

タブレット端末による高齢者の生活様式 のモニタリングの評価と認知症の 早期発見を目指した解析手法の提案

櫻井 優^{†1} 坂本 泰伸^{†1} 松澤 茂^{†1} 武田 敦志^{†1} 松本 章代^{†1} 柏葉 俊輔^{†1}

^{†1} 東北学院大学

我が国の高齢化率は世界的にも類を見ない早さで上昇しており、高齢者の見守りが必要不可欠であると報告されている。一方で、高齢者のインターネットの利用率が向上しているという報告からは、高齢者にとって情報システムが身近なものになりつつあると推測することができる。これらの背景から、我々は、従来のモニタリングを主体とする見守りの手法ではなく、高齢者自らが情報システムを利用する形式の見守り活動を進めている。また、この情報システムの利用記録を用いた認知症の早期発見の可能性にも着目して、情報システムの開発や利用記録の解析を進めている。本論文では、2012年2月に実施したAndroid端末による高齢者向け情報システムの実証実験の評価結果を報告し、情報システムの利用記録を用いて高齢者の認知機能の低下を検知するための解析手法を提案する。

1. はじめに

我が国の高齢化率は年々増加の一途をたどっており、2011年10月1日に23.3%となった。高齢化率は、国の総人口に占める65歳以上の高齢者の割合を表す指標であり、我が国は世界的に類を見ない早さで今後も高齢化が進むことが予測されている[1]。また、高齢化率の増加に伴って「買い物難民」と呼ばれる問題や独居高齢者の「孤独死」の問題[2]も増加しており、厚生労働省からは地域社会の中での高齢者の見守りの必要性が報告されている[3]。一方で、我が国の情報基盤システムの敷設率は先進各国の中でも高い割合を保持しており、近年では高齢者のインターネット利用率も上昇している[4]。また、高齢者が周囲の人からの働きかけによって、ICTの楽しさを知ることに関心や利用意欲を持つことも報告[5]されており、情報技術が高齢者の生活の中に溶け込んで身近なものになりつつあることが推測できる。

このような背景から、我々は高齢者向けの情報システムを開発し、高齢者のQOLの維持や向上を目的とした見守り活動を展開している。特に、高齢者が利用する情報システムの利用記録を用いて認知症が早期発見できる可能性に着目し、長期実証実験の実施を目指している。我々の研究は、インタビューやアンケートによる高齢者の生活様式を調査するフェーズ、プロトタイプ版の情報システムによる実証実験を進めるフェーズ、そして、長期実証実験を実施する3つのフェーズから構成される。

本論文では、プロトタイプ版の情報システムを用いた実証実験で得られた高齢者向け情報システムの評価結果を報告し、この情報システムの利用記録から高齢者の生活状態が再現できることを示す。そして、最後に認知症の早期発見に向けた解析手法の提案を行う。

2. 研究背景

情報機器を利用した見守りに関する研究は、これまでに多方面から報告されている。たとえば、センサを用いた研究では、高齢者の状態をセンシングして得られたデータに対して独自のアルゴリズムを適用し、高齢者の安否の確認や体調の把握を行う[6],[7]。また、プライバシーに配慮しながら、ビデオカメラを用いて高齢者の状態をモニタリングする研究も報告されている[8]。ほかにも、健康測定機器などで測定したバイタルデータを高齢者自らが発信することで、健康管理や体調の把握をする手法も報告されている[9]。特に、高齢者が自発的に情報発信をする手法は、その瞬間の高齢者の活動を精度良く確認することが可能である。

我々が進める見守りでも、高齢者が自発的に情報システムを利用して情報を発信することで、その瞬間の高齢者の活動を精度良く求めることが可能であると考えている。しかし、長期的かつ継続的な見守りを実施するためには、特定のバイタルデータの送信のような1日あたり1, 2回程度の情報発信では不十分である。特に、情報

システムの利用記録から高齢者の認知症を早期発見するには、高齢者が認知症を発症する前から継続的に情報システムを利用し、この情報システムの利用記録から認知症発症に伴う高齢者の認知機能障害を定量的に検知することが必要である。そこで、我々は情報システムから高齢者に対して提供する生活支援アプリケーションの数をできる限り増やし、高齢者が情報システムを利用する回数を増やすことを目指している。

一般的に、高齢者の認知機能や記憶機能は加齢の影響によって低下[10]するので、複雑な操作を覚えてもらうことが困難であると考えられる。そこで、高齢者が利用する端末には、タッチパネルを搭載したタブレット端末を採用し、キーボードやマウスを必要としないインタフェースによって高齢者の利用負担の低減を目指す。また、コモディティ化したタブレット端末の採用は費用面だけではなく、端末の大きさや機能などの選択肢が広がるのも利点である。たとえば、Wi-Fi通信のみを利用することで、ペースメーカを使用している高齢者でも安全に端末を利用することが可能となる[11]。

3. 実証実験

3.1 概要と目的

2012年2月から3月にかけて、宮城県仙台市近郊に居住する10名の高齢者の協力を得て、プロトタイプ版の情報システムを用いた実証実験を実施した(表1)。実証実験では、画面サイズの異なる2種類のAndroid端末から高齢者に対して生活支援の機能を提供し、この利用記録を収集した。実証実験に参加した高齢者の家屋は、2011年3月11日の東日本大震災の地震によって、家具の倒壊や家屋の半壊といった被害を受けていることが推測できたが、高齢者の精神的負担に配慮し、地震による被害に関する調査は実施していない。しかし、実証実験の参加者10名は、いずれも東日本大震災の津波の影響がない地域に居住する高齢者であることを述べておく。

