

## ものづくりから設計を学ぶ技術科教育の提案

著者	紅林 秀治
雑誌名	日本科学教育学会年会論文集
巻	38
ページ	297-300
発行年	2014-09-13
出版者	日本科学教育学会
権利	(C) 2014 日本科学教育学会
著者版フラグ	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/00026257">http://hdl.handle.net/10297/00026257</a>

doi: 10.14935/jssep.38.0\_297

## ものづくりから設計を学ぶ技術科教育の提案

### Proposal of Technology Education for Students to Learn Design by Making

○紅林秀治

KUREBAYASHI Shuji

静岡大学

Shizuoka University

[要約] 技術科教育における「ものづくり」をその目的と手段の両方の視点から検討に加え、企業における「ものづくり」と比較することで、技術科教育における「ものづくり」の特徴が企業で行われる試作品作りの過程に近いことを示す。また、試作品作りは、設計の過程であることから、技術教育における「ものづくり」を設計の過程として捉え、ものづくりから設計の過程を学ぶ技術科教育を提案する。

[キーワード] 設計, ものづくり, 技術教育, 技術・家庭

#### 1. はじめに

技術教育, とりわけ中学校技術・家庭(技術分野, 以後技術科とよぶ)や高校の工業科目では, ものづくりを学習題材に取り上げることが多い。ところが, 「ものづくり」や「ものづくり活動」を通して学ぶことは, 理科教育でも推奨されている(文部科学省 2008)ことから, 技術教育独自の学習とは言えない。

そこで, 本稿では, 中学校技術科における「ものづくり」についてその特徴を明らかにし, その特徴を活かした技術科教育における「ものづくり」について述べる。なお, 本稿では「ものづくりを通して学ぶ」や「ものづくり活動を通して学ぶ」等のそれぞれの言い方を「ものづくり学習」として説明する。

#### 2. 技術科に教育におけるものづくり学習

理科教育で取り上げる「ものづくり」は, 「ものづくり」を通して, 自然界の法則や原理を学ぶ手段であり, 「ものづくり」は目的ではない。

技術科教育における「ものづくり」は, 生産者の視点から学ぶため, 学習者にとっては自らの必要条件を満たす製作・制作であると同時に, 指導者にとってはものづくりに関連する技能や知識を得るための教材もある。その意味では, 目的と手段の両方の意味がある。そのため, 技術科教育では製作する学習者の目的意識あるいは必要条件が重要となる。このように, 技術科教育では手段としてだけでなく目的としての「ものづくり」が展開されていくところが理科教育における「ものづくり」学習と異なる点である。この違いは, 「ものづくり」に生産者の視点が入るか入らないかの違いでもある。そこで, 生産者の視点から見る「ものづくり」とは何かということが問題になる。

#### 2. 生産者における「ものづくり」

「ものづくり」という言葉からイメージされる内容は, 「製造」や「生産」だけでなく, ものを作る行為や対象に対する精神性まで含まれている(森 2008)(野村 2011)。そのため, 「ものづくり」に関わる立場や経歴等によってイメージが異なることも十分に考えられる。しかし, 本章では「ものづくり」を製品の生産過程から捉えることとする。

社会における「ものづくり」は, 様々な場面で見られることであるが, とりわけ私たちの生活に大きく関わってくるのは, 工場で大量生産されている製品である。大量生産が可能になったことにより, 生活必需品をはじめとする様々な製品が, 安く手に入るようになり, 私たちの生活を豊かにした。製品が大量に生産される過程は, まさに現在の社会における「ものづくり」を象徴していると言える。工場などで大量生産される製品は, 一般的に以下の過程をたどる(大人の科学 2012)。

1. 企画(テーマを決める)
2. 試作(アイデアを形にする)
3. 設計(図面をおこす)
4. 型製作(金型をつくる)
5. 生産(量産し梱包する)

これら 1 から 5 の過程は, 企業によっては, 4 以降を外部の工場に委託したり, 2 を外部に発注したりと必ずしも一つの会社で一貫して生産する訳ではない。しかし, 一貫生産をしない企業でも製品を大量に生産する過程は基本的には同じである。ところが, 企業の大小に関係なく, それぞれの過程に関わり従事する人たちにより, イメージする「ものづくり」は多少異なると考えられる。なぜならば, 全ての過程は製品作りに欠かせないもので

