

組立・分解を意図した実習題材による授業実践

Teaching practice with training materials
which aimed at assembling and decomposition

大 内 毅 野 中 悠 大

Takeshi OHUCHI

Yuta NONAKA

福岡教育大学技術教育ユニット

福岡市立次郎丸中学校

(令和2年9月29日受付, 令和2年12月10日受理)

要 約

本研究では, これまでに考案開発した2段錐, 固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する組立・分解型実習題材を検討し, それを導入した学習プログラムを開発するとともに, その有効性を検証するために, 実際に公立中学校において授業実践を行った。得られた結果から, 組立・分解型実習題材を導入した学習プログラムによって, 授業時数の短縮化が可能になること, 製作においては, 生徒に体験的にESDについて考えさせることが可能であることが明らかとなった。組立・分解型実習題材は, 2段錐, 固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する場合, 中学生にとって比較的容易で, しかも安全に製作できることが明らかとなった。また, 製作実習を通して, 生徒が体験的に環境に配慮した製品づくりや持続可能な社会について理解を深めていることが示唆された。保護者に対するアンケート調査結果から, 組立・分解型実習題材は, 家族団欒の時間を作ること, 組立・分解の意味を考えること, さらに技術科の学習内容を家族で共通理解できるという点で教育的な効果が認められた。

キーワード: 組立・分解, 実習題材, ESD, 持続可能

I. はじめに

近年, 持続可能な社会づくりの担い手を育む教育としてEducation for Sustainable Development (以下, ESDとする) が環境, 経済, 社会および文化の関係諸機関から学際的かつ総合的に取り組まれるようになってきている。しかしながら, 中学校技術・家庭科の技術分野 (以下, 技術科とする) における木材を用いた製作実習においては, 製作に必要な技能を習得することに内容が偏っており, その結果, 実際の製作では, 接着剤と釘による接合を施して組立てるまでの内容となり, 使用後の製作の処理や効率のよい分解法, あるいは再資源化といった内容について触れるまでに至っていない。

そこで筆者ら¹⁾は, 技術科の実習題材の新たな接合方法として組立・分解が可能な環境に配慮した接合方法の開発に着手した。その結果, 組立・分解に必要となる専用工具として, 2段

錐, 固定治具および低トルクで高保持力を有するキャップ木ねじを考案開発した。さらに, 性能評価試験を行った結果, これらの工具, 治具およびキャップ木ねじは, 中学生にとって比較的容易に, しかも安全な下穴加工と接合が可能となることを明らかにした。また, この接合方法を持続可能な開発に関する技術の一つとして, 技術科の製作実習を通して学習することになれば, ESDに寄与する学習成果が期待できることも示唆した。

引き続き本研究では, これまでに考案開発した接合方法による組立・分解を意図した実習題材を実践するための学習プログラムを開発して, 教材化することを目指した。実際の研究では, 2段錐, 固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する組立・分解を意図した実習題材を検討するとともに, それを導入した学習プログラムを開発した。さらに, その有効性を検証するために, 実際に公立中学校において, 組立・分解型実習題材を製作

表1 釘接合を想定した実習題材における単元計画

作業工程	授業内容	授業時数 (19時間)
製図	製図のかき方の説明、製図の練習	2
製作品の構想	製作品の選択（飾り棚）、構想表の作成	2
けがき	さしがね・けがきの方法の説明、板材へのけがき	2
切断	両刃のこぎり・切断方法の説明、切断	2
部品加工	かんな・かんな削りの方法の説明、かんな削り	3
組立て	錐を用いた下穴加工・玄を用いた釘接合の説明 下穴用のけがき、下穴加工、組立て	6
仕上げ	表面処理の説明、紙やすりを用いた研磨	1
評価	製作品の自己評価、相互評価	1

する授業実践を行い、授業後に生徒に対してアンケート調査を行うとともに、製作終了後、保護者に対してもアンケート調査を行ったので併せて報告する。

II. 組立・分解を意図した実習題材を導入した学習プログラム

1. 単元計画

本実習題材は、中学校技術・家庭科の技術分野における「A 材料と加工に関する技術」の「(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」において実施することとし²⁾、教科書には、授業実践予定の中学校が採用している「新編 新しい技術・家庭科 技術分野（東京書籍）」を用いた³⁾。

