

(居間)の天井と居室内トイレの天井の2か所に設置されている。

センサーデータと介護記録の照合に関しては、2012年12月～2013年2月の3ヶ月分のデータを用いて行った。

センサーデータは、立山システム研究所が運営する「たてやま24sネット」のweb画面(月間表示)と、csv形式の生データを解析プログラムによって加工したものを用いた。

介護記録は、主に特記事項(普段とは異なる様子が見られた場合に記録)と血圧・体温の記録を用いた。特記事項は、その内容ごとに身体的・精神的な特記事項(健康障害)に分類した。血圧は、各対象者の3ヶ月間での平均血圧(収縮期・拡張期)から、10%以上高い場合を健康状態悪化の基準とした。体温は、37℃以上を健康状態悪化の基準とした。

なお、本研究の実施にあたっては、当研究所の倫理委員会の承認を得た。

C. 結果

1. 対象者の基本属性

対象者の基本属性を表1にまとめて示した。対象者は2名とも女性であった。対象者A(以下、A)は、94歳で「要介護2」の認定を受けており、通所介護(デイサービス)を週4回利用している。認知症の症状・行動としては、季節や場所の見当識障害、短期記憶障害による物忘れ、同じ話の繰り返し等がある。他方、対象者B(以下、B)は、80歳で「要介護3」、通所介護(デイサービス)は週4回利用している。認知症の症状・行動としては、同じ話の繰り返しや周囲への無関心、感情の不安定等がある。

また、2名の対象者とも認知症の症状・行動だけでなく、移動の際に見守りが必要であるため、ケアスタッフの目が比較的届きやすい(事務所から近い)居室で生活をしている。

表1 対象者の基本属性

	性別	年齢 (2012/11/30時点)	要介護度	通所介護	認知症の症状・行動
A	女性	94歳	要介護2	4回/週 (月・火・木・土)	見当識障害(季節・場所)、短期記憶障害、同じ話等
B	女性	80歳	要介護3	4回/週 (月・水・金・土)	同じ話、周囲に無関心、感情不安定等

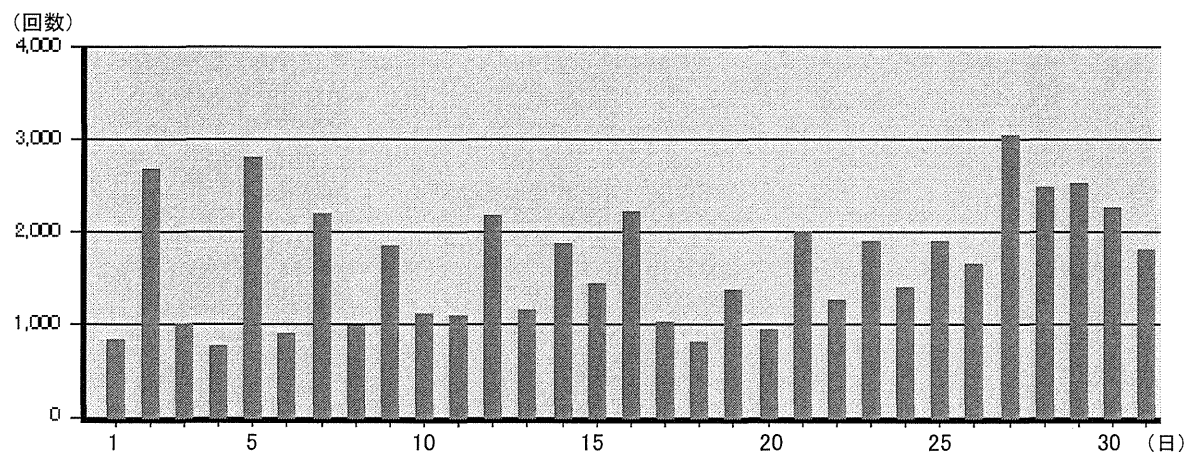
2. センサー検知回数(居室とトイレの合計)の推移

センサーデータと介護記録の照合に先立ち、1日あたりのセンサー検知回数(活動量)の3ヶ月の推移を、図1(A)と図2(B)に示した。図は、「たてやま24sネット」の月間表示画面を加工して作成した。

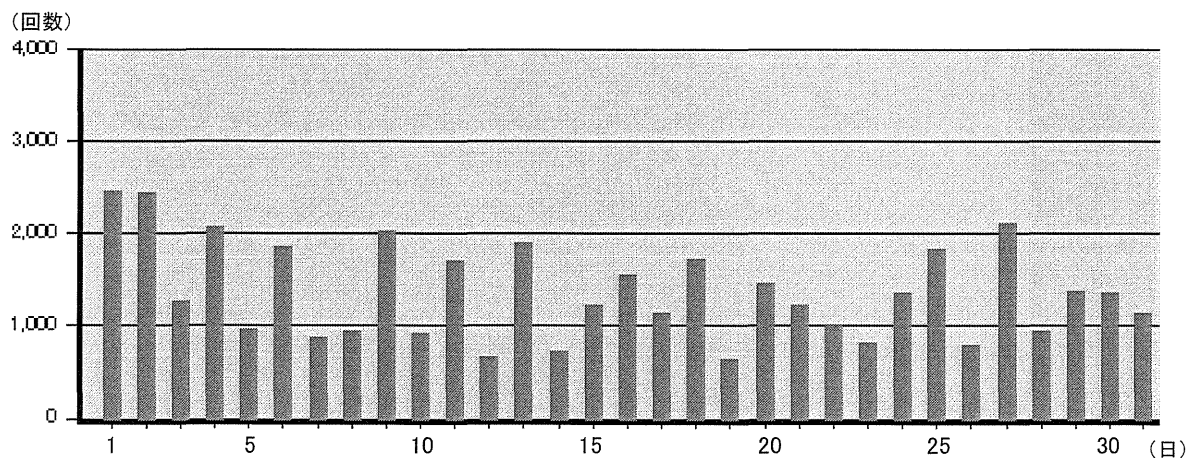
推移を観察した結果、どちらの対象者につ

いても、同様の傾向が表れていた。まず、デイサービス利用日(A:12/1,3,4等、B:12/1,3,5等)の検知回数は少なく、終日施設内にいる日(A:12/2,5,7等、B:12/2,4,6等)は検知回数が多いという結果であった。また、どちらの対象者も3ヶ月間で顕著な検知回数の減少または増加は認められなかった。

【2012年12月】



【2013年1月】



【2013年2月】

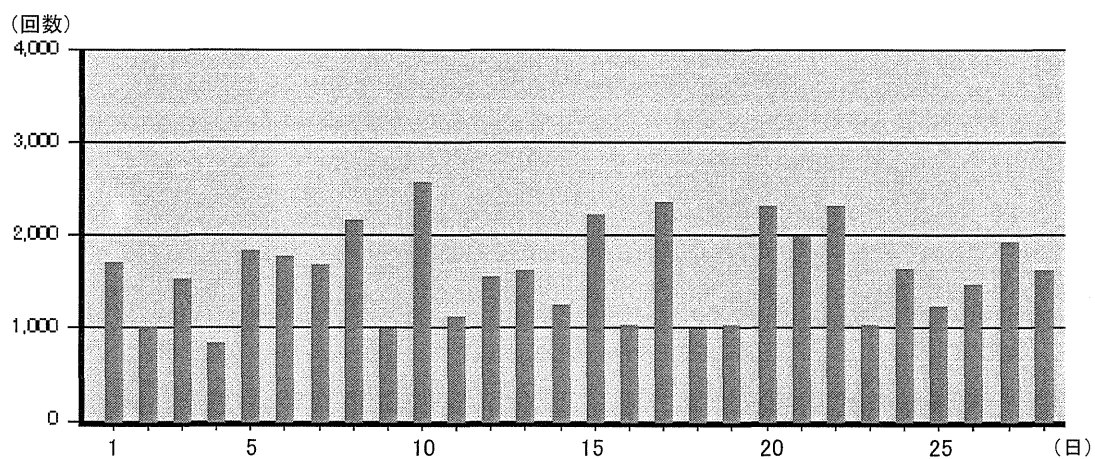
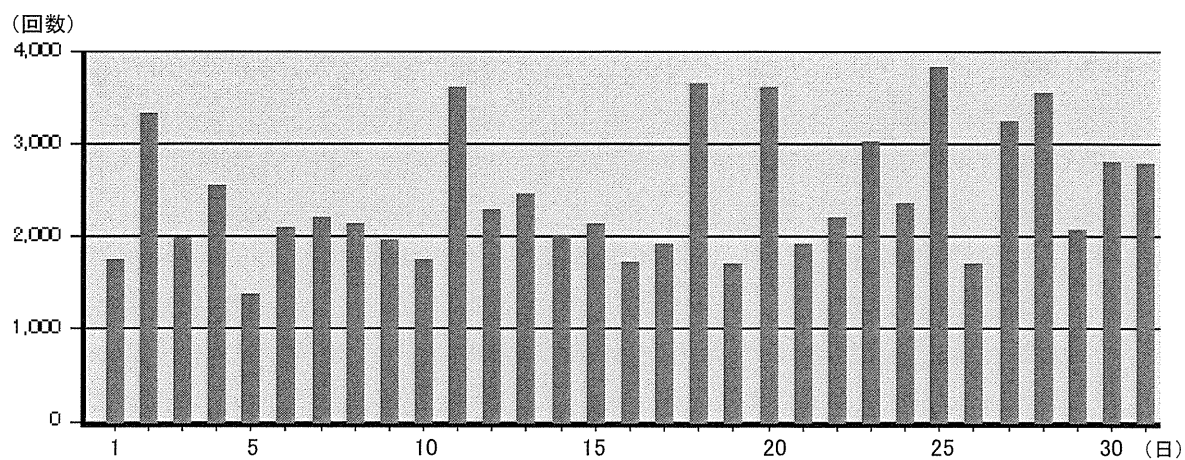
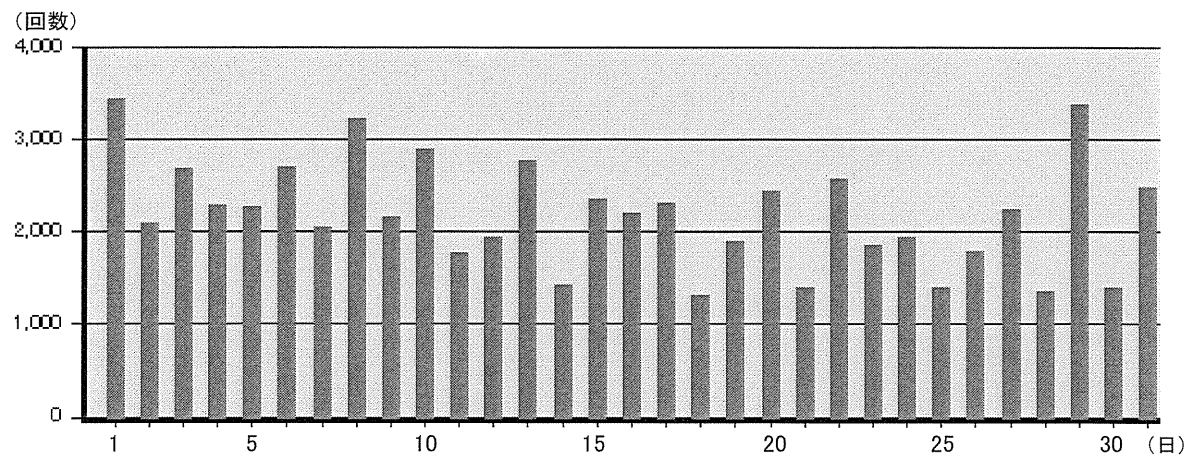


