

平成15年度 博士論文

デザインの評価における
視覚認知構造概念の導入に関する研究

A Study on Introducing of Concept of Visual Cognitive Structure
on Design Evaluation

2003

筑波大学大学院 芸術学研究科

佐藤 弘喜

目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| 論文概要 | 1 |
| 序 論 | |
| 第 1 章 研究の背景と動機 | 12 |
| 第 2 章 研究の目的と意義 | 14 |
| 第 3 章 研究の方法と構成 | 17 |
| 第 4 章 先行研究と本研究の位置付け | 23 |
| 序論の注および引用文献 | 30 |
| 本 論 | |
| 第 1 部 理論的研究 | |
| 第 1 章 デザイン行為とその視覚認知的性質 | |
| 1.1. デザイン行為と見ること | 35 |
| 1.2. 視覚認知研究の概念 | 38 |
| 1.2.1. 認知とは何か | 38 |
| 1.2.2. 視覚認知研究の歴史的考察 | 39 |
| 1.2.3. 視覚認知研究の領域 | 40 |
| 1.3. 視覚認知の構造と働き | 42 |
| 1.3.1. 視覚の生理的機能 | 42 |
| 1.3.2. 視覚認知の形成プロセス | 43 |
| 1.4. 認知のトップダウン型処理に関する研究 | 46 |
| 1.4.1. トップダウン処理の要因 | 46 |
| 1.4.2. ナイサーの知覚循環論 | 47 |
| 1.4.3. ポラニーの暗黙知 | 48 |
| 1.5. 造形物に対する視覚認知 | 49 |
| 1.5.1. 心理学における図形認知研究 | 49 |
| 1.5.2. ゲシュタルト心理学における視覚の原理 | 50 |
| 1.5.3. ゲシュタルト心理学とデザイン研究 | 53 |
| 1.5.4. 認知科学および認知心理学における図形認知研究 | 53 |
| 1.5.5. デザイン学・人間工学・感性工学における視覚認知研究 | 54 |
| 1.6. 視覚の体制化における選択 | 55 |
| 1.7. 第 1 章の結論 | 57 |
| 第 1 章の注および引用文献 | 58 |
| 第 2 章 文様デザインの特質 | |
| 2.1. 文様とは | 62 |
| 2.2. 文様の文化的意義と歴史 | 66 |
| 2.2.1. 文様の象徴的機能 | 66 |
| 2.2.2. 文様の起源 | 67 |

| | |
|------------------------|----|
| 2.3. 縄文の造形に見る文様と装飾の性質 | 68 |
| 2.3.1. 縄文の造形の特徴 | 68 |
| 2.3.2. 装飾という行為の意味 | 69 |
| 2.3.3. 文様の造形における視覚的要因 | 69 |
| 2.4. 文様利用の諸相 | 71 |
| 2.4.1. 装飾としての文様 | 71 |
| 2.4.2. 文様表現と対象物 | 72 |
| 2.5. 文様の分類 | 73 |
| 2.5.1. 文様分類の方法 | 73 |
| 2.5.2. モチーフによる分類 | 73 |
| 2.5.3. その他の分類法 | 74 |
| 2.6. 文様の構造 | 75 |
| 2.6.1. 文様の生成と造形原理 | 75 |
| 2.6.2. 文様の構成 | 76 |
| 2.7. 文様研究の領域 | 79 |
| 2.7.1. 文様研究の領域的分類 | 79 |
| 2.7.2. 美学的研究 | 79 |
| 2.7.3. 歴史文化的研究 | 80 |
| 2.7.4. 造形的研究 | 82 |
| 2.7.5. その他の研究事例 | 83 |
| 2.8. 文様に対する視覚認知 | 83 |
| 2.8.1. 本研究における文様の位置づけ | 83 |
| 2.8.2. 視覚認知研究の対象としての文様 | 85 |
| 2.9. 第2章の結論 | 87 |
| 第2章の注および引用文献 | 88 |

