

平成 30 年度当初予算 IoT サービス創出支援事業 成果報告書

代表団体	スマートシティたかまつ推進協議会
共同実施団体	香川県高松市、香川高等専門学校、株式会社ミトラ、日本電気株式会社
実証事業名	地域一体型バーチャルケアによる介護予防推進事業
実証地域	香川県高松市
対象分野	都市・家庭、医療・福祉
事業概要	➤ 高松市では高齢化が進み、高齢者の安全確保や見守り体制の構築が必要。総世帯のうち高齢者のみの世帯は 21.6%と高い。 ➤ 本事業では、IoT デバイスを活用し、バイタル情報（呼吸・心拍）、位置情報（徘徊対策）、加速度情報（転倒の有無）等の情報を収集し、高齢者の転倒や徘徊等の異常発生時に家族・民生委員・ケアマネジャー等に通知することで地域見守り体制を整備。 ➤ 収集したデータは、匿名化した上で高松市の FIWARE を活用した IoT 共通プラットフォームに蓄積し、日時、天気、エリア等のデータと重ね合わせることで、アクシデントが生じやすい時間帯にアラートを発信し、事故予防を行う。
実施期間	平成 30 年 7 月～平成 31 年 2 月

1. 事業概要

高松市では、高齢化が進み、平成 27 年の国勢調査結果では、総世帯のうち高齢者のみの世帯は 21.6%と高い状況である。今後も高齢者が増加することが予測される中、地域のつながりの希薄化・介護専門職の人材不足などを補完するため、実情に即した効果的な高齢者の安全確保や見守り体制の構築が求められている。

本事業では、IoT デバイスを活用し、バイタル情報（呼吸・心拍）、位置情報（徘徊対策）、加速度情報（転倒の有無）等の情報を収集し、高齢者の転倒や徘徊等の異常発生時に家族・民生委員・ケアマネジャー等に通知することで地域見守り体制を整備することとしている。

この整備により、自宅に居ながら、常に見守られている安心感を得られる状態を「地域一体型バーチャルケア」としている。

また、収集したデータは、匿名化した上で高松市の FIWARE を活用した IoT 共通プラットフォームに蓄積し、日時、天気、エリア等のデータと重ね合わせることで、アクシデントが生じやすい時間帯にアラートを発信するなど、事故予防にも活用することとしている。

2. IoT サービスを活用して克服すべき地域課題（問題点）

高松市においては、全国的な傾向と同様、核家族化の進展に伴い、平成 27 年の国勢調査結果では、総世帯に占める高齢者のみの世帯が 21.6%で、そのうち約半数が一人暮らし世帯（20,829 人）となっている。このような中、介護保険法上において、在宅として位置付けられているサービス付き高齢者向け住宅等では、事故報告件数 165 件のうち、施設内（屋内）での転倒が 114 件と全体の 69.09%を占めている状況である。また、114 件のうち、すぐに対応できていない件数が 58 件と、約半数が職員等の目が行き届かない時間帯での事故発生となっている。大きな事故となっておらず、数字には表れてこない転倒も多数発生していることが推測され、転倒数はかなりの数が発生しているものと考えられる。加えて、認知症等高齢者も年々増加している状況（H24:11,269 人⇒H29:13,324 人）から、見守りによる事故の予防や事故発生時の早期発見・対応が求められている。また、高松市の介護保険料基準額（月額）は、現在（2018～2020 年度）の 6,633 円（中核市の中で 5 番目の高さ）から、2025 年度には、8,910 円に増加することが見込まれている。

一方で、地域コミュニティの中心を担ってきた自治会については、加入率の長期的な低落傾向に歯止めがかからず（H19：73.30%⇒H29：59.04%）、地域のつながりの希薄化が進行する中で、これまでの取組や、身近な隣同士や近所同士による日常的な声掛けなどの見守りだけでは、カバーできない領域が発生しており、地域全体で高齢者を支える地域包括ケアの実現を目指す観点からも、その領域への対応が求められている。

また、専門的な支援を行う介護人材についても、全国的に人材不足が指摘されており、県内の有効求人倍率は 3.21 倍（本年 2 月現在）、また、平成 29 年 8 月、市内の介護事業者を対象に実施した「人材等に関するニーズ調査」では、約 1 割の事業者が、派遣職員等を臨時的に雇用したり、短期間の欠員が生じたりといった、人材の不足を感じている状況である。一部の事業者においては、新規採用職員の確保が困難な状況が見受けられており、高齢者の安全確保を前提として、介護従事者の負担軽減などによる安定的な人材確保策が求められている。

こうした状況に対応するため、本市では、一人暮らし高齢者の社会的孤立を防ぐため、見守り協

定（※）を締結している事業者による緩やかな見守り、民生委員による見守り、そして、定期的に安否確認等を行う見守りの三層構造による見守り(図 1) を実施しているが、こうした関係者間の効率的な情報共有が必要である。

（※） 平成 31 年 2 月現在、民生委員児童委員連盟、水道検針業者、電気事業者、ガス事業者、新聞配達業者、郵便事業者等、1 団体 82 事業者（協力訪問員約 11,000 人）と市との間で「高松市地域で支えあう見守り活動に関する協定」を締結している。

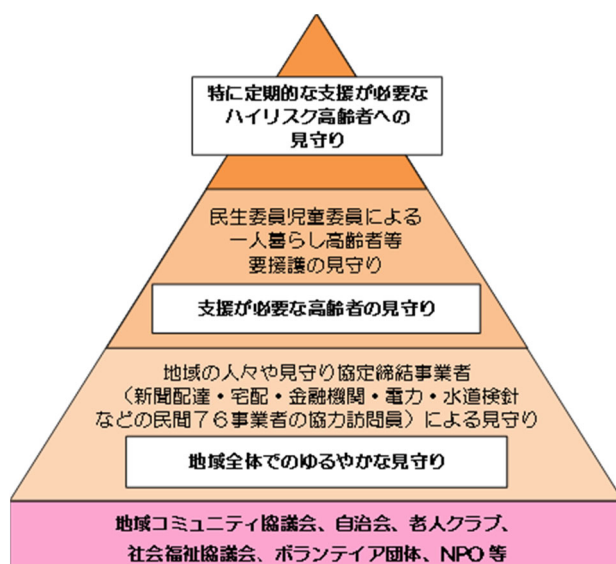


図 1：三層構造による高齢者の見守り

従って、これらの課題に対応し、高齢者が住み慣れた地域で安心して暮らすことができ、かつ、高齢者を支える家族・地域・施設等の負担を軽減するため、IoT サービスによる「地域一体型バーチャルケア」を導入することによる介護予防の推進に取り組むものである。

3. 地域課題の解決に資する IoT サービス

今回の「地域一体型バーチャルケアによる介護予防推進事業」では、急速に高齢化が進む日本において、最先端のセンサー技術・IoT 共通プラットフォーム・AI 技術を応用することにより、高齢者が自宅で一人暮らしであっても、介護施設で生活するよりも安全・安心に生活できる環境を構築する。そのため、高松市の FIWARE を活用した IoT 共通プラットフォームに、ウェアラブル端末のセンサーから取得したデータを蓄積し、他分野のデータ(エリアによる天気、温度・湿度・気圧変化等)と重ね合わせ AI 分析することで、介護予防データとして活用し、高齢者にやさしい安全・安心なまちづくりを推進する。

団塊の世代が後期高齢者になる 2025 年、さらには、後期高齢者数が最大になると想定されている 2043 年において、介護施設での受け入れは限界を超え、要介護高齢者の一部は、在宅での介護を余儀なくされることになり、突発的な事象や夜間の見守り等が大きな社会問題になると想定されている。そのため、既に多数の民間事業者が高齢者の見守り・安否確認サービスを提供している。

しかしながら、これらのシステムは、高齢者の活動をボタンスイッチ等の簡単なセンサーで検知、

生存確認の通報を行うものや、高齢者が自らの異常を、緊急ボタン等を押し、通報を行うものがほとんどである。このため、突発的な異常発生時に高齢者自身が緊急ボタン等を押せない場合は、異常を検知することができず、死亡後に発見される場合も多々発生している（平成 29 年度は、あんしん通報サービス利用者の死亡 59 件のうち、死亡後の発見が 6 件。ただし、年度により発生件数は異なる）。また、サービス毎にデータが別々に管理されているために、まちづくりとしての統計データとしても活用が難しい状況である。

そこで、本事業においては、呼吸、心拍、体動の状態（バイタルデータ）を測定する「体動検知センサー」に加え、市販されている 3 軸加速度センサー、GPS センサーを組み合わせた、ウェアラブル端末を開発し、自動的にデータが送信され、異常・転倒判定を行い、IoT 共通プラットフォームにデータを蓄積するサービスを構築し実証を行った。

(1) ウェアラブル端末

香川高等専門学校電子システム工学科三崎・岩本のシーズである「体動検知センサー」（基本特許 4045344（平 19.11.30）その他応用特許あり）は、ベルト状にして人間の胸に巻き付けることで、簡単に、呼吸や心拍を含む体動の状態（バイタルデータ）が信号波形としてリアルタイムに計測することができるという特長がある。



図 2：ウェアラブル端末

呼吸、心拍、体動の状態（バイタルデータ）等を測定するセンサーは、接触型、非接触型を含め色々な方法が提案されている。しかしながら、温度センサーや電波等を利用した非接触型の場合は、障害物等により測定精度が問題となり、腕時計型ウェアラブルセンサーのような接触型の場合は、高齢者がすぐに外してしまうことが多く、測定精度は高いが密着していないと測定ができない等の問題がある。本事業で用いた呼吸、心拍、体動の状態（バイタルデータ）を測定する「体動検知センサー」は、圧電フィルムを使用し、小さな伸縮を捉えて電圧として測定できるものであり、非接触型ではないが肌に直接接触する必要はなく、普段着の上からウェアラブル端末を着た状態においても、呼吸、心拍、体動の状態（バイタルデータ）を把握するに

は十分な測定をすることができる。さらに呼吸・心拍・体動がない非常時は、出力が必ず 0(V) となり信号処理も簡単になる特長を有しており、接触型、非接触型それぞれの欠点を補うことができるものである。

