

被介護者の事故リスクにつながる行動を高精度で検知する 被介護者見守りシステムの開発

Development of a Care Receiver Monitoring System Detecting High Accuracy Behaviors Leading to Accident Risks for Care Receivers

上田日本無線株式会社

小山田 稔

Minoru oyamada

要 旨

超高齢化社会を迎えている我が国では、高齢者に対する介護従事者の不足傾向が高まっており、介護行為における目配りが不十分であることにより、被介護者の転倒やベッドからの転落といった事故が多発している。当社は、このような介護現場における事故の防止を重要課題と捉え、介護現場における被介護者の事故を防ぐ取り組みとして、当社が保有する独自のセンシング技術を応用し、被介護者の動きを早期に予測・検知し、転倒事故や転落事故を未然に防ぐ「被介護者見守りシステム」を開発した。本システムは、従来の被介護者見守りシステムにおいて困難であった「被介護者の行動の予測」を可能とし、介護現場における事故につながるリスク事象の高精度な検知および介護者への確実な通報を実現する。

Abstract

In Japan, which is facing a super-aging society, there is a growing shortage of caregivers for the elderly, which leads to insufficient attention in the act of care, resulting in many accidents such as tumbles and falls from the beds of the care receiver. UJRC considers the prevention of accidents at nursing care sites to be an important issue, works to prevent accidents involving care receivers at nursing care sites, and has developed the "Care Receiver Monitoring System," which applies its original sensing technology to predict and detect the movements of care receiver at an early stage to prevent accidents involving tumbles and falls. This system enables "prediction of the care receiver's behavior," which has been difficult with conventional care receiver monitoring systems and realizes highly accurate detection of risk events that may lead to accidents at nursing care sites and reliable notification of such events to caregivers.

1. まえがき

高齢化が急速に進行する我が国において、全人口に占める65歳以上の割合は28.9%に達しており、このうち75歳以上の人口が占める割合は14.9%にのぼる。2025年以降には団塊の世代が後期高齢者となり、75歳以上の人口占有率は更に増加し、超高齢化社会を迎える⁽¹⁾。このように高齢者の人口比率が年々高まる一方で労働人口は減少の一途をたどり、介護業界においては高齢者に対する介護従事者の不足傾向が高まっており、このことは大きな社会問題として懸念されている。現在、介護施設においては一人の職員が複数の被介護者をケアしなければならないのが実態であり、十分な介護行為ができず、事故につながるケースも散発している。

本稿では、加速する高齢化および介護従事者の不足を受け、これらの問題を解決するために当社が強みとするICT技術およびセンシング技術を応用して取り組んだ新たな被介護者見守りシステムの開発について紹介する。

2. 我が国の介護現場が抱える課題

現在、介護施設における職員は複数の被介護者をケアしなければならないため、十分な介護行為ができないのが実

情である。また被介護者に対する目が行き届かないことに起因する事故につながるケースも散発している。医療機関や介護施設における事故は、ベッドからの転落や転倒が最も多い。特に足元が見にくい夜間に被介護者が排泄や不安感から起き上がり、自力でベッドから離れようとする際に転落や転倒を引き起こす事故が後を絶たず、このような事故を防ぐことが社会的に大きな課題となっている。

3. 介護現場を支える当社の取り組み

介護現場における後を絶たない事故を防ぐ目的で、各社から様々な見守りシステム（以下、システム）が提供されているが、その多くが「被介護者が立ち上がったこと」を検知する仕組みによるものであるため、システムが発報したアラートを受けて職員が駆け付けた時には、既に転倒事故が生じていたという事態が頻発していた。

また、アラートの誤発報（危険な事象が生じていないにもかかわらず発報されるケース）が多い点も大きな課題となっている。

この問題を解決するため、被介護者の動きを早期に予測・検知し、事故防止対応へ即時につなぐ見守りシステムの高精度化が社会的に求められている。当社は、介護現場が抱える上記の課題を解決する「被介護者見守りシステム」を独自技術により開発した。

被介護者を見守る既存システムは、主に「マット式」と「非接触式」であるが、「マット式」は介護者が誤ってマットを踏んでしまうことによる誤発報や被介護者が故意にマットをまたぐことによるアラートの発報漏れが問題視されていた。また「非接触式」は壁に超音波センサや赤外線センサを設置し、被介護者の動きを捉えてアラートを発報する仕組みによるものであるが、被介護者の寝返り動作によっても「起き上がり」と誤判定する問題が生じていた。これらの問題についても、当社が強みとするセンシング技術の応用により解決に至り、介護現場における精度の高い見守りを実現した。

