

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03108

研究課題名(和文) 情報技術を利用したなるほど工学的ものづくり教室プログラムの創出

研究課題名(英文) Creating an engineering classroom program that uses information technology

研究代表者

伊藤 伸英 (Itoh, Nobuhide)

茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授

研究者番号：70203156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、児童に対してプログラミング的思考を育み、さらにものづくりの楽しさを体験できる“情報技術を利用したなるほど工学的ものづくり教育”のプログラムの創出を目指すものである。創出したものづくり教育プログラムをWeb会議システムにより実践し、教授方法に問題ないことを確認した。また本ものづくり手法は、大学生や児童の他に小学校教員にとってICT教育の実践の場となり、有効なプログラムの創出ができたことを示した。本取り組みは新聞などで紹介された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、児童に対してプログラミング的思考を育み、さらにものづくりの楽しさを体験できる“情報技術を利用したなるほど工学的ものづくり教育”のプログラムの創出を目指すものである。このプログラムでは、大学生が上述の内容を実現させるための手段を考案することで大学生に対して主体性、積極性、協調性などの社会人を育てることも目的としている。研究期間を通して、工作機械を制御するGコードプログラムを用いた加工教育プログラムの創出をし、実践によりその有効性を示した。またコロナ禍で対面での活動に代わりWeb会議システムの活用も試み、その有効性も示した。

研究成果の概要(英文)： In this research, we aim to create a program of engineering manufacturing education using information technology, which fosters programming thinking for children and allows them to experience the joy of manufacturing.

We practiced the created manufacturing education program using a web conferencing system and confirmed that there was no problem with the teaching method. It was also shown that this method became a place for elementary school teachers to practice ICT education and was able to create effective programs. This initiative was introduced in newspapers and other media. This initiative was introduced in newspapers and other media.

研究分野：機械加工学、工学教育

キーワード：ものづくり 情報技術 児童 大学生 創造教育

1. 研究開始当初の背景

近年の急速な情報技術の進展により、われわれを取り巻く環境は大きく変化してきている。社会生活においてコンピュータやスマートフォンを通してあらゆるものの情報検索が可能となり、ものづくりの場においてもビックデータや人工知能の活用など情報を使いこなすことが重要となってきた。このような社会においては、膨大な情報から何が重要かを判断し、それを活用して問題を解決することができる人材の育成が重要となる。このために、各大学は情報教育の充実を図り、高い情報スキルをもつ学生の教育を行なっている。

また、我が国の方針では、高等教育ばかりではなく初等教育の段階からコンピュータなどの情報手段を身近な道具の一つとして操作を体験したり、抵抗感なく使うことができるようにする取り組みを推進している。このため、2020年度より小学校においてもプログラミング教育が導入されている。文部科学省の“小学校プログラミング教育の手引(平成30年3月)”によれば、この教育は児童がプログラミングの技能を修得すること自体をねらいにしているのではなく、問題解決に必要な手順を論理的に思考する、いわゆるプログラミング的思考を育むことや身近な生活でコンピュータが活用されていることに気付くことが重要としている。このように大学においても小学校においても情報技術という同じキーワードが存在している。

さらに、大学生には技術者に必要なスキルとして情報技術などの専門知識とともに、これらの知識を円滑に活用するためのコミュニケーション能力、協調性、問題解決能力など、いわゆる社会人力が強く求められている。情報技術などの専門知識は、授業により取得可能であるが、社会人力は自らがその重要性を理解し、かつ自らの体験を通してのみ得ることができるものである。児童にもブラックボックス化しているシステムが情報技術を活用して動いていることを気づかせるためには、自らがコンピュータに意図した処理を指示することができる体験をすることが有効な方法の一つである。

2. 研究の目的

上述のように大学および小学校において、情報技術および情報技術を用いた体験の場が必要という共通の課題が存在している。そこで、応募者はこの課題を同時に満足するために“教えることで学ぶ”を概念とするものづくりプログラムの創出により、課題の解決を目指す。“教えることで学ぶ”教室の概念は、児童にプログラミング的思考を育み、さらにもものづくりの楽しさを体験させるとともに、大学生が児童に上述の内容を実現させるための手段を考案し、その活動を通して創造性、主体性、積極性、協調性を養う創造教育を兼ねるものである。この概念に基づき、大学・小学校の連携による“情報技術を利用したなるほど工学的ものづくり教育”のプログラムを創出することを研究の目的とする。

3. 研究の方法

提案するプログラムは、工作機械を動かすためのプログラミング教育(Gコード)と、3D-CAD(3次元設計)を利用した最新の工作機械による加工教育から構成されている。図1に概要を示す。プログラミング教育では、Gコードを用いた実際のプログラミングを通してプログラミング的思考を育み、加工教育は最新の加工機がプログラミング教育で学習した内容を基礎として加工機が動いていることを気付かせることを目的として実施する。Gコードとは、アルファベットと数値からなる記号の組み合わせたものである。この記号を複数組み合わせることで、工作機械の工具を直線や円弧状に動かすことができるものである。

