

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）。

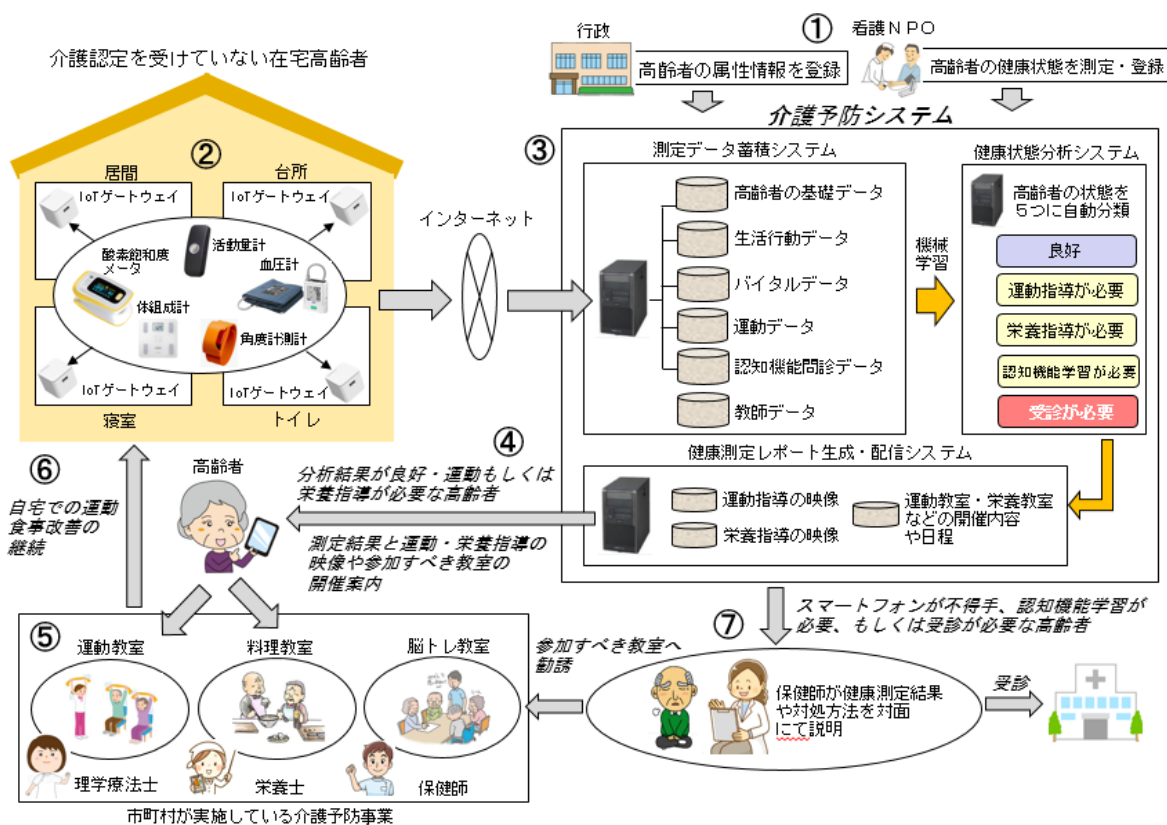


図 1 地域包括型介護予防システムの概要

【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

（４）研究開発予算（契約額）

総額 30 百万円（令和元年度 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）

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. 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. 南阿蘇村・西原村でのデータ収集（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）
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	1
	標準化提案	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	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）

4 種類（体温計、血圧計、体組成計、活動量計）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。図2 にシステムイメージを示す。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、体温など）をIoT ゲートウェイで収集することができる。



図2 センサー機器とIoT ゲートウェイの接続イメージ

2. 自宅での測定環境の構築（シーイー・フォックス）

(1) 構築した測定環境

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。また、10月より2名の高齢者を対象に、本測定環境により測定の検証を実施した。図3に構築した測定環境を示す。

