

特集 ■ VR と美容

デジタル計測を中心とした人体計測技術と応用



伊藤由美子

Ito Yumiko

文化服装学院

1. はじめに

美しく装うためには、ヘア・メイク、洋服のデザイン・コーディネート、バックや靴・帽子などの服飾小物に至るまで範疇は広い。筆者が所属する文化服装学院は服飾を中心として、上記の人材育成を長く担っており、多くのデザイナーやパタンナー、企画・販売に至るまでの人材を世に送り出している。そのアパレルデザインの現場では、現在でもメジャーと物差しとドレーピング（ボディに布を巻きつけて形を作る）の、経験値とアナログの世界がほとんどである。VR 学会に関係の諸氏からすると、これだけ多く作られる衣料品のほとんどがアナログの世界から出発することは驚きの現実ではないだろうか。ファーストパターンが出来上がると、そこからは途端に CAD システムが稼働し始め、マーキング、布の延反から自動裁断、自動縫製などデジタルが活躍する。服を着る土台の人体は 3 次元であり、出来上がった服もまたそのほとんどが 3 次元である。しかしながら服を作る素材の多くが 2 次元の布であり、3 次元の体を 2 次元に置き換えなければならないが、その方法がデジタル化できず、未だに経験値によるところが多いのである。現在デジタル計測技術が急速に進歩し、人体計測も高精度でデータの取得が可能となった。さらにデジタルマネキンや着装シミュレーション技術も向上している。筆者はデジタル技術の進歩と服飾製作のギャップを埋めるべく、文化・服装形態機能研究所で人体計測を中心とした研究開発活動が続けてきた。その開発事例を挙げながら人体をデジタルでとらえて、服飾への活用法を述べていくこととする。

人体には経年変化、性差、人種差などその形状の違いには様々な要因があるが、まずは経年変化を取り上げる。人はこの世に生を受けたその時から産着を着用し、その

成長に伴い体型が変化し最後を迎えるその時まで衣服を着用する。その間の体型は劇的に変化を遂げているが、その体を表すほとんどは身長、バスト、ウエストなどの 1 次元の寸法情報である。日本工業規格 JIS の計測でも、形状情報がデータとして使われてまだ 10 年にも満たない。それほど人体形状を計測することは困難であり、その形状情報を完全に 2 次元展開することはいまだ発展段階である。

2. 子供の計測法とボディ開発

経年変化に伴い、その計測法も異なる。乳幼児から子供はマルチン計測器を使用した 1 次元計測で、計測項目も少ない。乳児では、おもにメジャーを使用し、周囲径を中心として計測し、立位姿勢がとれないため、下肢や上肢を伸ばして計測することは難しい。立位が可能となっても、長時間同一姿勢を保つことは無理があるので、計測項目も最小限度にとどめる。

3 次元計測機の多くは計測時に暗室状況を作るものが多く、筆者が使用している 3 次元計測機のうち浜松ホトニクス社製のものも同様である。当然幼児を一人で計測することは困難と思われたが、数年前医療関係からの依頼で、3 歳児の計測を試みた。まず、被験者である幼児と一緒に筆者が計測機の中に入り、計測に支障のないポジションに体を置き、幼児を安心させ話をしながら暗室にして計測をスタート。計測には 7 秒を要するが、当然その間動かないことは不可能である。レーザーが幼児の頭上に降りてくるまでの 3 秒余りは動いても可能、次の瞬間体を動かないよう指示をし、目の前のおもちゃに注目させる。という方法で計測が可能となった。図 1 にあるように、現在までに筆者らは子供服のアパレルメーカーとの共同研究で、身長 90 cm～160 cm までの子供用

ダミーと布張りボディを製作した。これらはマルチン計測器と2次元データ計測用のシルエッター計測機と、一部3次元計測機を使用した計測データを基に、形状を造形したものである。また独自に0~20歳までの経年変化を見るために、同一の子供10名を継続して計測を続けている。

