

合意形成過程における頭部運動とその同調現象の分析

井上 祐樹^{*1} 小野 永輔^{*1} 権 眞煥^{*1} 本橋 正成^{*1}
猪狩 大輔^{*1} 小川 健一朗^{*1} 三宅 美博^{*1}

Analysis of head motion and its synchrony at the process of consensus building

Yuki Inoue^{*1}, Eisuke Ono^{*1}, Jinhwan Kwon^{*1}, Masanari Motohashi^{*1},
Daisuke Ikari^{*1}, Ken-ichiro Ogawa^{*1} and Yoshihiro Miyake^{*1}

Abstract – Human communication contains not only explicit factor like the meaning of utterance but also implicit factor like body motion. We presumed that body motion synchrony became high along high consensus degree in the process of consensus building and conducted a conversation task to validate this presumption. The present study focused on the positive correlation of head motion as an index of body motion synchrony and questionnaire evaluation as an index of consensus building to analyze the relationship between head motion synchrony and consensus degree. As a result, we observed that significant positive correlation between two participants' head motions. Additionally, the positive correlation coefficient became high along high consensus evaluation. From these results, we suggested that head motion synchrony became high along high consensus degree in the process of consensus building.

Keywords: interpersonal synchrony, face to face communication, head nodding and consensus building

1. はじめに

人間のコミュニケーションには、発話の意味内容のような明示的要素に加えて、身体動作のような暗黙的要素が含まれている。我々はこのようにコミュニケーションを二重的な観点から分析し、その関係性の解明に取り組んできた^[1]。先行研究では、創出的コミュニケーションの一つとして合意形成の対話を取り上げ、暗黙的要素としての発話の応答時間と、明示的要素としての合意度合いとの相互関係の解明を試みた^[2]。結果として、合意の度合いの増大に伴って、応答時間の同調性が示された。しかし、先行研究では身体的側面については分析されてこなかった。ここで、対面コミュニケーションにおける身体同調現象はコミュニケーションにおけるポジティブな効果と関係を持つことが示唆されている^{[3][4]}。したがって、対話において身体動作が重要な意味を持っていると考えることは合理的である。

そこで本研究では、対話における合意が高まるにつれて、身体動作の同調性が高まると仮定し、それを検証することを目的とする。研究の方針として、合意形成の対話課題を設定し、合意の度合いの分析を行う。その際の身体動作の指標としては、うなずきを含む頭部運動を対象とする。うなずきには様々な機能があるとされており、例えば対面会話におけるうなずきはコミュニケーションの相互作用的過程をうまく処理することや、うなずきの同時発生時には話者にポジティブな効果が起こるとの報

告がなされている^{[5][6]}。したがって、うなずきが合意の度合いを反映する身体的指標になることが予測される。

2. 方法

2.1 合意形成課題

本研究では合意形成の対話を分析するために、対話課題を設定した。課題内容は、吉田らの先行研究を参考とした^[2]。具体的には、「賃貸マンションの一室の月額家賃を推測する課題」を用いた。二人の実験参加者にはそれぞれ共通の資料 A、B が渡された。資料 A には家賃推測の対象となっている賃貸物件の所在階数、面積、間取りなどの諸情報が掲載されていた。ただし家賃記載はない。一方、資料 B には問題となる物件の近隣の、ある物件の諸情報が掲載されていた。資料 B は家賃情報を含んでいるため、課題として設定された資料 A の家賃を推測できる。本課題はこれらの資料を元に二人で一つの金額を検討し提示するという課題であった。

2.2 実験参加者

実験参加者は 20 代の男性二人のペアであった。吉田らの報告に従って、会話の促進を図るために、全ての実験参加者のペアは年齢差 5 歳以内、同学年、同性、同国籍で、日本語が母国語でありそれぞれお互い既知でためらいなく話せる関係の組み合わせとして統一した^[2]。

