

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01740

研究課題名(和文) 中学高校での探求的な活動を支援する国産広葉樹材を活用した木工ものづくり教材の開発

研究課題名(英文) Development of woodworking teaching materials using domestic hardwood to support inquiry-based learning in junior high and high schools

研究代表者

東原 貴志 (Higashihara, Takashi)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：10370850

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,400,000円

研究成果の概要(和文)：2020年からの数年間は、COVID-19のまん延防止のため人々の移動が制限された。そのため生徒は、木造住宅のモデル見学など、学校外で実物を見て体験する学びの機会を失った。そこで、空間の広がりを記録できる360度全天球カメラで木質フローリング部屋を撮影した映像教材を制作した。生徒がVRゴーグルのスイッチを押すだけで、色や木目の違うさまざまな部屋の雰囲気を体験できるようにした。これらの映像教材を活用した授業実践を行った結果、生徒は木造住宅の空間の広がりを認識することができた。さらに、木質フローリングの機能性の評価方法を開発し、授業実践を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ICT技術を活用した新たな教材を開発し、生徒らの国産広葉樹材の利活用について考えさせる機会を提供することができた。具体的には、被写体認識基盤サービスを用いることにより、木製品への個品認証が可能となり、生徒に広葉樹材の木目の違いに気づかせることができた。VR技術を用いることにより教室内で生徒に森林や木質空間の広がりを認識させることが可能となった。さらに、木質フローリングの機能性評価について簡易な試験方法を開発し、技術科の材料と加工の技術および家庭科住居学関連の教材としての可能性を見出した。

研究成果の概要(英文)：For several years from 2020, people's movements were restricted to prevent the spread of COVID-19. As a result, students lost opportunities to see and experience real things outside of school, such as visiting model wooden houses. Therefore, we created a video teaching material that captures wooden flooring room with a 360-degree omnidirectional camera that can record the spread of space. The shooting data of several types of wooden flooring rooms with different colors and grains were saved in virtual reality(VR) goggles. By simply pressing a switch on the VR goggles, students can experience the atmosphere of various rooms with different colors and wood grains. Because of conducting lessons using these video teaching materials, the students were able to recognize the expanse of the space of the forest and the wooden house. In addition, we developed a method for evaluating the functionality of wood flooring and practiced it in classes.

研究分野：木材加工学

キーワード：広葉樹 技術教育 森林教育 家庭科教育 中学校 高等学校 木工 ものづくり教材

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

学習指導要領の改定を機に、学校教育における生徒の探求的な活動がより重視されるようになった。中学校技術・家庭科技術分野、高等学校農業科林産物利用の科目では、これまで活用が十分とは言えなかった国産広葉樹材について、地域の森林資源を活用する取り組みが求められていることから、木工ものづくり教材の開発の必要性が高まった。

しかし、研究開始直後の2022年4月よりCOVID-19のまん延に伴い、生徒の校外学習や対面授業が大幅に制限された。そこで、ICTテクノロジーを活用して、教室内においても森林資源や木材に触れることや、それらの利活用を考えることができる教材の開発が求められた。

2. 研究の目的

本研究では、広葉樹材を理解するための教材を開発することを目的とした。具体的には、被写体認識基盤サービスを用いた個品認証技術の活用、VR技術を用いた森林や木質空間の再現、生活空間と木材との関係を理解するため広葉樹フローリング材の評価と選択の3つを開発した。さらに、これらの教材を活用した授業実践を行った。

3. 研究の方法

(1) 木製品の個品認証技術の活用

本研究では、被写体認識基盤サービス(NECネクサソリューションズ社)を利用して、学生が製作した木製品の個品認証を試みた。個品認証の対象として、製作により木工の基本技術を習得できること、樹種による木目や色、密度の違いが理解できること条件を満たすクミノ(実用新案登録3205943号)を選定した。なお、授業目的での複製については、考案者の了承を得て実施した。

