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4年次-





2023年3月 学校法人市川学園 市川中学校・市川高等学校

令和4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4年次)

はじめに

今年度は新型コロナウイルス感染拡大の波を何度か受けながらも、学校ではコロナ前の日常に徐々に近づいてきました。なずな祭は今年度の校内開催から保護者が来校できる形になり、各学年の宿泊行事もすべて実施いたしました。またイートン研修も再開され、海外との往来も元に戻りつつあります。 SSHの活動も大学での研修が再開され、年度末のポスター発表は会場を教室からアリーナに移し全員が集まる形に戻しました。

コロナ禍でも生徒の成長を促すための取り組みは変わりません。本校の SSH では、「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つの力を伸長させるために国語・社会・数学・理科・英語の5教科で学校設定科目を設置し、それぞれの力を育成するための授業開発を行いました。そしてそれらの力を総合して使いながら進められる課題研究は、学校設定科目「市川サイエンス」の中で行われました。

通常授業で研究の土台となる基礎力を身につけ、それを課題研究でまとめ上げていく本校の取り組みはⅢ期4年目を迎えて定着したといえるでしょう。また、その効果を検証するため、本校で作成した「課題研究評価基準表」による評価の分析を行い、研究が進むにつれて生徒の能力が向上していく様子を明らかにしました。

生徒の成長促進には教員の指導技術の向上も欠かせません。そこで課題研究に関する教員の研修として「課題研究指導研修会」「課題研究評価研修会」「論文添削研修会」の3回の研修を行い、のべ50名の教員が研修に参加し課題研究の指導力向上に努めました。また年度末報告会では全教員が評価に加わることで、課題研究担当者以外の教員も課題研究に関わる場を設けました。

これまで行ってきた取り組みの改善も行いました。市川サイエンスではこれまで各学期末に行ってきた発表会を $1\sim 2$ 週前倒しすることで発表会後の授業で振り返りや修正の機会を得られるようにしました。また三宅島研修では、参加生徒がテーマをもって調査を行い、それを島内で発表することで生徒の目的を明確にしました。

授業研究会は昨年度に引き続き、今年度もオンラインでの開催となりましたが、これまでの授業公開では扱えなかった「市川サイエンス」における課題研究の取り組みを、事例紹介することができました。また福井県立武生高等学校、東京都立戸山高等学校から事例報告をしていただき、本校教員にとっても大きな刺激となりました。

一方で課題もあります。我々が行った評価分析では論理性の項目について、生徒が十分に理解できていないのではないかという結果が出ており、今後の指導方法や教材選定の改善が必要です。 また卒業生アンケートからは継続研究の実施状況についての指摘がありました。これまで多くの研究が行われてきたため、その後の継続研究が行われれば大きな成果になるものもあり、それをどのように生かしていくかも課題となっています。

今年度もこのように新しい取り組みができたのは、多くの方々のご配慮・ご協力があったからこそです。この場を借りてお礼申し上げます。本書で報告させていただく研究は、いずれもまだ道半ばです。皆様からご教示をいただければ幸いです。ページ数の関係で極めて簡潔な形になっておりますので、ご不明な箇所につきましては、ぜひお問い合わせください。

目次

U	J令和 4 年度 SSH 研究開発実施報告(要約)	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• 1
2	2 令和4年度 SSH 研究開発の成果と課題		• 5
8	3実施報告書		
	「研究開発の課題」		• 8
	「研究開発の内容」		• 8
	「研究開発の経緯」		• 9
	学校設定科目		• 10
	高大連携		• 26
	発表会参加・受賞		• 28
	課題研究指導についての教員研修		• 31
	実験に関する規定とその運用		• 32
	SSH土曜講座		• 32
	SSHオンライン授業研究会		• 33
	他校との連携		• 34
	三宅島自然観察会		• 35
	三崎臨海実習		• 35
	ふくしま学宿		• 36
	「実施の効果とその評価」		• 37
	「SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれま	での改善・対応状況」 ・・・・・・	• 41
	「校内におけるSSH組織的推進体制」		• 42
	「成果の発信・普及」		• 43
	「研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向	性」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	43
4	D関係資料		
	課題研究一覧		• 44
	市川サイエンス課題研究評価基準表		• 47
	人を対象とした研究に関する規定		• 48
	動物実験に関する規定		• 49
	潜在的危険性のある生物由来物質に関する	規定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 50
	運営指導委員会議事録		• 52
	教育課程表 (高校)		• 55

●令和4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)

①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

②研究開発の概要

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。

- ・論理的思考力:数学史、データ分析、構造読解
- ・表現力:小論文、レポート作成
- ・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)
- ・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
- ・課題を認識する力: SDGs の活用、SSH 講座

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。

③令和4年度実施規模

学科・コース		1 年	F生	2 年	F生	3 左	F生	=	+
子 件 •	J-X	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	420	11	256	7	257	7	1 267	2.4
百週件	文系	420		169	6	165	7	1,267	34

- ※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。

4研究開発の内容

○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 でオンラインスピーキングに取り組んだ 構造読解 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 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 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」	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	科学史を取り入れた授業の事例集作成	タイとの相互交流の再開

○教育課程上の特例

774.4.1 — ¬	BED + 2 N D A	774 /L-WL	ハギバロク	774 /L.W.L	+14-
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
普通科	探究物理 I	2	物理基礎	2	第1学年
普通科	探究化学丨	2	化学基礎	2	第1学年
普通科	探究生物	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	探究数学丨	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 III α	4	数学Ⅲ	5	第3学年
普通科	探究数学 III β	3	釵子Ⅲ)	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	現代の国語	2	第1学年
普通科	構造読解Ⅱ	3	現代文B	4	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4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 | 、探究化学 | 、探究生物 | (1年)、探究物理 | 、探究化学 | 、探究生物 | (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。

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
 - ・探究数学の授業で、「平面上の曲線」分野の 2 次曲線が数学史の中でどのように発展を遂げたかを追体験することで、現象の理解を深める授業開発を行った。
 - ・探究物理では、クリッカーでのアクティビティをきっかけに、生徒同士で議論する場を設け、生徒の論理的思考力の変容を把握する授業開発を行った。また実験を通して変数の概念を定着させる授業開発を行った。
 - ・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。構造読解 || では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。
 - ・探究化学では、実験後のレポートに変えて、実験ノートの作成を行うことにより、アートの感性を育成することを目指した。

- 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国際共同課題研究を行った。
- ④科学的な現象を発見する力の育成
 - ・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。
 - ・研究者を招き科学研究についての講演会を実施した。
- 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。

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。
- ・昨年運用を開始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」に加えて、新たに「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・運用した。

他校との連携

・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。

- ・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への生徒派遣を行った。

その他

卒業生アンケート

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。

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
年間 3 回の課題研究発表会	校内
授業研究会	SSH 校、千葉県内の全高校
研究開発報告書の 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。
- ・科学研究者を招いての3本の講演を実施し、いずれも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。
- ・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。

課題研究の自立性を高める

- ・課題研究評価基準表について、項目や記述語の検討を始めることができた。
- ・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 3 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

- ・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。
- ・東京工業大学附属科学技術高等学校(東京)、GT college(香港)、本校の 3 校で国際共同課題研究を行い、その成果を ICRF (International Collaborative Research Fair) で発表した。
- ・数学の課題研究発表会である大阪府立大手前高等学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等学校のマスフォー 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

51 名から回答を得た。回答率は 11.2%。卒業後 10 年で I 期目の SSH を経験した生徒と卒業後 5 年で II 期目を経験した生徒を比較し、研究職への指向性が上がっていることが分かった。また、研究職を希望する生徒は高校時代に研究の経験ができた点が良かったと答える割合が、そうでない生徒よりも高いことが分かった。

○実施上の課題と今後の取組

5 つの力の育成

- ・本校の目指す5つの力について、いろいろな教科科目でその育成の取り組みが行われたが、課題も残っている。1つは教科科目間の連携である。5つの力は独立したものではなく多くの教科で育てることのできる力であるため、1つの題材に対して多くの教科がアプローチすることで、その力への生徒の意識付けを強めることができ学習効果も上がるものと思われる。
- ・研究者を招いての講演会で意識を高めることには成功した。しかしもう一つの目的は、講演を通して研究者が経験した「現象の発見」の過程や困難、達成感を生徒も体験し、自らの学習への向き合い方、もしくは研究活動へフィードバックさせることであった。しかし、1回の講座が生徒のその後の活動にどのような影響を及ぼしたのかを評価することは難しく、検証できていない。今後は講座の感想文の分析や、講座の影響を受けた課題研究を調査するなどで、講座の影響の評価を検討する必要がある。
- ・課題を認識する力を育てる機会の一つとしてふくしま学宿や土曜講座を実施することができたが、それらの課題について科学技術での解決へと進めていくことが SSH では求められていることであろう。そのためには、理数の教員だけでなく、さまざまな教科の教員と連携して課題研究を指導していく体制をつくることが必要となる。

課題研究の自立性を高める

- ・本校で使用している課題研究評価基準について昨年度のデータを分析し、その有効性を確認することができた。一方で、「論理性」を身につけさせるためには、評価基準だけでは不十分であることも明らかになった。論理性については評価基準を改め、生徒が読んで分かるようにする必要がある。また、それ以外にも教材の開発を検討していきたい。
- ・「人」「動物実験」「生物由来物質」に関わる研究についての規定の運用を始めたが、申請が五月雨式に出てくるため、審査が煩雑になっている。ある程度申請期限を決めることで審査の煩雑さを解消するとともに、生徒の研究も進められるような形へと変えていきたい。また、実験で使用する試薬についても、規定を検討したい。

他校との連携

- ・国際共同課題研究への取り組みは2年目だったが、テーマ設定やスケジュール調整などの難しさを痛感した。また英語が苦手な生徒のためにも国内校との共同課題研究の場を用意したい。
- ・千葉サイエンススクールネットでは、小学生を対象とした大規模なサイエンスフェスティバルから、小規模な実験講座への移行が検討されている。そのような形態でもサイエンスフェスティバルと同等以上の効果を得られるように、内容を検討していきたい。
- ・数学の課題研究発表会には以前より積極的に参加している。貴重な意見をもらえることは生徒には有意義な経験だが、数学の課題研究の 数は大きくは増えていない。この取り組みを本校の数学課題研究の活性化にどのように結びつけるかが今後の課題である。

その他

卒業生アンケート

科学技術人材として「研究職」を挙げて調査を行ったが、研究職以外の科学技術人材を調査できていない。卒業生の意見も聞きながら、 本校の取り組みで科学技術人材を育成できているのかを正しく調査できるアンケートへと修正していきたい。

⑥新型コロナウィルス感染拡大の影響

【計画の中止】

- ・7月と10月に予定してい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は中止した。
- ・12 月に予定していた TJ-SIF2022(Thai-Japan Student ICT Fair) は、現地での参加をオンライン参加に変更した。
- ・7月と12月に予定していた小学生対象実験講座は中止した。
- ・6月、11月、3月の校内での研究発表会はいずれも公開を中止し、校内関係者のみで行った。
- ・2月に予定していた授業研究会は授業公開ではなく、オンラインでの事例紹介とした。
- ・ドイツのウィルヘルムスハーフェン校の来日は中止した。

②令和4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論理的思考力の育成

· 学校設定科目「探究数学」

2次曲線が数学史の中でどのように発展を遂げたかを追体験しながら、空間を分析するとき次元を下げて面を切り出してくること、2つ のモノの関係性では主役を切り替えることで見方を変えることができること、面を接平面ととらえる視点につながる授業を開発した。

学校設定科目「探究物理」

クリッカーでのアクティビティをきっかけに生徒同士で議論する場を設け、生徒の論理的思考力の変容を把握する授業開発を行った。 議論前後の正答率を比較することで、議論によって概念的な問題の正答率が上昇することを明らかにした。

・学校設定科目「地理 AL」

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。特に身近な地域の問題として 東京都江東区と千葉県流山市の人口変動とその要因について、データから考察することで理解を深める授業を開発した。

· 学校設定科目「構造読解」

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。評論文だけではなく小説に も適用することで、生徒の読解能力の幅を広げることができた。

②表現力の育成

· 学校設定科目「構造読解」

理系生徒は「市川サイエンス」での研究活動、文系生徒は本校の文系生徒向け教養講座「リベラルアーツゼミ」をそれぞれモチーフに、 小学校6年生を読者と想定してエッセイを執筆した。

・学校設定科目「プレゼンテーション英語」

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。GTEC の Writing のスコアが上昇したことから、効果が得 られたことが分かった。

・学校設定科目「探究化学Ⅰ」

実験後のレポート作成から実験ノートの作成に変更した。方法等を図やイラストで描くことで、第三者が見ても直感的に分かるような表 現方法を身につけることを目指した。次年度の課題研究でのポスター発表で、この力を応用した優れたポスターの作成が期待される。

③コミュニケーション力の育成

· 国際共同課題研究

GT college (香港)、東京工業大学附属科学技術高等学校 (東京)、本校の3校をオンラインでつなぎ、8ヶ月間かけて共同課題研究を行った。 その成果を ICRF (International Collaborative Research Fair) で発表した。また、参加した生徒はそのテーマを発展させて課題研究を行うこ とになった。

④科学的な現象を発見する力の育成

· 学校設定科目「探究生物」

自然現象から現象を見つける力を養うため、実験レポートの一項目に「科学的な現象を発見できた」かどうかの観点を加えた。また、自 分たちで変数を決めて実験を行うことで、現象を見る目を養った。結果、生徒はいろいろな現象を見つけることができることが分かった。 今後はそれを積極的に意識させることで、身の回りの現象を見る視点を変えさせたい。

·SSH 三宅島研修

三宅島の地学的・生物的な特徴を野外で観察した後、それぞれテーマをもたせて調査を行った。また結果をまとめ、島内で発表会を行った。 その結果、より能動的に研修に参加するようになり、三宅島をテーマに課題研究を行いたいという生徒が複数名出てきた。

・SSH 土曜講座

以下の3講座で、生徒に研究の過程や発見のポイントを講師の体験を交えて聞かせることで、「現象を発見する力」を育成した。

日程	タイトル	講師名
2022年	「小惑星探査機「はやぶさ2」	久保田 孝先生
11月19日	チャレンジなくして,成功なし」	(JAXA 宇宙科学研究所 教授)
2023 年	「科学で迫る!	鈴木 俊貴先生
1 月 14 日	シジュウカラの言葉の世界」	(京都大学 白眉センター 特定助教)
2023 年	「自身の医師スタイルから考える学びの魅力	寺嶋 毅先生
1 月 28 日	~ COVID-19 診療に至るまで~」	(東京歯科大学市川総合病院 教授)

⑤課題を認識する力の育成

ふくしま学宿

高校1年生を中心に30名が参加し、東日本大震災で被災した地域でのフィールドワークに臨んだ。成果を3月に校内発表することで、多くの生徒と体験を共有した。

課題研究の自立性を高める

• 課題研究評価基準表

本校で作成した課題研究評価基準表は、次の3つの点で課題研究の自立性を高めると仮定して運用してきた。

- 1. 生徒に提示することで研究のポイントが分かりある程度自立的に研究を進められる。
- 2. 自己評価を行うことでそれまでの活動を振り返り、修正することができる。
- 3. 教員評価を生徒に戻すことで自分の研究の客観評価を知ることができ、自己評価とすり合わせながら研究を修正することができる。新型コロナの影響で評価基準表を使う発表会ができなかった年が続いたが、昨年度は予定していたものをすべて行うことができた。そこで、昨年度の評価を分析し、課題研究を通して生徒の資質はどのように変容したのか、また評価基準表の運用により生徒は自立的に研究を進められるようになったのかを検証した。具体的には、教員の評価の推移から生徒の発表態度・資料作成・報告書作成の技術の変化を追い、教員評価と生徒の自己評価の差から、生徒が自分の研究を客観的に見ることができるようになったかをみた。

教員評価の推移からは発表態度は回を重ねるごとに評価が上がっていくようすをはっきりと見ることができた。発表資料については、論理性についての項目では値は低いものの回を追うに従って上昇していくようすがみられた。これは論理性という抽象的な概念を、「変数制御ができている」「試行回数が充分である」など、具体的な項目へと落とし込んだものにしたため、生徒が取り組みやすくなったと考えた。報告書については、比較した研究計画書と研究論文では対応する項目が少なかったが、比較できる項目については評価が上昇しており、論文を書くことで、報告書作成技術が向上することが分かった。

教員評価と自己評価の差を見ると、発表態度は発表の回を重ねるごとに差が減っており、生徒が自分の発表を客観的に評価できるようになっていることが分かった。一方発表資料の論理性についての項目では差はほとんど埋まっておらず、教員評価は上がっているのに、教員と生徒の評価差は埋まっていないという一見奇妙な結果が得られた。報告書作成については、項目によって差が埋まっていたり広がっていたりと一貫した結果が得られなかった。

・課題研究における規定

今年度、「人を対象に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」の3つの規定の 運用を開始し、それぞれの規定に基づいて審査が行われた。

「人を対象にした研究に関する規定」(研究倫理審査委員会)

- ・VR-現実間の遷移による記憶への影響(情報)
- ・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(情報)
- ・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(物理)

「動物実験に関する規定」(生物実験委員会)

・アフリカツメガエルの刺激への反応(生物)

「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」(生物実験委員会)

該当無し

審査の結果は、いくつかの研究で修正を経た上ですべての研究が承認された。

他校との連携

・SS ネット(千葉サイエンススクールネット)

3月18日に行われた千葉県高等学校課題研究発表会の運営を、千葉県内のSSH校とともに行った。本校は生物分野の指導助言講師の依頼と、ポスター集の作成に携わった。

· 国際共同課題研究

立命館高校が主催する国際共同課題研究に参加し、GT college(香港)、東京工業大学附属科学技術高等学校(東京)とともに 3 校で共同課題研究を行った。期間は 6 月から 1 月までの約 8 ヶ月間で、テーマ設定、実験計画、結果の共有、発表資料の作成を、Zoom を使ったミーティング(15 回ほど)と Slack を用いて進めた。得られた結果は 1 月 28 日にオンラインで開かれた ICRF(International Collaborative Research Fair)において "Investigation of Shear Thickening of Non-Newtonian Fluids" として発表した。

・数学の課題研究の活性化

大阪府立大手前高等学校主催のマスフェスタに2名、横浜市立横浜サイエンスフロンティア主催のマスフォーラムに3名で参加し、それぞれで2件の研究発表を行った。今年度は研究発表を行う2年だけでなく、見学者として1年生も参加し、次年度の課題研究に向けてイメージをもたせた。

その他

卒業生アンケート

卒業後5年目、10年目の卒業生を対象にアンケートを実施した。51名から回答を得て、回答率は11.2%。アンケート項目は、「最終学歴」「研究職に就いているか、もしくは研究職を志望するか」「高校生の時に行ったSSHの活動の中で、良かった点(自由記述)」「高校生の時に行ったSSHの活動の中で、改善した方がよい点(自由記述)」の4点。

回答者のうち研究職(もしくは研究職志望)の割合は卒業10年では18%だったのに対し、卒業5年では48%と上昇した。これは本校の研究開発課題がより研究者の育成へとシフトしたことによるものであると考えた。また、研究者(もしくは研究職志望)では、高校のSSHで研究を経験できたことが良かったとする割合が40%と突出して高く、研究で優れた結果を出したかどうかより、研究の場を与えることが研究者を増やすためには有効であることが示唆された。また取り組みの改善点としては「チーム研究でのモチベーションの差」「研究の進め方を指導すべき」など多くは現在改善されているもので、本校の取り組みがよりよいものになっていることが示された。一方で「継続研究の引き継ぎがどのようにされているのか」という点については、改善されないまま残っており、今後の検討課題となった。

②研究開発の課題

5 つの力の育成

- ・本校の目指す5つの力について、いろいろな教科科目でその育成の取り組みが行われたが、課題も残っている。1つは教科科目間の連携である。5つの力は独立したものではなく、多くの教科で育てることのできる力であるため、1つの題材に対して多くの教科がアプローチすることで、その力への生徒の意識付けを強めることができ、学習効果も上がるものと思われる。本校では授業研究会を行い、開発した授業を公開しているが、例えば「論理的思考力」をテーマに授業研究会を行い、教科で連携して授業開発を行うことで、この課題を解決できると考えている。もう一つの課題は、5つの力を総合して使う課題研究に、各教科の取り組みがどのように影響したかを明らかにすることである。今年度は例えば国語科の構造読解 II で生徒が自分の課題研究について、小学生に紹介するエッセイを書かせる取り組みを行った。その作業を通して、自分の研究を他人に理解してもらうためには論理的に話を組み立てる必要があることを学んだ。このように課題研究に関わる取り組みを他の教科へと広げていくことで、5つの力と課題研究のつながりを意識させることができるものと思われる。
- ・研究者を招いての講演会で生徒の意識を高めることには成功した。しかしもう一つの目的は、講演を通して研究者が経験した「現象の発見」 の過程や困難、達成感を生徒も体験し、自らの学習への向き合い方、もしくは研究活動へフィードバックさせることであった。しかし、1 回の講座が生徒のその後の活動にどのような影響を及ぼしたのかを評価することは難しく、検証できていない。今後は講座の感想文の分析や、講座の影響を受けた課題研究を調査するなどで、講座の影響の評価を検討する必要がある。
- ・課題を認識する力を育てる機会の一つとしてふくしま学宿や土曜講座を実施することができたが、それらの課題の科学技術での解決へと進めていくことが SSH では求められていることであろう。その一つの方法としてビジネスプラングランプリなど、ビジネス系のコンテストへの参加が挙げられる。活動の開始が課題研究は4月、ビジネスグランプリは7月と時期がずれていることから、連携が取りにくかったが、テーマ設定時に社会科教員の協力を得るなどして社会に存在する課題の科学技術での解決も課題研究の一つの形としてつくっていきたい。

課題研究の自立性を高める

- ・本校で使用している課題研究評価基準について昨年度のデータを分析し、その有効性を確認することができた。一方で、「論理性」を身につけさせるためには、評価基準だけでは不十分であることも明らかになった。論理性については個別に指導していくことが重要だが、本校のように教員あたりのテーマ数が多い(平均 10 テーマ / 教員)場合、十分な指導が難しいのが現状である。そのためある程度生徒が自分で研究を進められるように開発したものが課題研究評価基準表である。論理性についても評価基準を改める、もしくは新たな教材を開発することで、個別指導を助ける方法を作り上げていきたい。
- ・「人」「動物実験」「生物由来物質」に関わる研究についての規定の運用を始めたが、申請が五月雨式に出てくるため、審査が煩雑になっている現状がある。ある程度申請期限を決めることで、審査の煩雑さを解消するとともに、生徒の研究も進められるような形へと変えていきたい。また審査が免除されるケースもあるため、生徒だけでなく教員も規定内容を正確に把握する必要がある。教員研修等を行い、内容を周知徹底していきたい。

他校との連携

- ・国際共同課題研究への取り組みは2年目だったが、テーマ設定やスケジュール調整などの難しさを痛感した。他校の生徒と共同で一つの ものを作り上げる体験は、非常に有意義だが難しい面もあり、言語の壁がそれをさらに難しくしていて、実際には英語を話せる生徒でな いと参加は難しい。英語力とは別の観点で、研究についてじっくり取り組みたい生徒に向けての国内校との共同課題研究の場も用意したい。
- ・千葉サイエンススクールネットでは、小学生を対象とした大規模なサイエンスフェスティバルは、準備・運営面の労力が大きいことから、 小規模な実験講座を多く行うことで、フェスティバルと同等の効果を得る方向への検討が進んでいる。本校のみで行っていた小学生対象 講座を他校の生徒も交えて行うことで、小学生への科学の面白さを伝えると同時に、他校生徒との交流で刺激を受ける場として活用した いと考えている。
- ・数学の課題研究は増えつつあるが、まだ全体の6%(11/181 テーマ)程度であり充分とはいえない。今年のように1年生から発表会の見学などでイメージをもたせることで、研究を増やすことができるか検討したい。

その他

卒業生アンケート

科学技術人材として「研究職」を挙げて調査を行ったが、研究職以外の科学技術人材を調査できていない。卒業生の意見も聞きながら、本校の取り組みで科学技術人材を育成できているのかを正しく調査できるアンケートへと修正していきたい。また、高校時代の取り組みについて良かった点、改善点を自由記述で上げてもらったが、全体の傾向を見るためには類型化せねばならなかった。今回のアンケートでどのような回答が出るかある程度把握できたため、次回からは選択肢にしてより全体像を正確につかめるよう改善したい。

「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】

①5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」「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。また「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であると考える。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。

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考える。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。

「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「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)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昨年定めた「人を対象とした研究に関する規定」に加えて新たに「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(大阪府立大手前高等学校主催)、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(立命館高等学校主催)に参加し、GT college(香港)、東京工業大学附属科学技術高等学校(東京)とオンラインで課題研究を行った。

「研究開発の経緯」

4月

11 研究活動 12 研究活動

13 研究活動 18 研究活動

19 研究活動 21 研究活動

22 研究活動 25 研究活動

26 研究活動 27 研究活動

5月

2 研究活動 6 研究活動

10 研究活動 11 研究活動

13 研究活動 16 研究活動

17 研究活動 日本気象学会 2022 年度春季大会

18 研究活動

20 研究活動

22 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 (幕張メッセ+オンライン)

27 研究活動

30 研究活動 31 研究活動

6月

1 研究活動 3 研究活動

6 研究構想発表会(1日目)

7 研究構想発表会(2日目)

10 研究構想発表会(3日目)

14 研究構想発表会(4日目) 第1回運営指導委員会

17 研究活動 20 研究活動

21 研究活動 22 研究活動

24 研究活動 27 研究活動

28 研究活動 29 研究活動

30 研究活動

7月

17 化学グランプリ 2022

19 三宅島研修(19~22)

23 研究室訪問 東京大学(フッ素有機化学研究室)

28 研究室訪問 東京大学(松永研究室)

31 有馬朗人記念「創造性の育成塾」 第 16 回夏合宿 (7/31 ~ 8/3) 8月

3 SSH 課題研究発表会 (神戸国際展示場)

20 科学の甲子園ジュニア 千葉県大会

......