第3章 デザイン支援における視覚認知構造概念の導入

| | |
|-------------------------|-----|
| 3.1. 支援研究 | 92 |
| 3.1.1. 支援とはなにか | 92 |
| 3.1.2. 支援研究の領域 | 93 |
| 3.2. デザインにおける支援 | 95 |
| 3.2.1. デザインと支援 | 95 |
| 3.2.2. デザインプロセスにおける支援 | 97 |
| 3.2.3. 各段階の支援手法 | 99 |
| 3.2.4. デザイン支援の研究事例 | 101 |
| 3.3. 支援としてのデータベースの役割と課題 | 102 |
| 3.4. 文様デザインの支援 | 103 |
| 3.4.1. 文様デザインの現状 | 103 |
| 3.4.2. 文様デザイン支援に有効な情報 | 104 |
| 3.5. 視覚認知構造と支援情報 | 106 |
| 3.6. 第3章の結論 | 108 |
| 第3章の注および引用文献 | 109 |

第4章 感性評価における視覚の役割

4.1. 感性とは何か 112
4.2. 感性研究に関する考察 114
4.3. 感性評価 116
4.3.1. 感性評価研究 116
4.3.2. 酒の評価に見る感性評価研究の本質 117
4.4. デザインの評価と感性評価 119
4.5. デザインにおける視覚認知と感性評価 120
4.5.1. 見ることの本質 120
4.5.2. 自動車デザインに見る<ことを見る>こと 124
4.5.3. デザインを見ることと感性評価 126
4.6. 視覚認知と感性評価における仮説 127
4.7. 第4章の結論 132
第4章の注および引用文献 134

理論的研究の総括 135

第2部 実験的研究

第5章 事例研究1・視覚認知構造の抽出

5.1. 研究対象とする文様 139
5.1.1. 伊勢型紙文様の概要 139
5.1.2. 伊勢型紙文様の分類と性質 140
5.1.3. 研究対象としての伊勢型紙文様 142
5.2. 調査・実験・解析の方法 144
5.2.1. 本研究で用いる調査・実験の方法 144
5.2.2. 本研究で用いる解析法 145
5.2.3. 単回帰分析および重回帰分析 147
5.2.4. 数量化理論?類および?類 148
5.2.5. 数量化理論?類およびクラスター分析 149
5.2.6. 因子分析 150
5.3. 事例研究1の概要 151
5.3.1. 事例研究1の目的 151
5.3.2. 事例研究1の方法 153
5.4. 実験1・視覚認知パターンの表現 154
5.4.1. 実験1の目的 154
5.4.2. 実験1の方法 154
5.4.3. 評価用語の収集 155
5.4.4. 使用する文様の決定 155
5.4.5. 評価フォーマットの作成 156
5.4.6. 文様デザインの評価実験 156
5.4.7. 実験結果の解析 156
5.4.8. 視覚認知パターン画像の作成 159

| | |
|------------------------|-----|
| 5.4.9. 実験1の考察 | 162 |
| 5.5. 実験2・視覚認知パターン表現の検証 | 164 |
| 5.5.1. 実験2の目的 | 164 |
| 5.5.2. 実験2の方法 | 164 |
| 5.5.3. 検証結果 | 164 |
| 5.5.4. 実験2の考察 | 166 |
| 5.6. 事例研究1に関する考察 | 167 |
| 5.6.1. 視覚認知パターン画像の分類 | 167 |
| 5.6.2. レイヤーの選択特性 | 170 |
| 5.7. 事例研究1の結論 | 172 |
| 第5章の注および引用文献 | 174 |

第6章 事例研究2・認知構造とデザインの関係解析

| | |
|------------------------------|-----|
| 6.1. 事例研究2の概要 | 177 |
| 6.1.1. 事例研究2の目的 | 177 |
| 6.1.2. 事例研究2の方法 | 178 |
| 6.2. 実験3・文様の特徴評価とレイヤーの関係解析 | 179 |
| 6.2.1. 実験3の目的 | 179 |
| 6.2.2. 実験3の方法 | 179 |
| 6.2.3. 評価用語の抽出 | 179 |
| 6.2.4. 文様の特徴評価とレイヤーの印象度評価 | 181 |
| 6.2.5. 実験結果の解析 | 184 |
| 6.2.6. 解析手法の検討 | 186 |
| 6.2.7. 実験3の考察 | 188 |
| 6.3. 実験4・文様デザインの選好とレイヤーの関係解析 | 189 |
| 6.3.1. 実験4の目的 | 189 |
| 6.3.2. 実験4の方法 | 190 |
| 6.3.3. 選好評価実験 | 190 |
| 6.3.4. 文様の選好とレイヤー印象度評価の関係解析 | 191 |
| 6.3.5. 解析結果の解釈による高影響度レイヤーの抽出 | 191 |
| 6.3.6. 実験4の考察 | 192 |
| 6.4. 事例研究2の考察 | 193 |
| 6.5. 事例研究2の結論 | 195 |
| 第6章の注および引用文献 | 197 |

