

# 自動的な表情模倣により導かれる他者との関係構築 Relationship building caused by automatic facial imitation

馬場 龍之介<sup>†</sup>, 森田 純哉<sup>†</sup>  
Ryunosuke Baba, Junya Morita

<sup>†</sup> 静岡大学

Shizuoka University

baba.ryunosuke.20@shizuoka.ac.jp

## 概要

表情は他者とのコミュニケーションに欠かせないメディアである。特に、他者の表情の模倣は、相手の好感度を高め、共通認識の形成に寄与するとされる。本実験は、参加者が置かれる立場が変化するサイバーボール課題を通し、表情がエージェントと参加者の関係に与える影響を調査した。結果、他者の表情は物理的構成のまま認識されるのではなく、感情を伴って解釈されることが示唆された。また自身の表情によって相手の印象が変化する可能性も示唆された。

**キーワード：表情, 感情, VR**

## 1. はじめに

表情は、実世界におけるコミュニケーションにおいて、感情を効果的に伝える手段である。電子空間においても、顔文字の利用により、コミュニケーションの円滑化が日常的に図られている。さらに、今後進展するメタバースにおいては、自身や他者の表情を望むように任意に操作することも可能になると考えられる (Osawa, 2014)。

そのような表情を模倣することは他者との関係を築く重要な手段となることも知られている。ここでの表情模倣は、物理的行動の単純な真似ではなく、相手と自分の信頼関係や文化的背景などを踏まえた上での感情認識に基づく模倣として定義される (Hess & Fischer 2013)。

本研究では表情模倣が他者との関係構築に及ぼす影響を検討するために、対人関係において生じる感情を実験的に操作可能なサイバーボール環境を使用する。サイバーボール環境は、対人関係の排斥と受容に関する研究に使用されている (Williams et al. 2000)。この環境を用いた実験では、現実世界の排斥と同様の効果を仮想社会においても経験し得ることが示されている。さらに、サイバーボールにおける苦痛は、排斥する他者が現実には人間でなく、コンピュータにより操作されるエージェントであることが明言されていた場合でも生じることが報告されている (Zadro et al.

2004)。また、サイバーボールを VR (Virtual Reality) 環境において実装する研究も行われており、ここでは VR 環境がサイバーボールの臨場感を増大させ、より現実的な実験操作を可能にすることを示している (Kano & Morita, 2020)。

### 1.1 仮説

本研究は、二条件で異なる表情をするサイバーボールを課題とし、表情によるエージェントとの関係を調査する。前述したように表情同期はコミュニケーションにおいてポジティブな影響を及ぼすことがわかっているが、参加者とエージェントとの表情同期によるインタラクションの効果はこれまで検証されていない。本実験では参加者の表情の推移によるエージェントの印象変化を目的とする。

## 2. 方法

本論文は筆者ら (Baba & Morita, 2024) が先行研究において行った実験に対する追加分析を示すものである。以下では、本論文の結果と関連する表情同期の操作に焦点をあて、実験の方法を説明する。

### 2.1 実験環境

ハードウェアとして HTC VIVE PRO<sup>\*1</sup> と Vive Facial Pro<sup>\*2</sup> を使用した。HTC VIVE PRO は目周辺の情報を獲得できる VR 機器である。Vive Facial Pro は、口元周辺の情報をリアルタイムで獲得できるハードウェアである。表情認識のソフトウェアは SRanipal<sup>\*3</sup> を使用した。SRanipal は HTC VIVE PRO と Vive Facial Pro に付属しているカメラから人の表情データを獲得するソフトウェアである。HTC VIVE PRO から獲得できる目周辺のデータは 12 変数、Vive Facial Pro から獲得できる口周辺のデータは 38 変数である。

エージェントは Blender<sup>\*4</sup> を使用して作成した (図 1)。顔の目と口の位置を決めるため、Pallett et al.

