

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：34305

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300267

研究課題名(和文) オンデマンドファッションを利用したユニバーサルファッションの実現

研究課題名(英文) Barrier-free design of clothes for disabilities and the elderly

研究代表者

渡邊 敬子 (Watanabe, Keiko)

京都女子大学・家政学部・准教授

研究者番号：80369652

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,800,000円、(間接経費) 3,540,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者や障害者は体型の個人差が大きく、身体機能に配慮した設計が必要である。本研究では、個人に対応した型紙を作成することを目指し、(1)高齢者の体型を3次元的に解析し、若年との差異や衣服設計とのかかわりについて明らかにした。(2)車いす利用者の体型の特徴と体表面の形状を定量的に明らかにし、座位姿勢のための原型を提案した。(3)車いす利用者の衣服のゆとり設定のため、動作による体表の伸縮を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The concept of universal design were widely accepted and adopted. Therefore, there are many problems still exist in clothing. It's remarkable for disable and elderly. Because their body shape are widely varied and their special needs are different case by case. Then lack-off clothes do not fit for them. Therefore, in this study, (1) we analyzed the three-dimensional torso shape of them. (2) We analyzed quantitatively the shape of the body surface features in sitting position of young women to propose basic pattern which fit for wheelchair users. (3) In order to design functional ease of clothes for wheelchair user, we observed quantitatively the change of the body surface by upper limb motion.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：衣服設計 高齢者 障害者 3次元 体表面展開 動作 身体適合 アパレルCAD

1. 研究開始当初の背景

「ユニバーサルデザイン」の概念は広く浸透しているが、人間にとって最も身近な環境であり、心身の健康と深く結びついている衣生活では、高齢者や障害者にとって安全・快適な被服が供給されているとは言い難い。特に、適切なフォーマルウェアがないことで、公の場に参加できないなどの問題があることが明らかになった。たとえば、障害をもった学生も就職活動をし、社会人となるためフォーマルな衣服は不可欠であるにもかかわらず、形態適合・動作適合などの機能性が満たされたものが見つからない。この問題の背景には高齢者や障害者用の衣服設計の基礎的な資料の欠如が考えられた。

一方、経済産業省「人間生活技術戦略」の中には、「オンデマンドファッション」構想が挙げられていた。利用者が身体データを添えてオーダーすれば、試着・補正なしに、既製衣料に近い価格で本人の体に合った衣服が届くというものである。高齢者や障害者では体型や身体機能に個人差があることから、大量生産を前提とした既製衣料の対応は難しい場合がある。そこで、個人に対応した「オンデマンドファッション」によってより低価格でより簡便に衣服を設計できるようになれば、前述の問題の解消に寄与すると考えられた。

したがって、本研究では「オンデマンドファッションを利用したユニバーサルファッションの実現」と題して、3D - CAD を用いた衣服設計や体型データの分析による補正によって、時間とコストのかかる試着補正の手間を省き、個人の身体形態と動作に対応した衣服設計を可能にすることを目指した。

2. 研究の目的

研究開始時の背景を受けて、本研究では高齢者や障害者のための衣服型紙設計に資するデータをを得ることを目的とした。具体的には以下の3つの観点からアプローチした。さらにこれらを統合し、衣服設計への応用を試みた。

(1) 座位姿勢時の体型の特徴と座位姿勢のための原型設計

平成 24 年度末の障害者白書によると、わが国の身体障害者は約 366 万人で、その約半数の 181 万人が肢体不自由者であった。近年、障害者の雇用が促進されており、大学への進学や就職率が高まっている。このような中、就職活動や仕事、あるいは冠婚葬祭などで着用するスーツやフォーマルウェアが必要とされている。しかし、車いす利用者が既製の服のスーツを着用すると、衿元が開く、背面が引きつれるなどの不適合が見られる。これらの不適合は長時間、座位姿勢をとるために起こる。本研究では座位姿勢の人々の体つきに合う上衣の型紙を設計するために、座位での体幹部の形状を定量的に捉え、胴部原型を提

