

令和元年6月9日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03274

研究課題名(和文) 保育施設の音環境保全に向けた設計指針の構築とその普及に関する研究

研究課題名(英文) a study on the acoustic design of child daycare facilities

研究代表者

川井 敬二 (Kawai, Keiji)

熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・准教授

研究者番号：90284744

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：保育園・幼稚園など乳幼児が日常を過ごす施設における音環境設計は、わが国では欧米とは異なり社会的な認識がほとんどない現状にあり、本研究はその普及に向けて、専門家の議論を通じた設計指針の構築、保育の現場に音環境設計を導入する手法の検討、音環境向上のための知見の整備に向けた研究を行った。設計指針の先進例の海外視察、保育者の音環境の認識を広めるワークショップ、保育室の形状や吸音の効果可視化する音響シミュレーション、床衝撃音を軽減する置き台の開発など、実用的・実践的な研究成果を得るとともに、研究例のなかった幼児の言葉の聞き取りへの騒音や残響の影響について、保育現場の協力による聴取実験を通して検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で構築した音環境設計指針は、今後のわが国における保育施設の音環境設計の基本となり得るものであり、また本研究期間中の成果の発信を通して、保育現場に音環境設計の重要性の認識が広まる兆しが見られている。わが国でこれまで議論されてこなかった子どものための良好な音環境づくりの今後の普及に向けて、重要な成果が得られたと考えている。

研究成果の概要(英文)：Architectural acoustic design for children from birth to age 5 has not been widely recognized in Japan and this research project aimed at 1) establishing acoustic design guidelines, 2) developing methodology of introducing acoustic design to people concerned with childcare, and 3) accumulating researches for improving acoustic quality in daycare facilities. Various research activities were performed in this project such as: a site inspection of facilities with advanced social framework (namely, Munich region in Germany with a legislation of acoustic design); workshop with acoustic researchers and childcare providers; acoustic simulation with a consideration of room shape and sound absorption; and development of a pedestal for reducing foot step noises. Moreover, an attempt of word intelligibility test for pre-school children revealed that 3 and 4 year old children could hear less words than elder group under noise and reverberation.

研究分野：建築環境工学，建築音響学

キーワード：教育施設 保育施設 保育園 音環境 建築音響 吸音

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

保育園（保育所）をはじめとする子どものための保育施設では、子どもたちが活動時間の大半を過ごすことから、健康な発育に適した良好な室環境が求められる。とくに音環境は、言語の発達段階にある子どもたちの音声コミュニケーションを支え、落ち着きのある環境を作るために重要な要素であり、適切な遮音に加えて十分な吸音による響きの低減が必須といえる。こうした保育施設の音環境保全について、欧米各国には規格や法令などが整備されている一方で、わが国にはそれが皆無といってよい。これを反映してわが国の保育施設に吸音等の建築音響設計が考慮されることは少なく、筆者らが実施した熊本地域の2つの市の認可保育所全数を対象とした視察調査（引用文献）では保育室全721室のうち吸音材が一部でも使用されている室は13%であった。さらに、室内の騒音や残響が子どもや保育者に及ぼす影響についての研究事例は、小学生以上については聞き取りや学力への影響を示した実験・調査例が存在するものの、保育施設に関する研究は国際的にもほとんど見られず、このことも保育施設における良好な音環境の保全の必要性が普及していない一因となっていることが考えられた。本研究はこれらを背景に企画された。

### 2. 研究の目的

本研究では3年間の研究期間において以下の3つの目標を設定した。

- (1) 保育施設における音環境設計指針の構築： 保育施設における音環境設計の普及に向けて、その基盤としての設計指針が第一に必要であり、その構築を目標とした。
- (2) 音環境設計の導入に関する手法の整備： 保育関係者が吸音など音環境設計について理解し、具体的に導入するための手法を整備する。
- (3) 音環境向上のための知見の整備： 保育施設の音環境設計に関してはまだ研究的知見が不十分なものが多い。たとえば騒音や残響下での幼児の聞き取り能力に関する研究例は見られない。保育所における午睡を妨げる要因としての床振動、飛び跳ねで発生する床衝撃音にも対応が必要である。本研究の期間内に可能な限りの知見を整備することを目標とした。

### 3. 研究の方法

本研究の3つの目標について具体的な研究方法を以下に述べる。

#### (1) 保育施設における音環境設計指針の構築

専門家の会合： 建築音響の専門家をコアとして、指針策定の検討を行う。そこでは保育施設の設計を手がける建築士、吸音性を有する物品の導入にあたり欠かせない消防・火災の専門家、幼児教育の専門家、園長等運営者など、設計指針構築に必要な関係各者を招いた勉強会も重ねる。

