

〈学内共同研究報告（論文）〉

IT による介護現場の QOL 向上を目指した開発研究

坂本 美枝・鈴木 範子・松浦 真理子・長沼 将一・
土屋 陽介・前野 譲二・加藤 泰久・高木 美也子

Abstract 現在、コミュニケーションロボットの開発は進んでおり、介護施設への導入も始まっている。利用者・職員からは効果に関する肯定的な評価も得られているが、費用や操作・運用面からの課題も多く、費用対効果の向上や、介護施設全体でコミュニケーションロボット関連技術の理解力・活用力を伸ばすための組織的な取り組みも求められている。コミュニケーションロボットとの交流については、高齢者の脳血流量と脈拍数を測定して状態を推察した。高齢者によるロボットの音声認識は精度が低いため利用せず、WOZ 法¹⁾を用いた。介護記録の音声入力アプリ開発においては、外国人介護従事者でもなるべく簡単に、スマホアプリで介護記録が記入でき、母語による記述内容の確認等もできる機能を提供することで、介護記録の入力支援を行うだけでなく、合わせて、日本語の学習も可能とするスマホアプリのモックアップを作成した。今後は介護事業所自身で、管理・運営ができ持続的に活用可能なアプリケーションシステムの開発を進める。

キーワード：高齢者，ロボット，対話支援，介護業務支援，QOL（生活の質）

1. はじめに

本稿は、2018 年度学内共同研究助成対象（2018 年 7 月 1 日～2019 年 3 月 31 日）となった「ロボットによる高齢者とのコミュニケーション支援開発研究」（研究代表者：高木美也子）の研究報告書としてまとめたものである。2018 年 4 月に新設された東京通信大学は人間福祉学部と情報マネジメント学部の 2 学部から構成されており、両学部の教員有志から介護の現場を IT 技術で効率化できないかという発想が提起され、研究課題として設定することとした。

平均寿命が女性 87.32 歳、男性 81.25 歳（2018）という超高齢化社会の日本では、介護人材のニーズは高く、有効求人倍率 3.21 倍（2017）であるが、高齢者をサポートする介護職員は肉体的にも精神的にも消耗するという側面があり、73%が勤続 3 年未満で離職するという²⁾。このような状況下で、忙しい介護職員が高齢者と会話をする時間は限られ、認知症・うつ病の予防に重要な要素であるコミュニケーションの機会は十分ではない。このため介護職員の代替として、いくつかの日本企業によってコミュニケーションロボットの開発が進められているが、導入がうまくいっているとはいえない。また様々な介護業務の中で、介護記録の記入は勤務時間外に行われることが多く、超過勤務のひとつの原因となっている。本研究グループでは、介護現場におけるこれらの問題点に焦点を当てて IT 技術で解決を図るべく、取り組むこととした。

2018年度学内共同研究助成期間は8か月間で、本稿に記載した研究はパイロットスタディの域を出ていない。従って2019年4月から新規に助成されているJSPS科研費19K113961、及び財)生存科学研究所 自主研究事業によって、さらに多くの高齢者に実験に参加してもらいデータを収集し、同研究を発展させてゆく所存である。

なお、調査・実験の実施に当たっては、研究者らの所属機関の倫理審査委員会の承認を得ている。

2. コミュニケーションロボットの現状と課題

ロボットとは、「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」であるが³⁾、このうち、ロボット技術が応用され、利用者の自立支援や介護者の負担の軽減に役立つ介護機器を介護ロボットと呼んでいる⁴⁾。さらに、本稿では、介護との関係で「コミュニケーションを目的もしくは手段とする」ために用いるロボットを総称してコミュニケーションロボットとする定義を用いる⁵⁾。

コミュニケーションロボットに関して言えば、現在さまざまな開発が進められており、すでに多数のコミュニケーションロボットが市販されている。非人型・人型に分けて、代表的なものを挙げる。

非人型のコミュニケーションロボットとしては、まず、柴田らが開発したアザラシ型メンタルコミュニケーションロボット「パロ」(図2-1)がある。パロは、「認知症患者のBPSD(周辺症状)を中心とするさまざまな問題に効果を有するロボットとして、世界的にデファクトスタンダード化している」もののひとつである⁶⁾。認知症の他にも、発達障害、精神障害、高次脳機能障害、ガン等の患者に対する非薬物療法としてのセラピー効果が示されている。パロは、不安、うつ、痛み、孤独感、睡眠の改善といったセラピー効果があり、2009年にFDA(アメリカ食品医薬品局)から神経学的セラピー用医療機器Class IIの承認を得ている⁷⁾。また、ソニーが開発したaibo(図2-2)も、国立成育医療研究センターとの共同研究に用いられ、小児医療現場における長期療養中のこどもに与える癒し効果を検証中である⁸⁾。

介護現場に導入が進められている人型のコミュニケーションロボットには、Pepper(ソフトバンク)(図2-3)、Palro(富士ソフト)(図2-4)、Sota(ヴイストン)(図2-5)などがある。これらのロボットは会話能力を有するが、現時点では、まだ、人とスムーズに会話できるレベルに達していない⁹⁾。その一方で、これらの人型コミュニケーションロボットは、体操や歌唱などを行うことで、介護施設等でのレクリエーションで活用されている。

本章では、1節で、総務省による調査と厚生労働省による調査から、一般的現状と課題についてレビュー結果を述べる。2節では、研究者らが行った介護施設へのコミュニケーションロボット導入に関するインタビュー結果を報告する。さらに、当該施設へのインタビュー結果等による知見を基に、コミュニケーションロボットの普及に向けた課題について考察する。



図 2-1 パロ



図 2-2 aibo



図 2-3 Pepper



図 2-4 Palro



図 2-5. Sota

2.1. 総務省・厚生労働省が行った調査結果

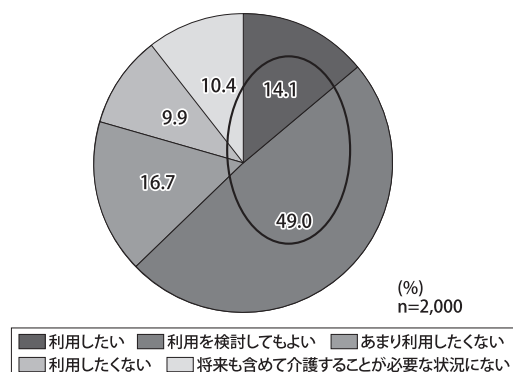
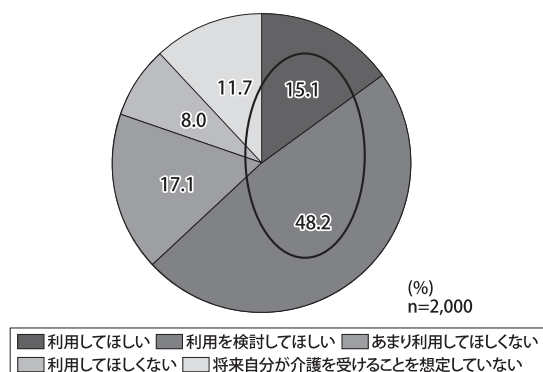
2.1.1. 介護・コミュニケーションロボットの利用意向と望ましい形態

