

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 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：23531155

研究課題名(和文)ものづくり学習担当教員養成プログラムの開発

研究課題名(英文)Development of a Teacher-Training Program for Teaching "Making Things"

研究代表者

野崎 英明 (Nozaki, Hideaki)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：60208337

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)：本研究では、ものづくり学習に対する意識を小学生などから明らかにした。その結果、器用さや巧緻性を高める必要性、情報を元に思考・判断する力を高める必要性、製品を技術的・科学的な観点から評価する力を高める必要性が求められた。また、ものづくり学習の実態調査から、巧緻性を高める時間や、構造やしきみについて思考・判断する時間が与えられていないものづくりである傾向が明らかになった。これらを問題点を踏まえて、ものづくり学習を担当できる教員養成カリキュラムを開発し、その学習内容・指導方法・教材を開発した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we first investigate the consciousness for "making things" of children in primary school and university students in teacher-training course by questionnaires. As a result, it is found that developing 1) ambidexterity and elaborateness, 2) an ability for judgment by various information, and 3) an ability for evaluating products from technical/scientific viewpoints is essential. Subsequently, actual condition surveys for "making things and education" were carried out and it is found that children do not have enough time for developing elaborateness and judging adequate mechanisms and structures of their handiworks in school or in some public events. On the basis of these results, we develop a curriculum on teaching "making things" for university students in teacher-training course, learning contents, teaching methods, and educational materials.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：教育学 科学教育 技術教育

1. 研究開始当初の背景

我が国は、消費者の使用目的や使用条件を考慮した新製品を開発し、大量に生産して外貨を獲得するものづくり立国である。次世代の子どもたちに実生活に役立つ製品を設計し、製作する学習活動を通して、生産システムやものづくりの産業に対する理解を深め、ものづくりの必要性和有用性を教えるとともに、創意工夫する態度を育くみ、新しい問題にチャレンジして新しいものを創造しようとする問題解決能力の育成が大切である。

また、平成 19 年に学習指導要領が改訂され、小学校図画工作や、中学校技術・家庭においては、目的や用途にあわせたものづくりを行うことやそれぞれの教科との連携を図ることが求められ、小学校図画工作でも、のこぎりや金づちなどの道具を使いこなすことが明記されたものづくりの学習が始まるようとしている。

つまり、現在の縦割り教科を横断的に関連させるとともに、小・中学校の学習内容を系統的に整理し、目的や用途を意識したものづくりの学習内容・指導方法を検討することは喫緊の課題といえよう。

しかし、教員養成大学における小学校教員養成課程においては、絵画・彫刻を専門とする教員が図画工作の講義・演習を担当し、図画や心象表現中心による授業が展開され、プロジェクト的な活動を中心とした設計・製作(ものづくり)学習を専門とする教員が小学校教員養成に参画していない現状が散見される。

我が国のものづくり産業を支える人材を育成するためには、早期にプロジェクト的な活動を中心とした設計・製作(ものづくり)学習に触れさせる必要があり、その指導担当できる小学校教員養成プログラムの開発が必要と考える。

そこで本研究では、ものづくり学習に対する意識を小学生や教員養成大学学生などから明らかにするとともに、ものづくり学習を担当できる教員養成プログラムを開発し、その学習内容・指導方法・教材を開発する。

