

採 択 番 号 20007
 研究開発課題名 データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発
 副 題 生活行動データとバイタルデータを活用した健康状態の自動分析技術による地域包括型介護予防システムの研究開発

(1) 研究開発の目的

【本研究開発で確立する地域包括型介護予防システムの概要】

介護認定を受けていない高齢者が健康レベルを維持・向上することを目的に、IoT で取得した高齢者の生活行動データとバイタルデータを活用し、健康状態の自動分析技術を中核とした地域包括型介護予防システムの研究開発を行う (図 1)。

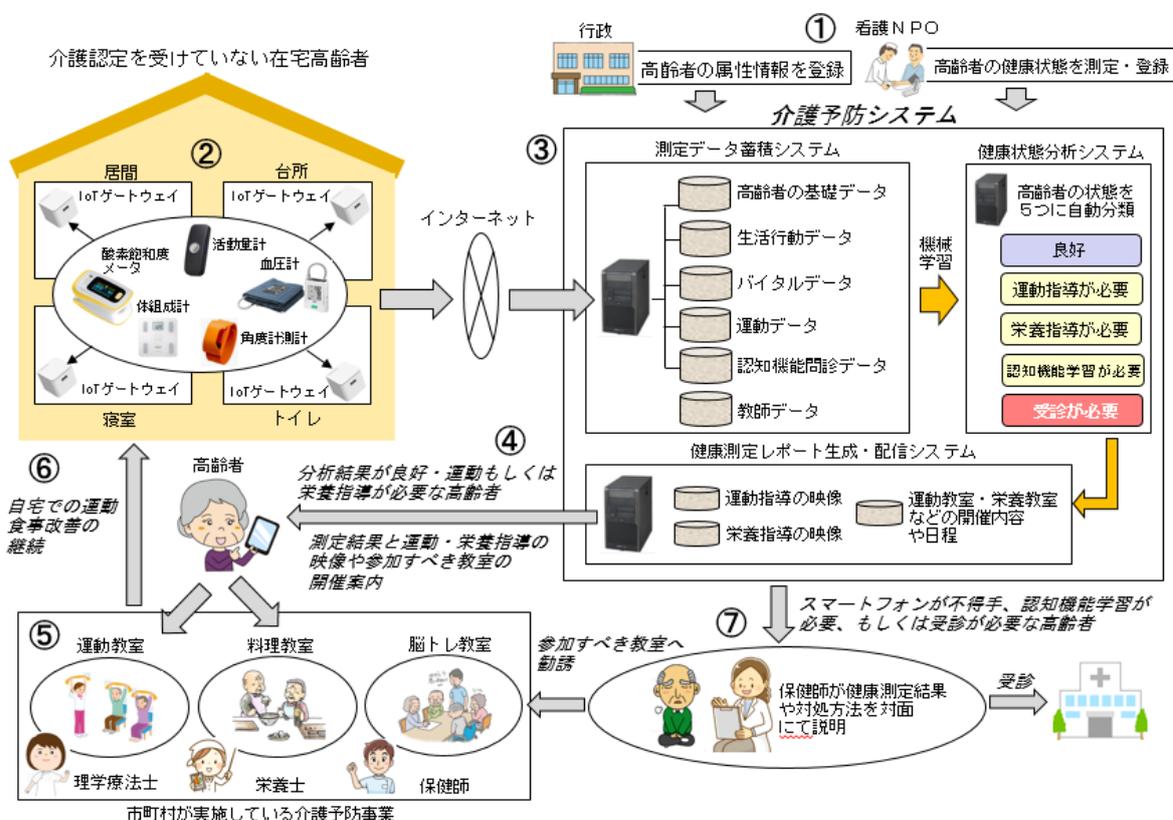


図 1 地域包括型介護予防システムの概要

【地域包括型介護予防システムによる介護予防の流れ】

① 高齢者の基礎データの収集と登録

介護認定を受けていない高齢者について、性別・生年・同居者数・社会的フレイル（喪失体験や孤立による社会的衰弱状態）の有無などの基礎データを登録する。また、看護師・介護福祉士で構成されるNPOによる健康教室（行政の介護予防事業として開催）において、高齢者の体重・血圧・心拍数などのバイタルの測定、片足立ち時間や握力など運動機能の測定、認知状態に関する問診を行い、測定結果・問診結果を測定データ蓄積システムへ登録する。

