

# 中高生を対象に 1 / 10 組立模型を用いた建築講座の活動報告

## I report the activity of the building lecture using the 1/10 model for middle and high school students

後藤 哲男<sup>1</sup>

GOTO Tetsuo

広川 智子<sup>2</sup>

HIROKAWA Tomoko

キーワード：建築教育、方法、模型

Keywords：Architectural education, technique, model

We performed the lecture that increased “to experience house structure and the indoor environment of the tree which was worthy of an earthquake in a model of 1/10” for a high school student from a primary schoolchild this year.

As for the theme of this year, structure, environment, we whom evolution and the education method of contents to tell of the space systematize cooperate with professor Iino Yukari (Niigata University) to investigate a level of the understanding by each school year, and to analyze it and report a result.

### 1. はじめに

2009年から1/10組立模型を用いて長岡市内の3中学校の中学生を対象に建築講座「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」を行い今年で8年目を迎えている。昨年は同一の模型を用いて初めて省エネを念頭に置いた環境教育の断熱実験装置を開発し、断熱性能と省エネを学ぶカリキュラムを構築した。本年は建築初心者を対象に1/10組立模型を用いた様々な建築教育を1年間実施し、その内容と成果について報告する。

長岡市内の3中学校の建築講座の運営に係る費用は長岡造形大学特別研究費から支出し、科学研究費助成事業（学術研究助成基金）の助成は今まで開発してきた方法（耐震構造）の検証と新たな構造、環境、空間の教授法と効果についての検証・分析にあて研究を継続している。

### 2. 実施概要

建築講座の対象は中学生と高校生である。また、小学生を対象としたイベントに参加した。教育学的視点は新潟大学の飯野由香利教授<sup>3</sup>と新潟大学3年森原舞さんから協力頂いた。主な日程順は下記の通りである。

①長岡市立山古志中学校（以下、山古志中とする）

1年生（4名）

7月29日、8月5日構造と環境（各3時間）

②三条市わくわく科学フェスティバル

（以下、フェスティバルとする）（小学生約100人<sup>4</sup>）

8月10日 構造と環境（5時間30分）

③新潟県立長岡工業高等学校（以下、工業高校）

3年生（4名）

8月17日環境（6時間）

18日環境と構造（6時間）

19日空間と構造（6時間）

④長岡市立北中学校（以下、北中とする）

3年生（23名）

9月20日、21日 構造と環境（各3時間）

⑤新潟県立長岡農業高等学校（以下、農業高校とする）

3年生農業学科生活デザインコース（19名）

10月14日 構造（2時間）

10月21日 空間と構造（2時間）

⑥長岡市立青葉台中学校（以下、青葉台中とする）

2年生（32名、29名の2組）

11月15日、29日 構造（各3時間）

様々な反応を観察し調査・分析するため事前打合わせ、事前学習、講座前の認識アンケートと講座後の理解度アンケートを実施した。後日、感想文の提出をお願いした。

1年間の合計実施日数は12日。受講者は211名である。建築講座の実施前後に新潟大学の飯野研究室、長岡造形大学の後藤研究室にて打ち合わせを重ね、アンケート結果と分析から意見交換を行い、次の展開を確認し合う。

本年の活動報告は、新潟大学飯野研究室の研究報告も参考に、長岡造形大学特別研究として大学紀要集に報告する。中高生を対象とした建築教育の独自報告書も併せて作成する。

### 3. 建築講座の背景と内容

長岡市内の小中学校の耐震化について平成27年度に全ての建物の耐震化が完了<sup>5</sup>した。新潟県中越地震から12年が経ち、現在の中学生の記憶には少ないものの身近な環境で耐震化のための筋かいが校舎に取り付いている。耐震化と聞いて、頑丈になったと判断する人は多いだろうが、その原理について、何をどうすれば耐震化したと言えるのか子供はおろか大人に至るまでよく分らないのが現状である。そこで木造住宅の耐震システムを分かりやすく説明し実際に1/10模型を使い自分なりに設計し組立てる。組立てた模型を起振装置で揺らし地震に対する建物の動き方を体験する。次に耐震要素（筋かい等）を付加する事により建物の強さを実感し耐震システムを経験的に理解する事が狙いである。この一連の体験を通して学校で学習している数学や物理学が基礎になっていることを理解できる。本年は新たに、同一模型を用いた環境教育と空間教育も追加し、建物が構造、環境、空間を総合的に考慮された仕組みであることを分かりやすく簡単に伝えることを目標とする。本年は中高生を対象とした建築講座において構造・環境・空間の3分野のカリキュラム提案、教育実践、アンケート調査から理解度を把握し教育方法の構築を目指した。また、本年の新たな教育内容「採光と日射遮蔽」については別紙の論文にて報告するためここではふれない。

#### 4. 中高生を対象とした建築講座の概要

2016年は長岡市内の3中学校の1年生から3年生と2高校の3年生を対象に行った。中学生は1日3時間を2日間、工業高校の場合、1日6時間を3日間、農業高校の場合は1日2時間を2日間実施した。

