

令和 4 年 6 月 4 日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01035

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文)Creation of platform for making things education to form sense of values of ESD

研究代表者

大内 毅 (Ohuchi, Takeshi)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：40346838

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：組立・分解を意図した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実習題材を開発し、中学校技術科の授業に導入した。その結果、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、その価値観形成が可能となることが明らかとなった。また、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から教育的効果が認められた。さらに、教育事務所と連携して開催した技術科教員研修会でヒヤリングを行い、実習題材を導入した学習プログラムの最適化を図るとともに、技術科教員研修会を中心とした新たなものづくり教育プラットフォームの足場を構築することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ものづくり教育を通してESDが目指す価値観を形成するためには、ただ製作するだけでなく、持続可能であることを意図した製作に転換する必要があった。そのために、組立・分解を可能とする工具を新たに開発した。工具として2段錐、固定治具、キャップ木ねじをそれぞれ考案開発した。さらに、これらの工具を用いた組立・分解型実習題材による学習プログラムを開発し、授業実践を行った。その結果、ESDが目指す価値観を形成するための新しいものづくり教育に効果的であることを示唆した。これは、製作実習を通して持続可能な社会に対する理解を深めることができる実習であることから、技術科教育での学術的意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The training subject which aimed at assembling and resolution was developed, and introduced into the class of the technical education for junior high school. From that results, the educational effects were confirmed that the shortening of the number of lesson hours became possible, it was cleared that the formation of sense of values of ESD was enabled through production training. In addition, an educational effect was accepted because the students deepened understanding for the making of product in consideration for environment and the sustainable society. Furthermore, the hearing was performed in the teacher workshop of technical education held in cooperation with the education office, the learning program introduced into the training subject was optimized. Mainly on the teacher workshop of technical education, the scaffold of the platform for new making things education was finally built.

研究分野：木材加工学

キーワード：組立・分解 実習題材 ESD 持続可能 技術科

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

ものづくりを中心に ESD の学習指導が実践できる科目として、小学校では図画・工作科、中学校では技術・家庭科が挙げられる。これらの科目では、材料に木材がよく使われており、組立て作業においては、一般的に釘接合が施され、専用の接着剤を併用することで、高強度で耐久性の高い接合にする場合が多い。しかし、この接合では、長期間使用した後、分解・再利用しようとしても、釘の引抜きに多大な労力が必要であり、浸潤した接着剤は除去が不可能である。その結果、産業廃棄物となるため、再利用・再資源化することが困難な状況となっている。したがって、このような木材の使われ方では、本来 ESD が目指すべき循環型材料としての機能を全く果たすことができていない。言い換えれば、現在の学校現場で行われている木材を材料としたものづくりは、入手・加工がしやすいだけの理由で子どもたちに作品を作らせ、産業廃棄物を増やしている実情にあると言っても過言ではない。このことは、ESD の内容をものづくりの導入段階や製作後の評価段階で触れているものの、実際に製作する作品に対して「持続可能な開発に関する技術」がほとんど活かされていないことが主な原因として考えられる。このような状況を改善するためには、釘や接着剤に代わる新たな接合方法を ESD の視点に立って考案し、それを適応した新しいものづくり教材、すなわち「組立・分解を可能とする実習教材の開発」が急務であると考えられた。

2 . 研究の目的

このような背景から、本研究では「持続可能な開発に関する価値観を育む」ため、持続可能な開発に関する技術として、新たに「組立・分解」を可能とする接合法を導入したものづくり教材とその学習プログラムを開発した上で、授業研究や教員研修で活用していく「ものづくり教育プラットフォーム」を創出するとともに、ESD 教材としての有効性を検証する中で、その指導方法を最適化することを主な目的とした。

3 . 研究の方法

組立・分解を可能とする接合法を確立するために、まず、各種ボルト接合を施した引抜試験体を作製し、万能試験機を用いて引抜試験を実施した。本研究でのボルト接合は、六角レンチで容易に接合できる六角穴付きキャップボルト (M 型) による接合と、ロックダウン金具の一種である鬼目ナットを併用する接合の 2 タイプとした。試験条件は、基本的にボルト直径、下穴径、埋め込み深さ、本数とし、コントロールとして釘接合を施した試験体も供試して比較検討し、得られた結果から、最適な接合条件を明らかにするとともに、ものづくり教材に適応可能な接合条件を検討した。