② 在宅における生活行動とバイタルデータの測定

在宅において、高齢者にリスト型活動量計を装着していただき、在宅での生活行動（座位・歩行・階段昇降などの状態と居間・寝室などの場所と時刻）とMETs（身体活動量）などを測定する。また、24時間血圧計を装着していただき、生活行動に伴う血圧・心拍の変化を測定する。さらに、体組成計・酸素飽和度メータで定期的に基礎代謝量・体内水分量・筋肉量などを測定し、これらの測定結果を測定データ蓄積システムへ自動登録する。

これにより、バイタルサインでは正常な高齢者でも、今後、要介護リスクが高くなると推定される高齢者を論理的・客観的かつ容易に抽出できる。

③ 測定結果と教師データを利用した健康状態の自動分析

測定データ蓄積システムに登録されたデータ、及び医師の所見で構成される教師データを活用し、健康状態分析システムにおいて機械学習を行い、高齢者の健康状態を「良好な高齢者」「運動指導が必要な高齢者」「栄養指導が必要な高齢者」「認知機能学習が必要な高齢者」「受診が必要な高齢者」に自動分類する。

④ 分析結果に応じた指導内容・対応方法の配信

「良好な高齢者」「運動指導が必要な高齢者」「栄養指導が必要な高齢者」には、可視化した生活行動やバイタルデータ、及び実施すべき運動内容や栄養指導の内容を動画でスマートフォンに配信する。さらに、当該高齢者が参加すべき運動教室（軽度な運動教室／活発な運動教室）・栄養教室（ウエイトコントロール教室／低栄養予防教室）の開催案内を配信し、市町村が実施している介護予防事業への誘導を図る。

⑤ 地域が実施している介護予防事業への参画

「筋肉量や骨量が低下」もしくは「片足立ち時間が短い」など軽度な運動から開始する必要がある高齢者に向けた運動教室、あるいは活発な運動を主体とし、筋肉量や骨量のさらなる増加が可能な高齢者に向けた運動教室など目的別運動教室を市町村の介護予防事業として開催する。同様に、栄養面に関しても、体重をコントロールする必要がある高齢者に向けた栄養教室、低栄養を予防する必要がある高齢者に向けた栄養教室などを目的別に開催する。また、これを指導する理学療法士・栄養士・保健師とは、測定データ蓄積システムに登録された高齢者に関するデータを共有する。これにより、理学療法士・栄養士・保健師が高齢者個々の状態やニーズを把握した上での指導が可能となる。

⑥ 専門家の指導内容に基づいた生活行動の変容

運動教室・栄養教室への参画後は、あらかじめ当該高齢者のスマートフォンに配信された運動内容や栄養指導の動画を参考に、在宅での運動の継続や食事内容の改善など生活行動の改善を行っていただく。また、運動実施時は関節可動域の角度測定計を利用し、運動実施の有無・頻度・や運動時の関節可動域などを測定し、その結果を測定データ蓄積システムに自動登録する。

介護予防事業参加から一定期間を経過した段階で、再度、健康状態分析システムにおいて高齢者の健康状態を自動分類し、生活行動の変容によるバイタル・運動機能の改善の有無を確認する。

尚、三ヶ月を経過した段階でバイタル・運動機能に改善が見られない場合は、保健師による対面指導を実施し、生活面・メンタル面からの介入を行う。

⑦ 保健師による対面での測定・分析結果の説明と指導

スマートフォンの操作が不得手、もしくは「認知機能学習が必要」「受診が必要」と分析された高齢者には、保健師が対面にて結果を説明する。その際、「認知機能学習が必要」と分類された高齢者には、文章書字や計算などを主とした脳トレ教室（市町村の介護予防事業として開催）への誘導を図る。また、「受診が必要」と分類された高齢者には病院への受診を勧める。

(2) 研究開発期間

平成 30 年度から令和 2 年度（3 年間）

(3) 実施機関

株式会社シーイー・フォックス<代表研究者>
国立大学法人九州大学
国立大学法人京都大学
国立大学法人九州工業大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 30 百万円（令和 2 年度 10 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1：在宅での高齢者の生活行動データとバイタルデータの測定環境の構築

1. IoT と IoT ゲートウェイの通信ソフトウェアの開発（京都大学）
2. 自宅での測定環境の構築（シーイー・フォックス）
3. 測定データ蓄積システムとの通信ソフトウェアの開発（京都大学、シーイー・フォックス）
4. スマートフォンを利用した在宅における高齢者のバイタル測定環境の開発（シーイー・フォックス）
5. LPWA などを利用した在宅における高齢者のバイタル測定環境の開発（シーイー・フォックス、九州工業大学）