あるため、それぞれの持ち場を懸命に支える人たちにとって目の前の作業が生産行為そのものであるため、取り組んでいる仕事内容そのものが、ものづくりにおいて重要だと感じていると予想されるからである。例えば、1 から 3 までの過程に主に関わる人たちにとっての「ものづくり」のイメージは、おそらく設計を重視したイメージを持つであろうし、4 や 5 に関わる人たちは精度や品質を重視したイメージを持つであろう。つまり、生産に関わる仕事内容そのものからイメージされていく以上その意味あいや説明のされ方が異なることは当然のことである。問題は、技術教育における「ものづくり学習」は、1 から 5 の過程のどの部分に関わる内容であることが学習として最適なのかという点である。

### 3. 技術科教育における「ものづくり」

企業による製品の生産とものづくり学習における「ものづくり」が決定的に異なることは、大量生産を目的としていないことにある。さらに、出来上がった作品を市場に出したり、販売したりして利潤を追究することもしていない。(工業高校や総合高校の文化祭等で生徒作品の販売等を行う学校も多いが、利潤追求を目的としたものではない。)つまりは、経済活動からまったく乖離した「ものづくり」であるという点である。したがって、「4 型製作」ないし「5 生産」の各段階からイメージするものづくりとは異なるということになる。

では、技術科教育における「ものづくり」は、「1 企画」「2 試作」「3 設計」の過程から生まれるものづくりのイメージに合うのだろうか。

ものづくり学習では、学習者が製作する作品を創意・工夫や技能などの観点で評価する。しかし、技能が未熟な学習者には品質の高い作品が望めるわけではないので、評価の観点で大切にされることは、学習者の関心・意欲である。つまりそれは、ものづくりを通して出来上がる作品が、たとえ品質

が悪くとも、学習者の必要条件に合った製作・制作であるかどうかという点が重要になるということである。

企業において「1 企画」では、市場調査を行った結果をもとに、売れそうな製品を考案する。これは、個人のニーズではなく、大衆のニーズに応えようとするものである。また、「2 試作」では、企画で練った内容をもとに試作品を作り、具体的な製品イメージを共有し検討を加えてゆく。最後に「3 設計」では、検討を重ねた試作品をもとに、設計図を仕上げていく。

これら一連の過程は、大衆のニーズは個人の必要条件、試作品は技能が未熟な学習者の作品、設計図の作成は製図学習に対応していると考えられる。つまりは、技術科教育における「ものづくり」は、「1 企画」「2 試作」「3 設計」の過程から生まれるものづくりのイメージに合うと言える。また、これら 1 から 3 の過程は、設計の過程とも考えられる。

### 4. 設計の過程

設計の過程を向坊は、「目的」「目標」「要素の選択」「要素の組み合わせ」「成果」「性質・性能のテスト」という段階で構成されていることを示した(向坊 1968)。図 1 に向坊が示した設計の過程を示す。図 1 の「目的」「目標」の段階は、「1 企画」と対応すると考えられる。また、「性質・性能テスト」という評価の段階が含まれており、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」が繰り返されることが示されているが、この過程は、まさに試作品を試行錯誤しながら製作していく過程であり、「性質・性能のテスト」を何回か経た上で試作品が出来上がる「2 試作」と対応すると考えられる。図 1 の過程では、製図が示されていないが、試作品ができた段階で図面の制作が始まると考えられる。以上より、技術科教育でいう「ものづくり」とはまさに試作品を作る、設計の過程に適合すると言える。

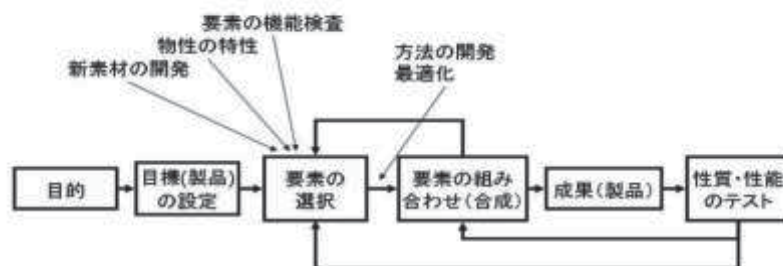


図 1 設計の過程

## 5. 設計の過程に基づく「ものづくり」

技術科における「ものづくり」を設計の過程に基づく「ものづくり」と考えた場合、「目的」「目標」の段階で、これから作ろうとするものに対する必要条件あるいは仕様が決定される。この段階では、学習者が目的を達成するための具体物を構想するが、「ものづくり」経験がない学習者は、現実離れた具体物を構想図に描くことが多々ある。これは、学習者が、図 1 の「要素の選択」「要素の組み合わせ」における、要素の性質や要素を組み合わせる方法等が全く分かっていないことに原因がある。