22 高校生バイオサミット (山形県・慶應義塾大学)

23 第 18 回全国物理コンテスト 物理チャレンジ 2022

27 マスフェスタ(大手前高等学校)

9月

, 5 研究活動 6 研究活動

研究活動 9 研究活動

10 日本地質学会

12 研究活動 13 研究活動

14 研究活動 16 研究活動

17 日本生物学オリンピック(本選)

20 研究活動 21 研究活動

26 研究活動 27 研究活動

28 研究活動

10月

5 研究活動 7 研究活動

1 研究活動 12 研究活動

14 研究活動 21 研究活動

24 研究活動 25 研究活動

26 研究活動 28 研究活動

31 研究活動

, 11 月

7 研究活動 8 研究活動

9 研究活動

11 千葉県高文連科学研究発表会

12 研究活動

13 集まれ! 理系女子 発表会

15 中間発表会(1日目)

16 中間発表会(2日目)

18 中間発表会(3日目)

19 SSH 土曜講座 久保田 孝 先生 (JAXA 宇宙科学研究所 教授)

21 中間発表会(4日目) 第2回運営指導委員会

22 研究活動 25 研究活動

28 研究活動 29 研究活動

12月

2 研究活動第10回科学の甲子園ジュニア全国大会

12 福島研修(11~13)

17 マスフォーラム

1月

9 日本数学オリンピック

10 研究活動 11 研究活動

13 研究活動

14 SSH 土曜講座 鈴木 俊貴 先生 (京都大学 白眉センター 特定助教)

16 研究活動 23 研究活動

24 研究活動 25 研究活動

27 研究活動

28 SSH 土曜講座 寺嶋 毅 先生 (東京歯科大学市川総合病院 教授)

30 研究活動 31 研究活動

2月

1 研究活動 6 研究活動

7 研究活動 8 研究活動

10 研究活動 13 研究活動

17 研究活動

18 授業研究会(オンライン)

20 研究活動

21 研究活動 高校生国際シンポジウム (鹿児島県文化センター)

22 研究活動 24 研究活動

27 研究活動 28 研究活動

3月

1 研究活動

11 年度末発表会 第3回運営指導委員会

12 首都圏オープン生徒研究発表会

18 千葉県課題研究発表会

21 高校生サイエンス研究発表会

25 日本地理学会春季学術大会

探究物理丨

1年必修2単位

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

【仮説】

物理学を含め自然科学という学問は、あらゆる自然現象を対象とし、それを合理的に説明しようとするものである。物理の授業で最も重要なことは、自然界の原理や法則を実験や観察を通して学ぶ過程の中で、なぜその結論が信じられるのか、なぜそれが正しいといえるのかを生徒自らが論理的に納得しながら勉強を進めていくことだと位置づけ、授業を進めている。

そのような授業に生徒同士の議論活動の時間を取り入れることによって、本校 SSH 目標の「論理的思考力」、「コミュニケーション力」、「表現力」を育成できると考えた。

【内容・方法】

授業は、講義⇒実験⇒分析 という流れで行った。授業の中で設定した 議論活動の具体的を以下に示す。

①講義後の概念的な問題の際

講義において、ひとつのトピックの最後に、その内容について考えさせる選択肢式の概念的な問題をスライドを用いて出題した。まずは、生徒間で議論を行わせずに問題に回答させた。その後、班の生徒同士で議論させ、同じ問題にもう一度回答させた。最後に、解答を示し、解説を行った。

②実験の予想活動の際

生徒実験、または演示実験を行う前には時間の許す限り結果の予想をするようにした。実験の説明後、予想される実験結果を選択肢で提示し回答させた。正解不正解にはこだわらず、予想を行うことによって実験の目的や、どこに注目するのかを焦点化し、生徒が意識できることをねらいとした。

③実験結果の解釈の際

実験の次の授業の際には、教員による実験データ、もしくは集計した生徒の実験データを用いて、その実験結果から何が言えるのか、どういった法則性があるのかをクラス全体で分析を行った。データを処理したグラフから何が言えるのかを解釈する際に、議論の機会を設けた。「さあ、話し合ってみよう」と生徒に言っても、議論が活発にならないことはよくあることである。そのために雰囲気作りを重視した。選択肢式の問題について回答させる際には、クリッカーを用いた(図 1)。



図1 クリッカー

クリッカーを用いてスライドに表示された問題に答えると、教員側の PC で回答の結果を瞬時に集計し、回答分布をスクリーンに表示することができる(図 2)。これによって、生徒は匿名性をもって問題に答えることができることから、自分の考えを正直に答えやすく、授業への参加意識を高めることができる。

また、生徒間でコミュニケーションがとりやすくなるように、はじめの数分で生徒同士のアイスブレイクを取り入れるようにした。アイスブレイクの内容は、教員がお題を提示し、グループの中で順番をつけてもらうものを多く行った。順番を付けることによって、教員が指定した番号の人に代表して、班員のクリッカーを取りに来てもらったり、議論の際の司会役などの役割を与えやすくするためである。

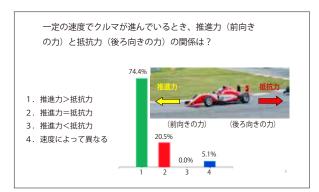
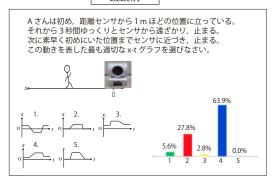


図2 回答分布が表示されたスライドの例

【検証・評価】

講義後に行った概念的な問題の結果を図3に示す。議論前よりも議論後のほうが正答の選択肢を選んでいる割合が増している。このことから議論を通して、正答の選択肢へと辿り着いた生徒がいるということがいえる。概念的な問題はこのような場合だけではなく、難易度の高い問題になると回答分布が大きく変化しない場合もある(図4)。

議論前



議論後

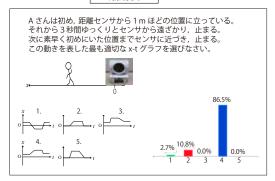
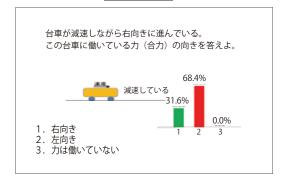


図3 講義後に行った概念的な問題の議論前後の結果

議論前



議論後

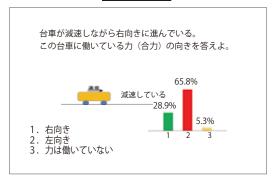


図4 議論前後で回答分布の大きな変化がない場合

生徒同士で議論し、自分の意見と相手の意見が対立した場合、相手を納得させるように自分の考えを伝えなければならない。授業の様子や振り返りの記述によると、生徒は相手を説得する困難さや自分の考えをうまく伝えられないもどかしさも感じていた。生徒は「論理的思考力」ならびに「表現力」の重要さに気付き、自らの力で解決しようと取り組んでいたことから、それら力の育成につながったことが示唆される。コミュニケーションが苦手な生徒も、アイスブレイクなどを通して雰囲気をつくったことによって、生徒は自分の役割を全うするために生徒同士でコミュニケーションをとっていた。

これらの力は一朝一夕で身に付くものではなく、日々の生活や学習を通して少しずつ身に付き、向上していくものである。これらの定量的評価は難しいが、これらの活動を通して生徒たちの力は少しずつではあるが向上していると考えられる。



探究物理 ||

2年選択3単位(理系)+3年選択4単位(理系)

【仮説】

探究活動を進めていくうえで、現象に含まれる変数を発見し、その変数の関係性を見出していく過程は重要である。本校では、中学段階では認知加速(1981 Michael Shayer,Philip Adey)理論をもとに変数概念とその関係性を考察するプログラムを実施してきた。その理論の発展として位置づけている高校年代では、実験・観察を通して物理概念を獲得する授業を実施している。目の前で起こっている物理現象から帰納的に法則性を見出したり、物理法則を用いて演繹的に物理現象を再現したりすることで、本校が目標として掲げている「科学的な現象を発見する力」「論理的思考力」を育てることが出来ると仮説を立てた。

【内容・方法】

探究物理 II では、以下のように 27 テーマの実験・観察をおこなった。 第 1 章 さまざまな運動

13 1 1 2 3 2 3 3 2 2			
第1節 平面内の運動と剛体のつり合い	第3節 円運動と単振動		
 放物運動を行う物体の落下地点の予測 モンキーハンティング 剛体のつり合い 剛体の転倒と重心 	 9. 等速円運動 10. 慣性力の観察 11. ローラーコースターのループの通過条件 12. 振り子の円運動 13. 円筒から転げ落ちる球体 		
第2節 運動量の保存	第4節 万有引力		
 5. ニュートンのゆりかご (供覧実験) 6. 物体の分裂 7. 物体の衝突 8. 平面内の衝突 	15. 楕円軌道を描く 16. ケプラーの第三法則を確認する 第5節 気体分子の運動 17. 圧縮発火器		
	18. スターリングエンジンの仕組み(供覧実験)		

第2章 波

第1節 波の伝わり方	第3節 光
18. 水面波の観察 球面波、平面波、ドップラー効果、 開口端での反射、ホイヘンスの原理、 波の干渉、反射、屈折	21. ガラスの屈折率の測定22. 光の分散、散乱、偏光の観察23. 凸レンズによる結像24. 組合せレンズによる結像の観察
第2節 音	25. 凹面鏡による結像の観察(供覧) 26. 米の干渉
19. 音速の測定 20. ドップラー効果を使ったスピードガン	単スリット、二重スリット、マルチスリット、薄膜 (観察)、くさび型空気層 (観察)、 ニュートンリング (観察)
	27. CD と DVD の溝の間隔の測定

実験を実施する上で以下の2点に留意した。

- ①観察については起こった現象を五感で感じたとおりに記録させること。
- ②現象に潜んでいる変数に着目し、どんな関係性があるのかをグラフ や式や言葉で記述させること。

ここでは、今年新たに作成した水面波観察装置(図1)を使った実験を例にとって説明する。実験テーマの18番の実験で、波動現象に関する様々な現象を観察する授業で、2回にわたって実施した。何を使ってどのような波を発生するかを説明したのち、生徒は波をつくりながら、どんな現象が起こるかを観察した。

観察の記録は(図2)のようなプリントに記録させた。



図1 波源装置

波の干渉

2つ以上の振動数の等しい波が重なり、振動を強め合ったり、弱めあったりする現象

〔波の干渉の観察〕

①波源が1つ	②1つの波源が動く
③波源が2つ (同位相)	④波源が2つ(逆位相)

〔いろいろな波の観察〕

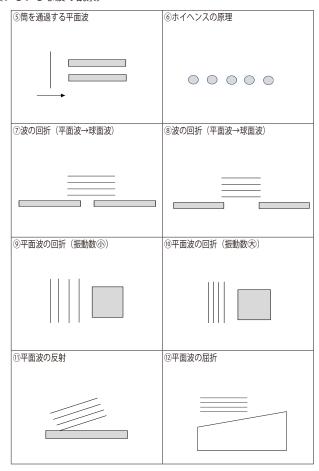


図2 波の観察記録用紙

各現象の発生原因を解明していくという流れで、その後の授業を展開した。単元の後にアンケートを実施した。アンケートの項目は以下の 6項目である。

- ①今日の観察は積極的に参加できましたか?
- ②最も印象に残った現象は何でしたか?
- ③教科書の説明と並行して、波の干渉を観察することに意義を感じましたか?
- ④その理由を教えてください。
- ⑤今回の観察を通して、装置に関する改善点があれば教えてください。
- ⑥波の干渉を利用して、何かを調べたり、発見したり、創造したりするアイデアはありますか?

【検証・評価】

アンケートの結果では92%の生徒がよく参加できた、非常によく参加 できたと回答した。波の干渉を観察する意義についても92%の生徒が 意義を感じると回答した。これは、「よく参加できた」生徒と「意義を 感じる」生徒が重なっているわけではなかった。「よく参加できた」の に、「意義をあまり感じない」と回答した理由としては、「原理の説明 を受けてから観察しないとどこに注目すればいいのかがわからない。」 「どこが腹なのかが見えづらい」との回答があった。生徒のいう通り、 波源装置の不備もあり、現象が見えにくい班も出てきてしまった。ア ンケート⑤の回答にも「波源装置が動きづらかった。」「壊れやすい」「波 が見えづらい」などの回答が目立った。一方、意義があると答えた生 徒の回答では、「教科書の図だけでは波の動きを本当に把握できない」 「教科書の図ではイメージがわきづらくて理解しにくい」「教科書を有 効活用できた」など、教科書の記載事項を実際に見ることで理解を深 めている回答が多くあった。また、「記憶に残りやすい」「印象に残る」 などの定着に関する意見も多かった。目の前の現象から着目する現象 を抜き取れたとき、理解の深化や記憶の定着が起こっていると考えら れる。アンケート②の回答は様々だった。生徒によって印象に残るポ イントが異なっていたことは興味深い。その中でも多かったのは、「波 の干渉」と、「開口部での反射」だった。「波の干渉」は波源装置のイ ンパクトも原因ともとれるが、「開口部での反射」は現象的な興味深さ に印象を強めたものだろうと考える。物理基礎で学習した気柱の共鳴 で、開口部での反射は本当に起こっているのか疑問に感じていた生徒 に納得を与えたものとなった。

生徒の記録用紙も一部載せ考察する。

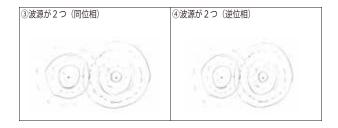
< 生徒 A >

③と④の観察では教科書のような曲線で腹線が表されているのではなく、見たままを観察できることがわかる。波源装置の振動数は3段階に変えることが出来たので、振動数を変えたときの様子まで記録できていたら理想的だったが、記録用紙が不親切で描きづらく省略してしまったものとみられる。教科書の図に引っ張られずに、このような図を描けた生徒は多くいた。



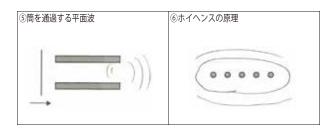
<生徒 B >

この生徒は、教科書の図を真似して書いた可能性が高い。同心円状の 波ができることを表現した図にとどまっている。干渉が起きたことで 水面がどのように変化したかの観察が弱い。

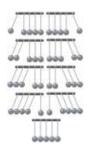


<生徒 C >

開口部での波の反射は表現できているが、肝心の反射が起こった位置 はどこなのかを書けていない。反射した位置が開口部よりも外側であ ると記録できているのはほとんどいなかったが、反射波を見逃さずに 観察できた生徒は多くいた。ホイヘンスの原理は、素元波が合わさっ て波面を作る様子が表現できている。



以上、今回の実践例では装置の改善が必要とされる部分はあったものの、「科学的な現象を発見する力」がおおむね育成できていると考える。水面の波の打ち方に変化が起こる瞬間に気が付く眼を持つことは、日常の風景の見方が変わるきっかけが出来たと考える。また、「論理的思考力」に関しては、実験・観察後のレポートで確認してきたものであるが提示できるデータが取れていない。事後レポートの考察部分の変容を1年間追跡し、考察を通して論理的飛躍が減少してるかの検証が必要であろう。



探究化学 1

1年必修2単位

【仮説】

STEAM 教育における Arts は、デザインや感性 ⇒ 学問領域を横断して指導する枠組み ⇒ 言語や歴史などを含む文科 ⇒ 自由に考えるための手段を含む美術、音楽、文 学、歴史など Liberal Arts の (A) と、年代によってその解釈が深化している。つまりアート、リベラルアーツ、文理の枠を超えた学びとして、教科横断的な学習の推進を示している。1)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。そこでは、研究内容をわかりやすく伝える必要があるが、文章および言葉の表現だけでは伝わりにくい。そのため操作図や写真を示し、表やグラフを作成してロジカルに説明する必要がある。正にリベラルアーツの自由七科の1つ、修辞学(弁論・演説・説得の技術に関する学問分野)である。

物事を他者にわかりやすく伝えられる力、すなわち表現力は、授業内で行った実験(13回/年)の操作方法を文章ではなく、図やイラストで表現することで育成できると考えた。

【内容・方法】

高校1年次では、その課題研究を行うために必要なスキルを身に着けるため、多くの実験を用意し授業で実践している(表 1)。実験後はレポートを提出してもらい評価するのが一般的であるが、それを廃止し次のように変更した。

- ①実験の記録および考察は、レポート提出からノートへ変更。(図1)
- ②実験の操作方法は、文章ではなく図やイラストで表現する。
- ③他者が再現しやすい記述を心掛け、結果は写真を添付するなど、一目で理解できるように表現する。



図1 作成した本校オリジナルの実験ノート

表1 探究化学 | で行った実験の一覧と目的・観点

単元	実験テーマ	内 容	目的・観点
物質の構成	①様々な分離法 ②炎色反応	蒸留・再結晶・ろ過・吸引ろ 過・抽出・昇華・蒸発乾固・ クロマトグラフィーなどの基 本操作を確認する。 Li,Na,K,Ca,Sr,Ba,Cu などの炎 色を観察し、それぞれの金属 の炎色を覚える。	様々な分離法を利用して混合物から 純物質を得る方法を理解し、適切な 操作ができるようになる。 ガスパーナーの基本操作を理解する。 炎色反応を理解し、電子殻のエネル ギー遷移について理解を深める。
化学結合	③アボガドロ数 を求める	岩塩をへき開させ直方体をつくり、その質量と体積を測定する。NaCI単位格子の1辺の長さからアボガドロ定数を算出する。	岩塩 NaCl のへき開を観察し、イオン結晶の性質を理解する。 電子天秤およびノギスの使い方を理解する。

_	1		1
物質量と気体の体積	④空気のみかけの分子量測定⑤化学変化の量的関係⑥アセチレンの燃焼	高圧の空気が入ったガスボンベ 中の空気を一定量排出し、その ボンベの質量減少から空気のみ かけの分子量を算出する。 任意の質量のアルミニウムを 塩酸に溶解させ、発生する水 素の体積を測定する。 カルシウムカーバイドからア セチレンを発生させ、試験管 に捕集する。任意の割合で空 気と混ぜ合わせて点火し完全 燃焼・不完全燃焼を観察する。	アボガドロの法則(すべての気体は 同温・同圧の条件下で同体積になる) を理解し、混合気体(空気)のみか けの分子量を算出する。 二股試験管の使い方を理解する。 化学反応式の係数と物質量の関係を 理解する。2AI + 6HCI → 2AICI₃ + 3H₂ 次の化学反応式より、 2C₂H₂ + 5O₂ → 2H₂O + 4CO₂ アセチレンと酸素が 2:5 で反応する ことから、アセチレンと空気は 2:25 で反応することを理解する。
	⑦酸性酸化物と 塩基性酸化物 ® pH の測定	非金属元素(SとP)を燃焼させ、発生した煙を水に溶解させる。同様に金属元素(Naと Mg)の酸化物も水に溶解させる。それらの液性を指示薬で確認する。 pH 1 ~ 13 の試薬の調製を	非金属酸化物の水溶液は酸性、金属 元素の酸化物の水溶液は塩基性にな ることを理解する。 種々の指示薬 (BTB, PP, MO) の液 性による色の変化を覚える。 酸の濃度を 1/10 に希釈することで、
酸と塩基	⑨標準溶液の 調製	行い、紫芋色素(主成分:ア ントシアニン)を加え、色の 変化を観察する。また未知の 塩(CH ₃ COONa, NH ₄ CI,NaHCO ₃ ,NaCI など)の 水溶液にも紫芋色素を加え塩 の液性を観察する。 シュウ酸二水和物 (C ₂ H ₂ O ₄ ・ 2H ₂ O)を秤量し、メスフラス コを用いて正確に 0.0500 mol/L の標準溶液を調製す	pHの値が1ずつ大きくなり、塩基の濃度を1/10に希釈することでpHの値が1ずつ小さくなることを理解する。塩のpHは必ずしも7ではなく、元の酸と塩基の組み合わせで、酸性にも塩基性にもなることを理解する。目線を水平に保ち、標線にメニスカスを合わせるなど、メスフラスコの正しい使用方法を理解する。空気中で安定な標準試薬について理解する。
	⑩中和滴定	る。 先に調整した標準溶液で、 0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液の濃度を標定する。 次いで、その水酸化ナトリウム水溶液を用いて10 倍に希釈した食酢の標定を行い、食 酢中の酢酸の質量パーセント 濃度を算出する。	ホールピペット、ビュレット、コニカルビーカーなどの器具の特徴を理解し、正しい中和滴定の操作方法を学ぶ。水酸化ナトリウムには潮解性があり、標準試薬には成りえないことを理解する。滴定値から食酢のモル濃度を求め、質量パーセント濃度に換算し、実際の値と比較する。
酸	①酸化還元	酸化剤 (KMnO ₄ , K ₂ Cr ₂ O ₇) と、 還元剤 (H ₂ C ₂ O ₄ , H ₂ O ₂) を 反応させて、色の変化を観察 する。 濃度既知の過マンガン酸カリ ウム水溶液を用いて、オキシ	酸化剤の変色から、酸化還元反応の 終点を知る。また、それぞれの半反 応式から、授受される電子の量的関 係を理解する。 次の半反応式より MnO ₄ の色の変化か ら終点を知り、H ₂ O ₂ の濃度を求める。
化と還元	⑬イオン化傾向	ウム水溶液を用いて、オキンドール中の過酸化水素濃度を 滴定によって求める。 12マスのプレートに Mg, Zn, Cu 片 を 入 れ、Mg ²⁺ , Zn ²⁺ , Cu ²⁺ , H ⁺ を含む水溶 液を垂らし、金属片の変化を 観察する。	5 終点を知り、H ₂ O ₂ の 濃度を水める。 酸化剤 MnO ₄ ⁻ + 8H ⁺ + 5e ⁻ → Mn ²⁺ + 4H ₂ O 還元剤 H ₂ O ₂ → O ₂ + 2H ₂ O + 2e ⁻ 金属表面の変化(溶解、溶液の色の 変化、気泡の発生、不変)から、金 属のイオン化傾向を理解する。イオ ン化列を覚える。

【検証・評価】

①レポートからノートへの変更について

実験の記録をレポートまたは、プリントからノートへの記載に変更 することによって、次のような利点があった。

- ・実験記録の紛失がなくなった。そのため、高3の受験期まで、行った実験の振り返りが可能となった。
- ・生徒の表現方法(図やイラスト、適切な文章表現)の成長過程を、 教師が把握しやすくなった。
- ・生徒の実験記録上の不備 (グラフの書き方、有効数字、文章表現 など) を教員が指摘する (書き残す) ことにより、繰り返し目に することができるようになった。
- ⇒上記のようにレポートやプリントによる提出は、一度きりの、評価されるためだけの提出物になりがちだが、繰り返し利用するノートでは、どのように記録していけばよい実験記録が残せるか、そのアドバイスが書かれたテキスト(指南書)となる。それと同時に、生徒の成長過程も見ることができたのは、よい副産物となった。

②表現力の向上について

実験書には実験操作が文章で表記されている。レポートを書く際には、操作方法を、「~した。」のように過去形にして表記せよ、などと大学でも指導を受けたし、そのように指導されている教師も多いと感じている。学術論文に投稿するような場合であれば、そのような文章表現が適切と思うが、新たな実験方法を考案したわけでもないのに、実験レシピを写して語尾だけを過去形にする文章表現には意味がない。それよりも実際に行った実験をイラストで表現することによって、目の前で起こった現象を他者が一目で(短時間で)理解させられるよう工夫するよう指導した。

⇒初めて生徒がノートにメスフラスコを描くと、丸底フラスコや、 三角フラスコになっている場合が多い。グラフには、縦軸・横軸 の単位がなく、目盛り幅が小さすぎて変化の傾向が読み取れない ものを描く生徒も多い。有効数字のミスなどは、繰り返し指摘され、 その重要さに気づくようになった。

