

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03322

研究課題名(和文) 弱いロボット 概念の微視的相互行為への展開と応用

研究課題名(英文) Weak-Robot Concept and Its Application to Microscopic Social Interactions

研究代表者

岡田 美智男 (Okada, Michio)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50374096

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：これまで、自らはゴミを拾えないけれども、子どもたちの手助けを上手に引き出しながらゴミを拾い集めてしまうような 弱いロボット の研究を進めてきた。本研究は、弱いロボット の概念を微視的な社会行為に展開するのでも、いい淀みやいい直しを含む非流暢な発話、言葉足らずな発話、物忘れなどを含んだ発話など、日常の何気ない発話や会話における 不完全さ や 不完結さ の役割や効用を、人とロボットとのインタラクションの場を用いて構成論的に明らかにしたものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般にスマートスピーカなどは、ユーザーからの語り掛けに対して、流暢な発話で、過不足ない内容で応えており、正確な情報交換を旨とする情報機器としては優れている。しかし、ソーシャルなロボットとして捉えてみると、どこか冷たく感じられ、よそよそしくもある。本研究では、聞き手との社会的なつながりを指向するコミュニケーションを生み出すインタラクションデザインとして、言葉足らずな発話などの発話の不完全さに着目し、その働きをヒューマン・ロボットインタラクション研究により明らかにしたものである。

研究成果の概要(英文)：We have been investigating "weak robots" that can not pick up trash by themselves, but can pick up trash while drawing out the help of children well. This research expands the concept of "weak robot" into microscopic social interactions, such as disfluent utterances including self-repairs, hesitations and fillers, and utterances that include forgetfulness. The role of "imperfections" and "incompleteness" in spontaneous utterances and conversations are constructively clarified using the field of interaction between humans and robots.

研究分野：ヒューマン・ロボットインタラクション

キーワード：弱いロボット ヒューマン・ロボットインタラクション 言葉足らずな発話 共同想起対話 非流暢性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

従来、ソーシャルなロボットの研究開発やそのデザインにおいては、これまで工学的手法の多くが採用してきたように、必要に応じてロボット個体に機能を追加していく「足し算のデザイン」に基づくアプローチが一般的である。つまりロボットの技術開発では、その機能や技術の隙間をいかに埋めるかが議論され、研究が進められてきた。一方、他者との関わりを指向するソーシャルなロボット研究の側面から考えれば、こうしたアプローチは、ロボットにとってパートナーである他者の参加する余地をむしろ奪ってしまうと考えられる。

そこで本研究で着目したのは、乳幼児の備える「関係論的な行為方略」と呼ばれるものである。乳幼児は一人では何もできないような弱い存在にも関わらず、養育者からのアシストを上手に引き出しながら、結果としてミルクを手に入れ、行きたいところにも移動できてしまう。こうした他力本願ともいえる方略は、自分の力だけで行おうとする個体能力主義的な方略に対して、「関係論的な行為方略」と呼ばれている。一方、子どもの世話をする中で、その養育者も一緒に成長していたという「関係発達論的な考え方」も知られている。

本研究代表者の進めてきた、ゴミ箱ロボットに代表される弱いロボットの研究は、この乳幼児に備わる「関係論的な行為方略」やその養育者との「関係発達プロセス」を参考にしているものである。先行研究課題(基盤研究(B) 26280102)では、上記の「関係論的な行為方略」のもつ可能性を多様な領域へと展開することを意図したもので、目の前を通り過ぎる人にティッシュをくばろうとするアイ・ボーンズ、一緒に手をつなぎながらあるくマコにて、部屋のなかを彷徨うペラットなどの構築を進めてきたところである。

2. 研究の目的

これらの弱いロボットの振る舞いや他との関係性をマクロスコピックな視点で捉えれば、いずれもロボットの「不完全さ」や「弱々しさ」が他者からのアシストを上手に引き出し、結果として合目的な行為を実現しているといえる。一方で、微視的な視点で捉えるなら、例えば、見知らぬ相手にティッシュを手渡すという行為は、相手からの支えを得てはじめて意味をなす行為であり、本源的に不完全さや不完全さを伴う。また、この微視的な水準で生じる関係場が社会的相互行為のリアリティを支えているのではないかと考えられる。

そこで本研究では、非流暢性を伴う発話、言葉足らずな発話、ときどきモノ忘れを含む不完全な発話、躊躇的な振る舞いを含む調整行為、喃語などの非分節音など、その意味や役割に不完全さや不完全さを伴うような発話や微視的相互行為の事例を取り上げ、上記の仮説を総合的に検証しようという狙いがある。

3. 研究の方法

不完全さを伴った微視的相互行為の事例として、言い直しなどの非流暢性を伴う発話、会話場面における言葉足らずな発話、ときどきモノ忘れなどを伴った発話、喃語などの非分節音などを取り上げ、先行研究で構築してきたソーシャルなロボットをベースに、各事例の相互行為をシミュレートする研究プラットフォームを構築した。具体的には、(a)聞き手の状態に合わせて発話のタイミング、発話内容を調整しながら発話を行う トーキング・アリー、(b)昔ばなしを語り聞かせる際に、物語内の重要語を時々忘却してしまう トーキング・ボーンズ、(c)相手の状態に合わせてティッシュの手渡しを調整する アイ・ボーンズ、(d)言葉足らずな発話によって、聞き手からの助け舟を引き出す む〜、(f)「もこー」「もこもん」「もっこもん」など分節化の進んでいない言葉を発する ゴミ箱ロボット などである。