山古志中学校1年生1クラス4名は、1日目が空間と構造(耐震)、2日目が環境(断熱実験)に関する建築講座を行った。北中学校3年生1クラス23名は、1日目が空間と構造(耐震)、2日目が環境(採光と日射遮蔽)に関する建築講座を行った。青葉台中学校2年生2クラス61名は、両日空間と構造(耐震)に関する建築講座を2回行った。工業高校は3年生1クラス4名は1日目が環境(採光と日射遮蔽)、2日目の午前は環境(伝熱と断熱)、午後は空間と構造(耐震)、3日目の午前は設計(エスキス)、午後は空間と構造(耐震)に関する建築講座を行った。農業高校は1日目、2日目ともに空間と構造(耐震)に関する建築講座を行った。

耐震システムの基礎になっている数学の三角形の合同条件は中学2年時、断熱の基礎になっている理科の伝熱が中学3年生後期に行うため、受講した中学生の建築に関する知識はほとんどない。高校生も耐震壁のバランスや壁の断熱や窓からの採光、日射遮蔽については学んでいない。

講座はクラス毎に行い、1班を1~4人(山古志中は1名、北中は2~3名、青葉台中は4名、工業高校は1名、農業高校は2~3名)で構成し、合計で4~8班(山古志中は3班、北中は7班、青葉台中は8班、工業高校は4班、農業高校は8班)に分かれて講座を行った。講座前後のアンケート調査から構造、環境、空間の3項目ごとの内容について分析する。

##### 4.1 構造

構造は主に1日目の建築講座となり、詳しい講座内容は、表1に示す。①建物のはじまりと木造施工に関する説明、②耐震構造の原理について門型のピン構造とラーメン構造の比較、耐震補強(筋かい、面材)の効果、門型から面積をもつ空間(1坪、4坪)、③平屋建て、2階建てを組立て、耐震補強前の揺れと補強後の揺れの違いを観察する。間取りと耐震壁のバランスに関する考察から構成される。講座の前後でアンケート調査を行った(写真1)。講座前のアンケートの内容は家の仕組みや耐震の理解度について、講座後のアンケートでは講座内容の理解度に関して回答してもらった。回収率は100%である。

##### 4.1.1 家の仕組みと耐震に関する認識

講座前のアンケート調査結果を図1と図2に示す。図1は生徒が理解している家の仕組み(在来軸組工法)の認識割合の結果を示す。「用語は知っている」と回答した生徒が0~50%と低い。さらに「用語と内容は知っている」の回答は0~25%である。ほとんどの生徒が家の仕組みを知らないことが理解でき、本講座が初めての体験であることが伺える。また、図2は、耐震の認識割合の結果を示す。家の仕組み同様に「用語と内容は知っている」の回答は4~75%である。特に中学生は4~25%であった。

以上の結果、日常で住まう家の仕組みや頻繁に発生する地震に対する耐震について理解しておくことは重要であ

表1 講座1日目の流れ

項目	講座内容
建物と木造	①木造建築ができるまで(施工) ②アーキテクチャ(5階建て模型)を用いて不安定と安定(静定と不静定)
耐震構造の原理	①模型の説明と取扱い方法 ・縮尺1/10、尺貫法、量の敷き方 ②耐震構造の原理(門型、1坪、4坪)
間取りと耐震補強	・北中のみ、間取りの発表 ①2階建てを組立て ②柱と梁の軸組模型の揺れの実験 ③耐震補強、再度揺れの実験



