

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26590233

研究課題名(和文)ものづくり活動による地域連携キャリア教育システムの開発

研究課題名(英文)Development of carrier education system with manufacturing education in school education

研究代表者

東 直人(Azuma, Naoto)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：50192464

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、工学系大学が実施している「ものづくり」教育支援活動を地域人材育成のためのキャリア教育プログラムとして発展させることを目的として行われた。研究では全国の工学系国立大学で行われている「ものづくり」教育支援活動の実態を調査したほか、地域の小中高校生に計測制御・ロボット教材を使用した「ものづくり」キャリア教育講座を実施し教育効果の検証と課題を明らかにした。さらに、「ものづくり」キャリア教育活動を普及させるため、小学校から大学までの教育活動で使用できる汎用教材の開発と指導者用テキストの作成を行い具体的な教育カリキュラムの提言を行った。

研究成果の概要(英文)：A career education curriculum with manufacturing education in school education (monozukuri education) that provided by national engineering universities as community service projects were developed and implemented as an academic curriculum. Educational effects and problems in monozukuri education were investigated in the view of both the providers and recipients of the service by not only evaluating the implementation status of national engineering universities but questionnaire surveys for students and teachers in collaboration with elementary, junior high and high schools in the city. In this research project, a learning material and teaching manual for monozukuri-programing education were also developed to being able to use by through elementary school to university students. The manual was distributed to science and technical teachers as a reference book for monozukuri educations in collaboration with education board in the city.

研究分野：工学教育

キーワード：ものづくり プログラミング学習 総合学習 キャリア教育 地域連携

## 1. 研究開始当初の背景

全国の工学系大学・学部で行われている小中高校生に対する「ものづくり」教育活動は、学校現場で役立つ教科教育活動の支援というよりも、大学として行う地域貢献活動としての側面が大きいのが現状である。活動では、テーマ、内容が多岐にわたり、教育手法が確立されていないばかりか、効果の検証もなされていないのが実情であった。工学系大学・学部はもっぱら「もの」を作るために必要な素材と製造工程の開発・改良を行うための教育研究の場であり、「ひと」を創るためのカリキュラム開発や教材開発活動を得意とはしていない。工学系大学・学部が「ものづくり」活動を通して地域の教育分野に貢献するためには、地域教育機関との連携、教育教材の開発・整備、活動の評価と改善、指導者の育成を計画的かつ継続的に実施することが課題であるとともに、工学教育との関連・接続性を担保して行うことが活動することが重要である。現状の「ものづくり」教育活動は、これらの点の共通認識がない上、カリキュラムが未整備な状態で実施されていた。

## 2. 研究の目的

本研究は、全国の工学系大学・学部が行っている「ものづくり」教育活動を研究対象とした活動実態（テーマ、対象、内容）の把握と人材育成の観点からの課題の検証、地域の教育現場を対象とした「ものづくり」教育活動に対する意識と評価、「ものづくり」教育活動をキャリア教育プログラムの一つとして確立させるために必要なカリキュラム（モデル教材と指導教材）整備、これらを行うために企画・実施されたものである。

自らの手を使ってものを作り上げる「ものづくり」活動は、ものを作り上げた達成感を味わえるばかりでなく、製作過程で創意工夫を繰り返したり、他者との協同作業を取り入れたりすることによって創造性や協調性を萌芽、発展させることができる。青年期的人格形成やキャリア育成のための教育手法として有用な活動の一つである。本研究では「ものづくり」教育活動、特に計測制御・ロボット教材を用いたプログラミング教育活動を地域のキャリア教育プログラムの一つとして確立させ人材育成教育として発展・整備させることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 「ものづくり」教育活動の実態調査

「ものづくり」教育活動の現状と課題を把握するため活動の提供者と受益者の視点に立った二種類の調査活動を行った。一つは全国の工学系大学・学部を対象とするもの、他の一つは地域の小中高等学校を対象とするものである。

全国の工学系大学・学部を対象とする調査

は、アンケート方式では責任部署への接続性、回収率が担保できないため、各大学のホームページや Web 検索機能を活用し、各地で行われている「ものづくり」教育活動の具体的な実施状況を把握した。また調査結果に基づき、特徴ある取組に対して、現地調査を行った。

小中高等学校を対象とする調査は、主に理科教員に対して計測制御・ロボット教材を用いた「ものづくり」教育活動の効果に関して個別アンケート調査を行った。

これらの調査を通して、「ものづくり」教育活動をキャリア教育として体系化するための課題（テーマ、教材、設備、小中高等学校の教育カリキュラムとの整合性、地域の教育機関との連携手法、実施体制、大学教育との関連性等）、を明確にすることを試みた。

