

話し手の音声の ON-OFF・呼吸と聞き手の呼吸との 引き込み現象の分析

7H-5

渡辺 富夫・大久保 雅史・黒田 勉

岡山県立大学情報工学部

1. はじめに

対面コミュニケーションにおいては対話者相互に音声と表情・体動が同期する引き込み現象が存在し、より深い円滑なコミュニケーションに重要な役割を果たしている。この現象のメカニズムの解明は、人間との円滑なインタラクションが不可欠なテレビ会議システムをはじめとする各種コミュニケーションシステムの評価・開発に新たな道を開くものと期待される。著者らは、この対話者相互の引き込み現象を定量化する分析手法を提案し、システム論的にモデル化して、音声入力に対する視覚情報フィードバックシステムを開発し、その有効性を示してきた [1]。さらに対話者の対話時の生理的・情動的側面での引き込み現象に着目し、自律神経活動を反映する心拍間隔変動に基づいて引き込み現象を分析評価し、円滑なインタラクションでは情動まで含めた生理的側面での引き込み現象が生じていることを示唆する事例を得た [2]。

発話時の音声の ON-OFF (バースト・ポーズ) の区切りは呼吸段落区分と呼ばれ、呼吸と密接な関係がある。また呼吸と心拍間隔変動とは、心拍間隔が呼吸には長く、吸気には短くなることが知られており、これらの関係が対話時の心拍間隔変動の引き込み現象の生起に起因していると推定される。武道、カウンセリングにおいても呼吸、間合いが重要視されており、むしろ呼吸の引き込みが重要な役割を果たしていると考えられる。本論文では、対面及び非対面での話し手の音声の ON-OFF・呼吸と聞き手の呼吸との引き込み現象を分析評価し、コミュニケーションにおける呼吸が合うことの重要性を示している。

2. 実験方法

対話者は予め話し手と聞き手が設定され、一方から他方への話の伝達を対象とした。実験は、一対一でテーブルを挟んでまず対面で4分間、次に対話者の視

界を衝立で遮った非対面で4分間を2セット繰り返して行い、マルチテレメータシステム（日本光電 WEB-5000）を用いて対話者相互の心電図波形、胸郭呼吸ピックアップによる呼吸波形を音声波形とともに DAT データレコーダ（TEAC RD-130E）に同時記録した。また同時に対話者の各々の表情を2台のカメラでビデオ編集システム（SONY FXE-100）を用いて画面を2分割して収録した。話し手は学部4年男子学生6人で、聞き手は学部3年男子学生1人である。

3. 分析方法

DAT データレコーダに記録した音声、呼吸、心電図の各波形を 8chA/D コンバータ（SDS Dasbox）で 1,000Hz、12ビットで同時サンプリングし、ワークステーション（SUN SPARC station 20）に格納した。音声については、30ms（データ数30）の平均雑音レベルに 12dB を加えた値を ON と OFF の臨界値として、10ms ごとに 120ms のフィルイン（120ms 以下の OFF を ON に置換する操作）を施し、音声の ON-OFF のデータとした。呼吸については、呼吸による胸郭の伸縮に対応して呼吸では小さく、吸気では大きく検出され、平滑化して 10ms ごとに呼吸データとした。心拍間隔については、1ms の精度で心電図の R 波のピークを検出し、その間隔である R-R 間隔を計測した。その心拍間隔の時系列をスプライン補間して 10ms ごとに心拍間隔データを算出した。これら時系列のデータ間の関係は、以下の相互相関関数 $C(\tau)$ で評価した。

$$C(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{n-\tau} \{x(i+\tau) - \mu_x\} \{y(i) - \mu_y\}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \{x(i) - \mu_x\}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n \{y(i) - \mu_y\}^2}} \quad (1)$$

μ_x, μ_y : x, y の平均値
n: データ数 τ : 時間遅れ

分析対象時間は2分間（データ数 n=12,000）、10ms のずれ時間で最大 5s に設定した。

4. 分析評価

対話時の話し手自身の音声の ON-OFF と呼吸との関係及び呼吸と心拍間隔との関係を図 1 に示す。いずれも負の相関がみられ、呼吸と密接に関係しているのが

わかる。

対面及び非対面での話し手の音声のON-OFFに対する聞き手の呼吸との相互相関関数を図2に示す。対面では非対面に比べて顕著に時間遅れが1秒で負の相関がみられる。また対面及び非対面での同じ話し手と聞き手との呼吸の相互相関関数及び各々の自己相関関数を図3に示す。対面では話し手に対する聞き手の呼吸のずれ時間が0.5秒で正の相関を示し、話し手と聞き手との呼吸の引き込み現象が生じている。また非対面では対面よりも聞き手の自己相関関数が大きく、非対面では聞き手がより自己固有のリズムで呼吸しているのがわかる。これらと同じ傾向が話し手6人中3人にみられた。また話し手の音声のON-OFFがランダムに近い場合には、話し手と聞き手とで呼吸の相関はみられず、対面でも聞き手の自己相関関数が大きかった。これらの結果は、非対面のように、あるいは対面でも対話者相互のインタラクションがとりにくい場合には呼吸が自己固有のリズムに陥りやすく、対面のようにインタラクションがとれている場合には呼吸が互いのリズムに引き込まれることを示すものである。