写真1 講座前のアンケート記入の様子

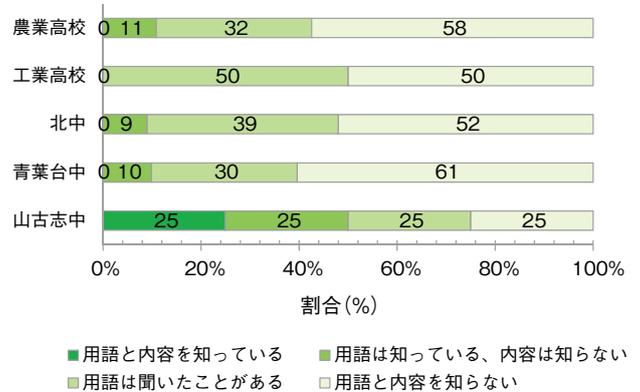


図1 家の仕組みに対する認識割合

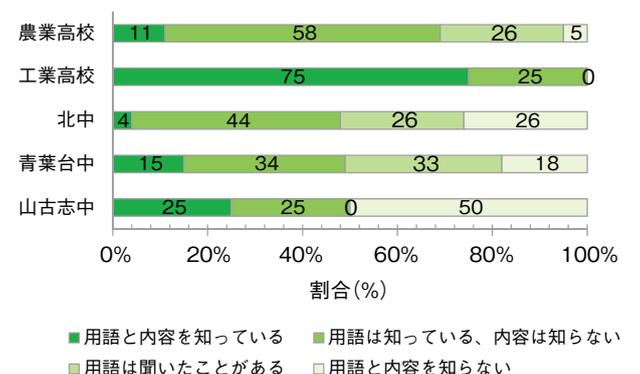


図2 耐震に対する認識割合

り、かつ生徒にとって新たな学習の内容であると考え。

#### 4.1.2 構造の学習内容

構造の学習内容は表2に示す順番となる。①木造ができるまでをスライドで解説する。②建物の不安定と安定について、アーキテクチャ（5階建て）を用いて体験する。また、色々な形を作ることができる自由度も把握する。③1/10組立模型を用いて門型を組立て、実際のホゾとホゾ穴のピン接合に近い不安定を手で揺らし実感する。一方、門型ラーメンとした剛接合の門型と比較し、変形の量や強さの違いを観察する。ピン接合も門型に筋かいを取付け、3辺の確定による三角形の成立を解説する。④面積を与えるために4本の柱で同様に組立て、筋かいのたすき掛けや面材を取付け耐震補強を行う。⑤2階建てを組み建て柱と壁を増やすことにより住宅としての面積を広げる。すべての壁に筋かいや面材で補強するわけにはいかないことを学び、耐震補強のバランスを理解する。さらに、写真2のように柱や梁のみの軸組模型を起震装置の揺れの装置を用いて実験し、揺れ方を確認する。ある周波数の振動と建物が共振すること、建物には固有周期があることを説明する。生徒は自分で組立てた模型の揺れ方から補強ポイントを把握する。

以上のように、実際の木造施工のスライドで概要を説明し、小さなアーキテクチャ（5階建て）から1/10組立模型の2階建てまで徐々に扱うサイズを大きくしながら、実感や話し合い、確認を繰り返し体験的に理解できる学習内容としている。また、講師やTA<sup>6</sup>が生徒の様子を見ながら、補足説明や組立てる際の補助を行っている。講師とTAは講座前に内容確認し、講座後は反省会で意見を出し合い、毎回改善を試みている。生徒たちが安心して学習できるサポート体制を整えている。

#### 4.1.3 構造の理解度

図3は講座後の耐震構造の当てはまる内容を3択から選んでもらい正解率を示す。正解の割合は74～100%であり、理解度が高まったことがわかる。講座前の理解度は4～75%であるのに対し講座を受講したことで25～75%上昇した。繰り返し不安定から安定にする方法を学んだことで耐震構造を理解したと考えられる。

### 4.2 空間

空間は主に1日目の構造と合わせた講座内容になる。空間に関する建築講座の内容は以下の通りである。①事前学習で身近な部屋を計測する。②縮尺に関して1/1の畳と1/10の畳を比較し、模型が縮尺1/10である大きさを把握する。③縮尺1/10の家具、床材、間仕切壁、階段などを模型に取り付け、人の動線や広さ・高さを想像するきっかけを増やし空間感覚を高める。

#### 4.2.1 空間に関する認識

講座前の空間認識を確認するためアンケートを行った。問1では雑誌や広告（チラシ）にのっている図4のような家の平面図（間取り）を見て各部屋の広さを想像できるか訊ねた。想像の有無に関する割合を図5に示す。「想像できる」と回答した生徒は44～100%であり、空間認識において中学生では、その割合が5～6割程度の発達段階であると考えられ、高校生においてほぼ想像できると回答し

表2 構造の流れ

順番	様子	内容
1		・スライドで木造ができるまでをスライドで解説する
2		アーキテクチャ（5階建て）を用いて、「不安定と安定」と「安定の静定、不静定」を学ぶ
3		1/10組立模型を用いて、柱2本を立て、その上に梁1本を渡し門型とする。ピン接合の不安定と耐震補強の原理を解説する
4		さらに柱4本と梁4本を組み合わせて1/10の1坪面積を組立て、耐震補強を行う
5		模型の3間×4間の2回建てを組み立て、耐震補強の位置やバランスを考慮する



写真2 模型の軸組を起振装置で実験

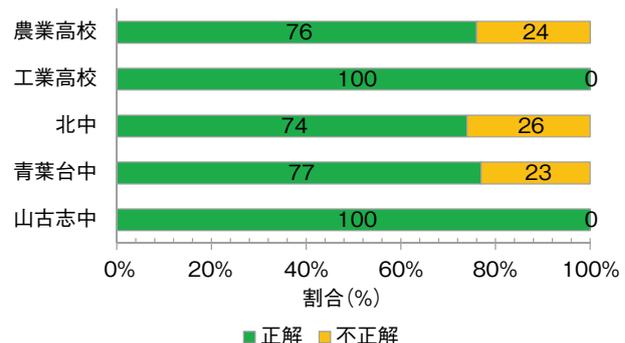


図3 耐震に対する理解度

ている。

問2は、高校生と中学生の比較を明確にするため図4のキッチン・ダイニングの広さと客間の広さに関して何畳か確認した。ここでは、ヒントを与え「1畳の大きさ≒1人用の敷き布団≒シングルベッド1台」と表記している。さらに、図4のリビングは8畳間を表記し参考にできる方法とした。「キッチン・ダイニング」の正解率を図6に示す。12畳の正解割合は中学生の場合22～36%、高校生の場合75%である。問1の「想像できる」と回答した割合から具体的に数値を問いかけた場合、8～31%低下した。中高生ともにあやふやな生徒が1割～3割いることになる。回答を導く際、図4の廊下を境にリビングとキッチン・ダイニングを比較する方法がある。10～11畳と回答している割合が11～67%おり、1畳を正確に把握できていないことが原因と考えられる。

