみられず、論理性を正しく理解できていない恐れがある。
- ・教員による評価をフィードバックすることで、生徒は自分の研究に対して客観的に捉えることができるようになる。

ここでは年度を重ねるごとに各項目の評価がどのように推移するかを追った。本校は中高一貫校であるため、内進生であれば中学からおもに課外活動を通して影響を受けるため、年度を重ねるに従って、評価が向上することが予想される。

本校の課題研究「市川サイエンス」では表1に示すように、3回の校内発表と2回の報告書作成が課される。

表1 市川サイエンスの発表会と報告書

	校内発表	提出文書	評価対象
6月	研究構想発表会		発表資料（ポスター） 発表態度
7月		研究計画書	報告書
11月	中間発表		発表資料（スライド） 発表態度
2月		研究論文	報告書
3月	最終発表会		発表資料（ポスター） 発表態度

そこで今回は2月に提出される研究論文の評価の推移を年度ごとに比較した。ポスターなど発表会の資料ではなく論文で比較したのは、研究の新規性や論理性などをより正確に評価できるのが論文と考えたためである。

令和2年度から4年度までの論文について、評価基準の各項目の平均値を年度ごとに算出した。なお令和元年度は、年度末に新型コロナ流行にともなう休校措置があったため、評価を行っていない。

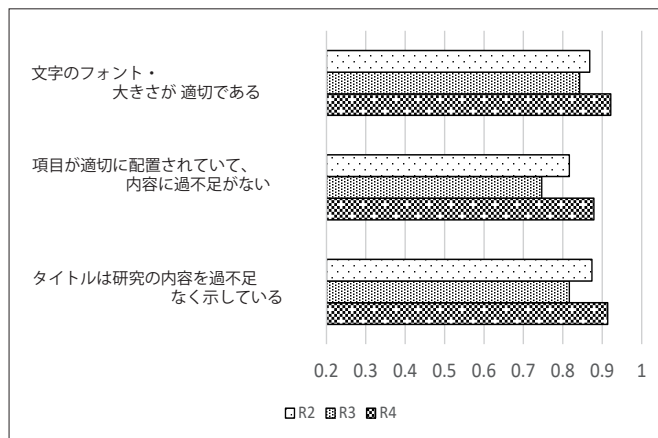


図1 レイアウトの評価 (表現力)

レイアウトについては年度による大きな変化はみられず評価も高い。論文執筆に至るまでに何度も資料作成を行いその評価を受けているため、この段階では身につけていることがわかる。

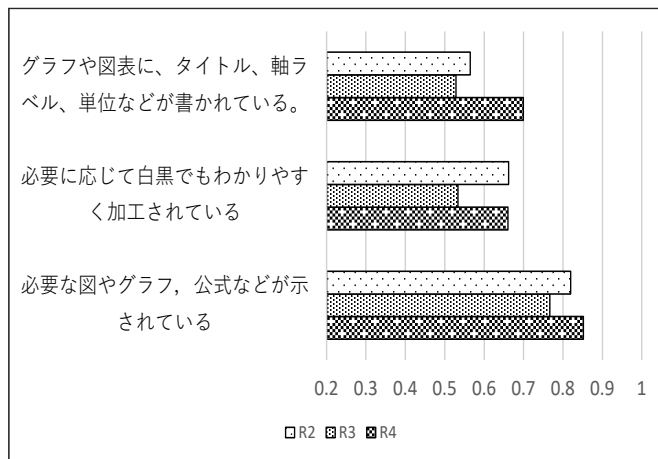


図2 図表・公式の評価 (表現力)

図表・公式の項目では、「グラフや図表にタイトル、軸ラベル、単位などが書かれている」の項目が令和4年度になって上昇している。ソフトウェアでグラフを作成すると、軸ラベルがない、タイトルの位置が異なるなど規定に沿ったグラフにならないため、加工が必要となる。全体への説明や教員研修での議論を通して図表のスタイルへの意識が浸透したものと思われる。このように一度規定に沿ったグラフが描かれるようになると、翌年度以降、指導する教員も意識して指導を行うこと、規定に沿ったグラフの載った論文を後輩が見て作成することなどから全体に定着することが予想される。次年度の値を確認することで検証したい。

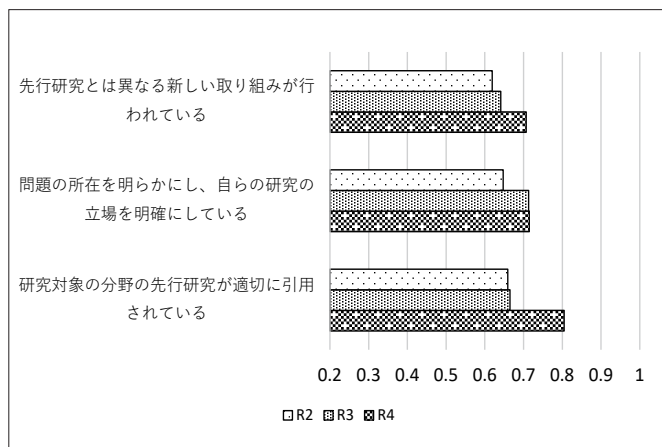


図3 独自性・新規性の評価 (発見・認識)

他の項目と異なり、割合は異なるものの、すべての項目が年度を重ねるに従って増加している。「先行研究が適切に引用されている」が令和4年度に大きく上昇しているが、令和4年度は教員研修で参考文献の示し方について討議したことから、指導教員も意識して取り組んだ結果であると考えられる。

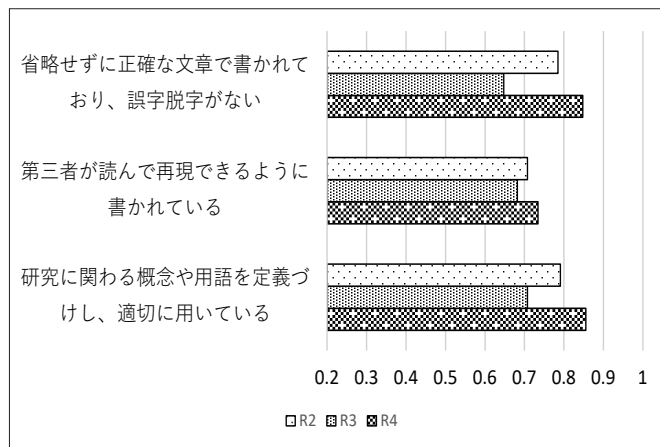


図5 文章表現の評価 (表現力)

文章表現については「再現性のある書き方」であまり上昇が見られない。継続研究を行う場合には、この項目が重要になるため、後に残す資料として評価が上がるようにする必要がある。教員研修で題材にするなどして問題提起と意識の共有を図っていきたい。

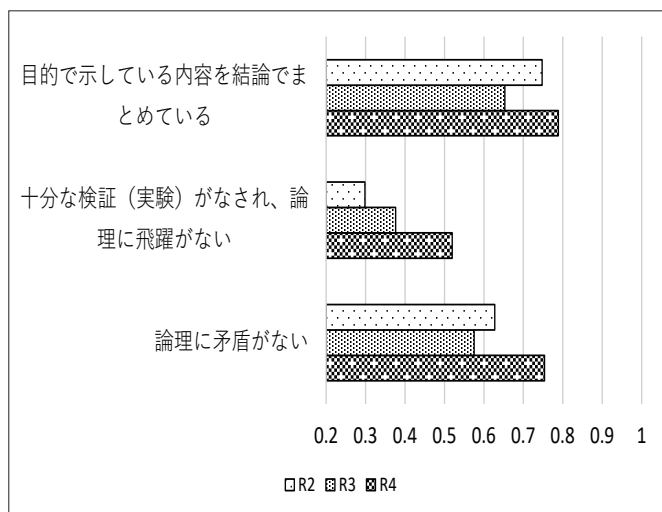


図4 論理性・実証性の評価 (論理的思考)

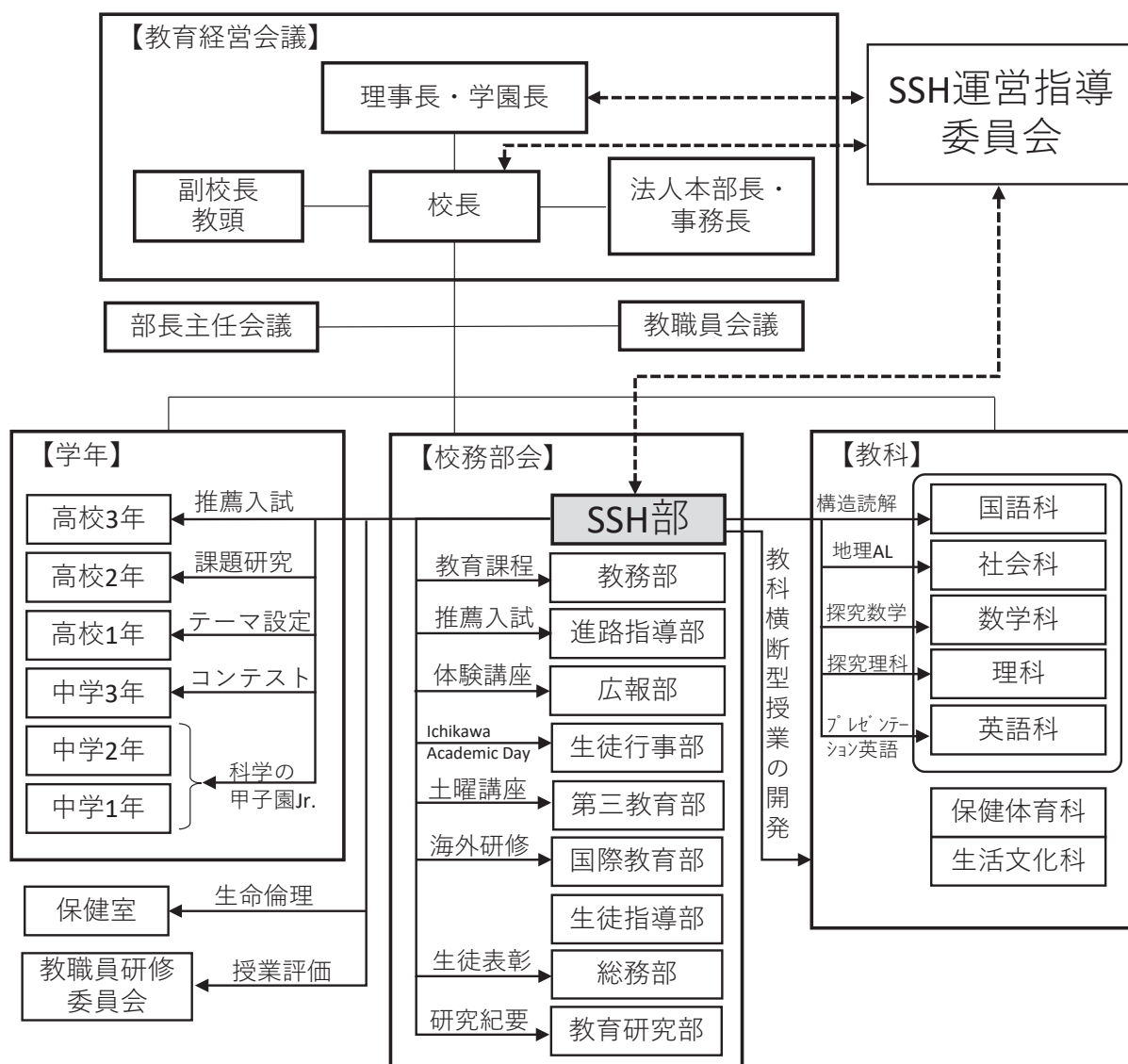
「論理に飛躍がない」の項目が低くなっているが、これは「十分な数の実験を行っており、そこから結論や考察を導き出している」ことを評価する項目であるため、実験数が少ないと評価されないことになる。そのためには生徒が早い時期に実験を始めることができるようにしなければならない。研究の信頼性に関わる項目であるため、今後評価を上げる方策を見つける必要がある。

全体的に評価は上昇しているが、「独自性・新規性」や「論理性・実証性」の項目はまだ低い評価のものが多い。「独自性・新規性」は5つの力のうち「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」によって得られるものであり、研究のテーマ設定に関わる項目である。また「論理性・実証性」は5つの力のうち「論理的思考力」によって得られるものであり、実験のデザインや結果を考察することに関わる項目である。これは図表のように正解の形があるわけではない上に、知識の活用が必要であるため、「教える」ことが難しい項目である。だが「独自性・新規性」については、例えばこれまで漠然と進めていたテーマ設定を3つの具体的な項目として定義したのは今回の成果であるといえる。今後は各項目について、さらに具体化して定義し、生徒が取り組みやすいものにしていく必要がある。また、「論理性・実証性」については、他の学校設定科目でもその育成に取り組んでいる力である。生徒の研究論文における論理的思考の破綻が、どのようにして生じているのか、他教科の協力を得ながらその分析から始めていきたい。

# 「校内における SSH 組織的推進体制」

校務部会の一つとして SSH 部を設置し、メンバーには校長・高校教頭が入る。校長は学園全体の方針を決める教育経営会議のメンバーでもあり、学校と SSH の仲立ちを行う。SSH の新しい企画や大きな変更を伴う案件は、教育経営会議で検討、承認後に部長・主任合同会議で校務部部长・教科主任・学年主任各部の部長に諮った後、教職員会議で全教職員に通達される。部長主任会議は水曜の 2 限に設定されており、その時間は部長・主任は空きコマとなっている。全体の議題がない場合は教科主任のみ、もしくは学年主任のみで集まって、教科の関わる取り組み、学年の関わる取り組みについて議論することができる。教育経営会議は水曜放課後に設定されており、2 限で話し合われた内容をその日のうちに教育経営会議に諮ることができる。

