

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2018～2022

課題番号：18KT0029

研究課題名（和文）集団討論で共感を生み出す身体的相互作用の解明とその習得支援

研究課題名（英文）Analysis and Learning Support for Nonverbal Interaction with Shared Empathy in Group Discussion

研究代表者

大澤 博隆（Osawa, Hirotaka）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・准教授

研究者番号：10589641

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、集団討論における共感を生む身体的振る舞いを、人狼ゲームを中心に分析した。国内外の会議で成果を発表し、異文化適応型エージェントや戦略進化の研究を通じて、集団の文化的背景や目的に適応する戦略のアルゴリズムを明らかにした。また、Hanabiなどのゲームを用いて、コミュニケーションと思考時間やリスク傾向の関連を調査した。エージェントの立場が協力者かライバルかで異なる影響を持つことを発見し、共感を生む仕草の影響を分析した。成果は多くの会議で発表された。特にエージェントの立場に関する研究はHAIシンポジウムで賞を受賞した。知見は非言語コミュニケーションの理解に貢献し、派生的な応用も生み出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、集団討論における非言語的な振る舞いと共感の関係性を探る多数の知見を発見した。また、国際会議のコンペティションやワークショップを通じ、こうした試みを海外へ広める貢献をした。学術的には、異なる文化や目的を持つ集団において、エージェントの戦略がどのように適応するかを理解する新しい知見を提供した。社会的には、共感を生む仕草が議論や交渉の質に与える影響を分析することで、更なる効果的なコミュニケーション手法の開発が可能となる。派生成果であるエージェントの関係性に関する評価や、小学校でのロボットを用いた長期間の調査は、教育やビジネスなど多くの分野において、対人関係の質を向上させる可能性を秘めている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we analyzed the physical behaviors that generate empathy in group discussions, with a focus on werewolf game. We presented our results at national and international conferences, and through the study of cross-cultural adaptive agents and strategy evolution, we identified algorithms for strategies that adapt to the group's cultural background and objectives. We also investigated the relationship between communication and thinking time and risk propensity using games such as Hanabi. We found that an agent's position as collaborator or rival had different effects, and we analyzed the influence of gestures that generate empathy. Results were presented at many conferences. In particular, his work on agent position received an award at the HAI Symposium. The findings contributed to the understanding of nonverbal communication and generated derivative applications.

研究分野：ヒューマンエージェントインタラクション

キーワード：オラリティ ヒューマンエージェントインタラクション 人狼 Hanabi

## 1. 研究開始当初の背景

本研究では、集団討論において、話者間に共感を生み出す相互の身体的振る舞いの習得を支援する教示デバイスの開発を目指す。集団討論は個々の意見を交換し、そこから創発的に意見を生み出し、集団間でそれを集約することが求められる。集団討論の言語的な分析は多く行われているが、共感を生み出す仕草や振る舞い、タイミングなど、言語に還元できない要素(オラリティ)が重要である。

## 2. 研究の目的

本研究ではオラリティの要素の解明、およびその習得を補佐するデバイスの作成を目指す。議題の選択による参加者への影響を抑え、一般的な知見を導くため、本研究では集団討論における身体的相互作用の指標課題として、討論を通じてグループ内の信頼を勝ち取る教育ゲームである「人狼ゲーム」を用いる。身体的相互作用の測定、データ取得、分析、教示デバイス作成の4グループに分かれて研究を進める。

## 3. 研究の方法

・2018年度:2018年度はプラットフォームの開発と対人狼ゲームの測定とデータ化を進める。データ取得の手法として、ゲームマスターを用いた役職公開、投票と追放、能力行動など、ゲームにおける特徴的な行動を手動で記録するためのソフトウェアシステムを開発する。同時に、画像処理を用いた表情認識および手、頭、上半身など、共感生成に特徴的とされる部位の動作を非侵襲で測定するモーションキャプチャを使って、ユーザの身体動作の推移を自動的に記録するシステムを合わせる。これにより、ユーザの経験回数をデータセットに記録できるようにする。プレイヤー間の対話の記録にあたっては、提案者が以前に行ってきた人狼知能プロトコルの形式を用いて、人工知能エージェントの結果との形式の共通化、効率化を測る。データ取得や分析では鳥海不二夫氏(東京大学)、片上大輔氏(東京工芸大)および高橋一成氏(株式会社キングダムエンターテインメント)の協力を得て、筑波大学、東京工芸大学での事前評価および渋谷VR人狼の空間を利用し、被験者を集めてデータ取得を行う。

・2019年度:2019年度は引き続きプラットフォームの開発、修正を行う。この年度の終わりまでに、プラットフォームを完成させる。同時に対人狼ゲームの測定とデータ化とコミュニケーション技能習得過程の分析を行う。データ取得においては、実際にシステムを稼働させ、フィールド上での計測を行い、データを集める。分析では人狼ゲームの分析を行う丹野宏昭(東京福祉大)が主導的な役割を担う。得られた人狼ゲームデータを分析し、経験を重ねていくにつれてどのような推論、説得の戦略が生み出されているか、表情・ジェスチャの同調など、どのようなスキルを獲得しているか分析する。

