

令和元年6月10日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16480

研究課題名（和文）認知症ケアにおける遠隔操作アンドロイドの社会化と有効性に関する臨床哲学的研究

研究課題名（英文）Empirical and Philosophical Enquiries into Identity Development of Tele-operated Androids in Dementia Care

研究代表者

山崎スコウ 竜二 (Yamazaki-Skov, Ryuji)

早稲田大学・社会科学総合学院・講師（任期付）

研究者番号：10623746

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、ロボットメディアが人間に及ぼす影響とその性質を探ることを目的とした。介護現場におけるケーススタディを通して、アンドロイドロボットの存在による対話で、とりわけ適切な話題を用いることでより効果的に認知症高齢者の反応を引き出し、社会性を回復させる影響力が示された。またNPIスケールによる評価では、認知症の行動・心理症状（BPSD）の改善、介護負担度軽減の効果が示唆された。臨床の倫理的課題では、技術的に存在された主体の変容可能性への示唆を踏まえ、ロボットメディアの誘導的性質と関係的自由の可能性について考察し検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の電話機やICT技術は人の身体性、特に接触の契機を取り払い、認知症で認知能力が低下した人でも使える通信手段ではなかった。話し相手として認識しやすいデザインのアンドロイドロボットによるメディアコミュニケーション（ECT）は、認知症高齢者のデジタルデバイドを解消し、言語・非言語の両面で社会参加、包摂を促進するものである。本研究のメディアによる効果的な誘導法の研究は、質の高い遠隔ケアのコミュニティ創造を基礎づける意義がある。また、ロボットを介した人間の社会的認知の調節能力、心理・行動を誘導する潜在力を明らかにするとともに、誘導技術の臨床倫理を含む新領域「ロボットメディア論」を開拓する意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to investigate the influential nature of robotic media and the effects on human subjects. Our case studies indicate that older adults with dementia become more open and prosocial, thanks in part to robotic intervention, by using suitable conversational topics to catalyze patients' reactions more efficiently. According to NPI scores, an android robot could ameliorate BPSD in patients with anxiety, and appetite and eating change. Those results suggest that there is potential for leading older adults in a specific direction. We can expect their subjectivity to be led by robotic persuasion, sometimes even involuntarily. Regarding ethical implications, we pursued ways to enhance autonomy and discussed the freedom to adjust our relationship to technology. An explanatory approach to voluntary freedom is to pursue a way to respect the user's will. While still using that approach, we can also follow the feedback approach by balancing risk versus benefit.

研究分野：ソーシャルロボティクス、臨床哲学

キーワード：ロボットメディアコミュニケーション BPSD NPI NIRS ロボット回想法 誘導技術 ポスト現象学
臨床倫理

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

日本では高齢化が世界に例を見ない速度で進行し、今後も増加が見込まれる認知症高齢者の介護が重要性を増している。北欧福祉先進国などに学び、近年国内でも介護の現場に立脚した研究開発が行われるようになりつつある。社会的交流の不足は認知症発症の主要な要因の一つであることが知られており、高齢者の社会参加を支援するため、地域集会で司会進行などを行うロボットの社会実験が行われ始めた。ソーシャルメディア等のプラットフォームが発達し、若年者を中心にインターネット上のつながりが日常的に重要性を増し、今やオンラインでの社会性を抹消されることの重大性が議論されている。対して認知症の人をはじめとした高齢者のメディアを介した社会性の維持、回復支援の研究開発はまだその端緒についているところである。その上、認知症を抱える人のコミュニケーション支援に踏み込んで機器開発から実証実験まで行う研究は未だ多くはない。

