

1/10 組立模型の窓の「採光と日射遮蔽」の開発と環境教育の実践

Development of “lighting and solar shading” and practice of environmental education using 1/10 models of window

広川 智子¹

HIROKAWA Tomoko

後藤 哲男²

GOTO Tetsuo

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

本稿では1/10組立模型の窓を活用した快適な室内環境のための「採光と日射遮蔽」を学習する建築教育の研究を行った。様々な装置の開発、予備実験から環境教育の方針を導き出し、環境講座「明るく涼しい家をつくる－採光と日射遮蔽」を実践した。

教育学的視点は引き続き新潟大学の飯野由香利教授³と新潟大学3年森原舞さんから協力頂き1年間の様々な建築講座の取り組みの成果を検証した。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、日本建築学会北陸支部の奨励研究と科学研究費助成事業（学術研究助成基金）の助成は、新たな開発の検証と新たな環境の教授法と効果についての検証・分析にあて研究を行っている。

主な環境講座の対象は中学生である。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、長岡造形大学研究紀要集に報告する。中学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。

2. 既往研究と本研究の意義

2011年の東日本大震災以降、エネルギーの問題が社会

全体から家族、個人の身近な問題として認識が高まっている。しかし、一方で冷暖房、住宅設備などの機器の多様化により2013年には1972年から世帯あたりの家庭部門のエネルギー消費量が1.27倍⁴に増加している。この対策として、採光・日射遮蔽を工夫した住宅の建設及び、住まい方やライフスタイルの変化が求められている。これらの結果を踏まえると中学生の時期から住まいの省エネに関する理解を深める必要があると考える。

近年、小中学生を対象に学校を活用した住環境教育は積極的に行われている。西川竜二⁵氏の「学校生活における住環境教育に関する研究－昼光利用をテーマとした体験的学習方法の試み－⁶」では昼光で得られる明るさを活かして無駄な電灯を点灯しない照明の仕方を学校生活から身につけられる学習プログラムを提案している。また、古賀誉章⁷氏の「杉並区エコスクールにおける住環境学習プログラムの開発⁸」では環境省による「ESDの視点を取り入れた環境教育プログラム」に採択され、全国で活用されるモデル的なプログラムの検討が進められている。ここでは節電方法ではなく今一度光に対して意識を喚起させ、同時に光に関して正しい理解を促すことを目的としている。以上のように、光環境の学習内容は学校を教材に照明と節電内容が多い傾向である。一方、窓の日射遮蔽に着目した研究では吉野泰子⁹氏らの「地球環境時代における住環境教育の普及啓発に関する研究『緑のカーテン』敷設位置にいいよる日射遮蔽効果の差異に関する実測調査¹⁰」がある。主に市役所に設置した緑のカーテンに関する実測とアンケート結果を行っており効果を実証している。

以上の研究から採光や日射遮蔽における光環境は建物を教材に様々な取り組みはある。しかし、採光における窓の配置や方位、時間毎の変化を総合的に捉える内容に至っていない。さらに、緑のカーテン以外の遮蔽効果を把握することにより日常生活で活用できる幅が広がる。

そこで本研究は、1/10組立模型を用いて中学生に窓の方位と季節の光環境を理解してもらうことを目的として新たな装置を開発する。全体が見渡せる縮尺1/10の各自の間取りの内部空間（8畳間）を想定することでイメージしやすい。その内部空間に様々な窓を取り付け部屋の採光状況やカーテンなどの身近な遮蔽効果について理解できる本格的な光環境教育となっている点で、上記既往の研究とは一線を画している。

本稿前半では講座時の直達日射と天空日射の照度計の計測点や可視化及び、計測精度について予備実験を行って得た実験指針と環境教育方法の方針について報告する。後半では、中学生を対象に採光・日射遮蔽に関する基礎的な実験と省エネ性についての理解を深めることを目的として環境教育を実践し、その効果について検証したことを報告する。

3. 太陽軌道装置と実験方法の概要

3.1 太陽軌道装置の概要

太陽軌道装置は縮尺1/10組立模型を利用し、太陽を軌道に沿って季節や時間毎に変化させることのできる装置である。写真1に装置全体の概要を示す。装置を支える台は、模型の土台をコの字に囲い、その両端に大きな分度器を固

定して太陽高度を忠実に再現できる仕組みとした。写真2に示す分度器を用いて、太陽高度を新潟県長岡市の緯度(37°)¹¹を基準に求めた夏至(76°)、春分・秋分(54°)、冬至(29°)に変更できるようになっている。太陽の軌道は、鉄パイプ(ステンレス仕上げ)の12φ丸棒を半円に曲げ、両端は分度器の固定部分に接続でき、鉄パイプと分度器を取外し可能とした。鉄パイプには、直達日射を再現するために、太陽と仮定したハロゲン電球1個を取付け、各々の時刻における太陽の位置に電球をクリップで固定できるようにした。

実験は、窓の配置の違いによる採光状況を把握する実験と6種類の日射遮蔽物の効果を明らかにする実験から構成される。表1に実験方法を、表2に計測機器や材料を示す。各実験での想定空間と窓の種類及び照度測定位置は写真3に示す採光実験の場合、8畳間に側窓・高窓・天窓を設置して南面窓近傍と室中央で測定した。一方、日射遮蔽物実験では2つの4畳間の室中央地点で同時に測定した。なお、本実験では熱環境について考慮しないこととした。

