

## 衣服設計のための若年女性の肩部形状の3次元把握

渡 邊 敬 子\*・木 爪 佳奈子\*\*・田 中 千 尋\*\*\*・杉 本 由紀子\*\*

### 3D Analysis of Shoulder of Young Japanese Women for Clothing Design

Keiko Watanabe · Kanako Kizume · Chihiro Tanaka · Yukiko Sugimoto

The torsos of 39 young women were measured using two three-dimensional devices (VIVID 910, Konica Minolta Sensing Co.). The shape of the shoulder was represented with a 3D model which was constructed 83 points on the body surface of the shoulder include neck line, shoulder seam line, armhole line, across back line and across chest line. The average model of shoulder for young Japanese women was obtained. But the individual shape of shoulder varied widely. Then the principal component analysis was performed to clarify the factors that characterize individual shoulder shapes. The principal components obtained were "forward thrust shoulder or not," "sloping shoulder or square shoulder," "thick or thin upper back" and "pigeon breasted or flat breasted." These results will help to design more fitted dress dummies and to improve apparel fit.

#### 1. 緒 言

既製衣料の利用率は極めて高いが、体つきに合わないという不満も多い。近年のアパレル業界では低価格を競う一方で、個人の体形・サイズ・個性に合った服を求めるセミ・オーダーシステムの利用が、従来お仕立てを利用してきた層ではなく、比較的若い層に向けてアピールしている。一方、欧米でも“Mass Customize Clothing”という言葉が注目されている。具体的には3次元計測から身体寸法を算出し、デザインを選んで個人向けの型紙をつくり、コンピューター上のシミュレーションで試着し、短期間に生産を終えて消費者の手元に届くというシステムである(佐藤2002)。

現状ではこの3次元計測は巻尺計測の手間を省くのみで、最終的には2次元の寸法データだけで衣服を設計している。しかし、身体の寸法をいくら合わせても、形があっていなければフィット性は向上しない。Mass Customize Clothingのよう

な生産を現実のものにするためには、個人の体つきの立体的形状の特徴を捉え、これに応じて型紙を設計する方法が必要といえる。

そこで、我々は人体の3次元形状を解析すること、特に2次元の寸法データで表現しきれなかった部位の形状についての個人差を表現する要因を明らかにすることを目的とした。本研究では肩部の形状に着目した。衣服は肩で着ると言われるように、肩部は体形を表わすと共に衣服を支える最も重要な部位である。肩部の形状については、いくつかの研究がみられるが、マルチン式の計測器具や巻き尺等による寸法の検討(有馬1970、高橋等1970、河村等1987、大村等1987)が主である。3次元計測からダミーを作成した伊藤ら(1997)の研究も見られるが、肩部の形は詳細に捉えられていない。著者らの研究(渡邊ら2000)でも同様である。多くの3次元計測機器では、機器を水平に近い角度で設置するために肩部に欠損

\*本学講師・\*\*本学卒業生(平成16年度卒)・\*\*\*本学学生

が生じて十分に観察することができない。

そこで、本研究では可動式の3次元計測器を2台組み合わせることで肩部を欠損なく計測することを試みた。その3次元座標値データから相同モデルを作成し、若年女性の肩部の平均モデルを得た。さらに、個体間の特徴がどのような部位に表れるのかについて検討した。

## 2. 方法

### (1) 被験者

被験者は本学の健康な若年女子大学生39名で、年齢は19から22歳まで(平均年齢20.5歳)である。身体計測値を全国資料(人間生活工学研究センター)と比較した結果、身長(156.7cm)、胸囲(79.8cm)とも約1.5cm下回るなど今回の被験者はやや小柄であるといえた。

### (2) 実験衣

実験衣はブラジャーを着用した上で黒のナイロンのチューブトップを着用してもらった。

### (3) 印しつけ

被験者の姿勢は、立位正常姿勢とした。計測対象部位は、右体幹上部で頸椎点から背幅・胸幅の基準点の高さまでの範囲とした。頸付根線、肩縫目線、腕付根線、背幅線・胸幅線(本研究では、背幅・胸幅の基準点を背幅点・胸幅点と呼び、これを通る水平線を背幅線、胸幅線と呼ぶ)、前・後正中線(頸側点及び頸椎点を通り正中面に平行な線)、および各部を分割する線を案内線として記入した(図1)。