実証実験の実施に先立ち、目標を3点設定した。まず、生活支援の機能を提供するアプリケーション(生活支援アプリケーション)が、高齢者のQOLの維持や向上に役立つかを明らかにすること。次に、高齢者が情報システムを継続して利用できるかを明らかにすること。最後に、情報システムの利用記録から、各高齢者の日常生活の行動様式を再現することができるかを確認することである。実証実験を開始する際には、各高齢者の自宅で生活支援アプリケーションの操作方法を15分程度説明す

るだけにとどめ、強制的な端末の利用を依頼するようなことは避けた。また、今回の実証実験に参加した10名の高齢者は、実証実験終了直後に改訂版長谷川式簡易知能評価尺度[12]による評価を実施し、認知機能に特別な問題がないことを確認している。

3.2 高齢者向け情報システムの要求調査

高齢者による1日あたりの情報システムの利用回数を増やすためには、高齢者が生活の中で必要とする機能を提供することが重要である。そこで、プロトタイプシステムの開発に際しては、2010年12月から2011年9月にかけて、宮城県に在住する高齢者(4名)と介護員(10名)に対してインタビュー調査を実施した。インタビュー調査では、高齢者に対して「日常生活の中で不自由を感じる点」を聞き取り、介護員に対して「業務の中で特に気にかけている点」や「介護員から見て高齢者が日常生活の中で不自由を感じている点」について聞き取りを実施した。この調査の結果では、高齢者からは「外出が難しい」といった回答が得られ、介護員からは「高齢者の薬の誤服薬」に関する回答が目立って得られた。

さらに、実証実験の開始直前となる2012年1月には、インタビュー調査の結果を基に、高齢者106名および介護員116名に対して「高齢者の日常生活における外出の頻度や目的」(全15問)と「介護業務におけるヒヤリハット事象」(全23問)に関するアンケート調査を再度実施した。この調査でも、高齢者が外出することを(転倒などのリスクによって)「怖い」または「難しい」と感じている点や、高齢者の薬の「誤服薬」や「飲み忘れ」の問題が存在することなどを明らかにした[13]。

高齢者が自立して生活を送るためには、外出行動が必

表1 実証実験の概要

実施期間	2012年2月から3月			
場所	宮城県仙台市近郊居住の高齢者宅			
参加高齢者	69歳から90歳の高齢者10名 (男性2名・女性8名)			
利用端末	高齢者識別ID	年齢	性別	端末利用日数
GALAXY Tab 7インチ	ID 0	78	女性	39日
	ID 1	74	女性	39日
	ID 2	85	女性	39日
	ID 3	69	女性	34日
	ID 4	77	男性	33日
GALAXY Tab 10.1 LTE 10.1インチ	ID 5	85	女性	36日
	ID 6	76	女性	39日
	ID 7	76	女性	39日
	ID 8	87	女性	27日
	ID 9	90	男性	38日

要不可欠[14]なものであるが、多くの高齢者が外出に対して不自由や不安を感じており[15]，外出行動の減少が高齢者の閉じこもりに繋がる可能性がある。また，薬の誤服薬や飲み忘れといった加齢に伴う薬の管理能力の低下は，高齢者のQOLを下げる大きな要因の1つとなっている[16],[17]。さらには，「認知機能障害」「うつ症状」「睡眠障害」などの発症による問題[18],[19]も報告されている。これらは，高齢者の見守りを実施する際に，特に注意を払うべき点であると考えられる。そこで，プロトタイプ版の情報システムが提供する生活支援アプリケーションには，高齢者の外出行動をモニタリングする「外出報告」，服薬状況をモニタリングする「服薬報告」，1日の生活リズムの起点と終点をモニタリングする「起床就寝報告」の3機能を実装した。

3.3 情報システム概要

実証実験で使用した情報システム（図1）は，クライアントサーバ方式のシステムとして開発し，クライアントサーバ間の通信にはHTTP+TLSを利用した。高齢者がAndroid端末から生活支援アプリケーション^{☆1}を利用すると，その利用記録（表2）が属性情報とともに1行ごとの記録として端末内の一時ファイルに蓄積される。この一時ファイルの内容は，毎日，一定の時刻にサーバに送信され，送信が成功した後に端末内から消去される。高齢者の利用するAndroid端末は3G回線によってIPネットワークに接続しているが，この仕組みにより，通信が不安定な環境においても端末の利用記録を確実にサーバに送信することが可能である。

3.4 生活支援アプリケーション

3.4.1 生活支援アプリケーション概要

生活支援アプリケーションは，「外出報告」「起床就寝報告」「服薬報告」の3つの報告機能から構成される（図2）。端末操作に際しては，高齢者に過度の負担をかけないように，Android端末が起動すると自動的に生活支援アプリケーションのホーム画面（図2の①）が表示される仕様とした。また，Android端末の稼働中には，常にこのホーム画面がトップに表示され，高齢者が