総務省が一般消費者を対象に、介護・コミュニケーションロボット等に関する利用意向を調査した結果を以下にまとめる⁹⁾。

(1) 介護ロボットの利用意向

自分が「介護する側」になったと想定した場合の利用意向としては、「利用したい」「利用を検討してもよい」との回答は 63.1%であった（図 2-6）。

自分が「介護される側」になったと想定した場合の利用意向としては、「利用してほしい」「利用を検討してほしい」との回答は 63.3%となり、上記の「介護する側」の利用意向とほぼ同様の結果であった（図 2-7）。

図 2-6 介護する側のロボットの利用意向⁹⁾図 2-7 介護される側としてのロボットの利用意向⁹⁾

コミュニケーションロボットの利用意向については、「利用したい」「利用を検討してもよい」との回答は 46.3%となり、介護ロボットと比較すると数値は低いものの、半数近くの回答者が利用を肯定的に捉えていた（図 2-8）。

(2) コミュニケーションロボットの望ましい形態

望ましいコミュニケーションロボットの形態については、5つのカテゴリー（「人型（人間そっくり）」「人型（人間そっくりではない）」「動物型（犬や猫など）」「用途に合わせた機械的形態」「形態にはこだわらない」）に分けて問われた。回答は「形態にはこだわらない」が 29.2%、「動物型（犬や猫など）」が 24.3%、「人型（人間そっくり）」が 22.6%、「人型（人間そっくりではない）」が 21.9%、「用途に合わせた機械的形態」が 20.1%となり、どのカテ

ゴリーについても、あまり差は見られなかった（図 2-9）。

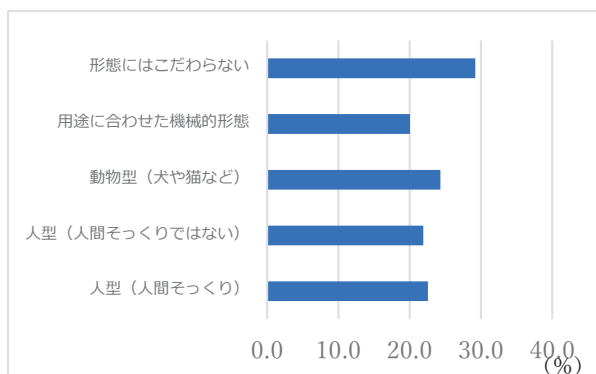
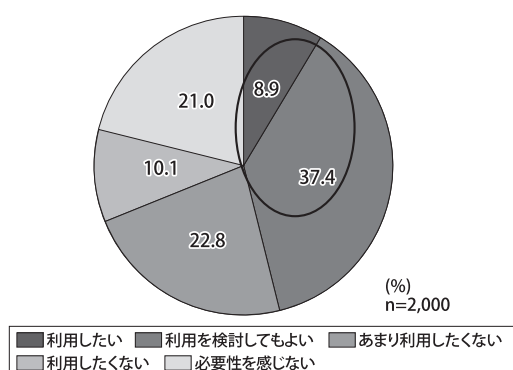


図 2-8 コミュニケーションロボットの利用意向⁹⁾ 図 2-9 望ましいコミュニケーションロボットの形態⁹⁾

2.1.2. 介護現場へのコミュニケーションロボット導入とその効果・課題

前項で述べたように、コミュニケーションロボットの利用意向はかなり高いことが示されている。それでは介護現場への実際の導入状況はどのようになっているだろうか。厚生労働省が行った「コミュニケーションロボットの効果実証」に関する調査結果を以下にまとめる¹⁰⁾。

(1) 介護現場へのコミュニケーションロボット導入のきっかけ

介護現場へのコミュニケーションロボット導入のきっかけは、「施設長の判断」が 36.9%、「助成・補助があった」が 33.8%、「理事長（経営層）の判断」が 26.6%であった。

(2) 介護現場へのコミュニケーションロボット導入効果・感想

介護施設・事業所の利用者が感じるコミュニケーションロボットの導入効果・感想については、「自分の心身の衰えの防止につながる」が 25.0%、「自分が介護者に気を遣わなくてもよい」が 21.4%、「最先端の機器を用いた介護が受けられる」が 13.1%であった。

一方で、職員が感じるコミュニケーションロボット導入効果・感想については、「利用者とのコミュニケーションやケアの時間が充分に取れる」が 42.7%、「気持ちに余裕ができる」が 32.4%、「精神的負担（ストレスなど）の軽減」が 20.9%であった。

(3) 介護現場へのコミュニケーションロボット導入の課題

コミュニケーションロボットを導入している施設・事業所では、導入後の課題として「導入費用が高額」が 56.9%と最も高い数値を示し、次いで「研修や使い方の周知が必要」が 35.4%、「機器のメンテナンスが大変」が 29.2%であった。

他方、コミュニケーションロボットを導入していない施設・事業所では、導入していない理由として、「導入費用が高額」が 48.1%、「研修や使い方の周知が必要」が 25.7%、「機器に関する情報が少ない」が 24.5%であった。導入後の課題と同様に、「導入費用が高額」ならびに「研修や使い方の周知が必要」の割合が高かった。さらに、導入するには「情報が少ない」という判断があったこともわかった。

2.2. 「社会福祉法人 シルヴァーウィング 新とみ」におけるインタビュー結果

前節では、総務省と厚生労働省が行った調査から、「コミュニケーションロボット等に関する利用意向」と、「コミュニケーションロボットの効果実証」の動向を概観した。

本節では、平成 25 年から 2 年間、東京都の課題解決型雇用環境整備事業の一つである「高齢者福祉サービス業界雇用環境改善プロジェクト」に取り組んできた社会福祉法人 シルヴァーウィング「特別養護老人ホーム 新とみ」（以下、「新とみ」とする）の施設長に行ったインタビュー結果を報告するⁱⁱⁱ⁾。インタビュー時の会話（データ）は『 』で示した。

2.2.1. 介護現場へのコミュニケーションロボット導入とその効果・課題

(1) 介護現場へのロボット導入のきっかけ（施設長へのインタビューから）

「新とみ」が最初に介護ロボットを導入したのは、法人が規模を拡大していく中で、職員の就労環境を整えたいとの経営層の意向があり、高齢者福祉サービス業界雇用環境改善プロジェクトに応募し、採択されたことがきっかけである。

