

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350183

研究課題名(和文) 手・頭・心を融合させた児童のための工学的グループものづくりシステムの構築

研究課題名(英文) Construction and Implementation of Monozukuri System Combining Physical and Mental Activities for Children

研究代表者

伊藤 伸英 (Itoh, Nobuhide)

茨城大学・工学部・教授

研究者番号：70203156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、大学生に対する創造教育を実施すると同時に、児童にもものづくりの体験とグループ活動による協調性やリーダーシップなど心の体験を融合させた教育システムの構築をおこなった。さらに児童が“そうだったのか”と感じるものづくりプログラムの構築もおこなった。実践したものづくり教室での児童のアンケートから、本プログラムが児童のものづくりへの関心に効果があり、また大学生のアンケートから、児童にもものづくりを通して教えることで多くを学ぶことができたことが確認できた。以上のように、大学生に対する創造教育と共に児童に対してものづくりの楽しさを体験できる活動を実現できるプログラムを創出できた。

研究成果の概要(英文)：In this research, attempts were made to construct an educational system which combines activities to experience monozukuri for children, group activities to teach teamwork, and mental activities for experiencing leadership in a university curriculum that teaches creativity to university students. We also created a program for children to experience wonder. We conducted a questionnaire on children attending the Monozukuri classes and it was found that this program was effective to rouse the children's interest in Monozukuri. The questionnaire conducted on the university students revealed that they were able to learn much from teaching the children about Monozukuri in these classes. In this way, the program developed realizes creative training for university students as well as activities which provide the opportunity to experience and enjoy Monozukuri to children and elementary school teachers.

研究分野：精密加工

キーワード：創造教育 児童 大学生 ものづくり

1. 研究開始当初の背景

最近、工学部への志望者数の減少にはどめがかかってきてはいるが、依然として低い状況が続いている。このような状況の中、各大学では入学前にオープンキャンパス、公開授業・出張授業、小中高校生を対象としたものづくり教室の開催を行い、目的意識を持ちかつ資質・能力の高い学生の確保を行っている。このような状況を生んだ原因として、ものづくりの3Kのイメージ、技術者の待遇や社会的地位の問題などいくつか挙げられているが、その一つとして子供の時のものづくり体験の不足、初等教育時における技術教育の不足の問題が考えられる。小中学校時代に、ものづくりにかかわる授業として図工と技術家庭の科目があるが、近年これらの授業は生活関連科目(技術・家庭・情報の複合型)の位置づけであり、ものづくりの占める割合は極めて少ない状況である。しかも、技術のブラックボックス化が進んでいるため、なぜ動かなぜ機能するなどを理解できにくくなっている。このため数十年前に比べものづくりを体験することで得られていた技術や発明者に対するあこがれが薄くなってきている。このような状況を打開するためには、児童に基本的なものづくりの体験の場を提供し、児童がものづくりの体験を通して「将来技術者になりたい」と思わせる取り組みが重要と考えられる。

一方、大学生には、技術者に必要なスキルとして基礎学力および専門知識とともに、これらの知識を円滑に活用するためのコミュニケーション能力、協調性、問題解決能力など、いわゆる社会人が強く求められてきている。基礎学力および専門知識は、授業などにより取得することは可能である。しかし、社会人は自らがその重要性を理解し、かつ自らの体験を通してのみ得ることができるものである。このためには、大学生が自律的な活動をする場を提供することも、また重要である。

2. 研究の目的

我々は、上述の社会的状況に応えることを目的として、大学生が主体となって児童にものづくりの楽しさを伝える“児童のための工学的ものづくり教室”を実施している。図1に実施しているものづくり教室の概念図を示す。本教室は、児童にものづくりの楽しさを体験させるとともに、大学生が児童にいかにもものづくりが楽しいかを伝えるための手段を考案し、それを実現させる活動を通して創造性、主体性、積極性、協調性を養う創造教育を兼ねている。

図1のものづくり教室の概念図を基に実施したものづくりの流れを図2に示す。教員は、大学生に対してものづくり教室の趣旨を提案し、大学生はこれに即したものづくり教室のプログラムを教員と共に検討する。検討したものづくり教室に関わる加工技術を映像

