

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350947

研究課題名(和文) 保育・教育施設の音環境保全に向けた実態把握及び改善手法に関する研究

研究課題名(英文) STUDY ON CURRENT SITUATION AND IMPROVEMENT METHOD FOR CONSERVATION OF ACOUSTICAL ENVIRONMENT IN NURSERY AND EDUCATIONAL FACILITIES

研究代表者

上野 佳奈子 (UENO, KANAKO)

明治大学・理工学部・准教授

研究者番号：10313107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：子どもが日常を過ごす施設の音環境保全に向けた研究として、学校及び保育施設を対象とした調査・実験を行った。学校施設については、新旧の学校施設の建築音響性能を把握し現行の指針の妥当性を考察するために、校舎の建替えに伴う建築音響性能の変化と利用者の評価を調べた。保育施設については、東京近県の12の保育施設の実態調査、熊本県の131施設の視察を行い、空間構成や音環境条件の実態を調べた。また、残響過多な保育室の音環境改善のために吸音材設置実験を行い、音環境及び利用者の評価の面から効果を検証した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to collect the data for improvement of sound environment in facilities for children. In order to investigate the difference of acoustical environment of old and new school buildings, a field survey on acoustical environment was conducted in an elementary school which experienced reconstruction process from 2012 to 2014. The results for the old, temporary and newly built school buildings were compared with current recommendation values of building acoustical performance.

Besides, the current situation of acoustical environment of nursery facilities via a field survey conducted at twelve nursery facilities around Tokyo and 131 facilities in Kumamoto. On the basis of the results, the requirements for improving the acoustical environment of nursery rooms were considered. Moreover, validity of absorbing material was examined by experimental installation in reverberant nursery rooms.

研究分野：工学，建築学，建築環境工学，建築音響学

キーワード：教育施設 保育園 音環境 建築音響性能

## 1. 研究開始当初の背景

子どもたちが活動時間の大半を過ごす保育・教育施設には、良好な室内環境が求められており、特に音環境は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る。一方、保育・教育施設の設計においては音響性能が重視されることは少なく、喧騒感が高い保育室や、他の教室からの音の妨害が生じやすいオープンプラン教室が多く建設され続けている。

保育・教育施設の音環境保全については、1990年代後半から国内外で問題意識が高まり、国際騒音制御工学会における各国の状況や基準・指針に関する情報共有を目的とした取組みや、日本建築学会における音響性能指針・設計指針発行に向けた取組みが行われてきた。後者の活動の成果として2008年3月に「学校施設の音環境保全規準・設計指針」が発行され、小・中・高等学校の学校施設を対象に、音環境保全のための推奨条件及びその設計手法がまとめられた。

このような流れの中、学校建築はオープンプラン教室をはじめ新たな考え方が盛り込まれて設計が多様化する傾向が続いており、建築音響性能の推奨条件や設計手法の妥当性に関わる検討材料を蓄積することが必要とされている。また、保育園等の幼児施設では非常に高いレベルの騒音環境が形成され、保育者が発声障害を発症するケースも多いことが知られているが、保育施設の設置者・設計者及び保育の現場では音環境保全の重要性が認識されていない。既往研究も少ないため、上述の規準にも設計指針が示されておらず、改訂時の加筆が待たれている。

## 2. 研究の目的

本研究は、建築環境工学的視点から保育・教育のための空間について、良好な音環境整備に向けた指針作成のための基礎資料を提供することを目的とする。具体的には、学校の校舎建替え事例の調査を通じて、従来型の校舎と新設校舎の建築音響性能及び施設利用者の評価を比較し、建築音響指標の推奨値の妥当性を考察する。また、遮音・吸音不足によって劣悪な騒音環境が形成されることの多い保育園について、音環境の現状及び改善手法とその有効性を示す。

