

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：82404

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2019～2022

課題番号：19KT0004

研究課題名（和文）かかわり合いの機器におけるオラリティの活用とその影響に関する実証的研究

研究課題名（英文）Field-based research on relationship technologies involving orality way of thinking

研究代表者

井上 剛伸（Inoue, Takenobu）

国立障害者リハビリテーションセンター（研究所）・研究所 福祉機器開発部・研究部長

研究者番号：40360680

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、かかわり合いの機器を対象とし、オラリティを核とした機器と人とのコミュニケーションに求められる要件を示すことを目的とした。情報支援ロボットを用いた音声による情報提示、電動車椅子の走行時の注意喚起、居室空間の散らかり度合いのモニタリング機器に関して検討を行い、伝わりやすく、かつ過干渉にならない情報提示方法を確認することができた。これらの結果から、オラリティの考え方は、かかわり合いの機器の開発や利用において、その具体的な方策を考えるために重要であることが示された。また、オラリティの知見を生かしたかかわり合いの機器の利用は、利用者の感情に影響を及ぼすとともに、人の行動を促すことも示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、かかわり合いの機器という新たな概念を研究対象とし、オラリティの視点から、人と機器の適切な関係を導き出すという点で、福祉機器工学における新しい学術的意義を提供する。また高齢化や障害の重度化、という社会的な課題に対する技術的な解決策を提供する点において、社会的意義も満たしている。今後DXやAIといった新たな技術が急速に普及することが現実味を帯びている中、それらの技術と利用者そして支援者の関係を適切に構築することが、より一層求められる時代になる。本研究で得られた知見はそのような課題に対しても、役立つ知見を提供することができる。

研究成果の概要（英文）：This study aims to show the requirements for communication between technologies and persons in terms of the orality concept, targeting Relationship Technologies. It was confirmed the method of informative presentation that is easy to understand and does not over interfere through consideration of the information presentations by the speech with the information support robots, the alerts for electric wheelchairs while driving, and the devices monitoring the degree of clutter in living rooms. These results show that orality thinking is important for considering specific measures in the development and utilization of Relationship Technologies. It was also shown that the use of Relationship Technology based on the findings of orality can encourage people's behaviour and influence users' emotions.

研究分野：福祉機器工学

キーワード：支援機器 オラリティ ユーザーインターフェース ロボット 電動車椅子 高齢者 居室の散らかり

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2010年にデンマーク国家生命倫理委員会から人とソーシャルロボットに関する勧告が発表された。ソーシャルロボットは、人とかわり、社会との関係を支援するロボットで、その中で Relationship Technology (かわり合いの機器)とは「人間が機器に対して感情的・社会的かわり合いを持つ結果として有用な効果を有する機器」と定義されている。申請者が研究対象としている支援機器は、これまでの車椅子、移乗用リフトといったいわゆる福祉用具から、ロボット技術やIoTなどの技術の導入により、新しい分野へと成長しつつある。さらに、この分野では近年、情報を受け取りやすくするために擬人化したコミュニケーションロボットを用いたり、個人の履歴に基づき音声で支援情報を提示したり、推定リスクに応じて声色(音量や語調など)を変化させる機能などの技術応用が進められている。

コミュニケーションロボットや人型のロボットが人間や社会に与える影響については、工学や社会心理学の分野で古くから議論されている。近年では、認知症高齢者や発達障害などの領域においても活用が進んでおり、リハビリテーションの分野でも一定の成果が出つつある(Tomasello M. 2002, Wada K. 2007, Kumazaki H. 2017)。さらに、AIなどのビッグデータビジネスの普及により、利用者の生活行動データベースを用いて積極的に情報やサービスを提供するような「お節介ロボット」などが提案、実装されつつある(総務省 未来イメージ「15の生活シーン」)。

しかし、こういったかわり合いの機器に属する製品が市場に出てくる一方で、これらの機器に関する倫理的な懸念事項に関しての議論、必要性や依存性に関する検討が殆どなされていないのが現状である。

### 2. 研究の目的

支援機器や介護ロボットの分野では、人間が機器に対して感情的・社会的なかわり合いを持つことにより効果を発揮する「relationship technology (かわり合いの機器)」が注目されている。人間が機器に対して何らかのかわり合いを持つためには、機器からの働きかけ(干渉)が重要な役割を担う。機器からの適切な干渉は安心感や信頼感、適度な依存心を生み出し、一方で過剰な干渉は、利用者に苛立ちを与え、利用者の自立心を損なう可能性がある。また、この機器は人間関係の仲裁的役割を担い、支援者の心理的負担や被支援者の自立心にも影響を与える。このような、支援が必要な人々の心理的・精神的安定に深く影響を及ぼす可能性のある支援機器のあり方が新たな課題となっている。本研究ではこの干渉度合いを制御することで心地よい有用性と依存性のバランスを作り出せるのではないかと考え、利用者に福利をもたらす、人々の関係性に介入し人々の寛容さを最大限に引き出す、オラリティをベースとしたかわり合いの機器の機能や要件を、実証的に明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

