

原 著

スマートスピーカーを使った独居高齢者のための 服薬支援システムの開発

田中昌昭*¹ 平松生光*¹ 小山真生*¹ 谷口菜々子*¹
勇裕加里*¹ 内田直希*¹

要 約

処方された薬を飲み忘れる問題は、患者の健康状態を悪化させるだけでなく医療費の増大を招く。本研究では、この問題を解決するために、スマートスピーカーを用いて服薬支援システムを開発した。システムは、QRコードから服薬情報を読み取るスマートフォンアプリと服薬時刻になると利用者に服薬を促すスマートスピーカーから構成される。服薬情報はクラウド上のカレンダーで管理され、服薬状況を確認できる。また、遠くに離れた家族に服薬状況を通知する機能も備え、見守りシステムとしての利用もできる。3回にわたる運用テストの結果、不具合は改善され、問題なく作動するようになった。一方、服薬アドヒアランスの向上には関係者間の連携が求められるが、これは情報通信技術だけで解決できるものではない。しかしながら、今回開発したシステムは、関係者間の連携と情報交換を支援するツールとしての可能性を秘めている。スマートスピーカーを用いた高齢者に優しい服薬支援システムの開発と普及が望まれる。

1. 緒言

医師から処方された薬の飲み忘れや飲み残しが問題になっている。平成20年3月に社団法人日本薬剤師会が公表した「後期高齢者の服薬における問題と薬剤師の在宅患者訪問薬剤管理指導ならびに居宅療養管理指導の効果に関する調査研究」の報告書によれば、潜在的な飲み忘れ等の年間薬剤費は約475億円に上ると推計されている。さらに、薬の飲み忘れは薬剤治療効果を低下させ、患者の健康状態を悪化させるばかりでなく、医療費の増大をもたらす。このような悪循環を断ち切るためにも適切な服薬支援が望まれる。特に独り暮らしの高齢者の場合、服薬を促す支援者が近くにいないため、飲み忘れても気づかないことがある。そのような場合、薬剤師による在宅医療サービスの支援として介護保険による居宅療養管理指導や医療保険による在宅患者訪問薬剤管理指導が制度化されている。しかしながら、在宅訪問業務に対応できる薬局・薬剤師の不足から現実的な問題解決には至っていない。

これに対して情報通信技術を活用した服薬アドヒアランス^{†1)}向上に向けた取り組みが国内外で行われている¹⁾。このような状況に鑑み、本研究では情報通信技術を活用することによって在宅独居高齢者の服薬を支援するシステムを開発した。また、単に服薬支援を行うだけでなく、遠くに離れて住む家族が服薬状況を確認できるように見守りシステムとしての機能も加えた。

2. 方法

2.1 スマートスピーカー

スマートスピーカーは対話型の音声操作機能を備えたスピーカーのことで、AIアシスタント機能（利用者のリクエストに応じて様々なサービスを提供するAI技術）を内蔵していることからAIスピーカーとも呼ばれる。スマートスピーカーには天気やニュースなど知りたい情報を音声で問い合わせると教えてくれる機能、メモやスケジュールを管理してくれる機能、照明やTVなどの対応家電を操作す

*1 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科
(連絡先) 田中昌昭 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-mail: mtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp

る機能などが備わっている。本研究ではデジタルデバイスの操作に不慣れな高齢者を想定して音声のみで操作できるスマートスピーカーを利用者インターフェースに採用した。スマートスピーカーには音声認識率の精度の良さから Google の Google Home を採用した。

2.2 QRコード読み取りスマートフォンアプリ

2014年に1,000薬局に対して高松らが行った電子化お薬手帳の使用実態と患者の意識調査²⁾によると、電子化お薬手帳を利用している薬局では、患者への処方データ提供形式としてQRコードを利用する携帯格納型が59.8%でもっとも多かった。そこで、我々は処方箋やお薬手帳に印字されているQRコードを読み取り、クラウドへアップロードするスマートフォンアプリを開発することにした。なお、QRコードは電子版お薬手帳の情報の標準化を目的として一般社団法人 保健医療福祉情報システム工業会（通称 JAHIS）が策定した JAHIS 電子版お薬手帳データフォーマット³⁾を使用した。また、スマートフォンアプリは Monaca⁴⁾を利用して開発した。

