

バーチャルロボットヘッドにおける 観察者の対人距離及び印象分析

Human interpersonal distance and impression analysis of a Virtual Robot Head

安藤美鈴¹ 峯岸朋弥² 大澤博隆^{1,2}

Misuzu Ando¹, Tomoya Minegishi², and Hirotaka Osawa^{1,2}

¹ 慶應義塾大学

¹ Keio University

² 筑波大学

² University of Tsukuba

Abstract:

本研究では、裸眼立体視可能なディスプレイに、人と同様の身体を持ち小動物のような見た目の 3D キャラクターを表示し、裸眼立体視有効/無効、バーチャルロボットの感情表現の有/無により、コミュニケーションにおける対人距離に違いがあるかを評価した。その結果、快適距離において、先行研究で示唆されていた 3D/2D 条件による対人距離への影響は見られなかった。一方で、感情表現の有無は対人距離に有意に影響し、感情表現がある時の方が無い時より距離は長くなった。

1. 序論

近年、人と同様の身体を持ち、人とコミュニケーションを行うことを目的として設計されたソーシャルロボットが、医療、教育、娯楽サービスなどのあらゆる場面で普及しており、人間の日常生活に少なからず影響を与えている。ソーシャルロボットは、人とコミュニケーションを取るために言葉を発することに加え、ジャスチャーなどの非言語情報を用いて会話することができる。このようなソーシャルロボットの研究課題のひとつに、人とコミュニケーションを行う際、対話相手との間の距離を適切に維持できない点があげられる。ソーシャルロボットが非言語情報を用いた対話を行う際、可動範囲内に人が立ち入ってしまった場合、人へ接触し危害を与える可能性があるため、対話中に必要な身体動作を必ずしも行えない場面が存在する。このような場面においてソーシャルロボットは、人に自ら離れてもらうよう指示する必要がある。

人に自ら離れてもらう方法の一つとして、ソーシャルロボットが人へ声をかけることが考えられる。しかしながら、ロボットによる声掛けは有効ではないことを示す研究がある。Shiomi ら[1]は、博物館案内を行うロボットが、ロボットへ接近してしまった

子どもたちへ声掛けを行った場合、子どもたちはロボットそのものに興味を示し、離れなかったことを示している。よって、物理的な動作が制限されている状態でも使用可能な、何らかの手法が求められる。

物理的な動作が制限されている状態でも使用可能な新たな手法として、峯岸ら[2]は、裸眼立体視可能なディスプレイに人型の 3D モデルを表示することにより、接近動作の危険性を避けつつ、存在感を与えて自発的に人から避けてもらう方法を提案している（以下、裸眼立体ディスプレイに、人と同様の身体を持つ 3D モデルを表示したものを、バーチャルロボットとする）。人はバーチャルロボットを立体的に視聴可能なため、映像上の物体の距離の遠近を知覚できる。よって物理的な動きがない状態でも、観察者はロボットとの間の距離を視覚できる。バーチャルロボットが接近する様子を視聴した観察者は、接近されたよう錯視するため、バーチャルロボットまでの距離を調整する。このとき峯岸らは、Hall による対人距離[3]のうち、社会的距離まで遠ざかることを示している[2]。現実空間上のソーシャルロボットによる接近の危険を伴わずに人間が自ら距離の調整を行うことが可能になることが示されている。

しかしながら、峯岸らの研究[2]は、バーチャルロボットの外見による対人距離への影響を考慮できて

いない。峯岸らは実験後のインタビューにおいて、参加者の一部に「見た目が怖い」という回答があったことを示している。見た目の「怖さ」により対人距離が増加している可能性がある。外見から「怖さ」を減少させた場合においても、人はバーチャルロボットと適切な対人距離を維持するか明らかにする必要がある。本研究では、バーチャルロボットの外見から「怖さ」を減少させたとき、人はバーチャルロボットと適切な対人距離を維持するか明らかにするため、「かわいい」の効果に着目し、小動物のような可愛い見た目のバーチャルロボットを裸眼立体視可能なディスプレイに表示させることを提案する。入戸野[6-8]らによると「かわいい」は肯定的な感情であり、脅威を感じず、社会的交流を求めるといった特徴がある。そのため、可愛い見た目のバーチャルロボットを用いることで親近感が増し、見た目が不気味だという不快感をなくすことができる可能性がある。

