

# 在宅患者見守りのための 周辺器具からの情報収集システムの構築

浦島 智<sup>1,a)</sup> 鳥山 朋二<sup>1,b)</sup> 中村 正樹<sup>1,c)</sup>

**概要:** 我々は、在宅患者が日常生活で利用する車椅子、ベッド、トイレ手すりに荷重センサなどを複数設置し、それらを用いてプライバシー侵害感の少ない見守りシステムを実現しようとしている。しかし、見守り実現のためには、取得した複数のセンサ情報を集約し、患者の行動と結びつける必要がある。本稿では、構築したセンサシステムと予備実験結果について述べる。

**キーワード:** 在宅患者, 見守り, センサシステム

## Development of the information collection system from peripheral instruments for in-home patient monitoring system.

URASHIMA AKIRA<sup>1,a)</sup> TORIYAMA TOMOJI<sup>1,b)</sup> NAKAMURA MASAKI<sup>1,c)</sup>

**Abstract:** We are developing a monitoring system for in-home patients. For the monitoring system, we equipped peripheral instruments for daily living (such as wheelchair, bed and handrail of toilet) with sensors which conflict sense of privacy not too much. The sensor data should be collected and connected to the action of in-home patients. In this paper, We describe the prototype of sensed peripheral instruments and the preliminary data of them.

**Keywords:** In-home patient, monitoring, sensor system

### 1. はじめに

急速に進行する高齢化社会の中で、患者の希望 [1] や医療資源の問題から、これまでの入院医療を中心とする医療提供体制から「在宅患者を支援する医療も重視した医療提供体制」へのシフトが検討されている [2]。しかし、入院して行われる回復期リハビリテーションから在宅で行われる維持期リハビリテーションに移行した後、家族や医療従事者の目の届かない場所で在宅療養中の患者が危険な行動を行い、怪我することで再入院してしまうケースがある。

回復期リハビリテーションは、病気や事故によって移

動・食事・排泄等の ADL (Activities of Daily Living) に問題を生じた患者に対し、医療従事者の指導と見守りのもと安全に配慮して行われる。この際、医師等により回復状況が判断され、安全に行うことのできない行動は危険行動として、その行動を介助者無しで行うことが禁止される。

身体機能の回復が安定化し ADL において事故が起こる危険がないと判断された患者は、在宅療養への移行が許可されるが、病気や事故以前は問題なく行えた行動が単独で安全に行うことのできない危険行動となる場合がある。

在宅療養に移行した患者には、医療従事者の目や介護の手が行き届きにくくなり、過失や自身の能力への過信など様々な理由によって危険行動を起こしてしまう場合がある。危険行動が必ずしも事故につながるとは限らないが、患者の能力を超えてしまった場合に転倒・骨折などの事故を引き起こす事になる。

<sup>1</sup> 富山県立大学  
Toyama Prefectural University, Imizu, Toyama 939-0398,  
Japan

a) a-urasim@pu-toyama.ac.jp

b) toriyama@pu-toyama.ac.jp

c) masaki-n@pu-toyama.ac.jp

我々は、在宅患者が日常生活で使用する様々な器具にセンサを設置し、患者の見守りを行うシステムの構築を目指している。このシステムは、事故や事故の予兆を検出するのではなく、ある一定の確率で事故を起こす原因と成り得るため医療従事者から禁止されている行動を検知する事を目的としている。

在宅患者の行った危険行動の検出ができれば、訪問した介護士や通院先の医療関係者が、行動を振り返りながら日常生活における適切な行動指導を行うことができ、その後のさらなる危険行動の抑止を図ることができる。また、入院生活中の危険行動の有無を調べることができれば、在宅医療への移行に関して、安全に日常生活を送る訓練が習得されているかの判断材料となる。

このような見守りシステムを構築するにあたり、在宅患者の危険行動を検知する手段としてカメラ画像を用いる方法が考えられるが、日常生活での利用を考えると患者のプライバシーの侵害感が大きなものとなる。また、患者本人がカメラ使用に同意したとしても、周囲の家族等のプライバシー情報を収集してしまう可能性もある。

そこで、本研究では患者が日常生活で使用するベッドや車椅子等の周辺器具に荷重や加速度等を取得するセンサを埋め込み、そこから得られた情報を元に患者の行動を自動識別する方法を採用する。荷重や加速度等のセンサによる情報取得はカメラやマイクと比較してプライバシー侵害感が少なく、またベッドや車椅子から得られる情報には患者以外の情報が含まれることは少ないと考えられるからである。

