

会議音声下における作業環境改善のための マスキング音の検討

☆中島綾香, 荒井隆行 (上智大)

1 はじめに

オフィスや図書館などの静かな空間で作業をする際、近くで行われる会話に集中を乱されてしまう場合がある。この状況を改善するために、雑音や加工した音声などのマスキング音を流し、会話による妨害感を低下させるサウンドマスキングシステムが普及し始めている。しかし、会話をマスクするため音の大きい雑音や加工音声を流すことでうるささが増し、マスキング自体が作業者の妨げとなり得ることが指摘されている[1]。先行研究[2]では、作業者の妨害感の低下のため、会話の了解度とマスキングの喧騒感の両者が最も低くなるようにマスキングレベルを設定する方法を提案した。また、先行研究[3]では、うるささの低減を目的として、BGMやピンクノイズをマスキングとしたときの作業成績や心理的印象の差異を調査した。これらの研究は、サウンドマスキングシステムを導入するには適切なマスキングレベルの設定と喧騒感の低いマスキングの選択が重要であることを指摘している。

本研究では、参加者4名の会議が2つ行われている環境で単純な計算作業を行うという状況を想定し、作業者にとって最適なマスキング音の検討を行った。従来の研究で用いられることの多いピンクノイズ[2,3,4]だけでなく、一般に心地良いとされる自然音や、マス

キング効果が高いと報告されている音声マスキング[5]を採用し、単純計算の正答数と音環境に対する主観評価を調査した。さらに、音環境に対する作業者の好みや慣れが主観評価に与える影響について検討を行った。

2 実験

2.1 刺激音

2.1.1 ターゲット

会議音声はコーパス会議音声データベース(RWCP-SP01)から会議 M1, 会議 M2 を使用した。2.2 節で述べる提示条件ごとにランダムに各 1 分間抽出し、2 つの会議音声を同時再生してターゲットとした。2 つの会議音声を同時再生した際に実験参加者の耳の位置で騒音レベル(A 特性)が約 50 dB となるよう調整した。

2.1.2 マスキング

マスキングは Table 1 に示す 7 種類である。自然音マスキング(雨, 川, 滝, 虫)は市販の効果音 CD[5]を使用し、各音源の最初と最後の 10 秒間をカットしたものから 1 分間抽出した。

音声マスキング(日本語, アラビア語)は筑波大言語音声コーパス(UT-ML)から日本語とアラビア語の「北風と太陽」の朗読音声を 2 名ずつ(男女各 1 名)使用し、各朗読音声を 3 分割して順番を並べ替えたものから 1 分間抽出した。

Table 1 マスキングの種類と提示条件

再生音	種類	提示音圧レベル			
		会議音声とマスキング同時再生	マスキングのみ再生	会議音声のみ再生	無音
ターゲット	(男:女) 会議 M1 (3:1) 会議 M2 (2:2)	50 dB		50 dB	
マスキング	ピンクノイズ	60. 55. 50. 45 dB (TMR -10, -5, 0, +5 dB)	50 dB		
	雨				
	川				
	滝				
	虫				
	アラビア語 日本語	50 dB			
条件数 (合計29条件)		22 条件	5 条件	1 条件	1 条件

* Study on improving work environment by masking meeting sounds, by NAKAJIMA, Ayaka, and ARAI, Takayuki (Sophia University).

2.2 提示条件

提示条件は Table 1 に示す 29 条件で 1 回ずつ行った。提示順序はカウンターバランスを考慮し、同じ音圧レベルのマスクの種類がランダムになるように設定した。

2.3 実験環境

実験は防音室にて行い、立体音場システムを実現するため 3 つのスピーカ(GENELEC 8020A), オーディオインタフェース(RME Fireface 800), デジタルミキシングエンジン(YAMAHA DME-24N)を用いた。スピーカの配置を Fig. 1 に示す。

2.4 実験参加者

日本語を母語とする健聴な 20 ~22 歳の大学生 14 名が実験に参加した。健聴であるかどうかは自己申告とした。

2.5 実験手順

参加者は刺激音が 1 分間流れる中で、 $m+n$ ($m, n: 1 \sim 15$ のランダムな整数)の形式で出題される単純な足し算を行った。問題はディスプレイに表示され、解答は USB 接続のテンキーで入力した。

