

令和元年9月7日現在

機関番号：34523

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03024

研究課題名（和文）認知症高齢者の自立生活を支える居住システムの提案

研究課題名（英文）Proposal of Dwelling Support System for the Dementia

研究代表者

相良 二郎（Sagara, Jiro）

神戸芸術工科大学・芸術工学部・教授

研究者番号：10330490

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：軽度認知症者が自立した生活を少しでも長く継続できることを目的として、周囲の状況を知らせ、行為を促すシステムの開発を行った。各種のセンサーを装備したIoT装置を専用機として開発するとともに、SONY製品のMESHタグを用いたデモンストレーション用システムを構築し、モデルハウス内に仮設置して関係者にデモンストレーションを行い、アンケート調査を実施した。構築したシナリオは10種類であり、「玄関にて夜間の外出を引き留める」「コンロの点けっぱなしを知らせる」が有効性が高い促しとされた。この仮設置システムを3名の被験者宅に仮設置し、それぞれ3か月間の長期評価を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知症者の増加は我が国の近い将来における重要な社会課題であるが、予防と介護のみが対策の対象となっており、軽度認知症者に対する自立支援についてはほとんど論じられてこなかった。本研究は、軽度認知症者に対して、生活行為を奪うのではなく、きっかけを与えたり、状況を的確に知らせることで、自発的な行為を促すことを目的としている。

センサー技術を応用して自動的に家事や制御をおこなうスマートハウスはこれまでも多数存在しているが、自動化も行為を奪うことと同様に認知的廃用を生じさせてしまう懸念がある。促しによる自立支援というアイデアは新規性があり、社会的意義が高い。

研究成果の概要（英文）：We developed auto cue system which may support independent living for the persons with early stage of dementia as long as possible. The auto cue system is consisted by central unit and several IoT devices. We adopted the Raspberry Pi for the central unit, and the ESP-8266 micro controller with Wi-Fi function and each sensors for the IoT devices. In parallel, we constructed ten scenarios of auto cue and the demonstrative provisional auto cue system with the MESH Tag by Sony Co. Ltd. Then, the demonstration showed to whom concerned to the dementia at the model house. After the demonstration, we gathered questionnaire sheet from 53 participants. Around 70 percent of them answered useful to this. Especially, "the fire on the stove" and "Doge outing in night time" are thought as highly useful auto cue. The MESH Tag system have installed temporary in three hoses for three months each. Some troubles were found in these trial, not only due to the system but also due to behavior or habit of each.

研究分野：デザイン

キーワード：認知症 MCI 生活行為 IoT Wi-Fi

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

平成27年版高齢社会白書によると、2014年現在高齢化率は26.0%に達し、高齢者数は過去最高の3,300万人となった。約半数の世帯に高齢者が居り、高齢者単独世帯は全世帯の約1割、高齢者のおよそ5人に1人が一人暮らしをしている。一方、認知症者の数は想定を上回る勢いで増えており、2012年の認知症者数462万人、予備軍(MCA)400万人という研究結果が2013年に報告され、衝撃を与えた。認知症者に対する対策は人的な介護と行動を規制する見守りシステムが中心で、自立生活を支援する居住支援システムはほとんど例がない。

2. 研究の目的

記憶障害や見当識障害に起因する行動・心理症状(BPSD)は問題行動と位置付けられ、自立した行為が抑制されたり、失敗の発覚を恐れてより悪い結果を招く悪循環に陥ったりしやすい。住宅内外の多様な状況をセンシングし、適切な対応行動を促すことで、記憶障害や見当識障害を補い、自立して行為を支援するシステムの構築を目的とした。

3. 研究の方法

従来の研究成果をもとに、促しが有効と思われる生活行為をリストアップし、状況をセンシングする技術、促しを実行する技術、全体を統合する技術について開発を行う。また、単体としての支援技術についても並行して開発する。開発システム等に対して在宅での試用評価を行い、有効性について検証する。