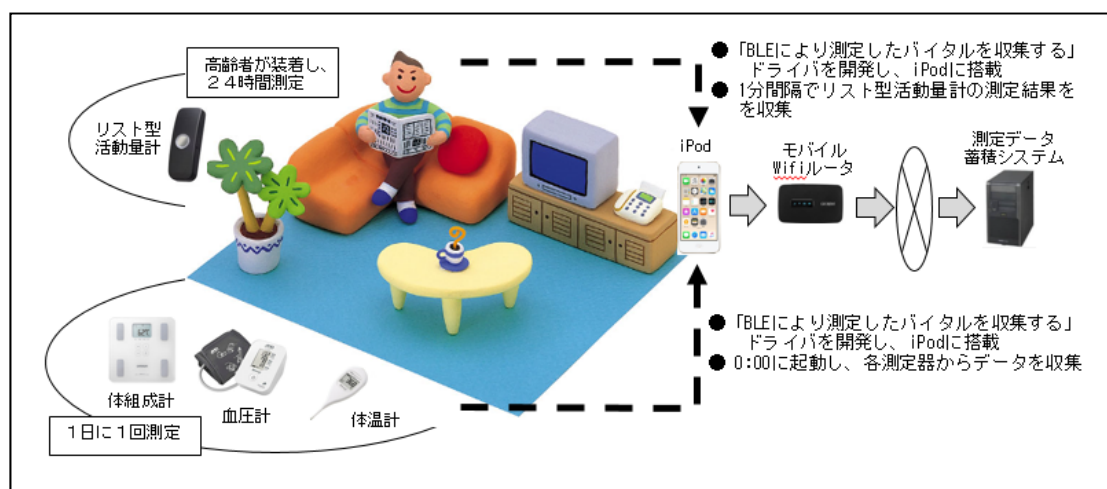


図3 検証を行った測定環境

部屋に設置した iPod では、4 種類の測定器（体温計、血圧計、体組成計、活動量計）に蓄積されたデータを収集する通信ソフトウェアが 1 分間隔で各測定器からデータを収集する。収集したデータは Wifi ルータを通じて、AWS 上に構築した測定データ蓄積システムに蓄積する。

（２）測定環境を利用した稼働試験

南阿蘇村の長野・下野・立野地区において、2 名の高齢者（66 歳、68 歳）の自宅に測定環境を構築し、稼働試験を実施した。尚、協力いただいた 2 名については、南阿蘇村復興推進課にて選定いただいた。測定期間は、66 歳の高齢者が 9 月 23 日～25 日（3 日間）、68 歳の高齢者が 9 月 22 日、28 日（2 日間）である。

（３）高齢者の属性・検査結果の収集

稼働試験を実施するにあたり、2 名の高齢者（66 歳、68 歳）について、本人からの聞き取りにより既往歴、内服薬、趣味、習慣などの個人の属性データを収集した。尚、内服薬については本人のお薬手帳より収集した。また、当該高齢者が医療機関で行った直近の検査の結果を本人の承諾に基づき収集した。尚、検査記録に記載ないバイタル値については空欄としている。

（４）測定環境で収集したバイタルデータ

部屋に設置した iPod より収集した体温計、血圧計、体組成計の測定結果を以下に示す。測定した 3 日間において、正常に自動収集できることを確認できた。表 1 に収集したバイタル値を示す。

表 1 測定環境で収集したバイタルデータ

検査項目		単位	基準値	3 回目 今回 2019年9月25日	2 回目 前回 2019年9月24日	1 回目 前々回 2019年9月23日
体重		kg	-	43.2	43.2	43.1
BMI		-	18.5以上 25.0未満	19.2	19.2	19.2
体温		℃	37℃以下	36.1	36.3	36.1
脈拍	脈拍	℃	50回以上 100回未満	63	66	66
血圧	収縮期	mmHg	90mmHg以上 130mmHg未満	106	108	101
	拡張期	mmHg	90mmHg未満	76	67	69
体脂肪率		%	20%以上 30%未満	30.9	31.0	30.9
骨格筋率		%	25.9%以上 28%未満	26.1	26.3	26.3
内臓脂肪レベル		-	1～9	3	3	3

