

多点圧力センサ内蔵型風呂マットを用いた 浴室洗い場事故検知システムの開発

本井 幸介^{*,**}・中村 心也^{*}・田中 直登^{*}・山越 憲一^{*}

Development of a New Accident Detection System in Washing Place of Bathroom using Bath Mat with Multipoint Pressure Sensor

Kosuke MOTOL^{*,**} Sinya NAKAMURA^{*} Naoto TANAKA^{*} Ken-ichi YAMAKOSHI^{*}

Abstract Recently, the freak accidents in home have been increased and they are caused by the asphyxiation, drowning, falling, fire, and toxicosis. Especially in bathroom, the accident frequently arise and thus the healthcare monitoring and the accident detection system can be useful for attainment of safe and untroubled daily life. While some monitoring systems for moving state using infrared ray and ultrasonic wave were already developed, these methods distinguish only whether or not a bather is moving. Also, detailed motion analysis using CCD camera has the problem of privacy for the practical use. From these viewpoints, we designed the monitoring system for the electrocardiogram and respiration signal using bathtub-installed electrodes, showing its usefulness for the healthcare and the drowning alarm during taking a bath. However, the range over which this method is possible is limited in the bathtub and thus the detection in washing place are impossible. To solve this drawback, we developed a new system capable of detecting the accident in the washing place together with the pulse and respiration rate using a bath mat type multipoint pressure sensor located in washing place of bathroom. From the results of the accuracy evaluation in 20 healthy subjects, it is demonstrated that the present system can accurately detect the accident [60/60,100%] and show the good correlation between the pulse [$r=0.99$] and respiration [$r=0.95$] obtained from the system and those obtained from the conventional methods using the sensors attached to the body surface.

Keywords : accident detection, washing place in bathroom, bath mat type pressure sensor, pulse, respiration.

1. はじめに

近年、家庭内での事故が非常に多くなっており、事故原因としては窒息、溺死、転倒・転落、火災、中毒など様々なものが挙げられる[1]。また、事故の発生環境としては、各種生活スペース、階段等の移動スペース、トイレ等、様々な場所があるが、中でも浴室は、事故が非常に多く発生する場所となっている[2, 3]。また入浴中の事故において、死亡者の死亡原因が不明な際には、入浴中の事故死ではなく、病死と診断されることも多く、入浴中の事故死は

実際の統計・報告よりもはるかに多いと考えられ、これらも含めると入浴中死亡者数は年間 17,000 人にもものほり、交通事故死（平成 11 年：約 9,000 人、平成 22 年：約 5,000 人）よりも多いとの報告もされている[3-5]。

入浴中の事故としては、浴槽内における入浴行為の際に温熱・水圧等の負荷を受け、それにより循環器系疾患が誘発され、また脱水症状を起こしたりなどして、意識を無くし溺水してしまい死につながる事が考えられる。また、浴槽内はもちろんのこと、洗い場においても、足を滑らせたことによる転倒や、脱衣所から洗い場、あるいは浴槽から洗い場と言った急激な環境変化による体への負担から、脳出血、心筋梗塞等になり事故に繋がる場合も考えられる[6, 7]。

これまで入浴事故を検知する機器として、近赤外線、超音波、CCD カメラ等を利用した動態センシングが考案されている[8-10]。本当に事故が起きているか否かという判断基準の設定が難しい場合も多く、また健康状態のチェッ

2013 年 3 月 4 日受付, 2013 年 4 月 26 日改訂
Received March 4, 2013; revised April 26, 2013.

* 金沢大学理工学研究科

College of Science and Engineering, Kanazawa University

** 現・弘前大学大学院理工学研究科

Current affiliation: Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University

クやそれに基づく支援はできない。またカメラを用いた場合、最終的には画像は数値データに処理されたとしても、カメラに対する不快感やプライバシーへの懸念など、実用化には問題を抱えている。これら問題を解決するためには、入浴者の生体情報を取得し、その情報に基づいて事故検知を行うことが有用と考えられる。

一方、現在までに浴槽やベッドにおける心電図計測[11, 12]や、ベッドにおける体温・脈拍・呼吸・体動等の計測技術[13-15]等も開発されており、家庭内における健康チェックや見守り支援への展開が期待されている。また、著者らもこれまで、家庭用調度にセンサを内蔵することにより、センサの身体装着や機器操作を一切必要とせずに生体情報を計測する「無意識生体計測」の概念を考案し[16-18]、生活で必ず利用するスペースに着目し、トイレ、ベッド、浴槽において様々な生体情報を取得可能なヘルスケアモニタリング・ネットワークシステムの開発[19-20]を行い、それらの医学的有効性の実証[21-23]を行ってきた。これらの詳細については、先行文献を参照されたいが、特に浴槽においては、著者らは従来の浴槽における心電図計測技術[11]を発展させ、心電図はもちろんのこと、さらには入浴中の溺水・水没事故を早期に発見すべく、心電図の呼吸性基線動揺及び心電図RR間隔の呼吸性変動から呼吸情報も同時取得可能なシステムを開発し、事故検知・生活支援への有効性を実証してきた[22, 23]。しかしながら、本システムでは、浴槽内での体調変化や事故検知のみにしか対応できず、洗い場での事故については検知できないという問題点があった。また、浴槽内のお湯に通電することによりインピーダンス変化から呼吸を検出する手

