

対面コミュニケーション時の共感の形成過程における 身体運動と生理学的指標の分析

○朱谷 知洋(東京工業大学) 権 眞煥(東京工業大学) 井上 祐樹(東京工業大学)

小川 健一郎(東京工業大学) 三宅 美博(東京工業大学)

概要 対話コミュニケーションを考える上でインターパーソナルな現象として身体動作の同調現象が重要である。本研究では対話コミュニケーションのもう一つの側面として身体動作に伴うイントラパーソナルな変化を探るべく、生理学的な指標を分析する。具体的には、対話のプロセスを共感度の高いプロセスと低いプロセスに分けて心拍数の時系列データを計測し、時間一周波数解析を行う。

キーワード: 対話コミュニケーション, 身体同調, 共感, 生理学的指標

1 緒言

対面コミュニケーションの中で我々が日常行っているものに対話がある。対話は人間がコミュニティを形成する上で重要な行為である。対話コミュニケーションを考える上で重要な現象として、従来身体動作の同調現象が研究されてきた。対話コミュニケーションにおける身体動作の同調はコミュニケーションの質と関係があることが多くの研究から示唆されている。

例えば、カウンセリングの対話においては、身体動作の同調が多く見られる場合に、セラピストに対するクライアントからの評価が高いということが報告されている¹⁾。また、身体動作の同調が多く見られた対話は、そうでない対話と比べてより親和的であるとする報告が存在する^{2,3)}。さらに、対面コミュニケーションを共感度の高いプロセスと低いプロセスに分けて、各プロセスにおける身体動作の加速度の時系列データから身体運動の同調度を定量的に分析することにより、対話コミュニケーションにおける共感という心理状態と身体動作の同調現象との関連付けを行った研究がある^{4,5)}。これらの研究は、対話における身体動作の同調現象に関するインターパーソナルなダイナミクスに焦点を当てたものである。

一方、対話コミュニケーションのもう一つの側面として、心拍や自律神経系活動度に代表されるイントラパーソナルなダイナミクスがある。このダイナミクスは人間の心理状態に関連することが、心拍と皮膚温度と感情の関連性を明らかにした研究からわかっている⁶⁾。この研究により、楽しい時や嫌悪している時、驚いている時は心拍数は低く、心拍数が高く皮膚温度が高い時には怒りを、心拍数が高く皮膚温度が低い時には恐怖や悲しみの感情状態にあることが明らかになった。また、心拍変動(R-R間隔)を周波数分析することにより、自立神経活動度を求めることができる。これを利用して、心拍変動によってストレス分析を行った研究⁷⁾や、映像コンテンツ視聴者の感情状態と生理学的指標との関係に関する研究が行われている⁸⁾。これらの研究は人間の心理状態を定量的に分析していると言える。

このような観点から上述の先行研究⁹⁾を見ると、共感度をアンケートという主観的な指標で評価していたという点に課題が残されている。対話コミュニケーション時のイントラパーソナルなダイナミクスを定量的に評価することは、対話コミュニケーションにおける

身体運動の同調度が人間の心理的なレベルにおいてどのように反映されているかを調べる上で重要である。

2 目的と方針

そこで、本研究では対話コミュニケーションのもう一つの側面として身体動作の同調現象に伴うイントラパーソナルなダイナミクスを定量的に評価する。そのため、生理学的な指標として心拍数を用いて、次のような分析を行う。すなわち、先行研究⁹⁾をベースにして、対話コミュニケーションのプロセスを共感度の高いプロセスと低いプロセスに分けて心拍数の時系列データを計測し、時間一周波数解析を行う。そして、同時に計測した身体動作の加速度の時系列データを時間一周波数解析し、二つの解析データを比較する。これにより、主観的に評価された共感度と本研究で計測された心拍数との関係を明らかにすると共に、生理学的指標としての心拍数と身体動作の同調度との関係を定量的に明らかにする。また、対話コミュニケーションにおいて二者の間で共感がどのように形成されるのかについて定量的に明らかにする。

3 方法

本研究では、コミュニケーションの種類として、一方向型のコミュニケーションを想定する。一方向型のコミュニケーションとは、一人の人間がもう一人の人間に一方向的に情報を伝達する対話形式である。この前提の下、実験1として話し手と聞き手が直接対面するダイレクトな対面コミュニケーション(Fig.1)、実験2として話し手と聞き手がモニターを介して対面するリ



Fig. 1: Experimental Environment.

