

学校教室の音環境に関する研究 その2

- オープンプラン教室の音圧レベル減衰性状と授業発生音 -



土屋 裕造^{*1}

福山 忠雄^{*1}

山崎 芳男^{*2}

概 要

複数の教室がオープンスペースや廊下を介して空間的に繋がっているオープンプラン教室は、近年増えてきている一方、遮音上の問題も指摘されている。そのため、対策を考える上で、教室間の音圧レベル減衰性状や授業発生音などを的確に把握しておく必要がある。

前報(その1)の中から、3つの小学校の5つのパターンのオープンプラン教室について、スピーカーを音源にした教室間の音圧レベル減衰性状を解析した結果を示した。また、実際の授業発生音の空間分布や発生頻度などの測定を行い解析した結果を示した。

その結果、

- 1) オープンプラン教室の教室間の遮音性能は、その音圧レベル減衰性状や実際の授業発生音時間率から、従来型と比較して大きく落ちることがわかった。
- 2) オープンプラン教室の形状などにより、減衰性状に特徴があることがわかった。

THE ATTENUATION PROPERTY OF SOUND PRESSURE LEVEL AND THE REAL SOUND IN CLASS AT THE OPEN-PLAN CLASSROOM

Yuzo TSUCHIYA ^{*1}

Tadao FUKUYAMA ^{*1}

Yoshio YAMASAKI ^{*2}

Open-plan classroom is that some classrooms joined together across it in one space. So, if the sound occurs in neighborhood classroom according to circumstances, the teacher and the student can't catch listening to their voice distinctly, and the student can't concentrate on the class. Open-plan classroom has the problem of excluding the sounds.

Following the preceding report part1, this report is the outline of the results to measure 5 open-plan classrooms in 3 schools. We measured the level of sound pressure in the open-plan classroom.

The results:

1. The sound insulation of open-plan classroom is so worse than traditional one judging from its level of sound pressure.
2. The characteristics of its level of sound pressure are in the forms of open-plan classroom and so on.

*1 技術研究所

*2 早稲田大学国際情報通信研究センター 教授 工博

*1 Technical Research Institute

*2 Prof., Waseda University, Dr. Eng.

学校教室の音環境に関する研究 その2

- オープンプラン教室の音圧レベル減衰性状と授業発生音 -

土屋 裕造^{*1}
福山 忠雄^{*1}
山崎 芳男^{*2}

1. はじめに

オープンプラン教室は、複数の教室同士がオープンスペースや廊下を介して空間的に繋がっているため、隣接教室の発生音の影響で、先生や生徒の声が明瞭に聞き取れなかったり生徒が集中力を欠くなど、遮音上の問題が指摘されており、対策を考える上で、教室間の音圧レベル減衰性状や授業発生音などを的確に把握しておく必要がある。

筆者らは、3つの小学校の配置形状等が異なる5つのオープンプラン教室を対象に、スピーカーを音源にした教室間の音圧レベル減衰性状を測定した。また、教室がオープンスペースに対面して直列に配置された2つのパターンを対象に、実際の授業発生音の空間分布や発生頻度などの測定も行った。本報はその概要をまとめたものである。

2. 測定方法

スピーカーによる音圧レベル減衰性状は、音源室とした教室の中央に無指向性スピーカーを高さ1.5mに設置し、これからピンクノイズを発生させ、各受音点で1/1オクターブバンド音圧レベルを測定した。なお、受音点は図1～5に示すように測定領域で2m格子状の等間隔としている。マイクロホンの高さは1.2mとした。一方、授業発生音の測定は、授業が行われている教室と、隣接の空き教室を対象に、図7に示す位置で8点同時録音した。本報での主な解析対象は、B小学校では、男性の先生による4年生の算数授業、C小学校では、女性の先生による6年生の国語授業である。

