

# 伊勢型紙データベースにおける 感性検索システムの構築

Construction of *Kansei* Search System for Ise Katagami Database

佐藤 弘喜

Hiroki Satou

遠藤 善道

Yoshimichi Endou

岐阜県生産情報技術研究所

## 1. はじめに

三重県鈴鹿市に伝わる伝統工芸に伊勢型紙がある。伊勢型紙とは着物の文様を染めるのに用いられる型紙で、3枚の和紙を柿渋で張り合わせたものに職人が彫刻刀で細かな文様や図柄を彫り抜いたものである(図1)。最も細密なものでは3.3cm四方に900個以上もの穴を彫ったり、3.3cm幅に31本もの縞を彫るなど極めて高度な技術と熟練を要する工芸である。

型紙の歴史は古く発祥については不明な部分も多いが、狩野吉信(1552~1640)作とされる「職人尽絵屏風」(川越市喜多院蔵)に型紙を使う職人が描かれていることから、中世末から近世初頭には型紙が存在したと考えられている。鈴鹿市の白子、時家の両地区は型紙生産の一大産地となり、江戸時代には紀州藩の保護を受け伊勢型紙として全国へ盛んに行商が行われるようになった<sup>1)</sup>。以来今日まで、型紙は染色の中心的技法である型染の用具として広く用いられてきた。1955年には、型紙の製作技術が評価され、重要無形文化財伊勢型紙技術保持者(人間国宝)として6名が指定を受けた。

しかし近年、一般の着物離れが進むなかで型紙の需要が減り、後継者不足もあってその将来が危ぶまれるようになった。このため型彫り技術の保存、伝承を目的として1991年に伊勢型紙技術保存会が組織され、1993年にはこの会が国の重要無形文化財保持団体(工芸技術)に認定された。また1997年には江戸時代後期の型紙商であった寺尾家の建築を修復し、伊勢型紙資料館が開設された。

しかしそれらの活動は技術の伝承が主体であり、型紙自体については現在収集、管理をして体系的な分類や公開をしている例はほとんど見られない。元来型紙は染色の用具であり、使用後の型紙は重要視されず粗雑な扱いを受けてきた。そして着物産業の衰退から多くの染屋が廃業を余儀なくされるなかで、型紙も散逸状態にある。しかし型紙はそれ自体が優れた工芸作品と見なされ、収集、保存の対象とされるべきものである。

## 2. 伊勢型紙の保存と活用

名古屋造形芸術大学では、名古屋市の大手染屋が保管していた、2万枚に及ぶ江戸時代から昭和に至る伊勢型紙の寄贈を受けたことから、その扱いを検討してきた。

現在の伊勢型紙を取り巻く状況の厳しさを考えた場合、将来に向けた伝承のためには型紙の保存、管理だけでなく現代における活用法を積極的に考案し、社会や産業界に対して提案していくことが重要である。そこに彫り込まれてきた多種多様な文様は、現代のデザインの世界にも活用が期待できるデザインソースとして価値の高いものである。また同時に文様や伝統工芸に関する研究対象としても、貴重で豊富な資料となっている。



図1 伊勢型紙の製作

### 3. 伊勢型紙のデジタル化とその意義

伊勢型紙の活用と研究について検討した結果、型紙を画像データベース化する必要性が明らかになった。一般に繊維製品の製品企画を行う場合、全く新規に製品の開発を行うことはまれであり、ほとんどはこれまでに作成した製品群やファッション雑誌、業界誌などから新規企画のもととなるデザインを入手している。伊勢型紙については資料集などの形で若干の書籍が出版されているが、現在は企画・デザインをCG・CADで行うことが多く、この場合は書籍よりもコンピュータで利用できるデータベースとなっている方が利用し易い。しかしこれまで伊勢型紙のデータベースは存在していない。また、型紙文様を画像データとしてデジタル化することによって、活用や研究が容易になり可能性が広がるとともに、データを公開することで繊維産業以外の一般社会や産業界に幅広くその普及と利用を図ることが期待できる。

この伊勢型紙のデジタルデータ化の主な意義をまとめると以下のような点がある。

#### (1) 伝統的文様の利用が容易になること

一般に伝統的な文様は現代人にはなじみが薄く敬遠されがちであるが、実際はそこに表現された文様には今日のセンスで見ても非常に現代的で洗練されたものが多数存在する。しかし従来そうした文様は専門的、伝統的な枠に閉じ込められており、専門的知識を持たない人間には近寄りがたいものであった。またデザイナーが自分のイメージに合った文様を探したいと考えても、伝統的な文様名を手がかりにする方法では、やはり専門的知識を持たないと困難である。従来文様集の書籍やCD-ROMといったメディアではそこに収められている文様の数が限られるため、全体を概観し選択することも可能であるが、2万点という数量ではその情報量の豊富さゆえに、イメージに合った文様を探し出すことが困難である。このような目的に対して画像データベースを構築し、現代人の一般的認識基準で適切な文様にたどり着けるような効率的な検索方法を用意することが有効であると考えられる。また実際のデザイン利用に当たっては、探し出した文様を直接CG・CADで加工できるデジタルデータとなっていることが重要である。

#### (2) 伝統的文様の活用手段が広がること

文様をデジタルデータとすることによって従来の染色のための型紙という用途から離れ、他の産業にその文様を利用することが容易になる。伊勢型紙に限らず、伝統

的な文様を現代の製品に応用しようという試みはしばしば行われているが、特に伊勢型紙の場合その染色用具としての目的から、中間調を持たない図と地の完全な2階調による表現であることが大きな特徴となっている(図2)。和紙を彫り抜くことによって表現するという技法からそれは当然であるが、このことが文様のデータとしての扱いを容易にし、活用の可能性を高めている。更に多色染めに用いられた型紙の場合、使用する色ごとに型紙を分けた複数枚の組になっており、印刷技術と同じ原理に基づいていることも、現代の技術に適合しやすい性質であると言える。

なお、デジタル化した型紙データの製品デザインへの応用については、1997年に作品制作を行ないその可能性を実証した<sup>2)</sup>。

#### (3) 文様研究の可能性が広がること

研究に対する貢献では、構築する約2万点の画像データベースが研究の素材として高い価値を持ち、また分類や管理などの作業が効率化できることは明らかであるが、特に研究の手法や内容に関して、デジタル化することで従来のこの分野の研究に見られなかった新たなスタイルを確立することが期待できる。文様の基本的構造や連続文様の規則性などの造形的研究、時代ごとの文様の変遷を追う歴史的研究などにおいて、分析や処理の容易なデジタルデータの画像は現物と写真に頼るこれまでの研究を大きく変える可能性を持っている。

#### (4) WWWによる情報の提供ができること

構築する型紙文様のデータベースをインターネットホームページに掲載し、外部からデータにアクセスできるようにすることで広範な文様の活用が期待できる。併せて伝統的文様や伊勢型紙に関する情報を盛り込むこと

