

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：16102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501021

研究課題名(和文) 3次元造形装置を活用した中学校技術科におけるものづくりの高度化と情報化の推進

研究課題名(英文) Promoting Advancement and Computerization of Monodzukuri Education in Junior High School with Three-dimensional Molding Device

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) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は中学校の技術科におけるものづくりの近代化と高度化・情報化を推進するために、3次元造形装置を中学校に試験的に設置し、教育的な価値を検証した。まず3D-CADに関する講習を中学校技術科教員向けに実施し、半日の講習の結果、殆どの参加者が3D-CADの基本的な使用方法を習得した。次に本装置の活用に関心のある技術科教員が所属する中学校に、本装置を試験設置した。その後、中学校の授業で本装置を用いて製作された機構学習キットを用いた授業や、生徒が3D-CADと本装置を用いてキーホルダー製作に取り組む授業を実施した。その結果、中学校において本装置を使用して効果的な授業を実施できることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)： New mechanism learning kits comprising gears, links, etc. was developed. Using the kit, many kinds of mechanisms are assembled easily on a panel and students are able to make a mechanism which can move just as it was intended. Therefore, the kit improves the learning effect for mechanism, because each parts of the kit is designed using 3D-CAD that can be machined easily using 3D-printers. Furthermore, the parts can be molded in large quantities using resin. Therefore, the kit can be introduced to schools at a lower cost. In this paper, designs of the parts and assembling methods of the kit are explained in detail, and evaluations from the technical course teachers who oversee practice classes were carried out.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学, 科学教育

キーワード：ものづくり 中学校 技術科 3次元 CAD 加工

1. 研究開始当初の背景

現在、中学校の技術教室で広く設置されている機械は丸のこ昇降盤、糸のこ盤、ボール盤、ベルトサンダ、研削盤である。これらの機械を用いてインポリュート歯車のような高精度な機械部品を製作することは極めて難しい。しかし近年、3D-CADと3次元造形装置(3Dプリンタ)を用いることによって、複雑な形状を持つ部品を高精度かつ簡単に設計製作することができるようになってきた。CADの使用は、ある程度の慣れが必要であるが、技術科教員にとってそれ程難しくはない。さらにボルト類や歯車などの規格部品についてはCADデータがweb上に公開され、それらを活用すると簡単に部品や機構の設計ができる。一方、3次元造形装置は現時点で殆どの技術教室には設置されていない。しかし3次元造形装置はコンピュータ上に描かれた3D形状を簡単に製作することが可能である上に低価格化が急速に進んでおり、近い将来、学校への導入を目指す価値が高い機械の一つであると思われる。

2. 研究の目的

本研究は中学校の技術科におけるものづくりの近代化と高度化・情報化を推進するために、3次元造形装置を中学校に試験的に設置し、それを活用した教育手法を開発し、教育的な価値を検証しようとするものである。そのために次の研究内容を実施する。①3次元造形装置を中学校の技術教室に試験的に設置する。②技術科教諭が3D-CADで設計し3次元造形装置で加工した教材を用いて、高精度な加工・組み立てを体験できる授業を開発する。③生徒が3D-CADの操作を習得する。④生徒が設計・加工・組み立てを学習できる授業を開発し授業実践する。⑤他校への展開を想定し、授業の手法や課題を明らかにする。

3. 研究の方法

中学校の技術教室に3次元造形装置を試験的に設置して、教諭による教材開発や、生徒による設計・加工・組み立て学習に活用し、その効果を検証した。

まず、すでに3D-CADの操作方法を習得している技術科教諭の所属する学校において試験的に3D-CADと3次元造形装置を設置した。これによって、教諭自身が自分の発想に基づいて教材の設計から加工までを極めて容易に行える環境が整い、正確な材料加工・組み立てを生徒に体験させる内容の授業を実施した。

次に、「情報に関する技術」分野の授業として3D-CADを用いた設計の学習、「材料と加工に関する技術」分野の授業として3次元造形装置を用いた加工と組み立てを行う学習を実施するために、カリキュラムを検討し、研究授業を行った。

最後に、中学校において3D-CADと3次

元造形装置を設置する意義や効果、問題点を明らかにした。

4. 研究成果

中学校教員による3次元造形装置の試験的利用を行った。機構学習を行う上で必要な歯車やリンクなどの機構部品を主に鳴門教育大学で設計し、そのCADデータを用いた加工が3次元造形装置を用いて技術教室で行われた。加工の様子は技術科の授業において生徒たちに、また県下の教員研修において技術科教員たちに紹介された。

3次元造形装置の加工を視察した技術科教員の反応は良好であった。各学校への導入に関しても、PCを一斉に入れ替える際に3次元出力装置として予算要求できる可能性は十分にあるとの積極的な意見があった。

