

ケミカルウッドを用いた緻密な加工技術を習得するための授業実践

高橋将太郎*・保坂和樹*・川崎裕典*・鈴木渉*・田中浩之*・工藤雄司**

(2014年9月16日受理)

Lesson Practice for Learning an Accurate Processing Technique Using Chemical Wood

Shotaro TAKAHASHI, Kazuki HOSAKA, Yusuke KAWASAKI, Wataru SUZUKI,
Hiroyuki TANAKA and Yuji KUDO

キーワード: 中学校技術科, ケミカルウッド, 緻密な加工技術, 先行導入題材, 授業実践

本研究は、中学校技術・家庭科技術分野の内容 A「材料と加工に関する技術」において、緻密な加工技術の習得を指向した先行導入題材を用いて授業実践を行い、その学習効果を検証することを目的としたものである。ここでいう先行導入題材とは、工夫・創造する能力の育成を旨とする主題材に対して、事前に基礎・基本の定着と主題材への動機付けを図るために導入する予備的な題材のことである。本研究では、加工方向を選ばない等方性材料であるケミカルウッドを利用した先行導入題材を用いて、加工精度を要する組木細工を製作する授業実践を行い、その学習効果を検証した。その結果、本授業実践には材料の性質に関する知識や工具の操作に関する技術、製作に対する実践的態度等において一定の学習効果があったことが示された。

1. はじめに

中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）では、木材、金属などを主な材料とした製作品の設計・製作（以下、材料加工学習）が学習内容として位置づけられている^{1) 2)}。しかし、平成 20 年の中学校学習指導要領改訂に伴い、「生物育成に関する技術」や「情報に関する技術」の計測・制御の内容等が必修となったにもかかわらず、技術科の授業時数に変更がなかったため、材料加工学習に割り当てられる授業時数は実質的に削減されることとなった。また、選択教科等に充てる授業時数の廃止により、選択教科としての技術科もなくなり、材料加工を経験する機会も減少していると考えられることから、材料加工学習においては、より効率的で魅力ある学習活動を展開するために、

*茨城大学大学院教育学研究科

**茨城大学教育学部

教師による題材の工夫が求められることが推察される。

中学校学習指導要領解説技術・家庭編（以下、学習指導要領解説）では、題材の設定に関して、教科及び分野目標を達成すると同時に、学習の系統性や総合性を考慮する必要があるとしている³⁾。しかし、授業時間数が削減されている現在のカリキュラムにおいては、生徒に学習させたい内容を網羅した題材を用いるには時間的制約が大きな課題となっている。

一方、技術科では「生活を工夫し、創造する実践的な態度」を育成するために、従来から問題解決的な学習が重視されている。技術科における問題解決的な学習とは、『生徒の生活体験の拡充と反省的思考の働きを促す学習法で、生徒の身近な問題を取り上げて積極的・能動的に取り組ませる学習』とされている⁴⁾。学習指導要領解説においても、『生徒が学習した知識及び技術を生活に活用できるよう、問題解決的な学習を充実する』と明記されており⁵⁾、技術科における問題解決的な学習の重要性が窺える。また、森山（2002）は『問題解決的な学習を充実させるためには、基礎・基本の学習が充実していなければならない、基礎・基本で学んだことをいかにして自分自身の問題解決に利用すればいいか気づかせなければならない』と述べている⁶⁾。したがって、問題解決的な学習を旨とする題材において工夫・創造する能力を発揮させるためには、その前提として基礎・基本の学習を充実させる必要があると考えられる。

材料加工学習で扱われる製作題材は、依然として木材によるものが多く、その他の材料を取り入れた題材はあまり扱われていないことが報告されている⁷⁾。しかし、木材は異方性を有す多孔質材料であり、個体によっては節なども見受けられるため、初学者にとっては必ずしも加工が容易ではないことが推察される。そこで、木材を用いた主題材に取り組む事前段階において、金属やプラスチックのように等方性材料でありながら硬さが木材と同等な材料を用いた先行導入題材に取り組ませる。そうすることで、材料加工学習に関する基礎的・基本的な知識・技能を学ぶとともに、学習指導要領で求められている緻密さにこだわった正確な加工技術（以下、緻密な加工技術）を体験することができるようになると考えられる⁸⁾。また、「緻密さへのこだわり」は我が国の文化や伝統を支えてきた重要な観点であり、材料加工学習によって学習させる意義は大きい⁹⁾。したがって、材料と加工に関する基礎・基本を学習する場面において、等方性材料を用いて緻密な加工技術の習得を指向した先行導入題材を考案することは意義がある。