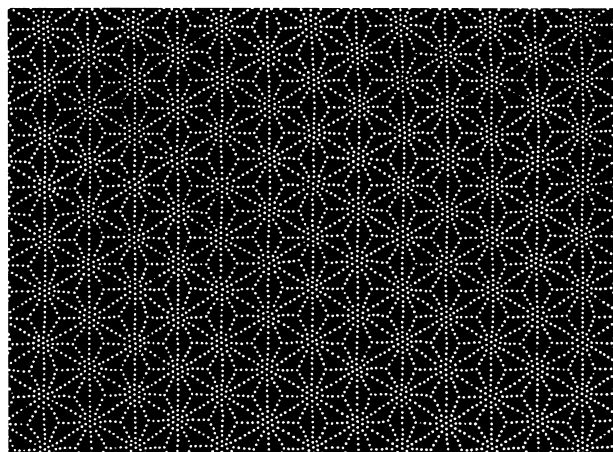


図2 伊勢型紙文様の例

で、伊勢型紙という伝統工芸に対する一般社会の認識を高め、今後の伝承に寄与することができると考えられる。

## 4. 文様データベースにおける検索法

### 4.1. 文様検索の問題点

上記の意義をふまえ平成8年度より型紙の画像データ化が開始されたが、この作業と平行してその検索方法に関する検討が行われてきた<sup>3)</sup>。3.(1)で述べたように、伝統的文様には分類や名称が一般的現代人にとって理解しにくいという問題があり、検索を容易にすることがデータベース構築の目的の一つとなっているが、そのための検索方法が大きな課題となっている。この文様検索を困難にしている要因として以下のような点がある。

(1) 文様やモチーフに対する知識が失われていること

蹴鞠や煙草入れのように文様のモチーフとなっているものが現代において見られなくなっていたり、七福神などの吉祥文様や歌舞伎文様のように文様が本来持っていた記号的意味が失われているなど、専門的知識がないと理解できない文様が多い(図3)。そのため伝統的な文様名やモチーフ名に頼る検索では利用者の理解できる範囲が限られ、知識が乏しい文様は検索の対象になりにくい。

(2) モチーフと文様の連想関係が失われていること

綾杉文や青海波文のように、自然からモチーフを得た文様が、その様式化の過程で元になったモチーフが連想できないような形に変化している場合がある(図4)。そのような文様は文様名やモチーフ名と文様の視覚的イメージが対応しないため、名称による検索では検索者の求めるイメージに合った文様が検索できない。またデザイン的な特徴で文様名を推定し検索することが難しい。

(3) 文様分類における解釈が多面的であること

伝統的な分類手法では、例えば同じ菊をモチーフにした文様であっても、そのパターン化の処理方法によって植物文様として菊文に分類される場合と菊菱文のように構成文様として分類される場合があり、さらに菊が主体であっても唐草と組み合わせると吉祥文様としてとらえられるなど分類における解釈が多面的である(図5)<sup>4)</sup>。そのため伝統的な分類に基づく検索法では文様検索の手がかりとなる因子と文様の対応関係が複雑になり、アプローチの方法が特定しにくい。

(4) 名称の定まっていない文様が多数存在すること

文様の中にはこれまでの文様分類に当てはまらず名称の不明なものが多数存在する。また基本的な構成は同じ

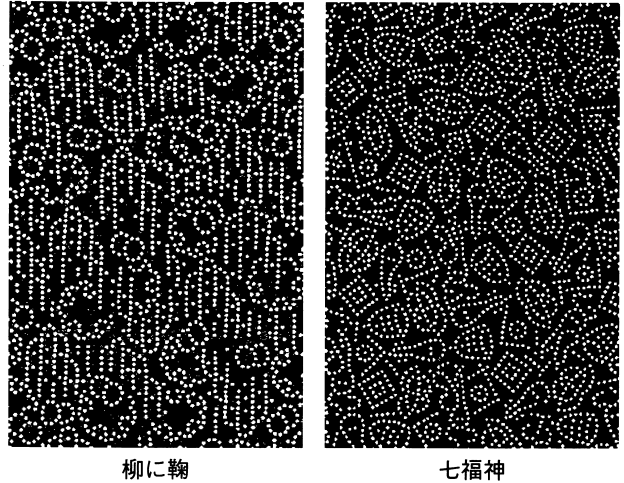


図3 現代において理解が困難なモチーフ

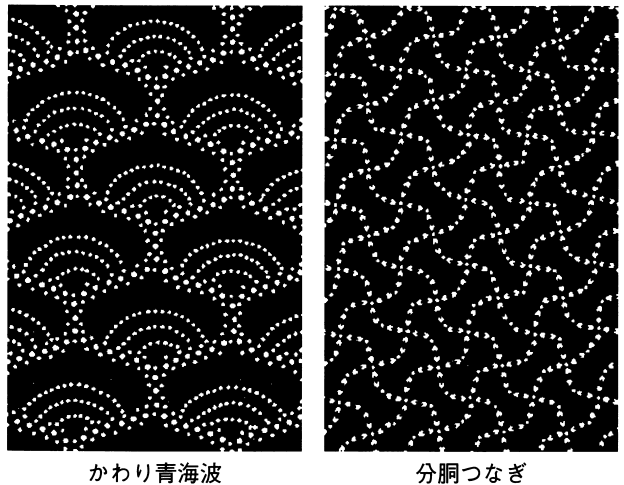


図4 モチーフの連想が困難な文様

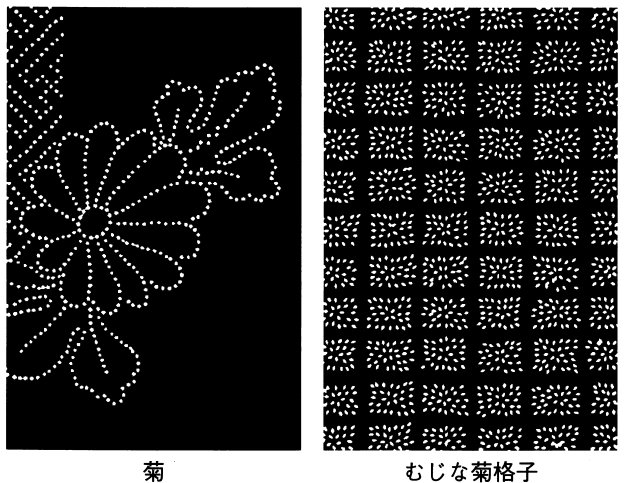


図5 文様解釈の多元性

で描かれているモチーフの一部が異なるものや、同一の構成、モチーフで微妙に配置が異なるものなどバリエーションの多さから、名称によって全ての文様の識別をすることに限界がある。