図1 1日あたりのセンサー検知回数（活動量）の推移（対象者A）

【2012年12月】



【2013年1月】



【2013年2月】

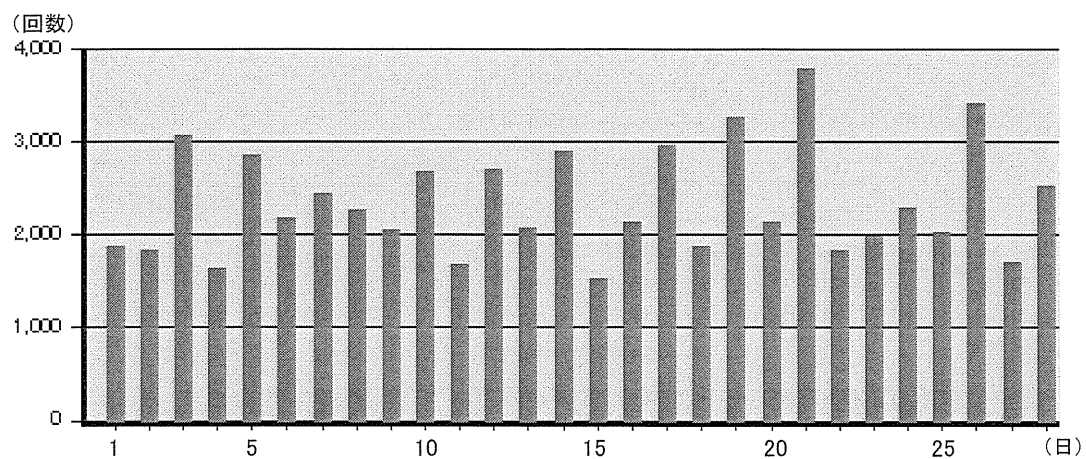


図2 1日あたりのセンサー検知回数（活動量）の推移（対象者B）

3. 健康状態の悪化時におけるセンサーデータの状況

健康状態を把握する各項目の記録から、健康状態悪化時における、居間での検知回数（活動量）とトイレ回数（解析プログラムより算出）の平均値を表2に示した。先の結果から、デイサービスの有無によって、センサーの検知回数に大きな差がみられたため、表中ではデイサービスがある場合とない場合に分けて記述した。また、1ヶ月ごとのセンサーデータの状況も図3～図6に示した。

どちらの対象者においても、体温が37℃以上でデイサービスがないときに、日中のトイ

レ回数が少ない傾向にあった。また、身体的健康に関する特記事項（A：咳・発熱，B：胃のムカつき・ムセる等）があった日は、日中の居間での検知回数およびトイレ回数（Bのみ）が顕著に増加していた。しかしながら、夜間の検知回数は、平均値付近もしくは平均値を下回っていた。精神的健康に関する特記事項（怒る・大声・泣く）はBのみに記載があり、夜間の居間での検知回数が平均よりも3割ほど多くなっていた。

他方、血圧に関しては、対象者によって結果が異なっており、一貫した結果は認められなかった。

表2 健康状態悪化時における居間での検知回数（活動量）とトイレ回数

		対象者A					
		全体平均	血圧 ¹⁾ (収縮期)	血圧 ²⁾ (拡張期)	体温 ³⁾	特記事項 (身体的 ⁴⁾)	特記事項 (精神的 ⁵⁾)
居間	日中(デイ有)	798.8	840.5	828.0	875.5	942.0	—
	日中(デイ無)	1436.3	1227.0	1126.3	1277.2	—	—
	夜間	201.4	183.0	197.7	229.0	263.5	—
トイレ	日中(デイ有)	8.7	8.6	9.8	8.0	9.0	—
	日中(デイ無)	16.0	19.2	16.5	13.4	—	—
	夜間	7.0	7.2	6.7	6.9	5.0	—

¹⁾185mmHg以上(平均=168mmHg):10日 ²⁾114mmHg以上(平均=104mmHg):19日 ³⁾37℃以上(平均=36.6℃):7日

⁴⁾咳・発熱:2日

		対象者B					
		全体平均	血圧 ¹⁾ (収縮期)	血圧 ²⁾ (拡張期)	体温 ³⁾	特記事項 (身体的 ⁴⁾)	特記事項 (精神的 ⁵⁾)
居間	日中(デイ有)	1073.3	1115.8	986.0	1177.5	—	1290.0
	日中(デイ無)	1785.7	1794.3	2061.2	1346.0	2499.0	1723.5
	夜間	538.1	561.9	563.7	482.5	358.0	738.0
トイレ	日中(デイ有)	22.3	23.1	20.5	22.5	—	22.0
	日中(デイ無)	36.0	38.3	44.3	28.0	63.0	35.5
	夜間	9.6	9.8	9.9	6.5	7.0	11.0

