

# 対話を通じたアバターへのほどよき憑依： 共有現実理論にもとづくアバターデザインと試作

## Moderate Embodiment in Avatars Through Dialogue: Avatar-Design and Prototyping Based on Shared Reality Theory

山縣 芽生<sup>1,2</sup> 高橋 英之<sup>2,3</sup> 西村 祥吾<sup>2</sup> 川田 恵<sup>3</sup> 吉川 雄一郎<sup>3</sup> 宮下 敬宏<sup>2</sup>

Mei Yamagata<sup>1,2</sup>, Hideyuki Takahashi<sup>2,3</sup>, Shogo Nishimura<sup>2</sup>,

Megumi Kawata<sup>3</sup>, Yuichiro Yoshikawa<sup>3</sup> and Miyashita Takahiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>同志社大学 文化情報学部

<sup>1</sup> Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University

<sup>2</sup>国際電気通信基礎技術研究所

<sup>2</sup>Advanced Telecommunications Research Institute International

<sup>3</sup>大阪大学大学院 基礎工学研究科

<sup>3</sup>Graduate School of Engineering Science, Osaka University

**Abstract:** 本研究では、社会学で提唱されている共有現実理論にもとづいたアバターデザインについて提案する。共有現実とは、相互作用を通じて二者間で共有された信念などを指す。従来のアバターは、道具的に扱われてきた一方、発表者は、アバターとの対話を通じて共有現実を創ることが、アバター操作における憑依体験を高めるという仮説を立てた。今回の発表では、共有現実理論にもとづくアバターデザインについて考察する。

## 1 はじめに

今の自分とは全く異なる他者になりたい——そのような願望を持つ人は、いつの時代にも一定数存在する。例えば、アニメや漫画、ゲームのキャラクターになりきるコスプレは、日常の自分から離れ、非日常の自分へ一時的に転じる行為である[1]。近年では、アバター技術の進化により、従来のコスプレが抱える身体的特徴や文化的背景の制約を超え、多様な他者になりきる体験が可能になっている。例えば、アバター利用者を対象とした調査によると、物理的性別に関わらず、利用者の約8割が女性型アバターを使用しているという報告がある[2]。このように、アバター技術を活用することで、多様な制約を超えて別人になりたい願いを簡単に叶えることができる。

アバターを用いて他者になりきる（憑依する）体験は、使用者自身の態度や行動にも影響を与える。例えば、音楽家風の褐色肌でカジュアルな外見のアバターを使用することで、通常よりもリズムカルにドラムを叩くようになることが報告されている[3]。また、アインシュタインのような博識なキャラクターのアバターを使用することで、認知タスクの成績が

向上することを示した研究も存在する[4]。このように、自分とは異なるアバターに憑依することで、使用者の態度や行動が変化する現象は「プロテウス効果」として知られている[5]。しかし、これらの変化はアバターのキャラクターに対するステレオタイプによるものであり、現実の自分自身をそのアバターに重ね合わせて憑依しているわけではない[6]。

では、どのような手法を用いると、ユーザーはアバターに対して効果的に憑依できるのでしょうか。例えば、危険な遠隔地において高度な作業を行うアバターを操作する場合、自己の延長としての機能、すなわち道具として対象を精密に操作することが求められる。したがって、このような精緻な作業を行うアバターを使いこなすためには、ユーザーがその操作を繰り返し練習し、少しずつアバター操作に習熟していく必要がある。本稿では、ユーザーが一方的に操作に習熟することで作業パフォーマンスが向上するタイプのアバターを「道具的アバター」と定義する（図1左）。

一方で、近年は接客業務をはじめとする、より社会的なタスクを担うアバターに対する注目が高まっている。このようなアバターは、単に特定の物理的

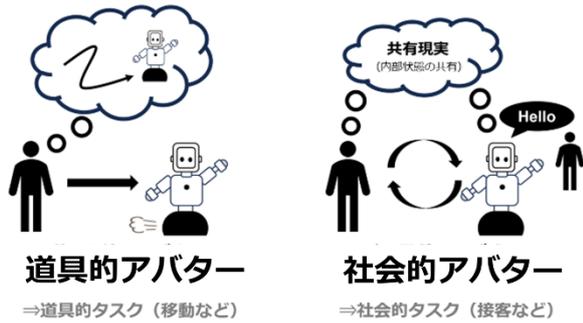


図 1: 道具的アバター (左) と社会的アバター (右)

