

## 見守りシステムのセンサデータからみた独居高齢者の活動性の特徴抽出

星 雅丈

日月 裕

要旨：独居高齢者は常に様々なリスクを抱えており、それをいかに低減・検知するかが重要である。筆者らは、脳卒中など疾病発症の兆候が、「見守りシステム」からどのような特徴量として検出できるのか明らかにすることを試みている。今回、見守りシステムの事業者から、既に実装されている動作検知センサなどの反応回数データの提供を受けた。そこで、利用者の活動性の特徴を探るために、センサの動作検知頻度を日・週・月・季節・年単位の時系列で分析した。

結果、利用者4名の動作検知頻度（回数）について、月単位分析の平均値において利用者間に有意差が認められ、その頻度の変化にも利用者間で差異が見られた。季節における分析では、夏に最も平均動作頻度が低く、秋から冬・春にかけて動作頻度が上がる傾向を示した。今後、センサデータから正常時・異常時のパターンを深層学習などにより抽出し、独居高齢者における重要な疾病・症状の兆候検知につなげたい。

キーワード：独居高齢者、見守りシステム、動作検知センサ、活動性、季節性

### 1. 本研究の背景・目的

超高齢社会を迎えているわが国において、遠方に住む独居高齢者を抱える家庭は少ない。国勢調査によると、2020（令和2）年度のわが国における高齢者（65歳以上）の独居世帯は、671万6,806世帯であった[1]。2015（平成27）年度の同調査では592万7,686世帯、2010（平成22）年度の同調査では479万768世帯であった[2, 3]。ここでいう独居世帯数は独居者の数に等しい。つまり、ここ5年間で独居高齢者が約78万人、10年間で約192万人増加している。核家族化や未婚者が増加するわが国において、独居高齢者の数がさらに増加するのは明らかである。

独居高齢者を抱える遠方の家族は、不安な思いを拭うことができない。遠方の高齢者に数回電話でコールして応答がない場合、「倒れているのでは？」などと想像し不安にかられ、電話に出るまでコールし続けることは筆者も経験がある。高齢化に加え核家族化が進むわが国において、このような不安は、独居高齢者を抱える家庭において日々発生しているものとする。さらに、ある一定年齢以上の高齢者は、その身にいつ何が起こってもおかしくない。特に持病を持つ高齢者であれば、その可能性はさらに高い。

現在、わが国の医療・介護政策において、高齢者の在宅での医療・介護サービスを基盤とした「地域包括ケアシステム」の構築が急ピッチで進められている。地域包括ケアシステムは、高齢者が医療機関や介護施設で生涯を終えるのではなく、可能な限り早期で「在宅」に移行し、自宅で看取られることを前提としている[4]。在宅への移行後、地域包括支援センターを中心として、訪問看護ステーション、訪問介護ステーション、在宅療養支援診療所、

調剤薬局などが連携して高齢者を見守ることにより、生涯を終えるまで在宅で生活できることを理想としている。そして高齢者が要介護状態になる事態を可能な限り防ぐ工夫が、高齢化に伴う需要の増大による介護職者等の専門職の不足や、財政的な制約を緩和するために必要である[4]。

しかし、地域包括ケアシステムには大きな問題点がある。それは、このシステムが、病院や診療所に通院・入院している高齢者、介護施設に入所している高齢者、あるいは在宅医療や在宅介護のサービスを受給している高齢者をターゲットにしている点である。比較的健康であり、独居である高齢者は、地域包括ケアシステムの仕組みから外れる。

今後のわが国の地域社会は、誰かの支援が必要な高齢者だけでなく、健康な独居高齢者も数多く抱える。健康であっても、高齢である以上、独居高齢者は常に様々なリスクを抱えている。しかもそれが表面化した段階では既に手遅れであることが多い。

したがって、独居高齢者をいかにして地域で支援するかに加え、独居というリスクを、どのようにして低減するかが、地域の医療・介護・福祉において重要な課題である。

現在、独居高齢者のリスク検知のため、情報通信技術を用いた高齢者の見守りシステムが全国各地で構築され、警備保障企業などを中心として既に運用が始められている。現在の見守りシステムは、「トイレに行っていない」「お湯を沸かしていない」など、生活上の何らかの行動が「行われない」ことを「異常」と感知するタイプである。そして近年は、ウェアラブルデバイスなどを用いて、高齢者自身には見守られていることを意識させずに、異常があれば契約している誰かが気づき対応する仕組みが構築されている[5]。