化し、児童に視覚的にもものづくりに対する面白さを伝えることを行っている。また、小学校の先生に、ものづくりの事例をまとめた本(図3)を配布し、ものづくりに対する理解の向上に努めている。

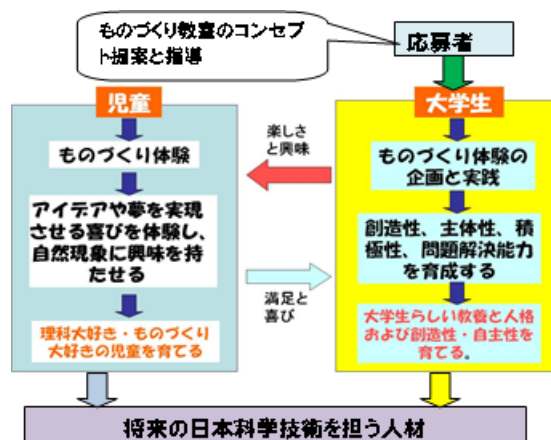


図1 ものづくり教室の概念図

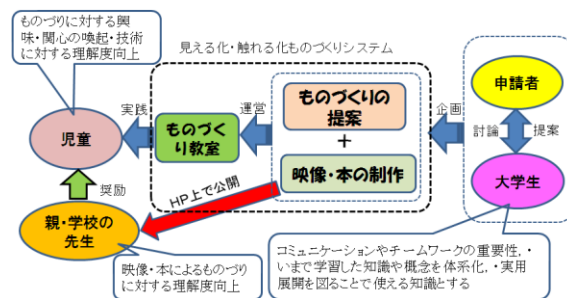


図2 ものづくり教室の流れと効果



図3 ものづくり事例集

図4は、上述のシステムにより“クリスマスベルを作ろう！”を実践した時の様子を示す。実施後のアンケートから、「とても面白かった」「また参加したい」「今度いつやるの」などの意見が多く、ものづくりの楽しさを伝えることができています。一方、実践した大学生のアンケートから、習得した専門知識の体系化、問題解決能力、コミュニケーションやチームワークの重要性を学んだとの回答があり、図1に示すものづくりの概念が本システムにより実現できたことを示している。



図4 ものづくり教室の様子（クリスマスベルを作ろう！）

実施してきたものづくり教室は、児童に対してものづくりの楽しさを、大学生にはコミュニケーションの重要性を理解させる効果があった。しかし、本ものづくりは児童個人の創造性、独創性を育むことを主眼として実施してきたため、グループ活動による協調性や助け合いなどの心の育成、また作ったもので試す活動（成果の確認）が不十分な問題があった。一方、大学生においては、専門同士（大学生間や教員）のコミュニケーションは十分に実施できたが、専門外（児童や小学校の先生）に対するコミュニケーション力の育成の面で課題が残った。

今回、上述の課題を解決する、大学生の自律型ものづくりシステムを付加した“手・頭・心を融合させた児童のための工学的グループものづくりシステム”の構築を提案する。提案するシステムは、図1に示す大学生の創造教育を兼ねる“ものづくり教室の概念”をベースとして、児童のグループ活動により、工学製品（車など）の製作を行い、手や頭を使ったものづくりの体験とグループ活動による協調性やリーダーシップなど心の体験を融合させるものである。

3. 研究の方法

開発するシステムは、大学生の創造教育と児童のものづくり教育を同時に行う教育システムである。本ものづくりシステムの中心は、児童が身近な製品をグループ活動により製作し、製作の過程での助け合いや役割の重要性を理解させ、また製作したものを試すことでものづくりの面白さを体験させるものである。部品の一部は3Dプリンターで製作できるようにし、児童や小学校の先生が、最新のものづくりシステムにも触れることができるようにする。具体的には、小学生高学年では、乾電池（単3×6本）を用いた人が乗れる車の組立・製作を、小学年低学年では、小型モーターを用いてワンダー遊園地の製作システムの構築を行う。また小学校の先生に対しては、製作した製品（作品）を利用した

