

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22300075

研究課題名（和文）感性計測に基づく被服接触感・ストレス計測評価手法の開発に関する研究

研究課題名（英文）Studies on investigation of measurement and evaluation method in clothing comfort/stress based on Kansei measurement

研究代表者

上條 正義（KAMIJO MASAYOSHI）

信州大学・総合工学系研究科・教授

研究者番号：70224665

研究成果の概要（和文）：本研究では、肌触り・手触りと圧迫にともなう接触感とストレスを生理心理反応の計測から評価する方法とこの反応を引き起こす刺激を計測する方法について検討した。特に、パイル糸で構成されるタオルや毛皮など厚みがあるサンプルのふかふか感や弾力感、毛込感、毛さばき感は、定量的な評価装置が無いことから、これを定量的に評価する方法の開発を検討した。厚みのある繊維製品の接触感を評価する装置を試作し、人の触感覚を反映した評価が行える可能性を得た。

研究成果の概要（英文）：This study had two major goals. The first goal was to clarify how the deterioration or changing of the texture of thick clothing products, which touch on the skin directly, influences psychological and physiological response. The second goal was the development of a new hand evaluation measurement system which reflected the human tactile sense as well as being able to measure the physical properties of thick fabrics such as towel and sheep skin (fur). We suggested a new hand evaluation measurement system, three-dimensional tactile sensation measurement system (3D-TSMS) and tried to verify this system by carrying out the evaluation of sheepskin and towel handle.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	9,300,000	2,790,000	12,090,000
2011 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2012 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：感性工学

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性計測、触り心地、快適感、ストレス評価、心理生理反応

1. 研究開始当初の背景

着心地は、着衣によって人間が受けるストレスを計測することによって評価できる。着心地に影響を与える要因としては、3つの要因：衣服が人体を押す圧迫特性、衣服と人体間の微小空間の気候特性、衣服材料と皮膚との摩擦などの肌触り接触特性などがあると

考えられている。これらの要因に起因する様々な物理現象が人体への刺激となり、それがストレスの要因となっている。各刺激の物理量と心理・生理的なストレスとの関係を明らかにすることが、着心地評価のキーファクターとなる。

2. 研究の目的

被服の着心地は、被服が持つ様々な物理特性を人は、マルチモーダ的に感覚刺激情報として受容し、脳でその感覚情報が統合して発現する感性現象の一つである。着心地評価のためには、被服材料特性（人にとっての刺激情報）、その刺激に伴う心理反応、生理反応を総合的に計測するしくみが必要である。本申請では、肌触り・手触りと圧迫にともなう接触感とストレスを生理心理反応の計測から評価する方法とこの反応を引き起こす刺激を計測する方法について検討する。特に、パイル糸で構成されるタオルや毛皮など厚みがあるサンプルのふかふか感や弾力感、毛込感、毛さばき感、定量的な評価装置が無いことから、これを定量的に評価する方法の開発を検討する。

3. 研究の方法

(1) 被服などの物体の接触に伴う人体への主たる負荷としては、接触（圧力を含む）、表面粗さ、温度、湿度が考えられる。これらの刺激の物理量を測定する方法として、圧迫を含む接触の測定は、有効な測定方法が確立していない。よって、接触を測定する装置の開発を行う。(2) 刺激を呈示したときの様々な生理指標を求め、生理指標間の相互関係を明らかにする。(3) 刺激に対応して変化する生理指標を特定する。(4) 特定された生理指標を総合して、刺激に対するストレスを評価する新しい指標を作成する。

