

被服設計のための3次元計測データの採取

佐藤 眞知子* 永富 彰子* 斎藤 嘉代**
磯崎 明美** 平良木 啓子***

Collecting 3D Measurement Data of a Human Body Form for Clothing Design

Machiko Sato, Akiko Nagatomi, Kayo Saito, Akemi Isozaki and Keiko Hiraragi

要 旨 2003年に本学に導入した浜松ホトニクス㈱製の非接触3次元人体計測装置について、その構成及び性能、計測データの精度、文化女子大学専用に増補した自動計測項目と基準点の定義及び機能を明らかにし、計測データが被服設計のための授業や研究に適用できることを確認しようとするものである。結果、①装置の性能は、メーカーの仕様に従い正常に作動することを確認した。②レーザー光の走査が一定でないことによる計測値のバラツキは設計上避けられないものであるが、装置そのものの精度はメーカー仕様の計測精度範囲内であった。③増補した自動計測項目については、外付けランドマークによって確実に検出することができた。④自動計測機能については、形態の特徴を捉えづらい部位には外付けランドマークをつけることで高度・周径ともにバラツキは精度範囲内となった。

基礎データの蓄積だけに留まらず、パターン設計に直結させたデータとして今後の授業展開や一層の研究進展のために活用していきたい。

キーワード 人体計測 (Human Body Measurement) 3次元計測 (3D Measurement) 被服設計 (Clothing Design)

I. はじめに

人体を計測する場合、正確で迅速にしかも被計測者の負担軽減が要求される。レーザー光を使って頭頂から足先まで全身の体表面形状を測る3次元計測装置は、その点において非常に有効である。2003年に導入した浜松ホトニクス㈱製非接触3次元人体計測装置の計測所要時間は、旧機¹⁾が約4分を要していたのに対し5秒という高速での計測が可能になっている。全身計測のための装置は他にも見られるが、このたびの導入にあたっては、体表面上の3次元データを特定の平面で切断し、その断面の2

次元データの抽出、計測寸法のオート算出が比較的容易に実現出来る等の理由により当機種を選定した。詳しくは、次の章に示す。

本報告は、この装置の構成および性能、計測データの精度、文化女子大学専用に増補した自動計測項目と基準点の定義および機能を明らかにし、計測データが被服設計のための授業や研究に適用できることを確認しようとするものである。

II. 非接触3次元人体計測装置の現状と導入機の特徴

非接触3次元計測装置のなかで、人体を全身計測する目的で開発されたものの現状を調べ、機能の特徴を比較した。表1は本学に導入した浜松ホトニクス㈱製とほぼ同等の機種に限定し、3社の装置の主な仕様を比較したもの

* 本学教授 服装造形学

** 本学助教授 服装造形学

*** 本学講師 服装造形学

である。

3機種共、人体全身の形態をとらえるため、検出ヘッドは4～8式備えられており、計測時間は、約5秒～10秒である。計測モードが可変の機種は、縦方向のデータ検出間隔が切り替わることでより高速の計測が可能となっている。人体計測の高速化が実現したことにより、人体の形態を捉えようとする研究や計測データを活用する分野からの需要が見込まれている。しかし、計測機は、いわゆる完成された状態（計測によって得られた多くのデータの中から、必要とするデータを的確に捉えて処理出来ること）で販売されているわけではない。3次元計測装置は現在、アパレル・スポーツ・医学・美術・エステなどの分野で使用されており、各々データの使用にあたっては目的に応じたソフトを開発したり、市販CGソフトと組み

合わせながら使用されているのが現状である。

被服の研究分野においても、人体計測結果を用いた人体計測データベースの作成・ボディの開発・衣服パターンの開発・着装シミュレーションなどの研究開発が盛んに行われており、被服関係の教育機関・アパレルメーカーからのニーズは高い。

そのような中、本学においても教育・研究のなかで積み上げた経験を反映させて、3次元計測データを被服設計に供するものとして実現することが急務であると考えていた。表1のその他の欄に示した浜松ホトニクス㈱製の機能は、独自の特徴あるもので、設置直後から活用可能とする機能であり、すぐにも授業に活かせると考えた。つまり既に備わっている専用の機能が被服設計分野の要求に応えるものであり、さらにそれを増補していくことも可能であると

表1 非接触人体計測装置の比較

(H17.8調査)

社名	浜松ホトニクス㈱	㈱浜野エンジニアリング	NECエンジニアリング
機種	Bodyline Scanner C9036-01 [C9036-02]	VOXELAN LPW-2000FW	Danae-S
用途	人体全身測定	人体全身測定	人体全身測定
仕様	計測範囲 H×W×D	1,850×1,000×600 mm [2,000×1,000×600 mm]	2,000×850×600 mm
	測定時間	5秒/10秒 [6秒/11秒]	5秒/10秒
	出力 データ数	947,200点/1,894,400点 [1,024,000点/2,048,000点]	1,105,920点
	光源	レーザダイオード	半導体レーザー 波長635 nm 及び690 nm
検出器	CCD	CCD	CCD
	外形寸法 H×W×D	2,300×1,650×1,920(mm) [2,450×1,650×1,920(mm)]	1,620×3,750×2,650(mm)
	センサ ヘッド数	4	8
計測原理	光学式三角測量法	イメージエンコーダ方式	多眼正弦波格子位相シフト法
その他 (ソフトウェア)	オートランドマーク機能 外付けランドマーク自動認識機能 採寸機能 計測結果の編集	対象物の色調に左右されない形状データと同時に測定する輝度画像にて人体に貼ったマーカを測定可能。カラーに対応可。マーカ位置から計測手順に基づく自動計測	エステ業界で使用できる採寸カルテデータベース スタイルのシミュレートソフト(6部位)

