

# 高齢者想定具を用いたエクササイズウェアの着衣行動分析

信州大学 松本陽一  
(共同研究者) 同 金井博幸

## **Analysis of Dressing Motion of Exercise Wear with Supposing Tool of Elderly**

by

Yo-ichi Matsumoto, Hiroyuki Kanai  
*Faculty of Textile Science & Technology Shinshu University*

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to investigate the requirement of exercise wear for the elderly. The elderly physiology (i.e. rotation angle of shoulder and elbow joint) was reproduced by joint supporters. Ten subjects within the age range of twenty - twenty three years dressed four exercise wears of different types and evaluated easiness of dressing. And the dressing motion was measured by three dimensional image processing. From the result, it was found that (1) the elderly tool reproduced the elderly physiology within the generation of seventy - eighty years, (2) the sleeve fabric of exercise wear influenced largely on subjective easiness of dressing for the elderly, (3) in comparing the requirement time of dressing between young condition and supposed elderly condition among the four samples, the pullover type and the zipper type with long sleeves increased 28% and 5.8%, (4) the muscular activation of pullover type with long sleeves were larger than that of zipper type with long sleeves.

## 要 旨

最近、高齢者が健康および精神衛生の自律的な維持を図るために取り組む運動時に着用するエクササイズウェアが求められている。

本研究では、高齢者の身体機能（特に着衣行動に関連する肩関節や肘関節の可動域）を簡易に再現するための高齢者想定具を試作した。そして、20代の健康な男子大学生10名を被験者として、高齢者想定具を装着した高齢者想定条件と装着しない若年条件で、形状の異なる4種類のエクササイズウェアの「着心地」を官能検査により評価した。また、エクササイズウェアを着衣しているときの行動を3次元画像計測した。その結果、(1) 試作した高齢者想定具は70～80歳代の高齢者の身体機能（特に上肢の関節角度）を簡易に再現できること、(2) 高齢想定者ではエクササイズウェアを着衣する際、袖の有無が心理的負担の重大な要因になること、(3) 各エクササイズウェアの着衣時間を比較した結果、高齢想定者の所要時間の増加率は長袖ジッパー型で5.8%、長袖被り型で28%であったこと、(4) 長袖ジッパー型と被り型では、被り型の方が着衣行動における筋負担が大きいことが分かった。

## 緒 言

総務省の国勢調査によると、65歳以上の高齢者が日本の総人口に占める割合は既に25%に達しており、超高齢化社会を迎えている。また、医療保障や年金制度改革が行われる中で、中・高年齢層の健康に対する自律的意識にも変化がみられ、基礎体力や健全な精神衛生の維持を目的としてスポーツ（ウォーキングやトレッキングなど）に取り組む人口が増加している。さらに介護や支援が必要な高齢者においても、福祉施設や自律生活支援プログラム（軽度な運動）が整備され、これに参加する人口は漸次増加している。

このような軽運動を行う際に着用する衣服は、競技で着用されるスポーツウェアとは区別されて、エクササイズウェアと呼ばれている。

一般にスポーツウェアはその競技に特有の姿勢保持や動作を支援することが要求されるほか、競技種目によってウェアの重量、拘束性、保温性、吸湿性、耐破壊性、皮膚の保護、ファッション性等、が求められる<sup>1-3)</sup>。一方、エクササイズウェアに対する要求性能は未だ明確にされていない。

しかし、要支援、要介護状態を回避するために継続的な軽運動の実施が最も必要とされる後期高齢者にとって、エクササイズウェアの着衣のし難さは、軽運動への取り組みを阻害する大きな要因となる。このように、着衣時の心理的・身体的負担を着用者の課題とせず、エクササイズウェアに対する要求性能と考えれば、軽運動への積極的な取り組みを間接的に支援するウェアの設計・開発が重要となる。また、エクササイズウェアの新たな市場創出も期待される。

