

◎林奈帆子, 程島奈緒, 井上豪, △後藤崇公, 田所史礼, 宮内祐介, 荒井隆行 (上智大・理工), 栗栖清浩 (TOA)

1. はじめに

室内で音声を発すると、残響の影響で音声の明瞭度が低下し、聞き取りづらくなる。これは先行する音声区間の残響の尾が後続の音声区間に重なる **overlap-masking** という現象が原因である。そこで荒井らは音声明瞭度の改善を目的とし、定常部抑圧処理を提案した[1,2]。先行実験では残響時間 $T_{60}=0.7\sim 1.3s$ で、防音室内でヘッドフォンを使って刺激を提示し、定常部抑圧処理により 4.4~9.1%の音声明瞭度の改善を得た[3,4]。今回は、定常部抑圧処理の実環境への導入にむけ、電気残響可変システムを付加したホールで聴取実験を行い、実環境での処理の効果を検討した。

2. 定常部抑圧処理

残響環境下において、先行する音声区間のエネルギーが小さければ残響の尾のエネルギーも小さくなるため、**overlap-masking** の影響は減る。定常部抑圧処理は、音声知覚に重要な子音や母音の遷移部のエネルギーはそのまま残し、音声知覚に重要な情報はあまり持たない定常部のエネルギーを抑圧する処理であり、この処理により **overlap-masking** の影響を低減させることができる。今回、定常部と判定された箇所一时间波形の振幅を元の振幅の 40%に抑圧した。

3. 残響条件

今回の実験は XEBEC ホール (神戸) で行った。このホールは電氣的に残響条件 (反射音の

遅延時間や直接音と反射音の音圧比等) を変化させることができる。本実験では残響条件設定の際の明瞭度指標として、直接音のエネルギー対全エネルギー比である D 値 (*Deutlichkeit*) を用いた。明瞭度指標としては残響時間なども考えられるが、どんなに残響時間が長くても直接音が強ければ音声明瞭度は高く、逆に残響時間が短くても直接音が弱ければ明瞭度は低い。また、XEBEC ホールの音響システム上直接音と反射音の音圧比が可変であることも受け、本実験での明瞭度指標は D 値を採用した。本実験で使った D 値は、測定したインパルス応答をオクターブバンドパスフィルタで帯域分けし、中心周波数 500, 1000, 2000Hz の帯域から求めた D 値の平均をとった。

4. 実験の手順

ターゲットとなる 14 種類の単音節 CV をキャリアセンテンスの中にいれたものを原音声とした。それらを被験者に提示し、ターゲットを書き取らせた。刺激は、原音声全体に定常部抑圧処理を施したもの (**proc**) と、処理を施さないもの (**org**) の 2 種類とした。被験者は 20, 30 代の健聴な男女 31 名であった。実験は各残響条件において 28 刺激 (14 単音節×処理 2 種類) をランダムに提示し、1 条件終了ごとに残響条件を変えた。残響条件は任意の D 値 7 種類 ($D=24.1, 25.7, 28.0, 29.6, 31.3, 32.7, 33.1\%$) を設定した。

Evaluation of steady-state suppression in a hall with an electrical reverberator: Introducing a pre-processing approach on intelligibility into real acoustic environments.* By Nahoko Hayashi, Nao Hodoshima, Tsuyoshi Inoue, Takahito Goto, Fumihito Tadokoro, Yusuke Miyauchi, Takayuki Arai (Sophia Univ., Japan) and Kiyohiro Kurisu (TOA Co., Japan)

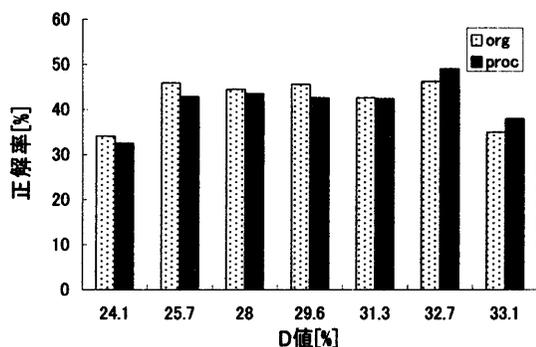


図1. 実験結果

5. 結果

実験結果を図1に示した。orgとprocの正解率にはばらつきがあり、7条件中5条件で、procの正解率がorgの正解率を下回る結果がでた。ただし、統計分析の結果、どの残響条件においてもorgとproc間の正解率に有意差がなかったため、処理が明瞭度を低下させるということにはならない。正解率は全条件において50%以下だったことから、同じ原音声を用いた先行研究[3,4]における実験に比べ、本実験は難易度が高かったことが伺える。

6. 考察

本実験では、定常部抑圧処理の効果は見られなかったが、これは残響条件のD値が低いことに起因していると考えられる。明瞭度が高い室内であれば、orgもprocも正解率は100%に近くなり、処理の効果に有意差はみられなくなる(天井効果)。逆に明瞭度が低い室内であれば、orgもprocもほとんど聞き取ることができず、やはり両者に有意差はみられなくなる(床効果)。本実験では後者に近い条件で行われたと考えられる。図1からわかるように、D値が高い2条件においては処理ありが処理なしの正解率を上回った。結果に有意差は認められなかったが、この事実を受け、本実験よりもD値が高い条件では、処理の効果がでることが期待される。

また図1より、明瞭度指標であるD値と正解率の変化には規則性がみられなかった。特にD=32.7, 33.1%の条件間では、D値が0.4%しか増加していないのに対し、正解率はorgとproc

の平均で8.8%低下した。これより、D値だけでは主観に合った明瞭度を評価することができないことが確認された。D値の他に明瞭度指標として残響時間やSTIなども考えられる。客観的な明瞭度指標と主観的な明瞭度の関係や、各指標のトレードオフを調査する必要がある。

7. まとめ

残響可変システムを利用した実験は、同一の被験者に対しさまざまな残響条件下での実験を行うことができるため、定常部抑圧処理と残響条件の相互関係を調べるのに非常に有益な実験デザインである。本実験では定常部抑圧処理の効果の下限が確認された。よって引き続きD値を上げて実験し、定常部抑圧処理と残響条件の相互関係を調査していく必要がある。

謝辞

本研究は科学研究費補助金(A-2, 16203041)の助成を受け行ったものである。実験に際し、多大にご協力下さった株式会社ジーベックの方々、ならびに聴取実験にご協力下さった被験者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] T. Arai, K. Kinoshita, N. Hodoshima, A. Kusumoto and T. Kitamura, "Effects on suppressing steady-state portions of speech on intelligibility in reverberant environments," *Acoust. Sci. Tech.*, 23(4), 229-232, 2002.
- [2] 荒井隆行, 木下慶介, 程島奈緒, 楠本亜希子, 喜田村朋子, "音声の定常部抑圧処理の残響に対する効果", 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, Vol. 1, pp. 449-450, October 2001.
- [3] N. Hodoshima, T. Inoue, T. Arai, A. Kusumoto and K. Kinoshita, "Suppressing steady-state portions of speech for improving intelligibility in various reverberant environments," *Acoust. Sci. Tech.*, 25(1), 58-60, 2004.
- [4] N. Hodoshima, T. Arai, T. Inoue, K. Kinoshita and A. Kusumoto, "Improving speech intelligibility by steady-state suppression as pre-processing in small to medium sized halls," *Proc. Eurospeech*, 1365-1368, 2003.