

話者の動きの音響情報は実在感を高める

－ 立体音場再生装置を用いた検討 － *

○ 小林まおり^{1,2}, 大石悠貴³, 榎本成悟^{2,4}, 北川智利³

上野佳奈子^{1,2}, 伊勢史郎^{2,5}, 柏野牧夫^{2,3}

(明大¹, JST・CREST², NTT CS 研³, NICT⁴, 京大⁵)

1 はじめに

より自然でリアルなコミュニケーションシステムの実現を目指し、今や相手の存在感や実在感を高める試みが行われている[1]。実在感を高めるために、近年では身体性に関わる情報の付加が有力視されている[2]。本研究では、音響システムにおいて動きに関わる音響情報が実在感に及ぼす影響について、心理学的手法と生理学的手法を用いて検討した。

2 BoSC システム

本研究では、境界音場制御の原理[3]に基づく音場再現システム（以下、BoSC: Boundary Surface Control system）を用いた。

実験で用いた BoSC システムは、原音場を収録するための C80 Fullerene の分子構造を基礎とした BoSC 収録システム (Fig.1a: 80 ch. マイクロホン・アレー) と、収録された音場を再現するための BoSC 再生システム (Fig.1b: 62 ch. スピーカシステムおよび音場再現ルーム) から成る。本システムでは、図 1a のマイクロホン・アレーを境界、アレー内部の空間を再現領域とし、図 1b のドーム構造を持つスピーカ・アレーを用いて音場を再現する。

これまでの評価実験から、水平方向や奥行き方向で高い音場再現精度を有することが示されており[4,5]、また話者の発話方向のような比較的小さな動きの再現も可能であることから[6]、本研究で必要となる高精度な音響情報の再現が期待できる。

3 実験

3.1 実験条件

運動情報有り条件 (dynamic 条件) と無し条件 (static 条件) を設定した。dynamic 条件では話者自身がマイクロホン・アレーの前に立ち、別室にいる対話者と交わした会話を録

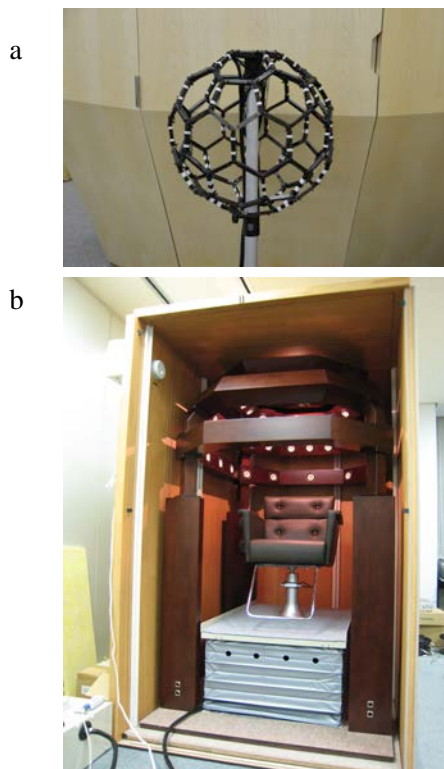


Fig. 1 The BoSC system

音した音声とした。一方、static 条件では、マイクロホン・アレーの前に設置したヘッドアンドトルソシミュレータ (B&K, HATS 4128C) を通じて、dynamic 条件録音時に収録した各話者の声を再生し録音した音声とした。

3.2 手続き

被験者は音場再現ルーム内の椅子に座り、スピーカ・アレーから再生される音声刺激を聴取した。30 s の刺激呈示後、4つの質問項目 (Q1: 人工的な音声か; Q2: 話者がそこにいるように感じられるか; Q3: 話者に好感を抱けるか; Q4: 話者の話に引き込まれたか) に、「とても思う」から「まったく思わない」の6段階で評価するよう被験者に求めた。また、光電式容積脈波 (PPG) および

* The acoustical dynamic cue improves the sense of presence, by KOBAYASHI Maori, OOISHI Yuuki, ENOMOTO Seigo, KITAGAWA Norimichi, UENO Kanako, ISE Shiro and KASHINO Makio (Meiji Univ., JST・CREST, NTT CS Labs. NICT, Kyoto Univ.).

