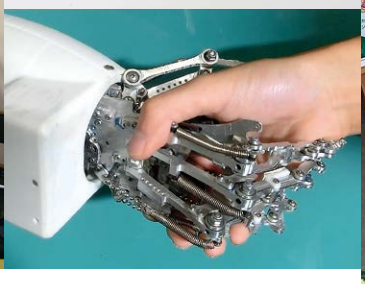
ROBOT
TOWN
SAGAMI

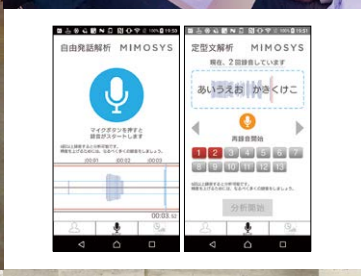
公募型「ロボット実証実験支援事業」
重点プロジェクト

平成30年度
レポート

さがみロボット産業特区協議会

©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、災害対応分野等)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。

さがみロボット産業特区の対象地域

対象区域(12市町):
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30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」12件の成果や、「重点プロジェクト」25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64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及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

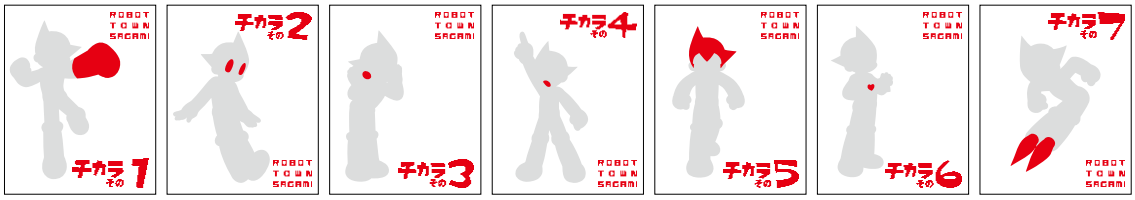
神奈川企業誘致促進協議会

[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 デリバリーロボット(NECネッツエスアイ株式会社)
2 バイタルレーダーセンサー・プラットフォーム(サクラテック株式会社)
3 コミュニケーションテーブル(株式会社シャンティ／北里大学 医療衛生学部)
4 ベッドやトイレへの乗り移りを安全・簡単にする、後ろからスライド移動だけで乗れるロボット(株式会社テムザック)
5 リハビリテーションロボット(株式会社デンサン)
6 非接触バイタル生体センサーを活用した見守りサービスおよび超音波センサーによる排泄予測(パナソニック株式会社／トリプル・ダブリュー・ジャパン株式会社)
7 下肢不自由者向け歩行支援ロボット(USCIジャパン株式会社／FREE Bionics Japan株式会社)
8 生活動作支援ロボティックウェアcurara®(信州大学 繊維学部／伊勢原市経済環境部商工観光課／AssistMotion株式会社)
9 自在適応桁で支えられる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)
10 トンネルスキャンロボット(株式会社リコー)
11 接客効率と売上向上に向けたロボット活用システム(慶應義塾大学SFC研究所／FCL)
12 案内支援のためのマルチロボットコミュニケーションシステム(東京工芸大学 工学部／首都大学東京 システムデザイン学部)
13 インタビュー 実証実験協力施設の声「入居者の不便を解消し、自由な生活を支援するロボットへの期待」(ライフ＆シニアハウス湘南辻堂)
(ページ)

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。

14 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)
15 空間センサーを活用した介護支援システム(青山学院大学／有限会社 テレビジネス／株式会社 道元／介護老人保健施設やすらぎ)
16 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)
17 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)
18 見守り機能型服薬管理支援機器・システム開発(クラリオン株式会社／ケアボット株式会社)
19 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)
20 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)
21 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／国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構／合資会社次世代技術／株式会社クライムエヌシーデー／有限会社中村電機)
22 自動運転技術を装備した自動車(日産自動車株式会社)
23 遠隔操作による超音波診断ロボット(早稲田大学)
24 心の健康計測システム(PST株式会社／東京大学大学院医学系研究科 社会連携講座 音声病態分析学講座)
25 患者見守りシステム(株式会社タウ技研)
26 居室設置型移動式水洗便器(TOTO株式会社)
27 腰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／東京理科大学)
28 人工筋肉による遠隔建機操縦ロボット「アクティブロボSAM」(コーワテック株式会社)
29 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)
30 脊髄損傷者用歩行アシスト装置(株式会社安川電機)
31 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イノベーション)
32 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)
33 多くの日常生活動作を可能にする上肢筋電義手(国立大学法人 横浜国立大学／東海大学医学部付属病院／特定非営利活動法人 電動義手の会)
34 飛行型警備ロボット(セコム株式会社)
35 ダム調査用ロボットシステム(株式会社キュー・アイ)
36 日常生活を支援するための人の手の動きを再現するロボットハンド(ダブル技研株式会社)
37 データ分析型ケアマネジメント支援システム(パナソニック株式会社)
38 自動運転等に活用されるカメラシステム(株式会社リコー)
39 「さがみロボット産業特区」発! 商品化ロボット一覧
(ページ)

01

人から人へスムーズにモノを運ぶ

デリバリーロボット

NEC ネッツエスアイ株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その5

本機(名称：Relay)は、人から人へモノを運ぶ革新的な自律走行型のデリバリーロボット。人と共存することをコンセプトに開発され、スマートなボディに最新の技術を搭載、格納した物品を安心・安全に搬送することを可能にした。

1. 実証実験の目的

本機が検体及び薬剤の搬送を行うことで、医療従事者の搬送業務における負担軽減や業務効率化を図り、働き方改革を促進し、入院患者等の病院利用者への利便性・サービス向上を目指す。

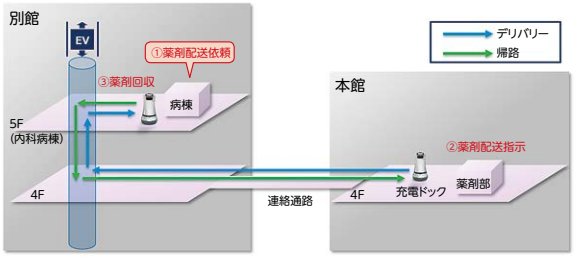
2. 実証実験の概要

本機を利用し、病院内の下記ルートでの搬送を実施。なお、フロア間の移動は、本機のエレベーター連携機能を活用し、ロボットが自動的にエレベーターに搭乗することとした。

- 薬剤師(薬剤室、本館4F)→看護師(内科病棟、別館5F)への薬剤搬送
- 看護師(内科病棟、別館5F)→検査技師(緊急検査室、別館1F)への検体搬送
- 薬剤師(腫瘍センター、別館2F)→看護師(内科病棟、別館5F)への抗がん剤搬送

