

VR 空間におけるエージェントとの相補的關係性認知プロセスの定性評価

Qualitative Evaluation on Cognitive Processes of Complementary Relationships with an Agent using Virtual Reality

三浦康平¹ 橋川莉乃¹ 高橋英之² 築瀬洋平³ 田中一敏⁴

Kohei Miura¹, Rino Hashikawa¹, Hideyuki Takahashi², Yohei Yanase³, and Kazutoshi Tanaka⁴

¹大阪大学 基礎工学部

¹School of Engineering Science, Osaka University

²大阪大学大学院 基礎工学研究科

²Graduate School of Engineering Science, Osaka University

³ユニティ・テクノロジーズ・ジャパン株式会社

³Unity Technologies Japan

⁴オムロンサイニクエクス株式会社

⁴OMRON SINIC X Corporation

Abstract: 人とエージェントが良好な関係を築くには、人とお互いの必要性に気づくことが重要となる。この必要性に気づいてもらうために、相手の存在を意識しやすい相補的關係性を演出することを提案する。相補性演出のための予備実験として、VR 空間において、相補性を持つプレイヤーとエージェントが 2 人でのタスクを行い、相補性認知のしやすさを調査したところ、認知が困難であることが示唆された。よって、追加実験として「プレイヤーがそれぞれの不在状態での振る舞いを知ること」で相補性認知を容易にするか検証した。

1 背景と目的

人とコンピュータとの間に介在し、共同作業の円滑な進行を補助するインタフェースのひとつとして、インタフェースエージェントがある。インタフェースエージェントは、人とコンピュータの間で主導権を移り変えやすくする性質や、人の曖昧な表現や環境の変化に適切に対応する性質をもつ[1]。このような、インタフェースエージェントをはじめとしたエージェントにより、コンピュータが単なる道具としてではなく、人のような社会的存在として扱われることが期待される[2]。そして、社会的存在としての役割を果たすにあたっては、その振る舞いをユーザから好意的に受け止められ、良好な關係性を構築することが望ましい。しかし、より複雑化する社会的インタラクションの中で、人とエージェントの友好關係を発現・促進するための様式は確立されていない。

そこで本研究では、人とエージェントが良好な關

係を築くためのひとつの手段として、「相補性」に注目する。

人間關係における相補性については、組織論や恋愛關係の文脈において論じられている。まず、組織論においては『個々人が相補的關係を持ち、それを認知しているチームは業績をあげやすく、高い満足度と実行力を持つ』[3]、『相補性をよく知覚しているグループと、類似性をよく知覚しているグループのチームはよい成果をあげる』[4]というように、組織の構成員間における相補性と認知が組織に貢献をもたらすことが伺える。また、恋愛關係においては『相補的關係性が恋愛關係の維持に寄与する』[5]という知見が得られている。

加えて、ヒューマンマシンインタラクションにおける相補性についても、エージェントや人工知能(AI)の文脈において論じられている。例えば、人とエージェントの共生社会を目指すため、それぞれの相補的な長所を生かした意思決定や戦略が検証・考察されている[6][7]。

以上の背景から、人とエージェントが人と人のように友好関係を築き、共生する社会を目指す手段の一つとして、相補性に注目することには意義があると考えられる。

一方で、相補性という相互の貢献のバランスに依るものを当事者の視点から適切に認知することは容易ではない。人間は、多くの場合、相補性を見積もりを実際から逸脱して認知をすることが知られている[8]。人間とエージェントの相補性を適切に認知させることは、機能面で人間とエージェントの相補性を設計するのと同等に重要な課題であるが、これまでこの問題についての具体的な解決法についてはあまり議論がなされてこなかった。

そこで我々はアイデアとして、当事者視点に加えて、傍観者視点をエージェントとのインタラクションに持ち込むことで、相補性の認知がより実体に近づくのではないかと仮説を立てた。傍観者視点とは、当事者ではない、第三者として状況を観察することを指す。心理学の研究において、個人の思い込みや願望が認知に乗りやすい当事者視点よりも、傍観者視点で状況を認知したほうが、より正確に実体を捉えることができると知られている[9][10]。従ってエージェントとの相補性を見積もりにおいても、当事者目線より、傍観者目線の方が、より正確に相補性を認知できるのではないかと考えた。

