

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：32608

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02331

研究課題名（和文）3Dバーチャルボディを生かした現代に求められる実物ボディ（人台）の開発

研究課題名（英文）Development of Modern Realistic Mannequins (Body Shapes) Utilizing 3D Virtual Body Technology

研究代表者

丸田 直美 (Maruta, Naomi)

国立女子大学・家政学部・教授

研究者番号：70183621

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：中年女性の3Dバーチャルボディ開発研究における体型データをもとに、アパレル設計及び学校教育等に役立つ中年女性用実物ボディを開発することを目的とした。分析の結果、中年女性を平均的な体型で捉えるのではなく、若者に近い体型と中年らしい周径が大きい体型に分けて検討する必要があることがわかり、体幹形状の実物ボディを2体制作することとした。人体には体表面に細かい凸凹が存在するため、そのままの形状では衣服設計用ボディとしては適さないことより、メーカーの意見も参考にして、衣服設計しやすい程度に体表面を平滑化する作業を繰り返し、若者に近い体型（Type I）と中年らしい周径が大きい体型（Type II）を完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中年女性の体型はバラツキが大きく、消費者も既製服の選択に迷いが生じていると考えられる。また、既製服設計現場においても試着モデルを手配するのは容易ではなく、中年女性の正確な体型情報が得られていない可能性がある。しかし、中年女性に特化した実物ボディは少ない。そのため、正確な体型情報を含めながら、トータル組みの作業に適した形状を、メーカー側の意見も入れながら探究した。そこに本研究の学術的意義及び独自性があると考えている。また、中年女性の体型を形状として理解でき、アパレル商品制作側からも教育用としても利用できることより社会的意義も大きいと思われる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this research was to create a realistic mannequin of a middle-aged woman for use in apparel design and educational contexts. This project utilized body shape data from prior research on developing a 3D virtual body for middle-aged women (Fundamental Research C: 16K00796). The analysis revealed the necessity of recognizing two distinct body shapes among middle-aged women: one resembling the body shape of a younger person and the other characterized by a larger circumference, typical of middle-aged individuals. The human body has fine surface irregularities, which make it unsuitable for use as a dressmaking mannequin in its natural form. Therefore, with input from manufacturers, we repeatedly smoothed the body surface to a degree suitable for garment design. This process resulted in the creation of two body types: one with a shape similar to that of a young person (Type I) and the other with a larger circumference typical of middle-aged individuals (Type II).

研究分野：被服造形学、被服衛生学

キーワード：中年女性 ボディ 三次元計測 相同モデル 体型分類

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

アパレル業界のデジタル化に伴い製品設計過程における 3D-CAD (3次元設計) が急速に発展している。しかし、そのために必要なバーチャルボディが正確な人体を形成しているとはいえなかった状況から、申請者は、計測データが少なく、アパレルからの問い合わせが多かった中年女性に焦点をあてて人体計測を行い、科学的な根拠に基づいた体型データを使って着装シミュレーションが行えるように、中年女性のバーチャルボディの作成を行った(科研費基盤研究 C16K00796)。この研究によって作成したバーチャルボディにアパレル開発製品等を装着させ、着装状態やシルエット、フィット感や衣服圧等を評価することができ、一定の成果は得られたと判断した。しかし、三次元計測による人体計測では現在でも股下や腋窩の形状を正確に計測することは困難であり、バーチャルボディにおいてもその部分の形状が完璧であるとはいえない。そこで、3D 上では理解しにくい部位のパターンについて理解を深め、衣服設計に生かすためにも実物ボディ(人台)が必要ではないかと考えるようになった。

また、近年のアパレルメーカーは 3D-CAD を使いこなせる人材を必要としている現状がある。デジタル化ばかりが進んでいくと衣服設計の経験値が少ない、パソコン操作の得意な人達でアパレル業界が成り立っていくことになりかねないという危機感もあり、納期短縮、コスト削減という目先の利益だけにとらわれたデジタル化傾向は手段が目的化しているだけで、アパレル業界の今後についての解決策とはいえないのではないかとの思いが強くなった。3D での効率化を利用しての製品設計を行いつつ、完成した製品を実物ボディに装着させて、細部にこだわった衣服設計を行うことができれば、日本のものづくり技術を継承しつつ、着心地のよい消費者のための服作りを考えるための一方法として意味があるのではないかと考えるようになった。

