

# RGB 色空間を用いた色彩テクスチャの カラーイメージと視覚的特徴の関係

森 俊 夫, 浅 海 真 弓

(岐阜女子大学家政学部)

原稿受付平成 19 年 8 月 15 日; 原稿受理平成 20 年 3 月 7 日

## The Relationship between Color Images and Visual Features of Color Textures by Using RGB Color Space

Toshio MORI and Mayumi ASANOMI

*Faculty of Home Economics, Gifu Women's University, Gifu 501-2592*

Color feature analysis by using RGB color space was applied to the characterization of color textures of 15 kinds of fabrics including color and form information. The average (AVE), variance (VAR), angular second moment (ASM), contrast (CON), correlation (COR), entropy (ENT) and fractal dimension (D) statistically extracted from brightness distributions of RGB color images for fabrics, which were captured from a color scanner, were measured as visual feature parameters. The vivid-obscure, gaudy-plain, striking-subdued, dynamic-passive, distinct-vague, transparent-turbid, soft-hard, strong-weak, warm-cool, light-heavy and bright-dark feelings of color textures were evaluated using a sensory evaluation method by which either word was selected, and the relationship between their sensory evaluation values and the visual feature parameters was examined by factor analysis, which showed that dynamic feeling is related to VAR and COR, and light, strong, soft and bright feelings to AVE.

(Received August 15, 2007; Accepted in revised form March 7, 2008)

**Keywords:** color texture 色彩テクスチャ, RGB color space RGB 色空間, color image カラーイメージ, image analysis 画像解析, visual feature parameter 視覚的特徴量, factor analysis 因子分析.

### 1. 緒 言

色彩は心理的に作用して, われわれの心に何らかの感情や感覚, あるいはイメージを引き起こす. 色彩と感情や感覚, あるいはイメージとの結びつけは, 色彩心理の重要なテーマであるだけでなく, 消費者の好き嫌いを決定させる重要な役割を持っている. これまで色彩が均一である色刺激に対して, 色彩感情の分類と色彩科学に基づいた色彩感情モデルの開発研究が数多く行われ, 色彩と印象や感情との関係が明確にされてきている<sup>1)~4)</sup>.

色彩が均一でなく, ある色彩分布を持つような複数の色からなる場合に対する色彩知覚の特性の一つに, 不均一な色彩パターンにもかかわらず, この色彩パターンから纏まったひとつの感情や印象を受けることがある. 人が色柄や色彩テクスチャの視覚的イメージを評価する場合, 色彩と形態を総合的に判断するが, 色彩

テクスチャのもつ視覚情報がどのような感性パラメータと連動しているかは明確にされていない. 色彩テクスチャをカラー画像として表現すれば, その画像は, R, G, B の 3 種の濃淡データからなる細かな色彩パターンが不均一に分布している状態であり, 人は色彩テクスチャ画像の違いによって視覚的特徴を区別することができる.

本研究では, 多くの造形要素が複合されている色彩パターンの感性情報について基礎的な知見を得るために, 色彩テクスチャ画像を用いて, 画像解析により色彩形態や模様<sup>5)</sup>の視覚に關係する特徴量を測定し, 色彩テクスチャの一様性, 複雑性, 局所的变化などの視覚的特徴である画像情報量とカラーイメージの官能評価から求めた官能量との関係を明確にすることを目的とする.

## 2. 方 法

### (1) 試 料

色彩テクスチャは、有彩色、無彩色に関わらず、無地のものも色柄模様もすべて含む。そこには、色柄模様だけでなく、糸の撚りや毛羽、凹凸、組織など微視的なテクスチャから巨視的なテクスチャまで存在し、テクスチャとして連続的に階層構造を形成している。色彩テクスチャには多くの造形的要素が複合されているので、これらのテクスチャに関する情報はある程度抽象的なものであり、その識別も一種の抽象化されたテクスチャ特徴にもとづいて行われることが多い。あまり複雑にならないければそれぞれの視覚的テクスチャを明確に特徴づけることができると考えられるので、単純なものから複雑なものまで、有彩色と無彩色のものを含み、できる限り試料数を少なくして馴染み深い試料を選定した。また、色彩の知覚にはさまざまな感情的反応が伴うが、赤 (R)、青 (B)、緑 (G) がそれぞれ暖色系、寒色系、中性色の代表色であることに注目して、これら三原色を中心に白黒の無彩色を加えて、色彩を選定した。本研究では、綿 100% の模様の異なる色柄布 15 種類 (チェック柄 3 種類、動物柄 2 種類、花柄 3 種類、縞柄 1 種類、抽象柄 1 種類、赤、青、緑、白、黒の無地各 1 種類) を試料として用いた。用いた試料の色彩テクスチャ画像を Fig. 1 に示した。

