

文化財保全のための教材および支援システムの開発に関する研究

Research on the Development of Teaching Materials and Support Systems for the Conservation of Cultural Properties

荒井勇哉¹・山田悟史²

Yuya Arai and Satoshi Yamada

¹立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 博士課程前期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Graduate Student, Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

²立命館大学准教授 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Department of Architecture and Urban Design, College of Science and Engineering, Ritsumeikan University

In recent years, there has been an increasing demand for the utilization of cultural properties for their preservation. In order to do so, it is necessary to raise awareness of the importance of cultural properties, especially among the younger generation. However, it is not easy to create teaching materials and curricula to raise awareness in elementary school education. In this study, we proposed a teaching material support system using digital technology, and created teaching materials and a curriculum. In addition, lectures were given to elementary school students to raise their awareness of cultural assets. As a result, we found the possibility of introducing the system into the educational curriculum of elementary schools.

Keywords: *digital fabrication, teaching materials development, conservation of cultural properties*

1. はじめに

昨今、文化財の保全にはますます活用が求められている。1950年に制定された文化財保護法¹⁾にはその目的を「文化財を保存し、且つ、その活用を図り、もって国民の文化的向上に資するとともに、世界文化の進歩に貢献すること」と示されており、後世に継承するために保存と活用の両者が求められている。しかし、社寺建築や近代的建築といった歴史的建造物の解体が相次いでいる。文化庁によると、平成8年から令和元年にかけての23年間で202件もの有形文化財(建築)が解体等による登録抹消が発表されている²⁾。それらの多くには、維持管理費用の負担の大きさが要因の一つにある³⁾。この要因に対し、行政は文化財の保存・活用に関して補助金を交付する制度を設けている。特に京都府では平成26年度から観光資源の観点から、寺社や近代建築物等の修理・補修について補助金上限額を1000万円に増額するなどの対策を講じている⁴⁾。また近年では、公益法人が一般に寄附を募る指定寄附金制度⁵⁾、所有者がクラウドファンディングを利用する事例も増えている。例には、重要文化財に登録されている山口県萩市の大照院本堂・経蔵が挙げられる⁶⁾。この例では2010～2017年にかけて保存修理事業を実施した。総事業費11.9億円の大規模事業で行政による補助金を受けたが、多額の自己負担が必要となった。そこで指定寄附金制度を利用し一般に寄附を募った。結果として、寄附金控除により企業団体からの寄附が多く見られ、無事に本堂・経蔵の修理事業を実施することができた。

上記のような取り組みの下地には「地域住民の認知度」がある。「地域」というキーワードは「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律(愛称:歴史まちづくり法)⁷⁾」、「文化財保存活用地域計画⁸⁾」においても頻繁に用いられている。このような地域における文化財の保全・活用には、認知の中でも、とり

わけ「地域にある文化財が地域の大切な財産である」と認知されていることが基盤の一つである。一方でこの認知を向上させることは当然ながら容易ではない。単純に大切であるという言葉だけを啓蒙するだけでは認知向上は困難である。また「古くから存在しており、現在では希少である」ということだけを理由に啓蒙するだけでは不十分な時もある。そこで本研究は「大切である」という認知を支える認識として「文化財が大切であることの理由の理解」に着目する。大切である理由の理解は、認知向上の有効なアプローチの一つであると考えられる。そこで本研究は「文化財が大切であることの理由」を通じて、大切であるという認知をすること、認知を向上させることを目的に、カリキュラムと教材開発を行う。

こうした「地域にある文化財が地域の大切な財産である」という認知向上を意図した学び学習に関する取り組み事例も多い。このような取り組みは全世代に対して重要であるが、本研究は若年層、とりわけ児童に着目する。児童の認知向上の重要性については言うまでもないだろう。一方で学ぶために必要なカリキュラムと教材の制作には困難な側面も持つ。一般教育と同様に座学による論理的な理解だけでなく、学習対象に実際に触れる体験的な学びが有効である。しかし、2020年度から情報教育・英語科目の必修化が導入されたこともふまえると⁹⁾、教師の方々が上述のようなカリキュラムと教材を全て独自で新たに制作することは容易ではないと考えられる。一方で、学校教育の現場でも類似の取り組みは既に行われている。近年に導入された授業の「地域学習」は地域の社会・文化・生態等を学習する総合的な授業である。本研究が意図するような学びと類似の授業を実施している事例もあり、本研究が意図する学びが導入できる可能性もあり得ると考えられる。しかし、内容と制作には大きな労力が伴う。教員が多忙である点が度々話題になる社会課題をふまえると、本研究が意図する学びを実施することが容易ではない場合も多くあると考えられる。