¹⁾150mmHg以上(平均=137mmHg):15日 ²⁾83mmHg以上(平均=75mmHg):10日 ³⁾37℃以上(平均=36.3℃):4日

⁴⁾胃のムカつき・ムセる・頭がフラフラ(風邪・胃腸炎との診断):1日 ⁵⁾怒る・大声・居室の鍵閉め・泣く:3日

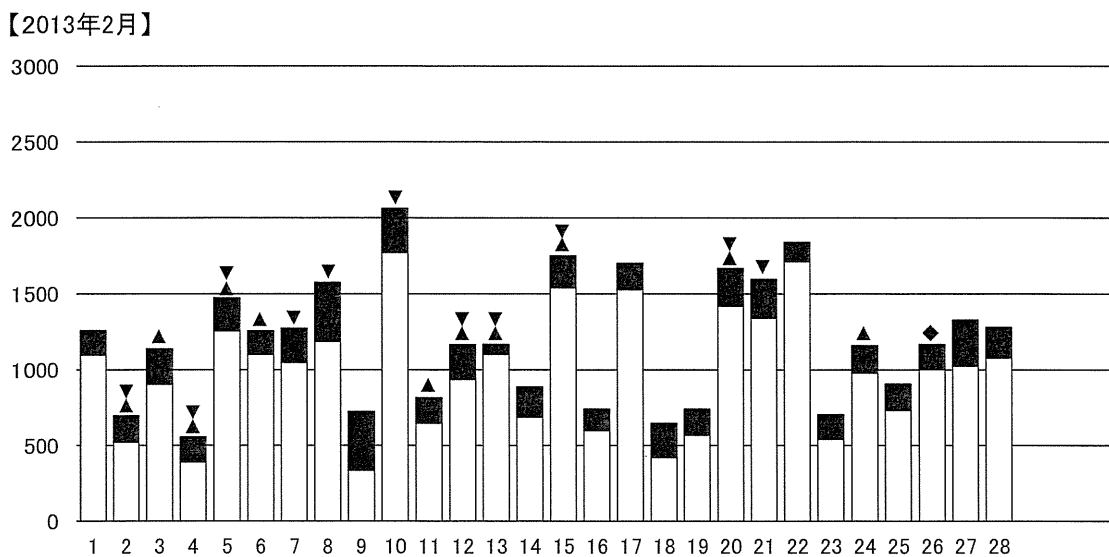
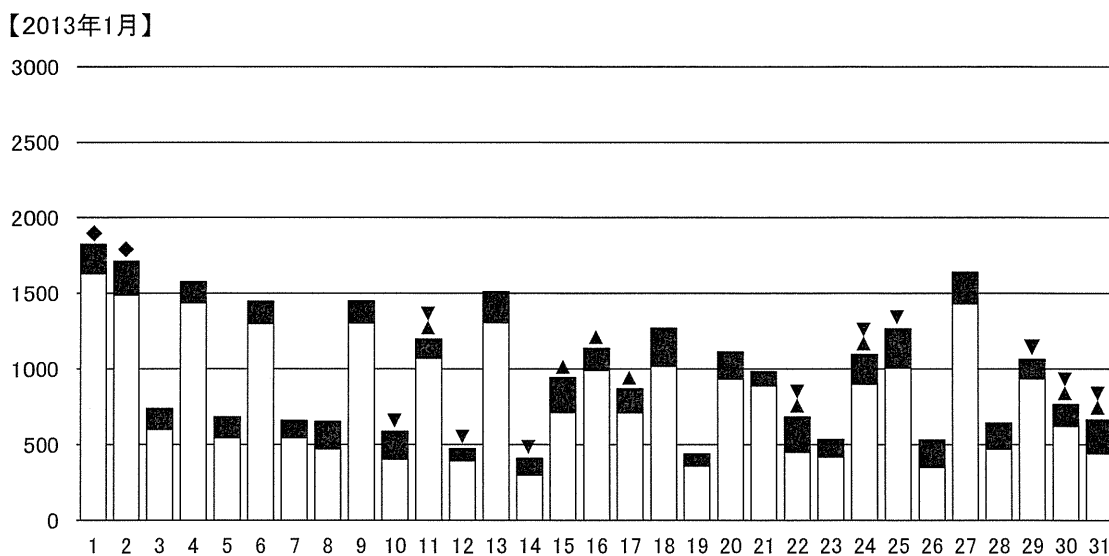
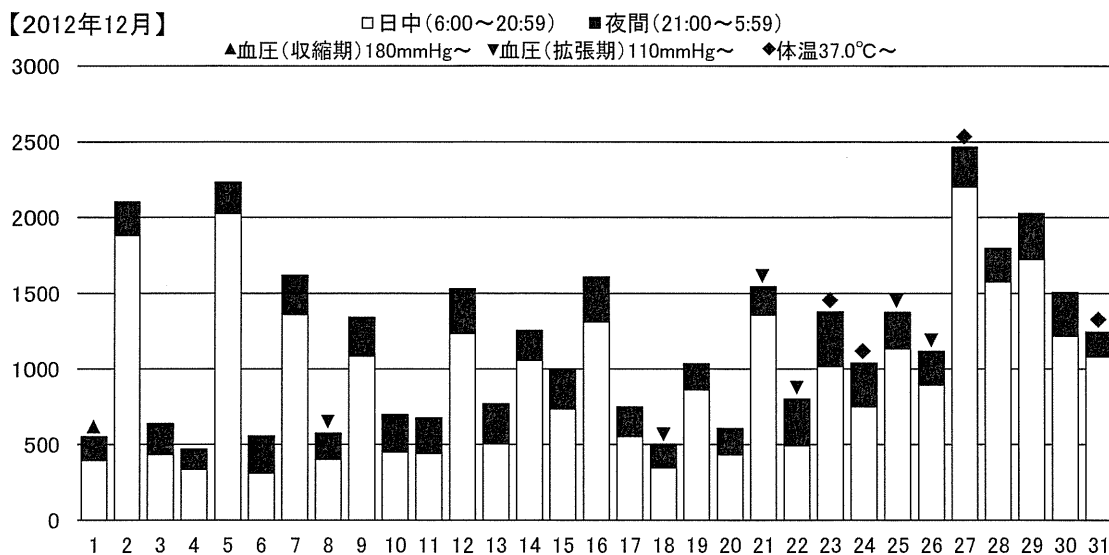


図3 居間での検知回数(活動量)と健康状態の推移(対象者A)

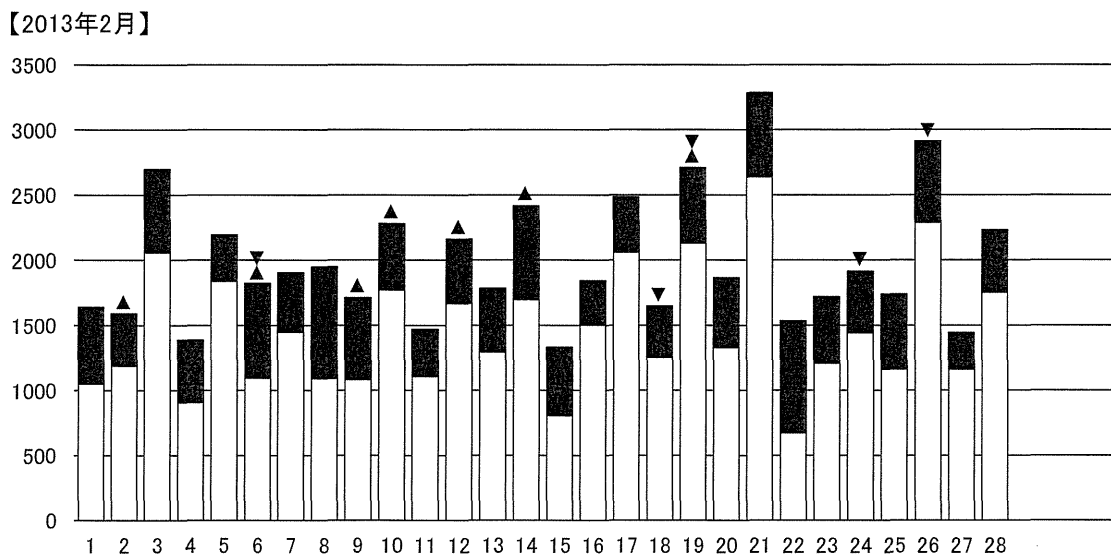
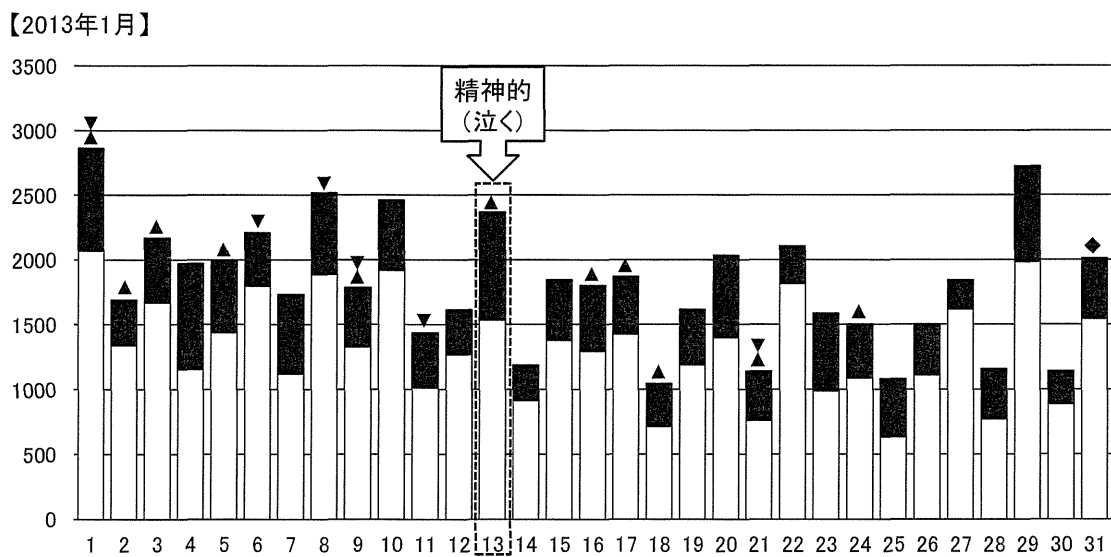
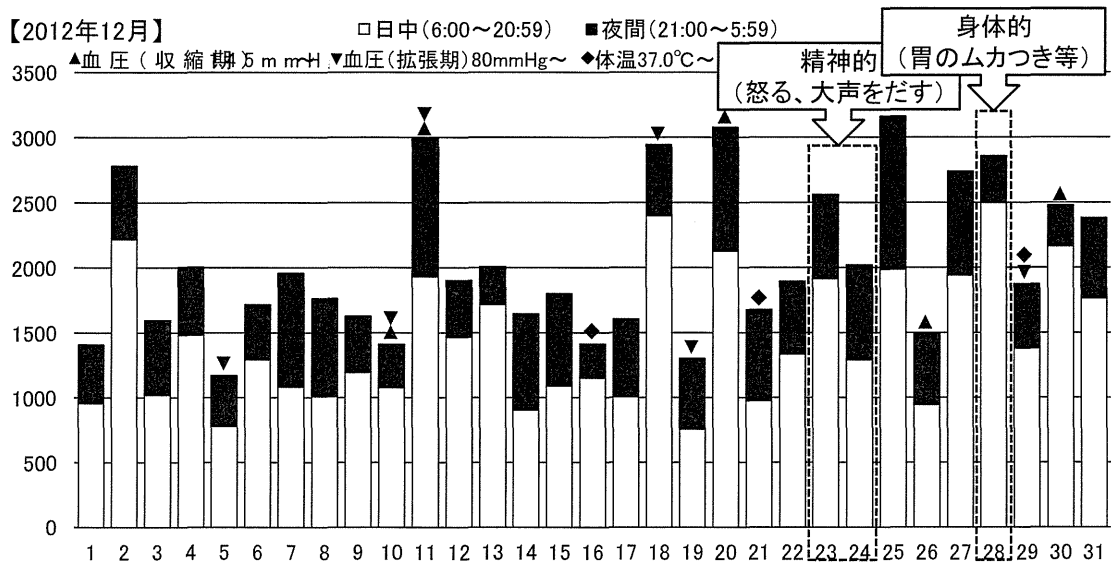
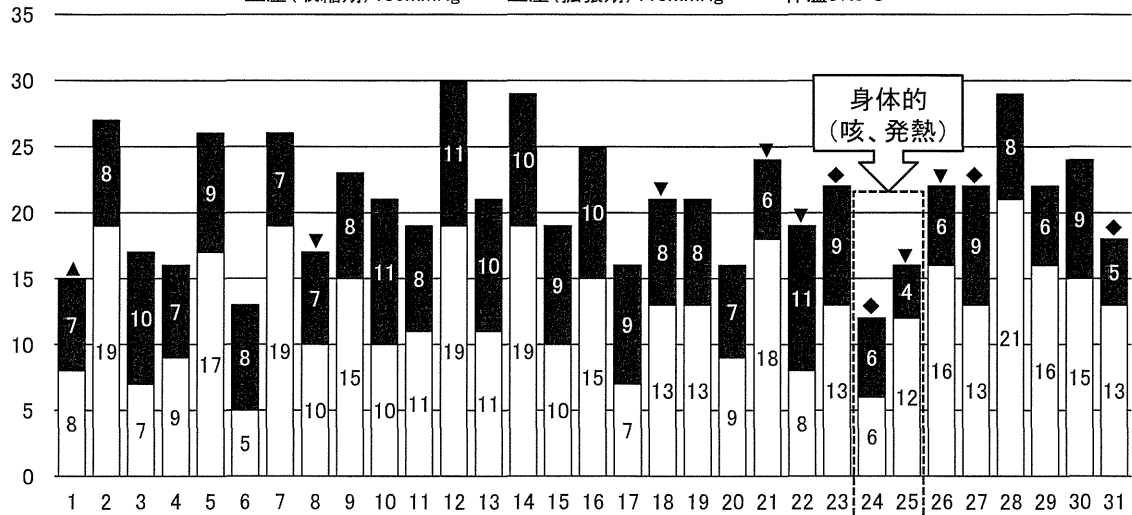


