

繊維製品の肌触り評価のための 接触特性計測システム開発に関する研究

信州大学	上條正義
(共同研究者) 同	高寺政行
同	乾 滋
同	細谷 聡
同	堀場 洋輔

Key Factors for Development of Tactile Sensation Evaluation System of Textile Goods Based on Human Function and Ability

by

Masayoshi Kamijo, Masayuki Takatera, Shigeru Inui,
Satoshi Hosoya, Yosuke Horiba,
Shinshu University,
Faculty of Textile Science and Technology,
Department of Kansei Engineering

ABSTRACT

The tactile sensation is the important factor to judge the hand of textiles. Human can perceive various characteristics of the cloth by a variety of palpate finger motion. However, the finger motion is not clarified yet. If we can know the finger motion, we obtain a high evaluation ability of the hand of cloth. In order to develop the evaluation system for tactile sensation, we should find out the characteristic of finger motion in the perception process of human's hand evaluation. We will be able to get a fundamental data for the evaluation system of the hand. The purpose of our study is to obtain some fundamental data to make the evaluation system to understand the finger

motion in the evaluation process of the hand. By pinching the textiles with the thumb and forefinger, and moving the fingers, we evaluate the hand such as softness, smoothness, and so on. We made the glove type system with pressure and acceleration sensors to measure the finger motion. We investigated to understand the characteristics of finger motion in the evaluation of the hand of cloth using the glove type system with pressure sensor. When human evaluate the hand of cloth, they have a special finger motion according to the purpose of evaluation such as resilience, roughness, flexibility and softness. The purpose of this study is to find a special finger motion to satisfy high evaluation ability by comparing the high-level subjects' finger motion and the low-level subjects' motion. We obtained the data such as the applied force measured by the sensor, and analyzed the differences in the finger motion according to the purpose of evaluation and according to the ability of discrimination. As the result, we were able to identify the finger motion between each purpose of evaluation, and conclude that the finger motion varied according to the ability of discrimination. We also conclude that subjects had the characteristic of finger motion when they better understand the purpose of evaluation.

要 旨

触感は織物の風合いを判断する重要な因子である。ヒトは様々な指先を動かして布との接触現象および布の物理特性を知覚することができる。しかしながら、我々は、指先をどのように動かすことによって接触現象および布の物理特性を検知しているか明確に把握できていない。指先の動きが明確に理解できれば、我々は布の風合いの高い評価能力を得ることができよう。ヒトの風合い評価の知覚過程における、指先の動きの特徴を見出すことによって、触感評価システムの開発のための基礎データが得られる。したがって、我々は風合いの評価の過程における手の指動きを計測し、触覚評価システムを作るためにいくつかの基本的なデータを得ることを本稿での目的とした。風合いのための指の動かし方は、様々なあるが、我々が日常最もよく使う母指と人差し指で織物を鉗んで、触診する動作に着目した。この把持状態

での触診動作において柔軟性、滑らかさなどの風合い時における指先の動かし方を調査した。この調査を実現するために圧力と加速度センサを搭載したグローブ式触診動作測定システム構築した。布地の触診動作は、柔軟性、表面あらかさ、押し硬さ、曲げ柔らかさなど評価目的によって、特有な触診動作があると考えられる。この動作の違いをグローブ式触診動作測定システムによって測定して、評価項目に対応した触診動作の把握を検討した。動作特徴は、ヒトの弁別能力によって、異なることも考えられるため、弁別能力が異なる被験者10名によって、触診動作特徴を把握した。

結果として、評価項目によって、触診動作に対応した動作が観測され、その特徴が明らかになった。ヒトの弁別能力によっても動作にばらつきがあることが示唆された。また、被験者が評価の目的に対応した触診動作を理解している場合と曖昧な場合でも動作が異なることが明らかになった。

はじめに

布地の風合いとは触覚や視覚などにより得られる布地の質感が統合された結果として人間が持つ表象である。人間の主観によるもの¹⁾であるため、明確な風合いの定義はなく、布の硬軟性、弾性、粘性、あらさなどの物理特性の組み合わせられたものとして理解されている。これらの個々の物理特性は、KESによって測定・評価することができる^{2,3)}。しかしながら人間の統合感覚である風合いを計測し、評価することは、いまだ実現していない。本研究の最終的な目標は、布地に対する触感覚（手触り・肌触り）の統合的な評価システムを開発することである。このためには、人間の風合い評価時における手指の能動的触動作を明らかにすることによって、触覚評価システムを作るためにいくつかの基本的なデータを得ることが有用であると考えられる。

既存の動作解析はビデオカメラで撮影する方法や角度センサを用いて関節の稼動角度を計測する方法が一般的である⁴⁾。触診動作の解析はデータグローブとよばれる指関節の曲げ角度を計測できる装置を用いて行われている。しかしこれは定性的なデータであり、風合い評価装置に直接的に反映させることはできない。触診動作の定量的な特徴を求めることが必要とされている。

本研究は圧力分布測定センサと3軸加速度センサをグローブに添付することによりセンサグローブ化し、それを用いて布の風合い評価時における触診動作の圧力と加速度を計測することによって定量的に触診動作の特徴を抽出することを目的とする。そのため、具体的な風合い評価項目が与えられた場合の触診動作を、センサグローブを用いて計測し、定量的に各評価項目の触診動作の違いを分類する。

人間が布を触る時には大きく2つの触り方がある。ひとつは親指と他の指で布をはさんで指と指

の間に力をかけたり滑らせたりする方法と、布の表面を指先や手掌でなでる方法がある。本研究は前者の触り方をするときの触診動作を解析の対象とする。

布地の肌触りの評価において、布地と人体とが接触することによって生じる生理反応を計測した研究やこの測定を用いた肌触り評価の研究が行われている^{5,6,7,8,9)}が、本研究は、これらの人体へ与える布地の接触刺激に関する問題の基礎データとしての有用性を持っていると考える。