SSH 運営指導委員会は年 3 回開かれ、生徒の研究発表を見て頂いた後で、本校の取り組みについて報告を行い、指導助言を頂いている。先行研究調査の不備が委員から指摘されていたことから、テーマ設定を高 2 の 4 月から高 1 の 12 月へ前倒しし、さらに 6 月に研究構想発表会を行うことで、先行研究を踏まえた上で研究活動に入れるようにした。また人に関する実験、動物実験についてのルールづくりについても委員からの指摘があった。そこで令和 3 年度に「人を対象とした研究に関する規定」を定め、令和 4 年度に「動物実験に関する規定」「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」をさらに定め、倫理的、安全に研究が行える環境を整備した。



## 「成果の発信・普及」

- ・市川サイエンス（課題研究）に取り組む全員が、6月の研究構想発表会、11月の中間発表会で、課題研究の途中経過を報告した。発表会は本校教員と運営指導委員に公開した。
- ・3月に学校全体で行う発表会として Ichikawa Academic Day を開催した。ここでは課題研究だけではなく研修や社会科学系の研究も発表できる。中学生の研究発表も対象として、全校が参加する発表会となる。課題研究の最終報告を全校生徒が参加する会で行うことで、全生徒と成果を共有するとともに、運営指導委員や生徒保護者、外部教育関係者に広く公開した。
- ・課題研究の成果を、外部発表会を通して発信した。参加した発表会は「生まれ！理系女子 女子学生による科学研究発表交流会」「高校生理科研究発表会」「千葉県課題研究発表会」「高校生サイエンス研究発表会」等。
- ・授業研究会を開催し、全国の教育関係者・本校 SSH 運営指導委員に広く公開した。3期指定の5年間でのべ89校122名の先生方に本校で開発した授業を見て頂いた。
- ・研究開発報告書を作成し、全国のSSH指定校、千葉県内の全高校に配布した。
- ・令和5年度に Journal of Project Research, Ichikawa High School (JPRI) を発行し、全国のSSH校、千葉県内の全高校に配布した。内容は令和4年度の生徒課題研究論文のうち各分野で最優秀論文に選出された論文と全研究の要旨である。
- ・令和5年度に「高校生地学研究発表会」を開催。翌日には本校地学科教員による市川市内の巡検を行った。
- ・発表会の成果や課題研究の取り組みについて市川学園ホームページに随時掲載した。

## 「研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性」

### 1. 5つの力の育成

3期で育成を目指した「論理的思考力」「コミュニケーション力」「表現力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」のうち、「論理的思考力」「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」の育成については、評価基準表などで指針を示すだけでは不十分なことが分かった。「論理的思考力」については、各教科で具体化し、その共通点を探することで、本校で求める論理的思考力の土台を決めること、またそれを獲得させるための方法や評価方法を開発する必要がある。「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」を付けるための基礎として観察力を鍛える必要があり、それにはより低学年からの継続的な取り組みが必要である。本校は中高一貫校であるため、中学の理科の授業で観察を主体とした授業を開発し、中学からの観察力の育成を図りたい。

### 2. 課題研究の自立性を高める

約250名の課題研究を一定のレベルに届かせるために、その都度一斉講義を行って文献の調べ方、資料の作り方などを指導してきた。しかし、研究の進捗は個人で異なるため、一斉講義は効率的ではない。本校の指導の方法を冊子化することで、その時必要な情報を生徒自身が引き出すことで、より効果的、かつ自立した研究活動が行えると考えている。

### 3. 他校との連携

令和5年度に開催した本校主催の「高校生地学研究発表会」は研究交流の場としては成功したが、教員同士の地学教育や研究指導の交流を行うためには、さらに規模を大きくする必要がある。SSH生徒研究発表会、SSH情報交換会など多くの教員と交流する機会に広報活動を行い、地学研究発表会を発展させていきたい。

5つの力を育成するために、中学での取り組みを充実させるのであれば、他の中学校との連携も考えられる。授業研究会を中学対象にするなどして、中学でも本校の取り組みを広めていきたい。

課題研究の自立性を高めるための一つの方法として本校の課題研究の進め方を冊子化することにより、課題研究の方法を他校に示すこともできるようになる。それと同時にいま現在どのような指導を行っているか、具体例を交えながら情報交換できる機会をつくることで、課題研究に取り組みやすくなり、理数探究を取り入れる学校が増えることが期待される。



No	科目	課題研究テーマ
1	数学	重度オクルージョン発生下における画像の特定物体認識
2	数学	平行弦共役とその応用
3	数学	ポリオミノタイリングの数え上げ
4	数学	4×4×4ルービックキューブが揃うための必要十分条件
5	数学	拡張したソモス数列とクラスター代数
6	数学	ナポレオンの定理
7	数学	和音のn角形で球面のn角形分割を構成できる条件
8	数学	2次漸化式の剰余の周期
9	数学	階段状のチョコレートゲーム
10	物理	ボールの素材による反発係数の比較
11	物理	六角形の並べ方による強度の変化
12	物理	ジャイロモーメントとブーメラン
13	物理	バスタブ渦の回転方向を決定する条件
14	物理	ペットボトルフリップを成功させた
15	物理	バネにおけるバネ定数とバネの伸びが音の伝達に及ぼす影響
16	物理	OpenCVを用いた物理の実験データの計測
17	物理	内部エネルギーへの変換によるエネルギー減衰機構の効率化
18	物理	超音波センサを用いた三次元計測可能な地震計
19	物理	素材によるヴァイオリンの板の振動の変化
20	物理	二重反転プロペラとその距離における生み出すエネルギーの関係
21	物理	シャーペンの角度と濃さの関係
22	物理	振動発電
23	物理	よく跳ねるスーパーボールの製作
24	物理	水面に石を飛ばした時の入射角と跳ねる高さの関係
25	物理	蝶の翅の微細構造と撥水性の解析
26	物理	風洞実験における視認性の良い物質の選出
27	物理	正多角柱構造体の強度
28	物理	錐の形状による空気抵抗の変化
29	物理	メガホンの形状と音の大きさの関係

30	物理	テンセグリティテーブルの構造特性について
31	物理	矢の形状と飛び方の関係
32	物理	堰堤の形状とリサーキュレーションの強さの関係
33	物理	全方向の振動を電力に変換可能な装置の作成
34	物理	スティックボムの関係式に関する研究
35	物理	条件の変化に伴うコマの回転時間と軌道
36	物理	同じ音程でも変わる印象
37	物理	スノーブラウの排雪抵抗力軽減
38	物理	画像解析を用いたコロイド溶液の濃度とRGB
39	物理	集光時の反射鏡の角度と太陽光パネルの発電量の関係
40	物理	ダイラタント流体の厚さと流体に物体を落下させた時の跳ねる高さの関係
41	物理	微小区間における二重振り子の見えざる位置エネルギー条件
42	物理	異なる大きさの粒子を用いた粒状体ダンパー
43	物理	正多角形を組み合わせた平面充填形の構造体の強度
44	物理	ドミノの倒れる速度の数値化に関する考察
45	物理	湯の入ったお椀がひとりで動く現象の解析
46	物理	ボトルフリップにおける手首のスナップの影響
47	物理	ミウラ折りシートの強度測定
48	物理	音色の変数の可視化 ～ダンパーペダルについて～
49	物理	テオヤンセンリンクの運動に必要な力
50	物理	布の種類によるギター音の吸音性の違い
51	物理	ジェンガ
52	物理	素材が靴の衝突音にもたらす影響
53	物理	床の摩擦力和ドミノの倒れる速さの関係
54	物理	水滴の水面衝突に伴うミルク冠形成後の水柱の様子の解析
55	物理	ペットボトルフリップの成功要因は何か
56	物理	回転遊具を長く回す方法
57	物理	物体の回転と流体の反発係数の関係について
58	物理	グラスハーブにおける音の大きさに依存する変数
59	物理	スティックボムの爆発の高さの関連

## 課題研究一覽②

No	科目	課題研究テーマ
60	物理	住宅計画の理想と適切な屋根形状の決定
61	化学	ポリフェノールを用いた 溶けにくいアイスクリームの作成
62	化学	ph によるアントシアニンの構造変化と 紫外線吸収度の相関性
63	化学	プラスチック素材による銅鏡反応の条件
64	化学	発泡スチロールの耐酸コーティング研究
65	化学	メタノールを酸化分解する ジオバクター菌を用いた微生物燃料電池の開発
66	化学	電子レンジにおける焼き芋の糖度を最大にする条件
67	化学	アミロースの老化速度上昇による接着時間の変化
68	化学	落花生の殻による ホルムアルデヒド吸着能と水中での検討
69	化学	ダイラタンシー現象を起こす 混合液上に落下する球の挙動
70	化学	マオウタンニンの抽出量と水の硬度
71	化学	ホルムアルデヒドを用いない有機時計反応
72	化学	泡のコントロールによる苦味などの刺激の緩和
73	化学	魚鱗由来ゼラチンの簡易的抽出法の開発
74	化学	フラボノイド色素を用いた紫外線吸収作用
75	化学	フラワーレメディエーション
76	化学	竹炭洗浄剤の効能について
77	化学	ペロブスカイト電池の校内製作
78	化学	ビスマスの陽極酸化における構造色と電圧の関係
79	化学	醤油を用いたゲルインクの作成
80	化学	家庭で手軽に作れる服薬ゼリー
81	化学	Python を用いた第一級アルコールの物性予測
82	化学	飴の甘味料と溶ける速さの関係性
83	化学	エモリエント効果の高い保湿剤の作成
84	化学	触媒を用いない生分解性プラスチックの製法と 強度を上げる方法
85	化学	TOC 湿式酸化法の簡素化
86	化学	揮発性物質の凝固点降下
87	化学	カイワレダイコンの成長条件における ビタミンC含有量の変化
88	化学	コンポストによるおからの堆肥化
89	化学	樟脳を用いた消毒液の作製
90	化学	新しい知育菓子の考案
91	化学	とうもろこしのヒゲから台布巾を作る
92	化学	トルマリンが植物の成長に及ぼす影響
93	化学	発電微生物による吸水性ポリマーを用いた コンポスト発電
94	化学	身近な材料で色鉛筆の筆跡を消せる消しゴムを作る
95	化学	洋服についた松脂の落とし方
96	化学	緑黄色野菜から蛍光インクの作成
97	化学	マカロンを綺麗に焼成するための作成条件
98	化学	一価アルコールのゼオライト触媒による脱水
99	化学	防カビ作用のあるショウガ配合塗料の制作
100	化学	様々な水溶液の浸透率を土に応用
101	化学	ゴム
102	化学	界面活性剤によるタンパク質の変性と手荒れの関連性
103	化学	ヒートショックプロテインの定量化と 触媒効果の有無について
104	化学	おからの堆肥化による微生物発電
105	化学	植物の土壌洗浄効果による 重金属イオンの吸収量の変化
106	化学	TOC 湿式酸化法の簡素化
107	化学	犬用ビーフジャーキーにおける 亜硝酸ナトリウムの定量
108	化学	溶けているイオンとパスタの伸びの関係
109	化学	フラックス法による簡易的人工宝石の合成
110	化学	ダイラタンシー現象を起こす 混合液上に落下する球の挙動
111	生物	メダカとゼブラフィッシュの色覚差異
112	生物	クワガタのもつ抗菌作用
113	生物	バチルス菌による納豆の粘質物の軽減
114	生物	バットディテクターを用いたトマトの超音波の測定
115	生物	光の点滅で変化するショウジョウバエの行動パターン
116	生物	オジギソウの昼夜逆転とその回復
117	生物	保湿力の高いリップクリーム
118	生物	マリモにおける最適な光合成条件の検討

No	科目	課題研究テーマ
119	生物	リーフセーフ処方×ウォータープルーフの日焼け止め
120	生物	微生物燃料電池の発電量と電気共生の関係について
121	生物	最も修復作用のあるヘアオイルとは？
122	生物	ヒト生活圏における野鳥の季節による変化
123	生物	異科接木を可能にする植物の同定
124	生物	トロロアオイの代替品を探して
125	生物	ウツボカズラがもつ消化酵素の最適温度
126	生物	花蜜糖度の計測方法及び花蜜採集方法の開発
127	生物	食料廃棄物から紙へ
128	生物	ミカンをより甘くする加熱方法
129	生物	毛髪のダメージについて
130	生物	米のとぎ汁添加によるスピルリナの培養促進検討
131	生物	土壌の麴菌の安全性をより早く確かめるための新規手法の検討
132	生物	校内のアラカシの塩分濃度
133	生物	クレヨンの顔料の代用
134	生物	茶で上履きを殺菌、そして抗菌する
135	生物	果物染めにおける抗菌作用の効果
136	生物	赤潮プランクトンとビタミンの関係
137	生物	周波数が植物の成長に与える影響
138	生物	抗菌効果を持った物質同士の混合による抗菌効果の変化
139	生物	SpO2 と負荷重量の関係性
140	生物	作業による菌の拡がり具合と最も適切な除菌方法
141	生物	アオウキクサの光回復
142	生物	ゼブラフィッシュのストレス
143	生物	酸性の水によるカイワレダイコンへの影響
144	生物	音によるゼブラフィッシュのストレス
145	生物	振動がプラナリアに与える影響
146	生物	植物の成長に与える乳酸菌の影響
147	生物	髪の毛のダメージについて

