

自動車製品開発のプロセスを応用した構想・設計の学習

小 熊 良 一	群馬県総合教育センター
山 本 利 一	埼玉大学教育学部
中 島 一 徳	安中市立第一中学校
中 村 和 真	前橋市立東中学校

キーワード：技術・家庭科、材料と加工、木材加工、構想・設計、授業実践

1. はじめに

全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部が平成26年度に実施した「中学校 技術・家庭科に関する 第3回全国アンケート調査（技術分野）調査報告書」¹⁾によると学校現場では、「設計する力」を重要視しているが、現状では「ものを作る力」が強調されているという調査結果が報告されている。現在の限られた時間数の中では、製作品の製作に時間がかかり設計に十分に時間が避けられて確保されていない現状が示されている。

学校現場の教師の聞き取り調査では、「授業を通して基礎的・基本的な知識・技能を身に付けており、製作図をもとに作品を作ることはできている。しかし、既存の知識や技術を活用し、使用目的や使用条件に即した機能や構造を構想できる生徒は少ない。」という声が多く教師から聞かれた。これは、技術を学習する前段階での生徒の学習経験と「材料と加工に関する技術」の指導方法にズレがあるためではないかと考えた。

構想設計の研究として谷田 (2017)²⁾は、設計課程を概念設計、詳細設計、設計の表現（製図）に分けて授業に取り入れ、設計→試作→製作のプロセスをとることの重要性を提案している。

作品の機能や構造を工夫する実践研究として、清水 (2014)³⁾は、「材料と加工の技術」の設計を中心においた題材の開発と授業実践を行っている。また、模型を設計段階で利用する実践研究として、島根大学附属中学校 (2015)⁴⁾は、設計段階で1/3サイズの模型を使い、生徒に完成品のイメージを具体的に持たせる実践を行っている。今山 (2015)⁵⁾らは、1/3サイズの模型とDL材を使った指導事例を提案している。

模型製作を使ったプロトタイプの模型を作成する実践は報告されているが、1/3サイズや1/2サイズの模型製作など拡大・縮小の行程が必要な実践であり、実物大のモデルを使った実践例は報告されていない。

そこで、本研究では、技術・家庭科（技術分野）の「材料と加工の技術」の中で、自動車製品開発のプロセスを応用し、実物大の模型製作を取り入れることで、製作品について検討する活動を充実させ、構想・設計の学習を充実させる学習方法を提案することとした。

2. 指導の実態

2-1 構想・設計に繋がる小学校の学習の系統

現在の小学校では、構想・設計につながる学習として算数と図画工作で学習をしている。

小熊 (2015)⁶⁾は材料加工の技術につながる学習について小学校の教科書を調査し系統化している。この系統性の手法により設計につながる学習を整理した(図1)。

図画工作では、作品の外形や働きなど「機能と構造」に繋がる学習を行っている。また、算数では、定規を使った作図や平面の拡大縮小について学習している。しかし、技術の設計学習では、立体の拡大・縮小が求められる。

生徒は立体の拡大・縮小の共通の授業としての学習経験がないため、多くの生徒が学習過程につまずくことになる。このつまずきをなくすには、立体の拡大縮小の学習を理解しやすくする教材や指導過程が必要と考えられる。