本研究ではまず、相補性演出のための予備実験として、没入感を感じさせることができる VR 空間上で、人（プレイヤー）とエージェントが協力して目的を達成するゲームを用いた実験を行った。プレイヤーとエージェントには別々の能力値を持たせ、互いに得意不得意が異なる（すなわち、互いに得意不得意を補い合う相補的關係が存在する）状況を設計して、プレイヤーが相補性をどれほど認知できているのか調査した（実験 1）。

さらに傍観者の視点からエージェントとのインタラクションを捉えることで、相補性を見積もりがより正確になる、という仮説を踏まえて、当事者視点のみであったゲームに、「プレイヤーが 1 人でプレイする」モードと「エージェントが 1 人でプレイし、プレイヤーは観戦する（傍観者視点）」モードを追加し、互いの不在状態の経験が、相補性認知にどのような影響を与えるかについても検討した（実験 2）。

2 VR 空間での目的当てタスクの設計

本研究にて実験参加者に体験してもらうのは、ストラックアウトと呼ばれる目的当てゲームをもとにした VR 空間での目的当て課題（以下「VR 的目的当て」と呼ぶ）である。プレイヤーとエージェントが相補性のある能力を活かし協力することで、効率的に課題を

こなすことができる。なお、VR 的目的当ての開発にはゲームエンジン Unity を用いており、VR 的目的当てを VR ヘッドセット Meta Quest 2（旧 Oculus Quest 2）に導入することで実装した（図 1）。

VR 的目的当ての流れを図 2 に示す。プレイヤーとエージェントが交互にボールを投げ、残っている目的を可能な限り破壊することを目指す。なお、一定時間過ぎると目的が残っていても終了とする。

