

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成24年5月21日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2011

課題番号：23650347

研究課題名（和文） 枕下設置可能な薄型モニタリングシステムのための物理・生理モデルの基礎検討

研究課題名（英文） Basic Investigation of Physical and Physiological Model for Thin Sheet Type Monitoring System

研究代表者

森 武俊 (MORI TAKETOSHI)

東京大学・大学院医学系研究科・特任准教授

研究者番号：20272586

研究成果の概要（和文）：薄型で小型のみまもりセンシングシステムを構築していく際に必要となるヒトの身体の構造と動きのモデルに相当する物理モデルと、呼吸、血流、心拍のモデルに相当する生理モデルの構成法について研究を進めた。全身に比して取得情報が少なくなる胸腹下や枕下設置型で身体状態推定を行うためには圧力センサの分布密度を上げることである程度の生理状態推定可能性の向上は得られるものの、剪断力の計測が有用であることが分かった。

研究成果の概要（英文）：How to form a model to construct small and thin sheet type monitoring sensor system was investigated. The model may consist of both physical model that corresponds to human body structure and motion, and physiological model corresponds to respiration, blood flow and heartbeat. To estimate bodily state only from under-abdomen type or under-pillow type sensors that collect smaller amount of information compared to full-body distributed sensors, it was clarified that not only expanding density of pressure sensing but also shear force distribution measurement is useful.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：看護工学

科研費の分科・細目：人間医工学 ・ リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：生活支援技術，看護工学，物理モデル，生理モデル，モニタリング

## 1. 研究開始当初の背景

長きにわたり、床下やベッドマット下に配置したセンサといった限られた情報から、その上で起こっている事象（例えば移動や寝返り、深呼吸など）を推定する手法・アルゴリズムに携わってきたことと。最近ではJST/CRESTの枠組のもと室内での動きの有無に過ぎない焦電センサデータから独居高齢者の日常生活習慣の変化をとらえ、疾病可能

性の検知をする手法・システム開発へも展開していることから、計測・蓄積データを得て個々人に適合できるよう構成した人の形状・運動・生体情報を含んだモデルに基づく人体動作を構築することで、その人の寝姿や細やかな動き、生理的内部状態が推定できるという手応えを得ていた。15年前頃から、体動モニタリングベッドその全身姿勢推定（褥瘡防止）、呼吸計測等の有効性を実験を通じて明らかにしてきていた。

このようなベッド上の力センシングシステムは、その後エアマット圧計測やセンサ値に基づく床ずれ防止動作など多くの研究や製品開発をリードするフィージビリティを示す研究であった。ベッド研究はせん断力計測や可動ベッドの動き自体による身体への影響評価へ展開されている。

これらに基づき、計測が部分的にしか可能でない、小型薄型である、可搬であるという特長を有するシステムの構築に必要な人の物理モデル・生理モデルを、計算機内シミュレータを作成してセンサ値の予測、人の位置姿勢や動き・バイタルサインの推定ができるように構成することを目指すこととした。

ベッド型システムは、ベッド自体あるいはベッドマットを改造する形で、サイズ、システム構成とも非常に大きく、一般病棟、小施設、仮定等への導入は困難である。本研究は、日常毎日の健康状態をモニタリングし常時記録できるよう、部分計測データのみから、身体的位置姿勢状態、生理状態を推定・予測できるようなモデルを構成することをポイントとして考えた。

## 2. 研究の目的

枕の下に設置可能な薄型で小型のみまもりセンシングシステムを構築していく際に必要になる、ヒトの身体の物理モデル（構造・動きのモデル）と生理モデル（呼吸・血流/心拍/体温・睡眠のモデル）の構成法について研究することとした。ベッド・布団の下に圧力センサを 80mm 間隔で配置した分布型システムでマット上の人の寝姿・呼吸や、時系列変化を見ることで推定される 3 次元的全身姿勢から胸位置や膝裏位置を推定し、そこで脈拍を計測する手法を実現してきたが、このシステムで仮定していた非常に単純

な物理・生理モデルをより精緻化するとともに頭部・首部近辺の下のみが計測できる条件下での状態推定アルゴリズムの検討をするとともに、システム試作を平行して行うこととした。

## 3. 研究の方法

枕の下に設置するセンサユニットだけから基本的な生理状態の時系列動態をモニタリング・推定する蓄積するシステム構築の基礎作りを行う。既に試作したプロトタイプของデータとリファレンスとなる既存のモーションキャプチャ・生理テレメータとの関係を統計的学習で獲得するとともに状態推定に必要な物理・生理モデルを構成する。センサ時系列データから人の動きや基本的なバイタルサインを推定するために必要でありかつシミュレーションや予測という点で計算量・速度の観点で十分となるモデルを、ベッド研究、画像ベース運動キャプチャ、腕輪型センサ手指形状推定研究で探求してきた方法論を基に展開・検討しシステム実現可能性を単年度で探究する。

単年度で、システム構成法の基礎作りを進める。軽量コンパクトで可搬性を有しメンテナンスも容易なメリットを有するとしても、枕の下のみといった限られた場所にのみセンサを配することで人・環境から得られる情報は限定的となる。本研究のポイントは、制約のある計測データから、当人の過去の蓄積データ、傾向が類似した人の記録データ、ヒトの構造や運動に関する物理モデルシミュレータとその枕部での動きへの影響のモデル、ヒトの呼吸・心拍・体温変化に関する基本的な生理モデルのシミュレータとそれらの枕部での力・加速度や温湿データとの関係のモデルを統合的に用いることで、ベッドや