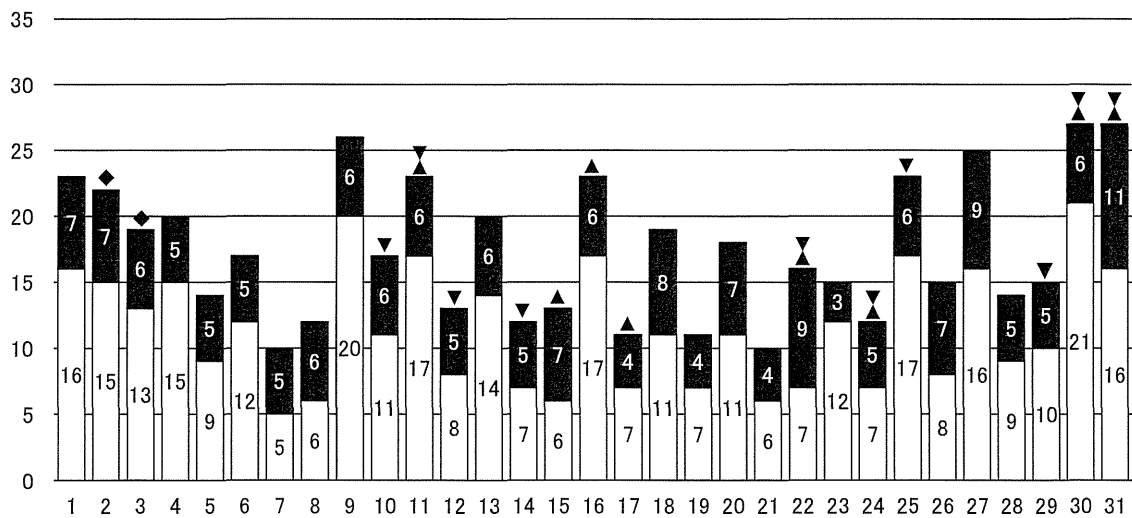
図4 居間での検知回数(活動量)と健康状態の推移(対象者B)

【2012年12月】

□日中(6:00~20:59) ■夜間(21:00~5:59)
 ▲血圧(収縮期)180mmHg~ ▼血圧(拡張期)110mmHg~ ◆体温37.0℃~



【2013年1月】



【2013年2月】

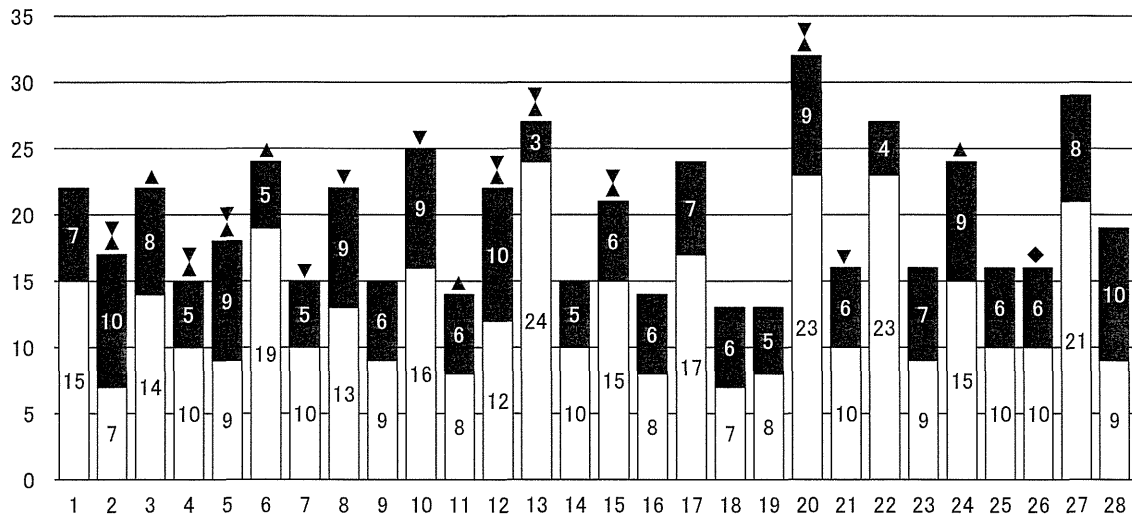


図5 トイレ回数と健康状態の推移(対象者A)

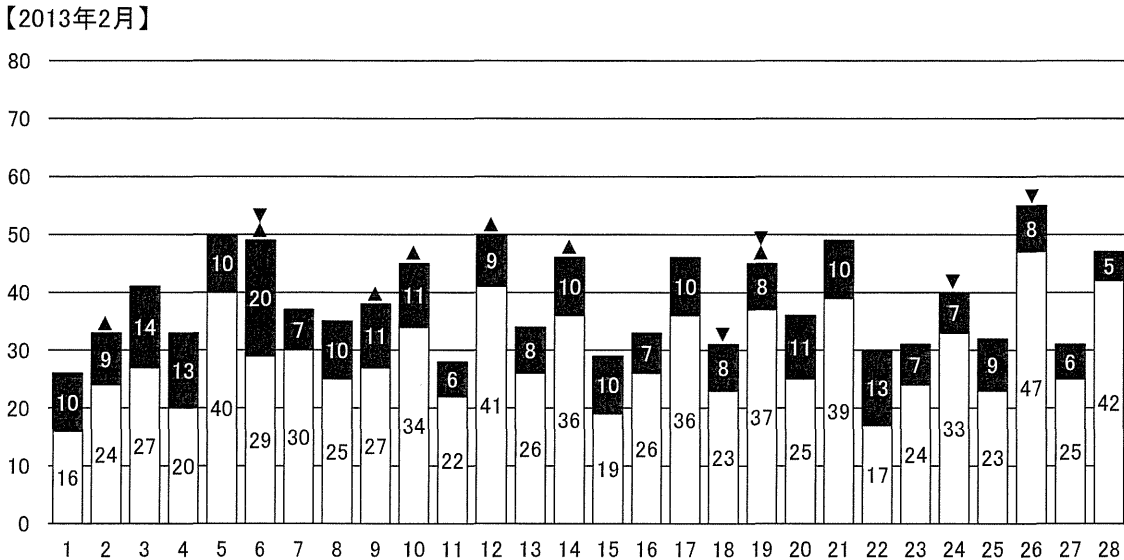
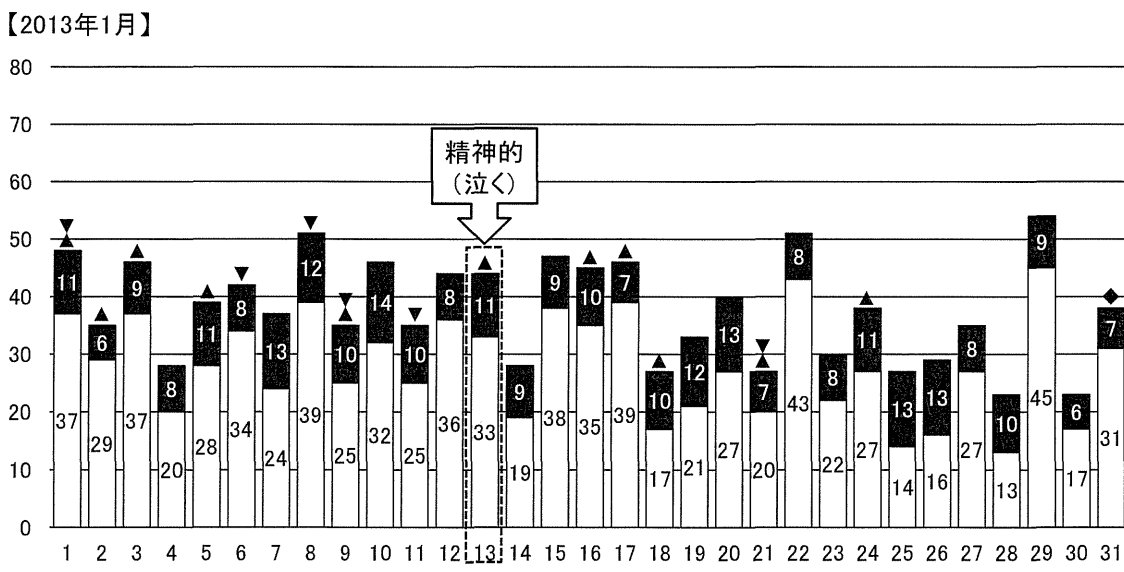
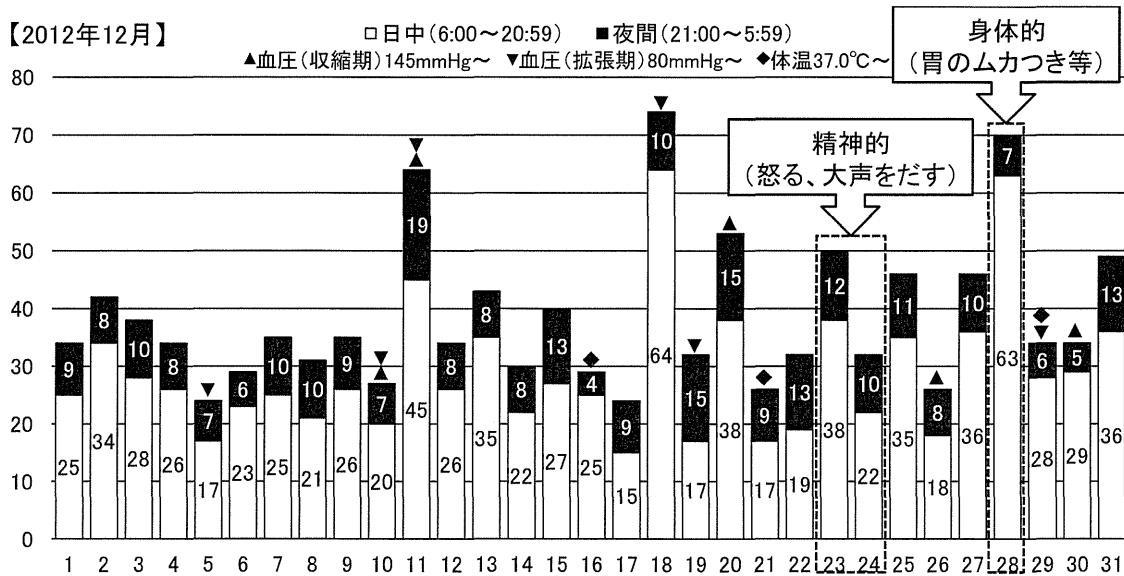