\*1 <https://htcvive.jp/item/99HASZ017-00.html>

\*2 <https://www.vive.com/jp/accessory/facial-tracker/>

\*3 <https://developer.vive.com/resources/vive-sense/eye-and-facial-tracking-sdk>

\*4 <https://www.blender.org>

表 1: AU と SRanipal 対応表

AU (action unit)	SRanipal
AU01	Eye_Left_Left, Eye_Right_Left
AU02	Eye_Left_Right, Eye_Right_Right
AU04	Eye_Left_Down, Eye_Right_Down
AU05	Eye_Left_Up, Eye_Right_Up
AU12	Mouth_Smile_Left, Mouth_Smile_Right
AU15	Mouth_Sad_Left, Mouth_Sad_Right
AU17	Mouth_Ape_Shape

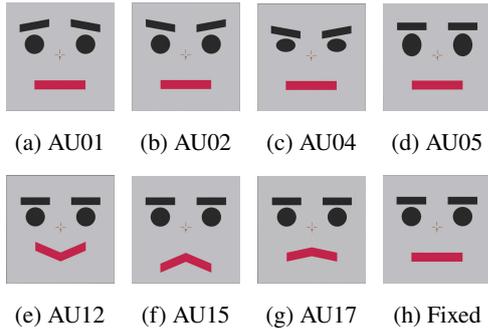


図 1: AU 最大値におけるエージェントの表情

(2010) によって提唱された顔の美しさのための黄金比率を採用した。

また眉毛や目、口の太さに関しては、産業技術総合研究所 (AIST) の“人体寸法データベース 1991-92” (Kouchi & Mochimaru, 2005) から顔と口、目の比率を算出し決定した。エージェントの表情に関しては、SRanipal と Action Unit (AU) (Ekman & Friesen, 1984) の対応を構築し (表 1), それ以外の変数はエージェントの顔には表示しないこととした。実際に AU の動きに対応したエージェントの可動範囲は図 1 である。実験環境 (図 2) は Unity<sup>\*5</sup> を使用して構築された。

3次元の仮想環境において、2体のエージェントと参加者は、三角形の位置関係となるように配置した。視点は一人称である。エージェントはボールを受け取り、参加者かもう片方のエージェントに投げる。エージェントの範囲にボールが入らなかった場合、ボールは地面に転がり、参加者は投球をし直す必要があった。ゲーム中、エージェントの顔の向きはボールの位置を追従した。

## 2.2 デザイン

表情同期が参加者の状態に与える影響を分析するため、参加者間要因として同期 vs 固定の表情条件を用意した。同期条件において2体のエージェントの顔は SRanipal を使用して参加者の顔と同期した。固定条

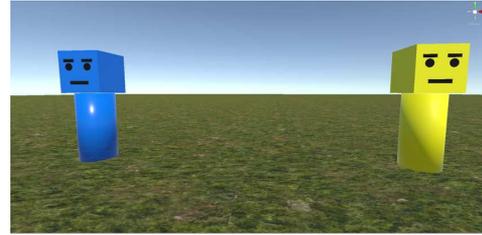


図 2: 実験環境

件においてエージェントの顔は図 1 の (h) で固定された。また排斥による影響を調査するため、参加者内要因として協調 vs 排斥のエージェントの振る舞い条件を設定した。

エージェントの色は2体のエージェントが対になるように、色相環を参考に設計した。参加者から見て右側が赤色または黄色、左側が緑色または青色となるように設計した。それぞれの組み合わせにおいて2つの参加者間要因と参加者内要因の順序、そしてエージェントの色はカウンターバランスされ合計8通りが設定された。

## 2.3 手続き

まず、参加者は操作確認のためのテストプレイを行った。テストプレイは参加者ごとの表情のセンシングをキャリブレーションする目的も兼ねていた。課題は、協調条件・排斥条件の両者で5分間実施した。協調条件では参加者1人とエージェント2人で通常のキャッチボールを実施した。排斥条件では、最初の1分間は協調条件と同様の環境で行い、その後4分間参加者はエージェントから排斥された。各課題の終了後、アンケートを実施した。

質問紙には、操作確認のための項目、基本的欲求に関する以下の項目、所属感、統制感、自尊心、存在意義が含まれている。気分は、4つの双極の質問で評価された。さらに、質問紙には4つの補助変数が含まれていた。評価は9段階評価とし、1 = まったくそうでない、9 = 非常にそうである、とした。なお、これらの設問は先行研究を参考とした (Zadro et al. 2004)。

## 2.4 参加者

静岡大学の工学と情報学を専攻する学部生 24 名 (男性 18 名、女性 6 名) が参加した。参加者は実験協力の謝金として 1,500 円の報酬を得た。実験は静かな環境で実施した。

## 3. 結果

先行研究 (Baba & Morita, 2024) は、排斥時に生じるネガティブな感情に対する表情同期の抑制を検討した。結果、同期条件において、排斥による自己統制