1. 方法

1.1 被験者

被験者は年齢が22歳から26歳の大学生30名（女性15名、男性15名）とした。被験者の触感覚の弁別能力を把握するために、8種類の紙やすり（番手：#80, #100, #120, #150, #180, #210, #240, #320, #400）を用いて、表面あらさ能力を調査した。被験者は椅子に着座し、正面にある紙やすりを両手で触り、あらさを判別する。試料および触っている様子が見えないように目隠しをおいた。紙やすりは1種類ごと交互に触るものとし、同時に2つの試料を触ることを禁止した。判別には一対比較法¹⁰⁾を用い、任意に実験者が取り出した2種類の紙やすりに対して、被験者に一方を他方と較べた時の表面あらさを判別させた。この時、試料の組合せは ${}_8C_2=28$ 通りである。

判別結果と紙やすりのあらさとを対応させ、2枚1組の紙やすりについて粗い試料を被験者が粗いと評価できた場合を正答とし、28通りの組合せすべてについて正答、誤答を求めた。正答数を組合せ数である28で除し正答率を求めた。

結果として、各正答率の被験者数は、正答率100% - 6名、96% - 9名、92% - 9名、89% - 1名、82% - 2名、79% - 1名、75% - 1名、71% - 1名であった。正答率0%の被験者はなく、今回の被験者30名は判別能力をもった群であった。

たといえる。正答率が100%であった6名の被験者は30名の中でより高いあらさ判別能力を有する者であると考えられる。

被験者30名の平均判別時間は11.1分、標準偏差は1.6分であった。したがって、1試料当りの判別時間は、 $11.1 \text{分} \times 60 / 28 \text{通} / 2 \text{試料} = 11.9 \text{秒}$ となる。これより、あらさといった一義的な手触り感を紙やすり同士という同質な試料間で判別するような場合は、比較的短時間で判別していることがわかった。今回計測した判別時間は、試料の取り替えに要する時間や、被験者の触り替えに要する時間も含んでいるため、1試料当りに要する判別時間として約10秒と考えられる。

1. 2 試料

長さ15cm、幅20cmの不織布1枚を使用した。試料の物理特性を表1に示す。試料は、吊り下げられた状態で設置され、被験者は、試料を下から摘んで触診した。

表1 試料の物理特性

LC	WC(gf·cm/cm ²)	RC(%)
0.57	0.82	56.44
MIU	MMD	SMD(micron)
0.34	0.02	3.28
G(gf/cm·degree)	2HG(gf/cm)	2HG5(gf/cm)
12.34	21.84	-55.55
LT	WT(gf·cm/cm ²)	RT(%)
1.06	11.65	55.59

1. 3 触診動作計測装置

触診動作を計測するためのグローブ式触診動作測定システムを構築した(図1参照)。この測定システムは(1)圧力分布測定システム(I-SCAN:ニッタ製)、(2)圧力分布測定用センサーシート(センサータイプ・グローブライト:ニッタ製)、(3)3軸加速度センサ(MA3シリーズ:マイクロストーン製)、(4)コンピュータ:(I-SCANデータ集録用と加速度センサデータ集録用)から構成されている。

測定のサンプリングレートは圧力センサでは100Hz、3軸加速度センサでは500Hzとし、デー

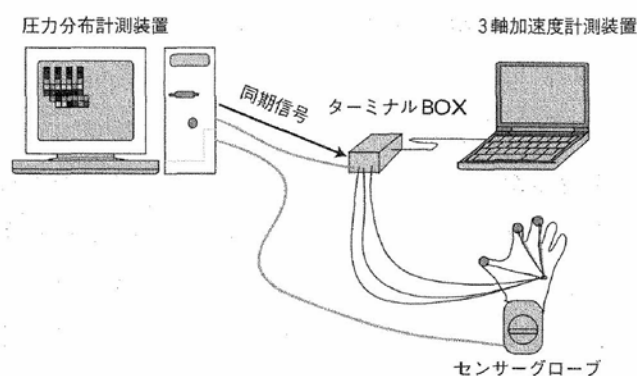


図1 測定システムの構成図

タ処理は、計測制御ツールLABVIEWで行うシステムを構築した。

センサグローブは手甲部と手掌部にセンサを装備している。センサグローブの構成を図2に示す。掌部には20箇所の圧力分布が測定可能なセンサを設置した。ここでは、測定部位t1, t2, t3, F1, F2, F3, F4, M1, M2, M3, M4, T1, T2, T3, T4, L1, L2, L3, L4, L5と称する(図2(b)参照)。tは親指、Fは人差し指、Mは中指、Tは薬指、Lは小指を示し、数字は指部先端から順につけた。t3, F4, M4, T4, L4, L5は指部ではなく掌部にあたる。各部位のセンサはそれぞれが4行4列のマトリックスになっている16点の荷重が測定できる。



図2 測定システムの構成図

3本指(親指、人差し指、中指)の指先端の手甲部に3軸加速度センサを装着した。加速度センサは装着部位と対応させtは親指、Fは人差し指、Mは中指を示す。

1. 4 触診方法

触診動作の把握を目的にして、1種類の布地に対して4種類の評価目的を与えて触診動作の分析を行った。今回の実験では、評価項目は「表面あらさ、弾力性、曲げやすさ、やわらかさ」の4種類とした。被験者の評価項目に対する認識を統一するため、以下のようにそれぞれ定義し、被験者に伝えた。