以上のことより、人材育成を行っている教育機関及び学術的研究を行っている研究機関の両面から今後のアパレル業界に必要な研究として、これまでの研究成果である中年女性の三次元人体計測データを生かして、アパレル設計及び学校教育等に役立つ中年女性用実物ボディ(人台)の制作を計画するに至った。

### 2. 研究の目的

本研究は、申請者のこれまでの研究成果である人体計測データを生かして、アパレル設計及び学校教育等に役立つ中年女性用実物ボディ(人台)を制作することを目的とした。ボディ(人台)は大きく分けて、人体サイズに近いヌードボディと基本となるゆるみ量を加えられている工業用ボディの 2 種類がある。形状としては、上半身中心のもの(トルソ)、股のついたもの(クロッチド)、下半身(フルレングス)などがある。現状のボディは若年体型を中心にサイズ展開がなされており、中年女性に特化したボディは非常に少ない。そこで、これまでの概念にとらわれず、中年女性の体型を形状として理解でき、アパレルの制作側からも教育用としても利用できるボディの制作を目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 中年女性の体型分析

40~60 歳の女性 162 名の人体計測データを用いて分析を行う。計測後、各データ点が解剖学的に同じ意味を持った同数のデータ点に再構成した人体モデル(相同モデル)に変換する。そ

の後同様の方法で制作した若年女性（申請者の保存データ）との比較を行い、中年女性の特徴を把握する。次に中年女性において主成分分析を行い、その主成分得点を用いてクラスター分析を行うことによって体型分類を行う。

#### (2) ボディ形状の検討

実物大ボディ制作を行うにあたって、人体サイズに近いヌードボディとするのかゆとり量を加えた工業用ボディとするのかについて検討する。また形状も、上半身中心のもの（トルソ）、股のついたもの（クロッチド）、下半身（フルレングス）用などがあるため、どの形状を選択するか検討を行う。

#### (3) 中年女性用ボディの制作

(1)、(2)の結果をもとに、中年女性用のボディ形状を決定し、作成するボディの種類と形状を決定し、中年女性用ボディの作成を行う。作成はボディメーカー協力のもとに行う。

### 4. 研究成果

#### (1) 中年女性の体型分析

##### 若年女性との比較

若年女性、中年女性それぞれの全身の平均形状を作成した（Fig.1）。中年女性は若年女性と比較して、周径長が全体的に大きいことが分かった。また、上半身形状については、肩周辺の肉付きがよく、中年女性は若年女性より乳頭位置が右 2.4cm、左 1.5cm 下垂していることを確認した。下半身形状からは、中年女性はヒップの下垂が見られ、大腿部の前部分の肥大がみられた。これは、多くの先行研究<sup>1)~6)</sup>においても指摘されている特徴と同様の結果であった。

##### 体型分類

主成分分析結果は、第 1~第 3 主成分は肥瘦度や体幹長などのプロポーションに関わる因子、第 4~第 9 主成分は体の部位の傾きと厚みの因子が抽出された。クラスター分析では、大きく 4 種類の体型に分類できた。そのうちの 2 種類(CL1,CL2)は若年（20 歳代）の体型に近いタイプ、残りの 2 種類(CL3,CL4)は体幹部の周径が大きいタイプであった（Fig.2）。これらの結果より、中年女性の体型を平均値として一つで考えるのではなく、若者に近い体型と体幹部の周径が大きい体型で別々に検討する必要があることが示唆された。