2. 研究の目的

(1) 小学生のものづくり学習に対する認識

小学生を対象に「技術的素養」の意識の分析を通して、初等教育段階のものづくりに関する教育の学習目標・学習内容・指導法への示唆を得る。

(2) 大学生のものづくり学習に対する認識

教員養成大学大学生を対象に「技術的素養」の意識の分析を通して、初等教育段階のものづくりに関する教育の学習目標・学習内容・指導法への示唆を得る。

(3) 小学生を対象にしたものづくり学習の実態

我が国の小学生を対象にしたものづくり学習の場において実践例を冊子にまとめた団体を対象とし、ものづくり学習の実態を明らかにすることを目的とする。

(4) 諸外国のものづくり学習の課題

諸外国のものづくりの学習にかかわる課題を明らかにし、我が国のものづくり学習のカリキュラム開発の参考にする。

(5) ものづくり学習担当者養成プログラム

ものづくり学習を担当できる養成プログラムを開発し、その学習内容・指導方法・教材を開発する。

3. 研究の方法

(1) 小学生のものづくり学習に対する認識

【調査対象者】

小学 4 年生 909 名、5 年生 947 名、6 年生 1115 名。

【調査内容】

以下の ~ の問いについて、「社会を生きていくにあたり、身に付けると将来役に立つかどうかを 5 件法の質問紙で回答させる。

課題を解決する手順を考える力
安全性を判断する力
創造・工夫する力
他の人と協力して行動する態度
計画的に行動する態度
新しいもの(製品)を考えたり、発明したりする力
自分をコントロールして行動する態度
器用さ(手や指が細かく正確に動くこと)
いろいろな情報をもとにして評価する力
製品をいろいろな観点から評価する力
製品をつくり、使い、捨てることに対する考え方
働くことの大切さについての理解
仕事や会社の社会的な役割についての理解

(2) 大学生のものづくり学習に対する認識

【調査対象者】

教員養成大学・学部の学生 1469 名

【調査内容】

以下の ~ の問いについて、「ものづくりの学習を経験したとき、身に付いたかどうかを 4 件法の質問紙で回答させる。

創造・工夫する力
働くことの大切さについての理解
計画的に行動する態度
安全性を判断する力
課題を解決する手順を考える力
自らを律しつつ他者と協力して行動する態度
器用さや巧緻性
仕事や会社の社会的な役割についての理解
製品の生産・消費・廃棄に対する倫理観
技術の利用について様々な観点から評価する力
製品を様々な観点から評価する力

(3) 小学生を対象にしたものづくり学習の実態

【調査対象】

調査対象は、次の 2 点とする。

ものづくりの学習を研究している日本産業技術教育学会小学校委員会とし、2009 年に発行された「小学生のための「ものづくり学習」教材資料集」とする。

JST 地域ネットワーク支援事業を受けたものづくり協力会議とし、2011 年に発行された「ものづくり道場教材集」とする。

【分析の観点】

分析の観点は、次の 3 点とする。

器用さや巧緻性を高める内容であるか。
 情報を元に思考・判断する力を高める内容であるか。
 製品を多様な観点から評価する力を高める内容であるか。

(4) 諸外国のものづくり学習の課題

【調査対象】

本調査では、PISA 調査ではトップクラスであるフィンランドと、例えば Audi・BMW・Mercedes-Benz・Volkswagen・Porsche など世界的な自動車メーカーがあるドイツの2国を調査対象とする。

【調査内容】

公開されている次の報告書の記述とした。

Technology education in Finland
 Standards and Competence Models - The German Situation -

(5) ものづくり学習担当者養成プログラム

(1) ~ (4) までの調査結果を踏まえて、授業計画、教材を実際に作成し、実行する。

4. 研究成果

(1) 小学生のものづくり学習に対する認識

【将来役立つと認識している素養群】

小学生が将来役立つと認識している素養について示したものが図1~図9である。2学年以上で80%以上が肯定していることから、今後も大切な目標として継続した指導がなされる必要がある。

