

2024 年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：STEAM 教育を取り入れた PBL 型授業によるデジファブ活用と IoT ロボコンの実践

学校名：山脇学園中学校高等学校

代表者：西川 史子

報告者：小長谷 洋介

全教員数：144 名

全学級数・児童生徒数：46 学級・1619 名

実践研究を行う教員数：2 名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数：8 学級・283 名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

背景：日本における女性技術者の不足や、生徒が創造的学習の機会を十分に得られていないことが課題となっている。本校の生徒は中学受験を経験しており、小学校時代に試行錯誤を伴う創造的活動に触れる機会が限られている傾向がみられた。また、技術科における「材料と加工」「生物育成」「エネルギー変換」「情報」の4分野は、従来それぞれ独立して指導されており、分野を横断した統合的な学びの機会が不足している。

これらの課題を踏まえ、本研究では PBL（課題解決型学習）を導入したロボコンを活用し、生徒が試行錯誤を重ねながら学ぶ環境を整備することで、技術的スキルの向上と統合的な学びの促進を目指した。

研究の目的：

1: 女性の科学技術分野への進出を促進

女子校の特性を活かし、ものづくりやエンジニアリングに積極的に触れる機会を提供。

理工系分野への関心を高め、日本の女性技術者の育成に貢献。

2: 生徒の「経験の空白」を埋め、創造的思考力と技術スキルを養成

ロボコンを活用した PBL 型授業により、試行錯誤を通じた主体的な学びを促進。

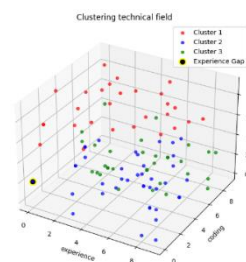
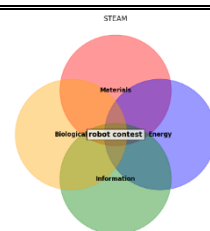
機械学習のクラスタリング概念を活用し、個々の学習経験の差を補完。

3: 技術科の4分野を統合し、STEAM 教育の実践モデルを確立

技術科の枠を超えた横断的な学習を実施し、科学技術への興味を促進。

単なる知識習得にとどまらず、問題解決力・創造力を育成。

本研究は、女性技術者の育成と STEAM 教育の新たな実践モデルの構築を目的とする。ロボコンを活用した PBL（課題解決型学習）の導入により、生徒が主体的に学び、試行錯誤を重ねながら創造的な課題解決力を養う環境を提供する。これにより、技術科の学習を統合的に深化させるとともに、日本の科学技術分野の発展に貢献する人材の育成を目指す。



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）

購入品

1: 3D プリンタ (Creality K1 2 台)

2: レーザー加工機 (Creality Falcon2 22W)

3: MDF 材(厚 3mm)



1

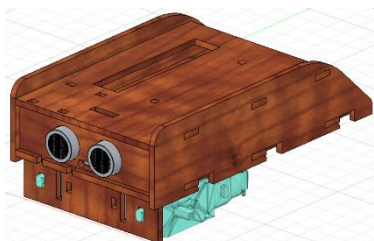


2

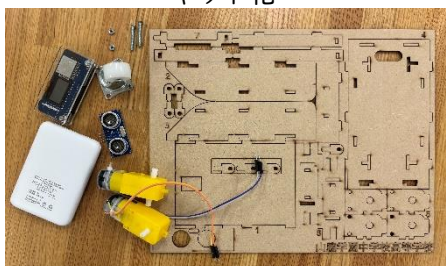
事前準備

・ ロボット教材の設計開発・製造・キット化：一人一台の環境の実現

・ Fusion360 による設計



・ キット化



・ 完成品



3. 研究の内容

技術科4分野の統合とSTEAM教育の実践

本研究では、ロボットコンテスト（ロボコン）を最終目標とし、「材料と加工」「生物育成」「エネルギー変換」「情報」の4分野を統合的に学習した。STEAM教育の視点を取り入れ、各要素を意識した横断的な学びを実施するとともに、授業設計にはアクティブラーニング（AL）およびユニバーサルデザインフォーラーニング（UDL）を活用し、生徒が主体的に学べる環境を整備した。また、生徒の学びを可視化し、より深い理解を促すためにグラフィックレコーディングを導入し、学習の振り返りを強化するためにリフレクションシートを活用した。さらに、1学期に生徒の主体性に課題が見られたことから、2学期よりロジャー・ハートの「参画のはしご」を導入し、生徒が学習に能動的に関与できるよう支援を行った。

