

平成 30 年 9 月 10 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H01764

研究課題名(和文)脳イメージングを取り入れたインタラクションデザインによるテキスタイルの創製

研究課題名(英文)Creation of textiles using interaction design and fMRI

研究代表者

鋤柄 佐千子(SUKIGARA, SACHIKO)

京都工芸繊維大学・繊維学系・教授

研究者番号：30216303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,090,000円

研究成果の概要(和文)：テキスタイルが誘発する質感や美しさなどのヒトの感情を動かす感性と素材特性の関係を表現できる一つの指標の開発を試みた。人が布から受ける感覚に関する基礎研究として、心地よい温感/冷感に關与する脳部位を特定した。また皮膚と布間の熱移動に關係が深い布構造を考慮した詳細な熱移動モデルを提案した。布をインターフェイスとして他の材料の特性を予測するデザイン設計を試みた。そしてタイの手織物を用いての印象評価と木の皮の質感の間に類似性が存在することを示した。高島ちぢみを用いて触感と視感によるデザインの嗜好と素材の關係を明らかにし、好まれる布の特性とその先に考えられる衣服のシルエットを予測した。

研究成果の概要(英文)：The texture and aesthetics of fabrics are difficult to be described. The three approaches were carried out. The fabric perception related to comfortable warm or cool feeling was examined by fMRI experiment and the locations in brain were found using multivoxel pattern analysis. A heterogeneous fabric model was proposed to simulate the temperature distribution in the fabric. The strong influence of heat transfer was found in the longitudinal direction. The perception of visual texture commonly across different materials. The visual textural impression was examined by comparing between 17 hand woven fabrics and 10 tree barks to find their textural resemblance. The similarity was found and validity of a "cross-material" design was confirmed. Using Takashima crepe fabrics, both tactile and visual sensory evaluation was examined. Based on the physical data as well as fabric hand, the preferable hand and types of silhouette designs for women's dresses was proposed.

研究分野：生活科学一般

キーワード：テキスタイル評価 心理計測 感性情報学 視感 触感

1. 研究開始当初の背景

繊維 - 糸 - 織 / 編みの構造をなすテキスタイルは、有史以前から人類に愛用されている。繊維工学の分野では、機能性の高い快適な衣服の設計を企図して、1970年代以降繊維製品の感性評価が進められ、布の風合いやタッチの良さなど、主として触感覚に関連する物理量の測定法が確立されている。しかしながら、質感や美しさ・高級感などヒトの感情を動かす感覚は、素材特性との関連付けが充分ではない。繊維製品の品質水準が保障され、環境配慮が必然となった時代には、「ヒトの感性の指標化」が課題となる。しかし、消費者の価値をどこに求め、何を基準にものづくりを推進したらよいか模索が続いている。人類の福祉と健康を支えるテキスタイルの生活材料としての真価は、今後自分の満足感を得るものから、それに触れた回りの人との「想いをつなぐ」材料、人間同士のインタラクションデザインへと向かう。その達成には、人間の触感や好み、満足度等の数値に現しにくいものの指標化が求められている。

2. 研究の目的

テキスタイルの物性評価方法、官能評価で得られたデータとひとが布を評価したときに発現する脳イメージングの関係を各領域の専門家が協力して探求しながら、根幹にあるテキスタイルの真価を表現できる一つの指標を開発する。そして将来テキスタイルをインターフェイスとして、消費者と生産者の間を結ぶものづくりに貢献することを目的とする。

3. 研究の方法

図1に示す3方向から、視感・触感を中心に、将来の指標化に向けた基礎的研究を行い、最終的に1つのモデルとして編み布の作成を目指した。それぞれの項目について、研究方法を述べる。