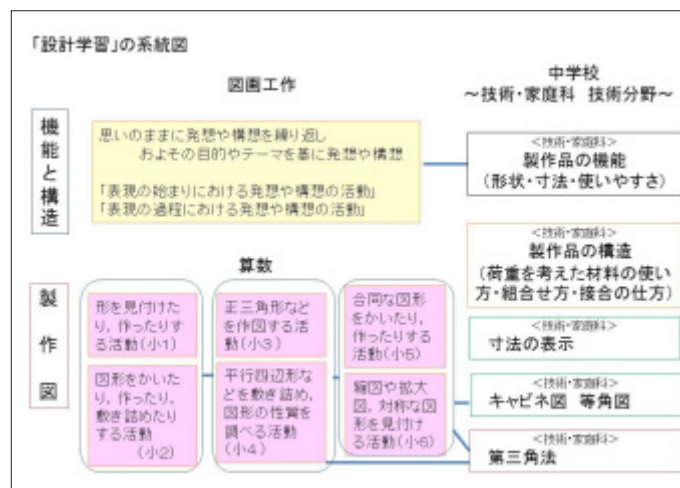


図1 「設計学習」の系統図

2-2 指導実態

本研究を進めるにあたり前橋市の中学校16校にアンケート調査を実施した。図2は、作品の構想、作品の設計、作品の製作の指導時間をグラフで表したものである。この結果からも作品の構想や設計にかかる時間が製作にかかる時間より大幅に少ないことが分かる。

また、構想や設計の指導上の課題では、66.8%の学校で「縮尺図を実物の大きさに直すことが難しい。」と回答している。このことから、構想設計した図を実物大に拡大する過程で指導の工夫が必要であることが分かる。

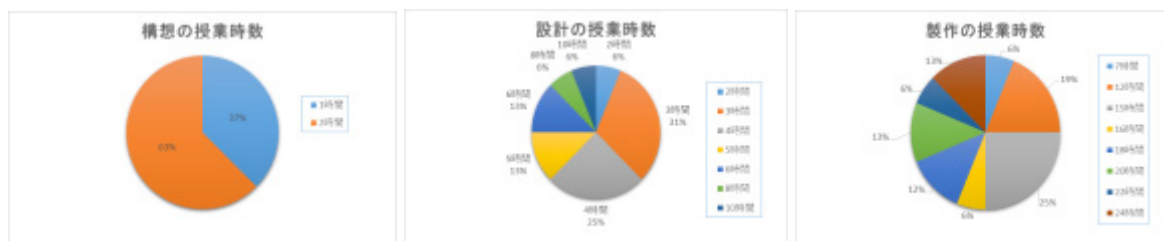


図2 構想・設計と製作の授業時数の差

3. 構想・設計の学習を充実させる教材と指導法

小学校での学習の系統性や指導実態から以下のような2つの課題が明確になった。

＜設計・構想学習の課題＞

- 1 構想・設計した製図を実物大の大きさに拡大することが困難である。
- 2 製作が中心になり、構想設計の学習が不足している。

この課題を解決するために、構想・設計の学習の中で発砲スチロールを材料とした実物大の模型を作成し、新たな活動を取り入れることとした。

3-1 実物大モデル

企業が自動車など新たな商品を開発する時には製品基本計画の中で、実物大のモデルの試作や実験・評価が行われている（図3）。しかし、技術・家庭科（技術分野）の構想・設計の授業ではこの過程が抜けている。そこで実際の木材と同じ大きさの発砲スチロールを用いた模型をつくることとした。接合には、木材の作品の製作で使うものと同じ釘を使い釘打ちの部分も決められるようにした。