3. 2 採光実験の概要

採光実験では、天空日射時と直達日射時を想定して実験を行う。模型の南面の壁(約36cm幅の中央位置)に側窓または高窓を設置し、天窓は天井の中央に設置する。3種類の窓の形状や開口面積は同じである。模型内の東西壁2面と床をスチレンボードで覆い、採光位置が確認できるようにグリッドを設けた。北壁面を開放して生徒が採光状況を観察できるようにした。

3. 3 日射遮蔽実験の概要

1種類の日射遮蔽物を約18cm幅の南壁面の外側に日射遮蔽物を取り付け2種類の日射遮蔽状況を同時に計測した。模型内は8畳間の中央に間仕切りを設けて2つの4畳間で実験する。日射遮蔽物は写真3に示す①縦ルーバー、②横ルーバー、③ひさし、④すだれ、⑤カーテン、⑥レースカーテンである。カーテンとレースカーテンは実際に使用されているものをカットして用いた。

4. 予備実験

4. 1 直達日射時の採光実験に関する予備実験

模型の8畳間における側窓・高窓・天窓を設置した場合における直達日射の採光状況について南面窓近傍と室中央の2地点に照度計を設置して実験を行った。側窓での季節・時間毎の直達日射の入射状況例を写真4に示す。夏至においては窓近傍に微かな光の侵入を確認でき、冬至において模型内中央奥まで広い面積で光が侵入した。各季節と時間毎の照度を図1に示す。側窓・高窓・天窓別に照度を比較した場合、南面の窓近傍地点での照度が高いのは冬至における側窓・高窓(写真5)の設置時であるのに対して、室中央地点で照度が最も高いのは夏至時の天窓(写真6)設置時であった。

以上の結果から、採光実験では、各窓の侵入光の目視と照度計測により、窓の配置による室内の採光状況の相違を理解できることを確認した。

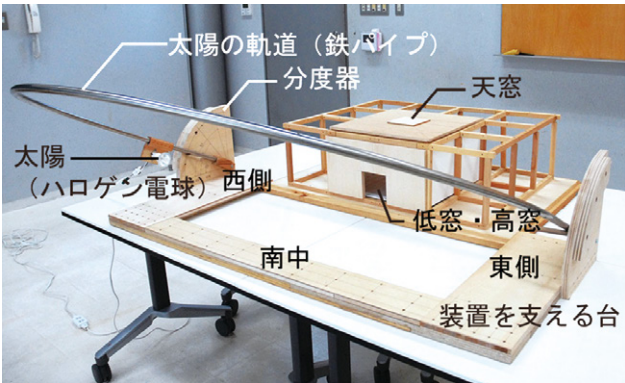


写真1 太陽高度装置

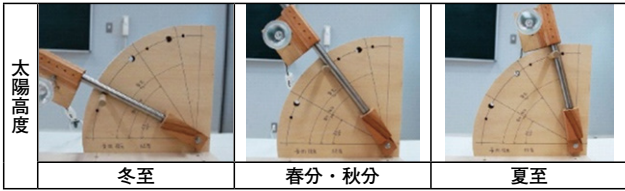


写真2 太陽高度を固定する分度器

表1 実験方法

		採光実験	日射遮蔽実験
太陽軌道	太陽高度	冬至、春分・秋分、夏至	冬至、春分・秋分、夏至
	時間帯	日の出、昼、日の入	日の出、昼、日の入
照度	計測面積	8畳	4畳
	計測地点	窓近傍(A11)、中央(E11)	中央
	窓の位置	側窓、高窓、天窓	側窓
日射遮蔽		なし	縦ルーバー、横ルーバー、ひさし、すだれ、カーテン、レースカーテン

表2 計測機器と材料の概要

項目	機器
照度計	照度 UV レコーダ TR-75Ui (株)ティアンドデイ
太陽と仮定した電球	ダイクロハロゲン (110V) 75W 形
太陽の軌道	鉄パイプ (ステンレス仕上げ) 12 φ



写真3 日射遮蔽の説明実験写真

4. 2 天空日射時の採光実験に関する予備実験

生徒にまず身近な光環境に興味・関心を持たせるため、教育実践予定教室において、写真7に示す照明のON/OFFと天空日射の有無（ロールスクリーンの上げ下げ）の光環境の組み合わせの4条件下で教室の窓側・中央・廊下側における照度を計測した。図2に示す天気晴朗の日の予備実験結果から以下の3点について確認できた。

- 1) ロールスクリーンの上げ下げに関係なく照明がOFFの場合、廊下側の照度は347 lxで窓側照度の8%（均斉度0.08）になった。
- 2) ロールスクリーンを下げて照明がONの場合、場所に関わらず、ほぼ均一な照度（1000 lx前後）が確保できた。
- 3) ロールスクリーンを上げて照明がONの場合、廊下側照度は窓側照度の約1/3（均斉度約0.3）になることを確認した。