## 3. 研究の方法

### (1) 小学校の建築音響性能に関する検討

建替えによって教室環境が一般的な閉鎖型教室から建築計画・環境面から様々な提案が取り入れられた教室に変化する過程に着目した。研究対象は、研究分担者(倉斗)が基本計画に参加した東京都江戸川区立第二葛西小学校(2014年竣工・建替え事業)とし、旧・仮設・新校舎の普通教室の建築音響性能及び利用者の評価を調べた。各校舎の普通教室の建築音響性能として、室内騒音(新校舎のみ)、室間の遮音性能、床衝撃音遮

断性能、残響時間の測定を行った。また、各校舎に対する利用者の評価を知るため、教師・児童(3~6年生)を対象としたアンケート調査を行った。

### (2) 保育施設を対象とした調査・実験

保育施設においては、音環境保全の必要性が一般に認識されておらず、新設の保育園でも遮音・吸音に対する配慮が皆無であることにより、高い騒音環境となっている状況が多くみられる。さまざまな特徴をもつ保育施設の実態調査によってこれらの現状を示すとともに、保育施設の協力を得た現場実験及び実験室における評価実験によって改善手法及びその効果を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 小学校の建築音響性能に関する検討

#### 測定対象校舎の概要

旧校舎は1962年に建てられてから数回の増築を経た一般的な片廊下型の校舎である。建築音響的には特段の配慮はみられず、天井仕上げは反射材(化粧石膏ボード)の教室と吸音材(有孔板)の教室があった。仮設校舎は、プレハブ校舎に典型的な床衝撃音遮断性能の低さが特徴的な音環境で、天井仕上げにも吸音材は用いられていなかった。

一方新校舎は、建築計画学・環境工学の近年の研究成果を踏まえた設計で、低・中・高学年の各学齢の学習に適した教室ユニットが採用されている。全学年共通して、教室に隣接してオープンスペース(OS)を設け、教室とOSの間の間仕切りには上半分がガラスのものをを用いることで、見通しや採光を確保している。低・高学年では教室の前方後方の扉部分以外は固定間仕切り、中学年では教室とOSの間全面に可動間仕切りが用いられ、中学年は教室とOSの一体利用が可能となつておりとなっている。

#### 建築音響性能の測定結果

・室内騒音：新校舎でのエアコン稼働時の等価騒音レベルは38.6dBとなり、推奨値である40dB以下を満たす結果であった。

・室間の遮音性能：扉を閉めた状態での測定結果を表1に示す。旧校舎は $D_r$ -30、仮設校舎及び新校舎(1,3,6年教室の三か所)はいずれも $D_r$ -35であった。新校舎の遮音性能は、推奨値である $D$ -40よりは1ランク低い値であり、建築物の遮音性能基準における適用等級では、2級(標準)に相当する。周波数特性に着目すると、低域から500Hz帯域にかけては $D_r$ -45相当の高い遮音性能となっており、遮音性能の低下は、1k~4k Hz帯域の性能によるものである。これは、教室とオープンスペースを隔てる扉・可動間仕切りの隙間からの音漏れによることが測定結果から示された。

・床衝撃音遮断性能：標準軽量床衝撃源による測定結果を表1に示す。旧校舎及び新校舎の性能は $L_r$ -60、仮設校舎は $L_r$ -70であった。新校舎の性能は、推奨値である $L$ -55よりは1ランク低い値であり、適用等級においては

2 級（標準）であった。新校舎の床構造は、スラブ厚 t150 mm、床仕上げは木複合フローリング t15mm 直貼り、下階の天井仕上げは有孔化粧石膏ボードであり、学校施設としては標準的な仕様ではあるが、推奨値を一ランク程度下回ることが確認された。

・残響時間：家具が置かれた状態で測定した残響時間測定結果を表 1 に示す。旧校舎及び仮設校舎（いずれも天井仕上げは化粧石膏ボード）では長めの残響時間となっているのに対して、新校舎（天井仕上げは有孔化粧石膏ボード）ではすべての周波数帯域で 0.45～0.6 秒であり、推奨値である 0.6 秒に近い値が得られていた。

