

ICT 端末を用いた遠隔健康管理システム の研究

—PHR 利活用のためのシステムの構築と効果—

Study of Remote Health Management System based on ICT terminal

—Construction and Evaluation of PHR Utilization System—

平成 30 年 3 月

前橋工科大学 大学院工学研究科博士後期課程

環境・生命工学専攻

岡崎 浩幸

目次

1. 序章	4
1. 1 研究の背景と位置づけ	4
1. 1. 1 遠隔医療の必要性とその進展	4
1. 1. 2 健康管理の必要性	5
1. 1. 3 Personal Health Records の必要性	7
1. 2 本研究の目的	9
1. 3 本論文の構成	10
2. 健康管理システムの基礎構築	13
2. 1 システム構成と特徴	13
2. 2 システムの基本機能	14
2. 3 ライフステージ毎の課題と改善	16
3. 妊婦・母子の健康管理	20
3. 1 目的	20
3. 2 母子健康ポータルサイト	21
3. 3 母子健康ポータルサイトとの連動	22
3. 4 妊婦・母子への実証実験	23
3. 5 妊婦・母子への実証結果	24
3. 6 考察	28
4. ICカードを利用した市民健康管理	30
4. 1 目的	30
4. 2 システム構成と特徴	31
4. 3 認証セキュリティ	32
4. 4 再構築した健康管理システム	34
4. 5 健康管理システムの運用方法	35
4. 6 実証実験	36
4. 6. 1 一般世帯での健康管理システムの運用	38
4. 6. 2 医療関係者のヒアリング	41
4. 7 実証結果	41
4. 7. 1 健康管理システムの運用結果	41
4. 7. 2 医療関係者のヒアリング結果	45
4. 8 考察	45
5. 高齢者の在宅健康管理	49

5. 1	目的	49
5. 2	システム構成と特徴	50
5. 3	服薬情報の自動取得	51
5. 4	高齢者世帯への実証実験	56
5. 5	高齢者世帯への実証結果	58
5. 6	考察	60
6.	集団保健指導システムの構築	62
6. 1	目的	62
6. 2	システム構成と特徴	63
6. 3	健康教室における運用方法	66
6. 4	健康教室での実証実験	70
6. 4. 1	集団保健指導システムの運用	70
6. 5	実証結果	74
6. 5. 1	健康教室に参加したユーザへの効果	74
6. 5. 2	システムを運用した保健師への効果	79
6. 6	考察	82
7.	救急搬送支援システムの構築	86
7. 1	目的	86
7. 2	救急搬送支援システム	87
7. 2. 1	設計指針及び機能	87
7. 2. 2	救急搬送時の使用プロセス	88
7. 2. 3	情報の登録プロセス	90
7. 3	救急搬送支援システムの試作結果	91
7. 3. 1	試作システムの動作確認	91
7. 3. 2	医療関係者のヒアリング結果	94
7. 4	考察	98
8.	結論	100
8. 1	各ライフステージでの研究のまとめ	100
8. 2	PHR としての考察とまとめ	103
	謝辞	107
	参考文献	108
	発表文献一覧	112

1. 序章

1. 1 研究の背景と位置づけ

1. 1. 1 遠隔医療の必要性とその進展

わが国では、社会問題である「高齢化社会」「医師不足」の拡大とともに、遠隔医療の必要性が高まっている。以下に、高齢化社会、医師不足について述べる。

<高齢化社会>

わが国の国民総人口は、2016年10月には1億2,693万人、そのうち高齢者とされる65歳以上の人口は3,459万人となり、高齢者の国民総人口に占める割合が27.3%に達したと報告されている。さらに、「団塊の世代」が75歳以上となる2025年には高齢者は3,677万人まで達し、国民総人口が減少する中で高齢者が増加することにより、さらに高齢化社会は加速する。2036年には高齢者の割合は33.3%に達し、3人に1人が高齢者となる社会になると推測されている [01]。

また、わが国の高齢化は世界に類を見ない驚異的なスピードで進んでいることも特徴である。高齢化率が7%を超えてからその倍の14%に達するまでの所要年数を欧米主要国と比較すると、フランスが115年、スウェーデンが85年、ドイツが40年、英国が46年であるのに対し、わが国では、1970年に7%を超え、24年後の1994年で14%に達している [02]。

<医師不足・偏在>

高齢化社会の加速と共に需要の増える医療の分野においては、医師不足・偏在の問題が存在する。2016年に厚生労働省に届け出されている医師は、311,205人（歯科医師、薬剤師は除く）、と年々増えている。しかし、これを年齢別にみると、「40～49歳」が67,880人（22.9%）と最も多く、次いで「50～59歳」が67,815人（22.8%）、「30～39歳」が64,942人（21.9%） [03] とな

り、この数字からも医師の間でも高齢化が進み、高齢の医師が高齢者を診る時代がくることが考えられる。

医師の偏在については、医療施設に従事する人口10万対医師数は233.6人で、これを都道府県別にみると、京都府が307.9人と最も多く、次いで東京都304.5人、徳島県303.3人となっており、埼玉県が152.8人と最も少なく、次いで、茨城県169.6人、千葉県182.9人となっている。最も多い京都府と最も少ない埼玉県では約2.02倍の都道府県格差が存在する[03]。これは都道府県の値であり、さらに小さな地域で考えると、道路網の整備・発達によって大きな差がある。地域中核病院までのアクセスは山間地域においても改善しているが、過疎地ほど高齢化率が高く、特に豪雪地域では冬季の通院は容易ではない。また、医師が訪問診療を行うにしても、家が点在していれば都市部より移動に時間を要することが考えられる。

このような状況においても、すべての国民が健康で安心できる生活を送ることのできる医療が必要とされている。そこで、限られた資源を有効に活用し、国民に良質な医療を提供するための施策の1つとして遠隔医療が推進され、効果的な活用が望まれている。

遠隔医療の定義については、1996年に厚生労働省に遠隔医療研究班が組織されたが、画像伝送を中心とした取組みが多かったことから、「遠隔医療とは、映像を含む患者情報の伝送に基づいて遠隔地から診断、指示などの医療行為及び医療に関連した行為を行うこと」と定義された。その後、遠隔医療の研究を進める日本遠隔医療学会において、2006年7月に「遠隔医療とは、通信技術を活用した健康増進、医療、介護に資する行為」と再定義されている。また、米国遠隔医療学会ATA (American Telemedicine Association) においても「遠隔医療とは、患者の健康状態を改善するために電気通信により伝送された医療情報を利用すること」とされており、医療だけでなく、健康についても定義されている。

1. 1. 2 健康管理の必要性

遠隔医療に定義されている健康については、医療に関する問題「高齢者の不安要素」「医療費の

拡大」と密接に関連していると考えられる。以下に、高齢者の不安要素、医療費の拡大について述べる。

<高齢者の不安要素>

内閣府は65歳以上の一人暮らし男女を対象として、生活上の心配ごとを始めとした意識調査を行った。その調査では、「日常生活の不安」について、「健康や病気のこと」と回答した人が58.9%、「寝たきりや身体が不自由になり介護が必要となる状態になること」と回答した人が42.6%、「自然災害（地震・洪水等）」が29.1%、「生活のための収入のこと」が18.2%、「頼れる人がいなくなること」が13.6%とあり、高齢者の多くが健康、病気、自身の介護に関して不安を抱えているという結果が確認されている [04]。

<医療費の拡大>

厚生労働省からの報告によると1人当たりの生涯医療費は約2,600万円とされており、70歳までは50%、70歳以降が50%、さらに高齢者とされる65歳以上は58%を占めている [05]。この医療費の増加の要因には、「高血圧性疾患」「糖尿病」「高脂血症」「心疾患」等の生活習慣病も大きく関係していると考えられる。この生活習慣病は、健康長寿の最大の阻害要因であるだけでなく、国民医療費にも大きな影響を与えている。そこで、個人が日常生活において適度な運動、バランスの取れた食生活、禁煙を実践する活動が進められている。

これらの数値から、医療同様に安全、かつ安心して健康な暮らしに基づき、平均寿命のみならず、健康寿命を延ばすことが高齢者にとって重要であると考えられる。

そのために高齢者は自らの身体が健康な時期に、将来起こる種々の身体症状への対策を考えることが必要とされている [06]。その対策の1つとして、日々変化するバイタル情報を各自が確認し、健康管理に役立てる方法がある。この方法では、確認したバイタル情報に基づき行動変容を起こすことで、健康を確保した高齢期を過ごせる状態を作ることが望まれている。これを実現するために、高齢者になってから行動変容を起こすことでも効果はあると考えられるが、若く健康な時期からバ

イタル情報を確認し、対応することにより、健康寿命の延伸に一層の効果があると考えられる。

1. 1. 3 Personal Health Records の必要性

わが国の国民の健康は、ライフステージに従い母子保健法、学校保健安全法、労働安全衛生法、高齢者の医療の確保に関する法律等の各世代で異なる官庁が所管する形で法律が定められている。これに従って、図 1-1 に示すように自治体、学校、医療機関、会社、または民間で運営されているスポーツクラブ、個人管理等の様々な機関、場所に健康情報が散在している。その健康情報も電子媒体でなく、紙媒体で手書きにより管理されている場合も少なくない。また、様々な機関において健康情報の管理方法は異なる。管理された健康情報もライフステージの変化、転居、転校、転職等で各機関での申し送り等によるデータの引継ぎが行われていない。このような健康情報の管理方法では、必要とする情報の抽出、生涯にわたる継続的な確認が困難である。したがって、健康情報の有効的な活用が行われていないのが現状である。

ライフ ステージ					
関連する 法律	母子保健法	学校保健 安全法	労働安全衛生法		高齢者の医療 の確保に關す る法律
主な健康 情報所在	国・自治体 医療機関	国・自治体 医療機関	国・自治体 会社 医療機関 民間サービス 個人管理		国・自治体 医療機関 介護サービス 個人管理

図 1-1. ライフステージ毎の法律と健康情報

そこで、生涯にわたり個々人で異なるバイタル情報の適正值を把握し、起こりうる自身の身体への影響を予測し対処するために、健康情報を管理・活用することができる情報システムが望まれている。具体的には、まず自身の健康を正確、かつ継続的に把握することを目的とした健康情報、すなわち PHR (Personal Health Records) を蓄積し、次いで、PHR への接触頻度を高め、健康に対する行動変容を起こさせるシステムである。この行動変容は、自身の健康を維持、改善するため有効であり、このことは、国民の平均寿命の延伸にのみならず、健康寿命の延伸にも一層の効果があると考えられる。

また、蓄積された PHR を必要に応じて医療機関、ヘルスケア事業者等の中でセキュリティ、データの標準化を含めて共有できるような環境が整えば、効果的、かつ効率的な医療、サービスを提供でき、ビッグデータとして二次利用できる可能性があると考えられている。

このような健康情報をPHRとして活用する活動は、自治体や施設等において行われている[07-08]。しかしながら、その活動は体調に関するアンケート、特定の拠点で健康状態を把握するのみであり、日々変化するバイタル情報を、継続的に確認することは実現できていないと考えられる。

また、海外に目を向けると、WHO (World Health Organization) は、世界中の全ての人が肉体的にも、精神的にも満たされた状態であることを望んでいる。その活動にインターネットなどのITを活用して、健康づくりに役立つ情報・サービスをe-Healthとして提供することを推進している。e-Healthについては、ITU (International Telecommunication Union) とWHOのワークショップで継続的な情報交換が行われている [09]。

米国では、インターネットを通じて行われる健康医療に関する情報システムとしてTelehealth (遠隔診療) が普及している。この情報システムでは、検査データの確認、薬の処方等、外来診療と同じサービスが提供されている。また、2014年から適用されているオバマケア (Patient Protection and Affordable Care Act・患者保護並びに医療費負担適正化法) において、電子カルテの普及が進んだ背景にはTelehealthがあったとされている。英国では、国民保健サービス (National Health Service) において、健康医療関連アプリケーションをHealth Apps Libraryというリストで紹介し推進している。このように、欧米の医療先進国では、e-HealthまたはPHRによる健康推進のための活動が普及している。さらに、世界的に様々な研究が行われている [10-13]。

一方、わが国でも、総務省により「パーソナル・ヘルス・レコード (PHR) 利活用研究事業」が国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) の研究事業として実施されている [14]。平成28年度より、3ヶ年計画で「妊婦・出産・子育て支援」「疾病・介護予防」「生活習慣病重症化予防」「医療・介護連携」の4つのライフステージに応じたPHRの利活用のための基礎技術の確立を目的としている。

しかしながら、わが国を含む漢字文化圏では、システムを扱うための情報を入力するキーボードが定着していない。ハードウェア、ソフトウェア共に技術が進み、かつ高速インターネットが普及している地域においてもそれは同様である。タイプライターの時代からキーボードに親しんでいる欧米に比べ、普及に100年の開きがあると言われている。そのため、年齢が上がるにつれてキーボードに触れたことがない、キーボードをうまく打てない、面倒であるといった人が多く、バイタル情報をPHRとして蓄積する情報システム、すなわち、e-Healthの普及が遅れている現状がある。

1. 2 本研究の目的

本研究の目的は、ライフステージ毎に PHR として蓄積した健康情報への接触頻度を高めることである。

しかし、生涯を通した健康情報は、1.1.3 章で **Personal Health Records** の必要性でも述べているが、各ライフステージで異なる管理方法により健康情報が散在している。また、管理された健康情報もライフステージの変化、転居、転校、転職等で各機関での申し送り等によるデータの引継ぎが行われていない。このような健康情報の管理方法では、必要とする情報の抽出、生涯にわたる継続的な確認が困難である。

その解決のために、各ライフステージで必要とされる機能を充足させ、各機関での健康情報の管理ではなく、個々人で健康情報を蓄積、管理できるように、使い勝手が良いと考えられる健康管理システムの再構築を行う。この健康管理システムは、研究に先立ち基礎構築した体重と身長測定を基礎とする健康管理システムに対して改善を行ったものである。この改善を行った健康管理システムを運用し実証実験を行い、アンケートとヒアリングからシステムの使い勝手と性能について考

察する。

このようなシステムが構築され、利用できれば、自身のバイタル情報の適正值の把握が可能となり、また、バイタル情報の変化を確認できるようになる。さらに、生涯にわたり個人での健康情報の管理が可能となる。このことが、健康に対する行動変容に繋がると考えられる。

これを生涯にわたり行うためには、「乳幼児期」「学童・思春期」「青年期」「壮年期」「高年期」それぞれのライフステージでの課題を解決する必要がある。本研究では、前橋市が取り組んでいる母子の健康管理、高齢者の健康増進事業において確認された事実上の課題から、その第一歩として「乳幼児期」「壮年期」「高年期」を対象として研究を行う。

また、全てのライフステージで蓄積された健康情報をビッグデータとして解析することで、データの二次利用が可能となる。但し、「学童・思春期」「青年期」の研究と、ビッグデータとしてのデータの二次利用については今後の課題とする。

PHR の本格的な活用については、プライバシー保護の観点から、情報漏洩や不正利用等が起こらないよう厳重な情報管理を行う必要がある。また、PHR については物理的、技術的、人的・組織的等、包括的にセキュリティを確保し、蓄積するデータの標準化が必要とされている。しかし、本研究では、遠隔より PHR として容易にバイタル情報を蓄積できるシステムの構築を主たる目的とし、その価値の評価について述べるものとする。

1. 3 本論文の構成

本論文は、研究に先立ち基礎構築した健康管理システムについて述べた第 2 章と、その健康管理システムを活用し、ライフステージ毎の研究を行った第 3 章、第 4 章、第 5 章、健康管理システムの応用研究を行った第 6 章、第 7 章、最後の結論の第 8 章から構成される。本論文の構成を図 1-2 に示す。

第 2 章では、博士後期課程入学前の地域連携推進センター研究協力員として、在宅での健康管理を目的として構築した健康管理機能と服薬管理機能を備えた健康管理システムの構成、機能、及び、ライフステージ毎の課題と行った改善についての説明を行う。

第3章では、在宅での健康管理を目的に構築した健康管理システムを、妊婦・母子の健康管理に適用した効果について述べる。健康管理システムを前橋市の母子健康ポータルサイトと連動させ、妊婦・母子の健康管理を行うシステムの必要性と有効性について確認し、考察する。

第4章では、健康管理システムを高齢者、妊婦・母子へ適用した時に確認された健康管理システムの認証の問題と、その改善について述べる。ID・パスワードの入力による認証を、セキュリティの高いICカードを用いた認証へと改め運用した結果と、その利便性と有効性について確認し、考察する。

第5章では、在宅での健康管理を必要とする高齢者を対象とした健康管理システムの機能の拡張について述べる。この機能の拡張においては、バイタル情報の自動取得による健康管理機能と、日々の服薬情報を管理できる服薬管理機能の強化と画面のアクセシビリティの向上を図った。このシステムを実際の高齢者に運用して頂いた結果と、その有効性について確認し、考察する。

第6章では、在宅での健康管理をサポートすることを目的とした健康管理システムを、前橋市の健康づくり事業の健康教室に合わせ集団保健指導システムとして再構築した結果について述べる。健康教室において活動量とバイタル情報による健康指導を行い、ユーザの健康に対する行動変容やシステムを運用した保健師へのアンケートの結果から、その有効性について確認し、考察する。

第7章では、健康管理システムに蓄積されたバイタル情報の二次利用として行った、救急搬送支援システムの試作について述べる。関係者によるデモンストレーション、及びアンケート・ヒアリングから、このシステムが、救急搬送時間の短縮に寄与できるシステムであることを確認し、考察する。

第8章では、改善した健康管理システムを利用しバイタル情報をPHRとして蓄積することが、出生から高齢に至るまで生涯にわたる健康管理に寄与できる可能性について言及する。

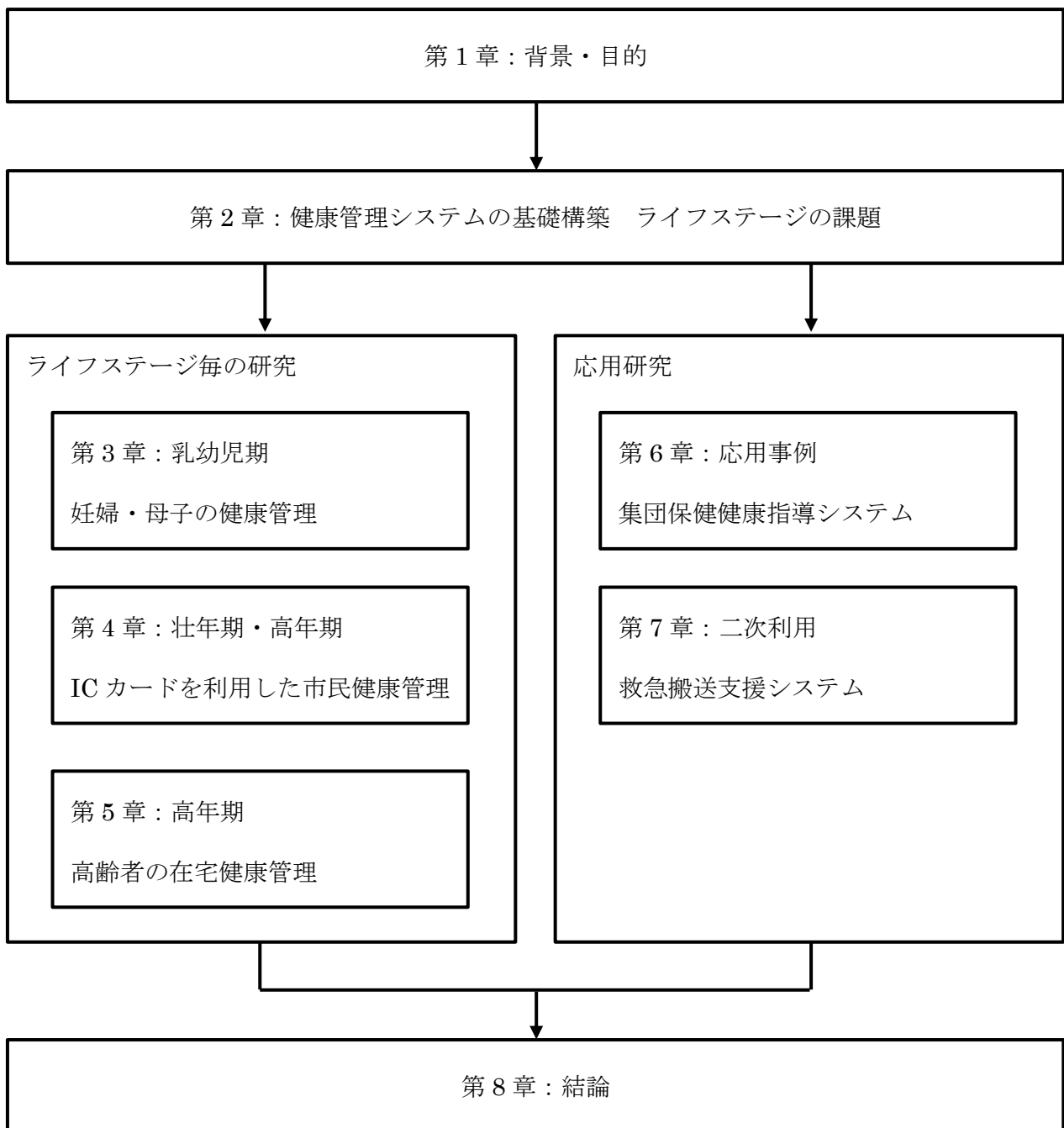


図 1-2. 本論文の構成

2. 健康管理システムの基礎構築

本章では、研究に先立ち、博士後期課程入学前の地域連携推進センター研究協力員として構築した、健康管理システムについて述べる。この健康管理システムは、在宅での健康管理を目的として構築した、健康管理機能と服薬管理機能を備えたシステムである。身近な ICT 端末で自身のバイタル情報を確認できるシステムの実現に向けて構築したものである [15]。

第3章、第4章、第5章、第6章、第7章で述べる研究のシステムは、本章で述べる健康管理システムを基本システムとして活用している。

2. 1 システム構成と特徴

健康管理機能、及び服薬管理機能を備える健康管理システムは、電話端末からの測定結果や設定情報などのクライアントの情報をクラウド上の健康管理サーバにて管理する構成とした。図 2-1 に健康管理システムの基礎構成図を示す。

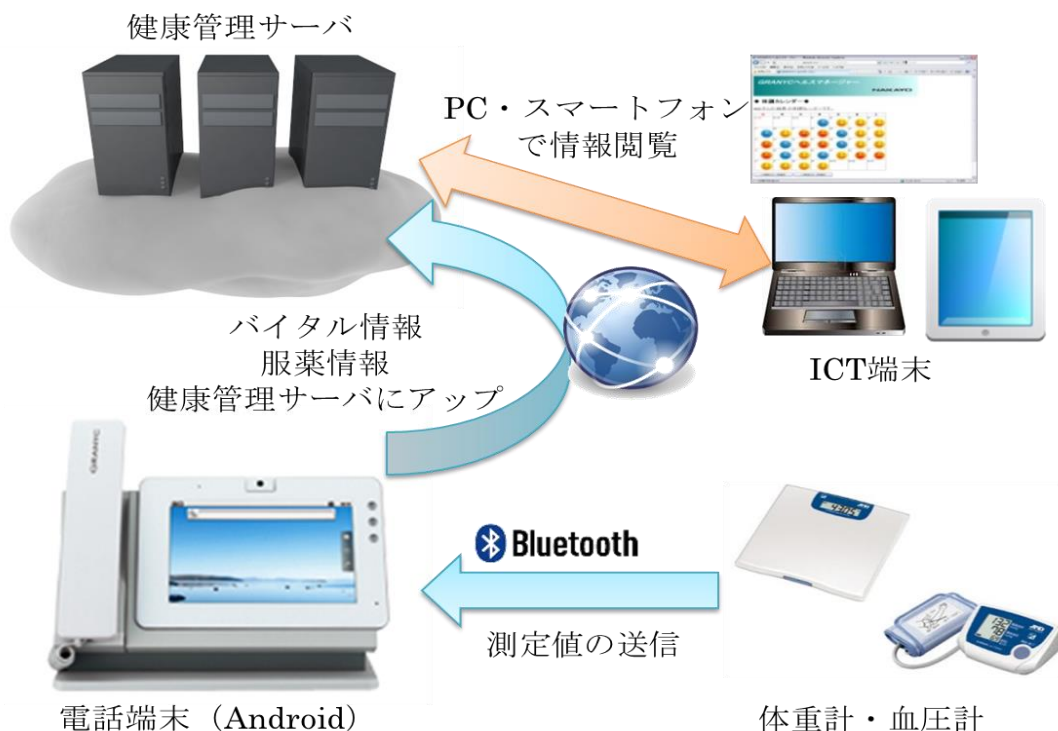


図 2-1. 健康管理システムの基礎構成図

まず、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末は、Bluetooth 通信機能を持った体重計や血圧計からの体重測定結果、血圧測定結果及び脈拍測定結果を Bluetooth 通信により受信する。次いで、有線回線または無線回線によって、インターネット網に接続してクラウド上の健康管理サーバに測定結果を自動で送信する。健康管理サーバは、これらの電話端末が送信する測定結果を記録して、電話端末ごとにバイタル情報を管理する。また、服薬管理を行うための設定情報、薬の服用状況についても電話端末から有線回線または無線回線によって、インターネット網に接続して健康管理サーバに情報を送信する。データを受信した健康管理サーバは、各測定結果と同様に電話端末ごとに設定情報や服薬情報などを記録、維持する。

これらの健康管理システムを構成するために、電話端末にインストールするアプリケーションの開発と測定結果や設定情報を管理するクラウド上の健康管理サーバの開発を行った。アプリケーションは、電話端末にインストールすることで各種の健康管理及び服薬管理の機能を利用できる Android アプリケーションである。健康管理サーバは、Google が提供する、Google App Engine (GAE) サービスを利用して、測定結果、設定情報、服薬情報を管理できるサーバである。本サーバは、電話端末以外に PC、携帯電話やスマートフォンなどのブラウザによる測定結果の閲覧も可能なものとした。

2. 2 システムの基本機能

健康管理及び服薬管理システムの各種機能のサービス一覧を表 2-1 に示す。健康管理サーバでは、電話端末ごとに測定したバイタル情報や服薬情報などを管理する。健康管理サーバへのアクセス認証では、ユーザ名とパスワードを識別情報として使用する。ユーザ名とパスワードを含むこれらのアカウント情報は、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末ごとにアカウントを事前に登録しておくことによって、アクセス管理が可能なものとした。アカウントには、マスターアカウントが存在し、マスターアカウントは、全てのアカウントに対して変更や削除を行うことができるものとする。