4. 研究成果

本研究で得られた代表的な3件の成果を以下に概説する。

(1) 温熱快適感評価に関する研究

衣服内気候における温熱快適性や温熱ストレスを計測する方法を確立するための基礎研究として、皮膚における温湿度の知覚に注目し、皮膚近傍の温湿度に一定の変化を加えた場合の心身反応の変化を調査し、変化する温湿度がもたらす快適感を評価する方法について考察した。衣服内気候の快適性評価については多くの研究が行われているが、本研究では温湿度が徐々に変化し人がそれに順応していく環境下での温熱快適性の評価について検討した。皮膚近傍の温度湿度と人体皮膚表面の温度を測定し、皮膚近傍の温湿度から温熱快適領域を実験的に明らかにした。結果として、温熱的中立環境（快適に感じる温湿度範囲）が29~31℃であること、この範囲が温熱的な中立状態から暑熱環境への移行とその逆では、異なることを明らかにし（図1参照）、衣服内気候の評価において温熱的な順応状態より考慮が必要であることを考察した。本研究の実験において、着衣状態において皮膚近傍の温湿度の変化を被験

者に呈示することも考えられる。しかし、様々な熱的特性を持つ衣服素材と皮膚との接触により接触温冷感が発生することや、皮膚と衣服の接触部と非接触部において温熱感覚の差異が生じること。また、衣服の素材特性が与える接触温冷感以外の皮膚感覚が発生することが、純粋な衣服内気候の温熱快適性評価指数の開発につながらないと考え、裸状態での実験を実施し、皮膚近傍の温湿度変化がもたらす快適感の変動について調査した。温度湿度に順応しながら変化していく環境において、従来文献値から提唱されていた温熱的中立温度湿度範囲よりも気温が2℃、湿度が10%RH低い範囲にあることを明らかにした。

