# 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

中村 豪 福井克也 大森清博 相良二朗

#### 1 はじめに

超高齢社会の進展に伴い独居高齢者や認知症での老老介護(いわゆる認認介護)も増加しており、在宅介護支援ニーズは今後も増加すると予想される。一方、AI や IoT といった最新の技術を活用した高機能な福祉機器が登場しているが、それらの多くはシーズ主導で開発が進められており、在宅への普及が進んでいるとは言いがたい。本研究では、自立支援のためのものづくりと、それらの機器を効果的に導入できる住環境整備の2つの観点で研究を進めている。本年度は、新型コロナウイルスの感染拡大で遠隔介護のニーズが高まっている課題に対し、高齢者にやさしいビデオ通話システムを提案した。また、昨年度に試作した「光ってしゃべるホワイトボード」を認知症高齢者の自宅等に実際に設置して評価試験を実施するとともに、単機能デバイスで生活動作データの蓄積等を行うための新たなマイコンの検証を行った。あわせて住環境の観点から、居住空間内での介護機器等の扱いやすさや課題点を操作者の視線や姿勢から定量的に分析するための新たな計測システムの開発を進めた。

# 2 高齢者にやさしいビデオ通話システムの提案

これまで高齢化に伴い増加する独居高齢者に対して、ICT 技術等を活用した遠隔介護や遠隔の見守りが望まれてきた。これに加え、2020 年は新型コロナウイルスの感染拡大の結果、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う新しい社会的課題が生まれた。このような課題に対して「オンライン帰省」や「オンライン面会」といった取り組みが試みられている<sup>1)</sup>が、特にパソコンやタブレット端末に慣れていない高齢者にとって、環境整備やビデオ通話を始めるまでの手続きの難しさが導入障壁の一つとなっている。

そこで、パソコンやタブレット端末を用いたビデオ通話システムをベースにして、「かんたんな環境整備」と「かんたんな操



図1 やさしいビデオ通話システム

作方法」を実現する「高齢者にやさしいビデオ通話システム」を提案することとした(図 1)。本年度は、タブレット端末でよく使われているビデオ通話アプリの通話開始までの操作回数を検証し、使いやすいアプリの選定を実施した。

#### 2.1 検証に用いたハードウェア

検証には iPad Cellular モデル (iPadOS 14.4) 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ある。また、Apple 社がハードウェアとソフトウェアの両方を開発しているので、Android 端末に比べて高価であるが、長期間入手しやすい点を重視して選ぶこととした。

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 (0~60 秒) 経過すると自動的に応答する(図 2)。これにより受信者の操作回数を減らすことができる。特に、応答時間を 0 秒に設定すれば見守りカメラとして利用することも可能である。一方、第三者からの通話呼び出しに自動応答するのはセキュリティ面で危険な状態と言える。そこで「通話/通信の制限」というオプションを設定する必要がある(図 3)。これを「すべての人」以外に設定することで、連絡先(アドレス帳)に登録されていない人からの通話呼び出しを拒否することができる。

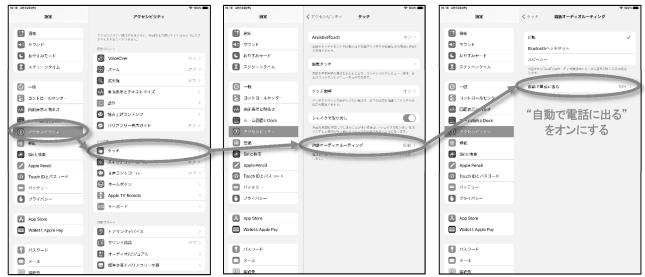


図2 自動で電話に出るための設定。手続きは次のとおり:

"設定"〉"アクセシビリティ"〉 "タッチ"〉"通話オーディオルーティング"〉 "自動で電話に出る"



図3 通話/通信の制限のための設定。手続きは次のとおり:

"設定" > "スクリーンタイム" > "通信/通話の制限" > "休止時間外" および"休止時間中"

### 2.2 ビデオ通話アプリの検証

検証したビデオ通話アプリ3種類の概要と特徴を表1に示す。FaceTime はApple 製品に標準搭載されたビデオ通話アプリでありiPadOS との連携も充実しているが、現状ではAndroidには未対応である。Google Duo はGoogle の提供するビデオ通話アプリであり、AndroidやiOS、パソコンで利用できる。Zoomはビデオ会議に使われるアプリであり、連絡先に登録済みの相手に対して発信コールを送ることができ、1対1のビデオ通話としての利用も可能である。

