

パンツの着くずれに関する研究

大村 知子, 山内 幸恵*, 平林 優子**

(静岡大学教育学部, *静岡大学大学院教育学研究科,
*お茶の水女子大学大学院人間文化研究科)

原稿受付平成 19 年 7 月 16 日; 原稿受理平成 20 年 3 月 7 日

A Study on Slippage of Pants

Tomoko OMURA, Sachie YAMAUCHI* and Yuko HIRABAYASHI**

Faculty of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422-8529

**Graduate School of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422-8529*

***Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610*

Human body movements cause slippage of clothing in ways that make clothes look loose in some areas and tight in others. In this research, we identified the points of the body and pants with a three-dimensional motion analysis system during the process of posture change, and clarified the process of slippage that occurs between the body and pants due to movements. In addition, we compared the amount and direction of the slippage by the pants, the subject, and the movement. The main results are as follows: (1) The slippage was greatest at the openings. The direction of the slippage was towards the skin that stretched the most. (2) The slippage first tended to occur at the ankle and knee lines where there was extra ease in the pants, and then gradually occurred at the waist line and other areas that had less ease in the clothing. In other words the slippage first tended to occur in the sagittal and lateral directions, and then in the vertical direction. (3) With low-rise, loose and large pants, the amount of downward slippage was greatest at the back waist line. There was a greater backward slippage in the waist line with movements from a standing to squatting position than with movements from a standing to sitting position. Furthermore, the amount of slippage was influenced by how the subjects were dressed.

(Received July 16, 2007; Accepted in revised form March 7, 2008)

Keywords: motion analysis 動作解析, three dimensions 三次元, pants パンツ, ease ゆとり, slippage ずれ.

1. 緒 言

人体は動作に伴ってその形状, 寸法, 部位の位置関係に様々な変化を起こす. これに衣服が対応できない場合, 衣服はひきつれたりだぶついたりする. パンツにおいては着座の動作により後ウエスト部が引き下げられひきつれを起こし, 前股ぐり寸法には余りが生じるなどの着くずれが観察される.

動作による着衣のずれに関しては, 山名ら¹⁾のワンピースのずれとゆとりの関係を考察したもの, 冨田ら²⁾のパンツと人体との空隙量と動作後の形状回復性を検討したものなどの報告^{3)~7)}がみられる. しかし, いずれの研究も動作を終えた後に人体に対する衣服の

移動距離を計測したものであり, 動作過程全体を捉えたり, 移動する方向を捉えたものはほとんどない. また, 前述のような着衣のずれは, 着衣の審美性だけでなく運動機能性や拘束感などの着心地にも大きな影響を与えることがあると考えるが, 着衣のずれと着心地の関係についての報告もほとんどみられない.

そこで, 本研究では, 姿勢変化の過程における人体とパンツの軌跡を三次元動作解析システムにより捉えた. 動作により人体とパンツがずれるプロセスを解明することは, 着衣のずれが, どの動作過程, 部位, 方向において, どれだけ生じることで外観に影響を及ぼすのか, または, 生じないことで拘束を感じるのか等

表2. 実験衣および下着に用いたシヨーツ地の諸元

	組成	組織	厚さ (mm)	重さ (g/m ²)	糸密度 (本/cm)		伸び率 (%)		剛軟度* ¹ (g・mm)	
					経	緯	縦	横	縦	横
実験用 パンツ	綿 100%	平織り	0.64	756	29.646	17.598	27.81	15.61	43.6	31.2
シヨーツ	ナイロン/綿/ポリウレタン (55/35/10)	メリアス 編み	0.38	321	18.937	21.929	82.56	119.78		

*¹カンチレバー法.

表1. 被験者の体格

項目	被験者			
	A	B	C	D
身長 (cm)	160.0	160.8	167.0	156.0
腸骨棘高 (cm)	85.0	85.9	92.2	83.2
胸囲 (cm)	78.4	77.5	85.6	81.8
胴囲 (cm)	62.5	66.4	68.5	65.9
腰囲 (cm)	90.9	92.1	93.5	89.2
体重 (kg)	48.2	51.0	61.0	49.1

表3. 被験者が着用したパンツ

構造	サイズ	被験者			
		A	B	C	D
原型 (P1)	61-87				
	61-89	-			-
	64-91	0	-		0
	67-93	+	0	0	+
	70-95	++	+	+	++
股上の 浅い構造 (P2)	61-87				
	61-89	-			-
	64-91	0	-		0
	67-93		0	0	
	70-95				

0: 適合サイズとして着用, -: 小さいパンツとして着用, +: 大きいパンツとして着用, 未記入: 着用していない.

を明らかにする手がかりとなる. 着衣のずれを指標として, 審美性や拘束性に関わるこれらのファクターを取り除くことは, 動作時・静止時いずれにおいても快適なパンツの設計に寄与するものであると考えられる.

2. 実験方法

(1) 被験者

被験者は年齢 21~26 歳の健康な女子 4 名で, それぞれの体格は表 1 に示す. 被験者のウエストとヒップのサイズは, JIS 衣料サイズのピッチにほぼ対応した.

(2) 実験用パンツ

実験用パンツは文化式ストレートパンツ⁸⁾の原型および原型から股上寸法を 4 cm 短くした 2 種類を作製した. 実験用パンツの素材は 8 オンスのデニム地 (諸元は表 2), 縫い糸は 50 番のカタン糸, 縫い針は 14 番のミシン針を使用した. 以下, 原型のパンツを P1, 股上の浅い構造のパンツを P2 と称する. サイズは JIS 衣料サイズに準じた 5 サイズ (61-87, 61-89, 64-91, 67-93, 70-95) とした. 被験者は, これらのパンツのうち, P1 については着用可能なパンツすべてを, P2 については適正サイズと被験者が選択した好みのサイズのパンツを着用した. 各被験者が着用したパン

ツを表 3 に示す. 被験者は実験用パンツの中に表 2 に諸元を示した一分丈のシヨーツを着用した.