・2020年度-2021年度:2020年度からは、教示デバイス、エージェント作成を行う。教示デバイスはウェアラブル型を想定し、システムによって行動をモニタされた環境のもと、会話に数十ミリ秒単位で介入し、頭や胸に取り付け、適切なタイミングで教示を行って身体的相互作用の習得を促す。また、同時に研究代表者の開発する、表情投影が高速に可能なロボット型エージェントを用いた模擬訓練のシステムを作成する。模擬訓練では、我々の開発した人狼ゲームを行うためのプログラムを用い、これに本研究で得られた身体的相互作用を追加する

#### 4 . 研究成果

本研究は 2020 年から発生した新型コロナウイルス禍の影響を大きく受けた。測定対象である人狼ゲーム実施場は、感染防止のため実験を行うことは難しく、実験は遠隔で行うことが必要となった。そのような制約の中で、プラットフォームの改良と、オンラインでの研究遂行を行った。また、人狼ゲームのみならず、Hanabi などの社会的ゲームを対象に発表を行い、得られた成果をロボットデバイスへ実装した。

プラットフォームの開発と対人人狼ゲームの測定とデータ化を進めた。データ取得の手法として、ゲームマスターを用いた役職公開、投票と追放、能力行動など、ゲームにおける特徴的な行動を手動で記録するためのソフトウェアシステムの開発をソフトウェア会社と協調して行った。プラットフォームの作成では、人間と対戦する基盤となる AI プログラムを簡易に設計するシステムを作成した。またオンライン人狼ゲームにおける非言語情報の分析では、Zoom での対人実験を評価し、これを対面人狼ゲームの非言語情報と比較した。比較結果より、オンライン人狼においても、非言語行動に変化があることが確認できた。研究は現在求められている多人数コミュニケーションを設計する上で重要な知見となった。

また同時に、画像処理を用いて表情認識、手、頭、上半身など、共感生成に特徴的とされる部位の動作を非侵襲で測定するモーションキャプチャシステムを作成し、VR 人狼渋谷および電気通信大学にて測定を行った。測定結果を分析した結果、ゲームの勝敗と非言語情報の間に相関が発見でき、説得につながる非言語情報の分析ができた。

研究成果は国内では人工知能学会全国大会、日本認知科学界、ビデオゲーム研究に関する会議の CEDEC、HCG シンポジウムにて発表した。また、海外では AI に関する国際会議 IJCAI におけるネゴシエーションゲームの大会 ANAC で発表された。エージェントシミュレーションを用いた異文化適応型エージェントや、進化シミュレーションを用いた戦略進化の研究を行うことで、異なる文化的背景や目的を持った集団に適応するエージェントの人狼ゲームにおける戦略の文化に適応するエージェントのアルゴリズムを分析した。これらのシミュレーション研究成果は人工知能学会論文誌で発表した。また、人狼以外のゲームとして、コミュニケーションゲーム Hanabi を用いて思考時間やリスク傾向との関係を調べた。ゲームのコンペティションは、オンラインの形になったが、国際会議 Computer on Games で継続的に実施している。