2020年6月から7月に大学の学部授業(木材手工芸加工法)において、学生が木組みのおもちゃであるクミノを4個製作し、レーザー加工機で製作者氏名等を刻印した。

それらを正面から撮影し(図1)、被写体認識基盤サービスを利用し画像認識システムのサーバにサムネイル画像を登録した。また、Googleサイトを利用してクミノの製作過程を記録したホームページを作成した(図2)。これらの登録後、タブレット端末を用いて撮影したクミノの写真データをサービス専用のホームページを介して画像認識システムのサーバに送信した。



図1 クミノのサムネイル画像
(注: 製作者氏名をマスキングした)



図2 制作したホームページ

(2) 森林観察の映像教材の制作および樹幹の三次元立体モデルの製作

身近な樹木についての理解を深めるため、遊歩道沿いの樹木を歩きながら解説し、関連する問題を出題する映像教材を制作した(図3)。また、樹皮の様子や樹幹の特徴的な形状を理解させるため、幹のデータを撮影し、3Dプリンタで出力した(図4)。



図3 制作した映像教材

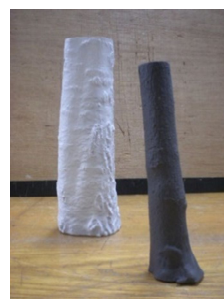


図4 制作した樹幹模型

(3)中学生を対象としたフローリング材の評価と選択についての授業実践

評価対象としたフローリングは、スギ材、クリ材、ブラックウォルナット材それぞれの無垢フローリングと複合フローリングの計6種類を使用した(図5)。

中学校技術・家庭科家庭分野で学習する「B(6)住居の機能と安全な住まい方」に対応する内容として、6種類のフローリングを教室に敷き詰め、歩いたり触ったりして硬さ、滑り易さ、温かさ、歩き易さの4つの安全性を評価した。

さらに、技術分野の「A(1)生活や社会を支える材料と加工の技術」に対応する内容として、6種類の床材を一辺およそ30cmに切断したサンプルを用いて、衝撃耐性、耐摩耗性、耐汚染性、耐ひっかき性の4つの機能性を評価した(図6)。これらの試験はJASやJISを参考に、身近な道具を用いて中学生が簡易な実験をできるように手順を開発した。



図5 6種類のフローリング



図6 4つの機能性の試験

左上：耐衝撃性試験、右上：耐摩耗性試験
左下：耐汚染性試験、右下：耐ひっかき性試験

2021年8月30日にJ中学校3年生14名を対象に特別授業(90分)を行った。まずは3つの材木とそれぞれの無垢、複合フローリングを畳1枚分ずつ教室に敷き、授業者が説明する前に1つ最もよいと思うものを選ばせた。そこで家庭科教育担当の大学教員から、フローリングの安全性についての説明をした後、実際に上を歩いて安全性の評価を行った。次に技術科教育の大学教員から、針葉樹と広葉樹の違い、木材と木質材料の違いを説明と、これらの材料に求められる機能について説明をした後、機能性の評価を行った。続いて東原からフローリングの価格について説明した後、建材メーカー技術者より複合フローリングの製造開発と、環境に配慮した製品づくりについて説明を行った。最後に、各実験での評価と受けた説明をもとに、最も良いと思うフローリングについて改めて考えさせるとともに、市場にはより多くのフローリングが流通しており、実際には今回取り上げた種類以外にもさまざまな選択ができることを説明した。

(4)大学生を対象としたフローリング材の評価と選択についての授業実践

オーク材の無塗装の無垢フローリング、ウレタン塗装の複合フローリング、表面をWPC処理した複合フローリングの3種類を使用した(図7)。



図7 オーク材の3種類のフローリング

左から、無垢材(無塗装)、複合(ウレタン塗装)、複合(表面WPC処理)

