

# 相同モデルを用いた体形分析方法に関する検討

—生成方法および分析方法の相違による統計解析への影響—

Examination of Methods of Analyzing Body Shapes Using Homologous Body Models  
— Effects of differences in methods of generation and analysis on statistical analysis —

武 本 歩 未\* 大 塚 美智子\*  
Ayumi TAKEMOTO Michiko OHTSUKA

**要 約** 体形分析に適した相同モデルの生成、分析方法を捉えることを目的に、相同モデル生成時のテンプレートモデル、相同モデル形状の相違が統計解析結果の解釈に与える影響を検討した。30～40 歳代女性 45 名の三次元形状を用いてテンプレートモデルの相違による影響を検討した結果、データ点数の多いテンプレートモデルは、スキャンデータをより精度高く相同モデル化できた。また、形状の相違（全身形状相同モデル群と体幹部のみの相同モデル群）による統計解析結果の比較では、全身形状相同モデル群では腕の開き頭部形状など体形特徴以外の要素が主成分に現れ、第2主成分以降の体形特徴の把握に影響を与えた。20～70 歳代女性 78 名の三次元形状を用いた形状の相違（高さ同一化相同モデル群と原形相同モデル群）による統計解析結果の比較では、高さ同一化相同モデル群は、姿勢、体形バランスなど詳細な体形特徴を第1、第2主成分で抽出することができた。

**キーワード**：三次元人体形状データ、相同モデル、体形分析、主成分分析

**Abstract** The purpose of this study was to examine the effects of differences in the methods of generation and analysis of homologous models on the results of a statistical analysis. The effects of differences in template models were examined using 3-dimensional data from 45 women in their 30s and 40s. As a result, more precise scan data were obtained and homologous models were created using a template with increased constituent data points. The effects of the shapes of homologous models on a statistical analysis were also examined. As a result, elements other than body shape (e.g., extension of the arms and shape of the head) were apparent. These elements affected the identification of body shape characteristics after the second principal component in a group of full-body models. The effects of differences in shapes were examined using 3-dimensional data from 78 women in their 20-70s. As a result, a more detailed body shape (e.g., posture and balance of body shape) was identified in principal component analysis of a group of homologous models of the same height.

**Key words** : 3-dimensional body shape data, homologous model, body shape analysis, principal component analysis

## 1. 緒言

近年、アパレル3D-CADを用いた個別生産システムの導入が急速に進んでいる。体形適合性の高い衣

服設計を行うためには、仮想空間内のバーチャルボディの質が重要であることから、人体の三次元形状データを用いた体形分析<sup>1) 2) 3)</sup>、体形分類、平均化に関する研究<sup>4) 5)</sup>が盛んに行われている。この背景として、産業技術総合研究所デジタルヒューマン工学研究センターにより「相同モデル」<sup>6)</sup>が提案され、人体相同モデリングソフトウェア、人体形状統計処

\* 家政学部被服学科  
Faculty of Human Science and Department of Clothing

理ソフトウェアを用いて三次元人体形状データの統計解析が可能となったことがある。

相同モデルを用いた研究として、前述の通り、体形分析、分類に関するものはあるが、相同モデルの生成方法、体形分析方法そのものに関する報告は少ない。藤原<sup>7)</sup>は、全身人体形状データを用いた相同モデル作成方法および統計解析に関する報告において、三次元計測時の撮影姿勢、被験者の体形による相同モデル化への影響について述べているものの、相同モデル生成方法の相違による統計解析、結果の解釈への影響を検討したものではない。相同モデル生成には、モデリングのためのテンプレートモデル、ランドマーク等が必要となり、これらの相違より生成される相同モデルの形状は変化し、統計解析に影響を及ぼす。体形分析については、相同モデルの座標系、相同モデルの形状等の違いにより、統計解析後の解釈に影響を及ぼすため、これらは非常に重要な事項であるが、研究者の経験による判断に依存することが多く、詳細な報告はされていない。

そこで、本研究では、体形分析に適した相同モデルの分析方法を捉えることを目的に、相同モデル生成時のテンプレートモデルの相違による相同モデル生成形状への影響、相同モデルの形状の相違による統計処理への影響を検討した。さらに、相同モデルを用いた体形分析方法として、体形に関わる特徴をより正確に、詳細に抽出する体形分析方法についても併せて検討した。

