

ロボットを用いたレクリエーション援助がプレイヤーのモチベーションに与える影響の調査

御手洗 彰^{†1,a)} 棟方 渚^{†1}

概要：COVID-19は、我々の就業・修学形態に大きな影響を与え、大人はテレワーク、子供は自宅での学習を余儀なくされ、家族が自宅で過ごす時間が大幅に増加した。実際に家庭内で行えるレクリエーションの需要が高まり、多種多様なオンラインコンテンツが提供されている。レクリエーションは動画視聴などの受動的なコンテンツに加え、主体的・能動的なコンテンツが豊富で、伝承遊び（おにごっこ、かくれんぼ、など）やエクササイズ（ヨガ、体操）など幅広い種類の活動が存在する。このようなレクリエーション活動では、「援助者」が重要な役割を持つ。援助者は個々人に適した活動を提供し、目的を達成させるための支援を行う。レクリエーションの参加者の心身の状態を理解して参加者同士の交流を促すなど重要な役割を持つが、家庭内のレクリエーションにて援助者を用意することは難しい。そこで、本研究では家庭内でのレクリエーションの援助役としてヒューマノイドロボットを使用することで、主体的で能動的なコンテンツの提供を試み、コンテンツ体験におけるエンタテインメント性の向上やユーザ間のコミュニケーションの活性化を試みる。具体的には、「だるまさんがころんだ」をベースとしたゲームコンテンツを開発し、ロボットの援助役としての介入によって、プレイヤー間のコミュニケーションの活性化効果やエンタテインメント性に及ぼす影響を調査する実験を行った。結果として、ロボットの介入によってエンタテインメント性における「感情の動き」「競争の促し」の効果を示したことが確認できた。

キーワード：ヒューマン・ロボットインタラクション、レクリエーション支援、モチベーション

1. はじめに

COVID-19は、我々の就業・修学形態に大きな影響を与え、大人はテレワーク、子供は自宅での学習を余儀なくされ、家族が自宅で過ごす時間が大幅に増加した。実際に家庭内で行えるレクリエーションの需要が高まり、多種多様なオンラインコンテンツが提供されている。例を挙げると、ドラマやアニメなどの動画視聴やゲーム、料理やダンス、DIYのレクチャなどがある。外出自粛に伴い家庭における娯楽は大きく変容し、スマートフォンやタブレット端末のアプリやSNSなどのコンテンツの利用が大幅に増加した。特に就学前の子育て世代での子供との過ごし方の変容が顕著であり、6割以上の家庭で「メディアの利用が増えた」との報告がある（新型コロナウイルス感染症対策に係るアンケート、全国認定こども園協会）。スマートフォンやタブレット端末で体験できるコンテンツは動画視聴やゲームなど、端末の前にいる視聴者1人を対象とした受動

的なものも多く、疲労回復や運動不足解消、社会的交流の促進などの本来のレクリエーションの目的を達成させるには不十分である。一方でレクリエーションは前述の動画視聴などの受動的なコンテンツに加え、主体的・能動的なコンテンツが豊富で、伝承遊び（おにごっこ、かくれんぼ、など）やエクササイズ（ヨガ、体操）など幅広い種類の活動が存在する。このようなレクリエーション活動では、「援助者」が重要な役割を持つ。援助者とは個々人に適したレクリエーション活動を提供し、目的を達成させるための支援を行う。援助者は、単なるレクリエーションの考案やファシリテーションを行うだけでなく、参加者の心身の状態を理解し、活動内容を調整したり、参加者同士の交流を促すなど、レクリエーションの目的達成のために重要な役割を担う。一方で、核家族化や世帯人数の減少から、常に援助者を確保することは困難な状況がある。

そこで、本研究ではレクリエーションの援助者としてヒューマノイドロボットを用いることで、能動的かつ主体的な活動を提供する家庭内レクリエーションを実現させることを試みる。実際に、近年様々な家庭用ロボットが開発されており、家庭内の導入への期待が高まっている現状が

^{†1} 現在、京都産業大学
Presently with Kyoto Sangyo University
^{a)} i2086123@cc.kyoto-su.ac.jp