^{☆1} 生活支援アプリケーションでは，「コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則（JIS T0103）」に収載され無償公開されている絵記号例をボタン用のアイコン（図1,2）などに利用した。この規格の絵記号作成に関しては，経済産業省が絵記号作成者，財団法人日本規格協会が規格作成機関としての権利を有する。

間違っって他のアプリケーションを起動できないようにする配慮も施した。ホーム画面では，『外出する』『寝る』『薬を飲む』と書かれたいずれかのボタンをタッチすることで，それぞれの報告機能が利用できる。

生活支援アプリケーション全体では，長期にわたって

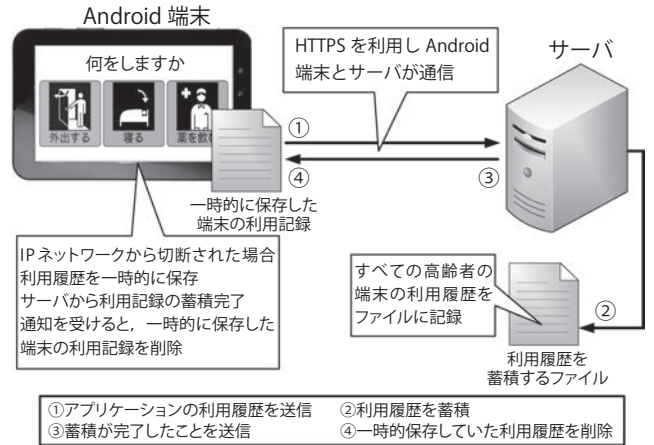


図1 実証実験システムの概要図

表2 サーバに蓄積される情報

項目	内容
サーバ時刻	サーバが利用記録を受信した日時
端末識別子	Android 端末の ID
クライアント時刻	端末側で利用記録を送信した日時
属性情報	画面の名前，タッチされたボタンの名前，アプリケーションの自動画面遷移の情報，ミスタッチ情報など

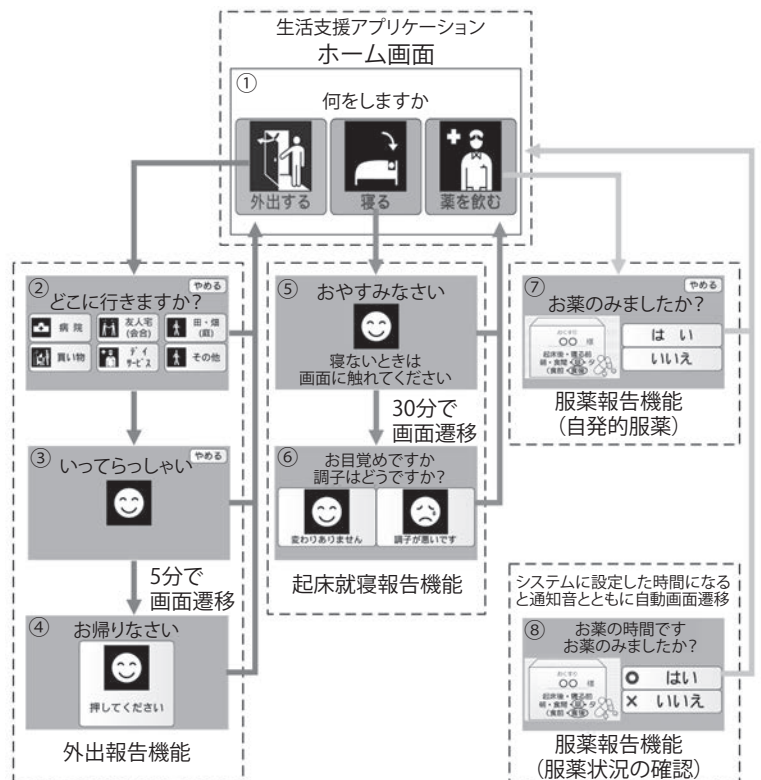


図2 生活支援アプリケーション

高齢者が端末を利用することに配慮して、「コントラストの高い見やすい配色」「文字の入力を不要としたボタン選択による操作」「文字やボタンが大きいインターフェース」「高齢者の報告（行動）に合わせて自動的に画面を遷移する機能」といった対策も施した。特に、操作が複雑になることを避けるために、それぞれの報告機能における画面構成は最大3階層までに制限した。また、「就寝報告から起床報告」や「外出報告から帰宅報告」の画面遷移では、経過時間に基づいて画面が自動的に遷移される機能を導入し、未報告を防止する工夫を取り入れた。各報告機能では、高齢者がボタンによる操作を行った際に、その情報がイベントとしてサーバに送信される。さらに、ボタン以外の部分に触れたイベントもミスタッチイベントとして併せて収集した。

3.4.2 外出報告機能

外出報告機能は3画面で構成される。高齢者がホーム画面上の『外出する』ボタンをタッチすると、外出先を問いかける「どこに行きますか？」画面（図2の②）に画面が遷移する。遷移後の「どこに行きますか？」画面には、高齢者や介護員に対する事前調査の結果から得られた、『病院』『買い物』『友人宅（会合）』『デイサービス』『田・畑（庭）』『その他』の行き先ボタンが配置されている。高齢者がこれらの行き先ボタンをタッチすると、次の「行ってらっしゃい」画面（図2の③）に画面が遷移し、さらにその5分後に「お帰りなさい」画面（図2の④）に画面が自動的に遷移する。高齢者が外出から帰宅して、「お帰りなさい」画面上の『押してください』ボタンをタッチするとホーム画面が再び表示される。また、高齢者が「どこに行きますか？」画面や「行ってらっしゃい」画面で『やめる』ボタン（右上）をタッチすると、外出報告がキャンセルされてホーム画面に戻る。これらのキャンセルを含めた一連の操作が、すべてサーバに利用記録として保存される仕組みである。