第7章 事例研究3・視覚認知構造概念の活用

| | |
|--------------------------|-----|
| 7.1. 伝統的文様デザインのデータベースの意義 | 199 |
| 7.2. 文様デザインデータベースの検索法 | 201 |
| 7.2.1. 文様デザイン検索の問題点 | 201 |
| 7.2.2. 文様検索法のポイント | 203 |
| 7.3. レイヤーを用いた文様検索 | 205 |
| 7.4. 研究の方法 | 205 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 7.5. 候補特徴値の選定 | 206 |
| 7.5.1. 画像解析手法 | 206 |
| 7.5.2. 統計的解析 | 207 |
| 7.5.3. 構造的解析 | 210 |
| 7.5.4. 周辺分布 | 212 |
| 7.5.5. レイヤーと解析手法 | 213 |
| 7.6. 予備実験 | 214 |
| 7.6.1. 予備実験の目的 | 214 |
| 7.6.2. 画像特徴値の抽出 | 214 |
| 7.6.3. 明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーに関する予備実験 | 218 |
| 7.6.4. 運動レイヤーに関する予備実験 | 221 |
| 7.6.5. 運動レイヤー記述の検証 | 224 |
| 7.6.6. 構造レイヤーおよびディテールレイヤーに関する予備実験 | 227 |
| 7.6.7. 構造レイヤーおよびディテールレイヤー記述の検証 | 229 |
| 7.7. 評価データの収集 | 230 |
| 7.7.1. 評価データ収集の目的 | 230 |
| 7.7.2. 評価実験 | 231 |
| 7.7.3. 評価実験に関する考察 | 232 |
| 7.8. 重回帰分析による関係付け | 235 |
| 7.8.1. 関係付けの方法 | 235 |
| 7.8.2. 候補特徴値の選定 | 235 |
| 7.8.3. 重回帰分析 | 237 |
| 7.8.4. 重回帰分析の結果 | 238 |
| 7.8.5. 重回帰分析結果の考察 | 241 |
| 7.8.6. 重回帰分析の有効性に関する結論 | 242 |
| 7.9. ニューラルネットワークプログラムの検討 | 242 |
| 7.9.1. ニューラルネットワークとは | 242 |
| 7.9.2. ニューラルネットワークプログラムの適用事例 | 243 |
| 7.9.3. ニューラルネットワークプログラムの試行 | 247 |
| 7.9.4. データの次元圧縮 | 251 |
| 7.9.5. ニューラルネットワークの実施における問題点の検討 | 253 |
| 7.9.6. ニューラルネットワークプログラムによる学習の実行 | 255 |
| 7.9.7. 学習の結果 | 256 |
| 7.9.8. 学習結果の考察 | 257 |
| 7.10. 検索アプリケーションの開発 | 258 |
| 7.10.1. 検索システムの概要 | 258 |
| 7.10.2. ニューラルネットワーク学習アプリケーション | 259 |
| 7.10.3. 評価データ収集プログラム | 259 |
| 7.10.4. 計算値データベース作成アプリケーション | 259 |
| 7.10.5. 検索表示アプリケーション | 260 |
| 7.11. 第7章の結論 | 267 |
| 第7章の注および引用文献 | 269 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第 8 章 事例研究 4・視覚認知構造と感性評価の対応 | |
| 8.1. 事例研究 4 の概要 | 272 |
| 8.1.1. 事例研究 4 の目的 | 272 |
| 8.1.2. 事例研究 4 の方法 | 272 |
| 8.2. 実験 5・検索評価実験 | 272 |
| 8.2.1. 実験 5 の目的 | 272 |
| 8.2.2. 実験 5 の方法 | 273 |
| 8.2.3. 検索評価実験のテーマ | 273 |
| 8.2.4. 実験用検索評価プログラム | 275 |
| 8.2.5. 検索評価実験の実施 | 276 |
| 8.3. 重回帰分析による解析 | 276 |
| 8.3.1. 解析結果 | 276 |
| 8.3.2. 解析結果に関する考察 | 278 |
| 8.4. 検索システムに関する考察 | 282 |
| 8.5. ニューラルネットワークによる解析 | 283 |
| 8.5.1. 解析の方法 | 283 |
| 8.5.2. 解析結果 | 284 |
| 8.5.3. 解析結果の考察 | 285 |
| 8.5.4. ニューラルネットワークに関する考察 | 286 |
| 8.6. 第 8 章の結論 | 288 |
| 第 8 章の注および引用文献 | 289 |
| 第 9 章 事例研究 5・視覚認知パターンの関係と性質 | |
| 9.1. 事例研究 5 の概要 | 291 |
| 9.1.1. 事例研究 5 の目的 | 291 |
| 9.1.2. 研究の方法 | 291 |
| 9.2. 解析手法 | 291 |
| 9.3. 解析の結果 | 293 |
| 9.4. 解析結果の考察 | 295 |
| 9.4.1. 軸のネーミング | 295 |
| 9.4.2. 結果の解釈 | 295 |
| 9.5. 事例研究を通じたレイヤーに関する考察 | 296 |
| 9.5.1. レイヤーの相互関係 | 296 |
| 9.5.2. レイヤーの性質 | 298 |
| 9.5.3. レイヤーの階層性と選択要因 | 300 |
| 9.6. 第 9 章の結論 | 303 |
| 第 9 章の注および引用文献 | 304 |
| 結 論 | |
| 第 1 章 各章の概略 | 306 |
| 第 2 章 包括的考察 | 308 |