以上のことから「文化遺産防災学」において、「地域にある文化財が地域の大切な財産である」という認知を向上して貰うための学習カリキュラムと教材の制作は研究機関が支援すべき重要な研究テーマである。

そこで本研究は、①学習対象に実際に触れられる体験的な学習であること、②学習対象が地域に一般的に存在していること、③安全であること、④教材制作の一部が自動であること、を念頭に「地域にある文化財が地域の大切な財産である」という認知向上を意図して「文化財が大切であることの理由の理解」に着目したカリキュラムと教材、及び教材制作支援システムを提案することを目的とする。

2. 概要

(1) 具体的な学習対象

本研究が選定した具体的な学習対象は伝統建築意匠の「斗栱」である。斗栱は軒桁を支える組物であり、一般的に社寺建築の柱の上部に頻繁に用いられている。そのため多くの地域の社寺にも一般的にある。また現代建築に多くは存在しないことを一因に注目されやすい特徴的な形態をしている。同時に、時代や作り手を反映した多くの形式・意匠が存在する寺社建築の一つの象徴とも言える。そのため「匠明」に代表されるように伝統的な建築意匠を示す資料¹⁰⁾において、重要な建築意匠として後世に継承するための基本的な意匠が定式的な設計手法として示されている。一方で、斗栱は柱の上部に使用されるため実際に手に触れることは難しく、その寸法や構法は一般的には知られていない。前述の地域学習においても社寺を訪問する授業はあるが、実際に触れる体験を通じて寸法や構法を学習する事例は筆者が知る限り少ない。以上のことから、①社寺建築において一般的に存在すると同時に象徴とも言えること、②一般の方にとって視覚的に特徴的である一方で寸法や構法を学習する機会が少ないこと、の二点を主な理由に本研究は具体的な学習対象を斗栱とした。

(2) 授業内容

本研究では、文化財が大切であることの理由を、古くから存在し現在では希少であることに加え「お手本になる」ことに着目して授業を行った。そこで児童自身が斗栱の制作・修理を行うことを想像して貰った上で、現存する斗栱が寸法と構法（実際には組み立て方、と呼称した実施）のお手本であることを体験的に実感して貰う授業とした。寸法のお手本とは、建築する際の基準となる寸法とその体系であり、構法のお手本とは、建築する際の組み立て方とその順序である。主な具体的な内容は、ダンボールで制作した実寸の斗栱（以下、実寸斗栱）の計測と解体、3Dプリンターで制作したミニチュアの斗栱（以下、雛形斗栱）の組み立てである。下記に概要を示す。なお地域の文化財（弘誓寺）で開催した際には、宮大工に本堂にて実物の斗栱を

指し示しながら行う説明を依頼した。これは地域にある実物がお手本であることを強調するためである。また授業内容の実物や実際の人を目の当たりにすることで、実物・職人・技に対する興味を喚起するためである。主な対象者は児童に対する教育活動の従事者と相談の上、小学校中学年以上とした。

- ◆ 開催日：2022年8月7日、11月19日、11月26日
- ◆ 開催回数：各日2回の計6回
- ◆ 開催場所：立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科 建築情報研究室（8月7日）、滋賀県 東近江市 能登川町 弘誓寺(11月19日、11月26日)
- ◆ 参加人数（アンケート回答者数）：32名(園児（年長）3名、児童（低学年4名、中学年8名、高学年17名）29名、学生(中学1年生)1名)、保護者17名
- ◆ 時間：下記の1から3迄で45分、4から6迄で45分