小動物のような見た目のバーチャルロボットを用いることで、見た目による不快感は解決できるが、それによって人との距離がどのようになるかは不明である。Bhagya らの研究によると、ロボットの外観が人間の近接嗜好に影響を与えることが明らかになっている[4]。さらに、ロボットの印象は感情表現の有無によっても変わる[5]。人間は、相手との親密さによって対人距離を調節する[3]ため、表情やジェスチャーなどの感情表現の有無によってもコミュニケーション時の対人距離に差が出る可能性がある。そこで本研究では、裸眼立体視ディスプレイに親しみやすい見た目のバーチャルロボットを表示させ、裸眼立体視有効・無効、及び感情表現の有無によって、観察者が調整するバーチャルロボットとの距離に影響があるか、実験により明らかにする。以下、立体視有効条件を 3D 条件、立体視無効条件を 2D 条件とする。感情表現を行う条件を感情表現あり条件、行わない条件を感情表現なし条件とする。

2. 関連研究

2.1 人同士の対人距離

Hall[3]は人同士がコミュニケーションを行う際、相手との親密さによってその距離が変化することを発見し、それを密接距離、個人距離、社会距離、公共距離の 4 つに分類した。密接距離は 0.45 m 以内の範囲のことで、例えば恋人や家族のような関係の人間ととる距離である。個人距離は 0.45-1.2 m まで、社会距離は 1.2-3.5 m まで、公共距離は 3.5 m 以上の範囲のことである。相手と親密なほど距離は短くな

ることが示されている。また、相手との距離がその親密さに一致していない場合、人は不快に感じるということが明らかになっている。

2.2 裸眼立体視ディスプレイを用いたロボットとの対人距離

峯岸ら[2]は、裸眼立体視ディスプレイにロボットを表示した場合でも物理的に存在するソーシャルロボットと同様に、観察者は対人距離の調節を行うことを示した。観察者が自ら対人距離を調整するためには、観察者に身体性を想起させることが重要であることを示しており、これの解決策として裸眼立体視ディスプレイ以外の部分に箱をかぶせて隠すことを提案し、その有効性を検証している。本研究においても観察者自ら対人距離を調整してもらうことを狙うため、観察者にバーチャルロボットの身体性を想起させる峯岸らの手法は、本研究においても必要な要素と考えられる。

2.3 ソーシャルロボットの擬人化と対人距離

Syrdal ら[9]の研究では、ロボットの擬人化の程度を変えた外見の異なるロボットにおいて、人に接近していったときどの距離まで近づくと不快に思うかを比較した。その結果、擬人化された属性の度合いが高いほど、人は距離を長く保つことがわかった。これにより、外見の擬人化度合いが高いロボットほど、適切な対人距離を維持するという期待が高いことが示唆された。

Bhagya ら[4]は、外見の異なる 4 台のサービスロボットで対人距離を比較した。参加者はロボットに向かって対話するように求められ、各条件での参加者とロボットとの距離を評価すると、参加者に人間らしさが最も低いと評価されたロボットが最も長くなることがわかった。人間は擬人化度合いが低いと評価されたロボットとの間の距離を長く調整すること可能性があることが示唆された。これらの研究では、ロボットの外見について擬人化の程度しか考慮されておらず、本研究で着目する親しみやすさを増加させた場合の、対人距離への影響は明らかにされていない。

2.4 ソーシャルロボットの感情表現と対人

距離

Jost ら[10]は、ソーシャルロボットの表情の違いによって、参加者とソーシャルロボットとの間の距離に影響するか調べている。幸せそうな顔をしたロボットと悲しい顔をしたロボットと、参加者との間の距離を比較すると、有意差は認められなかったことが示されている。

Bhagya ら[4]は、「うれしい」「怒っている」「悲しい」「恐れている」「嫌悪」「驚き」の6つの表情を行うソーシャルロボットを用意し、それらと参加者が取る距離を比較した。各参加者は6つの表情のうちいずれかの表情をしたロボットに近づき、対話するように求められた。その結果、参加者との距離が長くなった条件は、ロボットの顔の感情が「怒り」と「嫌悪感」の時であることがわかった。また、参加者はロボットの表情が「幸せ」または「悲しい」である場合、他の表情と比較して有意に距離が縮まったことが示された。ロボットの印象は感情表現の有無によっても変わることが示唆されており[5]、表情やジェスチャーなどの感情表現の有無によってもコミュニケーション時の距離に差が出る可能性がある。しかしながら、本研究で提案するバーチャルロボットにおいて、表情変化により参加者が維持する対人距離に影響するか自明ではない。よって本研究で表情変化による対人距離の変化を明らかにする。

