

定常部抑圧処理を施した音声の明瞭性について ～残響音場におけるバイノーラル受聴の場合～*

◎久保匡史（上智大），栗栖清浩（TOA），程島奈緒，荒井隆行（上智大）

1 はじめに

公共空間において音声を聞く際、残響が音声に付加されることにより音声明瞭度が低下する。荒井ら[1,2]は、残響環境下における音声明瞭度改善のための前処理として、定常部抑圧処理を提案し、明瞭度改善を示唆する結果を得た。さらに、程島ら[3]は講堂内において測定したインパルス応答を畳み込んだ音声をヘッドホンで参加者に提示する *diotic* 受聴と、同一講堂内にスピーカを設置し、座席に着席した参加者に音声を提示する *dichotic* 受聴の間で、定常部抑圧処理の効果を比較した。その結果、どちらの環境においても定常部抑圧処理により明瞭度が有意に改善し、また *dichotic* 受聴の方が *diotic* 受聴よりも明瞭度が大きく改善した。

先行研究[3]において、受聴環境により定常部抑圧処理の効果に差が出た要因として、頭部伝達関数の影響と、両耳異聴による影響が考えられる。いずれの影響で処理の効果に差が出たのかを調査するため、本実験では無指向性のマイクロホンで測定したインパルス応答を用いた環境を基準として、頭部伝達関数と両耳異聴の影響を段階的に加えて処理の効果の比較を行った。さらに、各受聴環境で残響時間が変わるにつれ処理の効果がどのように変化するかについても調査した。

2 実験

2.1 残響条件

インパルス応答は、上智大学 10 号館講堂内において測定した。測定には HATS(Brüel & Kjaer Type 4100)および無指向性マイクロホン(Earthworks QTC30)を用いた。音源として 12 面体スピーカ(TOA AN-SP1236)を講堂内ステージ中央に設置し、*swept sine* 信号を用いた。各マイクロホンは音源から客席に向かって垂直方向に 9.3 m 離れた座席に設置した。

さらに、インパルス応答の残響時間を変化させ、Table 1 に示すような S1～S9 の全 9 条件を作成した。ここでは先行研究[3]において定常部抑圧処理の効果に差が出た要因を調査するため、次のように受聴環境を設定した。S1～S3 は、無指向性のマイクロホンで測定したインパルス応答を用いる環境(Omni.)である。S4～S6 は、頭部伝達関数の影響を調査するため、HATS の左耳で測定したインパルス応答を両耳に提示する *diotic* 受聴である。S7～S9 は、さらに両耳異聴の影響を調査するため、HATS の左右の耳で測定されたインパルス応答を左右の耳にそれぞれ提示する *dichotic* 受聴である。なお、表の一番左の列は測定したオリジナルのインパルス応答である。

2.2 刺激

刺激音の元となる音声は、先行研究[3]と同じものを用い、ATR 研究用日本語音声データベースより日本語の単音節 CV（子音-母音）をターゲットとし、キャリアセンテンス「題目としては__といます」に挿入したものである。V として/a/, C として/p, t, k, b, d, g, s, ʃ, h, dz, dʒ, tʃ, m, n/の 14 種類を用いた。刺激は、原音声(Org.)と、原音声に定常部抑圧処理（定常部の振幅を原音声の 40%に抑圧）を施したもの(Proc.)を用意し、それぞれにインパルス応答を畳み込んだ。

2.3 実験手順

実験は防音室でコンピュータを用い、刺激の提示はヘッドホン(STAX SR-303)を通して行った。各刺激音を提示した後に画面上に選択肢 CV をかなで表示し、その中から一つを

Table 1 各受聴条件と残響時間[s]

Omni.	1.4 (S1)	1.6 (S2)	1.8 (S3)
HATS, <i>diotic</i>	1.4 (S4)	1.6 (S5)	1.8 (S6)
HATS, <i>dichotic</i>	L: 1.4 R: 1.3 } (S7)	1.6 1.4 } (S8)	1.8 1.6 } (S9)

* Intelligibility of speech by steady-state suppression in the case of binaural hearing in reverberant environments, by KUBO, Tadashi (Sophia University), KURISU, Kiyohiro (TOA), HODOSHIMA, Nao and ARAI, Takayuki (Sophia University).

