

呼吸と乳房振動に伴う ブラジャーカップ内の衣服圧変動

岡部和代*・大槻尚子**・黒川隆夫***

Respiration- and Breast Vibration-Associated Variation in Clothing Pressure under a Brassiere Cup

Kazuyo Okabe · Hisako Ohtsuki · Takao Kurokawa

With attention to the dynamic functional property of commercially produced brassieres, this study was conducted to clarify the relationship between clothing pressure and breast vibration. The clothing pressure was measured at rest and during exercise in 11 adult females aged 21 to 26 years. Movements of the breast were visualized by stripping of the brassiere cup without deflecting its functions. The clothing pressure on the breast at rest was obviously higher under the lower half of the brassiere cup than under the upper half of the brassiere cup because of the gravitational force. They were also influenced by respiratory movement of the chest. The analysis of the relationship between clothing pressure and breast vibration during exercise revealed that the clothing pressure of the lower half of the brassiere cup increased during downward movements of the breast and decreased during upward movements of the breast.

1. 緒言

補整用下着の機能には、衣服圧が大きな影響力を持ち、整容性や着心地にかかわっている。着心地の良いブラジャーを設計するためには、静的・動的な衣服圧の生じ方を明らかにしておく必要がある。特に、運動時の乳房の動きや衣服圧の変動はブラジャーの運動機能性に大きく関係する。カップ内の乳房のメカニズムを解明することで、運動機能性に優れたブラジャー設計へのアプローチができると考えている。

ブラジャーの衣服圧は、主としてワイヤー部やフレーム部について報告¹⁻²⁾されているが、これは乳房を支えるためにこれらの部位が重要な役割を担っているためと考えられる。しかし、ブラジャーは乳房の整容や揺れを防ぐことを主目的と

する補整用下着であり、乳房にかかる衣服圧も重要な設計要因である。

衣服圧の変動については、呼吸による胸部変化をとらえた報告³⁻⁵⁾や、ガードルにおける足踏み動作時の衣服圧変動の報告⁶⁾がある。また、被験者1名がブラジャーを着用して上肢動作を行ったときの衣服圧変動の報告⁷⁾がみられるが、走行時の乳房振動と衣服圧変動を時系列的に分析した報告はみあたらない。

筆者らは、乳房とブラジャーとの関係を運動中の振動の面から研究⁸⁻⁹⁾しており、乳房はブラジャー着用時もカップ内で振動することが判明している。このため、走行時は乳房の形状が一定でなくなるという乳房特有の動態が認められる。カップと乳房の関係が一定の位置関係に保たれな

*本学教授・**消費科学研究所(本学卒業生)・***京都工芸繊維大学大学院教授

いと、ブラジャーは不安定になり着くずれを生ずる一因となる。ブラジャーの運動機能性の向上を図るためには、運動時の衣服圧の変動と乳房の動きの関係を明確にする必要がある。

本研究では、ブラジャーの運動機能性に注目し、走行中の乳房上の衣服圧変動と乳房振動との関係を明らかにすることを目的とする。まず、静止時に認められる微小な振動と呼吸による衣服圧の変動を求める。次にブラジャー内の乳房の動きを撮影するためカップ部を半透明にした試料と本来の製品との間に衣服圧の差がないことを確認した上で、乳房振動と衣服圧変動を計測し、両者の関係を分析した。

2. 方法

2.1 実験試料

実験に用いた試料は、市販のスポーツブラジャーとフルカップブラジャーの2種で、各被験者に適合するブラジャーサイズを準備した。静止時の測定には市販の製品ブラジャー(以下市販ブラジャーと呼ぶ)とカップ部を基盤のマーキセットのみにした半透明ブラジャー(以下半透明ブラジャーと呼ぶ)を用いた。走行時の測定には半透明ブラジャーを用いた。マーキセットはブラジャーのカップ部に伸び止めや補強として使われている半透明の裏打ちの編み地で、マーキセットのみにするとカップ部は半透明となり、カップ内の乳房部に貼付したマークの画像計測が可能となった。

2.2 測定方法および測定点

測定方法は衣服圧研究の中で確立¹⁰⁾されてきており、現在はエアパック方式が安定した測定方法とされている。予備実験を行い、圧力センサーが直線性に優れ、感度も十分あって入出力の時間差を無視できるなど応答性にも優れていたことから、筆者らもエアパック方式の接触圧測定装置(AM-7102HSL: 株AMI製)を用い、サンプリング周期0.1secに設定して、乳房部の衣服圧を測定した。