ある。ロボットがレクリエーションの援助者に適している点として、レクリエーション（どのようなレクリエーションをいつ実施したのかや参加状況、勝率など）の記録が容易にでき、蓄積されたデータを分析することで、ルールの調整や状況の認識や判断が容易であることが挙げられる。また本研究では、レクリエーションとして伝承遊びの一つである「だるまさんが転んだ」をベースとしたVRゲームを開発した。家庭内においても身体的な動作を用いたレクリエーションが可能である点、ゲーム内容や参加者の行動の記録及びロボットとの連携が容易である点、参加者が別の部屋やエリアにいてもリアルタイムにレクリエーションを行える点などを考慮しVRゲームとした。本研究では、レクリエーションを用いて、援助者としてのロボットの可能性を検証する。そのために、本研究のコンセプトを実現するプロトタイプシステムを開発し、援助者としてのロボットがレクリエーションのエンタテインメント性や参加者同士の交流の促進にどのように寄与するのかを評価する実験を実施した。

2. 本研究のコンセプト

本研究では図1に表すコンセプトを提案する。このコンセプトでは部屋に種々のセンサが取り付けられたスマートホーム環境を想定している。図にはリビングルームでVRゲームを遊ぶ子供とキッチンで家事を行う母親が描かれている。キッチンで家事を行う母親の手元にはタブレット端末があり、表示される映像から子供が遊んでいる様子を確認することができる。また、母親の側にはロボットが配置されている。ロボットは、VRゲームや子供の挙動を認識して、状況に応じて母親にVRゲームへの介入方法を伝える。具体例として、ここではゲームの難易度が子供にとって簡単である状況とする。この時ロボットは母親に対して、ゲーム難易度を難しくするために、障害物（図1中の爆弾イラスト）を設置する操作方法を伝える。これによって、母親は家事の合間に伝えられた操作方法を実施して、子供のゲームに介入することが可能となる。

本研究の狙いは、このようにゲームのプレイに適切なタイミング・方法で他者が介入することによって、二者間のコミュニケーションを活性化させることにある。上述の例では、子供と親を例に、独りで遊んでいる際にも、親の存在を感じることができ、かつ体験の共有が可能となるロボットが適切なタイミングを判断することによって、仕事をする必要がある親でも、多くの時間を使わずに子供と遊びを共有できるのではないかと考えられる。子供と親が体験を共有することで、家族団らん時にコミュニケーションの話題となり、ひいては家族間のコミュニケーションを活性化につなげることが本研究の最終的な目的である。本稿では、第一段階としてコンセプトを実現するためのプロトタイプシステムの実装と、その評価を行った。

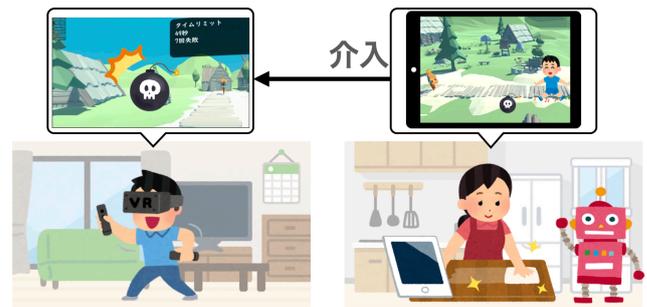


図1 本研究のコンセプト

3. 関連研究

3.1 人-ロボット間のコミュニケーション

人とロボットが共に生きる社会を目指して、これまで人と良好な関係を気づくために必要なロボットの行動や振る舞いに関する数多くの調査が行われてきた。人とロボットの二者間に着目すると、まず人とロボットのインタラクションの始点として、ロボットの人への接近方法に関する調査が行われている。Satakeらは、ロボットが単に人へ接近しながら声をかけるだけでは上手くいかず、対話が可能である人を選ぶことや、対話の意思を非言語的に示すことが重要であると示した[3]。また、Mizumaruら[2]は、歩行中に携帯端末などを注視する「歩きスマホ」などのマナー違反に対して、注意・勧告を行う際の行動戦略について調査した。研究の結果、友好的な態度で接近するより、対象の目の前に急に現れるような接近方法が有効であることがわかった。Kuzuokaら[1]は人との対話において、ロボットの適切な立ち位置を調査した。対話中におけるロボットの振る舞いに関しては、人に助けを求める際の言葉遣いによる人の対応の違いについてVasantらによって調査されている[4]。二者間の関係性のみならず、三者対話においてロボットの振る舞いが与える影響を調査した研究がされている。神田ら[8]は、ロボット間の対話を人が観察することで、人はロボットとの関係を容易に築き自然なコミュニケーションが可能となることを明らかにした。坂本ら[6]の研究では人-人-ロボット間の三者対話においてロボットの意見が、ロボットの印象のみならず、人の印象にも影響を与えることが確認された。