そこで本研究では、(1) 関節可動範囲や筋力の減少が著しく、同レベルの作業でも若年者と比較して負担を感じる人が多い後期高齢者の身体機能を簡易的に再現し、若年者が高齢者の心理的、身体的負担を体験できる関節装具（以下、高齢者想定具と呼ぶ）を試作すること、(2) 若年者（20代被験者）がこの高齢者想定具を装着した条件（高齢者想定条件と呼ぶ）および装着しない条件（若年条件と呼ぶ）下で、形状の異なる4種類のエクササイズウェアを着衣し、各ウェアに対する心理的負担を官能検査により、身体的負担を着衣行動分析および筋電図測定により評価すること、(3) 得られた評価結果から、エクササイズウェアに対する一要求性能として、着衣が容易なエクササイズウェアの形状について考察することを目的とした。

### 1. 高齢者想定具の試作

着衣行動において特に重要となる上肢の動作を制限する目的で、図1に示す3種類の高齢者想定



図1 上肢関節装具

具を試作した。肩用装具 (a) は肩関節の屈曲、伸展、内転、外転動作、肘用装具 (b) は肘関節の屈曲、伸展動作、手首用装具 (c) は手関節の屈曲、伸展、内転、外転の各動作を拘束可能とした(4-8)。

なお、各装具は同一のアンダーウェア (d) (ポリエステル80%、ポリウレタン20%) を着用した後、その上から装着するようにした。

#### 1. 1 関節角度の測定

高齢者想定具を装着することによる拘束の程度を検証するため、肩関節の屈曲、外転および肘関節の屈曲動作について、それぞれ最大角度を測定した。

被験者は肩峰点、上腕骨外側上顆、橈骨茎状突起にそれぞれ反射マーカ (直径20mm) を設置した後、背臥位 (膝関節屈曲位) にて肩関節の屈曲、

外転および肘関節の屈曲動作を行い、関節動作が最大となる角度を測定した。

被験者の前額面および矢状面に対して光軸が直交するように設置された2台のカメラを使用して、各反射マーカの位置を追跡し、初期位置からの変化が最大となる関節角度を測定した。高齢者想定具を装着しない条件および装着した条件で、各条件において5回の測定を実施し、平均値を算出した。なお、画像のサンプリング周波数は15Hzとした。被験者は20代男子大学生10名とし、 $22.9 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ 、 $55 \pm 3\% \text{R.H.}$ の環境で実験を実施した。