(2) 介護ロボット導入に対する反応と対策（施設長へのインタビューから）

「新とみ」では、現在、「移動介助機器」、「移動支援機器」、「見守り支援機器」、「コミュニケーションロボット」、「軽労化」の介護ロボット、その他多数の機能訓練用機器を導入している。

介護ロボット導入に対する施設利用者および家族の反応については、

『地域柄かもしれませんが（注：「新とみ」は東京都中央区に設置されている）、ロボットの導入に対する否定的な意見を耳にすることはありません。デイサービスの利用者からは、最新の機器が入っている施設なのでこの施設を選んでいると言われることが多く、賛同されています』

とのことであった。都市部にある施設であるため、利用者・家族ともに「最新の機器を使用したサービス」に対する期待が高いことがわかる。

対照的に、介護ロボット導入に対する職員の反応は、

『導入当初は、最悪でした。職員がロボット導入に抵抗を示した理由をヒアリングしたところ、価値観のみではなく、使い方が複雑、壊したら怖いということも挙げられました』

対策としては、

『なぜ、施設に機器を導入するかについて、現場職員に納得してもらえるように説明を行うとともに、現場職員からなるロボット委員会を組織化し、ロボット利用が有効であろうと判断した業務について、いつ・どのようにロボットを使用するか、施設独自でマニュアルを作成しました。（ロボットを効果的に業務に活かすことができたという）成功体験を積むことで、ロボット利用に対する抵抗感が薄れていったようです。さらに、使い勝手の悪い点をメーカーにフィードバックし、改良される経験を積むことで、職員の中に未来の介護に貢献しているという意識が芽生え、現在では自分たちが作り上げたマニュアルに沿ってロボットを活用しています』

とのことであった。

(3) コミュニケーションロボットの現状（施設長へのインタビューから）

「新とみ」では、開設当初から今日まで、「動物型（犬・猫など）」(2.1.1 で述べた総務省調査のカテゴリー分類に則っている。以下同)のパロと aibo, 「人型（人間そっくりではない）」の Pepper, Palro, Sota のコミュニケーションロボットを導入している。コミュニケーションロボットの導入は、AMED（国立研究開発法人 日本医療研究開発機構）の公募に採択されたことがきっかけである。

以下に、各々のコミュニケーションロボットの現状についてインタビューした内容をまとめる。

パロは、認知症高齢者の多動の緩和に役立っている。認知症により会話が困難な状態にある場合は、「声・言葉」は、「疲れ」「不安感」「イライラする」といった状態を招きやすい。パロは鳴き声を上げて反応するが、言葉を発するわけではないので、その点が認知症高齢者に受け入れられやすい。多動な認知症高齢者にパロを用いると、落ち着いて徘徊等が収まる。パロを抱いて寝ることもあるとのことである。

aibo については、施設においては本来の使用方法である床で aibo を自由に動かすことは難しいため、テーブルの上で、フラフープを重ねた囲いの中に入れて用いているなど工夫をしている。aibo が動いているのを見ている利用者間で会話が生まれるなどの効果が確認されている。

これら、動物型コミュニケーションロボットは、会話は行わないが、呼びかけに反応し、抱きかかえると喜んだりするほか、人間の五感を刺激する豊かな感情表現や動物らしい行動が人を和ませ、セラピー効果をあげているものと考えられる⁷⁾。

次に人型コミュニケーションロボットであるが、まず Pepper は、デイサービスで体操や歌唱などレクリエーション時に利用されている。帰宅間際の職員が忙しい時には、利用者も不穏になりやすいが、その時間帯に Pepper を用いることで、利用者の不穏症状の緩和に役立っている。課題は、フリーズした際の操作に対応できる職員が少ないことであり、対応できる職員が勤務している時に用いているとのことであった。

Palro は、施設利用者と 1 対 1 のコミュニケーションは難しく、業務を行いながら、利用者とコミュニケーションロボットの間に介在する時間が取れない状況である。加えて、一台ごとにインターネット接続が必要なことから、希望者があれば、インターネット接続料金を徴収することも検討しているとのことである。

Sota は、認知症高齢者などへ、ロボットからの声掛けによる「時間感覚の回復」「失見当識障害の治療」に加え、「見守り機能」をカスタマイズさせることを目的に 23 台導入した。しかし、カスタマイズを担当していた業者が現在存続していないため、現在、Sota は利用できない状態とのことである。

以上 3 種類の人型コミュニケーションロボットが共有している課題は、2.1.2. でレビューした厚生労働省の調査結果と同様に、「導入費用が高額」「研修や使い方の周知が必要」「機器のメンテナンスが大変」であることがわかった。

(4) コミュニケーションロボット普及に向けた課題

「新とみ」の施設長へのインタビュー結果からの知見等を基に、コミュニケーションロボット普及に向けた課題を以下に整理する。

①費用対効果の向上

コミュニケーションロボットの導入を阻害する要因として、最も顕著なものは価格面の課題であった。「新とみ」においても、人型コミュニケーションロボットについては、購入してみたものの、使い勝手が悪い、カスタマイズを担当した業者が現在存在しないので使えないために倉庫に保管されている、24 時間のうち 1,2 時間程度しか稼働しないという実情があった。現時点で、コミュニケーションロボットは非常に高価であり、導入する施設にとっては大きな投資となるため、継続的な運用保守を担保することが今後の課題であると言えよう。

②コミュニケーションロボットを活用できる現場人材の育成

厚生労働省が行った調査では、「介護現場にテクノロジーを導入するにあたっては、適切な介助技術とアセスメントスキルを持ち、かつテクノロジーについて一定程度理解し、実態に即した導入策の検討、現場で生じた課題への一時対応、開発者へのフィードバックや諸調整を行う導入リーダーが必要である」とされている¹¹⁾。実際に、北九州市では、「介護ロボットマスター育成講習」を開催する等人材育成の取り組みも行われている。「新とみ」においては、前職がシステムエンジニアであった職員がその役割を担い、コミュニケーションロボットの導入と活用が行われている。このような現状から考察するに、コミュニケーションロボットの普及には、職員の個人的能力に依存する属人的な運営ではなく、介護現場全体での関連テクノロジーの理解力・活用力レベルを上げることができるよう、組織的な取り組みも鍵となるであろう。

3. 介護施設でのコミュニケーションロボットを用いた実験

3.1. 実験の概要

コミュニケーションロボットと高齢者とのコミュニケーションが成り立つか、コミュニケーションの際に生じる生体反応の有無および強度はどのようなものか、またコミュニケーションをする際に留意すべき事項は何か、という点について知見を得るため、介護施設において実験を行った。実験の内容を以下に示す。