3.4.3 起床就寝報告機能

起床就寝報告機能は2画面から構成される。高齢者がホーム画面上の『寝る』ボタンをタッチすると、「おやすみなさい」画面（図2の⑤）に画面が遷移する。この画面には、高齢者の就寝を妨げないように画面の光度を下げる配慮を施した。さらに30分が経過すると、自動的に「お目覚めですか」画面（図2の⑥）に画面が遷移する。高齢者が就寝の報告を忘れた場合でも、深夜2時に「お目覚めですか」画面に自動的に画面が遷移して、翌日の起床時の未報告を防止する設計とした。高齢者が起床して、「お目覚めですか」画面の『変わりありません』

ないしは『体調が悪いです』ボタンをタッチすると、ホーム画面が表示されて他の報告機能が利用可能になる。起床就寝報告機能でも、外出報告機能の場合と同様に、一連の操作やキャンセルの記録がサーバに保存される。

3.4.4 服薬報告機能

服薬報告機能は、高齢者から服薬報告を受け取る機能と、高齢者に対して服薬状況を確認する機能で構成される。高齢者から服薬報告を受け取る機能では、高齢者がホーム画面上の『薬を飲む』ボタンをタッチすると、「お薬のみましたか？」画面（図2の⑦）に画面が遷移する。この画面には、高齢者が実際に服薬する薬の画像が表示され、この薬を飲む際には『はい』ボタンを、それ以外の市販の薬などを飲む場合には『いいえ』ボタンをタッチする。いずれかのボタンがタッチされると、服薬報告機能を終了してホーム画面が表示される。一方、高齢者に対して服薬状況を確認する機能では、服薬報告があらかじめ設定された時刻までに実施されなかった場合に、服薬を促す「お薬の時間です」画面（図2の⑧）が通知音とともに表示される。この画面には、『はい』と『いいえ』ボタンのみが配置されており、高齢者はどちらかのボタンをタッチしなければならない。高齢者からの反応が5分間ない場合には、画面はホーム画面に切り替わり、さらに10分が経過した後にスヌーズ機能による再通知が実施される。また、高齢者が「お薬の時間です」画面で『いいえ』ボタンをタッチした場合にも、このスヌーズ機能が起動する仕様とした。スヌーズ機能による通知は、最大3回まで実施される。服薬報告機能でも、一連の操作やキャンセルの記録がサーバに保存される。

我々は、実証実験に先立って、高齢者が実際に服薬する薬の画像や服薬時間を登録するためのWebページも開発し、このWebページを通じて各高齢者の服薬プロパティをサーバに登録した。生活支援アプリケーションは、この服薬プロパティを毎日一定の時刻にサーバから取得して各高齢者に対応した動作をする。これにより、高齢者の薬に変更が生じた際にも、柔軟な対応をすることが可能である。

4. 実証実験のデータ解析

4.1 解析データ

実証実験では、生活支援アプリケーションの画面遷移や高齢者によるボタン操作のイベントを延べ7,127件収集した。このイベントを調査すると、夜型の生活リズムを持つ実証実験参加者を確認することができた。そこ

で、解析上の「1日」の定義を、午前3時0分0秒から翌日の午前2時59分59秒までとした。この7,127件のイベントから、高齢者が旅行などで長期不在の期間や、端末の不具合などで高齢者の自宅から端末を回収した期間のイベントをすべて取り除き、解析に用いることのできる5,481件のイベントを集計した。さらに、このイベントは表3で示す分類手法に基づいて、「外出」「起床」「就寝」「服薬」「誤操作」のイベントセットとして分類した。このイベントセット計2,118件に対して解析を実施した。

4.2 高齢者の Android 端末の操作状況

実証実験期間全体における各高齢者からの報告件数を、集計結果として表4に示す。この表には、各高齢者(ID)ごとに、「行動報告」(外出, 起床就寝, 服薬)や「誤操作」, キャンセルなど「その他」のイベントセットの件数と、報告がまったく実施されなかった「未報告」の日数を記す。また、実証実験開始からの経過日数に対する、各高齢者の行動報告の件数をグラフとして図3に示す。

まず、高齢者の Android 端末の全操作回数は、1日あたり平均で6.2回であり、この中で「誤操作」や「キャンセル」を除いた「行動報告」自体の件数は4.7回であった。これは、我々の当初の目的を満たす結果であった。

表3 イベントセットの分類方法と件数

イベントセット	分類方法
外出報告 (231件)	「どこに行きますか?」画面の行き先ボタンの押下の後に「お帰りなさい」画面の『押ししてください』ボタンの押下
起床報告 (349件)	「お目覚めですか」画面でのボタンの押下
就寝報告 (322件)	ホーム画面の『寝る』ボタンの押下かつキャンセル操作がされていない
服薬報告 (810件)	「お薬のみましたか?」画面の『はい』ボタンの押下, または「お薬の時間です」画面の『はい』ボタンの押下
誤操作 (406件)	同じ画面で4秒以内に記録されたミスタッチイベントを1回の誤操作とする