ロボコンの活用

ロボコンは、林業のサイクルをテーマに設定し、持続可能な資源管理の視点を学ぶ機会とした。

主な学習目標

ロボコンプロジェクトを通じ、技術4分野を学びながらチームワークを重視した実践的な学習を行う。試行錯誤を繰り返し、プログラミングと物理的な動作の関係を理解する。

「なぜ?」「どうすれば?」という問いを持ち続け、主体的に問題解決のプロセスを回す。

学期ごとの学習内容

【1学期】「材料と加工」「生物育成」「情報」

材料と加工：ロボットの組み立ておよびタイヤの製作を行い、TinkerCADを用いた設計、ノギスによる軸径測定を実施した。

生物育成：爆裂種トウモロコシの栽培およびポップコーン製作を行い、加熱による水分膨張の仕組みを理解した。

情報：obniz（IoTマイコン）を活用したロボット制御を行い、ブロックコーディングによるアルゴリズム学習を実施した。

【2学期】「材料と加工」「エネルギー変換」「情報」

材料と加工：Fusion 360を用いた設計を行い、デジタルデータをデジファブ用に変換するプロセスを学習した。

エネルギー変換：モーターを回転させる電気エネルギーの仕組みを学び、プログラムによる出力制御を行った。

情報：超音波センサを活用したロボット制御を行い、距離計測と条件分岐を用いたプログラム最適化を実施した。

【3学期】「材料と加工」「生物育成」「エネルギー変換」「情報」

材料と加工：3Dプリンタおよびレーザー加工機を活用し、試行錯誤を重ねながら設計・製作を行った。

エネルギー変換：モーターによる回転運動を直線運動や往復運動に変換し、ギア比の調整を実践した。

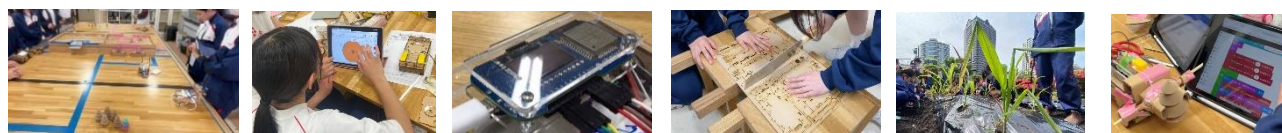
情報：ロボコン本番に向け機能の実装と操作性の向上を図った。

ロボコンの実施と学習成果

ロボコンは2回の試技を実施し、1回目の課題を修正した上で2回目挑戦する形式を採用した。試技の間にプログラムおよび機構の調整を行うことで、最後まで問題解決の姿勢を持続することを目的とした。ロボコンは、成果を発表する場であると同時に、改善を重ねながら完成度を高める場でもある。

生徒たちは試行錯誤を繰り返しながら問題解決能力を高め、チームワークを発揮し、最適な動作を追求した。この経験を通じ、技術的な知識の習得だけでなく、協働力を粘り強さの重要性を学ぶ機会となった。

コン会場 3Dモデリング obniz 材料と加工 生物育成 プログラミング



4. 研究の成果と成果の測定方法

本研究では、技術科の学びを通じて生徒の科学技術への関心を高め、工学系への進路選択を促すことを目的として実施する。研究成果の評価にあたり、本校生徒の状況の分析および授業後の生徒の変容の測定という二つの視点からデータを整理し、定量的・定性的な評価を行う。測定方法としては、リッカート尺度を用いた前後比較アンケート（n=206）を実施し、授業の影響を数値化し、授業前後の意識変化を分析する。