#### 1. 2 高齢者想定条件における関節角度の変化

肩関節屈曲動作、外転動作および肘関節の屈曲動作における反射マーカの追跡例を図2、高齢者

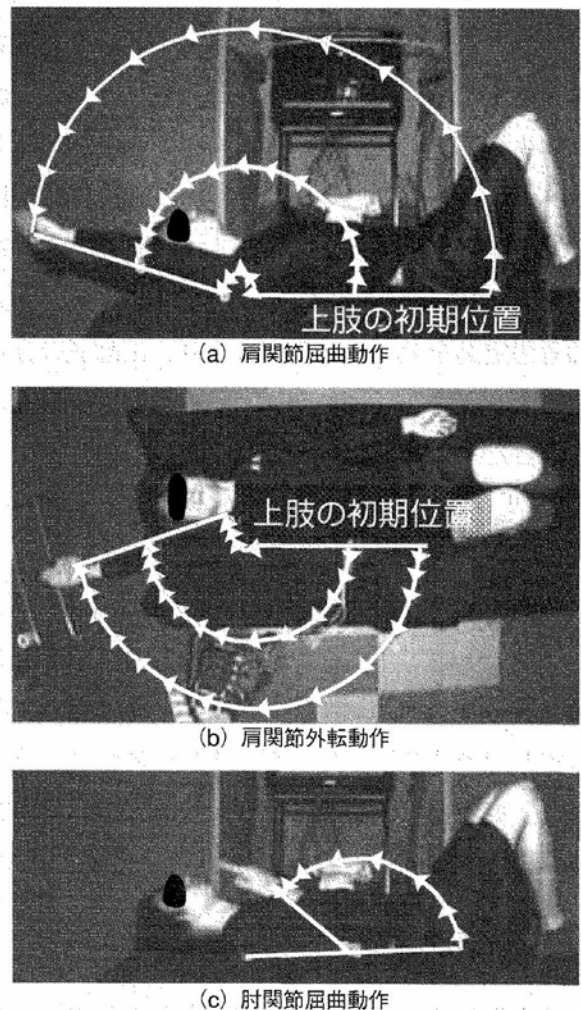


図2 マーカ追跡例

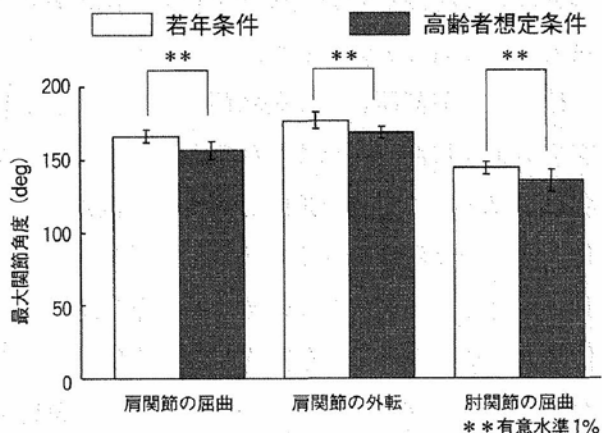


図3 最大関節角度

想定条件および若年条件における最大関節角度の結果を図3に示す。

分散分析の結果、各動作において高齢者想定条件と若年条件における最大関節角度間には有意差がみられた(有意水準1%)。また、高齢者想定条件における最大関節角度は若年条件と比較して約10度(5~6%)減少することがわかった。(社)人間生活工学研究センターが報告した身体機能データベース<sup>9)</sup>を参照すると、最大関節角度が約10度(若年者と比較して約5%)減少するのは70~80歳代の高齢者である。よって、若年者が高齢者想定具を装着することにより、高齢者の身体機能(特に関節角度)が簡易に再現できることがわかった。

## 2. 実験試料および被験者

本研究に用いたエクササイズウェアは図4(b)および(d)に示すように前身頃中央で開閉可能なジッパー型、(a)および(c)のように開閉できない被り型の2形状とし、それぞれの形状について長袖と袖なしの計4種類を試作した。全試料の素材および体幹部-衣服間のゆとり量は同一とした。

## 3. 着衣行動における心理的負担の評価

着衣行動時に高齢者が心理的な負担と感じる衣服の形状、またはその要因を明らかにするために、

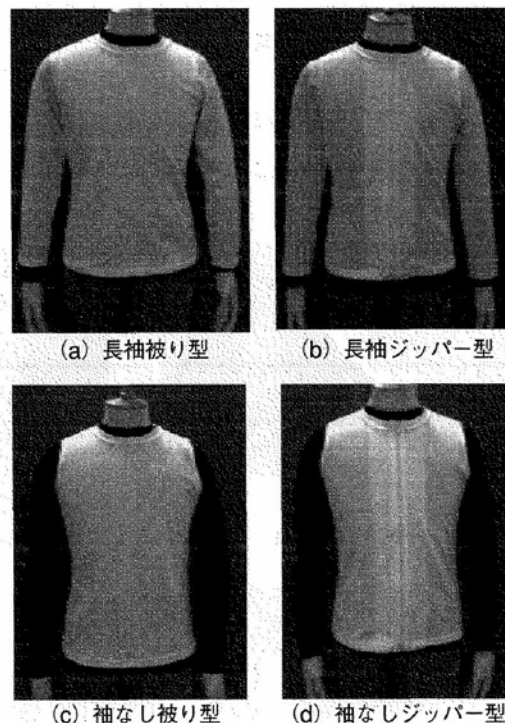


図4 実験用エクササイズウェア

「着衣のしやすさ」に関する官能検査を実施した。

### 3. 1 官能検査方法<sup>10)</sup>

評価に用いた形容語は、「着衣動作の簡便性」に関連する8種類の形容語〔肩が動きやすい(A)、肘が動きやすい(B)、体が動きやすい(C)、被る動作が気にならない(D)、着る動作が簡単(E)、着る動作が少ない(F)、着る時間が短い(G)、腕が通しやすい(H)〕、「素材感」に関連する3種類〔生地がやわらかい(I)、生地が伸びる(J)、生地がすべる(K)〕、「着衣動作の総合評価」に関連する3種類〔スムーズに着ることができる(L)、違和感が無い(M)、着やすい(N)〕の計14種類とし、図5に示す7段階の両極尺度を用いて評価を実施した。