いう点に着目して導入した。

Ⅲ. 装置の構成^{2)~4)}

本学に設置された、非接触3次元人体計測装置「ボディラインスキャナ (BLS)」は、人体の形状を計測することを目的としたものである。図1はこの装置の外観を、図2は俯瞰図を示している。装置の4隅に支柱が立てられ、この支柱の中にセンサユニットが人体を取り囲む形で、4式配置されており、一周当たり、最大2560点の計測を行う。そして、これらのセンサが上から下に向かって移動することにより、全身の計測を行う。高さ方向の計測ピッチは、2.5 mm と5.0 mm の2種類を選択でき、最大1850 mm の身長まで計測が可能となっている。

計測結果は、専用のソフトウェア「ボディラインマネージャー (BLM)」により、パソコン



図1 装置の外観

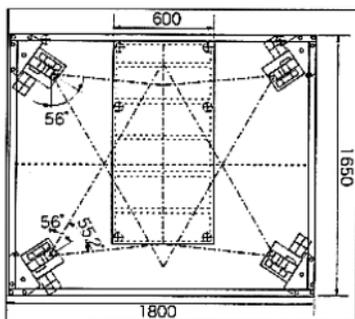


図2 装置の俯瞰図

に転送され、視覚化される。また、このソフトウェアは、ISOに準じたランドマーク（計測基準点）を自動抽出し、それらのマークを基準に各種の寸法計測を自動で行う。

1. 測距用スキャナーヘッド

図3はスキャナーヘッドの構造を示している。同図右側のベース板に下側から順にLD光源、中継ボックス、CCDカメラが取り付けられている。中央の中継ボックスではLD光源の点灯制御とCCDカメラにおける画像取得のタイミングコントロールを行っている。下側のLD光源では、非球面凸レンズと特殊プリズムを使って、LDチップから出射した光束を扇状に広げたシート状の光束に変換している。このシート状光束は、被計測人体を水平方向から照射する。レーザー光束を照射された被計測人体の表面では、拡散反射光の一部を上側に設置されたCCDカメラでとらえることができ、CCDカメラの受光面には、受光レンズにより、拡散反射像が形成される。この拡散反射像は、光学式三角測量法の原理に基づき、被計測人体の凹凸に対応した形状になるため、この重心位置を求めることにより、スキャナーヘッドから被計測人体のレーザー光照射位置までの距離情報を得ることができる。

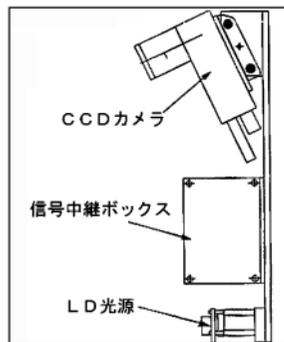


図3 スキャナーヘッドの構造

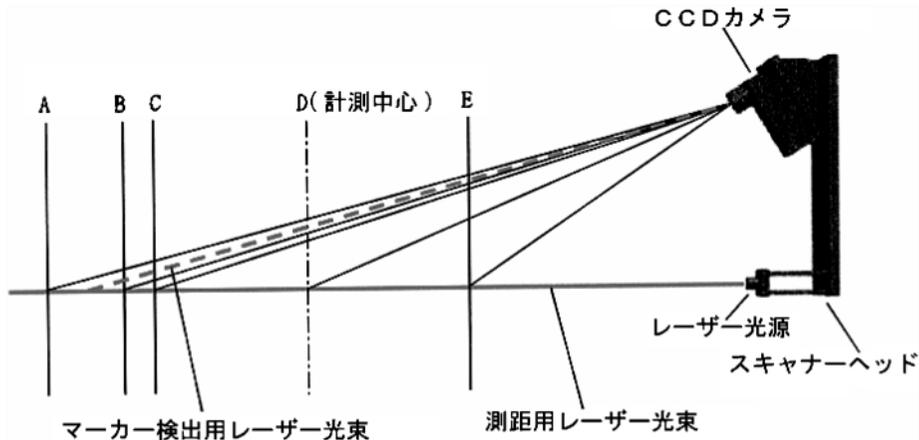


図4 スキャナーヘッドと各検出領域の関係

2. 外付けランドマークの検出機能

人体計測学においては、その骨格を基にした基準点が決められており、これらの基準点は、人体表面の外形から計測機が自動的に検出することは不可能な場合もある。自動検出できない点については、人為的に貼り付けたランドマークシールを検出させていく。

ランドマークシールとしては、光が照射方向に反射される再帰性反射特性のあるシールを採用している。これを直径1 cmの丸型に切出し、ランドマークとして用いることにより、CCDカメラで確実に検出することが可能となった。

図4は、スキャナーヘッドと各計測部位の関係の原理図である。1つのCCDカメラで外付けランドマーク検出と距離検出を可能にするためには、CCDカメラの視野を測距計測用の領域と外付けランドマーク検出用の領域に分ける必要がある。そのため、CCDカメラの近くに外付けランドマーク検出用のLD光源を設置している。

図4では、外付けランドマーク検出用レーザー光束が点線で示されている。ここで再帰性反射シールが一点鎖線と点線の交点に存在すると、ここで反射された外付けランドマーク検出用レーザー光源はCCDカメラ方向にのみ戻ってくる。それゆえ、CCDカメラの外付けラン