これらの結果を踏まえて、天空日射時の窓配置による採光実験では教室のロールスクリーンを下げ、照明をONにして、各照明下に模型の天窓が来るように設置することとした。

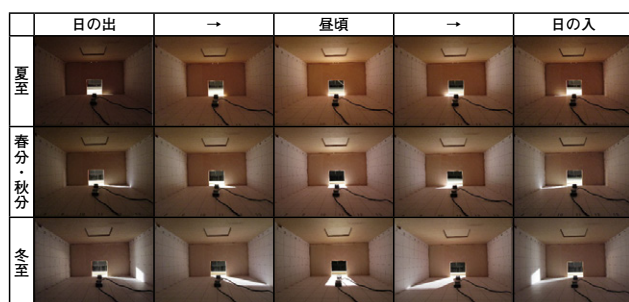


写真4 側窓の各季節における時間毎の状況

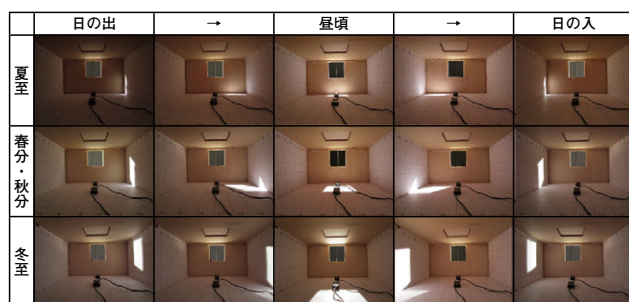


写真5 高窓の各季節における時間毎の状況

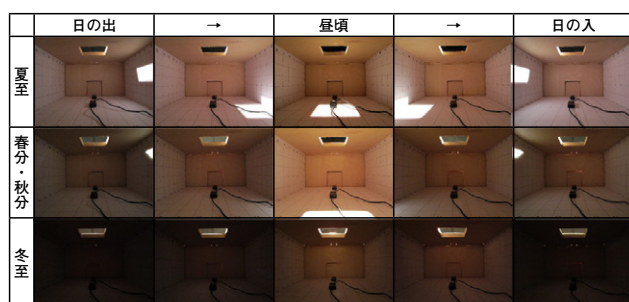


写真6 天窓の各季節における時間毎の状況

4. 3 日射遮蔽物の種類による採光状況の実験

日射遮蔽の予備実験は、模型の4畳の南窓面に遮蔽物を設置し、模型内の室中央地点に照度計を設置した。各季節における時間毎採光状況（遮蔽物なし）は写真8に示す。また各6種類の遮蔽物設置時の採光状況を写真9～14に示す。写真9の縦ルーバーでは冬至の場合、夏至と比べて太陽高度が低いために侵入光を目視で確認できることから日射遮蔽効果を把握しやすい。さらに冬至の昼間の光は部屋の奥まで届くものの、縦ルーバーにより西日を防いでいることを目視で確認できる。

一方、夏季の各時間における日射遮蔽物別にみた照度を図3に示す。遮蔽物がない状態の約142 lxに対して最も遮蔽効果が高い種類は、横ルーバーやすだれの24～26 lxであった。142 lxを基準とした場合には、横ルーバーやすだれの場合に約83～89%日射を防いでおり、ひさしと縦ルーバーが約77～79%、さらにカーテンは約70%の遮蔽率であることを確認した。

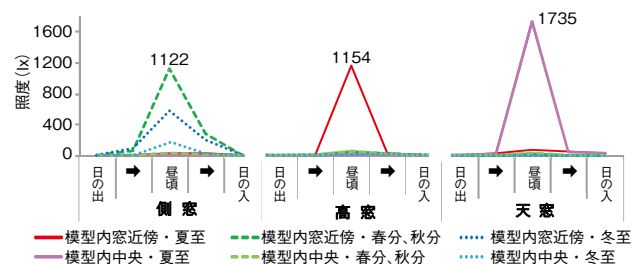


図1 季節・時間・窓の配置別にみた直達日射時の模型内照度変化



写真7 実験時における光環境の4条件

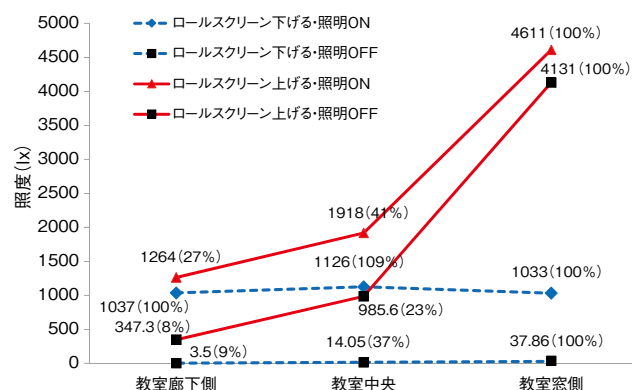


図2 教室の廊下側と窓側による照度比較（天空日射）

5. 開発と予備実験のまとめ

1/10 住宅組立模型を用いた太陽軌道装置を開発し、窓の配置の違いによる採光状況と日射遮蔽物の遮蔽効果に関する予備実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 季節、時間ごとの直達日射の侵入光、侵入光の面積、明るさについてわかりやすく簡単に把握できる太陽軌道装置を開発した。
- 2) 予備実験から以下の知見を得た。
 - ・窓の配置別に照度を比較した場合、南面窓近傍地点での照度が高いのは冬至における側窓・高窓であり、模型中央地点で照度が最も高いのは夏至時の天窓設置時であった。
 - ・日射遮蔽物別に見た遮蔽率は、横ルーバーやすだれの場合に約 83～89%であり、ひさしと縦ルーバーが約 77～79%、カーテンは約 70%であることを確認した。
 - ・天空日射の実験時は、教室のロールスクリーンを下げて窓からの直達日射を遮断し、教室内の照明を点灯して照明からの人工光を天空日射と想定することが妥当である。