Relationship Technology (かわり合いの機器)とは「人間が機器に対して感情的・社会的かわり合いを持つ結果として有用な効果を有する機器」と定義されている(デンマーク王立生命倫理委員会)。本研究では、人と支援機器のオラリティを核としたコミュニケーションに求められる姿とは何か、を学術的問いとし、人と機器、人々の関係と機器の下記に示す2つの問いに大別し、それぞれの目標を設定した上で「かわり合いの機器」について議論していく。

#### (1) (人と機器)利用者(被支援者)の福利に有益である、かわり合いのオラリティ・ユーザインタフェースの要件

生活や行動への干渉や依存は、かわり合いの機器においては福利となる一方で、情報や支援の与えずぎ(過干渉)や頼りすぎ(依存)など程度によっては不利益となることがある。ここでは、支援情報の質や量と利用者の利益、またその要素は何であるのかを明らかにするため、日常生活で使用するかわり合いの機器として、情報支援ロボットと電動車椅子の操作教育システムに着目し、「依存」と「過干渉」に対する利用者の特性を明らかにする。

情報支援ロボットと依存：情報支援ロボットの長期使用により依存状態に至った事例を分析し、依存の要因をオラリティの観点から分析する。

電動車椅子の操作教育システムと過干渉：音声による操作支援の行動干渉程度を変化させ、過干渉の状態を作り、利用者の受容性をオラリティの観点から明らかにする。

#### (2) 支援する者の寛容さを発揮できるかわり合いの機器の要件

かわり合いの機器は、「人による支援」や「人と人との関係性」の間に存在しうる媒体の役目を果たすことを考慮し、支援者の本来持ちうる寛容さを発揮するための機器の機能を明らかにする。ここでは、行動支援と人間関係の変化、情報支援と人間関係の改善に着目し、支援者と被支援者の人間関係がどのように変化していくのかをオラリティをベースに観察・分析する。

行動支援と人間関係の変化：コミュニケーションロボットによる行動支援を実施し、高齢者と支援者のかわり合いの変化、関係性の変化を分析する。

情報支援と人間関係の改善：居室空間の散らかり度合いを定量的に評価するシステムを用いて、片付けに関する支援者との関係性の改善を図るデバイスの機能要件を示す。

### (3) オラリティを核としたかかわり合いの機器に関する総合的な議論

分析結果に基づき、オラリティの観点からかかわり合いの機器に求めるべき姿、オラリティ・ユーザインタフェースの要件、人と機械や人と社会における倫理的課題について議論する。

## 4. 研究成果

(1) 利用者(被支援者)の福利に有益である、かかわり合いのオラリティ・ユーザインタフェースの要件：

情報支援ロボットからの情報提示において、認知機能に低下のみられる利用者に対して、段階をおった作業の指示により、作業遂行が確実にすることを示した。情報支援ロボットの6ヶ月利用における高齢者(被支援者)10名の発話から、ロボット導入前後で、感謝に関する発話が増加することが示された。また、情報支援ロボットの利用状況に関して、6か月の音声データが取得可能であった高齢者(被支援者)の解析から、時間経過とともに発話頻度が増加することが示された。

電動車椅子の走行時注意喚起システムでは、電動車椅子の走行時注意喚起システムとしてビープ音を用いたジョイスティック操作に対する警告アルゴリズムを試作した。これまでの研究成果にもとづき、危険操作を検知するための特徴量として操作角度変化量を用いた。警告条件の検討のために、複数の閾値を比較し、適正な値の範囲を定めた。また、ジョイスティックの操作状態を推定する手法を開発し、車体構造を反映した剛体モデルを適用することで、大きな路面傾斜で生じる推定誤差を改善することができた。さらに、ジョイスティックの操作状態を推定する手法を開発し、操作データの計測値を用いたクラスタリングより走行パターンの判別が可能であることを示し、注意喚起が必要な状況の把握を実現した。

(2) 支援する者の寛容さを発揮できるかかわり合いの機器の要件：

かかわり合いの機器と支援者に関する実態を把握するために情報支援機器を含めた認知機能を支援する機器の利用状況に関するアンケート調査を実施した。その結果、認知機能支援機器は認知機能低下に対する支援として必要と認識されているも、導入・利用経験のないリハビリテーション専門職もみられ、支援機器により利用状況や認知度も異なることが示された。また、専門職にインタビュー調査を実施した結果、利用対象者の認知特性に加え、情報支援機器への興味、生活環境を踏まえた検討が必要であり、これらの評価・介入を円滑に進めるためには、専門職が必要とする情報が不足していることが課題として示された。

