

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：16102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02578

研究課題名（和文）中学校技術における構想力と設計力の育成を重視した次世代ものづくり教育の研究

研究課題名（英文）Study of New Manufacturing Education that Focused on Imagination and Upbringing of Design Power in Junior High School

研究代表者

宮下 晃一（Miyashita, Koichi）

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：90192765

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000円

研究成果の概要（和文）：中学校技術の授業で、3D-CAD設計と電動工具・デジタル加工機を導入した新しいものづくり教育手法を開発した。まず生徒に3D-CADを使用する方法を教えるための教材を作成した。次に3D-CADを使って生徒が設計するものづくりの課題として、ラズベリーパイやDCブラシモーターを使用したドローンや、オリジナルの本立ての作成などの授業を実践した。さらにレーザーカッターなど最新のデジタルものづくり技術を遠隔地にある教室から観察するための方法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在の中学校技術におけるものづくりでは、授業時間の制約に加えて設計・製作に長時間を要する結果、本当のものづくりの力量を育成できていない。

そこで本研究では、中学校技術において、3D-CADによる設計、電動工具を用いた材料加工、さらに3Dプリンタまたはレーザーカッター、3次元加工機等のデジタル加工機を導入することによって設計・製作を効率的に行い、ものづくりの時間短縮を図った。そして捻出された授業時間を使って、製作品の評価と改善方法の検討に基づいて繰り返し設計・製作を行う新しいものづくり教育手法を開発した。

研究成果の概要（英文）：I developed a new approach to technology education in which I introduced 3D-CAD design and electric tools/digital fabrication machines into junior high school technology classes. First, I created teaching materials to instruct students on how to use 3D-CAD. Next, I put this knowledge into practice by assigning projects that require students to use 3D-CAD to design and create things such as drones using Raspberry Pi and DC brush motors, and original bookshelves. Furthermore, I established a method for remote observation of the latest digital fabrication technologies such as laser cutters from a classroom in a different location.

研究分野：技術教育

キーワード：中学校 技術 デジタルものづくり CAD 3Dプリンター レーザーカッター

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

科学技術立国を標榜する我が国において、ものづくり人材の育成は重要な課題であるが、若者のものづくり離れが問題になっている。我が国の教育課程において中学校技術はすべての生徒を対象としたものづくり教育の唯一かつ絶好の機会であるが、生徒たちのものづくりに対する興味・関心を十分に引き出せていないのが現状である。その原因として、私たちの日常生活を支える現代的生産技術と、中学校技術におけるものづくりの授業内容との間に大きな乖離があると考えている。例えばのこぎりによる木材加工は多くの学校で行われている授業内容であり、手工具や大工道具を使った基本的なものづくり技能の習得を重視しているが、生徒たちの身近には高機能でデザイン性に優れ安価で競争力のある魅力的な商品が溢れており、それらの生産技術と中学校技術におけるものづくり教育の内容とが余りに違い過ぎているため、多くの生徒たちにとって興味・関心を感じにくい授業内容になっているのではないかと。

さらに近年の情報技術の発展はものづくりにも大きな変化をもたらしている。3D-CAD とデジタル加工機 (CNC 工作機械や 3D プリンタ、レーザーカッタなど) を使うとものづくりを格段に効率化できる上に、インターネットを介して世界中にある生産システムへのアクセスが容易になり、低精度から高精度まで、試作から大量生産まで、プラスチックから金属まで、必要に応じたものづくりの方法を選択できるようになった。このようなものづくりの効率化とグローバル化は産業分野で起こっていたことであるが、無償の 3D-CAD や低価格の 3D プリンタが実用的になった結果、一般の人々が自宅で行うものづくりも変わりつつある。作りたい物のアイデアがあって 3D-CAD で表現することができれば、かなり複雑なものづくりが誰にでも簡単にできるようになってきた。近い将来、ものづくりにおける重要性の比重が、「ものづくりの身体的な技能」から「ものづくりの優れたアイデアを持つこと」へ変化していくものと考えている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、中学校技術のものづくり教育について将来に通用する魅力的な授業内容を開発し、その教育効果を検証することである。具体的には、図 1 に示すように、3D-CAD による設計方法ならびに電動工具やデジタル加工機による加工方法を導入して設計・製作の過程を効率化し、所要時間の短縮を図る。そして捻出された授業時間を使って、製作品の評価と改善方法の検討を行って再び設計・製作を繰り返す新しいものづくり教育手法を開発する。さらに、授業実践を行って、その教育効果を検証する。

3. 研究の方法

本研究では、中学校技術の授業において 3D-CAD を用いた設計の効果的な導入方法と教育効果、機械による材料加工の効果的な導入方法と教育効果、設計・製作・評価を繰り返す授業の効果的な実施方法と教育効果、を検証する。

3D-CAD を用いた設計の効果的な導入方法と教育効果の検証

研究代表者による先行研究の結果、3D-CAD を習得できる速さは生徒毎にかなり違いがあり、一斉授業では教えることが分かっている。そこで本研究では、少人数の班単位で生徒が互いに教え合いながら 3D-CAD を自習する授業方法を検証する。そのために、生徒用 3D-CAD のテキストを開発し、中学校技術教員による評価を経て、授業に導入する。さらに従来の紙製図を行う授業と 3D-CAD を行う授業とを比較し、教育上の長所短所を明確にする。