次に授業の流れを各段階に分けて後述する。なお場所に応じて内容を一部変更した。

1. 全体の流れの説明

著名な文化財と身近な文化財を用いて授業内容を紹介した。弘誓寺開催の際には、本堂にて実物を探すクイズを実施した後に協力者である宮大工からの斗拱の説明を実施した。

2. 実寸斗拱（段ボールで制作した実寸大の斗拱）の計測

実寸斗拱をメジャーで計測し、各部材の寸法の名称と寸法の記録を行った。記録はA1サイズに印刷した簡易パースに記録する形式とした。

3. 木割法説明と振り返りの後に休憩

記録を発表して貰った後に、先人の知恵として木割法を紹介した。

4. 実寸斗拱の解体

実寸斗拱を垂木から順番に名称と組み立て方を説明、確認しながら段階的に解体した。

5. 雛形斗拱（3Dプリンターを用いて制作したミニチュアの斗拱）の組み立て

参加者一人一人に雛形斗拱を配布し、組み立て方の復習として各自で組み立てた。

6. 振り返りと休憩

授業で学んだことの発表とアンケート調査を実施し終了。なお園児については保護者の協力の元ヒアリング形式とし書き込みは授業実施者が行った。

当日の開催風景を図1-12に示す。なお、図1-4は研究室、図5-12は弘誓寺で行なった記録である。



図1, 授業風景



図2, 実寸解体



図3, 実寸計測



図4, 雛形制作



図5, 本堂見学



図6, プレゼン



図7, 実寸計測



図8, 実寸計測



図9, 実寸解体



図10, 実寸解体



図11, 雛形制作



図12, 雛形制作

(3) 教材制作支援システム

制作する段ボール斗栱と模型のサイズは使用場面によって様々に異なる。このような教育現場の事情に応じた教材を手作りで始めから制作・提供することは困難である。一方で、事情に応じたサイズや個数に対応することは非常に重要である。そこで、本研究はシステム要件をサイズ変更が容易であると同時にデジタルファブリケーションを利用できる事とした。教材制作支援システムには、近年の建築情報学において着目されているプロシージャルモデリングを採用し、サイズ変更・レーザーカッターでの切り出し線の制作・3Dプリンターへのモデル入稿を半自動化した。なおアルゴリズム構築の際には、伝統意匠の3次元モデルをデジタルアーカイブする加戸らの研究¹¹⁾を参照した。加戸らは伝統意匠である斗栱の部分・部位をビジュアルプログラミングによって表現している。一部アルゴリズムが明記されていなかった手続きについては、建築意匠に関する資料¹²⁾と現役の宮大工へのヒアリングを参考にした。制作にはRhincerosとgrasshopperを用いた。アルゴリズムの流れの簡略図を図13、14に示す。なお一般的にプログラミングのコーディングと聞くとCUI(Character User Interface)が想像されることが多いが、本研究が採用したのはGUI(Graphical User Interface)である。そのため図のようにコンポーネントと呼ばれる機能を接続する形式でコーディングを行った。また<parameter>の数値を任意に変更可能である。これにより、文献に示された標準的な斗栱だけでなく、地域特有の寸法体系を持つ斗栱も制作可能である。