(3) マーカーおよび計測点

人体上には大村ら⁹⁾が考案した布を透過する赤外線発光マーカーを, パンツ上には 1 辺を 2.5 cm にカットした綿布素材のテーピングテープをマーカーとして使用した. マーカー添付位置は図 1 に示すように, 人体上では身体計測時の基準点あるいは基準線の交点, パンツ上では製図時の基礎線や輪郭線の交点とした. 以下, 後正中線とウエストラインとの交点を BW, 臀部最突出点を BH, 右脇線とウエストラインとの交点を SW, 右脇線とヒップラインとの交点を SH, 右脇線とニーラインとの交点を SN, 右脇線とアンクルラインとの交点を SA, 前正中線とウエストラインとの交点を FW, 右膝蓋骨中点を FN と称する. 各記号の前に人体上の計測点は b を, パンツ上の計測点は p

パンツの着くずれに関する研究

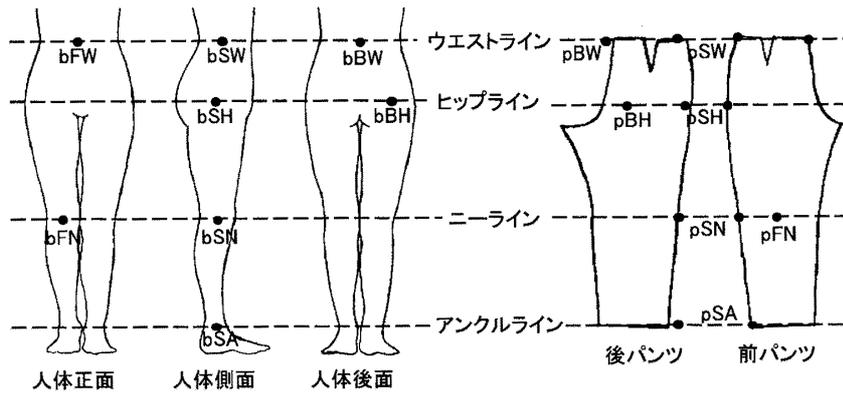


図1. マーカー添付位置

を表記し、これらが無表記の場合は人体上の計測点とパンツ上の計測点との距離を示すこととする。また、人体上の計測点とパンツ上の計測点との距離を人体-パンツ間距離と呼ぶこととする。

(4) 動作の設定および動作の撮影

観察した動作は立位から椅座位、立位から蹲踞への姿勢変化における動きとした。いずれも、右半身について検討した。撮影は、赤外線発光マーカー対応用と可視光対応用のデジタルビデオカメラそれぞれ4台の計8台を用い、2台ずつ4方向から行った。

(5) 人体-パンツ間距離の追跡方法

三次元動作解析ソフトにより、各計測点を1/60秒毎にX(左右)・Y(上下)・Z(前後)座標上に得た。

X・Y・Z座標ではそれぞれ

(人体-パンツ間距離)

$$= (\text{パンツ上の計測点}) - (\text{人体上の計測点})$$

により人体-パンツ間距離を求め、人体上の計測点を基点としたパンツ上の計測点の位置を得た。

空間上では

(人体-パンツ間距離)

$$= \sqrt{(X_p - X_b)^2 + (Y_p - Y_b)^2 + (Z_p - Z_b)^2}$$

(X_p : X座標におけるパンツ上の計測点, X_b : X座標における人体上の計測点, Y_p : Y座標におけるパンツ上の計測点, Y_b : Y座標における人体上の計測点, Z_p : Z座標におけるパンツ上の計測点, Z_b : Z座標における人体上の計測点)

により人体-パンツ間距離を求めた。

立位から椅座位あるいは蹲踞への姿勢変化の過程においてX・Y・Z座標および空間上の人体-パンツ間距離を追跡した。

(6) 「ずれ」の定義

本研究における「ずれ」は、動作による人体に対す

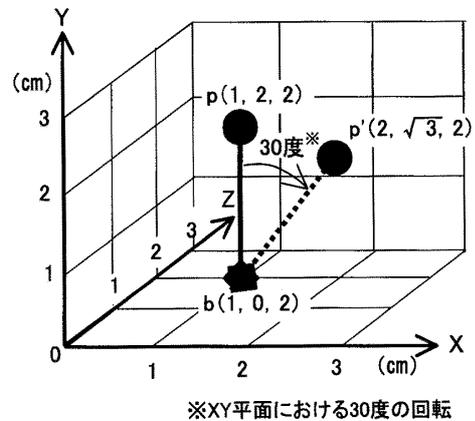


図2. 人体-パンツ間距離と変位

るパンツの距離と位置の変化であり、主として人体-パンツ間距離によってこれを捉えた。

人体の計測点とパンツ上の計測点の間の距離を一定に保ちながら、その位置関係に変化がある場合、人体-パンツ間距離は空間上では変化がなく、X・Y・Z座標上ではその値が変わる。これは図2に示すように、例えば、空間上における人体-パンツ間距離が2cmのまま、点pが点bを中心としてXY平面で30度回転した場合、X座標における人体-パンツ間距離は0cmから1cmになることで説明できる。X・Y・Z座標は方向を定める座標であるため、空間上の人体-パンツ間距離に加えて、X・Y・Z座標別にみることによって「ずれ」の方向を捉える。

