

商品を案内する VR ロボット型エージェントへの 顔や衣服の付与が及ぼすユーザの印象評価への影響調査

井上 路子^{1,a)} 米田 駿介¹ 西山 正志¹

概要：VR 空間における商品案内では VR エージェントの活用が進んでいる。適度に人間らしい VR エージェントの外見デザインはユーザの印象評価に良い影響を与えることが知られており、アニメ調の CG の外見を持つエージェントよりロボット型の外見を持つエージェントの方が好まれないことが明らかにされている。ただし、これらのデザインには固有の利点があることも報告されており、単純にロボット型エージェントの使用を否定することは適切ではない。そこで本稿では、VR ロボット型エージェントに CG 調エージェントの外見の特徴を付与することでユーザの印象が向上するのか、その影響を調査した。具体的には、CG 調エージェントの特徴である「顔の表示」と「衣服の着用」を VR ロボット型エージェントに付与した。印象として、人間らしさと好ましさと親しみやすさを用いた。実験結果では、顔の表示によってむしろ人間らしさの印象は低下するが、男性服を着用すると人間らしさの印象が向上することを明らかにした。

1. はじめに

VR (Virtual Reality) 空間における商品案内では、人間に代わりに VR エージェントがユーザとのインタラククションを行うことが増えている。既存研究 [6] では、VR エージェントによる商品案内がユーザの購買意欲や企業へのブランド志向性を向上させる効果があることが示されている。また、既存研究 [12] では VR エージェントへのユーザの好感度が購買意欲の向上に寄与することが明らかにされている。これらの知見は、単に VR エージェントを導入するだけでなく、ユーザに与える印象を考慮したエージェントデザインの重要性を示唆している。本稿では VR 商品案内におけるエージェントデザインがユーザの印象評価に与える影響を明らかにする。

VR 空間における商品案内エージェントへの印象評価に関する体系的な研究は、我々の調査範囲においては、あまり行われていない。しかしながら、Human-Computer Interaction 分野において、ユーザはコンピュータとのインタラククションに際して人間性や社会的振る舞いを期待することが知られている [2], [4]。具体的には、ユーザがコンピュータに対して礼儀正しさや互恵性といった社会的行動を期待すること [2]、また、コンピュータの人間性が高まるほどユーザの社会的反応が強まること [4] が報告されている。VR 空間においても、リアルな人間型エージェント

がポジティブな印象をユーザに与えること [11]、および、ユーザの向社会的行動を誘発すること [10] が確認されている。これらの知見から、人間性を考慮した VR エージェントの外見デザインが、商品案内においてもユーザの印象評価に重要な役割を果たすと考えられる。

ただし、過度に人間的な外見の VR エージェントは、不気味の谷現象を引き起こす可能性があることが複数の研究 [1], [8], [11] で指摘されている。不気味の谷とは、ロボットや擬人化エージェントが極めて人間に類似している場合、微細な不自然さが際立ち、かえってユーザの印象評価が低下する現象を指す。そのため本稿では、適度な人間性を持つ VR エージェントデザインに焦点を当てる。具体的には、Open AI 社が開発する Figure 02 が分類されるロボット型エージェントや、Unity 社の unity-chan が分類されるアニメ調のエージェントを対象とする。ロボット型エージェントに関してはユーザがサービスに抱く期待を適度に抑制し寛容性を高める効果が報告されており [3]、一方、CG アニメ調エージェントに関してはユーザの信頼を得たり社会的反応を誘発する効果が報告されている [12]。我々の先行研究 [5] では、商品案内においてアニメ CG 調エージェントがロボット型よりも好印象を得ることを示している。しかし、各デザインには固有の利点 [3], [12] があり、単純にロボット型エージェントの使用を否定することは適切ではない。