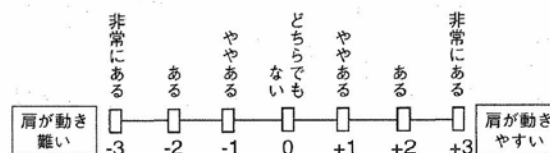


図5 官能検査に用いた両極尺度

官能検査方法はSD法 (Semantic Differential Method) を用いたので、1日に評価する試料数は1着に限定し、複数日に分けて実験を実施した。なお、試料の提示順序はランダムとした。

被験者は健康な20代男子大学生10名とし、全被験者において若年条件と高齢者想定条件で評価を実施した。若年条件では図1 (d) に示すアンダーウェアを事前に着衣させ、高齢者想定条件ではこれに加えて高齢者想定具を装着した上から実験試料を着衣させた。

被験者の平均身長は  $171.8 \pm 4.2$  cm, 平均体重は  $65.9 \pm 7.8$  kg, 平均BMI値は  $22.3 \pm 2.5$  kg/m<sup>2</sup> であった。

被験者には、(1) 衣服を両手で把持した状態から、上肢、体幹部の順にウェアを着衣すること、(2) ウェアに上肢を通す順番は、右側、左側とすることを指示した。

実験は  $22.7 \pm 0.4$  °C,  $52 \pm 4\%$  R.H. で実施した。

### 3. 2 官能検査結果と考察

若年条件および高齢者想定条件において、各形

容語に対する評定平均点を図6に示す。図中の点数は図5で与えられた尺度にしたがってプラスイメージの形容語には正、マイナスイメージの形容語には負の符号をあたえて各評点を点数化したものである。また、各形容語を表すアルファベットA~Nの上側に付されたアスタリスクは、4種類のエクササイズウェアに対する評点間の分散分析結果であり、\*\*は有意水準1%、\*は有意水準5%をそれぞれ示す。

身体各部の「動きやすさ」に関する形容語 (A) ~ (C) では、高齢者想定条件においてのみ有意差がみられた。また、若年条件では「動きやすい」と評価された長袖ジッパー型および被り型が高齢者想定条件では「動き難い」と評価された。「被る動作が気にならない (D)」では、高齢者想定条件で被り型の2試料間の差が顕著となり、有意差がみられた。形容語 (E) ~ (F) では、若年条件および高齢者想定条件のいずれも有意差がみられ、袖なし被り型の着衣動作が簡単で動作が少なく、着用時間も短いと評価された。「腕が通しやすい (H)」では、若年条件および高齢者想定