1 条件の計算の終了ごとに刺激音に対する主観評価を行った。主観評価の観点は、(1) 作業がしやすかったか、(2) 計算に集中できたか、(3) 快適だったか、(4) 音全体(会議音声及びマスク)がうるさかったか、(5) マスクが気になったか、(6) 会議音声が気になったか、(7) 会議音声がどのくらい聞こえたか(了解度)の 7 つである。(1)~(6)は 5 段階(1. 全くそう思わない, 2. あまりそう思わない, 3. どちらかといえばそう思う, 4. ややそう思う, 5. 非常にそう思う)で評価し、(7)はスピーチプライバシーの規格[7]を参考に作成した Table 2 に示す 5 段階で評価してもらった。

実験終了後にも次のような質問に対して回答してもらった。質問は、作業中気になった

音は何か(会話, 笑い声, マスカー, キーのタイプ音から複数選択), 普段作業をするときに会話が聞こえる音環境を好むか, 普段作業をするときににぎやかな音環境を好むか, 計算問題になれているか, 実験で疲労したかの 5 つである, 最後の 4 つの質問は 5 段階(1. 全くそう思わない, 2. ややそう思わない, 3. どちらともいえない, 4. ややそう思う, 5. とてもそう思う)で回答してもらった。

3 結果と考察

3.1 計算結果

作業効率への影響を調べるため問題数と正答数について提示音圧レベルごと、マスクの種類ごとに多重比較検定を行ったところ有意な差はみられなかった。

3.2 主観評価における観点間の相関

うるささとマスクの気になり具合の間に有意な正の相関が見られた(Fig. 2, $r=0.56$, $p<0.01$)。しかし、うるささと会議の気になり具合の間に有意な相関は認められなかった($r=0.05$, $p=0.283$)。また、作業のしやすさとうるささの間に有意な負の相関が見られた($r=-0.49$, $p<0.01$)。得られた相関関係より、マスクが気になることがうるささの原因となっていると示唆される。さらに、作業のしやすさとうるささの間に有意な負の相関があることから、マスクの気になり具合を低減させることが作業環境の改善に繋がる可能性を示している。

Table 2 会議音声の聞こえの評価基準

1	会議の声は聞こえてこない
2	声は聞こえるが、単語は聞き取れない
3	単語が聞き取れる時もあるが、会議の内容はわからない
4	部分的に会議の内容が理解できる
5	ほとんどの会議の内容が理解できる

