

耳元小型スピーカを用いたマスキング効果の検討 — マスカの到来方向とマスキング効果について —

Investigation of masking effect using small speakers near ears: Incoming direction of masker and masking effect

○磯村明彦¹, 清水虹汰¹, 望月摩耶², 大隅歩³, 伊藤洋一³

*Akihiko Isomura¹, Kota Shimizu¹, Maya Mochizuki², Ayumu Osumi³, Youichi Ito³

Abstract: One of the privacy protection technique in public places, such as the waiting room of a pharmacy, hospital, or clinic, is to introduce a masking noise to the area. However, the problem of this method is that the masking noise raises a noise level in the room. We propose a new method for protecting speech privacy without raising the noise level. In the proposed method, the masking noise is played by small speakers placed around a head of listeners and can protect privacy without raising the noise level in the room.

1. はじめに

病院, 薬局等の待合室においてスピーチプライバシーを保護する一手法として, 医師と患者, 薬剤師と患者間の会話にマスキング音 (マスカ) を付加して, 第三者 (受聴者) に会話の内容を聞き取りにくくさせるものがある^[1]. この手法の最大の問題は, 本来静けさが要求される待合室空間にマスカによる騒音が発生してしまうことである. 筆者らは, この問題を解決する一方法として, 受聴者の耳元に設置した小型スピーカからマスカを再生することにより, 空間全体の静けさを保ちながらスピーチプライバシーを保護する手法を提案している. 本報告では, 耳元に設置した小型スピーカによるマスカの到来方向が, マスキング効果に与える影響について実験的に検討を行っている.

2. 実験方法

Figure 1 は薬局の待合室を想定したマスキング効果評価のための実験装置図で, 8.4 m×10.8 m×3.0 m の建物空間 (8 号館教室) に配置してある. 会話音 (マスキ) 再生用スピーカ SP₁ (pioneer 製 S-A4 SPT) を図のように配置する. 受聴者は SP₁ から 3 m の距離にいるものとし, この位置に被験者に座ってもらう. 被験者の近傍には, Figure 2 のように小型スピーカ SP_R と SP_L (audio-technica 製 AT-SP102) を外耳道入口から 0.05 m の位置に設置してあり, マスカを再生する.

マスキング効果の評価のために, 単語了解度試験を行った. 実験は, SP₁ より単語音声^[2] (音声親密度 5.5 以上, 4 モーラ) を 20 問再生し, 同時に SP_R と SP_L よりホワイトノイズ (20 Hz~20 kHz) を再生して, 聞こえた単語を書き取ってもらう. 被験者には, 薬局などの待合室で順番を待っている状況を想定し, 自然と

耳に入ってくる単語を聴き取ってもらうようにした. 単語音声のレベルは, 薬局カウンターでの会話を考慮し, 被験者の耳元で 55 dBA に調整した^[3]. また, マスカのレベルは被験者耳元で 55, 60, 65 dBA として, Figure 2 のどの配置から再生した場合も聞こえ方が同じになるようイコライジングしてある. さらに試験終了後, 印象評価試験を行った. 被験者は, 20 歳代の男女 12 名である.

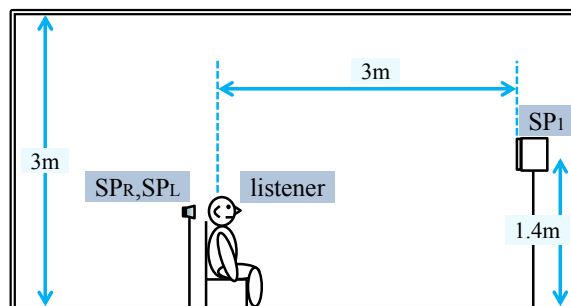


Figure 1. Schematic view

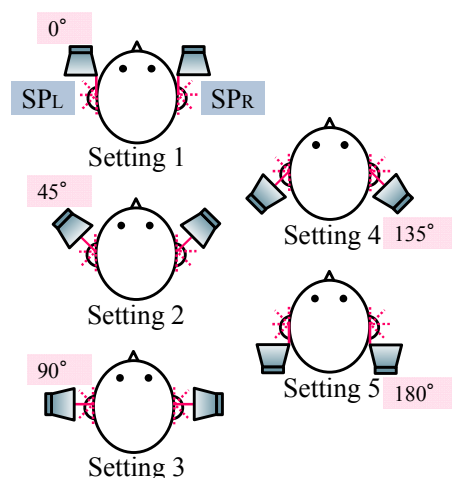


Figure 2. Layout drawing of small speakers

3. 実験結果

3-1. 単語了解度試験

Figure 3 に、各スピーカの配置および各マスカレベルにおける単語了解度を示す。スピーカ配置の違いによって単語了解度に差があるか否かを調べるため、フリードマンの検定を行った。なお、12 名の被験者のうち、平均と比較して単語了解度が全体的に大きかった 1 名と、逆に小さかった 1 名を除いて検定を行った。その結果、全てのマスカレベルにおいてスピーカ配置による単語了解度に 5%水準で差は見られなかった。

