公募型「ロボット実証実験支援事業」
重点プロジェクト

平成28年度
レポート

さがみロボット産業特区協議会

ROBOT
TOWN
SAGAMI

©TEZUKA PRODUCTIONS

Introduction はじめに

「さがみロボット産業特区」とは?

さらに進む高齢化や、いつ起きるかわからない地震・台風などの自然災害。今こそ、ロボットのチカラで県民のみなさんの“いのち”を守りたい。そうした想いから、次々とロボットを生み出していけるよう、「さがみロボット産業特区」を作りました。

この特区では、ロボットを開発するときのハードルとなる、さまざまな法令の規制緩和や実証実験のサポートなど、「生活支援ロボット」(介護・医療、高齢者などへの生活支援、災害対応分野)の実用化に向けた支援を行っています。

全国でもトップレベルでロボット関連産業が集まり、ロボットの実証実験を行う場所も多いこの「さがみ」から、人のいのちを支えるロボットを一緒に生み出していきましょう。

対象地域:神奈川県相模原市、平塚市、藤沢市、茅ヶ崎市、厚木市、大和市、伊勢原市、海老名市、座間市、綾瀬市、寒川町、愛川町

このレポートについて

本誌では、平成28年度に「さがみロボット産業特区」で支援した、公募型「ロボット実証実験支援事業」13件の成果や、「重点プロジェクト」24件の開発・実用化状況を紹介します。

「さがみロボット産業特区」への参加、「生活支援ロボット」の開発・活用について、考える機会となることを願っています。

さがみロボット産業特区協議会

[構成]企業・大学・商工会・商工会議所・市町・県など63団体
[活動]「さがみロボット産業特区」の推進に関する協議、特区で実施する事業の進行管理など

実証実験推進部会

[構成]
東海大学/社会福祉法人神奈川県総合リハビリテーション事業団/JAXA/寒川町商工会/厚木商工会議所/相模原市/藤沢市/神奈川県

[活動]
生活支援ロボットの実証実験のコーディネートなどに関する協議

- 公募型実証実験実行委員会
- 重点プロジェクト支援委員会
- 倫理審査会

産業集積促進部会

[構成]
10市2町、神奈川県

[活動]
企業が立地しやすい環境を整えるための規制緩和および効果的な企業誘致についての検討・実施

実証実験結果を研究開発に反映 ↓ ↑ 共同開発などの成果を実証実験案件として提供

↕ 企業誘致・規制緩和について連携

神奈川R&D推進協議会

[構成]企業、大学、県など
[活動]「神奈川R&Dネットワーク構想」など、全県的な県内企業の技術高度化の推進

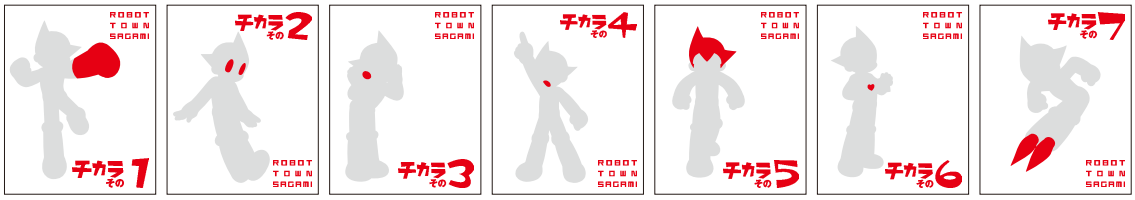
神奈川企業誘致促進協議会

[構成]企業、団体、市町、県など
[活動]全県的な企業誘致などの推進

Index 目次

イメージキャラクター「鉄腕アトム」

「さがみロボット産業特区」から、いのちを守るロボット「鉄腕アトム」の“7つのチカラ”を目指したロボットを生み出していきます。



10万馬力 / サーチライト＆カメラ / 聴力1000倍 / 人工声帯 / 電子頭脳 / 人の心を感じる力 / 空飛ぶジェットエンジン

公募型「ロボット実証実験支援事業」

全国から募集し、採択した「生活支援ロボット」の実証実験企画について、実施に必要な場所やモニターの調整支援、安全対策支援、倫理審査支援、経費支援などを行います。

1 ダム調査ロボットシステム（株式会社キュー・アイ ほか）
2 災害対応ロボット等に搭載する360度電子走査電波センサー（サクラテック株式会社）
3 ステレオカメラを搭載した橋梁近接目視代替ロボット（富士フイルム株式会社ほか）
4 入浴中の見守りができるマット型センサー（株式会社メディカルプロジェクト）
5 体操評価付き健康啓発ロボットシステム（株式会社シャンティ、北里大学 医療衛生学部）
6 排泄のタイミングを検知する小型超音波センサー（トリプル・ダブリュー・ジャパン株式会社）
7 健康維持のための体操支援ロボット（首都大学東京 システムデザイン学部）
8 握力を補助するウェアラブルロボット（株式会社エスケーエレクトロニクス）
9 屋内移動支援ロボット（株式会社安川電機 ほか）
10 力覚伝達技術を応用した上肢リハビリテーション支援システム（横浜国立大学大学院 工学研究院）
11 ワイヤ吊り下げ型橋梁点検ロボットシステム（株式会社ハイボット ほか）
12 玉乗り型パーソナルモビリティロボット（VECTOR株式会社）
13 体験型遠隔操作コミュニケーションロボット（有限会社海馬）
14 インタビュー 実証実験協力施設の声「ロボットが生む新たなリハビリの可能性」（介護老人保健施設 アゼリア）

重点プロジェクト

「生活支援ロボット」の開発案件のうち、「早期に県民の目に触れる形で実証実験可能なもの」「県民生活にインパクトを与えられるもの」「知名度が高く、対外的な発信力にすぐれたもの」について、実証実験支援、アドバイザー支援、導入支援などを行います。