ドマーク検出視野画素領域には輝点が発生する。この輝点は、弱いレーザー照射光束であっても、そこに当たったほとんどの光束が反射して戻ってくるので、明るく輝いており検出がより正確になる。このようにCCDカメラの外付けランドマーク検出視野画素領域に輝点があればシールが貼り付けてであると判断し、その幾何学的中心位置を算出し、さらにその位置を取得された3次元形状データへ投影することで、検出された外付けランドマーク座標値を算出している。

しかしまだこの段階では最終的な外付けランドマーク座標値は算出されない。本学に設置されている3次元計測装置では、レーザー光束を垂直方向2.5 mm間隔で走査している。つまり2.5 mmごとに外付けランドマーク検出を行っている。貼り付けるシールは直径10 mmで、シールが垂直方向(Z軸)と平行に身体上に貼り付けてであると仮定した場合は、そのシール表面を3本、もしくは4本のレーザー光束が走査することになる。そのイメージ図を図5に示す。その結果、貼り付けたのが1枚のシールであっても3個もしくは4個の外付けランドマークとして検出されることになる。また、全身を4台のスキャナーヘッドで取り囲み計測しているため、複数台のスキャナーヘッドで同一のシールを検出する場合もある。これ

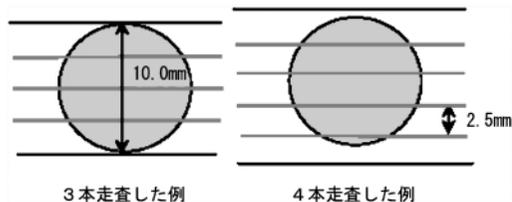


図5 マーカー表面を走査するレーザー光束

らを考慮すれば、身体上に貼り付けられた1枚のシールが、5個以上の外付けランドマークとして検出される場合もある。そこで、これら複数個検出された外付けランドマークを同一ランドマークとみなし、1つに統合する平均化処理を行い、最終的なマーカー座標値を決定している。

3. 3次元処理ソフト (BLM)

非接触3次元人体計測装置の計測動作は3次元処理ソフトで実行され、以下の機能が含まれている。

- 計測モード切替機能
- 計測準備機能
- 計測動作機能
- 画像データ取得機能
- 重心演算機能
- 距離データ変換機能
- 3次元点群データ生成機能
- セグメント（頭部、左・右上肢部、胴体部、左・右下肢部に分割）機能
- クリーンポリゴン再構築・生成機能
- 採寸データ生成機能
- マニュアル採寸操作機能
- 外付けランドマーク検出・演算機能
- 3次元データ・採寸データ表示機能
- 生成データ保存機能
- クリーンポリゴンデータ・採寸データ保存機能

4式のCCDカメラで得られた画像情報はPCのフレームグラバボードにアナログ信号のまま転送され、A/D変換後PCの主記憶メモリーに保存される。計測動作が終了すると、

保存されたデータから測距データに変換され、続いて3次元座標系の点群データが生成される。この点群データには、CCDで得られた輝度データ(1)も追加されて、x, y, z, lという配列形式になっている。このデータを生データと称しているが、データ量が非常に大きくなってしまうこと、計測環境によっては、ノイズが含まれてしまうこと、また計測姿勢によっては、陰となったデータ欠損部がわずかにできてしまうことから、ノイズ点の除去、欠損部の補間、データの間引きを実行して、データ量の少ないクリーンポリゴンデータを生成する。このクリーンポリゴンデータ上で人体基準位置として定義された47部位の計測基準点（オートランドマーク）(表2)を自動的に探し出し、62箇所の採寸(表3)を実行することができる。計測精度は、1000mm周長基準で±0.5%となっている。

4. 計測条件

正しい計測結果を得るためには、次にあげる計測条件に従う必要がある。

計測は、立位姿勢のみ可能である。被計測者は、装置の中心に前面と決められた方向に向かって立ち、足を約30cm開けて立つ。計測ソフトBLMは、人体を6つのパーツ（頭部、両腕、胴体、両足）に分けて計測する為、両手が胴体に近すぎたり、足の間隔が狭すぎると正常なデータが得られない。そこで、両腕は脇で握り拳一つ分、手と胴体は約20cm離す必要がある。

また、この装置は、スードまたは素肌に密着した着衣での計測を条件としている。反射率の低い黒、青以外の艶のない素材が望ましい。黒色の髪の毛も同様に反射率が低いため計測出来ない。そのため、頭部を正常に計測するには、白色のスイミングキャップ等を被る必要がある。メガネ、時計、アクセサリー等のガラスや貴金属は、余計な反射が生じるので外して計測を行う。

