

エージェントに対する共感的行動の実験的研究

Experimental study of empathic behaviors for agents

神尾 優奈¹ 森田 純哉¹

Yuna Kano¹, Junya Morita¹

¹ 静岡大学 情報学部

¹Faculty of Informatics, Shizuoka University

Abstract: Empathy is important for smooth interaction. In this research, we focused on EQ (Empathy Quotient), which is an index to measure individual's empathic ability, and analyzed behavior related to EQ. Also, we examined participants' embodiment in order to cause empathic behavior. We conducted an experiment in which participants and two agents play ball-tossing game. The experimental task was created by modifying cyber ball game. The experiment was conducted with the equal condition, where the two agents toss evenly to participants and other agents, and the unequal condition, where one agent tosses only to participants. After that, we compared the number of tosses from participants. As a result of the experiment, we found that the participants with high EQ tended to exclude the agent who did not receive tosses from the other agent, but this exclusion was alleviated by embodiment.

1 はじめに

情報技術が急速に発展していく情報社会では、次々と新たなコンピュータが生まれ、人間はそれぞれのコンピュータの仕様に合わせて扱い方の知識を得ることが必要とされる。また、情報技術の発達によってコンピュータはより多機能になり、人間がすべての機能を把握し、使いこなすことは困難になってきている。このことから、コンピュータが求められることも、ただタスクを遂行することではなく、人間と円滑なインタラクションを行い、人を支援しながらともに生活することへと変化してきている。コンピュータと人が円滑なインタラクションを行うことができれば、コンピュータのすべての機能を人間が理解しなくても、人間が必要なタスクを人とのインタラクションで明らかにし、遂行することができる。そこで、コンピュータと人の円滑なインタラクションを実現するため、人間同士のインタラクションにおいて、自然なインタラクションを行うために重要な役割を果たしている、共感能力に注目する。

共感能力とは、相手の立場に立ち、相手の感情を理解する、思いやるといった能力である。この能力によって人間は無意識的に相手の視点を取得し、相手と自然にインタラクションを行うことができる。よって、人間が共感できるコンピュータを構築する、あるいは共感能力をコンピュータに実装することができれば、人間とコンピュータが互いに共感し合うことができ、人間同士のように自然なインタラクションを行うことができると考える。

コンピュータに共感能力を実装するためには、まず共

感能力がどのような能力であるか、共感能力がどのような行動につながるのかを調べる必要がある。本研究では、人間とコンピュータの仲介人の役割として、自ら状況判断を行い、適切に処理を行うエージェント技術に注目した。そして、エージェントに共感を引き出すと考えられる要素を組み込み、人とインタラクションを行うことで表れる共感的行動を観察した。

本研究では、人間の共感能力に焦点をあて、共感能力と結びつく行動はどのようなものであるか、また、共感的な行動を引き出す要素はどのようなものであるかを検討する。特に、人間とエージェントのインタラクションにおける共感的行動、つまり個人特性の共感指数と関連する行動特性の分析、およびその具体的な行動の検討を行っていく。また、人間の共感的行動を引き出すエージェントの要素も検討する。

2 関連研究

2.1 共感能力

バロン＝コーエンによると共感能力とは、他人の感応を見る、または知ることによって適切な感情が引き起こされることという感情的要素、そして他人が考えたり、感じたり、行ったりすることを理解し、あるいは予測するという認知的要素、感情的要素と認知的要素のどちらの要素ももつ複合的要素、他人が苦しんでいるのを見る、または知ることによって、その苦しみを和らげたいという感情

を引き起こされることという同情というように、複数の要素が組み合わさった多様なものである [1].

また、ドゥ・ヴァールによると、共感是他者についての情報を集めるプロセスであるとされている。その一方で、同情は他者に対する気遣いと、他者の境遇を改善したいという願望を反映するものであり、行動につながる点が共感とは違うと述べている [2].