### (2) 画像の取り込み

試料はカラスキャナ (EPSON GT7600U) を用いて、解像度 72 dpi の条件で 512×512 pixels の大きさの色彩テクスチャ画像として取り込まれた。カラー画像は光の三原色である RGB の信号から構成されるので、色彩情報は各画素位置ごとに RGB に分けて、R 画像、G 画像および B 画像の各色濃度を二次元配列として 0~255 の 256 階調のグレイレベルで保存した。

### (3) 視覚的特徴量

#### 1) 第一次統計量

視覚的特徴量の最も簡単な表現方法として画像領域の濃度ヒストグラムを用いる方法がある。全体が 1.0 になるように正規化された濃度ヒストグラム  $P(i)$ , ( $i=0, 1, \dots, n-1$ ) を作成する。その濃度ヒストグラムの形状より、平均 (AVE) および分散 (VAR) を計算し、それらの値によってテクスチャを特徴づける。

ここで、平均 AVE を  $\mu$ , 分散 VAR を  $\sigma^2$  とすると、AVE および VAR は、(1) 式と (2) 式で表すことができる<sup>5)</sup>。

$$\mu = \sum iP(i) \quad (1)$$

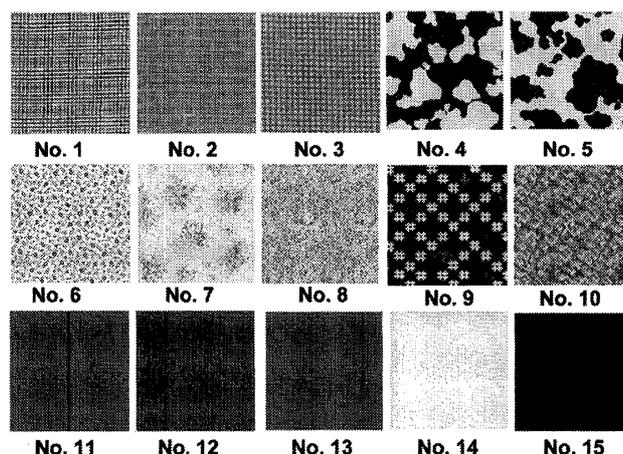


Fig. 1. Samples of color textures

$$\sigma^2 = \sum (i - \mu)^2 P(i) \quad (2)$$

#### 2) 第二次統計量

視覚的テクスチャを識別できる特徴量として、画像の局所的性質やフラクタル性を調べる手法が利用されている。視覚的テクスチャを均一性、コントラスト、線状性、情報量、複雑性などの人の視知覚によって判断できる特性と対応する客観的パラメータとして、第二次統計量が有効であることが、心理学的にも理論的にも報告されている<sup>5)~9)</sup>。

画像の濃度  $i$  の点から一定の変位  $\delta = (r, \theta)$  だけ離れた点の濃度が  $j$  である確率  $P_\delta(i, j)$ , ( $i, j=0, 1, \dots, n-1$ ) を要素とする同時生起行列を求める。ここでは、その行列から次の 4 種類の特徴量を計算し、それらの値によってテクスチャを視覚的に特徴づける<sup>5)~7)8)</sup>。なお、同時生起行列の要素は頻度を表しており、実際に特徴量を計算する際には、要素の総和が 1.0 になるように正規化しておく必要がある。以下の式ではグレイレベル  $i, j$  は 0~255 である。

#### 1. 角二次モーメント (ASM)

$$ASM = \sum \sum \{P_\delta(i, j)\}^2 \quad (3)$$

#### 2. 相関 (COR)

$$\begin{aligned} COR &= \left\{ \frac{\sum \sum i \cdot j P_\delta(i, j) - \mu_x \mu_y / \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x \sigma_y} \right\} \quad (4) \\ \mu_x &= \sum i \cdot P_x(i), \quad \mu_y = \sum j \cdot P_y(j), \\ \sigma_x^2 &= \sum (i - \mu_x)^2 P_x(i), \\ \sigma_y^2 &= \sum (j - \mu_y)^2 P_y(j), \\ P_x(i) &= \sum P_\delta(i, j), \\ P_y(j) &= \sum P_\delta(i, j) \end{aligned}$$

