

2023年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：課題解決による科学的に探究する力の育成
～1人1台 ICT 端末を活用した STEAM 教育の実践～

学校名：茨城県立鹿島高等学校附属中学校	代表者：小沼 浩幸	報告者：大槻 峻史
全教員数：18名	全学級数・児童生徒数：3学級・120名	
実践研究を行う教員数：5名	実践研究を受けた学級数・児童生徒数：2学級・80名	

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

本校は、創立から110年以上を誇る茨城県立鹿島高等学校を母体に令和2年度(2020年度)に開校した併設型の中高一貫教育校である。本校の特色は、科学教育、国際教育、キャリア教育の3本の柱を軸とした「KASHIMA メソッド」という教育活動であり、「思考力・判断力・表現力を身に付け、主体的に課題を解決できる生徒」の育成を目指している。また、特色ある教育課程の取組として、理科の授業時間数を増やし、思考力を育む実験重視の授業展開や年間を通じた探究学習などを通して科学教育の充実を深め、生徒の探究心を育む取り組みを行っている。

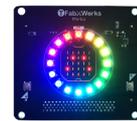
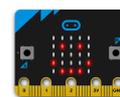
先行きが不透明で、将来の予測が困難な VUCA の時代において、未知の現象に対して主体的に課題を解決する力が必要不可欠であるとされている。本校の生徒の実態に目を向けると、理科や科学に対して興味をもっている生徒が多く、授業において与えられた課題や実験に意欲的に取り組む姿が見られる。その一方で、未知の科学的事象や、その事象が起きた理由について、実験結果をもとに考察したり、結論を導き出したりすることに対して苦手意識をもっている生徒が多い。そこで本実践では、科学的に探究する力を、「知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に主体的に関わり、課題を解決する力」と捉え、理科の授業に STEAM(Science、Technology、Engineering、Art、Mathematics)の視点を取り入れることとした。

本研究では、主体的に課題を解決する力と科学的に探究する力を高めることを目指し、中学校第3学年「化学変化とイオン」、および第1学年「光の性質」の単元において1人1台 ICT 端末を活用した STEAM 教育に関する2つの実践を行った。

2. 研究にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

◇助成金で購入させていただいた主なもの

- 教材開発（イオン化傾向による金属樹ボトル実験材料、金属片[銅、鉄、亜鉛、アルミニウム、鉛]など）
- 環境整備（プログラミング教材[micro:bit、イルミネーションボード TFW-ILI]など）



◇ご協力・ご助言いただいた機関等

- 文部科学省 国立教育政策研究所 教育課程調査官 学力調査官 小林 一人氏、真井 克子氏
- 茨城県教育庁 学校教育部高校教育課 指導主事 西田 淳氏
- 茨城県鹿嶋市理科教育研究部
- SSTA（ソニー科学教育研究会）茨城支部長 中嶋 政明氏、事務局 根本 千勝氏
- 国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）研究員による講演
- 小林 誠司氏（ミライプラス代表 元ソニー株式会社統括部長）
- 平岩 国泰氏（新渡戸文化学園理事長／放課後NPOアフタースクール代表理事）

3. 研究の内容

【実践1】中学校第3学年 理科「化学変化とイオン」の単元では、以下の3つの取り組みを行った。

①教科等横断的な学習「金属樹ボトル」を活用した「STEAM ボックス・アートの作成」

硝酸銀水溶液を入れたボトルに銅の金属片をいれることで、生徒一人ひとりが「世界に一つだけの金属樹ボトル」を作成した。この活動を通じて、芸術的な素養や数学的な思考を育み、教科を横断した学習を促進することができた。また、ボトル内での金属樹の成長やイオン化傾向の理解を深めることで、科学的な思考を高めることにつながった。技術科の授業で micro:bit を用いて照明をプログラミングしたり、数学科の高校教員とフラクタル図形（自己相似性）について学んだりした後、美術科では Canva による生成 AI を用いてデザインを行い、ボックス・アートという作品として表現することができた。