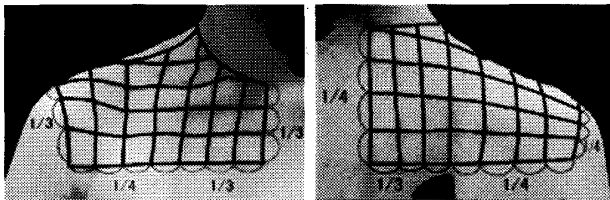


図1 肩部の印しつけ

### (4) 計測方法

3次元計測には、非接触3次元計測デジタルVIVID910WIDE/FASTモデル(コニカミノルタセンシング(株)製)2台を使用した。従来の方法では計測が難しかった僧坊筋前縁付近を欠損無く計測できるよう、予備実験を行い検討した結果、デジタル1は計測板の中心から右前方35度で

距離1.9m、高さ1.5m、俯角16度で、デジタル2は右後方40度で距離1.8m、高さ1.7m、俯角29度で設置した。被験者は足型を印した計測台の上で、立位正常姿勢をとった。基本的には正面を向いて計測したが、データの欠損をなくするため、個人の肩部の形状により計測板を-20度から20度の範囲で回転した。

### (5) 肩部の相同モデルの構成

前後2台で計測して得た3次元座標値データを併せて、右半身のデータとした。VIVIDのポリゴン編集ソフト(Pet)では同じ対象物を別の角度で計測した時、共通に計測されている部分のデータを用いてそれらのデータを統一座標系の上に合わせる(合成)ができる。しかし、今回の場合は共通に計測できている部分が少ないために合成に誤差が生じた。そこで、別にチャートを計測し2つのデータの位置関係を求め、これに基づいて肩部のデータを合成する方法を採用した。これには特注の合成のソフトを用いた。なお、被験者の動揺等によって、わずかなずれが生じている場合には合成後、体表に描いた案内線の交点の座標値に基づいてずれを補正した。

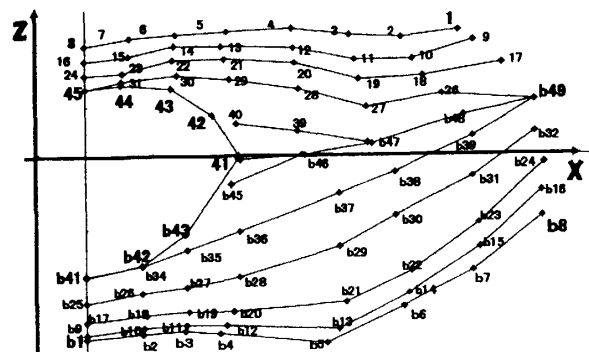


図2 肩部の相同モデルの各頂点に付した番号(bは後側)

このようにしてできた体表面形状の3次元座標値データは膨大なものとなる。そこで、情報を集約し、効果的な解析を行うために、先に述べた案内線の交点83点の座標値を求めて肩部の相同モデルを作成した。なお、すべての被験者について、研究対象部位を統一した座標系で記述するため、x軸は前頭方向で頸窩点が0、y軸は垂直方向で肩先点の高さが0、z軸は矢状方向で頸側点の位置が0となるように移動した。各点には、図2のように番号を付した。前は胸幅の基準点を1、後

ろは背幅線の中をb1として基本的に反時計回りに番号を割り当てた。

(6) 解析項目

図2に示した番号の前にX、Y、Zをつけて、各点の3次元座標値を示すことにした。たとえば、X1は前の正中矢状面から胸幅点までのX値すなわち幅である。主な点の幅や厚み、垂直距離は図3のようである。

