

2024 年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ： 科学的に探究する力と批判的に思考する力を育成する教科横断型授業
ープラスチックは本当に悪なのかー

学校名： 芝浦工業大附属中学校

代表者： 柴田 邦夫

報告者： 金森 千春

全教員数： 30 名

全学級数・児童生徒数： 12 学級・480 名

実践研究を行う教員数： 10 名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数： 4 学級・160 名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

マイクロプラスチックの諸問題に対し、子供達一人一人が情報を鵜呑みにするのではなく、「果たして本当にプラスチックは海洋汚染を招く悪いものなのか?」「提示された情報は本当に正しいと言えるのか?」という批判的に思考する力と、理科の教科を通して培われた資質・能力である観察、実験を行い、課題の把握、情報の収集、処理、一般化を通して科学的に探究する力の育成を目指した教科横断型授業を実践する。子供達が創造するアイデアやアクションが、STEAM 教育を牽引する本校の特色と強みを活かせるように支援する。不確実で先の見通せない時代において、正解の無い多くの課題に対し、急激に進化する科学技術に立脚し、従来の価値観を再構築して新しいソリューションを創出して、未来を拓くイノベティブな人材の基礎の育成という研究助成目的につながる。

本校実施の中高大連携の STEAM 教育では、大学主導で設計することが多かったが、本研究を通し、中学校教員が子供達の科学的に探究する力と批判的に思考する力を育成するための授業設計や検証を行うことで、学校組織や教師としての成長も併せて期待する。

以下2つを目指す子供像として設定する。

- ・自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察することを通して、持続可能な社会をつくることの重要性を認識する子供
- ・与えられた情報を、多くのステークホルダーの視点を知ること、理科学的な見方・考え方をもとに自ら考え、批判的に思考し、科学的な根拠に基づいた創造的なアイデアを生み出す子供

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）

◇高度な実験設備使用のための準備

- ・芝浦工業大学テクノプラザの使用条件整備；中学生が使用可能にした
- ・テクノプラザでの走査電子顕微鏡や顕微 FT-IR を使用した予備実験；本研究に適しているかの確認

◇ステークホルダーの確保

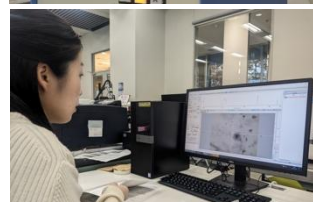
- ・プラスチックを「製造する視点」「リサイクルする視点」「回収する視点」のステークホルダー設定（中学生見学可能なリサイクル工場の確保に難航）

◇研究組織の確立と研究の方向性の確認

- ・授業主担当者、学年担当教員との打ち合わせ、職員会議での情報共有
- ・ジグソー法で学ぶための校外学習の実施形態の整備と関係各所との調整

◇濾過装置の選定と購入

- ・マイクロプラスチックを観察するのに適した濾過装置、濾紙の選定



3. 研究の内容

実践の3つの柱 ①班員6人のジグソー法での学びの構築 ②ジグソー法による多様な情報収集と全員必修の実験・観察の機会の確保 ③多様な価値観の育成、アイデアの創出とアクションの実践の支援

事前自己評価

プラスチック
問題の関心
知識、印象
イメージなど

海塩実験



国内外の海塩を観察、比較して含有するプラスチックを調査

比重分類実験



ペットボトルをキャップ、ラベル、本体に分け、水と食塩水で比重を調査

燃焼実験



プラスチックの熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の分類

書籍

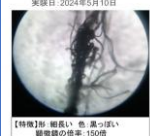


科学的根拠に触れ、批判的思考力を培う書籍

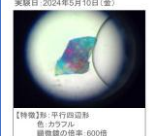
煮干し解剖実験

煮干しの胃を開いて、プラスチックを探して観察

特別探究レポート スライド
実験日: 2024年5月10日



特別探究レポート スライド
実験日: 2024年5月10日 (金)



企業講演



海洋プラスチックゴミ回収装置 JELLY FISH BOT を取り扱う平泉洋行の講演

「作る人たちの
作る責任を知った」

【ジグソー法での活動】

海水実験 (C 春 D 夏 E 秋 F 冬)



学校近辺で採取した海水を吸引濾過装置で濾過。濾紙を過酸化水素水につけ、有機物を分解した後、顕微鏡で含有プラスチックを観察。季節の変化も観察。

A リサイクル工場見学



東京埼玉一帯のペットボトルを回収してリサイクルする企業の工場を見学。中学生の見学を受け入れてくれる工場を探すのに一苦労。臭い、音、現実を直視。

B 製造加工工場見学



プラスチックを製品として加工する工場を見学。製造過程で熱による変性を体感。

アイデア発表会



28 班のアイデアとアクションプランをクラスごとに発表。校内の研究授業対象となり、教員が多数参観。

アクションの実践

例 キーホルダー・クイズアプリ・ゴミ箱の設置



発表会で受け取ったフィードバックをもとに修正し、アクションプランを実行。「創る」「やってみる」、アイデアを形にするからこそ、「知る」「見える」ことがある。

最終発表会



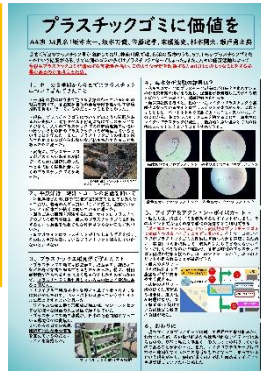
アクションプランを実行した結果、そこから考えたこと、修正したアイデアを発表。クラス代表を選出。

