

令和元年6月21日現在

機関番号：13904

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12512

研究課題名（和文）弱いロボットに基づく関係発達論的な学びの場の構築とその応用

研究課題名（英文）Building a novel learning environment for children using Weak-Robots concept

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） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：従来から「子どもたちは自ら学ぶことよりも、年少の者に教えるほうが熱心になれ、その工夫のなかで自らも学んでしまう」ことが知られている。本研究では、能力の不完全な弱いロボットが子どもたちの積極的な関わりやアシストを引き出すことを生かして、この関わりの中で子どもたちの学びを促すような関係発達論的な学びの場をデザインし構築する手法を提案した。具体的には、子どもたちに昔ばなしを話して聞かせる際に、大切な言葉をもの忘れしてしまうロボットを構築し、ロボットの不完全な発話や想起に対する子どもたちの共感的なアシスト行動が子どもの学びを促進させる上でどのような効果があるかを検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、子どもたちに昔ばなしを語って聞かせようとするも、時々大切な言葉をもの忘れしてしまうような弱いロボットが、むしろ子どもたちの積極的な関わりや手助けを引きだすことを生かして、この関わりの中で子どもたちの学びを促すような学習環境の構築方法を提供するものである。同一の枠組みは、高齢者がロボットとの共同想起に貢献する中で、自らもケアされるような場面への展開も期待できる。

研究成果の概要（英文）：The duality in learning and development that “if you care for a child, as a result, the carer has grown together” has been discussed as “relational development theory”. In our research, from this point of view, by using the fact that the “weak robot” with an incomplete ability draws out the children's active relationships and assists, it promotes children's learning in this relationship. The aim of our research is to establish methodologies to design and construct a novel learning environment for children. Specifically, we are building a robot that sometimes forgets important words while talking about old tale, and the empathic assisted behavior of the children to the incomplete speech and recall of this robot promotes their learning. In addition, with these relationship development theory, we are aiming at application to the field of care of the elderly people.

研究分野：社会的ロボティクス、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 共同想起 学びの場のデザイン 高齢者ケア

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者らは、これまで自らではゴミを拾い集められないものの、子どもたちからの手助けを上手に引き出しながら、結果としてゴミを拾い集めてしまう「ゴミ箱ロボット」など、関係論的な行為方略を備えた「弱いロボット」の研究開発を進めてきた。

先行研究課題では、この「弱いロボット」研究の一環で、聞き手からの「あなたの話をちゃんと聞いていますよ」という聞き手性を上手に引き出しながら、一緒に発話を組織していくことを特徴とするロボット「トーキング・アリー」を構想し、そこから生み出される言い直しや言い淀みを伴う非流暢な発話が、聞き手からの「志向的な構え」を引き出せること、その発話は聞き手に対する優しさや説得性を伴うことなどを明らかにしてきた。

この研究の過程で、こうした「弱いロボット」は周囲の人の手助けや積極的な関わりを引き出す一方で、それと関わる子どもたちの学びやスキルの獲得を促すことができることに気づき、本研究を計画・実施することにしたものである。

## 2. 研究の目的

「子どもの世話をしていたら、結果として養育者も一緒に成長していた」という学びや発達における双対性は、発達心理学者の鯨岡峻らにより「関係発達論」として議論されてきた。また、「自ら学ぶことよりも、自分よりも年少の者を世話する方が熱心になれ、その工夫や配慮のなかで自らの学びを高めてしまう」ことは、Protégé Effect として知られてきた。

これらの観点から、本研究ではあえて能力の不完全な「弱いロボット」の方が子どもたちの積極的な関わりや手助けを引きだせることを生かして、この「弱いロボット」との関わりの中で子どもたちの学びや発達を促すような「関係発達論的な学びの場」をデザインし構築する手法の確立を目指すこととした。

具体的には、子どもたちの昔ばなしを話して聞かせようとするも、時々、大切な言葉をもの忘れしてしまうようなロボット「トーキング・ボーンズ」を構築し、この「弱いロボット」の不完全な発話や想起に対する子どもたちの共感的なアシスト行動がその子どもたちの学びを促進させる上でどのような効果があるかを構成的に明らかにする。また、高齢者ケアの領域への応用を狙いとして、「トーキング・アリー」の不完全な発話や想起を手助けする中で、高齢者の自己肯定感を生みだすことを利用した「受け身のケア」の手法を検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

