

中学生を対象に 1/10 組立模型を用いた雪国の建築に関する風と光環境の研究

特定非営利活動法人建築・住教育研究会－10分の1組立模型を使った 理事長 後藤哲男
理事 広川智子

1. 過去の研究活動実績

1.1 建築講座の実績

木造の在来軸組工法の仕組みと斜材による耐震の方法を理解させるために中学生を対象とした講座「地震に強い木造の家の仕組みを 1/10 組立模型で体験してみよう」を 2008 年から今日まで続けています。長岡市内の 2～3 中学校に対して 3 時間ずつ 2 日間にわたる講座を継続しています。昨年度（2018 年）は、雪荷重と地震の揺れの仕組みを学ぶ内容として以下の内容を実施しました。

- ①北海道、新潟、富山とそれぞれの地域（雪質）によって建物の仕組みが違うことをパワーポイントのスライドで解説。
- ②雪を乗せた柱、梁のみの軸組構造（耐震補強前）模型の振動実験。その結果より不安定になり、グラグラ揺れるまたは倒壊することを体験。
- ③模型に耐震補強（筋かいなど）を設置して強度を高め、再度雪をのせて振動実験を行い安定したことの確認（写真 1）。
- ④同模型を活用し、冬の太陽高度と窓（側窓、高窓、天窗）の採光の概念を理解する体験学習（写真 2）。

以上により各自の平面計画案（間取り）をもとに連続的に各項目（計画・環境・構造・施工）を体験出来るカリキュラムを実現しました。さらに小学生を対象にした三条市のイベントに参加しました。昨年度は 125 人が（2008 年からはのべ 1600 人超える）受講しました。

1.2 1/10 組立住宅模型の概要

縮尺 1/10 の組立可能な模型は全て手作りです。可能な限り実際のホゾと蟻継ぎの接合部としました。1/10 組立住宅模型（以下、1/10 模型と称する）の大きさは



写真 1 建築講座の様子(2018年)

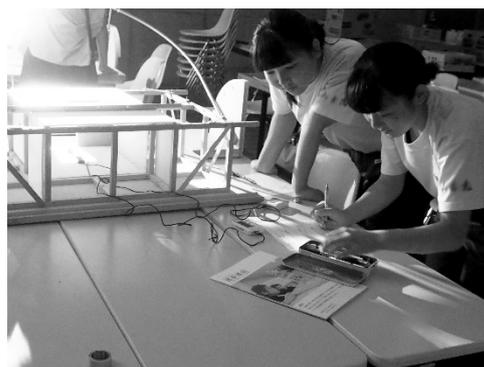


写真 2 建築講座の様子(2018年)

A1 サイズの厚さ 5cm の木箱に納まり、運搬可能です。蓋に組み込まれた土台の上で 3 間×4 間の大きさの住宅を組立てます。建築面積は 12 坪、平屋建てと 2 階建てが組立可能であり、延べ面積は 24 坪です。現在 21 セットがあり、通常 1 セットを 1 班とし 1 班 2 人または 3 人で組上げるため、最大で 60 人規模のクラスでも授業が可能となります。

1.3 建築講座の特性

1/10 模型を活用して、様々な諸定理や諸現象を実験しながら協働学習を行っています。生徒の興味・関心を高めるための体験型学習やアクティブ・ラーニングなどの教育方法の提案を行い、中学生の理解度の

向上に繋がる様々な教育実践を行っています。また、この研究活動が地域の方に認められ、一般社団法人ルネッサンス創造機構リバーバンク制作の2019度の長岡イノベーションカレンダーに掲載(写真3)されることとなりました。

2. 研究の背景・必要性

建築の基礎知識、つまり日々の生活を保障している建築を可能にしている科学的諸特性を子供の頃から理解し、将来に渡って安全で安心な生活を実現させることが目的であり、建築講座を長年続けている理由でもあります。