そこで本稿では、VR ロボット型エージェントに CG 調エージェントの外見の特徴を付与することでユーザの印象

¹ 鳥取大学大学院 工学研究科

^{a)} mi.inoue@tottori-u.ac.jp

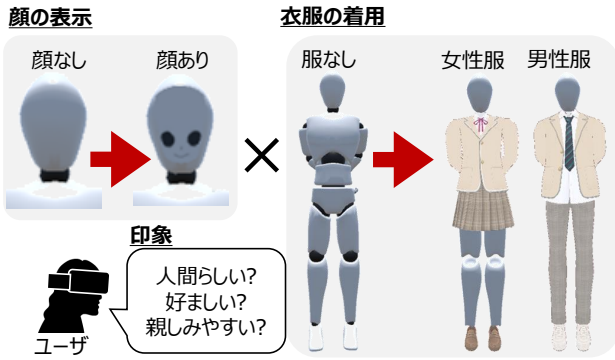


図 1 VR ロボット型エージェントに顔と衣服を付加した例.

が向上するのか、あるいは、低下するのか、ユーザーの印象評価への影響を調査する。具体的な外見的特徴として、CG 調のエージェントの人間らしさを構成する重要な要素であるが、ロボット型エージェントが欠く「顔の表示」と「衣服の着用」に着目する。これらは人間らしさを構成する生物学的要素、および、社会的要素として重要である。図 1 に、これらの要素を付加した VR ロボット型エージェントのデザイン例を示す。顔の表示や衣服の着用の要素が VR ロボット型エージェントの印象評価に与える影響は、未だ体系的に検証されていない。これらを踏まえ本稿では、顔の表示、あるいは、衣服の着用を付与した VR ロボット型エージェントに対するユーザーの印象について以下の仮説を検証する。

H_1 : ユーザーが感じる人間らしさが向上する。

H_2 : ユーザーが感じる好ましさが向上する。

H_3 : ユーザーが感じる親しみやすさが向上する。

以下、章 2 で主観評価実験の計画について述べ、章 3 で主観評価による仮説検証の結果を分析し、章 5 で結論を示す。

2. 仮説検証へ向けた主観評価の実験計画

対象とする商品案内は VR ロボット型エージェントとユーザーが 1 対 1 で行うインタラクションとし、ユーザーが 2 人以上の場合に起こると予想されるユーザー同士の関係による影響を排除する。以下ではユーザーを協力者と呼ぶ。

2.1 比較条件と VR ロボット型エージェントの例

仮説検証で用いる VR ロボット型エージェントの比較条件を、顔の表示の 2 条件 (顔なし・顔あり) と衣服の着用の 3 条件 (服なし・女性服・男性服) を組み合わせて 6 条件とした。6 つの比較条件を表 1 に示す。また、これらの比較条件を適用した VR ロボット型エージェントの例を図 2 に示す。 C_4 と C_5 と C_6 で用いる顔は同じとした。目や口が単純な丸や単純な曲線で表現される顔を用い、表情はニュートラルになるようにした。目や口の大きさや各パーツの位置関係を我々の先行研究 [5] で用いた CG アニ