バロン=コーエンは共感能力の要素の中に同情があるとしているが、ドゥ・ヴァールは共感と同情を別のものであるとしている。このように、共感能力は多様な要素を持つため解釈が難しく、人によって解釈が異なる複雑なものであることがわかる。

また、バロン=コーエンは、他人の感情をどれだけよく理解できるか、どれだけ他人の感情に影響を受けやすいかといった、個人の共感傾向の度合いを測定する共感指数 (EQ: Empathy Quotient) を提唱した。しかしこの共感指数は行動特性とは結びついていない。そこで、本研究では、EQ を行動特性と結びつけることで、共感的行動がどのようなものであるか、具体的に検討する。

2.2 対人的場面における感情を検討する

実験課題

共感是对人関係において生起する感情であり、他者とのインタラクションに影響する。そのため、共感によって引き出される実証的研究を遂行するために、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ことができる。

サイバーボールゲームは対人関係の排斥と受容に関する研究に使用するプログラムである。サイバーボールゲームは、コンピュータで制御された2人のエージェントと参加者が、ゲーム上でキャッチボールをするゲーム課題である [3]. Williams らの実験では、参加者の半分はどちらのエージェントからも均等にパスが回ってきたが、もう半分の参加者は数回ボールを受けた後に、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サイバーボールゲームに参加した [4]. その結果、排斥を受けた参加者は、ゲーム課題後の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る結果に繋がった。

さらに、Eisenberger らはサイバーボールゲームをプレイする参加者の脳の血流を fMRI で観察した [5]. この実験では、参加者が排斥された際、物理的な痛みを感じたときに活動する脳の領域である、前帯状皮質の活動が示された。これ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でも、このような結果が得られている。このことは、本課題が他者とのインタラクションにおけるネガティブな感情を喚起する手段と

なることを示している。本研究では、この課題の性質を利用することで、EQ によって測定される共感的傾向がどのような行動を引き起こすのかを検討する。

2.3 共感的行動を引き出すエージェント技術

人とロボットの間円滑なインタラクションを成立させるための研究 [6]では、人間と人工物が円滑なインタラクションを行うために、人間と人工物、および人工物に搭載されたエージェントとの間に関係性を構築することが必要であるとわかっている。また、複数エージェントとのインタラクションに関する研究 [7]において、複数のロボットの対話している様子を眺めることによって、人間が人間特有の社会空間にいる時と同じような行動をとることがわかっている。このことから、人間はロボットの振る舞いによって、ロボット同士のインタラクションが行われている空間を、まるで人間特有の社会空間のように知覚し、関係性を構築していることがわかる。

また共感に関する研究として、VR 体験によって他人への思いやりを検証する実験がある [8]. この実験では、VR によって色盲を実体験することにより、参加者は色盲者に共感を示したという結果が出ている。つまり色盲を VR で体験したことにより、色盲のリアリティが高まり、現実の色盲者への共感が自然と行われたと考えられる。本研究ではエージェントと人間が円滑なインタラクションを行うことができる要素として、VR 空間においてサイバーボールゲームを行うことで生まれる、参加者の身体性を検討する。

3 方法

3.1 実験参加者

静岡大学の情報学部 1 回生および 2 回生、男性 6 名、女性 2 名の計 8 名の学生が参加した。参加者は実験協力の謝金として 1,500 円の報酬を得た。

3.2 材料

3.2.1 実験課題

本研究では、2.2 に取り上げたサイバーボールゲームを改変した課題を構築した。先行研究の実験において、参加者は複数エージェントによって構成される場に、排斥される役割として参加した。それに対して、本研究では、参加者自身が一方のエージェントを排斥するか否かの決定ができる状況を設定する。具体的には、場に存在する一方のエージェント(エージェント2)が、他方

表 1 実験条件

		操作方法	
		マウス条件	VIVE 条件
エージェントの振る舞いの傾向性	均等条件	マウス・キーボードを操作して課題を行う 2 人のエージェントがどちらも、被験者ともう一方のエージェントにランダムに投球を行う	HTC VIVE を操作して課題を行う 2 人のエージェントがどちらも、被験者ともう一方のエージェントにランダムに投球を行う
	不均等条件	マウス・キーボードを操作して課題を行う エージェント 1 にボールが渡った際にはランダムな相手に投球を行う。 エージェント 2 にボールが渡った際には参加者だけに投球する	HTC VIVE を操作して課題を行う エージェント 1 にボールが渡った際にはランダムな相手に投球を行う。 エージェント 2 にボールが渡った際には参加者だけに投球する