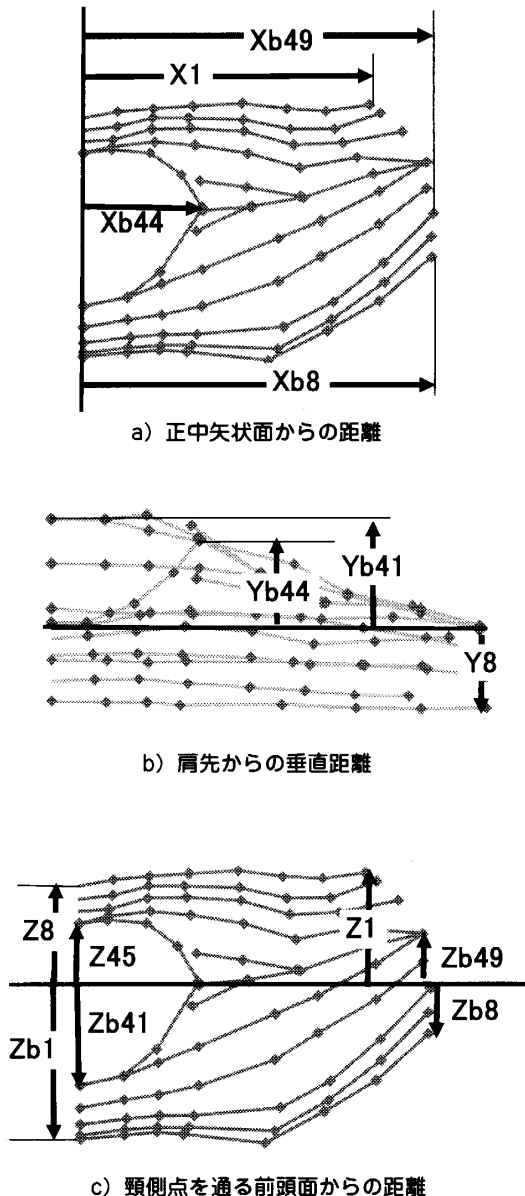


図3 肩部の寸法をあらわす項目の例

3. 結果および考察

(1) 若年女性の肩部の平均モデル

肩部の平均的な形は、ドレスフォームの肩部や

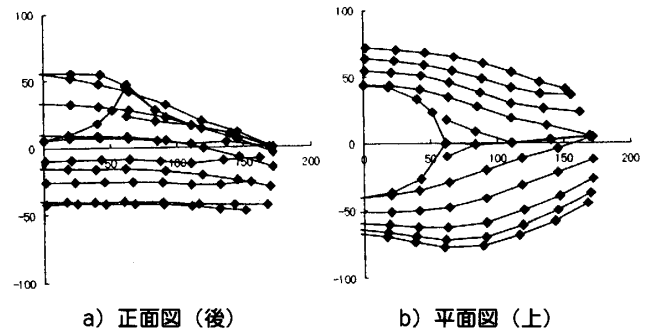


図4 肩部の平均相同モデル (各座標値の平均値)

ハンガーなどの設計にとって直接的な資料となる。被験者全員の相同モデルの頂点の座標値の平均値を算出した結果、図4に示すような平均モデルが得られた。各部の寸法は表1のとおりであった。これらから平均形状の特徴を観察する。

表1 主な基準点における幅、厚み、垂直距離

		(cm)			
		Mean	S.D.	Min.	Max.
X1	正中矢状面から胸幅点までの距離	15.1	0.9	12.9	17.1
Xb8	正中矢状面から背幅点までの距離	16.8	1.2	15.1	19.9
Xb49	正中矢状面から肩先点までの距離	16.9	1.0	14.5	19.2
Xb44	正中矢状面から頸側点までの距離	6.1	0.5	5.3	7.6
Z1	頸側・前頭面から胸幅点までの距離	4.1	1.1	1.6	7.2
Z8	頸側・前頭面から正中の胸幅線までの距離	7.2	1.3	4.5	9.9
Z45	頸側・前頭面から頸窩点までの距離	4.4	0.8	2.7	5.7
Zb1	頸側・前頭面から正中の背幅線までの距離	6.7	1.3	4.3	10.7
Zb8	頸側・前頭面から背幅点までの距離	4.5	1.3	2.1	7.3
Zb41	頸側・前頭面から頸椎点までの距離	4.0	0.9	6.7	2.0
Zb49	頸側・前頭面から肩先点までの距離	0.5	1.0	-1.6	2.3
Y8	肩先・水平面から胸幅線までの距離	4.2	0.8	6.0	2.6
Y45	肩先・水平面から頸窩点までの距離	0.6	1.0	-1.4	3.4
Yb1	肩先・水平面から背幅線までの距離	4.0	0.9	6.5	1.7
Yb41	肩先・水平面から頸椎点までの距離	5.5	1.2	3.5	7.8
Yb44	肩先・水平面から頸側点までの距離	4.6	0.9	3.2	6.9