それぞれの事例について、様々な統制条件下で、各ロボットの不完全な発話や行為から引き出される実験参加者の行為に影響を与えるのか、また他者との共同性やつながりを生み出すのかについての記述・分析を進め、その知見・研究成果を整理して、特許出願、国内外での会議での発表、ジャーナル論文等の投稿を行った。

4. 研究成果

本研究における主な研究成果を以下に示す。

(a) 聞き手の状態に合わせて発話のタイミングや発話内容を調整しながら発話を行う トーキング・アリー の研究

相手の状態にあわせて発話方略やタイミングを調整する トーキング・アリー の枠組みを用いて、聞き手の「いま、あなたの話をちゃんと聞いてますよ」という聞き手性を引き出すための発話方略を、機械学習によって見いだす手法を提案した。この研究成果をまとめたジャーナル論

文が採録された(第 19 回ヒューマンインタフェース学会論文賞を受賞)。

(b) 昔ばなしを語り聞かせる際に、物語内の重要語を時々忘却してしまう トーキング・ボーンズ の研究

近郊の公共図書館の読み聞かせブースを利用してフィールド調査を行い、子どもたちの昔ばなしを語り聞かせようとする Talking-Bones と子どもたちのインタラクションの様子を収集し(51組 89名)、会話分析や質的心理学的方法により、相互行為や共同想起の様相を詳細に分類・整理した。HAI シンポジウム 2021 で口頭発表し、HAI シンポジウム 2021 最優秀論文賞(ロング)を受賞した。また、本研究結果をまとめたジャーナル論文が採録された。

(c) 言葉足らずな発話によって、聞き手からの助け舟を引き出す む〜 の研究

ロボットの言葉足らずな発話は、聞き手からどのような助け舟を引き出すのかについて、過不足のない発話を伴うロボットと比較することで明らかにした。このロボットの言葉足らずな発話が引き出す協調的なコミュニケーションに関する研究成果をまとめたジャーナル論文が採録された(第 21 回ヒューマンインタフェース学会論文賞を受賞)。

(d) 「あの人と、あそこで会議です」など指示代名詞を使いこなすスマートスピーカーの研究

「スマートスピーカーからの応答はなぜよそよそしいのか?」との問いのもと、ユーザーからの問い掛けに対して過不足ない情報を提供するよりも、指示代名詞等によりお互いの共通基盤を参照しながらの応答するスマートスピーカーのほうが親和的なものとなることを明らかにした。これらの研究成果をまとめたジャーナル論文が採録された。

(e) 「ナッジ理論」を用いたドライビングエージェント NAMIDAO の研究

ドライバーの安全運転をサポートしたり、ナビゲーション等によって適切な行動選択を促すためのドライビングエージェントの開発を行った。ここでは「がみがみいう(nag)より、ヒジで軽く突く(nudge)ほうがいい」という観点から提案されている「ナッジ理論」を応用する手法を提案し、その研究成果をまとめたジャーナル論文が採録された。

これらの本研究成果を専門書にまとめた。『ロボット：共生にむけたインタラクション』(東京大学出版会)として、2021 年度中の出版を予定している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 長谷川 孔明、林 直樹、岡田 美智男	4. 巻 21
2. 論文標題 マコにて：並ぶ関係に基づく原初的コミュニケーションの研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 279 ~ 292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.21.3_279	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 Karatas Nihan, Tamura Shintaro, Fushiki Momoko, Okada Michio	4. 巻 34
2. 論文標題 Improving Human-Autonomous Car Interaction Through Gaze Following Behaviors of Driving Agents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 A ~ IA1_1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.A-IA1	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 岡田 美智男	4. 巻 63
2. 論文標題 他者を味方にする 弱いロボット たち	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 システム / 制御 / 情報	6. 最初と最後の頁 229 ~ 234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11509/isciesci.63.6_229	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 松下 仁美、香川 真人、山村 祐之、岡田 美智男	4. 巻 20
2. 論文標題 非流暢性を伴うロボット (Talking-Ally) の発話調整方略とその聞き手に対する適応に関する研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 255-268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.20.2_255	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 Nihan Karatas, Soshi Yoshikawa, P. Ravindra S. De Silva and Michio Okada	4. 巻 20
2. 論文標題 How Multi-Party Conversation Can Become an Effective Interface While Driving	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 83-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.20.3_371	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 Nihan Karatas, Shintaro Tamura, Momoko Fushiki and Michio Okada	4. 巻 34
2. 論文標題 Improving Human-Autonomous Car Interaction Through Gaze Following Behaviors of Driving Agents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.A-IA1	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 西脇裕作, 板敷尚, 岡田美智男	4. 巻 21
2. 論文標題 ロボットの言葉足らずな発話が生み出す協調的インタラクションについて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	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) 10.11184/his.21.1_1	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 岡田美智男	4. 巻 247
2. 論文標題 パーソナルユースのコミュニケーションロボット 総論	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本ロボット工業会『ロボット』	6. 最初と最後の頁 21-26
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 -

