

# 空間周波数と明度の操作とノイズ付加が 服地画像への触感評定に及ぼす影響

## Effects of manipulations of spatial frequency and lightness and noise addition on tactual sensation for the fabrics pictures

松田 憲<sup>†</sup>, 森本 敬子<sup>†</sup>, 長 篤志<sup>†</sup>  
Ken Matsuda, Kyoko Morimoto, Atsushi Osa

<sup>†</sup>山口大学  
Yamaguchi University  
matsuken@yamaguchi-u.ac.jp

### Abstract

This study focused on the sharpening image and the noise determining the quality of color image to the improvement of the texture of the fabrics images. We investigated the differences on tactile rated between the fabrics and the fabrics image by operating the spatial frequency, adjusting the brightness of fabrics image, and to addition the noise. The results showed that, in likely fluffing fabrics, to adjust the brightness of high-brightness color fabrics and to control the high brightness color space frequency of the low-brightness color made it possible to provide tactile fabrics close to the actual. By adding noise to the fabrics images, smooth feeling was enhanced by a stitches of fabrics surface was perceived small, and the fabrics with yarn color with a brightness difference has been enhanced the feeling of irregularity.

**Keywords** — visual tactile, spatial frequency, noise

### 1. はじめに

現在、携帯電話やスマートフォン、パソコンの主流化により、多くの消費者がインターネットを介した通信販売を利用している。一方、コンピュータネットワーク上で商品やサービスを売買する電子商取引（eコマース）を行う企業は、平成21年末の55.3%以降、成長に一定の限界があるように伺える。インターネット通販を利用しない理由の上位には、「実際に商品を見て買いたい」といった商品に対する不安感が挙げられている。店舗での購買と比較して、インターネット上では記載されている商品画像のみから商品選択を行わなければならない。また、インターネット通販において、売買状況に関連する経済的リスクは高まることが示されている[1]。

経済リスクに関する知覚リスクの緩和策として、詳細情報の提供が挙げられている[2]。実際の商品と異なるという知覚リスクを緩和することで、商品の流通が円滑に進み、より通信販売のリピート率や浸透力が高まる可能性が示唆される。インターネット通販において売上高の構成比が最も高い衣服では、商品の詳細情報として、商品の服地を拡大した画像を呈示することでリスクの緩和を図っているといえる。また、消費者は拡大された服地画像から「素材感」を最重要視している[3]。服地表面の凹凸感や平滑感といった服地の素材特性に関する触感を服地画像から正確に読み取ることができれば、消費者の知覚リスクの削減につながる事が提案されている。また、視覚において色の心理効果が服地画像の触感評定に及ぼす可能性も検討されている。大山は、暖色が客観的位置より進出して見える一方、寒色は後退して見え、明るいものほど軽く暗いものほど重いという結果を得た[4]。松田・森本・長・木下による先行研究では、質感特性の加わった服地画像においても成立することが明らかになった[3]。

### 2. 目的

インターネット通販の販売者側が経営戦略を立てる上で、消費者が受ける知覚リスクの緩和策を提案することが求められる。松田ほか(2014)は、インターネット通販で高い売上高を示す衣服について、実際の服地とモニタ上での画像との視覚的触感の差異から、知覚リスクの要因を検討し、以下の3点を明らかにした。第1に、リスクの要因

として、「素材感」と「肌触り感」が大きな要因であった。第2に、服地画像からは服地のすべすべ感など詳細情報が失われた。第3に、表面に凹凸が多くみられる服地では陰影が強調され、きめの粗さ感として誤情報が付加された。本研究では、具体的な知覚リスクの緩和策として、服地画像の呈示方法を提案した。服地画像の素材感向上のため、カラー画像の画質決定要因である鮮鋭化とノイズ特性に着目した。服地画像の空間周波数操作や明度調整を行い（実験1）、その結果に合わせてノイズ付加を行う（実験2）ことで服地と服地画像間で触感評定値にどのような影響が出るかを検討した。

