

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501024

研究課題名(和文)レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から復元した機械模型を利用した製作教室に関する研究

研究課題名(英文) Study on workshop using mechanical model based on the codices written by Leonardo da Vinci

研究代表者

神谷 和秀 (Kamiya, Kazuhide)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：00244509

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：若者の工学離れに対応する一つの方法として、モノづくりを体験できる製作教室に焦点を当て、効果的な教材と運営方法について研究を行った。その結果、製作教室で利用可能なキットとして、ピボットベアリング、回転式距離計(歯車装置)、確動カム、リンク装置の5種類について試作を行うことができた。また、製作教室でキットと共に利用可能な説明用教材(従来型・電子教材)を開発した。開発したキットによる製作教室を行った結果、参加者の高い満足度と工学への興味を持たせることが可能なことを確認することができた。

研究成果の概要(英文)：To attract children's interests about mechanical engineering, we were studied how to use reconstructed models for education from codices written by Leonardo da Vinci. As a result, we made trial kits as follows; pivot bearing, distance meter, cam, linkage. And educational materials for explanation in the workshop were produced by information technology and conventional method such as a booklet. The workshop was provided high satisfaction and interests of mechanical engineering to participants by using the proposed kits.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・光学教育

キーワード：技術教育 レオナルド・ダ・ヴィンチ 機構模型 理科離れ 製作教室 モノづくり キット 手稿

1. 研究開始当初の背景

近年、若者の科学技術離れが懸念されている。特に、機械工学分野の将来を担う若者たちの技術離れも例外ではなく、その対策が必要とされている。

これらの科学技術離れや機械技術離れなどの原因の一つには、幼年期に触れる身の回りの製品が、技術の高度化によって高機能化されてしまい、その仕組みを簡単には理解することが出来なくなり、結果として、ブラックボックスとしてしか捉えられなくなっている点が挙げられる。他にも、家の外へ出て自然と触れ合うようなリアルな遊びが減り、コンピュータゲームなどのバーチャルな体験の増加によって、本来若者たちが持っている才能の芽を出すタイミングが減っていることも問題である。

その対策として、小さい頃に、体験的に機械技術に直接触れる機会を創出することが切望されている。すでに、物理実験などを目玉としたイベントなどが盛んに実施されているが、機械工学分野の体験イベントとしては、ロボットブームの影響もあり、市販の電子工作キットやロボットの組立キットなどを利用した「ものづくり教室」が教育者の有志、あるいは、メディアの協力などによって、裾野の広い事業として広まりつつある。

一方申請者は、1996年から現在に至るまで、約15年の歳月をかけて、万能の天才「レオナルド・ダ・ヴィンチ」が残した手稿(手書きのメモ)から復元模型の製作を継続的に行い、現在までに約100種類を超える復元模型を製作し、その模型の解説ポスター、さらには、製作過程を紹介するビデオ教材の制作を行ってきた。また復元した模型は、復元を始めた1996年当初より、毎年8月の第1土曜に、富山県内の子供たちを対象として、富山県立大学が主催する「ダ・ヴィンチ祭」と呼ばれる科学の祭典へ欠かさず出展してきた。近年の展示実績としては、国内外の展示会(例えば、科学技術館:東京都千代田区、社団法人精密工学会招待展示:富山県、光州科学技術院:大韓民国、ASPE:米国、...)など多数あり、その展示件数は年々増加している。これらの展示で特筆すべきは、展示会において、見学者が模型に触れられるように配慮がなされており、動かしながら体験的にその仕組みを理解することができる点である。また、展示会場では、模型の製作過程を紹介するビデオの上映を行うことで、「ものづくり」のイロハを学べるような工夫も行っている。

2. 研究の目的

若者の工学離れに対応する一つの方法として、モノづくりを体験できる製作教室に焦点を当て、効果的な教材・運営方法・評価方法について研究を行った。特に、本研究では、工学の中でも「目で見て」、「触って」、「肌で感じる」ことのできる機構に関する興味を引

き出すことに注力した。具体的には、申請者等がレオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から復元した100点を超える模型を雛形にした製作キットの設計および製作を行い、製作教室に活用する方策を模索した。