本稼働試験では 3 日間の測定を行ったが、本測定期間においてリスト型活動量計で収集した行動に関するデータについて、消費カロリーを例に図 4 に示す。

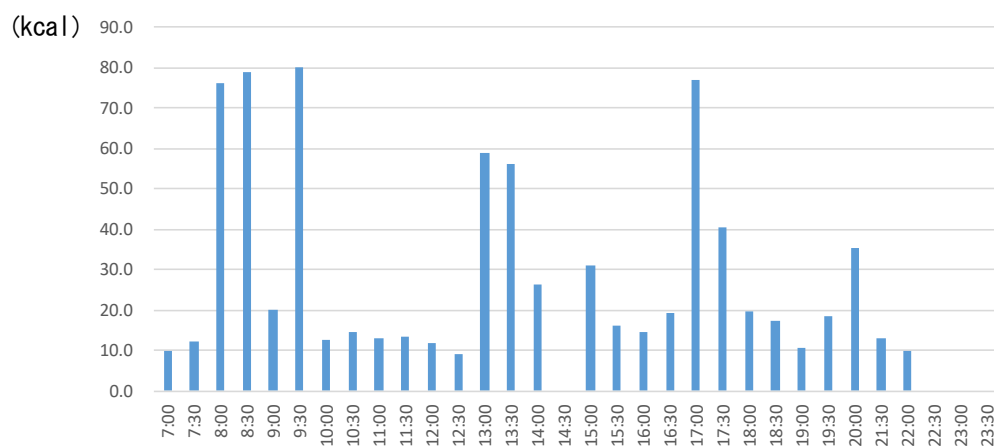


図 4 時間帯別の消費カロリー

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）

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。クラウド上のシステムを用いて、IoT ゲートウェイで収集したバイタルデータを表示した画面を図 5 に示す。

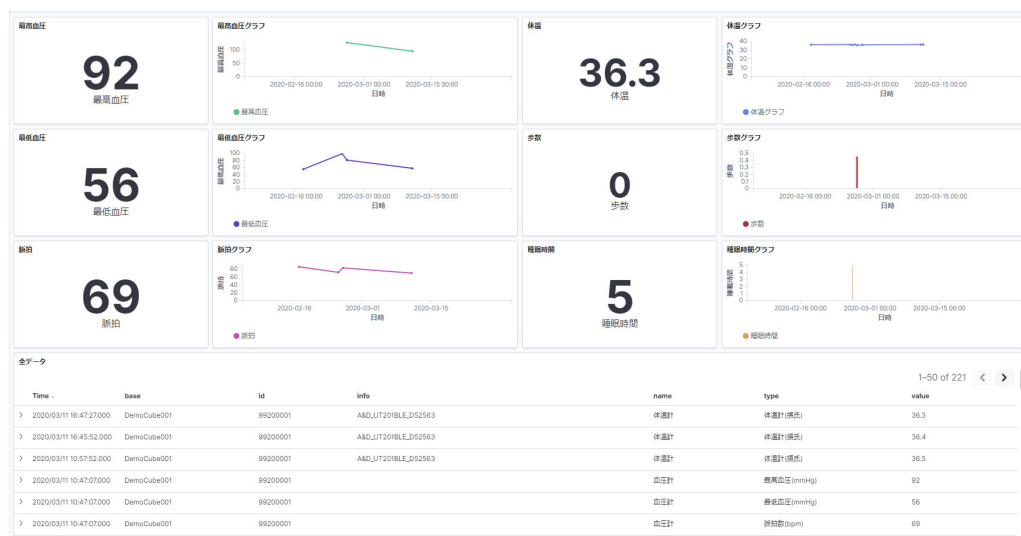


図 5 測定データ蓄積システムでの表示例

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. 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)

本研究開発で開発した教師データベースを以下に示す。当該データベースは以下の7つのテーブルで構成される。

(1) 高齢者の属性テーブル

被測定者ID	住居間取り	性別	生年月日	年齢	介護認定	居住者数 (含む本人)	個人属性							趣味・嗜好・習慣	その他 (生活状況)
							身長	既往歴	疾患名	通院	病院名	内服薬	喫煙	飲酒	
	1LDK				無	1	159.0	有	高血圧	有		降圧剤(1回/朝食後)	無	有	無職、音楽鑑賞
	2LDK				無	2	149.0	有	慢性左心不全	有		降圧剤(1回/朝食後)	無	無	趣味は書道、読書

(2) 検査結果テーブル

被測定者ID	検査日	身長	LDLコレステロール	HDLコレステロール	血清クレアチニン	尿蛋白	血糖	糖尿病診断年齢	HbA1c	ALT	網膜症	高血圧診断年齢	血清カリウム
	149		143	49	0.9	—	101		無	4.8	18	無	4.6
	159		160	47	0.5	—	110		無	5.8	20	無	3.8

心電図異常	中性脂肪	脂質異常症の診断年齢	冠動脈疾患の既往	慢性腎臓病診断年齢	血清アルブミン	血尿
有(不整脈)	14.1	(既往無)	無	(既往無)	4	無
無	15.0	6.0	無	(既往無)	4.5	無

(3) 自立度テーブル

被測定者ID	確認日	食欲	食習慣	嗜好	睡眠	健康への不安	物忘れへの不安	歩行機能	
								手すりや壁に伝わずに階段昇降できる11	椅子からの立ちあがりができる12
		大いにある	1日3食	薄味が好き	眠れる	ない	多いにある	いいえ	はい
		大いにある	1日3食	薄味が好き	眠れる	多少ある	ない	はい	はい