日時	2019 年 10 月 7 日(月) 12:50～13:37	
場所	～お散歩&日常デイ～おとなりさん。ひこばえ ¹²⁾ 内談話スペース	
対象者	上記施設を利用している高齢者 3 名	
	高齢者 A	70 代 女性
	高齢者 B	80 代 女性
	高齢者 C	80 代 男性
	(高齢者 A,B,C には、倫理的配慮として、データの匿名性・秘守性の厳守、研究参加または途中辞退への自由意志の尊重、について書面と口頭で説明して同意を得た。)	
使用機器	コミュニケーションロボット	Sota(ソータ) ¹³⁾ (外観は図 2-5 参照)
	脳活動計測装置 HOT-2000 ¹⁴⁾	(高齢者 A が着用)

使用機器の詳細は以下の通りである。

(1) コミュニケーションロボット Sota

インターネットに接続して、オンラインで音声認識・音声合成を行うことでコミュニケーションできるヴイストン株式会社製のロボットである。首や腕、腰にサーボモーターを搭載しているので手を振る、ダンスをするなどの動作も可能である。用途に応じて以下のようなモードがある。

●自動応答モード

上記の音声認識・音声合成を用いて人間からの会話に自動的に応答する。基本的な会話についてはデータベースを持っており、ある程度適切な回答ができる。ユーザーが質問と Sota の回答の組合せを登録することでシナリオを追加できる。

●プレゼンモード¹⁵⁾

Microsoft PowerPoint と連動して、プレゼンテーションを行う。PowerPoint のノート欄に記述した内容を Sota が発話する。また所定のコマンドを記載することで、動作も指定できる。

●TTS モード¹⁵⁾

Text To Speech の略である。同じネットワークに接続した PC から発話内容と動作を入力することで、指定通りに Sota を動かすことができる。ネットワークを介していることから、PC の入力から Sota の発話・動作までには遅延が発生する（今回の実験では 2～6 秒程度）。

(2) 脳活動計測装置 HOT-2000

鉢巻のように額にセットすることで、脳活動に関連する血流量の変化を近赤外光でモニタリングする株式会社 NeU 製の装置である。Android 搭載のスマートフォンやタブレットと接続して、リアルタイムに左右 2 チャンネルの脳血流変化、脈拍、頭部加速度を同時に計測できる。

3.2. 実験の手順

実験は、次のような手順で進めた。

(1) コミュニケーションロボットなどの機器の準備

(2) 高齢者 3 名着席後、1 名に HOT-2000 を装着

(3) 高齢者の緊張をほぐすため、ロボットとの対話に先立って研究者らが会話（今日の天気など）

(4) ロボットを起動し、挨拶して高齢者に対話ができる存在であると知らせ、実験のための信頼関係を構築

(5) ロボットから質問を発し、高齢者が応答

(6) ロボットは相槌を打ちつつ、研究者らも参加して会話を進行

(7) ロボットから発した質問に関する話題が中断したら、(5) に戻る

なお、ロボットについては会話の文脈を理解した適切な発話を行う必要があることから、

自動応答モードではなく TTS モードで研究者が発話内容を入力し、音声認識と対話エンジンの機能を研究者が肩代わりし、システムは音声合成エンジンだけを利用して発話する、という WOZ 法を用いて実験した。実験の様子を図 3-1 に示す。右手前の高齢者 A が HOT-2000 を装着している。



図 3-1 実験の様子

3.3. 実験の結果

実験全体は 12:50～13:37 の約 47 分間行った。本稿では、このうち Sota からスポーツに関する質問を投げかけた一連の会話が継続した 12:55:36～12:58:31 の約 4 分間の会話について解析する。図 3-2 に左右の脳血流量変化および脈拍数と Sota の発話タイミングとの関係、図 3-3 に左右の脳血流量変化および脈拍数と高齢者 A の発話タイミングとの関係を示す。図 3-2 と図 3-3 は同じ時系列データに、異なる話者の発話タイミングを明示したものである。両図ともに、左 Y 軸は脳血流量の相対的な変化量(単位無し)、右 Y 軸は 1 分間当たりの脈拍数(bpm)、X 軸は時刻を表す。図の下部に、その際の発話内容を記す。なお、脳血流量については、左右のチャンネルでそれぞれ異なる部位を観測している(頭の中心位置からの距離が異なる)ことから、血流量に差がみられる。