本研究は、独居高齢者やその家族が安心の上で生活を送ることができるよう、その支援に必要な「見守りシステム」において収集された各種センサのデータから、脳卒中や軽度認知症など疾病発症の兆候が、どのような特徴として検出できるのかを、データ分析に基づき明らかにすることを目指している。

今回、独居高齢者見守りシステムにおいて取得されたセンサ（焦電赤外線センサ、温度センサ、照度センサ）のデータ、かつ複数の利用者のデータを時系列で分析することにより、高齢者の動作の特徴を見出すことができたため、本稿にて報告する。

なお本研究の目的は、システムの開発や導入、あるいはシステムを評価することではなく、高齢者見守りシステムがきたる超高齢社会における介護・福祉と医療とのシームレスな連携につながる可能性を、実データの分析から示すことである。

## 2. 方法

### 2.1. 独居高齢者見守りシステムの概要

本研究は、京都府福知山市内において独居高齢者宅に見守りシステムを提供している民間企業、株式会社アイトシステム（以下、S社とする）の協力の下で行った。S社は現在、独居高齢者見守りシステム（以下、当該システムとする）を開発・販売している。



当該システムのセンサ機器（図1）には、以下（1）～（3）に示す3点のセンサが装備されている。各センサが取得したデータは、利用者宅のインターネット回線を通じて1時間単位でS社のデータベースに送信される仕組みである。

（1） 人感センサ（焦電型赤外線センサ）

設置場所から5mの範囲内で人（動物）の動きを感知するセンサである。15分の間に感知した動きが回数としてセンサに記録される。

（2） 照度センサ

センサ機器が設置されている室内の明るさが、最小値0から最大値10（小数第2位のオーダー）で自動評価されるセンサである。15分単位で明るさの平均値がセンサに記録される。

（3） 温度センサ

室内温度（センサ機器付近の温度）が摂氏温度にて計測され、15分間における計測温度の平均値がセンサに記録される。

当該システムのセンサ機器は、利用者の家屋内に設置される。設置場所は主にリビング・寝室・キッチンなど利用者の居住スペースであるが、家屋構造や利用者のニーズによって、トイレ・玄関・浴室などに設置される場合もある。

当該システムでは、全てのセンサが1つの機器に搭載されている。このセンサ機器には、利用者が「起床」「食事」「外出」「薬の服用」などを入力できるボタンも備えられている（図1）。利用者が日常生活における基本的な活動（起床、食事、外出等）と服薬行為を行ったことを、センサ機器のボタンの押下により自己申告し、S社がそれを確認する機能である。センサ機器にはマイクとスピーカーが搭載されており、S社のオペレータが利用者に声掛けを行い、利用者から返答を受ける機能も備えている。



図1 見守りシステムのセンサ機器  
（写真：S社提供）

## 2.2. 研究対象データ

当該システムにおいてセンサが取得した各種データは、S社データベースにおいて、利用者の氏名などの個人情報や、要介護度・利用中の介護サービス・基礎疾患などの背景情報とは別に、利用者ごとのテーブルで管理されている。

本研究では、当該システムの利用者11名分のセンサデータが格納されたテーブルを個別にエクスポートしたCSVファイルにより、S社からデータ提供を受けた。

今回提供を受けたデータは、15分間のデータをひとまとまりとして、1時間単位で家庭用インターネット回線を通じてS社のデータベースに送信されたものである。提供を受けたデータの件数等について表1に示す。

表 1 本研究において取得したセンサデータ

| 利用者 | センサ応答回数<br>(レコード数) | システム利用<br>開始日 | システム利用<br>終了日 | データ取得日数<br>(日) |
|-----|--------------------|---------------|---------------|----------------|
| A*  | 75,912*            | 2018/01/08*   | 2020/02/19*   | 773*           |
| B   | 43,916             | 2020/09/19    | 2021/10/30    | 407            |
| C*  | 149,300*           | 2017/09/26*   | —*            | 1,580*         |
| D   | 28,816             | 2021/01/01    | —             | 387            |
| E   | 29,076             | 2020/04/22    | 2021/04/20    | 364            |
| F   | 74,688             | 2018/05/24    | 2020/07/15    | 784            |
| G   | 75,532             | 2018/05/24    | 2020/07/19    | 788            |
| H   | 67,720             | 2018/07/30    | 2020/07/14    | 716            |
| I   | 89,032             | 2019/04/05    | —             | 1,024          |
| J*  | 96,180*            | 2019/04/13*   | —*            | 1,016*         |
| K*  | 89,764*            | 2019/06/24*   | —*            | 944*           |