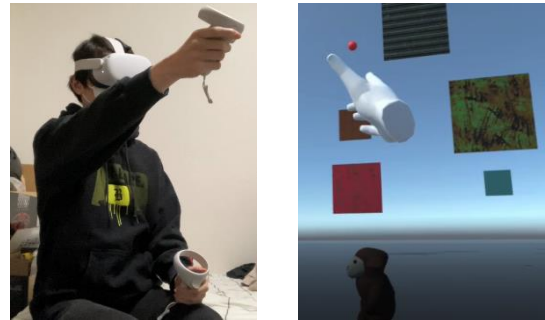


図 1 VR 的目的当てプレイ中の VR ヘッドセットを装着したプレイヤー（左）及びプレイ画面（右）のワンシーン

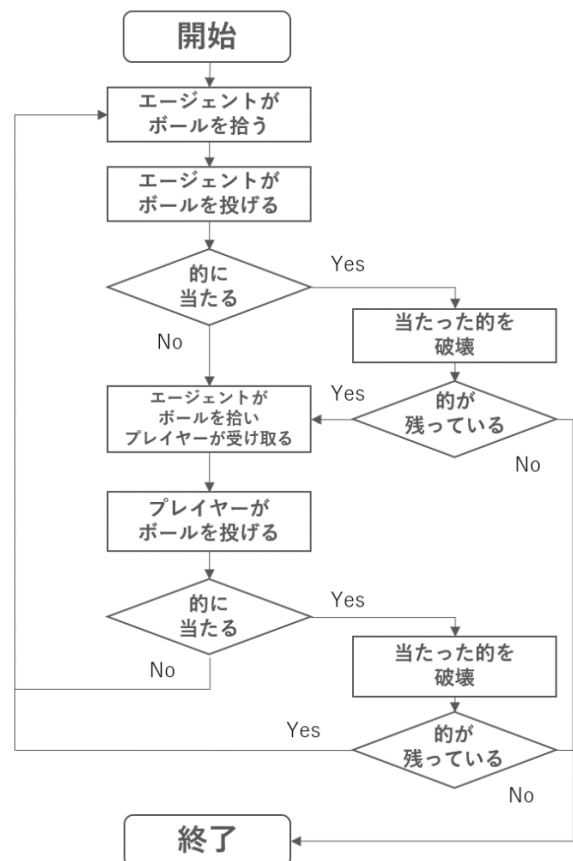


図 2 VR 的目的当てタスクの流れ

相補性は、表 1 のようにプレイヤーとエージェントの能力パラメータ設けることで設計した。投擲力

とは、ボールを投げる力のことで、どれだけ遠くまで力強く投げられるかを設定している。物理学的には力積の大きさと等しい。一方、投擲制御力とは、ボールを狙った通り正確に投げられる能力のことで、投げたボールがどれだけの的に当たりやすいかを設定している。プレイヤー側は投擲力が必要な高い位置にある的、および大きな的は破壊できないが、投擲制御力が必要な小さな的を容易に破壊することができる(図3)。逆に、エージェント側は投擲制御力が必要な小さな的を破壊するのは難しいが、投擲力が必要な高い位置にある的、及び大きな的は破壊しやすい(図4)。

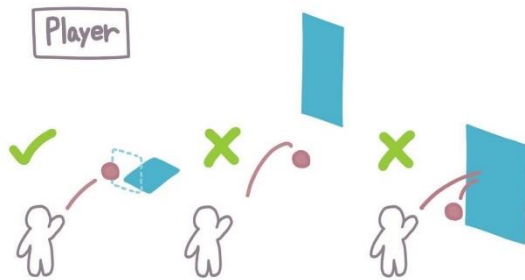


図3 プレイヤー側が破壊できる的の概略図
 左：小さい的は正確に狙い破壊できる
 中央：高い位置にある的は届かない
 右：大きい的を破壊する投擲力はない

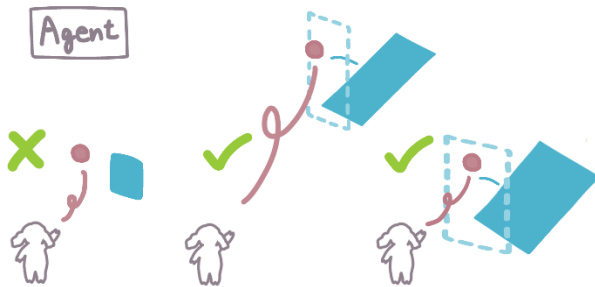


図4 エージェント側が破壊できる的の概略図
 左：小さい的は投擲制御がしにくい
 中央：投擲力が大きいので届く
 右：的が大きければ暴投しても当てられる

表1 VR的当てタスクにおけるプレイヤーとエージェントの能力パラメータ

	投擲力	投擲制御力
プレイヤー	弱	強
エージェント	強	弱

以上のように、VRを用いることで、相補的な能力を

パラメータで設計することができる。

3 実験1：相補性認知度の調査

3.1 実験1の概要

実験1では、実験者が設計した相補性を実験参加者が認知可能か調査した。実験参加者には作成したVR的当てを的の数5で1度だけ体験してもらった。5つの的のうち2つは小さい的でプレイヤーが破壊しやすい。もう2つは大きい的、残り1つは高い位置にある的で、これらはエージェントが破壊可能である(図5)。

VR的当て体験の後、プレイヤー(15名)に的当てを一緒に行ったエージェントとの相補性の認知度を回答してもらった。具体的な質問項目は、「エージェントがゲームを得意としていたか」、「自分(プレイヤー)はゲームを得意としていたか」、「どれだけゲームで協力できたか」であり、いずれも7件法を用いて数値化した。加えて、プレイヤーとエージェントとの能力差を自由記述で尋ねた。

