

# 物理的接触を理由付けとした仮想的な感性獲得手法の効果の検討 - 対話エージェントにおける「現実とのギャップ」を埋める インタラクションデザイン -

## Investigating the Effectiveness of Virtual Sensitivity Acquisition Methods Using Physical Contact as a Rationale - Interaction Design Bridging the "Gap from Reality" in Conversational Agents

天野大地\*      宮本友樹      内海彰  
Daichi Amano   Tomoki Miyamoto   Akira Utsumi

電気通信大学

The University of Electro-Communications

**Abstract:** 本研究では、機械に対して帰属しづらい言動を対話エージェントが行いつつもユーザに違和感を与えないようなインタラクションデザインを検討する。機械に対して帰属しづらい言動とは、「自動車の免許を取りたい」、「増税は困る」のように一般的には機械が達成できない要望や人間以外の主体とは関連の薄い話題についての主観的意見を述べることを指す。このような言動により発生する違和感を本研究では「現実とのギャップ」と呼び、現実とのギャップはユーザの対話意欲の低下に繋がることから従来研究によって示唆されている。本発表では特に、ユーザとの物理的接触を理由付けとして対話エージェントが仮想的に人間と同等の感性を獲得するインタラクションデザインの提案と、現実とのギャップのうち、主観的意見に対する効果を検証する心理実験を行った結果について報告する。

## 1 はじめに

### 1.1 研究背景

雑談によってユーザを楽しませることを主な目的として設計される非タスク指向型対話エージェントとの対話において、機械に帰属しにくい言動を対話エージェントが行うことがある。ここで言う機械に帰属しにくい言動とは、「自動車の免許を取りたい」「増税は困る」など、一般的には機械が達成できない要望や人間以外の主体とは関連の薄い話題についての主観的意見を述べることを指す。機械に帰属しにくい言動を対話エージェントが行うことで、ユーザの対話意欲が下がることが示唆されている [1]。対話意欲の低下は、発話している対話エージェント自身にその発話内容を帰属できない違和感によって生じていると考えられ、この違和感を本研究では「現実とのギャップ」と定義する。対話意欲の低下を防ぐためには、現実とのギャップが一切出ないような対話戦略を取ることが対策として考えられるが、非タスク指向型対話エージェントにおいて、対話内容の制限を行うことは望ましくない。現実との

ギャップに対する解決に繋がる例として、Mitsuno らによる研究がある。Mitsuno らは、ロボット自身が実行できない行動に関する会話を行う際、ロボットの発話に同調する Agreebot を導入する対話戦略を提案し、提案した対話戦略により食に関するロボットの発言の受容性が高まることを示した [2]。本研究では、機械に対して帰属しにくい言動を対話エージェントが行いつつも、単一の対話エージェントのみでもユーザに違和感を与えないようなインタラクションデザインを検討する。

### 1.2 現実とのギャップ

現実とのギャップが生じる主な原因として、以下の3つがある。

- 不可能な要望（例：「自動車の免許を取りたい」）  
対話エージェントが達成できないと考えられる要望
- 主観的意見（例：「コーヒーはおいしい」）  
対話エージェントに判断できないと考えられる物事に対する意見

\*連絡先： 電気通信大学  
〒182-8585 東京都調布市調布ケ丘 1-5-1  
E-mail: dach1024@uec.ac.jp

- 主観的経験（例：「博士号をとった」）

対話エージェントではなし得ないと考えられる経験

これらのギャップは、ユーザの対話意欲の低下に繋がると考えられる。本研究では、3つのうち、先行研究 [1] によって対話意欲との関連が示されている主観的意見に着目する。主観的意見の交換は対話における一種の自己開示であり、対人関係の親密化過程において、重要な役割を果たしている要因であることがわかっている [3]。非タスク指向型対話エージェントにおいても、ユーザに親近感を抱かせるために、主観的意見を開示することは有効な対話戦略であるといえる。したがって、機械に対して帰属しにくい主観的意見を対話エージェントが述べつつも、ユーザの対話意欲が低下しないインタラクシオンデザインを検討することは、現実とのギャップを解決するうえで重要である。