操作に従事する道具的アバターとは異なり、多様な人々とのコミュニケーションや多様な状況に対応する役割を果たすよう設計されている。したがって、このようなアバターが社会的タスクを担う際には、設計者が想定したキャラクタ設定や、アバターが置かれる環境、さらにはアバターの外見から人々が受け取る印象によって、アバターに対する何らかの「内部状態」(への社会的期待)が生まれる。ここで指す内部状態とは、アバターのキャラクタにふさわしい感情、意図、あるいは性格特性(を持つかのように振る舞うこと)を指しており、ユーザーにはこの内部状態を踏まえた操作が求められる。本稿では、社会的タスクを担うアバターを「社会的アバター」と定義し、その操作に必要なとされる条件や工夫について考察する。

社会的アバターの操作において、ユーザーが単に操作技術に習熟するだけでは、社会的な期待に応えることは難しい。例えば、接客業務を行うアバターが顧客に対して友好的かつ丁寧な態度を示すような内部状態を期待されている場合、ユーザー自身がアバターのキャラクタ設定を深く理解し、その設定に基づいて適切な行動を取る必要がある。このような理解が欠けている場合、いくら操作練習に時間を費やしても、アバターに期待される役割を十分に果たすことはできない。また、社会的アバターの操作においては、アバターの内部状態を単なる知識としてユーザーが学ぶだけでは、様々な状況に臨機応変に適応するには不十分である。社会的アバターを効率的かつ効果的に操作するためには、アバターの内部状態をユーザー自身も共有(内在化)し、それをもとにアバター操作を行う必要がある。

自己と他者で内部状態を共有する過程は、社会学などにおいて「共有現実」と呼ばれる。本稿では、まず共有現実に関するレビューを行い、それを踏まえた上で、共有現実理論に基づく「ほどよい憑依」を実現するアバターデザインについて提案したい(図 1 右)。

## 2 共有現実：他者と内部状態を共有するプロセス

共有現実 (shared reality) とは、人間同士の社会的相互作用において中核をなす概念であり、社会学や社会心理学の分野で盛んに議論されている。共有現実とは、二者間または集団内において、ある特定の対象(例えば、出来事、事物、第三者など)に対する内部状態(例えば、判断、信念、感情、態度など)を、他者と共有するプロセスや、その認識を指す[7,8]。人間は、単独で物事を確信するよりも、他者と内部状態を共有することによって、自身の判断や意見に対して、より強い確信を持つことができる。例えば、新しい従業員が職場に加わった際、同僚とその従業員の印象について意見を交換することで、その従業員に対する評価の確信度を高めることができる。さらに、人間は、他者の思考や感情を参照しながら、自身の意思決定や信念を修正していく。Asch の古典的研究[9]では、自分の意見と周囲の意見が一致しない状況下において、多くの人々が自身の意見を周囲の意見に同調させることが観察されている。このように、共有現実とは、個々人の内部状態が、二者間や集団内における相互作用を通じて収斂していく経験を包括的に捉えた概念であると言える[7]。そして、共有現実の形成は、個人間および集団内における信頼や結束を強化し、効果的なコミュニケーションを促進する上で不可欠な要素であると考えられている。

### 2.1 共有現実の構成要件

Echterhoff らの研究では、共有現実の構成要件として「内部状態の共通性」「対象の存在」「動機づけ」「主観的体験」の 4 つを提唱している[7]。以下、それぞれの要件について説明する。

#### (1) 内部状態の共通性

共有現実が成立するための第一の要件は、人々の内面的な状態、すなわち内部状態が共通していることである。これは、単に外面的な行動が一致していることや、外部から観察可能な行動を模倣することとは異なり、他者の内部状態を理解し、共有することが求められる[10]。

他者と内部状態を共有していると認識するためには、他者の内部状態を理解したり推測したりするプロセスが不可欠であり、それを支える様々なメカニズムが存在する。例えば、人間は、表情やジェスチャーなどの非言語的行動から、他者の意図や信念を読み取ることができる。こうしたメカニズムの代表

例として、心の理論 (Theory of Mind) [11, 12]が挙げられる。心の理論とは、他者が自分とは異なる信念や欲求、意図などの心的状態を持っていることを理解し、それに基づいて他者の行動を予測・説明する能力を指す。このメカニズムは、他者との内部状態の共有を円滑にする働きがあると考えられている。