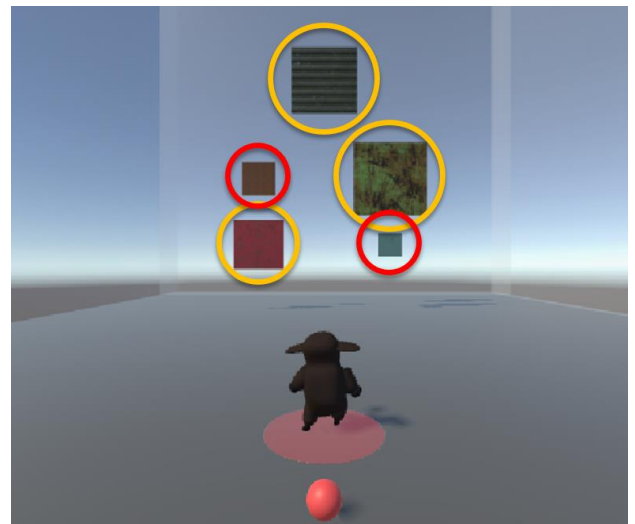


図5 予備実験(的5つ)のゲーム開始画面
 赤丸で囲まれた的：プレイヤーが破壊しやすい
 黄丸で囲まれた的：エージェントが破壊可能

3.2 予備実験の結果と考察

相補性認知度を尋ねた結果は図6のようになった。概して、エージェントのゲーム貢献度を高く見積もり、協力もできていないという回答結果が得られた。この結果から、プレイヤーは相補性認知ができていないことが示唆され

る。また、自由記述によってプレイヤーとエージェントの能力差を尋ねたところ、「自分の方が投げる速度が遅くてエージェントの方が投げる速度が速かった」、「自分は一番上の的に届かなかったが、エージェントは簡単に届かせていた」というように、能力差の認知は行っていたことが伺えた。

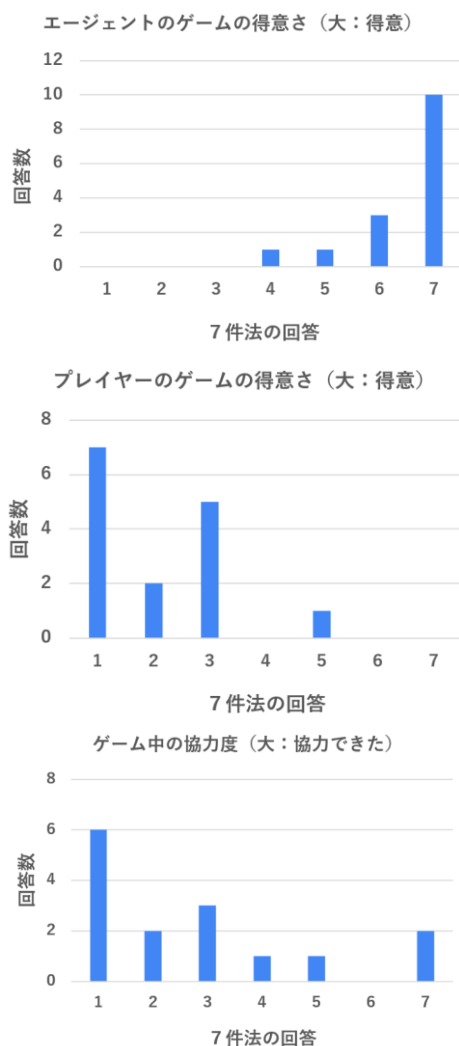


図6 VR的当て体験後の相補性認知に関するアンケート回答ヒストグラム

以上の結果から、相補的な役割分担を設計しており、プレイヤー自身も能力差を認知していたにもかかわらず、適切に相補性認知ができていないことがわかった。ここにおいて、特筆すべきはプレイヤーがエージェントに必要なとされていることを認知していない点である。投擲力が与える強い視覚的印象により、プレイヤー

が自分の能力を正當に評価できていない可能性が考えられる。

4 実験2：不在状態の追加による相補性認知度の変容

4.1 実験2の概要

予備実験の結果及び、心理学分野での三人称視点が現実の認知を容易にする[9][10]という知見から、双方の不在時(単独でのゲームプレイ)をゲームに挿入することで、当事者視点に加えて傍観者視点を導入した。具体的には、「2人で協力している状態(当事者視点, 図7A)」に加えて、「プレイヤーがエージェントだけでVR的当てしている姿を観察する状態(傍観者視点, 図7B)」、「プレイヤーのみでVR的当てを行う状態(当事者視点, 図7C)」を加えた。