【まとめ】

本校での課題研究の発表には、スライドまたはポスターを作成する。 どちらにおいても、文章は読まれないので、図やイラストで表現し、他者が一目で理解できるように"わかりやすく"表現せよと指導してきた。しかし「わかりやすく」という抽象的な表現を連呼するだけでは、教員の指導としては不適切である。表・図・グラフ・文章表現などの不適当な箇所を指摘し、時間をかけて丁寧に指導する必要がある。一時的なレポート(プリント)による提出からノートへの変更によって、上記指導が可能となった。

1) 文部科学省 STEAM 教育等の各教科等横断的な学習の推進 https://www.mext.go.jp/content/20220518-mxt_new-cs01-000016477_0001.pdf



探究化学 ||

2年選択4単位(理系)+3年選択4単位(理系)

【仮説】

学習の効果を高めるためには、ただ教科書に書いてある化学現象を覚えていくのではなく、実際に起こる現象を観察し、さらにその観察を通じて湧いてくる疑問について深掘りすることで生徒の興味関心を喚起していく必要があると考える。そのために、講義の時間を減らし、実験の時間を多く確保する必要がある。本校の高2化学のカリキュラムの中には27回分の実験プログラムがあるが、現実的にはこれら全てを実験室で実施するとなると、講義の時間が確保できないケースが多々ある。そこで、以前は実験室での生徒実験を行っていたプログラムを、教室での演示実験用にアレンジし、ICT機器を駆使して、効率よく生徒に提示することで、生徒の興味関心を喚起しつつ講義の時間を確保することで、高い学習効果を得られるのではないかと考えた。

【内容・方法】

以下の学習内容と実験を実施した。網掛けの実験は、従来では生徒実験を実施していたものを、演示実験にアレンジして実施した実験である。

実施に当たっては、安全に実験が行えるように、教室演示実験用台車を作成した。台車には、ワイヤレスで教室のプロジェクターに実験の動画が映せるように iPad を固定した。これは、コード類が多くなると、実験中に引っかかり試薬や器具を倒してしまう危険性があるためである。

学期	月	学習内容
1	4月	教科書: 化学 第 章 物質の変化と平衡 第 節 物質とエネルギー 【実験】比熱の測定 【実験】へスの法則の検証 第 章 物質の変化 第 3 章 酸化還元反応 【実験】ビタミンC
学 期	5月	【実験】酸化還元反応 【実験】河川の汚染度の測定 (COD) 【実験】金属のイオン化傾向
	6月	第2節 電池・電気分解 【実験】ダニエル・ボルタ電池 【実験】局部電池
	7月	【実験】燃料電池 第2節 電池・電気分解 【実験】電気分解 【実験】でラデーの電気分解の法則



		I
	9月	第 章 物質の状態
		第2節 物質の三態と熱運動
		【実験】大気圧
		第3節 気体の性質
		【実験】気体の分子量測定(デュマ法)
		第4節 溶液の性質
	10月	【実験】凝固点降下
2		第3節 コロイド
学		【実験】コロイド
期	11月	第II章 物質の変化と平衡
		第3節 化学反応の速さ
		【実験】過酸化水素の分解
		【実験】時計反応
	12月	第4節 化学平衡
		第1節 化学平衡とその移動
		【実験】平衡の移動
		第5節 電離平衡
		【実験】モール法による塩分測定
	1月	第Ⅲ章 無機物質
		第1節 非金属と周期表
		【実験】ハロゲンとその化合物
		【実験】硫黄とその化合物
3	2月	【実験】窒素とその化合物
学		第2節 典型金属元素
期		【実験】アルカリ・アルカリ土類金属
		【実験】アルミニウム・亜鉛
	3月	第3節 遷移元素
		【実験】鉄イオンの性質
		【実験】銅イオン,銀イオンの反応
		【実験】陽イオン定性分析

【検証・評価】

27回の実験中、7回の実験を演示実験化することができた。演示実験化した実験は従来の1/3程度の時間で実施することが出来、残りの時間は実験の振り返りや演習の時間に充てることができ、生徒の興味関心を喚起しつつ、効率良く学習内容を進めることができたと考えられる。特に良かったのは、従来は時間数が足りない場合、実験の振り返りが中途半端になっていたり、生徒に任せたりしてしまっていたケースがあったが、時間の節約をすることで、全ての実験について振り返りの時間を十分に取れたことである。以前は「実験の内容がわからない」「実験の解説の時間を増やして欲しい」という意見が必ずあったが、本年度についてはそのそうな意見が出なくなった。

【まとめ】

可能な限り生徒には自ら手を動かして現象に触れて欲しいが、実験を行った後の振り返りの時間が十分に取れないと、不完全燃焼で高い学習効果は得られない。年によって授業時間数の増減があるので、このような演示実験のノウハウを持っていると臨機応変に対応することができる。可能な限り「現象」を生徒の間近で見せることができるよう今後も工夫をこらしていきたい。

探究生物 I、II

探究生物 I:1 年必修 2 単位

探究生物Ⅱ:2年選択3単位(理系)+3年選択4単位(理系)

【仮説】

探究学習とは生徒が問いを立て、その問いに対して実験等を行って情報の収集・分析を行い答えを求めていく活動であるが、最初の「問いを立てる」ことが最も難しい。本校では問いを立てるために必要な力の一つとして「科学的な現象を発見する力」を育成することを目標としている。理科においては実験が最も適した方法であると考え、実験とその振り返りによって科学的な現象を発見する力を養うことができると仮説を立てた。

【内容・方法】

授業では実験の機会を多く取り、レポートの指示には常に「目的とは 異なる新しい現象を発見することができたか」という問いかけをした。 また評価項目に「科学的な現象の発見」という項目をつけ、生徒にとっ て新たな発見が記述されているか、発見した現象に対して文献をあたっ たかでそれぞれ評価を追加した。なお、「科学的な現象の発見」は常に できるものではないため必須とはせず、記述がなくても満点を取れる ようにした。逆に他の項目に不備があっても、「科学的な現象の発見」 ができれば、評価は高くなることになる。

観点別評価(生物)						
	提出	要約	方法			
①レポートの体裁	結果	考察	参考文献			
	合計		/60			
②表現力	0	10	20			
③論理性	0	10	20			
④科学的な現象の発見	0	5	10			
合計		(1	最高 100 点)			

レポート表紙の評価項目

実験

単元	実験	材料	単元	実験	材料
	ミクロメーターの使い方			血球の観察	アフリカツメガエル ヒト
	原形質分離・復帰	オオカナダモ		血液凝固反応	ブタ
細胞	細胞の観察	ヒト・タマネギ オオカナダモ	生	リゾチームの抗菌作用	ニワトリ・他
	カタラーゼの性質	ブタ肝臓・MnO ₂	理	ブタの眼の解剖	ブタ
代謝	脱水素酵素のはたらき	酵母		盲斑の測定	ヒト
	光合成色素の観察 (TLC)	ホウレンソウ 各自の試料		学習曲線	ヒト
	体細胞分裂の観察	タマネギ	生態	校地内の植生観察	アラカシ・シラカシ 他
遺	DNA 抽出	ブロッコリー	系	暖かさの指数	
伝	だ腺染色体の観察	ユスリカ		コアセルベートの作成	アラビアゴム
子	遺伝子組換え	大腸菌	進化	系統樹の作成	動物型スナック菓子
	減数分裂の観察	バッタ		化石レプリカ作成	アンモナイト おゆまる
発	ウニの受精と発生	ウニ	分類	カエルの解剖	アフリカツメガエル
生	カエル胚の観察	アフリカツメガエル			
	花粉管の伸長	ツバキ			

実施した実験とその材料

【検証・評価】

与えられた目的や考察課題以外の現象について記述したものは、あまり多くなかった。またその現象について文献等を調べたものはまった くなかった。

記述された現象の例

①脱水素酵素

[実験]

酵母とコハク酸ナトリウムを混ぜると、酵母のコハク酸脱水素酵素 がコハク酸から奪った水素によって、酸化型メチレンブルー(無色) が還元されメチレンブルー(青色)に変わる。

〔見られた現象〕

コハク酸を加えない対照実験においても、酸化型メチレンブルーの 還元が見られた。

[理由]

酵母のクエン酸回路に含まれるコハク酸が、水素を与えることで酸 化型メチレンブルーが還元された。ただし基質量が少ないため、色 の変化がみられるまでに時間がかかった。

②遺伝子組換え (pGLO)

[実験]

pGLO をヒートショックによって大腸菌に導入した。プラスミドを導入した大腸菌を A アンピシリンを加えた培地、B アンピシリンとアラビノースを加えた培地で培養するほか、プラスミドを導入しない大腸菌を C アンピシリンを加えた培地、D 普通の培地でも培養した。

〔見られた現象〕

A、Bと比較してDでははるかに多くのコロニーが見られた。 ※考察では蛍光の有無とその理由について考えさせ、コロニー数の 差についてはとくに問うていない。

〔理由〕

A、Bはプラスミドを取り込んだ大腸菌だけが生育している。つまり、 ヒートショックによってプラスミドが細胞内に入る確率は非常に低 いことが分かる。

どちらの例も、レポートではよく考察して書かれていたが、実は現象のヒントは教員から与えたものである。つまり現象を発見できれば、 論理だった考察はできるものの、目的以外の現象を発見することはほ とんどできていないものと思われる。その原因と改善点については以 下のように挙げられる。

その実験に課された目的に対する「答え」を得られれば良いという 意識が大きい。

実験は、教えられた現象を確認するとともに、現象を多角的に見る 視野も育てる場であることを生徒に伝える。

・実験結果を吟味する余裕がない。

終了時間ギリギリまで実験に関わっていると、結果を振り返る時間がない。仮に自宅で振り返ろうとしても必要なこと以外忘れている可能性が高い。実験終了時間を早めに設定し、授業内で振り返ることで現象を発見する機会を与えることができるのではないか。

・現象を発見したことについてのフィードバックがない。 レポートに書かせそれに対して教員が記載して返却するため、フィードバックまで時間がかかることに加え、文章での反応のみになる。 反応が遅く小さいため、やがて発見しても主張しなくなるのではないか。授業内で振り返りの時間が取れるようなら、班内やクラス内で共有することで、より積極的に現象を発見しようとする態度を養うことができるのではないか。

〔実践例:探究生物 I 〕 リゾチームによる抗菌作用について

〔仮説〕

コロナ禍において、消毒・抗菌などの衛生商品が多く見られ、意識される様になった。一方で、我々生物にも侵入を試みる細菌に対して、抗菌作用をもつ酵素を分泌することにより、生体を防御するしくみがある。本実験では、身近な食品である鶏卵に含まれるリゾチームによる抗菌作用を目の当たりにすることで、生物の免疫機能について、より自分事としてとらえるようになると予想される。加えて、自身が抗菌作用を持つと思うものを持参し実験を行うことで、身の回りにある情報の真偽について疑う目を養うことができると予想される。

〔方法〕

LB 培地に市販の納豆から得たナットウキンを塗布し、その上にペーパーディスクにしみ込ませた卵黄、卵白、滅菌水、および持参した物質を置き培養した。その後、抗菌円の有無と大きさを測定することで抗菌作用の有無を議論した。

事前学習として、卵黄、卵白のいずれに抗菌作用があるか、また自身が持参する物質に抗菌作用があると考える理由について、班で話し合いの時間を設けた。また事後学習としては、鶏卵では卵白にのみ抗菌作用があるとの結果を踏まえて、その生態的意義について班で話し合い考察を深める時間を設けた。

〔検証・評価〕

生徒の結果からは鶏卵の卵白にのみ抗菌作用がみられるという、こちらが意図した結果が正確に得られたことがわかった。これを受けた考察では、胚となる卵黄(卵細胞)をとりかこむ卵白に抗菌作用をもつリゾチームが存在することの意義を見いだすことができた。リゾチームに抗菌作用があるという知識だけでなく、卵殻を抜けて侵入してくる細菌に対しての防御機能であるという理解が加わったことで、現象に対する理解が深まったものと考えられる。

自身が持参した物質については、涙やだ液の抗菌作用を調べた生徒は、自身の防御機能を目の当たりにし、心が動いている様子が見受けられた。また抗菌作用を謳っている目薬に抗菌作用が見られなかった例もあり、身近な宣伝を疑う目が養われたと考えられる。

しかし、わさびや梅干しなど抗菌作用の原因が様々であるにも関わらず、全てがリゾチームによるものであるとの誤認をしている生徒 も少数ながらおり実験内容・考察にむけての指導は引き続き工夫の 必要がある。

〔実践例:探究生物 II 〕光合成色素の分離(TLC)

[目的]

光合成の単元では、光合成色素の分離の実験を通して、葉緑体にはさまざまな色素が含まれることを確認し、それぞれの機能を調べることで光合成への理解を深める。一方この手法は、分類群でとに含まれる光合成色素が異なるため、系統関係を類推するために使うこともできる。そこで生徒に、含まれる光合成色素が異なると思われる試料を考えさせ、それらをTLCにかけて比較することで、予想が正しかったか、正しくない場合にはそれはなぜかを考えさせた。課題研究でテーマを決めた後の実験だったため、その経験を活かし

課題研究でデーマを決めた後の実験だっただめ、その経験を活かして取り組むことができるのではないかと考えた。また、自分で決めた試料を使った実験になるため、広い視野で結果を見ることができ、(生徒にとって)新しい、科学的な現象を発見することができるのではないかと考えた。

〔方法〕

①実験手順と緑色植物のデータを取ることを目的に、全員ホウレン ソウの葉でTLCを行った。抽出液はジエチルエーテル、展開液は 石油エーテル: アセトン=7:3混合液。展開後、Rf値を測定し、 光合成色素をある程度特定させた。次の実験では各自がもってきた試料をTLCにかけること、班ごとにテーマをもって試料の分担を行うことを告知した。

②実験室の次の授業は教室で行うため、講義後の時間を使って班ごとにどのようなテーマで行うかを話し合わせた。その際、系統樹(下図)を示し、緑色植物に近縁な藻類等はどのような光合成色素をもっているか調べてもいいと誘導をかけた。

	クロロフィル a	クロロフィル b	クロロフィル c	フィコビリン
植物	0	0		
緑藻類	0	0		
紅藻類	0			0
褐藻類	0		0	
シアノハ゛クテリア	0			0

③各自が持参した試料でTLCを行い、結果を班内で共有し、その原 因を考察した。また結果と考察を発表し、クラス内での共有も行っ た。

〔結果〕

班	テーマ	材料	結果
A	紅茶の加工工程による違い	緑茶 (不発酵)・ほうじ茶 (不発酵・ 炒り)・ウーロン茶 (半発酵)・紅茶 (全 発酵)	・ほうじ茶でクロロフィルaが消失。 ・発酵が進むと各色素の位置が溶媒前線に近づく。
В	食材による違い	イシクラゲ(シアノパクテリア)・ ワカメ(褐藻)・ヒジキ(褐藻)・ コンプ(褐藻)	・イシクラゲとホウレンソウが一致、ヒジキとコンブが一致。 ・ ビジキとコンブでは抽出時は灰色だっ色素が、 翌日、緑色に変化。
С	分類による違い	イシクラゲ(シアノパクテリア)・ ノリ(紅葉)・アオサ(緑葉)・ ハイゴケ(コケ)・イヌワラビ(シダ)・ オオカナダモ(単子葉)・アシタバ(双 子葉)	・ 植物と緑葉は種類は同じだが、イシクゲとアオサ でクロロフィルaの Rf 値が高い。 ・ ノリでは緑のバンドが 2 本見えるが、どちらも 色はクロロフィル a に近い。
D	高さによる違い	サクラ (2m)・アジサイ (1m)・シロ ツメクサ (5cm)・落ち葉 (0cm)	・緑色の葉はすべて同じ。・落ち葉からはルテインのみ抽出。

〔検証・評価〕

- ・結果の太字下線で示した記述は、いずれも課題研究のテーマになる 可能性のある現象であり、生徒は現象をよく観察できていることが 分かる。
- ・ただしどの結果に対しても「~だろう」という自分だけの推測の域を出ていないため、この現象がテーマになり得るものであるということには気づいていない。少しでも調べれば、原因が分かっていない現象らしいということが分かるのだが、調べていないためそこに至っていない。前述の改善策の通り、振り返る時間を設け、そこで出た意見を拾い上げることで、その点は解消できると考えられる。
- ・D 班については、生育環境によって光合成色素が変化するという間 違った認識の下で実験を組み立ててしまった。テーマを考えた時点 で、その点を修正すべきだった。
- ・光合成色素と系統の関係について考察した生徒はいなかった。進化 と系統についてまだ学んでいないことから、考えにくかったと思わ れる。想定外だったが、それ以外の現象が多く見つかったため、結 果的にはより本来の目的(科学的な現象の発見)を達成することが できた。

探究数学Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、A、B

探究数学 I:1 年必修 4 単位

探究数学 II:2年必修4単位+3年必修2単位(文系)

探究数学Ⅲ:3年必修7単位(理系)

探究数学 A:1 年必修 3 単位

探究数学 B:2年必修2単位+3年必修2単位(文系)

学年	月	内容	科目
	4~5月	式と証明・高次方程式(数 1)、数列(数 A)	
	6~7月	図形と方程式(数 1)、数列(数 A)	数学
1年	9~10月	三角関数(数 I)、平面ベクトル(数 A)	П
	11~12月	指数関数と対数関数 (数 I)、平面ベクトル (数 A)	В
	1~3月	微分と積分(数 I)、空間ベクトル(数 A)	
	4~5月	数列の極限(数II)、複素数平面(数B)	
	6~7月	関数の極限(数Ⅱ)、複素数平面(数B)	
2年	9~10月	微分法(数Ⅱ)、平面上の曲線(数B)	数学
	11~12月	微分法(数Ⅱ)、平面上の曲線(数B)	III
	1~3月	積分法(数II)、媒介変数の微分 曲線の通過領域など(数学B)	
	4~5月	復習・問題演習	数学
2.45	6~7月	復習・問題演習	l II
3年	9~10月	復習・問題演習	III
	11~12月	復習・問題演習	A B

※本校は中高一貫校のため、中学3年生にて数学 I A の内容を先取 りして学習している。また、高校からの入学生には上記カリキュ ラムとは別のカリキュラムで授業を行っている。

※本校は高校2年次から理系コース・文系コースを選択する。 上記カリキュラム(高2高3)は理系コースのものである。

【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、数学史を取り入れた授業を行うことで、 先人たちがどのように問題を数学として捉え、問題にどのようにアプローチしてきたのか、また、その先に何があったのかを追体験することができ、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】

2年次(R2)は、「指数関数・対数関数」の分野において計算尺をテーマに計算尺の歴史、作成、および活用を、3年次(R3)は、同じく「指数関数・対数関数」の分野で「ベンフォードの法則」をテーマに、2のべき乗の最高位に現れる数字の頻度について授業開発を行い実施した。

本年次(4年次)は、「平面上の曲線」の分野における2次曲線の授業開発を行った。教科書では、放物線・楕円・双曲線のあとに、円錐の切り方に対してどのような2次曲線が断面に現れるかが図として少しだけ載っているだけで、実際に2次曲線になることは示されていない。そこで、高校2年理系を担当する教員全員で研究グループを作り、円錐曲線として見る2次曲線について議論を行い、アポロニウスの円錐曲線、メナイクモスの円錐曲線、およびダンデリンの球面の内容の検討を行った。それぞれアプローチが異なるため授業時間内ですべての見方、分類を行うことは断念し、どの見方を中心に授業を行うかは各授業者にまかせることにした。

【検証・評価】

〔実践例〕ダンデリンの球面を中心に行った授業

放物線・楕円・双曲線の学習後に、各標準形の式を統一的に見ることのできる2次曲線を紹介した。この曲線が円錐曲線と呼ばれることを説明した後、紀元前からの円錐曲線の歴史について授業を行った。今日の意味で円錐曲線を定義したのはアポロニウスであり、教科書の図はアポロニウスによる分類方法であることを説明した。アポロニウスの特徴は頂点、円、母線で円錐を定義し、軸三角形を含む平面と円錐の底面の交線に直交する底面上の直線を通る平面で円錐を切断して、円錐曲線が定義される。具体的には軸三角形の辺および延長に対して切断面をどのような位置関係にするかで分類されること、また斜円錐でも構わないことを説明した。

ここで、軸三角形の辺および延長と切断面の位置関係に対して、別の 捉え方を考えることによりメナイクモスによる円錐曲線の分類が現れ ることを行った。メナイクモスの特徴は直円錐をベースにすること、 および軸二等辺三角形の斜辺に垂直な平面で切断して、円錐曲線が定 義される。具体的には軸二等辺三角形の頂角によって分類されること を説明した。

この後、別の捉え方として1800年代に発見された円錐に内接する 球を用いた分類であるダンデリンの球面を紹介し、生徒に切断面がな ぜ2次曲線になるのかを考えさせた。楕円について理解をすれば、双 曲線は自らの力で証明にたどり着いた生徒も多くみられた。しかし、 放物線は内接球を1つしか用いないため、楕円・双曲線の見方が使え ず証明に苦労している生徒が多くみられた。

これらの授業を通して、空間を分析するとき次元を下げて面を切り出してくること、2つのモノの関係性では主役を切り替えることで見方を変えることができること、面を接平面ととらえる視点を獲得できたと考えられる。



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、地域にはさま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・方法・実践例】

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。

具体的な理論の例として、生徒が多く居住する首都圏では、高度経済成長期に生じたドーナツ化現象とその後に生じた都心部の再開発による都心への人口回帰の動きが、首都圏から通学する生徒には体験的に理解できるだろう。しかし、この現象を体験的に理解するだけでなく、数値や統計から理解することが地理における探究である。都市の発展の分野で扱う具体的な地域として、東京都江東区と千葉県流山市がある。

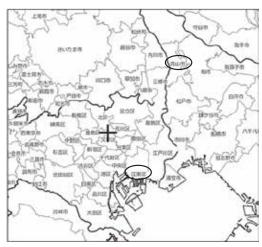


図1 東京都江東区と千葉県流山市の位置 (自治体名を丸枠で囲った)

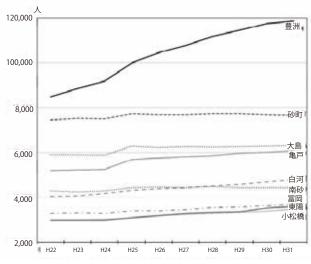


図2 江東区における地区別人口推移

図2は、江東区における地区別人口の推移である。特に人口の伸び率が高い豊洲地区は戦後工業用地として用いられ、その従業員用の社宅などが主な住宅として開発が進んでいった。その後の産業構造の変化と有楽町線の開設により再開発が行われ、ドーナツ化現象で郊外に分散した人口やその後地方から流入する特に生産年齢人口の受け皿なった。このドーナツ化現象と都心の再開発という理論を具体化した自治体として、授業での活用することができる(図3)。



図3 豊洲地区(中央部)(GoogleEarth より転載)

一方の千葉県流山市は、都心の再開発による都心への人口回帰という 理論では説明出来ない人口の増加が生じている(図4)。



図4 流山市の常住人口の推移 (流山市 HP https://www.city.nagareyama.chiba.jp より転載)

理論上、千葉県流山市が位置するような郊外では、高度成長期に加速 した郊外への人口移動により、当時移動した人々の高齢化が課題とな る地域として位置づけられる。しかし、千葉県流山市はその都市部の 過密化から郊外への人口移動、移動した人口の高齢化、人口減少といっ た論理に当てはまらない。この地域性はなぜ生じるのだろうか。

2022年1月時点での人口増加率全国一位の千葉県流山市では、都心から一番近い森のまちとして自然環境との共生や子育て支援の充実、都心へのアクセスが30分以内という時間距離の短いつくばエクスプレスの開設が要因として考えられる。また、子育て世代の流入により、転出転入における人口の社会増加だけでなく、人口の自然増加によっても人口の増加率が高いことが証明できる。このように独自の政策や交通設備等の地理的条件を活用し、人口の社会増加による生産年齢人口の増加、その世代の人口による自然増加の二本柱によって、通説では説明できない地域性が生じている。

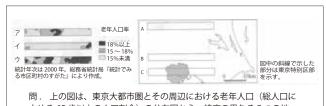
東京都江東区のように理論を具体的な地域を扱うことで、具体化することもできる一方で、比較する他の地域である流山市では子育て政策の充実などにより、都心から離れた場所においても人口の増加が進んでいる。この人口の増加が都市計画による都市の景観に大きな影響を与え(図5)、都市の発展の方向性も決めることとなる。これらの事例を扱うことにより、理論の具体化、事象の様々な観点からの探究が地理で行うことが出来るだろう。



図 5 流山市(流山おおたかの森駅)周辺のマンション群 (GoogleEarth より転載)