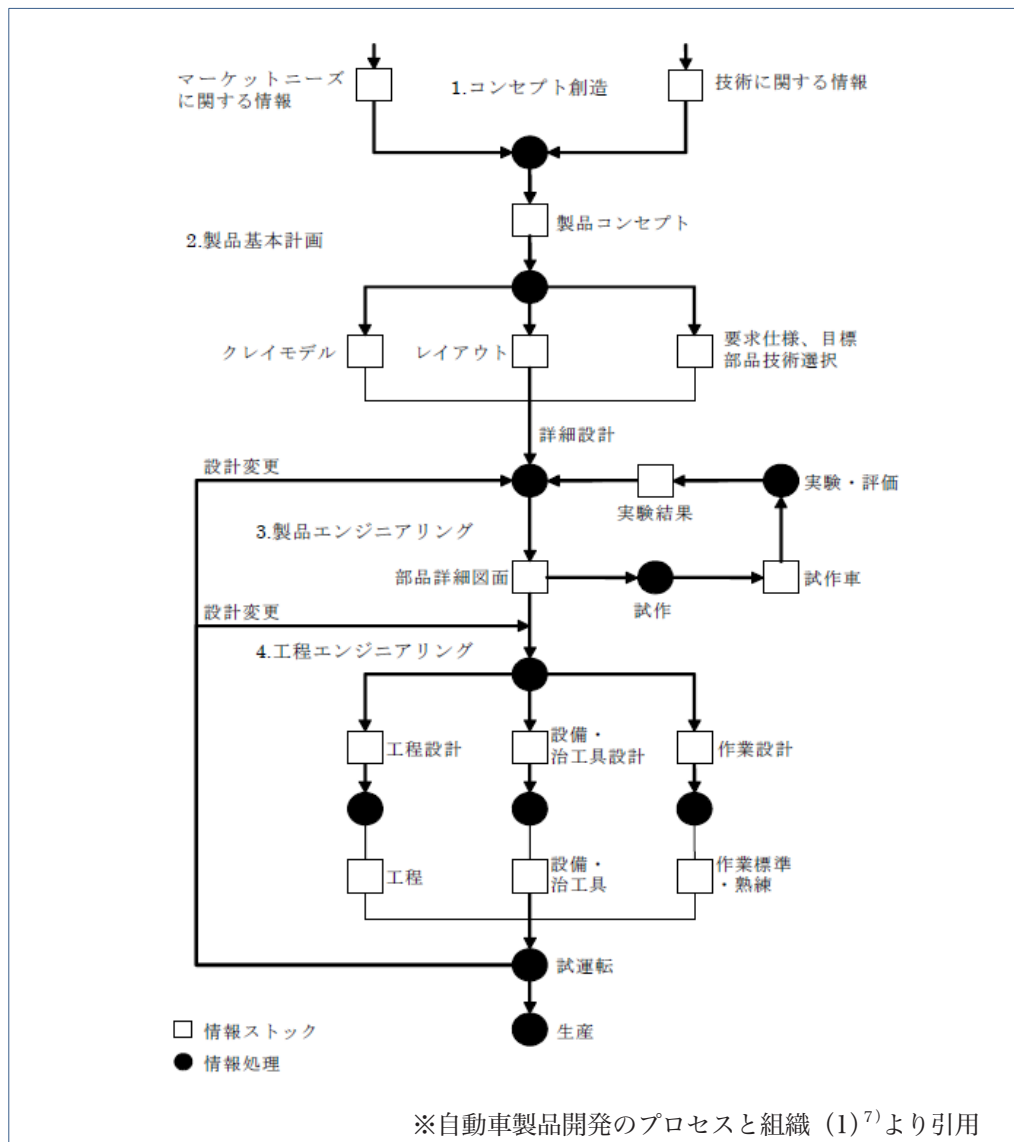


図3 製品開発の過程

3-2 作品を構想するための3つの活動

実物大の模型を作るだけでは、作品の課題などを見つけることは難しい。そこで、「自動車製品開発のプロセス」の「コンセプト創造」「設計基本計画」の2つの過程を設計・構想の授業置き換えに取り入れることとした。「コンセプト創造」として「模型を用いた検討活動」、「設計基本計画」として「改善案を具体化する活動」「改善案を発展させる活動」を設計・構想の過程に位置づけた(図4)。