15 手足のリハビリを支援するパワーアシストハンド・レッグ（株式会社エルエーピー）
16 「Kinect」を活用した介護支援システム（青山学院大学 ほか）
17 人の行きたい方向を察知し先導するガイダンスロボット（日本精工株式会社）
18 マイクロ波を使った高齢者見守りシステム（株式会社CQ－Sネット）
19 見守り機能型服薬管理支援機器・システム開発（株式会社日立製作所 ほか）
20 介護施設における認知症患者を含む高齢者向けコミュニケーションロボット（富士ソフト株式会社）
21 がれきに埋もれた被災者を探索するロボット（株式会社タウ技研 ほか）
22 災害現場等で長時間活動する無人飛行ロボット等への無線給電システム（公益財団法人相模原市産業振興財団 ほか）
23 自動運転技術を装備した自動車（日産自動車株式会社）
24 遠隔操作による超音波診断ロボット（早稲田大学）
25 心の健康計測システム（PST株式会社）
26 患者見守りシステム（株式会社タウ技研）
27 居室設置型移動式水洗便器（TOTO株式会社）
28 体への負担を人工筋肉で軽減するマッスルスーツ（株式会社イノフィス）
29 人工筋肉による遠隔建機操縦ロボット（コーワテック株式会社）
30 人が近寄ることが困難な災害現場で活動するクローラ移動ロボット（株式会社移動ロボット研究所）
31 脊髄損傷者用歩行アシスト装置（株式会社安川電機）
32 赤外光センサーを使用した高齢者見守りシステム（株式会社イデアクエスト）
33 介護施設におけるコミュニケーションを活性化し認知症予防にも役立つロボット（株式会社よしもとロボット研究所、株式会社学研プラス）
34 コミュニケーションロボットと連動した在宅見守りシステム（ピップRT株式会社）
35 自動運転ロボット利活用サービス（株式会社ディー・エヌ・エー）
36 浴室設置型入浴支援ロボット（TOTO株式会社）
37 多くの日常生活動作を可能にする上肢筋電義手（横浜国立大学、東海大学医学部付属病院 ほか）
誤嚥性肺炎防止のための嚥下モニタリング・アシストシステム（カレイド株式会社 ほか）
38 「さがみロボット産業特区」発！ 商品化ロボット一覧
39 さがみロボット産業特区スペシャルアニメ「ROBOT TOWN SAGAMI 2028」
ご案内 「さがみロボット産業特区」への参加をお待ちしています！

01

水上と水中からロボットがダムを点検

ダム調査ロボットシステム

株式会社キュー・アイ／株式会社日立製作所

チカラ その2

ROBOT TOWN SAGAMI

水上ロボットとそこから吊下げられる水中ロボットにより構成されるダム点検システム。遠隔操作ができ、高精細カメラ、高照度ライト装備の水中カメラでダイバーによる近接目視点検作業を代替し、点検個所の位置把握も可能。搭載センサーを用いたダム堤体への正対・距離保持機能や水中壁面自動調査機能を備える。

※本システムは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成を受け、開発しているものです。

1. 実証実験の目的

ダム調査用ロボットシステム開発のため、2015年度は広島県弥栄ダムにおいて実証試験を実施。その際に実証が不足していた機能の確認、および課題解決のために新規開発している要素技術の実証を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

ダム調査ロボットシステムおよび作業用のボート・機材などをダム湖に搬入し、2日間の実証試験を実施。

初日は新規開発の要素技術である壁面吸着機能、壁面に沿った移動の距離計測機能、およびこれらを用いたダム堤体壁面の自動調査機能の実験を行った。

2日目はこれまで開発を行ってきた現行方式のロボットの自動航行機能の確認実験、地磁気センサーの精度評価、および想定ユーザのノダック㈱※によるテストオペレーションを実施し、意見交換を行った。

※ノダック㈱：水中ロボットを用いた水中調査の豊富な経験を持つ水中調査会社

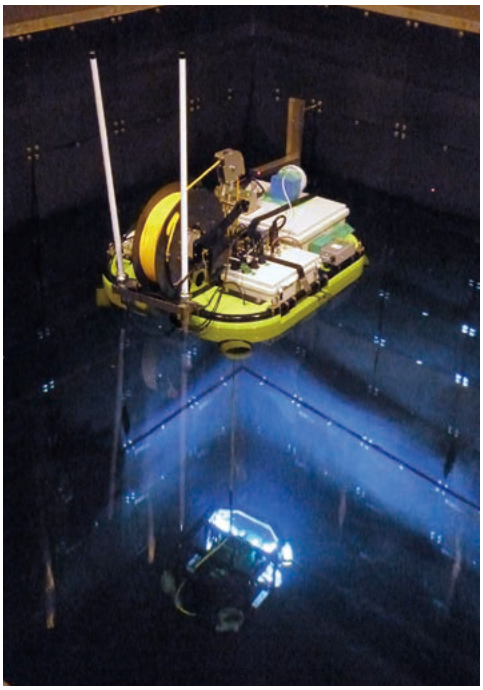
［日 時］平成28年10月24日(月)～10月25日(火)
［場 所］神奈川県 城山ダム

3. 検証結果

新規開発の要素技術である壁面吸着機能により、実際に水上ロボットが壁面に吸着し、その位置を保持できることを確認。同じく新規要素の距離計測機能を使用した自動調査機能では、水上ロボットの確実な位置保持、移動距離把握が可能となったため、従来よりも安定してロボットを航行させることができた。またノダック㈱より、本機の運動の安定性によって、容易な操作と安定した映像取得が可能であるという評価を得た。

一方、ガイドアーム※を用いた点検では、壁面の状態により水中映像が大きく傾くことが判明。ダムごとに異なる壁面においても引っかかりが生じないガイドアームへの改良が必要。

※ガイドアーム：ローラーの接触により壁面との距離を一定に保つ機構



■城山ダムでの実証実験の様子

現行方式の自動調査機能の検証

壁面吸着機能の検証

壁面吸着機能の検証

今後の取り組み

- 本実証実験で評価した新規要素技術を盛り込み、現場の過酷な環境下でも安定した点検作業を行える機体を目指した実用機のプロトタイプを製作。
- 実用性向上に向けて2名でも運用可能な軽量な機体を開発。
- 低コスト化を達成。
- 来年度は新型機による、より実践的なダム調査の実証実験を行うことを計画。

02

悪環境下でも周囲の状況をすばやくキャッチ

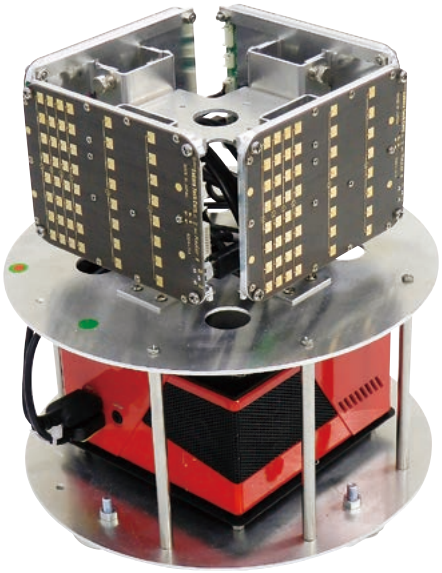
災害対応ロボット等に搭載する360度電子走査電波センサー

サクラテック株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その3

方位精度が良いMIMO電子走査方式のセンサー4個で構成され、煙、雨や雪などの悪環境下においても周囲360°の障害物および移動体を高速で検出可能な、小型電波センサー。災害対応ロボットへの搭載も可能。



1. 実証実験の目的

平成27年度に開発した電波センサー(miRadar8)を4面に組み合わせ、全周360°の障害物(人、車、樹木等)の検出状況を検証する。また、電波センサーを車の屋根に搭載し、低速走行時における障害物のデータを取得し、信号処理方式の開発に役立つデータ取得を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

- 三脚に固定したセンサーの周囲を、対象物となる障害物を移動させ、その検出状況をスコープで確認する。
- 車上にセンサーを搭載し校内通路を走行して周囲360°の障害物の検出状況をスコープで確認する。