3. 提案

本研究では、バーチャルロボットの外見から「怖さ」を減少させたとき、人はバーチャルロボットと適切な対人距離を維持するか明らかにするため、人間が受け入れやすい外見をしたバーチャルロボットを提案する。親しみやすい外見のバーチャルロボットとして、小動物のような見た目の3Dキャラクターを選んだ。これは、入野野らの研究[8]により、小動物は人間がかわいいと感じる要素であるベビースキーマ[11]を含むからである。可愛いと思う感情は、脅威を感じさせず、親近感につながる。

小動物のような可愛い見た目のバーチャルロボットを裸眼立体視可能なディスプレイに表示させ、先行研究で検討されていた3D/2Dによる対人距離への影響や、表情やジェスチャーなどの感情表現の有無による対人距離の影響を分析する。

4. 設計

本研究では裸眼立体視ディスプレイを用いたバーチャルロボットを設計する。ディスプレイにはバーチャルロボットとして人間と同様の身体を持つが小動物のような見た目の3Dモデルを表示する。裸眼立体視ディスプレイは高さ調節可能な台の上に乗せる。人間が快適なコミュニケーションを行うためには身体性が必要[12]であるため、峯岸ら[2]の方法を用い、台を含めたディスプレイ以外の部分を隠し、ディスプレイにはバーチャルロボットの顔を画面いっぱいに表示することで、観察者に身体性を想起させることを狙う。

5. 実装

実装したバーチャルロボットを図1に示す。バーチャルロボットの裸眼立体視ディスプレイには Looking Glass を使用した。Looking Glass は、Looking Glass Factory 社が開発した、裸眼で3Dの映像を視聴可能にしたディスプレイである。また、ディスプレイに表示する3Dキャラクターには「まめひなた*」を使用した。「まめひなた」は小動物のような見た目をしているものの、人間と同様の身体を持つ。バーチャルロボットが行う感情表現条件は、「笑顔」「困惑」とした。音声には「ずんだもん」を使用した。これらの実験シナリオ中におけるバーチャルロボットの動作は、Unityにてプログラムを組み、自動で行う。



図1 バーチャルロボット

* かめ山 (制作者), まめひなた mamehinata / オリジナル 3D モデル, <https://booth.pm/ja/items/4340548>

6. 評価

6.1 実験方法

参加者が調整する、バーチャルロボットとの間の距離を計測すること、及びアンケートを行うことにより本研究の検証を行う。実験実施者は、実験参加者に、裸眼立体視可能なディスプレイに表示されたバーチャルロボットとコミュニケーションをとるようお願いをする。コミュニケーション中、参加者が調整するバーチャルロボットまでの距離を測定する。実験後には、参加者が抱くバーチャルロボットに対する印象変化により、対人距離への影響を明らかにするため参加者にバーチャルロボットの印象に関するアンケートに回答いただく。

本研究では、参加者が維持する対人距離調査のため、お菓子をあげるタスクを設定した。参加者は実験開始前に、バーチャルロボットの前に立つように指示され、タスクを行う際は、参加者の後方にあるお菓子を手に取ってあげるよう指示される。これにより、全参加者を統一された場所へ誘導できる。実験開始後は、バーチャルロボットが幾つかのセリフを発話後、参加者にお菓子を要求する。参加者は実験スペース後方のお菓子を手に取って、バーチャルロボットにお菓子をあげられる位置へ行こうと近づくため、バーチャルロボットとの距離を詰める。お菓子をあげ終わった後はバーチャルロボットから離れ、バーチャルロボットとの距離を自身の快適な距離に調整する。参加者がお菓子をあげるためにバーチャルロボットに近づいた時と、お菓子をあげ終えバーチャルロボットから離れた時の、参加者とバーチャルロボット間の距離を計測し、実験条件ごとに比較する。