表4 高齢者の端末操作件数と未報告の日数

ID	行動報告	誤操作	その他	未報告	計
0	205	11	13	0日	248
1	225	1	45	0日	281
2	161	33	28	0日	225
3	113	39	12	2日	174
4	201	26	36	0日	278
5	110	154	96	0日	369
6	183	56	21	0日	286
7	220	18	5	0日	247
8	74	43	24	0日	150
9	220	25	13	0日	271

次に、高齢者が「行動報告」をまったく実施していない日は、ID3の高齢者(33日間参加)の2日のみであり、これは実験参加期間の6%にとどまる。高齢者の起床や就寝、服薬などの行動は、基本的に毎日欠かさず行われるものであり、これらの報告が十分に実施されていることから、高齢者が情報システムを継続的に利用していたことが明らかとなった。

さらに、高齢者による生活支援アプリケーションの誤操作の回数を画面別に集計した(表5)。表中の丸付きの数字は、生活支援アプリケーションの各画面(図2)の番号に対応している。定量的な評価はまだ算出できていないが、画面番号③のように、画面全体の面積に対してボタン面積の比率が小さい画面では、高齢者の誤操作の回数が増加する傾向が見受けられた。また、端末の画面サイズと高齢者の誤操作の回数に相関関係は見受けられなかった。

4.3 外出報告

各高齢者の外出報告の様子を図4に示す。図中の「日数」は、実証実験参加初日からの経過日数を表し、丸印は高齢者から外出報告が送られてきた日を表している。なお、図中の色つきのマスは実証実験終了後を表している。ここでは、各高齢者間に存在する外出頻度の差異を正しく確認することができた。高齢者の見守り活動では、この外出報告の記録を閉じこもり防止運動の展開に利用

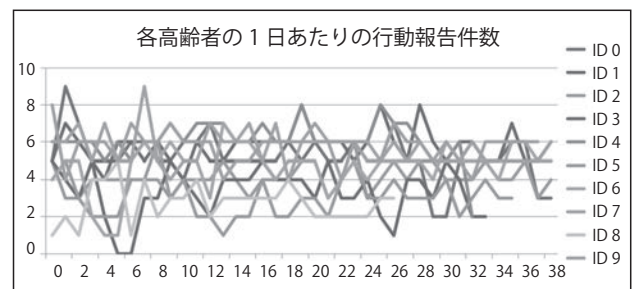


図3 高齢者の行動報告の件数の推移

表5 誤操作の件数と画面の関係

端末	ID	①	②	③	④	⑥	⑦	⑧
GALAXY Tab 7インチ	0	5	0	5	0	1	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0
	2	21	2	6	1	1	0	2
	3	24	2	9	1	3	0	0
GALAXY Tab 10.1 LTE 10.1インチ	4	22	0	0	0	0	4	0
	5	85	9	28	2	13	13	4
	6	29	11	6	0	5	0	5
	7	1	6	6	1	4	0	0
	8	28	0	1	0	6	1	7
9	3	2	18	0	0	1	1	

することが可能である。また、我々の開発した生活支援アプリケーションの外出報告機能には、高齢者の外出先を問い合わせる機能も実装されている。そこで、高齢者の自宅から遠く離れた場所に居住する家族や親族が、外出報告の記録を高齢者の通院記録として確認することで、通院忘れの防止運動にも応用が可能であると考えられる。

4.4 就寝・起床報告

実証実験における、各高齢者の起床報告と就寝報告の平均時刻を標準偏差とともに示す(表6)。起床報告では、8名の高齢者の起床報告が45分の標準偏差の範囲内で一定であり、就寝報告では6名の高齢者の就寝報告が45分の標準偏差の範囲内であった。この点は、人間の行動に規則性や慣習性が存在するという報告[20]と一致するものである。一方で、ID8の高齢者のように、起床時間に

大きなばらつきがあるデータも存在する。この高齢者に関しては、事前の聞き取り調査で「早起きができない」という事情を収集しているが、この乱れが高齢者の起床時刻の乱れなのか、起床報告を忘れたことが原因なのかを正しく判断することはできない。今後の長期実証実験では、起床就寝に関するアンケートを実施し、起床就寝時間のリズムを把握した上で解析を進める必要がある。

4.5 服薬報告

各高齢者の服薬報告を、図5のグラフに示す。グラフの横軸は各高齢者に対応し、各高齢者の欄に表示される棒グラフは、左から「自発的な服薬報告」「服薬報告機能の通知による服薬」「服薬の忘れ」の回数を示す。この結果から、服薬報告機能が高齢者の薬の飲み忘れ防止に一定の効果があつたことを確認した。