本稿では、危険行動を検知する見守りシステムを構築するために必要となる車椅子やベッドなどから在宅患者の情報を取得し・集約するための試作システムについて述べる。

## 2. 関連研究

日常生活を行う住宅環境にセンサを設置し、取得された情報を元に生活者の情報を把握し、適切な支援やインタラクションを行う研究として、Aware Home[3] や NICT コピキタスホーム [4], [5], Home(くすいーホーム)[5] などがこれまで行われてきている。

これらの研究では、健常者を対象とした家電の制御等の生活支援を行っているが、在宅患者の危険行動の検知に対しては検討されていない。

住宅環境側ではなく、日常生活で用いる在宅患者の周辺器具にセンサを設置し見守りを行う研究として、茂木らによる見守りベッドシステム [6] がある。このシステムではベッドからの転倒・転落事故を予防するために、ベッドに設置した複数のセンサ情報を組み合わせて患者の離床予兆行動を検知する。この離床予兆行動の検知によって自動的にナースコールが行われ、看護師が駆けつけることによって危険行動となる単独での離床を防止し、転倒転落事故の予防を目指している。

しかし、この見守りベッドシステムを用いたとしても、看護師の駆けつけが必ずしも間に合うとは限らないため、離床行動に対する患者への指導はやはり必要である。

他にも、泉らは車椅子からの移乗動作時の転倒を防止するための注意喚起システム [7] の研究を行っている。このシステムでは、車椅子使用時の正しい手順での操作を促すためと誤操作時の注意喚起を行うために、車椅子の座面・ブレーキ・フットレスト・手すりにセンサを設置し、定められた正しい手順に沿って操作しない場合に、LED による光表示と音声によるメッセージを併用して使用者に警告を発するものとなっている。

しかし、この車椅子のシステムでは器具単独で行われる危険行動の検知は可能であるが、他の器具との移乗のような器具をまたがる行動については対象とされていない。

## 3. 危険行動

本研究で見守りの対象とする危険行動は、転倒などの事故そのものではない。もちろん事故の検知は望まれることではあるが、事故の抑止がより望ましい。

転倒などの事故を起こさなくとも、事故の可能性は存在し、それらの行動を患者が行っても偶然もしくは医療従事者による見守りによって事故に至らない行動というものが存在する。これを我々は危険行動と呼ぶことにする。

この危険行動は、その動作の手順等が正しくないために危険である行動 (a) と、本人の能力の制限によりその行動が危険となる行動 (b) に分けることができる。

我々の医療関係者へのヒアリングの中で挙げられた例としては、「車椅子からの立ち上がり時もしくは移乗時にブレーキをかけ忘れる、あるいは足置きを跳ね上げ忘れる」と言うものが (a) にあたる。車椅子のブレーキをかけ忘れると、立ち上がり時に車椅子が移動してしまい、体重を肘掛けで支えている場合には転倒の危険がある。また、足置きを跳ね上げ忘れると、立ち上がりの際に車椅子ごとバランスを崩すおそれがある。この例に挙げた危険は、患者の能力に関係なく、車椅子を使う場合に存在する危険である。

また、医療関係者へのヒアリングで挙げられた別の例としては、「車椅子からベッドへ、ベッドから車椅子へ、車椅子からトイレ便座への移乗を、介助者無しで行おうとする」と言うものがあり、これは (b) にあたる。患者はそれぞれ状態が異なり、車椅子等の器具は必要とするが患者単独での移乗に問題がない場合もあれば、介助者無しで移乗しようとするれば転倒・転落の危険がある場合もある。身体の機能が同等であっても、安全に移乗するための手順を実施することができるかによって、その行動が危険であるか否かが異なる場合もある。