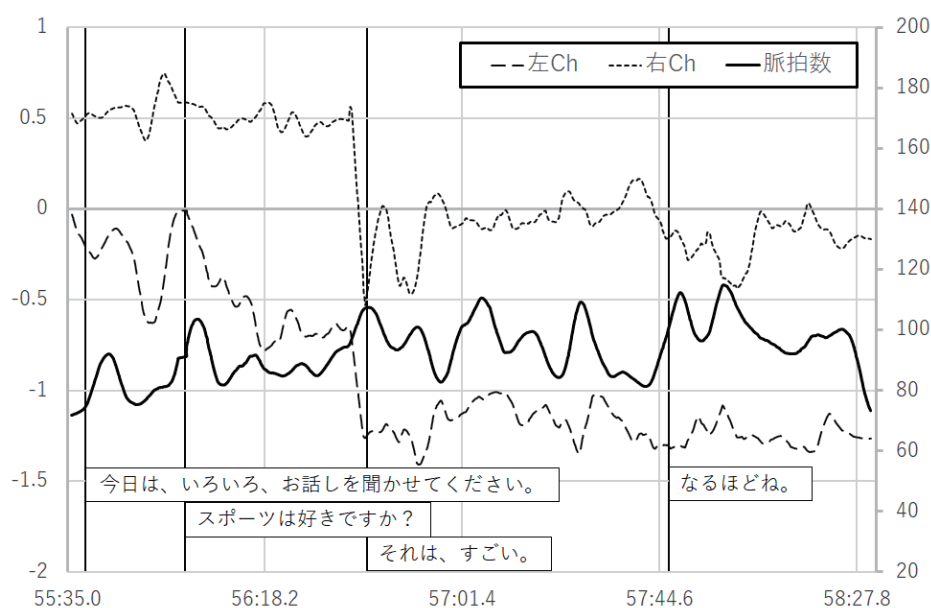


図 3-2 高齢者 A の左右の脳血流量変化および脈拍数と Sota の発話タイミングとの関係

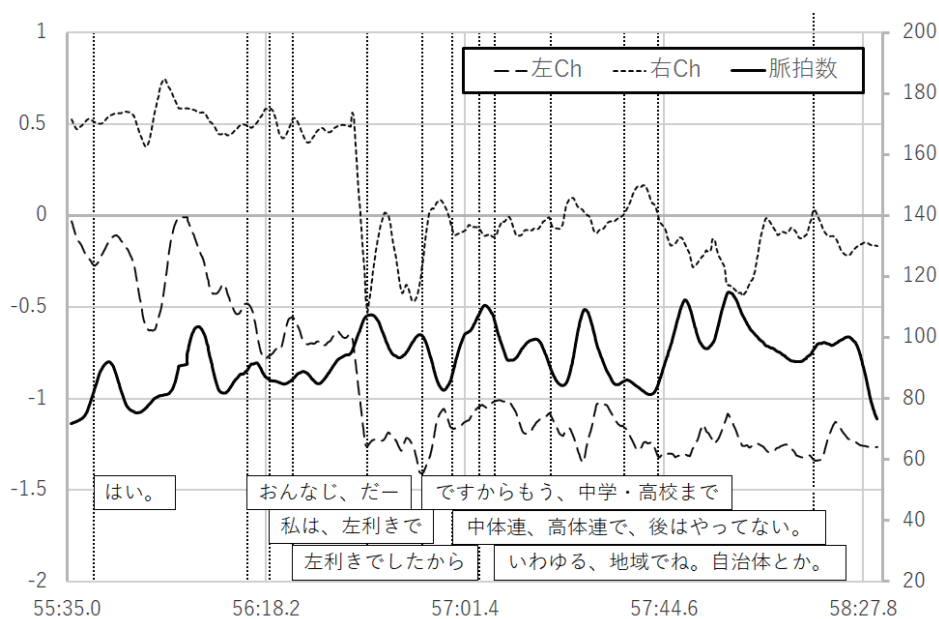


図 3-3 高齢者 A の左右の脳血流量変化および脈拍数と高齢者 A の発話タイミングとの関係

図 3-2 を見ると、Sota の発話タイミングで高齢者 A の脈拍数が増加する傾向にあることがわかった。これはロボットとの会話に慣れておらず、また人間同士での会話に予備動作なしで介入することから、何を話しているのか聴こうとして負荷がかかっているためと思われる。その後、脈拍数はすぐに減少しているが、これは、Sota からの発話は数語程度の短い内容であることが影響しているものと思われる。

図 3-3 に示されているように、高齢者 A の発話タイミングで左右いずれかの脳血流量が

増加した。他の高齢者や研究者ら、あるいは Sota からの発話を受けた反応に比べると、自身の発話時に顕著に脳血流量が増加している。脈拍数の値については、発話との関係は特に見られない結果となった。

3.4. 考察及び展望

ロボットの問いかけに対する高齢者の回答、そしてそこから人間とロボットが参加する一連の会話が行われたことから、ロボットによる高齢者のコミュニケーション支援が実施可能であることが示唆された。しかしながら、今回の実験では WOZ 法を用いているので、ロボットの発話内容やタイミングについては研究者が手動で入力を行ったため、自動応答のロボットと高齢者の直接的なコミュニケーションではない点に注意が必要である。

ロボットと高齢者の会話を観察した結果から、以下のような知見が得られた。

- いわゆる雑談においては、適切な回答には膨大なデータベースが必要となる。一例を挙げると、相撲に話が及んだ場合は高齢者の幼少期から現在に至るまでの力士や勝敗、決まり手に関する事前知識が求められる。
- 上記と関連して、会話の内容も含めて積極的にロボットが適切に回答するのは極めて難しいので、高齢者が話しやすくなるような相槌を打って話を促すことが望ましい。その際、高齢者の話をできるだけ遮らず、かつきちんと聞いている姿勢を示すことが必要である。
- 高齢者が話したくない話題や、話題が終了した場合に沈黙が訪れるので、その際にはロボットから話題を変えるような質問を投げかけることが望ましい。すなわち、ロボットは会話を円滑に進めるインタビュアーや MC の役割が現状では向いていると考えられる。
- 複数人の会話では流れが複雑になってしまい適切な回答が極めて難しい。そのため、通所型の介護施設のような不特定多数の利用者がいる環境よりも、自宅や住み込み型の介護施設の居室などの人が固定された環境でロボットを用いることが有望である。一例を挙げると、独居の高齢者に対して外出の予定や定期的に飲む薬のリマインドを行う、などである。

これらの実験結果を踏まえて、今後は人が固定された環境で利用可能なコミュニケーションロボットについてもより詳細に検討していく予定である。

4. 高齢者とのコミュニケーションを想定したロボットに必要とされる機能

本章では、これまでの介護施設での実験および調査を踏まえ、高齢者とのコミュニケーションを想定したロボットに必要とされる機能を検討した結果について報告する。コミュニケーション相手となるロボットにはロボコネクタ版の Sota¹⁵⁾を利用する。Sota は基本機能として、腕や頭の動作の他、会話機能やカメラ撮影機能などを有する。以下ではこの Sota の特徴および Sota を利用したコミュニケーションに必要とされる機能についてまとめる。

4.1. Sota の特徴

Sota の特徴についてまとめた結果を以下に記す。

- (1) 発話に対しては自由度が高い

- APIによりテキストデータを送ることで発話させることができる
 - 声の種類としては4種類用意されている (Sota 標準, 女性, 男性, ニュートラル)
 - 日本語の他に英語, 中国語, 韓国語も発話できる
- (2) モーションの自由度は低い
- プリセットとして用意されている動きを実行するのみ
 - ✧ 新しい動きを作成することはユーザー側ではできない
 - 用意されている1つ1つの動きを連続的に組み合わせて実行することは可能
- (3) 音声認識の部分はカスタマイズ不可能
- 音声認識自体はロボコネクトのクラウド側で行われる
 - ✧ 音声認識システム自体をユーザー側でカスタマイズすることはできない
 - 音声認識の実行結果はテキストデータとして返ってくる
- (4) 顔認識機能を利用したユーザー識別が可能
- ユーザー登録することでユーザーの顔を記憶させることが可能
 - ✧ ユーザーの個人情報も登録可能
 - 登録したユーザーがカメラに写っているとそのユーザー情報を利用できる

4.2. 必要とされる機能

これまでの介護施設での実験および調査により, 高齢者とのコミュニケーションを想定したロボットに必要な機能を検討した。まずポイントとなる機能として, ロボットの発話の中に季節や時間に関する内容を含めることとした。これは施設内に長期間滞在している高齢者の場合, 季節の感覚や時間の感覚がわからなくなってしまうことがあるためである。季節や時間の感覚を取り戻すことにより, この後のロボットとの会話のきっかけや, その日のスケジュールの再確認ができるようになることを期待する。次に, コミュニケーションの方法として基本的に傾聴を主に行うこととした。これはユーザーから積極的に話をしてもらうことで, 過去の記憶を呼び起こし, 脳の活性化につながることを期待するものである。

その他の機能としては, 顔認証機能によりユーザーの顔を登録し, ユーザーの名前を呼ぶことで話しやすくする。政治の話や戦争に関する話を避け, なるべく当たり障りのない会話を行う。ユーザーからの発話情報から次の会話のトピックを探し, 継続して会話してもらえようとする。などの機能が高齢者とのコミュニケーションを想定したロボットには必要とされるのではないかと考えた。

4.3. Sota を利用した対話のフロー

上述した Sota の特徴および必要とされる機能から、高齢者とのコミュニケーションを想定し、対話のフローを検討した。その検討結果を図 4-1 に示す。今後はこのフローを実現すべく詳細仕様について検討していく。

