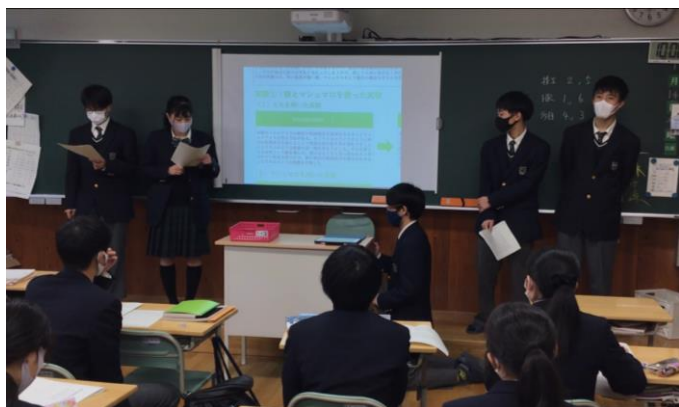


生徒の自由な発想による自然科学をテーマとした探究活動 — 高大連携を通して 思考力・判断力・表現力を養うための生徒主体の実践研究 —



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 大垣 裕史
 教諭 友松 央樹
 教諭 坪内 史弥
 教諭 太田 拓也
 実習助手 吉田 侑樹

1 はじめに

この探究活動は、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、さらに探究的ものの考え方・見方を養っていくことを目的として取り組んでいる。特に昨年より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た。今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止のための休校措置や校外活動の中止などにより、当初の計画通りに進めることはできなかったが、探究活動や一部の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再検討及び事前学習の計画

年度当初に、昨年度の生徒の作品を基に探究活動全体のルーブリックを検討した。これは、探究活動の指導にあたる理科教員全員で育てたい生徒像を共有し、指導と評価の一体化を目指して作成したものである。また、探究活動に必要なスキルを身につけるために、事前学習や探究活動中の講義などについても、昨年度の総括を踏まえて議論し、計画した。

表2は、今年度実際に実施できた活動である。計画では、そのほかに大学教員による自然科学研究の講義、大学への実習などもあった。

表1 探究活動全体のルーブリック

観点 レベル	根拠・先行研究 元になったものは何か	仮説 どのように推測したか	方法 どのように明らかにするか	結果と考察 何が明らかになり、どのように考えたか
4	研究と関連した自然の事象・現象が記述されており、適切なファレンスがある。 また、その事象・現象について明らかかなことと明らかでないことが明確に記述されている。	因果関係を含む仮説が明確に記述されている。	仮説を直接的に明らかにする実験が行われている。	研究についての結果、解釈、考察が論理的に記述されており、それが仮説に対応している。
3	研究と関連した自然の事象・現象について記述されている。 また、その事象・現象について明らかかなことと明らかでないことが明確に記述されている。	仮説が記述されている。	再現性のある実験が行われており、多面的に検証されている。	研究についての結果、解釈、考察が論理的に記述されている。
2	研究と関連した自然の事象・現象について記述されている。	問い(不思議な点)が記述されている。	再現性のある実験が行われている。	研究についての結果、解釈、考察がおおまかに記述されている。
1	着目した自然の事象・現象がない。あるいはそれに関する記述がない。	仮説や問いに関する記述がない。	実験を行っている。	結果や解釈が書かれていない。

表2 探究活動 事前学習と講義

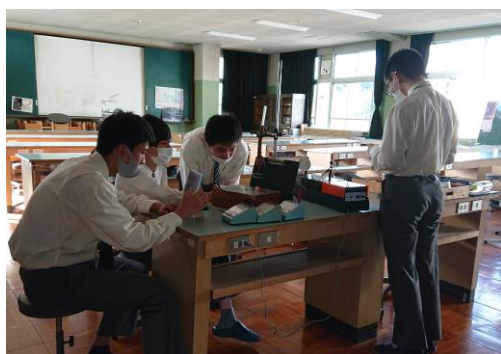
1	科学的って何だろう？
2	科学的アプローチってどうやるの？
3	いい研究テーマってなんだろう？
4	図書館オリエンテーション
5	ウォーミングアップ実験「紙コップ」 仮説設定・検証実験・解釈・考察
6	化学基礎実験「溶解熱の測定」 結果・解釈・考察
7	Referenceをつけよう
8	テーマを考えよう（グループ交流）
9	イントロダクションの書き方
10	個人ノート・実験ノートの書き方、実験計画の立て方 (探究活動 開始)
11	アブストラクトの書き方・作成
12	ポスターの作製
13	科学論文の構成・作成