2.3 服薬カレンダー

服薬支援を行うには服薬予定と実績を管理する服薬カレンダーが必要になる。本研究では服薬管理に特化したスケジュールシステムを新たに開発するのではなく、既存の汎用カレンダーサービスを利用することにした。これはシステム開発の労力削減のねらいもあるが、認証をはじめとするセキュリティ面や他のサービスとの連携のしやすさを考えると実績のある既存のカレンダーサービスを利用する方がメリットが多いと考えたからである。本研究ではカ

レンダーサービスとして Google Home と相性の良い Google カレンダーを採用した。

2.4 コントローラ

スマートスピーカーはホットワードと呼ばれる音声トリガーを契機に利用者との会話が始まる。Google Home の場合は「OK Google」あるいは「ねえ Google」と呼びかけるとスマートスピーカーが反応する。逆にいえば利用者がホットワードを発しない限り反応しない。しかしながら服薬支援のためには服薬時刻になったら利用者に対して服薬を促すリマインドメッセージを発声する必要がある。そこで指定した時刻になるとスマートスピーカーに発話を促すコントローラを開発した。コントローラはベアボーンキット（ECS 社製 LIVA, Processor: Intel(R) Celeron(R) CPU N2807 @ 1.58GHz, Memory: 2GB, Storage: eMMC 64GB）に OS として Ubuntu16.04 LTS をインストールし、Node.js 上で動作する発話ライブラリ google-home-notifier⁵⁾を用いて開発した。

2.5 システム構成とシステムの流れ

システム構成図を図1に示す。

まず、①高齢者はスマートフォンアプリでお薬手帳または処方箋に印字されているQRコードを読み取り、読み取った服薬情報（薬剤名、数量、用法、日数）を Google カレンダーへ登録する。このときカレンダーには予定が赤色で表示される。②コントローラは起動時に Google カレンダーに登録された服薬スケジュールを読み込む。その際、服薬時刻は用法から事前に利用者の生活スタイルやリズムにあわせた時刻に自動設定される。なお、この時刻

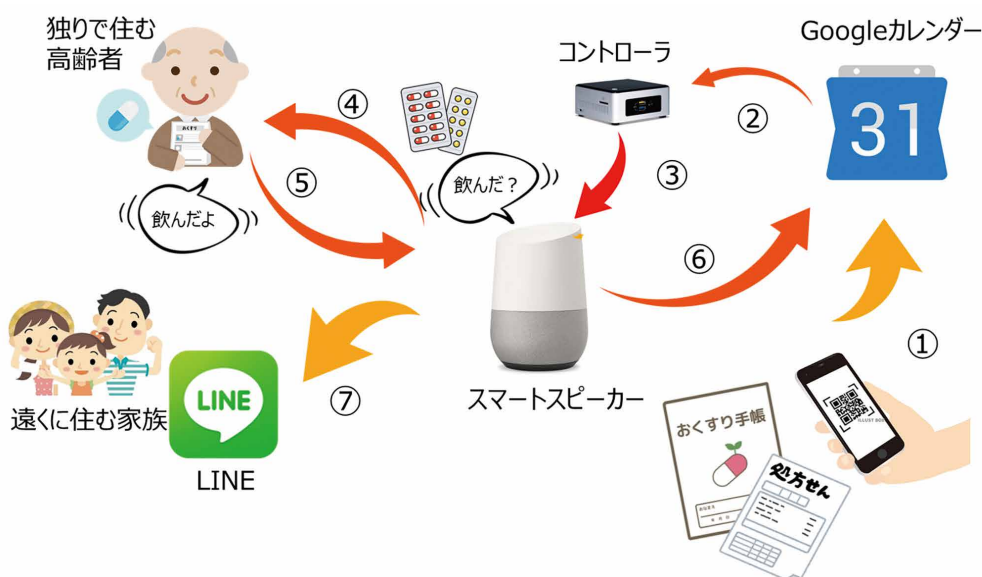


図1 システム構成図

はスマートフォンアプリの設定画面から設定可能である。③コントローラは服薬時刻になるとスマートスピーカーに対して服薬を促すメッセージを発話するように指示を出す。④スマートスピーカーは高齢者に対して服薬を促す。⑤高齢者は服薬後、スマートスピーカーに服薬が終わったことを告げる。⑥これを受けて Google カレンダーの予定が未服薬から服薬済みとなり、色も赤色から青色に変わる。⑦遠くに離れて住む家族のもとに服薬が終わったことを LINE で通知する。ここまでの流れを時系列で表したシーケンス図を図2に示す。