[日 程] 平成30年12月16日(日)～平成31年1月11日(金)
[場 所] 聖マリアンナ医科大学病院

■搬送イメージ(薬剤)



■実証実験の様子

3. 検証結果

搬送試験中、病院利用者や設備に対する衝突等もなく、搬送品の破損、品質劣化等の事象も確認されなかった。

また、病院内をロボットが走行することに対して、医療従事者及び病院利用者からネガティブな反応はなかった。

病院内での運用に対して「積載量の拡大(搬送場面によっては、1回の配送に収まりきらない可能性がある)」「緊急搬送患者等とのすれ違い(ロボット専用ルートの設置等の対策)」、「格納庫内の温度管理(常温、冷所保存の薬剤搬送のための機能の必要性)」などの課題が挙げられた。

今後の取り組み

- 積載量拡大に向けた、形状検討や配置改善を行う。
- 格納庫内の温度管理機能を検討する。
- 緊急搬送患者等の確認方法、方式を検討する。
- さらなる業務負担軽減に向け、搬送ログと電子カルテシステム連携を検討する。

02

離れた場所から、何人分もの生体情報（心拍呼吸）を見守る

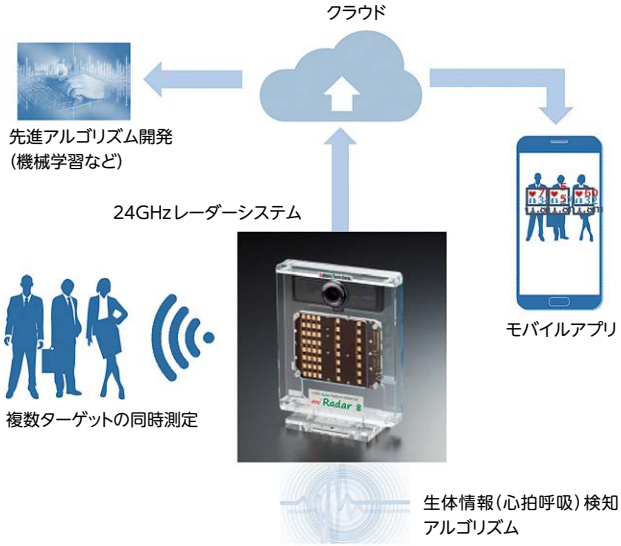
バイタルレーダー センサー・プラットフォーム

サクラテック株式会社

チカラ その2

ROBOT TOWN SAGAMI

本機（名称：miRadar™8《VSM》／miRadar™ Cloud）は、新開発のMIMOレーダー信号処理により、複数人の生体情報（心拍呼吸）の高精度な同時取得が可能になった。また、クラウド接続機能により、各部屋に1台設置するだけで、複数人の生体情報（心拍呼吸）を集中管理することができる。



1. 実証実験の目的

1台のバイタルセンサーで複数人の生体情報（心拍呼吸）を遠隔から確認、集中管理できることを検証する。また、取得した生体情報（心拍呼吸）をクラウドでデータ処理するソフトウエアを開発し、機能を検証する。

2. 実証実験の概要

実証実験①では、椅子に座っている3名の生体情報（心拍呼吸）を、インターネットを介しクラウドに転送し、離れた場所の端末からリアルタイムに確認できるか検証した。

［日 程］平成30年8月1日（水）～12月31日（月）
［場 所］サクラテック株式会社内

実証実験②では、プレ実証フィールド（体育館）で生体情報（心拍呼吸）（1名）を検出できる距離を検証した。

［日 程］平成31年1月24日（木）
［場 所］「さがみロボット産業特区」プレ実証フィールド

■実証実験の様子

（上）実証実験①：3名の生体情報（心拍呼吸）のクラウド接続試験
（下）実証実験②：生体情報（心拍呼吸）検出距離測定

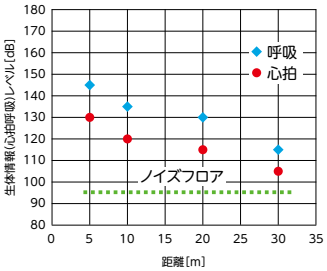
3. 検証結果

実証実験①では、3名の生体情報（心拍呼吸）の時間経過表示がクラウドを経由し更新レート約1秒間隔で表示できた。また、蓄積されたデータ表示も確認することができた。

実証実験②では、プレ実証フィールド（体育館）で、被験者をセンサーから距離5m、10m、20m、30m離れた位置で生体情報（心拍呼吸）の検出ができるかの基本性能実験を実施した。障害物のない理想的な環境では、センサー正面方向において1名の生体情報（心拍呼吸）を30mの距離から検出可能なことを確認した。

■検証結果

端末画面（生体情報（心拍呼吸）グラフ表示）



距離と生体情報（心拍呼吸）レベル

今後の取り組み

- 今回開発したクラウド接続機能を搭載した、miRadar8《VSM》評価キットの製品化を行い、顧客による実験評価を実施する。
- システムインテグレーターと連携し、生体情報（心拍呼吸）監視システムを構築し、介護施設や保育園等に設置する。

03

テーブル型のタッチパネルで、リハビリを支援

コミュニケーションテーブル

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

本機（名称：コミュニケーションテーブル）は、動作に合わせたリアリティのある演出や評価を行い、脳・上肢機能障害のリハビリテーションをサポートするIoTを活用したシステム。机をタッチパネルにするXperiaTouch、発話により説明補助をするXperiaHello、指の動きを把握するLeapMotionを接続し、「鍵をつまんで、ドアを開ける」など5項目のリハビリ動作を、アプリで評価し支援する。

1. 実証実験の目的

介護予防及び脳・上肢機能障害のリハビリを必要としている人に対して、本システム利用時のデータの収集を行い、効果に対する評価を検証する。

また、継続するためのモチベーションを維持できているかも併せて検証する。

2. 実証実験の概要

本機をリハビリ室に設置し、入院患者に対して、作業療法士が同伴のもと、対象者にアプリを用いた動作練習を1日あたり最大20分、1週間あたり5日間の頻度で計10日間行った。

対象者については、平成30年8月1日から10月31日に回復期リハ病棟に入院した患者のうち、脳血管障害または頚椎症性脊髄症により上肢運動麻痺者とし、一部実験実施が困難な方を除き、3名が対象となった。