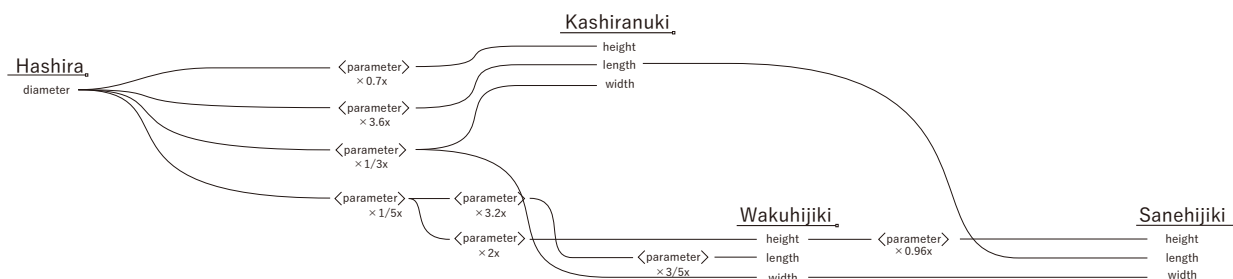


図13, 肘木部分のアルゴリズム

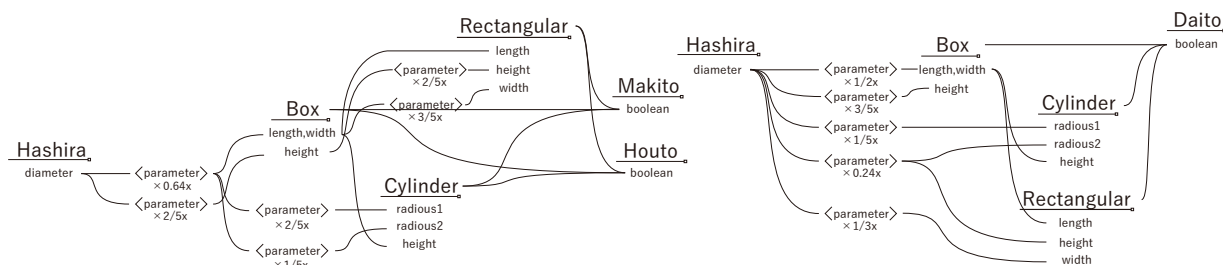


図14, 斗部分のアルゴリズム

(4) 教材

上記の手法を用いて実寸斗栱と雛形斗栱の制作を行なった。実寸斗栱は安全に解体可能であるように5mm厚ダンボールで制作し、雛形斗栱は3DプリンターとMDF材を組み合わせ制作した。実際に制作した教材を図18に示す。

実寸教材は題材である斗栱部分とその上部に組まれる手挟・丸桁・垂木を加えた1800×900の実寸大であり、組み方も実物斗栱を模したため図16.17のように各部材ごとに分解可能である。一般的な斗栱には「巻殺」という曲線部表現が用いられる¹²⁾。肘木の場合、下面曲線の欠き取り部分の垂直線と水平線を等しい数で分割する。垂直方向は下から上へ、水平方向では中心から先端に向かって順に点を取り、それぞれ直線で結んだ線に沿って欠き取る手法である。本研究で制作したダンボール斗栱の巻殺表現は、ダンボールを積層させるという制約から段状になっている。

雛形斗栱は1/16のスケールで制作した。こちらは簡易に組立と分解を行い、構法を理解することを目的としたため詳細な意匠部分は省略しているが、実寸斗栱と同様に部材は独立している。