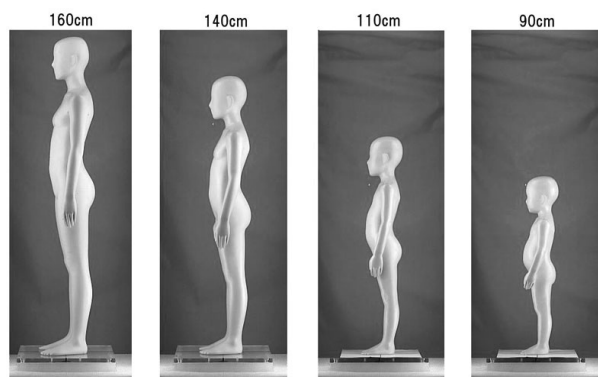


図1 子供ダミー

3. 青年女性・男性の計測とボディ開発

衣服には人が着用し、動きをカバーすると同時に美しいバランスが求められる。個々の体は複雑な立体であるが衣服を製作するには平面の布を用いて立体に作り上げているため、製作過程で人体に模したボディが重要な道具として使われる。体の形を確認しながらデザイン発想したり、動きや美的要素を加味しながら、体と布の間隙が体を動かした時にどのように表現されるか、全体のフォルムやバランスを確認するなど、多くの目的でボディは使用される。

3次元計測機は工学的には開発が進んでいるが、3次元の座標値から平面展開しパターン製作するソフトウェアなど形状データの衣服分野への応用方法が研究されておらず、有効活用がなされていなかった。ボディは対象とする人体形状を反映していなければならないが、従来ボディは数値データの平均値と、形状は製作者の経験値に依存して製作されていた。そこで筆者は十数年前から形状計測機の精度の向上にあわせ、デジタル技術を駆使し、科学的裏付けのあるボディ製作を試みた。当時は計測精度が向上したとはいえ、現在ほどの精度はなく、解析ソフトも方法論も十分ではなかったが、デジタルとアナログの計測方法を併用し、第一号の青年女性ボディを完成させた。被験者は18~24歳日本人女性でJIS規格9ARに相当し、左右差やねじれ・歪みが少なく美し

いバランスを持った者を選んだ。成人の体型に達し変化を始める前の年齢設定である。計測時は、アウターウェア製作を目的としたボディのため、ブラジャーとソフトガードルの下着着用を条件とした。

3次元形状データを分析する上で、個体間で対応がつくように特徴点を設定した。これは衣服製作上重要な体表上の変曲点や骨格上の解剖学的な点を基準にして定めた。被験者を3次元計測し工学的手法で実在する人体の形態特徴を持ちながら、個人は特定せず個性を持たない平均の形状を算出し、その平均形状データから光造形法を用いて実物体を製作した。実際には、3次元計測機の精度の問題や方法論の非成熟などから、その完成度はボディにするには十分ではなかったため、人の手による修正を加えて最終形を完成させた。図2に計測からボディ製作の開発の流れのアウトラインを示す。

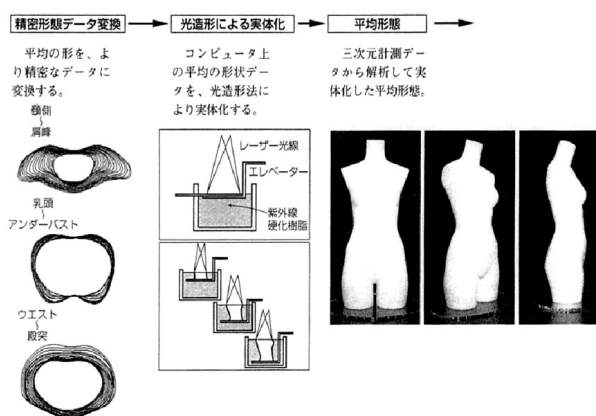
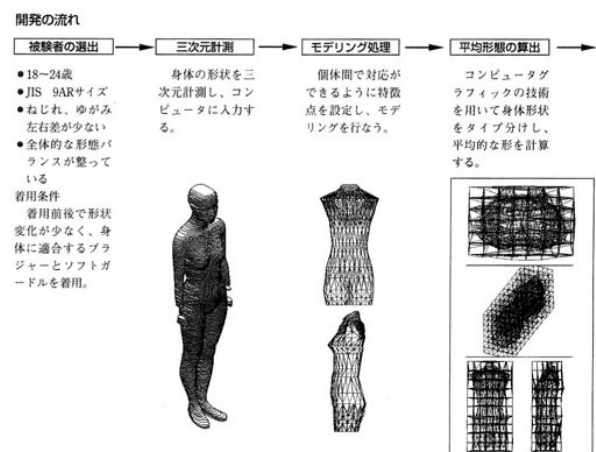