本研究により、目的に応じた最適な相同モデル化、分析方法を明確化することで、三次元人体形状データの活用がさらに進み、質の高いバーチャルボディ設計を推進することができる。

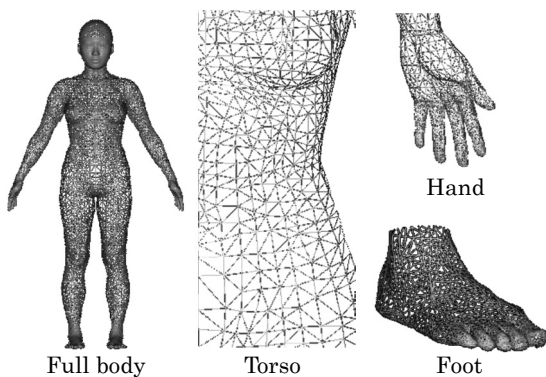


Fig.1 Dhaiba Model ver.1.5 (Female model)

## 2. 方法

### 2-1 資料

分析に使用したデータは、人体寸法・形状データベース 2014-2016<sup>8)</sup>より、関東地区で計測した20～70歳代女性97名の三次元形状データである。三次元人体形状データは、ボディラインスキャナ（浜松ホトニクス(株)）により計測された全身人体形状であり、計測姿勢はISO20685<sup>9)</sup>に準拠した三次元立位である。実験衣はヌードに近い形態を保てるブラジャー、ショーツ、頭部には計測用の帽子を着用した。なお、本研究に用いたデータは「日本女子大学ヒトを対象とした実験研究に関する倫理審査委員会」の承認を得たものである（課題番号169, 2014年4月18日承認）。

### 2-2 相同モデル化および統計解析方法の概要

計測された三次元人体形状データは計測機の違いにより、個々のデータ間で三次元形状を構成するデータ点数が異なる。相同モデル化とは、三次元人体形状データに、相同モデル用のテンプレートモデルをフィッティングさせることにより、全ての三次元形状データを同一点数、同一位相幾何学構造のポリゴン（多角形の集まり）で再構成することである。

相同モデルの各頂点が持つ座標値（XYZ）を変数として、主成分分析を行うことが可能であり、その結果から、体形特徴を抽出、また主成分得点を用いて主成分軸上の仮想形状を生成することができる。主成分は、主成分軸上の離れた点（例：±3.0 標準偏差）に位置する仮想形状の比較をすることにより、解釈を行うことができる。本研究では、±3.0SD 形状の外観を比較することにより、主成分の解釈を行った。

なお、相同モデル化には、相同モデル化支援ソフト（HBM-Rugle, (株)メディックエンジニアリング）を使用した。

### 2-3 テンプレートモデルの相違による相同モデル形状への影響についての検討

2-2に示した通り、相同モデル生成時、テンプレートモデルが必要であり、三次元人体形状データを再構成するためのモデルであるため、重要なものである。テンプレートモデルの一つとして、Fig.1に示す、産業技術総合研究所が提供するテンプレート Dhaiba Model ver.1.5 女性モデルがある。Dhaiba Model ver.1.5 女性モデルの特徴として、全身人体形

状用のテンプレートモデルであるため、顔、手、足は小さいポリゴンで構成されているのに対し、体幹部は比較的大きなポリゴンで構成されている。これは、相同モデルを統計処理する場合、データ点数には上限（20000 点以下）があり、微細な形状を持つ顔、手、足にはデータ点数が集中しているためである。このように、体幹部形状のデータ点数が比較的少ないテンプレートモデルを用いて相同モデル化した形状と体幹部のデータ点数を多くしたテンプレートモデルを用いて相同モデル化した形状を比較し、テンプレートモデルのデータ点数の相違による相同モデル形状への影響を検討した。