- 弾力性：布の押し戻し感
- 表面あらさ：布の表面の凹凸形状
- 曲げやすさ：布の曲げやすさ
- やわらかさ：布を押すときにかかる力

被験者右手にセンサグローブを装着させ、左手には条件をそろえるためにセンサグローブとまったく同じものを装着させた。装着後両手に不織布を把持させた。その時、両肘を机の上に置かせ、前腕が安定するような状態にした。実験者が計測開始の合図をするまで被験者は指先で布を把持したまま完全に静止し、実験者の計測開始の合図とともに触診動作を行わせた。触診時間は10秒間とし、動作止めの合図があるまで動作を繰り返すように指示した。触診時間は、2.1節の実験結果から設定した。

試技終了後、アンケートによる内観調査を行った。アンケート項目は各評価項目の評価のしやすさを1点から5点の5段階で評価してもらった。評価項目を指示された時に、動作に自然と入っていったら5点、動作に入る前に考え込んでしまったら1点とした。

1. 5 データ解析方法

1. 5. 1 圧力の平均値

センサグローブの各センサシートにおける圧力の平均値によって、布の風合い評価時の接触圧特性を評価する。センサグローブの圧力データから以下の式によって圧力の平均値を求める。センサセルにかかる圧力を $F..k$ 、データの指標を k とし

た時、

$$F...k = \sum_{i=0}^{Cols} \sum_{j=0}^{Rows} F_{ijk}$$

$Cols$ ：センサセル列数 (4), $Rows$ ：センサセル行数 (4) で求まる。

単位時間当たりのセンサセルにかかる圧力は

$$\overline{F...} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n F..k$$

n ：サンプリングレート×計測時間 (1000)

で求まる。単位時間当たりのセンサセルにかかる圧力の被験者の平均は

$$F = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \overline{F...}l \quad m: \text{被験者数 (30)}$$

で求まる。これを圧力の平均値とする。これを20個のセンサ部位すべてについて求めた。

1. 5. 2 接触動作の時間変動

データの平均値の大小に関わらずデータの持つバラツキを比較することができ、これより圧力の時間変化に伴う変動を示すことができる指標として変動係数¹¹⁾を求めた。変動係数の算出方法を以下に示す。

変動係数 (CV) は標準偏差 (SD) を平均値で除して求まるので

$$CVI = SD / \overline{F...}$$

で求まる。この変動係数の被験者の平均は

$$CV = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m CVI \quad m: \text{被験者数 (30)}$$

で求まる。これを圧力の変動係数 (CV) とする。圧力の標準偏差 (SD) は

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (F_{.k} - \overline{F_{.}})^2}{n-1}}$$

で求まる。

1. 5. 3 荷重中心の変化

グローブ型圧力センサを用いることの最大の利点は、指の腹と布との間で生じる事象を計測できることである。その指の腹と布との間で生じる事象を解析するために荷重中心を算出した。

図3に示すように、右手の甲を手前にして指に対して長さ方向をy、それに直行する方向をxと

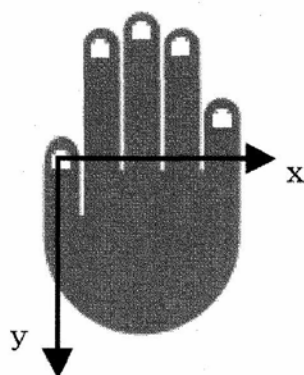


図3 圧力センサの座標系

した時、x方向の荷重中心を $Xcof_k$ 、y方向の荷重中心を $Ycof_k$ 、kをデータの指標とすると、荷重中心は以下の式で求めることができる。

$$Xcof_k = \frac{\sum_{j=0}^{Cols} \left(j \sum_{i=0}^{Rows} F_{ij} \right)}{\sum_{j=0}^{Cols} \sum_{i=0}^{Rows} F_{ij}}, \quad Ycof_k = \frac{\sum_{i=0}^{Rows} \left(i \sum_{j=0}^{Cols} F_{ij} \right)}{\sum_{i=0}^{Rows} \sum_{j=0}^{Cols} F_{ij}}$$

Cols: センサセル列数 (4), Rows: センサセル行数 (4)

荷重中心の平均値は、

$$\overline{Xcof} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Xcof_k, \quad \overline{Ycof} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Ycof_k$$

n: サンプルレート×計測時間 (1000)

で求まる。ここで $Xcof$ は $Ycof$ は被験者の平均値を表し、

$$Xcof = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \overline{Xcofl}, \quad Ycof = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \overline{Ycofl}$$

m: 被験者数 (30)

で求まる。

荷重中心の変動係数 (CV) は、

$$SDx = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (Xcofk - \overline{Xcof})^2}{n-1}}, \quad SDy = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (Ycofk - \overline{Ycof})^2}{n-1}}$$

$$CVxl = SD / \overline{Xcof}, \quad CVyl = SD / \overline{Ycof}$$

$$CVx = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m CVxl, \quad CVy = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m CVyl$$

m: 被験者数 (30)

のように求めることができる。

1. 5. 4 加速度データ

触診時の指先の動作軌跡変動が加速度データから明らかになる。動作軌跡の時間変動を求めるために加速度の平均と変動係数を求めた。

図4に3軸加速度センサの座標系を示す。右手の甲を手前にして指に対して長さ方向がy軸、それに直行する方向がx軸、甲から掌に向かう方向がz軸となっている。

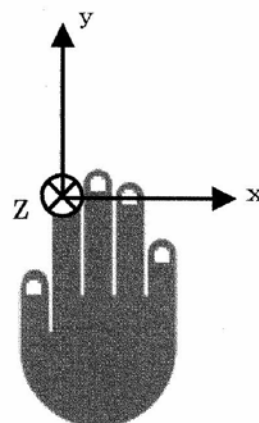


図4 3軸加速度センサの座標系

加速度の平均と変動係数 (CV) は以下の式で求まる。加速度を a_k 、データの指標をkとすると

$$\overline{a} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |a_k|$$

n : サンプルレート × 計測時間 (5000)

$$\bar{a} = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m a_l \quad m : \text{被験者数 (30)}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (\bar{a}_k - \bar{a})^2}{n-1}}$$

$$CVI = SD / \bar{a}$$

$$CV = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m CVI \quad m : \text{被験者数 (30)}$$

