

兵庫県立 福祉のまちづくり研究所報告集

令和4年度

HiAT Report 2022

The Hyogo Institute of Assistive Technology



ま え が き

福祉のまちづくり研究所は、私が所長に就任した平成26年度以来、「人ファーストの研究開発と実用化」を掲げ、障害をもたれた方や高齢者、その方々を支援する方々などのニーズを反映した「本当に役立つもの」の研究開発に取り組んでいます。ロボット技術を活用した機器等がその代表例です。

介護ロボットの分野では、企業や介護施設との連携強化を図り、介護ロボットの開発支援・実証評価、さらには、介護ロボットの導入支援を行うなど、全国に先駆けた取組を行っています。

また、超高齢社会における課題の解決に向けて、健康長寿延伸のために役立つ機器や体操などを開発し、兵庫県や県内の自治体のフレイル対策事業に役立てています。

しかし、我々が肝に銘じておかななくてはならない事は、「ロボットは万能ではない」ということです。人や現場に寄り添う姿勢を忘れることなく、「世界と戦える研究所」を目指して着実に歩みを重ねて参ります。

今後とも皆様の忌憚ない意見と叱咤、激励をいただければ幸いです。

令和5年3月31日

兵庫県立福祉のまちづくり研究所
所長 陳 隆 明

目 次

I 令和4年度主要事業実施状況	
1 開発支援・導入支援、普及推進	5
(1) 開発支援・導入支援	5
(2) 普及推進	7
(3) 持ち上げない介護推進プロジェクト	12
(4) 小児筋電義手バンク	13
(5) テクニカルエイドサービス	13
2 研究開発	13
(1) 兵庫県受託研究	13
(2) 外部資金及び助成事業による研究開発	14
3 研修	16
(1) 令和4年度福祉のまちづくり研究所研修体系	16
(2) 令和4年度研修一覧	17
4 その他	20
(1) 研究推進関連	20
(2) 研究成果イベント出展	20
(3) 情報誌の発行等	21
(4) 報道一覧	21
(5) 視察・見学者受入件数及び人数	21
(6) 福祉用具等に係る相談受理件数	21
(7) 補装具製作施設としての製作・修理件数	22
(8) 大学等からの研修生の受入	22
(9) その他研修の受入	22
(10) ひょうごアシステック研究会の事務局運営	23
II 令和4年度研究報告	
1 受託研究進捗状況	25
・ モーションパラメータを活用したAI技術開発	25
・ 高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発	31
・ 高齢者や障害者向けのモビリティ技術開発	37
・ 現場ニーズに即した研究開発・商品化	44
2 自主研究報告	50
・ 高齢者にやさしいQRコード看板の開発と実証設置	50
3 研究テーマ一覧	53
III 学術発表等の一覧	
1 学術論文・著書	55
2 解説等	55
3 学会発表等	55
4 外部プロジェクト等への協力	56

I 令和4年度主要事業実施状況

1 開発支援・導入支援、普及推進

福祉施設などの現場で本当に役立つ介護ロボットの普及を推進するため、ロボットリハビリテーション拠点化推進事業を中心とした各種事業により、「介護ロボット」をよりわかりやすく県民に発信するとともに、企業の開発や福祉現場等への導入を支援した。

(1) 開発支援・導入支援

ア 介護ロボット開発・導入支援事業

開発・導入支援窓口には、医療福祉専門職を配置し、介護ロボット等の開発企業に対して、市場動向や開発助成制度に関する情報提供、ニーズに基づく開発ポイントの助言など、開発に向けた支援を継続して実施した。

令和2年度から引き続き厚生労働省「介護ロボットの開発・実証・普及のプラットフォーム事業」を受託し、介護施設からの介護ロボット活用相談対応を中心に実施した。

加えて、介護ロボット等の導入を検討しようとする介護施設等に対して、機器や導入補助制度に関する情報提供、導入に向けた相談対応及び介護ロボット等の導入支援コンサルティング事業を実施した。また、介護施設への介護ロボットの導入を促進するため、兵庫県高齢政策課と連携し「介護ロボット導入支援研修（基礎編・応用編）」及び「介護ロボット導入時伴走型フォローアップ支援事業」を実施した。

イ 開発支援・導入支援に係る実績

介護ロボット等の開発支援・導入支援に係る実績 (件数)

開発支援					合計
相談支援			実証評価	製品化	
実証評価に係る相談支援	開発に係る相談支援	その他(情報提供等)			
2	11	21	0	0	34

導入支援			合計	総計
相談支援	実証評価	伴走支援(対応施設数)		
44	5	6	55	89

開発支援における種別内訳

(件数)

(介護ロボ) 移乗介助	(介護ロボ) 移動支援	(介護ロボ) 排泄支援	(介護ロボ) 見守り	(介護ロボ) 入浴	(介護ロボ) その他	医療機器・ 福祉用具	介護業務 支援	合計
9	1	0	8	0	8	2	6	34

令和4年度の開発支援の実績は、相談支援34件と令和3年度の25件より9件増加した。コロナ禍による開発企業の本体業績への影響、また、最近の世界情勢等による半導体等生産量・流通量減少の影響があるものの、企業の開発意欲は失われていないと考えられる。一方で、国や県による開発支援施策が展開されたが、企業にとっては開発投資の本格化や製品化についてはタイミングを計りかねる面もあることから、実証評価を希望する案件がない結果となった。

令和4年度の導入支援の実績のうち、相談支援は44件、実証評価は5件と令和3年度と同水準であったが、前年度0件であった伴走支援は6件であった。生産性向上の具体的方法や助成制度に関する情報を求める介護施設等は一定数存在していることが伺え、現場レベルの問題意識を施設の課題として可視化した上で必要な介護ロボット等を導入し運用することの大切さが徐々にではあるが浸透しつつあると考えられる。

導入支援コンサルティング事業においては、新型コロナウイルス感染症の影響がある中、施設課題を整理・分析し、施設の課題に合わせた機器の選定・導入、運用方法の検討及び継続使用のためのフォローアップを訪問及びオンライン対応で実施した。

ウ 次世代型住モデル空間を活用した実証評価等

実際の居宅や施設に近い環境を再現しさまざまなシミュレーションを行うことができる次世代型住モデル空間において、リハビリテーション中央病院の患者や自立生活訓練センターの利用者への退院・退所後の導入支援として、トイレや風呂、そこに至る導線といった在宅環境における動作や福祉用具の検討を実施した。さらに、自宅周辺環境の車椅子走行能力の計測とそれに関わる福祉用具の検討、退院後の在宅環境（リフォーム）に関わる相談等に対応した。



導入支援（入浴動作検証）の様子及び介護ロボット導入支援研修（応用編）の様子

エ 兵庫県介護ロボット導入支援研修

基礎編 ～介護ロボットの理解と導入手順について～

内 容 介護ロボットの種類や導入手順などの基本的な理解を進め、機器を活用できる人材を育成するための動画研修（動画共有サービスを利用したオンデマンド配信）

開催時期 令和4年9月7日～10月4日

参 加 214施設

応用編 ～介護ロボットの導入継続に向けた運用方法について～

内 容 移乗・排泄・見守り支援の3分野の介護ロボット機器について、介護ロボット補金で導入予定である機器を使用した、導入後を見据えた活用方法の実技研修

開催時期 令和4年11月～令和5年2月

参 加 21施設

オ 開発・導入支援に係る発信

令和4年度「介護現場等におけるお困りごと発表会」

内 容 企業等を対象とした介護ロボットの開発を支援するためのオンラインセミナー

テ ー マ 介護現場等におけるニーズ抽出

開 催 日 令和5年2月22日

開催方法 オンライン開催

配信場所 ニーズ・シーズ 介護ロボサロン

参加者数 136名

開催概要

経済産業省（安川一代氏）による「経済産業省におけるロボット介護機器産業の政策について」の報告後、平成30年度に立ち上がり各都道府県で活動を続けてきたニーズ・シーズ連携協調協議会より、3名が発表した。兵庫県協議会から協議会委員長である長尾徹氏（兵庫県作業療法士会会長、神戸大学教授）、神奈川県協議会からシーズプロジェクトコーディネーターの高橋芳弘氏（千葉工業大学教授）、富山県協議会から協議会委員長である齋藤洋平氏（富山県作業療法士会会長、南砺市地域包括ケアセンター）より、協議会におけるニーズ調査及び令和2年の報告集において提案された課題解決方法の報告があった。これによって、介護ロボット等の開発に取り組む企業にとって整理された形で現場のニーズに触れられる機会とした。



「介護現場等におけるお困りごと発表会」の様子

(2) 普及推進

ア 福祉用具展示ホール

福祉用具展示ホールでは、高齢者・障害者の自立支援や介護従事者の負担軽減等を積極的に支援するため、福祉用具や介護ロボット、高機能自立支援機器の常設展示を通じ、展示ホールスタッフやセラピストを中心に、高齢者や障害者の生活改善に役立つ情報提供、相談者に対する心身機能・生活環境を踏まえた機種選定や導入についてのアドバイスを行った。常設展示以外にも下記の企画展示を開催し、さまざまな機会を通じて普及推進に取り組んだ。

企画展示の開催

テ ー マ	期 間	内 容
つながる安心！ おうちで使える見守りロボット・見守り機器	令和4年6月1日 ～7月27日	在宅で生活する高齢者を遠隔地から家族が見守ることが可能な機器、高齢者が機器に触れずに遠隔地の家族と写真やメッセージのやり取りができるIT機器等を展示し、在宅生活の安心を向上させる機器を知る機会とした。
試して履いて楽しく歩こう	令和4年10月17日 ～11月30日	常設展示の95点に加え、介護用の靴をより幅広く揃え、試し履きができる機会を増やした。11月2日は、自分に合う靴について助言が受けられるフィッティングお試しの日を開催した。

杖をもっと身近に！	令和4年12月12日～ 令和5年1月18日	カーボン強化プラスチック製の超軽量杖やコンパクトに折り畳める杖、グリップ部に工夫が凝らされた杖をはじめとした多様な杖を展示した。杖用ライトやホルダーなど関連用品も含めて知っていただく機会とした。
-----------	--------------------------	---

福祉用具展示ホール利用者数

(上段：件数)
(下段：人数)

内 容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合 計
研 修	3	0	4	2	0	3	4	2	2	1	0	0	21
	43	0	71	365	0	48	49	32	44	38	0	0	690
見 学	187	175	223	195	170	226	213	203	205	134	177	229	2,337
	363	282	496	405	351	490	426	392	427	290	310	385	4,617
相	福祉用具	10	6	8	9	8	8	6	7	6	7	7	88
		15	8	12	16	19	10	10	14	6	11	11	143
談	ロボット	1	0	5	2	2	3	3	2	1	4	3	26
		3	0	6	3	4	5	6	6	1	6	5	45
生活環境		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
社会活動		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
介 護		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
そ の 他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
情報提供		26	27	26	28	15	15	28	30	29	38	38	340
		36	47	35	42	20	24	34	43	81	63	47	520
合 計 ①		227	208	266	236	195	255	254	244	244	183	226	2,814
		460	337	620	831	394	577	525	487	560	408	376	6,019
令和3年度 合 計 ②		172	134	248	228	175	201	250	286	184	150	143	2,396
		385	197	462	572	361	314	645	652	409	230	269	4,849
差 ①-②		+55	+74	+18	+8	+20	+54	+4	-42	+60	+33	+83	+418
		+75	+140	+158	+259	+33	+263	-120	-165	+151	+178	+107	+1,170

イ 令和4年度ひょうごKOB E福祉用具・介護ロボットフェスティバル

福祉用具・介護ロボットの特別展示会に加え、下記のとおり、介護ロボットひょうごKOB Eフォーラムおよびノーリフティングケアモデル施設実践報告会を実施した。特別展示会には介護ロボット・福祉機器関連の44の企業・団体が出展した。

テ ー マ 移乗・移動に関する福祉用具～これからの介護に必要とされるテクノロジー～

開 催 日 令和4年7月21日～22日

会 場 神戸サンボーホール 2階 大展示場・小展示場

参 加 延365名

プログラム

○介護ロボットひょうごKOB Eフォーラム

・介護現場における生産性向上及び介護テクノロジー関連政策について

厚生労働省介護業務効率化・生産性向上推進室 介護ロボット政策調整官

佐々木 憲太 氏

- ・兵庫県における介護現場の生産性向上の取組と介護ロボット等の導入支援

兵庫県福祉部高齢政策課 課長

田畑 司 氏

- ・介護ロボットへの効果的な導入と活用について～介護ロボットの開発・実証・普及のプラットフォーム事業のご紹介～

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所先端ユニット シニアマネージャー

足立 圭司 氏

- ・経営戦略としてのテクノロジー導入を踏まえた生産性向上の取組

株式会社TRAPE 代表取締役

鎌田 大啓 氏

○ノーリフティングケア実践報告会

- ・基調講演 「ノーリフティングケアの心髄とは」

一般社団法人ナチュラルハートフルケアネットワーク 理事

介護付き有料老人ホーム ローズライフ京都 副館長

眞藤 英恵 氏

- ・令和元年度ひょうごノーリフティングケアモデル施設による実践報告

医療法人社団 奉志会 介護老人保健施設 サンライズ

社会福祉法人 播陽灘 特別養護老人ホーム いやさか苑

社会福祉法人 兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム たじま荘

社会福祉法人 兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 丹寿荘

社会福祉法人 円勝会 介護老人福祉施設 第2シルバーコースト甲子園

- ・令和3年度ひょうごノーリフティングケア優良モデル施設による実践報告

社会福祉法人 兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 万寿の家

社会福祉法人 兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム くにうみの里

社会福祉法人 きらくえん 特別養護老人ホーム KOBE須磨きらくえん

ウ 介護ロボット常設展示

福祉用具展示ホールにおける介護ロボット常設展示（下線部は令和4年度新規展示品）

分野		商品名	製造業者・発売元
1	移乗介助	リショーンPlus	パナソニックエイジフリー(株)
2	移乗介助	マッスルスーツEvery タイトフィット	(株)イノフィス
3	移乗介助	ロボヘルパー SASUKE	マッスル(株)
4	移乗介助	スマートスーツ ライト	(株)スマートサポート
5	移乗介助	移乗サポートロボット HugL1	(株)FUJI
6	移乗介助	レイボ エクソスケルトン	(株)加地

分野		商品名	製造業者・発売元
7	移動支援	ロボットアシストウォーカー RT.1	RT.ワークス(株)
8	移動支援	ロボットアシストウォーカー RT.2	RT.ワークス(株)
9	移動支援	ACSIVE アクシブ 片脚用	(株)今仙技術研究所
10	移動支援	免荷式走行リフト POPO (ポポ)	(株)モリトー
11	排泄支援	水洗ポータブルトイレ キューレット 屋内仕様	アロン化成(株)
12	排泄支援	ラップポン・エール2	日本セイフティ(株)
13	排泄支援	流せるポータくん3号 洗浄便座付き タイプ	(株)アム
14	排泄支援	自動排泄処理装置 キュラコ	(株)キュラコ
15	排泄支援	リリアムスポット2	(株)リリアム大塚
16	排泄動作支援	排泄動作支援機器 SATOILET	(株)がまかつ
17	見守り	Neos+Care	ノーリツプレシジョン(株)
18	見守り	エンジェル・アイ	(株)コンフォート
19	見守り	眠りSCAN	パラマウントベッド(株)
20	見守り	うららかGPSウォーク	(株)トレイル
21	見守り	うららかGPSウォークZ	(株)トレイル
22	見守り	見守りライフ	トーテックアメニティ(株)
23	見守り	ライフレンズ デモセット	パナソニック(株)
24	見守り	どこさいる	(株)NTTドコモ (株)やさしい手
25	見守り	ベッドセンサーシステム スタンダード版	ミネベアミツミ(株)
26	見守り	見守り介護ロボット aams	(株)バイオシルバー
27	生活支援	ごっくんチャッカー (HR-GCMJ-001)	(株)ハッピーリス
28	生活支援	服薬支援ロボ	ケアボット(株)
29	生活支援	在宅用服薬支援機 「お薬のんでね！」	(株)上島電興社
30	生活支援	くすりコール	(株)テクノスジャパン
31	コミュニケーション	メンタルコミットロボット パロ	(株)知能システム
32	コミュニケーション	分身ロボットOriHime、視線入力システムOriHime Eye	(株)オリイ研究所
33	コミュニケーション	パルロ PALRO	富士ソフト(株)
34	コミュニケーション	コミュニケーション コネクト	ユニバーサル・サウンドデザイン(株)

エ 介護ロボット導入体験会および介護ロボット活用施設見学会

介護ロボット導入体験会

内 容 常設展示介護ロボット等の見学、企業による見守りシステム製品（5機種）デモと事例紹介・体験など

開催日 令和4年6月28日

場 所 福祉のまちづくり研究所 介護実習室および福祉用具展示ホール

参 加 13施設

介護ロボット活用施設見学会

内 容 多様な介護ロボットを導入し活用している施設による、取組の紹介及び現場見学など

開催日 令和4年10月13日

場 所 特別養護老人ホーム 万寿の家

参 加 8施設

オ 兵庫県内福祉用具展示3施設が連携した福祉用具・介護ロボット関連イベント

福祉用具・介護ロボットの常設展示の更新など、内容の充実を図ると共に、兵庫県但馬長寿の郷、西播磨総合リハビリテーションセンター研修交流センターとも情報共有を重ねながら、県内福祉用具展示施設を有する3拠点が普及に向けた事業を実施した。

3施設合同展示

イベント名 令和4年度ひょうごKOBÉ福祉用具・介護ロボットフェスティバル特別展示会
 （「兵庫県 福祉用具・介護ロボット展示施設 合同展示」として出展）

開 催 日 令和4年7月21日・22日

会 場 神戸サンボーホール 2階 大展示場

来 場 者 一般住民、医療・介護専門職など

3施設巡回展示

各施設が現場ニーズに合わせ導入した最新のロボットを中心に、3施設が連携して効果的・効率的に普及啓発を図ることを目的として、下表のとおり巡回展示を実施した。

開催施設	開催期間	貸出ロボット
但馬長寿の郷	令和4年 12月2日～15日	(福まち研→長寿の郷) ・分身ロボット OriHime 単体型
		(西播磨リハ→長寿の郷) ・コミュニケーションロボコネクト Sota ・Qoobo (クーボ) ・なでなでねこちゃんDX2(アメショーちゃん)
福祉のまちづくり研究所	令和5年 1月23日～2月3日	(長寿の郷→福まち研) ・排泄予測デバイスDFree
西播磨総合リハビリテーションセンター	令和5年 2月22日～3月8日	(福まち研→西播磨リハ) ・オーカムマイアイ2 ・コミュニケーション コネクト
		(長寿の郷→西播磨リハ) ・BOCCO ・コミュニケーション モバイル