図2 開発の流れ

次に青年男性の体型計測を行い、同様の方法でメンズのボディ製作を試みた。従来のメンズアパレル業界では、背広やワイシャツに関しては基本形態が決まっておリ、レディースのファッションほどアイテムも豊富ではなかった。背広試着用のボディが使われるくらいであった。しかし、メンズ業界もデザインバリエーションが増え、加えてビジネスマンのカジュアル化や、アイテム数の増加、より身体にフィットしたシルエットへの消費者の嗜好の変化といった要因から、ヌード形状を持つメンズボディの必要性が出てきた。そこで筆者らはメンズアパレル業界の協力を得て、メンズボディの開発に取り組んだ。JIS92JY5 で様々なアイテムを着用する青年男性を被験者とした。

4. 中年女性の計測とボディ開発

さらに 50 歳代女性を計測し、平均形態を明らかにした。中年女性の体型研究を手掛けたきっかけは、中高齢者に向けて『衣料に関するアンケート』を 2004 年から 2005 年にかけて実施した時、中年女性から「おしゃれをしたいがデザインの良い服がない」「体に合う服はカッコ悪い」等々の不満が実に多くあったことがきっかけである。この不満の原因は、中年の体型の実態がつかめず、JIS 規格でも青年の寸法しか分からないからではないかと考えた。

当時、団塊の世代と言われる人口が中高齢者に当たり、潜在マーケットは大きいはずであるが、消費者の満足する衣料を提供できていないため、マーケットが拡大していなかった。そこで筆者らは中年女性に焦点を当て体型研究を実施した。『中年体型』の定義を筆者は青年女性から体型変化を始める 40 歳代後半から 60 歳代前半までを想定し、60 歳代後半からは骨格変化が始まる高齢者として考えた。第 1 段階はまず中年とはどのような体型をしているのかを知るために、50~59 歳の年齢の女性という条件で被験者を集め、約 200 名の計測を実施した。計測機器は 3 次元計測機、シルエット計測機、マルチン計測器を使用した。その結果を数値データと、形状特徴を分かり易くする為に、S・M・L の 3 種類に分類し、全身形状 1/2 模型を発泡スチロールで製作した [1]。この中年女性の計測結果から得られた体型特徴をまとめて、アパレル業界に向けて報告会を開催したところその反響は大きく、これまで実態がつかめなかった中年の身体形状が明らかになったことで、衣料製作に大いに参考になった。特に発泡スチロールによる実体化されたものは、体型特徴や下着による肌への影響など実にリアルに

表現された標本となった。この報告会に参加した通信販売の会社からは中年のボディの必要性を訴えられ、共同開発に至ったのである。中年女性のボディ開発は前回計測で大別した 3 種類のサイズの中で M に相当する身体特徴を持つ被験者をさらに 100 名集め、3 次元計測し平均形状を求めた。この時に使用した浜松ホトニクス社製の 3 次元計測機は計測精度や方法論も以前よりも向上していたため、実体化された発泡スチロールの平均形状もより正確なものが出来た。ブラジャーやガードルによる皮膚の食い込みまでリアルに現れ、これはその後の下着開発につながる重要なデータとなった [2]。

モデリングデータ (50代は平均形態)

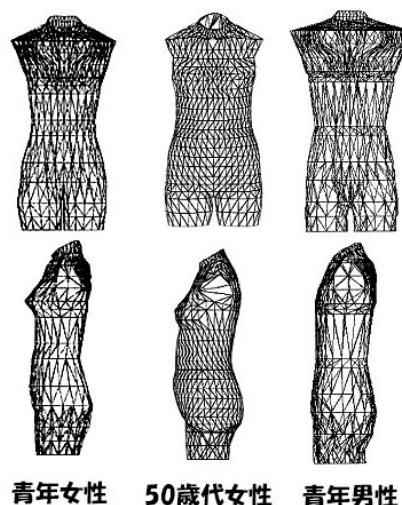


図 3 モデリングデータ

5. 高齢者の計測と体型研究

最近では最も大きなマーケットとして注目されている高齢者についても体型研究を始め、計測を進めている。高齢者の年齢設定も非常に難しく、国の設定と体型変化を想定して 65~75 歳を被験者として計測を実施した。皮膚の老化は見られるものの、予想をはるかに超えてこの年代が元気であり、心配された計測にも耐えられた。体型・骨格の変化に関しても少なくとも 60 歳代は高齢者とは言えないようである。高齢者に関してはまだ 100 名足らずの計測データしか取得できておらず、さらに計測データを増やして経年変化を見る必要がある。