148	生物	六割橋周辺における水鳥の個体数差
149	生物	ドクダミの抗菌作用
150	生物	色素を混ぜたエサでのカイコの繭の着色
151	生物	カイワレダイコンの成長に与える音の関係性
152	生物	プラナリアの免疫
153	生物	地衣類の農業への活用
154	生物	四つ葉のクローバーの発生条件
155	生物	カメの紫外線に対する反応
156	生物	アブラナ科植物の成長における音の影響
157	生物	ミドリムシによる葉面糖吸収の促進
158	生物	ダンゴムシの危険の回避方法
159	生物	光がダンゴムシに与えるストレス
160	生物	植物中におけるリグニン及びセルロースが示す消臭力
161	生物	炭酸飲料による吃逆の発生
162	生物	酸性溶液下におけるクラゲチップによる高吸水性ポリマーの代用
163	生物	クレソンの創傷治癒作用の動物への適応
164	地学	市川市の過去の地震の震度分布と東京湾北縁断層における活断層の可能性
165	地学	丸太打設液状化対策における木材の樹種・形状による軽減効果の違い
166	地学	瀨波温泉の海側と内陸側の源泉における相違点及びその起源
167	地学	千葉県館山市における津波到達位置と神社分布の関係性
168	地学	地名語尾と地形の関連性
169	地学	発泡スチロールの発泡倍率と土種の組み合わせによる高い強度の落石防護土堤の開発
170	地学	塩類及び塩分濃度の違いから塩類風化の成因を解明する
171	地学	世界各地の古記録から超新星 SN1006 を再考する
172	地学	市川市近郊に位置する江戸川から見る風の特徴
173	地学	下総大地の霧の分布

※網掛けはグループで研究を行っている



## SSH小学生対象講座

## 【仮説】

通常教わる立場にいる生徒が教える立場になることで、扱う内容についてより正確な理解を得ると同時に、コミュニケーション力や表現力を向上させることができる。

## 【方法】

小学生を本校へ招き、本校生徒が考えた理科・数学についての講座を受講してもらう。高校2年生の理系選択者全員（約250名）が講師となるため、7月と12月の2回実施し、それぞれ物理・化学・生物・算数に分かれ、科目の中で3-4講座を設定することで1講座あたりの講師が4-6名程度になるようにした（表1）。講座では実験やパズルなどを通して現象を体験できるものとし、小学生が受講しやすくした。

表1 講師数と講座数

	7月	12月
講師となる生徒人数（講座数）	130 (19)	130 (18)
物理担当（講座数）	32 (6)	34 (4)
化学担当（講座数）	35 (4)	30 (4)
生物担当（講座数）	28 (4)	38 (4)
算数担当（講座数）	35 (5)	28 (6)
受講する小学生人数	200	200

## 【検証】

参加した小学生にアンケートを取り、受講した講座の中でよかったものを最大4講座上げてもらった結果を表2にまとめた。化学・生物の実験の得票が多く、物理・算数が少ない傾向にあるのは、小学生にとってはより具体的に現象を観察できるものが好まれるためであると考えられる。ただしこのプログラムの目的の一つは、教える側の生徒が現象に対する理解を深めることと、表現力を向上させることにある。そのことを検証するためには「よかった」という漠然とした質問ではなく、新しい発見があったか、説明はわかりやすかったかなど、目的に沿った質問を設定することでより正確な検証ができると考えられる。

また、参加した生徒にアンケートを取ったところ、7月、12月とも「難しいが楽しかった」という生徒が最も多かった。次点は「難しくないが楽しかった」であり、講座の難易度に限らず楽しく講師を務めた生徒が多かったことが分かる。一方で「難しくない」と回答した生徒は扱った現象について、事前に持っていた理解から変化していないことが予想される。より高度な知識をどのように平易に小学生に伝えるかという経験を通して現象への理解は深まることを期待しているため、そのような生徒については、題材を検討する必要がある。

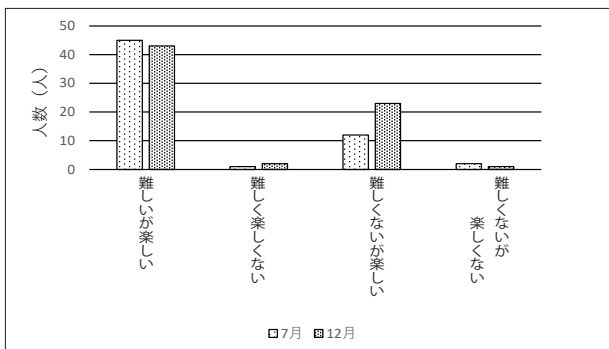


図1 生徒への事後アンケート

表2 小学生へのアンケート結果  
(よかった講座を最大4つあげて下さい)

	7月	良かった	12月	良かった
物理	塵も積もれば山となる ～圧力の不思議～	6	水の中で消える!? ジェルボール	10
	グラスハーブを使って 音を出してみよう	13	水をこぼさず回せ!	11
	音が作る波を 体験してみよう	9	カラフルな雲を作ろう!	11
	ペットボトルで雲を つくろう!	18	雷を作ってみよう	31
	動かしても動かない?!	11		
	起立! 気をつけ! 振り子ブラザーズ!	17		
化学	不思議で楽しい! シャボン玉実験	29	スライムを作ろう!	44
	スライムを作ろう!	31	火花を見よう!! ～テルミット反応～	31
	魔法の水 ～いろいろな沸騰～	25	3秒でお金もち!?	31
	象の歯磨き粉を作ろう!	26	不思議で楽しい シャボン玉実験	36
生物	植物の気孔を観察しよう!	22	土壌動物ハンター	26
	まわれ! メダカくん	20	葉っぱでしおりを作ろう!	30
	ブロッコリーの DNAを見てみよう!	14	肝臓のすごい働き	33
	右! 左! 左! 右...??	42	オリジナル顕微鏡を つくってみよう!!	33
算数	ドット絵を埋めよう!	6	あなたには三角形が 何個見える?	16
	一筆書きをやってみよう!	23	計算占い	15
	四色ぬりえ	20	Let's 一筆書き!!	16
	すごろくランド	19	3へいほうのていり	22
	板チョコで図形を学ぼう	12	おはじきとりゲーム	18
			タイルであそぼ!	7



# 卒業生アンケート

## 【仮説】

昨年度に引き続き、卒業後5年、10年の卒業生に、アンケートを取った。研究職に就く、あるいは希望する卒業生の割合を調査することで、本校のSSHプログラムが科学技術人材を育成できたことを検証できると考えた。また、大学での研究を経験した卒業生は本校のSSHプログラムをどのように評価するのかを調査することで、これまで取り組んできたプログラムの効果を検証し、かつ今後の本校のSSHプログラムの改善を図れると考えた。

昨年度は、SSHのよかった点・改善点について自由記述で回答してもらったため、回答の仕方に幅が生じ、正確な分析ができなかった。そこで今年度は、選択式にしてその理由を記述してもらうことにした。

## 【内容・方法】

Googleフォームでアンケートを作成し、2013年度卒業生(2014年3月卒)と2018年度卒業生(2019年3月卒)に回答を依頼した。アンケート回答期間は12月末から1月末までとした。各年度の特徴やアンケート項目は以下の通り。

### 【各年度の特徴】

- \* 2013年度卒(卒業後10年)  
SSH指定1期4年目(高2時)  
研究開発課題「自発的志向・自己表現・外部連携・国際的視点を育成するプログラムの開発」
- \* 2018年度卒(卒業後5年)  
SSH指定2期4年目(高2時)  
研究開発課題「探究的な授業と課題研究を両輪とする指導方法を完成させ、国際的に活躍できる課題発見型研究者育成の基盤を構築する。」

### 【アンケート項目】

- ①研究職に就いているか、もしくは研究職を志望するか。
- ②高校の時に行ったSSH活動で、よかったものは何か。  
選択式で複数回答可。任意でその理由を記述。
- ③高校の時に行ったSSH活動で、改善が必要もしくは不要なものは何か。選択式で複数回答可。任意でその理由を記述。
- ④最終学歴

## 【検証・評価】

アンケート回答率

- \* 2013年度 11.8% (25/211)
- \* 2018年度 10.6% (23/216)

### ①研究職志向

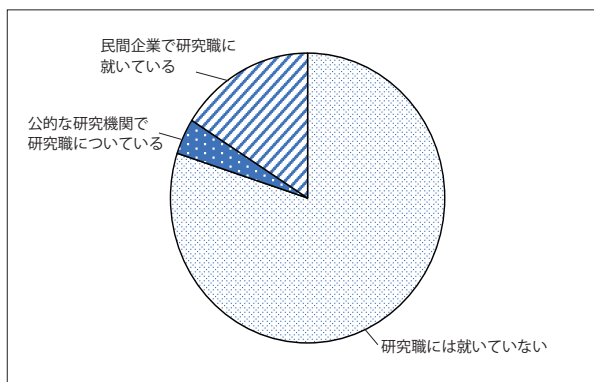


図1 2013年度卒の研究職の割合

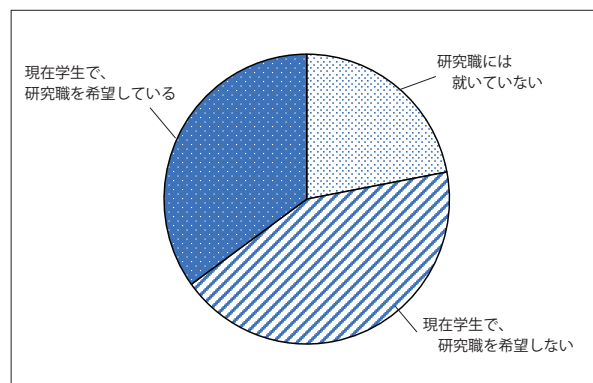


図2 2018年度卒の研究職志向

2013年度卒の回答者のうち研究職に就いたのは20% (図1)、2018年度卒で研究職を志望するものは35% (図2)と増加しているが、希望が必ずしも叶うものではないため、一概に研究志向が高まったとは結論できない。2013年度卒は指定1期目、2018年度卒は指定2期目であり、本校は2期目の研究開発課題で初めて「研究者の育成」を謳っている。本アンケートは卒業後5年と10年の卒業生に取るため、来年度以降で1期目から2期目が変わる時にこれらの値がどのように変化するかを追っていきたい。

### ②高校在学時のSSH活動でよかった点 (図3)

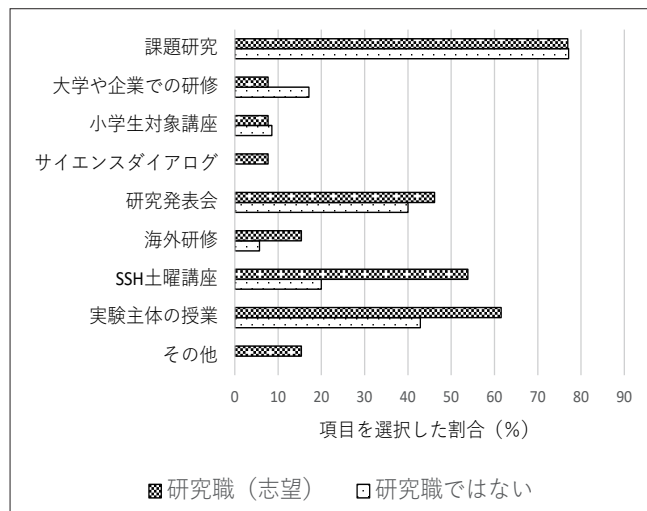


図3 SSHでよかった取り組み (複数回答)

2013年度卒と2018年度卒では回答の傾向に差が見られなかったことから、研究職(または研究職を希望)と研究職ではない職業とで、よいと感じたSSHプログラムの比較を行った。両者で人数が異なるため、各項目を選択した人数の割合で示した。

「課題研究」「研究発表会」をよかったと感じた割合では、研究職(志向)であるか否かによる差が見られなかった。職業選択において研究に携わるに進まなくても、高校生の時に研究に触れることができたことを肯定的にとらえている卒業生が多いことを示している。

「SSH土曜講座」をよかったと感じる割合が、研究職(または研究職志望)の卒業生に多かった。当該卒業生の在籍時では小柴昌俊(東京大2011)・古田貴之(千葉工大2012, 2017)・大栗博司(Caltech2013)・根岸英一(パデュー大2014)・村山斉(東京大2017)なども講演しており、印象に残っているのかもしれない。アンケートでは「土曜講座で聴講したロボットの話と物理の話を書いて研究を志した。(2013卒研究職)」という記述も見られ、土曜講座が進路選択に大きな役割を果たすこともわかった。

〔よかったと感じた点の記述 (抜粋)〕

★課題研究

- ・科学の楽しさを知り、将来研究職に就きたいと思うきっかけとなりました。(2013 卒)
- ・SSH での個人研究テーマがきっかけとなり、学部・修士の研究に発展している (2018 卒)
- ・課題設定から研究過程まで、自発的な取り組みを促すことで課題解決能力が養われたように思います。(2013 卒)
- ・自分で課題を見つけて研究することは難しかったが研究とはどういものか少し理解することができたから。(2018 卒)
- ・大学生時代の研究や論文作成の下地づくりができたため。(2013 卒)

★研究発表

- ・千葉大でのポスター発表が今の研究にも生きています。(2018 卒)

★海外研修

- ・英語も拙いかつ、今思うと改善点だらけであった研究結果しかない状態であっても、海外で交流することはとても刺激的でした。高校生という若くてなんでもできる時期に、たくさんの学生にチャレンジしてほしい機会だと思います。