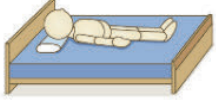
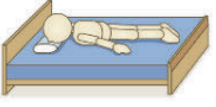




4. 当社が開発した被介護者見守りシステム(守ってね)

(1) システムの概要

本システムは、被介護者の就寝中の状態を見守るもので、長座位(座った姿勢)や立位を「異常姿勢」として通知する従来の離床センサ(マット式センサや赤外線式センサなど)と異なり「離床前動作」を高い精度で検知することにより、夜間の介護負担を低減し、被介護者の転倒やベッドからの転落などの事故を未然に防止する。本システムは、被介護者の背中へ装着する「見守りセンサ(以下、センサ)」と、センサが検知した離床前動作の通知を受信し、介護者へアラートで知らせる「受信機」により構成される。センサは被介護者の背中(肩甲骨の間付近)へ装着し、被介護者の寝ている姿勢や離床しようとする動作を高精度で検知する。検知した被介護者の姿勢は、受信機のブザーにより通知されるほか、専用アプリをインストールしたスマートフォンを用いてモニタすることもできる。システムが検知できる姿勢は「仰臥位」「伏臥位」「側臥位」「側臥位で上体を起こす姿勢」「半座位」「長座位」の6種類であり、無線タグ(センサ)を被介護者に装着して受信機を介護者の居室に設置するだけで容易にシステムを構築することができる。また、本システムはナースコールシステムや病院内の無線LANネットワークへ接続することができる。本システムのご概念を図1に、また本システムが検知できる姿勢を表1に示す。

表1 本システムが検知できる姿勢
(スマートフォンアプリへの表示例)

Table 1 Postures that can be detected by this system
(example of display on smartphone application)

No	姿勢	アプリ表示
1	仰向け (仰臥位)	
2	うつ伏せ (伏臥位)	
3	横向きで寝ている (側臥位)	
4	側臥位で上体を起こす	
5	上体を起こした状態 (半座位)	
6	座った状態 (長座位)	

(2) システムの開発

当社は、複数の介護現場におけるニーズを把握するため、介護現場における困りごとや要求のヒアリングと併せ、本システムの試作機を用いて「心拍」「呼吸数」「気圧」「加速度」「温度」などの実測により把握した課題を分析し、介護現場における以下のニーズを把握した。

- a) センサが小型軽量で、被介護者が身体へ装着した際の負担が小さいこと
- b) 被介護者が離床したことをいち早く通知することができ、転倒事故を防止できること

以上のニーズを踏まえ、本システムにおけるセンシングの在り方を再考して検知機能を絞り、検知率の向上と小型軽量化を両立させた薄型センサを開発した。

当社が新たに開発したセンサは、本センサを装着した被介護者の「姿勢」および「動作」の2種類の状態を検知・分析し、被介護者の「離床前動作」を検知するアルゴリズムを採用する。これにより、従来の離床センサと比べ、被介護者がベッドから離床するタイミングを正確に検知し、検知された被介護者の「離床前動作」の情報を、離れた場所にいる介護者へ無線通信により瞬時に通知する機能を実現した。本システムは、被介護者が起き上がった時点では検知動作を行わず、起き上がった後に端座位(ベッドに腰掛ける姿勢)をとる前のタイミングで検知動作を開始する。

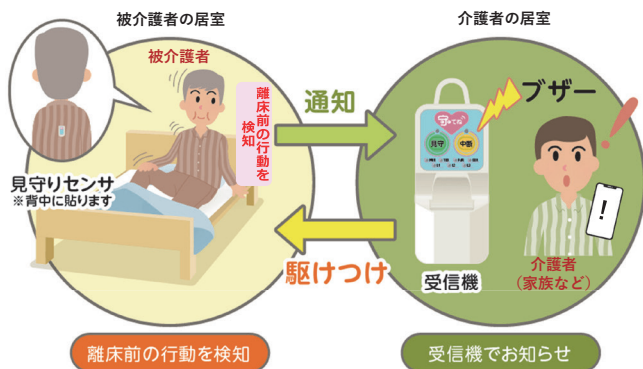


図1 在宅向けシステムのご概念

Fig.1 Concept of the system for home use

この動作により、従来の介護現場において情報錯綜の原因となっていた不要なアラートを発報することなく「被介護者の転倒リスクが高く、介護者が真に駆け付ける必要がある状況」を高い精度で通報する。

センサを小型化するうえで必須となるバッテリーの小型化を実現するため、状態検知に係る制御処理を見直すとともに省電力型の電子部品を採用している。これにより従来のセンサにおいては実現が困難であった超省電力（連続検知動作56時間）を実現し、7日間の夜間見守り（8時間/日）を無充電で可能とした。また、センサはワイヤレス充電を可能とし、介護現場における利便性を高めている。

