

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：14602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25871058

研究課題名(和文) 繊維材料の風合い評価と質感認知に関わる神経メカニズムの統合的研究

研究課題名(英文) Integrated studies on relation between physical properties of fabrics and brain mechanisms underlying Shitsukan perception

研究代表者

安川 涼子 (Yasukawa, Ryoko)

奈良女子大学・生活環境学部・特任助教

研究者番号：30646633

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：繊維材料の質感をもたらす要因や質感の情報処理メカニズムについて、布の風合いに関わる物性、布に対する感覚的印象、質感認知に関する脳活動の視点から検討した。第一に、硬さ(圧縮・せん断・引張りの物性)の異なる布サンプルを見て触れる経験をすると、その布の画像に対する視覚的質感が変化することを明らかにした。さらに脳活動計測の結果から、経験により脳の視覚野内の一部領域で変化が見られ、視覚的質感と関係することがわかった。また、市販の布サンプルについて、物性と質感、特に触覚的涼暖感と薄厚感について高い相関関係があることを見出した。以上の結果から、繊維材料の質感要因や質感認知の情報処理の一端が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We investigated relation between mechanical property and neural representation of "Shitsukan" of fabric, by combining measurements of physical properties of fabrics (Kawabata Evaluation System, KES), psychophysical evaluation of "Shitsukan" of them, and brain activity measurement with functional MRI (fMRI). First, we examined how simple visuo-haptic experience (seeing and touching) on fabrics affected the Shitsukan impression of the fabrics. The results obtained with psychophysical and fMRI experiments revealed that visuo-haptic experience changed visual Shitsukan perception and brain activity in some parts of the visual area in the human brain. Second, a separate study using commercial fabrics showed that there was a high correlation between physical properties of fabrics and psychological impression such as cool-warm and thin-thickness feeling. These results give insights into the Shitsukan factor of fabric and information processing underlying Shitsukan perception.

研究分野：染色加工学 被服整理学

キーワード：質感 繊維材料 風合い 視覚 触覚 感覚的印象

1. 研究開始当初の背景

私たちは日常生活において、物体の柔軟性、温湿度、気候、新鮮さなど、物体の状態や素材の質感を捉えるしくみ=質感認知を有している。さらに、私たちは気候などのさまざまな外界情報を把握し、適切な行動(例えば、寒い日にコートを着る)を選択するなどの生存に不可欠な判断にまで及ぶ。このように質感認知は、視覚や触覚、聴覚などのそれぞれの感覚だけでなく、複数の感覚を統合して判断される。このようなクロスモーダルな情報処理はどのようになされるのかについては不明な点が多い。

一方、繊維製品の設計・開発の観点からは、着心地等にこだわった“感覚を取り入れたものづくり”が企業を中心に進められている。しかしながら、脳神経メカニズムまで踏み込んだものづくりは、商品展開が難しくまだ少ない。質感認知に関わる情報処理と材料の物性との関わりについても研究が行われているものの、検討の余地がある。

このような観点から質感認知に関係する情報処理を明らかにし、物性・心理・脳神経を相互に結びつけることは、真の意味でストレスを緩和させ、“生活の質 (Quality of Life ; QOL)”の向上に繋がり、社会に貢献する重要な取り組みであると考えている。

2. 研究の目的

本研究では生活に必須な素材である繊維材料に着目し、繊維材料の“質感”を繊維物性、心理、脳神経活動の側面から統合的に捉えることを目的とする。特に、質感認知の特徴の一つである、“見ただけで触った感じが分かる”等のクロスモーダルな性質に注目し、1) 布の風合いに関わる材料物性の風合い計測 (KES)、2) 布に対する感性・感覚的印象評価、3) 布の質感認知に関わる脳活動の計測により捉える。これら3つの分野の視点から多角的に研究を進めることで、質感に関わる物性・感性・脳神経メカニズムの対応関係及びそれらを繋ぐ質感パラメータを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 視覚質感に視触覚経験が与える影響：人はそれまで様々な布を見て触れてきた経験に基づいて、布の柔らかさなどの質感・風合いを判断していると考えられる。このことに着目し、外観からは柔らかさ/硬さが明らかでない布試料を使用し、それらを見て触れる単純な経験(視触覚経験)によって、布の質感がどのように獲得され、脳活動にあらわれるのかを明らかにするための実験・解析を行った。

① 試料として、糸の太さ・織密度を調整した4種類[密太・密細・粗太・粗細]の布(羊毛100%, ニッケ)を作製し、硬仕上げ加工を施した。硬仕上げ加工は、糸の太さによって硬さが異なるよう加工剤を施した条件(硬さ条件

1)と目の粗さの違いで硬さが異なる条件(硬さ条件2)の2通り行なった(図1)。これらの試料について、KES (Kawabata Evaluation System)による風合い計測装置で風合いに関わる力学的物性(曲げ・摩擦・圧縮・重さ・厚さ・せん断・引張り)を調べ、硬仕上げ加工剤の有無による物性の違いを評価した。

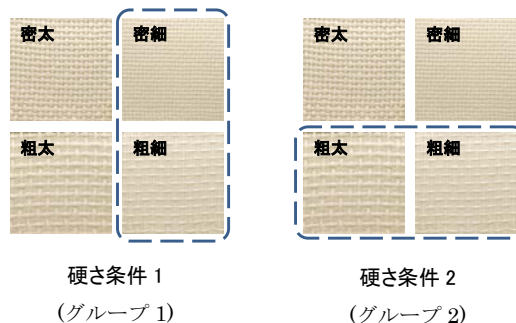


図1 実験に用いた布試料。点線で囲まれた試料は硬仕上げ加工剤により硬く加工されている。両硬さ条件ともに外観では硬さの違いを判別できない。

② これら4種類の布試料を見て感じる質感(視覚質感)を印象評価実験により調べた。布試料の画像には、毛羽や加工剤の質感の写り込みをできる限り除くため、低濃度で硬仕上げ加工したものを写真撮影し画像化した。この画像を用いて、一対比較法ならびにSD法により視覚質感を評価した。一対比較法では、2枚の試料画像を同時に1秒間画面に呈示し、10段階の非類似度評価を行った。SD法では1枚の試料画像を1秒間画面に呈示し、9つの形容詞対(表1)を用いて7段階評価を行った。これらの評価実験を、布の実物試料を実際に見て触る経験課題の前後に行ない、経験前後の結果を比較することにより視触覚経験の影響を求めた。経験課題では、4枚の布(実物)を順に被験者に触らせる(図2)ことを2周繰り返し、これを布の配置を変えて計3回行なった(計4分)。実際の試料の硬さ等の詳細については被験者に教示しなかった。被験者は計9名であり、うち5名(グループ1)が硬さ条件1、4名(グループ2)が硬さ条件2の試料について経験課題を行なった。

表1 SD法で用いた形容詞対

1	柔らかい	⇔	硬い
2	たるんだ	⇔	ハリがある
3	曲げやすい	⇔	曲げにくい
4	細い	⇔	太い
5	薄い	⇔	厚い
6	ふかふか	⇔	ごわごわ
7	こまかい	⇔	あらい
8	縮まった	⇔	ゆったりした
9	滑らかな	⇔	ざらざら



図2 触覚経験課題の様子。1回あたり2周繰り返す。布の配置を変えて計3回(計4分間)行なった。

③ 方法(1)の②で調べた視覚質感及び経験の影響を反映する脳活動がみられるのかを明らかにするため、fMRI 装置(生理学研究所)を用いて脳活動の計測実験を行った。方法(1)②で使用した布試料画像を用い、被験者がその画像を見て太さ判断または織密度判断課題を行なっているときの脳活動を計測した。本 fMRI 実験を方法(1)②と同様の経験課題の前後に実施し、結果を比較することにより視触覚経験の影響を評価した。本実験には被験者4名が参加し、うち2名(グループ1)が硬さ条件1、2名(グループ2)が硬さ条件2の試料について視触覚経験課題を行なった。

(2) 布の物性と質感印象との関係：

方法(1)の実験・解析に加え、一般に市販されている布試料を用いて、より網羅的に心理的な繊維素材の物性と質感の関係を明らかにするための実験・解析を行なった。

布試料は、帝人フロンティア(株)供与の68種類の市販の布(織物・編物・天然繊維・再生繊維・合成繊維の単一・混紡、機能性繊維、季節向け繊維含む)を用いた。各布試料は JIS L1096 標準測定及び KES による風合い計測を行った。12 種類[目付[単位面積あたりの重さ]・厚さ・嵩高性・通気度・ウィッキング・接触冷温感・吸湿率・摩擦・剛軟度・保温率・吸湿発熱・熱伝導度)の物性について 21 項目のデータを取得した。

質感の心理評価は一般被験者 22 名ならびに繊維専門家 8 名の計 30 名を対象に、SD 法(7 段階評定法)を用いて涼暖感(涼しい・暖かい)、目の粗さ感(目が細かい・粗い)、薄厚感(薄い・厚い)の項目について行った。布試料は全面が表地になるよう輪にして上部を固定して試作した布呈示台に置いた。それぞれの被験者は、視覚のみによる外観の印象(視覚質感)の評価、及び、触覚のみによる手触り等の印象(触覚質感)の評価の両方を行なった。

4. 研究成果

(1) 視覚質感に視触覚経験が与える影響：

① 作成した布試料の物性を KES による測定で確認したところ、硬仕上げ加工による厚み

の違いは、ごくわずかであった。重さについては、硬仕上げ加工処理剤のために 1~1.2 倍程度増加していた。さらに、圧縮・せん断・引張りについては、硬仕上げ加工により物性に明確な違いが見られた。特に引張りの伸びについては、硬仕上げ加工の有無により伸び率が 2 倍以上異なっていた。

本研究で用いた布試料の硬さ感には、圧縮・せん断・引張りが関係していると考えられる。

② 一対比較法及び SD 法の結果から、4 つの布試料の間の視覚質感の違い(非類似度)を評価した。その結果、視触覚経験前においては、グループ 1、2 共に織密度が同じ布の間で類似性が高い傾向を示した。本研究で用いた布においては、糸の太さよりも織密度が同じ布に対して視覚質感の心理的類似性があることを示している。

もし、視覚質感の判断に視触覚経験の影響がみられるならば、経験課題後における布試料の質感の違いは、被験者グループによって異なると予想される。糸の太さによって硬さが異なる試料を触る経験をした被験者(グループ 1)は、糸の太さが違う試料をより質感の違うものと認識し、一方、織密度によって異なる試料を触った被験者(グループ 2)は織密度の違う(糸の太さが同じ)試料をより質感の違うものとして認識すると予想される(図 3)。

そこで、経験前後において布の質感の違いがどのように変化するのかを調べたところ、予想と一致するように、グループ 1 では、経験後に糸の太さが異なる布の間で質感の違いが大きくなり、糸の太さが同じ布の間で質感の違いは小さくなった(図 4 左)。また、グループ 2 では、織密度が異なる布の間で質感の違いが大きくなった(図 4 右)。この結果は一対比較法と SD 法で共通していた。

以上のことから、布に対する視覚的質感判断が、視触覚経験に一致する形で変化を受けることが明らかとなった。[学会発表②]

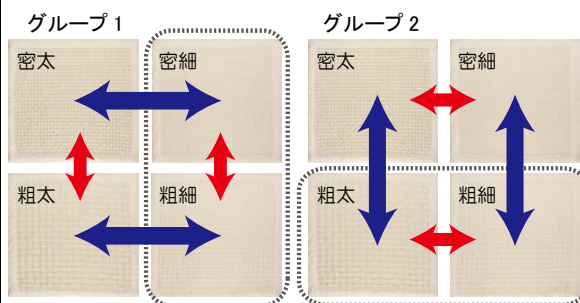


図3 予想される視触覚経験の影響。経験後には、青矢印で示された布試料間の視覚質感の違いが大きくなると予想される。



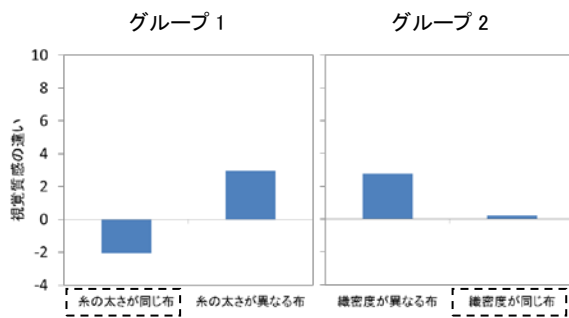


図4 視触覚経験による布試料間の質感の違いの変化(SD 法による結果)。図3の予想と一致した変化が見られる。

③ 経験による視覚質感の変化が脳活動においても反映されるのかを調べるため、4つの布試料の間の“脳活動”の違い(非類似度)をマルチボクセルパターン分類の手法を用いて評価した。もし、図4のような経験の効果が脳活動においても見られるならば、グループ1の被験者においては、糸の太さが違う試料間の脳活動の違いが経験によって大きくなり、グループ2の被験者では織密度が異なる試料間の違いが大きくなると予想される。

そこで、脳活動における糸の太さ、または織密度の違いが経験前後でどのように変化するかを調べたところ、予想と一致するような経験の効果が腹側高次視覚野と頭頂間溝の一部領域において観察された(図5)。

これらの結果より、布を見て触る経験の影響が腹側高次視覚野と頭頂間溝の活動の変化として現れることが示唆された。この脳領域のうち、腹側高次視覚野は、過去の研究で素材の質感に関わることが示されている部位にも対応する。

現在、視触覚統合に関わるとされている多感覚野や記憶関連領域の関与などについて、引き続き分析を進めている。

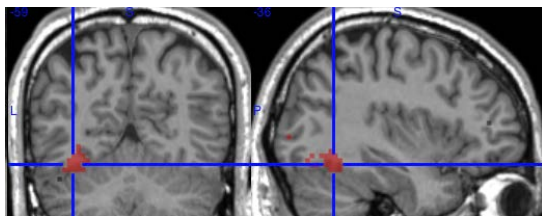


図5 fMRI 実験において視触覚経験の影響がみられた脳部位(腹側高次視覚野)。

(2) 布の物性と質感印象との関係:

68種類の一般的布試料について、物性から質感がどのように予測できるかについて検討した。21項目の物性には互いに相関が高いものが存在し多重共線性の問題が生じるため、互いに相関しないものからなる物性パラ

メータセットを予備解析によって複数選定した。これらのパラメータセットを用いて、重回帰分析を行い、最も高い精度で各評価項目を予測するモデルを導出した。予測精度は交差検証により評価した。

その結果、触覚質感(涼暖感と薄厚感)は少数の物性パラメータの線形和で高い精度で予測できることが明らかになった。

例として、触覚的涼暖感の結果を図6に示す。最も高い精度を示したモデルは、目付・剛軟度・接触冷温感(qmax)の線形和によるものであった。布の涼暖感には、温熱指標として従来用いられてきた qmax のみだけでなく、目付や剛軟度も関わることを示唆される。[学会発表①]

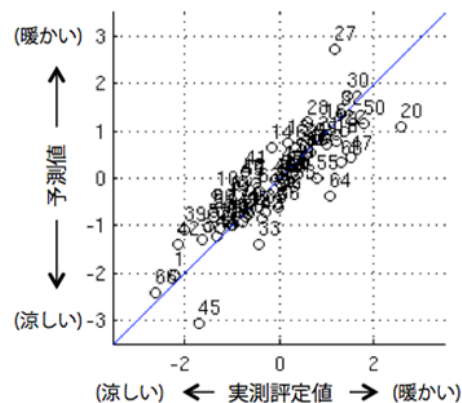


図6 触覚的涼暖感の実測値と予測値。図中の各点は各試料を表し、図中にある直線上に各点が近いほど正確な予測であることを示している。

(3)まとめ

本研究では、生活に必須素材である繊維材料に着目し、繊維材料の“質感”を繊維物性、心理、脳神経活動の側面から検討した。繊維素材の物性(目付、圧縮、引張り、剛軟度等)が、布を見て触れるといった経験により布の糸の太さや織密度といった特徴と関連づけられ、質感に影響することがわかった。また、この経験による影響は、脳内の視覚野の活動とも関わりがあることが示唆された。

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)

[学会発表](計2件)

①安川涼子, 堀川直幹, 重村幸弘, 小松英彦, 郷田直一, 繊維素材における触覚的印象の心理評価と風合い計測, 日本繊維製品消費科学会 2015 年年次大会, 2015.6.27-28, 信州大学(長野県上田市)

②安川涼子, 郷田直一, 小松英彦, 織物の心理的距離の触覚経験による変化—織物の質感脳情報処理の解明に向けて—, 繊維学会秋季研究発表会, 2013.9.5-6, 豊田工業大学(愛

知県名古屋市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

安川 涼子 (YASUKAWA, Ryoko)

奈良女子大学・生活環境学部・特任助教

研究者番号：30646633

(4)研究協力者

郷田 直一 (GODA, Naokazu)

生理学研究所・システム脳科学研究領域・  
助教

小松 英彦 (KOMATSU, Hidehiko)

生理学研究所・システム脳科学研究領域・  
教授