しかし、X・Y・Z座標別にみた人体-パンツ間距離の変化は、人体に対するパンツの位置の変化である場合とそうでない場合がある。各座標における人体-パンツ間距離の変化が人体に対するパンツの位置の変化によるものでない場合とは、人体とパンツが同時に同方向に同距離傾いている場合であり、これは「ずれ」

としない。

X・Y・Z座標における人体-パンツ間距離の変化が「ずれ」であるか否かは、各計測点の座標値と各計測点間の傾きを参考に録画資料を確認して判断した。

3. 結果および考察

(1) 被験者 A の事例について

本研究では4名の被験者が構造の異なる複数のパンツを着用し、延べ20事例の着用状態について経時変化を得ることができた。そのデータは膨大であり、すべての事例において経時変化を記述することは紙面の制限上困難なため、被験者 A が適正サイズの原型パンツ P1 を着用した事例について詳しく述べることにする。

1) 立位静止時における着用状態

図3・図4は立位から座位への姿勢変化の過程における人体-パンツ間距離の経時変化を部位別に示した図である。立位時つまり、図3・図4における0秒時をみると、ウエストラインでは、人体-パンツ間距離が大きく、身体上の計測点に対しパンツ上の計測点は下方に位置しており、特にFWではパンツが身体より10cm以上も下方に位置していた。この原因は、図5に示す立位における各計測点の位置関係をみると分かる。すなわち、bBWはbFWよりも低い位置にあり、pBWはpFWより高い位置にあることから、FWが特に大きかったのは、被験者 A のウエストが後下がりであり、パンツをウエストにおいて前下がりに着用していたためであったといえる。さらに、ヒップラインでは、垂直方向における人体上の計測点とパンツ上の計測点には違いがみられなかったことから、ウエストにおいて人体-パンツ間距離が大きかったのは、パンツの腰丈が被験者 A にとって短かったことによると考えられた。

図5において脇線に関する計測点を側面からみると、パンツ上では垂直よりやや後方に傾いた状態ではほぼ一直線上にあった。一方、人体上では、bSWよりbSHはやや後方に、bSNは前方に位置しており、被験者 A の下肢は膝が前に出た形状であるといえる。それゆえ、図3・図4において立位時にZ座標ではpSHはbSHに対して後方、pSNはbSNに対して前方、pSAはbSAに対して後方に位置することになった。

2) 姿勢変化過程におけるずれの経時変化

図3・図4より、部位別にずれの方向と量およびその経時変化を捉えた。

ウエストラインではBWとFWに大きな変化がみられ、人体に対するパンツの位置はBWでは下方、FWでは上方へ変位した。SWでは主に後方へ変位し、後方への変位はBWやFW、ヒップラインのBHやSHでも生じていた。田村ら¹⁰⁾の研究では下肢の動作方向(屈側)の皮膚面は収縮し、反対側(伸側)の皮膚面は伸展すると示されている。このことから、ウエストラインやヒップラインにおける変位の原因は、座位での股関節屈曲による人体後面における殿溝・殿裂等の伸展や人体前面におけるそけい部等の収縮によるといえる。すなわち、後面においては、皮膚面の伸展により人体とパンツの間のゆとりがなくなり、後ろ股ぐり寸法が不足し、パンツが後下方にずれたのである。前面においては、皮膚面の収縮により前股上寸法には余りが生じ、パンツは上方にずれたのである。つまり、ずれは皮膚面が伸展した場合、伸展の大きな部位に向かって起こり、皮膚が収縮した場合、その部位から遠ざかる方向へ起こるといえる。

立位から椅子座への動作と立位から蹲踞への動作でウエストラインの計測部位において最も大きいずれがみられた時点は異なった。すなわち、立位から椅子座への動作では動作の過程において、立位から蹲踞への動作では動作終了時の蹲踞において最も大きいずれが生じた。これは図6に示すように股関節の屈曲角度に関係すると考えられる。立位から椅子座への動作は、立位から膝関節とともに股関節を屈曲させ、上体は軽い前屈状態になり、大腿後面が座面に触れるとほぼ同時に上体を起こして椅子座となる。立位から椅子座への動作におけるBWとFWは、関節の屈曲とともに徐々にずれ、動作過程における股関節角度の最大屈曲着座後にもずれつづけ、着座後、上体を起こす過程において最大となり、さらに上体を起こすことでやや元に戻るといふ様相を示した。立位から蹲踞への動作におけるBWとFWは、関節の屈曲を開始した直後にはほとんど変化なく、さらに関節の屈曲することによりずれ始め、その後は関節の屈曲とともにずれ、動作終了まで屈曲の速度がゆるやかになってもさらにずれ続けるという様相であった。

アングルラインのSAは前方への変位が顕著であり、左方向、すなわち内側へも変位した。内側前方への変位はニーラインのSNでも生じ、これらの変位は膝関節屈曲に起因すると推察できる。アングルラインとニーラインのずれの量を比較すると、ずれは必ずしも皮膚表面の伸縮率が大きいところで生じていないことが分