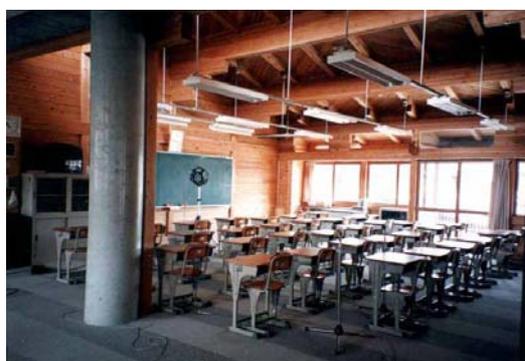


写真1 オープンプラン教室の一例(C小学校高学年教室)

3. 各オープンプラン教室の特徴

内装仕様の概要は前報に示されている。A小学校は、教室とオープンスペースが大きな空間で一体となっており、天井は山型で通常より高く、木製ロッカーや本棚の仕切りが設けられている。低学年教室はオープンスペースを介して並列に、中学年教室は直列に配置されている。B小学校は、オープンスペースに対面して教室が並列に配置されている。C小学校は、教室部分は天井形・内装がA小学校と類似している。低中学年教室は2つの教室がデッキを挟んで配置され、それぞれ廊下を介してオープンスペースに繋がっており、高学年教室はB小学校に近い配置である。各校ともオープンスペースの天井面は、仕様は

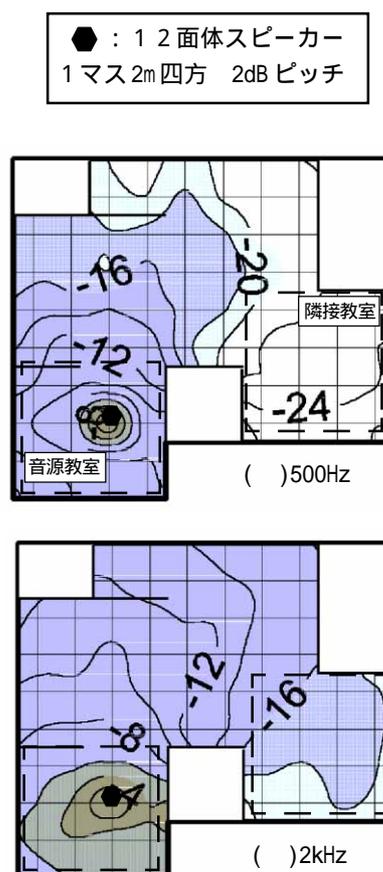


図1 A小学校 低学年教室
音圧レベル減衰コンタマップ

*1 技術研究所

*2 早稲田大学国際情報通信研究センター 教授 工博

異なるがいずれも吸音性である。一例として、写真1にC小学校高学年教室の内観を示した。

4. スピーカーによる音圧レベル減衰性状

図1～5に、それぞれA、B、C小学校の、スピーカー音源で測定した500Hzと2kHzの音圧レベル減衰性状を、各教室の音源付近の最大値で基準化した相対音圧レベル差の2dBピッチコンタマップで示した。

音源教室中央を基準に隣接教室でその減衰をみると、500Hzでは、A小学校の低学年教室は22～24dBとなっているが、直列配置の中学年教室は直接音の伝搬が寄与し、14～16dBと減衰が小さくなっている。B小学校高学年教室は22～24dB、C小学校は低中学年教室、高学年教室共に18～20dBの減衰が見られる。2kHzでは、特にA小学校低学年教室では500Hzと比べて6dB程度減衰が小さくなっている。一方、音源教室のオープンスペース側端部付近を基準に減衰をみると、500Hz、2kHz共に直列配置のA小学校中学年教室で6～8dB、並列配置の他の教室形態で8～

14dB程度である。

ここで特に同じ並列型の配列形態をとっているB小学校教室とC小学校高学年教室に着目して比較すると、500Hzでみた場合、教室内・オープンスペース共天井に岩綿吸音板が使われているB小学校では、距離に対して比較的均一に減衰しており、音源教室内で6dB程度、音源教室のオープンスペース側から隣接教室の境界までは14dB程度の減衰性状を示している。一方、教室内は天井に反射