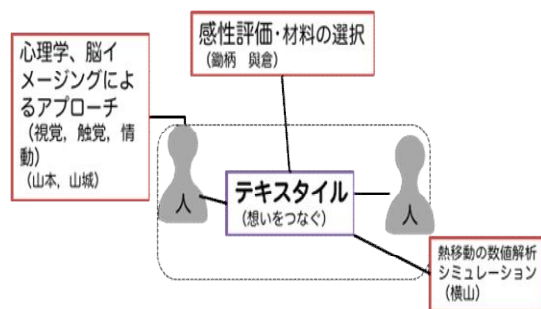


図1 研究方法の関連性

(1) テキスタイル内の熱移動特性評価

織物構造体内の熱移動現象は、その特徴的な内部構造に起因して複雑である。単糸が織構造を形成することで織物構造体が出来ており、その単糸も多数のフィラメントが撚り合わされた構造を持っている。このような複雑な構造を持っているため、織物構造体内部に

は繊維以外に多量の空気が含まれている。また、熱移動の障害となる繊維相互ならびに単糸相互の接触面が存在する。この空気ならびに接触面を考慮しないと適切な熱移動を表現できる数値モデルを構築できない。そこで、内部構造を考慮した不均質数値モデルを新たに構築し、布内部の熱移動の詳細を検討する。

これは、将来的に布の触感に係る熱移動特性を予測して布を設計するために用いる。

(2) 脳イメージングによる心地よさを伴う接触冷温感の評価

機能的MRI (fMRI) 実験によって心地よさを伴う布の接触冷温感に關与する脳部位を明らかにする。

実験では、被験者を冷水で冷却した寒い環境と、温水で加熱した暑い環境のもとで、冷感を与える布または温感を与える布で脚部の肌を覆ったときの脳活動を測定した。これによって寒いときに暖かい布で覆われる心地よい温感と、冷たい布で覆われる不快な冷感、暑いときに冷たい布で覆われる心地よい冷感と、暖かい布で覆われる不快な温感を作り出した。布を手で触らせるのではなく、脚部を刺激したのは、脚などの皮膚の有毛部に存在する心地よさの信号伝達に關与する神経線維であるC線維を刺激するためである。

(3) テキスタイル設計へ応用するための異質な質感の類似性評価

テキスタイルデザイナーは、布の設計に際して他の材料から情報を得てデザインの構想を考へることがある。これは、テキスタイルをインターフェイスとして2つの材料を結ぶ可能性を示唆する。そこで、タイの手織り布と自然な木の皮の模様を大学生に見せ、共通性が見られるのかどうかを調べた。評価者は、同一のたて糸に対して異なるよこ糸から構成された17枚の布を見て似ている布同士、自由にグルーピングする。次に、そのグループと似ていると感じられる木肌の写真を選ぶ。(図2)

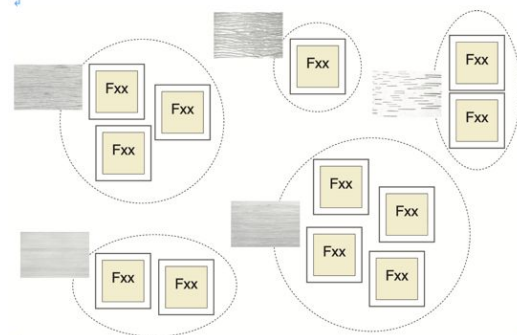


図2 類似した布のグルーピング化とそれに対応する木肌のマッチング

Fxx: 布を示す

次に、布と木肌の試料それぞれについて、7項目「調和のとれた/不調和な」、「均等な/不均等な」、「静的な/動的な」、「繰り返しのある/繰り返しのない」、「機械的な/手作りの」、「2次元の/3次元の」、「密度が高い/空っぽな」について順位をつけ、結果を解析した。

(4)被服デザインに向けた素材の感性評価
本課題では、伝統織物(高島ちぢみ)を対象として、被服デザインに向けた、素材の感性評価を行った。

高島ちぢみの素材特性

盛夏の肌着素材として100年の歴史を持つ高島ちぢみの素材特性の特徴を捉えるため、織設計と織加工条件の系統的に異なる試料について、KE-FBシステムにより力学特性・表面特性を測定した。