#### 4.2. 文様検索方法のポイント

上記の文様検索における問題点を克服し、現代人にとって検索しやすいデータベースとするために以下の点を満たす検索方法が必要である。

##### (1) 文様名に依存しない検索が可能であること

検索しやすいデータベースにするためには、伝統的に使用されてきた文様名にこだわらず、現代人に理解しやすい検索方法を用いる必要がある。現代人が理解しやすいようなデータベース上における文様名を新たに名付け、それを検索語とすることが考えられるが、モチーフや由来を離れて命名しようとする、文様名の根拠や基準をどこに求めるかが問題となり、命名が困難である。そのため文様の名称を介さず、例えば「繊細」などといった、その文様から受ける印象を表現するイメージ語を用いて、検索者のメンタルなイメージから直接文様を検索する方法が考えられる。このような感性的評価やイメージ語を画像データベースに対応させる試みは過去にいくつかの事例があり、栗田らが印象語による絵画デザインデータベースの検索を<sup>5)</sup>、宇津野らが感性により検索が可能なデザイン画データベースシステムを構築し<sup>6)</sup>、それぞれ一定の成果をあげている。また、石井らはアパレル製品の企画支援ツール構築の一環として、柄の印象と指向性についての関係を研究している<sup>7)</sup>。しかし実用を前提としたデータベースにおいては、鑑賞者の感性的な評価の結果であるイメージ語と文様の関係を規定することが難しく、どのようなイメージ語を使用し、どのようにデータと結びつけるかが大きな問題である。

##### (2) 造形的特徴を手がかりとした検索

モチーフ名を基本とする伝統的分類では、モチーフと文様の連想関係が失われていると、検索者の意図に対して適切な文様を検索できないため検索の手がかりとならない。そのような文様では、モチーフや由来という因果関係を離れて、純粹に文様の造形的特徴を手がかりとしたほうがデザイン的なイメージに結びつきやすいと考えられる。上記のイメージ語による検索が、実際の文様との結びつきの妥当性が課題であるのに対して、造形的特徴を用いる方法はより具体的で、文様との関係性を定義しやすいと考えられる。

ただしこの場合に問題となるのは、造形的特徴の捉え方である。伊勢型紙に用いられている伝統的な文様の多くは、その視覚的な解釈に多義性があるため、文様を見る人の違いや見るときの状況の違いによって異なる捉え方が存在する。この造形的な解釈の相違を考慮に入れた検索方法が必要である。

##### (3) 複数の検索手段を用意すること

伝統的分類における文様名やモチーフ名と、前提となる知識を必要としないイメージ語や造形的特徴を用いる方法のどちらからでも検索できるようにすることで、検索者の知識や検索の目的に応じた検索が可能になる。

## 5. 感性検索システムの構築

### 5.1. 感性検索システム開発の概要

上記のポイントを満たす文様検索システムとして現在取り組んでいる、感性検索システム構築の試みについて報告する。4.2.で述べたように、検索者の知識に依存せずに文様を検索するためには、文様の名称を介さずに検索者のイメージから直接文様を検索することが必要である。また、文様に対する視覚的な認知には多義性があるため、一つの文様にも複数の解釈が存在している。

これらの条件に対処するため、はじめに調査によって文様に対する視覚的な認知のパターンを抽出し、具体的な画像で表現することで、文様が造形的にどのように解釈されているのかを明らかにした。そしてその結果明らかになった文様の認知パターンを分類し、この分類を検索の因子として使用することとした。それぞれの因子に異なる統計的特徴抽出を行うプログラムを用意し、各認知パターンの分類にしたがって希望する造形的特徴を選択することで、検索者のイメージに合致する造形的特徴を持つ文様が感覚的に検索できるようなシステムの構築を試みている。

### 5.2. 文様認知パターンの抽出

#### 5.2.1. 用語及び文様の決定

一般的に二次元の造形物の特徴を表すのに用いられる用語を、名古屋造形芸術大学の学生60名(2~4年生の男女各30名)を対象とした記述によるアンケートによって収集し、それらをKJ法によって分類して代表的な26の造形用語群(表1)を得た。ただし今回は色に関する特徴は対象外とした。次に、視覚的な認知に多義性があると考えられる伊勢型紙文様を選択し、調査に使用する18種

表1 使用した造形用語

A) 角張った	H) 粗い	O) 独立	V) 淡い
B) 丸みを帯びた	I) 規則的	P) まとまり	W) コントラスト
C) 直線的	J) 不規則	Q) パラバラ	X) ぼやけた
D) 曲線的	K) 明るい	R) 均一	Y) シンプル
E) 流れ	L) 暗い	S) 密集	Z) 複雑
F) 方向性	M) 立体的	T) くり返し	
G) 細かい	N) 連続	U) 濃い	

表2 因子分析の結果

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
Z. 複雑	0.867	-0.15	0.062	-0.136	-0.032
Q. パラバラ	0.432	0.009	0.045	-0.123	-0.211
F. 方向性	0.077	0.588	-0.017	0.242	-0.037
A. 角張った	-0.202	0.524	-0.093	-0.157	-0.225
L. 暗い	-0.094	-0.441	0.258	-0.245	0.003
N. 連続	-0.3	0.008	0.526	-0.219	-0.107
T. くり返し	-0.348	-0.273	0.363	-0.028	-0.159
P. まとまり	0.014	0.142	0.108	0.825	-0.054
Y. シンプル	-0.17	-0.142	0.022	0.773	-0.051
X. ぼやけた	0.07	0.143	-0.016	-0.106	0.854
V. 淡い	-0.12	-0.051	0.059	0.004	0.717
G. 細かい	0.089	-0.805	0.023	-0.031	-0.177

の画像を作成した。

### 5.2.2. 文様の印象調査

これらの画像を提示し、各文様について上記の造形用語群の中から印象の強い順に5つの語を選択する方法で印象を調査した。対象者は上記アンケートと同様の学生60名である。その結果を各被験者ごとに最上位のものを5点、最下位のものを1点で5段階に数値化して集計した。

### 5.2.3. 調査結果の解析

調査結果のデータを因子分析によって解析し、各々の文様について複数の共通因子を抽出した。使用したコンピュータシステムはMacintosh G3/300、ソフトウェアはStat View for Macintosh 5.0である。因子分析には主因子法を用い、結果に対してバリマックス法による直交変換を行った。因子分析の結果、各文様に対して7から12の共通因子が抽出された(表2)。

### 5.2.4. 文様認知パターンの表現

各共通因子の因子負荷量の数値で上位2から5程度の使用語の組み合わせによって共通因子の造形的特徴を解釈

し、その特徴を表現する画像を作成することで、鑑賞者が視覚の際に選択している認知パターンを具現化した。各文様に関して明確に特徴を読み取ることができ、作成できた認知パターン画像の数は3から5であった(図6)。画像の作成にあたっては、元の画像データにエフェクトを加えて作成したものと、読み取られた特徴を理解しやすくするために新たにコンピュータ上で描画したものがある。画像はその根拠とした共通因子の順に認知の度合いが高いと考えられ、主観的に見ても妥当な結果が得られた。