一辺およそ30cmに切断したサンプルを用いて、次の5つの試験を行った。

- ・鉛筆硬度試験(6HおよびHBの鉛筆でひっかき、傷の残り具合を評価)
- ・防汚試験(墨汁を垂らした後にふき取り、跡が残るかを評価)
- ・鋼球落下試験(約250gの鋼球を30cmの高さから落とし凹みの直径を測り評価)(図8)
- ・玄翁移動試験(玄翁をサンプルの上に置いて引きずり、跡が残るかを評価)
- ・耐摩擦性試験(180番の研磨紙で擦り、跡が残るかを評価)

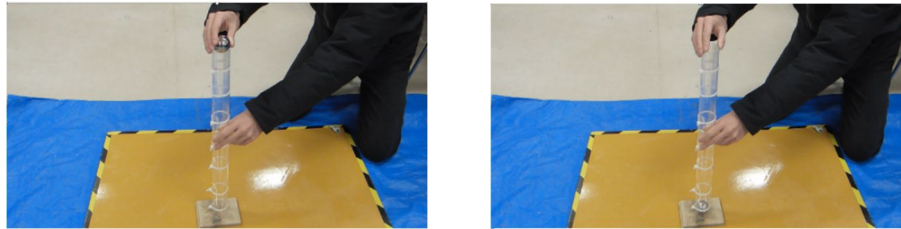


図8 鋼球落下試験（左：落下前、右、落下後）

2022年9月15日にJ大学生および大学院生11名を対象に講義(90分)を行った。はじめに3つのフローリングのサンプルを観察し、感じたことをまとめたうえで新生活を想定して部屋を借りるとしたらどのフローリングにするかを選択した。その後、東原(技術科教育)からフローリングの機能性について説明をし、5つの試験を通してフローリングの評価を行った。評価は2人1組で行い、傷や汚れがほとんどない(2点)、傷や汚れがみられる(1点)、傷や汚れが目立つ(0点)の3段階で採点した。次にデジタル顕微鏡で拡大したフローリングの断面を観察して構造を学んだ後、VRを使っておよそ8畳の部屋にフローリングを敷いた場合の空間の広がりや調和を確認した(図9)。最後に各試験での評価や確認した内容を踏まえてフローリングをもう一度選択した。



図9 VRゴーグルに表示されるフローリングを敷いた空間の映像

4. 研究成果

(1)木製品の個品認証技術活用成果

授業実践の結果、被写体の撮影条件が良好な場合は被写体検索の結果およそ7割がサムネイル画像と一致し、個品認証の技術が木製品に応用できる可能性を見いだせた。また、製作過程を記録したホームページと紐づけることにより木製品とその製作者が結び付き、付加価値の向上に寄与することを理解していた。

学生の製作時の感想として、「形は単純だが精度が求められ、難しかった」、「やすりがけでキレイになっていくときが楽しかった」、「作品を使って遊ぶのは意外と楽しかった」、「製作はやや難しいと感じていたが、製作や組み立ては楽しかった」と回答しており、教材として有望といえる。

画像認証については、「わずかな形や線の違いを捉えて認識できるのはすごいと感じました」、「認識がかなり難しく、これを中学校等で実践するにはもう少し改良が必要かなと思った」といった意見が得られた。

そのため、画像認識の仕組みの理解やサムネイル画像の撮影条件などについての学生向けの使用マニュアルの作成を今後の検討課題とした(東原ら、2021)。

(2)授業実践の成果

中学生を対象とした成果

中学生に無垢フローリングと複合フローリングの安全性と機能性を評価させた結果、安全性は無垢の評価が軒並み高く、機能性は複合の評価が高い結果となった。無垢の安全性では滑らないことが最も評価されていた。一方、複合の機能性ではクリが最も評価されていた。また、授業の最初と最後で選択されるフローリングは大きな変化がみられた(表1)。

表1 中学生が選択したフローリング(n=14)

