

# ロボットによる親密行動への許容予測に向けた エントレインメントの活用—学生被験者による予備実験—

## Utilizing Entrainment to Predict the Tolerance to Intimate Action by a Robot -The Preliminary Experiment on Student Subjects-

小松秀輔<sup>1,2\*</sup>, 河野誠也<sup>2,1</sup> 中村泰<sup>2</sup>  
ガルシアコントレラスアンヘルフェルナンド<sup>2</sup> 吉野幸一郎<sup>3,2,1</sup>

<sup>1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学

<sup>1</sup> Nara Institute of Science and Technology

<sup>2</sup> 理化学研究所ガーディアンロボットプロジェクト

<sup>2</sup> Guardian Robot Project, RIKEN

<sup>3</sup> 東京科学大学

<sup>3</sup> Institute of Science Tokyo

**Abstract:** ロボットによる社会性のあるインタラクションの実現はロボットの社会実装に向けた重要な課題である。ユーザにロボットが社会的、且つ無害であると認識させるためには、人間同士でのコミュニケーションと同様に、ソーシャルファクターを考慮したコミュニケーションの実装が必要である。本研究ではソーシャルファクターの中でもロボットとユーザとの間の社会的距離に焦点を当て、これを擬似的に測る指標としてのエントレインメントの活用の可能性を検証する。

### 1 はじめに

対話ロボットが社会の構成員として認識され社会に受容されることは、コミュニケーションを含むタスクをこれらが遂行する上で欠かせない要素である。この実現には相手の発話の意図を理解し適切な応答を生成する知性に加え、関係に応じた振る舞いやユーザに不快感を与えないような社会性が必要である。大規模言語モデルの発展によりロボットを含む対話システムの言語理解や応答生成などの知的能力は大きく向上している。しかし、これらのモデルの生成する応答は人間同士のコミュニケーションのように動的に変化する相手との関係に対応できている水準には達しておらず、社会性が十分に実現されているとは言い難い。今後、対話ロボットによる社会的な振る舞いやコミュニケーションの実現が社会受容に向けて求められる。

コミュニケーションの中で我々は相手との関係に応じて適切な振る舞いを選択している。コミュニ

ケーションにおける相手との関係として考慮する要素の一つに「社会的距離」が挙げられる。社会的距離とは、対話における話者同士の親疎関係を表すために用いられる概念である [1]。例えば、「パートナーの有無」などの踏み込んだトピックの会話を切り出すかどうかや接近や接触などの行動を行うかどうかは相手との社会的距離を一部考慮して選択している。こうした行動が許容されるかどうかは、相手との社会的距離と大きい関係がある。以降、上記のような社会的距離が遠い場合には不快感を与える行動を「親密行動」と定義する。

人間同士の対話における社会的な振る舞いは語用論や社会言語学の分野で研究が行われ、理論化されてきた [1][2]。多くのコミュニケーション理論において社会的距離は発話や行動を決定するための変数として用いられる。しかし、この社会的距離をどのように計測・定量化するかについては明らかでない。人間はコミュニケーションの中で言語/非言語におけるさまざまな情報を統合して相手との親疎関係を直感的に認識する能力を生得的に、または経験的に身につける。対してロボットは現状、人間のような親疎関係の感覚を理解したり、それに依って判断をすることはできない。このように、これらの理

\*連絡先:

奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科  
〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地-5  
E-mail: komatsu.shusuke.kt6@naist.ac.jp

論をロボット対話にそのまま適用することには様々な困難がある。

本研究では、ロボットによる社会的な振る舞いの実現に向けた試みとして、観測可能な情報から社会的距離を定量化する手法を提案する。具体的には、ロボットによる親密行動をユーザが許容/拒絶するかどうかをそれ以前に観測したユーザの情報から予測する。ここで、このタスクのための観測情報としてユーザのロボットに対するエンタテインメントを用いる。エンタテインメントとは、対話中の様々な表出が対話を通じて同調していくという現象である。これを定量化したエンタテインメントスコアによって社会的距離を定量化しようとする取り組みを行う。実験では対話の中でロボットが親密行動を行い、それに対する被験者の許容/拒絶と対話時のエンタテインメントとの関係を分析する。

