

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：14503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24531128

研究課題名(和文) 技術デザイン力の育成を図るプレ・エンジニアリング教育の教材開発

研究課題名(英文) Development of Instructional Materials for pre-engineering education

研究代表者

森山 潤 (MORIYAMA, Jun)

兵庫教育大学・学校教育研究科・教授

研究者番号：40303482

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、児童生徒の技術デザイン力の育成を目指し、発達段階を考慮したプレ・エンジニアリング教育の教材、題材、学習指導方法を体系化することである。本研究は、調査研究と開発研究の2段階により実施した。調査研究では、技術教育に関する教員の意識実態の把握、小中学生の技術デザイン力の発達段階的な学習適時性の分析、技術教育における問題解決的な学習指導の条件の検討などを行った。開発研究では、調査研究で得られた知見に基づき、小中学校の技術教育に利用するための具体的な教材、題材、学習指導法を開発した。また、これらの実践化を支援するために、教員用指導書やWebコンテンツを開発し、刊行・公開した。

研究成果の概要(英文)：A purpose of this study was to systematize teaching materials and instructional methods for pre-engineering education in order to cultivate students' abilities of technological designing in elementary and junior high school education. For this purpose, an investigation for grasping teachers' consciousness, an analysis for students' technological abilities through their developmental stage, and an examination of conditions of instructional strategies for promoting their abilities of technological designing, were carried out. Based on the findings obtained, concrete teaching materials and instructional methods were developed, and teacher's guidebook and web resources were published in order to support these practices.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 技術リテラシー プレエンジニアリング教育 教材開発

1. 研究開始当初の背景

ものづくり基盤技術振興法や科学技術基本法に基づき、小・中・高等学校を基点とする生涯教育の枠組みにおいて、国民の科学技術リテラシーを育成する必要性が高まっている。しかし、OECDの「生徒の学習到達度調査(PISA)」、国際数学科学教育調査(TIMSS)等の結果から指摘されるように、現在、我国の国民の科学技術リテラシーや「知の営み」は危機的な局面を迎えている。特に、技術立国である我が国においては、若者の理系離れ、ものづくり離れは将来の国力の衰退を招きかねない重大な問題である。

このような状況において、児童・生徒一人一人が科学的な知識や概念、プロセスを援用し、技術的な課題に対して構想・設計・製作・評価を行う創造的な問題解決能力を身に付け、ユーザ視点に基づいてものをつくり出す体験的な活動を通して勤労観や職業観を育くむことが求められている。

本研究では、このような能力を技術デザイン力(技術的な Research & Development を行う力)と呼ぶことにする。技術デザイン力は、現代社会や生活の中に存在する複雑な諸問題に対して、自然科学や工学の知識・概念を総動員し、「知の統合」を通してその解決に向けたプロジェクトを駆動する高度な能力である。この能力の育成は、児童・生徒にテクノロジーを理解、活用、評価・管理する力だけでなく、他者の持つ問題やニーズを解決することで、ものをつくり出すプロセスにおける責任感や共同・協力、達成感や自己効力などから、生涯にわたって社会に参画し勤労できるキャリア発達力を形成する上で、極めて重要な機能的学力である。技術デザイン力を育成できる教育の機会として、技術教育の果たす役割は大きい。

先進諸外国では、小学校から高等学校に至る体系的な技術教育を推進している例が多い。例えば、米国では International Technology and Engineering Educators Association が 2000 年に小学校から高等学校までの教育課程基準として Standards for Technological Literacy を刊行し、それに基づく教育実践が進められている。英国ではその National Curriculum において Design & Technology 科が小学校から高等学校の教育課程に位置づけられ、体系的な技術教育が推進されている。フィンランドにおいても、Technical Work として小学校から高等学校に至る技術教育の教育課程が構築されている。アジアでは、韓国において小学校 5 年生から高等学校に至る 10 年間の教育課程に技術教育が位置づけられ、技術立国の確立を目指した教育が既に展開されている。これらの国々では、技術教育における工学的な学習指導として、プレ・エンジニアリング教育の試行が試みられている。

プレ・エンジニアリング教育とは、Engineering Education for K-12 と呼ばれ、

前述した技術デザイン力を育成することを目的に、従来の体験的なものづくり学習を拡張し、工学的なアプローチから技術デザイン力を育成するものである。

プレ・エンジニアリング教育では、エンジニアリング、すなわち工学的な手法や考え方に基づいて、科学的な探究のプロセスやモデリングをベースに、疑似的に技術開発(Research & Development: R&D)を体験させ、児童・生徒の発想力、構想力、実現力を育成することを目指す。したがって、その学習指導では、教室において児童・生徒を「小さなエンジニア」たらしめ、工夫・創造の力を如何なく発揮させる学習場面を設定することが重視される。