案することを目的とした。

(2) 車いす利用者に必要な衣服のゆるみ

車いす利用者がジャケットなどを着用すると、背面や腕が窮屈になるといった問題が生じると報告されている。さらに、車いすから椅子や便座に乗り移る際に、手すりにつかまり、体を支えるなどの上肢動作を繰り返すため、背面のアームホールが破れるといった問題も生じる。身体障害者の衣服に関する様々な研究がなされてはいるが、体型や動作に関するものはほとんど見られない。

そこで、車いす利用者の上衣に適したゆとりを設定することを目的に、座位姿勢時の動作による体表長の変化を明らかにした。これに基づいて、上肢動作に対応するためのパターンの設計について検討した。

(3) 高齢女性の体型と型紙設計

試着・補正の手間なしに衣服型紙を体の形に合わせるための方法に関して、欧米でも "Muss Customize Clothing" の研究がなされているが、最終的な型紙設計は寸法のみに対応に終わっている。本研究では、寸法だけでなく個人身体の形状の情報に基づいて型紙形状を 2 次元 CAD 上で調節・補正できるシステム「異体グレーディング」への応用を目指す。そこで、まず身体の立体形状の個人差を表す要因を明らかにすること、特に高齢者と若年の形の違いを明らかにすること、またこれらが衣服型紙のベースとなる人体の体表面展開図とどのように関連するのかを明らかにすることを目的とした。

(4) 座位姿勢への適合性を考慮した女性用スーツの開発の試み

座位姿勢における動作時の体表面変化の計測データ、および座位姿勢の 3 次元計測から得たパターン設計のデータを反映させ、座位姿勢においても着心地、外観に適合度の高いスーツを目指してデザインを検討した。製作したスーツは、立位と座位の両面から着用実験を繰り返し、有用なデザインと課題を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 座位姿勢時の体型の特徴と座位姿勢のための原型設計

若年女性 29 名に対し、立位姿勢と座位姿勢(座位 1)、腹部の力を抜いて背を丸めた座位姿勢(座位 2)の 3 姿勢で体幹部の 3 次元計測を行った。これを LookStailorX に取り込み、脊柱や胸の谷間のくぼみが無くなる程度のゆとりを加え、原型に近い形で展開線を入れて体表面展開図を作成した。この展開図の頂点の座標値、長さ、角度など計 88 項目を計測し、解析を行った。

(2) 車いす利用者に必要な衣服のゆるみ

被験者は健康な女子大学生 20 名である。

計測時の姿勢は、両上肢 90° 伸展（腕を後に引く姿勢） 両上肢 135° 拳上、90° 屈曲（腕を前に挙げる姿勢） 右肩および体幹 50° 回転、右上肢 90° 拳上、90° 屈曲（体幹をねじる姿勢） 腹部の力を抜いた座位姿勢 立位姿勢の 5 つである。被験者の右体幹部および上腕部にアイライナーで格子状の基準線を描き、それぞれの姿勢で 3 次元計測を行った。各データを 3D-Rugle に取り込み、格子間の長さを算出した。これらと比較し、座位姿勢で動作をした際の体表面の変化を定量的に明らかにした。これに基づいて、動作による体表の伸びに対応するためのパターンの設計について検討した。

（3）高齢女性の体型と型紙設計

被験者は 60 から 71 歳の健康な高齢女性 107 名と 18 から 24 歳の健康な若い女性 236 名である。非接触 3D デジタイザー VIVID 910 で欠損なく体幹部の計測を行った。原点は、人体のランドマークに基づいて統一し、HBM によって相同モデル変換した後、HBS-PCA を用いて主成分分析を行った。また、先の座位姿勢の研究と同様に 3 次元計測データから体表面展開図を作成して、解析を行った。