★土曜講座

- ・今になってあの先生のあの話面白かったなと思い出し、好奇心や興味の幅が広がりました。(2018 卒)

★実験を主体とした授業

- ・教科書だけで学ぶより理解が深まりやすかった。また、実験から得られた結果をどのように捉え考察するかという練習もできたと思う。(2013 卒)

③高校在学時の SSH 活動で改善すべき点 (図 4)

改善すべき点については、回答数が少なかったため、研究職 (志望) が否かによる比較は行わず、2013 年度と 2018 年度の結果を回答数で比較した。SSH プログラムを進めながら改善を行ってきたが、その効果を検証するためである。

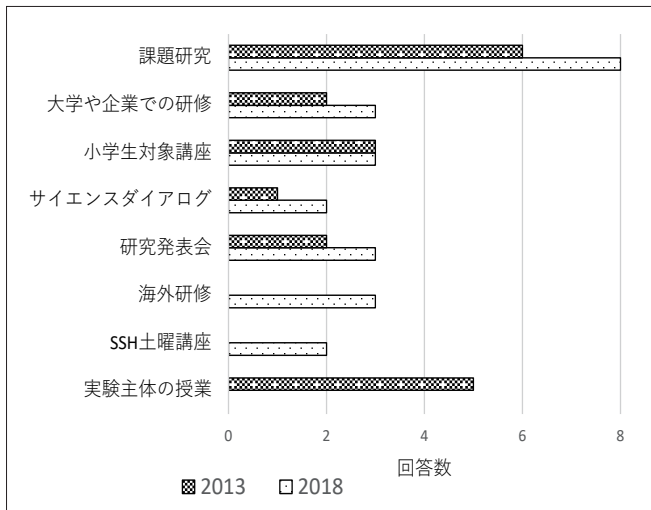


図 4 SSH で改善すべき取り組み (複数回答)

- 課題研究について改善すべき点があると回答した数が指定を重ねた 2018 年度で増えている。それぞれどのような点を改善すべきかの記述を抜き出してみると以下ようになった。

\* 2013 年度

- ・知識がないので研究テーマ選びには教員の注意深いサポートが不可欠になる (があまりない)。
- ・情報系の課題があった方が良い。
- ・人によってモチベーションが大きく違う。
- ・指導のリソースが十分でなかった。

\* 2018 年度

- ・課題の探し方、物事の考え方を教えられていなかった。
- ・理系全員が取り組むため、教員の負担が大きい。
- ・アドバイスがあまりなく、自主性だけの会だった。
- ・テーマを決めるのが難しく、もう少し先生のサポートがあるとよかった。
- ・研究の進め方や発表の方法等に関する指導が不足と感じた。
- ・受験勉強と部活が大変な人にとって時間的に少し厳しいこともあった。

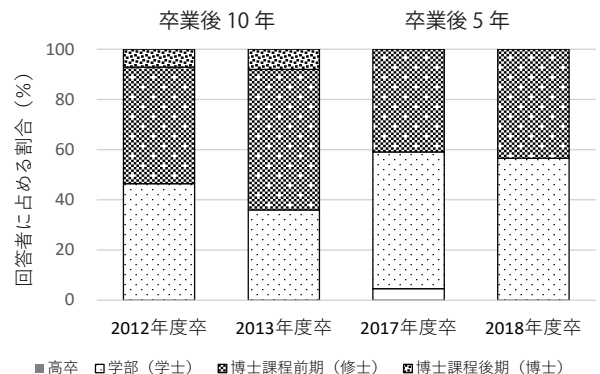
どちらの年度も履修人数の多さと、そこから発生する教員の指導不足が問題として挙げられており、その点は解消されていないことが分かる。この頃は教員間でもこの問題は取り上げられてはいたが解消までは至っていなかった。その後、指定 3 期に入り「課題研究評価基準表」を始めとして生徒が自立的に研究を進めることができるような方策をとってきた。今後、3 期を経験した卒業生がどのように捉えたか、継続的に調査を行い、検証したい。

- 実験主体の授業に改善があると回答した数が 2013 年度には 5 であったが 2018 年度には 0 であった。実験主体の授業は肯定的にとらえる卒業生もいるため (2013 年 12 名、2018 年 11 名) 賛否は分かれるが、それでも 2018 年度に改善すべき取り組みとして挙がらなかったということは、改善を進めてきた成果と考えられる。また改善すべき理由としては、座学の時間が少なかったり、実験から原理を考えさせたりと従来の授業とは異なっている点が挙げられていた。しかし、2 期目に入り「探究的な授業の開発」が研究開発課題に盛り込まれ、理科が学校設定科目になったことから、理科に対する生徒の意識も変化したと考えられる。

〔2 年分のアンケート結果のまとめ〕

昨年度から開始した卒業後 5 年、10 年の卒業生へのアンケートのうち「最終学歴」と「研究職か否か」については共通の質問事項のため、2 つの質問の結果をまとめると以下ようになった。

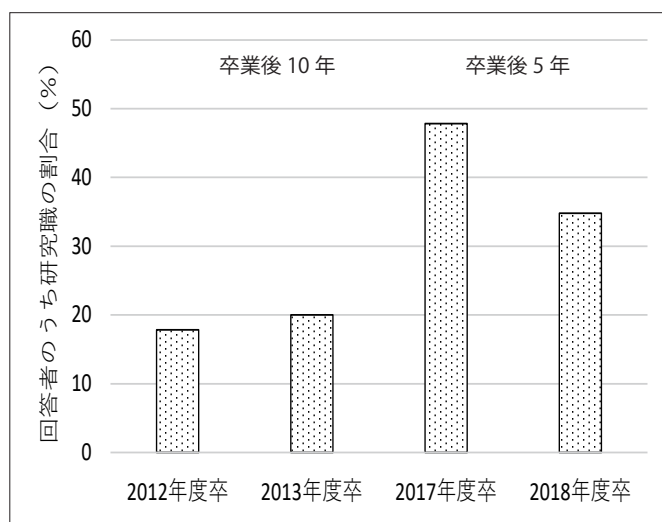
④最終学歴 (学生は現在所属する課程)



卒業後5年の方は進んでいても修士課程1年目のため、大学院に進んだ卒業生の割合を示すことになる。また比較は卒業後の年が同じものにおいて行う。

卒業後10年を比較すると、2013年度卒の方が修士課程に進んだ割合が高かった。また博士課程に進んだ割合もわずかに高く、研究職志向が高いことが分かった。一方、卒業後5年を比較すると、2018年度卒の方が若干修士課程に進んだ割合が高かった。卒業後10年、5年両方も後の年度の方がより先の過程に進んだ割合が高かったが、それがSSHの影響であるのか、偶然なのかは、今後の調査結果を待つ必要がある。ちなみに卒業後5年は大学院への進学割合が低くなっているが、大学院へ進学する割合が全体として下がっているのか、浪人していた生徒が来年以降大学院進学率を上げるのかはこの時点では分からず(1浪すると卒業後5年はまだ学部生)、こちらも引き続き調査を行う必要がある。

● 研究職に就く割合 (学生は志望する割合)



卒業後10年ではどちらも回答者の2割程度が研究職に就いている。総務省統計局のデータから就業者数(6667万人,2021)における研究者数(66万人,2015)の割合を求めると0.9%になるが、その値よりもかなり高い値となっている。2年間同じ割合で推移していることから、この値で安定していることが予想される。来年度以降、どう変動していくか注視していきたい。卒業後5年ではどちらもさらに高い値を示しているが、これは修士1年の段階での希望であるため、実際に研究職に就く割合は減ることが予想される。懸念されるのは2018年度卒の方が2017年度卒よりも研究職志望の割合が大きく下がっていることであり、これが全体的な傾向なのか、この年だけの現象なのかを来年度以降判断していきたい。





## 土曜講座(2019年～2023年度)

2019 年度
未来のために大学で学ぶこと 山内弘隆 先生 一橋大学大学院 教授
宇宙に挑む医学 松本暁子 先生 宇宙航空研究開発機構 Flight Surgeon
21 世紀を担う皆さんへ～地球規模の課題と日本 小宮山 宏 先生 三菱総合研究所理事長、東京大学第 28 代総長
日本の笑いを世界へ 立川 志の春 先生 落語家
本の力を信じて～書店人生活 25 年を本屋大賞を中心に振り返る 内田 剛 先生 (株)三省堂書店 本屋大賞実行委員会理事
将来のため今、なにをすべきか 藤崎一郎 先生 中曽根平和研究所理事長、元駐米大使
まるごと博物館 ～博物館の楽しみ方と舞台裏 池本誠也 先生 国立科学博物館 博物館資源活用センター長
魅惑! 京都学講演 千年の都「京都」社寺史跡散歩 若村 亮 先生 (株)らくたび 代表取締役
生き方や人間力、学びなど次世代をになう若者に力を! 大谷徹装 先生 薬師寺 執事長
2020 年度
“異色” 園長の動物公園改革 ～社会的役割の発展と新たな顧客体験の創造～ 錦木一誠 先生 千葉市動物公園 園長
時を貫く記録を活かす 加藤丈夫 先生 国立公文書館 館長
次世代を担う皆さんに贈る言葉 ～グローバルなビジネス体験をもとに～ 島田精一 先生 津田塾大学 理事長、元三井物産 副社長
顕在化する地球温暖化と異常気象 中村 尚 先生 東京大学先端科学技術センター 教授
美・神・武 ～刀の歴史と技術 白木良彦 先生 刀剣研磨師 江東区無形文化財
失敗と向き合う方法 那須大亮 先生 元 J リーガー
外資系企業で働くとは! 伊藤哲郎 先生 株式会社 A i 社長 (ワコール連結子会社)
2021 年度
現場に神宿る ～住民の困りごとを肌で感じ、 直接解決する地方自治体の仕事～ 大津政雄 先生 市川市副市長 (OB 高 30 回)
「無言館」のこと ～戦没画学生が伝えるもの～ 窪島誠一郎 先生 上田市無言館 館長
ウガンダ発のファッションブランドを世界へ。 女性たちが誇るものづくりを目指して 仲本千津 先生 RICCI EVERYDAY 代表取締役
日本社会で生きるといふこと ～同世代が 100 人いたら～ 小熊英二 先生 慶應義塾大学 教授
変わらないために変わり続ける ～新時代の落語へ～ 立川 志の春 先生 落語家
なぜ途上国を支援する必要があるのだろうか? 松島 正明 先生 麗澤大学 国際学部国際学科 教授
最近の中東情勢をどう理解するか 酒井啓子 先生 千葉大学 教授 グローバル関係融合研究センター
世界の飢餓と栄養不良に終止符を打つ ～持続可能な社会へ～ 日比絵里子 先生 国際連合食糧農業機関 駐日連絡事務所所長
イノベーションで世界を変えよう 坪田一男 先生 慶應義塾大学医学部眼科 教授
我が音楽人生、これまでそしてこれから 水野左知香 先生 ヴァイオリニスト、洗足学園音楽大学教授

2022 年度
地域銀行が果たす役割～確かな“きずな”を未来へ～ 熊谷俊行 先生 京葉銀行 代表取締役頭取
情報洪水の中で生き延びる力 鈴木 寛 先生 東京大学公共政策大学院 教授、慶応義塾大学大学院 教授
AI で変わる社会のルール 小塚荘一郎 先生 学習院大学 教授
通じる英語発音獲得のための処方箋 ～「近道のない英語学習」で遠回りをしないために～ 高山芳樹 先生 東京学芸大学 教育学部 教授
いのちの感受性……本の内と外 落合恵子 先生 作家、クレヨンハウス主宰
職業としての公務員 私の公務員人生のピフォーアフター 北畑隆生 先生 元経産省次官、丸紅取締役会会長
AI 時代を生き抜くために「いつ」「どこで」 「何を」「なぜ」「どのように」学ぶべきか 飯吉 透 先生 京都大学 高等教育研究開発推進センター長 教授
私にとっての教育とテレビドラマ 飯田和孝 先生 株式会社 TBS 「ドラゴン桜」 チーフプロデューサー
映画音楽って、こんなに面白い!! 賀来卓人 先生 映画評論家
ベジタリアン? ヴィーガン? ハラル? 世界と繋がるために知っておきたい食のこと 守護彰浩 先生 フードダイバーシティ 代表取締役
研究が解き明かす日本語と漢字の不思議 ～知っているようで知られていない真実～ 笹原宏之 先生 早稲田大学 教授
2023 年度
目標を持て。夢は必ず叶う。- 私の外務省人生 - 伯耆田 修 先生 前在ボリビア日本国大使館 特命全権大使 (OB 高 28 回)
幸福学 ～幸せに生きるとはどういうことか!?～ 前野隆司 先生 慶應義塾大学 教授、ウェルビーイング学会会長
印刷技術から AI まで テクノロジーは『学び』をどのように変えるか 高橋一也 先生 神田外語大学 客員講師 2016 年グローバル・ティーチャー賞 / 日本初トップ 10
生命科学で“人間とはなにか”を考えるには ～科学はこのままでよいのだろうか～ 中村桂子 先生 JT 生命誌研究館 名誉館長
北欧スタイルから見えるヒント ～縮小ニッポンの新しい選択肢を考える～ 小松俊明 先生 東京海洋大学グローバル教育研究推進機構 教授
「感動を創る」 ～あるホテルマンからのメッセージ～ 清原富博 先生 元ホテルオークラ社長
世界哲学から読む中国哲学 中島隆博 先生 東京大学東洋文化研究所館長 教授
世界と地球とつながるキーワード、グローバル・シチズンシップ 辰野まどか 先生 グローバル教育推進プロジェクト (GiFT) 代表理事
勝つための Diversity ～意識せざる特権と不条理の中で「自分」と「個性」を考える～ 丸山怜萌 先生 EY ストラテジー・アンド・コンサルティング(株)
グローバル時代をどう生きるか ～多様性を力にする～ 江川雅子 先生 成蹊学園 学園長
中国近現代史研究と 21 世紀の中国 川島 真 先生 東京大学大学院総合文化研究科 教授
指揮者、その未知なる世界を知る…。 堀 俊輔 先生 指揮者