次に3D-CADに関する講習を中学校技術科教員30名を対象として実施した。半日の講習の結果、殆どの参加者が3D-CADの基本的な使用方法を習得した。使用したソフトCreo Elements Direct Modelingはフリーソフトであり、講習を受けた教員が教育現場でこのCADを使用することが期待される。次に3D-CADを用いて機構学習キット(歯車、リンク、スライダなどから構成される)を設計し、それらを用いて西条市立東予東中学校において機構学習の研究授業を実施した。キットに含まれる部品の一例として異なる寸法の



図1 3次元造形装置を用いて製作された機構学習キットの部品例

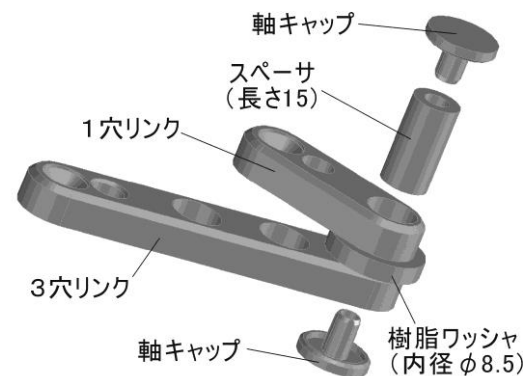


図2 機構学習キットの部品組み立て方法

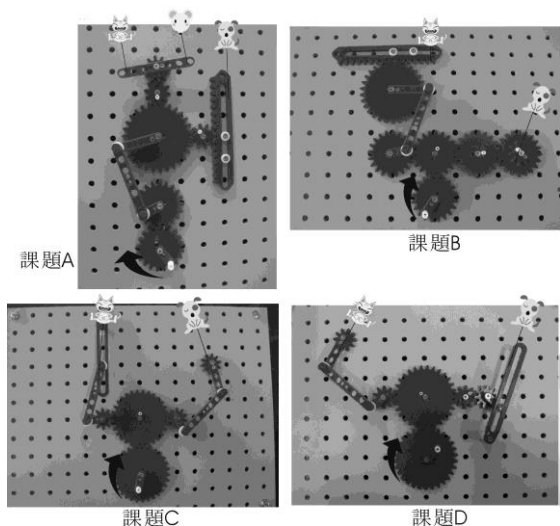


図3 研究授業において組立てられた機構例

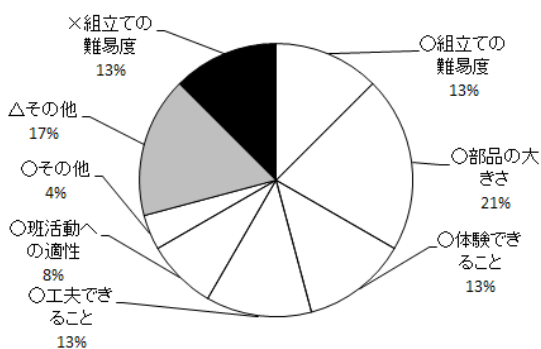


図4 機構学習キットに対する意見の割合

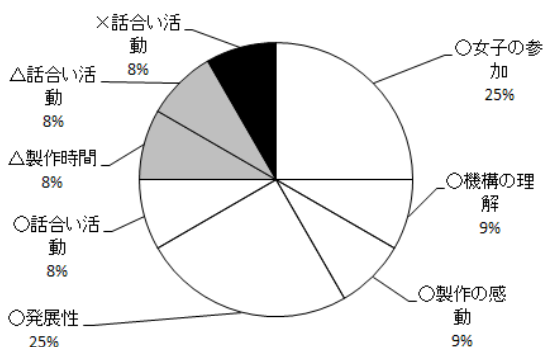


図5 機構学習キットを用いた授業に対する意見の割合

歯車を図1に、機構学習キットの部品組み立て方法を図2に、生徒たちが製作した機構を図3に示す。また中学校技術科の授業において3D-CADを用いた授業を行い、そのデータを使って3次元加工機で作品を製作する授業を行った。

授業は教育委員会主催の授業研究会として実施され、授業参観と授業後の研究協議が

表1 研究授業を参観した教師らの意見

＜本キットに対する意見＞

＜組立ての難易度＞○穴にはめ込んで組立てることから、組立・確認・変更がしやすい。○時間内に2種類の課題に取り組むことができ、難易度が丁度良い。○組立てやすい。×部品の取り付けがもう少し簡素化できれば良いと思う。×組み合わせ方が複雑すぎて、説明書なしでは再現できない。×狙った通りに動かすための設計が生徒には難しいように思う。

＜部品の大きさ＞○ほど良い大きさの歯車。○一つ一つのパーツが大きいため部品の違いが分かりやすい。○適度な大きさが班学習に適している。○学級全体に示す場合でも、見やすい大きさである。○話し合いや共同作業がしやすい教材の大きさである。