表 1 建築音響性能の測定結果

	室内騒音	遮音性能	床衝撃音遮断性能	残響時間*
旧校舎	-	$D_r-30$	$L_r-60$	0.7 s
仮設校舎	-	$D_r-30$	$L_r-70$	1.0 s
新校舎	38.6 dB	$D_r-35$	$L_r-60$	0.5 s

\*: 500, 1k Hz の平均値

### 意識調査の結果

学級で使用する教室の音環境の評価についてアンケート調査を行い、教師・児童のほぼ全員からの回答を得た。「授業中にまわりの音が気になることがあるか」について回答を求めた結果を図 1 (a) に示す。また、「どこからの音が気になるか」について、選択数が多かった音の回答結果を図 1 (b) に示す。

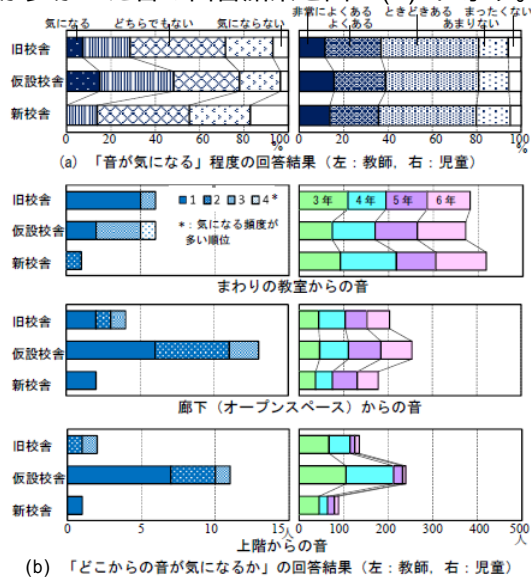


図 1 アンケート調査の結果

教師の回答結果では、仮設校舎が「気になる」側の回答が約半数と最も評価が低く、旧校舎、新校舎の順に評価が上がっている。「どこからの音が気になるか」については、仮設校舎（回答者数 27 名）では「廊下」及び「上階」からの音を半数前後の回答者が選択しているのに対して、新校舎はどの音も選択数が少ない。一方、児童の回答結果では、全般に校舎による差は小さく、「音が気になることが非常に / よくある」との回答が 4 割弱みら

れた。「どこからの音が気になるか」については、「まわりの教室からの音」の選択数が 7 割程度と最も多く、また仮設校舎で上階がある学年（3, 4 年）では「上階」からの音の選択割合が 7 割強と多かった。また、教師の回答において、新校舎では「教室がうるさくならないように努める」という回答が減り「音の出る授業の時には可動間仕切りを閉める」との回答が増えており、新校舎では可動間仕切りや扉の開閉がより意識的に行われ、教室内で発生する音を抑制することが相対的に減っている様子がうかがえた。総じて、新校舎の音響性能は教師の要求性能をほぼ満たしているものと考えられる。

### まとめ

新校舎では、遮音性能及び床衝撃音遮断性能は推奨値には満たないものの、旧校舎と同等もしくは比較的高い建築音響性能が得られていることが確認された。児童アンケートにおいては、多くの設問項目で校舎間の評価の差は小さかった。一方、教師アンケートにおいては仮設校舎で相対的に低い評価、新校舎で良好な評価が得られ、建築音響性能との対応が確認された。新校舎の音響性能は教師の要求をほぼ満たしている状況が確認され、建築音響性能の評価指標及び推奨条件を検討するための基礎資料が得られた。

### (2) 保育施設を対象とした調査・実験

#### 東京近県の保育施設の現状

2005 年から 2013 年にかけて開設した東京近県の 12 か所の保育施設（A～H 園）を実態調査の対象とした。立地条件や規模、設置者、運営の仕方によって、音環境の状況も異なるものと考え、これらの面で多様な施設の特徴を把握することを目指して、対象施設を選定した。調査内容としては、建築的特徴・室内仕上げ材料・音環境の様子・空間や異年齢の仕切り方に関する観察調査、保育園の代表者に対するインタビュー調査を実施した。