表 1 顔の表示と衣服の着用とを組み合わせた 6 つの比較条件

		衣服の着用		
		服なし	女性服	男性服
顔の表示	顔なし	C_1	C_2	C_3
	顔あり	C_4	C_5	C_6

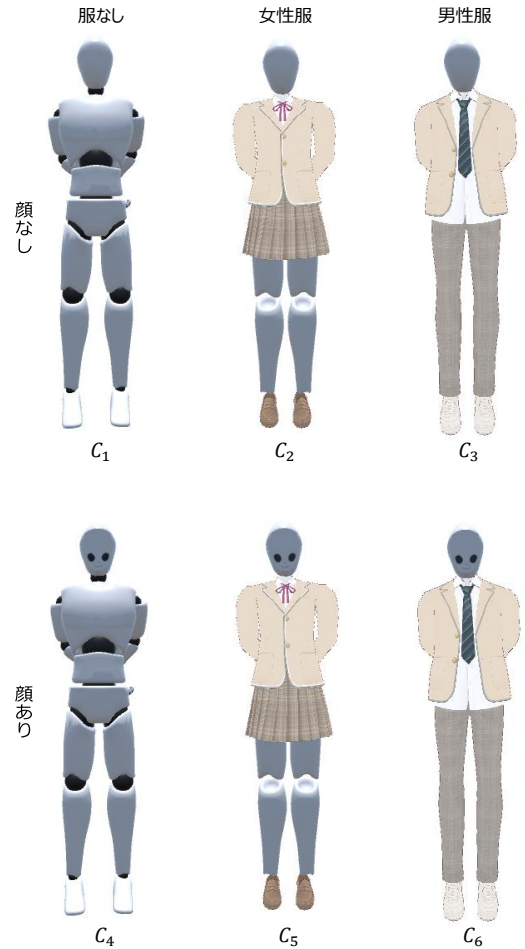


図 2 比較条件を適用した VR ロボット型エージェントの例.

メ調エージェントの顔と同じになるよう設定した。 C_2 と C_5 、 C_3 と C_6 で用いる衣服はそれぞれ同じとした。どの協力者も学生の時に制服として着用した経験がある可能性が高く、1 度は目にしたことがあると考えたため、男女毎の制服を衣服として選択した。全ての比較条件において VR ロボット型エージェントはお辞儀と商品を指し示す動作を行った。動作を行うタイミングを全ての比較条件で合わせた。VR ロボット型エージェントの動作には実際の人間からモーションキャプチャによって取得した動作データを適用した。

2.2 VR 空間内で提示する刺激

VR 空間内で VR ロボット型エージェントが案内する商品を 2 人掛けのソファとした。 C_1 から C_6 までの全ての比較条件における VR ロボット型エージェントが商品を案内

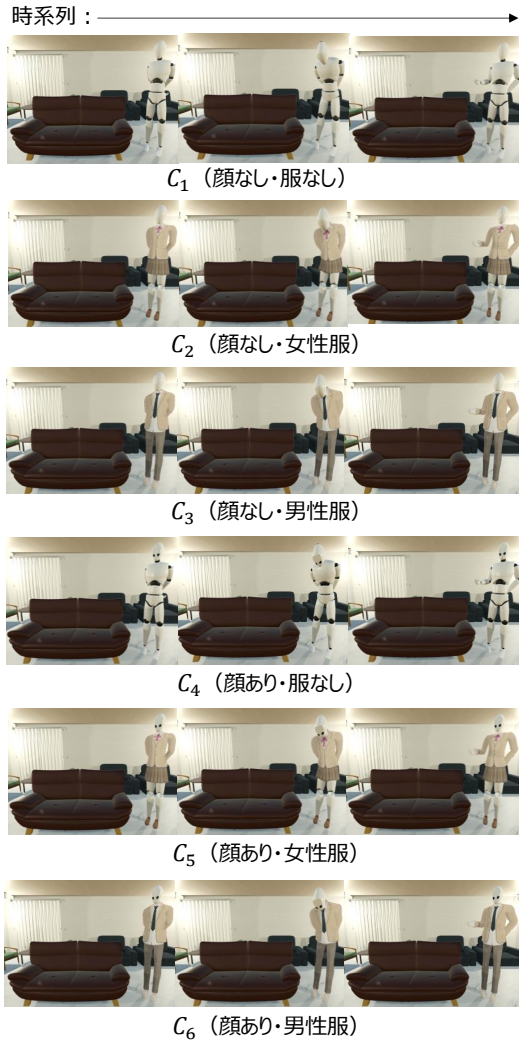


図 3 比較条件ごとの刺激の例.

する刺激の例を図 3 に示す.*¹ 協力者, 商品, VR ロボット型エージェントの VR 空間上での位置関係を図 4 に示す. 商品の正面から見て, 協力者は商品の中心から 0.5m 右側に位置し, VR ロボット型エージェントは商品の中心から 1.5m 右側に位置する. 商品の左側から見て, 協力者は商品の中心から 1.5m 右側に位置し, VR ロボット型エージェントは商品の中心から 0.1m 右側に位置する. 商品案内を行う際の音声案内を全ての比較条件で統一した. 具体的には, 「いらっしゃいませ. 本日のおすすめは 2 人掛けソファです. ぜひご検討ください」とした.