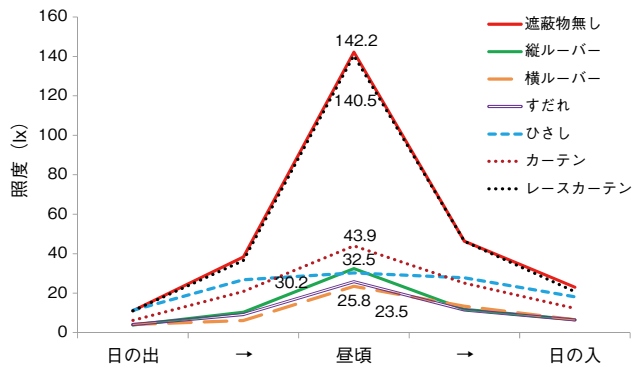


図3 夏季における日射遮蔽物の種類別照度

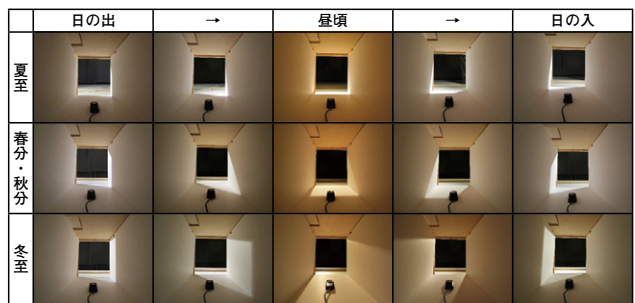


写真8 各季節における時間毎の採光状況（遮蔽物がない）

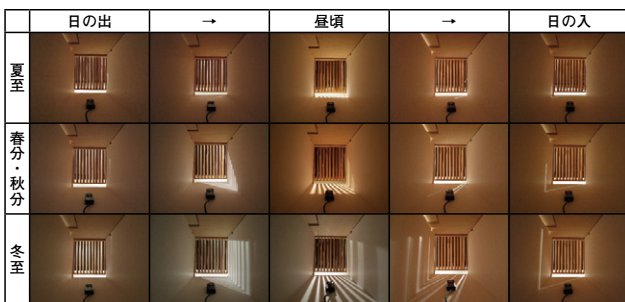


写真9 各季節における時間毎の採光状況（縦ルーバー設置時）

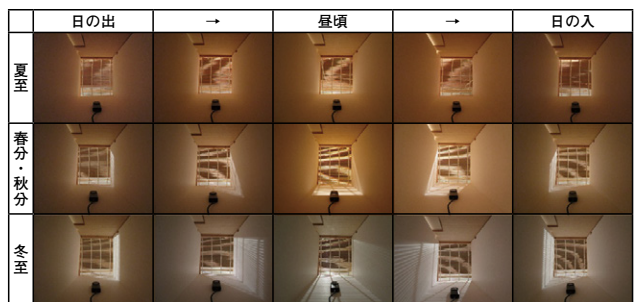


写真12 各季節における時間毎の採光状況（すだれ設置時）

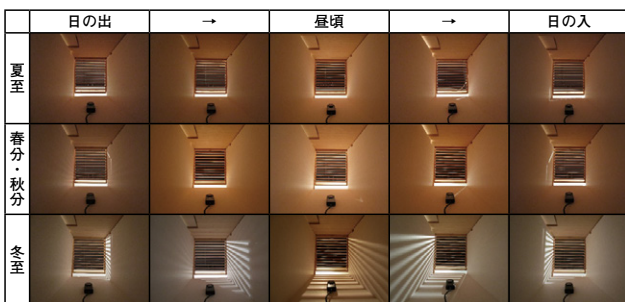


写真10 各季節における時間毎の採光状況（横ルーバー設置時）

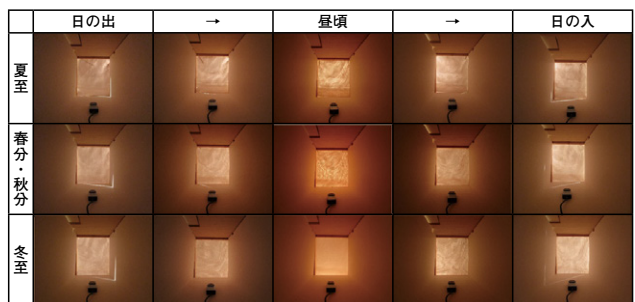


写真13 各季節における時間毎の採光状況（カーテン設置時）

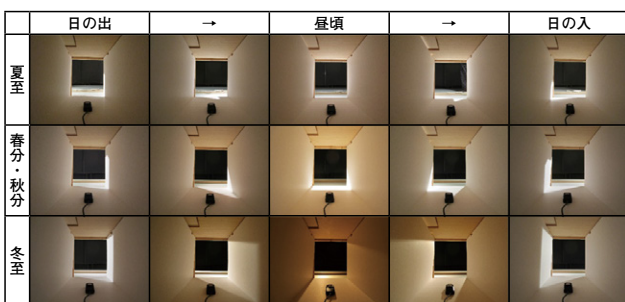


写真11 各季節における時間毎の採光状況（ひさし設置時）

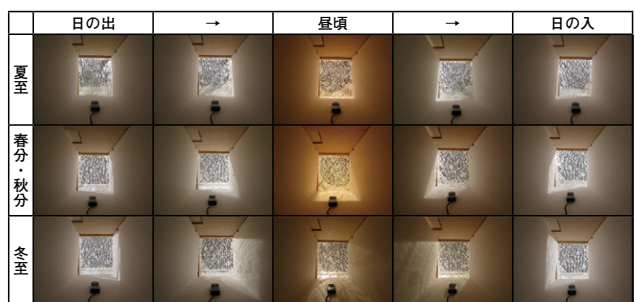


写真14 各季節における時間毎の採光状況（レースカーテン設置時）

6. 1/10住宅組立模型を活用した教育実践と中学生の認識

6. 1 中学生にとっての日射遮蔽物とカーテンの開閉実態

中学生にとっての日射遮蔽物とカーテンの開閉の実態を把握するために長岡市内の3年生23名を対象にアンケート調査を行い結果は図4と図5に示す。図4は生徒の部屋の窓に設けられた遮蔽物の種類を示す。「カーテン」と回答した生徒が96%で最も多く、次いで「レースカーテン」が43%であったことから、中学生にとって身近な遮蔽物はカーテンであることが明らかになった。レースカーテンは主に日中における外部からの視線を遮るために使用していると考えられる。一方、「すだれ」は17%、「ブラインド」は4%、「ひさし」は4%の割合でしか使用またはつけられていない。カーテン以外の遮蔽物は、長岡市の風土で生きる人々にとって冬の暖房効果が期待できないことを経験的に知っているため、優先順位が低いと推測できる。図5は生徒がカーテンを開閉する頻度を示す。約70%の生徒が毎日カーテンを開閉しているものの、13%はほとんど開閉を行っていないことがわかった。以上の結果を踏まえ、カーテン以外の日射遮蔽の効果も知る機会を設けることは重要であると考え、建築講座において光環境教育を行うこととした。