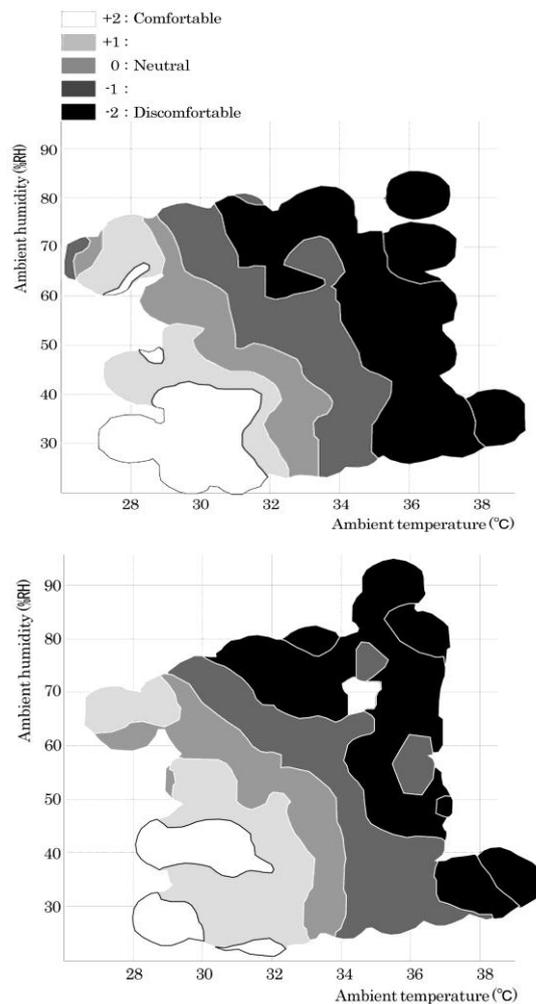


図1 温熱快適領域 上段は、温熱的中立から暑熱状態へ、下段は暑熱から中立状態へ

(2) 接触感評価システムの開発に関する研究

(2-1) ムートンの触り心地の評価

人の手触り感に対応した繊維製品の評価ができるシステムの開発を目的として、静電容量型3軸力覚センサ（PD3-30-10-005, NITTA

Corp.) と 3 軸のロボットから構成される接触感評価システムを作製した。このシステムを用いて、これまで定量的な評価方法がなかった毛皮の風合い評価システムとして適用し、毛皮独特の特性である弾力感、毛込感、毛さばき感を評価できるシステムを構築した。図 2 は毛込感を評価するための接触子装着時の評価システム構成を示す。毛込感が異なる 5 種類の毛皮 (ムートン) を試料として実験した結果、毛込感には、毛間をかき分ける際の接触子 (人の場合は指先) と毛との摩擦力が寄与することが実験的に確認され、それは力覚センサ出力から求められる平均摩擦係数 (MIU) と摩擦係数の平均偏差 (MMD) を指標として評価できることを明らかにした。毛皮の弾力感においては、力覚センサに円盤接触子を装着して毛皮を押し付ける動作の際の力覚センサ出力から求められる圧縮線形性 (LC)、柔軟係数 (α_{max})、圧縮減衰エネルギー (ΔEPR)、毛皮表面方向への荷重合力の平均偏差 (CMD) が弾力感を評価するための指標となることを明らかにした。

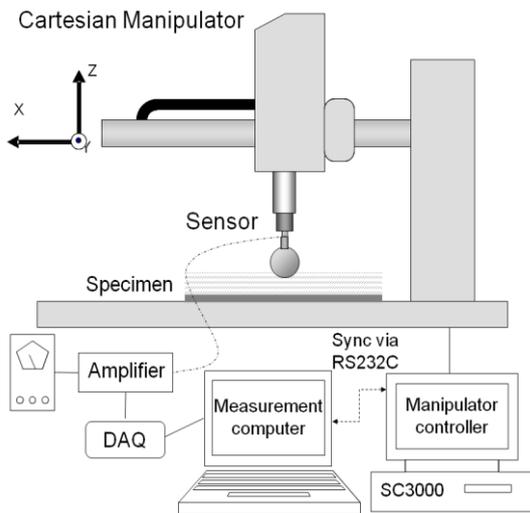


図 2 接触感評価システムの構成

(2-2) タオルの接触快適感評価

人が感じられる接触快適感を明示化する方法を構築するために、パイル布地であるタオルをサンプルとして、接触快適感評価を行った。織密度が異なる 3 種類のタオル試料を用意した。これらの試料の柔軟快適感を評価するときの触診動作においてタオルに加える力の挙動を圧力分布測定システムで測定した。測定データから算出される荷重中心、接触圧力と接触面積の変化と柔軟快適感との相互関係を分析し、被験者が感じる柔軟快適感を評価するための評価指標について考察した。触診動作は指を揃えた利き手で布面に対して垂直に繰り返し押し出す動作とし 10 秒間触診させ、官能評価させた。タオルは、平

らな机の上に敷かれた圧力分布測定センサ (ニッタ製) の上に置き、10 秒間の触診動作に伴う荷重を 100Hz で測定し、荷重中心・接触圧力・接触面積の変化を計算した。官能検査は 10 対の評価用語による SD 法 (5 段階) で評価した。被験者は 20 代の男女大学生 10 名であった。タオルの重ね合わせ枚数の違いの試料対しては当然のことながら評価結果に違いがあり、特に「ふんわり」「ボリューム感がある」に大きな差が得られた。圧力分布測定データから荷重中心分布を求めた。この点の広がりにはタオルの枚数違いに伴う柔軟特性によって異なることが確認され、この分布の重心と各点との距離の平均および標準偏差から分布の広がりの変数を数理的に表現できた。これらの変数が柔軟快適感を説明するための指標になる可能性を得た。官能検査結果と圧力分布センサから求めた指標との単相関係数を求めた。重心までの距離平均と「ふんわり」との相関が 0.81 と高値であり、「ボリューム感がある」とは 0.7 であった。これらの結果から、嵩高さがあり、柔軟快適感があるタオル試料においては、触診によってタオルに加えた力が水平面方向にバラツキ、このバラツキが大きさタオルの柔軟感を評価する指標の一つとなる可能性を得た。

