

高齢者に明瞭な拡声音声のための雑音・残響下の発話*

◎程島奈緒（東海大）、荒井隆行（上智大）、栗栖清浩（TOA）

1 はじめに

駅などの公共空間では、雑音や残響により音声案内の聴取が難しいことがある。さらに高齢者は若年者と比べて、雑音・残響下で音声明瞭度が低下する^[1]。高齢者人口は世界的に増加しており、高齢者にも音声案内が明瞭な公共空間の設計は必要となるだろう。

人は周囲の雑音に応じて発話を変化させることがあり（例：Lombard 効果）、雑音下での発話の方が静かな場所での発話に比べて、時間長・インテンシティ・F0・F1・F2 などが増加し、雑音下で若年者の単語理解度が増加する^[2]。我々は残響下でも発話・知覚ともに同様の結果を得ており、残響下での発話の方が静かな場所での発話に比べて、音響的特徴が変化し、残響下で若年者の単語理解度が上昇した^[3,4]。

本研究の目的は、公共空間で明瞭な音声案内を提供することである。本稿は雑音/残響下で発話された音声、雑音/残響下で高齢者に明瞭となるかを調査する。残響下では、発話と聴取の条件〔残響時間（RT）〕が異なる場合に明瞭性は向上するかについても調査した。また、ターゲット語の明瞭度は、ターゲット語だけではなく先行する語句も残響下で発話をした方が明瞭となるかも調査した。

2 聴取実験

2.1 参加者

日本語を母語とする高齢者 32 名（男性 12 名、女性 20 名、年齢 65～85 才）が実験に参加した。参加者の平均気導聴力レベルは 125～1 kHz が 30 dBHL 以下、2, 4kHz が 35 dBHL 以下、8kHz が 55 dBHL であった。

2.2 刺激

信号対雑音比（SNR）と RT 以外は先行研究^[3,4]と基本的に同じである。発話者は東京方言話者 2 名（男女各 1 名、年齢 20, 22 才）である。原音声はキャリア文に挿入された 4 モ

ーラのターゲット語（FW03^[5]より親密度が 2.5～4.0 の 36 単語）である。録音は防音室で行い、発話者は 3 条件〔静か（Q）、白色雑音（N）、残響（R）〕下で原音声を読み上げた。雑音/残響音の付加は Adobe Audition 3.0 を使用しヘッドホン（SENNHEISER, HDA200; dynamic, closed circumaural type）から提示した。R 条件は RT が 3.6 s のインパルス応答である。

刺激は、ターゲットに先行する語句からターゲット語への overlap-masking^[6]量の統制をとるため、発話条件内のターゲット語を共通のターゲット先行フレーズ（キャリア文の前半）とターゲット後続フレーズ（キャリア文の後半）の間に挿入した。キャリア文とターゲット語の組は、Q（キャリア文とターゲット語：Q 条件）、N（キャリア文とターゲット語：N 条件）、R（キャリア文とターゲット語：R 条件）、QR（キャリア文：Q 条件、ターゲット語：R 条件）の 4 種類とした。

聴取実験では、連結した音声に白色雑音の付加/インパルス応答の畳み込みを行い、図 1 横軸に示す 8 条件を用いた（例：Q_N は録音が Q 条件、聴取実験が N 条件を示す）。SNR は 0 dB、インパルス応答は推定した R 条件のインパルス応答の包絡を異なる時定数を持つ包絡に置換して、RT を 1.4 s（R1）と 2.4 s（R2）にした。

2.3 手順

聴取実験は参加者毎に防音室内で行った。各参加者に対して、32 刺激（8 聴取条件×4 単語）をランダムな順でヘッドホン（STAX, SR-303; electrostatic, open circumaural type）から diotic に提示した。

3 結果

図 1 に各条件における平均モーラ正解率を示す。本稿での有意確率は 5% とし、図のデータは発話者の平均を示す。発話者と聴取条件の主効果は有意であった。

* Study on speech production that is intelligible for elderly listeners in noisy/reverberant public spaces, by HODOSHIMA Nao (Tokai University), ARAI Takayuki (Sophia University) and KURISU Kiyohiro (TOA).