（4）座位姿勢への適合性を考慮した女性用スーツの開発の試み

スーツのデザインに関する要望を把握するため、20 歳代の女性の車いす利用者 3 名に対する聞き取り調査を行った。

着用実験は 3 ステップに分けて行った。まず J I S 成人女子用衣料サイズに基づいた基本的なシルエットのジャケットのパターンを設計した。試作用の生地でスーツを作成し、車いす利用者を含む 6 名の 20 歳代女性を被験者として試着してもらった。日常的な座位姿勢の 5 動作について、着崩れの有無や着心地の問題点を聞き取りと観察によって調査した。着用時には写真撮影によって座位と立位の比較をした。

次に、座位姿勢の動作時における前後腋下付近の伸展、前面頸付け根から肩部、背面のバストライン付近の各体表面の伸展に対応できるようなデザインを構造線との関係において検討し、パターンを設計した。生地は本体を布帛とし、デザイン線が効果的に体表の変化に沿うように、ニット地を部分的に取り入れた。縦と斜め方向に切り替えを施した 2 種類のスーツを製作し、先の被験者による試着と検証を行い、共通する修正点をパターンに反映させ最終的なデザインを決定した。

完成した 2 種類のスーツと市販品について、25 名の 20 歳代女性に試着してもらい、聞き取りとともに立位と座位姿勢で 5 段階による評価を行った。

4. 研究成果

（1）車いす利用者の体つき

座位 2 と立位の各項目について対応のある検

定を行った結果、前身頃、後身頃ともにバストラインより上の幅を表す項目で有意差が認められた。例えば、立位姿勢よりも背幅は 11.7mm 長く、胸幅は 6.9mm 短くなった。丈の項目では前丈は 10.9mm 短く、背丈は 11.5mm 長い。特に、後身頃の頸椎点からバストラインまでの高さは 24.3mm 長くなっていることがわかった。したがって、座位姿勢によって後ろの丈が不足する原因は、背中が丸まることで相対的にバストラインから上の丈が長くなるためであると言える。また、角度は前身頃のウエストダーツで 9.2° 小さくなり、後身頃のウエストダーツは 3.2° 大きくなった。前の肩傾斜は 6.4° 大きくなり、後ろの肩傾斜は 7.5° 小さくなった。前屈みになり、肩先点が前方へ移動したことで、肩傾斜が変化したのだと推察できる。図 1 は体表面展開図の頂点の座標値から算出した立位姿勢と座位 2 の平均形状の比較である。身頃の幅と丈だけでなく、ダーツの向きや角度、肩傾斜にも明確に違いが見られた。

次に、7 から 11 号サイズに絞って座位原型の作成を試みた。まず、該当するサイズの 18 名分の座位 2 の展開図の各部の寸法を、幅はバスト (1/2) に、丈は背丈に対する割合として算出した。今回はこの値を直接、原型の割り出しに用いた。被験者 3 名のバストと背丈の値をそれぞれ代入して製図を行い、着用実験を行った。肩幅はバストや背丈との相関が低いと補正が必要であった。しかし、新文化式原型を着用したときに比べ、バストラインやウエストラインが水平になり、前身頃はたるみやしわ、後身頃の衿ぐりの抜け、肩から背面の窮屈さが解消された。本研究では、

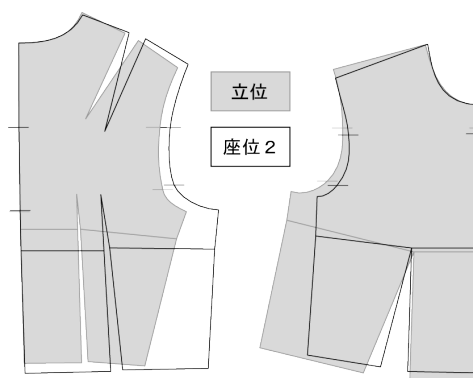


図 1 体表面展開図平均形状の比較

若年女性の座位姿勢時の体幹部体表面の形状の特徴を立位時との比較によって定量的に明らかにした。体表面展開図は衣服のパターン設計の基礎となるもので、今回得られた結果は若年女性の車いす利用者の体つきに合った衣服を設計するための基礎資料となる。今後はより広いサイズや年齢に対応できるように、被験者数を増やし、検討を重ねたい。

