

バーチャルエージェントに対する共感的援助の生起要因

神尾優奈¹ 森田純哉^{1*}

Yuna Kano¹ Junya Morita¹

Abstract: バーチャルエージェントへの共感を導く要因はなにか。この問いを検討するため、逆転サイバーボール課題において排斥されるエージェントへの援助と個人の共感傾向との関係を検討した。特に本研究においては、共感のベースとなる事前課題における自己の関与を操作した。排斥されるエージェントと同じ経験を与えられる条件、あるいはエージェント間の排斥関係を観察する条件を設定した。結果、事前課題における自己の関与は、排斥されるエージェントへの援助と関係せず、排斥関係に気づくか否かが援助の生起と関連した。また排斥関係への気付きは個人の共感傾向と関連した。これらの結果より、共感性とは自身が排斥された痛みを経験せずとも、他者の視点を取得できることと考えることができる。

1 はじめに

情報技術が急速に発展していく現代社会では、コンピュータの役割はただタスクを遂行するものから、人間をサポートしながら人間と共生するものへと変化している。HAI (Human-Agent Interaction) の研究分野では、このような関係性が長年扱われてきた。例えば、NassらはHuman-Human Interaction (HHI) における社会的ルールが、Human-Computer Interaction (HCI) においても同じように適用できることを指摘した [1]。

本研究では、自然な HCI を可能にする、心の機能としての「共感」に注目する。共感は一般的に HHI において重要な役割を果たす。この心の機能は社会の調和を保つために進化してきたものであり [2]、これによって人間は相手の立場に立って感情を理解することができると考えられる。したがって、人間とコンピュータの共感的な関係を実現することで、より自然な HCI を実現できると考える。

人間とコンピュータの共感的な関係を実現するためには、コンピュータエージェントへの共感が生起する条件を明確にする必要がある。この問題にアプローチするため、本研究では個人の共感傾向を計測し、その特性と関連づけられる行動が発現する条件を探る。以下、共感傾向を計測する手法、共感傾向の発現を計測する課題、発現に関与すると仮定される条件のそれぞれについて、関連研究を示す。その後それらの要素を操作したクラウドソーシング実験の方法を示し、得られた結果をまとめ、今後の展望を得る。

2 関連研究と本研究の目的

本節では、HAI における共感に関する実験を構築するために参考にした先行研究について説明する。これらの研究から得られた知見をもとに、本研究の目的を明確にする。

2.1 共感傾向の計測手法

共感人間の有する普遍的な心の機能である。一方で、他者への共感のしやすさは個人間で一様ではない。共感に関わる個人差を計測するために、様々な共感傾向の尺度が提案されてきた。

多くの研究者に利用されている尺度の一つに、Davis[3]によって提案された Interpersonal Reactivity Index (IRI) がある。これは、「Empathic Concern」、「Perspective Taking」、「Personal Distress」、「Fantasy」の4つのサブスケールを含む、共感特性の多次元尺度である。これらのサブスケールは、共感の最も広範的な意味と仮定される「他者指向的な個人の反応」に基づいて選択されたものである。しかし、これらのサブスケールが互いにどのように関連しているのか、またこれらの構成要素によってどのような行動が引き起こされるのかは明確ではない。

もう一つの共感の指標として、Baron-Cohen [4] は EQ (Empathy Quotient) を提唱している。この指標は、個人差の E-S (Empathizing-Systemizing) 理論に基づく。E-S 理論において、個人は共感的思考 (E) とシステム化思考 (S) の観点から位置づけられ、それぞれの傾向は共感指数 (EQ) とシステム化指数 (SQ) として測定される。これらの傾向は、ホルモン (オキシトシンなど) の働きによって引き起こされる生理的プロセス

*連絡先：静岡大学大学院情報科学技術研究科
〒432-8011 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1
E-mail: j-morita@inf.shizuoka.ac.jp

スと関係することが仮定される。この理論では、共感
は感情的要素、認知的要素、混合的要素を含む複数の
要素が、複雑に組み合わせられたものであると想定され
る。感情的要素は相手の反応を見たり知ったりするこ
とで適切な感情を生起することであり、認知的要素は
相手が何を考えているか、何を感じているか、何をし
ているかを理解したり推測したりすることである。こ
の2つの要素の複合的要素によって、同情のような援
助行動につながる感情プロセスが生じるとされる。IRI
とは異なり、EQはこれらの要素は密接に関連してお
り、別々に扱うことは難しいとされている。

