

スポーツブラジャーの運動機能性

日本女子大学 樋口 ゆき子
(共同研究者) 同 中村 邦子

Physical Performance of Brassieres for Sports

by

Yukiko Higuchi, Kuniko Nakamura
Japan Women's University

ABSTRACT

The stability of the breasts under physical exercises is important for sportswomen. So the effect of preventing breasts from swinging as well as coping with the extension of skin and the movement of breasts is required of the brassieres for sports.

In this research, we investigated the fittability of brassieres under physical exercises and decided the latent factors for the fittability. Furthermore the behavior of breasts under running was elucidated and the relationship between the fittability and the effect of the prevention of swinging was studied.

要 旨

女子運動選手にとって、運動時における乳房の安定性は無視できない問題である。

スポーツブラジャーの性能には、運動に伴う皮膚の伸展や乳房の移動に適応していくこと、また乳房自体の揺れを防振する効果が要求される。

そこで本研究では、スポーツ時におけるブラジャーの着用感に関する調査を行い、ブラジャーに対する潜在的要因と問題点を抽出した。

さらに、走行時における乳房の挙動を捉らえ、形状の異なるブラジャーの着用実験によって、それぞれの防振効果およびフィット性について研究を行った。

1. 結 言

運動時における乳房には、特有の動きが見られるが、スポーツブラジャーの着用によって、運動に伴う皮膚の伸展や乳房の移動が妨げられず、また、乳房の揺れを防振する効果が得られなければ

ならない。

そこで本研究では、まず、スポーツの種目別に、基本運動を行った場合のブラジャー着用感に関する調査を行った。さらに、乳房振動の大きい走行時をとり上げ、乳房の挙動を画像解析システムにより捉え、形状の異なるブラジャーの着用実験により、防振効果およびフィット性について比較検討した。

2. 研究方法

2.1 スポーツ時におけるブラジャーの着用感

今回は、運動種目をテニス、バレーボール、陸上に限り、主に運動機能性の観点から評価できる項目を検討し、項目選択形式のアンケートを作成した。

評価項目は、アンダーバスト部のずれ、肩ひものずれ、バストの揺れ、カップずれ、圧迫感など

表1 評価対象とした基本運動

運動種目	基本運動
テニス n=39	1. グランドストローク 2. サーブ 3. ボレー 4. スマッシュ
バレーボール n=38	1. サーブ 2. レシーブ 3. スパイク 4. トース
陸上 n=31	1. スピード走 2. ジョギング 3. 跳躍 4. スタートダッシュ

着くずれや動きの阻害といった物理的性能を考慮し、表1に示す4基本運動それぞれに対し13項目の計52項目とした。

アンケートの一例を図1に示す。

被験者は、体育大学においてテニス、バレーボ

該当する項目の記号を○で囲んで下さい。複数回答もかまいません。

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. 走る時 (スピード走) | 2. 走る時 (ジョギング) | 3. 跳躍するとき | 4. スタートダッシュのとき。 |
| a. アンダーバストの前面がずり上がる。 | a. アンダーバストの前面がずり上がる。 | a. アンダーバストの前面がずり上がる。 | a. アンダーバストの前面がずり上がる。 |
| b. アンダーバストの側面がずり上がる。 | b. アンダーバストの側面がずり上がる。 | b. アンダーバストの側面がずり上がる。 | b. アンダーバストの側面がずり上がる。 |
| c. アンダーバストの背面がずり上がる。 | c. アンダーバストの背面がずり上がる。 | c. アンダーバストの背面がずり上がる。 | c. アンダーバストの背面がずり上がる。 |
| d. 肩ひもがずり上がる。 | d. 肩ひもがずり上がる。 | d. 肩ひもがずり上がる。 | d. 肩ひもがずり上がる。 |
| e. 肩ひもが肩にくいこむ。 | e. 肩ひもが肩にくいこむ。 | e. 肩ひもが肩にくいこむ。 | e. 肩ひもが肩にくいこむ。 |
| f. バストが上下に揺れる。 | f. バストが上下に揺れる。 | f. バストが上下に揺れる。 | f. バストが上下に揺れる。 |
| g. バストが左右に揺れる。 | g. バストが左右に揺れる。 | g. バストが左右に揺れる。 | g. バストが左右に揺れる。 |
| h. カップがずれる。 | h. カップがずれる。 | h. カップがずれる。 | h. カップがずれる。 |
| i. アンダーバストがくいこむ。 | i. アンダーバストがくいこむ。 | i. アンダーバストがくいこむ。 | i. アンダーバストがくいこむ。 |
| j. 胸に圧迫感がある。 | j. 胸に圧迫感がある。 | j. 胸に圧迫感がある。 | j. 胸に圧迫感がある。 |
| k. 胃に圧迫感がある。 | k. 胃に圧迫感がある。 | k. 胃に圧迫感がある。 | k. 胃に圧迫感がある。 |
| l. ホックがはずれる。 | l. ホックがはずれる。 | l. ホックがはずれる。 | l. ホックがはずれる。 |
| m. 問題なし。 | m. 問題なし。 | m. 問題なし。 | m. 問題なし。 |