[日 時] 平成28年10月14日(金)～平成29年1月31日(火)
(上記日程中で随時実施)

[場 所] さがみロボット産業特区 プレ実証フィールド
グラウンド および校内外周道路

■実証実験の様子

電波センサーを三脚に固定した実験状況

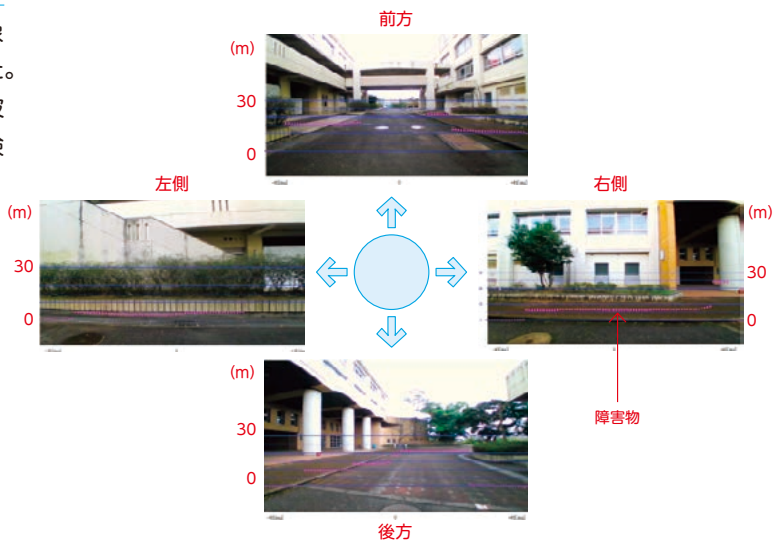
電波センサーを車上搭載した実験状況

3. 検証結果

今回の実証実験で、電波センサーを固定した状態における対象物の検出距離は、車60m以上、人30m以上で検出可能であった。車上に搭載した場合は、近傍の障害物を検出するためには、電波センサーの検出角度を下方に向ける必要があるため、約30mが検出範囲となった。

方位90°ごとの電波センサースコープの画像は、右図の通り。

■方位90°ごとの電波センサースコープの画像



今後の取り組み

- 電波センサーの検出データを、パノラマ画像に重ね書きし視覚的に容易に認識できるようにする。
- 電波センサーを防水構造の保護ケースに実装し、車両等への取り付け金具も含めて商品化を目指す。

03

移動しながら橋梁の状態をカメラで点検

ステレオカメラを搭載した橋梁近接目視代替ロボット

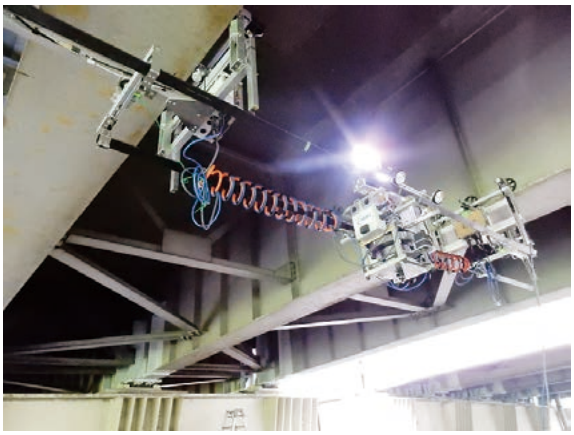
富士フイルム株式会社／株式会社イクシスリサーチ／一般財団法人首都高速道路技術センター

チカラ その2

ROBOT TOWN SAGAMI

ステレオカメラを搭載し、橋桁下フランジに懸垂した状態で移動しながら鋼部材・床版を撮影するロボット。ステレオカメラで撮影することにより、撮影対象物の寸法を測定可能。またひび割れ箇所を画像処理により検出し点検業務を効率化できる。

※本システムは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成を受け、開発しているものです。



■実証実験の橋梁での点検風景

■自動ひび割れ検出を実施した画像

画像合成された床版画像にひび割れ検出結果をマッピング

1. 実証実験の目的

本機の汎用性の確認、および使い勝手の向上が目的。点検に要する時間や従来点検手法との精度の比較、また評価協力者の建設コンサルタントによる、使い勝手の確認と要改善点の抽出を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

事前実証では、本機を対象橋梁に設置・走行・撤去を実施し、その難易度を確認。

本実証では、本機による点検および点検調書の作成を行い、点検に要する時間測定や従来点検手法との精度を比較。さらに評価協力者が本機を操作し、評価と要改善点の抽出を行った。

［日 時］ 平成28年10月17日（月）（事前実証）
平成28年10月28日（金）（本実証）
［場 所］ 毘沙門橋（毘沙門池公園に架かる部分）

3. 検証結果

- ロボット動作の評価：本機が懸垂する主桁下フランジは、一般的にその両端が狭く、段階的に広くなる構造を持っていることから、本機は300㎜から600㎜の幅に対応している。しかしながら、今回実証実験を行った毘沙門橋はフランジの両端が250㎜であったため、端からではなく、簡易足場を用いて350㎜幅の部分から利用を開始した。その他の機能は、すべて順調に動作した。
- 床版点検の評価：ロボットの自動運転により撮影された12枚の高精細画像を1枚の床版画像に合成し、自動ひび割れ検出を実施（右画像）。未検出のひび（水色）や誤検出のひび（灰色）はあるものの、一定のひび検出性能があることが確認できた。
- 鋼部材点検の評価…点検が難しい上ウェブギャップ※板も、良好な視認性であることを確認できた。

※ウェブギャップ：主桁と横桁の交差部

今後の取り組み

- 点検時間を短縮し、また適用できる橋梁種類を増やすためのメカ改良を行っていく。
- 点検効率化のために、ひび割れ検出の精度を向上させる。

04

マット型センサーで入浴中の異変を察知

入浴中の見守りができるマット型センサー

株式会社メディカルプロジェクト

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その3

浴槽内に敷くことで、入浴中の呼吸・脈拍・体動を無拘束で検知するマット型センサー。マットに内蔵された空気チューブにより圧力変化を検知するため、電気を使用せず安全。異変時にアラームで報知する。

1. 実証実験の目的

これまで試用実績のない高齢者においても、通常の入浴中の呼吸・脈拍・体動が正常範囲で検知可能かを調べることを目的として、実証試験を行った。

2. 実証実験の概要

マット型センサーを浴槽に設置して、30日間で6名・32回の入浴に使用した。入浴中は施設職員が呼吸数・脈拍数を表示するコントロール装置を定期的に目視で確認し、表示データに異変があった場合および報知があった場合には記録表に記載した。

また、パソコンに保存したデータから、入浴中の呼吸数・脈拍数が正常範囲で検知可能か検証した。

［日時］ 平成28年11月21日(月)～12月20日(火)
(上記日程の中で随時実施)