#### 3. コントラスト (CON)

$$CON = \sum k^2 \cdot P_{x-y}(k) \quad (5)$$

## RGB 色空間を用いた色彩テクスチャのカラーイメージと視覚的特徴の関係

$$P_{x-y}(k) = \sum \sum P_{\delta}(i, j) \\ k=0, 1, \dots, n-1$$

## 4. エントロピー (ENT)

$$ENT = -\sum \sum P_{\delta}(i, j) \cdot \log \{P_{\delta}(i, j)\} \quad (6)$$

## 3) フラクタル次元

画像のグレイレベル曲面を1辺の長さが $r$ 画素の立方体で被覆するときに必要な立方体の個数を $N(r)$ とすると、グレイレベル曲面にフラクタル性があれば $N(r)$ と $r$ の間に(7)式の関係が成立する。

$$\log N(r) = -D \cdot \log r + \log k \quad (7)$$

ここで $D$ はフラクタル次元、 $k$ は定数である。 $\log r$ と $\log N(r)$ との直線関係が成立すると、回帰直線を最小二乗法により計算し、その傾き $D$ を求めることができる<sup>5)7)8)</sup>。

## (4) 官能評価

刺激画像として、15種類の色彩テクスチャの異なる色柄布 (Fig. 1) のカラー画像を用いた。No. 1~No. 15の試料に対して、どちらかを選んでもらう2点法によって色彩イメージ評価を行った<sup>2)</sup>。被験者は20~22歳の女子学生46人である。色の出現順による影響を少なくするため、試料の提示順をランダム化して決定し、被験者は全員その順番に従って判定を行った。官能評価はアンケート用紙に、No. 1~No. 15の試料について(1)「鮮やか—くすんだ」、(2)「派手—地味」、(3)「目立つ—目立たない」、(4)「動的—静的」、(5)「はっきりした—ぼんやりした」、(6)「澄んだ—濁った」、(7)「柔らかい—硬い」、(8)「強い—弱い」、(9)「暖かい—寒い」、(10)「軽い—重い」、(11)「明るい—暗い」の計11の評価項目に「+」か「-」を記入する方法で行った。得られた結果は例えば、鮮やか感の場合、「鮮やか」を選んだ場合は+1点、「くすんだ」を選んだ場合は-1点として得点化し、(1)~(11)の各評価項目について、No. 1~No. 15の試料別に得点を集計し、得られた得点を全体で割って平均を算出した。平均値は、+1から-1までの数値をとり、例えば、平均値が+1をとるときは、すべての被験者が「鮮やか」と判断した場合であり、平均値が-1をとるときは、すべての被験者が「くすんだ」と判断した場合である。

評価者は、ディスプレイに映し出された各色柄布のカラー画像を見て、個々の視覚的認識に基づいて評価した。刺激カラー画像は解像度 $1,024 \times 768$  pixelsに設定された17型の本体色アイボリーホワイトのカラーCRTモニターのほぼ中央に黒色を背景として $9 \times 9$

$\text{cm}^2$ のサイズで、90 Hzのリフレッシュレートにおいてちらつきもなく表示された。CRTディスプレイはアイボリーホワイトの壁を背に配置され、被験者からディスプレイまでの観察距離は300 cmであった。この距離からは柄の大きさによっては明確に個々の色も見分けられるが、同時に全体の色がひとつの色の印象としてまとまって感じられた。評価は通常の実験室内で、5,000 Kの白色蛍光灯による照明の下で照度約300 lxの条件で行った。画像の呈示時間は特に制限せず、呈示順序は被験者ごとにランダムに決めた。

## 3. 結果と考察

## (1) RGB表色系における色彩テクスチャの視覚的特徴

## 1) 第一次統計量

RGB表色系におけるR成分、G成分、B成分について画像の明るさの平均(AVE)および明るさの分散(VAR)をTable 1にまとめた。

色彩テクスチャ画像の明るさの平均を表すAVEについては、No. 6, No. 7およびNo. 14のR, G, B成分の値が大きく、No. 15のR, G, Bの値が小さいことがわかる。このことから、No. 6, No. 7およびNo. 14は画像全体が明るいと考えられ、No. 15は画像全体が暗いと考えられる。