6. 2 建築講座の概要

2016年9月21日に長岡市立北中学校の3年生1クラス23人を対象に、採光と日射遮蔽及び省エネ性に関する建築講座を行った。受講した生徒は採光と日射遮蔽に関して小学校の理科や家庭科で学んだ程度である。建築講座の概要を表3に示す。各班は3～4人で構成し、7班で実験などを行った。本講座では、①照度測定、②採光実験、③日射遮蔽実験を行う。講座の前後でアンケート調査を行った。

6. 3 講座の要点

講座ではスライドを使用して原理説明をした後に、表4に示す3種類の測定や実験を行った。照度計測地点や模型の設置場所を図6に示す。直達日射における採光実験と日射遮蔽実験では生徒自身に模型内の採光状況を目視で確認してもらい、天空日射時の窓の配置別にみた採光状況を照度計で計測し(写真15)TA(ティーチングアシスタント)がグラフ化した。各測定や実験後に各班の代表者に測定・実験結果や理解できたことを発表してもらった。

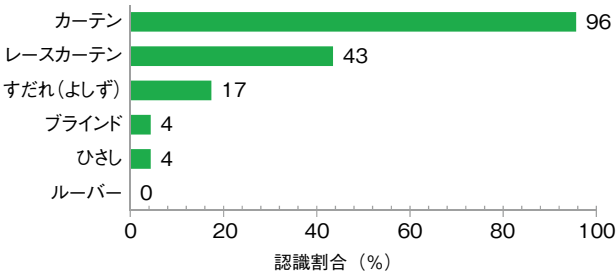


図4 自分の部屋の遮蔽物の種類

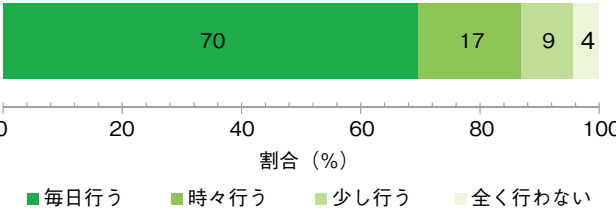


図5 カーテン開閉行為の頻度

表3 講座概要

実施日	2016年9月21日(水)
時間	3時間(13時45分～16時45分)
場所	長岡造形大学 教室
受講者	長岡市立北中学校 3年生23名(男子:20名、女子3名)
班構成	1班3～4名(合計7班)
引率教員	1名
主講師	2名(飯野、後藤)
TA(ティーチングアシスタント)	大学2～4年生、研究員(広川)の4名
当日の天気	晴れのち曇り
アンケート回収率	100%
ワークシート回収率	47.80%
班内の役割分担(生徒)	照度 教室内の窓側と廊下側地点で照度測定を行う。 ①数値を読み上げる、②～④数値を記録、④記録をTAに報告 ※ワークシートに記録 採光 ①太陽軌道装置の太陽を動かす、②～④模型内を観察、※全員で結果をまとめる 日射遮蔽 ①太陽軌道装置の太陽を動かす、②～④模型内を観察、※全員で結果をまとめる