測定点は Fig. 1 に示す左乳房上の5点で、それぞれを Point1~Point5 と呼ぶ。測定点に円形のエアパックを取り付けデータを記録した。エアパッ

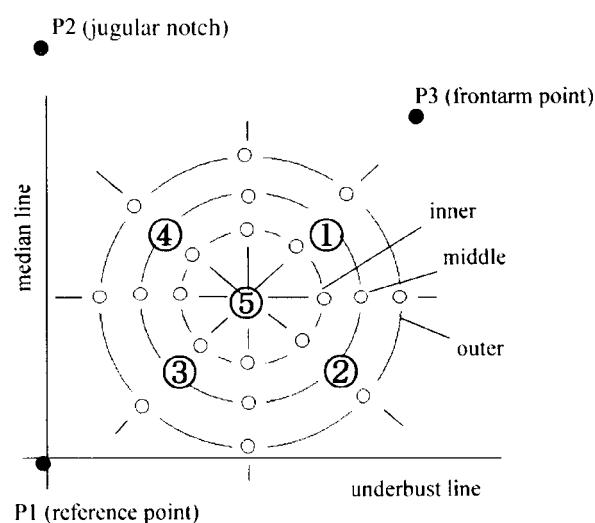


Fig. 1 Measuring points on the left breast

クの大きさは、予備実験を経て、乳房上に安定して取り付けることのできるφ20mmを選んだ。またエアパックの表面上に対角線を引いて円心を印し、この中心点を乳房の動きを追跡する際の測定点とした。

2.3 静止時の測定条件

被験者はスポーツブラジャーとフルカップブラジャー2種の市販と半透明ブラジャーをそれぞれに着用して、椅座位静止姿勢で衣服圧の測定を行った。測定開始から30sec間は自然呼吸で、その後30sec間は呼吸を停止させた。呼吸運動は、胸郭ピックアップセンサー(BSM-2300シリーズライプスコープ: 株日本光電製)をアンダーバストに巻いて導出した。

2.4 走行時の測定条件

走行時の測定には半透明ブラジャーを用い、被験者が速度6km/hに設定したトレッドミル上を走行した。計測は直立静止姿勢から開始して2min間とし、乳房上の衣服圧と動画像の計測(左乳房部と左下肢部)を同期させて行った。動画像計測には2台のCCDカメラを用い、1台は左乳房上の測定点をほぼ正射影撮影できる位置に、もう1台は左下肢部の測定点(腓骨上縁点、外果点、つま先点)の動きが取り込める位置に設置した。動画像を0.1sec間隔で運動画像解析システム(MA-K100: 株樫村製)により座標値に変換した。

水平方向をx座標、垂直方向をy座標とした。なお、乳房上の座標値には、体幹部の動き(画像面内での平行移動・画像面内での時計方向および反時計方向の回転・水平面内での回転)が含まれるので、この体幹部の動きを体表上に付けた基準点(P1、P2、P3)の値を利用して除去し⁹⁾、乳房振動のデータとした。この乳房振動データと同期して得られた0.1sec間隔の衣服圧値(kPa)の時系列データを分析した。

2.5 被験者

被験者は年齢21~26歳の成人女子11名で、その体格は全国平均値¹¹⁾と有意な差が認められず、呼吸数は14から20回/minの標準範囲¹²⁾にあった。

3. 結果および考察

3.1 静止時の衣服圧変動

3.1.1 呼吸の影響

Fig. 2aに、市販スポーツブラジャーを着用した場合のPoint1~Point5の衣服圧記録を被験者1名分、Fig. 2bに市販フルカップブラジャーを着用した場合のPoint1の衣服圧記録を被験者11名分示した。最初の30sec余りが自然呼吸で、後半の約30sec間が呼吸を停止させて測定した結果である。衣服圧は、吸息時に高く、呼息時に低く現れ、無呼吸時には変動しない。この呼吸の影響はPoint1からPoint5のいずれの測定点でも認められる。また、いずれの被験者も呼吸の影響を受けていることが分る。ウエストベルト圧が呼吸運動で変動する報告⁷⁾の中に、呼吸の影響を受けやすい体部位では衣服圧は呼吸に同期し、呼吸量を反映した振幅で変化するとされているが、乳房部も同様であると言える。