本プログラムは、児童に情報技術に馴染ませながらものづくりへの興味を持たせると同時に、大学生の創造教育も兼ね備える極めて独創的なものである。また、創出するプログラミング教育のコンテンツは、NC加工機が無くてもコンピュータとプリンタのみでも利用可能であり、極めて汎用性が高いものである。

本プログラムの評価は、大学生、児童、小学校の教員のアンケートでおこない、内容に関してフィードバックをかけながらプログラムの完成を目指す。結果に関しては、工学教育関連のセッションで発表を行い、各教育機関と議論してブラッシュアップを行う。

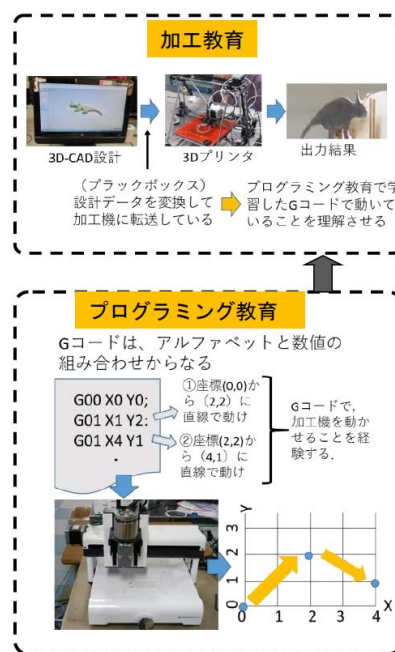


図1 プログラムの概要

4. 研究成果

児童にもものづくりの楽しさを体験させるとともにプログラミング的思考を育むことを目的とした”情報技術を利用したものづくり教室”のプログラム構築を行った。

令和元年度に、Gコードや3D-CAD、画像処理等の情報技術を利用したものづくりプログラムを構築した。しかしながら令和2年度からCOVID-19の感染拡大が懸念される状況において、対面によるものづくり教室実施が困難な状況となった。そこで、コロナ禍においてもものづくりの楽しさを伝えるためにオンラインの活用をした「Gコードを用いたオンラインものづくり教室」のプログラムを創出し、実践した。

オンラインものづくり教室の流れを図2に示す。オンラインによるものづくり教室において、“プレ接続テスト・事前研修”が特に重要であり、大学と小学校の通信状態の確認、児童のPC環境の確認、および先生を対象とした事前研修を行うことで当日の実施内容の確認をしている。

小学校の教室には、大型のモニター1台と児童一人にPCが1台準備されている。このため、全体説明は大型モニターを通して行い、プログラミング作成は個別のPCで実施した。当日の接続には、Microsoft Teamsを用いており、学生と児童とのコミュニケーションツールとして用いるだけでなく、作成したプログラムのデータやり取りの際にも活用している。また、実際に児童がプログラムを作成する際には学生が児童一人一人に質問対応ができるよう、ブレイクアウトルーム機能を用いることで児童7人を3つのグループに分け作業を行っている。

事前研修において小学校教員よりGコードを用いる上で重要となる座標系を児童が理解しにくいという課題が指摘された。この問題に対し我々は、児童に対し座標系に関する課題を3つ準備し対応した。(図3)

課題①：方眼紙の英字から位置の座標を読み取る

課題②：Gコードから座標を読み取り図形を書き起こす

課題③：図形とGコードの関係を理解させるため、キャラクターをもちいてGコードと図形の変化を体験させる

児童に対して、これらの課題をもちいてGコードのプログラム教育を実施した後、各児童のイニシャルのGコードプログラムの作成をしてオリジナルコースター製作を行う。

ものづくり教室は2日間で構成されており、1日目は主にGコードを用いた課題に取り組み、2日目に実際のイニシャルの作成に取り組んでいる。今回のものづくり教室では、児童がGコードで名前のイニシャルを作成し、そのデータを基に実際にレーザ加工機でコースターを製作する。そして、完成品は後日郵送するという方式で実施した。

図5に児童を対象としたアンケートの結果を示す。(a)のものづくり教室は楽しかったですか?という問いに対し、100%の児童がとても楽しかったと回答している。この結果

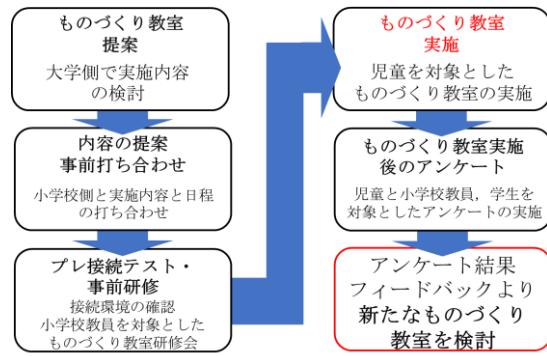


図2 ものづくり教室の流れ

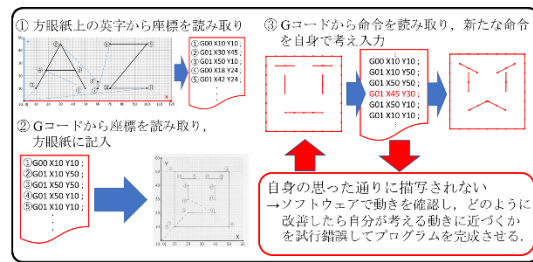
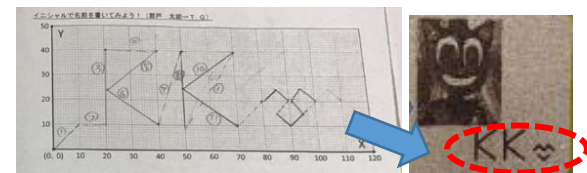


