

## 福祉機器の人間工学的評価\*

藤澤 充\*\*、長嶋 宏之\*\*\*

人間工学的手法による福祉機器の客観的な評価を目的に、平成10年度ものづくり試作開発支援センター整備事業により導入した解析装置類を活用して、県内企業が開発したシャワー式介護入浴装置の保温性評価と椅子からの立ち上がり動作解析を実施した。その結果、本入浴装置による優れた血行促進効果を実証し、立ち上がり動作の基本的なメカニズムを把握した。

キーワード：福祉機器、シャワー式介護入浴装置、立ち上がり動作、人間工学

## The Ergonomics Evaluation of Auxiliary Instruments

FUJISAWA Mitsuru and NAGASHIMA Hiroyuki

In order to evaluate auxiliary instruments objectively by ergonomics method, we evaluated a heat retention effect after bathing in shower care bath which developed by a company in Iwate and analyzed motion rising from chair by some analysis system introduced in 1999. As a result we proved that the shower care bath improved the circulation of the blood superiorly, and understood the basic mechanism of motion rising from chair.

keywords : auxiliary instruments, shower care bath, rising from chair, ergonomics

### 1 緒 言

現在、様々な福祉用具・機器が開発され市販されているが、それらの使いやすさや十分な効果があるのかを人間工学的な手法により客観的に評価した事例は少ない。

そこで、平成10年度「ものづくり試作開発支援センター整備事業」により導入した福祉機器・用具評価のための設備(動作解析、生体解析)等を活用して、県内企業が開発したシャワー式介護入浴装置の保温性を血流値と体表面温度の2種類のデータで検証し、加えて来年度に評価を予定している起立補助椅子の効果を確かめる前実験として、基本的な椅子からの立ち上がり動作を解析したので、その経緯について報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

実験は、22才の健康な男性被験者(海水パンツ着用)に対して、洋風バスタブとシャワー式介護入浴装置に各々5分間(約40分)入浴中及び入浴後の額と足親指の血流値の変化と、入浴後の体表面熱画像を直後から10分おきに20分後(40分後)まで計測し、その結果画像を比較した。

まず、被験者には、測定開始の2時間以上前に食事を取ってもらい、横になった安静状態で初期状態としての血流値と体表面熱画像を計測した。なお、体表面熱画像

を測定する以外はベッドに横になって休んでもらった。

#### [ 使用機器 ]

生体計測システム(日本光電工業製 WEB-5000、アドバンス製 ALF21 × 2台)：血流値計測

サーマルビデオシステム(日本アビオニクス製 TVS-2000)：体表面熱画像記録

処理ソフト：VIMUTAS (多用途生体情報解析)、PicEdAvio(熱画像解析)

機器調整 血流値 - 電圧換算、熱画像計測距離

#### [ 測定条件 ]

被験者 22才健康男性1名

測定場所 企業内ショールーム

測定環境 開始：室温 28℃、湿度 45%

終了：室温 25℃、湿度 69%

測定者 5名(職員2名、講師1名、企業2名)

#### 2-2 椅子からの立ち上がり動作解析

臨床歩行分析研究会が提唱する関節モーメント法<sup>1)</sup>を用いて「椅子からの立ち上がり動作解析」を実施した。

即ち、最初に人はどのようなメカニズムで椅子から立ち上がっているのかを足を後に引いた立ち上がりによる楽な姿勢(膝角度：110度)からの立ち上がりで解析し、次に膝関節可動域制限を考慮して、足を若干投げ出した厳しい姿勢(膝角度：70度)からの立ち上がりと比較してみることとした。それら姿勢の概略を図1に示す。

\* 人に優しい福祉機器の開発(福祉機器開発事業)：福祉機器開発プロジェクト

\*\* 電子機械部、\*\*\* 木工特産部(現在 特産開発デザイン部)

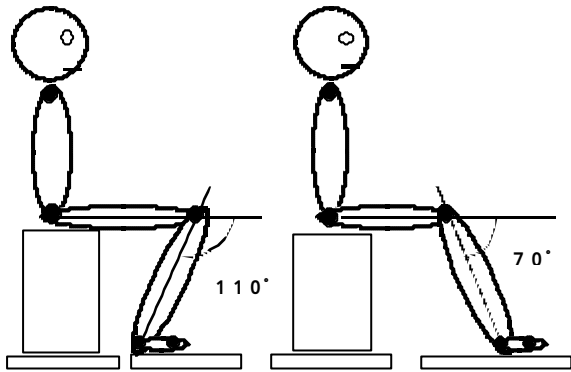


図1 立ち上がり前の姿勢(膝角度: 110°, 70°)