表 1 の「センサ応答回数」とは、センサから S 社データベースにデータが送信された回数である。データベース上、センサからデータが送信されることによって、利用者ごとのテーブルに 1 レコードが追加される。「開始日」・「終了日」は、利用者が当該システムの利用を開始・終了した日付である。終了日を「—」としている利用者は、データを取得した時点で、当該システムの利用を継続中であった。

今回、当該システムの「人感センサ」の反応回数データを日・週・月・季節・年単位の時系列で分析した。人感センサが動きを検知した回数は、利用者がどの程度動いたかを示すものであり、その頻度を分析することにより、時間とともに高齢者の活動状況がいかに変化したかを知ることができる。また本稿では、表 1 で\*印を付した利用者 4 名 (A・C・J・K) を取り上げる。今回、分析の軸とした 2 年間、四季、2 ヶ月間、2 週間のデータがすべて揃っていることを条件に、この 4 名を抽出した。

以下、人感センサによる動作検知において、独居高齢者見守りシステムのデータから高齢者の活動状態の特徴を見出すことが可能であることを、上記 4 名の実データを時系列で分析することにより示す。

### 2.3. 倫理的配慮

本研究において入手したデータが蓄積されているデータベースには、センサデータが記録されるテーブルのみが格納されている。S 社から提供を受けたデータは、そのテーブルのデータを単に CSV 形式でダウンロードしたものである。利用者の個人に関わる情報は、当該データベースとは異なるデータベースに格納されている。したがって、S 社からは今回、利用者の個人情報や家族構成・要介護度などの属性情報には、直接接できないシステムでデータの提供を受けている。

本研究では、まず、センサによる時系列の数値データのみを分析することによって、利用者個々の特徴を抽出し、どの程度、利用者の状況を推し量れるかを試みている。

なお、S 社は、利用者宅に見守りシステムを導入する際の契約段階において、センサデータ等を研究目的などにより第三者に提供する可能性がある旨の説明を行い、利用者個々か



らオプトイン承諾を得ている。

### 3. 結果

本稿では、当該システムにおける人感センサによる動作検知回数に焦点を絞る。以下、表1において各データに\*印を付した利用者A、利用者C、利用者J、利用者Kの当該システムによる動作検知のデータを用いて行った分析の結果を示す。なお、本稿では15分間隔など、離散的に計測されている動作検知回数を折れ線グラフでつなぎ、「動作頻度波形」として扱うものとする。また、図2～5における縦軸は動作検知回数（単位：回）、横軸は時間を表すものとする。