4. 研究成果

(1) IoTシステムの開発

システム構成を図1に示す。電流センサは各種家庭電化製品の通電状況をモニターし、外出時や就寝時の消し忘れを促す。洗濯機の稼働状況はTWELITE2525A内蔵の3軸加速度センサで振動検知とその後の一定時間以上の静止にて動作完了を検知し、取り出し忘れを促す。冷蔵庫はマグネットスイッチにてドアの開閉を検知し、どの扉が開いたのかを伝えるとともに開け放しを知らせる。温度・湿度・気圧センサは住宅内部用と屋外用とし、内外の気候状況と変動を知らせる。このほか、トイレの流し忘れはドアスイッチと加速度センサ、人感センサの組み合わせで検出する。ガスコンロが燃焼中であるか消火されたのかはK型熱電対にて検出できることが確認できたが、ガスコンロに定期的に設置することが難しいため、サーマルカメラを利用することとした。これらのIoTデバイスにはEspressif社製のWi-FiモジュールESP8266を

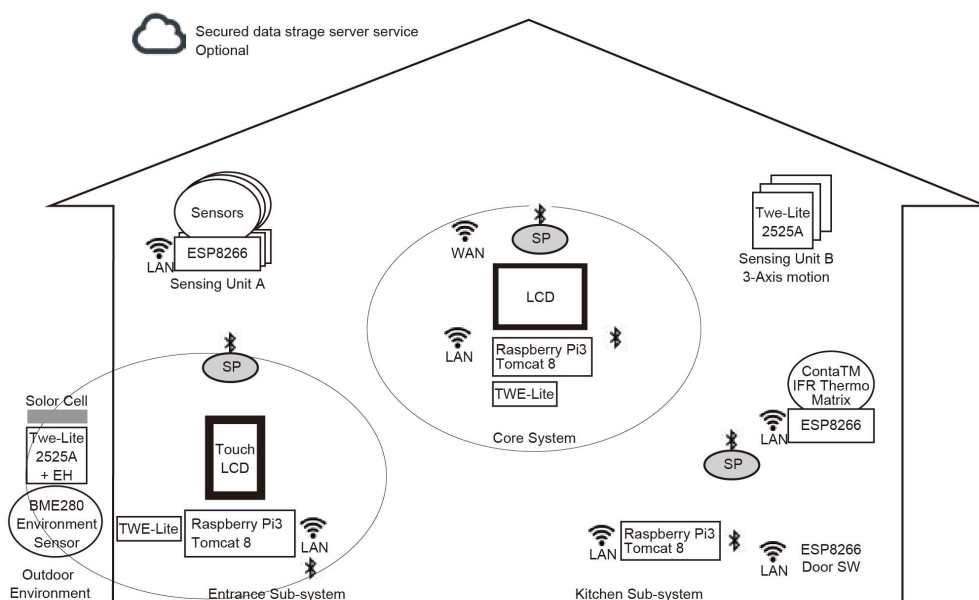


図1 促しシステムの全体構成

採用した。

促しには電球に内蔵されたBluetoothスピーカを用い、対象者の所在に合わせてアンビエントな声として知らせることを想定した。しかし、発声元が明確な方が理解度も高いのではないかという分担研究者の意見があったので、後述するスピーカ位置の検討をおこなった。中央制御装置にはRaspberry Pi3を採用し、Linux OS上でJAVAを中心にソフトウェアを開発した。Raspberry Pi3にはWi-FiとBluetoothが搭載されており、DockerによるWi-Fiルータ機能を搭載し、Apatch Tomcatを用いてJAVA Servlet programにてIoTデバイスからの

データを受け取り、オープンなデータベースである MariaDB にてデータをストアすることとした。システム構築にはハードウェア、ソフトウェアともに時間を要するため、次に示す SONY 製 MESH TAG にてシステムの仮構築を行い、試行をおこなうこととした。

(2) MESH TAG を利用した促しシステムの仮構築

MESH TAG には①明るさ、②人感、③温度・湿度、④モーション（3次元加速度）、⑤押し紐スイッチの5種類の入力系タグが用意されており、タブレット上にて簡単にプログラミングができる。押し紐スイッチを除く4種類を用いて、10種類の促しシナリオを設定し、実験用住宅であるウェルフェアテクノハウス神戸の玄関、リビング、キッチン、トイレ、寝室に仮設置した(図2,3)。