## (2) 対象の存在

共有現実が成立するための第二の要件は、共有される内部状態が「何に向けられているのか」、すなわち、その対象が明確に存在することである。そして、共有現実を成立させるためには、他者の内部状態が何に向けられているのかを特定するためのメカニズムが不可欠である。先行研究では、この点を支えるいくつかのメカニズムが明らかにされている。

例えば、他者の視線の動きを追跡することで、その人が何に注目しているのか、どのような対象に対して感情的な反応を示しているのか (例：恐怖の対象など) を特定することが可能である[13]。また、共有相手から直接的に視覚的・言語的な情報が得られない場合でも、それまでに蓄積された知識 (背景知識) や、その場の状況に応じて、内部状態の対象を推測することができる[11, 14, 15]。これらのメカニズムによって、人々は他者の内部状態が何に関するものであるのかを推測し、共有現実を「特定の対象」についてのものとして成立させることができる。

## (3) 動機づけ

第三の要件は、共有現実の形成プロセス、特にその動機づけに関するものである。共有現実を、単に「内部状態の共通性」として捉えるだけでは不十分であり、その形成プロセスや形成を促す動機に着目することが重要である。共有現実の形成に関わる動機としては、主に認知的動機 (epistemic motives) と関係動機 (relational motives) が挙げられる。

認知的動機とは、対象や環境を正確かつ確実に理解したいという欲求である[16, 17]。一方、関係動機とは、他者とのつながりや良好な社会的関係を構築・維持したいという欲求を指す[18, 19]。これらの動機を考慮することで、内部状態の共通性が、単なる利害の一致や個人的な目的の達成によってもたらされた場合と明確に区別でき、共有現実に特有の効果をもより精緻に捉えることが可能となる。

## (4) 主観的体験

第四の要件は、個人が実際に共有を「体験」し、他者と内面的状態の共通性を実感することである。Bar-Tal[20]は、信念の共有には、客観的な共通性だけでなく、主観的な共有感覚や認識が伴うことが重要

であると指摘している。たとえ他者と内面的状態を共有しようとする動機があったとしても、コミュニケーションの齟齬などによって、共通性が確立されない場合がある。したがって、動機に基づいた行動だけでは不十分であり、「他者と内部状態を共有できている」という主観的な感覚、すなわち「共有している」という実感が不可欠となるのである。

## 2.2 人工エージェントとの間の共有現実

近年の研究では、ロボットなどの人工エージェントがユーザーの発言や行動に適切に応答することで、共有現実を構築できる可能性が示されている。例えば、対話型 AI の利用者を対象とした調査では、対話型 AI が適切に応答していると評価されるほど、対話型 AI との共有現実の感覚が媒介となり、結果的に対話型 AI との意気投合感や信頼性が向上することが実証されている[21]。このように、人工エージェントが人間の意図や感情を理解し、それに応答しているかのように振る舞うことで、対話を通じた共有現実の形成が可能であると示唆されている。

## 3 共有現実によりほどよく憑依可能なアバターデザイン

もしユーザーがアバターとの間に共有現実を構築できた場合、アバターの内部状態を意識した操作が可能になると期待できる。特に社会的アバターにおいては、ユーザーはアバターの振る舞いを道具のように厳密に制御する必要はなく、社会的に問題が生じない範囲で「ほどよく憑依」することが重要である。ここでいう「ほどよい憑依」とは、人工エージェントとユーザーが相互に共感しながらも、アバターまたはユーザーが完全に分身として成り代わるのではなく、双方の特性を適度に活かしながら役割を果たす状態を指す。

このような「ほどよい憑依」を実現することで、アバターは単なる操作の対象としての道具ではなく、ユーザーとの信頼関係を深め、共有現実の感覚を高める社会的パートナーとしての役割を果たすことが期待される。本研究では、この点について検証するため、以下の仮説を設定した。