図6 トイレ回数と健康状態の推移 (対象者B)

D. 考察

1. センサーによる健康状態の把握の可能性

本研究の対象者から得られた結果では、第1に、体温が37°C以上の場合は、日中のトイレ回数が少ない傾向が確認された。この結果から、トイレ回数の減少が、身体的な健康状態の悪化と関連がみられる可能性が示唆された。また、居間での検知回数（活動量）も平均値と比較すると低い傾向にあった。このことから、発熱による活動量の低下がトイレ回数減少につながっている可能性も推測される。しかしながら、37°C以上といっても、37.0°C~37.2°Cという微熱であったため、体温の上昇がトイレ回数の減少や活動量の低下につながっていたかどうかは慎重に検討する必要がある。

第2に、身体的な健康状態に関する特記事項があった日の日中には、居間での検知回数（活動量）とトイレ回数が増加していた。居間での検知回数の増加は、咳やムセといった体の動きを伴う症状があったことによると考えられる。そのため、活動量が減少したからといって、安易に体調悪化を予測することや逆に活動量の増加を根拠に健康状態の良さを予測することも、一定の危険が伴うことが示唆された。このことから、センサーデータの一時的な増減に対しては、複数の可能性をもって対応することが必要であると考えられる。他方で、トイレ回数の増加（B）については、胃腸炎という消化器系の疾患が関係していると考えられる。このことから、トイレ回数の増加につながる身体的健康の悪化については、センサーによる把握が可能であることが示唆された。なお、夜間におけるトイレ回数の減少は、服薬などの効果が表れた結果であると考えられる。

第3に、精神的な健康に関する特記事項は、

Bのみに記載があり、夜間の居間での検知回数が平均よりも3割ほど多くなっていた。この結果から、精神的な症状・行動は、日中のセンサーデータには反映されにくいものの、夜間では把握できる可能性が示唆された。

一方で血圧は、センサーデータとの関連が対象者によって異なっていた。この結果から、血圧（収縮期・拡張期）が日頃より高い程度の変化は、センサーデータでは把握しにくい可能性が示唆された。

2. 本研究の限界と課題

本研究では、調査期間と施設側の状況により、対象者及び特記事項が少ないという限界があった。今後は、引き続き2名の対象者を追跡し、蓄積される介護記録とセンサーデータの照合を進めていきたいと考える。加えて、ケアスタッフへのインタビュー調査も実施し、センサーデータとの詳細な照合も行いたい。

また、本研究でセンサーデータと照合できたのは、特記事項や血圧・体温といったある一時の健康状態の記録のみであった。そこで今後の課題として、1年間のセンサー検知回数（活動量）の推移と特記事項には記述されないような徐々に変化する身体機能や認知機能の状態を照合することが必要である。このことによって、地域ケア機関が介入（または支援内容を変更）するタイミングを提示できる可能性がある。

E. 結論

1) 身体的な健康状態（特に、トイレ回数が増加する消化器系の疾患）は、センサーデータによる把握が可能であることが示唆された。しかしながら、一時的な検知回数の増減に対しては、慎重に対応する必要がある。

2) 精神的な健康状態 (BPSD含む) は、日中のセンサーデータには反映されにくいですが、夜間のセンサーデータを確認することで、把握できる可能性が示唆された。

3) 血圧 (収縮期・拡張期) の状態とセンサーデータには関連性が認められず、血圧が普段より高い程度の健康状態の変化は、センサーデータでは把握しにくいことが示唆された。

F. 引用文献

- 1) 木下ゆかり. 早期に認知症の兆しを発見し対応したことで、独居生活が維持できている事例. 認知症ケア事例ジャーナル 2009 ; 2 : 115-120.
- 2) 野中久美子. 地域ケア機関職員による独居高齢者のモニタリングにおける課題 ; 独居高齢者の健康状態悪化の早期把握と対応に影響を与える要因の検討. 厚生労働科学研究費補助金 (認知症対策総合研究事業) 「認知機能低下高齢者への自立支援機器を用いた地域包括的システムの開発と評価」平成23年度総括・分担研究報告書2012 : 71-83.
- 3) 渡邊麗子, 野中久美子. 健康障害の発生が反映するモニタリングデータの特徴. 厚生労働科学研究費補助金 (認知症対策総合研究事業) 「認知機能低下高齢者への自立支援機器を用いた地域包括的システムの開発と評価」平成23年度総括・分担研究報告書2012 : 99-117.

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表

長谷部雅美, 野中久美子, 小池高史, 深谷太郎, 植木章三, 吉田裕人, 荒山直子, 渡辺修一郎, 亀井智子, 渡邊麗子, 松本真澄, 田中千晶, 細井孝之, 藤原佳典. Research regarding the use of elderly monitoring sensors as a support tool for those living alone: Attempt to develop a monthly report service for the community care centres. The 20th IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, Seoul Korea, 2013. 6. 23-27 (予定)

H. 知的所有権の取得状況

なし

【研究協力者・事業所】

野中久美子・小池高史 (東京都健康長寿医療センター研究所社会参加と地域保健研究チーム), 社会福祉法人博友会「高齢者住宅なでしこ」

第2部 自立支援機器による認知機能低下高齢者の状態把握の試み

第4章 見守りセンサーにより把握したトイレ回数の日内変動および季節変動

渡辺修一郎

桜美林大学大学院老年学研究科

【要旨】

高齢者の生活行動の特徴のひとつにトイレ回数の増加があげられる。しかし、自己申告によるトイレ回数は誤差が大きく、また、認知症の存在などによりその信頼性はさらに低下する。本研究は、見守りセンサーにより高齢者のトイレ回数を把握するシステムを開発し、把握したトイレ回数に影響する日内変動および季節変動を明らかにすることを目的に実施した。70歳から87歳の女性6名および91歳の男性の居宅のトイレに見守りセンサーを設置し、1分間ごとにその体動を検知した。検知したデータをもとにトイレ回数を算出した。センサーが体動を検知した間隔が10分未満の場合は同じ回のトイレ回数とした。センサーが体動を検知した間隔が10分以上空いた場合には、別のトイレ回数としてカウントした。トイレでの滞在が正時を含むものは、トイレでの体動を検知始めた時刻帯のトイレ回数として、1時間ごとにトイレ回数をカウントした。1月、4月、7月、10月のそれぞれ下旬の1週間について、4時間ごとのトイレ回数を算出した。1日平均トイレ回数は8.8回で、内、22～6時の夜間の平均トイレ回数は2.3回であった。個人間変動、季節変動、日内変動がトイレ回数に有意に関連し、季節では7月が有意に少なかった。また、時刻帯別では、7月はとくに6～14時のトイレ回数が有意に少なかった。週間変動では、日曜日に平均1日トイレ回数が増える傾向がみられたが、統計学的には有意ではなかった。トイレ回数の把握の精度をより高めるためには、家族や介護者等の来客の有無、トイレ掃除実施の有無、下痢症状の有無などの情報が必要と考えられた。

A. 目的

1. 問題の所在

高齢者の生活行動における一般的な特徴のひとつにトイレの回数が増えることがあげられている。また、尿失禁の有病率も高齢期には高くなっていく。これらの症状は男性だけでなく、女性にもみられ、原因としては、男性における前立腺肥大症などの下部尿路の通過障害だけでなく、中枢神経系の機能低下、老化による膀胱の機能異常などが考え

られている。また、腎機能および循環機能の低下により就寝時の尿量が増加するため夜間の頻尿も多くなる。高齢者にとって夜間の頻尿は睡眠不足につながるばかりでなく、転倒事故を誘発することもあり、大きな問題となる。