筆者らはこれまでに、技術科の材料加工学習において利用可能な先行導入題材を考案し、その有用性を評価するとともに、同題材を用いた学習指導の展開方法について検討している¹⁰⁾。そこで本稿では、考案した題材を用いた授業実践を行い、その学習効果について検証することとした。具体的には、筆者らが作成した質問紙を用いて検証授業の実施前後における生徒の学習のレディネスの変化を調査し、対応のあるt検定によって検証した。

2. 先行導入題材及び指導計画の考案

2.1 考案した先行導入題材

筆者らは、先行導入題材として、ケミカルウッドを用いた組木細工を考案している。ケミカルウッドは、ポリウレタン樹脂からなる人工材料で、見た目、肌触り、切削感覚等は木材に近く、収縮・膨潤しないという特徴をもっている。また、加工方向を選ばない等方性材料であり、木材と比較し

て加工性に優れていることから、本研究に適した材料だといえる。考案した先行導入題材の部品図及び設計図を表1、図1に、完成見本を図2に示す。

表1 組木細工の部品図

部品名	厚さ×幅×長さ (mm)	数量
6本組み木	19.8×19.8×80	6

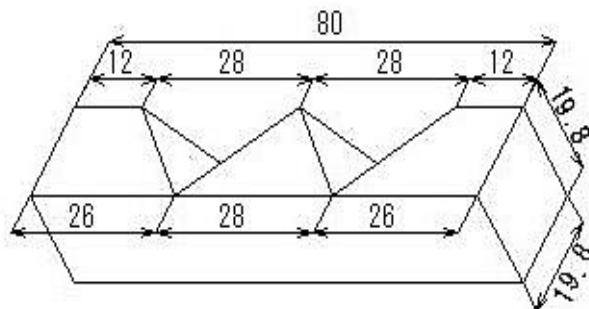


図1 組木細工の設計図

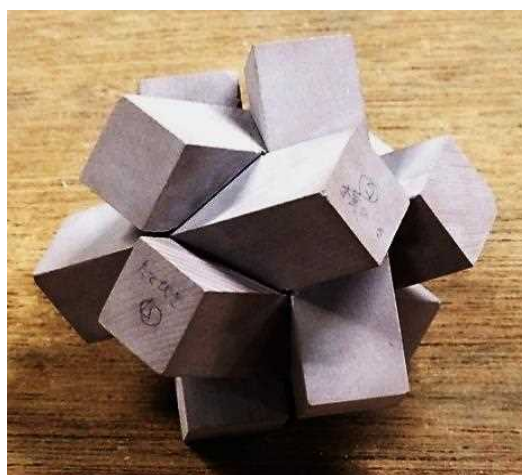


図2 先行導入題材の完成見本

2.2 考案した指導計画

2.2.2 先行導入題材を用いた授業計画

先行導入題材を用いた授業計画を以下に示す。尚、提示資料や学習指導の展開方法等については先行研究を参照されたい。

(1) 目標

等方性を有する新素材(ケミカルウッド)を材料とした組木細工によるパズルを製作することで、ものづくりに必要な緻密さにこだわりをもたせると同時に、材料に適した工具を用いたり、正確かつ効率的に作業を進めるために治具を利用したりすることの必要性について理解させ、材料加工のための技術を安全に活用しようとする態度を養う。