樹種	スギ		クリ		ブラックウォルナット	
	無垢	複合	無垢	複合	無垢	複合
最初の選択	0	3	1	2	1	7
最後の選択	0	4	0	10	0	0

最初は見た目や肌触りで選んだ生徒が多かったが、最後の選択では機能性や安全性、経済面に注目して選ぶ生徒が多数となった。また、複合フローリングが環境に配慮した植林木を使用していることを考慮した生徒も多かった。生徒の感想では、「はじめは見た目ブラックウォルナットの複合が良いと思ったが、安全性や機能性、経済面や環境面から考え最終的

にクリの複合を選択した」、「自分の家の床材が何なのか気になったので、家族に聞いてみようと思った」というものがあった。

本授業実践の結果より、生徒が総合的に判断し評価していることから、フローリングは技術・家庭科の見方・考え方を働かせることができる教材であると考えられた(山本ら、2022)。

大学生を対象とした成果

大学生の評価結果を表2に示す。学生はグレードの異なるフローリングについて、それぞれの性質の違いを理解していた。しかし、試験によっては2、1、0点とばらつきがみられた。「フローリングの実験では、行う人によって結果に差がでそうだった。玄翁移動試験では自分がやると跡がつくけど、友達がやるとあまりつかない等があった。」という試験後の学生の記述から、玄翁移動試験や耐摩擦性試験のように班によって結果に差が出る試験方法には改善の余地があると考えられた。

表2 5つの試験で各点数を選んだ班の数(n=6)

材種	①無垢材				②標準複合				③WPC複合			
	2点	1点	0点	平均点	2点	1点	0点	平均点	2点	1点	0点	平均点
鉛筆硬度試験	0	3	3	0.5	2	1	3	0.8	6	0	0	2.0
防汚試験	0	0	6	0	6	0	0	2.0	5	1	0	1.8
鋼球落下試験	2	1	3	0.8	1	2	3	0.7	3	3	0	1.5
玄翁移動試験	0	2	4	0.3	0	5	1	0.8	2	2	2	1.0
耐摩耗性試験	4	1	1	1.5	0	2	4	0.3	2	1	3	0.8

消費者がフローリング選択に必要な視点について、実験・観察後に学生は「見た目の好みも大切だが、傷がつきにくい、修理しやすいなど、生活をするときの利便性が上手くマッチングしていることが望ましいと考えた。また、朝と夜で受ける印象が変わると感じた。やはり、実際に見たり体験した上で、自分の好みと利便性を考慮する必要があると感じた」、「自分が住むところを選ぶのであれば、ずっとその場所にいるため雰囲気が大切になってくると感じた。そのため、フローリング選びをカタログだけでなく、シミュレーションまで行って選ぶといいなと思った。また、傷の目立ちやすさも配慮したいと思った。実験をしているときに、目立つもの、目立たないものの差が大きかったので」と述べていた。これらの記述を実験・観察前後の変化をテキストマイニング (UserLocal AI テキストマイニング: <https://textmining.userlocal.jp/>) により分析を行った結果、図10が得られた。

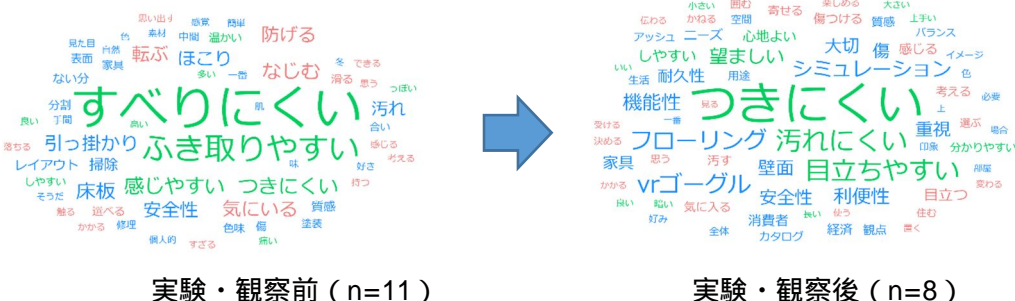


図10 実験・観察前後の自由記述の変化

スコアが高い単語を複数選び出し、その値に応じた大きさで表示している。

単語の色は品詞の種類で異なっている。青色が名詞、赤色が動詞、緑色が形容詞

実験・観察後には傷がつきにくい、汚れにくい、汚れが目立たない等の機能性試験の結果と、シミュレーション、VR ゴーグル等の施工時の部屋の雰囲気を確かめる観察のスコアが高くなった。