しかし、我が国においては、これまで技術デザイン力を育成する技術教育の教育課程は、普通教育としては中学校技術・家庭科技術分野(以下、中学校技術科)に限られている。平成 20 年告示学習指導要領において、中学校技術科との教育課程上の関連性が明示された小学校図工科では、従来からもものづくり活動が重視されてきてはいるが、上述した技術デザイン力の育成という視点は十分ではなく、今後の研究が求められている。そのため児童・生徒の発達段階的な視点から技術デザイン力の育成を標榜したプレ・エンジニアリング教育の検討は行われていない。

我々はこれまで、日本産業技術教育学会小学校委員会(以下、学会小学校委員会)のメンバーとして小学校、中学校、高等学校を一貫した技術教育の教育課程について研究・開発を進めてきた。同学会は、1998 年には同学会課題研究委員会が技術教育の理念、目的、内容の方向性を示した「21 世紀の技術教育の枠組み」を刊行し、小学校から高等学校までの教育課程の基本構造を仮説として示している。

また、2008 年から 2010 年には、研究開発指定学校における小学校ものづくり学習のモデル実践研究(平成 20 年度～22 年度科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号 20530809, 研究代表者:山崎貞登、「技術リテラシーと PISA 型学力の相乗的育成を目的とした技術教育課程開発」)、大学等で実施されるものづくり地域活動の拠点形成(平成 20～22 年度科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号 20500777, 研究代表:森山潤、「技術リテラシーの育成を図る教育実践を支援する拠点形成とネットワーク化」)に取り組んできている。

2. 研究の目的

本研究では、学会小学校委員会によるこれまでの研究の成果を基礎としつつ、児童・生徒の技術デザイン力の育成を目指し、発達段階を考慮したプレ・エンジニアリング教育の題材・教材、学習指導方法の体系化を図ることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 調査研究

- ①技術教育に関する小学校教員の意識実態を把握するための調査
- ②技術教育に関する小中学生の学習適時性に関する発達段階的な特徴の分析
- ③中学校技術科における問題解決的な学習指導の条件に関する授業分析 など。

(2) 実践リソースの開発

- ①上記の調査研究で得られた知見に基づく教材、題材、学習指導法の開発と教員用指導書の開発
- ②実践事例の創出と Web コンテンツによる研究成果の流通化

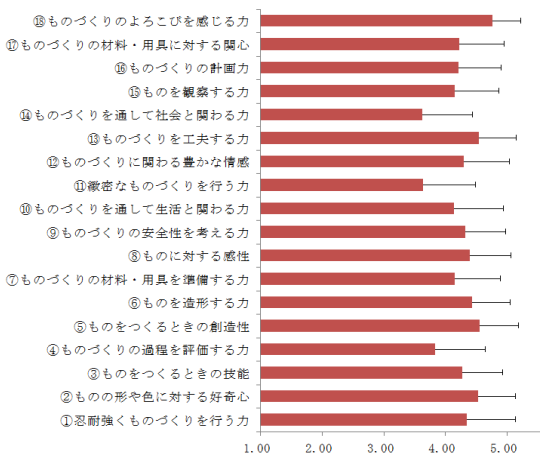
4. 研究成果

(1) 調査研究(概要)

①技術教育に関する小学校教員の意識実態を把握するための調査

小学校教員の図画工作科でのものづくり学習に対する意識を分析・把握した。ものづくりの学習の目標や指導に関する調査票を全国の小学校宛に郵送・配布し、307名の教員から有効回答を得た。

分析の結果、小学校図画工作科のものづくりの学習指導では、主に「工夫」「発想」「楽しさ」及び「素材」などのキーワードを用いることが適切と考えられており、素材への好奇心に基づいた工夫・創造や、ものづくりの喜びを体感する能力・資質が学習目標として重視されていることが示された。また、中学校技術科との関連には80.8%、技術科教員との連携には65.5%の教員が肯定的であり、これらの教員は、経済・社会的、活動の能率・合理性に関わる観点を含んだものづくりの学習を意識していると推察できた。さらに、ものづくりの学習を社会的・知識的な視点から捉える教員は、中学校技術科に関連する学習目標に対して理解を示す傾向が示された。



