

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の開発



実施担当者 京都府立園部高等学校
教 諭 向山 昌俊
坪内 史弥
友松 央樹
二股 洸介
吉田 直樹
実習助手 吉田 侑樹

1 はじめに

本プログラムは、生徒が主体的に学びに取り組み、「課題を設定し、科学的に探究する能力」や表現力を育成するとともに、科学的なものの見方・考え方を養うことを目的として実施している。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、理科教員全員で指導と評価の一体化を図るルーブリックの整備や、探究活動に必要な事前学習の開発に取り組んできた。

本実践では、探究活動の指導に関する教員マニュアル（指導案）を新たに作成することで、教員間の情報共有を円滑にし、指導方法の一貫性を確保した。また、初めて探究活動を担当する教員でも、指導の目的・方法・留意点を容易に理解できるようにすることで、継続的に運用可能な探究プログラムの構築を目指した。さらに、社会のDX化を踏まえ、デジタル機器の活用方法を学ぶ事前学習も新たに導入した。

2 探究プログラムの開発

2-1 教員マニュアルの作成

本校における探究プログラムでは、事前学習や活動の指導について、これまでは配付プリントと簡単な留意点を教員打合せで共有するのみであった。そのため、時間配分や学習形態（全体指導・グループワーク・ペアワークなど）、具体的な声かけといった指導の細部は、実際の授業を見ながら学ぶ必要があった。結果として、教員は1年間の全過程を経験しなければ探究活動全体の流れを把握しにくい状況にあった。

そこで本年度は、指導の具体的方法をマニュアル化し、毎時間の指導案として活用できる形に整備した。具体的に今年度実施した取組を表1に示す。Act.10（研究の実施）において、生徒が主体的に探究活動へ取り組むための基盤を整えることを目的として、事前学習（Act.1~7）に関する指導マニュアルを新たに作成した。その一例を次ページに示す。

表1 今年度の実施内容

Act.	内 容
0	オリエンテーション
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	よい研究テーマって何だろう？
4	科学論文の構成を知ろう
5	不思議を研究テーマにしよう
6	Referenceをつけよう
7	研究方針の作成
8	研究方針のブラッシュアップ
9	研究計画の作成
10	研究の実施
11	アブストラクト(研究要約)を書いてみよう
12	ポスターの作成について
13	科学論文の書き方
14	SPACE BLOCK を使ってみよう
15	課題研究の振り返り・アンケート

※ 事前学習として、大学教授による特別講演も実施

本時の目標：科学的思考の特徴を体感する

テーマ：科学的って何だろう

本時の展開（指導と評価の計画）

時間	内容	指導のポイント	生徒の活動
0～5分	導入：今日の違い「科学的ってどういうこと？」	身の回りの「科学的っぽい」「迷信っぽい」例を生徒に口頭で問いかけて興味づけ 発問例：『科学的』って、どういう意味だと思う？	
5～10分	個人で振り分ける 6つの事象を科学的／非科学的に分類	判断理由を考えるように促す（再現性・因果関係に自然と気づく生徒が出てくると良い） 発問例： 「これはどうして『科学的』だと思ったの？」 「この考え方、他の人にも同じように説明できるかな？」	ワークシート
10～20分	グループで共有 なぜそう分けたのか？	「何を基準に分けた？」に焦点を当てて、グループの共通点／ズレを可視化 グループの意見を全体で共有する 発問例： 「何を基準に“科学的”って判断したんやろ？」	ワークシート
20～25分	個人で具体例を考える 科学的／非科学的な例を一つずつ	生徒の日常に即した例（例：天気予報は科学的／おまじないは非科学的）を引き出す 発問例： 「最近、身の回りで『それってホンマなん？』って思ったことある？」	ワークシート
25～35分	グループで交流 おもしろい例を紹介	多様な発想を歓迎し、ユニークな例をクラス全体で共有（1～2グループに発表させる） 発問例： 「今の話、どんな実験したら確かめられそう？」	ワークシート
35～45分	科学的な考え方とは？を話し合う → 全体でまとめる	板書やスライドで「再現性」「因果律」「客観性」「仮説と検証」などを整理して提示 発問例： 「科学って、なんで“何度も同じことをする”んやと思う？」	ワークシート
45～50分	まとめ・感想記入	気づきや印象に残ったこと、考え方が変わったことを書かせる	ワークシート

本時の評価規準

観点	評価の視点	評価の具体例
【知識・技能】	科学的な考え方の特徴を理解しているか	・再現性・因果律・仮説検証などを具体例と結びつけて説明できている
【思考・判断・表現】	事例を分類し、理由を述べられるか	・例を根拠に分類し、自分の言葉で論理的に説明できている
【主体的に学習に取り組む態度】	活動に積極的に参加しているか	・積極的に発言・交流し、問いに対して自分なりの考えを持つことができる

教員マニュアルの作成により、本校に初めて着任した教員でも探究活動の全体像を理解し、指導に参加できる体制を整えることができた。これらのマニュアルについては、毎年探究プログラムを実施しながら検証し、修正・改善をしていきたい。また、科学的に探究するプロセスを体験させるフォローアップ実験や、得られた実験データの処理やグラフの表現、考察などの事前学習をさらに充実させる。これにより、生徒の自由な発想は大切にしつつ、研究対象についてのしくみやメカニズムに迫る、より深い探究を支援していきたい。