のエージェント(エージェント 1)に投球せず、参加者のみに投球する設定を行う。ここで参加者がエージェント 2 に返球するのであれば、エージェント 1 は場において排斥されることになる。それに対して、参加者がエージェント 2 ではなく、エージェント 1 に投球するのであれば、3 名による協調的な場が形成される。このような状況が設定された際、共感能力が高いとされる実験参加者の振る舞いを検討することでエージェントへの共感的行動を分析する。

3.2.2 課題環境

課題の実装においては、2.3 における一連の研究を参考に、ゲームエンジンである Unity を用いる。これにより多様なインタラクションの要素を設定することが可能になり、共感的行動を引き出すことにつながるエージェントの要素を検討できる。本研究においては、VR 機器である HTC VIVE によって導入される身体感覚に注目し、実際にボールを投げるという運動によって参加者の共感的行動が引き出せるか検討する。

エージェントの動作として、自分に向けられたボールをキャッチするように設計した。自分に向けられたボールかを判定するために、エージェント自身がいる座標から 4 座標分離れている範囲(エージェントの座標を中心とした 8 座標×8 座標の正方形)まではボールを追いかけて、キャッチするように設計した。どちらのエージェントの範囲にも入らなかったボールは地面に転がるため、参加者が投球をしなす必要がある。

3.3 実験デザイン

本実験では、個人の共感指数に応じたゲーム上での共感的行動を分析するため、2 (操作方法:マウス条件 vs. VIVE 条件)× 2(エージェントの振る舞いの傾向性:均等条件 vs. 不均等条件) の 4 条件下での被験者の行動を比較した(2 要因被験者内計画)。表 1 は 4 つの実験条件を示したものである。参加者とキャッチボールを行うエージェントは、エージェント 1 とエージェント 2 の 2 人を設定した。以下に操作方法とエージェントの振る舞いの傾向性のそれぞれの水準における実験操作の概略を説明する。

操作方法の要因

- マウス条件：ゲーム課題の操作をキーボードとマウスによって行う条件である。視点操作はキーボードによって行い、ボールを投げる操作はマウスによって行う。
- VIVE 条件：ゲーム課題の操作を HTC VIVE によって行う条件である。視点操作は頭部に装着したヘッドマウントディスプレイにより、頭を動かすことで行い、ボールを投げる操作は専用コントローラを振りかぶる動作によって行う。

エージェントの振る舞いの傾向性の要因

- 均等条件：2 人のエージェントがどちらも、参加者ともう一方のエージェントにランダムに投球を行う条件である。下記の不均等条件に対するベースライン条件として設定する。
- 不均等条件：エージェント 2 がボールを受け取った際、必ず参加者にボールを投球する条件である。エージェント 1 は均等条件と同じく、エ

エージェント 2 と参加者にランダムに投球を行う。エージェントに対する共感的行動を調べるために設定する。

これらの条件はマウス均等条件、マウス不均等条件、VIVE 均等条件、VIVE 不均等条件と、組み合わせで 4 通り設定した。参加者は全条件下で実験を行なったが、参加者ごとに順序は違うものとした(全 8 通り、1 名ずつ)。

また、エージェントの色が結果に影響しないよう、参加者ごとにエージェントの色は入れ替えて行なった。

3.3.1 評価対象

本実験では、個人の EQ に応じたゲーム上での共感的行動を分析するため、参加者から各エージェントへの投球数に着目した。ゲーム中にどちらのエージェントに多く投球を行ったか、EQ 間や操作方法間で比較した。