なお、あらかじめ設定された回数で服薬を促しても⑤の応答がない場合はカレンダーの予定を未服薬から応答無に変更し、色も赤色から黄色に変え、LINE で家族のもとへ通知する。また、④で服薬を促されたとき、まだ食事が終わっていないなど予定に変更があった場合は、「OK Google あとで飲むよ」と発声することで服薬リマインド時刻を10分単位で延期できるようにした。

2.6 WebAPI

2.5節の①においてスマートフォンアプリが QR コードから読み取った服薬情報を Google カレン

ダーへ送る際に使用する WebAPI を GAS(Google Apps Script)を用いて開発した。GAS は、Google が提供するサーバーサイド・スクリプト環境で、Google カレンダーや Google スプレッドシートなど Google が提供する Web サービスをプログラムで操作したりサービス間で連携させたりすることのできるフレームワークである。2.5節の②でコントローラが Google カレンダーのスケジュールを読み込む際も GAS で作成した WebAPI を利用した。このように、Google カレンダーの操作はすべて GAS で作成した WebAPI に一元化し、データの整合性を保つようにした。また、GAS には LINE など、他の Web サービスと連携する API が提供されているので、それを利用して LINE へ通知を行うようにした。

2.7 IFTTT

高齢者のホットワードを受けてアクションを行う部分のサービス間連携は IFTTT を用いた。IFTTT とは、IF This Then That の略であり、ある Web サービスと別の Web サービスを簡単に連携させて新しいサービスをプログラミングなしで実現するしくみである⁶⁾。2.5節の⑥はこの IFTTT で Google の AI アシスタントである Google Assistant