1. 本校生徒の状況

(1) 過去3年間の卒業生の進路傾向

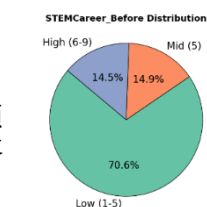
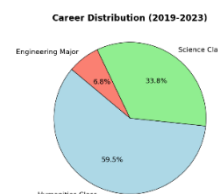
本校においては、過去5年間のデータから、平均して約7%の生徒が工学部に進学する。この数値は、全国的女子大学生における工学部生の割合（1.9%：e-stat 学校調査票：各学部生数2023年）と比較しても高く、本校の取り組みが一定の成果を上げていることが示唆される。

(2) 研究対象の中学2年生の授業前の意識調査

アンケートでは、STEM領域への関心度や印象を測定し、授業後の変化と比較できるようにする。

調査結果によると、授業前の段階では約70%の生徒がSTEM領域への関心が低く（1～5の範囲）、関心が高い（6～9）と回答した生徒は15%未満にとどまる。この結果から、STEM領域への興味は全体として高くない傾向を示している。

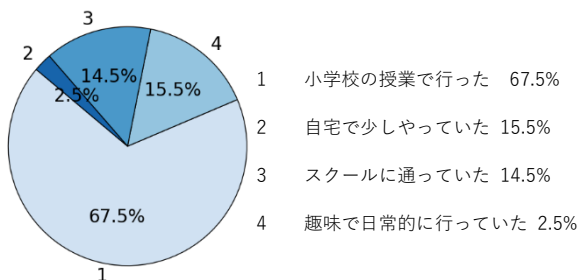
授業の効果を測定するため、同じ指標を用いたアンケートを授業後にも実施し、「STEM領域に対する意識がどの程度変化したのか」を評価する。特に、「関心が低い」と答えた生徒の割合が減少し、「関心が高い」と回答した生徒がどれだけ増加したのかを分析することで、本研究の教育的効果を定量的に示すことができる。



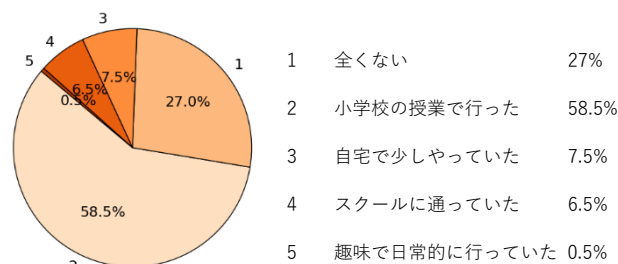
(3) ものづくり・プログラミングの経験

本研究の対象生徒の授業前のものづくりとプログラミングの経験を分析した。その結果、多くの生徒が小学校の授業で基礎的な経験を持つものの、継続的な学習や実践の機会に限られていることが明らかになった。プログラミング経験については、27%が未経験、58.5%が小学校だけと回答し、スクールや継続的に経験している生徒は7%であることがわかった。また、ものづくりの経験については、67.5%の生徒が「小学校の授業のみ」と回答し、家庭や課外活動で実践した生徒は少数であった。

Crafting Experience Distribution



Programming Experience Distribution



2. 生徒のスキルの変化について

本研究では、ロボコンを活用した PBL 型授業を通じて、生徒の技術スキルや問題解決力、チームワークの向上を目指した。その結果、特に「技術への自信 (TechConfidence)」、「チームプロジェクトへの関与 (TeamProject)」、「問題解決力 (ProblemSolving)」、「困難への適応力 (Resilience)」の 4 つの項目で顕著な成長が見られた。

・技術への自信【4.04→5.53】

授業後、多くの生徒が自分の技術スキルに自信を持つようになり、試行錯誤を恐れずに挑戦する姿勢が強化された。技術の応用力も向上し、実社会での活用を意識する生徒が増加。