［日 程］ 平成30年11月14日（水）～12月8日（土）
［場 所］ 北里大学 東病院 回復期リハ病棟

3. 検証結果

評価方法として、対象者（表1）の介入前後1週間以内にFMA（麻痺側上肢機能）及びMAL（麻痺側上肢の使用頻度）を測定した。その結果、表4にあるように短期的かつ通常のリハの影響も大きいとは考えられるが、介入後に上肢機能は改善した。

最終日にアンケート調査を行ったところ、表3のように本システムに対して肯定的な回答が多数を占めた。

■実証実験の様子

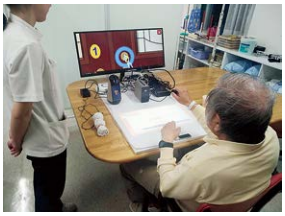


表1　対象者プロフィール

	対象者A	対象者B	対象者C
性別	男	女	男
年齢（歳）	41	56	72
身長（cm）	163.5	158.0	160.0
体重（kg）	73.8	62.7	78.7
BMI（kg/㎡）	27.6	25.1	29.6
利き手	右	右	右
疾患名	被殻出血	くも膜下出血	心原性脳塞栓症
障害側	右	左	右
FIM（点）	119/126	40/126	110/126

BMI, Body Mass Index（体格指数）;FIM, Functional Independence Measure（機能的自立度評価表）

表3　アンケートの内容と結果（n＝3）　　数値は回答件数を示す

実際の生活で役立ちそうか	とても役立ちそう 0	役立ちそう 2	どちらでもない 1	役立ちそうにない 0	全く役立ちそうにない 0
楽しかったか	すごく楽しい 0	楽しい 3	普通 0	退屈 0	すごく退屈 0
動作課題は難しかったか	すごく簡単 0	簡単 1	どちらとも言えない 2	難しい 0	すごく難しい 0
アプリの操作は簡単そうか	すごく簡単そう 0	簡単そう 2	どちらとも言えない 1	難しそう 0	すごく難しそう 0
アプリを使ったリハをまたやりたいか	ぜひやりたい 0	やりたい 0	必要に応じて 3	やりたくない 0	絶対にやりたくない 0
ロボットからの説明や応援はどう感じたか（複数回答）	わかりやすい 2	楽しい 2	可愛い 2	励みになる 2	よく聞こえない 0
	煩わしい 0	わかりにくい 0	早口 0	うるさい 0	何とも思わない 0

表4　介入前後の医学的アウトカムの変化（n＝3）

	FMA（前→後）	MAL AOU（前→後）	MAL QOM（前→後）
対象者A	63→66	5.0→5.0	4.8→5.0
対象者B	30→49	1.2→1.4	2.2→1.4
対象者C	60→65	4.9→5.0	4.9→4.9

FMA,Fugl-Meyer Assessment（麻痺側上肢機能）; MAL,Motor Activity Log; AOU, Amount of Use（麻痺側上肢の使用頻度）; QOM, Quality of Movement（動作の質）

北里理学療法学 第22号：77-80、2019「上肢運動麻痺患者を支援するIoTプラットホームシステムの実用化に向けた産官学連携による開発」より抜粋

（注）Xperia Hello、Xperia Touchはソニーモバイルコミュニケーションズ株式会社、Leap Motionは、Leap Motion Incが提供する製品です。

今後の取り組み

- 対照群の設定，対象数の増員，介入期間の延長により当アプリの医学的効果を検証する。
- 患者に則した説明のバリエーションを追加する。
- 課題解決に誘導するリアルタイムな自然会話を追加する。

04

利用者の自由な移動をサポートするロボット

ベッドやトイレへの乗り移りを安全・簡単にする、後ろからスライド移動だけで乗れるロボット

株式会社テムザック

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その6

本機（名称：「RODEM（ロデム）」）は、座面の上下動機能によりベッドやトイレ、イスなどと高さを合せることで、従来のように腰を浮かし回転することなく、前後のスライド移動だけで乗り移りが出来るロボット。高齢者・障がい者の移乗を安全簡単にして自立を助け、抱きかかえ動作などを減らして介護者の肉体的負荷を軽減する。

1. 実証実験の目的

本機が、足の不自由な高齢者や障がい者の自立にどの程度役立つのか、また介護者の移乗・移動介護作業の軽減に役立つのか、実際の使用現場で検証する。

2. 実証実験の概要

高齢者施設で、歩行が困難な方に本機を使って居室から移動してもらい、自立への貢献度と介護者の負担軽減を検証する。

具体的には、被介護者自身で、本機の上下動機能を使い、ベッドと座面の高さを同じにして乗り移りし、座面を上昇させて居室・コミュニティールーム内や館内を移動する。その後、再びベッドに戻るという動作を実施した。

［日 程］ 平成30年12月8日（土）、11日（火）、12日（水）
［場 所］ 株式会社生活科学運営 ライフ＆シニアハウス湘南辻堂

3. 検証結果

本機の、座面の上下動機能によりベッド、イスなどと高さを合せることで、利用者は従来のように腰を浮かし回転することなく、前後のスライド移動だけで乗り移りが出来た。

また、高齢者・障がい者の移乗を安全簡単にして自立を助け、介護者の肉体的負荷の軽減が可能であることがわかった。さらに、本機は、移動中の目線の高さが通常の車いすより高く、介護者との会話が弾む効果があった。

しかし、操作は高齢者等にとって簡単とは言えず、特に、ベッド、イスなどへの後退操作に時間を要し、乗り移りの際には介護者による介助が必要な場面もあった。

■実証実験の様子

ベッドからの移乗

館内移動の様子。目線が高いため、介護者との会話もスムーズ

車いすへの移乗も、抱きかかえ介助なしで可能

今後の取り組み

- 高齢者・障がい者がもっと簡単に移乗出来る方法と機構を研究する。
- 高齢者・障がい者の後退操作を、もっと簡単かつ安全にできるよう、機器側の改良を行う。

05

手首の運動に焦点を当てて、リハビリをサポート

リハビリテーションロボット

株式会社デンサン

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

本機（名称：パワーアシストリスト「rewrist（リリスト）」）は、脳卒中後遺症の麻痺や手関節の可動域制限がある利用者の関節可動域の維持改善を目的として開発された、手首の運動に焦点をあてたリハビリ補助ロボット。規定の空気圧以上の力が加わらない安全な機構で、可動範囲を4段階に調整可能。個人に合った手関節のリハビリを支援する。

