

事業結果要約報告書

受付番号

2021 KJ-014

—科学技術振興関係—

公益財団法人 **マツダ財団** 御中

2022年 2月 25日

所属機関名 米子工業高等専門学校

申請代表者 川戸 聡也

役 職 総合工学科 情報システム部門 助教

フリガナ カワト トシヤ

氏 名 川戸 聡也

マツダ財団から受けた 助成金 100千円 による事業結果について、
次のとおり報告します。

助成事業名

身近な題材と実用的なプログラミングによる楽しく発展性のあるプログラミング教育
(事業期間：2021年6月1日～2022年2月28日)

	計 画	実 施 結 果
事業内容	<p>(1) 教材の開発：プログラミングにより光と音を操作可能な小さなピアノを教材として開発する。工作要素を有し、1台あたりの費用は2,000円程度に抑える。</p> <p>(2) 講座の実施：開発した教材を活用したプログラミング教育を米子高専の公開講座として実施する。対象は小学校の高学年生と中学生とし、回数は2回、定員は各回12名（保護者の参加も可）とする。</p> <p>(3) 対外的な成果報告：教材の開発及び講座の実施で得られた成果について、学外での研究発表及びWebサイトでの公開により対外的に報告する。</p>	<p>(1) 計画通りの教材を開発した。実装済みの基板部分と、組み立てが必要なブレッドボード部分の2層構造とすることで、工作要素を有した。また、1台あたりの費用は1,800円弱となった。</p> <p>(2) 定員以上の参加申込があり、12月12日の午前及び1月16日の午前と午後の3回に分けて実施した。参加者は31名（保護者は32名）であった。</p> <p>(3) 学外にて2件の研究発表を行った。また、事業責任者のWebサイトに成果を掲載し、必要に応じて第三者に成果を提供可能な環境を整備した。</p>

■事業の目的・ねらい

小学校においてプログラミング教育が必修化され、中学校と高校においても関連の指導要領が改訂されるなど、義務教育の早い段階からコンピュータの活用方法やプログラミング的思考の習得が図られている。しかし、専門的な人材や経験の不足などが否めず、特に小中学校においては実際のプログラミング教育の手法について試行錯誤されているのが現状である。そこで本事業では、小学校の高学年生と中学生を対象としたプログラミング教育に寄与することを目的とし、プログラミングにより光と音を操作可能な独自開発の小さなピアノを教材としたプログラミング教育を提案する。理科の教科で学ぶ光と音及び学校に必ず設置されているピアノという身近な存在を題材とし、組み立てが必要という電子工作の要素を加えることで、分かりやすく楽しく取り組める内容とする。また、教育用ではなくシステム開発などに実用されているプログラミング言語を利用することで、専門的なプログラミングへの発展性を持たせる。加えて、本事業の責任者は教員であるが、事業責任者の研究室に所属する学生と協力して実施することで、学生が様々な経験を積み、教員にはない学生目線でのアイデアを生むことを期待する。

■事業の概要

本事業は、事業責任者の研究室に所属する学生と協力して実施し、以下の3段階に分けられる。

(1) 教材の開発

事業責任者が過去に開発した教材をベースに部品や回路の構成を新たに検討し、プログラミングにより光と音を操作可能な小さなピアノを教材として開発する。1台あたりの費用は2,000円程度に抑えることを念頭に、コンピュータには小型で安価なRaspberry Pi Picoを利用する。プログラミング言語には、Python3と高い互換性を持ち実用的なMicroPythonを利用する。ピアノの操作は主にタクトスイッチで行い、スイッチを押すことでフルカラーLEDにより光を、スピーカーにより音を出力する。スイッチを押した際の処理をプログラミングすることで、プログラミングの基本である順序、分岐、反復の各要素について学習可能とする。また、光と音は、アナログ出力(PWM)の値を変化させることで操作可能とし、フルカラーLEDを利用することで光がRGBの組み合わせで成り立つこと、スピーカーを利用することで音が波(振動)で成り立つことを学習可能とする。加えて、学習者が自ら組み立て可能な構成とすることで、電子工作としても楽しめるようにする。

(2) 講座の実施

開発した教材を活用したプログラミング教育を米子高専の公開講座として実施する。12月に1回、翌年の1月に1回の計2回、米子高専内にあるコンピュータを常設している教室で開催する。対象は参加を希望する近隣の小学校の高学年生(5年生と6年生)及び中学生及びその保護者などの同行者とし、子供の定員は各回ともに12名の合計24名、同行者の定員は場所の許す限りとする。

(3) 対外的な成果報告

教材の開発及び講座の実施で得られた成果について、研究発表会での発表及びWebサイトでの公開により対外的に報告する。前者の発表は、例年1月末に開催される高専シンポジウムで行うことを想定している。後者の公開では、事業責任者が公開しているWebサイトで教材や講座内容に係る概要を掲載し、要望に応じて詳細な情報を第三者に提供する。これらの対外的な成果報告により、第三者の意見を得て教材と講座内容の更なる改善を図り、当該成果を事業責任者に限ることなく広く活用されるように促す。

