

# 離床予測システムの開発

電子部 上園剛

## 1. はじめに

鹿児島県の高齢化率は全国的にも高く、施設や自宅での老人介護は身近な関心事である。その介護の現場で、ベッド等から離れる（離床）時の転倒が大きな問題になっている。離床時の転倒を防止するためには、離床前に離床することを検知し、介護者が駆けつけることが必要であり、そのためにはベッド利用者のベッド上での動きを知る必要がある。本研究では、ベッドに荷重センサを多数設置し、ベッド利用者のベッド上での位置、動作を把握するための体位モニタリングシステムを開発し、ベッド利用者の動作データを収集し、解析した結果を基に離床予測システムとして運用したところ、良好な結果を得たので報告する。

## 2. システム構成

使用したベッドは、メイワ医科工業製4分割式電動リクライニングベッドである。ベッド上に荷重センサを千鳥状に94個配置した。荷重センサは、図1のとおり厚さ2mmの鉄板で片持ちバネを形成し、根元にひずみゲージを貼付し、先端部に荷重がかかる構造とした。ひずみゲージは図2のとおり平衡ブリッジを介してデータロガー（20chA/D変換器）に接続したが、チャンネル数が不足するため、セレクタにより5回に分割して取り込む仕様とした。またベッド利用者の状況を把握するために、ナースコールボタン、マットセンサ（ベッド横の床に設置し、ベッド利用者が足を乗せることでナースコールへ信号が送られるセンサ）からの信号を取り込む機能を付加した。これらのセンサ入力と、機器等の制御はパソコンで集中制御した。開発した体位モニタリングシステムを図3～4に、取得したデータを図5にそれぞれ示す。

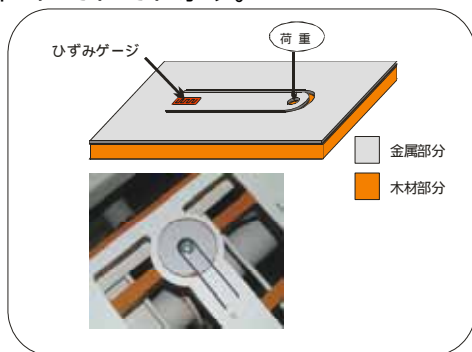


図1 荷重センサのイメージと写真

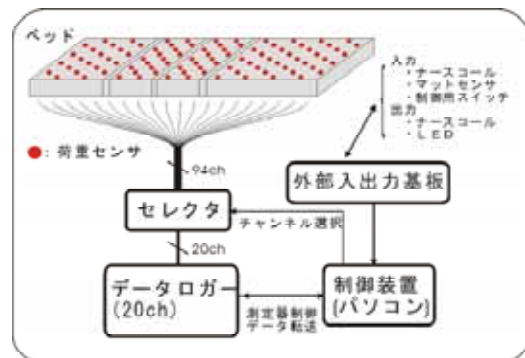


図2 システムのブロック図

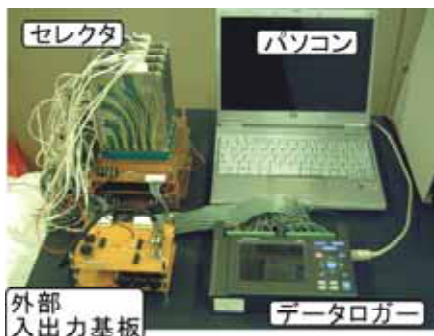


図3 システムの制御部



図4 システムのベッド部



図5 取得データ

### 3. 離床予測システム

開発した体位モニタリングシステムを特別養護老人ホーム三船園で運用し、複数被験者でデータ収集を行った。収集したデータから離床に至る動作を抽出し、その動作の特徴を解析した。その結果、**頭部 臀部 降り口**の3点に着目することで離床に至る動作を判定できる事が確認できた(図6)。そこで、着目部位の荷重情報を把握するために、94個の荷重センサをA~Iの9個のグループに分け(図7)、各グループに存在する荷重計の値の総和を各グループの値とし、グループの値の変化でベッド利用者の体位を把握する仕様とした。