②課題解決型学習の実践

「ボトルの中で、金属樹ができたのはなぜだろうか。」という単元を貫く課題を設定し、生徒が自らの知的好奇心を活かして探究する機会を設けた。生徒が仮説を立て、実験結果をもとに考察し、結論を導き出すことで、科学的な思考力を養うことにつながった。

③ICT 端末を活用した双方向型授業

生徒一人一人に貸与された Chromebook を使用してイオンに関する生徒の思考を可視化し、意見交換を活発にするため「Classi NOTE」という学習支援アプリを活用して、生徒同士のコミュニケーションや意見交換を促した。「化学変化とイオン」に関する双方向型の授業を実現することができ、生徒の科学的な探究心や問題解決能力が向上した。



【教科等横断的な学習】 金属樹ボトルを活用した「STEAM ボックス・アート」

【実践2】中学校第1学年 理科「光の性質」の単元では、以下の3つの取り組みを行った。

①「光のサイエンスグッズ」の自由な操作と「発見シート」の活用

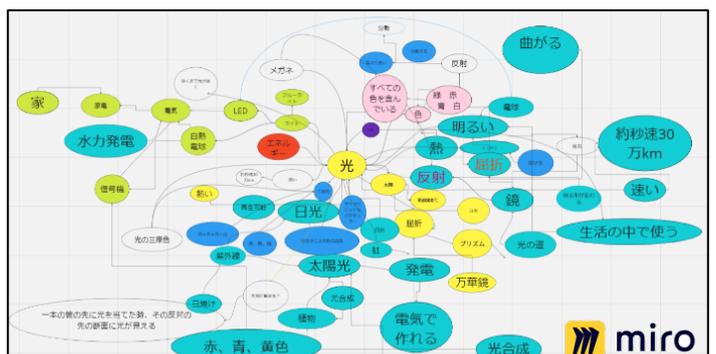
単元導入時に、万華鏡、分光シート、ピンホールカメラなどの「光のサイエンスグッズ」を用意し、生徒が自由に操作できる場を設けた。得られた疑問や発見を「発見シート」にイメージマップとして表現することで、学習の出発点を明確にし、探究していきたいことを視覚化した。個人が作成したイメージマップは「miro」という学習支援アプリを用いてグルーピングし、生徒の思考を活性化させた。

すべての班に用意した「光のサイエンスグッズ」

グッズの種類	光の性質	予想される疑問や発見
① 鏡	光の反射	なぜ逆に映るのだろう
② 台形ガラス	光の屈折	ガラスを通して見ると指が途切れて見えた
③ 虫メガネ	凸レンズ	①物体が大きく見えた ②風景が遠に見えた ③白い紙に実像が映った
④ CD	光の色	七色の虹のようなものが見える

班ごとに用意した様々な種類の「光のサイエンスグッズ」

グッズの種類	光の性質	予想される疑問や発見
① コインの消える貯金箱	光の反射	なぜ入れたコインが消えたのだろう
② 万華鏡	光の反射	まわりの風景がたくさん見えた
③ 立体万華鏡	光の反射	箱の中に無限の世界が広がった
④ 光ファイバー	全反射	なぜ先のほうだけ光るのだろう
⑤ サラダ油に入れたと消えるビーカー	光の屈折	油の中でガラスが見えなくなった
⑥ 水に入れると曲がる鈴箸	光の屈折	水に入れると鈴箸が曲がって見えた
⑦ ピンホールカメラ	凸レンズ	外の風景が逆に映ったのはなぜだろう
⑧ 分光シート、プリズム	光の色	蛍光灯を見ると七色の光が見えた



②根拠を明確にした仮説を設定するための「仮説設定シート」の活用
主体的に課題を解決するための「仮説設定シート」を使用することで、根拠を明確にした仮説を立てる能力が向上した。各授業で光のサイエンスグッズを積極的に活用し、生徒が自然の事物や現象に意図的に触れる機会を設けた。このことにより、毎回の授業における課題解決の見通しをもつことができた。