この呼吸による変動は、乳房振動のデータでも記録された。Fig. 3はその例で、乳房上の5点y方向の振動と左

外果点の動きを描いたものである。0~3 sec間の脚が動いていない場合も、乳房は微小な変動をしている。乳房の振動には低周波の振動が重畳しているが、周波数解析の結果、これは静止時に見られたと同じ呼吸運動によるものであることが確認できた。

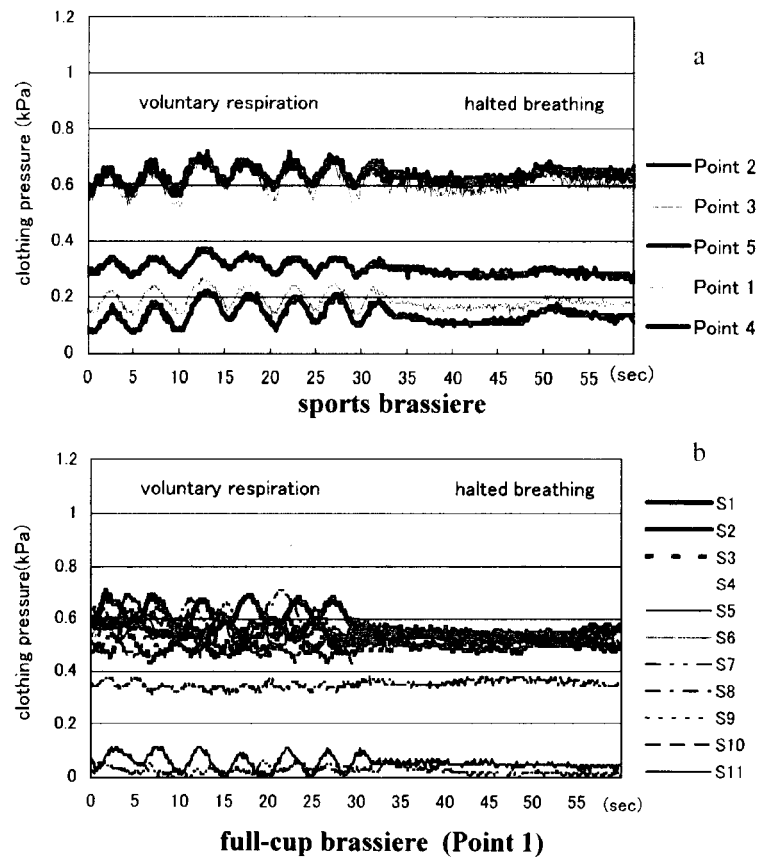


Fig. 2 Change in clothing pressure during voluntary respiration and halted breathing

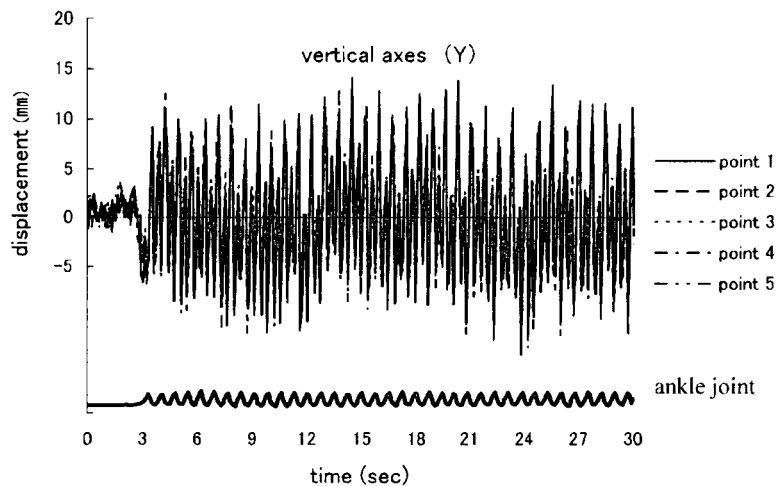


Fig. 3 Displacement of sports brassiere and movement of the ankle joint

3.1.2 衣服圧の分散分析

静止時のスポーツブラジャーとフルカップブラジャーの市販と半透明のものについて得た衣服圧測定値を分析した。Table 1はブラジャータイプ(スポーツブラジャーとフルカップブラジャー)を要因A、カップ状態(市販と半透明)を要因B、測定点(Point1~Point5)を要因Cとして3元配置の分散分析を行った結果である。有意差が認められたのは、要因Aのブラジャータイプと要因Cの測定点で、危険率0.01%有意となった。また、その交互作用も0.05%有意であった。しかし、要因Bの市販と半透明ブラジャーのカップ状態の違いに有意差は認められなかった。この結果よりカップ部がマーキセットのみであっても、乳房にかかる衣服圧は市販ブラジャーと差がないと考えてよい。ブラジャータイプと測定点の衣服圧はFig. 4に示す。