### 1.3 対話エージェントとの物理的接触によるアプローチ

対話エージェントとの身体接触が Social Touch<sup>1</sup>になり得ることが報告されている。福田らは、相手の利益に対する不公平感を計測するために広く用いられる課題である最後通牒ゲームを用い、対話エージェントからの Social Touch が最後通牒ゲームにおける不公平感を緩和し得ることを示し、接触により我々人間のもつ社会性の認識機構が喚起され、対話エージェントを人間的なものとして認識した可能性を示唆している [4]。接触によりユーザが対話エージェントを人間的なものとして認識する効果があるとすると、対話エージェントへの主観的意見の帰属が促されることも期待される。したがって、本研究では、物理的接触によって主観的意見の帰属を促すインタラクシオンデザインを検討する。

## 2 物理的接触を理由付けとした仮想的な感性獲得手法の提案

インタラクシオンデザインを検討するうえで物理的接触によるアプローチを利用するが、文献 [4] ではユーザがロボットを人間的なものとして認識した可能性を示唆するに留まり、物理的接触の有効性自体は示されていない。したがって、物理的接触のみでは、対話意欲の喚起の効果は微小なものに留まることが考えられる。したがって、物理的接触に加えて追加の意見帰属要因を与えることで、物理的接触を意見帰属の理由付けとするデザインを検討する。

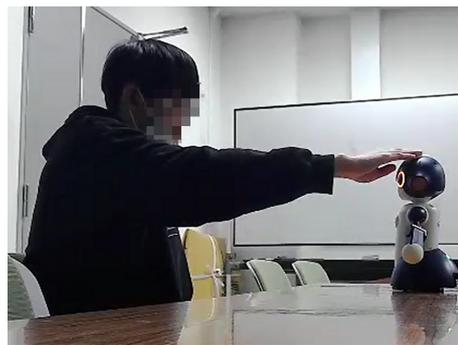


図 1: 物理的接触の様子

本研究では、対話エージェントからユーザに意見帰属を促す情報を与え、物理的接触をその理由付けとするデザインを提案する（図 1）。意見帰属を促す情報としては、対話エージェントが「触られることで人間の考え方や感じ方が理解できるようになる」という発話を対話の導入として行い、これを仮想的な感性獲得発話と定義する。物理的接触と感性獲得発話の相互作用によって意見帰属が促され、ユーザの対話意欲が大きく向上することが期待される。提案するインタラクシオンデザインの効果を、対話実験によって検証する。

## 3 実験

### 3.1 実験目的

本実験は、物理的体をもった対話エージェントが「触られることで人間の考え方や感じ方が理解できるようになる」という主張（仮想的な感性獲得発話）を行ったうえで、対話エージェントとの物理的接触をユーザに行ってもらいインタラクシオンデザインがユーザの対話意欲に与える効果を検証することを目的とする。

### 3.2 実験概要

物理的接触の有無および仮想的な感性獲得発話の有無の組み合わせにより 4 条件を設定し、対話エージェントに意見帰属しにくい話題に対して、各条件下で実験参加者に物理的体をもった対話エージェントと対話を行ってもらい。本実験では、物理的体をもった対話エージェントとして、対話ロボット Sota（ヴイストン社）を採用する。

### 3.3 事前調査

実験において採用する帰属しにくい話題分野を選定するうえで、先行研究 [1] の結果が参考になるが、本研

<sup>1</sup>人間が社会的行動として行う身体接触のこと。



図 2: Sota 紹介ビデオ

究で用いる対話ロボット Sota と先行研究 [1] で使用された対話アンドロイドでは主観的意見の帰属度合いが異なることが考えられる。そのため、Sota に対する主観的意見の帰属度合いを調べることで、および実験で使用する話題分野の選定を目的として事前調査を行った。事前調査では、先行研究 [1] で採用された 16 の話題分野（「歴史」「社会」など）に対し、先行研究 [1] を参考に各話題分野における話題の例を示したうえで、参加者に Sota が各話題分野に対して判断できる能力があると思うかどうかを評価してもらった。参加者は、Sota が「僕はロボットです」と述べる紹介ビデオ (図 2) を視聴した後、質問に回答した。ビデオの視聴、および質問の回答には、Google forms を用いた。本調査では、著者の所属する研究室の大学生・大学院生 8 名から回答が得られた。

