

# 発話スタイル・速度が残響環境下で高齢者の音声知覚に与える影響\*

程島奈緒, 荒井隆行 (上智大), 栗栖清浩 (TOA)

## 1 はじめに

残響・雑音下では, 高齢者の方が若年健聴者よりも音声明瞭度が低下する<sup>[1]</sup>。高齢者人口が急増している現在, 公共空間で残響や雑音を軽減して的確な音声伝達を行う必要性は増加している。

残響・雑音下で音声明瞭度を改善する方法には, 建築音響・電気音響的手法<sup>[2-4]</sup>に加え, 発話を明瞭にすることや, 発話速度(話速)を遅くすることがあげられる。明瞭な発話は, 通常の話速に比べ残響・雑音下で聴覚障害者の単語理解度が上昇する<sup>[5,6]</sup>。また, 話速を遅くした音声は, 通常の話速の音声に比べ, 雑音下で高齢者の単語理解度が上昇する<sup>[7]</sup>。しかし, 残響下で高齢者に対する発話スタイルや話速の検討はほとんどなされていない。

本研究の目的は, 残響下で高齢者に聞きとりやすい音声の検討である。本報告では残響下で発話者, 発話スタイル, 話速が高齢者の音声知覚に与える影響を調べた。

## 2 聴取実験

### 2.1 参加者

参加者は, 日本語を母語とする高齢者 21 名(男性 6 名, 女性 15 名, 平均年齢 74 才)であった。Table 1 に参加者の両耳の平均気導聴力レベルを示す。なお, 参加者は補聴器等の機器を装着していない。

### 2.2 刺激

ターゲットとして, 子音/p, t, k, b, d, g, s, ʃ, h, z, ʒ, m, n/, 母音/a, i/から日本語の音素配列に従う 2 モーラの無意味単語 20 種類を使用した。それをキャリアセンテンス「今から聞こえてくるのは・・です」に挿入したものを原音声とした。各原音声に対し, 発話訓練経験

Table 1 参加者の平均聴力レベル(気導)

周波数(Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
dBHL	27	24	23	25	30	36	60

のある 4 名(男女 2 名ずつ, 訓練話者 T1-4, 平均年齢 28 才), 発話訓練経験のない 3 名(男性 1 名, 女性 2 名, 非訓練話者 T5-7, 平均年齢 23 才)が, 通常の話速(N)と明瞭な発話(CL)を, 話速を変えずに発話をした(平均話速は 5.9 モーラ/秒)。訓練話者は, アナウンススクールに 1 年間以上在籍, もしくは放送局でアナウンサーをしている者であった。発話者に構音障害はなかった。録音は防音室でマイクロフォン(SONY, ECM-MS967)を用い, 標本化周波数 16k Hz で DAT(SONY, TDC-D10)に記録した。

話速は, 上記で述べた通常の話速(SR1)と, SR1 の 1.2 倍の話速(SR2)を人工的に作成し, 刺激の一部として用いた。話速の変換は PRAAT で PSOLA 法<sup>[8]</sup>により行った。

残響条件として, 多目的ホールで測定されたインパルス応答(R1, 残響時間 1.1 s)と, R1 の指数包絡を変化させて残響時間を長くしたもの(R2, 残響時間 1.8 s)を使用した。残響時間は, 中心周波数 500 Hz, 1k Hz, 2k Hz の early decay time の平均から計算した。

総刺激数は計 1120 (7 発話者 × 2 発話スタイル × 2 話速 × 2 インパルス応答 × 20 原音声)で, 全刺激に対し A 特性のエネルギーが等しくなるように正規化した。Table 2 に本研究で使用した条件を示す。

### 2.3 手順

実験は参加者ごとに防音室内で行った。刺激はヘッドフォン(STAX SR - 303)から両耳に同じ音を提示し, 提示音圧は参加者ごとに

Table 2 本研究で使用した条件

話者	発話スタイル	話速	残響時間
訓練話者(T1-4)	通常(N)	通常(SR1)	1.1 s(R1)
非訓練話者(T5-7)	明瞭(CL)	遅い(SR2)	1.8 s(R2)

\*The effect of speaking style and rate on speech perception by elderly people in reverberant environments, by HODOSHIMA, Nao, ARAI, Takayuki (Sophia University) and KURISU, Kiyohiro (TOA).