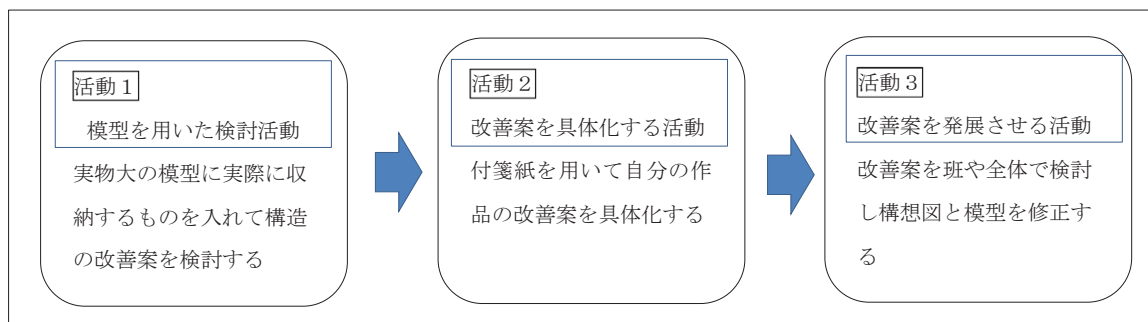


図4 作品を構想するための3つの活動

活動1では、事前に実物大の模型を製作する。実物大の模型を製作するにあたり、木材の替わりとして厚みがあり切断も簡単な発泡スチロールを利用する。また、プラスチック・金属の替わりとして寸法が分かりやすい工作用紙を利用する。接合については、実際の製作の作業につなげるために釘と画鋏を使用する。このような実物大の模型の製作を通して、基本的な工具の扱い方や加工方法を身に付けることができる。完成した実物大の模型にCDや教科書などの収納するものを入れる活動を行くことで、模型の機能や構造の欠点や妥当性に気付くことができる。

活動2では、活動1で気付いた作品の改善案を付箋紙に記入する。また、改善のための理由をワークシートに記入する。付箋紙には具体的な修正のための数値などを記入する。付箋紙を構想図の該当箇所に貼ることで、構想図の修正の見通しを持つことができる。

活動3では、活動2で具体化した改善案と自分の模型の機能や構造を班や全体で発表して検討し合う。この活動を通して改善のための発想の幅を広げることができる。発表を通して気付いたことや発見を違う色の付箋紙に記入し、活動2と同様に構想図の該当場所に貼る。検討の結果を生かして改善案をもとに構想図と模型を具体的に修正することができる。

このように三つの活動に取り組むことを通して、基本的な設計の方法や加工方法を身につけるとともに使用場所や使用目的に応じて機能や構造を工夫する力を育てることができる。このことは、その後の活動において自分の考えや工夫を具体化して実現させていくことにつながるものである。

4. 授業実践

本実践は、群馬県内の公立中学校2校により実践を行った。

4-1 題材名

「自分の生活に役立つマルチラックを作ろう」

4-2 本題材について

本題材は、中学校学習指導要領⁸⁾の「A材料と加工に関する技術」の領域内の「(2) 材料と加工法」と、「(3) 材料と加工に関する技術を利用した製作品の設計・製作」の学習である。

本題材では、自分の生活に役立つマルチラックの製作を行う。マルチラックの製作に向けて使用場所や使用目的に応じて機能や構造を工夫して構想図をかき、実物大の模型の製作を行う。模型を利用した検討では、実際に収納するものを出し入れすることで改善案を明確にして構想図を修正し本番の作品の製作につなげる活動を行う。これらの活動を通して作品の製作への意欲を高め見通しを持たせるとともに、工夫し創造する楽しみや発想が実現する喜びを感じさせることができる。また、実物大の模型の製作を通して「ア使用目的や使用条件に即した機能と構造について考えること」と「イ構想の表示方法を知り、製作図をかくことができる」ことを身に付けることができる。さらに作品を製作することで、見通しを持って材料取りをし、部品加工・組み立て・接合・仕上げに関する加工技術と知識・理解を身に付けることができる。と考える。