色彩テクスチャ画像の明るさの分散を表すVARは、No. 4とNo. 5のR, G, B成分の値が大きく、No. 11, No. 12, No. 13, No. 14およびNo. 15のR, G, B成分の値が小さいことがわかる。このことから、No. 4とNo. 5は画像全体の明るさのばらつき、あるいはムラが大きいためと考えられ、No. 11, No. 12, No. 13, No. 14およびNo. 15は、画像全体のばらつきやムラが少なく、均一であると考えられる。

## 2) 第二次統計量

同時生起行列から求められるテクスチャ特徴量は、それぞれ画素対の相対的位置関係 $(r, \theta)$ の関数である。ここでは $r=1$ に対して $\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ および $135^\circ$ の方向の特徴量を求め、4方向の平均値を $r=1$ に対する特徴量の値としてR, G, B別にフラクタル次元と共に、Table 2に示した。

ASMについては、No. 11~No. 15のR, G, B成分ではいずれにおいても値が大きく、No. 1, No. 2, No. 7およびNo. 10ではこれらの値が小さい。ASMは、同時生起行列の値がどの位密集して分布しているかを測定するのに用いられ、これによりテクスチャの様

Table 1. Average (AVE) and variance (VAR) of lightness intensity in the R, G and B images

Sample		AVE	VAR
No. 1	R	165	49
	G	158	47
	B	164	41
No. 2	R	218	13
	G	128	49
	B	128	50
No. 3	R	149	33
	G	156	22
	B	161	11
No. 4	R	139	94
	G	133	92
	B	128	86
No. 5	R	154	92
	G	147	89
	B	140	84
No. 6	R	216	46
	G	216	45
	B	219	42
No. 7	R	219	30
	G	228	29
	B	231	32
No. 8	R	192	41
	G	187	33
	B	185	32
No. 9	R	78	75
	G	87	71
	B	107	61
No. 10	R	179	53
	G	167	32
	B	32	37
No. 11	R	160	3
	G	47	3
	B	45	3
No. 12	R	48	2
	G	80	2
	B	153	2
No. 13	R	57	2
	G	108	2
	B	104	2
No. 14	R	248	3
	G	249	2
	B	250	3
No. 15	R	43	3
	G	42	3
	B	44	3

Table 2. Textural feature parameters (ASM, CON, COR and ENT) and fractal dimension (D) in the R, G and B images

Sample		ASM	CON	COR	ENT	D
No. 1	R	0.0005	518	0.894	9.3	2.538
	G	0.0002	568	0.875	9.4	2.577
	B	0.0002	483	0.859	9.3	2.554
No. 2	R	0.0007	93	0.736	7.3	2.706
	G	0.0001	1,311	0.735	9.8	2.775
	B	0.0001	1,369	0.730	9.8	2.777
No. 3	R	0.0028	456	0.901	6.2	2.379
	G	0.0012	330	0.880	7.1	2.394
	B	0.0073	272	0.598	5.1	2.505
No. 4	R	0.0068	194	0.989	5.8	2.083
	G	0.0093	186	0.989	5.6	2.076
	B	0.0071	170	0.988	5.8	2.091
No. 5	R	0.0046	184	0.989	6.1	2.105
	G	0.0056	176	0.989	5.9	2.099
	B	0.0049	164	0.988	6.0	2.107
No. 6	R	0.0049	458	0.894	7.5	2.481
	G	0.0050	480	0.882	7.5	2.450
	B	0.0048	489	0.865	7.4	2.417
No. 7	R	0.0003	417	0.876	8.9	2.571
	G	0.0002	368	0.830	8.9	2.581
	B	0.00023	363	0.823	8.7	2.675
No. 8	R	0.0047	114	0.938	7.2	2.320
	G	0.0085	112	0.933	6.9	2.221
	B	0.0196	166	0.918	6.6	2.366
No. 9	R	0.0098	409	0.963	5.7	2.197
	G	0.0025	353	0.964	7.1	2.192
	B	0.0038	286	0.961	6.3	2.224
No. 10	R	0.0018	271	0.951	4.7	2.292
	G	0.0008	124	0.939	5.4	2.282
	B	0.0001	3,122	0.372	9.8	2.278
No. 11	R	0.0120	12	0.248	4.8	2.383
	G	0.0176	11	0.390	4.5	2.378
	B	0.0192	8	0.353	4.4	2.339
No. 12	R	0.0193	7	0.324	4.3	2.312
	G	0.0191	12	0.302	4.4	2.397
	B	0.0136	11	0.288	4.7	2.368
No. 13	R	0.0324	4	0.481	3.8	2.166
	G	0.0261	4	0.540	4.0	2.180
	B	0.0211	5	0.497	4.2	2.259
No. 14	R	0.0189	7	0.798	4.3	2.224
	G	0.0375	5	0.743	3.6	2.076
	B	0.0284	6	0.826	4.0	2.187
No. 15	R	0.0128	13	0.258	4.8	2.408
	G	0.0127	12	0.302	4.8	2.405
	B	0.0132	13	0.272	4.7	2.398

