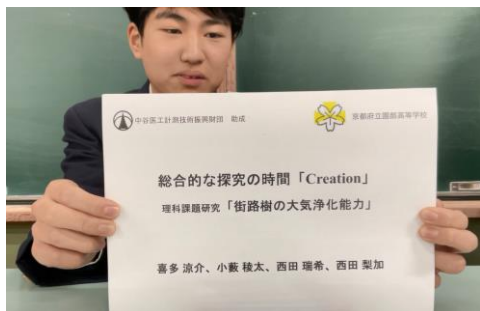


**校種間連携を活かした、
生徒の自由な発想による自然科学分野の探究プログラム**
－ 高大・小中高連携を通して、
思考力・判断力・表現力を養うための生徒主体の実践研究－



実施担当者 京都府立園部高等学校
 指導教諭 遠山 晶子
 教諭 友松 央樹
 教諭 坪内 史弥
 教諭 吉田 直樹
 教諭 高橋幸太郎
 実習助手 吉田 侑樹

1 はじめに

このプログラムは、生徒の主体的に取り組む姿勢を促し、「課題を設定し、科学的に探究する能力」の育成及び表現力を育むこと、さらに科学的なものの考え方・見方を養っていくことを目的として取り組んでいる。また生徒の自由で多様な発想による探究活動を実現するために、理科教員全員で、指導と評価の一体化を目指したルーブリックや探究活動のための事前学習の開発に取り組んできている。今年度も昨年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、生徒活動が制限され、一部当初の計画通りに進めることはできなかったが、探究活動や発表については実施することができた。今年度の取組の様子を以下に示す。

2 探究活動

2-1 探究活動全体のルーブリックの改善

昨年度の本校生徒の探究活動の様子や論文等を担当教員で評価分析し、ルーブリックの表現を改善した。特に変更したのは結果と考察の部分である。結果をどのように解釈し、その解釈を元にその原因等について仮説と照らし合わせて考察することができることを到達目標にして指導をしていくことにした。結果から解釈、考察までの

表 1 課題研究包括的ルーブリック

観点 レベル	根拠・先行研究 ^① 元になったものは何か	仮説 ^② どのように推測したか	方法 ^③ どのように明らかにするか	結果 ^④ 何が明らかになり、 どう解釈するか	考察 ^⑤ どのように考えたか
4 ^⑥	研究と関連した自然の事物・現象を適切にファレンスをもとに説明できる。 また、事物・現象について明らかかなことと明らかでないことを理解している。	因果関係を含む仮説が立てられる。	仮説を直接的に明らかにする実験を行うことができる。	結果を、仮説を踏まえて適切な分析を行い、解釈できる。	結果を仮説と関連付けて捉え、一貫性のある論理的な考察ができる。
3 ^⑥	研究と関連した自然の事物・現象を説明できる。 また、事物・現象について明らかかなことと明らかでないことを理解している。	仮説が立てられる。	再現性のある実験を行うことができ、複数の要素が検討されている。	結果を整理し、合理的な解釈ができる。	結果から、事実に基づいた根拠のある考察ができる。
2 ^⑥	研究と関連した自然の事物・現象を説明できる。	問い（不思議な点）が立てられる。	再現性のある実験を行うことができる。	結果を示すことができる。	結果について考察できる。
1 ^⑥	着目した自然の事物・現象がない。あるいは着目した自然の事物・現象を説明できない。	仮説や問いを立てられない。	実験を行うことができる。	結果を事実として受け止められない。	結果・解釈と考察を区別できない。

のスキルについては、化学基礎の「溶解熱の測定」実験を通して説明、実践させた。シンプルな結果が得られる実験であり、解釈や考察に慣れていない生徒にとっても良い課題であると言える。

2-2 事前学習の実施

今年度も探究活動に必要なスキルについて学ぶ事前学習に取り組んだ(表2)。今年度前半は感染防止対策による活動制限があり、ミニ探究実験を実施できなかった。ミニ探究実験では、現象に寄与する要因(ファクター)を考えて「仮説設定」し、対照実験をふまえた「検証実験の計画」を立てるスキルを身につけることを目標としていた。

昨年度の総括より、生徒同士の交流を通して、テーマ設定にいたるまでの「仮説設定」や「検証実験の計画」を深める活動を重視した。感染症対策のために交流方法を工夫して実施した(図1)。多くの生徒が「テーマ・仮説設定をする力がついた」と感じていることがアンケート結果からわかる(表5)。