皮膚電気抵抗値 (SCR) 測定のために左手指にセンサーおよび電極を装着した。

話者 8 名についてそれぞれ 2 条件 (dynamic・static) を設定した。1セッション内に両条件の音声刺激をランダムに呈示した。1セッションにつき、話者 8 名×運動条件 (2: dynamic・static) = 16 試行を行い、2セッション計 32 試行を行った。

4 結果

4.1 心理評価実験

実験で得られた評価値をカテゴリー判断の法則に則って尺度値変換し、評価値とした。被験者全員の平均評価値と標準偏差を図 4 に示す。2 要因の分散分析をかけたところ、質問項目の主効果 ($F(3,48)=17.56, p<0.01$)、運動条件の主効果 ($F(1,16)=7.63, p<0.05$)、質問項目×運動条件の交互作用 ($F(3,48)=4.3, p<0.01$) が認められた。質問項目×運動条件の交互作用について多重比較を行ったところ、Q2『話者がそこにいるような気がするか』、および Q3『話者に対して好感を抱けるか』において static 条件に比べて dynamic 条件の場合で有意に評定値が高かった(Q2: $p < 0.01$; Q3: $p < 0.01$)。一方、Q1『人工的な音声か』と Q4『話者の話に引き込まれたか』に関しては条件間の有意差は認められなかった(Q1: $p = 0.51$; Q4: $p = 0.073$)。

4.2 生理実験

脈派 血管の収縮量を見るために、最大値から最小値を引いたものを PPG 値とした。各試行の刺激開始前の 5 s 間の PPG 値の平均値をベースラインとし、そのベースラインから変動値を算出した。その結果、条件間に有意差が認められた ($t(16) = 6.35, p < 0.05$)。

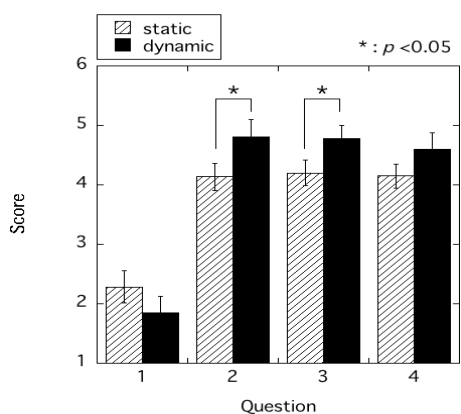


Fig. 2 Results of psychological value

皮膚電気抵抗値 発汗の変化を測定するために、皮膚電気抵抗値を測定した。各試行の刺激開始前 3s 間の平均値をベースラインとし、そこからの変動値を測定した。その結果、static 条件では $82.1\mu\text{S}$ であり、dynamic 条件では $114\mu\text{S}$ となり、条件間の有意差が認められた ($t(16) = 4.77, p < 0.05$)。

5 考察

心理評価実験の実在感に関連する質問項目 Q2 (『話者がそこにいるように感じられるか』) において、static 条件に比べ dynamic 条件で有意に評価値が高かったことから音響条件の違いが対象の実在感の知覚に影響を及ぼすことが示唆された。さらに生理実験から、交感神経系の活動が動きに関する音響情報の違いに影響を受けることが示され、主観的な評価だけでなく、生理的にも被験者は音響条件の影響を受けることが示された。また、心理評価の Q1『音声は人工的なか』では条件間の差が認められず、また実験終了後の内観報告において条件の違い気づいた被験者は皆無であった。このことから、被験者は音の違いを意識しないにもかかわらず、潜在的に動きの情報を捉えている可能性がある。

話者とシミュレータで再生された音声における周波数上の差異を検討するため、マイクロホン・アレー中の 1 ch. で收音した音声に対し、全話者の長時間平均スペクトルを算出し、比較した。その結果、2000 Hz 前後に 10~20 dB 前後の差異が認められた。今後はテレヘッドなどを使用し、動きに関わる音響条件の違いが及ぼす効果について詳細に検討する予定である。

謝辞

本研究は科学技術振興機構 戦略的創造研究推進機構 (CREST) の研究助成を受けた。

参考文献

- [1] Tachi et al., *Proc. IROS2011*, USA, 2011
- [2] Sanchez-Vires et al., *PLoS ONE*, 12, e10381, 2010
- [3] 伊勢, 音響学会誌, 46, 449-457, 1997.
- [4] Enomoto et al., *Proc. ICAD*, 2008.
- [5] 榎本他, 音講論 (秋), 725-726, 2008.
- [6] 池田他, 音講論 (秋), 1415-1416, 2009.