コミュニケーションロボットに対する高齢者(被支援者)の発話をICレコーダにより記録し、音声データからトランスクリプトを作成した。5名の利用者の情報支援ロボット導入後1か月、2か月目のデータの量的結果から、情報支援ロボットに対する発話頻度、総発話時間に変化はみられなかった。利用者の機器に対する反応の経時的変化を質的データから解析するため、トランスクリプトを基に、情報支援機器に対する発話にラベリングを行った。また、高齢者を支える地域の支援者との意見交換を行い、情報支援ロボットの効果的な活用やその際の地域住民の役割分担について実装可能なモデルを構築した。中等度の認知症のある高齢者を対象とした、在宅環境でのコミュニケーションロボットの利用から、本人にとって、ロボットと「対話している」という経験が構築される条件として、家族や介護専門職の存在が重要な因子になっていることが示された。また、在宅環境でのコミュニケーションロボットの利用事例2例を分析し、ロボットと「対話している」という経験が構築される条件として、家族や介護専門職が本人とともにそのリアリティを共有していること、また認知機能状態と本人の心理状態を、家族以外の関係者へ説明できていることが重要な因子になっていることが示された。

居室状況のセンシングデバイスについては、数種類のスマートフォンを用いて、サンプルとなる居室データ取得を行った。また、数種類のタブレット端末の中から、対象機種を選定し、居室データ分析に必要なソフトウェアの検討を行った。さらに、これまで手動で行われていた前処理の一部を自動化するために新たなアルゴリズムの開発と居室の片付けに関する認知行動療法に関するシステムの提案を行った。

(3) オラリティを核としたかかわり合いの機器に関する総合的な議論：

加齢に伴う認知機能の低下と情報支援ロボットを用いた音声による情報提示、および電動車椅子の走行時の注意喚起に関して検討を行い、伝わりやすく、かつ過干渉にならない情報提示方法を確かめる事ができた。この点は、かかわり合いの機器の開発や利用場面において、オラリティの考え方や具体的な方策を考える上での重要な知見となる。また、それぞれの開発事例を基に議論を進めた結果、オラリティの知見を生かしたかかわり合いの機器の利用は、利用者の感情に影響を及ぼすことが示された。さらに、機械による自動的な介入ではなく、人側に情報を伝え行動を促すことの重要性も指摘され、センシングデータに基づくオラリティ・インタフェースの重要性も示された。このように、機器の支援のみではなく、支援者も巻き込んだ高齢者との関わりの重要性が示されたといえる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 井上剛伸	4. 巻 -
2. 論文標題 福祉工学	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 医用工学ハンドブック	6. 最初と最後の頁 437-456
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 Mizuno Jumpei, Saito Daisuke, Sadohara Ken, Nihei Misato, Ohnaka Shinichi, Suzurikawa Jun, Inoue Takenobu	4. 巻 18
2. 論文標題 Effect of the Information Support Robot on the Daily Activity of Older People Living Alone in Actual Living Environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 2498 ~ 2498
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18052498	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 Mizuno Jumpei, Sadohara Ken, Nihei Misato, Onaka Shinichi, Nishiura Yuko, Inoue Takenobu	4. 巻 -
2. 論文標題 The application of an information support robot to reduce agitation in an older adult with Alzheimer's disease living alone in a community dwelling: a case study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hong Kong Journal of Occupational Therapy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/15691861211005059	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 Nishiura Yuko, Nihei Misato, Takaeda Kana, Inoue Takenobu	4. 巻 -
2. 論文標題 Comprehensible instructions from assistive robots for older adults with or without cognitive impairment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Assistive Technology	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/10400435.2021.1893236	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 硯川潤	4. 巻 245
2. 論文標題 日本のまちのバリアと課題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MB Med. Reha.	6. 最初と最後の頁 92-94
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4件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 川崎めぐみ、西浦裕子、井上剛伸
2. 発表標題 認知機能支援機器の利活用に関するインタビュー調査：課題及び有効な支援について
3. 学会等名 第56回日本作業療法学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上剛伸
2. 発表標題 認知症・MCIと福祉用具－支援機器の紹介と今後の展望－
3. 学会等名 みえ福祉用具フォーラム2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川崎めぐみ、西浦裕子、水野純平、井上剛伸
2. 発表標題 国内における認知機能支援機器 の利用実態調査
3. 学会等名 第45回日本高次脳機能障害学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上剛伸, 大中慎一
2. 発表標題 高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発
3. 学会等名 ジェロントロジー・アカデミー (招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	二瓶 美里  (Nihei Misato)  (20409668)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授   (12601)	
研究分担者	硯川 潤  (Suzurikawa Jun)  (50571577)	国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・福祉機器開発部・研究室長   (82404)	
研究分担者	水野 純平  (Mizuno Jumpei)  (60822286)	京都大学・人間・環境学研究所・特定研究員   (14301)	

	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
研究協力者	間宮 郁子  (Mamiya Ikuko)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	西浦 裕子  (Nishiura Yuko)		
研究協力者	川崎 めぐみ  (Kawasaki Megumi)		

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