新潟県の豪農の館は各地域で大切に保存され、日本の雪国の伝統的な家屋形式を今に伝えています。特に魚沼地域の目黒邸は、3mの豪雪にも耐える太い丸太や梁の挟む二重梁などで随所に力強い構造材が見られます。また、特に雪国特有の入母屋妻入り中門造の千鳥破風には木連格子(三角形)が存在します(写真4)。ここは年中、絶やさぬ囲炉裏火の煙を出し、夏は上下方向の風の流れを作り熱気を排気します。囲炉裏の火により空気が温まり膨張、比重が小さくなり浮力で上昇し排気されます。このように中門造の千鳥破風は換気などの重要な仕組みでもあります。しかし、近年は商品化住宅の普及と大壁構造により室内環境的な調整は機械に頼る傾向があり、伝統的に工夫されて来た仕組みは影を潜め、家の構造的な仕組みは壁の中に隠れてしまっています。その結果、子どもたちは雪国の家に関する知識や仕組みを日常生活の中で学ぶことが難しくなり建築への興味や知識が希薄になっています。雪国の家に関する仕組みなど 専門家任せになっています。

自分の住まう家がどのようになっているかは命と生活環境に関わる個人レベルの重要な問題であることを再認識しなくてはなりません。次世代に向けて再びこの建築知識を一般化する必要があります。現在の



写真3 掲載カレンダー



写真4 昔の住宅(目黒邸)

建築教育は、建築学科や関連学科の高等教育機関に所属する生徒や学生を中心に行われ、それ以外の人々はイベント等で少し学ぶことができる程度です。

そこで本研究では、今年度に引き続き雪国で培われた建築知識を普及させるために中学生でも分かりやすい可視化された風の建築教育と1/10模型を活用し、短時間で楽しく学ぶ体験型の建築講座を実施します。教育実践する対象は空間認識が高まり、義務教育で学ぶ原理原則から応用された建築の仕組みを理解する力のある中学生です。

3. 平成30年4月～平成31年3月末までの実施内容

3.1 既往研究を調査、視察

- ①既往研究を調査し、現在の地域の特徴を踏まえた建築教育の現状と傾向を分析
- ②日本建築学会主催の研究発表会にて本研究の今までの活動と今後について発表
- ③地震時の避難状況（避難所）の風環境などを把握するため展示会へ聞き取り調査を行う

4月～6月 日本建築学会公式HPのアーカイブ検索で「教育 風環境」をキーワードに論文を検索

4月6日 福島県立歴史博物館の「震災遺産を考える」の展示を視察、学芸員から避難所の環境を聞き取り調査

6月15日（土）（建築会館ホール）「2019年度子ども教育支援建築会議全体会議・シンポジウム 子ども教育支援のための建築とまちのプラットフォーム」視察

7月7日（土）～8日（日）（金沢工業大学）「日本建築学会 北陸支部大会」聴講、研究発表

「子ども教育支援建築会議【楽々建築・楽々都市@金沢ー子どもが楽しみながら関わる都市や建築ー】」視察

3.2 補助教材の制作・教育方法の提案

はじめに建築の基礎である建物の耐震壁のバランス良い配置について学習する補助教材を開発し、それをを用いた体験学習の方法を提案する。

補助教材の材料として木の丸棒やスチレンボード、スタイロフォームを利用し、柱、屋根、土台を製作した。これらの材料を使い「柱1本と重心・重力の関係（写真5左）」、「危険な建物の見分け方」、「重心と柱の距離（柱2本で屋根を持たせる、写真5右）」についてクイズ形式を用いながら、考えて学ぶ体験授業を展開した。補助教材は試作を重ね建物のバランスの教育方法の効果向上を目指した。