## 2 親密行動とエンタテインメント

本章では、本研究で焦点を当てる親密行動とエンタテインメントについて、また、これらの関係について説明する。

### 2.1 親密行動

親密行動に含まれる行動として物理的な接近や接触、答えづらい内容の会話、依頼、インフォーマルなスピーチスタイルでの会話などが挙げられる。これらの行動は親密な関係であることを強調することやユーザの情報収集、行動変容などの目的を達成するためにコミュニケーションの中で行われることがある。ただし、親密でない関係の相手にこうした行動を取ることは社会的に許容されない。

本研究では、ロボットがユーザに対して行う親密行動に関連して、ロボットがユーザに不快感を与える行動、言い換えれば親密でない場合には許容されない行動を行った場合の調査研究が存在する。先行研究で扱われた動作として、寝転んだ姿勢での対話 [3]、ロボットによる物理的な接近 [4]、指を指す動作 [5] などが挙げられる。これらの動作は人間同士の、特に親密な者同士でのコミュニケーションでは見られるものである。こうした親密行動をロボットが行おうとする場合、それが許容される状況やタイミングがどのようなものかを分析する必要がある。

また、ポライトネス理論やコミュニケーションアコモデーション理論で説明されるような、人間同士のコミュニケーションの中で観察される様々な特徴を用いて、社会的ロボットの発話や動作に対するユーザの主観的な評価や対話品質を向上させようという取り組みが存在する [6][7]。しかし、コミュニケーションの中で変化する相手との関係を考慮した上

でそれをコミュニケーションに反映させている研究は少ない。

また、対話相手のソーシャルファクターを考慮した発話やスピーチスタイル選択が大規模言語モデルによって生成可能であることも示されている [8][9]。しかし、ここで用いられるソーシャルファクターは「友達」や「上司」などの単語によって定義されたものであり、ロボット自身がどのような状況においてユーザをそれらの属性を判定することは困難である。本研究ではこうした属性への分類を避け、観測可能な情報を擬似的にロボットとユーザとの社会的距離として用いることで親密行動へのユーザの反応を予測することを目指す。

### 2.2 エンタテインメント

エンタテインメントとは対話の中で無意識に話者同士の様々な特徴が似ていく現象であり、言語、音響/韻律、動作など、複数のモダリティで観察されている [10] [11] [12]。エンタテインメントをロボットや対話システム、音声合成に実装することでユーザからの評価を向上させる研究が行われている [13][14]。さらに、エンタテインメントを活用することで、対話システムの対話成功率、自然さ、エンゲージメントなどが向上することが明らかになっている [15][16]。これらのエンタテインメントの研究の多くは対話エージェント・ロボットからユーザへのエンタテインメントを扱うが、ユーザからロボットへのエンタテインメントを用いることで、対話におけるユーザの状態を計測できる可能性がある。

また、エンタテインメントの大きさは対話の中で感じるラポール [17]、感情的な結びつき [18]、相手に対して抱く恋愛の興味や魅力 [19] などの主観的要素との相関が存在することが明らかになっている。このことから、エンタテインメントを擬似的に社会的距離を把握するための指標として用い、ロボットの親密行動に対する被験者の反応を予測することができるという仮説を立てた。本研究はその仮説を検証するものである。

## 3 実験設定

### 3.1 対話セッション

実験ではロボットによる被験者へのインタビューセッションを行う。ロボットが被験者に対して、5つのトピックについて各5つの質問をし、被験者はそれに対して回答をする。ロボットはターンごとに直前の被験者の発話に対する反応と次の質問の二つの発話を行い、トピックごとに約10ターンの対話が行われる。セッションの進行は図1に示す通りで