頻尿を把握する方法としては、1974年にTorrensが用いた排尿記録²⁾があり、今日では頻尿のスクリーニングにも用いられている³⁾。これは、対象者自身が2～4枚の排尿記

録用紙と400mlの計量コップを用いて、覚醒している時刻帯と、就寝している時刻帯に分けて、それぞれにおける排尿時間と排尿量を朝起床時から翌朝起床時までの24時間にわたり記録するものである。頻尿患者の病態分析には極めて有用な診断補助法の一つである。しかし、煩雑であり長期の測定などには不向きである。対象者の手を煩わせない方法として、トイレに何らかのセンサーを設置する方法があげられる。詳細な生活活動質問票によるトイレ回数と、トイレの扉に設置したセンサーによる反応回数を検討した研究結果では両者はほぼ一致するとの報告がある⁴⁾。ふだんの日常生活の中で対象者がトイレ回数を計測されていることを意識することなくトイレ回数を把握することができれば、排泄行動の異常などの早期発見につなげることも可能となる。

トイレ回数を長期的に連続して把握する方法の開発が遅れていたこともあり、トイレ回数の時間生物学的な検討については、これまで十分ではない。夜間頻尿に注目し、排尿回数を昼間および夜間に分けて測定する研究は数多く行われているが、日内変動という観点で検討された研究はほとんどない。また、「寒くなるとトイレが近くなる」ということがよくいわれるが、トイレ回数の季節変動を実証した研究も少ない。

そこで本研究は、見守りセンサーを用いて高齢者のトイレ回数を把握するシステムを開発し、把握したトイレ回数に影響する日内変動および季節変動を明らかにすることを目的に実施した。

B. 方法

対象：機縁法により募った都内に在住する一人暮らしの女性高齢者6名および男性高齢

者1名を対象とした。

測定機器：(株)立山システム研究所製の見守りセンサーをトイレ上部に設置した。このセンサーは、本体から紡錘状に赤外線を照射し、その反射状況を3秒間に1回ずつ測定する仕様であり、1分間に20回の測定が行われ、0～15回(15回以上は切り捨て)の値を親機に送信するものである。

方法：1分間ごとにトイレでの体動を検知したデータをもとにトイレ回数を算出した。センサーが体動を検知した間隔が10分未満の場合は同じ回のトイレ回数とした。センサーが体動を検知した間隔が10分以上空いた場合には、別のトイレ回数としてカウントした。

日内変動を検討するため、トイレ回数は1時間あたりの回数を算出した。トイレに滞在する期間が正時を含むものは、トイレでの初めての体動を検知した時刻帯のトイレ回数に含めた。さらに、算出した1時間ごとのトイレ回数を用いて、2時～6時、6時～10時、10時～14時、14時～18時、18時～22時、22時～2時の4時間ごとのトイレ回数を算出した。

季節変動については、1月、4月、7月、10月のそれぞれ下旬の連続する1週間のトイレ回数を1時間ごとに算出した。

まず、1日の合計トイレ回数と個人間変動、季節変動、週間変動との関連を検討するため、1日の合計トイレ回数の平均値を、対象者別、測定月別、測定曜日別に、それぞれ一元配置分散分析にて比較した。

次いで、トイレ回数の日内変動を検討するため、2～6時、6～10時、10～14時、14～18時、18～22時、22～2時の4時間ごとのトイレ回数の平均値を一元配置分散分析にて比較した。

さらに、4時間ごとのトイレ回数を従属変

数とし、測定月、測定曜日、4時間ごとの測定時刻帯を独立変数とした一般線形モデルにてトイレ回数に影響する、季節変動、週間変動、日内変動要因を検討した。

倫理的配慮：データ管理は、本研究専用の登録番号(ID)で管理し、第三者が内容を見た場合でも直接対象者を識別できないように配慮した。また、すべての研究者および調査員は、個人情報の取扱いに配慮するとともに、対象者および家族には個人情報の流通経路や取扱いの範囲と内容を事前に説明した。センサー等支援機器から個人情報を管理するデータサーバーに関しては、セキュリティに配慮されたものであり、外部に漏れることはない。本研究は、東京都健康長寿医療センター研究所倫理委員会の審査に賦し、承認を得たうえで実施した。

C. 結果

1. 対象の基本属性 (表1)

対象はすべて一人暮らしで、女性6名 (70歳~87歳、平均79.7歳)、男性1名 (91歳)であった。Mini-Mental State Examination (MMSE) 得点は平均26.2点であった。

表 1. 対象の属性

ID	性別	年齢	MMSE 得点	備考
A	女	72	実施不可	
B	女	70	26	
C	女	79	28	
D	女	84	実施不可	寝たきり
E	男	91	24	寝たきり
F	女	86	28	
G	女	87	25	

2. トイレ回数の算出

図1に0~10時の間のトイレに設置したセンサーが体動を検知した連続検知時間の分

布を示した。連続検知時間が10分を超えることはほとんどなかった。

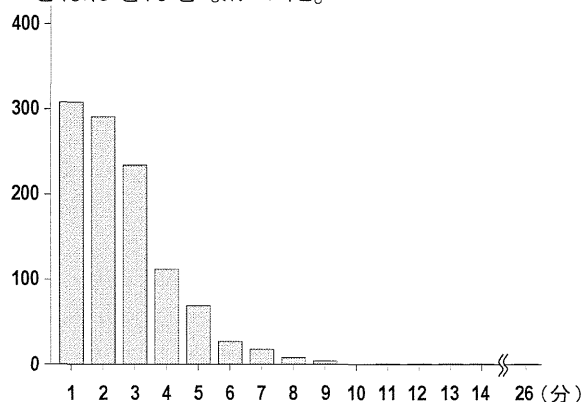


図1. センサー連続検知時間の度数分布 (0~10時)

図2に0~10時の間のセンサーが体動を検知した後に無検知時間に移行した後、次にセンサーが体動を検知するまでの期間 (センサー検知間隔時間) の度数分布を示した。センサー検知間隔時間が20分未満についてみると、センサー検知間隔時間が7分以上になると、その度数分布が著減する傾向がみられた。また、センサー検知間隔時間が9分から11分になると再びやや度数分布が増加する傾向がみられた。

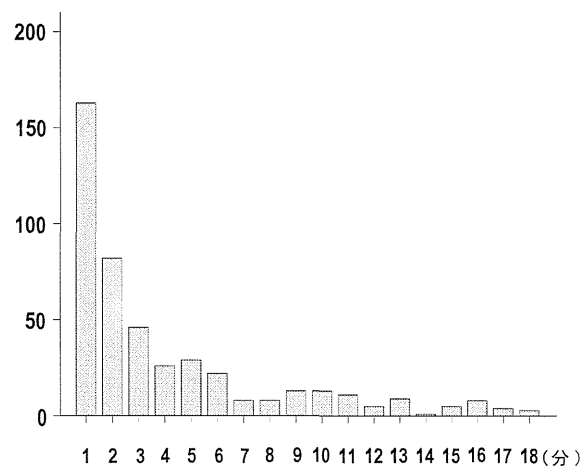
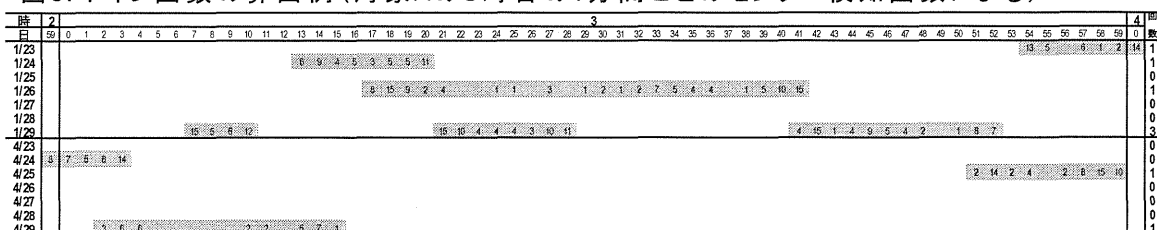


図2. センサー検知間隔時間の度数分布 (20分以上は省略, 0~10時)

図3にトイレ回数の算出例を示した。トイレ内での体動検知は数分間の無検知期間をはさむものが多かった。

図3. トイレ回数の算出例(対象Aの3時台の1分間ごとのセンター検知回数による)



3. 1日トイレ回数の個人間変動・季節変動

1日のトイレ回数を、対象別、測定月別、測定曜日別に比較したものを表2に示した。

1日のトイレ回数は、全体の合計で、平均8.8回、標準偏差4.2回であったが、対象および測定月による有意な差が認められた。

対象別にみると、対象A、D、Fのトイレ回数が多く、平均が10回を超えていた。

測定月別にみると、7月の1日トイレ回数が少ない傾向を示し、平均1日トイレ回数が最も多かった4月との間に有意な差を認めた。

測定曜日別にみると、日曜日の1日トイレ回数が他の曜日と比較すると平均1回程度多い傾向を示したが、統計学的には有意差は認められなかった。

表2. 対象別・測定月・測定曜日別にみた1日トイレ回数

変数	項目	度数	最小	最大	平均	S.D.	p	多重比較
合計		196	2	22	8.8 ± 4.2			
対象	A	72	28	6	20	12.3 ± 3.2	<.001	}
	B	70	28	3	11	6.0 ± 1.9		
	C	79	28	3	10	5.9 ± 1.9		
	D	84	28	7	17	10.6 ± 2.4		
	E	91	28	2	17	7.1 ± 4.2		
	F	86	28	5	22	13.0 ± 4.6		
	G	87	28	4	10	6.5 ± 1.7		
月	1月	49	4	22	9.1 ± 4.3	.016	}	
	4月	49	4	22	9.8 ± 4.0			
	7月	49	2	15	7.2 ± 3.3			
	10月	49	3	20	9.0 ± 4.5			
曜	月	28	2	21	8.8 ± 4.7	.880	}	
	火	28	2	19	8.3 ± 4.4			
	水	28	2	22	8.9 ± 4.3			
	木	28	3	22	8.7 ± 4.5			
	金	28	4	13	8.7 ± 3.1			
	土	28	3	17	8.3 ± 3.7			
	日	28	2	20	9.8 ± 4.5			