歩行機能				生活機能			
杖を使わずに歩ける14	積極的に外出している15	掃除や洗濯などは自分でする18	日用品の買い物を自分でする19	自分で食事の用意ができる20	役場に提出する書類は自分で書ける21	自分で電話帳を調べ、電話をかけることができる22	
いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	
はい	はい	はい	はい	はい	はい	はい	

ソーシャルサポート				
困ったときの相談相手がいる25	体の具合が悪いときの相談相手がいる26	具合が悪いときに病院に連れて行ってくれる人がある27	寝込んだときに身のまわりを世話してくれる人がある28	誰かに頼りにされている29
はい	はい	はい	はい	はい
はい	はい	いいえ	いいえ	いいえ

口腔・栄養				
過去6か月で2～3kg以上の体重減少はない32	過去2か月で2～3kg以上の体重増加はない33	固いものを食べれる34	お茶や汁物を飲んだときに、むせることはない35	口の渇きは気にならない36
はい	はい	はい	はい	はい
いいえ	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

(4) 認知機能テーブル

被測定者ID	確認日	視空間認知機能 11時10分を指す時計を描く(文字盤に数字を全て描く)			記憶 読み上げた単語(桜・猫・電車、あるいは、梅・犬・自動車)を覚え、口頭で読んでもらう。		注意 “7、4、2”と数字を読み上げ、読んだ?順番と逆から読み上げる(数字を変え、3回実施する)。
		時計か?円形か?ある	文字盤の数字か?過不足なく描かれている	長針、短針ともに正しい数字を指している、且つ、短針は長針よりもはつきりと短い、且つ、2つの針か?文字盤の中心で?つなか?っている	結果	言えなかった言葉にヒントを与えて言えた	
		はい	はい	いいえ	2つの単語が言える	いいえ	2回できた
		はい	はい	はい	1つの単語が言える	はい	3回できた

(5) バイタルテーブル

3種類（体温計、血圧計、体組成計）のセンサー機器から収集したバイタルを対象としたテーブル。

被測定者ID	測定日時分秒	測定項目	値
		収縮期血圧	130
		拡張期血圧	80
		脈拍	69
		体温	36.9
		体重	50.3
		体脂肪率	30.7
		内臓脂肪レベル	3
		骨格筋率	27.2
		BMI	19.9
		収縮期血圧	106
		拡張期血圧	76
		脈拍	63
		体温	36.1
		体重	43.2
		体脂肪率	30.9
		内臓脂肪レベル	3
		骨格筋率	26.1
		BMI	19.2

1回分の測定

(6) 活動量テーブル

活動量計から収集したデータを対象としたテーブル。

被測定者ID	日付	時刻(mm:ss)	歩数	カロリー(kcal)	睡眠時間(分)
		00:00			1
		00:01			1
		00:02			1
		00:03			1
		00:04			1
		00:05			1
		00:06			1
		00:07			1
		00:08			1
		00:09			1

}

		08:00	5	2.6	
		08:01	2	1.2	
		08:02	0	1.0	
		08:03	1	1.0	
		08:04	0	0.2	
		08:05	0	1.0	
		08:06	2	1.5	
		08:07	3	1.2	
		08:08	3	1.0	
		08:09	4	1.0	
		08:10	2	2.0	
		08:11	0	0.3	

(7) 評価テーブル

医師が（１）～（６）のデータをもとに評価を行った結果を記録するテーブル。基本的に医師はヶ月毎に（１）～（６）のデータをもとに評価を実施する。

被測定者ID	日付	健康状態			運動機能			栄養			認知機能		
		正常・異常	異常の程度	評価結果	正常・異常	異常の程度	評価結果	正常・異常	異常の程度	評価結果	正常・異常	異常の程度	評価結果
		正常		良好	正常			正常			正常		
		正常		良好	異常	2	軽度な運動が必要	正常			異常	1	低下予防が必要
		異常	2	様子見	正常			正常			正常		
		正常		良好	正常			異常	2	過栄養指導	正常		
		正常		良好	異常	1	軽度な運動が必要	正常			正常		
		異常	1	様子見	正常			正常			異常	1	低下予防が必要
		正常		良好	正常			正常			正常		

異常の程度: 5段階評価

評価結果
 ①健康状態 良好／様子見／受診勧奨のいずれか
 ②運動機能 軽度な運動が必要／積極的な運動が必要／受診勧奨のいずれか
 ③栄養状態 低栄養指導／過栄養指導／受診勧奨のいずれか
 ④認知機能 低下予防が必要／保健師による介入が必要／受診勧奨のいずれか