国内および海外の保育施設の視察： 音環境の問題を抱えた園、音環境の改善を模索する園の視察を行い、現場のニーズを把握する。また、欧米では保育施設の音環境保全の指針・基準・規格が存在するため、そうした社会的整備のある地域での視察を通して、わが国での設計指針のあり方と位置づけの展望を得る。

現場実験： 必要な吸音性能について、平均吸音率と残響時間を指標として、吸音材の仮設実験を通して保育現場関係者の評価を把握し、推奨値に関するエビデンスを得る。

#### (2) 音環境設計の導入に関する手法の整備

音響性状の可視化、現場での音響測定： 凹面など建築音響的に不利な室形状での室内音場

を解析によりシミュレーションし、現場関係者にわかりやすく可視化して提示できるようにする。また実際の保育空間における吸音率測定を通して布団やクッションなど備品の吸音性能を把握し、音響設計に組み入れる。

保育者との協働による保育や空間構成の工夫：音環境設計の普及に向けて、その重要性や活用法の保育者への認識を広めることが必要である。保育のコーナーづくりや落ち着いたための小空間などの手法とともに、ワークショップを通して保育者への働きかけと、保育のための空間づくりのニーズの把握を行う。

### (3) 音環境向上のための知見の整備

各研究課題について実験や解析を通して研究を進める。課題の例を以下に挙げる。

- ・子どもの聞き取りや行動への音環境条件の影響：吸音材仮設により残響条件を変化させた保育室で、子どもが参加するゲーム的な実験や動画での行動観察等の現場実験を実施する。
- ・床衝撃音/床振動対策：鉄道高架下に設置された保育所での実測や、問題を生じたケースの実測と対策の検討といった、現状把握のための研究とともに、子どもの飛び跳ねによる床衝撃音を低減する床構造の開発を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 指針の構築について

先進例の視察：保育施設の建築音響に関する法令が整備されたドイツ・ミュンヘン市域にて、保育施設4カ所の視察および音響設計、建築設計、所轄の官庁での担当者のヒアリングを行った。結果として全ての施設で吸音・遮音が考慮されていることを確認し、音響設計事務所が関連規格に基づいた設計図書を建設申請時に提出することで、それが建築設計に組み込まれている社会的システムを把握した(図1)。この成果は今後のわが国での音環境設計の普及に向けて重要な知見であり、学術誌の論文として発信した。

必要な吸音性能の把握：保育室の吸音性能について、現在の日本建築学会環境基準における小学校教室の性能(平均吸音率0.20)と同等かそれ以上が求められるのかの点を、実験を通して検証し、もう一ランク上の平均吸音率0.25が望ましいとの保育者の評価を得た(論文)。

以上の成果等を踏まえ、専門家の議論を通して音環境設計規準・指針における推奨値や留意点についてまとめ、2020年に刊行予定の日本建築学会「学校施設の音環境設計保全規準・設計指針」改訂版に追加する保育施設の規準・指針の内容を決定した。

### (2) 音環境設計の導入に関する手法の整備

保育者との協働による保育や空間構成の工夫：いくつかの協力園でのワークショップを通して、保育空間における吸音の重要性と可能性を検証した。一例では、元々の吸音のない保育室と吸音材を仮設した保育室での読み聞かせのしやすさの体験、キャンディ形状など親しみやすい吸音材の形の工夫など、保育者の音への気づきと、吸音の導入への工夫について検討され



図1 ミュンヘンでの視察調査対象園の天井吸音仕上げ



(a) 読み聞かせ 1

(b) 読み聞かせ 2

- ・集団活動時に保育者が絵本を読み聞かせる場面を想定
- ・静かな状態で響きの違いを体感
- ・グループ代表 1 名が読み手、他の参加者は聞き手となり、響きの違いによる話しやすさ、聞き取りやすさを評価
- ・自由遊び場面で子ども同士が本を読み合っている場面を想定
- ・事前に収録した室内遊び音をスピーカから出力(無響室内 1 m 点で 75 dB に統一)
- ・2 人 1 組で 3、4 組同時に読み聞かせを行い、話しやすさ・聞き取りやすさを評価