**仮説:**アバター操作において、操作技術の習熟を目的とした練習を行う場合よりも、内部状態の共有を目的とした対話を事前に行う方が、ユーザーが社会的場面において感情移入をしながら、適切にアバターの操作を行うことが可能になる (図 2)。

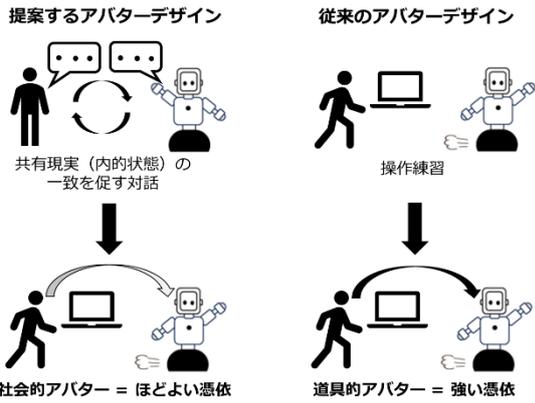


図 2: アバターの提案デザインと従来デザイン

### 3.1 使用するロボットアバター

本研究では、仮説に従ったアバターを試作し、仮説の実証を行う。具体的なアバターのハードとして、Mobile Teleco と呼ばれる対話可能な移動型ロボットを使用する (図 3 左)。Mobile Teleco は、下部に移動型ローバーを備え、その上にヒューマノイドロボット「Teleco」が配置された構造を持つ。これらの構成要素は円柱で接続されている。移動型ローバーは前進・後退および左右旋回が可能であり、Teleco は下部と分離して単独で使用できる小型ロボットである。また、Teleco の頭部にはディスプレイが搭載されており、ロボットの顔を視覚的に表示できる。さらに、Mobile Teleco には垂直方向の振動を行う機能が備えられており、微細な動作を可能にしている。ロボッ

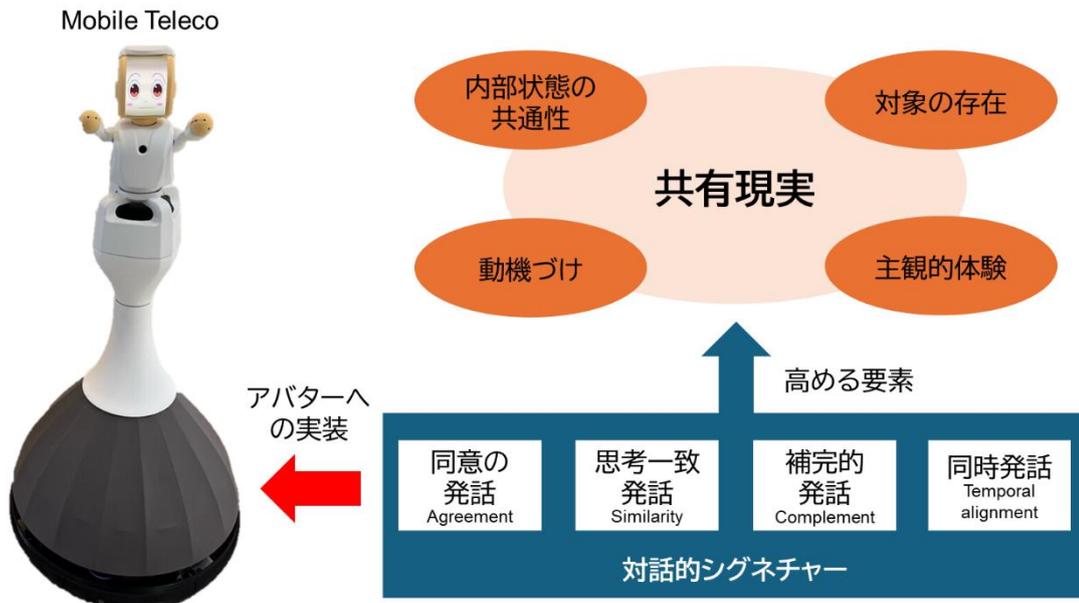


図 3: Mobile Teleco (左) とそれに実装する対話シグネチャー (右)

トの操作は PC から GUI インターフェース (図 4) を通じて誰でも容易に Mobile Teleco のリモート制御が可能である[22].

Mobile Teleco は、人間の歩行速度で障害物を回避しながら静かに移動することが可能であり、対話相手に応じて高さを調整できる機能を備えている。この動作の柔軟性により、様々な状況や利用者のニーズに対応可能である。実際に、接客場面で使用された事例では、顧客と目線を合わせることで親近感を与えることができるなど、これらの機能が社会的場面で有効なことが実証されている[22].