このように、その行動をどのような手順で実施するのか、誰が行う行動なのか、周囲に介助者が存在するかなど、危険行動は様々な要因に依存するものである。

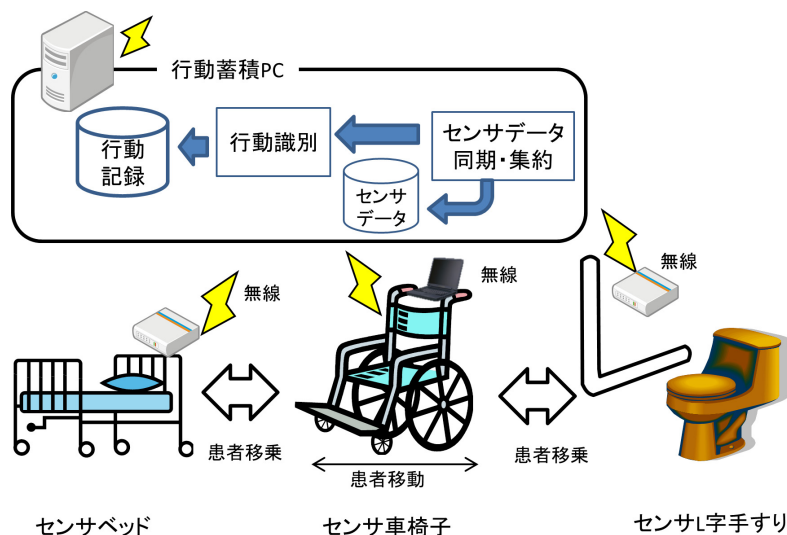


図 1 在宅患者見守り情報収集システム

Fig. 1 Data collection system for in-home patient monitoring.

そのため、危険行動を含む在宅患者の行動情報を取得するシステムの構築を行う必要がある。そこでまず、荷重等のプライバシー侵害感の少ないと思われるセンサにより行動情報を含むセンサデータを取得し、集約するシステムを構築することにした。

今後、集められたセンサデータから、医療関係者からのヒアリングにより得られた危険行動例を例題として、危険行動の自動識別を行う予定である。

#### 4. 情報収集システム構成

本研究における周辺器具からの情報収集システムの概要を図 1 に示す。

本システムでは、患者が日常生活で使用するベッド、車椅子、トイレの手すり等の周辺器具に荷重や歪み等を計測するセンサを設置し、それぞれの器具の情報をまとめて時刻情報を付与し、無線で行動蓄積 PC に送信する。

行動蓄積 PC では、さらにデータ受信時刻情報を付与してセンサデータの蓄積を行う。現在はセンサデータの蓄積のみであるが、今後、行動を識別しその記録を蓄積することで、患者が危険行動を取らないよう医療従事者が指導する際の教材としたり、本システムで顕在化した危険行動をリアルタイムで患者本人や周囲に伝えることができるようにする予定である。

##### 4.1 試作センサ車椅子

試作したセンサ車椅子を図 2 に示す。このセンサ車椅子は市販されている車椅子をベースに、搭乗者の状態を計測するための荷重センサと、ブレーキその他の状態を検知するためのセンサ、これらセンサからの情報を収集し行動蓄積 PC に送信するノート PC が取り付けられている。

荷重センサは、図 3 に示すように、座面の四隅に合わせ



図 2 試作センサ車椅子

Fig. 2 Prototype of sensor wheelchair.

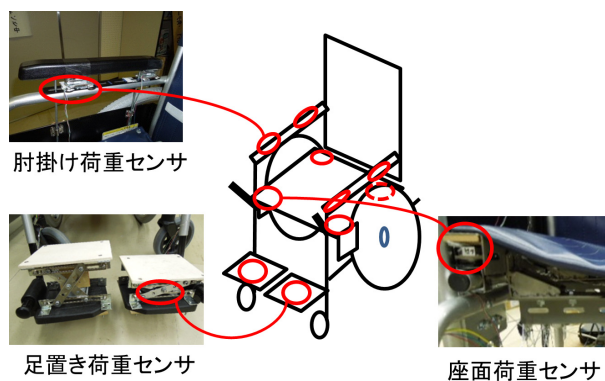


図 3 荷重センサ配置

Fig. 3 Weight sensor positions for the sensor wheelchair.