調査結果から、保育室の空間構成（仕切り方）について図 2、特徴的な空間や設えを図 3 に示す。図 2 に示すとおり、すべての年齢の保育室が独立した（遮音性能が確保された）室で構成されていたのは H 園のみであり、その他は複数の年齢のスペースが連結した空間構成となっていた。保育方法と空間構成の関係に着目すると、複数の年齢の子どもを合同で保育する“異年齢保育”の実施と空間構成が対応している園と、対応がみられない園があった。

空間の連続性に関連する使用者側の意見としては、メリットとして保育士同士が協力・連携しやすいこと、園児の活動を把握しやすいこと、園児が他の年齢の様子を感じることで刺激を受けられることが挙げられた。保育士同士の協力・連携は保育士が休憩をとる上でも必要なことであり、特に、保育士の人数が少ない場合や若手保育士が多い場合

にワンルーム型はメリットが大きいとの話も聞かれた。不満足な点の指摘においては、仕切られていないスペースで年齢ごとの保育を行っている園で、他の年齢の活動音が聞こえる、意識していないと音が混ざり散漫になる、といった音環境に関わるデメリットが聞かれた。

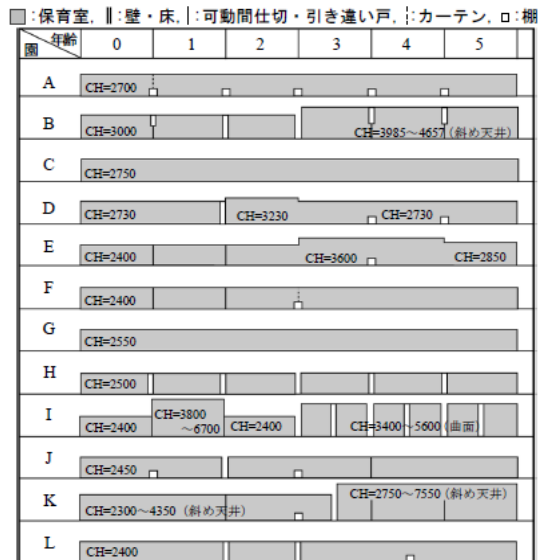


図2 年齢区分と保育室の間仕切り方



図3 音環境面で特徴のある保育室，設え

調査結果から、保育室で確保すべき建築音響性能について以下の知見が得られた。

・室内騒音：保育室では、言語や聴覚の発達段階にある乳幼児の音声聴取に求められる環境、午睡時の睡眠環境としての音環境を保全する必要がある。学校施設における室内騒音レベルの推奨値は、普通教室で40 dBであるが、今回の調査では、活動に伴う発生音がほぼない午睡時の音環境でもこれらの値を上回る測定結果であった。鉄道高架下で電車の通過音がはっきり確認できるケース（図3

(c)や、終日稼働している機械換気設備・空調設備による騒音が高いケースが確認されたが、保育施設は立地に対する自由度が高いため、騒音源が近接しているケースや、壁や床を隔てて他の用途施設が隣接するケースもあると考えられ、これらの騒音の防止策に対して、注意喚起が必要と考えられる。また、午睡や読み聞かせなどを行う室は特に静けさを保つことが望ましい室と考えられ、部屋の用途や活動に応じた室内騒音の推奨値を示すことも必要と考えられる。午睡をとる室では、床振動に対する配慮も求められる。

・室間の遮音性能：保育室内における発生音は、同時多発的に音声・物音・楽器音が発生する場面も多く、低年齢児ではこれに欲求や不安を訴える泣き・叫びという発声行動も加わる。保育室における活動時の音環境測定結果は、学校の音の発生状況としては特別教室（60～80 dB，最大85 dB）と同程度の結果であった。普通教室（発生音は50～70 dB，最大80 dB程度）よりは大きい結果であるが、既往の研究でも、65～85 dB程度の結果が多く報告されている。このことから、保育室間で異なる活動を互いに妨害し合うことなく行うためには、学校の特別教室間と同程度の遮音性能が必要と考えられる。一方で、異年齢保育の導入や運用上の利点を狙って柔軟なスペース利用を図る場合や、小規模な保育所の場合などでは、年齢ごとに保育室を分けずに、連続した一体空間を柵や棚、カーテン、建具などによって分割するケース（図3(a)(b)）も多くみられた。上述の遮音性能を簡易的な仕切りによって確保することは不可能であり、少なくとも乳児の午睡スペースと幼児が活動するスペースは別室とする、異年齢保育を行わない保育室間は遮音するなど、保育時の空間の用途に応じて遮音性能の面からスペースの区画分けを考える必要がある。