ポスター制作



クラス代表4班が A0 版のポスターを作成。探究 DAY で掲示。そこから校長賞を1班選出。全校に成果を発信した。

学内表彰



事後自己評価

(ふり返り)

事前との変化
学び、考え
自分の変容

生徒の事前事後評価は Google フォームで回答を回収し、R を用いて変化と有意差を分析した。多様な活動を含む実践のため、担当者打ち合わせを頻回に実施し、定期的に職員会議で全体共有した。

4. 研究の成果と成果の測定方法

成果の測定方法：本研究の前後での質問紙調査（生徒のふり返し）から、生徒の変容を捉える。事前自己評価と事後自己評価を共に回答した生徒（ $n=84$ ）を対象とする。

成果① 科学的に探究する力が育成された

本実践を通し、マイクロプラスチック問題を科学する視点を各項目別に4件法（4とてもそう思う、3そう思う、2あまりそう思わない、1まったくそう思わない）で回答した（右表）。項目の平均値上位から、

項目1「マイクロプラスチック問題が、社会や自然に与える影響を知ることができた」3.37

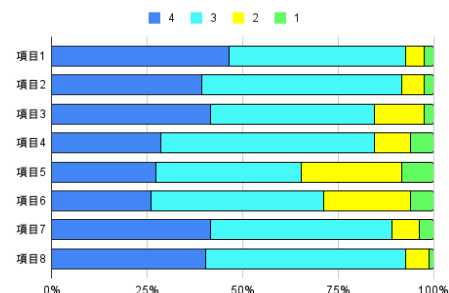
項目8「持続可能な社会を作るための行動を起こすにあたって、科学的に状況を分析する必要がある」3.32

項目2「マイクロプラスチック問題を、科学的にとらえることができた」3.29

項目7「持続可能な社会を作るために、自分たちが行動することは重要だと思った」3.27

となっており、科学的に探究する力が育成されたと言える。

マイクロプラスチック問題を科学する視点でふり返る



成果② 批判的に思考する力が育成されたことを定量的に示すことはできなかったが、ふり返りの記述から、批判的に思考する生徒の様子が見られた

事前では、マイクロプラスチック問題について自分の考えを尋ねた質問では、問題そのものについて述べる割合が 45.2%、解決のための一般的な行動の必要性を回答する割合が 38.1%であり、既存の知識をもとにした他人事のような回答が多かった。事後では、実践をもとに自分なりに考えた回答が多かった。「マイクロプラスチックは小学生の頃から存在を認知していて、ごみを分別するように習っていたため分別をしているから大丈夫だと思っていたが、マイクロプラスチック問題を詳しく知った後ではもっとプラスチックごみが出ないような工夫を生活に取り入れるべきだと考えた。」「私は、今さら対処してもマイクロプラスチックを海水でゼロにするということは不可能だと感じる。しかし、いまから減らせればこれ以上環境に影響が出ないのではないかと考える。」

成果③ 生徒の考えや行動の変容があり、授業設計の工夫が2つの「目指す子供像」につながった

・実践前後でプラスチックゴミ問題に関心がある生徒の割合が向上した。（プラスチックごみ問題の関心の度合いの回答による。 t 検定、 $p=.033$ 、5%水準で有意差あり）。

・質問「プラスチックごみによる海の汚染について知っていること」の回答から、「歯磨き粉などに含まれる微小なプラスチック粒が海に流出することで汚染が生じていること」「海の生物が小さなプラスチック粒を誤飲するなど生態系に影響が生じていること」、質問「海洋プラスチックごみのうち、マイクロプラスチックについて知っていること」の回答から、「マイクロプラスチックと呼ばれるためのサイズ」「マイクロプラスチックの作り方」の2項目の増加に有意差が認められた。これは、全員必修の顕微鏡で海塩や煮干しの胃を観察する実験、リサイクル工場や製造加工工場の見学を通して得た知識や経験から増加したと推測できる。