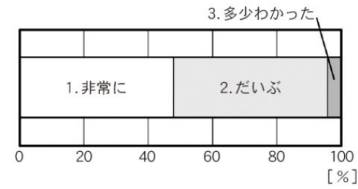
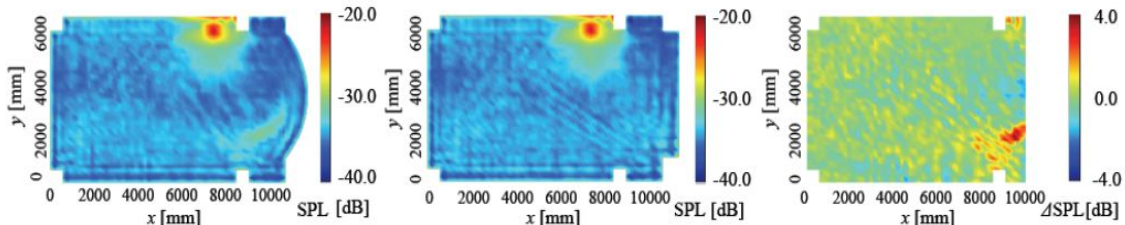


図 10. 「響きやざわつきの違いがわかったか」評価結果

図 2 保育者の吸音材仮設体験ワークショップと響きの評価結果



(a) 凹面形状

(b) 平面形状

(c) 音圧レベル差

図 3. 凹面形の壁による音圧レベル上昇の可視化

た(図 2、論文 )。

保育室の音響シミュレーション： 音の集中をもたらす凹面、残響が長くなる吹き抜け天井など、建築音響的に不利な形状の保育室は多く存在するが、その相談事例の一つを取り上げて有限要素法解析により音の問題の可視化を試みた(図 2, 学会発表 )。結果として、凹面の壁付近に音の集中によって周囲よりも音圧が 4dB 以上高い領域が生じていることが観察された。今後も問題のある室形状等がもたらすデメリットを可視化して設計者や保育者に情報提供を進めることが期待される。

この他、保育施設で採用しやすい吸音材について吸音性能や価格、不燃等の消防関連の性能を含めてリスト化することなど、普及に向けた専門知識の整備を行った。

### (3) 音環境向上のための知見の整備

音響条件が幼児の聞き取りにもたらす影響の検証： 幼児が参加した実験例はこれまで見られないため、幼児でも参加できるゲーム形式の実験を考案し、数度の実験を試みた。最初の実験は、食べ物 3 種と食べ物ではない 3 種の単語に雑音と残響を合成・重畳させてスピーカー呈示し、×の札で回答する形式とした。結果として保育士と幼児の間で正答率に有意な差がみられた。続いて、より一般的な音声明瞭度試験に近い実験として、吸音材の仮設と背景騒音付加の条件下で、親密度の低い日本語 4 音節単語を呈示しおうむ返ししてもらう、という形式の実験を行った。結果として 3、4 歳児の群は他の群(5 歳児、小学生、保育士)よりも正答率が低く、低雑音下では両者の正答率の差は 15%であったのが高雑音条件では 20~25%に増大した(図 4、学会発表 )。これは 3、4 歳児が他の群よりも音響条件の影響を大きく受けていることを示した最初の実証例といえる。

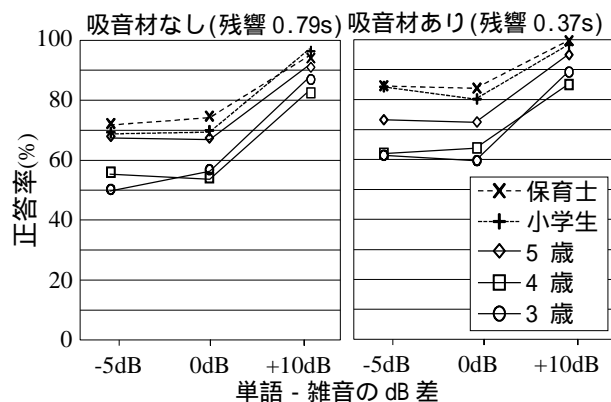


図 4. 音響条件ごとの正答率

床衝撃音軽減： 複合建物内に設置されることの多い小規模保育所は、子どもの飛び跳ねによる床衝撃音が問題になりやすい。この対策としての「跳ねてもいい置き床」の開発は、子どもの遊び空間としての保育所にとって有用である。本研究では市販の畳付き収納箱に防振ゴムと荷重を挿入することで、その上で跳ねたときの床衝撃音の軽減を図った。結果として 63Hz 帯域で 5～10dB の低減量が得られた(図 5, 学会発表 )。

