

在宅高齢者を支援する個人適応型スピーカーサービスの提案

明石 拓弥[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀^{†,††} 安田 清^{†††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

^{†††} 大阪工業大学 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

E-mail: [†]akataku@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp, ^{†††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp,
^{††††}fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

あらまし 本研究では、認知機能に不安がある高齢者や認知症当事者を対象として、本人の在宅生活に適応する形で、必要な情報を提示する支援技術の実現を目的とする。これを達成するために、宅内の様々な場所と時間に応じて、適切な情報を提示するシステム ALPS(Assisted Living by Personalized Speaker)を提案する。ALPS は、人感センサ付きのIoT スピーカーを宅内の要所に設置し、クラウド上のECA(Event-Condition-Action)ルールと連携することで、場所と時間に応じた情報を音声で提供する。提案するALPSのプロトタイプを実装し、二名の高齢者を想定したケーススタディを行った。その結果、それぞれの困りごとに合わせたECAルールを定義することで、個人の生活スタイルに合わせた情報提示が出来ることが分かった。

キーワード 在宅介護、コンテキストウェアサービス、IoT、音声情報提示、ECAルール、人感センサ

Proposal for a personalized adaptive speaker service to support the elderly at home

Takumi AKASHI[†], Sachio SAIKI[†], Masahide NAKAMURA^{†,††}, and Kiyoshi YASUDA^{†††}

[†] Kobe University Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

^{††} Riken AIP, 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027

^{†††} Osaka Institute of Technology Omiya 2-16, Asahi-ku, Osaka, 535-8585 Japan

E-mail: [†]akataku@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp, ^{†††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp,
^{††††}fwkk5911@mb.infoweb.ne.jp

Abstract In this study, we aim to realize an assistive technology that can present necessary information to elderly people with cognitive concerns or dementia in a way that is adaptable to their home life. To achieve this goal, we propose ALPS (Assisted Living by Personalized Speaker), a system that presents appropriate information according to various locations and times in the home. We install IoT speakers with motion sensors at key locations in the home, and by linking them to ECA(Event-Condition-Action) rules in the cloud, ALPS provides information based on location and time in voice. We implemented a prototype of the proposed ALPS and conducted a case study of two elderly people. As a result, it was found that by defining ECA rules for each problem, the system can present information according to the individual's lifestyle.

Key words Home Care, Context Aware Service, IoT, Audio Information Presentation, ECA Rule, Motion sensors

1. はじめに

現在わが国は超高齢社会に直面している。内閣府発行の高齢社会白書(最新版)[1]によれば、日本の高齢化率(全人口に占める65歳以上人口の割合)は年々上昇を続け、2019年においては28.4%となっている。何らかの病気やけが等で、日常生活への影響を訴える高齢者も増えており、中でも認知症を持つ人の

増加は著しい。高齢社会白書(2016年版)[2]では、65歳以上の認知症を有する高齢者数と有病率の将来推計を行っている。これによると、2012年の認知症を有する高齢者数は462万人で65歳以上の高齢者の7人に1人(有病率15.0%)であったが、2025年には約700万人で5人に1人になると見込まれている。認知症予備軍とされる軽度認知障害(MCI)を含めると1300万人超、高齢者の3人に1人が認知機能障害に罹ることになる。

介護人材や介護施設の不足が一層深刻化する中、政府は介護施設の増設ではなく、**在宅介護**への転換を促している。

認知症を持つ人に限らず、加齢による認知機能の低下は高齢者全般に見られる。認知機能の低下につれて、予定や持ち物を忘れてしまう場合や、やるべきことをやり忘れる場合が増えることにより、日常生活に支障をきたす。これにより、生活の質 (Quality of Life, QoL) が低下する。

このような問題に対して現状の在宅介護では、生活を共にする**家族介護者**が、その時々口頭での情報提示や、注意喚起によって、当事者の生活を支援している。しかしながら、認知機能の低下が進むと、何度も繰り返して同じ注意を行わなければならない、介護者の心身に大きなストレスがかかる。同時に、注意される当事者も落ち込み、いさかいや不和の原因となる。持続可能な在宅介護を実現するためには、認知症当事者、あるいは、認知機能に不安を持つ高齢者に対して適宜情報を提示し、自立した在宅生活を送るための**支援技術 (Assistive Technology)**が必要不可欠である [3]。