て 4 箇所、左右の肘掛けの前後に合わせて 4 箇所、左右の足置きに合わせて 2 箇所の、合計 10 箇所に設置している。

使用する荷重センサは、任天堂バランス Wii ボード [8] で使われているストレインゲージセンサを用いたもので、

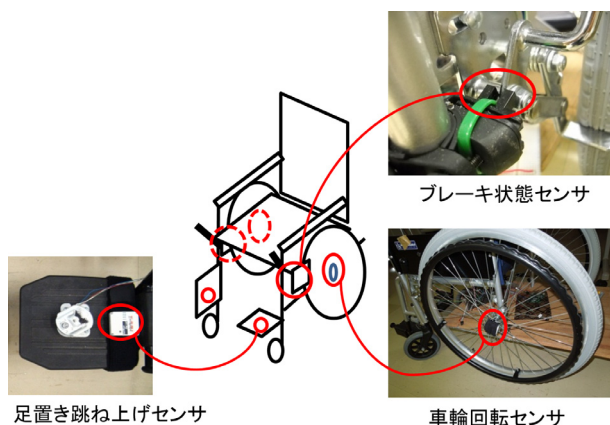


図 4 その他の車椅子センサ

Fig. 4 Other sensors for the sensor wheelchair.

Bluetooth で情報を車椅子ノート PC に送る。

これらの荷重センサは、車椅子上の患者姿勢に関する情報を得るものであり、例えば床に落ちたものを取ろうとしたり、勝手に車椅子と他の器具間を移乗しようとするなどの行動が取得可能である。

またこの他に、図 4 に示すように、ブレーキの状態を 2 値で取得するブレーキ状態センサ、足置きの角度を取得する足置き跳ね上げセンサ、車輪の回転を測定する車輪回転センサを備えている。

ブレーキ状態センサにはフォトインタラプタを用いており、ファームウェアを改造したマイコンボード (Logomatic v2[9]) で情報を取得してシリアルデータとして出力する。出力されたデータは USB シリアル変換器を使用して、USB ポートより車椅子 PC に取り込まれる。

足置き状態センサおよび車輪回転センサには、小型無線加速度センサ WAA-001[10] および小型無線加速度・角速度センサ WAA-006[11] を用いている。これらのセンサ情報は Bluetooth により無線で車椅子 PC に送られる。

ブレーキ状態センサと足置き状態センサは、間違った車椅子操作行動を識別するためのものである。また、車輪回転センサは屋内における移動の記録や転倒のような事故の検知に利用できると考えている。

#### 4.2 試作センサベッド

試作したセンサベッドを図 5 に示す。このセンサベッドには、ベッド面での荷重を計測する荷重センサと、ベッドサイドの手すりセンサ、これらセンサ情報を収集し行動蓄積 PC に送信するベッド PC を備えている。

試作したセンサベッドは市販の病院施設用ベッドをベースにしているが、ベッド面を上半身側と下半身側の 2 面に分割し、それぞれの 4 隅に荷重センサを設置している。これらの荷重センサは車椅子荷重センサと同じものを使用している。

ここで得られたベッド面の荷重情報は、ベッド上での患

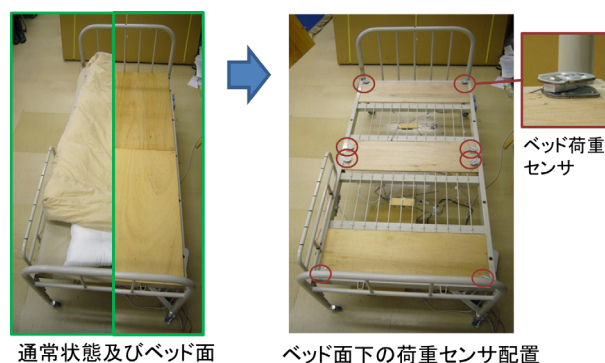


図 5 試作センサベッドおよびその荷重センサ配置

Fig. 5 Prototype of sensor bed and position of weight sensors.

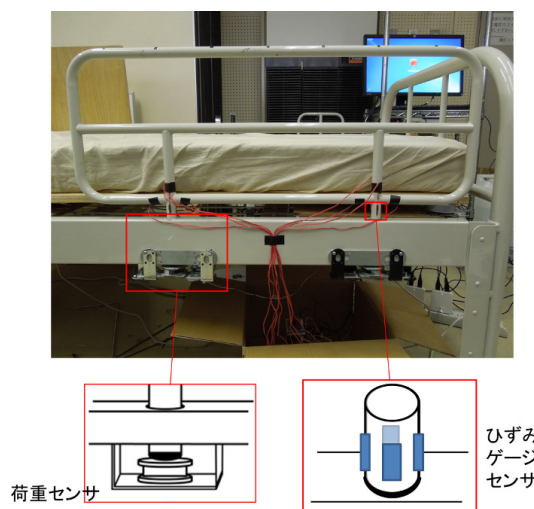


図 6 試作センサベッドの手すりセンサ部

Fig. 6 Handrail sensors of the sensor bed.