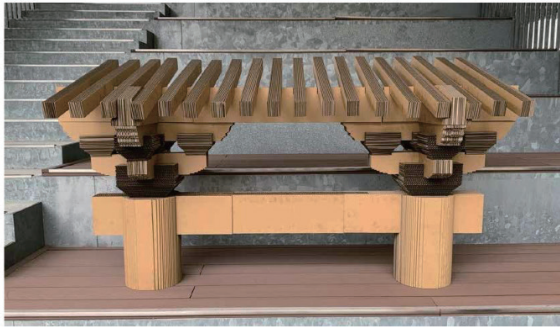


図 15, 実寸斗栱



図 16, 解体のようす



図 18, 雛形斗栱

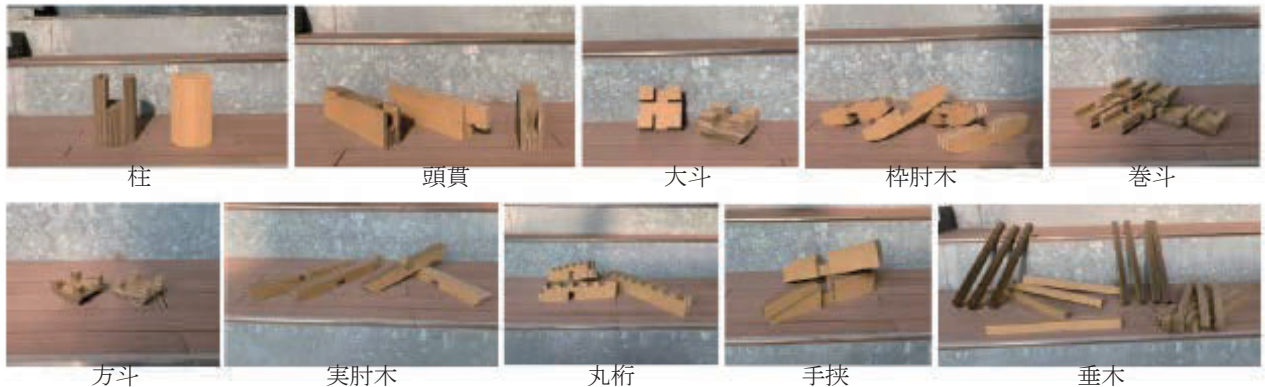


図 17, 実寸斗栱の各部材写真

また、実寸斗栱制作における所要時間およびダンボールの使用枚数について図19に示す。本教材制作には合計で約12時間半要し、ダンボール(900×600×5)を111枚使用した。なお、レーザーによる切削時間と並行して接着を行ったため、接着のみの作業時間は含めていない。

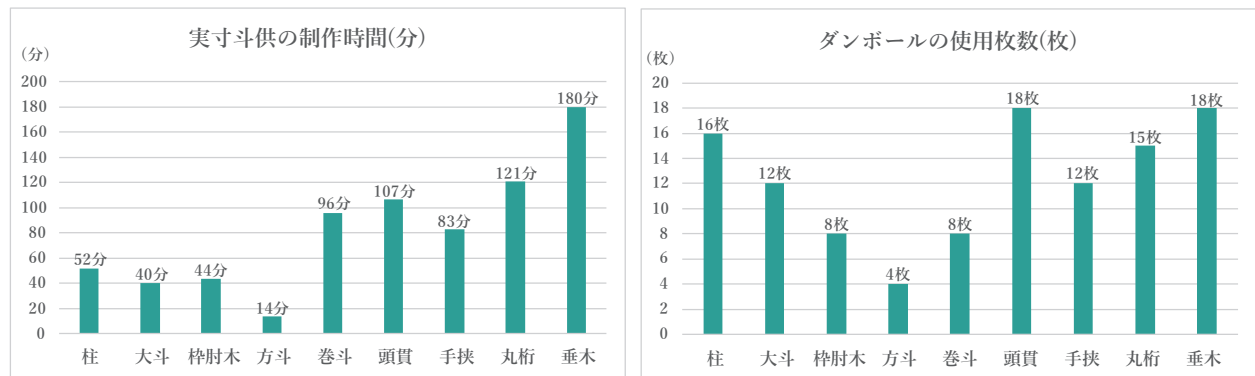


図 19, 制作の所要時間とダンボールの使用枚数

(5) アンケート

アンケート内容を下記に示す。

◆ 受講生(園児・児童・生徒用)

1. 文化財がなぜ大切か分かりましたか？ (5段階評価)
2. なぜ大切かを説明してみよう (発言を記録)
3. ○○の大きさを手で表してみよう。(授業実施者がその場で計測)
4. この授業を通して、斗栱の大きさの仕組み(木割法)が分かりましたか？ (5段階評価)
5. この授業を通して、斗栱の組み方が分かりましたか？ (5段階評価)
6. ほかの斗栱(ときょう)も見たいと思いましたか？ (5段階評価)
7. 他の文化財にも興味を持ちましたか？ (5段階評価)

◆ **保護者用**

8. 文化財が大切な理由を学ぶ上で、この授業は有用でしたか？（5段階評価）
9. その理由を記述してください（記述式）
10. 斗拱の大きさの仕組み(木割法)を学ぶ上で、この授業は分かりやすかったですか？（5段階評価）
11. 斗拱の組み方を学ぶ上で、この授業は分かりやすかったですか？（5段階評価）
12. この授業の良かった点・改善点があれば記述してください（記述式）
13. 他のお子さんにも、この授業をおすすめしたいですか？（5段階評価）
14. このワークショップの参加人数は適切だと感じましたか？（5段階評価）※この項目は11月19、26日に開催したアンケートにのみ採用したため、回答数は8名である。

