

カームダウンスペースの音響性能と心理印象に関する実験的検討

Experimental study on acoustic characteristics and psychological impression of calm down spaces

学籍番号 47196743
氏名 那須 瑞早 (Nasu, Mizusa)
指導教員 佐久間 哲哉 教授

1. はじめに

「カームダウンスペース」(以下、CDS)とは、発達障害や知的障害・精神障害等の特性のある人がパニックや興奮時の鎮静のために利用できる小空間を指す。近年、学校の特別支援教室や保育所における利用^{[1][2]}に加えて、公共施設への設置も開始されつつあるが、音響性能に関する測定事例は少ない。CDSの音響性能としては、第一に外部環境からの遮断のため、内外の遮音性能が求められる。また、CDS内での自身の泣き声や叫び声の響きを抑制する必要もある。この2点について本研究では、CDSの遮音・吸音性能の測定による物理実験とCDSに入る前後の音の聞こえ方について心理実験を行う。

2. CDSの構成

本研究では、CDSの面材に着目し検討を行っていく。CDSは子供の床座位を想定したおよそ立方体の形状(内寸 0.9 m×0.9 m×1.0 m(H))とし、鉛直3面と上面の計4面を同一面材で構成し、一方向を開口部とした。CDSの面材は、A:段ボール(5 mm 厚)、B:コンパネ(12 mm 厚)、C:NPHP(22 mm 厚)、D:PHP+SAM(32 mm 厚)の4種類とした。Cは無孔ハニカム板を織物で被覆、Dは有孔ハニカム板の孔側の面に10 mm厚の吸

音不織布を重ねて織物で被覆したものであり、吸音面をCDS内部に向けている。なお、C、Dでは被覆用織物のカーテンを開口部上部の2/3程度に付けた場合でも測定を行った。C・Dの吸音率を図1に示す。

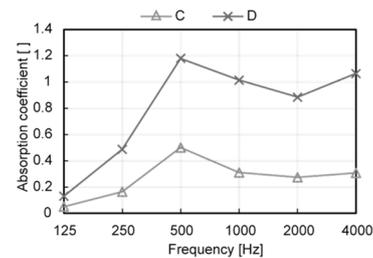


図1 タイプC・Dの吸音率

4枚の面材間は、Aでは養生テープ、BではL字金具(1辺あたり2カ所)、C・Dでは面ファスナー(1辺あたり2カ所)により固定した。なお、C・Dでは被覆用織物のカーテンを開口部上部の2/3程度に付けた場合でも測定を行った。

3. CDSの遮音・吸音性能

3.1. 実験概要

遮音性能 半無響室および残響室においてCDS外部のスピーカーからピンクノイズを発生させ、CDS内部の音圧レベルを設置・非設置時で測定し、そのレベル差から挿入損失を算出する。半無響室ではCDS四周の各方向からの入射、残響室では拡散入射を想定し、各入射条件の挿入損失を同定する。

半無響室・残響室ともに、騒音計を用いて

図 2 に示す CDS 内の 4 点において音圧レベルを測定し、それらの平均音圧レベルを算出した。

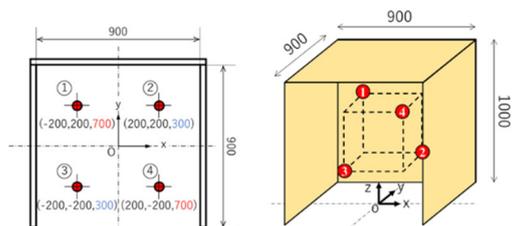


図 2 CDS 内の測定点の配置

音源は 12 面体スピーカーを床置きとし、半無響室では CDS の中央から 4 方向に 1m 離れた近傍点、残響室では室隅部付近に配置した。CDS の設置方向に関しては、開口部を正面として、スピーカーに対して(a)正面向き、(b)側面向き、(c)背面向きの 3 パターンで測定を行った。残響室における測定風景を図 3 に示す。



図 3 残響室における(b)の測定風景

吸音性能 半無響室および教室 (約 5 m×7 m×2.5 m(H)) の剛床上に CDS を組み立て、ダミーヘッドを設置し、ピンク TSP 信号を用いてダミーヘッドの口から右耳のインパルス応答測定を行った。なお、教室では室の中央に CDS を設置した。実験風景を図 4 に示す。



図 4 実験風景

CDS 内の音響特性としては、インパルス

応答から残響時間(T30)、初期減衰時間(EDT)、ディフィニション(D50)および相対音圧レベル(半無響室における CDS 非設置時を基準)を算出した。

3.2. 実験結果

半無響室における挿入損失の測定結果を図 5、残響室においては代表して背面向きの挿入損失の測定結果を図 6 に示す。また、吸音性能について無響室および教室設置時における CDS 内の 4 つの音響指標の測定結果を図 7 および図 8 に示す。

遮音性能 開口部反対側からの入射に対して、軽量パネルでも内側を吸音性することで中高音域では 20dB を超える比較的高い遮音性能が得られることが分かった。ただし、拡散音場を想定した入射に対しては、10dB 以下にとどまる結果となった。また、開口部へのカーテン設置による影響は拡散音場における入射の場合、中高音域で 2dB 程度の遮音性能向上が見込まれることが分かった。