【検証・評価】

都市問題は、生徒にとっても生活体験のなかで感じられる事象である。 この生活に依拠する事象を扱うことができるのが地理の強みとも言え るだろう。また、これら社会課題は他にも人口問題・災害・食糧危機 など様々である。そして、それら社会課題をもとに入試問題が出題さ れることが多い。以上の様な統計や景観からの考察・探究の手法は、 社会課題から出題される入試等にも活用できるだろう。これらを授業 の中で具体的な社会課題を扱うことにより探究の中心となる統計の読 み取り方法、景観の考察の方法を生徒に獲得させるだけでなく、入試 の問題に対応できる能力の獲得にもつながるだろう。よって評価に関 してもレポートなどを課すことはなく、以下のような考査問題による 生徒理解を行った。老年人口率が低い=近年マンション開発が進んで いるため生産年齢人口が高い地域という理解が解答のポイントとなる が、2011年度のセンター試験の過去問を用いた考査問題の正答率は 83%であった。このことから、フィールドワークでなくても都市問題 についての生徒の理解が深まる探究活動が行えていることが分かった。 ただし、正しい理解をするためには、気候・地形・産業・交通事情な ど多岐に渡る知識を学ぶ必要がある。そのための時間の捻出にはフィー ルドワークほどではないが大変である。また、毎回の授業でこのよう な探究学習を行う時間を取ることも難しい。効果的なタイミングや範 囲などを、担当者間で毎年議論する必要がある。



問. 上の図は、東京大都市圏とその周辺における老年人口(総人口に 占める65歳以上の人口割合)の分布図から、緯度の異なる3つの地 帯ア〜ウを切り取って示したものである。地帯ア〜ウの位置は、以下 の地図上のA〜Cのいずれかである。A〜Cとア〜ウとの正しい組合 せを下の表①〜⑥のうちから1つ選び記号で答えなさい。

	1	2	3	4	(5)	6
Α	ア	ア	1	1	ウ	ウ
В	1	ウ	ア	ウ	ア	1
C	ウ	1	ウ	ア	1	ア

2011 年センター試験本試



構造読解Ⅰ

1年必修3単位

【授業の目的】

本校は中高一貫の私立学校であり、千葉県有数の進学校として毎年 20 名前後の東大入学者を出している。このような学校で、全ての入試科目で使用される日本語の授業を担当とする国語科として、本校の進学実績をさらに伸ばしていく事は、きわめて重要な教育目的である。また一方、文部科学省の指導要領に準拠して授業活動を実施していくことも重要な目的である。一部の進学校ではかつてこれら 2 つの目的は相容れないものであると考えられた時期もあった。しかし、現在の我々は文科省が指摘する予測困難な現代社会を生きていく力としての国語力の一部に、大学入試で求められる国語力も位置すると考える。すなわち豊かな国語力を生徒が身に着けることが、本校の進学実績にも直結していると考える。

【授業の原則】

我々は「読む」「書く」「聞く」「話す」という四技能を成長させる授業を目指す。その際に基盤として我々が最も重視していることは「主体性・自発性」である。生徒が自ら能動的に活動する事により、彼らの学びが彼らの中に深く刻印されると考えるからだ。そのために、生徒の発達段階を十分に考慮し、彼らの興味関心を引く題材が選択される。その後のプロセスは以下の通りである。

- ①生徒がその単元で運用する理論・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て生徒はアウトプットを行う。
- ③生徒は自らのアウトプットを他の生徒と共有化する。
- ④他の生徒はそれに対する質問・意見・感想をアウトプットした生徒に返し。場合によっては議論が生じる。これは生徒のモチベーションを促進する重要な時間である。「仲間にアウトプットし、評価を受けること」が、アウトプットの質をより高める。
- ⑤場合によっては担当者が回収を行い、添削・評価し返却する。その際、 良い提出物は別にフィードバックする。「提出物点」として構造読解 Iの成績算定に入れる場合もある。
- ⑥その他 国語力の基本として、漢字や語彙・基礎教養に関しては別 途扱っている。

漢字は毎週小テスト(自己採点)を授業内で実施する。語彙は専用の教材を購入させ、定期考査で範囲を告知して出題する。基礎教養は教材を読み解く基盤として、教材開始前にパワーポイントを使用してインプットし、定期考査にも出題する。

【具体的な取り組み】

以下に高校1年次での基本的な授業コンテンツと授業内容を具体的に 説明する。

(1) 評論文

①評論文の構造読解

評論文の典型的な論理構造である「問題提起」「提言」「論証」「結論」を教員よりインプットした上で、これを生徒は運用して、評論の段落構造を「樹形図」として可視化する。ここでの論理構造は、英語の「パラグラフリーディング・ライティング」などで利用される「トピックセンテンス」「サポーテッドセンテンス」と基本的に同じ考え方である。また英語の「ディスコースマーカー」というタームは、授業内で頻繁に使われる。さらに段落相互の関係性として、「並列」「対比」などがインプットされる。本校の現代文教育の基盤の一つである。

「樹形図」を基に「要約」が行われることも多いが、こうしたアウトプットは他の生徒に共有化され、評価・議論の対象となる。

②設問による読解

樹形図の作成の後に、より詳細な内容を生徒に理解してもらうため、本文内に論理構造に従った記述問題を解かせる。ここでも生徒は自分が作成した記述解答を他の生徒と共有化してモチベーションを高める。

③小論文の作成

前述した評論文の構造読解が評論(完成品)から樹形図(設計図)を作成する作業だとすると、小論文の作成は、まったく逆のプロセスをたどる作業である。構造読解で学んだ樹形図を基に、作成する小論部の構造を設計図としてまず作成し、それに基づいて小論文という完成品を作成するプロセスである。その際、段落相互の関係として「並列」「対比」が重要な役割を果たすのは言うまでもない。また生徒の作成した小論文は、他の生徒に共有化され評価・議論の対象となる。

(2) 小説

①小説の構造読解

小説の典型的な構造である「設定」「発端」「展開」「クライマックス」「終息」を教員よりインプットした上で、これを生徒は運用して小説の構造を可視化する。またX軸・Y軸の座標軸を使って主人公・副主人公の変化を可視化する方法をインプットし、それを生徒が運用して、作品の構造や感動を作り出すプロセスを可視化・考察するコンテクストもある。どちらも生徒のアウトプットは他の生徒と共有化される。

②設問による読解

評論で行われるものと同じ。

③短編小説の作成

小説の構造に基づいて、短編小説を実際に作成する。その際、小説の視点(一人称小説・神の視点)、情景描写、簡単なプロットを小説にするなどの基本的な技術を授業内でインプットする。冬休み中に短編小説を創作し、3学期にクラスで共有化しクラス最優秀作品を決定する。さらに各クラスの最優秀作品を教職員で読み、学年最優秀作品を決定・表彰し、作品集を作り学年生徒全員に配布する。

(3) 詩の授業

詩の形式・興味深い詩を教員よりインプット (パワーポイント利用) した上で、自分が最も良いと考える詩を図書館を利用して見つけ る。それを教室で他の生徒にプレゼンテーションし、意見・感想 をもらう。今後は、詩の創作・共有化に繋げたいと考える。

(4) プレゼンテーション (ビブリオバトル)

前述の「詩」もプレゼンテーションを含むが、プレゼンテーションにより比重を置いたコンテンツとして「自分が影響を受けた書籍の紹介」(ビブリオバトル)がある。良いプレゼンテーション方法のインプットを教員よりした上で、生徒はクラス全員に対してパワーポイントを利用してプレゼンテーションを行う。

(5) 演習授業

高校1年では、独立した演習授業は多くないが、教員からは「解法マニュアル」をインプットする。これは設問文へのアプローチ・本文からキーセンテンスの特定・記述解答の作成法・選択肢の吟味法・答え合わせの方法など一連の作業を明文化したものであり、受験指導・自学指導としても非常に重要なものである。このマニュアルに従って生徒は設問を解いていく。授業内だけではなく、全員が購入している問題集に関しても、このマニュアルに従って解

答を作成することが生徒には求められる。受験勉強は基本的に「自学」であり、その自学の質が成否を分けるため、このマニュアルの順守は非常に重要なポイントである。

評論・小説の構造読解のプロセスで記述設問を解く場合でも、このマニュアルに従って解くことを指導し、また解説もこれら基づいて行う。また生徒たちが選択肢を作成して、互いに解き合うことで選択問題に習熟することを目的としたコンテンツもある。

【年間のシラバス】

本校は3学期制となっており、学期は前後半に2分割され、中間考査・期末考査が1学期・2学期には実施され、3学期は学年末考査のみが実施される。学期ごとのシラバスは年度当初に昨年度のシラバスを参考に作成されるが、当該の学年担当者の創意工夫によって改編するのは自由である。我々も昨年度の高1が使用した教材も使用しつつ、新たなものも加味してシラバスを作成している。学期は前後半に2分割されているが、基本的に評論中心の半期と小説中心の半期を反復している。

【授業のインフラストラクチャー】

伝統的な黒板・プリントに加えて以下のようなものが新たなインフラ として授業を支えている。

①プロジェクター:全ての普通教室の黒板の上端に設置されている。

黒板上に巻き取り式スクリーンを広げて映写する。

②パワーポイント:生徒に対するインプットには欠かせない。

③クラッシー : さまざまな情報発信に使われる。またアンケート・

投票昨日も利用する。

④スクールタクト:生徒のアウトプットはスクールタクトに提出され

る場合が多い。共同閲覧モードによって、生徒は

クラス全員のアウトプットを閲覧可能。



2年必修3単位(文理共通)

【仮説】

本授業においては、「『評論と小説を中心とした多様なテクストを読み解く力(論理的思考力)』と『自分が伝えたい内容に即した文体やジャンルを選んで効果的に表現する力(表現力)』を身につけること」を年間の目標として生徒に提示している。これらの力は独立したものではなく、両輪として学習者の言語運用を支えるものである。

高校1年次に履修した「構造読解I」の授業内容を継続・深化させることを目指し、今年度の高校2年次の「構造読解II」においては、生徒一人一人に創作課題の作品制作を課した。生徒たち自身が関心を持っている分野について内容を吟味し、筋立てて説明するという作業を通じて、「論理的思考力」「表現力」が培われると予測できる。加えて、日常生活や時事問題に関心を払って課題を設定するよう促すことで「課題を認識する力」を涵養し、また執筆過程の作品を生徒同士で相互添削させることによって「表現力」と「コミュニケーション力」を伸長させることも可能であると考えた。

【内容・方法】

本授業は、大きく下記の2つの方法によって進めた。プリント教材を用いて本文を読解し記述・要約の解答を作成する「読解演習型の授業」と、課題を提示しそのテーマや課題文に沿った形で小論文やプレゼンテーションを作成する「小論・発表型の授業」である。演習型の授業は定期考査を一つの区切りとして年間を5つのタームに分割し、それぞれのタームごとに扱う文章のテーマをそろえることで、生徒たちがテーマごとに複数テキストを関連づけて学習内容を理解できるよう便宜を図った。

[年間授業計画]

学期	演習型授業内容	小論・発表型授業内容
1学期	中間考査までのテーマ	・「空気を読むことの功罪とは」
	「記号」「構造主義」	(語用論)
	○教材例	→黒田龍之介『外国語を学ぶた
	・鈴木孝夫『ことばと文化』	めの言語学の考え方』より課
	・立川健二『記号の意味作用』	題文を提示。「空気を読む」と
	・小川洋子「キリコさんの失敗」	はどういうことか定義を述べ
	・最果タヒ「わからないぐらいがちょうど	た上で功罪を論じる。
	いい」「空白の詩」「ひとの詩」	
	期末考査までのテーマ	・神里達博「複製可能なデジタ
	期末考査までのテーマ 「芸術論」	・神里達博「複製可能なデジタ ルアート『一点物』にする技術、
		112210 122 313 617 7
	「芸術論」	ルアート『一点物』にする技術、
	「芸術論」 ○教材例	ルアート『一点物』にする技術、注目」
	「芸術論」 〇教材例 ・加藤周一「芸術と現代」	ルアート『一点物』にする技術、 注目」 → NFT(非代替性トークン)が
	「芸術論」 〇教材例 ・加藤周一「芸術と現代」 ・船木 亨「ポストモダニズム」	ルアート『一点物』にする技術、 注目」 → NFT(非代替性トークン)が アート分野にどのような影響
	「芸術論」 〇教材例 ・加藤周一「芸術と現代」 ・船木 亨「ポストモダニズム」 ・近藤 譲「書くことの衰退」	ルアート『一点物』にする技術、 注目」 → NFT(非代替性トークン)が アート分野にどのような影響 を及ぼすのか、課題文をまと



2学期 中間考査までのテーマ 夏目漱石『こころ』について 論じた文章(左記「教材例」参 「日本の近代化」「個人」 ○教材例 照) についてのグループワー ・夏目漱石「現代日本の開化」、『こころ』 ク並びに発表 ・内田 樹「物語るという欲望」 →各班でメタテクストの内容に ・小森陽一『構造としての語り』 ついてまとめた上で、内容に ・柄谷行人『漱石の多様性』 ついて班ごとに論考を行い、 ・三島由紀夫『小説とは何か』 クラス全体で発表を行う(発 ・姜 尚中『姜尚中と読む夏目漱石』 表 7 分、質疑応答 3 分)。全員 ・吉村英夫『愛の不等辺三角形』 が質疑応答に参加するように ・安藤 宏『「私」をつくる近代小説の試み』 と指示していたため、緊張感 がありながらも積極的な質疑 応答・討論を行っていた。 期末考査までのテーマ 科学エッセイの執筆 「国民国家」「文化論」 →理系生徒は「市川サイエンス」 ○教材例 での探究活動、文系生徒は本 目取真俊「水滴」 校の文系生徒向け教養講座「リ ・伊豫谷登士翁『グローバリゼーションとは ベラルアーツゼミ」をそれぞ れモチーフに、小学校6年生 何か』 ・岡真理「『文化が違う』とは何を意味する を読者と想定してエッセイを のか?」 執筆した。 · 西谷修『戦争論』 3学期 期末考査までのテーマ 創作課題の執筆 「世俗化」「近代合理主義」 →評論・小説・随筆のいずれか 「ポストモダン」 の分野で、自分の好きなモチー ○教材例 フで創作課題を執筆する。 森 鴎外「最後の一句」 冬休みの課題として、アイディ 西川富雄『環境哲学への招待』 ア出しのためのワークシート ・黒崎政男『身体<の>疎外』 を課した。 ・仲正昌樹「宗教化する現代思想」

3 学期の創作課題については年度当初から生徒に予告しており、構造 読解 || の授業中のみならず他教科の授業や探究活動、日常生活の中で 題材を探すよう折に触れて指示を行った。

読解型授業を行う際にも(1)内容・本文の構造、(2)表現・文体、 について毎回同じテンプレートで生徒に「初読時の感想」を記入させた。 この作業を通じて、「問題を解く・答えを探す」ための文章としてでは なく「筆者が内容や表現について工夫を凝らした文章である」という 意識付けを行った。その後の小論文・発表型の授業を行う際には、蓄 積した「初読時の感想」を振り返り、自分が書きたいと思う内容やそ の表現方法を考える一助とさせた。

〔初読時の感想テンプレート例〕

【2 学期の授業教材】

岡真理「『文化が違う』とは何を意味するのか?」

- ○初読後の感想を書きましょう ①内容・構想についてどのようなことを感じましたか?

②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか?

(株式会社コードタクト提供の SchoolTakt を利用)

[生徒の記入例]

【2 学期の授業教材】

岡直理「『文化が違う』とは何を意味するのか?」

- ○初読後の感想を書きましょう
- ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? たしかに日本はイスラム教とかに比べたら全然宗教に執着してないと思ってた けど、それは日常の中で当たり前になっていて見えてなかっただけだったと思う
- ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか? 体言止めの文が多くて口調が独特な感じがした。

【2 学期の授業教材】

岡直理「『文化が違う』とは何を意味するのか?」

- ○初読後の感想を書きましょう
- ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? **日本・1960ペーン くしくがあった。ことが、1960ペーン いっといった。 相対主義の解辞を思いていいる所が良い、フェミニズムとオタク文化のせめぎあいのことを思い出す。表現の自由だって叫んで、オタク文化を丸ごと青足したい窓望、理解しないまま肯定することは同じで、自己愛に支えられているフェミニズムだってあるかもしれない。文化をどう理解していくのか、という問題 は今もつづいている、とも思う。
- ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか? 「私たちと彼女たちの違い。目に見える違い。」というような細かい切り方が良いリズム。

【検証・評価】

文章を吟味する際に、昨年度までは「面白かった」「難しかった」といっ た漠然とした感想が多かったのに対し、授業を重ねるにつれて「本文 中の~というところが…と関連していると感じた」「〇〇という表現は 筆者独自の表現で、初読時は難しく感じられたが、面白いとも思った」 といったように、本文に根拠を求めて記述する例が増えた。「面白い・ つまらない」「好き・嫌い」といった文章に対する主観的な評価をする 際にも、一定程度客観的な根拠をあげながら評価することが出来るよ うになった。

だが、内容面については感想を記入できている生徒が多いのに対して、 表現や文体の面については分析が苦手な生徒が散見される。感想シー トに記入できている生徒も、「接続詞が多くて内容が理解しやすかった」 「具体例を多く用いていた」等の紋切り型のコメントが多く、筆者が用 いた難解な表現や印象的な比喩表現、象徴表現等について一歩踏み込 んで検討するには、教員からの発問が必要であった。

[記入例①]

沖縄戦で友人を見捨てて敗走した経験を持つ主人公、徳正の姿を描い た目取真俊の小説「水滴」を読んだ後の感想である。沖縄修学旅行で 平和学習をした後でもあるため、自分の見聞きした内容と関連づけて 文章を捉えていることがわかる。表現の面についても、本文中に根拠 を求めながら分析することができている。

【2 学期の授業教材】

目取真俊「水滴」

- ○初読後の感想を書きましょう
- ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? 摩文仁海岸の話は修学旅行で聞いたので情景がなんとなくわかる。最後の石嶺のせりふ がきれいな標準語だった理由が知りたい。
- ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか? 「~だった。」のような表現が後半につれて多くなる。戦場での描写の方が臨場感がある

【2 学期の授業教材】

目取真俊「水滴」

- ○初読後の感想を書きましょう ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? 徳正の人生の暗い?部分を断片的に集めて繋げていることで臨場感が出る。
- ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか? 私」が全面的に出ている。筆者は徳正の立場になって書いている。

〔記入例②〕

内容・構成面については〔記入例①〕の生徒同様に分析することができているが、文体・書きぶりについては空欄である。この傾向は文理の別を問わずに各クラスで少なからず見られ、生徒たちにとって表現方法という尺度は内容と比べて分析しにくいものであることが推測できる。

【2 学期の授業教材】 目取真俊「水滴」 ○初読後の感想を書きましょう ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? 沖縄戦について学んだから本島の南への退散とかが理解しやすかった。 沖縄の連書コーナーみだいなところで似たような内容のものを読んだ気がする。 回想と現在 (?) が相互にくる。 ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか?

【2 学期の授業教材】 目取真俊「水滴」 ○初読後の感想を書きましょう ①内容・構想についてどのよなことをかんじましたか? 戦争で生き残った人の苦しさが伝わる悲しい文章だった。 ②文体・書きぶりについてどのようなことを感じましたか?

2学期期末の小論文・発表型授業として取り組んだ「科学エッセイを書こう(詳細は【実践例】に別途記載)」において、事前に提示した課題文や同級生の文章を読んだ際のフィードバックでもこの傾向は同様であった。生徒たちが文章に触れる際に、授業において「内容理解」に重きをおいてきたが、文体の妙や表現の特徴について考える視座、視点を与えることが重要である。今後の授業の中では、表現の特徴についても言及できていた生徒の感想をクラス全体に共有するとともに、「文体や表現に関して論じた文章」を資料として提示することも有用であると考えられる。

〔実践例〕科学エッセイを書こう!

[目的]

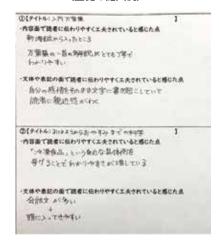
2学期中間までに生徒たちに課してきた小論文課題はいずれも、課題文に沿って是非を論じる形式のものであった。これらはいずれも、ある程度書くべき内容が定まっているものであり、論理構造に留意して文章を構築する点に生徒の意識が向く反面で表現や文体には意識が向きづらい。

そこで2学期期末課題は、より内容面での自由度が高い「科学エッセイ」を題材とした。これは、理系の生徒は市川サイエンスにおける課題探究、文系の生徒は本校文系生徒の必修科目であるリベラルアーツゼミ(教養ゼミ)をモチーフに、授業・講義や探究活動の中で考えたことや気づいたことを、自由にエッセイとして執筆するものである。課題を通じて、「論理的思考力」と「課題を認識する能力」の向上を目指すとともに、同級生同士での相互添削時には「相手に伝わるような表現を用いて友人の文章の校正を行う」「相手が表現しようとしている内容を推測しながら文章を読解し、より良い表現・構成を検討する」といった作業が必要になるため、「コミュニケーション力」と「表現力」も培うことができると考えた。

〔方法〕

①人文科学・社会科学・自然科学の領域を題材としているエッセイ調の文章を生徒たちに複数提示し、その中で好きな文章2本を選んで分析させる。本校で過年度に実施済みの実践であるが、今年度は課題文の内容を理文で分けず、より自由に選択できるようにした。その後、専門的な内容のエッセイを書くにあたって重要と思われることを挙げさせて、自分で執筆する際のヒントとさせた。

[生徒の記入例]



科学エッセイを書こう!

①【タイトル: 面白くて眠れなくなる地学 】

・内容面で読者にわかりやすく工夫されていると感じた点 図がついている (視覚的に内容の説明をしている)

図かついている(視覚的に内容の説明をしている) 具体的な例を示し、それに関連して説明をしている

「東京の場合」「日本の井戸で」など、読者の視点に立った例を挙げて説明している

答えが気になる疑問について説明

・文体や表記の面で読者に伝わりやすく工夫されていると感じた点 行間が空いている(ように見える、フォントの問題がも) 図がついている

段落分け、タイトル付き

専門的なテーマについて魅力的なエッセイを書くには何が重要だと考えますか? 身近さ、具体例、興味深い問いかけ、図、適度な段落分け、 専門的 用語の説明のわかりやすさ、タイトルの付け方、 あまり堅苦しくない口調

例示を多く、気合いを入れすぎて難しい言葉を 使わない、倫理展開を正確に、自分の実体験を 織り交ぜる

- ※授業実施時に新型コロナウイルス感染症による自宅療養者・自宅待機者が多く、遠隔コミュニケーション支援ツールである Zoom を用いて教室とオンラインのハイブリッド授業を展開しており、教室でプリントに直接書き込む生徒と自宅でオンライン回答している生徒がいる(以下同様)。
- ②市川サイエンス、LA ゼミにおける学びを振り返り、印象に残った出来事やエピソードを挙げさせる。この際、周囲の席の生徒同士でアイディアを発表しあい、助言をもらうように指示した。その後 Word データの雛形を教員から提示し、800 字~1,000 字でエッセイを執筆するように指示した。
- ③生徒たちがオンラインで提出した文章について、出席番号を指定して相互に読み合いフィードバックさせた。この際も、1. において使用したのと同様のテンプレートで「内容面」と「表現・文体」についてそれぞれコメントするよう促した。

④フィードバックをもとに自分のエッセイを推敲し、教員向けの最終 提出を行う。提出されたエッセイは長期休暇中に教員が添削を行い、 年始に返却予定である。 3 学期の創作課題に生かすよう促す。 [結果]

生徒間での添削では、主に内容面に対するポジティブな感想が多く 見られた。筆者にとっては自明の内容ながら、読者にとっては前提 知識がないとわかりづらい部分について、掘り下げたり細かく解説 した入りするよう促す感想が多く、それをもとに内容を付け足す様 子が見られた。表記については「」を使用したりルビ・注を付すよ うに促すコメントが散見されたものの、表面的な指摘に留まってい る生徒も多く、文体や言葉の選び方についての指摘は少なかった。 〔検証・評価〕

①の課題文を読んだ後に生徒に「科学エッセイ」を書く上で重要だと思うことを挙げさせた際のワードクラウドが下の画像である(注: 一部生徒が画像データで回答しているため全体の回答数が少なくなっている)。

相互添削後に「自分のエッセイを遂行する上で重要だと感じた点」を問うた後は下の画像の結果となった。相互添削前は順番や展開を意識している生徒がやや多いのに対し、相互添削後は表記の仕方や言葉の選び方、タイトルについての言及が増えている。専門的な内容を具体的に記述することについては、相互添削の前後ともに多くの生徒が挙げている。自分の研究内容について他者に伝える際には「想像以上に具体性が求められている」と感じたようである。だが、実際には最終提出時も専門用語への説明が不足していたり、抽象的な内容に終始したりするエッセイが散見された。他者を意識して文章を書くことは教員の想定以上に難しいようであり、添削を繰り返して継続的に指導する必要がある。





プレゼンテーション英語Ⅱ

2年必修1単位

【仮説】

英語でプレゼンテーションする力を育成することを目指す。論理的に 英文を書くアカデミックライティングの手法を体系的に理解し、オン ラインライティング(SLC)では、社会問題に対して自分の考えや意見 を書く技術を習得することを目標とした。

【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. オンラインライティング (SLC) で社会問題について考えて意見を 書く。