また、「客間」についての正解率は図6に示す。6畳の正解割合は35～100%である。キッチン・ダイニングよりも13～67%高まっている。回答を導く際、リビングの8畳間と客間の6畳間のプロポーシオンの違いの感覚が身についていることも重要である。8畳と6畳の数字単位とプロポーシオンの両方が想像でき単純に面積としての量ではないことが推測される。

以上の結果、比較対象より小さい場合は、想像しやすいことが考えられる。

問3は図7の8畳間の平面図の中に「ベッド」と「机とイス」を置く場合、適切な家具の大きさについて確認した。ここでもヒントを与え、平面図に窓とドアの寸法を明記している。また、8畳間の説明に「3.6m×3.6m、畳や敷き布団が8枚分またはシングルベッド8台分の広さ」と明記し「シングルベッド」の大きさを導きやすい内容とした。家具の適当な大きさに関する問いを図8に示す。

家具の大きさの正解割合は図9に示す。「ベッド」50～75%、「机とイス」25～50%であった。机とイスの方が低い割合となった。

「ベッド」のほうが畳1枚分と説明しているため、わかりやすかった可能性がある。

#### 4.2.2 空間の学習内容

空間に関する講座での学習内容は表3に示す順番である。①事前学習は、建築講座の1か月前に各学校で生徒に宿題として取り組んでもらう。コンボックスを配布し身近な部屋・階段などの計測内容となる。また、家と学校の階段の踏面や蹴上を計測し、家と学校の数字の違いについて気づいてもらう。講座当日に発表し、質疑応答も含めて空間に対して意識を高める。②畳の枚数は、部屋の広さを表していることを伝え、1/1の畳を用意しコンボックスで計測する。③1/1の畳と1/10の畳を比較し、縮尺について解説する。また、縮尺1/10の模型を用いて事前学習の計測内容を参考にして6畳間、8畳間の部屋の広さを把握する。さらに、畳の敷き方（祝儀・不祝儀）も伝える。④1/10組立模型で平屋建てや2階建てを組立てた際、1/10の人形を用いて動線の確認や部屋の広さをイメージする。⑤空間をイメージしやすい補足材として1/10の家具、2階床材、間仕切壁を模型に設置して空間感覚を高める。