3. 分析・考察

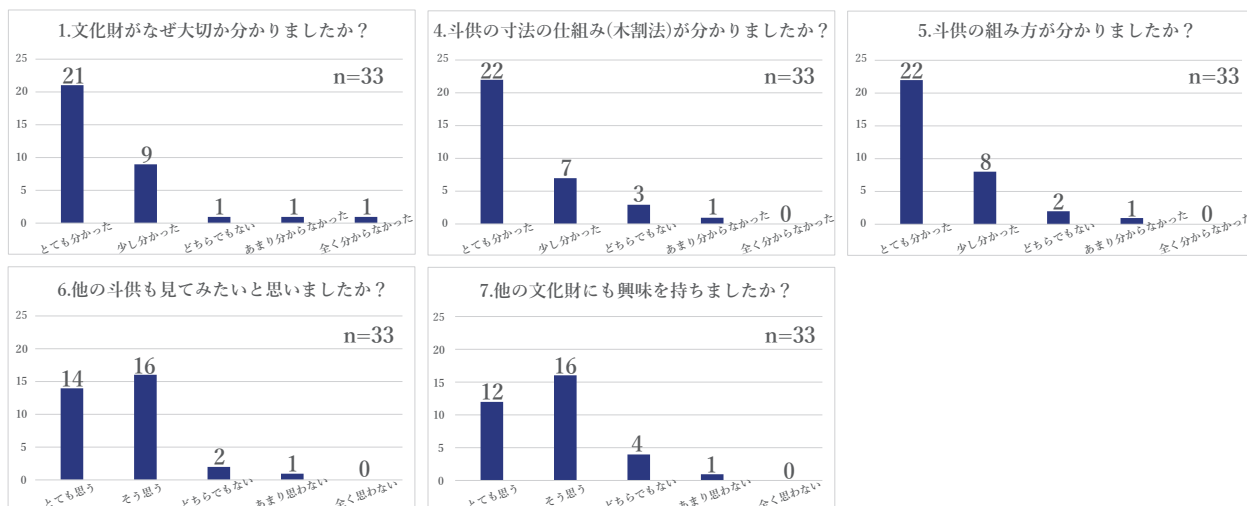


図 20, 園児・児童・生徒用アンケート結果

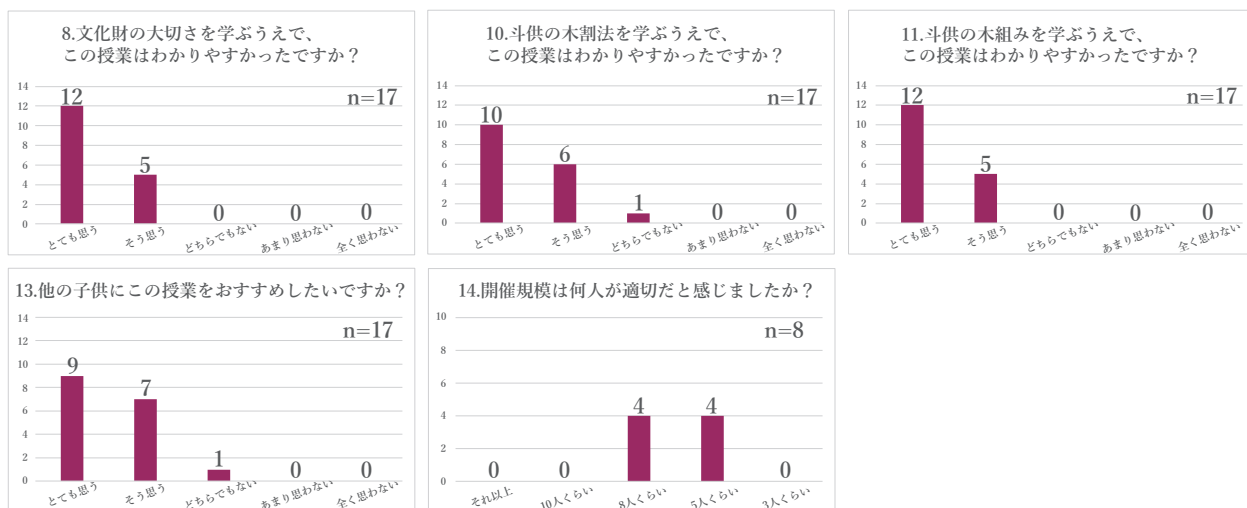


図 21, 保護者用アンケート結果

受講生に対するアンケート結果を図 20 に示す。全員が内容を実施することができた。本授業の主題である「文化財が大切である理由」の理解度が高い値となった。その理解のもとになる「寸法」と「組み方」に対しても、両項目とも理解度が高い値となった。量的な評価に加え発言においても「お寺や神社・他の建物を作る時や修理の時に、大きさと作り方のお手本になるから」という高い理解度を示唆する主旨が多かった。「実際に測れてよく分かった」、「特に解体が分かりやすかった」、「模型が作れて理解が深まった」、という発言も多かった。その他、「楽しかった、面白かった、嬉しかった」という発言も多かった。行動観察においても「積極性の高い自発的な計測・解体・組立」という学習行動が頻繁に見られた。具体的には「指

定項目・指定時間以上の計測」、「解体を多く実施しようとする積極的な授業参加」、「模型を組み立てたてようと失敗しても何度も挑戦する様子」、「片付けの際の実寸斗拱の組立という授業外で関連する内容への参加」、などが該当する。これらのことから、文化財が大切である理由を理解するうえで、本研究の教材の「実際に触って測れる」、「安全に解体して見るだけでは知れない仕組みを知られる」、「模型で一人一人が復習できる」という工夫が興味関心を伴った理解の促しに寄与したと考えられる。加えて、扱った題材以外の斗拱や文化財に対する興味関心の向上に対する寄与においても高い値となった。