また、得られた成果の応用として、議論に参加するエージェントの立場が協力者であるか、ライバルであるかによって、影響が異なることを発見した。また、共感を生み出す仕草がコミュニケーションに影響する要素を、ワークショップを用いて分析した。研究成果は人工知能学会全国大会および HAI シンポジウムで発表され、また国際会議 KICSS にて研究成果の一部が応用された研究が発表された。また、派生的成果である、共感を生むための擬人化デバイスや、本研究で得られた身体的振る舞いの実装結果を HAI シンポジウムで発表した。エージェントの立場が協力者であるかライバルであるかを評価した研究については、HAI シンポジウムで高い評価を受け、優秀賞に相当する Outstanding Research Award を受賞した。新型コロナウイルス禍のため当初の計画通りに実験できなかった点がある一方で、本研究で進めた身体の総合的振る舞いに関する知見は大きく派生的な知見を生み出したと言える。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 武田 惇史, 鳥海 不二夫	4. 巻 36
2. 論文標題 人狼ゲームを用いた異文化適応型エージェントの構築	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.36-6_D-L36	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 武田 惇史, 鳥海 不二夫	4. 巻 36
2. 論文標題 シミュレーションに基づく5人狼の戦略進化構造の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 A-K64_1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.36-4_A-K64	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hirotaka Osawa, Atsushi Kawagoe, Eisuke Sato, and Takuya Kato	4. 巻 8
2. 論文標題 Hirotaka Osawa, Atsushi Kawagoe, Eisuke Sato, and Takuya Kato	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6. 最初と最後の頁 321-339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frobt.2021.658348	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 武田 惇史, 鳥海 不二夫	4. 巻 JSAI2020
2. 論文標題 人狼知能エージェントの簡易生成システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人工知能学会全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 2F50S20b02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/pjsai.JSAI2020.0_2F50S20b02	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高山 周太郎、大澤 博隆	4. 巻 2020
2. 論文標題 ビデオ人狼での他者説得に見られる非言語情報の調査	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本認知科学会第37回大会	6. 最初と最後の頁 1010-1013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Aydogan Reyhan, Baarslag Tim, Fujita Katsuhide, Mell Johnathan, Gratch Jonathan, de Jonge Dave, Mohammad Yasser, Nakadai Shinji, Morinaga Satoshi, Osawa Hiroataka, Aranha Claus, Jonker Catholijn M.	4. 巻 2020
2. 論文標題 Challenges and Main Results of the Automated Negotiating Agents Competition (ANAC) 2019	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Conference on Agreement Technologies	6. 最初と最後の頁 366 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-66412-1_23	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 高山周太郎, 大澤博隆	4. 巻 1
2. 論文標題 実世界人狼ゲームのジェスチャーの分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会全国大会	6. 最初と最後の頁 3F3-0S-14a-01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/pjsai.JSAI2019.0_3F30S14a01	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroataka Osawa, Takashi Otsuki, Aranha Claus, Fujio Toriumi	4. 巻 1
2. 論文標題 Negotiation in Hidden Identity: Designing Protocol for Werewolf Game	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Twelfth International Workshop on Agent-based Complex Automated Negotiations	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Eisuke Sato, Hirotaka Osawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Reducing Partner ' s Cognitive Load by Estimating the Level of Understanding in the Cooperative Game Hanabi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Computer Games	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 狩野芳伸, 稲葉通将, 大槻恭士	4. 巻 30
2. 論文標題 人狼知能研究のすすめ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 知能と情報	6. 最初と最後の頁 236-244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 武田 惇史、鳥海 不二夫
2. 発表標題 人狼知能エージェントの簡易生成システムの開発
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高山 周太郎、大澤 博隆
2. 発表標題 ビデオ人狼での他者説得に見られる非言語情報の調査
3. 学会等名 日本認知科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirotaka Osawa
2. 発表標題 Kunstliche Soziale Intelligenz: Die Gesellschaft verwandeln mit sozialen Robotern (人工の社会的知能 - ソーシャルロボットによる社会変容)
3. 学会等名 Technische und ethische Aspekte der Kunstlichen Intelligenz in Japan und Deutschland (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高山周太郎, 大澤博隆
2. 発表標題 実世界人狼ゲームのジェスチャーの分析
3. 学会等名 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Osawa, T. Otsuki, C. de C. Aranha, and F. Toriumi
2. 発表標題 Negotiation in Hidden Identity: Designing Protocol for Werewolf Game
3. 学会等名 Twelfth International Workshop on Agent-based Complex Automated Negotiations at IJCAI 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 D. Katagami, R. Yamamoto, F. Toriumi, H. Osawa, M. Inaba, Y. Kano, T. Otsuki
2. 発表標題 Find a liar AI!: "The AIWolf game viewer" which visualizes the battle of the strongest five AI players in the AIWolf competition
3. 学会等名 International Joint Conferences on Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirotaka Osawa
2. 発表標題 The Scientific Imagination and Human-Agent Interaction
3. 学会等名 First International Scientific and Practical Conference "Robotics, Artificial Intelligence, Society: New Challenges (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野大雅, 片上大輔, 烏海不二夫, 大澤博隆, 稲葉通将, 狩野芳伸, 大槻恭士
2. 発表標題 人狼知能同士の対戦ログデータを用いたデモンストレーション自動生成システムの開発
3. 学会等名 HSSデザインコンテスト2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野総士, 片上大輔
2. 発表標題 人狼知能における言語ヘッジを利用した信頼モデルの提案
3. 学会等名 HSSデザインコンテスト2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 曾根寛人, 山本隆太郎, 片上大輔, 大澤博隆, 烏海不二夫, 稲葉通将, 狩野芳伸, 大槻恭士
2. 発表標題 音声感情と動作情報を表出する擬人化エージェントを用いた人狼知能対戦Viewerの開発
3. 学会等名 HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

人狼知能プロジェクト  
http://aiwolf.org/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	鳥海 不二夫  (Toriumi Fujio)  (30377775)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授   (12601)	
研究分担者	丹野 宏昭  (Tanno Hiroaki)  (70637149)	東京福祉大学・心理学部・講師   (32304)	
研究分担者	片上 大輔  (Katagami Daisuke)  (90345372)	東京工芸大学・工学部・教授   (32708)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------