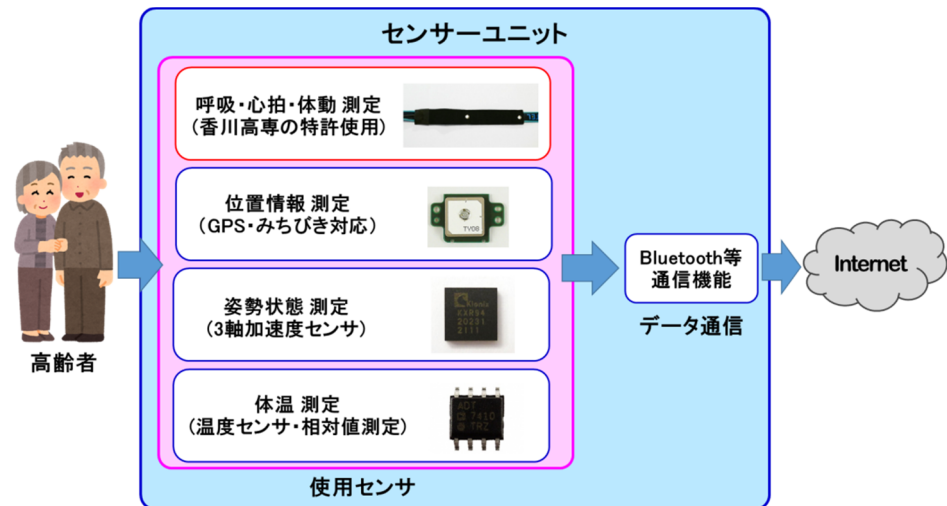


図 3：本事業で使用するセンサーユニット

(2) データ収集・分析、情報共有、アラート発信システム

ウェアラブル端末で測定された体動データは、クラウド上に構築されたシステムに送信され、信号処理をすることで呼吸と心拍データを抽出し、呼吸や心拍の回数等の状態について正常・異常の判定を行う。また、3 軸加速度センサーから測定された X 軸、Y 軸、Z 軸の値を合成したベクトル値をもとに転倒時のパターンを抽出し、転倒の可能性を検知する。

これらの異常や転倒の可能性が検知された場合には、即座に事前登録している見守り支援者にメール通知されるとともに、情報共有システム (Web システム) にその通知内容が記録される。

見守り支援者は、この情報共有システムを利用して状況や高齢者の場所の特定 (GPS による緯度経度情報) を行い、高齢者のもとに駆け付けたり、電話にて安否を確認したりすることができる。また、高齢者の状況を確認し対応が完了した場合には、その旨を情報共有システムに入力することにより、他の支援者とも連携した状況把握が可能である (3-7 参照)。

(3) IoT 共通プラットフォーム

高齢者の状態把握については、センサーユニットから取得したセンサーデータを IoT 共通プラットフォームに蓄積し、従来ではデータ収集が難しく、気付くことのなかった日常生活における呼吸・心拍の異常や転倒等事故と時間や地理などの客観的傾向、また、天気や気温等と身体活動 (行動) との関連傾向等を、AI 分析することとしており、実証期間中にその基礎を構築した。分析結果は、高齢者本人やその高齢者の家族・民生委員・ケアマネジャー等介護専門職にお知らせすることにより、高齢者本人が気をつけたり、家族等が声かけするなどで、転倒事故の予防につながる。また、将来的に、認知症特有の傾向が発見されれば、同様にお知らせす

ることにより、早期発見につながり、症状の進行を遅らせるための運動や治療を行うことができる。このように、高齢者の転倒事故の予防、認知症予防等に活用することで、高齢者の健康を維持し、介護給付費・医療費を削減することが可能となる。

なお、分析結果のフィードバックは、現在はデータを蓄積し始めたばかりであるためデータ数が少なく、分析できるようになるまでのデータ収集に時間を要するが、年間を通じた利用等のデータ数が増えることにより季節毎の分析や天候による分析等が可能になれば、週1回以上（将来の可能性として週2～3回程度）のフィードバックが可能になると想定している。在宅高齢者の行動パターン等を分析することで、経験の浅い介護者でも、経験豊富な介護者が感覚を頼りに行っている注意喚起と同等の注意喚起を行うことができるようになるとともに、分析結果のフィードバックを基に的確な対応ができ、さらには見守り関係者全員にフィードバックすることでより多くの見守りで効率的な予防をすることが可能となる。

このほか、次に示しているとおり、分析結果は、高齢者だけでなく、様々な対象者や分野での応用が可能である。

データ蓄積に際しては、他地域での活用を見据えて、グローバル標準規格の NGSI(New Generation Service Interface)に基づき、福祉分野でのデータモデルを設計する。

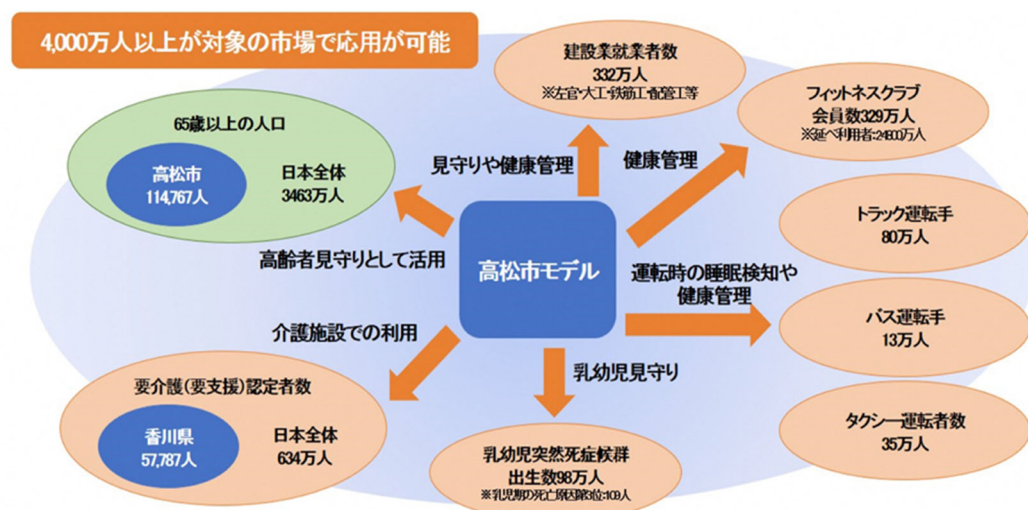


図4：本事業で使用するセンサーユニットの応用分野例

3-1. 実証内容

平成30年度においては、新たなウェアラブル端末の開発を伴う取組であることから、(1)健康な若者の動きから転倒時、着座時など基本的なデータ取得を行い、その後、(2)高齢者の特徴的な動きの取得、(3)在宅の高齢者による実証実験と段階的に行い、高齢者の安全確保や見守り体制のIoTサービス構築を実施した。

(1) 学生による実証

センシング対象	香川高等専門学校の学生
データの種類	呼吸、心拍、姿勢（加速度）、緯度経度 【センサー以外】 身長、体重等の基本情報、測定前後の血圧、脈拍
データの収集方法	ウェアラブル端末を装着し、決められた動き（歩く、走る、倒れる等）を測定
データの量	30 人（延べ 100 人）を測定（約 80 通りの動きを把握）
データの活用方法と効果	様々な動きが可能な若者によるデモンストレーションの動きのデータをウェアラブル端末の基礎資料（正解データ）として用い、転倒と着座とのセンサーで得られるデータの違いなどを明確化

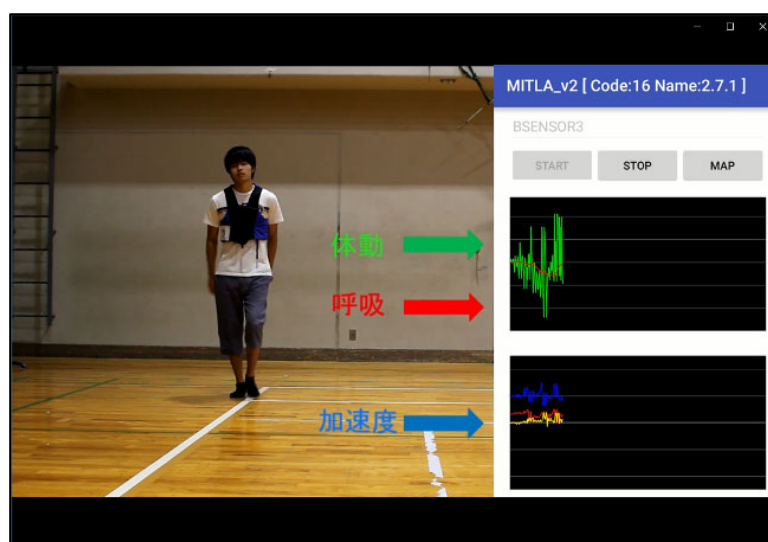


図 5：ウェアラブル端末を装着して歩いている測定

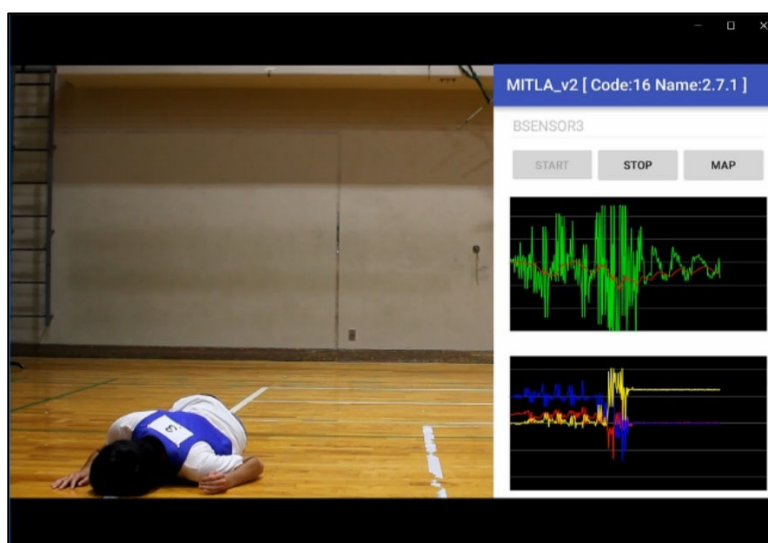


図 6：ウェアラブル端末を装着して転倒した測定

(2) 高齢者が集まる場所での実証

センシング対象	瓦町健康ステーション講座の参加者 デイサービス利用者
データの種類	呼吸、心拍、姿勢（加速度）、緯度経度 【センサー以外】 身長、体重等の基本情報、測定前後の血圧、脈拍 要支援、要介護度
データの収集方法	ウェアラブル端末を装着し、体操教室（ヨガ等）やデイサービスにおける日常における動きを測定
データの量	226 人を測定（953 時間程度の動きを測定）
データの活用方法と効果	学生による実証との呼吸や心拍等の違いを把握し、高齢者向けの状態判定を補正することに利用（センサーによる高齢者の状態判定の精度向上）



