

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：84506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12897

研究課題名(和文) 認知症高齢者への生活・自立・介護のための空間的配慮とその評価に関する研究

研究課題名(英文) Study on spatial consideration and evaluation of independent living and care for elderly people with dementia

研究代表者

大森 清博 (Omori, Kiyohiro)

兵庫県立福祉のまちづくり研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：90426536

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、認知症高齢者が在宅での暮らしを継続できるような居住空間づくりという課題に対して、環境整備とものづくりの両面から取り組んだ。ものづくりの視点では、促しによって失敗を防ぐために光と音で情報を伝えるホワイトボードや、立ち座り動作から運動機能を評価する椅子型システムの開発を進めた。また、コロナ禍での遠隔コミュニケーションの課題に対して、簡便な操作で利用可能なビデオ通話システムの開発を進めた。一方、環境整備の視点では、床走行リフトを在宅トイレ空間で利用するときの空間的制約や配慮項目を整理するとともに、介護動作等を定量的に評価可能なシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はシステム工学と建築学の両面から課題に取り組み、居住空間への設置性に配慮した機器開発や、導入した機器の空間的制約や配慮事項を評価する方式の確立といったように相互に連動した成果を得ることができたところに学術的意義がある。また、認知症への対応は日本国内の社会的な課題であるだけでなく、日本が世界的に最も高齢化の進んでいる国の1つである。コロナ禍においてフィールドでの研究が制限される中ではあったが、認知症高齢者の生活の中で提案システムを実践的に検証して得られた成果の社会的意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, several research and development efforts were conducted both in terms of environmental improvement and manufacturing to address the issue of building living spaces that enable elderly people with dementia to continue living at home. From the manufacturing perspective, a whiteboard that uses light and sound to convey information to prevent mistakes through prompting and a chair-type system that evaluates motor function based on standing and sitting movements were developed. In addition, to address the issue of remote communication in COVID-19 pandemic, a video communication system that can be used with simple operation was developed. On the other hand, from the viewpoint of environmental improvement, spatial restrictions and items to be considered when using a mobile lift in a home toilet space were organized, and a system was developed to enable quantitative evaluation of nursing care movements in the laboratory.

研究分野：福祉工学

キーワード：認知症 在宅生活支援 促しによる行動変容 遠隔コミュニケーション 身体動作分析

1. 研究開始当初の背景

日本における認知症患者数は2012年の時点で約462万人、2025年には約700万人と推計されている。さらに、近年ではMCI(軽度認知障害)についても着目されており、高齢者の4人に一人が認知症あるいはその予備軍と言われている。今後、認知症高齢者が地域生活を維持するには、認知症高齢者の自立生活をできるだけ長く維持する住空間の工夫が必要となり、建築的な工夫のみならず支援機器の活用の工夫も含めた複合的なアプローチが求められる。また、介護が必要な段階になったときには在宅介護の負担軽減や、介護ロボットの導入、住宅のICTの応用なども検討する必要があるが、どのような方式が高齢者の住空間に親和性が高いのか、また、効果的な導入にどのような空間的配慮が必要なのかについては多くが明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では上記の背景に照らし合わせ、・認知症高齢者の介護現場における福祉機器および介護ロボットの活用、および認知症高齢者の在宅支援ニーズについて基本的知見を得ること、・在宅や施設における福祉機器および介護ロボットの空間利用特性を評価し、得られた配慮項目をもとに福祉のまちづくりに資する提案につなげること、・在宅支援ニーズにもとづいてIoTを活用した自立支援システムを開発するとともに、空間的配慮についても整理することで応用を含む実現可能性を進めること、を目的として、身体介護を含む認知症高齢者が在宅での暮らしを継続できるような居住空間づくりに対して環境整備とものづくりの両面から取り組み、実践的な研究を展開することとした。

3. 研究の方法

研究開始当初は、介護現場や当事者家族、自治体等に対して介護ロボット等の活用状況や在宅支援ニーズに関する調査を行いながら、認知症高齢者向けの自立支援システムの開発および空間利用特性の検証を進めていく計画であった。しかしながら初年度2020年1月以降、新型コロナウイルスの急激な感染拡大に伴いニーズ調査等を進めることが困難になるとともに、研究開発した機器の現場での評価検証も制限される事態となり、研究計画の修正が必要となった。一方、コロナ禍においては、遠隔地に住む家族の帰省や高齢者施設での家族の面会等が制限されるといった新しい社会的課題も生まれた。そこで、下記のとおり研究開発を進めた。