Fig.2 は、使用したテンプレートモデル A、B である。テンプレート A は、Dhaiba Model ver.1.5 女性モデルの体幹部形状である。体幹部形状に着目するため、頭、腕、下腿を削除した。テンプレート A を構成するデータ数は 3631 点である。テンプレート B は、テンプレート A を構成するポリゴンを細分割かつ正三角形化し、データ点数を増加させたモデルである。テンプレート B を構成するデータ点数は 17477 点である。2-1 にて示した資料のうち、30～40 歳代女性 45 名に対し、この 2 種のテンプレートモデルにより相同モデル化した形状データ間を比較検討した。なお、相同モデルの原点は、三次元計測

機の座標系を用いたため、原点は床面（足部）に位置する。相同モデル化に必要なランドマーク、パラメータは初期設定（2017 年 4 月時点）を用いた。

## 2-4 相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響についての検討-1（全身形状相同モデル群と体幹部形状相同モデル群の比較）

藤原<sup>7)</sup>の報告に示されている通り、計測された三次元人体形状データの姿勢は、相同モデルにそのまま反映されるため、計測姿勢が互いに僅かに異なる相同モデルを用いて主成分分析を行った場合、腕の開きや脚の開きなど、体形特徴以外の要素が解析結果に出現する。そのため、相同モデルを用いた体形分析では、体形特徴以外の要素を含む部位は除き、統計解析することが望ましいと言われている。この体形特徴以外の要素が出現することにより統計解析の解釈にどのような影響を及ぼすかについて詳細に捉えるため、Fig.3 に示す通り、Dhaiba Model ver.1.5 女性モデルをテンプレートモデルとした全身形状の相同モデルと、この全身形状相同モデルから三次元計測時に体形以外の要素を含みやすい頭部、腕、下腿を削除した体幹部形状の相同モデルを作成した。2-3 と同様に、分析に用いたデータは 30～40 歳代女性 45 名である。なお、相同モデルの原点は、三次元計測機の座標系を用いたため、原点は床面（足部）に位置する。相同モデル化に必要なランドマーク、パラメータは初期設定（2017 年 4 月時点）を用いた。

両群に主成分分析を施し、各主成分得点の標準偏差  $\pm 3.0$  の位置の仮想形状を生成、 $\pm 3.0SD$  形状間の比較により、各主成分を解釈した。

## 2-5 相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響についての検討-2（原形相同モデル群と高さ同一化相同モデル群の比較）

主成分分析による体形特徴の抽出では、身体の高さや肥瘦度に関する変位量が大きいいため、これら成分の寄与率が高く、姿勢や体形バランスといった二次的ではあるが衣服設計においては重要な体形特徴が抽出され難いという特徴がある。

三次元人体形状データから体形に関わる特徴をより正確に、詳細に抽出する方法として、「主成分分析において人体形状データが持つ高さ方向の最大値を同一化した相同モデル（以降、高さ同一化相同モデルと示す）を用いることにより、最も変位量が大い身長の高さの成分を小さくすることができた

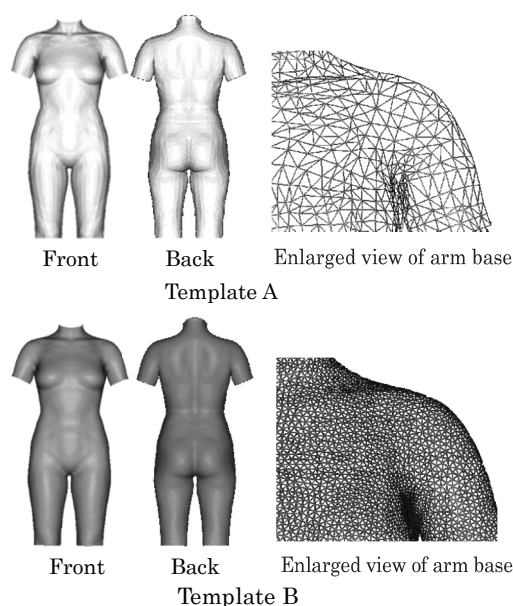


Fig.2 Template models used

め、身体の外形そのものの変位を詳細に捉えることが可能である。」と仮説を立て、検証した。

分析に使用したデータは、様々な体形特徴を含むデータベースとするため、資料のうち、20, 30, 40, 50, 60, 70 歳台女性、各 13 名、計 78 名を使用した。相同モデルは、体形特徴以外の要素を除くため、人体形状の頭部、腕、膝下を除去し体幹部モデルを作成した。これをオリジナルの相同モデル群（以降、原形相同モデルと示す）とする。原形相同モデル群の主成分分析から生成した平均形状（主成分得点 0 の仮想形状）を基準として、全ての原形モデルの高さを同一化したものを高さ同一化相同モデル群とし、両群の主成分分析を施した。