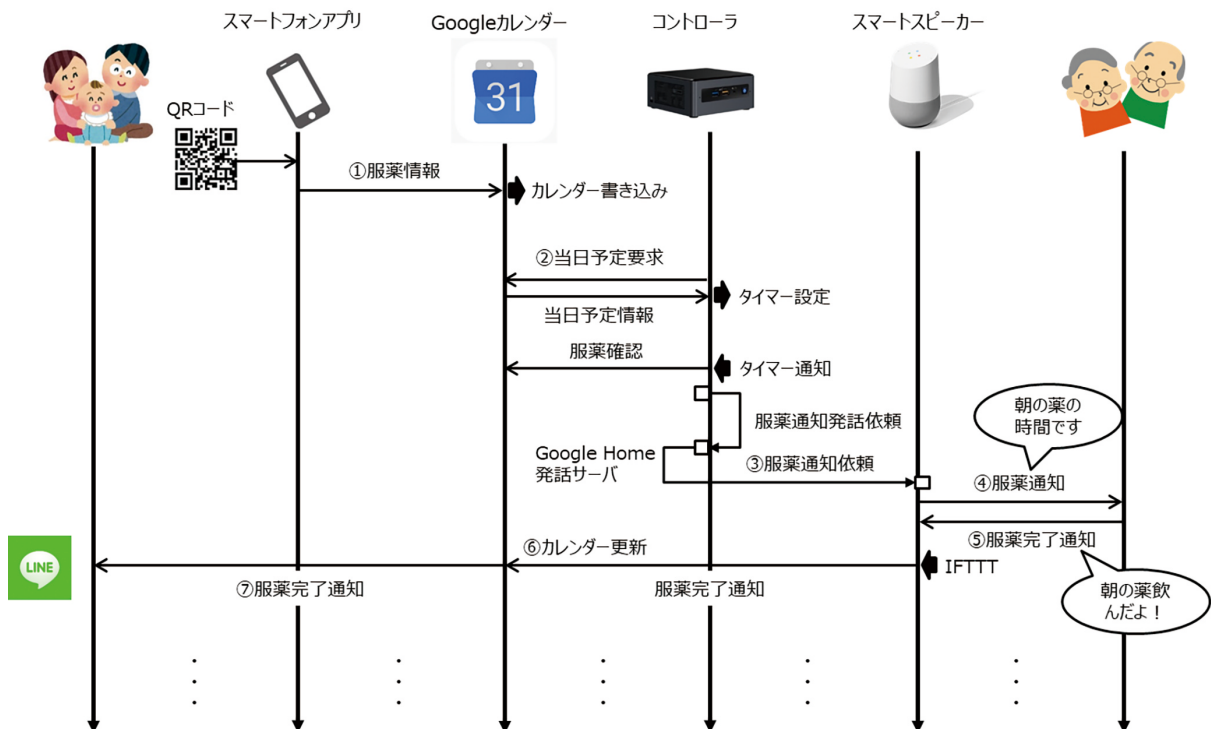


図2 シーケンス図

上から下への矢印は時間の流れを表す。コントローラは crontab コマンド（定期的処理を実行するようにスケジュールするコマンド）によって毎日午前1時に起動し当日の服薬予定を取得する（②）。そのとき、服薬予定時刻に通知が届くようにタイマーを設定する。タイマー通知が届いたら服薬済みかどうか Google カレンダーに確認し、まだ服薬していなかったらスマートスピーカーに服薬を促すメッセージを発話するよう依頼する（③）。

と Webhook を連携させて実装した。Webhook とはあるイベントが発生したときに指定された URL にリクエストを送る仕組みのことで、ここでは GAS で作成した Google カレンダーの操作を行う WebAPI を呼び出している。

3. 結果

3.1 開発したシステム

開発したシステムの外観を図3に示す。手前が



図3 システムの外観

スマートスピーカー (Google Home Mini 直径 98mm, 高さ42mm) で、左側がコントローラを搭載したペアホンキット (幅118mm, 奥行70mm, 高さ56mm) である。両方を合わせても B5版のノートに収まるコンパクトなサイズで場所を取らなかった。図4に開発したスマートフォンアプリの画面を示す。左側はアプリを起動したときの画面で右側は QR コードを読み取っているときの画面である。このアプリを用いて問題なく服薬情報を Google カレンダーに登録することができた。図5にその時の Google カレンダーの画面を示す。服薬情報の用法 (「1日3回毎食後」など) を基に、事前に設定された朝・昼・夜・就寝前の時刻に服薬スケジュールが登録された。また、服薬情報の日数を基に、登録日を開始日としてその日数分だけ服薬スケジュールが登録された。

3.2 運用テスト

開発したシステムを用いて3回に分けて運用テスト^{†2)}を行った。第1回目は2019年10月20日から29日までの10日間で、60代の男性を対象にテストデータを用いて運用テストを行った。その結果、服薬の督