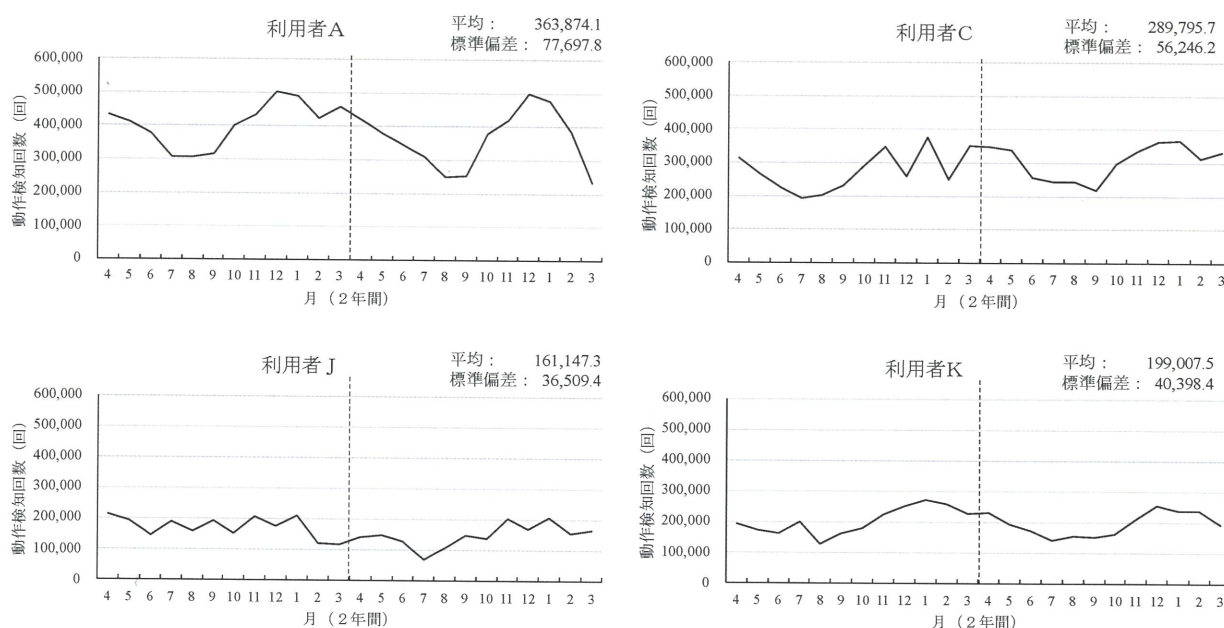


図2 年内の動作検知回数（2年間）の変化

#### 3.1. 年内における動作検知回数の変化

図2は、利用者A・C・J・Kにおける動作検知回数（頻度）の1ヶ月総計を月ごとに2年間示した波形である。中央の点線が年の区切りを示す。

結果として、利用者A・Cと利用者J・Kには動作検知の頻度の平均値において有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。変化（標準偏差）についても利用者J・Kが利用者A・Cと比較して小さかった。なお、利用者Aは1年目と2年目において動作頻度の波形が明確に異なっているが、その原因は不明である。

#### 3.2. 季節における動作検知回数の変化

図3は、図2と同様に2年間の動作頻度波形である。中央の点線が年の区切りを示す。本稿では、春：3・4・5月、夏：6・7・8月、秋：9・10・11月、冬：12・1・2月と定義し、3か月ごとに動作検知回数（頻度）の和をとった。

各利用者のグラフの右上に、動作検知回数の季節ごとの平均、および括弧内に季節間の順位を示す。利用者4名のいずれもが季節のうち「夏」が最も平均動作頻度が低く、秋から冬・春に動作頻度が上がる「W字」の波形を示した。なお、季節による室内温度と動作検知頻度に関係性がある可能性を考えたが、どの利用者についても相関係数が 0.1 を下回っており、相関はみられなかった。