バーチャルロボットが参加者に発話した内容を表1に示す。この実験の前に、バーチャルロボットが参加者に対して美術館案内を行う実験があったため、セリフの内容はその案内が終了した後のものとして作成した。

お菓子をあげる一連のシナリオが終了後、参加者にアンケート(表2)と、必要に応じてインタビューを行う。質問については、「可愛さ」と「親しみやすさ」について問うものの他に、Hoffmannら[13]を参考に質問を加えた。引用元では20項目の質問があるが、本実験で評価しない身体性の項目を除き、さらにそこから因子負荷量が0.75以上のものを選び11項目抜粋した。また、Ohkuraら[14]を参考に「わくわく感」と「安心感」を聞く質問も加え全部で15項目のアンケートとした。Ohkuraら[14]によると、ロボットの嗜好性とロボットを見た時の「わくわく感」

には関係があり、「わくわく感」と「安心感」はラッセルの感情の円環モデル[15]で肯定的な感情のうち第1象限、第4象限に位置する対照的な感情である。アンケートの回答は、1(そう思わない)から5(そう思う)の5段階のリッカートスケールによって評価する。

表1 実験会話内容

	会話内容
1	こんにちは。私の名前はまめひなた。今日はよろしくお祈いします。
2	さっきの説明で疲れちゃった～。 (お腹の鳴る音)
3	お腹がすいちゃったので何か食べ物くれませんか? (↓もらったら)
4	わあ～！ありがとう～！
5	今日は手伝ってくれてありがとうございました。ばいば～い！

表2 実験アンケート内容

	Q. バーチャルエージェントは
1	可愛いと思う
2	親しみやすいと思う
3	安心感がある
4	わくわく感がある
5	行動に制限がない
6	非言語的 動作に制限がない
7	表現力 表情に制限がない
8	ジェスチャーに制限がない
9	触覚的相 物に触れることができる
10	相互作用 物を運ぶことができる
11	移動性 空間を移動できる
12	感情を認識できる
13	共有知覚 行動を知覚できる
14	行動を理解できる
15	行動を解釈し、説明できる

6.2 実験環境

実験空間は、以下の図2のように設計した。前方にバーチャルロボットを置くための台を置き、台の上に高さ調整が可能な台座を設置した。Looking Glassは台座の上に置き、その背後にバーチャルロボットの声を流すためのスピーカーを配置した。バーチャルロボットの身体性想起のため、ディスプレイ以外の部分を台ごと布で覆い隠した(図1)。さらに実験空間後方には、バーチャルロボットがお菓子を要求するタスクで使用するお菓子を配置した。実験

空間は参加者が動き回れるよう十分な広さを保った。右側と後方には、記録用のビデオカメラを設置し、左前方には実験実施者が参加者を観察できるようにウェブカメラを設置した。

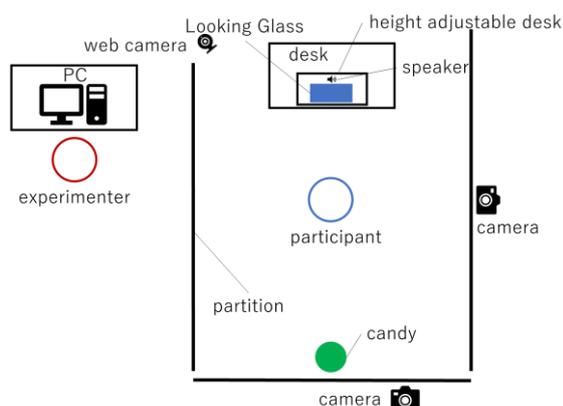


図2 実験環境

6.3 実験条件

実験は、条件1；3D条件・2D条件、条件2；感情表現あり条件・感情表現なし条件の2要因2水準にて行われた。

6.4 実験参加者

本実験は、慶應義塾大学理工学部・理工学研究科の生命倫理委員会の承認を得て行われた。

実験参加者は18歳以上の日本人12人（平均年齢23.75、標準偏差2.31）であった。実験は、条件1；立体視か否か、条件2；感情表現があるか否かの両方において、被験者内計画で行った。2×2の計4回の実験（2D-感情表現なし、2D-感情表現あり、3D-感情表現なし、3D-感情表現あり）を順序効果が生じないように、実験順序をランダムに設定し実施した。