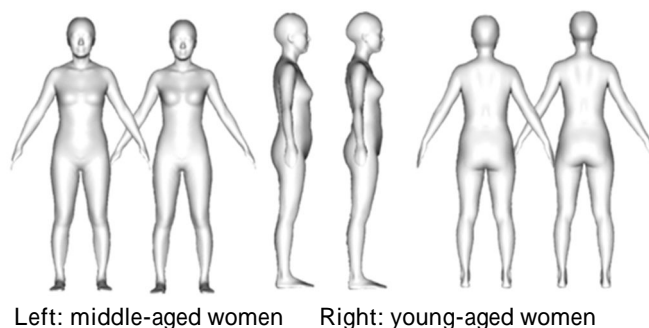


Fig.1 Average shape of middle-aged women and young-aged women

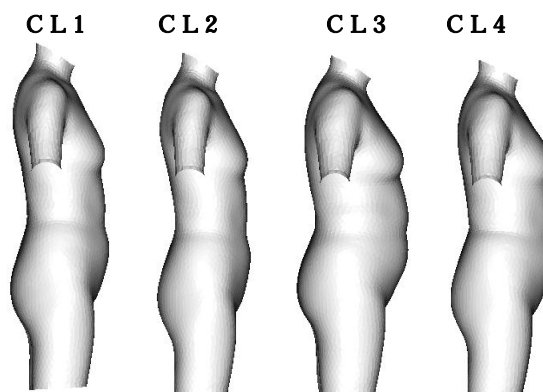


Fig.2 Body classification of middle-aged women

## 9AR 体型の比較

の結果より中年女性にも若年女性に近い体型の人がいることより、同じ9ARサイズの若年女性と中年女性の体型を比較した。

9AR 体型は JIS サイズの中心値であり、アパレルメーカーにおいて最も基本とされるサイズであるからである。両群の平均形状を比較すると胸の高さ、バスト下の形状、ヒップ形状など、サイズは同じでも体型に違いがみられた<sup>7)</sup>( Fig.3 )。

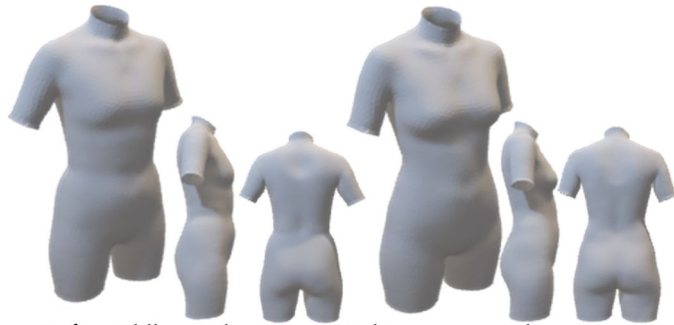
各平均形状の右半身の表面にグリッド線を入れ、平面展開したのち組み立てを行い、平面の原型を作成した。2つの原型を重ねて比較した図を Fig.4 に示す。背丈は中年9ARサイズ平均形状の方が9mm長い。乳下がり(頸側点から乳頭点までの長さ)の差は1mmで、ほとんど差がなく、両者の前身頃のバストライン上にダークが見られた。角度は中年の方が小さく、その差は2.9度であり、平面上でも中年の胸の低さを確認できた。

これらの結果から、JIS規格のサイズ寸法が同じであっても、中年女性が若年女性の衣服を着用すると不都合がある箇所が発生する可能性が示唆された<sup>7)</sup>。

## (2) ボディ形状の検討

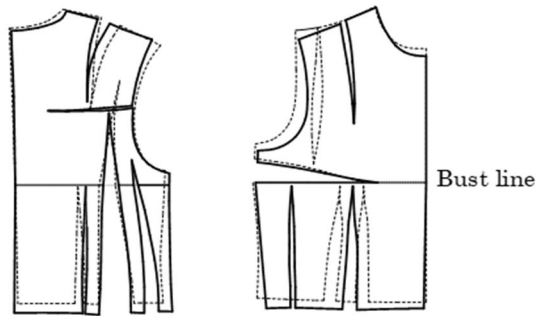
体幹形状と上半身、下半身と別々の相同モデルを作成し、それぞれで体型分類を行った結果、同一被験者で分析をしているにもかかわらず、相同モデル形状が異なると主成分因子も、クラスター分析結果として出てくる体型分類の形状も異なり、相同モデルの形状を限定していくと、その部位の要因が明確に導き出されることがわかった。検討の結果、実物ボディとしては体幹形状の股つき(クロッチド)がよいと結論づけ、2タイプの体幹形状を発泡スチロールで3D形状として形成した(Fig.5)。