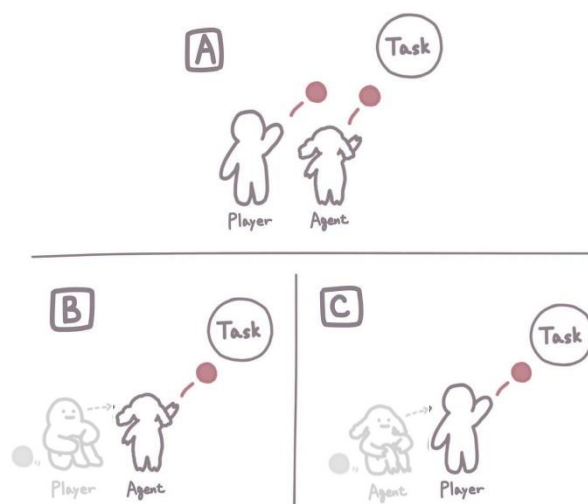


図7 不在状態を追加したVR的当てにおける状態の分類

以上のように、不在状態を追加したVR的当てを体験することにより、相補性認知度が変化するか検証する。実験は、実験参加者を二群に分けて実施した。具体的には、6名の参加者には、不在状態を追加したVR的当てを体験してもらった。課題は、参加者とエージェントの共同状況、エージェントのみでのプレイ、参加者のみでのプレイ、参加者とエージェントの共同状況の順番で、全部で4ゲーム行った(不在あり条件; 図7におけるA→B→C→Aの順)。一方、参加者7名は、不在状態のない4ゲームを行った(不在なし条件)。その後、いずれの実験

参加者にも実験1で使用したものと同様なアンケートを回答させ、互いの不在状態を経験した不在あり条件と、不在なし条件において、参加者間で、相補性の認知の度合を比較した。

図7A, B, Cに対応するプレイヤー視点のVR的当てプレイ画面は図8A, B, Cに示す。時間短縮のため、実験1では5つの的を使用した。実験2では、3つの的を使用した。

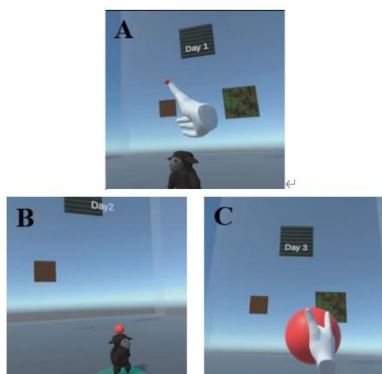


図8 不在状態を追加したVR的当てのプレイ画面上中央：エージェントと協力（図7Aと対応）
左下：プレイヤー不在（図7Bと対応）
右下：エージェント不在（図7Cと対応）

4.2 実験2の結果と考察

不在あり条件の参加者の回答結果を図9、不在なし条件の参加者の回答結果を図10に示す。すべての項目において、参加者数が少人数ということもあり、統計的な差を条件間に見出すことはできなかった。

以上の結果から、「傍観者視点を追加することで適切に相補的関係性を認知できる」という仮説は立証されなかった。

傍観者的視点を加えることで相補性の認知が正確になる、という仮説が実証できなかった理由として、仮説そのものの妥当性を検討する前に、今回の実験システムに改良すべき点があると考えられている。今回作成したVR的当てでは、プレイヤーが壊しやすい小さいのが1つ、エージェントが壊すことができる大きい・高いのが2つであるため非対称的である。よって、対等な相補性認知に十分な情報を参加者に与えられていなかった可能性がある。また今回は実験が短時間であり、傍観者的視点をとる時間が少なかった。今後、より長時間傍観者的視点を参加者にとらせることで、より参加者とエージェントの相補的関係性が正確に認知さ