| | |
|--|-----|
| 2.1. 視覚認知構造概念の導入 | 308 |
| 2.2. デザインの視覚認知構造における階層性 | 309 |
| 2.3. 文様デザインに対する鑑賞者の認知特性 | 309 |
| 2.4. 画像特徴値によるレイヤーの記述 | 310 |
| 2.5. デザインに対する視覚認知と感性評価 | 311 |
| 2.6. デザインにおける支援としての意義 | 312 |
| 第3章 本論文の結論 | 313 |
| 第4章 今後の展望 | 315 |
| 参考文献一覧 | |
| 著者 50 音順 | 322 |
| 著者英字順 | 331 |
| 研究発表目録 | 333 |
| あとがきと謝辞 | 335 |
| 付 録 | |
| 1. 文様検索プログラム開発に用いた全文様 | 338 |
| 2. 全文様の特徴値データ | 344 |
| 2.1. 面積統計, フラクタル次元, 基本並進ベクトル, 単位画像 | 344 |
| 2.2. ランレンジス特徴量 | 347 |
| 2.3. 差分統計, 周辺分布 | 350 |
| 3. 全文様のレイヤー計算値データ | 353 |
| 4. 文様検索表示アプリケーション LayerSearch ソースプログラム | 356 |

図表目次

序 論

| | | |
|-------|----------|----|
| 図 0-1 | ペイズリー文様 | 12 |
| 図 0-2 | エッシャーの作品 | 12 |
| 図 0-3 | 本論文の構成 | 24 |
| 図 0-4 | 本研究の位置付け | 25 |
| 図 0-5 | 先行研究との関係 | 27 |

第 1 章

| | | |
|--------|-------------------|----|
| 図 1-1 | トヨタのシンボルマーク | 37 |
| 図 1-2 | デザインにおける視覚認知の適合 | 37 |
| 図 1-3 | 目と網膜の模式図 | 43 |
| 図 1-4 | 神経経路の模式図 | 44 |
| 図 1-5 | N・ウェイドに基づく視覚プロセス | 45 |
| 図 1-6 | ナイサーの知覚循環 | 48 |
| 図 1-7 | 錯視の例 | 50 |
| 図 1-8 | ゲシュタルトの視覚の原理 | 51 |
| 図 1-9 | ルビンによる反転図形 | 52 |
| 図 1-10 | バーンゼンの反転図形 | 52 |
| 図 1-11 | カニツァの反転図形 | 52 |
| 図 1-12 | メッツガーによる古代ギリシャの文様 | 52 |