5. おわりに

本論文では、対面でのコミュニケーションの円滑化の要因として対話者相互の呼吸の引き込み現象に着目し、話し手の音声のON-OFF、呼吸、心拍間隔と聞き手の呼吸、心拍間隔との引き込み現象を分析評価した結果、話し手の音声のON-OFFと呼吸の関係からも、対面コミュニケーションでは対話者相互の呼吸の関係が成立していることを明らかにした。

「息が合う」とか「呼吸が合う」という言葉がお互いの調子がぴったり合うときに用いられるように、正に円滑なコミュニケーションが行われているときには呼吸の引き込み現象が生じているといえる。テレビ会議等で円滑なインタラクションを実現するには、この呼吸の引き込み化を図ることが大切で、システム開発・評価への呼吸の引き込み現象の応用が今後の課題である。

参考文献

- [1] 渡辺富夫: 音声対話システムにおけるヒューマン・インタフェース (引き込みを中心として)、情報処理学会研究報告、96-HI-65, pp.27-32 (1996) .
- [2] 渡辺富夫、大久保雅史、黒田勉: 対面コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析、第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.25-30 (1996) .

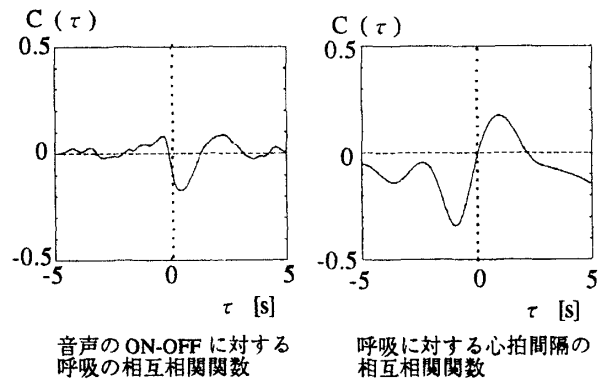


図1 話し手の音声のON-OFF、呼吸、心拍間隔の関係

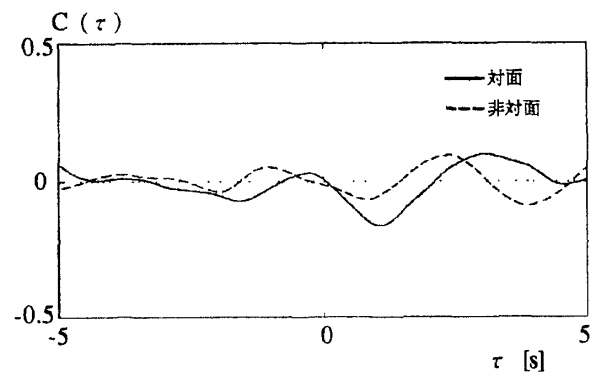
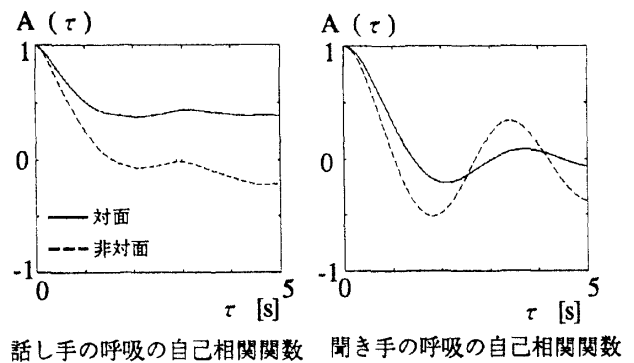
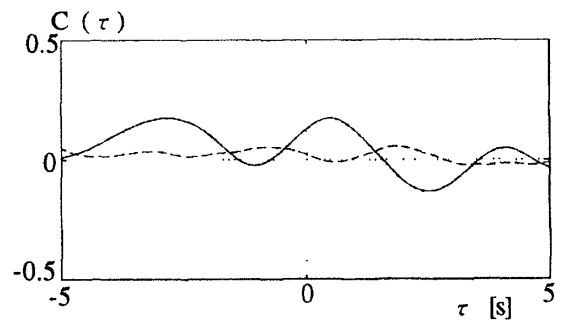


図2 対面及び非対面での話し手の音声のON-OFFに対する聞き手の呼吸の相互相関関数



話し手の呼吸の自己相関関数 聞き手の呼吸の自己相関関数



話し手の呼吸に対する聞き手の呼吸の相互相関関数

図3 対面及び非対面での話し手と聞き手の呼吸の自己相関関数 A(τ) と相互相関関数