これまでに、高齢者の在宅生活を支援するための様々なシステムやサービスが研究・開発されてきた。代表的なものとして、**センサを活用した見守りシステム**がある。しかしながら、既存の多くの見守りシステムは、センサが反応した際に介護者に通知するのみにとどまっており、必ずしも介護の負担が減るわけではない。また、**IC レコーダーを活用した物忘れ支援**の手法も考案されている [4]。これらの既存の支援技術は、きわめて有効に働く場面が存在する一方、**多様な在宅介護の状況や高齢者の生活スタイルに適応した支援の実施**において限界がある。

本研究の目的は、認知機能に不安がある高齢者や認知症当事者を対象として、本人の在宅生活のスタイルに適応する形で、必要な情報を提示する支援技術を実現することである。この目的を達成するために、本論文では宅内の様々な場所と時間に応じて、適切な情報を音声で提示するシステム **ALPS (Assisted Living by Personalized Speaker)** を開発する。

ALPS は、人感センサ付きの **IoT スピーカー**を宅内の要所に設置し、クラウド上の **ECA (Event-Condition-Action) ルール**と連携することで、場所と時間に応じた情報を音声で提供する。ALPS は以下の 3 つのアプローチで構成される。

- A1: IoT スピーカーの設置
- A2: ECA ルールの登録
- A3: ルール評価と音声提示

ECA ルールによって、家族介護者は音声提示の内容や方法を自由にカスタマイズできるため、対象者が抱える困りごとや在宅生活の状況に応じた柔軟な支援が可能となる。ALPS による音声提示は、自動的かつ継続的に行われるため、介護者に負担をかけることなく、高齢者による**自助を基本とした在宅生活**を支援できる。

提案する ALPS のプロトタイプを実装し、2 名の高齢者を想定したケーススタディを行った。それぞれの高齢者が抱える具体的な困りごと（携行品の持ち忘れ、薬の飲み忘れ、トイレの流し忘れ、徘徊等）に合わせて ECA ルールを定義することで、個人の生活スタイルに合わせた声掛けやリマインドを提供でき

ることがわかった。

2. 準備

2.1 既存の在宅生活支援システム

近年、情報通信技術 (ICT) を活用して、高齢者や認知症当事者の生活を支援するシステム・サービスの研究開発が盛んである。代表的なものとして、センサを活用した見守りシステムがある。[5]。これらは主に認知症を持つ人の徘徊を検知するシステムであり、センサによって対象者の宅内での動きを検知し、徘徊行動の兆しが見られた際に介護者に通知を行う。従来の見守りシステムの多くは、対象者を「見守る」ことに焦点を置いており、異常事態発生の際には介護者に通知するにとどまる。具体的な支援の実施は介護者に完全に依存している。

物忘れを持つ人に直接支援を働きかける方法として、IC レコーダーを活用する対処法が提案されている [4]。しかしながら、録音したものを流すだけなので、毎回同じ情報を繰り返して提示することはできず、場所や時刻に応じた多様な情報提示を行うことはできない。また、IC レコーダーへの音声録音、再生・停止の運用は家族介護者が行う必要がある。

これらの既存の支援技術は、きわめて有効に働く場面が存在する一方、多様な在宅介護の状況や高齢者の生活スタイルに適応した支援の実施において限界がある。

2.2 コンテキストウェアサービス

コンテキストウェアサービス (Context-Aware Service, CAS) とは、センサを利用してユーザや環境の状況 (コンテキスト) を推定し、その状況の変化に応じて対応が出来るサービスである。この CAS の定義として用いられているものに、ECA ルールがある。ECA とは、以下の三つの要素で定義される。

- Event: 処理を発火する契機となるイベント。時刻やセンサの値によって定義される。
- Condition: Event を検知した際に、実際に処理を発火するかどうかを判断する条件。
- Action: Event が発生し、Condition が満たされた場合、実行される処理。