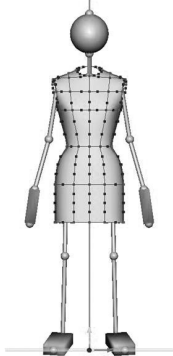
アパレル業界ではオーダーメイドを除いて、ほとんどが体型分類から号数設定をして衣服を製作している。従って中心となるサイズ、青年女性であれば 9AR のボディでマスターパターンを作ればその上下サイズはグ

レーディングによってパターンが作られる。従ってこの中心の形態が正確に平均形状を表していることが重要である。

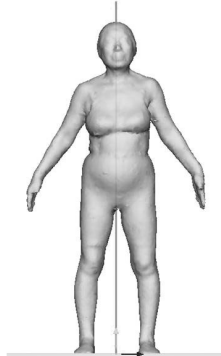
6. バーチャルボディとバーチャルフィッティング

流通に目を向けると、これまでは製造されたものを店頭並べ、消費者は店頭で試着をして自分の好みと体に合ったものを購入していた。しかしここ数年で急速にインターネットショッピングや、バーチャルフィッティングが進み、消費者は自宅に居ながら、あるいは好きな時好きな場所でパソコンやスマートフォンから衣服を選んで購入することが可能となった。ネットショッピングが衣食住すべての場面で可能となった現代、衣服に関しては自分で着装することの代わりにバーチャルフィッティングが重要である。各国でその研究開発が盛んに行われており、筆者も3次元計測データからバーチャルボディ生成とバーチャルフィッティングから体型の補正、パターン修正、衣服製作を実現するための研究を進めている。現在は、図4にあるように、青年女性、男性、高齢者など様々な体型のボディ生成とバーチャルフィッティング実験を行っている[3]。

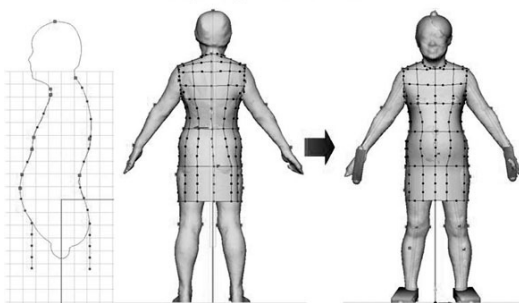
Choose standard base body



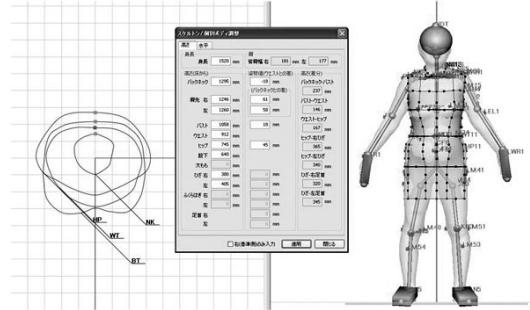
Take 3 dimensional scanned-data



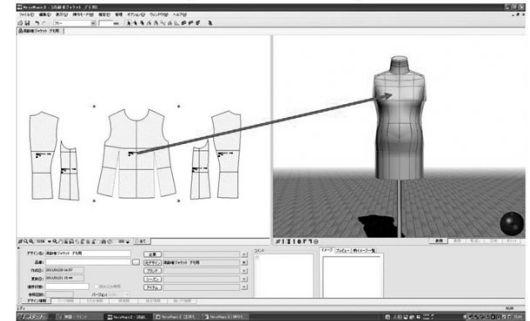
Adjusting the silhouette



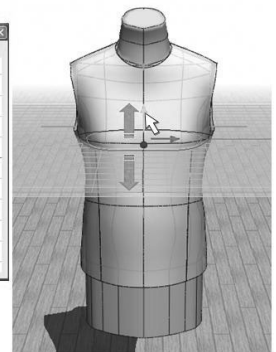
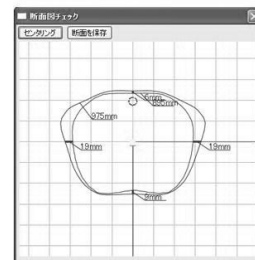
Verification & adjustments using numerical values



The position of each of the parts



Checking after making a virtual model (2D measurements)



* 口絵にカラー版掲載

Virtual・Reality (side view)