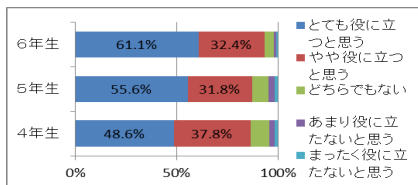


図1 課題を解決する手順を考える力

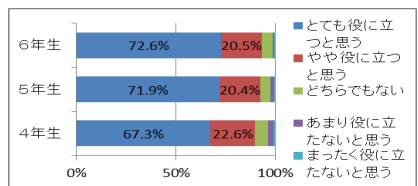


図2 安全性を判断する力

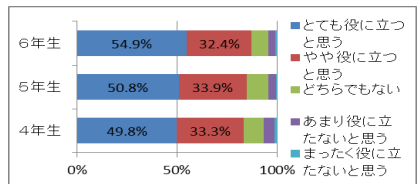


図3 創造・工夫する力

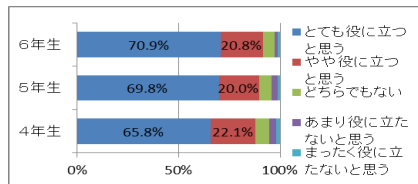


図4 他の人と協力して行動する態度

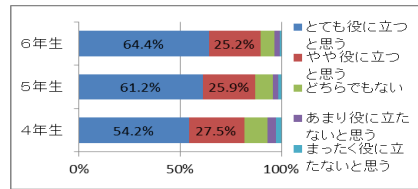


図5 計画的に行動する態度

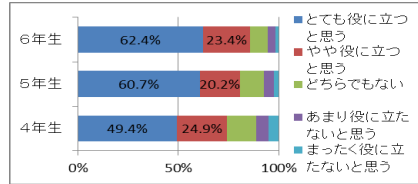


図6 新しいもの(製品)を考えたり、発明したりする力

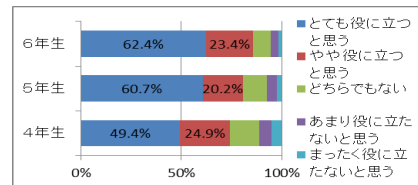


図7 自分をコントロールして行動する態度

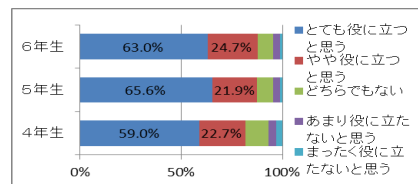


図8 働くことの大切さについての理解

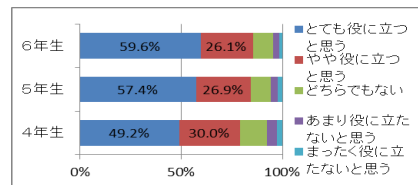


図9 仕事や会社の社会的な役割についての理解

【将来役立つと認識している素養群】

3学年とも80%未満の肯定率を小学生が将来役立つと認識している素養とし、それらについて示したものが表10~表13である。

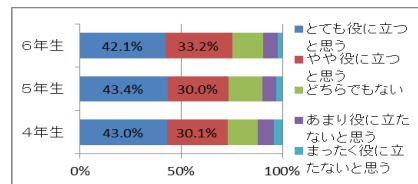


図10 器用さ(手や指が細かく正確に動くこと)

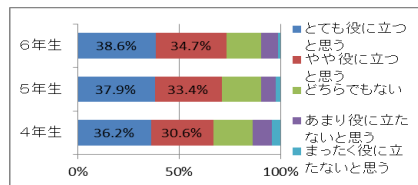


図11 いろいろな情報をもとにして評価する力

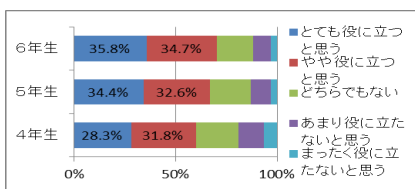


図 12 製品をいろいろな観点から評価する力

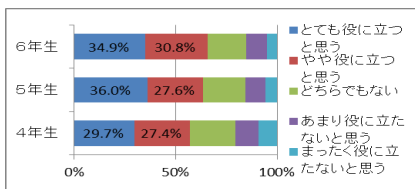


図 13 製品をつくり、使い、捨てることに対する考え方

ものづくり学習の専門家が素養として必要と考えているにも関わらず、教育の場において重要性を認識した取り組みがなされていない可能性があり、今後重点的な指導が必要といえる。

調査の結果、小学生の器用さや巧緻性を高める必要性、小学生の情報を元に思考・判断する力を高める必要性、小学生の製品を多様な観点から評価する力を高める必要性が求められた。

(2) 大学生のものづくり学習に対する認識

大学生がものづくりの学習を経験して身についたと認識した技術的素養の割合について示したものが図 14 である。その結果、84.4%の学生が肯定した「創造・工夫する力」のみといえる。