表 2-1. 健康管理機能及び服薬管理機能のサービス一覧

機能名称		機能説明
健康 管理 機能	体重管理	体重計の測定結果を電話端末を介し健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。測定結果は、電話端末以外にブラウザ機能により、遠隔から共有することができる。
	血圧・脈拍 管理	血圧計の測定結果を電話端末を介し健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。測定結果は、電話端末以外にブラウザ機能により、遠隔から共有することができる。
服 薬 管 理 機 能	服薬設定	電話端末のタッチパネル操作により、薬名、服用量、服用時間、残薬量などの登録、変更を行う。
	服薬管理	電話端末のタッチパネル操作により薬の服用状況を健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。服用状況は、電話端末以外にブラウザ機能により、遠隔から共有することができる。
	服用 アラーム	電話端末からアラーム音を鳴動させて画面に服用時間に達したことを通知する。
	お知らせ メール	服用時間から 30 分を経過しても服用が確認できない場合に、予め登録されている家族などに、お知らせメールとして服用されていない旨を電子メールで通知する。
	残薬確認	残薬量を表示・管理する。
そ の 他	カレンダー	測定結果から判定したその日の状態を表情アイコンによりカレンダー形式で表示する。
	ワンタッチ ダイヤル	予め設定されたワンタッチボタンをタップすることで指定した連絡先に発信し、搭載しているカメラを使用し相手の顔を確認しながら TV 電話を行う。

2. 3 ライフステージ毎の課題と改善

本研究では、ライフステージ「乳幼児期」「壮年期」「高年期」を対象としているが、ライフステージ毎に PHR を継続的に蓄積するシステムとして必要とされる機能と使い勝手は異なる。そのため、対象とする各ライフステージにおいて考えられる課題に対し、それに応じて行ったシステムの改善について述べる。図 2-2 にライフステージ毎に必要なシステム、情報、それに対して行った改善を示す。システムの改善は、本章で説明した健康管理システムに対して、改善の提案、及びシステムの構築を行うものとする。この改善したシステムに対し、健康情報への接触頻度の向上を確認することを目的に、システムの使い勝手、改善について、実証実験により評価を行う。

第 3 章で研究の対象とした乳幼児期には、継続して日々変化するバイタル情報を自身が確認することで健康管理を行うことが望まれている。しかし、子育てが生活の中心となる妊婦・母子の生活においては、健康管理は定期検診等で行われるのみで、在宅では行われていない場合も少なくない。そこで、前橋市の母子健康ポータルサイトと、バイタル情報の自動計測が可能な健康管理システムの連動を実現し、妊婦・母子の健康管理を行った。この連動させたシステムを妊婦・母子に運用して頂き、アンケート・ヒアリングによりシステムの使い勝手と取得した健康情報の有効活用についての評価を行った。

第 4 章で研究の対象とした壮年期、高年期には、様々な方が容易にシステムを利用することが望ましいが、高齢者に加え、ICT 端末に不慣れな人にとっては ID・パスワードを入力し、認証を行う操作が難しいという利便性の問題が確認された。また、ID・パスワードを用いるだけの認証では、健康情報を扱うシステムという観点から認証の安全性が十分とは言えないという問題もあった。そこで、高齢者や ICT 端末に不慣れな人を考慮し、認証に IC カードを用いるシステムとして再構築し、アクセシビリティの向上、すなわち認証の利便性の向上を図った。この改善したシステムを一般世帯で運用して頂き、アンケート・ヒアリングにより、IC カードを利用した認証に改めた健康管理システムの利便性と安全性、及びシステムの性能について評価を行った。

第 5 章で研究の対象とした高年期には、日々変化するバイタル情報の管理に加え、多剤併用による弊害を防ぐために服薬アドヒアランスの向上が求められている。しかし、高齢者にとって服薬情

報と服用時間を電話端末に手動で設定することが困難であることが分かった。また、年齢が上がるにつれて、操作方法を理解するまでに時間がかかるという課題が確認された。そこで、服薬情報の設定については、調剤明細書に付与された QR コードから服薬情報を自動取得する仕組みを構築した。操作方法については、画面のみで操作を認識できるよう画面表示を改善し、アクセシビリティの向上を図った。この改善したシステムを高齢者宅で一定期間運用して頂き、アンケートとヒアリングにより使い勝手とシステムの性能についての評価を行った。

また、図 2-3 に基礎構築した健康管理システムに対して行った改善について、開発から評価までの工程を示す。

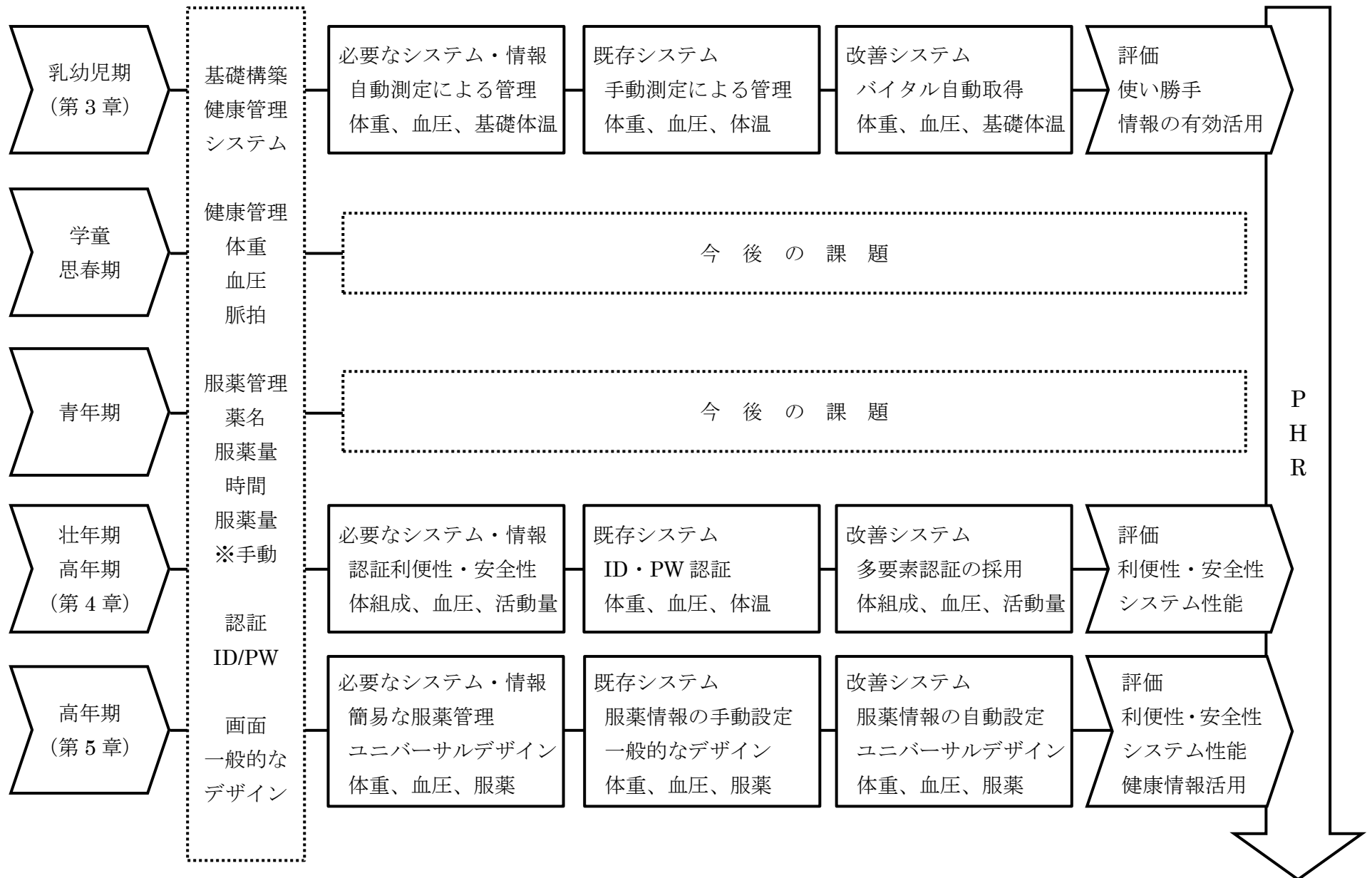


図 2-2. ライフステージ毎の課題と改善

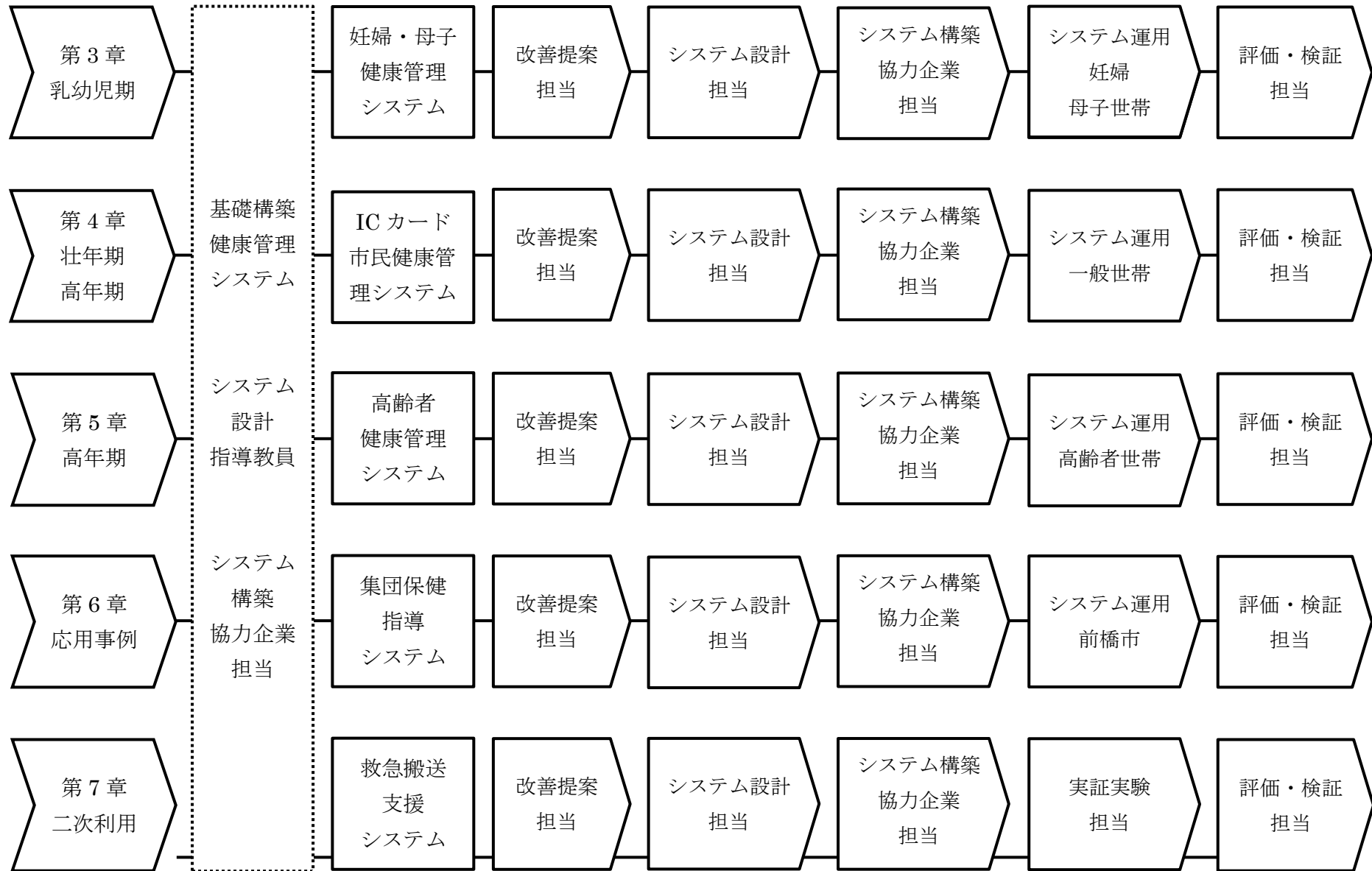


図 2-3. 改善システムの開発・評価の工程

3. 妊婦・母子の健康管理

本章では、妊婦・母子の健康管理について述べる。前橋市は、ICT 街づくり推進事業として総務省より委託を受けた「前橋 ICT しるくプロジェクト」において、母子健康ポータルサイトを立ち上げた。そのポータルサイトに高齢者の在宅健康管理のためのシステムとして構築した健康管理システムを連動させることにより、妊婦・母子の健康管理を行うこととした [16]。

3. 1 目的

妊婦・母子においても、定期検診時だけでなく、日々変化するバイタル情報を自身が確認することで健康意識を高めることが望まれている。日々健康管理を行うことで、起こりうる様々な症状にいち早く対処することができるようになると考えられる。

そのためには、日々のバイタル情報を正確に、かつ継続して記録・管理し、変化に対処する必要がある。妊婦・母子においては、ICT を活用することへの抵抗は高齢者と比べれば少ない。しかし、子育てが生活の中心となる妊婦・母子の生活においては、健康管理は定期検診等で行われるのみで、在宅では行われていない場合も少なくない。

そこで、高齢者の在宅健康管理向けに改善した健康管理システムを、前橋市の「前橋 ICT しるくプロジェクト」で立ち上げた母子健康ポータルサイトへ連動させる提案を行い、システムを改善した。この改善したシステムに対し実証実験を行い、妊婦・母子の在宅でのバイタル情報を PHR として蓄積するシステムとしての必要性と有効性を確認した。

<本研究の改善内容>

改善 1 : バイタル情報を自動で電子的に記録でき、電話端末から閲覧できるようにした

改善 2 : 電話端末から母子健康ポータルに電子的に記録された母子健康手帳の情報を閲覧できるようにした

妊婦・母子の服薬管理機能に関する必要性と有効性についても医師からは示唆されている。しか

し、本研究では、両システムの統合についての必要性和有効性に関する確認を本研究の主たる目的としている。そこで、健康管理システムの健康管理機能のみを連動させ、服薬管理機能については、必要に応じて、母子健康ポータルサイトで用意されている電子お薬手帳の情報のみを活用することとした。

3. 2 母子健康ポータルサイト

母子健康ポータルサイトとの連携の前に、前橋市で進める「前橋 ICT しるくプロジェクト」について簡単に説明を行う。図 3-1 に前橋マイページの概要を示す。



図 3-1. 前橋市マイページの概要図

この前橋 ICT しるくプロジェクトは、住所や年齢など個人の属性に応じカスタマイズされた専用の窓口をウェブ上に「前橋マイページ」として開設している。そこで、利用者に専用の IC カードを渡し、そのカードにより各種行政サービスを提供している。主に、前橋市からのお知らせ、アンケ

ート回答機能、学校関連情報、市民向けツールとしてバス位置情報サービス、駐車場空き情報サービス等を提供しており、この前橋マイページから「母子健康ポータル」「ICT まちなかキャンパス」等の各種サービスへのアクセスを可能としている。

この母子健康ポータルサイトでは、現在使われている母子健康手帳の情報と小学校の健康診断情報等のデータを一元管理できるシステムを構築している。これにより、例えば、母親が風疹に対する自身の耐性を調べる際に、過去の予防接種情報や患者情報等を母子健康ポータルサイトで閲覧すること等を可能とする。その他のサービスとして、妊婦は日々の体重、血圧などの健康管理情報をパソコンやスマートフォンから手動で記録できるようになっている。また、出産後の定期検診、子供の予防接種など行政サービスにおける通知、子供の小学校卒業に至るまでの健康に関する様々な情報を管理、保存することができる。

3. 3 母子健康ポータルサイトとの連動

この母子健康ポータルサイトに、健康管理システムを連動させ、妊婦・母子のバイタル情報の自動計測を行うこととする。図 3-2 に母子健康ポータルサイトを含む前橋マイページと健康管理システムの連携構成図を示す。

本研究におけるシステムの連動では、1つの電話端末のみで母子健康ポータルと健康管理システムの両方のサーバにアクセスを可能としている。これは、母子健康ポータルサイトと健康管理サーバが別々に構築されているためそれぞれのシステムに別々にアクセスする必要があるためである。

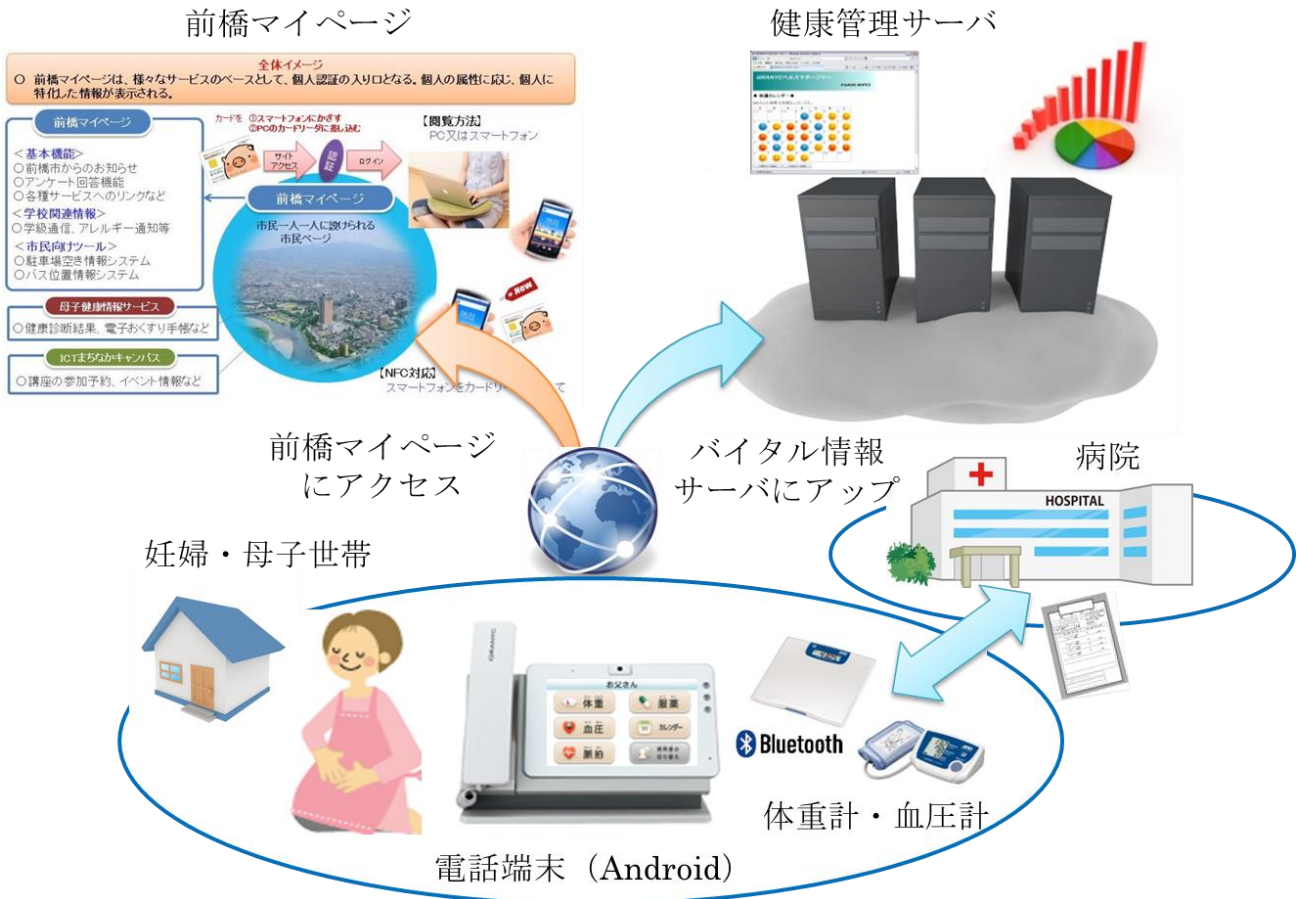


図 3-2. 前橋市マイページと健康管理システムの連携構成図

3. 4 妊婦・母子への実証実験

母子健康ポータルサイトと連動させた健康管理システムの検証と残る課題を確認することを目的として、評価を実施した。前橋市 ICT しるくプロジェクトで募集した妊婦・母子及び医師を対象とし、下記の項目について評価を行った。

評価 1：乳幼児をもつ母親への健康管理システムの紹介及び評価・アンケート

評価 2：妊婦 2 名のモニターによる約 1 ヶ月間の運用及びヒアリング

評価 3：医師 2 名へのヒアリング

3. 5 妊婦・母子への実証結果

評価1：乳幼児をもつ母親への健康管理システムの紹介及び評価・アンケート

乳幼児をもつ母親への健康管理システムの紹介は、平成25年2月20日に前橋市保健センターで行われた2～3か月児の母親9名を対象とした育児交流会「ひよこクラス」にて行った。そこで、母子健康ポータルサイトと健康管理システムについて説明し、実機を使用したデモンストレーションを行った。図3-3にデモンストレーションの様子を示す。その後、評価のためのアンケートとヒアリングを実施し、妊婦・母子健康管理における健康管理システムの必要性と改善課題等の意見を収集した。アンケートについては、健康管理システムを妊婦・母子健康管理に適用した場合の完成度を分析するため、表3-1の質問事項の内容で数値化した。各項目を5点満点とし、「1：最低評価」から「5：最高評価」の基準で平均した結果を図3-4、図3-5に示す。



図3-3. デモンストレーションの様子

表 3-1. 乳幼児をもつ母親への質問事項

No	基準（評価 5：良い ～ 3：普通 ～ 1：悪い）
1	体重・血圧・脈拍の管理機能は必要と感じますか。
2	画面のレイアウトや文字の大きさ、見やすさはいかがでしたか。
3	タッチ操作やボタンの押しやすさなど操作性はいかがでしたか。
4	健康情報サービスで閲覧できるグラフ、数値など見やすさはいかがでしたか。
5	健康情報サービスで情報を閲覧するまでの操作は適切でしたか。
6	健康情報はインターネットを利用し、検診時に日々の状態を提示可能です。 このサービスは有効ですか。
7	健康管理サービスを実際に使ってみたいと思いましたか。

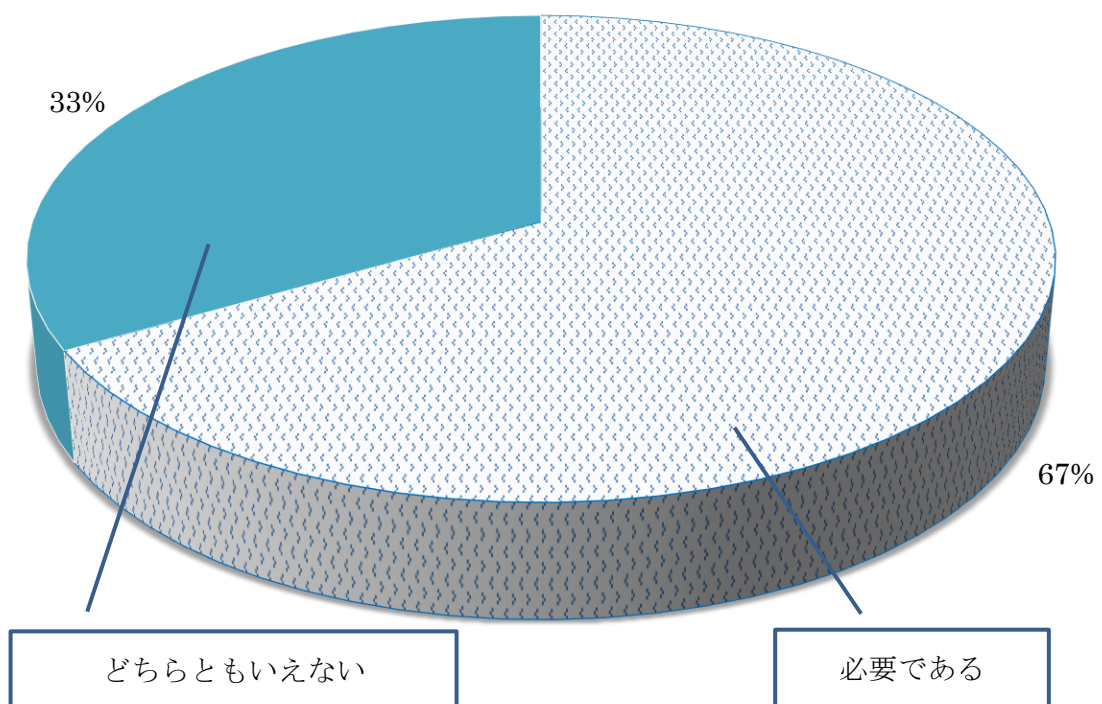


図 3-4. 健康管理の必要性

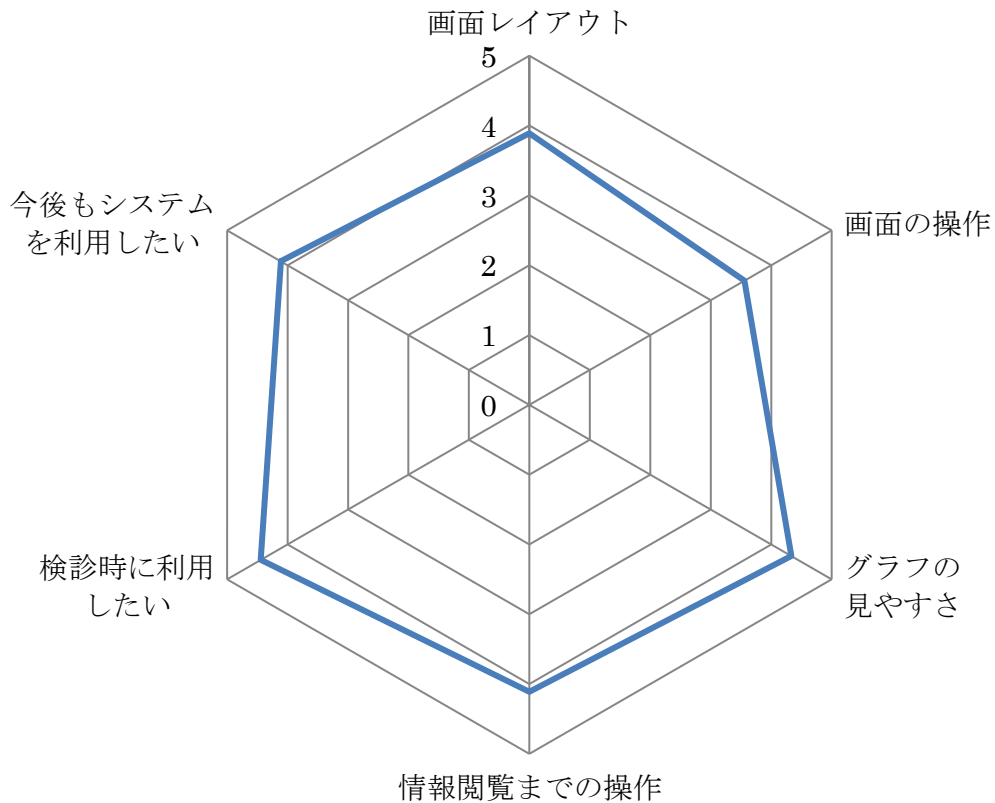


図 3-5. 健康管理システムの評価

評価 2 : 妊婦 2 名のモニターによる約 1 ヶ月間の運用及びヒアリング

妊婦 2 名のモニターの世帯に約 1 ヶ月間健康管理アプリケーションをインストールした電話端末を設置し運用頂いた。その後、表 3-1 の質問事項の内容についてヒアリングを実施し、一定期間の運用における問題点や改善点について意見を収集した。その結果を表 3-2 に示す。