また、北中学校と2高校には講座内で宿題として2階建



図4 家の平面図（間取り）

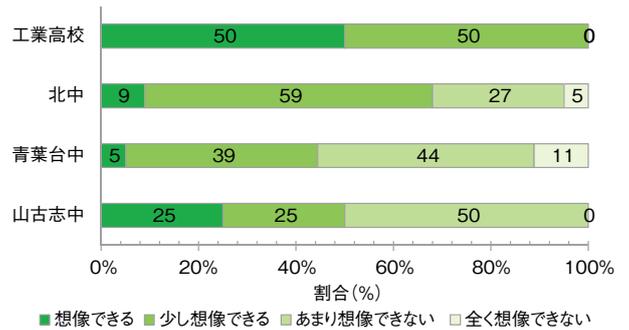


図5 平面図を見て想像の有無の割合

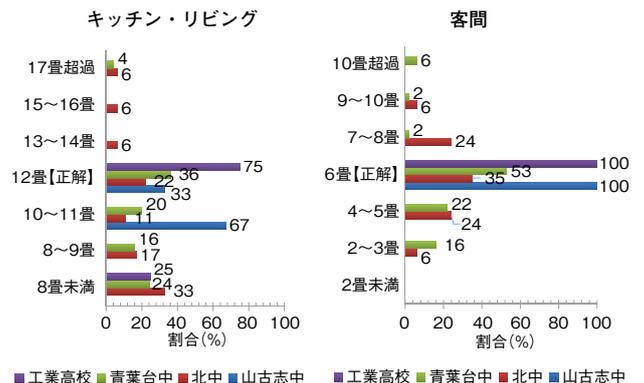


図6 家の平面図の広さに対する理解度

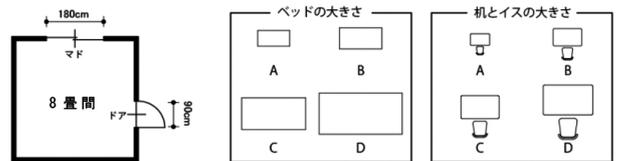


図7 平面図 図8 8畳間の平面図と家具を比較した際の適切な大きさ

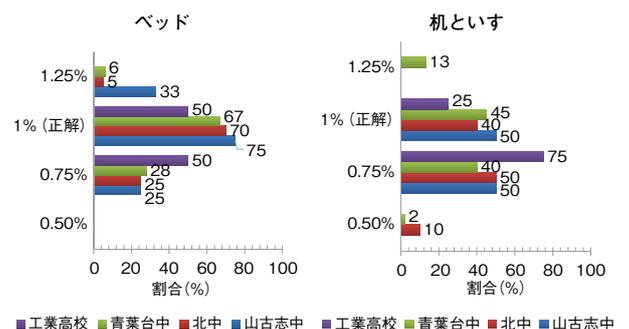


図9 ベッドと机とイスの大きさに対する理解度

表3 空間の流れ

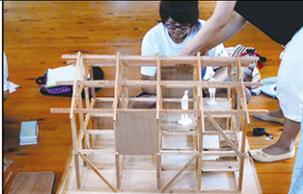
順番	様子	内容
1		・事前学習（コンベックスを用いて部屋、階段の広さや高さを計測）の発表
2		1/1の量を計測
3		1/1の量と1/10の比較、模型の土台に1/10の量を敷き、広さを確認。8畳間や6畳間の量の敷き方を学ぶ
4		1/10組立模型内に1/10人形を入れて部屋をイメージする。また、間取りを考える際にも人形を動かしながら考える
5		1/10の家具や耐震壁以外の間仕切り壁、2階の床材を取り付け、空間感覚を高める



写真3 間取りのエスキス（工業高校）



写真4 ロフトを設置した模型（農業高校）

ての間取りを考えてもらい、北中学校では書画カメラで投影し、主講師とTAが質問した。2高校では黒板に間取りを板書した。工業高校では4人の高校生に各1人のTAがつき、一緒に間取りを板書した。板書後、高校生は間取りの家族構成、コンセプト、特徴について発表する。全員で発表内容と間取りを確認し、より良い間取りや空間にするため意見を出し合い（写真3）、その場で高校生はどんどん修正を加えた。その結果、時間は要したが、高校生の当初の提案したコンセプトを重視し、主講師やTA、高校生も納得できる間取りとなる。この体験は、今までの書画カメラの発表と違い、その場で間取りを修正できることが有効であった。この一連の体験を行うためには、そもそも間取りを読み取ること、人の提案した内容を想像できること、両方が必要である。また黒板に板書したことで、簡単に修正し、全員が納得できる。修正を加えながら高校生は「なるほど」「この家立てたい」等多くの感想を述べていた。高校生はこの体験から自信をもって「良い住宅の間取りになった。」と感じることができ、建築の魅力に気づく機会となった。農業高校では時間の関係でTAが8班分の間取りを黒板に板書した。班毎に発表してもらい、その場で主講師やTAが修正を加え高校生は最終的な間取りを記録した。

さらに、写真4のように平面図から模型で立体に立ち上げロフト、ダイニングテーブル、カウンター、階段の設置など補足材を模型の軸組に加えることにより、実際の生活空間に近づき、部屋や間取りが想像しやすい。高校生は「こうやって見ると6畳間って狭いんだな」と家具を置きながら話していた。

以上の結果、空間に関して実際の事前学習で身近な場所をコンベックスで計測し1/1の量と1/10の量の比較から縮尺や部屋の広さを把握し、模型を組立て家具を設置することで空間感覚が深まる学習内容としている。

#### 4.2.3 空間の理解度

図10は、講座後の広さ感覚の習得に関する有無を示す。ここでの広さ感覚とは、自分の広い狭いと感じる感覚と部屋の寸法の関係について理解できた感覚のことを指している。「とても習得できた」+「少し習得できた」と回答している割合は75～100%の割合であった。これは、事前学習の経験や縮尺1/10、1/1の量と1/10の量の比較から広さの感覚が高まったと考えられる。また、繰り返し実際の部屋と模型の部屋を比較説明したこと、扱うサイズを大きくしながら1/10の人形や1/10の家具を模型内に配置した体験したことにより広さ感覚を習得できたと自覚した生徒が多かったのではないかと考える。一方、「少し習得できた」割合は25～75%と大半を占める結果となった。今後更なる工夫が必要になる。

図11は、模型の中を覗いた際に実際の部屋が想像できたかどうかの割合を示す。「とても想像できた」+「少し想像できた」割合は75～100%の結果であった。

また、事前学習を行ったことによる講座の理解度において「役に立った」割合は96～100%であった。図12は、事前学習が役立ったと回答した人を対象に、役立った理由に関する割合を示す。最も高い割合は「模型を組み立てるときに想像しやすかった」が67～100%であった。これ

は事前に部屋の広さや高さを考えたことにより、縮尺1/10模型を組立てた際に、実際の部屋と模型の共通点が多く発見できたためと考えられる。次に「部屋などの計測経験から部屋の広さについて広さ感覚を習得できた」が41～100%であった。事前に計測した経験から模型の3間×4間の大きさや6畳間、8畳間のプロポーションについて数字と結びつけやすくなった結果と考えられる。

以上の結果、事前学習を行ったことによりに模型を組立てる際に想像しやすくなり、広さ感覚を習得につながる事が分かる。

#### 4.3 環境（断熱）

環境では、昨年から引き続き行っている「断熱」と今年から新たな「採光と日射遮蔽」の内容になる。本論では、「採光と日射遮蔽」については触れず、「断熱」内容のみとする。山古志中と工業高校の2日目の建築講座内容にて実施した。昨年の断熱講座は、1台の模型（8畳間）に4種類の壁材の内外温度計測を行ったが、今年は1台の模型（8畳間）に1種類+空気層の壁材で材料の内外温度計測を行い保温性能の違いを確認する。各壁材による模型内上昇温度（最高温度）の違いから省エネを考える方法とする。