吸音性能 内部残響時間は極めて短い、反射性部材(コンパネ・段ボール)の場合は室内の残響時間に近づく傾向が確認された。また、吸音性部材では中高音域の音の大きさの増大がほぼ抑制されることが分かった。一方、軽量の段ボールでも音圧上昇が生じることが分かった。開口部へのカーテン設置による影響は極めて小さいことが分かった。

3.3. 物理実験のまとめ

以上のことから、物理実験によって CDS 内の吸音仕上げは遮音・吸音性能を高めることが分かり、外部騒音がある場合は開口部にカーテンを設置することで遮音性を高める効果があることが分かった。

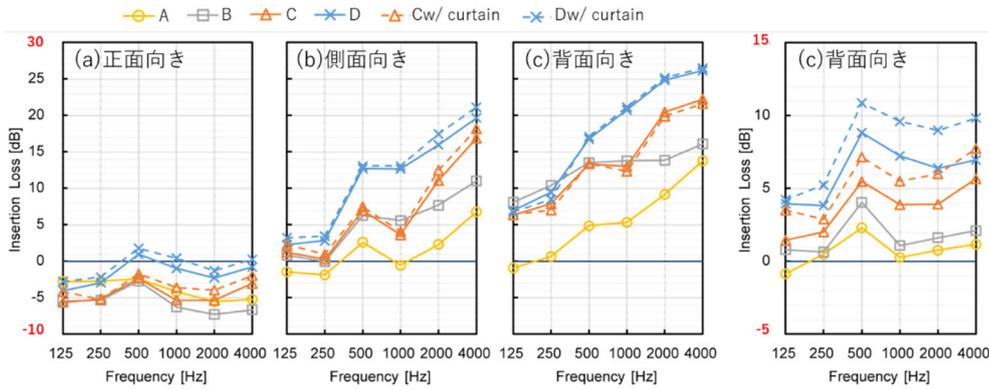


図 5 半無響室の測定結果

図 6 残響室の測定結果

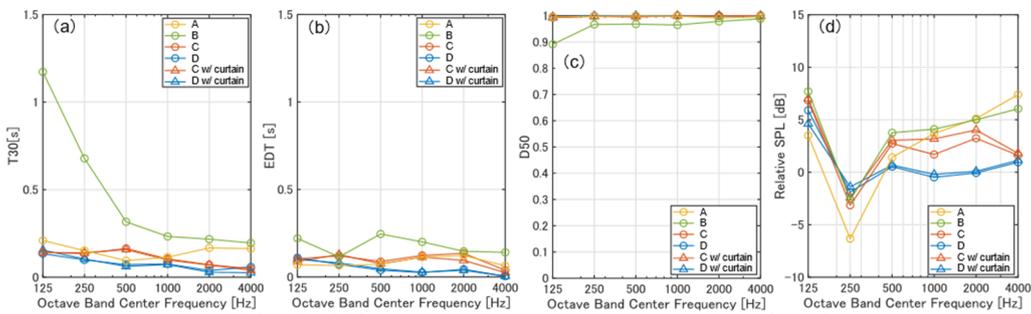


図 7 半無響室の測定結果：(a) T₃₀、(b) EDT、(c) D₅₀、(d) 相対音圧レベル

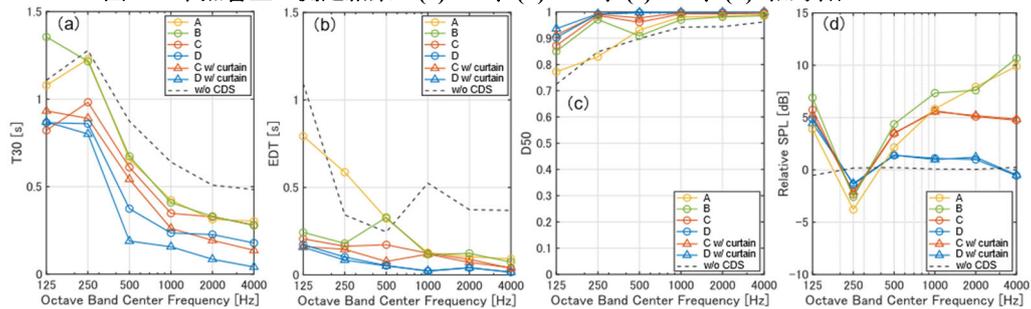


図 8 教室の測定結果：(a) T₃₀、(b) EDT、(c) D₅₀、(d) 相対音圧レベル

4. 心理実験

CDSは落ち着くスペースであるので、居心地の良さを把握することは本研究で重要である。

4.1. 実験概要

実空間におけるCDSの設置状況を想定し、CDS内部でのうるささの緩和や外部空間からの隔離感などの心理的効果を聴感実験により検証する。実験は、「外からの環境音」と「中で発した自身の声」の聞こえ方の2パターンを20代の大学生・院生16名を対象に行った。環境音は「学校の廊下」と「駅の