・床衝撃音遮断性能：午睡という保育施設特有の行為があり、午睡時には床に直接薄手のマットや布団を敷くケースが多くみられたことから、外部からの床衝撃や床振動の遮断性能の確保には特に注意が必要と考えられる。保育室が積層していた園ではいずれも上階に幼児室、下階に乳児室が配置されており、この場合、上階での幼児の活動に伴って発生する床衝撃が下階の乳児の午睡環境に影響する懸念がある。また、上下階に異なる用途の施設が隣接する場合もあるため、それらの音環境上の要請も把握して床衝撃音の防止を図る必要がある。保育室での主な床衝撃源としては素足の子どもの足音であり、これは学校の教室で想定されている床衝撃とは異なるため、実測データなどをもとに推奨値を検討することも必要と考えられる。なお、ハンモック型の簡易ベッド（図3(f)）が一部の園で使われており、これは床衝撃や床振動に対して有効な対策とみられた。

・室内の響き：保育室では、言語や聴力の発達段階の乳幼児に音声は明瞭に聞き取れる

環境を与えるという観点から、学校の普通教室と同様に中庸の響き、あるいは一ランク高い難聴学級教室と同等の短めの響きを確保すべきと考えられる。いずれにしても天井面に吸音材を使用する必要があるが、今回の調査対象園のうち、保育室内に吸音材が使われていた園は1/4であり、保育室の設計時に響きについて配慮されることは少ない現状が確認された。響きの影響が顕著になりやすい事例としては、一体空間型の保育室など広い空間を仕切らずに使用する場合、平屋建てで天井が高い保育室(図3(d)(e))・遊戯室が確認され、このようなケースでは音声明瞭度の低下とともに喧噪感の増大が起こり、児童への影響とともに保育士の疲労感の増大や発声障害の原因となることに注意喚起が必要である。

#### 熊本県における調査・実験

地方都市の保育施設の音環境に関する現状把握を目的として、熊本市近郊の合志市の認可保育所142施設の全数調査を試み、131施設を視察し、同時に行ったアンケートで2117名の保育士から回答を得た。これによって、保育園建築の空間構成と吸音材の使用状況についての現状を明らかにした。また、吸音材の使用の有無が、保育士の会話のしやすさや喉を傷める度合いに影響を与えている可能性が示唆された。

#### 保育室の音環境改善実験

保育室の吸音不足・残響過多による喧騒感の増大を緩和するための改善手法として、吸音材を後付けで設置する実験を実施し、保育時間中の音環境測定及び保育士の意識調査によって効果を検証した。図4に対象とした保育室と吸音材(ポリウール)の設置状況について示す。音環境を測定した結果(図5)においては、騒音レベルの頻度分布が下位にシフトしており、吸音材による騒音環境の緩和が確認された。意識調査の結果では、吸音材設置前後で顕著な変化はみられなかったものの、少数ながらうささ・疲労感・不快感の改善に関する指摘がみられた。

実験の結果から、吸音材設置による音響的な効果は確認されたものの、保育室に適したデザイン、簡易な設置方法の検討、普及に向けた事例の蓄積が検討課題として挙げられたことから、東京近郊の4園において同様の実験を行い、設置事例を蓄積した。

#### <引用文献>

日本建築学会編, 学校施設の音環境保全規程・設計指針, 日本建築学会, 2008.

日本建築学会編, 建築物の遮音性能基準と設計指針, 技報堂, 1997.