図3 課題の例



(a) ものづくりの様子



(b) 作品の例

図4 ものづくり教室の様子

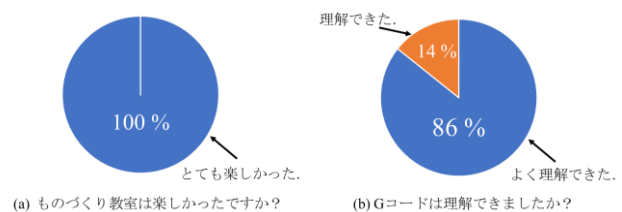


図5 アンケート結果の例

から、児童に対して十分にものづくりの楽しさを伝えることが出来たと考えられる。また、(b)のGコードは理解できましたか？という問いに対し、86%の児童がよく理解できたと回答している。しかしながら、Gコードの理解に関する自由回答にて、座標を間違えた場合修正に時間がかかったことやX、Y座標の理解がむずかしかった等の困難であった点が挙げられている。これらの問題点に対し、今後のGコードを用いたものづくり教室では座標系についてより細分化した内容の課題を検討している。

次の設問としてGコードを用いたコースターの製作における簡単であった点と難しかった点の5段階評価をおこなった。各工程で評価をおこなうことでものづくりの目的を達成しているかを判断することとする。各工程での評価結果を図6に示す。

①のGコードを用いた課題に対して比較的簡単から比較的難しいに票が集まっているが、②方眼紙上にイニシャルを描く作業と③座標を読み取り、Gコードに変換する作業では簡単、比較的簡単に票が集まっていることが確認できる。この結果の要因としてGコードを用いた練習問題をこなすことによって座標系の理解が深まり、イニシャルの作成が容易になったことが挙げられる。しかしながら、一部の児童においては全ての工程において比較的難しかったという意見が挙げられている。その原因としては、全体進行の為に児童一人一人にこまめに対応し疑問一つ一つ解消することが困難であったことが挙げられる。今後細かな対応を行う為に児童と個別にやり取りが行えるような接続環境の強化、随時質問コーナーを設ける等の対策を検討する必要がある。

COVID-19の感染拡大が懸念される現在の状況において、ものづくりの楽しさを伝え、ものづくりの仕組みについて理解することを目的とした「Gコードを用いたオンラインものづくり教室」のプログラムを創出し実施した。アンケート結果より、児童にものづくりの楽しさを十分に伝えることが出来ただけでなく、Gコードを介することで児童のプログラミング的思考の育成に対し極めて有益であることを確認した。

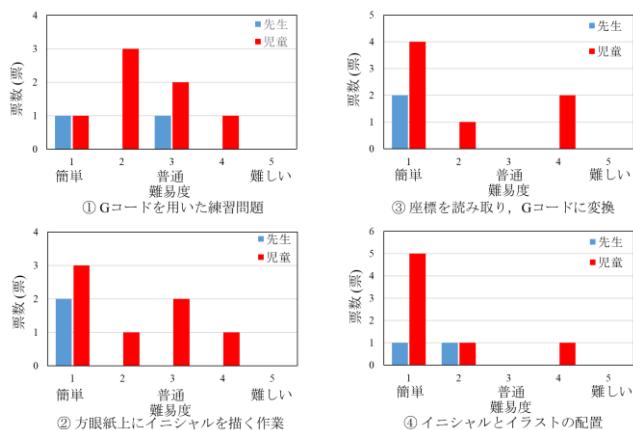


図6 各工程の評価

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 本村大地, 伊藤颯希, 吉田凜太郎, 伊藤伸英, 榊 雅彦, 森本 郁
2. 発表標題 学生が運営するファブラボ鋳造クラブ構想 (第三報)
3. 学会等名 2022年精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水喬宏, 高橋卓弥, 櫻村 聡, 水上拓実, 伊藤伸英, 榊 雅彦, 森本 郁
2. 発表標題 情報技術を利用したものづくりプログラムの創出 (第三報)
3. 学会等名 2021年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水喬宏, 高橋卓弥, 櫻村 聡, 水上拓実, 伊藤伸英
2. 発表標題 情報技術を利用したものづくりプログラムの創出 (第二報)
3. 学会等名 2021年精密工学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋卓弥, 清水喬宏, 櫻村 聡, 水上拓実, 伊藤伸英
2. 発表標題 情報技術を利用したものづくりプログラムの創出
3. 学会等名 2020年度精密工学会春季大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------