触感評価

高島ちぢみの婦人用薄手布としての触感の良否について、女子大学生(20~24歳)を被験者として手触り評価を実施した。評価方法はSD法による5段階評価である。

着用感評価

女子大学生20名を被験者として、婦人用ステテコの4週間の着用試験を実施した。SD法による5段階評価で着用感を評価した。

シルエット評価

布の力学特性に基づくシルエット形成能の評価、女子大学生を被験者としたフレアー衿の美しさの主観評価を実施した。

4. 研究成果

(1)図3に2次元の熱解析用織構造モデルを示す。2次元モデルでは経糸、緯糸ならびに空気を個別の表現とし、さらには経糸、緯糸間に接触面の存在を考慮するため接触熱伝達境界を設定している。また、単糸に異方性熱伝導係数を与えることにより、単糸内部のフィラメントの撚り構造の影響を表現している。

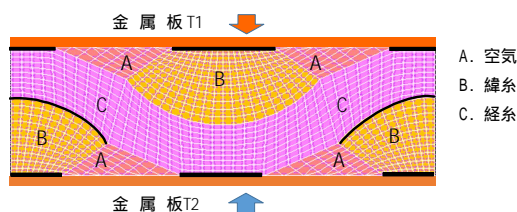


図3 2次元構造モデル

図4に2次元織構造体モデルを用いた熱解析結果を示す。図3の金属板T1を高みに設定して織物内の熱移動状況を温度分布で示した結果である。緯糸内より経糸内に熱が早く伝わり早く温度が上がっていることが示されている。この現象は織物内の織構造ならびに空気存在、さらには単糸の異方性熱伝導特性が大きく影響しているためである。こ

のような現象が数値解析的に捉えられたのは織物の熱移動予測にとって有用であり、本モデルの有効性を確認できた。

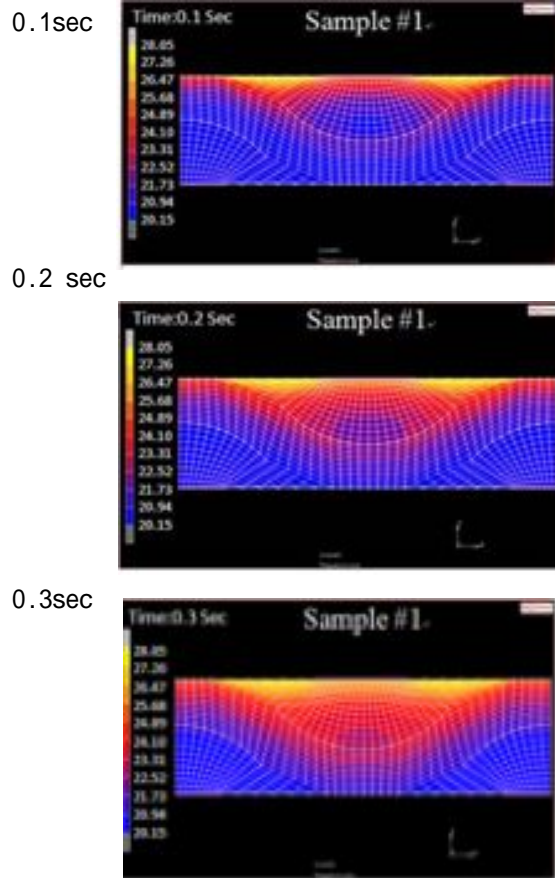


図4 織物構造体内の熱移動計算結果(2次元モデル)

さらに、本モデルを織物構造体に適用するために実際の織構造をそのまま表現した3次元モデルを構築した。図5に3次元織構造モデルを示す。このモデルを用い平面方向の熱移動を詳細に検討し、また試料を作製して実験を行った結果、本モデルの実用上の有効性を確認することができた。

