

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26280102

研究課題名(和文) 関係論的な行為方略を備えるロボットとその関係発達プロセスに関する研究

研究課題名(英文) Research on human-dependent robots and their co-developmental process

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) 9,300,000円

研究成果の概要(和文)：ゴミ箱ロボットに代表されるような、他者のアシストを上手に引き出しながら、合目的な行為を遂行する関係論的な行為方略を備えるロボット(=関係論的なロボット)の概念を多様な領域に展開し、そのプロトタイプを提案・構築した。例えば、(a)モジモジしながらティッシュを手渡そうとするロボット iBones、(b)子どもたちの世話を引き出しながら、その学びの場を構成するロボット トーキング・ボーンズ、(c)一緒に手をつなぎながら歩くロボット マコにて などである。それぞれの研究成果については、論文投稿や国際会議・国内学会等で研究発表を行い、数多くの賞を受賞している。

研究成果の概要(英文)：We have been building various type of sociable creatures, we call "weak robots" such as sociable trash box, iBones, Talking-Ally, Talking-Bones, Makono-te. They have some weakness or incompleteness in their nature that leads to create a world where people and robots can collaborate and coexist. And our "weak robots" are able to be used in social contexts such as a novel interface for autonomous cars, a learning environment for children and multiparty conversational creatures as social mediators.

研究分野：社会的ロボティクス

キーワード：弱いロボット 関係論的なロボット 社会的相互行為

1. 研究開始当初の背景

近年、人とロボットとのインタラクションを扱うHRI(Human-Robot Interaction)研究やソーシャル・ロボティクスの分野は、工学的なロボティクスの垣根を越えて、社会的相互行為論や発達心理学などと相互交流しながら学際的な研究へと発展しつつある。

申請者らも、生態心理学や発達心理学の観点を人とロボットとのインタラクションに適用する仕事に早くから関心を持ち、ソーシャルなロボット Muu の構築とその子どもたちとの関わりについての研究を進めてきた。その中で特に着目してきたのは、乳幼児の備える関係論的な行為方略とその養育者との関係発達のプロセスについてである。

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的なものに対して、関係論的な行為方略と呼ばれている。一方で、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の考え方も知られている。

本研究は、上記の乳幼児のもつ関係論的な行為方略を手掛かりに、これらの方略を備える関係論的なロボットの構築とそれに関わる人との関係発達やコミュニケーションのプロセス、各応用領域での効用を明らかにしようとするものである。

2. 研究の目的

上記の背景に鑑み、本研究では、他者のアシストを上手に引き出しながら、合目的な行為を遂行する関係論的な行為方略を備えたロボット(=関係論的なロボット)の概念を多様な領域に展開し、そのプロトタイプを構築すること、これらの研究プラットフォームにより、(a)どのような条件下で他者のアシストを引き出せるのか、(b)その間でどのようなコミュニケーションが生じるのか、(c)人とロボットとの関係発達の様相はどのようなものかを構成的に明らかにすること、

これらの知見を総合し、関係論的なロボットの理論的基盤と技術的基盤とを整理し、各応用領域に展開することを主な目的とした。

3. 研究の方法

初年度(平成26年度)は、他者のアシストを上手に引き出しながら、結果として合目的な行為を遂行する関係論的なロボットの概念をさらに多くの領域でも検討し、各領域での個別性、全体の共通性を把握した上で、関係論的なロボットの理論的基盤、技術的基盤の確立に向けた準備を行うこととした。

具体的には、まず先行研究で個別に開発してきた5つのタイプのロボットを、関係論的なロボットの観点から整理し、本研究課題における研究プラットフォームとして要素技

術を整える。次に、人はなぜ他者からの協力を引き出せるのかは、まだ十分に明らかではないことから、本研究では、ゴミ箱ロボットはなぜ子どもたちのアシストを引き出せるのか、Talking-Ally はなぜ聞き手からの支えを引き出せるのかなど、関係論的なロボットと人との関係形成に関する理論的基盤を多面的に整理する。特に、この人の行動を思わず揺り動かす「関係場」には、どのようなタイプがあり、どのような条件下で生じるのかを各領域のロボットの振る舞いを統制しながら、構成的に明らかにする。

平成27~29年度では、各領域のロボットと人とが相互の志向性を共有していく上で必要な調整機構の構築とその検証を行う。そこで、どのようなコミュニケーションが生じているかを構成的に明らかにする。また関係論的なロボットと人との高度な連携や関係発達を可能とするロボットの学習機構を構築し、その関係発達のタイプやプロセスを構成的に探る。最後に、これまでの知見を総合して理論的基盤や技術的基盤を確立し、その効用を整理しながら各応用領域に展開することとした。

4. 研究成果

ゴミ箱ロボットに代表されるような、他者のアシストを上手に引き出しながら、合目的な行為を遂行する関係論的な行為方略を備えるロボット(=関係論的なロボット)の概念を多様な領域に展開し、そのプロトタイプや研究プラットフォームを構築した。