教材開発の提案を行い、工学に対する理解の向上の一助とする。大学生は、学生間のものでづくりシステムの企画・運営や児童および小学校の先生に対する話し合いを通して、コミュニケーション、協調性などの重要性を学ぶ。これらの全体の活動システムの構築により、児童のものづくり離れ科学離れを打開すると同時に大学生の社会人力の向上を目指す。研究規模として、児童5名を1グループとして3グループの15名、大学生を1グループ3名の9名としてシステムの構築を行う。

“手・頭・心を融合させた児童のための工学的グループものづくりシステムの構築”の概念を図5に示す。我々は、大学生に対してものづくり教室の趣旨を提案し、大学生はこれに即した教室の内容を応募者らと検討し、内容を具体化する。この過程において大学生は、専門間、非専門間コミュニケーション能力、問題解決力の育成および協調性、チームワークの重要性を理解させる。児童は、大学生が主催するグループによるものづくりの活動を通して、手や頭を使ったものづくりの体験とグループ活動による協調性やリーダーシップなど心の体験をする。さらに製作した製品（作品）は、大学生と小学校の教員との検討により授業の教材として活用を目指す。また、いままで実践してきた個人の独創性・創造性を育む“個人ものづくり”も合わせて実施し、より効果的に教育を実施する。

表1に示す考え方を基に小学校低学年および高学年を対象としたグループものづくりの内容の検討と試作を行う。

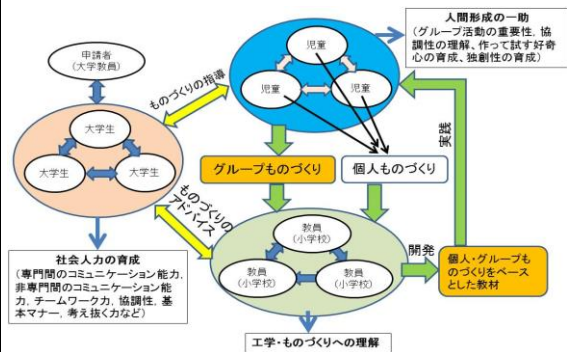


図5 手・頭・心を融合させた児童のための工学的グループものづくりシステムの概念図

表1 ものづくり内容の基本方針

学年	考え方
小学校 低学年	身近にある工業製品を使い、工夫してものづくりを行うことで、その面白さを体験でき、たのしく遊べるもの
小学校 高学年	設計図を見ながら、道具・工具を使ってものづくりを行い、その基本的原理を理解し、工業製品の仕組みを学べるもの

4. 研究成果

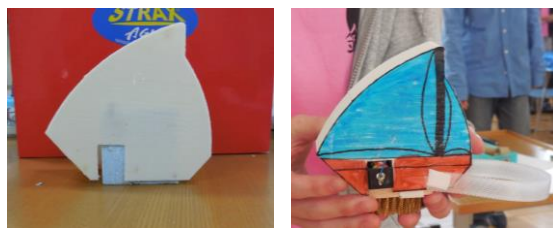
4.1 グループものづくり実践結果

表1のものづくりの考え方を基に低学年生と高学年生のグループものづくりを創出した。表2に具体的なテーマを示す。

表2 ものづくりのテーマ

学年	グループものづくり	個別ものづくり
小学校 低学年生	・ワンダー遊園地の製作	・割れないシャボン玉 ・ウォーキングアニマル
小学校 高学年生	・乾電池車両の組立て・製作	・動くブラシ君 ・ウンドカー ・マグネットプレート

低学年生を対象とした“ワンダー遊園地の製作”は、小型モーター、乾電池、紙、粘土、ストロー、はさみ、のり、テープなどを使用して遊園地の遊具を再現するものである。遠足で出かけた遊園地の思い出をグループで話し合っ、具体化させるものである。遊園地の台座を多角形とし、この台座の組み合わせを変えることで様々な遊園地を創造できるようにする。台座と回転体を制御する電子部品は予め準備しておく以外は、児童たちが自由に製作できるようにした。また、遊具部品の一部は3Dプリンタで製作し、児童や小学校の先生が、最新のものづくりシステムにも触れることができるように工夫した。上述の内容をベースに大学生が具体案を作成し、小学校の先生との打ち合わせを経て、具体化（試作）してプログラムを構成した。図6に製作した遊具例とワンダー遊園地の外観を示す。子供たちが楽しく製作し、みんなで楽しく遊ぶ姿が見られた。また、アンケート結果、“楽しかった”“また参加したい”との回答が多かった。自由記載では、“絵が形になってうれしかった”，“みんなで作って楽しかった”，“ものづくりは大好きなのでとても楽しかった”，などものづくりの楽しさに触れた感想が多くみられ、当初の目的を達したプログラムであると考えられる。



