

寝具カバーの素材表面における物理特性と心理量との関連

知 念 葉 子
酒 井 浩 二
小 田 明 佳
廣 澤 覚

I はじめに

ストレス過剰な日常を送っている現代人にとって、健康で快適な生活をするために質の高い睡眠をとることは、必要不可欠である。睡眠時のマストアイテムである寝具は、快適性、保温性、イージケア性、環境保全など様々な観点から、新素材が開発されている。また、リラックス感や癒し感など、高い次元の心理的満足感を求める消費者ニーズに応えるために、新技術による寝具製品が次々と市場へ投入されているところである。寝具はふつう衛生面などから、カバーをかけて使用するので、寝具カバーは人の肌に直接触れることになる。このため、寝具カバーの繊維表面の物理特性や特性は、人が肌で触れた感触や、寝心地および快適性に大きく影響すると考えられる。

繊維製品の手触り感や肌触り感などに関する研究は、これまでも多くなされている。例えば、川端・丹羽らによる、ポリエステルなどの新合繊を用いた基本力学的特性および風合い上の特徴についての客観評価法による検討¹⁾をはじめ、ブラウスの肌触りの評価における布の摩擦特性の役割について調べた諸岡らの研究²⁾や、布の手触り感について布の力学特性と官能調査から調べた木下らの研究^{3), 4)}、また、ポリエステル／綿混紡地を用いて布の肌触り評価と手触り評価の相関性について調べた矢中の研究⁵⁾、山田らの寝具についての研究⁶⁾など数多く挙げられる。

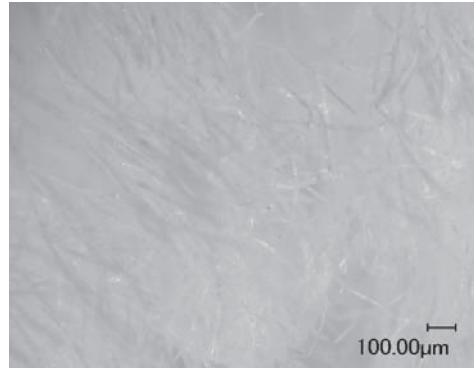
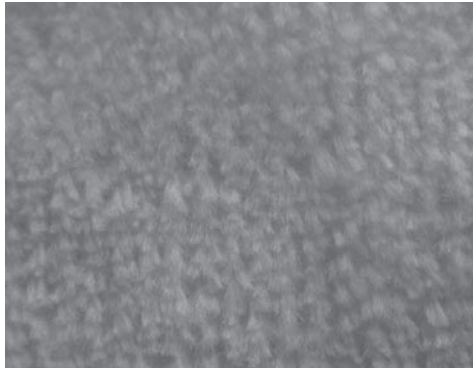
また最近では、企業のマーケティングにおいても、消費者から選好される製品作りが最重要課題とされている。このため、消費者の感性に訴求できるように、科学技術と人の感性との関わりについての検討が強く求められ、消費者の満足度の高い製品作りの基礎資料となるような調査研究が盛んに行われているところである^{7), 8)}。

そこで本研究では、肌に直接触れる枕カバー、布団カバーなどの寝具の繊維製品について、素材の表面特性や圧縮特性などの物理特性から客観的に検討し、加えて人の感性面、つまり、手触り感などの主観的な知覚評価および製品の印象評価の二つの心理量から検討する。すなわち、人の感じ方のような個人差の大きい感覚的な評価や、あいまいで評価しにくい人の好みなどを数値化して捉えて検討する感性工学的手法を用いた調査を行うことで、エンドユーザーからの要望に応えた満足度の高い寝具製品の商品化を具現化するための基礎的資料を得ることを目的とした。

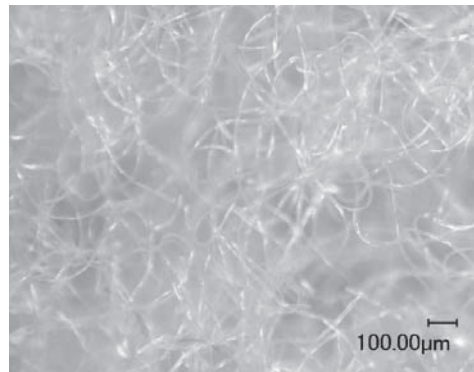
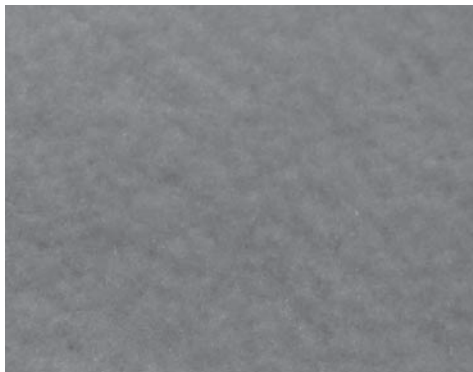
II 研究方法