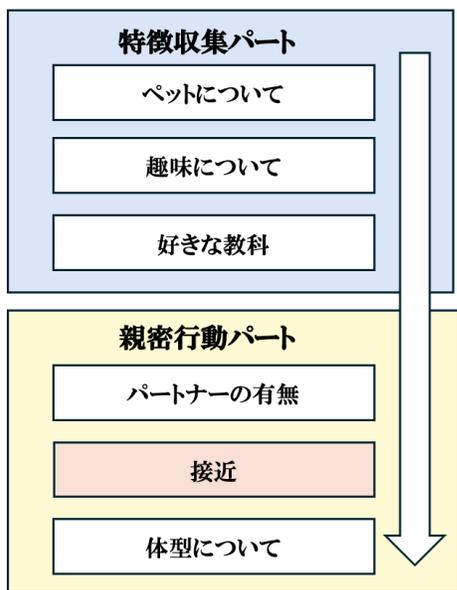


図 1: インタビューセッションの進行

ある。セッション全体は特徴収集パートと親密行動パートの二つに大きく分かれる。パートが分かれることは被験者には通知せず、継続的に遷移する。

特徴収集パートでは、ロボットが被験者に対して一般的なトピックの質問をする。トピックは「ペットについて」、「趣味について」、「好きだった教科について」の3つである。このパートはロボットによる親密行動を被験者が許容するかどうかを予測するための**観測可能な情報**を収集することを目的としている。

親密行動パートでは、ロボットが被験者に対して3つの親密行動を行う。うち2つは比較的答えづらいトピックについての質問である。トピックは「パートナーの有無について」と「体型・体重について」である。加えて、非言語での親密行動として被験者への物理的な接近を行う(図2)。初期位置1.6mから1.0mまでロボットが近づく。これはパーソナルスペースと言われる1.2mの境界を侵害する行為であり、社会的距離が小さい関係でなければ被験者が不快感を感じる距離であると言える。これらの親密行動への不快感や忌避感をアンケートによって収集し、そのエントレインメントや被験者の性格特性との関係を分析する。

実験では、理化学研究所ガーディアンロボットプロジェクトが開発しているIndy[20]を用いる。ロボットの動作および発話は事前に作成したコマンドと発話候補によって実験者が遠隔で制御する。実験中には対面するロボットと被験者を横から撮影するカメラとロボットの頭部に装着されたカメラによる映像とロボットと被験者に装着されたマイクによる

音声の収録を行う。

## 3.2 エントレインメントスコア

本研究では、音響/韻律、語彙の二つの側面におけるエントレインメントについて分析する。

### 3.2.1 音響/韻律エントレインメント

音響/韻律エントレインメント  $E_{a/p}$  の指標として Nasir ら [18] によって提案された i-vector Triplet Neural Entrainment Distance (iTNET) による出力を用いる。

iTNET はアンカーとして  $x_a$ 、ポジティブサンプルとして  $x_a$  の直後の  $x_p$ 、ネガティブサンプルとして同一対話内で最も i-vector 類似度が高い  $x_p$  以外の発話  $x_n$  を入力として三つ子モデルを学習した教師なしニューラルエンコーダモデルである。三つ子モデルではアンカー、ポジティブサンプル、ネガティブサンプルをそれぞれ同じエンコーダによって埋め込みベクトルを取得し、アンカーとポジティブサンプルのユークリッド距離を近く、アンカーとネガティブサンプルのユークリッド距離を遠く出力するように学習する手法である。算出する音響/韻律エントレインメント  $E_{a/p}$  を次式で定義する。

$$E_{a/p} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_{a/p,i}^{A \rightarrow B} \quad (1)$$