3. 提案手法

3.1 システムの目的と全体アーキテクチャ

本研究の目的は認知機能に不安がある高齢者や認知症当事者を対象として、本人の在宅生活のスタイルに適応する形で、必要な情報を提示する支援技術を実現することである。この目的を達成するために、本論文では宅内の様々な場所と時間に応じて、適切な情報を提示するシステム **ALPS (Assisted Living by Personalized Speaker)** を開発する。本研究のキーアイデアは、個人に適応した支援を 2.2 で述べた ECA ルールのフォーマットに落とし込んで定義することである。ALPS は人感センサ付きの IoT スピーカーを宅内の要所に設置し、クラウド上の ALPS サーバに保存された ECA ルールと連携することで場所と時間に応じた情報を音声で提供する。ALPS は個人に適応した支援を以下の 3 つのアプローチで実現する。

A1 (IoT スピーカーの設置): 対象者の抱える困りごとに基づ

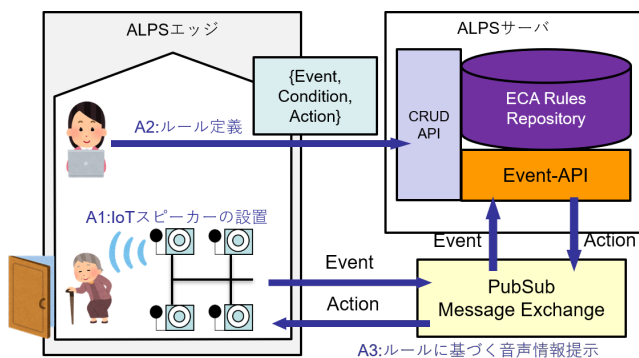


図1 ALPS アーキテクチャ

いて、家族介護者が情報を提供すべき場所（例：玄関、居間、トイレ等）を選定し、それぞれの場所にIoTスピーカーを設置する。各IoTスピーカーには人感センサが備わっており、人の近接を検知するとイベントメッセージを発行する。

A2(ECA ルールの登録)： 家族介護者が、対象者に対して「どこで」「いつ」「どのような」情報を提示すべきかを考え、ECAルールで形式で設定する。すなわち、場所と時間に応じた情報提示を、(E)IoTスピーカーの設置場所での人感検知イベント、(C)時間帯によるコンディション、(A)IoTスピーカーでの音声再生アクションの3つ組で定義し、クラウド上のALPSサーバに登録する。

A3(ルールの評価と音声提示)： ECAルールが定義されると、ALPSサーバはIoTスピーカーからのイベントを待ち受ける。IoTスピーカーが人感を検知すると、Publish/Subscribeメッセージ基盤を介してALPSサーバにイベントが通知される。ALPSサーバはイベントを受けてECAルールを評価し、ルールに合致した音声の再生をIoTスピーカーに対して指示する。最後に、IoTスピーカーは指示された音声再生し、対象者への情報提示が行われる。

以上3つのアプローチによって構成されるALPSのアーキテクチャが図1である。

3.2 アプローチ

A1(IoTスピーカーの設置)： 宅内の適切な場所で情報提示を行うために、ALPSではIoTスピーカーを設置する。ここでIoTスピーカーとはインターネットと通信可能であり、イベントの送受信や音声の再生が可能であるスピーカーを指す。具体的には以下の4つの要件を満たすエッジデバイスであると定義する。

- 要件 R1： 目的の場所に設置可能である
- 要件 R2： 指示した音声再生出来る
- 要件 R3： 人の近接を検知できる
- 要件 R4： インターネットにアクセス出来る

まずR1について、ALPSは研究目的を満たすために宅内の要所で音声で情報を提示する。よって目的の場所に設置可能でなければならない。トイレや玄関などの狭い場所を想定すると、大きなサイズのデバイスでは設置が困難である。よってRaspberryPi等の小型コンピュータを活用することが有用であると考えられる。スペースが許せば、PCやタブレット端末を活用することも可能である。