第 2 章

| | | |
|--------|----------------------|----|
| 図 2-1 | 縄文土器 | 68 |
| 図 2-2 | ケルト文様 (ダロウの書) | 70 |
| 図 2-3 | 縄文土器の部分 | 72 |
| 図 2-4 | 植物文様 (瓢箪文様) | 74 |
| 図 2-5 | 動物文様 (鳳凰菱文様) | 74 |
| 図 2-6 | 幾何文様 (紗綾形文様) | 74 |
| 図 2-7 | 器物文様 (傘文様) | 74 |
| 図 2-8 | 自然風景文様 (流水文様) | 74 |
| 図 2-9 | 天体文様 (日月飛雲文様) | 74 |
| 図 2-10 | その他の文様 (班女文字文様) | 74 |
| 図 2-11 | 吉祥文様 (七福神文様) | 74 |
| 図 2-12 | ラスターシステム | 78 |
| 図 2-13 | ペンローズパターンによるエッシャーの作品 | 78 |
| 図 2-14 | ユニットが外形を共有する文様 | 84 |
| 図 2-15 | 多義性のある文様 | 84 |

第 3 章

| | | |
|-------|-----------------------|----|
| 図 3-1 | デザイン思考過程におけるアイコニックモデル | 98 |
|-------|-----------------------|----|

| | | |
|-------|-----------------|----|
| 図 3-2 | 野口、森によるデザインプロセス | 99 |
|-------|-----------------|----|

第 4 章

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 図 4-1 | ブランデープロファイル評価表 | 118 |
| 図 4-2 | アヒル-ウサギの曖昧図形 | 122 |
| 図 4-3 | 検討されたウッドパネル | 125 |
| 図 4-4 | パーマーの階層ネットワークモデルによる顔パターンの構造記述例 | 128 |
| 図 4-5 | 本研究による感性評価に対するアプローチ | 131 |

第 5 章

| | | |
|--------|----------------------|-----|
| 図 5-1 | 伊勢型紙の製作 | 139 |
| 図 5-2 | 職人尽絵屏風 | 139 |
| 図 5-3 | 錐彫り | 142 |
| 図 5-4 | 突彫り | 142 |
| 図 5-5 | 縞彫り | 142 |
| 図 5-6 | 道具彫り | 142 |
| 図 5-7 | 鮫小紋 | 143 |
| 図 5-8 | 多変量解析の分類 | 147 |
| 図 5-9 | 多義的文様の例 | 152 |
| 図 5-10 | 事例研究 1 の手順 | 154 |
| 図 5-11 | 使用した文様画像 | 157 |
| 図 5-12 | 実験 1 の評価フォーマット | 158 |
| 図 5-13 | 作成画像の種類 | 162 |
| 図 5-14 | 元の画像と作成した認知構造を表現する画像 | 163 |
| 図 5-15 | 実験 2 の評価フォーム (文様 6) | 165 |
| 図 5-16 | 画像表現の検証結果 (文様 6) | 167 |
| 図 5-17 | レイヤーの概念 | 169 |
| 表 5-1 | 使用した造形言語 | 155 |
| 表 5-2 | 実験 1 の集計結果 (文様 1) | 158 |
| 表 5-3 | 実験 1 の解析結果 (文様 1) | 159 |
| 表 5-4 | 因子分析の解釈 (文様 1) | 160 |
| 表 5-5 | 因子分析の解釈 (文様 6) | 161 |
| 表 5-6 | 実験 2 の集計結果 (文様 6) | 166 |
| 表 5-7 | 各文様に対する作成画像のレイヤー分類 | 170 |
| 表 5-8 | 各レイヤーの種類別順位分布 | 171 |

第 6 章

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 図 6-1 | 事例研究 2 の手順 | 178 |
| 図 6-2 | 数量化 III 類とクラスター分析による配置とクラスタリング | 182 |
| 図 6-3 | 実験に使用した文様 | 183 |
| 図 6-4 | 用語の評価フォーマット | 184 |

| | | |
|--------|----------------------------|-----|
| 図 6-5 | レイヤー印象度の評価フォーマット | 184 |
| 図 6-6 | I 類と II 類の解析フォーマットの違い | 187 |
| 図 6-7 | 実験 4 のフォーマット | 190 |
| 表 6-1 | アンケートに用いた評価用語 | 180 |
| 表 6-2 | 数量化 III 類の結果 | 181 |
| 表 6-3 | 決定した評価用語 | 182 |
| 表 6-4 | 実験 3 の集計結果 (文様 1) | 185 |
| 表 6-5 | 実験 3 解析結果 (文様 1 明暗レイヤー) | 186 |
| 表 6-6 | 実験 3 解析結果の上位語 (文様 1) | 186 |
| 表 6-7 | II 類による解析結果の上位語 (文様 1) | 187 |
| 表 6-8 | 各文様におけるレイヤー順位 | 189 |
| 表 6-9 | 実験 4 数量化 I 類による解析結果 (文様 1) | 191 |
| 表 6-10 | 実験 4 解析結果一覧 | 192 |

