

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350318

研究課題名(和文) 大学生を対象としたデジタルものづくりワークショップの開発

研究課題名(英文) Development of Digital Monotsukuri (Making Things) Workshops for Undergraduates

研究代表者

森 秀樹 (Mori, Hideki)

東京工業大学・教育革新センター・准教授

研究者番号：30527776

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：3Dプリンターやレーザー加工機、プログラムが可能な小型コンピュータなどを活用し、誰もが新しいものづくりを体験できるようになった。本研究では、これらの新しいものづくりツールのなかで、特に小型コンピュータを活用し、大学生が新しいものづくりについての理解を深めることを目的にワークショップの開発と実践を行った。また、簡単にデジタルものづくりができるツールとして、Programmable Batteryの開発と改良を行った。

研究成果の概要(英文)：It has been available for everyone to make use of 3D printers, Laser cutters and programmable computers etc. for their "Monotsukuri" making things. In this research, I designed and practiced Monotsukuri workshops for non-engineering major university students to get familiar with new Monotsukuri and tools. I also developed and revised a new tool for Monotsukuri called "Programable Battery" to make digital monotsukuri more simple, playful, and meaningful.

研究分野：教育工学、ものづくり教育、プログラミング教育

キーワード：ものづくり プログラミング

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、デジタル技術の発展により「ものづくり」が大きく変化している。従来は専門家だけが可能であった3Dプリンタやレーザーカッターなどの技術を活用した高度なものづくりが、機器の低価格化により一般にも可能なものとなってきた。

Gershenfeld(2005)は、マスプロダクションに依らず、個人が必要なもの、欲しいものを自ら創り出す「パーソナルファブ리케이션(個人的なものづくり)」として新しいものづくりのあり方を提唱し、米国を中心に世界各地にパーソナルファブ리케이션のためのラボスペース「ファブラボ」を展開している。我が国においても、鎌倉や筑波にファブラボが設置されている(田中 2012)。また、2012年には東京渋谷にデジタルものづくりが可能なカフェ「ファブカフェ」がオープンするなど、さらに一般へと拡がりを見せている。パーソナルファブ리케이션は、個人におけるものづくりを変えるとともに、誰もがものづくりに関わることができる新しい産業革命「メイカーズムーブメント」としても期待されている(Anderson 2012)。

教育現場でも、米国オバマ政権が3Dプリンタ等のパーソナルファブ리케이션機器の学校導入を進めることを決定したり、シンガポールでは3Dによるモデリングを授業に取り入れたり、エストニアではプログラミングを小学校1年生段階から学ばせるなど、世界的に初中等教育段階で、新しい技術を取り入れた新しいものづくり教育が拡がりつつある。我が国でも、1999年のものづくり基盤技術振興基本法の制定を受けて、ものづくり教育への取り組みを重視してきた。2008年1月に発表された中央教育審議会の答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」において、学年・教科の枠組みを越えて重点を置くべき項目として、ものづくりを挙げており、現在の新しい学習指導要領に反映されている。しかし、学校現場で取り組まれているものづくりは、一部教科の一部単元に留まっており、内容も、所謂旧来からのものづくりのままである。

そこで、本研究代表者は2003年より初中等教育で新しいものづくり教育カリキュラムの開発と授業実践を続けてきた。具体的には、マサチューセッツ工科大学メディアラボが開発した小型プログラマブルコンピュータ「Cricket」やプログラミング環境「Scratch」の日本語化を行い、それらを用いて小学校1年生から6年生、また中学生、高校生を対象としたコンピュータとプログラミングを活用した新しいものづくりカリ

キュラムを開発し、総合的な学習の時間などを使い、授業実践を行ってきた。

しかし、新しいものづくりを活用した教育の実施は、初中等教育でも一部の学校に限られており、ものづくりに関連する分野を専門とする大学生以外には新しいものづくりを体験する機会がほとんどない。

### 2. 研究の目的

本研究では、初等中等教育で実践してきたものづくり教育のカリキュラムを活用し、大学生向けの新しいものづくり教育としてワークショップを開発することを目的とする。本研究では、理工系の学生だけではなく、専門以外の文系の学生を含めた大学生向けのワークショップとしてカリキュラム開発を行い、一般教養としての新しいものづくりを大学生から定着させることを目指す。

