

# ものづくり学習における計画の作成段階に関する研究

著者	岳野 公人, 大和 弘明
雑誌名	金沢大学教育学部紀要.教育科学編
巻	52
ページ	31-38
発行年	2003-02-28
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/701">http://hdl.handle.net/2297/701</a>

# ものづくり学習における計画の作成段階に関する研究

岳野 公人・大和 弘明\*

## The Study of Planning Stage on the Subject of Product Making

Kimihito TAKENO and Hiroaki YAMATO

### 1 はじめに

技術的課題解決能力を育成するための学習活動の展開には、「動機→設計・計画→製作→評価」の4過程をたどる必要がある。この4過程の設計・計画の内容は計画力や見通し能力、空間表象と構成力である<sup>1)</sup>。本研究は計画の作成段階に焦点を置き、ものづくり学習における計画の作成段階の思考を解明することを目的とした。

また、技術・家庭科の目標の一つとして問題解決能力の育成が掲げられている。将来にわたって変化する社会に主体的に対応していくために問題解決能力が必要であるという<sup>2)</sup>。すなわち、技術科は生徒の問題解決能力を育成する必要がある。問題解決とは、望んでいる目標に達する手段が明らかではない事態において、その手段を発見して目標に達し、結果を得ることである<sup>3)</sup>。ものづくり学習において問題解決の手段を発見する場面は計画の作成段階である。

竹野・松浦は、ものづくり学習では「技能」を育成することのみでなく、「論理的な思考」も育成すべきと指摘している。また、ものづくり学習は考えを論理的に組み立てる学習であり、「論理的な思考」とは判断、推理などの問題解決であると述べている<sup>4)</sup>。このことから本研究においても、ものづくり学習を問題解決の一つの形態と捉えた。

本研究は、ものづくり学習における計画の作成段階の思考を解明することを目的とした。このために計画の作成段階における思考の枠組み

(以下、思考の枠組み)を構成し、生徒との個別面接を実施した。

### 2 計画の作成段階における思考の枠組みの検討

思考の枠組みは問題解決や設計に関する文献を資料に構成した。問題解決に対する解釈は研究者によって異なる。しかし、問題を明らかにし、階層的に細分化することで問題を解決する共通性が認められる。ものづくり学習に関する先行研究においても、その共通性が認められる<sup>5)</sup>。また、設計とは、生活にもちいるのに好ましい、かつ、便利なものをつくり出すために機能と用途・造形の美的感覚・加工技術・生産費などの面から、製品の形・構造・材料・加工法・価額などを設定、案出することとされている<sup>6)</sup>。

思考の枠組みは、上位項目の「段階」と下位項目の「要素」から構成した。思考の枠組みの段階は「問題の理解」および「解決策の検討」であり、思考の枠組みの要素は「問題意識の提示」、「制約条件の認識」、「情報の収集・探索」、「プログラム」、「段取り」および「準備」の6項目で構成した。その思考の枠組みを表1に示す。構成した思考の枠組みの各段階、各要素について示し、先行研究との比較について述べる。

#### (1) 問題の理解

「問題の理解」とは、問題を解決するために必要な情報を得て、問題の意味を理解し、目標

表1 計画の作成段階における思考の枠組み

段階	要素	定義	例
問題の理解	問題意識の提示	与えられる問題、もしくは自ら産み出した問題に対して目標や目標達成の意志を明確にすること	何のためにつくるのか、つくりたいものについて考える
	制約条件の認識	目標を達成するための条件を考えること	材料は1枚の板、期限は今週中、大きさは机においてもじゃまにならない程度と考える
	情報の収集・探索	解の候補を生成するために、解決者の知識から問題にあてはまる解法を探索し、外部環境から情報を得ること	教科書や資料集などを見て参考にする、過去につくった作品、学んだつくり方・手順を思い出す
解決策の検討	プログラム	目標を実現するための具体的な行為や方法を考えること	作業を列挙する、接合方法を考える、材料取りの図や部品図をかくことを考える
	段取り	行為の手順や時間配分を考えること	完成するために1週間かかると考える
	準備	目標を達成するために必要な工具、材料や備品について考えること	のこぎりを準備することについて考える

を明確にする段階である。また、与えられた問題を自分の問題に置き換えることも含む。「問題の理解」の要素に「問題意識の提示」、「制約条件の認識」および「情報の収集・探索」がある。