1. 実証実験の目的

手関節の拘縮予防として開発中、協力施設において、本機の利用実験を続けたところ、中枢神経麻痺のある方は関節可動域の改善が見られ、麻痺の無い高齢者の方には握力維持向上の期待が持てるとの意見報告が得られた。

以上の経緯から、本機の使用による関節可動域の拡大に伴う拘縮予防及び握力の維持、改善への効果を検証する。

2. 実証実験の概要

中枢神経麻痺のある方（脳卒中後遺症）、高齢者（60歳以上）の方合わせて1施設10名を被験者とし、禁忌の症状の方は対象外とした。左右できる方は左右手首実施。

本機を週1回（週2回来所の被験者は2回）、毎回約20分間（手首を100回屈曲伸展）のリハビリに使用し、約1か月間経過後、本機使用前後における効果を検証。測定項目は、肩関節の外転角度、手首の掌屈角度及び背屈角度、握力の4項目。

［日 程］ 平成30年10月15日（月）～11月23日（金）

［場 所］ Reha Styleアンフルール（地域密着型通所介護：リハビリテーション特化型デイサービス）

3. 検証結果

右の平均値グラフより、肩関節外転、手首掌屈及び背屈、握力全ての測定項目において、実験の前と後で向上が見られた。

また、握力においては、実験3～5か月前のリハビリのみの平均値と実験直前では、握力の低下が見られたが、本機を補助として併用することで、実験前後で改善の効果が見られた。

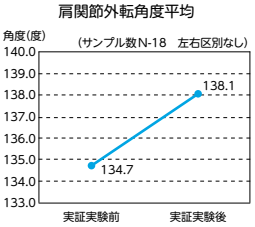
これにより理学療法士、作業療法士の専門職に加え、介護職員によるリハビリ補助機器としての本機使用により、さらなるリハビリ効果が期待できる。

■実証実験の様子

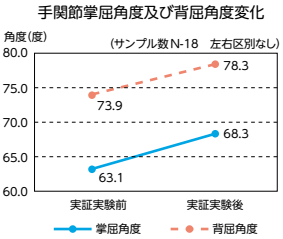
手首横方向リハビリ動作

手首縦方向リハビリ動作

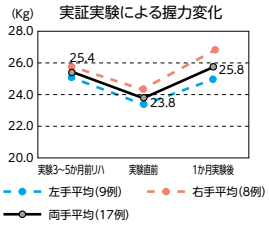
■検証結果



肩関節外転角度実証実験
前後変化



手関節掌屈及び背屈角度実証実験
前後変化



握力実証実験
前後変化

今後の取り組み

- 脳神経疾患、脊椎神経疾患、高齢者の方などの、リハビリのみならず、整形外科でのリハビリ補助などの活用に向けた検証を進める。
- 個人個人の症状に合わせた動作ができる装置の開発の取り組みを進める。

06

生活のリズムを可視化して、個別の夜間ケアを実現

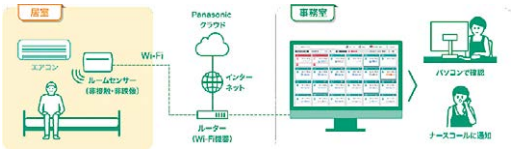
非接触バイタル生体センサーを活用した見守りサービスおよび超音波センサーによる排泄予測

パナソニック株式会社／トリプル・ダブリュー・ジャパン株式会社

チカラその2

ROBOT TOWN SAGAMI

非接触バイタル生体センサーによる睡眠リズムの把握を行う見守りサービスロボット(名称：みまもり安心サービス)と、超音波センサーによる排泄予測を行うロボット(名称：DFree)を組み合わせ、夜間のケアのクオリティー向上を目指す。



1. 実証実験の目的

非接触バイタル生体センサー(ルームセンサー)を活用した見守りサービスと、超音波センサーによる排泄予測はそれぞれ市場投入済ながら、両機能を重ね合わせた使用はされていない。今回両機能を組み合わせたデータを分析し、夜間の最適ケアの検証を行う。

2. 実証実験の概要

ルームセンサーを施設内対象被験者居室に設置し、睡眠状態をモニター。その後同被験者へDFreeを装着し、排泄リズムを把握。睡眠・排泄双方のリズムを把握した上で、被験者の夜間の睡眠・排泄ケアの最適化を図るべく実験を行った。

※1名／約1か月×3名に対して実施(「1週目：睡眠リズム把握→2週目：Dfreeデータ取得→3週目：睡眠／排泄データを基にケア方針検討→4週目：結果確認」を基本パターンとして運用)

※評価方法は前後の睡眠時間とモニター前後でのケア方法の定性比較

[日 程] 平成30年11月12日(月)～平成31年1月28日(月)

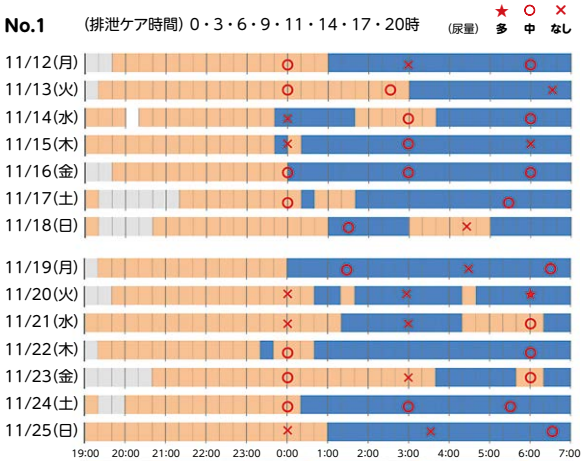
[場 所] 社会福祉法人 若竹大寿会 わかたけ鶴見

3. 検証結果

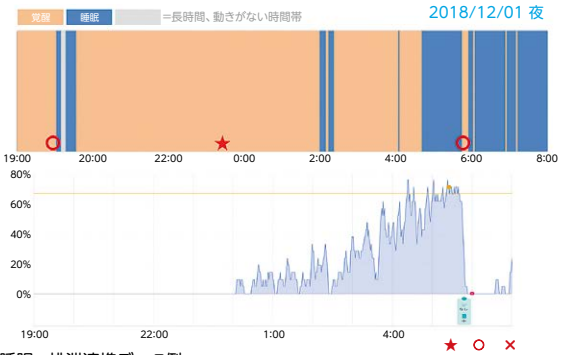
3名の被験者に関して具体的なデータを取得。睡眠・排泄リズムを見える化することで、各自に最適な夜間ケアを検討できた。一方、当初想定していた「排泄ケアタイミング変更による定量的な睡眠時間改善」については今回の実証の中では充分検証できなかった。