1. 試料

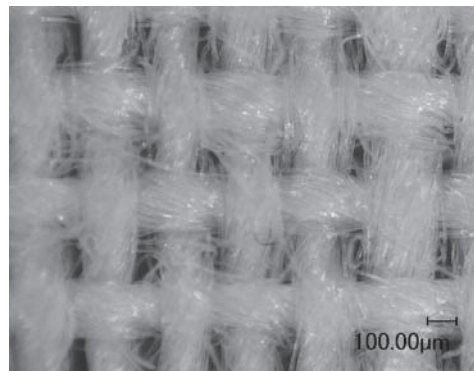
心理量の調査と物理特性の測定では同じ4枚の試料を用いた。試料1は、市販のタオル地で、試料2～試料4は、京都市内の企業K社からサンプルとして提供を受けたものである。繊維素材の組成は、試料1：綿100%（パイル）、試料2：マイクロフリース、ポリエステル100%（ニット植毛）、試料3：綿65%／ポリエステル35%（平織）、試料4：ポリエステル65%／レーヨン35%（ニット編）の4種類である。図1に試料画像を示した。これらは、デジタルカメラ（Canon製IXY-200F）を用いて撮影した接写画像およびマイクロSCOPE（キーエンス製VHX-1000）を用いて拡大撮影した画像である。



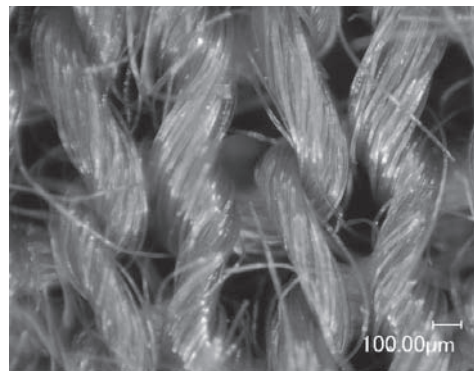
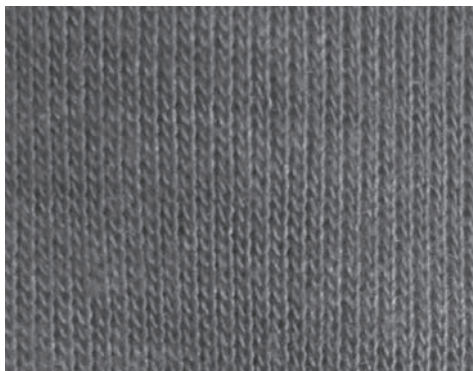
試料 1 Cotton100% Pile



試料 2 Polyester100% Micro Fleece



試料 3 cotton65% /Polyester35% Plain weave



試料 4 Polyester65% /rayon35% Knitting

図 1 試料画像

2. 物理特性の測定

試料の物理特性の測定については、京都市産業技術研究所（京都市下京区）で行った。まず、繊維製品の手触り感や肌触り感などの触感は、布の力学的特性や表面特性が影響するのではと考えた。手で触ったり、撫でたりしたときの総合的な官能値は、風合いといわれ、摩擦特性や布の伸びやすさ、曲げやすさなどの力学的特性と関係する⁹⁾。風合いは好みを含めた感性的な評価で、布の用途に判断基準がおかれている。この風合いを客観的に評価する方法として、KES (kawabata's evaluation system) 法が多く用いられている⁸⁾。この評価方法は、布の基本風合いとして、こし、はり、しなやかさ、ソフトさなど基本風合いに関連する物理量を測定することができる。これらの試験項目の中から、本研究では、特に手触り感に関連すると考えられる二つの物理性能についての測定を行った。一つは、KES FB4-A-SE 自動化表面試験機(カトーテック製)を用いた、布の表面摩擦性能の測定である。これは、人が触れた感覚、あるいは、触れ合う感覚、擦れ合う感覚を客観的に測定し、数値化することで、主観的であまいな官能評価を客観的データとして定量的に評価することが可能となる。測定機器の設定条件は、接触子：10mm角 ピアノワイヤ製、荷重：50g、速度：1 mm/S、方向：WARP とし、それぞれ3回ずつ測定し平均値を求めた。測定機器の画像を図2に示す。