Deweyはこの段階を、暗示によって起きた問題を知性的に整理することであると述べている<sup>7)</sup>。崎谷は、問題を理解することは、解決に向けての認知的処理を可能にするために、生徒が情報の心的構成をすることであり、それは問題解決の重要な過程であると捉えている<sup>8)</sup>。また、伊藤・安西は、問題の理解には、問題を理解しやすい表現に変換することが重要であると述べている<sup>9)</sup>。

#### ① 問題意識の提示

「問題意識の提示」とは、与えられる問題、もしくは自ら産み出した問題に対して目標や目標達成の意志を明確にすることである。岳野が構成した計画の枠組み<sup>5)</sup>では、つくるものについて考える「デザイン」および目標達成の意欲を導く「意欲につながるプログラム」がこの要素に対応する。

この要素の例として、「部屋を整理するために整理棚をつくる」などが挙げられる。

#### ② 制約条件の認識

「制約条件の認識」とは、目標を達成するための条件を考えることである。例えば、「期限や使用する材料、寸法、決められた条件や自分で決める条件を考える」ことである。

この要素は問題をより明確に理解するために必要とされる。左田・松浦は問題解決において制約条件をつくり出す必要があると述べている<sup>10)</sup>。また畑村は、設計には制約条件を明らかにし、つくろうとするものを「はっきりさせる」段階が必要であるとしている<sup>11)</sup>。

#### ③ 情報の収集・探索

「情報の収集・探索」とは、解の候補を生成するために、解決者の知識から問題にあてはまる解法を探索し、外部環境から情報を得ることである。先行研究における計画の枠組み<sup>5)</sup>では、「準備」の要素のうち、作業に必要な知識を考える点に対応する。この要素の例として、「見本の作品を参考にする」、「友達につくり方を聞く」などが挙げられる。

実践的なものづくりにおいて、それまでの経験は重要な情報源となる。畑村は、解の候補を生成するために、知識などから解法を探索することを「選択」の段階とし、選択すべき候補は

さまざまな想念の源泉から湧き出てくると述べている<sup>11)</sup>。しかしながら、外部環境から情報を得ることによって知識体系を再形成し、より客観的な問題の解決に向かう必要もある。

## (2) 解決策の検討

「解決策の検討」とは、「問題の理解」の段階において達成する目標を検討した後、その達成までの具体的な方法・手順を決める段階である。そしてこの段階により、工程表の作成が可能となる。「解決策の検討」の要素に「プログラム」、「段取り」および「準備」がある。

Dewey の考えでは仮説をたて、推理作用による結果に対応する<sup>7)</sup>。

### ① プログラム

目標を実現するための具体的な行為や方法について考える段階を「プログラム」とした。これは先行研究の計画の枠組み<sup>5)</sup>の具体的な行為を考える「プログラム」と同義である。「プログラム」は、生徒の計画を具体的に作る主要な方略である。

例えば、「のこぎりで板を切る」、「必要な作業について考える」ことである。

### ② 段取り

「段取り」とは、行為の手順や時間配分を決めることである。例えば、「けがきをする→のこぎりで切る→組み立てる」などのように順序性を示すことである。

「プログラム」と「段取り」の要素を組み合わせることで、工程表の検討につながる。土井は、作業全体を見通し、適切な作業処理を行うために作業段取りの必要性について検討している<sup>12)</sup>。

### ③ 準備

「準備」とは、目標を達成するために必要な工具や材料、備品について考えることである。例えば、「材料やのこぎりの準備について考える」ことである。

この要素は「プログラム」に付随する要素であり、先行研究の計画の枠組み<sup>5)</sup>の「準備」の

うち、使用する工具に関して考えることが対応する。

## 3 生徒の計画の作成段階に関わる個別面接

ものづくり学習における計画の作成段階の生徒の思考を解明するために、構成した思考の枠組みをもちいて個別面接による検討を行った。

手続き：課題を与える前に、生徒との親睦関係を築くために数分の時間を設けた。その後、「あなたは今から、CDが入る箱をつくらうとしています。材料は、1枚板です。この作業を成功させるための計画をあなたなりに考えてください。自分が箱を完成させるならばどうやるか自由に書いてください。思いつくことはすべて書いてください。ただし箱のデザインは自由です。」と生徒に課題を与え、計画を作成させた。生徒が計画を記述するたびに、あるいは行為が停止しているときに「今、何を考えているのですか」と質問し、生徒の考えを導き出した。その応答をビデオカメラに記録した。生徒との対話例を表2に示す。また、思考の枠組みの「問題意識の提示」に関する質問を個別面接時に生徒全員に行った。1名の生徒に約1時間程度の協力をしてもらった。その個別面接の様子を図1に示す。