環境に関する講座内容を表4に示す。①断熱実験の準備、伝熱に関する説明、②1種類の壁材の内外表面温度のグラフと温度の継時変化のグラフ作成、③室温20℃を保つ際の住宅の断熱性能とストーブの大きさとの関係を考察し壁材の断熱性能と省エネ性に関する考察から構成される。講座の前後でアンケート調査を行った。講座前のアンケートの内容は家の伝熱関連事項や省エネの理解度について、講座後のアンケートでは講座内容と実験内容の理解度に関して回答してもらった。回収率は100%である。

##### 4.3.1 家の仕組みと耐震に関する認識

講座前のアンケート調査結果を図13、図14に示す。

伝熱の種類（伝導・対流・放射）に関する理解度は図13に示す。中学生は、まだ学習していないため「用語は知っている」と回答した生徒は25～50%である。一方、高校生は「用語は知っている」と回答した割合は50～75%だが、対流について内容は知らないと回答している。以上の結果、中学生では初めて学習する内容であり、高校生については用語の理解は高いが高校教員から断熱に関する学習は行っていないと話しており、本講座が家の断熱や保温性について学ぶ初めての学習であることが考えられる。さらに、日常で住まう家について寒さに強い家、暑さに強い家の仕組みについて理解しておくことは重要である。

図14では講座前の熱の移動に関する理解度を示す。正解の「熱は暑いところから寒いところへ移動する」であるが中学生、高校生ともに50%であった。半数の理解に留まり、あいまいに覚えていると考えられる。

##### 4.3.2 環境の学習内容

断熱に関する講座での学習内容は表5に示す。①事前学習の発表を行う。事前学習内容は、自宅の部屋の窓や教室の窓の観察、窓周辺の日射遮蔽物の有無、部屋の窓を開けた時の風の流れ、窓面の方位の調査である。②人体は発熱しながら生きていること、環境維持のために体内からでてくるもの（汗など）、発明したもの（着物、建物など）を

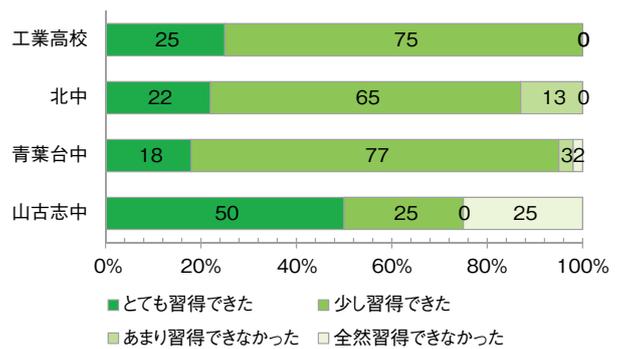


図10 広さ感覚の習得割合

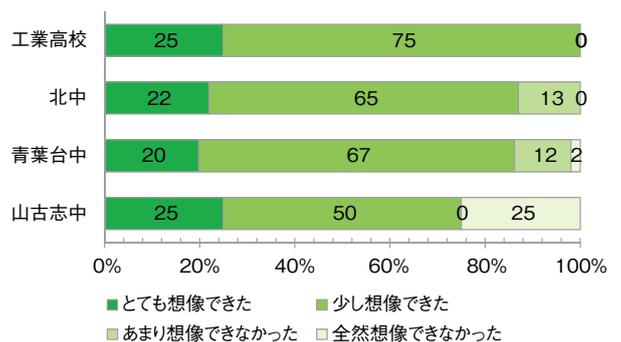


図11 模型内を覗いた際に部屋を想像できた割合

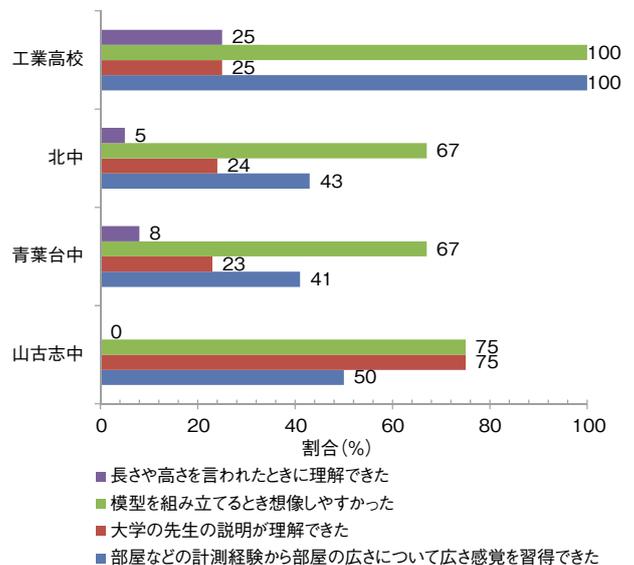


図12 事前学習が役立った理由（複数回答可）

表4 講座2日目の流れ

項目	講座内容
断熱実験の準備	①3種類（山古志中）、4種類（工業高校）の壁材を選定 ②熱電対と熱流計の設置 ③伝熱に関する説明
断熱実験	①保温電球を点灯 ②一定間隔で1種類の壁内外表面温度と模型内外空気温度(℃)及び熱流量(mW)のデータを記録 ③壁内外表面温度と模型内外の空気温度のグラフと温度の継時変化のグラフ作成
省エネとの関連性	①実験結果を踏まえ3種類または4種類の壁材の断熱性能について考察 ②室温20℃を保つ際の住宅の断熱性能とストーブの大きさ（発熱量・エネルギー消費量）との関係を考察