$d_{a/p,i}$  は発話  $i$  への発話  $i+1$  からのエントレインメントの度合いであり、値が小さいほど二つの音声特徴量が類似していることを表す。 $d_{a/p,i}$  は iTNET を用い、次式により算出する [18]。

$$d_{a/p,i} = d(\mathcal{T}(A_{aud,i}) - \mathcal{T}(B_{aud,i+1})) \quad (2)$$

ここで  $A_{aud}$ ,  $B_{aud}$  は話者 A, B のある区間での発話音声の集合である。関数  $\mathcal{T}$  では入力音声から音声特徴量を抽出し、iTNET を用いて埋め込みベクトルを出力する。発話  $i$  とその直後の発話  $i+1$  のそれぞれについての  $\mathcal{T}$  による  $d$  出力のユークリッド距離を  $d_{a/p,i}$  として用いる。発話音声から抽出された全ての音声特徴量の非線形的な関係を考慮した音響/韻律エントレインメントを評価することができる。本研究では、iTNET エンコーダを CANDOR コーパス [21] のよって学習したモデルを用いる。CANDOR コーパスは 1650 件の初対面対話を収録した全 850 時間の音声対話コーパスである。本コーパスは英語での対話であるが、学習済みモデルによって日本語対話である CEJC の二者対話に対して実際の対話と発話の順序をシャッフルした対話を識別するタスクを実施したところ、96% という先行研究に匹敵す



図 2: ロボットによる接近 (左:1.6m、右:1.0m)

る精度を示しており、日本語のデータにおいても十分に音響/韻律エントレインメントを評価できていると言える。実験では iTNED によるエントレインメントスコアとして、特徴収集パート全体を通してのスコアと一つ目の質問トピックでの会話と三つ目の質問トピックでの会話におけるスコアの変化量を算出する。

さらに、iTNED では抽出した全音声特徴量の非線形的な関係を踏まえた指標になっているのに対して、各音声特徴量の対話内での変動を捉えるために Galvez ら [22] の手法を用いる。この手法では一人の話者の発話ごとの音声特徴量がある区間内で変化する様子を連続関数に当てはめる。各音声特徴量における話者同士の連続関数を比較することにより、その対話での対象となる特徴量の同期性 (synchrony)、収束性 (convergence)、近接性 (proximity) を評価する。

### 3.2.2 語彙エントレインメント

言語エントレインメント  $E_{ling}$  の指標として Nasir ら [23] によって提案された unnormalized Conversational Linguistic Distance (uCLiD) という手法を用いる。uCLiD はある発話区間における語彙エントレインメントであり、次式で定義する [23]。

$$E_{ling} = uCLiD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i^{A \rightarrow B} \quad (3)$$

ここで  $N$  はエントレインメントを算出する区間全体の発話数である。 $d^{A \rightarrow B}$  は各ターンにおけるエントレインメントの度合いを表す指標であり、Word Mover's Distance (WMD) を用いて算出される。

$$d_i^{A \rightarrow B} = \min_{i \leq j \leq i+k-1 \leq N} WMD(A_{text,i}, B_{text,j}) \quad (4)$$

ここで  $A_{text}$ ,  $B_{text}$  は話者 A, B の区間での発話テキストの集合である。WMD は二つの発話の単語分散表現における埋め込みベクトルのユークリッド距離であり、値が小さいほど二つの発話の内容が類似していることを表す。 $d_i^{A \rightarrow B}$  は  $i$  番目の発話と以降  $k$  個の発話との WMD の最小値である。単語分散表現を算出するためのモデルとして、本研究では東北

大学が公開している日本語 Wikipedia エンティティベクトル [24] を用いる。実験では uCLiD によるエントレインメントスコアとして、iTNED スコアと同様に、特徴収集パート全体を通してのスコアと一つ目の質問トピックでの会話と三つ目の質問トピックでの会話におけるスコアの変化量を算出する。

さらに、uCLiD が発話内で用いられる単語の意味的類似度を中心に評価するのに対して、発話で用いられている単語そのもののがどの程度類似しているかを評価するために Nenkova ら [25] の手法を用いる。この手法ではある区間での対話における頻出単語を複数抽出し、各単語を使用した回数の話者間での割合を計算する。頻出単語の使用割合が同じ割合に近づけば、話者同士の話者同士の使用している語彙が類似しており、エントレインメントが大きいと言える。