カ 万寿の家における介護ロボット導入・活用支援

特別養護老人ホーム万寿の家における介護ロボット・介護技術の基礎研修・実地研修のカリキュラムを検討し、作業療法士により現地で、あるいは福祉用具展示ホールに受講生を招いて研修を実施するなどロボットケアマスター制度の運用を支援した。

(3) 持ち上げない介護推進プロジェクト

平成30年度にスタートした「持ち上げない介護推進プロジェクト」をさらに推進、利用者・介護者の安全・安心につながる介護の普及を推進した。ノーリフティングケアの有効性の理解を深め、現場での取組を進めるノウハウや知識を習得するためのさまざまな研修を「ノーリフティングケア研修」として引き続き体系的に実施した。また、新たにノーリフティングケア優良モデル施設認定事業を開始し、認定を希望した初年度ノーリフティングケアモデルの全3施設を審査し優良モデルとして認定した。

以下に、ひょうごノーリフティングケアモデル施設・優良モデル施設を認定期間ごとに示す。

ひょうごノーリフティングケアモデル施設

認定期間 令和元年度～令和3年度（平成30年度認定）

- ① 社会福祉法人きらくえん 特別養護老人ホーム KOBE須磨きらくえん
- ② 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 万寿の家
- ③ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム くにうみの里

認定期間 令和2年度～令和4年度（令和元年度認定）

- ① 社会福祉法人円勝会 特別養護老人ホーム 第2シルバーコースト甲子園
- ② 医療法人社団奉志会 介護老人保健施設 サンライズ
- ③ 社会福祉法人播陽灘 特別養護老人ホーム いやさか苑
- ④ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム たじま荘
- ⑤ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 丹寿荘

認定期間 令和4年度～令和6年度（令和4年3月・7月認定）

- ① 社会福祉法人円勝会 障害者支援施設 西はりまりハビリテーションセンター
- ② 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 朝陽ヶ丘荘
- ③ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム あわじ荘
- ④ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 五色・サルビアホール
- ⑤ 社会福祉法人円勝会 特別養護老人ホーム シルバーコースト甲子園

※ ①から④は令和2年度受講修了したがコロナ禍により訪問調査及び認定審査が令和3年度になった施設。

認定期間 令和5年度～令和7年度（令和4年度認定）

- ① 社会福祉法人全電通近畿社会福祉事業団 特別養護老人ホーム あいハート須磨
- ② 医療法人社団倫生会 介護老人保健施設 みどりの丘
- ③ 社会福祉法人播陽灘 特別養護老人ホーム いやさか苑
- ④ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム たじま荘

ひょうごノーリフティングケア優良モデル施設

認定期間 令和4年度～令和6年度（令和3年度認定）

- ① 社会福祉法人きらくえん 特別養護老人ホーム KOBE須磨きらくえん
- ② 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム 万寿の家
- ③ 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団 特別養護老人ホーム くにうみの里

認定期間 令和5年度～令和7年度（令和4年度認定）

社会福祉法人円勝会 特別養護老人ホーム 第2シルバーコースト甲子園

(4) 小児筋電義手バンク

令和4年度の寄附状況

寄 附 先	件 数	金 額
兵庫県社会福祉事業団	2 件	70,000円
ふるさとひょうご寄附金	29 件	21,586,000円
計	31 件	21,656,000円

小児筋電義手バンク保有数

保有数	貸出患者数	訓練待機者数
74 本	32人 (県内10、県外22)	1人
	うち東大病院 7人	—

(5) テクニカルエイドサービス

テクニカルエイドサービスでは、福祉用具展示ホールに展示されている福祉用具や専門的な計測装置等を用いて、車椅子等の福祉用具の適合支援を行い、令和4年度は、電動車椅子操作系のカスタマイズ提案など計3件の技術的助言を行った。

2 研究開発

AI・コミュニケーションミッションおよびロボットテクノロジーミッションの2つの研究班により、県受託研究やロボットリハビリテーション拠点化推進事業に取り組んだ。さらに、科学研究費補助金（独立行政法人日本学術振興会）等の外部資金を活用した研究にも取り組んだ。

(1) 兵庫県受託研究

ア ミッションテーマ

ミッション名	ロボットテクノロジーミッション
ミッションテーマ	高齢者や障害者向けのモビリティ技術開発
研究担当	中村俊哉・戸田晴貴・小坂菜生・高見響
実施期間	令和3年度から令和5年度

ミッション名	AI・コミュニケーションミッション
ミッションテーマ	モーションパラメータを活用したAI技術開発
研究担当	戸田晴貴・大森清博・福井克也・立川正真・開発学人
実施期間	令和3年度から令和5年度

ミッション名	AI・コミュニケーションミッション
ミッションテーマ	高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発
研究担当	戸田晴貴・大森清博・福井克也・立川正真・開発学人
実施期間	令和4年度から令和6年度

イ ロボットリハビリテーション拠点化推進事業

研究テーマ	現場ニーズに即した研究開発・商品化
研究担当	中村俊哉・高見響・福井克也・吉野樹
実施期間	平成28年度から令和4年度（一年ごと）
関係ミッション	ロボットテクノロジーミッション

(2) 外部資金及び助成事業による研究開発

ア JSPS（独立行政法人日本学術振興会）科学研究費補助金

研究テーマ	手先特性に応じた生活動作のサイバーヒューマンモデルに関する研究（課題番号21K17467）
研究内容	<p>上肢特性（手先部の自由度、手首や肘、肩関節の自由度など）の違いによって生じる動作の違いを計測・分析し、デジタルヒューマンシミュレーションモデルの構築を行い、エビデンスに基づいたモノづくりが効率よく行えるようにすることが目的である。本研究では、上肢特性の違いによる日常生活動作の得意・不得意を分析し、上肢特性に考慮した福祉用具や自助具の設計・開発に利用可能なデジタルヒューマンシミュレーションモデルを提案する。</p> <p>本年度は、動画から体幹・上肢の関節角度を推定可能なシステムを構築した。</p>
研究種目	若手研究
研究担当	高見 響（研究代表者）
実施期間	令和3年度から令和5年度

研究テーマ	人と介護ロボットが共存する新たなスマートセンシング住空間モデルの構築（課題番号22K04466）
研究内容	<p>人と介護ロボットが共存できる空間の構築をめざし、生活動作を阻害せず椅子から立ち上がるだけでフレイルを発見し予防できる椅子型のセンシング機器の筐体設計と製作を行った。また、荷重センサーを床に配し、簡易に体感バランスを分析できる機器の筐体・回路製作や特許化の検討、IoTセンシング・フィードバック機構を一体化し情報提示とセンシングを同時に行える情報壁の製作など、生活空間とIoTデバイスを一体化したスマート計測家具・建材のプロトタイプ機器開発を主に行った。</p>
研究種目	基盤研究（C）
研究担当	福井 克也（研究代表者）
実施期間	令和4年度から令和6年度

研究テーマ	変形性膝関節症患者に対する足部振動刺激の提示が歩行修正に及ぼす効果の検証（課題番号19K19860）
研究内容	ウェアラブルなデバイスを用いて足部に振動刺激を与えることで、変形性膝関節症患者の歩行を無意識に修正し、膝関節の力学的負荷を減らすことができるか検証する。それにより、変形性膝関節症患者における歩き方の修正を、さまざまな場面で行えるようにし、日常生活場面における膝関節の力学的負荷の減少に繋げる。今年度は、母趾爪への振動刺激が歩行中の関節間協調に及ぼす効果を検証した。身体重心の左右移動を制御するための間接間協調が低い人は、振動刺激により改善し重心移動が安定することを明らかにした。
研究種目	若手研究
研究担当	戸田 晴貴（研究代表者）
実施期間	令和元年度から令和4年度

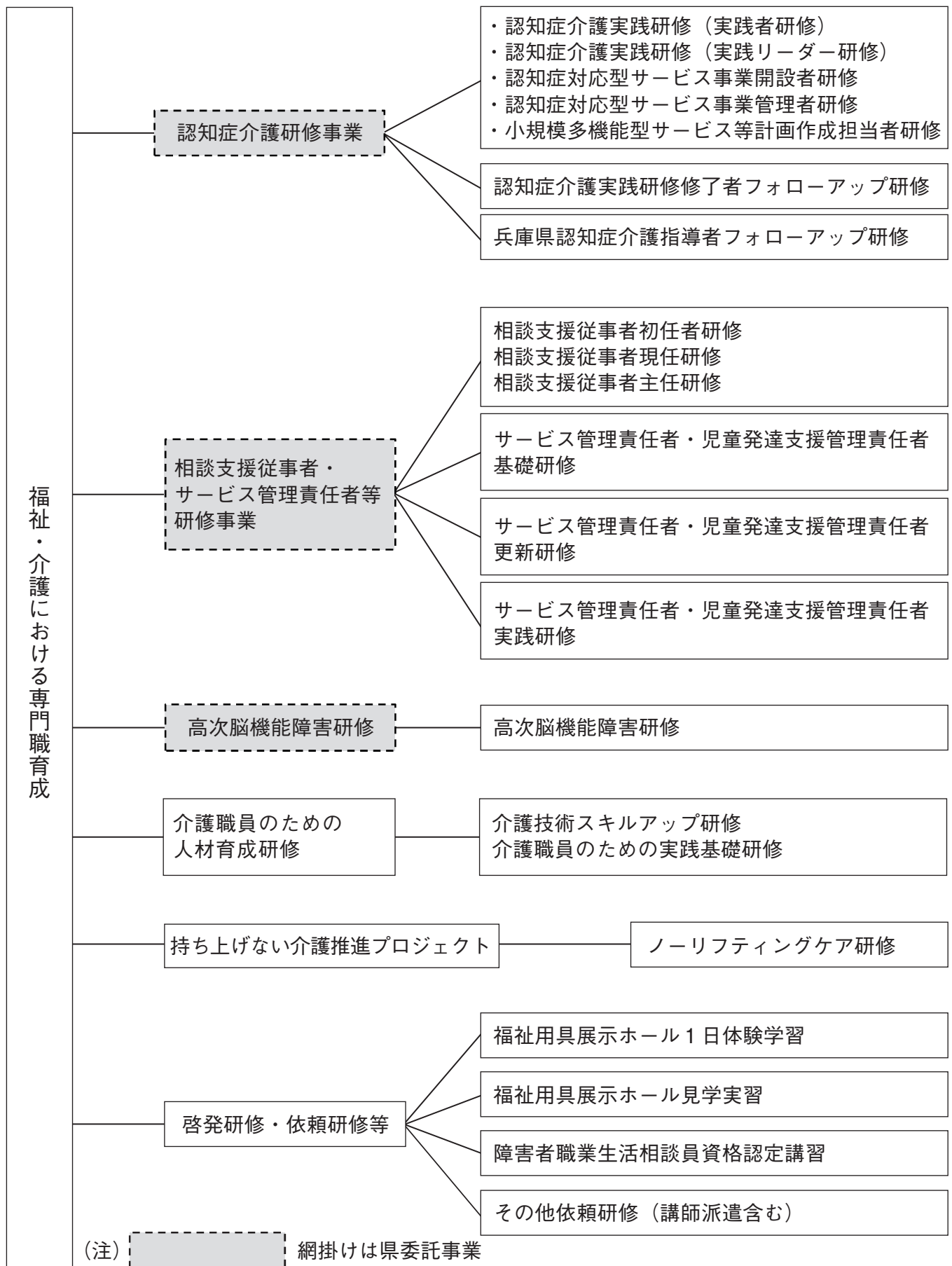
研究テーマ	I C Tを導入したハイブリット型支援のフレイル予防の有効性と社会インパクトの評価（課題番号21K10340）
研究内容	高齢者のフレイル予防に繋がる非対面式のプログラムを立案し、その有効性を検証する。さらに費用対効果の点からもそのプログラムの可能性を探り、従来、対面で行われてきた方法の補完・代替策となり得るのかを明らかにする。令和4年度は、スマートウォッチのデータから歩行速度や歩幅を推定できるか検証した。産業技術総合研究所歩行データベースで公開されているモーションキャプチャデータから前腕、足部から計測できる加速度、角速度をシミュレーションし、そのデータから歩行速度や歩幅を推定するための回帰式を作成することができた。
研究種目	基盤研究（C）
研究担当	戸田 晴貴（分担研究者）
実施期間	令和3年度から令和5年度

イ J S T（国立研究開発法人科学技術振興機構）未来社会創造事業

研究テーマ	ヒューマンデジタルツインを活用した身体モビリティデザイン
研究内容	デジタルツインを用いたデータ・オーグメンテーションにより、個人のモビリティを向上させる歩行支援具デザインの個人最適化、そしてコミュニティ全体のモビリティを向上させる環境デザインの全体（社会）最適化を実現する。生活中的歩き方（義足の使い方）のモニタリングやリハビリテーションプログラムの立案に役立てることを目指す。今年度は、義足使用者の運動計測をするための準備を行い、計測を開始した。
研究種目	探索加速型
研究担当	戸田 晴貴
実施期間	令和4年度から令和5年度

3 研修

(1) 令和4年度福祉のまちづくり研究所研修体系



(2) 令和4年度研修一覧

研 修 名		令和4年度計画				令和4年度実績			概 要	
		日数	実施回数	実施日数	定員	申込者数	修了者数	延べ修了者数		
認知症介護研修	実践研修 (実践者研修)	第1回認知症介護実践研修(実践者研修)	5	1	5	60	86	57	57	介護保険施設・事業所等に従事する介護職員等で一定の知識・技術・経験を有する者を対象に、認知症介護をより実践的に展開できる専門職の養成を目指す(自施設実習4週間)。
		第2回認知症介護実践研修(実践者研修)	5	1	5	60	97	54	54	
		第3回認知症介護実践研修(実践者研修)	5	1	5	60	72	56	56	
		第4回認知症介護実践研修(実践者研修)	5	1	5	60	70	53	53	
	実践研修 (実践リーダー研修)	第1回認知症介護実践研修(実践リーダー研修)	6	1	6	30	28	24	24	実践リーダーの立場にある者を対象に、他の職員の指導・支援、調整役、また認知症介護の質の向上の推進役を担い、理念を現場の実践に展開できる人材の養成を目指す(自施設実習4週間)。
		第2回認知症介護実践研修(実践リーダー研修)	6	1	6	30	41	29	29	
	認知症対応型サービス事業開設者研修	認知症対応型サービス事業開設者研修	2	1	2	30	13	12	12	指定小規模多機能型居宅介護事業所、指定認知症対応型共同生活介護事業所及び指定看護小規模多機能型居宅介護事業所の代表者となる者が「認知症高齢者の基本的理解」「適切なサービス提供のあり方」などの知識を身につけることを目的とする(現場体験実習1日)。
	認知症対応型サービス事業管理者研修	第1回認知症対応型サービス事業管理者研修	3	1	3	30	15	14	14	指定認知症対応型共同生活介護事業所、指定小規模多機能型居宅介護事業所、及び指定看護小規模多機能型居宅介護事業所における管理者に必要な管理・運営の知識・技術の習得と、介護サービスについての理解、技術を高めサービスの質の確保・向上を図る。
		第2回認知症対応型サービス事業管理者研修	3	1	3	30	27	24	24	
		第3回認知症対応型サービス事業管理者研修	3	1	3	30	25	24	24	
		第4回認知症対応型サービス事業管理者研修	3	1	3	30	29	27	27	
	小規模多機能型サービス等計画作成担当者研修	第1回小規模多機能型サービス等計画作成担当者研修	2	1	2	30	29	27	27	指定認知症対応型通所介護事業所、指定小規模多機能型居宅介護事業所及び指定認知症対応型共同生活介護事業所及び指定看護小規模看護事業所の計画作成担当者となる者が、居宅介護支援計画を適切に作成する上で必要な、「基準の正しい理解」「適切なサービス提供」「利用計画作成演習」などの知識・技術を身につける。
第2回小規模多機能型サービス等計画作成担当者研修		2	1	2	30	26	26	26		
相談支援従事者・サービス管理責任者等研修	相談支援従事者初任者研修(7日間)	合同講義2日×3回 演習5日×3回		21	180	201	181	181	地域の障害者等の意向に基づく地域生活を実現するために必要な保健、医療、福祉、就労、教育などのサービスの総合的かつ適切な利用支援等の援助技術を習得すること及び困難事例に対する支援方法について助言を受けるなど、日常の相談支援業務の検証を行うことにより、相談支援に従事する者の資質の向上を図る。	
	相談支援従事者現任研修	4	3	12	220	465	209	209	地域の障害者等の意向に基づく地域生活を実現するために、ケアマネジメントの手法を用いた相談支援を実施している方の日常業務の検証とスキルアップを図るとともに、地域における更なる相談支援体制の構築・推進等について、中核的な役割を担う人材の養成を図る。	
	相談支援従事者主任研修	5	1	5	50	34	32	32	地域の障害者等の意向に基づく地域生活を実現するために必要な保健、医療、福祉、就労、教育などのサービスの総合的かつ適切な利用支援等の援助技術を向上させ、困難事例に対する支援方法について修得するとともに、地域の相談支援体制において、地域課題についての協議や相談支援に従事する者への助言・指導等を実施するなど中核的な役割を担う人材の養成を図る。	

