

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501006

研究課題名(和文)見える化・触れる化ものづくり教育システムの構築

研究課題名(英文)Development of education program using visual and touch Monozukuri

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、大学生に対する創造教育を実施すると同時に児童に対してものづくりの楽しさを体験させる教育システムとして、ものづくりの技術を本や映像で“見える化”し、アイデアをITを利用した加工技術で“触れる化”するものづくり教育システムの構築を行った。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や小学校の先生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)：The theme of this research is to develop an educational program which provides creative training to university students as well as the opportunity for children to experience and enjoy Monozukuri (making things). We developed an educational program which visually demonstrates Monozukuri techniques using books and video, and enables the students and children to touch their ideas using machining techniques based on IT. 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：複合領域

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：工学教育 創造教育 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、大学においても、高度な専門知識と広い教養を持ち、かつ創造性、主体性、積極性、問題解決能力をもつ人材の育成が不可欠である。これは社会が求める大学教育への要求でもある。このような社会的要求に応えるために、現在、多くの高専や大学の工学系学部で幅広い専門知識を有しかつ協調性を備えた高度技術者の育成のための創造教育が実践されている。このように幅広い世代に対して、創造性、主体性などを育む“ものづくり”を通じた教育プログラムが必要とされている。

2. 研究の目的

上述の社会的状況に応えることを目的として、アイデアを練る→まとめる→具体化する→評価する→改善する、ことをコンセプトとする年代別ものづくり教室を実施している(表1)。本教室は、図1に示すように小中学生にもものづくり教室の楽しさを体験させるばかりではなく、大学生が小学生に対していかにもものづくりや実験が楽しくかつ魅力的であるかを実感させるプログラムの創出も行っている(“教えることで学ぶ”ものづくり教室)。これは、大学生がいままで学習した知識や概念を体系化し理解し、それを現実の事象に当てはめて実用展開(ものづくり教室や金属実験教室の運営)を図るという創造教育でもある。

本研究では、大学生の創造教育(“教えることで学ぶ”)のものづくり教室の概念を踏襲し、ものづくりの技術を本や映像で“見える化”し、アイデアをITを利用した加工技

術で“触れる化”するものづくり教育システムを提案する。見える化は、ものづくり教室で使用する各技術を映像と音声でその特徴を映像コンテンツとしてまとめ、技術を動画で視覚的に理解させるものである。また本は、加工方法や手順をイラストと文字で紹介し、視覚的に技術への関心を抱かせるものである。映像コンテンツと本は、ものづくり教室で利用し、参加者の事前学習および児童の親や小中学校の先生に対するものづくり技術への理解度の向上にも利用する。一方、触れる化は、アイデアやイメージをITを利用した加工技術(マシニングセンターなど)で具体化し、ものづくりの楽しさを体験させるものである。本プログラムは、映像技術、IT技術を利用してものづくり離れを打開する活動を行うと同時に大学生に対する創造教育を実施するという特色を持つ。

表1 年代別ものづくり教室の考え方と課題

学年	考え方	課題名
小学校 低学年生	身近にあるものを使い、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、みんなで競い合って楽しく遊べるもの	・空き缶飛行機製作 ・歩くヤジロペー製作
小学校 高学年生	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することで自然法則が学べるもの	・空き缶ウインドカーの製作 ・マグネットプレート ・卑弥呼の銅鏡製作
中学校生	身近にある工業製品・生活用品の作動原理や製造技術について、ものづくりや調査研究を通して理解できるもの	・自走型車両の製作 ・アルミ缶の解剖実験

