

## 独居老人の行動パターン解析

太田 茂 田中昌昭 藤原佳代

川崎医療福祉大学 医療技術学部 医療情報学科

(平成7年10月18日受理)

### Pattern Analysis of Daily Movement of Aged People Living Alone

Shigeru OHTA, Masaaki TANAKA and Kayo FUJIWARA

*Department of Medical Informatics  
Faculty of Medical Professions  
Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-01, Japan  
(Accepted Oct. 18, 1995)*

**Key words :** aging society, aged people, living alone, pattern analysis

#### 1. はじめに

我が国は世界一の長寿国で、かつ、出生率も極めて低いため、21世紀初頭には、世界に例を見ない超高齢国家になる<sup>1)</sup>ことが確実視されている。現時点で介護を要する高齢者は5%程度<sup>2)</sup>に過ぎないが、お年寄りだけで暮らしている場合は万一の場合に対する不安が大きいと思われる。そうした不安を和らげるために、多くの市町村が緊急通報システムを導入している。システムの形態は、ペンダント形の無線発信器の送信ボタンを緊急時に押す方式が一般的である。しかし、ハードウェアは用意しても応需体制の整備までは手が回らず、頻繁なコールを避けるため、命に関わるときだけ使うようにと注意した上で渡している市町村が多い。そのため、うっかり触って周りの人に迷惑をかけることのないようペンダントを神棚に供えたり、戸棚にしまいこんでいる利用者側もあるぐらいで、このシステ

ムは日本では充分機能しているとは言い難い。

しかし、北欧では、トイレに行きたいとか話し相手が欲しい場合にも利用され、呼出しに応じたヘルパー達は迷惑がるところか、世間話をしながら、それとなく本人の健康状態を確認して帰る<sup>3)</sup>という。

ただし、このシステムは、本人の積極的な操作が必要なため、本人が急に倒れた場合には対応できない。これは本来、どんな場合にも対応できなければならない緊急通報システムとしては問題である。

理想的な緊急通報システムとは、万一の場合に備えた高い信頼性を持ち、かつ、面倒な操作が不要で日常生活に支障をきたさないもの、例えていえば、空気のようなシステムが望ましい。こうした観点から、我々は、一人暮らしのお年寄りの家に人の動きを検知するセンサを取付け、本人の行動を何ら拘束すること無く、その状況を計測し健康状態を推測するシステムを構築し

たので、この実験結果を報告する。

## 2. 計測方法

我々は82歳の元気な一人暮らしの女性の協力を得て、家屋に人の動きを検知するセンサを配置し、約1年間計測した。今回の計測に用いたセンサは、反射型と透過型の光センサである。いずれも発光部が発した光を受光部で受けることで、光路上の物体の有無を検知するが、反射型は両者が一体となっており、透過型は分離している。

センサの設置にあたっては、被検者の生活に不便を与えず安全であることは当然として、家屋や家具を傷付けることなく、しかも、正確な計測ができることが望ましい。この原則は、洋室では比較的簡単に守れるが、襖や障子を用いる和室では大変難しい。例えば、ほぼ一定幅のドアのノブを握って開閉する場合と襖や障子を開閉する場合とでは、通過範囲が全く違う。勿論、和室でも、片方の柱に発光部、反対側の柱に受光部を取り付ければ、敷居の何処を通過しても検知することができるが、センサを柱の外側に張り出させると、美観を損ねるだけでなく、怪我の原因になるし、光軸がずれて動作しなくなる可能性も大きい。しかし、柱に穴を開けて埋め込む工法は、取り外し後が見苦しいし、柱の強度を弱め地震の際の安全性を低下させる危険性がある。

上記の点を勘案し、襖や障子による間仕切り部分については、反射型光センサを鴨居に取り付けることにした。この工法でも、鴨居上部に傷が付くが、あまり目立たないということで被

験者の了解を得た。

人が光センサの領域に入ると、受光部の光量に変化する。この変化をイベントと称し、イベントの開始/終了をセンサの ON/OFF と定義する。本実験では、被験者が日常利用する主な通路10箇所とトイレおよび浴室内に計26個のセンサを設置し、センサ番号と1/1000秒単位で計測した検知時刻（年月日時分秒）をイベント情報として、宅内に設置した制御用パソコンで記録する。センサを主な部屋の両側に設置したので、対峙する二つのセンサの検知時刻の差から移動方向や、おおよその歩行速度を求めることができる。なお、鴨居上部に取り付けた反射型センサは、検知洩れや二重カウントなどの誤作動が多く、一部の通路には透過型センサを追加して併用した。