施設側スタッフから、「睡眠、排泄のリズムが分かり、より良い睡眠・排泄ケアに向けたヒントを得られた」との評価を受けた。また、今後の改善要望として、「日中の睡眠状態の見える化」などが挙げられ、巡視に置き換わるツールとして、さらなる機能・性能面での充実への期待が寄せられた。

■検証結果



睡眠データ例



睡眠・排泄連携データ例

今後の取り組み

- インターフェイス画面の改善ー特に睡眠／覚醒状態のトップ画面での表示。
- 睡眠・排泄双方センサー情報連携によるインターフェイス統合化。
- 睡眠・排泄リズムの取得データN数増とAI分析による睡眠・排泄予測、及びそれに基づく最適排泄ケアタイミングの提示
- 上記を基にした施設側での運営オペレーションへの反映。
- センサー情報と介護記録を連動した24時生活分析。

07

身体を安定させて、歩行を支援するロボット

下肢不自由者向け歩行支援ロボット

USCIジャパン株式会社／FREE Bionics Japan株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

本機(名称：FREE Walk)は、外骨格型歩行支援ロボットで、日常生活での起立、着座、歩行をサポートする。内蔵された角度センサーにより姿勢の傾きを検知し、安定した立位姿勢を保つことができる。背面に介助用ハンドルがあるため、介助者の操作性も高い。

1. 実証実験の目的

本機は台湾で開発された歩行支援ロボットで、使用者用の訓練プログラムも開発元によって準備されている。日本国内での普及には、日本の使用環境にあった訓練及び運用方法の確立が必要である。今回は、日本の使用環境における開発元の訓練プログラムの効果について評価と検証を行う。

2. 実証実験の概要

現在、台湾において歩行能力の獲得が確認されている訓練プログラムを、日本の使用環境で実施した場合、20回／人の訓練実施後の歩行能力の獲得度を評価する。

評価方法として、10mテスト(介助なし、もしくは最小限の介助)を実施する。

［日 程］ 平成30年12月10日(月)～平成31年1月31日(木)
［場 所］ 神奈川県総合リハビリテーションセンター
神奈川リハビリテーション病院

■実証実験の様子

3. 検証結果

今回の検証においては5名のモニターで実施したが、本機装着歩行の安全性を確認しながらであったため、連続的な使用をひかえ2名は5時間の訓練、3名は2時間以下の訓練となった。そのため、本来の目的の1名に対して20回の訓練プログラムは修了に至らなかったが、本機の調整・移乗の簡便性、歩容が良く左右への重心のブレが少ないということが確認できた。

しかし、仙骨部の発赤を合併する症例もみられたため褥瘡予防対応の必要性が示唆された。

また、体幹部のパーツの強度や歩行速度に課題を残す結果となったため、継続的な検証が望まれる。

今後の取り組み

- 日本での、本ロボット開発元の訓練プログラムを検証する。
- 各種パーツを耐久性のある強素材に変更予定。
- 日常生活により適した、歩行動作を検討する。
- 仙骨部分のクッションの圧分散性能向上を含めたデザインの更なる研究。

08

人の動きに同調して、生活動作をサポート

生活動作支援ロボティックウェア curara®

信州大学 繊維学部／伊勢原市経済環境部商工観光課／AssistMotion株式会社

ROBOT TOWN SAGAMI

チカラ その1

本機（名称：生活動作支援ロボティックウェアcurara®）は、リハビリ訓練や高齢者の生活動作支援を目的に、ロボットが人の動きに同調して支援する同調制御法を採用し、自然な動きでの支援動作を実現。装着の拘束感や重量によるストレスを軽減するために樹脂製のウェアで構成されている。

1. 実証実験の目的

実証実験①では、高齢者の自立支援を念頭に、本機を用いて歩行補助の効果について検証する。

実証実験②では、観光地のバリアフリー化技術導入を念頭に、高齢者を対象とした階段昇降動作において、本機のアシストによる運動負荷の軽減効果を検証する。

2. 実証実験の概要

実証実験①では、平地歩行時の5名の高齢者（70～90代）に対する歩行補助の効果を検証するため、未装着→装着／アシスト条件Ⅰ→装着／アシスト条件Ⅱ→未装着の条件で10m歩行2～3本を計測。歩行速度と歩行解析システムで計測した関節角度を比較した。

［日 程］ 平成31年1月7日（月）～8日（火）
［場 所］ 社会福祉法人稲葉会 特別養護老人ホーム 湘南けやきの郷

実証実験②では、階段昇降時の4名の高齢者（70代）に対して本機装着時と未装着時の心拍数をバイタルセンサで計測。運動強度（心拍数を基に算出する客観的運動強度と、「きつい」と感じる度合いを15段階の数値で示す主観的運動強度）を比較し、アシストによる運動負荷の軽減効果を評価。昇段はこま参道（362段の階段と約650mの昇り坂）と下社前階段（108段）、降段は下社前階段で実施した。

［日 程］ 平成31年1月21日（月）～23日（水）
［場 所］ 神奈川県伊勢原市大山 こま参道～大山阿夫利神社下社

3. 検証結果

実証実験①では、アシスト条件Ⅱとアシスト歩行後の未装着歩行（右グラフ右端）での歩行速度などが、初回の未装着歩行（右グラフ左端）より向上していることを確認した。関節角度の増大と特に歩行周期の短縮が向上効果の要因と考えられ、設定歩行周期のリズムによる学習効果が大きいことが示唆された。

実証実験②では、こま参道昇段ではアシスト時に心拍数と運動強度は増加したが、下社前階段昇降では減少を確認し、勾配が厳しい程、アシストによる運動負荷軽減効果があることが示唆された。

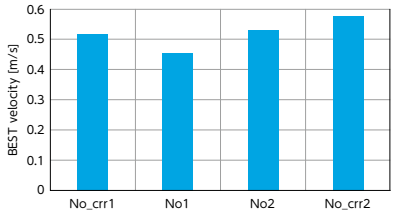
■実証実験の様子

実証実験①

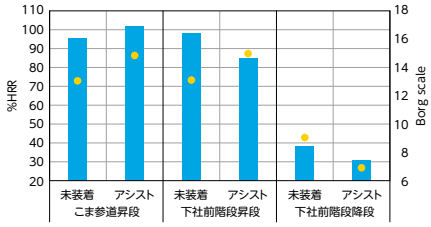
実証実験②

■検証結果

実証実験①
歩行速度



実証実験②
運動強度



今後の取り組み

- 高齢者にとっては、総重量5kgでも負担になるため、さらなる小型軽量化を目指す。
- 平地歩行アシストと階段昇降アシストにおいて、伸展よりも屈曲が特化したアシストを確認したため、より伸展動作のアシストを発揮するための制御に改善する。