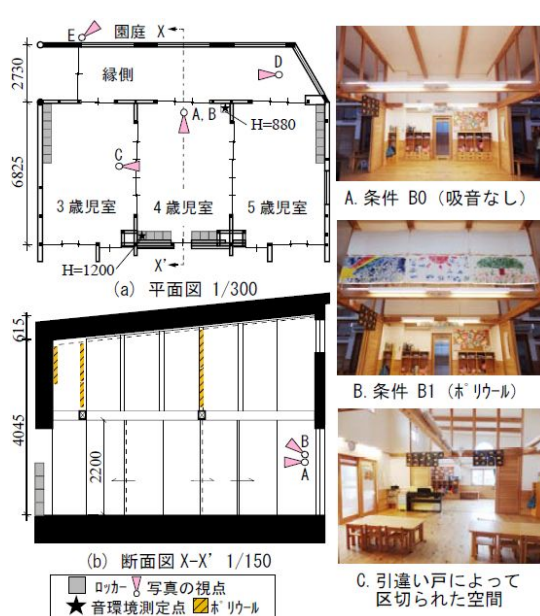


図4 保育室の概要と吸音材の設置状況

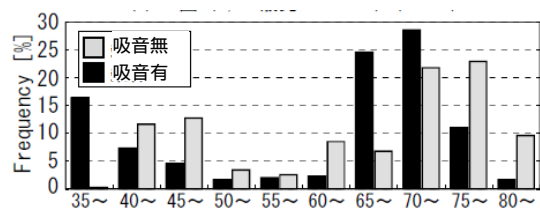


図5 吸音材設置前後の騒音レベルの頻度分布

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

上野佳奈子、倉斗綾子、学校の校舎建替えに伴う建築音響性能の変化と利用者の評価、日本建築学会技術報告集、査読有、第22巻第51号、2016、pp.565-568、

DOI: <http://doi.org/10.3130/aijt.22.565>

K. Kawai, Current Acoustical Situation of Nursery Facilities in Japan - A Census Field Survey for Kumamoto City region, Proceedings of the 12th Western Pacific Acoustics Conference 2015, 査読無、6-9 December 2015, Singapore, pp. 82-87、

DOI: 10.3850/978-981-09-7961-4\_04000204

上野佳奈子、室内音環境への配慮-子どものための空間の音環境の保全・活用に向けて-、騒音制御、Vol.39 No.1、2015、pp.12-16

[学会発表](計18件)

渡邊真之佑、野口紗生、上野佳奈子、保育室における小空間の設置に関する実験的検討、日本建築学会学術講演梗概集、2016年8月24日~2016年8月26日、福岡大学(福岡県・福岡市)

溝口 悠、川井 敬二、熊本市園の認可保育所を対象とした音環境に関する現状調査、日本建築学会九州支部研究報告 第55号、pp.37-40、2016年3月6日、琉球大学(沖縄)

県・中頭郡)

野口紗生、上野佳奈子、子どもの落ち着きを誘う環境設定-コーナー保育における設えがあそびに及ぼす影響、こども環境研究会関東第1回研究セミナープログラム概要・論文報告集、pp.66-67、2016年2月27日、大妻女子大学(東京都・千代田区)

宮塚健、武岡紗生、上野佳奈子、保育空間における吸音材の設置手法に関する現場実験、日本建築学会学術講演梗概集、pp.277-278、2015年9月4日~2016年9月6日、東海大学湘南キャンパス(神奈川県・平塚市)

上野佳奈子、長幸宏、倉斗綾子、学校の校舎建替えに伴う建築音響性能の変化と利用者の評価、日本建築学会学術講演梗概集、pp.283-284、2015年9月4日~2016年9月6日、東海大学湘南キャンパス(神奈川県・平塚市)

川井敬二、音環境面からみた保育空間の現状-熊本市圏の認可保育所を対象とする視察およびアンケート調査-、日本音響学会騒音振動研究会資料N-2015-43、2015年8月28日、横浜国立大学みなとみらいキャンパス(横浜市・西区)