（2）車いす利用者に必要な衣服のゆるみ

姿勢間の体表長を比較した結果、後身頃で緯

(よこ)方向の伸展が最大値となるのは、腕を前に挙げる姿勢の腕付根点の高さで、半身で3.1 cmであった。上腕部の後面の伸展と合わせると約5.2 cmの伸展が見られた。前身頃で緯(よこ)方向の伸展が最大値となるのは、腕を後に引く姿勢の腕付根点の高さで、3.6 cmであった。上腕部の前面の伸展と合わせると約4.9 cmの伸展が見られた。また、この動作の際、胸幅は1.8 cm伸展し、同じ高さの上腕部を合わせると2.5 cm伸展していた。経(たて)方向の伸展が最大値を示したのは、腕を前に挙げる姿勢の脇線で約5.9 cmであった。部分に分けてみると、伸展した長さの50%以上は腕付根および腋下付近で伸展していることが明らかになった。

動作による体表面の変化に対応するために、衣服にはゆとりが加えられるが、一般的に衣服は素材に伸縮性があることや衣服と身体がずれるため、体表の伸展をそのままゆとりとして入れるわけではない。しかし、一般に車いすの背部は体幹を固定するために身体に密着するように設計されており、上衣がずれ上がりにくい。このことが動作の際に背面や腕が窮屈になるといった不都合やアームホールが破れるといった問題の一因になっていると考えられる。また、衣服がずれ上がった場合には、元の位置に戻らないために着くずれが生じるが、衣服の裾を下に引き下げて着くずれを直すことも容易ではない。したがって、車いす利用者の上衣を設計する場合、体表が伸展する部位、つまり腕付根および腋下付近に十分な量のゆとりを加えて、他の部位での着くずれを最小限に抑える必要があると考えられる。

車いす利用者の衣服に関する問題や要望を加味し、動作に対応したゆとりが確保されていることと、外観はできるだけ一般的なものと変わらないものであることを設計の条件とし、ゆとりを加えるパターンを構造を検討した。すなわち、背幅から後腕付根点付近に約5 cm、胸幅から前腕付根点付近に約5 cm、脇線の経(たて)方向で約6 cmのゆとりを別裁ちのマチで加えたもの、身頃と袖の裁ち続きにしたもの、2枚袖の内袖に加えたものの3種類のパターンをシーチングで作成し、被験者1名を対象に両上肢90°伸展した際と両上肢135°拳上、90°屈曲した際の衣服圧と動作時の裾線のウエストからのずれ上りを測定した。その結果、衣服圧はゆとりを加えなかったものと比較し、いずれのパターンでも低くなっていた。また、背面の裾線は、ゆとりなしのものが4.6 cmずれ上がったのに対し、ゆとりを別裁ちのマチで加えたものは2.4 cm、身頃と袖の裁ち続きにしたものは1.5 cm、2枚袖の内袖に加えたものは2.9 cmと、その量は軽減された。本研究では座位姿勢での動作時の体表面の変化が明らかになったが、これらは、衣服に加えるゆとりを設計する際に有用であることが明らかになった。

今後は、実際にジャケットなどの上衣にこの

構造を取り入れ、さらにパターンを改良していく。

(3) 高齢女性の体型と型紙設計

3次元計測を行ったモデルをDHRC-HBS人体形状統計ソフトウェアを用いて分析した。図は若年と高齢者のそれぞれの平均の相同モデルを示しており、視覚的に体型の年齢差を観察することができる。たとえば、高齢女性は、若年に比べて、広い腰部、腸骨稜上の皮下脂肪沈着、肩甲骨の突出が少なく丸い背中、平らな臀部、腹部突出、さらに前傾した頸付根など若年にネックラインなどの特徴がみられる。これらのモデルは、3D座標で表現されているため、直接ドレスダミーやマネキンを作るために応用可能である有用な資料である。

