

画像処理によるインテリア織物のイメージ評価手法

開発技術部 彦坂久美子、太田幸一

1. はじめに

ゆとりと豊かさの時代を迎え、インテリア織物は従来の機能性から、イメージ、感性志向に高まりによりデザインが重視される時代になってきた。最近ではデザインにも新しい理論が応用され、客観的、科学的な面からデザイン生成が試みられている。インテリア織物において1/fゆらぎ理論¹⁾により自然界のもつ快適感を付与した製品²⁾³⁾や、色彩によるヒーリング効果を狙った製品など、デザインにより心理面に快適性を訴えかける製品づくりが始まっている。今後このように、デザインを客観的に製品開発に応用していくためには、まずデザインのもつイメージ、感性を客観的に評価し、具現化を可能にする必要がある。イメージ評価は従来より主観的に行われているが、最近になってようやく織物の色・柄にも客観的なイメージ評価手法が提案され始めてきた。画像処理によるデザイン画の自動分類手法⁴⁾やフラクタル次元を用いた評価手法⁵⁾などがあげられるが、こうした研究は始まったばかりであり今後期待がもたれる。

本研究ではインテリア織物のイメージ評価を客観的に行うための新しい手法の一つとして、画像処理技術を用いて心理的な快適性に基づく評価手法(1/fゆらぎの評価手法)を検討した。また、この手法を用いてジャカードカーテンのゆらぎの計測を行い、官能値との比較を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

実験には1/fゆらぎプリントカーテンおよびジャカードカーテン25点⁶⁾を用いた。主に市販の1/fゆらぎプリントカーテンで1/fゆらぎ評価手法の基本アルゴリズムを検討し、ジャカードカーテンでこれらのアルゴリズムの実証および官能値

との比較を行った。

2.2 実験装置

使用した装置は以下のとおりである。

CCDカラーカメラ:DXC-151A、ソニー(株)製
画素数768(H)×493(V)

画像処理装置:NEW VISION COLOR、ケイ
オー電子工業(株)製
画像メモリ512×480×24ビット、4フレーム

照明装置:コピーライトFCL-415、(株)LPL製
高周波点灯式蛍光灯(15W×4基)

パーソナルコンピュータ:PC9821Xe、NEC(株)製
プログラム開発言語:Borland C++ ver.5.01J、
ボーランド(株)製

2.3 実験内容

2.3.1 1/fゆらぎの評価方法

前報⁷⁾で検討した1/fゆらぎの評価手法に基づき、図1に示す画像処理フローにより各処理方法の検討やプログラムの改良を行った。試料はCCDカラーカメラで約20cm×20cmの範囲を取り込み、照明ムラを除去するためシェーディング補正を行った。画像データは、柄パターンの解析が対象のため、濃淡画像に寄与する割合が大きいGのデータを用い、パソコンで計測用プログラムを作成し、以下に述べる処理を行った。

一般に「ゆらぎ」現象の性質はパワースペクトル(周波数分布)を用いて表され、対数プロットされたパワースペクトルの傾きにより評価される。画像の場合、輝度信号をフーリエ変換することによりパワースペクトル画像が求められる。画像 $f(i, j)$ のフーリエ変換 $F(u, v)$ でパワースペクトルは、

$$P(u, v) = |F(u, v)|^2$$

で定義され、その値は空間周波数 (u, v) の強さを表す⁸⁾。パワースペクトルの傾きを求めるに



図1 画像処理フロー

は、パワースペクトル画像に平均化を施し、1本または数本のパワースペクトルに集約する必要がある。

前報では画像の方向性を考慮し、水平、垂直各方向ごとに平均して画像のパワースペクトルを求める方法を検討した。

本報告では人間の見方により近いと思われる2次元でパワースペクトルを求める方法についても検討を加え、水平、垂直、2次元の3種類のパワースペクトルから傾きを求めた。

図2に試料として用いた1/fゆらぎプリントカーテンを示す。この織物画像の輝度信号を2次元FFT（高速フーリエ変換）にかけ、パワースペクトル画像を得た。図3にパワースペクトル画像のイメージを示す。このパワースペクトル画像について平均化を行い、画像のパワースペクトルを求めた。平均化は画像の方向性を考慮し、水平、垂直各方向ごとに行った。2次元での平均化は前述のパワースペクトル $P(u, v)$ を極座標形式で表して $P(r, \theta)$ としたのち、原点を中心としたドーナツ形の領域で行った。