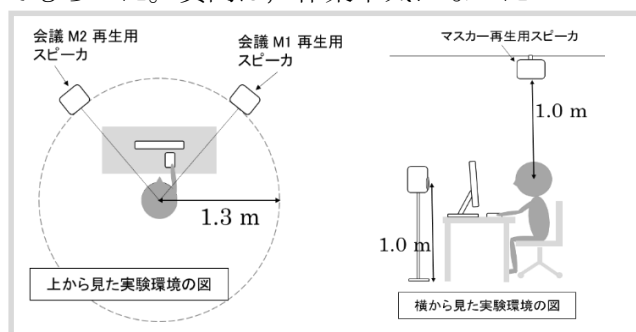


Fig. 1 スピーカの配置

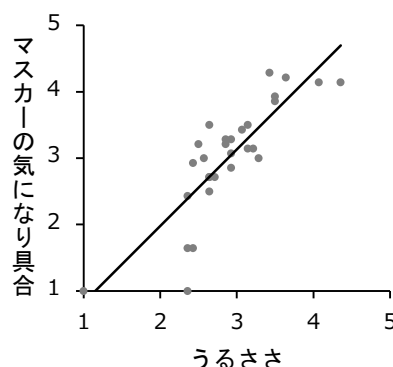


Fig. 2 観点(4)と観点(5)の相関

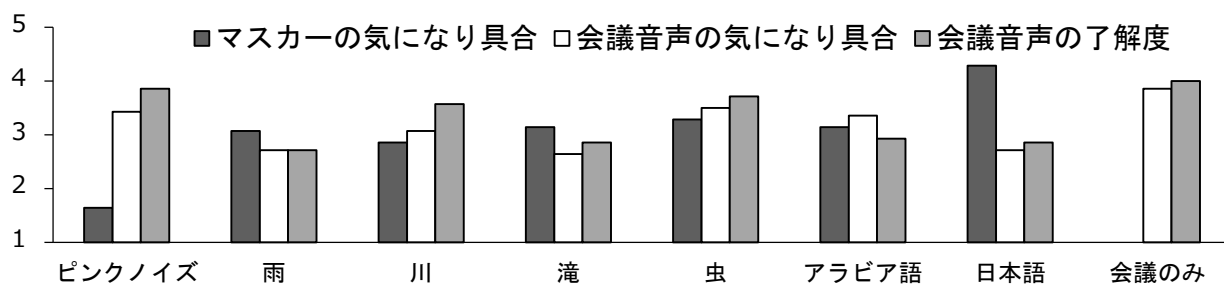


Fig. 3 TMR 0 dB における観点(5)~(7)の評価

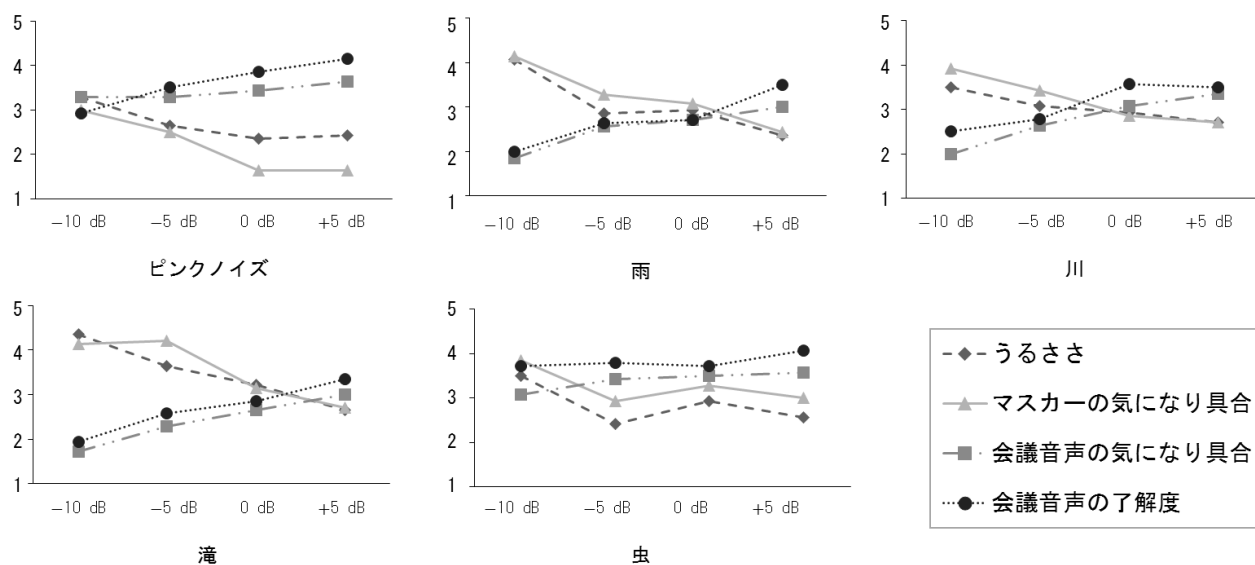


Fig. 4 提示音圧レベルごとの各マスクの観点(4)~(7)の評価

3.3 TMR 0 dB におけるマスクの評価

TMR 0 dB におけるマスクの気になり具合、会議音声の気になり具合と了解度の評価を Fig. 3 に示す。有意水準 5 % の多重比較検定を行った結果、日本語は会議音声のみに比べ、会議音声の気になり具合と了解度が有意に低く、会議音声への意識と了解度を下げる効果が期待される。しかし、同程度の了解度を示した雨・滝に比べ、有意差こそないもののマスクの気になり具合が高く、マスク自体が妨害要因となり得てしまうことが考えられる。また、アラビア語と日本語の間に有意差は認められなかったが、日本語はアラビア語より会議の気になり具合・了解度が低く、マスクの気になり具合が高い。同じ音声マスクでも作業者と言語の関係によりマスクの特性も変わることが分かる。

3.4 提示音圧レベルごとのマスクの評価

提示音圧レベルごとのうるささ、マスクの気になり具合、会議音声の気になり具合、会議音声の了解度の 4 つの観点に対する各マ

スクの評価を Fig. 4 に示す。提示音圧レベルが下がるほど、うるささとマスクの気になり具合は下降するが、反対に会議音声の気になり具合と了解度は上昇するという傾向が見られた。変動の様子はマスクごとに異なっているが、雨と滝はいずれも -10~0 dB において会議音声の気になり具合と了解度がうるささとマスクの気になり具合を上回っており、反対に +5 dB においてはうるささとマスクの気になり具合が会議音声の気になり具合と了解度を上回っている。このように雨と滝は似た傾向を持っていることが分かる。

3.5 作業時に好む音環境による差異

実験終了後の質問にて、「普段作業をするときに会話が聞こえる音環境を好むか」の質問に対し回答が 3 以上の参加者 7 名をグループ A1、回答が 2 以下の参加者 7 名をグループ B1 とし、比較を行った。会議音声と同時再生したときの定常雑音マスク及び自然音マスクの各観点の評価を Fig. 5 に示す。