以上の研究では、主に人が抱くロボットに対する印象をより良くするためのロボットの行動戦略が調査されている。特に、ロボットの振る舞いがロボットの印象のみならず、人の印象にも影響を与えることは本研究にとって重要な研究である。本研究において、ロボットの行動によって人の抱く印象をより良くすることを目指す点では上記の研究と同様であるが、ロボットを介在させることで人同士の関係性をより良くすることを目標としているところに違いがある。

3.2 レクリエーションにおけるロボットの活用

レクリエーションとロボットを組み合わせることで様々な課題を解決する試みがある。レクリエーションの目的は多岐に渡るが、多くの関連研究では、高齢者を対象とした課題の解決を目的としている。重盛ら [7] は高齢者の認知症を評価するために記憶力を要するゲームをロボットと行うシステムを開発した。橋本ら [5] は高齢者の歩行リハビリテーションを支援するために、リハビリテーションとレクリエーションを合わせたロボットを提案した。浜田ら [10] は、レクリエーションとして高齢者セラピー用のロボットの印象を調査した。藤江ら [9] は、人同士のコミュニケーションを活性化を支援するため、人同士で行われるレクリエーションに介在し、支援を行うロボットの枠組を提案した。彼らの研究では、レクリエーションの題材として「難読漢字クイズ」を設定した。ロボットはレクリエーションの参加者として、司会者である人間をサポートするような行動を取るよう設計された。具体的には、司会者を助けるために他の参加者への回答の促しや、ヒントを司会者に求める、答え合わせの場面で参加者の興味を惹くようなエピソードを答えるなど、レクリエーションが円滑にかつ興味深いものになるようなロボットの行動戦略を設計した。高齢者施設で実施したフィールド実験の結果、ロボットあり/なし条件にて、笑顔率の有意差がみられたことから、ロボットによってコミュニケーションが活性化されたことを示した。

本研究と上述の研究の違いは、対象が高齢者施設の入居者ではなく、家庭であることである。また、本研究ではロボットの立場がレクリエーションの参加者ではなく、援助者として参加する。上述の研究で研究されている高齢者施設のような環境であれば、司会者などを施設のスタッフが担えるため問題ないが、家庭内におけるレクリエーションを考えると、必ずしも援助者を担うことができる家族がいるとは限らない。そのため、本研究では援助者としてロボットを用いることとした。

4. 実装システム

本研究では、レクリエーションの一つとして「だるまさんがころんだ」をベースとしたVRゲームを開発した。「だるまさんがころんだ」を選択した理由は、伝承遊びとして広く認知されており、実験参加者も理解しやすい点が挙げられる。また、VRゲームとした理由として、狭い室内でも体を動かして遊べる仕掛けを含めることが容易である点、外での遊びに近い体験が可能である点が挙げられる。本ゲームはVR環境内で実行されるため、クリアタイムやプレイヤーの動作などのデータの取得が容易であり、これらの情報をネットワークを介してレクリエーション援助ロボットへ伝達することで、ロボットはゲームの状況に応じてリアルタイムに判断・介入することが可能となる。



図 2 ゲーム外観

4.1 実装環境

本研究で作成したゲームは、Unity 2021.1.25 で開発された。VRゲームの開発を行うにあたり、XR Interaction Toolkit を用いた。実行環境は、OS: Windows, CPU: Intel(R) Core(TM) i7-10700, 実装メモリ: 64GB, GPU: RTX2070 SUPER を搭載した PC で行った。ヘッドマウントディスプレイ (HMD) は VIVE Pro2 (HTC 社, 片眼 2448x2448px, リフレッシュレート 90/120Hz, 視野角 120度) を使用してプレイヤーに視覚情報の提示した。また、ゲーム中のプレイヤーの行動を認識するために、HMD から頭部座標、両手に把持したコントローラから両手の座標を取得した。

