

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月27日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20360262

研究課題名（和文） 医療施設における音声明瞭度とスピーチプライバシーを両立させる音響設計手法の確立

研究課題名（英文） Development of acoustic design considering both speech intelligibility and speech privacy in medical facilities

研究代表者

森本 政之（MORIMOTO MASAYUKI）

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10110800

研究成果の概要（和文）：医療施設の音響設計では、音声明瞭度だけでなく、音声が隣室に漏れることによる個人情報の漏洩，すなわちスピーチプライバシーも考慮する必要がある．音声明瞭度については，実測調査により問題がある室でも現実的な範囲の吸音処理で改善できることを示した．スピーチプライバシーについては，情報漏洩の程度を単語了解度で表し，これを室の物理量から予測する手法を開発し，さらに不満感と単語了解度の関係を定量的に示した．

研究成果の概要（英文）：Not only speech intelligibility but also speech privacy should be considered in acoustic design in medical facilities. Acoustic measurements indicated that an example of the room with intelligibility problem in a hospital can be easily improved by practical absorption treatment. Meanwhile, a method for predicting word intelligibility, which indicates the degree of information leakages, from physical parameters of rooms was suggested on the basis of listening tests. Furthermore, the relationship between word intelligibility and %-dissatisfaction for consulting rooms was clarified quantitatively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2009年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2010年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	7,400,000	2,220,000	9,620,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築環境・設備

キーワード：音・振動環境、医療施設、スピーチプライバシー

1. 研究開始当初の背景

音声によるコミュニケーションは、我々の日常生活において必要不可欠であり、住宅における会話や、講演会、公共空間における案

内放送など様々な形で行われる。

しかしながら、公共空間の一つである病院や薬局などの医療施設は、他の公共空間と異なる音声コミュニケーション形態を有して

いるにも拘らず、その音響設計法は確立されていない。すなわち、医療施設においても、他の公共空間と同様に呼び出し等の案内放送が明瞭に聞こえること、及び医師や薬剤師と患者との間で良好な音声コミュニケーションが成立することは必要不可欠であるが、さらに、他の公共空間にはみられない特徴として、昨今の個人情報保護という時代的要求を考慮すると、患者と医師や薬剤師との会話でやり取りされる個人情報が、待合室の他の患者や隣接する診察室などに漏れることを防ぎ、患者のプライバシーを守る必要がある。従って、医療関連施設の音響設計は、

- ・ 待合室などの、良好な音声コミュニケーションの確保のみを考慮すればよい空間（以下、音声明瞭度エリア）

- ・ 各種窓口や診療室などの、良好な音声コミュニケーションとスピーチプライバシーの確保を両立させる必要がある空間（以下、スピーチプライバシーエリア）

の2つに分けて対策を検討する必要がある。

2. 研究の目的

(1) テーマ1：実測調査

音声明瞭度エリア及びスピーチプライバシーの音響設計においては、暗騒音や壁などからの反射音といった諸要因を適切に制御する必要がある。

上述した諸要因を適切に制御し、実際に音響設計を行うためには、対象となる空間がどのような音環境となるかを予測し、それに合わせた対策を考える必要がある。しかし、現状の医療施設の音環境を音声明瞭度あるいはスピーチプライバシーの観点から実測したデータはみあたらないため、医療施設の音環境の実測を新たに行い、その音響的特長を類型化することを目的とする。

(2) テーマ2：スピーチプライバシーの評価指標の開発

スピーチプライバシーエリアの音響設計については、まず、スピーチプライバシーの確保のために、どの程度会話音声を遮ればよいかを明らかにしなくてはならない。そのためには、スピーチプライバシーの程度を評価する指標が必要である。

米国では、スピーチプライバシーに関する研究が古くから行われており、医療施設における音響設計のガイドラインも存在する。しかし、我が国では、スピーチプライバシーに関する明確なガイドラインは存在せず、言語や国民性の違いを踏まえると、米国におけるガイドラインがそのまま日本においても適用できるかは明らかではない。

従って、この現状を踏まえたうえで、スピーチプライバシーエリアを設計するために必要な評価指標を、主観・物理両方の観点から

明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) テーマ1：音環境の実測調査

病院や薬局の設計事例集などの文献を収集し、図面から音声明瞭度エリアとスピーチプライバシーと諸室の対応を明らかにする。さらに、医療施設の関係者にインタビューを行い、音声コミュニケーションが必要な室や、現状で問題のある室などを抽出し、文献調査の結果と合わせて実測する室を決定する。規模や建築的な違いを考慮し、複数の医療施設の実測調査を行う。