れるのではないかと考えている。

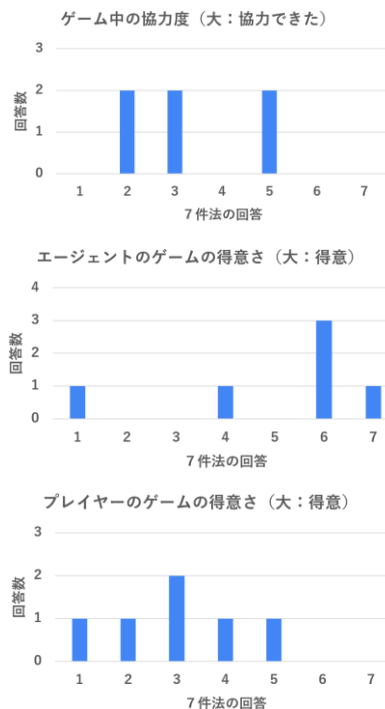


図9 不在あり条件のVR的当て体験後の相補性認知度に関するアンケート回答ヒストグラム

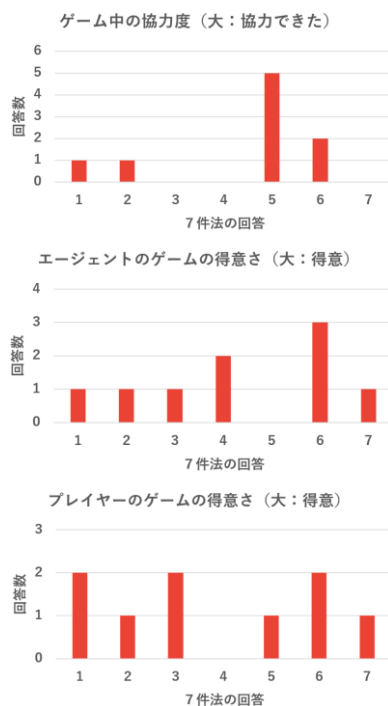


図10 不在なし条件のVR的当て体験後の相補性認知度に関するアンケート回答ヒストグラム

5 まとめ及び今後の課題と展望

本研究では、人とエージェントが良好な関係を築くには、人とお互いの必要性に気づくことが重要となると考え、そのために相手の存在を意識しやすい相補的關係性を演出することを提案した。具体的には、「相補性をもつ人とエージェントのインタラクションに、当事者視点だけでなく傍観者視点を加えることで、相補性を適切に認知することができる」という仮説を立て検討した。その結果、今回の検討の範囲では、相補性の認知が適切に行えていないことが示唆された。その理由として、仮説そのものの妥当性の議論以前に、今回用いたシステムの改善点がいくつか実験を通じて見出された。従って、今回、我々が提案した仮説の妥当性をより厳密に評価するためには、それらの実験上の問題点を改良し、より厳密な実験を行う必要がある。

以上、依然として人とエージェントの相補性認知プロセスの設計については議論の余地があるといえる。

謝辞

本研究は「大阪大学 学部学生による自主研究奨励事業」の支援を受けて実施した。

参考文献

- [1] 長尾 確：マルチモーダルインタフェースとエージェント，人工知能学会紙，Vol.11，No.1，pp.32-40 (1996).
- [2] Nagao, K. and Takeuchi, A.: Social Interaction: Multimodal Conversation with Social Agents, Proc. 12th national conference of Artificial Intelligence, Vol.1, pp.22-28 (1994).
- [3] De Cooman, R., Vantilborgh, T., Bal, M., & Lub, X.: Creating inclusive teams through perceptions of supplementary and complementary person-team fit: examining the relationship between person-team fit and team effectiveness. *Group & Organization Management*, 41(3), pp.310-342. (2016).
- [4] Gibbard, K., Griep, Y., De Cooman, R., Hoffart, G., Onen, D., & Zareipour, H.: One big happy family? Unraveling the relationship between shared perceptions of team psychological contracts, person-team fit and team performance. *Frontiers in Psychology*, 8,. (2017).
- [5] Vinacke, W. E.; Shannon, K.; Palazzo, V; Balsavage, L. :Similarity and complementarity in intimate couples. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*. 114. pp.51-76. (1988).
- [6] Jarrahi, M. H.: Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business horizons*, 61(4), pp.577-586. (2018).
- [7] Brynjolfsson, E., & McAfee, A.: Winning the race with ever-smarter machines. *MIT Sloan Management Review*, 53(2), 53. (2012).
- [8] Ross, M., & Sicoly, F.: Egocentric biases in availability and attribution. *Journal of personality and social psychology*, 37(3), 322. (1979).
- [9] Moser, J.S., Dougherty, A., Mattson, W.I. et al. :Third-person self-talk facilitates emotion regulation without engaging cognitive control: Converging evidence from ERP and fMRI. *Sci Rep* 7, 4519 (2017).
- [10] Huynh, A. C., Oakes, H., Shay, G. R., & McGregor, I.: The wisdom in virtue: Pursuit of virtue predicts wise reasoning about personal conflicts. *Psychological science*, 28(12), pp.1848-1856. (2017).