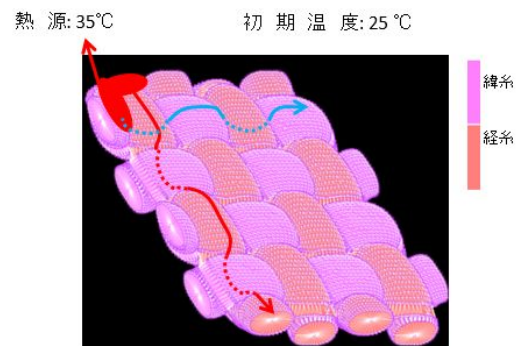
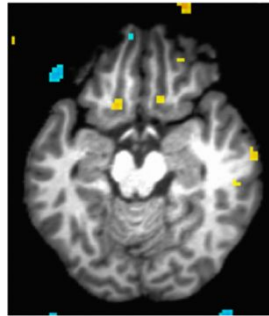
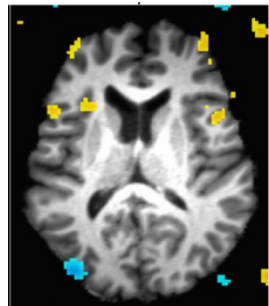


図5 3次元織構造モデル

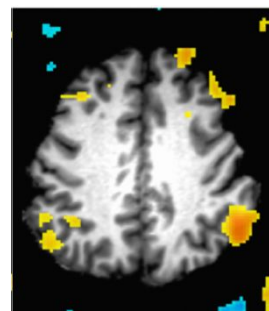
(2) 環境や快・不快に依存しない布の温冷感
は、マルチボクセルパターン解析の結果、1
次体性感覚野の脚再現部を含む頭頂内側部
および島領域の活動で表象されていること
が示唆された。一方、心地よい布刺激と不快
な布刺激に対する脳活動を比較したところ、
左右の前頭眼窩野と島領域前部および頭頂
後頭部の活動が、心地よいと強く賦活する
ことが示された(図6)。以上の結果から、布
の温冷感は1次体性感覚野と島領域の活動
によって表現されており、その情動的価値は
島前部と前頭眼窩野の活動によって表現さ
れていると考えられる。



(a)前頭眼窩野の賦活



(b)島前部の賦活



(c)頭頂後頭部の賦活

図6 心地よい布刺激に対する脳活動
(a)前頭眼窩野の賦活 (b)島前部の賦活
(c)頭頂後頭部の賦活

(3) 布と木肌の間の類似性を解析した。図7
は、(a)多次元尺度法の解析結果と(b)クラ
スター分析結果である。いずれも3つのグル
ープに分かれている。これはタイの手織り布の
印象評価と自然な木の皮の質感の間に類似性

があることを示す。また布に使用されたよこ
糸の違いが与える視覚的印象と木肌の質感の
間に共通性を見出した。これは布をインター
フェイスとして他の材料の特性を予測するデ
ザイン設計にとって有益である。