肩部の形状や寸法では、著者らの以前の研究(渡邊ら 2000) とほぼ同様の結果を得た。たとえば、頸付根線を頸側点で前後に分けると、前側の厚み(Z45) 4.4cm、後側の厚み(Zb41) 4.0cm、右半分の幅(Xb44) 6.1cmであった。若年では頸部の前後の比がほぼ1対1で、平面で見るとほぼ円に近い形であった。また、頸椎点と頸側点の高さの差は0.9cm、頸側点と頸窩点の高さの差は4.0cmであって、頸付根線は頸側点より後ろの傾きよりも前方の傾きが大きいことが分かった。正中から肩先点までの幅(Xb49)の平均値は16.9cmであった。しかし、幅の項目では大きな個人差が見られた。検討した結果、今回は頸窩点で身体を1/2に分けたため、このようになったと考えられた。肩部の形状をはじめ人体を捉える際に、左右対称でないことをどのように考慮に入れるか今後検討

が必要といえる。頸側点から肩先点までの肩部の幅は10.8cmであった。

肩先点から頸側点までの高さ (Yb44) は4.6cmであった。この差はいわゆるいかり肩、なで肩と言われるような肩の傾斜の差を生じるが、3.2cmから6.9cmの広範囲でばらついた。また、肩先点 (Zb49) は頸側点に対して、0.5cm前方に位置した。これについても肩先が頸側点の2.3cm前に位置するものから1.6cm後ろに位置するものまで広範囲にばらついた。

胸幅線や背幅線には胸骨上部や後面に肩甲骨の膨らみなどが観察された。また、背幅点・胸幅点位置によって、腕と体幹の境界が示される。肩先点に対して、胸幅点は1.8cm内側にあり、背幅点は0.1cm内側にあった。背幅点と胸幅点の差は平均で1.7cmであった。しかし、これも背幅点が胸幅点より0.2cm外側にあるものから3.6cm内側にあるものまでばらついた。

(2) 肩部形状の個人差を表す主成分

肩部の寸法と形状の個人差について検討した。足部や頭部の3次元形状について統計解析する手法 (宮崎等 2005、土肥等 1998、2000、持丸等 1997) にならって、本研究では肩部の個人差の要因を検討する。すなわち、相同モデルの各点の X、Y、Z 座標値 246 項目を基礎項目として主成分分析を行った。予備解析の結果、肩の幅や高さのような大きさの要因が第1、第2主成分として抽出された。形の特性を分析するために正中から肩先点までの X 値 (Xb49) ですべての座標値を除いて大きさを基準化した後、主成分分析を行った。パリマックス回転後に固有値1以上の主成分が20抽出された。寄与率10%以上の主成分は6つで累積寄与率67.7%であった (表2)。各主成分の意味を因子負荷量の高い項目から解釈した。

第1主成分：第1主成分に高く負荷した項目は肩先付近のZ座標値と背幅点付近のX座標値である。符号に注目すると、Z座標値は全て正であったので頸に対して肩先の部分が前よりに位置するか、後よりに位置するかを示している。また、この部分のX座標値が正であるということは、肩先点に対して相対的に背幅点付近の幅が広いことを示している。図5は、第1主成分の因子得点