### 3.2 共有現実を高める対話シグネチャーのアバターへの実装

我々が提案する社会的アバターは、ユーザーがアバターを操作する前に、アバターとの対話を通じて共有現実を構築することを想定している。

共有現実とは、主に会話を通じて形成・発展するとされており[23, 24], Rossignac-Milon らの研究では、人間同士の共有現実の構築を促進させる四種類の対話シグネチャー (Dyadic behavioral signatures of generalized shared reality) が提案されている[25]. 本研究では、これらの対話シグネチャーをアバターの対話方略に実装することで、ユーザーと共有現実を構築可能なアバターを開発する (図 3 右). 以下では、四種類の対話シグネチャー (同意の発話, 思考の一致の発話, アイデアの補完的発話, 同時発話) それぞれの概説を行う。

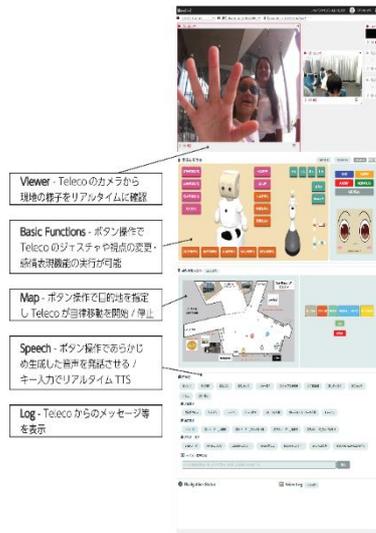


図 4: Mobile Teleco の GUI インターフェース

#### (1) 同意の発話 (Agreement)

「私も同感です」「その通りです」といった発言を通じて、相手の意見に同意を示す。ただし、単なる相槌としての「うん」「そうだね」などは含まれない。発話の際の口調や抑揚も重要である。例えば、怒りや懐疑を含んだ口調では、たとえ言葉では同意を示していたとしても、真意が伝わらない可能性がある。

#### (2) 思考一致の発話 (Similarity)

「私も同じことを考えていた」「ちょうどそれを言おうとしていた」などの発言を通じて、思考の一致を意識させる。これらのフレーズによって、相手が自分の考えを代弁してくれたと感じているような反応を表現する。このような発話は、事前に同じ思考を持っていたという感覚を両者に醸成させる。

#### (3) アイデアの補完的発話 (Complement)

相手の意見に対して、それを発展させたり、補足したりすることで相手と協働して議論を完成させる。この場合、単に意見を述べるだけでなく、互いに相手の考えを理解し、議論につなげていく必要がある。最初は意見が異なっていたり、具体的な意見を持っていなくても、相手の発言を踏まえて思考を共有し、議論の流れを作ることが重要となる。

#### (4) 同時発話 (Temporal alignment)

感嘆詞や特定のフレーズなどを、ほぼ同時に発話する。必ずしも全く同じ単語を用いる必要はないが、発話内容が同じ意味や意図を共有していることが重要である。このような同時発話は、相手と同時に思考し、同じ思考プロセスを辿っているという感覚を生み出す効果がある。

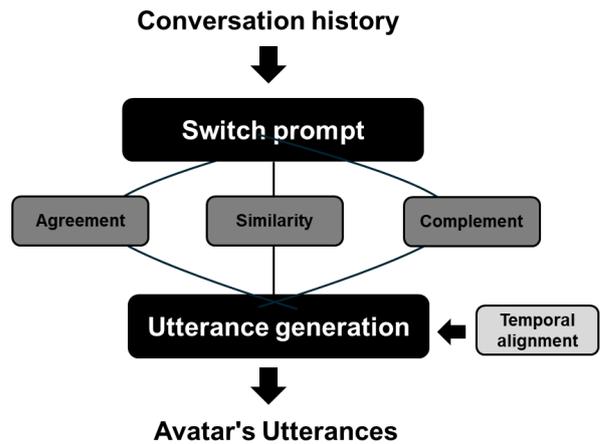


図 5: アバターにデザインしたシステムの概念図

今回、試作したアバターシステムでは、対話シグネチャー(1)~(3)を大規模言語モデルのプロンプト設定によりデザインした。具体的には、OpenAI 社の ChatGPT-4o の API を使用した。図 5 は、今回、我々がアバターにデザインしたシステムの概念図である。なお、対話シグネチャー(1)~(3)をすべて一つのプロンプトにまとめるのではなく、対話履歴に応じて適切な対話シグネチャーを選択する大規模言語モデルを活用したメタモジュールを構築した。このモジュールが選択した対話シグネチャーをプロンプトとして使用し、下位の大規模言語モデルのモジュールがユーザーの発言に対する返答を生成する。