次に、確立したボルト接合に適合するための下穴加工を、接合する部材と母材にそれぞれ施す必要がある。この場合の下穴加工は、接合する部材にボルト頭部穴とボルト穴の加工、母材にはボルト穴とそれにねじを切るタップ加工の 4 つの加工で構成される。一般的に下穴加工は、木工機械 (ボール盤など) を用いて行われるが、現在の学校現場の設備では、この作業が困難である。そこで、これらの加工を同時に、しかも学校教育現場で、安全に手動で行うことができる専用工具の開発を行った。さらに、ボルトを六角穴付きキャップボルトから木材接合を意図した組立・分解用の木ねじを開発し、性能試験を行った。さらに、組立・分解用の専用工具と木ねじを用いて引抜試験体を作製し、万能試験機を用いて引抜試験を実施して、ものづくり教材としての有効性を検証した。

最終的に、考案開発したものづくり教材の有効性を検証するために、中学校の技術科の授業に導入して実践授業を行い、事後アンケート調査を実施して、その効果を検証した。また、教育事務所と連携し、技術科教員研修会においてヒヤリングをオンラインで行い、その結果を基に学習プログラムの最適化を図った。

4 . 研究成果

(1) 組立・分解を可能とする各種接合における最適接合条件は、M 4 のキャップボルトが最適サイズであり、下穴径 3.0 , 3.2mm の場合、繰り返し 10 回までの接合であれば、接合性能を維持できることが明らかとなった。また、組立・分解を意図した接合を普及させるために、下穴加工を手動で行うことができる工具の開発を行った。その結果、1 段目を直径 3mm , 2 段目を直径 8mm とする専用工具 (2 段錐) を開発した (図 1) 。すなわち、一段目は直径 3mm で、先端が案内ねじを有しており、手加工でも容易に材料に進入することができる。二段目は直径 8mm で、キャップボルト頭部の下穴を加工することができる。この開発した 2 段錐を用いて下穴加工を行う際に必要となる回転力 (トルク) と、押さえる力 (スラスト) を、工具動力計を用いて下穴加工中に測定し、性能評価を行った結果、最大トルクが 1N・m , 最大スラストが 15N と比較的小さい値であったことから、中学生でも容易に加工できることが示唆された。

(2) 組立・分解を可能とする板材の接合法として、手加工用の 2 段錐と、六角穴付きのキャップボルト (M 4) を用いた接合であれば、加工中のトルクとスラストが比較的小さく手加工であ

ることから、小学生や中学生でも容易に接合できると判断することができた。この確立した組立・分解を可能とする接合法を小学校図画工作科や中学校技術科の授業へ導入することが可能であるか検証するために、この接合法を適応した簡易ペンスタンドを製作する研修を中学校の技術科教員に対して行った。その結果、釘接合より接合強度を有していること、安全に接合できること、さらに環境教育に転用できることなどが理解され、加工技術においても難しいと判断する教員も数名いたが、背接箇所を工夫することで製作時間が短くなることを指摘する教員も数名いたことから、概ね問題ないことが明らかとなり、その有効性が示唆された。

この結果を受けて、組立・分解型接合法を適応した中学校技術科の授業で製作する実習題材の考案開発を行った。その結果、接合箇所をなるべく少なくし、接合強度が低い木口面よりも高い木端面接合を多く取り入れた3タイプのブックシェルフを開発した。主な内容として、設計の要素は限られるものの、棚板の移動や設置場所を複数タイプ設計できるがブックシェルフとなった。また、この実習教材を用いた授業用の学習プログラムを開発した。