### 3.3 アンケート

ロボットによる親密行動に対する被験者の主観を評価するために対話セッションの前後でアンケートを実施した。

セッション前のアンケートでは、ロボットによる親密行動の評価において影響を与えうる被験者の特性を把握するためのものである。そのような特性として重要であると考えられる「性格特性」と「ロボットへの認識」を測るためのアンケートを実施した。

性格特性を測るための質問項目として TIPI-J [26] を用いた。TIPI-J は簡易的に BIG-5 指標を測るための 10 項目 7 件法のリッカート型尺度の日本語の質問項目である。これにより被験者の「開放性」、「誠実性」、「外向性」、「協調性」、「神経症傾向」の 5 つの性格特性を収集する。

また、ロボットへの認識を図るための質問項目として NARS・RAS [27] を用いた。これらはそれぞれロボット否定的態度とロボット不安を測るための質問である。NARS、RAS はそれぞれ 14 項目 5 件法、11 項目 6 件法のリッカート型尺度である。NARS・RAS にはそれぞれ三つの下位尺度として「ロボット対話否定的態度 (NARS-S1)」、「ロボット社会的影響否定的尺度 (NARS-S2)」、「ロボット対話感情否定的尺度 (NARS-S3)」、「ロボット会話能力不安 (RAS-S1)」、「ロボット行動特性不安 (RAS-S2)」、「ロボット対話不安 (RAS-S3)」が存在する。アンケートではそれぞれの下位尺度に対応する質問項目があり、そのリッカート尺度の合計によって各指標のスコアが算出される。また NARS と RAS はそれぞれの下位指標のスコアの合計によって算出される。これら指標は被験者がロボットとのコミュニケーションを行う時に見られる傾向との相関関係が明らかに

なっている。セッション後のアンケートでは、セッションに対する被験者の主観的評価を収集した。アンケートでは自然さ、人間らしさ、対話継続性などの対話全体を評価する質問を実施した。加えて、各親密行動について「怖いと感じた」「不快と感じた」「失礼だと感じた」の3つの観点で評価する質問を実施した。セッションで行った親密行動における被験者のロボットに限らない不快感を把握するためにそれらの行動に対しての忌避感を評価する質問項目を追加した。また、セッションを通しての被験者の持つ主観的な社会的距離を評価するためにIOS[28]の質問方法を用いた。

## 4 結果

上記の設定で行った予備実験を行った結果を本章で説明する。被験者は全員、男性の大学院生であり、被験者は合計で5人である。

各エンタテインメントスコアと事後アンケートでの回答との相関係数のヒートマップを図3に示す。横軸中にある sync、conv、prox はそれぞれ同期性、収束性、近接性を示すものである。また、delta は一つ目のトピックと三つ目のトピックの対話時における各指標の変化量を表している。図3より、iTNERDによるエンタテインメントスコアが親密行動の拒絶と強い正の相関があることがわかる。また F0 平均値、F0 最大値の近接性についても強い負の相関を示している。これらの指標は親密行動の予測に用いる観測可能な変数として大きく貢献することが予測される。また、iTNERD スコアの変化量、UCLiD スコア、F0 平均の同期性と収束性、F0 最大値の収束性、Jitter の収束性、近接性、Shimmer の近接性は被験者のロボットに関わらない各親密行動自体への忌避感(図中 avoidance)とは相関が弱いのにに対して、セッションで行われた親密行動への拒絶(図中 rejection)とは比較的強い相関が見られる。これらの指標ははロボットとのコミュニケーションや関係性に起因する拒絶を反映する指標であり、親密行動の許容に予測に寄与する可能性がある。

また、事前アンケートから算出した各尺度と事後アンケートとの相関係数のヒートマップを4に示す。NARS 尺度についてはロボット対話否定的態度とロボット対話感情否定的尺度が親密行動の拒絶との相関が見られる。さらにロボット対話否定的態度は親密行動自体への忌避感とは相関が弱いことからロボット対話への認識が親密行動への許容/拒絶を左右する要素であると考えられる。また RAS 尺度については全般的に親密行動の拒絶と正の相関を示している。性格特性については外交性(図中 ext)と協調性(図中 agr)が親密行動の拒絶と相関を示している。外交性は親密行動の拒絶と負の相関を示して

いることから、内向的であるほど親密行動を拒絶する傾向を示している。事前アンケートと事後アンケートの比較によって得られたこれらの傾向から、事前アンケートから算出した各指標はロボットによる親密行動の許容を予測するモデルを設計する上で考慮すべき有用なものであると言える。

## 5 おわりに

本研究では、ロボットによる親密行動をユーザが許容/拒絶するかどうかとそれ以前の観測可能な情報にどのような関係があるかを分析するための実験設定と予備実験の結果を示した。インタビューセッションの中で行われた親密行動に対する反応を事後アンケートによって収集し、それらと音響/韻律、語彙のエンタテインメントスコアとの相関を算出した。実験結果から、複数のエンタテインメントスコアと親密行動との相関が確認された。また、事前アンケートから算出した被験者の特性を反映する各尺度は事後アンケートの回答と相関するものであり、考慮すべき有効な指標であることが示された。

本研究は被験者数5人と非常に少なく、被験者の属性も偏っており、広範なユーザにおけるロボットとのコミュニケーションの傾向を捉えることができていないことが考えられる。例えば、年齢や性別によって実験中に行われる親密行動に対する忌避感や実際に行われた時の拒絶反応の程度が異なることや、ロボットへの不安、否定的態度をはじめとする尺度に異なる傾向が見られる可能性がある。今後、一般に広く被験者を募集して被験者数を増やした実験を行う予定である。本研究で実施した予備実験において本研究の仮説を支持する結果が得られたことから、今後の実験によって、ロボットによる社会的なコミュニケーションの実現のための有意義な知見を得られることが期待される。

## 謝辞

本研究の一部は科研費23K24910と科研費22K17958の助成を受けて実施した。

## 参考文献

- [1] Penelope Brown and Stephen C. Levinson . *Politeness Some Universals in Language Usage*. Cambridge University Press, 1987.
- [2] Howard Giles . *Communication Accomodation Theory: Negotiating Personal Relationships and Social Identities across Contexts*. Cambridge University Press, 2016.
- [3] Tatsuya Nomura and Kazuma Saeki . Effects of polite behaviors expressed by robots: A case study in japan.

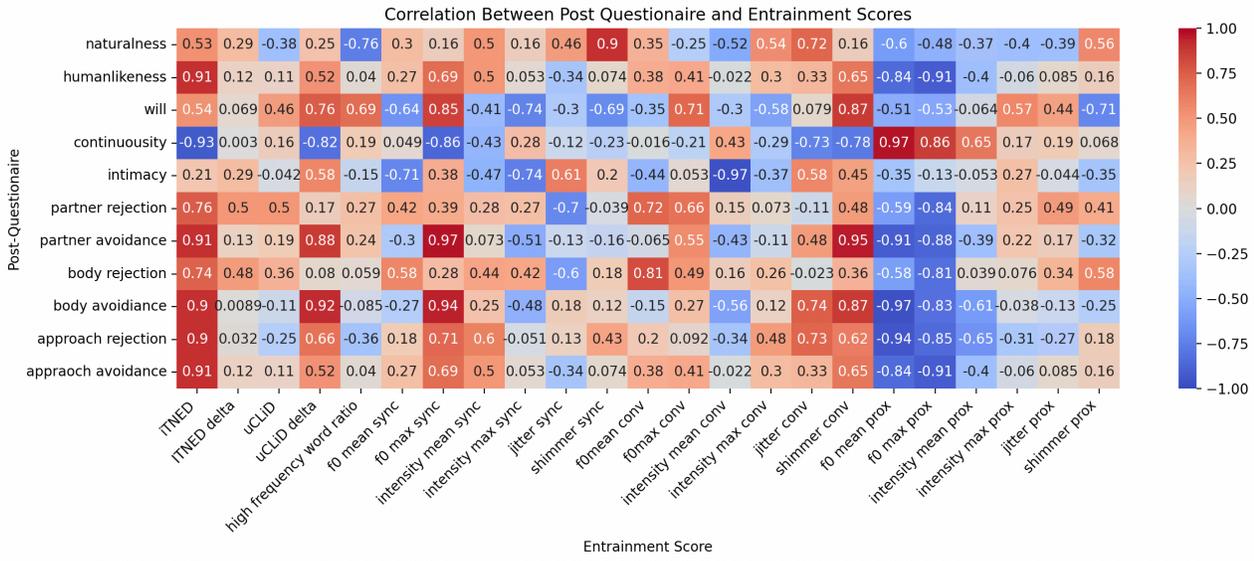


図 3: エントレイメントスコアと事後アンケートの回答との相関

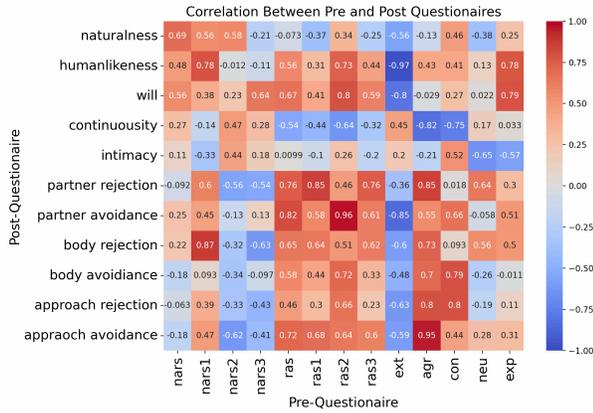


図 4: 事前アンケートと事後アンケートの相関

In 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, pages 108–114, 2009.

[4] Yoshifumi Kokubo , Eri Sato-Shimokawara , and Toru Yamaguchi . Relationship between personal space and the big five with telepresence robot. In *Intelligent Robotics and Applications: 9th International Conference, ICIRA 2016*, pages 257–265, 2016.

[5] Ishi Carlos T , Mikata Ryusuke , and Ishiguro Hiroshi . Person-directed pointing gestures and inter-personal relationship: Expression of politeness to friendliness by android robots. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(4):6081–6088, 2020.

[6] Patrizia Ribino . The role of politeness in human-machine interactions: a systematic literature review and future perspectives. *Artificial Intelligence Review*, 56(1):445–482, 2023.

[7] Mishra Kshitij , Firdaus Mauajama , and Ekbal Asif . Genpads: Reinforcing politeness in an end-to-end dialogue

system. *Plos one*, 18(1):e0278323, 2023.

[8] 山崎天, 川本稔己, 吉川克正, 佐藤敏紀. 大規模汎用言語モデルを用いた雑談対話システムの対人関係性に基づく発話制御の検討. 言語処理学会第 28 回年次大会, pages 1921–1925, 2022.

[9] Subaru Ouchi , Kazuki Mizumaru , Daisuke Sakamoto , and Tetsuo Ono . Should speech dialogue system use honorific expression? In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction*, pages 232–233, 2017.

[10] Susan E. Brennan and Herbert H Clark . Conceptual pacts and lexical choice in conversation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol 22, No. 6, p.1482, 22(6):1482–1493, 1996.

[11] Arthur Ward and Diane Litman . Automatically measuring lexical and acoustic/prosodic convergence in tutorial dialog corpora. In *Speech and Language Technology in Education*, pages 57–60, 2007.

[12] Chartrand Tanya L. and Bargh John A. . The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(6):893–910, 1999.

[13] Seiya Kawano , Masahiro Mizukami , Koichiro Yoshino , and Satoshi Nakamura . Entrainable neural conversation model based on reinforcement learning. *IEEE Access*, 8:178283–178294, 2020.

[14] Tan Daxin , Kargas Nikos , McHardy David , Papayianis Constantinos , Bonafonte Antonio , Strelec Marek , Rohnke Jonas , Filandras Agis Oikonomou , and Wood Trevor . Analysis and utilization of entrainment on acoustic and emotion features in user-agent dialogue. *arXiv preprint arXiv:2212.03398*, 2022.

[15] Fandrianto Andrew and Eskenazi Maxine . Prosodic entrainment in an information-driven dialog system. In *INTERSPEECH*, pages 342–345, 2012.

[16] Kawano Seiya , Kanezaki Shota , Contreras Angel Fernando Garcia , Yuguchi Akishige , Katsurai Marie , and

- Yoshino Koichiro . Analysis of style-shifting on social media: Using neural language model conditioned by social meanings. In *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2023*, pages 7911–7921, 2023.
- [17] Lubold Nichola and Pon-Barry Heather . Acoustic-prosodic entrainment and rapport in collaborative learning dialogues. In *Proceedings of the 2014 ACM workshop on Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge*, pages 5–12, 2014.
- [18] Nasir Md , Baucom Brian , Bryan Craig , Narayanan Shrikanth , and Georgiou Panayiotis . Modeling vocal entrainment in conversational speech using deep unsupervised learning. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 13(3):1651–1663, 2020.
- [19] Farley Sally D . Nonverbal reactions to an attractive stranger: The role of mimicry in communicating preferred social distance. *Journal of Nonverbal Behavior*, 38:195–208, 2014.
- [20] Ahmad Huthaifa ら. 生活空間を周回し自発的にユーザ補助を行う自律型対話ロボット. 第 41 回日本ロボット学会学術講演会, pages 2F1–06, 2023.
- [21] Reece Andrew , Cooney Gus , Bull Peter , Chung Christine , Dawson Bryn , Fitzpatrick Casey , Glazer Tamara , Knox Dean , Liebscher Alex , and Marin Sebastian . The candor corpus: Insights from a large multimodal dataset of naturalistic conversation. *Science Advances*, 9(13):eadf3197, 2023.
- [22] Gálvez Ramiro H , Gauder Lara , Luque Jordi , and Gravano Agustin . A unifying framework for modeling acoustic/prosodic entrainment: definition and evaluation on two large corpora. In *Proceedings of the 21th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*, pages 215–224, 2020.
- [23] Nasir Md , Chakravarthula Sandeep Nallan , Baucom Brian , Atkins David C , Georgiou Panayiotis , and Narayanan Shrikanth . Modeling interpersonal linguistic coordination in conversations using word mover’s distance. In *Interspeech*, volume 2019, page 1423. NIH Public Access, 2019.
- [24] 鈴木正敏, 松田耕史, 関根聡, 岡崎直観, 乾健太郎. Wikipedia記事に対する拡張固有表現ラベルの多重付与. 言語処理学会第 22 回年次大会発表論文集, pages 797–800, 2016.
- [25] Nenkova Ani , Gravano Agustin , and Hirschberg Julia . High frequency word entrainment in spoken dialogue. *ACL-08: HLT*, pages 169–172, 2008.
- [26] 小塩真司, 阿部晋吾. 日本語版 ten item personality inventory (tipi-j) 作成の試み. パーソナリティ研究, 21(1):40–52, 2012.
- [27] Nomura Tatsuya , Kanda Takayuki , Suzuki Tomohiro , and Kato Kensuke . Prediction of human behavior in human–robot interaction using psychological scales for anxiety and negative attitudes toward robots. *IEEE transactions on robotics*, 24(2):442–451, 2008.
- [28] Gächter Simon , Starmer Chris , and Tufano Fabio . Measuring the closeness of relationships: a comprehensive evaluation of the ‘inclusion of the other in the self’ scale. *PLoS one*, 10(6):e0129478, 2015.