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. 南阿蘇村・西原村でのデータ収集（シーイー・フォックス）

2019 年度の年度別実施計画書において、南阿蘇村・西原村での教師データの収集の実施時期を 2019 年 10 月～2020 年 3 月と設定したが、IoT ゲートウェイの API 仕様の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 12 月末まで遅延した。このため、iPod を利用し測定環境を利用し、南阿蘇村・西原村において 12 月より測定を開始した。尚、募集にあたっては南阿蘇村、西原村に協力いただき、65 歳以上であること、要介護認定を受けていないこと、及び独居もしくは配偶者と 2 人で生活していることを条件に対象者を抽出いただいた。図 6 に測定に協力いただいた高齢者の概要を示す。

地区	独居の高齢者	配偶者と 2 人で生活	
		高齢者数	軒数
南阿蘇村	19	22	11
西原村	5	10	5
合計	24	32	16

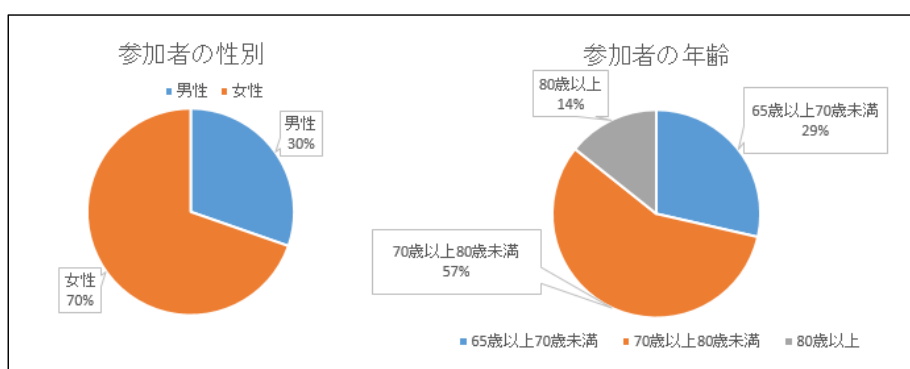


図 6 参加いただいた高齢者の概要

測定において、バイタル測定器と iPod は以下の運用で実施した。

(1) バイタル測定器

- ・体温計、血圧計、体組成計は日に 1 回、起床時に測定。
(医師による評価の結果、1 日に複数回の測定が必要な高齢者には複数回の測定を依頼)
- ・活動量計は就寝時も含め、常時携帯。

(2) iPod

電源 ON の状態で、常時、AC 電源に接続。

本測定において、「活動量計は就寝時も含め、常時携帯」と依頼したが、活動量計の連続使用時間が 10 時間程度であることから就寝前に充電切れとなること、及び活動量計の充電口が 2-2mm 程度と非常に小さく、高齢者自身での充電が困難であり、活動量計の携帯率が低下した。今後、活動量計を利用した測定について、運用方法を再検討する。

また、測定にあたっては、高齢者の自宅において高齢者の属性・検査結果の収集、各バイタル測定器と iPod の操作方法などの説明を白水メディカル研究所にて実施した。また、測定を継続させる目的のもと、月に 2 回程度の電話フォローを行い、操作方法に対する支援など、必要に応じて訪問によるフォローを実施した。尚、収集した高齢者の属性・検査結果、及び各バイタル測定器で収集したデータは、研究実施協力者である朝日野総合病院、及び明生病院に評価をいただいている最中である。

尚、本測定において、新型コロナウイルスの影響より、2月に南阿蘇村・西原村より

- ・不要不急な集会などを自粛したため、高齢者を集めての新たな測定募集に関する説明会は当面、中止してほしい。
- ・新たな高齢者への参加誘導は、行政としては協力を控える。
- ・測定中の高齢者に対しては、継続は本人の意思に委ねるが、積極的な継続の勧誘は控えてほしい。

の依頼を受け、新たな参加者の勧誘は現在自粛している。また、参加いただいていた56名中、31名の高齢者より測定の一時的中断の要望があり、現在、25名で継続測定中である。

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）

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遅れたこと、iPodを利用し測定環境の構築、及び南阿蘇村・西原村でのデータ収集を優先したことから本研究開発項目については着手できず、本研究開発項目は2020年度に実施する。

2. 自動分析技術による分析結果の評価（九州大学）

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遅れたこと、iPodを利用し測定環境の構築、及び南阿蘇村・西原村でのデータ収集を優先したことから自動分析技術の開発と実証が遅れたため、本研究開発項目は2020年度に実施する。