(2) 準備・資料

鋼尺, 直角定規, 治具, C クランプ, 当て木, 両刃のこぎり, 棒やすり, 実物投影機, モニター

(3) 展開

学習内容・活動	時間	指導上の留意点
(前半授業) 1. ケミカルウッドに触れ, 観察する。 2. 学習課題を確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">新素材を使ってパズルをつくろう!</div> 3. ケミカルウッドを用いて作品を製作する。 (1) けがきをする。	5分 5分 10分	○新素材であるケミカルウッドを提示して, 色, かたさ, 重さなどの視点を与え, 材料について予想させる。 ○ケミカルウッドが製品の模型をつくる時になどに使われることを説明し, 加工を容易に行うことができる新素材の技術に興味をもたせる。 ○学習シート内に製作工程を記し, 作業を進める過程でチェックを入れさせるようにする。 ○けがきの方法を書画カメラで撮影して, モニター上で見せながら説明する。
(後半授業) (2) 治具にケミカルウッドを挟んで切断する。 (3) 仮組立てする。 (4) やすりがけを施し仕上げる。 4. パズルを組みあげて, 作品の精度について検討する。 5. 本時のまとめを行う。 6. 清掃を行う。	20分 5分 5分	○教卓に生徒を集め, 切断の方法と治具の役割を実演しながら説明する。 ○安全なものづくりを推進するため, 刃物の取り扱いについて注意を促す。 ○緻密なものづくりの必要性を気付かせるために, 仮組立てを行わせる。 ○うまく組み上がらないことに対して, 原因を考えさせてワークシートに書かせる。 ○机間指導で作業が止まっている人を対象に再度説明を行う。 ○配布したワークシートに各自気づいたことを記入する。 ○友だちの作品と組み合わせて 1 つの作品にすることで, 製作の喜びを分かち合い, 緻密なものづくりへの関心を高める。 ○他の新素材としてカーボン, 生分解性プラスチックなどを取り上げ, 実際に使用されている製品とともに紹介する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ◎新素材(ケミカルウッド)の技術に気づくとともに, 緻密な加工を施す必要性について実感を伴って気づくことができる。 (学習シート: 関心・意欲・態度) </div>

3. 質問紙調査

3.1 調査項目の作成

中学生の材料加工学習におけるレディネスを調査するための質問項目を以下の手順に基づいて作成した。

- (1) 「緻密な加工技術」をキーワードとして、どのような生徒がそれを身に付けているか、自由記述により回答を求める調査を実施した。調査協力者は、技術教育を選修している大学生 34 名及び大学院生 8 名の計 42 名である。
- (2) 調査により得られた自由記述の内容について、戸狩ら (2011) の学習レディネステスト¹⁾の質問内容を参考にしながら、教職経験が 20 年以上で専修免許取得者である大学教員 1 名と大学院生 5 名の計 6 名で協議を行った。内容が重複している項目の削除や、記述が見られなかった材料についての項目の追加等を行い整理・統合した結果、最終的に 25 項目からなる調査票を作成した (表 2)。尚、調査票は材料加工学習全般を調査できるものとなっており、中学生が容易に理解・回答できる文章表現になるよう配慮されている。

3.2 手続き

抽出した 25 項目を用いて質問紙を作成し、4 件法による調査を行った。調査内容は『この調査は、新素材であるケミカルウッドを用いた組木細工を製作する授業を受ける前後で、皆さんにどのような変化があるのかを明らかにするためのものです。26 の質問項目に対して、次の 1~4 の中からあてはまる番号にマークして下さい。尚、学校の成績とは一切関係ありませんので、自分の思うとおりに記入して下さい』として、授業前後における意識の変化の調査であることを十分に指示し、「1：あてはまらない」、「2：ややあてはまらない」、「3：ややあてはまる」、「4：あてはまる」の 4 つの選択肢から、各質問項目に回答させた。

4. 授業実践

授業実践の概要を以下に示す。

実施日：平成 26 年 3 月 20 日 (木)

実施校：I 大学教育学部附属中学校

対象学級：第 2 学年 2 組 32 名 (男子 16 名, 女子 16 名)