個別面接に使用した物品：計画書、ビデオカメラ、テープ、延長コード、三脚、シャープペンシル、消しゴム、定規などの製図用具、下敷き、メモ用紙、木材（1枚板：サイズは800×215×10）、さしがね、時計、CDケース、見本のCDラック、技術・家庭科の教科書、資料集を準備した。

実験時期：2001年10月に実施した。

被験者：ものづくりに関連する部活動に所属する中学生10名（金沢大学教育学部附属中学校1年生9名、3年生1名）を被験者とした。

表2 生徒との対話例

実験者の発言	生徒の発言	生徒の記述
どうしてけがきをするんだらう？	とりあえず切ったんじゃやばいことになりそうだから。	けがきをする
けがきをするをどうして知ってるの？ その友達はよく、ものをつくるの？	友達から聞いた。 はい。	のこぎりで切る
(切りしろに関する質問)すき間のある理由は知ってる？	自信ないけど、のこぎりの厚さ、縁の上だけじゃ足りないから、と失敗してもそこが大丈夫なように、図工の先生が昔言ってた。	
どこで知った？		
(のこぎりの図をかいいて)どちらの刃を使うの？ それはどうして？ それはどこで知った？	細かくなっているほう。 押しても引いても切れるから。 図工の先生が言ってた。	
(中略)		
出来上りの図はかくのかな？ それは、形が複雑だから？ じゃあ、複雑な形をつくるときはどうする？	頭の中で想像できるから、かかない。 はい。 かく。	
ものをつくるときに計画をたてる？	たてない。	
ものをつくるときにうまくいくかな？	80%くらい。	
うまくいかないときって、どういう失敗？	木材の大きさを間違えて、きちんとはまらなかったり。 きちんとして直す。長すぎたときは切る。短すぎたら新しい板を使う。	
それ、どうやったら直る？	こういうの見たら、簡単そうに見えるけど、つくるときは難しい。	
最後に感想とかあるかな？		

3-1 結果および考察

個別面接の結果は、計画の作成段階における生徒の記述と発言に区分して分析した。記述とは個別面接時における計画書への生徒の記述であり、発言とは個別面接時の生徒の発言である。また、「問題意識の提示」に関する質問を個別面接時に行い、その回答についても分析した。分析には本研究で構成した思考の枠組みをもちいた。教職経験10年以上の技術科担当教師2名を判定者として、生徒の記述と発言を思考の枠

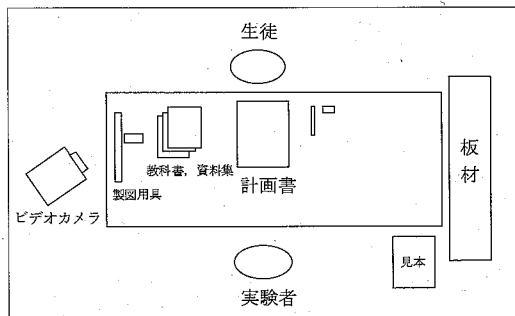


図1 個別面接の様子

組みに対して分類した。

3-1-1 計画の作成における生徒の記述

個別面接時に生徒が作成した計画書を図2および図3に示す。生徒の計画書には箇条書きによる計画の作成と図の使用による計画の作成の二つの方略が認められた。生徒の記述に対する思考の枠組みへの分類および図の使用について表3に示す。生徒の記述に認められた思考の枠組みの要素および図の使用が認められた生徒を○印によって示した。アルファベットは、生徒のラベリングである。

生徒の記述には、「解決策の検討」の要素が主に認められた。それに対して、「問題の理解」の要素についてはあまり認められなかった。また、「解決策の検討」の要素である「プログラム」について、すべての生徒が記述していた。そして、9名の生徒の記述に順序性が認められたことから「段階取り」が認められた。一方、「問題の理解」の要素である「情報の収集・探索」については、すべての生徒が記述していなかった。