### 5.3. 認知パターン表現の検証

#### 5.3.1. 検証の方法

作成された視覚認知パターンを表す画像は、造形用語

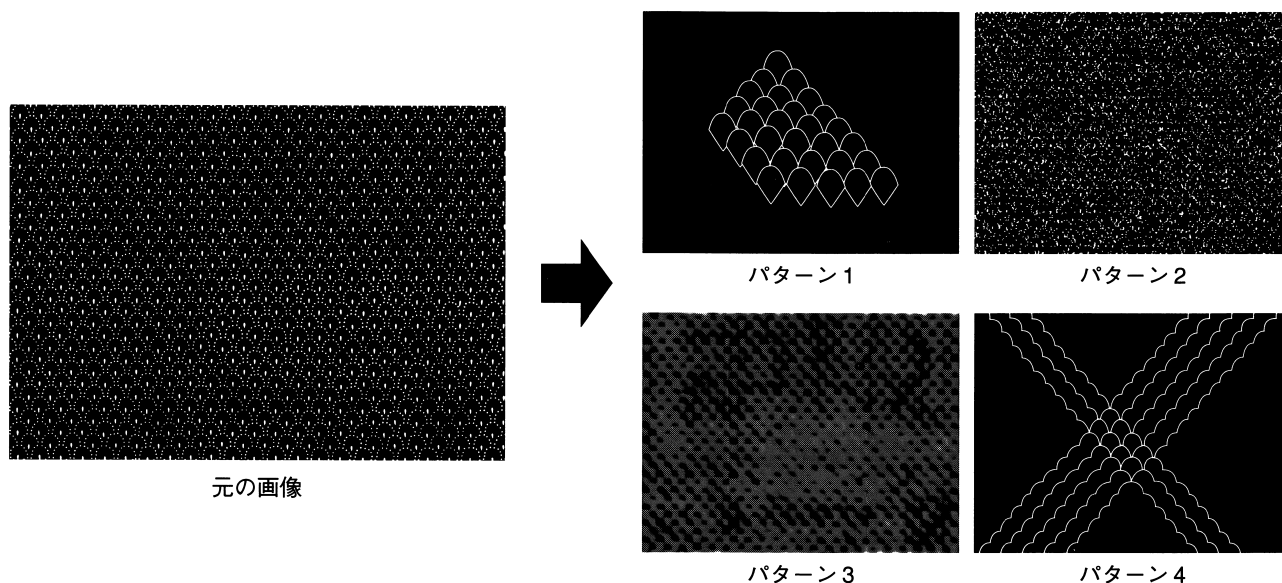


図6 元の画像と作成した認知パターン画像

の組み合わせが表す特徴を解釈して作成する段階にある程度恣意的な要素が入り込む余地があり、また作成した画像の意味する特徴が理解しにくい場合もあるため、表現の妥当性を検証する必要がある。そのため、認知パターン抽出で使用した造形用語群を用いてその画像から感じられる用語を選択させ、因子分析の結果で上位にあった用語が、作成した画像に対する印象においても選ばれるかどうか、そして作成した画像を提示して元になった文様との類似性を評価させ、その評価結果の順位が因子分析で抽出された共通因子の順位と対応しているかどうかを確認する調査を行った。対象は上記のアンケート対象学生のうち52名（男性29名・女性23名）である。

### 5.3.2. 検証の結果

調査の結果4種類の文様において、一部の表現が不適切であることに起因するとみられる選択や順位の不一致があったが、それ以外の文様については選択用語、選択順位とも概ね表現の妥当性が確認できた。

問題のあった4種類の画像についても、不適切な表現とみられる部分以外の結果から判断すると、表現方法を改めることによって問題を解決することができるものと推測される。

### 5.4. 文様認知パターンの分類

作成した画像は、その画像が表している特徴から

- (1) 明暗やコントラストを捉えたもの
  - (2) 画像の肌理や疎密など全体的な感じをとらえたもの
  - (3) 配列などの構造を捉えたもの
  - (4) 部分的な形状を捉えたもの
  - (5) 流れや動きなどの存在を捉えたもの
- に分類された。

これらの文様認知パターンを、同一の画像から特定の特徴を取り出したそれぞれの画像と見なし、コンピュータグラフィックスの分野で用いられている用語に準えて、以下便宜上「レイヤー」という名称で呼ぶことにする。すなわち、われわれが提案するレイヤーは5種類からなる。ただし、各レイヤーは全ての文様に1種類ずつ存在するものではなく、その文様の造形的特徴によっては存在しない種類もあり、逆に一つの文様において、異なる特徴を捉えた同じ種類のレイヤーが複数存在する場合もある。上記(1)～(5)のレイヤーの特徴は、統計的処理を行う観点から表現し直すと、次のようにまとめることができる。

レイヤー1：コントラストや明暗

レイヤー2：肌理や密度感

レイヤー3：格子構造

レイヤー4：単位構造

レイヤー5：流れや運動

## 5.5. 特徴抽出

### 5.5.1. レイヤーの分類と特徴抽出

伊勢型紙を分類する場合には上記の各レイヤーごとに特徴を抽出する必要がある。このような課題に答えるために、テクスチャー分類としてこれまでに多くの研究がなされている。テクスチャー分類は、統計的解析と構造的解析に大別される。この区別に従えば、レイヤー1, 2が統計的解析に、レイヤー3, 4が構造的解析に相当する。多くの論文では、課題とするテクスチャーによって統計的解析か構造的解析のどちらか一方を用いることが多い。しかし、我々が扱う伊勢型紙については、前述のようなレイヤーを提案したことで、統計的解析と構造的解析の両方を扱わなければならない。

今回は、このうちレイヤー1と2について、統計解析的な画像処理法を用いてコンピュータで取り扱うための手法を考案したので報告する。

### 5.5.2. レイヤー1およびレイヤー2の特徴抽出

レイヤー1の明暗やコントラストの概念については、一般的な了解があるように思われる。レイヤー2の「肌理」の概念については、日常的に「肌理細かい」とか、「肌理が粗い」とかを用いるものの、はっきりした了解があるとは言えない。本研究では、肌理について、紙ヤスリの目の粗さを、「肌理」の概念と考える。すなわち、紙ヤスリは、50番から、100番、400番、2000番と番手が上がっていくに従って、粒子状のものがみえなくなり、均一になっていく。これと同様に、伊勢型紙において、紋様の塊が見えるものを肌理があら、紋様において塊が見えず均一に分散しているようなものを肌理が細かいと表現する。

統計的な解析手法としては、(1)濃度ヒストグラム、(2)面積統計、(3)同時生起行列、(4)差分統計量、(5)ランレンクス行列、(6)フラクタル次元などを用いる方法が研究されている。本研究では、これらの手法の中から、面積統計量、ランレンクス行列、フラクタル次元を統計的な解析手法として用いた。これらの手法で得られる統計量と人が見て感じた量との相関関係を確立し、伊勢型紙の分類や検索を可能にする。