体位モニタリングシステムで収集したデータを基に、各グループの値と、ベッド利用者の状態(離床レベルとして数値化)を対応付けた例えば表1のようなテーブルを予め作成し、このテーブルを参照することで、現在のベッド利用者が離床に向けてどのような体位であるか離床レベルとして数値で把握することが可能となる(図8)。離床レベルが設定したしきい値よりも大きくなったタイミングでナースコールへ信号を出力し、介護者に離床を知らせる。

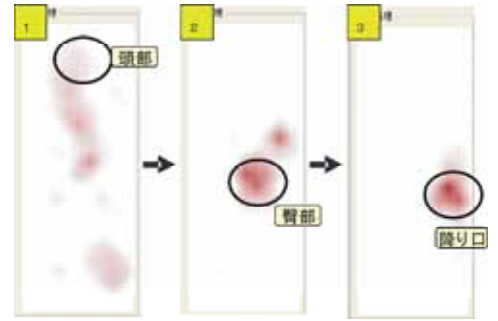


図6 離床に至る動作例

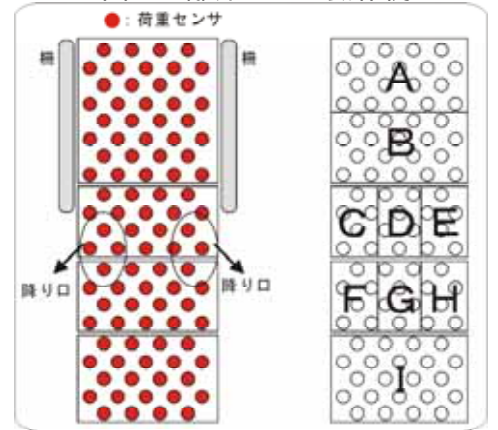


図7 グループの分割

表1 状態判定のテーブル(イメージ)

A, B の値	D+G の値	C+E+F+H の値	離床 レベル
0~50	0~50	0~50	10
		50~100	9
		100~150	8
		150~200	7
...	...	...	...
150~200	150~200	150~200	0

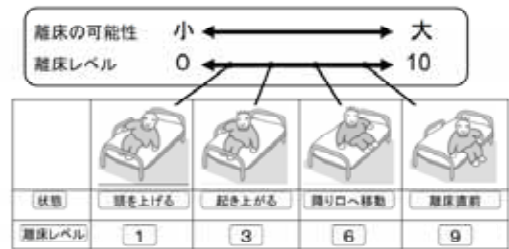


図8 体位と離床レベルの関係

### 4. 評価結果

離床予測システムとして動作するように再構成したシステムを、被験者9名で運用した結果を表2に示す。離床予測成功率(離床前に離床を予測することに成功した割合)は平均で**95%**、平均予測時間(離床予測した時間から実際に離床するまでに経過した時間)も**52秒**となり、現場スタッフから高い評価を得た。

表2 実環境評価の結果

被験者	① 予測成功率 (%)	② 平均予測時間 (秒)	③ 予測回数 (回)	④ 誤作動 (回)	⑤ 未作動 (回)
A	100	68.7	33	0	0
B	100	44.7	28	0	0
C	96	97.3	25	0	1
D	100	43.7	6	0	0
E	92	77.0	11	0	1
F	89	37.2	35	1	3
G	83	29.2	12	2	0
H	80	41.5	10	2	0
I	100	31.3	32	0	0
平均	95	52.3	21.3	0.6	0.6

- ①予測成功率 =  $\frac{(\text{③予測回数} - \text{④誤作動回数})}{(\text{③予測回数} + \text{⑤未作動回数})}$
- ②平均予測時間 =  $\frac{\sum(\text{離床時間} - \text{離床予測時間})}{\text{離床回数}}$   
(離床時間: ベッドの荷重が0になった時間)  
(離床予測時間: システムが離床すると予測した時間)
- ③予測回数 = システムが離床すると判断した回数
- ④誤作動回数 = 離床の兆候無しに作動した
- ⑤未作動回数 = 離床したが作動しなかった

### 5. おわりに

現在の離床予測システムは、体位モニタリングシステムとして構成したハードウェアを利用しているため様々な問題点がある。現在、離床予測に特化したシステムとして研究を進めている。