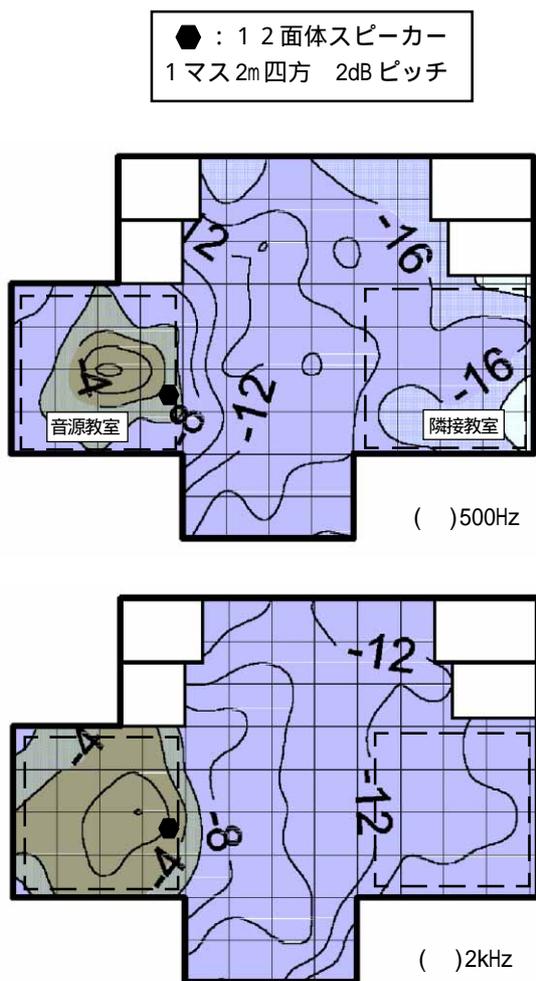


図2 A小学校 中学年教室
音圧レベル減衰コンタマップ

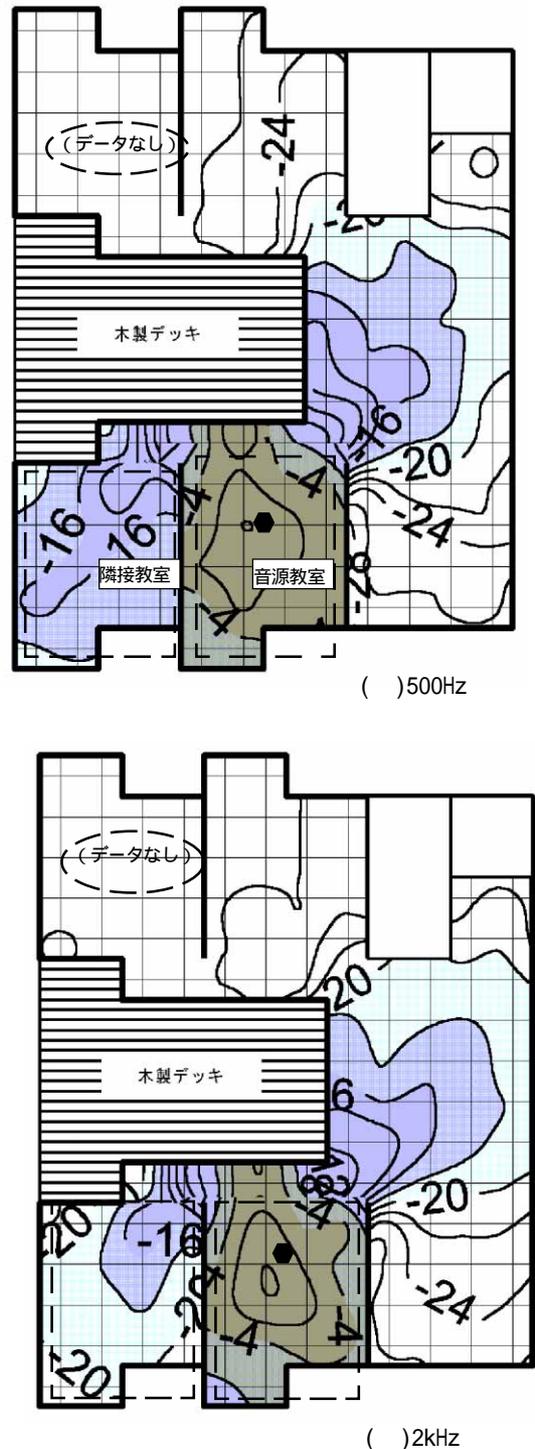
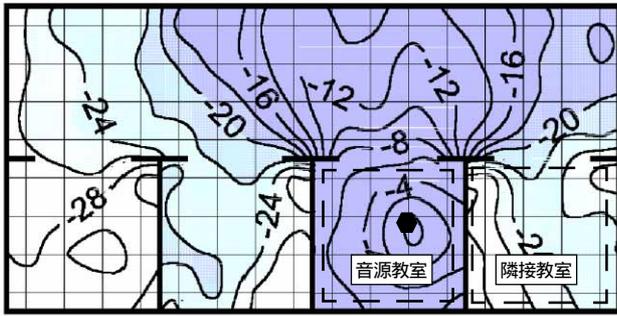
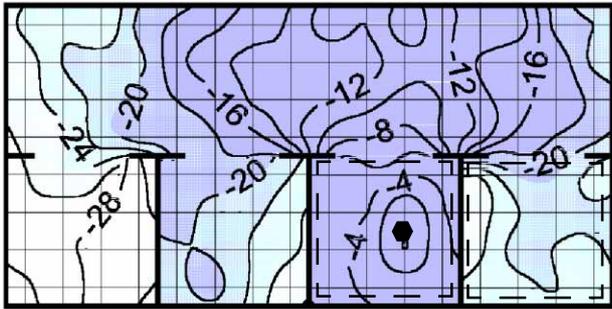