5.6. 解析手法

5.6.1. 面積統計

画像処理で統計的特徴量を求める場合<sup>8)</sup>に、一番基本的な統計手法は濃度ヒストグラムであるが、本研究で対象とする伊勢型紙は白黒2値画像であるので、濃度ヒストグラムの代わりに面積統計量を用いる。画像の中にある「物体」iについて、その大きさをq(i)とする。このとき、q(i)の個数、合計、画像全体に占める占有率、大きさの平均、標準偏差などを面積統計量という(図7)。面積統計は、その求め方からわかるように、位置に関する情報を考慮に入れていない。このため、本研究が提案するレイヤー1・2のような全体的な特徴を表すには都合がよい。ただし、位置の情報がないために「物体」が均一に存在していても、偏在していても同じような数値を算出するという問題がある。この問題は、別の統計量で解決する必要がある。

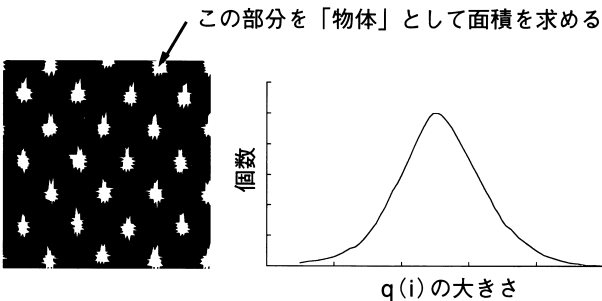


図7 面積統計

5.6.2. ランレングス行列

画像内で、θ方向に濃度iの点がj個続く頻度をPθ(i, j)とする。このPθ(i, j)を要素とする行列をランレングス行列という(図8)。そのランレングス行列から、次の5つの量を算出し、それらによってテクスチャーを特徴付ける。

- (1) short runs emphasis  $SRE = \frac{\sum \sum \frac{P_{\theta}(i, j)}{j^2}}{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}$
- (2) long runs emphasis  $LRE = \frac{\sum \sum j^2 P_{\theta}(i, j)}{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}$
- (3) gray level nonuniformity  $GLN = \frac{\sum_i \left\{ \sum_j P_{\theta}(i, j) \right\}^2}{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}$
- (4) run length nonuniformity  $RLN = \frac{\sum_j \left\{ \sum_i P_{\theta}(i, j) \right\}^2}{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}$
- (5) run percent  $RPT = \frac{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}{A}$

(Aは画像の面積)

このうち、(3) gray level nonuniformityは濃度画像を扱

うことを目的としているので、本研究では用いない。さらに、本研究では、Pθ(i, j)の総和が1になるように正規化した行列qθ(i, j)を作る。このqθ(i, j)から、エントロピーを次のような式によって求める。

(6) run length entropy  $RLE = -\sum \sum q_{\theta}(i, j) \log(q_{\theta}(i, j))$

実物のテクスチャーではθの方向を任意に取り、同じ濃度が続く距離を測ることができる。本研究では、θとして0度、90度方向を評価する。

ランレングス行列は積分型統計量といわれる。このため、本研究が提案するレイヤー1・2のような全体的な特徴を表すことができると考えられる。上記の面積統計では、「物体」の偏在を評価することができないが、ランレングス行列においては0度方向、90度方向を評価することで、物体が均一に存在するときと、偏って存在するときとで値が違ってくるので、物体の偏在をある程度評価することができると考えられる。

0	1	2	3
0	2	3	3
2	1	1	1
3	0	3	0

		run length A⊗			
		1	2	3	4
0	4	0	0	0	
1	1	0	1	0	
2	3	0	0	0	
3	3	1	0	0	

図8 ランレングス行列の説明

5.6.3. フラクタル次元

テクスチャー解析の比較的新しい手法として、フラクタル次元が提案されて成果を上げている。フラクタル次元とは、曲線の長さを測定する場合に、単位となる長さεを変えたときの曲線の長さL(ε)をもとめ、それらがL(ε) = kε<sup>1-D</sup>の関係にあるとき、このDの値のことをいう。この定義を一般的に拡張し、ある物体を包含する場合、単位となる矩形εの大きさを変えたときにその物体を包含するために必要な単位の個数N(ε)をもとめ、単位εとその個数N(ε)とにN(ε) = kε<sup>1-D</sup>の関係があるとき、このDの値をフラクタル次元という。

フラクタル次元を求める方法は幾つか提案されているが、ここでは、ボックスフル(Box Full)法を用いる。ボックスフル法では、フラクタル次元を次のようにして求める。画像全体を均等に一边がrのメッシュで区切る。このとき、一部でも物体が掛かるメッシュの数をN(r)とする。rを色々な値に変えたときのN(r)を求める。rとN(r)

が  $N(r) = kr10^{-D}$  の関係にあると仮定して、D を最小自乗法により求め、これをフラクタル次元とする (図9)。最小自乗法で求めているので、場合によっては、N(r) 値の大小で回帰直線の傾きが若干違ったものになる。このため、r の取り方には注意を要する。

フラクタル次元も、画像全体から1つの値を求める手法であり、積分型統計量の1種であると言ってもよい。このため、本研究が提案するレイヤー1・2のような全体的な特徴を表すことができると考えられる。フラクタル次元は、その求め方から、「物体」が均一に分布しているときと、偏在して分布しているときとでは値が違ってくる。

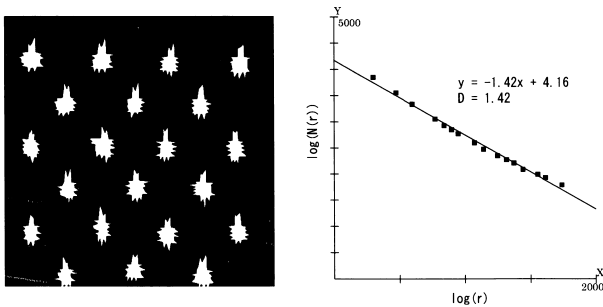


図9 原画像とフラクタル次元

## 5.7 実験

### 5.7.1 伊勢型紙の目視分類

伊勢型紙を目視で、レイヤー1 (明暗やコントラスト) について10段階評価した。また、同様にレイヤー2 (肌理や密度) について10段階評価した。10段階評価は次のようにして行なった。

- 1) 試料全体を概観して、10段階のそれぞれを代表するようなものを限度見本として抽出する。
  - 2) 限度見本を基準に、試料を評価してそれぞれのレベルに分類していく。評価が難しいものがある場合は、無理に分類しない。
  - 3) 分類してできた伊勢型紙の数のヒストグラムを見て、ヒストグラムが一樣分布に近づくように、10段階のレベルを統合、分離して再度試料を評価、分類する。
- 伊勢型紙は、小柄なものを任意に100点用いた。

### 5.7.2 伊勢型紙画像の特徴抽出

画像処理によって面積統計量などの特徴量を求めた。画像処理には、伊勢型紙を200dpiの解像度で読み込み、ノイズを取り除いて2値化した画像を用いた。画像の解像度は、予備的な実験から200dpi程度で行うことが処理面

積の大きさ、物体の形状の表現を考慮して適当であると判断した。面積統計量、ランレングス行列は512\*512ピクセル (200dpiで65mm平方) の画像を処理して求めた。また、同じ文様から3カ所を任意に選んで画像処理を行い、その結果の平均値を特徴量とした。