### 3. 実験1

**実験参加者** 大学生16名（男性8名、女性8名、平均年齢22.9歳）が実験に参加した。

**材料** 松田ほか[3]で用いられた服地素材4種類（A・B・C・D）×服地の色3種類（1, 2, 3）を用いた。刺激はそれぞれ4cm×4cmの大きさであった。刺激の選択基準は、服飾系U社2011年度冬季売上上位4種類と、それらの売上上位3色であった。画質の鮮鋭化を行うため、空間周波数操作と明度調整をし、新たな服地画像刺激の作成を行った。空間周波数測定にはソフトウェア octave3.6.4 (© 2013 John W. Eaton and others.) を使用した。実験に先立って各刺激の空間周波数を測定した結果、A-1（ブラック）、B-1（ブラック）、C-1（ブラック）で各服地の他の服地色と比較して、高周波数の織目を細かい部分まで検出できなかった。また、D-3（ベージュ）では、服地表面の陰影が柄として知覚されたため、高周波数成分が検出されるという、空間周波数特性の差が見られた。そこで、服地ごとに高周波数成分の付加または抑制を行い、新たに A-1'（ブラック）、B-1'（ブラック）、C-1'（ブラック）、D-3'（ベージュ）と作成した。Dの画像は服地との輝度が一致せず、また服地色と陰影の差による立体感が減少する可能性が考えられたため、もとの服地画像の明度調整を行った画像も併せて検討した。明度

調整には Photoshop を用い、画像のレベル分布をヒストグラムで操作しながら、明暗の上限・下限の指定を行い、実際の服地の輝度 20cd/m<sup>2</sup>以内の輝度範囲で行った。

**手続き** 実験は、蛍光灯（D50 32W）下の個室で個別に行われた。刺激画像の呈示は一般的に通信販売を消費者が利用する際を想定し、21.5 インチカラー液晶モニターを使用した。モニターの解像度は 1920×1080 ピクセルであった。呈示ソフトには PowerPoint を使用し、観察距離は約 60cm であった。

モニターに刺激を呈示し、背景色には、服地色の触感評定に影響が出ないように、マンセル N5.5 Gray で統一した。参加者に呈示された服地画像に対して、触感に関する評価を7件法で求めた。触感に関する評価項目は、白土・前野[5]に基づいて、“すべすべした—ざらざらした”、“凹凸な—平らな”、“きめの粗い—きめの細かい”、“ちくちくする—ちくちくしない”、“滑らかな—引っかかる”、“ヒヤッとした—ヒヤッとしらない”、“温かい—冷たい”、“重厚な—軽薄な”、“しっとりした—乾いた”、“ぬるぬるした—さらさらした”、“硬い—柔らかい”、“弾力性のある—弾力性のない”、の12項目であった。評定尺度は、参加者ごとにランダムとした。なお、参加者には実験開始前に、見たときの感覚ではなく、自分で着た時の着心地を想定して評価するよう教示を行った。

**結果と考察** 各服地の触感評定値データについて、多くの尺度をより少ない基本因子に集約し、因子構造を明らかにするため、因子分析（最尤法、プロマックス回転）を行った。分析の結果、二つの因子が抽出された。第1因子は、“すべすべした—ざらざらした”、“きめの粗い—きめの細かい”、“滑らかな—引っかかる”などの服地素材特性に関する尺度が多く含まれたため「素材感」因子とした。第2因子は、“硬い—柔らかい”、“ヒヤッとした—ヒヤッとしらない”、“温かい—冷たい”など、服地が直接肌に触れた瞬間や着衣の際に感じる温度感やざらつき感といった尺度が多く含まれたため、「肌触り感」因子とした。

