

# 1/10住宅組立模型を用いた音環境教育の実践

広川 智子 飯野 由香利 後藤 哲男

## 1. はじめに

近年、子どもを対象とした建築教育が様々行われている。我々は、新潟県内の中高生を対象に、1/10住宅組立模型を用いて、計画(間取りの設計や寸法感覚の育成等)、構造(外力に耐えるための建物構造の仕組みや耐震補強方法等の教示等)、環境(壁の断熱性能と採光や日射遮蔽の教育等)、施工(建物部材の名称と組立の学習等)の建築講座を行って来た。2017年度に、日常生活の快適性に密接に関連する音環境の建築講座を行ったので報告する。本研究の音環境教育の目的は、建物の壁材の種類による遮音・吸音性能の相違を学習し、日常生活における騒音対策を理解してもらうことである。そのために実験方法を考案し、教育実践を行った。

## 2. 音実験装置の概要

部屋内にいる場合における外部からの騒音の透過の程度が壁の種類により異なることやさらに外部からの騒音を防ぐ対策を学ぶために、生徒が騒音計を使用して共同で実験を行えるように音実験を計画した。

実験は、1/10住宅組立模型の2畳間に相当する部屋(幅・奥行・高さが芯-芯1820mm)のほぼ中央地点に騒音計(SLM01 Tacklife製)のセンサが位置するように設置して、人が室内に居る際の騒音レベル(A特性音圧レベル:聴感補正された音圧レベル)を測定することとした。

測定部屋として、写真1に示すように2部屋を用意し、騒音源としての防犯・警報ブザー(株大創産業製)を2部屋間の床面に防振マットを敷いた上に置き、2部屋に設けた騒音計のセンサとの距離がほぼ同一になるように設置した。本ブザーは約110dB(工事ハンマーに近似した値)であるが、周波数別の音圧レベルは不明である。

部屋の4面を囲む壁材として、写真2に示す6種類を用意した。今回の模型を用いた音実験では、部材間の隙間からの音の侵入量を最大限に小さくすることを最優先に考え、全種の壁材をアクリルケース(アクリル厚2mm+壁材を挿入するための空洞10mm+アクリル厚2mm)に入れて密閉テープ(ニトムズ製)で隙間をなくすように

して壁材を柱や梁に固定した。このことにより、本実験では入射音のアクリル板表面での反射率は壁材の種類にかかわらずほぼ一定となり、壁材の本来の吸音性能が得られ難い可能性が多少ある。

コンクリートとガラス及び花崗岩は重い壁材で、反射率が高いので遮音により壁の透過率を低く抑えることができる。また、グラスウールや細かく切った紙片の壁材及び木は比較的軽く空気層を含む壁材であることから、吸音性能により入射音の透過率を低くすることができる。ガラスに関しては2~3mm厚のガラス板が一般的だが、重ねガラスや複層ガラスを想定して厚いガラスを用いた。なお、天井面はアクリルケース(空気層あり)とし、中央部に騒音計を挿入するための穴を設けた。

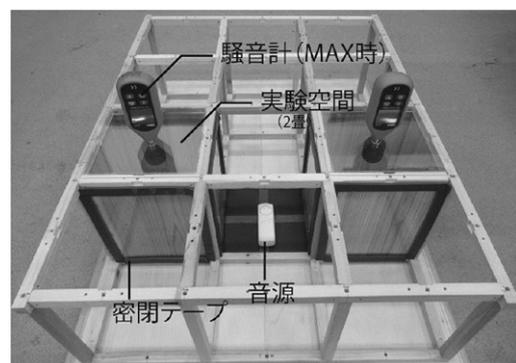


写真1 実験装置



写真2 壁材と騒音対策物の写真

長岡造形大学  
〒940-2088 長岡市千秋4丁目197番地  
ひろかわ ともこ ごとう てつお  
新潟大学  
〒950-2181 新潟西区五十嵐二の町8050番地  
いいの ゆかり

### 3. 音環境に関する建築講座の概要

2017年8月23日に新潟県N中等教育学校の4・5年生(高校1・2年生に相当)44人を対象に、音に関する建築講座を交流館の1室で学年毎に1時間ずつ実施した(表1)。3～4人の生徒で1班を構成し、4年生は6班で、5年生は7班で実験を行った。