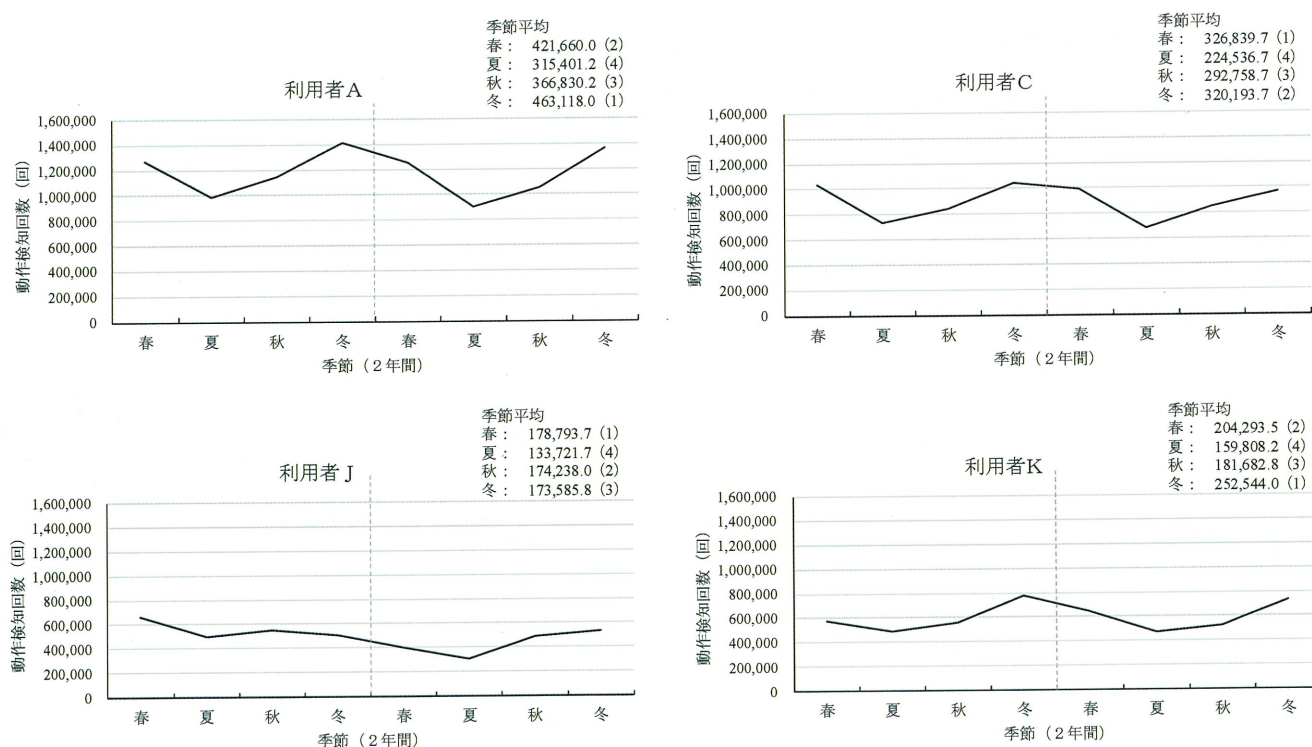


図3 季節別の動作検知回数 (2年間) の変化

### 3.3. 月内における動作検知回数の変化

図4は1日当たりの動作検知回数の変化を2ヶ月間 (10月～11月) 示した波形である。中央の点線が月の区切りを示す。利用者Jの動作検知頻度が11月末に上昇した以外、際立った変化は見られなかったが、利用者J・Kは、A・Cと比較して平均動作検知数が少ない＝活動性が低いことが明らかである。なお、利用者Jは他の利用者と比較して標準偏差が大きく (変動係数: 75.1%)、この期間において何らかの理由により活動性に大きな変化がみられた。