6.5 仮説

バーチャルロボットの2D/3Dや、バーチャルロボットの感情表現の有/無により、対人距離に影響するか評価するため、以下の仮説を設定した。

仮説1) 2D時より3D時の方が参加者はバーチャルロボットから距離をとる。

仮説2) 感情表現がある時より感情表現がない時の方が参加者はバーチャルロボットから距離をとる。

仮説1は、人と同様の身体を持ち、人の外見に近い3Dモデルで行った先行研究[5]において、2D/3Dでは3Dの方が有意に距離が長くなったという結果

があり、今回の小動物のような見た目のモデルでも同様の結果になると考えられる。

敵意のある表情と敵意のない表情や、好意的な表情のロボットでは対人距離に差が出る[4]ため、ロボットの印象が変わる感情表現の有無[5]の条件によっても、コミュニケーション時の距離は異なる可能性があると考えられる。バーチャルロボットは、感情表現あり条件の場合「笑顔」「困惑」の表情を行うため、参加者はバーチャルロボットに対し好意的な印象を持つことが考えられる。よって仮説2は、バーチャルヘッドが好意的に評価されない感情表現なしの場合、好意的に評価される感情表現ありの場合に比較して、対人距離が長くなると考えられる。

7. 結果

バーチャルロボットから参加者までの距離と、バーチャルロボットの印象についてのアンケート結果を従属変数として、SPSSを用い二元配置分散分析を行った。分析には全参加者12名分のデータを使用した。

7.1 距離分析

バーチャルロボットから参加者までの距離について、①参加者がバーチャルロボットにお菓子をあげようと近づいた時と、②参加者がお菓子をあげ終えてバーチャルロボットから離れた時の2つの距離を測定した。

①参加者がバーチャルロボットにお菓子をあげようと近づいた時のバーチャルロボットから参加者までの距離について、条件1；2D/3D、条件2；感情表現あり/なしでの主効果（順に $p = .843$ 、 $p = .778$ ）ならびに交互作用効果（ $p = .163$ ）は有意に認められなかった（図3）。

②参加者がお菓子をあげ終えてバーチャルロボットから離れた時のバーチャルロボットから参加者までの距離について、条件1；2D/3D、条件2；感情表現あり/なしでの交互作用効果（ $p = .445$ ）と、条件1；2D/3Dでの主効果（ $p = .817$ ）は有意に認められなかった。条件2；感情表現あり/なしでは主効果（ $p < .01$ ）が有意に認められ、感情表現ありの時の方が感情表現なしの時より距離が長くなった（図4）。

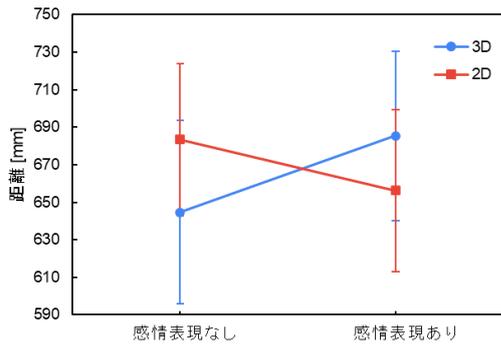


図3 ①の距離の分析結果

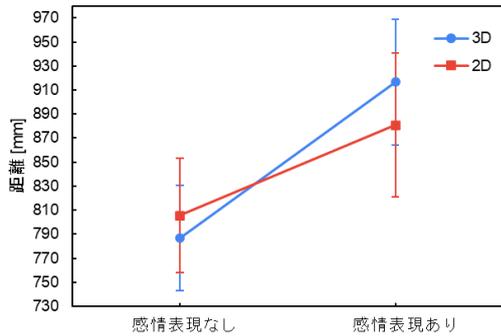


図4 ②の距離分析結果

7.2 印象分析

バーチャルロボットの印象を聞いたアンケート結果に対し二元配置分散分析を行った。アンケート(表2)の非言語的表現力、共有知覚、触覚的相互作用の項目については該当する項目に含まれている複数の質問の平均値を出力し分析した。条件1; 2D/3Dの主効果と条件1; 2D/3D、条件2; 感情表現あり/なしの交互作用効果は有意に認められなかった。条件2; 感情表現あり/なしの主効果は、1%有意で、わくわく感、非言語的表現力、移動性、共有知覚の項目で認められ、感情表現ありの時のほうが感情表現なしの時より得点が高くなった(図5)。