(3) 生理心理反応からの肌触り快適感の評価

素材が異なる 3 種類の化粧用フェイスマスク (FM) 試料を用い、FM を装着すると感じると言われている快適感を心身反応の計測から評価することを試みた。3 種類の異なる素材 (キュプラ (B)、コットン (C)、レーヨン (R) : 各 100%) の不織布から作製された FM 試料を用いた。目の部分から上部がカットされたもの (最大の縦長さ 120mm、横幅 210mm) を使用した。目付は 60g/m² に統一した。FM は、様々な美容液を含浸させて利用されるが、本実験では蒸留水を用いた。含浸させる水量については最大含水量の測定を行って設定した。生理反応として心電図、脳血流量を計測した。心電図は Ag-AgCl ディスポーザブル電極を胸部に貼付し、生体アンプ (MP100 (ECG100), BioPacsystems 社製) を用いて胸部双極誘導法によって 2000Hz のサンプリング周波数で導出した。脳血流は近赤外分光法脳計測装置 (NIRS) (Foire 3000, 島津製作所製) を用い、前頭前野の 10 箇所を測定した。健康な女性 15 名 (20:30:40 歳 = 5:5:5 名) が被験者であった。25°C, 60% R.H. の恒温恒湿室で実験した。プロトコルは (1) 馴化: 20 分間安静 (2) 5 分間閉眼安静 (3) 5 分間休息 (4) 実験者が FM 試料を被験者に装着 (閉眼安静) (5) 5 分間装着 (閉眼安静) (6) 試料装着 5 分後に実験者が FM 試料を

剥離 (7) 官能検査 (8) 休息。[試料装着→試料剥離→官能検査・休息]を3回繰り返した後に安静・閉眼状態を5分間保ち、実験を終了した。各被験者に対し実験日を2日間設け、同じ実験を2回実施した。試料の提示順はランダムとした。試料を装着した際の快適感を評価するためSD法7段階評定を用いて官能検査を行った。評価項目は、「生地が薄い—厚い」、「生地が硬い—柔らかい」、「生地が伸びない—伸びる」、「生地が軽やか—ずっしりする」、「肌がちくちくする—ちくちくしない」、「肌触りが悪い—いい」、「肌と密着していない—密着している」、「肌がたるむ—肌がひきしまる」、「引き上げ感がない—引き上げ感がある」、「眠気がない—眠気がある」、「快適ではない—快適である」の計11項目であった。

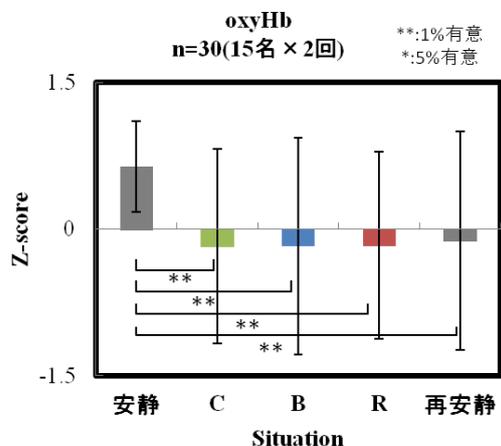


図3 脳血流の測定結果

官能検査について試料C, B, Rに対する各評価項目の評価得点の平均値を求め、分散分析および多重比較により、試料間での有意差について調べた結果、密着感があるについて $R>C$ ($p<0.01$), $B>C$ ($p<0.05$)、軽量感がある、柔らかいについて $B>C$ ($p<0.05$) 有意差があった。快適感はずべての試料において快適である評価であり、 $B>R>C$ の順番であったが有意差は得られなかった。快適感を目的変数、他の評価項目を説明変数として重回帰分析を行った結果、肌触り、密着感、引き上げ感が説明変数として選定された。それぞれと快適感との単回帰係数は、肌触り (0.68)、密着感 (0.63)、引き上げ感 (0.56) であり、快適感は複数の感覚からの総合感覚であることが示唆された。心電図からRR間隔を求め、RR間隔から求められる心拍変動を周波数解析から副交感神経活動指標となる $HF/(LF+HF)$ を求めた結果、試料間には有意差は無かったが安静、再安静と装着時では装着時に副交感神経活動が亢進する傾向が得られた。前頭葉の脳血流量(計測箇所10箇所の平均値)を求