\*5 <https://unity.com/>

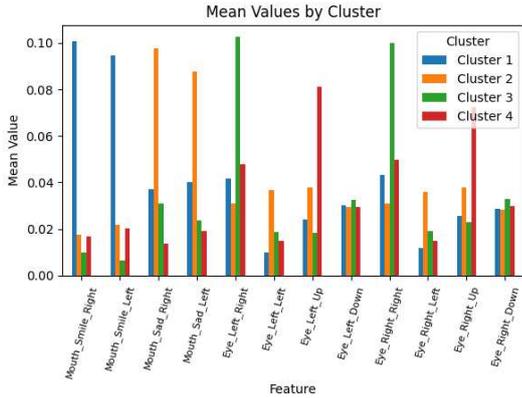


図 3: 各クラスターの分散

表 2: 階層的クラスタリングクロス集計表

	同期	固定
クラスター 1	6	1
クラスター 2	6	7
クラスター 3	5	4
クラスター 4	7	9

の低下が抑えられることが確認された。しかし、先行研究では、条件間の比較にとどまり、実験中の参加者の表情特徴と感情との関係は検討されていなかった。よって、本研究では、協調条件と排斥条件に限らず、参加者が実験中に示した表情とアンケート結果との関係を検討した。

### 3.1 階層的クラスタリング

実験中の参加者の表情変化がアンケート結果に与える影響を分析した。なお、記録された5分のデータのうち、課題開始から1分後が経過してから実験終了までのデータを分析対象とした。すなわち排斥条件においては、はじめの1分間の協調が終わった後のデータとなる。本研究の焦点は、協調と排斥の差を検討するものではないものの、記録されたデータのなかでの実験操作による感情への影響が均等となるようにこの除外を行った。

各参加者の4分の表情データについて、フレーム間の分散を計算することで、12次元(SRanipalとして取得される表情特徴とAUとの対応)の特徴ベクトルを構成した。4分の平均ではなく、分散を計算したのは同期に伴う表情の変化を検討するためである。構成された特徴ベクトルを用いることで、参加者を分類する階層的クラスタリングを行った。なお、Mouth\_Ape\_Shapeに関しては値がうまく計測されず、また欠損値が多く、分類における参加者数が減少してしまうため、クラスタリングの変数には使用しなかった。階層的クラスタリングの距離の定義はcos類似度とし、手法は最長距離法とした。

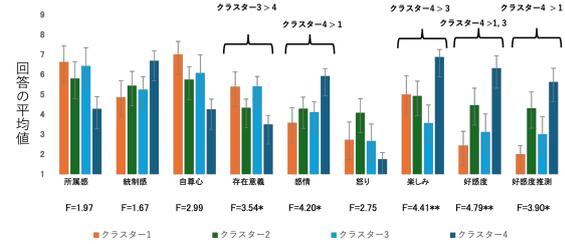


図 4: クラスターごとのアンケート平均

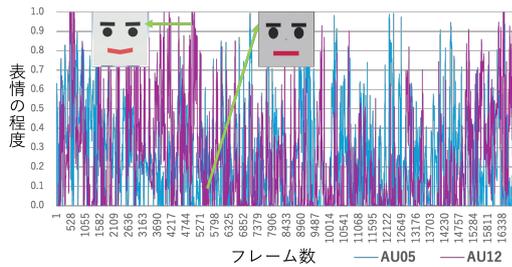
デンドログラムの形状から4クラスターを抽出した。表2に各クラスターに分類される参加者数と同期と非同期条件に区別して示した。また、各クラスターの特徴を検討するために、特徴ベクトルの次元ごとの値(フレーム間分散)の平均値を図3に示した。各クラスターにおいてそれぞれ変動が大きい部位が分かれていることがわかる。

### 3.2 クラスターとアンケートの関連

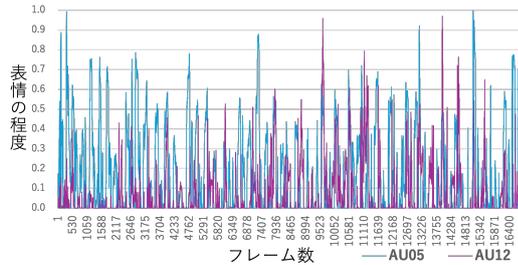
表情の分散の特徴ごとに分類されたクラスター間でのアンケートの結果の違いを調べるためアンケート項目ごとに一元配置分散分析を行った(図4)。アンケート結果をまとめる際は逆転項目を考慮した。図の下部にF値を表示し、有意( $p < 0.05$ )になった箇所はHolm法を用いた多重比較を行い、 $p < .05$ となった項目を示した。感情や補助変数である、好感度、好感度推測の項目に関してクラスター1よりもクラスター4のほうが大きいという結果となった。また補助変数である「楽しみ」に関してはクラスター4がクラスター3よりも大きいという結果となった。存在意義に関してはクラスター3が4よりも大きいという結果となった。存在意義の質問に対する回答の数値が高いほど、回答者が悪感情を抱いている傾向にあることを示している。

エージェントとの交流に影響が生じたクラスター1とクラスター4について、代表的な参加者(他の参加者との特徴ベクトルの距離が最小となる参加者)を抽出した。図5は、その参加者におけるAU05およびAU12の時系列変化を示している。これらAUの値は、図3において各クラスターにおいて高い値となった特徴と対応している(AUとSRanipalの対応については表1を参照)。クラスター1の代表的な参加者に関しては口の動きに関するAU12の変動が大きく、一方でクラスター4の代表的な参加者では上脛を上げるAU05の変動が大きいことが観察された。

図5(a)では、クラスター1における表情変化の特徴を示すために、特徴的な2フレームにおいて実際に参加者に提示されたエージェントの表情を再構成した



(a) クラスタ1 時系列



(b) クラスタ4 時系列

図 5: 特徴的な変数の時系列データ

図を付与している。この図に表されるように、AU12の変動の大きさは、一瞬で笑顔が消える表情変化を示している。クラスタ1における低好感度はこのような表情変化が原因となった可能性がある、それに対して、高い好感度を示したクラスタ4において、AU12は後半にかけて傾向をもって増加していることが示される。

#### 4. 考察

参加者が示した表情による影響を調査した結果、実験中、AU05の変動が大きいクラスタ4ではAU12の変動が大きいクラスタ1よりもエージェントとの良好な関係を築けたという結果が得られた。クラスタ1とクラスタ4の同期・非同期条件の人数(表2)の偏りを調べるためFisherの正確検定を行った結果、有意傾向となった( $p = 0.088$ , odds ratio= 7.078, 両側検定)。このことから、クラスタ1の同期の比率がクラスタ4の同期の比率よりも有意に大きい傾向があることが見いだされた。そのためエージェントの表情が笑顔となりつつも一瞬で変化するという表情変化の特徴は、参加者の表情からの同期により生じたと考えられる(図5a)。

数秒のみの笑顔は、怒りの感情と似た支配的な笑顔(上田・吉川, 2013)を認識させると解釈することができる。そのような状況において、参加者は相互に不快な気持ちを抱くことが推測できる。即ち自身が持つ文化的な規範によって表情を表面的な意味ではなく、内

に秘められた意味合いと推測したと考えられる(Hess & Fischer 2013)。その一方で、クラスタ4に関しては、顔を上下に動かすことが他者との運動体験においてポジティブな影響を及ぼしたと解釈できる。

本研究の成果は、表情が周囲に与える影響に関して再認識し、表情が動いている影響が潜在的に自身の感情に及ぼす影響を明らかにしたことである。これは他者とのコミュニケーションを図る上で相手とのコンテキストが重視されることを示し、また上瞼の上下が他者への好感度に及ぼす影響についての洞察を提供し、豊かな人間関係を築く上での手がかりを提供する。

#### 文献

- Baba, R. & J. Morita. (2024). "Changes of self-others relation by synchronizing facial expressions," in *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*.
- Ekman, P. & W. Friesen. (1984). *Unmasking The Face: Consulting Psychologists Pr*, 277.
- Hess, U. & A. Fischer. (2013). "Emotional mimicry as social regulation," *Personality and social psychology review*, 17(2), 142–157.
- Kano, Y. & J. Morita. (2020). "The effect of experience and embodiment on empathetic behavior toward virtual agents," in *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction*, 112–120.
- Kouchi, M. & M. Mochimaru. (2005). *AIST Anthropometric Database: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*, H16PRO 287.
- Osawa, H. (2014). "Emotional cyborg: human extension with agency for emotional labor," in *Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, 108–108.
- 上田祥行・吉川左紀子(2013). 表情がもたらす支配性の知覚, 日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第11回大会, 5–5, 日本認知心理学会.
- Williams, K. D., C. K. Cheung, & W. Choi. (2000). "Cyberostracism: effects of being ignored over the Internet.," *Journal of personality and social psychology*, 79(5), 748.
- Zadro, L., K. D. Williams, & R. Richardson. (2004). "How low can you go? Ostracism by a computer is sufficient to lower self-reported levels of belonging, control, self-esteem, and meaningful existence," *Journal of Experimental Social Psychology*, 40(4), 560–567.