先行研究課題において提案してきた、聞き手の状態をリソースとして一緒に発話を組織していくロボット「トーキング・アリー」は、聞き手からの「志向的な構え」や積極的な参加を引き出すとともに、聞き手に対する優しさや説得性を伴う発話を生み出すことができる。本研究は、この「トーキング・アリー」の機能を拡張することで、子どもたちの積極的な関わりや手助けを引き出しながら、一緒に共同想起を行うロボット「トーキング・ボーンズ」を本研究プラットフォームとして構築する。

具体的には、ニュースや物語等を情報源にして、聞き手の状態や関心に合わせながら、「えーと」「あー」「それでね」などのターン開始要素、「今日はね、学校でね、先生がね」などの各発話構成単位のモダリティ、「...なんだった」「...って知ってた?」などの発話末のモダリティを選択し、発話連鎖を生みだすようにする。本研究では、この基本的な発話生成の枠組みに、「えーと、なんだったけ...」「...じゃなくて...えーと」など不完全な想起状態を表示する機構と、聞き手からの手助けを引き出しながら、ロボット自らの不完全な想起内容を補完していく機構とを加えるものとする。

実証研究としては、ロボットと子どもとのピア・ラーニング環境において、ロボットからの情報提供に基づく子どもの学びの促進に加え、この「トーキング・ボーンズ」の不完全な発話や想起を手助けすることで生じる学びの促進効果(Protégé Effect)等を検証する。

## 4. 研究成果

研究代表者らの進めてきた「弱いロボット」の概念を、日常的な会話などにおける発話場面や想起場面に展開する手法を開拓できた。さらに、子どもたちがロボットからの非流暢な発話、一部忘却を含む発話、言葉足らずな発話を補うなかで、子どもたちの学びを引き出すような学習環境の枠組みを検討するための多様な研究プラットフォームを構築することができた。

具体的には、(a)ベースシステムとして、聞き手の「いま、あなたの話を聞いてますよ」という聞き手性を手掛かりに発話内容やタイミングを動的に選択し、発話生成を行う「トーキング・アリー」の洗練化を行うことができた。さらに、(b)子どもたちに昔ばなしを語って聞かせるも、時々、大切な言葉をもの忘れしてしまうような「トーキング・ボーンズ」を構想し、そのプロトタイプを実現した。一つの派生形態として、(c)言葉足らずな発話によって、情報を小出ししながらニュースを伝えようとすることを特徴とするロボットの構築を行った。また、これらの研究プラットフォームを用いて、子どもたちとロボットとのインタラクションの様相を観察、

分析し、本提案システムの有効性の検証を進めた。

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、数多くの賞を受賞することができた。主なものとしては、(a)ヒューマンインタフェース学会論文誌に採録されたジャーナル論文「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」が第19回ヒューマンインタフェース学会論文賞を受賞した。(b) エンタテインメントコンピューティング 2018 でデモ発表した論文「えっと、なんだっけ? ときどきモノ忘れをするロボット タクポー」がエンタテインメントコンピューティング 2018 Unity 賞を受賞した。(c)人工知能学会 SLUD 研究会で発表した論文「言葉足らずな発話が備える共創的インタラクションを生み出す余地について」が人工知能学会の2017年度研究会優秀賞を受賞した。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

- (1) 岡田美智男: 他者を味方にする 弱いロボット たち、システム/制御/情報、Vol.63、No.6、pp.229-234 (2019). 査読無
- (2) 西脇裕作、板敷尚、岡田美智男: 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、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.21、No.1、pp. 1-12 (2019). 査読あり
- (3) 岡田美智男: パーソナルユースのコミュニケーションロボット 総論、特集 II- パーソナルユースのコミュニケーションロボット、『ロボット』、No.247、pp.21-26、日本ロボット工業会 (2019). 査読無
- (4) 松下仁美、香川真人、山村祐之、岡田美智男: 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、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.20、No.2、pp.255-268 (2018). 査読あり
- (5) 岡田美智男: 周囲を味方にする 弱いロボット とその可能性、日本人形玩具学会誌、No.29、pp.4-8 (2018). 査読無
- (6) 岡田美智男: 不完全さを認め、相手に委ねる姿勢が支え合いを引き出す 弱いロボット を通して見えてくるもの、ヒューマンスキル教育研究、No.26、pp.88-94 (2018).
- (7) 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
- (8) 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、特集(2) これからの社会におけるケアサイエンスの構築をめざして、『学術の動向』、Vol.22、No.5、pp.79-81 (2017). 査読無