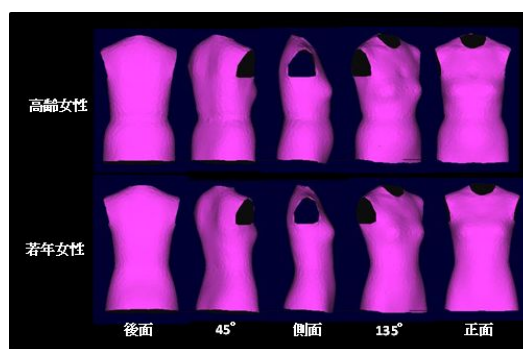


図2. HBSによって算出された高齢女性と若年女性の平均相同モデル

さらに、体幹部の形には大きなばらつきが見られるため、体型の個人差の要因を得るために体幹部の形状の主成分分析を行った。高齢とランダムに選出された若年の各107名ずつのモデルを主成分分析した結果、9つの主成分が抽出され、解釈された。第1主成分は、若年女性と高齢女性との体幹部の形状の加齢変化の要因と解釈された。この主成分の得点の高い被験者と低い被験者では、ヒップラインから頸椎点まで体幹部の高に違いがみられるだけでなく、そのシルエットが明らかに異なっており、その形は前述の高齢と若年の平均形状の特徴と一致していた。さらに、第1の主成分得点をプロットした結果、両年齢グループは、-60と+60との間で重複していたが、-60よりも低いスコアには高齢、+60よりも高いスコアには若年が存在した。そこで、私たちは、第1主成分は(体幹部の高さを含む)体幹部の形状の加齢変化の要因を表わしていると結論付けた。しかし、また、高齢者の体つきは若年と明確に異なるのではなく、その出現率が加齢に伴って変化することが明らかになった。また、この因子の寄与率は30.3%で、体幹部のばらつき、すなわち個体差にかかわる重要な要因であると言える。

第2主成分は、ウエストより上の体幹部の前方または後方への傾きと解釈された。第3

と第4主成分は、それぞれ、胴体の前面または背面側の厚さとして解釈された。第5主成分は腰椎部の前弯の強さ、第6主成分はヒップライン以上の体幹部全体の傾きと解釈された。第7主成分は腹部の突出と解釈された。第8主成分は、足に対する胴体全体の相対的な水平方向の歪みと考えられた。第9主成分は前肩・後肩の要因と解釈された。

一方、若年女性のみで行った同様の解析結果では、第1主成分はヒップラインから頸椎点までの体幹部の高さ、第2主成分はウエストラインより上の体幹部の傾き、第3主成分は体幹部の右または左側への傾き、第4主成分は体幹部全体の太さ、第5主成分はヒップの断面に対する肩断面のねじれ、第6主成分は腰椎部の屈曲の強さと臀部の突出、第7主成分は猫背か平背かを表す要因、第8主成分は足に対する体幹部全体の左右方向への歪み、第9主成分はバストの突出、第10主成分は片部の幅と解釈された。高さや大きさ歪みなどの要因が大きな因子として抽出されるのは3Dのポリゴンの各頂点の座標値を用いて主成分分析を行っているため、近くの座標値の間の相関係数が高くなる傾向があるためであるといえる。一方で姿勢に関わると思われる要因やバストの突起などの要因が得られたが、これらは形態の適合の問題を引き起こす要因と考えられる。つまりこれらの因子は、体型グレーディングのための重要な因子であるとみることができる。