【指導計画】

718. 2	可叫』	
Term	Content and Teaching	Student Goals/Expectations
	methods	
Term	Effective Academic Writing	Can write a story and how it affected them
1	1. Personal Narrative Essays	in such a way that it shows they
	(本人の事実・経験に	understood the promp
	基づくエッセイ)	Can use descriptive language
	※ essay writing 4 テーマ	(mainly adjectives)
	Smart Lecture Correction	Canuse transition words
	※ SLC 4 □	(First, Second, Lastly,)
Term	Effective Academic Writing	Can write an introduction that shows
2	2.Opinion Essays	understanding of the prompt with a
	(意見エッセイ)	thesis statement
	※ essay writing 4 テーマ	· Can write two body paragraphs with the
	Smart Lecture Correction	standard PEE style
	※ SLC 4 □	Can write a conclusion that summarizes
		the main ideas in an essay
Term	Effective Academic Writing	Can write a correspondence email with a
3	3.Email	salutation, a message, and a sign off
	(E メールエッセイ)	Can respond with the correct formatting
	※ essay writing 2 テーマ	and showing an understanding of the
	Smart Lecture Correction	email prompt they have been given
	※ SLC 2 回	· Can understand the differences between
		formal and informal email writing

【検証・評価】

授業で学んだ知識を活用し、英語を書く力を強化した。授業では、Intor, Body, Conclusion の書き方を体系的に書く練習をした。さらにワークシートを用いて、ブレインストーミングや書きたい内容についての情報の整理、そうした学習活動の後で、自分の意見を具体的に書く活動を行った。いくつかのテーマについてエッセイを書き、それをネイティブの先生が添削をした。添削では、内容や表現方法とともに、間違えの種類に応じた記号をつけることで、注意すべきポイントにも気付けるように指導した。アカデミックライティングを通じて、体系的に、そして具体的に分かり易く書く大切さを深く考えさせることができた。3 学期には e-mail の書き方を指導した。Official な場面で使う丁寧な英文を使用する練習を行った。オンラインライティングの学習では、提示されたテーマに沿って、背景知識や関連英文、サンプルエッセイを提示し、自分の意見を書く活動を行った。GTEC の成績を検証したが、Writing 力の上昇が成績に表れていた。

東京大学 工学系研究科 化学生命工学専攻 フッ素有機化学研究室

実 施 日 2022年7月23日(土)

指 導 者 木幡 愛先生

東京大学工学系研究科 特任助教

参加生徒数 9名

引 率 宮澤 雄宇基

スケジュール フッ素ポリマーについての講義

耐薬品性・撥水撥油性の実験

・PTFE/ ポリカーボネート / アクリル版 耐薬 品性(塩化メチレン)

・Cytop で表面をコーティングしたガラスの 撥水撥油性

木幡先生との対話

仮説・目的

研究が行われている場で実験を行い、研究者の話を聞くてとで、進路 選択の一つとして研究職を加えることができるようになる。それによ り、理数科目の学習や現在取り組んでいる課題研究への取り組みへの モチベーションアップにつながると考えられる。また、今回の訪問は 本校卒業生である木幡先生から直接講義を受けたので、自分自身の将 来像と重ね、より一層モチベーションの向上効果が得られると考えら れる。

内容・方法

- ①木幡先生からフッ素ポリマーについての講義を受けた。
- ②耐薬品性・撥水撥油性の実験を行い、講義で学んだ内容について実際にそのようになるのかを確認した。

検 証

【生徒コメント】 ※抜粋

〈ためになったこと〉

- ・将来今の勉強が実用的になることが分かったり、実践的な現場を見ることでモチベーションが上がったりと、今の勉強の重要性をわからせていただきました。
- ・実験器具めちゃくちゃ見たかったので良かったです。博士課程に行 きたいなと強く思いました。
- ・研究室の雰囲気が分かって、憧れが湧きました。化学と薬学や医学 の繋がりを知ることができて、より興味が湧きました。
- ・大学の研究室を生で見るという経験ができて本当にためになったと 思う。実際の雰囲気や自分が大学で研究するとなったときのことを 想像するのがより身近なこととなった。

- ・ドラックデリバリーについて知れて、進路を考える上でためになった。 実際の研究室を見れて、大学生活を少し想像できた。
- ・大学の研究室の中を実際に見せてもらえたのは、これから大学でどういうことをしていけるのかが少しイメージできて、良かったと思う。
- ・大学には外国の先生もいて、日常的に英語を話していること。自分 の好きなことを突き詰めればやりたいことが見えてくるのではない かということ。

〈改善した方が良い点〉

・NMR など、わかる人にはわかる単語の説明が欲しかったです。

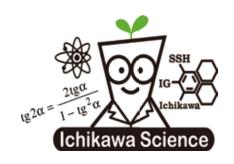
考 察

- ・「内容は充実していましたか?」については全員が「強くそう思う」 と回答した。理由としては、コロナ禍において、このような校外実 習が行えなかったこと、実習内容が充実していたこと、担当してく れた先生が本校卒業生であったことが考えられる。
- ・生徒のコメントの中に、「博士課程まで行きたいと強く思った」という感想が述べられていた。大学に行って研究したいという意欲を高めるためには非常に効果の高い実習であったと考えられる。
- ・事前学習を行った成果で、「先生の話を理解できましたか?」について「強くそう思う」または「そう思う」のいずれかを答えた生徒が100%であったのがとても良かった。それでも、NMRなど先生が扱う言葉の中で理解できないワードが出てきていたので、実習中に高校側の教員が内容補足をしていき、生徒でも分かる言葉にその場で翻訳していくと、より理解が深まっていくのではないかと考えた。

<生徒アンケート>

<表中の数字は人数>

<u> </u>		11	1 -2 200 3 1	U/ (3///
	強く そう思う	やや そう思う	ややそう 思わない	全くそう 思わない
先生のお話は理解できましたか?	3	6	0	0
内容は充実していましたか?	9	0	0	0
難易度は高かったですか?	2	6	1	0
主体的に研修に取り組めましたか?	6	2	1	0
日常学習の重要性を感じましたか?	8	1	0	0
深い学習への意欲が高まりましたか?	6	3	0	0
進路選択の参考になりましたか?	6	3	0	0
科学技術への関心が高まりましたか?	7	2	0	0



東京大学大学院 新領域創成科学研究科 松永研究室

実 施 日 2022年7月28日(木)

指 導 者 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

参加生徒数 12名

引 率 庵原 仁

スケジュール 蛍光イメージングについての講義

実習(シロイヌナズナの細胞壁、CHO 細胞の

ミトコンドリアの蛍光標識と共焦点レー

ザー顕微鏡での観察)

大学院生との座談会

実習のまとめ

仮説・目的

研究が行われている場で実験を行い、研究者の話を聞くことで、進路 選択の一つとして研究職を加えることができるようになる。それにより、理数科目の学習や現在取り組んでいる課題研究の取り組みへのモ チベーションアップにつながると考えられる。

内容・方法

- ①核膜孔複合体タンパク質に GFP を結合させた形質転換シロイヌナズナの細胞壁を PI(Propidium Iodide)、チャイニーズハムスター卵巣細胞(CHO 細胞)のミトコンドリアを Mito Tracker で染色し、共焦点レーザー顕微鏡で観察した。
- ②大学院生に自由に質問できる座談会を設定し、研究や生活について の情報を得る機会を設けた。

検 証

【生徒コメント】 ※抜粋 〈ためになったこと〉

- ・たくさんの薬品や機械があって、実験をするということを身近に感じられた。
- ・理系の大学生と話せたので、将来を少しイメージできた。
- ・実験への向き合い方や他の人の学習に対する姿勢を感じることが出来たこと。
- ・研究室のリアルな様子を知れたこと。高校の実験とは規模が違うことがわかった。
- ・進んだ技術により、研究がさらに加速していく様子を見ることができた。松永研では自分の研究したい分野について教授が親身に相談に乗ってくれる。また、院生の方達のお話に高校時代のうちに英語の読解力を上げておくことで、論文が読みやすくなるということがあったので、高校のうちに英語力を固めておきたい。
- 研究において先行研究の徹底捜査は最も大事になるということ。
- ・生命科学となると、動物に実験することなどが思い浮かんでしまい、自分は動物実験に少し抵抗があるので、生命科学に興味はあるものの自分には向いてのではと思ってしまっていたが、今日染色した植物細胞や培養細胞は抵抗なく参加することができ、生命科学でもたくさんの研究方法があり、自分に向いた形で研究をすることもできるのではと思えたことがすごく収穫になった。
- ・GFP タンパク質の発現により蛍光が見られることを知識として知っていたが、実際どう観察するのかは知らなかったため青色の波長を当てることで緑色の蛍光が発生するのを見れて良い学習になった。
- ・ミトコンドリア内膜の構造について、教科書とはだいぶ違い、不定 形で、ミトコンドリア同士が連なっていることを見れてよかった。
- ・先端技術についてレーザー照射によって立体構造を把握、視覚化する方法を知ったことで、分子顕微鏡レベルまで進めばタンパク質の立体構造の視覚化が可能になり、ウイルス研究等でも活用できるのではと思った。

- ・ 今まで教科書の平面上で見ていたミトコンドリアが 3 次元で見れた こと。
- ・最新の技術を活かしたデータが見れたこと。
- ・大学院生の研究のテーマの決め方を知れたこと。
- ・実際に顕微鏡で観察をしたこと。
- 研究テーマを決める時期は研究室に入る直前が多い。
- ・今は教科の垣根を越える時期、物理をやっていたから光がわかった。 受験物理の人は結構多い。
- ・論文読むのにも、英語は大事だから高校生からやっておくべき。
- 仮配属期間で研究室内の雰囲気を知るべし。
- 予算が…だとかでやりたいことができなかったり、テーマを押し付けられる場合もある。
- ・研究室全体で一つのテーマではなく、いくつかのテーマを持つ。

〈改善した方が良い点〉

- 事前学習があった方が理解出来そうだと感じた。
- ・せっかくなら学食にも行ける時間帯がいいと思う。少ない人数のグループに分けたのはすごい良かった。
- ・もう少し速い段階で班の表、スケジュール表が欲しいなぁ、とふと 振り返って思いました。
- ・相手の都合によるが、見学時間をもう少し長く見積もった方がいい。
- ・研修にというより、このような機会はほとんどなかったので、もっと機会を増やしてほしい。

考 察

- ・「内容は充実していましたか?」については全員が「強くそう思う」 と回答した。少人数での実習(3名)、多くのスタッフによる対応、 座談会で自由に質問できる場があったことなどがその理由であると 思われる。
- ・「難易度は高かったですか?」については、全員が「強くそう思う」 「そう思う」と回答した。初めて使う実験機器に加え、その理論的背景も説明され、すべてが生徒の現在学んでいるものより上のレベル での実習だった。ただ研修への充実度や深い学習への意欲の評価は 高いため、ちょうど良い難易度設定だったと思われる。
- 12 名の参加者のうち、生物選択者が 4 名しかいなかったにもかかわらずアンケートの評価は高く、選択科目に関わらず充実した研修だったことが分かる。
- ・特に「日常学習の重要性を感じましたか?」については「強くそう思う」が8名(67%)、「深い学習への意欲が高まりましたか?」については「強くそう思う」が10名(83%)であった点が興味深い。一つには高1の生物基礎で細胞の構造やセントラルドグマについて学んでいた点があるだろう。教科書で描かれていたミトコンドリアと実物との違い、セントラルドグマにおける核膜孔の役割など、既知の事項はあくまで表面的なものであり、より深く学ぶことでまったく異なる見方が生じることに気づいた生徒が多かったのではないだろうか。この経験を他の科目・教科にも拡張して、自分の興味のある分野について掘り下げて学習していくことが期待される。

<生徒アンケート> <表中の数字は人数>

<u></u>		120	下の双丁	る八奴人
	強く	やや	ややそう	全くそう
	そう思う	そう思う	思わない	思わない
先生のお話は理解できましたか?	4	7	1	0
内容は充実していましたか?	12	0	0	0
難易度は高かったですか?	4	8	0	0
主体的に研修に取り組めましたか?	9	3	0	0
日常学習の重要性を感じましたか?	8	2	2	0
深い学習への意欲が高まりましたか?	10	2	0	0
進路選択の参考になりましたか?	6	5	1	0
科学技術への関心が高まりましたか?	9	3	0	0

2022年度 発表会参加・受賞①

3月21日 (月) 第4回高校生サイエンス研究発表会 (会場:第一薬科大学・日本薬科大学・横浜薬科大学)

【ノーベル優秀賞】

「旭市内での神社と津波に対しての防災上の意義を探る」
(高3)末永章人

【審査員賞】

「成田空港の滑走路に沿った霧の分布 - 2011 年~ 2012 年の例一」 (高3)中山智成

3月24日(木)第63回日本植物生理学会

【奨励賞】

「雑草を用いた生分解性紙の抄造」 (高3)松村うい

5月17日(火)~21日(土) 日本気象学会 2022 年度春季大会 (オンライン)

「成田空港の滑走路に沿った霧の分布 - 2011 年~ 2012 年の例一」 (高3)中山智成

5月22日(日)~6月3日(金) 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 (会場:幕張メッセ+オンライン開催)

【奨励賞】

「成田空港の滑走路に沿った霧の分布 - 2011 年~ 2012 年の例-」 (高3)中山智成

【佳作】

「千葉県旭市における神社の立地と津波との関係」 (高3)末永章人 「下総台地北西部美濃輪湧水の水質変化と集水域環境」 (高3)宇山李紗

7月18日(月)化学グランプリ 2022

【化学グランプリ支部長賞】

(高3)三橋琉人、山田俊樹、大日向諒亮、豊田優雅

7月31日(日) ~8月3日(水) 有馬朗人記念「創造性の育成塾」第16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) 辻巻輝、山崎真晴

8月3日(水)~4日(木) 令和4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)

「成田空港の滑走路に沿った霧の分布 -2011 年~ 2012 年の例 -」 (高3)中山智成

8月20日 (土) 第10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)

【優勝】 全国大会出場

(中2) 金森大成、睦好直弘、羅春輝 (中1) 倉橋侑士、金 俊宏、川上結生

8月22日(月) ~24日(水) 第12回高校生バイオサミット in 鶴岡 (会場: 慶應義塾大学)

【審査員特別賞】

「発電微生物による吸水性ポリマーを用いたコンポストの発電」 (高2)小林万梨花

8月23日 (火) ~ 26日 (金) 第18回全国物理コンテスト 物理チャレンジ 2022 (会場:アクリエ姫路)

【全国大会出場】

(高3) 辻 利玖

2022年度 発表会参加・受賞②

8月27日 (土) マスフェスタ (会場:大阪府立大手前高等学校)

「中線定理のn等分および3次元への拡張」

(高2) 榊 凌平

「特殊な重み付き完全グラフにおける最短および最長経路」

(高2)中野舞

9月10日(土)~11日(日) 日本地質学会 (オンライン)

「千葉県市川市美濃輪湧水の水質実態の把握」

(高2)池田幹央、高野翔平

(中3) 児嶋悠斗、(中2) 羅春輝、若松駿

9月17日 (土) ~19日 (月) 日本生物学オリンピック 2022 本選 鶴岡大会 (会場:慶應義塾大学) 「**ស**闘賞)

(高3)豊田優雅

11月12日(土) 千葉県高文連科学研究発表会

「不飽和脂肪酸における水素付加の研究」

(高2)石上遼、相澤晴希

11月13日(日) 集まれ!理系女子 第14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) 【奨励賞】

「落花生の殼による包装紙の作製とその堆肥化」

(高2) 見本乙花、新藤優希、田仲理紗

「バナナの茎と衣服繊維を使った除菌ティッシュ用シートの作製」

(高2)衛千尋 (高2)川﨑彩美咲

「サリチル酸メチルの収率の向上」

「コーンが残らない缶の形状」

(高2)川島未羽、白谷ちはる

「太陽電池に異なる波長の光を当てた時に生じる音の振動数変化」

(高2)小齊平美和、佐藤優妃

「環境に良い染色方法の確立」

(高2) 五十嵐裕萌・小林真瑚

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

「クラドニ図形ができるにはQ値が関係するのか」

(高2)城市明日香

12月1日(木) 第21回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 【大賞】

「等角共役の一般化とある円錐曲線を用いたシムソン線の拡張」 (高1) 齋藤 輝

12月2日(金)~4日(日) 第10回科学の甲子園ジュニア全国大会 (会場:姫路市文化コンベンションセンター) 【総合成績第7位入賞、実技競技②(工作部門)第2位】

(中2) 金森大成、睦好直弘、羅春輝 (中1) 倉橋侑士、金俊宏、川上結生

12月17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)

「中線定理および角の二等分線定理の n 等分への拡張」

(高2)榊 凌平

「特殊な重み付き完全グラフにおける最短および最長経路」

(高2)中野舞







2022度 発表会参加•受賞 ③

2023年2月5日(日),12日(日) 第22回日本情報オリンピック (オンライン)

(高2) 榊 凌平 (高1) 千場海典、上田拓海

2023年2月21日(火)~22日(水) 高校生国際シンポジウム (会場: 鹿児島県文化センター) 【優秀賞(植物学部門)】

「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2)衛 千尋

☐ Roles of Women's Makeup During WWII Interpreted from Cosmetic Advertisements 」

(高1) 倉本えりか、赤松沙紀、髙木史恵奈

☐ Nutritional value of rations and pursuit of health in wartime 」

(高1) 坂尾朋香、玉貫朗子、粕川真歌

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)

「スティックボムに関するモデル式の実験的検証」

「ソーセージの加熱調理における亜硝酸ナトリウムの減少率の検討」

「界面活性剤/脂肪酸潤滑下における摩擦力軽減効果」

「グリーンタイド由来の界面活性剤の合成」

「真鍮による鉄琴の楽器的可能性」

「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~」

「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」

「ライデンフロスト現象と滴下水滴温度の関係」

「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」

「360°視点に対応した立体映像表示器の開発」

「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2)金子祥輝、宮﨑介里

(高2)保坂凜帆

(高2) 高野翔平、柳川修汰、南方直大

(高2)遠藤小春

(高2)齊藤玲菜

(高2) 林 日菜子

(高2)市村雄一郎

(高2)大槻修也、山田智也

(高2)衛千尋

(高2)中西理飛人

(高2) 櫻井陽葵

2023年3月18日(土) 千葉県高等学校課題研究発表会 (会場:千葉工業大学)

「紅茶、烏龍茶、プーアル茶の抽出時間に伴うカフェイン量の測定」

(高2)佐藤小春

「収率の高いサリチル酸メチルの実験室的製法」

(高2)川﨑彩美咲

2023年3月21日(火) 高校生サイエンス研究発表会(会場:日本薬科大学)

「癒し効果のある音の生成」

(高2)根本莉子

「真鍮による鉄琴の楽器的可能性」

「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2)齊藤玲菜

(高2) 林 日菜子 (高2)待山真一

「ジオール類の脱水素化反応の実用化に向けて」

「VR-現実間の遷移による記憶への影響」

(高2)廣田実優

「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2) 櫻井陽葵

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)

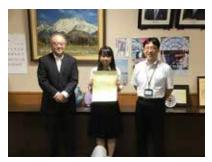
「ツイート情報を利用した降雹範囲の検証」

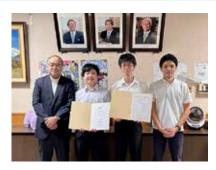
(高2) 林 日菜子

「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温泉水の生成過程」

(高2) 櫻井陽葵







課題研究指導についての教員研修

課題研究評価研修会(5月25日14:00-16:00)

【仮説】

課題研究の評価について、いろいろな教員の評価とその観点を共有することで、初めて課題研究を指導する教員も適正な評価を行うことができる。

【内容・方法】

昨年度6月に生徒が作成したポスターを各科目1点ずつ掲示し、課題研究評価基準表を用いて参加者は評価を行う。その後、各項目について基準を満たしているか、参加者同士で意見を述べながら、進めていった。5点のポスターを用意したが、時間が足りずに2点のみの検討となった。参加者は20名。

【検証】

例年、経験の浅い教員からは評価基準についての質問が絶えないが、 今回研修を行ったことで、評価の練習を行うことができ、質問は一切 なかった。また副次的な成果として、生徒のポスターから参考文献の 表記の仕方についての議論が始まり、文献の表記方法について参加者 全体で共有することができた。

参考文献の示し方について

- ・論文の URL を示す生徒が多いが、不要。雑誌名、巻号、ページがあれば探せる。そう考えると、参考文献に URL を載せるケースはほとんどない。
- ・最後に参考文献を羅列してあっても、その文献がポスター中のどこと関連しているのか分からないものが多い。今後はどの部分がどの 文献からの引用なのか分かるように資料作成させるよう指導したい。

課題研究指導研修会 (7月5日14:00-15:00)

【仮説】

特定の課題研究の指導の方法について、複数の科目の教員で検討する ことで、科目に寄らない課題研究指導のポイントを明らかにすること ができる。

【内容・方法】

6月に行われた研究構想発表会で生徒が発表した研究計画のポスターを掲示し、参加者が閲覧した後で、9月以降の指導の方向性について意見を出し合った。15名が参加した。

【検証】

当初は生徒が考えた研究の方向性について、それぞれの科目の観点を示してもらうことで、汎用性の高い指導のポイントがあぶり出せるのではないかと考えたが、多くは現状のポスターの問題点や今回の発表会に向けて行うべきことの意見が多くなってしまった。ただ、今後の指導の注意点についての意見も多くはないが出た。意見を分類すると以下の通りになった。

今後の指導について注意すべき点

- ・再現性をもたせた実験を組ませる。
- ・テーマが散乱している場合、教員が整理してあげた方がよい。

今回のポスターで改善した方がよい点

- 内容に合ったタイトルをつける。
- ・「参考文献」ではなく「引用文献」とした方がよい。
- ・研究の方向性が決まってからポスターをつくった方がよい。

今回の発表に向けて指導した方がよかった点

- ・ 背景の情報が不足している。 なぜその研究をする必要があるのかを 調べさせた方がよい。
- ・テーマの周辺知識を学ぶような指導が必要ではないか。(材料やテーマ設定で出てきた現象・対象となるテーマの研究史など)

論文添削研修会(12月15日 14:00-15:00)

【仮説】

1月になると生徒の研究論文の添削が始まるが、初めて論文を書く生徒がほとんどであり、数も多いことから例年この時期は添削に労力を割かれる。そこで生徒が書く論文ではどのような点が不足するのかをあらかじめ知っておくことで、論文添削の労力を減らすことができると考えた。併せて次年度の論文指導に向けて、指導のポイントを明らかにすることを狙った。

【内容・方法】

昨年度の生徒が提出した初稿を閲覧しながら、参加者全員で添削を行った。参加者は 12 名だった。

【検証】

今回の研修が実際の論文添削の負担軽減につながったかどうかは、報告書作成の時点では不明だが、論文のポイントを共有することはできた。これまでは課題研究評価基準を満たすように論文を書いていけば良いとしていたが、もう少し細かく指導する必要があることが分かった。今後は、本校の論文規定を定めていくという結論に至った。なお、研修会で出た論文執筆の上で注意すべき点を項目ごとにまとめると次のようになった。

要旨

・要旨では「背景」と「結論」を述べるのが最優先。方法は余裕があれば書いてもいいが、それよりも背景と結論で訴えることを優先させる。研究のオリジナリティも背景に含まれる。

はじめに

- ・使用した生物・現象についての一般的な説明を入れる。
- ・対象についての研究史を紹介する。
- ・高校生の論文として動機を書くのはよいが、動機と背景は分けるべき。ちなみに学術論文では動機は書かない。
- 実験の設計を示す。
- ・箇条書きにしない。ただし、内容が多い場合には 1-1 など項目分け しても良い。

材料と方法

- ・短ければ箇条書きにしない。長ければ箇条書きでも構わない。
- ・材料は方法の説明の中に載せ(「材料」という項目は立てない)、メ ーカーや産地なども記載する
- ・実験の試行回数が分かるようにする。

結果と考察

- ・図表のタイトルをつける(図は下、表は上)。表以外は図(写真もグラフも図)。
- ・図表がなくても分かるように文章で説明する。最初の校正では図を 後ろにまとめさせてもいいかも。文章だけで説明できているか確認 しやすい。
- ・図や表の番号は本文中に明記する。図や表が本文中のどこで述べられているか分かるようにするため。
- ・軸の数値や軸タイトルはフォントサイズを大きくして、読み取れる ようにする。
- ・色を多用したグラフは避けるべき(伝えたいことが明確でないから そうなる)。
- ・考察が書かれていないことが多いので指導する。

引用・参考文献

- ・参考文献にネットは使わない。
- ・web で読んだ論文は、論文の情報を載せる(論文にアクセスできる URL を載せるのではない)。

実験に関する規定とその運用

昨年度、「人を対象にした研究に関する規定」の運用を開始したことに続き、今年度は新たに「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」(❹関係資料)の運用を始めた。今年度、それぞれの規定に該当しそうな研究とその対応については以下のようになった。

【審査委員会において内容を検討した研究】

・「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」(情報)