コンコース」それぞれについて評価させた。評価方法の基準は、CDSに入る前と比較し、CDSに入った後における音の聞こえ方とした。機器配置図を図9に示す。実験室中央をCDSに入る前とし、有孔ボード向きに椅子を配置し被験者は椅子に座りながら音を聞く。CDS内では開口部を背面にし、奥向きに床座位となるよう指示した。評価項目を表1に示す。「外からの環境音」の聞こえ方についてはNo.1~6、「中で発した自身の声」の聞こえ方についてはNo.1~3とNo.6について5段階評価させた。

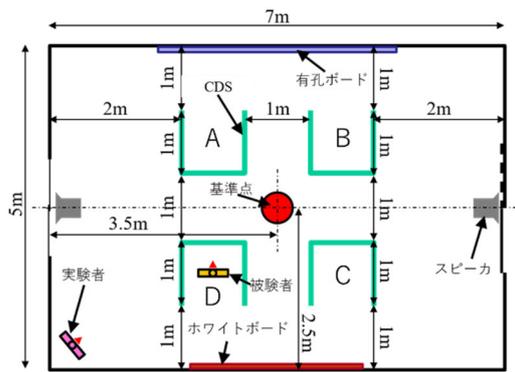


図 9 機器配置図

表 1 評価項目

No	設問	評価 (5段階)				
1	大きさ	かなり大きくなった	やや大きくなった	変わらない	やや小さくなった	かなり小さくなった
2	音色	かなり悪くなった	やや悪くなった	変わらない	やや良くなった	かなり良くなった
3	響き	かなり響くようになった	やや響くようになった	変わらない	やや響かなくなった	かなり響かなくなった
4	煩噪感	かなり増えた	やや増えた	変わらない	やや和らいだ	かなり和らいだ
5	距離感	かなり近くなった	やや近くなった	変わらない	かなり遠くなった	かなり遠くなった
6	居心地	かなり悪くなった	やや悪くなった	変わらない	やや良くなった	かなり良くなった

4.2. 実験結果・考察

各設問について、全体指摘率に対する「変わらない」評価を省いた各評価の指摘率を図 10 に示す。反射性部材（コンパネ・段ボール）は、「外からの環境音」の聞こえ方において CDS へ入る前後とあまり変わらず、「中で発した自身の声」の聞こえ方において約 80% の人が響きを感じる事が分かった。更に、居心地が悪いと感じる人は吸音性部材よりも多い結果となった。吸音性部材では、全ての項目で青の指摘率が高くなった。ただし、「中で発した自身の声」の聞こえ方における居心地は D より C の方が悪くなった指摘率は半減していた。これについて、普段と顕著に異なる響き方に不快感と圧迫感を覚え、D より C は吸音度合いがちょうどよいという回答が得られた

4.3. 心理実験のまとめ

以上より、心理実験によって、CDS 内の吸音仕上げは外部からの音を聞いた時の居心地において約 90% の人は居心地が良いと

い感じる事が分かった。一方、自分の声を聞いた時の居心地は 30% の人が悪いと感じ、吸音性が高いと声の響きに影響し、居心地が悪くなってしまふということが分かった。

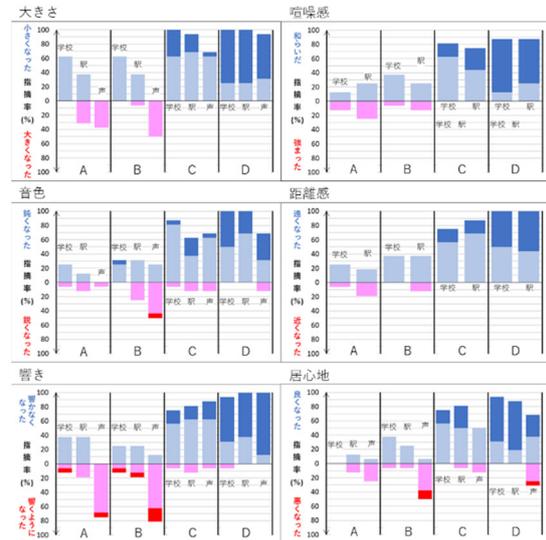


図 10 全体指摘率に対する「変わらない」評価を除いた評価の指摘率

5. まとめ

外部騒音がある場合、CDS 内の吸音性を高めることは効果的であると考え。一方、中で声を発する場合がある場合、3 割の人が居心地に不快感を覚え、CDS 内の吸音性を高めることは内部快適性を損なうことが分かった。

本研究の心理実験では 20 代の健常者を対象に行ったが、CDS の本来の使用人は発達障害である。今後は、健常者より感受性の豊かな発達障害者を対象に吸音性を高めた CDS は発達障害者にとって快適な内部音環境であるかの検討をする必要があると考え。

参考文献

- [1] 今林他：特別支援学校における自己領域化空間の設置率とその特徴, AII 大会梗概集 (建築計画), 497-498, 2012.
- [2] 渡邊他：教育・保育環境における吸音材を用いた小空間の提案, ASJ 建音研資料, AA2018-7, 2018.