3.4 手続き

最初に実験全体の教示を行った後、ゲーム課題のルールと操作方法を説明した。説明後、各参加者に割り当てた条件に合わせた操作方法のテストプレイを行った。テストプレイではエージェント 1 人と一対一でキャッチボールをする、テスト用のゲームを用いた。テストプレイは一方の操作方法でのゲーム課題が終了した後、もう一方の操作方法でも行なった。

システム準備は各被験者のゲーム課題の条件を満たすシステムの準備(実験機器の準備、エージェントの動作確認)を行い、その後、ゲーム課題を行なった。図 1 はゲーム課題画面である。

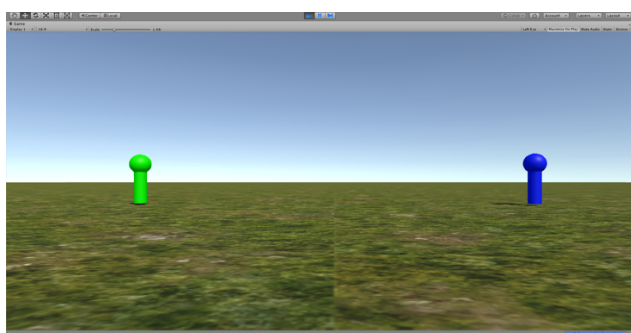


図 1 ゲーム課題画面

4 条件でのゲーム課題が終了した後、EQ の測定に進んだ。

EQ の測定は、バロン＝コーエンの質問紙の日本語版 [1]を Web 上のアンケートフォームに打ち込んだものを用いて回答を記録した。全項目のアンケートへの回答

が終了した後、その旨を実験者に報告させ、実験を終了した。

3.5 取得データ

本実験では EQ、操作ログを取得した。EQ はアンケートフォームへの回答結果から取得した。

操作ログは各エージェントがボールを受け取った時間と座標、もう一方のエージェントと参加者のどちらに投球したかを csv 形式で出力し、出力データを元にプレイヤーから各エージェントへの投球数を取得した。エージェント 1 への投球数を $Ag1$ 、エージェント 2 への投球数を $Ag2$ とする。分析では指標として、以下の 2 つを設定した。

- $|Ag1-Ag2|$:各エージェントへの投球数の差分を示す
- $Ag1/Ag2$:各エージェントへの投球数の比率を示す

不均等条件において、エージェント 2 は参加者へのみ投球するため、エージェント 1 への投球数が少なければ、エージェント 2 と投球しあい、エージェント 1 を排斥したことになる。よって、投球数の偏りを見るために差分の絶対値として $|Ag1-Ag2|$ 、どちらのエージェントに投球数が偏ったかを測る比率として $Ag1/Ag2$ を指標として扱った。 $|Ag1-Ag2|$ は排斥に限らず一方のエージェントへのバイアスを示し、 $Ag1/Ag2$ は排斥に直接的な指標となる。

4 結果

4.1 各条件における投球数の比較

図 2 は全参加者の投球数の合計を、 $|Ag1-Ag2|$ を用いて比較したグラフである。まず 2×2 [操作方法(被験者内) \times エージェントの振る舞いの傾向性(被験者内)] 分散分析を実施した。その結果、操作方法とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用は有意とならなかった ($F(1,7)=0.94, n.s.$)。そこで、各要因の主効果の検定をしたところ、操作方法の主効果は有意とならなかった ($F(1,7)=2.02, n.s.$)。また、エージェントの振る舞いの傾向性の主効果も有意な結果は得られなかった ($F(1,7)=0.41, n.s.$)。