めた結果、試料間では脳血流量に差はみられなかったが装着と安静、再安静の比較では装着>再安静>安静の順に前頭前野の脳血流量が減少傾向を示した(図3参照)。本実験結果からFM装着によって感じる快適感を生理反応から明示化できる可能性を得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① 上條正義, 繊維製品の感性計測評価に関する研究, 繊維学会誌, 68(11), P341-P343, 2012, 査読有
- ② Euichul Kwon, Masayoshi Kami jo, Masayuki Takatera, Evaluation of the Perceived Elasticity of Sheepskin Using a Three-Axis Force Sensor System, Textile Research Journal, 82(8), 2012, 845-852, 査読有
- ③ 権義哲, 上條正義, 吉田宏昭, 高寺政行, 3軸力覚センサを用いたムーソンの毛込み感評価方法に関する研究, Journal of Textile Engineering, 57(5), 2011, 123-129, 査読有
- ④ 上前知洋, 上條正義, 皮膚近傍における温湿度変化がもたらす快適感の変動, Journal of textile engineering, 56(2), 2010, 55-63, 査読有

[学会発表] (計10件)

- ① 上條正義, 感性の計測評価を目指して, 日本感性工学会春季大会, 2012. 3. 2, サンポート高松
- ② 青井 政貴, 上條正義, 吉田宏昭, 区分ごとに弾性率が異なるベッドマットレスの寝心地評価, 日本感性工学会 春季大会 2012. 3. 2, サンポート高松
- ③ 渡邊 純也, 青井 政貴, 上條正義, 吉田宏昭, 暑熱環境下における温度調節素材含んだベッドパッドの寝心地評価, 日本感性工学会春季大会, 2012. 3. 2, サンポート高松
- ④ 梁島 静香, 上條正義, 吉田宏昭, 吸汗速乾特性をもつ温熱快適なニット肌着の開発, 日本感性工学会春季大会, 2012. 3. 2, サンポート高松
- ⑤ 青井政貴, 上條正義, 吉田宏昭, 堀場洋輔, 乾滋, 清水義雄, 寝姿勢変化計測による睡眠状態の推定に関する基礎検討, 日本感性工学会年次大会, 2011. 9. 3-5 工学院大学
- ⑥ 青井政貴, 上條正義, 吉田宏昭, 堀場洋輔, 乾滋, 清水義雄, 身体区分の重量を考慮したベッドマットレスの寝心地評

- 価, 繊維学会年次大会, 2011. 6. 3-5, タワーホール船堀
- ⑦ 青井政貴, 上條正義, 吉田宏昭, 表情変化と顔面筋活動との対応に関する基礎研究 — 口角と頬について —, 第6回日本感性工学会春季大会, 2011. 3. 3, 九州大学
 - ⑧ 吉田宏昭, 上條正義, 清水義雄, 一対比較法を用いたベッドマットレスの寝心地に関する研究、繊維学会年次大会、2010. 6. 16、タワーホール船堀
 - ⑨ 遠藤慎也, 堀場洋輔, 乾滋, 高寺政行, 上條正義, 清水義雄、身体への局所的冷却が温熱快適感に及ぼす影響、日本感性工学会第12回大会、2010. 9. 11-13、東京工業大学
 - ⑩ Euichul Kwon, Masayoshi Kamijo, and Masayuki Takatera, Study on the Evaluation of the Compression Property of Sheepskin (Mouton), Proceeding of International Conference of Future Textile 2010 (ICFT2010), 163-164 (2010. 7)

[図書] (計1件)

- ① Masayoshi Kamijo, Kansei measurement in cooperative development techniques, Biometrics and Kansei Engineering, Chapter 12 pp. 211-232, Springer, Editors: Khalid Saeed, Tomomasa Nagashima, 2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上條 正義 (KAMIJO MASAYOSHI)
信州大学・総合工学系研究科・教授
研究者番号：70224665

(2) 研究分担者

吉田 宏昭 (YOSHIDA HIROAKI)
信州大学・繊維学部・准教授
研究者番号：40456497

堀場 洋輔 (HORIBA YOSUKE)
信州大学・繊維学部・助教
研究者番号：00345761