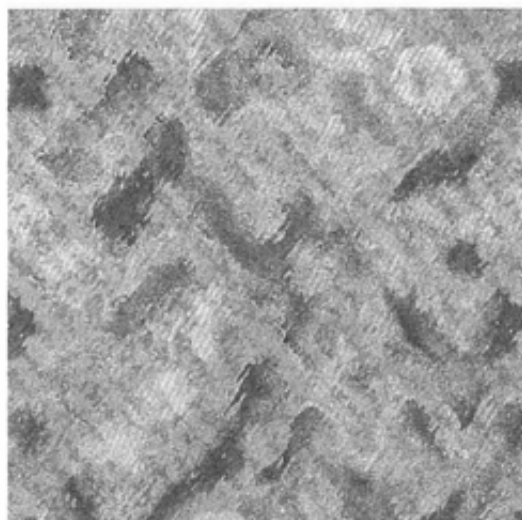


図2 1/fゆらぎプリントカーテン

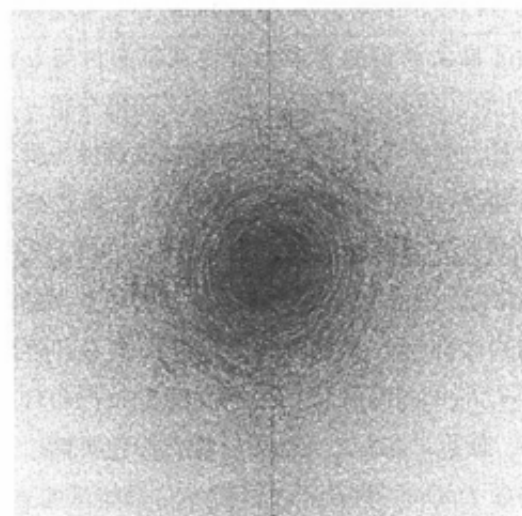


図3 パワースペクトル画像

ゆらぎの判定は求めたパワースペクトルに対して、最小2乗法で $\log(y) = a \cdot \log(x) + b$ に近似し、傾き a の値で行った。傾き a が-1前後になる場合が1/fゆらぎである。パワースペクトルの形状によっては一本の直線で近似できず複数の直線に分割して近似する場合があるが、1/fゆらぎは変化の大きい低周波数領域が重要であり、高周波数側はパワーが低く、ノイズにも弱いことから、低周波数領域側の直線で判定を行った。ジャカードカーテンの場合は織物組織によるピークが現れやすいのでその点も考慮した。

2.3.2 官能値⁶⁾

平成6年1月に、女子大生30名にSD法による5段階尺度で18組の形容詞対を評価させた調査結果から、心理的な快適性に関連すると考えられる「好き—嫌い」の調査結果を官能値として用い、ゆらぎとの関係を検討した。

2.3.3 濃淡特徴

画像の濃淡特徴値として、各試料ごとに輝度範囲、平均輝度、分散、標準偏差を求め、ゆらぎ、官能値との関係を検討した。

3. 結果及び考察

3.1 1/fゆらぎの評価手法について

3.1.1 1/fゆらぎプリントカーテンの計測

1/fゆらぎの評価手法を用いて、図2のプリントカーテンの計測を行った。図4に、そのパワースペクトル（水平方向）の回帰結果を示す。パワースペクトルの傾きは -1.1981 ($r = 0.9815$)であった。垂直方向のパワースペクトルの傾き (-1.3131) もほぼ同じ結果であり、この手法により織物の1/fゆらぎが計測可能であることが確認された。1/fゆらぎの範囲については自然の風