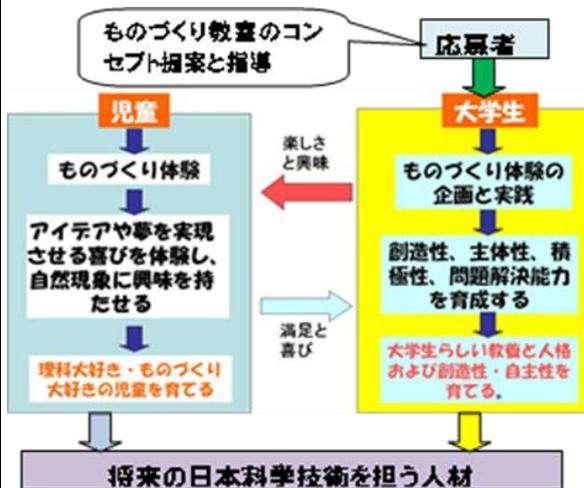


図1 “教えることで学ぶ”ものづくり教室の概念図

3. 研究の方法

(1) ものづくり教室の体系

“（作り方を）見える化・（アイデアを）触れる化ものづくり教育システム”の概念を図2に示す。我々は、大学生に対しても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我々と検討する。検討したものづくりに関わる加工技術を洗い出し、主要な加工技術を映像化（見える化）する。また、これらの技術をテキストにまとめものづくりや技術の面白さを伝える。さらに上述の映像と本を利用して、加工機を用いたものづくり教室の実践を行い、児童にもものづくりの楽しさ・面白さを伝える教室を開催する。ものづくりの技術を映像化することにより、児童が同じ目線で同じ情報を共有できるメリットがあり、効率の良い教育手法となる。また映像はCD化し、本と共に児童や学校の先生がいつでも見られるようにし、ものづくりに対する理解の向上につなげる。児童の家庭環境や学校環境からも、ものづくりの楽しさの雰囲気作りを行う。

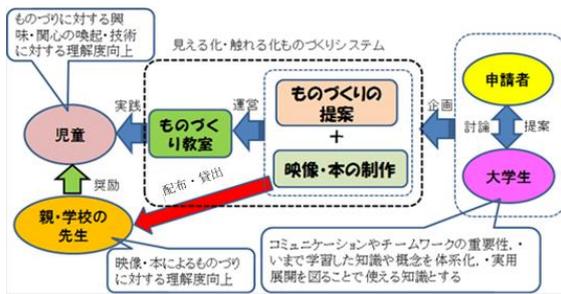


図2 ものづくり教室の体系図

(2) 本および映像コンテンツ

ものづくりの技術を本や映像で“見える化”する本および映像コンテンツを作成した。本は、図3に示す「工学的ものづくり事例集」を作成した。工学的ものづくり事例集は、1つの事例に対して1ページに①考え方②概要③教室様子④アンケート結果をまとめたものと、作り方の手順書や加工技術から構成されている。1ページ目でものづくりの内容を把握し、手順書などでものづくり教室の難易度の判断および再現ができる構成としている。一方、映像コンテンツは、ものづくり教室の様子を動画としてみるができるようにし、文章や写真では伝わりにくい製作上のポイントや注意点を効率よく伝えることを目的としている。一つの映像は、約3分を目安にして、音楽と挿入文字により説明が単調とならないように工夫した。今回作成した事例集には、11事例を掲載している。また動画は5事例を製作しDVDにまとめている。図4に映像コンテンツの例を示す。



図3 ものづくりの本

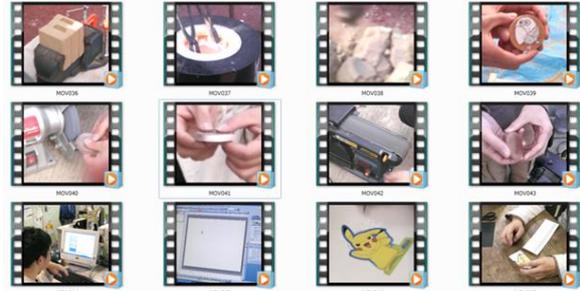


図4 映像コンテンツの例

4. 研究成果

(1) ものづくり教室一覧

表2に実施したものづくり教室を示す。年10回程度のものづくり教室や実験教室を実践し、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。

表2 実践したものづくり教室

年	教室内容	取材
2011年	<ul style="list-style-type: none"> ・風鈴の製作教室 ・小学校の先生の铸造体験教室 ・マグネットプレート製作教室 ・その他 イベントに参加（合計5回） 	
2012年	<ul style="list-style-type: none"> ・金属の実験教室 ・小学校の先生のものづくり教室 ・クリスマスベルの製作教室 ・MCによるマグネットプレート製作教室 ・その他 イベントに参加（合計11回） 	NHK水戸, JWAY(ケーブルTV), 茨城新聞で紹介
2013年	<ul style="list-style-type: none"> ・動くブラシ君の製作教室 ・金属の実験教室ともものづくり教室 ・割れないシャボン玉製作教室 ・工作機械を使ったウインドカーの製作教室 ・その他 イベントに参加（合計11回） 	NHK水戸, JWAY(ケーブルTV), 茨城新聞で紹介