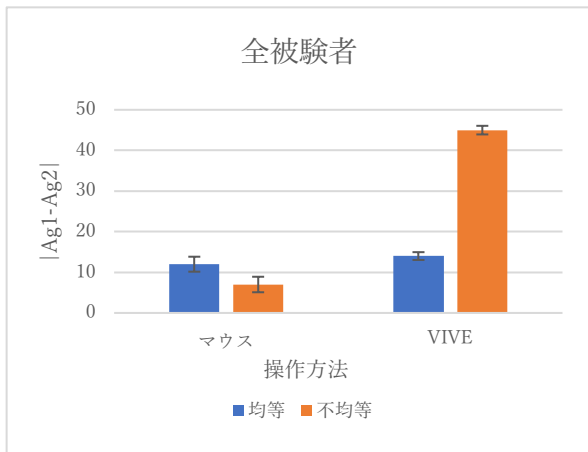


図 2 全参加者のエージェントへの|Ag1-Ag2|

有意な交互作用は得られなかったものの、条件間での直接比較を行った結果、VIVE 不均等条件の平均が、VIVE 均等条件より有意に高いことが示された ($t(14) = 3.746, p < .05$)。図 3 は全参加者の投球数の合計を、 $Ag1/Ag2$ を用いて比較したグラフである。比率が 1 より低ければエージェント 2 により多く投球し、1 より高ければエージェント 1 により多く投球している。まず 2×2 [操作方法(被験者内) \times エージェントの振る舞いの傾向性(被験者内)] 分散分析を実施した。その結果、操作方法とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用は有意とならなかった ($F(1,7) = 3.41, n.s.$)。そこで、各要因の主効果の検定をしたところ、操作方法の主効果は有意とならなかった ($F(1,7) = 0.36, n.s.$)。また、エージェントの振る舞いの傾向性の主効果も有意な結果は得られなかった ($F(1,7) = 2.31, n.s.$)。

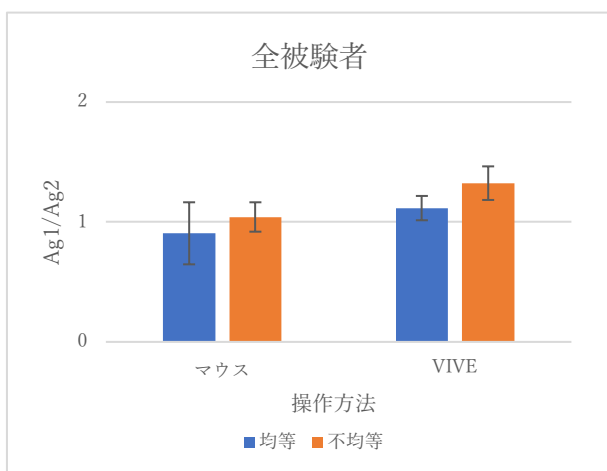


図 3 全参加者のエージェントへの投球数への比率

ただし、この指標についても、条件間の直接比較を行った場合には、VIVE 不均等条件の平均が、VIVE 均

等条件より、統計的に有意に高い傾向が観察された ($t(14) = 2.032, p < .10$)。

4.2 ゲーム課題での投球数と EQ との相関

分析

表 2 は各条件における各エージェントへの投球数と EQ の相関分析の結果である。M がマウス条件、V が VIVE 条件となっている。

マウス条件での均等条件、VIVE 条件では有意な相関は見られなかった。一方で、マウス条件での不均等条件において、エージェント 2 への投球数と強い正の相関が見られた ($r = 0.723, p < .05$)。また、 $Ag1/Ag2$ とは強い負の相関が見られた ($r = -0.778, p < .05$)。

表 2 各条件での投球数と EQ との相関

	Ag1	Ag2	Ag1/Ag2	Ag1-Ag2
M(均等)	-0.288	-0.126	0.367	0.658
M(不均等)	-0.660	0.723	-0.778	-0.043
V(均等)	-0.120	0.087	-0.027	0.144
V(不均等)	0.232	0.289	-0.228	-0.341

5 考察

ここまでの結果をまとめ、EQ とどのような行動特性が関連するのか、その行動は具体的にどのようなものであるか、また共感的行動を引き出す要素はどのようなものかを考察する。

まず、図 2 の分析から、交互作用は有意ではないものの、VIVE 不均等条件において、参加者からの投球数がどちらかのエージェントに偏ることがわかった。よって、本研究の実験においては、参加者に実際に運動させることによる身体性が、参加者のエージェントに対する行動を変化させたと考察できる。これは、2.3 節の関連研究で述べたとおり、VR 空間でのゲーム課題によって、インタラクションのリアリティが高まったためと考えられる [8]。