### (2) 「ものづくり」教育活動の汎用教材、指導テキストの整備

#### ① 汎用的な計測制御・プログラミング教材の設計・製作

教材は、小中高校の総合学習、キャリア教育から工学系大学での実験・実習教育までの広範囲の教育現場で活用できるものとする。教材の構成はハードウェアとソフトウェアからなるが、1人1台の教材が担保できるようオープンソース資源を活用し経済性についても配慮する。

#### ② 指導者用学習・教授マニュアルの整備

製作した IT 教材を使って誰でもが教育活動を立案し、指導が行えるようにするため指導者用マニュアルの整備を行う。作成したマニュアルは地域の教育委員会と連携し理科、技術科関連教員に広く行き渡るようにする。

### (3) カリキュラムの検証

開発した教材、マニュアルを用い「ものづくり」教育活動を地域の小中高等学校の児童・生徒を対象に実施する。また、児童・生徒や教員に対してアンケート調査を行い「ものづくり」教育活動の効果の検証と課題の把握を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 「ものづくり」教育活動の実態調査

本研究で得られた調査結果は以下の通りである。

#### ① 「ものづくり」教育活動の実施状況

全国の工学系大学が行っている小中高校生を対象とした「ものづくり」教育活動は、テーマについては多様性が認められるもののイベント的活動の範疇を超えないものが多く、以下の四つの形態、地域貢献活動の一環として行われている科学マジック講座、学校現場のカリキュラムを補完する講座、特定研究分野への動機付けを目的としたプレ大学講座、大学生の PBL 教育としての講座、のいずれかに

分類されることを明らかにした。地域の教育現場の課題改善を目的とした総合学習、キャリア教育、工学の専門性を地域の学校の児童・生徒の学びのために活かすサービスラーニング、学部教育（工学教育）との連携を目的とした教育活動、これらの活動は調査範囲では見当たらなかった。

調査結果に基づき特徴ある「ものづくり」活動を行っている大学（室蘭工業大学、秋田大学、岩手大学、東北大学、宇都宮大学、山梨大学、福井大学、富山大学、鳥取大学、熊本大学）への現地調査を行った。共通する特徴として、中核となる担当組織と専属の教職員の存在、活動テーマの目的意識、対象校の教育カリキュラムへの配慮が挙げられることが分かった。これらの特徴は「ものづくり」キャリア教育活動の継続性、大学教育との接続性を図るために必須な条件であると判断できる。

## ② 「ものづくり」教育活動の効果

地域の小中高等学校の児童・生徒を対象に計測制御・ロボット教材を使用した「ものづくり」講座を実施しアンケート調査を行った。講座はロボットをテーマに設定することにより同一学年の全ての児童・生徒の興味を喚起できること、キャリア教育のみならず教科横断型総合学習として位置付けられることを明らかにした。



図1 「ものづくり」教育の必要性に関する教員意識調査

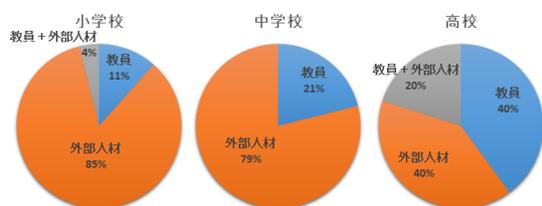


図2 「ものづくり」教育の指導・担当者に対する意識調査

教員に対するアンケート調査結果で特記されたものを図1、2に示す。図1より、小中高等学校を問わず過半数の教員が「ものづくり」教育の必要性を認識しているが、実施にあたっての指導者が不足していることが明らかになった。また、安価な汎用教材・カリキュラムを考えるための適切な指導書がないことも問題点として挙げられていた。

## (2) 「ものづくり」教育活動の汎用教材、指導

## テキストの整備

同一学年全ての児童・生徒を対象とした継続的な「ものづくり」キャリア教育活動を展開するためには、コストパフォーマンス性を重視した教材と指導者以外の教員、保護者にも理解できる指導テキストの整備が不可欠である。ここでは小中高校で利用できる安価な汎用 IT 教材（ロボット基板）の設計・試作、指導者用参考資料の作成を行った。