次に1/10模型を活用して風環境を学ぶ教育方法の開発を行った。実験空間は模型の8畳間の2層吹き抜け（1階と2階）空間である（写真6）。壁8面中4面に断熱

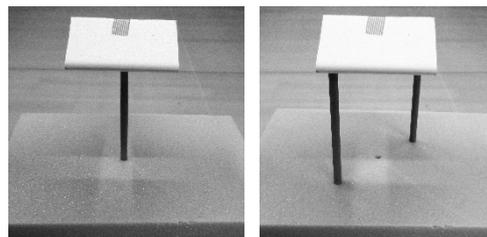


写真5 補助教材の試作品

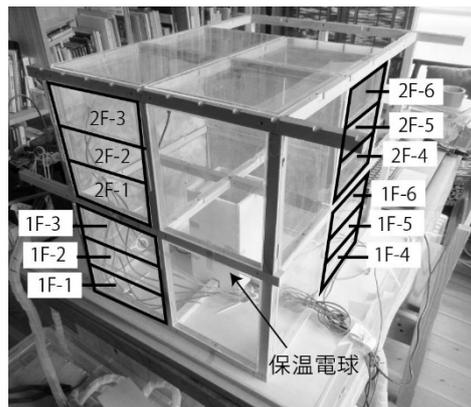


写真6 風環境の予備実験

材を設置し、他の2面は開口できる窓（1F-1から2F-3、1F-4から2F-6）と残りの壁2面と天井面は空気層として模型内を観察できるようにした。模型の1階中央に熱源としての保温電球を設置し、対流により模型内を温める。

保温電球の熱放射の影響を受けないように保温電球を紙で囲む。温まった模型内の空気の流れを把握するため、予備段階として温度を見る。壁面上下6段に熱電対を設置してパソコン画面にされる温度を確認する。次にスズランテープを開口部の外側に設置し風の流れをテープの動きで可視化する。4パターンの開口部（①1F-4のみ、②1F-4+1F-1、③1F-4+1F-3、④1F-4+1F-6）別による温度変化を確認し上下開口が効果的な換気方法であることを確認した。

3.3 中学校との打ち合わせ

建築講座を受講する中学校と事前打ち合わせでは、建築講座の主旨、具体的な講座内容、日程、会場の確認を行う。確定後、交通手段の手配、会場の手配を行う。直前打

ち合わせは、建築講座前に身近な家の観察を行う「事前学習」と模型を組み立てる「2階建ての住宅平面図」を宿題の資料を渡し確認する。後日、受講する生徒は事前学習と宿題を行ってもらう。

- ・事前打ち合わせ：4月25日（金）（長岡市立小国中学校・岩田校長先生、桑原先生）
- ・事前打ち合わせ：5月8日（水）（長岡市立山古志中学校・佐藤先生）
- ・直前打ち合わせ：7月5日（金）（長岡市立山古志中学校・佐藤先生）
- ・事前打ち合わせ：5月15日（水）（長岡市立北中学校・羽生先生）
- ・直前打ち合わせ：8月29日（水）（長岡市立北中学校・羽生先生）

3.4 建築講座の実施

中学1年生から3年生を対象に建築講座を3時間、2日間にわたって行う。またTA（ティーチングアシスタント）として長岡造形大学小川峰夫先生の協力のもと大学生が参加する。

3.4.1 小国中学校

〈建築講座「地域貢献活動 防災と建築」実施時間：2時間（一部：5時間）受講者数：12名（1.2.3年）実施場所：長岡市立小国中学校、長岡造形大学 主講師：後藤哲男 TA：4名（長岡造形大学小川峰夫研究室4年 小山楓、大澤美月、小口ゆずき、卒業生山口杏奈）

- ①5月9日（木）建物のバランス（重心とつりあい）（写真7）
- ②5月16日（木）安定と不安定な建物（耐震構造・広さ）
- ③5月30日（木）平屋建てを設計し模型を組み立て
- ④7月4日（木）①～③のまとめ
- ⑤7月11日（木）光環境と防災
- ⑥10月3日（木）熱環境・光環境と防災
- ⑦10月17日（木）安全で快適な2階建てを設計し模型を組み立て
- ⑧11月7日（木）⑤～⑦のまとめ
- ⑨11月21日（木）地域の人々へ発表



写真7 建築講座(小国中)