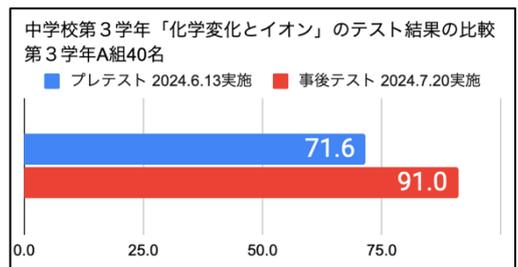
③探究内容を発表する場「光のサイエンス・マジックショー」の開催
学習への心構えを高めるために、小学3年生を中学校の理科室に招待し、「光のサイエンス・マジックショー」を開催することを生徒と計画し、実行した。グループごとに「光の性質」を取り入れたサイエンス・マジックを考え、CanvaやGoogle Slideなどのプレゼンテーションソフトを活用し、原理や仕組みを分かりやすく説明できるようにした。11月14日には外部に開かれた公開授業研究会を行った。研究協議では、参観者から、「目的が明確かつ興味深いものとなっていたので、生徒が主体的に活動していた。」「サイエンスショーを設定することで、単元を通した目的意識、そして、小学3年生に説明するという明確な相手意識が出ていた。」といった肯定的な意見をいただくことができた。



4. 研究の成果と成果の測定方法

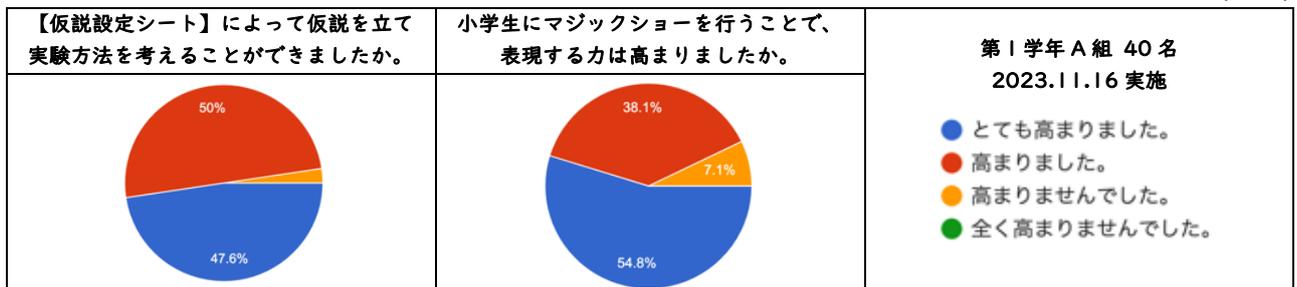
【実践1】中学校第3学年 理科「化学変化とイオン」における教科等横断型の理科学習の成果

実践の前後においてCBT (Computer Based Test) 形式の単元テストを行い、その変容を分析した。単元前のプレテストでは、化学変化とイオンの思考・判断・表現に関する正答率は71.6%であったが、事後テストでは、91.0%と19.4%向上した。ワークシートの分析からも、銅と銀のイオン化傾向の違いに着目し、金属樹ができた理由について図や文章を用いながら適切に考察した様子が多く見られた。



また、他教科との教科等横断的な学習形態については、「理科で作成したものが数学科のフラクタルや技術科のプログラミング、美術科のボックス・アートとつながっていったのが新鮮で意欲が高まった。」など肯定的な意見が多数出されていた。作成したSTEAMボックス・アートは学校公開日に合わせて校内に展示し、中学生だけでなく保護者や小学生にも見ていただき、肯定的なフィードバックを得ることができた。

【実践2】中学校第1学年 理科「光の性質」における「光のサイエンス・マジックショー」の成果(抜粋)