以上のような考えから、本題材では表1のような指導計画を構想し実践した。

表1 指導計画

目標	適切な工具を用いて、自分の使用目的に合ったマルチラックを作ることができる。	
評価規準	関心・意欲・態度	実物大の模型を用いて、使いやすくするための改善案を検討して意欲的に作業している。
	工夫・創造	製作品の使用目的や使用条件を明確にし、使いやすさなどを検討して、製作品や構成部品の適切な形状と寸法などを決定している。
	技能	実物大の模型や構想図をもとにして、適切な工具を用いて材料取り・部品加工・組立て・接合・仕上げができる。
	知識・理解	それぞれの材料の特徴と利用方法及び材料に適した加工法についての知識を身に付けている。
過程	時間	主な学習活動
課題把握	第1～2時	・生活に役立つための使用目的や使用条件を明確にし、機能や構造を工夫して構想図をかく。
	第3～4時	・構想図をもとに発泡スチロールをけがき・切断・接合し、実物大の模型を製作する。
	第5時	・製作した実物大の模型を用いて、構造を点検・評価する。
		・改善案をもとに構想図に修正を加える。
第6時	・修正した構想図をもとに、本番の作品の材料に適切にけがきをして材料を切断する。	
課題追求	第7～9時	・材料の加工の仕方と工具の使い方を知り、材料を加工する。
	第10～13時	・加工した部品の接合の順序や方法を考え、部品を接合する。
	第14～15時	・表面と角の仕上げを行い、塗装をして作品の仕上げ加工をする。
まとめ	第16～18時	・作品を点検・評価して材料と加工に関する学習内容をまとめる。

4-3 本時及び具体化した手立てについて

実践授業は、完成した実物大の模型を活用して構造を検討する。全18時間計画の第5時に当たる。本時に検討した改善案をもとに、次時以降に作品の製作を行う。本時は実物大の模型を活用して、一人一人の使用目的に応じた作品にするために改善案を具体化することが重要である。そこで、次の3つの活動として次のように手立てを具体化した。

活動1 模型を用いた検討活動

一人一人の使用目的に応じた収納する物を実物大の模型に入れることで、棚の高さなどの模型の構造や機能の欠点や妥当性に気付くようにする。あらかじめある程度の種類の収納する物は、発泡スチロールで製作しておき、検討作業の効率化を図る。

活動2 改善案を具体化する活動

活動1で気付いたことを改善案として付箋紙に記入し、改善理由をワークシートに記入する。付箋紙活用し構想図の修正のための見直しを持たせるようにする。

活動3 改善案を発展させる活動

活動2で具体化した改善案と自分の作品の機能や構造を検討し合い、改善のための発想を広げられるようにする。検討の結果を生かして改善案をもとに具体的に構想図と模型を修正することができる。

4-4 生徒の取組の様子

(1) 活動1 「模型を用いた検討活動」

実際に収納する物を入れることで、設計の段階では気付かなかった構造の欠点に気付くことができた生徒が多く見られた。棚の高さが低かったため測り直す図5のように生徒の様子が見られた。



図5 差し金で修正する長さを確認している生徒

(2) 活動2 「改善案を具体化する活動」

表2は、生徒が付箋紙とワークシートに記入した改善策と改善理由の一例である。気付いたことを改善案として付箋紙に、改善理由をワークシートに記入し付箋紙を構想図の該当場所に貼らせた。実物大の模型を元に改善案を考えているため、自分のイメージどおりの作品を構想できた生徒以外は、具体的な改善策を全員の生徒が考えることができていた。

表2 付箋とワークシートへの記載例

	改善策の記載（付箋紙）	改善理由の記載（ワークシート）
生徒A	一番上の棚をもう少し高くする。	二段目に物が入らなかったから。
	1番下の段のスペースをもう少し広くする。	幅が狭くて物が入らなかったから。
生徒B	下の段の仕切りをなくす。	仕切りがあると物があまり入らなかったから。
	棚を10mm高くする。	CDを入れたら取り出しにくかったから。
	背板を三本にする。	丈夫するために。

(3) 活動3 「改善案を発展する活動」

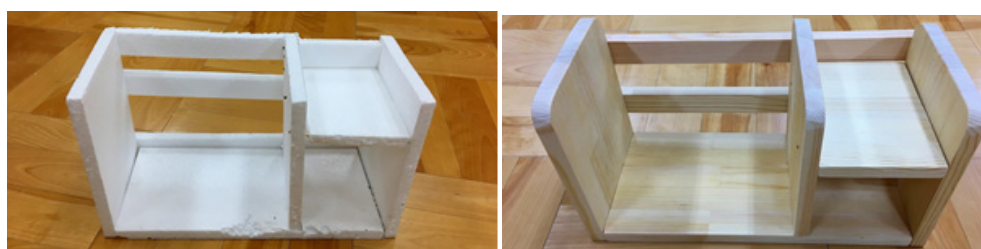
改善のための発想を広げるために、小グループでの検討と全体での発表を行った。ほとんどの生徒が活動2までで気付いた改善案をもとに活発に検討を行い、具体的に改善案が考えられていた。