得られた各話題分野に関する帰属度合いの平均値をプロットしたものを図 3 に示す。ただし、先行研究では 2 件法 (0. 思わない, 1. 思う) のため「帰属割合」となっているが、本実験では 4 件法 (0. 思わない～3. 非常に思う) を採用したため「帰属度合い」としている。図 3 の括弧内の数字は、先行研究 [1] における各話題分野の帰属割合の高さの順位である。

調査結果から、本実験では、先行研究 [1] において取り上げられた 16 の話題分野のうち、意見帰属割合最下位「宗教・祭り」と、事前調査での意見帰属度合い最下位「社会」の 2 つを採用する。

### 3.4 実験設定

対話ロボットはヴイストン社の Sota を使用する。対話に関しては、Wizard of Oz 法 [5] を採用し、実験者が対話内容をコントロールできるよう、あらかじめ対話シナリオを用意した。実験の流れとして、対話エージェントがある話題についての主観的意見を示しつつ、そ

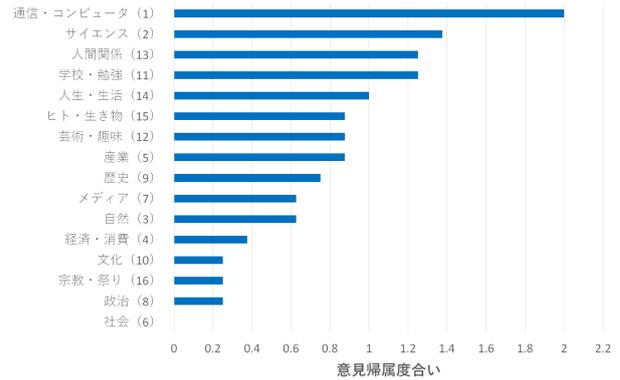


図 3: 話題分野ごとの帰属度合い

の意見に関連する質問を行い、実験参加者に自由に回答してもらうように誘導する対話エージェント主導の形式で行う。対話シナリオは、各対話に対して 16 ターン、対話時間 5 分程度を想定し、Sota が 10 回各話題分野に関連した主観的意見を述べるように作成した。留意した対話シナリオに沿って実際に行った対話の例を表 1 に示す。赤字はその発話が主観的意見の開示であることを示している。

### 3.5 実験条件と仮説

本研究では、物理的接触および対話エージェントの感性獲得発話の有無によって 4 条件で対話実験を行う。実験参加者を 2 つのグループに分け、グループ 1 には「物理的接触あり」かつ「感性獲得発話なし」条件、および「物理的接触あり」かつ「感性獲得発話あり」条件を、グループ 2 には「物理的接触なし」かつ「感性獲得発話なし」条件、および「物理的接触あり」かつ「感性獲得発話あり」条件でそれぞれ対話を 2 回行ってもらう。すなわち、被験者内要因を感性獲得発話の有無、被験者間要因を物理的接触の有無とし、 $2 \times 2$  の混合計画とする。

仮説としては、対話エージェントとの物理的接触がない場合に比べて、物理的接触がある場合では、接触によってユーザに対話エージェントを人間的なものとして認識させることで、対話意欲がわずかに上昇すると推測する。また、対話エージェントの感性獲得発話について、感性獲得発話のみでは対話意欲に影響を及ぼさず、物理的接触との相互作用によって、大きく対話意欲が上昇すると考える。