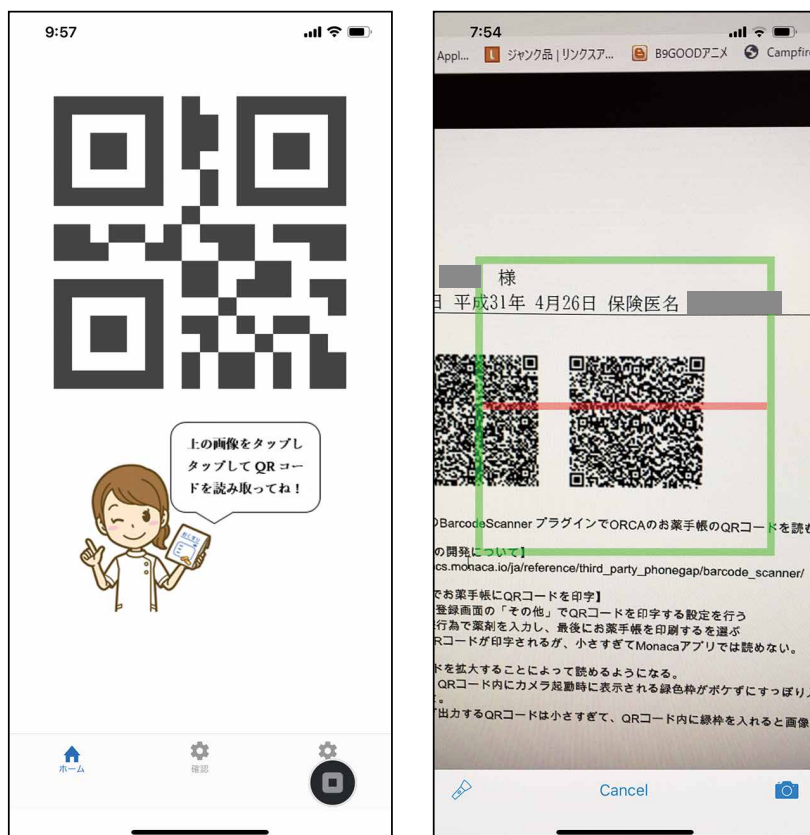


図4 スマートフォンアプリの画面

スマートフォンアプリの起動時の画面 (左) と QR コード読み取り時の画面 (右)

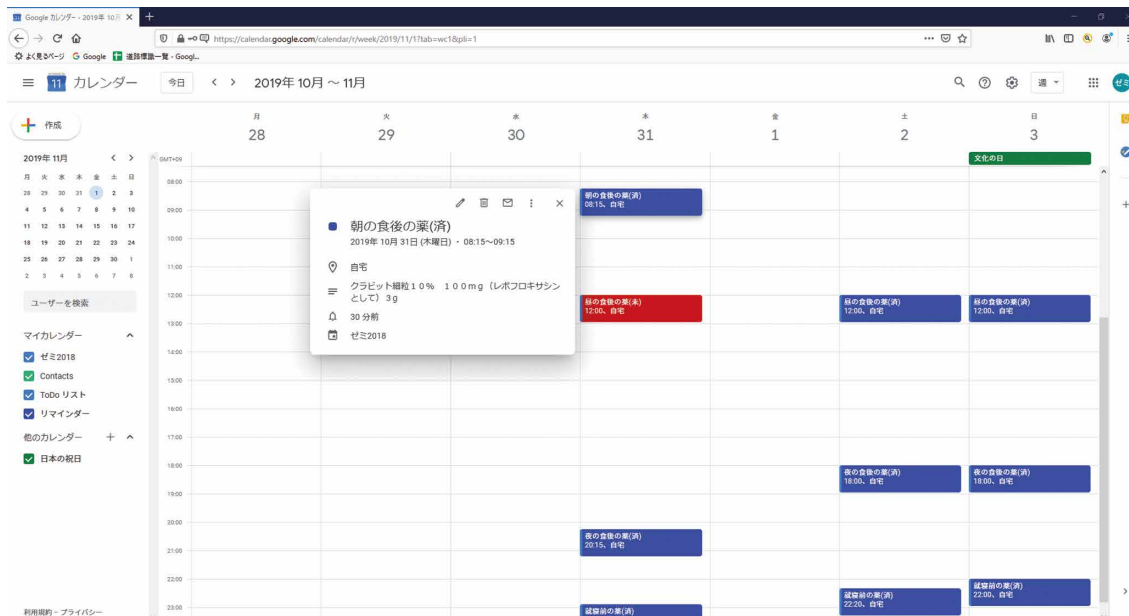


図5 Google カレンダー画面

促が止まらない、朝食後に「昼のお薬を飲んだ」と間違えて発声すると朝ではなく昼の服薬予定が服薬済に変更されてしまう、服薬予定がプログラムの誤動作で応答無と上書きされてしまう、スマートスピーカーが服薬を促さない、LINEへ通知が届かないといった様々な問題が生じた。これらはいずれもプログラムを修正することで解決できた。続いて第2回目の運用テストを2019年11月7日から13日までの7日間にわたって40代の女性を対象にテストデータを用いて実施した。1回目のようなシステムの不具合は特になかったが、初日にシステムの接続ができないというトラブルが発生した。コントローラやルータ、LAN ケーブルのいずれも異常がないことを確認し、同じ手順で再び接続を試みると今度は接続できた。最初に接続できなかった原因は不明である。最後に2019年11月20日から27日までの8日間にわたって50代の男性を対象に運用テストを行った。初日にスマートスピーカーの設定で手間取ったが、2回目までの運用テストでほとんどの不具合が改善されているため、3回目では問題なく使用することができた。