図 7：瓦町健康ステーション講座での測定



図 8：デイサービスでの測定

(3) 在宅高齢者による実証

センシング対象	サービス付き高齢者向け住宅居住者、在宅高齢者
データの種類	呼吸、心拍、姿勢（加速度）、緯度経度 【センサー以外】 アンケート（見守り者の負担軽減等）
データの収集方法	高齢者にウェアラブル端末を貸し出して、日常における動きと、システム利用ログから転倒等の異常が発生した場合の対応時間を測定
データの量	67人を測定（7504時間程度の動きを測定）
データの活用方法と効果	高齢者の日常における装着を通じて、日常の状態判定に必要なデータの把握と転倒検知に活用（誤判定の改善等） 家族・地域の見守り関係者や介護人材の負担軽減、転倒等の異常時の対応改善等の効果を実証



図9：サービス付き高齢者向け住宅での測定



図10：在宅高齢者での説明会

3-2. 実証参加者の内訳

実証に参加された人数、年齢、性別は次のとおり。

(1) 学生による実証

香川高等専門学校の学生（20歳の男性、30名）が測定に参加し、次の状態を中心に約80と
おりの動きについて異常判定の基となるデータを測定した。

No.	分類	状態
1	静止	立位、座位、臥位、膝立ち等の状態
2	歩行	60m/分、80m/分、100m/分、荷物の有無等の状態
3	転倒	自分で倒れる、倒される、前後左右等の状態
4	走行	300m/分、短距離等の状態
5	階段	昇降、階数等の状態
6	自転車	200m/分、300m/分、発信・停止等の状態
7	その他（日常）	飲食等の日常生活の状態

測定の前後で血圧（収縮期・拡張期）、脈拍の測定を行い、状態変化を記録するとともに、高
齢者では測定が難しい転倒、走行、階段、自転車等の実証を行った。

自転車における測定では、心拍数が一定となるようにフィットネスバイクを用いて負荷設定
することで、心拍数と関連付けされた（心拍数が55～60/分や110～120/分とラベル付けさ
れた）ウェアブル端末での呼吸・心拍データを測定することができた。

学生により繰り返し実証を行うことで、判定の基礎データが構築できた。

(2) 高齢者が集まる場所での実証人数

		60歳未満	60歳以上 70歳未満	70歳以上 80歳未満	80歳以上	合計
瓦町健康ステー ション講座	男性	0	0	1	0	59
	女性	0	23	31	4	
デイサービス	男性	1	4	16	30	167
	女性	0	4	11	101	
合計		1	31	59	135	226

瓦町健康ステーション講座では59人が約2時間、デイサービスでは167人が約5時間の測
定を行った（合計226人、953時間程度の動きを測定）。

瓦町健康ステーション講座における実証に参加いただいた高齢者は、介護認定のない60歳
代、70歳代が多く、比較的元気で体を動かせる人が多かった。しかし、内容がヨガやバレエに
よるストレッチやピラティスであったため参加者の多くは女性であった。

デイサービスでの実証では、要支援・要介護認定を受けている高齢者が多く、80歳代、90

歳代を中心に、激しい動き等はなくゆったりと過ごされていた（体操やレクリエーション等で体を動かすことがあった）。

(3) 在宅高齢者による実証人数

		60 歳未満	60 歳以上 70 歳未満	70 歳以上 80 歳未満	80 歳以上	合計
サービス付き高 齢者向け住宅	男性	0	0	0	9	19
	女性	0	0	2	8	
在宅高齢者	男性	0	13	14	2	48
	女性	0	5	12	2	
合計		0	18	28	21	67

サービス付き高齢者向け住宅では 19 人が、在宅高齢者では 48 人が 112 時間（8 時間を 14 回）の測定に参加していただきました（合計 67 人、7504 時間程度の動きを測定）。

サービス付き高齢者向け住宅では 80 歳以上の人が多く、高齢者の見守りをする人（異常等の通知を受け取る人）は高齢者 1 人当たり平均 3 人であった。

在宅高齢者では、60 歳代、70 歳代が多く、高齢者の見守りをする人（異常等の通知を受け取る人）は高齢者 1 人当たり平均 2.6 人であった。

3-3. 呼吸と心拍の異常判定

体動検知センサーを用いて測定したデータは、次のように、呼吸と心拍に信号処理を行い分析している。まず、体動検知センサーは次の図のような波形を捉え、その信号から呼吸及び心拍に該当する周波数帯のデータを抽出することができる仕組みとなっている。

蓄積したデータから、運動により増加した心拍数（市販の心拍計により測定）と本センサーによる呼吸や心拍の波の数（極大・極小の数）等をもとに異常判定を行った。

(1) 平常の場合：心拍数が 55～60／分の場合

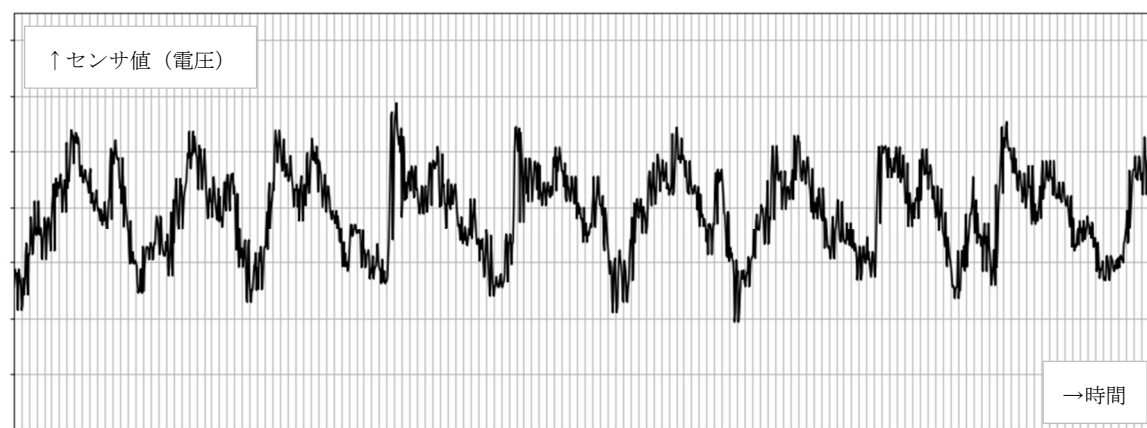


図 1 1：本センサーによる測定データ（30 秒）

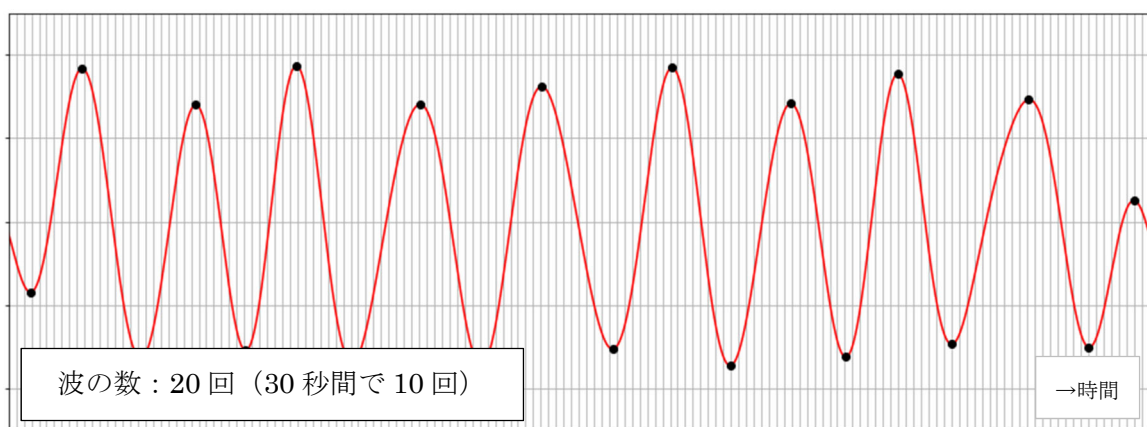


図 1 2：センサー値から呼吸信号を抽出（30 秒）

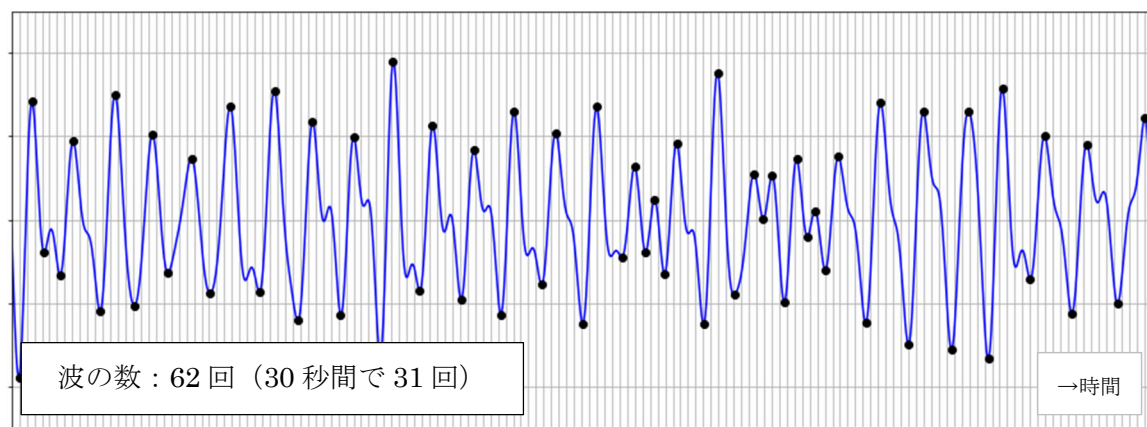


図 1 3：センサー値から心拍信号を抽出（30 秒）

(2) 異常の場合：心拍数が 110～120／分の場合

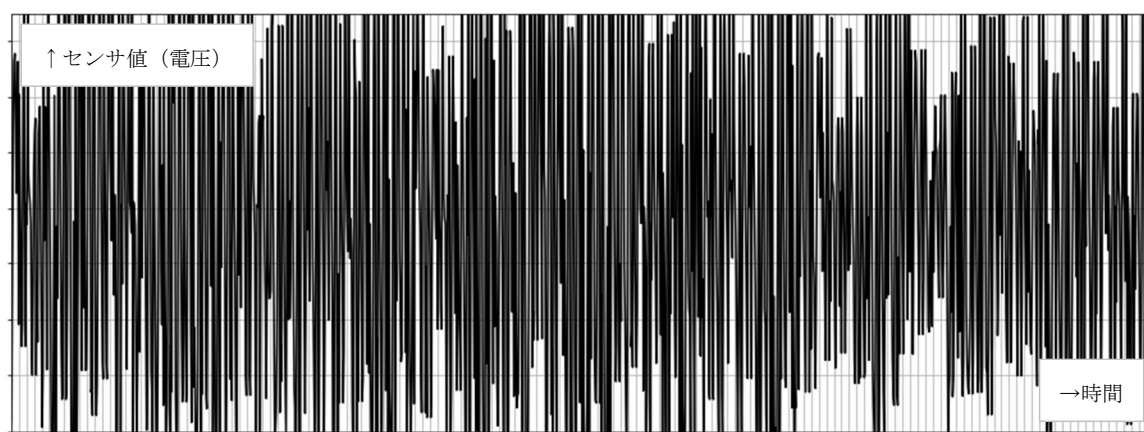


図 1 4：本センサーによる測定データ (30 秒)