表2 オートランドマーク位置の定義

No.	ランドマーク名	定義
1	頭頂点	頭の頂点/身長の高さを表す点
2	喉仏点	頸椎点高さでの喉仏位置
3	頸椎点	頸部後方の突出点/第七頸椎点
4	左首付け根点	左首部と左肩の接合点/左首下部の勾配変化点
5	右首付け根点	右首部と右肩の接合点/右首下部の勾配変化点
6	左肩中央点	左首付け根点と左肩点の間中点
7	右肩中央点	右首付け根点と右肩点の間中点
8	左肩点	右肩と右腕の接合点/右肩の勾配変化点
9	右肩点	左肩と左腕の接合点/左肩の勾配変化点
10	鎖骨中心点	左右鎖骨の内側端の中心点
11	左前方アームサイライン点	左肩点と左脇点の前方中間点
12	右前方アームサイライン点	右肩点と右脇点の前方中間点
13	左後方アームサイライン点	左肩点と左脇点の後方中間点
14	右後方アームサイライン点	右肩点と右脇点の後方中間点
15	左脇点	体幹と左腕下部分岐点/左脇下
16	右脇点	体幹と右腕下部分岐点/右脇下
17	中央前方バスト(チェスト)点	バスト前方最突出部高さにおける体幹前方中央点
18	中央後方バスト(チェスト)点	バスト前方最突出部高さにおける体幹後方中央点
19	左乳頭点	バスト高さにおける左バスト前方突出点
20	右乳頭点	バスト高さにおける右バスト前方突出点
21	中央前方アンダバスト点	バスト下部の最小周囲高さにおける前方中央点
22	中央前方ウエスト点	ウエスト付近での最小周囲ライン上の前方中央点
23	中央後方ウエスト点	ウエスト付近での最小周囲ライン上の後方中央点
24	左側ウエスト点	ウエストライン上の体幹の左側面点
25	右側ウエスト点	ウエストライン上の体幹の右側面点
26	へそ点	へそのくぼみ点
27	腹部突出点	へそ高さから股上間の前面最突出点
28	臀部突出点	臀部の後方突出点
29	左ヒップ点	臀部突出点下部の転子点高さにおける体幹の左側面点
30	右ヒップ点	臀部突出点下部の転子点高さにおける体幹の右側面点
31	股点	体幹と脚上部の分岐点/股下
32	左大腿中央点	股点下における左大腿部の前方中央点
33	右大腿中央点	股点下における右大腿部の前方中央点
34	左膝内側点	左膝高さにおける脚の内側点
35	右膝内側点	右膝高さにおける脚の内側点
36	左膝中央点	左膝高さにおける脚の前方中央点
37	右膝中央点	右膝高さにおける脚の前方中央点
38	左膝外側点	左膝高さにおける脚の外側点
39	右膝外側点	右膝高さにおける脚の外側点
40	左下腿中央点	左ふくらはぎ高さにおける脚の前方中央点
41	右下腿中央点	右ふくらはぎ高さにおける脚の前方中央点
42	左外果点	左外果(くるぶし)の外側点
43	右外果点	右外果(くるぶし)の外側点
44	左肘外側点	左肘の外側点
45	右肘外側点	右肘の外側点
46	左手首外側点	左手首の外側点
47	右手首外側点	右手首の外側点

表3 計測ライン一覧

No.	計測ライン名
1	頸囲
2	頸椎一乳頭高
3	腕付け根深さ
4	頸椎一後方ウエスト長
5	体幹長
6	左肩幅
7	右肩幅
8	背肩幅
9	左腕付け根囲
10	右腕付け根囲
11	胸幅
12	背幅
13	鎖骨一前方ウエスト長
14	体幹総囲
15	左肩中央一乳頭長
16	右肩中央一乳頭長
17	左肩中央一アンダーバスト長(男性なし)
18	右肩中央一アンダーバスト長(男性なし)
19	左肩中央一前方ウエスト長
20	右肩中央一前方ウエスト長
21	左肩中央一後方ウエスト長
22	右肩中央一後方ウエスト長
23	アンダバスト長
24	右前方ウエスト長
25	バスト囲
26	乳頭間隔
27	アンダバスト囲(男性なし)
28	ウエスト囲
29	ウエスト一ヒップ長
30	股上前後長
31	ポディライズ
32	アッパーヒップ囲
33	へそ囲
34	トップヒップ囲
35	腹部一臀部長
36	ヒップ囲
37	左大腿長
38	右大腿長
39	左大腿囲
40	右大腿囲
41	左大腿中間囲
42	右大腿中間囲
43	左膝囲
44	右膝囲
45	左下腿囲
46	右下腿囲
47	左下腿最小囲
48	右下腿最小囲
49	左くるぶし囲
50	右くるぶし囲
51	頸椎一左手首長
52	頸椎一右手首長
53	左腕長
54	右腕長
55	左肩一肘長
56	右肩一肘長
57	左上腕中間囲
58	右上腕中間囲
59	左肘囲
60	右肘囲
61	左手首囲
62	右手首囲

Ⅳ. 文化女子大学専用計測機能

1. 専用自動計測のための計測点および計測項目

BLMの既設のオートランドマーク、自動採寸部位は、長年本学で実施してきた人体計測部位と異なる箇所が多かった。特に頸付け根、肩、腕付け根周辺の部位において、定義そのものが異なっていた。そこで、外付けランドマーク16箇所を含む計測位置を指定し、被服設計の

ための文化女子大学専用の基準点(表4・図6)を決め、計測部位の定義付け(表5)をした。

この定義は、「服装造形学理論編」⁵⁾に準じ、計測項目は、表6の通りである。被服設計のためにテープメジャーで計測した場合と同様の計測が可能のように定義した。

3次元計測における姿勢は、耳眼水平、立位正常姿勢を基本とするが、本計測では股下の認識のため足を30 cm程度開き、腕は脇下の位置確認のため、肩傾斜に影響を及ぼさないように20 cm程度離すこととした。