表1に、釘接合を想定した実習題材における現行の単元計画とその内容を示す。なお、同表に示す内容と授業時数は、「新編 新しい技術・家庭科 技術分野 教師用指導書 授業展開編（東京書籍）」を参考にしている⁴⁾。同表より、製作品は飾り棚であり、合計授業時数は19時間で、その中でも組立ての工程は6時間を占めている。

表2に、組立・分解を意図した実習題材を導入した単元計画とその内容を示す。同表より、作業工程の中でも、製図、けがき、切断、部品加工、仕上げおよび評価については、授業内容と授業時数ともに、表1の単元計画とほぼ同様に実施する計画となっている。製作品の構想については、ボルト接合の説明をすることで、組立・分解を意図した実習題材を意識させ、製作品を3種類の中から選択できるようにした。製作品の詳細については、2.において後述する。さらに、組立てについては、考案開発した2段錐、固定治具およびキャップ木ねじの説明や、それらを容易に使用できるようにするための練習時間も含めて授業時数を4時間とした。その結果、合計授業時数は17時間となっている。

表2 組立・分解を意図した実習題材における単元計画

作業工程	授業内容	授業時数 (17時間)
製図	製図のかき方の説明、製図の練習	2
製作品の構想	接着剤・釘接合・ボルト接合の説明、 組立・分解を意図した製作品の選択、構想表の作成	2
けがき	さしがね・けがきの方法の説明、板材へのけがき	2
切断	両刃のこぎり・切断方法の説明、切断	2
部品加工	かんな・かんな削りの方法の説明、かんな削り	3
組立て	2段錐、固定治具およびキャップ木ねじの説明、 組立て練習、下穴加工、組立て	4
仕上げ	表面処理の説明、紙やすりを用いた研磨	1
評価	製作品の自己評価、相互評価	1

次に、釘接合を想定した実習題材と組立・分解を意図した実習題材の授業内容を比較すると、製作品の構想の際に、組立・分解を意図した実習題材を説明することで、生産から廃棄までの環境への影響を意識したものづくりについて学習することができる。そこで、実際に組立てる際に、組立・分解を意図した実習題材の説明を再度することで、製作工程で体験的にESDを意識した製作実習が実践できると考えられた。また、組立ての授業時数については、釘接合では、下穴加工のためのけがきに時間を要するため合計6時間となっているが、キャップ木ねじ接合では、固定治具が透明であることから、木端面に対するけがき線は1本で対応できることに加え、固定治具上部の2段錐を進入させるブロックにより、下穴の位置を容易に決めることができるため、組立ての作業時間を2時間短縮することができると判断した。

以上のことから、組立・分解を意図した実習題材を導入した学習プログラムでは、釘接合を想定した場合と比較して、製作品の設計と製作の単元において、授業時数の短縮化が図れるとともに、製作工程においても、体験的にESDについて考えさせることで「材料と加工に関する技術」のまとめである評価・活用の内容に効果的に関連付けることができる。したがって、本学習プログラムを通して生徒は、ESDを基盤とした持続可能な開発に関する技術と、環境に対する理解を深めることができるものと考えられる。

2. 組立・分解型実習題材の検討

実習題材の材料には、厚さ15 mm (R)、幅210 mm (T)、長さ1000 mm (L)のパイン集成材を用いた。実習題材については、研究目的である組立・分解が意図されることを考慮して、検討を行った。その結果、図1から図3にそれぞれ示す3種類の実習題材が考えられた。図1は2段ラック、図2は本立て、図3は飾り台である。いずれ