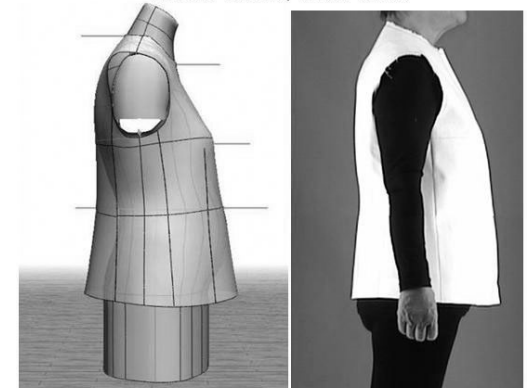


図4 ボディ生成からフィッティング

ここで問題となるのはいかに人間に近い動きと素材の物性を正確に表現し、購買意欲を高めることができるかである。バランスの美しいモデルが着装して外観が美しくても、自分が着た時にどう見えるかが重要であるが、あまりに現実に忠実すぎて逆効果の場合もある。筆者らは 3 次元計測を長く研究してきたため計測精度を高めることを追求してきたが、一般の消費者にとって、果たしてそこまでの精度を必要としているのか疑問であり、それよりもいかに便利に短時間で目的の物を手に入れるかといった要求が強いように思われる。また人体の動きや衣服の物性に関しても実際に着用した時の感じが分かることが重要だろう。その要求を満たすべく、今後バーチャルボディ、バーチャルフィッティングシステムの研究を進める。

7. まとめ

これまで、衣服製作を目的として土台の人体を、計測という手法を用いて研究を進めてきた。ボディは教育やアパレルの現場に必要な道具として開発した。必要な使用目的が先にあって、研究が出来ていることは、結果がすべて実用に結びつくことで、有用な研究となっている。要求に応じて次々と計測を進めることで、結果として体型の経年変化の比較も可能となった。

これまでの静態計測に加えて、衣服製作に必要な動態計測法も開発中である。3 次元計測は正立位姿勢で計測のため、動態計測には適さない。そこで筆者は衣服製作に関係の深い体表の運動量を見るため、浜松ホトニクス社製の 3 次元計測機を使用して、上肢の運動に伴う背面の体表の変化量を計測するソフトウェアを独自に開発した。これは下着からアウターウェア、スポーツウェアに至るまで、様々なアイテムの運動量の検証に使われている。さらに人体の動きに合わせて 3 次元計測機を移動できる、軽量、ポータブルでキャリブレーションも簡単にできるスペースビジョン社製の Cartesia Handy Scanner を使用して、静態と動態の比較データを取得するソフトの開発も行った。これはさらに改良を加えて、計測範囲を拡大する予定である [4]。

人種差に関しては、筆者は過去にアフリカのケニアにて女性の計測を実施し、日本人と体型の大きく異なる人種の計測データを取得したが、当時は、マルチン計測器による計測と写真によるデータのみであった。3 次元計測機がさらにポータブル軽量化が進み、持ち運びが容易になると、世界各地の人種差を比較することが出来る日がくるかも知れない。

形状情報を 2 次元化する手法と動態の変化情報が高精度で手軽に取得できることが可能となれば、アパレル業界にも応用が広がると思われる。

人体は外観から見た形の中に解剖学的構造を持つ。我々は現実の人体構造と動き・形状・バランスに基づく衣服設計の重要性を提案し続けている。人体形態を反映したモノ造り製品造りは道具が精度の高いものであれば成果物である衣服もまたよりクオリティの高いものが出来る。

参考文献

- [1] 平成 17 年度専修学校教育重点支援プラン事業事業報告書、『50 歳代女性の衣服製作のための計測データを基にした体型研究』
- [2] Yumiko Ito : Development of a body to Help Japanese Women in their 50s Dress Beautifully, IFFTI 2009 CONFERENCE, London (London College of Fashion) , United Kingdom 2-3 April 2009
- [3] 平成 22 年度産学連携による実践型人材育成事業—専門人材の基盤的教育推進プログラム—実績報告書、『高齢者衣料製作に向けた計測法と仮想着装プログラムの開発』
- [4] Yumiko Ito, Ryoko Ueoka : Development of Methods for Digital Measurement of Body Surface Movement, IFFTI 2012 CONFERENCE, Jaipur (Pearl Academy of Fashion) , 20-21 March 2012

【略歴】

伊藤由美子 (ITO Yumiko)

文化服装学院教授、文化・服装形態機能研究所所長
 幼児から高齢者までの体型を計測データと服装解剖学理論に基づき研究。3 次元計測データからの各種ボディ開発や、アパレル企業との共同研究で、下着・アウターウェアからスポーツウェアまで、機能性や着用感の高い衣服パターンを設計し、商品開発を行う。またアパレル企業に向けて、服装解剖学や研究開発についての講演活動を行う。