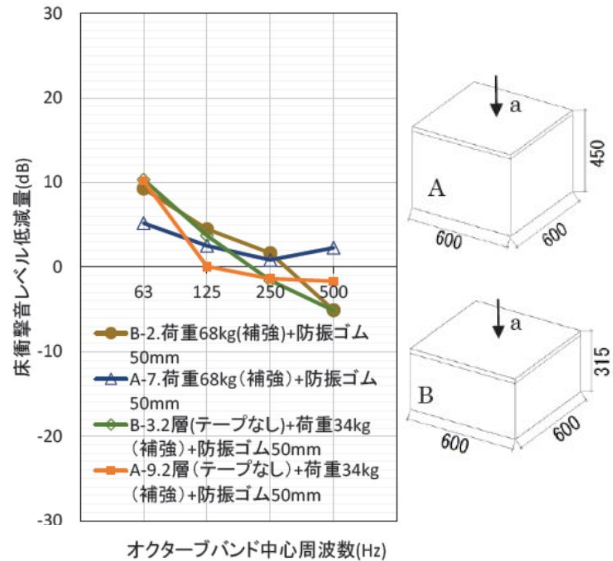


図 5 . 畳付き収納箱を用いた床衝撃音低減

以上、本研究の共同研究者らによる多面的なアプローチにより、目的とした研究に十分な成果が得られたものと考えている。

#### < 引用文献 >

Keiji Kawai ,Current situation of acoustic environment in childcare facilities in Japan: A comprehensive survey in Kumamoto City region , Journal of Physics: Conference Series, Vol.1075, 2018, Paper:012004,

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 2 件)

野口紗生、上野佳奈子、保育室に求められる吸音性能に関する現場実験、日本建築学会技術報告集、査読有、第 25 巻第 60 号、2019、719-723

川井敬二、佐藤将之、野口紗生、船場ひさお、ドイツ・ミュンヘン市域における保育施設の音環境設計に関する視察調査、日本建築学会技術報告集、査読有、24 巻 56 号、2018、1083-1086

DOI: 10.3130/aijt.24.1083

野口紗生、富永琢磨、上野佳奈子、保育者の音環境への気付きを促すワークショップの実践 -音環境の振り返りと吸音材の活用に向けた体験 -、こども環境学研究、査読有、第 14 巻第 2 号、2018、64-73

野口紗生、富永琢磨、上野佳奈子、保育者の音環境への気付きを促すワークショップの実践 -音環境の振り返りと吸音材の活用に向けた体験 -、こども環境学研究、査読有、第 14 巻第 2 号、2018、64-73

宮塚健、上野佳奈子、保育室の音環境改善手法に関する現場実験 - 吸音材の設置と運用面の対策、日本建築学会技術報告集、査読有、24 巻 56 号、2018、233-236

DOI: 10.3130/aijt.24.233

〔学会発表〕(計 4 6 件)

高 隆嘉、上野 佳奈子、保育園における年長児のための音体験ワークショップの実践、日

本音響学会春季研究発表会、2019

上野 佳奈子、保育施設の音環境の現状と対策、日本音響学会春季研究発表会、2019

川井 敬二、保育施設における良好な音環境の効果、日本音響学会春季研究発表会、2019

富田隆太、保育施設の床衝撃音対策に関する研究 その1～2、日本音響学会春季研究発表会、2019

衛藤逸平、富来礼次、曲面を含む室内音場の有限要素解析 -MTF を用いた曲面の有無による音場の比較-、日本建築学会九州支部研究発表会、2019

堀池信芳、岡本則子、アンサンブル平均を利用した建築材料の吸音特性の in-situ 測定法 - 環境条件と受音センサに関する基礎的検討-、日本建築学会九州支部研究発表会、2019

Keiji Kawai、Experimental investigation of effect of background noise and reverberation on listening comprehension of pre-school children、Euronoise、2018

Saki Noguchi、Field survey on the sound environment of childcare facilities in Japan: Analysis of sound generation accompanied by children's activities、Acoustics'17 Boston、2017

Kanako Ueno、Trial in a nursery facility for improving the sound environment、Acoustics'17 Boston、2017

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

岡本 則子 (OKAMOTO , Noriko)

北九州市立大学・国際環境工学部・准教授

研究者番号：0 0 4 5 2 9 1 2

上野佳奈子 (UENO , Kanako)

明治大学・工学部・教授

研究者番号：1 0 3 1 3 1 0 7

富来 礼次 (TOMIKU , Reiji)

大分大学・理工学部・准教授

研究者番号：2 0 4 2 0 6 4 8

富田 隆太 (TOMITA , Ryuta)

日本大学・理工学部・准教授

研究者番号：4 0 3 3 9 2 5 5

野口 紗生 (NOGUCHI Saki)

明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員

研究者番号：6 0 6 3 4 2 7 7

### (2)研究協力者

佐藤 将之 (SATO Masayuki)

由田 新 (YOSHIDA Arata)