一方、時間的なタイミングが要求される対話シグネチャー(4)については、プロンプトの設定だけでは実装が困難であり、時間情報を加味した別のメカニズムの導入が必要である。将来的には、返答の発話タイミングを制御する対話シグネチャー(4)に対応したモジュールの開発を計画しているが、現時点ではデザインの詳細化に至っていない。

今回、試作したアバターシステムは、店舗での接客場面を具体的に想定してデザインした。そしてアバターの内部状態を「友好的かつ丁寧」に設定し、ユーザーがこのアバターに「ほどよく憑依」することで、ユーザーにとってアバター操作が自然なものになるかどうかを検討している。今回の発表では、試作中のアバターの動作や予備実験の結果について報告をする。

## 4 課題と展望

本研究で提案したアバターデザインは、ユーザー

とアバターの間に共有現実を構築し、接客場面における効果的なアバター操作を実現することを目指している。しかし、この目標を達成するためには、いくつかの課題が存在している。例えば、共有現実を構築するためには、双方が相手の内部状態（意図や感情、方針）をある程度推定する必要があるが、アバターがユーザーの内部状態を正確に理解し、それを対話や行動に反映することは容易ではない。最新の大規模言語モデルは、人間の内部状態を推定する心の理論を備えていると報告されている[26]。このような大規模言語モデルの特性を活用し、人間とアバターが相互に内部状態を推定し合うシステムへと発展させていきたい。ただし、完全に相手の内部状態を推定することを目指すのではなく、内部状態を適度に共有し合いながら双方向に共創するデザインが必要になると考えられる。

また、ユーザーが共有現実を形成する動機には個人差があり、それに適応するデザインを作成することは難しい課題がある。認識的動機（的確な接客を行いたいという動機）や関係的動機（アバターとの信頼関係を築きたいという動機）はユーザーごとに異なるため、それらを柔軟に補完できるアバター設計が求められる。さらに、共有現実の形成やその効果を客観的かつ定量的に評価するための信頼性の高い測定指標を開発する必要がある。この課題を解決することでモデルの実用性が高まるだろう。

これらの課題を克服することで、アバターデザインには新たな可能性が開かれると考えられる。例えば、ユーザーの個別の特徴や動機に応じてアバターの対話や動作を調整することで、共有現実の形成が促されると期待できる。今後は、本研究で提案したアバターデザインが、現実の接客場面においてどの程度有効に機能するか検証していく。特に、長期的な評価を通じて現場での実用性を確認することが重要である。

以上のように、対話を通じて「ほどよく憑依」するアバターの提案デザインは多くの可能性を秘めている。一方で、技術的および実践的な課題が多く存在する。これらの課題に取り組むことで、これまでにない新しい社会的価値を持つアバターを設計できる可能性が広がるだろう。

## 謝辞

本研究は、日本学術振興会科研費補助金（若手研究 24K16800, 基盤研究 (B) 24K00066), JST ムーンショット型研究開発事業 (JPMJMS2011) の支援を受けた。