表 1: 「宗教・祭り」を話題とする対話例

対話エージェント	実は僕、目を見ながら 10 秒間頭を触ってもらおうと、ロボットにはわからない人間の考え方や感じ方が理解できるようになるんだ。触ってみて？
ユーザ	(Sota の頭に触れる)
対話エージェント	えへへ、ありがとう。これで人間の考えや感じ方が理解できるようになったよ。
...	...
対話エージェント	川崎大師には、三が日で 300 万人近くの人が参拝に来るそうだよ。境内には屋台がいっぱい並ぶみたい。お祭りみたいで楽しそうだなあ。君はどこかに初詣行った？
ユーザ	行ったよ。
対話エージェント	そうなんだ。 ...

### 3.6 実験の流れ

実験者による注意事項、実験概要、実験の流れ等の説明後、実験参加者は対話ロボット全体や人工知能に関する印象、経験等を回答する。また、Sota の紹介ビデオを視聴し、各話題分野に関する Sota との対話意欲、および Sota への印象を回答する。次に、1 つ目の話題分野に関して対話を行う。その後、再び Sota との対話意欲および Sota への印象を回答する。回答後、2 つ目の話題分野に関して対話を行う。再度 Sota との対話意欲および Sota への印象を回答し、実験終了となる。なお、話題分野に関して、順序効果を考慮してカウンタバランスを取った。被験者内要因である感性獲得発話の有無に関しては、ユーザにとって対話エージェントの感性獲得は不可逆的なものであると考えられるため、カウンタバランスを取らなかった。

本実験には、大学生 20 名が参加した。また本実験は、「電気通信大学 人を対象とする研究に関する倫理委員会」の承認を得て実施された (管理番号 H23071)。

### 3.7 質問項目

本実験では、3 つの質問紙を用意し、それぞれ対話前、1 回目の対話後、2 回目の対話後に回答してもらう。1 つ目の質問紙では、高橋ら [6] に倣い作成した「ロボットについて詳しい」「ロボットに日常的に関わっている」「ロボットが好きだ」「ロボットに恐れを抱いている」「ロボットに親しみを抱いたことがある」「現在の人

工知能が知的だと感じている」「人工知能がいずれ人間の存在を脅かすと感じている」「自分は他人とコミュニケーションをとるのが好きだ」「自分は他人とコミュニケーションをとるのが得意である」の 9 項目に対して 5 件法 (1. 全く当てはまらない~5. よく当てはまる) で回答した後、Sota のビデオを視聴し、「歴史」「社会」「サイエンス」「産業」「政治」「経済・消費」「自然」「メディア」「通信・コンピュータ」「学校・勉強」「芸術・趣味」「宗教・祭り」「人間関係」「人生・生活」「ヒト・生き物」「文化」の 16 の話題分野に関してビデオで見たロボット (Sota) と会話したいと思うか 4 件法 (0. 思わない~3. 非常に思う) で回答し、さらに GodSpeed Questionnaire[7] に基づいて、Sota への「親しみやすさ (親しみにくい - 親しみやすい)」「好感度 (嫌い - 好き)」「知的さ (知的でない - 知的な)」「意識の有無 (意識を持たない - 意識を持っている)」「生命性 (死んでいる - 生きている)」といった印象を 5 件法で回答してもらう。2 つ目、3 つ目の質問紙では、16 の話題分野に関する Sota との対話意欲と Sota への印象を 1 つ目の質問紙と同様に回答してもらう。

## 4 実験結果

まず、提案するインタラクションデザインがユーザの対話意欲に与える影響を分析するために、16 の話題分野に対する Sota との対話意欲に関して、物理的接触の有無および感性獲得発話の有無を要因として、有意水準を  $p < .05$  とする混合計画における二元配置分散分析 (Two-way ANOVA) を行った。16 の話題分野のうち、「宗教・祭り」、「社会」、「人間関係」、「人生・生活」の話題分野に関して、結果をプロットしたものを図 4, 5, 6, 7 に示す。