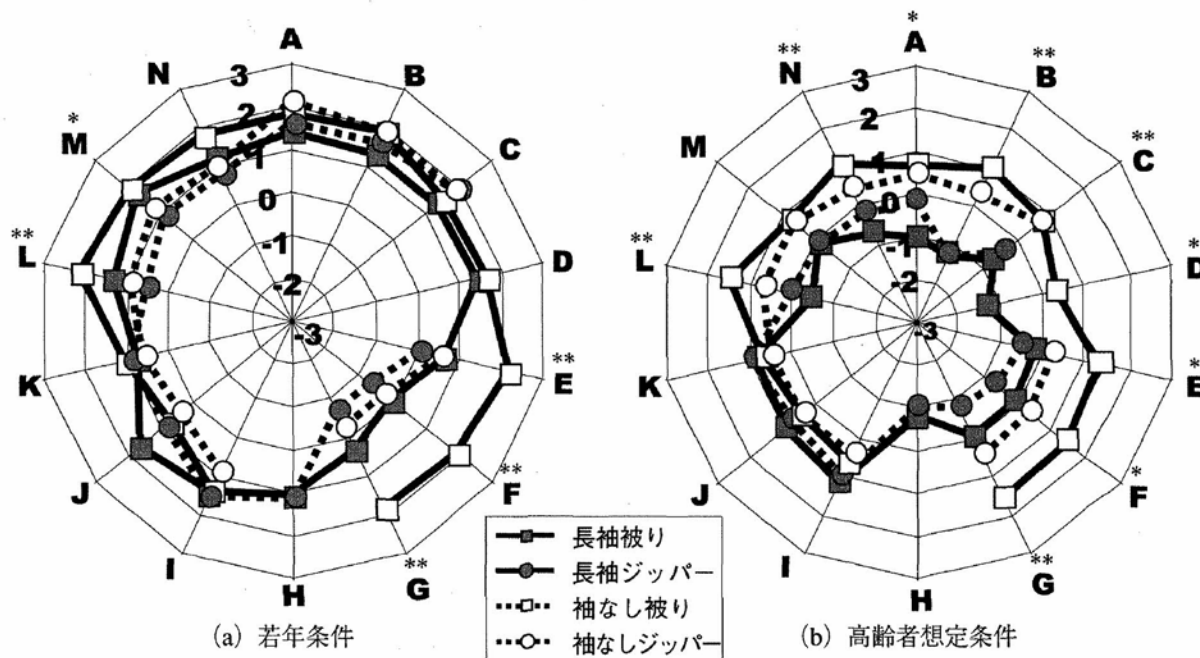


図6 評定平均点

(A) 肩が動きやすい, (B) 腕が動きやすい, (C) 体が動きやすい, (D) 被る動作が気にならない, (E) 着る動作が簡単, (F) 着る動作が少ない, (G) 着る時間が短い, (H) 腕が通しやすい, (I) 生地がやわらかい, (J) 生地が伸びる, (K) 生地がすべる, (L) スムーズに着ることができる, (M) 違和感が無い, (N) 着やすい



条件のいずれもジッパー型、被り型間に有意差がみられないが、高齢者想定条件においては、両試料ともに腕の通しやすさが著しく低下していることがわかる。生地素材感に関する形容語 (I) ~ (K) では、4種類の試料の生地が同一のため、若年条件および高齢者想定条件共に有意差はみられなかった。着衣行動中の着やすさに関連する総合評価 [(L) ~ (N)] のうち「着やすさ (N)」について、若年条件では4種類の試料のいずれもが着やすいと評価され有意差はみられなかったが、高齢者想定条件では長袖被り型の評点が著しく低下し、着難いと評価され、4試料間に有意差がみられた。

また、若年条件と高齢者想定条件間で同一の形容語同士の相関分析を行った結果、「スムーズに着ることができる (L)」では有意な相関がみられたが、それ以外の形容語ではみられなかった。これは、高齢者想定条件では、袖の有無によって評価が2極化したためと考えられる。すなわち、被験者は高齢者想定具を装着することで袖に腕を通す過程が困難であると感じていることが明らかになった。

以上の結果から、高齢者ではエクササイズウェアを着衣する際に、袖の有無が心理的負担の重大な要因になると推察される。

#### 4. 着衣行動分析による動作範囲の測定

官能検査結果より、高齢者想定条件ではエクササイズウェアの袖に腕を通す過程で心理的な負担が生じると推察された。そこで、着衣行動の観察から、心理的な負担につながる動作を分析することを目的として動作測定を行った。

##### 4. 1 着衣時の動作範囲の測定方法

着衣行動を行う被験者の正面および左右斜め方向にCCDカメラを3台設置し、DLT法<sup>11)</sup>を用いて身体に設置したマーカの位置を追跡した。

エクササイズウェアを着衣した後もマーカが追跡できるように、高輝度LEDに拡散キャップを設置したものをマーカとし、左右の肩峰点、上腕骨外側上顆、橈骨茎状突起に設置した。

被験者は官能検査に参加した20代男子大学生10名とし、全被験者において若年条件と高齢者想定条件で測定を実施した。

試料の提示順序は、長袖被り型、長袖ジッパー型、袖なし被り型、袖なしジッパー型の順として、各エクササイズウェアについて3回の測定を行った。着衣動作時の画像サンプリング周波数は15Hz、実験は23 ± 1.0度、50 ± 4% R.H.で実施した。

##### 4. 2 着衣行動分析の結果と考察

マーカの追跡結果より、(1) 着衣時間、(2) 動作経路について分析を行った。

###### (1) 着衣時間

形状の異なる4種類のエクササイズウェアの着衣行動を比較するために、着衣行動の要素となる過程を以下のように定義した。

###### ①過程1 (着衣準備行動)

ジッパー型：実験者の開始の合図からジッパーをはずした後、右手をウェアに通し始める直前までの過程

被り型：実験者の開始の合図からウェアを上下逆に持ち替えた後、右手をウェアに通し始める直前までの過程

###### ②過程2 (腕通し行動)

ジッパー型：右手をウェアに通す瞬間から左手首が袖から出る瞬間までの過程

被り型：右手をウェアに通す瞬間から左手首が袖から出る瞬間までの過程

###### ③過程3 (着装行動)

ジッパー型：左手首が袖から出る瞬間からジッパーを最上部まで締め終えるまでの過程

被り型：左手首が袖から出る瞬間からウェアに

首および体幹を通すまでの過程

④過程4 (調整行動)