図3 C小学校 低中学年教室
音圧レベル減衰コンタマップ



() 500Hz

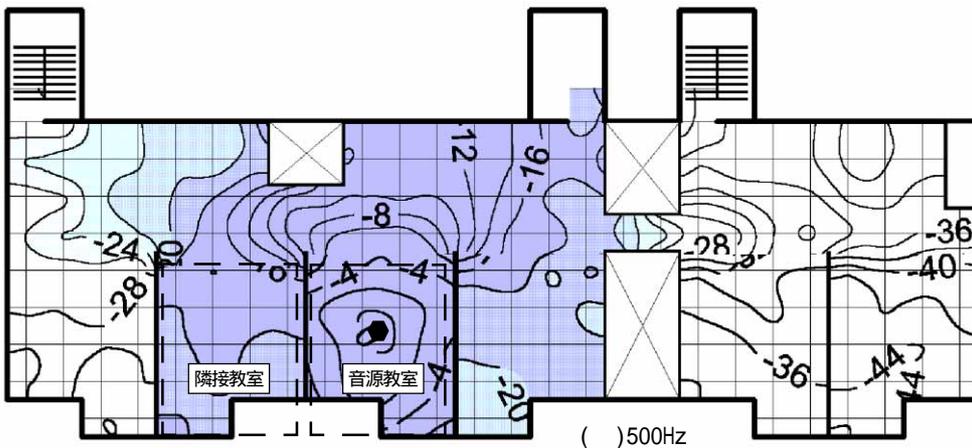


() 2kHz

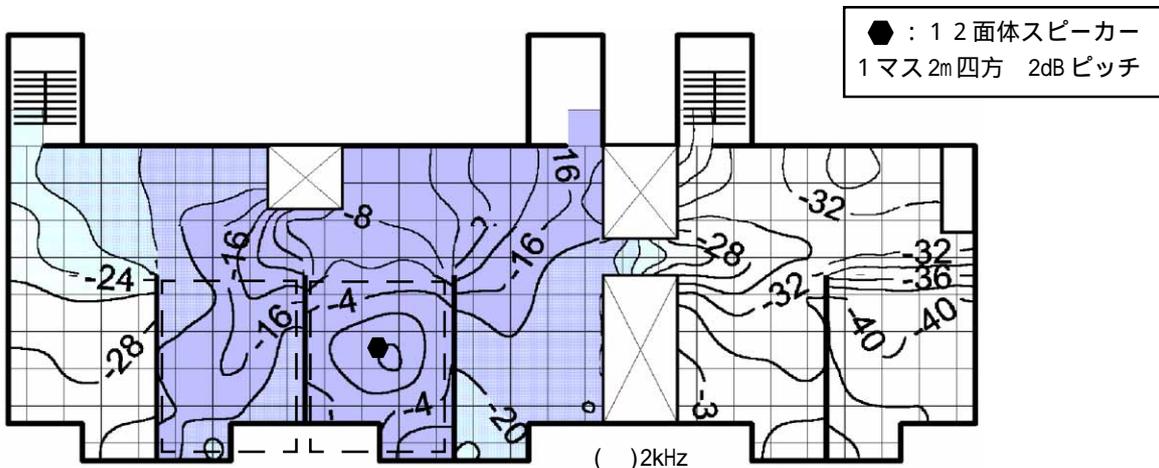
図4 B小学校 教室 音圧レベル減衰コンタマップ

性的の木仕上げ、オープンスペースは有孔吸音板が使われているC小学校では、音源教室内では減衰量が4dB程度と小さく、教室の境界間で12～16dB程度の減衰となっている。また、2kHzでみた場合、境界間の減衰性状は、B小学校では16～18dBと、500Hzに比べ減衰が大きく、C小学校では10～14dBと、500Hzの方が減衰が大きくなっている。これは袖壁による回折効果の他に、天井材の違いなどが寄与しているものと考えられる。C小学校において小部屋によってオープンスペースが狭くなった部分では、壁が近くなったため反射の影響が見られ、2kHzで-16dBの線が隣接教室の中まで入り込んでいる。

図6に、B、C小学校の隣接教室間の室間平均音圧レベル差を示し、比較参考に従来型教室のデータを載せた。従来型では教室間の平均音圧レベル差がD-35であるのに対し、今回調査したオープンプラン教室形態の中で最も有利と考えられるB小学校でもD-20と、建築学会遮音性能基準の学校教室における室間音圧レベル差の適用等級3級(最低)に相当するD-30を満足していない状況である。