法も考案されているが[24]、同様の問題がある。

そこで本研究では、ベッドにおける体圧分布モニタシステム[23]を応用し、洗い場に多点圧力センサを内蔵した風呂マットを設置し、本センサマットと利用者の身体との接触圧変化・分布状況を確認することにより、洗い場における事故を検出すると共に、利用者の脈拍・呼吸の状態を同時にチェック可能なシステムの開発を行った。なお、配置するセンサについては、詳細な体圧分布を測定するものも市販されており、また動作の分析にも従来から用いられているが[25]、これらは非常に取り扱いが煩雑で高価であり、また細かな入浴動作を誤検知してしまうことも考えられ、実用化は難しい。そこで今回は簡易な感圧導電センサを最低限設置するシステムを考案し、体表面装着型センサとの同時記録による脈拍・呼吸計測精度評価、ならびに事故検出精度評価を実施した。

2. 方 法

2.1 システム概要

図1は今回試作を行った浴室洗い場事故検知システムの概要である。図中のように本システムは一般的に市販されているポリエチレン素材の風呂マット(900×600×15 mm)の表面に、10行×6列、合計60個の感圧導電センサを80 mm間隔で設置し、各圧力センサの信号の変動から体動の有無を、圧力の分布状況からマット上に人が倒れていないか否かを、また人が倒れている際には圧力信号のAC成分における脈拍・呼吸成分を検出し、脈拍・呼吸数を併せて検知可能としている。また、同図中には今回用いているセンサの抵抗-圧力特性を示しており、予備実験の

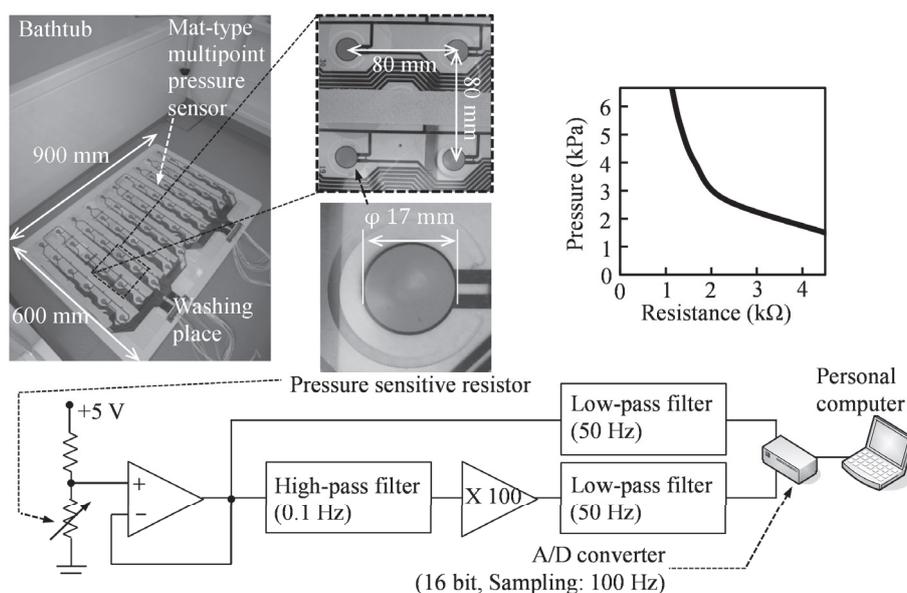


図1 多点圧力センサ内蔵風呂マットを用いた浴室洗い場事故検知試作システムの概要
 Fig. 1 Proto-type sensor system for the accident detection in washing place of bathroom using a bath mat which multipoint pressure sensor is installed.

結果から、入浴者がマット上に乗った際にもこの範囲内の抵抗値変化となり、体動や脈拍・呼吸による圧力変化を検出できるようになっている。なお、得られた圧力変化については、マット上の人の有無や体動の有無を検出するための信号 (DC~50 Hz) と、脈拍・呼吸を検出するための信号 (0.1~50 Hz) に分離され、アンプ及び AD 変換器 (16 bit, サンプリング周波数: 100 Hz) を介してパーソナルコンピュータに取り込まれる。

2.2 事故検知及び脈拍・呼吸検出方法

図 2 は事故検知方法であり、これらを 10 秒毎に実施する。以下にその方法を示す。

- 1) 圧力信号 (DC~50 Hz) に 3 点以上の反応がある、即ちマット上に浴室洗い場に人がいるかどうかを判定する。いない場合は浴槽での入浴中あるいは浴室外と判断し、システムは待機状態に戻る。
- 2) 洗い場にいる際には、体動の有無を判定する。判定の際には、全 60 個のセンサの圧力値を加算し、その信号の変動量 (= サンプリング毎の圧力値合計値 P のサンプリング毎の差; $P(n) - P(n-1)$) について、予備実験より決められた閾値 (安静時の大きさの 3 倍に設定)