(1) 認知症の人に配慮した光と音で情報を伝えるホワイトボードの開発

認知症の初期段階においてもの忘れ等がきっかけで大きなトラブルが起きると対象者の行動が制限され、さらなる身体的活動量の低下や認知的廃用性萎縮につながる恐れがある。このような課題に対し、研究代表者らはこれまで、屋内に複数のセンサを設置して対象者が何をしようとしているのかを検知し、失敗を未然に防いで自分でできることを継続できるように声かけを行う促しシステムの開発を進めてきた。本研究では、この促しのコンセプトを維持しながらセンサ部分と促しユニットを一体化したホワイトボード型の促しシステムを試作し、認知症高齢者の自宅に一定期間設置して効果の検証を行うこととした。

(2) 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の開発

新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、遠隔地に住む家族の帰省や高齢者施設での家族の面会等が制限されるといった新しい社会的課題が生まれた。一方、高齢者のデジタルデバイドが指摘されるように、パソコンやタブレット端末の操作に慣れていない高齢者にとってビデオ通話の利活用は容易ではない。そこで、高齢者にも使いやすいビデオ通話システムの実現を目指し、受信時の操作回数等を元に使用アプリを選定するとともに、発信時の操作を支援する既製品の組合せの検証と発信補助システムの試作を行うこととした。

(3) 運動機能を評価する椅子型システムの開発

着座や起立といった日常的な動作に着目し、生活空間の中で対象者の身体の衰えのリスクを評価することを目的として、着座や起立動作を計測・評価する椅子型の評価システムの開発を進めることとした。

(4) 床走行リフトを用いたトイレ移乗における空間利用に関する評価実験

在宅生活の継続において排泄の課題は大きな位置を占める。排泄支援機器の1つに床走行リフトがあるが、これを効果的に導入するにあたり、取り回し可能な空間的制約や配慮事項を明らかにするため、実験室内にトイレ個室とそれに接続する廊下を模擬した空間を構築し、複数の床走行リフトを用いて介助動作を計測して検証を行うこととした。

(5) 介護機器等の操作評価システムの開発

前述の床走行リフトを用いた評価実験では、動画記録や機器操作者への聞き取りによる分析を行ったが、機器操作時の介護者の動作に着目し、介護動作を定量的に計測可能な操作評価システムの開発を進めることとした。

4. 研究成果

(1) 認知症の人に配慮した光と音で情報を伝えるホワイトボードの開発

試作した装置の概要を図1に示す。記入面のサイズは225mm×220mmで、人が近づくと人感センサが検知し、記入面全体が点滅して対象者に注意喚起するとともに、事前に録音した音声を再生することで、視覚と聴覚の両方で情報を効果的に伝える。人感センサの検知範囲は3～5mである。

試作した装置を認知症高齢者の自宅に1ヶ月間設置して効果検証を行った。対象者はアルツハイマー型認知症の女性(Aさん91歳)で、Aさんが長女の部屋に勝手に入り窓を閉めたりする行動に対し、長女と相談の上で、記入面・音声ともに「窓を閉めないで」と設定して、長女の部屋の窓に配置した。

期間中の窓閉めの発生結果を図2に示す。本装置の使用場面30回中15回で窓閉めが発生せず、評価期間以前に使用していた貼り紙に比べて効果が得られた。また、窓を閉める代わりに、長女に「窓を閉めておいて」と話しかける様子が見られた。一方、窓閉めが発生したときに装置の電源がオフになっていた場面が5回あり、光ってしゃべることで必要な情報がより強く伝わっていることが示唆された。また、別の場面では、Aさん自身が「窓を閉めます」というメモをボードに貼り付けた上で窓を閉めていた。この場面では「促しの内容を正しく受け取った上で、それに従わないことを選んだ」と考えられる。以上の結果より、Aさんの事例では本装置が一定の効果があることを確かめた。一方、本装置の促しは特定の行動を強制せず、本人の意思決定を尊重する形になっている。したがって、例えば火の元管理のようにリスクの大きい場面に適用する場合は、促しの効果がなかったときの備えを用意すべきであることが示唆された。