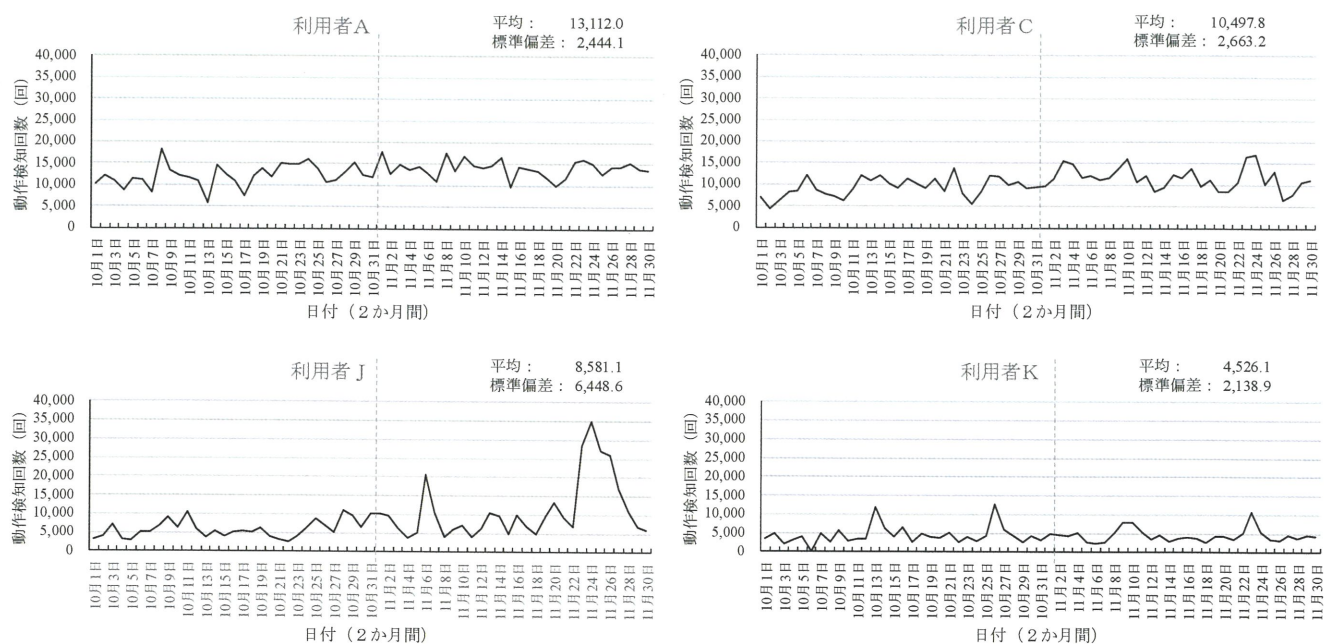


図4 月内の動作検知回数(2ヶ月間)の変化

### 3.4. 日内における動作検知回数の変化

例として、利用者Cの動作検知回数の1日の総和を図5に日別で示す。

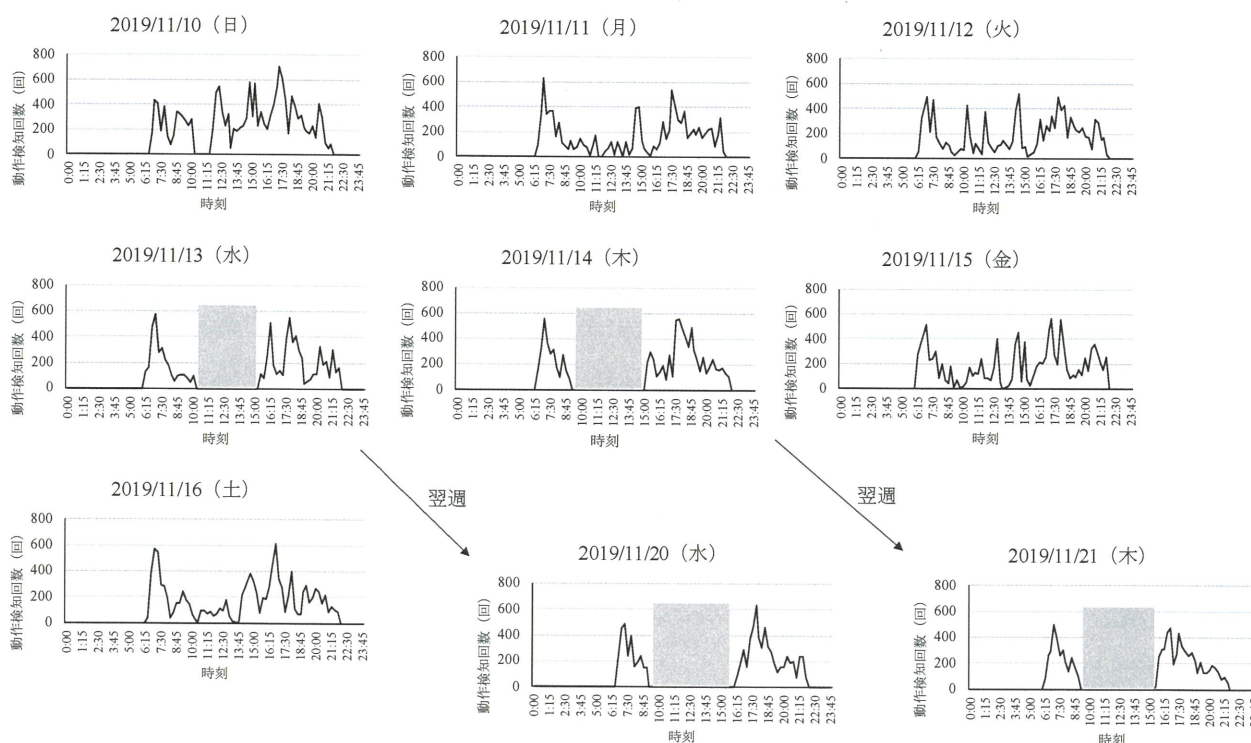


図5 利用者Cにおける1週間の日内動作検知回数の変化(例)

利用者Cは2週間に渡って特定の曜日(水曜日・木曜日)に、日中(概ね9時~14時)に動作が検知されない時間帯が存在した(各図中グレー塗りの部分)。

利用者 J・Kにおいても同様の時間帯が存在した。このように、各利用者において、外出などにより動作が検知されない時間帯が存在する。その理由については、買い物やデイケアなど利用者によって異なることは予想されるが、今回は言及しないものとする。

#### 4. 考察

##### 4.1. 動作検知回数からみた独居高齢者の特徴

以下、今回、事例とした利用者 A・C・J・K がすべて独居高齢者であるとして考察する。

まず本研究において、独居高齢者は、夏季に向かって活動性が低下し、冬季に向かって活動性が上がる傾向が特徴として明らかになった。この点について、James G ら (2001) は、高齢者 (70~82 歳) 25 名と若年者 (20~30 歳) 21 名の季節における活動性の傾向について、冬の特定の時間帯において、高齢者は血圧と身体活動のレベルが夏と比較して高かったと、本研究と同様の結果を示している [6]。一方、夏季と比較して冬季に高齢者の活動性が有意に低下するといった、本研究において得られた傾向とは異なる報告もなされている [7][8][9][10][11]。例えば、Charles E ら (2001) は、被験者の余暇時間における身体的活動性が 9 月から徐々に低下し、1 月・2 月 (冬季) に最低値を示すとしている [10]。Pivarnik M ら (2003) は、活動の持続時間は夏と比較して冬は有意に低い、活動の強度と頻度は季節によって違いがなかったとしている [11]。このように高齢者の活動性の傾向に相違がみられる要因について、山崎ら (2014) は調査対象者の「居住地域」の相違による影響があることを指摘している [7]。