研究開発項目 2：健康状態分析システムでの自動分類を可能とする教師データベースの開発

1. スマートフォン・LPWA などを利用した健康状態分析システムでの自動分類を可能とする教師データベースの開発（シーイー・フォックス）

研究開発項目 3：地域での実証を通じた教師データの収集

1. スマートフォン・LPWA などを利用した南阿蘇村・西原村・益城町でのデータ収集（シーイー・フォックス）

研究開発項目 4：教師データに基づいた自動分析技術の開発

1. 自動分析技術の開発と実証（シーイー・フォックス、九州工業大学）
2. 自動分析技術による分析結果の評価（九州大学）

研究開発項目 5：看護・理学療法・栄養・認知機能・保健指導にかかる専門家との連携

1. 看護師・理学療法士・栄養士・保健師に向けた勉強会の実施（シーイー・フォックス）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	1	0
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	2	2
	展示会	1	1
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：在宅での高齢者の生活行動データとバイタルデータの測定環境の構築

1. IoT と IoT ゲートウェイの通信ソフトウェアの開発（京都大学）

合計6種類（体温計、血圧計、体重計、活動量計、血中酸素濃度計、非接触体温計）のセンサー機器とIoT ゲートウェイの通信を可能とするソフトウェアを開発した。各センサー機器で測定したバイタル値（収縮期血圧／拡張期血圧、脈拍数、体温、血中酸素濃度など）をIoT ゲートウェイで収集することを目的としたシステムである。

2. 自宅での測定環境の構築（シーイー・フォックス）

当初、IoT と IoT ゲートウェイの通信ソフトウェアを利用し、対象となる高齢者（南阿蘇村・西原村にて募集）の自宅に機器を持ち込み、動作確認を行い、測定データ蓄積システムに測定データが蓄積されることを令和元年8月頃から検証する予定だった。しかしながら、IoT ゲートウェイの API 仕様が変更となったことから、IoT ゲートウェイの通信ソフトウェアの開発が9月末時点では終了せずに同年12月末まで遅延した。他方、本研究開発の目的は高齢者のバイタルデータを蓄積することによる健康状態の自動分析技術の確立であることから、代表研究者が有している iPod を利用し、4種類（体温計、血圧計、体組成計、活動量計）のセンサー機器で測定したバイタル値を iPod により自動収集する測定環境を開発した。

3. 測定データ蓄積システムとの通信ソフトウェアの開発（京都大学、シーイー・フォックス）

【IoT ゲートウェイを利用した収集環境】

Amazon パブリッククラウド上に、測定データを蓄積、表示するシステムを開発した。このシステムは、認証機能を搭載しており、IoT ゲートウェイからは、証明書を用いた方式にてデータをアップロードする。蓄積したデータは、グラフ、一覧表、最新値などで表示することが可能である。また、前述の研究開発項目 1-1 で開発した「IoT ゲートウェイ」と、研究開発項目 1-3 で開発した「蓄積システム」を、医療機関が運営する高齢者住宅にて、非対面の医療・環境情報取得を40台で実証した（2020年7月 プレスリリース）。

4. スマートフォンを利用した在宅における高齢者のバイタル測定環境の開発（シーイー・フォックス）

高齢者が所有するスマートフォンを利用し、4種類のセンサー機器で測定したデータを測定データ蓄積システムに蓄積する測定環境を開発した。本収集環境では、各バイタル測定器とスマートフォンは Bluetooth で通信を行い、体温計・血圧計・体組成計は測定の都度、活動量計は1分単位で測定データをスマートフォンに蓄積する。スマートフォンに蓄積された

データはスマートフォンで設定された時刻に測定データ蓄積システムに送信され、同システムに登録される。

5. LPWA などを利用した在宅における高齢者のバイタル測定環境の開発（シーイー・フォックス、九州工業大学）

本研究開発では、バイタル測定器のデータ収集方法として、LPWA、Raspberry を利用したデータ収集、及びスマートフォンを利用したデータ収集の2種類の方法を検討した。一方、南阿蘇村・西原村・益城町の実証において参加を表明いただいた72名の高齢者を対象に、携帯電話の利用状況の調査を行った結果、当該町村でのスマートフォンの利用率は6%に過ぎず、約9割がガラ携帯を利用していることが判明した。この状況で、LPWA、Raspberry を利用したデータ収集を適用した場合、測定時にスマートフォンは不要であるが、測定結果・評価結果の閲覧にスマートフォンが必要となり、IT 機械に対する高齢者の精神的負担を考慮し、バイタル測定器のデータ収集方法として「スマートフォンを利用したデータ収集」を採用することとした。