宮塚健、武岡紗生、上野佳奈子、保育空間に適した吸音材設置手法の検討、日本音響学会騒音振動研究会資料N2015-44、2015年8月28日、横浜国立大学みなとみらいキャンパス(横浜市・西区)

武岡紗生、宮塚健、上野佳奈子、低年齢児保育場面での発声行動の調査-子ども・保育者のかかわりに着目して-、日本音響学会騒音振動研究会資料N2015-45、2015年8月28日、横浜国立大学みなとみらいキャンパス(横浜市・西区)

上野佳奈子、船場ひさお、武岡紗生、倉斗綾子、音環境に着目した保育施設の実態調査、日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集、p.13-16、2014年9月17日~2014年9月18日、明治大学中野キャンパス(東京都・中野区)

Saori FUJIHARA, Taichi OGATA, Keiji KAWAI, A field study on acoustic environment in nursery classroom -hearing test and interview to teachers、Kyushu-Yongnam Joint Conference on Acoustics 2015、2015.01.10、Nagasaki University(長崎市)

藤原早織、緒方太一、川井敬二、保育空間の音環境に関する現状調査~保育士への聴力調査とインタビュー~、日本建築学会大会、2014年9月12日~2014年9月14日、神戸大学(兵庫県・神戸市)

緒方太一、藤原早織、川井敬二、保育室内の音環境への吸音の効果に関する現場実験その3発声を伴う活動における吸音体の設置実験、日本建築学会大会、2014年9月12日~2014年9月14日、神戸大学(兵庫県・神戸市)

川井敬二、上野佳奈子、保育施設の音環境の現状と海外の基準・指針-学校施設の音環境保全規準の拡充に向けて、日本建築学会学術講演梗概集 pp.301-304、日本建築学会大会、2014年9月12日~2014年9月14日、神戸大学(兵庫県・神戸市)

Keiji Kawai, Kanako Ueno, Hisao Funaba, Saki Takeoka, Overview of acoustic environment of nursery facilities in Japan -- Present situation and recent studies、Proceedings of 7th Forum Acusticum 2014 R03C-7、2014.09.08、Krakow (Poland)

長幸宏、森哲人、上野佳奈子、学校の校舎建替えによる建築音響性能の変遷 江戸川区立第二葛西小学校における測定事例、日本音響学会講演論文集、pp.1241-1242、日本音響学会秋季研究発表会、2014年9月3日~2014年9月5日、北海学園大学豊平キャンパス(北海道・札幌市)

柿本美樹枝、上野佳奈子、三浦吉博、石田久美子、川井敬二、保育室の音環境改善に向けた吸音材設置実験、子ども環境学会 2014年度大会、2014年4月26日、京都工芸繊維大学(京都府・京都市)

三浦吉博、石田久美子、上野佳奈子、大和田千聖、船場ひさお、川井敬二、保育室における吸音材設置の効果に関する現場実験、日本音響学会講演論文集、pp.1203-1206、日本音響学会春季研究発表会、2014年3月10日、日本大学理工学部(東京都・千代田区)

上野佳奈子、教育施設の音環境に関わる現状と課題、日本音響学会講演論文集、pp.1125-1126、日本音響学会秋季研究発表会(招待講演)、2013年9月27日、豊橋技術科学大学(愛知県・豊橋市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

上野 佳奈子 (UENO, Kanako)  
明治大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 10313107

### (2) 研究分担者

倉斗 綾子 (KURAKAZU, Ryoko)  
千葉工業大学・工学部・准教授  
研究者番号: 80381458

川井 敬二 (KAWAI, Keiji)  
熊本大学・大学院自然科学研究科・准教授  
研究者番号: 90284744

### (3) 連携研究者

野口(武岡) 紗生 (NOGUCHI (TAKEOKA) Saki)  
明治大学・研究知財戦略機構・研究推進員  
研究者番号: 60634277

船場 ひさお (FUNABA Hisao)  
フェリス学院大学・音楽学部・講師  
研究者番号: 60511235