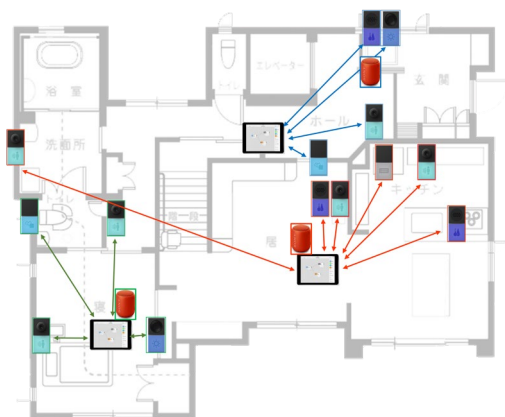


図2 ウェルフェアテクノハウス神戸への MESH TAG 設置

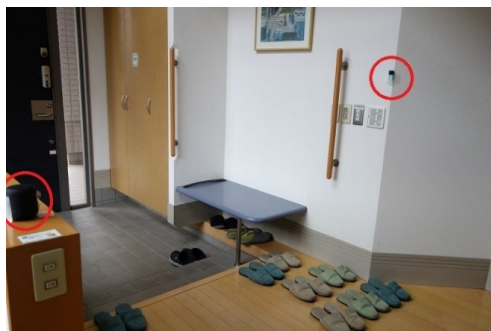


図3 玄関へ設置した状況
右の円内が TAG、左の円内がスピーカ

タブレット端末には iPad を使い、Bluetooth での接続となることから、3台を3カ所に設置した。スピーカも各 iPad に Bluetooth にて接続した。

設定したシナリオは以下の10種類である。

- ① 外出時に玄関にて予定に応じた適切な服装を促す
- ② 出時に玄関にて外部の気温を伝える
- ③ 玄関にて夜間の外出を控えるよう促す
- ④ 居間で台所の冷蔵庫のドアが開いていることを伝える
- ⑤ 居間で台所のコンロが燃焼中であることを伝える
- ⑥ 居間で室温に応じて、「暑くなってきた」「寒くなってきた」ことを伝える
- ⑦ 居間で食後の歯磨き忘れを伝える
- ⑧ 寝室でトイレが流されていないことを伝える
- ⑨ 寝室で就寝前のトイレ動作を促す
- ⑩ 寝室で就寝の時間を促す

動作検証の結果、コンロの着火状態は MESH TAG の温度センサでは検知できないことが明らかとなった。また人感タグは人が移動している状態では検出できるが、居間で静止していると熱量が定常状態となり検知できない。

ウェルフェアテクノハウス神戸見学者の内、認知症者と関りのある人を中心に、促しシステムのデモンストレーション体験とアンケート調査を実施した。回答者は53名で世代間の偏りはなかった。回答者の90.6%は仕事か家族介護のいずれかで認知症者と関りを持っていた。促しの内容、音量、話しかけるタイミングについては7割前後の評価が得られた。一方、「促しが役に立たない」と回答した1名は「認知症が進むと音への不快が見られることもあるので使用に関しては難しい」という意見だった。本研究の対象者は認知症の初期段階の人なので、説明が不足していたものと思われる。

(3) 促しをおこなう際のスピーカ位置の検討

住環境を模した「福祉施設居室模擬空間」を利用し、2種類の実験条件「A:被験者正面の棚の上に設置したスピーカから音声案内を流す」、「B:被験者頭上に設置したスピーカから音声案内を流す」を設定した。ただし、実験条件Bにおいても被験者前方にダミースピーカを設置し、視覚的条件を整えた。各スピーカと被験者の距離は130cmとし、不織布の目隠しを配置してスピーカを直接目視できないようにした(ただし、前方スピーカについては、棚の上に何か物が置いてあることが容易に判別できる)。

スピーカとして SONY 製 SRS-XB10 を使用し、iPad から iTextSpeaker (フリーのテキス

ト読み上げアプリ)を用いて音声案内を流した。音声案内の音量は、事前に高齢者数名に聞き取りやすい音量を確認して、1.3m離れた地点でピーク値 56dBA(暗騒音 30dBA)に設定した。音声案内のテキストとして、