表2 第6主成分までに高く負荷した項目とその負荷量

PC1		PC2		PC3		PC4		PC5		PC6	
項目	負荷量	項目	負荷量	項目	負荷量	項目	負荷量	項目	負荷量	項目	負荷量
xb7	0.58	y27	0.52	xb1	0.77	y1	0.79	zb1	0.80	z3	0.66
xb8	0.63	y28	0.64	xb2	0.87	y2	0.88	zb2	0.78	z4	0.78
xb15	0.58	y29	0.64	xb3	0.91	y3	0.93	zb3	0.74	z5	0.87
xb16	0.61	y30	0.62	xb4	0.85	y4	0.94	zb4	0.70	z6	0.91
xb23	0.56	y31	0.62	xb5	0.75	y5	0.94	zb5	0.67	z7	0.92
xb24	0.57	y39	0.77	xb6	0.63	y6	0.93	zb6	0.59	z8	0.90
xb31	0.52	y40	0.73	xb9	0.81	y7	0.92	zb9	0.85	z11	0.64
xb39	0.52	y42	0.71	xb10	0.89	y8	0.93	zb10	0.83	z12	0.77
z1	0.86	y43	0.68	xb11	0.92	y9	0.86	zb11	0.79	z13	0.88
z2	0.78	y44	0.60	xb12	0.83	y10	0.88	zb12	0.74	z14	0.93
z3	0.61	y45	0.63	xb13	0.70	y11	0.92	zb13	0.68	z15	0.92
z9	0.92	yb17	0.83	xb14	0.65	y12	0.96	zb14	0.56	z16	0.89
z10	0.84	yb18	0.81	xb17	0.84	y13	0.96	zb17	0.90	z19	0.56
z11	0.66	yb19	0.81	xb18	0.92	y14	0.95	zb18	0.88	z20	0.71
z17	0.94	yb20	0.78	xb19	0.94	y15	0.93	zb19	0.86	z21	0.86
z18	0.90	yb21	0.70	xb20	0.85	y16	0.91	zb20	0.82	z22	0.92
z19	0.77	yb22	0.53	xb21	0.67	y17	0.72	zb21	0.65	z23	0.89
z20	0.59	yb25	0.92	xb22	0.58	y18	0.80	zb25	0.92	z24	0.85
z26	0.93	yb26	0.94	xb25	0.80	y19	0.80	zb26	0.94	z28	0.59
z27	0.81	yb27	0.94	xb26	0.92	y20	0.83	zb27	0.92	z29	0.74
z28	0.63	yb28	0.95	xb27	0.94	y21	0.82	zb28	0.83	z30	0.86
z39	0.76	yb29	0.92	xb28	0.83	y22	0.79	zb29	0.54	z31	0.81
zb6	0.62	yb30	0.83	xb29	0.62	y23	0.73	zb34	0.91	z40	0.69
zb7	0.76	yb31	0.56	xb30	0.57	y24	0.69	zb35	0.89	z42	0.58
zb8	0.85	yb34	0.93	xb34	0.92	y26	0.65	zb36	0.75	z43	0.77
zb14	0.66	yb35	0.95	xb35	0.94	y27	0.62	zb37	0.52	z44	0.76
zb15	0.83	yb36	0.96	xb36	0.83	y28	0.54	zb41	0.84	z45	0.72
zb16	0.89	yb37	0.92	xb37	0.62	y29	0.53	zb42	0.90		
zb21	0.55	yb38	0.80	xb38	0.57			zb43	0.87		
zb22	0.74	yb39	0.57	xb41	0.77						
zb23	0.87	yb41	0.92	xb42	0.88						
zb24	0.91	yb42	0.94	xb43	0.89						
zb29	0.67	yb43	0.95	xb44	0.58						
zb30	0.82	yb44	0.87	xb45	0.66						
zb31	0.89	yb45	0.89								
zb32	0.91	yb46	0.82								
zb37	0.69	yb47	0.72								
zb38	0.83										
zb39	0.92										
zb46	0.84										
zb47	0.89										
zb48	0.93										
zb49	0.94										
固有値	33.1		29.4		29.3		26.0		24.6		24.1
寄与率(%)	13.5		11.9		11.9		10.6		10.0		9.8