研 修 名			令和4年度計画				令和4年度実績			概 要
			日数	実施回数	実施日数	定員	申込者数	修了者数	延べ修了者数	
相談支援従事者・サービス管理責任者等研修	サービス管理責任者等研修	サービス管理責任者・児童発達支援管理責任者基礎研修（5日間）	合同講義2日、共通講義1日×4回 演習2日×10回		32	700	1,160	660	660	障がい福祉サービスを実施する事業者の指定に係る人員配置基準における研修として実施。サービスの質の向上を図る観点を持った責任者の育成を図る。 相談支援従事者研修合同講義で、障がい者自立支援法の理解、サービス等利用計画と個別支援計画の関係性の理解をし共通講義で障がい者福祉サービスにおけるサービス管理責任者のあり方、分野別に個別支援計画作成のための演習を中心に学ぶ。
		サービス管理責任者・児童発達支援管理責任者実践研修	2	4	8	240	317	244	244	サービス管理者・児童発達支援管理責任者の本来業務を実践するために、個別支援計画の作成に携わっていることを前提として、サービス提供プロセスにおける「管理」「支援会議の運営」「サービス提供職員への助言・指導」について講義及び演習を行い、「個別支援計画」の内容等の質の向上を図る。
		サービス管理責任者・児童発達支援管理責任者更新研修	1	10	10	900	1,216	878	878	行政の動向や制度改正等の最新の情報を得る。サービス管理責任者・児童発達支援管理責任者としてのこれまでの業務を振り返るとともに、知識・技術の更なる向上を図る。
障害研修 高次脳機能	高次脳機能障害研修 ～高次脳機能障害における就労支援を考える～		1	1	1	50	37	35	35	高次脳機能障害を持つ当事者の生活や就労・目標達成に向けた支援をされている事業所の取り組みについて事例を交えながら学ぶ。
ノーリフティングケア研修	利用者との介護者の体を守る介護技術研修	起居動作介助編	1	5	5	24	60	56	56	・「尊厳を守る」とは何かについて考え、自立支援に必要なケアの基礎を学ぶ。 ・人が日常的に行っている動きを知り、高齢者や利用者の本来あるべき姿をイメージできるようにする。 ・基本的動作介助や移乗介助ができ、福祉用具や機器を使用して「持ち上げない介護」ができるようになる。
		姿勢管理編	1	5	5	24	54	45	46	
		移乗介助編	1	5	5	24	76	67	67	
	腰痛予防推進研修～介護職員に向けたノーリフティングケア～	現場リーダー編	2	1	2	24	20	12	12	・腰痛発生原因を理解し、リスクマネジメントが行える視点、福祉用具や機器を活用した。 ・腰痛予防対策を学ぶ。 ・腰痛予防対策がケアをする側、される側の双方にとって有益であることを理解する。
	安全なケアの業務改善研修（腰痛予防）～管理職編～	管理職編	1	1	1	10	5	4	4	・腰痛の発生機序や、腰痛予防に関する法令を理解する。 ・職場での腰痛予防対策の推進のために必要なリスクマネジメントの考え方を学ぶ。 ・腰痛予防対策で人件費対策と施設経営の関係性を知る。
福祉用具を使った安心安全なリハビリテーション研修～Mobilityへのアプローチ	リハビリ専門職編	2	1	2	30	8	6	6	・腰痛の発生機序や要因を理解し、セーフティーケアの概念に基づいたリハビリテーションの提案ができるようになる。 ・Safe Patient Handling & Mobility(SPHM)セーフティーケアを医療・介護現場で実践する。 ・海外の病院や施設で展開されているセーフティーケアの情報、福祉用具を使ったリハビリテーションを学ぶ。	

研 修 名		令和4年度計画				令和4年度実績			概 要
		日数	実施回数	実施日数	定員	申込者数	修了者実数	延べ修了者数	
ノーリフティングケア研修	リフトリーダー養成研修	2	1	2	30	31	26	26	福祉の現場においては、介護職員の身体的負担が大きく、腰痛の発生原因にもなっている。また、危険や苦痛を伴う人力のみの介護は利用者の自立支援の妨げにもなりかねない。利用者として介護者の体を守るためにもリフト等の福祉用具の導入や活用を図り、福祉の現場で指導的役割を担う人材の育成を行う。
	ノーリフティングケアマネジメント研修	5	1	5	5施設	3施設	16	16	ケアを受ける側・する側ともに安全で快適なケアが実践され、健康的な生活が保障されている組織づくりを行うことを目的に以下の事柄を学ぶ。 ・利用者の自立を促し、二次障害を予防できる職場をつくる。 ・腰痛などの痛みを持つ職員を出さない、腰痛による休職や離職がない職場づくりができるようになる。 ・腰痛を持っている人も、年配の職員や女性も働きやすい職場環境をつくる。
	ノーリフティングケア指導者養成研修	1	1	1	24	17	13	13	・ノーリフティングケアの目的と必要性を理解し、自己管理の方法や技術の習得などについて指導できる人材を育成する。 ・組織におけるノーリフティングケアの普及目的は腰痛予防対策であり、リスクマネジメントができる人材を育成する。
認知症介護フォローアップ研修	認知症介護実践研修修了者フォローアップ研修 (1)	1	1	1	30	11	9	9	自らの働く環境づくりの必要性を理解し、いかにやりがいを見出して、より質の高い認知症ケアを目指して働けるかを共に考えより豊かな発想を身につけて、ストレスの軽減につなげる。
	認知症介護実践研修修了者フォローアップ研修 (2)	1	1	1	30	12	12	12	
	認知症介護実践研修修了者フォローアップ研修 (3)	1	1	1	30	11	11	11	
	認知症介護指導者フォローアップ研修	1	1	1	30	18	18	18	認知症介護研修におけるさらなる質の向上を目指し、講師・ファシリテーターの具体的役割とポイントや連携の必要性を共有する。
介護職員実践基礎研修	コロナ禍における介護職員の取り組み	1	1	1	20	17	13	13	・虐待防止や人材不足の解消等、介護職員や自事業所における課題の具体的解決を図るための考え方が分かる。 ・介護職員自身が業務における必要性を振り返り、行動力を身につけることで不安要因の軽減を図り、さらなる意欲の向上につなげる。 ・自事業所において、研修の学びを使いこなすことができるようになる。
	看取りケアの知識の理解と介護職員ができること	1	1	1	20	24	21	21	
	虐待をなくすためにできること	1	1	1	20	25	25	25	
	働く上でのストレスコントロール力を身につける	1	1	1	20	25	25	25	
	対人関係スキルアップ	1	1	1	20	23	18	18	
介護技術スキルアップ研修	動きを引きだすポジショニング研修	2	1	1	24	25	20	20	ポジショニングの基礎知識と導入の基本的視点、環境が人に与える影響を理解しサポートの視点や課題解決策を考える。

4 その他

(1) 研究推進関連

人を対象とする研究等倫理委員会の開催

第1回倫理委員会

開催日 令和4年7月5日（火）

場 所 福祉のまちづくり研究所

第2回倫理委員会

開催日 令和4年10月28日（金）

場 所 福祉のまちづくり研究所

研究課題等評価調整会議の開催

開催日 令和4年11月28日（月）

場 所 福祉のまちづくり研究所

福祉のまちづくり研究所企画運営委員会及び調査研究部会の開催

開催日 令和5年3月6日（月）

場 所 福祉のまちづくり研究所

(2) 研究成果イベント出展

令和4年度しあわせの村春まつり健康増進フェア

開催日 令和4年4月23日（土）

場 所 しあわせの村

バリアフリー 2022

開催日 令和4年6月8日（水）～10日（金）

場 所 インテックス大阪

国際フロンティア産業メッセ2022

開催日 令和4年9月1日（木）～2日（金）

場 所 神戸国際展示場

第33回こうべ福祉・健康フェア

開催日 令和4年10月2日（日）

場 所 しあわせの村

令和4年度しあわせの村ユニバーサルフェスタ

開催日 令和5年3月11日（土）

場 所 しあわせの村

(3) 情報誌の発行等

情報誌「アシステック通信」の発行

ナンバー	発行時期	テーマ、内容等	発行部数
第81号	令和4年8月	ひょうごノーリフティングケアモデル施設の認定	1,500部

福祉のまちづくり研究所ホームページのリニューアル（令和4年8月）

RoboWELL体操動画を兵庫県のご当地体操として厚生労働省WEBサイト「通いの場」に掲載（令和4年12月）

(4) 報道一覧

テレビ

報道内容	報道機関	報道日
ハートネットTV「フクチッチ」義手義足（後編） 子どもの筋電義手の可能性、現状の制度の課題など	NHK（Eテレ）	令和4年 10月10日

新聞

報道内容	報道機関	報道日
先端技術を使うリハビリの可能性は ロボットスーツで歩行訓練／自在に動く筋電義手生かす	神戸新聞	令和4年 4月3日
効果高める可能性 ロボットリハビリ活用広がる	読売新聞（夕刊）	令和4年 12月24日
関西の未来図 推進力3 「ロボでリハビリ」	日本経済新聞	令和5年 1月13日

(5) 視察・見学者受入件数及び人数

視察・見学者件数	8件	46名
----------	----	-----

主な受け入れ団体：兵庫県、神戸市経済観光局工業課ほか

(6) 福祉用具等に係る相談受案件数

福祉のまちづくり推進に関する福祉用具、公共施設等の工学的な相談に対応した。

区分	義肢 装具	車いす・ シーティング	その他の 移動・移乗	自助具	介護 ロボット	情報・ 通信機器	住宅・ 住宅機器	まち・ 公共施設	公共 交通	その他	合計
来 所	0	0	0	6	1	0	1	2	0	0	10
訪 問	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3
T E L	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3
E - m a i l	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

補装具判定支援 (所 内)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
補装具判定支援 (移動相談)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 計	0	2	0	6	2	1	1	5	0	0	17

(7) 補装具製作施設としての製作・修理件数

区 分	義 足	義 手	装 具	その他	合 計
有 償	0	10	0	0	10
無 償	0	270	0	0	270
合 計	0	280	0	0	280

(8) 大学等からの研修生の受入

所 属 大 学 等	人 数	研 修 期 間	研 修 目 的
神戸市立工業高等専門学校	3	令和4年8月18日 ～26日、 令和4年9月7日 ～16日、 令和4年9月12日 ～22日	福祉・介護現場におけるニーズに基づく機器開発を体験してもらい、ニーズに基づく機器開発を進める上での重要なことや開発における難しさなどを学んでもらうことを目的として実施。
独立行政法人国立高等専門学校機構 大分工業高等専門学校	1	令和4年8月29日 ～9月2日	福祉・介護現場におけるニーズに基づく機器開発を体験してもらい、ニーズに基づく機器開発を進める上での重要なことや開発における難しさなどを学んでもらうことを目的として実施。
学校法人神戸学院 神戸学院大学	4	令和4年8月17日、 24日	福祉用具・介護ロボットに関する知識の向上と支援にかかわる専門職の役割を学ぶ。
学校法人福田学園 大阪リハビリテーション専門学校	1	令和4年9月9日	福祉用具・介護ロボットに関する知識の向上と支援にかかわる専門職の役割を学ぶ。
合 計	9名		

(9) その他研修の受入

所 属 等	人 数	研 修 日	研 修 目 的
兵庫県立大学看護学部クリニカル看護実習	104	令和4年9月27日、 10月18日	障がいのある方のQOL向上のために利用可能な資源や社会の在り方に関する実習（オンライン）を行う。
合 計	104名		

(10) ひょうごアシステック研究会の事務局運営

福祉のまちづくり・ものづくりに関する技術の向上・発展及び会員交流と情報収集・情報交換を図るため、勉強会、見学会を開催した。

開催月日	テ　　マ	講　師　等	参加者
令和4年 10月12日	テーマ「知財戦略を学ぶ」 ※オンライン開催 基調講演：ナブテスコの知財経営戦略について	ナブテスコ株式会社 技術本部 知的財産部長／弁理士 井上 博之 氏	27名
令和4年 11月24日	テーマ「ユニバーサルデザイン評価の取り組み」 基調講演：高齢者疑似体験装具を活用したユニバーサルデザイン評価の取り組み	兵庫県立工業技術センター 生産技術部 研究員 森 亮太 氏	14名
令和5年 2月22日	テーマ「介護現場におけるニーズ抽出」 ※オンライン開催	経済産業省 安川 一代 氏 ニーズ・シーズ連携協調協議会 神奈川県協議会 高橋 芳弘 氏 兵庫県協議会 長尾 徹 氏 富山県協議会 齋藤 洋平 氏 株式会社NTTデータ経営研究所 足立 圭司 氏	96名

Ⅱ 令和4年度研究報告

1 受託研究進捗状況

モーションパラメータを活用した AI 技術開発

戸田晴貴 立川正真 開発学人 大森清博 福井克也

1 はじめに

日本における 65 歳以上の高齢者が人口に占める割合である高齢化率は、令和 3 年時点で 28.9% となった¹⁾。誰もがより長く元気に活躍するためには、高齢者の健康寿命を延伸し要介護状態となる期間をできるだけ短縮する必要がある。高齢者が要介護状態となる要因に、脳血管疾患や転倒による骨折がある¹⁾。これらの疾患は受傷により急激に機能低下を起こす。一方で、加齢による衰弱、関節疾患や認知症¹⁾は徐々に機能低下が進行する。したがって、身体機能が低下してきているが介入することで健康な状態に戻ることのできる高齢者を早期に発見し、適切な介入を行うことが重要となる。そこで我々は、Robot 技術を活用した健康増進を実現する仕組みとして RoboWELL[®]という取組を行っている。図 1 は、RoboWELL[®]を活用した評価装置と継続運動のスキームを示している。評価装置を使用して身体機能の衰え（以下、フレイル）や認知機能低下のリスクを測定し、継続運動を行いながら評価の維持、改善に取り組むことで、次の評価結果を期待するポジティブな循環を促し健康維持を図る。これまで、RoboWELL[®]を活用した健康増進スキームの評価装置として、日常生活動作中の運動能力を定量的に評価できるシステム（「運動能力評価システム」：特許第 6535778 号、「運動器作動力推定システム」：特許第 6873871 号）や、反応時間の評価システム²⁾を開発してきた。また、継続的な運動を促す目的で、RoboWELL[®]体操を考案しアプローチも行ってきた。



図 1 RoboWELL[®]を活用した取り組みの概要

本稿では、令和 4 年度に新たに開発した、反応時間評価ゲーム “おとさんぼ” や側方リーチゲームについて紹介する。また、先行研究で開発した RoboWELL[®]体操の普及、活用状況についても紹介する。

2 RoboWELL[®]を活用したアプローチ

2.1 反応時間評価ゲーム “おとさんぼ”

先行研究で開発した “おとさんぼ” は、刺激に対する反応時間を評価する装置である²⁾。高齢者の二重課題中の反応速度は、認知機能と関連がある³⁾。一般的な反応時間の評価方法の例として、単一の感覚刺激に対する反応時間を評価する全身反応測定器などがある⁴⁾。一方で、日常生活ではさまざまな感覚情報を処理しながら運動、動作を行う必要がある。そのため、二重課題として足踏みを行いながら視覚、聴覚や触覚に対して刺激を提示し、それらに対応する運動を行うまでの時間を評価するゲームを開発した。具体的には、各感覚刺激を使用して「右」、「左」の指示を出し、対応する側の手を挙上するまでの反応時間を評価できるよう改良を行った。

2.1.1 システム構成

図2に“おとさんぼ”のシステム構成を示す。ユーザは、振動子と振動子制御装置が内蔵された装置を持った状態で深度カメラ (Azure Kinect DK、Microsoft 社製) から2から3m離れて正対し足踏みを行う。深度カメラによって取得された骨格データはアバタとしてディスプレイに表示され、ユーザは自分の動きを確認しながら運動を行うことができる。計測中、ランダムな順序で視覚、聴覚、触覚 (振動) に対する刺激を提示する。

- ・視覚刺激：青い円に「右」、「左」と書かれた図形を画面上に表示
- ・聴覚刺激：「右」、「左」という音声を再生
- ・触覚刺激：右手、左手の振動子を振動

ユーザは提示された刺激に気づいたら、すぐに対応する側の手を挙上する。この刺激の提示から手が挙上されるまでの反応時間を評価する。



図2 反応速度評価ゲーム“おとさんぼ”の構成

2.1.2 評価

このシステムを使用して、健常な20から40歳代の当研究所職員及び隣接する中央病院リハビリスタッフ29名を対象に予備計測実験を実施した。今回計測された視覚、聴覚、触覚刺激に対するそれぞれの反応時間を図3に示す。結果として、特に視覚刺激に対する反応時間は加齢とともに僅かではあるものの増加する傾向があった。また全年代を通して、触覚、視覚、聴覚の順で反応時間が長くなっていた。聴覚と視覚は刺激が提示された後、「右」または「左」を認知するための処理を行う必要がある。一方で、触覚は振動した側と同じ手を反射的に挙げることができるため反応時間が短くなった可能性がある。

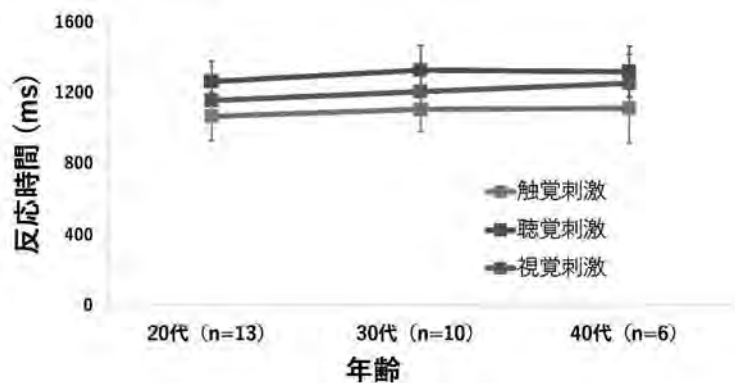


図3 “おとさんぼ”による年代別反応時間

2.2 側方リーチ評価システム

高齢者の転倒リスクやバランス能力は、手を前方もしくは側方へ手を伸ばすことができる最大移動距離であるリーチ距離により評価することができる。リーチ距離と転倒リスクに関するカットオフ値が先行研究により報告されており⁵⁾、この値と比較することで転倒リスクを評価することが出来る。

よって、側方リーチテストを参考にして側方リーチゲームを開発した。高齢者は、ゲーム感覚で簡単に側方バランス評価を行うことができる。また本ゲームを反復して行うことで側方バランスのトレーニングに活用することができる。