二つめは、KES-G5 ハンディ圧縮試験機(カトーテック製)を用いて表面を測定する。これによって各種素材の物理特性を求め、試料の客観的評価を行うことができる。測定の設定条件は、速度：0.02mm/s、加圧板面積：2cm²、上限荷重：50gf/cm²の下で行った。圧縮特性値、すなわち、圧縮仕事量：WC (gf・cm/cm²)、圧縮特性の直線性 (圧縮荷重-圧縮ひずみ曲線の直線性)：LC、圧縮回復性 (圧縮レジリエンス)：RC (%)、変位量 (mm) を測定した。図3に測定機器画像を示す。試料は、測定しやすいように各試料を20cm×20cmのサイズにカットして測定した。それぞれ3回ずつ測定し平均値を求めた。これら二つの測定については、恒温恒湿室 (20±1℃、65±5% RH) 内で行った。



図2 KESFB4-A-SE 自動化表面試験機

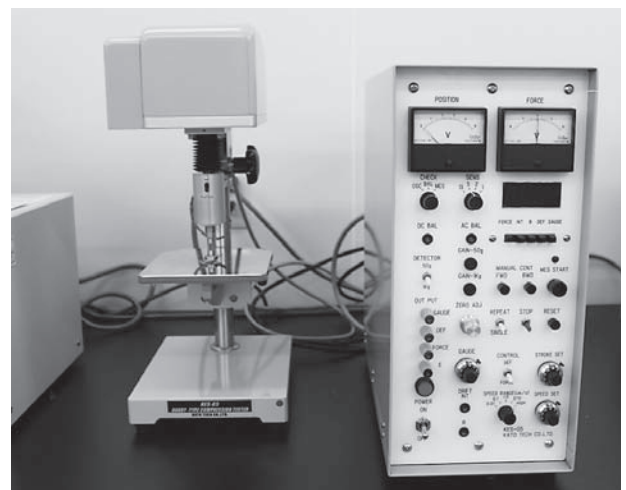


図3 KES-G5 ハンディ圧縮試験機

3. 心理量調査

寝具カバーの心理量を測定するにあたり、今回の調査においては、SD法による触感調査で手肌に触れた感じである知覚と、AHP分析法による一対比較で、試料を見たり、触ったりしたときの印象を評価するという、2つの視点から求めた。寝具カバーの知覚評価を検討するため、SD法による触覚の調査手段として、回答者の体表面全体から検討する肌触り感ではなく、手で触れた感じを主とする手触り感を用いたのは、消費者が製品を購入する際には、商品サンプルなどを、手で触れたり、目で見たりした感覚で商品の特性や性能を確認し、購買行動を行うことが多いのではと考えたからである。

① SD法による手触り感調査

4種類の試料布は、組成は表示せず、製品そのままのサイズで行った。調査日は、2012年10月である。

調査前に調査試料を室温約 20℃、湿度約 60%の部屋に約 3 日間置き、ほぼ同条件の部屋で測定日の午前中に行った。今回の心理量調査の回答者は、本学女子大学生（20 歳～21 歳）13 名である。試料布の触り方としては、回答者の利き手を使い、手のひらで撫でたり、親指と人差し指でつまんだり、手のひら全体でつかんだりする方法で行った。回答者が試料に触れる評価時間としては 2 分以内とした。

この調査に用いた感性語は予備調査において、各種寝具カバーの手触りから感じ取った言葉の中から 14 語を選び、これらの言葉について形容語の対語を作成し、14 対語とした。すなわち、「ふわっとしていない／ふわっとした」、「ちくちくしていない／ちくちくとした」、「やわらかい／やわらかくない」、「肌離れがよい／肌離れがわるい」、「清潔感がある／清潔感がない」、「湿り気がある／湿り気がない」、「しなやかな／しなやかでない」、「ひやっとしている／ひやっとしていない」、「温かみがある／温かみがない」、「まとわりつきがある／まとわりつきがない」、「快適感がある／快適感がない」、「かゆみを感じる／かゆみを感じない」、「臭いが気にならない／臭いが気になる」、「なめらかな手触り／なめらかな手触りでない」である。これらの形容語 14 対語を用いた質問紙を作成し、+2～-2 までの 5 段階評価を用いた SD 法による手触り感調査を実施した。