本研究では、EQの背景にある理論を採用し、共感
を対人関係において発生する生物学的メカニズムに起
因する、認知的・感情的要素の複合体として定義した。

2.2 共感に関わる行動を観察する実験課題

前節で述べたように、共感是他者とのインタラクシ
ョンにおいて生起する感情を伴う精神的プロセスである。
この精神プロセスに関わる実証的研究を行うために、対
人的場面における感情の生起を検討する実験課題を参
考にする。

サイバーボール (Cyberball) は、対人関係の排斥と
受容に関する研究に使用されるプログラムである [5]。
このバーチャルキャッチボールゲームは、参加者1人
と、コンピュータで制御されている2体のエージェント
が参加する。Williamsらの実験では、参加者の半分
はどちらかのエージェントから均等にパスが回って
くる条件で参加し、もう半分の参加者は数回パスを受
けた後に、5分間は一度もボールが回ってこない、エ
ージェントに排斥される条件で参加した。その結果、
排斥された参加者は、ゲーム課題後に行われたアンケ
ートによって、他者との共同作業が著しく困難になる
など、他者への信頼を低下させた。

さらに、Eisenbergerらは、サイバーボールをプレ
イする参加者の脳の中酸素濃度依存性反応 (BOLD) を
fMRIを用いて観察した [6]。この研究は、参加者が排
斥された際、身体的苦痛に関係する脳の領域である前
帯状皮質の活動が活性化されていることを示した。特
筆すべきは、相手がコンピュータで制御されたエー
ジェントであるとわかっていた場合においても、同じ結
果が得られた点にある。

著者らの先行研究 [7, 8] では、サイバーボールにお
ける上記の感情的反応に注目し、バーチャルエー
ジェントに対する共感的な行動の発生条件を検討する課
題を考案した。設定した課題は、エージェントと参加
者の役割を入れ替えた逆転サイバーボールである。こ
の課題においても、オリジナルと同様、参加者1人とエ
ージェント2体が参加する。しかし、オリジナルと異な

り、参加者は排斥をされず、一方のエージェント (以
降 Ag2 と表記) から多くのボールを受け取る。受け取
ったボールをそのまま Ag2 に返球することを繰り返した
場合、残る1体のエージェント (以降 Ag1 と表記) は
場から排斥される。この課題において、排斥を生じさ
せない行動 (Ag1 へのパス) を発生させる要因は様々
である。しかし、その行動が共感傾向 (EQ) と結びつ
いたとき、共感に基づく援助が発生したと解釈できる。
共感的傾向の高さは、他者の視点にたつことを促し、
他者への援助につながる感情を生起させると仮定され
るからである。よって、逆転サイバーボールにおける共
感的援助の発生を検討することは、バーチャルエー
ジェントへの共感の生起条件を探ることにつながる。

2.3 共感的援助の発生条件

著者らの先行研究 [7, 8] では、共感的援助の発生条
件を探るため、経験と身体性に注目した。経験に関し
ては、逆転サイバーボールに先立って、オリジナルの
サイバーボールを体験するか否かで操作した。他方の
身体性は VR (Virtual Reality) によって導入される没
入感として操作した。実験の結果、共感的援助の発生
(EQ と Ag1 へのパス数の相関) は2つの操作が同時
に存在したときのみ観察された。

これらの要因の効果は、過去の視点取得や援助行動
に関する研究と整合する。経験の効果に関して、Hodge
らは、対象となる状況と類似した経験をしていない参
加者は、対象に対して視点取得を行うことに困難さを
いだくとした [9]。他の実験では、物語を読んでいる
ときの共感の程度と、登場人物と類似した経験をした
こととの間に相関関係があることが示された [10]。ま
た、身体性の効果に関して、ある実験では、VR で色
盲を体験した後、参加者は現実世界で色盲者への援助
行動を増加させた [11]。