2.2.1 システムの構成

ハードウェアは、PC、モニタ、深度カメラ（Azure Kinect DK、Microsoft 社製）とこれらを取り囲む筐体で構成される。前述のおとさんぽと同じ筐体にシステムを組み込んでいるため1台で2つのゲームをプレイすることが可能となっている。

2.2.2 ゲームの詳細

- ・ ユーザは、あらかじめ年齢、性別、タスク表示方向（左、右、左右両方）を選択する。
- ・ その後、深度カメラから2から3m離れて正対し、少し足を開いて立つ。リーチ距離算出のために両手を水平に挙げるとカウントダウンが始まりゲームがスタートする。
- ・ 深度カメラによって取得された骨格データはアバタとしてディスプレイに表示される。また右上にユーザの残基を表すハートが三つ表示される。リーチ課題中は、目標となるキャラクタが表示される。ユーザは、そのキャラクタに手を伸ばして取得する。うまく取得できるとキャラクタの表示位置が、徐々に遠くなっていく（図4）。
- ・ もしユーザがキャラクタの表示位置まで手を伸ばせなかった場合、右上のハートを1つ失う。3回失敗し全てのハートを失うとゲームは終了する。リーチすることができた最大リーチ距離として評価する。






図4 側方リーチゲームプレイ中の画面

2.2.3 評価方法

キャラクタの表示位置まで手を伸ばすことができた最大リーチ距離を先行研究により報告されている転倒リスクのカットオフ値⁵⁾をもとに左右それぞれ3段階で評価し、結果を提示する（表1）。評価結果に応じた表情のキャラクタが提示され、結果の確認が可能である。

表1 転倒リスクの判定基準

	転倒リスク		
	高	普通	低
左側リーチ距離(cm)	～14.4	14.4～16.8	16.8～
右側リーチ距離(cm)	～15.5	15.5～17.7	17.7～
結果表示			

2.3 スマート椅子を使用して得られたデータから AI 作成

立ち上がり動作は、高齢者の身体機能評価に用いられることが多い。一般的に、高齢者は30秒立ち上がりテストで立ち上がり回数の減少や立ち上がり時間の延長が認められる。また、立ち上がり時の体幹屈曲角度減少や体幹運動を生じさせるための股関節屈曲パワーが減少する。立ち上がり中の体幹運動は立ち上がり動作能力を決定する重要な因子であることから、立ち上がり中の体幹運動、特に体幹屈曲運動はフレ

イル高齢者の特徴を反映する可能性がある。「高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発」において開発したスマート椅子は、身体にセンサを装着することなく立ち上がり時の体幹屈曲角度を評価することができる。この椅子を使用してユーザがフレイル状態にあるか否かを判定できれば、自宅等の日常生活場面でも簡便にフレイル評価を行うことができる。そこで、この椅子を使用した立ち上がり中の体幹屈曲角度からフレイルか否かを分類するためのAIモデルを作成した。

計測会に参加された99名の高齢者から、フレイルアンケートの回答が得られなかった4名を除外した。残った95名の5回分の立ち上がり動作を解析対象とした(95×5=475試行)。そのうち、計測が立ち上がりの始めから終わりまで行えていなかったなど、データに不備があったものを除外した446試行を解析対象とした。この446試行を313試行(70%)のトレーニングデータと133試行(30%)のテストデータに分類した。分類モデルの作成には決定木分析を使用した。トレーニングデータを使用して、分類精度が最も高くなるモデルを採用した。最終的に作成された分類モデルにテストデータを投入し、モデルの精度を分析した。

その結果、実際フレイルを有している人を正しくフレイルと判定することができる確率である感度は66.7%、実際フレイルを有していない人を正しくフレイルを有していないと判定することができる確率である特異度は75.8%であった(図5)。これらの結果から、簡便なセンサを使用したスマート椅子を使用して立ち上がり動作を計測することで、ユーザがフレイルを有しているか否かをある程度判定できることが明らかになった。得られたモデルはスマート椅子の処理プログラムに実装された。

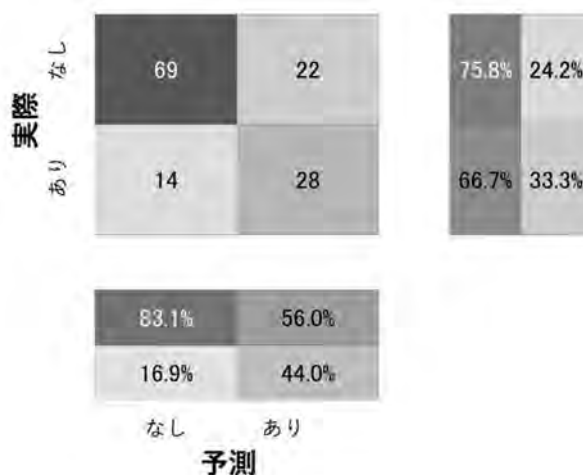


図5 フレイルの分類結果

2.4 RoboWELL®体操の普及について

先行研究では、RoboWELL®体操という「準備運動」、「筋力」、「バランス」、「上肢」、「認知」といった5つのコースによって構成され各15分程度で手軽に行える体操を開発した。RoboWELL®体操にはDVD、YouTube®やガイド冊子など様々な媒体(図6)が用意されている。そのため、インターネット環境が無い高齢者やDVDを使用して体操を行っている自治体など限定的な閲覧手段しかないケースにも対応することが可能になっている。また、体操ガイドやDVD、チラシなど様々な広報媒体にはQRコード®が添付されておりYouTube®へのアクセスが可能になっている。生活スタイルやタイミングに合わせて、使いやすい媒体を選択して活用することができるのが大きな特徴である。



図6 RoboWELL 体操の普及媒体

令和3年度末に、令和3年度国保ヘルスアップ支援事業-フレイルハイリスク者へのアプローチ強化事業-として、当研究所で開発したRoboWELL®体操のDVD、冊子ガイド、チラシを兵庫県内の市町、健康福祉事務所、圏域リハビリテーション支援センターや地域包括支援センターなど、計242箇所に配布した。その結果、多くの配布先で活用していただくことができた。その後、DVDやガイドの追加依頼や体操そのものの意見など合計27件の問い合わせがあった。その中で、「体操の内容はいいが説明が長すぎるのでテンポを早めてほしい」、「繰り返し体操をしているのもっと短いバージョンが欲しい」という意見が得られた。そのため、説明を可能な限り省略した短縮版の動画を製作し、追加でYouTube®にて公開した。さらに、

これらの動画を厚生労働省が運営している“集まろう集いの場”サイト内のご当地体操動画紹介ページに兵庫県のご当地体操として掲載した。表2に令和5年3月時点のYouTube®再生回数を示す。再生回数は継続的に増加しており、YouTube®を活用した体操の実施に貢献していると考えられる。

表2 RoboWELL 体操の YouTube®再生回数（令和5年3月27日時点）

	通常版	短縮版
再生回数（回）	2,404	2,600

3 WEBアプリケーションのプロトタイプ開発とAIを活用したフレイル対策

3.1 開発の目的と背景

当研究所は、兵庫県内の市町と協力・連携し、地域の高齢者を対象に健康教室を実施することがある。その中で、フレイルの評価手法として介護予防のための生活機能評価に関するマニュアルに記載の25項目の基本チェックリストを活用している。しかし、チェックリストは紙媒体のため、記入漏れやデータ入力に多大な手間がかかり、結果を返却するまでに時間がかかる。タブレット等を使用した入力を実現することで、結果の返却を即時にできるだけでなく、記入漏れやミスを防ぐことが期待できる。

3.2 RoboWELL®フレイル評価WEBアプリ

WEBアプリケーション（以下、WEBアプリ）のプロトタイプの概要を図7に示す。WEBアプリは、WEBページのようにブラウザを利用することで動作させることができる。WEBアプリの最大の特徴はインストールの必要がないことである。WEBアプリを公開しているサーバにアクセスすることができれば、パソコンやスマートフォンといったさまざまな端末を使用して同様に操作することが可能である。今回、兵庫県立工業技術センターと共同研究を実施し、WEBアプリケーションフレームワークのFlaskを活用した簡易的なWEBアプリのプロトタイプを開発した。現在、このWEBアプリは下記の4つの機能を有している。

- ① 当研究所で実施している健康増進の取り組み“RoboWELL®”についての紹介
- ② 基本チェックリストのデータの入力、即時解析と結果の返却
- ③ AI食べ物占い
- ④ RoboWELL®体操のYouTube®リンク

今回WEBアプリにすることにより、計算結果を即時に返却できるようになる。また、WEBアプリに入力されたデータは個人を特定しない形でサーバPCに返却され、データが自動的に蓄積される。これにより、記入後の入力作業も不要となり、作業員の負担が軽減されることが期待される。



図7 RoboWELL® WEBアプリケーションの概要

3.3 AI食べ物占いの開発

令和3年度から、兵庫県内の市町の健康教室で得られたビッグデータをもとに、食習慣からかかりやすい病気を占う（予測する）、AI食べ物占いを開発してきた。令和4年度は、健康教室で得られたデータを機械学習の一種であるLinear Support Vector Classificationを使用して学習、分類を行った。入力データは食品摂取多様性スコアで評価される10種類の食品とし、出力データは既往歴（高血圧）とした。現在、精度は6割程度となっており原因としてデータの母数の少なさがある。また、摂取過多により発症しやすい疾患もあり、活用するデータの選択についても検討が必要である。

3.4 今後の展開

今後は、実際に地域の高齢者にWEBアプリを使用していただき、使用感のヒアリングや必要な機能の追加を行う。AI食べ物占いについては、前述のとおりデータの選別、検証が必要であり、より妥当性のあるシステムに改良する必要がある。

4 おわりに

本研究テーマでは、RoboWELL®を活用した健康維持スキームの評価装置として、「おとさんぽ」、「側方リーチゲーム」の開発、改良を行った。それぞれ若年者を対象とした計測を行い、有効性について予備的に検証することができた。また「高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発」と共同で地域在住高齢者を対象にスマート椅子を使用して計測したデータを使用してAIモデルを作成しシステムに組み込むことができた。RoboWELL®体操については、積極的に広報を行うことができた。

令和5年度は、地域と連携し、これらの機器とRoboWELL®体操を活用した大規模な計測会を行い、得られた結果からAIを使用してフレイルや認知症など高齢者の健康予測ができるよう開発を行う。

参考文献

- 1) 内閣府. 令和4年度版高齢社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/04pdf_index.html (Accessed 2023-02-07).
- 2) Tatsukawa S et al. Development of Motion Game for Elderly Based on Sensory Stimulus Presentation, The 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET), Cape Town, South Africa (online), 2021-12.
- 3) McEwen SC et al. Simultaneous Aerobic Exercise and Memory Training Program in Older Adults with Subjective Memory Impairments. *Journal of Alzheimer's Disease*, 2018, vol.62, 795 - 806.
- 4) 公益財団法人長寿科学振興財団. “全身反応測定の測定方法”. 健康長寿ネット. <https://www.tyojyu.or.jp/net/kenkou-tyoju/tairyoku-kiki/zenshin-tannou-soutei.html> (Accessed 2023-02-06).
- 5) Newton RA. Validity of the Multi-Directional Reach Test: A Practical Measure for Limits of Stability in Older Adults. *Journal of Gerontology*, 2001, vol. 56, Issue 4, 248-252.

高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発

戸田晴貴 福井克也 大森清博 立川正真 開発学人

1 はじめに

住み慣れた自宅で長く暮らし続けるためには、支援機器の効果的な活用による物的な支援、介護サービスや介護予防等の介入といった人的な支援、それらを効果的に導入するための住空間の工夫が必要となる。しかしながら、これらの要素は個別に研究開発されることが多い。また、超高齢社会の進展に伴いヘルパーやケアマネジャーといった高齢者を支援する人の高齢化も進んでおり、設置しやすさも含めた操作の簡便性や、日常生活のデータを自動的に蓄積・評価できる支援技術の構築も望まれている。本研究では、“生活動作を阻害せずに対象者の日常的な動作や活動などを計測し、対象者の自立支援や遠隔からの見守りを行う住空間”を「スマート住空間」と定義し、支援機器を導入しやすくするための空間整備要件、それ自体に計測機能を有するスマート家具・建材の開発、といった要素技術の研究開発を一体的に進める。

令和4年度は、立ち上がり方からフレイルのリスクを推定する運動機能評価システムの開発を進めるとともに特許取得に至った。また、先行研究で開発したビデオ通話システムをもとに、併設する兵庫県立リハビリテーション中央病院のWeb面会向けにシステムを改良し導入に至ったので合わせて報告する。

2 立ち上がり方からフレイルのリスクを推定する運動機能評価システムの開発

近年、介護予防やフレイル対策等のために「将来的に介護が必要になるリスク」を評価することが望まれている。このような課題に対し、当研究所の先行研究「認知症高齢者が自立生活できる住環境に関する研究開発」において、立ち座り時に計測された特徴量から身体の衰えのリスクを評価できる椅子型の評価システム（以下、スマート椅子）の開発を進めてきた。令和4年度はスマート椅子の妥当性を検証し、さらにフレイル評価に対する有効性を検証するために播磨町で計測会を実施した。合わせて、スマート椅子に関連する特許取得を進めた。

2.1 計測会用スマート椅子の開発と妥当性検証

図1に改良した計測会用スマート椅子の外観を示す。立ち上がり動作を計測するための測距センサが座面と背もたれに取り付けられている。また、計測会場への搬入/搬出を考慮して折り畳み機構を追加している。計測システムは、測距センサとしてM5Stack用ToF測距センサユニット（VL53L0X搭載、M5Stack社製）2個とそれらを制御するためのマイコンモジュール（M5Stack Basic V2.6、M5Stack社製）2個で構成される。これらのデータをもとに立ち上がり時の特徴量を算出し、身体機能を評価する。

開発したスマート椅子から算出した体幹と大腿角度の妥当性を検証するために、光学式モーションキャプチャシステム（Vicon Vero、VICON社製、以下MoCap）と同時に計測し、誤差や相関を検証した。対象は健常な若年者3名とし、普段通りの立ち上がり方に加えて速度（遅い、速い）、傾斜（前傾、後傾）、非対称（右変位、左変位）を変更した7条件の立ち上がり方で比較した。

解析の結果、スマート椅子で計測された大腿角度の波形はMoCapと相関係数0.8以上、体幹角度も屈曲相において0.75と高い相関係数を示した（図2）。一方、体幹角度の伸展相では相関係数0.2以下と波形の一致度は低かった。角度の誤差は、屈曲相で20%程度に対し、伸展相では100%以上の誤差を有していた。以上より、スマート椅子で計測した体幹屈曲角度は精度の良い光学式MoCapと比較して高い妥当性を有していた。よって、高齢者の立ち上がり中の体幹屈曲運動の評価に使用可能であることが示唆された。この研究の成果は、国際論文Sensorsに投稿し掲載された¹⁾。

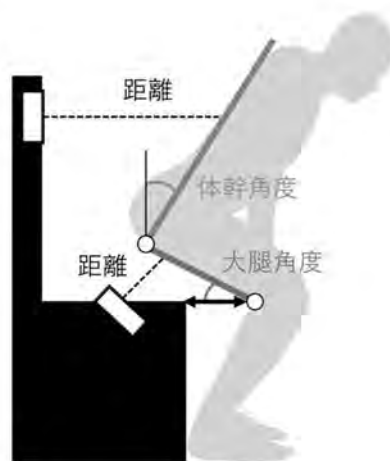


図1 計測会用スマート椅子の外観（左）と計算に使用したリンクモデル（右）

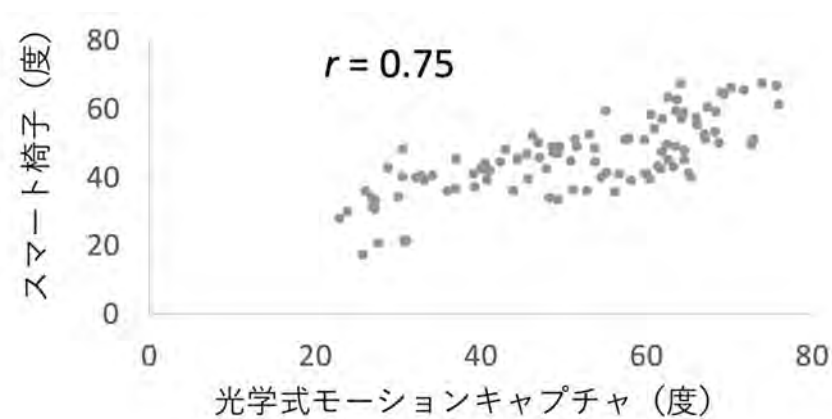


図2 スマート椅子と光学式モーションキャプチャシステムを使用して計測した体幹屈曲角度の関係

2.2 計測会の開催と分類モデルの作成

スマート椅子を用いてフレイルの評価ができるか検証するため、兵庫県播磨町に協力いただき計測会を実施した。ここでは「立ち上がり計測」と「フレイル評価アンケート」を実施した（図3）。なお、本計測会は兵庫県立福祉のまちづくり研究所の倫理委員会の承認を受けて実施した。計測会の開催月日および参加者数は以下のとおりである。

- ・開催場所：兵庫県播磨町
- ・開催月日：令和4年8月1日～5日、17日
- ・参加者：99名

計測結果をもとに精度 72.9%、感度 66.7%、特異度 75.8%でフレイルリスクの判定が可能な分類モデルを作成した。



図3 計測会の様子

2.3 スマート家具化に向けたシステム改良

計測会で用いたスマート椅子を、スマート家具として住空間に導入することを目指し、システム改良を進めた。スマート家具として用いる場合、ハード面・ソフト面で下記の課題が挙げられる。

- ・ハード：リビング等生活空間に馴染む椅子形状（計測会用スマート椅子は図1のように計測に特化し

た馴染みにくい形状である)