## ① 汎用的な計測制御・プログラミング教材の設計・製作

ロボット教材を使ったプログラミング教育は、将来の IT 技術者を育成するためだけでなく、その学習段階において、プログラムを作るために順序立てた考え方が構築できること、プログラムを実行することですぐに問題点が見つけられること、見つけた問題点に対してとりあえず考えられる対策をすぐに試すことができること、などが特徴に挙げられる。このため、論理的思考力や問題解決学習のツールとして有効であると注目されている。しかし、市販の学習教材は学年費で購入するには価格が高く、児童・生徒全員が同時に使用できる安価な教材が不足していることが課題である。

図3に本研究で開発した学習教材の設計概念図を示す。プログラミング教育で用いられる教材は、仮想環境で動かすバーチャル教材と実際に機器を動かすリアル教材の2つに大別できる。本研究では、AVR マイコンを搭載した Arduino 互換の IT 教材を設計した。

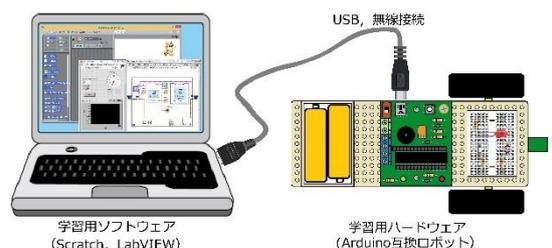


図3 汎用教材の設計概念

設計したモデル教材の回路図を図4に示す。教材の主要部品である電子基板のハードウェアは AVR マイコンを搭載した Arduino 互換機とし、ソフトウェアは高級言語と小中学校で広く使われているグラフィカル言語 (Scratch など) にも対応させた。また、Arduino 専用のプログラム作成環境のみならず、バーチャル教材として開発されている Scratch にも接続できるように基板設計を行っている。また、大学や企業現場などで使われている計測・制御用プログラムである LabVIEW にも接続できるように配慮した。以下に本教材の特徴を示す。

- ・3V 以上の電源電圧で駆動
- ・電源の冗長化 (USB 経由、乾電池)
- ・モータドライバ IC の搭載
- ・汎用出力部品 (LED、ブザー) の搭載

・Scratch、Arduino、LabVIEW 環境に適合

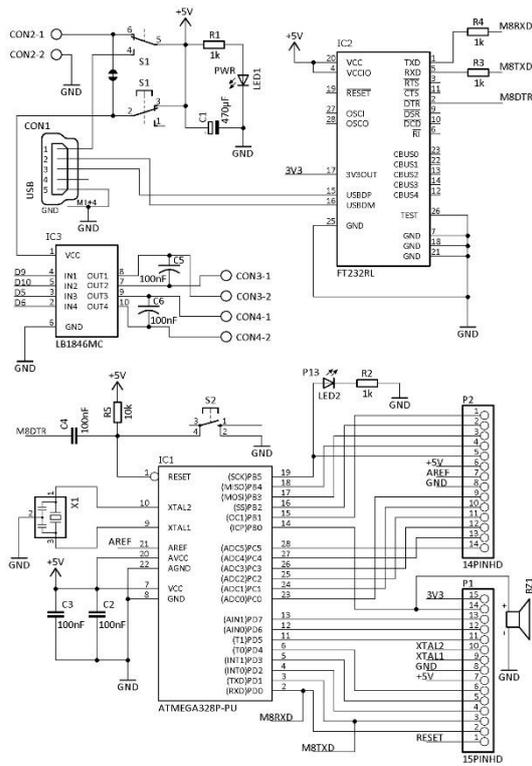


図4 モデル教材の基板回路

図5に製作した基板の写真を示す。Arduinoは基板の設計情報も含め全ての情報がオープンソースで公開され、初心者からプログラムやマイコンに熟達したユーザまで幅広く利用されている。インターネット上で数多くの情報が入手できるため、ここでは公開されている基板情報を元に、独自の基板を設計・製作した。