## RGB色空間を用いた色彩テクスチャのカラーイメージと視覚的特徴の関係

性を評価できると考えられる。 $P_{\sigma}(i, j)$  が小さい値ですべて等しいとき、たとえば多数のわずかず異なる色彩が等しい数で存在するときは、ASMは最も小さくなるが、少数の大きな値から成っている場合、たとえば単一色の場合は $P_{\sigma}(i, j)$  が1つだけとなり、大きな値となるので、ASMは大きくなる。したがって、これは一様性や均一性を評価すると考えられる。No. 11~No. 15の色彩テクスチャは一様性や均一性が高いと判断され、単一色からなるテクスチャである。No. 1, No. 2, No. 7およびNo. 10は、一様性や均一性が低い色彩テクスチャと判断されるので、明るさが少しずつ異なる色が数多く含まれると推察される。

CONについては、No. 11~No. 15ではR, G, B成分いずれの場合も他に比べて極めて小さい値を示す。CONは行列の差分モーメントであり、画像中に存在するコントラストあるいは、局所的変化の量を測定するものである。そこで、この値が大きく濃淡が違っている画素が多いほどコントラストが大きいと考えられる。したがって、No. 11~No. 15は色彩テクスチャのコントラストや局所的変化が小さいと考えられる。

CORでは、No. 4, No. 5, No. 8およびNo. 9のR, G, B成分はいずれにおいても値が大きく、No. 11, No. 12, No. 13およびNo. 15は値が小さい。CORは2つの画素のグレイレベル値が比例していることになり、テクスチャの線状性を抽出できるものである。線状性が高くなると、これにより図柄と背景の地の関係が明確になる。したがって、No. 4, No. 5, No. 8およびNo. 9は線状性が高いので、図柄と地の区別が明確に判断できる色彩テクスチャと考えられる。図柄のないNo. 11, No. 12, No. 13およびNo. 15は線状性はほとんどないと考えられる。しかしながら、図柄のないNo. 14のCORが比較的大きいことは、同じ無地でも白色の糸の場合には有彩色の糸に比べて、糸の線状効果が視覚的に知覚できることを示唆している。

ENTでは、No. 1, No. 2およびNo. 7のR, G, B成分の値が大きく、No. 11~No. 15の値が小さい。ENTの定義は $P_{\sigma}(i, j)$  の値が均等に割り振られているほど値の大きくなる量であり、でたらめさの尺度であると同時に平均の情報量を表す。No. 1, No. 2およびNo. 7は、色彩テクスチャの情報量が多いと判断されるので、一様性や均一性が低いと考えられる。No. 11~No. 15については、試料が無地であることからわかるように色彩テクスチャの情報量が少ないと考えられる。

Dでは、No. 1, No. 2およびNo. 7のR, G, B成分の値が大きく、No. 4, No. 5およびNo. 14については値が小さい。フラクタル解析は、複雑で不規則な形態を解析するのに有用であることが広く知られており、フラクタル次元Dが大きいほど複雑性、不規則性が大きいと考えられる。このことからNo. 1, No. 2およびNo. 7は複雑であり、No. 4, No. 5およびNo. 14は複雑性が低く単純であると考えられる。

