

2025年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：3D プリンターを活用した科学的探究 — エージェンシーの育成を目指して —

学校名：岡山県倉敷市立東陽中学校

代表者：中川 博之

報告者：入江 伸一

全教員数： 55 名

全学級数・児童生徒数： 24 学級・706 名

実践研究を行う教員数： 15 名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数： 24 学級・706 名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

研究の目的

本研究では、3D プリンターを活用した科学的に探究する学習を通してエージェンシー（自ら目標を設定し、責任をもって行動する力）を育成するとともに、教材を作製、活用することで、理科を日常生活や社会と関連づけることを目的とする。

テーマ設定の背景

(1) エージェンシー育成の重要性

平成 28 年 12 月中央教育審議会答申で、「予測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要である」とされており、エージェンシーを育成することが大切であると考えた。

(2) 生徒にとっての理科と日常生活の乖離

TIMSS2019 では、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」「理科を使うことが含まれる職業につきたい」と答えた日本の中学生の割合が国際平均を下回っており、本校においても同様の傾向が見られた。しかし、昨年度、貴財団の助成を受けて 3D プリンターを活用した科学的探究を実践した結果、これら 2 項目の肯定的回答は増加した。さらに、「学習における目標を決めることができた」「学習内容を次の活動に生かすために振り返ることができた」「活動を生かして責任をもって判断・選択することができた」といった項目でも、80%以上の生徒が肯定的に回答した。これらの結果から、3D プリンターを活用した科学的探究はエージェンシーの育成に一定の効果があると推測され、今後も継続して取り組み、より効果的な実践の在り方を検証していく必要があると考えた。

(3) 学習指導要領の改訂

2021 年度全面実施の中学校学習指導要領理科では、科学的に探究する学習の充実と日常生活や社会との関連が重視されている。そこで本研究では、3D プリンターを活用し、「教え込む」授業から「生徒が自ら気付き、見いだす」授業への転換を目指した。生徒が自ら設計し、形にして修正する過程はエージェンシーの育成につながる。また、完成したモデルを用いて検証・比較する探究活動は、科学的に探究する力を高め、理科を日常生活や社会と結び付けて捉える力の向上に寄与すると考えた。

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）

- ・理科教員との打ち合わせ ・本校教職員へ紹介と説明
- ・3D プリンター（熱溶解方式、光造形方式）購入 ・天体望遠鏡キット、三脚購入
- ・天体理科授業材料（天文シミュレーションソフト、太陽フィルターフィルム）購入

3. 研究の内容

研究仮説

「理科学習指導において、3D プリンターを活用して科学的に探究する学習を設定することで、理科が日常生活や社会と関連付けられるとともに、生徒のエージェンシーが生まれ、変化を起こすために、自分で目標を設定し、振り返り、責任をもって行動するようになるであろう」とする。

研究内容

月	段階	主な研究活動	備考
4-5	事前調査	・生徒の実態把握	・アンケートの実施
6-7	実践	・脊椎動物の心臓の構造と進化の関係を見いだすことができるようにする。	・単元：動物の体のつくりと働き（2年）
8-9	教具教材作製	・3D プリンターで教具、教材の作製	・生徒の案を参考に教具、教材を作製
10-11	実践 報告	・真備の地形から水害との関連を見いだすことができるようにする。 ・活動紹介レポートの作成	・単元：減災学習（1年）
12-1	実践 実践	・望遠鏡を用いて太陽と月の観察を行い、太陽と月の特徴を見いだすことができるようにする。 ・各班が作製したオリジナルのレンズに光を当てると、光はどのように進むか見いだすことができるようにする。	・単元：太陽系と恒星（3年） ・単元：光による現象（1年）
2-3	実践	・研究の分析、評価、改善案の提案 ・成果報告書の作成	・研究結果を分析、評価 ・研究成果をまとめ、報告

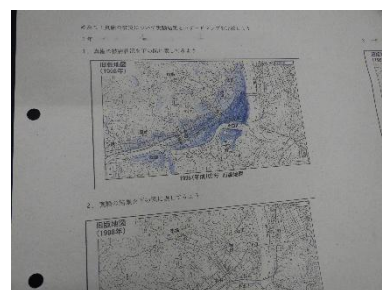
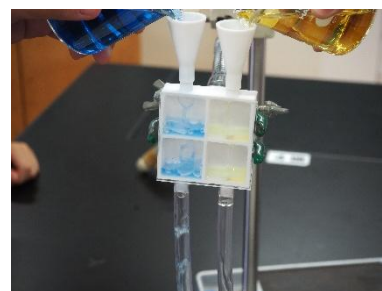
・脊椎動物の心臓モデルを作製し、脊椎動物の心臓の構造と進化の関係を見いだすことができるようにする。