表4 講座の内容

項目	講座内容	生徒の学習内容
1. 照度(教室・天空日射)	①照度について、照度計の取扱い方法 ②教室内の窓側と廊下側の照度を計測 ・照明の有無、ロールスクリーンの上げ下げなど場所による照度の違いを計測 ③模型を用いて散乱日射を計測 ④実験結果をグラフ化、解説	・照度計を扱う ・照度を計測(役割分担) ・照度計の数値を班全員でワークシートに記録 ・ワークシートに結果をグラフ化 ・班毎の結果をTAがグラフ化
2. 採光(直達・天空日射)	①太陽の軌道、季節、時間別 ②太陽高度装置の説明と取扱い方法 ③模型を用いて直達日射を観察(側窓のみ) ④観察結果を発表、方位と建物の工夫の解説	・太陽軌道装置(手動) ・模型内の光環境を観察 ・結果を相談しまとめる ・班の代表者が発表
3. 日射遮蔽	①日射遮蔽物を解説 ②模型も用いて季節、時間ごと、各遮蔽効果を目視で観察 ③実験結果を発表	・太陽軌道装置(手動) ・模型内の光環境を観察 ・結果を相談しまとめる ・班の代表者が発表

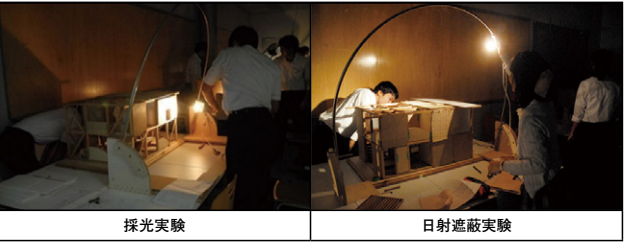


写真15 講座の様子

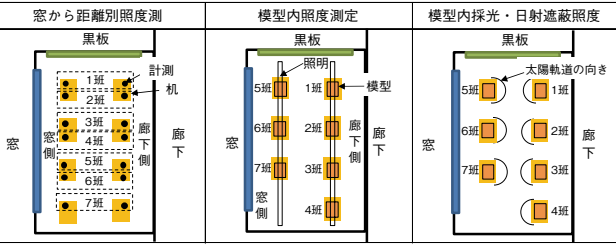


図6 講座時の照度計測地点や模型の設置場所

7. 採光と日射遮蔽実験の学習内容

7. 1 教室の窓側と廊下側の照度の違いの有無

講座を実施する教室での窓側と廊下側の照度の相違を理解するために、天空日射の有無と照明のON/OFFを組み合わせた光環境4条件下で教室の窓側と廊下側の照度を照度計で一斉に計測した。教室の1班前列（黒板側）から7班後列までの照度測定結果を図7と図8に示す。

照明がOFFの場合の窓からの距離による天空日射時の光環境を把握した。窓面のロールスクリーンを下げて（天空日射無し）照明がOFFの場合の照度は、窓側で平均3.4 lx、廊下側で平均1.8 lxであった。照度は低いが、窓側と廊下側の均斉度は約0.5であった。次に窓面のロールスクリーンを上げて（天空日射有り）照明がOFFの場合、窓側で平均453.8 lx、廊下側は平均146.9 lxで均斉度は約0.3であった。

照明がONの場合の窓からの距離による天空日射の光環境を把握した。ロールスクリーンを下げて照明がONの場合の照度は、窓側で平均872 lx、廊下側で平均877 lx、均斉度は約0.97であった。照明による人工光により場所による照度の違いはほぼない。次にロールスクリーンを上げて照明がONの場合の照度は、窓側で平均1,276 lx、廊下側で平均999 lx、均斉度は約0.78であった。

7. 2 模型の窓の種類による照度の相違

天空日射を把握するために、模型の窓の配置（側窓、高窓、天窗）別に模型内の2地点（窓近傍、中央）の照度を計測した。講座時の実験結果を図9に示す。予備実験で得られた知見の通り、模型内の窓近傍で照度が高いのは側窓で、室中央地点の照度が高いのは天窗で、高窓はやや高い程度に留まった。

8. 採光と日射遮蔽の実験における理解度

8. 1 採光と日射遮蔽に関する生徒の理解度

講座後に実施したアンケート調査結果を図10～14に示す。

図10は、光環境や日射遮蔽に関する用語と内容についての生徒の知識や理解度を示す。講座前における「用語と内容を知っている」と「用語は知っているが内容は知らない」の合計割合は4～74%であったのに対して、講座後は用語と内容が「理解できた」と「少し理解できた」の合計割合が78～100%となり用語の理解度が上昇した。

また、天空日射における模型内の窓近傍と中央地点での照度が最も高い窓の種類別回答割合を図11に示す。模型内中央地点では「天窗」が91%、模型内窓近傍地点で「側窓」が67%であった。天窗の正答率は高かったが、高窓の明るさについては約1/3が不正解であった。

図12は講座前後における部屋中央地点での明るさ別の窓の順位の割合を示す。天窗が明るいと言った割合を見ると講座前は67%に対して、講座後には86%に上昇した。模型内の採光状況の面積を目視で確認したことにより理解が深まったと考えられる。しかし、講座後に側窓を「1番明るい」や「少し明るい」と間違えて回答した割合が高くなったことから一部の生徒が正しく理解できていないことも分かった。