着信からビデオ通話開始までの受信側の操作回数を表 2 に示す。ただし、スリープから復帰するときの操作回数を減らすためにパスコードをオフにした。FaceTime は、「自動で電話に出る」をオンにすると画面をタップすることなくビデオ通話がはじまる。また、通話終了後にアプリが自動的に終了しスリープに移行する。一方、Google Duo は「自動で電話に出る」は機能するが「通話/通信の制限」が機能しなかったので「自動で電話に出る」をオフにして検証を行った。Zoom は「自動で電話に出る」が機能しなかった。また、Google Duo と Zoom は受信側のタブレットの状態(アプリ起動、ホーム画面、スリープ)によって操作回数が異なり、さらに、通話終了後はアプリが起動したままの状態となった。

衣」 こうが 通品 アクラの 帆 安 と 1 行 財						
アプリ	概要	事前の設定作業等				
FaceTime	・Apple 製品に標準搭載(Android 未対応)	・「通話/通信の制限」を利用する場合、受				
	・電話番号または Apple ID で通話先を	信側の「連絡先」に発信側の Apple ID を				
	指定(iPadの場合、Apple IDを用いる)	登録しておく必要がある				
Google Duo	・Android/iOS/ウェブで利用可能	・受信側が○○@gmail.com以外のアカウン				
	・Google アカウントで通話先を指定	トの場合、通話できない場合がある				
Zoom	<ul><li>ビデオ会議にもよく利用されるアプリ</li></ul>	・互いのアカウントを連絡先に登録する必				
	・Zoomアカウントで通話先を指定	要がある(途中で承認作業が発生する)				

表 1 ビデオ通話アプリの概要と特徴

表 2 着信からビデオ通話開始までの受信側の操作回数(パスコードをオフのとき)

アプリ	アプリ起動時[回]	ホーム画面[回]	スリープ時[回]	自動応答対応
FaceTime	0	0	0	0
Google Duo	1	1	2	Δ
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

以上の結果より、iPadOS の設定を適切に利用することで、FaceTime が最も操作回数が少なくなることを確かめた。また、例えば Zoom は受信前に「ビデオ付きで参加」をタップする必要があるが、「ボタン」であることが分かりづらいなど、インタフェースの課題も見られた。

今後は、インタフェースについて検討を進め、高齢者に やさしいビデオ通話システムとして取りまとめたい。例 えば、「i+pad タッチャー」という製品は画面上のタップ したいところに静電ユニットを貼り付け、外付けスイッ チでタップ操作を代替する装置である(図 4)。これらを 用いて操作を簡単化することなどを検討したい。



図4 「i+pad タッチャー」の使用例

#### 3 光ってしゃべる人感センサ付きホワイトボードの評価試験

#### 3.1 必要な情報を光と音声で伝えるホワイトボード

これまで、もの忘れから生じる生活上の不自由さを感じる人に対して生活空間の中に複数のセンサを設置して、適切なタイミングで促しを行うシステムの開発を進めてきた<sup>2,3</sup>。さらに、昨年度から促しのコン

セプトを維持しながら機能を絞った単機能デバイスとして「光ってしゃべる人感センサ付きホワイトボード(以下、"光るボード")」の開発を進めてきた。光るボードの概要を図5に示す。光るボードは本体に人感センサを備え、人が近づくと板面が点滅して注目させるとともに、事前に録音した音声を再生して目と耳の両方から情報を伝える。

在宅の認知症高齢者等に協力いただき、協力 者の自宅に一定期間設置して使用してもらっ た。新型コロナウイルスの感染拡大に伴い高齢 者施設での試験はできなかったが、認知症高齢 者1名、健常高齢者1名の2事例で実施した。

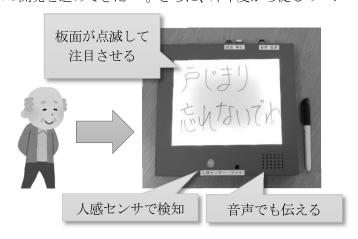


図5 光ってしゃべる人感センサ付きホワイトボード

#### 3.2 評価試験 1: 認知症高齢者の自宅での検証

アルツハイマー型認知症の A さん (91 歳、女性、認知 機能テスト30点満点で20点、耳が遠い)は、夫と長女 の3人で暮らしている。A さんが長女の部屋に勝手に入 って色々と触ったり窓を閉めることが多く、長女が注意 したり、部屋に入らないよう張り紙を貼ったりしたが繰 り返されている。また、もの忘れがひどく、同じ事を何 度も繰り返し聞いてくる。なお、飼い猫がいるので部屋 の扉は開いていることが多い。