これはスポーツブラジャーとフルカップブラジャーの測定点別の衣服圧を11名の平均値で示したもので、Fig. 4は半透明ブラジャーの結果である。ブラジャータイプの差は乳房の押え方にあり、特にスポーツブラジャーがフルカップより乳房中央を強く押しつけていることが分る。どちらのブラジャーでも下カップ部のPoint 2やPoint 3の衣服圧が、上カップ部のPoint 1やPoint 4よりも高いが、これは下カップ部に乳房の重みがかかることを示している。

3.2 走行時の衣服圧変動

Fig. 5は、1名の被験者について測定した走行

Table 1 Analysis of variance on clothing pressure

factor	S	ϕ	V	F	P
A	0.3835	1	0.383	8.506	0.003 **
B	0.0180	1	0.018	0.398	0.528
C	6.5602	4	1.640	36.381	0.000 **
A×B	0.0066	1	0.006	0.145	0.703
A×C	0.5329	4	0.133	2.955	0.021 *
B×C	0.2604	4	0.065	1.444	0.220
A×B×C	0.0136	4	0.003	0.075	0.989
error	9.0158	200	0.045	—	—
total	16.791	219	—	—	—

A: brassiere type, B: cup translucency, C: point
 *significant at $p < 0.05$, and at ** $p < 0.01$

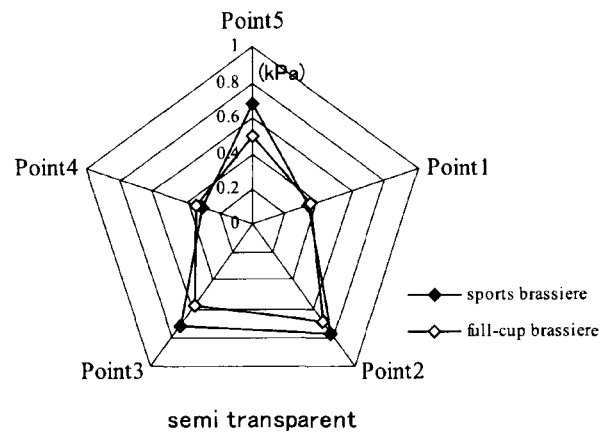


Fig. 4 Comparison of clothing pressure between two types of commercial products and semi-transparent brassieres

時の衣服圧と乳房振動を Point 別に示したものである。図中の上側に乳房の y 方向の振動を、下側に衣服圧を描いた。Fig. 3に示したように走行を開始すると乳房は脚の動きに応じた周期の振動をするので、Fig. 5の8secは走行の約11周期に対応する。左側乳房は左脚の蹴り上げから着地までの間に大きく振動し、右脚の運動時には小さく振動する。

図から乳房は全ての測定点でほぼ同じ振動を示しているのに対して、衣服圧の変動の仕方は測定点によって異なることが分かる。すなわち、上カップ部(Point 1、Point 4)ならびに乳房中央(Point 5)の衣服圧は乳房の動きとはほとんど関係のないゆるやかな振動を示し、下カップ部(Point 2、Point 3)には乳房振動に同期した大きい衣服圧の変動が認められる。また、下カップ部の衣服圧の振幅は乳房の y 方向の振動振幅にほぼ比例するとともに、逆位相になっており、乳房が上方向に動いた時に衣服圧の値が低く、乳房が下方向に動いた時に衣服圧の値が高くなる。静止時には、乳房の重みがかかって下カップ部の衣服圧が高かった(Fig. 4)が、Fig. 5は同じ現象が走行時にも現れ、乳房が下がった際に、その重量のために衣服圧が上昇することを意味している。以上の特性は他の被験者にも共通して認められた。この下カップ部に乳房振動の影響が認められ、走行時に高くなったり低くなったりを繰り返すことが分かる。