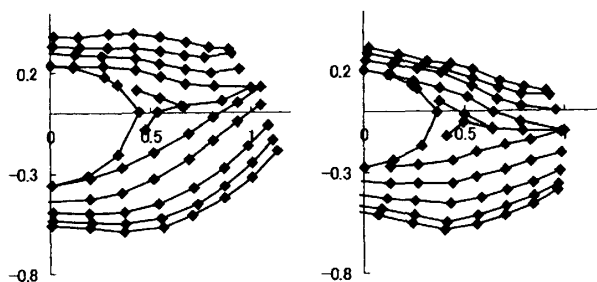


図5 第1主成分の因子負荷量の高かった例 (左) と低かった例 (右)

の高かった例と低かった例である。高かった例は、肩先が前方にあるだけでなく、背幅の基準点が肩先点に対して外に出ている。逆に低かった例は、肩先が後にあるだけでなく、腕付根線は正中面とほぼ平行になっている。“前肩”“後肩”というが、これらは単純に肩先点の位置が前にある後ろにあるということを表すだけでなく、腕のつき方とも関連していると考えられた。この主成分は深田等 (1981) の立体裁断法による体表面形状の主成分分析の第2主成分とほぼ同じ要因と考えられる。

**第2主成分**：第2主成分に高く負荷した項目は、頸付根線付近のY座標値で、符号はすべて正であった。垂直方向については、肩先の高さを0点としている。つまり、これらは肩先に対して頸付根付近の高さが高いか、低いかを表している。図6からも分かるように、肩傾斜を表す主成分と解釈される。これは深田等（1981）の第4主成分に相当すると考えられる。

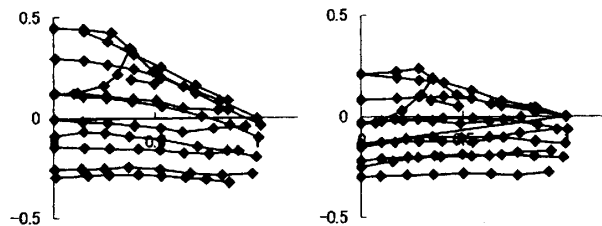


図6 第2主成分の因子負荷量の高かった例(左)と低かった例(右)

**第3主成分**：第3主成分に高く負荷した項目は、後ろ正中から頸側点付近までのX値で符号は全て正であった。頸窩点を前頭方向の0点としたが、正面を向いていても頸窩点と頸椎点とのX値がずれている例がみられるために、頸部の幅が前後に分かれて抽出されたのではないかと考えられた。この問題については、体幹部を全周計測し検討したい。

**第4主成分**：第4主成分に高く負荷した項目は、前面の胸幅線とその上の2つの線上の点のY値で全て正であった。これは肩線から胸幅線までの距離が短いか長いかを表す主成分と解釈された。背幅・胸幅の印しつけは、肩先点から後腕付根点までの体表に添った距離を2等分した位置で、この部分の高さと身長や背丈とは相関が見られない。つまり、この位置は肩先点から腕付根点までの高さだけでなく、肩の厚みなどによって個人による差が大きいと考えられる。この基準点を体表長で1/2とするのは、原型製図の際の背幅や胸幅の値を反映しやすくするためと考えられる。しかし、肩部の形状を観察するうえでは、この位置を採用するのが適当かどうか改めて検討する必要があると考えられた。

**第5主成分**：第5主成分に高く負荷した項目は、後正中から頸側点付近までのZ値で符号は全て正であった。これは後正中付近に厚みがあるか、薄いかを示す主成分と解釈される。

**第6主成分**：第6主成分に高く負荷した項目は、前正中付近のZ値で全て正であった。いわゆる鳩胸かどうかの主成分と解釈できる。

以上のように個人差を表す要因として6主成分が抽出されたが、第1、第2主成分によって25%が説明される。これらは個人差を表す重要な要因といえる。従来から「前肩」「後肩」、「なで肩」「いかり肩」などという言葉で表現され、衣服を人体に適合させるために補正が行われてきたことを考えると、妥当な結果と考えられる。