## (2) カラーイメージに対する官能評価

官能評価の結果を各評価項目ごとに集計し、得られた得点を全体で割って平均値を算出し、Table 3に示した。

「鮮やか」と評価している試料は、No. 2とNo. 11が最も高く、次いでNo. 10が高い。逆にNo. 3およびNo. 15は「くすんだ」と評価されている。「派手」については、No. 11が最も高く、No. 15やNo. 12などは「地味」と評価されている。「目立つ」は、No. 11とNo. 2が高く、No. 12やNo. 15などは「目立たない」と評価されている。「動的」では、No. 4, No. 5およびNo. 10が高く、No. 14やNo. 15などは「静的」と評価されている。「はっきりした」は、No. 5とNo. 4が高く、No. 3やNo. 10などは「ぼんやりした」と評価されている。「澄んだ」は、No. 14が最も高く、No. 3などは「くすんだ」と評価されている。「柔かい」は、No. 8やNo. 7が高く、No. 15は「硬い」と評価されている。「強い」はNo. 11とNo. 15が最も高く、No. 3やNo. 7は「弱い」と評価されている。「暖かい」は、No. 11が最も高く、No. 12は最も「寒い」と評価されている。「軽い」は、No. 14が最も高く、No. 15は最も「重い」と評価されている。「明るい」は、No. 10が最も高く、No. 15は最も「暗い」と評価されている。

## (3) 因子分析

因子分析を適用し、主観的評価である官能量と客観的評価である視覚的特徴量（画像情報量）との関係を検討した。

因子分析に用いた各評価項目は、主観的評価として「鮮やか—くすんだ」「派手—地味」「目立つ—目立たない」「動的—静的」「はっきりした—ぼんやりした」「澄んだ—濁った」「柔かい—硬い」「強い—弱い」「暖かい—寒い」「軽い—重い」「明るい—暗い」の11項目である。客観的評価であるRGB表色系の視覚的特徴量として、AVE, VAR, ASM, CON, COR, ENTおよびDの7項目である。官能量11項目、視覚的特

Table 3. Sensory values for color images

Color images	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15
Azayaka (vivid)	0.21	0.91	-0.91	-0.13	-0.13	0.73	-0.65	0.65	0.47	0.82	0.91	0.73	0.47	0.04	-0.73
Hade (gaudy)	-0.04	0.73	-0.91	-0.13	0.13	0.3	-0.73	0.47	-0.73	0.82	0.91	-0.96	-0.13	-0.47	-1
Medatu (striking)	-0.13	0.73	-0.91	0.65	0.47	0.21	-0.73	0.13	-0.47	0.82	0.96	-0.96	0.04	-0.47	-0.96
Douteki (dynamic)	-0.21	-0.13	-0.91	0.82	0.73	0.56	-0.65	-0.04	-0.73	0.73	-0.73	-0.91	-0.65	-1	-0.96
Hakirisita (distinct)	-0.13	0.56	-0.91	0.73	0.82	0.3	-0.65	-0.3	-0.04	-0.73	0.56	0.56	0.47	0.04	0.04
Sunda (transparent)	-0.3	0.13	-0.91	-0.56	-0.3	0.56	-0.04	-0.21	-0.82	-0.82	0.21	0.21	0.13	0.91	-0.65
Yawarakai (soft)	-0.3	-0.21	-0.3	-0.3	-0.21	0.39	0.82	0.91	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	0.3	-0.91
Tuyoi (strong)	-0.21	0.47	-0.91	0.82	0.56	-0.3	-0.82	-0.65	-0.04	0.21	0.91	0.73	0.73	-0.47	0.91
Atatakai (warm)	-0.39	0.73	-0.91	-0.82	-0.73	-0.13	-0.73	0.73	-0.91	0.91	1	-1	-0.3	-0.91	-0.56
Karui (light)	0.21	-0.04	-0.73	-0.82	-0.3	0.65	0.82	0.13	-0.91	0.73	-0.73	-0.73	-0.13	1	-1
Akarui (bright)	0.21	0.91	-0.96	-0.82	-0.39	0.73	0.21	0.56	-0.73	0.96	-0.73	-0.73	0.21	0.73	-1

微量7項目の計18項目を観測変数に、15種類の色彩テクスチャを観測回数にとり、因子分析を試みた。共通性の反復推定なしの主因子分解により固有値1.0以上で5因子が抽出された。Table 4には、バリマックス法を用いて回転させ後の因子負荷量が掲載されると共に、各因子の固有値、寄与率および累積寄与率が示されている。表中には、各因子ごとに因子負荷量の絶対値が0.6以上のものを実線で囲って示されている。

因子の解釈は因子負荷量によって行われるもので、因子負荷量の絶対値が大きい項目を各因子ごとにひろってみると、第1因子では、視覚的特徴量としてVAR (R, G, B) とCOR (R, G, B) で、官能量として動的感に対応している。これらの結果から、第1因子では変化や動きに関する因子であると考えられる。このことから、VARやCORは変化や動きと密接な関係にあり、VARやCORの値が大きいものほど、すなわち分散していて線状性が大きく模様柄が明確な色彩テクスチャほど変化や動きがあると感じさせると考えられる。

第2因子では、D (R, G, B), ENT (R, G, B), ASM (R, G, B) およびCON (R, G, B) である。これらの結果から、第2因子では形態的特徴に関する因子であると考えられる。このことから、複雑で、局所的变化があり、ランダムで情報量が多い色彩テクスチャほど、一様性や均一性が低いと考えられる。

第3因子ではAVE (R, G, B), ソフト感, 軽さ感, 強さ感および明るさ感である。これらの結果から、第3因子では明度に関する色彩感情の因子であると考えられる。このことから、AVEの値が大きいほど、すなわち明るい色彩テクスチャほどソフトで軽く、弱い感じがすると考えられる。

第4因子では、派手さ感, 目立ち感, 温かさ感, 鮮やかさ感である。この結果から、第4因子では彩度や色相に関する色彩感情の因子であると考えられるが、画像情報量との対応関係は見出されなかった。

第5因子は、明瞭感と透明感であるが、前者は第1因子とも関係し、後者は第3因子の明度に関する色彩感情とも関係する。

因子分析により、動きに関する形態感情や明度に起因する色彩感情は視覚的特徴量との関係が明確にされたが、彩度や色相に起因する色彩感情と視覚的特徴量との関係を明確にすることはできなかった。このことは、RGB色空間で算出された視覚的特徴量では、色彩テクスチャのカラーイメージと視覚的特徴の関係を

## RGB 色空間を用いた色彩テクスチャのカラーイメージと視覚的特徴の関係

Table 4. Factor loadings after Varimax rotation

Measurement item	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
VAR (R)	0.977	-0.141	-0.033	-0.009	-0.138
VAR (G)	0.989	-0.087	-0.058	0.041	0.107
VAR (B)	0.969	-0.103	-0.028	0.132	0.107
COR (R)	0.781	0.014	0.509	0.005	-0.306
COR (G)	0.816	-0.002	0.449	0.068	-0.292
COR (B)	0.758	0.021	0.514	-0.156	0.241
Dynamic	0.716	-0.041	0.072	0.529	-0.038
D (R)	-0.356	0.901	0.173	0.118	-0.044
D (G)	-0.316	0.942	-0.036	0.094	-0.027
D (B)	-0.341	0.913	0.150	-0.020	-0.099
ENT (R)	0.409	0.711	0.447	-0.113	-0.033
ENT (G)	0.39	0.866	0.237	-0.022	-0.102
ENT (B)	0.345	0.623	0.212	0.470	-0.359
ASM (R)	-0.524	-0.677	-0.172	-0.120	0.360
ASM (G)	-0.561	-0.656	0.152	-0.050	0.444
ASM (B)	-0.562	-0.611	0.168	-0.075	0.355
CON (R)	0.313	0.616	0.253	-0.261	-0.468
CON (G)	0.248	0.621	0.106	0.201	0.112
CON (B)	0.127	0.611	0.006	0.113	-0.591
AVE (R)	0.164	0.262	0.775	0.331	-0.018
AVE (G)	0.193	0.009	0.949	0.006	-0.159
AVE (B)	0.079	0.104	0.850	-0.399	0.254
Soft	0.126	0.183	0.869	-0.036	0.054
Light	-0.089	0.033	0.837	0.347	-0.165
Strong	-0.066	-0.197	-0.766	0.331	0.414
Bright	-0.069	0.148	0.673	0.609	-0.064
Gaudy	0.147	0.077	0.098	0.923	0.093
Striking	0.356	-0.033	-0.054	0.863	0.164
Warm	-0.158	0.226	-0.011	0.836	-0.102
Vivid	-0.087	-0.009	-0.014	0.729	0.202
Distinct	0.152	-0.144	-0.331	0.212	0.887
Transparent	-0.415	-0.036	0.540	0.182	0.643
Eigenvalue	7.75	6.40	6.38	4.93	3.05
Contribution (%)	24.23	19.99	19.94	15.40	9.53
Cumulative contribution (%)	24.23	44.22	64.16	79.56	89.09