具体的な実験としては、被験者の肩峰、股関節、膝関節、足関節、第5趾MP外側にマーカーを付け、三次元動作解析装置で関節位置を計測し、2枚の床反力計上には椅子の足を乗せ、あと2枚の床反力計上には左右の足を乗せて床反力を計測した。

[ 使用機器 ]

三次元動作解析装置(Oxford Metrix Vicon512) :  
 マーカー座標計測  
 床反力計(AMTI) 4枚: 床反力測定  
 処理ソフト: ワークステーションソフト(3次元座標化)、Diff(モーメント・パワー計算)、Excel(グラフ表示)

[ 測定条件 ]

被験者 20代健康常男性1名  
 測定場所 青森県立保健大学 運動学実習室

3 実験結果及び考察

3-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

計測した血流値と体表面熱画像の生データを各々図2~6に示す。

図2と図3は、生体情報解析ソフト VIMUTAS で記録した血流値の変化である。

足親指の血流値(図2, 3下段)で比較すると、入浴時はシャワー式介護入浴装置と洋風バスタブともに30~35ml/min/100gとどちらも高い値を示すが、シャワー式介護入浴装置が10分後から40分後までなだらかな減少を示すのに対して、安静な初期状態とほぼ同じ10~15ml/min/100gに戻るまでの時間は、シャワー式介護入浴装置40分:洋風バスタブ10分と明らかな差が出た。

なお、額の血流値(図2, 3上段)は入浴中は20ml/min/100g位まで上昇するが、それ以降は10~15ml/min/100gの間で実験中を通じてほとんど変わりがなかった。額にセンサを付けた理由は、人は温まると額から汗が出るためであるが、付ける位置が不適切だったが、被験者による個人差なのかもしれない。いずれにしてもそれらを確認した上で実験すべきであった。

それに対して、足が温まるということは熟睡に関係するので、足親指は重要な測定点である。

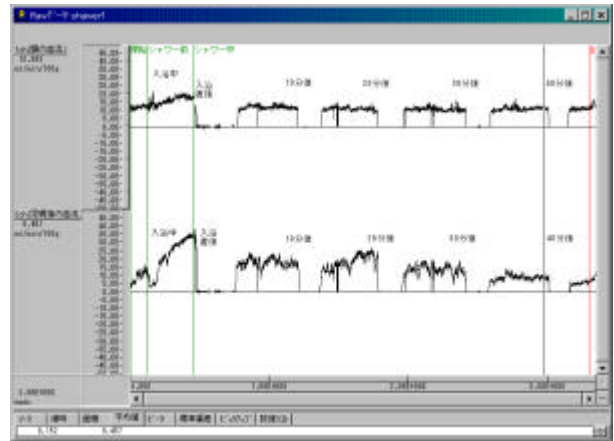


図2 シャワー式介護入浴装置入浴時の血流変化(上段: 額、下段: 足親指)

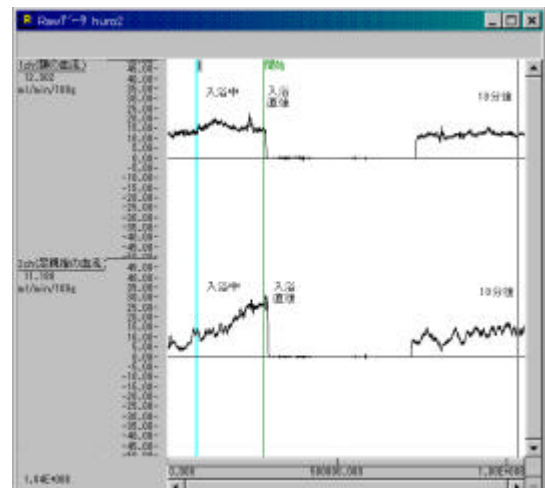


図3 洋風バスタブ入浴時の血流変化(上段: 額、下段: 足親指)

一方、体表面熱画像に関しては、測定精度の関係から上半身と下半身に分割して計測した。図4~6は、サーマルビデオシステム本体のFDに記録したデータを熱画像解析ソフト PicEd Avio でマルチ表示した体表面熱画像である。

その結果、特に入浴直後の全体的な温度分布(図4と図5の上段)にかなりの差が出ており、特殊シャワーによる血行促進作用に顕著な差が現れている。また、20分後(図4と図5の下段)では胴体の差は少ないが、脚部や手足の先に大きな差が出ており、シャワー式介護入浴装置入浴後の40分後(図6の下段)と洋風バスタブ入浴後20分後(図5の下段)の画像がほぼ似かよっている。

