

雑音・残響環境下における音声明瞭度改善のための  
定常部抑圧処理の評価  
— 4チャンネル残響音場におけるバイノーラル受聴の場合 —\*

◎吉田航, 程島奈緒, 荒井隆行 (上智大・理工)

## 1 はじめに

室内空間において, 残響による overlap-masking の影響が聴取の妨げとなる [1]. この影響を軽減する前処理として, 荒井らは定常部抑圧処理を提案した [2]. 先行研究 [3,4] では, 残響が付加された環境下 (残響環境下) や, 雑音と残響の両方が付加された環境下 (雑音・残響環境下) においてヘッドホンによる diotic 受聴で聴取実験を行った. その結果, 処理により明瞭度が改善された. しかし, 公共空間で実際に音声を受聴する際は binaural 受聴であり, diotic 受聴に比べて明瞭度が高くなる [5].

そこで本研究は雑音と残響が付加された binaural 受聴環境下で単音節明瞭度試験を行い, 定常部抑圧処理の効果を調査した. 聴取実験では残響時間と雑音の騒音レベルを2条件ずつ用い, どの程度の残響や雑音が付加された環境下で処理の効果があるか調査した. また, 先行研究 [2-4] の結果と比較するため, 残響のみ付加された環境も聴取実験で用いた.

## 2 実験

### 2.1 実験音場

実験は防音室で行った (Fig. 1). 各スピーカーは受聴位置を中心に 1.3 m の位置に設置した. また直接音の提示レベルは聴取者の耳元で等価騒音レベル 60.0 dBA (時定数: Fast) とした. 残響はマルチチャンネルデジタルリバーブ (Roland RSS-303) を用いて付加させ, スピーカ①~④から提示した. 残響時間は 0.3 s (RT0), 1.2 s (RT1) とした. 雑音は公共空間での人の話し声や足音を想定して NOISEX-92 からバブルノイズを用い, 残響を付加させずスピーカ⑤から提示した. 雑音の提示レベルは聴取者の耳元で等価騒音レベル 50.0 dBA (N50), 60.0 dBA (N60) とした.

Table 1 雑音と残響の組み合わせ

	with Reverb.	
with Noise	RT1_N60	RT0_N60
	RT1_N50	RT0_N50
w/o Noise	RT1_N0	

本実験で用いた雑音と残響の組み合わせを Table 1 に示す. ここで, 例えば残響時間 1.2 s の残響と騒音レベル 60 dBA の雑音が付加された音場は RT1\_N60 と表わす. また, RT1\_N0 は RT1 のみ付加させた音場である.

### 2.2 刺激

原音声は, 先行研究 [3,4] と同様, ATR 研究用日本語音声データベースより日本語の単音節の子音-母音 (CV) をターゲットとし, キャリアセンテンス「題目としては\_\_といひます」に挿入して作成したものを用いた. ターゲットの V として /a/, C として 14 種類の子音を用いた. それらの原音声と定常部抑圧処理 (定常部の振幅を原音声の 40% に抑圧) を施した音声を刺激音とした.

### 2.3 実験手順

本番前に練習を 6 回行った. 実験では各試行において刺激音を一度だけ提示した後に, PC の画面上に選択肢を平仮名で提示し, 参加者はその中から聞こえたと思うターゲット一つをマウスでクリックして回答した. 刺激は原音声と処理音声の 28 刺激を 1 セットとし, セット内でランダムに提示した. 全 5 セットに対し, その順序は RT1\_N60, RT1\_N50, RT1\_N0, RT0\_N60, RT0\_N50 とした.

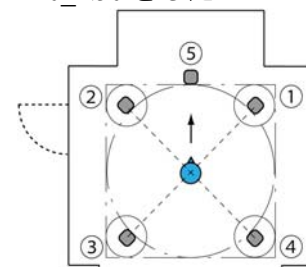


Fig. 1 実験音場の見取り図

\* Evaluation of steady-state suppression for improving speech intelligibility in noisy and reverberant environments in the case of binaural hearing in 4-channel reverberant fields, by Wataru YOSHIDA, Nao HODOSHIMA and Takayuki ARAI (Sophia Univ.).