活用して生活していることを伝える。そのうえで、熱との関わり的重要性を解説する。次に断熱実験装置、熱電対の取り扱い方を説明し、サーモカメラの熱画像で人体が熱を持っていることを確認する。③生徒に「熱の移動」や「伝熱の種類」をクイズ形式で出題し体験を交えて解説する。④生徒は壁材を選定し1/10模型に取り付け実験準備を行う。準備が整った段階で実験前温度を記録し保温電球の点灯する。その後10分ごとに温度を計測しグラフを作成する。⑤各班の記録した温度をTAが集計し模造紙に模型内の上昇温度グラフを作成する。このグラフ結果をもとに熱伝導率や暖房時の熱の移動、断熱性能と省エネについて解説する。

さらに工業高校では記録した温度を黒板に板書し、壁材の種類による模型内の最高温度が違う理由について発表し、全員で話し合った。

図15は講座での実験結果である。1種類の壁材を各班が保温電球を点灯した後の60分経過した時点での3種類の模型内温度を示す。60分後の上昇温度についてグラスウールは43.5℃、木は41.6℃、コンクリートは38.3℃であった。最大温度差は5.2℃であり、熱伝導率の高い(断熱性能が低い)壁材ほど、室内(模型内)温度は低く、熱伝導率が低い(断熱性能が高い)壁材ほど室内(模型内)温度は高いことがわかる。これらの温度勾配図を全員で可視化することにより壁の断熱性能(熱伝導率)の違いを理解するうえで役立ったと考えられる。以上の結果、事前学習の身近な環境の観察から、熱について体験を交えて、断熱実験装置の取扱い方法を把握し、模型(8畳間)を用いて断熱実験を行い、実験結果から断熱性能と省エネを体験的に理解できる学習内容とした。また、TAも実験結果について発表し、より多くの意見を含め断熱性能と省エネを学べる態勢とした。

#### 4.3.3 環境の理解度

図16は講座後の伝熱の種類に関する理解度を示す。中学生の正解率は25~50%であり、今後体験内容も含めて改善の必要がある。高校生の正解率は75~100%であり有効であったことがわかる。また、図17は熱に関する理解しやすい方法を質問した。中学生では最も高い割合は「サーモカメラの熱画像」の75%であった。一方、高校生の最も高い割合は「グラフ作成」の100%であり、次に「他の班と比較したこと」が75%であった。中学生は、色による可視化がわかりやすく、高校生にはグラフの作成や比較がわかりやすいと捉えていることが読み取れる。学年によってもわかりやすい内容を整理する必要がある。

#### 5. まとめ

1/10組立模型を用いた建築講座では中高生を対象とした構造・空間・環境に関する教育内容の提案から実践を行い、理解度を確認した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 構造では、耐震構造に関する講座前の理解度は4~75%であるのに対し講座後25~75%上昇した。繰り返し不安定から安定にする方法を学んだことにより耐震構造を理解したと考えられる。
- 2) 空間では、事前学習にてコンベックスを用いた計測経験から講座内容が理解しやすくなり、併せて模型を組

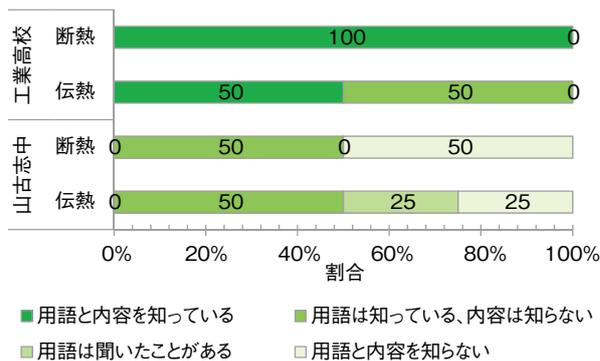


図13 伝熱の種類に関する用語・内容の理解度

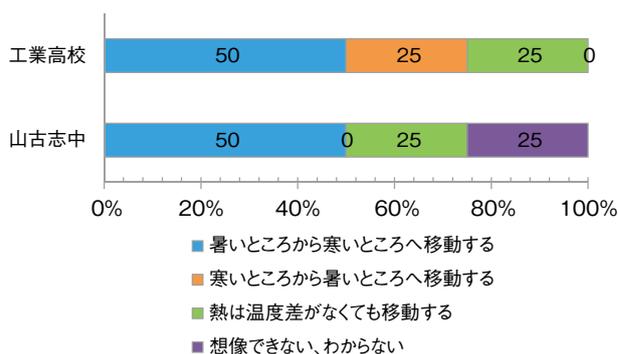


図14 熱の移動に関する理解度

表5 環境の流れ

順番	様子	内容
1		・事前学習(自宅や学校の窓の観察や遮蔽物の有無、風の流れ、窓面の方位を調査)の発表
2		サーモカメラの熱画像で人が熱を発していることを確認。また、熱電対の先端に触れ、温度をパソコン上で確認。
3		伝熱の種類を体験を交えて解説。 ・伝導: 握手 ・対流: 団扇で仰ぐ ・放射: ストーブや保温電球に手をかざす
4		断熱実験の準備 断熱実験開始、10分ごとに温度を記録、温度上昇グラフ作成
5		各班の温度を集計し、全体のグラフ作成 この断熱実験結果を踏まえ、断熱性能と省エネを解説