設計の過程に基づくものづくり学習では、必然的に「要素の選択」「要素の組み合わせ」の知識と技能が必要となる。要素に関しては、ものづくりにおける材料、部品等にあたるが、材料や部品に対する知識とそれらを組み合わせる技能がない中で、図 1 の「目標」を決めることは難しいことである。つまりは、設計の過程に基づく「ものづくり」では、ある程度、要素や要素の組み合わせに関する知識や技能を持っていることが前提となる。

ここでいう知識や技能とは、高いレベルのものを言うのではない。例えば、建築設計を仕事としている設計士は、家を建てる大工ではない。しかし、建築材料となる木やコンクリートの性質、組み立て工法に関する知識がなければ図面に起こすことはできない。これは、家電の設計や乗用車の設計に関しても同じ事である。したがって、設計の過程に基づく「ものづくり」では、初学者を想定した場合、「要素の選択」「要素の組み合わせ」の学習を事前に行う必要がということになる。また、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習には、数学科や理科、さらには社会科に関係する知識も必要となる。

## 6. 要素の選択と要素の組み合わせ

事前に「要素の選択」「要素の組み合わせ」を行うものづくり学習は、専門教育としての技術教育で通常に行われていることである。例えば、工学部の機械工学を専攻する学生は、材料の性質や工作機械に関する実験や実習、電気工学を専攻する学生ならば、電機部品の特性や機能を学ぶための実験や実習などは必修である。高専や工業高校でも同様である。しかし、普通教育として行われる技術教育、とりわけ技術科における「ものづくり」学習では、材料と加工の学習(文部科学省 2008)において「材料」「設計」「製作」の順で学習が進められている(問田 2011)(加藤 2011)。材料について学んでから、図面を描き、製作に入るといった流れである。この流れは、「要素」について

は、製作の前に学ぶが、「要素の組み立て」に関しては、製作の段階で作品を作りながら学ぶという方法である。ものづくりを初めて学ぶ初学者にとって、このような流れで行う学習は、学習者自らが描いた製図をもとに製作を進めていながらも、技能が未熟であるが故に必要な条件を満たす作品にまで仕上げることを難しくする。また、図 1 の「性質・性能のテスト」を何度も繰り返すことは、要素の選択や組み合わせを学習者が納得いくまで繰り返すことになるため、授業時間内で作品を仕上げる事が不可能となってしまふ。そのため、限りある授業時間が中で一連の作業を進めることが要求される指導教員は、製作する課題を限定したり、全ての学習者に同じ作品を作らせたりする授業にしていくことは容易に想像できる。このような学習は、図 1 の「目的」や「目標の設定」が省かれた学習になるため、学習意欲が低減していくと予想される。これは、専門教育としての技術教育でも同じである。例えば、実習や実験は、学習者にとっては、「設計の過程」から離れた学習内容となるため、自分が何かを作りたいから行う作業とは異なり、訓練の意味合いの学習になるため、学習者の意欲は低減することは想像に難くない。したがって、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習をどのように展開するかが、技術科教育におけるものづくり学習の課題である。

## 7. 製図で終えるものづくり学習

専門教育でも普通教育でも技術教育において、設計の過程に基づくものづくり学習は、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の段階の学習に課題がある。

専門教育は、学習者のキャリア形成につながるため、トレーニング的な学習でも学習者は受け入れることは可能であるが、将来の職業や自らのキャリア形成に展望を持ち合わせない学習者を対象とした教育、つまりは普通教育としての技術教育(技術科教育)にとって、この課題は深刻である。そこで、この課題を克服するために技術科教育におけるものづくり学習の過程を考案した。

考案した学習過程を図 2 に示す。図 2 で示す過程では、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習のためのだけの小課題製作を設定し、その課題を終了した後に、学習者が本当に作ってみたいものを構想し図面に描いて終了する。

図 2 の小課題製作では、トレーニング的な位置づけで、教員が定める課題を時間内で製作する。課題内容は、教員が伝えたい要素の知識や要素の組み合わせに関する技能である。製作時に、性能のテストを設定し要素の選択や組み合わ