- ・音声案内 X: みなさん、もうすぐ、お休みの時間です。トイレは、もう済ませましたか?
 - ・音声案内 Y: みなさん、もうすぐ、お出かけの時間です。着替えは、もう済ませましたか?
- の2種類を用いた。いずれも、第1文で時間帯、第2文で作業内容について述べている。

実験条件 A、B を各1試行ずつ、被験者ごとに実施順をランダムとし、二重課題条件下で実施した。最初に一桁の乱数表の中から特定の数字を探して丸を付ける課題を開始し、30秒経過後に音声案内 X または Y を流した。音声案内終了後、聞き取った案内に対して①案内の時間帯、②案内の内容、に関する質問を5つの選択肢の中から回答してもらい正しく聞き取れたか確認するとともに、音声案内がどこから鳴っていたのかにいつ気付いたかを質問した(たとえ音声案内を聞き取れていても、別の場所で鳴っていると勘違いした場合や、どこで鳴っているか分からなかった場合は、気付かなかったとみなす)。さらに、実験終了後に、各実験条件での聞き取りやすさ、および、自分に語りかけていると感じられるかについて聞き取りを行った。実験手順を以下にまとめる。

- ①実験練習: 実験環境と異なる場所で、聞こえの確認および実験本番と同じ手順で練習を行う。音声案内を聞き取れない被験者は以降をキャンセルする。
- ②第1試行: 実験条件 A、B のいずれかで音声案内 X または Y のいずれかを鳴らす。試行終了後、聞き取った内容と音源位置に関する聞き取りを行う。
- ③第2試行: 第1試行と実験条件および音声案内を変更して行う。
- ④実験全体の聞き取り: 2つの実験条件の比較に関する聞き取りを行う。

被験者数は23名(男性7、女性16、平均年齢74.0歳)で、実験前に「聞こえのチェックシート」(日本補聴器工業会ニュースレターより)を用いて被験者の聞こえの程度を確認するとともに、実験練習時に音声案内が聞き取れることを確認して実施した。音声案内の聞き取り結果を表1、どこから鳴っているかいつ気付いたかについて質問した結果を表2に示す。2種類のスピーカの正答率についてカイ二乗検定により比率の差の検定を行った結果、 $p=0.47$ で有意差は見られなかった。一方、どこから音が鳴っているか質問した結果、前方スピーカでは23名中21名がすぐまたは案内の途中で気付いたのに対し、頭上スピーカでは21名が最後まで気付かなかった。これは、頭上スピーカの方が視覚的に見つけづらいことに加えて、前方にダミースピーカを設置していたため、前方のスピーカが鳴動していると勘違いしやすかったことが原因と考えられる。

以上の結果より、音量が同程度の条件下では、音源定位に失敗しやすい環境でも音声案内の意味理解に有意差は見られなかった。このことより、例えばスピーカ搭載型のLED電球やシーリングライトのように天井にスピーカを設置して部屋のどこにいても音量を確保することで、部屋の隅にスピーカを設置するのに比べて音声案内を聞き取りやすくなると示唆される。

(4) 定位置保管を促す装置の試作

認知症のBPSD(行動・心理症状)のうち頻度が高く、日常的によく目にする代表的な症状



図4 元に戻すことを促す装置
(左: ポーチ、右: トレイ)

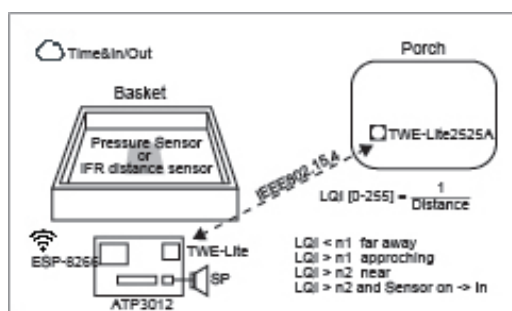


図5 システム構成

として「物盗られ妄想」がある。これは、自分がしまった物の位置を忘れてしまい、探しても見つからないとき単に「見つからない」で終わらず、「誰かが盗ったに違いない」と言うようになるもので、多くの場合、一番世話を受けている人がターゲットになってしまう。この課題に対し、「大事なものを元の場所に戻すこと」を促すことで、紛失を未然に防ぐ促し装置を試作した(図4,5)。