者の姿勢に関する情報を得るものであり、上体を起こしている事やベッドサイド側に移動していること等、ベッドからの移乗行動の前段階となる行動の識別に利用できる。

ベッド手すり部には、図 6 に示すように、手すりの 2 箇所足の下に手すりに対する上からの荷重を計測する荷重センサを設置している。また、手すりに対する横方向の荷重を計測するため、手すりの足の途中にはそれぞれの足の 4 方向に歪みゲージセンサを設置している。

これらベッド手すりセンサからは、ベッド手すりのどの方向にどの程度の力が掛かっているかを得ることができる。この情報とベッド面の荷重情報やセンサ車椅子の情報と合わせて、患者のベッドから車椅子への移乗や、車椅子からベッドへの移乗する行動の識別に利用する。

#### 4.3 実験用トイレブース

医療関係者へのヒアリングで挙げられた危険な行動の一つとして、介助を必要とする患者の単独での車椅子からトイレへの移乗がある。そこで、図 7 に示すような、移乗を模擬するための実験用トイレブースを設置した。

車椅子から便座への移乗には必ず手すりを利用するた

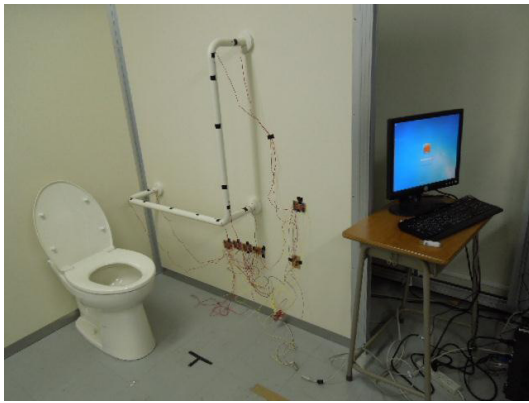


図 7 実験用模擬トイレスペース  
Fig. 7 Experimental toilet space.

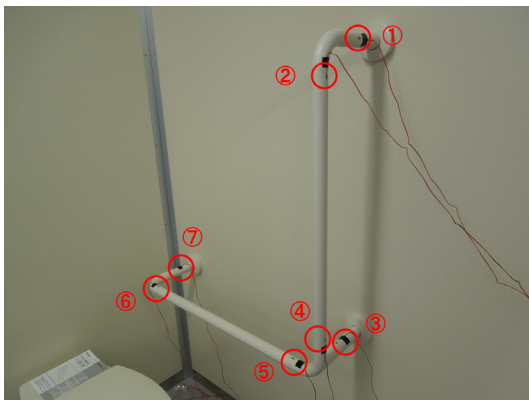


図 8 L字手すりへの歪みゲージセンサ取り付け位置  
Fig. 8 Strain gauge sensor positions of L-type handrail.

め、このトイレブースには便座の他にL字の手すりが備えられている。

この手すりに歪みゲージセンサを設置することで、車椅子から便座へ、あるいはその逆の移乗途中の情報を取得しようとしているが、現在の所、図8に示す複数の箇所にセンサを取り付け、手すりのへの荷重に対する反応を計測する事で、行動情報の取得に適したセンサ位置の検討を行っている段階である。

## 5. 予備実験

本節では、試作したセンサ付き周辺器具から、行動情報に結びつくセンサデータが取得できていることを確認するための予備実験結果を述べる。

まず、センサ車椅子を使用する実験者が、床のものを拾う行動をしたときの荷重データ変化を図9に示す。

この荷重データより、座面については右側に荷重が移動しており、足置きにも大きく荷重がかかっていることが分かる。足置きは座面よりも前にあるため、体の重心が前方に移動していることも分かる。また、右腕が肘掛けにふれているため、肘掛けの右前の荷重にも変化が現れている。