次にR2について、ALPSは音声による情報提示のために指示した音声を再生出来なければならない。RaspberryPiには音声を流す機能がないので市販のスピーカーを接続する必要がある。ノートPCやタブレットなどそれ自体にスピーカーが備わっているものについては必ずしもスピーカーを接続する必要はない。

そしてR3について、宅内の要所でその場に合った情報提示を行うためには高齢者や認知症当事者がその場に居るときに音声を流さなければならない。つまり、このデバイスは人感センサを搭載して近くを通る瞬間を検知しなくてはならないということである。

最後にR4について、ALPSは「どこで」「いつ」「どのような」情報を提示するのかをクラウドのALPSサーバで管理、判断する。したがって、センサが人感検知をした際に、「宅内のどこで人感検知したか」というイベントをALPSサーバに送信する必要がある。したがって、IoTスピーカーはインターネットに接続していなければならない。

これらの条件を満たすデバイスであればIoTスピーカーとして宅内の要所に設置することが可能である。典型的な実装としては、インターネットに繋ぐ部分としてRaspberryPiを採用し、そこに人感センサとスピーカーを接続するものが考えられる。

以上よりこれらの要件を満たすデバイスが高齢者の宅内の要所に必要であり、このデバイスを配備することで以下のことが可能になると分かった。

- (1) 宅内要所での音声情報提示
- (2) 情報処理をクラウドに分割すること

A2(ECA ルールの登録)： 3.1で述べたようにALPSでは、家族介護者が個人に適応した情報提示をECAルールで定義することで実現する。具体的にはALPSの文脈においてECAルールを以下のように定義する：

Event 「どこで」情報を提示するか？

Condition 「いつ」情報を提示するか？

Action 「どのような」情報を提示するか？

Eventはセンサが検知する現実世界でのなんらかの状態を設定する。ALPSではデバイスへの高齢者の近接がイベントに該当する。なぜなら、例えば高齢者が玄関で情報提示を受けるためには、高齢者自身が玄関に存在する必要があるからだ。よって高齢者がデバイスに接近したことにより、センサが人感検知をすることをサービス発火の契機と設定出来る。

次に、Conditionはイベントの発生時間がどの時間帯に入っていた場合にActionを発火するかを時間帯を設定する。これによりALPSでは同じ場所においても時間によっては異なる情報を提示することも可能となっている。したがって、Actionを発火する契機はEventの検知であるが、実際に音声再生を行うかどうかの条件はイベントの発生した時間がConditionで設定した時間帯にあるかで定義する。これによって場所と時間に合った情報提示を実現出来る。

最後に、Actionは実際に音声として再生する文字列を設定する。A1(IoTスピーカーの設置)で述べた通りALPSでは再生する音声を文字列で指示する。Action実行時はここに設定された

- messageId: メッセージの ID. (識別子)
- data: メッセージの本文. 誰がどこで何を起こしたのか.
- publisher: メッセージの作成者. (recorder と同一)
- publishTime: メッセージの送信日時.
- topic: メッセージの送信トピック. (後述)
- attribute: メタ情報.
 - datetime: イベントの発生日時.
 - subject: イベントの主体. センサの ID.
 - object: イベントの客体. センサに紐づくユーザの ID.
 - location: イベントの場所. (センサが配備されている場所)
 - event: イベントの内容. 人感検知による在, 不在.
 - description: イベントの補足説明.
 - recorder: メッセージの作成器. ここでは人感検知器.
 - rdatetime: メッセージの作成日時.

図2 イベントメッセージ内の構造

文字列が IoT スピーカーに指示される. 追加属性として各 ECA ルールには, そのルールが紐づくセンサ ID とルール作成者のユーザー情報が紐づく.

A3(ECA ルールの評価と音声提示): 家族介護者によって ECA ルールが ALPS サーバに登録されると, ALPS サーバは IoT スピーカーからのイベントを待ち受ける. 高齢者が IoT スピーカーに近づき人感センサが反応すると, IoT スピーカーは **イベント・メッセージ** を生成し, ALPS サーバに通知する. ここで, イベント・メッセージとは, 図2に示す構造化データであり, JSON 形式で記述される. 各メッセージは, ID, メッセージ本文, 作成者, 作成日時, 送信先のトピック (後述), メッセージのメタ情報で構成される. メタ情報はメッセージに乗せるイベントの詳細情報であり, IoT スピーカーに紐づいているセンサ ID やユーザ ID, イベントの検知時刻やイベントの種類等が含まれる.