本装置は、所持している鍵や財布をポーチに入れておき、帰宅してリビングに入室したとき、トレイ(大事なものを置いておく場所)の上にポーチを戻すように促すように設定した。このとき、利用者の動作推定にポーチとトレイの距離が重要となるが、本装置では電波強度を簡単に入手できるTWELITEを採用した。構成を以下に示す。

- ・ポーチ：無線タグ (TWELITE-2525A)
- ・トレイ：ESP-8266 マイクロコントローラ Wi-Fi モジュール、無線タグ (親機：TWELITE-DIP)、赤外線距離センサ、音声合成 LSI (AquesTalk pico ATP3012F4-PU)

ポーチの中に無線タグ (図 6 左の丸いケース) を入れ、トレイとの距離を電波強度により中距離 (数m) と近距離 (数十 cm) の 2 段階で推定する。さらに、近接センサを用いてトレイにポーチを置いたことを検知する。電波強度は相互のアンテナの向きに依存するため、大まかな距離しか推定できないため、赤外線距離センサにてトレイの中に納まったことを検知するようにした。促し手続きを以下に示す。

- ①トレイが空の時、中距離でタグを検知→「お帰りにさい、ポーチはトレイでお預かりします」
- ②トレイが空の時、近距離でタグを検知→「トレイにはまだ入っていません」
- ③近距離にタグがある時、近接センサが検知→「ポーチはトレイでお預かりします」
- ④近接センサが検知状態から未検知に遷移→「お出かけですか？気を付けて行ってらっしゃい」
- ⑤電波強度が一定以下となる→待機状態に遷移する

今後は、物盗られ妄想に限らず、もの忘れのある方を対象に試用して促し内容やタイミング等に関する評価を行いたい。また、Wi-Fi 機能を有しているため、前述の促しシステムと組み合わせることで、例えば玄関で人感センサが検知した時にトレイにポーチが残っていれば、「財布が残っています」といった促しも可能になる。

(5) MESH TAG 仮設システムによる長期試用評価

被験者 3 名の協力を得、3 ヶ月間の促しシステムの使用評価を実施した。被験者は、A 氏男性 82 歳認知症の疑いがあり、郊外のニュータウン戸建て住宅に妻と二人暮らし、B 氏女性 87 歳アルツハイマー型認知症と難聴、農村部の戸建て住宅に息子夫婦と同居、C 氏男性 76 歳高次脳機能障害、都心部の市営住宅に独居、の 3 名である。各被験者宅にて説明とインタビューを行い、促し内容を決定した。A 氏宅は①玄関の施錠確認、②トイレの洗浄忘れ、③冷蔵庫ドア閉め忘れ、④就寝前の施錠確認とした。B 氏宅は、日中独居のことが多く、週 4 回のデイサービスをきちんと利用しているのか、デイサービスに行かない日は用意された薬を服用しているのか、炬燵の消し忘れの 3 点が希望された。炬燵の検知は MESH TAG ではできなかったため、①朝食時のデイサービス確認、②昼食時の服薬確認の 2 点とした。C 氏は①玄関の施錠確認、②トイレの洗浄忘れ、③冷蔵庫の閉め忘れの 3 点とした。設置後 1 か月間隔で訪問インタビューをおこなうとともに、不具合が生じた場合に訪問することとした。最初の事例の A 氏宅では、設置数日後に MESH TAG の誤発報と、iPad とのリンクが切れるというトラブルが発生した。前者はモーションセンサーによるドア開閉をマグネットスイッチと GPIO タグによる検知へ変更し、後者は一定時間でリンクを切るという iPad の仕様によるもので、一定時間間隔で Null データを MESH TAG へ送ることで回避した。促しの状況については、被験者の行為に起因する問題も発生した。被験者 A は小用の際はトイレを流さないことが多いことや、被験者 C では来客等を知るためにトイレのドアを開放したまま用を足すといった想定外の生活行為が存在していた。また、促しのタイミングについてはそれぞれ異なるニーズをあげた。実用化に際しては、個人の生活様式や住環境の違いに細かく対応することが不可欠であり、これらの設定を容易にする工夫を組み込まなくてはならないということが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Camilla Malinowsky, Anders Kottorp, Rumi Tanemura, Toru Nagao, Kazue Noda, Osamu Nakata, Jiro Sagara, Lena Rosenberg, Eric Asaba, Louise Nygard, Everyday technology use among older adults in Sweden and Japan: a comparative study, *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 査読有, pp1-11, 2017
- ② 長尾徹、種村留美、野田和恵、相良二郎、認知症の人に対する家電使用上の困難と Assistive Technology を用いた生活適応、*MB Medical Rehabilitation*、査読無し、pp36-44、2017
- ③ Jiro Sagara, Rumi Tanemura, Toru Nagao, Kazue Noda, Kiyohiro Omori, Some design proposals to support independent life of the Elderlies with Mild Cognitive Impairments who lives alone, *ARROW@TU Dublin*, 査読有, WEB, 2018