布団あるいはソファで寝そべっていたり眠っていたりする人の体の動きや状態，基本的な生理状態を時系列的に推測するというところにある。

このようなシステムの実現には，センサデバイス，センサ群のユニット化，ノイズレス化処理，予測を含めたシミュレーション演算，効率的記録技術も重要である．そのなかで特にキーとなる物理・生理モデルについて，長時間蓄積するデータから識別推定に重要なパラメータを統計的学習の枠組のもと抽出しベースラインとすることで，基礎をかためることを中心課題とする．

研究代表者である森は，ベッド型バイタルサイン推定システムなどの研究で得た知見を活かし，中核となる物理・生理モデルの構築，ソフトウェア実装とシミュレータソフトウェアの実装を担当する．分担者の野口特任助教はネットワークセンシングの専門家として小型可搬型システムのプロトタイプ開発を担当する．大江助教は臨床経験も豊富な看護学とくに老年看護学の博士研究者として健康医療管理データの分析とそれに基づく基本モデルの構成と物理・生理モデル構築・実装のベースを作成する．

三名が同じ研究機関内で密に連絡をとりあい，協調して研究を進める．

#### 4. 研究成果

薄型で小型のみまもりセンシングシステムを構築していく際に必要になるヒトの身体の構造と動きのモデルに相当する物理モデルと，呼吸，血流，心拍のモデルに相当する生理モデルの構成法について考察することを目指し研究を進めた．

これまでに研究を行ってきたベッド・布団の下に圧力センサを 80mm 間隔で配置した分布型システムでマット上の人の寝姿・呼吸や，

時系列変化を見ることで推定される 3 次元的全身姿勢から胸位置や膝裏位置を推定し，そこで脈拍を計測する手法とシステムをベースとし，これを胸腹下設置センサや枕下設置センサのようなより簡易なシステムにおいても実現できるような手法について検討を進めた．この際，全身に比して情報量が少なくなる胸腹下タイプや枕下タイプにおいて推定を行うためには，圧力センサの分布密度を上げることである程度の生理状態推定可能性の向上は得られるものの，圧力のみならずずれ方向の力すなわちせん断力の計測も有用であることが分かってきた．

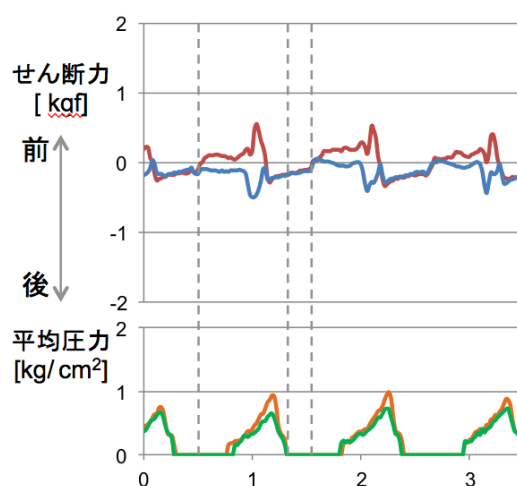


図. 圧力分布と複数の剪断力の同時計測

圧力と剪断力とを同時に測定するプロトタイプデバイスを作製し，高い圧力をかけている状態でずれるのと低い圧力のもとでずれるのとでは計測剪断力値が異なるという圧力・剪断力の相関関係を取り入れたデバイス上の力環境の推定モデルを構成した．この際，コンピュータシミュレーションを行い事前に大枠モデルを作製するとともに，実際に既知の力をかけることによる関連したパラメータの推定によるモデル構成を行った．

得られた研究成果は，SAS スクリーニングにおける拘束性の低いデバイスの実現や，臨

床における褥瘡予防や褥瘡発生モデル構成に役立つマットレス・シーツ・身体マイクロクライメート研究につながるものとして、看護学・理工学連携研究へ今後つなげていく予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① YUKO YAMAMOTO, GOJIRO NAKAGAMI, TAKETOSHI MORI, KOZUE SAKAI, HIROMI SANADA. Evaluation of preventive effect on buttocks immersion of independently controlled inner air cell pressure in air mattress. Journal of Japanese Society of Wound Ostomy and Continence Management, 査読有, Vol. 15, No. 3, 2011, pp. 239-249. <https://www.sasj.net/journal/JSWOCM/abstract.cgi?0+0+100+V00007+N00002+P00010+article>

[学会発表] (計1件)

- ① Hiroshi Noguchi, Hiroaki Fukuda, Taketoshi Mori, Tomomasa Sato. Wireless Sensor System for Measurement of Indoor Natural Human Behavior, The 8th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2011), Full Papers 1-3, Penghu, Taiwan, 2011-06-13.

[その他]

ホームページ:

<http://www.lifesupport.m.u-tokyo.ac.jp/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

森 武俊 (MORI TAKETOSHI)

東京大学・大学院医学系研究科・特任准教授

研究者番号: 20272586

##### (2) 研究分担者

野口 博史 (NOGUCHI HIROSHI)

東京大学・大学院医学系研究科・特任助教

研究者番号: 50431797

大江 真琴 (OE MAKOTO)

東京大学・大学院医学系研究科・助教

研究者番号: 60389939

##### (3) 連携研究者

なし