を超えた区間を体動として検知し、入浴者は無事であると判断し、その後洗い場にいることを逐次判断しながら、体動の有無判定を繰り返す。体動から体動までの時間差が 2 秒以内である際はその間も動作をしているとし、体動判定を行う。

- 3) 上記 (2) の際に、体動がない場合には、圧力の分布状況から人が倒れているか否かを判定する。具体的には、60 個の圧力センサのうち、7 点以上受圧した際に、洗い場に人が倒れていると判定する。7 点という閾値は、仰・側・腹臥位姿勢で倒れた場合と、マット面に直接臀部を接した座位姿勢 (浴槽壁にもたれかかって動かなくなる場合) を想定し、予備実験の結果から決定した。またそれ以下であれば、マット上に立位状態で静止していると判断し、再び洗い場における人の有無・体動の有無判定に戻る。なお、このケースは通常の入浴ではごく稀な状態であると考えられる。
- 4) 上記 (3) の状態が 30 秒以上続くと、事故検知アラームが自動的に発信される。またこの際には圧力信号の 2~10 Hz から脈拍を、0.1~2 Hz から呼吸成分をまず全センサの信号から検出する。これら脈拍・呼吸信号の絶対値に対し 10 秒ごとに積分値を求め、それらが最大のセンサ信号を脈拍・呼吸数の解析対象とする。この解析信号に対して周波数解析 (高速フーリエ変換) を行い、そのピーク周波数から脈拍数及び呼吸数を検出する。

2.3 実験方法

以上の方法に基づき試作した洗い場における事故検知システムを用いて、健常成人 20 名を対象とし、事故検知及び脈拍・呼吸数計測精度評価実験を行った。まず、入浴者が倒れた際の脈拍・呼吸計測精度について、健常成人男性 10 名 (22~24 歳) を対象とし、仰臥位・側臥位・腹臥位・座位姿勢の各体位において脈拍及び呼吸の計測を行った。この際、体表面電極による心電図 (第 I 誘導) と、呼吸バンドセンサによる胸・腹部の呼吸運動の同時計測を行い、本システムから得られる脈拍・呼吸との比較を行うことにより、計測精度評価を行った。

次に事故検知の精度を評価すべく、健常成人男性 10 名 (22~24 歳) を対象とし、入浴中に想定される図 3 に示す行動をとり、その際に事故検知が可能であるか評価を行った。

なお、実験の際には、金沢大学医学部倫理審査委員会の承認を得た後、被験者への実験趣旨の説明並びに同意を得た後に実施した。

3. 結 果

図 4 は 23 歳健常成人男性を対象とした脈拍及び呼吸の計測結果例であり、図中上段より、本システムによる脈拍、同時記録を行った体表面電極による心電図、本システ

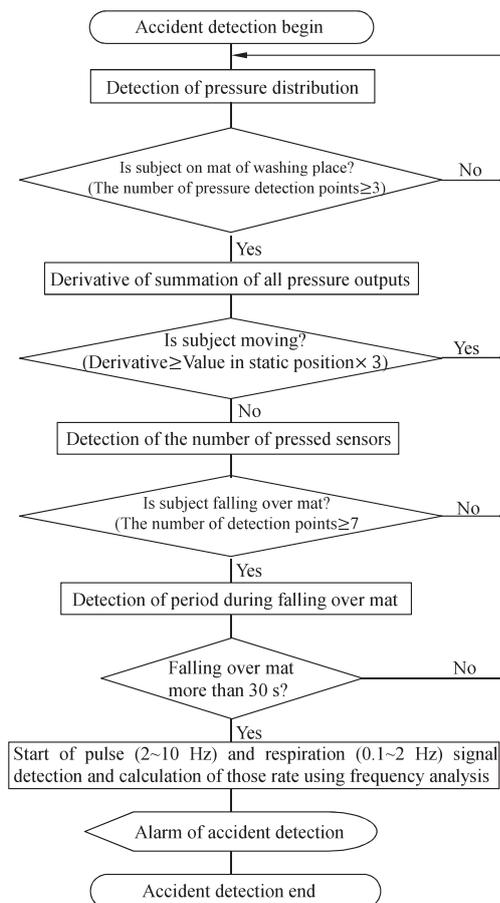


図 2 洗い場における入浴事故検知アルゴリズム概要
 Fig. 2 Algorithm for accident detection in washing place of bathroom.