## 参考文献

- [1] ソフィ・ノフィアンティ: 日本のサブカルチャーにおけるコスプレについて, 日本語・日本文化研修プログラム研修レポート集, Vol. 30, pp. 151–162 (2015)
- [2] バーチャル美少女ねむ: メタバース進化論——仮想現実の荒野に芽吹く「解放」と「創造」の新世界, 技術評論社 (2022)
- [3] Kilteni, K., Bergstrom, I., Slater, M.: Drumming in immersive virtual reality: the body shapes the way we play, *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, Vol. 19, No. 4, pp. 597–605 (2013)
- [4] Banakou, D., Kishore, S., Slater, M.: Virtually being Einstein results in an improvement in cognitive task performance and a decrease in age bias. *Frontiers in psychology*, Vol. 9, p. 917 (2018)
- [5] Yee, N., Bailenson, J.: The proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior, *Human Communication Research*, Vol. 33, pp.271–290 (2007)
- [6] 笠原千聖, 阪田真己子: 自己呈示手段としての自己アバターの作成方略に関する基礎的研究, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 26, No. 4, pp. 399–410 (2023)
- [7] Echterhoff, G., Higgins, E. T., & Levine, J. M. : Shared reality: Experiencing commonality with others' inner states about the world. *Perspectives on Psychological Science*, Vol. 4, No. 5, pp. 496–521 (2009)
- [8] Echterhoff, G., Higgins, E. T.: Creating shared reality in interpersonal and intergroup communication: The role of epistemic processes and their interplay, *European Review of Social Psychology*, Vol. 28, No. 1, pp. 175–226 (2017)
- [9] Asch, S. E.: Studies of independence and conformity: I. A minority of one against a unanimous majority. *Psychological Monographs: General and Applied*, Vol. 70, pp. 1–70 (1956)
- [10] Brickman, P.: *Is it real?*, In J.H. Harvey, W. Ickes, R.F. Kidd(Eds.): *New directions in attribution research* (Vol. 2, pp. 5–34). Hillsdale, NJ: Erlbaum. (1978)
- [11] Keysers, C., Gazzola, V.: Integrating simulation and theory of mind: From self to social cognition, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 11, No. 5, pp. 194–196 (2007).
- [12] Leslie, A. M., Friedman, O., German, T. P.: Core mechanisms in 'theory of mind', *Trends in Cognitive*

*Sciences*, Vol. 8, No. 12, pp. 528–533 (2004).

- [13] Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., Moll, H.: Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition, *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 28, pp. 675–691 (2005)
- [14] Clark, H.H.: *Using language*, New York: Cambridge University Press (1996)
- [15] Higgins, E.T.: *Role-taking and social judgment: Alternative developmental perspectives and processes*, In J.H. Flavell and L. Ross(Eds.): *Social cognitive development: Frontiers and possible futures* (pp. 119–153). New York: Cambridge University Press (1981)
- [16] Higgins, E. T.: *Beyond pleasure and pain: How motivation works*, New York, NY: Oxford University Press (2012).
- [17] Kruglanski, A. W.: Lay epistemic theory in social-cognitive psychology, *Psychological Inquiry*, Vol. 1, pp. 181–197 (1990)
- [18] Berscheid, E.: Help wanted: A grand theorist of interpersonal relationships, sociologist or anthropologist preferred, *Journal of Social and Personal Relationships*, Vol. 12, pp. 529–533 (1995)
- [19] Gere, J., MacDonald, G.: An update of the empirical case for the Need to Belong, *The Journal of Individual Psychology*, Vol. 66, pp. 93–115 (2010)
- [20] Bar-Tal, D.: *Shared beliefs in a society: Social psychological analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage (2000).
- [21] 菅さやか, 大幡直也, 宮本聡: 対話型 AI との共有的リアリティの確立. 日本心理学会第 88 回大会論文集 (2024)
- [22] Iwasaki, M., Chi, Z., Masuda, K., Meneses, A., Sakai, K., Kawata, M., Yoshikawa, Y.: Hospitable Guide Robot: Demonstrating the Impact of Vertical Oscillation and Looking Back Motion, *In Proceedings of the 11th International Conference on Human-Agent Interaction*, pp. 257–263 (2023)
- [23] Hardin, C. D., Conley, T. D.: *A relational approach to cognition: Shared experience and relationship affirmation in social cognition*, In G. B. Moskowitz (Ed.): *Cognitive social psychology: The Princeton Symposium on the legacy and future of social cognition*, pp. 3–17. Mahwah, NJ: Erlbaum (2001)
- [24] Hardin, C. D., Higgins, E. T.: *Shared reality: How social verification makes the subjective objective*, In R. M. Sorrentino, E. T. Higgins (Eds.): *Handbook of motivation and cognition: The interpersonal context* (Vol. 3, pp. 28–84). New York, NY: Guilford (1996)
- [25] Rossignac-Milon, M., Bolger, N., Zee, K. S., Boothby, E. J., Higgins, E. T.: Merged minds: Generalized shared reality in dyadic relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 120, No. 4, 882 (2021)
- [26] Strachan, J. W., Albergo, D., Borghini, G., Pansardi, O., Scaliti, E., Gupta, S., ..., Becchio, C.: Testing theory of mind in large language models and humans, *Nature Human Behaviour*, Vol. 8, No. 7, pp. 1-11 (2024)