2.3 実験環境

実験環境は次の通りであった。対話が行われた場所は個室であり、対話の際には実験者は退出し、室内には実験参加者のみが残された。実験参加者はテーブルを介して約 2m 離れた椅子に座り、対話課題の資料は紙面をめぐらなくとも一覧できるようにテーブルの上の書見台に

*1: 東京工業大学 大学院総合理工学研究科

*1: Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering,
Tokyo Institute of Technology

て固定し、提示した。明るさ、騒音、温度、湿度に関しては会話に適した環境であった。データ計測のために、実験参加者が向かいあっている方向と垂直方向、約 5m の位置にビデオカメラ(Xacti, SANYO 社製)を設置し映像・音声を記録した。また、頭部運動の計測のために実験参加者それぞれの額に加速度センサ(ワイヤレステクノロジー社製、サンプリング周波数: 100Hz) をゴムバンドで装着し、頭部の加速度を計測した。

2.4 実験手順

実験参加者が実験室内で着席し準備ができた後、実験者が課題内容とルールを説明し、実験への参加の同意を得た。同意を得た後、再び実験内容の理解を確認した。実験者が記録を開始し、部屋から退出した時点で、実験参加者は対話を開始した。意見がまとまり対話が終了したとき、実験参加者は呼び鈴にて実験者を呼び出し、合意形成課題の手順は終了した。

2.5 合意形成過程の評価

実験終了後、対話者ではない複数名の第三者により、対話の評価が行われた。第三者は録音された音声を聞きながら、アンケート記入方式による対話の評価を行った。評価されたのは対話における合意の度合いで、1 (非常に低い) から 5 (非常に高い) の間で評価された。3 (どちらでもない) はニュートラルな状態を表し、対話開始時の合意度は 3 であると教示された。また、より詳細な合意度の変化を計測するために、図 1 に示すように、小目盛りが振られた。評価は 1 分ごとに行われ、実験者が 1 分ごとに音声を停止し、アンケートの記入を指示した。また、評価は一度対話全体の音声を聞き、対話の内容を理解した後に行われたが、精査のために希望があれば何度でも聞き直してよいとされた。今回は 3 名の評価者によって評価され、平均したものが合意度として使用された。

2.6 加速度センサによる頭部運動の計測と分析

額に装着した加速度センサにより、頭部の加速度を記録した。加速度センサは図 2 のように装着された。齊賀らの報告⁷⁾を参考にし、加速度センサの上下前後方向のノルムを計算し、それらを 0.6s 毎に分散値をとることにより、うなずきの特徴量とした。その後個人差を考慮して、実験参加者それぞれにおいて、z-score による規格化を行った。この値を本研究における頭部運動の指標とした。実際に加速度計から得られた頭部の加速度のノルムと、そのデータから計算された頭部運動の指標の例を図 3 に示す。例えば図 3 (a)における 35-38 [sec]時点の実験参加者 B の波形はうなずきを表しており、図 3 (b)に示されるこの区間において計算された頭部運動の指標は大きな値を示している。

2.7 統計的分析

本研究では二者間の頭部運動の同調性の分析方法として相関分析を利用した²⁾。今回の合意度と頭部運動の各指標には正規性がみられなかったため、ノンパラメトリ

ック手法である Spearman の順位相関係数を用いて、無相関検定を行った。また各指標の差の検定には、こちらもノンパラメトリック手法である Wilcoxon の符号順位検定を行った。