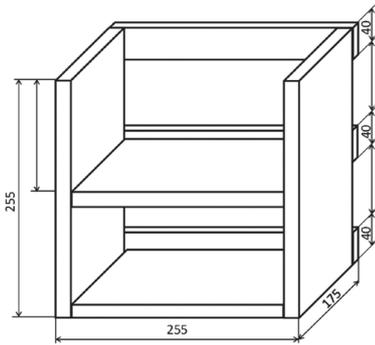


図1 2段ラック

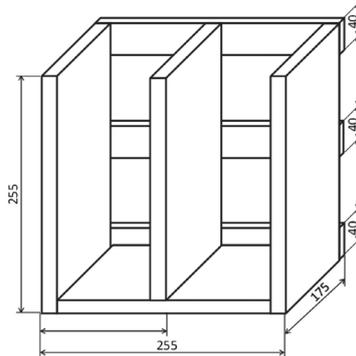


図2 本立て

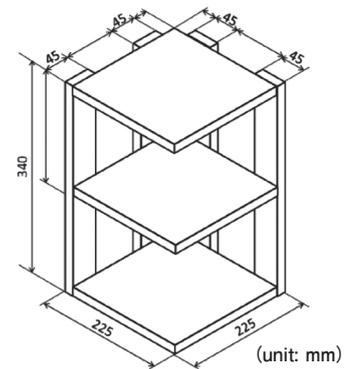


図3 飾り台

の場合も、製作工程で組立てる前に、2段錐を用いて側板、底板、棚板および背板に対して複数の下穴加工を施すことで、組立てた後でも容易に接合する位置を変更することができるため、収納物の大きさが変わっても対応することができる。

以上のことから、組立・分解型実習題材を検討したことによって、生徒は実習題材を選択する際に、使用目的や製作品の機能・構造について考えることができるようになり、製作後においても、収納物の大きさが変わるなど、使用目的が変更しても、組立・分解をすることによって、それに対応可能であることが理解できるようになった。

Ⅲ. 組立・分解型実習題材を用いた授業実践

1. 授業実践の概要

授業実践は、福岡県立 M 中学校 1 年生 2 クラス 71 名 (A 組 : 34 名, B 組 37 名) を対象に、平成 30 年 1 月 17, 24 日にそれぞれ 1 時間ずつ、合計 2 時間で実施した。そして実践後に、組立・分解型実習題材に関するアンケート調査を行った。

2. 実践内容

授業実践は、表 2 の単元計画に示す作業工程の組立てにおいて、1, 2 時間目に行った。授業での準備物は、釘と接着剤を用いて接合した木片、釘のみで接合した木片、キャップ木ねじ、2 段錐、固定治具、六角レンチ、厚さ 15 mm のスギ練習材および学習プリントである。2 段錐、固定治具および六角レンチについては、それぞれ 20 個ずつ準備して、2 人 1 組になって組立てを行う体制を整えた。

表 3 に、1 時間目の授業展開を示す。同表より、まず、導入では、釘接合した木片を見せながら、生産から廃棄までを意識したものづくりの重要性について提示することで、生徒が環境について意識できるように配慮して指導した。次に、学習プ

表 3 授業実践の展開 (1 時間目)

授業展開の内容	配時(分)
導入、本時の目標の確認	5
キャップ木ねじ、2 段錐および専用治具の概要の説明	15
下穴加工方法、組立て方法の説明	5
練習材による練習	20
片付け、まとめ	5

表 4 授業実践の展開 (2 時間目)

授業展開の内容	配時(分)
前時の復習、本時の目標の確認	5
組立て方法の再確認、下穴用のけがきの説明	5
組立て	35
片付け、まとめ	5

リントを用いて、キャップ木ねじ、2 段錐および固定治具の説明をする中で、下穴加工と材料を固定することの重要性を考えさせるように指導した。特に、下穴加工の説明の際には、異なる径の下穴を同じ位置に加工することの難しさについて考えさせ、2 段錐と固定治具の必要性が理解できるように心がけた。また、スギ材を用いた本接合方法を練習する時間では、生徒を集めて、固定治具で材料を固定する方法、2 段錐の垂直な進入を可能とするブロックの使用法、キャップ木ねじの接合方法を、それぞれ実際に師範して、本接合方法による板材の L 字型接合と T 字型接合が想定できるように指導した。図 4 に、スギ練習材を用いて練習している様子を示す。同図に示すように、2 人で協力し、助け合いながら作業を行う場面を多数確認することができた。このことから、初めての製作工程でも、考えながら工夫し、仲間と協力しながら作業を行うことができる能力を育むことができたと思われる。