[学会発表] (計 10 件)

- ① 相良二郎、Development of Prompting Device for Mild Cognitive Impaired、芸術工学会 2016 年度春期大会、2016
- ② 相良二郎、住環境と支援技術で広がる暮らしの可能性、第 4 回福祉住環境サミット、2017
- ③ 相良二郎、「テクノロジーに支えられた障がい者や高齢者の地域生活」パネルディスカッション、第 20 回大分大学福祉フォーラム、2016
- ④ 野田和恵、相良二郎。他、地域高齢者向けテクノロジーを使っごみの分別支援、第 32 回リハ工学カンファレンス in 神戸、2017
- ⑤ 野田和恵、種村留美、相良二郎、長尾徹、高齢者ごみ問題支援システムにおける障害者と

- の協働、第 51 回日本作業療法学会、2017
- ⑥ 種村留美、長尾徹、野田和恵、宮原智子、清水大輔、記憶補助アプリ「あらた」の手順提示により、入浴動作及び着衣動作が改善した高次脳機能障害 2 事例、第 51 回日本作業療法学会、2017
 - ⑦ Kazue Noda;Jiro Sagara;Rumi Tanemura;Toru Nagao;Junko Hoshii;Osamu Nakata;Kousaku Sunagawa;Tomoko Uchida, New concept for supporting the elders having garbage troubles, The 21st IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, SAN FRANCISCO USA, 2017
 - ⑧ 大森清博、北川博巳、福井克也、相良二郎、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、2018
 - ⑨ 野田和恵、相良二郎、種村留美、飯干純子、長尾徹、ごみ問題支援システムの高齢者の利用、第 52 回日本作業療法学会、2018
 - ⑩ Jiro Sagara, Rumi Tanemura, Toru Nagao, Kazue Noda, Kiyohiro Omori, Some design proposals to support independent life of the Elderlies with Mild Cognitive Impairments who lives alone, UDHEIT 2018, DUBLIN Ireland, 2018

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：種村留美

ローマ字氏名：(TANEMURA, Rumi)

所属研究機関名：神戸大学

部局名：保健学研究科

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：00324690

研究分担者氏名：中園正吾 (平成 28 年)

ローマ字氏名：(NAKAZONO Shogo)

所属研究機関名：兵庫県立福祉のまちづくり研究所

部局名：研究課

職名：特別研究員

研究者番号 (8 桁)：80709907

研究分担者氏名：大森清博(平成 29 年・平成 30 年)

ローマ字氏名：(OMORI, Kiyohiro)

所属研究機関名：兵庫県立福祉のまちづくり研究所

部局名：研究課

職名：研究員

研究者番号 (8 桁)：90426536

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：野田和恵

ローマ字氏名：(NODA, Kazue)

研究協力者氏名：長尾徹

ローマ字氏名：(NAGAO, Toru)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。