なお、高齢者は、体温調節機能の衰えによって体温が上がりやすく、暑さを自覚しにくい傾向にあることも示されている (伊藤ら, 2020) [12]。つまり、室内において、高齢者自身が気づかぬうちに自宅で熱中症になるケースがある。気温の上昇により高齢者の活動性が低下することは自然なものとして受け止められるが、例えば、室内の温度が急激に上昇すると同時に利用者の動作検知回数が低下した場合、その利用者は室内において熱中症を発症している危険性が高いものと考えられる。

日内、週内、月内、年間に活動性の変化がみられるのが通常の状態であり、身体的・精神的に何らかの異状があれば、活動の頻度などの変化が失われ、低いレベルで一定になるものと考えている。例えば、図 2 などから、利用者 J の動作検知回数が全般に低調であり、かつ変化がそれほど見られなかった。図 4 では 11 月の中旬に急激に利用者 J の活動性が上がったものの、日々の動作検知回数から特に睡眠時間の不規則さがみられた。背景などの情報がないため、今回のセンサデータのみによる正確な異常検知は不可能であるが、他の利用者と異なる特徴が見られている点において、利用者 J は注意が必要な高齢者である可能性がある。

日内における動作検知回数の変化については、図 5 として利用者 C を例示したが、他の利用者 (J・K) についても同様に、日中に動作が検知できない時間帯があった。この「日中に動作が検知できない時間帯」については、今回言及できないが、定期的にデイケアに赴く、外出するなど、利用者個々に異なる理由によるものであろう。各利用者について属性情報などの追加情報やデータの入手が可能となれば、利用者における特徴的な活動頻度や活動周期と、利用者の現況や背景とを結びつけ、異常の検知や高齢者特有の活動を把握するこ



とにつながるものと考えている。

#### 4.2. 本研究の発展

本研究は、独居高齢者見守りシステムのセンサによる客観的なデータから、どの程度、高齢者の行動における特徴などを見出せるか、その可能性を探ることを目的として分析を試みた。本稿では、その結果として見出した、いくつかの独居高齢者の活動の特徴やパターンを事例として紹介したが、さらに年齢や性別、あるいは要介護度・基礎疾患・家族構成などの背景情報を加えることによって、動作頻度波形の分析や解釈にさらなる幅が生まれるものとする。そして今後、動作頻度波形などのセンサデータにおいて、正常なパターンと異常時のパターンなどの特徴を深層学習などにより抽出することができれば、本稿の冒頭に述べた脳卒中など重要な疾病・症状の兆候検知につながる可能性がある。

前項で述べた通り、通常時に適当に上下する波形が、認知症などの前駆状態になると変化のない状態に落ち着く可能性が高いとみている。今回はその一端を利用者に垣間見ることができたが、その仮説を実証するには至っていない。今後、この貴重な複数の高齢者の活動に関するセンサデータについて、温度・照度などの環境データとも組み合わせる、あるいは利用者横断的な分析も試みる。

#### 5. 結語

今回、独居高齢者見守りシステムにおけるセンサデータから、高齢者行動の特徴抽出を試みた。結果、事例として挙げた利用者4名の動作頻度波形から、高齢者の動作頻度（活動性）が季節によって変化すること、および行動に周期性がある可能性などを把握することができた。複数の利用者を比較するという見守りシステムの本来機能とは異なるアプローチから、行動性の低下など、気をつけて見守らなければならない利用者を見出すことができた。今後、深層学習など新たな手法を用い、当該センサデータのさらなる分析を試みる。

#### 謝辞

本研究は、株式会社アイトシステム様による無償のデータ提供により実施することができました。さらにセンサデータの構造、センサ機器の写真など、見守りシステムの詳細について貴重な情報をご提供いただきました。心より感謝申し上げます。

#### 参考・引用文献

- [1] 2020（令和2）年国勢調査，人口等基本集計（主な内容：男女・年齢・配偶関係、世帯の構成、住居の状態、父子・母子世帯、国籍など）より
- [2] 2015（平成27）年国勢調査，人口等基本集計（男女・年齢・配偶関係，世帯の構成，住居の状態など）全国結果より
- [3] 2010（平成22）年国勢調査，人口等基本集計（男女・年齢・配偶関係，世帯の構成，住居の状態など）全国結果より
- [4] 三菱UFJリサーチ&コンサルティング（平成28年度老人保健事業推進費等補助金老人保健健康増進等事業）．"平成28年度老人保健事業推進費等補助金地域包括ケア研究会報告書-2040年に向けた挑戦-". 老人保健健康増進等事業. 2017-03.