Fig. 6は、この衣服圧と乳房振動との関係を被験者11名について示したもので、スポーツブラ

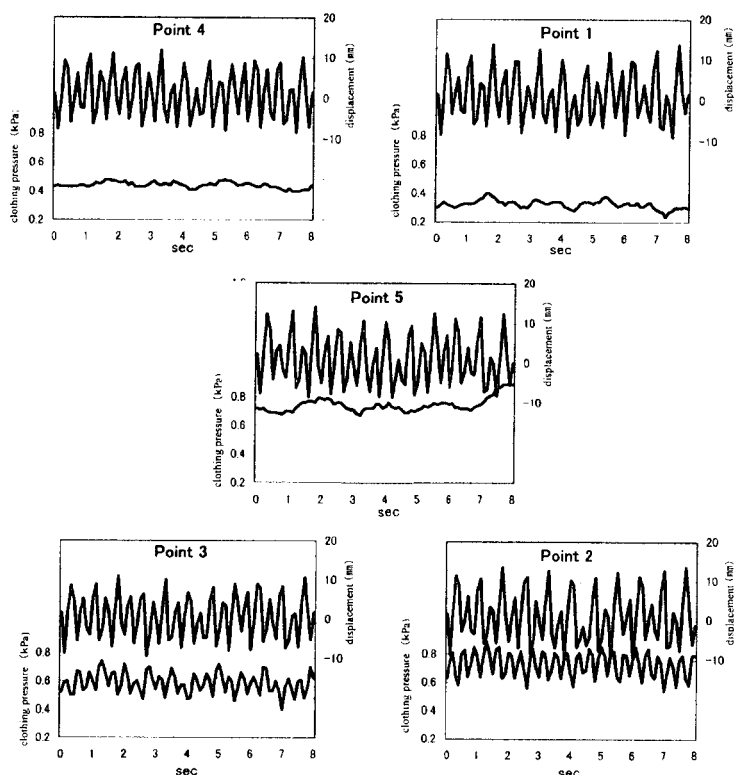


Fig. 5 Clothing pressure and breast vibration at each measuring point during running with the sports brassiere

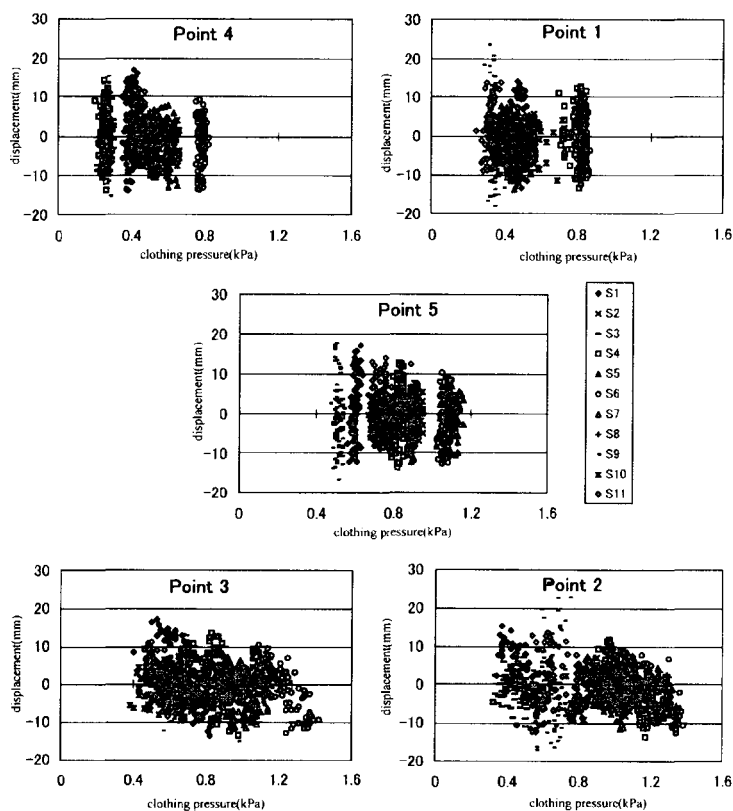


Fig. 6 Relationship between clothing pressure and breast vibration at each measuring point running sports brassiere

ジャーを着用しサンプリング周期0.1 secで得られた8sec間のデータの散布図である。Point 1、Point 4、Point 5には、衣服圧に変動幅はあるものの乳房振動の影響はみられない。しかし、下カップ部(Point 2、Point 3)には、乳房が上方に動いた時に衣服圧は低く、下方に動いた時に衣服圧は高くなる傾向を顕著に示す。Point 2とPoint 3の衣服圧と乳房振動の相関係数を被験者別に求めたところ、 $-0.6 \sim 0.8$ の相関が認められた被験者の比率は、スポーツブラジャーで約7割、フルカップブラジャーで約6割と上述の観察が裏づけられた。