本研究で行った因子分析などの統計解析には、(株)社会情報サービスのエクセル統計 2008 (Version 1.12) を用いた。

② AHP による印象評価

寝具カバーとして感じる印象評価について調査するため、最近商品企画等において合理的な意思決定モデルとしてビジネス現場で多く採用されている、AHP 法 (Analytic Hierarchy Process) による一対比較をおこなった。AHP 法とは、商品化への意思決定プロセスを「総合評価」「評価基準」「代替案」など 3 つの階層に分けて分析するもので、評価基準ごとに代替案とのウエイトを求めて検討するものである¹⁰⁾。本研究では、①の SD 法による手触り感評価から得た評価値を用いて、因子分析することで導き出した 3 因子、つまり「手触り感」「清潔感」「温かみ」の 3 因子を評価基準とした (2 章の①を参照)。評価の目的を「寝具

カバーの評価」とし、試料 1～試料 4 までを代替案として、相対評価法 (サーストンの一対比較法) を用いて行った。図 6 に AHP 階層図を示す。一対比較は、すべての評価基準ごとの組み合わせ数である $n \times (n-1) / 2$ (n は要素数) の対について行う。今回の調査では、評価基準の要素数が 3 つ、代替案が 4 つであるため、18 回の一対比較を行うことになる。評価尺度としては、評価対象に関するすべての組み合わせについて、特定の次元に関してどちらの方が高い評価であるかについて、回答者が 5 段階で評価することとした。すなわち、「非常にあてはまる」「あてはまる」「どちらでもない」「あてはまらない」「全くあてはまらない」の 5 段階で表した。回答者は、本学女子大学生 (20 歳～21 歳) 12 名である。①の調査と同様に、回答者が試料に触れる評価時間としては、2 分以内とし、試料ごとに、それぞれ一対で比較した。この回答データに基づいて、評価基準のウエイトおよび評価基準ごとの代替案のウエイトを算出し、これらを掛け合わせて、総合評価に基づく代替案のウエイトを算出した。4 種類の試料布については、試料の組成は表示せず、製品全体が見られるようにそのままのサイズを用いた。試料布の触り方としては、①の手触り感調査と同様に、回答者の利き手を使い、手のひらで撫でたり、親指と人差し指でつまんだり、手のひら全体でつかんだりする方法で行った。調査日は、2012 年 11 月で、①の調査日とほぼ同条件の部屋で午前中に行った。

Ⅲ 結果と考察

寝具を衛生的に包み込む寝具カバーについて、素材の表面特性や圧縮特性などから客観的な物理量を検討すると同時に、SD 法による手触り感や製品の印象評価などの結果から検討する。

1. 寝具カバーの物理特性の測定結果

①表面摩擦特性

まず、自動化表面試験機を用いた得た表面特性 (5 mm～25 mm 間) について、図 4 に示す。縦軸が MIU (摩擦係数)、横軸が移動距離である。MIU の値が大きいほど摩擦抵抗が大きく、表面形状に凹凸や引っかかり、ざらつき、まとわりつきがあり、値が低いと表面がすべりやすく、なめらかであることになる。3 回測定し

た平均値から、試料1：綿パイル（MIU：0.404）、試料2：マイクロフリース（MIU：0.311）、試料3：綿／ポリエステル混紡・平織（MIU：0.171）、試料4：ポリエステル／レーヨン・ニット編（MIU：0.171）という結果が得られた。毛並みや毛足があり繊維組織に厚みのある綿パイルやマイクロフリースは、その組織形状から、他の平織やニット製品などの平面的でフラットな薄地に比べて凹凸があり、やはりMIUの数値が高い結果となった。

②圧縮特性

表1に表面摩擦特性と圧縮特性についての値を示す。圧縮特性については、LC（直線性）では、数値が小さいほど初期特性がやわらかく、WC（圧縮仕事量）では、数値が大きいほどなめらかでやわらかくな

る。また、RC（弾性回復性）では、数値が大きいほど、弾力に対する回復性が高い。試料1の綿パイルでは（LC：0.408、WC：1.862、RC：41.69）、試料2のマイクロフリースが（LC：0.533 WC：1.649、RC：41.62）、試料3：綿／ポリエステル混紡の平織（LC：0.290、WC：0.429、RC：48.84）、試料4：ポリエステル／レーヨンのニット編（LC：0.263、WC：0.305、RC：54.68）という結果が得られ、客観的な評価としては、綿パイルやマイクロフリースなど厚みのある素材では、試料3、試料4に比べてやわらかく弾性回復性は低いという結果であった。