因子分析の結果に基づき、呈示条件ごとに各因子の平均評定値を求め、因子ごとに素材と各呈示条件、刺激番号を要因とした3要因分散分析を行った。その結果、服地素材特性によって「素材感」について詳しく明記する際の優先すべき注意点として、以下の二点が明らかになった。第一に、服地D（毛100%）は、きめの粗さ感に関し、服地・服地画像条件と服地の色条件の主効果が、有意であった（ $F(1,30) = 8.90, p < .01$ ）。交互作用は有意ではなかった（ $F(2,60) = 2.02, ns$ ）が、低輝度の服地色に関しては、きめの細かい感が強く、高輝度の服地色に関しては、きめの粗い感が強く知覚され、「素材感」に関する触感評定が服地と異なった。服地自体にできる陰影が奥行き感や立体感を引き起こすことで見た目を変化させた。さらに、高輝度の服地色と陰影の明度差で、きめの粗い感による凹凸感が強化され、より実際の服地に近い触感が得られた。逆に、低輝度の服地色の場合、陰影との明度差がわかりづらく、陰影の影響で服地色自体の明度も低下して知覚されることが考えられた。そのため奥行き感や立体感が抑制され、実際の服地より滑らか感が増し、誤情報として消費者に知覚されてしまった可能性が高い。また、織目がつぶれてきめが細かく知覚されたため、実際の服地より平ら感が増したと考えられる。知覚リスクの緩和策として、服地自体に陰影ができやすい服地画像呈示において、高明度の服地色の服地画像を呈示することが提案できる。また、空間周波数調整によって鮮鋭化された服地画像の呈示で陰影と服地色の明度差から知覚された服地表面の柄を抑制することができた。また明度調整を行うと、服地素材特性による陰影と服地色の明度差がより大きくなるため、織目感がわかりやすくなり、より実際の服地に近い触感を得たことが予測できる。そのため、毛羽立ちやすい服地に関しては、より素材感について詳しく明記する際、空間周波数操作画像や、明度調整画像を等倍率で、服地画像と比較可能にすることで知覚リスクの緩和が期待される。