次に、ベッド上で寝返りを打つ動作をしたときの、ベッ

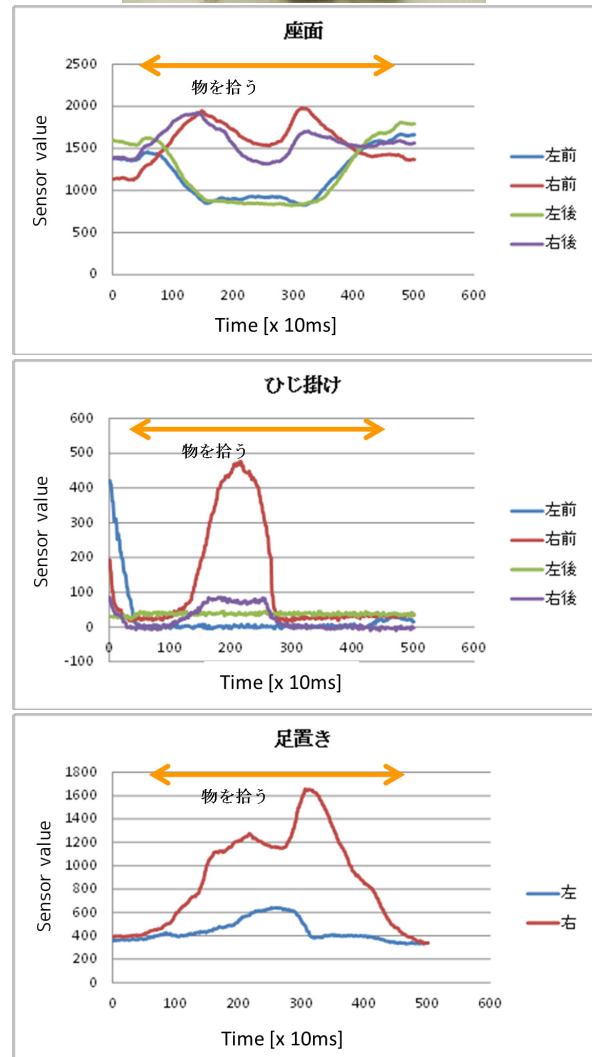


図 9 車椅子上で床のものを拾う行動時のセンサデータ  
Fig. 9 Wheelchair sensor data of picking-up action from the floor.

ド面の荷重データを図10に示す。

図10に示した100秒間のデータより、約20秒の間隔において2度寝返りの動作を行っていることが分かる。特にベッド上半身側荷重の左右を比べると、左側の荷重が相対的に増加していることから、右から左への寝返りであることが分かる。また、ベッド下半身側荷重も同様の傾向を示している。

最後に、トイレブースに設置したL字手すりに荷重をかけた際の、歪みゲージセンサの値を図11に示す。ただし、

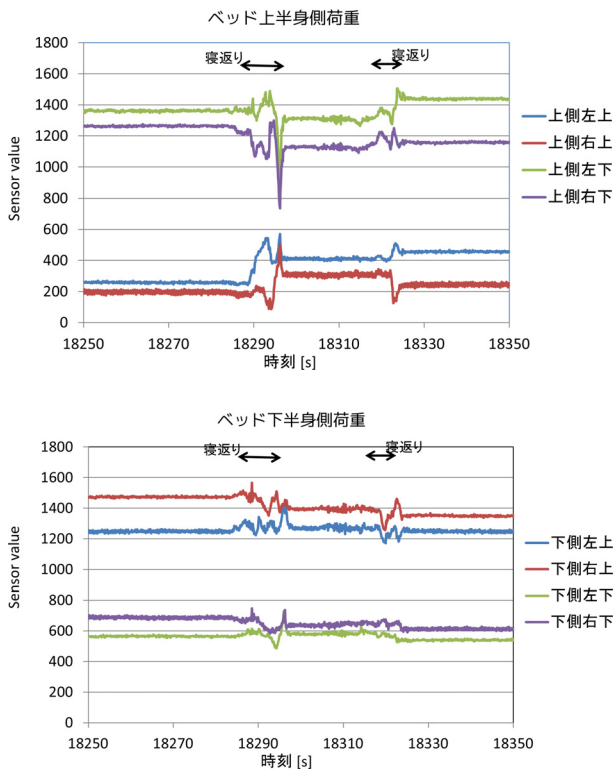


図 10 寝返りを打ったときのベッドセンサデータ

Fig. 10 Bed sensor data of turning over in sleeping time.