(a) 3Dプリンタによる遊具の製作例



(b) グループで製作したワンダー遊園地

図6 ワンダー遊園地の製作例

高学年生を対象とした“乾電池車両の組立て・製作”は、単3乾電池6本で人が乗れる車両の組立て・製作を行う。車両の外観であるカウルは、紙やアルミ缶などを様々な素材で製作できるようにし、児童の創造性が発揮できるようにした。これらの活動を通して、グループ活動の重要性を学ぶと同時に、エコについて学ぶことができるように工夫した。低学年生の場合と同様に、小学校の先生との打ち合わせを経て設計したものづくりの概念を示す。本プログラムでは、乾電池で動く電気自動車の製作とその車両の動力源である乾電池を充電する活動を通して、電気の大切さやアルミ素材について学ぶものである。具体的には、自動車を用いた発電システムで乾電池の充電を行い、いかに電気を生み出すことが大変かを体験させる。また、アルミの素材を考えるものは、飲料用アルミ缶を切り開き、これを乾電池自動車のカウルにする。空き缶も材料であるということも学ばせる。さらに充電した乾電池を用いて乾電池車両の試走やレースを行うことで、ものづくりの楽しさを体験させるものである（図8、9）。

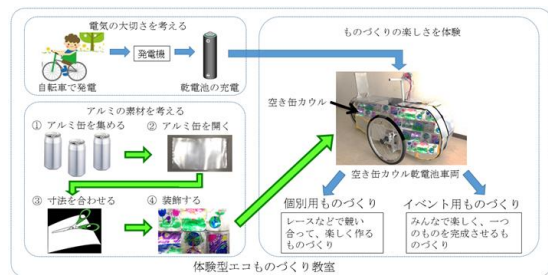


図7 乾電池車両製作のものづくりの概念

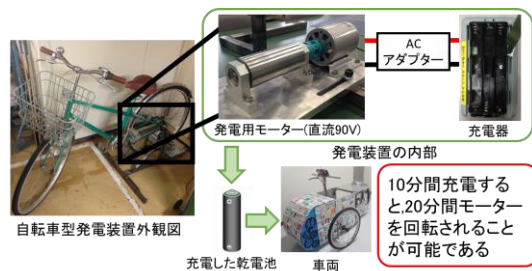


図8 製作した乾電池車両システム



図9 製作した乾電池車両

本プログラムの評価をアンケートで行った結果の一部を図 10, 11 示す。“教室は楽しかったですか？”の問いに対して、90%以上の参加者が楽しかったと回答しており楽しめる内容であったことがわかる。“乾電池車両に興味を持ちましたか？”にたいして80%が、興味を持った持って参加しており身近な科学に興味を持っている児童が多数いることを示している。また、ものづくりと同時に実施した環境問題も考える内容に関して、90%の児童が環境活動を考えていると回答しており、ものづくりを通して環境への興味を持たせることができるプログラムを創出できたと考える。一方、大学生は、80%の学生がものづくり教室の運営に意義を感じており社会への貢献を感じたものとする。“創造性、自主性を向上することが出来ましたか？”に対して、70%以上が肯定的な回答をしており、本プログラムが大学生に対する創造教育も機能していることを示している。“環境問題”に関しては、大きな意義を感じてなくものづくりの運営への関心が強かったものとする。