第二に、服地C（綿94%、ポリウレタン6%）

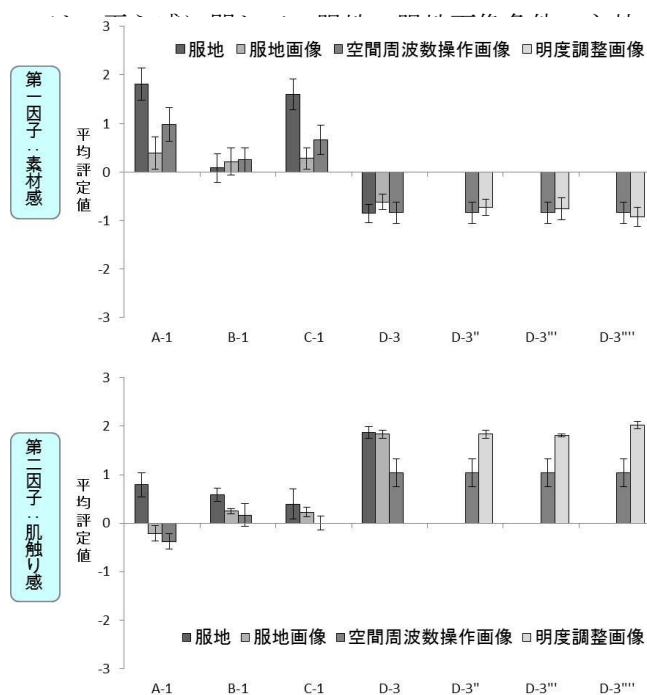


図1 平均触感評定値（実験1）

ク）、C-2（グレー）と異なり、平ら感や滑らかさ感が大きかった。つまり、陰影ができにくい服地では、高輝度服地色に関して、常用光により服地色の明度が強調され、明るく知覚された可能性が考えられる。そのため、高輝度服地色と陰影の明度差により織目感がはっきりとし、服地素材特性の織目が細かい部分も知覚され、平滑感に関する触感評定値が大きくなった。そこで知覚リスクの緩和策として、服地自体に陰影ができにくい服地画像呈示において、高輝度の服地画像の呈示を行うことで、織目が細かい部分の呈示でき、平滑感に関する触感評定値が実際の服地とほぼ同程度に知覚された。本研究で用いたC（綿94%、ポリウレタン6%）の服地は、実際にインナーとして販売されているものであった。特に肌に近い部分で着用するため、消費者は素材感をより重視して購買選択を行うと考えられる。本研究で得られた知見により、陰影ができにくい服地に関して、高輝度の服地画像を呈示することで、服地画像から得られる視覚的素材感と、着用した際の素材感とがある程度一致する可能性が考えられる。陰影ができにくい服地に関して、低明度の服地画像を呈示する場合には、空間周波数調整をすることで、

素材特性による織目間隔が細かい部分の情報が付加される。そのため、服地画像をそのまま呈示するよりも、実際の服地に近い触感評定を得ることができる。そこで、服地画像呈示に加え、低明度の服地画像に関しては素材感について空間周波数操作画像を等倍率で付記し、服地画像と比較可能にすることで消費者の知覚リスクの緩和が期待される。

#### 4. 実験 2

実験 1 において、服地画像の空間周波数の統一を服地の種類ごとに行った結果、“すべすべした一ざらざらした”など平滑感に関する素材感因子と“しっとりした一乾いた”など衣服が肌に触れた際に感じる肌触り感因子は、服地の触感に近いものとなった。しかし、“きめの粗い—きめの細かい”評定値などきめの粗さ感に関するものや、“重厚な—軽薄な”、“硬い—柔らかい”評定値など軽重量感や硬軟感に関するものは、服地と服地画像間で触感の差異が残存した。実験 1 の因子分析結果より、消費者の服地画像における触感評価は、「素材感」因子の固有値の大きさが、「肌触り感」因子より高い因子構造であった。つまり「素材感」は、服地画像条件の触感評定値に高い影響力をもつといえる。服地の素材特性でできる陰影から凹凸感や肌理など素材感に関する触感がより実際の服地に近いものであれば、消費者は店舗における購買に近い服地の触感を得ることができる。そこで、さらに高画質な服地画像を得るため、実験 2 では服地画像のノイズ特性に注目する。

**実験参加者** 大学生 5 名(男性 2 名, 女性 3 名, 平均年齢 21.8 歳) が実験に参加した。

**材料** 時間的空間的にホワイトガウシアン特性を有するノイズを使用して PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) 値を 5 パターン作成した。値はそれぞれノイズ値 2 = 43.82 [dB], ノイズ値 4 = 37.00 [dB], ノイズ値 6 = 33.32 [dB], ノイズ値 8 = 30.85 [dB], ノイズ値 10 = 28.99 [dB] であった。画像における PSNR の標準的な値は 30~50dB とされており、高い方が画質がよいと

されている[6]ため、本実験では、標準範囲内でノイズ付加を行った。

**手続き** 実験環境は、実験 1 と同様で個別に行った。呈示ソフトには **processing** を使用した。実験手続きも実験 1 と同様であった。触感評価への基礎データを得るためノイズ値 5 パターンを 4 回行った。また実験の際、1 回の試行に計 30 分かかるため、実験参加者の疲労感や飽きを抑制するため、2 回ずつ 2 日間に分けて行った。