ANOVA, $\alpha < .05$ Scheffeの多重比較による

4. トイレ回数の日内変動

表3に4時間ごとの時刻帯別にみたトイレ回数の比較を示した。トイレ回数は有意に時刻帯による差が認められた。最も多い時刻帯は、6~10時および10~14時で、平均1.8回であった。最も少ない時刻帯は、22~2時で平均1.1回であった。

表3. 時刻帯別にみたトイレ回数

時刻帯	最小	最大	平均	S.D.	多重比較
2~6時	0	5	1.2 ± 1.2		}
6~10時	0	6	1.8 ± 1.2		
10~14時	0	8	1.8 ± 1.5		
14~18時	0	7	1.7 ± 1.3		
18~22時	0	5	1.2 ± 1.0		
22~2時	0	5	1.1 ± 1.1		

ANOVA, $\alpha < .05$ Scheffeの多重比較による

5. トイレ回数に関連する要因の多変量分析

トイレ回数に関連する要因について交互作用の有無も含めて検討するために、トイレ回数を従属変数とし、測定月、測定曜日、測定時刻帯を独立変数として実施した一般線形モデルの分散分析表を表4に示した。多変量分析によっても測定月および測定時刻帯の要因は、トイレ回数に有意に関連した。

図4に、測定月別にみた測定時刻帯別平均トイレ回数を示した。どの時刻帯も7月のトイレ回数が少なくなっていたが、とくに6~14時のトイレ回数が少なかった。

一方、測定曜日および独立変数それぞれの交互作用項はいずれも統計学的に有意な関連を示さなかった。

表4. トイレ回数に関連する要因の検討 (一般線形モデル)

独立変数	タイプ III 平方和	自由度	F 値	p
修正モデル	300.713 ^a	167	1.21	.044
切片	2518.572	1	1697.3	.000
測定月	29.173	3	6.55	.000
測定曜日	6.993	6	0.79	.581
測定時刻帯	95.474	5	12.87	<.001
測定月×測定曜日	24.333	18	0.91	.565
測定月×時刻帯	11.822	15	0.53	.924
測定曜日×時刻帯	33.925	30	0.76	.819
月×曜日×時刻帯	98.993	90	0.74	.964
誤差	1495.714	1008		
総和	4315.000	1176		
修正総和	1796.428	1175		

a. R2 乗 = .167 (調整済み R2 乗 = .029)

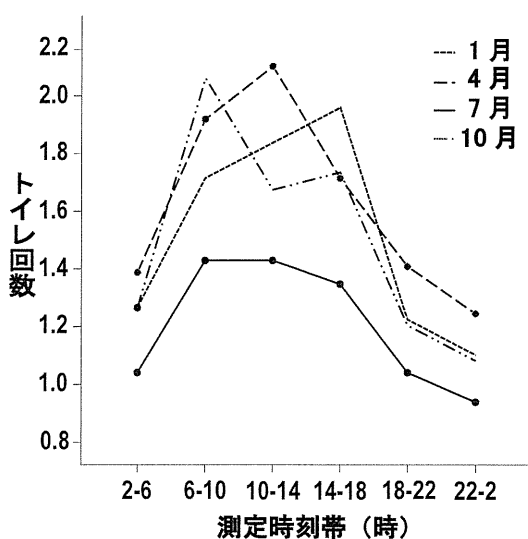


図4. 測定月別にみた測定時刻帯別トイレ回数

D. 考察

1. トイレ回数算出方法について

本研究において算出した1日平均トイレ回数は平均8.8回で、内、22時から翌朝6時までの夜間のトイレ回数は平均3.3回と多かった。トイレにマットセンサーを設置して1年間トイレ回数を検討した研究⁵⁾では1日平均トイレ回数は9.4回であり、本研究結果により得られた1日平均トイレ回数と近似しており、一人暮らしの高齢者はおおよそ1日に9回程度はトイレを利用しているものと推察された。

本研究では1分間ごとのトイレでの体動を

検知したデータをもとにトイレ回数を算出したため、それが、排便行動かあるいは排尿行動か、あるいはトイレ清掃、単なる出入りなのかを区別することはできない。したがって本研究で算出したトイレ回数は、排泄回数そのものを把握したものではない。排泄行動をより詳細に分析するためには、多い体動が持続する場合は除外するロジックを加えたり、便器自体に排尿および排便を検知するセンサーを設置する方法などが考えられる。

本研究結果では、センサーが体動を連続検知した場合の連続検知時間が10分を超えることはほとんどなく、30分以上トイレにおいて体動が持続する例はなかった。また、センサー無検知時間をはさむ検知間隔時間が7分以上になると、その度数分布は著減した。そのため、同じ回のトイレ回数と判定するためのセンサーが体動を検知する間隔の設定を7分以下とし、さらに算出したトイレ滞在時間が30分以上になる場合には、その間隔の設定をさらに短くするなどのロジックの採用も考えられる。しかし、排泄行動では最初と最後に体動が大きくなり、その間の体動がほとんどないことが少なくないこと、頻度は少ないが排便時などの場合にはさらに無動期間が長引く可能性もあることから、本研究では、センサーが体動を検知した間隔が10分未満の場合は同じ回のトイレ回数とし、センサーが体動を検知した間隔が10分以上空いた場合には、別のトイレ回数としてカウントした。本方法では、下痢などにより短時間に頻回にトイレを利用するような事態を過小評価する可能性がある。トイレでの滞在時間およびトイレ回数をより正確に把握するための工夫として、周辺の居室のセンサー感知状況との比較の活用などが考えられる。

2. 対象および個人間変動について

本研究対象は機縁法により募った者であり、また、在住地域も都内に限られている。対象数も女性高齢者6名および男性高齢者1名と少なく、本研究結果をもって一人暮らしの在宅高齢者のトイレ回数の特徴と普遍化するには限界がある。とくに男性は1名のみであった。男性高齢者は前立腺肥大などによる頻尿が特徴的といわれる。しかし、本研究対象では男性のトイレ回数は女性よりむしろ少なかった。高齢期に頻尿が多くなる原因としては、前立腺肥大によるものだけでなく、腎の老化による多尿に伴う頻尿、膀胱の老化萎縮による頻尿、老人特有の浅い睡眠に伴う夜間頻尿、また高齢となって心機能が低下することによる臥床安静時に尿量が増加するための頻尿などがある¹⁾。したがって、トイレ回数の個人間変動を評価する際には対象の持病の状況を考慮する必要もあると考えられた。

対象の大部分が女性であった本研究においても1日平均トイレ回数は平均8.8回と比較的多かった。高齢期に多くなる、頻尿・尿意切迫感・切迫性尿失禁をまとめた用語として、国際禁制学会(International continence Society, ICS)は2002年に、「過活動膀胱症候群overactive bladder syndrome, OAB」を提唱している。OABのうち、切迫性尿失禁を伴うものをOAB-wetと呼び、尿失禁を伴わないものをOAB-dryと呼んであり、近年では予防的観点から尿失禁を伴うOAB-wetがより注目されている。女性においても老化に伴う排泄の問題を早期発見するためにトイレ回数を測定する意義は大きいものと考えられた。

3. 季節変動について

測定時刻帯別平均トイレ回数の季節変動をみると、とくに、1月の寒い時期にトイレ

回数が多くなる傾向は認められなかった。一方、どの時刻帯も7月のトイレ回数が少なくなっていた。夏にトイレ回数が少なくなる理由としてまず考えられるのが脱水である。トイレ回数の継続的なモニタリングは高齢者の脱水状態を早期発見するために役立つ可能性がある。

4. 週間変動について

週間変動をみると日曜日のトイレ回数が多くなる傾向を示したが統計学的には有意ではなかった。本研究のトイレ回数算出方法では、来客などの他人がトイレを使用した場合にそれを本人のトイレ使用回数と区別することはできない。本人のトイレ回数をより正確に評価するためには来客の有無を判断するロジックが必要である。しかし、来客が排泄のためトイレを使用する回数は多くないと考えられる。また、介護者や家族の場合、トイレ掃除など体動の多い状態で長時間トイレ室に滞在する可能性があり、これらの情報をトイレ回数の算出に利用できる可能性がある。

5. 日内変動について

4時間ごとのトイレ回数が最も多い時刻帯は、6～10時および10～14時であり、この間のトイレ使用の有無は正常な生活行動ができていかどうかを判断する重要な情報となると考えられる。一方、トイレ利用が最も少ない時刻帯は、22～2時の平均1.1回、次いで2～6時の1.2回であり22～6時の夜間帯のトイレ利用回数は平均2.3回であった。夜間頻尿の定義は、日本排尿機能学会の夜間頻尿診療ガイドライン(2009年)では「夜間に排尿のために1回以上起きなければならない訴えであり、そのことにより困っている状態をいう」⁶⁾とされ、また、国際尿禁制学会では「夜間に排尿のために1回以上起きなけ

ればならないという訴え」とされている。上記の定義にしたがえば、本研究対象の多くは夜間頻尿に該当するといえる。夜間頻尿は、睡眠障害の原因となることも少なくなく、また、夜間にトイレ回数の多い人に転倒が有意に多いとする報告⁷⁾もあり、高齢者の大きな健康問題の一つである。赤外線モニターによるトイレ回数の継時的モニタリングは、トイレ行動の生活習慣の乱れや夜間頻尿などの問題の早期発見に役立つものと考えられる。(6)見守りセンサーにより把握したトイレ回数のケアへの活用