IoT スピーカーが人感を検知すると, ALPS は下記の流れで処理を実行し, 最終的に IoT スピーカーからその場所その時間に応じた情報を音声で提示する.

Step 1: センサが人感を検知すると, IoT スピーカーは, イベント・メッセージを生成する.

Step 2: IoT スピーカーは生成したメッセージを ALPS サーバの Event-API にポストする.

Step 3: ALPS サーバは, メッセージのメタ情報からユーザー情報とセンサ ID を取り出し, 当該ユーザとセンサが紐づく ECA ルールをリポジトリから取得する.

Step 4: 取得した各 ECA ルールについて, メッセージのイベント検知時刻が Condition に指定された時間帯に入っているかを評価する.

Step 5: Condition が充足された場合, 当該ルールの Action に指定された音声再生指示を取り出す.

Step 6: ALPS サーバは, 取り出した音声再生指示を IoT スピーカーに送信する.

Step 7: IoT スピーカーは, 受信した音声再生指示にしたがって, スピーカーから音声を出力する.

IoT スピーカーと ALPS サーバの間のメッセージのやり取り

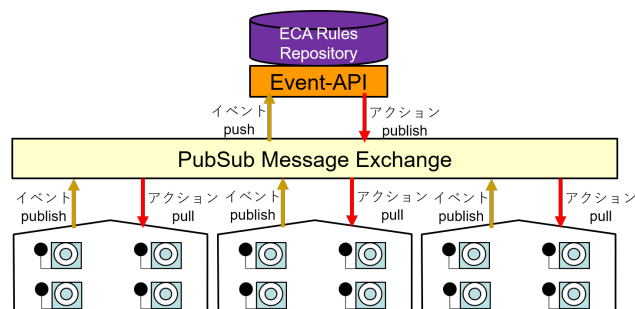


図3 PubSub メッセージ基盤を用いたスケーラブルな設計

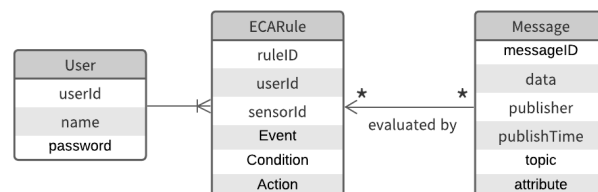


図4 ALPS ドメインモデル

は, Publish/Subscribe 型メッセージ交換基盤を利用する. これを利用することで, IoT スピーカーと Event-API の間を疎結合にし, スケーラビリティを確保する役割を果たす. ALPS の利用者が増えて IoT スピーカーの数が増えた場合, スピーカーとサーバが直接通信すると処理が重くなる. PubSub メッセージ基盤は両者の間のメッセージ伝達を仲介し, 交通整理をしたうえでメッセージを適切な宛先に届ける. 更に通常は困難なサーバ空スピーカーへのメッセージの送信も可能となる. 図3に PubSub メッセージ基盤の概要を示す.

3.3 システム設計

3.3.1 ドメインモデリング

ALPS のアプローチ A1-A3 の実現において, ALPS で管理すべき情報の実体 (エンティティ) とそれらの関係を設計する.

図4にドメインモデル図を示す. ALPS で管理すべきエンティティとして主要なものは, ユーザーの情報 (User), ECA ルール (ECARule), イベントメッセージ (Message) の3つである. エンティティ間の関連は, 図4に示す通りである. ユーザと ECA ルールは 1 対多関連であり, 1 人のユーザが複数のルールを登録できることを示す.

一方, ECA ルールとメッセージは多対多関連である. イベントメッセージは様々なタイミングでサーバに送られてくるため, 1 つの ECA ルールが異なるイベントメッセージによって評価されることは普通である.