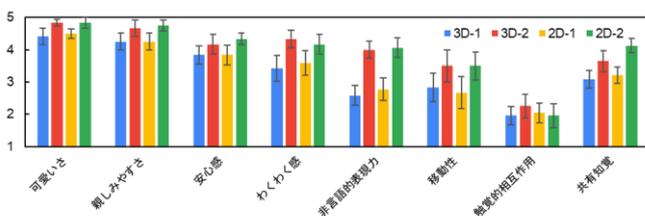


図5 アンケート結果の分析

8. 考察

8.1 距離分析

①参加者がバーチャルロボットにお菓子をあげようと近づいた時の距離について、条件1; 2D/3D、条件2; 感情表現あり/なしでの有意差はみられなかった。これは、図3のエラーバーが示す通り参加者間での個人差が大きく、標準誤差が大きくなってしまったためである(標準誤差の値は 3D-感情表現なし 48.9 cm、3D-感情表現あり 45.1 cm、2D-感情表現なし 40.7 cm、2D-感情表現あり 43.3cm)。今回の実験では、同じ実験シナリオを4回繰り返して行ったため、参加者のタスク慣れが発生したと考えられる。実験中の録画映像を確認したところ、参加者の一部は、実験環境後方に設置されたお菓子を取ってから、その場から一步も動かさず、手のみを差し出してお菓子を渡していた。一方で、実験後のインタビューから、バーチャルロボットの顔が見えやすい位置にいたため動かなかったと回答する参加者がいた。バーチャルロボットヘッドは高さ調整可能な机に配置し、実験開始前に参加者の身長に合わせて調整を行ったが、不十分であった可能性がある。

②参加者がお菓子をあげ終えてバーチャルロボットから離れた時のバーチャルロボットから参加者までの距離について、条件1; 2D/3Dでの有意差は見られなかったことから、仮説1は支持されなかった。つまり、2D/3Dでは3Dの方が人間はバーチャルロボットから距離を取るとは言えない。この理由として、実際に見てみると小動物のような見た目のモデルでは人型のモデルより、2D/3Dの違いによる距離の遠近感の差を感じにくい可能性があることが考えられる。

②において、仮説2も支持されなかった。条件2; 感情表現あり/なしでは感情表現ありの方が有意に距離は長くなったことから、予想した仮説2と逆の内容である、感情表現あり/なしにおいては、感情ありの方が感情なしの時より距離が長くなるということが分かった。これは、後に記述する8.2の印象分析の結果が関連している可能性がある。

参加者が自らバーチャルロボットとの快適な距離を調整した②の距離の4条件全データ平均値はどの条件においても、Hall[3]の対人距離での個人距離の範囲(0.45-1.2 m)に該当した。これは先行研究[5]での結果と異なる。先行研究では、人型のバーチャルロボットと人間との距離は社会的距離(1.2 m)に近い値となっている。実験シナリオが異なるため正確に比較することはできないが、バーチャルロボットの見た目を人間から親しみやすい小動物のようなも

のに変えることで対人距離は短くなる可能性がある。

8.2 印象分析

3D/2D では、バーチャルロボットの印象の結果に有意差はなかった。また、このとき参加者とバーチャルヘッドの間の距離にも差はなかった。

わくわく感、非言語的表現力、移動性、共有知覚の項目において、感情表現あり条件の方が、感情表現なし条件より高く評価された。バーチャルヘッドと参加者の間の距離については、感情表現あり条件の方が長くなった。人間は親密さにより対人距離を変えることがロボット相手にも示唆されていたが、今回のアンケート結果では親しみやすさに有意差はなかったため、今回はそれ以外の要因で②の対人距離に差ができたと考えられる。前述のとおり有意差が生まれた、わくわく感、非言語的表現力、移動性、共有知覚の4項目が今回の②参加者がお菓子をあげ終えてバーチャルロボットから離れた時のバーチャルロボットから参加者までの距離に影響している可能性がある。