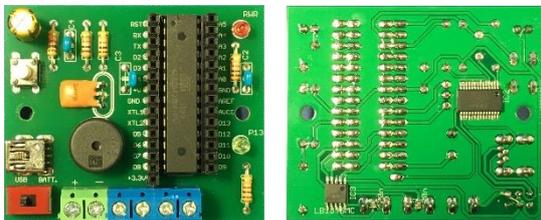


図5 製作した計測制御・プログラミング学習教材

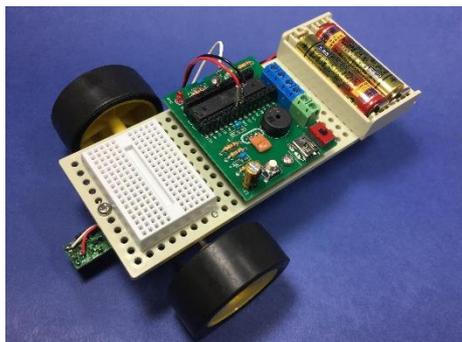


図6 ロボット教材への展開例

図6にねじ、ナットを使って製作教材と樹脂筐体（市販品と独自製作品）と組み合わせ走行型ロボットに進化させた例を示す。

## ② 指導者用学習・教授マニュアルの整備

IT教材の仕様と自作方法、活用法を解説した指導者用テキストを作成した（図7）。教材を理解し授業計画の策定と学習指導が行えるようIT分野の基礎知識（デジタルの概念、計測・制御の基礎、プログラミング技法）も網羅した。作成したIT汎用教材、テキストは市教育委員会の連携のもと市内小中学校の全理科教員と技術科の幹部教員に配布した。



図7 作成した指導者用マニュアル

## (3) カリキュラムの検証

小中高校生をそれぞれ対象に製作したIT教材を用いた「ものづくり」教育講座を実施しカリキュラムの検証を行った。図8には小学生を対象とした教材実証試験風景を示す。



図8 地域の小学生に対する教材実証試験

計測制御・プログラミング学習教材の利用は、小学生にはバーチャル環境を主体としたグラフィカル言語の利用（Scratch等の環境との連携）、中学生以上にはバーチャルとリアル環境の併用、グラフィカル言語とコード言語の併用（Arduino環境の使用）が効果的であることが分かった。教員からは、1つの動作を行わせるだけでも空間認知能力や言語力が問われ総合学習的要素が含まれること、プログラム全体を考えさせることにより論理的思考を育む教育につながることを、トライ&エラー

の繰り返しによる忍耐力・集中力の育成につながる教育内容との評価を受けた。また、中学校にあっては情報教育、小学校ではものづくり教育、プログラミング教育に活用でき、学んだことを使い、試行錯誤して目指したものを作り上げるという作業が、学校教育に必要なこと（学習内容の理解・応用、忍耐や努力、達成感・有用感など）と重なっていると感想が得られた。小中高校生に自分の将来を考えさせるキャリア教育、積極性を養う情操教育、プログラミングを工夫して考えることを習慣づけることにより思考力の育成につながる教育内容であることが明らかになり、カリキュラムの優位性と実施するにあたっての問題点を把握することができた。

本研究で開発した計測制御・プログラミング教材は市教育委員会との連携のもと中中学校の全ての理科教員、技術科教員に配布した。今後は教員研修会等を利用してカリキュラムの普及改善に努める予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

①太田 信二郎、戎 俊男、永田 照三、東直人、地域貢献から大学教育まで活用できる計測・制御教材の設定と利用、第12回ものづくり・創造性教育に関するシンポジウム、2014.11.8、山梨大学（山梨県甲府市）

〔図書〕（計 2 件）

①東直人 他、静岡大学工学部次世代ものづくり人材育成センター、Arduino と S4A ではじめるロボット入門講座、2017、145(1-35, 101-145)

②東直人 他、株式会社 ITSC 静岡学術出版事業部、デジタルを学ぶ ロボット中級講座（Kindle 電子ブック版）、2016、121

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

①「製作教材」

<https://sites.google.com/cce.shizuoka.ac.jp/books/>

②「ロボット教材によるプログラミング学習」に関する小中高校教員意識調査 2015

[https://sites.google.com/a/cce.shizuoka.ac.jp/robot\\_question\\_2015-1/](https://sites.google.com/a/cce.shizuoka.ac.jp/robot_question_2015-1/)

③「ロボット教材によるプログラミング学習」に関する高校生意識調査 2015

<https://sites.google.com/a/cce.shizuoka>

[ac.jp/roboto\\_question\\_2015-2/](https://sites.google.com/a/cce.shizuoka)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

東 直人 (AZUMA, Naoto)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：50192464

### (2) 研究協力者

水野 隆 (MIZUNO, Takashi)

永田 照三 (NAGATA, Shozo)

戎 俊男 (EBISU, Toshio)

太田 信二郎 (OHTA, Shinjiro)

井上 修次 (INOUE, Shuji)

関本 清志 (SEKIMOTO, Kiyoshi)