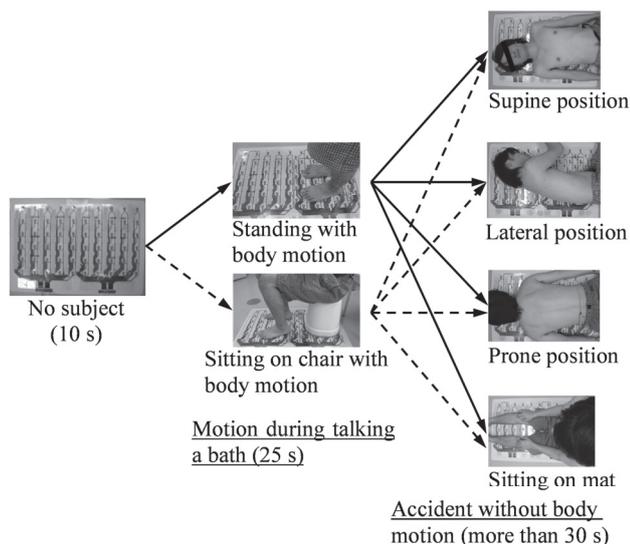


図3 事故検知精度評価実験方法

Fig. 3 Experimental setup for evaluating the accuracy of accident detection.

ムによる呼吸，同時記録した呼吸バンドセンサ出力を示しており，特に図中破線は心電図 R 波，並びに呼吸バンドセンサ信号の正のピークの時間を示している．また，図中右は脈拍と呼吸の検出に用いたセンサの位置を示しており，前述のように信号が最も大きく検出されているセンサを選択した．なお，姿勢については，仰・側・腹臥位及び座位における結果をそれぞれ示している．

まず心電図一心拍毎に，本システムの脈拍信号においても周期的な信号が得られており，本システムはマットに倒れた際の脈拍数を検出できることが確認された．なお，本システムの一部信号に周期的でない部分が見られるが，これは被験者の微弱な体動により身体とセンサの接触状態が変化したことが原因と考えられる．一方，呼吸については，本システム及び呼吸バンドセンサの信号のピークが同期しており，本システムは呼吸についても良好に検出可能であることが確認された．また，これらは仰・側・腹臥位，さらには座位においても検出可能であり，本システムは事故の際の脈拍・呼吸の有無を良好に判定できると考えられる．

次に，図5は健常成人男性10名(22~24歳)における脈拍・呼吸計測精度の評価を行った結果であり，(a)脈拍数については，横軸を体表面電極による心電図から求めた心拍数，縦軸は本システムによる脈拍数となっている．一方，(b)呼吸数については，横軸を呼吸バンドセンサによる呼吸数，縦軸を本システムによる呼吸数となっている．なお，図中の1プロットについては，10秒間の脈拍・呼吸信号について周波数解析を行い，そのピーク値から脈拍及び呼吸数を計算したものである．これら結果より，相関係数が0.9以上，回帰直線の傾きが0.94以上と，良好な直

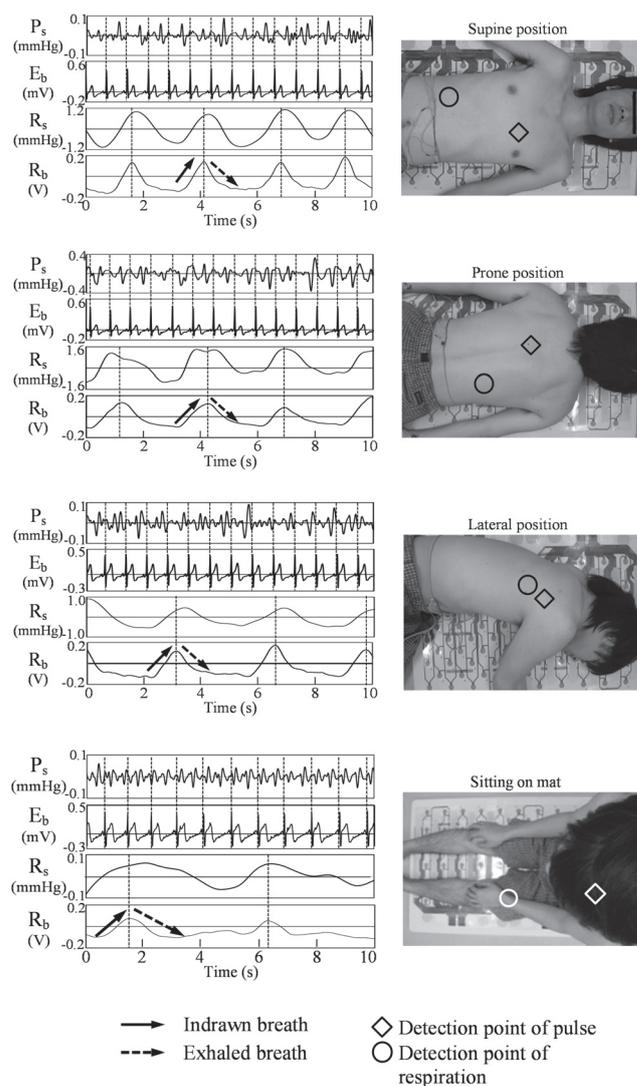


図4 23歳健常男性における仰臥位，側臥位，腹臥位，座位における本システムによる脈拍 P_s 及び呼吸 R_s と，体表面電極・呼吸バンドセンサによる心電図 E_b 及び呼吸 R_b の同時計測結果例

Fig. 4 Examples of simultaneous recordings of the pulse and respiration signal obtained from the sensor system and the electrocardiogram and the respiration obtained from the body surface sensors. In the supine, the lateral, the prone, and the sitting position of a healthy male subject (23-year-old), Pulse, P_s , and respiration, R_s , from the sensor system and electrocardiogram, E_b , and Respiration, R_b , from the conventional methods, are shown.