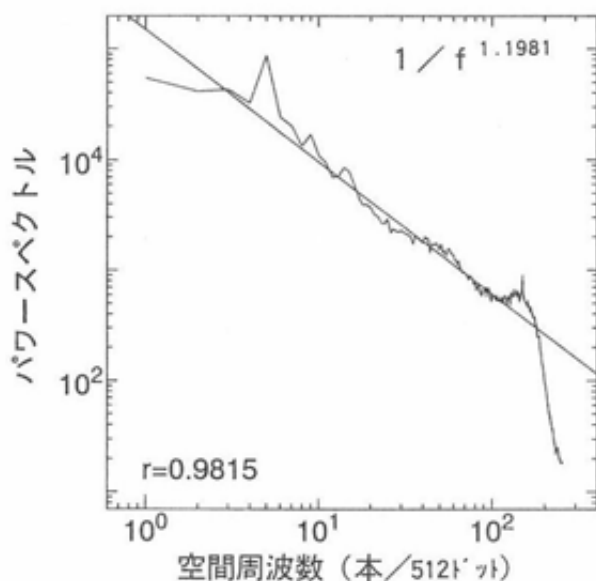


図4 パワースペクトル

にもパワースペクトルが $1/f^{1.4}$ となるものが報告されるなど、 $1/f = 1/f^1$ という狭い範囲に限らず、例えば $1/f^n$ ($n = 1 \sim 1.4$) といったもう少し広い範囲を考えたほうがより自然と考えられている¹⁰⁾。インテリア織物に適する具体的な範囲については、官能検査との相関をみる必要があるが、快適性の比較においては傾きを利用できると考えられる。

3.1.2 ジャカードカーテンの計測

前述の1/fゆらぎの評価手法を用いて、ジャ

カードカーテン25点の計測を行った。図5に水平、垂直方向におけるパワースペクトルの関係を示す。傾きは $-2.0 \sim -0.1$ と広範囲にわたった。ゆらぎの種類はパワースペクトルの傾きにより、 $1/f$ 、白色、 $1/f^2$ の3種類に分かれる。白色ゆらぎは変化がランダムに起こるゆらぎであり、 $1/f^2$ ゆらぎは変動する連続量があるとき、ある値がその直前の値に拘束される度合いの強いゆらぎでパワースペクトルが周波数の二乗に逆比例して急激に減少する傾向を示す。傾きが大きいほど規則性が大きく単調な柄といえる。今回の試料においては水平、垂直方向とも同じ種類のゆらぎをもつものが21点あった。インテリア織物はたて、よこ方向に強い方向性があるものが少ないため、どちらの方向にも同じ種類のゆらぎが現れたものと思われる。21点の内訳は1/fゆらぎは9点で、白色ゆらぎ、 $1/f^2$ ゆらぎが6点ずつであった。

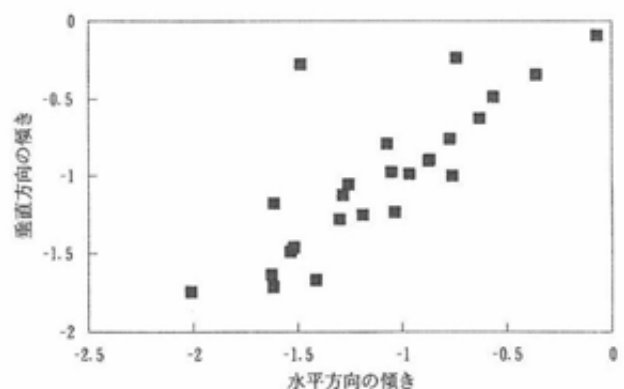


図5 水平、垂直方向におけるパワースペクトルの関係

3.2 官能値について

図6に官能値とパワースペクトルの関係を示す。水平、垂直方向においては官能値が3未満で「好き」に傾いている試料は、パワースペクトルの傾きが $-1.3 \sim -0.9$ であり1/fゆらぎの範囲に集まっていることがわかる。この傾向は垂直方向よりも水平方向の方にはっきりとあらわれ、たて方向の柄の方が官能値に及ぼす影響が大きいことを表している。一方、官能値が3以上の試料については傾きは $-2.0 \sim -0.1$ まで広範囲にわたった。このことは一般的に好まれる柄は1/fゆらぎを持つが、1/fゆらぎを持てば好まれる柄とは限らな