調査の結果、肯定率 70%未滿の器用さや巧緻性を高める必要性、情報を元に思考・判断する力を高める必要性、製品を多様な観点から評価する力を高める必要性が求められた。これらは、小学生が社会を生きていくにあたり、身に付けても将来役に立つと認識していない素養と合致し、これらの素養の育成が喫緊の課題といえる。

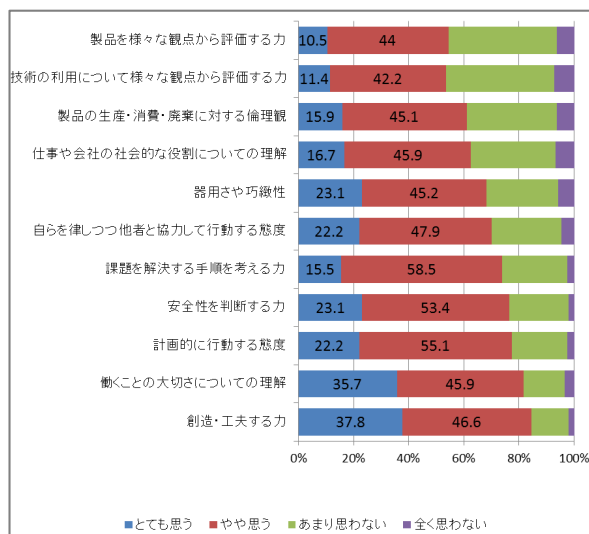


図 14 大学生が身についたと認識した技術的素養の割合

(3) 我が国の小学生を対象にしたものづくり学習の実態

2 点の資料には、114 点(重複は除く)の教材が掲載されていた。それらを KJ 法の手法を用いて分析の観点に該当するかを検討した。

その結果、114 点の教材の多くは、ものづくりに興味関心を高めるような小物や遊び道具が開発されていた。これらの共通することとして、短時間に製作するために、なるべく失敗しないように開発され、巧緻性を高める時間や、構造やしきみについて思考・判断する時間が与えられていないものづくりである傾向が明らかになった。評価についても、同様な結果であり、本研究で課題となっている 3 観点の素養を高める実践にはなっていないと推察された。

(4) 諸外国のものづくり学習の課題

フィンランド国の課題をまとめると以下の通りである。(一部抜粋)

ヘルシンキ大学によると、70~80%の教育実習生は、実習前に技術教育についての知識あるいは経験をほとんどあるいはまったく持たずに実習に臨んでいる。

環境や環境保護、社会との関わりで技術教育をとらえていない。

生徒の学びが製作品完成による達成感の獲得だけでなく、構想・設計・製作を通じた創造的問題解決の試みと、その過程の省察がない。

技術の進歩、制御、熟練は、世代から世代へ受け継いでいかなければ止まってしまうこと。全ての世代の人々が、どのようにして製品が作られているか、またどのような技巧的、科学的知識が製品の製作に必要なのかを理解させていない。

次にドイツ国の課題をまとめると以下の通りである。(一部抜粋)

2001 年、ドイツの学校制度は、16 の連邦州はそれぞれ異なる学校制度、カリキュラム、教員養成制度を有し、国が定めた教育のスタンダードがなかった。

コアカリキュラムは枠組みを与えるだけであり、教材や演示用機材などが無い。

以上のことから、ものづくり学習を担当できる教員養成カリキュラムについて次のことに配慮する必要がある。

協同による創造的問題解決法と発想法の学習とする。

製作することを通して「何を学ぶか」を明確にする。

構想・設計・製作を通じた創造的問題解決の試みと、その過程の省察をさせる。

技術の進歩の方向性は人間の要望・要求によって決まることを知らせる。

技術の進歩、制御、熟練を継承すること。どのようにして製品が作られているか、またどのような技巧的、科学的知識が製品の製作に必要なのかを理解させる。

(5)ものづくり学習担当者育成プログラム

ものづくり学習を担当できる教員養成カリキュラムを開発し、その学習内容・指導方法・教材を試作し、実行した結果を次に示す。

【授業計画】

ものづくり学習を担当できる教員養成カリキュラムとして、教科及び教職に関する専門科目として授業科目「ものづくり体験」35時間2単位を次の通り設計した。

授業科目：ものづくり体験

概要：ボール紙を用いた立体模型製作プロセス（設計、展開図作成、切り出し、組立、仕上げ、塗装など）を体験させ、ものづくりの面白さを理解するとともに、自主教具製作などへ応用できる力を養う。