09

橋梁の見えづらい部分をカメラで点検

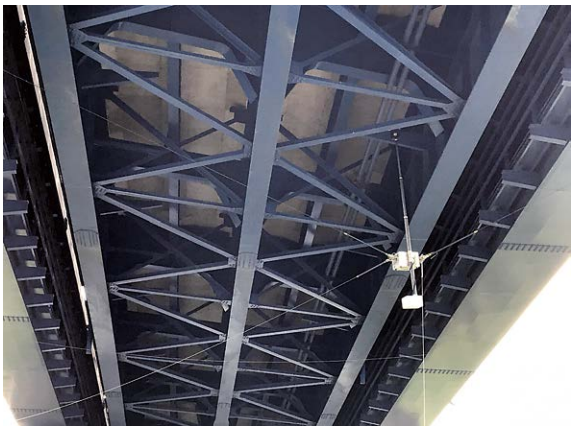
自在適応桁で支えられる橋梁点検ロボットシステム

株式会社ハイボット／株式会社建設技術研究所

チカラ その2

ROBOT TOWN SAGAMI

本機（名称：BRIDGEVIEW）は、橋梁上の1ヶ所に制御装置を置き、橋梁の地覆4ヶ所からワイヤを張ってロボットを吊るし、ワイヤ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損傷の発見、確認を行うものである。



1. 実証実験の目的

ロボットの動作に影響を与える様々な制約条件がある実際の橋梁で、想定している性能を発揮できるか検証する。

2. 実証実験の概要

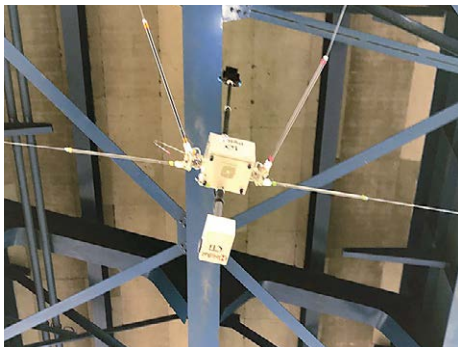
4ワイヤで支えられた本機を橋梁上から橋梁裏面に設置し、点検動作の確認と橋梁上で撤収作業を行う。橋梁裏面に設置後に、橋の各部に移動させ、カメラユニットで橋梁各部の確認、写真撮影を行う。

以下の項目について、作業上の課題の有無、安全上の課題の有無、データ取得上の課題の有無（死角、見落とし、近接出来ない部位等）を意識して実験を行う。①機械設置から点検開始までの作業時間 ②作業員3名での機械設置 ③1径間の自動・マニュアル操作併用での点検（データ取得） ④仕様上の最大設置間隔（30m×30m）に相当する設置間隔での動作確認（39m×15.3m） ⑤支間内の移設動作の検証

［日 程］ 平成30年8月2日（木）、3日（金）、6日（月）
［場 所］ 戸沢橋（神奈川県厚木土木事務所管内）

■実証実験の様子

歩道上でのロボット設置作業



RC床版と鋼主桁の内側を点検する様子

3. 検証結果

上記の実証項目①～⑤のうち、①②は2名一組×2班で設置できるところまで改良。最速1時間で設置、30分で撤収できることを確認。各作業単位で改善項目を洗い出した。③は概ね半径間分程度にとどまり、1径間全体のデータ取得には至らなかった。各種条件により取得データの良否が分かれ、撮影に関する貴重なデータを取得。④は橋軸方向最大30mで設置し問題なく動作することを確認。⑤は試作装置による移設作業の動作確認を行い、可能であることを確認。

※今回の実験では、真夏の高温下の作業となり、機材が熱膨張を受け橋梁上での組み立て作業に悪影響を与えるなど想定外の事象があり、予定した実験全てを実施するに至らなかった。

今後の取り組み

- 取り付けられる橋梁の種類を増やすための設置方法や橋梁に設置する時間を短縮化するための機構的改善を図る。

以下の点を改良し、適用範囲の拡大を図る。

- 張り出し床板の長い橋梁でも設置できるよう支持ロッドの改良。
- 支持ロッドを1名で設置できるよう改良。
- 点検準備時間短縮のため、全ての装置を2台のリアカーのみで運搬可能とする。

10

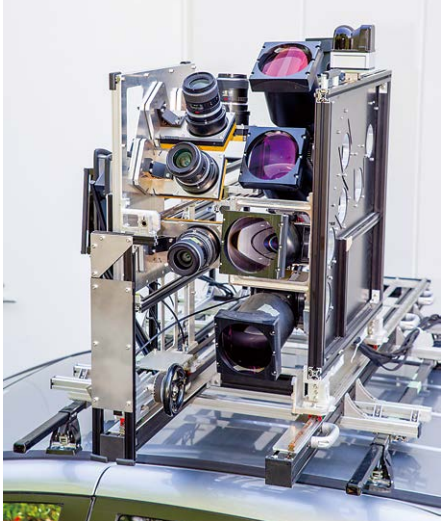
車で走行することで、トンネル内の壁面をチェック

トンネルスキャンロボット

株式会社リコー

本機は、普通自動車に取り付けて使用する、被写界深度拡大カメラ*と照明装置を搭載したスキャンロボット。撮影車両でトンネル内を走行することによって、トンネル全壁面を高解像度・高品質で撮影。展開画像を利用して、現場での点検作業やオフィスでの点検調書作成の業務効率を大きく向上させる。

*被写界深度拡大カメラ…通常のレンズに比べてピントの合う範囲を3～5倍広げるリコー独自のカメラ。



1. 実証実験の目的

本機開発にあたって、実験室内でカメラの画質や照明の明るさなどの単体の評価を行ってきた。撮影動作の確認とともに撮影画像を用いた画像処理システムの開発のためには、実際のトンネルでの走行撮影実験を行う必要がある。そこで、本機のシステム動作を検証する。

2. 実証実験の概要

県が定期点検を行った県内のトンネルを走行しながら撮影を行う。撮影した画像を基に展開画像を作成して、画質確認(定期点検での点検調書と展開画像を比較し、各損傷部や付属物がはっきりと識別できるかを確認。また、クラックスケールチャートを貼り付けて、どの程度の幅の線まで識別可能かを確認)と、展開画像のスケール確認(トンネル壁面にチャートを貼り付けることで、展開画像上でのサイズを計測することで確認)を行う。