・チームプロジェクトへの関与【5.39→6.56】

チームでの協力意識が高まり、役割分担が円滑に行われるようになった。
生徒同士の意見交換が活発になり、主体的にプロジェクトを進める姿勢が強まった。

・問題解決力【5.99→6.92】

「試行錯誤を繰り返し、解決策を見出す力」が向上し、失敗から学ぶ意識が定着。
ロボコンの課題を通じて、論理的に考え、実践しながら問題を解決する力が育まれた。
これらの結果から、本授業は単なる知識習得に留まらず、技術的な挑戦への自信、協働による成果創出、論理的な問題解決力を高める教育プログラムとして有効であることが示された。

・困難への適応力【5.40→6.38】

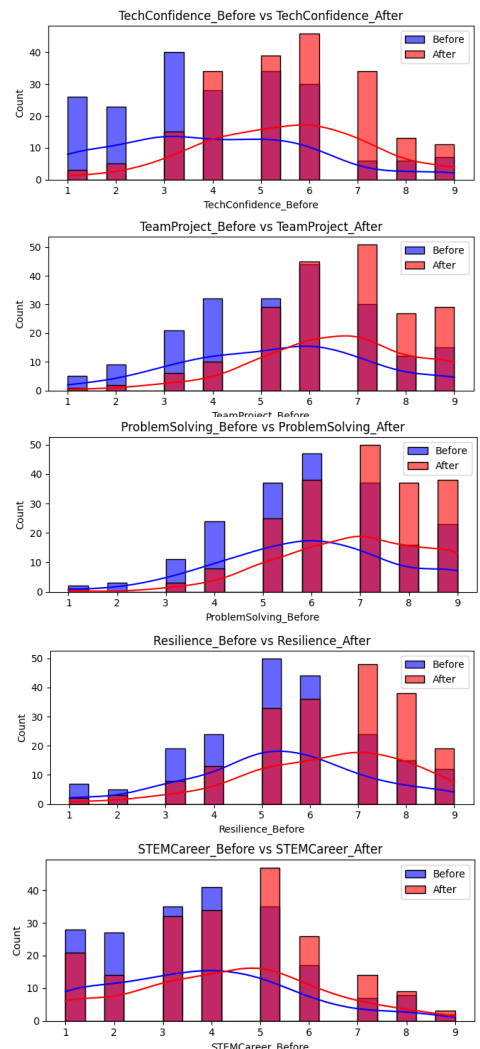
困難な状況でも粘り強く取り組む姿勢が強化され、途中で諦めずに挑戦する生徒が増加。
失敗を前向きに捉え、改善を重ねる習慣が身についた。

3 : STEM 領域への関心 【3.29→4.34】

STEM への興味も全体的に向上し、STEM 領域の進路を視野に入れる生徒が増加しました。ロボコンを通じた実践的な学びにより、科学技術分野に対する苦手意識が軽減され、将来的なキャリア選択の可能性が広がったと考える。スキル自体への大きな自信の向上は見られなかったものの、少なくとも苦手意識の低減という点では有意な改善が確認された。

4：自由回答について

アンケートおよびロボコンの振り返りにおいて自由回答欄を設け、テキストマイニングを実施し、ワードクラウドを作成した。その結果、「プログラミング」「楽しい」「経験」といったキーワードが多く見られ、感情スコアもおおむねポジティブであった。これにより、生徒は比較的良好な印象を持ったまま学習を終えたと考えられる。



チャレンジ しっかり 出来る たい 通して 触れる 知識 でき チャレ ない いい
できる たい 通して 触れる 知識 でき チャレ ない いい
年間 ありがとう 自分 あつて 経験 科学 苦学 意識 知識
プログラミング ロボット 来年 年々
興味 楽しく 動かし 思い オブジェイズ いき
プログラム 年間 思い オブジェイズ いき

5: 考察

※先行研究においてロボットコンテストを実施する教育的効果として【学習意欲と自主学習能力の向上】【問題解決能力と試行錯誤の促進】【チームワークと協働作業の強化】【創造力と柔軟な思考の育成】【技術スキルの向上】【STEM 分野への関心の喚起】【精神力と責任感の向上】が挙げられていたが、本研究においてもその効果が確認できた。