アンケートと記憶のテストが含まれているため、「人を対象にした研究に関する規定」に該当。実験の内容をあらかじめ示した上で被験者の募集を行うこと、特に色を識別するテストがあったため、その点は必ず募集案内に明記することで承認した。また、精神的苦痛の伴わない研究であると判断し、研究対象者や保護者の同意は免除されるものとした。

・「VR-現実間の遷移による記憶への影響」(情報)

VR ゴーグルを使用する実験であったため、「人を対象にした研究に関する規定」に該当。VR 装着時に体調不良になった場合の対処を決めさせ、被験者(生徒)は本人と保護者の同意書を提出した上で実験に臨ませることで承認した。

・「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」(物理)

身体の運動に関する研究であるため「人を対象にした研究に関する 規定」に該当。運動としては大きなものであるが、補助器具を装着 するなどしてリスクは低いと判断して承認した。また被験者はすべ て体操部の生徒であり、恒常的に大車輪を行っているため、生徒お よび保護者の同意の免除にあたると判断した。

・「アフリカツメガエルの刺激への反応」(生物)

「動物実験に関する規定」に該当。動物種や数の選択が妥当であった ほか、動物に苦痛や負傷を与える実験ではなかったため、研究を承認した。

【審査を免除された研究】

・「蟻酸を用いた乳酸菌の増殖」(生物)

「ラベンダーとティーツリーの精油の抗菌作用について」(生物)

「発光バクテリアの発光と ATP について」(生物)

「食材の抗菌作用が最も得られる条件検討」(生物)

「廃棄キャベツを用いたバイオリアクターによるバイオエタノールの製造」(生物)

いずれも微生物を用いる研究であるが、どれも扱う微生物が BSL-1 に相当するため「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」の事前承認免除の 2 が適用され、審査は免除となった。

・身近な野草の止血効果(生物)

血液を用いる実験が含まれるため「潜在的危険性のある生物由来物質に関する規定」に該当するが、食肉加工業者から購入した家畜(ブタ)の血液であるため BSL-1 相当の実験であると判断し、事前承認免除の 2 を適用することで審査を免除した。

SSH土曜講座

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。

日程	タイトル/講師名
2022年 11月19日	「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	「科学で迫る! シジュ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	「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)

【生徒の感想】

- ・はやぶさの開発は思ったよりも細かく課題が分けられていた。例えば、エンジンやカプセルなどのパーツの1つ1つの至るまで科学が結集されていることがミッション成功の要素の1つだと思う。「物事(問題)をシンプルに考える」「前例のないことを恐れない」など、はやぶさに限らずいろいろな場面で応用できる考え方も学べた。もともとはやぶさ計画に興味があり、ミッション成功に至るまでどのよな研究がなされたのか知りたいと思っていた。どのパーツにも技術による工夫やリスクヘッジのための綿密な準備が現れていて、はやぶさに携わった方々の熱意が伝わってきた。また、頭ではわかっていてもなかなか想像できない宇宙空間での速度や重力について、はやぶさや ISSの体験をもとに実感することができた。特に興味を持ったのはお手玉を参考にしたターゲットマーカーで、日本由来の遊びが最先端研究のヒントになっている所が面白かった。
- ・動物の言語を研究するうえで、主観をどう排除すればいいの か見当 もついていなかったのですが、客観的かつ論理的にあらゆる可能性 を潰していてすごいなと思いました。ヘビを表す単語を調べるのに 何パターンもの実験を何十回と繰り返して行っており、また1年の ほとんどを森で過ごす情熱がすごいなと感じました。科学において 自分が発見したことを他人に納得してもらうには予想以上に様々な 手間がかかることを知り、驚きました。
- ・研究や医師の仕事との共通点を通して、学習の重要性と魅力を新たな視点から知ることができました。また、コロナに関する予防や重症の患者さんたちの現状や助からなかった事例に衝撃を受けました。 私も入院時に面会が禁止され寂しい思いをしたため、今も多くの患者さんが辛い思いをしていると考えると、コロナの収束への協力をまた改めて強固にしなければならないと思いました。



SSHオンライン授業研究会

【テーマ】

課題研究の進め方

【実施日・内容】

2023年2月18日(土) 13:30-15:40

事例報告 1 市川学園市川高等学校

 「市川サイエンス」概要
 木内保太郎(化学)

 テーマ設定
 南里翔平(地学)

 成果のまとめと評価
 庵原仁(生物)

事例報告 2 福井県立武生高等学校 松井 真治 先生(数学) 事例報告 3 東京都立戸山高等学校 松村 幸太 先生(数学) 分科会(扱ったテーマ)

数学:6名で実施。

- ・テーマ設定が難しい。新規性が見出せなかったり、調べ学習 の域を脱していなかったりする。
 - →新規性が見出せなくても追体験できればいいのでは、という意見も。
- ・テーマを決めさせるにあたっての初期指導はどうしているか。ネタはないか。
- →変えられそうな変数を多く含む題材を扱っている。 資料を メールで送付済み。
- ・情報系をやりたい生徒に情報の先生が指導しているか。また は数学の先生が指導できるのか。
- →情報の先生は少なくて無理。数学の先生も指導できている とは言えない。

物理:参加者は1名だったので、その学校に合わせた話が出来た。 探究活動をやらせたいが、環境作り、特に、予算、教師の協力 が大きな課題となっているようだった。探究の授業の実施に向 けた方策を協議した。

化学:分科会参加者が少数であったため、互いの学校における探究活動の進め方や運営方法について、より具体的に意見交換を行った。その中で、卒業生の活用方法(機会を捉えて卒業生によるアドバイスをもらう)、私学と公立での運営の違い(私学は哲学・建学の精神があるという良い点)など、SSHでの運営システムについて新たな気付きを得られた。

生物: 4名で実施。微生物研究・分子生物研究の実施状況や注意点、 生徒のモチベーションを上げる工夫、探究基礎におけるデータ 分析の方法、生物領域における注意点。

地学: 2校3名で実施。課題研究を含めたお互いのカリキュラムを確認し、フィールドワークの実施状況や地学進学の実績等を協議した。

【参加校】

千葉敬愛高等学校・敬愛学園高等学校・八千代松陰高等学校 京都府立洛北高等学校・島根県立松江南高等学校 京都教育大学附属高等学校・埼玉県立川越女子高等学校 茨城県立並木中等教育学校・お茶の水女子大学附属高等学校 東京都立多摩科学技術高等学校・和洋国府台女子中学校高等学校

【アンケート結果】

• 事例報告

3校ともに特色のある実践をされていて、それを比較できたのが良かったです。

課題研究の先進的な取り組みを学ぶことが出来ました。本校の探究活動の在り方から見直す必要があると再認識出来ました。

テーマの決め方や、目標を意識させることが重要であることを知る ことができ、大変参考になりました。

• 分科会

4人という少人数でしっかりお話しできたからです。

私自身は何も情報発信できず申し訳なかったのですが、各校の先生 方の具体例等も伺うことができ、非常に勉強になりました。貴学の 先生からも資料を頂き、感謝申し上げます。

生物をテーマにした時の課題や数値として扱う方法など、日頃悩ん でいることをお聞きすることができました。

・今後取り上げて欲しいテーマ

物理の授業を直接見たい

理数探究の科目について、生徒が実験している様子を見たい 探求サイクルの回し方

iPad を用いた授業例

生徒の思考力・考察力を向上させる授業や取り組みについて



他校との連携

マスフェスタ

(大阪府立大手前高等学校)

【日時】2022年8月27日(土) 10:30~16:30

【場所】大阪府立大手前高等学校

【引奉】秋葉邦彦、河端善登、松本昌也、谷島健明

【生徒】中野舞、榊凌平

【課題】「特殊な重み付き完全グラフにおける最短および最長経路」

(中野 舞)

「中線定理の n 等分および 3 次元への拡張」(榊 凌平)

【感想】高校2年生2名が参加し、上記の研究テーマでポスター発表を行った。 昨年度に引き続き、1 教室につき1件の発表など感染症対策に気を配りながらの実施ではあったが、昨年度よりも開催時間が長くなり、発表をする時間も発表を聞ける時間も多く確保されて非常に良かった。発表を通じて、各学校の生徒たちと数学について議論が出来たり、数学を専門とする大学の先生や研究者の方々から指導をいただいたりと大変貴重な経験になった。対面式の発表会もいまだ多くない中で、対面式で発表や生徒間交流を体験できたことのありがたみを生徒もよく理解し、積極的に発表・交流をしていたように見受けられた。

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等学校)

【日時】2022年4年12月17日(土) 8:20~15:20

【場所】オンライン(Zoom・oVice)

【引奉】秋葉邦彦、河端善登、谷島健明

【生徒】中野舞、榊凌平、斎藤輝

【課題】「特殊な重み付き完全グラフにおける最短および最長経路」

(中野 舞)

「中線定理の n 等分および 3 次元への拡張」(榊 凌平)

【感想】高校2年生2名、1年生1名(聴講生)が参加し、上記の研究 テーマで発表を行った。

Zoom での口頭発表(榊が参加)が 10 件、oVice でのポスター発表(中野、榊が参加)が 70 件ほどあり、講師の島田尚氏、小串典子氏の講演もあった。

オンラインでの発表会ではあったが、本校から参加した生徒 2 名とも講師の方々からコメントやアドバイスをいただき、とても刺激を受けていた。また、公演の内容も少し難解ではあったが、研究者の方の話を興味深く一生懸命聞いていた。



国際共同課題研究(オンライン)

【概要】

- ・国内 2 校、海外 1 校がチームとなって 1 つのテーマに対して研究を 行った。
- ・立命館中学校・高等学校(京都)が中心となって、17 チームが結成 された。海外校とのマッチングは立命館が行った。
- ・本校は GT college (香港)、東京工業大学附属科学技術高等学校(東京)とチームを作り、物理分野の研究に取り組んだ。

【生徒】

平野来実・永井理央・杉山遥

【スケジュール】

日時	取り組み
5/27 (金)	日本校生徒対象 第 1 回学習会
5月下旬	海外校のマッチング
6/13(月)	全体ミーティング、グループ交流、 共同研究校との顔合わせ
6月中下旬	グループごとにミーティング・テーマ決め
8月下旬	テーマ決定
9/16 (金)	日本校生徒対象 第 2 回学習会 (研究テーマ、今後の計画の報告)
10~1月	実験、調査活動、結果の吟味、発表準備と発表練習
1/28 (土)	International Collaborative Research Fair (国際共同課題研究合同発表会)

【老 寒】

・ファシリテーターの必要性

今回は香港の先生がファシリテーター役を引き受けてくれたが、テーマ設定において生徒の議論を促すことが難しく、次第に教員の考える方向に誘導していくような形となってしまった。途中で修正して生徒同士で話し合わせるようになったが、そこに至るまで 1ヶ月ほどかかってしまった。本校の生徒相手でもテーマ設定は難しいが、さらに複数の学校の生徒がオンラインで、英語で議論を進めるというのはかなりハードルが高い。また担当教員の専門外の分野だったため、的確なアドバイスもできなかった。

・ミーティングの実施日・時間のすりあわせの難しさ

本校の参加者は3名で、いずれも部活に所属していたため、ミーティングができる曜日が限られていた。加えて連携校の生徒の予定、時差、学校行事など複数の要素が重なって、次のミーティングをいつにするかがなかなか決まらなかった。ミーティングの予定あわせだけで30分以上費やしたこともあった。

・コミュニケーションに必要な要素

このプログラムにおいて、必要な要素は英会話力か、科学力であることが分かった。海外の高校生とコミュニケーションを取りながら研究を進めていくため、英会話力があることは重要である。しかし、英会話が苦手でも研究分野についての知識や意欲があれば、ある程度カバーできる。逆にどちらも不足している場合には長期間に及ぶだけに厳しい取り組みとなる。本校は3名で始まったが、そのうち1名が途中で辞めてしまったのは、どちらの要素も欠けていたためと考えられる。次に行う場合には募集や面接の段階でその点を強調する必要があると感じた。

三宅島自然観察会

【実施日】 2022年7月19日(火)~22日(金)

【生 徒】 13 名(高校 1、2年生)

【引 率】 庵原 仁、南里翔平

【**目 的**】 2000 年に噴火した火山の島である三宅島で、地形・地質・ 動物・植物・星の観察を行う。

> 各自設定したテーマについて、現地調査を行い、結果をま とめて最終日に口頭発表する。

【行程】19日(火)移動日

20日(水)貸切バスにて島内巡検

21日(木)テーマ毎に各自調査

22 日(金)発表会、帰京

【発表テーマ】

	· -	
通番	名前	テーマ
1	岸 花葉子	神着木遣太鼓
2	倉本 えりか	長太郎池で磯の生き物観察
3	寺田 知花	アカコッコ、その他の鳥の観察
4	門脇・蘭	生活の特徴 e.g. パッションフルーツ農家
5	髙橋 徹平	地形と地名の関連
6	吉田 康一郎	アカコッコの分布(島内)
7	木村 芽生	谷津干潟の鳥と三宅の鳥
8	油利 友香	住環境(地形・地質・生態系)と観光業の関係、産業
9	池田 幹央	気温の鉛直分布
10	林 日菜子	マールの風
11	早乙女 和音	2000 年噴火
12	重松 みずき	歴史(神社、流刑地)
13	高木 みずき	溶岩流の上の植生

【考察】

高校1年生、2年生の有志13名が参加して伊豆諸島の三宅島で研修を行った。2010年から実施しているこの研修は、中止なども挟みながら今回で10回目なった。事前に参加申込みのあった生徒は約50名で、志望理由書によって13名を選考した。現地では、1日目に教員による島内巡検を実施し、三宅島の様子を見学した。2日目は気象、生物、文化、2000年噴火などのテーマに分かれて各自調査を行った(上記テーマー覧)。3日目は島内のアカコッコ館というビジターセンターで調査結果を口頭発表した。

生徒の感想には、「テーマ設定がかなりつらかったですが、自分の興味 ある分野を調査できて嬉しかった」「島に来る前には、小さな島の中で 子供はどう思っているのだろう、私が普段していることの何%くらい 島の中でできるのだろうと興味がありましたが、今はもっと島を知り たいと思い、村おこしなどに憧れがあります」「人生で初めて泊まった 民宿も、最初は人の家っぽすぎて少し抵抗があったけど、しばらくし たら逆にそれがすごくなじみやすかった」などがあった。今後はこのような生徒の価値観の変容を定性的に評価する手法を開発したい。

これまでのこの研修では教員の説明を聞くのみであったが、行程に調査を入れたことで、どの生徒も自分の視点を持って主体的に三宅島を捉えることができたようである。研修の様子や各自の調査結果は3月のアカデミックデイで発表する予定である。





三崎臨海実習

【実施日】 2022年7月7日(木)

【生 徒】 11 名 (高校 3 年生)

【指導者】 小口晃平先生

東京大学大学院理学系研究科 特任助教

【目 的】 生物教科書第 6 編「生物の進化と系統」に記載されている分類群の動物を、できるだけ自分の目で確認し、知識を定着させる。海は陸上と異なり極めて高い多様性があり、海にしか存在しない分類群も多い。そこで磯の生物を観察することでそのような生物の多様性を学び、生物の不思議さや魅力に触れる。

【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

諸注意のちタイドプール(潮溜まり)や潮間帯の

生物全般の観察・採集

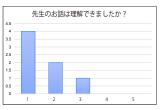
採集動物をプラスチックケースに各動物門に分類 13:00 講師による採集動物の分類・特徴の説明、掃除

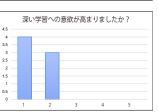
【生徒の感想】

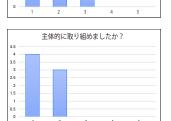
- ・生物は形態からある程度の分類が可能で、往々にして系統分類とその分類は一致する。カメノテは節足動物である。ウニは棘の他に吸盤を持ち、ヒトデ等他の棘皮動物との類似点が見られる。
- ・系統分類は個人的に苦手意識があったが、日常の学習を通して興味を持ちつつあった折での実習でした。ウニは触手と吸盤を持つことや、イソギンチャクの刺胞が指に吸い付く感覚といった、資料集にも記載が無く、当たり前だけど実際に生物を観察しないと気が付けない事象に触れ、きっと今後今回観察した生物を問題で目にする時必ずこのことを思い出すのだろうな、という確信めいたものを得ました。この確信は生物を学ぶ原動力となるであろうと感じ、今後の学びに期待を抱く様になりました。
- ・授業で学んだ系統分類について、実際に捕まえた生き物を分類する ことでより理解が深まりました。また、海の生き物についてあまり 日常で知る機会がなかったので、たくさんの生き物がいることを知 れてよかったです。

【考察】

コロナ禍で野外調査が制限されていたため、参加した生徒には好評であった。また、アンケートにもあるように、生物選択者の中でも希望者のみだったので、皆が熱心に調査を行い、小口先生への質問もしていたこともあり、非常に活気のある実習となった。最後に施設の見学をさせていただいたときに、飼育室のバックヤードを見学できた時が、一番の盛り上がりとなった。年間行事予定に合わせた日程だったため、干潮時の調査を設定できなかった。次年度以降は、タイドグラフを参考に日程を決めたい。







科学技術への関心が高まりましたか?

1:強くそう思う 2:ややそう思う 3:ふつう

2:ややそう思う 3:ふつう 4:ややそう思わない 5:全くそう思わない

ふくしま学宿

【実施日】 2022年12月11~13日

【生 徒】30名

[3]

率】 高橋 寛、市原将進

【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】

訪問先	実施内容
東日本大震災・原子力災害伝承館	導入ガイダンス・見学
双葉駅周辺・請戸小学校・大平山霊	フィールド学習
園・棚塩産業団地・道の駅なみえ	
双葉町産業交流センター	原発・廃炉分野に関する対話
国道 6 号(一部 帰還困難区域通過)	(車窓より)
ホテル	振り返り学習
大川原復興拠点・大野駅周辺	フィールド学習
大熊インキュベーションセンター	住民分野に関する対話
楢葉町・J ヴィレッジ	原発・廃炉分野に関する対話
楢葉町コンパクトタウン	フィールド学習
ならは CANvas	地域づくり分野に関する対話
ホテル	振り返り学習
葛尾村復興館あぜりあ	地域づくり分野に関する対話
	ワークショップ
	東日本大震災・原子力災害伝承館 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(一部帰還困難区域通過)ホテル 大川原復興拠点・大野駅周辺 大熊インキュベーションセンター 楢葉町・Jヴィレッジ 楢葉町コンパクトタウン ならは CANvas ホテル

【報告】

●東日本大震災・原子力災害伝承館

震災と原発事故の記録や記憶、復興への挑戦を国内外に伝える施設。 館内の映像や展示などの豊富な資料から、震災・原発事故直後から 現在までの経過・復興のあゆみ全体を学ことができた。

●双葉町・浪江町 (フィールド学習)

津波浸水区域の見学をした。現場の様子から、津波と地震について の理解を深めた。

請戸小学校の壁に残る津波の跡や、津波による道路の断裂の現場な どを見て、津波と地震の規模の大きさを実感した。

●原発・廃炉分野に関する対話

AFW は社会に廃炉現場を支えることの重要性を、支援物資を贈る活 動を通じて行なう組織。福島第一原発のジオラマを使用し、視覚的 にわかりやすく事故の概要、廃炉の状況等を解説。福島第一原子力 発電所の廃炉作業はどのように進んでいくのか、どのような困難が あるのかを学んだ。臨場感のある語りで、原子力発電所の環境の全 体像がつかめた。

●地域づくり分野に関する対話

葛力創造舎は数百人単位の過疎の集落でも、人々が幸せに暮らして いける経済の仕組みを考え、そのための人材育成を支援する団体。 避難指示解除後の地域の現状・課題、新しい地域づくりへの挑戦、 原発問題によって生じた過疎化の中で、どのように地域社会をつくっ ていくのかを考えた。

●防災・減災分野に関する対話

町内外のあらゆる人々の"つながり"を土台として、富岡の「未来 に向けたまちづくり」を主導している。避難所運営の実際の事例を 基に開発されたシミュレーション教材等から災害を人権の視点で捉 え直し、危機意識の向上、災害時の具体的な行動に繋げる。将来を 担う人材を育成する観点や、町に新たな魅力をプラスするためのア イディアを学んだ。

●ワークショップ

この福島のフィールドワークで学んだことを自分なりに整理し、生 徒同士でディスカッションをしてさらに理解を深め、視野を広げた。 1日目も2日目も宿舎にて、各班ごとに付箋に情報をかき出し、ディ スカッションを行っている。最終日には、3日間の内容の詰まった 様々な付箋をグルーピングし各班ごとにテーマを決めて、紙芝居方 式で全体に向けて発表を行った。

【研修を終えて】

エネルギー問題と廃炉作業

- ・福島第一原子力発電所で発生した事故の経緯を学んだ。なぜ原子炉 建屋が海抜の低いところに建てられているのか、そして電源喪失に 至った背景などの説明を受け、「原発」がどのような都合で建てられ たかという本質的な問題を学ぶことができた。
- 「原発」が福島に誘致された経緯を学んだ。「明るい未来のエネルギー」 という標語とともに、多数の雇用を生み出し町に光をもたらした反 面、事故後の双葉町の様子は「原発」がもつ構造的な問題を気づか せてくれた。
- ・廃炉作業の進捗状況と、作業の難解さを学んだ。「処理水」の海中排 出については、「基準値をクリアする」という表面的な問題以上に、 周辺住民や国民の理解が必要な作業であることを実感した。
- ・グループワークや対話を通じて、住んでいる街からそう遠くない場 所にある「原発」について、自分ごととしてとらえる作業を行った。 「(福島の)原発によって我々のライフラインが賄われていた」とい う事実を通して、これからのエネルギーがどうあるべきかなどにつ いても、考えるきっかけとなった。

復興に向き合う人との対話

- ・車で福島まで移動する中で、廃屋や街中にポツンと建っている家、 道路の下に転がり落ちた車などが散見された。また、フィールドワー クでは、帰宅困難地域の実態や規制が解除されているにもかかわら ず人がいないという現状を知ることができた。
- ・ふくしま学宿で各分野において復興に挑戦する人々の話を聞いた。 話を聞く前は、震災の恐ろしさや悲惨さなど重い話がメインになる と考えていた。しかし、実際に話を聞くとまさに「復興に挑戦する」 という気概で生きている人たちであり、過去を受け止めたうえでど うすればいい未来が実現できるのかという話を聞くことができた。 また、ただ復興のことだけを考えるのではなく、自分たちが楽しみ ながら復興に携わるという考えで活動を行っており、非常に強い人々 であると感じた。
- ・東電の方の説明によると福島第一原発の廃炉が完了するまでに30~ 40年の年月がかかる見込みらしい。また、廃炉作業が終わったとし ても核廃棄物、原発跡地はいつまでも残り続ける。復興のゴールと は何かということを考えさせられる興味深い話であり、次代のエネ ルギー問題を考える上で教訓にしなければならない話であった。
- ・今回の学宿での対話を通じて、震災を記録として知るだけではなく、 そこにいる人々の実感を伴った記憶を垣間見ることができた。生徒 たちには、対話やフィールドワークから得られたことを自分事とし て受け取り、今後の活動に生かしてほしいと考えている。





「実施の効果とその評価」

市川サイエンス課題研究評価基準による生徒の変容の評価

【仮説】

「市川サイエンス課題研究評価基準表(④関係資料)」によって取り組むべき項目を明確に示したため、発表・発表資料作成・報告書作成の技能を上げることができる。また生徒は、自己評価と教員評価を比較することで、自分の研究に対して客観的な評価ができるようになる。

【内容・方法】

第3期では、課題研究の取り組みについて、本校独自の評価基準を用いて評価を行っている。本校では年3回の校内発表と7月に研究計画書、2月に論文の提出があり、それぞれにおいて評価を行っている。評価基準は以下のように使用している。

・評価はおもに「発表資料」「発表」「報告書」に対して行われる。それぞれに評価項目を設けて、それが達成されたか否かを評価する。 スケジュールは表の通り。

	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(スライド)・発表態度

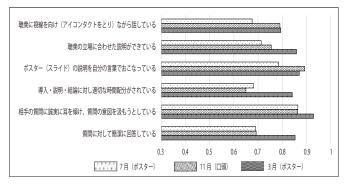
- ・評価基準はあらかじめ生徒に提示することで、達成すべき項目を明らかにし、教員の指導を待たずに生徒が自立的に取り組めるようにした。
- ・生徒は事後に自己評価を行い、その評価は教員の評価とともに生徒 に返却し、生徒が自分と教員の評価のギャップを確認し、修正でき るようにした。

今回は 2021 年度の結果について、各項目の平均値の変化を以下のようにまとめた。

- ①発表会における「発表」「発表資料」の教員評価(6月研究構想発表 会→11月中間発表会→3月最終発表会)の変化から、発表の仕方 やポスター・スライドなどの発表資料の作り方の変容を分析した。
- ②報告書の教員評価 (7月研究計画書→2月研究論文) の変化から、報告書の書き方や論理的な文章作成能力の変容を分析した。 ただし①の6月研究構想発表会、②の7月研究計画書においてはまだ計画段階であるため、「適切なグラフを作成した」「充分な実験を行った」等の項目は評価しなかったため、それらの項目については変容を追うことはできなかった。
- ③教員評価と自己評価の差(自己評価 教員評価)の変化から、生徒の自己評価の客観性の変容を分析した。教員評価をその研究についての客観的な評価と考え、自己評価との差がなくなる(0に近づく)ほど、自分の研究を客観的に評価しているとした。