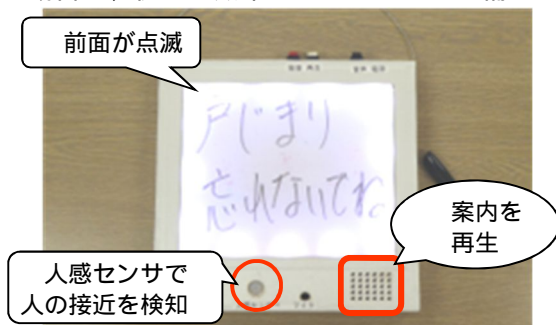


図1 試作した装置

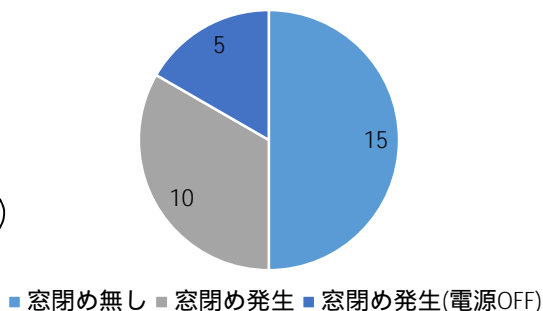


図2 期間中の窓閉め発生結果

(2) 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の開発

検証には iPad Cellular モデルを用いた。この機種はスマートフォンのように単体で通信可能で、使用時に Wi-Fi 設定が不要で設置が簡便になる。iPad には「自動で電話に出る」というオプションが用意されており、これをオンにすると通話呼び出しが一定時間経過すると自動的に応答する。さらに、「通話/通信の制限」を設定することにより、事前にアドレス帳に登録された人からの呼び出しにだけ応答することでセキュリティを高められることを確認できた。

次に、受信コールを着信してから通話開始までに要する操作回数を、iPad の状態に応じて整理した結果を表1に示す。検証の結果、いずれの状態においても FaceTime が操作回数0回で応答できた。また、インターフェースのデザインについては、アプリによって、同時に複数の選択肢が表示されたり、「ビデオ付きで参加」という応答ボタンとして分かりにくいデザインとなっているものも見られた。以上の結果より FaceTime を選定した。

表1 着信からビデオ通話開始までの操作回数(パスコードオフのとき)

アプリ	アプリ起動中	ホーム画面	スリープ	自動応答対応
FaceTime	0	0	0	
Google Duo	1	1	2	
Zoom	2	2 ^{*1} , 3 ^{*2}	2 ^{*1} , 3 ^{*2}	×

*1: 着信通知が消える前にタップするとき、*2: 着信通知が消えた後に操作するとき

次に、発信時の操作をより直感的に行うため、市販されている肢体不自由者向け操作支援機器等を用いて検証を行った。発信手順をスリープからの復帰、FaceTimeの起動、発信、の3工程に分けて検証した結果、Blue2(パシフィックサプライ(株))をiPadタッチャー(システムデザイン・ラボ)を組み合わせることで発信できることを確認し、これらを組み込んだ発信ボタン付き通話台を試作した(図3)。

次に、受信のみに限定して試用評価を実施した(図4)。対象者は70歳女性でiPadの使用経験は無かった。初期設定済みのiPadと、設置と通話方法をまとめた手引きを渡し、iPadの設置(ただし受信のみなので通話台は使用しなかった)ビデオ通話、の2点を実施した。その結果、iPadについてはCellularモデルでWi-Fi設定が不要なので作業負担を軽減し1人で設置できた。iPadについては、画面の大きさや音量など概ね好評であった。また、自動着信までの呼び出し時間については、実際に使うときには「何かしながら掛かってくるのを待つ」ので、30秒以上で長めで構わない、といった意見が得られた。以上の結果より、FaceTimeによるビデオ通話