4. 考察

スマートフォンを利用した服薬支援システムはスマートフォンが普及し始めた当初から開発が行われている。大星らは医療機関が提供する地域医療ネットワークシステムのデータベースと個人が所有するスマートフォンを連携させ、服薬時間に薬を飲むよ

うに音声で指示をするシステムを開発した⁷⁾。また、越野と中村は診療所の医師がブラウザを用いてクラウドアプリに服薬日程を入力すると、指定した時間に患者のスマートフォンに服薬を促すメッセージが届くアプリを開発した⁸⁾。これらのシステムに共通しているのはスマートフォンの利用が前提になっている点と医療機関と連携している点である。スマートフォンアプリを利用するには、スマートフォンを手に取り、アプリを起動するという動作が入るが、スマートフォンの操作に不慣れな高齢者にとってこれは決してやさしい操作とはいえない。それに対して本研究で開発したシステムでは、利用者とのやり取りは音声の基本となっているため、高齢者には優しいインターフェースとなっている。スマートフォンを使ってQRコードを読み取る操作はあるが、これは薬局で調剤時に薬剤師に読み取ってもらえばよい。

また、医療機関との連携を前提にした場合、その診療情報を誰が取得してどのように管理するかという問題が生じる。医療機関が行う場合は医療情報システムの安全管理ガイドライン⁹⁾に定められているような極めて敷居の高い条件をクリアしなければならない。それに対して本研究で開発したシステムは、服薬情報は利用者本人が取得して管理することを前提にしているため、この問題が発生しない。これは、丁井らが開発したクラウド型「おくすり日記」システム¹⁰⁾や松島と松本が開発した電子お薬手帳サポートシステム¹¹⁾と同様に、いわゆる PHR (Personal

Health Record)^{†3)}としての位置づけである。

一方、河野らが行った早期認知症高齢者を対象とした服薬支援製品に求められる機能についての検討では、服薬確認や服薬行動の流れから、ソフトウェアよりもハードウェアが適していると報告している¹²⁾。これは、ソフトウェアによる服薬リマインドと実際の服薬とが行動として繋がりにくいためだとしている。本研究で開発したシステムでは服薬リマインドに対して利用者が音声で服薬を知らせる必要があるが、利用者が面倒がって服薬していないにもかかわらず薬を飲んだと答えてもシステムは鵜呑みにしてしまう。

また、残薬の問題は飲み忘れだけでなく、患者の服薬することの理解不足や薬剤数の多さ、副作用や体調悪化に対する自己調節など本研究で開発したシステムだけでは解決しない問題が多い¹³⁾。服薬アドヒアランスの問題には、服薬支援者間の情報共有、

高齢者の能力と生活に合った対応、服薬支援のための体制整備が重要で、関係者間の包括的な連携が求められている¹⁴⁾。このような連携の構築は信頼関係が基盤になれば持続しない。情報通信技術だけで解決できることではないが、少なくとも連携を支援するツールにはなり得る。本研究で開発したシステムでも、利用者の Google カレンダーを関係者が共有することで服薬状況を把握することができる。そればかりかカレンダーのコメント欄に書き込みを行うことによって関係者間での情報交換が可能になり、服薬リマインドにとどまらない有機的な服薬管理にも繋げることができる。さらに、高齢者の薬剤に対する質問を音声で受け付け、薬剤師や医師が音声で回答することができれば、双方向の服薬支援が実現する。今後はスマートスピーカーならではのこのようなシステムの開発と普及が望まれる。

注

- †1) 公益社団法人日本薬学会の薬学用語解説では「アドヒアランスとは、患者が積極的に治療方針の決定に参加し、その決定に従って治療を受けることを意味する」とある。すなわち、患者は医療者の指示に従って従順に治療を受けるというコンプライアンス概念から脱却して、医療者は患者との相互理解のもとで服薬治療を進めていくのが服薬アドヒアランスの概念である。
- †2) 運用テストとは、システム開発の最後の工程で、システムの機能を確認するシステムテスト終了後、実際の運用環境下で実施する最終テストである。本研究では、3名の対象者がいずれも本論文の著者あるいはその同居する家族であること、処方情報はすべてテストデータであること、個人情報は一切使用していないこと、そして運用テストが侵襲的でないことから倫理委員会を通さず行ったが、今後は、倫理委員会の承認を得た後に実証実験を行う計画である。
- †3) 国民の健康づくりに向けた PHR の推進に関する検討会の資料では、個人の健康診断結果や服薬履歴等の健康等情報を、電子記録として、本人や家族が正確に把握するための仕組みのことを PHR と定義している。