ロボコンというゴール設定により、ロボット製作に付随する SETAM の要素を実感し、特定教科の知識習得ではなく、得た知識を融合していくことを実感させることはできた。

6: 今後の課題

本校では、技術科の授業が中学 2 年生で終了するため、今後ものづくりに触れる機会が減少し、習得したスキルや関心が継続しにくいという課題がある。そのため、課外活動を通じて、興味を持った生徒が継続的に学べる環境を整え、技術への関心を維持できる仕組みが必要である。

また、サポートが十分に行き届かず、苦手意識を克服できなかった生徒もいた。特に、ロボコンの試行錯誤の過程でつまづいた生徒に対して、より個別のサポートを充実させ、技術への苦手意識を減らしていくことが今後の重要な課題である。

学年末にロボコンを実施した際、楽しさに目覚めた生徒を多く見かけた。1 度の機会ですべて終わらせるのは機会損失ととらえ、次年度は学期ごとにレベルを変えたロボコンを実施する。

※参考文献：吉田丈夫，越智敏明，廣口和夫，柿野篤志，大岡就直，"ロボットコンテストの教育的効果と高専教育，" 大阪府立高専研究紀要，第 32 巻，2013 年。

渡邊香，馬躍航，内田尚登，河野仁，大海悠太，鈴木秀和，"競技型ロボット教育科目における教育効果の検証，" 工学教育 (J. of JSEE)，69(6)，pp.100-104，2021 年。

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）

技術科教員グループでの共有

本研究の成果を、技術科教育に関係する大学教授および教職員約 600 名が参加するグループに共有し、教育現場での活用を促進する。

一般社団法人 産業技術教育学会での発表

産業技術教育学会関東大会にて口頭発表を予定しており、現在準備を進めている。本研究の成果を学会で発信し、技術科教育の発展に寄与することを目指す。

継続実施と教育内容の向上

次年度も本研究の課題を踏まえ、授業内容を継続・発展させる。特に、苦手意識を持つ生徒へのサポートを強化し、より深い学びと成長を促すための方策を検討する。また、授業の改善を重ねながら、生徒の主体的な学びをさらに引き出す環境を整えていく。

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

・メーカーフェア京都 2024 への出展

・私学妙案研究所「はてなブログ」にて発信

・一般社団法人 日本産業技術教育学会 関東支部大会（宇都宮大学）口頭発表予定

・小学生向けロボット講座の実施

私学妙案研究所と共同で、女子小学生向けのロボット講座を開催。自由研究として活用できる形で、プログラミングやロボット制御の基礎を学ぶ機会を提供。

次年度以降は性別に関係なく実施予定とし、より多くの児童が参加できる体制を整える。

・技術科教員グループでの成果共有と教材の無償提供

技術科教員が集まるグループで本研究の成果を共有し、授業での活用方法について意見交換を実施。開発した教材データを無償提供し、他校でも技術教育の充実を図れるよう支援。

7. 所感

本研究は、日産財団の理科教育助成により学習環境が充実し、生徒のものづくりへの意欲や主体的な学びが大きく向上した。特に、デジタルファブリケーション機器の増設により作業の待ち時間が解消され、試行錯誤の機会が増えたことは大きな成果である。

また、ロボコンを活用した PBL 型授業を通じ、生徒の技術への自信、チームワーク、課題解決力が向上し、STEM 分野への関心が高まることが確認された。さらに、技術科の学習が中学 2 年生で終了する課題に対し、課外活動やロボット教材の開発を通じて、継続的な学びの環境を整える必要性が再認識された。

次年度も中学 2 年生を対象に授業を継続し、キット化したロボット教材の開発や外部機関との連携を進めることで、より多くの生徒が実践的な学びに触れられる機会を提供していく。今回の助成を活用した取り組みを発展させ、ものづくりを通じた技術教育の可能性をさらに広げていきたい。