次に、表 4 に 2 時間目の授業展開を示す。同表



図4 スギ練習材を用いて練習している様子

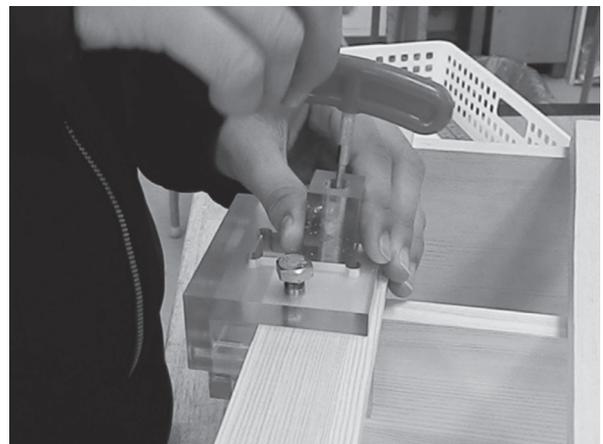
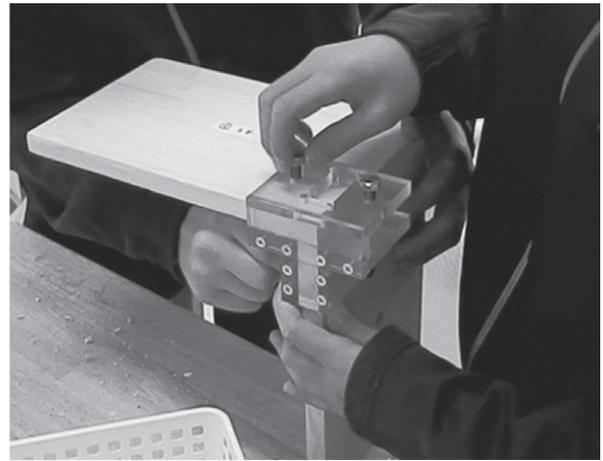


図5 実際に製作品に対して加工を施す様子

より、前時の復習と目標の確認を行った後、前時の練習で上手いかなかったことや、注意すべき点を思い出せるように指導した。次に、実際の製作品に対して加工を行うために、生徒を集め、再度、使用する2段錐、固定治具およびキャップ木ねじについて確認し、棚板の設置場所を決めるためのけがきの方法も指導した。その後、図5に示すように、生徒は2人1組で協力しながら下穴加工を行い、L字型接合、T字型接合の順で組立てを行った。最後に、まとめの中で、3RやESDの観点から製作品について考えさせることで、より環境に対する理解を深めさせるように指導した。

3. 授業後に実施したアンケート調査結果

授業後に行ったアンケート調査の結果について考察する。図6に、「キャップ木ねじ、2段錐および専用工具を用いた組立ての難易度はどうでしたか」という問いに対する回答結果を示す。同図より、「簡単」「やや簡単」と回答する生徒が73%で、全体の約3割を占める結果となった。これは、図7に示すように、キャップ木ねじ接合を

キャップ木ねじ、2段錐および専用治具を用いた組立ての難易度はどうでしたか？

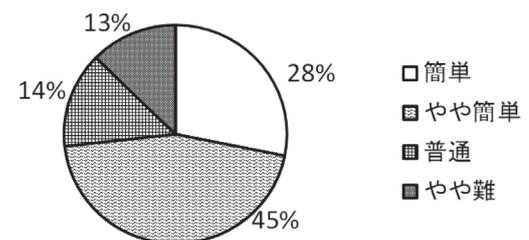


図6 組立・分解型実習題材の難易度に対する感想

成功させた練習材の一例であるが、このような成功例が多数あったことに起因したものと推察される。また、成功した時の特徴として、2段錐による下穴加工や、キャップ木ねじによる接合の際に、ほとんど力を入れなくてもできることなどが挙げられた。しかし、「普通」、「やや難しい」と回答する生徒も27%と全体の約3割を占める結果となった。そこで、「普通」、「やや難しい」と回答した生徒の理由を見てみると、ほとんどの生