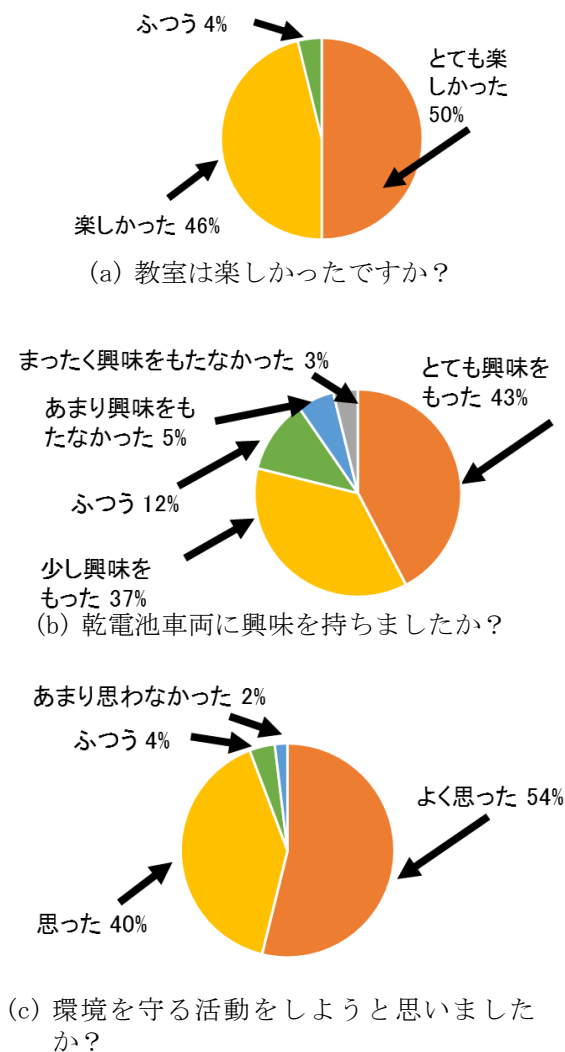


図 10 小学生のアンケート結果

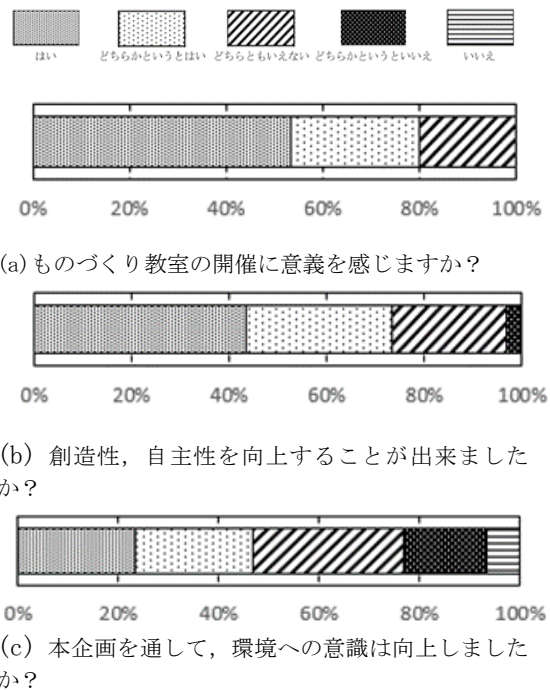


図 11 大学生のアンケート結果

4.2 個別ものづくり実践結果

今までに構築した個別ものづくり教室も実施し、ものづくりの楽しさを伝える活動をした。代表的な取り組みとして下記に2事例を示す。

(a) お母さんものづくり（クッキー型抜き）

本教室は、児童の保護者を対象としたものづくり教室である。家庭内においても、ものづくりの楽しさを伝える環境を構築することを狙いとして実施した。教室はクッキーの型抜きを3D-CADで設計後、3Dプリンタで製作し、最後に本型を用いたクッキーをつくる手順で行なった。図12に教室の様子を示す。はじめは戸惑いもあったようであるが、機能性をもつものづくりで、しかもオリジナルという点でとても充実したようである。この体験と感動が家庭での会話となり、児童へのものづくりへの関心につながることを期待している。