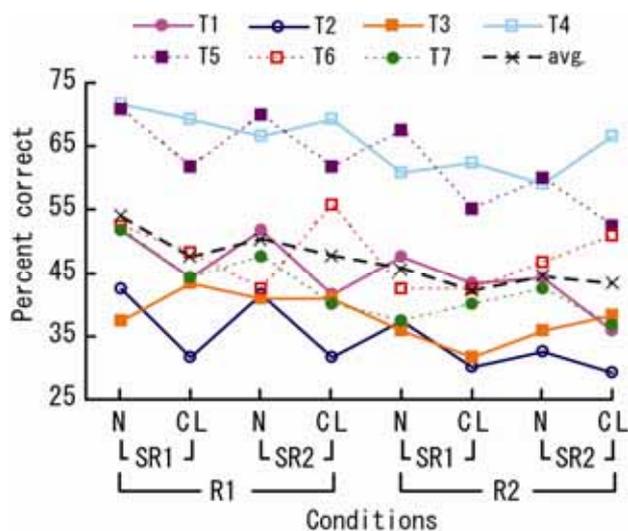


Fig. 1 実験結果 (T1-7: 発話者, avg.: 発話者の平均, N・CL: 発話スタイル, SR1・SR2: 話速, R1・R2: 残響条件)

予め適したレベルに調整した。各試行では刺激を一度提示し、参加者は聞こえたターゲットを選択肢から一つ選ばせ回答用紙に仮名で記入させた。各参加者に対して、2 話者分の計 320 刺激をランダムな順で提示した。

## 2.4 結果

Fig. 1 に結果を示す。話者、発話スタイル、話速、残響に対する分散分析を行ったところ、話者による主効果、発話スタイルによる主効果、残響による主効果、発話スタイルと話者の交互作用が 5%水準で有意であった。下位検定では、T2 と T4, T2 と T5, T3 と T4, T4 と T7 間に 5%水準で有意差がみられた。

## 3 考察

話者によって正解率は異なり、発話訓練の有無、話者の性別によって正解率に差はみられなかった。発話訓練が高齢者の明瞭度を増加させると予想されたが、今回の結果からは支持されなかった。

残響時間が長くなると、明瞭度は低下した (R1: 50.0%, R2: 44.0%)。この傾向は先行研究<sup>[4]</sup>と一致し、残響下では高齢者の方が若年健聴者よりも正解率が低下することが確認できた。

明瞭な発話の方が通常の発話よりも正解率が低下し (N: 48.7%, C: 45.3%)、聴覚障害者に対する残響・雑音下での先行研究<sup>[5,6]</sup>と異なる結果となった。その原因として、残響時間が長い残響下では高齢者に対して明瞭な発話の効果が出にくい可能性や、聴力低下以外の老

人性難聴特有の要素による影響が考えられる。

話速によって正解率の変化はなく (SR1: 47.4%, SR2: 46.5%)、高齢者に対する雑音下での先行研究<sup>[7]</sup>とは異なる結果となった。クリーン環境や雑音下では話速を遅くすることは高齢者にとって一般的に有効だと考えられているが、残響下では単に話速を遅くすると overlap-masking 量が同時に増加する。そのため、話速を遅くしてから定常部抑圧処理を施す<sup>[9]</sup>ような手法によって、残響下での明瞭度改善が期待できる。

## 4 おわりに

今回の結果からは、残響下での高齢者の音声明瞭度は発話者によって異なったが、発話訓練の有無、発話スタイル、話速による差はみられなかった。これは、本研究は先行研究<sup>[5-7]</sup>とは異なり無意味単語を対象にしているため、トップダウンの情報を参加者が利用できないことや、参加者と話者のカウンターバランスに制限があることが考えられる。今後は、音響特性の分析や、高齢者と若年健聴者の結果を比較し、残響下で高齢者に聞きやすい音声に関してさらなる検討が必要である。謝辞

本研究は、科学研究費補助金 (A-2, 16203041) 文部科学省私立大学学術研究化推進事業上智大学オープン・リサーチ・センターの助成を受けて行った。インパルス応答のデータを提供して頂いた東京大学生産技術研究所(当時)の橘先生、上野さん、横山さん、実験にご協力頂いた社団法人千代田区シルバー人材センターに感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Nábělek and Robinson, J. Acoust. Soc. Am., 71(4), 1242-1248, 1982.
- [2] 荒井ら, 音講論(秋), 1, 449-450, 2001.
- [3] Arai et al., Acoust. Sci. Tech., 23(4), 229-232, 2002.
- [4] Hodoshima et al., J. Acoust. Soc. Am., 119(6), 4055-4064, 2006.
- [5] Payton et al., J. Acoust. Soc. Am., 95(3), 1581-1592, 1994.
- [6] Caissie et al., J. Am. Acad. Audiol., 16, 157-171, 2005.
- [7] Sommers, J. Acoust. Soc. Am., 101(4), 2278-2288, 1997.
- [8] Praat Homepage (Version 4.3.04): <http://www.praat.org>.
- [9] Arai et al., Acoust. Sci. Tech., 28(4), 282-285, 2007.