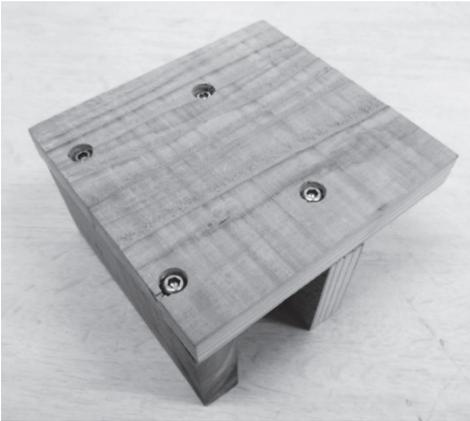


図7 キャップ木ねじ接合を成功させた練習材



図8 キャップ木ねじ接合を失敗した練習材

キャップ木ねじ接合と釘接合では、
どちらの接合方法が簡単ですか？

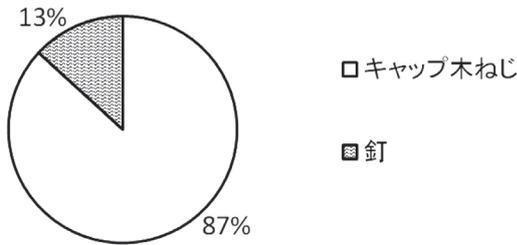


図9 キャップ木ねじ接合と釘接合における組立ての難易度の比較

キャップ木ねじ、2段錐および専用治具を用いた
組立ては安全でしたか？

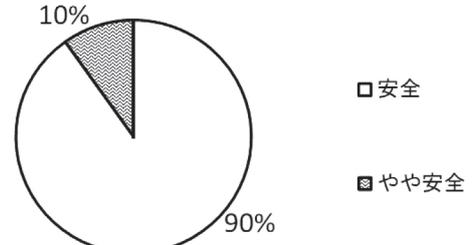


図10 組立ての安全性に対する生徒の感想

徒が「2段錐を垂直に進入させることが少し難しかった」と回答していた。これは、二段目の錐の直径が8 mmであるのに対して、固定治具のブロックの穴の直径が9 mmであるために、両者の間に1 mm（半径方向に0.5 mm）の隙間が生じて、その隙間によって2段錐が僅かに傾く、あるいは偏心するために、図8に示すように、垂直に進入することが困難になったものと推察される。一方で、垂直に加工できて「簡単」だと回答する生徒も多数見られたことから、下穴加工の説明の際に、垂直に加工することの大切さをより意識させるように指導することで、改善されることが期待できる。また、「2段錐の穴の深さが深くなりすぎることがある」と回答する生徒も数名いた。これは、2段錐や固定治具に、深さを決める目印がないことが原因である。そのため、2段錐の加工深さを可視化できるようにすることが、今後の課題であると考えられた。図9に、「キャップ木ねじ接合と釘接合では、どちらの接合方法が簡単ですか」という問いに対して、生徒の中でも釘接合の経験がある生徒の回答結果を示す。同図より、「キャップ木ねじ接合」と回答する生徒が

87%と高い割合を示した。このことは、本授業実践を通してキャップ木ねじ接合が、釘接合より容易であると認識した結果であり、本授業実践が効果的であったことを意味している。また、その理由について見てみると、「釘接合は失敗すると怪我をしたり、釘が曲がって使えなくなるため」、「経験を多く積んでいないと難しいため」とする回答内容が多かった。このことから、キャップ木ねじ接合では、釘接合に比べて失敗が少なく、初心者でも容易にできると感じている生徒が多いことが明らかとなった。しかし、「釘接合の方が簡単」と回答した生徒も数名おり、その主な理由として、「キャップ木ねじ接合は時間がかかるため」とする回答内容が見られたことから、キャップ木ねじ接合では、作業時間の短縮化を図ることが今後の課題であると考えられた。

次に、図10に「キャップ木ねじ、2段錐および専用治具を用いた組立ては安全でしたか」という問いに対する回答結果を示す。同図より、「安全」、「やや安全」と回答する生徒が100%で、ほぼ全員が安全だとする結果となった。その理由について見てみると、「2段錐の垂直な進入を可能

今回製作している製作品は環境に配慮した製作品になっていると思いますか？

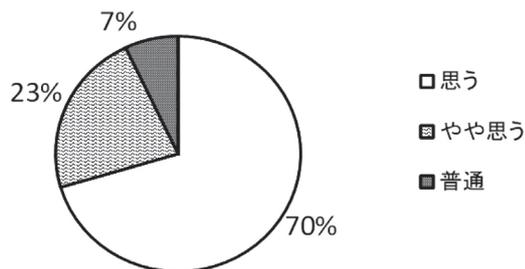


図 11 環境への配慮に関する生徒の認識

とするブロックがあるから刃物が手に当たらないため」, 「材料を固定しやすいため」, 「釘接合では手をげんのうで叩く危険性があるため」とする回答内容が多かった。これらの結果から, 本実習題材を製作する上で, 考案開発した2段錐, 固定治具およびキャップ木ねじの有効性が示唆された。