2-2 事前学習

「科学的とは」 ということか友達と交流しながら、探究活動に必要なスキルについて学ぶ7ステップの事前学習に取り組んだ。特に、今年度は「仮説設定」→「検証実験」→「結果の解釈・考察」→「仮説の修正」→「検証実験」…のサイクルを何度か経験させるため、「紙コップ」のミニ探究実験を行った。



2-3 探究の取り組み



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7テーマを選び、7グループに分かれて実験方法を検討した。研究アドバイザーの大学教員と連絡をとりながら、研究の方向性について生徒自ら考え、実験計画を作成した。研究テーマは表3の通りである。

およそ3ヶ月間、週2～3時間探究活動に取り組んだ。初めに予想した結果が得られないことも多かったが、実験条件や要素を再検討したり、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。

2-4 研究発表

令和2年12月10日にそれまでの研究成果について、校内でポスター発表を行った。大学の先生方、校内の教員や同じクラスの友達に対して、説明し、質問にも対応した。グループ内で交替しながら発表を行い、全員が発表を行った。大学の先生方からは、「いろいろなテーマがあり、面白かった。仮説設定から実



験・考察までよく考えていて、科学的なアプローチにちゃんとなっていた」と評価していただいた。以下に、7グループの研究タイトルと一部の研究概要を表3に示す。

表3 研究タイトルと研究概要

<p>① 抜け落ちた髪の毛を成長させられるか？</p>	<p>髪の毛が抜けるなどして、コンプレックスを持っている人たちが大勢いる。中にはかつらをかぶったり、植毛したりする人もいる。もし、自分の髪の毛を増やすことができれば、そういった人たちの助けになるかもしれない。そこで、私たちは抜け落ちた髪の毛を再び伸長させられるかどうか挑戦した。</p> <p>私たちは抜け落ちた髪の毛に Yeast Extract という栄養を与え、動物細胞用の培地 DMEM を用いて約1週間培養を行った。その実験の結果、実験前と実験後の髪の毛の長さはほとんど変わらなかった。また、髪の毛に栄養を送るであろう血液を検出することはできなかった。</p> <p>抜け落ちた髪の毛は栄養が供給されにくい状態になっているのかもしれない。また、髪の毛の伸長に必要な栄養分を特定することはできなかった。</p>	
<p>② 新たな落雷被害防止策</p>	<p>今日の日本では年間約130件の落雷被害が発生しているという報告がなされており、時に人体に落雷して死亡させることもある。そんな落雷に対して車の中に入ることによって被害を防ぐことができるという手立てがあるが、それが正しいのか、そもそもほかに方法があるのかという疑問を抱いた。</p> <p>そこで、我々は「金網で対象物を囲って電流を外に流す」、「衣服に導体を用いたバイパスをつけて電流の道を作る」という2種類の防止策を軸にそれらの実験装置を作成し、校内にあった放電装置を利用して実験した。装置の内部には人間の代わりとしてささみを置き被雷させ、ささみへの影響を調べた。その結果、バイパスによる防止策では衣服に熱が加わり発火したため、内部は危険な状態であるが、金網でささみを囲うことで電流が網を伝って地面に流れるため、内部は安全な状態であるということがわかった。</p>	
<p>③ 木材でお菓子を湿気から守りたい</p>	<p>お菓子などに入っている乾燥剤を飲み込んでしまった場合、体に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで私たちは、無毒であり、水分を吸収する素材である木材に着目した。例えば木造家屋では、水分を吸収する性質によって室内の湿度が一定に保たれていることが分かっているので、お菓子の乾燥剤として木材を利用することができるのではないかと考えた。</p> <p>そこで木材の乾燥材としての能力を調べるために次の実験を行った。木材の粉末またはシリカゲルを入れた水槽、そして何も入れていない水槽に様々な種類のお菓子を入れて密閉をする。そして1日または2日間放置した後、湿度の変化と吸湿量を調べるために湿度の変化の比較と、乾燥材の質量の変化の比較を行った。また、味の変化も調べた。味については開封したてのお菓子と比較を行った。</p> <p>その結果、木材の粉末と同じ空間に入れたお菓子は、何も入れずに放置したお菓子よりも食感と味が良かった。一部のお菓子に木の匂いを感じるなどの改善点が出てきたが、使用することが可能であると考えた。</p>	
<p>④ 紅葉をコントロールする方法</p>	<p>⑥ ガムの代用品及び材質の研究</p>	
<p>⑤ インクの種類による乾きやすさと浸透の程度の比較</p>	<p>⑦ 山中での音の減衰</p>	