- [https://www.murc.jp/sp/1509/houkatsu/houkatsu\\_01/h28\\_01.pdf](https://www.murc.jp/sp/1509/houkatsu/houkatsu_01/h28_01.pdf), (アクセス日: 2022-08-10), p.7-12.
- [5] 小池高史・野中久美子・渡邊麗子・深谷太郎・藤原佳典(2012)「高齢者見守りセンサーに関する研究の現状と課題」『老年社会科学』, 34(3), pp.412-419.
- [6] James Goodwin・Vaughan R. Pearce・Rod S. Taylor・Ken L. Q. Read (2001)  
「Seasonal cold and circadian changes in blood pressure and physical activity in young and elderly people」『Age Ageing』, 30(4), pp.311-317.
- [7] 山崎雅也・小堺武士・田中渉(2015)「地域在住高齢者における活動量の季節性変化について」『理学療法学 Supplement』, 2014(0), p.0775.
- [8] 池川茂樹・上野光博・丸山幸恵・直原幹(2015)「身体活動量の季節変動が生活習慣病関連因子に及ぼす影響」『上越教育大学研究紀要』, 34, pp.227-233.
- [9] 飯田智恵(2011)「豪雪地域における高齢者の身体活動量の季節変動」『北関東医学』, 61(3), pp.395-403.
- [10] Charles E. Matthews・Patty S. Freedson・James R. Hebert・Edward J. Stanek, III・Philip A. Merriam・Milagros C. Rosal・Cara B. Ebbeling・Ira S. Ockene (2001)  
「Seasonal Variation in Household, Occupational, and Leisure Time Physical Activity: Longitudinal Analyses from the Seasonal Variation of Blood Cholesterol Study.」  
『American Journal of Epidemiology』, 153(2), pp.172-183.
- [11] Pivarnik, James M・Reeves, Mathew J, Rafferty, Ann P (2003)「Seasonal Variation in Adult Leisure-Time Physical Activity」『Medicine & Science in Sports & Exercise』, 35(6), pp.1004-1008.
- [12] 伊藤瑞基・山口佳樹(2020)「FPGAによる熱中症の実時間予測」『情報処理学会第82回大会講演論文集』, 2020(1), pp.125-126.
- [13] 森武俊・向後麻亜子(2017)「宅内見守りセンサによる高齢者フレイル検知の試み」『看護理工学会誌』, 4(1), pp.2-14.
- [14] 阿部賢吾・松村吉浩・西山高史・中島博文・南雲亮佑・笹部孝司(2018)「軽度な認知機能低下を示す高齢者の早期検知」『Panasonic Technical Journal』, 64(2), pp.48-53.

(ほし まさたけ 福知山公立大学 地域経営学部)

(たちもり ゆたか 医療法人神甲会 隈病院)

## Assessing Activity Characteristics of Elderly People Living Alone Using Monitoring System Sensor Data

Masatake Hoshi  
Yutaka Tachimori

**Purpose:** An increasing number of elderly people live alone in Japan. Elderly people living alone must confront varied risks; it is thus important to detect and reduce such hazards. In this study, we investigated the features of a monitoring system for elderly people who live alone that can help identify signs of diseases such as stroke and dementia.

**Methods:** We received data from the monitoring system company on the frequency of reactions from preinstalled motion detection sensors. Subsequently, we analyzed the motion detection frequency of the sensor in a time series of days, weeks, months, seasons, and years to explore the characteristics of the activities performed by elderly people who live alone.

**Results:** A significant difference was found in the mean of the monthly analysis of motion detection frequencies between four users. A seasonal analysis revealed that the average activity frequency was lowest in the summer and tended to increase from the autumn to the winter and spring.

**Considerations:** Future studies should attempt to extract features such as abnormality patterns using deep learning methods based on sensor data. Such endeavors will allow scholars to detect signs of important diseases and symptoms such as stroke in elderly people living alone.

**Keywords :** Elderly People Living Alone, Monitoring System, Motion Detection Sensor, Activity, Seasonality

---