具体的には、(a)モジモジしながらティッシュを手渡そうとするロボット iBones、(b)聞き手のアシストを上手に引き出しながら、一緒に発話内容やタイミングを組織するロボット トーキング・アリー、(c)子どもたちの世話を引き出しながら、その学びの場を構成するロボット トーキング・ボーンズ、(d)言葉足らずな発話により、聞き手からの助け舟を引き出し、一緒に会話を組織するロボット Muu、(e)一緒に手をつなぎながら歩くロボット マコにて、(f)他のロボットを足場にしつつ、同時に人の手助けを上手に引き出しながら、目的方向に進もうとするロボット INAMO、(g)自動運転システム(Level 3)とドライバとで、お互いの弱さを補いつつ、そのドライバをアシストするドライビング・エージェント NAMIDA などである。

それぞれの研究成果については、論文投稿や国際会議・国内学会等で研究発表を行い、数多くの賞を受賞している。

主なものとして、(a)ICSR2014 Robot Design Competition Finalist、(b)HAI2014 Impressive Poster Award、(c)Ro-man2015 Best Paper Award Finalist、(d)HAI シンポジウム 2016 Outstanding Research Award、(e)HAI シンポジウム 2016 Impressive Poster Award 優秀賞、(f)ICSR2016 Robot Design Competition, Best Robot Design (Special

Recognition) Award、(g)日本感性工学会 2016 年度かわいい感性デザイン賞 優秀賞、(h)エンタテインメントコンピューティング 2017 ベストデモ賞、(i)ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017 優秀プレゼンテーション賞、(j)HAI シンポジウム 2017 最優秀ポスター発表賞などがある。

また、本研究で進めてきた 弱いロボットの提唱・振興に対して、平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞」(科学技術振興部門)を受賞した。

本研究の成果の一部は、一般書(『弱いロボット の思考 わたし・身体・コミュニケーション』、講談社現代新書)、専門書(『不利益 - 手間をかけるシステムのデザイン』、共著、近代科学社)として刊行した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 13 件)

- (1) 岡田美智男: 社会的ロボティクス(関係性を促すロボット開発)の立場からみたケアサイエンスの必要性への見解、『学術の動向』、Vol.22, No.5, pp.79-81 (2017)、査読無。
- (2) 岡田美智男: 人との関わりを指向する 弱いロボット とその展開, 日本ロボット学会誌, Vol.34, No.5, pp.299-303 (2016)、査読無。
- (3) 岡田 美智男: 弱いロボット 研究のめざすもの、人間生活工学、Vol.17, No.1, pp.9-13 (2016)、査読無。
- (4) 岡田美智男: 「弱いロボット」研究からみた関係論的なケアの可能性、『認知症ケア事例ジャーナル』Vol.7, No.4, 一般社団法人日本認知症ケア学会 (2015)、査読無。
- (5) Youssef Khaoula, Michio Okada: Gracefully Mitigating Communication Protocol Reuse Breakdowns, Journal of Communications, Vol.12, No.3, pp.187-193 (2017)、査読あり。
- (6) 佐田和也、山際 康貴、岡田美智男: ゴミ箱ロボットにおける 弱さ の表出について、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.18, No.3, pp.219-228 (2016)。
- (7) 香川真人、馬場翔太郎、竹田泰隆、岡田美智男: パネル型ロボット INAMO を介した共同的な遊びとコミュニケーションについて、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.18, No.3, pp.209-218 (2016)、査読あり。
- (8) Khaoula Youssef and Michio Okada: Exploring the Social Bonding That Evolves Between a Human and a Minimally Designed Accompanying Robot, ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.18, No.3, pp.261-274 (2016)、査読あり。
- (9) Khaoula Youssef and Michio Okada: How

a Minimally Designed Robot can Help Implicitly Maintain the Communication Protocol, Internal Journal of Social Robotics, Vol. 9, No. 3, pp 431-448 (2017)、査読あり。

- (10) Khaoula Youssef, Takahiro Asano, P. Ravindra S. De Silva, and Michio Okada: Sociable Dining Table: Meaning Acquisition Exploration in Knock-Based Proto-Communication, International Journal of Social Robotics, Vol.8, No.1, pp 67-84 (2016)、査読あり。
 - (11) 野坂竜也、深町建太、竹田泰隆、P. Ravindra S. De Silva、岡田美智男: 一緒に散歩するロボット「マコにて」における手を握りあうことの効果について、ヒューマンインタフェース学会論文誌、Vol.17, No.2, pp.191-200 (2015)、査読あり。
 - (12) 蔵田洋平、松下仁美、小田原雄紀、大島直樹、P. Ravindra S. De Silva、岡田美智男: Talking-Ally: 聞き手性をリソースとする発話生成システムの実現にむけて、ヒューマンインタフェース学会論文誌、Vol.17, No.2, pp.159-170 (2015)、査読あり。
 - (13) Naoki Ohshima, Yasuke Ohyama, Yuki Odahara, P. Ravindra S. De Silva, and Michio Okada: Talking-Ally: The Influence of Robot Utterance Generation Mechanism on Hearer Behaviors, International Journal of Social Robotics, Vol.7, No.1, pp.51-62 (2015)、査読あり。
- [学会発表](計 14 件)
- (1) Masato Kagawa, Nihan Karatas, Michio Okada: Communication Fundamentals within a Triadic Interaction in a Cooperative Play Mediated by INAMO, 5th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI), pp.491-494 (2017)、査読あり。
 - (2) Nihan Karatas, Soshi Yoshikawa, Shintaro Tamura, Sho Otaki, Ryuji Funayama and Michio Okada: Sociable Driving Agents to Maintain Driver's Attention in Autonomous Driving, 2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) pp.143-149 (2017)、査読あり。