3. 研究の方法

研究は3年の期間の間に、次に述べる方法で実施した。

初年度(平成23年度)は、「模型のキット開発」と「製作教室の効果的な運用方法」について研究を行った。どちらも理論的な検討は難しいため、いくつかのバリエーションを試作し、製作教室を模した実験を行うことで評価を行った。

2年目(平成24年度)は、初年度に試作を行ったキットの組み立て説明書を従来型の印刷媒体と電子媒体で作成し、製作教室を行うことで評価を行った。

最終年度(平成25年度)は、研究の総まとめのために、「モノづくり企画」として製作教室を各地で開催し、本研究での取り組みの効果を調査した。

4. 研究成果

4.1. 平成23年度の成果

初年度は、製作教室のための「模型キット」に関する研究に着手し、平行して「製作教室の運営方法」についても検討した。具体的には、以下の成果を得た。

4.1.1. 「模型キットの開発」

まず、申請者等がレオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から復元した100点を超える復元模型の中から、構造が簡単で、組み立てやすく、子供たちが興味を持つという条件でキット化する復元模型を選定した。初年度は、「ピボットベアリング」と「回転式距離計」の2種類の模型を選んだ。そして、手稿から復元した模型のエッセンスを残しつつ、キット化しやすいようにデフォルメして設計を行い、試作とテストを繰り返して、キットの製作を行った。ここでのテストとは、複数の大学生を対象に製作教室を模したキットの組み立て作業を行わせ、作成後に、子供の目線からの意見を集める手法を指す。

テストを経て製作したキットは、後述する製作教室で、子供達が組み立て作業を体験した後にアンケート調査で評価を行った。また、アンケートでは、年齢の低い子供たちから、研究に必要な項目すべてに対して、的確な回答を得ることが難しいと考え、参加者らが行う組み立て工程をビデオで記録し、それらを製作教室の事後に、心理学の分野で利用されている観察法によって解析して評価を行った。その結果、キットの難易度は適切であり、また、キットを利用した製作教室の実施によって、参加者に対して、工学に興味を持たせることが可能であることが分かった。

4.1.2. 「製作教室の運営方法の検討」

申請者等が考える製作教室は、単なるキッ

トの組立作業の場ではなく、工学への興味関心を持たせるためのキッカケの場である。したがって、製作教室で「何を語るか」が重要であると考えた。

また、製作教室に足を運ぶ参加者（子供）は、勉強をしようと思っけてきていることはまれであり、遊びに来ている程度の意識であることがほとんどである。一方、保護者の意識は、一部に学びの場として捉えている場合もあるが、子供と同様にレジャーと同等の感覚である場合が多い。

そこで、そのギャップを埋め、なおかつ、製作教室を効果的に運営するため、キットの組立方法などの説明以外に、参加者に何を語りかけるべきかについて検討を行った。

これまでに、子供たちに対して行った製作教室やからくり関連の講演などの実績を振り返り、「想像することが難しいものに対して子供たちが興味を示しにくい」という経験則から、研究初年度の時点では、製作キットと参加者の体験が交錯する例として、「ベアリング」と「歯車」に注目し、ベアリングと歯車が生活に溶け込んでいる例を探し、説明用の資料としてまとめた。

また、レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から復元した機構模型の展示会を実施した際に、近年、急速に利用が拡大しているタブレットに関する意識調査を行った。その結果、製作キットが身の回りの機械とどのように関連しているのかを分かり易く語りかける方法として、タブレットなどの電子デバイスを活用することが、参加者の興味を高め、継続させていくことに貢献できる可能性があることが分かった。

4.2.平成24年度の成果

24年度は、「組立説明書（添付資料）」に関する調査研究に取り組んだ。また、教示資料の紙媒体以外の効果についても研究を行った。具体的には、以下の成果を得た。

4.2.1.組立説明書（添付資料）の開発

初年度に開発を行った組み立てキット（ピボットベアリング、回転式距離計）に関して、製作教室などでの子供たちからの聞き取り調査を行った。その結果、ピボットベアリングは構造が簡単すぎることを理由に避けられ、回転式距離計に人気があることが分かった。そこで、人気の高かった「距離計」について、キット製作のための説明書を改良した。

製作教室では、レベルの異なった参加者たちを相手にすることが多いことから、講師が参加者の反応を確認しながら進行する。しかしながら、異なるレベルの参加者たちを同一の時間内で指導することは極めて大きな負担が生じ、円滑な運営が難しい。そこで、講師の負担を軽減し、なおかつ、効果的な製作教室を実施するため、組立説明書として、取り扱うモデルの仕組みはもちろんのこと、歴史的背景などを含む総合資料となるように資料の制作を行った。