分析することが、不十分であることを示唆している。  
 今後は、人の視知覚と深く関係すると考えられる明度、  
 彩度および色相に関係する色空間を利用して、色彩テ  
 クスチャのカラーイメージと視覚的特徴の関係を解析

する必要がある。

#### 4. 結 論

15 種類の色彩テクスチャについて、「鮮やか」、「派

手], 「目立つ」, 「動的」, 「はっきりした」, 「澄んだ」, 「柔らかい」, 「強い」, 「温かい」, 「軽い」, 「明るい」の11項目のカラーイメージに対する対語得点率と画像解析から算出した視覚的特徴量について検討し, 因子分析により明らかとなった結果を以下にまとめた。

1) 画像解析の結果, No. 1とNo. 2のチェック柄やNo. 7の花柄は情報量, 複雑性が大きく, 一様性が小さい。No. 4やNo. 5の白黒の図柄模様は, 線状性が高いので, 図柄と地の区別が明確で複雑性は小さい。No. 6の小さな花柄模様は, 局所の変化が大きい。No. 8の細かい花柄模様は, 情報量が多く一様性は小さい。No. 11~No. 15の単一色無地模様は, 一様性が大きく局所の変化が極めて小さい。また線状性, 情報量や複雑性は小さいが, No. 14の白色布では, 線状性は比較的高くなる。

2) 視覚的特徴量と官能量について, 因子分析を行った結果, 第1因子は動的因子, 第2因子は形態的特徴量に関する因子, 第3因子は明度に起因する色彩感情因子, 第4因子は彩度や色相に起因する色彩感情因子, 第5因子は透明感に関する因子であることがわかった。第4因子と第5因子では, 官能量と視覚的特徴量との対応関係が抽出されなかった。

3) 第1因子より, 分散していて線状性が大きい色彩テクスチャほど動きがあり, 図柄も明確に感じさせる。第2因子からは, 複雑で, 局所の変化があり, ランダムで情報量が高い色彩テクスチャほど, 一様性や均一性が低いことがわかった。第3因子より, 明るい色彩テクスチャほどソフトで弱く, 軽さを感じさせる。

本研究の一部は, 平成19年度科学研究費補助金基盤研究(C), 「研究課題: 画像解析による布外観や色彩テクスチャの視覚情報と感性評価」(課題番号16500488, 研究代表者: 森俊夫)の成果の一部である。

#### 引用文献

- 1) Kobayashi, S.: The Aim and Method of the Color Image Scale, *Color Res. Appl.*, **6**, 93-107 (1981)
- 2) 佐藤哲也, 梶原莞爾, 星野裕之, 中村妙子: 色から受けるあざやかさ感, 派手地味感, 目立ち感, 動静感, 明瞭感, 清濁感, 硬軟感, 強弱感を定量化する試み, *織学誌*, **53**, 131-138 (1997)
- 3) Sato, T., Kajiwara, K., Hoshino, H., and Nakamura, T.: Quantitative Evaluation and Categorizing of Human Emotion Induced by Color, *Adv. Color Sci. Technol.*, **3**, 53-59 (2000)
- 4) Ou, L., Luo, M., Woodcock, A., and Wright, A.: A Study of Colour Emotion and Colour Preference, *Color Res. Appl.*, **29**, 232-240 (2004)
- 5) Balakrishnan, H., Venkataraman, S., and Jayaraman, S.: FDICS: A Vision-Based System for the Identification and Classification of Fabric Defects, *J. Textile Inst.*, **89**, 365-380 (1998)
- 6) Tamura, H., Mori, S., and Yamawaki, T.: Textural Features Corresponding to Visual Perception, *IEEE Trans. Syst. Man. Cybernet.*, **8**, 460-473 (1978)
- 7) Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I.: Textural Features for Image Classification, *IEEE Trans. Syst. Man. Cybernet.*, **3**, 610-621 (1973)
- 8) Mori, T., and Endou, Y.: Evaluation of the Visual Texture and Aesthetic Appearance of Lace Patterns, *J. Text. Inst.*, **90**, 110-112 (1999)
- 9) 森 俊夫, 山田純子, 岩佐美代子: 画像解析による編み地模様のテクスチャ特徴と視覚的評価, *家政誌*, **49**, 655-661 (1998)