1. 著者名 西脇 裕作, 大島 直樹, 岡田 美智男	4. 巻 36
2. 論文標題 多人数会話を構成するロボットの言葉足らずな発話が人の会話への参加態度に及ぼす影響	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 B~K44_1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.36-2_B-K44	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 Tamura Shintaro, Ohshima Naoki, Hasegawa Komei, Okada Michio	4. 巻 33
2. 論文標題 Design and Evaluation of Attention Guidance Through Eye Gazing of "NAMIDA" Driving Agent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 24 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2021.p0024	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 伏木 ももこ, 太田 和希, 長谷川 孔明, 大島 直樹, 岡田 美智男	4. 巻 22
2. 論文標題 ドライビングエージェント NAMIDA ⁰ におけるナッジ理論の応用について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 443 ~ 456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.22.4_443	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 板敷 尚, 西脇 裕作, 大島 直樹, 岡田 美智男	4. 巻 22
2. 論文標題 なぜスマートスピーカーはよそよそしいのか? ロボットとの親近感を生み出す代名詞の役割	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 65 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.22.2_65	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 香川 真人、岡田 美智男	4. 巻 25
2. 論文標題 球状変形ロボット Column を介した共同的な遊びとのおもしろさについて	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本バーチャルリアリティ学会論文誌	6. 最初と最後の頁 95 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.25.1_95	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 -

[学会発表] 計11件(うち招待講演 1件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Ryosuke Mayumi, Naoki Ohshima, and Michio Okada
2. 発表標題 Pocketable- Bones: A Portable Robot Sharing Interests with User in the Breast Pocket
3. 学会等名 7th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI '19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Komei Hasegawa and Michio Okada
2. 発表標題 Mako-no-te: Investigating Intersubjectivity with Side-by-Side Walking Robot
3. 学会等名 7th international conference on Human-Agent Interaction (HAI '19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinpei Onoda, Yusaku Nishiwaki, and Michio Okada
2. 発表標題 Interaction Design and Field Study of a Forgetful Social Robot, "Talking-Bones"
3. 学会等名 7th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI '19)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田美智男
2. 発表標題 ソーシャルなロボットにむけた関係論的なアプローチ
3. 学会等名 人工知能学会、対話システムシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田美智男
2. 発表標題 弱いロボット の研究： ソーシャルなロボットにむけた関係論的なアプローチ
3. 学会等名 日本ロボット学会 ロボット考学研究専門委員会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Karatas N., Tamura S., Fushiki M., Okada M.
2. 発表標題 The Effects of Driving Agent Gaze Following Behaviors on Human-Autonomous Car Interaction
3. 学会等名 International Conference on Social Robotics (ICSR 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishiwaki, Yusaku and Itashiki, Sho and Karatas, Nihan and Okada, Michio
2. 発表標題 Cooperative Interactions Generated by Incompleteness in Robots' Utterance
3. 学会等名 6th International Conference on Human-Agent Interaction (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Karatras, N., Tamura, S., Fushiki, M., Okada, M
2. 発表標題 Multi-party Conversation of Driving Agents: The Effects of Overhearing Information on Lifelikeness and Distraction
3. 学会等名 6th International Conference on Human-Agent Interaction (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 真弓 凌輔, 植野 慎介, 大島 直樹, 岡田 美智男
2. 発表標題 PoKeBo3: 共構築型コミュニケーション空間の提案
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大島 直樹, 小野田 慎平, 窪田 裕大, 西脇 裕作, 岡田 美智男
2. 発表標題 ときどきモノ忘れする Talking-Bones は子どもたちのどのような関係形成の媒介になるのか? ~図書館でのフィールドワークに基づく質的心理学研究~
3. 学会等名 HAIシンポジウム2021,
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 湊本 耕己, 長谷川 孔明, 大島 直樹, 岡田 美智男
2. 発表標題 Caug Studio: 人と音楽を共創するロボティックメディアの提案
3. 学会等名 HAIシンポジウム2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 「モビリティと人の未来」編集部編	4. 発行年 2019年
2. 出版社 平凡社	5. 総ページ数 240
3. 書名 モビリティと人の未来 自動運転は人を幸せにするか	

1. 著者名 渡邊淳司、ドミニク・チェン、安藤英由樹、坂倉杏介、村田藍子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ビー・エヌ・エヌ新社	5. 総ページ数 304
3. 書名 わたしたちのウェルビーイングをつくりあうために	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 ロボット	発明者 岡田美智男、長谷川孔明	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-088527	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 ロボット	発明者 岡田美智男、長谷川勇輝、真弓凌輔	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-69636	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

Interaction & Communication Design Laboratory https://www.icd.cs.tut.ac.jp/
--

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	長谷川 孔明 (Hasegawa Kohmei) (30816210)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・助教 (13904)	

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