図1 アンケートの一例 (陸上)

ール，陸上をそれぞれ専門とする18～22歳の女子学生合計108名である。

2.2 走行時における乳房の挙動測定

乳房の振動を測定する方法には，乳房に加速度計やLEDを装着することにより測定する方法などがある。

本研究においては，乳房の挙動を正確に捉えるために非接触法である高速度シャッターカメラで乳房を撮影する方法を利用し，乳房自体の振動とブラジャー着用時の振動を測定し，防振効果およびフィット性について検討した。

振動測定のための分析点は，図2に示す通り，左右乳房上それぞれ5点と体の動きを測定するための正中線上の1点の計11点とし，マークをつけた。ブラジャー着用時においても同位置のカップ表面上にマークした。

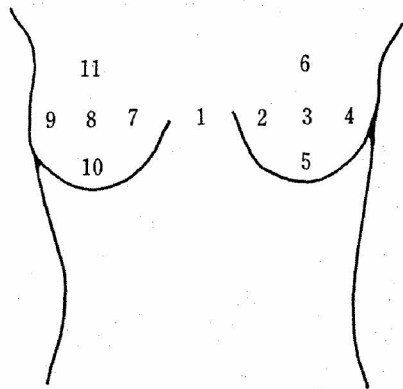


図2 乳房上の分析点

測定動作は，4km/hに設定したトレッドミル上でのランニングである。

乳房の振動測定は，動作解析システムを用いた。このシステムは，高速度シャッターカメラ，ビデオ，ビデオポジションアナライザー，ライトペンユニット，パソコン，プロッターなどから成っている。

解析方法は，まず，距離を較正するためのマークを設定し，撮影を行い，動作解析プログラムを用いて各分析点における変位，速度，加速度，および分析点P8—P1—P3のなす角を乳房振動角

度(N.S.A.)とし，この角度も算出した。さらに，変位データをもとに各分析点ごとの移動量を求めた。

今回の実験に関し，精度は0.1%内外であった。

被験者は，ブラジャーサイズがA70に適合する身長158.5cm，体重43.0kg，乳頭位胸囲78.1cm，下部胸囲67.4cmの女子1名である。

なお分析は，被験者の走行状態が安定してから行うこととした。

裸体時と比較するために，ブラジャー着用時についても同様の実験を行った。ブラジャー，市販のワイヤーフォームブラジャー(¾カップ，カップに縫上目があり，カップの底辺にワイヤーがはいっている)を用いた。

3. 研究結果および考察

3.1 スポーツ時におけるブラジャーの着用感

表2は，各運動別に評価項目の指摘率を示したものである。

テニスでは，「肩ひものずれ」がすべての基本運動において，最も高く指摘されている。

次いで「アンダーバスト前面のずれ」である。

バレーボールでは，サーブ，スパイクにおいて「肩ひものずれ」，「アンダーバスト前面のずれ」が高い指摘率を示している。

陸上では，「アンダーバスト前面のずれ」が高い指摘率を示し，次いで「肩ひものずれ」「バストの上下の揺れ」が指摘されている。

逆に，テニスのボレー，スマッシュ，バレーボールのレシーブでは「問題なし」が50%以上となっている。

さらに，この結果をもとに，データの反応パターンによってサンプルとカテゴリを同時に数量化する方法の1つである数量化理論Ⅲ類を用いて分析した。

表2 アンケート項目別指摘率 (%)