第 7 章

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| 図 7-1 | 検索の問題点 | 202 |
| 図 7-2 | 面積統計 | 208 |
| 図 7-3 | ランレングス行列 | 208 |
| 図 7-4 | フラクタル次元 | 210 |
| 図 7-5 | 基本並進ベクトル | 211 |
| 図 7-6 | フーリエパワースペクトル画像 | 212 |
| 図 7-7 | 自己相関処理画像 | 212 |
| 図 7-8 | 周辺分布の手法 | 213 |
| 図 7-9 | 候補とした文様の一部 | 215 |
| 図 7-10 | 明暗レイヤーの予備実験結果 | 219 |
| 図 7-11 | テクスチャレイヤーの予備実験結果 | 220 |
| 図 7-12 | 周辺分布の結果 文様 1 | 222 |
| 図 7-13 | 周辺分布の結果 文様 35 | 222 |
| 図 7-14 | 周辺分布の結果 文様 47 | 222 |
| 図 7-15 | 周辺分布の結果 文様 50 | 223 |
| 図 7-16 | 周辺分布の結果 文様 56 | 223 |
| 図 7-17 | 周辺分布の結果 文様 104 | 223 |
| 図 7-18 | 類似検索の結果 文様 28 | 226 |
| 図 7-19 | 類似検索の結果 文様 85 | 226 |
| 図 7-20 | 類似検索の結果 文様 1 | 226 |
| 図 7-21 | 類似検索の結果 文様 16 | 226 |
| 図 7-22 | 主観評価と自己相関関数から求めた単位構造の比較 | 228 |
| 図 7-23 | 単位構造の検索結果 | 230 |
| 図 7-24 | 評価実験後の状況 | 232 |
| 図 7-25 | 評価基準説明用サンプル (構造レイヤー) | 233 |
| 図 7-26 | 距離による印象の違い | 234 |

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| 図 7-27 | 散布図と回帰直線 | 239 |
| 図 7-28 | 計算値による各レイヤーの文様配列 | 240 |
| 図 7-29 | ニューラルネットの学習結果と主観評価の差 | 249 |
| 図 7-30 | 文様 94 ニューラルネット評価値 0.866 | 250 |
| 図 7-31 | 文様 84 ニューラルネット評価値 0.605 | 250 |
| 図 7-32 | 文様 86 ニューラルネット評価値 0.405 | 250 |
| 図 7-33 | 文様 35 ニューラルネット評価値 0.060 | 250 |
| 図 7-34 | ニューラルネットの学習における収束状況 | 255 |
| 図 7-35 | ニューラルネット学習後の交差検定結果 | 256 |
| 図 7-36 | 検索システムの構造 | 258 |
| 図 7-37 | 検索表示アプリケーションの構造 | 260 |
| 図 7-38 | 重み設定画面 | 261 |
| 図 7-39 | 検索設定インタフェース | 262 |
| 図 7-40 | 検索結果表示画面 | 263 |
| 図 7-41 | 検索結果サンプル (明暗) | 265 |
| 図 7-42 | 検索結果サンプル (テキストチャ) | 265 |
| 図 7-43 | 検索結果サンプル (構造) | 265 |
| 図 7-44 | 検索結果サンプル (運動) | 266 |
| 図 7-45 | 検索結果サンプル (ディテール) | 266 |
| | | |
| 表 7-1 | AtImage ver.1.9 仕様 | 216 |
| 表 7-2 | AtImage ver.2.3 仕様 | 217 |
| 表 7-3 | 29 の候補特徴値 | 236 |
| 表 7-4 | 評価の集計結果 | 237 |
| 表 7-5 | 重回帰分析の結果 | 238 |
| 表 7-6 | 各レイヤーに対する相関が上位の特徴値 | 241 |
| 表 7-7 | ANeron 仕様 | 248 |
| 表 7-8 | ニューラルネットと重回帰分析の相関係数の比較 | 257 |
| 表 7-9 | 検索表示アプリケーション仕様 | 264 |