(a) 3D-CADによる設計



(b) 製作した型によるクッキー製作

図 12 クッキーの型抜きの製作教室の様子

(b) “そうだったのか？”ものづくり

本教室は、本来の目的とは異なる使い方を
する体験を通して創造性や独創性を育むこ
とを目的として実施した。図 13 に本概念図
を示す。具体的には、デザイン画をベースに
スキャナーを介して 3 軸 NC 加工機でオリジ
ナルのハンコを製作する。さらに、ハンコを
身近な生活用品（歯磨き粉、クレンザー、コ
ーヒー）で磨きの加工実験を行う。本教室は、
自分のアイデアを手にとれるものに変換す
るといふ情報ものづくりの楽しさの体験
とともに本来の目的とは異なる製品の使い
方を体験させることで児童の気付き与える
活動を同時に行なうものである。

図 14 に教室の様子を示す。とても興味深
く取り組んでいる姿が見られた。アンケート
の結果から、“いろいろなもので磨けたので
驚いた”、“別なもので磨いてみたい”、“砂
でも光るんだ”との感想があった。また保護
者からは、このような企画を続けて欲しいと
の要望があった。

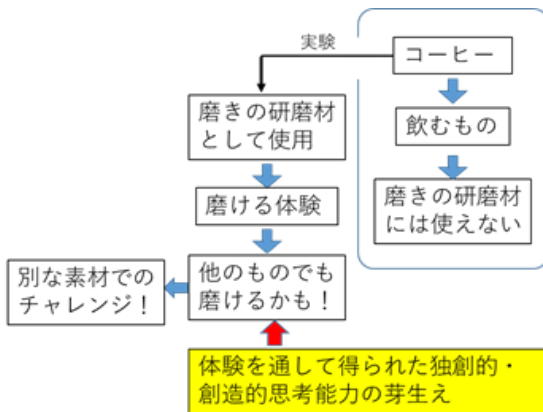


図 13 独創的思考力を育む取り組み概念図



図 14 教室の様子

4. 3 活動一覧

表 3 に実施したものづくり教室（グループ、
個別）を示す。年 8 回程度のものづくり教室
を実践し、児童や小学校の先生にもものづく
りの楽しさを伝える活動を行った。教室は、映
像や画像を用いて教室の内容やものづくり
技術について全体説明を行った後、各プログ
ラムを実践した。また、TV や新聞の取材が
あり、注目される取り組みであった。

表 3 実践したものづくり教室

	グループ	個別
2014 年		・機械加工によるものづくり、 ・鋳造によるものづくり など 8 件 (TV 取材：2 件)
2015 年	乾電池車両製 作 (TV 取材：1 件)	・お母さんものづ くり、・機械加 工・鋳造によるも のづくりなど 9 件 (TV 取材 1 件、 新聞取材：1 件)
2016 年	ワンダー遊園 地を作ろう (TV 取材：1 件、新聞取材 1 件)	・“そうだったの か？”ものづく り、機械加工・鋳 造によるものづく りなど 8 件 (TV 取材 1 件)

5. 主な発表論文等

[受賞] (1 件)

日本機械学会関東支部茨城ブロック貢献賞

[学会発表] (計 5 件)

- 1) 益子雄行, 伊藤伸英, 伊藤吾朗, 小林純也, 学生が運営するファブラボ鋳造クラブ構想, 2017 年精密工学会春季大会, CD-ROM (2017.3)
- 2) 伊藤伸英, 平田輝満 木村成伸: 茨城大学における地方学の取組み, 2016 年精密工学会春季大会, CD-ROM (2016.3)
- 3) 伊藤伸英, 伊藤吾朗, 小林純也: 大学生によるものづくり教室の企画と実践 第 6 報, 2015 年精密工学会秋季大会, CD-ROM (2015.9)
- 4) 小澤右京, 伊藤伸英, 伊藤吾朗, 小林純也: 3D プリンタを用いたものづくり教室の実践, 2015 年精密工学会春季大会, CD-ROM (2015.3)
- 5) 大塚明宏, 伊藤伸英, 伊藤吾朗, 小林純也: 大学生主催による環境を考えたものづくりシステムの構築, 2014 年精密工学会秋季大会, CD-ROM (2014.9)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤伸英 (ITO NOBUHIDE)
茨城大学・工学部・准教授
研究者番号：70203156

(2) 研究分担者

伊藤吾朗 (ITO GORO)
茨城大学・工学部・教授
研究者番号：80158758
小林純也 (KABAYASHI JUNYA)
茨城大学・工学部・助教
研究者番号：20735104