フラクタル次元はボックスフル法を用いて求めた。ただし、図形を均等に分割する必要があるために、約数の多い504\*504ピクセル (504の約数は24個ある) の画像を処理した。

### 5.7.3 目視評価と画像処理評価の相関

目視評価を目的変数、画像処理で求めた特徴量を説明変数として重回帰分析を行った。面積統計、ランレングス行列、フラクタル次元から算出される特徴量は、次元や絶対値が相当に違う。このため、重回帰分析を行う前にそれらから得られた値を標準化しておく必要がある。また重回帰分析は変数増減法で行い、相関の高い説明変数を振り落とすようにした。目視で評価した紋様と重回帰の結果を比べて、解析結果が妥当であるかどうか検証した。

### 5.7.4 類似検査

重回帰分析によって、レイヤー1・2に関するレベルを画像処理から求める計算式が得られた。計算によって得られる量はスカラー量であるので、値の近いもの同士が似ていると考えることができる。計算式から得られた値が小さいものをならべて、それらがレイヤー1・2について妥当かどうか評価した。

## 5.8. 実験結果と考察

### 5.8.1 目視分類の結果

目視検査で分類した伊勢型紙のヒストグラムを図に示す (図10)。図から分かるように、一樣分布に近い形に分類できた。また、レイヤー2については、判断を保留するようなものも数点あった。

### 5.8.2 画像処理による分類結果

面積統計、ランレングス行列、フラクタル次元を求めた結果を数点示す (図11)。図に示すように、一つの画像について色々な特徴量が得られた。

### 5.8.3 重回帰分析結果

目視評価による値を目的変数、画像処理によって得られた値を説明変数とした重回帰分析の結果を次に示す。

$$\text{Layer1 Level} = -0.26 * \text{STD} + 1.49 * \text{OCU} - 0.23 * \text{SRE} + 0.26 * \text{RNT} + 0.84 * \text{FRD} + 5.35$$

$$\text{Layer2 Level} = -0.58 * \text{NUM} - 1.09 * \text{AVG} + 2.00 * \text{STD} - 2.42 * \text{SUM} - 1.36 * \text{SRE} - 1.04 * \text{RLN} + 1.69 * \text{RPT} - 0.79 * \text{RNT}$$



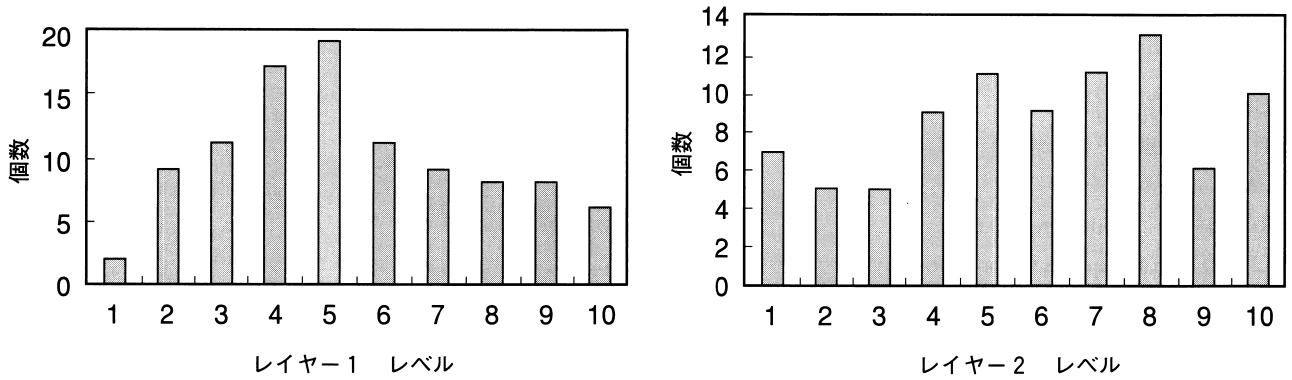
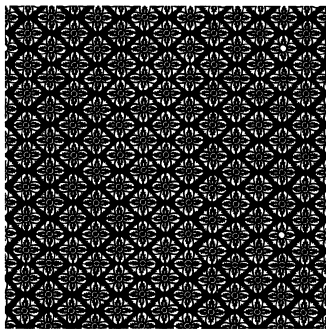
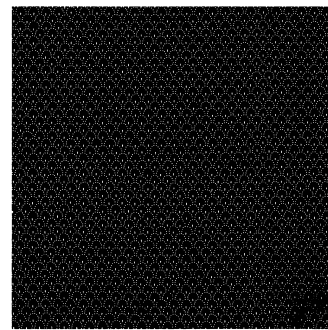


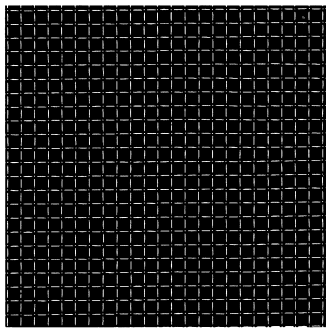
図10 目視検査によるレイヤーのヒストグラム



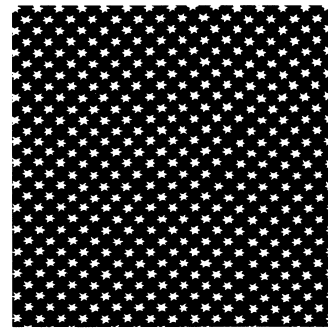
個数	520	short runs emphasis	0.07
平均	148	long runs emphasis	411
標準偏差	91.0	run length nonuniformity	1100
面積の合計	77000	run percent	0.080
占有率	29.4	entropy	3.94
エントロピー	5.04	フラクタル次元	1.71



個数	1832	short runs emphasis	0.07
平均	19.8	long runs emphasis	585
標準偏差	11.3	run length nonuniformity	1720
面積の合計	36550	run percent	0.077
占有率	13.9	entropy	3.39
エントロピー	2.67	フラクタル次元	1.56



個数	330	short runs emphasis	0.05
平均	112	long runs emphasis	2680
標準偏差	68.4	run length nonuniformity	1140
面積の合計	36700	run percent	0.039
占有率	14.0	entropy	3.01
エントロピー	3.69	フラクタル次元	1.43



個数	149	short runs emphasis	0.03
平均	436	long runs emphasis	3824
標準偏差	357.0	run length nonuniformity	132
面積の合計	58600	run percent	0.027
占有率	22.4	entropy	4.62
エントロピー	3.72	フラクタル次元	1.52

図11 解析結果の例

$$+1.42 \cdot \text{RPT9} - 1.91 \cdot \text{ARA} + 5.80$$

ここで、

- NUM : 面積統計 (個数)      AVG : 面積統計 (平均)
- STD : 面積統計 (標準偏差)    OCU : 面積統計 (占有率)
- SUM : 面積統計 (合計)
- SRE : 0度方向 short run empahsis
- RLN : 0度方向 run length nonuniformity
- RPT : 0度方向 run percentage
- RPT9 : 90度方向 run percentage
- RNT : 0度方向 run length entropy
- FRD : フラクタル次元      ARA : 単位格子面積