## 市川サイエンス課題研究評価基準表

## 【SSHで育てる5つの力】

## ①論理的思考力

自らの研究が科学的な知見に基づいて体系的に整理されており、実験・結果・考察のスパイラルを矛盾なく組み立てられる力。

## ②コミュニケーション力

自分や相手の研究を深めるために、立場や思考に配慮して対話をする力。

## ③表現力

相手に対して、ポスターやスライド、論文を視覚的にわかりやすく構成し、学術的な用語と正しい言い回しを用いて、筋道立てられた過不足のない説明をする力。

## ④科学的な現象を発見する力

身の回りの現象を観察・観測し、科学的な知識と結び付けられる力。

## ⑤課題を認識する力

先行研究や周辺分野を学んだ上で、問題意識や興味関心をもった事柄の中から研究に値する価値を見出せる力。

領域	項目	5つの力	基準（もとじゅん）			
スライド	構成	レイアウト	③表現力	タイトルは研究の内容を過不足なく示している	研究の流れを示すために必要な構成や枚数になっており、それぞれのスライドに載せる情報量や配置が適切である	配色や文字のフォント・大きさが適切である
		図表 公式	③表現力	必要な図やグラフ、公式などが示されている	必要に応じてわかりやすく加工されている ※ソフトウェアの設定のままでない	グラフや図表に、タイトル、軸ラベル、単位などが書かれている ※必要に応じて、写真にはスケールバー、グラフには近似式やエラーバーなどが示されている
	内容	独自性 新規性	④発見力 ⑤認識力	研究対象の分野の先行研究が適切に引用されている	先行研究における問題の所在を明らかにし、自らの研究の立場を明確にしている	テーマ・方法のいずれかにおいて、先行研究とは異なる新しい取り組みが行われている
		論理性 実証性	①論理的思考力	論理に矛盾がない（考察が結果から導き出されている、変数制御ができていて、目的に沿った実験となっている等）	十分な検証（実験）がなされ、論理に飛躍がない	目的で示している内容を結論でまとめている
ポスター	構成	レイアウト	③表現力	タイトルは研究の内容を過不足なく示している	項目が適切に配置されていて、内容に過不足がない	配色や文字のフォント・大きさが適切である
		図表 公式	③表現力	必要な図やグラフ、公式などが示されている	必要に応じてわかりやすく加工されている ※ソフトウェアの設定のままでない	グラフや図表に、タイトル、軸ラベル、単位などが書かれている ※必要に応じて、写真にはスケールバー、グラフには近似式やエラーバーなどが示されている
	内容	独自性 新規性	④発見力 ⑤認識力	研究対象の分野の先行研究が適切に引用されている	先行研究における問題の所在を明らかにし、自らの研究の立場を明確にしている	テーマ・方法のいずれかにおいて、先行研究とは異なる新しい取り組みが行われている
		論理性 実証性	①論理的思考力	論理に矛盾がない（考察が結果から導き出されている、変数制御ができていて、目的に沿った実験となっている等）	十分な検証（実験）がなされ、論理に飛躍がない	目的で示している内容を結論でまとめている
発表	内容	②コミュニケーション力 ③表現力	自分の研究を一生懸命に伝えようとしている（アイコンタクトをとる・注目させたい場所を指し示す・十分な声量で話す）	ポスター・スライドの説明を自分の言葉で行っている	聴衆の立場や専門性に合わせた用語を使っている	
			科学的な用語を正しい意味で使うことができる	研究で伝えたい内容を踏まえて適切な時間を配分している		
	質疑		誠実に質問の意図を汲もうとしている	質問の意図を踏まえた上で、簡潔に回答している		
研究計画書	内容	独自性 新規性	④発見力 ⑤認識力	研究対象の分野の先行研究が適切に引用されている	先行研究における問題の所在を明らかにし、自らの研究の立場を明確にしている	テーマ・方法のいずれかにおいて、先行研究とは異なる新しい取り組みが行われている
		論理性 実証性	①論理的思考力	論理に矛盾がない（実験設定において変数制御ができていて）	論理に矛盾がない（目的に沿った実験計画となっている）	挙げられた仮説が背景と合致している
		文章表現	③表現力	研究に関わる概念や用語を定義づけし、適切に用いている	実験方法等において、第三者が読んで再現できるように書かれている	省略せずに正確な文章で書かれており、誤字脱字がない
研究論文	構成	レイアウト	③表現力	タイトルは研究の内容を過不足なく示している	項目が適切に配置されていて、内容に過不足がない	文字のフォント・大きさが適切である
		図表 公式	③表現力	必要な図やグラフ、公式などが示されている	必要に応じて白黒でもわかりやすく加工されている ※ソフトウェアの設定のままでない	グラフや図表に、タイトル、軸ラベル、単位などが書かれている ※必要に応じて、写真にはスケールバー、グラフには近似式やエラーバーなどが示されている
	内容	独自性 新規性	④発見力 ⑤認識力	研究対象の分野の先行研究が適切に引用されている	先行研究における問題の所在を明らかにし、自らの研究の立場を明確にしている	テーマ・方法のいずれかにおいて、先行研究とは異なる新しい取り組みが行われている
		論理性 実証性	①論理的思考力	論理に矛盾がない（考察が結果から導き出されている、変数制御ができていて、目的に沿った実験となっている等）	十分な検証（実験）がなされ、論理に飛躍がない	目的で示している内容を結論でまとめている
		文章表現	③表現力	研究に関わる概念や用語を定義づけし、適切に用いている	実験方法等において、第三者が読んで再現できるように書かれている	省略せずに正確な文章で書かれており、誤字脱字がない

## 人を対象とした研究に関する規定

生徒が人を対象とした研究を行う場合は、研究に参加する者の心身への健康被害が無いことが優先されなければならない。人を対象とした研究では、①研究者との接触や介入によってデータやサンプルを取得する、または②個人を特定できる情報を取得すると定義される。

例としては以下の通り。

- ・身体活動に関わる研究（身体運動、任意の物質の摂取、任意の医学的処置）
- ・心理学的、教育学的、及び意見に関する研究（調査、アンケート、テスト）
- ・研究者が調査対象となっている研究
- ・生徒が考案した発明、試作品、コンピューターアプリケーションの研究にあたる生徒以外の被験者に対するテスト
- ・非識別・匿名化されていないデータ・記録を閲覧する研究（例えば、名前、生年月日、電話番号など個人の特定が可能なもの）
- ・行動観察の研究で、
  - 観察対象者と接触がある場合、または研究者が環境を変えた場合（標識を掲示、物体を配置など）
  - 一般に開放されていない、または立ち入りが制限された場所での研究（デイケア施設、診察室）
  - 個人を特定できる情報の記録が行われる場合

### 【ルール】

1. 研究にあたる生徒は、研究対象者の身体的、心理的、そしてプライバシーに関するリスクを評価し、リスクを無くさなければならない。
2. 人を対象とした研究は変更・修正を含めて研究対象者との接触（対象者の募集、データ収集等）を開始するのに先立って研究倫理審査委員会による審査・承認を受けなければならない。委員会は研究の身体的・精神的リスクを評価し、計画が生徒による研究として適切か、また研究にあたる生徒と研究対象者にとって安全か判断しなければならない。
  - \*家庭など学校ではない場所で実施する研究については、対象者の募集あるいは対象者との接触以前に学校の委員会による審査・承認を受けること。
  - \*指定研究機関（大学・病院等）で実施する研究については、その機関の研究倫理審査委員会による審査・承認を受けること。委員会からの公文書の写しが1部必要である。
3. 研究にあたる生徒は、審査委員会による決定に応じなければ、対象者との接触（対象者の募集、データ収集等）を行ってはならない。
4. 研究対象者は、同意書（必要に応じて保護者の同意書）を研究者に提出したあとに研究に参加できる。18歳未満の研究対象者は保護者の承諾が必要となる。学校の研究倫理審査委員会は、研究対象者の承諾・同意、保護者の同意が口頭で充分か、あるいは書面が必要かを判断する。

### 【研究対象者もしくは保護者の同意が免除される場合】

1. 通常の教育実践を含むもの。
2. 個人や集団の行動、また個人の特徴に関する調査のうち、研究者が対象者の行動を操作せず、リスクを伴うものではないと判断されるもの。
3. 個人情報の収集、プライバシーの侵害または精神的苦痛の可能性を伴わない調査、アンケート、活動であると研究倫理審査委員会が判断したもの。
4. 身体的活動に関する研究のうち、研究倫理審査委員会に最小限のリスクしかないと判断され、また調査による身体的・精神的な負担の度合いや確率が、日常生活または日常的な身体活動時にかかるものと同程度あるいはそれ以下であるもの。
5. 以上について確実と判断できない場合、研究対象者の承諾・同意・

保護者の同意書が必要となる。

6. 研究対象者・保護者の同意が免除されるか否かは、担当教官が判断する。

### 【事前審査が免除される場合】

1. 生徒が考案した発明や試作品、コンピューターアプリケーションの研究が、その研究にあたる生徒のみによって行われているもの。ただしこれにより健康や安全性への被害を起こさないことが条件となる。
2. 公開済みで人との接触を伴わない既存のデータ（野球統計、犯罪統計など）または生徒が研究を目的として対象者から収集したデータの中から得られたデータ記録を見直す形式のもの。
3. 立ち入りが自由で一般に開放された場面（例：ショッピングモール、公園）での行動観察で、以下のすべてに該当するもの。
  - \*研究者と観察対象者との間に接触がない
  - \*研究者が環境を操作しない
  - \*研究者が個人を特定できるデータを一切記録しない
4. 研究の過程で生徒が、非識別・匿名形式の過去に得られたデータを得るもの。
5. 事前審査が免除されるか否かは、担当教官が判断する。

### 【人を対象とする研究のリスク評価】

人を対象とするすべての研究は、ある程度のリスクがあるものとする。対象者に対する最小限のリスクとは、研究を行う上で予測される害や不快感を生じる可能性が、日常生活で普通に体験する事象より大きくない場合を指す。研究が最小限のリスクを超える場合、同意書で保護者の許可を得る必要がある。

1. 身体的な最小限のリスクを超える例
  - \*対象者が日常生活で普通に行っている以上の運動。
  - \*物質の摂取、試飲、臭いをかぐ、塗布すること。
  - \*潜在的に有害な物質への暴露。
2. 心理的な最小限のリスクを超える例
  - ストレスをもたらす可能性のある研究活動（調査・アンケート・動画や画像の鑑賞）。例えば性的もしくは身体的な虐待、うつ病、不安などの個人的経験に関する質問に回答させること、暴力的で悲惨な映像・画像を見せることなど。
3. プライバシー配慮
  - プライバシー侵害または守秘義務違反によって、対象者に悪影響をもたらす可能性がないか。守秘義務を履行するために個人を特定可能な研究データが絶対に外部に公開されないような対策が取られているか。
4. リスクグループ
  - 対象者に以下のグループに該当する者がいる場合、特別な保護や調整が必要であるか検討すること。
  - \*発達障害者、経済的弱者、ぜん息、学習障害など

### 【研究倫理審査委員会】

人を対象とする研究を含む、潜在的な身体的・精神的リスクについて評価する委員会である。人を対象とした研究は、実験開始前に研究倫理審査委員会による審査及び承認を受けなければならない。これには、研究で行われるアンケート調査も含まれる。

1. 委員会の構成メンバーは以下の通りとする。
  - \*教員（SSH部長もしくは理科主任）
  - \*学校の管理者（校長もしくは副校長）
  - \*身体的リスクの可能性のある研究については養護教諭、精神的リスクの可能性のある研究についてはカウンセラー
2. 利益相反を回避するため、HR担任、研究指導者は、その研究プロジェクトの審査を務められない。
3. 委員会はリスク評価を行い、決定を文章で研究者に提示する。

## 動物実験に関する規定

生徒が動物を用いて研究を行う際は、動物の健康と動物福祉（アニマルウェルフェア）が優先される。研究指導担当者は動物以外の研究方法を強く推奨し、動物研究の代替手段の子葉を促す。研究において動物を使用するための指針には、以下の「4つのR」が含まれる。

- ・ Replace（置き換える）：可能であれば脊椎動物を無脊椎動物、比較的単純な生き物、組織・細胞培養、あるいはコンピュータシミュレーションに置き換える。
- ・ Reduce（数を減らす）：統計学的妥当性を損なうことなく、使用する動物の数を減らす。
- ・ Refine（苦痛の軽減）：動物に対する痛みや苦痛を最小限に抑えるために実験手順を改善する。
- ・ Respect（敬意を払う）：動物および研究への貢献に敬意を払う。研究において脊椎動物の使用が避けられない場合、生徒は動物の使用を減らして代替方法を考え、動物の使用方法を改良しなくてはならない。

特に脊椎動物を用いるすべての研究は、以下のルールを守らなければならない。ただし、人を用いた研究については、別に定める「人を対象にした研究に関する規定」に従うこと。

ここでは脊椎動物とは以下のように定義する。

- ・ ヒト・魚類以外のすべての脊椎動物でふ化、もしくは生まれてきたもの。
- ・ オタマジャクシ
- ・ 鳥類および爬虫類の卵のうち、ふ化する72時間前からふ化直前のもの。