[日 程] 平成30年10月9日(火)～平成31年1月18日(金)で9回実施
[場 所] 吹風トンネル(清川村：県道70号)
宮ヶ瀬トンネル(清川村：県道514号)
向山トンネル(清川村：県道64号)

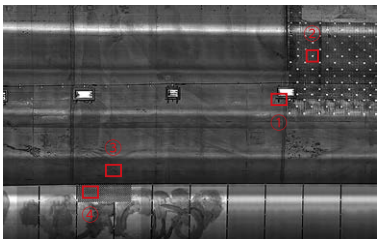
3. 検証結果

システムの安定性評価は、40km／h以上で10回連続撮影に成功。トンネル画質確認は、(a) AE等が正常に動作し狙いの輝度となっていること、(b、c)付属物や補修箇所のネジの向きが判別できること、(d)クラックスケールで0.2mmの線まで判別できること、(e)0.3mm程度のひび割れがはっきりと判別できることを確認。また展開画像のスケール確認は、(f)壁面に貼り付けたチェッカーパターンを用いて実寸に対して狙い通りの補正になっていることを確認した。

今後の取り組み

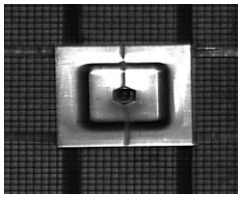
- 防水、防塵などの屋外使用の対策を行う。
- 様々な形状(トンネルの大小、ボックスカルバート(矩形))での画質確認を行う。

■検証結果

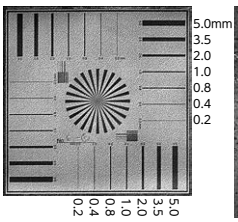


(a)トンネル展開画像(40km/hで走行)

(b)①の拡大


(c)②の拡大

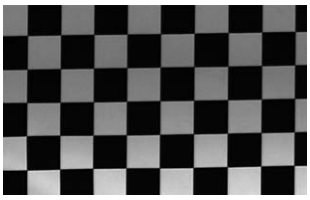
→ねじの向きも確認できる



(d)③の拡大

(e)ひび割れ画像

→幅0.2～0.3mmもくっきり判別可能


(f)④の拡大

→チャートの通り正方形に変形できている
(縦横の差：1pix程度)

11

店員の負担軽減と売り上げ向上を目指す接客ロボット

接客効率と売上向上に向けたロボット活用システム

慶應義塾大学SFC研究所／FCL

チカラ その4

ROBOT TOWN SAGAMI

本システムは、コミュニケーションロボットのPepperがチラシを配布し、店舗PRに務めるもの。Pepperがチラシホルダーから1枚ずつチラシをつまみ出すことに成功。さらに、来店客の顔を認識して同じ人にチラシを何枚も渡すことを回避し、別の人が来れば新たにチラシをつまみ出して手渡すことを可能にした。

1. 実証実験の目的

今回の実験により、①店員の接客負担軽減と売上向上、及びロボットの面白さの普及等を目指す ②店を楽しい雰囲気にして列に並ぶ来店客のストレスを軽減し、顧客満足度を上げることができるか検証する ③ロボットに対する意識改革(不信感の改善、親しみと好感度アップ)ができるか検証し、改良に役立てる、などの3項目の実証を目的とする。

2. 実証実験の概要

ロボットからチラシを受け取るなど、サービスを体験した来店客へのアンケート調査(ロボットに対する意識改革に関して)と観察(人とロボットとの会話に関して)を実施。店長と店員に半構造化インタビューを行い、接客負担の軽減とロボットに対する意識改革を調査。さらに、Pepperのコミュニケーション機能を検証。

［日 程］ 平成30年10月26日(金)～平成31年1月18日(金)
(毎週金曜日に実施)
［場 所］ サブウェイ慶應大学SFC店

■実証実験の様子

Pepperがチラシを配る様子

観察の様子(来店客とPepperの会話)

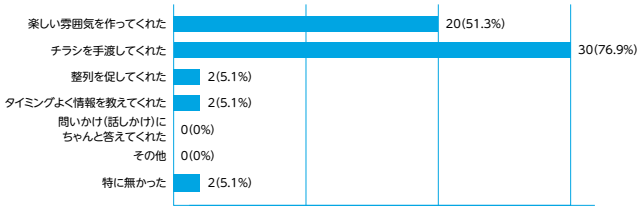
3. 検証結果

来店客に対するアンケート調査の結果、人気があったサービスは、「チラシを手渡してくれた」(76.9%)と「楽しい雰囲気を作ってくれた」(51.3%)で、体験前と比べてPepperを有能と思う割合が若干増えた一方、「ロボットはもっと有能なはず」という期待値の高さも示唆された。Pepperとの会話では、内容がちぐはぐになる場面も多かったが、タイミングの良い返事やアイコンタクトによって好感度が上がることなどが分かった。

店側へのインタビューにおいては、Pepperへの不信感の改善や親密度の向上が見られた。また、「チラシ配りは一番嫌がられる仕事なのでPepperがしてくれると助かる」「普段見かけない新しいお客さんが来店してくれた」という意見があったが、売り上げを検証するには実験回数が十分ではなかった。

■検証結果

サブウェイ慶應SFC店でPepperのどのサービスが良いと思いましたか。
当てはまる項目すべてにチェックを入れてください。(39件の回答)



今後の取り組み

- 社会言語学、コミュニケーション学の知見を活かし、客を惹きつける発話や動きをロボットに搭載する。
- 店内から店外へ。フードコートやショッピングモールなどでチラシを配って、店へ呼び込めるようにする。
- 遠くの客を認識して、早い段階で声掛けすることにより、チラシ配布率を高める。

12

複数のロボットが連携して案内支援

案内支援のための マルチロボットコミュニケーションシステム

東京工芸大学 工学部／首都大学東京 システムデザイン学部

チカラ その4

ROBOT TOWN SAGAMI

本システムは、商業施設での店舗案内を目的としたマルチロボットシステムであり、離れたロボットとの連携を行うことにより、誘導灯のような案内効果を創出するコミュニケーション手法が実装されている。

1. 実証実験の目的

本実験では、複数のロボットがショッピングの店舗に導入された場合における案内役としての効果検証及びその印象評価を実施する。具体的には複数台のロボットが協調的にコミュニケーションを行い、誘導灯のような案内効果を演出する連携発話モードを実証し、アンケート調査や客の行動モニタリングによって検証を行う。