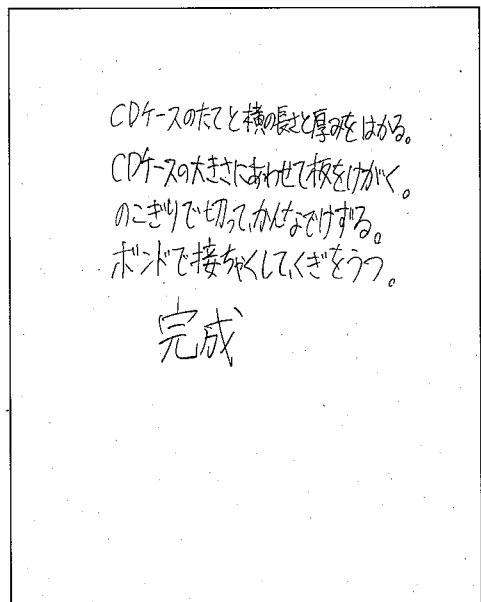


図2 計画書の例1

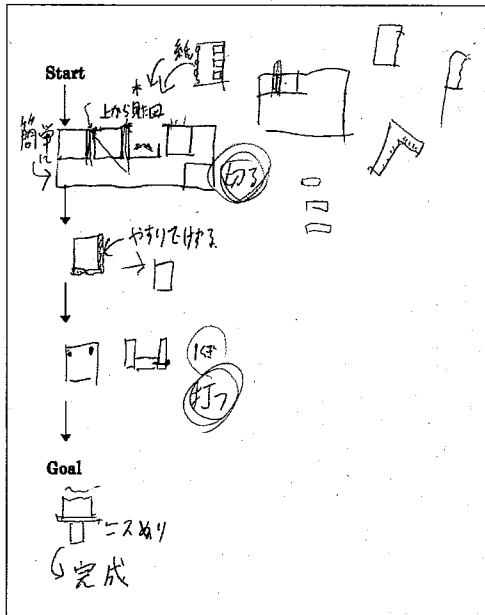


図3 計画書の例2

すべての生徒の記述に認められた「プログラム」に関する記述について、その代表例を表4に示す。生徒の「プログラム」に関する記述が

ら、その生徒の考えた行為や方法が認められた。例えば、生徒の記述に「かんなでけずる」と「やすりでけずる」とあるように、使用する工具に対する生徒の理解が異なる。木材の表面をけずる工具はかんなであり<sup>13)</sup>、木材において使用される場合、やすりは表面を研磨するためにもちいる<sup>14)</sup>。これらの生徒に対しては、より適切な理解へと導く学習指導の必要性が示唆される。

3-1-2 計画の作成における生徒の発言

個別面接時の生徒の発言についても、思考の枠組みの要素に分類した。分類した生徒の発言の例を表5に示す。生徒の発言において「問題意識の提示」、「制約条件の認識」、「情報の収集・探索」、「プログラム」、「段取り」および「準備」のすべての思考の枠組みの要素が認められた。このことから、生徒の記述ではあまり認められなかった「問題の理解」の段階に関しても、生徒は検討することが明らかとなった。

計画の作成における生徒の記述では表3で示したように「問題の理解」の要素である「情報の収集・探索」はすべての生徒において認めら

表3 思考の枠組みによる生徒の記述分析

計画の段階	要素	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
問題の理解	問題意識の提示	○					○	○			
	制約条件の認識	○			○						
	情報の収集・探索										
解決策の検討	プログラム	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	段取り	○	○		○	○	○	○	○	○	○
	準備	○	○		○		○	○	○	○	○
図の使用		○		○			○	○		○	○

表4 「プログラム」に関する生徒の記述例

<ul style="list-style-type: none"> <li>・板を6つにわけ</li> <li>・材料取りの図をかく</li> <li>・かんだけでけず</li> <li>・けがきをする</li> <li>・釘を打つ</li> <li>・のこぎりで切る</li> <li>・ゆがみがないかを確認する</li> <li>・やすりでけず</li> </ul>
--

れなかった。しかし、生徒の発言では「情報の収集・探索」が認められた。これは生徒が「情報の収集・探索」について、記述する必要性を認めていないことが推測できる。記述の必要性は生徒によって認識が異なる。

さらに、思考の枠組みの要素について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

「情報の収集・探索」に関する発言には、友人や個人の経験からの情報収集が認められる。

「問題の理解」の要素に関する生徒の思考は認められるが、その方向性には差異や偏りを指摘することができる。

「段取り」に関する発言では、生徒が計画の作成段階に予測した作業時間に差があった。授業でものをつくることを考えている生徒と、部活動や趣味でものをつくることを考えている生徒に差が認められる。前者は、授業時間を基準としていることから、4時間を目安に作業時間を設定している。それに対して、後者は1日に少しずつ作業していく長期的な作業の計画を設定している。

「準備」に関する発言に「危ないところとかあったら、やすりを使う」、「失敗したりとか、頑丈にしたりするために多く打つかもしれないから、20本くらい釘を用意する」とあるように、これから行う行為に対する予測によって、必要