【検証】

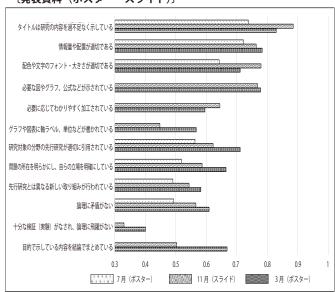
①発表会における評価 〔発表〕



ほとんどの項目で、年度後半に向けて評価が上昇しており、発表は経験した回数が多いほど上達するという我々の感覚と一致する結果なった。また発表技術だけでなく「聴衆の立場に合わせた説明ができている」「質問に対して簡潔に回答している」の評価も大きく上昇した。

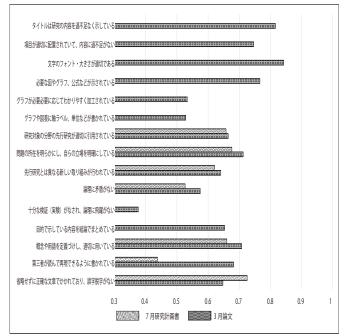
発表時に、専門用語を用いて正確に説明することは難しいことではない。しかし、専門用語を知らない人に分かるように説明するためには言葉を変えて用語を説明する必要がある。聴衆の立場に合わせた説明をするためには、自分の研究を説明するいろいろな言葉をもっていることを示している。また質問に対して簡潔に回答するためには、質問が研究のどの部分に対するものなのかを把握し、さらにその問いに対して自分で考えた経験をもつ必要がある。つまり、この2つの項目で評価が上がっているということは、自分の研究を多面的に考えることができるようになったことを表している。

[発表資料 (ポスター・スライド)]



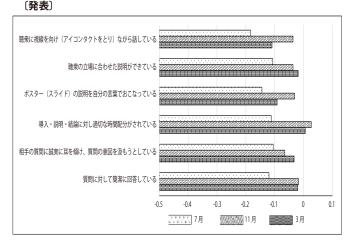
2回目だけ資料のスタイルが異なる(スライド)こともあり、必ずしもきれいな上昇になっていないが、概ね上昇している。特筆すべきは論理性の評価(論理に矛盾がない・飛躍がない)がいずれも大きく上昇していることである。これらの項目は生徒の自己評価でも上昇しており、生徒自身も論理性を獲得していることを実感している。評価基準表は「論理に矛盾がない」ことは、「考察が結果から導き出されている、変数制御ができている、目的に沿った実験となっている」と定義している。また「論理に飛躍がない」ことは「十分な検証(実験)がなされる」と定義している。論理性は抽象的な概念だが、課題研究における論理性を具体的な例として明示することで、生徒はやるべきことが明確になり、評価の上昇につながったと思われる。

②報告書の評価



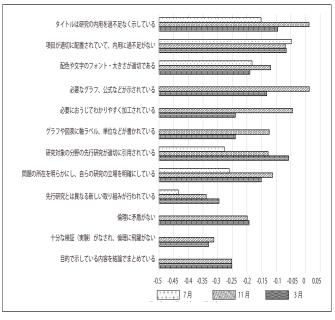
自分の研究について記述する取り組みとして研究計画書と研究論文が あったため両者を比較したが、計画書と論文では内容が大きく異なる ため、比較できる項目は少なかった。研究計画書は先行研究調査をも とに、今後の研究計画についてまとめたもので、テーマ設定に至った 背景や取り組もうとしている研究の新規性を伝えることに重点が置か れていた。論文は立てた計画に対して実験した上で出した結論とその 妥当性を述べるものである。両者に共通する項目は先行研究に関する 項目(適切な引用・問題の明確化・新しい取り組み)、論理に矛盾がな い、文章表現に関する項目(概念や用語の定義づけと適切な使用、文 章での再現性の有無、正確な文章)だった。ほとんどの項目で評価の 上昇が見られ、報告書の作成能力が上がっていることが分かる。「再現 性のある文章」で評価が大きく上昇しているのは、頭で考えただけで 計画書に載せた実験と、実際に実施して論文にまとめた実験について ではこれだけ再現性に差が出ることが明らかになった。また、「正確な 文章で誤字脱字がない」の評価が下がっているのは、報告書の量や質 の差によるものと思われる。計画書ではおもに背景について述べるに とどまったが、論文ではそれに方法・結果・考察が加わり文章量は大 幅に増えるため、文章のミスの確率も高くなり、表現の正しくない文 章や誤字脱字の確率も上がったものと思われる。

③教員評価と自己評価の差(自己評価-教員評価)



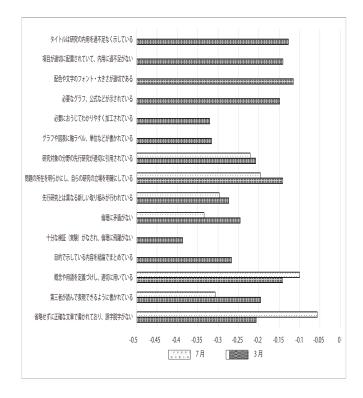
ほぼすべての項目で、回を重ねるごとに自己評価と教員評価の差が少なくなり値は0に近づいていることから、自分の発表を客観的にとらえることができるようになっていることが分かる。中でも時間配分については11月、3月は教員と生徒自身の評価がほぼ同じである。これは11月が口頭発表で制限時間があったため、時間を意識して発表するようになったことが考えられる。「質問に対する簡潔な回答」も11月、3月は自己評価と教員評価の差が小さくなっている。前述「①発表会における評価〔発表の評価〕」において、この項目の教員評価が上がっていることから、生徒が自分の研究を多面的に評価できたためであると考察したが、生徒自身もその感触を実感していることがわかる。

〔発表資料〕



11月に高い(差が少ない)値が出る傾向が見られた。11月の発表会前には、全員を集めてスライドの作り方の講習を行った。その際、発表の流れ、スライドの作り方などを昨年の先輩の作ったスライドをもとに PowerPoint で説明した。そのためスライドの形式についての具体的なイメージを共有することができ、生徒と教員の評価の差が小さくなったことが考えられる。

また論理性に関わる項目は、値が低く、変化も小さい、つまり教員と 生徒の評価の差が大きく、かつその差が縮まらないことを示している。 前項の発表資料の評価では、論理性に関する項目の教員評価が序章し ているため特筆すべき事項として挙げたが、この違いは何だろうか。 それは、論理性に関わる能力について、常に自分を過大に評価する傾 向があるということである。つまり、自分の論理性を客観的に判断す ることはできていないことになる。論理性とはどのようなものか、担 当教員から具体的に指導することでしか、改善は難しいと思われる。



文章表現の項目のうち「概念や用語の定義づけ」「正確で誤字脱字のない文章」は3月の方が低い値(差が広がった)になってしまった。これは文章表現について客観的な視点を身につけさせることができなかったというより、計画書と論文の指導の違いを反映しているものと思われる。計画書は添削が1度だったのに対し、論文は複数回にわたる添削を経て完成する。そのため生徒は文書表現がすべて正しいものに直されたと感じる。一方で文章の長さは計画書より論文の方が圧倒的に長く、見逃された誤字脱字が含まれる可能性も高くなることが原因と思われる。報告書作成においては、計画書と論文の比較よりも、論文作成における論文の書き始めから完成するまでの評価を分析した方が、生徒の変容を正確に捉えられると思われる。



卒業生アンケート (2022年12月-2023年1月実施)

本校は今年で SSH 指定 3 期 14 年目を迎えた。これまでさまざまな科学技術人材育成の取り組みを行ってきたが、その成果を検証するために、卒業後 5 年、10 年の卒業生にアンケートを実施した。科学技術人材の一つの観点として、研究職もしくは研究職への就職志望の人数を指標とした。研究開発課題が 10 年前は「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」(指定 1 期目) だったのに対し、5 年前は「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。」(指定 2 期目) であり「研究者育成」が目的となっている。そのため卒業 5 年後の生徒の方が、研究職志向が高いことが予想される。

【内容・方法】

Google フォームでアンケートを作成し、フォームにアクセスする QR コードを印刷した葉書を 2013 年 3 月と 2018 年 3 月卒業の生徒の卒業 時の住所に郵送した。また学校 HP にもアンケートの依頼文を載せ、フォームにアクセスできるようにした。アンケート回答期間は 12 月末から 1 月末までとした。アンケート項目は以下の通り。

- 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高校生の時に行った SSH の活動で、良かった点(自由記述)
- ③高校生の時に行った SSH の活動で、改善した方がよい点(自由記述)
- ④最終学歴

※自由記述の回答については、こちらで類型化してまとめ、傾向をみた。

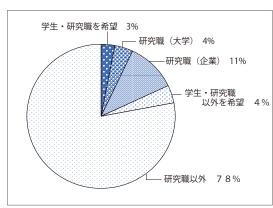
【検証】

アンケート回答数:51件(回答率 11.2%)

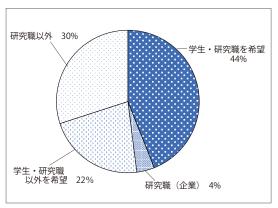
(卒業後5年:23件、卒業後10年:28件)

①研究職志向の変化

現在研究職に就いている、もしくは研究職への就職を希望する学生の割合を2013年卒と2018年卒で比較した。



2013 年卒の就職もしくは希望

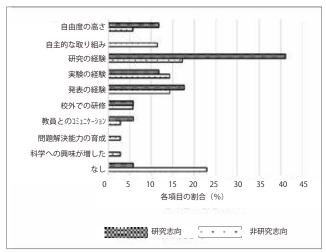


2018 年卒の就職もしくは希望

研究職を希望、もしくは現在すでに研究職に就いている人の割合(濃い色のパターン)が 2018 年卒では大きく増えている。2018 年卒は修士 1 年もしくは学部生であるため、実際に研究職に就けるとは限らないが、この時点で半数近くが研究職を希望していることがわかる。

②高校在学時の SSH 活動で良かった点

高校在学時の SSH 活動で良かった点について、研究志向の卒業生(研究職に就いているもしくは希望している) と必ずしも研究志向ではない卒業生(研究職に就いていないもしくは希望していない)で比較した。

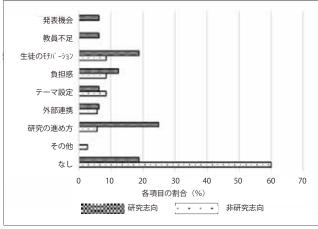


SSH 活動で良かった点の比較

研究志向をもつ卒業生にとっては高校で研究の経験ができたことが良かったと回答している。一方で研究志向をもつ卒業生で自主的な取り組みができたことを良かったと挙げる者はいなかったが、研究活動がすでに自主的なものであると考えれば、研究志向のある卒業生の回答に自主性についての記述がなかったこともうなずける。今回は初めての試みだったため、自由記述を類型化したが、このように類型が他の類型を含んでしまう可能性がある。次回は今回の結果をもとにこちらで事例を用意して選択させることでより正確な解析を行うことを目指したい。

③高校在学時の SSH 活動で改善した方がよい点

高校在学時の SSH 活動で改善した方がよい点について、研究志向の卒業生(研究職に就いているもしくは希望している)と必ずしも研究志向ではない卒業生(研究職に就いていないもしくは希望していない)で比較した。



SSH 活動で改善した方が良い点の比較

研究志向の卒業生では「生徒のモチベーション」と「研究の進め方」 の改善が必要であると感じた割合が比較的多かった。それぞれの記述 を見ると以下の通りである。

生徒のモチベーション

- ・チームでの取り組みはメンバーの意識の差に苦労した記憶がある。 可能なら個人、より少人数のチームだとよかったかもしれない。 (2013 卒)
- ・もう少し主体的に動くことができれば良かったと思う。(2018 卒)
- ・先生の指示に従うことが多く、自分で考える機会をもっと増やせば よかった。(2018 卒)

チーム研究についての指摘については、年を追うごとに改善している。回答した卒業生が課題研究を行った 2012 年度は、1 テーマあたり平均 2.6 名(212 名/81 テーマ)で行っていたが、2020 年度は 1.4 名(256 名/181 テーマ)になっている。個人研究が増えた背景には教員の指導もあるが、高1の段階で一度、自分でテーマを考え提出するという課題を課すことで、一人で研究をする意識をもたせるようになったことも挙げられる。

研究の進め方

- ・解析・シミュレーションソフトを用いてもう少し定量的に現象を追究する必要があった点。(2018 卒)
- ・毎週の研究活動の進め方。(2018 卒)
- ・研究のいろはを教えるべき。(2018 卒)
- ・特にないのですが、過年度の研究の引継がしっかり行えているのか、また継続研究として複数年取り組んだ場合に外部発表・論文執筆などがうまく進められているのか、気になります。(2013 卒)

研究の進め方の指導については、特に 2018 年度から毎年のように改善が加えられている。そのため、研究の進め方についてはある程度、指導できていると感じている。ただしそれが生徒に充分伝わっているかは、今後のアンケートの結果で明らかになる。

年度	改善内容
2018	1月から高2の課題研究に向けてテーマ設定の面談、文献調査を実施。
2019	各分野で課題研究指導のための資料づくりを行い、 共通した指導を行う。(研究の意義、ノートの書き方、 ポスターの作り方等)
2020	年度当初に研究計画書の作成。
2021	6月に研究構想発表会を実施。
2022	ポスター・スライド・論文作成についての全体への 説明。理数探究基礎の教科書導入。

ただ、継続研究については担当教員に任せた状態になっており、必ずしも充分とはいえない。数は多くはないが、例年継続研究を行う生徒はいる。しかも本校の課題研究は1年間であるため、実験数が少ないまま終わる研究が多い。研究のスムーズな引き継ぎのしくみをつくることは、よい研究へと発展させることにもつながる。3月の校内発表では高1も参加するため、そこで引き継ぎのためのつながりができるとよいが、多くの高1はまだテーマが決まっていないため難しい。高2の4月から本格的に課題研究がスタートしてから、継続研究を希望する生徒が現れ始めるのが例年のパターンのため、6月の研究構想発表会で継続研究を洗い出し、課題研究後の時間等を使って先輩と引き継ぎの機会を設けるなど、担当者による差がない引き継ぎの仕組みをつくっていきたい。

「SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況」

【SSH の取り組みについて全教員に対する情報共有】

SSH の取り組みの中心は課題研究であり、課題研究とその取り組みを多くの教員に理解してもらうことが第1だと考えた。そこで、これまで理数の教員で行ってきた発表会の評価を、他教科の教員にもやってもらうことにした。ただし研究の内容に関わる項目は専門の教員でないと難しい面があるため、評価は発表態度に関する項目に限定した。評価を専門外の教員に分担することには以下のようなねらいがある。

- ①課題研究やその取り組みを多くの教員に理解してもらう
- ②「課題研究評価基準表」を使って評価を行うことで、パフォーマンス評価を多くの教科で体験してもらう。
- ③生徒にとってはいろいろなレベルの聴衆が聞きに来ることになり、相手に合わせた発表を行う技術を磨くことができる。
- ④多くの聴衆が来ることで、発表会に緊張感をもたせることができる。

昨年度は、課題研究を行っている2年の学年団に評価を依頼していたが、より多くの教員に取り組みを理解してもらうために、今年度末からは中学校も含めた全教員が課題研究の評価に携わることで、全校への認知度を上げていきたい。

【卒業生に対するデータ収集】

今年度から、卒業 5 年目と 10 年目の卒業生にアンケートを実施した。アンケート内容の分析から質問項目等を修正し、次年度以降も継続する予定である。

【中学校で育成された資質・能力を高等学校でどのようにステップアップさせるか】

中学校で培ってきた論理性・表現力を発揮する場として、高校1年、2年では全員が「NRI 学生証論文コンテスト(野村総研主催)」「小泉信三賞全国高校生小論文コンテスト(慶應義塾主催)」のいずれかに応募する。NRI 小論文コンテストでは2022年度に特別審査委員賞、小泉信三賞では2021年度に次席に入選するなどの成果を上げている。

理科では実験を中心とした授業展開を行ってきたが、現象のより深い理解のために中学ではその基礎となる力を育成する取り組みを進めている。中学1年の2分野で生物と地学を置き、生物はすべての授業で生物あるいは生命現象の観察を行い、地学は学校周囲の巡検を行うなど、徹底的に観察する眼を養っている。また1分野ではCASE(認知加速プログラム)を取り入れ特に「変数」について重点的に扱っている。これらの取り組みによって、高校での授業実験や課題研究での成果が期待される。

【第2学年理系のみの課題研究をより広く取り組ませる】

今年度は2つのテーマの課題研究の指導を理科と社会の教員が共同で行い、その成果を高校生国際シンポジウムで発表した。これをきっかけとして、 文系分野の課題研究の活性化を図っていきたい。

【生命倫理規定の策定】

昨年運用を始めた「人を対象とした研究に関する規定」に加えて、今年度から「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、生命倫理だけではなく、実験の安全面についてもルールづくりを行った。

【課題研究の指導に関する教員研修】

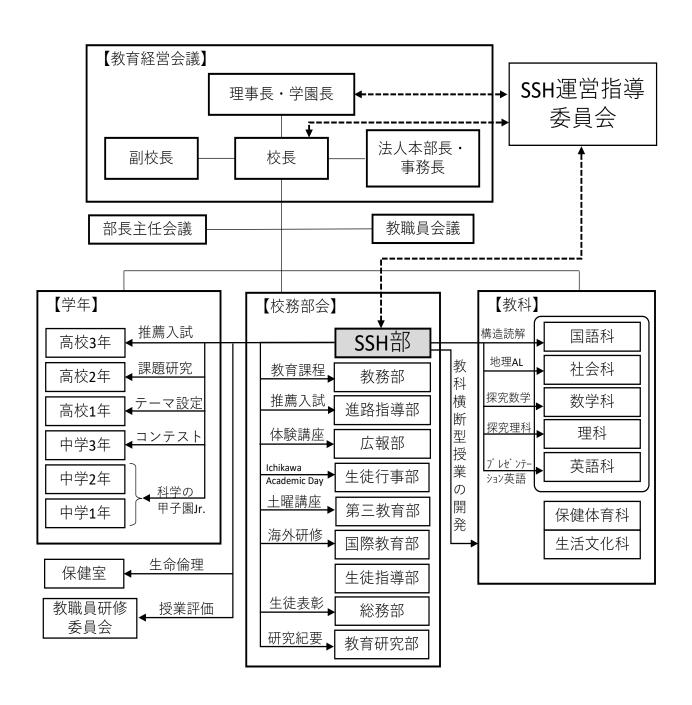
今年度は5月に「課題研究評価研修会」(20名参加)、7月に「課題研究指導研修会」(15名参加)、12月に「論文添削研修会」(12名参加)を行い、 課題研究の流れに合わせて必要と考えられる研修会を行った。



「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 部の仲立ちを行う。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長・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・主任は授業が入っていないため、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すぐ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。そこで昨年度は「人を対象とした研究に関する規定」を定め、今年度は「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、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、全校生徒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「集まれ!理系女子 女子学生による科学研究発表交流会」「首都圏オープン」 「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た。今年度は「課題研究のすすめかた」としてオンラインで 3 校の事例紹介を行うなかで本校の取り組みを発信した。13 校 15 名の先生が参加した。
- ・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。

「研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性」

1. 中学での取り組みとの連携

III期では高校1年の授業を2年の課題研究につなげる取り組みに重点を置いてきたが、高校1年は履修科目が多い上に、入学から半年で理文選択があり、学業でも進路選択でも忙しい時期である。研究についてじっくりと考えるにはより低学年での取り組みが有効ではないかと考えるようになってきた。本校は中高一貫校であり、ほぼすべての中学生が市川高校へ進学することから中学3年のの受験指導はなく、幅広い授業展開が可能である。すでに中学3年の公民では、論文執筆なども行っており、そのような授業と課題研究を結びつけることで、より効果的に課題研究を進められるのではないか。また「科学的な現象を発見する力」「課題を認識する力」についても、中学の実験や調べ学習で意識して育てることができれば、課題研究のテーマ設定についての大きな助けになると思われる。

2. 課題研究の改善

課題研究については、今年度は右下表のように進めた。①先行研究を調査して研究テーマを決める、②研究を進めその進捗状況をまとめる、③ 1 年間の研究結果を論文にまとめる、の 3 段階に分けて進め、それぞれの最後に発表会を開き、そこで評価を行った。また最初の発表会の前には評価のしかた、研究構想発表会のあとには研究の指導法について、論文作成の前には添削のしかたの教員研修を行い、生徒の取り組みを適切に指導できるようにした。しかし、初めて課題研究を指導する教員にとっては、もう少しサポートが必要であることが分かった。今後は年間の指導計画を細かく定め、教材も分野によらず共通で使えるものを作製することで、課題研究指導のパッケージをつくっていき、初心者でもある程度のレベルの研究指導ができるような体制をつくっていくことが望まれる。今年度、社会科の教員と理科の教員で課題研究指導にあたり、成果を高校生国際シンボジウムで発表した。これをきっかけに文系の生徒にも社会科学系の課題研究に取り組める場を与えたい。文系の生徒も課題研究に取り組むことで、理系の生徒や教員への刺激になり、また社会の課題を科学技術で解決すると言った分離融合型の研究も増え、課題研究全体が活性化することが期待できる。

3. 課外活動

コロナウイルスの規制緩和に伴い、今年度も校外での活動が増えてきた、今後も増えることが予想されるが、以前と同じものを再開するのではなく、よりよい活動へと修正して始めたい。国際交流についてはタイとの交流がもっとも実現可能性が高い。TJ-SSF (Thai-Japan Student Science Fair)での発表を念頭に、共同研究に着手していきたい。またタイの生徒が来日した際は、以前はホームステイで対応していたが、生徒同士のより深い交流のために、宿泊施設でのタイと日本の学生の宿泊研修ができないか検討したい。また地域連携の取り組みとして行ってきた小学生対象講座も再開したい。千葉県の SSH・理数科設置校でつくる「千葉サイエンスフィバルをより小規模で、回数を増やして実施したいと考えている。そこで本校の小学生対象講座を SSネット事業の一つと位置づけ、他校の生徒を招いて、一緒に小学生に実験を教える形での実施を考えていきたい。

学年	月	活動・行事
	12月	テーマ探し
1年	2月	面談
	3月	年度末報告会(見学)
	4月	先行研究調査
	5月	課題研究評価研修
	6月	研究構想発表会
2年	7月	課題研究指導研修
2#	11月	中間発表会
	12月	論文添削研修
	2月	論文・ポスター提出
	3月	年度末報告会(発表)

課題研究一覧①

No	科目	課題研究テーマ
1	物理	360°視点に対応した立体映像表示器の開発
2	物理	IC カードの電波伝搬
3	物理	いろいろな水と音の関係
4	物理	エコーマイクを媒質とした音の減衰特性
5	物理	空気圧の変化によるボールの跳ねの変化
6	物理	空気層と透過損失
7	物理	グラスハープの空間への響き方
8	物理	ゴールネットの網目の形によって ゴールシーンの演出は変わるのか
9	物理	コーンが残らない缶の形状
10	物理	シャボン膜の振動による模様
11	物理	衝撃緩衝に影響を与えるばね特性の研究
12	物理	スコッチヨーク機構のスロットの形状の 違いによる従動節の直線運動の変化
13	物理	スティックボムに関するモデル式の実験的検証
14	物理	ダ・ヴィンチの耐荷重と摩擦力の関係
15	物理	ダーツの投擲時のブレ方について
16	物理	単純化した二重振り子における2つの物体の運動の関係
17	物理	同一面積の板にできるクラドニ図形の研究
18	物理	パラシュートの数と形による落下軌道の変化の分析
19	物理	フーリエ変換による快音と不快音の分析
20	物理	フライングディスクと揚力?
21	物理	プロペラの羽とプロペラ軸がなす 角の違いによるプロペラの推進効率の変化
22	物理	ホバークラフトの浮力制御
23	物理	より手軽に利用できる無人販売所システムの作成
24	物理	ライデンフロスト現象と滴下水滴温度の関係
25	物理	雨を受ける構造体の違いによる効率的な雨力発電
26	物理	鉛筆の芯の硬度
27	物理	海陸風の原理を利用した発電機の製作
28	物理	界面活性剤 / 脂肪酸潤滑下における摩擦力軽減効果
29	物理	外部から内部へのエネルギー変換による力の減衰
30	物理	角柱を潰したときにできるしわの模様
31	物理	建築物の柱の形状による耐久性・耐震性の変化