表 3-2. 健康管理システムの評価

質問項目	妊婦 A	妊婦 B
健康管理の必要性について	必要	あれば良い
画面レイアウトについて	良い	良い
タッチ操作・ボタンの操作性について	良い	良い
グラフ、数値など見やすさについて	良い	良い
情報を閲覧するまでの操作について	良い	良い
日々の健康状態を検診時に利用することについて	便利	便利
今後の利用について	利用したい	利用したい

評価 3 : 医師 2 名へのヒアリング

医師 2 名へのヒアリングは、前橋医師会に協力を得て母子健康ポータルサイトと健康管理システムについて下記の意見を頂いた。医師 2 名共にほぼ同様の意見であったため 2 名をまとめて表 3-3 に示す。

表 3-3. 医師のヒアリング結果

項目	意見
良い面	検診時に自宅における日常生活のバイタル情報を確認することができる。
	高齢者、妊婦・母子だけでなく、全ての年齢層で運用できる可能性がある。
	状況によって、健康管理サーバを閲覧することで自宅での状態を確認することができる。
改善面	妊婦・母子にとって体温の計測は大切であり、基礎体温計の接続が必要。
	母子健康ポータルサイトと健康管理サーバがあり 2 つのサーバを状況に応じて閲覧することは手間がかかり業務に適用されない可能性がある。

3. 6 考察

本研究により、母子健康ポータルサイトと連動させた場合の妊婦・母子の健康管理においても高齢者向けに開発した健康管理システムを適用することの必要性和有効性を確認することができた。

図 3-4 の健康管理の必要性については、乳幼児をもつ母親の 6 割が、妊婦・母子健康管理で体重・血圧・脈拍の管理は必要であると回答し、必要ないと回答した方はいなかった。また、表 3-2 のヒアリングでは、日々のバイタル情報を検診時に提示し、自宅での健康状態を確認してもらえることが便利であると回答があった。これらのことは、健康管理システムを母子健康ポータルサイトと連動させることによる、妊婦・母子の健康管理の有効性を示すものと考えられる。

図 3-5 のシステムの評価については、画面の操作以外の評価項目について満足度の高い結果となった。このことは、健康管理システムが実用化に対し有効であることを示すものと考えられる。画面の操作に関する項目の評価が低かったことについては、2 つの要因が考えられる。まず、本アプリケーションは高齢者向けに画面を改善しており、スマートフォンを使い慣れている若い世代にとっては物足りないと感じられたことが挙げられる。これについては、利用する世代に応じて画面カスタマイズを行うことで改善できると考えられる。次に、健康管理システムと母子健康ポータルサイトの 2 つのシステムに別々にアクセスしなければならない煩わしさがその要因としてあったと考えられる。これについては、両システムを統合し、1 つのシステムとして構築することで解決できると考えられる。

また「育児をしながら慣れないサービスを使うのに抵抗を感じる」「緊急時に医療機関へ相談できたらよい」との意見があった。これは、利用者にストレスを与えないサービス提供と、既に電話端末に備えられている TV 電話機能を使用した医療機関等への相談などのサービス拡張の必要性を示すものである。これを実現することで利便性が向上すると考えられる。

表 3-3 の医師へのヒアリングでは、電話端末と通信のシームレス化を目的とするコンティニュー規格に基づいたバイタルセンサーの充実化が望まれていることが分かった。現在は、省電力で運用可能な BLE (Bluetooth Low Energy) 対応の体温計の接続を実現している。

本研究の実証実験では、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末に限りがあったため、実証実験の対象者は乳幼児をもつ母親 9 名、妊婦 2 名、医師 2 名のみとした。十分なサンプル数による評価結果ではなく、信頼性の観点からは低いと言える。しかし、母子健康ポータルサイトと健康管理システムを連動させることの有効性を確認できた。信頼性は、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末を準備し、対象者を増やすことで担保することができると考えられる。今回の実証実験では、信頼性は低いものの、妊婦・母子においても、日々変化するバイタル情報を PHR として蓄積するシステムとしての必要性と有効性があると推察される。

また、両システムを統合させ、機能面を向上させるシステムを構築する必要性が高いことを確認した。これは、医師の業務の負担と妊婦・母子の負荷を増加させることなしに行われることが望まれている。現在は、1つのシステム上に妊婦・母子に関するシステムと健康管理システムを構築し、専用のインターフェースでのデータ連携を実現している。

現在は、総務省の研究事業である「パーソナル・ヘルス・レコード（PHR）利活用研究事業」において、対象者の規模を拡大し「妊娠・出産・子育て支援 PHR モデルに関する研究」として継続している。

4. ICカードを利用した市民健康管理

本章では、ICカードを利用することにより、健康管理システムの利便性と安全性の向上を同時に実現したことについて述べる。健康管理システムのID・パスワード入力による認証を、セキュリティの高いICカードを用いた認証へと改めることで、アクセシビリティ、すなわち認証の利便性が向上した [17]。

4. 1 目的

本研究で基本システムとして活用している健康管理システムは、ID・パスワード認証に基づき、①バイタル情報を自動計測・管理する機能、②見守り機能（含む本人・見守り家族・医療関係者によるバイタル情報閲覧機能）、③服薬管理機能を実現している。しかしながら、高齢者に加え、ICT端末に不慣れな人にとってはID・パスワードを入力し、認証を行う操作が難しいという利便性の問題が課題として残されてしまった。また、ID・パスワードを用いるだけの認証では、健康情報を扱うシステムという観点から認証の安全性（セキュリティ）が十分とは言えないという問題もあった。

一方、前橋市は、共通サーバ上に母子手帳、お薬手帳、小学校の健康診断結果、救急搬送支援などの各サーバアプリケーションを構築していた。その共通サーバ上に、ICカードを用いて各々のサービスから認証を行えるシステムを構築している。この共通サーバはクラウド上に構築されており、1つのサーバ上に複数のシステムのサーバアプリケーションが準備されている。それぞれのシステムのアプリケーション毎に用意されているデータベースに、ICカードを用いて各々のサービスからアクセスし、情報を共有することを可能としたものである。

そこで、基礎構築した健康管理システムに、高齢者やICT端末に不慣れな人の利便性を考慮した提案、改善を行った。具体的には、認証にICカードを用いるシステムとして再構築し、アクセシビリティの向上、すなわち認証の利便性の向上を図った。この改善したシステムに対し実証実験を行い、バイタル情報をPHRとして蓄積するシステムとしての有効性を確認した。

<本研究の改善内容>

改善1: ID・パスワード入力による認証からICカードを用いた認証へと改める

改善2: 前橋市の共通サーバ上の情報システムの1つとして健康管理システムを再構築

4. 2 システム構成と特徴

ICカードを使用する健康管理サーバを含む共通サーバとしてのシステムは、各サービスからICカードを用いて共通サーバ上の他のサービスのデータにアクセスする仕組みとなっている。この仕組みにより、個々人で各種のサービスの情報を一元的に使用することを可能としたものである。図4-1に共通サーバ上に再構築した健康管理システムの構成図を示す。

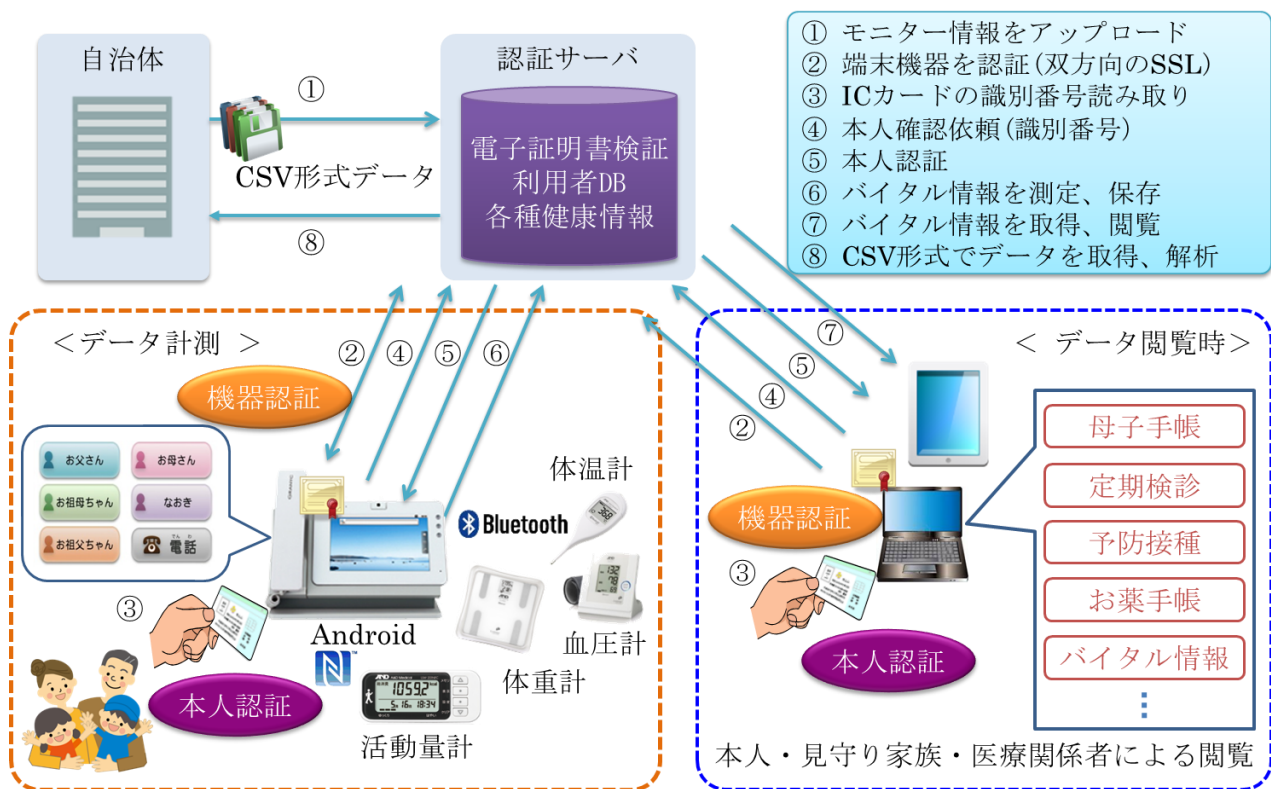


図4-1. 共通サーバ上に再構築した健康管理システム

再構築された健康管理システムは、健康管理のためのサーバアプリケーションとAndroidタブレット（OS: Android4.4, ディスプレイ: 8インチ）からなる。Androidタブレットは、バイタル情

報を自動計測・管理する機能と見守り機能を有するアプリケーションをインストールしたものである。自動計測されたバイタル情報は 3G 回線、LTE 回線またはインターネットに接続された Wi-Fi を利用し、共通サーバ上の健康管理サーバに送信される。

研究に先立ち基礎構築しているシステムの服薬管理機能に関しては、共通サーバ上にお薬手帳のシステムが別途構築されていることから、バイタル情報の自動計測・管理機能と見守り機能のみ再構築した。

4. 3 認証セキュリティ

本節では、課題とされる認証の安全性について述べる。一般的に情報通信システムの安全性には、「認証時の安全性」、「データ通信時の安全性」、「データ管理の安全性」が考えられる。本研究では実現上の条件から「認証時の安全性」のみを研究の対象とするが、安全性の全容を示すため「認証時の安全性」、「データ通信時の安全性」、「データ管理の安全性」について、概観する。

認証時の安全性について、一般的な健康管理システムで用いられている ID・パスワードや FeliCa 等の IC カードを用いた認証を採用するシステムがある [18-22]。これらの認証は健康データを扱うのに十分な安全性が確保されていないことが知られている。そこで本システムでは、安全性の高い認証、すなわち経済産業省が提示する多要素認証 [23] を使用することとした。この認証では、IC カードを用い、利便性と安全性を同時に実現することができる。

データ通信時の安全性については、データ送受信時には電子証明書を使用し、双方向の SSL (Secure Sockets Layer) 暗号を用いているため十分な安全性を確保しているといえる。

データ管理の安全性については、外部からの不正アクセス防止、管理されるデータの暗号化などがある。再構築したシステムではファイアウォールによる外部からの不正アクセスの防止機能のみ対応し、管理されるデータの暗号化については今後行う予定である。

次に、本研究の特徴である認証の安全性について詳細に説明する。認証のセキュリティに関しては、図 4-2 に示すように経済産業省から指針が提示されている。これによると、最も低いレベル 1 から最も高いレベル 4 の下記に分類されている。

<経済産業省が提示する認証レベル>

- ・レベル1：ID・パスワード6桁以上等を使用した単要素認証
- ・レベル2：ID・パスワード8桁以上またはICカード等を使用した単要素認証
- ・レベル3：ICカード+機体認証等を使用した多要素認証
- ・レベル4：証明書を搭載したICカード+機体認証等を使用した多要素認証

(参考)全体保証レベルと身元確認、当人確認保証レベル、信頼レベル



身元確認方法、当人確認方法、組織の信頼レベルを基に、ID連携トラストフレームワークは、グローバル標準では、4つのレベルに分類される。

区分	身元確認保証レベル (登録時のレベルを規定)		当人確認保証レベル(トークン、トークン及びクレデンシャル管理、認証プロセス、アサーション等のレベルを規定)				プライバシー及び個人情報保護 信頼レベル
	登録	トークン	トークン及びクレデンシャル管理	認証プロセス	アサーション	プライバシー及び個人情報保護	
全体保証 レベル1 (低)	(対面 / 非対面) 自己申告 / 身元確認は不要。 レベル1+ (対面 / 非対面)身分証明書の提示	単要素認証 (例)パスワード(6桁以上)、秘密の質問(最低5問から選択)等	トークンの発行、保管方法、アイデンティティ失効等の運用ルール等の基準	認証プロセス実行時に想定される脅威に対する基準	アサーション利用時に想定される脅威に対する基準	プライバシー及び個人情報保護状況証明の程度の基準	
全体保証 レベル2 (中)	(対面)写真付き公的身分証明書の提示(非対面)公的身分証及び金融/携帯電話の個別番号を提示。申請情報を記録と照合。	単要素認証 (例)パスワード(8桁以上)、秘密の質問(最低7問から選択)、数値のマトリックスが記載されたカード、SMSで送られるワンタイムパスワード、ワンタイムパスワード機器、ICカード等					
全体保証 レベル3 (高)	(対面)レベル2に加え、申請情報を記録と照合。録音等による否認防止。 (非対面)レベル2に加え、申請情報を公的機関および金融/携帯事業者の記録と照合。録音等による否認防止	多要素認証 (例)認証時にパスワード入力を求めるSSLクライアント認証、パスワード+ソフトウェアによる秘密鍵管理等					
全体保証 レベル4 (特高)	(対面のみ)写真付き公的身分証明書2種又は公的身分証及び金融/携帯電話の個別番号を提示。全ての申請情報を記録と照合。生体情報の記録。	多要素認証トークン機器 (例)暗証番号認証付きワンタイムパスワード機器、パスワード認証付きICカード等					

図 4-2. 経済産業省が提示する認証レベル

一般的な健康管理システムは、ID・パスワードまたはICカード（FeliCa等）を使用したシステムである。この認証方式は、経済産業省が提示している情報セキュリティの保証レベル1 また 2 にあたるものであり、ID・パスワードまたはICカードを紛失した場合などに容易に本人になりすまることが可能である。利便性は高いが、健康情報を扱うシステムという観点から認証時の安全性に問題があると考えられる。

本研究では、高齢者に加え、ICT 端末に不慣れな人の利便性と安全性の両方を実現するため、「IC

カード+電子証明書+機体認証」した保証レベル3の多要素認証方式を採用した。ちなみに、金銭に関する情報、または医療情報は、保証レベル4が適切であるとされている。

本システムのサービスを利用する際には、カード内にCPUを内蔵した耐タンパー性の高いTypeBのICカードと、電子証明書を使用している。この電子証明書は、Androidタブレット端末にインストールされているものである。これは、Androidタブレット端末のMACアドレスから認証局で生成されるものである。これにより、本人認証(含む見守り家族・医療関係者・自治体担当者の認証)、及び機体認証を行っている。したがって、ID・パスワードのみの認証に比べ高い安全性を有するシステムであるといえる。ID・パスワードまたはICカードを紛失した場合でも、電子証明書による認証とサーバでの機体認証が行われなければ、データにアクセスできない仕組みになっている。

4. 4 再構築した健康管理システム

共通サーバ上に再構築された健康管理システムは、健康管理のためのサーバアプリケーションとアプリケーションをインストールしたAndroidタブレット端末を基礎として構成されている。

<バイタル情報の自動計測・管理機能>

Bluetooth通信機能を持ちContinua規格に対応した下記の機器で測定された結果が、Androidタブレット端末を介してサーバ上にある健康管理サーバアプリケーションのデータベースに自動で送信され、管理される。取得可能なバイタル情報を下記に示す。

- ・体組成計：体重、体脂肪率、基礎代謝量、BMI値、筋肉量、水分量
- ・血圧計：血圧、脈拍
- ・体温計：体温
- ・歩数計：歩数、歩数速度

<見守り機能>

健康管理サーバアプリケーションのデータベースに蓄積されたデータは、Androidタブレット端末

に1ヶ月、2週間、1週間の単位でグラフ表示できる。この情報は、本人のみならず離れた場所にいる関係者と情報を共有できる。

- ・本人・見守り家族・医療関係者によるバイタル情報の閲覧
- ・自治体へのCSV形式によるデータ提供

4. 5 健康管理システムの運用方法

認証にICカードを用いるシステムとして再構築した健康管理システムの実際の運用について述べる。まず、健康管理アプリケーションがインストールされたAndroidタブレット端末のNFC検出センサー部分にICカードをかざす。それにより、ICカードに書き込まれているモニターに割り当てられた13桁の識別番号とパスワードがサーバ上の認証局で確認される。次いで、本人認証と機体認証が行われる。本人認証、機体認証された場合のみ、バイタル情報の保存（本人のみ）や閲覧（本人・見守り家族等）が可能となる。見守り家族または医療関係者による閲覧については、サーバ上で本人のICカードと関連付けられたICカードを保有する者のみ可能としている。

バイタル情報にはICカードより取得した識別番号が付加され、SSL暗号化された上でサーバ上の健康管理サーバアプリケーションを介してデータベースに蓄積される。そのため、従来システムより高い安全性が担保される。この識別番号は、共通サーバ上の各サービスの情報にも同様に付加されている。

この情報を専用のAPI（Application Programming Interface）を使用して、他のサービスに提供する仕組みとしている。これにより、外部から13桁の識別番号+KEYと取得するバイタル情報種別、期間を指定することで、容易に安全性を確保し、二次利用や他のサービスとの連携を可能としている。また、本健康管理アプリケーションは、1台のAndroidタブレット端末で複数のアカウントを管理することができ、ICカードをかざすだけでユーザ切替えを行える仕組みとした。

4. 6 実証実験

認証にICカードを用いるシステムとして再構築した健康管理システムの評価について述べる。評価は、第5章で述べる高齢者の在宅健康管理で活用したシステムとの性能を比較することとした。比較対象とした高齢者の在宅健康管理システムは単独システムとして構築されている。体重計、血圧計によるバイタル情報の自動計測時は、ID・パスワードを手動で入力してシステムにアクセスする必要があった。本研究では、その従来システムの性能を維持したまま、認証に「ICカード+電子証明書+機体認証」を用いることにより、利便性と安全性を同時に確保することを目標としている。

以下に、プロジェクトで募集した一般世帯等のモニターと、医療関係者を対象として実施した評価について示す。一般世帯等のモニターの選定条件を表4-1に、協力頂いたモニターから回答頂いた範囲でのモニターの情報を表4-2に示す。

表 4-1. 一般世帯のモニター選定条件

選定条件	詳細
対象年齢・人数	<ul style="list-style-type: none"> ・1世帯、または1グループ3～5名。 ・60歳以上の方が含まれていることが望ましい。
対象地域	群馬県に在住の方

表 4-2. モニターの情報

グループ	対象	性別	年代	健康状態	ICT 端末利用経験
1	01	男性	50	良い	たまに利用する
	02	女性	60	通院あり	利用しない
	03	男性	70	良い	利用しない
	04	女性	40	通院あり	たまに利用する
	05	男性	50	良い	利用する
2	06	男性	30	良い	よく利用する
	07	男性	40	通院あり	よく利用する
	08	男性	40	良い	利用する
	09	男性	60	通院あり	利用する
3	10	男性	70	通院あり	たまに利用する
	11	女性	70	通院あり	利用しない
	12	女性	40	良い	利用しない
	13	女性	40	良い	利用しない
4	14	男性	60	—	よく利用する
	15	女性	40	—	たまに利用する
	16	女性	40	—	よく利用する
5	17	男性	30	良い	よく利用する
	18	男性	30	通院あり	利用する
	19	男性	50	良い	利用しない
	20	男性	60	良い	利用する

4. 6. 1 一般世帯での健康管理システムの運用

募集に応じた5世帯の一般世帯等の計20名のモニターにシステムの利用方法を説明後に同意を得て、2015年2月2日から2月28日の約1ヶ月間、健康管理アプリケーションをインストールしたAndroidタブレット端末と健康管理機器を設置し運用頂いた。その様子を図4-3に示す。体組成計、血圧計は全てのモニターの方に運用頂き、体温計、歩数計は機器が5台しか準備できなかったため、希望された5名の方に運用頂いた。

運用については、健康管理機能を定期的に利用して頂いた。また、1世帯(1システム)3名から5名で運用し、そのうち1名を見守り家族とした。この見守り家族が使用しているICカードには1世帯(1システム)を管理可能な全員の情報を閲覧できる権限を与え、世帯を見守る人としても運用して頂いた。

実運用では、離れた場所にいる見守り家族・医療関係者等がバイタル情報を閲覧することとなる。しかし、本実証実験では、機器の台数が限られていたため、1世帯を除き同じ場所で運用頂いた。その後、評価のために全世帯に対して視認性、操作性、習得性、機能性、満足度の観点からアンケートとヒアリングを実施した。見守り家族についても利用者と同様のサービスを利用して頂き、利用者と同じアンケートを回答頂いた。

さらに、第5章の高齢者の在宅健康管理の研究で健康管理システムを使用したことのある1世帯に対しては、認証時間、アクセス回数についての確認を行った。その上で、本システムの利便性と有効性及び今後の課題等の意見を収集した。

アンケートについては、本システムを運用した場合の完成度を分析するため、表4-3の質問事項の内容で数値化した。なお、同じサーバ上に構築されている母子手帳、お薬手帳、小学校の健康診断結果、救急搬送支援のシステムについては、専用のAPIで技術的な連携のみ確認した。

4. ICカードを利用した市民健康管理



システムの利用説明



ICカードによる本人認証



血圧の測定



見守り家族による確認

図 4-3. 一般世帯での健康管理システムの運用の様子

表 4-3. 一般世帯の健康管理システム利用者への質問事項

質問事項					
1	ICカードを利用して個人の情報を扱うことに対して抵抗感がありますか。				
	全く抵抗感なし	—	どちらでもない	—	抵抗感あり
	5	4	3	2	1
2	タブレットによる健康管理システムの画面の見やすさはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
3	タブレットによる健康管理システムの操作のしやすさはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
4	体重、血圧、脈拍、体温、歩数のグラフや数値の見やすさはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
5	ICカードを使って健康管理システムの情報を取得・閲覧する操作はいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
6	ICカードを使ったユーザ切替えはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
7	健康管理システムは役立つと思えましたか。				
	大変役に立つ	—	どちらでもない	—	全く役に立たない
	5	4	3	2	1
8	今後も健康管理システムを利用したいと思えましたか。				
	是非利用したい	—	どちらでもない	—	全く利用したくない
	5	4	3	2	1

4. 6. 2 医療関係者のヒアリング

総合病院として群馬大学医学部附属病院、前橋市内の中核病院、前橋市消防局に対し健康管理システムのデモンストレーションを行い、群馬大学医学部附属病院の医師1名、中核病院の医師1名、前橋市消防局の隊員4名にヒアリングを行った。

4. 7 実証結果

4. 7. 1 健康管理システムの運用結果

5世帯の一般世帯等の計20名のモニターへのアンケートでは、対象の20名全ての方に回答を頂いた。各項目を5点満点とし、「1:最低評価」から「5:最高評価」の基準で平均した結果を図4-4、図4-5、図4-6に示す。

図4-4では、表4-3の質問事項1の、ICカードを使用する際の抵抗感について、図4-5、図4-6では表4-3の質問事項2~8の、本システムの性能についてのアンケートを行った。図4-5の従来システムの結果は、第5章で確認した高齢者の在宅健康管理の実証実験結果のデータを再活用した。図4-6では、協力頂いたモニターのうち、表4-2でICT端末の利用経験が浅いとされる対象者1、2、3、4、10、11、12、13、15、19の本システムの性能についてのアンケート結果を示す。

また、表4-4では、全てのモニターとICT端末の利用経験が浅い人（図4-6の結果の対象者）の各評価項目の平均値と標準偏差を示す。表4-5に、アンケート時のヒアリングについての意見を示す。