到達目標：

【態度】

ものづくりの楽しさ、重要さを説明できる。

製品を多様な観点からどのようにして製品が作られているか評価できる。

熟練の必要性を理解し、その精神を継承できる。

【知識・理解】

設計方法（創造的問題解決法と発想法）を理解できる。どのような技巧的、知識が製品の製作に必要なのかを理解できる。

情報を元に思考・判断する力を高め、構想・設計・製作を通した創造的問題解決の試みと、その過程の省察ができる。

【運動技能】

自主的な要望・要求によって設計できる。

製作する技能を身につけることができる。

緻密な製作を通して、器用さや巧緻性を高めることができる。

授業計画：

- 1) ガイダンス、準備すべき用具、材料などの指示
- 2) 作り方に関する基本事項の説明
- 3) 課題（立方体・正八面体） 設計
- 4) 切り出し、組立
- 5) 仕上げ、塗装
- 6) 課題（ハート型ケース）設計
- 7) 切り出し、組立
- 8) 仕上げ、塗装
- 9) 課題（ちりとり） 設計
- 10) 切り出し、組立
- 11) 仕上げ、塗装
- 12) 自由課題製作（ポケットティッシュケース）（設計）
- 13) 切り出し、組立
- 14) 仕上げ、塗装
- 15) 作品の品評会

【教材・指導方法】

ボール紙工作の内容

使用するボール紙はいわゆる学校芸工作用紙と呼ばれる厚さ約0.5mmのものに統一し、接着には低粘度タイプの瞬間接着剤を用いることが特徴。本来は立体製作後パテやサーフェサーによる下地仕上げを行い、スプレー塗料による塗装を経て完成させるが、講義室における多人数の授業では困難なため形を作るまでとする。

製作手順概要

ケガキ

ボール紙上に切り出すための線を三角定規やコンパス等を用いて作図する。展開図を描く必要があるため、製図の基本も説明する。

切り出し

カッターの使い方、定規の当て方、めくれの除去などの指導。

曲げ

鋭角的な曲げ（折り）は山側にカッターで軽く筋を付けてから行うことや、曲面は紙の目の方向に注意することなどを指導。

組立

瞬間接着剤の使用は危険を伴うため、使用する際の注意事項をまず十分に説明する。瞬間接着剤は硬化するまでの間に位置修正をすることができないため、わずかな量で仮止めし、正規の位置に接着できたことを確認後きちんと流すこと、大量に流した時はすぐティッシュペーパーで拭取ることなどを指導。

仕上げ

瞬間接着剤が硬化した部分やボール紙のわずかなめくれなどをサンドペーパーでやすって表面を平滑にし、本授業での完成とする。

製作課題

立方体

小手調べとして一辺の長さ30mmのサイコロを作らせる。ただし単に作るのではなく、3方向の長さがすべて $30\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ という公差内に収まるよう制約を設けることで、紙の厚さという概念を持たせるとともに、実際の製品製造には寸法公差が重要であることを知らせる。製作したものをノギスで測定し、公差内に収まっていない場合は作り直させる。また、できれば図15のように角をきっちり出すような工夫もさせる。



図15 立方体

正八面体

展開図は正三角形が8個より成るが、正確に描けるかがポイントとなる。展開図のパターンはいくつもあるが、そのうちの一種のみ例示し、後は各自考えさせる。三角定規やコンパスによるケガキやその後の切り出しが正確にできないと、組立時に隙間ができ、稜線が頂点で一点に交わらないことになる。