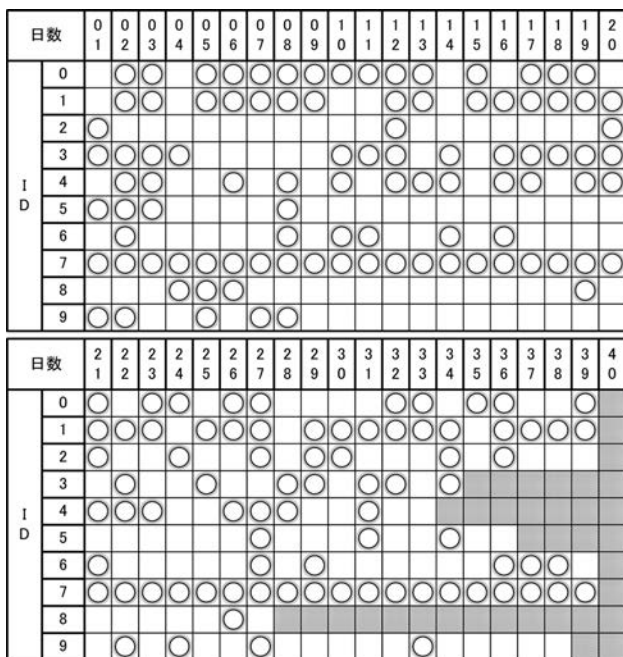


図4 高齢者の外出状況

表6 各高齢者の起床就寝時刻と標準偏差

ID	起床		就寝	
	平均時刻	標準偏差	平均時刻	標準偏差
0	07:01:35	21'45"	22:31:44	20'44"
1	06:55:11	26'43"	22:32:23	20'40"
2	07:27:03	24'44"	21:31:27	58'14"
3	07:07:01	32'01"	23:12:03	44'47"
4	07:41:43	36'58"	22:42:51	33'06"
5	07:34:21	58'42"	22:23:15	60'07"
6	07:36:49	39'57"	21:27:32	31'05"
7	05:51:44	12'26"	22:01:31	32'51"
8	10:53:32	102'39"	00:05:40	69'45"
9	06:28:11	25'48"	23:08:03	49'50"

5. 認知症の早期発見に向けた解析

高齢者の認知症は、「アルツハイマー型認知症」と「脳血管性認知症」に大別することができ、アルツハイマー型認知症では比較的発症の早い段階で手段の日常生活動作(IADL)の低下がみられる[21]。IADLは、日常生活における基本動作を指し、食事や就寝を始めとして、買い物や料理、掃除、薬の管理、電話をかけるといった幅広い動作が含まれる。また、認知症では睡眠障害[22]や外出回数の低下[23]、徘徊[24]などの症状も伴う。

認知症の早期発見は、高齢者のQOL維持にとって重要な要因の1つであり、高齢者と同居する家族の協力が必要不可欠である。しかし、初期症状を家族が見逃してしまうことによる治療の遅れの問題[25],[26]や独居高齢者への対応の難しさも存在している。一方で、高齢者の認知機能の評価手法では改訂版長谷川式簡易知能評価尺度が有名であるが、この評価は対面による質問形式で実施されるので、大量評価や長期追跡調査が一般的に難しいと考えられる。また、現状では、一般の老夫婦世帯に広く浸透しているとは言えない。

情報システムを用いた高齢者の認知機能の評価では、

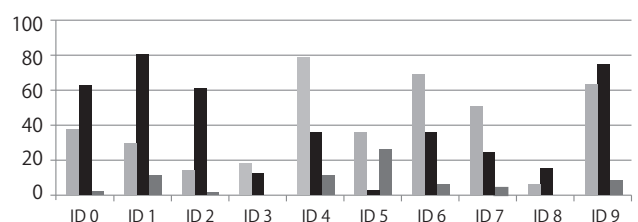


図5 高齢者の服薬報告

高齢者によるタブレット端末の操作はIADLの一種であるとみなすことができ、情報システムの利用記録から高齢者の日常生活の状態が再現可能になると、IADLの低下や睡眠障害、外出行動の低下などの状態が、客観的かつ定量的に検出可能である。また、高齢者が認知症を発症する前から情報システムによる見守り活動を進めることで、高齢者の生活サイクルを長期にわたって収集することが可能となり、この解析結果を、広く一般で実施可能な定量的な認知機能の評価として提供することができる。

認知症の早期発見に向けた解析では、行動イベントの報告時刻や一定期間内における平均報告回数、誤操作の回数などを長期的に蓄積し、信頼区間から外れた報告の割合(図6)に対して確率的な評価を実施する。情報システムには、「就寝起床」「誤操作数」「外出回数」などに基づいた複数の認知機能評価モジュールを実装し、各モジュールは、直近の範囲外報告の回数やその推移、信頼区間の幅の変動などに対する解析結果を2値化して出力する。情報システムは、これらのモジュールからのスコアの総和を、情報システムによる認知機能評価尺度の度数として算出する(図7)。高齢者の行動イベントの中には、報告時刻が大きく乱れるものも存在する。たとえば、ID8の高齢者の起床報告は、正規分布の95(90)%信頼区間が約7時間(図8)となる。このような高齢者に関しては、起床報告による認知機能評価モジュールを適用外とすることで対応する。

6. まとめと今後の展望

我々は、2012年2月から約1カ月にわたって、高齢者10名の協力を得て実証実験を実施した。実証実験では、3G回線の電波強度が安定しない高齢者宅が存在したが、利用記録を端末中に一時ファイルとして保存しながらサーバに送信する仕組みによって、すべての高齢者の利用記録を収集することに成功した。