通常、寝たきりの人は自分で身体が動かせないことが多く、ベッドと身体との間が密着しているため、血行が悪く床ずれができやすい状態にある。そのような場合に、本入浴装置が威力を発揮する。即ち、寝たまの状態で入浴者の身体的負担も少ない短時間(約5分)で十分に身体が暖まり、血行がよくなるので、床ずれの予防及び治療に効果的であり、更に介護者の負担も軽減される。

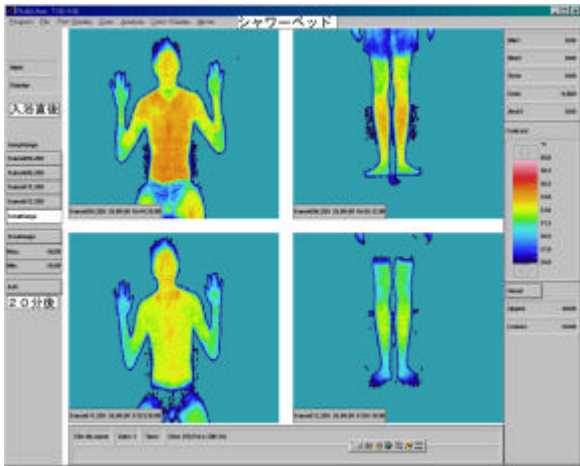


図4 シャワー式介護入浴装置入浴後の熱画像

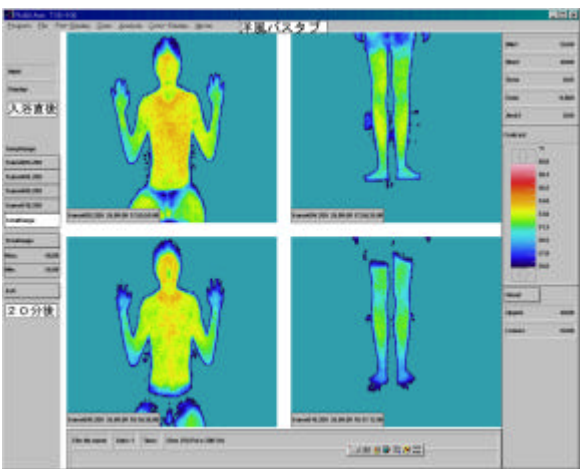


図5 洋風バスタブ入浴後の熱画像

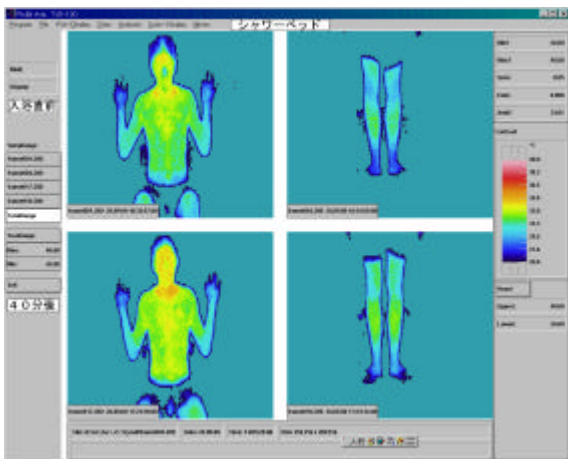


図6 シャワー式介護入浴装置入浴40分後の熱画像

### 3-2 椅子からの立ち上がり動作解析

起立動作は図7に示すように、大きく3相に分けることができ、相は立ち上がり動作開始から離殿まで、相は垂直重心速度が0となる時点まで、相は立ち上がり終えて前後の微調整が終了し、水平重心速度が0となる時点までと定義した。図の横軸は時間経過、縦軸は速度や力を表している。また、図8と9では、横軸は時間

経過であるが、縦軸は関節モーメント(単位: N・m)であり、外から曲げようとする力に関節が対抗する力「関節トルク」を意味する。

初期姿勢の膝関節角度の違いにより、モーメントやパワーのタイミングや大きさ、重心速度と重心軌跡がかなり異なることがわかった。足を後に引いた立ち上がり(楽な姿勢(膝角度: 110度)からの立ち上がり(図8)では、股関節も膝関節もほぼ同時に働いているが、膝関節に掛かる力が股関節に掛かる力よりも大きい。それに対して、足を若干投げ出した厳しい姿勢(膝角度: 70度)からの立ち上がり(図9)では、股関節に掛かる力のはるかに大きく、膝関節にはタイミングが遅れてその約半分の力しか掛かっていない。撮影した映像やマーカ軌跡を見ても、後者の場合には、反動を利用した上半身のかなりの前傾が見られる。また、無理な姿勢から立ち上がると、足と膝関節がショックアブソーバの働きをして、前に行き過ぎた重心を後に戻している現象も見える。