- ・ハード：計測結果の提示方法（計測会用スマート椅子は計測後に PC にデータを移して分析する方式だが、その場で本人や同居者に計測結果を分かりやすく提示する必要がある）
- ・ソフト：計測開始・終了方法（計測会用スマート椅子は計測スタッフが手で操作する方式だが、立ち座り動作を自動的に判別して計測する必要がある）
- ・ソフト：計測結果の保存方法（例えばクラウドにアップロードするなど、他のスマート家具を含めてデータを集約する必要がある）

令和4年度は、上記の課題のうち「計測結果の提示方法」「計測開始・終了方法」の改良を進めた。前者については、計測会で得られた分類モデルを用いて、①マイコン単体で計測データの分析を行う、②分析結果を背もたれ部のマイコンの画面に表示する、の2点の開発を進めた。このとき、分析結果を直感的に判断できるよう、フレイルのリスクなしを○、リスクありを△で表示することとした（図4）。一方、後者については、座面の測距データが閾値以下となったら計測開始、その後、座面の測距データが閾値以上となったら計測終了、と判定することにした。さらに、立位と離席を分けることで、測距センサの仕様で離席して計測範囲内に物体が無いときの返値が安定しないことに対応することができた。

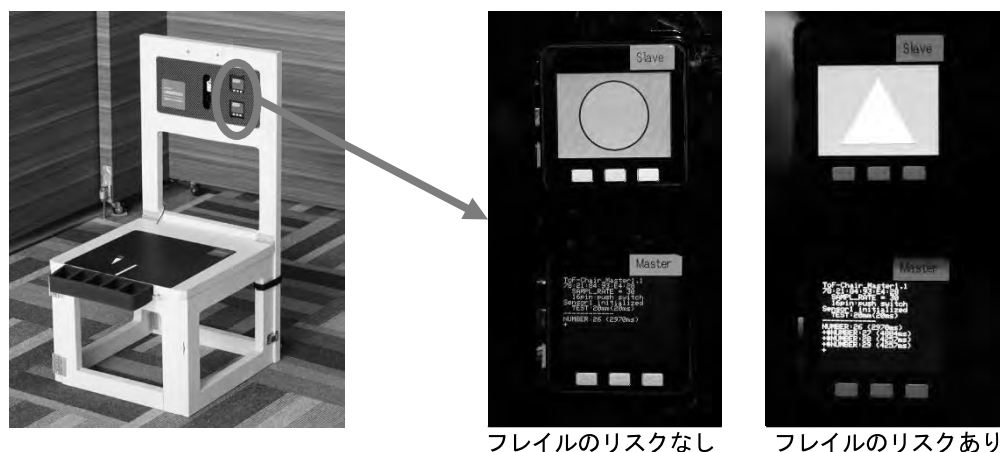


図4 分析結果の表示例

2.4 スマート椅子に係る特許取得

スマート椅子に係る発明として、令和3年度に特許出願した「運動機能評価システム、運動機能評価方法及び運動機能評価プログラム」が特許取得に至った（特許第7134371号²⁾）。本特許は、ユーザに計測装置を装着せずに、ユーザの体幹の力学量を算出して正確に運動機能进行评估する運動機能評価システムを提供するものであった。本発明の運動機能評価システムは座部に測距装置が取り付けられた椅子型の装置で、予め設定されているユーザや椅子のパラメータ、および測距装置で経時的に測定されるユーザの大腿部までの距離データに基づいて、ユーザの少なくとも下半身の運動機能进行评估するものであった。また、本特許に関連して新たな特許出願も進めている。

3 高齢者にやさしいビデオ通話システムの病院 Web 面会サービスへの適用

当研究所の先行研究「認知症高齢者が自立生活できる住環境に関する研究開発」において、新型コロナウイルスの感染拡大以降の外出規制・高齢者施設での面会規制といった課題に対し、パソコンに不慣れな高齢者等でも簡単に利用可能なビデオ通話システムの開発を進めてきた。令和4年度、併設する兵庫県立リハビリテーション中央病院の Web 面会サービスに対して本システムの実装を試み、運用を開始した。

3.1 院外 Web 面会サービス

近年ではビデオ通話アプリを用いた Web 面会を行う施設が増えている。しかしながら、院外から利用す

る場合、ご家族のスマートフォンやタブレット端末に当該アプリをご自身でインストール・設定する必要があるので、スマートフォン等に不慣れた高齢者等にとって利用が難しいという課題がある。そこで、このようなご家族にも利用できるオンライン面会サービスを開発コンセプトとして、ビデオ通話用の機器を貸し出してオンライン面会を行う方式を検討することになった。本システムのシステム構成を図5に、製作した通話端末を図6に示す。

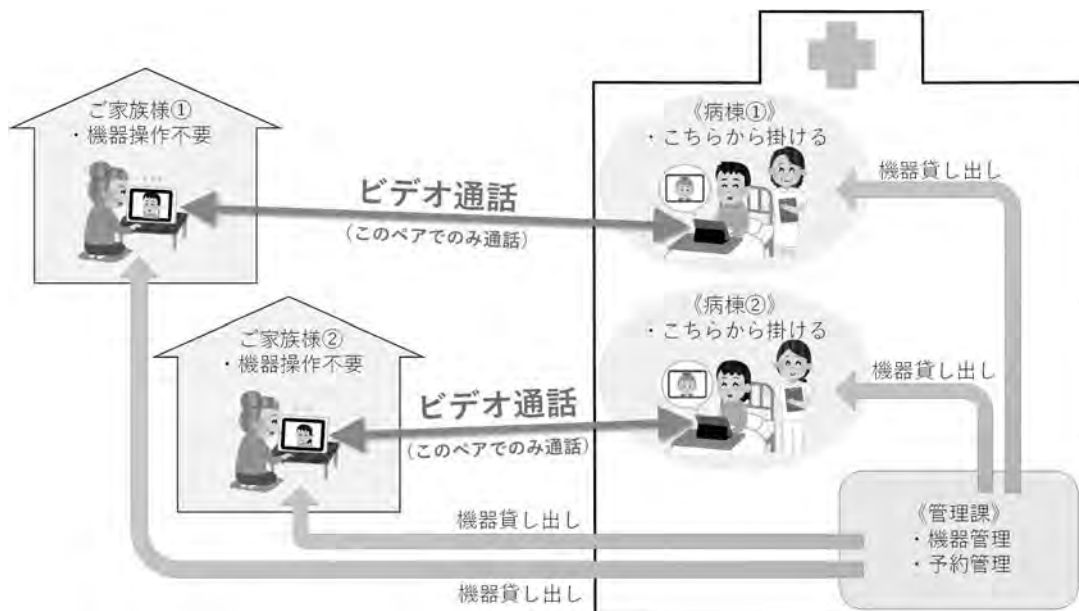


図5 院外Web面会サービスのシステム構成



(a) 通話端末



(b) 収納ケース

図6 院外Web面会サービス用通話端末（操作台部分を当研究所で製作）

システム構成の特徴は、通話端末を2台1組で他から通話できないようにし、機器管理および予約管理を兵庫県立リハビリテーション中央病院管理部管理課が一括して行っていることである。通話端末として、プリペイドSIMカードをあらかじめ挿入したiPad Cellularモデルを使用し、通話アプリは標準搭載されているFaceTimeを用いている。Cellularモデルを用いることで、使用する場所に依らず通信設定が不要になる。ビデオ通話の発信・終了操作は病棟側で行い、ご家族の通話端末は操作不要（自動着信、かつペアとなる通話端末以外からのコールを着信拒否して安全性を高めている）としている。

製作した操作台には「かける」ボタンと「もどる」ボタンが用意され、「かける」ボタンを1回押すとペアとなっている通話端末に発信し、「もどる」ボタンを1回押すと通話を終了する。

3.2 院内 Web 面会サービス

院外向けに先行して、院内 Web 面会サービスの運用を開始した。本システムは事前に予約したご家族が来院し、病棟に訪問する代わりに 1 階ロビーに用意された通話スペースからビデオ通話を行うものである。システム構成を図 7 に、1 階ロビー通話スペースを図 8 に示す。

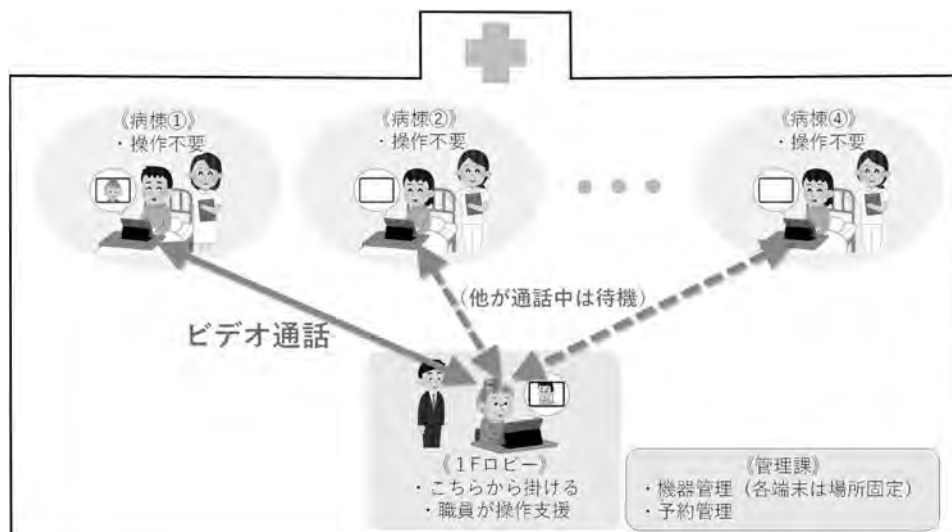


図 7 院内 Web 面会サービスのシステム構成



図 8 1階ロビー通話スペース

通話端末として院外版と同様 iPad Cellular モデルを使用し、院内 Wi-Fi を利用せずにビデオ通話可能となっている。一方、システム構成は院外版と異なり、1 階ロビー（ご家族が使用）からいずれかの病棟に対してビデオ通話の発信・終了を行う。そのため、開始時に「通話先を選ぶ」操作が必要となるので、職員を配置して操作を行う。また、病棟の端末は院外版と異なり各病棟に配置し、機材運搬の手間を減らすとともに掛け間違いが起りにくくなるよう配慮している。なお、全ての通話端末に対して職員が配置されるので、院内版では操作台を装着せずタブレット端末単体で運用している。

3.3 利用実績

リハビリテーション中央病院では、入院時の案内の中で Web 面会サービス（院外版、院内版）を紹介するとともに、情報誌「さんぼみち」で同サービスの利用案内を掲載している。同サービスの利用実績（令和 5 年 3 月 31 日まで）を表 1 に示す。

表1 Web 面会サービスの利用実績

	R4.4	R4.5	R4.6	R4.7	R4.8	R4.9	R4.10	R4.11	R4.12	R5.1	R5.2	R5.3	計
院外版	—	—	—	—	—	—	—	0	1	2	4	6	13
院内版	1	2	16	20	29	25	28	23	45	30	26	33	278

院外版については、初回利用時、入院患者の許可を得た上でWeb 面会の様子を見学した(図9)。初回は通信端末の設置や「かける」「もどる」操作を管理課職員が行った。見学時には、通話端末の各種操作(設置・発信・終了)、通信回線の安定性、Web 面会中の会話のしやすさ(互いの声の聞き取りやすさ、画像の見やすさ)のいずれも問題は認められなかった。また、ご家族は通話端末の前に複数名集まってWeb 面会に参加されていたが、問題なくコミュニケーションが取れていた。ご家族がご自宅の縁側にいることを入院患者が確認して「そこは暖かいね」とご自宅のことを思い出しながら発言する様子も見られた。

一方、院内版は、開始4か月(R4.7)以降頻りに利用された(表1)。最近では予約が詰まっており、リピータが多いとのことである。一方、この時期コロナウイルス対策として未成年のご家族は1F ロビーに立入禁止になっていた。よって、院内版であっても「未成年のご家族と一緒に面会」できず、そのようなご家族に院外版が有効と考えられる。



図9 院外Web 面会サービスの様子(病棟談話室で実施、フレーム外に看護師が待機している)

4 おわりに

令和4年度は、スマート椅子の製作を進めるとともに、フレイルリスク判定のためのモデル作成を行うため計測会を実施した。また作成したモデルを組み込むことで、即時にフレイルリスク判定ができるようになった。令和5年度は、企業と連携し事業化を進める予定である。また、今回製作したスマート椅子は計測会等での利用を想定した形態となっている。今後は本システムのスマート住空間への適用を目指し、より日常生活動作や住空間に馴染むよう計測手順やハード構成の改善を進める。新型コロナウイルス対策については国の方針転換が計画されているが、Web 面会サービスの発展・改良を含め、引き続き関連施設等との連携、研究成果の効果的な展開を進める。なお、本研究の一部は科研費 22K04466 の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) Toda H, et al. Measurement of Trunk Movement during Sit-to-Stand Motion Using Laser Range Finders: A Preliminary Study. Sensors, 23, 2022.
- 2) 特許第7134371号「運動機能評価システム、運動機能評価方法及び運動機能評価プログラム」、特許権者：社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団、発明者：陳隆明、大森清博、中村豪、福井克也、出願日：2022年1月31日、登録日：2022年9月1日

高齢者や障害者向けのモビリティ技術開発

中村俊哉 小坂菜生 高見響 安藤悠 陳隆明

1 はじめに

現在、まち中を移動するにあたっては、公共交通機関の乗り継ぎや経路情報が簡易に得られる情報提供サービスが普及している。しかし、多くは「歩行者」「公共交通利用者」「車」などの代表的な移動形態による経路探索である。様々な身体レベルで運動機能に衰えのある高齢者や車椅子の利用者などに対しては、段差や坂道の勾配など移動能力の影響も考慮した情報提供が適切と考えられる。近年では様々なバリアフリーマップにより「エレベータの場所」「多目的トイレの有無」などが示されている。しかし既存のバリアフリーマップでは、エリアが限定的であったり、更新が滞っていたりするものも少なくない。また、目的となる施設のバリアフリー情報はあるものの、その経路上のバリアを示したものはあまりない。

中でも経路上の坂道はその人の移動能力によっても通行の可否が異なる

当研究所では、これまでの研究成果として、車椅子のブレーキ力と坂道の角度の関係について明らかにした。

このことから、本研究ではまず、明らかにした車椅子のブレーキ力と坂道の角度の関係から、介助用ならびに自走用車椅子の利用者の能力に応じて、その経路にある坂道の難易度を示すシステムの開発を目指している。

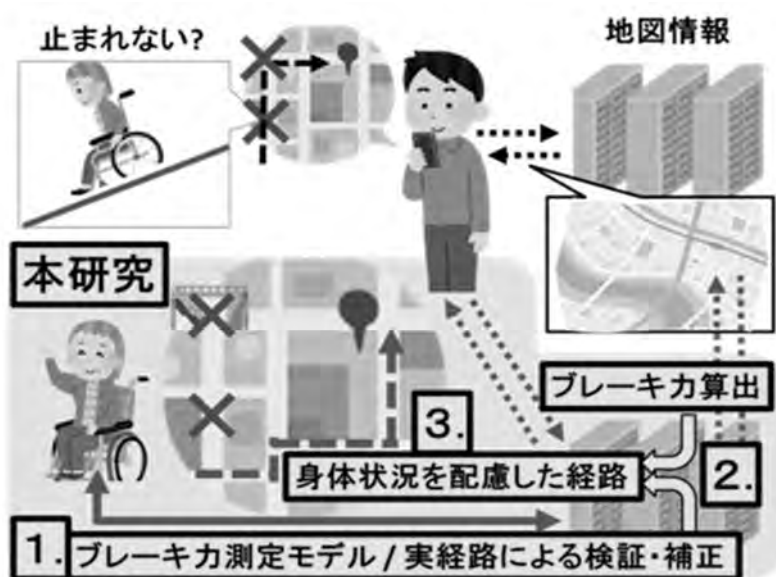


図1 車椅子使用者の安全移動経路提示に関する研究開発のコンセプト

令和3年度は、下り坂での車椅子のブレーキ力推定モデルの構築と、新たに見つけたバリア情報を精緻に且つ簡便に電子地図上に追加するための全球測位衛星システム（GNSS）を用いた検証を行った。

令和4年度については、車椅子使用者の移動能力に応じて坂道の勾配による難易度や危険度を示す経路案内システムの開発を行った。また、これまでは坂道の下り勾配を中心に研究を行ってきたが、車椅子使用者の移動能力に応じた経路案内システムの開発を行う上で、上り勾配についても検討する必要がある。特に上り勾配については、物理的に車椅子をある高さまで持ち上げる動作であることから、下り勾配に比べより駆動に強い力を発揮する必要がある。また、車椅子利用者にとっても、上り勾配の車椅子による駆動のほうが難しく、操作技術を習得すれば下り勾配のほうが通過しやすいとの意見もあることから、上り勾配と車椅子の関係の整理も合わせて行った。

2 車椅子使用者の能力と勾配との数理モデル

車椅子使用者が発揮できるブレーキ力は未知であるが、車椅子使用者が発揮できるブレーキ力のデータがあれば、これまでの成果である車椅子で坂道を下る際に危険と思われる角度や移動速度をパラメータとした数理モデルにより得られるブレーキ力とを比較できるようになる。実測結果から得られた数理モデルを使い、車椅子使用者の移動経路と発揮できる最大の駆動トルクまたはブレーキトルクを比較することで、身体能力に応じた移動経路マップを表示することが可能となる。