2. 実証実験の概要

本実験では、ロボット同士が連携する場合、しない場合において、客からの印象の違いや行動変化を調査するため、比較実験を実施した。

客の行動モニタリングでは、来店人数、店舗内滞在時間を計測し、アンケート調査では、「案内への理解度」、「ロボットに対する主観的評価」の観点から5段階評価のアンケートを実施した。また、実施の時間帯は、客数が最も多いとされる午前11時から午後4時までの5時間とした。

［日 程］ 平成31年1月22日（火）、23日（水）、28日（月）、30日（水）
［場 所］ アミューあつぎ　厚木市まるごとショップ　あつまる

■実証実験の様子

3. 検証結果

実験結果より、連携がある場合の方が、効果的に案内への理解が得られることがわかった。また、ロボットに対する主観的評価（「優しさ」、「信頼感」、「ロボット案内の必要性」）は連携によって向上した。一方、一体感に関する項目（「親近感」、「仲間意識」）への効果は得ることができなかった。

また、客の行動モニタリングの調査では、男女の来客数・滞在時間に明確な変化を確認することはできなかった。

■アンケート結果

［実験1］…ロボットの連携無し（モニター50名）
［実験2］…ロボットの連携有り（モニター51名）
●非常にそう思う
●まぁそう思う

設問	実験1	実験2
①自身で見て回るだけの場合と比べて、案内はわかりやすくなったか?	72.0%	78.4%
②ロボットの声は聞き取りやすかったか?	80.0%	90.2%
③ロボットの発話での説明内容は適切だったか?	68.0%	78.4%
④ロボットの振る舞い（ジェスチャ）は適切だったか?	66.0%	66.7%
⑤ロボットから賢さを感じたか?	76.0%	72.5%
⑥ロボットから優しさを感じたか?	72.0%	80.4%
⑦ロボットから親近感を感じたか?	78.0%	78.4%
⑧ロボットから仲間意識を感じたか?	50.0%	51.0%
⑨ロボットから信頼感を感じたか?	52.0%	56.9%
⑩ロボットの案内の必要性を感じたか?	60.0%	64.7%
⑪またロボットの案内を利用したいと感じたか?	76.0%	74.5%

今後の取り組み

- 各ロボットの連携を行うための間やタイミングの検証を行う。
- 客個別に対応可能なコミュニケーションシステムの開発を行う。
- 外部計測システムを活用した店内の状態推定手法の提案を行う。

［インタビュー］

入居者の不便を解消し、自由な生活を支援するロボットへの期待

株式会社生活科学運営のライフ＆シニアハウス湘南辻堂は、その名前の通り、自立型のライフハウスと介護型のシニアハウスの2タイプの住居スペースを擁する有料老人ホーム。平成30年度の公募型「ロボット実証実験支援事業」について、施設側担当者と実験に協力した入居者、それぞれの声を聞いた。

株式会社生活科学運営 ライフ＆シニアハウス湘南辻堂
〒251-0056 神奈川県藤沢市羽鳥1-1-60
※株式会社テムザック「ベッドやトイレへの乗り移りを安全・簡単にする、後ろからスライド移動だけで乗れるロボット」RODEM（ロデム）の詳細は4ページ参照

安心安全な移動手段のニーズは高い

ハウス長・管理者
大澤由美子さん

大澤「当施設には、自立した方が生活する47室のライフハウスと、介護が必要な方が生活する31室のシニアハウスの2つの住居スペースがあり、現在60代半ばから90代後半までの方が入居されています。健康な方はもちろん、介護が必要な方でも、その人らしく自由に生き生きと暮らしていただくことが、私たちのモットーです。入居者の方の自由な外出をサポートする機器があれば、将来的にぜひ活用したいと思い、今回の実証実験に参加しました。現段階では、電動車いすのように公道で利用できる設計基準になっていないということで、屋内での利用を想定した実証実験となりましたが、実験に協力いただいた方からは、特に屋外での利用に前向きな意見が出ていました。実際、健康な方でも長距離の移動は負担が多く、歩いて出かけられてもタクシーで帰って来られることもよくあります。一方、施設内での利用については、軽量化とともに、接触事故を予防するセンサー等が装備されれば可能だと思います。屋内利用も含めて、安心安全な移動手段となるロボットは、ニーズが高いと感じますね」

実験協力者の声

協力者のAさん「機械への乗り降りなどの動作は問題なくこなせた。ずっと自動車を運転していたこともあり、操作にもまったく不安はなかった。ただ、普段は歩行器を使えば屋内での移動に不自由を感じていないため、この機械を使うことは、やや大げさに感じた。自分の場合は長距離を歩いて移動することに不安があるので、できれば屋外で利用したい。その場合はバックミラーや鍵など多くの装備が必要になるだろう。屋外でこの機械に乗れたら、毎日の買い物や通院が便利になる。電車などに乗せられるなら、ぜひ旅行にも使ってみたい」

協力者のAさん
90代前半の男性

協力者のBさん「いつも移動には車いすを使っているが、実験の機械は（前向きに移動してまたがるように乗るため）、車いすに乗り降りする動作と勝手が違い苦労した。特に（後ずさりする）降りる動作は難しく時間がかかってしまった。慣れればもっとスムーズにできるようになると思う。乗り降りが簡単にできるように改良されれば積極的に使いたい。今は歩いて移動することが難しいため諦めているが、自由に外出できる機械があれば、趣味の絵を描きにいろいろなところに出かけてみたい」

協力者のBさん
80代後半の男性

ロボットをうまく活用するノウハウを

大澤「今回の実証実験は男性の方が中心でしたが、丸みのある可愛いフォルムとピンク色など明るいカラーバリエーションは女性入居者にも人気で、皆さん楽しげに試乗体験をされていました。加齢や疾病によって、今までできていたことができなくなると、さまざまなことに消極的になりがちです。人との交流が億劫になって外出が減り引きこもると、足腰が弱ったり認知症が進んだり気持ちが落ち込んだりします。ですから、見た目も含めて利用者が使ってみたくなる工夫は、介護用ロボットに欠かせない要素だと思います。私たち施設スタッフも、例えばロボットを使ったリハビリは、一人で集中できる環境を整えるべきか、グループで和気藹々と行うべきかなど、入居者の方の性格や普段の人間関係を鑑みて、個人に寄り添ったよりよいロボットの活用を模索していきたいですね」