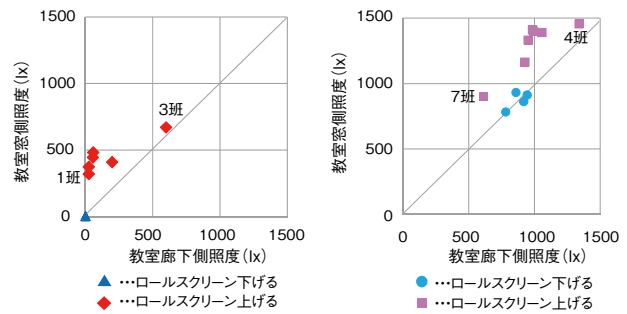


図7 照明 OFF の実験結果

図8 照明 ON の実験結果

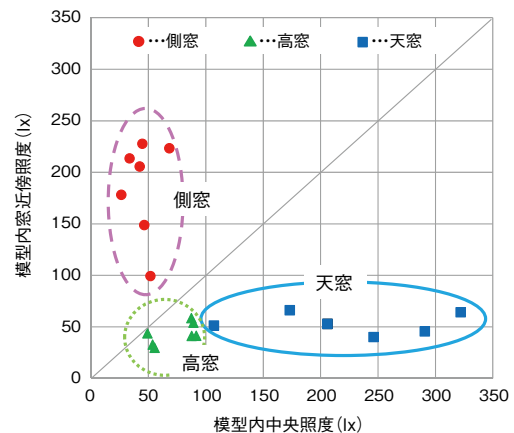


図9 天空日射時の窓配置による照度比較

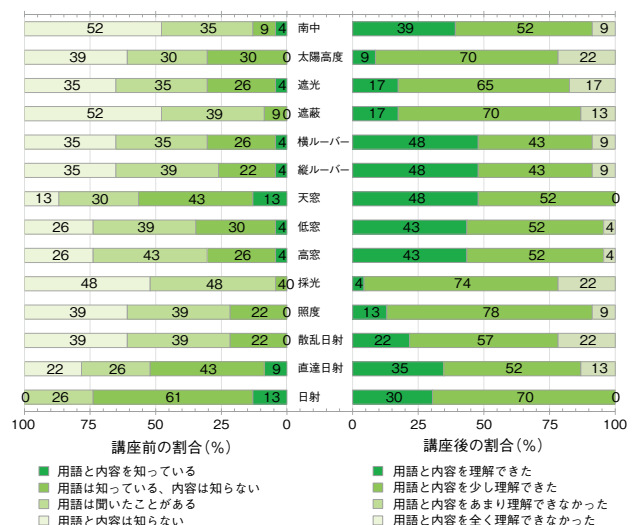
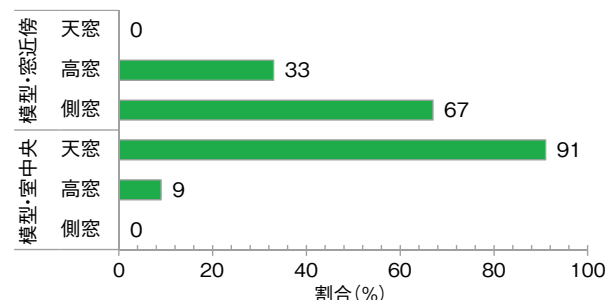


図10 講座前後の用語と内容の理解度比較



質問「天空日射において模型内の窓近傍と室中央で照度が最も高い窓の種類はどれですか」

図11 天空日射における模型内の明るさの理解

図13は日射遮蔽物別にみた遮蔽効果を夏至と冬至別に表している。夏至において遮蔽効果があると挙げた割合を見ると「横ルーバー」が52%、「すだれ」が48%であった。夏至において「横ルーバー」や「すだれ」は太陽高度が高い場合に遮る効果があることを理解できたと考えられる。

一方、冬至において最も高い遮蔽効果があるものとして「カーテン」や「縦ルーバー」が48%の割合で挙げられていた。太陽高度が低い冬至において、窓全面を覆う「カーテン」や縦のルーバーの羽が西側に向いて西日を防ぐことができる「縦ルーバー」について理解できたと思われる。以上のことから、カーテン以外の遮蔽物の季節別遮蔽効果について理解できたと推測される。

さらに、窓面の方位や時間帯による採光状況の違いや直達日射や天空日射の相違に関する理解度を図14に示す。「とても理解できた」と「少し理解できた」の合計割合が100%だった。方位や時間帯による採光状況の違いの理解度は「とても理解できた」割合が57%以上なのは太陽軌道装置の太陽を手で動かしたことで、方位や時間帯による光の相違を認識したためと推定される。

8. 2 講座を通した理解度

図15は日射遮蔽による省エネの効果の割合を示す。日射遮蔽を行うことにより、冷暖房のエネルギー消費はどうなるのかについて問いかけた結果、「小さくなる」と回答した割合は90%であったことから、ほとんどの生徒が日射遮蔽と省エネの関係について理解していた。

一方、模型を用いることの有効性について「分かりやすい」という回答は100%であったことから、分かりやすいと判断した理由を図16に示す。光環境に関連する事項で「様々な窓を取り付けられる」が52%、「模型内の様子が見える」が43%であった。しかし、装置や照度計測が理解しやすい理由として挙げられた割合は22～30%であった。

9. 環境教育実践のまとめ

1/10組立模型を活用した太陽軌道を用いた建築講座で中学生を対象とした採光・日射遮蔽に関する講義や実験を行い、講座の内容の理解度を確認した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 天空日射の有無や照明のON/OFFによる教室内の窓側と廊下側の照度の相違を測定して、室内における照度分布の実態を生徒が捉えることができた。
- 2) 天空日射時の窓の配置別照度の相違を測定して、ほとんどの生徒が理解できたことを確認した。
- 3) 太陽軌道装置を用いた実験を通して、日射遮蔽物の種類別遮蔽効果を理解できた。