実施教室：技術室

指導者：日本産業技術教育学会「技術科教員指導能力認定試験」合格の大学院生

授業の実施前後に行った質問紙調査への有効回答数は、事前・事後とも 32 名中 30 名 (有効回答率 93.75%) であった。

尚、対象となる生徒は、木材を主材料とした材料加工学習を行っており、のこぎり、かなづち等の工具を使用した経験があった。

5. 学習効果の検証

開発した先行導入教材を用いた授業実践の学習効果を検証するために、授業の実施前後における学習のレディネスの平均得点を比較した。

表2 実践前後における平均得点及び検証結果

質問項目	実践前	実践後	t検定
1. 木材の性質について説明することができますか。	2.60 (0.99)	3.20 (0.79)	2.63**
2. 金属の性質について説明することができますか。	3.00 (0.93)	3.20 (0.83)	0.81
3. プラスチックの性質について説明することができますか。	2.43 (0.99)	2.77 (0.88)	1.22
4. 新素材の1つであるケミカルウッドについて説明することができますか。	1.13 (0.34)	2.83 (0.86)	9.43***
5. 木材を使ってもものづくりをしてみたいと思いますか。	2.97 (0.95)	3.27 (0.89)	1.07
6. 金属を使ってもものづくりをしてみたいと思いますか。	2.97 (0.91)	3.30 (0.82)	1.26
7. プラスチックを使ってもものづくりをしてみたいと思いますか。	2.80 (1.05)	3.17 (0.86)	1.30
8. 新素材の1つであるケミカルウッドを使ってもものづくりをしてみたいと思いますか。	2.87 (0.96)	3.30 (0.90)	1.63
9. 木材・金属・プラスチック・新素材(ケミカルウッド)などの材料について知りたいと思いますか。	2.83 (1.00)	3.30 (0.87)	1.70*
10. ケミカルウッド以外の新素材についても知りたいと思いますか。	2.87 (0.99)	3.37 (0.87)	1.77*
11. ケミカルウッド以外の新素材を使って、ものづくりをしてみたいと思いますか。	2.87 (0.96)	3.27 (0.85)	1.42
12. 精度よくものをつくらうとすると、どのような順番でつくってあげばよいか説明できますか。	2.47 (0.96)	2.87 (0.99)	1.62
13. 設計図の大切さについて説明することができますか。	2.77 (0.99)	3.13 (0.92)	1.41
14. 何かをつくる時、どの材料を用いれば良いかを理由をつけて説明できますか。	2.37 (0.87)	2.83 (0.93)	1.88*
15. 0.5mm単位で加工を行うものづくりは精度の高いものであると思いますか。	2.47 (1.06)	3.00 (1.00)	1.77*
16. 設計図にしたがってより精度の高いものをつくってみたいと思いますか。	3.00 (0.97)	3.20 (0.91)	0.71
17. どうしたら精度の高いものをつくれるようになるのを知りたいと思いますか。	2.70 (1.13)	3.27 (0.73)	2.07**
18. のこぎりやかなづちなど、色々な工具の正しい使い方を知りたいと思いますか。	2.83 (0.97)	3.17 (0.78)	1.51
19. つくらうとするものを設計図に表す方法を知りたいと思いますか。	2.73 (1.03)	3.07 (0.85)	1.31
20. 精度の高いものをつくりたいと考えることがありますか。	3.00 (1.13)	3.30 (0.78)	1.10
21. のこぎりをうまく使うことができますか。	2.47 (0.81)	2.97 (0.84)	2.06**
22. 作業を計画的に進めることができますか。	2.37 (0.84)	2.93 (0.85)	2.43**
23. 精度の高いものをつくることができますか。	2.30 (0.94)	2.77 (0.88)	2.00*
24. のこぎりやかなづちなどの工具を使ってもものをつくることを楽しいと感じますか。	3.40 (0.95)	3.27 (0.81)	0.56
25. 1つ1つの作業が正確にできているか確認しながらものをつくることができますか。	2.57 (0.88)	3.23 (0.84)	2.53**