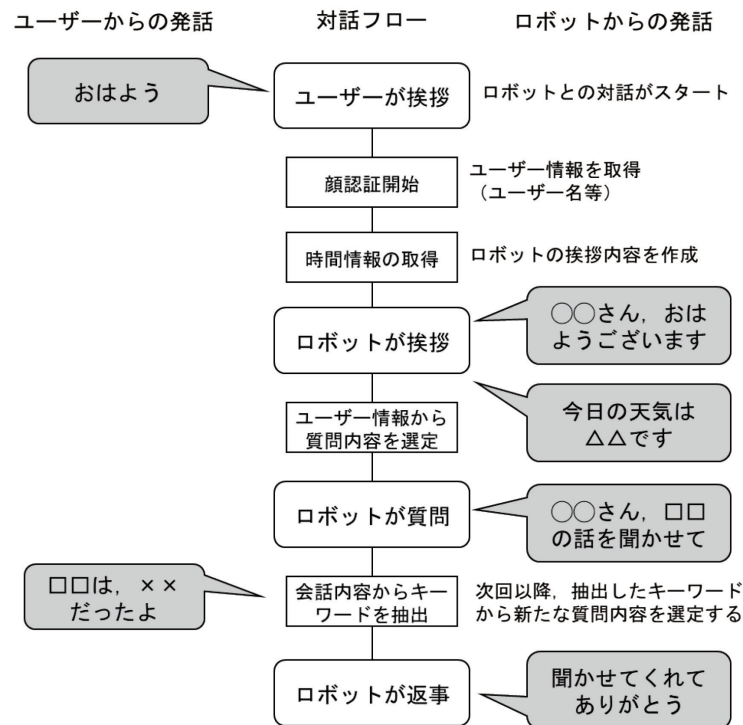


図 4-1 高齢者とロボットとの対話フロー

5. コミュニケーションロボットの開発環境

5.1. ロボットのネットワーク環境

コミュニケーションロボット Sota を操作するには、Sota を制御する PC が Sota と同一のネットワーク（LAN）上に接続する必要がある。Sota は本質的にはマイクとカメラを備えたネットワーク機器であり、インターネット上に配置されたサーバ群（ロボコネクトサーバという）と通信することによりその機能の多くを実現している。

Sota のネットワーク構成の概要を図 5-1 に示す。認証および認証確認、音声認識および対話エンジンには HTTPS を、音声合成や PC からの制御には HTTP が利用される。

認証サーバは、予めデベロッパーとして登録した情報により認証を行うもので、音声合成は Sota からリクエストした、あるいは対話エンジンが導き出した発話テキストを音声データ化する。音声認識は Sota が収集した音声データを認識しテキスト化し、対話エンジンは応答内容のテキストを作成する。

もっとも、Sota を制御する PC がロボコネクトサーバと通信する必要があるのは認証コードを取得する時だけであり、その他の動作全てにおいて Sota がロボコネクトサーバとの通信を行う。

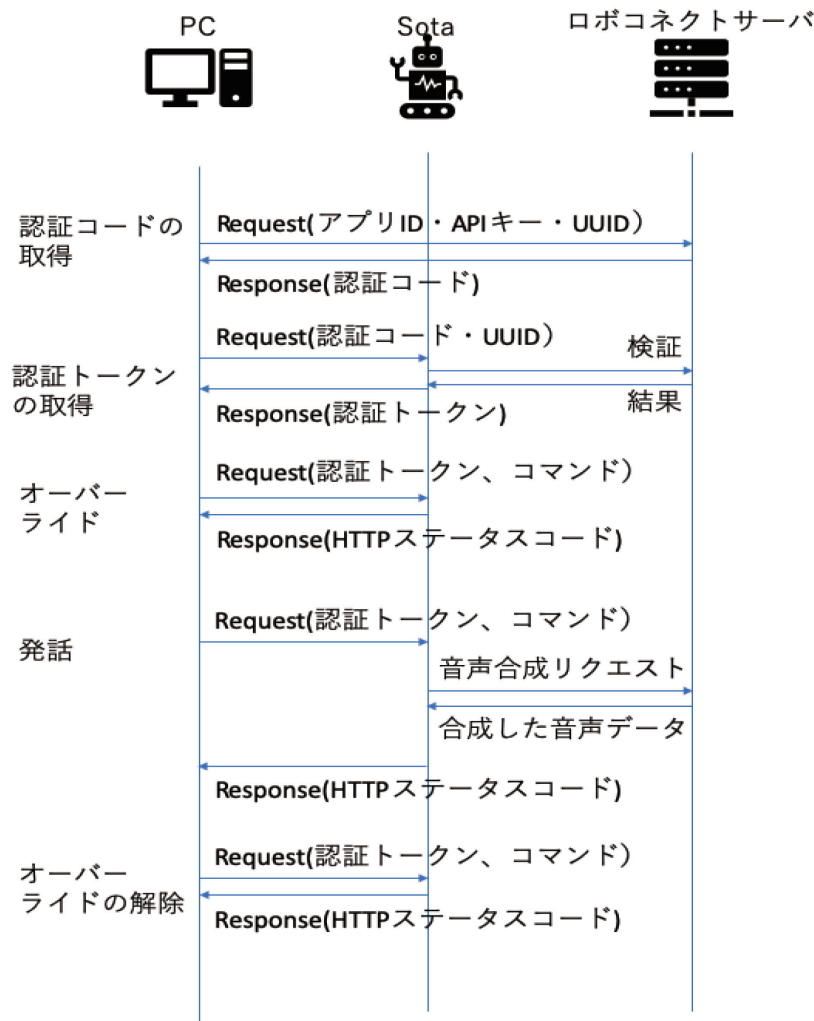


図 5-2 Sota の API による操作 iv)

5.3. ロボットの API による操作の概要

Sota を操作するには、「Sota 連携 API」を利用する。この際、API キーとアプリ ID が必要となるが、これは予めデベロッパーとしてベンダーに登録を行い、取得しておく必要がある。この他にも、一意の任意な文字列（UUID^{v)}）を用意する。

コミュニケーションロボットを操作するための API の利用手順は次のようなものである（図 5-2）。

- (1) ロボコネクトサーバに問い合わせを行い、認証コードを入手する。
- (2) 入手した認証コードで Sota に認証トークンをリクエストする。Sota はロボコネクトサーバにアクセスし、認証コードと UUID で検証を行う。ロボコネクトサーバが検証に成功すればその旨を Sota に通知し、Sota は認証トークンを発行する。
- (3) 聞き取った内容に対する応答を完全にコントロールするには、Sota をオーバーライドする必要がある。そのため、Sota にコマンドを送り、オーバーライドする。
- (4) 発話は、自発的に行うこともできる。英語または日本語の文字列を Sota に送って話す（say）ように指示を行うと、発話テキストをロボコネクトサーバに送信し、それに