図 11 に, 「今回製作している製作品は環境に配慮された製品だと思いますか」という問いに対する回答結果を示す。同図より, 「思う」, 「やや思う」と回答した生徒が93%と高い割合を示した。「思う」と回答した理由を見てみると, 「分解が簡単で分別できるため」, 「板材やキャップ木ねじの再利用ができるため」, 「釘はほぼ再利用できないため」と回答する生徒が多く見られた。これは, 授業の導入において, 生産から廃棄までの過程で環境を意識したものづくりについて指導したことが, 反映された結果となっている。この結果から, 組立・分解型実習題材により, 生徒にとって環境を意識するきっかけとなったことが明らかとなった。

さらに, 自由記述の感想を見てみると, 「これからものづくりをするときに, 環境について考えたい」, 「他に身近なもので環境について考えられたものを見てみたい」, 「工夫をすることでより良いものができることに気付いた」, 「資源を無駄にしない作り方が良い」, 「自分たちから環境保全をしていきたい」と回答する生徒がいることから, 本実践を通して, 環境に配慮したものづくりへの興味・関心が誘発され, ものづくりが社会や環境と深く関わっていることに対して理解を深めたことが確認できた。

以上のことから, 検討した組立・分解型実習題材は, 2段錐と固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する場合, 中学生にとって比較的容易で, しかも安全に製作できることが明らかとなった。また, 本製作実習を通して, 生徒に体験的に

環境に配慮した製品づくりや持続可能な社会などについて考えさせることができることが確認できた。しかし, 今後の課題としては, 下穴加工において2段錐を垂直に進入させることや, 作業時間を短縮することが必要であると考えられる。

4. 持ち帰った後に実施したアンケート調査結果

本学習プログラムでは, 最終的に製作終了後, 生徒は製作品を学校で一度分解して家に持ち帰り, 再度, 家で組立てて, その内容を家族に説明することになっているので, その際に, 保護者に対してアンケート調査を行った。ここでは, そのアンケート調査で得られた主な結果について考察する。

図 12 に, 「分解して持ち帰った製作品(実習題材)を見てどう思いましたか」という問いに対する回答結果を示す。同図より, 「何を作っているのか気になった」が40.3%, 「未完成のままと思った」が37.1%, 「製作品の作り方が気になった」が30.9%となり, 高い割合を示した。このことから, 技術科の授業で何を作ったのか気になっていることが明らかとなった。しかし, 分解して持ち帰るため, 授業では完成に至らず, 途中で持ち帰ったものと誤解を招く結果となっていることも明らかとなった。

図 13 に, 「子どもは製作品(実習題材)をどのように感じていると思いますか」という問いに対する回答結果を示す。同図より, 「楽しそうだった」が67.7%, 「面白そうだった」が43.5%となり, 高い割合を示した。このことは, 話をする様子から, 子どもが実習題材に満足していることや, 完成度も高く上手くできていることを保護者も実感していることを意味している。

図 14, 15 に, 「これから使用したい製作品になっていますか」「今後, 使い終わって廃棄する際, どのように廃棄しますか」という問いに対する回答結果をそれぞれ示す。図 14 より, 「はい」が97%となっていることから, 生徒本人も含めて家族で大切に使うものと推察される。図 15 より, 「分別して分解する」が52%, 「廃棄しない(そのまま使い続ける)」が42%となり, 高い割合を示した。このことは, 分別して廃棄することの意味が家族で共通理解されたことと, 子どもが一生懸命作った製作品なので大切に使い続けたいと思う気持ちが反映された結果となっている。