*本研究は未発表である。

モートな対面コミュニケーションを取り扱う。

本実験では、二者のダイレクト、リモート対面コミュニケーション時の身体運動と生理学的指標の変化を分析する。そのため実験装置として加速センサ(WAA-006, ワイヤレステクノロジー社, 日本)(Fig.2)と心拍計(BioHarness, Biopac Systems, Inc., U.S.)(Fig.3)を用いて、頭部運動と心拍を取得する。

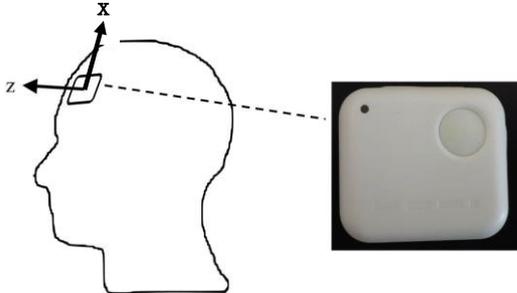


Fig. 2: Acceleration sensor.



Fig. 3: Heart rate meter.

3.1 実験手順

両実験は基本的には同じ手順で行うが、被験者が同じ部屋で対面するか、お互い別の部屋でモニター越しに対面するかの違いがある。以下、実験の手順を説明する。

(1)被験者に実験内容の説明を行う。(2)聞き手は退室し、話し手は説明資料の熟読と説明のための練習を行う。実験者は聞き手として話し手の向かいに着座し、十分な練習がなされたかどうかの確認を行う。(3)練習が終了した後、聞き手を実験室に入室させ、参加者に計測装置を装着させる。(4)実験者は退室し実験を行う。(5)実験終了後、参加者から計測装置を取り外し、話し手を退室させ、聞き手に時間セクション毎の共感度のアンケート評価を行ってもらい、実験を終了する。

3.2 分析方法

計測した加速度データと心拍数データとで同じデータ分析方法を用いる。以下では加速度データを例に取り説明する。

(a) 加速度ノルムの計算

加速度センサにより取得した三軸方向(x, y, z)の加速度の時系列データ($a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$)から加速度ノルム

の時系列データ $a(t)$ を式(1)で計算する。

$$a(t) = \sqrt{a_x^2(t) + a_y^2(t) + a_z^2(t)}. \quad (1)$$

(b) 短時間 Fourier 変換

計算された加速度ノルムの時系列データ $a(t)$ に対して式(2)の短時間 Fourier 変換を行う。

$$F(v, t) = \int_{-\infty}^{\infty} a(t') \omega(t'-t) \exp(-2\pi i vt') dt'. \quad (2)$$

ここで v は周波数であり、 t は窓関数 ω の中心点を示す。窓関数 ω は hamming 窓を用い、その窓幅は 1.28 [sec](サンプリング点 128 点) とする。

(c) 各周波数帯の振幅スペクトルの抽出

本研究では身体動作を一定間隔の周波数ごとに別の動作とみなして定量化し、それぞれにおいて同調分析を行なう。先行研究⁵⁾より、0.5[Hz]毎に区切った周波数帯における振幅スペクトルを身体動作の指標として用いる。

(d) 同調検出

本研究では同調の定量化方法として相互相関的手法を用いる。特に相関の窓幅を対話状態の変化に対応できるほどの小さい時間幅とし、それをずらしながら相関を計算する。具体的には相関の窓(窓幅 1.8[sec])を 0.1 [sec]ごとに最大±0.5 [sec]までずらして相関を計算し、後述する同調判定方法において同調であると判定された場合に二者の身体同調が発生したと定義する。窓幅を上記のように定めた理由としては、人間が同期できる刺激の上限の時間間隔は 1.8 [sec]であり、それを超えると一つのリズムパターンとして認識することが困難になるという報告⁹⁾からである。今回、相関の計算には Spearman の順位相関を用いた。この相関分析は 0.5 [Hz]ごとに分割された身体動作それぞれについて行う。このとき以下の二条件を満たした場合にその時間が同調であると定める：

1. 相関分析の結果が有意な正の相関であること；
2. 相関窓における二人の参加者の身体動作の指標の平均値が共に、母集団の上位 10%に含まれていること。

3.3 心拍の分析

(a) 心拍変動の計算

心拍計により取得した心拍変動(R-R 間隔)の時系列データを作成する(Fig.4,5)。ここで(Fig.4)における PQRST 波の意味はそれぞれ、P 波：心房の興奮時に生じる波形、QRS 波：心室の興奮時に生じる波形、T 波：心室の再分極時に生じる波形、である。

(b)短時間 Fourier 変換

短時間 Fourier 変換により、心拍変動のデータを高周波成分(HF)と低周波成分(LF)に分類する。LF は交感神経と副交感神経の両方の影響を受け、HF は副交感神経の影響を受けることがわかっている¹⁰⁾。それゆえ LF/HF を交感神経活動指標、HF/TO(TO は全体の周波数成分)を副交感神経指標として用いる。