()内の値は標準偏差, t値は*: p<.10, **: p<.05, ***: p<.01を示す。

表2より、設問1「木材の性質について説明することができますか。」(t(29)=2.63, p<.05), 設問4「新素材の1つであるケミカルウッドについて説明することができますか。」(t(29)=9.43, p<.01), 設問17「どうしたら精度の高いものをつくれるようになるのかを知りたいと思いますか。」(t(29)=2.07, p<.05), 設問21「のこぎりをうまく使うことができますか。」(t(29)=2.06, p<.05), 設問22「作業を計画的に進めることができますか。」(t(29)=2.43, p<.05), 説明25「1つ1つの作業が正確にできているか確認しながらものをつくることができますか。」(t(29)=2.53, p<.05)の6項目で有意差が認められた。また、設問9「木材・金属・プラスチック・新素材(ケミカルウッド)などの材料について知りたいと思いますか。」(t(29)=1.70, p<.10), 設問10「ケミカルウッド以外の新素材についても知りたいと思いますか。」(t(29)=1.77, p<.10), 設問14「何かをつくるとき、どの材料を用いれば良いかを理由をつけて説明できますか。」(t(29)=1.88, p<.10), 設問15「0.5mm単位で加工を行うものづくりは精度の高いものであると思いますか。」(t(29)=1.77, p<.10), 設問23「精度の高いものをつくることができますか。」(t(29)=2.00, p<.10)の5項目で有意傾向が見られた。有意差が認められなかった項目については、作成した質問紙が本授業実践で扱った内容よりも広い内容を含んでいること(例えば、設問13「設計図の大切さについて説明することができますか。')や、事前段階から学習のレディネスが高かったこと(例えば、設問2「金属の性質について説明することができますか。」や設問20「精度の高いものをつくりたいと考えることがありますか。')が影響しているものと推察される。

以上の検証結果から、本授業実践には材料の性質に関する知識や工具の操作に関する技術、製作に対する実践的態度等において一定の学習効果があったことが推察される。したがって、主題材を用いた授業を実施する事前段階において本指導計画を展開することで、基礎的・基本的な知識・技能の定着と主題材への動機づけがなされることが示唆された。

一方で、設問24「のこぎりやかなづちなどの工具を使ってものをつくることを楽しいと感じますか。」においては、授業実施後の平均得点が授業実施前のそれを下回る結果となった。これは、ワークシートの自由記述欄に『治具まで削ってしまい、切断線通りに切ることができなかった』、『ガタガタになってしまい、うまく組み上がらなかった』等の記述が見られたことから、緻密な加工技術の習得を指向するあまり、各個人の能力に応じた達成感や成功体験を味わわせることができなかったためと推察される。したがって、本題材を用いてよりよく実践するためには、生徒一人一人が達成感や成功体験を知ることができるような指導の工夫が必要であろう。本稿では指導計画の再考・再検証を行うまでには至らなかったため、これらは今後の課題としたい。

6. おわりに

本研究では、加工方向を選ばない等方性材料であるケミカルウッドを利用した先行導入題材を用いて、加工精度を要する組木細工を製作する授業実践を行い、その学習効果を検証した。その結果、本授業実践には材料の性質に関する知識や工具の操作に関する技術、製作に対する実践的態度等において一定の学習効果があったことが示された。

今後は、本題材を用いてよりよく実践してゆくために、指導計画の再考と再検証を行っていく所存である。

7. 引用文献

- 1) 文部科学省『中学校学習指導要領解説—技術・家庭編』（東京書籍，1999）.
- 2) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編』（教育図書，2008）.
- 3) 前掲2) 74.
- 4) 日本産業技術教育学会技術科教育分科会『新技術科教育総論』（日本産業技術教育学会，2009），91.
- 5) 前掲2) 76.
- 6) 森山潤『技術科教育実践講座理論編1』（ニチブン，2002），68-73.
- 7) 全日本中学校技術・家庭科研究会「平成24年度中学校技術・家庭科に関する全国アンケート調査【技術分野】調査報告書」http://ajgika.ne.jp/doc/2013enquete_g.pdf，2013，4-8.
- 8) 前掲2) 16.
- 9) 前掲2) 16-17.
- 10) 高橋将太郎・他5名「緻密な加工技術の習得に向けた授業試案 - 新素材を用いた組木細工製作 -」『茨城大学教育学部紀要（教育総合）増刊号』，2014，191-199
- 11) 戸狩祥崇・石原進司・宮川秀俊「技術科教育における学習レディネスと創造性の育成についての一考察 - 「簡単な木製品の設計・製作をしよう」を通して -」『日本産業技術教育学会誌』，第53巻第4号，2011，1-8