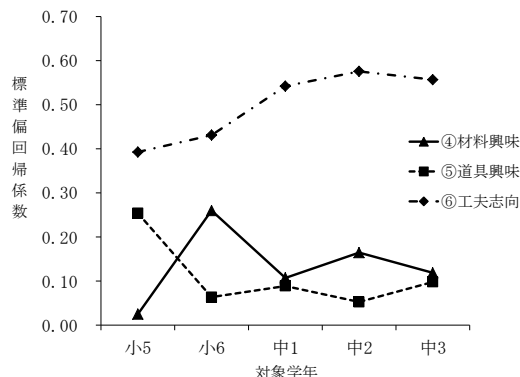
小学校教員の考えるものづくりの学習で習得させたい能力・資質

②技術教育に関する小中学生の学習適時性に関する発達段階的な特徴の分析

児童・生徒を対象とした横断的調査によっ

て、ものづくりに対する意識の変化と設計・製作意欲の形成に関する学習適時性について探索的に検討した。

小5～中3の児童・生徒1,624名を対象とした調査の結果、男女共に小6～中1の時期にもものづくりに対する意識の低下が生じやすい傾向が示唆された。しかし、低下する時期については、男女間の傾向が異なり、男子では概ね小5から小6の時期に、女子では概ね小6から中学校以降に意識の低下が進む傾向が示された。また、設計・製作意欲に対する道具興味、材料興味、工夫志向の影響力について重回帰分析を行ったところ、小5では道具興味の影響力が、小6では材料興味の影響力が、中1～3では工夫志向の影響力がそれぞれ強くなった。このことから、設計・製作意欲を高める学習の展開には、小5～中3までの学年の違いによって、道具体験、材料体験、工夫体験を与える効果的な時期が異なっており、その背景として、情意面の学習適時性が存在しているのではないかと推察された。

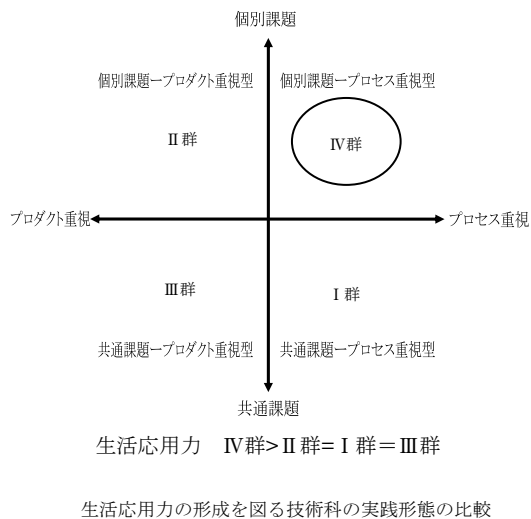


児童生徒の発達段階における設計製作意欲に影響する要因

③中学校技術科における問題解決的な学習指導条件の検討

中学校技術科において生徒の生活応用力の育成に効果的な問題解決的な学習の実践形態を検討した。

兵庫県及び滋賀県の公立中学校7校3年生761名(男子391名、女子370名)を対象に「技術科教育における問題解決経験尺度」(Moriyama, et. al 2002)及び「技術科教育における学習経験の生活応用力尺度」(上之園・森山 2010)を用いて調査を実施した。クラス分析の結果、7校の調査対象校が4群に分類された。各群の技術科担当教員に実践形態について対面でのインタビューを実施したところ、これらの4群は題材設定において個別課題重視ー共通課題重視、指導意図においてプロセス重視ープロダクト重視の2軸で類型化された。これらの各群の実践を通して形成された生活応用力を比較した。その結果、個別課題ープロセス重視型において生活応用力尺度の平均値が最も高く、この実践形態が生活応用力の育成に効果的であることが示唆された。



(2)実践リソースの開発(概要)

以上の調査研究で得られた各知見，各内外で実施した実践事例に関するフィールドワークの結果に基づき，具体的な教育現場での実践を支援するための教材，題材，学習指導方法を開発した。開発した教材，題材，学習指導方法は，実践リソースとして教育実践に資するため，2種類の報告書を刊行した。開発した実践リソースの概要は以下の通りである。

①小学校技術教育実践のための教師用指導書の作成

第1部 小学校におけるものづくり学習の考え方

- 1-1 ものづくりとは
- 1-2 ものづくり学習の教育課程
 - 1-2-1 ものづくりの教育力
 - 1-2-2 ものづくりを中核にすえた技術の学習
- 1-3-4 小学校図画工作科におけるものづくり学習のポイント
- 1-3 小学校におけるものづくり学習の展開
 - 1-3-1 道具体験，材料体験
 - 1-3-2 工夫創造体験
 - 1-3-3 児童生徒の発達段階から見たものづくり学習の適時性