図1 交流の様子



図2 特別講義の様子

大学の研究アドバイザーの先生方による特別講義は、感染対策をした上で実施することができた(表3、図2)。生徒たちは、講義の内容を探究テーマに活かしたり、研究に取り組む姿勢や留意点などを参考したりすることができたようである。

表3 特別講義

特別講義 タイトル	講師
生き物が作り出す有機分子 ~その形・役割・応用的利用~	清水 伸泰 氏 (京都先端科学大学バイオ環境学部 教授)
植物をめぐる社会的課題 ~生物多様性・都市温暖化~ (オンラインによる講演)	半場 祐子 氏 (京都工芸繊維大学工芸科学部 教授)
身近な自然から大地のおいたちを考える —シリカを主成分とする化石の特徴と研究例—	田中 里志 氏 (京都教育大学教育学部 教授)
不思議な超伝導	吉村 一良 氏 (京都大学大学院理学研究科 教授)

2-3 探究活動(イントロダクションの作成・研究活動)

生徒全員が1つずつ研究テーマを考え、「イントロダクション(研究の背景と目的)」を発表した。その中から生徒が10テーマを選び、グループに分かれて再度研究テーマと研究方法について検討した。ブラッシュアップされたイントロダクションを元に、最終的には8グループに分かれて探究活動に取り組むことになった。研究アドバイザーの大学教員やその他の研究者と連絡をとりながら、研究の方向性について生徒自らが考え、実験計画を作成した。研究テーマは表4の通りである。

表4 研究テーマ一覧

ふっくらと膨らんだホットケーキを作りたい	無農薬できれいな野菜を育てるために
アリの食物に対する嗜好性	射光時の布の色と繊維の違いによる温度上昇の変化
音と声かけによる植物への影響	コオロギが好む環境要因
虹の色の数を変えることは可能なのか	街路樹の大気浄化能力

表2 事前学習

1	科学的ってなんだろう
2	科学的アプローチでどうやるの?
3	いい研究テーマって何だろう?
	イントロダクションを作ろう
4	科学論文の構成を知ろう
5	Referenceをつけよう
6	テーマを決めよう・交流の仕方
	特別講義について
	イントロダクションのブラッシュアップ
7	個人ノートの書き方
8	実験ノート(グループノート)の書き方
9	実験計画表
10	アブストラクトを書いてみよう
11	ポスター作製について

探究活動期間は、週3～4時間、9月中旬から11月末までの2ヶ月あまりであった。毎時間グループノートに議論したことや実験観察した条件・結果等を記録するとともに、個人ノートにもその時間に考えたこと、気づいたことなどを記録させた。初めに予想した結果が得られないことも多かったが、実験条件やパラメーターを再検討したり、仮説を設定し直したりしながら、実験や観察を続けた。アドバイザーの大学の先生からメールやオンラインによるアドバイス等を得たこともあった。



図3 グループ活動の様子

11月、京都府のSSH校を中心とするみやびサイエンスフェスタポスター発表会に参加した。この段階では研究途中であったが、それまでの仮説や実験計画を整理して発表した。質疑応答の中で、実験条件や方法に対するアドバイスをいただいたり、新たな視点に気づかせていただいたりした。この経験を残りの研究活動に活かすことができた。

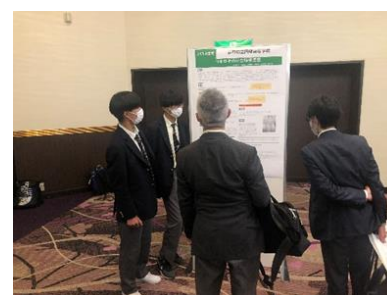


図4 みやびサイエンスフェスタポスター発表会の様子

2-4 研究発表（アブストラクトの作成・ポスター発表）

研究発表・論文作成の前に、生徒全員に一人ずつアブストラクト（研究要約）を作成させた。文章化することで、研究内容を整理して理解を深めることを目的としている。また、発表や論文作成をするにあたり、グループ全員で共通認識をもつことも目指している。

12月16日に校内研究発表会をポスター発表の形式で実施した。アドバイザーの先生方4名にも来校いただき、ポスター発表の評価をしていただいた。

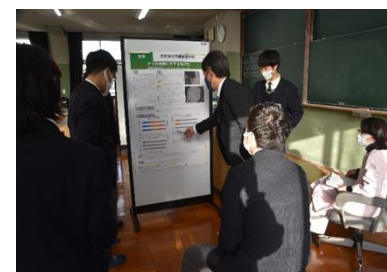


図5 校内研究発表会の様子

校内研究発表会以外にも以下のとおり、発表する機会を得た。

- (1) 令和3年11月13日 第3回みやびサイエンスフェスタ 自然科学系分野ポスター発表
- (2) 令和3年12月26日 中谷医工科学教育振興財団科学教育振興助成成果発表会（オンライン）
- (3) 令和4年1月20日 本校附属中学校3年対象 研究発表
- (4) 令和4年2月20日 高校生理科研究発表会（京都府高校理科教育連絡協議会、オンライン）
- (5) 令和4年2月22日 園部高等学校実践発表会（全校生徒対象、校内オンライン）
- (6) 令和4年3月10日 京都府立洛北高等学校サイエンスII オンラインポスター発表