(2) テーマ2：スピーチプライバシーの評価指標の開発

①スピーチプライバシーの評価語

国内外の関連する研究の文献調査を行い、どのような文言でスピーチプライバシーが評価されているかを調査する。また、利用者を対象としたアンケート調査を行い、文献調査で得られた評価語の内、どれがふさわしいかを明らかにする。

②了解度との対応

会話がどの程度漏れているかを客観的に示す指標として、既往の研究でも重要視されている了解度を取り上げ、スピーチプライバシーの評価語との対応を求め、評価語の妥当性を明らかにする。

③物理指標

スピーチプライバシーを評価できる物理的評価指標を明らかにする。具体的には、音響設計で制御できる室間音圧レベル差と暗騒音レベルに着目し、これらをパラメータとした聴感実験を行い、①及び②で得られたスピーチプライバシーの主観的評価指標との対応を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 実測調査

神戸市内の総合病院をモデルケースに、現状把握を目的とした実測調査を行った。病院側で音声明瞭度エリアとして問題があるという認識のあった透視撮影室と、一般的にスピーチプライバシーの問題が起りうる診察室を調査対象とした。両室において、音声明瞭度の物理的評価指標として広く用いられている **Speech Transmission Index (STI)** を測定した。また、診察室については、室間音圧レベル差を測定し、この結果を基にして、無響室で模擬した音場で、単語了解度試験を行った。その結果、以下を明らかにした。

① 透視撮影室2室を測定した結果、**STI** は **0.67** と **0.61** であった。既往の研究と比較すると、若齢者にとってはほぼ **100%** 単語が聴き取れる環境であるといえるが、高齢者を対象とした場合、単語了解度は **90%** 程度まで低下する可能性がある。ただ

し、現実的に可能な範囲の吸音処理を行うことにより、高齢者にとっても十分な STI が得られることを示した。

- ② 診察室において、医師と会話している患者の位置における STI は 0.81 であり、問題無く会話が可能である事を確認した。
- ③ オープンプラン型の診察室では、会話が行われている室の隣室における単語理解度はほぼ 100% であり、会話の内容は全て漏れてしまう可能性があることを示した (図 1)。

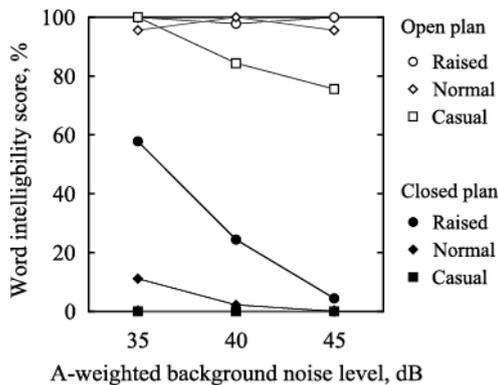


図 1 室間音圧レベル差を基に模擬した音場における単語理解度と暗騒音レベルの関係。

- ④ 個室型の場合、会話時に声をやや大きめ (Raised, 65dB) に出した場合は、隣室の騒音レベルが 35dB 程度まで下がると、単語理解度が 50% 程度まで上昇し、会話の内容が分かる可能性があるが、声を普通程度 (Normal, 58dB) あるいはやや小さめ (Casual, 52dB) に出した場合は、隣室における単語理解度はほぼ 0% であり、スピーチプライバシーは確保されている (図 1)。

(2) 単語理解度と物理的評価指標の対応

既往の研究において、スピーチプライバシーの評価指標として重要視されてきた理解度と、音響設計において制御できる室の物理量の対応を明らかにすることを目的として、理解度試験を複数行った。試験用音源として、評価上安全側となる高親密度の単語を用いた。実験の結果、以下を明らかにした。

- ① 特定場所間音圧レベル差を重み付け法で評価した値 ($D_{P,W}$) を用いれば、単語理解度を最も精度良く予測できる。
- ② 実際の設計では、遮音性能と暗騒音レベルの 2 つを制御することを踏まえ、 $D_{P,W}$ と暗騒音レベルの 2 つをパラメータとした等単語理解度線を、多重ロジスティック回帰分析を基に作成した。この等単語理解度線は、発声レベルを通常値である 58dB とした実験結果から作成したが、等単語理解度線の縦軸を $D_{P,W} - \Delta L$ と変更

し、 ΔL を「想定する発話レベル - 58」と定義する事で、発話レベルの違いを ΔL の増減で置き換えることができることを示し、様々な発話レベルに対応できることを示した (図 2)。

- ③ 騒音の空間特性が単語理解度に及ぼす影響を検討した。その結果、騒音の両耳間相関度が 1 の場合にのみ、単語理解度の有意な低下がみられた (図 3)。しかし、診察室における騒音の両耳間相関度を実