認知症ケアでは、特に夕暮れの不穏や夜間の不眠などの認知症の行動・心理症状 (Behavioral Psychological Symptom of Dementia: BPSD) は当事者の不安や苦痛とともに、介護者の大きな負担にもなり、高齢者の介護を困難にする大きな要因の一つである。これに対し、他者との対話が認知症高齢者の精神的安定や行動障害の低減、意欲の向上、認知症の進行抑制などに効果的であることが注目され、実証的研究が求められている。だが、すでに人手不足の介護現場で日常的に対話の機会を設けることは困難である。解決案として、認知症高齢者の過去の写真共有とともにテレビ電話による遠隔対話を支援するシステムが提案されており、傾聴ボランティアとの遠隔対話により暴言などの不穏行動が抑制されたケースが報告されている。しかし、テレビ電話など通信メディアの形状自体が及ぼす影響を探り、コミュニケーション支援に取り組む研究は殆ど見られない。

2. 研究の目的

本研究では、認知症ケアの臨床の現場で人型のロボットメディアが人間に及ぼす影響とその性質を明らかにすることを目的とした。人に近い姿をした遠隔操作型アンドロイドロボットは、操作者とロボットとのハイブリッドな存在 (HP) として現れる特異なメディアである。背後に操作者がいることで人と同程度に対話ができるロボットが実際に社会の中でどのような存在として受け入れられ、人間に影響を及ぼしうるのかは未知のことが多い。本研究は、HP が今後日常的に現れ、社会的存在としてアイデンティティを形成しうる一つの有力な場面に高齢者ケアの現場を選び、人とのインタラクションにおける影響力を実証的に明らかにすることを狙った。そのため、(1) ロボットを媒体とした対話による高齢者への介入の効果を検証するとともに、(2) 対話活性化の機能を拡充する可能性を探りつつ、(3) ロボットメディアがもたらす臨床的課題についても検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 認知症高齢者が多く居住する複数の特別養護老人ホームに実験協力を得て、対話促進のため遠隔操作型アンドロイドロボット「テレノイド」を用い、短期的試行から中長期的に影響評価を行う実験を実施した。セラピーロボットの関連研究で用いられるペットロボット「パロ」は動物の代替であるが、テレノイドロボットは人の対話用で相互の交流を可能にし、抱きかかえて話す安心感や話しやすさはテレビ電話では得難い。通信メディアの形状自体が及ぼす影響を探り、コミュニケーション支援に取り組む研究は未だ限られ、世界的に見てとりわけ人に酷似した遠隔操作型アンドロイドロボットによる本研究のアプローチは、他に類を見ないユニークなものである。さらにロボットメディアを介した対話が認知症高齢者の心理・行動を誘導するうえで有効であるのか、その効果、手法、倫理を探究する一連の研究は皆無であり、本研究プロジェクトが新規性をもち、独創的な点である。

(2) 対話活性に向けてロボットの機能拡充を図る手法面の研究では、若年者、健常高齢者を対象に認知タスクの実施中や会話中の生体計測を行い、ロボット操作者にフィードバックを返すための基礎研究を行った。小型の近赤外線分光法装置 (NIRS 装置) を用いて前頭葉の脳血流量を測定し、話題の難しさに応じた血流変化が識別されるようにデータ処理を行い、難しい話題で話を聞いているのかを識別する手法等について検討した。生体情報をロボット操作者にフィードバックして判断材料を提供することは、高齢者の健康増進に向けて対話誘導法を構築することに寄与する意義がある。

(3) 高齢者の対話を促し、特定の方角へと心理・行動を誘導する効果的な方法と併せて、介護現場におけるロボットメディア活用の倫理的課題についても考察を加えた。従来の研究でベルモントレポートや研究倫理によってユーザの意思を尊重するアプローチを検討するとともに、ロボットの強みを活かした意思決定の尊重のあり方と誘導技術により **well-being** へと導く新たなアプローチについて検討を行った。さらに、新領域 **Robo-Philosophy** の開拓を先導するオーフス大学等海外の研究者とも議論して検討を進めた。

4. 研究成果

(1) ロボットを媒体とした対話による高齢者への介入の効果検証

人に近づいた物の似姿は「不気味の谷」と言われるように人の拒否反応を招く恐れもあり、慎重に試行を重ね、アンドロイドロボットに対する高齢者の反応を探るところから実験を開始