1 つのイベントメッセージが到着すると, ALPS サーバはセンサ ID とユーザ ID で評価すべき ECA ルールをリポジトリから検索する. この時, 複数の ECA ルールが抽出されることがある. ここで気を付けなければならないことは, 抽出された 2 つ以上の ECA ルールにおいて同時に Condition が成立するケースが発生すると, 音声再生指示が衝突してしまう可能性である. この問題は一般的に **サービス競合** [6] [7] として知られている. サービス競合を解消するには, 下記のような対策が有効である.

表 1 IoT スピーカーに使用した技術

構成要素	技術
ハードウェア	RaspberryPi 3.0
スピーカー	DAISO USB Mini Speaker 3w × 2
センサ	Phidgets Inc. MOT2002_0, HUB0000_0
ソフトウェア	Java15, SpringBoot, AquesTalk Pi

- ルールの登録時に Condition が重複するルールを登録出来ないようにする。
- ルール間に優先度をつけて優先度の高いルールの Action のみを実行する。
- 複数の Action をスピーカー側で順に実行する。

3.3.2 クラス設計

次に、ALPS の主要機能 A1-A3 の実現において、ALPS で実施すべき処理機能とエンティティへのアクセスを行うサービスを設計し、クラス図にまとめる。

始めに ALPS サーバのクラス設計を考える。ALPS サーバは Web アプリケーションとして実装することを考慮し、**Spring MVC アーキテクチャ**に基づいてクラス設計を行った。

ALPS サーバが提供する処理 (API) はコントローラ層で定義されており、以下の 3 種類に大別される。

CRUD-API: ECA ルールの登録、一覧、更新、削除

Event-API: イベントに基づくルールの評価

User-API: ユーザの登録、更新、削除

API が実行されると、コントローラは、各種サービスを介して、ECA ルール、イベント、ユーザのエンティティを操作し、データをデータベースに永続化する。

次に、IoT スピーカーのクラス設計を考える。IoT スピーカーが実行する処理は、以下の 4 つである。

monitorSensor(): 人感センサの監視

publishEvent(): 人感検知イベントの発行

pullActions(): 音声指示の PubSub からの pull

playDialogue(): 音声の再生

IoT スピーカーは主に PubSub メッセージ基盤とのやり取りと、Action の処理を行う。monitorSensor() で人感検知を行った後、publishEvent() を使って EventMessage を作成する。ここまですが Event 発生時に IoT スピーカーが行う操作である。次に行う処理は PubSub メッセージ基盤に送られている ActionMessage を一定の時間間隔で pull することである。pull したメッセージの中に、自身宛の音声再生指示が存在した場合は、音声文字列を音声合成し、スピーカーで再生する。これによって情報提示が行われる。

4. 実装と評価

4.1 実 装

提案する ALPS のプロトタイプ実装を行った。始めに IoT スピーカーの実装について利用した技術を表 1 に示す。これらは 3.2 の A1 項で述べた要件 R1-R4 を満たす典型的な実装に基づいている。

次に ALPS サーバの実装に利用した技術を表 2 に示す。

表 2 ALPS サーバに使用した技術

構成要素	技術
Web サーバ	Apache Tomcat/7.0.103
ソフトウェア	Java15, SpringBoot
データベース	MySQL
PubSub メッセージ基盤	CS27PubSub

表 3 ケーススタディで想定した高齢者ペルソナ

高齢者	ミヨコ	キヨシ
症状	年齢による物忘れ	軽度認知症
problem	P1: 携行品の持ち忘れ	P3: トイレの流し忘れ
	P2: 薬の飲み忘れ	P4: 徘徊

表 4 高齢者ペルソナに対する ECA ルールの設定例

ミヨコ			キヨシ		
r1	E	present@entrance	r3	E	present@toilet
	C	time[10:00..11:00]		C	time[always]
	A	speak("保険証は持ちましたか")		A	speak("水を流してくださいね")
r2	E	present@living	r4	E	present@entrance
	C	time[19:30..20:00]		C	time[19:00..23:30]
	A	speak("薬を飲みましたか")		A	speak("ここはあなたの家です")