講座ではスライドを使用して音の原理を説明した後に、表2に示す3種類の実験を行った。各班の実験場所を学年別に図1に示す。実験は、班毎に1台の模型を使用して、図2に示す①音源からの直達音の騒音レベルの測定、②班ごとに与えられた壁材の遮音・吸音性能(壁を透過した騒音レベル)の測定、③生活上できる騒音対策を施した際の騒音レベルの測定を行った。騒音対策物として、フェルト(厚手のカーテンを想定)と本棚(棚中に本の代替として蛇腹状の段ボールを詰める)及び段ボールを用意し、壁4面に設置した場合における騒音レベルの減衰の測定を順次行った。なお、騒音対策物を壁に設置する場合、多くの時間を要することから、壁の室内側にこれらの騒音対策物を貼り付けた木枠を用意し、実験時にはこれらの「木枠+騒音対策物」を模型内に挿入するだけで済むようにした。

生徒自身が4面の壁材や騒音対策物及び天井材を模型に取り付けて2個の騒音計を同時に押しつけて実験毎に3回測定して記録した。さらに、実験補佐の大学生が黒板に全班の3回の平均値を板書して結果を共有し、班毎に理解できたことを発表してもらった。4年生のクラスは①と②の実験のみに留まり、5年生は①～③の実験を行った。なお、講座の前後にアンケート調査を行い、回収率は100%であった。

### 4. 実験結果

実験①～③を行うことができた5年生の結果を図3に示す。騒音レベルを棒グラフで、騒音対策物における減衰レベルをプロット点で示す。同図は実験①で測定した壁材がない(柱と梁の枠組みのみ)状態での各班での2部屋の平均騒音レベルと実験②における各々の班に壁材を設置した後の2部屋の平均騒音レベル、及び実験③で壁材+木枠を設けた部屋と同種の壁材+木枠+騒音対策物を設置した部屋を同時に比較測定した騒音レベルを示す。実験①の壁材がない状態での各班の値の相違は小さく、各防犯ブザーの音源の違いと測定場所での遮音や吸音などの状況による違いと考えた。実験②における各壁材の騒音レベルは87.4～89.9dB(A)で、種類による相違はさほど大きくなかった。これはいずれの壁材もアクリルケースに入れていることからアクリルケースの表面でほぼ一様に反射するため壁材の種類による相違が出難いことが一要因として挙げられる。入射音に対して反射分の割合が高い重い壁材であるコンクリートと花崗岩が、吸音率の高い空気を多く含む軽い紙片の壁材の騒音レベルより多少小さい(音の透過率が低い)傾向が見られた。

表1 講座の概要

実施日	2017年8月23日(水) 各学年1時間	
場所	交流館	
受講者	A中等教育学校 4・5年生(高校1・2年生)合計44名	
班構成	1班3～4名(1年生:合計6班、2年生合計7班)	
アンケート調査	方法	講座前後に1回ずつ調査する
	内容	日常生活での音、講座の内容に関する理解度、壁材、騒音対策など

表2 講座の内容

項目	講座内容	生徒の動き
音源からの直達音を測定	①防音と遮音の解説 ②音圧レベルSPLデシベル(dB)等の説明 ③騒音計の使い方、計測方法の概説、実験の注意 ④実験準備 ⑤音実験の実施 ⑥実験結果を記録	・騒音計、音源を扱う ・騒音を計測(役割分担) ・騒音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
建築材料の基本遮音性能	①壁材、天井、騒音計を設置し、実験準備を行う ②音実験の実施 ③実験結果を記録、発表	・実験準備 ・騒音を計測、記録 ・結果を相談しまとめる ・班の代表者が発表
住まい方の工夫による騒音対策	①騒音対策物(本棚等)を設置し準備を行う ②音実験の実施 ③実験結果を記録、発表	・実験準備 ・騒音を計測、記録 ・結果を相談しまとめる ・班の代表者が発表