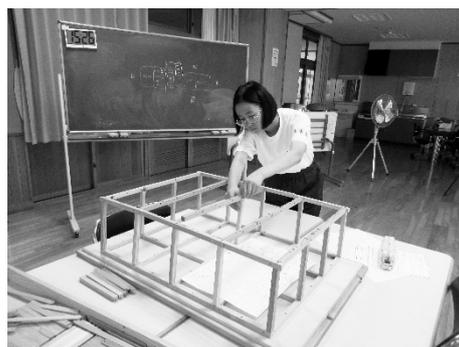


写真8 建築講座(山古志中)



写真9 建築講座(北中)

3.4.2 山古志中学校

〈建築講座「地震に強い木造の家の仕組みを1/10の組立模型で体験してみよう」実施時間：3時間 受講者数：3名（1年）実施場所：長岡市立山古志中学校 主講師：後藤哲男 TA：2名（長岡造形大学小川峰夫研究室4年 小口ゆずき、広川智子）

- ①7月26日（金）（写真8）

3.4.3 北中学校

〈建築講座「地震に強い木造の家の仕組みを1/10の組立模型で体験してみよう」実施時間：3時間（2日間） 受講者数：17

名（3年）実施場所：長岡市立北中学校
 主講師：後藤哲男、飯野由香利 TA：4名
 （長岡造形大学2年 増山千晶、花里美鈴、本田有紗、広川智子）

①9月17日（火）（写真9）

②9月18日（水）

3.5 既往研究を聴講等

9月3日（火）～6日（金）（金沢工業大学）「2019年度日本建築学会大会〔北陸〕」聴講、研究発表

11月10日（日）2019年度（令和元年度）「新潟県生活文化研究会総会・年次大会」研究発表

11月15日（金）第53回住総研シンポジウム「おとなのための住まい学がなぜ必要か」聴講

3.6 研究のまとめ、研究発表

本研究の取り組みから分析・考察・有効性までを研究助成事業報告書にまとめる。さらに、研究内容を長岡造形大学、新潟県生活文化研究会、日本建築学会に投稿し研究成果を報告する。

- ・長岡造形大学 研究紀要集
- ・新潟県生活文化研究会 論文投稿
- ・日本建築学会 北陸支部大会研究報告
- ・本研究の独自報告書
- ・日本建築学会 大会梗概集

4. 建築講座の実施内容

今回、長岡市小国中学校で行った建築講座の内容を示す。環境領域の熱と風環境に関して座学と体験を繰り返しながら展開する（表1）①熱の移動では、クイズ形式を用い、問いを発しながら一緒に考えた。熱の移動（熱伝導、熱対流、熱放射）を握手などでの実体験と双方の体温を確認して

（写真10）熱の移動を理解させた。②熱環境では、4種類の壁材（グラスウール、ポリスチレンフォーム、コンクリート、大理石）で囲まれた模型に同一の熱源を入れ、模型内の最高温度を各班で記録し、グラフ化する。他の班の実験結果と比較し、断熱性能の高い家と低い家の最高到達温度

表1 建築講座の内容

1		アンケート	
2		今日の講座の流れ	座学
3	クイズ	熱とは？	座学
4	実験	熱の移動を体験しよう	体験
5	クイズ	熱環境のクイズ(熱環境の実験を予想)	座学
6	準備	実験方法の説明	座学
6		準備作業	体験
7	実験	実験開始、記録、結果	体験
8	まとめ	実験結果のまとめ	座学
8		熱環境と防災	
9	クイズ	風環境のクイズ(風環境の実験を予想)	座学
9	準備	実験方法の説明	座学
9		準備作業	体験
10	実験	実験開始、記録、結果	体験
11	まとめ	実験結果のまとめ	座学
11		風環境と防災	
11		中学校の関連教科書の説明	
12		アンケート	



写真10 建築講座(小国中)



写真11 建築講座(小国中)

を比較し、断熱性能を直感的に理解できるようにした。③風環境は、スズランテープの動き（写真11）と温度の変化により室内に起きている空気の流れを想像することができ、有効な換気方法の理解に繋がった。以上の3段階で講座を進めた。受講生は9名、班は2～3名で協力し、各実験結果をワークシートに記録する。講座内容の効果を確認するため講座前後にアンケート調査