本研究により開発した見守りセンサーによりトイレ回数を把握するシステムにより明らかになった高齢者のトイレ回数の日内変動および季節変動の特徴は以下の観点などでケアに活用できるものと考えられる。

- 1) 1日の総トイレ回数の継時的モニタリングによる異常の早期発見と対応。

何らかの病態による頻回のトイレ使用や脱水などによるトイレ回数の減少などを早期発見することにより、重大な状態にいたる前に問題を早期発見できる。

- 2) 夜間のトイレ回数の継時的モニタリングによる夜間頻尿の早期発見と対応。

本研究では日内変動を検討するため、22～2時、2～6時のトイレ回数を検討したが、睡眠時間帯の分布を考慮すると、22～4時のトイレ回数の把握の方が夜間頻尿をより鋭敏に反映できるのではないかと考えられる。

- 3) 6～14時の間のトイレ回数を継時的モニタリングすることによる生活リズムが正常に保たれているかどうかのチェックと早期対応。

F. 引用文献

- 1) 小柴健：老人の排尿障害とそのマネジメント．日本老年医学会雑誌，19(5)，470-473，1982.
- 2) Torrens, M.: Patient assessment. in Urodynamics, Abrams, P., Feneley, R. and Torrens, M., 1st ed., pp.15-20, Springer-Verlag, New York, 1983.
- 3) 齊藤政彦，近藤厚生，加藤隆範，長谷川総一郎，加藤久美子，三宅弘治：高齢頻尿患者における排尿記録分析：成人群との比較検討，日本泌尿器科学会雑誌，82(9)，1446-1451，1991.
- 4) 鈴木亮二，大竹佐久子，井筒岳，岩谷力：独居高齢者宅における生活時間調査による行動解析．ライフサポート，13(4)，104-111，2001.
- 5) 小林明夫，沼田宋純，目黒公郎：平時から災害時まで利用可能な高齢者の生活習慣の遠隔見守り支援システムの研究．生産研究，63(4)，465-470，2011.
- 6) 日本排尿機能学会：夜間頻尿診療ガイドライン．ブラックウェルパブリッシング，東京，2009.
- 7) 新井治子，二渡玉江，清水千代子：養護老人ホーム・老人福祉センター老人の転倒要因の分析．日本看護科学会誌，12(3)，226-227，1992.

G. 研究発表

なし

H. 知的所有権の取得状況

なし

【研究協力者】

小池高史、長谷部雅美(東京都健康長寿医療センター研究所)

株式会社立山システム研究所

第2部 自立支援機器による認知機能低下高齢者の状態把握の試み

第5章 見守りセンサーによる独居高齢者の睡眠リズム把握の試み

小池高史、田中千晶

東京都健康長寿医療センター研究所 社会参加と地域保健研究チーム

桜美林大学 総合科学系

【要旨】

赤外線を利用した見守りセンサーの検知データを分析することで、独居高齢者の睡眠リズムをどの程度把握することができるのかを検証した。睡眠リズムとして、起床時間と就寝時間の二つに分け、見守りセンサー検知データの分析によって算出した各日の起床就寝時間と独居高齢者本人の自己申告の起床就寝時間と比較した。起床時間は50%近くの対象者について大よその把握ができたが、就寝時間を把握できたのは20%程度であった。また、家の中に主に寝室としてのみ使用する部屋がある人ほど、就寝時間を把握しやすいことが示唆された。

A. 目的

認知症高齢者の多くに睡眠障害が見られることが知られている¹⁻⁵⁾。認知症高齢者の睡眠障害は、夜間不眠、覚醒困難、日中の傾眠、不規則な睡眠・覚醒パターンなど多様な症状を呈し²⁾、また病気の進行とともに障害の内容も変化していくが⁵⁾、とくに日中に居眠りを繰り返し、夕方から夜にかけて覚醒して徘徊や興奮を繰り返す“sundowning phenomenon（たそがれ現象）”は、介護者を悩ますものとしてもよく知られている³⁾。

BPSD（Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia：認知症の行動・心理症状）のなかでも、睡眠障害とそれに伴う徘徊などの行動面の症状は、介護者を消耗させ、施設入所のきっかけとなりやすいことが指摘されている^{6,7)}。認知症高齢者がよりよい睡眠・覚醒パターンをとるための

援助は、認知症高齢者ケアにおける重要な課題の一つであると認識されているが⁴⁾、それはとくに在宅生活を継続していくための課題である。この課題に適切に対処するためには、認知症高齢者の睡眠状況に関する包括的な情報収集が欠かせないが⁸⁾、独居高齢者の場合、他人が夜間の睡眠状況を把握することは困難である。

本研究で用いている赤外線を利用した見守りセンサーによって、睡眠リズムを把握することができれば、独居高齢者が在宅生活を継続するための支援につなげていくことができると考えられる。

本章では、本人が認知している睡眠時間を信頼できる基準（gold standard）とし、見守りセンサーの検知データを分析することで、独居高齢者の睡眠リズムをどの程度把握することができるのかを検証する。

B. 方法

1. 見守りセンサー検知データの分析

センサーを用いて居住者の睡眠リズムを把握する試みは、これまでに1) 赤外線センサーによる寝室での動きの検知⁹⁾、2) 光センサーによる寝室の照明状況の把握¹⁰⁾、3) ベッドセンサーによるベッドへの加重の検知¹¹⁾が検証されている。しかし、赤外線センサーによる寝室での動きの検知では、寝室にいて動きがない(睡眠)のか、他の部屋にいるのかが区別できない。光センサーによる寝室の照明状況の把握では、照明をつけたまま睡眠するケースや起きてもすぐには照明をつけないケースを捉えることができない。ベッドセンサーによるベッドへの加重の検知では、ベッドの上に座っている状態や、ベッドに横になって起きている状態を睡眠に判定してしまうおそれがある。このようにこれまでの方法はそれぞれに限界を抱えていた。そこで本研究では、赤外線センサーを用いて居住者の動きを検知し、各室のデータを組み合わせて分析することで、より正確な睡眠リズムの把握を試みた。

具体的には、24時間の時間帯の中で、3時から12時を「起床時間帯」、18時から3時を「就寝時間帯」と定義し、各日の起床時間帯のなかで、最初にいずれかの部屋のセンサーが動きを検知した時間を起床時間、各日の就寝時間帯のなかで、最後にいずれかの部屋のセンサーが動きを検知した時間を就寝時間とした。

2. 独居高齢者の自己申告との比較

見守りセンサー検知データの分析によって算出した各日の起床就寝時間が、どの程

度独居高齢者本人が認知している実際の起床就寝時間に近いかを検証するために、独居高齢者本人の自己申告の起床就寝時間と比較した。

郵送質問紙調査によって、普段のおおよその起床時間と就寝時間を尋ねた。質問紙調査への回答日が含まれる月の一か月間に着目し、センサーデータから算出した客観的な起床就寝時間の平均と質問紙調査に自己申告で回答した主観的な起床就寝時間を比較した。また、参照データとして、見守りセンサーが検知した夜間(21時~6時)のトイレ回数の1日当たりの平均を算出した。

センサーデータから算出した起床就寝時間の平均と質問紙調査に自己申告で回答した起床就寝時間を比較し、差が1時間未満であることをもって睡眠リズムを大まかに把握できたと考えた。センサーデータと自己申告との差が1時間未満の群(把握群)と1時間以上の群(非把握群)に分け、起床時間と就寝時間のそれぞれについて2群間で夜間のトイレの回数、MMSE(Mini-Mental State Examination)得点、主に寝室としてのみ使用する部屋の有無を比較した。本章における分析対象者は、見守りセンサー設置者のなかで質問紙調査への回答のあった27人とした。

C. 結果

表1、2に分析対象者のセンサーデータおよび質問紙調査による起床就寝時間、夜間トイレ回数、MMSE得点、主に寝室としてのみ使用する部屋の有無を示した。

表1 分析対象者の睡眠リズムおよび関連要因(1)

No	居住地域	回答日	起床時間			就寝時間			夜間トイレ 回数(回/日)	MMSE	寝室
			自己申告	センサー	差	自己申告	センサー	差			
1	東京	2012/10/11	4:00	3:40	0:20	18:00	1:40	7:40	3.5		無
2	東京	2012/10/11	7:00	6:53	0:07	23:00	23:03	0:03		30	有
3	東京	2012/10/11	5:00	5:17	0:17	23:00	23:06	0:06	1.1	27	有
4	東京	2012/12/12	6:00	5:21	0:39	22:00	23:34	1:34		25	無
5	東京	2013/1/10	7:30	5:31	1:59	23:30	0:29	0:59	0.7	29	有
6	東京	2013/1/26	6:00	4:19	1:41	22:00	1:27	3:27	2.0	26	有
7	東京	2012/11/27	8:00	7:16	0:44	22:30	23:31	1:01	1.2	25	無
8	東京	2012/7/26	6:30	5:09	1:21	23:00	0:08	1:08	1.7	24	無
9	登米	2012/12/7	6:30	5:52	0:38	21:00	21:37	0:37	0.7	21	有
10	登米	2012/12/22	6:00	4:52	1:08	21:30	22:52	1:22	2.1	26	無
11	登米	2012/12/10	7:00	5:09	1:51	20:00	23:46	3:46	0.6	28	有
12	登米	2012/12/23	7:00	4:45	2:15	4:00	1:21	2:39		16	無
13	登米	2012/11/9	6:00	6:20	0:20	21:00	22:08	1:08	0.0	27	有

※トイレにセンサーを設置していない対象者が4人いた。MMSE (Mini-Mental State Examination) は0~30点の範囲をとり、21点以下で認知症の疑いあり。No.1の対象者はMMSE回答不可、No.18の対象者はMMSE回答拒否。