した。まず遠隔操作型アンドロイド「テレノイド」による遠隔コミュニケーションが認知症高齢者に親和的であり、愛着を引き出すとともに発話を活性化する作用を持つことが確かめられてきた。さらに最初は興味を示さず、テレノイドとのインタラクションが見られない認知症の人でも、一ヵ月程度の変化を辿ると徐々に行動変容が生じる観察結果が示された。被験者2名を対象とした予備的調査のケーススタディでは、テレノイドとのインタラクションを通じて、暴言等の強い BPSD を示す認知症高齢者が心理的安定や向社会的な言動を増加させる傾向が示され(図1)、さらに陽性・陰性の BPSD の改善につながる効果が期待される結果となった。

また、効果的な働きかけ方を比較検討し、ロボットの4条件(1. 無言、2. ラジオ(一方的な話しかけ)、3. 日常会話、4. 回想を促す会話)による認知症高齢者の注意の持続時間、発話数を比較した。その結果、全体として被験者5名がメディアとの相互作用に集中した時間は、条件4つまり回想条件の方が、条件2の一方的な話および条件3の日常会話よりも2倍以上長く注意を引き付けることができた(図2)。また、音声なしの条件1では殆ど集中も発言もなかったが、条件4での発言数は条件2および3と比べて1.5倍以上に及んだ。さらに、条件3で否定的な発言をしていた被験者も条件4ではムードを変えて肯定的な発言を続けた。これらの結果に基づく結論としては、個人史に関連する話題を適切に提供することにより、遠隔であってもロボットメディアを用いてコミュニケーションに肯定的な影響を及ぼすことが示唆されることから、認知症の症状改善に寄与することが見込まれる。回想に結び付いた個人の情報を活用する重要性が明らかになってきたことが一つの成果である。

回想を促すテーマに応じた高齢者の反応を検討する実験を進めた。対面と併せてロボットによるグループ回想法(認知症高齢者3名を一組とした二組)を週2回3週にわたって実施し、人が対面で接するのと同等のレベルでロボットメディアによる遠隔対話、回想のファシリテーションが可能であることがわかってきた。高齢者の発話を文字単位で N-gram に分割し分析する手法では、「よ」「ね」などの表現で、高齢者が人よりもロボットとの対話で親しい関係性を示す傾向も示唆された。

さらに特別養護老人ホームで中長期的実験を進め、不穏行動等の BPSD の評価尺度 NPI-NH を用いてテレノイドロボットによる継続的な対話の効果評価を行った。被験者5名を対象に調査はベースラインとなる実験開始前、中間で5週間後、最後に10週間後の実験終了時の3回実施した。結果、ベースラインと比較し、全被験者の BPSD トータルスコアは5週間後に有意に低下した(図3)。10週間後にも低下の傾向が見られるものの、ベースラインと比較して有意差は認められなかった。NPI サブスケールの比較では、ベースラインで3名の被験者が「不安」のスコアを得ていたが、全員減少して有意差が見られた。介護負担度に関しては、NPI-NH 被験者全体のスコアで、ベースラインと比較し5週間後に有意に減少する結果が得られた(図4)。しかし、ベースラインと比較し10週間後のスコアとの間には有意差は認められなかった。

こうした結果から、ロボットとの対話が BPSD の低減に寄与し、不安などの症状の改善を促す可能性が示唆され、さらに対話の継続によって介護負担度の低減をもたらす可能性も示唆された。しかし、継続的な対話を行うなかで、効果の持続性を強化する方策も必要とされる。

(2) 対話活性化の機能拡充

対話戦略構築に向けたフィードバックシステムの開発では、ロボットとの会話の難易度を定量化するための脳情報の解析手法を提案した。ニューロサイエンス研究では、比較的ノイズが乗りやすく近年小型化されてきた NIRS 装置を用いた人間の脳活動の解読が関心を集める。本研究では、小型 NIRS 装置を対話時の脳活動の測定に応用し、生体情報のリアルタイムフィードバックを受けた対話支援技術の基礎的な研究開発を目指した。