下カップ部の衣服圧変動は乳房とブラジャーのズレ¹³⁾を誘発する原因となると考えられることから、この部位には運動機能性に配慮したフィット性が要求される。

4. 結言

ブラジャーの運動機能性に注目し、乳房上の衣服圧変動と乳房振動との関係を明らかにすることを目的として本研究を行った。まず、乳房上の衣服圧は呼吸によって変動をしていること、乳房振動も呼吸の影響を受けることを静止時の測定によってとらえた。次に、走行時の測定を行い、乳房振動と衣服圧変動との関係を求めた。乳房が上方に動いた時に衣服圧は低く、乳房が下方に動いた時に衣服圧は高くなる。静止時の衣服圧は乳房の重みがかかる下カップ部で高いが、運動時には、この下カップ部に乳房振動の影響が強く現れ、乳房振動と同期して衣服圧も変動することが判明した。

ブラジャーには、整容を目的としたタイプから運動のし易さを図るためのタイプまで市販され、目的によって使い分けられている。本実験では、整容

性を目的としたフルカップブラジャーと運動機能性が求められるスポーツブラジャーを試料とし、衣服圧と乳房振動との関係を求めた。運動機能性の向上には、ある程度の乳房振動の抑制が必要であるが、それがすべて押えられると、逆に運動を妨げることになる。無理なくブラジャーが運動に適合するためには、着くずれがおきない範囲で、乳房がカップ内で動くことが必要である。衣服圧の変動を明らかにしたことで、下カップ部が乳房の重みや乳房振動の衝撃を受けとめる部位であることが分かったが、この部位には乳房振動の力を受け止めて緩和できる機能が必要となる。また、上カップ部は乳房特有の動態の変化に対応できるゆとりが必要である。乳房の動きを、カップの領域内でコントロールできると、静態・動態に適合したフィット性が図れると考えられる。さらに乳房とブラジャーのメカニズムを解明し、3次元モデルを用いた設計システム¹⁵⁾を活用した運動適合性の良いブラジャー設計ができるように技術開発を目指したいと考えている。

参考文献

- 1) 間壁治子、百田裕子、三野たまき、上田一夫：ブラジャーの衣服圧に関する研究、繊維誌、32、416-423(1991)
- 2) 菊地直子、大野静江：ブラジャーのフレームにかかる垂直圧について、岩手県立盛岡短期大学研究報告、49、67-77(1996)
- 3) 上田一夫、間壁治子、百田裕子、三野たまき：衣服の快適性と衣服圧に関する研究、共立女子大学総合文化研究所年報、1、1-13(1995)
- 4) 岡田宣子：胴部圧迫時の衣服圧と圧迫感覚値との関係、繊維誌、36、146-153(1995)
- 5) 天野敏彦、水口智恵、高田和美：衣服圧変動のスペクトル解析、繊維学会誌、52、83-86(1996)
- 6) 佐々木和也、宮下和弘、枝村正芳、古川貴雄、清水義雄、清水裕子：官能検査と動的乳房圧測定によるファンデーションの快適性評価、繊維誌 38、109-114(1997)
- 7) 清水義雄、佐々木和也、渡辺敬一、近田淳雄、加藤陽一、清水裕子：ブラジャーの動的被服圧測定、繊維学会誌、49、99-104(1993)
- 8) 岡部和代、黒川隆夫：運動に伴う乳房振動の特性分析とスポーツブラジャーの防振デザインへの反映、デサントスポーツ科学、23、180-188(2002)
- 9) 岡部和代、黒川隆夫：ブラジャー着用時と非着用時の運動中の乳房振動特性、家政誌、54、731-738(2003)
- 10) 伊藤紀子：人体に及ぼす衣服圧の計測、繊維学会誌、54、209-213(1998)
- 11) 人間生活工学研究センター：日本人の人体計測データ 1992-1994、236-243(1997)
- 12) 関 邦博、坂本和義、山崎昌廣編：人間の許容限界ハンドブック、朝倉書店、16-17(1993)
- 13) 小佐田垂矢、岡部和代、黒川隆夫：ブラジャー着用時の乳房の振動とズレ、日本家政学会研究発表要旨集、211(2003)
- 14) 黒川隆夫：アパレル分野における体形モデルとその応用、繊維学会誌、54、204-208(1998)