第2部 小学校教員向け指導書

- 2-1 材料と加工技術
 - 2-1-1 小学校1，2年生用題材（紙トンボ）
 - 2-1-2 小学校3，4年生用題材（ペットボトルフォルダー）
 - 2-1-3 小学校5，6年生題材（はし，フラワーベース）
- 2-2 エネルギー変換技術
 - 2-2-1 小学校1，2年生用題材（ガリガリとんぼ）
 - 2-2-2 小学校3，4年生用題材（牛乳びよこびよこカー）
 - 2-2-3 小学校5，6年生用題材（二足歩行もけい，4足歩行もけい）
- 2-3 情報・システム制御技術
 - 2-3-1 小学校5，6年生用題材（プログラムでLEDの光らせ方を制御しよう）

2-4 生物育成技術

- 2-4-1 小学校1，2年生用題材（アサガオを育てよう）
 - 2-4-2 小学校3，4年生用題材（堆肥づくり）
 - 2-4-3 小学校5，6年生用題材（バケツ稲）
- 第3部 参考指導題材
- 3-1 小学校5，6年生用題材（フォトスタンド）
 - 3-2 小学校5，6年生用題材（メモフォルダー）
 - 3-3 小学校5，6年生用題材（木製ミニプラランター）

②小学校技術教育のための題，教材，実践事例の開発

第1部 学会小学校委員会の活動の総括とこれからの小学校技術教育の考え方

- 第1章 日本産業技術教育学会小学校委員会の活動
 - 第2章 アクティブスキルの技術教育実践への導入とその意義
 - 第3章 技術教育における小中連携の考え方
- 第2部 小学校における技術教育実践の開発
- 第4章 カプラを用いた生活科の実践
 - 第5章 積み木を用いた生活科の実践を支援する教材・教具の開発
 - 第6章 技術的視点から造形作品に改良を加える題材の開発と実践
 - 第7章 小学校図画工作科における技術的題材の実践と学習評価
 - 第8章 小学校図画工作科5・6学年における動きを伝達する仕組みに着目した題材の実践と評価
 - 第9章 作業工程を把握するための教材開発
 - 第10章 小学校図画工作科（ものづくり）授業デザイン
 - 第11章 小学校ものづくり教育の実践と課題
 - 第12章 技術教育としての小学校「プログラミング教育」の検討
- 第3部 技術教育に関する地域諸活動と大学の取り組み
- 第13章 ものづくり体験を利用した環境教育プログラムの実践
 - 第14章 大学生の教育ボランティア活動における「ものづくり事例」
 - 第15章 東京学芸大こども未来研究所の取り組み
 - 第16章 ものづくりと家庭教育支援
 - 第17章 地域活動としての小学生対象ロボットコンテストの実践

③実践リソースの流通を図るWebコンテンツの開発

開発した指導書，教材，題材，実践事例を広く社会に流通させるために，兵庫教育大学大学院技術・情報教育研究室のWebサーバ上に，研究成果を「ものづくり実践教材データベース」として公開した。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/jste-ele-db/>



Web サイト「ものづくり実践教材データベース」

5. 主な発表論文等

雑誌論文(査読有り) 学会口頭発表

2012	4(3)	2
2013	4(3)	1
2014	5(2)	5
2015	9(3)	6
2016	6(4)	6

[雑誌論文] (計 28 件) (内, 査読有り 15 件)

- ① 谷田親彦, 森山潤: 図画工作科のものづくり学習に対する技術科教員と小学校教員の意識の比較, 日本産業技術教育学会誌 54(4), 査読有り, 2012, pp. 213-220
- ② 上之園哲也, 森山潤: 技術科教育における生活応用力の育成に効果的な実践形態の検討, 日本教科教育学会誌 35(2), 査読有り, 2012, pp. 73-80
- ③ 上之園哲也・森山潤: 技術科教育における生活応用力の形成に関する因果モデルの検討, 科学教育研究 37(1), 査読有り, 2013, pp. 38-46
- ④ 森山潤, 加藤信博, 中原久志, 上之園哲也, 土井康作: 小学校ものづくり科における児童の授業に対する感想文の分析: 東京都大田区研究開発指定学校(2004-2006)における実践の事例検討, 兵庫教育大学研究紀要 42, 2013, pp. 83-91
- ⑤ 森山潤, 上之園哲也, 中原久志, 勝本敦洋: 技術科「材料と加工に関する技術」の構想・設計学習におけるプラン形成のプロセス: 木材を主とした自由設計題材を用いた実践事例の検討兵庫教育大学研究紀要 43, 2013, pp. 121-130
- ⑥ 勝本敦洋, 森山潤: 児童・生徒のものづくりに対する意識の変化と設計・製作意欲の形成に対する学習適時性の探索的検討, 日本産業技術教育学会誌 55(4), 査読有り, 2013, pp. 271-280
- ⑦ 萩嶺直孝, 森山潤: 中学校技術科「プログラムによる計測・制御」の学習において形成される「技術的な見方・考え方」の実態把握, 教育システム情報学会誌 31(3), 査読有り, 2014, pp. 239-244
- ⑧ 小栗翔太, 島田和典, 小学校「図画工作科」におけるものづくり教育の実践と課題, 大分大学教育福祉科学部附属教育実践総合センター紀要, 32, 2015, pp. 187-199