認証時間、アクセス回数については、従来システムを使用したことのある1世帯5名（表4-2のグループ1）のモニター開始時の結果を表4-6に示す。

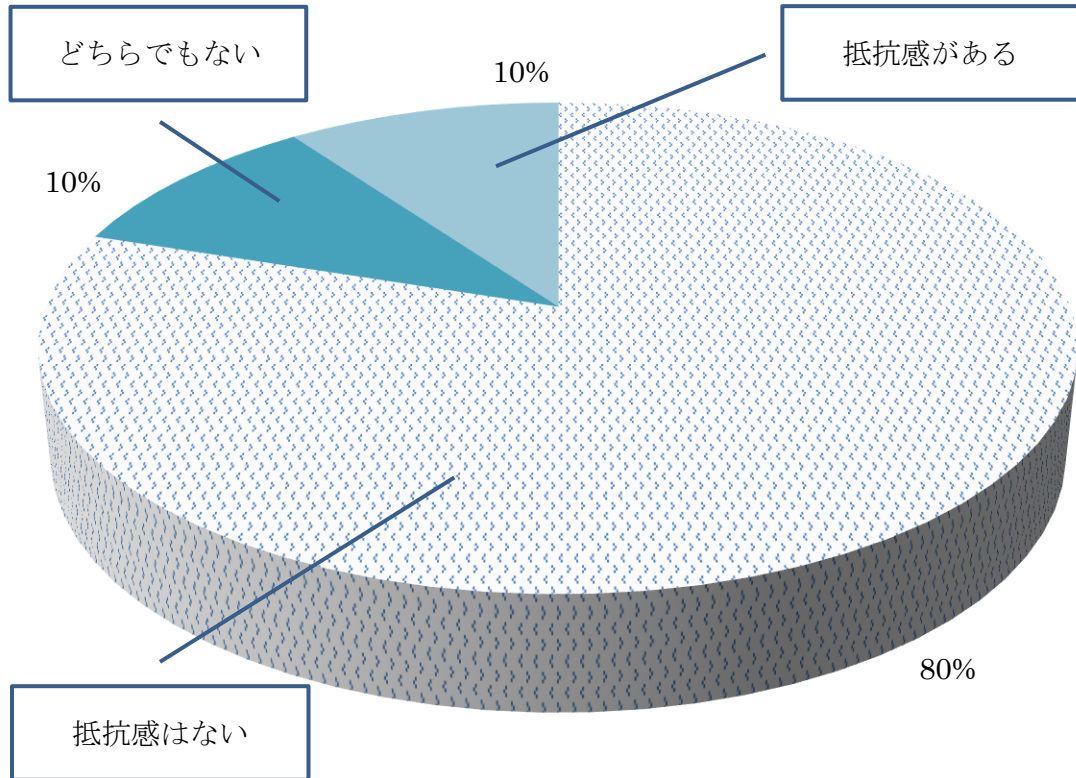


図 4-4. IC カードを使用する際の抵抗感

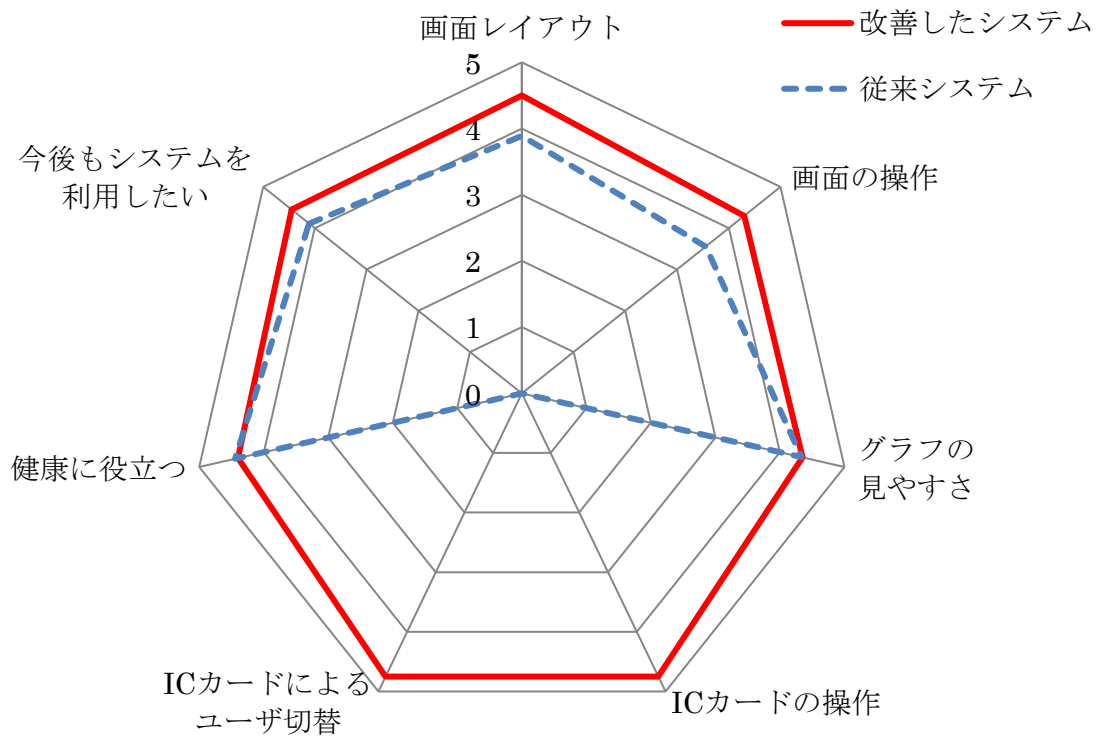


図 4-5. 健康管理システムの性能評価 (全ユーザ)

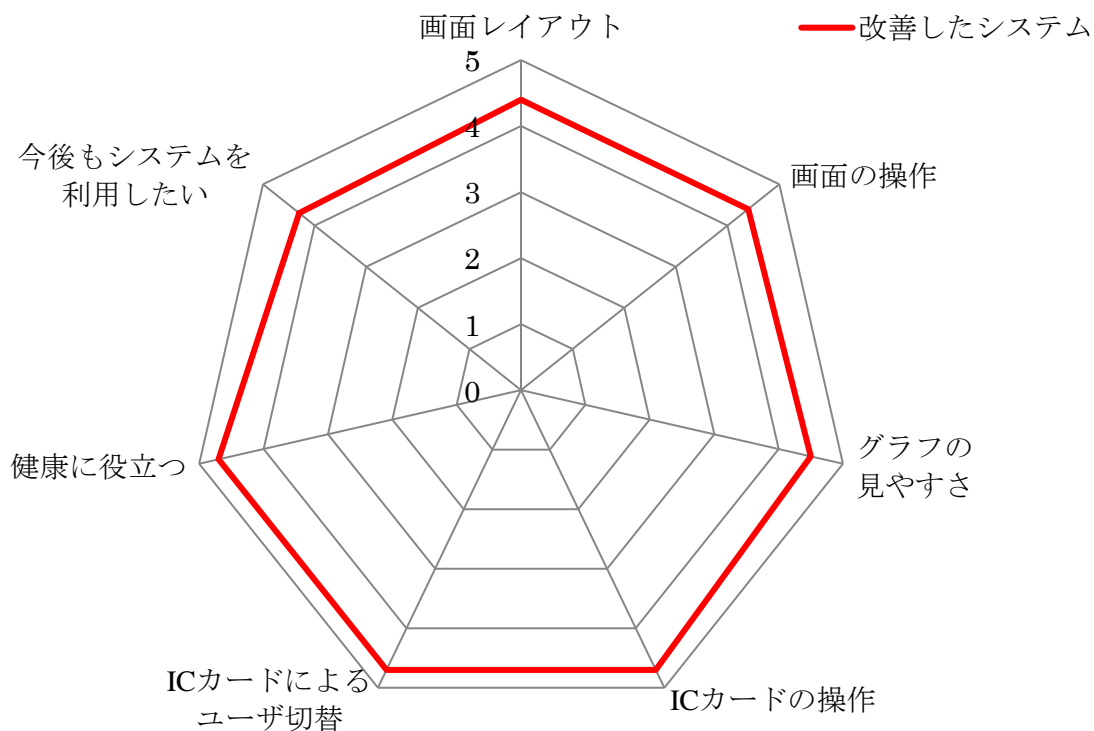


図 4-6. 健康管理システムの性能評価 (ICT 端末の利用経験が浅いユーザ)

表 4-4. 健康管理システムの性能評価 (平均値と標準偏差)

	全ユーザ	ICT 端末利用経験が浅いユーザ
	平均値 (標準偏差)	平均値 (標準偏差)
画面のレイアウト	4.5 (±0.5)	4.4 (±0.5)
画面の操作	4.3 (±0.6)	4.4 (±0.5)
グラフの見やすさ	4.4 (±0.7)	4.5 (±0.5)
IC カードの操作	4.8 (±0.4)	4.7 (±0.5)
IC カードのユーザ切替	4.8 (±0.4)	4.7 (±0.5)
健康に役立つ	4.4 (±0.6)	4.7 (±0.5)
今後も利用したい	4.5 (±0.7)	4.3 (±0.8)

表 4-5. 健康管理システム運用時のヒアリング結果

意見	
モニター	日々の体調変化が分かりやすく、健康意識が高まった。
	ICカードを含め操作が簡単ですぐ覚えられた。
	ICカードを紛失した場合が心配。
	測定したバイタル情報に対してアドバイスを頂ければ助かる。
見守り家族	離れて暮らす家族の体調を把握でき安心した。
	血圧異常時や計測を忘れているときなど連絡できて安否確認になった。
	情報漏洩ニュースが後を絶たないため、ICカードの利用は少し不安を感じる。

表 4-6. 健康管理システムの認証時間とアクセス回数

対象	認証時間 (秒)	
	改善システム	従来システム
01	3	6
02	3	5
03	4	21
04	3	9
05	4	15
対象	アクセス回数 (回数/日)	
	改善システム	従来システム
01	2	2
02	1	1
03	2	2
04	2	2
05	2	2

4. 7. 2 医療関係者のヒアリング結果

医師 2 名と前橋市消防局の隊員 4 名へ行ったヒアリングの結果を表 4-7 に示す。

表 4-7. 医療関係者及び消防隊員へのヒアリング結果

意見	
良い面	医師 A、B 日々のバイタル情報を診察時に確認することができ、非常に役立つ。
	医師 A 抗がん剤治療の患者は、体重の変化が重要であり、在宅での健康管理に期待できる。
	前橋市消防局 救急隊員は倒れている患者の現状の健康状態は分かるが、平常時の状態が分からないので、倒れる前の 2 週間程度のバイタル情報は貴重である。
改善すべき面	医師 A 食事時間や排便チェックなどができればさらに良い。
	医師 A、B 患者のデータは重要であり、セキュリティを含め取扱には十分注意が必要である。

4. 8 考察

本研究により、共通サーバ上での IC カードを用いた健康管理システムについて、その利便性と有効性を確認することができた。

まず、一般世帯等のモニターのアンケート結果図 4-5、図 4-6 を確認する。IC カードを使用せず「ID・パスワード入力」による認証を用いた従来システムと「IC カード+電子証明書+機体認証」による認証を用いた本システムの基本性能を比較した結果、ほぼ同等の評価が得られた。このこと

は、基本機能の再構築に関して不備がなかったことを示唆するものである。また表 4-4 の各評価項目に関するアンケート結果では、平均値と標準偏差に大きなばらつきも見られなかった。さらに、図 4-5、図 4-6、表 4-4 より、改善したシステムが、本研究の目的の一つである、ICT 端末に不慣れた人の利便性と安全性を同時に実現したシステムであることが確認できる。このことは、改善したシステムがバイタル情報を PHR として蓄積するシステムとして有効であることを示唆するものである。

IC カードに関する評価についても、本人認証、ユーザ切替え含め各項目に対して高い評価が得られた。表 4-6 認証時間とアクセス回数については、従来システムでは年齢が上がるにつれて ID・パスワードの入力に時間かかっているのに対して、本システムでは年齢に関係なく、短時間で認証を完了していることが確認できる。また、認証操作について、ID・パスワードでは入力ミスによる失敗があったが、IC カードを使用した場合ではそのようなことが確認されなかった。アクセス回数については、1 日朝晩に実施している血圧測定時にアクセスしているため、従来システムと変わらない結果となった。アクセス数については大きな変化は確認できなかったが、IC カードを使用することで、サーバにアクセスする際の ID・パスワード入力の手間を省くことができた。これらのことから、安全性とアクセシビリティの向上を同時に図れたと考えられる。

一方、図 4-4 からは IC カードを利用して個人の情報を扱うことに対して抵抗感はないと回答している方が 8 割にのぼるものの、抵抗を感じると回答した方も僅かだがある。これは、情報漏洩問題を気にした結果と考えられる。しかし、もし IC カードを紛失しても、ユーザの情報、データはサーバ上にあり、IC カード自身にあるのは識別番号の情報のみである。また、Android タブレット端末にインストールされている電子証明書による認証とサーバでの機体認証が行われなければ、情報、データを扱えないため、第三者に情報が漏れる可能性は低い。これらのことを利用者に丁寧に説明し、理解して頂くことで解決できるものと考えられる。

ここで、本研究で採用した認証方式以外の認証方式の採用の可能性について説明する。IC カード認証とよく比較されるバイオメトリクス認証には、指紋、静脈、顔、虹彩、声紋等を利用する方法がある。これらは、IC カードを使用した認証に比べ、なりすまし等に対する安全性と利便性が高いという利点がある。反面、導入に関して生体情報の取得・登録等、IC カード認証システムに比べて

コストが高い。また、生体的特徴に基づいて認証を行うため、認証精度に個人差が出る場合があることが課題とされている。

表 4-5 の健康管理システム運用時のヒアリング結果においては、モニターから「日々の体調変化が分かりやすく、健康意識が高まった」、見守り家族からは「離れて暮らす家族の体調を把握でき安心した」、「安否確認としても利用できた」などの意見が得られた。さらに、「測定したバイタル情報に対してアドバイスを頂ければ助かる」との意見があった。これは、ICカードを用いる健康管理システムに蓄積されているバイタル情報について、医師らの見知を得て、正常、異常を判断し医療機関への診察を促す等のサービス、または生活改善などのアドバイスを行えるサービスへの拡張について必要性を示すものである。これらを実現することで、さらに利便性が向上すると考えられる。医療関係者へのヒアリング表 4-7 から、「日々のバイタル情報が検診時に確認できるため、診療時の利用に期待できる」との意見があった。特に前橋市消防局のヒアリングにおいて、「救急時の処置には日常の 2 週間の情報は非常に有効である」との意見があった。蓄積された情報から日常のバイタル情報を把握することができるため、迅速かつ適切な対応へ貢献できる可能性があることを確認できた。

本研究の実証実験では、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末に限りがあったため、実証実験の対象者を一般世帯の 20 名、医師 2 名、前橋市消防隊員 4 名とした。十分なサンプル数による評価結果ではなく、信頼性の観点からは低いと言える。しかし、高齢者含む ICT 端末の利用経験が浅い人にとっても利便性と安全性を同時に実現したシステムとして有効であることを確認できた。信頼性については、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末を準備し、対象者を増やすことで担保することができると考えられる。今回の実証実験では信頼性は低いものの、ICカードを利用したバイタル情報を PHR として蓄積するシステムとしての有効性があると推察される。また、協力頂いたモニターについても、募集に応じた方であるため、健康管理システムについて少なからず興味を持っており、各評価が高くなった可能性がある。今後は実証実験の規模を拡大し、より多様な意見を収集する必要があると考えられる。

最後に残された課題として、共通サーバ上に蓄積された種々の情報を利用して ICT を用いた健康管理システムの更なる向上について検討を行う。具体的には、共通サーバ上の各々のサーバアプリ

4. ICカードを利用した市民健康管理

ケーションのデータベースで管理されている母子手帳、お薬手帳、小学校の健康診断結果、救急搬送支援などの情報と本システムのバイタル情報の連携強化について検討する。各サーバアプリケーションと連携することにより、医療機関への診察を促すサービス、生活改善のアドバイスを行うサービス等が実現するものと考えられる。今後は、更なる機能の拡張についての検討を行い、健康管理システムの向上を目指すこととする。

5. 高齢者の在宅健康管理

本章では、健康管理システムへ実施した、服薬管理機能の強化、及びアクセシビリティ向上のための改善について述べる。服薬管理機能の強化については、服薬情報取得の自動化、薬の飲み忘れ防止機能を強化した。アクセシビリティの向上については、全ての年齢層において画面のみで操作を認識できるよう画面表示を改善した [24]。

5. 1 目的

高齢者の在宅健康管理では、日々変化するバイタル情報（体重、血圧、脈拍）を管理し、小さな変化に注目して病気の早期発見へとつなげることが望まれている。同時に、慢性疾患を抱えた高齢者の多剤併用による弊害を防ぐために服薬アドヒアランスの向上が求められている [25]。

そのためには、日々のバイタル情報、服薬状況を正確、かつ継続して記録・管理し、変化に対して対処する必要がある。しかし、高齢者にとって手書きの情報の管理はもちろんのこと、不慣れな ICT を活用した情報の管理は困難である。そのため、自身でのバイタル情報、及び服薬情報の管理は行われていない。

このような状況において、第2章で述べた、身近な ICT 端末を使用し、容易な操作で利用できる健康管理システムを運用し、評価を行った。健康を意識する高齢者と介護が必要な高齢者の世帯に機器を設置して運用して頂いた。その結果、システムの有効性が確認された。服薬管理機能については、アラーム機能により薬の飲み忘れを減少させられることが分かった。しかし、飲み忘れをなくすまでには至らなかったことが確認された。また、高齢者にとって、服薬情報と服用時間を電話端末に設定することが困難であることが分かった。このことから、服薬情報取得の自動化を行う必要があることが確認された。一方、システム全般については、年齢が上がるにつれて、操作方法を理解するまでに時間がかかるという課題が確認された。操作するボタンの色や位置等、高齢者向けに画面デザインの視認性と操作性を改善する必要があることも確認された [15]。

そこで、基礎構築した健康管理システムに、下記に示した提案、改善を行った。この改善したシ

システムに対し実証実験を行い、高齢者の在宅でのバイタル情報のみならず、服薬情報を PHR として蓄積するシステムとしての有効性を確認した。

<本研究の改善内容>

改善1：服薬情報取得の自動化と薬の飲み忘れ防止機能の強化

改善2：全年齢層において画面のみで操作を認識できるような更なるアクセシビリティの向上

なお、本章では、改善1の服薬管理機能の強化について述べるものとする。

5. 2 システム構成と特徴

本システムの構成は、第2章で基礎構築した健康管理システムに薬局から発行される調剤明細書との連携を加えたものとする。図5-1に服薬情報の自動取得を備えた健康管理システムの構成図を示す。



図5-1. 服薬情報の自動取得を備えた健康管理システム

5. 3 服薬情報の自動取得

本節では、服薬情報の自動取得について述べる。研究に先立ち基礎構築した健康管理システムの服薬管理機能では、服薬情報として「薬名」「服用量」「服用時間」「残薬量」を手動で設定することで、服用確認機能、残薬確認機能、服用アラーム機能を利用できる。それらの機能により、高齢者の多剤併用の複雑な服用スケジュールをサポートすることができた。しかし、高齢者にとって処方された薬の情報を電話端末に設定することは困難であった。そのため、複雑な操作無しで服薬管理を行うために、服薬情報の自動取得機能を実現した。具体的には、電話端末に内蔵しているカメラを使用して、薬局から発行される調剤明細書に付与された QR コードから服薬情報を読み取り、これを処理することでその機能を実現した。また、薬の飲み忘れ防止機能に関しては電話端末に備わるメール機能を活用し、その有効性の確認を行った。上記の改善を含む、健康管理機能及び服薬管理機能のサービス一覧を表 5-1 に示す。なお、健康管理機能については、第 2 章で基礎構築した健康管理システムの機能をそのまま利用することとする。

表 5-1. 改善した健康管理機能及び服薬管理機能のサービス一覧

機能名称		機能説明
健康 管理 機能	体重管理	体重計の測定結果を電話端末を介し健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。
	血圧・脈拍 管理	血圧計の測定結果を電話端末を介し健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。
服 薬 管 理 機 能	服薬設定	調剤明細書に付与された QR コードで自動取得した、薬名、服用量、服用時間、残薬量などの登録、変更を行う。
	服薬管理	電話端末のタッチパネル操作により薬の服用状況を健康管理サーバに自動送信し記録、維持する。
	服用 アラーム	調剤明細書に付与された QR コードで自動取得した情報から服用時間を算出し、電話端末からアラーム音を鳴動させて画面に服用時間に達したことを通知する。
	お知らせ メール	調剤明細書に付与された QR コードで自動取得した情報から、算出した服用時間から 30 分を経過しても服用を確認できない場合に、予め登録されている家族などにお知らせメールとして服用されていない旨を電子メールで通知する。
	残薬確認	調剤明細書に付与された QR コードで自動取得した調剤総数量とユーザの服薬確認より、残薬量を表示・管理する。
そ の 他	カレンダー	測定結果から判定したその日の状態を表情アイコンによりカレンダー形式で表示する。
	ワンタッチ ダイヤル	予め設定されたワンタッチボタンをタップすることで指定した連絡先に発信し、搭載しているカメラを使用し相手の顔を確認しながら TV 電話を行う。

服薬設定における服薬情報の自動取得では、調剤明細書に付与される QR コードは、一般社団法人保健医療福祉情報システム工業会が策定する JAHIS 電子版お薬手帳データフォーマット仕様書 [26] に従った仕様とした。この仕様に従って、前橋市薬剤師会の協力の下で運営する薬局のレセプトコンピュータから処方箋に基づき付与される仕組みとした。本章で改善した健康管理アプリケーションで取得する JAHIS 電子版お薬手帳データフォーマット仕様書のレコードを表 5-2 に示す。

表 5-2. 健康管理アプリケーションによる取得情報

レコード	レコード名称	出力条件	アプリで取得
—	バージョン	必須	取得
1	患者情報	省略可	—
2	患者特記	省略可	—
5	調剤年月日	必須	—
11	調剤—医療機関等	必須	—
15	調剤—医師・薬剤師	省略可	—
51	処方—医療機関	必須	—
55	処方—医師	省略可	—
201	薬品	必須	取得
281	薬品補足	省略可	—
291	薬品服用注意	省略可	—
301	用法	必須	取得
311	用法補足	省略可	—
391	処方服用注意	省略可	—
401	服用注意	省略可	—
501	備考	省略可	—

調剤明細書に付与される QR コードから取得する「薬名」「服用量」「服用時間」「残薬量」について説明する。薬名は、レコード No201 の「薬品」に格納されている名称から取得し、「服用量」「服用時間」「残薬量」は下記の方法より算定した。

<服用量>

レコード No201：薬品に含まれる用量（1日の用量）

÷ レコード No301：用法レコード（1回の服用回数）

<残薬量>

調剤総数量（※）－ 服薬確認による服用量

※調剤総数量については、下記より算定

レコード No201：薬品に含まれる用量（1日の用量）

× レコード No301：用法レコード（投薬日数）

<服用時間>

服用時間は、レコード No301 の「用法」に基づき算定する。具体的には、用法レコードに含まれる用法コード種別が一般社団法人日本医療情報学会の策定した「処理オーダリングシステム用標準用法マスタ [27]」（以下、JAMI 用法コードという）の場合に下記の情報を取得する。表 5-3 に JAMI 用法コードの抜粋データを示す。

表 5-3. JAMI 用法コード（抜粋）

コード 1桁	コード 2桁	コード 3～16桁	用法
基本区分	詳細区分	11040000000000	1日1回夕食後
		12044000000000	1日2回昼夕食後
		13044400000000	1日3回朝昼夕食後
		14144400000000	1日4回朝昼夕食後、就寝前

但し、JAMI 用法コードで規定される服用時間の算定基準となる朝食、昼食、夕食の時間は、高齢者の生活習慣によって異なる。そこで、初期設定として電話端末に初回のみ高齢者の生活習慣を手動で設定し、その情報と取得した JAMI 用法コードを用いて服用時間を自動生成するアルゴリズムを確立した。本アルゴリズムでは、生活習慣で設定された時間の 30 分後を服用時間とすることとした。表 5-4 に設定された生活習慣から算出した服用時間の一例を示す。

表 5-4. 生活習慣設定から算出した服用時間

生活習慣設定	JAMI 用法コードに規定される生活リズム	設定された生活習慣例	算出される服用時間
	起床	7:00	7:30
	朝食	8:00	8:30
	食間（朝食～昼食）	10:00	10:30
	昼食	12:00	12:30
	食間（昼食～夕食）	14:00	14:30
	夕食	18:00	18:30
	食間（夕食～就寝）	20:00	20:30
	就寝	22:00	22:30

以上より、調剤明細書に付与された QR コードから、服薬情報の自動取得機能として「薬名」「服用量」「服用時間」「残薬量」の情報を自動取得することが可能となった。表 5-5 に基礎構築した健康管理システムと本章で述べる服薬情報の自動取得を可能とした本システムの服薬情報取得結果を示す。

お知らせメール機能については、調剤明細書に付与された QR コードで自動取得した情報から算出した服用時間から 30 分を経過しても服用を確認できない場合、予め登録されている第三者にお知らせメールを通知する仕組みとした。電話端末に備わるメール機能を使用し、メール受信者からの

声かけで飲み忘れを防止する仕組みとした。

表 5-5. 服薬情報の取得結果

設定名称	基礎構築した 健康管理システム	服薬情報自動取得を実現した 健康管理システム
薬名	手動	自動※
服用量	手動	自動※
服用時間	手動	自動※ (初期設定のみ手動)
残薬量	手動	自動※

※JAMI 用法コード使用時

5. 4 高齢者世帯への実証実験

改善した健康管理及び服薬管理システムの有効性の検証と残る課題を確認することを目的として、実証実験を行った。健康管理アプリケーションをインストールした電話端末を高齢者の一般世帯に設置し、表 5-6 の内容について確認を行った。

表 5-6. 実証実験の確認内容

No	内容
1	改善した健康管理システムの使い勝手のアンケートとヒアリング 服薬情報の自動取得機能、画面のみで認識できる操作性
2	服用アラーム、お知らせメール機能による薬の飲み忘れ防止機能に関する ヒアリング