加速度はベクトルの向きにより正と負の値を持つため、絶対値をとった。

2. 結果と考察

2.1 圧力の平均値

各評価項目の結果を図5, 図6, 図7, 図8に示す。弾力性をもっとも特徴的な結果を示し, t1, F1の値が他の部位よりも2倍以上大きい値を示した。この結果は肉眼による触診動作の観察とも一致し, 今回使用したセンサを用いて触診動作を計測することが可能であることがわかった。それ以

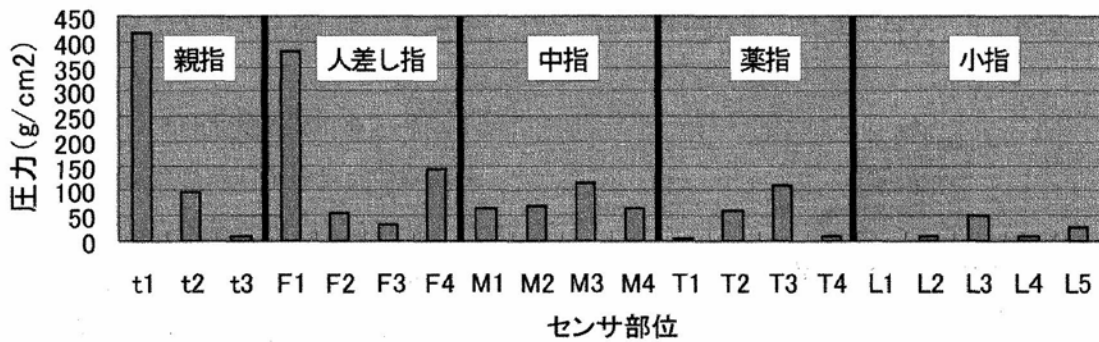


図5 弾力性

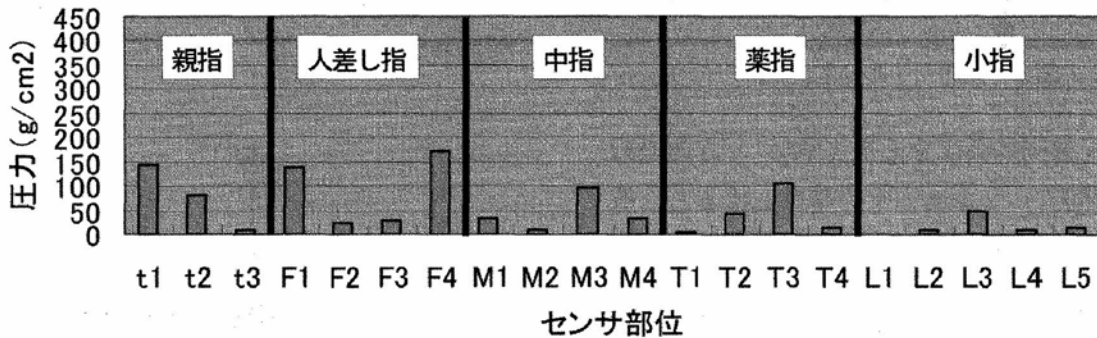


図6 表面あらかさ

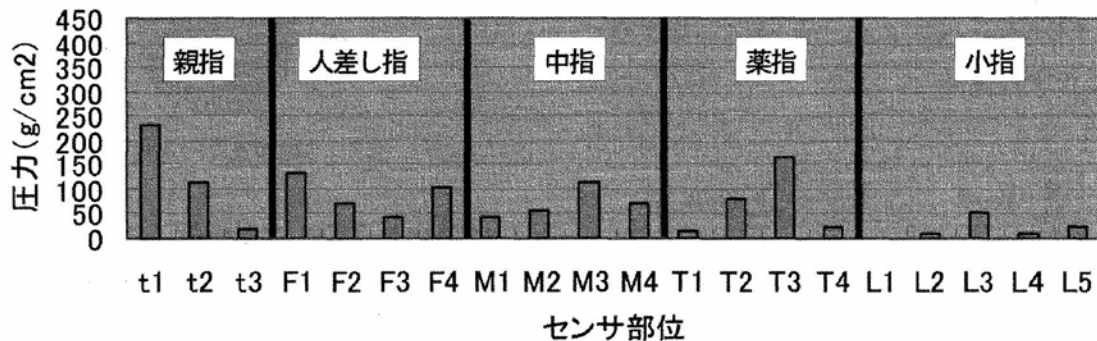


図7 曲げやすさ

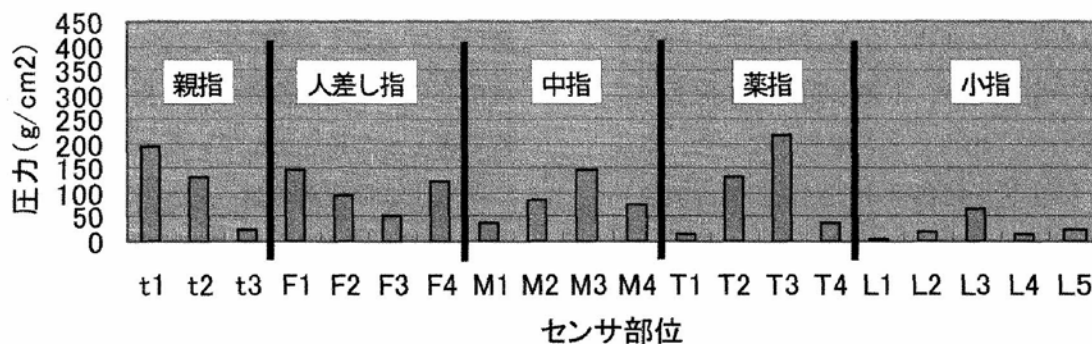


図8 やわらかさ

外の評価項目ではt1, F1は弾力性評価の時ほど顕著な値は示してはいるが、他のセンサ部位と比べて大きな値を示している。他のセンサ部位を見ていくと、t1, F1に次ぐ値としてt2, F4, M3, T3, L3がある。F4は手掌部にあたり、実験時にこの部位を用いるような動作は確認できなかったため、これは触診にともなう手の動きでセンサシートが曲がったために現れたものと考えられる。t2, M3, T3, L2は指基節部にあたり、把持動作をする際に親指と向かい合いにしばらく、またそのような動作も観察できなかったため、これも触

診時にセンサシートが曲がったためと考えられる。

以上より、今回試作した圧力センサを用いれば触診動作を計測することが可能であること、これ以降の解析において解析部位をt1, F1の2箇所に限定してもよいことがわかった。

2.2 圧力の変動