表5 生徒の発言分析例

要素	生徒の発言
問題意識の提示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ちゃんとした入れものが欲しい。</li> <li>・CDを入れるためにつくろう。</li> <li>・とりあえず、家でCDを入れよう。</li> <li>・家にCDそんなにないから、つくる必要はあまりないかな。</li> </ul>
制約条件の認識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・板の大きさを考えて。</li> <li>・CDを入れるためだから、CDの長さとか測らなければいけない。</li> <li>・CDラックをつくる期限は10日。</li> <li>・道具はいつも学校のものを使っている。</li> <li>・自分の実力とか考えて、想像で完成までの時間を考えた。</li> </ul>
情報の収集・探索	<ul style="list-style-type: none"> <li>・箱を以前に家でつくったことがあるので、計画をたてるときにわからなくならなかった。</li> <li>・友だちの方法を見て、参考にする。</li> <li>・まわりの人はみんな、のこぎりで切っているの。</li> <li>・このことはB君に聞いた。</li> <li>・この部活に入って、先輩から覚えた。</li> <li>・この前けがきしたときに使った道具を思い出した。</li> <li>・教科書にかいてあったから。</li> <li>・小学校の図工の時間とかに知った。</li> <li>・今、ものづくり部でかいているから、直接板にかける。</li> <li>・ものづくり部でもらった設計書にかいてあった。</li> <li>・夏休みの工作で紙粘土にニス塗りしました。そのときに光ってかっこよかったから、使う。</li> </ul>
プログラム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・板に定規で線をひく。</li> <li>・隅っことかもはじめザラザラだから、やすりでけず。</li> <li>・釘を打って組み立てる。</li> <li>・のこぎりの細かいほうの刃で切る。</li> <li>・ニス塗りをする。</li> </ul>
段取り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1日1時間半で、30日で確実に仕上がると思う。</li> <li>・これらの作業をするために7日間ぐらいはかかる。</li> </ul>
準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・丸めたりとか、危ないところとかあったら、やすりを使う。</li> <li>・ボンドと紙やすりを組み立てるときに使う。</li> <li>・作業する直前に道具を用意する。</li> <li>・釘とかはホームセンターで手に入れる。</li> <li>・釘は10数本くらい使う。失敗したりとか、頑丈にしたりするために多く打つかもしれないから、20本くらい釘を用意する。</li> </ul>

な工具や材料，備品について考えている。生徒は実際の作業を予測し，予測した作業に対応するために，計画の作成段階で「準備」について考えていることが推測される。

### 3-1-3 同一質問に対する生徒の回答

問題意識をもつことは問題解決にとって重要であると考え，思考の枠組みの「問題意識の提示」に関する質問を生徒全員に行った。その質問および回答例を表6に示す。

質問1および2より，CDラックの製作について必要性を感じていない生徒が認められた。生徒が問題解決の必要性を感じることなしに，問題解決学習を展開することはできない。林は，「問題意識の提示」を，ある解決行動の前段階であり，問題解決の原動力や，推進力になるものと考えている。また，ある事柄を自分の問題にする過程において，「問題意識の提示」は重要な働きを果たすと述べている<sup>16)</sup>。つまり，問題意識をもたなければ解決行動にはつながらないこと，および自分の問題として認識することの重要性を指摘している。

また，質問1に対して「つくるだけなら，おもしろそうだから，やってみよう」との回答が認められた。Deweyは子どもの興味の一つにものづくりがあることを指摘している<sup>16)</sup>。ものづくりに対して必要性を感じない生徒や必要性は感じないが興味はもつ生徒が，質問に対する回答から認められた。

以上のことを教師は理解することで，適切な学習指導が可能となる。例えば，「完成した作品をどこでどのように使いますか？」，「CDが入る枚数は何枚ですか？」および「これらの作業をするためにどれだけの時間がかかると思いますか？」などの質問によって，生徒の具体的な回答を導き出し，生徒の問題意識に対して方向づけることもできる。

また，課題提示に関して教師は責任を果たさなければならない。表6に示される「楽なほうを選ぶなら，買えばいい」との生徒の発言に適切に回答する必要がある。ものづくりの学習指導において生徒の多様性にどのように対応するか，今後さらに検討する必要がある。