4.2 ゲームのルール

次にゲームのルールについて説明する。ゲームの外観を図 2 に示す。図右側の白い球体がプレイヤーであり、左側が鬼役のキャラクターである。プレイヤーは、鬼役の方を向き進行する。図 2 は俯瞰図であるが、実際のプレイヤーの主観視点であり、図 3 のようにみえる。また、プレイヤー視点では制限時間や失敗回数が確認できる。鬼役のキャラクターはプレイヤーとは反対方向を向いているが、「だるまさんがころんだ」の掛け声の後にプレイヤーの方向へ振り返る。鬼役が振り返っている際にプレイヤーが動くと、ゲーム失敗となる。また、前述した妨害行動による障害物へ触れた場合においてもゲーム失敗となる。ゲームに失敗した場合、再度、初期位置 (図 2 右側) からのやり直しとなるが、ゲームクリア時にペナルティが課される。1 回のゲームにおけるスコアは、「ゲームクリア時間 [秒] + 5[秒]*ゲーム失敗回数」で計算される。

4.3 ゲームの操作方法

プレイヤーのゲームの操作方法は 2 種類ある。それぞれ、歩行操作とジャンプ操作である。歩行操作はコントローラを持ちながら走るように腕を前後に振ることで実行される。歩行操作では、プレイヤーは鬼役のキャラクターに近づくことができる。歩行操作の条件としては、図 4 において、右手もしくは左手座標が、頭部座標より X 軸方向で前に移動すると、歩行操作が実行される。次に、ジャンプ操作は、障



図3 ゲーム時のプレイヤー視点

害物が出現しているときのみ可能である。障害物が出現すると、プレイヤーの前にジャンプゲージが出現する。ゲージが満タンの状態で、両手のコントローラを後ろから前に振るとジャンプ操作が実行される。ジャンプ操作では、ゲーム中に出現した障害物を回避することができる。ジャンプ操作の条件は、図4において、頭部座標が前方を向き、かつ0.1秒以内に両手の座標がX軸方向で前に移動すると操作が実行される。

5. 評価実験

ロボットの援助役としての介入によって、レクリエーション中、またはその後におけるプレイヤー間のコミュニケーションの活性効果やエンタテインメント性に及ぼす影響を調査する実験を行った。具体的には、2人1組の実験参加者に実装システムを用いて開発した「だるまさんがころんだ」をベースとしたゲームを体験させ、実験中のゲームに対する印象についてアンケートで回答させた。

5.1 実験設定

本実験では、2人1組のペアを実験参加者として「だるまさんがころんだ」をベースとしたゲームを体験させた。実験参加者にはゲームの操作方法などについて教示した後、交代しながら3回ずつゲームをプレイしてもらった。この際、ゲームのスコア（ゲームクリアまでにかかる時間）をペア同士で競い合うように教示した。

実験の概要を図5に示す。図左はゲームをプレイする実験参加者（以降、ゲームプレイ役）である。ゲームプレイ役はヘッドマウントディスプレイ（以降、HMD）を被り、表示されているゲームをプレイする。図右はゲームプレイ役を妨害する実験参加者（以降、妨害役）である。本実験で用意したゲームでは、通常の「だるまさんがころんだ」のルールに加えて、妨害要素として「他者による障害物の設置」を設定した。妨害役は、ゲームプレイ役と別室において、ゲーム画面をモニタ上で確認しながら、任意のタイミングで妨害することができる。妨害行動は2種類あり、一つが「障害物の設置」、もう一つが「フェイント」である。

「障害物の設置」ではバナナ型の3Dオブジェクトを青色の煙と共にプレイヤーの前に出現させる。「フェイント」では、青色の煙のみをプレイヤーの前に出現させる。「障害物の設置」の際、バナナ型の3Dオブジェクトは煙が出現している間は見えないため、煙が消えるまでゲームプレイ役は妨害行動が「障害物の設置」か「フェイント」かがわからない。これによって「フェイント」の妨害行動が成立する。妨害行動には回数制限があり「障害物の設置」はゲームの各試行において1回まで、「フェイント」は3回までである。