2. 心理量の調査結果

①因子分析の結果

14項目の感性語を用いて得た手触り感評価からえ

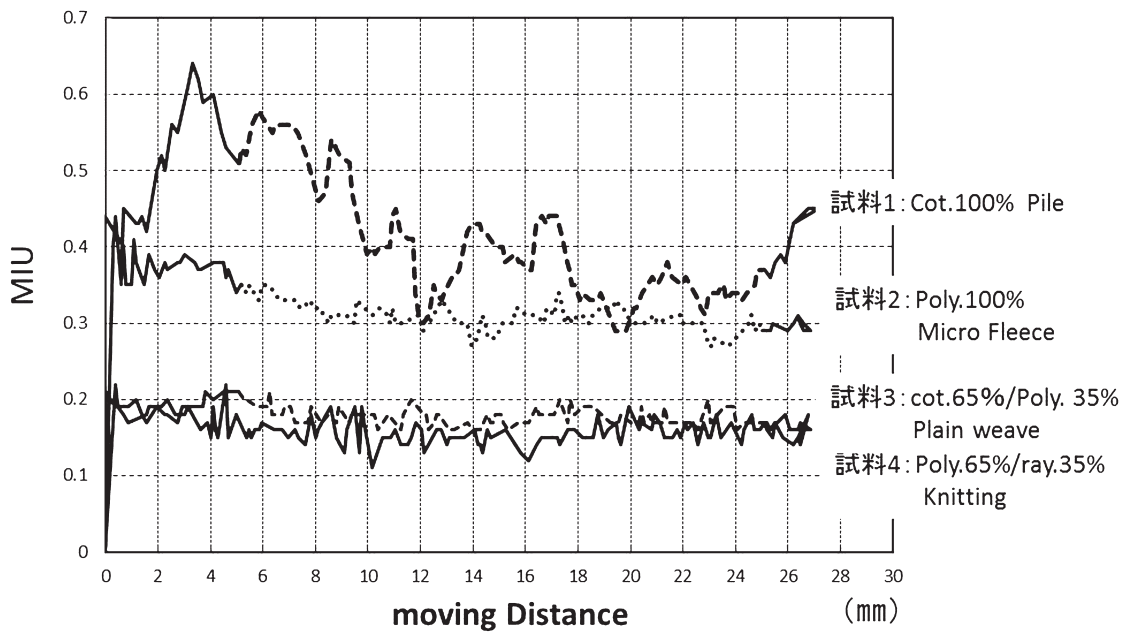


図4 表面摩擦特性

表1 試料表面の物理特性

	表面特性		圧縮特性	
	MIU	LC	WC(gf・cm/cm ²)	RC(%)
Cotton100% Pile	0.404	0.408	1.862	41.69
Polyester100% Micro Fleece	0.311	0.533	1.649	41.62
cotton65% /Polyester35% Plain weave	0.171	0.290	0.429	48.84
Polyester65% /rayon35% Knitting	0.171	0.263	0.305	54.68

られた結果から、バリマックス回転法による因子分析を行った。その結果、固有値が1以上の因子として、3因子を抽出した。表2に、算出した因子負荷量を表した。因子負荷量の大きさから、因子の意味を解釈した。第1因子は、肌離れがよい(0.79)、清潔感がある(0.63)、快適感がある(0.58)などの評価項目の因子負荷量が高く、寄与率は19.5%であった。第2因子は、温かみ(0.87)、ふわっとしている(0.78)、やわらかな(0.61)などの項目の因子負荷量が高く、寄与率は、17.5%であった。第3因子は、寄与率が15.9%で、しなやかな(0.77)、なめらかな(0.76)などの因子負荷量が高く、第3因子までの累積寄与率は、52.9%であった。以上から、これらの評価項目をそれぞれ近い意味でまとめると、第1因子では「清潔感」、第2因子では「温かみ」、第3因子では、「手触り感」の因子と解釈できた。そこで、これらの3因子を用いて「寝具カバーの評価」について、AHP分析法による一対比較を行うことで、寝具カバー製品としての印象評価から心理量を求めることにした。