さらに、著者らの先行研究では、この二つの要因が
揃わない状況では、共感傾向が排斥への気づきを低
下させることを示した。VRの導入されないマウスのみ
でゲームに参加する条件において、エージェントへの排
斥に気づいた参加者のEQは、気づかなかった参加
者のEQに比べて低いものであった。つまり、身体性
が導入されない条件において共感傾向は、視点取得
に対して負の効果を持ったということになる。この結
果は、共感のスポットライト仮説に従って解釈できる
[12]。この仮説において、共感とは注意を特定の対
象に集中させるものであり、不特定多数の人には作
用しない。この共感の性質が、参加者にボールを
投げる頻度が高い Ag2 に注目させ、Ag1 への注
意を低下させた可能性が考えられる。

2.4 本研究の目的

先行研究の結果から、エージェントへの共感的援助は状況への気づきを前提とすることが示唆される。自身の経験と現在の状況の類似から、Ag1の置かれた状況への気づきが生じ、共感傾向を要因とした援助が導かれたと仮定される。しかし、先行研究における実験では、どのような経験の側面が状況への気づきを促進したのかを明らかにしていなかった。先行研究における経験の操作には、状況におけるプレイヤー間の関係の類似や、排斥されることによる痛みの経験など、複数の要因が関わっている。特に、著者の一人が過去に行った研究において、視点取得を行うためには現在の状況と経験された状況において、自己の役割が一致することが重要であることが示されている [13]。そこで本研究においては、経験における役割を要因とした実験を実施し、経験における視点の要因と共感的援助の発生の関係を検討する。

3 方法

3.1 課題

先行研究において用いられた逆転サイバーボールを課題とした。この課題は、オリジナルのサイバーボールと異なり、参加者自身がエージェントを排斥するか否かを決定する。具体的には、場に存在する一方のエージェント (Ag2) が参加者にだけボールを投げ、もう一方のエージェント (Ag1) にはボールを投げない。逆転サイバーボールに対するベースライン条件として、Ag2がAg1と参加者に均等にボールを投げる課題も設けた。以降、Ag2が参加者のみにボールを投げる課題（逆転サイバーボール）を不均等課題、Ag2が参加者とAg1に均等にボールを投げる課題（ベースライン）を均等課題と記載する。

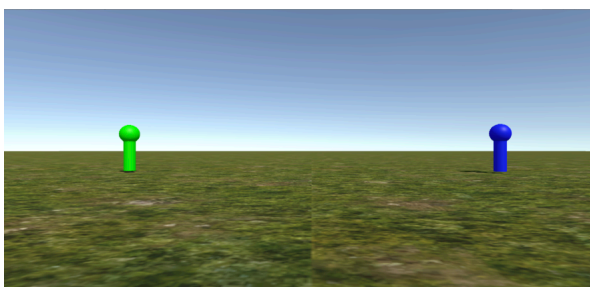


図 1: 逆転サイバーボールにおける画面

これらに先立つ事前課題として、オリジナルのサイバーボールと同様の条件でエージェントに排斥される課題（経験課題）と、オリジナルのサイバーボールにおいて排斥されるエージェントを観察する課題（観察

課題）を用意した。観察課題で参加者は操作を伴わず、排斥されているエージェントの一人称視点で排斥関係を5分間観察する。一方の経験課題は先行研究と同じく、参加者の操作を伴う。この課題では初めの1分間は2体のエージェントからボールを受け取り、残りの4分間はボールを受け取らない。また、先行研究では被排斥条件でのエージェントの色を後続の課題と同じ色（青と緑）にしたが、本研究では課題間でのエージェントが同一のものであると認識されることを防ぐため、事前課題におけるエージェントの色を本課題とは別の色（赤と黄色）にした。図2に観察・経験条件における課題のスクリーンショットを示す。図に示されるように両課題においてカメラの位置は同一に設定された。

これらの課題はUnityによって実装され、WebGLを利用してコンパイルされた。これにより、実験参加者は特別なソフトウェアをインストールすることなしに、ブラウザ上から実験に参加できた。