実験条件としてロボットの介入による調整なしと調整あり条件を設定した。実験条件は各組ごとに異なり、調整なし条件は6組、調整あり条件は6組であった。各実験条件の違いは、妨害行動の教示方法にある。調整なし条件では、実験者が実験を始める際のゲームの操作方法とともに妨害の存在と妨害のための操作方法を教示する。一方で、調整あり条件では、実験を始める際には妨害についてのみ、つまり「ゲームプレイ中に障害物が出現する可能性がある」旨を教示し、誰がその操作を行うかについては明示しない。実験参加者両名が1回目のゲームを終えて勝敗を決めた際に、敗者にのみ、妨害行動の操作方法をロボットが教示する。2回目のゲームを終えた際に、1回目のゲームの勝者が敗北した場合には、その実験参加者にも妨害行動の操作方法をロボットが教示する。つまり、調整あり条件では、妨害によって敗者が勝者に対して有利な条件でゲームを行うことができる。

実験の最後にアンケート調査を行った。アンケートの目的は、本実験で体験したレクリエーションについて、条件間におけるエンタテインメント性の違いを調査することである。アンケートの設問を表1に示す。アンケートの回答様式は6段階（0：全くそう思わないー5：とてもそう思う）のリッカート尺度を用いた。例外として問9, 10は選択式であり、問11は記述式であった。

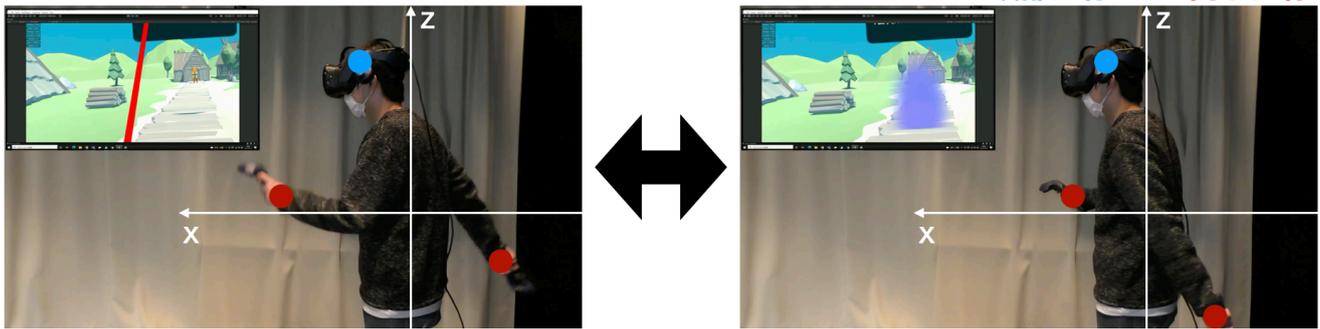
5.2 実験参加者

実験参加者は24人（12組）であった（男性17人、女性7人、平均21.1歳）。各組はお互いに親しく、共にゲームを楽しめる関係性であることを条件として募集した。また、実験参加者は「だるまさんがころんだ」のルールについてあらかじめ理解しており、実験中にルールの不理解による不備は生じなかった。結果として男性2人のペアが7組、女性2人のペアが2組、男女1人ずつのペアが3組が実験に参加した。