2.3 評価方法

仮説を検証するために主観評価を行った. 質問項目は以下とした.

- Q_1 : VR ロボット型エージェントを人間らしいと感じた
- Q_2 : VR ロボット型エージェントを好ましいと感じた
- Q_3 : VR ロボット型エージェントを親しみやすいと感じた

*¹ ソファ ZT8303DS と WT5603AS, 電球 LSJ-3.NK の 3D データをカリモクフリーバンクから入手した. 各種テーブルや他のソファは Digital-Architex.

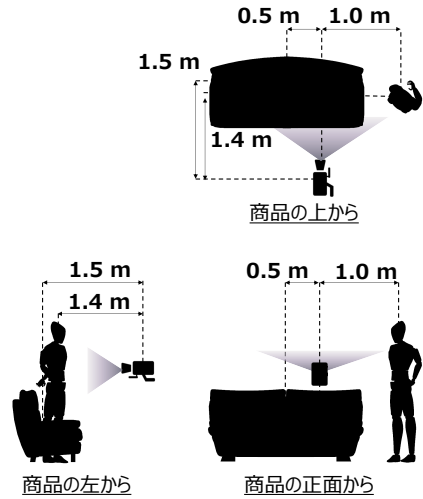


図 4 協力者と商品と VR ロボット型エージェントとの位置関係.

協力者が実験の意図を推察できないように次のダミー項目を導入した.

$\hat{Q}_1$: 商品の外観に違和感がある

質問項目 Q_1 と Q_2 と Q_3 とダミー項目 $\hat{Q}_1$ に対応する反対項目を作成し, 合計 8 つの質問を協力者に提示した. 評価は 4 件法とし, 1 はそう思わない, 2 はあまりそう思わない, 3 は少しそう思う, 4 はそう思うとした. 得られた値を主観スコアと呼称する. 協力者に提示する質問項目の順序は全ての協力者と刺激でランダムとした. 反対項目は値を反転して計上した. ダミー項目は計上しなかった.

2.4 実験手順

実験手順は以下とした.

- P_1 : 協力者が VR ゴーグルを装着
- P_2 : 協力者に実験シナリオを説明
- P_3 : 6 つの刺激からランダムに 1 つを選択
- P_4 : 赤い球体を協力者に提示し, 協力者は赤い球体を観察
- P_5 : 選択した刺激を協力者は 10 秒間観察
- P_6 : 協力者は主観評価アンケートに口頭で回答
- P_7 : 全ての刺激を協力者が観察するまで P_3 から P_6 の手順を繰り返す

手順 P_2 で実験シナリオを説明する理由は, 商品を購入する決定権を協力者が持つという擬似的な状況に協力者を没入させるためである. 具体的には協力者に「あなたは特定の企業に勤めていること」, 「あなたの企業が持つ仮想空間内のスペースに設置する予定である 2 人掛けソファを購入しに来たこと」, 「あなたには購入を決定する権限があること」を説明した. 手順 P_4 で赤い球体を提示し, 全ての刺激の案内開始時に全ての協力者が同じ場所を観察するよう統制した. 赤い球は VR ロボット型エージェントや商品と重ならない位置とした. 手順 P_6 では主観評価の結果に影響を与えないよう, VR ロボット型エージェントと商品を協力者に提示しなかった. かわりに, 質問項目が書かれたホ

表 2 顔の表示と衣服の着用ごとの分散分析の結果
+ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$

質問	変化要因	F 値	p 値
Q1: 人間らしい	顔の表示 (顔なし, 顔あり)	6.159	0.016 *
	衣服の着用 (服なし, 女性服, 男性服)	12.419	0.000 **
	顔の表示 × 衣服の着用	0.928	0.400
Q2: 好ましい	顔の表示 (顔なし, 顔あり)	0.377	0.541
	衣服の着用 (服なし, 女性服, 男性服)	0.931	0.399
	顔の表示 × 衣服の着用	0.237	0.790
Q3: 親しみやすい	顔の表示 (顔なし, 顔あり)	3.567	0.063 +
	衣服の着用 (服なし, 女性服, 男性服)	0.449	0.640
	顔の表示 × 衣服の着用	0.851	0.432