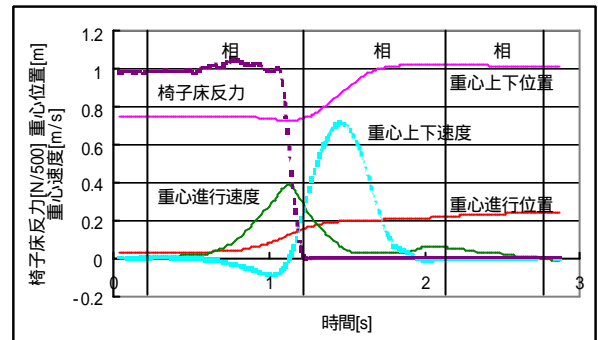


図7 起立動作の層分け

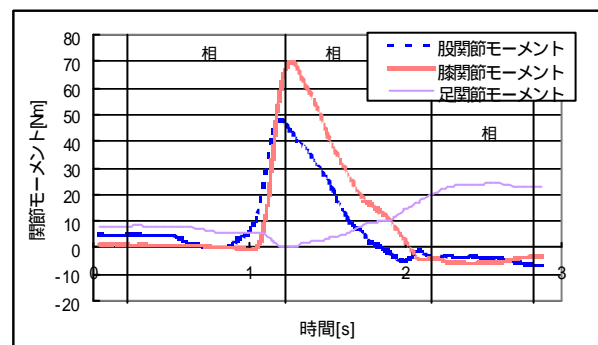


図8 楽な姿勢(膝角度: 110度)からの立ち上がり

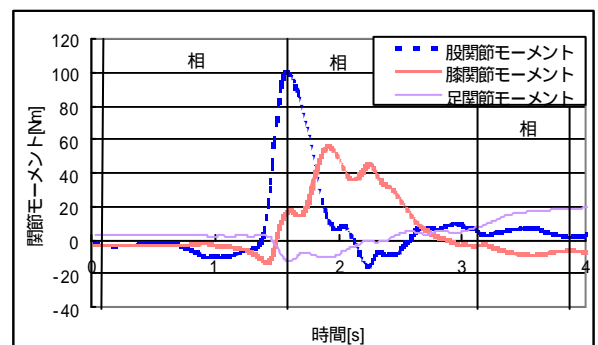


図9 厳しい姿勢(膝角度: 70度)からの立ち上がり

## 4 結 言

### 4-1 シャワー式介護入浴装置の保温性評価

血流値と熱画像ともにシャワー式介護入浴装置では洋風バスタブよりも長時間高い値と温度分布を示したことから、シャワー式介護入浴装置による入浴がよりよい血行促進効果があり、保温性が高いことが確認できた。

今回は予備実験的な位置づけとして実施したため、十分なデータを採取することができなかったが、入浴直後からの時間経過による血流値の減少傾向と体表面位置温度分布変化の様子を把握することができた。

今後は次のような課題をクリアしながら、追加実験を実施したいと考えている。

- ・被験者を20代だけでなく、30代以降に対しても実験すること(できれば女性も)
- ・血流値計測部位を額の位置を変えて実験してみること(変化がなければ手の指先に変更)
- ・サーマルビデオシステムの距離と精度の関係を明確にすること
- ・他社のシャワー式介護入浴装置との比較をすること

### 4-2 椅子からの立ち上がり動作解析

三次元動作解析装置と4枚の床反力計から測定されたデータを基に、表計算ソフトにより求めた各部位の関節モーメントやパワーから初期姿勢の膝関節角度の違いに

よる各関節の動きのタイミングやメカニズムを理解することができた。

次年度には、これまでの実験を参考にして、当センターで購入した起立補助椅子を使用して立ち上がったときの動作を同様な手法により解析し、その効果を確認する予定である。

今後これらの生体解析や動作解析技術を当センターで試作した段差解消車椅子や木製福祉用具の評価のために役立てていきたいと考えている。

## 謝 辞

生体計測についてご指導をいただいた岩手大学工学部福祉システム工学科の一ノ瀬充行教授と長時間の実験に耐えていただいた22才の男性被験者をはじめ、実験補助として終始ご協力をいただいた社長と工場長に感謝いたします。また、動作解析についてご指導をいただいた神奈川県総合リハビリテーションセンターの江原義弘先生、東北大学大学院の山本澄子先生をはじめ、スタッフの皆さんに感謝いたします。

## 文 献

- 1) 臨床歩行分析研究会 編：関節モーメントによる歩行分析、医歯薬出版、1997