機械による材料加工の効果的な導入方法と教育効果の検証

従来、生徒の身体的技能による材料加工が行われてきたが、その一部を機械加工で行う。例えば 3D プリンタやレーザーカッタを使って材料加工を行う、あるいは殆どの学校にある丸のこ昇降盤を教師が使って材料加工を行うことも考えられる。その上で、生徒はネジ穴加工や接合、組み立てを行って製品を完成させる。このように短時間で美しい仕上がりの製品を完成させることによって、生徒のものづくりへの意欲が高まることが期待される。本研究では授業方法を開発し、授業実践で教育効果の検証を行うことによって、材料加工を機械で行うことに関して長所短所を明らかにする。

設計・製作・評価を繰り返す授業の効果的な実施方法と教育効果の検証

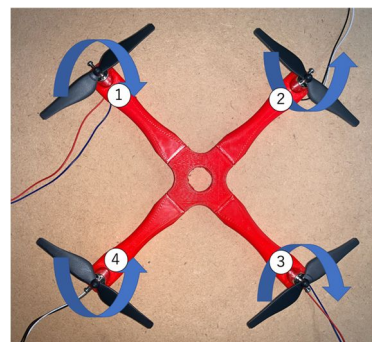
上述の 3D-CAD の導入によって、設計図の修正が容易になる。また 機械による材料加工の導入によって 製作の手間と時間を大幅に削減できる。そこで 1 度目の製作品の評価に基づいて、設計・製作・評価を繰り返す授業方法を開発する。この授業方法では、従来の授業方法に比べて、生徒の設計・評価の力量を一層高められることが期待される。一方で、身体的技能を用いた材料加工の経験が少なくなる。これら長所と短所を総合した場合に、生徒のものづくりに対する意欲

や習得する力量がどのように変化するかを，授業実践を通して明らかにする。

4．研究成果

中学校技術の授業で、3D-CAD 設計と電動工具・デジタル加工機を導入した新しいものづくり教育手法を開発した。まず生徒に 3D-CAD を使用する方法を教えるための教材を作成した。次に 3D-CAD を使って生徒が設計するものづくりの課題として、ラズベリーパイや DC ブラシモーターを使用したドローンや、オリジナルの本立ての作成などの授業を実践した。さらにレーザーカッタなど最新のデジタルものづくり技術を遠隔地にある教室から観察するための方法を確立した。

3D-CAD を用いて設計し、レーザーカッタや 3D プリンタを使った教材用としてプロペラ製作及び機体の製作する授業を開発した。この授業の特徴は製作物の性能を評価し改善できる点にある。機体の剛性を高め軽量化すること、プロペラの揚力を最大化する授業設計を目指した。また Raspberry Pi を用いたモータ制御を行う授業を提案した。プログラミングの言語としては scratch もしくは python を使用した。ドローン制御の中核であるフライトコントローラーはブラックボックスとなっておりこの仕組みすべてを中学校授業で再現するのは困難である。その為、授業作成において制御の仕組みをシンプルにし、必ずしも姿勢制御を行いながら飛行する必要はなく、ある程度の高さまで離陸し機体の左右の運動を打ち消すことができればよいと考えた。Raspberry Pi を使用することで、最終的には wifi 環境を使ったネットワーク上からのモータ制御を目指した。

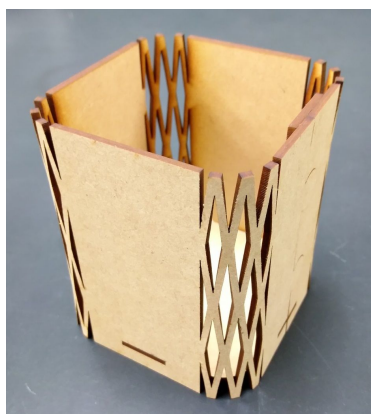


制御授業用ドローンの例

規格部品の組み立てを主とするものづくり授業における 3D-CAD の活用では、徳島県内の F 中学校 2 年生 8 名を対象として、イレクターパイプを使ったハンガーラックの設計・製作を、2 時間続きの授業 4 週間で実施した。このうち、3D-CAD の指導を第 1 週 1 時間目、第 2 週 1、2 時間目の計 3 時間で行った。使用した 3D-CAD は autodesk 社 Fusion360 である。第 1 週 1 時間目には Fusion360 の画面構成とマウス操作、長方形の押し出しによる直方体のモデリング、イレクターパイプ関連部品の既存 CAD データの挿入、部品データのジョイント、データ保存を説明し実習を行った。第 2 週 1、2 時間目には前時の復習後、各生徒は部品データのジョイントを繰り返し、各自が決めた形状のハンガーラックを組み立てて完成させた。



規格部品の組み立てを主とするものづくり授業



レーザーカッタを使った作品例



空圧式ショベル

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 宮下晃一	4. 巻 第37巻
2. 論文標題 中学校技術・家庭科（技術分野）におけるレーザーカッターを使ったものづくり授業の提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 鳴門教育大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 403-410
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 宮下晃一
2. 発表標題 中学校技術におけるデジタルものづくり授業の検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第37回 四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大和威瑠，宮下晃一
2. 発表標題 教材用ドローン製作におけるモーターの検討について
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第63回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大和威瑠，宮下晃一
2. 発表標題 Raspberry Piを用いたドローンの仕組みと制御を学べる教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第36回 四国支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮下晃一
2. 発表標題 3D-CADで学びレーザーカッターで作る機構学習教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第62回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川浪大貴, 宮下晃一
2. 発表標題 規格部品の組立てを主とするものづくり授業における3D-CADの活用
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第35回 四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大和威瑠, 宮下晃一
2. 発表標題 ドローンの製作と制御を学べる教材の提案
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第35回 四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野樹, 宮下晃一
2. 発表標題 デジタルものづくり技術によるプロペラ製作を行う学習教材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第34回 四国支部大会
4. 発表年 2018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
---------	---------