ジッパー型：ジッパーを閉め終えた瞬間から、  
 着状態を整えて初期姿勢に戻るまでの過程

被り型：ウェアに体幹を通し終えた瞬間から着  
 状態を整えて初期姿勢に戻るまでの過程

各試料3回の着衣行動において、上述の①~④  
 に定義された各過程に要した時間を算出し、全被  
 験者の平均値を表1に示す。

表1 着衣時間の増加率

行 動	着衣時間の増減率 (%)			
	袖なし 被り型	袖なし ジッパー型	長 袖 被り型	長 袖 ジッパー型
着衣準備	±0	+2.8	-4.5	-2.8
腕通し	+10.7	±0	+19.2	+6.0
着 装	+58.0	+10.8	+71.9	+2.5
調 整	+16.6	+11.1	+28.6	-10
総時間	+23.0	+5.8	+28.6	+2.2

着衣行動に要した総時間は、若年条件で袖なし  
 被り型が最も短く9.4秒、次いで袖なしジッパ  
 ー型の11.9秒、長袖被り型の12.0秒、長袖ジッパ  
 ー型の13.4秒の順であった。また、高齢者想定条件  
 では袖なし被り型が最も短く11.6秒(若年条件と  
 比較して23%増)、次いで袖なしジッパ  
 ー型の12.6秒(5.8%増)、長袖ジッパ  
 ー型の13.7秒(2.2%増)、長袖被り型の15.4秒(28.6%増)の順  
 であった。

袖なしおよび長袖被り型で総時間が20%以上  
 増加した理由を検討するため、4つの過程毎に所  
 用時間の増減率を比較した。袖なし被り型におい  
 て過程2(腕通し行動)で10.7%の増加、過程3  
 (着衣行動)で58.0%の増加がみられる。なお、  
 過程4(調整行動)で16.6%の増加がみられるが、  
 調整行動における所用時間がいずれの試料におい  
 ても1.0秒未満であることを考慮すれば、影響は  
 ほとんど無い。長袖被り型において、過程2(腕  
 通行動)で19.2%、過程3(着衣行動)で71.9%  
 の著しい増加がみられる。一方、ジッパ  
 ー型にお

いては、袖なしで過程2(着衣行動)に10.8%の  
 増加が見られるが、被り型と比較して増加率は大  
 きくない。

以上の結果から、高齢想定者条件では、被り型  
 (特に過程2(腕通し行動)と過程3(着衣行動))  
 に要する着衣時間が増加することがわかった。

このことは官能検査の高齢者想定条件において、  
 長袖被り型が着る動作が多く、複雑で、所要時間  
 が長いと評価されたことと一致する。

(2) 着衣動作の経路

前述の着衣時間の結果から、上肢に高齢者想定  
 具を装着することにより、袖なし・長袖被り型の  
 過程2(腕通し行動)と過程3(着衣行動)の所  
 用時間が増加することがわかった。そこで、これ  
 らの行動についてより詳細に検討することを目的  
 として、上肢の動作経路について解析を行った。

動作経路は、肩峰点、上腕骨外側上顆、橈骨茎  
 状突起に設置した各マーカのx, y, z座標を求め、  
 画像フレーム間の変位量を(1)式によって導出  
 した。そして、高齢者想定条件で着衣時間が増加  
 していた腕通し行動および着衣行動における動作  
 経路dを導出した。

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \dots (1)$$

全マーカのうち、最も動作経路が長いのは橈骨  
 茎状突起である。ここでは、左右の橈骨茎状突起  
 に設置したマーカの結果を表2に示す。

表2 腕通しおよび着衣行動における動作経路

半 身	試 料	動作経路 (cm)			
		若年条件		高齢者想定条件	
		腕通し行動	着衣行動	腕通し行動	着衣行動
左 半 身	袖なし被り型	120.6	285.9	121.7	252.5
	袖なしジッパ ー型	139.3	256.2	179.2	225.5
	長袖被り型	159.5	231.7	250.8	294.6
	長袖ジッパ ー型	249.4	258.2	352.1	198.1
右 半 身	袖なし被り型	152.1	305.9	140.1	273.6
	袖なしジッパ ー型	142.8	231.2	164	170.8
	長袖被り型	139.5	223	267.9	294.1
	長袖ジッパ ー型	252.4	271.9	295.5	144.6