線相関が得られている．なお，誤差が大きい部分は，前述の身体—センサ間の接触状態の変化が影響していると考えられる．

図6は22歳健常成人男性を対象とした事故検知実験の結果である．図中(a)については，上部に示すように，洗い場に誰もいない状態(10秒)，洗い場で入浴者が動いている状態(体を洗う仕草等を25秒)，洗い場で仰臥位にて倒れた状態(30秒以上)にて計測・事故検知を行った結

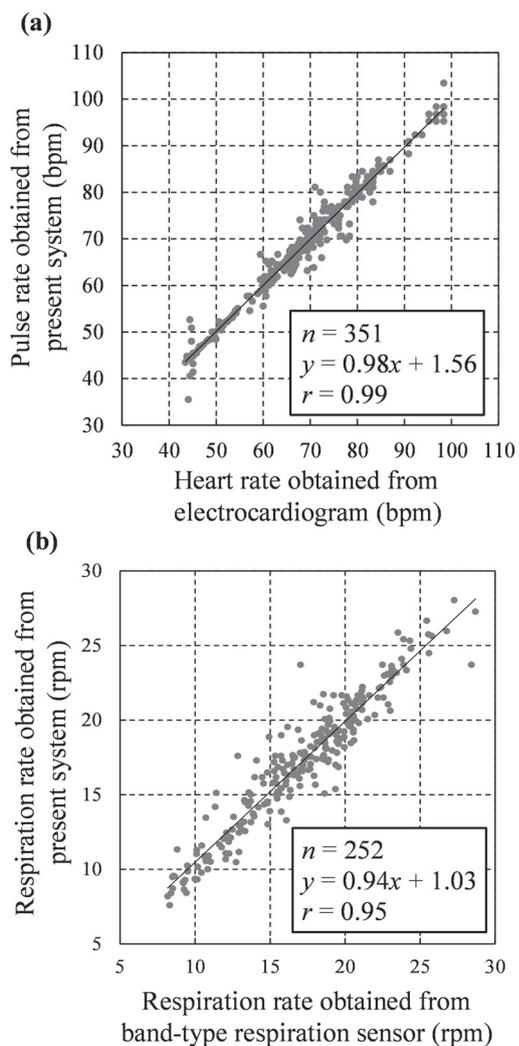


図 5 (a) 脈拍・(b) 呼吸数計測精度評価結果
 Fig. 5 Correlation between values obtained from present sensor system and those obtained from the sensors attached to body surface. The results in (a) pulse and (b) respiration rate are shown.

果である。また、同図中(b)においては、洗い場に誰もいない状態、洗い場において市販されている浴室用椅子上にて入浴者が動いている状態における結果を示した。一方、同図中(c)については、洗い場で動いている状態までは図中(b)と同様で、最後の事故についてはマット上に直接座位(浴槽壁にもたれかかって動かなくなる場合)を行った場合の結果を示した。また図中各グラフは、上から体動検出区間、状態判別(1: マットに誰もいない, 2: 入浴者がマット上にいる, 3: マット上に倒れている, 4: 事故検知アラーム), 10 秒毎の脈拍・呼吸数となっている。また各グラフの上部には被験者が取った姿勢の写真を示している。