- ⑨ 宮川洋一, 佐藤和史, 中学校技術・家庭科「情報に関する技術」における Arduino を使用した制御教材の開発と実践, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 7, 2015, pp. 7-12
- ⑩ 野方健治, 有川誠, ドライバー操作のメンタルモデル改善による技能指導法の開発, 日本産業技術教育学会誌, 57(2), 査読有り, 2015, pp. 103-111
- ⑪ 中尾尊洋, 土井康作, 中学校技術科教育における工夫的アプローチが知識・技能に及ぼす効果, 鳥取大学地域科学部紀要「地域学論集」, 12(2), 2015, pp. 157-176
- ⑫ 内田有亮, 西本彰文, 田口浩継, 思考力・判断力・表現力等を育成する教材の検討, 日本産業技術教育学会技術教育分科会「技術科教育の研究」, 20, 査読有り, 2015, pp. 47-54
- ⑬ 谷田親彦, 河野展大, 磯部征尊, 三根和浪, 小学校図画工作科におけるプログラミングによる動的表現を取り入れた授業開発, 広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター紀要, 23, 2016, pp. 39-47
- ⑭ 土井康作, 技術教育における思考を深めるアクティブスキルの試行, 技術教育の諸相, 1, 2016, pp. 225-237

他 14 件

[学会発表] (計 20 件)

- ① 宮川洋一・森山潤: 「技術」に対して抱くイメージが学習意欲に与える影響, 日本産業技術教育学会第 55 回全国大会(北海道), 2012. 8
- ② 中原久志・森山潤・小山英樹・掛川淳一: 附属中学校における大学教員との連携による総合選択授業「エンジニアリングに挑戦!」の実践, 日本産業技術教育学会近畿支部第 29 回研究発表会, 2012. 12
- ③ 末吉克行・森山潤・村松浩幸, 技術科教育における生徒の工夫・創造時の思考内容の構造的把握, 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会, 2014. 8
- ④ 小山和哉, 磯部征尊, 谷田親彦, 大谷忠, 小学校図画工作科における動きを伝達する仕組みに着目した題材の実践と評価, 日本産業技術教育学会第 33 回東海支部研究発表会, 2015. 12
- ⑤ 小栗翔太, 島田和典, 中尾翔太郎, 小学校低学年児童におけるものづくり活動による意識と円滑な展開方法の検討, 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会, 2015. 8
- ⑥ 堤愛, 土井康作, ものづくりの取りかかりからみる児童の行動的特徴, 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会, 2015. 8

他 12 件

[報告書] (計 2 件)

- ① 日本産業技術教育学会小学校委員会, 小

学校ものづくり学習教員向け指導書 ～
小学校図画工作科と中技術の連携～（平
成 27 年 3 月）

- ② 日本産業技術教育学会小学校委員会，技
術イノベーション力の育成を図る小学校
段階における技術教育実践の開発と展開
（平成 27 年 3 月）

〔その他〕

Web ページ「ものづくり実践教材データベー
ス」[http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/
jste-ele-db/](http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/jste-ele-db/)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森山潤 (MORIYAMA Jun)

兵庫教育大学大学院学校教育研究科・教授
研究者番号：40343482

(2) 研究分担者

土井康作 (Doi Kohsaku)

鳥取大学地域科学部・教授
研究者番号：20294308

谷田親彦 (YATA Chikahiko)

広島大学大学院教育学研究科・准教授
研究者番号：20374811

田口浩継 (TAGUCHI Hirotsugu)

熊本大学教育学部・教授
研究者番号：50274676

有川誠 (ARIKAWA Makoto)

福岡教育大学教育学部・教授
研究者番号：50325437

島田和典 (SHIMADA Kazunori)

大分大学教育福祉科学部・准教授
研究者番号：50465861

宮川洋一 (MIYAGAWA Youichi)

岩手大学教育学部・准教授
研究者番号：70552610