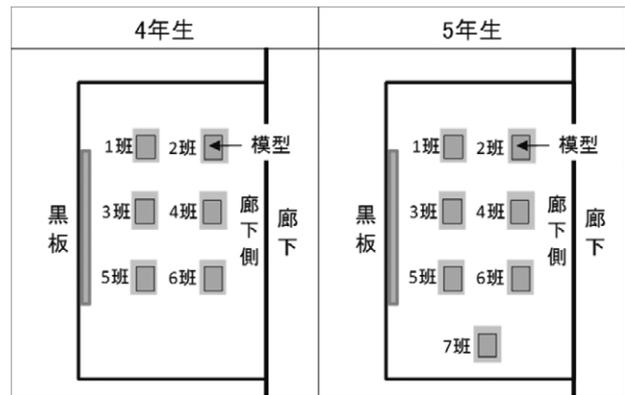


図1 講座時の模型の設置場所

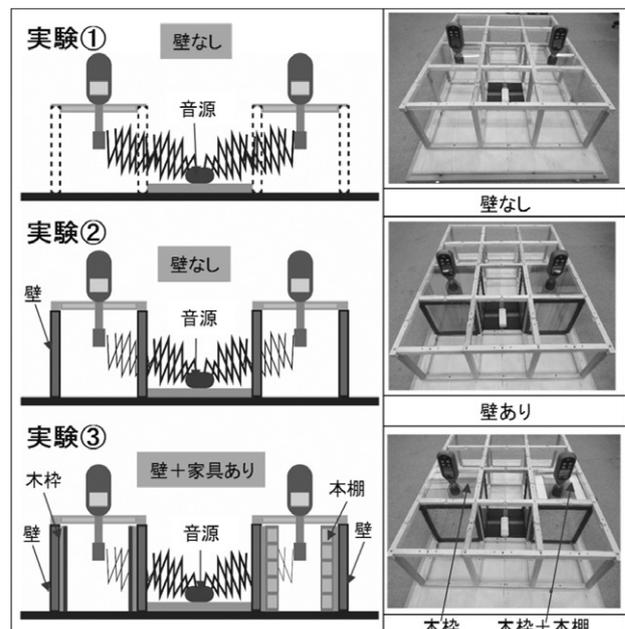


図2 壁有無の騒音の違いを学ぶ実験方法

なお、壁材の有無による騒音レベルの同時測定を行わなかったので音圧レベル差を考察することができない。

また、騒音対策物を設置したことにより低下した騒音レベルの各班の平均値は、本棚で約11 dB (A) (▲)、段ボールで約 8 dB (A) (■)、フェルトで 2 dB (A) (●)であった。このことから、本棚を設置することが最も有効であることがわかった。しかし、実際には、壁 4 面全てに本棚を設置することはほとんどないことから、カーテンとの併用等が考えられる。

壁材の遮音・吸音性能と騒音対策の理解度を図 4 に示す。壁材の遮音・吸音性能を「とてもよく理解できた」が31%であったのに対して、「少し理解できた」が67%で高い。今回の実験結果において、壁材の種類による明確な違いが確認できなかったことから、十分な理解ができなかったと考えられる。一方、木造とコンクリート造の壁の透過率の違いを56%の生徒が「とてもよく理解できた」と答えており、42%が「少し理解できた」と回答している。これは、図 5 に示す講座を通して約94~96%の生徒が壁材の遮音や吸音の仕組みを理解できたという結果からもわかるように、音に関する基本的な原理説明などにより、壁に音が入射する際に壁を透過する音圧レベルが下がる原理として、重い壁材の場合は主に反射する音の割合が高いことと、ふわふわの壁材の場合には吸音の割合が高いことを理解したと考えられる。

さらに、住まい方の工夫による騒音対策 (図 4) については、「とてもよく理解できた」が50%、「少し理解できた」が35%であった。騒音対策物の有無の同時測定で違いが確認できたためと考えられる。図 6 を見ると、騒音対策への興味は、講座前後で「とてもある」割合が26%、「ややある」割合が21%上昇し、騒音対策を講じることにより生徒自身の生活が向上すると考える生徒が増えた。

本講座を通して、面白かった理由を図 7 に示す。「騒音計を用いた計測」(64%)や「壁を取り付けたこと」(46%)が多く挙げられており、これは初めて体験や実験を行って楽しかったためと考えられる。また、音の伝搬の原理や壁材の種類による透過音の相違を学習したことを面白と感じた生徒の割合は47%前後であった。