種目 運動の種類 評価項目	テニス <39人>				バレーボール <38人>				陸上 <31人>			
	ストローク	サーブ	ボレー	スマッシュ	サーブ	レシーブ	スパイク	トス	スピード走	ジョギング	跳躍	ダッシュ
アンダーバスト前面がずり上がる	23.1	17.9	2.5	15.4	26.3	15.7	18.4	28.9	61.2	35.4	54.8	29.0
アンダーバスト側面がずり上がる	2.5	2.5	0.0	0.0	15.7	13.1	5.2	10.5	6.4	6.4	6.4	9.6
アンダーバスト背面がずり上がる	5.1	7.6	0.0	0.0	2.6	2.6	2.6	2.6	6.4	3.2	3.2	3.2
肩ひもがずり落ちる	48.7	38.4	15.4	25.6	50.0	28.9	47.3	10.5	45.1	35.4	16.1	19.3
肩ひもが肩にくいこむ	5.1	0.0	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0
バストが上下にゆれる	12.8	5.1	0.0	2.5	7.8	7.8	15.7	13.1	9.6	22.5	12.9	9.6
バストが左右にゆれる	12.8	0.0	2.5	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
カップがずれる	15.4	5.1	2.5	7.6	2.6	7.8	5.2	2.6	6.4	0.0	3.2	3.2
アンダーバストがくいこむ	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0
胸に圧迫感がある	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	6.4	3.2	6.4
胃に圧迫感がある	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ホックがはずれる	5.1	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	2.6	6.4	3.2	3.2	3.2
問題なし	23.1	43.6	76.9	61.5	21.0	50.0	39.4	44.7	12.9	29.0	25.8	41.9

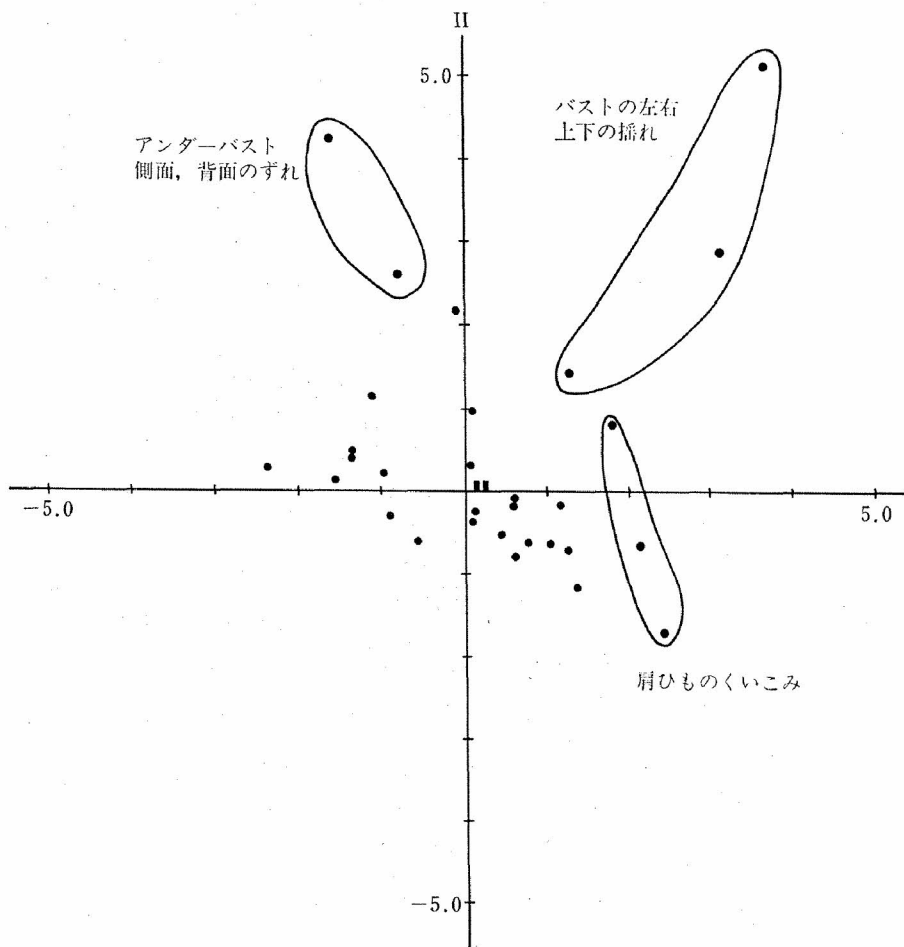


図3 テニスにおける評価項目の空間布置

分析結果は、次の通りである。

1) テニス

図3は、解1と解2のカテゴリウエイトにしたがって、各カテゴリを2次元上にプロットした結果である。

解1は、バストの左右・上下の揺れ、肩ひものくいこみが正の大きな値を持つことによって特徴づけられる解であり、解2は、バストの左右・上下の揺れ、アンダーバスト部の側面・背面のずれが正の大きな値を持ち、カップのずれが負の大きな値を持つことによって特徴づけられる解である。