5.3 実験手順

まず、実験参加者を実験室に入室させた後、実験者が実験説明を行った。実験の目的、内容、取得データなどの説明を受け、実験参加者2人とも実験参加に同意可能な場合

歩行操作



ジャンプ操作

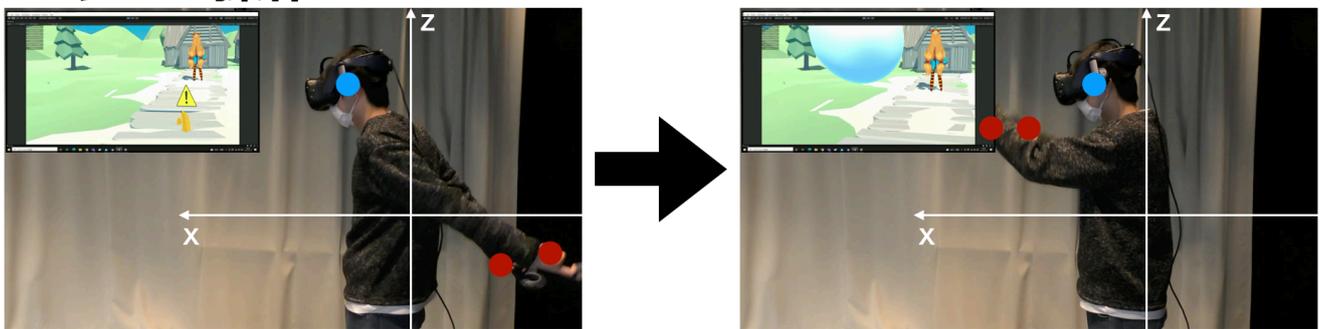


図 4 ゲーム操作

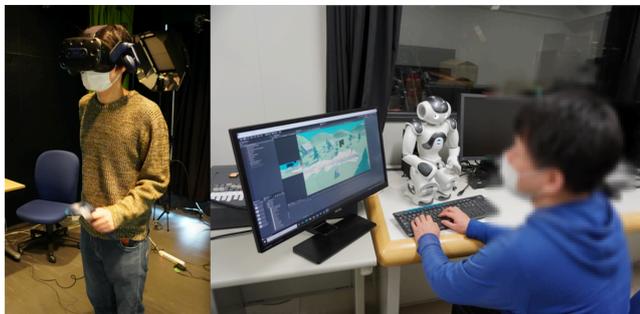


図 5 実験概要図 (図左：ゲームプレイ役の実験参加者, 図右：妨害役の実験参加者)

にのみ実験を行った。次に、WOZ法を用いてロボットを操作し、ロボットが本実験の司会を務めること、最初に操作説明を行うことなどを教示した。操作説明では、ゲームのルール説明や操作方法について説明を行った。この時、調整なし条件では妨害行動の存在と操作方法を両実験参加者に対して説明した。次に、実験参加者にHMDを交代で装着させ、ゲーム操作の練習を実験参加者が操作に十分に慣れたと感じるまで行った。その後、どちらが先にゲームをプレイするかを決め、交互のゲームを体験させた。両実験参加者が1回ずつゲームを体験させた時点で、WOZ法にてロボットを操作して、結果発表を行った。2回目のゲームは勝者から先に体験させた。この時、調整あり条件

表 1 アンケートの設問内容

設問内容	
問 1	ゲームに集中できた
問 2	ゲームにのめり込む感覚があった
問 3	相手に勝った時うれしかった (勝ちなしの場合は飛ばしてください)
問 4	相手に負けたとききやしかった (負けなしの場合は飛ばしてください)
問 5	ゲームプレイ中、緊張感やスリルを感じた
問 6	1回目のゲーム後、「次は勝とう」という気持ちになった
問 7	2回目のゲーム後、「次は勝とう」という気持ちになった
問 8	実験後にペアの実験協力者と話したいと思った
問 9	(問 8 でとてもそう思う, そう思う, ややそう思うと回答した方へ) どのような場面・要素について話したいですか? (5つの選択肢から選択 (複数回答可): ゲームの勝敗, 障害物 (バナナ) などのゲームギミック, プレイ内容 (うまくプレイできたシーンなど), ゲームのスコア, その他)
問 10	実験を通して、不快感や嫌な気持ちを感じることはありましたか? (2つの選択肢から選択: 不快感を感じるがあった, 不快感はなかった)
問 11	(不快感を感じるがあったと回答した方へ) 差し支えなければ不快に感じた内容を記入してください