②試料の物理性能とSD法得点との関連

因子分析に用いた各試料の手触り感評価について、

14の評価項目ごとに平均値を算出してSD法得点とし、素材の違いによる手触り感の違いについてのSD法プロフィールを図5に表した。また、表3に試料の物理特性とSD法得点との関連を示す。表3では、SD法評価項目の形容語14対語をわかりやすいようにそれぞれ一つの感性語にまとめて表現した。これによると、まず、因子分析によって分類できた第1因子の「清潔感」に関連すると考えられた7項目において、「清潔感」のSD法得点のスコアが最も高かったのは、綿混紡平織の試料3(+1.2)であるが、「清潔感」については、各試料とも物理性能とは特に関連性はないと考えられる。「肌離れ感」に関しては、試料2のマイクロフリースのSD法得点(-0.2)が最も低く、この結果を物理特性の値からみると、摩擦係数はMIU:0.31で、植毛による毛足や毛並みの影響のためか、試料3や試料4に比べると値が高かった。これは、「肌離れ感」には微妙に摩擦係数が影響しているからであるように考えられる。このことは「まとわりつき感」でも同様で、マイクロフリースが(+0.8)で最も高く、これらの感覚に、表面の特性や形状が影響を与えていると考察できる。また、「かゆみ感」については、物理的な影響は少ないと考察できた。次に、

表2 因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	共通性
	清潔感	温かみ	手触り感	
ちくちくとした／ちくちくとしていない	-0.489	0.147	-0.274	0.335
肌離れがよい／肌離れが悪い	0.792	-0.061	0.124	0.646
清潔感がある／清潔感がない	0.627	-0.161	-0.297	0.508
まとわりつきがある／まとわりつきがない	-0.526	0.214	0.239	0.380
快適感がある／快適感がない	0.581	0.218	0.229	0.437
かゆみを感じない／かゆみを感じる	-0.629	-0.090	-0.025	0.404
臭いが気にならない／臭いが気になる	0.567	-0.099	0.348	0.452
ふわっとしている／ふわっとしていない	0.016	0.777	0.464	0.819
やわらかな／やわらかでない	0.099	0.609	0.532	0.664
ひやっとしている／ひやっとしていない	0.167	-0.690	0.111	0.516
温かみがある／温かみがない	-0.054	0.874	0.246	0.828
湿り気がある／湿り気がない	-0.219	0.169	0.298	0.165
しなやかな／しなやかでない	0.104	0.140	0.766	0.617
なめらかな／なめらかでない	0.202	0.154	0.756	0.636
寄与率	19.50%	17.50%	15.90%	
累積寄与率	19.50%	37.00%	52.90%	

第2因子の「温かみ」に関連すると考察できた4項目では、「ふわっと感」が、最もSD法得点の高かった、試料2のマイクロフリースで「ふわっとした (+1.8)」、「温かみがある (+1.9)」、「やわらかな (+1.7)」などの項目で高い値を示している。この結果をマイクロフリースの図1の試料表面の拡大画像から見ると、特徴的なのは、植毛によって構成されている毛並みの中に熱伝導率の低い空気を大量に含むため保温性が保たれていると同時に、初期特性のやわらかさ、LC:0.53と摩擦係数MIU:0.31などから、表面特性も影響しているように考察できる。さらに、第3因子の「手触り感」に関連すると考えられた「なめらか感」や「しなやか感」などの2項目では、試料4の混紡ニット「なめらかな (+1.8)・しなやかな (+1.3)」、マイクロフリース「なめらかな (+1.3)・しなやかな (+0.8)」と同様、いずれも高得点であったが、これらについては、SD法得点と物理特性とは、特に関係していないと考察できた。

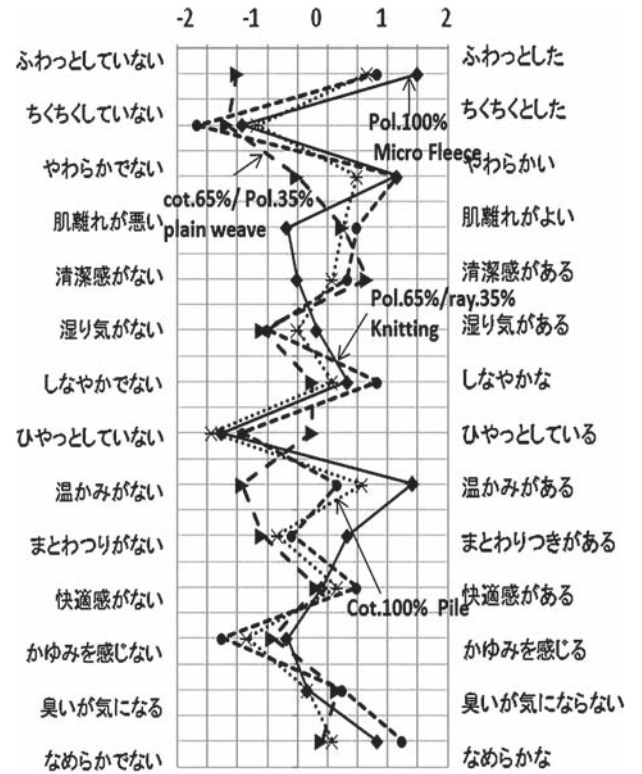


図5 SD法プロフィール (手触り感)