32	物理	砂質土壌土における毛細管現象による 水面上昇速度と砂の粒径の関係
33	物理	指の数と関節の数によって掴める物の形
34	物理	重力が流体の反動力に及ぼす影響
35	物理	色々な水と泡の速度の関係
36	物理	水振り子の運動解析
37	物理	水中下における渦の強さと 物体の集まりやすさの相関関係
38	物理	太陽電池に異なる波長の光を当てた時に生じる 音の振動数変化
39	物理	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
40	物理	段差の高さによるドミノの速度の変化率
41	物理	二次電池の充放電特性
42	物理	二重振り子の切り離し
43	物理	粘性の違いによる波紋の形成の違い
44	物理	紐を使って握力を補助する
45	物理	氷内部における気泡が氷の融解速度に与える影響
46	物理	風の方向の違いによる傘への負担の違い
47	物理	風洞実験を用いた構造物に対しての風の作用
48	物理	複数種類の滑り止めシートを組み合わせた時の 滑りにくさの違い
49	物理	餅が膨らんでいる状態を維持するには
50	物理	癒し効果のある音の生成
51	物理	溶質の溶解速度の測定
52	物理	翼型と翼の形状によって生まれる揚力
53	化学	油を用いたガムの微粒子化のしやすさについて
54	化学	片栗粉が起こす炎色反応の色への影響
55	化学	紙ストローの耐水性と蝋の種類の関係性について
56	化学	ガムベースの弾力性の条件による違い
57	化学	環境負荷の少ない廃棄食材による染色方法
58	化学	木の劣化と塗料の種類の関係性についての検討
59	化学	基本五味が炭酸の抜け方に与える影響
60	化学	銀鏡反応を用いたプラスチック鏡の制作条件の検討
61	化学	クリームダウンを防ぐ最も効果的な糖類は何か?
62	化学	グリーンタイド由来の界面活性剤の合成

課題研究一覧②

No	科目	課題研究テーマ
63	化学	ケルセチン含有!?体に良い油の生成
64	化学	コーヒーの抽出後の粉末による脱臭効果
65	化学	コーヒーの抽出方法によるカフェイン濃度の違いの検討
66	化学	サツキの花の色素成分の分離
67	化学	ジオール類の脱水素化反応の実用化に向けて
68	化学	収率の高いサリチル酸メチルの実験室的製法
69	化学	食品包装用フィルムの再生を目指す
70	化学	植物油による毛髪へのダメージの軽減
71	化学	洗剤の違いによる布の種類と汚れ落ちの関係
72	化学	ソーセージの加熱調理における 亜硝酸ナトリウムの減少率の検討
73	化学	ダイラタンシー流体を用いた衝撃吸収材の作成
74	化学	ハイビスカスの染色における布と 媒染剤の種類と色の関係性
75	化学	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
76	化学	不飽和カルボン酸の水素付加反応
77	化学	最も融けにくい氷の組成
78	化学	野菜の種類の抗酸化能の評価と比較
79	化学	野菜を使った生分解性プラスチックの作成
80	化学	より硬くなるカゼインプラスチックの作成方法
81	化学	ルミノール反応における遷移元素イオンの 種類による触媒作用
82	化学	レモンからのエリオシトリンの抽出方法の検討
83	化学	炎色反応を用いた固形燃料の作製
84	化学	紅茶、烏龍茶、プーアル茶の抽出時間に伴う カフェイン量の測定
85	化学	色素増感太陽電池の光電変換効率を向上させるには
86	化学	食品廃棄物で布を染める
87	化学	真間川の水質調査と改善
88	化学	真鍮による鉄琴の楽器的可能性
89	化学	人工宝石の作成について
90	化学	大豆中のサポニンの定量化
91	化学	炭酸水の強弱が骨に与える影響
92	化学	凍結防止剤による金属の腐食

93	化学	豆乳からより多くの湯葉を作る方法
94	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
95	化学	野菜の色素で着色米をつくる
96	化学	落花生の殻で作成したジオポリマーによる 温度上昇の抑制効果の有無
97	化学	落花生の殻による包装紙の作製とその堆肥化
98	化学	緑青の還元による銅の生成
99	生物	GSE がコケ・他の植物に与える影響
100	生物	アイスプラントを用いて土壌の塩分を除去する
101	生物	アフリカツメガエルの刺激への反応
102	生物	アリがダンゴムシの交替性転向反応に与える 影響について
103	生物	アリの行動パターン
104	生物	お茶がカイワレダイコンを枯らす?
105	生物	カイワレダイコンの抗菌・抗カビ作用について
106	生物	カイワレダイコンの伸び方
107	生物	カルスの形成
108	生物	嗅覚刺激によるコオロギの学習能力の変化
109	生物	クモ糸と張力
110	生物	古典インクの色味を変える方法
111	生物	シダ植物・種子植物とコケ植物の 混合マット工法による緑化実験
112	生物	水質変化によるプラナリアの再生と分裂について
113	生物	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
114	生物	ゼラチン培地と納豆を用いたタンパク質の分解実験
115	生物	洗剤による環境負荷の大きさ
116	生物	セントポーリアのカルスの分化傾向
117	生物	造雄腺ホルモンによるダンゴムシの性転換
118	生物	ダイコンの揮発性成分がレタスの保存に及ぼす影響
119	生物	ダンゴムシがジェオスミンに示す化学走性の有無
120	生物	ダンゴムシとうずまき型通路
121	生物	ダンゴムシの交替性転向反応と触覚の関係
122	生物	ナズナの抗菌作用を利用した絆創膏を作る
123	生物	ブドウ糖水溶液の植物に与える影響

課題研究一覧③

No	科目	課題研究テーマ
124	生物	ペタル効果がバラに与えるメリットと 品種や部位によるその効果の違い
125	生物	ミカンを揉むと甘くなる現象が起こる条件
126	生物	メダカに音を聴かせた時に起こる体外変化
127	生物	めだかの色覚について
128	生物	モジホコリの三次元迷路における最短経路
129	生物	ラベンダーとティーツリーの精油の抗菌作用について
130	生物	レッサーパンダの観客数に応じた行動の変化
131	生物	貝の脱走レース
132	生物	蟻酸を用いた乳酸菌の増殖
133	生物	金属イオンが根に与える影響
134	生物	互いの巣を回避するアリの行動について
135	生物	昆虫に含まれる栄養分の測定
136	生物	食材の抗菌作用が最も得られる条件検討
137	生物	浸出水の水質と紅茶水色の関係性
138	生物	真性粘菌とその忌避物質である塩分との関わりについて
139	生物	身近な野草の止血効果
140	生物	人工甘味料によるカイワレダイコンの発芽への影響
141	生物	生物の身体と気温、気候
142	生物	低温、多湿、暗黒下での野菜の糖度と硬さの変化
143	生物	土壌に含まれるミネラルと植物の生育状況の変化
144	生物	日較差による葉の色素変化
145	生物	廃棄キャベツを用いたバイオリアクターによる バイオエタノールの製造
146	生物	発光バクテリアの発光と ATP について
147	生物	薬の相乗効果
148	生物	与える液体によるハエトリグサの動きの変化について
149	地学	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~
150	地学	景観を阻害せずに津波被害を軽減する防波堤の考案
151	地学	東京・千葉の県境における大正関東地震の震度推定
152	地学	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
153	地学	山岳地域の積雪水資源量の把握 - 長野県毛無山周辺を事例に -

154	地学	真間川の計画降雨量の試算及び治水事業の有効性の検証
155	数学	4×4ルービックキューブの不可能パターンについて
156	数学	Hit and Blow の必要最小手数
157	数学	エルデス・シュトラウス予想の拡張
158	数学	オイラー関数のカーマイケルの予測
159	数学	三角形の内部および外部の点からの軌跡
160	数学	ソートアルゴリズムの高速化
161	数学	球面上の三角形の中心について
162	数学	三角形の角の n 等分およびその外接円の弧との関係
163	数学	数列型ブロカード・ラマヌジャン方程式の解
164	数学	特殊な重み付きグラフにおける最短および最長経路
165	数学	二種類の円の半径比による最適な充填構造について
166	情報	Bluetooth の活用
167	情報	Python による曲調操作と自動作曲
168	情報	Python を用いた雪結晶のフラクタル次元解析
169	情報	UE5 を用いた字幕機能付き モーションキャプチャソフトの制作
170	情報	Unity を用いた 3D マップナビゲーションシステムと バーチャルスクールの構築
171	情報	VR- 現実間の遷移による記憶への影響
172	情報	楽曲の楽譜化
173	情報	ジャイロセンサーを用いた距離の測定
174	情報	事前推定、学校到着時間予測 AI システムの開発
175	情報	手話認識プログラムの開発
176	情報	暖房器具の違いによる部屋の暖まり方の差異
177	情報	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

※網掛けはグループで研究を行っている



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カ

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	i域	項目	5つのカ	基準(もとじゅん)							
	構	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					
スライ	成成	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、グラには近似式やエラーバーなどが示されている					
۴	内	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					
	容	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る、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					
		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					
ポスタ	構成	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る、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					
		内容	②コミュニケー ションカ 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えている					
発表				科学的な用語を正しい意味で使うことができて いる	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	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					
字 計 画		論理性 実証性	①論理的思考力	倫理に矛盾がない(実験設定において変数制御 ができている)	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					
書		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					
		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					
研	成	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					
究論文	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る、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

生徒が人を対象に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。人を対象にした研究では、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がある研究については養護教諭、精神的 リスクの可能性が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れなければならない。
 - (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. 瞬間的な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いけない。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入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、小動物に対する頚椎脱臼や断頭。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 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。
- 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.coliK12 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、食料品店、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のようになる。
 - (a) BSL-1 の研究にあたると考えられる。
 - (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歯
 - (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)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。

2021年度 第 3回運営指導委員会議事録

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 日程:2022 年 3 月 12 日 (土)

- 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)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。

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 SSH オンライン授業研究会

本校教員および、他校の先生方の「事例報告会」として実施した。 4種類の事例を紹介、参加型になるよう各科目のグループに分かれ 意見交換会を行った。

②三宅島自然観察会

12月に2泊3日で実施した。生徒アンケートから原体験の重要性を再認識できた。

③ SSH 中間評価

本校は評価段階4「一層努力することが必要」。

- ・ 高校 2 年生の理系のみを広げる方向で進めることはできないか。
- ・評価方法を可視化することに取り組みを。
- ・全校的な取り組みになっているか。

(一部の教員のみだけになっていないか。)

・オープンクラスの実施が、指導力の向上にどのように影響しているのか、など。

運営指導委員の先生からの講評

①中間評価について

- ・SSH 中間評価の評価方法について、報告書のみの内容だけでは伝わりにくい。卒業生の追跡を可視化してはどうか。
- ・卒業生にアンケートをとってはどうか。
- ・市川の目標(5つの力の育成)の達成度は? 個々の教員が、この5つの目標に合わせて、紐付いた研究指導ができているか。
- ・PDCA を回せるような取り組みを。
- ・書かれている内容はよくても、その裏側の努力をみることができ ない報告書。
- ・SSH の組織的推進体制などは、何をどのように実施しているのか 不明瞭。
- ・報告書の作成には、手間暇がかかるが(今後につながるので) 大変重要。
- ・高校2年だけという指摘は、もっともである。

②年度末発表会について

- ・実験をコントロールするには定量化(数値化)する必要がある。 しかし、そこまで落とし込めているものは少ない。
- ・出た結果に対して考察する力(想像力)が、足りない。
- ・数学の発表で3つ楽しい発表があった。大学に行ってから思いっ きりやってほしい。
- ・荒削りでも、まとまりがなくても、楽しそうに発表する様子が いい。(ダンゴムシの研究)
- ・目の付け所が良いと感じる研究があった。 (ピンポン球・毛細管現象・渦に巻き込まれる物体の運動)

2022年度 第 1回運営指導委員会議事録

日程:2022年6月14日(火)

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

1学期の取り組み

①検定教科書の導入

理数探究、理数探究基礎の授業の開始にあたって検定教科書が採択できるようになったので、本校でも教科書の活用を試みることにした。教科書を配布するのは高2であり、現在テーマ決めを始めているのは高1の3学期なのでテーマ決めの一助にはならないが、生徒数も教員数も多く課題研究について共通認識をとるのが難しかった部分を改善してくれるのでないか。

②城ヶ島巡検

城ヶ島巡検はコロナの影響で2年ぶりの実施となった。このような 企画を通して生徒には学校の外にも目を向けてほしい。

③高大連携

コロナの影響でしばらく実施できていなかった高大連携だが、今年の7月に研究室訪問(東京大学本郷キャンパス・柏キャンパスなど)を実施する予定。

4国際共同課題研究

立命館高校主催の国際共同課題研究に今年も参加する。つい先日、 共同研究をする学校(G.T. College と東京工業大学附属科学技術高等 学校)が決定した。

⑤数学博物館の設置

2年ほど前に企画があがり、博物館に置く本の選定などは前からおこなっていた。この9月に開館できるように模型の作成などに取りかかっている。また、東京理科大学の数学体験館に10名ほどの教員で訪問させていただいた。

⑥課題研究における規定

今年度は動物実験の規定と生物由来物質の扱いの規定をつくることにした。ベースは ISEF の規定に則り、一部は学校独自に作成した。

運営指導委員の先生からの講評

①研究構想発表会

・銀鏡反応:薬品の扱いが心配。気を付けて扱うように。 特に過剰にアンモニアを入れようとしていたがそれは ダメ。

- ・除草:発芽の仕組みと成長の仕組みは違う。変数を抑えるべき。
- ・コオロギ:先行研究に視覚実験はあるのか?実験計画がよくない。
- ・消しゴム:発想や着眼点が高校生らしく素朴でいい。
- ・ISEF を参考に動物実験などの規定をつくるのはとても良い。 そもそも動物倫理は国によってずいぶん異なる。例えば、ヨーロッパではかなり日本に比べてかなり規定が厳しく、動物実験がとてもしづらい。科学の立場からでは、もう少し規定を緩くしてもいいのではないかと思う。

②研究指導(いくつかの研究を題材に)

*物理

「コーンポタージュを快適に飲める缶」

流体実験をどう指導すればよいか。コーンの残り数を 数値評価と しようと考えているが、それは適切なのか。適切でない場合に何 を数値評価すればよいのか。

- ⇒円筒の形でなく缶の形を変えてみればどうか。それをせずに円 筒の缶をベースに考えるのであれば、商業的工業的な要因が大 きくなり、純粋物理の研究とはなり得ないのではないか。
- ⇒研究のゴールに向けてもっと問題をシンプルにしてどうか。缶 というのがブラックボックスで中身が見えないから捉えられな いので、、中身が見えるように透明な缶を用意して、流体の動き を見てみればどうか。

*化学

「色素増感太陽電池の光電変換効率を向上させるには」

食品廃棄物から色素を取ろうとしているのだが、どんなものが考えられるか。また、そもそもこの実験計画に不安があり、この計画でうまくいかなかったときにどこに注視して改善したらいいか。

- ⇒まずは電池を1から作ろうとすると、ちゃんと動かない可能性が高い。電池はキットで用意して色素をいろいろ試す研究にすればどうか。酸化チタンペーストをつくるのが難しいのではないか。
- ⇒電池は大学などの機関にお願いして用意し、色素をいじる実験 をおこなえばいいのではないか。

*生物

「セイロンベンケイソウ組織培養の基本性質の解明について」

ハカラメが組織培養に向いているのではないかという着眼点から 論文をかなり多く調べた。それ故に視野が狭くなっていたり、頭 が固くなってしまったりしている?研究テーマが面白くない。 どうしたらいいか。

- ⇒まずは葉から芽を出すというメカニズムを調べてみてはどうか。 そのあとに葉から芽を出す作用をもっと増大・促進させる植物 ホルモンを考える研究にもっていくのはどうか。
- ⇒とてもこだわりが強い生徒には、無理に大人がテーマを促さないで失敗させてもいいのではないか。そして、その失敗の要因を考えさせればいいのではないか。

*地学

「別府温泉における温泉水の流動経路と泉質分布」

ボーリング資料を手に入れないと研究にならない。京都大学の施 設があるので、そこにお願いしてデータを手に入れる。

⇒色んな水質が出る珍しい場所だから地質との関係が面白そう。

*数学

「無限平面における二種類の円を用いた最密充填について」

化学の分子の授業で興味をもったそう。空間での充填をやりたがっていたが、まずは平面での充填問題を調べて発表させた。

⇒ファレイ数列やフォードの円など関連分野も調べてみればどう か。

2022年度 第 2回運営指導委員会議事録

日程: 2022年11月21日(月)

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

コロナの罹患者が増えてきています。2クラスが学級閉鎖になっています。色々な制限がある中でなんとか研究を続けている生徒に対して、今回のようなアドバイスは今後の糧になる。我々からも、まずは実践の報告を行い、運営指導委員の先生方のアドバイスの生かしながら運営していきたいと考えている。よろしくお願いいたします。

6月以降の取り組み

① SSH 三宅島研修

例年と大きく変更したところは、2つ。実施時期を秋から夏に変更したこと。各自テーマを設定し、現地では調査、報告発表会を行ったこと。準備は大変だったが、生徒からの感想で、主体的に探究できた事へのプラスの感想があったので実施して良かったと思っている。

- ⇒テーマ設定をした試みは今年が初めてか?
 - →今年が始めてです。
- ⇒ 50 人から 13 人の選抜方法は?
 - →意思、興味関心がはっきりしている生徒を選抜。 志望理由書を書かせて判断した。

②高大連携

2 研究室、高 2 の生徒のみを連れて行った。事前の準備期間が短かったので小規模でおこなった。連れて行った生徒は、意欲的に取り組めていた。単発で終わりの企画なので、今後、もう一つ深めることが出来ないかを内部で検討中。

- ⇒発表会みたいなことはしないのか?
 - →していません。今後、検討してみます。
- ⇒入試制度として高大連携が生きるものがある。

③科学の甲子園ジュニア

千葉県3年ぶり4回目の全国大会に出場。全国大会は3年ぶりに会場に集まって実施出来そう。現在、出場予定生徒は全国大会に向けて勉強中。

④ SSH 生徒研究発表会

中山君が SSH 生徒研究発表会に参加。受賞とはならなかったが発表を通して成長した。

⑤高校生バイオサミット

本校は初の参加。1日目は研究発表会、2日目は研究構想発表会である。3回の選考を突破し、現地での発表に参加できた。研究の成果物は特になかったが、審査員特別賞をもらえた。この発表会は本校のカリキュラム上にもフィットしているので、非常に有意義だった。

⇒本日、受賞した小林さんの発表を聞いたが、確かに発表はまとまっていた。だが、どの辺で苦労したかといった内容も入れて欲しい。電圧電流のデータをそろえて、現存のものと比較して欲しい。発電量のサイズ感がわからない。発想は良い研究なのだが、良い研究と思いすぎているのもまずいなと感じた。

運営指導委員の先生からの講評

①中間発表会について

- ・先週水曜日と今日聞いた。研究の進み具合の差が生徒によって大き いと感じた。選んだテーマによるものか、生徒のモチベーションに よるものか。
- ・発表スライドに指導教諭の名前を入れていないのは高校生の発表では普通なのか?教科としての指導なので、個人名を入れていないのか?担当教員がどこまで関与すれば良いのか?生徒が主体的に行っているという事を前提にしているからなのかと感じている。
- ・廃棄物等を使って何かを作るという発表を多く見かけた。発想は良いが、これは実現可能だろうかを検討されていない。
- ・Feasibility を意識して欲しい。紙とはどういうものかを調べれば、 落花生で紙を作るというのは難しいだろうなとわかると思う。
- ・先行研究に引っ張られすぎている。説明責任を先行研究に押しつけ すぎている。オリジナリティを主体にして、先行研究は参考程度に して欲しい。
- ・先行研究については逆の感想を持っていて、先行研究のない発表が 相変わらずあった。引用していない発表が少なくなってきたからか、 余計目立っている。どうすれば伝わるのかを考え、見本になるよう な発表をまねしようと声をかけた。地学のテーマが面白くなってき た。高校生らしく、専門家も気になるようなテーマだった。
- ・拡張で繰り返しを行うときは漸化式が頭の中にあるといい。色んな 教科で発表をするのは共通点を見出すのに良いのではないか。見え るままのものは研究し終わっているので、現象どうしの関係性を見 出すといい。
- ・先行研究の扱い方には考える余地がある。研究テーマの分野での魅力が伝えられていない。大目標があって、このピースが足りていないから自分はこのピースを埋めたい、というような流れで発表をして欲しい。また、わからないことを調べるのは良いが、表面的な理解にとどまっていて、本質的な理解が足りないような感じがした。
- ・楽しそうに発表している生徒もいて、自分の言葉で話せていて、聞いていても楽しかった。台本を作っていたけど、台本を置いて自分の言葉で話し始めた生徒もいて良かった。質問が増えていたのも良かった。今度は批判的に見ることが出来るとまた一段階レベルが上がると思う。
- ・実験は精度の問題があって、平均値だけを見ていると統計学的な差異が認められないこともあり、気をつけて欲しい。先行研究については、言わなくちゃという意識が高くなってしまい、自分の研究になっていないと感じられることもあった。
- ・色んな分野を混ぜて発表したのは良かった。研究の流れは一緒なので、他の分野でも理解し、質問できたので面白かった。個人やグループで取り組む研究の経験が素晴らしい。運営指導委員の先生方の要求レベルは高いと思うが、生徒達は良い経験をしていると感じている。

②その他について

- ・電気関係の学会では女性が全然増えない。進路選択や教養番組で女性の工学部離れを生んでいるという話をきいた。面白い分野がなくなってきているのも事実だが、是非とも女性を工学部に進めてください。
- ・先行研究は学部生になればやっていけるものになるのか。
- →卒論においても、やらない学生もいる。研究室に入ると、教授が 専門家なので、先行研究を調べるということ自体はあまりしない。 先行研究は研究室に入って教授や先輩に聞けばわかってしまうこ とが多いのも理由の一つだろう。

2021年度入学者 市川高等学校 教育課程表

					者 市川高等学校 教			枚育課程					
教	科 目	標準	1 年		2 年		-		3 年				
科		単位数	内進	高入	国理選	国文選	理	文	国理選	国文選	理	文	
	国語総合 —	 4	2	2									
	構造読解 I ──		3	3									
田	現代文B —	 4							3	3	2	3	
国語	構造読解Ⅱ —				3	3	3	3					
百百	古典A	2							3	3	3	3	
	古典B	4	1	1	3	3	3	4					
	計		6	6	6	6	6	7	6	6	5	6	
	世界史A	2	2	2									
	世界史B	4				(4) ¬		_Γ (4)		(4) ¬		(4)	
地	日本史B	4				[-(4)		(4) 7		F(4)		(4) 1	
理・	地理A —	 2							_[- (3)		۲- (3)	[[L(3)]	
· 歴	地理AL ──				2		2	L 2 J					
史	地理B	4				L(3)				L(4) J			
~	地歴演習	_				L ₍₃₎				L (4)		L (3) J	
	計		2	2	2	7	2	6	0 or 3	8	0 or 3	4 or 7	
	現代社会	2	2	2					L- (3)		L- (3)	└ <u></u> (3) │	
公民	公民演習	-										L (4)	
尺	計		2	2					0 or 3		0 or 3	0or3or7	
	探究数学 I	3	4	4									
	探究数学Ⅱ	4			4	4	4	4		3		2	
ᅶ	探究数学Ⅲα —	 5							3		4		
数 学	探究数学Ⅲβ —								3		3		
子	探究数学A	2	3	3									
	探究数学B	2			2	2	2	2		2		2	
	計		7	7	6	6	6	6	6	5	7	4	
	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									
-m	探究化学Ⅱ	4			4		4		4		4		
理 科	探究生物 I	2	2	2							İ		
什	探究生物Ⅱ	4			(3)		L- (3)		L- (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		
/	体育	7 ~ 8	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
保健	保健	2	1	1	1	1	1	1					
体育	計		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	音楽Ⅰ	2			_r - (2)	_r - (2)	_: - (2)	_r - (2)					
芸	美術 I	2			- (2)	- (2)	- (2)	- (2)					
術	書道Ⅰ	2			- (2)	L- (2)	(2)	L ₋ (2)					
	計				2	2	2	2					
	コミュニケーション英語 I	3	3	3									
	コミュニケーション英語Ⅱ	4			3	3	3	3					
₁₋₄	コミュニケーション英語Ⅲ	4							4	4	4	4	
外国	英語表現 I —	_T 2	2	2									
国語	プレセンテーション英語 I -	Ц	1	1									
莳	英語表現Ⅱ —	₋ 4			2	2	2	2	2	2	2	2	
	プレゼンテーション英語Ⅱ -				1	1	1	1					
	計		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
家	家庭基礎	2							2	2	2	2	
庭	計								2	2	2	2	
情	社会と情報	2	2	2									
報	計		2	2									
総	合的な探究の時間	3~6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	計		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
選択	ぜミ									0 or 2		0~4	
授業	計									0 or 2		0~4	
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
HR	計		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	単位数合計		36	36	36	34	36	34	36	32~34	36	30~34	
€ 34 1 1 40				30 B o th/h/h				J4				UU UT	

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。⑤3年文系倫政はゼミ(2単位)として、火曜日の5,6限目に実施する。

令和元年度指定(2019年)第4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/