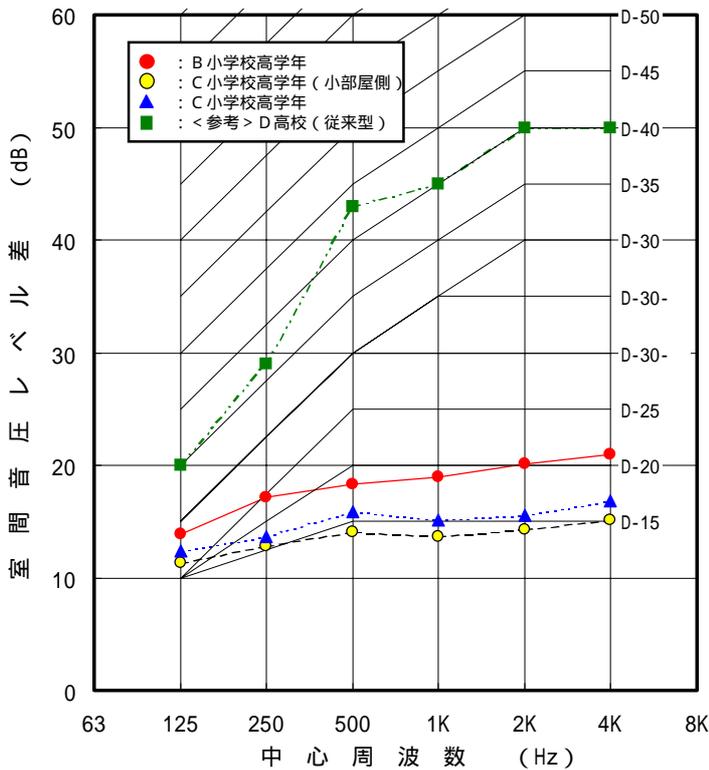


() 500Hz



() 2kHz

図5 C小学校 高学年教室 音圧レベル減衰コンタマップ



5. 授業発生音

5.1 音圧レベル分布

実際に授業が行われている状態の、先生の発生音と生徒の発生音の音圧レベル分布を図7に示したが、データの分析は、各発生音とも比較的大きく、かつ他の騒音の影響が少ない部分を抽出した。B小学校の先生(男性)では、第1点から第6点までの教室境界間減衰が500Hzで14.5dB、C小学校の先生(女性)では、11dBとなっている。同様に、B小学校の生徒(ざわめく)で16dB、C小学校の生徒(発言)で12.5dBの減衰値を示した。この性状は、音源の位置や指向性の違いなどはあるが、図4、5のスピーカー音源の減衰性状と概ね近い結果である。