表3 試料の物理特性とSD法得点との関連

		Cotton100% Pile	Polyester100% Micro Fleece	cotton65% Polyester35% Plain weave	Polyester65% rayon35% Knitting
表面特性	MIU	0.40	0.31	0.17	0.17
	LC	0.41	0.53	0.29	0.29
圧縮特性	WC	1.86	1.65	0.25	0.43
	RC	41.69	41.62	48.84	54.68
ふわっと感		1.2	1.8	-1.0	1.3
ちくちく感		-0.7	-0.9	-1.2	-1.7
やわらかさ感		1.0	1.7	0.0	1.7
肌離れ感		0.8	-0.2	0.8	1.0
清潔感感		0.6	0.0	1.2	0.8
湿り気感		0.0	0.3	-0.6	-0.5
しなやかさ感		0.6	0.8	0.3	1.3
ひやっとならない感		-1.4	-1.3	0.3	-0.9
温かみ感		1.1	1.9	-0.9	0.7
まとわりつき感		-0.3	0.8	-0.6	-0.1
快適感		0.7	0.4	0.3	1.0
かゆみ感		-0.8	-0.2	-0.4	-1.3
におい感		0.2	0.2	0.7	0.8
なめらかさ感		0.6	1.3	0.4	1.8

③ AHP による分析結果

寝具カバーの評価について、因子分析結果より得られた3因子より3つの評価基準を設けて、4つの試料を代替案としたAHPによる一対比較を行った。その結果を表4と表5に示す。評価基準のウエイトでは「手触り感 (0.45)」「清潔感 (0.26)」「温かみ (0.28)」の順で高く、寝具カバーの評価では、手触り感を重視していることがわかった。この結果は、寝具カバーを使用するユーザーが、購入対象のサンプル商品を見るとき、寝心地感や快適感を測る手段として、肌に合う触感を重要しているとみることができる。多くの消費者が、寝具類の購入を判断する際、商品を手で触れてみる行動をとることからも、触感を重視していることがわかる。一方、商品として選好する場合、素材の手触り感だけではなく、デザインやカラーといった要素も入ってくるので、この点は今後さらに検討する必要があると思われる。さらに、4つの代替案のウエイトでは、試料1の綿100%パイル地が「手触り感 (0.408)」「清潔感 (0.454)」で高い値となり、このうち清潔感

に関しては、SD法得点からも裏付けられた。試料2のマイクロフリースでは「温かみ (0.474)」で評価が高くこれは、SD法得点と同じ結果が得られた。また、試料3と試料4では、差がみられなかった。3つの評価基準を含めた総合評価のウエイトでは、試料1 (0.322)、試料2 (0.324) で高い値となり、試料3 (0.199)、試料4 (0.156) で低い値となった。この結果について、試料1の綿100%パイルに関して、表3のSD法得点からみると「ふわっと感 (+1.2)」「やわらか感 (+1.0)」「しなやか感 (+0.6)」「まとわりつき感 (-0.3)」「かゆみ感 (-0.8)」「なめらか感 (+0.6)」など布表面の手触りに関連する項目のスコアが高かったことから、総合的な評価で第1位になったと解釈できる。また、試料2のマイクロフリースについても同様に、SD法得点からみると「温かみ感 (+1.9)」から、温かみについての評価が最も高く、次いで「ふわっと感 (+1.8)」「やわらか感 (+1.7)」「しなやか感 (+0.8)」「なめらか感 (+1.3)」などの手触りに関するスコアが高く、その結果、総合評価で第2位となったと解釈できた。

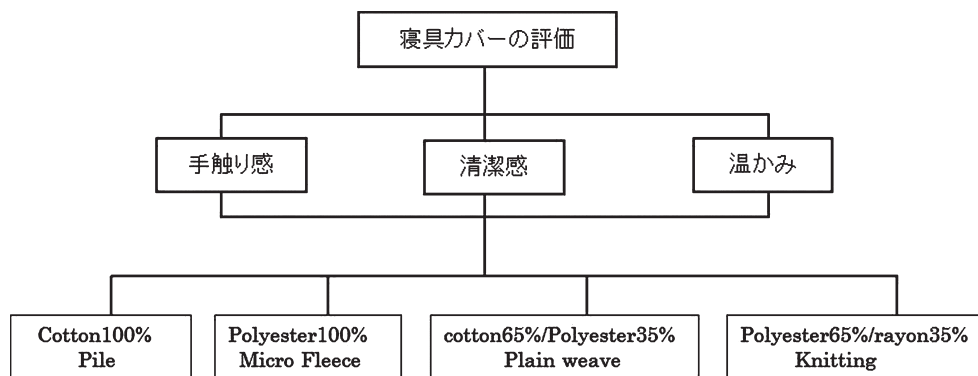


図6 寝具カバーの評価のAHP階層図

表4 評価基準のウエイトの平均 (N = 12)