これらは、それぞれ重回帰係数 0.94, 0.85 ときわめて

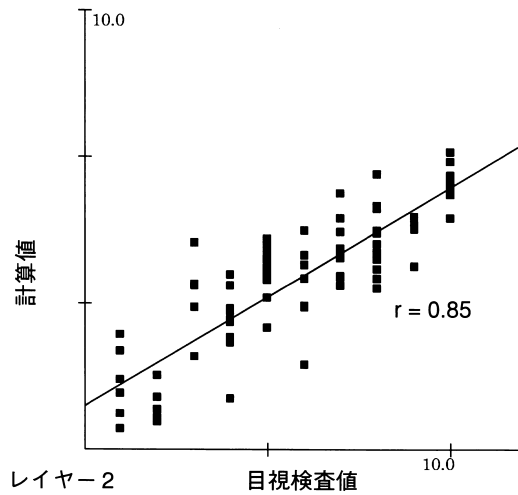
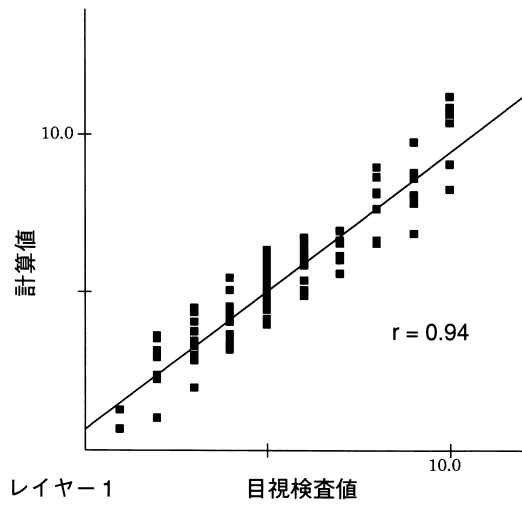


図 12 目視評価と計算結果の比較

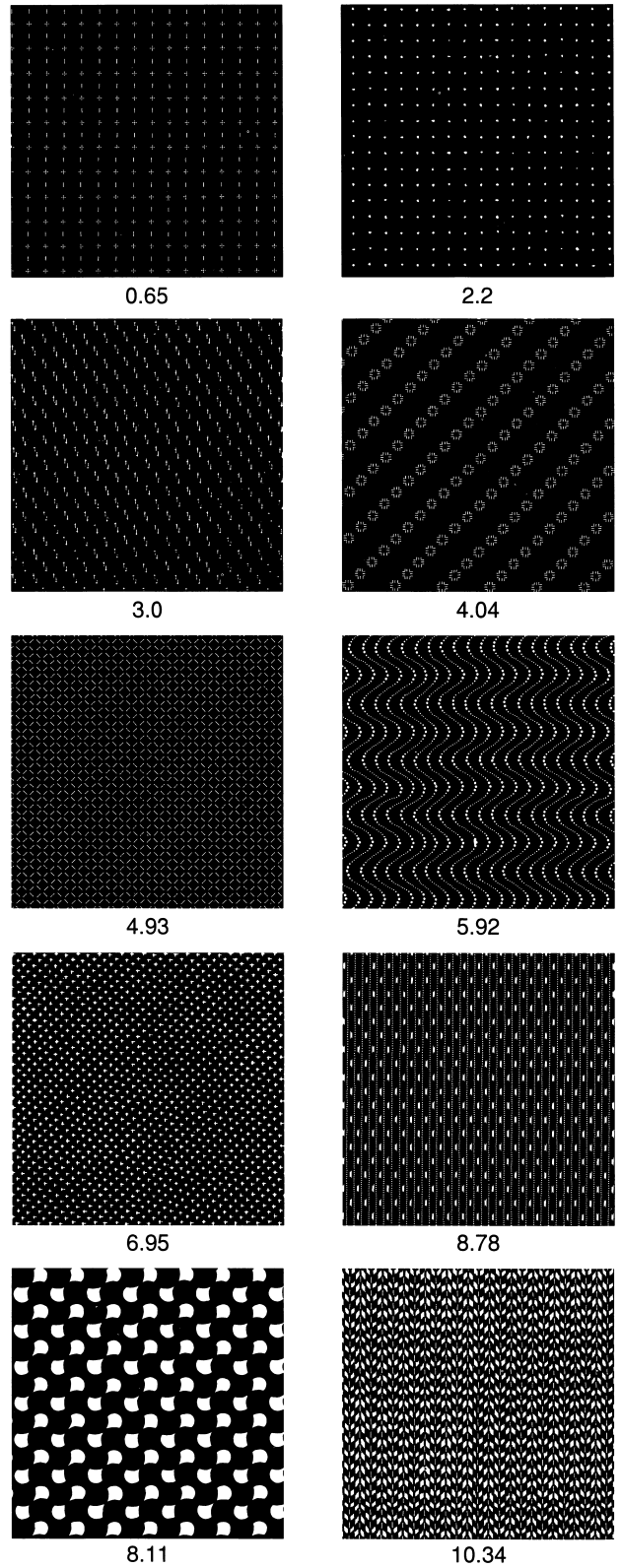


図 13 レイヤー 1 計算結果順  
(コントラストや明暗を表す)