若年条件において、腕通し行動では左右半身共に長袖ジッパー型の動作経路が著しく大きい。これは、右腕を通した後、左腕を通す際に体幹を中心軸として背中側にエクササイズウェアを巻きつけるような(羽織る)動作をするためである。また、着装行動の動作経路が際立って大きい試料は無い。

一方、高齢者想定条件では、全試料で腕通し行動時の動作経路が増加する傾向がみられる。このことから肩関節の屈曲、伸展動作および肘関節の屈曲動作が制限されることによって、若年条件とは異なる経路で腕通し行動を実現したことがわかる。

その結果、腕通し行動に要する時間が増加し、長袖型の腕通し作業は「スムーズでない(L)」と評価されたと考えられる。

また、着装行動は長袖被り型以外のウェアで動作経路が減少する傾向がみられ、長袖被り型では、左半身で27.1%、右半身で92.0%増加した。

肩峰点、上腕骨外側上顆についても、橈骨茎状突起と比べて変化率は小さいが同様の傾向がみられた。

### 5. 着衣時の筋活動量測定

着衣時の身体負担を評価する目的で筋電図測定を実施した。

#### 5. 1 筋電図測定方法<sup>12)</sup>

被験筋は、肩関節動作の主働筋である上腕二頭筋、三角筋(後部)、僧帽筋で左右半身共に測定を行った。測定した筋電図に対して着衣動作にかかわる筋電位を整流化積分し、単位時間(1 sec)当たりの活動量(ARV)を算出した。さらに、最大随意収縮(MVC)における筋電位にて正規化を行い、各試料および着衣過程毎に%MVCを導出した。筋電図の測定はBiopack社製MP100を使用し、サンプリング周波数は1200Hzとした。

実験プロトコルは、被験者に電極を装着した後、最初に若年条件で4種類のエクササイズウェアを

それぞれ3回ずつ着衣するように指示した。

4種類のエクササイズウェアの測定が終了した後、MVCの測定を行った。その後、60分間の休息時間を設け、高齢者想定条件にて同様の測定を行った。着衣順序は長袖被り型、長袖ジッパー型、袖なし被り型、袖なしジッパー型の順とした。

被験者は官能検査および動作解析を行った20代男子大学生10名とした。実験室の環境は、 $23.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、 $50 \pm 3\% \text{R.H.}$ で実施した。

### 5. 2 筋活動量の測定結果

過程3(着衣行動)時の三角筋後部における%MVCを図7に示す。Etienne Grandjeanら<sup>13)</sup>は、15%MVC以上の動作を高負担な動作と規定

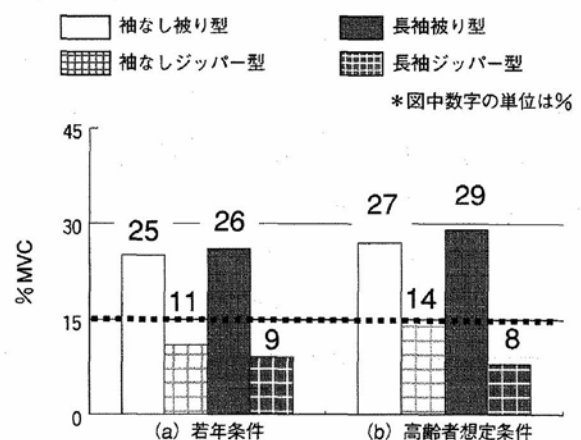


図7 三角筋後部における%MVC (過程3(着衣行動))