図6 教室間の音圧レベル差

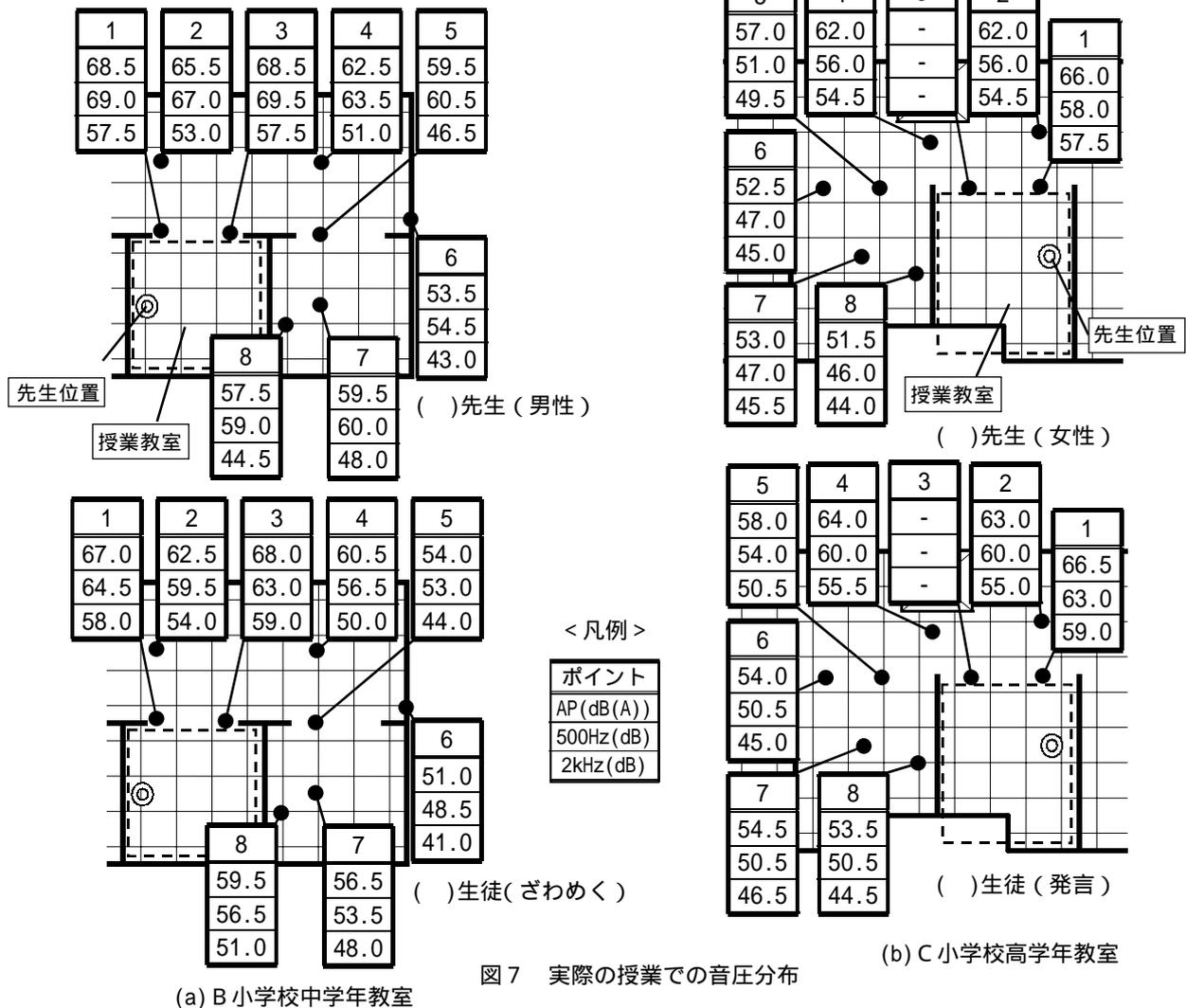


図7 実際の授業での音圧分布

(第7, 8点のデータは、外部(運動場など)からの騒音の影響も寄与している。)

5.2 時間変動など

各小学校での単位授業発生音の隣接教室への伝搬音の時間変動を図8に、同じくその授業発生音の累積度数曲線を図9に示す。分析ポイントは、生徒の席で他の教室からの発生音の影響を最も受けやすいと考えられる第5点とした。なお、C小学校の空き教室では、主測定対象とした授業教室の他、反対側の教室による授業発生音の影響も受けている(男性の先生による同じ6年生の理科授業)。学校教室における許容騒音レベルは、建築学会遮音性能基準の適用等級3級(最低)で45dB(A)とされているが、本測定分析結果では、これを越える発生伝搬音の時間率は、図8をみると、B小学校で60%、C小学校で74%となっている。図9をみると、第5点における L_5 値は、B・C小学校共に56dB(A)を示しており、45dB(A)に対してかなり大きい。

6. まとめ

今回対象としたオープンプラン教室の教室間での音圧レベル減衰値をみると、500Hz、2kHz共に比較的減衰の大きかった並列配置型のB小学校でも、隣接教室の中央間のレベル差で22~24dB、境界間で16~18dBであることが確認され、実際の授業発生音の隣接教室における伝搬音の時間率をみても、かなりきびしい現状であることが

わかった。教室間の音圧レベル差が遮音等級のD-25あれば先生の声は殆どマスキングされないとされるが、今回対象としたオープンプラン教室でみれば、遮音に関して十分な音環境が達成されているとは言い難い。そのような現状で、先生方はお互いに合図を決めたり、大きな騒音を伴う授業では特別教室を利用するなどして対応をしているのが現実である。今後、模型実験などにより、遮音上有効な袖壁・衝立・障壁の設置や教室の配置計画等、対応を検討していく予定である。

<参考文献>

日本建築学会編「建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]」C.5 学校

武田(日大)他「オープンプラン型小学校における音環境の実態」、福山他「小学校オープンプラン教室の室内音響特性」、土屋他「小学校オープンプラン教室の音圧レベル減衰性状」、日本建築学会2000年度大会学術論文集