研究開発項目2：健康状態分析システムでの自動分類を可能とする教師データベースの開発

1. スマートフォン・LPWA などを利用した健康状態分析システムでの自動分類を可能とする教師データベースの開発（シーイー・フォックス）

高齢者の属性データ、生活状態に関するデータ、認知機能に関するデータ、4種類のバイタル測定器で得られるデータ、及び医師の評価結果からなる全139項目からなる教師データベースを確立した。教師データベースにおいて、属性・生活自立度・認知機能については高齢者に対して問診を実施（内服薬はお薬手帳を確認）し、検査記録については医療機関での直近の検査記録をデータ化した。体温関連・血圧関連・体重関連・活動関連についてはバイタル測定器から得られるバイタル、評価関連については医師・栄養士に評価いただいたデータである。

研究開発項目3：地域での実証を通じた教師データの収集

1. スマートフォン・LPWA などを利用した南阿蘇村・西原村・益城町でのデータ収集（シーイー・フォックス）

【被験者募集の経緯と実証地域の追加】

当初、南阿蘇村・西原村での実証を予定していたが、新型コロナウイルスの感染予防の観点から2村からの測定中止依頼、及び被験者からの測定辞退があり、緊急事態宣言の発令に伴い、2020年2月から5月まで実証活動の中止が余儀なくされた。その後、被験者の募集、及び測定の再開に向け、南阿蘇村・西原村との協議を再開したが、2村ともに被験者募集にかかる集会開催が禁止であること、募集時の保健師の同行が不可であること、及び2村の多くが小規模団地であることから、募集の効率性を重視し、大規模の団地が多い益城町を実証地域に追加した。

【益城町・南阿蘇村主催の集会での募集】

集会所を併設する団地（7団地）を対象に、自治体主催の高齢者を対象とした集会を開催いただき、本集会で実証の説明と参加依頼を行った（西原村では集会所を併設する団地が無いため、集会は未開催）。結果として、72名の高齢者が参加を表明したが、2021年1月7日の緊急事態宣言の再発令、及び1月13日の熊本県独自の緊急事態宣言により22名の高齢者が辞退。最終的に50名が実証に参加した。

【測定（教師データの収集）】

スマートフォンについては、シーイー・フォックスから iPod を貸し出し、同社にてバイタル

測定器との接続設定、被験者の属性設定、サーバへの自動送信時刻設定、被験者の自宅に Wifi 環境がない場合はモバイル wifi ルーターの設定を行い、さらに各機器はタップに接続している状態で被験者の自宅に郵送した。これにより、機材到着後、被験者はタップを電源に接続するのみで、利用可能とすることができた。

【測定結果と評価結果の提示方法】

測定結果については、リアルタイムに iPod に表示され、随時、高齢者自身が確認した。中でも、全てのバイタル値がリアルタイムに表示されることに興味を抱き、血圧計や体組成計を 1 日に数回測定する被験者が 6 割に至ったことから、被験者の興味・関心が高まったと言える。

【FaceTime を利用した測定結果・評価結果、及び改善方法の説明・指導】

その後、評価結果に基づき、白水メディカル研究所にて FaceTime を利用し、被験者に改善方法を指導した。

【高齢者への介入結果】

実証に参加した計 50 名の内、33 名は新型コロナウイルスの感染拡大により 2021 年 3 月からの測定を希望したため、17 名を対象に測定を実施した（2021 年 1 月 20 日測定開始）。本実証では、運動面・栄養面において軽度な運動や食習慣の改善が必要と評価された高齢者に、屋内において座位で簡単に実施可能な運動、過栄養状態を改善する「食生活のポイント」を指導した。その際、高齢者個々と協議の上、改善すべき項目と目標値を設定し、運動などの実施状況を記録するチェック表を提示し、高齢者自身が都度、実施の有無を記録した。

研究開発項目 4：教師データに基づいた自動分析技術の開発

1. 自動分析技術の開発と実証（シーイー・フォックス、九州工業大学）

自動分析技術の開発においては、センサーにてデータを収集した 17 名のデータを教師データとして、被験者生活習慣情報、被験者の生活自立度、被験者の認知機能情報、被験者の服薬・バイタル情報を予測対象とし、アルゴリズムには Random Forest を利用した。教師データが 17 件と少なかったこと、及び教師データの中で健康状態が良好なデータが多かったことから、明確な因果関係を認めることはできなかったが、センサーから得られるデータ、検査・問診に関するデータから、ほぼ 100%ルール化が可能であることの確証を得た。