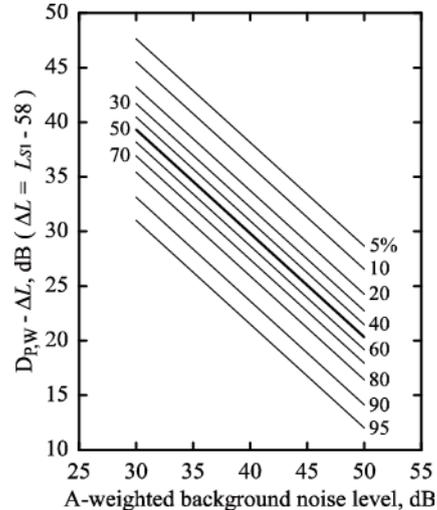


図 2 室間音圧レベル差 ($D_{P,W}$)、発話レベル (L_{St})、暗騒音レベルをパラメータとした等単語理解度線。

測した結果、低周波数帯域を除き両耳間相関度は 1 よりも十分に低く、空調機騒音等の一般的な室内騒音を想定する場合は、騒音の空間特性を考慮しなくてもよいことを明らかにした。

- ④ 残響音の有無と空間特性が単語理解度に及ぼす影響を検討した。その結果、残響音の空間特性は単語理解度に有意な影響を及ぼさないが (図 4)、残響音の有無によって単語理解度が大きく低下し得ることを示した (図 5)。

(3) スピーチプライバシーの評価語と単語理解度の対応

プライバシー感と物理量の関係について詳細に研究した。具体的にはアンケート調査と聴感実験を行った。

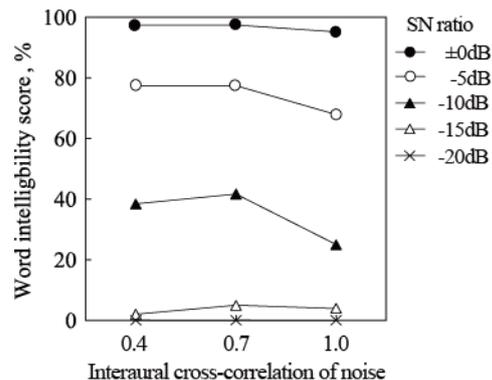


図 3 暗騒音の両耳間相関度と単語理解度の関係。

- ① まず、プライバシー感について、従前は「個人情報保護されていると感じるか」と定義されていたが、実際の医療施設において利用者が感じる感情とはいえない。そこで、直感的で利用者が共感できる感情を明らかにするために、社

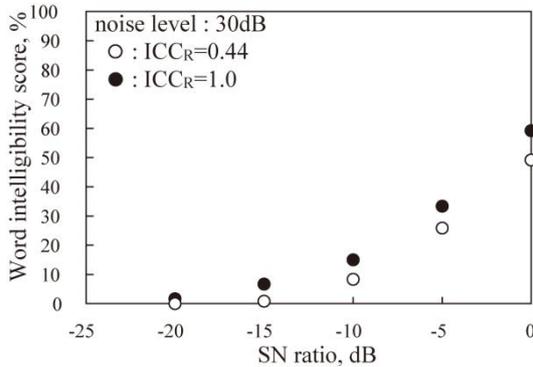


図4 残響音の両耳間相関度と単語理解度の関係。
ICCR: 残響音の両耳間相関度

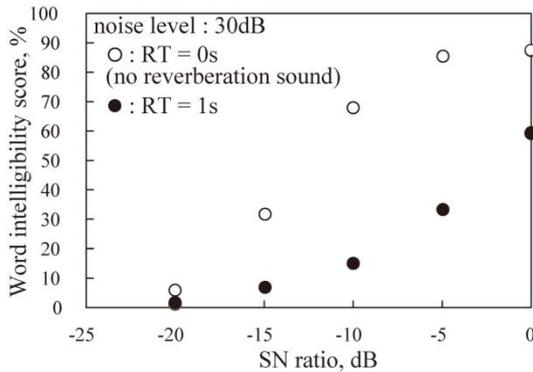


図5 残響音の有無と単語理解度の関係。
RT: 残響時間 (0sは残響音無し)

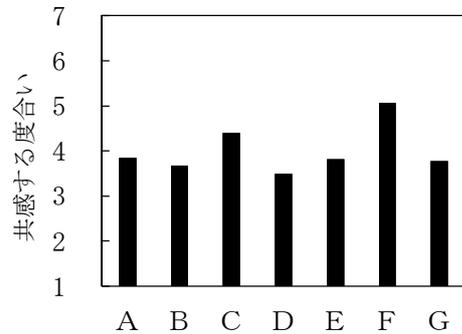
会人を対象としたアンケート調査を行った。待合室において診察室から会話が漏れ聞こえる状況を想定させ、その状況下で感じる感情として、興味を持つ、不快、不安、落ち着かない、恥ずかしい、不満、腹立たしいの7つの内、どれに共感するかを回答させた。その結果、「不満」が最も共感される感情であることを明らかにした(図6)。