図9, 図10にt1(親指)とF1(人差し指)の圧力の平均値と変動係数(CV)の結果を示す。

平均値は親指、人差し指ともに弾力性が最も大きい値を示した。表面あらかさは親指の値が他の評

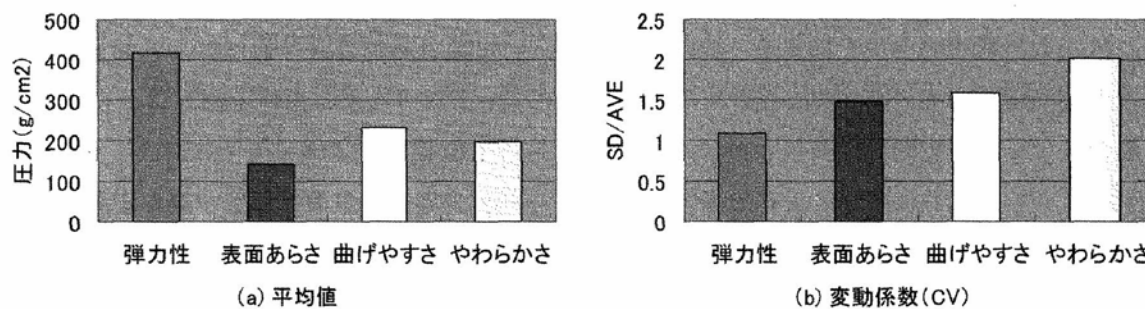


図9 t1(親指)の結果

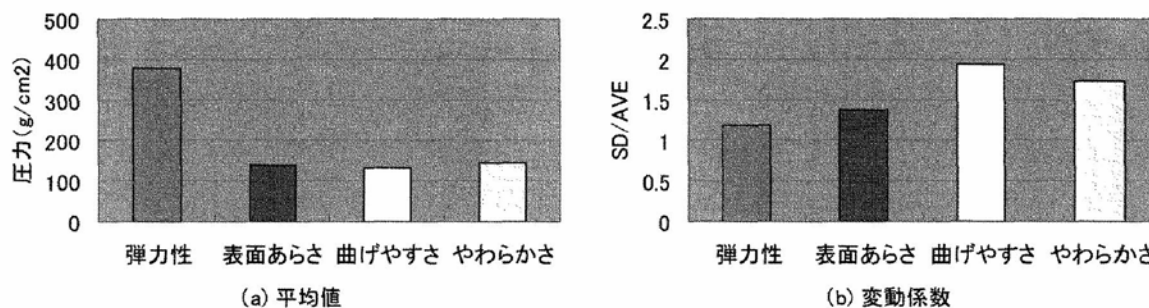


図10 F1(人差し指)結果

価項目と比べて一番小さな値になった。曲げやすさ、やわらかさでは親指の結果は弾力性と表面あらしの中間の値になり、人差し指では表面あらしも含めて弾力性と比べて小さな値となった。このことから、弾力性を評価する際は他の評価項目に比べて布に対して荷重をかけていることがわかった。

変動係数 (CV) は親指、人差し指ともにすべての評価項目で値が1より大きくなり、均一な力を連続的に発揮しているのではなく、力のかけ方を変動させていることがわかる。4つの評価項目の中では弾力性が最も小さい値となった。

圧力の平均値と変動係数 (CV) の結果より、弾力性は他の評価項目と比べて強い荷重下における加重、除重の変動が小さい触診動作をしていることがわかった。

2.3 荷重中心

荷重中心の平均値の結果を図11に示す。各評価項目の荷重中心の平均値に大きな違いは見られなかった。どの評価項目の荷重中心の平均値もセンサ中心、すなわち指の腹の中心に集まっている。親指と人差し指の荷重中心の平均値を比較すると、相対的に親指はx y軸正方向に、人差し指はy軸負方向にずれている。これは親指と人差し指を合

わせる時にそれぞれの指が完全に指の腹を向かい合いにすることは難しいこと、図11に示した荷重中心の平均値の位置が最も指を合わせやすい位置であることに起因していると考えられる。