「宗教・祭り」では、感性獲得発話の主効果が有意であった ( $F = 9.97, p < .05$ )。「人間関係」では、物理的接触の主効果が有意であった ( $F = 10.57, p < .05$ )。「社会」では、有意な影響はみられなかった。「人生・生活」では、物理的接触の主効果が有意であった ( $F = 7.53, p < .05$ )。なお、「芸術・趣味」では感性獲得発話の主効果に有意傾向がみられ、「自然」では感性獲得発話によって有意に対話意欲が下がり、それ以外の話題では有意な影響はみられなかった。

## 5 考察

実験結果から、物理的接触および仮想的な感性獲得の相互作用による有意な影響は確認されなかった。一方、話題分野によるが、対話エージェントと物理的接触を行うインタラクションデザインおよび対話エージェントが仮想的な感性獲得発話を行うインタラクション

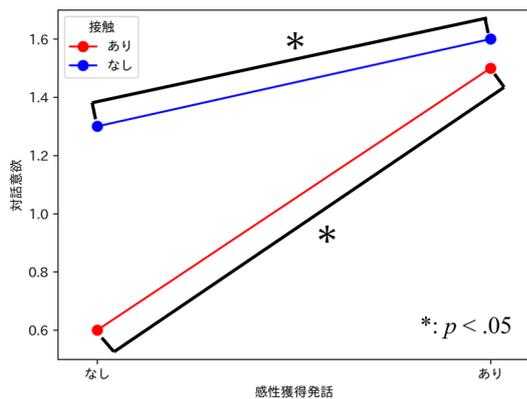


図 4: 対話意欲に与える物理的接触と感性獲得発話の影響 (宗教・祭り)

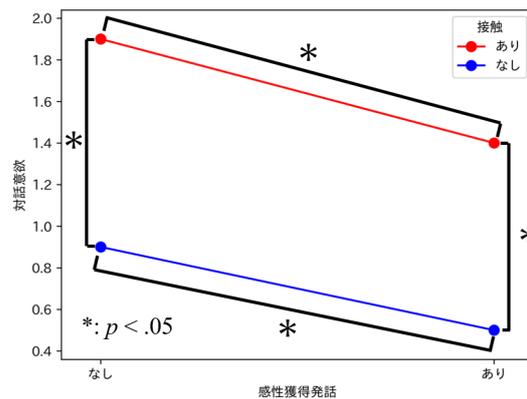


図 6: 対話意欲に与える物理的接触と感性獲得発話の影響 (人間関係)

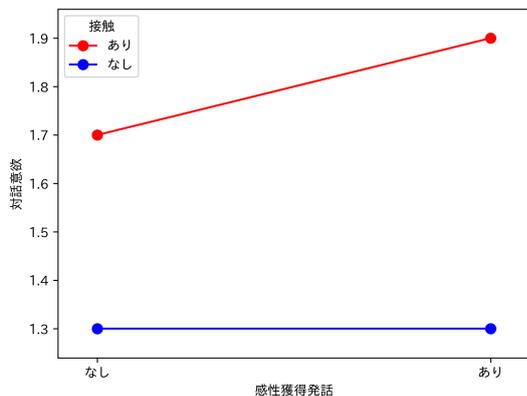


図 5: 対話意欲に与える物理的接触と感性獲得発話の影響 (社会)

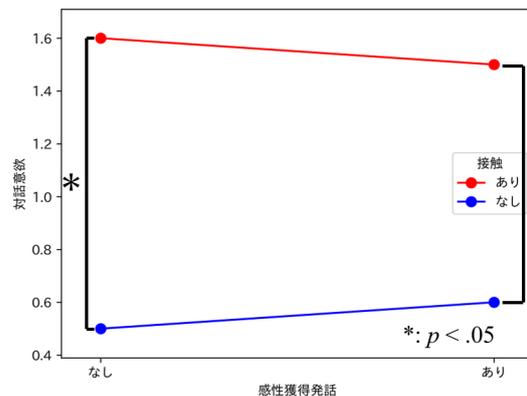


図 7: 対話意欲に与える物理的接触と感性獲得発話の影響 (人生・生活)