主成分分析結果から得られた各主成分得点の標準偏差  $\pm 3.0$  の位置の仮想形状を生成し、 $\pm 3.0SD$  形状間の比較により、各主成分を解釈した。

なお、両相同モデル群は、体幹部形状の慣性主軸を Y 軸に変換した後に、体幹部形状の Y 座標の最小値が原点となるように基準化した。相同モデル化に必要なテンプレートデータ、ランドマークは初期設定（2019 年 1 月時点）を使用した。

### 3. 結果及び考察

#### 3-1 テンプレートモデルのデータ点数の違いによる相同モデル形状への影響

テンプレートモデルのデータ点数の相違による相同モデル生成形状に及ぼす影響を検討した。計測された三次元人体形状データをスキャンデータと示す。Fig.4 は、テンプレート A、B を用いて相同モデル化した一例を示している。テンプレート A を用いた相同モデルは、テンプレートモデルがスキャンデータに十分にフィットせず、胸部、背部、臀部の形状はテンプレート A の形状が反映されている。これに対し、テンプレート B の相同モデルは、スキャンデータの形状をより忠実に再現している。テンプレート A の相同モデル群とテンプレート B の相同モデル群の再現性の比較のため、個々のスキャンデータと相同モデル 2 種との面間距離を計測し、両群の平均面間距離を算出した。本研究における面間距離とは、スキャンデータと相同モデルを重ねた時の、相同モデルの各頂点からスキャンデータの頂点のうち最も近い点までの空間距離の平均である。Table1 に示す通り、テンプレート A の相同モデル群とテンプレート B の相同モデル群の平均面間距離は

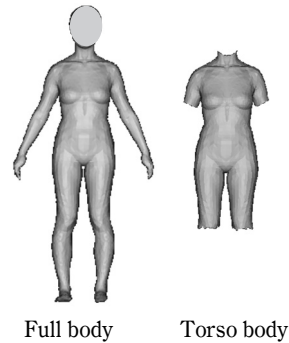


Fig.3 Homologous models created

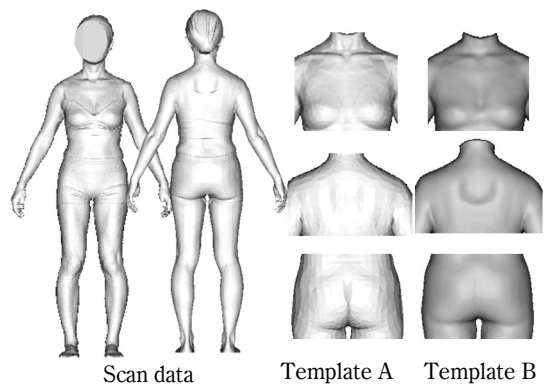


Fig.4 Example of homologous modeling

Table 1 Comparison of mean values

(mm)				
TemplateA		TemplateB		t-test
Mean	SD	Mean	SD	
2.006	0.647	1.493	0.331	**

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

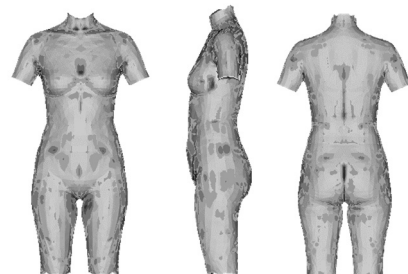


Fig.5 Discrepancies between average shapes of two models

それぞれ 2.006mm, 1.493mm であり, 1%水準で有意な差が認められた。さらに, 相同モデル形状の差が大きい部位を総合的に捉えるため, 両群の主成分分析から生成した平均形状を用い, 両形状の適合度を検討した結果を Fig.5 に示す。色が濃い部分は形状の差が大きいことを示している。鎖骨・胸部・腹部・背部の凹凸が大きい部位, および大腿部の差が大きいことが分かった。