対して合成音声データが Sota に返信され、発話は Sota が行う。コマンドの実行結果は HTTP ステータスコードで判断する。

(5) オーバーライドを終了する。

6. 介護記録入力支援アプリの開発

6.1. アプリ導入の目的

ここまでは、利用者側の視点に立って述べてきたが、本章では、介護業務の負担軽減という視点から、介護者側の QOL の軽減を検討した。これは、多様な介護業務のなかでどういったことが利便化されたらよいかというヒアリングを複数の施設で行った結果、中でも介護計画に沿った行動を記録として残す「介護記録」は、記入に時間を要することがわかった。多くの場合、業務がひと段落してからまとめて記録している。特に特記事項などは全業務終了後にまとめて記録することも多く、超過勤務の一因ともなっている。さらに外国人介護者にとっては、日本語で介護記録をつけること自体が非常に困難である。

そこで、介護従事者、特に外国人の介護従事者に対して、介護記録の負担軽減のため、スマホを活用し、効率的な介護記録音声入力支援を行うアプリの開発を検討した¹⁶⁾。

6.2. アプリのコンセプト

スマホアプリで入力したデータはスマホに保存せず、クラウド上に構築したシステムにおいて管理するため、記録はリアルタイムに共有できる。事業所の管理者は、クラウドのシステム上で、施設の割り当てや介護従事者の管理を行うことができる。ケアマネージャー等は、利用者情報の閲覧、介護計画の更新、アップロードを行うことができる。

スマホアプリでは、次の機能を備えることを検討した。

- 利用者の介護計画の確認と画面のタップで記録の効率化を図る
- スマホアプリを利用することで、介護記録の入力支援だけではなく、外国人の日本語スキル向上を図る
- クラウド上の音声認識エンジン、翻訳エンジンを活用する
- 音声認識で発生するミス等は、介護の専門用語の辞書を作成するのではなく、ある程度間違いパターンを蓄積・学習した後、後処理としてテキスト変換する仕組みを設ける

6.3. アプリの利用方法

クラウド上にシステムを構築したため、モックアップとして作成したアプリは、どのスマホからでもログインをすれば、利用者のデータや介護計画の閲覧ができる。また、介護従事者の認証を行うことで、不正利用を防ぐ仕組みとする。その他の主な利用方法と画面イメージは次のとおり。

- 介護従事者の認証は、利用者に紐づいた QR コードを用いることで、スマホの操作が苦手な介護従事者でも短時間で認証を行うことができる
- 日本語を母語としない介護従事者は、第二言語を設定することができる（設定はログインユーザーに紐づく）
- 利用者を一覧からタップすることで、その利用者の介護計画が表示される（図 6-1）

- 日付表示の左右のボタンで日付の切り替えができ、表示された日付の介護記録を見ることができる
- 介護計画で指示されている「項目」をタップすると、その項目が「完了表示」に代わり、介護従事者名とその時刻が自動的に記録される（図 6-2）
- 介護計画の各項目について、介護中に気が付いた点（特記事項）があれば自由にメモを音声入力で追加することができる（音声認識の結果、音声データとテキストデータ、記録時間と記録者が自動的に保存される）
- 介護計画以外の活動も同様に音声で入力することにより、音声認識の結果、音声データとテキストデータが保存される（記録の完了）（図 6-3）
- 記録が完了したメモは、介護記録に赤い吹き出しとして表示され、そのアイコンをタップすることで簡単にメモの内容が表示され、いつでも確認・編集・音声データの再生をすることができる（削除は、事前に確認のダイアログを表示）（図 6-4）
- スマホアプリの項目には、外国人介護従事者の母語を設定し、母語で介護計画の確認や音声入力をしたデータ等は、二か国語表示を行うことができる

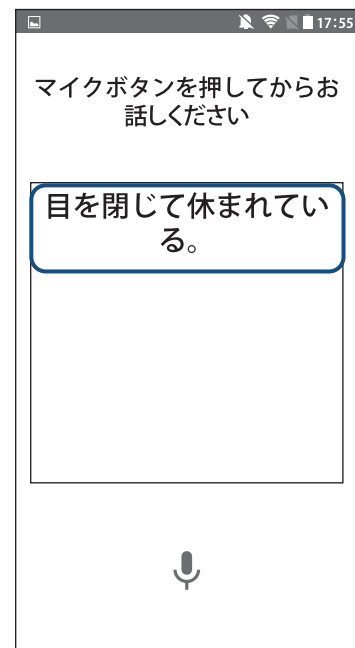


図 6-1 対象利用者の介護計画画面

図 6-2 対象の項目を終了した時の画面

図 6-3 音声入力後のテキストデータ表示



図 6-4 特記事項のあるマークとタップした時に表示される特記事項一覧

6.4. 今後の課題

定期的なシステムやアプリの更新、保守等のメンテナンスを除いて、事業所が単独で持続的に管理・運用できるようなアプリケーションシステムの構築には、システムの開発に留まらず、ハードウェア、ソフトウェアを含めて今後の課題として次のことが挙げられる。

- (1) ユーザーの作業の簡易化
- (2) 導入に消極的な介護従事者への操作に関するインストラクション
- (3) クラウド上でのシステムのため事業所内の無線 LAN の敷設の対応
- (4) テスト導入によるユーザー体験の確認と端末検証

今後、作業の効率化を図るアプリケーションシステムの開発を目指す。

7. おわりに

本研究は東京通信大学設立にあたり、人間福祉学部と情報マネジメント学部との共同研究としてスタートした共同プロジェクトであり、介護現場に存在する課題に対し ICT を活用することで、介護者及び被介護者両者の QOL 向上を目指している。コミュニケーションロボットは実証実験では可能性も示されているが⁵⁾、恒常的な実運用では課題も多い。壊れにくい構造や物理的に接触できる仕組み等のハードウェアの改善も必要であるが、人とロボットがどうコミュニケーションを行うとよい関係が築けるのかについてはまだまだ多くの課題が残されている。本研究はまだ初期の段階ではあるが、高齢者向けのコミュニケーションロボットは、人の代替として、人と同じ能力で対話ができるロボットを目指すのではなく、人とは違う役割を果たすべきである、という一つの方向性を示唆している。例えば、アザラシ型ロボットのパロは米国では FDA 認可を獲得し、セラピーロボットとして医療・介護現場で活用されている。この際のコミュニケーションとは、人と動物とのコミュニケーションに近い形の信頼関係が人とパロの間に形成されている、と考えられる¹⁷⁾。我々の予備実験における aibo と Sota を活用した実験においても、人型ロボット Sota に対してあまり