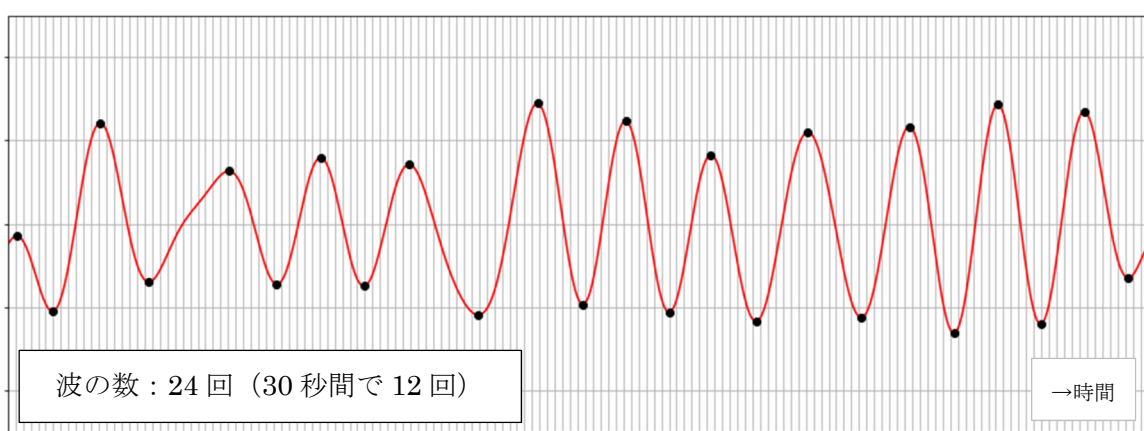


図 1 5：センサー値から呼吸信号を抽出 (30 秒)

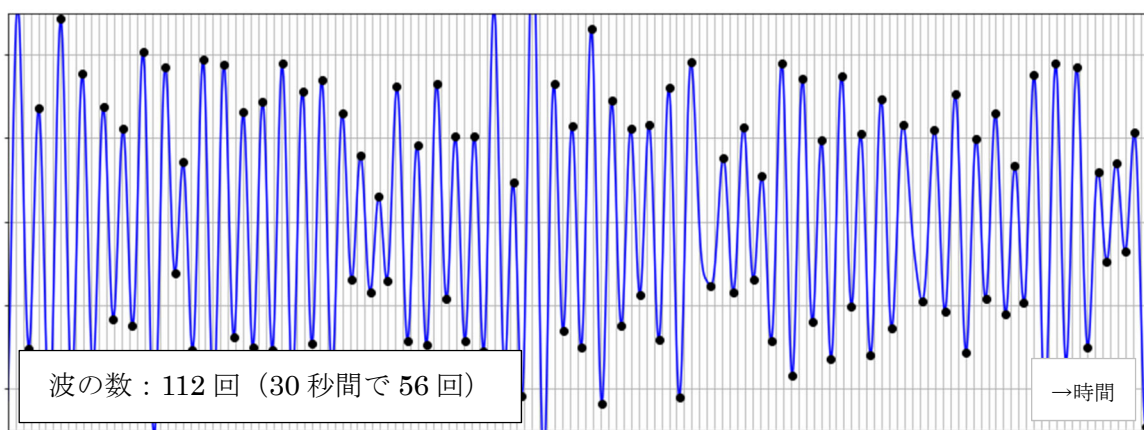


図 1 6：センサー値から心拍信号を抽出 (30 秒)

3-4. 転倒判定

3 軸加速度センサーにより検知した姿勢（加速度）データは、X 軸、Y 軸、Z 軸で測定される（X 軸：前後、Y 軸：左右、Z 軸：上下のそれぞれの動きを捉えている）。

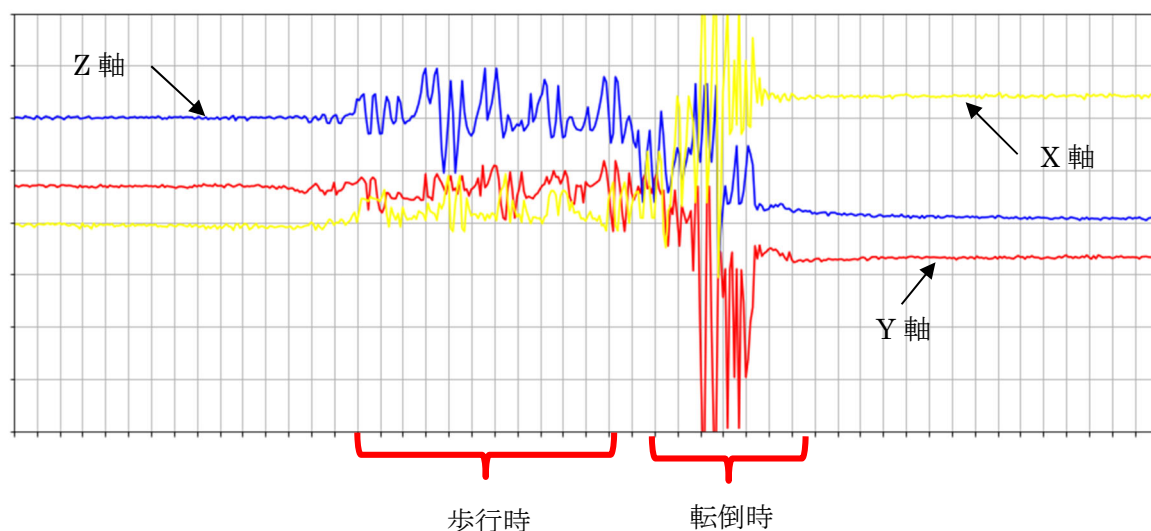


図 1 7 : 加速度 (X 軸 : 赤、Y 軸 : 青、Z 軸 : 黄色) データ (8 秒)

この X 軸、Y 軸、Z 軸の値を合成して次の図のようなベクトル値を求めることにより、転倒の特徴を検出した。

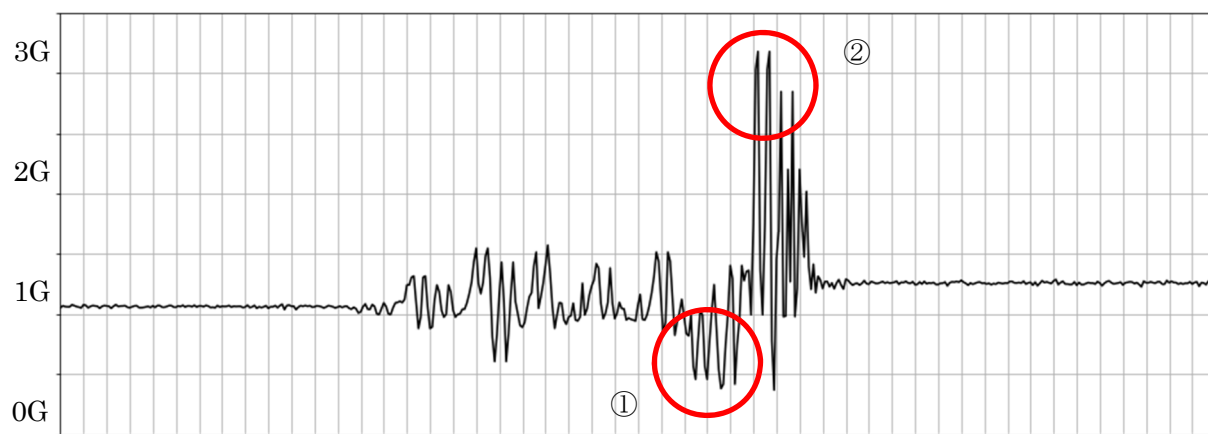


図 1 8 : 加速度のベクトル (8 秒)

転倒した場合は、図のように①ベクトル値が 0 に近づき、その後、②急激に上昇する特徴がある。また、転倒することによってうつぶせになる等、転倒の前後において重力のかかっていた軸が変化（この例では Z 軸から X 軸に変化）する特徴がある。