以上の結果より, データ点数の多いテンプレートモデルはより精度高く, スキャンデータを相同モデル化できることが示された。しかし, スキャンデータの着衣の形状を忠実に再現しているとも捉えられることから, 必要以上にデータ点数を増やすのではなく, 体形特徴を再現する適切なデータ点数を用い

ることが重要である。

### 3-2 相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響についての検討-1 (全身形状相同モデル群と体幹部形状相同モデル群の比較)

腕, 脚の開き, 頭部の形状が主成分分析の解釈に及ぼす影響を検討した。Table2 は, 全身形状の相同モデル群と全身形状から頭部, 腕, 下腿を削除した体幹部形状の相同モデル群それぞれの主成分分析結果を示している。寄与率が5%を超える第4主成分まで成分を解釈した。

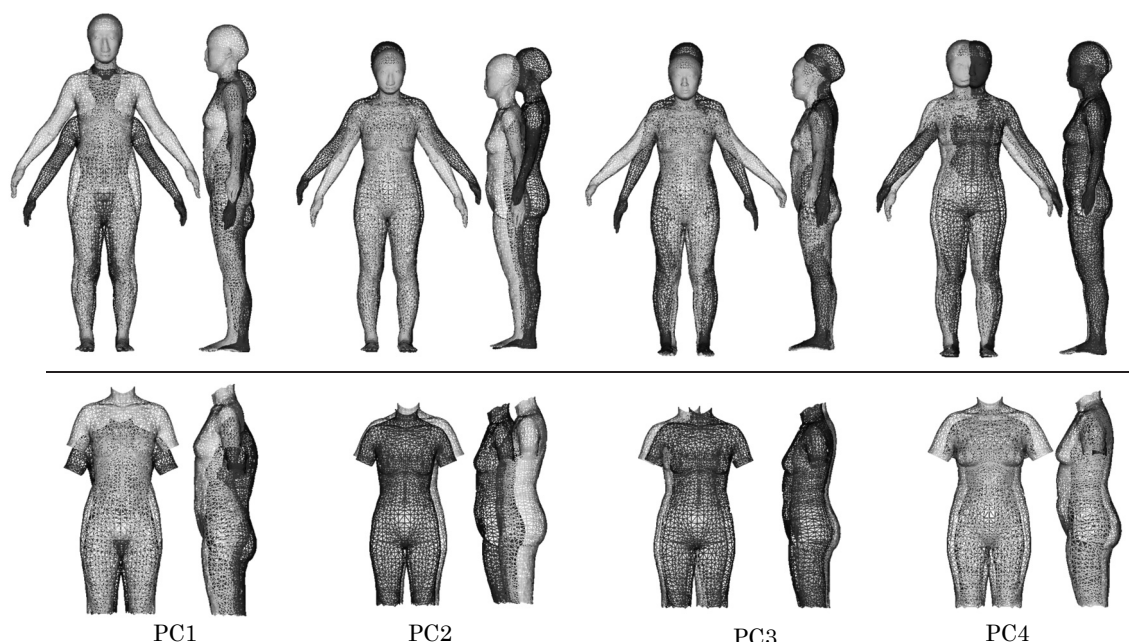
Fig.6 は, 各主成分得点における $\pm 3.0SD$ に位置する仮想形状の重ね合図を示している。全身形状相同モデル群の第1主成分は,  $3.0SD$ 形状の身長が高く,  $-3.0SD$ 形状は小さいことから, 「体格の大きさ」の

Table 2 Eigenvalue table for principal component analysis

PC	Eigenvalue	Contribution ratio(%)	Cumulative contribution ratio(%)
No.1	3601.0	33.1	33.1
No.2	2767.5	25.4	58.5
No.3	1761.6	16.2	74.6
No.4	831.8	7.6	82.3

PC	Eigenvalue	Contribution ratio(%)	Cumulative contribution ratio(%)
No.1	12377.0	25.0	25.0
No.2	8193.6	16.5	41.5
No.3	5977.0	12.1	53.6
No.4	4804.6	9.7	63.3

(Left : Group of full body models, Right : Group of torso body models)