次に表 2 より、マウス条件における不均等条件において、EQ の高い人ほどエージェント 1 に対して排斥を行うことがわかった。これはエージェント 2 が自分にだけ働きかけてくることによって、エージェント 2 に同調したと考えられる。この様子は、共感能力を用いたいじめの様子と類似している。共感能力を使ういじめとして、相手を社会的に孤立させるというような間接的な攻撃があげられる [1]。このようないじめは、相手の社会的立場を落とす

ような形をとり、相手の視点取得である認知的共感能力を必要としたいじめである。また、一般的に共感能力が高いとされる女性は、自分が排斥される危険がある場合、他者と手を組み、また別の他者を排斥することで自分が排斥されないようにする、という傾向がある [9]。このような排斥も、相手の様子を注意深くかがい、相手の視点を取得しなければならないことから、認知的共感能力を使ういじめと考えられる。このことから、EQ の高い人がエージェント1を排斥するという結果は、エージェント 2 の自分にだけ働きかけてくる傾向を認知的共感能力によって無意識的に知覚し、エージェント 2 に同調、自分が排斥されないようにエージェント 1 を排斥したと推測できる。また、この傾向が VIVE 条件において緩和されている傾向が見られる。VIVE 条件では VR 空間内でキャッチボールを行うことにより身体性が生まれ、よりインタラクションのリアリティが高まった [8] ことによって排斥が顕在化し、感情的共感能力、あるいは同情といった共感能力が働き、排斥する傾向が緩和したと推測できる。

6 まとめ

本研究は、人間の共感能力に注目し、エージェントとキャッチボールゲームを行うというインタラクションにおける、個人の共感能力を示す EQ と関連する行動特性の分析、および共感的行動を引き出すエージェントの要素の検討を行った。結果、共感能力の高い人は自分のみ投球を行うエージェントに投球を偏らせた。また、HTC VIVE を用いた運動による参加者の身体性によって、EQ の高い参加者の投球の偏りが平滑となった。このことから、認知的共感能力によって無意識的にエージェントの振る舞いの傾向性を知覚することで、自分に働きかける相手へ同調し、同調した相手と他者を排斥する傾向があると推測した。そして参加者の身体性によってインタラクションのリアリティが高まると、排斥が顕在化され、感情的共感能力によってその傾向が抑制されると推測した。

参考文献

- [1] サイモン・パロン＝コーエン: 共感する女脳、システム化する男脳, 日本放送出版協会, (2005)
- [2] フランス・ドゥ・ヴァール: 共感の時代へ 動物行動学が教えてくれること, 株式会社 紀伊國屋書店, (2010)
- [3] Kipling D. Williams, and Blair Jarvis: A program for use in research on interpersonal ostracism and acceptance, Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, Vol. 38, pp. 174-180, (2006)
- [4] Kipling D. Williams, and Kristin L. Sommer: Social

ostracism by coworkers: Does rejection lead to loafing or compensation?, Personality & Social Psychology Bulletin, Vol. 23, pp. 693-706, (1997)

- [5] Naomi I. Eisenberger, Matthew D. Lieberman, and Kipling D. Williams: Does Rejection Hurt? An fMRI Study of Social Exclusion, Science, Vol. 302, pp. 290-292, (2003)
- [6] 小野哲雄, 今井倫太, 江谷為之, 中津良平: ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 1, pp. 158-166, (2000)
- [7] 水丸和樹, 坂本大介, 小野哲雄: 複数ロボットの発話の重なりによって創発する空間の知覚, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 12, pp. 2279-2287, (2018)
- [8] Sun Joo (Grace) Ahn, Amanda Minh Tran Le, Jeremy Bailenson: The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior, Media Psychology, Vol. 16, pp. 7-38, (2013)
- [9] 川合伸幸: ヒトの本性 なぜ殺し、なぜ助け合うのか, 株式会社講談社, (2015)