・「この探究を通して、マイクロプラスチック問題について自分の行動は変わったか」の回答（下表）から、行動が変容した生徒は 36.9%、他者への知識の共有をした生徒は 53.6%となった。具体的に変容した行動は、「コンビニのビニール袋や使い捨てのスプーンをもらわなくなった」「ラベルレスのペットボトル飲料水をまとめて買うようになった」「水筒を積極的に使うようになった」「ペットボトルをきちんと分別して捨てるようになった」「ゴミ袋用の袋を持ち歩くようになった」「プラスチック製の袋や容器は風で飛ばされないように手でしっかりと持つようになった」「道端に落ちているゴミを拾うように心がけるようになった」といったものが挙げられた。一つ一つは小さい行動だが、生徒

の変容という視点では大きな変化である。

自分の行動も変わり、得た知識を家族や友人に教えた	11.9%
自分の行動が変わったが、得た知識は誰にも教えていない	25.0%
自分の行動は変わらなかったが、得た知識を家族や友人に教えた	41.7%
自分の行動は変わらなかったし、得た知識を誰にも教えていない	21.4%

成果④ 教員の教科力・授業設計力向上、組織の研究推進力が向上した

- ・ジグソー法の面白さを実感した。生徒が責任感を持って個々の役割を果たし、個々の経験を他者に言語化して伝えるところに思考が生まれ、相手の話を真剣に聞いて理解しようとする姿が見られた。
- ・中学生の発達段階に適したマイクロプラスチック問題の授業設計方法を獲得した。どれだけ良い話を聞いても生徒にとって難解で思考が停止するよりも、きちんと理解して、自分ごとに落とし込んで、日常生活でアクションに繋がることが大切である。実験手法や実験装置にしても然り。背伸びして難しいことをやれば良いわけではないことを改めて認識した。
- ・多様なアクションプランが創出された。アクションプラン活動費を分配したことで、校外活動を行う班があった。アプリを開発して Apple Store へのリリースに挑戦した班もあり、本校初の取組として組織がアプリをリリースする手段を習得した。STEAM 教育の要件である、「探究」と「創造」を往還する試行錯誤を通して問題を解決する場面を創出できた。
- ・多様なステークホルダーの協力の下、多様な活動を含むことができた。特に、ジグソー法ではあるがリサイクル工場を実際に見学できたことは大きな学びであり、生徒の行動変容につながった。
- ・海水実験では、夏秋のプラスチック個数に顕著な増加があり、過酸化水素水の使用量から海水の有機物量に影響されていると推測した。実際に実験をしてみて、水温、天候、海流などの要件を加えて観察し、マイクロプラスチックの生物濃縮の可能性を探ったり、水温の差によるプラスチックの挙動を確認したり、天候による差を調べるような実験をする可能性の知見を得た。

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）

- ①すべての生徒が変容することは困難である。事前事後の自己調査では、「環境問題のうち、日常生活で深刻に感じる問題」を選択する質問、「マイクロプラスチック問題」のイメージを選択する質問、「プラスチックを使用した様々な商品やサービスの中で、過剰だと思うもの」を選択する質問など前項以外にも多くの質問を実施したが、有意な変容は見られなかった。
- ②科学的に思考する力、批判的に思考する力を測定する手法が確立できなかった。
当初想定した評価物では測定することはできず、質問紙調査の生徒記述からしか読み取れなかった。
記述例「現段階では人体に蓄積したマイクロプラスチックがどのような影響を与えるかがはっきり分かっておらず、しっかりとした対策を立てるにはまずその影響を知る必要があると思う。」「がん細胞が増殖するにあたり、スーパーマイクロプラスチックも一緒に集めるということから医療技術の発展も考えられているので、マイクロプラスチックは悪い個所と良い個所の表裏一体であり、結局のところそれらは今後僕ら人間がどうしていくかが重要である。」
- ③マイクロプラスチック問題を中学生のレベルで科学的に探究するプログラムとして完成度の高いものになった。多くの学校に共有し、各地で実践し、発展させてもらいたい。他校と協働して、課題である②の測定手法を模索できたら大変面白く、日本の理科教育の発展に貢献できると考える。

6. 成果の公表や発信に関する取組

- | | |
|-----|---|
| 通年 | 学校 HP、探究専用サイトでの活動紹介。学校公式 SNS での発信。 |
| 2 月 | 探究 DAY（探究成果発表会、外部公開）でのポスター掲示。校長賞の選出、表彰。 |
| 終了後 | 探究専用サイトでの研究実践公開（研究実践に関する資料をデータで外部公開、他校に頒布）。 |

7. 所感

理科や総合的な学習の時間といった特定の科目に限定して実践するのではなく、周囲の教員の協力を得て、学校全体で組織的に取り組むことで、大規模なプロジェクトの設計・実施が可能であることを実感した。教員のマインドセットが変容し、それに伴い、本校の教育も変化しつつある。また、特に海水実験では、教員の予備実験だけでは大量のデータを得ることが難しかったが、生徒たちと実験を行ったことで、季節ごとに含有プラスチックの個数が大きく変化することを観察できた。測定の精度にはばらつきがあるものの、この成果は大きな意味を持つと考える。