まず、体動の結果から、被験者がマット上で体動を行っている際に、それらが良好に検出(影部)されていることが判る。またこれについては、(a)のようにマット上に直

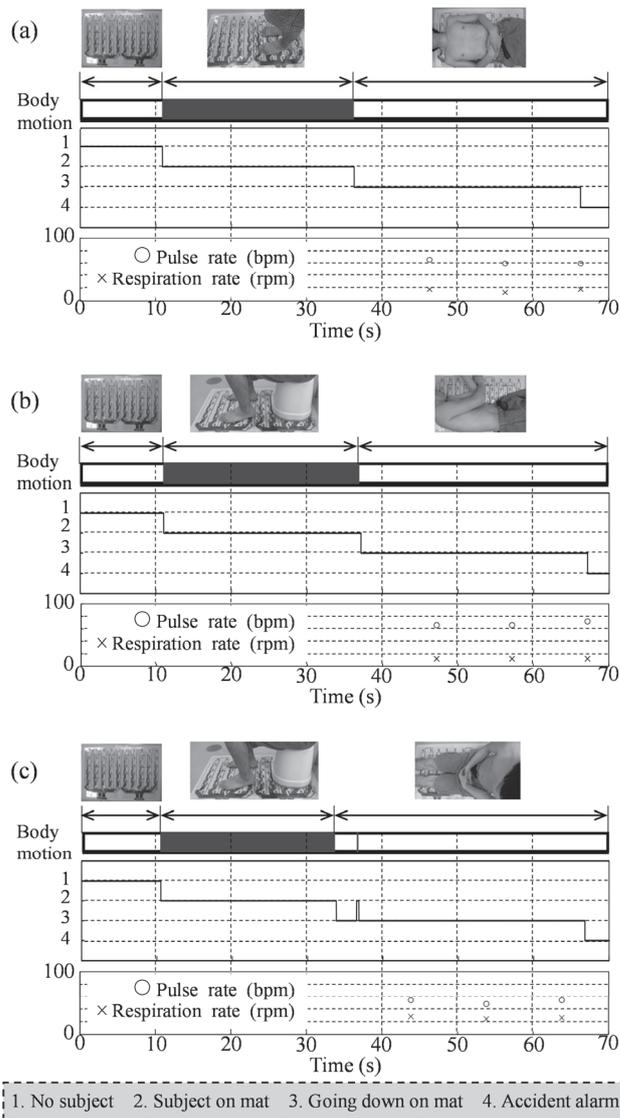


図 6 3 パターンの入浴動作における事故検知結果例
 Fig. 6 Examples of accident detection in bathing motion of three patterns.

接人の体が接している場合はもちろんのこと、(b)及び(c)のように浴室用椅子上に人がいる場合においても良好に検知可能であることも確認された。次に、状態判別の結果より、マット上に入浴者がいるか否か、また倒れているかが良好に検知されており、特に倒れた際には 30 秒後に事故検知アラームが発信されていることが判る。

なお、今回本実験にて想定した事故については、全被験者 10 名において、100% (試行 60 回中、60 回検知成功) 検知可能であった。また事故でないのに事故と誤認するケースも確認されなかった。

一方、脈拍数・呼吸数の結果より、マット上に人が倒れた際(本結果における 40 秒以降)には、これらを良好に検知可能であることが確認された。

なお、本実験に際して、感圧導電型センサにシャワーからの湯が当たった場合における計測も試みたが、圧力変

動は人がセンサに乗ること、あるいは脈拍・呼吸による変動と比較して非常に微弱であり、システムが誤認識をするようなことがないことも併せて確認した。

4. 考 察

以上示したように、本システムは浴室洗い場における事故を検知可能であり、また事故の際には同時に脈拍・呼吸も検出可能であることが確認された。著者らはこれまで浴槽内における心電図・呼吸同時計測システムの開発と、その水没事故検知への応用を試みてきたが、今回開発した洗い場におけるシステムを組み合わせることにより、浴室内のほぼすべてのスペースにおける事故を検知し、安全支援を行うことが可能となる。

また、浴槽にお湯を溜めずにシャワーで済みます場合等においては、浴槽内のセンサでは生体情報を計測できないという問題もあったが、本手法を用いれば、洗い場はもちろんのこと、ホテルのような洗い場のないユニットバスの浴槽内において、お湯を溜めずにシャワーのみを使用する場合も、本手法を適応することにより、同様に安全支援を行うことが可能となる。

さらに、今回事故検知の際には脈拍・呼吸の検出を行ったが、これにより、救急・医療スタッフ等が救助に行った際に、患者の事故発生直後からの容態変化を把握することで、入浴者の生死はもちろんのこと、事故後のケア・対応方針を決定する際の重要な情報元になるため、非常に有用であると考えられる。一方図4の結果において、被験者は横になっているもののごく小さな体動（本システムの体動判定では検出されない程度）があった際には、身体とセンサの接触状態が変化し、それに伴い脈拍検出用の圧信号も変化する場合があり、これが図5における脈拍検出精度におけるばらつきの原因と考えられる。しかしながら、信号内には脈拍成分も含まれており、若干の誤差はあるものの、周波数解析にて脈拍数の変動を追跡可能であり、図5の相関図においても良好な相関関係が得られている。なお、今後様々な応用研究を進める中で、さらに詳細な生体情報分析を行う必要がある場合には、体動や振動といった様々な外乱の影響をさらに調査すると共に、それらに対する周波数解析等を用いた信号分離手法の検討を行っていく。

なお、今回の実験にて想定した事故については100%検知することが可能であったが、今後入浴動作に関する更なる調査を行い、様々な被験者、動作において精度検証を行っていく。また、日々のデータを蓄積するなかで浴槽・洗い場における行動パターンを認識し、そこから逸脱した際にはアラームする等の工夫により、より良い支援システムになると考えられ、今後動作判別・アラームプログラムの改良を行っていく。また、浴室用椅子（通常よく用いられるプラスチック製かつ中が空洞のもの）のみをマット上

に置いた際、椅子底面の淵が感圧導電型センサに触れた場合には入浴者がいると誤認することが想定される。特に今回の実験においては、センサの反応点数が3点より少なくなり支障はなかった。しかしながら、椅子の形状によっては、受圧するセンサの点数が増加し、入浴者がいると判断し、また倒れていて体動がない、即ち事故と誤認する可能性が考えられる。これについては、今回実験で用いたような設置しても圧力検出点数が極めて少ない椅子であれば実用上の問題はないが、今後は圧力検出パターンから椅子を識別するといった工夫も検討していく。