4.2.2.教示資料の提示方法

これまで、製作教室における教示資料は、資料の作成の容易さ、および、コストが優先され、紙媒体を直接利用する形式か、もしくは、静止画が主体のデータ（紙媒体の資料のハードコピーに準ずるもの）をプロジェクタで投影して説明することが多かった。

そこで、まず初めに、教示資料である説明書の提供方法について、動画の利用が可能なデバイスとして、タブレットコンピュータの利用について検討を行った。子供たちのタブレットの利用能力については、文献調査から十分対応が確認であることを事前に確認した。

次に、タブレットに載せるコンテンツをどのような形式で作成するかを検討した。その結果、説明のための動画を含む教示資料を統一的に取り扱うことの可能な形式として、EPUB形式の電子書籍を選定し、組み立て説明書のプロトタイプを作成した。閲覧用のタブレットには、iPadやAndroidタブレットなどを想定した。

試作した電子教材の評価を行うため、小学生20名を2グループに分け、電子教材と従来型教材（印刷したマニュアル）を用いた製作教室をそれぞれ実施した。実施後のアンケートと製作教室中に撮影したビデオ映像を観察法で定量評価した結果、本研究で開発した電子教材を用いた対象の方が、工学への興味を持たせられた割合が高いことがわかった。

4.3.平成25年度の成果

最終年度は、24年度に引き続いて、組み立てキットの拡充、ならびに、教示資料の開発に取り組んだ。また、「モノづくり企画」として学協会等の力を借りて、製作教室を各地で開催し、本研究での取り組みの効果を調査した。具体的には、以下の成果を得た。

4.3.1.キットの拡充と教示資料の開発

昨年度に引き続き、レオナルド・ダ・ヴィンチの描いた手稿から、機構モデルの選定を行った。

本年度は、カム装置とリンク装置に関するスケッチを選定した。選定したスケッチのうち、リンク装置に関するメモには、レオナルドのリンク機構に関する考え方が比較的詳しく記載されていたことから、それらを追体験できるようにリンク装置のキットを製作した。また、製作教室における組み立て過程でも、レオナルド・ダ・ヴィンチがたどった過程に即した質問を準備し、考えながら組み立て作業や実験による確認が行えるようにシナリオの工夫を行った。

製作されたリンクキットは、20のパーツからなり、部品の組み合わせ方を変えることで、4つの動作を体験できるようになっている。また、機械工学の導入教育のため、キット以外にもリンク関連のモデル（電車のパンタグラフ、車のワイパー等）の作成や普段の生活

に生かされている製品（卓上ライトのスタンドなど）を集め教材として取りまとめた。

教示資料については、キットの設計時に作成した3次元CADデータから説明図を作成する手順をまとめ、昨年度までに試作した電子教材に準じて、本キットに合わせた電子ファイルを製作した。また、比較のため、従来型の教材（印刷された資料）についても同様に制作を行った。

4.3.2.「モノづくり企画」

本研究の総まとめとして、「モノづくり企画」を各種団体の協力を得て実施した。本年度に実施したイベントは7回（富山5回[富山県立大学・富山県こどもみらい館・富山市科学博物館・射水市大島児童館]、大阪2回[NPO 法人ダ・ヴィンチ・ミュージアム・ネットワーク]）、参加者の延べ人数は約120名に対して行った。（なお、全研究期間を通して、富山9回、群馬1回[高崎市美術館]、福岡1回[北九州イノベーションギャラリー]、大阪2回、延べ13回の製作教室を実施した。）イベントの参加者には、製作教室の実施後にアンケート調査を行い、本研究で行った取り組みに関する効果を調査した。その結果、いずれもイベントへの参加に対する高い満足度を得られ、また、参加者に対して工学への興味を持たせられることが確認できた。

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）

〔学会発表〕（計 1 件）

神谷和秀、野村俊、松本公久、レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿を基にしたリンク装置の教育利用、日本機械学会北陸信越支部学術講演会、査読無、2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

神谷和秀 (KAZUhide KAMIYA)
富山県立大学・工学部・
知能デザイン工学科・准教授
研究者番号：00244509