(2) ものづくり教室の実践例

本研究で実施したものづくり教室の一例を示す。各教室には、20人程度の参加があった。

① マシニングセンターによるマグネットプレート製作教室

人形やプレートの裏側にマグネットがついているマグネットプレートを鋳造で製作する教室である。鋳造の元型をマシニングセンターで加工後、砂型を製作して鋳造を行なう。プレートにつけるマグネットは鋳造の時に同時に鋳込んでしまう方法で行い、鋳造後、バリ取り作業と色づけをして完成させる。使用する金属はアルミニウムや亜鉛を使用する。本教室は、自分のアイデアを具体化する体験を通してものづくりの楽しさの体験、金属の溶けて固まる変化を観察することを狙いとしている。図5に様子を示す。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、“溶けた亜鉛がすぐに固まりびっくりした”、“型作り、鋳造と色塗りが難しかった”、砂型をたたいて壊すのは面白かった”、“ものづくりは大好きなのでとても楽しかった”、“色々経験出来てよかった”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。



図5 MCによるマグネットプレート製作教室の様子

② 金属の実験とものづくり教室

本プログラムでは、実験とものづくり実習を組み合わせた内容とし、いろいろな角度から金属について体験ができるように工夫した。また、実験に関しては、受講生を小グループ(5名/班)に分けさらに各班に大学生(1名)を配置し、気楽に質問できる雰囲気づくりとした。実験は、金属の引張試験、圧延試験、組織観察を行い、ものづくりは、砂型鋳造による人形の製作を行った。実験は、児童の集中力が保てるように50分の授業とした。図6に教室の様子を示す。

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示す。“どうして参加しようと思いましたが?”の問いに対して、50%の参加者がプログラム内容に興味を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20%は、前にも参加したことがあると回答しており、ものづくりや実験の場を定期的に設けることも、ものづくりや科学に興味を持たせるための重要な因子であると考えられる。また“どの実験が楽しかったですか?”の問いに対して、それぞれに興味のある実験・実習があり、いろいろな実験や実習ができる場を提供することが重要であり、このような取り組みが科学離れの歯止めにもつながるものと考えられる。特にものづくりが楽しいという回答が多く、ものづくりを通して科学への興味を持たせる工夫が重要であると考えられる。



図6 金属の実験とものづくり教室の様子

③ 工作機械を使ったウインドカー製作教室

空き缶ウインドカーの製作教室は、風の力でプロペラを回転させその力を車輪に伝えることで、風の方向に進む玩具である。児童は設計図に従ってけがき作業を行い、旋盤による穴あけ加工、ベンディングマシンによる曲げ加工、タップによるネジ切り加工を行って部品を製作し、製作した部品を組み合わせて完成させる。本教室は、工作機械を体験すること、設計書を理解してものづくりを行うとともに、風の力を車輪の駆動力に変えるメカニズムについて理解することを狙いとしている。図7に教室の様子を示す。また、図8にアンケートの一部を示す。



図7 工作機械を使ったウインドカー製作教室の様子

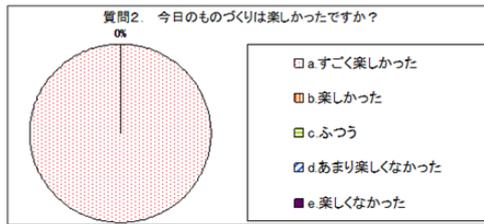


図8 アンケート（問：楽しかったですか？）

(3) 大学生のアンケート結果

MCによるマグネットプレート製作教室終了後の大学生のアンケート結果の一部を示す。“コミュニケーション能力が向上したと思いますか？”，“チームワーク・協調性が向上したと思いますか？”，“主体性・積極性が向上したと思いますか？”の問いに対して、約75%の大学生が向上した回答しており本取組が有効に機能したことを示している。