N_N は Q_N よりも正解率が有意に高くなった。よって雑音下での発話は静かな場所での発話よりも、雑音下で聞いた時に明瞭度が高くなり、若年者に対する先行研究^[2,4]と一致した結果となった。

R_R2 は Q_R2 よりも正解率が有意に高くなった(R_R1 は Q_R1 よりも1名の発話者の正解率が有意に高くなった)。よって残響音を聞きながら発話することにより、公共空間の音声案内がより明瞭になる可能性が示され、若年者に対する先行研究^[4]と一致した。残響環境が発話と聴取で異なる場合にも明瞭度が上昇したことから、音声案内を録音する際に使用する残響条件は、拡声する公共空間と同じである必要はないことも示された。

残響下の明瞭度は、先行する語句も残響下で発話をした方が明瞭になるのか調査した。Q_R1/R2 と QR_R1/R2 間の正解率に有意差はなく、ターゲット語が Q から R1/R2 に変化してもターゲット語の了解度は有意に改善しない。一方、R_R2 は QR_R2 よりも正解率が有意に高く (R_R1 は QR_R1 よりも1名の発話者で正解率が有意に高く)、ターゲットに先行する語句が Q から R1/R2 に変化するとターゲット語の了解度は向上した。残響下の発話は静かな環境での発話と比べて音響的特徴量が増加する^[3]ため、キャリア文から残響下で発話をした方が overlap-masking 量が減少したと考えられる。

4 結論

高齢者に対する聴取実験より、公共空間で音声案内を拡声する際には、雑音や残響を聞きながら発話をした方が若年者^[4]と同様に明瞭となる可能性が示された。残響下の明瞭度改善は、音声案内を作成する環境と拡声する環境が異なる場合でも得られた。さらに、残響下で明瞭な音声を作成するためには、発話者は主要な単語だけではなく、先行する語句にも注意を払う必要があることが示された。今後は、雑音/残響下の発話の音響的特徴量と明瞭度の対応や、公共空間の利用者に明瞭な音声を伝える発話者の訓練を検討したい。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（若手研究 B,

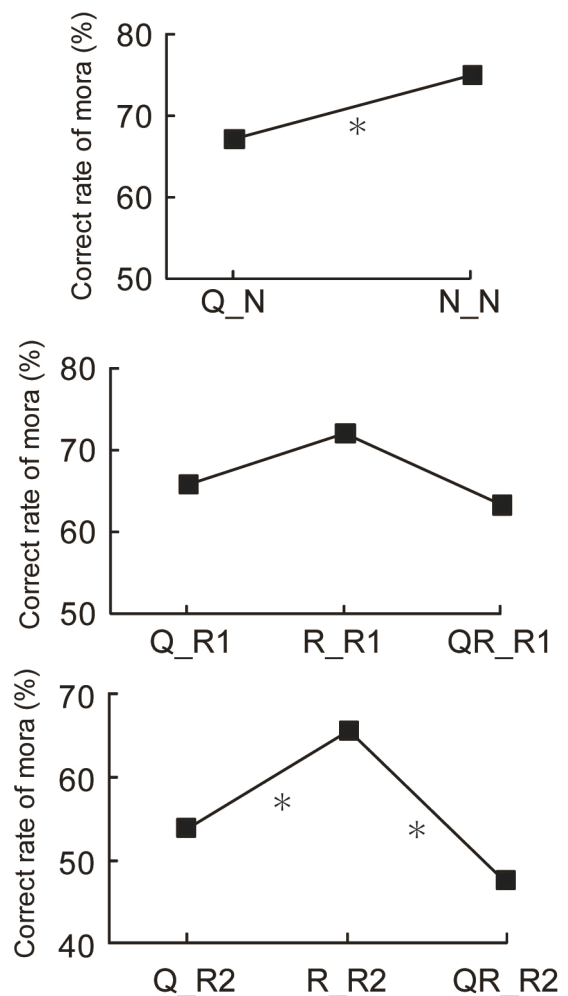


Fig. 1. Mean percent correct of mora in noise (top), reverberation R1 (middle) and reverberation R2 (bottom). Asterisks show significant differences.

21700203), 上智大学オープンリサーチセンター「人間情報科学プロジェクト」の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Nabelek and Robinson, J. Acoust. Soc. Am., 71(4), 1242-1248, 1982.
- [2] Summers *et al.*, J. Acoust. Soc. Am., 84, 917-928, 1988.
- [3] 程島他, 電子情報通信学会技術報告, SP2009-69, 43-48, 2009.
- [4] Hodoshima *et al.*, Proc. ICA, 2010.
- [5] 天野他, “親密度別単語了解度試験用音声データセット 2003 (FW03)”, 音声資源コンソーシアム, 2006.
- [6] Nabelek *et al.*, J. Acoust. Soc. Am., 86, 1259-1265, 1989.