2-2 プログラミング教材「SPACEBLOCK」の活用

SPACEBLOCK は「自分で学び、自分で理解していく」という STEAM 教育に対応した探究学習・プログラミング教材である。本教材は、プログラムの構成により、光や音の強度測定、センサーとしての作動、LED パネルによる視覚情報の表示など、多角的な活用が可能である。本年度の課題研究では、データの定量化による科学的根拠の補強を目的として、一部のグループで導入を試行した。本年度は以下の2つの研究グループが、SPACEBLOCK を用いた実験・測定を行った。

① ペットボトルランタンの照度測定

光源上に液体入りペットボトルを設置し、乱反射を利用する「簡易ランタン」の特性を調査した。封入する液体の種類による照度の変化を SPACEBLOCK の光センサーで測定し、周囲への拡散効果を客観的な指標で評価した。

② 指パッチの音量増大に関する条件探索

音波を数値データとして捉えることで、従来は主観的になりやすかった音の大きさを正確に可視化し、定量的な比較検証を可能とした。

これらの実践を通じ、SPACEBLOCK 一台で多種多様な物理量の測定が可能であり、生徒の「問い」に対して柔軟に対応できる探究学習に極めて適した教材であることが確認された。

本年度の運用における反省点として、指導のタイミングが挙げられる。対象となった2グループには担当教員が先行して個別レクチャーを行ったが、クラス全体への操作講習は課題研究の終了後となった。その結果、多くのグループが本教材の存在や測定機能を知らないまま実験を進め、事後学習として操作法を学ぶ形になってしまった。次年度以降は、課題研究の本格的な始動前に SPACEBLOCK の基礎講習を実施したい。早期にツールの活用方法を習得させることで、生徒自らが適切な測定手法を選択し、より精度の高い探究活動を展開できる体制を整えたい。



図1 光センサー

2-3 研究発表

令和7年度の総合的な探究の授業「Creation」において取り組んだ課題研究の成果について、表2の通り発表を行った。

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。文章化することにより、一人一人が研究内容を整理して理解を深められ、グループ全員で共通認識をもつことができた。12月11日に校内でポスター形式による研究発表会を開催した。アドバイザーの大学の先生5名に来校いただき、評価・講評をいただいた。また、本校附属中学3年生も研究発表会に参加し、発表を聞いたり、質問したりすることにより、次年度取り組む課題研究について理解を深めた。



図2 校内研究発表会のようす

校内研究発表会以外にも表2のとおり、発表する機会を得た。生徒自身も発表や質問への対応スキルが向上したと感じた。発表のたびに専門家や他校の生徒からアドバイスをもらい、それをもとに内容を改善し続けた。この繰り返しによって、発表の論理構成や研究の質が着実に高まっていく様子が見て取れた。



図 3 京都探究エキスポ 2025

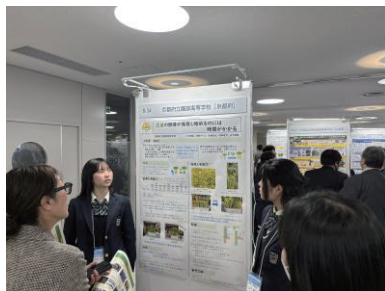


図 4 中谷財団 成果発表会

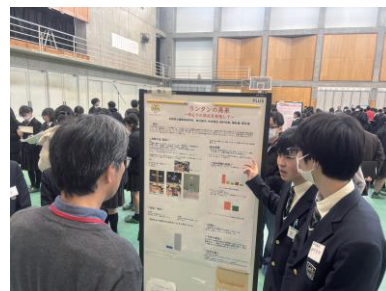


図 5 洛北高校課題研究発表会

表 2 研究成果発表一覧

日時	発表会名	主催
令和 7 年 12 月 11 日	校内研究発表会	京都府立園部高等学校
令和 7 年 12 月 20 日	京都探究エキスポ 2025	京都府教育委員会 京都市教育委員会
令和 7 年 12 月 21 日	中谷財団 成果発表会	中谷財団
令和 8 年 2 月 5 日	園部高校・附属中学校生徒実践発表会	京都府立園部高等学校
令和 8 年 3 月 11 日	京都府立洛北高等学校課題研究発表会	京都府立洛北高等学校

3 まとめ

本実践では、探究活動の質的向上と持続可能な指導体制の構築を目指し、新たに教員マニュアルを策定した。具体的には、探究活動の事前学習（2-1表1: Act.1~7）を対象に、毎時の指導案として活用できる形式でマニュアル化した。これにより、指導の目的・手法・留意点が可視化され、探究指導の経験が浅い教員間でも情報共有と指導方針の一貫性を確保することが可能となった。

また、デジタル機器を用いた測定スキルの向上を図るため、プログラミング教材「SPACEBLOCK」を導入した。本年度は、試行的に2つの研究グループがSPACEBLOCKを用いて実験データを収集した。しかし、全体への操作講習が課題研究の終了後となったため、次年度はこれを事前学習として組み込み、生徒自らが実験手法を選択できる環境を整えたい。

校外での発表活動についても積極的に参加した。各発表の場で得られた専門家や他校生徒からの質疑応答、助言を真摯に受け止め、内容を再構成するプロセスを繰り返した。このサイクルを通じて、発表の論理性や研究の質が段階的に深化していく様子が顕著に確認された。

謝 辞

本活動は、公益財団法人中谷財団（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、東京での成果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 田中容子先生、京都大学大学院工学研究科准教授 久門尚史先生、京都教育大学教育学部教授 田中里志先生、京都先端科学大学バイオ環境学部教授 清水伸泰先生、京都工芸繊維大学工芸科学部准教授 高木圭子先生にご指導・ご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。