特に弘誓寺開催の参加児童は明確に他の文化財に対する訪問意思を発言しており、後日行った追跡調査で実際に訪問したことを確認している。実際の斗拱の見学と宮大工による説明が教材との相乗効果を生み、学びの実感や文化財の身近さの促進を通じて学習に寄与したと考えられる。木割法が小学校で学ぶ算数という身近な計算であると強調して伝えたことも一因と考えられる。但し、肯定度合いが理解度ほど高くなかった。これは他の斗拱や文化財が何を指すかの教示不足が理由であると考えられる。

保護者に対するアンケート結果を図 21 に示す。受講生と同様に高い評価となった。理由を問う発言においても教材の工夫点が多く挙げられた。普段の子供を知る保護者に授業中の子供を見て貰った上で高い評価を得たことは、子供自身に対するアンケート結果を肯定し得る結果と言える。なお「一回当たりの適切な参加者数」は本研究の懸念点であったが「5～8人」という回答が得られた。これは開催時の人数と類似する人数である。改善点には下記が挙げられた。

- ◆ 子どもの興味をひくために、最初の説明にクイズ形式を取り入れる
- ◆ 理解の促進のために、実寸斗拱を部材ごとに色分けする
- ◆ 言語理解も促すために、さらに初歩的なことを伝える(文化財の言葉の定義)
- ◆ 他の題材での授業、この学びを活かした次の授業の実施

4. まとめ

本研究では「文化財が大切である」という認知向上のため、教材・カリキュラム・教材制作支援システムを制作し、子供向けに体験型の授業を行った。その結果、「文化財が大切である理由」の理解を興味関心を伴って促すことができた。後日に行った一部の参加者へのヒアリングでは、授業で行ったこと、大切である理由、一部ではあるが部材名も認知していた。また他の社寺も見学に行ったという発言も得られた。文化財に対する興味関心・認知度の向上に寄与できたことを示唆していると考えられる。