している。この基準を適用すれば、袖なしおよび長袖被り型は若年条件で25%MVC、26%MVC、また高齢者想定条件で27%MVC、29%MVCと高く、着衣行動において身体的負担が大きい動作を伴う形状といえる。一方、袖なしおよび長袖ジッパー型は若年条件で11%MVC、9%MVC、高齢者想定条件で14%MVC、8%MVCと比較的低い値を示している。右半身の三角筋後部でも同様の傾向がみられ、被り型では袖なし、長袖共に15%MVC以上であるが、ジッパー型では15%未満となっている。また、僧帽筋においても同様の



傾向がみられ、特に右半身では袖なし被り型で30%MVC、長袖被り型では35%MVCに達している。このことから、被り型のエクササイズウェアにおいて過程3（着衣行動）は身体的負担が大きく、特に関節角度が制限された高齢者想定条件では、着衣が困難な形状であることがわかった。このことは官能検査の高齢者想定条件において、長袖被り型が着る時に肩が動き難いと評価されたことと一致する。

## 6. 結論

本稿では、後期高齢者の身体機能（特に着衣行動に関連する肩関節や肘関節の可動域）を簡易に再現するための高齢者想定具を試作し、これを若年者が装着した状態を高齢者想定条件とし、若年条件の2条件下で形状の異なる4種類のエクササイズウェアの着衣実験を行った。着衣実験では、被験者の心理的負担を官能検査、身体的負担を着衣行動分析および筋活動量測定により評価した。得られた知見を以下にまとめる。

(1) 試作した高齢者想定具は70～80歳代の高齢者の身体機能（特に上肢の関節角度）を簡易に再現できること

(2) 高齢者では、エクササイズウェアを着衣する際に、袖の有無が心理的負担の重大な要因になること

(3) 各試料の着衣時間を比較した結果、高齢者想定条件による所要時間の増加率は長袖ジッパ型エクササイズウェアで5.8%、長袖被り型エクササイズウェアで28%であること

(4) 被り型エクササイズウェアの方が、着衣行動における筋負担が大きいこと

以上の知見より、若年者が着やすいと感じるウェア形状であっても上肢の関節角度が低下する高齢者では着難いと感じる場合がある。特に、長袖

型エクササイズウェアは着衣行動に対する心理的負担となることが示唆された。また、ジッパ型エクササイズウェアに比べて被り型は着衣行動中の筋（身体）負担が大きく、着衣に要する時間も長くなることが示唆された。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に対し助成を賜りました（財）石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深甚の謝意を表します。

## 文 献

- 1) 陰地俊作, スポーツウェアの動向—スポーツウェアの要求性能と最近の傾向, *The Japan Society of Mechanical Engineers*, Vol.95, No.888, 1005-1009 (1992)
- 2) 石丸園子, 平林由香, 菅原潤壺, スポーツウェア用編地の放熱特性, および肌離れ性に関する研究—第1報: モデル評価—, *日本整理人類学会誌*, 3, No.2, 71-76 (1998)
- 3) 平林由香, 菅原潤壺, 鈴木一乃, 石丸園子, 西山哲成, 西村直記, スポーツウェア用編地の放熱特性, および肌離れ性に関する研究—第1報: 運動時の体温変化に及ぼす影響—, *日本整理人類学会誌*, 5, No.1, 23-30 (2000)
- 4) 猪飼哲夫, 加齢と筋力, *journal of clinical rehabilitation*, 6, No.4, 348-354 (1997)
- 5) 猪飼哲夫, 加齢による筋力の変化, *理学療法*, 15, No.10, 834-837 (1998)
- 6) Grimby G. et al: The ageing muscle. *Clin Physiol.*, 3 :209-218 (1983)
- 7) 木村彰男, 筋肉の老化と運動の効果, *運動・物理療法*, 9, No.2, 146-151 (1998)
- 8) 川井謙太郎, 健常女性肩関節周囲筋筋力の加齢的变化, *理学療法科学*, 20, No.3, 207-212 (2005)
- 9) 高齢者身体機能データベース: 人間生活工学研究センター (HQL)
- 10) 佐藤信: 官能検査入門, 日科技連出版社 (2006)
- 11) 池上康男, 桜井伸二, 矢部京之助, DLT法, *Jpn.J. Sports Sci.*, 10: 191-195 (1991)
- 12) 加藤象二郎・大久保堯夫: 初学者のための生体機能の測り方, 日本出版サービス (2004)
- 13) Etienne Grandjean, *Fiting the task to the Man*, Taylor & Francis, 9-10 (1988)