＜体験できること＞○頭で考える動きと実際の部品の動きとの違いを実感することが可能である。○実際に組立てることで、機構が動く仕組みを良く理解できる。○生徒が実際に触ることで理解しやすい。

＜工夫できること＞○作業の速い班に対して別のパーツも加えるように助言すると、いろいろと持ってきて加えていた。時間があれば広がりがある教材だと思う。○子供らしい発想で動くおもちゃを構想できる。○組み合わせ方を工夫することで様々なパターンで動くおもちゃを作ることができる。

＜班活動への適性＞○班での活動がしやすい。○分業してみんなで1つのものを作り上げる面白さ。

＜その他＞○教材が良くできていた。△教師が自作したパーツで授業を行うことが凄い。△もっと多くの種類の部品がほしくなる。△部品の樹脂成型は生徒にやらせられるか？△機構部品を色分けしては？

＜指導方法に関連する意見＞

○写真の製作図が分かりやすい。×製作時間の設定が明確だと良い。○説明書を丁寧に書いており、段階を踏ませて製作ができるように指導上の工夫がされていた。×班によって完成するまでのスピードに差が出る。△二人に一つの教材があるととても良い。

＜本キットを用いた授業に対する意見＞

＜女子の参加＞○女子もしっかり働けていて意欲は高い。○事前アンケートでは興味がないと回答しているのにも関わらず、班活動は女子中心であった。○グループ内で女子が積極的に活動できている。

＜機構の理解＞○前時の復習において、基本的な機構の仕組みがよく理解できていた。

＜製作の感動＞○夢中になって作り上げ、完成した時の喜びや感動があり、とても良かった。

＜発展性＞○完成させた班が応用やアレンジを考えて実行していた。○創造性が高められる。○家庭科の保育実習と合わせて幼児のおもちゃへと発展させると良い。

＜話し合い活動＞○なぜうまくいかないのか、自然な会話の中で話し合いが成立している。△班ごとの機構の説明は良かったが、討議する場も欲しかった。×各パーツごとの組立てに集中したり、一人で作業したりする工程だったので、話し合い活動が十分には行われていなかった。

＜製作時間＞△オリジナルを作っている班もあったが時間が足りなかったのが残念。

行われた。研究協議の参加者は技術科教諭を主とする18名であった。

研究協議において出された本キット、指導方法ならびに本キットを用いた実践授業に対する全ての意見を、内容によって分類して表2に列記する。表中で○印は肯定的な意見、×印は否定的な意見、△印は中立的な意見である。また、本キットに対する意見の割合を図4に、本キットを用いた授業に対する意見の割合を図5に示す。

図4によると、本キットに対する意見として、組み立ての難易度については賛否両方あった。組み立てが難しいとする理由は、ダブルナットによる組み立てと、複数種類準備されたスペーサやワッシャの中から状況に応じて選んで使用する点にあると推測している。ダブルナットについては、ボルトのネジ部を横から挟み込む樹脂製の簡易な部品で置き換えられる。またスペーサやワッシャの種類を減らす設計上の工夫もできる。しかし、身近な工具を使いこなし、状況に応じて適切な部品を選択できる能力を生徒に付けさせる上で、ある程度の難易度は必要だと考えている。一方、部品の大きさや、実体験を通して機構を理解できる点、生徒が工夫できる点、班活動に適している点について、肯定的な意見をいただいた。意見の72%が肯定的、13%が否定的であった。

図5によると、本キットを用いた授業に対する意見としては、女子の積極的な参加があった点、製作を通して機構を理解できる点、発展性などについて、肯定的な意見をいただいた。一方で話し合い活動が不十分であったとする否定的な意見もあった。意見の76%が肯定的、8%が否定的であった。

最後に、中学校技術科の授業において3D-CADを用いた製図の学習と、3次元造形装置を用いたアクリル板の加工を行い、キーホルダーなどの製作を行った。その結果、簡単な平面図形を押し出す形状であれば、中学校の授業でも十分に実施可能であることが確認された。また複数の部品を組み立ててスムーズに動く機構を授業の中で設計することは、時間的に実施が難しいと感じられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① 宮下晃一，松本雅裕，標準化された部品を用いて組み立てる機構学習キットの開発，日本産業技術教育学会誌，査読有，Vol.56，No.2，2014，掲載決定

〔学会発表〕(計2件)

- ① 宮下晃一，松本雅裕，機構学習キットの開発と作品事例，日本産業技術教育学会第55回全国大会，平成24年9月2日，北海道教育大学旭川校（北海道旭川市）
- ② 宮下晃一，松本雅裕，機構学習キットの開発と教育効果の評価，日本産業技術教育学会第54回全国大会，平成23年8月28日，宇都宮大学（栃木県宇都宮市）

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし