

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 17 日現在

機関番号：14602

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12316

研究課題名(和文) 布地の湿り感知覚における温冷覚と圧覚の寄与率の解明

研究課題名(英文) Contribution of thermal and pressure sensations in wet perception of fabrics

研究代表者

佐藤 克成 (Sato, Katsunari)

奈良女子大学・生活環境科学系・講師

研究者番号：00708381

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、布地と手の皮膚が静的に接触した状態において、布地の湿り感知覚における温冷覚と圧覚の寄与率の解明を目的とした。研究結果から、布の湿り感知覚においては温冷覚が主な要因であることがわかった。さらに湿り感には、接触面積の変化と、吸着を生じさせる素材の表面特性が影響すると示唆された。これら湿り感知覚に関する知見は、布の湿り感をバーチャルに再現するシステムの構築に向け有益であり、布製品の設計や評価、販売の効率化に繋がることを期待する。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to elucidate the contribution of thermal and pressure sensations in wet perception of fabrics when hand skin and the fabric are in static contact. From the experimental results, it was found that thermal sensation is the main factor in wet perception of fabrics. In addition, it showed that a change in the contact area and the surface characteristics of the material causing adsorption affect the wet perception. These results concerning the wet perception is useful for constructing a system that virtually reproduces the wet perception of fabrics, and expects to make it more efficient the design, evaluation, and sales of fabric products.

研究分野：情報理工学、衣環境学

キーワード：湿り感 温冷覚 圧覚 布

### 1. 研究開始当初の背景

布製品の触り心地をバーチャルに再現する触覚呈示システムは、その場に存在しない布製品の触り心地の評価を可能にする。これにより、布製品の設計・製造のコストを低減でき、また店頭やWebでの販売においては、流通の効率化や適切な商品選択の促進が期待できる。従来の触覚呈示の研究では、主に乾燥した布地の粗さ感や柔軟感に着目している。これらに加え、水分を含んだ布地の湿り感も重要である。湿り感、タオルやスポーツウェア、下着など多くの製品において、触り心地の良さを決める主要因であり、これを再現する技術が求められる。ただし、湿り感を再現するためには、布地が水分を含むことで生じる変化を定量的に理解する必要がある。

湿り感の知覚メカニズムに関する従来研究では、皮膚の温度変化や皮膚に加わる圧の変化、見た目の質感などが、湿り感に関与することが指摘されている。ただし、これらの要素それぞれが、湿り感にどの程度寄与しているか、明らかにされていない。一方で、研究代表者はこれまで、温冷覚などの触覚を、バーチャルに呈示する研究に取り組んできた。この技術を用いれば、布地に触れた際の温冷覚や圧覚を任意に変化させ、湿り感との関連性を体系的に評価できる。

### 2. 研究の目的

布地と手の皮膚が静的に接触した状態において、布地の湿り感知覚における温冷覚と圧覚の寄与率を明らかにする(図1)。さらに、乾燥した布地に触れた際に、任意の湿り感をバーチャルに知覚させる装置を実装し、その有効性を評価する。

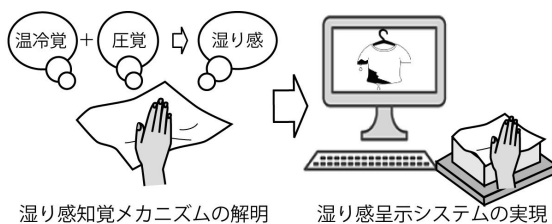


図1 研究目的

### 3. 研究の方法

#### (1) 温冷覚と湿り感の関係

湿り感をバーチャルに再現するためには、布地が水分を含んだ際に生じる、物理的な変化を知ることが重要である。本研究では、まず、手の皮膚と布地が接触した後は接触位置を変化させない、静的な触動作に着目した。この場合、触覚としては主に温冷覚と圧覚が関与する。そこで、布地と接触後の皮膚表面温度の時間変化、布地の柔軟性に着目し、湿りによる変化を計測した。そして、計測結果を湿り感の評価実験結果と比較し、湿り感に及ぼす影響を調べた。

まず、温冷覚のみに着目し、ポリエステル

スームスを用いた実験を行った。湿り感にとって温冷覚の寄与率が高めれば、乾燥した布地に触れた時に、湿った布地に触れた場合の皮膚の温度変化を再現することで、湿り感が生じるはずである。さらに、布地の柔軟性の影響の有無を調べるため、異なる種類の布地を用いて、温度低下による湿り感錯覚の実験を行った。

#### (2) 湿り感に圧覚が及ぼす影響

温冷覚に加え圧覚が湿り感に及ぼす影響を調べるため、布地の柔軟性に着目して、布地を重ねた場合の物理量計測と評価実験を行った。

さらに、布の柔らかさが湿り感に及ぼす効果をより具体的に調べるため、湿り感の知覚が生じる温度閾値を調べた。その際、人の柔らかさ知覚に重要であることが知られている、接触面積の変化と押し込みに対する反力に着目し、比較検討した。

#### (3) 表面の質感の影響

温冷覚と圧覚の他に湿り感に影響を及ぼす要素として、表面の質感の影響を調べた。

まず、布地の表面をなぞる動作における湿り感錯覚の実験を行った。布地の状態として、冷感と水分それぞれの有無から4つの条件を用意し、押し付けとなぞりの2つの動作による湿り感を評価した。

さらに、静的な触り方において、温度変化による湿り感錯覚現象が、金属や樹脂でも生じるかを検討した。素材に触れた際の温度変化や粗さなどの物理特性と、湿り感の評価結果の関係性を解析した。

#### (4) べたつき感の評価

布の湿り感の知覚に関わる圧覚として、柔らかさの他にべたつきが考えられる。そこで、布が湿った際に生じるべたつき感の変化を実験により評価した。さらに、べたつき感が生じる原因を調査するために、主観的なべたつき感を客観的な物理量として評価する方法を検討した。湿りによるべたつきは、布の通気性が低下し皮膚が布に吸着することで生じるという仮説をたて、この吸着を再現する計測システムを構築した。

### 4. 研究成果

#### (1) 温冷覚と湿り感の関係

乾燥したポリエステルスームスの温度を下げた場合に、湿った布に触れたときに生じる温度低下量を再現することで、湿り感を再現できることがわかった(図2,3)。このことから、布地の湿り感の主要因は温冷覚であると考えられる。また複数の布地を用いた評価から、柔軟性の高い布地ほど、温度変化により湿り感を再現しやすいという傾向が示唆された(図4)。そのため、湿り感には圧覚の要素も必要であると考えられる。

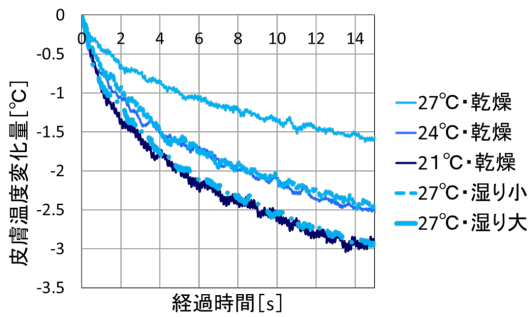


図2 布地に触れた場合の皮膚温度変化

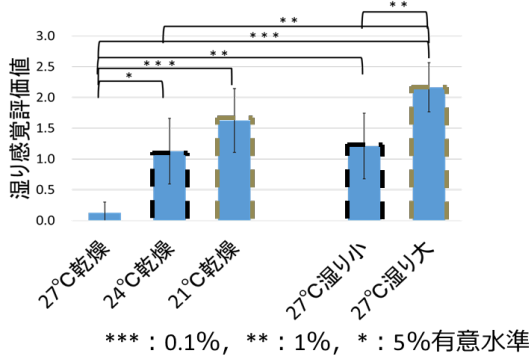


図3 湿り感評価結果

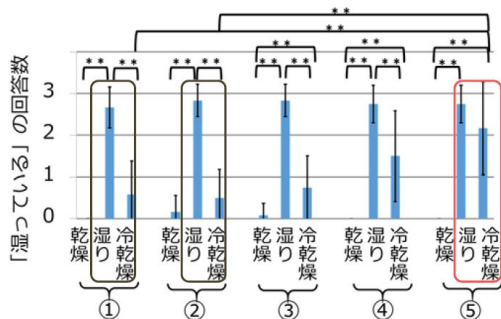


図4 異なる布地の湿り感評価

### (2) 湿り感に圧覚が及ぼす影響

布地を複数枚重ねることで布地の柔軟性を高めた場合、より少ない温度変化量から湿り感の錯覚が生じることを確認した(図5)。これは、異なる布地を用いた実験結果に一致する結果である。

さらに閾値を評価した結果、布が柔らかく皮膚との接触面積が広がる場合に、温度変化により湿り感が生じやすくなることが示唆された。そのため、湿り感をバーチャルに再現する装置は、温度に加え接触面積を制御する機構が必要になることがわかった。

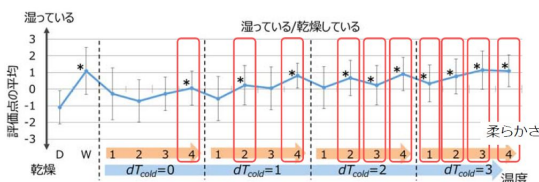


図5 布の枚数と湿り感の知覚

### (3) 表面の質感の影響

押し当て動作時と同様に、なぞり動作時でも、水分を含まない布地において温度変化から湿り感を錯覚することがわかった(図6)。一方で、水分を含む布の場合、なぞり動作時は摩擦や粗さなど表面の質感が湿り感知覚に影響することもわかった。

さらに、異なる素材に触れた際の結果から、温度変化が大きいことその他、表面粗さが小さく吸着する感覚、べたつき感が生じる素材ほど湿り感が生じることがわかった。

これら2つの結果から、表面の質感によって生じるべたつき感も湿り感の要素であることが示唆された。

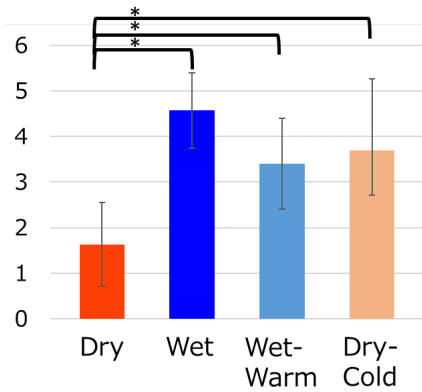


図6 なぞり動作時の湿り感錯覚

### (4) べたつき感の評価

布が湿ることでべたつき感が大幅に増加し、湿り感においてべたつきが重要であることがわかった。そして、吸着力の評価結果が主観的なべたつき感の評価結果と相関することを確認した(図7)。

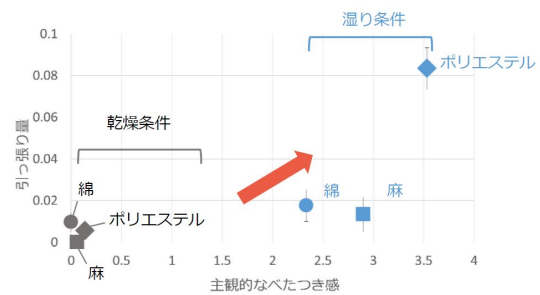


図7 べたつき感と引っ張り量(吸着力)の関係

以上の研究から、布の湿り感知覚においては温冷覚が主な要因であることがわかった。さらに湿り感には、接触面積の変化と吸着を生じさせる素材の表面特性が影響することが示唆された。特に、べたつき感の影響やその評価方法に関する知見は、本研究の過程において仮設が提起され実証された、インパクトのあるせいである。これら人の湿り感知覚に関する知見は、湿り感呈示システムの構

築に向け有益であると考え。布の湿り感のバーチャルな再現が実現することにより、布製品の設計や評価、販売の効率化に繋がることを期待する。

#### 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 3 件)

Mai Shibahara, Katsunari Sato, Astrid Kappers: Relative sensation of wetness of different materials, Proceedings of EuroHaptics2018, 査読有, 2018 (再録決定済)

柴原 舞, 佐藤 克成: 布の温度制御による湿り感の錯覚, 繊維製品消費科学学会, 査読有, Vol. 56, No. 12, 2015, pp. 41-48, [https://doi.org/10.11419/senshoshi.56.12\\_951](https://doi.org/10.11419/senshoshi.56.12_951)

Mai Shibahara, Katsunari Sato: Illusion of wet sensation by controlling temperature and softness of dry cloth, Proceedings of EuroHaptics2016, 査読有, 2016, pp.512-520 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42321-0\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42321-0_34)

〔学会発表〕(計 6 件)

柴原 舞, 佐藤 克成: 布の湿り感錯覚における接触面積の効果, 日本繊維製品消費科学会 2017 年 年次大会, 2017

Mai Shibahara, Katsunari Sato: Temperature Threshold to Produce the Illusion of Wetness by Changing Contact Area Between a Dry Cloth and Skin, WorldHaptics2017, 2017

柴原 舞, 佐藤 克成: 錯覚を利用した布の湿り感提示手法, 日本家政学会 第 69 回大会, 2017

米山 理子, 喜多 萌子, 柴原 舞, 佐藤 克成: 布帛のべたつき感の定量的評価方法の提案, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2016), 2016

柴原 舞, 佐藤 克成: 湿り感提示における布の温度と柔らかさの影響, 日本繊維製品消費科学会 2016 年 年次大会, 2016

柴原 舞, 佐藤 克成: 布の湿り感に影響を及ぼす温冷感と布の性質の影響, 日本バーチャルリアリティ学会第 20 回大会, 2015

〔その他〕

<http://dbweb.nara-wu.ac.jp/tmp/1248/pro>

file.html

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

佐藤 克成 (Sato, Katsunari)

奈良女子大学・生活環境科学系・講師

研究者番号: 00708381