では敗者に対して妨害行動の操作方法をWOZ法にてロボットを操作して教示した。これを両実験参加者が3回ず

つゲームを体験するまで繰り返し、最後にアンケートに回答させた。

5.4 結果と考察

アンケート調査の結果を図6に示す。グラフの横軸はアンケートの各項目を表し、縦軸は、リッカートスケール尺度の点数（0：全くそう思わないー5：とても思う）を表す。エラーバーは標準偏差を表す。この結果から、調整あり/なしに関わらず全体的に高い点数であり、条件に関わらず参加者にとってエンタテインメント性が高い体験であったことがわかる。アンケートの各項目について条件間（ロボットによる調整あり/なし）の関係を明らかにするため、一要因分散分析を行った。その結果、問4と問6において調整あり群の方が有意に高い結果であることが示された（* $p < .05$ ）。また、問7において調整あり群の方が有意に高い傾向がみられた（+ $p < .10$ ）。該当の質問項目は「相手に負けた時くやしかった」「次は勝とうという気持ちになった」などであり、ゲームのエンタテインメント性における「感情の動き」、「競争の促し」の要素である。そのため、本研究の提案であるロボットの介入による調整によって「感情の動き」や「競争の促し」などレクリエーション体験についてモチベーションの向上がみられたと考えられる。一方で、本研究で目的としていたコミュニケーションの活性化効果に関する項目である問8については本実験で有意な差は示されなかった。エラーバーに着目すると問4～問8においては標準偏差が大きい結果となった。特に問4、問6、問7、問8に関しては調整なし群の標準偏差が大きく、群内で異なる傾向をもったグループが存在していたことを示唆している。つまり、調整なし群では、アンケート項目の点数が高かったグループと低かったグループに分かれていたと考えられる。調整あり群では、調整なし群と比較して標準偏差が小さい結果となっており、ロボットの介入によって多くの参加者がゲーム体験を楽しみ、実験後にコミュニケーションを取りたいと考えた結果となった。一方で、調整なし群においてもロボットの介入がなくてもゲームを楽しみ、実験後にコミュニケーションを取りたいと考えた参加者もいた。つまり、ロボットの介入による調整を必要としていなかったユーザが存在しており、そのような参加者によって調整なし群のアンケートの点数が引き上げられていたと考えられ、コミュニケーションの活性化効果（問8）で有意差が認められなかった要因であると考えられる。

次に、問9の結果を図7に示す。問9では実験後にペアの参加者と会話したい内容に関する項目である。この結果から、ペアからの介入である障害物についてや、ゲームのプレイ内容についてが最も多い結果となり、他者とのコミュニケーションの観点では、ゲームの勝敗などのゲームの結果より、他者を感じられるようなゲーム中のしかけや