以前の研究で計測用車椅子（図2）を用いて、坂道を下る際のブレーキトルクの実験を行い、数理モデルを明らかにした。

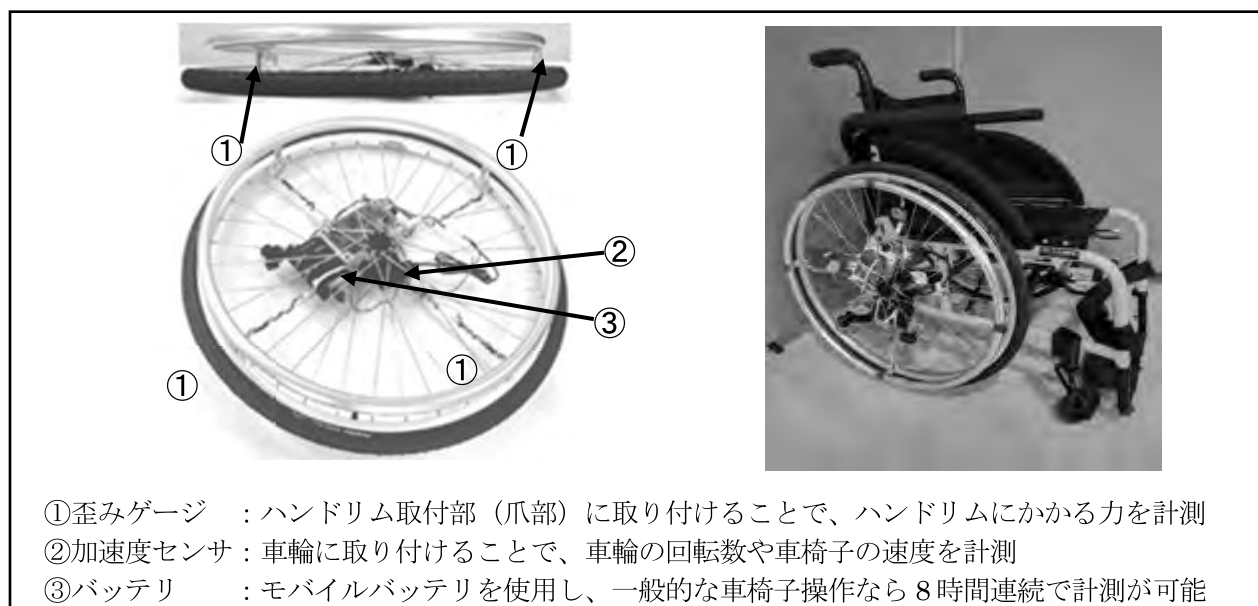


図2 計測用車椅子の計測装置を内蔵したホイール（左）とそのホイールを取り付けた車椅子（右）

また上り勾配については、下り勾配の計算モデルを応用し目安となる駆動トルク値を算出した。下り勾配では、ハンドリムに手で力をかけ続ける事でブレーキ力を発生させる。それに対し上り勾配の場合は、ハンドリムに力を加え駆動している時間（駆動期）とハンドリムから手を離し、腕を戻す時間（惰走期）がある。惰走期に車椅子が下がり出すと駆動し続けることが難しくなることから、惰走期に十分に惰走できるように駆動する必要がある。先行文献のデータ¹⁾から、計算モデルに係数を乗ずる事で駆動トルクの目安を算出する事とした。

また、この上り勾配及び下り勾配の計算モデルを基に、その人の発揮できるトルクと体重、道路の勾配を基に通行可能な経路を電子地図上に示すシステムとして特許出願を行った。

3 車椅子使用者の身体能力と勾配に着目したバリアフリーマップの開発

3.1 システム開発

バリア情報の地図への反映を目的にシステム開発を行った。システム開発の設計に先立ち、先行研究をレビューするとともに、車椅子を使用する脊髄損傷者と療法士から話を聞き、外出時の課題をまとめた。

- ・坂道は心理的負担も大きい²⁾
- ・上り坂で通行不可の道もある
- ・段差を避けるといった情報が必要

車椅子走行の訓練を受けた人にとってはよほど急勾配の下り坂でなければ、自身が出せるブレーキ力だけでなく操作技術を駆使することで減速もしくは停止が可能であることから、下り坂よりも上り坂への懸念が強いことが分かった。しかし、車椅子使用者であっても訓練を受けている人の割合は多いわけでは

なく、訓練していない車椅子利用者にとっての下り坂は十分危険といえる。

今回課題に挙げたことの中から、坂道に注目しシステム開発を行った。ブレーキ力測定モデルから自身の発揮できる力を測定できることを利用し、各勾配に必要な力と発揮できる力を比較することで経路上の道の通行の可否を表示させるシステムとした。本研究では、開発したシステムを「アクセシビリティマップ」とする。

先行研究のレビューから、同じ車椅子利用者であっても個々の力の差が大きいことが分かった。現状あるバリアフリーマップや車椅子使用者が利用できる車椅子用の経路案内地図、例えばGoogle Mapの車椅子機能の設定など、車椅子使用者、と一括りにされているものであり、車椅子使用者といっても症状が様々で、使用できる筋肉の箇所、体幹機能の有無などで行動範囲が変わることに注目はされていない。

3.2 アクセシビリティマップの仕様

求められる機能を基に、実験向けのアクセシビリティマップアプリケーションのプロトタイプを作成した。プロトタイプでは、地図アプリに必要な経路情報や坂道を検知させるための標高情報をGoogle Maps APIを使用し、Google Apps Script (GAS) により記述したプログラムより実装した。



図3 TOP画面



図4 設定レベルの設定画面



図5 損傷レベルC6の設定



図6 設定レベルの設定画面

スマートフォンアプリは、開発環境としてXcodeを用い、Swiftにより記述しプログラムを作成した。ブレーキ力推定モデルでは個々のブレーキ力を計ることができる。またブレーキ力から駆動力を求めることができる。しかし、システム開発において、現状、個々のブレーキ力を測定することは限定した車椅子使用者に限ってしまう。多くの人に勾配を基にした経路上の通行の可否を可視化するシステムを使用してもらうために、車椅子使用者自身が車椅子操作のために発揮する力のレベルを設定し、経路上の通行の難易度を可視化させることにした。

アプリを開くと「出発地」と「目的地」を記入する画面となる。そこから出発地と目的地を入力し図3の左上にあるハンバーガーアイコンという設定メニューを開くためのボタンをクリックすると、図4の設定画面が出る。図4の設定画面で自身の設定レベルをバーで調整する。本研究の対象者は車椅子使用者であるが、設定レベルの選択をする場合の目安となる基準を設ける必要があり、脊髄損傷者のZancolliの上肢機能分類³⁾を参考に基準を設定した。



図7 経路検索画面



図8 地図画面



図9 ルートの難易度表示画面

例えばC6の人であっても損傷部分により使用できる筋肉の部分の違いなどから上ることができる坂道が3%~6.5%と差がある。この差は先行研究のレビュー及び実際脊髄損傷者の外出訓練に同行した際のデータと聞き取り調査から設定を行った⁴⁾。図5のように例えば脊髄損傷者で損傷レベルがC6の場合、C6のアイコンのボタンを押すとバーが標準値の5.0を指す。しかし、同じC6であっても上腕三頭筋が動く場合とそうでない場合では同じC6でも通行可能な勾配が違う。そのため標準値は5.0に対し、下は1.0~上限6.5まで0.5ずつの単位で設定レベルを設定できる(図6)。そのほかC7は標準値7.0で上限7.5、C8の標準値は8.0で上限9.5という風にそれぞれの設定レベルの標準値と限界値を設定している。安全面を考慮し、バーはそれぞれ選択したアイコンの上限以上を選択できないように制限をかけている。

自身の設定レベルの選択を行い、サイドバー以外の部分(図7)を選択すると元の車椅子経路探索の出発地と目的地を記入する画面へと戻り、経路検索ボタンを押すと経路を表示する地図画面へと遷移する(図5)。自身が選択した設定のアイコンが左下に表示されており、表示部分を選択すると図5の設定レベルの設定画面へと遷移する。

最大3つのルートが提示され、それぞれのルート上に色付けがされる。赤色は通行不可、黄色は困難であるが通行可能、青色は通行可能といった形で表示される。大体10m範囲の勾配が表示される(図9)。

3.3 検証実験

障害者支援施設自立生活訓練センターの6名の脊髄損傷者を対象にプロトタイプを使用した実験を行った。損傷レベルC8が1名、その他5名が損傷レベルC6である。

実験では安全面を考慮し施設内の勾配を利用し行った。個々の設定レベルから敷地内の勾配を色分けした地図を紙で作成し経路を定め実際に走行してもらった。アクセシビリティマップのアプリでは敷地内の

標高は正確に測れないため、敷地内の勾配をデジタル傾斜計で測定し、設定レベル毎に色分けした紙の地図を用意した。

実際に地図を見て、設定レベルと表示される勾配の表示が適正かどうかを確認しながら走行を15分～30分行った。その後、30分～45分間インタビューを行い、アプリの評価及びバリアフリーマップへの要望の聞き取りを行った。

実験は2月中旬から3月上旬にかけて実施した。実験協力者6名をA～Fとし、それぞれの特性を下表にまとめた。

	A	B	C	D	E	F
年齢	31	29	24	45	30	64
性別	男	男	男	男	男	男
損傷レベル	C8 完全	C6B2	C6B2	C6A/C6B2	C6B1/C6B2	C8A/C6B2
車椅子歴	2年9ヶ月	2年2ヶ月	2年6ヶ月	13年	4年6ヶ月	2年
外出頻度	週4～5回	週2回程度	週1回程度	週7回	週7回	週1回

アプリの評価：

アプリに関する使いやすさや、文字の大きさの適切さ、設定レベルの設定のわかりやすさ、出発地・目的地の入力のしやすさ、ルート選択の仕方などを「よい」「まあまあよい」「まあまあ悪い」「悪い」の4段階で評価を行った。全体的にこのアプリの使いやすさの問いに対し66%が「まあまあ悪い」「悪い」と回答した。特に、設定レベルの設定をするバーについては、わかりにくいと答えた人が多く、わかると答えた人も、説明を受けたからわかるが初見では難しいと答えた。また表記の方法については意見が分かれた。

このアプリを使って外出するイメージはわくか、という質問では実験協力者AとB以外は外出時、特に知らない場所に行くときに使ってみたいと、外出時に使うイメージができると述べた。実験協力者Bは、外出頻度も低く、行きたいところがないので調べることはあまりない、と述べた。しかし、今後行きたいところがあれば使う可能性もあることも示した。

考察：

実験を通して得た結果から下記3点に絞り考察を行う。

- ・ アプリのアクセシビリティ
- ・ その他の要望
- ・ 周知の方法

アプリのアクセシビリティ：

文字の大きさ、ボタンの配置、設定方法などのわかりやすさ、操作のしやすさと、それらの評価理由について質問を行った。文字の大きさは上記でも示したとおり、文字を大きくすることを望む声もあった。文字の大きさが適切だと答えた人は、スマートフォンを手に持ち、操作することを想定していた。文字をもう少し大きくと要望があった人は、手の麻痺などを理由に、スマートフォンを両手で操作することから、スマートフォンを膝において使用することを想定していた。このように、スマートフォンを手元で操作する場合と膝に置き操作する場合の違いで文字の大きさに対する意見が分かれた。スマートフォンの操作の面で、地図アプリの多くはピンチイン、ピンチアウトといわれる拡大縮小を行うときの動作として、2本の指を使う。本アプリも拡大縮小の動作を2本の指で行うことを想定し作成していた。しかし、手に麻痺があるなど、2本の指先を使い操作を行うことが難しい方にとっては膝に置いて両手を使うなどの工夫を要する。そのため地図アプリなどを使う際は、片手で操作可能な仕様がよいという意見もあり、片手で操作可能なデザインが必要であることがわかった。



図 10 分数表記と%表記を合わせて表示した画面

バーの表記方法については、わかりにくいという意見が多く、それぞれ理解しやすい表記方法が異なることから、表記の仕方の工夫が必要であることがわかった。坂道の表記に関しては、分数で表す方法、%で表す方法、角度(°)で表す方法が考えられるが、スキーをやっていると角度、運転をする人は%といったわかりやすい目安がそれぞれ違う可能性があることがわかった。質問項目として、現在プロトタイプで採用している%の設定レベル表記(図6)と角度や分数表記も併せて表示する画面(図10)を作成したものを、実験協力者に見せ、意見を伺った。実験協力者AとEは、全部の表記を載せるのがよいと答えたが、その他は現状ひとつの表記に絞って表示させることを選択した。どの表記にしても、坂道の難易度は想像しにくいこと、また慣れればどの表記でもいいのでは、といった意見があがった。解決策として、目盛りの表記を自己選択できるよう設定に設けること、表記は1つの表記のまま最初の設定時に自分の坂道の感覚と目盛りを合わせる工程をチュートリアルとして設ける、の2つを考えた。チュートリアルでは、誘導しながらアプリの利用者に体験してもらいながら設定を行う。その中で、実際アプリの利用者自身が通ったことがある坂道を検索し、その坂道を基準に設定レベルを設定するよう誘導するものを考えている。目盛りの表記を設定できることの難点として、設定工程数を増やしてしまうことによる負担があることから、チュートリアルでの設定を通してバーの調整を行うよう改善していくこととする。

その他の要望：

アプリを使って外出するイメージがわくかという問いに対し、実験協力者C～Fはイメージがわくと答えた。実験協力者Cは、特に初めて行く場所に対して怖さがあることから、事前に道の困難さを確認できることは便利であると述べた。また他の意見としてより簡単な道の提示をしてほしいといった要望や、交通機関も一緒に出してほしいといった要望が挙げられた。実験協力者Aは、脊髄損傷レベルがC8であり、またスポーツをしており普段からトレーニングを行っていることもあり、他の実験協力者と比べて坂道に対して懸念点がなかったことなどから、現状の坂道を知ることができるアプリという機能だけではアプリを使うことはないと述べた。しかし、外出時のトイレや水分補給のための経路上のコンビニの表示があれば使いたいと意見があった。他の実験協力者もトイレやコンビニの情報、雨宿りができる場所の表示といった意見が多く出た。

周知の方法：

本アプリを使いたいと述べる実験協力者はいたものの、現状バリアフリーマップといったものを何か使っているかという質問では、全員何も使っておらず、またその存在自体も知らないとのことだった。バリアフリーマップの認知度を上げることへの工夫も必要であることがわかった。はじめて行く場所に対して坂道情報やバリアフリー情報があることが望ましいと意見があったことから、観光協会などと協働し観光

地におけるバリアフリー情報を取り入れる地図アプリにしていくなどが考えられる。その他にも、介助者、作業療法士など、車椅子使用者に関わる方々にアプリを知ってもらうことでリハビリのトレーニングに活用してもらうなど幅広い可能性を令和5年度に向けて考慮していく。

4 介護ロボット・移動支援機器の県下企業による開発・製品化・改良の支援

令和3年度に引き続き一般社団法人神戸市機械金属工業会の航空機部品メーカーの集まりである神戸エアロネットワーク（KAN）の企業と共同で軽量な障害児スポーツ・日常兼用車椅子の開発を進めた。

この車椅子は、障害児が使用する安価かつ超軽量なスポーツ導入用車椅子を目指しており、それを実現するために、KANの航空・宇宙技術で培った炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の成形技術や金属3Dプリンタ技術を活用した3Dデジタル最適設計と当研究所の臨床で培った福祉用具開発や適合のノウハウを持ち寄ることとしている。本年は試作機の開発を行い、令和5年3月に行われるしあわせの村ユニバーサルフェスタにて、来場者による試乗体験を行った。

5 おわりに

令和4年度は、これまでに獲得した技術をもとに、坂道での駆動・ブレーキトルクと勾配との数理モデルの整理を行った。また、その数理モデルを用いて、車椅子使用者の駆動・ブレーキトルクや体重などから、地図上の目的地までの経路とその経路上の勾配から通行の困難度を示すシステムとして特許を出願した。

また、Google Maps APIにより位置情報や標高情報を取得、経路上の勾配計算するための手法を確立した。なお、株式会社DOWELLとの共同研究により、Google Mapを用いて車椅子使用者の身体能力毎の目的地までの経路及び経路上にある勾配の難易度を示すアプリの開発を行い、第一段階の検証実験を実施した。

これらをどのようにソフトウェアとして社会実装していくかが次年度に向けた課題である。これらの成果は研究所の強みとして活用でき、本研究開発の取り組みと相まって、実用的なシステムへと成長していくと考えている。

謝辞

検証実験にあたり、障害者支援施設自立生活訓練センターのスタッフ、実験に参加いただいた入所者に協力及びご助言いただきました。また、株式会社 DOWELL との共同によりアプリ開発を進めました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 米田郁夫 (2005), 手動車椅子走行操作の負荷要因に関する研究徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻博士論文
- 2) 三上ゆみ, 中村孝文, 田内雅規. 健常者の車いす下り坂走行時の動作と心理に及ぼす身体動作制限の影響. 労働科学. 2017, vol. 93, no. 5, p. 148-159
- 3) 神奈川リハビリテーション病院 編, 脊髄損傷者リハビリテーションマニュアル, 第1章脊髄損傷の疫学, 医学書院, 2019, pp. 12
- 4) 糟谷佐紀 (2006). 車椅子使用者の駆動力と住環境整備に関する研究: 車いす駆動力簡易判定法とスロープ勾配決定手法, 徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻博士論文

1 はじめに

本当に役立つものづくりを行うため、ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキームに沿って開発を進めてきた。これまでに、排泄支援装置の商品化、障害者雇用にもつながる骨盤モデル製造のサービス事業化を実現し、量産型筋電義手の商品化に向けて開発を進めてきたほか、令和2年度はコロナウイルスの感染拡大予防に資するフェースシールドの設計・開発・製作技術移転も行った。令和4年度は小児訓練用筋電義手の開発について報告する。

2 ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキーム

総合リハビリテーションセンター内にある福祉のまちづくり研究所では、隣接するリハビリテーション中央病院の臨床スタッフなどと密に連携を取りながら研究開発ができる利点がある。臨床スタッフと協力しながら研究所内で行う機能モデルの試作まではスムーズに進むことが多い。しかし、企業と連携したプロトタイプの開発や商品化、あるいは企業からの開発相談の対応過程を見直すと、研究所内で行ってきた機能モデル作成までの過程とは異なる課題があることが見えてきた。



図1 社会実装を成功させるためのサイクル

図1に示すように、ニーズから得た研究所での開発成果を、企業と連携し役立つモノに作り上げるサイクルを回している。その経過の中で、開発初期段階であるニーズ把握に問題があることが見えてきた。同様に、企業で開発を行ったプロトタイプや製品の改良に関する相談でもニーズの把握がうまくできていないことがあった。それぞれの案件において異なるレベルの問題が入り混じっているが、最終的には開発から商品化に至る過程で生じる全ての問題が解決できなければ、役立つモノには結びつかない。