本年の経験をもとに、環境教育の新たな方法を探り引き続き研究を行う。

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。長岡市立北中学校の生徒さんとは、1/10組立模型を通じて大変有意義な時間を共有す

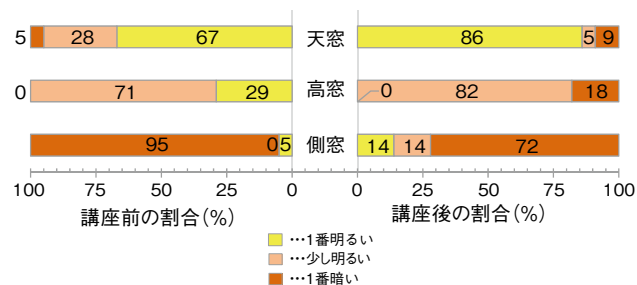


図12 講座前後における窓の種類別にみた室中央地点での明るさ別順位の割合

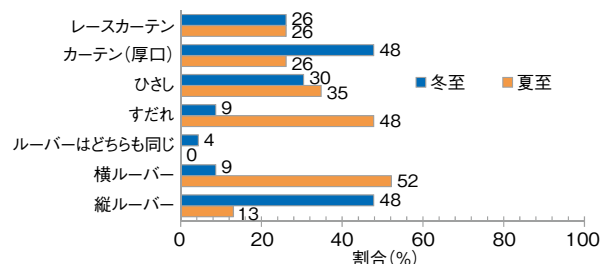


図13 季節と遮蔽効果の理解度

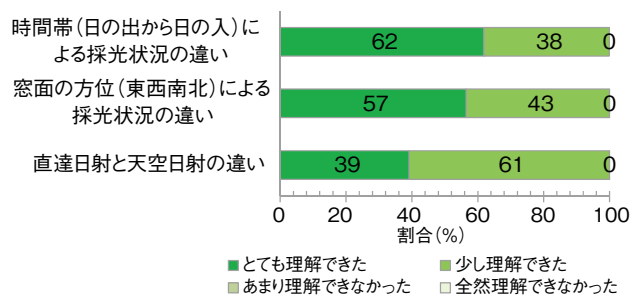


図14 光環境の理解度

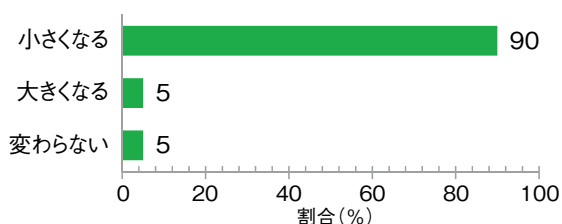


図15 日射遮蔽による省エネの効果

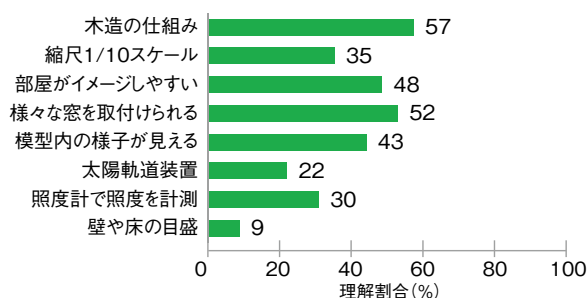


図16 模型を用いることで講座が理解しやすい理由

る事が出来ました。校長先生はじめ、引率教員、担当教員のご理解、ご協力に感謝しております。環境教育の教育方法や実験装置及び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、長岡造形大学後藤研究室（平成28年）の4年生の東優介さん、木村洋二郎さん、3年生の種村瞳さん、川口研究室の4年生の赤川汐織さんの協力なくして本研究の円滑な進行はできませんでした。

ここに御礼申し上げます。

注釈

- ¹ 長岡造形大学 研究員（平成27年度）
- ² 長岡造形大学 教授
- ³ 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）
- ⁴ 経済産業省資源エネルギー庁公式ホームページ、平成24年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2013）
（<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/2-1-2.html>）2016-3-9
- ⁵ 秋田大学 教育文化学部准教授
- ⁶ 西川竜二：学校生活における住環境境域に関する研究－昼光利用をテーマとした体験的学習方法の試み－、日本建築学会東北支部 研究報告会 平成15年6月、pp145-148
- ⁷ 宇都宮大学 准教授
- ⁸ 古賀誉章、望月悦子、丸山愛葉、田中稲子、村上美奈子、谷口新、高口洋人、藤野珠枝：杉並区エコスクールにおける住環境学習プログラムの開発 その8 光に関する学習プログラムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）2013年8月、pp561-562
- ⁹ 日本大学短期大学部 教授
- ¹⁰ 吉野泰子、森下雄亮、川村緑：地球環境時代における住環境教育の普及啓発に関する研究「緑のカーテン」設置位置による日射遮蔽効果の差異に関する実測調査、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）2015年9月、pp525-526
- ¹¹ 国土交通省 気象庁 震度観測点一覧表（平成28年7月28日時点）公式HP 2016-7-28
（<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jma-shindo.html#hokuriku>）2016-10-11