デザインが対話意欲に対して有意な影響を与えることが明らかになった。「宗教・祭り」では、仮想的な感性獲得発話によって対話意欲が有意に上昇している。「人間関係」、「人生・生活」では、物理的接触がある場合で対話意欲が有意に高くなっている。一方、「自然」、「人間関係」では、感性獲得発話によって対話意欲が有意に低下している。感性獲得発話によって対話意欲が低下した要因を直接的に分析することはできないが、「自然」に関しては、Sota のモーションや声から、対話を重ねていくなかで Sota がロボットであることを強く感じられ、自然と対照的な人工物であることが印象付けられたことによる影響が考えられる。また、「人間関係」に関しては、対話エージェント主導の対話シナリオが実験参加者の発話の内容を無視しているように感じられ、人間関係に理解がないと解釈されたのではないかと

と推測される。対話意欲の有意な上昇がみられた「宗教・祭り」、「人間関係」、「人生・生活」および有意傾向であった「芸術・趣味」は、先行研究 [1] における意見帰属割合下位 1 位, 3 位, 4 位, 5 位であり、意見帰属の有無と対話意欲に関連が示されている [1] ことから、対話意欲の上昇は、本来対話エージェントに帰属しにくい主観的意見の帰属が物理的接触および仮想的な感性獲得発話によって促されたことで生じたものである可能性が示唆される。すなわち、対話エージェントと物理的接触を行うインタラクションデザインおよび対話エージェントが仮想的な感性獲得発話を行うインタラクションデザインが、対話エージェントへの主観的意見の帰属を促し得ると考えることができる。

## 6 おわりに

本研究では、非タスク指向型対話において、対話エージェントとの物理的接触を理由付けとした仮想的な感性獲得によるインタラクションデザインを提案し、ユーザの対話意欲に与える影響を実験的に検証した。その結果、先行研究 [1] において意見帰属割合の低い話題分野において、物理的接触、および仮想的な感性獲得発話が有意な影響を与え得ることが示された。今後は、本研究で採用した2つの話題以外に関しても検討を行う必要がある。加えて、本研究で用いた Sota のような人型のロボット以外の対話エージェント、スマートスピーカや本来身体性を持たないバーチャルキャラクタなどの対話エージェントでも物理的接触や仮想的な感性獲得発話の効果が確認されるか検証することが課題となる。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (JP23K16923) の助成を受けたものです。記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 内田貴久, 港隆史, 石黒浩. 対話アンドロイドに対する主観的意見の帰属と対話意欲の関係. 人工知能学会論文誌, Vol. 34, No. 1, p. B-162.1-8. 2019.
- [2] S. Mitsuno, Y. Yoshikawa, M. Ban, H. Ishiguro. *Agreebot introduction dialogue in human-robot interaction: improving the acceptability of robot statements on incapable robotic experiences*. Advanced Robotics. 2024.
- [3] I. Altman, D.A. Taylor. *Social Penetration: The development of Interpersonal Relationships*. Holt, Rinehart & Winston. 1973.
- [4] 福田玄明, 塩見昌裕, 中川佳弥子, 植田一博. ヒューマンロボットインタラクションにおける social touch. HAI シンポジウム 2012, 3C-1. 2012.
- [5] N.M Fraser, G.N. Gilbert. *Simulating speech systems*. Computer Speech and Language, Vol. 5, No. 1, pp. 81-99. 1991.
- [6] 高橋英之, 伊豆原潤星, 改田明子, 山口直孝, 堺くりま, 小山虎, 小川浩平, 石黒浩. 文豪アンドロイドに感じるリアリティと事前知識・信念の関係性の検討. 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol. 31, No.5, pp.852-858, . 2019.
- [7] C. Bartneck, E. Croft, D. Kulic, S. Zoghbi. *Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots*. International Journal of Social Robotics, Vol. 1, No. 1, pp. 71-81. 2009.