(Upper : Group of full body models, Under : Group of torso body models, Gray :  $3.0SD$ , Black :  $-3.0SD$ )

Fig.6 Overlay of a virtual shape on  $\pm 3.0 SD$  for the 1st–4th principal component



成分と解釈した。第2主成分は、-3.0SD 形状に対して、3.0SD 形状は身体が前傾している小さいことから、「身体の前後方向の傾き」の成分と解釈した。第3主成分は、3.0SD 形状は腕の開きが大きく、-3.0SD 形状は腕の開きが小さいことから、「腕の開き」の成分と解釈した。第4主成分は、3.0SD 形状に対して、-3.0SD 形状は身体は左側への傾きが大きいことから、「身体の左右方向の傾き」の成分と解釈した。体幹部形状相同モデル群の第1主成分は、3.0SD 形状は高さが大きく、-3.0SD 形状は高さが小さいことから、「体格の大きさ」の成分と解釈した。第2主成分は、3.0SD 形状に対し、-3.0SD 形状は身体が前傾していることから、「身体の前後方向の傾き」の成分と解釈した。第3主成分は、3.0SD 形状に対し、-3.0SD 形状は身体は左側に傾き、また体幹部全体に厚みがあることから、「身体の左右方向の傾きと体幹部の厚み」の成分であると解釈した。第4主成分は、3.0SD 形状は体幹部全体の幅、厚みが大きく、-3.0SD 形状は体幹部全体の幅、厚みが小さいことから、「肥瘦度」の成分と解釈した。

以上の結果より、全身形状相同モデル群と体幹部形状相同モデル群では、体格の大きさ、身体の前後左右方向の傾きなど、同様の成分が抽出されたものの、全身形状相同モデル群では、体形特徴以外の要素である腕の開きが抽出され、また第4主成分までに体形特徴としては重要な肥瘦度が抽出されなかった。また、全身形状相同モデル群では、いずれの主成分においても $\pm 3.0SD$ 形状間で頭部の形状差があり、これは計測用帽子の着用状態の差によるものである。これらのことから、三次元計測時に着衣や姿勢は統一するものの、僅かな形状の違いにより、主成分分析結果、および解釈に影響を及ぼすことから、体形特徴以外の要素を含む可能性がある部位は、除き、主成分分析を施す必要があることが示された。

### 3-3 相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響についての検討-2（原形相同モデル群と高さ同一化相同モデル群の比較）

主成分分析を用いて、より詳細に体形特徴を捉える方法について検討を行った。Table3は、高さ同一化相同モデル群と原形相同モデル群のそれぞれについて主成分分析を施した結果を示している。寄与率が5%以上の第5主成分まで成分を解釈したが、本研究では、明確な成分が捉えられた第4主成分までを比較した。第1主成分の寄与率は、原形相同モデル

群に対し高さ同一化相同モデル群の値が小さく、これは人体形状データにおいて最も変位量の大きいと考えられる高さ方向の成分が制限されたことによるものと言える。

Fig.7は、原形相同モデル群と高さ同一化相同モデル群の各主成分得点における $\pm 3.0SD$ に位置する仮想形状の重合図を示している。

原形相同モデル群の第1主成分は、3.0SD 形状は高さが大きく、-3.0SD 形状は高さ小さいことから、「体格の大きさ」の成分と解釈した。第2主成分は、3.0SD 形状は体幹部の幅、厚みが小さく、-3.0SD 形状は体幹部の幅、厚みが大きいことから、「肥瘦度」の成分と解釈した。第3主成分は、3.0SD 形状は胸部が前方、臀部が後方に位置するのに対し、-3.0SD 形状は背部が後方、腹部が前方に位置することから、「体幹部の屈身・反身」の成分と解釈した。第4主成分は、3.0SD 形状は両膝の間隔が狭く、また胸部の幅に対して腰部の幅が小さく、-3.0SD 形状は両膝の間隔が広く、また胸部の幅に対して腰部の幅が大きいことから、「下肢の形態、胸部に対する腰部の幅のバランス」の成分と解釈した。高さ同一化相同モデル群の第1主成分は、3.0SD 形状は体幹部の幅、厚みが小さく、-3.0SD 形状は体幹部の幅、厚みが大きく、また両形状の乳頭点の高低差が大きいことから、「肥瘦度と乳頭点の位置」の成分と解釈した。第2主成分は、-3.0SD 形状に対して、3.0SD 形状はウエストライン、股の高さが低いことから、「上半身と下半身の長さのバランス」の成分と解釈した。第3主成分は、3.0SD 形状の肩部は-3.0SD 形状より後方、腰部は前方に位置し、また腹部は突出し、-3.0SD 形状の肩部は3.0SD 形状より前方、腰部は後方に位置し、腹部の突出していないことから、「体幹部の屈身・反身、腹部の突出」の成分と解釈した。第4主成分は、3.0SD 形状は両膝の間隔が狭く、胸部の幅に対して腰部の幅が小さく、-3.0SD 形状は両膝の間隔が広く、胸部の幅に対して腰部の幅が大きいことから、「下肢の形態、胸部に対する腰部の幅のバランス」の成分であると解釈した。