その他にも、以下のように発表をする機会を得た。

- (1) 令和2年11月14日 第2回みやびサイエンスフェスタ 自然科学系分野ポスター展示
令和2年12月15日 海の京都サイエンスフェスタポスター展示
- (2) 令和2年12月20日 中谷医工科学教育振興財団オンライン成果発表会
- (3) 令和3年1月14日 本校附属中学校3年対象 研究発表
- (4) 令和3年2月22日 本校実践発表会 オンライン発表
- (5) 令和3年3月11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

地域の小学生対象の発表や実験教室は開催することができなかったが、発表する機会が何度も得られ、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。

最後に、各グループが論文を作成し、論文集にまとめた。

2-5 ルーブリックによる評価、アンケート結果

探究活動終了後に、ルーブリックによる自己評価とアンケートを実施した。図1に示すように、自己評価のクラス全体の平均値は、いずれの観点も探究活動の前後で上昇した。

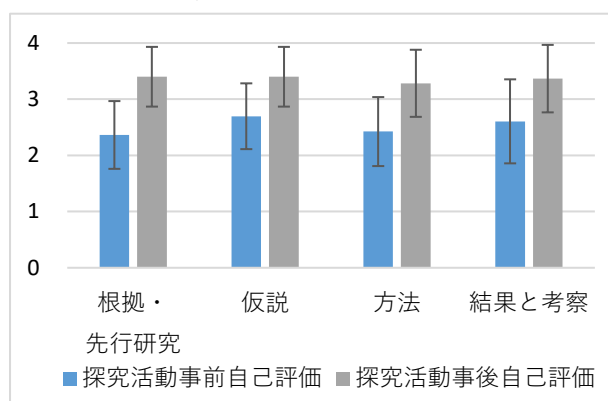


図1 探究活動前後のルーブリックによる自己評価の変化 (クラス平均)

アンケートの回答のうち、「そう思う」「まあそう思う」が多かった項目の一部と、比較的少なかった項目を表4に示す。

1~3の項目の結果より、生徒は探究活動において必要な力が身についたと感じていることがわかる。

4、5の項目については、今後の生活において課題解決が必要な場面で有用な変化であり、この取り組みの効果が感じられる回答であった。しかし、6に対する指導やサポートの在り方及び7の原因については今後検討する必要がある。

表4 アンケート結果

1 テーマ・仮説設定をする力がついたと思う	88%
2 実験計画を立てる力がついたと思う	91%
3 テーマ・仮説設定に合わせた実験計画を立てる力がついたと思う	84%
4 身の回りの現象や出来事の原因や理由が気になることが増えた	84%
5 身の回りの現象や出来事が、今後どのような結果を招いたり、影響を与えたりするのか気になることが増えた	88%
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	56%
7 引き続き同じテーマで探究活動を続けたいと思う	38%

3 まとめ

新型コロナウイルス感染拡大防止の影響により、当初の計画どおりに進めることはできなかったが、生徒の自由な発想による探究活動を実施することができ、一定の成果を挙げる事ができた。来年度は、大学との連携講座や小学生対象の事業を実施したい。

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、財団の助成は他の助成金とは異なり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。

以上