(c)アンケート結果との比較

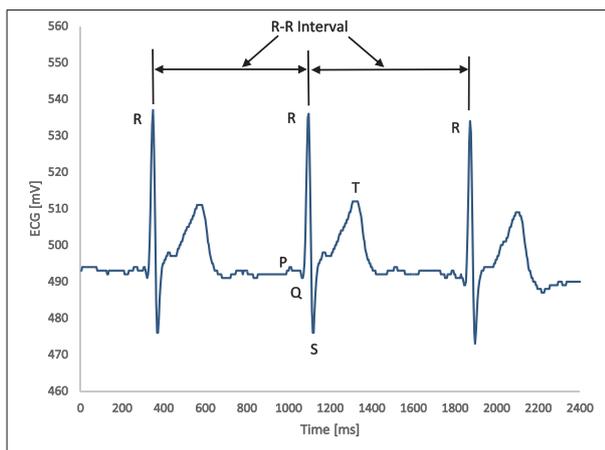


Fig. 5: Heart rate variability.

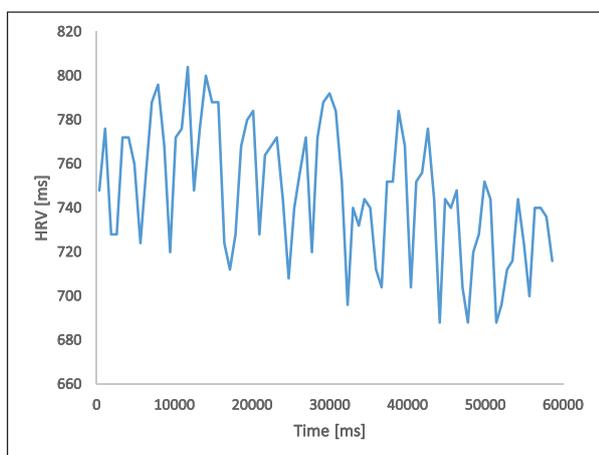


Fig. 6: Sample plot of heart rate variability.

時間セクション毎の共感性に関するアンケート結果と上記の心拍変動のデータを比較し、コミュニケーションにおける共感において生理学的な指標がどのような意味を持つのかを検討する。

4 結言

対話において身体動作の同調時には心拍数も同調する傾向を示し、このことは共感性が高いプロセスにおいて実現することが予想される。また、同調が見られる身体運動の周波数帯のうち低周波数帯(1Hz 付近)は心拍数の周波数と同じ周波数帯に属するので、そのような低周波数帯においてインターパーソナルなダイナミクスとイントラパーソナルなダイナミクスが統合されている可能性が考えられる。

現在、身体動作の加速度と、心拍数を計測するための装置の用意と実験環境が整い、具体的な実験課題を設定した段階である。本公演では、このようにして得られたデータの分析結果を発表する予定である。

参考文献

- 1) 小森, 長岡 : 心理臨床対話におけるクライアントとカウンセラーの身体動作の関係: 映像解析による予備的検討, 認知心理学研究, 8-1, 1/9 (2010)
- 2) E. Keller & W. Tschacher : Prosodic and Gesture Expression

of Interactional Agreement, Verbal and Nonverbal Communication Behaviours, LNAI 4775, 85/98 (2007)

- 3) Paxton & R. Dale : Frame-differencing methods for measuring bodily synchrony in conversation, Behavior Research Methods, Vol. 45(2), 329/343 (2013)
- 4) E. Ono et al. : Relation between synchronization of head movements and degree of understanding on interpersonal communication, Proc. of the 2012 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration(SII2012), 912/915, (2012)
- 5) Y. Inoue et al. : Head motion synchronization in the process of consensus building, Proc. of the 2013 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration(SII2013), 70/75 (2013)
- 6) P. Ekman et al. : Disguises Among Emotions, Science, Vol. 221, 1208/1210 (1983)
- 7) 山口勝機 : 心拍変動による精神負荷ストレスの分析, 志学館大学人間関係学部研究紀要, Vol.31, No.1, 1/10 (2010)
- 8) 坂本清美, 坂下誠司, 山下久仁子, 岡田明 : TV 視聴時のユーザーの感情状態が生理心理計測に及ぼす影響, Panasonic Technical Journal, Vol.59, No.1, 29/34 (2013)
- 9) P. Fraisse : Rhythm and Tempo, In D. Deutsch, editor, The Psychology of Music, Lrlando, FL: Academic Press, 149/180, (1982)
- 10) 貴志浩久 : 生態信号解析プログラムの製作, 浜松職業能力開発短期大学校紀要第 16 号, 31/34, (2008)