荷重中心の変動係数 (CV) を図12に示す。どの評価項目においても変動係数は親指のx方向(指横方向)よりy方向(指縦方向)の方が値は大きくなっている。人差し指についても同様の傾向である。これは指の動作は筋と骨格により支配されており、関節の自由度に依存した結果であると思われる。つまり指は屈曲伸展運動によりy方向(指縦方向)に動作をさせやすいが、x方向(指横方向)には中手骨を支点とした動作になり、指の屈曲伸展運動にくらべると自由度が低くなるためと考えられる。

評価項目の違いによる荷重中心の変動係数を見ると、評価項目の違いにより差が生じていることがわかる。部位別では、t1 x (親指横方向)は評価項目の違いによる大きな差はみられなかった。t1 y (親指の縦方向)は、曲げやすさが最も変動係数が大きく、次いで表面あらしとなっている。この2項目は弾力性の値に対して約2倍の値を示した。F1x (人差し指横方向)は、やや表面あらしの変動係数が大きくなっている。F1 y (人差し指縦方向)は表面あらしが最も変動係数が大き

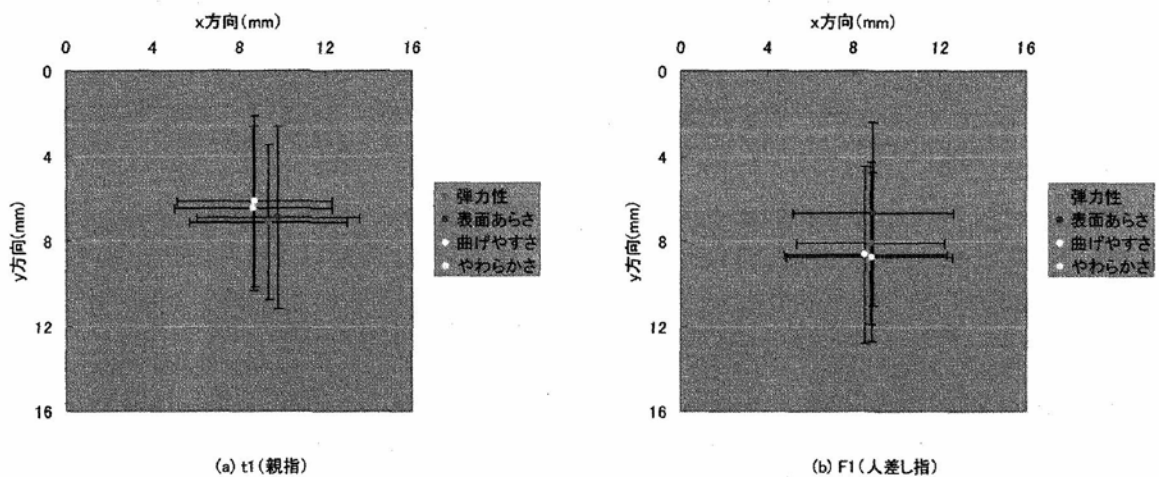


図11 荷重中心の平均値

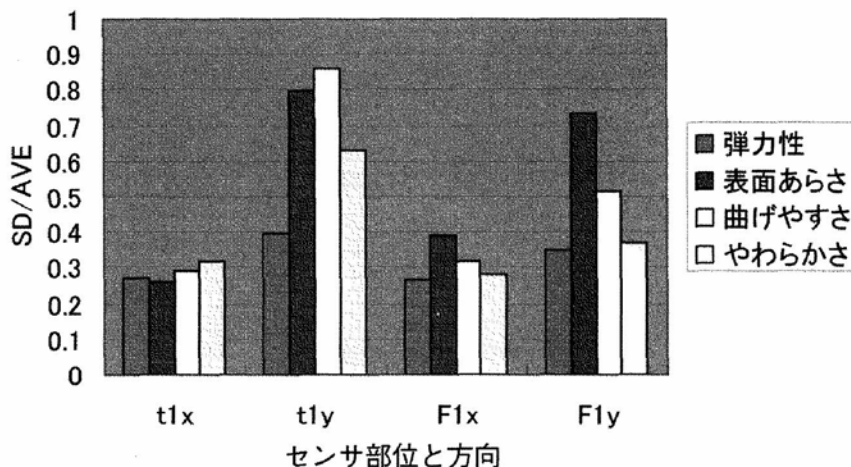


図12 荷重中心の変動係数 (CV)

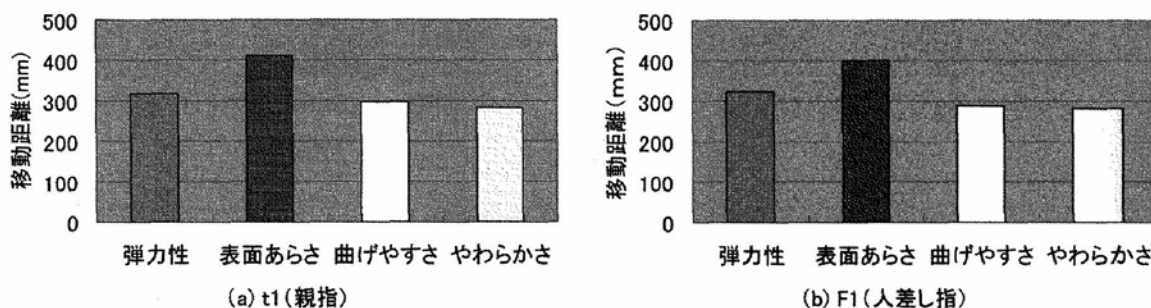


図13 荷重中心の移動距離

くなっており、弾力性の値に対して約2倍の値を示した。

全体の傾向としては表面あらさが最も変動係数が大きく、指の腹全体を荷重中心が移動していることがわかる。荷重中心が全体を移動しているということは荷重も指の腹全体にかかっているということを示している。

