

研究論文

センサ織物の生体計測分野への応用

島上祐樹*1、堀場隆広*1、田中利幸*1、池上大輔*1、榎堀 優*2、間瀬健二*2、
川部 勤*3、水野寛隆*4、鈴木陽久*4

Development of Bio-sensing Technology Using Cloth

Yuki SHIMAKAMI*1, Takahiro HORIBA*1, Takayuki TANAKA *1,
Daisuke IKEGAMI *1, Yu ENOKIBORI *2, Kenji MASE *2, Tsutomu KAWABE *3,
Hirotaka MIZUNO *4 and Akihisa SUZUKI *4

Owari Textile Research Center*1 Graduate School of Information Science, Nagoya University*2
Nagoya University Graduate School of Medicine*3, Tsuchiya Co., Ltd. *4

衣類や寝装品など日常生活に使われている布素材に、センシング機能、データ信号伝達機能などを付与して、ウェアラブルな生体情報計測システムを開発することを最終目標とする研究を行った。ここでは、この素材でできたベッドシートや衣服を作製し、そこから得られるヒトの体圧分布や呼吸に関する情報を取得できるシステムへの展開について報告する。

伸縮量を計測できる布によって、呼吸に伴う胸囲、および胴囲の変化を捉えることができた。また、圧力を検知できる布を用いてベッドシートを作製し、寝ているヒトの体圧分布を捉えることができた。

1. はじめに

生活習慣病では疾患リスクを予知し、さらにそれを疾患の予防につなげることが重要である。従来の病院における検査入院、あるいは、定期集団検診などは特定日時のポイントデータにすぎない。ヒトの疾患リスクを予知するには、日常生活での健康モニタリングを実現することが必要不可欠である。このためには、日常的にデータ取得ができる検査項目を抽出し、これを日常生活の中で検査できる新しいデバイスを開発することが必要である。

本研究では、圧力や伸縮量を検知できる布¹⁾²⁾を衣服やベッドシートに組み込み、呼吸量や体圧分布を計測できるシステムを試作した。

2. 呼吸計測のための衣服

2.1 伸縮量を検知できる布

伸縮量を検知できる布（以下、伸縮センサ布）はたて糸に電極を形成する糸、よこ糸にストレッチ糸を用いて平織とした織物である。表1に詳細を示す。たて糸の偶数列、奇数列を各々短絡して電極を形成させた。伸縮センサ布の概念図を図1に示す。

表1 伸縮センサ布の織物規格

糸	経：カバリング糸 (芯) 導電性繊維 (サンダロン®) (鞘) 非導電性繊維 (ポリエステル 150d) 緯：綿 40/1×40/1 ×40d ポリウレタン (ライクラ®) D.F. 3.0
密度 [本/in]	たて 50 よこ 30
巾 [cm] × 長さ [cm]	9 × 9

*1 尾張繊維技術センター 素材開発室 *2 名古屋大学大学院情報科学研究科

*3 名古屋大学大学院医学系研究科病態解析学講座 *4 株式会社 榎屋

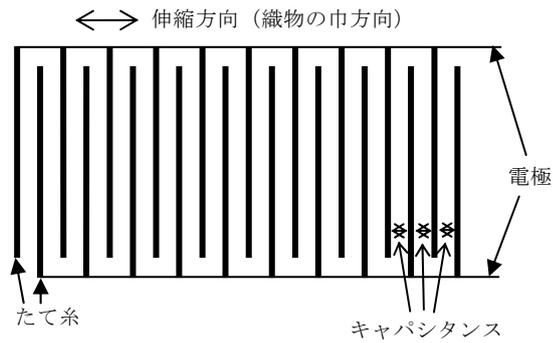


図1 伸縮センサ布の概念図

図1に示すとおり、巾方向の伸縮によって、タテ糸間の距離が変化する。それに伴い、各キャパシタンスが変化する。

この静電容量の変化を静電容量計で計測することによって、長さの変位を計測することができる。

伸縮センサ布の左右両端を把持して、伸長に伴う静電容量の変化を測定した。その結果を図2に示す。0%から70%までの伸長に伴って73pFから65pFまで静電容量が変化した。この結果、静電容量を計測することによって、伸長変形を捉えられることを確認した。

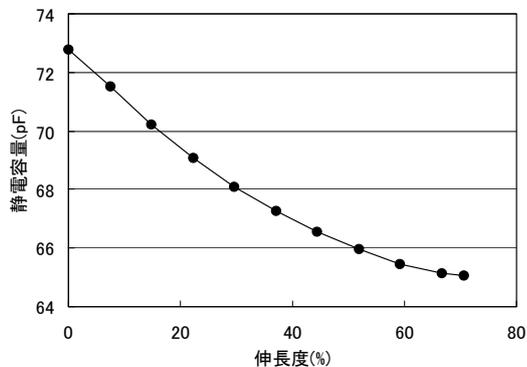


図2 伸長に伴う静電容量の変化

2.2 呼吸計測のための衣服の開発

光学式モーションキャプチャ(図3)を用いて、呼吸に伴う体表の変形を解析した結果、剣上突起、およびへその位置が大きく変化することがわかった。

そこで、2.1の伸縮センサ布を前述の位置になるように縫いつけた衣服を作製した。

図4にセンサを取り付けた呼吸計測用衣服を示す。

体表の動きを感度良くセンサに伝えるため、センサ部分以外は伸びない素材を使用した。



図3 光学式モーションキャプチャ



(a)



(b)