表4 文化女子大学専用ランドマーク一覧

	ランドマーク	マーク種類	計測点定義
1	頭頂点	自動	頭の頂点/身長の高さを表す点
2	オトガイ点	自動	頭部下顎下縁の最も下方に突出している点
3	頸椎点	外付け 3	第七頸椎棘突起の先端が体表にあらわれた点
4	右頸側点	外付け 4	頸椎点、頸窩点を通る右頸付け根線と肩稜線の交点
5	左頸側点	外付け 5	頸椎点、頸窩点を通る左頸付け根線と肩稜線の交点
6	頸窩点	外付け 6	左右の鎖骨の上縁を結ぶ直線と正中矢状面との交点
7	右肩先点	外付け 7	右肩稜線と腕付け根線との交点
8	左肩先点	外付け 8	左肩稜線と腕付け根線との交点
9	肩甲上部後突点	外付け 9	肩甲棘内側部の体表にあらわれた突点
10	右脇点	自動	体幹と右腕下部の分岐点/右脇下
11	左脇点	自動	体幹と左腕下部の分岐点/左脇下
12	右前腋点	外付け16	右前腋窩裂上端の点
13	左前腋点	外付け17	左前腋窩裂上端の点
14	右後腋点	外付け14	右後腋窩裂上端の点
15	左後腋点	外付け15	左後腋窩裂上端の点
16	右腋窩点	外付け16	右腕付け根線の最下縁
17	右乳頭点	自動	バストの高さにおける右バスト前方突出点
18	左乳頭点	自動	バストの高さにおける左バスト前方突出点
19	アンダーバスト点	自動	バスト下部の最小周囲高における前方中央点
20	水平ウエストライン点	外付け20	正面から見て右体側の最もくびれた位置
21	前ナチュラルウエスト点	外付け21	ウエストベルトが自然に落ち着く前方の位置
22	脇ナチュラルウエスト点	外付け22	ウエストベルトが自然に落ち着く脇の位置
23	後ナチュラルウエスト点	外付け23	ウエストベルトが自然に落ち着く後の位置
24	腹部前突点	自動	へその高さから股上間の前面最突出点
25	右臀部後突点	自動	右臀部の後方最突出点
26	股点	自動	体幹と脚上部の分岐点/股下
27	右大腿点	自動	股点下における右大腿部の前方中央点
28	右肘頭点	自動	右肘の外側点
29	左肘頭点	自動	左肘の外側点
30	右手首点	自動	右手首の外側点
31	左手首点	自動	左手首の外側点

表5 文化女子大学専用計測ライン 定義

自動計測項目		外付け マーク No.	計 測 部 位 定 義
垂 直 距 離	1 身長		床上から頭頂点までの高さ
	2 オトガイ点高		床上からオトガイ点までの高さ
	3 頸椎点高	3	床上から頸椎点 (BNP) までの高さ
	4 頸窩高	6	床上から頸窩点 (FNP) までの高さ
	5 右肩先点高	7	床上から右肩先点 (SP) までの高さ
	6 左肩先点高	8	床上から左肩先点 (SP) までの高さ
	7 水平 W.L 高	20	床上から水平ウエストラインまでの高さ
	8 股上丈		No. 10脇胴高と No. 14股高位高の差
	9 前胴高	21	床上から前ナチュラルウエスト位までの高さ
	10 脇胴高	22	床上から脇ナチュラルウエスト位までの高さ
	11 後胴高	23	床上から後ナチュラルウエスト位までの高さ
	12 H.L 高		床上から右臀部後突点までの高さ
	13 腰丈		No. 10脇胴高と No. 12 H.L 高の差
	14 股高位高		床上から股点までの高さ
二 ・ 三 点 間 距 離	15 背丈	3~23	頸椎点から後ろ正中水平ウエストラインまでの体表長
	16 右後丈	4~9~20	頸側点 (SNP) から肩甲上部後突点を通り直下, 水平ウエストラインまでの長さ
	17 前中心丈	6~20	頸窩点から前正中水平ウエストラインまでの体表長
	18 右乳下がり	4~BP	右頸側点から乳頭点までの体表長
	19 左乳下がり	5~BP	左頸側点から乳頭点までの体表長
	20 右前丈	4~BP~20	右頸側点から乳頭点を通り直下, 水平ウエストラインまでの長さ
21 左前丈	5~BP~20	左頸側点から乳頭点を通り直下, 水平ウエストラインまでの長さ	
周 囲 長	22 バスト		右乳頭点を通る水平な周囲長
	23 アンダーバスト		右乳房下縁を通る水平な周囲長
	24 水平 W.L	20	体幹部における最小水平周囲長
	25 ナチュラルウエスト		ベルトが自然に落ち着く位置の体幹周囲長
	26 ミドルヒップ	24	腹部前突点を通る水平な周囲長
	27 臀部	25	臀部後突点を通る水平な周囲長
二点間距離	28 股上前後長	21~23	股を通る前後正中ナチュラルウエスト間の体表長
周 囲 長	29 大腿最大囲		右大腿部における最大水平周囲長
二 点 間 距 離	30 右肩幅	4~7	右頸側点から右肩先点までの直線距離
	31 左肩幅	5~8	左頸側点から左肩先点までの直線距離
	32 右背肩幅	3~7	頸椎点から右肩先点までの体表長
	33 左背肩幅	3~8	頸椎点から左肩先点までの体表長
	34 胸幅	12~13	左右前腋点間の体表長
	35 背幅	15~14	左右後腋点間の体表長
	36 右袖丈	7~30	右肩先点から右肘頭点を通り手首点までの体表長
37 左袖丈	8~31	左肩先点から左肘頭点を通り手首点までの体表長	
角 度	38 右肩傾斜		右頸側点と右肩先点を結ぶ直線と水平面との角度
	39 左肩傾斜		左頸側点と左肩先点を結ぶ直線と水平面との角度
周 囲 長	40 頸付け根囲	3~4~6~8	頸椎点, 左頸側点, 頸窩点, 右頸側点を通る周囲長
	41 右頸付け根半周囲	3~4~6	頸椎点から右頸側点を通り頸窩点までの半周囲長
	42 左頸付け根半周期	3~5~6	頸椎点から左頸側点を通り頸窩点までの半周囲長
二点間距離	43 脇丈	13	右腋窩点から直下, 水平ウエストラインまでの体表長