そこで、抽出された因子が体型補正のために使用することができるかどうかを試した。すなわち被験者の体幹部の3次元計測データをLookStailorXに取り込み、脊柱や胸の谷間のくぼみが無くなる程度のゆとりを加え、原型に近い形で展開線を入れて体表面展開図を作成した。身体の形に関わると考えられた第6, 7, 9主成分の得点の低・中・高の3群に被験者を分けて、体表面展開図上の54点の基準点の座標値の平均値を求めた。その結果、体型による体表面展開図の差が明らかとなった。たとえば、第7主成分は猫背か平背かを表す要因について、主成分得点が中のグループと低・高の各グループの基準点の差を用いて一般的なジャケットのローパーを補正し着用実験では、猫背、平背それぞれの不適合の問題が解消された。すなわち、型紙の頂点や基準点の座標値をx-y方向に移動して型紙を補正することで、体型の特徴に合わせて補正することが可能であることが示唆された。この結果を踏まえると、今回の高齢者の体型の情報は、加齢変化や身体の形状の多様性に対応する衣服を設計するために有用といえる。今後はさらに解析と着用実験を重ね、高齢者の体型特徴を反映した型紙設計やCADによる体形の自動補正へのおよびについて検討したい。

(4) 座位姿勢への適合性を考慮した女性用スーツの開発の試み

今回製作した2種類のデザインによるスーツは、市販品と比較して、いずれも背中の着心地に高い評価が得られた。市販品では立位に比べて腕付け根での座位の着心地が悪く評価されたが、製作したスーツのうち特に縦方向に切り替えたデザインでは、立位と座位の着心地が両方で高く評価された。また聞き取り調査では、胸元が開くことによる衿の乱れの解決が大きな課題であったが、製作したスーツは立位と座位での外観に着崩れなどの差がないと回答された。

今後の課題は、今回得られた知見を基に可能なデザイン展開の方法を考案すること、また軽量の素材を吟味して、負担の軽減を検討することである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2件)

「Analysis of three dimensional torso shape and bodice pattern of elderly Japanese women」Keiko WATANABE and Hiroko TAKABU, Proceedings of the 4th International Conference on 3D Body Scanning Technologies, 査読有, pp.384-391(2013)

Analysis of three dimensional torso shape and bodice pattern shape of young Japanese Women, Keiko Watanabe, Proceedings of the Asian Workshop on 3D Body Scanning Technologies, 査読有, 116-122 (2012)

〔学会発表〕(計 6件)

「座位姿勢時の胴部体表面の特徴と原型設計」渡邊敬子, 平井晶子, 森下あおい, 繊維製品消費科学会 2014年度年次大会, 京都工芸繊維大学(2014.6.29)

「座位姿勢への適合性を考慮した女性用スーツの開発」平田このみ, 渡邊敬子, 森下あおい, 繊維製品消費科学会 2014年度年次大会, 京都工芸繊維大学 (2014.6.29)

「座位姿勢時の動作による体表長の変化 - 車いす利用者の上衣設計を目指して -」尾上望, 渡邊敬子, 森下あおい, 繊維製品消費科学会 2013年度年次大会, 眉山女学園大学 (2013.6.22)

Suits Design using Three-Dimensional Apparel CAD system for Disabled Young Women Using a Wheelchair, Keiko Watanabe, Nozomi Onoe and Aoi Morishita, International Textile and Apparel Association 2012 ITAA Annual Conference, Waikiki Beach Marriott Resort and Spa, USA (2012.11)

Analysis on elderly women's lower torso body shape, Hiroko Takabu, Tomoko Uenishi, Keiko Watanabe and Aoi Morishita, International Textile and Apparel Association 2012 ITAA Annual Conference, Waikiki Beach Marriott Resort

and Spa, USA (2012.11)

「3次元CADを用いた車椅子利用者のためのスーツ設計～身体・動作適合の観点から～」渡邊敬子・尾上望・森下あおい；
日本繊維製品消費科学会 2012 年次大会
講演要旨集,文化女子大学, (2012.6.24)

6. 研究組織

(1)研究代表者

渡邊 敬子 (WATANABE, Keiko)
京都女子大学・准教授
研究者番号：80369652

(2)研究分担者

森下 あおい (MORISHITA, Aoi)
滋賀県立大学・准教授
研究者番号：10230111

(3)連携研究者（24年まで研究分担者）

高部 啓子 (TAKABU, Hiroko)
(元)実践女子大学・教授
研究者番号：00206872