2年生の「動物の体のつくりと働き」の単元では、脊椎動物の心臓の構造と進化の関係を主体的に考えるため、3D プリンターを活用した学習を行った。両生類の二心房一心室を出発点に、生徒は3D モデリングソフトで心房や心室の形状を変えたり、血液の逆流を防ぐ弁を加えたりしながら、どのように変化すれば哺乳類の二心房二心室に近づくのかを構想した。形の変化から血液の流れを予想し、「なぜ部屋を分ける必要があるのか」「血液が混ざらないことにはどんな意味があるのか」を具体的に考察した。

その結果、心臓の構造の変化が血液循環の効率向上や恒温性の獲得、さらに陸上生活への適応と関係していることに気づき、進化を形と機能の両面から捉えることができた。試行錯誤しながらモデルを修正する過程は、主体的に探究する態度の育成にもつながった。

・真備の地形から水害との関連を見いだすことができるようにする。

1年生の「減災学習」では、国土地理院の3D データを基に作製した真備地区の地形モデルを活用し、平成30年7月豪雨の水害と地形との関連を探究した。まず被害状況を資料から整理し、浸水域や被害の大きかった場所を地図にまとめ、地形との関係を考察した。次にモデルに水を流す実験を行い、水の広がり方や集まりやすい場所を観察・記録し、仮説と照らして考えを深めた。最後に実験結果とハザードマップを比較し、低地や川に囲まれた地形が被害拡大と関係することを見いだすことができた。本学習を通して、生徒は地域の地形を立体的に捉え直すとともに、「なぜ真備で大きな被害が生じたのか」という問いに対して、自ら実験によって確かめ、根拠をもって説明する経験を積むことができた。また、ハザードマップの意味や活用の重要性にも目を向け、自分たちの生活と理科の学習が繋がっていることを実感する学びとなった。



4. 研究の成果と成果の測定方法

成果の測定方法

本研究では、3D プリンターを活用した科学的探究の授業実践が生徒に与える影響を把握するため、質問紙調査による量的分析を行った。質問紙は、理科に対する意識を測定する9項目（4件法）と、生徒エージェンシーおよびコンピテンシーに関連する資質・能力を測定する11項目（6件法）で構成した。理科に対する意識項目では、理科への興味、学習の価値認識、授業理解、日常生活や社会との関連、探究活動への関わりなどを把握した。生徒エージェンシー関連項目は、生徒エージェンシー（3項目）、メタ認知力（2項目）、協働する力（3項目）、社会変革意識（2項目）、知識獲得（1項目）の5尺度に整理し、該当項目の平均得点を尺度得点として算出した。分析では、実践前後の平均値を比較し、対応のあるt検定および効果量（Cohen's d）を算出した。なお、11項目は、扇原ら（2020）を参考に構成した。本研究では、125名を対象に調査を実施し、実践前後の回答が揃った98名のデータを分析に用いた。

理科に対する意識（9項目）	実践前平均	実践後平均	t値	p値	Cohen's d
理科の勉強は好きですか	3.13	3.18	0.09	0.277	0.06
理科の勉強は大切だと思いますか	3.30	3.35	0.11	0.253	0.07
理科の授業の内容はよくわかりますか	3.12	3.41	3.17	0.002	0.25
学習内容を生活で活用できないか考えますか	2.84	2.90	0.97	0.333	0.07
理科の学習は将来役に立つと思いますか	3.18	3.17	-0.17	0.863	-0.01
理科や科学技術の職業に就きたいと思いますか	2.46	2.60	1.10	0.274	0.10
予想をもとに観察・実験の計画を立てていますか	2.99	3.11	1.24	0.217	0.11
結果をもとに考察していますか	3.11	3.24	1.34	0.183	0.12
実験の進め方を振り返っていますか	2.94	3.19	2.32	0.022	0.18

尺度	生徒エージェンシー・コンピテンシー関連尺度（11項目）	実践前平均	実践後平均	t値	p値	Cohen's d
生徒エージェンシー	①学習の目標を決めることができた ②学習したことを振り返ることができた ③学習したことを活かして判断・選択できた	4.53	4.60	1.10	0.274	0.11
メタ認知力	①自分の理解状況を考えることができた ②学習方法を見直すことができた	4.60	4.64	0.41	0.684	0.04
協働する力	①他者の意見を聞きながら協力できた ②自分の役割を考えて行動できた ③困っている人を助けながら活動できた	4.79	4.85	0.95	0.342	0.10
社会変革意識	①社会をより良くする人になりたいと思う ②社会を良くする取組を提案したいと思う	4.45	4.53	0.91	0.365	0.09
知識獲得	①授業を通して多くの知識を得ることができた	5.12	5.18	0.74	0.463	0.07