テニスについてのブラジャーに対する潜在的要因は、特に次の3つに分類することができる。

- (1) アンダーバスト部側面・背面のずれ

サーブ、ストローク

- (2) バストの左右、上下の揺れ

ボレー、スマッシュ、サーブ、ストローク

- (3) 肩ひものくいこみ

ボレー、スマッシュ、ストローク

2) バレーボール

図4は、解1と解2のカテゴリウエイトをプロットしたものである。

バレーボールについてのブラジャーに対する潜在的要因は、次の3つに分類することができる。

- (1) バストの動きに伴うアンダーバスト部背面・側面のずれ

サーブ、レシーブ、スパイク、トス

- (2) 肩ひものずれ

トス、レシーブ

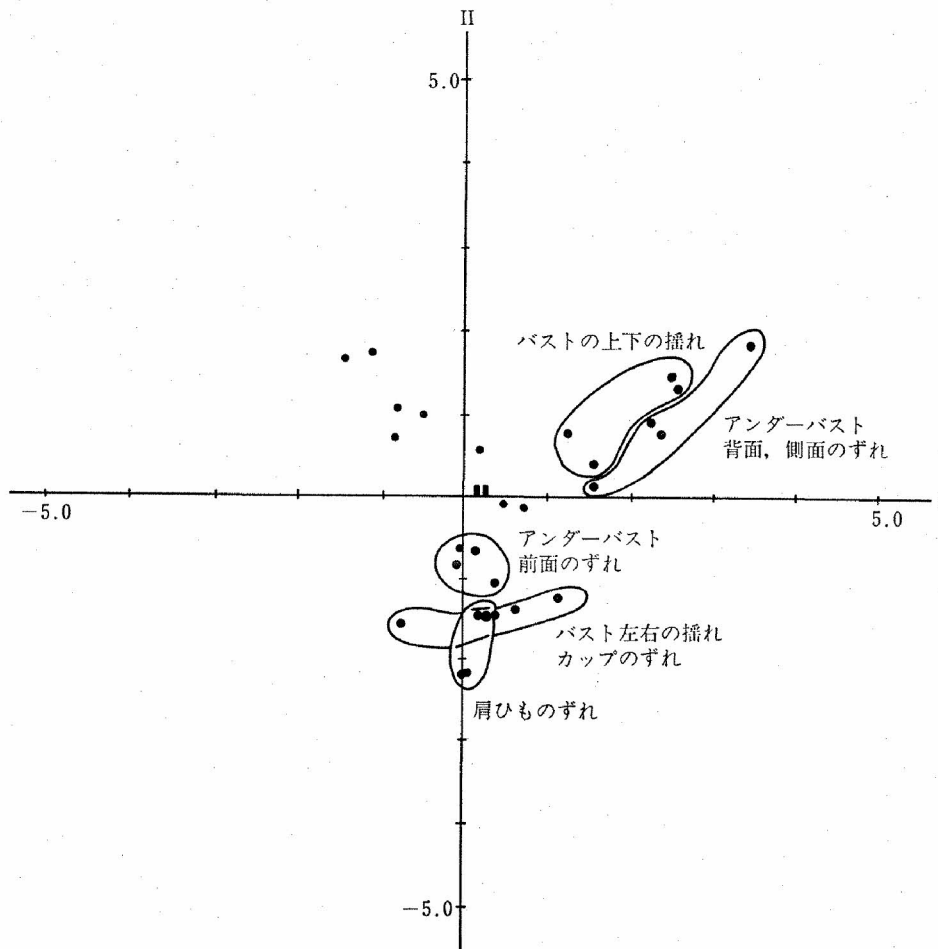


図4 バレーボールにおける評価項目の空間布置

(3) カップのずれ

サーブ, レシーブ

3) 陸上

図5は、解1と解2のカテゴリウェイトをプロットしたものである。

解1は、運動によるバストの上下の揺れおよびそれに伴うブラジャーのカップのずれに関係している。

解2は、運動によるアンダーバスト部のくいこみおよびずれに関連している。特にスピード走において「アンダーバストがくいこむ」というカテゴリが大きな値を示している。