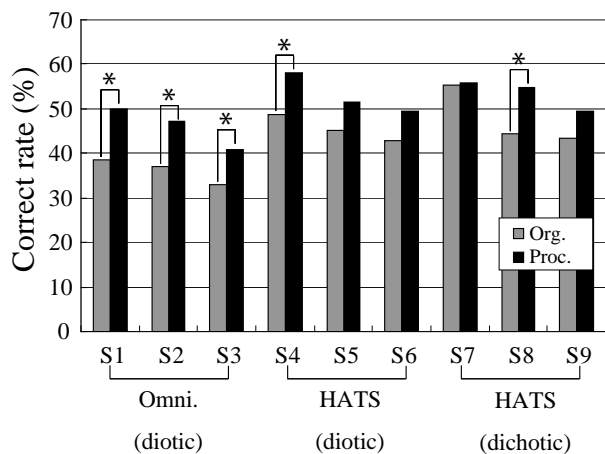


Fig.1 実験結果の平均正解率
(*は有意差有り: $p < 0.05$)

参加者に回答してもらった。全 252 刺激の提示順は、ランダムであった。

2.4 参加者

参加者は日本語を母語とする、20 代 15 名 (男性 4 名, 女性 11 名) であった。

3 結果・考察

各条件下における Proc. と Org. の平均正解率を Fig. 1 に示す。分散分析の結果、残響時間による主効果は有意 ($p < 0.001$) であり、残響時間が長くなるにつれ、正解率は減少することが示された。また、処理による主効果は有意 ($p < 0.001$) であり、本実験においても定常部抑圧処理によって明瞭度が改善されたことが示された。さらに、受聴環境による主効果も有意 ($p < 0.01$) であった。

処理と受聴環境の交互作用を見ると、処理による正解率の改善に有意差は見られなかった ($p > 0.05$)。これは、先行研究 [3] における diotic よりも dichotic の方が処理によって明瞭度が大きく改善するという結果とは異なった。

処理と受聴環境と残響時間の交互作用を見ると、処理による正解率の改善に有意差は見られなかった ($p > 0.05$)。このことから、いずれの受聴環境においても、残響時間が変化しても処理の効果に差は生じなかったといえる。

また、受聴条件に関する下位検定として Sidak の多重比較を行ったところ、Omni. と HATS の diotic 間および Omni. と HATS の dichotic 間では正解率に有意差が見られた ($p < 0.01$) が、HATS の diotic と dichotic の間では正解率に有意差は見られなかった。このことから、両耳異聴による影響よりも、頭部伝

達関数の影響により音声明瞭度が改善したものと考えられる。さらに処理条件に関する t 検定を行ったところ、Fig. 1 の*の付いている条件下では Org. と Proc. の間で正解率に有意差が見られた ($p < 0.05$)。このことから、無指向性のマイクロホンによるインパルス応答を用いた際には全ての受聴条件下において定常部抑圧処理により音声明瞭度が有意に改善されていることがわかる。一方、HATS によるインパルス応答を用いた際には、全ての条件下で正解率は処理により高くなってはいるものの、有意差が見られたのは S4 と S8 のみであった。

4 おわりに

本論文では、同一測定点において測定された指向性の異なるインパルス応答を畳み込んだ音声を用い、定常部抑圧処理の効果を比較した。実験では無指向性のマイクロホンで測定したインパルス応答を用いた環境を基準として、頭部伝達関数と両耳異聴の影響を段階的に加えて処理の効果を比較し、さらに残響時間を変化させて比較を行った。結果として、受聴環境および残響時間の変化による処理の効果の差は見られなかった。また、無指向性マイクロホンで測定したインパルス応答では、どの残響時間でも正解率が有意に改善したが、HATS を用いて測定したインパルス応答では、最も残響時間が長い時には正解率に有意差が見られなかった。

今回の実験では、頭部伝達関数の影響や、dichotic 受聴による影響では定常部抑圧処理により明瞭度が大きく改善するわけでないという結果になった。今後は指向性のある音源を用いて測定したインパルス応答で実験を行い、音源の指向性と処理の効果の関係についても調査していきたい。

謝辞

本研究は、上智大学オープンリサーチ・センターの助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 荒井隆行 他, 音講論 (秋), 1, 449-450, 2001.
- [2] Arai *et al.*, Acoust. Sci. Tech., 23, 229-232, 2002.
- [3] Hodoshima *et al.*, Acoust. Sci. Tech., 26(2), 212-214, 2005.