選択するフローリングを変えた者の授業後の感想には、実験によって新しく情報を得たことや視点が変わったことが記されており、実験を経てフローリングの機能性について理解したと考えられた(山本ら、2023)。

引用文献

東原貴志、佐藤正直、井上真理子、村田功二、児嶋美穂、井上慎也、村上弘晃：木製品の製作と被写体認識基盤サービスを用いた情報化、第132回日本森林学会大会学術講演集、2021、81

山本悠哉、東原貴志、佐藤ゆかり、佐藤正直、村田功二、児嶋美穂、井上真理子、伊藤真浩：中学生を対象としたフローリングの評価と選択に関する授業実践、第72回日本木材学会大会研究発表要旨集、2022、R16-05-0945

山本悠哉、東原貴志、佐藤ゆかり、佐藤正直、村田功二、児嶋美穂、井上真理子、保坂路人、石黒成紀、伊藤圭：教員養成大学におけるフローリングの評価と選択に関する授業実践、第73回日本木材学会大会研究発表要旨集、2023、R14-13-1445

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 福井匠、佐藤正直、佐藤敦	4. 巻 35
2. 論文標題 国産広葉樹利活用に対する意識と知識の変容調査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会北海道支部論文集	6. 最初と最後の頁 11-15
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井上真理子	4. 巻 77
2. 論文標題 森林，林産教育 - 学校教育における木材，林業の内容の扱い	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 木材工業	6. 最初と最後の頁 474-479
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村田功二、松本佳也、仲村匡司	4. 巻 in press
2. 論文標題 木琴音板の振動特性と里山広葉樹材での代替の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 木材学会誌	6. 最初と最後の頁 in press
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6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山本悠哉, 東原貴志, 佐藤ゆかり, 佐藤正直, 村田功二, 児嶋美穂, 井上真理子, 伊藤真浩
2. 発表標題 中学生を対象としたフローリングの評価と選択に関する授業実践
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福井匠, 佐藤正直
2. 発表標題 国産広葉樹利活用に対する意識と知識の変容調査
3. 学会等名 日本産業技術教育学会北海道支部第35回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野 真央, 村田 功二, 仲村 匡司
2. 発表標題 国産広葉樹アベマキの利用
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東原貴志、佐藤正直、井上真理子、村田功二、児嶋美穂、井上慎也、村上弘晃
2. 発表標題 木製品の製作と被写体認識基盤サービスを用いた情報化
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 佳也、村田 功二、仲村 匡司
2. 発表標題 国産広葉樹材による熱帯産広葉樹材の代替の試み：木琴バーの場合
3. 学会等名 第71回日本木材学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本佳也、村田功二、仲村匡司
2. 発表標題 里山広葉樹材を活用した木琴パーの検討 - 形状と振動特性 -
3. 学会等名 日本木材加工技術協会第40回記念年次大会
4. 発表年 2022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
研究分担者	村田 功二 (Murata Koji) (00293910)	京都大学・農学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	井上 真理子 (Inoue Mariko) (30414478)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	児嶋 美穂 (Kojima Miho) (30572276)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	佐藤 正直 (Sato Masanao) (50846657)	北海道教育大学・教育学部・准教授 (10102)	
研究分担者	佐藤 ゆかり (Sato Yukari) (40510813)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授 (13103)	

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
---------	---------