#### 4. 結言

本研究では3次元計測により若年女性の肩部の立体形状について検討した。その結果、肩部の平均像が定量的に明らかになった。肩部は衣服設計上重要な部位でありながら、立体として捉えられた例は少なく、また、今回の相同モデルは3次元座標値データであることから、ドレスフォームやハンガー、さらにはデジタルマネキンの設計にそのまま応用できる有用な資料と考えられる。

一方、肩部の形状にはかなりの個人差が見られた。そこで、主成分分析を行った結果、個人差を表す要因として、「前肩」「後肩」や「なで肩」「いかり肩」の要因が第1、第2主成分（累積寄与率は約25%）として抽出された。これらは従来から衣服設計のための体型観察に用いられてきた言葉である。深田等（1981）立体裁断法による体表面の形状の観察からも同様の主成分が得られていることから、衣服の適合上、重要な要因であるといえる。セミ・オーダーシステムやMass Customize Clothingにおいて、試着や補正無しに個人の体にフィットする衣服を設計するためにもこれらの要因をどのようにコントロールするかが重要な鍵となると考えられる。

また、今回の結果からは、肩部の立体形状を解析する上での課題も見つかった。今後は、どのような項目を投入することによって、今回得られた個人差を表す要因を個別の衣服設計に反映することができるのかという問題と併せて検討していきたい。

## 謝 辞

被験者としてご協力いただいた皆様に心より感謝申し上げます。御助言をいただきました大妻女子大学教授・松山容子先生に心より感謝申し上げます。また、実験にご協力ならびにご助言をいただいたコニカミノルタセンシング株式会社・中尾光孝氏、メディックエンジニアリング・谷尻豊寿氏にお礼を申し上げます。

## 引用文献

- ・有馬澄子（1970）衣服原型の一要因としての肩傾斜角について、家政誌 21(6)、35-39
- ・林隆子、桃厚子（1983）肩部体表面の形状に関する一考察、家政誌 34(11) 759-763
- ・伊藤由美子、持丸正明、河内まき子（1997）衣服用人台設計のための3次元体幹形態の分類と平均化、人間工学 33(特別号)、182-183
- ・大村知子、河村房代、長田直子（1987）多変量解析による成長期の体型の研究-4-肩部・頸部の類型化、家政誌 38(3)、213-219
- ・河村房代、大村知子、長田直子（1987）多変量解析による成長期の体型の研究-3-肩部・頸部の形態因子について、家政誌 38(2)、129-134
- ・佐藤隆三（2002）「顧客満足創造型アパレル設計」織研新聞社、東京
- ・高橋キヨ子、雁部愛、甲野藤ウタ（1970）衣服型紙に関する研究-3-青年男女の肩傾斜角を中心とした身体形態の特徴、家政誌 21(7)、34-39
- ・人間生活工学研究センター（1997）日本人の人体計測データ、社団法人人間生活工学研究センター、大阪
- ・深田順子、松山容子（1981）立体裁断法による胴部体表面形態の把握（第3報）主成分の解釈と応用について、家政誌、32(1)、66-71
- ・渡邊敬子、松山容子、古松弥生（2000）高齢女性のための体幹部立体形状の3次元解析、家政誌、51(11)、1045~1055
- ・宮崎祐介、宇治橋貞幸、持丸正明（2005）日本人の形態に基づいた頭部有限要素モデルの構築と衝撃シミュレーション、日本機械学会論文集、A編、71(704)、692-699
- ・土肥麻佐子、持丸正明、河内まき子（2000）足部計測値に基づく3次元形態特性の分布推定、人間工学、36(2)、73-80
- ・土肥麻佐子、持丸正明、河内まき子（1998）足部の3次元形態の分布、人間工学、34、364-365
- ・持丸正明、河内まき子、福井幸男、堤江美子（1997）FFD法による形態間距離に基づく足部三次元形態の特徴分類、人間工学、33(4)、229-234