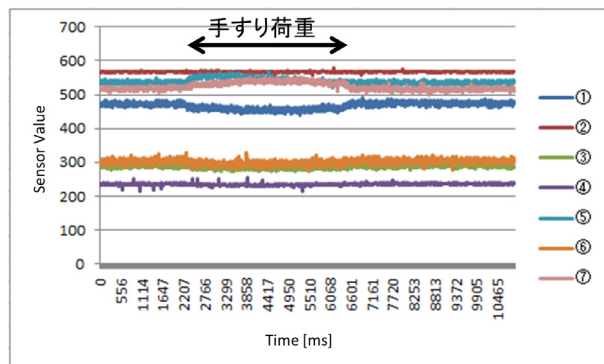


図 11 L 字手すりへ荷重をかけた時の歪みセンサの値

Fig. 11 Strain gauge sensor value at the time of weighting to L-type handrail.

グラフの凡例の番号は、図 8 に示した歪みゲージセンサの取り付け位置を示している。

このデータからは、L 字手すりの端の支持部に変化が存在し、手すりの使用を検出できることが分かる。しかし、手すりに荷重をかける位置や方向との関係は未検討である。

## 6. おわりに

本稿では、危険行動を検知するため、患者が日常生活で使用する周辺器具にセンサを設置し、それらデータを集約することで見守りを行うシステムを提案し、センサ車椅子やセンサベッドなどの試作を行った。また、予備実験を行い、これらの周辺器具から患者の行動に関するデータを取

得できることを確かめた。ただし、トイレブースの L 字手すりへのセンサ設置については検討段階であり、手すりへの荷重による変化を確認するにとどまった。

今後、複数の器具からのセンサデータを集約し時間同期の精度を確認するとともに、医療機関と連携して様々な危険行動例を対象に、それらの行動検知について開発を行っていく予定である。

謝辞 本研究の一部は科研費 (10008309) の助成を受けて行われたものである。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省:平成 20 年度受療行動調査の概況 (online), 入手先 <<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jyuryo/09/index.html>> (2009).
- [2] 厚生省: 21 世紀初頭に向けての在宅医療について (online), 入手先 <<http://www1.mhlw.go.jp/houdou/0906/h0627-3.html>> (1997).
- [3] Cory D. Kidd, Robert Orr, Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Irfan A. Essa, Blair MacIntyre, Elizabeth Mynatt, Thad E. Starner, Wendy Newstetter: The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research, In the Proceedings of the Second International Workshop, CoBuild'99, pp. 191-198 (1999).
- [4] 間野裕行, チャミンダ デシルバ, 山崎俊彦, 相澤清晴: ユビキタスセンサとウェアラブルセンサによるユビキタスホーム内での行動判別と映像検索, 電子情報通信学会技術報告, IE2006-286, pp. 65-70 (2007).
- [5] 上田博唯: スマートハウスと温かいインタフェース: NICT ユビキタスホームと京都産業大学 Home, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol. 12, No. 1, pp.19-24 (2010).
- [6] 茂木 学, 松村 成宗, 山田 智広, 武藤 伸洋, 金丸 直義, 下倉 健一朗, 阿部 匡伸, 大久保 由美子, 森田 佳子, 葛西 圭子, 山元 友子, 落合 慈之: 転倒転落事故の予防を目的とした見守りベッドシステム, 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, Vol. 94, No. 6, pp.1025-1038 (2011).
- [7] 泉 隆, 松下 英史, 小島 孝郎, 杉原 俊一, 田中 敏明, 井野 秀一, 伊福部 達: 車椅子の正しい操作方法の注意喚起システムの試作 -視聴覚刺激の利用-, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, Vol. 107, No. 555, pp.67-72 (2008).
- [8] 任天堂社: WiiFit (online) 入手先 <<http://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/index.html>> (2007).
- [9] sparkfun 社: Logomatic v2, 入手先 <<http://www.sparkfun.com/datasheets/Widgets/SFE-0016-DS-Logomatic-v21.pdf>> (2009).
- [10] ワイヤレステクノロジー株式会社: 小型無線加速度センサ Model: WAA-001 取扱説明書, 入手先 <[http://www.wireless-t.jp/PDF/WAA\\_001\\_users.pdf](http://www.wireless-t.jp/PDF/WAA_001_users.pdf)> (2010).
- [11] ワイヤレステクノロジー株式会社: 小型無線ハイブリッドセンサ Model: WAA-006 取扱説明書, 入手先 <[http://www.wireless-t.jp/PDF/WAA\\_006\\_user.pdf](http://www.wireless-t.jp/PDF/WAA_006_user.pdf)> (2010).