## 3. 解析方法

後述する理由から、今回は、総移動量や歩行速度およびトイレおよび浴室の利用時間の利用は断念し、一部のセンサの検知回数の時間的変動のみ解析することにした。実際には、最も通過頻度の高い寝室一台所間のセンサ群で検知したデータを利用した。この通路には、当初2個の反射型光センサを設置していたが、通過する際の姿勢による誤作動が起きることが判明したので、透過型光センサ1個を追加し、計3個の出力の論理積を用いて信頼性を高めた。図1にこのセンサの1日分の検知回数度数分布の一例を示す。図の縦軸はセンサー回数、横軸は時間帯を示している。

また、1週間（9/1-7, 8-14, 15-21, 22-28）

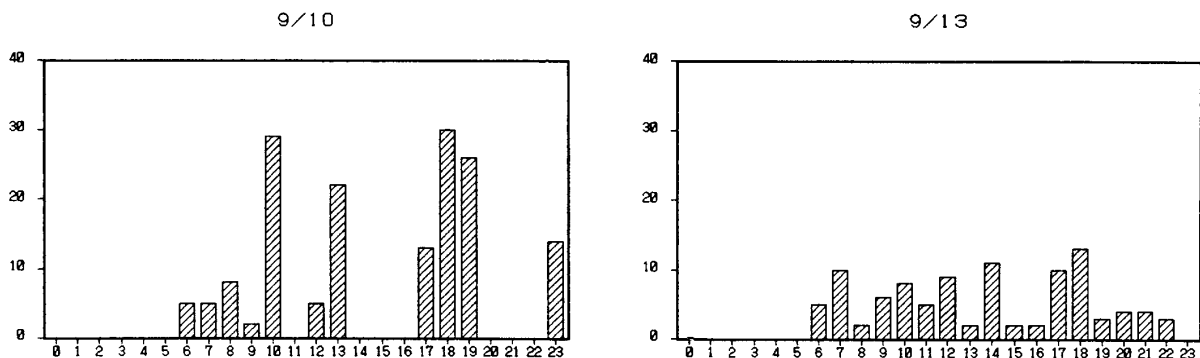


図1 1日分のセンサ検知回数

および4週間分(9/1-28)の平均度数分布を図2に示す。

日々の計測値と長期間平均値の形状類似度の指標としては、両者の同一時間帯の数値の差を自乗して24時間分加算したノルムと呼ばれる指標を採用した。ただし、ノルムは両者の差のバラツキを示す尺度ではあるが、その値は目視によるヒストグラムの形状比較結果とは必ずしも一致せず、これだけで形状の類似度を判定することはできない。そこで、個々の時間帯毎の検知回数の差の最大値(以下、最大差という)も加味して類似度を評価することにした。

#### 4. 解析結果

日々の計測値と長期(9/1-7, 8-14, 15-21, 22-28, 9/1-28)の平均値の形状類似度を、目視法で比較判定し、かつ、その場合のノルムおよび最大差を計算で求めた。その一例を表1に示す。

実験結果から、以下の事実が明らかになった。  
 ①長期平均値は、あるパターンに収斂する。  
 ②長期平均値と各期間の計測値との差が、ノルム値<5.00かつ最大差<10.0の範囲内であれば、両者の行動パターンはほぼ似ていると判断できる。  
 ③週単位の平均パターンは、必ずしも相互に似ては