立て家具を設置し部屋が想像しやすく、広さ感覚を習得につながる事が分かった。

- 3) 環境の伝熱の種類は中学生の正解率が25～50%、高校生の正解率は75～100%であった。年代による有効な教育方法が今後必要となる。

### 謝辞

平成28年度、建築講座は多くの方の協力を得て無事、終了することができました。長岡市立山古志中学校、長岡市立北中学校、長岡市立青葉台中学校の生徒さんや新潟県立長岡工業高等学校、新潟県立長岡農業高等学校の生徒さんや三条市わくわく科学フェスティバルの参加した小学生の皆さんとは、1/10組立模型を通じて大変有意義な時間を共有する事が出来ました。各校の校長先生はじめ、引率教員、担当の方々のご理解、ご協力に感謝しております。講座実施にあたり新潟大学の飯野教授と飯野研究室3年生の森原舞さん、木原隆明<sup>6</sup>さん、長岡造形大学後藤研究室の平成28年に4年生の東優介さん、岡村海斗さん、木村洋二郎さん、中村美雪さん、藤崎公太さん、3年生の種村瞳さん、根岸里紗さん、横倉彩子さん、宮ノ腰菜月さん、和田彩さん。川口研究室の4年生の赤川汐織さん、また2年生の遠藤瞳さん、金子日和さん、近藤沙里奈さん、星成美さん、山口杏奈さんの協力なくして本講座は円滑な進行ができませんでした。

ここに御礼申し上げます。

### 注釈

- <sup>1</sup> 長岡造形大学 教授
- <sup>2</sup> 長岡造形大学 研究員（平成27年度）
- <sup>3</sup> 新潟大学 人文社会教育科学系教授（長岡造形大学非常勤講師）
- <sup>4</sup> 当日の参加人数は826名（三条市教育委員会報告より）
- <sup>5</sup> 長岡市公式HP「市立小中学校の耐震化状況」  
<http://www.city.nagaoka.niigata.jp/kosodate/cate03/taishin/> 2016.10.10 参照
- <sup>6</sup> TAはティーチングアシスタントの略。主に大学生、研究員。
- <sup>7</sup> 長岡造形大学 非常勤講師（折り紙建築）

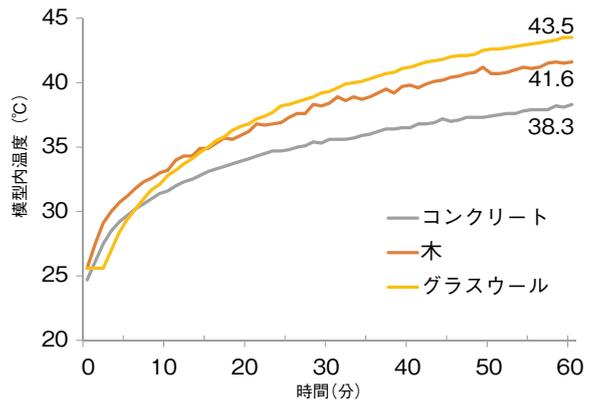


図15 各壁材の温度変化 (山古志中)

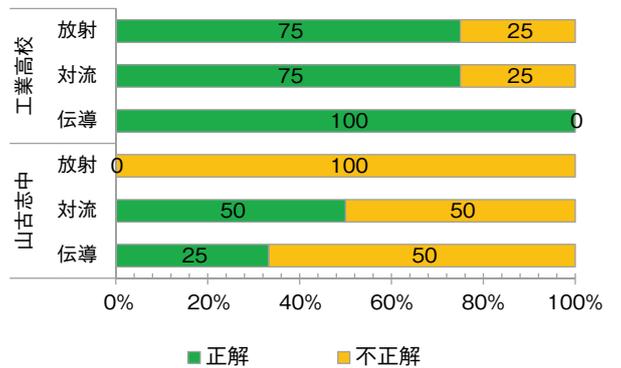


図16 伝熱の種類に関する回答

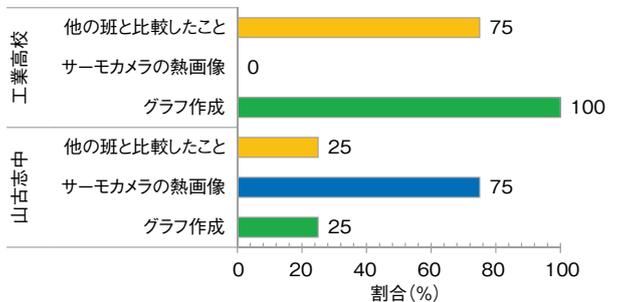


図17 熱に関する理解しやすい方法