せを何度かやり直しができるような課題が理想的である。

図 2 の作品の構想の段階では、学んだ要素や要素の組み合わせ方法を基に、自分が作りたいものを構想する。構想に際しては、試験的に試作したり、実験したりする時間を設定し、学習者に要素に触れさせたり、要素を組み合わせたりすることが自由な環境を作る必要がある。この段階では作品を作ることを目的にせず、学習者が自由に要素に触れることができるようにすることである。

さらに、なるべく物理的、化学的な実験の要素も加えるなど、材料の性質や構造強度に関する内容を定量的に扱うことも重要になってくる。

図 2 の製図の段階では、構想を基に作りたい作品を製図に仕上げる。これは、図 1 の「成果」の段階を製図に置き換えたものである。製図で終了する「ものづくり学習」は、今まで普通教育における技術教育では、提案されていない。また、考案したものづくり学習は、理科教育で示されたものづくりとは異なり、設計を中核にしており、原理や法則を学ぶ手段ではなく設計の過程を学ぶためのものづくりである。

## 8. まとめ

技術は実証主義(戸坂 1986)の側面があるため、ものづくりにおいては製作物(制作品)の存在が重要視される。しかし、筆者が示したものづくり学習は、製図を成果物としているため、実証主義的な学習ではない。技術教育では、技術に関する知識や技能の獲得を目指したり、巧緻性等の育成を目指したりするが、人々が幸せに暮らせるために機械や装置を開発したり、最適化する方法(和気 1987)を追究したりすることが技術本来の目的である。グローバル化した世界(フリードマン 2008)において益々必要とされるのは、より付加価値の高い製品を生み出す独創性(渡邊 2012)

である。技術教育に求められていることは、正に創造力ある児童・生徒および学生を育てることである。筆者が提案するものづくりから設計を学ぶ学習過程は実践により検証したものではないが、創造する力を育成する教育の一助となり得ると考えている。

本稿は、第 4 回教科開発学研究会(2014 年 3 月 9 日)にて発表した予稿を編集し直したものである。

## [文献]

- ・文部科学省:小学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, p.5(2008)
- ・文部科学省:中学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, p.7(2008)
- ・大人の科学 10 月号, 学習研究所, pp.44-47(2012)
- ・向坊隆:基礎工学概説 岩波講座 基礎工学 0, 岩波書店, p.24(1968)
- ・門田泰弘他:技術・家庭 技術分野, 開隆堂, pp.14-15 (2011)
- ・加藤幸一他:新しい技術・家庭 技術分野, 東京書籍, pp.24-25(2011)
- ・文部科学省:中学校学習指導要領解説 技術・家庭科篇, pp.16-22, 教育図書(2008).
- ・戸坂潤:科学的精神とは何か, 戸坂潤全集第 1 巻, 勁草書房, pp.301-308(1986)
- ・和気孝衛:技術科教師をめざす人のために, 一ツ橋書店, pp.65-69(1978)
- ・トーマス・フリードマン:フラット化する世界上, 日本経済新聞社, pp.15-79(2008)
- ・渡邊正裕:10 年後に食える仕事食えない仕事, 東洋経済新報社, pp.110-135(2012)

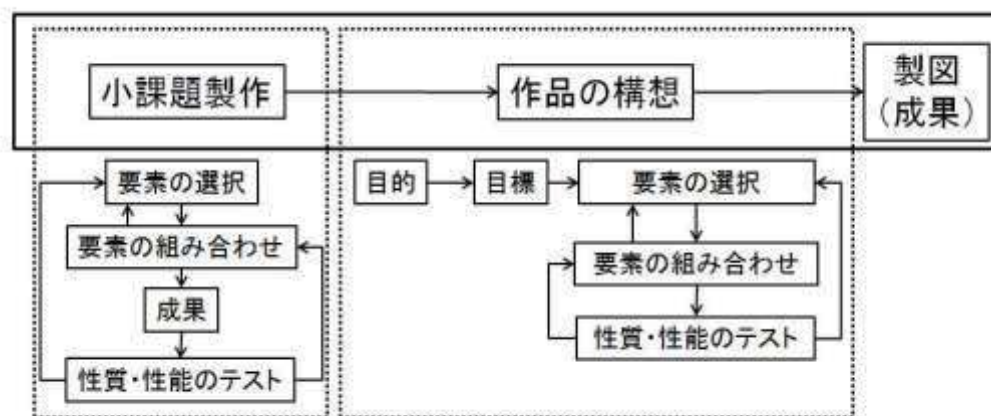


図 2 考案した学習過程