## (3) 中年女性用ボディの制作



Left: middle-aged women Right: young-aged women

Fig.3 9AR size average shape of middle-aged women and young-aged women



dotted line : young-aged women  
solid line : middle-aged

Fig.4 Overlapping diagram of 9AR size average shape of middle-aged and young-aged women



Left: Type Right: Type

Fig.5 A polystyrene foam body created based on 3D data women

(2) で作成した発泡スチロールでの形状を基にボディの制作を開始した。リアルな体幹形状では衣服設計が難しいというボディメーカー側の経験値を参考に衣服設計がしやすいボディに向けて、体表面の凸凹を平滑化する作業を行った。Fig.6 に Type ボディの形状修正中の写真を示した。正確な体型情報を含めながら、トータル組みの作業に適した形状を検討した。右半身を修正し、形状が確定後に左半身も同様に修正を行った。ボディはゆみを加味していないヌードボディとした。これは、設計者が想定したインナーを着せると、サンプルチェック時、量産品の先上げ、抜き取り検品時の確認を、人間に近い状態として行えるのではないかと考えたからである。

ボディメーカーとの数度にわたる検討を経て、Fig.7 に示す中年女性用ボディ「Elddim (エルディム)」Type (若年者に近い体型) Type (中年にみられる周径の大きい体型) の2体を完成させた。

今後は、販売に向けてメーカー側と協議をすると共に、作成したボディをバーチャルボディ化することで、3D-CAD での使用を検討する。



Fig.6 Body in the making ( Type )



Fig.7 Realistic Mannequins (Body Shapes)  
Left:Type 、 Right:Type

#### 引用文献

- 1) 岡部和代、黒川隆夫(2005) 人体形状シルエットの特徴点抽出と特徴点に基づく日本人成人女子の体型分析、人間工学、Vol.41、 No.1
- 2) 張立娜、武本歩未、大塚美智子(2015) 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、Vol.66 No.11
- 3) 大塚美智子(1982) 生体計測値の主成分分析結果に与える身長、体重除去の影響、家政学雑誌、Vol.33 No.2
- 4) 丸田直美、斎藤秀子、薩本弥生、諸岡晴美(2019) 成人女性の表面圧縮変形量と皮下脂肪厚における年齢による相違、日本繊維製品消費科学学会、Vol.61 No.3
- 5) 土肥麻佐子(2017) 衣服設計用着衣モデル生成のための基礎研究-身頃部分の検討-、人間生活文化研究所、No.27
- 6) 佐藤隆三、下垣内裕香、野口賀代、アパレル設計のイノベーション、織研新聞社、2013、P62-67
- 7) 小松千佳、丸田直美(2022) 中年女性用人台作成のための体型分析、日本衣服学会誌、Vol.66、No.1、15-25

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 小松千佳, 丸田直美	4. 巻 66
2. 論文標題 中年女性の人台作成のための体型分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本衣服学会誌	6. 最初と最後の頁 15-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小松千佳, 丸田直美	4. 巻 69
2. 論文標題 中年女性用パンツ設計のための下半身体型分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 共立女子大学家政学部紀要	6. 最初と最後の頁 67-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小松千佳, 丸田直美
2. 発表標題 中年女性の三次元計測データによる体型分類
3. 学会等名 (一社) 日本家政学会第72回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸田直美
2. 発表標題 加齢に伴う私たちの変化と適応の方法
3. 学会等名 (一社) 日本家政学会被服衛生学部会公開講座 (招待講演)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小松 千佳  (Komarsu Chika)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------