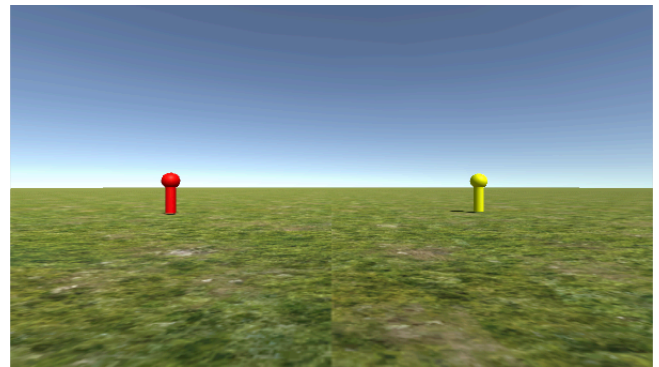


図 2: 観察・経験課題における画面

3.2 デザイン

実施する事前課題の種類によって参加者を2つの群に分けた（自己経験：観察群 vs. 経験群）。また、均等課題と不均等課題は参加者内要因（エージェントの振る舞いの傾向性：均等 vs. 不均等）とした。課題の順序、および排斥されるエージェント (Ag1) の色（青 vs. 緑）と位置（左 vs. 右）の組み合わせはカウンターバランスされ、合計8通りが設定された。各群の参加者は、異なるカウンターバランス条件に参加した。図3に実験条件の例を示す。

3.3 手続き

クラウドソーシングプラットフォームであるランサーズにて参加者を募集した。はじめにEQを測定するための募集を行い、その結果をうけて本実験の募集を行った。以下に実験の各段階における手続きを示す。

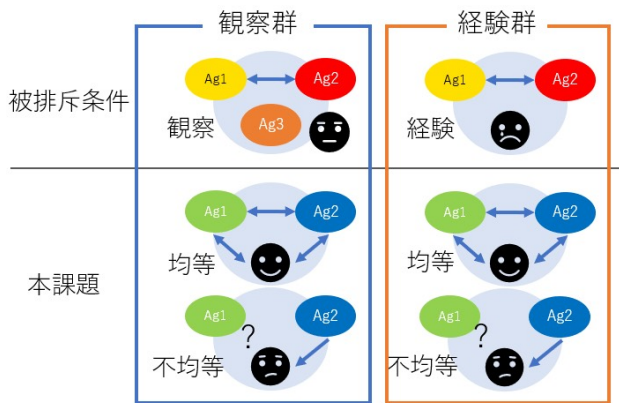


図 3: 実験 2: 条件の一例

1. EQ の測定

EQ 測定の依頼文に、質問に回答させるための URL を記載し、アクセスさせた。アクセス先の Web ページには EQ を測定する質問だけでなく、E-S 理論 [14] に基づく他の指標（システム化指数 (SQ)、自閉症スペクトラム指数 (AQ)) を測定する質問が記載された。また、これらの質問の合間に、調査への集中力を判定する設問（例：2 を選択してください）が設けられた。その設問を正しく回答した参加者に対し、本実験を依頼した。

2. 本実験の教示

本実験の依頼文には、実験システムへの URL が記載された。また、実験参加にあたっての注意事項として、静かな環境で集中して実験に取り組むことを記載した。参加者が、依頼文中の URL にアクセスすると、課題の説明が記載された Web ページが表示された。ここにおいても依頼文と同様の注意事項が記載された。さらに、課題環境には、課題中にブラウザがアクティブになっているかをモニタリングするスクリプトが搭載されており、実験中に実験ページ以外を開くと報酬を支払えない場合があると記載された¹。続くページにおいて、前のページに記載された課題の説明を確認するための穴埋め問題が設定され、正解されるまで次のページに進めなかった。穴埋め問題に正解した参加者はエージェントの向きや、ボールを投げる操作を確認するテストプレイを実施した。

3. 課題

テストプレイに続いて、参加者は観察課題もしくは経験課題を遂行した。続いてカウンターバランス条件に従って、均等課題、不均等課題が行われ、ここでの各エージェントへの投球数を集計し

¹ブラウザの非アクティブを検知するシステムに不具合があったため、分析において非アクティブになった参加者の除外は行わなかった。

た。これらの課題は 5 分間行われ、時間が経過したのちに画面が遷移した。遷移された画面において、上記の注意事項の説明が繰り返し提示され、直前までの課題とは別の課題として次の課題に取り組むように教示された。

4. 事後アンケート

事後アンケートでは、均等条件と不均等条件間のエージェントの振る舞いの傾向性の違いを認識しているかどうかを確認した。まず、均等課題と不均等課題の違いを感じたかどうかを問う二者択一の質問に答えた。続いて、上記の質問に「感じた」と答えた参加者は、どのような違いに気づいたか自由に書き込んだ。

3.4 参加者

EQ の測定には 250 名が参加し、30 名が不具合のために分析から除外された。参加者の半数 ($n = 102$) は被排斥経験あり群、残りの参加者 ($n = 118$) は被排斥経験なし群に、事前測定された EQ の値によって 2 群が均等になるように割り振った（観察群：平均 $EQ = 31.7$, $SD = 11.7$, 経験群：平均 $EQ = 32.6$, $SD = 10.8$ ）。参加者は実験協力の謝金として、EQ 測定で 275 円、本実験で 550 円の合計 825 円の報酬を得た。

4 結果

4.1 各条件における $Ag1/Ag2$ の比較

先行研究と同様に、各条件の投球数の平均から、各条件における $Ag1/Ag2$ の平均値を算出した（図 4）。1.0 未満の参加者は $Ag2$ により多く投球し、1.0 以上の参加者は $Ag1$ により多く投球している。この指標を従属変数とし、2 要因 [自己経験 (参加者間) × エージェントの振る舞いの傾向性 (参加者内)] 分散分析 (ANOVA) を行った。その結果、自己経験とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用 ($F(1, 218) = 0.34$, $p = 0.56$)、自己経験の主効果 ($F(1, 218) = 0.51$, $p = 0.48$)、およびエージェントの振る舞いの傾向性の主効果 ($F(1, 218) = 1.88$, $p = 0.17$) は有意とならなかった。観察群と経験群でエージェントへの投球数の比率に差が見られなかったことから、事前課題における自己の関与は、本課題における援助に影響しなかったと考えられる。

4.2 不均等課題における差異への気づき

均等課題と不均等課題の間で、参加者がエージェントの振る舞いの傾向性を認識したかどうかを事後アン

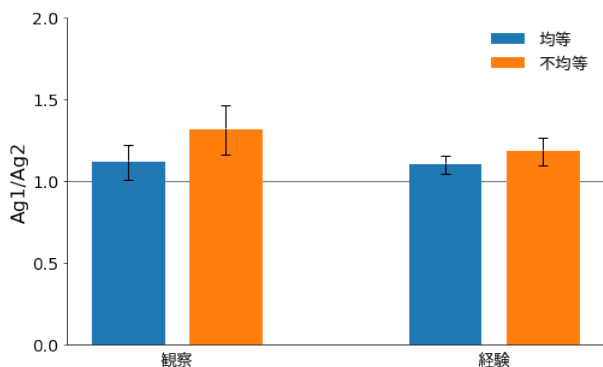


図 4: 実験 2: 各条件における $Ag1/Ag2$

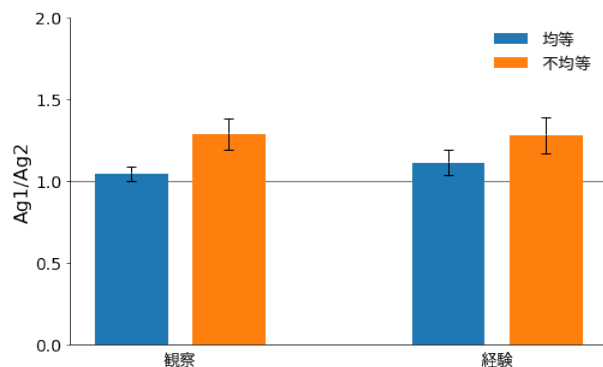


図 6: 差異を認識した参加者の $Ag1/Ag2$

ケートから分析した。図 5 は、均等課題と不均等課題の間でエージェントの行動に違いを感じた参加者の数を示している。感じた参加者数と感じなかった参加者数に関してカイ二乗検定を行った結果、有意な比率の差は認められなかった ($\chi^2(1) = 1.76, p = 0.19$)。

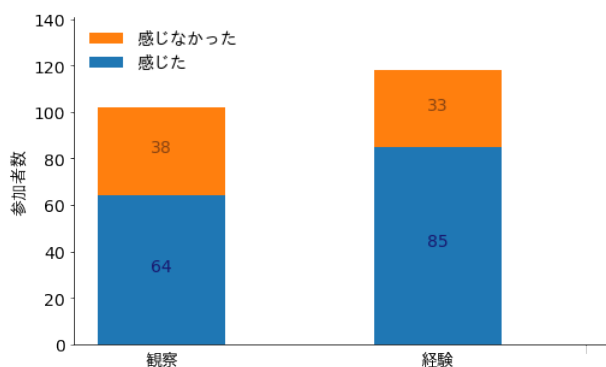


図 5: 均等課題と不均等課題の差異を認識した参加者数

課題間の差異の認識が援助行動に及ぼした影響を検討するため、差異を認識した参加者のみを対象とし、 $Ag1/Ag2$ を比較した。結果を図 6 に示す。2 要因 [自己経験 (参加者間) × エージェントの振る舞いの傾向性 (参加者内)] 分散分析 (ANOVA) を行った結果、観察経験とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用 ($F(1, 147) = 0.24, p = 0.62$)、自己経験の主効果 ($F(1, 147) = 0.08, p = 0.78$) は有意とならず、エージェントの振る舞いの傾向性的主効果 ($F(1, 147) = 7.02, p = 0.008$) が有意となった。

図 5 において条件間の比率に差が認められなかったことから、事前経験における参加者の関与は排斥関係への気づきに大きく影響しないことが示される。また、図 6 の結果からは、事前経験における関与の仕方によらず、エージェントの行動変化を認識することが援助の発生要因となることが示される。

4.3 差異への気づきと共感傾向の関係

図 7 は違いを感じた参加者と感じなかった参加者の EQ の平均を示す。2 要因 [自己経験 (参加者間) × 差異の認識 (参加者間)] 分散分析 (ANOVA) の結果、交互作用 ($F(1, 218) = 1.32, p = 0.25$)、自己経験の主効果 ($F(1, 218) = 0.51, p = 0.70$) は有意とならず、差異の認識の主効果が有意となった ($F(1, 218) = 7.31, p = 0.007$)。この結果より、EQ の高い参加者は、事前課題における自己の関与によらず、エージェントの行動変化を感じる傾向があったことが示される。

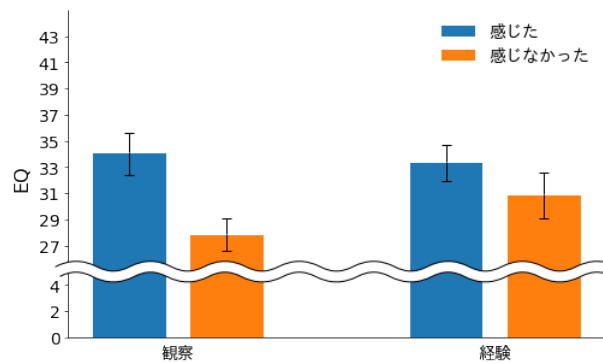


図 7: 差異への認識と参加者の EQ

5 結論

本研究では、自然で円滑な HAI を可能にする要因を検討するために、エージェントに対する共感が発現する要因を検討した。その要因として、事前課題における経験の種類を操作し、排斥関係への気づきによって実験参加者を分類した。その結果、事前経験における自己の関与は排斥関係への気づきに影響しなかった。また、

排斥関係に気づくことが援助行動を導くこと、排斥関係への気づきに共感傾向が関与することが示された。

本研究において事前経験における自己の関与が共感的援助の発現に影響しなかったことから、共感性は、自身が排斥された痛みを経験せずとも、他者の視点を取得させるものということができる。つまり、本研究において共感傾向は、観察課題において排斥されるエージェントへの視点取得を導き、その結果として共感に基づく援助を導いたと解釈できる。