以上により開発したシステムの評価機を実際に介護現場（病院）で使用し、取得した被介護者の動作検知率データの分析を行い、分析結果をフィードバックすることにより検知率を向上させた。介護現場において取得した被介護者の動作検知率の値を表2に示す。表に示す値（検知率）は、事故リスクにつながる行動である「離床前の行動（3パターン）」、「立位（3パターン）」および「転倒（2パターン）」を被験者20人の各々に10回ずつ実施させて取得したものである。

表2 介護現場における被介護者の動作検知率

Table 2 Motion detection rate of care receivers at nursing care sites

検知対象の動作	評価機による動作検知率
離床前	93 %
立位	76 %
転倒	84 %

病院や介護施設において広く導入されているマット式センサは、介護者が誤ってマットを踏む、あるいは被介護者が故意にマットを踏まない、といった事象により所望の検知ができないケースが散見されていた。これに対し、本システムにおいては、被介護者の動作を身体に装着したセンサにより検知するため、マット式センサと比べ、誤検知を大幅に低減する。

(3) システムの動作原理

本システムは、被介護者の動作および姿勢を身体に装着したセンサにより把握し、事故につながるリスクが高い動作を迅速に検知し、離れた場所にいる介護者へアラートにより通報する。本システムが採用するセンサは、従来のマット式センサや赤外線センサなどと異なり、身体に装着して3軸方向の加速度を計測することにより、被介護者の動作を正確かつ迅速に検知することが可能である。また、3軸加速度センサが検知した三次元の動き（X軸、Y軸、Z軸の各々の検知値）により被介護者の姿勢を正確に判別する。センサが検出する被介護者の動き（3軸の向き）を図2に、また被介護者の姿勢とセンサの出力信号値（加速度、参考値）の関係を表3に示す。

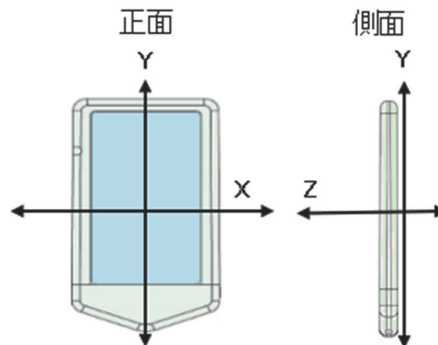


図2 見守りセンサが検出する動き（3軸の向き）
Fig.2 Motion detected by the monitoring sensor (3-axis orientation)

表3 被介護者の姿勢と見守りセンサの出力信号値（加速度、参考値）の関係

Table 3 Relationship between the care receiver's posture and the output signal values (acceleration, reference values) of the monitoring sensor

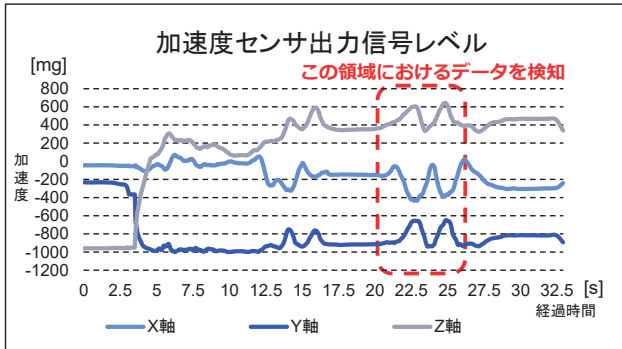
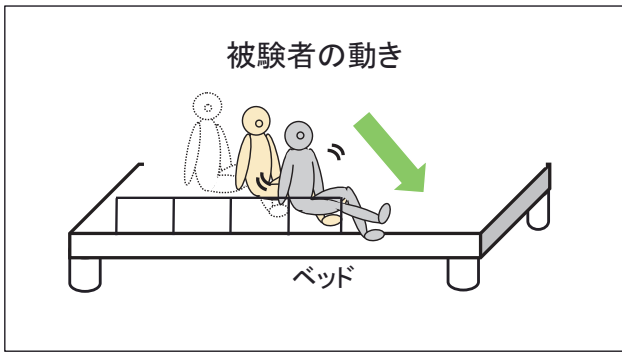
単位 [G]

姿勢	仰臥位	側臥位	伏臥位	側臥位 頭を 上げる	半座位	長座位
X軸	0	+1	0	+1	0	0
Y軸	0	0	0	+0.5	+0.5	+1
Z軸	+1	0	-1	0	+0.5	0