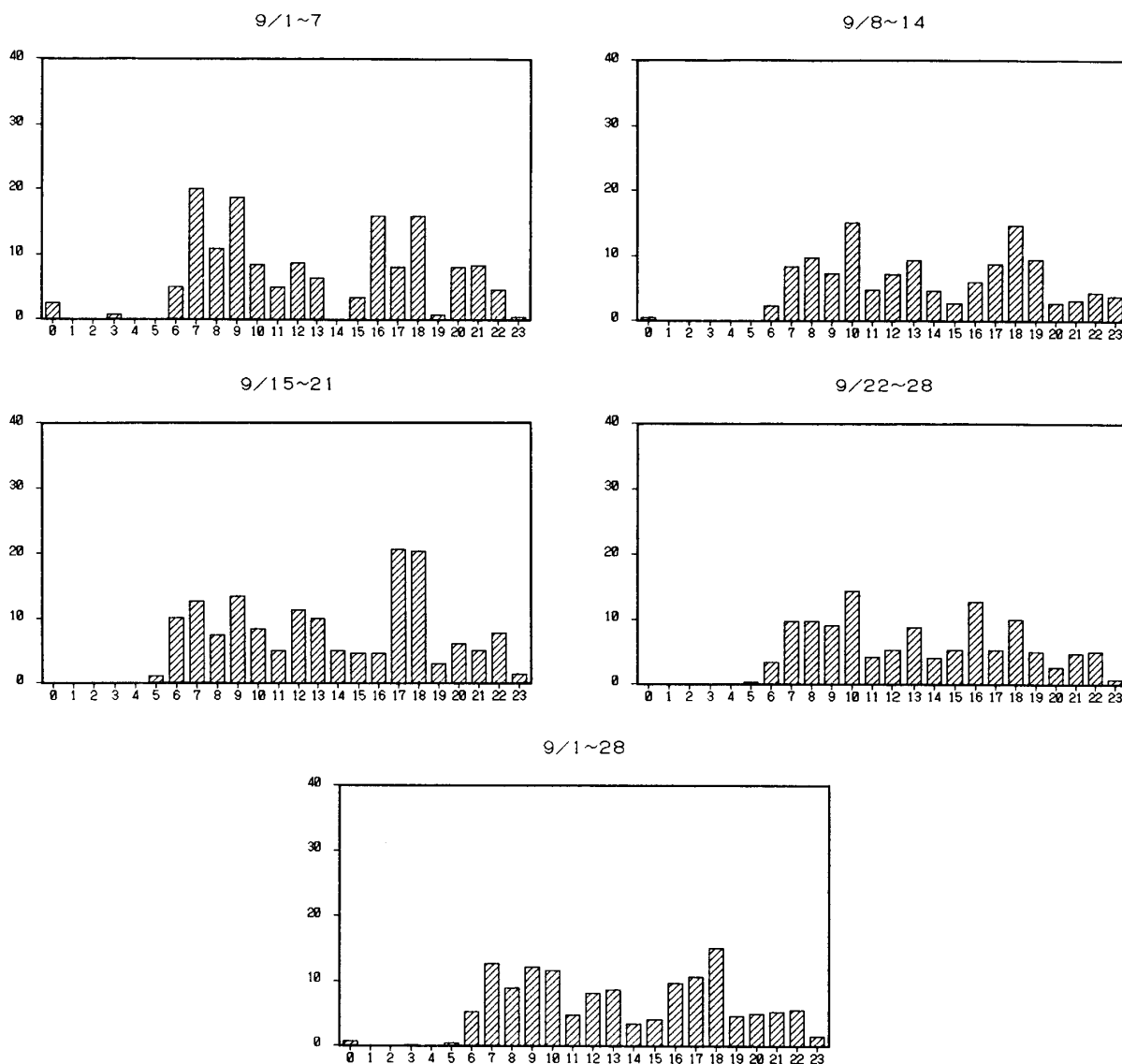


図2 長期間平均センサ検知回数

表1 ヒストグラム比較結果

比較期間	形状	ノルム	最大差
9/10と9/8-14	似ていない	6.96	16.6
9/13と9/8-14	似ている	3.28	7.7
9/8-14と9/1-7	似ていない	5.06	11.7
9/8-14と9/22-28	似ている	2.31	7.0
9/10と9/1-28	似ていない	8.48	21.5
9/13と9/1-28	似ている	3.47	7.7
9/8-14と9/1-28	似ている	2.31	4.3
9/15-21と9/1-28	似ていない	3.01	10.1

いない。つまり、パターンを安定させるためには、1週間以上の計測が必要である。しかし、長すぎると季節変動が消滅するので、1か月程度が妥当と思われる。

ここで、②の条件が成立する期間を平常状態と定義する。この定義から、平常状態でない場合は、普段とは異なる行動パターンを示す日や期間を指すことになるが、これが直ちに病気や事故などの異常事態を意味するわけではない。平常状態ではない原因を特定するためには、被験者宅を訪問したり電話をかけたりにして確認する人的バックアップ手段が不可欠である。