一方、今回実験値で決定した閾値については、利用者の体格によって（特に小柄な成人、あるいは子ども）変更する必要性が考えられる。この際には、利用前に予め身長や体重を入力し、その値によって閾値を自動変更する等の工夫を行うことで対応可能であると考えられる。またこの際には個人認証の必要があるが、今後圧分布のパターン認識による方法や、Radio-frequency identification device (RFID) タグ等による認証等、実用化に向けた検討を行っていく必要がある。

ところで、現在非常に詳細な圧力分布を検出可能な機器も市販され、またそれらを用いてヒトの動作を解析する手法[25]等も検討されている。これらを適応・応用することも考えられるが、洗い場スペースを広くカバーするためには、導入コストが非常に大きな問題となるであろう。これに対し提案法は圧感知点数も最低限でありながら、事故はもちろんのこと、さらには他手法にない脈拍や呼吸の検出までが可能であることを示すものであり、家庭における安全支援機器として今後の実用化が大いに期待される。

今後はシステムの小型化を進め、センサ部、解析部、データ送信モジュール（入浴者の家族のスマートフォン等へBluetooth等で送信可能）を一体化することにより、より実用的なシステムへと発展させ、実際の家庭におけるフィールド試験等を行っていく予定である。一方、本手法は浴室における事故はもちろんのこと、高齢者の生活スペースへの導入・応用を進めることにより、高齢者が倒れている、まだ生きている、といったことを緊急アラームすることも可能と考えられ、今後応用を進めていく予定である。

5. お わ り に

今回、浴室洗い場における事故検知を目的とし、洗い場に多点圧力センサ内蔵の風呂マット型を設置し、そこに内蔵された多点圧力センサを用いて、洗い場における事故を早期に検出し、さらには利用者の脈拍・呼吸の状態を同時にチェック可能なシステムを考案し、システムの試作並びに精度評価を実施した。その結果、本システムにより体動の有無や様々な姿勢状態の事故検知が可能であると共に、体表面装着型センサとの同時計測実験から、良好な脈拍・

呼吸計測精度が確認された。

今後はシステムの小型化・ネットワーク化を進めると共に、家庭内における様々な被験者を対象としたフィールド試験等を行い、解析プログラムのさらなる改良化研究についても進めていく予定である。

謝辞 本研究を行うに当たり、実験実施やデータ解析にご尽力頂いた大塚陽香氏、日ごろから研究にご協力頂いている山越健弘先生、松村健太先生（金沢大学理工研究域）に対し、ここに記して深謝する。

なお、本研究の一部は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 SCOPE (102305004, 平成 22~23 年度) により行われた。ここに感謝の意を表す。