関心を示さなかった高齢者が犬型ロボット aibo には非常に反応し、また、その逆の高齢者もいた。人型ロボットは、利用する側が「ヒト」を基準としたコミュニケーションを想定するので、期待値が高く、現在の技術ではまだまだ満足すべき水準に届かず、利用者の満足度が低くなってしまうのが現状である。一方、犬型ロボットは、利用者側の要求水準が低く、こちらの言うことを理解していなくても、ロボットとの非言語インタラクションにより満足感が得られるという傾向にある。我々が目指すのは、現状の人型ロボット Sota と動物型ロボット aibo の中間に位置し、従来型のコミュニケーションではなく、新たなロボットと人とのコミュニケーションスタイルを確立し、利用者の満足度が向上する、今までと違った形の方向性が望ましいのではないかと考えている。また、介護事業は他の業態と比較して IT 化が進んでいないため、IT 化を促進させるためには、大規模な投資、システム導入、業務の変更が必要とされ、短期間で実現することは非常に困難である。最も導入効果が期待できる業務である介護記録を身近なスマホアプリを活用して記録することから始め、徐々に IT を活用する業務を広げ、業務全体を効率化していくことが、継続的な取組には重要であると考えている。

今後、さらに介護施設等での調査・実験研究を行い、介護者と被介護者双方の QOL の向上を目指した研究開発を進めていきたい。

謝辞

研究実施にあたり、社会福祉法人 シルヴァーウィング「特別養護老人ホーム 新とみ」様、東京都小金井市デイサービス「おとなりさん。ひこばえ」様には多大なご理解とご協力を頂き、感謝の意を表する。本研究は 2018 年度の東京通信大学 共同研究費研究助成金、2019 年度の公益財団法人 生存科学研究所 自主研究事業、2019 年度の JSPS 科研費 19K113961、の助成を受けたものである。

注

- i) WOZ 法: Wizard of Oz の略で、システムのふりをした人間が、ユーザーと対話し、ユーザーは実際にシステムを相手にしていると思いながら対話する手法全般を指す¹⁾。
- ii) 文献 6) を参考とした。
- iii) 本インタビュー調査は、2019 年 7 月 20 日、社会福祉法人 シルヴァーウィング「特別養護老人ホーム 新とみ」(東京都中央区)において、施設長 S 氏に対して行われた。
- iv) 図 5-2 における「オーバーライド」とは、発話エンジンの利用を停止し、音声認識以外の制御をプログラムが行うことをいう。
- v) Universally Unique Identifier. RFC 4122 などで定義される、オブジェクトをソフトウェア上で一意に識別するための識別子である。128 ビットの数値であり、乱数に基づいて正しく生成されれば 2 つの ID が衝突することは稀である。ただし、実験のための開発環境では単に任意の文字列であればよいので、ごく簡単な文字列を指定すればよい。

文献

- 1) Kelley, J. F., “An iterative design methodology for user-friendly natural language

- office information applications”. ACM Transactions on Office Information Systems, Vol.2, No.1, pp.26–41,1984.
- 2) 厚生労働省, “介護労働の現状 (平成 27 年)” 出典: (公財)介護労働安定センター「平成 25 年度介護労働実態調査」, 2015.
 - 3) 経済産業省, “ロボット政策研究会報告書 (2006 年 5 月)”,
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286890/www.meti.go.jp/press/20060516002/robot-houkokusho-set.pdf>, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 4) 厚生労働省, “介護ロボットについて (基礎資料)”, <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000210895.pdf>, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 5) 日本医療開発機構 (AMED), “介護分野におけるコミュニケーションロボットの活用に関する大規模実証試験報告書 (平成 29 年 5 月 31 日)”,
http://robotcare.jp/data/outcomes/communi_robo_veri_test_report.pdf, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 6) 近藤和泉, 大沢愛子, 相本啓太, “認知症のコミュニケーションツールとしてのロボット”, 認知症の最新医療 2019 Vol.9 No.1, 22-26, 2019.
 - 7) 柴田崇徳, “メンタルコミットロボット (パロ) の開発と普及: 認知症などの非薬物療法のイノベーション”, 情報管理 2017 Vol.6 No.4, 217-228, 2017.
 - 8) ソニー・ニュースリリース, “エンタテインメントロボット“aibo” (アイボ) による介在療法が慢性疾患を有する小児に与える癒し効果の検証を開始”, 2018 年 11 月 29 日,
<https://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/201811/18-1129/>, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 9) 総務省, “平成 27 年版 情報通信白書”, 2015,
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/27honpen.pdf>, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 10) 厚生労働省, “介護ロボットの効果実証に関する調査研究事業 (結果概要) (案) (平成 31 年 3 月 14 日)”, <https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000488463.pdf>, (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 11) 厚生労働省, “介護ロボットの導入実態の把握および普及加速化に向けたニーズ把握と阻害要因への対応策の在り方に関する調査研究事業”, 「現場ニーズを踏まえた介護ロボットの開発と今後のさらなる普及に向けた方策に関する調査報告書」 (平成 31 年 3 月), 株式会社浜銀総合研究所, https://www.yokohama-ri.co.jp/rouzin_hoken30/pdf/kaigo_robot_report.pdf, 2019. (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 12) ～お散歩&日常デイ～おとなりさん。ひこばえ, 株式会社ナチュラルスタンス,
<https://otonari30.com/archives/office/hikobae> (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 13) 普及型社会的対話ロボット「Sota(ソータ)」, ヴェイストーン株式会社,
<https://www.vstone.co.jp/products/sota/index.html> (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 14) 携帯型脳活動計測装置 HOT-2000, 株式会社 NeU, <https://neu-brains.co.jp/service/equipments/hot-2000/> (2019 年 10 月 30 日確認)
 - 15) ロボコネク ト版 Sota, <https://flets.com/roboconnect/>, 東日本電信電話株式会社, (2019 年 10 月 30 日確認)

- 16) 加藤泰久,高木美也子,“IT による介護現場の負担軽減策”, Medical Science Digest, Vol.45, No.13, 60-63, 2019.
- 17) 柴田崇徳,“アザラシ型ロボット・パロと人との相互作用に関する研究”, 日本ロボット学会誌, Vol.29, No.1, 31-34, 2011.

坂本 美枝 (さかもと よしえ)	東京通信大学 人間福祉学部 准教授
鈴木 範子 (すずき のりこ)	東京通信大学 情報マネジメント学部 講師
松浦 真理子 (まつうら まりこ)	東京通信大学 人間福祉学部 助教
長沼 将一 (ながぬま しょういち)	東京通信大学 情報マネジメント学部 助教
土屋 陽介 (つちや ようすけ)	東京通信大学 情報マネジメント学部 講師
前野 譲二 (まえの じょうじ)	東京通信大学 情報マネジメント学部 准教授
加藤 泰久 (かとう やすひさ)	東京通信大学 情報マネジメント学部 教授
高木 美也子 (たかぎ みやこ)	東京通信大学 人間福祉学部 教授