- ② 次に、アンケート調査と同じ状況を再現した音場で聴感実験を行い、漏れ聞こえる会話の音圧レベル及び暗騒音レベルと「不満を感じる割合」の関係を明らかにした。さらに本年度の研究成果と前年度に研究した単語理解度を比較し、単語理解度を20%以下にすれば、不満を感じる割合を閾値(50%)以下にできることを明らかにした(図7)。

(4) 今後の展望

国内でもスピーチプライバシーの認知度及

びその保護に対する需要が高まっており、本研究で得られた成果は、今後有効性が高くなると考えられる。ただし、残響音がスピーチプライバシーに及ぼす影響については、まだ研究の余地があり、今後の課題である。また、



A: 興味を持つ B: 不快 C: 不安 D: 落ち着かない
E: 恥ずかしい F: 不満 G: 腹立たしい

図6 プライバシー感の評価語とそれに対する共感する度合いの関係

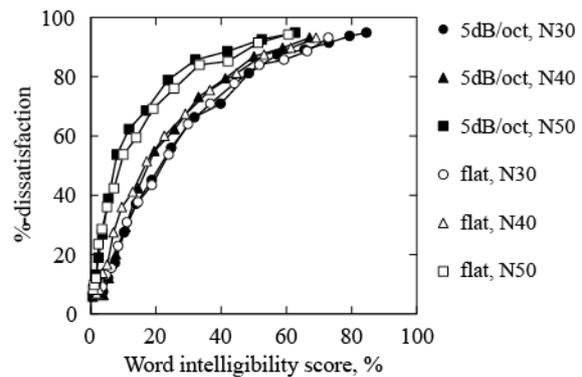


図7 不満を感じる割合と単語理解度の関係。
5dB/oct., flat: 室間音圧レベル差の周波数特性。
N30, N40, N50: 暗騒音レベル, dB

スピーチプライバシーの確保にあたり、音声をマスクするノイズを別途付加するサウンドマスキングシステムも需要が高まりつつある。マスキングノイズの中には本研究で取り扱ったエネルギーマスキングだけでなく、情報マスキングを有効利用しているものもあるため、情報マスキングを考慮できる評価方法についても研究する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 佐藤逸人、森本政之、他2名、
Relationship between sound insulation performance of walls and word

intelligibility scores、Applied Acoustics、
査読有、Vol.73、2012、43-49

- ② 佐藤逸人、日本におけるスピーチプライバシー、騒音制御、査読無、33巻、4号、
2009、287-290

〔学会発表〕(計7件)

- ① 星野康、森本政之、単語了解度によるスピーチプライバシーの評価—残響音の時間及び空間特性の影響—、日本音響学会秋季研究発表会、2011年9月20日、島根大学(島根県)
- ② 星野康、森本政之、他2名、Equal-intelligibility contours and those application to various sound fields (招待講演)、INTERNOISE2011、2011年9月5日、大阪国際会議場(大阪府)
- ③ 岡崎啓佑、森本政之、佐藤逸人、音の空間特性が単語了解度に及ぼす影響—拡散音から成る音場における検討—、日本建築学会近畿支部研究発表会、2011年6月19日、大阪工業技術専門学校(大阪府)
- ④ 星野康、森本政之、佐藤逸人、小田川泰彦、遮音性能と単語了解度の関係、日本音響学会2010年春季研究発表会、2010年3月9日、電気通信大学(東京都)
- ⑤ 小田川泰彦、森本政之、佐藤逸人、病院の診察室における単語了解度の実態、日本音響学会2009年秋季研究発表会、2009年9月16日、日本大学(福島県)
- ⑥ 佐藤逸人、森本政之、ケーススタディによる現状調査(3)病院診察室におけるスピーチプライバシー、日本建築学会室内音響小委員会スピーチプライバシー研究WG活動報告会「スピーチプライバシーをとりまく現状と課題」、2009年6月19日、建築会館(東京都)
- ⑦ 佐藤逸人、森本政之、病院における音声コミュニケーション環境のケーススタディ、日本建築学会2008年度大会、2008年9月19日、広島大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森本 政之 (MORIMOTO MASAYUKI)

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10110800

(2) 研究分担者

佐藤 洋 (SATO HIROSHI)

独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・研究員

研究者番号：10260423

佐藤 逸人 (SATO HAYATO)

神戸大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：30346233

(3) 連携研究者

該当なし