一方でこの結果は、共感による限局された注意の傾向を示した先行研究とは異なる。先行研究における身体性を伴わない条件では、排斥関係に気づかなかった参加者は、排斥関係に気づいた参加者に比べて高いEQを有した。先行研究との結果の差異に関しては、事前経験の操作の違いに留意して考察する必要がある。先行研究においては事前課題を設定しない条件と事前課題を設定する条件の両者を含めた上で、差異の認識の有無でのEQの比較がなされた。そもそも先行研究において、事前課題を経験した上で排斥関係を認識しなかった参加者は少数（2名）であり、排斥関係に気づかなかったその他多くの参加者（9名）は事前課題を経験しない条件に参加していた。よって、先行研究における共感傾向による注意の限局は、共感のベースとなる経験の不在によって生じた可能性がある。

今後、本研究で得られた結果を確かめるさらなる研究が必要である。特にどのような経験が共感による視点取得を導くのか、より細分化された実験条件の設定が必要であろう。また本研究において、ベースラインとして設定された均等条件においては、不均等条件との順序関係によって実験結果に大きく影響する可能性がある。今後この要因を差し引いた分析を行う必要がある。また、今回の実験において得られたデータは、匿名性の高いクラウドソーシングによるものであり、効率的に報酬を得ようとするサティスファイシングと呼ばれる行動 [15] が結果に影響を与えた可能性がある。今後、対面実験も並行して行うことで、幅広い状況に適用可能な頑健な結果を得ることが可能になる。

参考文献

- [1] Clifford Nass, Jonathan Steuer, and Ellen R Tauber. Computers are social actors. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 72–78, 1994.
- [2] Frans De Waal. *The age of empathy: Nature's lessons for a kinder society*. Broadway Books, 2010.
- [3] Mark H Davis. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 44, No. 1, p. 113, 1983.
- [4] Simon Baron-Cohen. *The essential difference: Male and female brains and the truth about autism*. Basic Books, 2009.
- [5] Kipling D Williams and Blair Jarvis. Cyberball: A program for use in research on interpersonal ostracism and acceptance. *Behavior research methods*, Vol. 38, No. 1, pp. 174–180, 2006.
- [6] Naomi I Eisenberger, Matthew D Lieberman, and Kipling D Williams. Does rejection hurt? an fmri study of social exclusion. *Science*, Vol. 302, No. 5643, pp. 290–292, 2003.
- [7] Yuna Kano and Junya Morita. Factors influencing empathic behaviors for virtual agents: -examining about the effect of embodiment-. In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction*, HAI '19, p. 236–238, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [8] Yuna Kano and Junya Morita. The effect of experience and embodiment on empathetic behavior toward virtual agents. In *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction*, HAI '20, p. 112–120, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [9] Sara D Hodges, Kristi J Kiel, Adam DI Kramer, Darya Veach, and B Renee Villanueva. Giving birth to empathy: The effects of similar experience on empathic accuracy, empathic concern, and perceived empathy. *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 36, No. 3, pp. 398–409, 2010.
- [10] Jakob Eklund, Teresia Andersson-Stråberg, and Eric M Hansen. "I've also experienced loss and fear": Effects of prior similar experience on empathy. *Scandinavian journal of psychology*, Vol. 50, No. 1, pp. 65–69, 2009.
- [11] Sun Joo Ahn, Amanda Minh Tran Le, and Jeremy Bailenson. The effect of embodied experiences on self-other merging, attitude, and helping behavior. *Media Psychology*, Vol. 16, No. 1, pp. 7–38, 2013.

- [12] Paul Bloom. *Against empathy: The case for rational compassion*. Random House, 2017.
- [13] 森田純哉, 三輪和久. 異なる他者の視点を取ることによる問題解決の変化: 類推の枠組みに即した検討. *認知科学*, Vol. 12, No. 4, pp. 355-371, 2005.
- [14] Simon Baron-Cohen and Sally Wheelwright. The empathy quotient: an investigation of adults with asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. *Journal of autism and developmental disorders*, Vol. 34, No. 2, pp. 163-175, 2004.
- [15] 眞嶋良全. クラウドソーシングを認知科学研究に使うべきだろうか. *認知科学*, Vol. 26, No. 2, pp. 272-281, 2019.