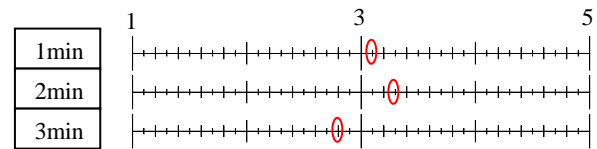


図 1 合意度アンケート

Fig.1 Questionnaire of Consensus Degree

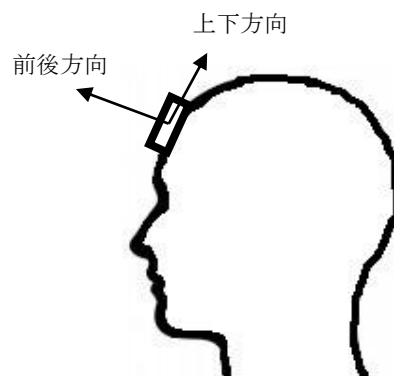
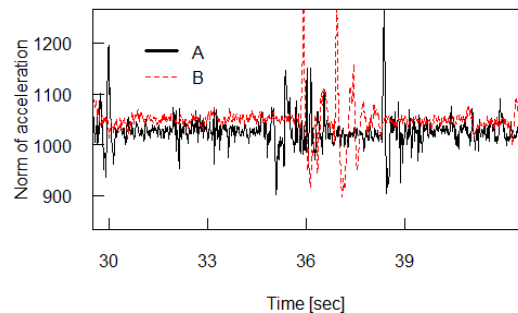
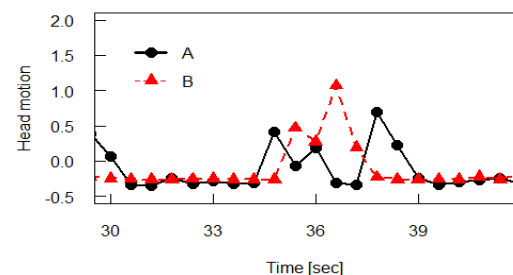


図 2 加速度計の装着方法

Fig.2 Equipment of Accelerometer



(a) 加速度の上下前後方向のノルム



(b) 計算された頭部運動の指標

図 3 頭部運動の指標の計算例

Fig.3 Typical Example of Head Motion Calculation, (a) Norm of Head Acceleration, (b) Calculated Head Motion

3. 結果

3.1 合意形成過程の分析

今回の合意度の評価結果を図4に示す。図4の横軸は実験時間、縦軸は平均された合意度を表している。この例では合意度は3付近から始まり、対話が進むにつれて増減を繰り返しながらも徐々に上昇していた。そこで、前半5分間の合意度と、対話の最後から5分間の合意度との間で有意差検定を行った。最初の1分間は評価の基準が定まっていない可能性を考慮して、データから除外した。この分析結果を図5に示す。結果として、合意度は前半5分よりも後半5分の方が高く、その差に有意性が確認された($p < .05$)。このことから、本実験では前半部分よりも後半部分の方が、第三者から見たときに、より合意が高いと判断される合意形成の対話が行われていたことが示された。

3.2 頭部運動の分析

本研究において計算された頭部運動の指標を図6に示す。図6の横軸は実験時間、縦軸は計算された頭部運動の指標を表している。この結果では、変動的な時系列データにおいて、両者の頭部運動の指標の波形が揃っている部分があるようにみえた。そこで、頭部運動の指標について相関分析を行った。

ここで、3.1において、本研究の実験における対話では、

合意の度合いは前半に比べて後半の方が高くなったと評価されたことが示された。そこで3.1の分析と同様に、最初の1分間を除く前半5分間と対話の後半5分間それぞれにおける相関分析を行った。図3や図6に示したように、時系列中には、頭部運動が発生していない部分も含まれている。そこで、頭部運動の高低によって頭部運動の指標を分割した。ある点における頭部運動の指標がそれぞれの中央値を共に上回っている部分を高頭部運動部分として分類し、この部分における頭部運動の指標のデータを用いて相関分析を行った。

この結果を図7に示す。今回の対話においては、前半5分間の高頭部運動部における両者の頭部運動は正の相関を示した($p < .05$)。また後半5分間においても、高頭部運動部における両者の頭部運動は有意な正の相関を示した($p < .01$)。このとき、後半部の両者の頭部運動は、前半部の両者の頭部運動に比べて相関がより強くなった。このことから、今回の対話においては前半部分よりも後半部分の方が、頭部運動の同調性が強かったことが示された。この分析結果の区間は3.1の結果と対応している。このことから、本分析の結果により、合意度が低いと評価された対話区間よりも、合意度が高いと評価された対話区間の方が、両者の頭部運動の同調性が強かったことが、今回の対話においては示唆された。