[学会発表](計15件)

- (1) 岡田美智男: 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、ロボット学会 ロボット考学研究専門委員会 (2019). 招待あり
- (2) Nishiwaki, Yusaku and Itashiki, Sho and Karatas, Nihan and Okada, Michio: Cooperative Interactions Generated by Incompleteness in Robots' Utterance, Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction, pp. 76-83 (2018). 査読あり
- (3) 板敷 尚、西脇裕作、長谷川孔明、岡田美智男: なぜ AI スピーカからの発話はよそよそしいのか? 親近感を生み出す「あれ」の役割、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2018, pp.84-89 (2018).
- (4) 星野翔平、巽 将司、岡田美智男: 聞き手の表情に合わせて発話を微視的に調整する トーキング・アリー、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2018, pp.654-657 (2018).
- (5) 小野田慎平、山村祐之、石川将輝、西脇裕作、岡田美智男: えっと、なんだっけ? ときどきモノ忘れをするロボット タクポー、エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2018, pp. 137-139 (2018).
- (6) 西脇裕作、岡田美智男: 言葉足らずなロボットが備える不完結さと人との関わりについて、計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2018, pp.SS13-13 (2018).
- (7) 岡田美智男: 周囲を味方にする 弱いロボット たちとその可能性、日本人形玩具学会設立 30 周年記念研究会 基調講演 (2018). 招待あり
- (8) 岡田美智男: 弱いロボット たちと考える関係論的なケアの可能性、日本認知症ケア学会教育講演 (2018). 招待あり
- (9) 岡田美智男: 弱いロボット たちと考える関係論的なケアについて、日本認知症学会 2018 年度関西地域大会 (2018). 招待あり
- (10) 岡田美智男: 弱いロボット の研究 人との関わりを指向するロボットとそのインタラクションデザイン、平成 30 年度中部地区医療・バイオ系シーズ発表会(2018). 招待あり
- (11) 西脇裕作、岡田美智男: 言葉足らずな発話 が備える共創的インタラクションを生み出す余地について、人工知能学会 第 82 回言語・音声理解と対話処理研究会

SIG-SLUD-B509-06 (2018).

- (12) 西脇裕作、岡田美智男：不完結な発話 の備える対話性について、日本認知科学会第34回大会発表論文集、pp.435-441 (2017).
- (13) Khaoula Youssef, Walid Boukadida and Michio Okada: ROBOMO: Effects of a Motivational Intervention to Address the Barriers During Science Learning, IEEE CIT-2017, pp.47-54 (2017). 査読あり
- (14) 山村祐之、西脇裕作、星野翔平、岡田美智男：Talking-Bones：ソーシャルなロボットによる関係発達論的な学びの場のデザイン、ヒューマンインタフェースシンポジウム2017、pp.641-644 (2017).
- (15) 松下仁美、星野翔平、香川真人、山村祐之、岡田美智男：Talking-Ally：非流暢性を伴う発話調整方略とその適応について、ヒューマンインタフェースシンポジウム2017、pp.909-914 (2017).

〔図書〕(計2件)

- (1) 岡田美智男：『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、総ページ数 264p、講談社 (2017).
- (2) 岡田美智男：『弱いロボット と人とのインタラクションにおける不便益、川上浩司編著：『不便益 - 手間をかけるシステムのデザイン』、総ページ数 224p、近代科学社 (2017).

〔産業財産権〕

出願状況 (計2件)

名称：ロボット

発明者：岡田美智男、長谷川孔明

権利者：国立大学法人豊橋技術科学大学

種類：特許

番号：特願 2018-088527

出願年：平成 30 年(2018 年) 5 月 2 日.

国内外の別： 国内

名称：対話型情報提示システムおよび対話型情報提供方法

発明者：西脇裕作、吉見健太、岡田美智男

権利者：国立大学法人豊橋技術科学大学

種類：特許

番号：特願 2016-234723

出願年：平成 28(2016)年 12 月 2 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)研究分担者

研究分担者氏名：柏崎秀子

ローマ字氏名：KASHIWARAZAKI Hideko

所属研究機関名：実践女子大学

部局名：生活科学部

職名：教授

研究者番号(8桁): 30221873