実証実験のデータ解析では、高齢者が生活支援アプリケーションを通じて生活行動を継続的に報告できることを確認した。サーバ側の利用記録から再現した高齢者の行動イベントには、他の文献で報告される特徴が確認でき、各高齢者間に存在する生活サイクルの違いなども正し

く確認することもできた。この点から、情報システムの利用記録に基づいて、高齢者の生活行動が再現できることを確認した。さらに、外出報告の結果が、高齢者の閉じこもり防止運動の展開に利用可能であることを確認し、服薬報告機能が高齢者の服薬忘れの防止に効果があることも確認した。

今後、100名規模の参加者による年単位の長期の見守り活動の実施を計画しており、この活動から得られたデータを利用して情報システムに実装する認知機能評価モジュールに関する解析を進める。特に、各高齢者に対して認知機能評価モジュールを適用する際の条件を決定し、情報システムによる認知機能の評価結果と既存の認

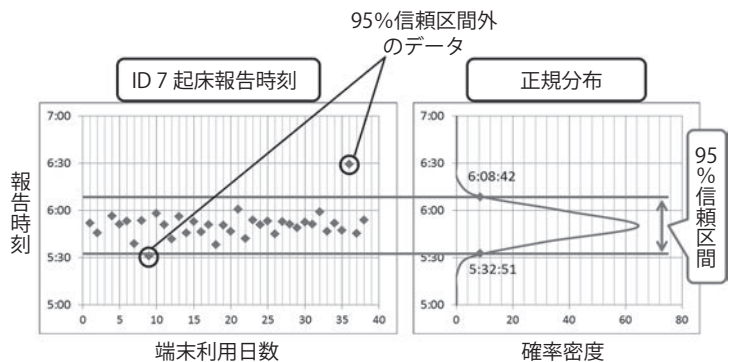


図6 高齢者ID7の起床時刻と95%信頼区間

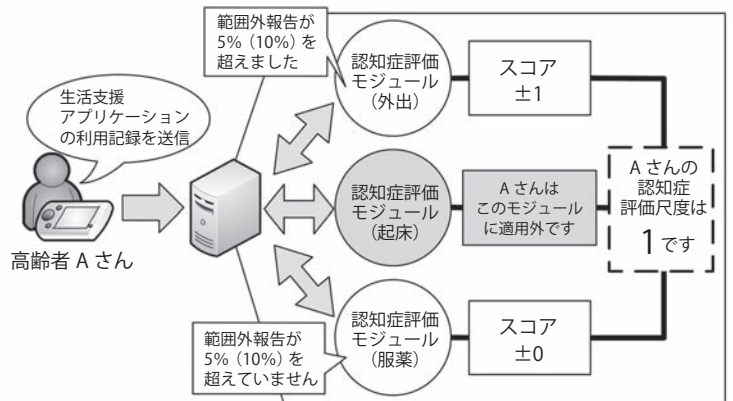


図7 認知機能評価モジュールの活用イメージ

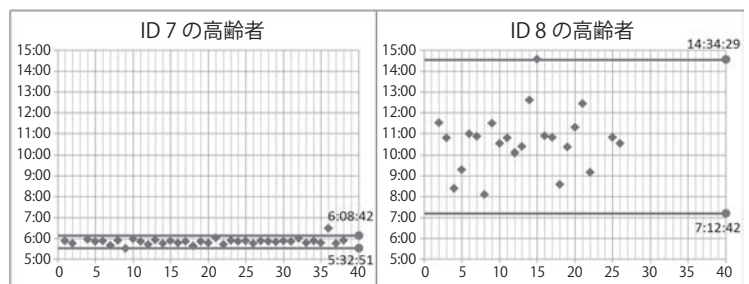


図8 高齢者2名の起床時刻の分布と95%信頼区間

知機能評価尺度の評価結果との間の相関に関して解析を実施する。

謝辞 本研究は、厚生労働省平成23年度国庫補助事業（老人保健健康増進等事業）「宮城県における高齢者の行動様式の調査と、高齢者のQOL向上を目指した情報システムの利用記録に基づく認知症の早期発見に関する研究調査事業」および「平成22年度電気通信普及財団研究助成金」による補助を受けて進められた。実証実験にご協力していただいた、高齢者やそのご家族の皆様、宮城県介護福祉士会を始めとする関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成24年版厚生労働白書，日経印刷，p.559 (2012).
- 2) 内閣府：平成23年版高齢社会白書，印刷通販，p.186 (2011).
- 3) 厚生労働省社会援護局地域福祉課長：市町村地域福祉計画及び都道府県地域福祉支援計画の策定及び見直し等について，社援地発0813，第1号，p.3 (2010).
- 4) 総務省：平成22年版情報通信白書，ぎょうせい，p.351 (2010).
- 5) アライド・ブレインズ（株）：高齢者・障害者のICT利活用の評価及び普及に関する調査研究報告書，p.104 (2008).
- 6) 森 武俊：生活支援のためのセンサデータマイニング，電子情報通信学会誌，Vol.94，No.4，pp.276-281 (2011).
- 7) 田中 仁，中内 靖：ユビキタスセンサによる独居高齢者見守りシステム，日本機械学会論文集（C編），75巻，760号，pp.3244-3252 (2009).
- 8) 國藤 進，杉原太郎，三浦元喜 他：ウェア技術を駆使した見守り中心の介護支援システムの研究，情報処理学会論文誌，Vol.50，No.12，pp.3272-3283 (2009).
- 9) 加藤大智，山岸弘幸，渡邊 晃，鈴木秀和：高齢者を見守りリモート監視システムの提案と実装，一般社団法人情報処理学会全国大会講演論文集，2011(1)，No.3，pp.299-301 (2011).
- 10) 安永明智，木村 憲：高齢者の認知機能と運動・身体活動の関係，第25回健康医科学研究助成論文集，pp.129-136 (2010).
- 11) 厚生労働省医薬食品局安全対策課：総務省取りまとめによる「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」（平成23年5月版）の送付について，p.11 (2011).
- 12) 加藤伸司，下垣 光，小野寺敦志 他：改訂版長谷川式簡易知能評価スケール（HDS-R）の作成，老年精神医学雑誌，Vol.2，pp.1339-1347 (1991).
- 13) 学校法人東北学院：宮城県における高齢者の行動様式の調査と、高齢者のQOL向上を目指した情報システムの利用記録に基づく認知症早期発見に関する研究調査事業，厚生労働省平成23年度老人保健健康増進等事業（老人保健事業推進費等補助金）調査研究事業実施報告書，p.116 (2012).
- 14) 鈴木芽久美，島田裕之，小林久美子，鈴木隆雄：要介護者における外出と身体機能の関係，理学療法科学，第25巻，1号，pp.103-107 (2010).