図12に荷重中心の総移動距離、すなわち道のりを示す。親指、人差し指ともに約400mmと他の3項目より大きな値を示している。他の3項目ではやや弾力性の値が大きいもののそれぞれ300mm前後の値で大きな差はみられない。人差し指は変動係数の結果、指の腹全体を使っていることがわかったが、総移動距離が長いことから指の腹全体を使いながら布の表面を入念に触診していることが推測される。荷重中心が仮に等速運動をしているとすると、速度は表面あらさ評価時には荷重中心が40 mm/secで移動しており、その他

の項目では30 mm/secになり、表面あらさ評価時には荷重中心が速い移動をしていることが推測される。

2.4 移動軌跡変動

加速度の平均値と変動係数 (CV) を図14, 図15, 図16に示す。

加速度の平均値は親指のどの評価項目においてもz軸方向がx軸方向(指横方向)とy軸方向(指縦方向)より値が大きくなっている。人差し指、中指についても同様の傾向である。この傾向は荷重中心の変動係数の考察と同様に、手指の構造によるものであると推測される。

評価項目を見ると親指は表面あらさがx軸, y軸, z軸すべての方向について他の評価項目より値が大きくなっている。この結果より表面あらさは他の評価項目よりも大きな触診動作をしているといえる。人差し指、中指についてもこの傾向は

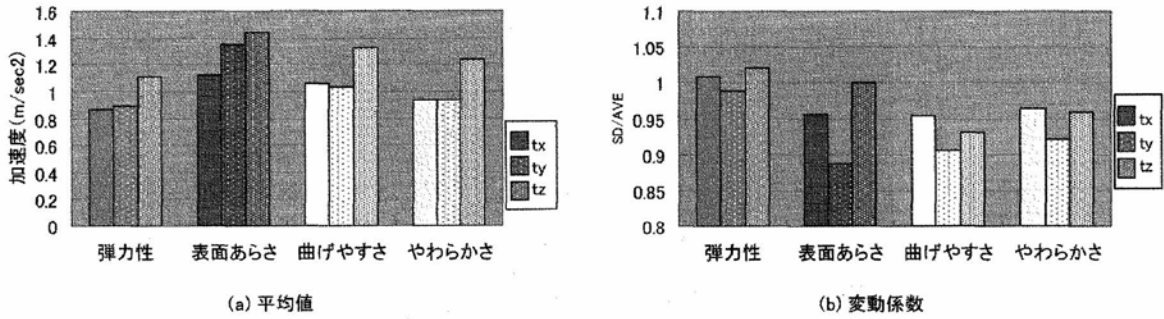


図14 t (親指) の加速度

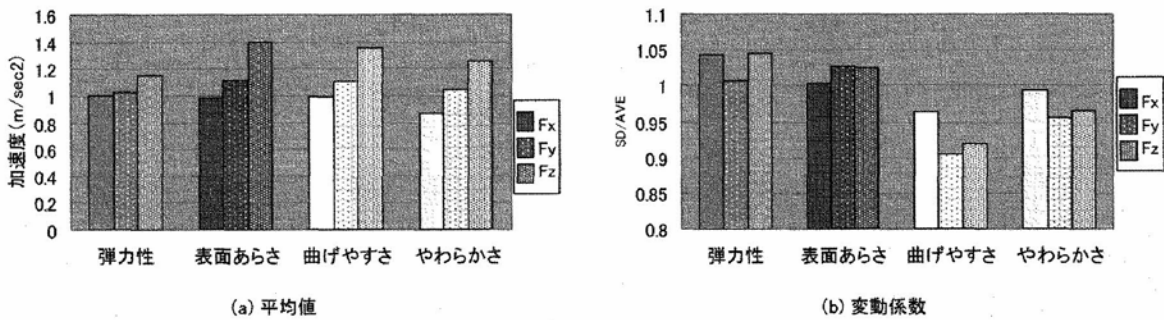


図15 F (人差し指) の加速度

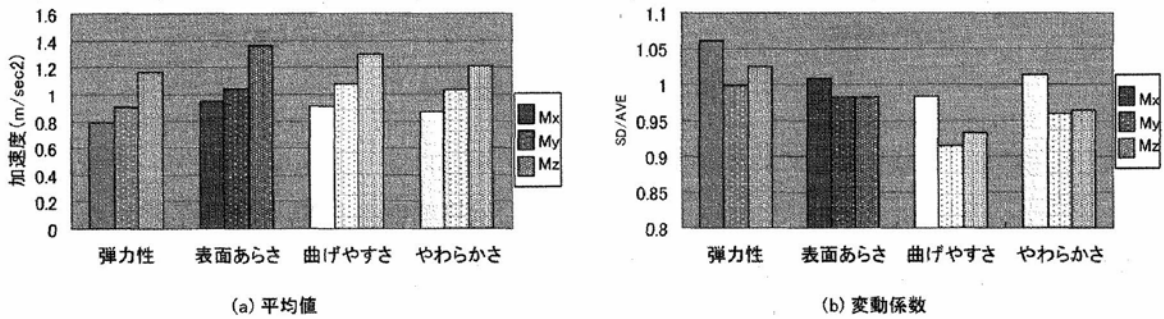


図16 M (中指) の加速度

同様であるが、x軸、y軸方向の値の差は親指ほど大きくはない。

変動係数は一部を除いてどの指もy軸方向の値が小さくなっている。評価項目では、曲げやすさの変動係数がどの部位においても小さくなっており、これは曲げやすさが指先のすばやい動作が少ないことが要因のひとつとして考えられる。