を行った。回収率は100%である。

5. 建築講座の成果

5.1 熱の移動について理解できた割合

講座前の理解と講座後に初めて理解できた人数を図1に示す。棒グラフの色分けは、百分率を示す。受講前は「熱の移動」の講座前は9名中3名が「少し知っている」いた。講座後は全員が理解できた（理解できた+少し理解できた）を人数は増えたことが分かった。次に「効果的な換気方法」の講座前は9名中4名が「少し知っている」いた。講座後は9名中8名が理解できた（理解できた+少し理解できた）と答え、人数は増えた。理解できた内容（上と下で開ける）の自由記述は9名中3名だった。

以上の結果から、「熱の移動」はクイズで想像することや実体験を通して理解できた人が増えたと考えられる。の講座前は9名中3名が「少し知っている」いた。「効果的な換気方法」は風実験を通して理解できたと考えられる。理解できた内容の記述は少なかったので今後選択肢を設け傾向を見る必要がある。

5.2 建築講座が面白かった内容

建築講座を受講して「面白かった」と答えた割合は100%であった。面白かった内容を図2に示す。最も高い内容は「熱の移動の体験」が9名中6名だった。次に「熱実験」が9名中4名であった。これは、実体験を通して理解できたことが面白さに繋がったと考えられ、風実験は実験時間が短くなり、面白さを感じるに至らなかった。

6. 今後の展望

近年、頻繁に発生する地震の影響で、耐震構造の内容を重点に建築講座の要望が多い。そのため、2019年度は、主に1/10模型に耐震要素（筋かいや火打ち）を取り付けた構造に積雪がある場合の影響を考える建築教育を展開した。さらに、建物の耐震壁のバランス良い配置について補助教材や

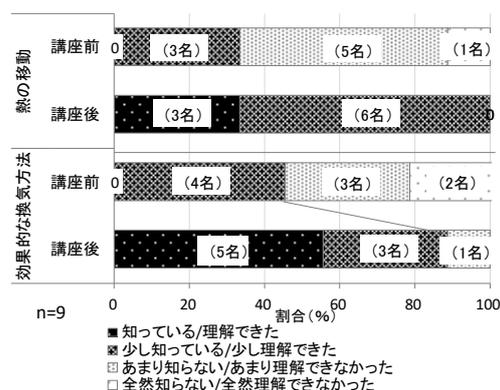


図1 「熱の移動」と「効果的な換気方法」について講座前の理解と講座後に初めて理解できた人数の比較

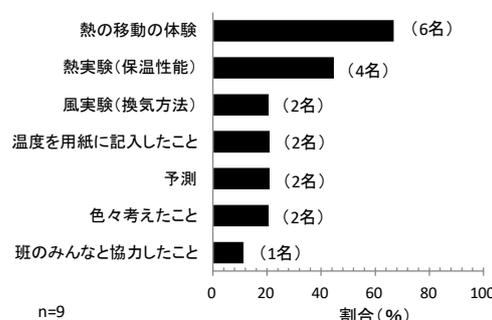


図2 面白かった内容(複数回答可)

体験学習で理解しやすい方法のクイズ方式も試みてみた。

2019年度は、光（ソーラーパネル）を含めた建築講座をまだ実践できていない。2019年度、取り組んだ光に関する実験や試作品、教育方法を踏まえて今後も検討を重ね、学校側に分かりやすく説明を行い、雪国に特化した建築全般（計画・環境・構造・施工）にわたって学ぶ建築教育の実践を目指す。

具体的な方法として、①光に関する学習内容（中学校の教科書・科学・家庭科）などから調査し現在中学生の学習内容を整理する。②1/10模型の活用方法、何を学んでほしいのか可能性や候補を挙げ、試作品を製作しながら実験を繰り返す。③中学生の教育方法を提案し、中学校の教員に理解を得られる資料づくりを行う。