3-5. システム構成モデル

今回構築したシステム構成は次のとおり。

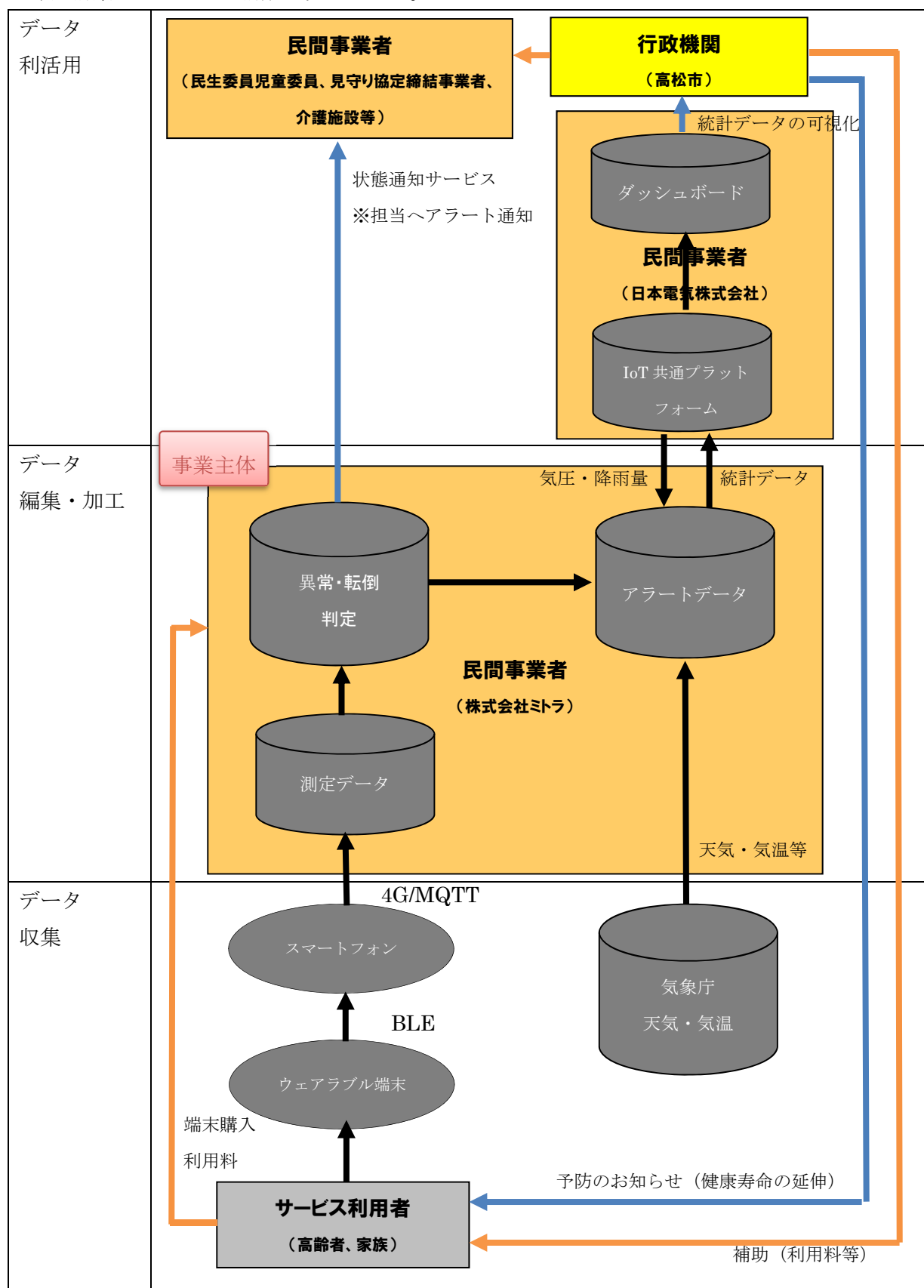
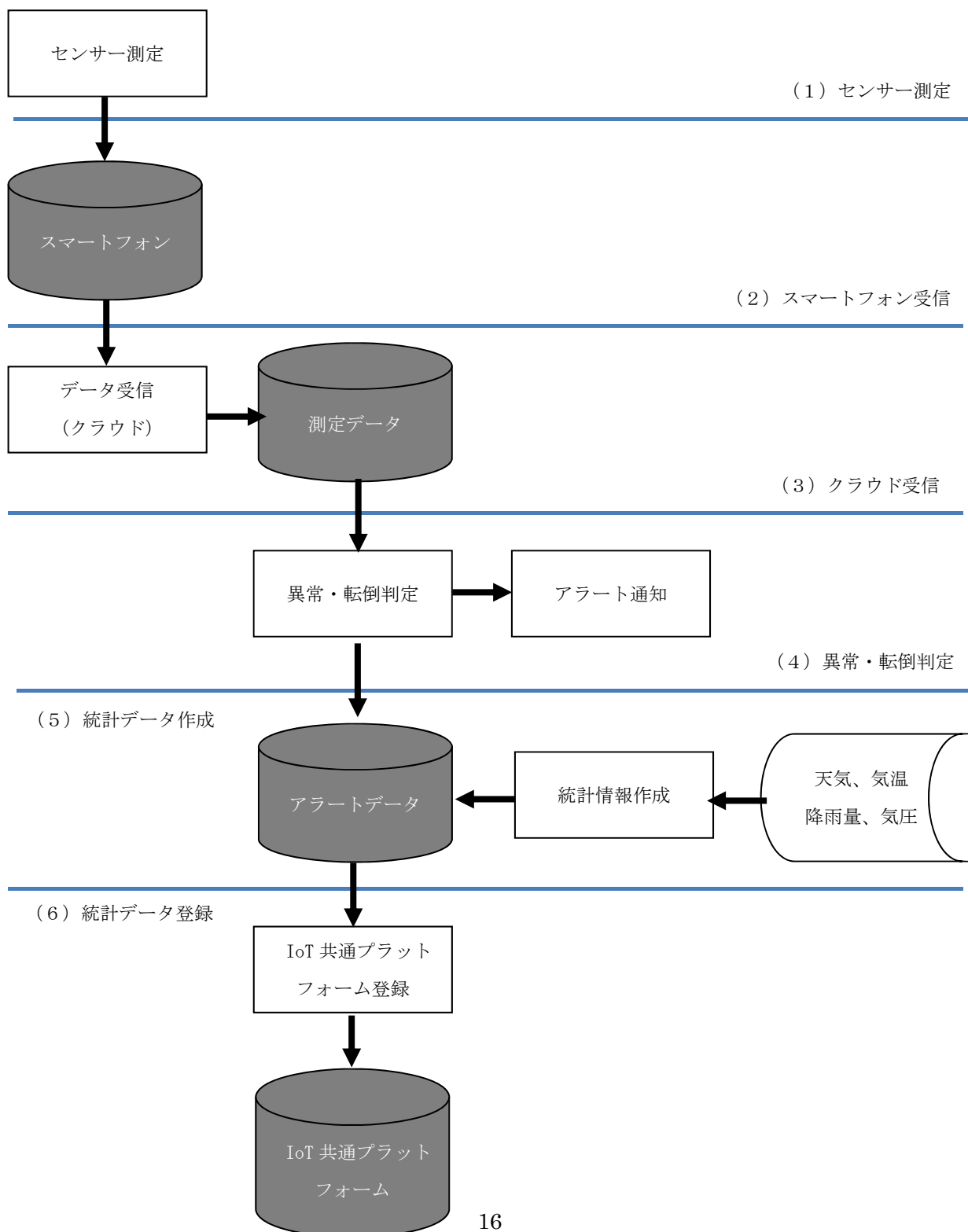


図 19 : システム構成モデル

3-6. 業務フローモデル

ウェアラブル端末のセンサーで測定されたデータはスマートフォンを経由して、クラウド上のシステムに送信される。クラウドでは受信したデータは、一定間隔で異常状態及び転倒の判定処理を行い、通知が必要な場合には担当へアラートのメールを送信する。

また、アラート情報は匿名化したうえで天気や気温等のデータを付加し、IoT 共通プラットフォームに送る。



(7) 統計データ参照

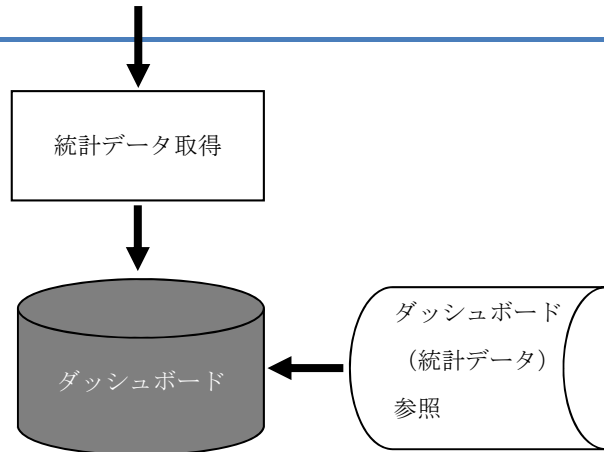


図20：業務フローモデル

(1) センサー測定

ウェアラブル端末のセンサーは 0.02 秒毎にデータを測定している。

測定されたデータは 5 件毎 (0.1 秒毎) にまとめられて、BLE でスマートフォンへ送信される。

(2) スマートフォン受信

スマートフォンでは受信したデータ (5 件毎のデータ) に受信日時を付加して蓄積し、100 件毎に (2 秒毎) にクラウド上のシステムへ 4G 回線を使用して MQTT 送信される。

スマートフォンやクラウド受信の処理時間を考慮し、送信は 2 秒間隔で行っている。

(3) クラウド受信

クラウドでは受信したデータを再度 0.02 秒毎のデータとして時系列に保存する。

保存した日時をデータに付加することでデータ遅延 (センサー測定からの遅延等) の検知等を行っている。

(4) 異常・転倒判定

20 秒毎に直前の 30 秒間の測定データに対して異常・転倒判定を行っている。

呼吸や心拍の異常、転倒を検知した場合には、見守りの担当者にメールにて通知を送る。

20 秒間隔で 30 秒間のデータを判定することにより、データ遅延 (4G での送信遅延が数秒発生する) 等の対応を行っている。

(5) 統計データ作成

気象庁の HP から天気や気温等のデータを 2 回/日取得し、IoT 共通プラットフォームから降雨量や気圧のデータを 1 回/日取得し、異常や転倒のアラートデータに情報を付加している。

(6) 統計データ登録

異常や転倒のアラート情報に天気、気温、降雨量、気圧の情報を付加したデータを、IoT 共通プラットフォームに 2 回/月登録している。

登録時に、アラート発生の緯度経度を 125m 平方のメッシュデータとすることで匿名化対

応をしている。

また、IoT 共通プラットフォームに登録した統計データは、許可されたユーザのみがアクセス可能となるようにアクセス制御している。

(7) 統計データ参照

IoT 共通プラットフォームに登録された統計データを取得し、ダッシュボード上に可視化（メッシュ表示）している（アラート発生数が多い地点ほど濃い色でメッシュ表示）。