［場所］ 社会医療法人社団 三思会
介護老人保健施設 さつきの里あつぎ

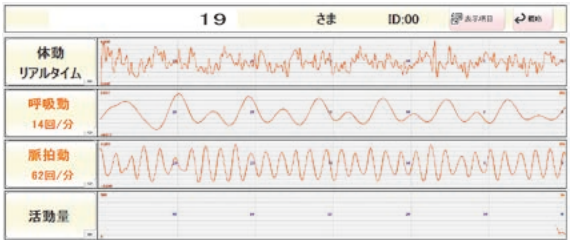
3. 検証結果

すべての例で呼吸・脈拍・体動を正常範囲で検知可能であった。正常範囲内ではあるが、浴槽内での体動が大きくなると、呼吸数・脈拍数の誤差が大きくなる傾向があった。

また、浴槽全体をマット型センサーが覆えていないため、入浴姿勢によっては接触部分が減り、感度が低下する事例があった。その対応として、浴槽サイズに合わせたマットセンサーのサイズを検討する必要がある。

■管理システムイメージ

■取得データ



入浴中の呼吸・脈拍・体動データ例(1分間)
※画像はPC上のデータ

コントロール装置の表示データ

今後の取り組み

- 浴槽のサイズに合わせて、複数サイズのマット型センサーを開発する。
- 入浴・出浴の判定技術の向上を図る。

05

体操の指導をしてくれるロボット

体操評価付き健康啓発ロボットシステム

株式会社シャンティ／北里大学 医療衛生学部

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラその5

「Pepper（ペッパー）」とモーションカメラ「Kinect（キネクト）」を組み合わせた健康啓発システム。Pepperがロコモ体操の方法を教え、対象者による体操実施を先導しながら、Kinectが対象者の行った体操動作の正しさを計測する。その結果をPepperにフィードバックすることで、Pepperは被験者に対し、体操動作の適切さと改善点を指導することができる。また、補助システムとして、高い運動能力を持つロボットNaoが見本動作を行うことも可能。

1. 実証実験の目的

ロコモティブシンドローム対策のためのロコモ体操は、適切な体操動作によって効果を得ることができる。体操動作の先導や適切さの指導など、従来は人が行っていた部分を、本機で実現できるかを調査することを目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

実証実験①では、高齢者20名程度を対象に、操作性や体操評価機能が適正に働くかなどについて検証する。

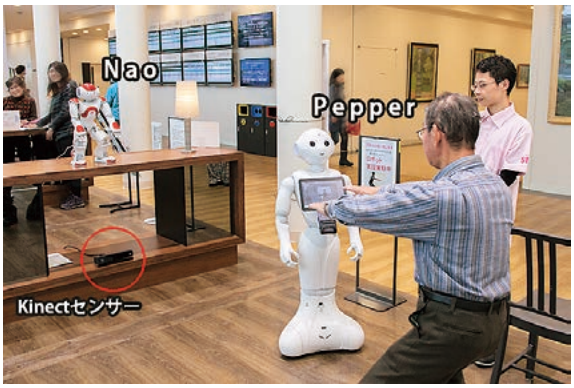
実証実験②では、高齢者を対象に、動作指導の適切性の検証として、スクワットおよび片脚立ちの動作方法を、書籍を読んで行う群、DVD映像を見て行う群、ロボットの指導下で行う群、人の指導下で行う群の4群（10名ずつ）に分けて比較検討を行う。その後、動画撮影下で行った動作の映像を分析し、評価する。

［日 時］平成28年11月24日（木）～11月25日（金）
［場 所］実証実験①：24日 北里大学病院 1階けやきサロン
実証実験②：25日 北里大学医療衛生学部 研究棟

3. 検証結果

実証実験①については、アンケート結果（図1）にあるように、本システムは被験者には予想外に受け入れられた。また、コメントや要望など、今後に活かせる回答も得られた。

実証実験②についてはロボットはおおむね書籍やDVD以上の得点となり、人による指導に近い結果が得られた（図2）。



※ソフトバンクロボティクスのPepperを活用し当社が独自に実施しています

■Windows＋Kinect
モーション解析や、健康度得点計算などの頭脳の部分は、Windows＋Kinectで担当
■Pepper
Pepperは体操映像や結果表示など最終的なインターフェイスの部分だけを担当（処理能力が低いため）

■図1：体験者アンケート集計結果

Q1：体操の説明はわかりやすかったですか。

大変良い	良い	普通	悪い	大変悪い	計（人）
11	8	4			23

Q2：体操を行った結果については参考になりましたか。

大変良い	良い	普通	悪い	大変悪い	計（人）
11	10	2			23

Q3：結果の説明はわかりやすかったですか。

大変良い	良い	普通	悪い	大変悪い	計（人）
13	9	1			23

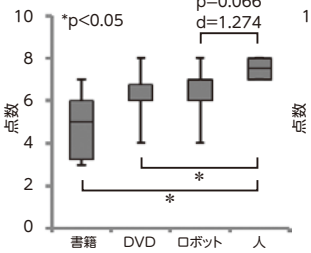
Q4：ロボットを使っての体操指導は有効であると思いましたか。

非常に有効	有効	普通	あまり効果なし	効果なし	計（人）
10	10	2		1	23

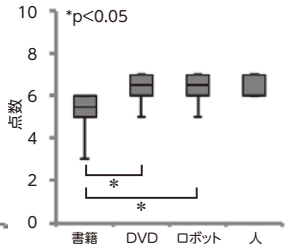
Q5：今後今回体験された体操を日々続けていこうと思いますか。

続ける	たまに	わからない	続けない	計（人）
16	5	2		23

■スクワットの結果



■片脚立ちによる結果



今後の取り組み

- ロコモについて多くの人たちに広く認識を拡げるとともに、体操によって予防できることを広く啓発していく。
- 体操の種類を増やすなど、ロコモ機能の強化を検討。
- 将来的には、医師が指示をした運動療法や体操療法をロボットが指導し、継続して運動を続けるための支援ツールとしての活用を目指す。

06

超音波で排泄のタイミングを察知してお知らせ

排泄のタイミングを検知する小型超音波センサー

トリプル・ダブリュー・ジャパン株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラその6

超音波で膀胱をセンシングする、常時装着が可能な小型IoTデバイス。下腹部に取り付けたセンサーが膀胱の大きさ(膨らみ)を計測し、尿の量を推定するとともに、独自の予測アルゴリズムから排尿のタイミングを算出可能。自立排泄支援や介護者の負担軽減が期待できる。

1. 実証実験の目的

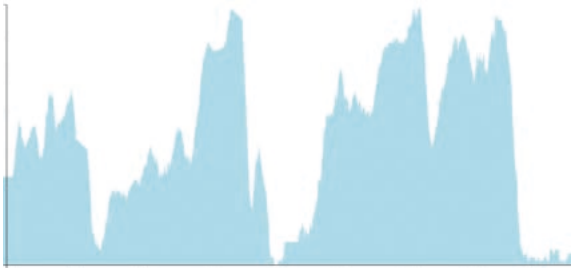
本機(商品名：DFree)の導入効果として「失禁・空振・汚染の減少、トイレ誘導回数最適化、業務負荷の軽減、排泄消費財の減少」といった効果が認められるかを定量的、定性的に評価し、本機のアプリケーションのユーザーインターフェイス、操作性の改良を検討することを目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