## 5. 考 察

被験者の歩行軌跡を正確かつ洩れなく把握できれば、歩行距離が求まり、運動量の推定精度が高くなる。しかし、独居老人宅といえども、近所の人や家族が出入りするため、個人識別情報発信装置を常時携帯しない限り、被験者だけを選択的に検知することは難しい。また、今回のセンサでは、被験者の体の向きや衣服の色・形状によって、計測結果が左右され、誤差が生ずるため、正確な歩行速度は求められなかった。更に、当初、期待したトイレと浴室の利用時間についても、在室中、ON/OFFを繰り返すチャタリングが頻発し、この雑音が、時間的積分や出入口に設置したセンサ出力との論理積を用いる等の方法では除去しきれなかった。こうしたセンサの選定ミスや設置上の制約から、高い計測精度が求められる歩行距離と歩行速度および

風呂・トイレの在室時間を用いる解析は断念し、今回は、センサ検知回数 of 時間的変動のみ統計的に解析した。

仮に、測定誤差が無視できたとしても、人間の行動パターンは多様で、平常状態か否かだけで、被験者の健康状態を推定することは容易ではない。しかし、旅行などの特別の場合を除いて、一日中センサが反応しない状態は一般的には問題であるから、このような場合、システムの関係者は、被験者の状態を何らかの方法で確認する必要がある。逆に、本人は元気でも、平常状態ではない状況もありうる。例えば、センサ検知回数は、長時間外出すれば減少し、来客があれば増大する。どちらの場合も、普段の生活パターンとは異なるので、平常状態ではないという判定は正しいが、健康状態に問題があるわけではない。このように、行動状況だけから健康状態を推測することには当然限界があるが、全く何の手掛かりも無い状態より前進したと考えることもできる。健康度の指標として使えそうな心拍や血圧・体温などのバイタルサインにしても測定上の制約や測定誤差などの問題は多い。本計測法は無意識かつ無拘束で計測できる点に特徴があり、単独利用あるいは既存の緊急通報手段と併用する価値は十分あると思われる。

今回の解析では、毎日の行動パターンを比較するための時間帯を固定しているが、夜遅くまで起きていた翌日は寝坊して、朝食や昼食の時間が遅れることは誰にでも起り得る。従って、時間帯をシフトしながら比較する位相差処理や、心電図の自動解析に用いられる波形の特徴抽出等の手法を導入すれば、行動パターンの類似度判定の精度を高めることが可能と思われる。また、本来、極めて正確な透過型光センサを、日本家屋の制約面から避け、反射型光センサを多用したことが誤動作の原因となったことから、今後は赤外線センサ利用を中心に検討する。これに伴い移動方向や歩行速度の計測は断念する。また、現在の判定方法では、平常状態か否かの判定に1日分の計測データが必要であるが、これを短縮することは今後の重要な課題である。さらに、トイレや浴室の正確な在室時間計測、気温や湿度などの天候に関する情報の計測と統計

的利用などにも取り組むつもりである。

## 6. おわりに

本システムは、特別な操作を必要とせず無意識のうちに計測できるという大きな特徴を持っているが、バイタルサイン等の生体情報を直接計測しているわけではないので、健康度の判定には難しい面がある。その点、緊急通報用ペンダントは、本人が意識的に押す訳であるから、ある意味では確実である。そこで、本システムを、既存の緊急通報システムの補完的手段、つまり、本人が押せない場合をカバーする方法と考え、両者を併用すれば、理想的なシステムが構築できる。

高齢者が安心して暮らせる社会を実現するためには、高齢化社会における様々な問題を、個人の責任で対応するのではなく、社会全体で受け止める必要がある。そのためには、孤独感を減らすための電話相談窓口の設置や、頻繁に高齢者宅を訪問する体制作り等が必要である。本システムは、このような高齢者支援体制を整備し、住み良い高齢化社会を実現するための方法として大きな役割を果たすものと期待している。

最後に、本研究に協力して頂いた妹尾文女さんと(株)コアテックと(株)アラタの関係者および岸本俊夫、流王雄太、川上陽子、大上美香の各位に深く感謝する。

## 文 献

- 1) 厚生省大臣官房老人保健福祉部 (1992) 高齢社会, 厚生省, 老人保健福祉事典, 初版, 中央法規出版株式会社, 東京, pp105-105.
- 2) 一番ヶ瀬康子他 (1988) 老人ケア政策の体系, 一番ヶ瀬康子他編, 高齢化社会と介護福祉, 初版, ミネルヴァ書房, 京都, pp 3-3.
- 3) 大熊由紀子 (1990) 魔法のランプをこすったときのように, 「寝たきり老人」のいる国いない国, 初版, (株)ぶどう社, 東京, pp35-35.