メッシュ表示条件（表示項目、危険度、月、天気、気温、降雨量、気圧、時間帯、年齢、性別、ターゲット）を選択することで、メッシュ表示地点の絞り込みが可能となる。

また、メッシュをクリックすることで、メッシュ表示地点におけるアラート発生数のほか、メッシュ表示条件で選択した情報を表示する。

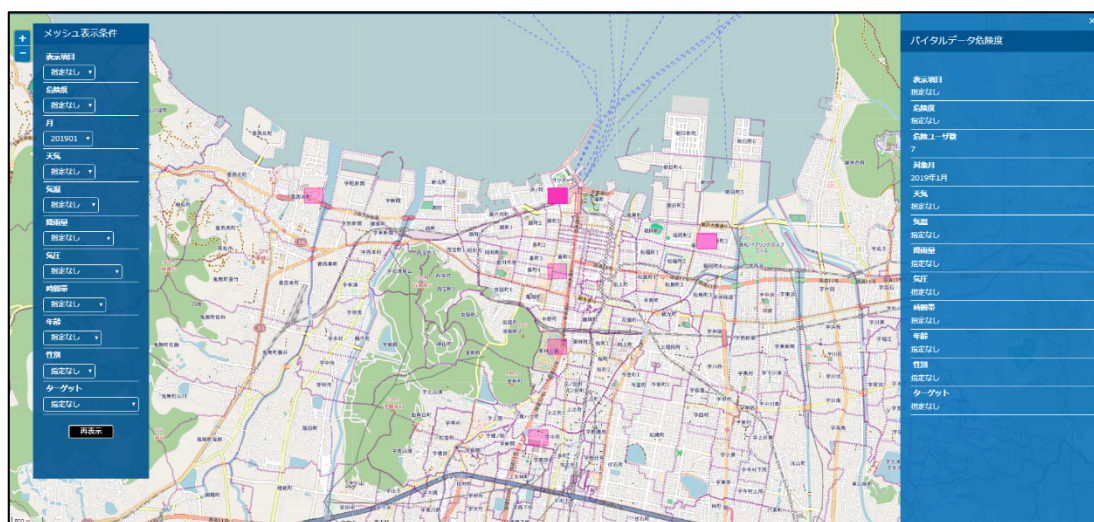


図 2 1 : ダッシュボードイメージ（統計データ可視化）

3-7. 情報共有システム

異常・転倒判定され通知されたアラート情報は、見守り支援者のスマホに設定されたメールアドレスに URL が送られ、そのページに遷移することで次の図のように確認することができ、電話確認や現地確認の対応状況を見守り支援者間で確認できるようになっている。

さらに、徘徊発生時には徘徊者の特徴等を登録して他の見守り支援者に通知することや、保護した旨の情報を共有することができる。

見守り対象者一覧表示

見守り対象者

徘徊高齢者

統計情報

担当見守り対象者一覧

2019/02/01 08:26:38

転倒の可能性あります。

山本一郎 : 090-0000-0000

履歴

要介護認定 :

【対応状況】

未対応

2019/01/19 15:00:54

転倒の可能性あります。

山本一郎 : 090-0000-0000

履歴

要介護認定 :

【対応状況】

未対応

2019/01/19 14:53:54

転倒の可能性あります。

山本一郎 : 090-0000-0000

履歴

要介護認定 :

【対応状況】

未対応

2019/01/19 13:19:29

徘徊高齢者一覧表示

見守り対象者

徘徊高齢者

統計情報

徘徊高齢者一覧

2019/02/05 09:54:02

搜索依頼

斎藤義男 (85歳) 男性 【要支援1】

住所 :

身長 : 155.0 cm 体重 : 54.0 kg

髪型 : 白髪、短髪

服装 : 黒いジャンパー

履物 : サンドル

持ち物 : セカンドバック

その他 :

連絡先 : 木村 恵子

090-0000-2222

備考 : 1時間前まで自宅で確認しています。

【対応状況】

未完了

図 2 2 : アラート情報確認 (左) と徘徊情報確認 (右)

4. 地域課題解決による実証成果

4-1. モニタリング指標 (KPI)

(1) 波形データから転倒を計算するロジックの生成

学生による実証で測定した転倒データを基に、X軸、Y軸、Z軸の値を合成したベクトル値から特徴を分析し、転倒を判定するロジックを生成した。その後、歩行や階段の上り下り等との判定が区別できるようにロジックを調整することで、学生の測定データにおいては約90%以上の精度で判定できるようになった。

高齢者が集まる場所での実証や在宅高齢者による実証においては、実証における安全性を考えて、比較的健康な高齢者（自身で歩いて出かけること等が可能な高齢者）を対象としていたことや実証の期間が短かったこと等から、実証期間においては実際に転倒した事例はなく、判定を確認することができなかった（ウェアラブル端末がめくれた際に、転倒と同様の検知がされる等の事例があり、日常生活における今後の改良点を把握することはできた）。

そのため、健康な高齢者に模擬実証に参加していただき、次のように安全に配慮した形で転倒判定の確認を実施した。



図 2 3 : 転倒の模擬実証

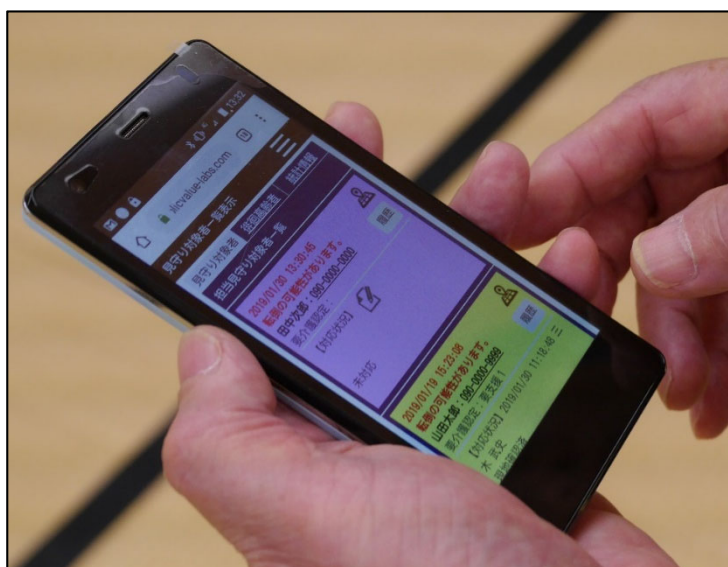


図 2 4 : 転倒判定によるアラート通知

模擬実証においては、室内や室外、ゆっくり倒れる等の複数のパターンを行ったが、いずれの場合においても転倒と判定され、アラート通知が行われた（完成割合：10割）。

(2) 徘徊傾向のある高齢者の発見

本年度の実証においては、協力いただいた高齢者の中に該当者がいなかったため、次のような模擬実証を行うことで本 IoT サービスを検証した。

【模擬実証】

70 歳代の高齢者に市内を実際に徘徊して（歩いて）いただき、高齢者が自宅にいないことに家族が気付いて本システムへ徘徊通知（年齢や特徴等）を登録するところから、地域の見守り支援者が登録された特徴やウェアラブル端末から送られてくる緯度経度情報を基に保護するところまでを実施した。

徘徊の高齢者：1 名

見守り支援者（徘徊通知登録、捜索係）：3 名 ※各 1 回ずつ模擬実証を実施

模擬実証協力者：5 名



図 2 5：見守り支援者が保護している例

徘徊通知から発見及び保護し、本システムに保護済の登録を行うまでの平均時間は約 18 分であり、模擬実証に参加いただいた見守り支援者や協力者の約 8 割から「特徴等の情報が簡単に共有できる」「緯度経度等で探す場所を限定しやすい」等の意見をいただいた（実証前においては、電話による情報共有であったため、時間がかかる、伝え漏れがある等の問題があった）。

また、今後の課題として、若い人の利用が多い SNS 等のシステムとの連携や見守り支援者間での情報共有をさらに簡単にしていく等の意見があった。

実用化に向けては、自宅から〇メートル離れた際にアラートを鳴らす設定とするなど、どのようなタイミングで見守り支援者に知らせるか等を検討する必要がある。

(3) 転倒が発生した際にすぐに対応できていない割合

本システムでの在宅高齢者による実証の内「転倒の可能性がある」と判定して見守り支援者にメール通知された 21 件において、見守り支援者が電話確認又は現地確認をして対応済の連絡をシステムに登録するまでにかかった時間（システムのログ調査結果）は次のとおりである。

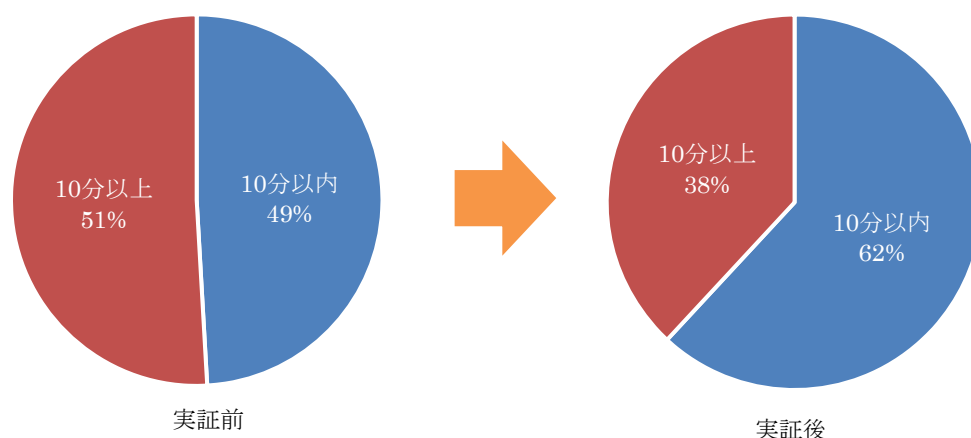


図 2 6：転倒に関する対応までの時間

対応済を 10 分以内にシステムに登録できなかった割合は 38%であり、実証前の 51%を大きく下回ったが、目標としていた 30%未満にはならなかった。しかし、ウェアラブル端末としてセンサーを体につけていることで自動的に通知される仕組みが、発見（気付く）までの時間の大幅短縮につながったと考える。なお、今回の実証においては、実際の対応の時間だけではなく、転倒の通知をスマホで確認する、情報共有システムに対応が完了した旨を入力するという、スマホ操作を含んだ時間を計測しており、スマホの操作に不慣れな見守り支援者が簡単にアクセスできるようになれば、さらに時間は短縮されるものとする（スマホ操作を含む対応時間が 15 分以内の割合は 71%であった）。

また、ボタン押下等による高齢者自らが異常等の通知ができる機能も一体化してほしい等の意見があり、今後の機能改善を検討していく。

(4) 適切な時にアラートが通知されるかの利用者による評価

本実証においては、今後のデータ検証を考慮して、少しの異常判定においてもアラート通知される仕組みとしていた。そのため、高齢者が集まる場所での実証や在宅高齢者による実証においてアラート通知が届いた件数は 354 件であった。

これらの通知には、ウェアラブル端末を着る又は脱ぐ等の行為、こたつで横になったり、トイレに行った際に服がめくれる等の状態、布団に横になる際にドスンと座る等の行為や体操で飛び跳ねる等の行為を異常や転倒と検知した場合も多く含まれており、実用化に向けては装着後しばらくしてから測定が開始される、または、転倒と判定してもその後の呼吸・心拍