被験者は、本機を下記の日程・時間にて使用。被験者は、センサーを内蔵する本機を装着し、普段どおりの生活を過ごし、職員は得られたデータにもとづいてケアを実施する。

［日 時］平成28年12月22日(木)(事前パッチテストのみ)
平成29年1月11日(水)～1月24日(火)
各日10：00～翌5：00までの19時間
※入浴時は除外する

［場 所］社会医療法人社団 三思会
介護老人保健施設 さつきの里あつぎ



取得できた尿量データ例(21～1時に4回の失禁が見られる)

3. 検証結果

装着性や通信状況が不安定だったため、施設職員が本機からフィードバックされるデータを効果的に業務に活用することはできなかった。よって、実証実験の目的のうち「本機器の導入効果」については、検証がかなわなかったが、アプリケーションのユーザーインターフェイスや操作性、そして施設への導入方法については、改良・開発に向け貴重な知見を得ることができた。
(企業職員の立会いがない)施設職員による装着については、特に問題ないことが確認できたが、利用者の姿勢変化時のフォローアップやアプリの使い方、エラー発生時の対応など、運用部分で課題があった。また、安定した電波の取得についても、通信補助機器(アクセスブリッジ)の改良等が必要である。

今後の取り組み

- 波形例などを交えたわかりやすい使い方説明書作成。
- 通信補助機器の改善。
- 波形データ作成アルゴリズムの調整。
- 上記を含むユーザーインターフェイス改善

07

コミュニケーションで健康づくり支援

健康維持のための体操支援ロボット

首都大学東京 システムデザイン学部 特任助教 大保武慶／教授 久保田直行

チカラ4 その

ROBOT TOWN SAGAMI

高齢者の介護予防を目的とした体操支援システム。利用者とのコミュニケーションによって体操の促しやインストラクター役となるロボットと、体操中の利用者の運動を計測評価するための計測機器によって構成されている。

1. 実証実験の目的

ロボットパートナーを用いて、高齢者の日々の健康づくりに必要なコミュニケーション機能を明らかにする。指導ロボット(製品名：PALRO)を用いて、「フレーミング効果※」に基づくコミュニケーションモデルを実装し、日々の体操支援への効果について検証することを目的として、実証実験を行った。

※発話を楽観的(ポジティブ)に表現するか、悲観的(ネガティブ)に表現するかによって、同一の意味でも受け手の印象が異なる効果。

2. 実証実験の概要

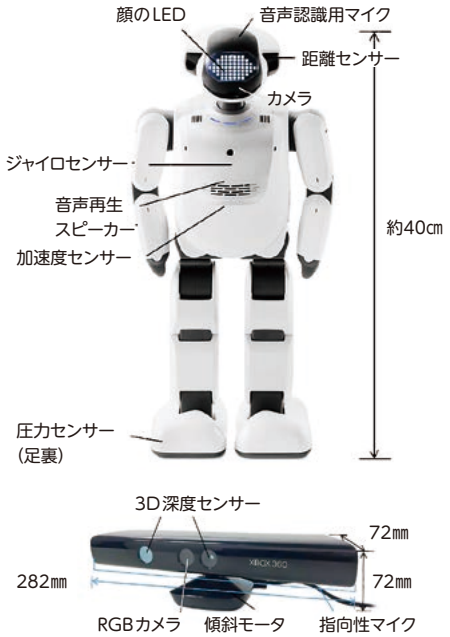
平成27年度まで使用した体操支援ロボットに対して、提案手法であるコミュニケーションモデルを実装し、ロボットとの体操を継続することへの動機づけの効果を検証。具体的には、体操後の評価の際に、ロボットがポジティブフレーミング(楽観的)でコメントするグループと、ネガティブフレーミング(悲観的)でコメントするグループに、高齢者7名を分け、各グループに対して体操継続に対する意欲を検証した。

［日 時］ 平成29年1月16日(月)～1月31日(火)
［場 所］ 株式会社 学研ココファン ココファン愛甲石田
［日 時］ 平成29年1月19日(木)～1月27日(金)
［場 所］ 株式会社学研ココファン ココファン綾瀬

3. 検証結果

点数の低い被験者に対してネガティブフレームを導入した場合では、実験後のロボットとの体操の継続に対する意欲が低いことに対し、ポジティブフレームの場合では、点数の結果にかかわらず、意欲的な意見がみられた。

また、ロボットがいない状況下における体操の継続に関しては、いずれの被験者からも意欲的な意見が得られず、体操に対するロボットパートナーの必要性が示唆された。



ロボットパートナー(製品名：PALRO)と計測機器

■実験の流れ

事前インタビュー(5～10分)	ロボットと体操(5～10分)	事後インタビュー(5～10分)
・心身の健康状態 ・モチベーション など	「ラジオ体操」 「腕上げ体操」 「万歳体操」 「肘曲げ体操」	・体操の感想 ・ロボットの印象 ・健康管理への意識変化 など

■実験の様子

今後の取り組み

- ポジティブフレームを中心とした発話コンテンツや生涯学習プログラムを開発する。
- 個々人のレベルに合わせた体操の評価・点数化方法の見直し。
- 体操動作のコンテンツを見直し、商品化を目指したプログラムのパッケージ化。

08

握る動作を自然にフォローする

握力を補助するウェアラブルロボット

株式会社エスケーエレクトロニクス

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

弱い握力をサポートするためのグローブ型の自立支援機器。グローブをはめて対象物を軽く握ると、親・中・薬指の腹についたセンサーが圧力を感知し、自動的に握りをサポートする。8時間連続使用可能なバッテリーを搭載しているため、施設だけでなく、在宅でも使用可能。

1. 実証実験の目的

上肢に麻痺のある方や高齢者など、握力の弱まっている方に、本機(商品名：SEM Glove 自立支援用)を試用してもらうことで有効性を確認し、新たな活用可能性を見出すとともに、改良点等を抽出することを目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

実証実験①…60・70代の施設従業員2名に対し、1週間程度、日常的な作業に試用。終了後、QOL(生活の質)の向上について、有効・効果的となる動作・作業を検証。また、施設利用者向け体験会で使い勝手などについて聞き取り。

[日 時] 平成29年1月17日(火)～2月6日(月)
(上記日程の中で順次実施)

[場 所] 社会福祉法人 聖隷福祉事業団
高齢者複合施設 聖隷藤沢ウェルフェアタウン

実証実験②…施設通所者2名に対し、リハビリ支援での試用を3週間(5回程度)実施。プログラム前後で握力・ピンチ力を測定し、1週間ごとにモニターおよびセラピストに対して聞き取りを行い、リハビリプログラム支援への有効性について検証。