解3は、アンダーバスト部背面のずれおよびホックがはずれるという項目が正に大きな値を持っている。

これらのことより、陸上についてのブラジャーに対する潜在的要因として、次の3つがある。

(1) バストの上下の揺れ, カップのずれ

スピード走, スタートダッシュ, 跳躍

(2) アンダーバスト部のくいこみ・ずれ

スピード走, ジョギング, 跳躍, スタートダッシュ

(3) アンダーバスト部背面のずれ

ジョギング, 跳躍, スタートダッシュ, スピード走

以上のように運動時におけるブラジャーに対する潜在的要因は非常に複雑である。

3.2 走行時における乳房の挙動測定

まず、左乳房上における分析点 P1~P6 について変位, 速度, 加速度を算出した。

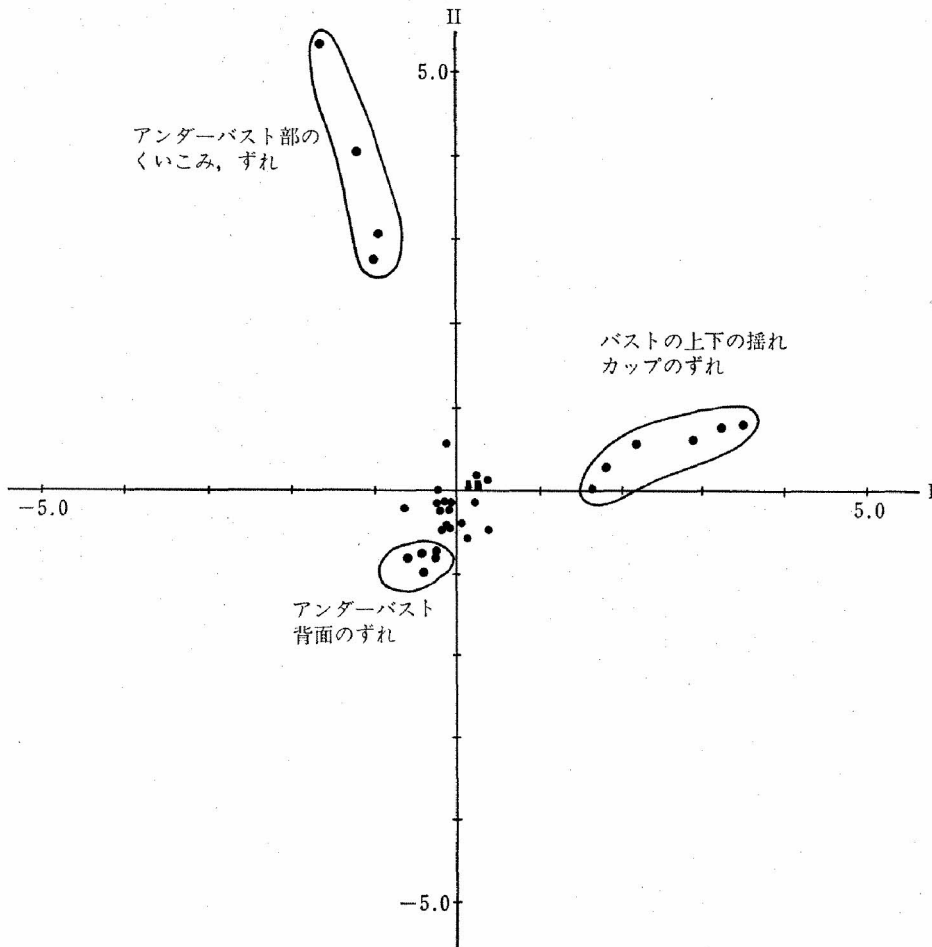


図5 陸上における評価項目の空間布置

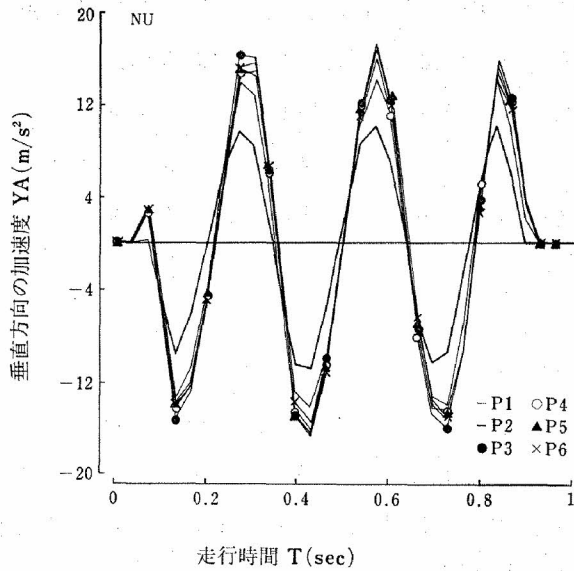


図6 走行中の乳房の振動（垂直方向）

図6に、垂直方向の加速度と走行時間の関係を示した。垂直方向の乳房の振動は、体の振動と比較して大きい値を示しているが、変動過程については、どの分析点も類似している。水平方向の振動曲線は複雑で、左足部の着地に伴って体の振動とはまったく別の、乳房固有の振動を認めることができた。