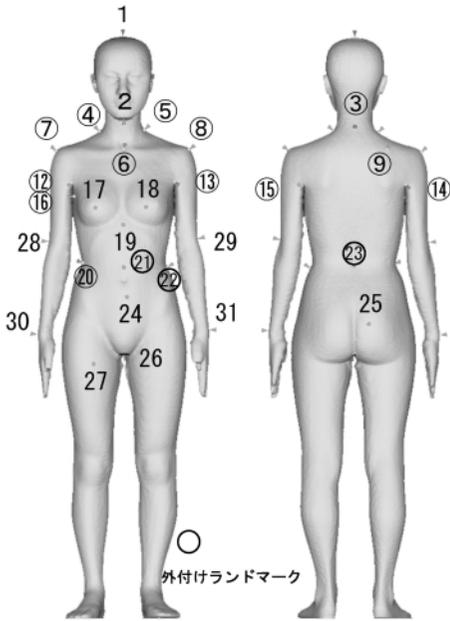


図6 文化女子大学専用ランドマーク

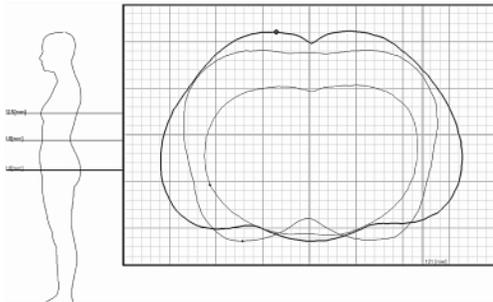


図7 水平断面重合図

2. 専用水平断面重合図機能

図7は、水平断面重合図の表示例である。既製のBLSでは、1断面のみの画面表示が可能であった。本装置では任意に指定した高さ表示とその断面を同一画面に表示する機能、更に複数断面を重合する機能を追加した。また、実寸大のプリントアウトを可能にした。

V. 自動計測データの精度確認

まず、BLSの装置そのものの精度を確認す

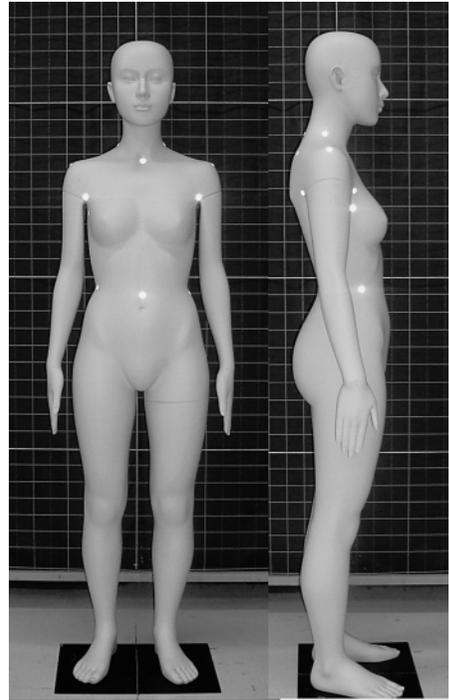


図8 ダミー

るために、装置の中心に周長1000 mmの円筒を置いて計測し、結果を画面表示、およびプリントアウトしたもので正しく形態が計測されていることを確認した。計測値は、周長1000 mmに対して998.4 mmとなり、計測精度範囲内であった。

次に、専用自動計測データの精度確認のために、同一モデルで5回の繰り返し計測を以下のように進めた。

1. 計測モデル

計測モデルは、(財)人間生活工学研究センターによる最新の計測データに基づく、20代日本人女性の平均的人体寸法ダミー（綵七彩製）を用い、計測姿勢の条件に合わせて腕と足を開いた状態にした特注品を使用した(図8)。以後、ダミーと称する。

2. 計測方法

ダミーの体表に、専用自動計測のための外付

けランドマークとして再帰反射シール16枚を貼り、ダミーの位置や向きを変えずに5回繰り返し計測を行う。生データ採取後、ポリゴン生成を行い、オートランドマーク（シールを貼付していない計測点）を自動検出させる。その後、表5に示す計測ラインを計測させる。

3. BLS 精度の確認結果

ダミーに貼付した再帰性反射シール16枚は、5回の繰り返し計測の結果、画面表示上に外付

けランドマーク16箇所としてすべて確実に検出された。

表6は“自動検出ランドマーク高”計測結果である。表7は“自動検出ライン”計測結果である。表中の“差”は各項目の最大値と最小値の差寸である。

表6、表7の“差”において外付けランドマークを含む項目の中で、最大の値を示したものは背丈の2.8 mmであった。これは、Ⅲ-図5で解説した計測精度範囲内である。

表6 自動検出ランドマーク高 計測結果

高さ[mm]