#### 結果と考察

**服地・服地画像 (ノイズ付加) 間の素材感因子に関する SD プロフィールによる分析** 服地・服地画像 (ノイズ呈示) での呈示条件とノイズ効果が、触感評定に及ぼす影響を、服地の素材ごとに 3 要因分散分析を行って検討した。分析結果、ノイズ付加した空間周波数操作画像 (B-1' (ブラック)・D-3' (ベージュ)) の平ら感に関する触感評定値は呈示条件の主効果が有意であった ( $F(1,8) = 40.32, p < .01$ ;  $F(1,8) = 13.09, p < .01$ )。一方、ノイズ付加した服地画像 (B-3 (カーキ)・D-2 (ダークグレー)) の平ら感に関する触感評定値は呈示条件の主効果が有意ではなかった ( $F(1,8) = 0.20, ns$ ;  $F(1,8) = 0.05, ns$ )。実験 1 で作成した空間周波数操作画像 (B-1' (ブラック)・D-3' (ベージュ)) は、ノイズ付加を行うことで、凹凸感など素材感に関する触感評定値は平ら感が増加し、実際の服地の触感と遠ざかった。一方、実験 1 で服地よりも凹凸感が強く見られた B-3 (カーキ) は、ノイズ付加することで、平ら感が増加し、実際の服地の触感に近づいた。また、服地よりも平ら感が強く知覚された D-2 (ダークグレー) に関して、ノイズを付加することで凹凸感が増加し、実際の服地の触感に近づいた。これらのことから、服地素材特性による陰影のできやすさとノイズ感は深く関連性があるといえる。服地画像呈示条件では、服地素材特性による陰影の有無で奥行き感や立体感に関する情報量が異なった。陰影が知覚されると凹凸感が、陰影が知覚されないと、奥行き感情報が減じ、平らに感じられた。さらにノイズを呈示すると付加情報がノイズのちらつきによる明暗

で抑制され、織目の間隔が小さく知覚された。そのため、織目の細かさ感が服地の厚みを薄くし、実際の服地と同程度の平ら感が知覚された可能性が高い。その一方、服地色に関しても、考慮すべきである。もとの服地色が低輝度の場合、織目でできた陰影が服地色との明度差が知覚されにくい。そのため服地画像に付加された詳細情報が少なく、織目感や織目の間隔による陰影が知覚されなかった。ノイズ処理を行うことで、服地画像の織目の間隔や奥行き感などの詳細情報の減少が進行され、実際の服地とは異なる触感を知覚してしまうリスクが考えられる。逆に、服地色が高明度であれば、毛羽立ちやすい服地である場合、織目でできた陰影の影響が大きいと服地色との明度差があった。そのため、奥行き感に関する、詳細情報が付加された。ノイズ処理によりノイズドットのちらつきによる明暗の影響で、服地表面の陰影が細くなり、織目の間隔が小さく感じられ、奥行き感などの情報量が抑制される可能性がある。奥行き感の減少で、実際の服地の触感と比較して、平らに知覚され異なる触感評定値になることが考えられる。

**服地・服地画像（ノイズ付加）間の肌触り感因子に関するSDプロフィールによる分析** 2要因分散分析結果、ノイズ付加画像（B-1'（ブラック）・B-3（カーキ）・D-2（ダークグレー））の温かさ感に関する触感評定値は呈示条件の主効果が有意ではなかった（ $F(1,8) = 4.36, ns$ ； $F(1,8) = 2.39, ns$ ； $F(1,8) = 2.16, ns$ ）。一方、D-3'（ベージュ）では、“温かい—冷たい”という肌触り感に関する触感評定項目で、実際の服地の温かさ感との差異が得られ（ $F(1,8) = 17.46, p < .01$ ）、実際よりも服地画像（ノイズ付加）で冷たく感じられていた。これは、ノイズが付加されたことで、毛羽立ちやすい服地素材特性に関して、ノイズドットのちらつきによる明暗で服地表面にできた凹凸感による陰影の間隔が細かく知覚されたことによると考える。そのため、高輝度の服地色と服地表面にできた陰影との明度差が見えづらくなり、奥行き感や立体感が減少して知覚されたと推察される。これらの知見より、肌触り感に関しても、服地素材特

性とノイズの効果が得られることが推測される。服地の素材特性が、毛羽立ちやすく、陰影ができてやすい服地である場合、ノイズドットにより、織目の大きさがつぶれて、織目が小さく知覚されてしまう可能性が高い。そのため、織目の小さい平滑感のある服地として捉えられ、実際の服地よりも厚さの薄い冷たい触感を知覚されやすい。一方、毛羽立ちやすい服地でも、服地表面色が白や黒といった様々な織糸が混ざった色である場合、ノイズ付加により、服地表面の陰影部分がノイズのちらつきによる明暗の影響で強化される。陰影部分の強化で凹凸感が増し、奥行き感が増すと考えられる。そのため、厚み感による温かさを触感として得る可能性が高い。