パンツの着くずれに関する研究

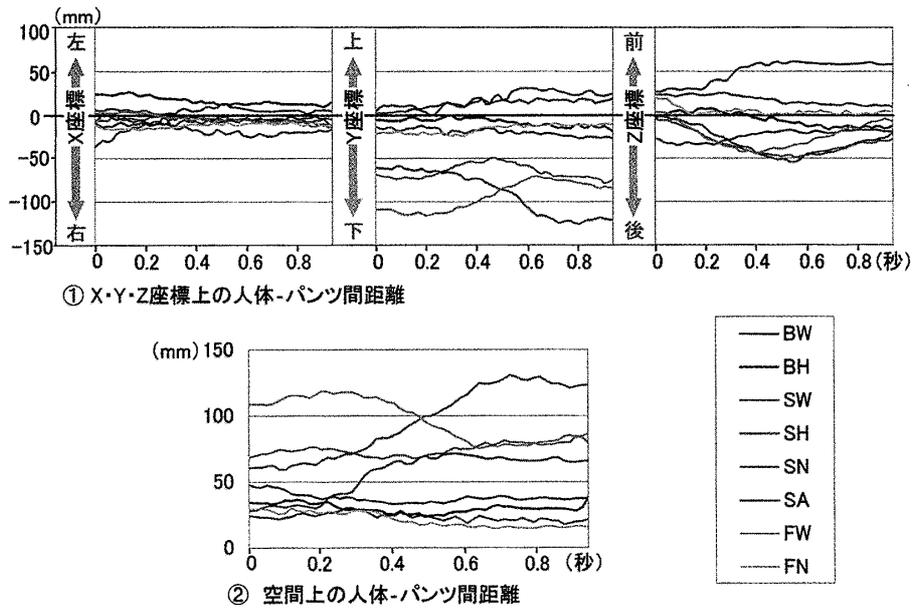


図3. 立位から椅座位への姿勢変化過程における人体-パンツ間距離の経時変化

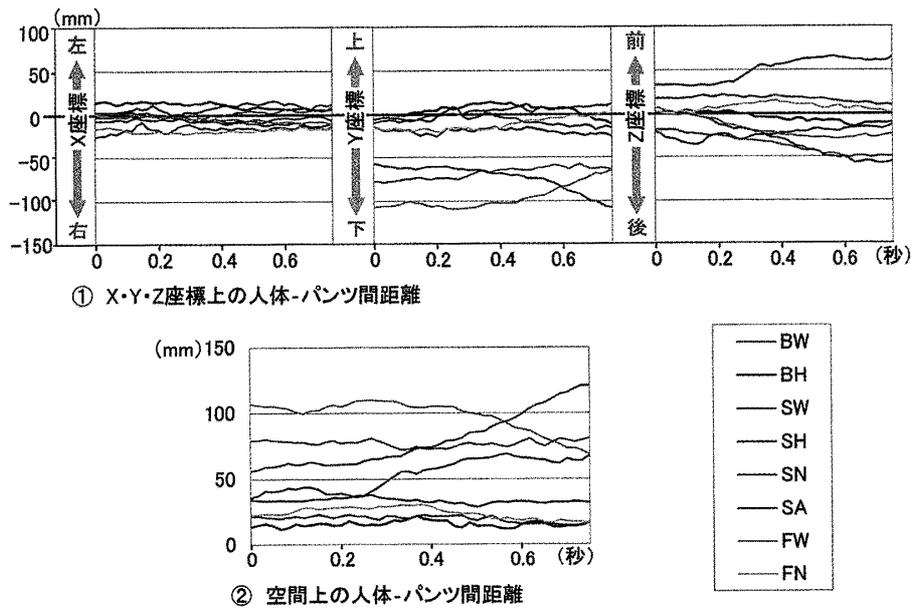


図4. 立位から蹲踞への姿勢変化過程における人体-パンツ間距離の経時変化

かった。

立位から椅座位への動作においてZ座標のFNでは、膝関節の屈曲を開始した直後にpFNはbFNに対し急速に後方へずれ、立位時約2cmあった人体-パンツ間距離がほとんどなくなった。FNの膝関節の屈曲開始直後の後方へのずれは、膝関節の屈曲に対しニーラインのゆとりによってカバーするために生じたと考えられる。立位から椅座位の動作においてY座標のSAでは、pSAがbSAに対し動作開始約0.2秒

後に下方へずれた。膝関節の屈曲をニーラインのゆとりでカバーできている場合、膝関節の屈曲により下肢の高さが低くなった分量pSAはbSA下方へずれると考えられる。その後立位から椅座位への動作においてpSAはbSAに対し内側前上方へずれた。これはニーラインのゆとりで膝関節の屈曲をカバーできなくなったためであると考えられる。これらの位置関係を明確にするため図7に椅座位における各計測点の正面図、側面図、平面図を示す。

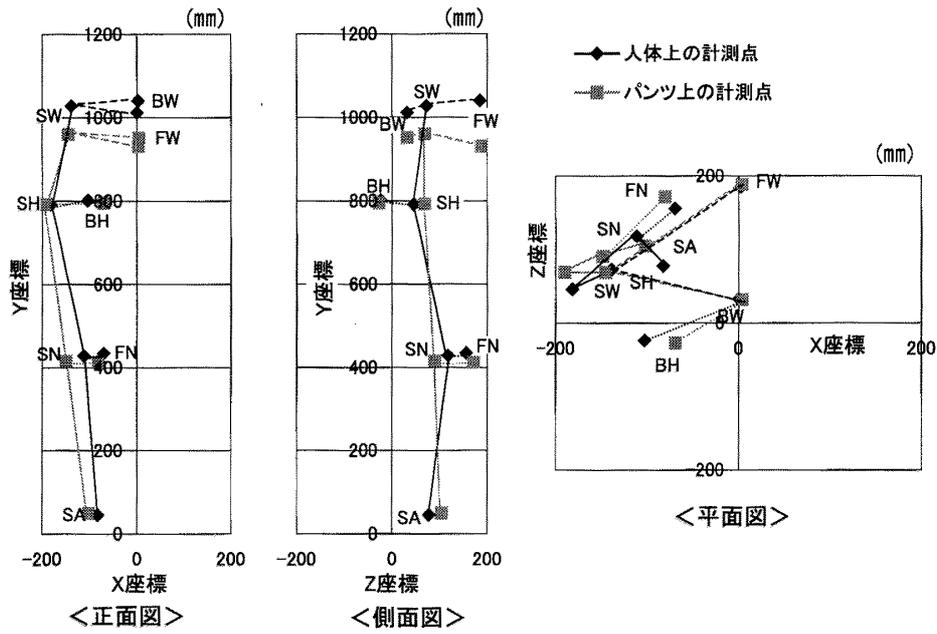


図5. 立位における各計測点の位置関係

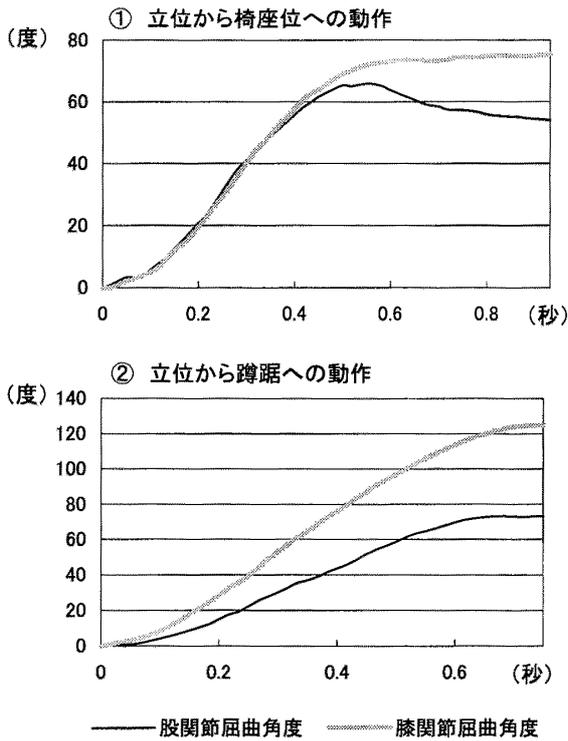


図6. 姿勢変化過程における関節屈曲角度の経時変化

立位から蹲踞への動作における Y 座標の SA では、動作開始約 0.2 秒すぎに上方へ移動し、その後下方へ移動した。この原因は下腿の傾きにあると考えられる。bSN と bSA とを結ぶ直線と鉛直方向との間の角

度を下腿の傾きとすると、蹲踞時に下腿の傾きは、60 度以上であった。パンツは立位時には下肢にそうように下垂していたが、蹲踞時では、下腿が 60 度以上に傾いているため、pSA は重力に従って垂れ下がったといえる。これらの位置関係を明確にするため蹲踞における各計測点の正面図、側面図、平面図を図 8 に示した。

部位別にずれの経時変化を比較すると、SA における大きなずれは動作開始約 0.2~0.4 秒で生じ、SN や FN でも 0.4 秒以前にずれが生じることが多かった。一方ウエストラインでは、動作開始直後にはほとんどずれは起こらず、関節の屈曲角度が大きくなるに従い次第にずれていった。つまり、ずれはアンクルラインやニーラインなどゆとりの多い部位で先に変化し、ウエストラインなどゆとりの少ない部位では膝関節や股関節の屈曲とともに徐々に変化する傾向にあるといえる。X・Y・Z 座標別つまり変位の方向別に比較すると、まず先にニーラインやアンクルラインで矢状方向・横方向にずれ、膝関節や股関節の屈曲とともにウエストラインで垂直方向にゆっくりとずれる傾向にあった。これらのことから、パンツは各部位の幅にゆとりがあれば矢状方向・横方向にずれ、パンツと人体の間に存在する空隙量^{*1, 2)}を変化させることで体形変化に

*1 空隙量は衣服と人体の間に存在する空気層の厚さをさす。

パンツの着くずれに関する研究

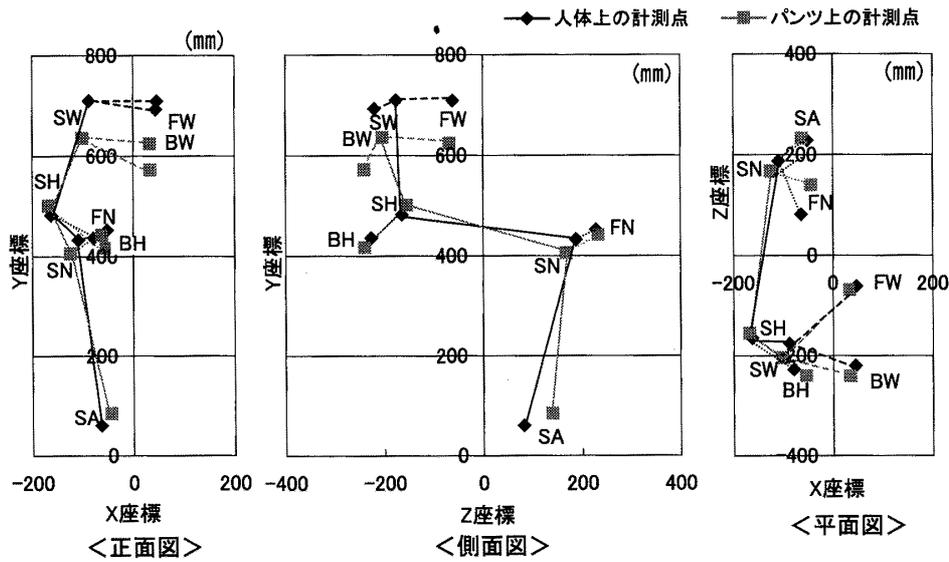


図7. 椅座位における各計測点の位置関係

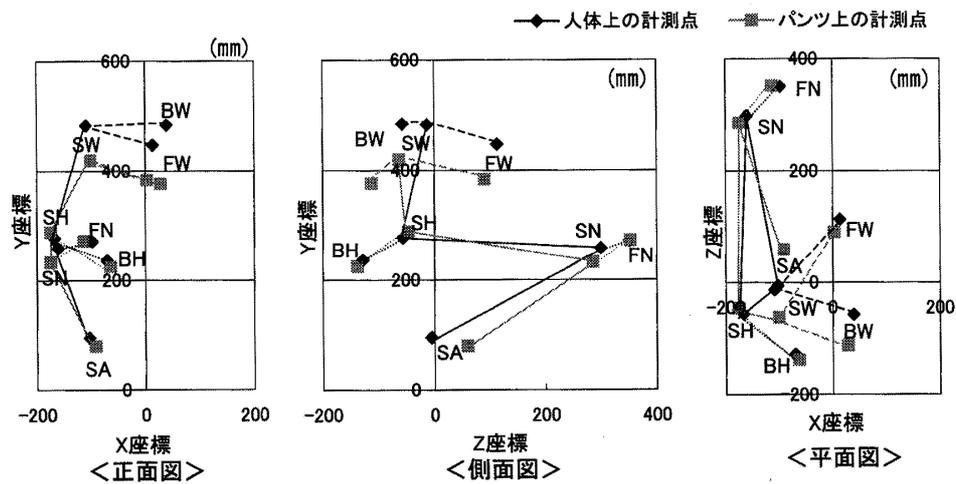


図8. 蹲踞における各計測点の位置関係

対応しており、矢状方向・横方向のずれによって体形変化をカバーできない場合、垂直方向にずれが生じると考察できる。

(2) ずれの量と方向の比較

以下は、すべての事例についてX・Y・Z座標それぞれにおける立位時の人体-パンツ間距離を0とした座位時のずれを検討した結果である。

1) パンツ別にみるずれの比較

図9はパンツ別に立位から座位の動作により各計測部位に生じたずれの量を比較した結果である。いずれのパンツもBWでは下方、FWでは上方へずれが顕著であり、立位から蹲踞への動作においてウエストラインでは後方へも大きくずれた。SAではいずれの

パンツも前方へのずれが顕著であり、立位から椅座位への動作では上方へ、立位から蹲踞への動作では下方へもずれた。ずれの量の大きい計測点ではいずれのパンツも同じ方向にずれるが、ずれの量の小さい計測点はパンツにより異なる方向にずれることが多かった。パンツを要因として動作とX・Y・Z座標ごとに分散分析結果、立位から椅座位への動作におけるY座標のBWに有意差が認められた。TukeyのHSD法により多重比較を行った結果は図7に示した通りである。BWにおいては、P1のゆとりの少ないパンツとP2の適正サイズの間には有意差が認められ、股上が浅くゆとりが大きいパンツのずれの量は大きくなる傾向にあった。その他の計測点においては、パンツの構造や