No.	ランドマーク名	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	最大	最小	差
1	頭頂点	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	0.0
2	オトガイ点	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	0.0
3	顎椎点	1339.5	1339.5	1339.5	1339.6	1339.5	1339.6	1339.5	0.1
4	右顎側点	1328.8	1328.8	1328.8	1328.8	1328.8	1328.8	1328.8	0.0
5	左顎側点	1332.9	1332.9	1333.0	1332.9	1333.0	1333.0	1332.9	0.1
6	顎窩点	1281.6	1281.7	1281.6	1281.7	1280.8	1281.7	1280.8	0.9
7	右肩先点	1276.0	1275.9	1275.9	1275.9	1276.6	1276.6	1275.9	0.7
8	左肩先点	1280.1	1280.3	1280.5	1280.1	1280.3	1280.5	1280.1	0.4
9	右肩甲上部後突点	1282.5	1282.5	1282.6	1282.5	1282.5	1282.6	1282.5	0.1
10	右脇点	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	0.0
11	左脇点	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	1182.5	0.0
12	右前腋点	1190.0	1190.0	1190.0	1190.0	1190.0	1190.0	1190.0	0.0
13	左前腋点	1192.7	1192.5	1192.6	1192.5	1192.5	1192.7	1192.5	0.2
14	右後腋点	1187.5	1187.5	1187.5	1187.5	1187.5	1187.5	1187.5	0.0
15	左後腋点	1190.3	1191.1	1191.1	1189.7	1189.5	1191.1	1189.5	1.6
16	右腋窩点	1152.6	1152.5	1152.6	1152.6	1152.5	1152.6	1152.5	0.1
17	右乳頭点	1122.5	1122.5	1122.5	1122.5	1122.5	1122.5	1122.5	0.0
18	左乳頭点	1125.0	1125.0	1125.0	1125.0	1125.0	1125.0	1125.0	0.0
19	アンダーバスト点	1072.5	1072.5	1070.0	1070.0	1072.5	1072.5	1070.0	2.5
20	水平ウエストライン点	972.0	969.5	969.8	969.7	969.5	972.0	969.5	2.5
21	前ナチュラルウエスト点	954.8	954.8	952.4	954.9	954.9	954.9	952.4	2.5
22	脇ナチュラルウエスト点	960.0	960.1	960.0	960.1	960.1	960.1	960.0	0.1
23	後ナチュラルウエスト点	959.1	956.8	956.7	956.7	956.7	959.1	956.7	2.4
24	腹部前突点	880.0	882.5	872.5	877.5	877.5	882.5	872.5	10.0
25	右臀部後突点	807.5	807.5	800.0	802.5	795.0	807.5	795.0	12.5
26	会陰点	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	0.0
27	右大腿点	697.5	697.5	697.5	697.5	697.5	697.5	697.5	0.0
28	右肘頭点	1030.0	1032.5	1032.5	1032.5	1030.0	1032.5	1030.0	2.5
29	左肘頭点	1037.5	1035.0	1037.5	1037.5	1037.5	1037.5	1035.0	2.5
30	右手首点	777.5	780.0	780.0	780.0	777.5	780.0	777.5	2.5
31	左手首点	790.0	787.5	790.0	790.0	790.0	790.0	787.5	2.5

表7 自動計測ライン 計測結果

[mm][肩傾斜：度]

No.	計測ライン名	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	最大	最小	差
1	身長	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	1587.5	0.0
2	オトガイ点高	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	1365.0	0.0
3	頸椎点高	1339.5	1339.5	1339.5	1339.6	1339.5	1339.6	1339.5	0.1
4	頸窩高	1281.6	1281.7	1281.6	1281.7	1280.8	1281.7	1280.8	0.9
5	右肩先点高	1276.0	1275.9	1275.9	1275.9	1276.6	1276.6	1275.9	0.7
6	左肩先点高	1280.1	1280.3	1280.5	1280.1	1280.3	1280.5	1280.1	0.4
7	水平 W.L 高	972.0	969.5	969.8	969.7	969.5	972.0	969.5	2.5
8	股上丈	235.0	235.1	235.0	235.1	235.1	235.1	235.0	0.1
9	前胴高	954.8	954.8	952.4	954.9	954.9	954.9	952.4	2.5
10	脇胴高	960.0	960.1	960.0	960.1	960.1	960.1	960.0	0.1
11	後胴高	959.1	956.8	956.7	956.7	956.7	959.1	956.7	2.4
12	H.L 高	807.5	807.5	800.0	802.5	795.0	807.5	795.0	12.5
13	腰丈	152.5	152.6	160.0	157.6	165.1	165.1	152.5	12.6
14	股高位高	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	0.0
15	背丈	372.8	375.6	375.6	375.6	375.6	375.6	372.8	2.8
16	右後丈	422.3	424.6	424.7	424.8	425.3	425.3	422.3	3.0
17	前中心丈	325.0	327.5	327.5	328.4	326.1	328.4	325.0	3.4
18	右乳下がり	257.3	257.3	257.1	257.0	257.1	257.3	257.0	0.3
19	左乳下がり	251.6	251.6	252.9	252.9	252.8	252.9	251.6	1.3
20	右前丈	407.3	414.9	412.6	411.7	414.8	414.9	407.3	7.6
21	左前丈	407.2	408.2	408.3	408.2	408.2	408.3	407.2	1.1
22	バスト	819.5	819.3	819.3	818.4	818.7	819.5	818.4	1.1
23	アンダーバスト	724.9	725.0	721.2	720.7	724.9	725.0	720.7	4.3
24	水平 W.L	639.5	641.3	640.7	640.9	640.8	641.3	639.5	1.8
25	ナチュラルウエスト	657.7	658.7	658.4	658.4	658.3	658.7	657.7	1.0
26	ミドルヒップ	819.0	816.1	827.3	821.4	821.1	827.3	816.1	11.2
27	臀囲	888.7	888.7	894.7	892.7	899.1	899.1	888.7	10.4
28	股上前後長	645.1	642.1	638.0	641.9	642.0	645.1	638.0	7.1
29	大腿最大囲	536.3	535.9	527.6	534.6	535.9	536.3	527.6	8.7
30	右肩幅	129.9	129.7	131.3	131.8	131.4	131.8	129.7	2.1
31	左肩幅	134.6	135.2	132.6	132.6	132.6	135.2	132.6	2.6
32	右背肩幅	203.6	203.6	203.5	203.6	203.2	203.6	203.2	0.4
33	左背肩幅	204.6	204.2	204.1	204.4	204.3	204.6	204.1	0.5
34	胸幅	301.5	301.6	302.2	301.5	301.5	302.2	301.5	0.7
35	背幅	298.6	298.8	298.8	298.5	298.6	298.8	298.5	0.3
36	右袖丈	506.9	503.9	504.0	506.5	506.9	506.9	503.9	3.0
37	左袖丈	506.0	505.5	505.2	506.4	506.2	506.4	505.2	1.2
38	右肩傾斜	24.6	24.6	24.6	24.6	24.1	24.6	24.1	0.5
39	左肩傾斜	23.8	23.7	23.7	23.9	23.8	23.9	23.7	0.2
40	頸付け根囲	393.8	393.7	393.8	393.5	394.8	394.8	393.5	1.3
41	右頸付け根半周囲	201.9	201.7	201.8	200.8	201.7	201.9	200.8	1.1
42	左頸付け根半周囲	191.9	192.0	192.0	192.7	193.2	193.2	191.9	1.3
43	脇丈	181.5	184.1	184.1	184.0	184.2	184.2	181.5	2.7