や加速度の状態に問題がなければ通知しない等の改善が必要と考える（これらの改善についての要望が多く、適切なアラート通知への満足度は約5割となった）。

また、今までは把握できていなかった夜間にトイレに行く回数（起き上がって歩いた回数）がわかる等、異常や転倒判定ではない、当初想定をしていなかったデータ利活用があることもわかった。こちらも、実用化に向けて活用を考えていく。

(5) 見守り支援者の人数

実証における見守り支援者の人数は次のとおり。

	高齢者（人）	見守り支援者（人）	平均（人）
サービス付き高齢者向け住宅	19	57	3
在宅高齢者	48	125	2.6

日常的な声掛け等の予防や、徘徊等の事故発生時に対応を行う見守り支援者は、実証中の目標が3人、実証後（H32）の目標が6人としており、サービス付き高齢者向け住宅では目標値を達成できたが、在宅高齢者においては下回る結果となった。在宅高齢者を見守る人達も高齢化しており、アラート通知のためのメールアドレスを持っていない等の理由により参加いただけないケースが多くあったことが原因と考える。そのため、メール以外の通知方法等が課題となった。

また、「今回の実証実験で使用された「見守りシステム（転倒や徘徊の状況を通知する仕組み）」があれば、みまもり隊（地域で高齢者の見守り活動をしている人）の登録者が増えると思いますか。」というアンケート結果は次のようになった。

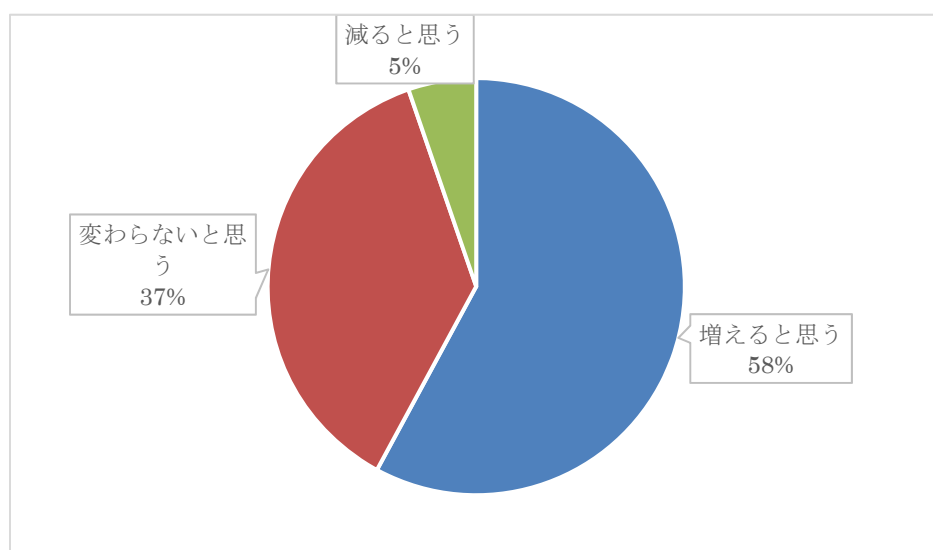


図27：みまもり隊の登録者に関するアンケート結果

現在は、みまもり隊の登録者の約9割が60歳以上であるとともに、高齢者の異常を広く素早く周知できる仕組みや早期発見をサポートしてくれる物がないため、仕事をしている年齢層には対応の負担が大きい。また、安否確認として家に入るためには家族や警察を呼ぶ等の手順が必要となっている。

これらの課題を解決するには、高齢者が危険な状況になった際、自分で回りに知らせることができない状態で自動的に気付いてもらえ、距離や物理的には離れていてもバイタル等を含めた情報を何時でも簡単に確認できる仕組み（家に入ることなく安否確認ができる等）が不可欠であり、さらに、それらの情報を共有して見守りの目を増やし、近くにいる人が駆け付けられるようにすることで、見守り支援者の肉体的、精神的な負担を減らし、協力者が増えることが重要と考える。

そのために、今回の実証で開発したウェアラブル端末のような、高齢者が身につけて自動的に通知される機器の普及が必要であり、昼間や、夜間、寝ているときにも装着でき、洗濯や充電等の操作が簡単になるよう改良を進める。

(6) 介護福祉士等の負担軽減に関する評価

実証に参加いただいた施設の職員のアンケート結果は次のとおり。

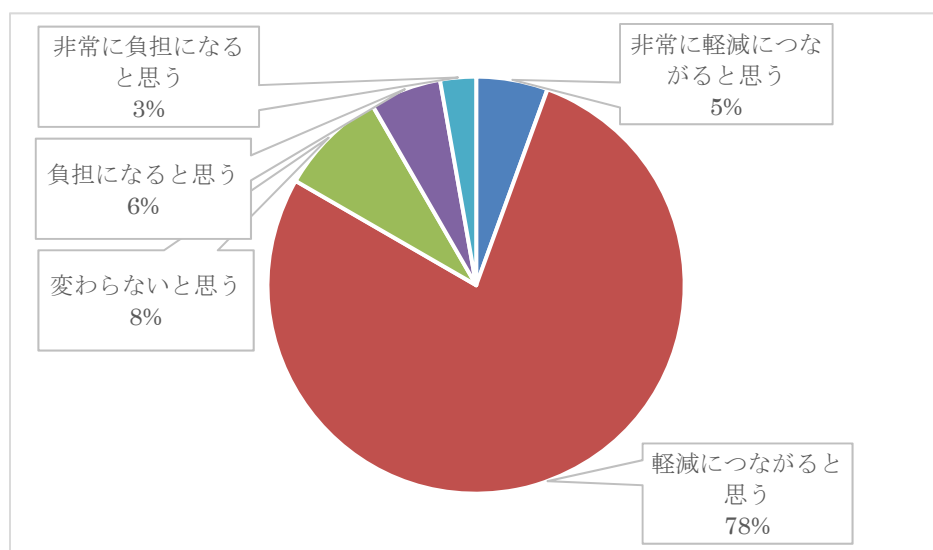


図28：負担軽減に関するアンケート結果

高齢者1人당に食事やおむつ交換等で1日に約2時間の介助を行っているが、これらは時間帯が重なることも多く、他の高齢者に異常がないかと気を配る必要もあり、職員の精神的な負担となっていた。今回の実証では、異常がある場合に自動的にアラート通知が届くことで個々の高齢者に対する介助に専念することができるため、「非常に軽減につながると思う」「軽減につながると思う」が全体の83%となり、目標としていた7割の満足度を超えることができた。しかしながら、人員配置の少ない夜間においてはウェアラブル端末の装着が

かえって負担になる、アラート精度を上げてほしい等を意見もいただいた（「負担になると思う」「非常に負担になると思う」の多くは、夜間の利用における結果）。

ウェアラブル端末の装着の負担軽減としては、今回の実証で利用したベストタイプから高齢者が一人でも装着のしやすく違和感の少ない腹巻タイプにする、夜間に充電が必要になることがないように、電池等のハードウェア構成を見直す等の課題改善を今後進めていく。また、運動や外出等の活動が多い昼間と寝ている時間の多い夜間等において異常判定の閾値を自由に変更できる等の対応方法もサービスとして検討していく。

4－2．高齢者に対するアンケート結果（回答総数：279 人※未回答含む）。

Q1. 万一の時に、地域のみまもり隊等が駆けつけて、かかりつけ医や親族に通報できるような“しくみ”があれば安心だと思いますか？

- | | |
|--------------|-------|
| 1. 非常に安心だと思う | 144 人 |
| 2. 安心だと思う | 123 人 |
| 3. 変わらないと思う | 9 人 |

Q2. 将来、万一体が不自由になった時に、このような「見守りシステム」があれば、外出することが増えると思いますか？

- | | |
|-------------|-------|
| 1. 必ず増えると思う | 93 人 |
| 2. 増えると思う | 127 人 |
| 3. 変わらないと思う | 54 人 |

Q3. ベストの着心地（装着するとき）は、いかがでしょうか？

- | | |
|------------|------|
| 1. とても着やすい | 69 人 |
| 2. 着やすい | 89 人 |
| 3. 普通 | 90 人 |
| 4. 着にくい | 21 人 |
| 5. とても着にくい | 5 人 |

Q4. ベストを着た状態で日常生活するのは負担になるでしょうか？

- | | |
|------------|------|
| 1. 全く負担ない | 73 人 |
| 2. 負担ない | 99 人 |
| 3. 普通 | 51 人 |
| 4. 負担になる | 47 人 |
| 5. 大変負担になる | 5 人 |

Q4-1. Q4 で「負担になる」又は「大変負担である」と回答された方にお聞きします。どのような点で負担になると感じたでしょうか？

1. 重たい	8 人
2. 動きづらい	15 人
3. 暑い	7 人
4. その他	8 人

(息苦しい、ちょっときつい、面倒くさい、緊張する等)

Q5. 他に、お気づきの点やご要望等ありましたら、お手数ですが下記に記載いただけましたら助かります。

- ・外出時はあまり気にかからなかったが、夜寝るときは機械をつけていると思うと寝返りも緊張してあまり寝れなかった
 - ・スマホの扱い方がよくわからない
- 等

4－3．マスメディアへの掲載実績

- ・朝日新聞「IoT 高齢者見守る」(H30. 8. 30)
- ・四国新聞「スマホで高齢者見守り 高松市が実証実験開始」(H30. 10. 15)
- ・瀬戸内海放送「センサー付きの服で健康状態や転倒を把握 高齢者見守りシステム実証実験 高松市」(H30. 10. 15)
- ・西日本放送「I o T 高齢者見守りの実証実験」(H30. 10. 15)
- ・読売新聞「I o T で高齢者見守り」(H30. 10. 16)
- ・朝日新聞「香川) 高齢者への実験開始 高松市の見守り事業」(H30. 10. 16)
- ・毎日新聞「<高齢者> I o T で見守り データから異変を家族のスマホへ」(H30. 10. 24)
- ・ビジネス香川「高齢者の異変を IT で察知」(H31. 1. 17)