実証実験対象者の選定については、前橋市薬剤師会から紹介頂いた各世帯の対象者本人に同意を得た上で対象者を決定した。表 5-7 に実証実験対象者の選定条件を示し、表 5-8 に示した 9 名の協力を得て、「2014 年 1 月 27 日～2 月 28 日」の期間、実証実験を行った。

表 5-7. 実証実験対象者の選定条件

選定条件	詳細
対象年齢	年齢 60 歳以上
対象地域	群馬県に在住の方
その他	①健康を意識している方 ②定期的に薬を服用している方

表 5-8. 実証実験対象者

No	内容
対象者 1	男性 65 歳 配偶者と同居
対象者 2	女性 82 歳 息子夫婦と同居
対象者 3	女性 85 歳 娘夫婦と同居
対象者 4	男性 68 歳 配偶者と同居
対象者 5	女性 67 歳 配偶者と同居
対象者 6	女性 85 歳 息子夫婦と同居
対象者 7	男性 60 歳 配偶者と同居
対象者 8	男性 75 歳 配偶者と同居
対象者 9	女性 71 歳 配偶者と同居

実証実験終了後、各世帯へのアンケートとヒアリングを実施した。アンケート調査では、服薬管理機能の改善を含む健康管理システムの完成度を分析する。そのため、実験協力者ごとに視認性、操作性、習得性、機能性及び満足度を表 5-9 に示す評価基準で数値化した。また、ヒアリングでは、お知らせメール機能の効果と、改善を施したシステムに残された問題点や改善点について意見を収集した。

表 5-9. 評価基準

項目	基準（評価 5：良い～3：普通～1：悪い）
視認性	タブレット画面を目で見たときの確認しやすさ
操作性	健康管理機能及び服薬管理機能の使いやすさ
習得性	健康管理機能及び服薬管理機能の操作の覚えやすさ
機能性	必要と考える機能が提供されているか
満足度	健康管理システムについて満足しているか

5. 5 高齢者世帯への実証結果

高齢者の一般世帯へのシステム運用後のアンケートでは、対象の 9 名全ての方に回答を頂いた。健康管理システムの使い勝手について、研究に先立ち基礎構築した健康管理システムと比較した結果を図 5-2 に示す。薬の飲み忘れ防止機能に対する評価と残る課題に関するヒアリング結果を表 5-10、表 5-11 に示す。

健康管理及び服薬管理システム評価の図 5-2 は、視認性、操作性、習得性、機能性及び満足度の各項目を 5 点満点としたアンケートを行い、「1：最低評価」から「5：最高評価」の基準で平均した結果を示したものである。また、図 5-2 の従来システムは、研究に先立ち基礎構築した健康管理システムのデータを再活した（但し、対象者は同一条件であるが同一人物ではないことに注意されたい）。

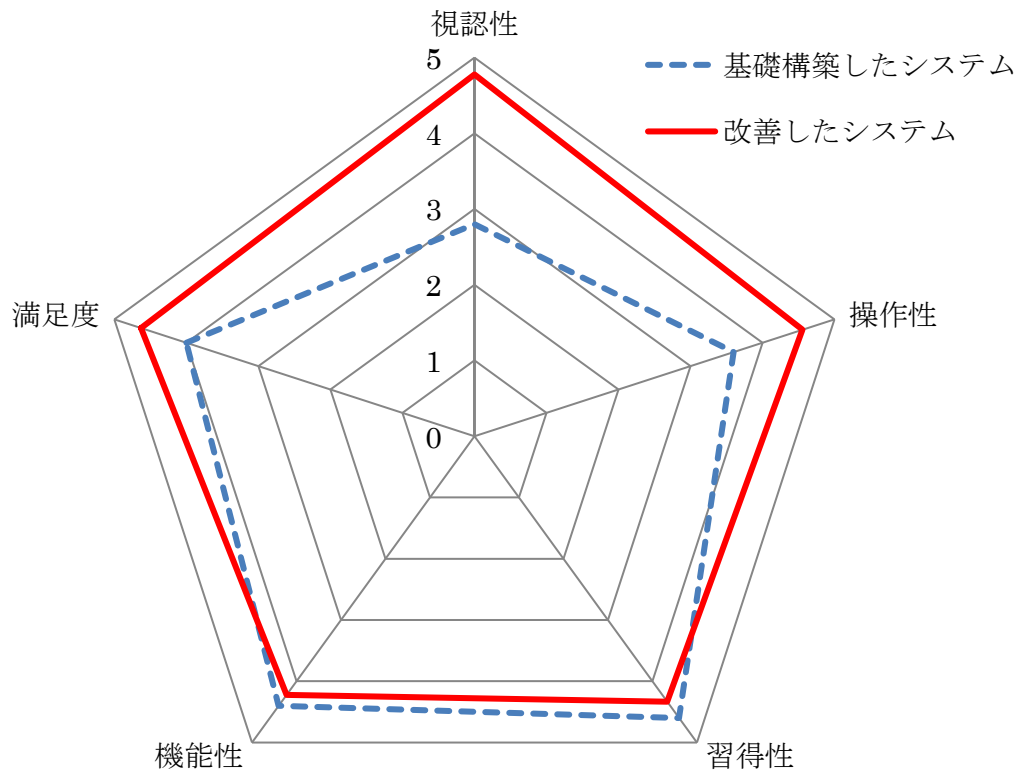


図 5-2. 健康管理及び服薬管理システム評価

ヒアリング結果の表 5-10 からは、実証実験期間中に 2 名の薬の飲み忘れや服用確認の操作忘れがあり、お知らせメール機能に基づく第三者からの声かけで適切な対処ができたことが確認された。また、表 5-11 では、ヒアリングによって確認された本システムに対する要望を示す。

表 5-10. 薬の飲み忘れに関する事例

対象者	事例内容
対象者 4	1 回目：服薬状況の操作忘れ 2 回目：薬の飲み忘れ
対象者 5	1 回目：薬の飲み忘れ

表 5-11. 残る課題のヒアリング結果

対象者	ヒアリング内容
対象者 1 対象者 4	服用時間を決定する生活習慣の入力も自動化して欲しい
対象者 4 対象者 5	服薬情報取得は、第三者または医療機関で行って欲しい
対象者 4 の家族	本システムを利用した安否確認ができればよい

5. 6 考察

本研究により、服薬管理機能を中心とする改善では、システムの使い勝手及び薬の飲み忘れに対する対応にその有効性を確認することができた。

図 5-2 で確認された健康管理システムの完成度について、高齢者から高い評価が得られた。これについては、画面のレイアウト、色合い、文字サイズ変更を同時に行ったことにより視認性と操作性が改善した影響があると考えられる。しかし、服薬情報の設定を改善した本システムによって、薬局から発行される調剤明細書に付与された QR コードから服薬情報を読み取るだけの簡単な操作で済むようになったことがその要因として大きいと考えられる。また、機能性と習得性が若干低い値になっている。これは対象者数及び対象者が異なることによるものであり、ほぼ同等であると考えられることとする。

また、服薬情報を正しく健康管理システムに登録できることにより、高齢者の多剤併用の複雑な服用スケジュールを服用アラーム機能、お知らせメールでサポートすることができたこともその 1 つと考えられる。

表 5-10 の薬の飲み忘れについては、今回の実証実験では 2 名のみであったが、メール機能による第三者からの声かけで適切な対処ができた。これは服薬アドヒアランスの向上を示唆するものであ

ると考えられる。この機能を用いて高齢者の安否確認ができれば、有用性はさらに高くなると考えられる。

本研究の実証実験では、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末に限りがあったため、実証実験の対象者は9名とその家族のみとした。十分なサンプル数による評価結果ではなく、信頼性の観点からは低いと言える。しかし、本研究の対象とする高齢者9名とその家族からは、服薬情報の自動化を含む服薬管理機能と健康管理機能共に、有効であると判断されていることが確認できた。信頼性は、健康管理アプリケーションをインストールした電話端末を準備し、対象者を増やすことで担保することができると考えられる。今回の実証実験では信頼性は低いものの、在宅でのバイタル情報のみならず、服薬情報をPHRとして蓄積するシステムとして有効性があると推察される。

このことは、本システムが服薬情報の自動化により多剤併用による弊害を防ぎ、日々変化するバイタル情報のみならず、服薬情報をPHRとして蓄積することが可能なシステムであることを示唆するものであると考えられる。

最後に残された課題として、生活習慣設定を省いた服薬管理機能の完全自動化、薬局による服薬情報の設定について表5-11で確認した。服薬管理機能の完全自動化については、ウェアラブル機器を使用することで、対象者の「起床」「食事」「就寝」等の行動パターンを解析し生活習慣を推定する手法が考えられる。薬局での服薬情報の設定は、本研究により技術面の課題が解決したことに基づき服薬情報の自動取得とサーバへの送信を薬局で行う体制を整えることのみである。これらの課題を解決できれば、さらに高齢者の負荷を軽減できるシステムとなることに疑いの余地はない。

6. 集団保健指導システムの構築

本章では、健康管理システムに実施した機能拡張と、システムを利用したユーザの健康に対する行動変容、システムの性能評価について述べる。在宅での健康管理をサポートすることを目的として構築した健康管理システムを、健康教室の集団保健指導で運用するにあたり、「保健師によるユーザ管理機能」「活動量計からのデータ集計機能」「バイタル情報のユーザへの提供機能」の機能を追加した [28-29]。

6. 1 目的

前橋市が健康づくり事業（前橋市行政情報番号 F011001215-3）として行っている、活動量計を使用した健康教室において、本システムの運用を行った。そこでは、健康管理システムを利用すること、すなわち、自身の健康情報への接触効果により起こる行動変容を確認することを目的とした。

この健康教室は、高齢者を含む市民の健康を推進するために、活動量計を利用し健康指導を行っているものである。ユーザに活動量計を配布し、身体活動の強度を表す運動強度 3METs の活動を目標に運動を行っている。定期的に行われる健康教室で保健師が活動量、体組成、血圧、脈拍等のバイタル情報の計測を行い、これらのバイタル情報から健康指導を行っているものである。ここで言う運動強度 3METs とは、座ったままの安静時を 1METs とした時の、その 3 倍の強度の運動を示す。

この運動強度は、厚生労働省が科学的知見に基づき改定した「健康づくりのための身体活動基準 2013 [30]」によると、糖尿病・循環器疾患、がんやロコモティブシンドローム・認知症のリスクを低減できる身体活動量として必要な運動強度である。3METs 以上の活動として、犬の散歩、そうじ、自転車に乗る、速歩き等が挙げられていることを付記しておく。

この健康教室での運用にあたり、基礎構築した健康管理システムに、下記に示した提案、改善を行い、集団保健指導システムとして再構築を行った。

＜本研究の改善内容＞

- 改善1：ユーザ管理機能の拡張（1システム5名だったところを1000名まで拡張）
- 改善2：活動量計の接続による歩数情報、3METs以上の活動情報のデータ集計機能
- 改善3：蓄積されたバイタル情報をユーザに提供する機能

6. 2 システム構成と特徴

再構築した集団保健指導システムは、蓄積されたバイタル情報を管理するための健康管理サーバアプリケーションとAndroidタブレット端末（OS：Android4.4～6.0、ディスプレイ：8インチ）から構成されている。Androidタブレット端末は、バイタル情報の自動計測・管理機能を有する健康管理アプリケーションをインストールしたものである。図6-1に集団保健指導システムの構成を示す。

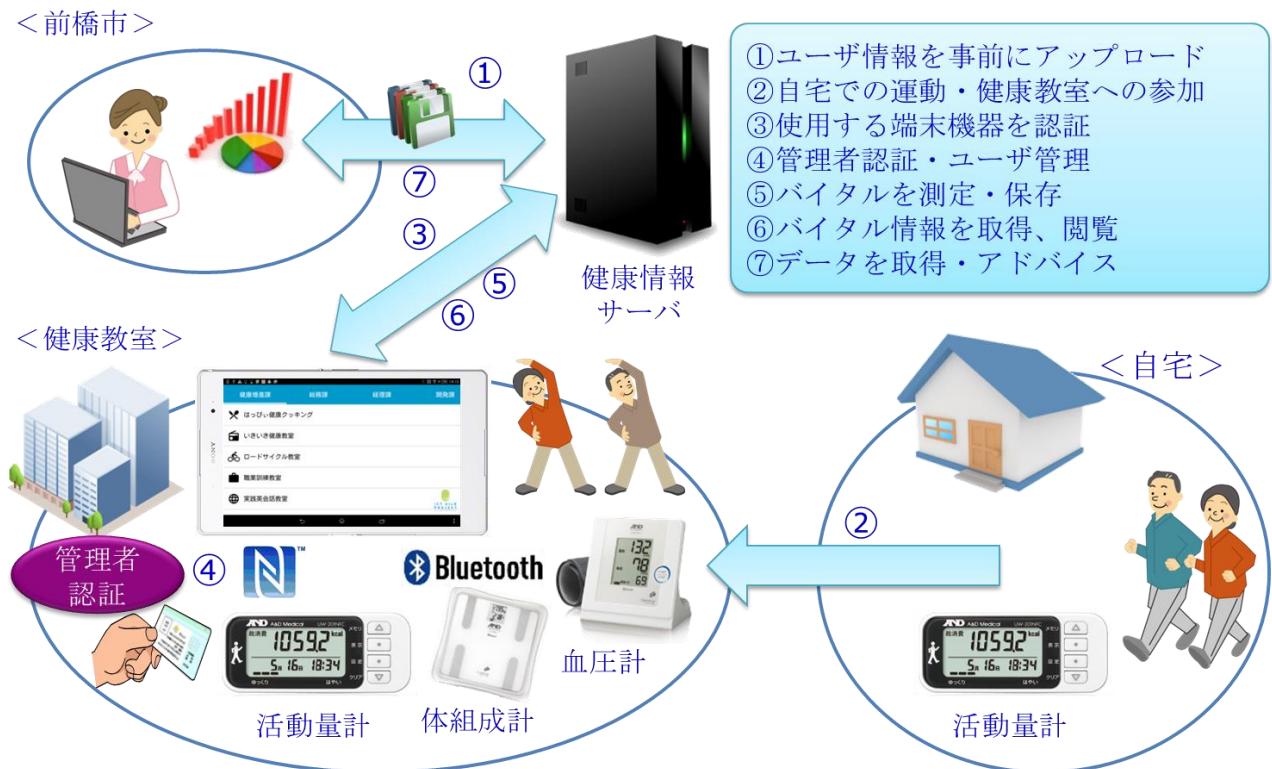


図 6-1. 集団保健指導システムの構成

集団保健指導システムは、下記の機能を特徴とする。

- ①管理用 IC カードを用い、ユーザを 1000 名まで対応できるよう拡張したユーザ管理機能
- ②新たに活動量計を接続したことによる、活動量の計測、及び活動量のデータ集計機能
- ③集計した活動情報、バイタル情報に基づき前橋市の保健師がアドバイスをを行う機能

<拡張したユーザ管理機能>

拡張したユーザ管理機能については、まず、Android タブレット端末の NFC センサー部分に管理用 IC カードをかざすことにより、Android タブレット端末にユーザ管理画面が表示される。次いで、事前に登録されている健康増進課、介護高齢課、国民健康保険課毎に実施される教室別に分けられた情報から目的のユーザを選択する方式とした。目的のユーザを選択することで、ユーザ毎に割り当てられた管理 ID が測定されたバイタル情報に付与される。そのバイタル情報は、Android タブレット端末を介して、サーバ上に存在する健康管理サーバアプリケーションのデータベースで管理される。本システムは、この管理用 IC カードを使用することで、各課・各教室毎のユーザ選択と、バイタル情報取得時の利便性を実現した。IC カードをかざした際の Android タブレット端末の一画面を図 6-2 に示す。

<活動量のデータ集計機能>

活動量計については、短時間でのデータの取得が可能な NFC を搭載した活動量計を採用した。健康教室に参加するユーザに活動量計を配布し、自宅での活動状況を定期的に行われる健康教室で取得する仕組みとした。この活動量計を Android タブレット端末の NFC センサー部分にかざすことで NFC 通信機能により活動量計に保存されている日毎の歩数情報と 3METs 以上の活動情報が Android タブレット端末を介して、サーバ上に存在する健康管理サーバアプリケーションのデータベースに自動で送信され、管理される仕組みとなっている。この活動情報は、歩数情報に対する 3METs 以上の活動情報の関係を示すために相関図を用いてグラフ化した。

この相関図には、健康管理サーバアプリケーションのデータベースにユーザ毎に管理されているバイタル情報から、相関図が表す測定期間のうちで最も新しい最高血圧、最低血圧、体重、体脂肪

率、筋肉量、BMI 値の計測値が自動で抽出され表示される。



図 6-2. 管理者ユーザ選択画面 (一例)

<アドバイス提供機能>

バイタル情報のユーザへの提供機能については、まず、管理を行う保健師が健康管理サーバアプリケーションにユーザ毎に用意されている WEB ページにアクセスする。次いで、活動量計から取得した歩数情報と 3METs 以上の活動情報の相関図、及び自動抽出されたバイタル情報から固定メッセージを選択するか、またはフリーメッセージ欄に入力することでアドバイスを行う。この集計された活動情報と保健師のアドバイスが A4 一枚にユーザの活動状況として提示される。これにより、ユーザが自宅での活動時の目安としてアドバイスを活用できる仕組みとした。

6. 3 健康教室における運用方法

本節では、健康教室での集団保健指導システムの運用方法について各フェーズで説明する。フェーズは、①受付フェーズ、②運動フェーズ、③活動状況に関するアドバイスの 3 つで構成される。

<受付フェーズ>

まず、保健師が、管理用 IC カードを Android タブレット端末の NFC センサー部分にかざすことにより、健康管理アプリケーションに事前に登録されている情報から、実施される課、健康教室を選択する。次いで、教室に参加するユーザを選択し、NFC 通信機能により活動量計に保存されている日毎の歩数情報と 3METs 以上の活動情報を取得する。続いて、体組成計による体重、体脂肪率、基礎代謝量、BMI 値、筋肉量、水分量と、血圧計による血圧と脈拍、身長、さらに、必要に応じて握力を計測する。取得した活動量計、体組成計、血圧計のバイタル情報は、選択されたユーザ毎に割り当てられた管理 ID が付与され、Android タブレット端末を介してサーバ上に存在する健康管理サーバアプリケーションのデータベースに自動で送信され、管理される。身長、握力については、自動取得をサポートしていないため、健康管理サーバアプリケーションにユーザ毎に用意されている WEB ページにアクセスし、保健師が手動で値を入力する仕組みとしている。

<運動フェーズ>

活動量計、体組成計、血圧計からバイタル情報を取得した後に、健康運動指導士または保健師の指導のもと運動を行っている。特に介護高齢課においては、独自で考案した「立ち上がる」「上に手を伸ばす」「歩く」など、普段の生活の中での動作を安全に、楽に行えることを目的とした「ピンシヤン！元気体操」を実施している。

<活動状況に関するアドバイス>

活動状況についてのアドバイスは、保健師が健康管理サーバアプリケーションにユーザ毎に用意されている WEB ページにアクセスし、固定メッセージを選択するか、またはフリーメッセージ欄に入力することにより行う。活動結果には、歩数情報と 3METs 以上の活動情報の相関図とその測定期間のうちで最も新しい最高血圧、最低血圧、体重、体脂肪率、筋肉量、BMI 値の計測値が自動で抽出される。さらに、そこへ保健師が活動状況に対するアドバイスを入力すると、それが A4 一枚にまとめられ、教室に参加したユーザに配布されるようになっている。

図 6-3 にユーザに提示される活動状況（テストデータ）の一例と、図 6-4 に保健師による健康教室の様子を示す。

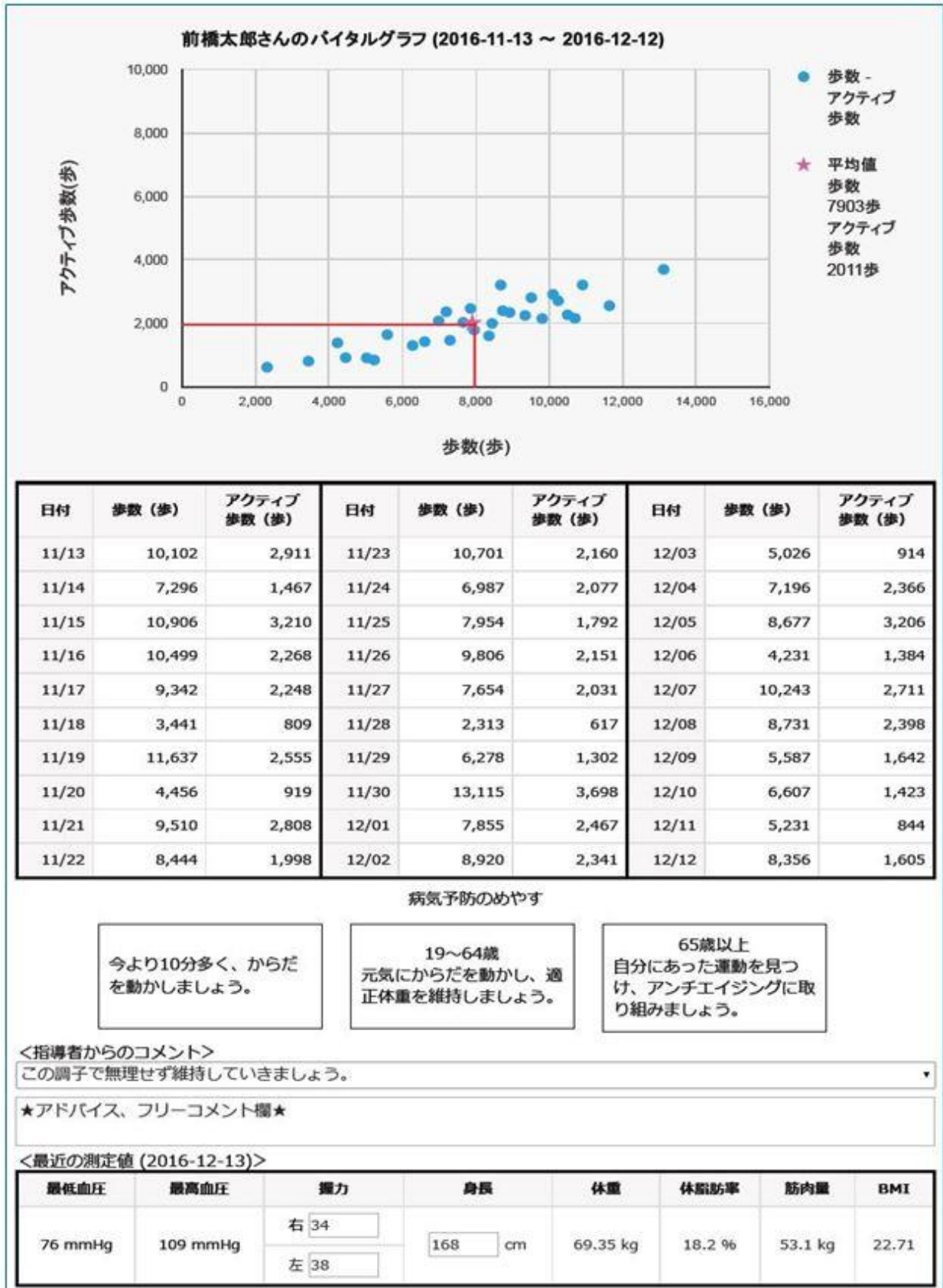


図 6-3. ユーザに提示される活動情報 (テストデータ)



保健師によるユーザ選択



保健師による血圧測定



健康運動指導士による運動



保健師による活動状況確認

図 6-4. 健康教室での運用の様子

6. 4 健康教室での実証実験

健康教室向けに再構築した集団保健指導システムの評価について述べる。本システムの評価は下記の項目について実証実験により確認した。

- ①従来システムの性能維持
- ②活動量計による活動情報、並びにバイタル情報への接触効果による健康に対する行動変容
- ③多数が参加する健康教室向けの効果的な指導

実証実験は、集団保健指導システムを運用している健康づくり事業の健康教室において、前橋市の運用規定に基づき、一定期間システムを運用して頂いた。その後、教室に参加したユーザと運用にあたった保健師の2つの立場から健康管理システムの評価についてアンケート・ヒアリングを行った。

6. 4. 1 集団保健指導システムの運用

健康教室は、前橋市の健康増進課、介護高齢課、国民健康保険課それぞれの目的に応じて募集した一般の方の計220名のユーザに、保健師がシステムの利用方法を含むインフォームド・コンセントのための同意を得て、2015年10月から2017年03月の各教室において約1~3ヶ月間行った。各教室に健康管理アプリケーションをインストールしたAndroidタブレット端末と各健康管理機器の3セットを設置し、運用頂いた。また、健康管理機器は、体組成計、血圧計、身長計、握力計を用意し、活動量計は、参加されたユーザ全員に配布し運用頂いた。

各教室の保健師には管理用ICカードを配布し、全てのユーザの情報を閲覧できる権限を与え、保健師による効果的な健康指導を可能とした。運用した前橋市の健康教室の情報を表6-1に示す。

その後、評価のためにシステムを利用したユーザと、システムを運用した保健師に対して、視認性、操作性、習得性、機能性、満足度、健康に対する行動変容の観点からアンケートとヒアリング

を実施した。このアンケートとヒアリングにより、本システムの必要性と有効性、及び今後の課題等の意見を収集した。ユーザへの質問事項を表 6-2 に、保健師への質問事項を表 6-3 に示す。

表 6-1. 集団保健指導システムを運用した健康教室の情報

No	課	教室名	対象年齢	実施期間 (Y/M～Y/M)	参加数
1	健康増進課	ヘルスアップトライ運動教室	64 歳以下	15/10～16/03	28
2		健康トライ教室	12 歳以上	16/04～16/12	12
3		健康チャレンジ教室	制限なし	16/07～16/10	11
4		健康チャレンジ教室	制限なし	16/08～16/12	20
5		健康大学	64 歳以下	16/09～17/01	20
6		ヘルスアップトライ運動教室	64 歳以下	16/10～17/03	20
7		スマイル健診	18～39 歳	16/10～17/03	12
8	介護高齢課	元気アップ運動	65 歳以上	16/04～16/09	35
9		元気アップ運動	65 歳以上	16/11～17/03	27
10	国民健康	糖尿病教室	制限なし	16/01～16/03	11
11	保険課	糖尿病教室	制限なし	16/04～17/03	24