[日 時] 平成29年1月18日(水)～2月9日(木)
(上記日程の中で順次実施)

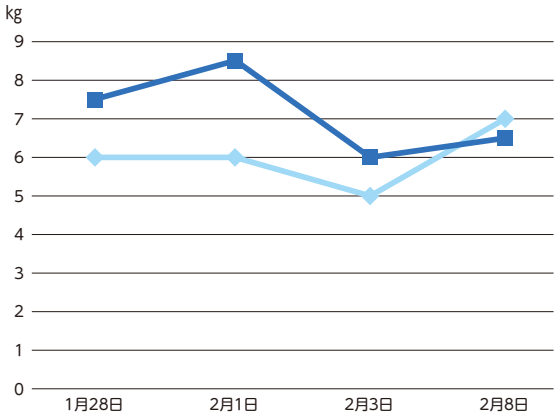
[場 所] 社会医療法人ジャパンメディカルアライアンス
介護老人保健施設 アゼリア

3. 検証結果

実証実験①：握る・つまむに関する作業がグローブを装着することで安定し、作業効率向上、QOL向上につながることが確認できた。腰に装着する本体のサイズ感について要望を受けた。
実証実験②：握力については、おおむね開始時より増加が見られた。長期的なリハビリプログラムでの試用により、手指の稼働域の向上、それによる握力・ピンチ力の改善など、リハビリへの有用性に対し可能性を見出すことができた。

■実証実験②の様子

リハビリ支援後、モニターのうち1名はカップ等を安定して持つことが可能になった



リハビリ支援前後の握力

◆ 握力(プログラム前)
■ 握力(プログラム後)

今後の取り組み

- 本体部分のコンパクト化。
- グローブの着脱の簡略化。
- センサーの全指への装着。
- サポーターなどによる手首・肘の安定性強化。
- 指先のセンサー位置とサイズ等の見直し。
- 今後もリハビリ支援への試用を継続し、長期的な実証実験を行うとともに、実証数を増やし、有効性を検証する。

09

立ち座りや歩行を安全にサポート

屋内移動支援ロボット

株式会社安川電機／ニドインダストリアルデザイン事務所

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

足腰が弱くなり立ち座り・歩行が不安定な方を対象とした、立ち座りおよび歩行支援を行う屋内歩行支援ロボット。座位からの立ち上がり時に、テーブル部が電動で斜め上昇・垂直上昇することで動作をアシストし、歩行時は自動ブレーキ機能や速度制限機能により不意な突進などによる転倒を防止する。

1. 実証実験の目的

平成27年度までの装置の課題を解決した試作機(試作4号機)を製作。介護施設にて試作機が提供する機能(立ち座りアシスト機能、自動ブレーキ機能、歩行速度制限機能、旋回アシスト機能)の有効性の検証を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

高齢者2名を対象に、屋内での『立ち上がり』『座り込み』『屋内歩行』『旋回動作』の「要素動作」と「できる活動」を、普段行っている方法と本装置を用いた方法で実証実験を実施。各被験者および介護者に聞き取り調査を実施し、相対比較を用いて本装置が有する各機能の有効性および課題を検証した。

［日 時］ 平成29年1月23日(月)～1月26日(木)
［場 所］ 株式会社学研ココファン ココファン伊勢原

3. 検証結果

『立ち上がり』、『屋内歩行』、『旋回動作』に関しては、一定のアシスト機能が有効であると評価できた。使用場所や使用条件等を考慮したうえでの、それぞれの改善点も抽出された。

一方、『座り込み』に関しては、介護者がテーブルをどの位置まで下降させれば良いのかを判断しにくかったこと、また被験者がグリップから手を離せずに、ベッドや椅子に浅座りになったことがあり、座り込み手順方法のわかりやすさを改善する必要が確認できた。

■使用中の様子

『立ち上がり』の様子。テーブル部の電動上昇によるアシストは有効であると評価できた

廊下での『屋内歩行』の様子。普段行っている方法と比較し、歩行時の安定感が向上したとの評価を得た

カーペット上での『屋内歩行』時、装置を押して歩くことが困難になり、アシスト力不足であることが分かった

トイレなど狭所での『旋回動作』時、切り返し動作が必要となり、操作性の改善が必要であることが分かった

今後の取り組み

- 必要な機能の絞込み・機能の改善を実施し、製品化を意識した装置を開発する。

10

リハビリプログラムと身体機能測定プログラムを搭載

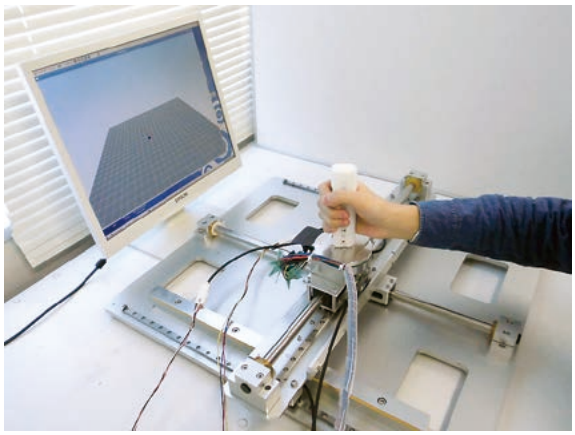
力覚伝達技術を応用した上肢リハビリテーション支援システム

横浜国立大学大学院 工学研究院 准教授 下野誠通

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

上肢を対象としたリハビリテーション支援を目的としたシステム。2台のリニアモーターで机上平面運動を実現。レバーを通して使用者の手先運動情報をセンシングし、取得した情報に基づいて、定量的に身体機能を評価することが期待される。手関節の動作を実現するレバー部に、回転モーターを搭載。



1. 実証実験の目的

本機を用いた上肢のリーチングリハビリテーション支援を実施し、力情報および速度情報に基づいてリーチング動作を誘導するアルゴリズムを実装することで、誘導効果と運動機能評価における有用性の確認を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

麻痺を有する被験者6名に、上肢を構成する筋群と手部での出力方向の関係に対応した6方向におけるリーチング動作を、誘導のない条件、リーチング方向とは逆向きの負荷力がある条件、コンプライアンス制御によるリーチング誘導がある条件で実施し、それぞれ上肢の軌道追従精度を評価する。また、手部で発生している力情報について観察を行った。これらの実験データを解析することで、ロボットを用いた上肢リハビリテーションにおける誘導アルゴリズムの効果を検証し、また力に基づく運動機能評価の有用性を確認する。