アンケート結果を分析したところ、97.6%の生徒が、「仮説設定シート」を用いて実験方法を考えることができたと答えた。実際の仮説設定シートでも生徒自身が仮説を立て、実験方法を立案し、実験を通じて「光の性質」に関する科学的事象について適切に考察する姿が見られた。また、小学生へのマジックショーに関する意識調査では、92.9%の生徒から肯定的な意見を得ることができた。自由記述では、「人に教えることで知識はかなり身につくということを実感したので、また他の人説明をするような機会があると良いなと思いました。」という意見や、「マジックショーをすることで自分でも更に理解する事ができたし、人にわかりやすく伝えることで成長したと思いました。また、自分達が小学生に教える立場になって、自分達がよく理解していなければいけないんだな。と感ずることがありました。光について探究してきたことをインプットだけでなくアウトプットすることによって学習の定着ができたと思います。」といった意見を得ることができた。これらのことから、課題解決を伴う2つの実践を通じて科学的に探究する力を育成することができたと考えられる。

5. 今後の展開（成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など）

中学校第3学年 理科「化学変化とイオン」の実践においては、金属樹の様子や水溶液の色など定性的な変化に重点をおいた実験としたが、今後は硝酸銀水溶液の濃度や銅片の質量などの条件を制御することによる定量的な変化についても着目させる必要があると考えられる。また、今回は銀と銅のイオン化傾向に焦点を絞ったが、様々な種類の金属の組み合わせによって、どのような金属樹が析出するのか主体的に確かめていくような探究的な学びの可能性を模索していきたい。

中学校第1学年 理科「光の性質」の実践においては、ICT機器を用いて小学生に学んだことを説明する際に、難しい言葉や表現を用いて発表している生徒が多かったため、科学的な現象の原理や原則をよく理解したうえで、わかりやすい表現でアウトプットできるような指導が必要であると感ずた。今回の実践で行った探究的な課題解決の方法を他の単元においても実践できるような環境を整えていきたい。

6. 成果の公表や発信に関する取組

授業公開	第1回 文部科学省 国立政策研究所 教育課程実践検証協力校 公開授業 中3理科 「化学変化とイオン」 ～イオン化傾向による金属樹ボトル～（7月）
	第2回 文部科学省 国立政策研究所 教育課程実践検証協力校 公開授業 中1理科 「気体の性質」「水溶液の性質」「物質のすがた」 ～ICT機器を活用したCBT（Computer Based Test）の実践～（10月）
	第3回 文部科学省 国立政策研究所 教育課程実践検証協力校 公開授業・研究協議 中1理科 「光の性質」 ～光のサイエンス・マジックショー」の開催～（11月）
雑誌掲載	月刊 理科の教育 2023年7月号（東洋館出版）「実践紹介」ICTの活用による探究的な理科授業のアップデートー中学3年「化学変化とイオン」における教育のDX化を通してー
	月刊 理科の教育 2024年2月号（東洋館出版）「教材の隠し味」 世界に一つだけの金属樹ボトル ～イオン化傾向の原理を活用したSTEAM型教材～
	新しい理科の指導資料 （全国中学校理科教育研究会）
新聞掲載	茨城新聞 2023年11月24日号にて公開授業の様子についてカラー記事による紹介。 「光の性質使いマジック～公開授業 児童に原理解説～」
ホームページ	本実践の内容をホームページに掲載し、金属樹の写真等について校内だけでなく広く視聴できるようにした。「世界に一つだけの金属樹ボトル」 https://science55.my.canva.site/ion

7. 所感

今回の助成を通じて、生徒が主体的な学習を行うために必要な実験材料や環境を整え、これまで困難だった授業展開や教材の工夫を実現することができた。さらに、理科の枠を超えた「STEAMボックス・アート」の作成や「光のサイエンス・マジックショー」の開催を通じて、教科等横断的な学びを実現することができた。現代の理科教育においては、単なる知識の伝達だけではなく、学習者の探究心を引き出すことが不可欠である。分析結果より、今回の実践では、学習者が自ら知識を構築し、問題解決能力を養うことができたと考えられる。今後も、このような取り組みを通じて、生徒たちが自ら学び、探究する姿勢を育てていきたい。