長女から、光るボードを使って勝手に入って窓を閉め ないように伝えたいという要望があり、板面のメッセー ジ・音声ともに「窓を閉めないで!」と設定した。設置 方法は、目線に近い高さになるように窓枠に引っ掛けて 人感センサを部屋の入り口に向けて設置した(図6)。さ らに、評価期間中、長女に協力いただいて窓を開けた状 態で光るボードを使用することとした。

評価試験の結果、光るボードを使用した 30 回中 15 回 で窓閉めが発生せず、張り紙に比べて効果が得られた (図7)。A さんは、光と音声を比較すると光の点滅の方 によく反応していたが、音声についても聞き取れている 様子だった。また、窓を閉める代わりに長女に「窓を閉 めておいて」と話しかけてくる様子が見られた。一方、 窓閉めが発生した 15 回のうち、光るボードが電源オフ になっていた事例が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。

A さんの窓閉め行動について、長女から「光るボード の注意に慣れて無視するようになったと言うより、感情



図6 光るボードの設置例

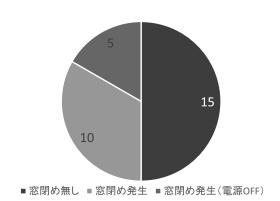


図7 光るボードの使用結果

が1日の中でアップダウンがあり、多弁多動になっているときに閉める傾向があるように見られる」とい う意見があった。また、ある窓閉め事例ではAさん自身が光るボードに『窓を閉めます』という張り紙を 貼ってから窓を閉めていた。この事例では「情報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。光るボードは特定の行動を強制するものではないので、例えば火の元管理のようにリスク が大きい場面では、促しの効果がなかったときに自動消火するといった備えを用意することが望ましい。

#### 3.3 評価試験2:健常高齢者の自宅での検証

B さん (83 歳、男性) は夫婦 2 人で暮らしており、認知症で なく要支援・要介護認定も受けていない。また、Bさんは活動的 でパソコンやタブレット端末を日常的に利用しており、新しい 物好きである。評価試験開始前に、2人が入れ違いで外出すると きに相手に伝言を残しておくために光るボードを使用すること を検討していた。しかしながら、新型コロナウイルスの影響のた め外出頻度が低下し、外出時も2人一緒のことが多くなったた め用途を変更し、図8のようにBさんのスケジュールを記入す ることとした(もともとカレンダーに記入していたが、期間中は 光るボードに変更した)。

評価試験の結果、評価試験開始後すぐに電源オフの状態で使

生式自牧日 19/30 · 批科压干约 、島島屋お敷

図8 光るボードの使用例

用を継続した。これは、カレンダーで問題なくできていた場面に適用したため、すでに見ることが習慣づ けられている場面では、点滅や音声による誘目効果は不要だったと考えられる。一方、B さんにとって光 るボードの大きさや光り方、音声再生は問題ないという感想を得られた。

#### 3.4 生活データ蓄積等のための単機能デバイス向けマイコンボードの検討

光るボードでは制御用に Adafruit Trinket を採用し た。これは小型、安価で取り回しに優れているが、生活 データ蓄積や通信機能といった面での拡張性に乏し い。そこで、これらの拡張性を考慮して新たなマイコン ボードの選定と動作検証を行った。

M5Stack は 320×240 カラー液晶ディスプレイ、 microSD カードスロット、Wi-Fi および Bluetooth 通信 を扱える小型のマイコンボードであり、Arduino IDE と いう Adafruit Trinket と同じ開発環境を利用できる。 さらに、マイクユニットや赤外線センサなど様々な拡 張モジュールが用意され、単機能デバイスを簡便に試 作できる。そこで、M5Stack Gray を用いてセンサ入力 のサンプリング速度やmicroSDカードへのデータ保存、

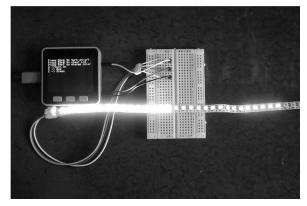


図9 M5Stackの動作検証(LED制御)