“鑄造・加工技術に関して理解が深まりましたか？”の問いに対して、約75%が深まったあるいはやや深まったと回答し、教えることで自らの知識をより深くすることができたものとする。自由記載での感想からは、「わかりやすい指導が出来るようになってきたと思う。」「子供たちがうれしそうにしていたので、やってよかったと思う。」「子供たちと色々話すのはとても楽しかった。」など、教える楽しさを体験できた一方で「自分の考えが相手にまったく伝わらないことがあって、教えることの難しさを実感した。」「専門知識がない人に専門的なことを教える難しさがあった。」などがあり、教えることやコミュニケーションの難しさを実感したようである。

以上の結果は、大学生が小学生に対していかにもものづくりや実験が楽しくかつ魅力的であるかを実感させるプログラムの創出を行う過程で、コミュニケーションや協調性の重要性を学び、いままで学習して得た知識や概念を体系化できるシステムであることを示している。

(4) ものづくり教室の展開

これまで、主に大学構内において近隣の小中学生にもものづくりの楽しさを伝える活動を行ってきた。本取組の継続的な活動により、最近、さまざまな機関とのコラボ企画が持ち上がっている。このため、大学構内ばかりではなく、出張によるものづくり教室の開催が求められてきている。このような要求に応えるためには、出張で実行できるものづくり教室の検討、およびものづくりをする設備の小電力化、小型化を図ることで機動性を有する“ものづくりラボ”の構築が必要である。出張で実行できるものづくりとして、ハサミ、のりなどを用いて工作するテーマの新規開発や、100V電源の工作機械を充実させることで様々な状況に対応できる体制を整えている。このような体制の整備に伴い、

ものづくり教室の開催場所が、日立市をはじめ水戸市、境町、土浦市など飛躍的に広がった。

さらに、実践してきた工学的ものづくりで得たノウハウをベースとして特別支援教育（養護学校教育）への展開も試みている。養護学校教育は、生徒の障害に基づく様々な困難を改善・克服するための知識、技能、態度および習慣を養うことを目的の一つとしている。この目的を達成させる手法として、いままで培ってきた工学的ものづくりの適用を試みるものである。ものづくりを通して養護学校の生徒は、ものづくりや大学生とのふれあいを通して自分と社会とのつながりを理解し、自立的生活の基礎知識を習得することを狙いとする。一方、我々大学生は、養護学校の生徒や先生との共同作業により、社会の多様性を体験し社会人としての成長をすることを目指している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 1 件）

1) 伊藤伸英：空き缶カウル燃料電車の製作とその取り組み、日本機械学会誌「メカトップ関東」、Vol.114, No.1106, 5 (2011) 査読無

〔学会発表〕（計 5 件）

1) 伊藤伸英, 伊藤吾朗：茨城大学における産学連携による授業改善の取組み 2013 年精密工学会秋季大会（関西大学）、CD-ROM (2013.9)

2) 伊藤伸英, 伊藤吾朗：大学生によるものづくり教室の企画と実践 第5報, 2013 年精密工学会春季大会（東京工業大学）、CD-ROM (2013.3)

3) 伊藤伸英, 伊藤吾朗, 金野 満：茨城大学における産学連携による授業改善の取組み, 2012 年精密工学会秋季大会（九州工業大学）、CD-ROM (2012.9)

4) 井手上 敬, 伊藤伸英, 伊藤吾朗：大学生によるものづくり教室の企画と実践第4報, 2012 年精密工学会春季大会（首都大学東京）、CD-ROM (2012.3)

5) 伊藤伸英, 伊藤吾朗：映像を用いた実習教育の実践, 2011 年精密工学会秋季大会（金沢大学）、CD-ROM (2011.9)

〔その他〕

学会表彰（計 2 件）

1) 日本機械学会 関東支部 感謝状 (2014.3)

2) 日本機械学会 関東支部 貢献賞 (2013.3)

TV・新聞取材

1) クリスマスものづくり教室 (2013.12) NHK

2) 日立特別支援学校コラボ授業 (2013.12) NHK, JWAY, 茨城新聞

3) ときめきひらめきサイエンス (2013.8) NHK, JWAY

- 4) クリスマスものづくり教室 (2012. 12) NHK,
JWAY
- 5) 日立特別支援学校コラボ授業 (2012. 11)
NHK, JWAY, 茨城新聞

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