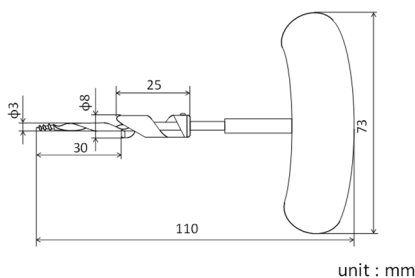


図1 考案開発した2段錐の概略図

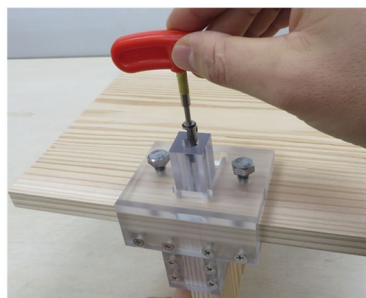


図2 2段錐と固定治具を使用している様子

(3) 組立・分解を意図した実習題材を中学校技術科の授業に導入することを主な目的として、板材を固定するための専用の固定治具を開発した。ことにより、接合する板材の固定と2段錐の正確な進入が可能となり、中学生にとって容易で、しかも安全な加工が可能となった(図2)。さらに、キャップボルトに替わる新たな接合具として、木材接合用キャップ木ねじ(図3)を開発し、性能試験を行った結果、キャップ木ねじを用いた接合の際に生じるトルクとスラストは、キャップボルトと比較して、ほとんど差異は認められず、引張荷重はキャップボルトよりも大きな値を示し、最大で約2kNを示すことから、低トルクで高保持力であることが明らかとなった。

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を検証するために、実際に公立中学校において、それらを用いて検討した組立・分解型実習題材を製作する授業実践を行い、授業後にアンケート調査を行った。得られた主な結果として、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であることや、製作実習においては、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り、製作後においても、実際に組立・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。本研究で考案開発した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、製作実習では、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などについて理解を深めることができると判断できた。また、授業では、製作したブックシェルフを、一度分解して持ち帰り、家で組立てるという課題を設定したことから、組立後に保護者に対してアンケート調査を行った。その結果、組立・分解型実習題材は、家族団楽の時間を作ることで、ESDを含めて組立・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あることが認められた。

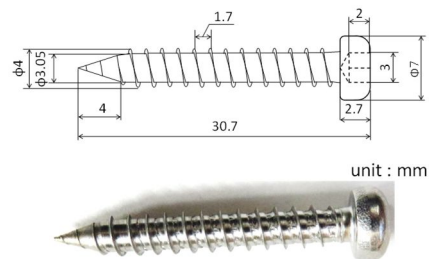


図3 考案開発したキャップ木ねじ

(4) ESDが目指す価値観を形成するために、ものづくり教育では持続可能であることを意図した製作実習に転換する必要があった。そこで、持続可能な製作を実現するために、組立・分解を意図した実習題材を、2段錐、固定治具、キャップ木ねじを考案して開発し、中学校技術科の授業に導入した。そして、授業用学習プログラムを開発し、中学校において授業実践を行い、授業時数の短縮化や、ESDの価値観形成が可能であることを明らかにした。さらに、コロナ禍で実施できなかったヒヤリングを、教育事務所と連携して技術科教員研修会においてオンラインで行い、その結果を基に学習プログラムの最適化を図った。そして、ESDが目指す価値観を形成するためのものづくり教育として、組立・分解型実習題材を導入した実習が有効であることが示唆され、技術科教員研修会を中心とした新たなものづくり教育のプラットフォームとしての足場を構築することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 大内毅 野中悠大	4. 巻 70
2. 論文標題 組立・分解を意図した実習題材による授業実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要第6分冊	6. 最初と最後の頁 23 30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 大内毅 野中悠大	4. 巻 69
2. 論文標題 組立・分解を意図した中学校技術科における実習題材の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要第3分冊	6. 最初と最後の頁 41 54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 大内毅 田中晴菜 南島由佳	4. 巻 71
2. 論文標題 教育用階段型木琴の製作とその評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福岡教育大学紀要第6分冊	6. 最初と最後の頁 13 17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大内毅，野中悠大
2. 発表標題 組立・分解型実習題材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内毅, 野中悠大
2. 発表標題 組立・分解型実習題材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会九州支部
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野中悠太、大内毅
2. 発表標題 組立・分解型実習題材の開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会九州支部
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大内毅 兵永大悟 伊藤克治
2. 発表標題 3Dプリンターの加工条件が造形物の強度性能に及ぼす影響とその最適化について
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第34回九州支部大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------