- 15) 水野映子：高齢期の外出に対する不安と意向，LifeDesign REPORT Summer 2011.7，pp.40-47 (2011).
- 16) 秋下雅弘：高齢者の服薬管理，日本老年医学会雑誌，47巻，2号，pp.134-136 (2010).
- 17) 秋下雅弘：高齢者の安全な薬物療法ガイドライン，日本老年医学会雑誌，44巻，1号，pp.31-34 (2007).
- 18) 堤 雅恵，小林敏生，影山隆之 他：要介護高齢者における睡眠・覚醒パターンと抑うつ度との関係，広島大学保健学ジャーナル，

Vol.6，No.1，pp.25-31 (2006).

- 19) 清水徹男：高齢者の睡眠障害，老年医学 update2006-07，pp.90-98 (2006).
- 20) 青木茂樹，大西正輝，小島篤博，福永邦雄：HMMによる行動パターンの認識，電子情報通信学会論文誌，Vol.J85-D2，No.7，pp.1265-1270 (2002).
- 21) 西川 隆，大西久男：認知症の原因疾患による症状行動の特徴とケアの方針，Journal of Rehabilitation and Health Sciences. 2009，7，pp.1-7 (2009).
- 22) 三島和夫：認知症の睡眠問題，老年認知症研究会誌，Vol.17，pp.109-113 (2010).
- 23) 沼尻恵子，林 隆史：研究報告 認知症高齢者の外出時の行動特性について，JICE REPORT，Vol.16 pp.30-38 (2009).
- 24) 奥村由美子：認知症高齢者への医療福祉，川崎医療福祉学会誌 増刊号，pp.353-369 (2012).
- 25) 本間 昭：アルツハイマー病の臨床：現状と解決すべき問題点，日薬理誌，131，pp.347-350 (2008).
- 26) 山梨恵子：デンマークの認知症ケアシステムに学ぶ 低コスト・良品質・ユーザー本位の知恵と工夫，ニッセイ基礎研 REPORT February 2010，pp.12-21 (2010).

櫻井 優（正会員） okokok0120@gmail.com

2013年東北学院大学大学院人間情報学研究科博士前期課程修了。現在は、東北学院大学大学院人間情報学研究科研究生として在籍。

坂本 泰伸（正会員） yasube@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

2001年新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。立教大学理学部PD，東北大学ニュートリノ科学研究センターPDを経て，東北学院大学教養学部情報科学科准教授に至る。博士（学術）。IEEE，電子情報通信学会，e-Learning教育学会，日本看護研究学会，日本保健科学学会各会員。

松澤 茂（正会員） matsu@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

1969年東北学院大学工学部電気工学科卒業。東北大学大型計算機センター助手，東北学院大学教養学部情報科学専攻助教授を経て，東北学院大学教養学部情報科学科教授に至る。画像電子学会会員。

武田 敦志（正会員） takeda@cs.tohoku-gakuin.ac.jp

2005年東北大学大学院情報科学研究科博士課程後期3年の課程修了。東北文化学園大学知能情報システム学科講師，東北学院大学情報科学科講師を経て，2011年より東北学院大学教養学部情報科学科准教授。情報ネットワークの構築の研究に従事。2007年FIT論文賞受賞。博士（情報科学）。

松本章代（正会員） akiyo@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

2008年静岡大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。東京工業高等専門学校情報工学科助手，青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科助手，助教を経て，現在，東北学院大学教養学部情報科学科講師。博士（情報学）。知識情報処理に興味を持つ。電子情報通信学会，日本データベース学会，教育システム情報学会各会員。

柏葉 俊輔（非会員） lab.kashiwaba@gmail.com

2012年東北学院大学教養学部卒業。現在は，東北学院大学大学院人間情報学研究科博士前期課程に在籍。電子情報通信学会会員。

投稿受付：2012年11月8日

採録決定：2013年3月28日

編集担当：東野輝夫（大阪大学）