NIRS 装置で測れる脳血流量は、聞いている課題がその人にとって難しくなると次第に値が上昇する。話に必要な認知機能であるワーキングメモリに注目し、この能力を測る N-back 課題を異なる難易度で実施した。話題の難しさに応じた脳血流量の変化がはっきりと識別されるようにデータ処理を行い、難しい話題を聞いているかどうかを評価できる方法を提案した。提案手法は統計的に有意に優れた性能を示すことがわかった。

解析に時系列データの線形モデルが中心的な役割を果たすため、スロープと平均でデータを離散化する手法が考えられるが、その際どのような特徴量を用いるかは重要である。本研究はこれらの特徴量が NIRS データの情報を捉えるうえで次善であり、代替手法として時系列の微分エントロピーを用いた評価が適していることを提案し、その証拠としてワーキングメモリおよび会話時の NIRS データを用いた諸特徴量の比較結果を示した。

今後、誘導技術の発展を図るため、話者の反応や傾向を探るセンシング技術の活用を進めるとともに、認知症が進んだ人向けのメディアとしては、その人の関心の的となる情報の蓄積と操作者への提示が重要となり、さらに話せる話題を掘り下げて特定していく手法が必要になる。話せる話題の範囲を広げる健常者向けの対話誘導法に加え、限られた話題の中で話の広がりを生み出す対話誘導法の構築、メディア機能の実装が課題となる。

(3) ロボットメディアの活用に伴う臨床的課題の検討

高齢者の対話を促し、特定の方向へと心理・行動を誘導する効果的な方法と併せて、介護現場におけるロボットメディア活用の倫理的課題について考察を加えた。従来、技術に関する倫理の道具主義的アプローチでは、技術の影響が人に及ばないようにする倫理的配慮がなされる

が、対してポストヒューマニズム的なアプローチでは、倫理は技術との相互作用のなかで形成されると考えられる。本研究では、高齢者の自由の問題をめぐる事例検討から、外的影響のない自律的主体の自由に対して、技術的媒体とハイブリッドな主体にとっての自由の意味を問い、他者と出会う自由の事実性について論じた。

臨床の現場で顕在化しつつある問題状況を分析するなかで、メディア技術に介在された認知症高齢者の主体性の変容について、ロボットの介在による事例を踏まえて議論し、その誘導的性質について考察した。従来の研究でベルモントレポートや研究倫理によってユーザの意思を尊重するアプローチを検討し、さらに誘導技術がもたらすリスクとともに、むしろロボットの強みを活かした形での意思決定の尊重の仕方と併せ、well-being へと導くことで意思そのものを変えるように促すフィードバックアプローチを提案して論じた。

本研究で用いた上記のような誘導的技術の開発に伴う関係的自由の概念検討など課題についてポスト現象学的な観点から検討を加え、関連する各分野で学会発表を行って議論を進めた。さらに、Robo-Philosophy の国際的研究拠点、デンマークはオーフス大学哲学科のメンバーや、ドイツ等でパロやテレプレゼンスロボットの普及、研究を先導してきた研究者、実際にパロを日常的に利用する現場のスタッフらと議論して意見を交わし、ロボットメディアが一定の意味を持ち有効に機能しうるための社会的文脈、文化的背景の理論についても議論を重ねた。