表 6-2. 健康教室に参加されたユーザへの質問事項

質問事項					
1	活動量計の測定はどうでしたか。				
	問題ない	—	どちらでもない	—	面倒
	5	4	3	2	1
2	活動量の管理は必要と思いますか。				
	大変必要	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
3	歩数情報・3METs以上の活動情報の相関図の見やすさはどうでしたか。				
	大変見やすい	—	どちらでもない	—	大変見づらい
	5	4	3	2	1
4	身長計・体組成計・血圧計の測定はどうでしたか。				
	問題ない	—	どちらでもない	—	面倒
	5	4	3	2	1
5	身長・体重・血圧の管理は必要と思いますか。				
	大変必要	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
6	本システムを自宅で利用できるなら、便利だと思いますか。				
	大変便利	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
7	今後も健康教室でこのシステムを利用したいと思いますか。				
	是非利用したい	—	どちらでもない	—	利用したくない
	5	4	3	2	1
8	健康教室に参加し、健康に対する行動変容が起きましたか。				
	大きく変容が 起きた	—	どちらでもない	—	全く変容が 起きなかった
	5	4	3	2	1

表 6-3. 集団保健指導システムを使用した保健師への質問事項

質問事項					
1	PC・タブレットによるバイタル情報サービスの画面の見やすさはどうでしたか。				
	大変見やすい	—	どちらでもない	—	大変見づらい
	5	4	3	2	1
2	PC・タブレットによるバイタル情報サービスの操作のしやすさはどうでしたか。				
	大変操作しやすい	—	どちらでもない	—	大変操作しづらい
	5	4	3	2	1
3	活動量計での測定は役立つと思いますか。				
	大変役立つ	—	どちらでもない	—	役立たない
	5	4	3	2	1
4	活動量の管理は必要と思いますか。				
	大変必要	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
5	歩数情報・3METs以上の活動情報の相関図の見やすさはどうでしたか。				
	大変見やすい	—	どちらでもない	—	大変見づらい
	5	4	3	2	1
6	体組成計の管理機能の操作はどうでしたか。				
	大変操作しやすい	—	どちらでもない	—	大変操作しづらい
	5	4	3	2	1
7	体組成の管理は必要と思いますか。				
	大変必要	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
8	血圧・脈拍の管理機能の操作はどうでしたか。				
	大変操作しやすい	—	どちらでもない	—	大変操作しづらい
	5	4	3	2	1

質問事項					
9	血圧・脈拍の管理は必要と思いますか。				
	大変必要	—	どちらでもない	—	必要ない
	5	4	3	2	1
10	ICカードによるユーザ管理はどうでしたか。				
	問題ない	—	どちらでもない	—	面倒
	5	4	3	2	1

6. 5 実証結果

6. 5. 1 健康教室に参加したユーザへの効果

健康教室での健康管理システムについて、前橋市の健康増進課、介護高齢課、国民健康保険課で開催された健康教室に参加した計 220 名のうち 124 名からアンケートの回答を頂いた。アンケート結果については、本システムを運用した場合の完成度を分析するため、表 6-2 の質問事項の内容で数値化した。各項目を 5 点満点とし、「1：最低評価」から「5：最高評価」の基準で平均した結果を図 6-5、図 6-6 に示す。図 6-5 では、表 6-2 のユーザへの質問事項 8 の健康に対する行動変容について示す。図 6-6 では表 6-2 のユーザへの質問事項 1~7 を用いて本システムの性能についてアンケートを行った結果を示す。

図 6-6 の従来システムの結果は、第 5 章で確認した高齢者の在宅健康管理の実証実験結果のデータを再活用した。また、表 6-4 では、得られたアンケート結果のばらつきを確認するために各評価項目の平均値と標準偏差を示した。表 6-5 にアンケート時のヒアリングについての意見を示す。

さらに、健康教室で健康管理サーバアプリケーションのデータベースに蓄積されたバイタル情報について確認した。表 6-6 に筋肉量が健康教室開始時から終了時までの約 1~3 ヶ月間に約 2%増加しているユーザの活動量、及び基礎代謝量の変化について示す。

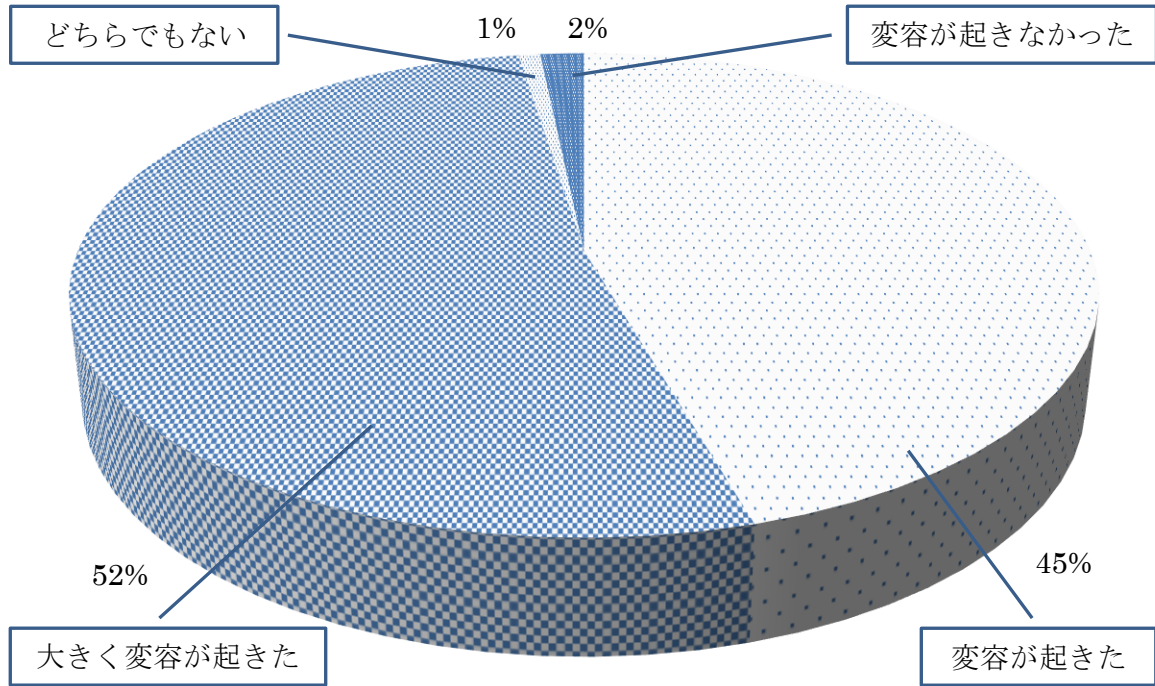


図 6-5. 健康に対するユーザの行動変容

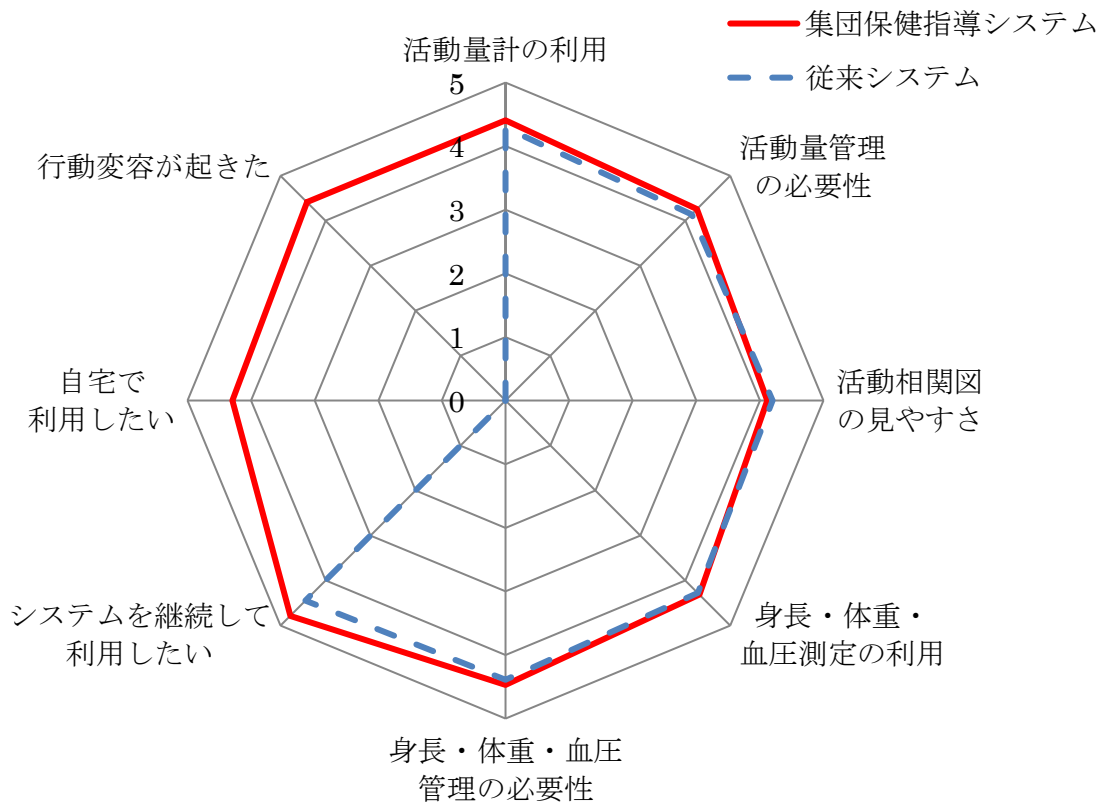


図 6-6. ユーザによる集団保健指導システムの性能評価

表 6-4. ユーザによる集団保健指導システムの性能評価（平均値と標準偏差）

No	質問事項	平均値（標準偏差）
1	活動量計の測定はどうでしたか。	4.4 (±0.96)
2	活動量の管理は必要と思いますか。	4.3 (±0.58)
3	歩数情報・3METs以上の活動情報の相関図の見やすさは どうでしたか。	4.1 (±0.90)
4	身長計・体組成計・血圧計の測定はどうでしたか。	4.3 (±0.55)
5	身長・体重・血圧の管理は必要と思いますか。	4.5 (±0.53)
6	本システムを自宅で利用できるなら、便利だと思いますか。	4.3 (±0.84)
7	今後も健康教室でこのシステムを利用したいと思いますか。	4.8 (±0.64)
8	健康教室に参加し、健康に対する行動変容が起きましたか。	4.4 (±0.63)

表 6-5. ユーザによる集団保健指導システム運用時のヒアリング結果

意見	
良 い 面	ウォーキングは健康の第一歩と理解していましたが、今回の教室で強く意識するようになりました。
	継続することで身体（体重・筋肉量）に変化が見られ、ウォーキングへの意欲が向上しました。
	歩数は歩いた分だけ数字が上がるが、3METs以上の活動は自分が思ったより数字が上がらず、日々の活動量がいかに少ないか実感させられた。
	自分の歩数、活動量、体重、血圧等の情報を数字で確認できることは大切だと感じました。
	健康教室に参加し、同じ目的を持つ良い仲間にも恵まれて楽しく運動ができました。普段の生活も歩くことが増えて体が少し軽い感じになりました。
	このような健康教室に参加できれば、生活の見直しにもなるし、他の人から活力を頂き、年齢を重ねても笑顔で健康に生活できるのではと思います。
改 善 す べ き 面	ウォーキングを習慣付けるきっかけになりましたが、歩数、3METs以上の活動を意識して「やり過ぎて」しまいそうなこともあった。
	歩いている日とそうでない日の運動量の差に驚いた。グラフで燃焼量の値も確認できれば良かった。
	歩数情報と 3METs 以上の活動の相関図は、棒グラフの方が良いと感じた。
	歩数情報と 3METs 以上の活動の目標値は、ユーザ毎に決めることができれば良い。

表 6-6. 健康教室における活動量とバイタル情報の変化

対象	性別	年齢	平均歩数 (歩)	平均 3METs 以上 歩数 (歩)	増加比 (開始月と終了月)	
					筋肉量 (%)	基礎代謝 (%)
01	女性	—	6940	4349	+ 5.00	+ 4.85
02	女性	—	9961	5733	+ 4.66	+ 3.61
03	女性	68	13555	6409	+ 6.15	+ 5.19
04	男性	62	7581	3614	+ 2.58	+ 2.67
05	女性	71	6816	4925	+ 3.56	+ 2.68
06	女性	57	5200	2501	+ 2.69	+ 2.10
07	女性	37	6840	4336	+ 2.38	+ 2.87
08	女性	81	5970	4089	+ 2.81	+ 2.13
09	男性	68	14734	11829	+ 2.97	+ 3.03
10	女性	76	6132	5188	+ 2.78	+ 2.23
11	女性	73	5304	1775	+ 2.25	+ 1.12
12	女性	68	7203	2543	+ 3.47	+ 2.47
13	女性	66	5329	3627	+ 4.91	+ 4.36
14	女性	69	6675	4616	+ 4.08	+ 3.53
15	女性	68	7436	4530	+ 5.05	+ 3.43
16	女性	65	5912	1838	+ 8.52	+ 7.08
17	女性	65	8317	6764	+ 2.14	+ 0.39
18	女性	73	7952	6067	+ 4.88	+ 3.63
19	男性	67	6146	3441	+ 2.33	+ 2.36
20	女性	72	5036	3107	+ 4.42	+ 3.65

6. 5. 2 システムを運用した保健師への効果

集団保健指導システムの運用面の評価を行うために、前橋市の健康教室（11 教室）でシステムを運用した保健師 10 名から視認性、操作性、習得性、機能性、満足度、健康に対する行動変容の観点からアンケートとヒアリングを実施した。アンケート結果については、本システムを運用した場合の完成度を分析するため、表 6-3 の質問事項の内容で数値化した。各項目を 5 点満点とし、「1：最低評価」から「5：最高評価」の基準で平均した結果を図 6-7 に示す。また、表 6-7 では、得られたアンケート結果のばらつきを確認するために各評価項目の平均値と標準偏差を示した。表 6-8 にアンケート時のヒアリングについての意見を示す。

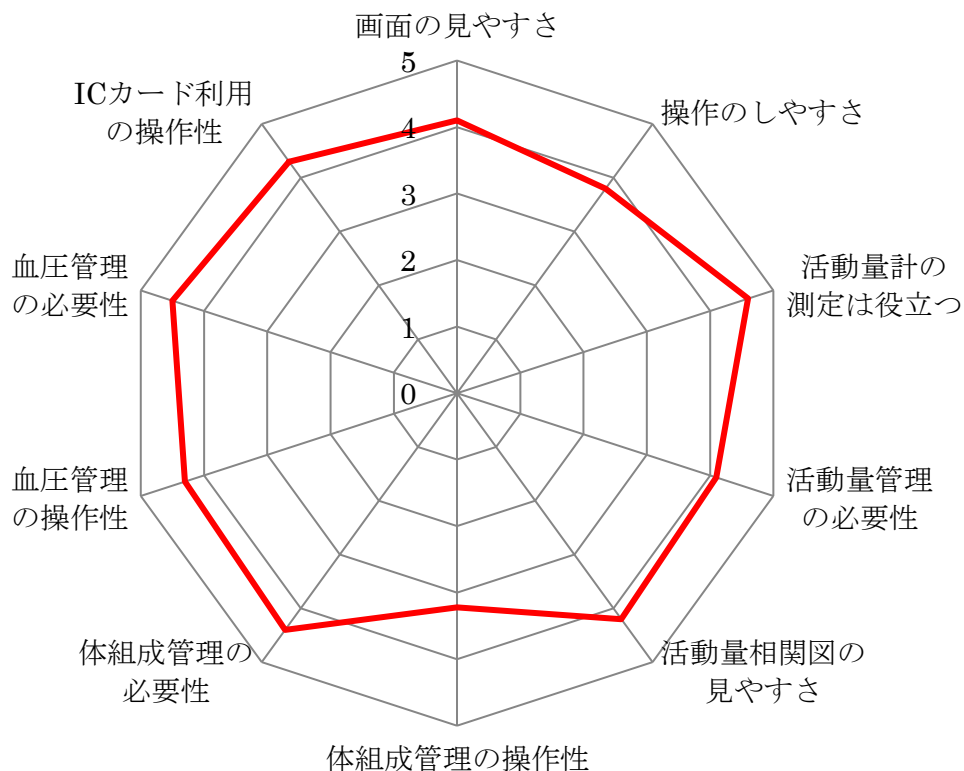


図 6-7. 保健師による集団保健指導システムの性能評価

表 6-7. 保健師による集団保健指導システムの性能評価（平均値と標準偏差）

No	質問事項	平均値（標準偏差）
1	PC・タブレットによるバイタル情報サービスの画面の見やすさはどうでしたか。	4.1 (±0.60)
2	PC・タブレットによるバイタル情報サービスの操作のしやすさはどうでしたか。	3.8 (±0.97)
3	活動量計での測定は役立つと思いますか。	4.6 (±0.52)
4	活動量の管理は必要と思いますか。	4.1 (±0.32)
5	歩数情報・3METs 以上の活動情報の相関図の見やすさはどうでしたか。	4.2 (±0.74)
6	体組成計の管理機能の操作はどうでしたか。	3.2 (±0.97)
7	体組成の管理は必要と思いますか。	4.4 (±0.52)
8	血圧・脈拍の管理機能の操作はどうでしたか。	4.3 (±0.82)
9	血圧・脈拍の管理は必要と思いますか。	4.5 (±0.53)
10	IC カードによるユーザ管理はどうでしたか。	4.3 (±0.47)

表 6-8. 保健師による集団保健指導システム運用時のヒアリング結果

意見	
良 い 面	<p>普段の活動で歩数を自覚させ、意識的にウォーキングさせるための目安になると感じた。教室の中で周りの方と自分の歩数を比較することもでき、意識が高まり、モチベーション向上につながっていることが実感できた。</p>
	<p>バイタル情報の取り込みはスムーズで良かった。また別教室の運動の様子が見られるので参考になった。疾患により歩行が困難な方もいるため、個別の対応が必要と感じた。</p>
	<p>活動量、体組成、血圧等のデータを電子データで管理でき、ユーザに還元できたのはとても良かった。ユーザの満足度も高く、自分の数値を振り返ることで、日々の運動習慣へのモチベーションを保たせることができた。</p>
	<p>活動量の客観的評価がしやすかった。これにより、頑張りすぎている人に、適度な運動を説明する場合にグラフが大変役立った。</p>
	<p>聞き取りだけでは分からない普段の活動量を知ることができた。</p>
	<p>測定結果を本人に返す場合に、健康管理サーバに蓄積された体組成計等のデータを活用することで運営の負担が減った。</p>
改 善 す べ き 面	<p>体組成計での測定時には、一人ひとりの身長、年齢、性別の情報を入力する必要があり、時間が掛かり負担になった。</p>
	<p>相関図の歩数情報と 3METs 以上の活動の上限が固定されているため、活発に運動した人は数値で確認することができるが、相関図の表示範囲に反映されない方がいた。</p>
	<p>ユーザに活動情報を印字する際のユーザ選択に時間が掛かり負担になった。</p>

6. 6 考察

健康教室向けに構築した集団保健指導システムにより、活用量を含む、バイタル情報を確認することで、健康に対する行動変容が起きたことを確認できた。また、健康教室における集団保健指導システムの有効性を確認することができた。

まず、健康教室に参加したユーザへの効果について述べた後に、集団保健指導システムを運用した保健師への効果について述べる。

<健康教室に参加したユーザへの効果>

健康教室に参加したユーザが本システムを用いることで起きた健康に対する行動変容の結果について、図 6-5 から、9 割以上の方が「大きく変容が起きた」「変容が起きた」と回答している。但し、「変容が起きなかった」と回答した方も僅かだがある。これはヒアリングから、健康教室に参加する前から健康に気を付けていたため、この健康教室に参加することによる行動変容が起きなかったということが分かった。

また、表 6-5 のユーザヒアリング結果からも「継続することで身体に変化が見られ、ウォーキングへの意欲が向上しました」「日々の活動量がいかに少ないか実感させられた」「運動することへの意識が大きく変わりました」等の意見を得られた。数値化された自分自身の活動量、その他のバイタル情報を確認することにより、健康に対して行動変容が起き、また活動量に対して身体の変化を実感した等の意見を得られている。

さらに、健康教室開始時と終了時に確認したバイタル情報の変化を示す表 6-6 から、体重、血圧、脈拍等、数値上の大きな変化は見られなかったが、筋肉量と基礎代謝量に変化を確認することができた。この数値の変化もユーザが自分自身の活動量を含む、バイタル情報を確認したことにより、健康に対する行動変容が起きたためと考えられる。この数値の変化については、個人差はあるが、歩数だけでなく、自宅での意識したウォーキング、定期的な健康教室で実施する運動において 3METs 以上の活動を多く行った人の筋肉量が上がり、それに伴い基礎代謝量が上がっていることを確認することができた。

前橋市の健康教室での運用は約1~3ヶ月間であったため、体重、血圧、脈拍の数値に大きな変化を確認することはできなかった。しかし、運用期間を1年または2年と拡大することで、筋肉量、基礎代謝量以外のバイタル情報にも変化が現れると推測される。

一方、表6-5の改善すべき面については、活動量を意識しすぎて知らないうちに無理をする等の意見があった。また、歩数情報と3METs以上の活動情報の相関図において表示を改善して欲しいとの意見もあった。

活動量を意識しすぎでの運動については、健康管理サーバアプリケーションにユーザ毎に管理されている歩数情報と3METs以上の活動情報、及びバイタル情報から、保健師が適切な指導を行うことで抑制できる。このことは、後で述べる保健師の評価で確認されている。相関図の表示改善については、要望を整理し改善することでさらに利便性が向上すると考えられる。

ユーザによる健康管理システムのシステム評価の結果を示す表6-4、図6-6について確認する。表6-4の各評価項目に関するアンケート結果の平均値と標準偏差において、各評価項目に大きなばらつきは確認されなかった。図6-6については、従来システムを健康教室向けに再構築した集団保健指導用システムの基本機能に不備がなかったことが確認できる。

また、継続して本システムを利用することにより、糖尿病、生活習慣病の予防に加え、フレイル予防にも効果が期待できる可能性があると考えられる。

<集団保健指導システムを運用した保健師への効果>

保健師による集団保健指導用システムの性能評価を示す表6-7、図6-7では、平均値と標準偏差の各評価項目に大きなばらつきはなく、ほとんどの評価項目で良好な評価を得られた。このことから、ユーザの評価結果と同様に基本機能に不備がなかったことが確認できる。また、保健師からの意見をまとめたヒアリング結果表6-8に示したように、保健師がユーザに本システムを利用させた結果「普段の活動で歩数を自覚させ、意識的にウォーキングさせるための目安になると感じた」「日々の運動習慣へのモチベーションを保たせることができた」「継続することで身体に変化が見られ、ウォーキングへの意欲が感じられた」等の意見が聞かれた。これは、本システムを運用することにより、身体的な健康管理のみならず、健康に対する意識の改革を起こせる可能性があることを示唆するも

のである。また、「活動量の客観的評価ができた」「頑張りすぎている人に、適度な運動を説明する場合などにグラフが大変役立った」「健康管理サーバに蓄積された体組成計等のデータを活用することで運営の負担が減った」等の意見が得られた。このことは、ユーザの健康情報を紙媒体あるいは電子媒体に手動で記録、管理する場合と比べ、効果的な健康指導が行えたものと考えられる。

一方、図 6-7 では、「操作のしやすさ」「体組成管理機能の操作性」が比較的低い結果となっている。この評価項目についてヒアリングした結果、表 6-8 に改善点が 2 点挙げられている。まず、「操作のしやすさ」について、教室に参加した方の活動状況を印刷する際のユーザ選択に時間を要するため、改善が必要であるとの意見があった。現在は、保健師が健康管理サーバアプリケーションにユーザ毎に用意されている WEB ページにアクセスし、各ユーザの活動状況を印字している。ここで、Android タブレット端末で実現しているのと同様の管理者専用の WEB ページを作成し、管理者専用の WEB ページで担当課・教室毎にユーザを抽出することで、ユーザ選択に要する時間を十分に改善できると考えられる。次に、「体組成管理機能の操作性」について、体組成計での測定時には、一人ひとりの身長、年齢、性別の情報を入力する必要があるため、参加人数が多い教室では時間が掛かり、負担になったことが挙げられた。これについては、身長計の自動計測を実現することで改善されることが考えられる。しかし、本システムに接続可能な Bluetooth 通信機能を有する身長計は、筆者らの知るかぎり存在しない。そのため、シリアル通信機能を有する身長計に Bluetooth 通信アダプタを接続し、その測定値を Android タブレットにインストールされた健康管理アプリケーションに送信する仕組みを追加構築する。これにより、健康管理サーバアプリケーションのデータベースでの管理が可能となる。この仕組みにより、健康管理サーバアプリケーション上で体組成計の情報を算出できるようになることで、操作性を大幅に改善できると考えられる。現在、Bluetooth 通信アダプタを使用した身長計の自動計測については技術的に可能であることを確認している。

以上より、集団保健指導システムを利用したユーザの健康に対する行動変容を確認した。加えて、このシステムが、保健師が効果的な指導を行うことを可能とするシステムであることを確認した。これは、本システムが、今後進む高齢化社会において、若く健康な時期から自身のバイタル情報を PHR として蓄積することで一層の健康寿命の延伸に寄与できる可能性があることを示唆するもの

である。

今後は、さらに運用期間、運用規模を拡大し、健康管理サーバアプリケーションのデータベースに、より多くのバイタル情報を蓄積することで、保健師がユーザ個人の日々変化する健康状態を確認することとする。さらに長期的な全てのビッグデータを解析することで、ユーザ個人に対する健康活動に最適な活動量、活動目標を提案できるようなシステムの検討を行う予定である。運用期間、運用規模の拡大については、現在前橋市に設立され、本システムの継続運用を行っている前橋市民健康クラブにおいて経過を確認することとしている。

7. 救急搬送支援システムの構築

本章では、健康管理システムに蓄積されたバイタル情報の二次利用として試作した救急搬送支援システムと、その実用化の可能性について述べる。日々のバイタル情報が最も必要と考えられる医療分野での利活用を目的に、高齢者の増加と共に問題となっている救急搬送における病院への収容時間を短縮するためにシステムを試作した [31]。