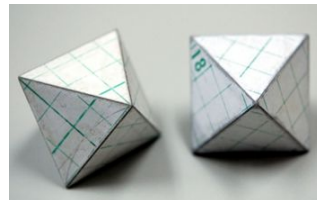


図16 正八面体

ハート型ケース

ジグを作り、正確な形に成形する方法を学ばせる。曲面部は紙の目を考えて板取りをするよう指導する。ケースは印籠形式とし、蓋

の表面には各自のデザインでボール紙による装飾を施す。側面部をジグに合わせ、大きめのボール紙上に接着後周囲の不要な部分を切落すなど、手順の工夫が製作しやすさに通じることを学ばせる。



図 17 ハート型ケース

ちりとり

柄の部分や本体の側面など、円筒を平面により斜めに切断した立体の展開図を描く方法を説明する。本体の側面は1/4円となるため、ちょっとした応用力が必要となる。



図 18 ちりとり

ポケットティッシュケース

ポケットティッシュがちょうど収まり、かつ一枚ずつ取出して使えるケースの製作。これまで学んだ工作技術を駆使し、一切説明などすることなく、デザインや作り方などすべて各自にゆだねる。

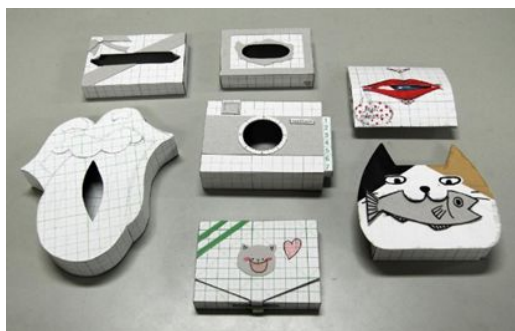


図 19 ポケットティッシュケース

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

松本亮, 佐久間博志, 野崎英明, 『中学生に「丈夫な構造」を理解させるための光弾性教材の開発』, 茨城大学教育学部紀要(教育科学), Vol.63, 2014, pp.103-111(印刷中), 査読無

川崎裕典, 小祝達朗, 野崎英明, 『中学校技術科金属加工学習のためのスチール缶矯正装置の開発』, 茨城大学教育学部紀要(教育科学), Vol.63, 2014, pp.113-122, (印刷

中), 査読無

宇佐美涉, 中島康佑, 安田健一, 『中学校におけるへらしぼり加工教材の開発』, 茨城大学教育学部紀要(教育科学), Vol.62, 2013, pp.211-221, 査読無

<http://ir.lib.ibaraki.ac.jp/handle/10109/3616>

竹内優平, 松本亮, 野崎英明, 『中学生に「丈夫な構造」を理解させるための教材の開発』, 茨城大学教育学部紀要(教育科学), Vol.62, 2013, pp.223-230, 査読無

<http://ir.lib.ibaraki.ac.jp/handle/10109/3601>

(学会発表)(計5件)

松本亮, 佐久間博志, 野崎英明, 『中学校技術科における「丈夫な構造」の学習のための光弾性教材の開発』, 日本産業技術教育学会第25回関東支部大会, 2013年12月8日, 東京学芸大学

川崎裕典, 小祝達朗, 野崎英明, 『中学校技術科金属加工学習のためのスチール缶矯正装置の開発』, 日本産業技術教育学会第25回関東支部大会, 2013年12月8日, 東京学芸大学

坂入祐哉, 安田健一, 『蒸気機関のメカニズムを応用した乗用自動車教材の開発』, 日本産業技術教育学会第25回関東支部大会, 2013年12月8日, 東京学芸大学

坂入祐哉, 石井玲奈, 渋谷洋之, 安田健一, 『エネルギー変換教材「風船エンジンカー」製作を中心とした授業の構築-第1報 導入授業の検討-』, 日本産業技術教育学会第56回全国大会, 2013年8月25日, 山口大学

松本亮, 野崎英明, 『技術科における製作品の丈夫さに関する学習のための光弾性教材の開発』, 日本産業技術教育学会第56回全国大会, 2013年8月24日, 山口大学

6. 研究組織

(1)研究代表者

野崎 英明 (NOZAKI HIDEAKI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号: 60208337

(2)研究代表者

安田 健一 (YASUDA KENICHI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号: 50361283

(3)研究分担者

竹野 英敏 (TAKENO HIDETOSHI)

広島工業大学・情報学部・教授

研究者番号: 80344828