#### 4. まとめ

本研究では、服地の素材特性に注目した。新たに服地画像の操作を行うことで、陰影と服地色との明度差への影響を明らかにし、服地画像の呈示方法を緩和策として提案した。服地の詳細情報が正確に伝わると、消費者の知覚リスク削減が期待できる。

第一に服地画像条件の呈示方法で知覚リスクの緩和策を提案した。高輝度服地色の服地画像を呈示することで、服地の編み目の細かさや照射光と服地表面の服地の毛羽立ち感による陰影と服地自体の服地色の明度差が服地の触感として付加され、詳細情報を提供できた。さらに、高輝度の服地色の明度調整をし、毛羽立ちによる陰影と服地色の明暗がはっきりでき、服地画像が実際の服地の触感に近づいた。一方、本研究では、刺激を選定する際、服飾系のU社に売上商品を求めた結果、売上色1位はいずれの服地においてもブラックであった。そこで、低輝度の服地色を服地画像として呈示する場合も合わせて、提案した。高輝度服地色から、低輝度の服地色を生成することで、織目がつぶれて知覚されていた低輝度の服地色の、細かい織目がはっきりと知覚された。そのため、実際の服地に近い平ら感などの素材感を得ることができた。しかし、きめ感などといった素材感に

関する触感は、実際の服地の触感に近づいたが、多少残存した。そこで、第二に、服地画像において素材感が向上する呈示方法として、画像にノイズを付加することを提案した。ノイズ付加を行うと、服地画像条件は平ら感が増加した。服地の織目と照射光でできた陰影による凹凸感に関する詳細情報が抑制され、実際の服地に近似する平滑感が得られたと考えられる。空間周波数操作画像に関しては、ノイズにより、空間周波数操作で得た織目間隔や織目による陰影といった詳細情報が減衰され、実際の服地よりも平ら感が増加した。しかし高輝度の服地色の織目間隔がはっきりと服地画像に明示されており、服地色と素材特性による陰影がわかりやすい服地は、凹凸感に関する詳細情報が過剰に知覚されてしまう可能性がある。その際、ノイズを付加することで、服地画像の素材感が平滑化されることが期待される。一方、服地自体黒や白といった様々な明度の織糸が織り込まれている服地素材特性の場合、ノイズ付加により、凹凸感が増加することがわかった。本研究では、空間周波数操作や明度調整、ノイズ付加で服地画像の調整し、従来にない衣服のインターネット通販に対し、詳細情報の提供策を立てた。服地画像の詳細情報として視覚的に実際の服地と同等の触感を提供することで、消費者の「実際に商品を見て買いたい」という願望を満たすことができ、顧客拡大が期待される。

## 参考文献

- [1] Tan, S. J. (1999). Strategies for reducing consumers risk aversion in internet shopping *Journal of Consumer Marketing*, 16, pp. 163-180.
- [2] 青木 均 (2005). インターネット通販と消費者の知覚リスク, *愛知学院大学経営研究所々報*, 44, pp. 69-82.
- [3] 松田 憲・森本敬子・長 篤志・木下武志 (2014). 服地と服地画像の刺激間差異が質感認知に及ぼす影響, *日本感性工学会論文誌*, 13, pp. 91-98.

- [4] 大山 正 (1962). 色彩の心理的効果, *照明学会雑誌*, 46, pp. 452-458.
- [5] 白土寛和・前野隆司 (1933). 触感呈示・検出のための材質認識機構のモデル化, *日本バーチャルリアリティー学会論文誌*, 9, pp. 235-240.
- [6] 永安大輔・伊野文彦・萩原兼一 (2005). 時系列ボリュームを拘束レンダリングするための2段階データ圧縮方法の性能および画質評価, *情報処理学会誌*, 116, pp. 115-120.