以上の結果より、原形相同モデル群と高さ同一化相同モデル群では、肥瘦度、体幹部の姿勢、体形のバランスなど同様の成分が抽出され、さらに高さ同一化相同モデル群では、上半身と下半身の長さのバランス、腹部の突出の成分が抽出され、より多くの体形特徴を抽出することができた。これは、原形相

同モデル群では変位量が小さく可視化されていなかった成分が、高さ同一化により寄与率が高まり、可視化され成分として解釈することができたと考えられる。このことから、設定した仮説「主成分分析において高さ方向の最大値を同一化した相同モデルを用いることにより、身体の外形そのものの変位を詳細に捉えることが可能である。」は、立証されることが示唆された。

#### 4. 結言

体形分析に適した相同モデルの生成、分析方法を捉えることを目的に、相同モデル生成方法、相同モデルの形状の違いによる統計解析結果への影響を検討した。その結果、以下に示す結果が得られた。

(1) テンプレートモデルのデータ点数の相違による相同モデル形状への影響を検討した結果、デー

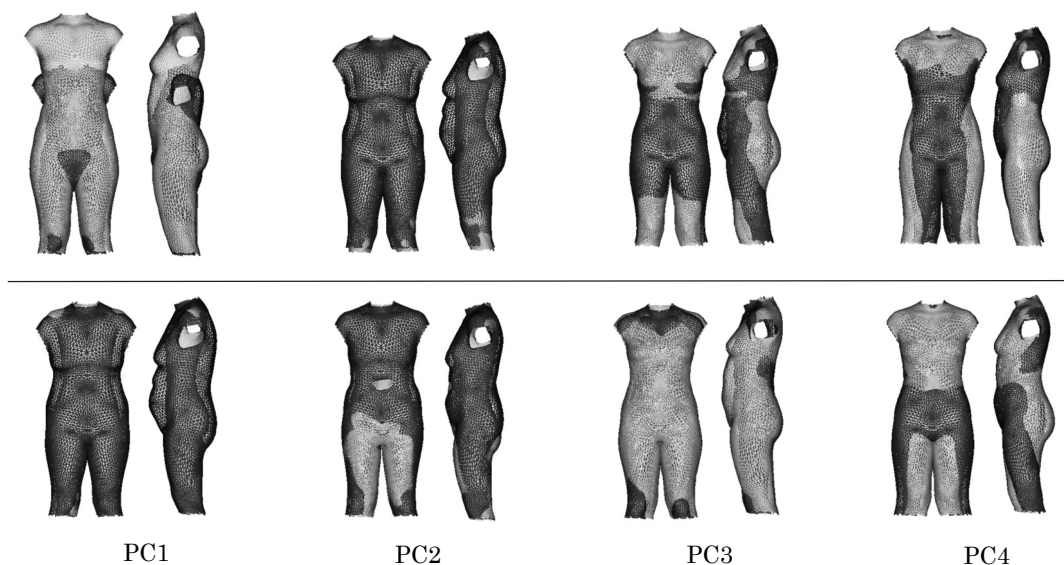
タ点数の多いテンプレートモデルは、スキャンデータをより精度高く相同モデル化できることが示された。しかし、計測時の着衣の形状をより忠実に再現しているとも捉えられることから、必要以上にデータ点数を増やすのではなく、体形特徴を再現する適切なデータ点数を用いることが重要であることが分かった。