手触り感	清潔感	温かみ
0.458	0.261	0.282

表5 各評価基準における代替案のウエイトと総合評価の平均 (N = 12)

	手触り感	清潔感	温かみ	総合評価
Cotton100% Pile	0.408	0.454	0.104	0.322
Polyester100% Micro Fleece	0.278	0.219	0.474	0.324
Polyester65%/rayon35% Knitting	0.166	0.170	0.261	0.199
Polyester65%/cotton35% Plain weave	0.149	0.157	0.162	0.156

IV. まとめ

寝具カバーについて、その表面摩擦特性や圧縮特性などから物理量として客観的に検討し、加えて心理面からは、SD法による手触り感調査やAHP分析法による印象評価などを検討することで、物理量と心理量の両面から考察した結果、本研究の範囲内で、次のようにまとめられた。すなわち、SD法による手触り感に関する知覚調査では、調査から得られた結果を用いた因子分析から、3つの因子を抽出し、それぞれ「清潔感」「温かみ」「手触り感」の3因子として解釈できた。また、SD法得点と4試料の物理特性との関連を検討した結果、第1因子の「清潔感」に関連する「肌離れ感」や「まとわりつき感」の2項目において素材の表面摩擦や圧縮特性とに微妙ではあるが関連性がみられた。その他、2つの因子「温かみ」や「手触り感」においては、物理特性との関連はみられなかった。また、AHP法による印象評価から、寝具カバーの評価を目的とし、因子分析から抽出した3因子「清潔感」「温かみ」「手触り感」を評価基準、4試料を代替案として分析を行った結果、「手触り感」「清潔感」「温かみ」の順で評価されていることがわかった。また、総合的な評価では、4つの試料のうち、試料1の綿100%パイルの評価が最も高く、次いで、試料2のマイクロフリースが高い印象評価であった。この結果は、SD法評価得点からも裏付けられた。今後、各種素材の物理特性と心理量との関わりについて、さらに研究を深めたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、京都市産業技術研究所において積極的に機器の測定に取り組み、また、触感調査にご協力いただいた本学学生諸氏に深く感謝の意を表す。また、本研究は、(公財)衣笠繊維研究所平成25年度「教育支援助成」に採択された研究課題の一環として遂行したものであることを記し、謝辞に代えたい。

参考文献

- 1) S. Kawabata・M. Niwa (1989) *Journal Textile of The Institute* 80 (1), 19.
- 2) 諸岡英雄・諸岡晴美・柳生幸枝・千葉五重 (1991) ブラウスの肌触りと摩擦特性との関連 繊維製品消費学会誌, Vol.32, 112-119.
- 3) 木下瑞穂 (1996) 布の手触り感評価に関する一考察 広島大学教育学部紀要 第二部 5, 223-228.
- 4) 木下瑞穂 (2005) 布の手触り感とニューロネット 広島大学大学院教育学研究科紀要, Vol.54, 373-379.
- 5) 矢中陸美 (2008) 布の肌触り評価と手触り評価の相関性のポリエステル/綿混紡地による検討 —手触り官能評価のタイ王国と日本国における比較にも触れて— 繊維製品消費学会誌, Vol.49, 65-73.
- 6) 山田壽子・水谷節子・戸塚陽子 (1991) 寝具について —ふとんの実用試験— 金城学院論集, No.31, 61-71.
- 7) 西松豊典 (2010) 繊維製品の快適性(心地)を数値化するためには *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, Vol.63, No.8, 433-438.
- 8) 石丸園子 (2011) 快適性に優れた繊維製品の開発手法について *日本繊維製品消費科学*, Vol.52, No.3, 176-180.
- 9) 田村照子編・小柴朋子・平田耕造 (2004) 衣環境の科学, 建帛社, 78-79.
- 10) 酒井浩二・山本嘉一郎 (2008) Excelで今すぐ実践 感性的評価 ナカニシヤ出版, 30-33.