福山他「オープンプラン教室の明瞭性に関する調査例」、土屋他「オープンプラン教室の音圧レベル減衰性状と授業発生音」、日本音響学会2000年秋季研究発表会講演論文集

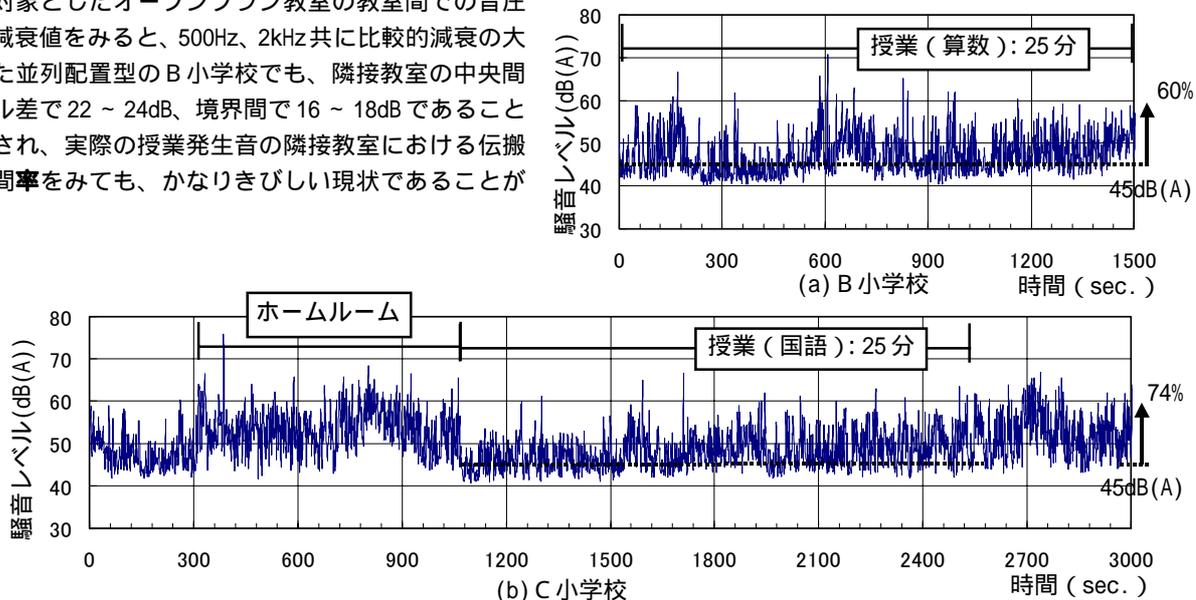


図8 授業中における発生音の時間変動

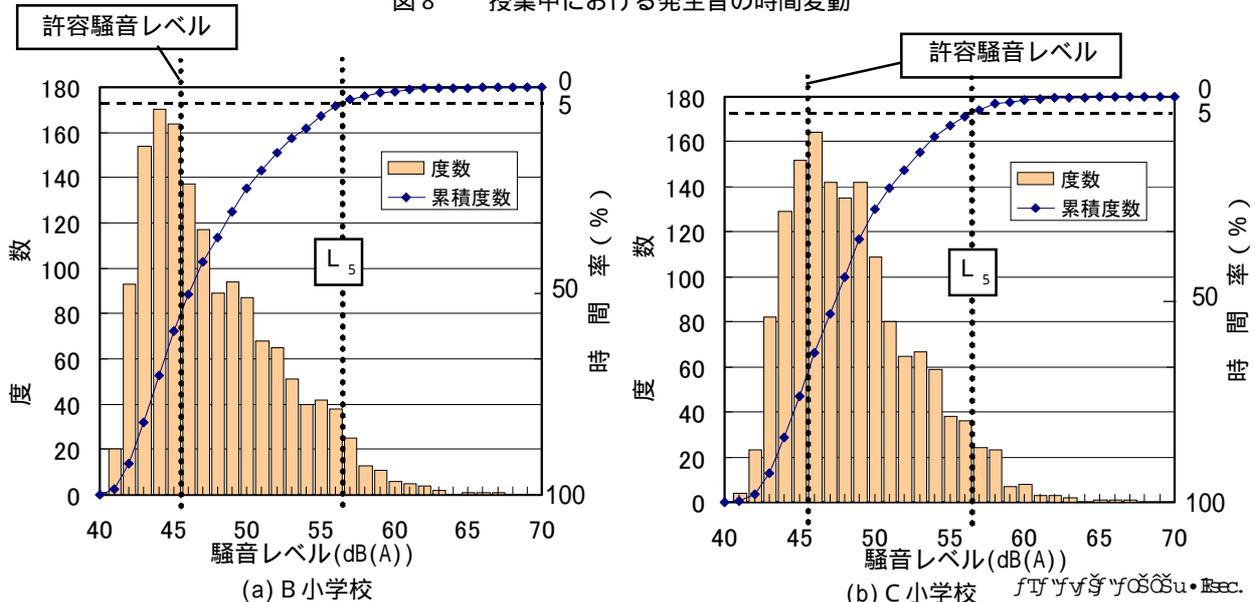


図9 授業発生音の累積度数曲線