図1の「ニーズの把握」から「工学によるロボットづくり」の部分について、これまで実践してきたロボットリハビリテーションセンターでの開発スキームをまず簡潔に説明した後、具体例を交えて、直面した問題点について示す。

図2に示す開発スキームは、平成25～27年度に実施した「ロボットリハビリテーションの定量評価手法の開発」や平成27～29年度の「モーションパラメータ応用技術開発」において実施してきた。図中の「セラピスト」とある部分は、開発を通じて「現場で利用する者」とした方が適切であることもわかった。この開発スキームの要点は、その利用者の欲するものを実現するため、まず利用者（エンドユーザーや中間

ユーザー)の意見を取り入れ、利用者と意見を交わしながら開発を進めることにある。そのために、双方が思い込みでなく、共通の認識を持つためにモックアップを作成して、完成形のサイズ感を体験してもらう過程を取り入れている。エンジニアと利用者では、口頭で伝えた際の感じ方が異なっており、その大きさや出来上がりイメージを利用者に事前に確認してもらってから、機能モデルの作成を始めるほうが迅速に機能の実装ができる。そして、機能が実装されると、利用者に手に取ってもらいながら実際の操作をしてもらうこととなる。ここで見つかった改善点にきっちり対処していくことで、現場で役立つモノの実現性が高まっていく。

エンジニア側で見落とされがちな点は、現場で利用する際に、開発したモノの機能そのものを利用する場面だけではなく、リハビリテーション訓練であれば、訓練を始めるにあたり、その準備から訓練での利用、収納まで含めた一連の流れを想定しておく点である。開発物の利用について一連の流れを把握しておかないと、開発したものを利用現場に持ち込めないという失態が起こる可能性もある。

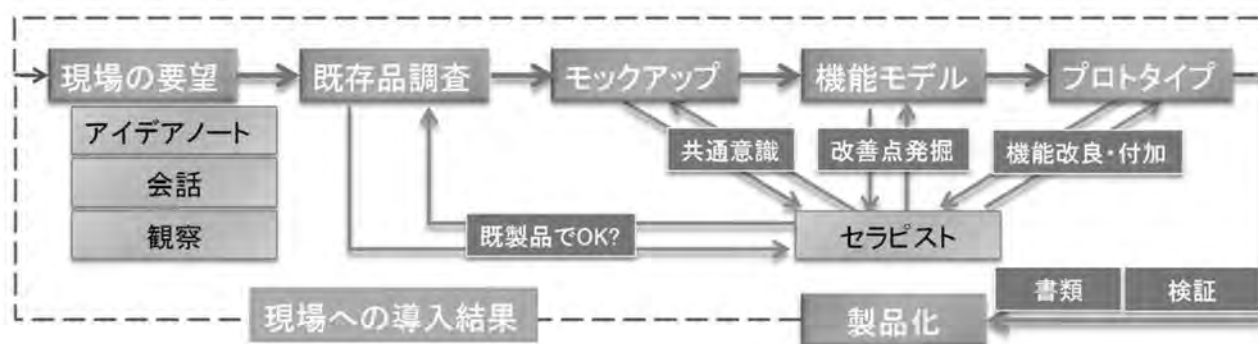


図2 ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキーム

これまでに開発した排泄支援装置や骨盤モデル、量産型筋電義手などは上述のスキームに則ってきた。また、それらの開発においては、利用者の意見のほか、ものづくりを行う現場の意見も反映した開発を進めたことで、福祉工場などと連携した商品化やサービス化に至っている。

そして次のステップとして、商品やサービスを必要とされる方に届ける仕組みづくりが待っている。必要としている人が商品やサービスを入手しやすいようにするための課題として、図2の「製品化」と「現場への導入結果」の間にある、商品の入手性や流通に係る具体的な道筋の構築が必要である。この部分に関して解決する道筋の立て方を確立していくことが今後必要だと考えている。中でも、公的支給制度などを活用できる商品は、利用者の費用負担が軽減されることから、商品化における重要な配慮点になると考えている。

3 小児訓練用筋電義手の開発

令和3年度までに外部資金である厚生労働省「障害者自立支援機器等開発促進事業」も活用した小児訓練用筋電義手の開発に取り組み、主要部品であるハンドや電池内蔵式手継手の試作を進めた。

小児に対する義手の訓練件数は年々増えてきており、筋電義手を用いた訓練を実施するために必須となる筋電義手そのものの準備費用も増えてきている。筋電義手の訓練を始めようとする、訓練用の筋電義手については病院などの訓練施設側が購入する必要がある、初期投資額が大きいため訓練を行うことができる施設が限定されていた。さらに、この義手は輸入に頼っているのが現状である。費用面では、小児筋電義手バンク事業により負担を減らすことができているものの、財源が永続する保証はない。

そこで、国産品として訓練用途を主体とした小児用筋電義手を開発し、現在より廉価な製品にすることで導入を容易にしようとしている。訓練用の筋電義手が入手可能な施設が増えることで、筋電義手訓練を受けられる子どもが増えると考えられる。

開発した小児訓練用筋電義手の活用方法の一例として、筋電義手の使用を希望する小児に対して本人用の筋電義手を製作する前段階で、操作の体験や軽量物を把持するなどの簡単な訓練を行うことのできる模

擬義手としての使用が考えられる(図3)。模擬義手として活用するためには、筋電義手の可動部品や電極・バッテリーだけでなく、ソケットも必要となる。本来ソケットは使用者ごとに製作をするものであるが、短時間の使用を想定し、簡便に装着・使用できる模擬義手用ソケットを用意することで、筋電義手訓練への導入がよりスムーズになると考えた。このようなソケットに必要な条件として、ある程度のサイズの相違に対応可能、使用時の取り扱いが分かりやすく迅速に装脱着が可能、製作や修理が容易であることが挙げられる。

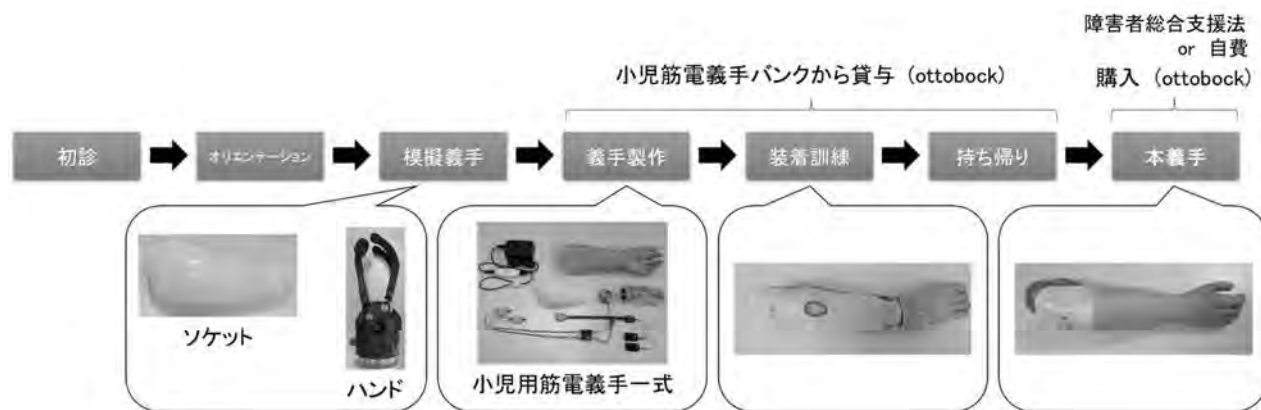


図3 小児の初診から義手購入までの流れ

3.1 シリコン製グローブの改良

令和2年度までに県受託研究で量産型筋電義手に使用するシリコン製グローブの開発を行ってきた。従来のグローブ製作方法は、石膏などを使用して手作業でマスター型を製作し、そのマスター型をコピーして耐久性のある材料で製作後にグローブを製作するという工程であった。この製作工程では、グローブの形状を修正しようとする、マスター型の修正から行う必要があり、型製作と型修正に時間と高額な費用が必要であった。しかし、開発したグローブ製作方法では、マスター型を3D形状データで作成することで、型の製作と形状の修正が容易となった。また、グローブ製作時に必要であった耐久性のある材料で製作した型を立体プリンタで製作することで、型の製作時間と費用を抑えることができ、型が破損しても再製作が容易となった(図4)。さらに、グローブ内部の指先に突起のあるシリコン製グローブの開発を行った(図5)。グローブを装着した手を動作させると手と一緒にグローブも動き、手の指先に隙間ができて物が把持しにくくなる。グローブの内側に突起を設置することで、グローブの動きを抑え、手の指先に隙間ができにくくなり、物を把持しやすくなった。

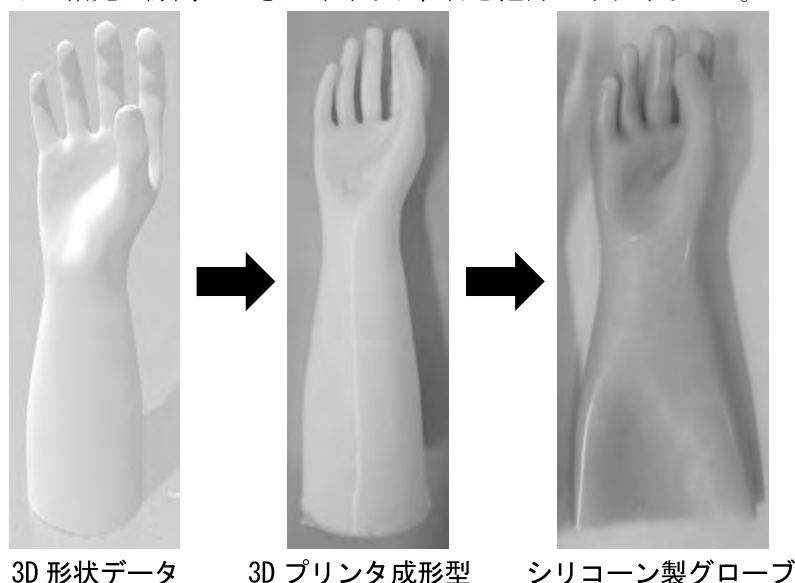


図4 3Dプリンタで出力した成型型と製作したグローブ

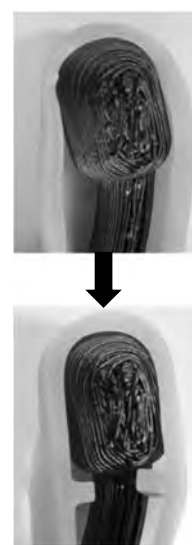


図5 指先内面に突起を付したシリコン製グローブ

3.2 ハンドの全体長短縮化

これまでに、コンセプト検証の試作のためのモデル、筋電義手開閉訓練に活用可能なモデル、装着訓練を想定したモデルの開発を行い、更なる全体長短縮のために改良を行った（図6）。

ハンドの骨格部は立体プリンタを用いて製作し、材料はカーボン複合材を使用した。装着訓練を想定したモデルの改良版の全体長は108mm、把持力は6.0Nとなった。ギアの構造や把持力増大機構を維持したまま、改良した制御基板やモータを収納できるように骨格部の形状を変更することで、ハンド長の短縮を行い、前のモデルと比較して全体長は17mm短縮した。また、把持力は前のモデルと比較して3.0N向上した。骨格部の材料をABS樹脂からカーボン複合材へ変更することで、耐久性を向上させた。さらに、新たに電源スイッチを追加することで、任意の位置でのハンドのON/OFFが可能となった。

ハンドに使用したモータは、前のモデルで開発したギア比を変更したモータから、端子部分を改良することで、さらに小型なモータとなった。

ハンドに使用した制御基板は、前のモデルまではハンドの下部に円形状の制御基板を設置していたが、全体長の短縮のために、円形状の制御基板から半月形状の制御基板に形状を変更した（図7）。さらに設置位置をモータ上部に変更することで、全体長の短縮を行った。制御プログラムは、新たな制御基板に合わせて調整を行った。

改良を行ったハンドの把持力が6.0Nになったことで、ハンドのみで500ml入りのペットボトル(約550g)を把持することが可能となった（図8）。

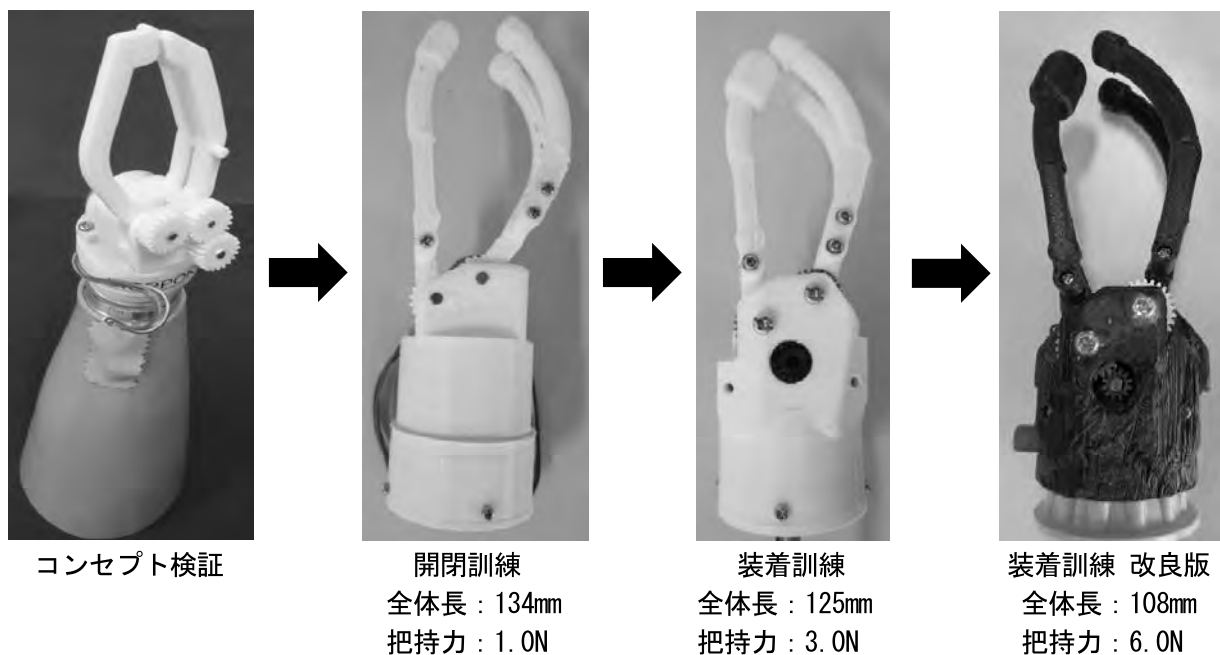


図6 小児訓練用筋電義手 ハンドの全体長の短縮化



円形状

半月形状

図8 ペットボトルを持つ様子

図7 制御基板

3.3 リストメタル機能付きバッテリーの開発

バッテリーはハンドとソケットをつなぐためのリストメタルの機能を付けることで義手ソケットの手首部分へ埋め込むことができ、限られた空間内に配置できるようにした。量産型筋電義手の部品として、共同開発企業と開発をした「電池内蔵継手」(特許第 7090286 号)をもとに、小児訓練用筋電義手に適応するために仕様変更を行い、リストメタル機能付きバッテリーを開発した。小児の腕の大きさを考慮して直径を電池内蔵継手より 5mm 縮小した 40mm とし、ハンドとの接続においてより短縮化できる方法への変更、給電システムの変更を行った(図 9)。



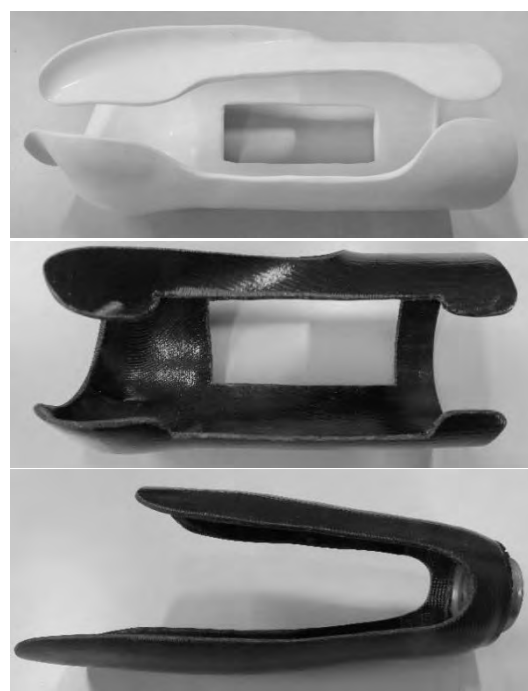
電池内蔵継手 リストメタル機能付きバッテリー

図 9 バッテリー

3.4 模擬義手用ソケットの開発

本人用の筋電義手を製作する前段階で操作の体験や簡単な訓練に使用できる模擬義手用ソケットの開発を行った。模擬義手としての使用を目的とするため、ある程度のサイズの相違に対応でき、使用時の取り扱いが分かりやすく、製作や修理が容易なものを目標とした。

まず、仕様決定のために従来用いられている義肢装具材料と製作手法を使用して試作を行った。試作した模擬義手用ソケットは、腕に直に接する内ソケット(図 10 上段)、内ソケットの外側にある外ソケット(図 10 中段)、ハンドを取り付ける支持部(図 10 下段)の 3つの部品で構成するものとした。内ソケットはやわらかい材料で製作することで、装着した際の腕との適合性を考慮した。外ソケットは硬い材料で製作することで、内ソケットの剛性を補うものとした。支持部は硬い材料で製作することで、ハンドの重みや簡単な訓練にも耐えることのできるものとした。これら 3つの部品の他に面ファスナーなどを組み合わせることで、模擬義手用ソケットとして機能するものとした。また、サイズの違いにも対応できるように大きさの異なる 2種類を製作した(図 11)。大きさの異なる内・外ソケットと支持部を組み合わせることにより、腕の長さや太さのサイズに合わせて部品を選択することができるようにした。