図4 呼吸計測用衣服
伸縮センサ布の位置：(a)正面、(b)側面

伸縮センサ布は剣状突起、及びへその周上に中心がくるように配置した。

これらの動作を確認したところ、図4(a)、(b)いずれも呼吸による体表の動きを捉えられた。しかし、(a)については被験者が女性の場合、うまく捉えられなかった。

これは男女による体形の違いにからくると考えられる。体表の動きを伸縮センサ布に伝えるためにはできる限りセンサ以外の部分が体表に合って伸びないようにすることが重要である。女性の場合、センサが正面にあるとそれが困難となる。

より高い精度の計測を行うための衣服構造の構築が今後の課題である。

図5に図4(b)を用いて呼吸を計測している様子を示す。

グラフ上が胸部、下が腹部の動きを示している。吸気により肺、及び腹部が膨らんだときに高い値を示すようにプログラムされている。胸腹部共に精度良く呼吸を捉えられていることがわかる。

今後は呼吸以外による動きや汗の影響について検証していく必要がある。

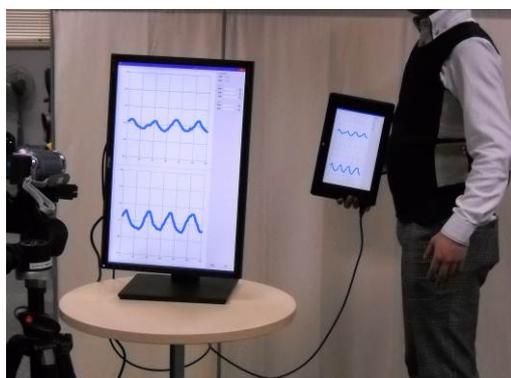


図5 伸縮センサ布を用いた呼吸計測の様子

3. 人の寝姿を検出できるベッドシート

3.1 圧力を検知できる布

伸縮センサ布で使用したカバリング糸とポリエステル紡績糸 20/2 をたてよこに使用してカバリング糸をマトリックス状に配置した。セル部分は平二重織りとした。

図6にセル部分の織物断面モデル、および作製した織物の外観写真を示す。圧力を検知するセルは、下面たてのカバリング糸と上面のよこのそれとで構成される2層構造となっている。セル部分が圧縮されるとたてよこ糸の導電糸間の距離が変化するため、静電容量がそれに伴い変化する。



(a)



(b)

図6 セル部分の織物断面モデル (a)、および作製した織物の外観 (b)

3.2 ベッドシートの開発

この布を用いて圧力分布を相対値で色表示させるシステムを開発した。図7に圧力分布表示システムの構成を示す。

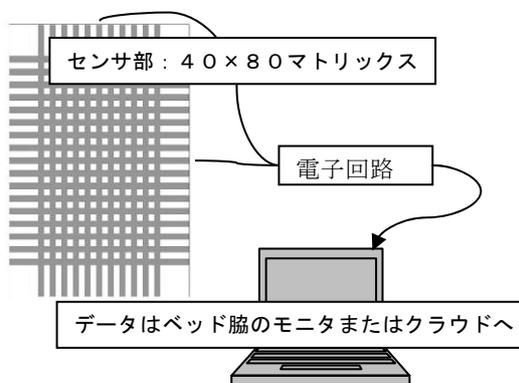


図7 圧力分布表示システムの構成

センサ部分から出力される静電容量を電子回路にて電圧値に変換しデータ処理用のパソコンへ送られる。その出力値を相対値として色表示させる(図8)。図中の赤みが強い部分が周りに比べて圧力が高い部分を示している。頭からつま先まで精度良く表示されていることが確認できる。

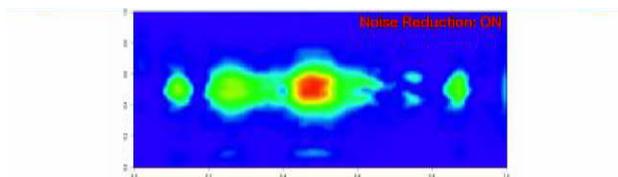


図8 圧力分布の表示例
(上)システム全体、(下)圧力表示画面

このシステムの仕様は**表2**のとおりである。

表2 システムの仕様

ベッドシーツのサイズ	シングルベッド用
圧力分布を測定する面全体のサイズ	160cm×80cm
圧力検知部1カ所あたりのサイズ	縦1cm×横1cm
圧力検知部の配置間隔	縦横ともに2cm間隔
圧力検知部分の数	縦80×横40=3,200
圧力検出範囲	0～500mmHg
サンプリングレート	1秒未満/面

寝ているヒトの体圧分布を相対値で色表示できるシ

ステムの開発に成功した。

今後は看護学部での臨床実験を進めて、褥瘡予防への展開を図る。

4. 結 び

伸縮量、および圧力を検知できる布を用いて生体情報を計測するシステムの開発を試みた。その結果、以下の開発に成功した。

(1)伸縮する布センサを衣服に組み込み、人の呼吸を計測するシステム

(2)ベッドシートによる体圧分布計測システム

いずれのシステムについても、看護学部での臨床実験を進める。

付記

本研究は公益財団法人科学技術交流財団が進める「知の拠点あいち」重点研究プロジェクトにおける、平成24年度「超早期診断技術開発プロジェクト」により行った研究である。

文献

- 1) 池口, 堀場: 愛知県産業技術研究所研究報告, **6**, 132(2007)
- 2) 堀場, 池口: 愛知県産業技術研究所研究報告, **7**, 114(2008)