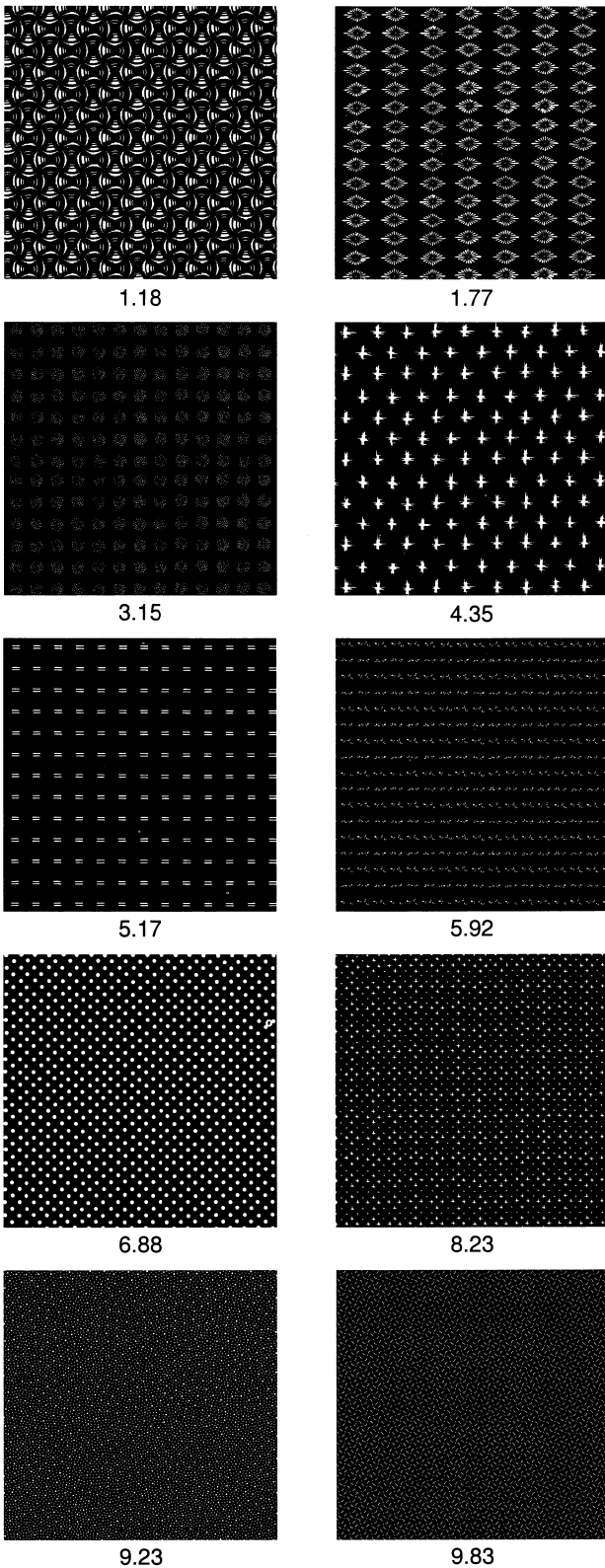


図14 レイヤー2計算結果順  
(肌理や密度感を表す)

良好な値を出している。目視評価と重回帰分析による計算結果を比べた図を示す(図12)。図に示されるように、目視評価と計算結果が、よい直線に乗っている。また、計算結果で値が小さい方から順に並べたものを図に示す(図13、図14)。図から、計算結果が概ね妥当な結果であることが分かる。

#### 5.8.4. 類似検索結果

レイヤー1で、レベル4.0、8.0に近いもの、レイヤー2でレベル4.0、8.0に近いものをいくつか示す(図15)。これら进行评估すると概ね妥当であることが分かる。

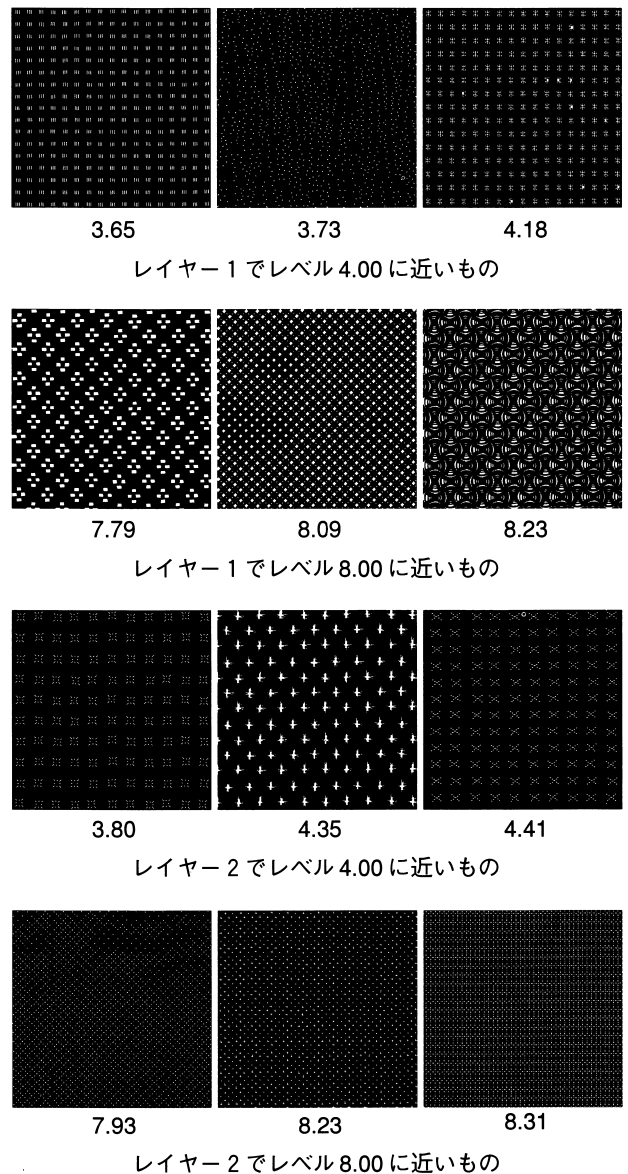


図15 レイヤーの検索実験結果

## 5.9 結論

レイヤー1 (明暗やコントラスト) とレイヤー2 (肌理や密度) を、画像処理の手法である面積統計量、ランレングス量、フラクタル次元から計算で求めることができた。これらの量はいずれも計算機を利用して機械的に算出できるものであり、個人差や、気分などの状態に左右されない。また、機械的にできるので多くの型紙を分類するのに役立つ。型紙の類似検索は、数値による指定によって行うことができた。レイヤー1・2について、分類と検索方法を確立することができた。

## 6. おわりに

伊勢型紙という貴重な文化財を伝承、活用していくためのデータベース化と感性検索システム構築の取り組みについて述べてきた。伊勢型紙文様をデジタルデータとし、利用しやすいデータベースを提供することで、現代における活用が容易になるとともに、多様な産業分野へ活用の可能性が広がることが期待される。そのデータ化作業はまだ途上であり、検索システムの構築も、実際の利用に有効なものとするためには、複数の異なるプログラムを用意する必要がある。現在は型紙の画像データ化作業と、レイヤー3・4・5に対応する検索システムの構築を平行して進めている状況である。今後はすべてのレイヤーに対応した検索プログラムを完成させ、特定のサンプルを用いた試験的検索システムで有効性を検証しながらサンプル数を拡大していくことで、最終的な検索システムの完成を目指す予定である。

情報処理学会論文誌 Vol.33, No.11, 1373-1383, 1992

6) 宇津野、猪原他：グラフィックスとCAD, 70-9, 43, 1994

7) 石井、近藤他：グラフィックスとCAD, 70-8, 37, 1994

8) 高木他：画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 1992

### ■註及び参考文献

1) 仲見秀雄：日本の伝統工芸5 東海, ぎょうせい, 144-147, 1985

2) 上北・佐藤・藤田：デジタルワークス・伊勢型紙, 「日米イメージの交流」展, 愛知県美術館, 1997

佐藤：伊勢型紙文様の画像データによるデザイン, デザイン学研究第45回研究発表大会概要集, 322-323, 1998

3) 鈴木・上北：画像データベースにおける創造過程の構造について (2), デザイン学研究第41回研究発表大会概要集, 64, 1994

佐藤・上北：伊勢型紙のデータベース化における検索法について, デザイン学研究第44回研究発表大会概要集, 43, 1997

4) 石崎忠司：きものの文様, 衣生活研究会, 1973

5) 栗田・加藤他：印象語による絵画データベースの検索,