さらに、詳しく各点の動きを把握するために、変位データをもとに100コマごとの各分析点の移

動量を求めた。33秒間（1100コマ）について測定し、3.3秒間（100コマ）について平均し、その時の正中線上のP1の移動量とそれぞれの点の移動量の差を求めることにより、走行による体の動き量を含まない乳房上の各分析点の独自の移動量を把握した。

その結果を表3に示す。

表3 乳房上の分析点の移動量（m/3.3sec）

分析点	体の動きを含む移動量		乳房のみの移動量		防振効果 (%)
	裸体時	ブラジャー着用時	裸体時	ブラジャー着用時	
P 1	2.07	2.11	—	—	—
P 2	2.91	2.59	0.73	0.48	34.4
P 3	3.54	2.47	1.31	0.36	75.8
P 4	3.28	2.42	1.08	0.31	70.9
P 5	3.45	2.48	1.23	0.37	69.9
P 6	3.23	2.54	1.03	0.43	58.4

この結果より、移動量の大きいのは、裸体時ではP3, P5, P4, P6, P2の順であり、乳頭点の移動量が最も大きく、乳頭点の外方、下方の動きが大であることがわかった。ブラジャー着用時ではP2, P6, P5, P3, P4の順であり、ブラジャー着用により乳頭点および乳頭点の外方、下