日本文化論とロボットメディア論の接点としてイメージ喚起力を持つメタファー、コードの効力と条件について論じた。こうした議論を踏まえ、今後のロボットメディア論の開発でも、効果的にイメージを喚起し、調和的インタラクションを実現するための条件を明らかにしていく課題がある。また、コーディングとしての対話戦略や、そのなかでメディアが意味を持つところの文脈を含めた社会的デザインの検討を進めていくことが重要になる。併せて、ロボットの対話技術開発とともに収集・活用されるパーソナルデータの扱いに関しては、プライバシーの議論にとどまらず、人間の自律性や自由、主体性をめぐる議論を進めることが求められる。今後は誘導的メディア技術がもたらす意思変容がいかにより正当化されるのか、その道徳的要件を検討するなかで、とりわけ認知症の人の意思尊重を支援するシステム、そして AI エージェントによる自己決定の代理技術が持つ含意、技術設計と評価の民主的な仕組みについて国際的な議論の場づくりも含めて検討を行う予定である。

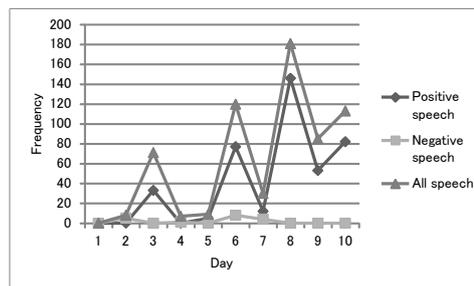


図 1. 経時的変化の調査例：ロボットに対する認知症高齢者のポジティブな発話の増加

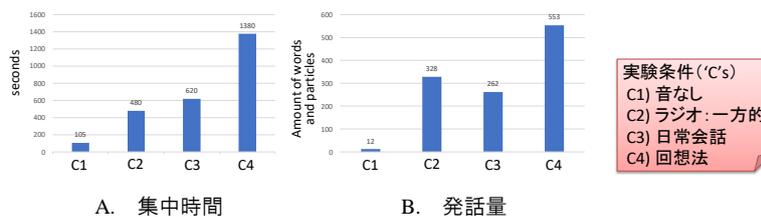
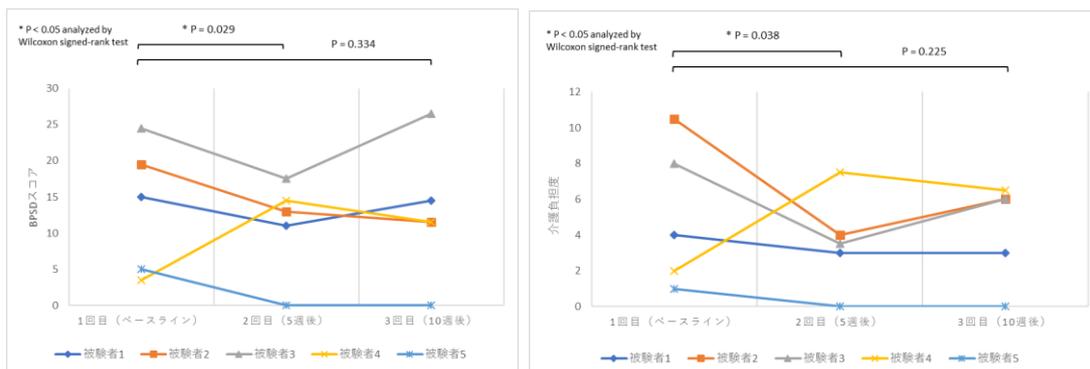