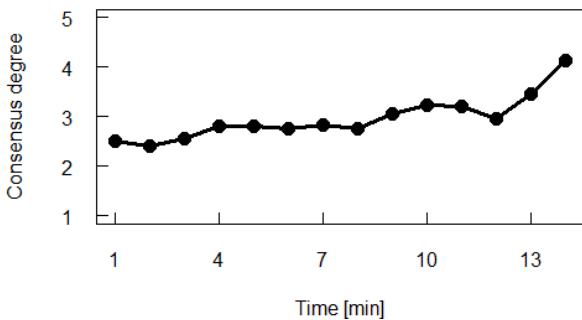


図4 合意度評価結果の時系列データ
Fig.4 Time Series Data of Consensus Degree

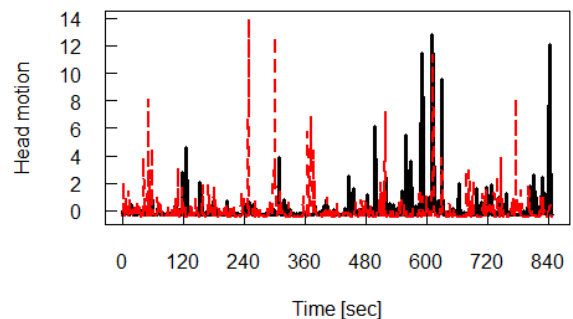


図6 頭部運動の指標の時系列データ
Fig.6 Time Series Data of Head Motion

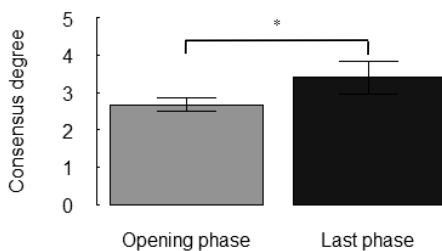


図5 前半部と後半部それぞれにおける合意度の有意差検定結果
Fig.5 Significant Difference Test Results of Consensus Degree of Opening Phase and Last Phase (*: $p < .05$)

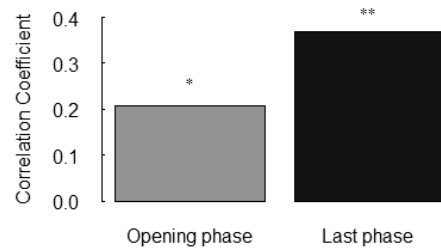


図7 前半部と後半部それぞれにおける二者の頭部運動の相関分析結果
Fig.7 Correlation Analysis of Two Participants' Head Motion of Opening Phase and Last Phase (*: $p < .05$, **: $p < .01$)

4. 考察

本研究では合意形成の対話における頭部運動の同調性に焦点を当て、分析を行った。その結果、合意度の評価において、対話の後半5分間の合意度は前半5分間の合意度と比較して高くなる傾向にあった。このことに基づいて分析を行った結果、高頭部運動部分における頭部運動の指標の二者間の相関係数は、前半5分間と比べて後半5分間に、より強い有意な正の相関を示した。今回、頭部運動が低かった部分を除去したことから、二者間の頭部運動の指標が有意な正の相関部を示したということは、頭部運動の同時発生、つまり頭部運動の同調現象を示していると考えられる。すなわち、本研究の対話では合意の増大に伴って、頭部運動の同調性がより増加したことを示したと考えられる。

ここで、先行研究では意味的な合意度の増大に伴って発話応答時間の同調が観察されたと報告されていた^[2]。身体動作に着目した研究では、カウンセラーの身体動作がクライアントの身体動作と強く同調する対話において、そのカウンセラーは高評価を得る傾向があることの報告もなされていた^[3]。会話分析の観点からは、うなずきの同時発生時には話者にポジティブな効果が起こるとの報告もなされていた^[6]。したがって本研究における、合意度の増大に伴って頭部運動の同調が増大したという結果は、これらの先行研究から支持されるものといえる。また、明示的・暗黙的要素の二重的な視点から、頭部運動の同調性と合意度の間での関係性の存在を示したという点で、本研究の結果は新規性があるものと考えられる。