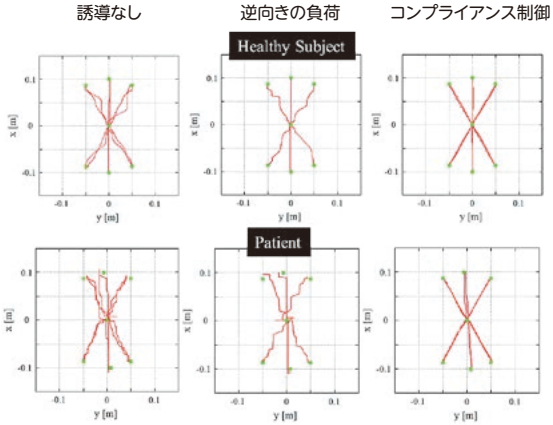
［日 時］ 平成29年1月23日(月)～2月13日(月)
［場 所］ 社会福祉法人 神奈川県総合リハビリテーション事業団
七沢リハビリテーション病院脳血管センター

3. 検証結果

今回の実験で得られたデータ例を図1と図2に示す。それぞれの図において、健常者による実験データと、麻痺を有する被験者による実験データとを比較している。

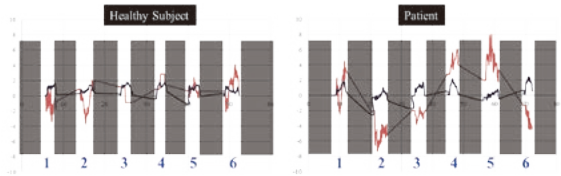
図1の実験データから、コンプライアンス制御による誘導が最も高い誘導効果であることが認められた。また、図2の実験データからは、被験者がどの程度自らの力制御能力でリーチング動作を達成していたかについて、力の情報に基づいて定量的な評価をもたらす可能性が示された。

■図1　各種条件での位置の結果例



健常者(上)に比べて被験者(下)の軌道には揺らぎが生じており、まっすぐにリーチング方向へ運動できていない。コンプライアンス制御による誘導が、最も高い誘導効果であることがわかる。

■図2　コンプライアンス制御による誘導時の力の結果例



リーチング方向に直交する方向(赤線)については、健常者のデータ(左)に比べて、麻痺を有する被験者のデータ(右)が大きな値を示しており、誘導力によってリーチング動作をなめらかに達成していたことがわかる。

今後の取り組み

- 継続して実験を行い、データを蓄積する。
- 手関節の先行誘導の有無による違いを精査する。

11

ワイヤーで点検用のロボットカメラを自由に操作

ワイヤ吊り下げ型 橋梁点検ロボットシステム

株式会社ハイボット／株式会社建設技術研究所／国立大学法人東京工業大学

チカラ その2

ROBOT TOWN SAGAMI

橋梁の損傷の発見・確認を行うシステム。橋梁上の4箇所からワイヤーを張ってロボットを吊るし、橋梁上に設置した制御装置によりワイヤーとロボットの姿勢を制御することで、橋の任意の位置にロボットを移動させ、カメラユニットで橋梁の状態を調査する。

※本システムは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議のSIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術（管理法人NEDO）の支援を受け、開発しているものです。

1. 実証実験の目的

本機（製品名：BRIDGEVIEW）は、橋の上から人力で短時間にロボットを橋下に配置し、点検が実現できることを目標としている。実際の橋梁で本機が想定している性能を発揮できるかを確認することを目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

4本のワイヤーで支えられた橋梁点検ロボットを橋梁上から橋梁下に設置し、点検動作の確認を行い、橋梁上で撤収作業を実施。

今回の実証実験では、実際の大きな橋梁で、歩道の一部を占用した狭い作業空間でロボットを設置し、動作確認を行うことで、実際の環境で所定の性能が発揮できるかを検証し、また、今後の開発課題を抽出した。

［日 時］ 平成29年1月25日（水）、26日（木）
［場 所］ 戸沢橋（神奈川県厚木土木事務所管内）

3. 検証結果

今回の実証実験では、本機の吊り下げ機構の実証は成功裏に終わり、橋梁上からロボットを吊り下げることができた。

一方、4本のワイヤーでカメラ付き装置を橋梁下に走査させ橋の色々な部位の損傷を確認する検証で、戸沢橋（桁高2.6m）では、現状の機構に対し想定外の力が支持ロッドに作用し、装置の一部が破損する可能性があることが確認され、改良が必要なことが判明した。

また、4つあるウィンチのうちの1つが実験中に不具合を生じるアクシデントに見舞われ、その後の動作確認ができなくなり十分な検証ができなかった。実用化に向けては不具合の発生を抑える信頼性の向上も課題となる。

■実証実験の様子

歩道上でのロボットの設置作業

ロボットを支える支柱の設置状況

ロボットの解説を行う広瀬東工大名誉教授（写真中央）

今後の取り組み

- 今回の実験で明らかになった課題を早急に解決し、改めて実証実験を行うことで橋梁点検ロボットの実用性を高める。

12

トレーニング効果のあるユニークな移動ロボット

玉乗り型パーソナルモビリティロボット

VECTOR株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラその6

単なる移動手段ではなく、人々の笑顔を誘うデザイン、3点のオムニホイールで一輪を駆動することによる全方向・自由自在の楽しい乗車感覚、バランス力向上や体幹トレーニング効果が期待できる特長を持つ未来型モビリティロボット。

1. 実証実験の目的

本機は、高齢化に伴う移動制約や運動機会の減少という問題解決に向け、バランス力向上や体幹トレーニング効果が期待できる移動ロボットとして開発された。レクリエーションやフィットネスでの活用にむけたニーズ調査や改良点の抽出を目的として、実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

高齢者施設のレクリエーションでの活用に向けて、試乗イベントを開催し、施設職員に乗車感覚や利用方法、使用にあたっての課題等のヒアリングを実施、また元気な高齢者を対象に、乗車感覚や操作感、デザイン性等について、アンケートを実施した。

[日 時] 平成29年1月26日(木)
[場 所] 社会福祉法人 聖隷福祉事業団
高齢者複合施設　聖隷藤沢ウェルフェアタウン

フィットネスでの活用に向けては、スポーツクラブ職員に試乗してもらい、乗車感覚や利用方法、健康効果、使用にあたっての課題等のヒアリングを実施した。

[日 時]平成29年1月31日(火)
[場 所]コナミスポーツ本店

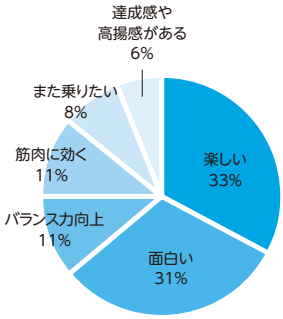
3. 検証結果

高齢者施設では、施設職員、高齢者ともに高評価を得、周囲も巻き込んで楽しめる点も評価された。一方、乗りやすさの改良やサイズダウン、安全対策の強化への要望も多数あった。

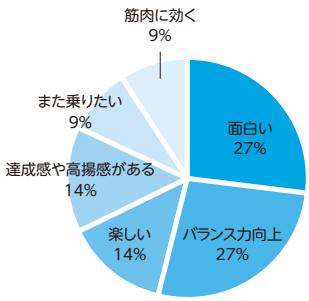
フィットネスでも、楽しい乗車感覚は評価される一方、乗りやすさの改良や継続的な利用を目的としたゲーム性の追加、健康データのフィードバック、利用者に応じた難易度調整機能の追加など、今後の参考となる意見を収集することができた。