LED の制御(図9)等の検証を行い、単機能デバイスへの適用が可能であることを確かめた。

## 4 介護機器等の操作評価システムの開発

#### 4.1 概要

高齢者に対応した住宅改造については、2001年に「高齢者が居住する住宅の設計に係る指針」4が制定 されているが、これは段差解消や手すりの設置に関する事項が中心となっている。本研究ではこれまで、 福祉機器の取り回し可能な空間的制約や配慮事項について検証を進めてきた。本年度は、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たが。

開発した操作評価システムは視線計測部と姿勢計測部から構成され、どちらも自由に間取りを構築でき る可動壁を有する評価空間内に設置することができる。視線計測部は、対象者がメガネ型の計測装置を装 着し、頭部前方を撮影するとともに計測対象者の注視点を抽出する(図 10 左)。姿勢計測と組み合わせる ことで機器操作時に見たい部分が見やすいか、それとも姿勢を変更しないと見えないのか、といった評価 が可能となる。一方、姿勢計測部は、計測空間の天井または可動壁に複数のカメラを設置し、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10右)。対象者がマーカー等を装着する必要が無く、 また、アクリル製の評価壁越しの計測も可能となる。







図 10 操作評価システム(左:視線計測部、右:姿勢計測部)

#### 4.2 試作システムの動作検証

昨年度と同様に、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、試作システムの動作検証 を行った。トイレ空間は 0.75 坪、扉正面とし、接続する廊下からトイレ内に入り、被介護者を便座に着座 させるまでを計測した。姿勢計測用カメラは図 10 右のようにトイレ外部に設置し、廊下および個室内を撮影できるように手前側の可動壁を透明型にした。介助者はメガネ型装置を装着して介助動作を行った。

視線計測の検証結果を図 11 に示す。扉部分通過前に扉枠を注視する様子や、入室後にリフトの隙間から 便座を注視して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、図 12 のように介護者と被介護者の骨格検出ができていることを確認できたが、透明壁の壁枠に身体の多くが隠れるときや下衣脱衣 時に介助者が被介助者に回り込むときに骨格検出に失敗するフレームがあった。この課題については、作業に応じてカメラの台数を増やしながら設置位置を最適化することによって改善できると考えられる。



図 11 視線計測結果 (扉枠を注視)

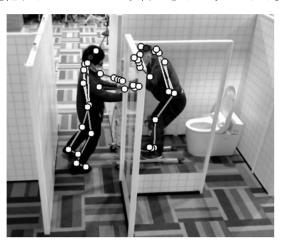


図 12 姿勢計測結果

## 5 おわりに

本研究では高齢者にやさしいビデオ通話システムの開発、光ってしゃべるホワイトボードの評価試験、介護機器等の操作評価システムの開発を進めた。本年度は新型コロナウイルスの感染拡大、特に 2020 年 4 月 7 日に発出された緊急事態宣言以降に生活様式が一変し、遠隔介護やオンライン面会といったニーズが非常に高まることとなった。今回実施した研究内容のうち、特にビデオ通話アプリの調査結果については、今現在遠隔介護やオンライン面会等に苦慮している家族や高齢者施設にとって有益な情報になると考えられる。システム開発と並行して、開発過程で得られた情報の積極的な発信についても注力したい。単機能デバイス開発については、光るボードに加えて新規デバイスの更なる試作を進めるとともに、今回開発した操作評価システム等を活用して、生活空間の中でより定量的な評価を進めていきたい。

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 19K12897 および JP19K20411 の助成を受けて実施した。

#### 参考文献

- 1) 中村靖彦、"新型コロナウイルへの対応 第 3 回 コロナ禍における福祉用具事業者の課題と工夫"、リハビリテーション・エンジニアリング Vol. 36, No. 1, pp. 61-64 (2021)
- 2) 大森清博、相良二朗、北川博巳、福井克也、"IoT を活用した認知症者を支援する促しシステムの開発"、 日本福祉のまちづくり学会第 21 回全国大会概要集、pp. 323-326 (2018)
- 3) Jiro Sagara, Kiyohiro Omori, Rumi Tanemura, Toru Nagao, Kazue Noda, "Auto cue system for the person with mild cognitive impairment", 13th i-CREATe2019 Conference, Canberra, Australia (2019)
- 4) 国土交通省告示第千三百一号、高齢者が居住する住宅の設計に係る指針(2001.8.6)
- 5) Katsuya Fukui, Kiyohiro Omori, Go Nakamura, Jiro Sagara, Takaaki Chin, "Development of Movement Measurement System for Testing the Effectiveness of Nursing-care Support Devices", 14th i-CREATe2020 Conference, Taipei, Taiwan (2020)