システムの有効性を確かめられた。また、例えば遠隔地の家族が見守り目的で利用するとき、分かりやすい手引きを整備することで高齢者自身が設置できることが示唆された。



図3 発信ボタン付き通話台



図4 ビデオ通話システムの検証

(3) 運動機能を評価する椅子型システムの開発

研究代表者の所属する機関ではこれまで、深度カメラを用いて人が椅子から立ち上がる動作を計測し、介護が必要となる可能性の高い立ち方を検出するシステムの研究開発を進めてきた。先行システムの課題として深度センサを対象者から数メートル離して設置する必要があり、在宅などの住環境にインストールするには制約が大きかった。そこで、より簡便に椅子単体で計測できるシステム開発を進めた。

マイコンモジュールとして M5Stack Gray (M5Stack 社製) および、身体と椅子との距離を計測する測距センサを用いて検証用システムを試作・改良しながら、立ち座りの特徴を推定する方式の検証を進めた(図5)。なお、本システムは「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」として、令和4年1月31日付けで特許出願するに至った(特願2022-012651)。今後は、本システムを用いてより詳細なデータ収集を進めたい。

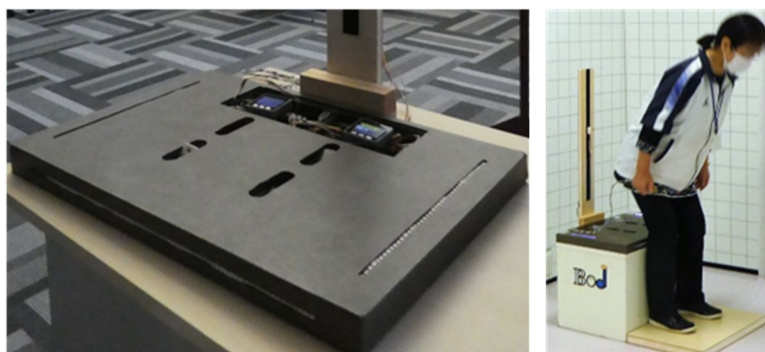


図5 試作した椅子型システムおよび検証の様子

(4) 床走行リフトを用いたトイレ移乗における空間利用に関する評価実験

床走行リフトを利用する空間レイアウトは在宅の空間を想定し、通路幅を800mm、空間サイズを1坪(1,700mm×1,700mm)と0.75坪(1,700mm×1,250mm)の2パターン、扉から便器までのアプローチは側面または正面の2方向を考え、4種類の空間レイアウトを設定した。さらに、より狭いサイズとして0.5坪(1,700mm×800mm、扉側面)を加え、合計5種類とした。トイレ内には便器と手すりを設置し、1坪については洗面台を追加した(図6)。

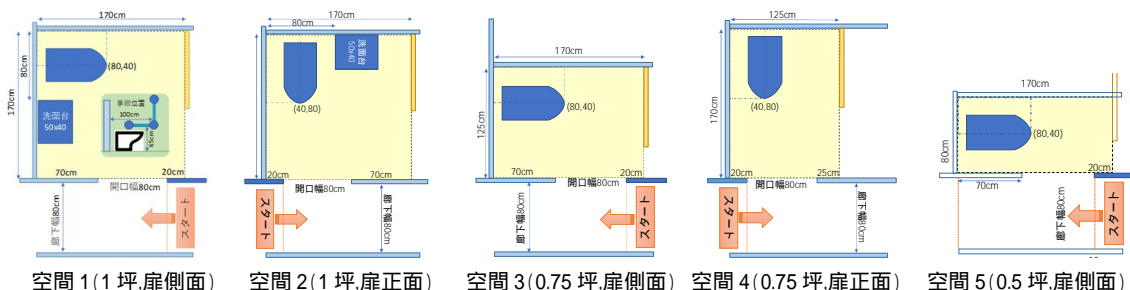


図6 空間レイアウト(5種類)

床走行リフトは台座式と吊り上げ式に大別される。前者は座位間の移乗動作や立位保持をサポートするもので比較的小型の機種が多い。一方、後者は被介護者を電動または手動で吊り上げてキャスターで移動するもので施設利用が主となっている。本研究では市場に流通している台座式2機種、吊り上げ式1機種を選定した。