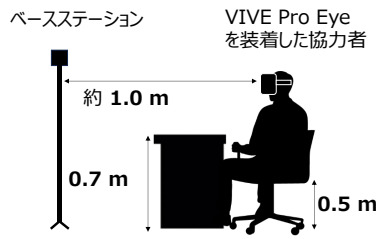


図 5 実空間での協力者の位置関係。

ホワイトボードを協力者の前に表示し、質問項目をランダムに 1 項目ずつ提示した。協力者はその質問項目を黙読し、口頭で回答した。質問項目に何を記載しているか協力者から質問があった場合にはオペレータが口頭で伝えた。

2.5 実験条件

協力者は 12 名（男性 12 名）とし、平均年齢は 22.6 歳とした。VR 空間の表示には VIVE Pro Eye (HTC 社製)、モーションキャプチャには mocopi (SONY 社製) を使用した。mocopi モーションキャプチャシステムは人間の身体に取り付けた 6 つのセンサによって 3D フルボディトラッキングを行う。音声データの作成には音声合成ソフトウェア VOICEVOX: 波音リツを用いた。協力者は机に座り、楽な姿勢を取った。実験における実空間での協力者の位置関係を図 5 に示す。

3. 主観評価の実験結果

3.1 人間らしさに関する仮説 H_1 の検証結果

主観評価を行い、協力者から主観スコアを得た。主観スコアに対しシャピロ・ウィルク検定を行ったところ、正規性は仮定されなかった。そのため、Aligned Rank Transform[7], [9] を適用した上で、VR ロボット型エージェントの顔の表示と衣服の着用の 2 要因の分散分析を行った。結果を表 2 の Q1 に示す。

VR ロボット型エージェントの顔の表示には主効果が見られた ($F = 6.159, p < .016$)。得られた主観スコアを VR ロボット型エージェントの顔なし・顔ありごとに平均した結果を図 6(Q1)(a) に示す。主観スコアの平均値は顔なし