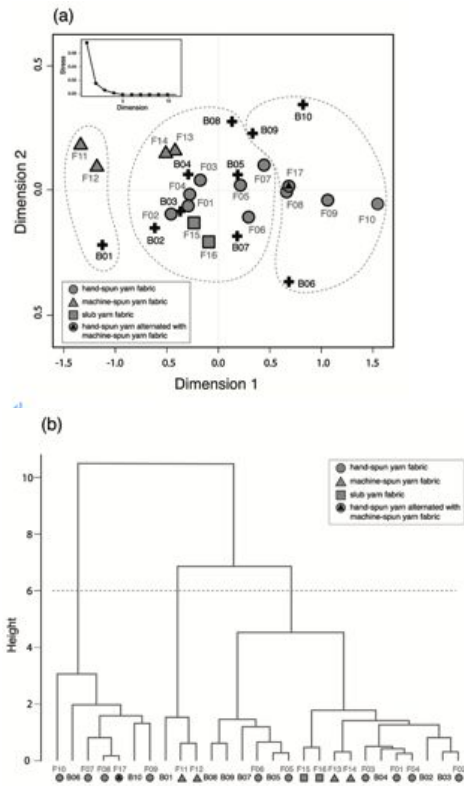


図7 解析後の布と木肌の分類

使用されている糸 ● hand-spun yarn,
▲ machine-spun yarn fabrics, ■ slub yarn
● hand-spun yarn alternated with
machine-spun yarn

(4) 高島ちぢみの素材特性は、緯糸方向に
編布と同程度の伸びやすさを示した。これは
着用動作時に快適であると考えられる。また、
縦糸方向に曲げ硬いことがハリのあるシル
エットを保ち換気効果を促進すること、摩擦
特性が大きくシャリ感が高いことが確認で
きた。この特性は凹凸が規則正しいピケ加工
に於いて顕著であった。
触感評価と布の厚さとの関係を図8に示す。

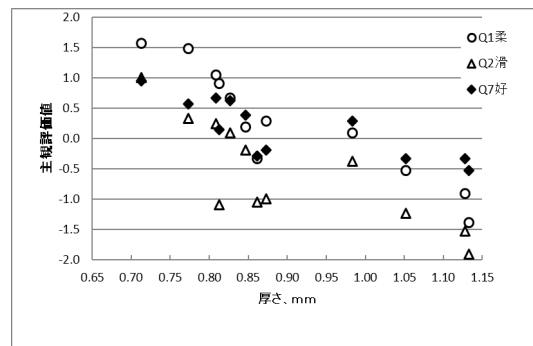


図8 布の厚さと主観評価値の関係
Q1 柔らかさ、Q2 滑らかさ、Q7 好み

細番手の糸で製織された薄い布ほど柔らかく(Q1)、滑らかで(Q2)、好まれる(Q7)傾向が示された。織加工としては、ファインピケ 17P が好まれ、太番手のワイドピケ 10P が好まれないことが判った。

女子大学生 20 名による婦人用ステテコの着用感の評価結果を図 9 に示す。布の構造はファインピケである。着用・洗濯を繰り返すことにより、着用直後に比べて、柔らかく滑らかになり、快適で好まれる傾向が示された。男性用肌着のみならず、婦人用の夏季の室内着として、販路拡販が可能であると考えられる。布の素材特性については、曲げ剛性、せん断剛性の低下が見られ、着用による柔らかさの増加が裏付けられた。

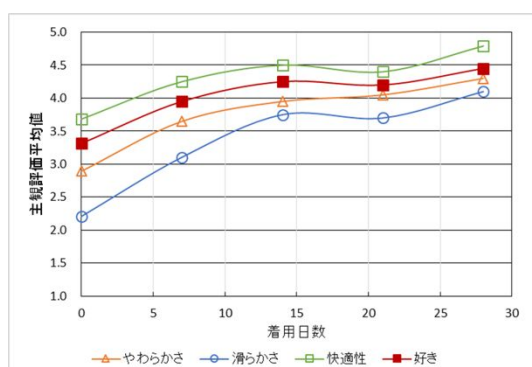


図 9 着用による主観評価値の変化

高島ちぢみの力学特性に基づくシルエット分類を行った。高島ちぢみに適したシルエットは、主としてハリタイプに分類される。細番手の楊柳しばの試料は多様なシルエットの婦人服に適用できる。太番手の糸によるピケ試料は婦人用ジャケットに適用できることがわかった。

ハリタイプの技法としてフレアーに着目し、フレアー衿の外観の美しさの評価を行った。高島ちぢみは大きな異方性を持つため、独特の外観を形成する。布のせん断特性との関係が得られ、緯糸方向のせん断剛性が大きいほどフレアーが美しいと評価された。織構造についてはファインピケが好まれた。ファインピケは触感と視感に於いて評価が高く、今後の婦人服としての展開が期待される。また布の表面構造を変えることで布を触った時、並びにフレアー衿の嗜好が変化する程度がわかったことは指標化に役立つ。

以上、触感にかかわる心地よさや嗜好について感性評価値を得ることができた。しかし、最終目標としていた指標となるモデル試料を編み機で作製し、評価する段階までは至らなかった。しかし、編み目密度や編み方、模様を変化させた筒状の試料や評価者の手にあわせた手袋を、研究成果をもとに試作することができた。この試料をもとに感性評価実験を継続する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 14 件)

Aya GOTO, Aki KONDO, Sachiko Sukigara, Visual Impression of fabrics at different viewing distances, Proceedings of The 13th Asian Textile Conference, 査読有, 2015, 950-1108

Htike HH, Kang J, Yokura H and Sukigara S, Effect of Crepe Texture on Tensile Properties of Cotton Fabric under Varied Relative Humidity, J.Textile Sci. Eng. 査読有, 2015. DOI: 10.4172/2165-8064.1000223 山本洋紀, 手触りと“目触り”の脳を探る, Brain & Nerve-神経研究の進歩-, 査読有, 67, 2015, 691-700

Phoophat P, Sukigara S, Mechanical and Surface Properties of Thai Cotton Hand-woven Fabric Made from Hand-spun and Machine-spun Yarns, J. Textile Sci. Eng. 査読有 Vol.6. No4, 2016 DOI: 10.4172/2165-8064.1000263

Hiroko Yokura, Htet Htet Htike, Sachiko Sukigara, Shiro Takahashi, Changes in Hand Properties of Cotton Crepe Fabrics after Wearing, Journal of Textile Engineering, TMSJ, 査読有, Vol.62(2), 2016, 11-15

山本洋紀, 触感に基づく質感の情報処理機構, Clinical Neuroscience, 査読有, 35, 2017, 169-171

Hua Shen, Atsushi Yokoyama, Sachiko Sukigara, Modeling of heterogeneous heat transfer in fabrics, Textile Research Journal, 査読有, 88, 2017, 1164~1172, DOI: 10.1177/0040517517698986

Hua Shen, Shaochen Jiang and Sachiko Sukigara, Dependence of Thermal Contact Properties on Compression Pressure, J.Fiber Sci.Technol., 査読有, 73, 2017, 177-181 DOI:10.2115/fiberst.2017-0024

Hua Shen, Atsushi Yokoyama and Sachiko Sukigara, Analysis of Heterogeneous Heat Transfer in Fabrics with a Three-Dimensional Model, J.Fiber Sci.Technol. 査読有 73, 2018, 234-249, DOI: 10.2115/fiberst.2017-0033

PHOOPHAT Pithalai, SUKIGARA Sachiko, YAMAMOTO Hiroki, "Cross-material" Texture Perception: An Exploratory Analysis of Woven Fabrics and Tree Barks, J.Textile Engineering, 査読有, 64, 2018, 11-18

〔学会発表〕(計 18 件)

Aya GOTO, Aki KONDO, Sachiko Sukigara, Visual Impression of fabrics at different viewing distances, The 13th Asian Textile Conference(国際学会), 2015, November 3-6. Jeelong, Australia

Yamashiro H., Yamamoto H., Isami C., Sukigara S., Murase T., Umeda M., Higuchi T., Shared neural representation for visual and tactile material property, Neuroscience 2015, Society for Neuroscience Annual Meeting, 2015.10.17-21, Chicago, Illinois, USA.

Hua Shen, Atsushi Yokoyama and Sachiko Sukigara, Heat Transfer Simulation of fabrics with Heterogeneous Model, The Fiber Society 2016 Fall Meeting and Technical Conference, 2016 October 10-12, Cornell University, Ithaca, New York, USA

Chiari Isami, Hiroki Yamamoto and Sachiko Sukigara, Analysis for cross modal recognition of wool fabrics by using GLMM, The 44th Textile Research Symposium, 2016, December 14-16, Indian Institute of Technology, New Delhi, India

Yamashiro H., Yamamoto H., Murase T., Umeda M., Higuchi T. A Combined fmri-MRS Study of Interhemispheric Inhibition in The Human Sensory Cortex. The 10th International Conference on Complex Medical Engineering, 2016, 8月4-6, 栃木県総合文化センター(栃木県宇都宮市)

與倉弘子, Htet Htet Htike, 鋤柄佐千子, 綿クレープ織物の引張り特性に及ぼす相対湿度の影響, 日本家政学会第68回年次大会, 2016年5月28日, 金城学院大学
菅森輝行, 西藏亜佳音, 鋤柄佐千子, 山本洋紀, 熊澤真理子, 生地の高次質感認識に及ぼす染色法と構成色の効果, 日本繊維機械学会第70回年次大会, 2017年6月3日, 大阪科学技術センタービル

Hiroko Yokura, Sachiko Sukigara, Appearance and handle design of cotton crepe fabrics for women's dresses, The 45th textile research symposium in Kyoto, 2017年9月14日, 京都工芸繊維大学

Sachiko Sukigara, Hiroko Yokura, The Intelligent qualities of Japanese cotton crêpe, Takashima Chizimi, 14th Asian textile Conference, Hong Kong, 2017, June 27-30

山本洋紀, 色覚: 心理学と脳科学の視座, 京都大学学際融合教育研究センター学際シンポジウム「色の科学」(招待講演)(2017)

Sachiko Sukigara, Pithalai Phosphate, タイの手織物に挿入した手紬糸の影響, 第12回日本感性工学会春季大会, 2017年3月29日, 上田安子服飾専門学校、大阪市
山本洋紀, 繊維質感の心理計測と脳計測, 日本繊維機械学会講演会(招待講演)2018年2月27日, 大阪科学技術センタービル
テキスタイル科学研究会平成29年度講演会「感性・脳科学・テキスタイルの接点は?」平成30年3月13日 京都工芸繊維大学

- (1) 科学研究費助成事業「脳イメージングを取り入れたインタラクティブデザインによ

るテキスタイルの創製について」の概要報告, 鋤柄佐千子, (2)テキスタイルの感性: 心理学と脳イメージングによるアプローチ, 山本洋紀, 山城博幸 (3)織物構造を考慮した布内部の熱伝達特性, 横山 敦士, (4)被服デザインに向けた素材の感性評価, 與倉弘子

〔図書〕(計 2 件)

山本洋紀, 山城博幸, 鋤柄佐千子, 触り心地の制御, 評価技術と新材料・新製品開発への応用, 風合いの脳機能イメージング, 第1章第2節, 技術情報協会, 2017, 総ページ数 12

山本洋紀, 山城博幸, 鋤柄佐千子, 眼で触り手で見る表面質感, 第2章第6節, サイエンス&テクノロジー, 2017, 総ページ数 10

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鋤柄 佐千子 (SUKIGARA Sachiko)
京都工芸繊維大学 繊維学系 教授
研究者番号: 30216303

(2) 研究分担者

横山 敦士 (YOKOYAMA Atsushi)
京都工芸繊維大学 繊維学系 教授
研究者番号: 10210626

山本 洋紀 (YAMAMOTO Hiroki)
京都大学・人間・環境学研究科 助教
研究者番号: 10332727

山城 博幸 (YAMASHIRO Hiroyuki)
藍野大学 医療保健学部 臨床工学科 助教
研究者番号: 60582038

與倉 弘子 (YOKURA Hiroko)
滋賀大学・教育学部 教授
研究者番号: 50165784