

Lombard効果を応用した残響下の音声明瞭度の改善 — 日本語非母語話者に対する公共空間での音声案内の作成に向けて —*

☆井下田貴子（上智大），程島奈緒（東海大），荒井隆行（上智大）

1 はじめに

近年では国際化に伴い，様々な空間，場面で多言語による拡声音声を耳にする機会が増えた。しかし，それは非常に限定的で，緊急時においては，それらを扱う余裕がないことも多いのが現状である。

公共空間において，雑音や残響により，拡声音声が聞き取りにくいに加え，母語話者よりも非母語話者の方が，音声明瞭度が低下することも知られている[1]。日本における外国人の増加の著しさは周知の事実であるが，それに加え，2008年に文科省が策定した「留学生30万人計画」[2]により，留学生も増加している現状がある。しかし，学内放送をはじめ拡声音声に雑音や残響が付加されることで，彼らが日本語で音声を聞くことは母語話者以上に困難を極めると考えられる。

これまでの研究で，周囲の雑音に応じて話し方を変えることで音響的特徴が変化し（時間長・インテンシティ・基本周波数・第1，第2フォルマント等の増加），静かな環境での発話よりも雑音下の発話の方が雑音下で明瞭になるLombard効果が報告されている[3]。程島ら[4]は，残響下でもLombard効果と類似した効果が発話・知覚ともに同様に現れたこと（以下，残響下でのLombard効果）を報告している。島上ら[5]は母語話者のみならず，英語非母語話者に対しても残響下でのLombard効果により雑音・残響下で単語正解率が上昇したことを報告している。しかし日本語非母語話者に対して検討はされていない。

本研究の最終目的は，日本語非母語話者を対象とした緊急時における拡声音声の開発である。その第一歩として本稿ではLombard効果を応用し，残響下で発話された音声を拡声音声として用いた場合，残響下における日本語非母語話者の単語理解度が上昇するのかを調査した。

2 実験

2.1 参加者

参加者は日本語非母語話者16名（男性5名，女性11名，平均年齢24歳）であった。日本語レベルは，中～超級で，現在日本に滞在し，日常的に日本語によるコミュニケーションを行っている者とした。なお，母語別での分類は，韓国語9名，中国語5名，チェコ語1名，エストニア語1名である。

2.2 刺激

東京方言話者の男性1名(22歳)が録音に参加した。発話者へのインタビューから，聴覚に問題はなく発話に障害もないと判断された。

原音声は56種のターゲット語（親密度が2.5～4.0の4モーラ語）[6]をキャリア文に挿入した文章を使用した。録音は防音室で行った。音声はマイク（SHURE, Beta-53），アンプ（PreSonus, DIGIMAX FS），オーディオインタフェース（RME, Fireface800）を介してコンピュータに録音した。

発話条件はLombard効果のない条件として静かな環境での発話（Q），残響下でのLombard効果と同様の条件として残響音を聞きながらの発話（R）の2種類である。R条件は，マイクに入力された音声にインパルス応答（残響時間は3.6s）をAdobe Audition 3.0で畳み込み，ヘッドホン（SENNHEISER, HDA200; dynamic, closed circumaural type）から数msの遅延時間で発話者に提示した。

Q・R条件で録音した音声にインパルス応答2種類をそれぞれ畳み込んで，計4聴取条件を作成した。インパルス応答の残響時間は2.6sと3.6sであり，前者は後者のインパルス応答（R条件の録音に使用したものと同一）の包絡の時定数を短くして作成した。

2.3 実験手順

実験は参加者ごとに無響室もしくは防音室で行った。刺激はコンピュータにオーディオ

*Lombard effect-based improvement in speech intelligibility in reverberant environments: toward intelligible spoken announcements for non-native speakers of Japanese in public spaces, by IGETA, Takako (Sophia Univ.), HODOSHIMA, Nao (Tokai Univ.) and ARAI, Takayuki (Sophia Univ.).

インタフェース (EDIROL, UA-25EX) を介したヘッドホン (SONY, MDR-Z900) から, Praat で作成したインタフェースを介して提示した。

実験では参加者に振幅を正規化した計 56 刺激 (4 聴取条件×14 単語) をランダムな順番で提示し, 聞こえた通りに回答用紙に記入するよう指示した。刺激の提示音圧レベルは参加者の聞き取りやすいレベルにした。ターゲット語と聴取条件の組み合わせは, 参加者間でカウンタバランスをとった。実験後に, 母語やその他言語背景に関するアンケートを実施した。

3 結果・考察

Fig. 1 に単語正解率の平均を示す。Lombard 効果の有無 (Q, R) と残響時間 (2.6 s, 3.6 s) に対する 2 元配置の分散分析を行ったところ, 正解率は残響時間 2.6 s の方が 3.6 s より有意に高く ($p < 0.01$), 一方 Lombard 効果の主効果と Lombard 効果と残響時間の交互作用は共に有意ではなかった。R 条件の方が Q 条件の正解率よりも正解率が高い参加者は両残響条件で存在したものの, Lombard 効果による正解率の上昇の有無は参加者によって異なった。残響下における日本語での聴取経験に大きな差があることが影響しているとも考えられる。

先行研究[5]では参加者のうち TOEIC 受験者のスコアの中央値は 400 点台であるが, 残響下において Lombard 効果が得られている。本実験とは使用言語や発話者の違いはあるが, 刺激に使用した言語の習得レベルも Lombard 効果が正解率に与える影響に関係している可能性が示された。そこで, 参加者を中～中上級 5 名, 上～超級 11 名に分け, 単語・モーラの正解率を算出した。その結果, 中～中上級では, 単語正解率が 2.6 s で 1.4%, モーラ正解率が 2.6 s, 3.6 s とともに 0.7% で, わずかであったが残響下での Lombard 効果が見られた。しかし, 上～超級ではどの条件においても同様の結果は見られなかった。

4 結論

本稿は日本語非母語話者を対象とした緊急時における拡声音声の開発を目指し, 2 種類の音声刺激を用いて, 残響下における日本語非母語話者の単語了解度試験を行った。その結果, 先行研究[4,5]で得られた残響下での音声明瞭度改善は得られなかった。

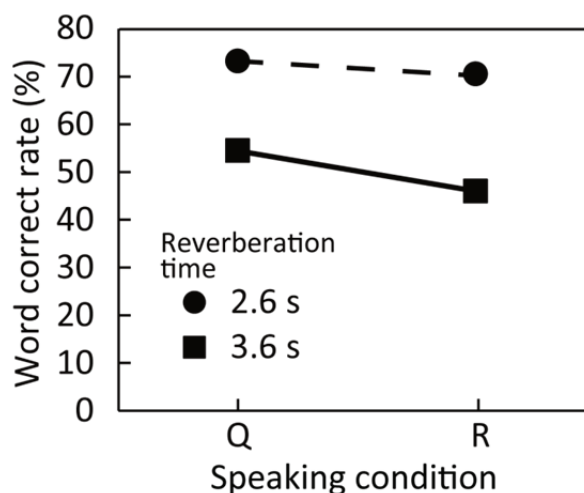


Fig. 1 Results of the listening test in each condition

今後の検討として, 公共空間の雑音を付加した条件を用いて Lombard 効果が音声明瞭度に与える影響を調査し, 雑音・残響下において非母語話者にも明瞭な拡声音声の開発を目指したい。また, 日本語レベルや母語が残響下での Lombard 効果の知覚にどのような影響を与えるのか, 子音の異聴を分析する必要がある。また, 習得レベルによる影響を調べるため, 中～中上級のデータを増やすとともに, 新たに初級レベルのデータ収集も必要となるであろう。

謝辞

本研究は東海大学総合研究機構研究奨励補助計画の補助を受けた。

参考文献

- [1] Tanaka and Nabelek, “English consonant recognition in noise and in reverberation by Japanese and American listeners”, *J. Acoust. Soc. Am.*, 88(2), 663-666, 1990.
- [2] “留学生 30 万人計画” 文部科学省, 2008.
- [3] Lane and Tranel, “The Lombard sign and the role of hearing in speech”, *J. Speech. Lang. Hear. Res.*, 14, 677-709, 1971.
- [4] Hodoshima, Arai and Kurisu, “Intelligibility of speech spoken in noise and reverberation”, *Proc. ICA*, 2010.
- [5] 島上, 乳母, 程島, “英語学習教材開発のためのロンバート効果を応用した雑音・残響下における非母語話者の音声明瞭度”, *音講論 (春)*, 439-440, 2012.
- [6] 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.