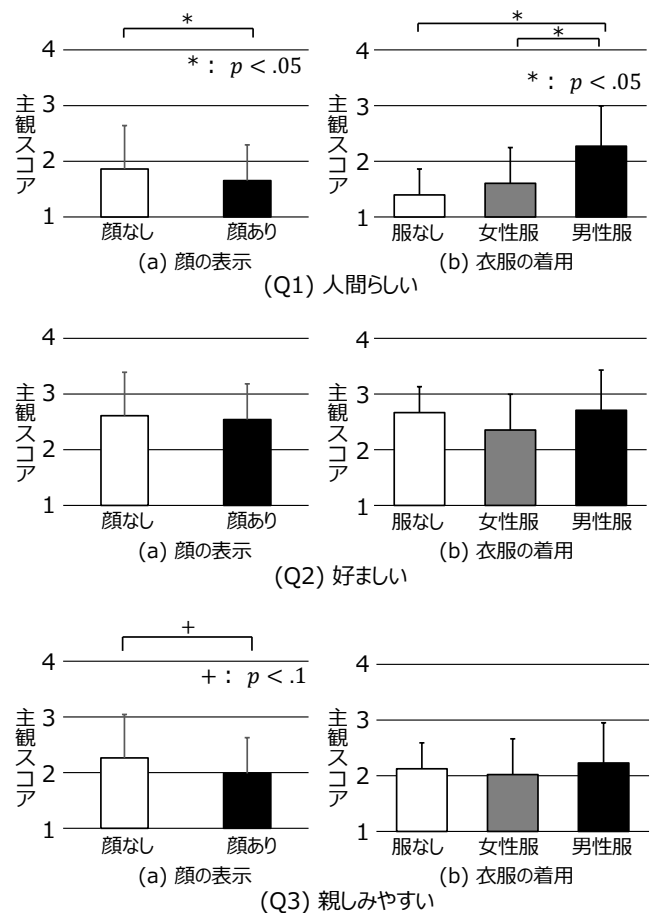


図 6 VR ロボット型エージェントの主観スコアの平均。

よりも、顔ありの方が低かった。

次に、VR ロボット型エージェントの衣服の着用には主効果が見られた ($F = 12.419, p < .000$)。VR 販売員の衣服の着用ごとに得られた主観スコアを平均した結果を図 6(Q1)(b) に示す。最も主観スコアの平均値が高かった衣服は男性服であり、次いで女性服、最後に服なしであった。次に、多重比較としてウィルコクソンの符号順位検定を行い、ボンフェローニの補正を適用したところ、服なしと男性服の間に有意差が見られた ($p < .000$)。また、女性服と男性服の間に有意差が見られた ($p < .000$)。最後に、VR ロボット型エージェントの顔の表示と衣服の着用との

間には相互作用は見られなかった ($F = 0.928, p < .400$).

これらの結果より、商品を案内する VR ロボット型エージェントに顔を付与した方が、顔を付与しない方よりも、協力者が人間らしさを感じなかったことが示された。また、服を着用しない場合よりも男性服を着用する場合に VR ロボット型エージェントが人間らしいとユーザは感じ、女性服を着用する場合と服を着用しない場合とでは人間らしいとユーザを感じる程度に差があるとは言えなかった。また、顔の表示と衣服の着用に交互作用がなかったため、顔の表示は衣服の着用に影響するとは言えなかった。したがって、VR ロボット型エージェントが男性服を着用する場合に仮説 H_1 は成立すると言える。

3.2 好ましさに関する仮説 H_2 の検証結果

節 3.1 と同じ手順で 2 要因の分散分析を行った。結果を表 2 の Q2 に示す。

VR ロボット型エージェントの顔の表示には主効果が見られなかった ($F = 0.377, p < .541$)。VR 販売員の顔の表示ごとに得られた主観スコアを図 6(Q2)(a) に示す。顔ありの方が顔なしよりもわずかに主観スコアの平均が低かった。VR ロボット型エージェントの衣服の着用には主効果が見られなかった ($F = 0.931, p < .399$)。衣服の着用ごとに得られた主観スコアを平均した結果を図 6(Q2)(b) に示す。主観スコアの平均は男性服が最も高く、次いで服なしが高く、女性服が最も低かった。最後に、VR ロボット型エージェントの顔の表示と衣服の着用との間には相互作用は見られなかった ($F = 0.237, p < .790$)。

これらの結果より、顔の表示や衣服の着用はユーザの好ましさに有意な影響を与えないことが示された。また、顔の表示と衣服の着用に交互作用がなかったため、顔の表示は衣服の着用に影響するとは言えなかった。したがって、VR ロボット型エージェントに顔や衣服を着用させた場合に仮説 H_2 は成立しないと言える。

3.3 親しみやすさに関する仮説 H_3 の検証結果

節 3.1 と同じ手順で 2 要因の分散分析を行った。結果を表 2 の Q3 に示す。

VR ロボット型エージェントの顔の表示の主効果に有意傾向が見られた ($F = 3.567, p < .063$)。VR 販売員の顔の表示ごとに得られた主観スコアを図 6(Q3)(a) に示す。主観スコアの平均は、顔ありの方が顔なしよりもわずかに低かった。次に、VR ロボット型エージェントの衣服の着用には主効果が見られなかった ($F = 0.449, p < .640$)。主観スコアの平均は、男性服が最も高く、次いで服なしが高く、女性服が最も低かった。VR 販売員の衣服の着用ごとに得られた主観スコアを図 6(Q3)(b) に示す。最後に、VR ロボット型エージェントの顔の表示と衣服の着用との間には相互作用は見られなかった ($F = 0.851, p < .432$)。