また、差が10 mm以上に検出された項目は、腹部前突点、右臀部後突点、腰丈、HL高、ミドルヒップ、臀囲であった。この6項目の基準点となる腹部前突点、臀部後突点は、ゆるやかな曲面にあり顕著な突出点がないため自動検出機能では特定しにくい。また、設計上レーザー光束の走査位置が一定ではないため、計測の度に検出位置が異なることがある。これらは、外付けランドマークを追加することにより、バラツキの範囲を最大10 mm未満に留めることができるようになっている。

さらに、差が7.5 mm以上、10 mm未満の項目として、右前丈、大腿最大囲が検出された。右前丈については、外付けランドマーク検出時の差(最大10 mm)と、バストポイントの自動検出時の差が重複したものと考えられる。大腿最大囲については、図9に示したように3回目の計測結果だけがポリゴン生成後に大腿内側の形態に不具合がみられた。これは、ダミーの脚の隙間が少ないために、レーザー光が届かなかった部分である。同じモデルを繰り返して計測しても、レーザー光束の走査位置が一定ではないため、ノイズ点の除去、欠損部の補間、データの間引きにバラツキが生じたためと考えられる。そのため、計測直後に形態が確実に計測されているか否か、計測生データを生成してクリーンポリゴンデータを観察、確認しておくことが必要である。



図9 大腿内側(3回目の計測結果)

VI. ま と め

先般導入した非接触3次元人体計測装置について、その機能の確認、被服設計のための文化女子大学専用機能の増補、さらに計測データについての精度確認のために同一条件による5回繰り返し計測を行った。

結果、本装置の性能においては、メーカーの仕様に従い正常に作動することを確認した。

また、専用機能については、定義した外付けランドマークが確実に検出され、繰り返しの値の差寸は本装置の計測精度範囲内であった。

自動計測については、形態の特徴を捉えづらい部位では最大12.6 mmの差が認められたが、そのような部位は外付けランドマークを付けて改めて計測を行ったところ、バラツキは周径1.6 mm、高度0.1 mmに納めることができた。

以上のことから、レーザー光の走査が一定でないことによる計測値のバラツキは避けられないものであり、そのことを念頭においた上でのデータ採取については、本装置は利用価値の高いものといえる。

本報告は、装置の本格活用のための序となるものである。装置導入直後より、基礎データの蓄積だけでなく、パターンに直結させたデータとして授業や研究にすでに使用しているが、今後は授業展開や研究進展のために幅広く寄与するものとして活用していきたいと計画している。

引用文献

- 1) 三吉満智子、磯崎明美「非接触三次元人体計測装置の改良とその精度について」『文化女子大学研究紀要』第23集 1992
- 2) 堀口千代春「非接触人体測定システム」『O plus E』Vol. 26, No. 12 2004 pp. 1436-1440
- 3) 堀口、天野 表面形状計測装置、特許出願 2002-203139
- 4) 浜松ホトニクス株式会社「Body Line Manager 取扱説明書」
- 5) 監修 三吉満智子『文化女子大学講座 服装造

形学 理論編 I』文化女子大学 教科書出版部
2002

参考文献・他

- 坂口嘉之, 堀口千代春「人体計測技術と衣服デザインへの応用」『精密工学会誌』第71巻, 第4号 2005 pp. 435-439
- 吉澤 徹『三次元工学 1 光三次元計測』新技術コミュニケーションズ 1998
- 浜松ホトニクス㈱ 製品情報 URL:<http://www.hpk.co.jp/Jpn/products/Sys/BLJ.htm> 2005
- 浜松ホトニクス㈱ Bodyline Scanner カタログ 2005
- ㈱浜野エンジニアリング VOXELAN 製品情報 : URL:<http://www.voxelan.co.jp/JAPANESE/HOME.htm> 2005
- ㈱浜野エンジニアリング VOXELAN カタログ 2005
- NEC エンジニアリング㈱ プレスリリース『「3-D スタイルシュミレータ Danae-s」の商品化と女性向けシェイプスタジオ「muse」への1号機出荷について』 URL:<http://www.nec-eng.co.jp/press/index.htm> 2001. 12
- NEC エンジニアリング Danae-S カタログ 2002