分析の結果、生徒エージェンシーおよびコンピテンシーに関する各尺度において、実践後の平均値は実践前を上回る結果となった。具体的には、生徒エージェンシーは実践前4.53から実践後4.60へ、メタ認知力は4.60から4.64へ、協働する力は4.79から4.85へ、社会変革意識は4.45から4.53へ、知識獲得は5.12から5.18へと、それぞれ平均値の上昇が見られた。

一方で、統計的に有意な差は確認されず（ $p > .05$ ）、効果量（Cohen's d）も0.04～0.11と小さい結果であった。これは、実践前の得点が比較的高かったことによる天井効果や、実践期間が限定的であったことが影響している可能性がある。これらの結果から、本実践によって生徒エージェンシーや関連する資質・能力が大きく変容したとは言えないが、主体的に学習に関わろうとする意識や、他者と協働して課題に取り組もうとする姿勢には一定の向上傾向が見られた。また、理科学習に関する意識項目においても、授業理解や探究活動への関わりに改善が見られ、理科の学びへの関わり方に変化が生じていると考えられる。したがって、短期的な変容は限定的であったものの、学習過程の質的な変化を通して、生徒エージェンシーの育成に寄与する可能性が示唆された。

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）

成果活用の視点

本研究の成果は、理科の授業において科学的探究の学習過程を重視することの意義を示すものである。また、3D プリンターの活用により、生徒が考えを具体的な形として表現し、共有しながら学びを深める学習環境を整えることができる。今後は、作製した教材等を授業や観察活動で活用し、探究的な学習を継続するとともに、その成果を校外で共有していきたい。

残された課題への対応

本研究では、生徒エージェンシーおよびコンピテンシーの各尺度で平均値の上昇は見られたものの、統計的に有意な差は確認されなかった。今後は、継続的な実践を通してエージェンシーの育成を図るとともに、目標設定や振り返りを意識した学習活動を計画的に取り入れる必要がある。また、アンケートに加えて学習記録や授業観察など複数の方法を組み合わせて分析していくことが求められる。

実践研究の可能性や発展性

本研究は、3D プリンターを活用した科学的探究の授業が、生徒エージェンシーやコンピテンシーの育成に与える影響について一定の示唆を与えるものである。探究的な学習とデジタル機器の活用により、生徒が考え、試行し、結果をもとに再考する学習過程の充実が示された。今後は、他単元や他学年にも実践を広げ、長期的な視点から生徒エージェンシーの変化を追跡し、主体的な学びの在り方を明らかにしていきたい。

6. 成果の公表や発信に関する取組

※ 研究会等での発表や、メディアなどに掲載・放送された場合もご記載ください

- ・自校で1人1台端末を活用した3D データ作成方法の紹介
- ・本研究に関連した公開授業の実施
- ・Tinkercad でデータを公開、提供
- 国立天文台望遠鏡用鏡筒カバー「lens tube cover for NAOJ telescope」
- 国立天文台望遠鏡用アイピースカバー「eyepiece cover for NAOJ telescope」
- 国立天文台望遠鏡用太陽観察フィルター「solar observation filter for NAOJ telescope」
- 哺乳類の心臓モデル「mammalian heart model」
- 両生類の心臓モデル「amphibian heart model」
- 光の実験用レンズ「Lens for light experiments」

7. 所感

本研究では、3D プリンターを活用した科学的探究の授業実践を通して、生徒エージェンシーの育成を目指した学習の在り方について検討することができました。生徒が課題を見だし、協働して学びを深める姿から、探究的な学習の重要性を実感しました。また、デジタル機器の活用により、学びを可視化する学習環境の有効性が確認できました。今後も本研究の知見を生かし、主体的に学び続ける力の育成につなげていきたいと考えています。

最後に、本研究の機会とご支援を賜りました日産財団の皆様に、心より感謝申し上げます。

参考文献

扇原貴志・柄本健太郎・押尾恵吾（2020）

「中学生における生徒エージェンシーの関連要因および中学生が重視するウェルビーイングの分野」

『東京学芸大学紀要 総合教育科学系』71, 669-681.

Physical Computing Lab by TechShare（2019年7月19日）

「【STEM教育】3D プリンタを使った理科の授業_世田谷区立桜丘中学校」

YouTube.