## 2.4 参加者

参加者は日本語を母語とする 18~24 歳の若年者 20 名(男性 9 名,女性 11 名)であった。

## 3 結果・考察

### 3.1 実験結果

全雑音・残響条件におけるターゲットの正答率の平均を Fig. 2 に示す。雑音が付加されない条件を除いた, 処理 2 条件, 残響 2 条件, 雑音 2 条件に関して分散分析を行った。その結果, 残響と雑音の主効果は有意 (共に  $p < 0.01$ ) であり, 残響や雑音が付加されることで明瞭度は低下することが示された。また, 残響と雑音の交互作用も有意 ( $p < 0.01$ ) であり, 雑音のレベルや残響時間によって, 明瞭度低下の度合いが異なることが示された。本研究では処理の主効果は示されなかった。

また, RT1 が付加された環境下での処理の効果を調べるため  $t$  検定を行った。その結果, 残響環境下で処理の効果は有意 ( $p < 0.01$ ) であり, 処理を施すことで明瞭度が改善されることが示された。

### 3.2 考察

本研究では残響環境下において処理により正答率は約 12 % 増加したが, これは先行研究[3,4]より高かった。これより binaural 受聴環境下での処理による明瞭度改善の有効性が確認された。

雑音・残響環境下において binaural 受聴での処理による明瞭度の改善は有効でなかった。要因として, 雑音によるターゲットのマスクング量が多かったためと考えられる。先行研究[4]と本研究を比較すると, 条件として抑圧率が異なる ([4]では抑圧率 60%)。このため

抑圧された定常部が雑音によってよりマスクされたと考えられる。雑音・残響環境下において, 雑音や残響の条件に加え定常部の振幅の抑圧率も処理の効果に影響することが示唆された。

残響条件間の正答率を比較すると, RT1 より RT0 の方が高い。これは残響による overlap-masking の影響と考えることができる。また定常部抑圧処理は残響による overlap-masking の影響を軽減する処理であるため, 残響時間の短い RT0 の条件下では, 処理の効果が得られなかったと考えられる。

雑音条件間の正答率の差を比較すると, RT0 より RT1 の方が小さい。このことから, RT1 ではターゲットにかかる残響によって音声が増強されたと考えられる。佐藤らによれば, 騒音レベルが高い音場では残響による音声の補強効果があると述べている[6]。つまり, 残響時間が長い環境においては, 騒音レベルが増加しても, 正答率が減少する度合いは弱いことがいえる。

## 4 おわりに

本報告の目的は, 雑音と残響が付加された binaural 受聴環境下において, 定常部抑圧処理の効果を検査するものであった。残響環境下(残響時間 1.2 s)では, binaural 受聴での処理による明瞭度改善の有効性が示された。また雑音・残響環境下(直接音と雑音の騒音レベル差が 10 dBA と 0 dBA)では, 有意ではなかったものの処理を施した音声の明瞭度は高かった。これより適切な雑音や残響条件と, それに見合った処理による振幅の抑圧率を設定することで, 雑音・残響環境下でも明瞭度が改善される可能性が示された。

## 謝辞

本研究は上智大学オープン・リサーチ・センターの支援を得た。

## 参考文献

- [1] Bolt and MacDonald, J. Acoust. Soc. Am., 21(6), 577-580, 1949.
- [2] Arai *et al*, Acoust. Sci. Tech., 23(4), 229-232, 2002.
- [3] Hayashi *et al*, Proc. Interspeech, 1741-1744, 2005.
- [4] Hodoshima *et al*, Proc. Interspeech, 1793-1796, 2008.
- [5] Nábělek and Robinson, J. Acoust. Soc. Am., 72(5), 1242-1248, 1982.
- [6] 佐藤 他, 日本建築学会計画系論文集, 484, 1-8, 1996.

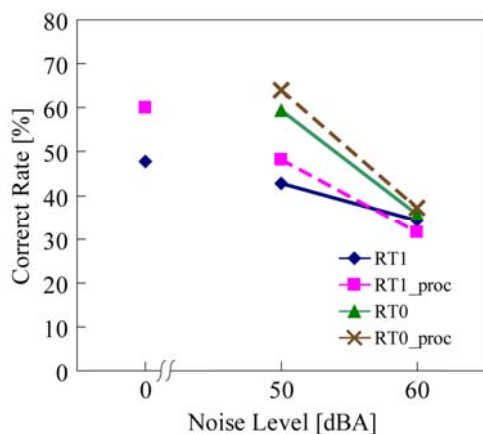


Fig. 2 雑音レベル毎の正答率