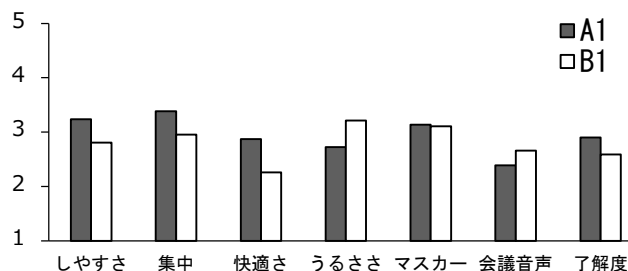


Fig. 5 各観点に対する評価(A1,B1)

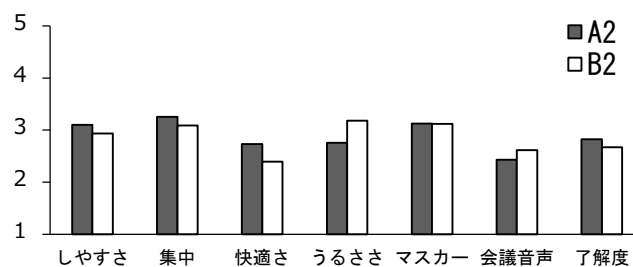


Fig. 6 各観点に対する評価(A2,B2)

独立サンプルの t 検定を行ったところ、A1 は B1 より会議音声の気になり具合が有意に低い ($t(343) = -1.99, p < 0.05$)、会議音声の了解度は有意に高かった ($t(348) = 2.28, p < 0.05$)。

また、「普段作業をするときににぎやかな音環境を好むか」の質問に対し回答が 3 以上の参加者 7 名をグループ A2、回答が 2 以下の参加者 7 名をグループ B2 とし、比較を行った。各観点の評価を Fig.6 に示す。有意差は認められなかったが、A1 と B1 と同様に A2 と B2 の間にも会議音声の気になり具合と了解度の関係が見られた。ただし、A2 と B2 の差は A1 と B1 の差よりも小さいものであった。以上より、会話のある音環境やにぎやかな音環境を好む人は、そうでない人に比べ会話を聞き取っているが意識は逸らされないということが分かる。さらに、今回想定した音環境ではにぎやかさに対する好みや慣れよりも会話に対する好みや慣れの方が評価に影響を及ぼすことが示唆される。

4 まとめ

本研究では複数話者による会話下での作業環境を改善すること目的として、様々な種類や音圧レベルのマスカーを提示した際の作業者の心理的印象と作業成績を調査し、マスキング音の検討を行った。その結果、マスカーの気になり具合の低減や、求められる音環境を踏まえたマスキング音の選択が有効であると考えられる。また、普段の作業時に好む音環境の違いによる比較から、会話のある音環境への好みや慣れが作業者の心理的印象に影響を与えていることが示され、音環境への好みや慣れを考慮したマスキング音の選択が必要であることが分かった。しかし、今回の実験結果からは問題数、正答数、正答率などの客観的な指標に有意な差が認められなかった。タイプミスにより集中が乱れるなどの音環境

以外の要因が正答数に影響を与えたことや、単純計算問題という作業自体が音環境に左右されにくいものであるということが有意な差が得られなかった原因として考えられる。心理的印象だけでなく作業効率への影響も考慮したマスキング音の検討を行うために、作業内容や方法を設定することが今後の課題となる。さらに、作業環境改善のためのマスキング音の提案をより具体的にするために、マスカーの音響的特性と心理的印象の関係を追究することが今後の課題となる。

謝辞

立体音場システムの実現にあたり多くのご協力を頂いた国立障害者リハビリテーション研究所流動研究員の安啓一さんに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 佐藤洋, 清水寧, 日本音響学会誌, 64(8), 475-480, 2008.
- [2] 渡曾健, 藤原舞, 清水寧, 音講論, 1137-1140, 2013.9.
- [3] 為末隆弘, 山口静馬, 佐伯徹郎, 加藤祐一, 日本音響学会誌, 61(7), pp, 365-370, 2005.
- [4] 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 老松建成, 電子情報通信学会論文誌 A, J86-A(2), 187-191, 2003.
- [5] 清水寧, 藤原舞, 音講論, 1071-1074, 2009.3.
- [6] 『決定版 効果音全集』, ビクターエンタテインメント, 1993.
- [7] ASTM E1130-02e1, 2002.