2. 自動分析技術による分析結果の評価（九州大学）

自動分析技術が推定した生体機能・運動機能などの評価結果、転倒・認知症などの発症の可能性の有無、運動面・栄養面などの改善方法について、妥当性の評価を実施し、一部の推定結果を修正した。現状では教師データ数が少ないため、推定結果が粗くなるが、今後、教師データ数が増えることにより、自動分析技術の品質が向上できる。

研究開発項目 5：看護・理学療法・栄養・認知機能・保健指導にかかる専門家との連携

1. 看護師・理学療法士・栄養士・保健師に向けた勉強会の実施（シーイー・フォックス）

3 月 24 日に益城町にて、福祉課・社会福祉協議会の保健師（2 名）に対して、同町の参加者の測定結果、及び評価結果について、説明会を実施し、以下の意見・要望を頂いた。

- ① 全ての高齢者の健康状態を管理することは困難であるが、認知症を主に行政として介入すべき高齢者がいれば、情報を共有してほしい。
- ② コロナ禍において、運動教室などの行政主催のイベントが全く開催できていない状況で、高齢者自身が健康状態を自己管理でき、自宅で運動指導を受けることができるのは高齢者にとって有効である。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

<計画>

① IoT ゲートウェイを利用した収集環境

現在、商用化にむけたパッケージの構築、商用化にむけた活動を実施中です。

② スマートフォンを利用した収集環境

介護予防サービスとして、2021 年度中にシーイー・フォックスにて事業化の予定である。

【ビジネススキーム】

事業化においては、シーイー・フォックスからサービス事象者（自治体を想定）に機材を貸し出し（有償）、サービス事象者がサービス利用者（高齢者）に機材を貸し出し（無償を想定）。また、システムの運用、健康測定レポートの発送、指導者（健康改善コンサルタント）による指導などの運用をシーイー・フォックスが実施する。健康指導については、看護師や保健師の資格を有する人材からなる白水メディカル研究所にシーイー・フォックスが委託する。

【コロナ禍に向けた対応】

コロナ禍において、益城町からバイタル測定器に血中酸素濃度計の追加の要望もあり、血中酸素濃度計との通信を可能とするよう機能の拡張を図る予定である。また、今後開発されるであろう非接触型のバイタル測定器などを積極的に取り入れていく予定である。

【モデル地域の確立】

本実証に協力いただいた益城町にて、モデル地域として継続的な協力を依頼する予定である。

【普及に向けた施策】

普及にむけ、現在、自治体を顧客とする、もしくは自治体との強いネットワークを有する販売パートナー（電気メカ、ケーブルテレビ運営会社）、及び IT を利用した健康・福祉関連サービスの普及をミッションとする一般社団法人と協議を開始している。

【特許等知的財産権】

本研究開発期間で未実施となったが、2021 年前半に健康状態の分析技術について特許を出願する予定である。

<展望>

① アフターコロナでの介護認定を受ける高齢者の増加

新型コロナウイルスの影響により、全国の各地域で外出を控える高齢者が多く、自治体の社会福祉協議会や民生委員も高齢者の自宅への訪問を控えており、高齢者の健康状態の把握が困難な状況にある。また、この状況はアフターコロナ以降も、当面続くと想定される。しかしながら、この状態が続くことにより、各地で介護認定に至る高齢者が急増する可能性が高くなることが想定され、本研究開発で開発したシステムの需要が益々高まると推測できる。

② 自然災害の増加に伴う被災した高齢者の健康管理

現在、我が国では地震のみならず、毎年のように集中豪雨などが様々な地域で発生し、その都度、被災した高齢者に対する生活支援・健康支援が社会課題として取り上げられている。ここ数年でも、福岡県（朝倉市）・大阪府（高槻市）・岡山県・広島県・愛媛県・北海道・千葉県が豪雨に襲われ、今後も、豪雨による被災地域が増加すると想定される。本研究開発で開発したシステムは、様々な理由により社会的コミュニティを切断された高齢者の健康管理としての需要が高く、自然災害による被災地域での需要が高まると推測できる。

③ 高齢化が進んでいる ASEAN 諸国への展開

現在、高齢化が拡大している ASEAN 諸国に展開する。特に、タイでは既に高齢社会に突入しており、多くの医療機関が設置されている大都市（バンコク、チェンマイ）以外の地域においては、医療基盤が脆弱である。現在、海外への渡航が制限されているが、制限解除以降、現地における市場調査活動を行い、市場の需要やパートナーの開拓などを行い、展開に向けた準備を進める予定である。