本研究は、人間のコミュニケーションには発話の意味内容のような明示的な要素に加えて、身体動作のような暗黙的な要素が含まれているという観点から、対話における合意が高まるにつれて身体動作の同調性が高まると仮定し、それを検証することを目的とした。結果として、統計的分析から、合意度の増大に伴って頭部運動の同調性が増大したことが示された。したがって、今回設定した対話実験の場合においては、一例ではあるが本研究の仮定に矛盾しない結果が得られたといえる。また本研究の知見は、合意形成の対話という明示的な要素と、頭部運動の同調という暗黙的な要素の関係性を、示唆するものであったと考えられる。

このように、本研究は合意の度合いと頭部運動の同調性との間における二重的な視点から、両者の関係性の存在を示した。しかしながら、今回の結果からは合意の度合いが頭部運動の同調性として表出したのか、頭部運動の同調が合意を促進したのか、などの両者の具体的な関係については明らかになっていない。この問題に取り組む一つの方法として、介入実験の実施が考えられる。今回の実験系では、対話内における介入は行っていない。そこで、片方の実験参加者が頭部運動を行わない、ある

いは絶対に合意をしない、などの意図的な介入の実施は頭部運動の同調性と合意度の関係性を調査するうえで、有効であると考えられる。加えて、時系列的に踏み込んだ分析の実施は今後必要である。人間の対話の状態は今回の分析で設定した5分間よりも短い時間間隔で変化している。そのため、より短い時間間隔で合意の度合いと頭部運動の同調性の分析を行うことは、重要であるといえる。このように、介入実験の実施と、頭部運動の同調性と合意度におけるより詳細な分析は、本研究における重要な今後の課題であるといえる。

5. 結論

本研究では、社会的コミュニケーションの対話の一例である合意形成の対話に着目し、対話における身体動作の一つである頭部運動の同調性について分析した。その結果、合意形成の対話における合意の度合いの増大に伴って、二者間の頭部運動の同調性が増大することを一例であるが示唆した。今後、本研究により頭部運動の同調が対話をどう反映しているか、対話にどのような影響を及ぼしているかが明らかになれば、対話という人間の基本的なコミュニケーションにおける、明示的・暗黙的要素の二重性のメカニズムを明らかにすることができると考えられる。その結果として、本研究で得られる知見が将来的には対話支援への役に立つことが期待される。

参考文献

- [1] Y. Miyake *et al.*: Man-Machine Interaction as Co-emergence Communication; *Trans. Of the Society of Instrument and Control Engineers*, **Vol. E-2**, No.1, pp. 195-206 (2002).
- [2] 吉田, 三宅, 古山: 合意形成における発話意味内容と発話ダイナミクスの時間発展; 計測自動制御学会論文集 47(8), 337-345 (2011).
- [3] C. Nagaoka *et al.*: Body Movement Synchrony in Psychotherapeutic Counseling: A Study Using the Video-Based Quantification Method; *IEICE TRANS. & SYST.*, **Vol. E91-D**, No. 6 (2008).
- [4] M. Komori *et al.*: The Relationship between Classroom Seating Locations and Instructor-Student Entrainment: A Video Analysis Study; *International Conference on Biometric and Kansei Engineering* (2011).
- [5] S. K. Maynard: Interactional Functions of a Nonverbal Sign: Head Movement in Japanese Dyadic Casual Conversation; *Journal of Pragmatics*, **Vol. 11**, pp 586-606 (1987).
- [6] Kita, S., *et al.*: Nodding, aizuchi, and final particles in Japanese conversation: How conversation reflects the ideology of communication and social relationships; *Journal of Pragmatics*, 39, pp 1242-1254 (2007).
- [7] 齊賀, 角, 西田: 多人数会話におけるうなずきの会話制御としての機能分析; 情報処理学会研究報告. UBI, 2010-UBI-26(1), 1-8 (2010).