文 献

- 厚生労働省: 不慮の事故死亡統計. 2009.
- 独立行政法人国民生活センター: 家庭内事故に関する調査報告書. 1999.
- 東京都健康長寿医療センター: 高齢者の入浴中の急死に関する調査. 2012.
- 東京救急協会: 平成 12 年度入浴事故防止対策調査研究の概要. 2000.
- 警察庁: 安全・快適な交通の確保に関する統計等. 2000, 2010.
- 鈴木晃: 高齢者の入浴中の急死に関する地方性一日本固有の住文化の問題に加えて一. 長寿社会グローバル・インフォメーション・ジャーナル. **6**: pp. 20-21, 2007.
- 栃原裕: 高齢者が居住する家庭内事故一入浴死について一. 生活安全ジャーナル. **5**: pp. 45-48, 2007.
- 安藤由紀: 動き検知センサー風呂用心一. 三洋電機技報. **33** (3): pp. 31-38, 2001.
- 大西洋輔, 阿部武彦, 南保英孝, 木村春彦, 小越康宏: 超音波センサを用いた浴槽内での以上検知システム. 電気学会論文誌 E, センサ・マイクロマシン準部門誌. **126** (12): pp. 662-668, 2006.
- 中川健一, 杉原太郎, 小柴等, 高塚亮三, 加藤直孝, 國藤進: 実社会指向アプローチによる認知症高齢者のための協調型介護支援システムの研究開発. 情報処理学会論文誌. **49** (1): pp. 2-10, 2008.
- Ishijima M, Togawa T: Observation of electrocardiograms through tap water. Clin Phys Physiol Meas. **10**, pp. 171-175, 1989.
- Ishijima M: Monitoring of electrocardiograms in bed without utilizing body surface electrodes. IEEE Trans Biomed Eng. **40**(6), pp. 593-594, 1993.
- Tamura T, Zhou J, Mizukami H, Togawa T: A system for monitoring temperature distribution in bed and its application to the assessment of body movement. Physiol Meas. **14**(1), pp. 33-41, 1993.
- Chow P, Nagendra G, Abisheganaden J, Wang YT: Respiratory monitoring using an air-mattress system. Physiol Meas. **21**, pp. 345-354, 2000.
- Watanabe K, Watanabe T, Watanabe H, Ando H, Ishikawa T, Kobayashi K: Noninvasive measurement of heartbeat, respiration, snoring and body movements of a subject in bed via a pneumatic method. IEEE Trans Biomed Eng. **52** (12), pp. 2100-2107, 2006.
- Yamakoshi K: Unconstrained physiological monitoring in daily living for health care. Frontiers Med Biol Eng. **10**(3), pp. 139-159, 2000.
- Yamakoshi K: Current status of non-invasive bioinstrumentation for healthcare. Sensors Materials. **23** (1), pp. 1-20, 2011.
- Motoi K, Ikarashi A, Tanaka S, Yamakoshi K: Ubiquitous healthcare monitoring in daily life. In: Acharya UR, Tamura T, Ng EYK, Min LC, Suri JS ed. Distributed Diagnosis and Home Healthcare, 2, American Scientific Publishers, Valencia, pp. 265-279, 2012.
- 田中志信, 本井幸介, 野川雅道, 山越健弘, 山越憲一: ホームヘルスケアのための便座内蔵型血圧計測システムの試作. 生体医工学. **44**(3): pp. 467-474, 2006.
- Motoi K, Kubota S, Ikarashi A, Nogawa M, Tanaka S, Nemoto T, Yamakoshi K: Development of a fully automated network system for long-term health-care monitoring at home. Proc. 29th Annu. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Lyon, pp. 1826-1829, 2007.
- Motoi K, Ogawa M, Ueno H, Kuwae Y, Ikarashi A, Yuji T, Higashi Y, Tanaka S, Fujimoto T, Asanoi H, Yamakoshi K: A fully automated health-care monitoring at home without attachment of any biological sensors and its clinical evaluation. Proc. 31st Annu. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Minneapolis, pp. 4323-4326, 2009.
- Motoi K, Taniguchi S, Yuji T, Ogawa M, Tanaka N, Hata K, Baek M, Ueno H, Wakugawa M, Sonoda T, Fukunaga S, Higashi Y, Matsumura K, Yamakoshi T, Tanaka S, Fujimoto T, Asanoi H, Yamakoshi K: Development of a ubiquitous healthcare monitoring system combined with non-conscious and ambulatory physiological measurements and its application to medical care. Proc. 33rd Annu. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Boston, pp. 8211-8214, 2011.
- 山越憲一, 本井幸介: 非侵襲生体情報センシング技術の新展開一理学療法への応用に向けて一. 理学療法科学. **38**(8): pp. 555-559, 2011.
- Nakajima K, Sekine K, Yamazaki K, Tampo A, Omote Y, Fukunaga H, Yagi Y, Ishizu K, Nakajima M, Tobe K, Kobayashi M, Sasaki K: Detection of respiratory waveforms using non-contact electrodes during bathing. Proc. 32nd Annu. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Buenos Aires, pp. 911-914, 2010.
- 栢良充, 内山靖, 恩幣伸子, 山田美加子, 榎本香織, 軍司晃: 足圧中心の移動軌跡からみた階段昇降動作. 理学療法科学. **13**(2): pp. 67-72, 1998.

本井 幸介 (モトイ コウスケ)

2005 年金沢大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。2005 年金沢大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー講師, 2008 年同理工研究域博士研究員, 2012 年弘前大学大学院理工学研究科助教, 現在に至る。ヘルスケアモニターや姿勢・活動モニターの開発と医療・福祉支援への応用研究, 小児リハビリテーション支援システムの開発, 健康科学に関する研究に従事。
所属学会: 日本生体医工学会, IEEE 等。



中村 心也 (ナカムラ シンヤ)

2011年金沢大学工学部人間・機械工学科卒業, 2013年金沢大学大学院自然科学研究科人間・機械科学専攻修了. 浴室内における無意識生体計測の開発と安全支援への応用研究に従事.



田中 直登 (タナカ ナオト)

1976年大阪電気通信大学電子工学科卒業. 同年北斗電子工業株式会社. 2009年金沢大学理工研究域技術補佐員, 2012年同研究員, 2013年株式会社ユーシス技術顧問, 現在に至る. ヘルスケアモニターの開発と遠隔医療支援への応用研究に従事.

所属学会: 日本生体医工学会等



山越 憲一 (ヤマコシ ケンイチ)

1972年早稲田大学大学院修士課程修了. 工学博士, 医学博士. 1972年東京女子医大助手, 1974年東京医科歯科大助手, 1980年同講師, 同年北海道大学助教授, 1987年オックスフォード大学客員教授, 1994年金沢大学教授, 2003年早稲田大学客員教授, 2013年金沢大学名誉教授, 同年北海道工業大学及び昭和大学客員教授, 現在に至る. 生体計測と制御, 健康科学等の研究開発に従事.



所属学会: 日本生体医工学会, IEEE 等