さらに, 自由記述の感想を見てみると, 「子どもが説明をしながら組立てる姿を見ると楽しそうだった」, 「どんなデザインがいいか考え, 納得い

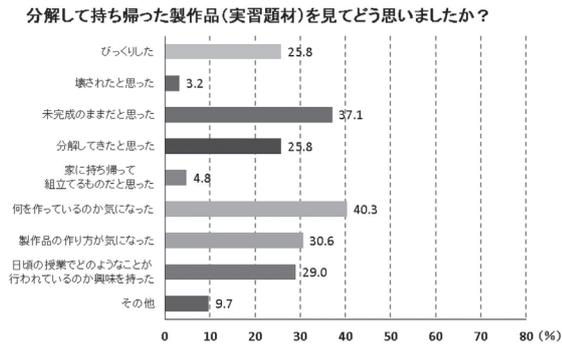


図 12 分解された製作品を見た保護者の感想

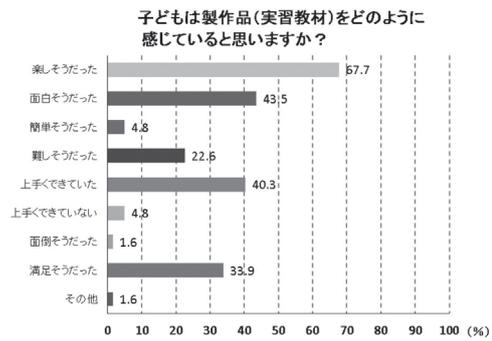


図 13 子どもの話や製作をする様子から感じた保護者の感想

これから使用したい製作品になっていますか？

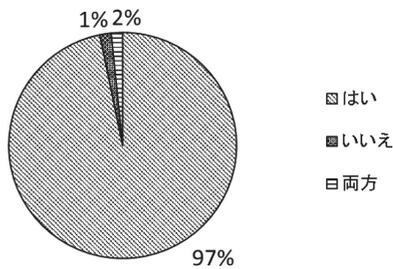


図 14 製作品の使用に関する感想 (保護者)

今後、使い終えて廃棄する際、どのように廃棄しますか？

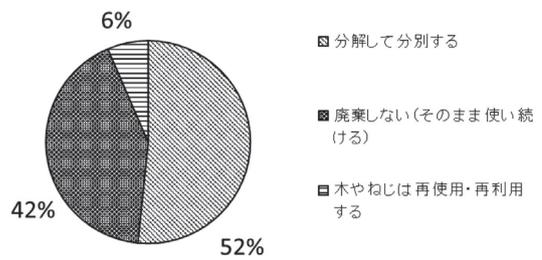


図 15 製作品を使い終えた際の廃棄方法 (保護者)

くまで製作に取り組んでいた」、「充実した授業であり、授業の楽しいエピソードを聞いた」、「小学校とは違う高度な製作に毎回目をキラキラさせて話をしてくれた」という回答が多いことから、製作品を通して家族での時間(家族団欒の時間)を有意義に過ごしていることが明らかになった。また、「分解して持ち帰れるのは良い」、「長く使えて無駄にならない製作品は思い出にもなり良い」、「作品が作って終わりではなく、もう一度組み立てることで作った時の苦労や工夫が思い出せたようで良い」などという回答も多いことから、組立・分解型の実習題材が効果的であったことが明らかとなった。

以上のことから、一度、分解して家で再度組立てる組立・分解型の実習題材は、家族団欒の時間を作ることで、組立・分解の意味を考えさせること、さらに技術科の学習内容を家族に知らせることができるという点で、教育的に効果あることが示唆された。

IV. まとめ

本研究では、考案開発した2段錐、固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する組立・分解

型の実習題材の有効性を検証するために、実際に公立中学校において授業実践を行い、アンケート調査を行った。得られた主な結果は、以下の通りである。

- 1) 組立・分解型実習題材を導入した学習プログラムを考案することで、授業時数の短縮化が可能であることを示唆した。また、製作において、生徒に体験的にESDについて考えさせることが可能であることを明らかにした。
- 2) 組立・分解型実習題材を検討したことによって、生徒に、使用目的や機能・構造について考えさせることができるようになった。また、製作後においても、組立・分解をすることによって、使用目的の変更に対応可能であることを理解させることができた。
- 3) 1) で検討した組立・分解型実習題材は、2段錐、固定治具およびキャップ木ねじを用いて製作する場合、中学生にとって比較的容易で、しかも安全に製作できることが明らかとなった。また、製作実習を通して、生徒が体験的に環境に配慮した製品づくりや持続可能な社会について理解を深めていることが明らかとなった。

- 4) 保護者に対するアンケート調査結果から、一度、分解して家で再度組立てる組立・分解型実習題材は、家族団欒の時間を作ること、組立・分解の意味を考えさせること、さらに技術科の学習内容を家族で共通理解できるという点で、教育的な効果が認められた。

謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費（課題番号：17K01035「ESDが目指す価値観形成のためのものづくり教育プラットフォームの創出」、研究代表者：大内 毅）の助成を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大内 毅, 野中悠大：福岡教育大学紀要第69号第3分冊, pp.41-54 (2020)
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編, pp.20 (2008)
- 3) 東京書籍：新編新しい技術・家庭技術分野未来を創る Technology pp.18-91
- 4) 東京書籍：新編新しい技術・家庭技術分野教師用指導書授業展開編, pp.38-83