- (3) Youssef Khaoula, Jaap Ham and Michio Okada: Investigating the Effects of the Persuasive Source's Social Agency Level and the Student's Profile to Overcome the Cognitive Dissonance, Proc of ICSR 2016, pp.115-125, (2016)、査読あり。
- (4) Youssef Khaoula, Jaap Ham and Michio Okada: Investigating the Differences in Effects of the Persuasive Message's Timing During Science Learning to Overcome the Cognitive Dissonance, Proc of ICSR 2016, pp.104-114, (2016)、査読あり。
- (5) Nihan Karatas, Soshi Yoshikawa and Michio Okada: NAMIDA: Sociable Driving Agents with Multiparty Conversation, MT2-02, The Fourth International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2016), (2016)、査読あり。
- (6) Nihan Karatas, Soshi Yoshikawa, P. Ravindra De Silva, Michio Okada: NAMIDA: How to Reduce the Cognitive Workload of Driver, Human-Robot Interaction (HRI2016), pp. 449-450 (2016)、査読あり。
- (7) Youssef Khaoula, P. Ravindra S De Silva and Michio Okada: Exploring the Four Social Bonds Evolvement for an Accompanying Minimally Designed Robot, International Conference on Social Robotics (ICSR2015), pp. 337-347 (2015)、査読あり。
- (8) Youssef Khaoula, P. Ravindra S De Silva and Michio Okada: SDT: Maintaining the Communication Protocol Through Mixed Feedback Strategies, International Conference on Social Robotics (ICSR2015), pp. 348-358 (2015)、査読あり。
- (9) Hitomi Matsushita, Yohei Kurata, P. Ravindra S De Silva, and Michio Okada: Talking-Ally: What is the Future of Robot's Utterance Generation? The 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2015), pp. 291-296 (2015)、査読あり。
- (10) Nihan Karatas, Soshi Yoshikawa, P. Ravindra S. De Silva and Michio Okada: NAMIDA: Multiparty Conversation Based Driving Agents in Futuristic Vehicle, Proc. of The 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2014), pp. 198-207 (2015)、査読あり。
- (11) Yasutaka Takeda, Shotaro Baba, P. Ravindra S De Silva, and Michio Okada: COLUMN: Discovering the User Invented Behaviors Through the Interpersonal

- Coordination, Proc. of The 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2015), pp. 787-796 (2015)、査読あり。
- (12) Yasutaka Takeda, Kohei Yoshida, Shotaro Baba, P. Ravindra S De Silva, Michio Okada: COLUMN: Persuasion as a Social Mediator to Establish the Interpersonal Coordination, Proc. of the Second International Conference on Human-Agent Interaction (iHAI 2014), PP.213, Tsukuba, Japan, October 28-31 (2014)、査読あり。
- (13) Youssef Khaoula, Asano Takahiro, P. Ravindra S. De Silva and Michio Okada: Investigating the Mutual Adaptation Process to Build up the Protocol of Communication, Proc. of The 16th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2014), Part II, pp. 571-576, Crete, Greece, 22 - 27 June (2014)、査読あり。
- (14) Youssef Khaoula, Naoki Ohshima, P. Ravindra S. De Silva and Michio Okada: Concepts and Applications of Human-dependent Robots, Proc. of The 16th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2014), Part II, pp. 435-444 (2014)、査読あり。

〔図書〕(計4件)

- (1) 川上浩司編著, 近代科学社, 『不利益 - 手間をかけるシステムのデザイン』, 2017, p.115-128.
- (2) 岡田美智男, 講談社, 講談社現代新書 『弱いロボット の思考 - わたし・身体・コミュニケーション』, 2017, 264pages.
- (3) 寺嶋一彦編著, 情報機構, 『今後の高齢化社会に求められる生活支援(福祉・介護・リハビリ)ロボット技術』, 2015, p.390-395, pp.560-563.
- (4) 岡田美智男・松本光太郎共編著, 新曜社, 『ロボットの悲しみ - コミュニケーションをめぐる人とロボットの生態学』, 2014, pp.1-37, pp.153-197.

〔産業財産権〕

取得状況(計1件)

名称: データ表示装置
 発明者: 吉川宗志、デシルバ・ラビンドラ、岡田美智男
 権利者: 国立大学法人豊橋技術科学大学
 種類: 意匠
 番号: 登録第 1532434 号
 取得年月日: 2014年11月21日

国内外の別： 国内

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.icd.cs.tut.ac.jp/>

6．研究組織

(1)研究代表者

岡田 美智男 (OKADA, Michio)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：50374096