### 3. 研究の方法

大学生向けに新しいものづくりツールを活用したものづくりワークショップを開発し、実践する。また、誰もが簡単に、コンピュータ制御による新しいものづくりができるよう、本研究代表者が開発した「Programmable Battery」の改良を行い、ものづくりツールとして活用する。

### 4. 研究成果

2014年度は小型(埋込み型)コンピュータを活用したものづくりを題材に、小型プログラマブルコンピュータ「Cricket」にモータやセンサなどを接続し、様々な材料を組み合わせ、プログラム制御により動くロボット製作を行うワークショップを開発し、大学生向けにもものづくりワークショップを実践した。また、大学生向けワークショップとの比較のため、同一内容のワークショップを社会人(学校教員)、小学生向け、親子向け(小学生とその保護者)とあわせ計8回(延べ参加人数:約300名)実施した。

2015年度は、さらに誰でもどこでも簡単にデジタルツールを活用したものづくりができるワークショップの開発を目指した。具体的にはブロック型玩具と小型コンピュータ、モータ、センサと工作材料を使ったものづくりを行った。小型コンピュータとしてコンピュータ無しでボタン操作のみでプログラム可能なProgrammable Batteryを活用し、モータを制御してブロックや工作材料などを組み合わせて作品をつくるものとした。ワークショップは、ものづくりを目的とせず、あえて手段としてものづくりができるように企画した。例えば、「自分にとって理想の教育」を表現するために、上述のツールや材料を用いたものづくりを行った(図1, 2, 3)。これにより、簡単にディ

デジタルものづくりのためのツールが使えるだけでなく、ものづくりの目的も誰でも関わりやすくすることで、誰もが無理なくデジタルものづくりを行うことができた。また、より作品製作がしやすくなるよう、関連するツールの比較検討と Programmable Battery の改良について検討を行った。



図 1: 大学生向けワークショップ (1)

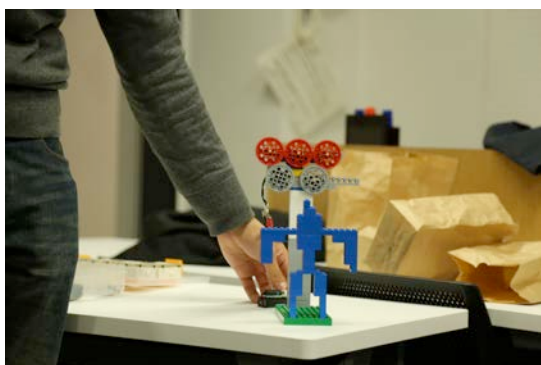


図 2: 大学生向けワークショップ (2)



図 3: 大学生向けワークショップ (3)

2016 年度も引き続き、大学生向けに小型コンピュータとして Programmable Battery とモータ、センサ、LED、ブザーとブロック型玩具、工作用材料を使った 60 分から 90 分間のデジタルものづくりワークショップを実践した。また、日本人学生だけでなく、留学生や海外の大学生向けに同様のデジタルものづくりワークショップを実

践した(図 4)。Programmable Battery については、より様々なものづくりが可能になるよう、モータ出力をあげられるよう改良を行った (図 5)。



図 4: 外国人学生向けワークショップ



図 5 : 改良版 Programmable Battery

これらのワークショップ実践を通じて、言語、あるいは専攻に関係なく一様にすべてのワークショップ参加者がデジタルものづくりを体験することができ、何らかの作品を製作することができた。また、小学生と大学生がワークショップで製作した作品を比較すると、動きの仕組みの作り方や関連する作品例など、既有知識の差によって、ワークショップで製作される作品に違いがあることも分かった。

また 2020 年度の小学校新学習指導要領にプログラミング教育の実施が含まれることを踏まえて、教員志望の大学生が将来的に授業で活用できるように、プログラミング教育のためのデジタルものづくりワークショップカリキュラムの開発と実践も行った。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 3 件）

①Hideki Mori(2017) “The Programmable Battery: A Tool to Make Computational Making More Simple, Playful, and Meaningful” , Proceedings of the 16th Interaction Design and Children, in press, 査読有

②Hideki Mori(2016) “What did students learn in programming workshops? - Comparison of students’ reports from two programming workshops in Japan -” , Fab Learn 2016, Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education, 103-106, 査読有

③森秀樹(2014)「いつでもどこでも誰でもデジタルものづくりツール「Programmable Battery」の開発」, 日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集, 査読無

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

森 秀樹 (MORI, Hideki)

東京工業大学・教育革新センター・准教授

研究者番号：30527776