これらの結果より、顔の表示はユーザの親しみやすさに有意に低く影響する可能性はあるが、衣服の着用にはユーザの親しみやすさに有意な影響を与えないことが示された。また、顔の表示と衣服の着用に交互作用がなかったため、顔の表示は衣服の着用に影響するとは言えなかった。したがって、VR ロボット型エージェントに顔や衣服を着用させた場合に仮説 H_3 は成立するとは言えなかった。

3.4 まとめ

章 3 で得られた結果についてまとめる。VR ロボット型エージェントに顔の表示と衣服の着用を付与した場合に、VR ロボット型エージェントへ抱くユーザの印象が向上するかについての仮説 H_1 と仮説 H_2 と仮説 H_3 を検証した。VR ロボット型エージェントの人間らしさに関する仮説 H_1 は男性服を着用する条件で成立したが、好ましさを親しみやすさに関する仮説 H_2 と仮説 H_3 は顔の付与や衣服の着用では成立するとは言えなかった。さらに結果では、VR ロボット型エージェントに顔を付与することで、むしろ人間らしさが低下することが示された。これらの結果より、VR ロボット型エージェントに CG 調エージェントの外見的特徴である男性服の着用を付与すると人間らしさの印象は向上するものの、顔を表示すると人間らしさの印象が低下することが明らかになった。さらに、これらの外見的特徴を付与しても好ましさを親しみやすさに影響するとは言えないことが明らかになった。

4. 考察

章 3 で得られた顔の表示に関する結果を、仮説検証の実験後に各協力者へ行った口頭でのフリーアンケートを参照して考察する。実験後の複数の協力者によると、顔を付与した VR ロボット型エージェントに商品案内された場合に、エージェントは宇宙人であると感じると意見があった。その結果、人間らしさはむしろ低下した可能性がある。したがって、ロボット型エージェントと CG エージェントの外見に類似して、宇宙人の外見があることを念頭におき、顔を付与することで宇宙人に似ないように造形する必要があると考える。

次に章 3 で得られた衣服の着用に関する結果を、仮説検証の実験後に各協力者へ行った口頭でのフリーアンケートを参照して考察する。VR ロボット型エージェントへユーザを感じる人間らしさに関して、服なしの VR ロボット型エージェントと女性服を付与した VR エージェントの人間らしさの間に有意差が認められなかった。女性服を着用した VR ロボット型エージェントに得られた意見では、エージェントから露出する膝部分に特に人間らしさを感じないという意見があった。この意見から考察するに、ロボットの膝部分が与える非人間らしさと、衣服が与える人間らしさとが衝突した結果、女性服を着用する VR ロボット型エー

ジェントへの人間らしさの低下を招いた可能性がある。したがって、女性用の長ズボンやロングスカートなどのVRロボット型エージェントの肌が露出しない衣服を着用した場合には、女性服を着用した場合に人間らしさを与える可能性があると考えられる。VRロボット型エージェントへの好ましさや親しみやすさに関して、今回の実験では有意差はでなかった。前述の非人間らしさと人間らしさが衝突したためユーザが違和感を覚えた結果、好ましさや親しみやすさの印象の主観スコアが向上しなかった可能性が考えられる。

本稿はロボット型エージェントとして、装飾が少なくシンプルな外見のエージェントを用いた。ロボット型エージェントの頭身や装飾が異なる外見のエージェントであっても本稿と同様の結果となるかは調査されていないため、あらためて調査する必要がある。