被介護者の動作は、センサに搭載された3軸加速度センサおよび気圧センサが取得するデータをもとに判断する。被介護者の動作および状態に対するセンサの検知アルゴリズムについて以下に述べる。

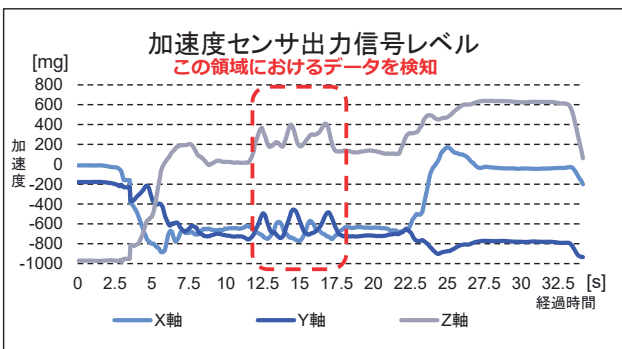
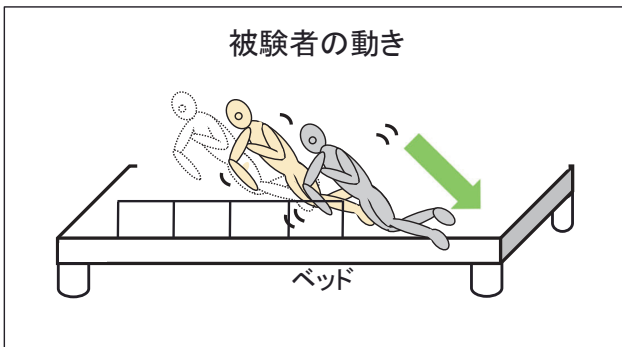
a) 離床前動作

3軸加速度センサが検知する三次元の動きから合成加速度を算出し、合計加速度の変化量により被介護者の動作の有無を判別する。さらに、動作の継続時間を計測し、「離床前の姿勢（側臥位で頭を上げる）⇒半座位⇒長座位と推移した後に動作が一定時間継続していた場合」または「寝ている姿勢（伏臥位、仰臥位、側臥位）において一定時間経過後に離床前の姿勢となった場合」のいずれかであると検知した場合に「離床前」と判定する。また、ベッド上における離床前動作の加速度の変化も検知の要素とする。離床前動作を検知した時の加速度センサ出力信号レベルの時間変化の例を図3に示す。



(a) 被介護者が長座位で横に身体を移動し手すり側に寄った場合

(a) When the care receiver moves his/her body to the side in a long sitting position and comes close to the handrail



(b) 被介護者が側臥位で頭を起し移動して手すりを持つとした場合

(b) When the care receiver raises his/her head in the lateral recumbent position and tries to hold the handrail

図3 離床前動作を検知した時の加速度センサ出力信号レベルの時間変化 (例)

Fig.3 Time variation of accelerometer output signal level when motion before leaving bed is detected (example)

b) 立位

気圧センサ出力値の変化量により「センサ装着部位の高さ」を算出することで、被介護者が立位であるか否かを判別する。また3軸加速度センサが検知する加速度の値により「立位直前の動作であること」を判別する。立位直前の動作を検知した後に高さが一定以上増加した場合に「立位」と判定し、アラートを発報する。

c) 転倒

3軸加速度センサが検知する加速度の値から算出した合成加速度の変化により「転倒時の衝撃」を判定する。転倒時の衝撃を検知した後に気圧センサの出力値から算出した高さが一定以上低下した場合「転倒」または「ベッドからの転落」と判定し、アラートを発報する。

d) 一定時間動作なし

寝ている姿勢（伏臥位、仰臥位、側臥位）において3軸加速度センサが検知する加速度の値から算出した合成加速度の変化が一定以下であり、その状態が一定時間継続したことが検知された場合「被介護者が一定時間動作していない」と判定し、アラートを発報する。

e) うつ伏せ状態が継続

伏臥位の状態が一定時間継続したことが検知された場合「被介護者が一定時間うつ伏せの状態にある」と判定し、アラートを発報する。

(4) システムの種類

本システムには「在宅向け（守ってね）」および「病院や介護施設などの医療施設向け（守ってね+（プラス）」の2種類がある。各々の概要について以下に述べる。

a) 在宅向けシステム（守ってね）

受信機を介護者の居室（寝室など）へ設置する。被介護者が離床前にとる可能性が高く、かつ事故につながるリスクが高い動作（以下、危険動作）をセンサが検知し、受信機が発報するアラート（ブザー吹鳴音）により介護者へ通知する。また専用アプリをインストールしたスマートフォンを受信機と接続することにより、被介護者の現在の姿勢や危険動作の通知をスマートフォンで受けることができる。

b) 医療施設向けシステム（守ってね+）

病室に設置する受信機により被介護者の状態（姿勢、危険動作など）を介護者へ通知すると同時に、複数の受信機が通知する情報を施設内のサーバへ集約する。この機能により、ナースステーションや介護施設の管理事務所などに設置するモニターを用いて複数の被介護者の状態を一元管理することができる。また「在宅向けシステム（守ってね）」同様、スマートフォンにより被介護者の姿勢や危険動作の通知を受けることが可能であり、複数の被介護者の状態を複数のスタッフが同時に共有できる。