1. 脊椎動物を用いるすべての研究は、以下の内容が研究計画に含まなければならない。
  - (a) 動物種を選択した理由、動物の入手先、使用する動物の数を含めて、動物を使用しなければならない正当な理由を示す。動物使用の代わる手段として検討した結果、そしてその代替案が受け入れられない理由を述べること。
  - (b) 動物をどのように使用するかの説明。実験計画やデータ分析などの方法や手順も含む。実験を行う過程で動物に対する不快感、苦痛、痛み、負傷の可能性を最小限にする手段を記述する。使用予定の動物の種、系統、性別、年齢、体重、入手先および数を特定すること。
2. 脊椎動物を用いるすべての研究は、実験開始前に生物実験委員会に審査され、承認を受けなければならない。生物実験委員会は課題研究指導経験のある生物科の教員3名以上で構成される。
3. 脊椎動物の研究を行う生徒は、「動物の愛護及び管理に関する法律」「外来生物法」等の法律や規制を遵守しなければならない。
4. 瞬間的あるいは軽微な痛みや苦痛を与える研究は禁止する。もし病気や予期せぬ体重減少があった場合、これについて担当教員は調査し、もし病気や苦痛が研究によって引き起こされているのであれば、実験を直ちに中止させる。
5. 実験手順による脊椎動物の死は、認められていない。
  - (a) 脊椎動物が死ぬように計画される、または死が予測される研究は禁止する。
  - (b) 死因が実験手順によるものであった場合、その研究は中止しなくてはならない。
6. すべての動物の苦痛の兆候を観察しなければならない。急激な体重の減少はストレスの兆候の一つであるため、体重は最低でも毎

週記録をとらなくてはならない。この時、実験動物や対照実験用動物の体重の減少、もしくは生育の遅延は（コントロールに比べ）最大でも15%に抑えること。

7. 生徒が、次のような脊椎動物の研究を計画したり実施したりすることを禁止する。
  - (a) 痛みや苦痛、死をもたらす可能性があると知られている有害物質（アルコール、酸性雨、農薬、重金属、その他）を用いた毒性作用を調べる研究。
  - (b) 嫌悪感刺激、母子分離、絶望感を誘発するといった条件を用いた行動実験。
  - (c) 痛みの研究
  - (d) 捕食者・脊椎動物の被食者の実験
8. 食物や水分の摂取制限を伴う実験計画については、その計画の妥当性の理由が必要であり、その動物種にとって適切なものでなければならない。もし、18時間を超える制限がされる場合は、大学等の研究機関の生物実験委員会による審査と承認を受けた上で、当該研究機関で行われなければならない。
9. 鳥類・哺乳類を環境省等の承認を得ずに野外から捕獲したり、放したりしてはならない。その他の脊椎動物については、研究者が動物を傷つけることなく放流し、法律を遵守する場合に限り、野外から採取してもよい。
10. 脊椎動物を用いるすべての研究は、観察のみの研究を除き、担当教員が直接指導しなければならない。

### 追加ルール

脊椎動物を対象とした研究は以下の場合、家庭、野外などで行うこともできる。

- ・ 自然環境における動物の研究
- ・ 動物園における動物の研究
- ・ 通常の農畜産業における家畜の研究

これらのプロジェクトは、生物実験委員会によって審査と承認を受けなければならない。

1. これらのプロジェクトは、次の両方の基準を満たさなければならない。
  - (a) 動物に関する農業、行動、観察、または補助栄養についての研究のみであること。
  - (b) 動物の健康と動物福祉（アニマルウェルフェア）に悪影響をもたらさないような非侵襲的で非侵襲的な方法のみを用いる研究であること。
2. 動物を丁寧に扱い、適切に世話しなければならない。動物は、その種に適した清潔で換気の良い快適な環境に収容しなければならない。継続的に、きれいな（汚染されていない）水と食餌を与えなければならない。かご、檻、水槽は頻繁に清掃すること。週末、祝日、長期休暇期間を含めて常に適切な世話をしなければならない。健康状態を確認するために動物を毎日観察すること。
3. 病気または緊急事態が発生した場合、その動物に対して適切な医療および看護を行わなければならない。実験動物に予期せぬ体重減少や死が起きた場合、生徒は実験を中止しなければならない。病気または死亡の原因が実験手順と無関係であり、その原因を排除する適切な処置が講じられる場合のみ実験を再開できる。死因が実験手順によるものである場合、その研究は中止しなければならない。
4. 動物の最終的な処分については、責任ある倫理的な方法で行われなければならない。



方法：致死量以上の麻酔薬の投与（バルビツール系麻酔薬、吸入麻酔薬など）、麻酔による意識喪失下での放血、小動物に対する頸椎脱臼や断頭。炭酸ガスの吸入は、基本的に安楽死処分の方法として認められているものの、ガスの濃度をめぐる議論は依然続いている。

（参考：実験動物の安楽死処分に関する指針

公益社団法人日本実験動物協会）

実施者：教員

5. 組織の抽出や病理解析のための安楽死は、許可されない。
6. 標準的な畜産や養殖による生産で食用に育てられた家畜や魚類は、死骸の評価のため、大人による安楽死は許可される。

適用免除（事前承認が必要ない）

動物の行動観察を行う研究は、以下のすべての条件を満たす場合、生物実験委員会の事前審査を免除される。

- (a) 観察対象の動物に対して何の関与もしない。
- (b) 動物が生息する環境に何の操作も加えない。
- (c) 農業、魚類、狩猟、および野生動物に関するすべての法律や規則に適合している。

## 潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定

潜在的危険性のある生物由来物質とは微生物、遺伝子組換え技術、人や動物の新鮮組織または凍結組織、血液や体液のことである。潜在的危険性のある生物・生物剤を扱う場合、生徒および研究プロジェクトに関わる教員はリスク評価を行う。これは、生物由来物質を用いたときに動物、植物、人に対して起こる可能性のある有害性、被害、疾病のレベルを明示するためである。リスク評価の結果によって、バイオセーフティレベルが決まり、研究を進めてよいか、進める場合に必要となる実験室設備、装置、教育訓練、監督助言の詳細が決定する。

### 【ルール】

1. 潜在的危険性のある微生物（細菌・ウイルス・ウイロイド・プリオン・リケッチア・菌類・寄生虫を含む）、組換え DNA 技術、人や動物の新鮮組織または凍結組織、血液や体液の使用には、事前の調査および生物実験委員会の承認が必要である。
2. 潜在的危険性のある生物・生物剤を培養して用いる実験は、例えば BSL-1 相当の生物であっても、家庭環境で行うことは禁止されている。ただし、BSL 封じ込めに対応した実験室に直ちに輸送できる場合は、家庭での検体の収集を認めることがある。
3. バイオセーフティレベル 1 (BSL-1) 相当の研究は、BSL-1 あるいはそれ以上の実験室で行うこと。この場合、経験のある教員が監督する。生徒は一般的な微生物学実習の適切な教育訓練を受けておくこと。
4. バイオセーフティレベル 2 (BSL-2) 以上の研究は禁止する。実施する場合には BSL-2 以上の実験室（一般的に大学等の研究機関限定）で行うことになるが、当該研究機関のバイオセーフティ委員会による審査・承認が必要となる。
5. 生徒は BSL-3 または BSL-4 に関連した実験の計画または参加を禁じる。
6. 生物工学的な生物のクローン選択のための抗生物質耐性マーカーを挿入する際、以下のことが禁じられている。
  - (a) 学生が挿入を行うこと。または感染症に抵抗する能力に影響を与える可能性のある形質を発現する生物を選択すること。
  - (b) 多剤耐性菌を設計または選択すること。
7. 抗生物質耐性生物の選抜、継代培養を行う研究は、BSL-2 相当の実験設備が必要である。
8. 人や動物の汚物（下水汚泥を含む）を培養に用いる研究は、BSL-2 相当の研究とされる。
9. 天然に存在する植物病原菌は、培養しなければ自宅で研究してもよい。ただし、それを家や庭の環境に移植してはならない。
10. すべての潜在的危険性のある生物・生物剤は、実験終了時に適切に廃棄処分すること。オートクレーブによる高圧蒸気滅菌処理（121℃、20 分間）、10%漂白溶液など。

### \*未知の微生物を対象とした研究に関するその他の規定

未知の微生物を対象とした研究は、病原体となり得るものの存在、濃度、病原性が不明であることから、努力目標を示す。これらの研究では、環境中（土壌・家庭の床面・皮膚など）から採取し培養した微生物が一般的に用いられる。

1. 未知の微生物を対象とした研究は、以下の条件のもとで BSL-1 相当の研究として扱う。
  - (a) 生物はプラスチック製のペトリ皿（無菌の壊れない容器）で培養し、密封する。
  - (b) 実験は、実験中ペトリ皿輪を密封したまま行える方法に限られる（例：生物体またはコロニー数をカウントする実験）。
  - (c) 密封したペトリ皿は、指導責任者の監視の下でオートクレー

ブまたは殺菌の後、廃棄処分する。

2. 未知の微生物が入った培養容器を何らかの目的で開放する場合（廃棄・滅菌のためは除く）は、BSL-2 相当の研究として扱われる。

#### \* 遺伝子組換え技術を用いた研究に関するその他の規定

遺伝子組換えされた生物についての研究は、詳細な検討が必要だが、いくつかは事前審査を受けた後、高校の BSL-1 実験室で実施することができる。

1. BSL-1 相当の生物および BSL-1 宿主ベクター系、市販のキットを含むすべての遺伝子組換え実験は、生物実験委員会による事前審査を受けた後、指導教官の監督下で行うこと。例として、E.coli K12 株、S. cerevisiae、および B. subtilis 宿主ベクター系での DNA クローニングがある。
2. 実験の過程で BSL-2 相当になり得る BSL-1 の生物を用いる実験は BSL-2 の実験施設ですべて行うこと。
3. 人、植物または動物にとって毒素（ウイルスを含む）をコードする DNA が含まれる組換え体の増殖は禁止されている。
4. すべてのゲノム改変は、BSL-2 相当の研究に分類される。
5. 遺伝的に改変された種、外来種、病原体、毒性化学物質または外来物質の環境への導入または処分は禁止されている。

#### \* 組織および体液（血液、血液製剤を含む）を対象とした研究に関するその他の規定

動物の組織、血液あるいは体液を扱う研究では、微生物が含まれる可能性があり、それが病気を引き起こす恐れがある。従って適切なリスク評価が必要である。

1. 人または霊長類の組織培養株を用いた研究は、ソース情報に示されている通りに BSL-1 または BSL-2 レベルの生物体とみなされ、扱われなければならない。
2. 生徒の研究以外の目的で安楽死された動物から組織を取り出した場合は、組織に関する研究であるとみなしてもよい。
3. BSL-1 の研究には、微生物の存在の可能性の低い非感染性ソースから取り出した生体、凍結組織、体液の収集および実験が含まれる。
4. BSL-2 の研究には、食品品店、レストラン、または食品加工工場から得られない生体、凍結組織、体液または肉や肉の副産物の収集および検査が含まれる。これらには微生物が含まれている可能性があるためである。
5. ソースが不明な人の母乳は、HIV および C 型肝炎に感染していないことが証明されていない場合、BSL-2 とみなす。低温殺菌されていない家畜の乳は BSL-2 とみなす。
6. ヒトまたは野生動物の血液または血液製剤を含むすべての研究は、BSL-2 の研究とみなされる。家畜の血液を含む研究は、BSL-1 の研究として扱われる。
7. 人の体液に関する研究で、標本となった人物が特定できる場合は、研究倫理審査委員会の審査と承認、被験者の同意が必要である。
8. 研究にあたる生徒が（培養していない）自らの体液を使用する場合は以下になる。
  - (a) BSL-1 の研究にあたりと考えられる。
  - (b) 家庭の設備で実験可能である。
  - (c) 体液を実験手順の効果を測定するため生徒が扱う場合、研究倫理審査委員会による審査を受けなければならない（例えば、生徒が食事を操作して、血液や尿を採取するなど）。
  - (d) 生物実験委員会の事前審査と承認を実験前に得なければならない。

#### 【事前承認の免除】

1. 以下の研究については、事前審査は免除される。
  - (a) 原生生物、古細菌を含む研究。
  - (b) 堆肥化、燃料生産、および他の培養を伴わない実験のために肥料を用いる場合。
  - (c) 市販の色が変化する大腸菌水質検査キット。このキットは、密閉されたままにし、適切に廃棄されなければならない。
  - (d) 脊椎動物の腐敗に関する研究。（例として法医学研究）
  - (e) 微生物燃料電池に関する研究。
2. 以下に示すような、BSL-1 相当の生物を含めた研究については、事前審査は免除される。
  - (a) パン酵母および醸造用酵母を用いる研究。ただし、組換え DNA を用いる研究は例外。
  - (b) 乳酸菌、Bacillus thuringiensis、窒素固定細菌、油や藻類を食べる細菌を自然な環境で用いる研究。（ただし、それらをペトリ皿で培養した場合は免除の対象とならない）
  - (c) 水や土壌微生物を含む研究で、微生物の増殖に関わる培地が濃縮されていないもの。
  - (d) 食物に生えるカビの研究で、カビが生えたと認められた段階で実験を終了させる場合。
  - (e) 食用のキノコ類、粘菌を用いた研究。
  - (f) 学校で行われ、遺伝子組換え実験または抗生物質耐性生物の作出のための追加規則の対象とならない大腸菌 K12 株（およびセンチュウ C.elegans のエサとしてのみ使用される大腸菌の株）に関する研究。
3. 以下に示す組織は、潜在的危険性のある生物・生物剤として扱わなくてもよい。
  - (a) 植物組織（有害であることが知られているものを除く）
  - (b) 植物、非霊長類性の確立された培養細胞および組織培養のストックセンターの試料。培養細胞の調達先とカタログ番号の両方もしくは一方を研究計画に明記する。
  - (c) 食料品店、レストラン、食品加工工場から調達した、新鮮あるいは冷凍された肉やその副産物、または低温殺菌された牛乳、卵。
  - (d) 毛髪、ひずめ、爪、羽毛
  - (e) 存在しうる血液感染性の病原菌を殺菌した菌
  - (f) 化石化した組織または考古学的標本
  - (g) すでに用意されていた固定組織標本