(2) 全身形状相同モデル群と体幹部形状相同モデル群の比較から、相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響について検討した結果、三次元人体形状データは、三次元計測時に計測姿勢は統一するものの、僅かな姿勢の違いなど体形特徴以外の要素を含んでいるため、全身形状の相同モデル群では腕の開き、頭部形状などの体形特徴以外の要素が主成分に現れることによって、体形特徴が抽出され難く、特に第2主成分以降の解

Table 3 Eigenvalue table for principal component analysis

PC	Eigenvalue	Contribution ratio(%)	Cumulative contribution ratio(%)	PC	Eigenvalue	Contribution ratio(%)	Cumulative contribution ratio(%)
No.1	4578.7	28.0	28.0	No.1	3414.4	20.9	20.9
No.2	2477.4	15.2	43.2	No.2	2223.0	13.6	34.5
No.3	1385.1	8.5	51.6	No.3	1622.1	9.9	44.4
No.4	1236.5	7.6	59.2	No.4	1406.2	8.6	53.0
No.5	858.7	5.3	64.5	No.5	1109.0	6.8	59.8

(Left: Group of original models, Right: Group of same height models)



(Upper : Group of original models, Under : Group of same height models, Gray : 3.0SD, Black : -3.0SD)

Fig.7 Overlay of virtual shape on  $\pm 3.0$  SD for the 1st–4th principal component

積に影響を与えることが分かった。

(3) 原形相同モデル群と高さ同一化相同モデル群の比較から、相同モデル形状の相違が主成分分析の解釈に及ぼす影響について検討した結果、相同モデル群の高さを同一化することにより、より多くの体形特徴を抽出できることが分かった。

以上の結果より、相同モデル生成方法による相同モデル形状への影響および相同モデル形状差による統計解析結果への影響を詳細に捉えることができた。

本研究では、主成分の解釈を仮想形状の外観の比較により行ったが、外観比較のみでは、相同モデルの座標系の相違により、仮想形状間の形状差の見え方が異なることがあるため、今後は、定量的な主成分の解釈方法についても、詳細な検討をする必要がある。

また、相同モデルを用いた体形分析において身体の外形を捉えることを主目的とした場合、相同モデルの座標系の基準化の方法により、身体の傾きや回転の成分を除くことが可能である。このように、相同モデルの座標系の基準化の方法の相違により、統計解析から抽出される体形特徴がことなるため、基準化の方法についても、詳細な検討をする必要がある。

## 引用文献

- 1) 全ソユン, 大塚美智子, 武本歩未: 高齢女性の座位姿勢の体幹形状の分析, 日本家政学会誌, 64(10), 655-661 (2013)
- 2) 張立娜, 武本歩未, 大塚美智子: 三次元計測データに基づく中国人中高年女性の体型特徴の分析, 日本家政学会誌, 66(11), 563-573 (2015)
- 3) 渡邊敬子, 木爪佳奈子, 田中千尋, 杉本由紀子: 衣服設計のための若年女性の肩部形状の3次元把握, 京都女子大学生生活造形学教室, 51, 53-58 (2006)
- 4) 伊藤由美子, 持丸正明, 河内まき子: 衣服用人体設計のための3次元体幹形態の分類と平均化, 33 (Supplement), 182-183 (1997)
- 5) Keiko, W.: Body Type Classification of the Three-dimensional Torso Shape of Japanese Men Aged 20 to 70 Years for Efficient Clothing Design, Proceedings of 3DBODY.TECH 2017, 8th: 347-355 (2017)
- 6) 人工知能研究センター「AIST/HQL 人体寸法・形状データベース 2003-相同モデル」, <https://www.airc.aist.go.jp/dhrt/fbodydb/model/index.html>
- 7) 藤原裕子: 全身形状データの相同モデル化と総計相当モデルの作成, 人間生活工学, 13(1), 9-14 (2012)
- 8) 一般社団法人日本家政学会被服構成学部会; 日本人成人の人体寸法データベース 2014-2016 (2019)
- 9) ISO 20685: 2005 3D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases