感性工学研究論文集　Vol.5 No.4 pp.65-72 (2005)

研究論文：報告

パワーパンツにおける補助テープの有効性

金　時貞*，三吉　満智子**，廣川　妙子**，坪内　敬治***，熊本　庄祐***

*文化女子大学大学院，**文化女子大学，***（株）デサント

EFFECTIVENESS OF THE AUXILIARY TAPE IN POWER-PANTS

Shi-jeong KIM*,Machiko MIYOSHI**,Taeko HIROKAWA**,Keiji TSUBOUCHI***,Shousuke KUMAMOTO***

Graduate School of Bunka Women's University, 3-22-1 Yoyogi, Shibuya-ku, Tokyo, Japan
***Bunka Women's University, 3-22-1 Yoyogi, Shibuya-ku, Tokyo, Japan*
****DESCENTE,LTD, 1-11-3 Dogashiba, Tennoji-ku, Osaka, Japan*

Abstract: It is highly significant for athletes to keep their athletes capabilities from deteriorating by lessening stain and fatigue of their muscles. This is why various corporations have recently been concentrating positively on developing sports-pants with emphasis on supporting leg muscles. In autumn 2003 a company D developed power-pants with auxiliary tape. The auxiliary tape supports the adductorious and the gluteus medium etc., and by doing so it helps the body maintain muscular balance of inner and outer side of thigh. Thus it provides maximum support to the muscles with minimum effort by athletes. The front tape especially helps athletes preserve their proper forms by letting them become aware of loosening muscles and widening knee position caused by fatigue. This research explores the effectiveness of auxiliary tape in Power-Pants. As a method of the study, 20 women in their 20s were selected to wear five different experimental clothes and a sensory test was conducted as to their feelings to wear the test clothes both in motion and at standstill. As a result, auxiliary tape in Power-Pants (after modification) was found to be effective in supporting the athletes' inner muscle when moving.

Keywords: *Sport-Pants, Auxiliary tape when doing sports, Sensory test*

1．はじめに

人体の筋肉構造には、外層の筋肉の内側に隠れて力も弱く、平常の働きでもその存在が認識されにくい筋肉がある。例えば、臀部では中殿筋、大腿部では内転筋がその筋肉に相当する。内転筋とは、大腿の内股の筋肉のことで、その名が示すように大腿を内転する、または、左右の大腿を押しつける働きをする。内転筋群は、骨盤に起始をもち、大腿骨の近位部に停止する［1］。その方向は、図1［2］に示すように大腿の内側から外側に向けて斜め下方に走っている。中殿筋は、腸骨に起始をもち、大腿骨の大転子に停止する。図2で見るように、ほぼ全長が大殿筋に覆われている。中殿筋は外転筋で、歩行時に骨盤を安定させるのに重要である［1］。これらの筋肉は認識されにくいが、その役割は大きく、その働きが低下し、外層の筋肉とのバランスが崩れると、運動能力は目に見えて低下する。特に、スポーツ選手にとっては、筋肉の疲れと負担を減少させ、運動能力の低下を抑制することは非常に重要な意味をもつ［3］。

近年では、このような点に注目し、様々な企業で、下肢の筋肉に対するサポート機能を重視したいわゆる、スパッツ（スポーツパンツ）の開発が積極的に行われている。D社では、2003年秋に補助テープ付きの「パワーパンツ」を開発した。

この補助テープは、内転筋、中殿筋などを適度にサポートすることにより、大腿部の内側と外側の筋肉のバランスを身体自体が整えようとするために、必要かつ最小の伸びで最大限のサポート効果を狙ったものである。補助テープの位置は、前面ではクロッチ部の大腿内側から膝上外側に向けてらせん状に配置し、後面では大殿筋を包むように殿溝から斜め上方ウエスト脇に配置している。特に、前面のらせん状のテープは、筋肉への負荷により膝の開きを意識させ、フォームや身体の軸の崩れを制御する効果を期待したものである。

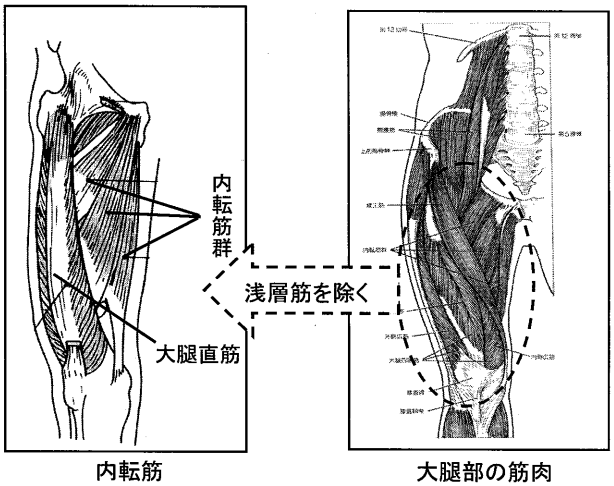


図1：内転筋（右側、前面）［2］

Received November 5, 2004
Accepted March 31, 2005

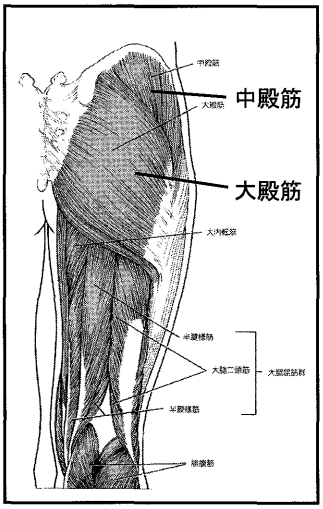


図２：中殿筋（右側、後面）［１］

本研究では、着用官能検査により、この「パワーパンツ」の着用静立時および動作時における補助テープの有効性を明らかにすることを目的とした。

２．研究方法

2.1. 実験服

実験に用いたスパッツは、補助テープの有無や補助テープの配置位置を要因とし、表１に示す３種の実験服（パンツ）である。

実験に用いたパンツの構造は図３に示す通りである。

パンツＡは（以下Ａとする）ロング丈補助テープ無し、パンツＢは（以下Ｂとする）ロング丈補助テープ有り(テープ角度 43°)、パンツＣは（以下Ｃとする）ロング丈補助テープ有り(テープ角度 51°)のことをいう。

表１：実験服の要因と水準

要因 / 実験服	補助テープの有無（水準）	前補助テープの配置角度（水準）
パンツＡ	無(１)	―　(１)
パンツＢ	有(２)	43°　(２)
パンツＣ	有(２)	51°　(３)

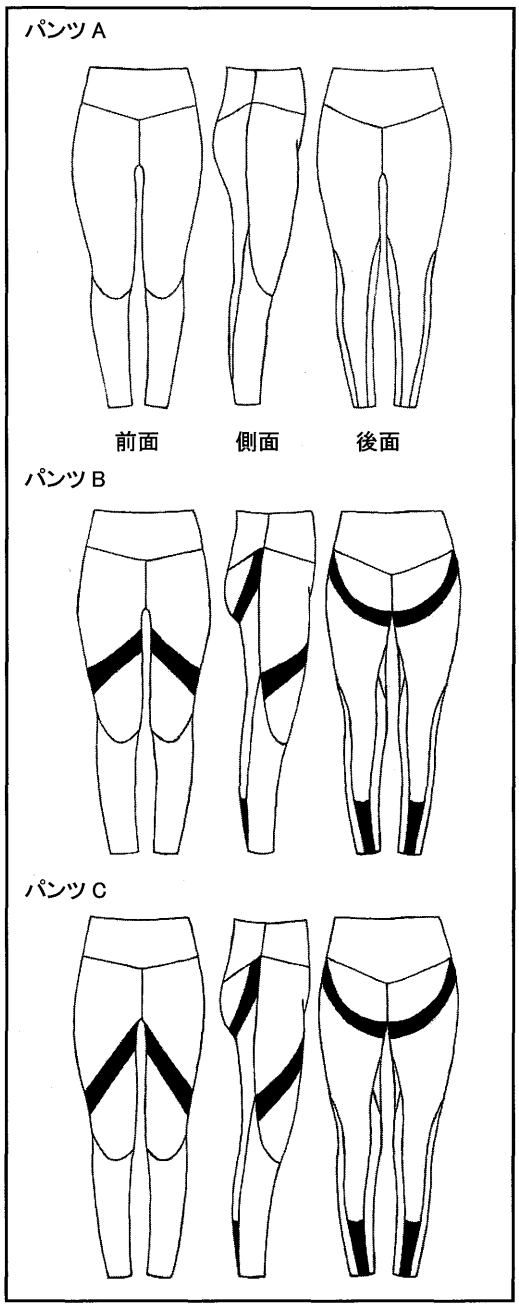


図３：実験服の構造（縫い目、テープ位置）

パンツＢとパンツＣでいう補助テープの角度とは、前面大腿部における補助テープの付け位置の角度のことである。

補助テープの角度計測方法は、図４に示す通りである。補助テープ幅の下端を２等分した点を通りながら、パンツの脚の脇側と内側が同角度になるように横線を引き、その線とテープ幅の下端との角度を測定した。身頃布に対し、パンツＢは 43 度、パンツＣは 51 度に設定した。

補助テープの幅と長さは表２に示す通りである。長さは幅の上端、中央、下端を計測したが、ほぼ同一値であったためここでは下端の長さを示すこととする。パンツＢは、テープ角度が小さいにも関わらずパンツＣより長さが長いのは、パンツＢのテープが若干カーブしているからである。

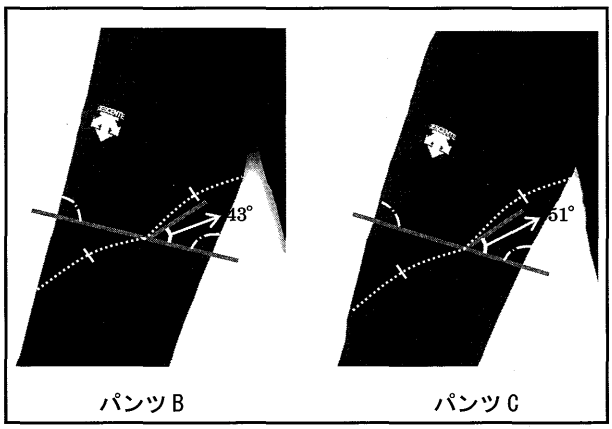


図４：補助テープの角度（右側）

表２：補助テープの幅と長さ

補助テープ＼項目		幅 上部	幅 下部	長さ（幅の下端）
大腿部の補助テープ	パンツB	5.3	6.1	27.8
	パンツC	4.5	7.2	27.5
殿溝部の補助テープ	パンツB	3.7	4.2	30.5
	パンツC	3.7	4.2	30.5

（単位：cm）

・試料の物性データ

表３は、実験服に使用した身頃布、膝下布、補助テープ布（以下テープ布とする）の３種類の布地の物性データである［５－７］。テープ布は、実験服と同様の条件にするため、身頃布に貼った状態のデータを示す。

ドレープ係数と剛軟度のデータから見て、身頃布と膝下布よりテープ布の方が、剛く、張りがあることが分かる。また、伸張率においても、他の布地よりテープ布の方が数値が低く、伸びないことが判明した。

2.2. 被験者

20歳代の健康な若年女子(本学4年生)20人を対象とした。

・身体計測

マルチン計測法による身体計測を行う［８］。

計測項目は、身長、体重、バスト、ウエスト（水平）、中ヒップ、ヒップ、殿囲、股下前後長、大腿最大囲、1/2大腿囲、下腿最大囲など、下肢を中心とした11項目である。被験者の諸元は表４で示す通りである。全国平均値との差からみて本被験者の方が体格は優位であり、身長、バスト、ウエストの３項目においては５％の水準で有意差が認められた。

・写真撮影

３種の実験服を順次試着し、前面、右前45°斜側面、側面、右後45°斜側面、後面の５方向から写真撮影を行う。

・非接触三次元人体計測

計測目的は、補助テープの有無によるシルエットの変化を見るためである。

計測方法は、３種の実験服を順次試着し、ウエストライン上5cm～足までの区間を計測する。

2.3. 官能検査

３種の実験服を順次試着し、静立時と動作時の着用感に関する着用官能検査を行う。官能検査の質問項目は、静立時では、腰パッド、接着ベルト、臀部、股下、大腿部、下腿部などの部位別着用適合性と、パンツ全体の着用感、臀部と大腿

表３：試料の諸元

種類＼物性	材質	組織	厚さ (mm)	平面重 (mg/cm^2)	ドレープ係数	剛軟度 タテ	剛軟度 ヨコ	伸長率(%、0.5kgf荷重) タテ	伸長率(%、0.5kgf荷重) ヨコ
身頃布	ナイロン80% ポリウレタン20%	タテ編	0.574	17.406	0.297	86.45	88.44	62.0	70.0
テープ布	ポリエステル80% ポリウレタン20%	タテ編	1.064	49.300	0.969	45.50	66.46	19.1	16.8
膝下布	ポリエステル80% ポリウレタン20%	タテ編	0.672	24.236	0.471	89.00	76.59	72.5	68.0

（剛軟度：スライド法）

表４：被験者の身体計測値

計測項目	最小値	最大値	平均値	標準偏差	全国平均値	全国平均標準偏差	全国平均値との差	平均値の差の検定
1 身長	150.7	172.7	161.40	5.730	158.20	5.400	+3.20	*
2 体重(kg)	44.0	78.0	53.80	9.414	51.40	6.800	+2.40	
3 バスト	73.6	99.0	85.23	6.964	82.20	5.720	+3.03	*
4 ウエスト	58.5	78.0	66.57	5.703	63.80	5.150	+2.77	*
5 中ヒップ	70.2	91.7	80.49	7.052	—	—	—	
6 ヒップ	84.3	104.1	92.22	6.166	90.60	5.000	+1.62	
7 殿囲	83.6	102.5	90.95	5.890	89.28	4.840	+1.67	
8 股下前後長	54.0	78.5	68.82	6.836	68.10	3.670	+0.72	
9 大腿最大囲	46.1	62.5	53.41	4.738	52.30	3.940	+1.11	
10 1/2大腿囲	43.1	59.3	47.90	4.140	—	—	—	
11 下腿最大囲	31.5	41.0	34.95	2.899	34.30	2.330	+0.65	

（単位：cm, N：20）　　＊：P<0.05

全国平均：日本人体格調査（1994）20～24歳［４］

部の補助テープの位置の適合性を質問し、動作時では、立位と仰臥状態での４種の動作における着用感について質問した。

2.3.1. 評価段階と評価用語

①静立時における評価段階と評価用語

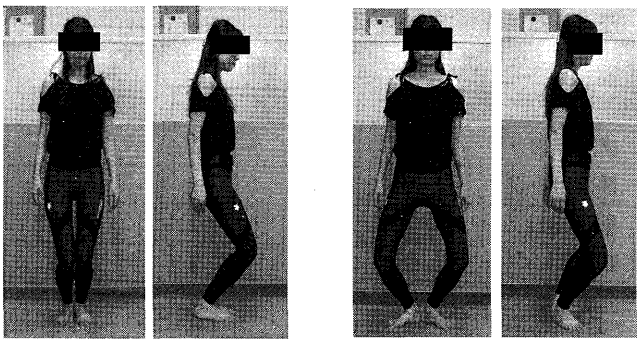
部位別着用適合性については７段階評価とし、評価用語は、きつすぎる（1）、きつい（2）、ややきつい（3）、ちょうどいい（4）、ややゆるい（5）、ゆるい（6）、ゆるすぎる(7)と設定した。カッコ内は官能評価値である。パンツ全体の着用感についても７段階評価とし、評価用語は、とても不快(1)、不快(2)、少し不快(3)、ちょうどよい(4)、少し快適(5)、快適（6）、とても快適（7）と設定した。補助テープの位置の適合性については５段階評価とし、評価用語は、適合していない（1）、やや適合していない（2）、どちらともいえない（3）、やや適合している（4）、適合している（5）と設定した。

②動作時における評価段階と評価用語

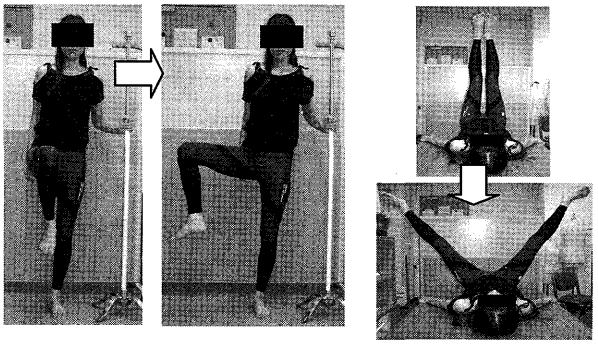
全ての動作において、５段階評価で評価用語は、抵抗感がある(1)、少し抵抗感がある(2)、どちらとも言えない(3)、やや抵抗感がない（4）、抵抗感がない（5）と設定した。カッコ内は官能検査評価値である。

2.3.2. 動作時における４種の動作項目

図５で示すように、動作１は、立位で膝前屈の動作、動作２は、立位で股関節斜前屈膝屈曲の動作、動作３は、立位で片脚股関節外転膝屈曲の動作、動作４は、仰臥で股関節前屈外転の動作である。動作１の膝を曲げる動作と動作２～４の脚を開く動作によって、内転筋や中殿筋が伸びる。一方、動作１の膝を戻す動作と動作２～４の脚を閉じる動作によって内転筋や中殿筋は縮み元に戻る。この時、補助テープに内転筋と中殿筋をサポートする効果があると、脚を開く時は開きづらく抵抗感を感じる。逆に、脚を閉じる時は脚が戻しやすく楽と感じることになる。



動作1:立位膝前屈　　動作2:立位股関節斜前屈膝屈曲



動作3:立位片脚股関外転膝屈曲　　動作４:仰臥股関節前屈外転

図５：動作時の項目

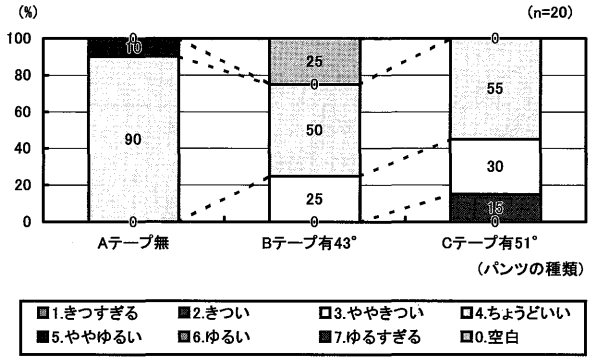


図６：静立時における臀部の適合性

３．結果および考察

3.1. 着用官能検査の結果および考察

3.1.1. 静立時の着用感

①臀部の適合性の結果

図６で見ると、着用適合性がきついと感じる人が、Aテープ無しの0%に対し、Cテープ角度51°の方は45%と、かなり多い結果となった。表５の分散分析結果からみても、テープ無し(A)とテープ有り(B,C)は有意に差があるという結果が得られた。

また、図７のシルエット重合図から見ると、テープ無し(A)よりテープ有り（B,C）の方が、ヒップの位置が平均 33.6mm 上がっていることが分かる。以上の結果から、テープ有りの方がヒップアップの効果があり、脚も長く見えると考えられる。

②大腿部の適合性の結果

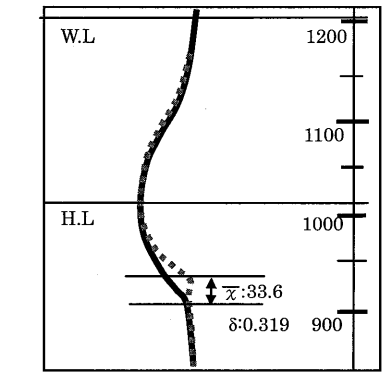
図８で見ると、着用適合性がきついと感じる人がAテープ無しの20%に比べ、Cテープ角度51°の方は75%とかなり多い結果となった。表６の分散分析結果からみても、テープ無

表５：静立時における臀部の適合性の分散分析結果

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定
パンツの種類	2.426	2	1.213	6.594	＊＊
誤差 e	9.015	49	0.183		
合計	11.44	51			

	A	B	C
A			
B	＊＊		
C	＊＊		

A:テープ無し
B:テープ有り(角度 43°)
C:テープ有り(角度 51°)
＊＊：P<0.01



：Aテープ無し　（単位：mm）

：Cテープ角度51°

図7：臀部の側面シルエット重合図
（非接触三次元人体計測装置からの計測）

し(A)とテープ有り(B,C)には有意に差があるという結果が得られた。この結果から、テープ無しよりテープ有りの方が大腿部の内側の筋肉に締め付け感の効果があると考えられた。

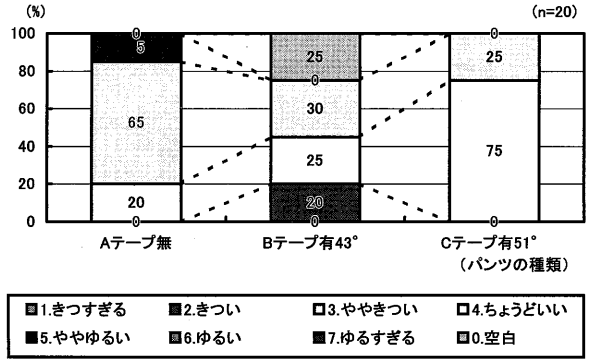


図8：静立時における大腿部の適合性

表6:静立時における大腿部の適合性の分散分析結果

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定
パンツの種類	7.275	2	3.637	9.258	＊＊
誤差 e	20.433	52	0.392		
合計	27.709	54			

	A	B	C
A			
B	＊＊		
C	＊＊		

A:テープ無し
B:テープ有り(角度43°)
C:テープ有り(角度51°)
＊＊：P<0.01

また、静立時の大腿部テープ位置の適合性を、テープの付け位置角度で比較した結果、図9を見ると、テープの位置が適合していると答えた人がBテープ角度43°では5%であったのに対し、Cテープ角度51°では30%と評価が上がっていた。

図10の官能評価の平均値からみると、Bテープ角度43°は1.86で「適合していない」に近く、Cテープ角度51°は3.00で「どちらともいえない」となったが、この場合は、被験者の回答から見て、「適合していない」と「適合している」の中間値として回答していると解釈されるため、Cテープ角度51°の方がテープ位置の適合性がよいという結果となった。

このことから、Cテープ角度51°の方が大腿部に適度な締め付け感があり、着用適合性がよいと判断される。

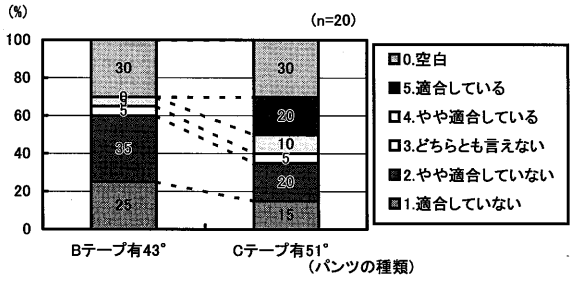


図9：静立時における大腿部のテープの位置の適合性

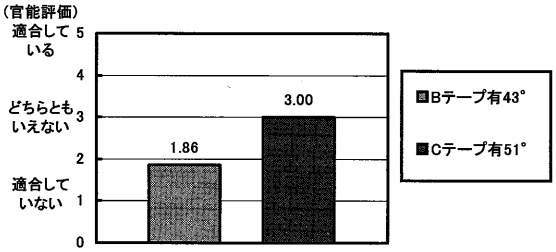


図10：大腿部のテープ位置の適合性における官能評価平均値

3.1.2.動作時の着用感

評価段階と評価用語については、前述2.3.1.で示した通りである。動作時においては、開脚動作では、官能評価値が小さいほど評価がよく、閉脚動作では、官能評価値が大きいほど評価がよい。

①大腿部の適合性の結果

図11、図12に示したように、開脚動作時と閉脚動作時の官能評価の平均値を見てみると、テープ無しでは、全ての動作において開脚、閉脚時に着用感の差がほとんど見られないが、テープ有りではその着用感に顕著な差が見られた。この結果から、補助テープの影響は大きいことが認められた。

また、テープ有りの立位姿勢での下肢動作を比較すると、膝前屈の動作より片脚股関節外転膝屈曲の動作の方が開脚時に抵抗感を強く感じていた。即ち、補助テープは、外転筋には抵抗感があるが、その分戻す力が強く働き、内転筋にサポート効果を上げていることが明らかとなった。また、開脚時に抵抗感があるということは外転筋の強化に有効に働くと考えられ、また期待される。

分散分析では代表として、動作2のCテープ角度51°の結果を見てみると、表7の分散分析結果と図13のプロット図に

示すように、開脚動作と閉脚動作は有意に差があることが認められた。

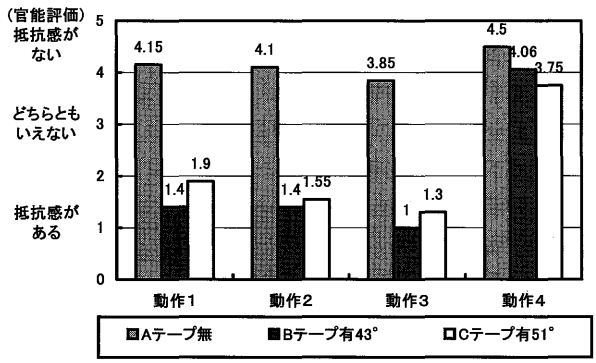


図 11：開脚動作時の官能評価平均値（大腿部）

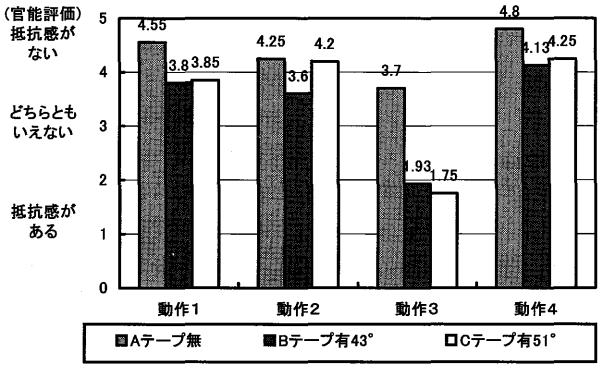


図 12：閉脚動作時の官能評価平均値（大腿部）

表 7：大腿部の動作時の官能評価の分散分析結果
（動作２、パンツ C）

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定
パンツの種類	70.225	1	70.225	51.171	＊＊
誤差 e	52.150	38	0.392		
合計	122.375	39			

	開脚	閉脚
開脚		
閉脚	＊＊	

＊＊：P<0.01

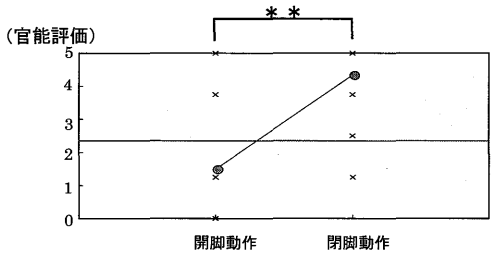


図 13：大腿部の動作時の官能評価のプロット図
（動作 2、パンツ C）

②臀部の適合性の結果

図 14、図 15 に示す官能評価の平均値を見てみると、テープ有りでは、大腿部ほど顕著な差はみられないが、ほとんどの動作において開脚時の方が閉脚時より抵抗感を感じるという結果となった。このことから、臀部においても補助テープの影響を多少受けていると考えられた。

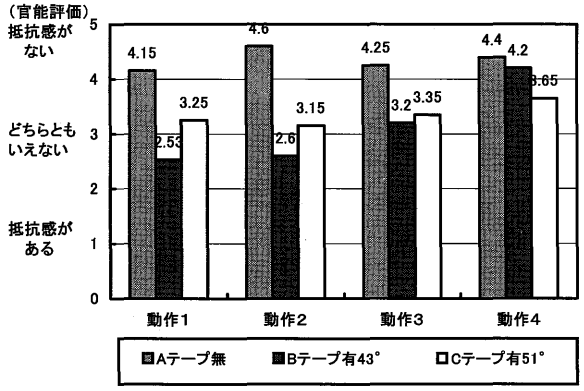


図 14：開脚動作時の官能評価平均値（臀部）

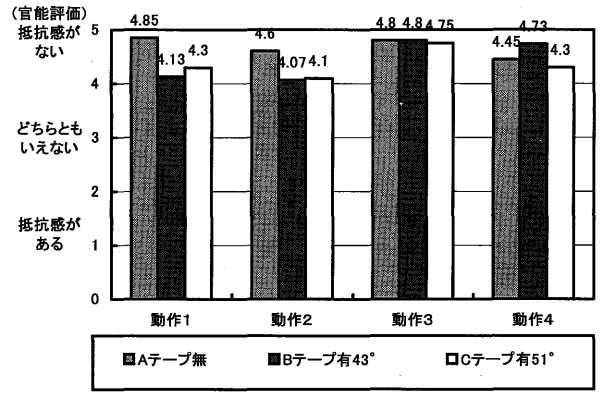


図 15：閉脚動作時の官能評価平均値（臀部）

③スポーツ経験有無による結果

パンツ C における大腿部の動作時の官能評価を比較すると、開脚時は図 16 と図 17 に示すように、スポーツ経験者の方が無経験者に比べ、「抵抗感がある」に集中していることが分かる。表８の分散分析結果からみても動作３を除く３つの動作で有意に差があることが認められた。この結果より、スポーツ経験者の方が補助テープの効果を敏感に感じていることが明らかとなった。

閉脚時は図 18 と図 19 に示すように、スポーツ経験者と無経験者に大きな差は見られないが、動作３においては、スポーツ経験者の方が「抵抗感がない」と答えた人が多く、表９の分散分析結果から見ても有意に差があることが認められた。このことから、スポーツ経験が有る人ほど、補助テープ効果が大きく影響していると考えられた。

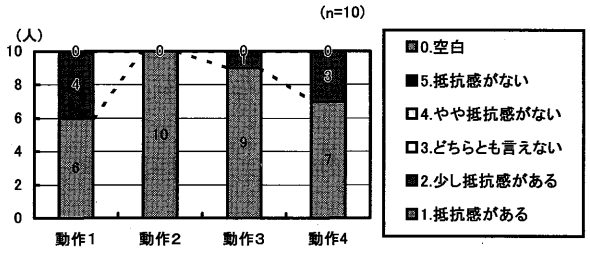


図 16：スポーツ経験有（大腿部、開脚時）

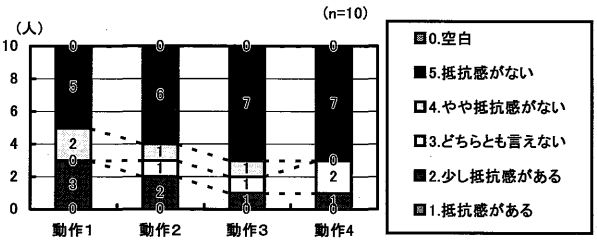


図 18：スポーツ経験有（大腿部、閉脚時）

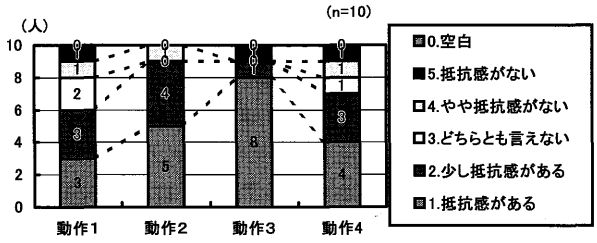


図 17：スポーツ経験無（大腿部、開脚時）

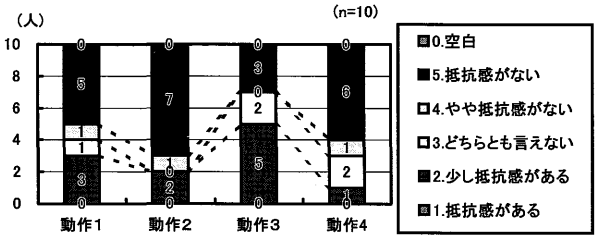


図 19：スポーツ経験無（大腿部、閉脚時）

表8：スポーツ経験の有無による分散分析表
（大腿部、動作2、開脚時、パンツ C）

要因	平方和	自由度	不偏分散	分散比	検定
スポーツ経験	2.450	1	5.000	4.787	*
誤差 e	8.100	18	1.044		
合計	10.550	19			

	動作 1		動作2		動作3		動作4	
	有	無	有	無	有	無	有	無
有								
無	*		*				*	

有：スポーツ経験有り　　＊：P<0.05
無：スポーツ経験無し

表9：スポーツ経験の有無による分散分析表
（大腿部、動作3、閉脚時、パンツ C）

要因	平方和	自由度	不偏分散	分散比	検定
スポーツ経験	8.450	1	8.450	5.571	*
誤差 e	27.300	18	1.516		
合計	35.750	19			

	動作 1		動作2		動作3		動作4	
	有	無	有	無	有	無	有	無
有								
無					*			

有：スポーツ経験有り　　＊：P<0.05
無：スポーツ経験無し

4．おわりに

近年では、各種スポーツにおいて専用のスパッツが多用されており、それに伴いスポーツ専用のスパッツに関する研究も多く行われてきている［9、10］。

本研究では、それらの中でもD社で開発した、および開発中の補助テープ付「パワーパンツ」を用いて、着用官能検査により、着用動作時における補助テープの有効性を明らかにすることを目的とした。

動作時の項目は、下肢を中心とした4種の動作項目を設定し、それら動作時においての着用感について質問し、回答を得た。

これらの実験結果から以下のことが明らかになった。

①静立時の臀部の適合性は、補助テープ無しより補助テープ有りの方がヒップアップの効果があり、従って、脚を長く見せる美的効果が得られた。

②静立時の大腿部の適合性は、補助テープ無しより補助テープ有りの方が大腿部の内側の筋肉に締め付け感の効果があると考えられた。

③補助テープの付け位置角度で大腿部の適合性を比較すると、補助テープ角度51°の方がテープの位置が適合しているという結果が得られた。補助テープ角度51°の方が大腿部に適度な締め付け感があり、着用適合性がよいと判断された。

④動作時における大腿部の補助テープは、外転運動即ち開脚運動には抵抗感があるが、その分戻す力が強く働き、内転筋のサポート効果をあげていると判断された。

⑤スポーツ経験者ほど、補助テープの効果が大きいと感じている。

今回の実験は短時間の運動による結果であるため、長時間運動時の補助テープの効果については、今後の課題として継続研究をしていきたいと考えている。

また、本実験で使われた補助テープは、スポーツ選手のために考案されたものであるため、本実験の被験者らは締め付け感が強く、履き心地に抵抗感を感じるという意見が多かった。このことから、日常の軽い運動時や一般女性向けには、もう少しソフトな素材の開発が必要ではないかと考えられた。

現在、ソフトタイプのテープ布を用いたパンツを開発し、その有効性について実験を行っているところである。それについては次回に報告したいと考えている。

参考文献

[1]エレイン　N. マリーブ：人体の構造と機能、医学書院、1997

[2]養老孟司：新版看護学全書２　解剖学、(株) メヂカルフレンド社、1988

[3](株)デサントホームページ：http://www.descente.co.jp

[4]社団法人　人間生活工学研究センター:日本人の人体計測データ、(有) シンコーマーケット、1997

[5]日本規格協会：繊維製品試験マニュアル、日本規格協会、1981

[6]日本規格協会：JIS L 1018　ニット生地試験方法、日本規格協会、1999

[7]熊田喜代志：繊維試験法、(株) 地人書館、1967

[8] 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、2000

[9]前田幹夫、田中道一、船橋明男、刈谷三郎、田村和子：スポーツウェアの運動機能性に関する研究－スポーツウェアの身体運動に及ぼす緊縛力の影響－、デサントスポーツ科学、Vol. 17、108－115、1996

[10]青木美枝、吉澤正尹、三澤利博、浜田敏彦：スポーツウェアによる皮膚圧迫と運動パフォーマンスに関する基礎的研究、デサントスポーツ科学、Vol. 17、296-305、1996