5. 実施スケジュール

実証項目	平成 30 年度							
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
地域一体型バーチャルケアによる 介護予防推進に関する実証								
1. 見守りサービスの構築								
1-1. データ収集システム	→	→	→	→	→	→	→	→
1-2. データ分析システム	→	→	→	→	→	→	→	→
1-3. 情報共有システム		→	→	→	→	→	→	→
1-4. アラート発信システム		→	→	→	→	→	→	→
2. IoT 共通プラットフォーム構築								
2-1. FIWARE 連携				→	→	→	→	→
2-2. ダッシュボード構築			→	→	→	→	→	→
3. 見守りサービスの実証								
3-1. 見守りサービスの準備	→	→	→	→	→	→	→	→
3-2. 学生による実証	→	→	→	→	→	→	→	→
3-3. 高齢者の集まりでの実証			→	→	→	→	→	→
3-4. 在宅高齢者による実証				★	★	★	★	→
※説明会				★	★	★	★	
3-5. KPI の検証			→	→	→	→	→	→
3-6. アンケート調査			→	→	→	→	→	→
4. 成果報告書のとりまとめ						→★	→	→
						中間報告会		

6. 明確化されたルール等（法令、条例、ガイドライン、規格等）

本事業を通じて収集したデータは、スマートシティたかまつ推進協議会で活用している IoT 共通プラットフォームに蓄積し、他のデータ（地域環境等）と複合的に、呼吸・心拍と気温・湿度の上昇の関係（熱中症）、位置や体動と夕暮れ等時間帯の関係（徘徊誘発）、加速度や位置と道路環境の関係（転倒等事故や徘徊ルート）といった地域環境等、地域の特性による事故要因などを分析し、事故防止のための見守り活動や都市インフラの整備・改修など、高齢者が安全で安心して暮らせるまちづくりに活用することが可能となる。

そのためには、IoT 共通プラットフォームにデータを提供する際の個人情報に関する匿名化、データ利活用について、ルールが必要であり（詳細な位置情報があれば、まちづくりへの活用に有効であるが、個人の特定につながるなどの問題）、平成 30 年 11 月 13 日に、スマートシティたかまつ推進協議会において策定された「スマートシティたかまつ推進協議会データ提供・利用に関する規約」に基づき、今後のデータ利活用を行うこととしている。

また、IoT 共通プラットフォームの今後の拡張策として、様々な高齢者見守りのための IoT 機器からのデータ蓄積が必要と考えられるが、データ連携のコスト効率を良くするためには、データフォーマット規格の統一化が不可欠であり、本事業における高松市の IoT 共通プラットフォームで採用されているオープン API「NGSI」を採用するなど、標準規格への統一化に向けたルールの整備が求められる。

7. 実証事業の所感等

本実証を通して、改めて高齢者の多様性を実感した。年齢、性別だけではなく、比較的健康な人や虚弱な人、在宅で暮らしている人やサービス付き高齢者向け住宅で暮らしている人等、心身の状態や生活環境の違いにより求めているサービス（夜間より昼間、転倒や徘徊だけの利用、緊急ボタンが欲しい等）が細かく分かれていた。

そこで、本サービスにおいては、まずは次の高齢者に絞ってそれぞれの特徴を踏まえたサービスのバリエーションを検討し、平成 32 年 3 月のサービス提供開始に向けて準備を進めていく。

- ・ 在宅の高齢者
- ・ 心臓病等の既往歴があり、不安を感じている
- ・ 比較的健康（自身でウェアラブル端末の扱いができる）
- ・ 地域の見守りや家族等のアラート通知先がある

実証において着やすさや違和感等のご意見をいただいたウェアラブル端末については、本実証で使用したベストタイプから腹巻タイプ等の高齢者が今現在利用している身近な製品で装着しやすい形に改良を進めていく。腹巻タイプについては、平成 31 年 2 月末から引き続き高松市内の高齢者に貸し出す等の実証を予定している。

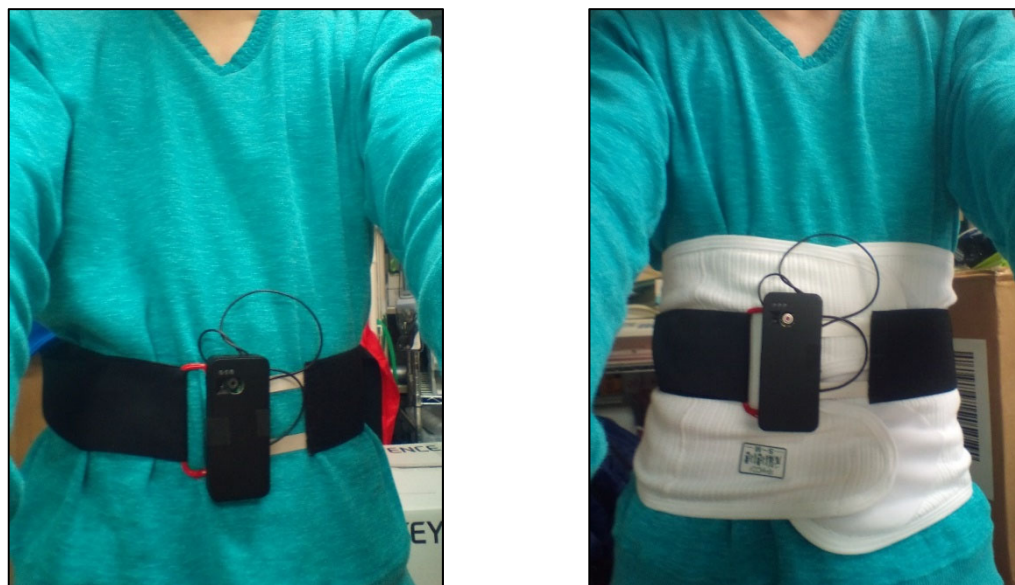


図 2 9 : 腹巻タイプの試作

その他、電池交換（充電）等の実用化におけるハードウェア的な課題の解決とともに、利用者の生活にあったアラート検知の設定、スマホに慣れていない世代の見守り支援者でも操作が少なくて済む画面やメール以外の情報共有の仕組み作り等が必要であり、改良を進めていく。

8. 実証事業終了後の計画等

(1) 実証終了後の IoT サービス

株式会社ミトラが事業主体となり、サービスの利用を希望する高齢者及びその家族がウェアラブル端末を購入（1万円以内の価格化を目指している）し、月々のサービス利用料（月5,000円程度）を支払うことを基本として考えている。

なお、月々のサービス利用料としては、異常時に高齢者自らがボタンを押す等の既存事業（あんしん通報サービス事業、特別あんしん見守り事業、徘徊高齢者家族支援サービス事業）と比較した場合においても購入の検討をしやすい価格提供を目指している。

また、他のヘルスケア企業との連携を含め、収集したデータを健康や予防等の食生活、サービス（保険等）へ提供、高齢者以外への提供（トラック・バス等の運転手の健康管理、建設就業者の健康管理等）等、収益モデルの幅を広げていくことを考えている。

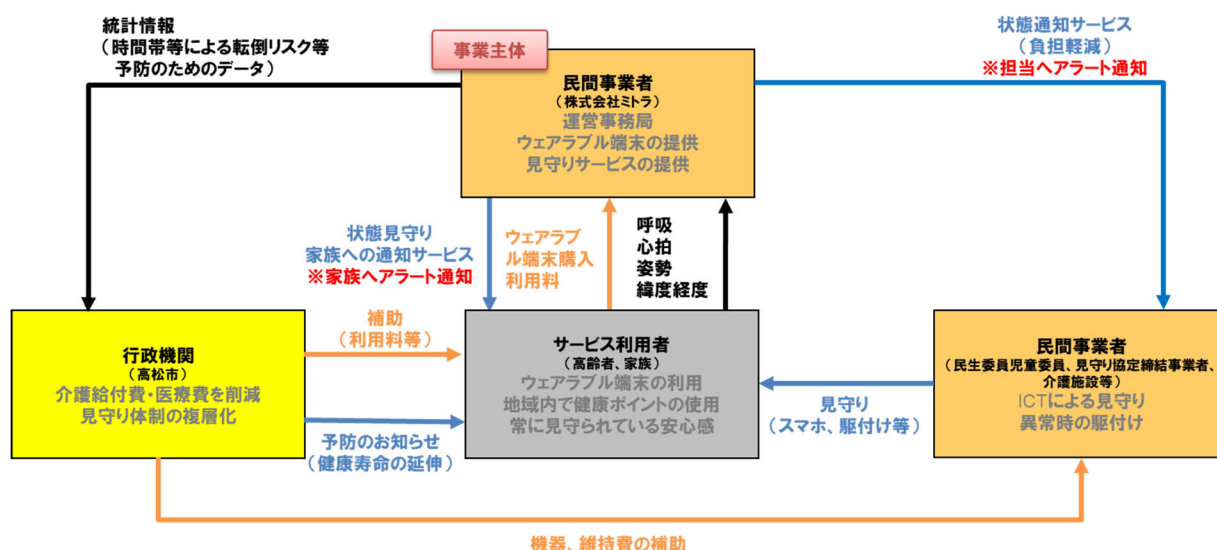


図30：ビジネスモデル

さらに、実証後は地域や季節等においてより幅広くデータ収集することにより、日常生活における呼吸・心拍の異常や転倒等事故と時間や地理などの傾向、天気や気温等との関連傾向等のAI分析が可能になると考えている。データ収集及び蓄積をすることにより、将来的には他のデータと関連付けされた認知症発症前の行動傾向の把握等も検討を進めていく。

(2) 普及展開等

高松市での活用はもとより、他モデルとの差別化をPRし、人口減少、少子・超高齢社会における全国の自治体へ高齢者福祉施策の有効なツールとして、参加企業を通じて普及啓発を行っていくこととしている。

既に、事業主体となる企業には複数の自治体や介護用品関連の企業、旅行会社等からも問い合わせをいただいている。

また、データ収集基盤を活用した国や大学、製薬企業等の認知症予防対策（リスク低減、予防、生活習慣等）の展開も検討している。

(3) 今後のスケジュール

実証項目	平成 31 年度		平成 32 年度		平成 33 年度	
	4-9 月	10-3 月	4-9 月	10-3 月	4-9 月	10-3 月
ア) サービス提供準備						
H/W の改良	→					
サービスの構築	→					
サービスの検証	→					
製造、販売準備	→					
サービス提供（高松市）		→	→	→	→	→
イ) 高松市における普及						
在宅高齢者への提供		→	→	→	→	→
既存事業利用者への普及		→	→	→	→	→
サービス改善		→	→	→	→	→
介護施設等への普及				→	→	→
ウ) 他地域への展開						
他の自治体向け提案					→	→
データ利活用の提携	→	→	→	→	→	→