図 2. 対話活性の条件探索：適切な話題の提供



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

- ① 山崎竜二, 「認知症ケアにおける高齢者の自由と社会性の検討: ロボットメディアによる主体性の再構築に向けて」, Vol.25, pp.118-135, ソシオサイエンス, 査読有, 2019年3月.
- ② Soheil Keshmiri, Hidenobu Sumioka, Ryuji Yamazaki, Hiroshi Ishiguro, “Multiscale Entropy Quantifies the Differential Effect of the Medium Embodiment on Older Adults Prefrontal Cortex During the Story Comprehension: a Comparative Analysis,” *Entropy*, 査読有, Vol. 21, Issue 2, pp. 1-16, February 2019. DOI: 10.3390/e21020199
- ③ Ryuji Yamazaki, Shuichi Nishio, Hiroshi Ishiguro, Hiroko Kase, “Use of Robotic Media as Persuasive Technology and Its Ethical Implications in Care Settings,” *Journal of Philosophy and Ethics in Health Care and Medicine*, 査読有, No.12, pp.45-58, December 2018.
- ④ Soheil Keshmiri, Hidenobu Sumioka, Ryuji Yamazaki, Hiroshi Ishiguro, “Differential Entropy Preserves Variational Information of Near-Infrared Spectroscopy Time Series Associated with Working Memory,” *Frontiers in Neuroinformatics*, 査読有, Vol. 12, Article 33, pp. 1-18, June 2018. DOI: 10.3389/fninf.2018.00033
- ⑤ Ryuji Yamazaki, Masahiro Kochi, Weiran Zhu, Hiroko Kase, A Pilot Study of Robot Reminiscence in Dementia Care, *International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering*, 査読有, Vol. 12(6), pp. 230-234, June 2018.

〔学会発表〕(計 11 件)

- ① Ryuji Yamazaki, Ethical Implications of Robot Reminiscence for Older Adults: Constitution of Moral Subjectivity with Technological Mediation, *Proceedings of the International Reminiscence and Life Review Conference*, 査読有, p.54, Boston, USA, November 2018.
- ② Ryuji Yamazaki, A Study on Management of Technological Knowledge to Promote Older Adults' Freedom in Dementia Care, *Program Book of the Geological Society of America Annual Meeting (GSA)*, 査読有, p.118, Boston, USA, November 2018.
- ③ 山崎竜二, ロボットメディアによるソーシャルデザイン, アートミーツケア学会大会要旨集, 査読無, p.19, 女子美術大学杉並キャンパス, 2018年11月.
- ④ 山崎竜二, ソーシャルロボットのデザインにおけるコーディング, アートミーツケア学会大会要旨集, 査読無, p.23, 女子美術大学杉並キャンパス, 2018年11月.
- ⑤ Marco Nørskov, Ryuji Yamazaki, “Android Robotics and the Conceptualization of Human Beings: The Telenoid and the Japanese Concept of Nature,” *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications: Proceedings of Robo-Philosophy 2018 / TRANSOR 2018*, IOS Press, 査読有, pp. 238-246, November 2018.
- ⑥ Ryuji Yamazaki, “Social Design for Sustainable Care Systems,” International Young Innovators Summit 2018 - Innovation Today for The Better Future, Tokyo, Japan, October 2018 [Invited talk].
- ⑦ Soheil Keshmiri, Hidenobu Sumioka, Masataka Okubo, Ryuji Yamazaki, Aya Nakae, Hiroshi Ishiguro, “Potential Health Benefit of Physical Embodiment in Elderly Counselling: a Longitudinal Case Study,” *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2018)*, 査読有, Seagaia Convention Center, Miyazaki, October 2018.
- ⑧ Soheil Keshmiri, Hidenobu Sumioka, Ryuji Yamazaki, Masataka Okubo, Hiroshi Ishiguro, “Similarity of Impact of Humanoid and In-Person Communication on Frontal Brain Activity of Elderly Adults,” *Proceedings of the 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2018)*, 査読有, Madrid, Spain. October 2018.
- ⑨ 山崎竜二, ロボットメディアによる心理・行動誘導技術の開発: 高齢者の対話を促す言語・非言語情報の活用, 早稲田大学データ科学総合研究教育センター第3回シンポジウム, 査読無, 2018年7月.
- ⑩ 山崎竜二, 介護ロボット開発の現状—日本・デンマーク・ドイツ, NPO 法人高齢者を支える学際的チームアプローチ推進ネットワーク「ミシガンネット」, 聖路加国際大学, 2018年1月 (招待講演).
- ⑪ 山崎竜二, 認知症ケアにおけるロボットメディアを用いた対話誘導技術と倫理的課題, 日本医学哲学・倫理学会大会予稿集, 査読無, p. 24, 2017年11月.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※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、研究者個人に帰属されます。