「在宅向けシステム（守ってね）」および「医療施設向けシステム（守ってね+）」の各々の構成（概念）をそれぞれ

図4および図5に示す。

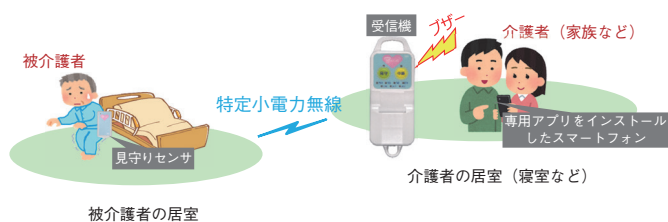


図4 在宅向けシステム (守ってね) の構成 (概念)

Fig.4 Configuration (concept) of the system for home use (Mamottene)

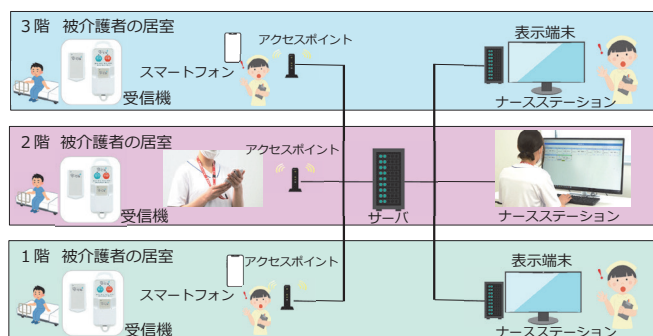


図5 医療施設向けシステム (守ってね+) の構成 (概念)

Fig.5 Configuration (concept) of the system for medical facilities (Mamottene +)

5. あとがき

本稿では、介護現場における被介護者の事故を防ぐ取り組みとして、当社が保有する独自のセンシング技術を活用して開発した「被介護者見守りシステム」について述べた。後期高齢者が急増する2025年問題を目前に控え、生産人口の減少が続くことが予想され、このような中において、介護従事者の不足に伴う負担軽減は喫緊の社会的課題である。この課題を解決するためには介護のICT化が必須である。当社は、永年にわたり培ってきたICT技術を活用した付加価値の高いものづくりを継続し、介護・医療分野のニーズに応え、人々の安全・安心な暮らしを支えてゆく。

特許出願 1 件

参考文献

- (1) 令和4年版高齢社会白書（概要版）第1節 高齢化の状況（高齢化の推移と将来推計）
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/html/gaiyou/s1_1.html

動画QRコード紹介

守ってね (在宅向け)

紹介動画



使い方動画



- ◆ 就寝前の行動や危険な状態を精度よく検知します。
- ◆ スマートフォンアプリとの連携により、要介護者さまの状態をリアルタイムで確認できます。

守ってね+ (病院施設向け)

紹介動画



使い方動画



車いすからの立ち上がり検知

利用者様が、車いすから立ち上がった際に通知します。一人で歩きだし、転倒してしまう等の事故のリスクを低減します。ナースコールとも連携できるため、転倒前に駆けつけることが可能です。

室内での転倒検知

利用者様が、お部屋の中で万一転倒してしまった際に素早く通知することで、すぐに駆けつけることができ、適切なケアをサポートします。

部屋からの離れ検知

利用者様が、一人でお部屋から離れて転倒するなどの事故や、施設外への徘徊などのリスクを低減します。受信機が設置されたお部屋から、利用者様が離れた場合にも、通知することができます。

- 01** 動作から離床前を素早く検知
- 02** 小型・軽量の高精度センサー
- 03** 利用者様に合わせた通知設定
- 04** ナースコールシステムと連携
- 05** 複数人を同時に見守り
- 06** 利用者様の状態を記録

●お問い合わせ先

JRC 上田日本無線株式会社

本社 〒386-8608 長野県上田市踏入2-10-19

事業本部 マーケティング部 営業グループ

TEL 0268-26-2079 FAX 0268-26-2072

URL ◆ <https://www.ujrc.co.jp/>