いことを示す。1/fゆらぎは心理的な快適性の必要条件であるが、十分条件ではないということが

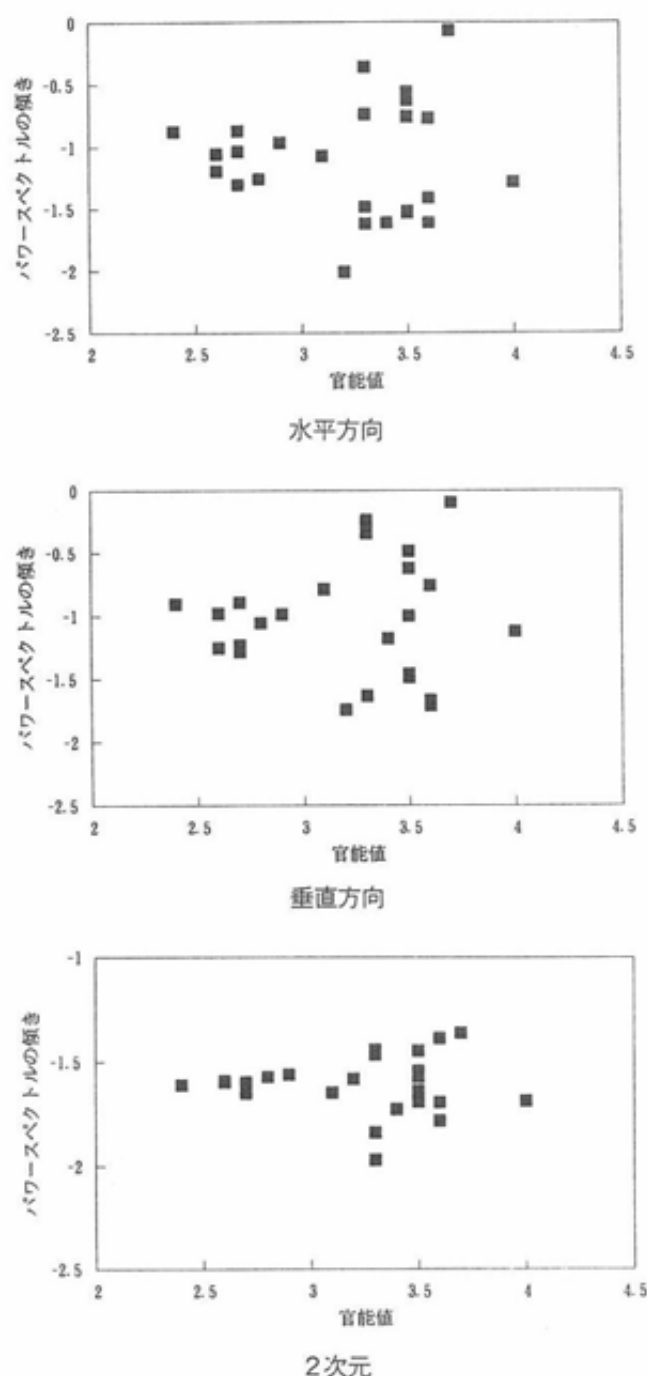


図6 官能値とパワースペクトルの関係

確認された。傾きが1/fゆらぎの範囲にあっても好まれなかった試料は3点あったが、そのうち2点は、水平または垂直方向に他の種類のゆらぎを持つ柄であった。その他の試料については色彩の影響が考えられる。今回の評価手法は色彩のデータを除いた濃淡画像で行ったが、今後この手法をイメージ評価に利用するためには、データの蓄積

と同時に、心理的な快適性に影響を及ぼすと考えられる色彩にも1/fゆらぎの評価を応用するなど、新たな評価方法を補っていく必要がある。

一方、2次元で求めたパワースペクトルは傾きが-1.3~-2.0であり、官能値が3未満の試料の傾きは-1.6前後に集まった。これはパワースペクトル画像が $2^n \times 2^n$ 画素の大きさではなかったため、FFTのノイズによる影響と考えられる。しかしながら今回の試料については1次元の水平、垂直方向のパワースペクトルで十分な評価が行えることがわかった。