7. 1 目的

近年、救急搬送における病院への収容時間の延伸傾向が高まっている。消防庁の報告書では、高齢者の救急搬送に必要な情報取得に時間がかかっていることが収容時間延伸の大きな要因の 1 つであることが報告されている [32]。これに対し、消防庁ではタブレット型情報通信端末を救急車に搭載し、これを救急搬送支援に活用することでこの問題の解決を試みている [33]。しかしながら、このシステムは、救急隊員が救急患者への聞き取りと観察によって得られた情報を端末に入力する仕組みであり、十分な時間短縮が図れているとは言えない。加えて、この仕組みでは救急搬送に十分な救急患者の情報が得られない場合もある。

そこで、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章の健康管理サーバに PHR として蓄積されたデータの二次利用として、救急搬送に要する時間を短縮するための救急搬送支援システムの試作を行った。具体的には、患者の基本情報、日々の健康情報、母子手帳情報、お薬手帳情報を迅速に取得する救急搬送支援システムを試作した。この試作システムを利用することにより、救急搬送に要する時間を十分に短縮できる可能性について、関係者によるデモンストレーション、及びアンケート・ヒアリングから確認した。

<本研究の改善内容>

改善 1 : 救急患者の基本情報を蓄積・管理するための救急搬送支援サーバの構築

改善 2 : 各システムからの専用 API による情報の集約・表示

7. 2 救急搬送支援システム

試作する救急搬送支援システムの設計指針・機能について述べる。また、これに基づく救急搬送時のシステムの使用プロセスとシステムを利用するための情報登録プロセスについて述べる。

7. 2. 1 設計指針及び機能

試作する救急搬送支援システムは、救急隊員もしくは医療関係者が救急搬送時に利用するものである。救急搬送支援システムの構成図を図 7-1 に示す。救急搬送支援システムは、救急患者の基本情報を蓄積・管理するためのサーバと、救急隊員もしくは医療関係者が救急患者の情報を閲覧するためのアプリケーションをインストールした Android 端末を基本構成とする。

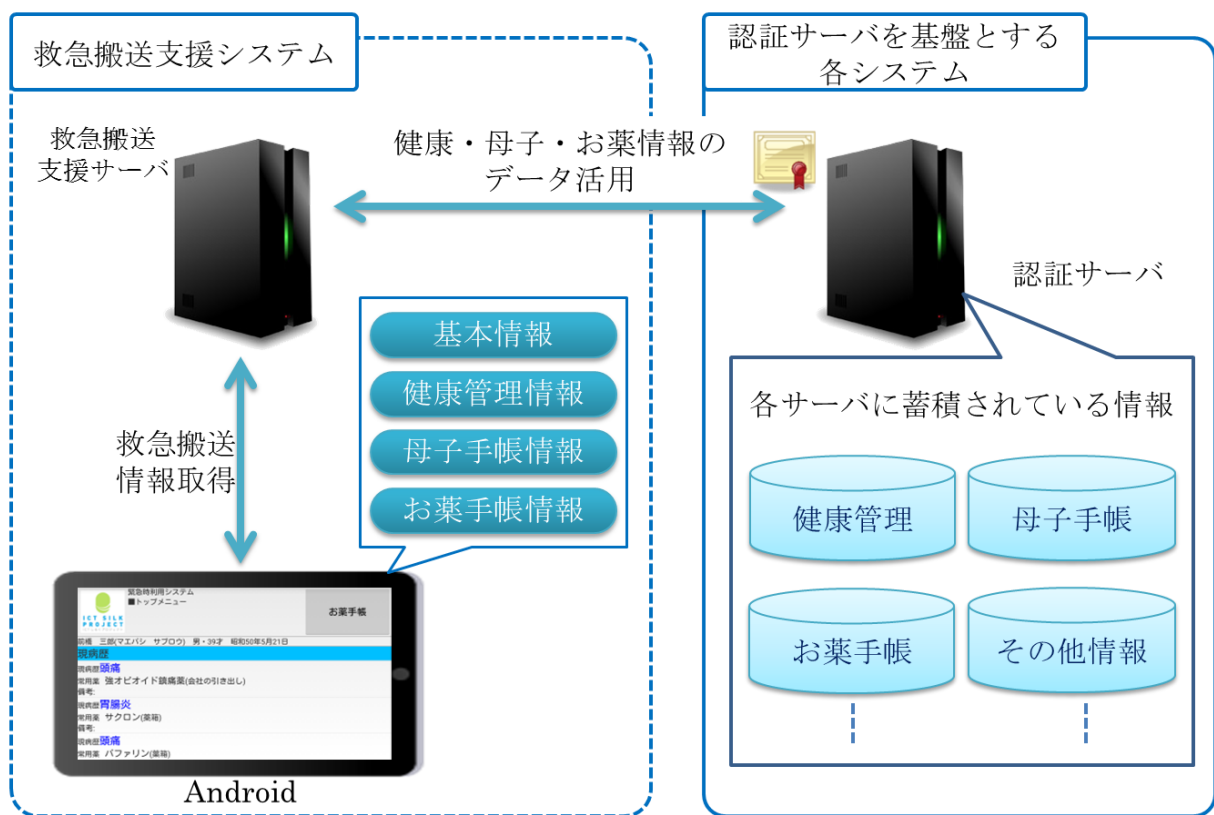


図 7-1. 救急搬送支援システムの構成図

認証には、時間短縮に加え利便性の観点からも有効な、ICカードとパスワードを用いる方式を採用する。下記に本試作システムの機能を示す。また、サーバ及び端末の仕様を表 7-1 に示す。

- ①救急搬送に必要な基本情報の蓄積と閲覧を行う機能
- ②認証サーバを基盤とする健康管理システム、母子手帳システム、お薬手帳システムに蓄積された情報を集約・表示する機能

表 7-1. 救急搬送支援システムの機器

使用した機器	仕様概要	
救急搬送支援システム用サーバ	機種名	DELL PowerEdge T320
	OS	Red Hat
	CPU	インテル Xeon
		プロセッサ E5-2430
	メモリ	8GB
	ハードディスク	146GB×3
Android 端末	機種名	Nexus5
	OS	Android 4.4.2

7. 2. 2 救急搬送時の使用プロセス

救急搬送時の使用プロセスを述べる。救急搬送時には、3G 回線または LTE 回線を利用してネットワークに接続されている Android 端末から認証を行う。まず、①認証サーバにおいて、Android 端末の MAC アドレスから生成される電子証明書により機体認証を行う。次いで、②救急隊員もしくは医療関係者が認証サーバにて本人認証を行う。その際、Android 端末の NFC 検出センサー部分に IC カードをかざし、予め登録されているパスワードを用いて認証を行うこととする。この①②で

認証を受けたときのみアプリケーションの起動が許可される仕組みとする。最後に、③救急患者の IC カードを使用した認証を行う。

認証サーバを基盤とする他のシステムに蓄積された情報の閲覧には、専用の API を使用することとする。以上を、図 7-2 救急搬送時の使用ワークフローに示す。

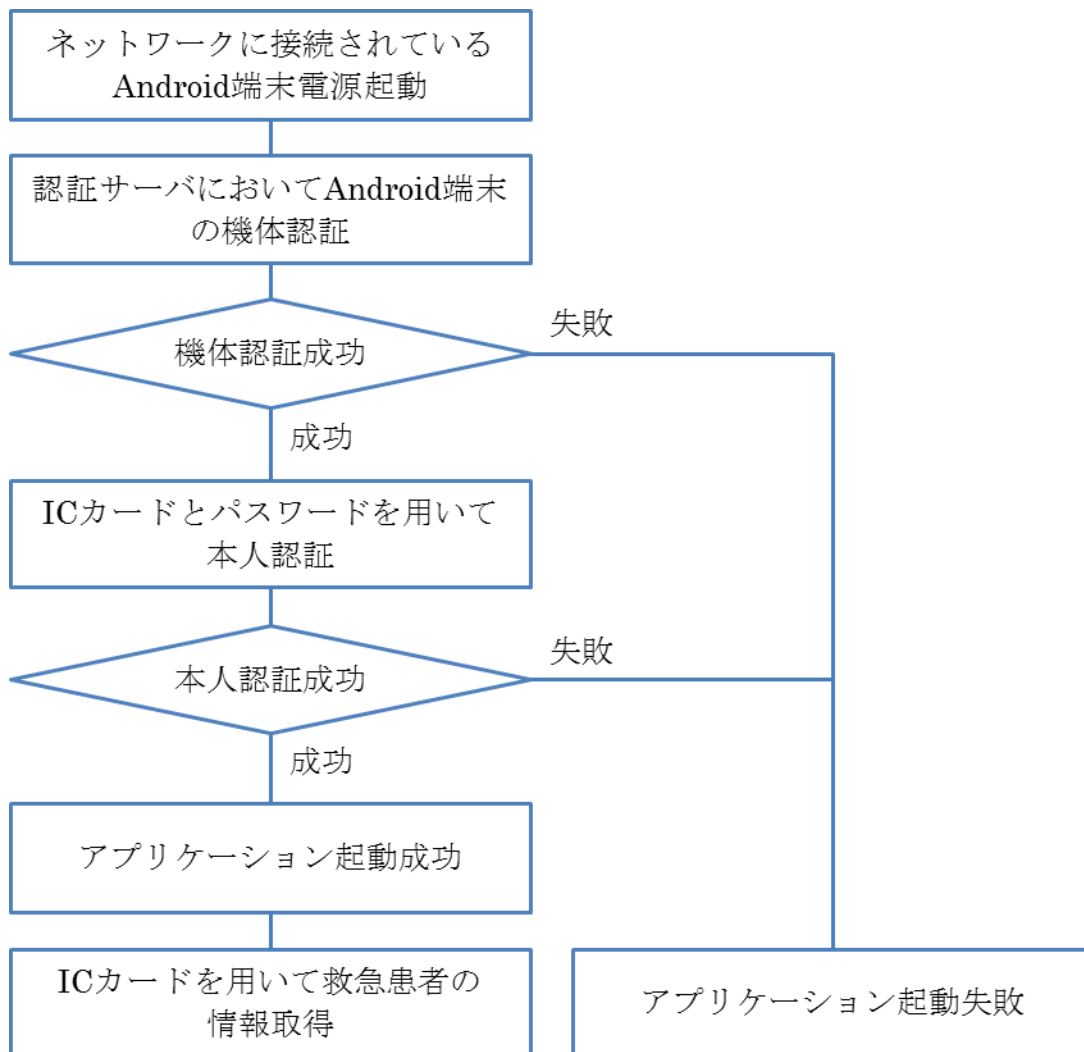


図 7-2. 救急搬送時の使用ワークフロー

次に、本試作システムの目標について言及する。実際の救急現場での救急患者への聞き取りと観察にかかる時間は、10分から長いときでは30分以上に及ぶこともあるとのことである。この時間は、明確な数値データとしての調査を行ったものではない。しかし、複数の救急隊員への事前ヒア

リングによって得られた現場の声であることから、ある程度の信憑性があると判断している。この時間を可能な限り短縮することが本システムの目標である。

以下に、具体的な時間目標を設定する。本節のプロセスに基づけば、救急患者の情報取得に必要な時間は、主に認証作業とサーバからのデータ取得にかかる時間となる。認証にかかる時間は IC カードのタッチとパスワードの入力にかかる時間であるが、IC カードのタッチは一瞬であるため、認証作業にかかる主な時間はパスワード入力時間となる。一方、サーバからのデータ取得時間はネットワーク環境によって異なるため予測が難しい。そこで、参考文献 [34] に述べられているタッチパネル操作に関わる時間を参考にしてパスワード入力時間を想定した。これに適当な余裕を持たせて、救急隊員もしくは医療関係者の認証から救急患者の情報取得完了までの目標時間を約 1 分以内と設定する。

7. 2. 3 情報の登録プロセス

本システムで閲覧する情報は、予め本人またはその代理の人が登録しておくこととする。登録する基本情報 1、2 を下記に示す。

基本情報 1

氏名、性別、年齢、生年月日、緊急連絡先

基本情報 2

現病歴、既往歴、アレルギーの情報等

これらの情報の登録は、①本システムに用意した WEB ページに ID とパスワードの認証でアクセスし、②WEB ページの指示に従って入力を行う仕組みとする。以上を、図 7-3 情報登録時のワークフローに示す。

健康情報、母子手帳情報、お薬手帳情報は、認証サーバを基盤とする各システムの使用方法に従って手動または自動で蓄積しておく。この情報登録は別システムであるため省略する。

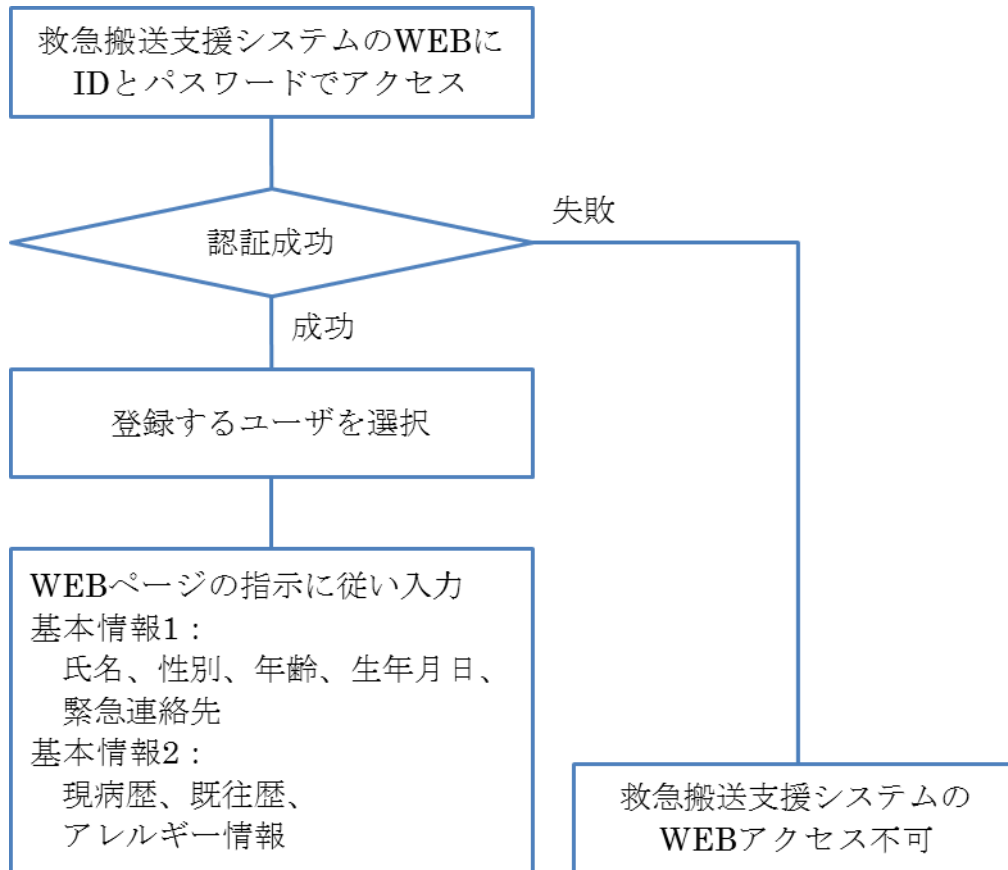


図 7-3. 情報登録時のワークフロー

7. 3 救急搬送支援システムの試作結果

7. 3. 1 試作システムの動作確認

設計指針とこれに基づく各プロセスに従う救急搬送支援システム（図 7-1 の破線で囲まれている部分）を試作した。認証サーバ及び認証サーバを基盤とする本システム以外の各システムは既存のシステムを利用した。試作したシステムの閲覧結果を表 7-2 に、Android 端末使用時の一画面を図 7-4、図 7-5 に示す。

表 7-2. 救急搬送支援システムで閲覧できる情報

No	システム	閲覧できる情報の内容	試作結果	取得時間
1	救急搬送支援システム用 サーバ (本システム)	基本情報 1 氏名、性別、年齢、 生年月日、緊急連絡先	閲覧可能	30
2		基本情報 2 現病歴、既往歴、アレルギー情報	閲覧可能	
3	健康管理システム (情報の閲覧)	健康情報 日々の体重、体脂肪率、BMI、血圧、 脈拍、体温	閲覧可能	秒
4	母子手帳システム (情報の閲覧)	母子手帳情報 健診の結果、予防接種の状況	閲覧可能	以
5	お薬手帳システム (情報の閲覧)	お薬手帳情報 薬名称、用法、用法補足 ※重要な情報のため トップ画面に表示	閲覧可能	内

表 7-2 は、本試作システム及び利用する各システムからの全ての情報閲覧、すなわち全ての項目に対する情報閲覧プロセスの動作確認と、認証から救急患者の全情報取得までにかかった時間の結果を示している。認証から救急患者の全ての情報取得までの時間は、実験室内で一連の動作を 10 回試行した結果である。10 回とも 30 秒以内に情報を取得できたことが確認された。

7. 3. 2 医療関係者のヒアリング結果

救急隊員に有益な情報を提供することができる救急搬送支援システムの必要性と有効性について確認することを目的として、県内の6機関で救急搬送を想定して本システムを擬似的に使用して頂いた。前橋市消防局、前橋市医師会、群馬県医務課、群馬県内の大学病院、前橋市内の中核病院（2病院）の6機関にご協力いただいた。そのデモンストレーションの様子を図7-6に示す。その後、評価のためのアンケート及びヒアリングを実施し、救急搬送支援システムの必要性と有効性及び改善課題等の意見を収集した。アンケートについては、救急搬送支援システムを運用した場合の完成度を分析するため、表7-3の質問事項の内容で数値化した。各項目を5点満点とし、「1：最低評価」から「5：最高評価」の基準で平均した結果を図7-7、図7-8に示す。また、アンケート時のヒアリング結果を表7-4に示す。



図7-6. 医療関係者によるデモンストレーションの様子

表 7-3. 医療関係者への質問事項

質問事項					
1	ICカードを利用して個人の情報を扱うことに対して抵抗感はありますか。				
	全く抵抗感なし	—	どちらでもない	—	抵抗感あり
	5	4	3	2	1
2	救急情報取得アプリケーションの画面の見やすさはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
3	救急情報取得アプリケーションの操作のしやすさはいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
4	救急情報取得アプリケーションで取得する情報は救急の現場で知りたい内容でしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
5	救急情報取得アプリケーションで情報を取得するまでの時間はいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
6	ICカードを使った救急情報取得アプリケーションで情報を取得するまでの操作はいかがでしたか。				
	大変満足	—	どちらでもない	—	大変不満
	5	4	3	2	1
7	救急搬送支援システムは、救急医療の現場で役立つと思われましたか。				
	大変役に立つ	—	どちらでもない	—	全く役に立たない
	5	4	3	2	1
8	救急搬送支援システムは、救急医療に導入した場合に効果はあると思われましたか。				
	大変効果がある	—	どちらでもない	—	全く効果がない
	5	4	3	2	1

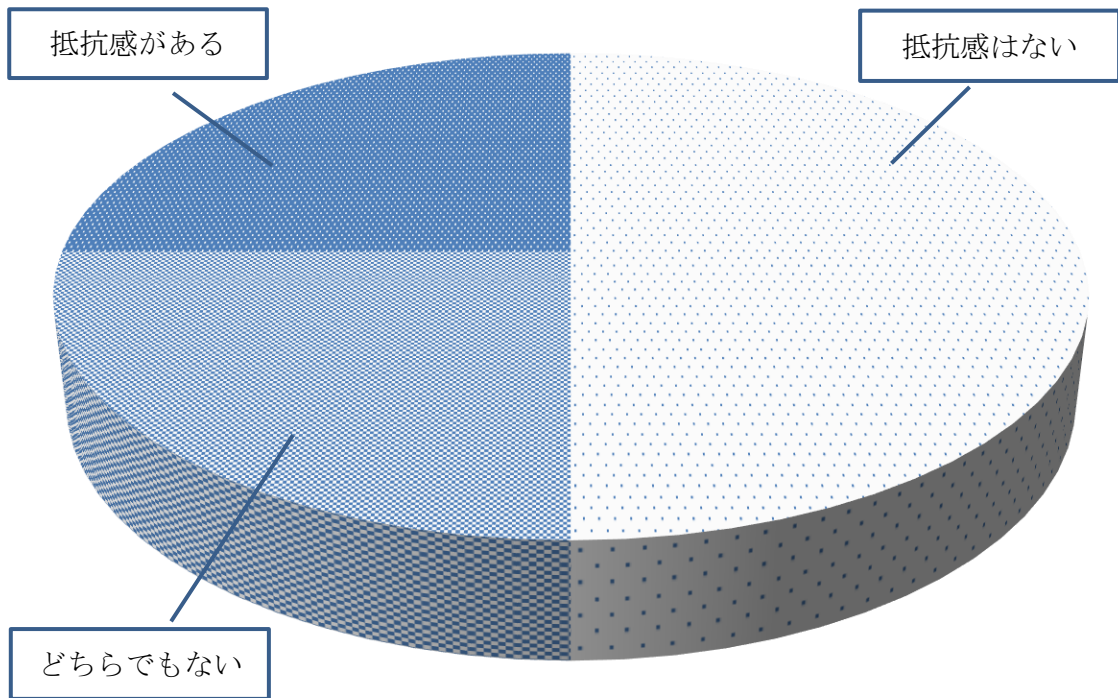


図 7-7. IC カードを使用する際の抵抗感

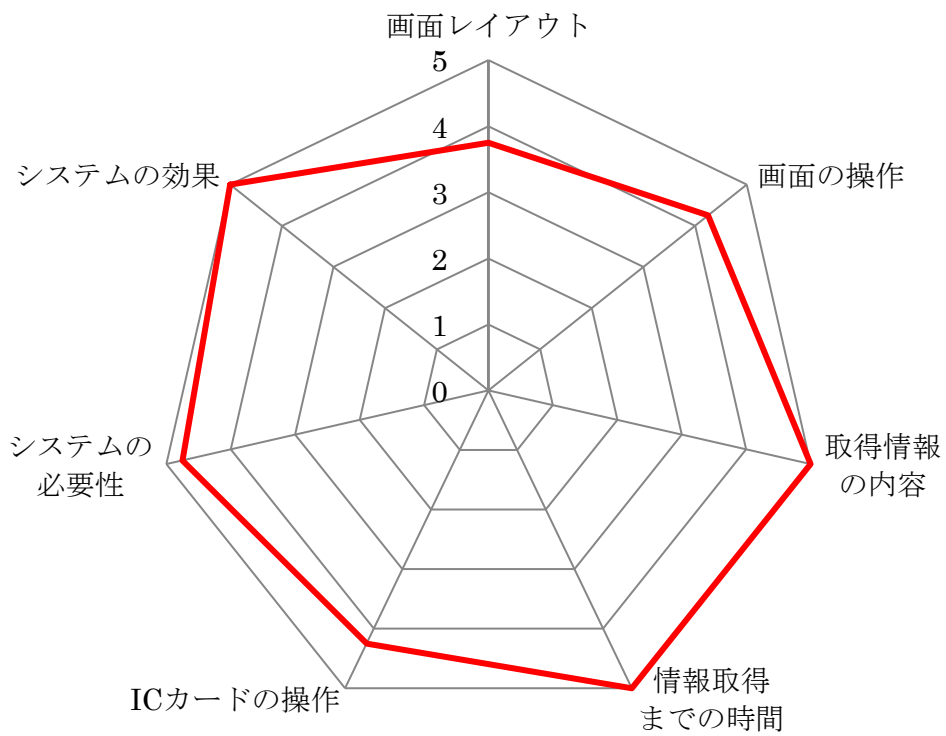


図 7-8. 救急搬送支援システムの性能評価

表 7-4. 医療関係者への救急搬送支援システムのヒアリング結果

意見	
良 い 面	<p>前橋市消防局</p> <p>実用化されれば画期的。今回の患者データ（現病歴、既往歴、アレルギー情報、連絡先、通院歴、バイタル情報、お薬、母子手帳情報）は非常に有用な情報である。</p>
	<p>前橋市消防局</p> <p>救急隊員は倒れている患者の現状の健康状態は分かるが、平常時の状態が分からないので、倒れる前の2週間程度のバイタル情報は貴重である。</p>
	<p>前橋市医師会</p> <p>健康診断の情報や、電子カルテとの連携があれば良いが、今回の情報のみでも十分高く評価できる。</p>
	<p>群馬県医務課</p> <p>ICカードを使って個人情報にアクセスできる方式は、セキュリティを確保しながら個人情報に簡単にアクセスできるので非常に良い。</p>
改 善 す べ き 面	<p>大学病院</p> <p>病院で医師が測定したデータも有効にしたいので、病院のサーバに蓄積されたデータも反映できるようになれば、もっと良い。</p>
	<p>中核病院</p> <p>これだけの情報が分かれば素晴らしいが、データの蓄積を頻繁に、正確に行わせるための仕組みが重要。</p>

7. 4 考察

救急搬送時に認証サーバに蓄積された情報を瞬時に取得、集約し、救急隊員に有益な情報を提供できる救急搬送支援システムの必要性と有効性について確認することができた。

救急搬送支援システムの動作確認において、表 7-2 の救急患者の基本情報、健康情報、母子手帳情報、お薬手帳情報、全ての取得時間の目標を 1 分以内と設定したが、実験室では 30 秒以内で取得することができた。

但し、この結果は、実験室内で LTE 回線の電波状況が良好な状態、並びに救急患者の IC カードが手元にある状態での結果である。実際の救急搬送時は電波環境によるデータ伝送に関する時間変動、救急患者の IC カードを探す時間などにより取得時間が増加すると考えられる。しかしながら、聞き取りと観察によって救急患者の情報を取得する方法と比べれば、本試作システムによって時間短縮が実現されることは言うまでもない。

医療関係者へのデモンストレーション後のアンケート結果の図 7-7 について考察する。IC カードを使用する際の抵抗感については、6 機関のうち 5 割が IC カードを利用して個人の情報を扱うことに対して抵抗感はないと回答があった。しかし、残りの 5 割の機関では、「抵抗がある」または「どちらでもない」との回答があった。これは、扱うデータが患者の秘密性の高い情報になるため不安を感じることに、また、認証サーバでの運用において信頼性を獲得できていないことからこのような回答になったと考えられる。これについては、セキュリティの高い公的個人認証機能を使用しているため IC カードを紛失した場合を含め安全性が高いことを説明し、理解して頂くことで解決できるものと考えられる。