評価実験は介助者と被介助者の2人1組、合計3組で実施した。事前に2回練習して位置取

りや作業手順を確認した後に評価試験を行った。トイレへのアプローチは、被介護者から見て前進する向きにスタートし、扉の前で切り替えして後ろ向きに個室に入り、便座に到着したら下衣着脱の模擬動作をしたのちに着座させ、空荷のリフトが個室から出るまでを計測対象とした。

実験の結果、1坪、0.75坪のトイレでは全ての機種が利用可能であったが、0.5坪では台座式の1機種のみ利用できた(図7)。また、利用可能な1機種においても、下衣着脱などの作業スペースを確保するため扉を開けたままにする必要があり、被介護者のプライバシー配慮の観点では課題が残った。一方、1坪、0.75坪でも廊下の壁、扉の両端、トイレの壁と介助者との接触が見られ、側面から入室するときは正面からに比べて大きく振られる傾向にあった。一般住宅で1坪のトイレ空間を確保するのは簡単ではないが、例えば将来的に福祉用具を導入することに備えて当該部位を取り外し変更可能な物入れとして計画することなどが考えられる。また、廊下からトイレに入室する際には切り返しのために入口からの距離に十分な量が必要となり、扉から先に続く廊下に沿った長さの寸法(戸先寸法)を多く要することが確認できた。

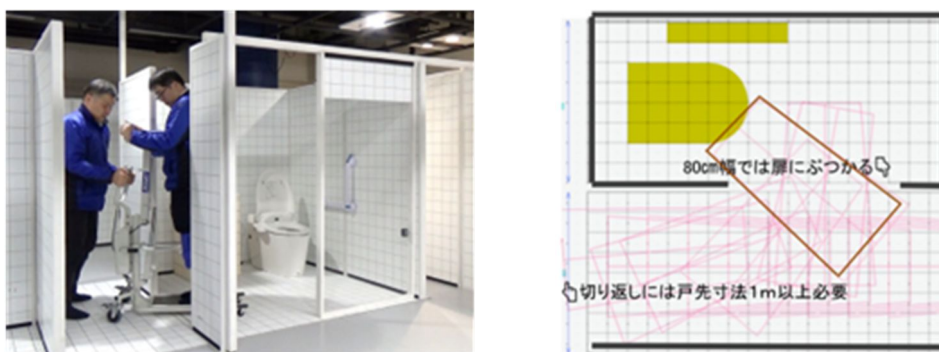


図7 検証試験、および床走行リフトの軌跡(0.5坪)

(5) 介護機器等の操作評価システムの開発

開発したシステムは視線計測部と姿勢計測部から構成される。視線計測部(Pupil Labs製アイトラッキングデバイス Pupil Invisible)は、対象者がメガネ型の計測装置を装着して注視点を抽出する(図8左)。作業中にどこを見ているか、また、姿勢計測と組み合わせると機器操作時に見たい部分が見やすいか等の分析が可能となる。一方、姿勢計測部(ネクストシステム製 AI姿勢推定エンジン VisionPose)は、計測空間内に複数のwebカメラを設置し、ディープラーニングによる推論・解析により骨格検出を行う(図8右)。対象者がマーカー等を装着する必要が無く、また、アクリル製の透明な評価壁越しの計測も可能であり、実験の自由度が高い。

動作検証として、床走行リフトを用いてトイレ利用を介助する場面を設定して検証した。視線計測については、扉部分通過前に扉枠を注視する様子や、リフトの隙間から便座位置を確認する様子を確認できた。一方、姿勢計測については、介護者と被介護者の骨格検出ができることを確認できた。また、下衣着脱時に介護者が被介護者に回り込むときに骨格検出に失敗するフレームが見られたことから、作業に応じてカメラ位置等を最適化することで改善できると考えられる。

また、研究代表者らの先行研究で「トイレの使用状況」を廊下にいる認知症の人に分かりやすく伝えるため「明かり窓の取り付け位置を取手の近くに変更」した実践研究を参考に、トイレ前の廊下を模擬した計測コースを作成し、明かり窓の位置を変えながら視線計測を行った(図9)。被験者1名で3試行ずつ視線計測を行った結果、明かり窓が扉上部のとき平均注視回数1回・平均注視時間0.32秒、光窓が手元のとき平均注視回数3回・平均注視時間0.48秒となり、手元に設置すると注視回数、注視時間とも増加する傾向が見られた。以上2つの検証の結果、本システムが介護動作分析や環境改善の定量的評価に活用できることが示唆された。