5. おわりに

本稿ではVR空間上で商品案内を行うVRロボット型エージェントにCG調エージェントの持つ外見的特徴を付与するとユーザの印象が向上するかを仮説検証し、ユーザの印象評価への影響を調査した。外見的特徴の要素として顔や衣服を付加した。VRロボット型エージェントの顔として、単純な丸と単純な曲線から成るニュートラルな表情を採用した。VRロボット型エージェントの衣服として、服なしと女性服と男性服を採用した。ユーザの印象として人間らしさ、好ましさ、親しみやすさを取り上げ主観評価した。商品として2人掛けのソファを採用し、VRロボット型エージェントはお辞儀と手振りの動作、及び、音声を用いて商品を案内した。協力者の主観評価を行った結果、衣服を着用したVRロボット型エージェントに関しては服装によって人間らしさが向上するかが異なったものの、顔を付加したVRロボット型エージェントに関しては人間らしさが向上するとは言えないことが明らかになった。具体的には、男性服を付加した場合にはVRロボット型エージェントに対しユーザを感じる人間らしさは増したが、女性服を付加した場合には人間らしさが増すとは言えないことが明らかになった。また、顔や衣服を付加したVRロボット型エージェントの好ましさや親しみやすさの印象は向上するとは言えないことが明らかになった。これらの結果はVRロボット型エージェントの設計において、適切な衣服の選択が人間らしさに関わる重要な要素であることを示している。本稿の貢献は、効果的なVR商品案内を実現するためのエージェントデザインを部分的に明らかにしたことである。

今後の展望として、男性の協力者のみではなく、女性の協力者にも主観評価を依頼しユーザ層を厚くすることが挙げられる。また、単に衣服を着用するのみでは人間らしさが増すとは言えないことが明らかになったため、どのよう

な衣服で人間らしさの効果が得られるのかを調査することも挙げられる。

参考文献

- [1] A. Paiva, F. Correia, R.O.F.S.P.A.: Empathy and Prosociality in Social Agents, p. 385–432. Association for Computing Machinery (2021)
- [2] C. Nass, Y.M.: Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues* **56**(1), 81–103 (2000)
- [3] J. v. Doorn, M. Mende, S.M.N.J.H.A.L.O.D.G.J.A.P.: Domo arigato mr. roboto: Emergence of automated social presence in organizational frontlines and customers' service experiences. *Journal of Service Research* **20**(1), 43–58 (2017)
- [4] Gong, L.: How social is social responses to computers? the function of the degree of anthropomorphism in computer representations. *Computers in Human Behavior* **24**(4), 1494–1509 (2008)
- [5] I. Michiko, H. Shouta, I.F.Y.S.N.M.: Investigation of the impression given by the appearance and gestures of a virtual reality agent describing a display product. In: Virtual, Augmented and Mixed Reality: 16th International Conference, VAMR 2024, Held as Part of the 26th HCI International Conference, HCII 2024, Washington, DC, USA, June 29 – July 4, 2024, Proceedings, Part II. p. 179–190 (2024)
- [6] J. H. Moon, E. Kim, S.M.C., Sung, Y.: Keep the social in social media: The role of social interaction in avatar-based virtual shopping. *Journal of Interactive Advertising* **13**(1), 14–26 (2013)
- [7] J. O. Wobbrock, L. Findlater, D.G.J.J.H.: The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. pp. 143–146. Association for Computing Machinery (2011)
- [8] K. F. MacDorman, H.I.: The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research. *Interaction Studies. Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems* **7**(3), 297–337 (2006)
- [9] L. A. Elkin, M. Kay, J.J.H.J.O.W.: An aligned rank transform procedure for multifactor contrast tests. In: The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. p. 754–768. Association for Computing Machinery (2021)
- [10] M. Yousefi, S. E. Crowe, S.H.M.S.A.R.A.S.T.P.: Advancing prosociality in extended reality: systematic review of the use of embodied virtual agents to trigger prosocial behaviour in extended reality. *Frontiers in Virtual Reality* **5** (2024)
- [11] S. W. Song, M.S.: Uncanny valley effects on chatbot trust, purchase intention, and adoption intention in the context of e-commerce: The moderating role of avatar familiarity. *International Journal of Human–Computer Interaction* **40**(2), 441–456 (2024)
- [12] W. Gao, N. Jiang, Q.G.: How do virtual streamers affect purchase intention in the live streaming context? a presence perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services* **73**, 103356 (2023)