上段：内ソケット
中段：外ソケット
下段：支持部

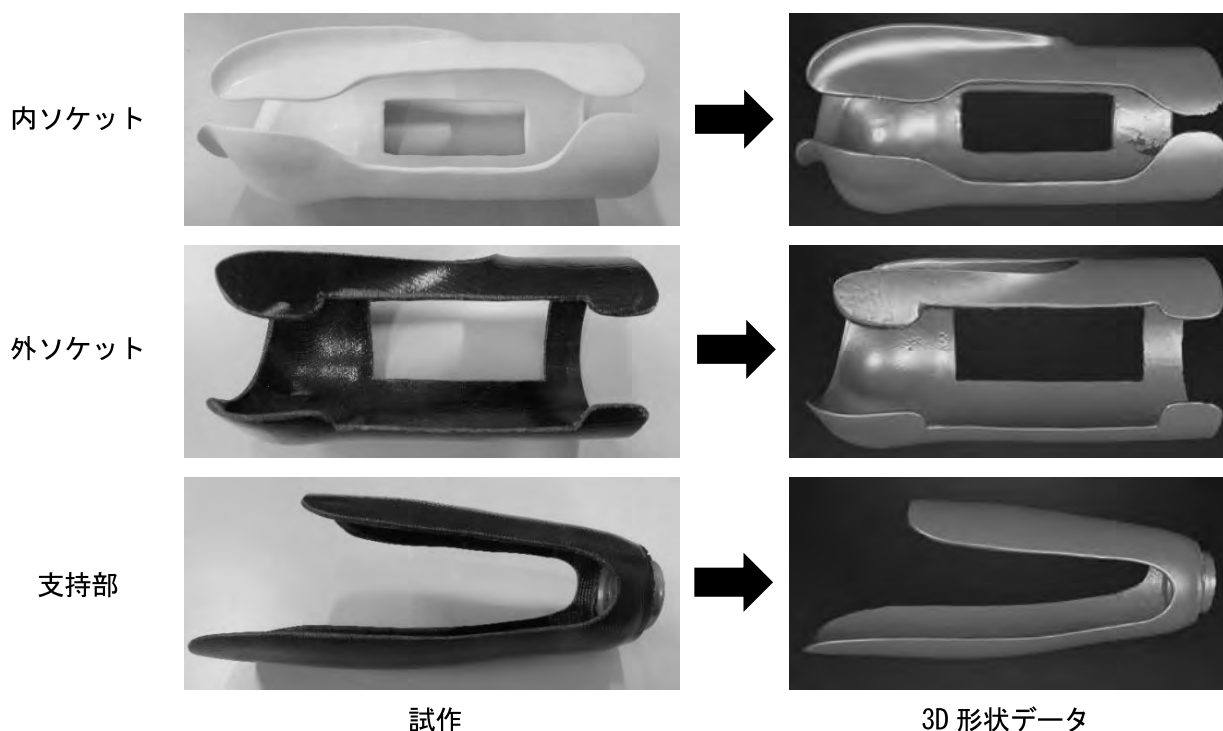
図 10 模擬義手用ソケットの構成

試作した模擬義手用ソケットでは、従来の義肢装具材料と製作手法で試作を行ったが、製作時間は本人用の筋電義手ソケットを製作する時間と同程度必要であった。そこで、製作や修理をより容易なものとするために、模擬義手用ソケットを立体プリンタで製作することとした。立体プリンタで出力するためには 3D 形状データが必要であるため、試作した内ソケット、外ソケット、支持部を 3D スキャナーで読み取り、データ修正をしてそれぞれの 3D 形状データを取得した(図 12)。

今後は、作成した 3D 形状データを立体プリンタで出力して、製作時間や耐久性、取り扱いのしやすさについて検証する予定である。



図 11 大きさの異なる模擬義手用ソケット



試作 3D 形状データ
図 12 模擬義手用ソケットの試作と 3D 形状データ

4 おわりに

筋電義手が普及するためには訓練する人材の確保だけでなく、施設が負担する準備コストを下げる必要がある。当研究所では外部資金も活用しながら、小児筋電義手の機構部品やバッテリーの開発を進めてきた。令和4年度において、訓練が受けられる小児を増やすことを目的に、医療機関において試用できる模擬電動義手の開発に取り組み、迅速に装着可能なソケットを考案した。そして、ニーズに応じた迅速な製作や複数サイズ化を容易にするため3Dプリンタ用のデータ作成も行った。今後はこれらの部品とソケットを組み合わせ活用できるように評価を進める予定である。

謝辞

大阪産業大学入江満教授および兵庫県立リハビリテーション中央病院の医師・作業療法士各位には貴重なご助言をいただきました。また、小児訓練用筋電義手の機構部の開発には、大阪産業大学、アルメックスコーセイ株式会社、Amaz 技術コンサルティング合同会社とともに取り組みました。記して謝意を表します。

2 自主研究報告

高齢者にやさしいQRコード看板の開発と実証設置

大森清博 福井克也 戸田晴貴

1 はじめに

兵庫県立福祉のまちづくり研究所は、「しあわせの村」を管理・運営するこうべ市民福祉振興協会と包括連携協定を締結し、障害者・高齢者の生活を支えるモノづくりや街づくり等に関する知見や資源を相互に活用した、ユニバーサルデザインの推進の取り組みを行っている。今回、両者が連携して、情報通信技術を活用した取り組みとして、2次元バーコード（QRコード）をスマートフォンで読み取るだけで経路案内を行う手法についての実証実験を行ったので報告する。



図1 QR 看板

2 実施場所とQRコード看板について

実施場所である「しあわせの村」は、205ヘクタール（阪神甲子園球場の約50倍）の広大な敷地に健康増進や高齢者・障害者福祉に資する多くの施設が整備された自然豊かな総合福祉ゾーンである。一方で、施設間の移動距離が長く、生い茂った緑や自然の地形で目的地が分かりづらいこともあり、途中で道に迷ってしまう来村者が多いという課題がある。そこで、誰もが村内を自由に移動できることを目指し、兵庫県立福祉のまちづくり研究所と「しあわせの村」が共同でQRコード看板（図1）を開発した。開発の各段階で、しあわせの村職員に参加してもらい運用開始までの試行を進めた。

本事業は、研究所と「しあわせの村」との連携協定の一環として実施した。期間は令和3年8月から令和4年5月まで（最終案を令和4年3月に提出、4月に設置場所等の最終調整を実施、5月に設置完了）であった。令和4年11月に使用感調査アンケートとイベントラリーが行われた。QRコード看板は、現在も設置されている。今後、しあわせの村の職員で看板を追加・改変を行えるように、看板や案内サイトの「作り方」に関する情報も整理し分かりやすい経路案内を提供できるようにした。

3 コンセプト

このシステムは、利用者が看板に掲載された2次元バーコード（QRコード）を読み込むことで情報が掲載されているWebページにリンク接続し情報を提示するものである。利用者が直感的に利用できるよう屋外看板の板面に記載する情報をできる限り少なくしている。また、スマートフォンの画面に表示される文字数も制限し、情報を行先の名と移動方向の案内のみとしている。それにより、視認性を向上させ高いユーザビリティをもつ構成としている。看板は「交差点に設置」するものとし、経路はしあわせの村が別途開発した経路案内アプリが指定した経路も参照し選定した。QRコード看板の設置イメージを（図2）に示す。



図2 設置のイメージ

4 活用の手順

イラスト図（図3）を作成して、使い方が一目で理解できるようにしている。スマートフォンの画面上には利用者が見ている看板の写真と、移動方向を示す矢印、さらに進んだ先にある施設名称のみをシンプルに記載した（図1）。このQRコード看板の使い方は、次の簡易な3ステップのみとなっている。

- ① スマートフォンのカメラアプリでQRコードを読み取り行先案内を表示
- ② 看板を正面にしたときの体の向きを基準として、行きたい施設の矢印の方向へ移動
- ③ 次のQRコード付き看板で同様に読み込ませて表示し、行きたい矢印の方向に移動



図3 撮影イメージと表示内容

5 デザインと構成

看板の材質は、緑の多い環境の中で周囲の環境になじむ木製とした。看板の幅 300 mm、高さ 1600 mm であり、色は一目でわかるようにインディゴブルーの色調で統一した。最上段にインフォ i マークを記載し、その下にできるだけ大きく 2 次元バーコード（QR コード）を配した。全体の中の利用者の立ち位置を知るための全体地図と現在の看板位置、現在地の名称を看板に記載した（図1）。

6 Webページとの連動

QRコード看板のリンク先のページは、スマートフォンでの閲覧を想定している。行先案内に特化させるためリンク先ページからの更なるリンクによる施設案内などの重層的な情報提供は本事業では行わなかった。事前に調べてから来村する利用者に対して、パソコンなど通常のホームページ閲覧を想定したQRコード看板事業の紹介ページを作成した。また、事業の紹介ページから福祉のまちづくり研究所のホームページへのリンクを作成した。

7 QRコード看板の設置について

本事業ではQRコード看板は、『本館からトリム園地まで』の経路に沿って6枚設置した(図4)。看板やウェブサイトの制作は、しあわせの村の事業として実施した。設置場所の検討にあたり研究所からはQRコード看板の設置場所と向きを提案を行った。看板の向きは、動線からの見やすさとリンク先ページの説明との対応づけにより決定した。また、看板設置前にしあわせの村職員らとともに、その視認性の検証試験を行った(図5)。そこでは、動線から少し離れても元々ある大型の案内地図の隣にQRコード看板を設置するのがよい、との意見も参加者から得られた。

8 おわりに

令和4年度は、利用者から迷いが多く報告されている1経路を選定しQRコード看板を設置した(図6)。今後は、より範囲を広げた園内全域での展開を模索している。このシステムは、道案内先の情報にさらにリンク画面を設けることで行先案内にとどまらず施設自体の営業情報から多言語化まで様々な情報提示が可能となる。次年度は、こうした拡張性についても検証したい。



図4 設置位置と案内経路



図5 看板設置前の検証実験



図6 設置完了したQR看板

謝辞

本取り組みにあたり、しあわせの村職員の皆様から多大なご協力を頂きました。御礼申し上げます。

3 研究テーマ一覧

ミッション名等	予 算	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
ロボットテクノロジーロジックミッション	県受託研究	ミッションテーマ 高齢者や障害者向けのモビリティ技術開発 (R3~R5)			
	ロボットリハビリテーション普及推進事業 (県事業)	ミッションテーマ 現場ニーズに即した研究開発・商品化 (継続)	ミッションテーマ 現場ニーズに即した研究開発・商品化 (継続)		
	外部資金	科研費 高見 手先特性に応じた生体動作のサイバーヒューマンモデルに関する研究 (R3~R4)			
		科研費 戸田 ※R4移管 変形性膝関節症患者に対する足部振動刺激の提示が歩行修正に及ぼす効果の検証 (R1 ~ R4※1年延長)			
AI・コミュニケーションミッション	県受託研究	ミッションテーマ モーションパラメータを活用したAI技術開発 (R3~R5)			
		ミッションテーマ 高齢者のためのスマート住空間整備に必要な要素に関する研究開発 (R4~R6)			
	外部資金	科研費 福井 人と介護ロボットが共存する新たなスマートセンシング住空間モデルの構築 (R4~R6)			
		科研費 戸田 (分担研究) ※R4移管 ICTを導入したハイブリッド型支援のフレイル予防の有効性と社会インパクトの評価 (R3~R5)			
		JST未来社会創造事業 戸田 ヒューマンデジタルツインを活用した身体モビリティデザイン (R4~R5)			
			科研費 戸田 スマートセンシングと機械学習を用いたフレイル評価システムの有効性の検証 (R5~R7)		
		科研費 立川 仮想空間を活用した運動イメージ誤差の視覚的フィードバックシステムの開発 (R5~R7)			
その他	外部プロジェクトへの協力				

←----→ 予 定

Ⅲ 学術発表等の一覧

1 学術論文・著書

著者	所属	論文・著書の題目	掲載雑誌名	巻号頁	年月
<u>Haruki Toda,</u> <u>Kiyohiro Omori,</u> <u>Katsuya Fukui,</u> <u>Takaaki Chin</u>		Measurement of Trunk Movement during Sit-to-Stand Motion Using Laser Range Finders: A Preliminary Study	Sensors	23(4), 2022	2023.2.10

2 解説等

著者	所属	著書・解説の題目	掲載雑誌名	巻号頁	年月
<u>戸田 晴貴</u>		変形性膝関節症患者の Stiff-knee gait に関連する因子の特定と介入手法の提案	バイオメカニズム学会誌	46(4), 201-206	2022.11

3 学会発表等

(1) 査読あり

発表者	所属	研究題目	発表学会	頁・媒体	開催場所 開催年月
<u>安藤 悠、</u> <u>福元 正伸、</u> <u>陳 隆明</u>		福祉用具展示ホールにおける相談支援の推移～過去10年間の集計より～	第28回兵庫県作業療法学会	電子抄録集	兵庫県神戸市 2022.12

(2) 査読なし

発表者	所属	研究題目	発表学会	頁・媒体	開催場所 開催年月
<u>吉野 樹</u>		小児筋電義手バンクで製作した筋電義手の1例	2022年度阜志会セミナー	電子配信	オンライン開催 2022.5
<u>大森 清博、</u> <u>福井 克也、</u> <u>相良 二郎¹</u>	1 神戸芸術工科大学	コロナ禍における高齢者に配慮したビデオ通話システムに関する研究	第25回日本福祉のまちづくり学会全国大会	pp205-208 Web要旨	オンライン開催 2022.9
<u>福井 克也、</u> <u>大森 清博、</u> <u>相良 二郎¹</u>	1 神戸芸術工科大学	新築現場への新規なトイレ排泄介助支援機器導入に関する事例研究	第25回日本福祉のまちづくり学会全国大会	Pp145-146 Web要旨	オンライン開催 2022.9

発表者	所属	研究題目	発表学会	頁・媒体	開催場所 開催年月
高見 響, 入江 満 ¹ , 元山 誠 ² , 金高 悟 ³ , 高橋 宏和 ⁴ , 雨堤 徹 ⁵ , 西尾 佳高 ⁶ , 柴田 八衣子 ⁷ , 溝部 二十四 ⁷ , 竹中 ナミ ⁸ , 陳 隆明	1 大阪産業大学 2 日本パルスモーター(株) 3 三清ゴム工業(株) 4 アルメックスコーセイ(株) 5 Amaz技術コンサルティング(同) 6 東洋アルミニウム(株) 7 兵庫県立リハビリテーション中央病院 8 (福)プロップ・ステーション	小児訓練用筋電義手の開発(3)-ハンド・グロブの改良とバッテリーの開発-	第38回日本義肢装具学会学術大会	1-2-1 抄録集, p.130	新潟県新潟市 2022.10

4 外部プロジェクト等への協力

プロジェクト名	担当者	種類	内容	期間
全国電動義手研究会	陳 隆明	代表世話人	電動義手の普及を目指した研究会	2010/4/1~
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)福祉用具採択審査・技術委員会	中村 俊哉	技術委員	NEDOの実施する福祉用具実用化開発推進事業にかかる事前審査	2022/4/1~ 2024/3/31
一般社団法人日本義肢装具学会	赤澤 康史 中村 俊哉	正会員	学会における主要事項の検討	2022/4/1~ 2024/3/31
車いすSIG	中村 俊哉	常任世話人	会員を代表し事業を検討	2021/4/1~ 2023/3/31
一般社団法人日本義肢装具学会 用語委員会	赤澤 康史	アドバイザー	義肢装具等の学術用語の検討	2022/10~
兵庫県 都市政策課、「福祉のまちづくりアドバイザー」(建築)	福井 克也	技術委員	建築物にかかるバリアフリーのチェック&アドバイス	2017/11~
一般財団法人日本リハビリテーション工学協会	赤澤 康史 中村 俊哉	代議員 (近畿地区)	正会員から選出され総会を構成	2021/8/28~ 2023年度社員総会終結時
一般財団法人日本リハビリテーション工学協会	赤澤 康史	監事	正会員を代表し事業・会計を監査	2021/8/28~ 2023/8定時社員総会日
一般財団法人日本リハビリテーション工学協会	中村 俊哉	理事	正会員を代表し事業を検討	2021/8/28~ 2023/8定時社員総会日

プロジェクト名	担当者	種類	内容	期間
神戸学院大学 「ユニバーサルデザイン概論」	小坂 菜生	講師	ICTにおけるユニバーサルデザインについての講義	2022/11/18
明石市「あかしインクルーシブアドバイザー制度」にかかるアドバイザー派遣	福井 克也 大森 清博	アドバイザー	福井：ホテルの手すり設置及び通路等に関する助言 大森：ホテルのコミュニケーションボードに関する助言	2022/11/25
兵庫県県土整備部まちづくり局都市政策課、「福祉のまちづくりアドバイザー」更新・養成研修	大森 清博	講師	特定施設のチェック&アドバイスをを行う上での、認知症の人に配慮した環境調整についての解説	2022/11/28
兵庫県立リハビリテーション中央病院 県民公開講座	安藤 悠	講師	「トイレ・お風呂を助ける福祉用具」をテーマに講演	2023/3/4
神戸市立社中学校 総合学習	安藤 悠	講師	「先進的な介護・福祉・医療について」をテーマに、福祉用具・介護ロボットについての講演	2022/10/7
厚生労働省 ニーズ・シーズ マッチング支援事業	福元 正伸	マッチングサポーター	企業からの相談・ヒアリング対応、委員会での提言	2022/6/3～ 2023/3/31
但馬長寿の郷 令和4年度介護職の職場定着支援に資する福祉用具研修会	福元 正伸	講師	「見守り支援機器の活用方法と使用実例について」をテーマに講演	2022/12/5
兵庫SAFE協議会「介護施設」令和4年度第2回会合	福元 正伸	講師	「介護職員の腰痛予防と福祉機器の活用について」をテーマに講演	2023/2/7

兵庫県立福祉のまちづくり研究所報告集 令和4年度版

発行日 令和5年3月31日

編集・発行 社会福祉法人兵庫県社会福祉事業団
総合リハビリテーションセンター
福祉のまちづくり研究所
〒651-2181 神戸市西区曙町1070
TEL 078-925-9283
FAX 078-925-9284

印刷 <https://www.assistech.hwc.or.jp/>
多機能型事業所 あけぼのの家
〒651-2181 神戸市西区曙町1070
TEL 078-927-2727
FAX 078-928-7590