文 献

- 1) 杉浦一輝：ICT を活用した治療継続率・服薬遵守率向上に向けた取り組み。薬局，68(10)，3256-3261，2017。
- 2) 高松大騎，小林江梨子，伊藤晃成，佐藤信範：電子化お薬手帳の使用実態と患者の意識調査。レギュラトリーサイエンス学会誌，6(2)，139-150，2016。
- 3) 保健医療福祉情報システム工業会：JAHIS 電子版お薬手帳データフォーマット仕様書 Ver.2.3。
<https://www.jahis.jp/standard/detail/id=584>，2019。(2020.2.11確認)
- 4) Asial Corporation：Monaca — HTML5ハイブリッドアプリ開発プラットフォーム。
<https://ja.monaca.io/>，2020。(2020.2.11確認)
- 5) noelportugal：google-home-notifier。
<https://github.com/noelportugal/google-home-notifier>，2017。(2020.2.11確認)
- 6) Linden Tibbets：IFTTT。
<https://ifttt.com/>，2011。(2020.2.11確認)
- 7) 大星直樹，上手拓也，岡本和也，竹村匡正，吉原博幸：音声ガイド機能を備えた服薬管理システムの開発。電子情報通信学会技術研究報告，111(50)，57-60，2011。
- 8) 越野亮，中村竜規：スマートフォンを利用した診療所のための服薬管理支援システム。知能と情報，25(4)，787-795，2013。
- 9) 厚生労働省：医療情報システムの安全管理に関するガイドライン。第5版。
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166275.html>，2017。(2020.2.11確認)

- 10) 丁井雅美, 北村晃, 田代朋子: 服薬記録のためのクラウド型「おくすり日記」システム. モバイル学会誌, 5(1), 27-33, 2015.
- 11) 松島一彰, 松本浩樹: 電子お薬手帳サポートシステムの構築. 日本遠隔医療学会雑誌, 14(1), 16-19, 2018.
- 12) 河野愛弓, 大野ゆう子, 木戸倫子: 早期認知症高齢者を対象とした服薬支援製品に求められる機能についての検討. 日本早期認知症学会誌, 10(2), 18-26, 2017.
- 13) 土居由有子: 地域における高齢者の服薬管理に対する多職種連携. 老年看護学, 23(1), 41-45, 2018.
- 14) 山路由実子, 市川周平, 竹村洋典: 我が国における在宅高齢者への服薬支援の状況と課題に関する文献的検討. 日本プライマリ・ケア連合学会誌, 40(3), 136-142, 2017.

(令和2年6月16日受理)

Development of a Medication Support System for Elderly People Living Alone Using Smart Speakers

Masaaki TANAKA, Ikko HIRAMATSU, Maki KOYAMA, Nanako TANIGUCHI,
Yukari ISAMU and Naoki UCHIDA

(Accepted Jun. 16, 2020)

Key words : medication support system, elderly people living alone, smart speaker, medication adherence

Abstract

The problem of forgetting to take prescribed medication not only worsens the patient's health condition but also increases medical expenses. In this study, in order to solve this problem, we developed a medication support system using smart speakers. The system consists of a smartphone application that reads the medication information from the QR code and a smart speaker that prompts the user to take the medication at the medication time. The medication information is managed by a calendar on the cloud, and the medication status can be checked. In addition, it has a function to notify the distant family of the medication status, and can be used as a watching system. As a result of the three operation tests, the defects were improved and it worked without problems. On the other hand, the improvement of drug adherence requires cooperation among stakeholders which cannot be solved only by information and communication technology. However, the developed system has potential as a tool to support cooperation and information exchange between related parties. The development and dissemination of an elderly-friendly medication support system using smart speakers is desired.

Correspondence to : Masaaki TANAKA

Department of Health Informatics
Faculty of Health and Welfare Services Administration
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : mtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.30, No.1, 2020 257 – 263)