## 5. まとめ

音環境の建築教育を実践し、以下の知見を得た。

- 1) 壁材をアクリルケースに入れたことにより、壁材の種類による透過した騒音レベルに大きな相違がなかったが、重いコンクリートや花崗岩の壁と紙片が詰まり空気を多く含む壁の透過騒音レベルが多少低い傾向が見られた。
- 2) 騒音対策物による透過した騒音レベルの減衰が最も大きかったのは本棚で、次いで段ボールであることがわかった。
- 3) 講座を通して、コンクリート造などの重い壁材は反射音の割合が高く遮音性能があり、木造などの比較

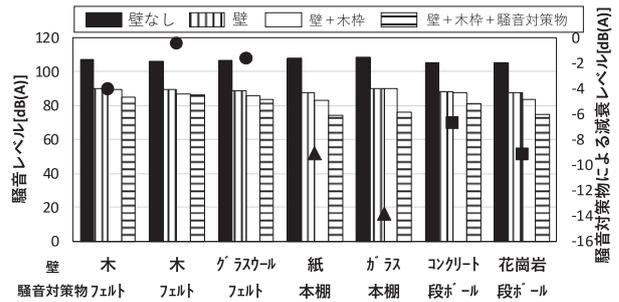


図 3 壁有無と音環境改善の実験結果

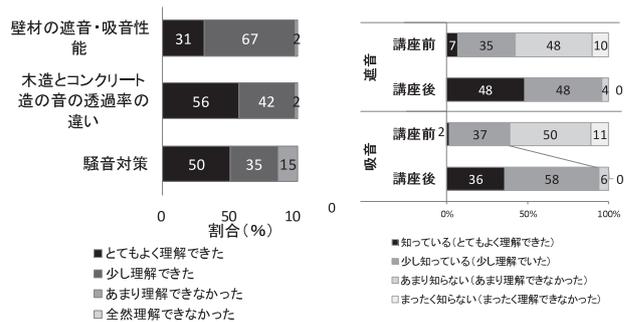


図 4 壁材の遮音・吸音性能と騒音対策の理解度

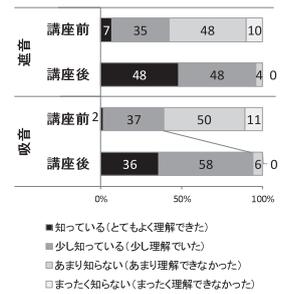


図 5 講座前後における遮音と吸音の理解度

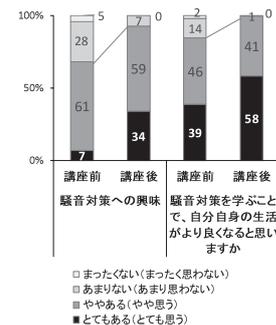


図 6 講座前後における騒音対策の興味と生活向上

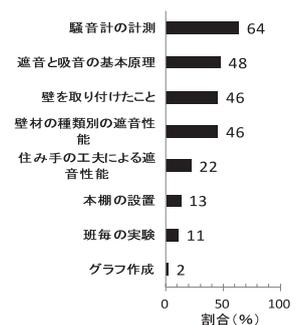


図 7 講座が面白かった理由

的軽い壁材は吸音の割合が高く防音性能があることを理解できた様相がうかがえる。

- 4) 生徒自身が騒音計を使用して協働で計測することや音の原理を楽しんで学べたことから、アクティブ・ラーニングの有効性が示唆された。

## 謝辞

実験計画と音実験を行うに当たり、当時新潟大学 4 年生の森原舞さんのご協力を得ました。ここに深謝の意を表します。さらに、建築講座の実施にあたり、長岡造形大学 河野裕太さん、種村瞳さん、根岸里紗さん、横倉彩子さん、和田彩さん、金子日和さん、笹嶋志のぶさん、星成美さん、松田沙也さん、松本菜々さん、山口杏奈さん、依田優太さん、赤川汐織さん、の協力なくして本講座は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。なお、本研究を行うに当たり本研究は科学研究費助成事業 (基盤研究 (c)) 課題番号15k00925 代表者後藤哲男) の研究助成を受けました。