3.3 濃淡特徴について

図7に官能値と平均輝度の関係、図8に官能値と輝度の標準偏差の関係を示す。いずれも官能値が3未満の試料については、ある範囲の値をとることがわかる。好まれる柄には、適度な明るさと、適度なバラツキ、変化が必要であるといえる。このことは適度な規則性と意外性をもつ1/fゆらぎの柄が好まれることと一致する。

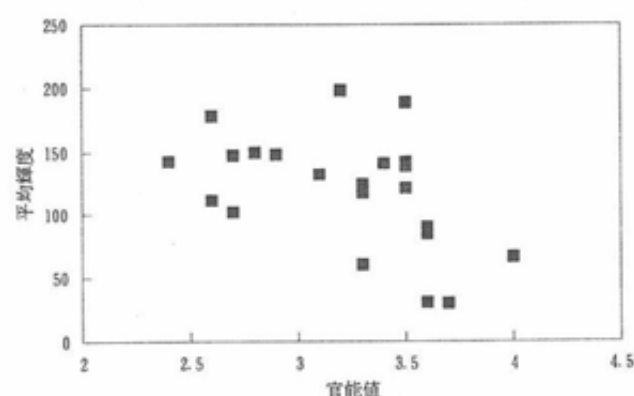


図7 官能値と平均輝度の関係

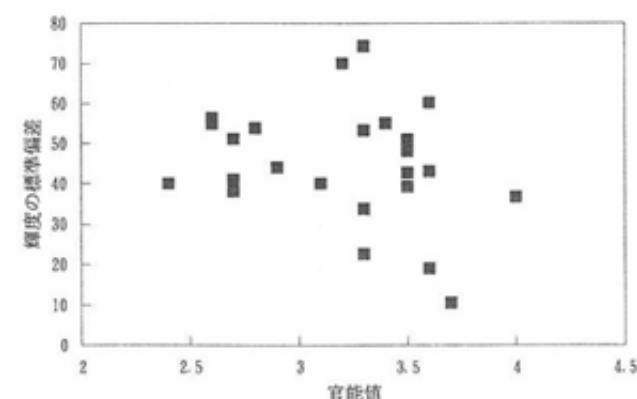


図8 官能値と輝度の標準偏差の関係

また、平均輝度、輝度の標準偏差など画像の濃淡特徴値とゆらぎの間に明らかな関係はみられなかった。

4. ま と め

インテリア織物を対象に心理的な快適性に基づく新しいイメージ評価手法の一つとして、 $1/f$ ゆらぎ評価手法の確立を試みた。本研究により柄パターン（濃淡画像）について $1/f$ ゆらぎの評価が可能となった。この手法を用いてジャカードカーテン25点のゆらぎを計測し、快適性に関連する官能値との関係を検討した結果、一般的に好まれる柄は $1/f$ ゆらぎをもつことが確認された。今後この手法をイメージ評価に利用していくためにはデータの蓄積と同時に、心理的な快適性に影響が大きいと考えられる色彩にも $1/f$ ゆらぎの評価手法を応用するなど新たな評価手法を補っていく必要がある。

文 献

1. 武者, 「ゆらぎの世界」, 講談社 (1980)
2. 武者, 「ゆらぎの発想」, NHK出版 (1994)
3. 柳内, 染色工業, **43**, 174 (1995)
4. 近藤, 埼玉県 産学官共同技術研究推進 事業研究報告 **5**, 27-58 (1995-3)
5. 太田ら, 繊維誌, **50**, 76-83 (1997)
6. 伊藤, 柴田, 三河繊維研究資料, **245**, 16-22 (1994)
7. 彦坂, 太田, 三河繊維研究資料, **247**, 40-46 (1996)
8. 田村秀行監修, 「コンピュータによる画像処理入門」, 総研出版 (1985)
9. 八木ら, 「C言語で学ぶ実践ディジタル映像処理」, オーム社 (1995)
10. 合原, 五百旗頭編著, 「カオス応用システム」, 朝倉書店 (1995)