課題には教材支援システムのオンライン化が挙げられる。オンライン化しWEBブラウザ上で実行することが技術的には可能であるが検討中の段階である。また小学校教育の「地域学習」をクラス単位で取り組むことを前提条件とすると、実寸斗拱が約4基必要になる。順番に学習するということも考えられるが、学習効果の低減が小さい授業内容の簡略化も検討したい。加えて、地域にある文化財に対する認知度をより向上させる方策として、地域性(特有の寸法体系や構造)をもつ建築意匠の教材の制作も検討したい。最後に本研究の直接的な課題ではないが、子供に対する体験型の授業を支援するためにも、タブレット端末といった電子メディアに加え、レーザーカッター・3Dプリンターといったデジタルファブリケーション機器の教育現場への更なる普及と、それらを活用した他の建築意匠や伝統文化も対象とした体験型授業のカリキュラム・教材・教材制作支援システムの発展を期待したい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、体験学習の場を提供頂いた滋賀県東近江市躰光寺町 弘誓寺様、草津お土産ラボ大塚佐緒里様、そして教材制作に当たり多大なご助言を頂いた白鳳社寺四代目 高崎将太郎様に感謝いたします。最後に、建築情報研究室の皆様には、本研究の遂行にご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 昭和二十五年法律第二百四十四号 文化財保護法第一条，文化庁，1950. <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0100000214>，(最終検索日:2023/4/13)
- 2) 登録抹消について 登録有形文化財(建造物)の抹消件数，文化庁，2023. https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/yukei_kenzobutsu/massho/pdf/93842701_02.pdf，(最終検索日:2023/4/13)

- 3) 国宝・重要文化財等の保存整備等，文部科学省，2019. <https://judgit.net/projects/2747>，（最終検索日:2023/04/13）
- 4) 京都市情報館，歴史的建造物・地区の修理・修景助成制度について，2022/5/23. pp281311，<https://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/page/0000281311.html>，（最終検索日:2023.4.13）
- 5) 文化財に関する指定寄付，文化庁，<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/joseishien/hojo/shiteikifu.html>，（最終検索日:2023.4.13）
- 6) 文化財保護のための資金調達ハンドブック，文化庁，2020/3. pp12-13，https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/shuppanbutsu/pdf/92099501_01.pdf，（最終検索日:2023/4/13）
- 7) 「地域における歴史的風致の維持及び向上の関する法律」について，文化庁，2008.5.23. https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunka_gyosei/shokan_horei/bunkazai/rekishifuchi/，（最終検索日:2023.4.13）
- 8) 「文化財保存活用地域計画」について，文化庁，2019.3.4. https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/bunkazai_hozon/index.html，（最終検索日:2023.4.13）
- 9) 平成29・30・31年改訂学習指導要領(本文，解説) 幼稚園教育要領，小・中学校学習指導要領等の改正のポイント，文部科学省，https://www.mext.go.jp/content/1421692_1.pdf，（最終検索日:2023.4.13）
- 10) 佐藤日出男，(1998.7.1)，『社寺建築の工法』，理工学社
- 11) 加戸啓太，青野敏紀，平沢岳人:ビジュアルプログラミングによる斗部の部品・部位表現に関する研究-伝統木造構法のコンピュータ言語による記述-，日本建築学会計画系論文集82巻742号，pp3259-3268，2017.
- 12) 木内修:「現代棟梁の設計術-五意達者への道-」，新建築社，2007.1. pp. 31-32
- 13) 宮崎正勝:初等社会科における地域学習の意義と方法-話し合いイメージ・マップ作り物語作りを中心にして-，北海道教育大学釧路校，日本教育方法学会紀要「教育方法学研究」第20巻，1994.
- 14) 河本大地:学校における地域学習はどうあるべきで，そのために何をどう研究するのか？，日本地理学会春季学術大会発表要旨集 2019s (0)，333-，2019.
- 15) 北本英里子，大山智基，窪園翔治，山田悟史:児童のスケッチマップを用いた危険箇所マップ制作に関する研究-地図学習機能を備えたマップ制作支援システムの開発-，日本建築学会大会 学術講演会(東海)，情報システム技術，2012.9. 日本建築学会