■実証実験の様子

■モニターによるアンケート結果



施設職員による試乗後の感想



高齢者による試乗後の感想

今後の取り組み

- 乗り込みおよび制御開始時の難しさ、不安定さの解消。
- 楽しい乗車感覚を活かし、ゲーム性の追加や会話機能の追加等を検討する。
- サイズダウンへの対応。

13

遠距離移動が難しい高齢者などためのVRロボット

体験型遠隔操作コミュニケーションロボット

有限会社 海馬

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その6

インターネットを利用した遠隔操作コミュニケーションロボット。操縦者はヘッドマウントディスプレイでロボットと同じ景色を見ながら操縦ができ、ロボットの腕と連動している両腕のコントローラーでジェスチャーによる意思表示も可能。マイク・スピーカーを通して会話も行え、スムーズなコミュニケーションを実現できる。

1. 実証実験の目的

高齢者や要介護者、車いす利用者を対象とした本機(商品名：caiba)の操作実験。実験参加者から意見などを集め、コックピットやロボットの操作性・動作性の改善点、利用における擬似外出感や疲労感を、定性的に調査することを目的として実証実験を行った。

2. 実証実験の概要

実証実験では操作説明を受けた後、コックピットからロボットを操縦。体験後にアンケートと意見交換を実施。操作体験者だけでなく見学者(高齢者や理学療法士など)からも意見収集を行った。おもな体験は、ヘッドマウントディスプレイからの映像確認(ロボットとの連動を確認)、ロボットを自由に遠隔操作、スタッフや見学者とのコミュニケーション(相手の表情や仕草を確認し、会話や手を振るなどのジェスチャー表現)など。

車いす利用者 実証実験
[日 時]平成28年12月1日(木)
[場 所]神奈川県産業技術センター(海老名)

高齢者施設利用者 実証実験
[日 時]平成29年1月26日(木)
[場 所]社会福祉法人　聖隷福祉事業団
高齢者複合施設　聖隷藤沢ウェルフェアタウン

3. 検証結果

車いす利用者実証実験では、本機による会話コミュニケーションは問題なく行うことができたが、腕を伸ばすなどのジェスチャー動作に指摘があった。障害レベルによってコックピットやコントローラーの設計変更が必要であるとの考えを得た。

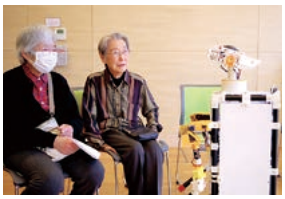
高齢者施設実証実験では、自由に操作しながら見学者とジェスチャーを交えて会話することができた。施設利用者からは、新しいコミュニケーション手段として、大きな期待が寄せられた。

両実験で長時間利用による眼精疲労やVR酔いの感想を受けた。

■車いす利用者 体験の様子

操縦後の意見交換では車いす利用者ならではの視点で
コックピット設計など指摘があった

■高齢者施設利用者 体験の様子



操作方法などの理解は早く、説明を受けた後、
自由に操作しながらロボットによるコミュニケーションを行った

今後の取り組み

- 眼精疲労やVR酔い低減を目指すにあたり、ロボット側カメラの変更、操縦者側ディスプレイの改良。
- 操縦者の体の状態や障害レベルに合わせたコックピットやコントローラーの再設計。
- 障害物に対し、自動で停止するセンサーを設置することで操縦者の対物距離感をサポート。
- 良好なネットワーク状態での操作を可能にするため、ネットワーク事業者との連携。

［インタビュー］

ロボットが生む新たなリハビリの可能性

介護老人保健施設アゼリアは、平成26年から「公募型『ロボット実証実験支援事業』」など複数の実証実験に参加し、28年には神奈川県と介護ロボット普及推進センター事業に関する協定を締結している。28年度の「握力を補助するウェアラブルロボット」の実証実験の成果を中心に、ロボット導入の意義について職員に話をうかがった。

介護老人保健施設 アゼリア
〒243-0433神奈川県海老名市河原口1357番地1
※株式会社エスケーエレクトロニクス
「握力を補助するウェアラブルロボット」の詳細は8ページ参照

上肢麻痺のリハビリ方法は課題だった

相川氏「本施設は、入所と通所などを合わせ現在約300名の利用者がおり、介護段階など各自の心身の状態に合わせたケアやリハビリテーションを提供しています。これまで下肢の麻痺については、歩行などの生活動作に必要なため、麻痺がある脚も含めて動かせるようなリハビリテーションを行ってきました。一方、上肢の麻痺に関しては、片手に麻痺がある場合でも、もう片方の手で代用しがちなため、麻痺した側の手に焦点を当てたリハビリテーションは課題でした。そこに『握力を補助するウェアラブルロボット』の実証実験についてのお話があり、趣旨に合った2名にご協力いただきました」

実証実験の結果を通して

山口氏「ご協力いただいたのは、片手に麻痺がある50代と90代の女性で、どちらもロボットに興味を持ち、新しいリハビリにも積極的でした。4～5回の試用を経た結果、握力の向上や手指を使った動作の改善が見られました。麻痺した手指をロボットのサポートにより動かすことで、身体機能の回復につながる可能性が見出せたことは、作業療法士として今後のリハビリプログラムに活かしたいです。ただ、手袋タイプの形状のため、麻痺した手に装着するのに時間がかかる点や、加わる力の調整が必要な点などの改善希望もありました。また、今回のロボットは指先のセンサーに反応した『つかむ』動作の支援ですが、麻痺をした手は『離す』動作にも支援が必要な場合があります。もし、どちらもサポートできる機能があれば、より使用範囲は広がると感じられました」

相川氏「リハビリプログラムは、機能回復などの性質上、同じ動作の繰り返しになりがちなため、リハビリを受ける利用者の意欲の維持・向上は常に課題です。支援ロボットの導入などで、リハビリの内容が改善されるほか、利用者の意欲向上に大きな意味があります」

ロボットをよりよく利用するための情報共有に期待

相川氏「本施設では、複数の実証実験に参加するほか、『見守りシステム』など実証実験を経て、本格的に導入したものもあります。実証実験を含め、新しいものを取り入れることで、職員同士が話し合う機会が増え、臨機応変な対応力を向上させることもできました。さがみロボット産業特区の取り組みを通して、利用者と開発者が協力し、より現状に即したロボットの開発につながることはもちろん、利用実例などの情報を共有することで、ロボット導入が広がり、介護やリハビリの現場が活気づくことに期待しています」

お話をいただいた、リハビリテーション科科長の相川浩一氏(左)と、作業療法士の山口憲太郎氏(右)。

平成26年度、重点プロジェクトを経てすでに製品化され、アゼリアに導入されている株式会社エルエーピーの「パワーアシストハンド」(15ページ参照)

実証実験の一環として使用した株式会社エスケーエレクトロニクスの「ウェアラブルロボット」(8ページ参照)