#### 【潜在的危険性のある生物由来物質に関するリスク評価】

リスク評価は、生物および生物由来物質を扱うときに生じる可能性のある動物、植物、人に対する有害性、被害・病気の危険性と定義する。リスク評価の結果によってバイオセーフティレベル (BSL) が決められ、研究を進めるために必要な実験室設備・装置・教育訓練・監督の要項が決定される。レベルは、1 から 4 までの 4 段階に分類されている。原則として市川学園で行うことができる実験は BSL-1 までとする。

1. 危険性のある生物および生物由来物質をリスクグループに割り当てる。
2. 既知の微生物を題材とした研究は、日本細菌学会の基準 ([http://jsbac.org/archive/04-12bsl\\_level.html](http://jsbac.org/archive/04-12bsl_level.html)) に基づき、微生物をバイオセーフティレベルのリスクグループに割り当てる。ただし、健康な成人のヒトに常に疾患を起こすものとして知られていない微生物については BSL-1 相当とする。BSL-1 レベルの生物の例として、枯草菌、病原性を有しない大腸菌及び酵母等が挙げられる。

3. 未知の微生物の研究および生体組織の使用は、実験手順によってリスクグループを割り当てる。(Aの規定参照)
4. 生徒が実験を行うときに利用できる生物学的封じ込めレベルを決定する。学校で利用できる封じ込めレベルはBSL-1のみとする。
5. 生徒を監督する教員の経験と専門知識の評価。
6. 危険性のある生物および生物由来物質のリスクグループ、利用可能な生物学的封じ込めレベル、研究を監督する教員の専門知識、に基づいて最終的なバイオセーフティレベルを研究に割り当てる。

### 【生物由来物質のリスクグループの分類】

#### BSL-1

人体・環境に与えるリスクが低い生物および生物由来物質を含んでいる。これらの作用物質は、健康な実験要員・動物・植物の病気を誘発することがほとんど考えられない。微生物の場合、BSLのレベルは日本細菌学会の基準 ([http://jsbac.org/archive/04-12bsl\\_level.html](http://jsbac.org/archive/04-12bsl_level.html)) に準ずる。ただし、健康な成人のヒトに常に疾患を起こすものとして知られていない微生物についてはBSL-1相当とする(枯草菌、病原性を有しない大腸菌及び酵母等)。他には *Agrobacterium tumefaciens*, *Micrococcus leuteus*, *Neurospora crassa* を扱う研究。微生物の存在の可能性の低い非感染性ソースから取り出した生体・凍結組織・体液を用いた研究、(培養していない) 自らの体液を使用する研究。

これらの作用物質は、BSL-1の封じ込めを必要とする。作業は開放作業台上またはドラフト内、またはクリーンベンチ内で行う。実験室内での作業では、標準的な微生物の取り扱い方法が用いられる。汚染除去はアルコール系消毒剤または高圧滅菌器(オートクレーブ)で行う。白衣が必須であり、手袋着用が望ましい。実験室での作業は、微生物学または関連する科学分野の教育を受けた教員が監督すること。

#### BSL-2

人体・環境に与えるリスクが中等度の生物および生物由来物質を含んでいる。実験室環境で病原菌にさらされた場合でも、拡散のリスクは限定され、重篤な疾患をもたらす感染を引き起こす可能性はほとんどない。感染が発生した場合でも、有効な手当や予防措置がある。これらの作用物質は、BSL-2の封じ込めを必要とする。BSL-2の例は、マイコバクテリウム、肺炎レンサ球菌、サルモネラ菌、また人や動物の汚物(下水汚泥を含む)を培養に用いる研究、抗生物質耐性生物の選抜・継代培養、人または野生動物の血液や組織を用いた研究。

BSL-2の封じ込めでは、実験室の立ち入りは規制される。安全キャビネット(クリーンベンチとは異なる)を使用できるようにしておくこと。廃棄物の汚染除去のため加圧滅菌器(オートクレーブ)を使用できるようにしておくこと。白衣、手袋が必須であり、保護めがねもしくは顔面保護も必要に応じて着用しなければならない。このような作用物質を取り扱い際のリスクを理解している科学者が監督を行う。BSL-2の実験は、市川学園では行うことができない。

#### BSL-3

人・動物・植物に重篤な病気を引き起こすか、または重大な経済的影響をもたらすことがある生物および生物由来物質を含んでいる。BSL-3の封じ込めは吸引による暴露により重篤な、あるいは致命的な病気を引き起こす可能性のある伝染性の物質を扱う場合に要求される。BSL-3グループに関する研究は禁止する。BSL-3の生物例はブルセラ菌、チフス菌、ペスト菌。

#### BSL-4

人・動物・植物にしばしば治療不能なまでに重篤な病気を引き起こす生物および生物由来物質を含んでいる。BSL-4の封じ込めは致死性の病気の高いリスクをもたらす危険な外来性の物質を扱う場合に要求される。BSL-4グループに関する研究は禁止する。

## SSH物品購入理由書

課題研究では多様な研究が行われるため、多様な機材・試薬が必要となる。これまでは生徒を指導する教員が必要な物品をリストアップし、購入手続きを行っていたが、3期では生徒が物品購入理由書を記入し、担当教員とSSH部長の承認を経て購入手続きに入るようにした。実験で使用する材料に対して、生徒の意識を高めることを目的に始めたが、以下のように当初の目的以上の役割を果たした。

- 物品の型番や金額等を詳細に記入する必要があるため、生徒は購入を希望する物品に対してよく調べるようになった。そのため文献をしっかりと読むようになった。
- 担当教員とSSH部長の承認が必要なため、必要な理由を説明できるようになった。特にSSH部長はその生徒を指導していないことが多いため、知らない者に研究の概要と物品の必要性を説明する練習となった。
- 申し込みの提出先が一元化されたことで、物品の重複購入が減少した。

SSH部長	担当教員	必ず2名の確認をもらってから購入・発注すること。確認のないものは認められません。立替購入した場合は必ず領収書をもらうこと。宛名は「市川学園」です。			受付番号
<b>SSH 物品購入理由書</b>					
曜日	曜日	科目			
研究テーマ					
申請生徒名	年	組	番	氏名	
申請日	年	月	日		
No.	品名/カタログ名	品番/型番	購入先		
1					
	単価 (円・税込み)	数量	送料 (ネット注文)	小計 (円・税込み)	
	必要な性能、購入理由、		期待できる結果		
2					
	単価 (円・税込み)	数量	送料 (ネット注文)	小計 (円・税込み)	
	必要な性能、購入理由、		期待できる結果		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本日に購入が必要な物品が、代替できるものが実験室や家庭にないかよく確認してください。</li> <li>2. ネット注文の場合、扱えるのはamazon、楽天市場、モノタロウのみです。その中でもamazonが望ましい。</li> <li>3. ネット注文の場合、フォームに商品のURLを入力して下さい。→ 商品購入サイトのURLを記入するGoogleフォームのURL</li> <li>4. 試薬や器具を業者に発注する場合、注文から納品まで2週間~3週間前後かかります。3週間を過ぎて届かない場合は、担当の先生に確認して下さい。</li> <li>5. 毎週水曜の15:30に、それまでに提出されている物品について購入手続きに入ります。</li> </ol>					
				フォームのQRコード	



日程：2023年3月11日（土）

### 運営指導委員（50音順）

上川直文先生、奥田宏志先生、鴨川 仁先生、木村龍治先生、  
駒野 誠先生、坂本一之先生、田井一郎先生、堀江俊治先生  
松山 洋先生、矢島知子先生

### 12月以降の取り組み

#### ①科学の甲子園ジュニア

工作部門はお題が出される。2mの橋を架けて反対側まで渡らせるというもの。工作部門は2位、途中で車輪が外れてしまった。車輪さえ外れていなければ1位が取れたのではなかったか。生徒は涙を流していた。

#### ②除菌ティッシュ（生徒課題研究）

バナナの茎の廃棄に着目した。熊本県のバナナ農家に頼んで、無料で譲ってもらった。紙にどのような効果をもたらせるのか、アルカリ処理をすると強度が増した。銀イオンを吸着させると、バナナの繊維をアルカリ処理したものはアルコールと同程度の除菌効果が得られ、それが新規性と認められて準優勝だった。

#### ③授業研究会

主題はテーマ設定。アンケートを取って、面談をしてという流れ。試みとしてあげてきたテーマを分類してみた。「基本的には研究が終わっているテーマ」「実現不可能なテーマ」「どんな現象に関心があるのかわからない」。別府温泉でやれることはないと思ったが、生徒がどうしてもやりたいと言った。生徒が別府温泉の論文は全て読んだ。大学の教授とZoomもやったが、政治的な理由で研究ができないと分かったが、温泉を自分で作ってしまうという発想にいたって研究を行った。

#### ④教員研修

課題研究の評価について、昨年の生徒のポスターに対して評価の練習をし、統一見解をもとうと思った。生徒が発表したポスターの中で、今後の指導で困っているものをシェアしてアイデアを出し合った。論文添削指導の研修も行い、昨年の生徒の論文の第一稿に対してだめな点を挙げ合った。大学時代に研究をよくした教員もいればしていなかった教員もいるから、参考文献の書き方などお作法を身につけていきたい。

#### ⑤卒業生アンケート

研究職についているかどうか、SSHの活動はどうであったかというシンプルなことを聞いた。2018年は半数くらいが研究職を志望。今はそれよりも増えた。研究志向になっている。研究志向の生徒は、SSHで研究を経験できて良かったと答えている。

#### ⑥数学の研究

高校1年生の生徒が初等幾何の研究で大賞を受賞した。TEFなどの指導はした。3名が本選に進み、21名が進む春合宿に参加した。日本代表になって欲しい。

#### ⑦数学博物館

理科は目で見て現象がわかる。数学も目で見てわかるものが欲しいなと思って、数学博物館を作った。数学史の一覧やフィールズ賞のポスターを貼ってある。色々な凸多面体を80種類以上展示している。楕円のピリヤードなど体験できるものも作った。パンフレットも片面完成した。

### 運営指導委員の先生からの講評

・生徒さんは、とっても正直に話をしてくれました。最後になると、テーマ変えた方がいいよねっていう子もいました。実験多くやったんだったら、実験自体を研究対象にしても良いのではないかと思います。実験の部分を多く話すと良いということです。

- ・楽しくやっている子が本当に多かった。それは勉強の基本。課題は、プレゼンの仕方が「化学だったらこういうプレゼンするでしょ」というようなところがブレが大きかった。科学の統一的な発表というのが今後あると良い。
- ・今までやってたより、内容の質が上がっていた。研究っぽい子が増えた。テーマ決めて工夫している。発表のレイアウトが分かりづらい。ポスターだけ見て理解できないものが多かった。表と図の使い方が分からなかった。キャプションの使い方がめちゃくちゃ。表と図の使い分けができていない。棒グラフのところを線グラフで書いてたりとか。科目関係なく、指導した方が良い。写真を載せていても、ほとんど意味がないものが多かった。シャーレを20枚載せたことか。表にまとめるべき。ポスターの題名の下に、研究の要約を書かせた方が良いのではないかと。200字とか。このポスターで言いたいことのエッセンスがまとめられるから。考察と今後の展望が雑で、なんとなく書いている。方法と結果は事実だけ。考察は自身のオリジナルの考えなのに1行などのもったいない。
- ・これだけのテーマ数は先生方の苦労がいかばかりかと感じた。少しアドバイスをすると、ジオール類の反応の発表は、堂々と楽しく踊るように発表をしていた。レイアウトの問題はありまして、見た瞬間にこの話はどういうことだと分かるのが重要。最終発表回の直前にもポスターの作り方は指導し直した方が良いのではないかと。この研究は一言でいうと、こういうことですよと言ってから発表をはじめると分かりやすいのではないかと。生物系で繰り返して実験するのは難しいとは思いますが、何回かやって統計的検定までできると良いのではないかと。ダンゴムシの研究はできていた。生物統計ですので、教員や数学の先生が指導してあげると良いのではないかと。ノンパラメトリックの検定で良いので。今回は新規性について話していたが、今回は新規性について触れなくなりました。
- ・気になったのが、データの解釈について見方が固まっているなというものもあった。硝酸ナトリウムのソーセージの食品添加物の研究では、試薬の方が古くなってしまったかもしれないという考察をしていたが、ゆでているソーセージの方に着目したらどう？という話をした。一番着目しているもの以外にも引いた別の視点を持つてみると良いのではないかと。金属の錆の研究でも、重さの変化を調べるだけではなく、写真で錆の変化も記録しておくなど。自分では気がつかなかったけど、他の人に指摘して別の見方が広がったときにメモしておくなども良い。1年で終わらせるのはもったいないくらい。最後に1回ブレインストーミングするなど良い。
- ・数学では、見えるままいじってもだめ。新しいものが出てこない。関係性ということが叫ばれていて、他の科目との関係性から共通点を見出すなど。見たまんまで関係を見出しても新しいものは出てこない。どうしてこれをやったのかという動機はあった方が良い。何のパラメータが関係しているのかというのを全て把握しているということを示して、絞っていると言った方がけちがつけにくい。君のオリジナルはどこなんだということがはっきりと分かるとう良い。
- ・大人になってから卒論のことを学び直すというのは大変なこと。仕事している中でやった英断はすごい。すごい成果が出てくると思う。
- ・数学オリンピックの本選を出たのは、すごい。日本で数学と物理のオリンピックが開催されるのはまれなことでも頑張ってる。数学博物館は、数学に特化して啓蒙活動しているからとても良い。一番面白かったダンゴムシの研究が外部発表に出場しないのは残念。研究に向いている生徒なのに。除菌をやっているのに、殺菌や抗菌をやっている。新規性は研究の前提であってゴールではない。世の中の99%が分かっているというのは見直した方が良い。