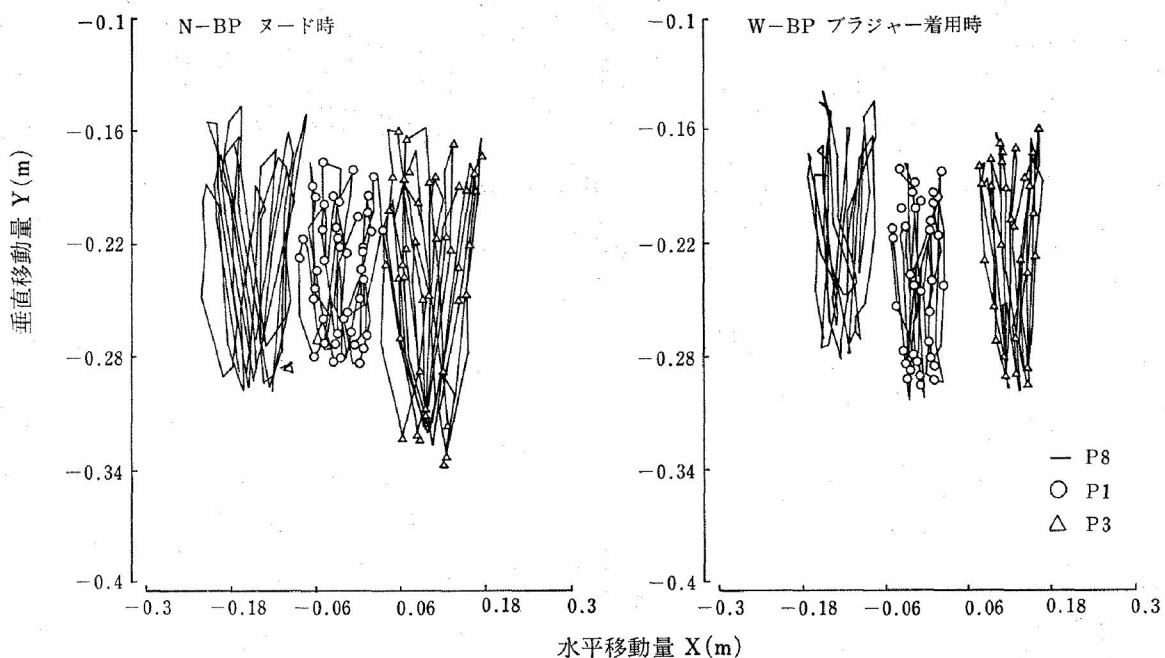


図7 走行中のバストポイント移動軌跡

方の動きが約70~75%防振される。

今回着用したブラジャーは、カップの底辺にワイヤーがはいっているもので、底辺部は安定させることができるが、カップ上部については、安定性が悪くあまり防振できないと思われる。

次に、正中線上の点 P1 を中心として、左右の乳頭点が走行中どのように運動するかについて調べた。

図7は、3.3秒間における裸体時の乳頭点および正中線上の点（体の動きを表わす）の軌跡と、同じくブラジャー着用時のものである。両者とも、走行に伴って各点とも8の字を描き運動していることがわかる。また、着用時のほうが、乳頭点の移動範囲が小さくなっている。

さらに、図8に裸体時とブラジャー着用時の分析点 P8-P1-P3 のなす角 (N.S.A.) と時間との関係を示す。

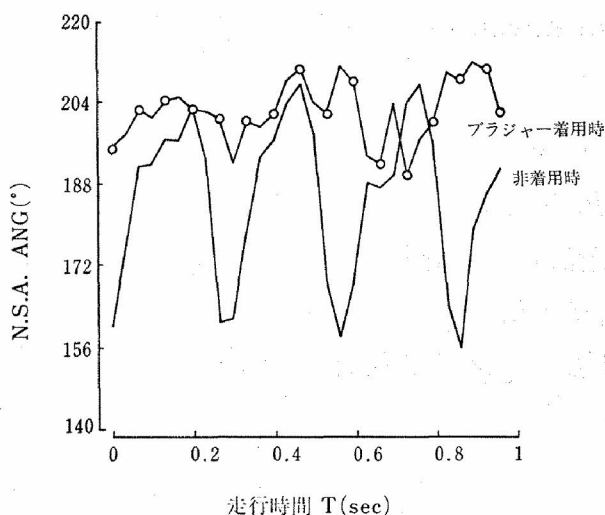


図8 N.S.A. 変動曲線

これに示す通り、乳房の角度変動は周期性が高いといえる。

裸体時についてみると、N.S.A. 変動は大きく、足部の着地の瞬間に極小値を示し、脱地点におい

て極大値を示すことが、ビデオ画面より観察できた。

着用時の N.S.A. 変動は約 190~210°, 裸体時は約 150~200° で着用時のほうが変動範囲が小さく、つまりこのことは、ブラジャー着用により乳房の振動が防振されていることを表わしている。

4. 結 論

以上、スポーツ時におけるブラジャーの着用感、乳房の振動および防振効果について研究を行い、スポーツ用ブラジャーの運動機能性について追求した。

1. スポーツ選手を対象とした、ブラジャーの着用感に関する調査によって、種目によって回答パターンに差があり、基本運動別に詳細な着用感の潜在的要因を洗い出すことができた。

このことより、スポーツ用ブラジャーは、それぞれの種目の潜在的要因をカバーできるような設計が必要であり、望ましいといえる。

2. 非接触法を用いて走行時における乳房の挙動について、数量的に把握することができた。

また、経時的な分析点の移動量および乳房振動角度を算出することにより、ブラジャーの着用によって乳頭点および乳房の外方・下方は、70~75%防振されることがわかった。

今後は、ブラジャーのタイプ別および被験者の体型との関連性を含めて、以上の結果を発展させていく予定である。

文 献

- 1) 樋口ゆき子; ブラジャーの官能検査, 人間工学, Vol. 20, No. 2 (1984)
- 2) 竹内友昭; 乳房の運動とブラジャー, 人間工学, Vol. 20, No. 2 (1984)