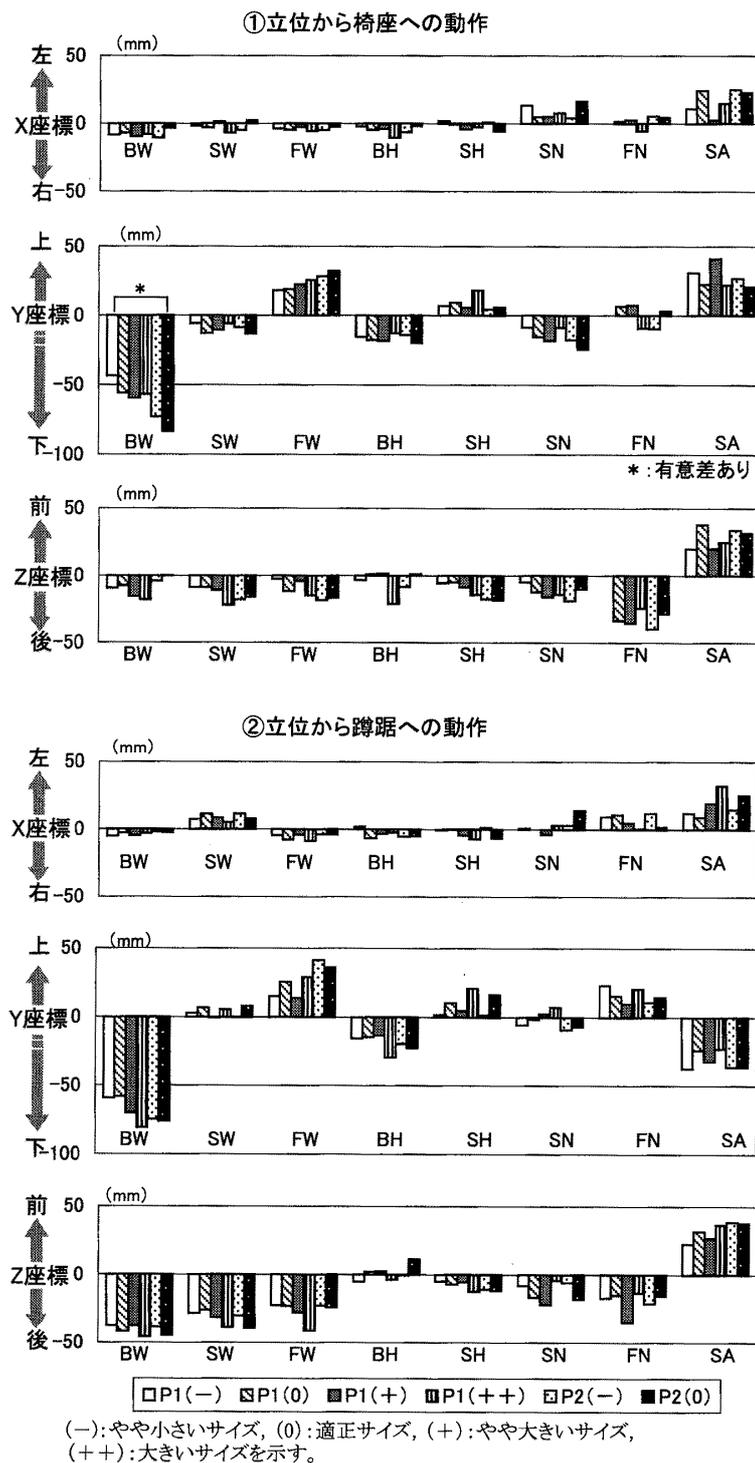


図9. パンツ別にみるずれ量の比較

ゆとりの多少によるずれの量に有意な差は認められなかった。

2) 被験者別にみるずれの比較

図10は被験者別に立位から座位の動作により各計測部位に生じたずれの量を比較した結果である。被験

者を要因として動作とX・Y・Z座標ごとに分散分析結果、立位から椅座位への動作においてはY座標のBW、Z座標のFW、X・Y座標のFN、立位から蹲踞への動作においてはZ座標のSW、Y座標のFW、X座標のSH、X・Z座標のSAを除いていずれも有意