今年度も地域の小学生対象の発表は開催することができなかったが、高校生や中学生等対象に発表する機会は何度も得られ、それを通して実験内容のより深い理解と発表スキルの向上が見られた。ただ、オンライン発表が多く、質疑応答が活発になることは少なかった。

最後に、各グループが論文を作成し、論文集にまとめた。



図6 園部高等学校実践発表会の様子

2-5 ルーブリックによる評価、アンケート結果

探究活動の前後で行ったルーブリックによる自己評価の結果を図7のグラフに示す。どの項目についても平均して1ポイントずつ評価が上がっている。また、事後に実施したアンケート結果から、「課題研究を通して自分は成長できた」と感じている生徒が84%にのぼり、積極的に探究活動に取り組んだ様子もわかる。

アンケート結果の一部の項目について、「そう思う」「まあまあそう思う」と回答した生徒の割合を表5に示した。この結果より「テーマ・仮説設定」の力や、「根拠」を見極める力などが身についたと感じた生徒が多かったことから、事前学習や探究活動の成果が現れていると言える。ただ「質問をする」ことや「研究ノートの記事」に関しては、昨年度よりは多くなったものの、依然として4割程度の生徒ができていないためサポートの工夫が必要である。

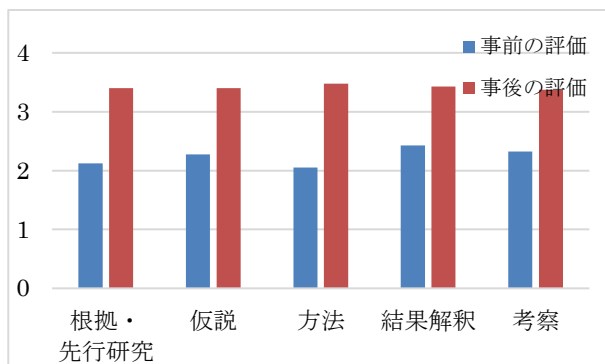


図7 探究活動前後のルーブリックによる自己評価の変化 (クラス平均)

表5 アンケート結果

アンケート項目	* 生徒の割合
1 テーマ・仮説設定をする力がついたと思う	81%
2 「根拠がある」と「根拠がない」を見極めることができる	86%
3 通常の授業よりも探究活動の方が深い知識・理解が必要となると思う	84%
4 発表のためのポスターを作る力がついたと思う	82%
5 発表を聞く中で質問をすることができた	63%
6 個人の課題研究のノートをメモや振り返りなど活用することができた	64%

*それぞれの項目について「そう思う」「まあまあそう思う」と回答した生徒の割合

3 まとめ

今年度は、課題研究の包括的ルーブリックの改善と事前学習の再検討、大学との連携講座を実施することができた。新型コロナウイルス感染拡大防止のため活動の制限があり、ミニ探究実験や小学生との交流は今年度もできなかったが、生徒同士の交流方法を工夫し、ユニークなテーマで探究活動を実施することができた。また、府内の高校生とのオンライン発表や附属中学校でのポスター発表等、発表の機会を多く経験させることができた。来年度は探究活動のルーブリックの再検討及び事前学習の更なる改善と、対面での他校種の交流を目指したい。

謝 辞

本活動は、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団（科学教育振興助成）の支援のもと、実施することができました。実験器具や材料は、生徒の自由な発想によるため年度当初に決定しておらず、実施とともに購入計画を立てられる財団の助成は大変ありがたい支援となりました。また、オンライン発表会や講演会などの貴重な体験もさせていただき、感謝しております。ありがとうございました。研究アドバイザーとして、京都大学大学院教育学研究科 西岡加名恵先生、田中容子先生、京都大学大学院理学研究科 吉村一良先生、京都教育大学 田中里志先生、京都工芸繊維大学 半場祐子先生、京都先端科学大学 清水伸泰先生、北海道大学 長谷川英祐先生、箕面公園昆虫館館長 中峰空様にご指導・ご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。