■成果・効果

本事業は、事業責任者の研究室に所属する学生1名(本科5年生)の卒業研究として扱い、協力して本事業を遂行した。本事業の各段階における成果や効果は以下の通りである。

(1) 教材の開発

開発した教材はピンヘッドとピンソケットで接続する2層構造である。上部の基板部分を写真1に、下部のブレッドボード部分を写真2に示す。基板部分はピアノの鍵盤などに対応するタクトスイッチ、光を出力するフルカラーLED、音を出力するスピーカー、音量調節用の可変抵抗、電源スイッチから構成される。プリント基板は独自に設計して外部に製造を委託したものであり配線は不要だが、各部品のはんだ付けが必要となる。予めはんだ付けしておくことを想定した設計であるが、必要に応じてはんだ付けの教材にもなる。ブレッドボード部分は工作が必要な部分であり、マイコンのRaspberry Pi Picoと、電池1本で動作可能とするための昇圧回路で構成される。電池1本で動作可能としたのは、コンピュータと接続しなくても単体で遊ぶことができるよう配慮し、且つ教材を小型化するためである。

なお、工作や電池駆動が不要であれば、基板部分にマイコンを直接接続するだけで動作する構成である。1台あたりの費用はコンピュータとの接続用のケーブルを含めて1,800円弱となり、計画していた2,000円に収めることができた。タクトスイッチが押されるとスピーカーから音を鳴り、併せてフルカラーLEDが光るのが基本的な動作である。光はフルカラーLEDにより出力することで、RGBの組み合わせで様々な色を作り出すことができる。また、音はスピーカーへのPWM出力により発することで、波の周波数や振幅に応じて音の高さや大きさを変化させることができる。これらの動作をMicroPythonによるプログラミングで実現することで、プログラミングの基本的な処理である順次、分岐、反復などについて学ぶことができる。

(2) 講座の実施

「プログラミングにより光る★鳴る♪小さなピアノを作ろう!」と題した米子高専公開講座を、小学校の高学年生から中学生を対象として実施した。40名ほどの応募があったため、12月16日の午前及び1月16日の午前と午後の計3回、計画よりも回数を増やして実施し、合計31名(保護者は32名)の参加があった。時間は、概要説明とブレッドボード部分の工作に1時間、プログラミングに2時間の合計3時間とした。中学生のうちマウスやキーボードの操作に不安のある者と小学生は保護者の参加を必須とし、多くが保護者とともに協力して取り組んだ。講座中の参加者のプログラミング環境と参加者への配布物を写真3に示す。プログラミングするためのコンピュータには会場とした教室に常設されているRaspberry Pi 4を利用し、IDEとしてThonnyを利用した。また、希望に応じて持ち込みのパソコンでの受講にも対応した。講座の様子を写真4に示す。講師を学生、補助を事業責任者が担当し、計2名で講座を運営した。学生は資料作成も担当し、分かりやすく伝わりやすいようデザインや内容を工夫していた。

講座終了後、参加者と保護者に対してアンケートを実施し、参加者は18名、保護者は21名から回答を得た。講座の内容が勉強になったか、楽しかったかという設問には多くが肯定的な回答であった。また、プログラミングに今後も取り組みたいかという設問には取り組みたいとの回答が多かった。これらより、事業の目的である小学校の高学年生と中学生を対象としたプログラミング教育への寄与は最低限達成できたものと考えられる。

(3) 対外的な成果報告

事業を協力して実施した学生が、1月に開催された第27回高専シンポジウムオンラインにて「光と音を奏でるピアノを題材とした小中学生向けプログラミング教材の開発と実践」の題目で口頭発表した。また、事業責任者である教員が、3月に開催される情報処理学会第84回全国大会にて「光と音の操作に着目した若年層の初学者向けプログラミング教材の開発と実践」の題目で口頭発表する予定である。加えて、事業責任者が管理及び公開しているWebサイト(<https://www.yonago-k.ac.jp/denshi/stafflab/kawato/>)に本事業に係る内容を掲載し、要望に応じて本事業の成果(教材の回路図やプリント基板の設計図、公開講座の資料など)を第三者に提供可能な環境を整備した。

■写真、図



写真1 開発した教材の基板部分



写真2 開発した教材のブレッドボード部分



写真3 公開講座でのプログラミング環境と配布物



写真4 公開講座の様子

■今後の展望

次年度も本教材を利用した公開講座を実施する予定である。この際、教育用を含むプログラミングの経験がある者を対象とする場合も想定し、配列や関数といった高度なプログラミングも学ぶことのできるよう資料を拡張する予定である。また、公開講座以外でも本教材を活用できるよう、近隣の小中学校に授業内での利用などを打診する予定である。これらを通して、将来的には本教材を利用することによる教育効果を検証して明示することを目指す。