表6 同一質問に対する生徒の回答例

問題意識の提示に関する質問・回答	質問1 今，たててもらった計画のCDラックをつくりたいですか？
	回答 <ul style="list-style-type: none"> <li>・時間とお金があればつくりたい。</li> <li>・つくるだけなら，おもしろそうだから，やってみよう。</li> <li>・思わない。</li> <li>・つくりたくないね。プラスチックのCDラックもってるし，CDラックよりかは本棚とかもって実用的なものをつくりたい。</li> </ul>
問題意識の提示に関する質問・回答	質問2 このCDラックをつくらなければならないと思いますか？
	回答 <ul style="list-style-type: none"> <li>・CDは増えそうにないから，特につくらなくてもいいかなって。新たに箱ができると，置くところがないから，なるべくならもの増やさずにいたい。</li> <li>・別につくる必要がない。</li> <li>・そこまでは思わない。</li> <li>・そうですね。やっぱり，部屋が散らかっているし，CDラックがあることでかたづかってことになるんで，つくらなければならないかなって。</li> <li>・そんなことはないと思う。店に行けば，安値で売ってるから。自分でつくるとするのは楽しいけど，楽なほうを選ぶなら，買えばいいし。</li> </ul>



#### 4 まとめ

本研究は、ものづくり学習における計画の作成段階の思考に着目した。そこで思考の枠組みを構成し、生徒に対する個別面接により、計画の作成段階の実態について検討した。そして生徒の計画の作成段階における記述と発言を分析した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 生徒の計画の記述には、「解決策の検討」の要素が主に認められた。「解決策の検討」は具体的な方法を選択することである。よって、生徒は計画の作成段階において具体的な行為を見通していることが明らかとなった。
- (2) 個別面接時の生徒の発言の分析により、生徒は「問題の理解」の要素を記述してはいないが、それらについて検討していることが明らかとなった。
- (3) 生徒の記述と発言を分析した結果、思考の枠組みのすべての要素が認められたことから、本研究において構成した思考の枠組みを実証することができた。
- (4) 思考の枠組みの「問題意識の提示」に関する質問を生徒全員に行った。その結果、CDラックを製作することに必要性を感じる生徒、感じない生徒が認められた。

以上のことから思考の枠組みのすべての要素が認められたが、その方向性には差異や偏りを指摘することができた。

#### 参考文献

- 1) 日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育—技術教育の理念と社会的役割とは何か そのための教育課程の構造はどうあるべきか—, 日本産業技術教育学会誌, Vol. 41, No. 3 別冊, p. 7, 1999
- 2) 文部省：中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—技術・家庭編—, 東京書籍, pp. 10—15, 1999
- 3) 下中邦彦(編)：心理学事典, 平凡社, p. 643, 1967
- 4) 竹野英敏, 松浦正史：技術科の加工学習における要素作業とその関連知識の階層化, 日本教科教育学会誌, Vol. 16, No. 3, pp. 81—87, 1983
- 5) 岳野公人：ものづくりの構想段階における生徒の計画作成に関する基礎的研究, 日本産業技術教育学会誌, Vol. 43, No. 3, pp. 145—151, 2001
- 6) 千葉大学工学部建築学科木材工芸学教室：木材加工・室内便覧, 産業図書株式会社, p. 227, 1961
- 7) John Dewey: How we think, 1933, 植田清次(訳)：思考の方法, 春秋社, pp. 109—117, 1955
- 8) 崎谷真也：問題解決における「スキーマ」の役割, 兵庫教育大学紀要, Vol. 10, 第3分冊, pp. 27—37, 1989
- 9) 伊藤毅志, 安西祐一郎：問題解決の過程, 市川伸一(編)：思考 認知心理学4, 東京大学出版, pp. 107—131, 1996
- 10) 左田和幸, 松浦正史：技術的な課題の問題解決におけるプランに関する基礎的研究, 日本産業技術教育学会誌, Vol. 36, No. 1, pp. 1—8, 1994
- 11) 畑村洋太郎：設計の方法論, 岩波書店, pp. 6—13, 2000
- 12) 土井康作, 森和夫：技術教育における作業段取りの研究の意義と展望, 職業能力開発大学校紀要, Vol. 26B, pp. 35—44, 1997
- 13) 日本材料学会木質材料部門委員会：木材工学辞典, 工業出版株式会社, p. 116, 1982
- 14) 前掲13), p. 153
- 15) 林文圭：数学教育における問題解決学習に関する研究—問題意識を中心として—, 広島大学大学院教育学研究科博士課程論文集, Vol. 15, pp. 168—175, 1989
- 16) John Dewey: The School and Society, revised edition, 1915, 宮原誠一(訳)：学校と社会, 岩波書店, pp. 56—58, 1957