PubSub メッセージ基盤には我々の研究室で開発している CS27PubSub [8] を利用した。

3.3.1 で述べたサービス競合を回避するために、本プロトタイプでは、「ルールの登録時に Condition が重複するルールを登録出来ないようにする。」という防御的なアプローチを採用した。

4.2 ケーススタディ

提案する ALPS の有効性を評価するために、ケーススタディを行った。具体的には、異なる困りごとを持つ 2 名の在宅高齢者を想定し、それぞれに個人適応した支援が可能かを実装した ALPS プロトタイプを用いて確認する。表 3 に、2 名の高齢者の仮想的なモデル (ペルソナ [9]) を示す。

2 名の高齢者をそれぞれ支援するルールの設定例を表 4 に示す。

家族介護者が一旦 ECA ルールを設定した後は、ALPS は自動的にイベントを検知し、ルールに基づいた音声提示を行う。この時、介護者も高齢者も特に何も操作を行う必要が無い。

高齢者の世帯を想定して、研究室内に IoT スピーカーおよび ALPS サーバを設置して実験環境を構築した。表 4 の ECA ルールを ALPS サーバに登録して動作確認を行ったところ、ルール通りに音声による情報提示が行えたことを確認した。

4.3 ALPS の特徴

プロトタイプ実装およびケーススタディを通してわかった ALPS の特長を考察する。ALPS の最大のメリットは、物忘れによる困りごとを抱える高齢者や認知症当事者に対して、**自動的かつ継続的に情報提示を行える**という点である。情報提示は場所と時刻に応じてルール通りに行われるため、家族介護者にわざわざたずねる必要がなくなる。このことは家族介護者の負担を減らすとともに、本人の不安も大きく払拭できるため、QoL の向上に期待できる。

2 点目は、**個人の生活スタイルにあった支援が可能**となるこ

とである。家族介護者は、ECA ルールを工夫することで、場所と時刻に応じて提示する情報を随時変更できる。そのため、高齢者の個別の状況に合わせた柔軟な情報提示ができる。さらに、同一の個人でも長い時間をかけて生活のスタイルが変更する場合や、病状が進行する場合がある。その場合でも、IoT スピーカーの設置場所や適宜支援ルールを見直すことで、長期的な支援にも備えられる。

3 点目は、本人に対して**特別な機器の装着や操作を要求しない**ことである。当事者は今まで通りのスタイルで生活を継続でき、情報は音声で提示されるので特別な機器操作も必要ない。高齢者の機器の使用性(ユーザビリティ)に関する研究では「操作が困難ゆえ IT 機器の利用を諦めてしまう高齢者が多数存在する」という報告もある[10]。ALPS では、ECA ルール登録の際家族介護者に簡単な機器操作を要求するものの、支援対象である高齢者には手を煩わせることはない。このように、ユーザビリティの観点からも優れていると考える。

4.4 ALPS の限界

一方で、ALPS は**家族介護者が設定したルール通りにしか動かない**という限界も存在する。ALPS は設計上、ルールベースの CAS を提供するシステムである。一般的に、人間の在宅生活は一定の決まった**生活リズム**は存在するものの、毎日全く同じ生活を送るわけではない。まれに起きる例外的な事象をすべてカバーする ECA ルールを介護者が設定することは難しい。その結果、当事者が情報を必要とする時に音声提示が行われないケースや、情報を必要としないにも拘わらず音声提示が行われるケースが発生する。

また別の課題として、実際の介護現場における**ニーズと支援のミスマッチ**の問題も存在する。当事者が欲している情報と、介護者が必要だと思っている情報との間に乖離がある場合、適切な情報提示が出来なくなる。この乖離を少なくするためには、当事者に対する慎重な聞き取り調査や、細かい生活の観察が必要となる。

これら問題を解決するアイデアとしては、システムの**動的な適応**が考えられる。我々の研究室では、システムと利用者がインタラクティブな対話を通して設定を共創していく **SSIP (Smart System with Interactive Personalization)** [11] を研究している。ALPS に SSIP の仕組みを入れることで、上記の課題の解決に寄与できると考えるが、これについては今後の研究課題としたい。