(4) 作品の変化

実物大の模型の作成とその作品検討を行った結果、ほとんどの生徒が作品の構想に変化が現れた。表3に生徒Cの学習プリントへの記載事項から見られる「生徒の気づき」と「構想の変化」の様子を示す。また、図6に検討前の作品と完成後の作品を示す。

表3 3つの活動による生徒の気づきと構想の変化

活動	学習プリントへの記載事項	○生徒の気づき ※構想の変化
活動1 模型を用いた検討活動	・小物置き場所に筆箱を置きたいが、高さが低く場所が狭い。	○使用上の課題に対する気づき
	・小物置の下場所には携帯電話を入れるだけだから、空間が広い。	○使用上の課題に対する気づき
	・筆箱が安定して置くことができるように、小物置の棚の高さを10mm低くする。	※寸法の変化
活動2 改善案を具体化する活動	・背板を三本から二本にして一直線に接合することで、小物置の場所を広くする。	※作品の構造の変化
	・角を円く加工すると、筆箱や教科書が取り出しやすくなる。	○使用上の課題に対する気づき
活動3 改善案を発展させる活動	・背板の位置を、教科書がしっかりと置ける位置にしてみる。 ・背板の位置を、教科書がしっかりと置ける位置にしてみるか。	○使用上の課題に対する気づき



模型（検討前）

完成した作品（検討後）

図6 検討前の模型と完成作品

4-5 成果と課題

授業実践を通しての3つの活動の成果と課題を以下に示す。

- ・活動1「模型を用いた検討活動」では、実際にCDや教科書などの収納する物を模型に入れたことで、使用場面を想像して寸法や構造を明確に考えることができた。しかし、丈夫な構造にするための構造の検討があまりされていなかった。模型製作の過程で、丈夫な構造にするために

組み方の構造に関する学習を加えるなどの授業の工夫が必要である。

- ・活動2「改善案を具体化する活動」では、活動1から個人で気付いたことを付箋紙に具体的に書いて該当する構想図の場所に貼らせたことで、構想図の修正する箇所を具体的に考えることができた。構想図をかくことが苦手であった生徒も、赤い付箋を構想図の該当箇所に貼ることで修正する見通しを持っていた。一方、構造を改善するための視点を明確に持っていなかったために具体的に考えられない生徒もいた。構想図をかく過程で構造の視点を明確に持たせるような授業の工夫が必要である。
- ・活動3「改善案を発展する活動」では、小グループや全体の発表から気付いたことを違う色の付箋紙に書かせたことで、活動2までで気付かなかった改善の箇所に気付くことができた。また、班や全体での発表では考えの共有ができ、それぞれの作品の製作につながった。副題材の「ペン立て付きフォトスタンド」の製作で同様の活動を行ったために、本題材では構想図の段階で工夫されており、多くの生徒が活動2の時点で多くの改善点を気付くことでできていたため、違う色の付箋紙を活用した生徒は少なかった。機能や構造の発想を広げる活動内容を検討する必要があると考える。

5. おわりに

本研究では、設計・構想の授業充実させる教材と指導法について提案をした。研究をスタートする前は、限られた授業時間の中で設計・構想の授業時間を増やし、製作時間を減らすことで、作品が仕上がらないのではないかという心配があった。しかし、実際に授業を実施すると、実物大の模型を製作したために生徒の思考が明確になり、切断・加工・組み立ての時間が大幅に短縮され、構想図の寸法通りの作品が多く仕上がる結果となった。構想・設計の時間を充実させることは、製作にも良い影響を及ぼすことが分かった。今後は、構想・設計と製作の関係を明確にする研究を進めていきたい。