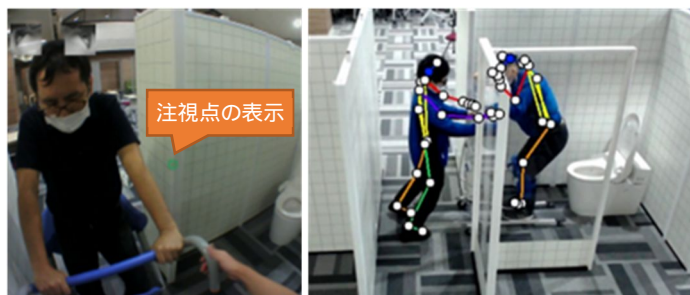


図8 操作評価システム
(左:視線計測, 右:姿勢計測)



図9 明かり窓の注視評価検証

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1 . 発表者名 Kiyohiro Omori, Katsuya Fukui, Jiro Sagara
2 . 発表標題 Development of a prompting system for the elderly with dementia which is easy to install - Whiteboard-style device which conveys information using light and sound -
3 . 学会等名 Environments by Design: Health, Wellbeing and Place (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Katsuya Fukui, Kiyohiro Omori, Jiro Sagara
2 . 発表標題 A case study of the effects of lighting sign on the use of toilets by people with dementia
3 . 学会等名 Environments by Design: Health, Wellbeing and Place (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Go Nakamura, Shoma Tatsukawa, Kiyohiro Omori, Katsuya Fukui, Jiro Sagara and Takaaki Chin
2 . 発表標題 Evaluation and Training System of PC Operation for Elderly, Using Gazing Point and Mouse Operation
3 . 学会等名 The International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 大森清博、福井克也、相良二郎
2 . 発表標題 認知症者に配慮した光と音で情報を伝えるホワイトボードの開発
3 . 学会等名 第24回日本福祉のまちづくり学会全国大会
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 福井克也、大森清博、相良二郎
2. 発表標題 認知症者にトイレ利用状況をわかりやすく伝えるための明かり窓の改修事例研究
3. 学会等名 第24回日本福祉のまちづくり学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Katsuya Fukui, Kiyohiro Omori, Go Nakamura, Jiro Sagara, Takaaki Chin
2. 発表標題 Development of a Movement Measurement System for Testing the Effectiveness of Nursing-care Support Devices
3. 学会等名 The 14th International Convention on Rehabilitation Engineering and Technology (i-CREATe 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大森清博、福井克也、北川博巳、相良二郎
2. 発表標題 床走行リフトを用いたトイレ移乗における空間利用に関する研究
3. 学会等名 日本福祉のまちづくり学会第23回全国大会（沖縄大会代替）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 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	発明者 陳隆明、大森清博、 中村豪、福井克也	権利者 社会福祉法人兵 庫県社会福祉事 業団
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-012651	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

研究代表者の所属機関において、研究成果について情報発信している。
 ・福祉のまちづくり研究所 > 研究テーマ > 認知症者高齢者が自立生活できる住環境に関する研究開発（2020年）
<https://www.assistech.hwc.or.jp/kenkyu/pdf/research/2020/2020-2.pdf>
 ・福祉のまちづくり研究所 > 研究テーマ > 認知症者高齢者が自立生活できる住環境に関する研究開発（2019年）
<https://www.assistech.hwc.or.jp/kenkyu/pdf/research/2019/2019-2.pdf>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	福井 克也 (Fukui Katsuya) (90809120)	兵庫県立福祉のまちづくり研究所・その他部局等・特別研究員 (84506)	
研究分担者	北川 博巳 (Kitagawa Hiroshi) (10257967)	兵庫県立福祉のまちづくり研究所・その他部局等・主任研究員 (84506)	
研究分担者	中村 豪 (Nakamura Go) (50707403)	兵庫県立福祉のまちづくり研究所・その他部局等・研究員 (84506)	
研究分担者	相良 二郎 (Sagara Jiro) (10330490)	神戸芸術工科大学・芸術工学部・教授 (34523)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------