人差し指と中指の加速度の平均値と変動係数は非常に傾向が似ており、触診動作計測時には加速度センサの装着部位は人差し指のみでも十分であることが示唆される。

2.5 アンケート結果

実験終了後に行った、アンケート結果を図17に示す。アンケート得点は弾力性が3.6点、表面あらさが4.7点、曲げやすさが2.9点、やわらかさが3.1点であった。この結果より被験者が最も評価しやすかったのは表面あらさであり、次いで弾力性であることがわかった。被験者の評価項目に関する理解度が今回行ったセンサグローブの結果に反映されていると考えられる。圧力、加速度の結果に明確な傾向をもった弾力性、表面あらさと、内観調査の最高点、次点の項目が一致した。

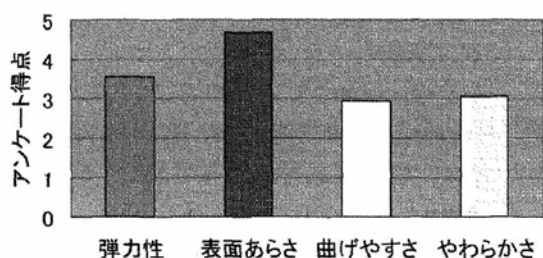


図17 アンケート結果

3. まとめ

本研究の目的は布の風合い評価における触診動作の解析であり、センサグローブを用いて圧力と加速度の2つの側面から定量的な解析を行った。圧力センサについて、20箇所あるセンサシートの圧力の平均値を求め、触診部位をt1とF1の2箇所に限定することができた。t1とF1の圧力の平均値と変動係数より、弾力性は他の評価項目に比べて大きな荷重をかけていることがわかった。荷重中心の結果より、表面あらさは指の腹全体を使い、y方向の変動係数は親指、人差し指の両方について弾力性の約2倍という結果が得られた。また、加速度の平均値の結果より、表面あらさは他の評価項目より値が大きく、大きな触診動作をしていることがわかった。

以上より、表面あらさ評価時には被験者はダイナミックな触診動作を布に対して水平方向に行っており、弾力性はスタティックな触診動作を布に対して垂直な方向に行っているといえる。

本研究では、今回用いた評価項目である「弾力性、表面あらさ、曲げやすさ、やわらかさ」の中から、弾力性、表面あらさの2項目について触診動作の特徴を抽出することができた。この結果は被験者の内観調査の結果である評価のしやすさとも一致し、評価項目自体が一般的であることが触診動作を抽出する上で重要な因子であることがわかった。

弾力性はスタティックな触診動作を布に対して

行っており、他の評価項目と比べて2倍以上の圧力をかけていることがわかった。

表面あらさはダイナミックな触診動作を布に対して行っており、弾力性と比べて荷重中心の変動係数が2倍以上の値を示すことがわかった。

被験者の判別能力が触診動作に与える影響は、判別能力が高い被験者ほど圧力が小さくなり、反対に変動係数は大きくなる傾向が得られた。荷重中心の変動係数では判別能力が高い被験者ほど弾力性では小さくなり、表面あらさでは大きくなる傾向が得られた。

本研究の背景には新たな風合い評価装置の開発があり、既存の風合い評価装置のような材料力学に基づいたものに加えて、人間の風合い評価時の動作的特徴や、感覚特性を反映させた装置を目指している。理想的にはひとつの接触子を持つ一台の装置で布の風合いを総合的に評価できる装置を目指している。これは人間が布の風合いを評価する場合に、手というひとつの接触子しか用いないことを発想の起点としている。風合い評価の熟練者になれば、この手だけで布に対して優れた感度と評価を発揮する。この装置の開発をする上で、接触子の素材、外形、表面形状、大きさ、接触子の動作として、最小荷重、最大荷重、荷重曲線、布に対して鉛直方向のストローク幅、布に対して水平方向の稼動範囲、動作方向として、一方向、往復運動、円運動、他方向等の様々なパラメータを決定する必要がある。そのためには布の風合い評価時の触診動作における人間の技能・技術をエキスパートシステム・モデル化することが必要である。本研究はその一端として圧力、加速度の2つの側面から、これらの様々なパラメータの決定と、触診動作モデルの構築に寄与するものである。

謝辞

本研究に対して助成いただいた石本記念デサントスポーツ科学振興財団に感謝いたします。

測定装置開発において、ご協力いただきました
ニッタ株式会社RETS事業部センサーグループ
東 輝明氏、喜多宏充氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 小林茂雄, 繊維学会誌, 42, 378 (1986)
- 2) 川端季雄, 繊維学会誌, 25, 191 (1969)
- 3) 川端季雄, 繊維学会誌, 47, 624, (1991)
- 4) 加藤象二郎・大久保克夫著「初学者のための生体機能の測り方」日本出版サービス
- 5) 平尾直靖, 八木昭宏, 繊維製品消費科学会誌, 38, 228 (1997)
- 6) 綿貫茂喜, 繊維学会シンポジウム予稿集, S - 134 (1995)
- 7) 塩谷 隆, 繊維学会誌, 52, 247 (1996)
- 8) 堀場洋輔, 上條正義, 細谷 聡, 高寺政行, 清水義雄, 佐渡山亜兵, 繊維学会誌, 56 (1) ,47 (2000)
- 9) Y. Horiba, M. Kamijo, S. Hosoya, M. Takatera, T. Sadoyama, Y. Shimizu, *Kansei Engineering International*, 1 (2) 9 (2000)
- 10) 日科技連官能検査委員会編「官能検査ハンドブック」日科技連出版社
- 11) 清水 誠著「データ分析はじめての一步」講談社