引用及び参考文献

- 1) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部 (2015)『中学校 技術・家庭科に関する 第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書』, <http://ajgika.ne.jp/doc/2015enquete.pdf> (2018年2月21日確認)
- 2) 谷田親彦 (2017)「技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究」『広島大学大学院教育学研究科, 平成27年度～30年度科学研究費補助金(基盤研究B)第2次中間報告書』, pp20-pp21
- 3) 清水秀公 (2014)「中学校技術・家庭科(技術分野)における技術ガバナンス能力を育成する学習指導の在り方」『平成26年度広島県立総合教育センター紀要』, pp136-pp151, http://www.hiroshima-c.ed.jp/center/wp-content/uploads/kanko_butu/h26/kenkyu07.pdf (2018年2月21日確認)
- 4) 島根大学附属中学校 (2015)「考えよう 丈夫さ・軽さ・作りやすさ～DL材を活用した製作品の設計～」『平成27年度 島根県中学校技術・家庭科研究会東部ブロック研修会紀要』, <http://ajgika.ne.jp/~shimane/src/contents/toubu-gijyutu.pdf> (2018年2月21日確認)
- 5) 今山延洋、橋本孝之、谷田親彦他 (2015)『今・求められている「設計」の指導と展開～DL材を使った「材料と加工に関する技術の授業提案」開隆堂』, pp1-16
- 6) 小熊良一 (2016)「日本の義務教育における「ものづくり教育」に関する教科書, 学習指導要領の分

- 析—小学校・中学校において材料学習、機構学習、加工学習の体系化を目指して—」『日本産業技術教育学会第59回全国大会（京都）講演要旨集』, pp186
- 7) 藤本隆宏 (2006) 「自動車製品開発のプロセスと組織 (1)」『東京大学 COE ものづくり経営研究センター — MMRC Discussion Paper No. 61』, http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC61_2006.pdf, (2018年2月26日確認)
 - 8) 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領』, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/gika.htm, (2018年2月26日確認)
 - 9) 小熊良一, 中島一徳 (2016) 「作品の機能や構造を工夫する力を育てる技術・家庭科の指導の工夫—実物大の模型を活用した問題解決学習を通して—」『日本産業技術教育学会第28回関東大会（埼玉）講演論文集』, pp85-pp86
 - 10) 小熊良一 中島一徳 (2016) 「「材料と加工に関する技術」における作品の構想を具体化する指導法の提案—実物大の模型を活用した問題解決的な学習の工夫を通して—」『平成28年度 特別研修員 研究報告書（群馬県総合教育センター）』, http://www.nc.center.gsn.ed.jp/?action=common_download_main&upload_id=6204, (2018年3月5日確認)
 - 11) 中村和真 (2017), 「解決策を具体化する力」を育てる技術・家庭科の指導—実物大の模型と話し合い活動を取り入れて—」『第56回関東甲信越地区中学校技術・家庭科研究大会 新潟大会要録』, pp33-pp36

(2018年3月26日提出)

(2018年4月5日受理)

Learning concept and design by applying automobile product development process

OGUMA, Ryoichi

Gunma Prefectural Education Center

YAMAMOTO, Toshikazu

Faculty of Education, Saitama University

NAKAJIMA, Kazunori

Annaka Daiichi Junior High School

NAKAMURA, Kazuma

Maebashi Azuma Junior High School

Abstract

This research is to enhance learning of concept and design in teaching of Technology. Technology sufficient time is not secured for conception and design learning as compared to production learning. Therefore, students have not developed the ability to utilize existing knowledge and technology and to function design works corresponding to the purpose of use and conditions of use. Therefore, in this research, we adopted the process of automobile product development and decided to adopt “modeling-based review activities”, “implementing improvement proposals” and “activities to develop improvement proposals”. As a result of practice, I was able to increase the power of design and concept for my students.

Keywords: Technology and Home Economics, Materials and Processing, Wood processing, Conception and design, Class practice