救急搬送支援システムの性能評価の図 7-8 において、操作性、情報を取得するまでの時間、取得する情報の内容の各項目について良い評価が得られた。このことは、本システムの必要性と有効性を示すものと考えられる。画面レイアウトについて若干低い評価となっているが、これは救急情報取得アプリケーションをインストールしている Android 端末が医療の現場では画面が小さく見づらいという意見によるものである。しかし、救急の現場となる救急車内は作業スペースが限られるため、今回使用した 5 インチの端末の方が良いとの意見もあった。これらのことから、使用する現場

において端末を選択できるよう検討する必要があることが分かった。また、表 7-4 のヒアリング結果では、「今回の患者データは非常に有用な情報である」「救急隊員は倒れている患者の現状の健康状態は分かるが、平常時の状態が分からないので倒れる前の 2 週間程度のバイタル情報は貴重である」との意見が得られた。このことは、たとえ救急患者が自身の情報を伝えられない状況で、なおかつ救急隊員の観察によってでは情報が得られない場合でも、有益な情報を提供できることを示すものである。

本研究は、容易に救急車両を使用することができないことから、実運用での評価が難しい。そのため評価は、動作確認と医療関係者によるデモンストレーション、及びアンケート・ヒアリングのみとした。実運用での確認ではなく、信頼性の観点からは低いと言える。しかし、健康管理サーバに PHR として蓄積されたデータの二次利用として、救急搬送に要する時間を短縮する本システムの有効性を確認できた。信頼性については、総務省の研究事業である「パーソナル・ヘルス・レコード (PHR) 利活用研究事業」において、規模を拡大し「妊娠・出産・子育て支援 PHR モデルに関する研究」として継続している。この研究では、平成 29 年度に前橋市消防局と中核病院の協力を得て、実際の救急車を使用して搬送時の実証実験を実施している。

現在は、患者の識別に IC カードを使用している。しかし、自身で IC カード提示できない状態、または保有していない場合での運用を想定して、バイオメトリクス認証の静脈認証を利用した患者の認証についての検討を行っている。これらの課題を解決できれば、救急搬送支援システムの実用化はさらに前進するものと考えられる。

8. 結論

8. 1 各ライフステージでの研究のまとめ

本節では、ライフステージ「乳幼児期」「壮年期」「高年期」についての研究を行った第3章、第4章、第5章の研究の成果を述べた後に、応用研究として行った第6章、第7章の研究の成果をまとめる。

第3章では、「乳幼児期」にあたる妊婦、または子育てをしている母子を対象として、在宅における健康管理システムの研究を行った。具体的には、健康管理システムを前橋市の「前橋 ICT しるくプロジェクト」で立ち上げた母子健康ポータルサイトへ連動させた。この連動させたシステムを妊婦・母子にシステムを運用して頂き、アンケート・ヒアリングにより使い勝手が向上していること、及び取得した健康情報が有効に活用されていることを確認した。これにより、妊婦・母子が容易に在宅でバイタル情報を管理することが可能となった。日々変化するバイタル情報を自身で確認することは、起こりうる様々な症状にいち早く対処出来るようになるため、有効であると考えられる。また、両システムを統合させ、機能面を向上させるシステムを構築する必要性が高いことを確認した。現在は、1つのシステム上に母子健康ポータルサイトと健康管理システムを統合し、専用のインターフェースでのデータ連携を実現している。

第4章では、「壮年期」「高年期」に領域を広げた健康管理システムの研究を行った。様々な方が容易にシステムを利用することを目的とし、その認証に IC カードを採用した。システム利用時の ID・パスワード入力による認証を IC カードによる認証に変更することで、セキュリティを担保した上で利便性の向上を図った。具体的には、経済産業省から指針が提示されている、保証レベル 3「IC カード+電子証明書+機体認証」の多要素認証方式を採用した。この改善したシステムを一般世帯で運用して頂き、アンケート・ヒアリングにより、IC カードを利用した認証に改めた健康管理システムの利便性と安全性、及びシステムの性能が改善したことを確認した。これにより、IC カード

ドを利用し、バイタル情報を PHR として蓄積するシステムとしての有効性を確認した。

しかしながら、これらの情報を診療に活用する場合には、健康情報でなく医療情報として扱わなければならない可能性がある。今後は、データの位置づけの検討、及び検討の結果に基づくデータの管理、取り扱い、安全性の最適レベル等の確認が必要である。

第 5 章では、「高年期」にあたる高齢者を対象として、高齢者の在宅における健康管理システムの研究を行った。バイタル情報による健康管理に加え、慢性疾患を抱えた高齢者の多剤併用による弊害を防ぐための服薬管理機能を強化した。具体的には、調剤明細書に付与された QR コードから服薬情報を自動取得し、正しく健康管理システムに登録する服薬管理機能を実現した。また、操作方法については、画面のみで操作を認識できるよう画面表示を改善し、アクセシビリティの向上を図った。この改善したシステムを高齢者宅で一定期間運用して頂き、アンケートとヒアリングにより使い勝手とシステムの性能が改善したことを確認した。服薬情報の自動取得については、複雑な服用スケジュールを正確に管理し、服用アラーム機能、お知らせメールによる薬の飲み忘れ防止機能で服用をサポートすることができた。このことは、服薬アドヒアランスの向上を示唆するものである。これにより、在宅でのバイタル情報のみならず、服薬情報を PHR として蓄積するシステムとしての有効性があることを確認した。また、生活習慣を推定する服薬管理機能の完全自動化等の検討が必要であることが確認された。これは、ウェアラブル機器を使用し、対象者の「起床」「食事」「就寝」等の行動パターンを解析することでその実現が見込まれることから、更なるシステムの使い勝手の向上を目指し、検討を行う予定である。

第 6 章では、応用事例として「壮年期」「高年期」を対象とした集団保健指導システムの研究を行った。これまでの在宅での健康管理システムの「ユーザ管理機能」を拡張し、「活動量計によるデータ集計機能」「蓄積されたバイタル情報をユーザに提供する機能」を追加した。これにより、従来の健康管理システムを集団保健指導システムとして再構築した。この再構築したシステムを、前橋市が開催している、活動量計を使用した健康教室にて運用した。その健康教室に参加したユーザとシステムを運用した保健師のアンケート・ヒアリングから、教室に参加したユーザの自身の健康情報

への接触効果により行動変容が起きたことが確認された。また、集団保健指導システムを運用した保健師から、効果的な健康指導を行えたことを確認した。

このことは、本システムが安価で一般的な健康管理機器を用いているものの、健康維持、生活習慣等の改善に効果が期待できるシステムであることを示唆するものである。

また、システムの運用期間、運用規模を拡大し、取得した各種バイタル情報を PHR として蓄積、解析することで、一人ひとりに最適な活動量、活動目標を提案できるシステムを構築できる可能性がある。

第 7 章では、健康管理サーバに PHR として蓄積されたデータの二次利用として、救急搬送に要する時間を短縮するための救急搬送支援システムの試作を行った。具体的には、救急患者が自身の情報を伝えられない状況にあっても、救急隊員もしくは医療関係者が健康管理サーバに PHR として蓄積されたバイタル情報を短時間で取得できる。関係者へのデモンストレーションによりその効果を確認し、本システムが有効であることを確認した。

しかし、実際の救急搬送時、聞き取りと観察による救急患者情報の取得時間と、本システムを用いた場合の救急患者情報の取得時間について、客観的な測定を行う必要がある。今後、本システムの有効性を定量的に確認し、実用化に向けて検討していく予定である。

本研究では、ライフステージ「乳幼児期」「壮年期」「高年期」において必要とされる機能と使い勝手に対して改善を行った。この改善したシステムを運用した実証実験でのアンケートとヒアリングから、使い勝手とシステムの性能が向上したことを確認した。このことから、各ライフステージにおいて、改善した健康管理システムを利用することで、健康情報への接触頻度が向上すると推察される。応用研究の第 6 章で行った集団保健指導システムの研究では、測定された活動量とバイタル情報への接触効果により、参加者の約 10%に筋肉量、及び基礎代謝量の増加が見られ、身体的な効果も確認できている。

但し、本研究で行った実証実験の参加者は、健康への意識が高く、健康管理について少なからず興味を持っており、各研究での評価が高くなった可能性がある。今後は実証実験の規模を拡大し、

より多様な意見を収集する必要がある。

8. 2 PHR としての考察とまとめ

著しい高齢化が進む現在、生涯にわたる健康情報を自らが管理・活用することが必要とされている。その方法の1つとして、自身の健康情報を正確、かつ継続的に把握するために、健康情報を PHR として蓄積する方法が有効である。この方法により、PHR として蓄積した健康情報への接触頻度を高めることで、健康に対して行動変容を起こすことが望まれている。

しかし、健康情報は、ライフステージに従い母子保健法、学校保健安全法、労働安全衛生法、高齢者の医療の確保に関する法律等の各世代で異なる官庁が所管する形で法律が定められ管理されている。また、様々な機関において健康情報の管理方法は異なる。管理された健康情報もライフステージの変化、転居、転校、転職等で各機関での申し送り等によるデータの引継ぎが行われていない。このような健康情報の管理方法では、必要とする情報の抽出、生涯にわたる継続的な確認が困難であり、有効的な活用が行われていない。

その健康管理情報を有効に活用するためには、身近な ICT 端末を使用し、ICT 端末に不慣れな人にとっても扱うことのできる情報システムが必要とされる。そこで、キーボードを必要とせず、画面のみで認識できる操作とセキュリティを同時に実現し、継続的に日々変化するバイタル情報を蓄積できる健康管理システムを構築した。また、各ライフステージにより必要とされる機能と使い勝手が異なることから、それに応じた改善を行った。この改善により、ライフステージ毎に各機関において管理されていた健康情報を、個々人で、また生涯を通して管理することが可能となった。その結果、健康情報への接触頻度が向上し、自身への健康情報への接触効果が認められるシステムとなる可能性があると考えられる。

ここで、PHR の1つである BMI 値を例にとり、健康情報を継続的に蓄積することの有効性について考察する。まず、「乳幼児期」においては、身長、体重から算出される BMI 値が高い状態、すなわち肥満を放置すると、乳幼児期以降の肥満リスクも高まるとされている。そのため、基本情報である身長、体重に加えて BMI 値を取得し、自身の適正な BMI 値を把握すると共に、乳幼児期の

平均値と比較することが有効であると考えられる。ここで取得した健康情報は、今回研究対象外としている「学童・思春期」「青年期」の成長が著しい時期の健康の目安となり、健康の維持、改善に効果をもたらすものである。

次いで、「壮年期」は、生活習慣の変化により、BMI 値が大きく増加がする人が多いとされている世代である。生活習慣病のリスクが高まり、食事の管理や適度な運動が必要とされる。そのため、「乳幼児期」「学童・思春期」「青年期」で蓄積された基本情報である身長、体重に加え、血圧、脈拍の管理と新たに活動量を取得し、活動量とバイタル情報の相関から適度で無理のない運動を行うことが健康の維持、改善に有効であると考えられる。また、この世代においては、血糖値の管理が健康に大きな影響を与えることが確認されていることから、今後は、血糖値の管理が行えるようシステムの改善を行う予定である。「高年期」までの健康情報の管理により、高年期をより健康に過ごせる状態を作ることが可能であると考えられる。

最後に「高年期」においては、健康状態の目安となる身長、体重、血圧、脈拍の自身の適正値を把握することに加え、多剤併用による服薬状況を管理出来るようサポートすることが望まれている。容易に服薬情報を取得し管理できることは、健康の維持、改善に対し有効な手段となる。

このように、生涯を通して健康情報を PHR として蓄積することは、自身のバイタル情報の適正値の把握が可能となり、また、バイタル情報の変化を把握し、健康に対する行動変容を促すものであると推察される。さらに、健康管理サーバに蓄積された個々人のバイタル情報から、日々の変化、数ヶ月間の変化、年間の変化、ライフステージ毎の変化のように、期間における健康サマリー情報の作成が可能となる。この健康サマリー情報から特異な期間を抽出し、要因等を解析することが可能となる。このように健康活動だけでなく医療においても活用できる可能性があると考えられる。

また、健康管理サーバに長期的な個々人のバイタル情報が蓄積されれば、ビッグデータとして解析することで、一人一人に対する適切な健康指導を行うためのデータの二次利用が可能となる。この健康情報は、全てのライフステージで継続的に蓄積されることが必要である。健康情報が正確、かつ継続的に管理、解析されることにより、同じ年代において、同じ疾患を抱える人の健康状態から最適な健康改善行動を提案する推薦システムの構築等が考えられる。これにより、このシステムが PHR の蓄積・活用を行うシステムとして価値が高まる可能性があると考えられる。この推薦シス

テムの構築については現在検討中である。但し、特定の研究、特定の期間でデータを蓄積する場合と異なり、日常生活のバイタル情報を蓄積した PHR を研究に用いる場合、倫理委員会のあり方を含めたデータの扱いについて議論が必要である。

今回はライフステージ「乳幼児期」「壮年期」「高年期」を対象とした研究を行った。しかし、様々な機関に散在している健康情報を、自らが管理・活用することで、本システムが生涯にわたり健康管理に活用できるシステムとして利用できる可能性があることも確認した。改善したシステムを利用し、自身の健康情報を PHR として蓄積、管理することで、自身の健康を維持、改善するためのデータの有効的な活用が行えると考えられる。さらに、蓄積された健康情報を医療機関等と共有することで、医療費の低減、効果的な治療等に役立てることができ、国民の健康寿命の延伸に寄与できる可能性があると考えられる。

最後に、本研究で提案した健康管理システムを使用した PHR の仕組みを定着させるための課題について述べる。

PHR の普及については、プライバシー保護の観点から、情報漏洩や不正利用等が起こらないよう厳重な情報管理、及び蓄積するデータの標準化等の大きな課題がある。しかし、PHR の活用は、スマートフォンの普及に伴って、アプリケーションとして充実してきている。そのため、技術面の課題より、PHR への意識改革が必要だと考えられる。自身が病気にかかれば、日々の健康管理は大切であると認識する。しかし、病気にかかった時ではなく、健康な時期に PHR の蓄積による健康管理の必要性を認識する必要がある。そのためには、本研究で述べたように、誰もが容易に健康情報を蓄積できる仕組みの構築が必要である。出生から高齢に至るまで、生涯にわたり自らの意志で管理できる仕組みである。この仕組みを利用し、蓄積された健康情報への接触効果による行動変容とその成果を確認し、科学的に、客観性のある結果を提示する必要がある。具体的には、医療費の低下、健康保険、生命保険等の保険料が下がる等の事例を提示し、自身の将来へのメリットを認識させることが必要と考えられる。

この成果が社会的に認知されれば、国、自治体においても一層の連携強化が進み、さらなる PHR の活用と、PHR を利用した健康管理システムの定着が進むものと考えられる。

現在、高齢者の在宅健康管理、母子・妊婦の健康管理、救急搬送支援システムについては、総務

省の研究事業である「パーソナル・ヘルス・レコード（PHR）利活用研究事業」で研究を継続している。この研究において、ライフステージに応じた PHR サービスモデルの確立と、多種多様な情報を統合的に利活用することを目的に 3 ヶ年計画で研究を行い、実用化を目指している。IC カードを利用した市民の健康管理、集団保健指導システムについては、前橋市に設立された前橋市民健康クラブで継続して運用している。この活動は、前橋市にウォーキングステーションを設け、参加しているユーザの活動量とバイタル情報を PHR として蓄積し、その情報から常駐している医師、看護師、理学療法士、柔道整復師等が健康に対するアドバイスを行うことで、市民の健康増進に貢献している。

本研究における実証実験については、東前橋整形外科クリニックの医療法人龍邦会 倫理委員会で審査、承認を受けている（承認番号：2017-03）。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、一方ならぬ励ましと御指導を頂きました、松本浩樹准教授、松本研究室のメンバーに深く感謝を申し上げます。

主査の向井伸治教授をはじめ、今村一之教授、堤洋樹准教授、高崎健康福祉大学の東福寺幾夫教授には、細部にわたり、最後まで丁寧なご指導をいただき、厚くお礼を申し上げます。

また、本研究の機会を与えてくださった、前橋市の公募型共同研究事業、総務省の ICT 街づくり推進事業、国立研究開発法人 日本医療研究開発機構のパーソナル・ヘルス・レコード (PHR) 利活用研究事業、システム開発にご協力頂いた、株式会社ナカヨの政田朴之氏をはじめとする開発部門の方々、実証実験にご協力頂いた前橋市 情報政策課、健康増進課、介護高齢課、国民健康保険課の方々、最後に医学的見知から貴重なアドバイスを頂いた東前橋整形外科 理事長 釜谷邦夫氏に深く感謝申し上げます。

2018 年 3 月

参考文献

- [01] 内閣府 平成 29 年版高齢社会白書：
"http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf_index.html"
- [02] 厚生労働省 平成 28 年版厚生労働白書 ー人口高齢化を乗り越える社会モデルを考えるー：
"<http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/16/>"
- [03] 厚生労働省 平成 26 年（2014 年）医師・歯科医師・薬剤師調査の概況：
"<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/ishi/14/>"
- [04] 内閣府 平成 27 年版高齢社会白書：
"http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/27pdf_index.html"
- [05] 厚生労働省 医療保険に関する基礎資料：
"http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/kiso26_4.pdf"
- [06] 坂本和義、水戸和幸、金子賢一、真壁寿："日本の高齢者の現状と改善"、日本福祉工学会誌、
17 巻、1 号、pp2-7、2015 年 5 月
- [07] 総務省 平成 25 年度補正予算 ICT 街づくり推進事業 なんぶスマートライフ・プロジェクト
推進事業 成果報告："http://www.soumu.go.jp/main_content/000354946.pdf"
- [08] 総務省 ICT 街づくり推進事業 新時代葛城クリエーション推進事業：
"http://www.soumu.go.jp/main_content/000276625.pdf"
- [09] Joint ITU-WHO Workshop on e-Health Standards and Interoperability
"<http://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/e-Health/201204/Pages/default.aspx>"
- [10] M.Jordanova、F.Lievens："Global telemedicine and eHealth"、
E-Health and Bioengineering Conference (EHB)、pp1-6、November 2011
- [11] Donna M.Zulman、Emily C.Jenchura、Danielle M.Cohen、Eleanor T.Lewis、
Thomas K.Houston、Steven M.Asch："How Can eHealth Technology Address Challenges
Related to Multimorbidity? Perspectives from Patients with Multiple Chronic

- Conditions", *Journal of General Internal Medicine*, pp1063-1070, August 2015
- [12] Namkee G Choi, Diana M DiNitto : "The Digital Divide Among Low-Income Homebound Older Adults: Internet Use Patterns, eHealth Literacy, and Attitudes Toward Computer/Internet Use", *Journal of Medical Internet Research*, e93, May 2013
- [13] Carlos Oberdan Rolim, Fernando Luiz Koch, Carlos Becker Westphall, Jorge Werner, Armando Fracalossi, Giovanni Schmitt Salvador : "A Cloud Computing Solution for Patient's Data Collection in Health Care Institutions", 2010 Second International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, pp95-99, February 2010
- [14] 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 パーソナル・ヘルス・レコード (PHR) 利活用研究事業 : "<https://www.amed.go.jp/program/list/05/01/005.html>"
- [15] 松本浩樹、小柏伸夫、政田朴之、小屋原寿明、佐藤昌弘、岡崎浩幸、小林正男 : "タブレット型電話端末を用いた健康管理及び服薬管理システムの開発の開発", *日本遠隔医療学会雑誌*, 9 巻、2 号、pp173-175、2013 年 10 月
- [16] 岡崎浩幸、松本浩樹、柴田喜樹、本村信一、政田朴之 : "タブレット型電話端末を用いた健康管理システムの母子健康管理への適用", *日本遠隔医療学会雑誌*, 10 巻、2 号、pp126-129、2014 年 10 月
- [17] 岡崎浩幸、政田朴之、松本浩樹 : "認証時の利便性と安全性を考慮した IC カードを用いた健康管理システムの構築", *日本福祉工学会誌*, 19 巻、1 号、pp29-37、2017 年 5 月
- [18] 菊池ひろみ、照井レナ、鹿内あずさ、福田大年、柿山浩一郎、スーディ神崎和代 : "訪問看護による遠隔看護システムを介した高齢者住宅入居者の在宅支援サービス付き高齢者向け住宅での運用", *日本遠隔医療学会雑誌*, 12 巻、2 号、pp165-168、2016 年 10 月
- [19] 本間聡起、藤村香央里、伊藤良浩、前田裕二 : "高齢者慢性疾患の経過観察中に発生する急性疾患に対するテレモニタリングの有効性—バイタルサインと歩数のモニタリングによる発症の早期検出能—", *日本遠隔医療学会雑誌*, 11 巻、2 号、pp106-109、2015 年 10 月
- [20] 本間聡起、中村亨、藤村香央里、伊藤良浩、前田裕二 : "高齢者対象の汎用性の高いシステムを用いた遠隔診療実験—効率的運用方法に関する考察—", *日本遠隔医療学会雑誌*, 10 巻、2

- 号、pp205-208、2014年9月
- [21] 本間聡起、渡邊茂道、藤村香央里、今野理洋、前田裕二、金子郁容："高齢慢性疾患患者を対象とした汎用性の高いシステムを用いた遠隔診療実験－システム構築と接続試験の結果－"、日本遠隔医療学会雑誌、9巻、2号、pp193-196、2013年10月
- [22] 福田直子、芦田研二、亀山こころ、庄司るり："携帯電話通信を利用した内航船船員の健康情報のモニタリング"、日本遠隔医療学会雑誌、9巻、1号、pp16-20、2013年5月
- [23] 経済産業省 トラストフレームワークを用いた個人番号の利活用推進のための方策：
"https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/number/dai3/siryou3.pdf"
- [24] 岡崎浩幸、松本浩樹、政田朴之："服薬情報自動取得を備えたタブレット型電話端末による健康管理及び服薬管理システムの開発"、日本遠隔医療学会雑誌、10巻、2号、pp122-125、2014年10月
- [25] 秋下雅弘："高齢者の服薬管理"、日本老年医学学会誌、47巻、2号、pp134-136、2010年3月
- [26] 一般社団法人 保健医療福祉情報システム工業会 JAHIS 技術文書：
"https://www.jahis.jp/standard/id=88?contents_type=33"
- [27] 一般社団法人 日本医療情報学会 医療情報の標準化に関する情報・資料など：
"<http://www.jami.jp/jamistd/>"
- [28] 岡崎浩幸、釜谷邦夫、松本浩樹："健康教室における健康管理システムの活用"、日本福祉工学会誌、19巻、2号、pp24-32、2017年11月
- [29] 岡崎浩幸、松本浩樹、政田朴之："集団保健指導用システムの効果および改良点についての検討－保健師へのアンケート調査から－"、日本遠隔医療学会雑誌、13巻、2号、pp76-81、2017年9月
- [30] 厚生労働省 健康づくりのための身体活動基準 2013：
"<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html>"
- [31] 岡崎浩幸、松本浩樹："救急搬送支援システムの試作"、日本遠隔医療学会雑誌、11巻、2号、pp146-149、2015年10月

[32] 消防庁省 平成 26 年度 救急業務のあり方に関する検討会報告書 :

"http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h26/kyukyu_arikata/02/houkokusyo.pdf"

[33] 消防庁省 平成 26 年度版消防白書 : "<http://www.fdma.go.jp/concern/publication/>"

[34] 松本浩樹、小柏伸夫 : "タッチパネル型 PC 端末を用いた健康管理のための IT 点呼システムの開発"、日本遠隔医療学会雑誌、11 巻、1 号、pp.17-24、2015 年 5 月

発表文献一覧

本論文関係の筆頭原著論文（査読付き）

- [1] 岡崎浩幸、松本浩樹、政田朴之："服薬情報自動取得を備えたタブレット型電話端末による健康管理及び服薬管理システムの開発"、日本遠隔医療学会雑誌、10 巻、2 号、pp122-125、2014 年 10 月
- [2] 岡崎浩幸、松本浩樹、柴田喜樹、本村信一、政田朴之："タブレット型電話端末を用いた健康管理システムの母子健康管理への適用"、日本遠隔医療学会雑誌、10 巻、2 号、pp126-129、2014 年 10 月
- [3] 岡崎浩幸、松本浩樹："救急搬送支援システムの試作"、日本遠隔医療学会雑誌、11 巻、2 号、pp146-149、2015 年 10 月
- [4] 岡崎浩幸、政田朴之、松本浩樹："認証時の利便性と安全性を考慮した IC カードを用いた健康管理システムの構築"、日本福祉工学会誌、19 巻、1 号、pp29-37、2017 年 5 月
- [5] 岡崎浩幸、松本浩樹、政田朴之："集団保健指導用システムの効果および改良点についての検討－保健師へのアンケート調査から－"、日本遠隔医療学会雑誌、13 巻、2 号、pp76-81、2017 年 9 月
- [6] 岡崎浩幸、釜谷邦夫、松本浩樹："健康教室における健康管理システムの活用"、日本福祉工学会誌、19 巻、2 号、pp24-32、2017 年 11 月

2017 年 12 月 現在

本論文関係の国際会議筆頭論文（査読付き）

- [1] Hiroyuki Okazaki, Hiroki Matsumoto, Yoshiki Shibata, Shinichi Motomura, Naoyuki Masada : "Application to Women's Healthcare of Health Management System Using a Tablet Phone", BRAIN INFORMATICS & HEALTH 2015, 8th International Conference, BIH 2015 London, UK, August 30 - September 2, pp262-274, 2015
- [2] Hiroyuki Okazaki, Hiroki Matsumoto, Naoyuki Masada : "Proposal of Cloud-Based Women's Healthcare System Using Ubiquitous Network", ITC-CSCC 2016, pp919-922, 2016

本論文関係の筆頭以外原著論文（査読付き）

- [1] 松本浩樹、小柏伸夫、政田朴之、小屋原寿明、佐藤昌弘、岡崎浩幸、小林正男 : "タブレット型電話端末を用いた健康管理及び服薬管理システムの開発の開発"、日本遠隔医療学会雑誌 9 巻、2 号、pp173-175、2013 年 10 月

その他の原著論文（査読付き）

- [1] 松本浩樹、岡崎浩幸、江面直樹、政田朴之 : "ラジオ難聴地域でも運用可能なインターネット防災ラジオシステムの開発"、日本遠隔医療学会雑誌、12 巻、2 号、pp116-119、2016 年 10 月
- [2] 松本浩樹、岡崎浩幸、江面直樹、政田朴之 : "ラジオ難聴地域でも運用可能なインターネット防災ラジオシステムの改善"、日本遠隔医療学会雑誌、13 巻、2 号、pp145-148、2017 年 10 月