マスカレベルが 55 dBA および 60 dBA のときのマスキング効果は、スピーカの配置によらずいずれも低いことが分かる。一方、マスカレベル 65 dBA の場合には、スピーカの配置により多少の差は生じる可能性はあるものの、単語了解度はいずれも約 35%以下であり、マスキング効果が十分に得られている。

3-2. 印象評価

単語了解度試験終了後に、Figure 4 の 4 つの項目に対する印象を 5 段階評価してもらった。Figure 5 は印象評価試験中の「音量の不快感」に関する評価結果を示している。横軸は各スピーカの配置、縦軸は「どちらでもない」に対して「ある」寄りの評価を選択した被験者の人数を示す。図より、マスカレベルが 65 dBA の場合は、いずれのスピーカ配置の場合も被験者のほとんどが不快感を示している。一方、55 dBA と 60 dBA の場合は、Setting 3 と Setting 4 でより多数の人が不快感を示している。今回は「音量の不快感」という言葉のみを提示して自由に評価してもらったが、耳元付近に形成される音像に対する印象や、耳元と鼓膜における音圧レベルの関係がスピーカの配置方法により異なっている可能性があるなど、様々な要因が考えられる。

4. おわりに

受聴者の耳元に設置した小型スピーカからマスクを再生した場合の、マスク（ホワイトノイズ）の到来方向によるマスキング効果およびその際の印象について実験的に検討を行った。その結果、マスカレベルが 55 dBA の場合、マスカレベルを約 10 dB 高くすることで、受聴者の頭部が多少移動して向きが変化しても、十分なマスキング効果を得られることが分かった。しかし、マスクがホワイトノイズであったため、ほとんどの被験者が不快感を示す結果になった。今後、実用に適したスピーカの配置、マスクの種類、およびその際の印象についても詳細に検討していきたい。

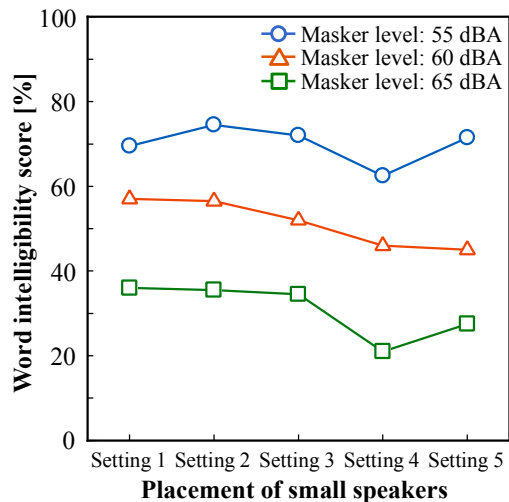


Figure 3. Word intelligibility score

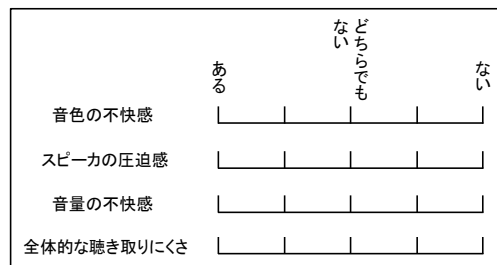


Figure 4. Questionnaire for masker

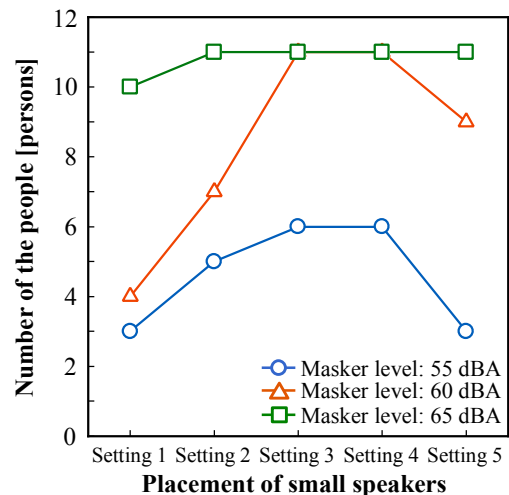


Figure 5. Discomfort rate caused by masker level

5. 参考文献

[1] 藤原舞他：「電気音響的手法による制御と実施例」, 第 72 回音シンポジウム, pp. 28-37, 2013.
 [2] 天野成昭他：「NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第 1 期 第 1 巻単語親密度」, 三省堂, 1999.
 [3] 星和磨他：「調剤薬局におけるスピーチプライバシーの実態 - その 2 - 」, 日本大学理工学部理工学研究所研究ジャーナル, No.130, pp. 19-23, 2013.