## 2023年度 第1回運営指導委員会議事録

日程：2023年6月9日（金）

### 運営指導委員（50音順）

上川直文先生、奥田宏志先生、鴨川 仁先生、木村龍治先生、  
駒野 誠先生、坂本一之先生、田井一郎先生、堀江俊治先生  
松山 洋先生、矢島知子先生

### 校長挨拶

今年はⅢ期最後の年になりました。集大成の年となります。それと同時に、Ⅳ期申請に向けて、市川学園だけではなく他校に共有できるようなテキストの作成、女子生徒への普及など、メインとなる取り組みを共有させていただきます。本日は、第Ⅳ期申請に向けてのご助言で指導も頂きたいと思っております。

### SSH 第4期申請に向けて

次の指導委員会だと申請の直近になってしまうので、現段階での構想を共有し、アドバイスを頂戴したい。

別紙資料に沿って説明。これまでの3期分の取り組みを踏まえて、4期申請の肝となる取り組み「地域還元」と「課題研究の質の向上」を紹介した。

### 運営指導委員の先生からの講評

#### ①研究構想発表会

- ・物理系の研究テーマについて見て回った。全般的に感じたのは先行研究に頼りすぎではないかと感じた。自然現象の不思議さに眼を向けられず視野が狭くなっていったように感じた。数学は面白かった。
- ・木村先生と近い感想を持った。昨年度の引き継ぎテーマが多い印象を受けたのが残念だった。しかし、昨年までよりも計画の具体性が見えるものが増えたように感じられたのは良かった。炭酸飲料としゃっくりの関係についての研究は身近な疑問から生まれていて、面白かった。研究としては難しいとは思いますが11月の中間発表が楽しみ。
- ・評価されやすいテーマを選ぶのが難しい。数学ではモデリングがはやっていてデータをとることがポイント。いきなり一般化しようとするのではなく、数値化する、関数化する、一般化するまでできると良い。フリーソフトを上手に使えるといい。紙と鉛筆だけでももう古い。
- ・先行研究で扱われているチタンをビスマスに変えますといった発表があったが、なぜビスマスにしたのかを理解していなかった。始めから色々な事を考えようとせず、材料なのか構造なのか、光の問題なのか、着眼点は何かをはっきりさせた方がいい。先行研究をよく調べている人に対しては、商品としてどのように使えるのかを考えて、テーマを発展させていくと面白い。原理を解明していく事も重要だが、特許を申請することも視野に入れて研究を進めていくのも面白い。
- ・科学的興味はあるが、これは実験できないでしょ？というのが多かったが、どうすれば研究になるかを考えている生徒が多かった。研究に入る前の修正可能な時期での発表会は非常に大事な日である。次は基礎データをとって収束できるかになる。個人的にはドミノの研究は発展していくと面白くなる予感がする。
- ・月曜日と金曜日を見た。研究の動機がこれまでの経験から不思議に思ったことを中心に考えていることが多くて良かった。高1の3学期にテーマを温めて、2学期のスタートからスタート出来るようにしているが、ここで本当にスタート出来るのは私たちでも難しい。研究の流れを経験させることがとても重要。市川の高校生の研究は大学の卒論と同じレベルだと感じています。

- ・評価機関は文科省なので私は評価をしづらいが、一つ言うるとすれば、参考文献に関しては本を読んでいるところが素晴らしい。最近はウェブで済ませているところが多い。

#### ② SSH 第4期申請に向けて

- ・JSTからのニーズに応える必要がある中で、理系を増やしてきた実績をもとに、理系選択する女子生徒を増やすと主張出来るように入れ込めるようになる。
- ・千葉だから出来る「チバニアン」を目玉にして皆を集めるのもいいかなと思います。
- ・女子への理系誘導に関しては、保護者への理系誘導も大切だと思うが、女性教員の増加、小学校低学年からの啓蒙が重要かと思う。
- ・情報系の方が女子は入りやすい。身近なネットワークを使った研究が出来ればいい。情報の先生が少ないことが課題になる。
- ・生徒とのディスカッションの機会を増やす取り組みに関しては、半年とは言わず、生徒との情報交換を密にした方がよい。ゼミみたいな事をやってみるといいかと思う。  
→数学では既にそのような形式をとっている。理科は実験室でしか出来ないことがあるので、授業時間内でゼミ形式の時間をとるのが非常に難しい
- ・物理で習っていないことをどのように教えるか。基礎知識を増やすような取り組みが必要である。
- ・テキスト化して発信するのも良いが、先生方で本を書くの良いのかなと思います。「市川サイエンス15年の歩み」のようなタイトルで。

### 理事長挨拶

理系人材の育成、他校との交流に関して、SSHは非常に大きな役割をもっている。Ⅳ期には全校を挙げてやろうということを経営会議でも確認している。運営指導委員の先生方から頂戴した意見をもとに4期を通すことの出来る案を作成していきたい。今後ともご指導のほどよろしく願います。

日程：2023年11月24日（金）  
運営指導委員（50音順）

上川直文先生、奥田宏志先生、鴨川 仁先生、木村龍治先生、  
駒野 誠先生、坂本一之先生、田井一郎先生、堀江俊治先生  
松山 洋先生、矢島知子先生

## 教頭挨拶

## 6月以降の取り組み

### ①地学研究発表会

地学分野のテーマ数が少ないので企画した。初日はポスター発表、松山先生の講演についてもともに好評だった。2日目の巡検への参加は1組だけだったが、満足度は高かった。広報活動に課題が残る。

### ②タイとの交流再開

7月末、タイに訪問して授業実施、研修を行った。11月中旬にはタイの生徒が来日し、ポスター発表と校外学習を行った。12月にはタイで行われる研究発表会への参加予定もある。

### ③外部発表会・コンテストの成果

日本地球惑星科学連合大会では、過去最高の成果。  
Global Link Singapore 2nd Prize 受賞。

## 第4期申請コンセプトの紹介

第3期では課題研究の作法を身に着けることに注力してきた。先行研究のレビュー、論文作成力を注力し、実際にレベルアップしてきた。自走できる生徒が増えてきたような感覚があり、一定効果は出ていると感じる。以下に、次年度のコンセプト概要を示す。詳細はレジュメ参照。

A 学際的領域の研究の推進

B 課題研究につながる取り組みの研究

C 科学技術人材育成プログラム「市川モデルの発信」

## 運営指導委員の先生からの講評

### ①中間発表会について

- 個人研究が増えたので、教員負担が増えそうで大変だなと感じた。発表中に生徒間で研究に対してコメントしあっていることが良かった。教員だけでは見切れないこともあるから、生徒同士で議論できる環境を活性化させるといいのではないかな。
- 先行研究者を尊敬したような言葉があるともっと良くなると思う。
- 発表がスマートになってきたが、元気がなくなってきたような気がした。ただ、今日は高入生だったので、雰囲気少し違うようである。

- バイオリンの板の振動についてクラド二図形に注目していたが、バイオリンの音との関係が見えてこなかった。共鳴についても考えてほしい。グラスハーブの音の実験は大きさについて考えようとしているのに、振幅については一切言及していなかった。振幅についてまず言及するべきではないか。水切りの実験は水面と物体の角度が重要なのに、真上から落とすという設定になっていた。残念ながら、面白い実験が見受けられなかった。
- のりを引っ張っていたが、設定が難しいものだと感じる。ショウジョウバエの走光性についての実験では、点滅の周期などに注目すればいい実験になるのではないかと感じる。数学のドミノの研究は非常に難しいテーマで感心した。
- 全ての曜日を観ました。6月にポスター発表を観たが、研究テーマもだいぶ変わっていると感じた。ピアノの実験はデータを議論できた発表になっていたので、非常に良い発表だった。接ぎ木の研究は目標が決まっていて研究の流れが論理的で良かった。エネルギー変換の減衰機構の研究は、タイトルがもっとわかりやすくなるようにした方が良い。カイコの染色については、先行研究と違いが明確なテーマ設定が良かった。

### ②第4期申請について

- コンテストの結果受賞率はどうなっているか？
- 産業との連携についてですが、知的財産についてはどのように考えているか？
- お作法は決めておいた方が良い。賞をとった人のポスターにはたくさんの方が詰め込まれているが、それが良いと思ってしまう。サンプルにまとめて欲しい。

### ③研究分野の細目化について

- 目的は、学問の体系を生徒に知らしめること、メインとなる科目を決めたいうえで、他科目の教員からのアドバイスを受けられるような時間を設けること。

### ④課題研究情報交換会の開催について

- 情報交換会は分野横断の可能性を広げる取り組みになるため期待できる取り組みである。

## 理事長挨拶

これからの課題は第4期への申請である。認定校は、私立が少なく、大学附属が多いという傾向にあるが、博物館、産業との連携など封を入れて申請していきたい。今後ともご指導をお願いいたします。また、本校の生徒は、海外への関心も非常に高くなっている。研修や奨学金制度も多く利用されている。大きな事故も起こっておらず実施できているので、来年も発展させていきたいと考えている。





# 教育課程表 (高校)

**2022年度以降入学者 市川高等学校 教育課程表**

教科	科目	標準 単位数	1年		2年				3年			
			内進	高入	国理選	国文選	理	文	国理選	国文選	理	文
国語	現代の国語	2										
	構造読解Ⅰ		3	3								
	言語文化	2	3	3								
	文学国語	4							3	3	2	3
	構造読解Ⅱ				3	3	3	3				
	古典探究	4			3	3	3	4	3	3	3	3
計		6	6	6	6	6	7	6	6	5	6	
地理・ 歴史	歴史総合	2	2	2								
	世界史探究	3				(4)			(4)		(4)	
	日本史探究	3				(4)			(4)		(4)	
	地理総合	2				(4)			(4)		(4)	
	地理AL				2	2or3	2	2				
	地理探究	3							(3)	(4)	(3)	
	地歴演習	-				(3)				(4)	(3)	
計		2	2	2	7or9	2	6	0or3	8	0or3	4or7	
公民	公共	2	2	2								
	公民演習	-							(3)		(3)	
	計		2	2					0or3		0or3	
数学	探究数学Ⅰ	3	4	4								
	探究数学Ⅱ	4			4	4	4	4		3	2	
	探究数学Ⅲ	3							3		4	
	探究数学A	2	3	3								
	探究数学B	2			2	2	2	2		2	2	
	探究数学C	2							3		3	
計		7	7	6	6	6	6	6	5	7	4	
理科	探究物理Ⅰ	2	2	2								
	探究物理Ⅱ	4			(3)		(3)		(4)		(4)	
	探究化学Ⅰ	2	2	2								
	探究化学Ⅱ	4			4		4		4		4	
	探究生物Ⅰ	2	2	2								
	探究生物Ⅱ	4			(3)		(3)		(4)		(4)	
	地学基礎	2				2		2				
市川サイエンス	-			2		2						
計		6	6	9	2	9	2	8		8		
保健 体育	体育	7~8	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	保健	2	1	1	1	1	1	1				
	計		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
芸術	音楽Ⅰ	2							(2)	(2)	(2)	(2)
	美術Ⅰ	2							(2)	(2)	(2)	(2)
	書道Ⅰ	2							(2)	(2)	(2)	(2)
	計								2	2	2	2
外国語	英語コミュニケーションⅠ	3	3	3								
	英語コミュニケーションⅡ	4			3	3	3	3				
	英語コミュニケーションⅢ	4							4	4	4	4
	論理・表現Ⅰ	2	2	2								
	プレゼンテーション英語Ⅰ		1	1								
	論理・表現Ⅱ	2			2	2	2	2				
	プレゼンテーション英語Ⅱ				1	1	1	1				
論理・表現Ⅲ	2							2	2	2	2	
計		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
家庭	家庭基礎	2			2	2	2	2				
	計				2	2	2	2				
情報	情報Ⅰ	2	2	2								
	計		2	2								
総合的な 探究の 時間	計	3~6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
選択 授業	ゼミ									0or2		0~6
	計									0or2		0~6
HR	計	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	計		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
単位数合計			36	36	36	34or36	36	34	36	32~34	36	30~36

①単位数に( )を付した科目は選択履修科目である。②科目間の実線はセット履修の組合せである。③科目間の点線はいずれかの選択必修履修である。  
④3年文系理科基礎科目はゼミ(1単位)として、月曜・火曜の5・6時限目に実施する。

令和元年度指定（2019年）第5年次  
スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書

## 市川サイエンス

発行：学校法人市川学園 市川中学校・市川高等学校

編集：SSH部

学校長 及川 秀二

〒272-0816

千葉県市川市本北方 2-38-1

TEL：047-339-2681

FAX：047-337-6288

ホームページ：<http://www.ichigaku.ac.jp/>