5. ま と め

本研究では、認知機能に不安がある在宅高齢者や認知症当事者らを対象として、本人の生活のスタイルに適応する形で必要な情報を音声で提示するシステム ALPS (Assisted Living by Personalized Speaker) を提案した。ALPS は、人感センサ付きの IoT スピーカーを宅内の要所に設置し、クラウド上の ECA (Event-Condition-Action) ルールと連携することで、場所と時間に応じた情報を音声で提供する。より具体的には、個人に適応した支援を、(A1) IoT スピーカーの設置、(A2) ECA ルールの登録、(A3) ルール評価と音声提示の 3 つのアプローチで実現する。

また、ALPS のプロトタイプシステムを構築し、ケーススタディを行った。ケーススタディでは、2 名の高齢者を想定してそれぞれが抱える困りごとを支援する ECA ルールを設定した。プロトタイプシステムにルールを登録し、ルール通りに音声による情報提示が行われることを確認した。

今後の課題としては、まず実際の高齢者を対象とした被験者実験を行うことを考えている。今回のケーススタディでは研究室での動作確認にとどまった。今後は実際の高齢者宅に設置して、どのような困りごとにとどこまで対応できるかを評価していく必要がある。また、不具合が発生した際の対応等、運用上の問題も含めてプロトタイプを実システムへと改良していく。評価実験を通して現場のニーズや有効性を把握したうえで、ECA ルールの動的な個人適応や自動生成等、チャレンジングな課題についても検討していきたい。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP18H03242, JP18H03342, JP19H04154, JP19K02973, JP20K11059, JP20H04014, JP20H05706 の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] “1 高齢化の現状と将来像 | 令和 2 年版高齢社会白書 (全体版) - 内閣府,” https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_1.html. (Accessed on 01/08/2021).
- [2] “3 高齢者の健康・福祉 | 平成 28 年版版高齢社会白書 (全体版) - 内閣府,” https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/zenbun/s1_2_3.html. (Accessed on 01/08/2021).
- [3] “地域包括ケアシステムと地域マネジメント.pdf,” <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/0000126435.pdf>. (Accessed on 01/19/2021).
- [4] 安田 清, “もの忘れを補うモノたち-簡単な道具と機器による認知症・記憶障害の方への生活支援 (4)ic レコーダーによる記憶補助 (1),” 訪問看護と介護, vol.12, no.8, pp.682-687, aug 2007. <https://ci.nii.ac.jp/naid/40015577197/>
- [5] I. KITAYAMA, K. OMORI, H. MATSUNO, Y. SUGIMOTO, K. TAMURA, M. TANAKA, and K. TUYAMA, “徘徊みまもりシステムの調査研究開発 (その 1),”
- [6] T. Inada, H. Igaki, K. Ikegami, S. Matsumoto, M. Nakamura, and S. Kusumoto, “Detecting service chains and feature interactions in sensor-driven home network services,” Sensors, vol.12, no.7, pp.8447-8464, June 2012.
- [7] M. Nakamura, K. Ikegami, and S. Matsumoto, “Considering impacts and requirements for better understanding of environment interactions in home network services,” Journal of Computer Networks, vol.57, no.12, pp.2442-2453, Aug. 2013.
- [8] M. Nakamura, “Cs27pubsub api マニュアル,” <https://wsapp.cs.kobe-u.ac.jp/cs27pubsub/swagger-ui.html>. (Accessed on 02/25/2021).
- [9] 岡村雄敬, 中村匡秀, まつ本真佑, “ペルソナシナリオ法を用いた個人適応型省エネ行動の分析法,” 電子情報通信学会 IN 研究会, 第 IN2010-94 巻電子情報通信学会, pp.077-082 Nov. 2010.
- [10] 嶋田智和, 大倉典子, “高齢者を対象としたユーザビリティ評価方法に関する国内の研究動向,” ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.14, no.4, pp.403-414, 2012.
- [11] 中田匠哉, 佐伯幸郎, 中村匡秀, “インタラクティブに個人適応するスマートシステムの特徴づけ,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 120 巻, pp.93-99, Jan. 2021. オンライン開催。