10. 結論

本研究では、バーチャルロボットの外見から「怖さ」を減少させたとき、人はバーチャルロボットと適切な対人距離を維持するか明らかにするため、人型ではなく小動物のような可愛い見た目のバーチャルロボットを裸眼立体視可能なディスプレイに表示させた。裸眼立体視が有効・無効、表情変化やジェスチャー表現の有効・無効が、参加者が調整するバーチャルロボットとの距離に影響があるか明らかにするため、対人実験を行い、分析を行った。その結果、先行研究で示唆されていた裸眼立体視有効・無効の変化による対人距離への影響は見られなかった。一方で、感情表現の有無は対人距離に有意に影響し、感情表現を行った場合、行わなかった場合に比べ、参加者が調整した対人距離は長くなった。アンケートによるバーチャルロボットの印象結果から、今回の研究でのこの対人距離の差は親近感ではなく、わくわく感、共有知覚、移動性、非言語的表現力といった他の項目が関連している可能性があることが示唆された。また、いずれの条件においても、参加者が調整したバーチャルヘッドとの距離は、Hall による対人距離[3]のうち個人距離に該当し、先行研究で示された結果とは異なる結果になった。

11. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP21H03569 および JP23H03896 の助成を受けたものです。本研究の遂行にあたり 3D モデル「まめひなた」の研究使用許可をくださった制作者のかめ山様、並びに本研究の実験に参加していただいた皆様に心よりお礼申し上げます。

参考文献：

- [1] M. Shiomi, T. Kanda, S. Koizumi, H. Ishiguro, and N. Hagita: "Group attention control for communication robots with wizard of OZ approach," HRI 2007 - Proc. 2007 ACM/IEEE Conf. Human-Robot Interact. - Robot as Team Memb., pp. 121-128, (2007)
- [2] 峯岸朋弥, 大澤博隆: バーチャルロボットに対する人間の対人距離と視線推定に関する研究, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), Vol. 33, No. 4, pp. 757-767, (2021)
- [3] E. T. Hall: "The Hidden Dimension", Doubleday, (1966)
- [4] S. M. Bhagya et al.: "An Exploratory Study on Proxemics Preferences of Humans in Accordance with Attributes of Service Robots," 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), New Delhi, pp. 1-7, (2019)
- [5] T. Kishi et al.: "Impression survey of the emotion expression humanoid robot with mental model based dynamic emotions," 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Karlsruhe, pp. 1663-1668, (2013)
- [6] H. Nittono: "The Psychology of "Kawaii" and Its Implications for Human-Robot Interaction," 2022 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 札幌, pp. 3-3, (2022)
- [7] H. Nittono: "The two-layer model of 'kawaii': A behavioural science framework for understanding kawaii and cuteness", East Asian Journal of Popular Culture, Vol. 2, Issue 1, p. 79 - 95, (2016)
- [8] 入野野宏: "「かわいい」のちから 実験で探るその心理", 株式会社化学同人, (2019)
- [9] D. S. Syrdal, K. Dautenhahn, M. L. Walters and K. L. Koay: "Sharing spaces with robots in a home scenario-anthropomorphic attributions and their effect on proxemic expectations and evaluations in a

live hri trial”, AAAI fall symp.: AI in Eldercare: new solutions to old problems, pp. 116-123, (2008)

- [10] J. Jost, T. Kirks, S. Chapman and G. Rinkenauer: “Keep Distance with a Smile - User Characteristics in Human-Robot Collaboration,” 2021 26th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Vasteras, pp. 1-8, (2021)
- [11] K. Lorenz: “Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung [Innate forms of potential experience],” *Zeitschri für Tierpsychologie*, 5, 235–409, (1943)
- [12] S. V. Suzuki and S. Yamada: “Persuasion through overheard communication by life-like agents,” Proceedings. IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology, 2004. (IAT 2004)., Beijing, pp. 225-231, (2004)
- [13] L. Hoffmann, N. Bock, and A. M. Rosenthal v.d. Pütten: “The Peculiarities of Robot Embodiment (EmCorp-Scale),” Proc. ACM/IEEE Int. Conf. Human-Robot Interact. (HRI 2018), pp. 370-378, (2018)
- [14] M. Ohkura, N. Jadram and T. Laohakangvalvit: “Comparison of Positive Feelings for Motions of CG Kawaii and Cool Robots,” 2022 10th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW), Nara, pp. 1-6, (2022)
- [15] J. Russell: “A circumplex model of affect,” *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 39, pp. 1161–1178, (1980)