パンツの着くずれに関する研究

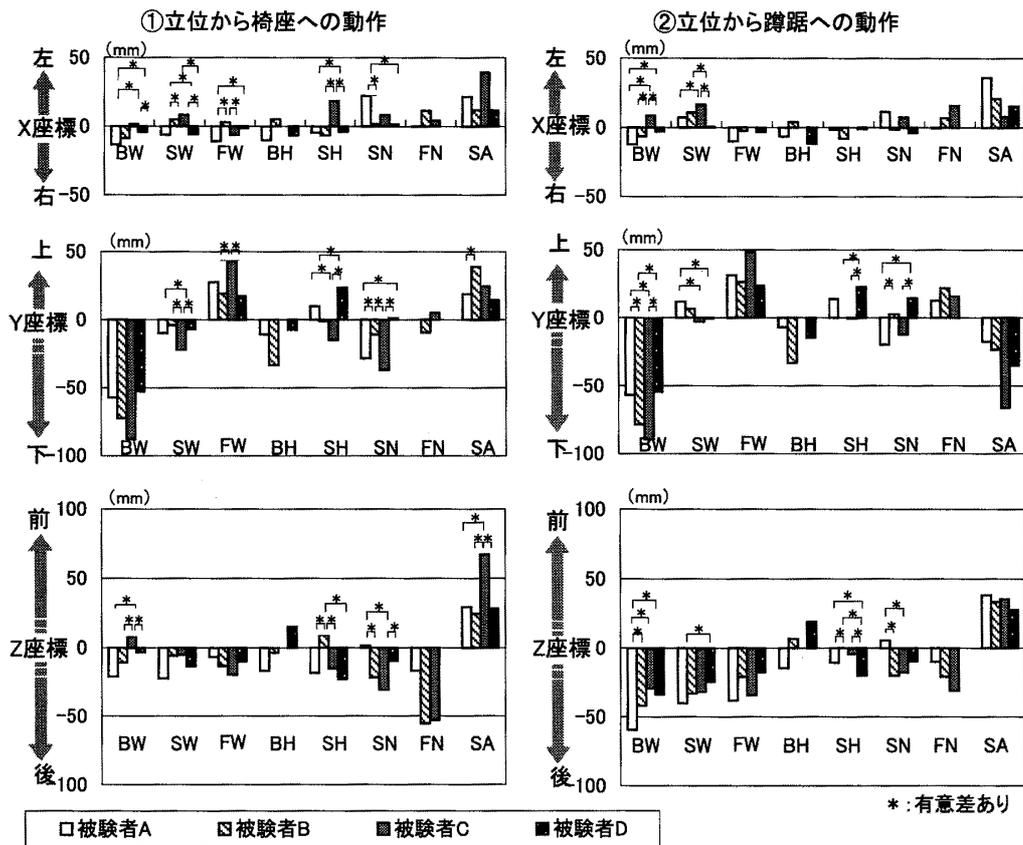


図 10. 被験者別にみるずれ量の比較

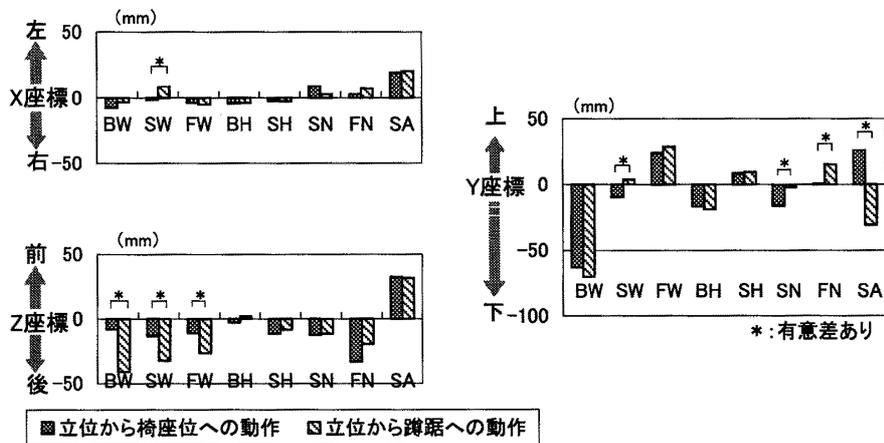


図 11. 動作別にみるずれ量の比較

差が認められた。Tukey の HSD 法により多重比較を行った結果は図 8 に示した通りである。ずれの量や方向についてウエストラインや脇線上など多く計測点で被験者による有意差が認められた。動作による体形変化によって人体表面の皮膚は伸縮し、着衣にはずれが生じる。動作による皮膚の伸び率は、個体間の体型、身長、体重がかなり様々であってもほとんど変わらない

いとされている¹³⁾。しかし、動作により生じるずれの量や方向には被験者間に違いがみられた。動作により生じるずれは、皮膚の伸びとは異なり非常に不安定なものであるといえる。動作により生じるずれの量や方向は被験者の体型や着用の仕方にも影響を受けることが分かった。

今回の実験では、動作による着くずれを 4 名の被験

者についての事例として捉えたが、さらに被験者を増やして繰り返し実験を行い、再現性の検討をすることも必要である。

3) 動作別にみるずれの比較

図 11 は動作別に各計測部位に生じたずれの量を比較した結果である。t-検定を行った結果、ウエストラインではすべての計測点において立位から蹲踞への動作では立位から椅座位への動作よりも後方へ有意に大きくずれていることが認められた。SW については X 座標においても有意な差がみられ、立位から蹲踞への動作においては立位から椅座位への動作より左方向、すなわち内側へずれる傾向にあった。FW における後方へのずれや SW における内側へのずれは、パンツが人体に密着したことを示す。蹲踞時には FW や SW 付近でパンツが人体腹部を圧迫し、パンツが人体にくいこんでいる様相を観察した。

4. 総括

本研究では、動作時・静止時いずれにおいても快適なパンツの設計に資するため、動作により生じるパンツのずれを三次元動作解析システムにより捉え、ずれが生じるプロセスの解明を試みた。また、ずれの量や方向についてパンツ別、被験者別、動作別に比較を行った。主な結果は次のとおりである。

(1) 被験者 A の事例からみたずれの様相

1) ずれの量は開口部で大きく、ずれは皮膚の伸展の大きい部位に向かって生じた。

2) ずれはアンクルラインやニーラインなどゆとりの多い部位で先に生じ、ウエストラインなどゆとりの少ない部位では膝関節や股関節の屈曲とともに徐々に生じる傾向にあった。また、ずれは矢状方向や横方向へ先に生じ、その後に垂直方向に生じる傾向にあった。

(2) パンツ別には股上が浅く、ゆとりの大きいパンツにおいて BW の下方へのずれの量が大きかった。

(3) ずれの量や方向は被験者の着衣の仕方や好みにも影響を受けるといった。

(4) いずれのパンツでも全員が立位から椅座位への動作より立位から蹲踞への動作でウエストラインにおける後方へのずれの量が大きかった。

本研究の一部は科学研究費（課題番号 17650216）によった。なお、本研究の概要は平成 19 年度日本家政学会 59 回大会において一部発表した。

引用文献

- 1) 山名信子, 岡部和代, 銭谷八栄子, 斉田つゆ子: 着衣のずれに関する研究, 家政誌, **35**, 547-553 (1984)
- 2) 富田明美, 中保淑子: パンツのゆとり量に関する一考察 (第 1 報), 織消誌, **30**, 133-141 (1989)
- 3) 小宮山瞳, 川端博子, 鳴海多恵子: スカートの形状保持における裏地の役割, 家政誌, **53**, 1021-1028 (2002)
- 4) 松山容子, 小泉明美: 蹲踞による体形変化の 3 次元把握と下衣設計への応用, 家政誌, **47**, 169-178 (1996)
- 5) 山口恵子, 細長喜久代, 三平和雄: 密着した着衣の人体皮膚表面上のずれ挙動に関する研究, 大阪市立大学生活科学部紀要, **34**, 71-80 (1986)
- 6) 間壁治子: 被服のゆとり量の基礎的考察 (第 1・2 報), 家政誌, **32**, 303-316 (1981)
- 7) 岡本紀子, 石毛フミ子: 動作と被服構成 (第 1 報) 家政誌, **26**, 143-148 (1975)
- 8) 文化服装学院 (編): 『文化ファッション大学 服飾造形講座 ② スカート・パンツ』, 文化出版局, 132-135 (2004)
- 9) 平林優子, 大村知子, 渡邊敬子: 日本家政学会第 56 回大会研究発表要旨集, 140 (2004)
- 10) 田村照子, 斉藤秀子, 渡辺ミチ: 下肢動作に伴う胴下部および大腿部皮膚面の変化, 家政誌, **31**, 500-506 (1980)
- 11) 中保淑子, 富田明美: 衣服着用時におけるゆとり量の測定方法の検討, 家政誌, **38**, 293-300 (1987)
- 12) 三吉満智子, 広川妙子: 衣服パターン設計のためのジャケット着用時空間隙量計測方法の研究, 織消誌, **42**, 233-242 (2001)
- 13) Kirk, W m. Jr., and Ibrahim, S. M.: Fundamental Relationship of Fabric Extensibility to Anthropometric Requirements and Germent Performance, *Text. Res. J.*, **36**, 37-47 (1966)