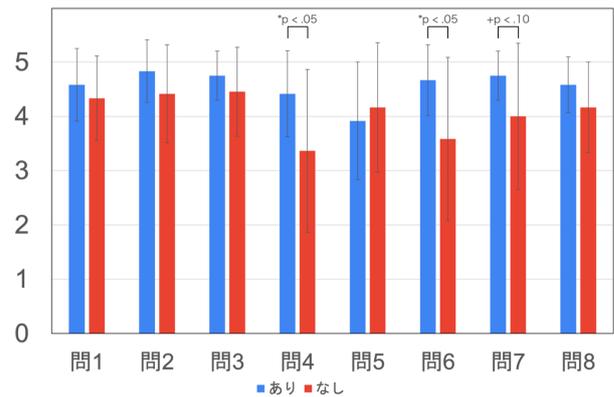


図6 アンケート調査の結果（問1～問8）

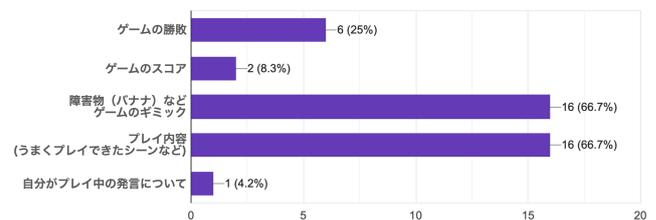


図7 アンケート調査の結果（問9）

誰かに話したくなるようなプレイ体験が重要であることが理解できた。

問10、問11に関しては、実験中に参加者の心身に悪影響を与えていないかを確認するために設定した。結果として、問10では、24名中4名の参加者が実験中に「不快に感じるがあった」と回答した。問11で不快に感じた事象の内容を確認すると、「実際には静止しているのに、VR空間上では前進することに違和感があり、バランス感覚が狂った。実験自体は楽しかった。」や「ジャンプする動作でHMDのコードに腕が引っかかった」などVR環境でのゲームを実施するにあたりVR酔いや配線の整理などの対策がさらに必要であることがわかった。また、「負けた時に、ギミックを配置したであろう相手について苛立ちなどの不快さを感じた」などの他者からの介入によって不快感を感じた参加者が1名いた。他者からの介入はコミュニケーションを活性化させる要因であると考えられるが、介入の仕方によっては、プレイヤーに不快感を抱かせる要因にもなりかねず、慎重に検討する必要があることが理解できた。

6. おわりに

本研究ではレクリエーションの援助者としてヒューマノイドロボットを用いることで、能動的かつ主体的な活動を提供する家庭内レクリエーションを実現させることを試みた。プロトタイプシステムとして、「だるまさんが転んだ」をベースとしたVRゲームとロボットを組み合わせたシステムを開発し、ロボットの援助役としての介入によって、

プレイヤー間のコミュニケーションの活性効果やエンタテインメント性に及ぼす影響を調査する実験を行った。結果として、ロボットの介入によってエンタテインメント性における「感情の動き」「競争の促し」の効果を示したことが確認できた。一方で、ロボットの介入を必要としないユーザもみられ、どのようなユーザにロボットの介入を行うべきかについては今後調査すべき課題である。

謝辞 本研究は、公益財団法人中山隼雄財団研究助成事業 2020 年度助成研究 (A-1) の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Kuzuoka, H., Suzuki, Y., Yamashita, J. and Yamazaki, K.: Reconfiguring spatial formation arrangement by robot body orientation, *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pp. 285–292 (online), DOI: 10.1109/HRI.2010.5453182 (2010).
- [2] Mizumaru, K., Satake, S., Kanda, T. and Ono, T.: Stop Doing It! Approaching Strategy for a Robot to Admonish Pedestrians, *Proceedings of the 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI '19*, IEEE Press, p. 449–457 (2019).
- [3] Satake, S., Kanda, T., Glas, D. F., Imai, M., Ishiguro, H. and Hagita, N.: How to Approach Humans? Strategies for Social Robots to Initiate Interaction, *Proceedings of the 4th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, HRI '09*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 109–116 (online), DOI: 10.1145/1514095.1514117 (2009).
- [4] Srinivasan, V. and Takayama, L.: Help Me Please: Robot Politeness Strategies for Soliciting Help From Humans, *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '16*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 4945–4955 (online), DOI: 10.1145/2858036.2858217 (2016).
- [5] 橋本智己, 大塚紀之, 高倉保幸, 高橋佳恵, 山本満: 歩行リハビリテーション支援ロボットの提案, 日本知能情報ファジィ学会ファジィ システム シンポジウム 講演論文集 第 22 回ファジィ システムシンポジウム, 日本知能情報ファジィ学会, pp. 125–125 (2006).
- [6] 坂本大介, 小野哲雄: ロボットの社会性: ロボットが対話者間の印象形成に与える影響評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 8, No. 3, pp. 381–390 (2006).
- [7] 重盛友章, 川中普晴, 高瀬治彦, 鶴岡信治: 会話型ロボットによるレクリエーションを利用した認知症評価システムに関する基礎的検討, 日本知能情報ファジィ学会ファジィ システム シンポジウム 講演論文集 第 30 回ファジィ システムシンポジウム, 日本知能情報ファジィ学会, pp. 206–207 (2014).
- [8] 神田崇行: 人-ロボットの対話におけるロボット同士の対話観察の効果, 電子情報通信学会論文誌 D1, Vol. 85, No. 7, pp. 691–700 (オンライン), 入手先 (<https://cir.nii.ac.jp/crid/1572261550252984832>) (2002).
- [9] 電子情報通信学会 (編): 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界 = The transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. A, 電子情報通信学会 (1987).
- [10] 浜田利満, 佐野司: 高齢者セラピー用ロボットの印象に関する調査, 筑波学院大学紀要第 6 集, pp. 43–48 (2011).