第 8 章

| | | |
|-------|---------------------------|-----|
| 図 8-1 | 実験 5 の概要 | 274 |
| 図 8-2 | 検索結果評価画面 | 275 |
| 図 8-3 | 重回帰分析の回帰直線と散布図 | 280 |
| 図 8-4 | 検索評価実験の状況 | 283 |
| 図 8-5 | 学習による収束状況 | 284 |
| 図 8-6 | ニューラルネットワークの学果による回帰直線と散布図 | 285 |
| | | |
| 表 8-1 | 実験用プログラムの仕様 | 277 |
| 表 8-2 | 評価データ 若者向けの文様 | 278 |
| 表 8-3 | 解析対象データ (若者向けの文様) | 279 |
| 表 8-4 | 重回帰分析の結果 | 280 |

| | | |
|-------|--------------------|-----|
| 表 8-5 | 各テーマのレイヤー順位と標準回帰係数 | 281 |
| 表 8-6 | ニューラルネットと重回帰分析の比較 | 286 |

第9章

| | | |
|-------|----------|-----|
| 図 9-1 | 解析の概要 | 292 |
| 図 9-2 | レイヤーの階層性 | 296 |

| | | |
|-------|--------------------------|-----|
| 表 9-1 | 正準相関分析に用いた特徴値 | 293 |
| 表 9-2 | 正準相関分析の結果 | 294 |
| 表 9-3 | 実験3における各文様のレイヤー印象度評価値の順位 | 297 |

結 論

| | | |
|--------|-------------|-----|
| 図 10-1 | 視覚認知構造概念の導入 | 308 |
| 図 10-2 | 研究の今後の課題 | 315 |
| 図 10-3 | 研究の長期的展望 | 318 |

論文概要

序 論

第1章 研究の背景と動機

デザインや美術作品に対する印象を人間がどのように評価するかという研究は、これまでも様々な対象物に関して行われてきたが、その方法論において、対象となる造形物を人間がどのように見ているかという条件は考慮されていない。しかし同一の対象であっても見る側の見方が異なれば、それによって感性評価の結果も異なるものになるのではないかという予測が成り立つ。そしてデザインを見るという行為について明らかにすることは、デザイン行為の有効な手がかりになるに違いないと考えた。そうした認識に立ち、デザイン行為とその対象を見ること、そして見ることの結果として発生する感性評価の関係を明らかにすることを目指して開始した。

第2章 研究の目的と意義

本研究は従来デザイン評価、感性評価に関する研究領域に対して、視覚認知構造概念を導入することの有効性と意義を提案しようとするものである。したがって本研究は、上記の視覚認知的な働きに関する仮説を検証し、デザインに対する視覚認知の構造の一端を明らかにするとともに、明らかになった視覚認知的な知識をデザイン評価および感性評価研究の有効な手がかりとして活用することを目的とする。

第3章 研究の方法と構成

本論文では、はじめに理論的研究として視覚認知、デザイン支援、感性評価、文様デザインなどについて論じ、本研究の提案につながる仮説を、文献および他の研究事例の検討や概念的な考察によって導き出す。そこで得た仮説をもとに、本研究の目的に従って実験的研究を行う。

第1に、文様に対する複数の視覚認知パターンを実験結果の解析によっ

て抽出し、文様に対して複数の見方が存在していることを確認する。

第2に文様に対する造形的な特徴評価と、上記の実験で得られる視覚認知パターンに対する印象評価を解析し、文様に対する視覚認知パターンと造形的特徴の結びつきを明らかにする。そして第3に、文様デザインに対する選好評価を行って視覚認知パターンとの関係を解析し、どのような見方が文様デザインの選好と結びついているのかを明らかにする。

第4として、上記で得られた視覚認知パターンを利用した文様デザインデータベースの構築を行い、得られた知識によって文様の分類と検索という、デザイン支援のための応用が可能であることを示す。そして第5に、構築するデータベースの検索システムを用いて文様の検索評価実験を行い、感性評価との関係を調査する。

最後に、解析的方法によって調査を行い、その結果から視覚認知パターンの性質と相互関係について考察する。

以上の理論的研究および実験的研究によって得られた結果を集約し、本研究が提案するデザイン評価および感性評価研究における視覚認知構造概念の導入の有効性を示す。

第4章 先行研究と本研究の位置付け

本研究は第1にデザインに関する研究である。第2にデザインが視覚によってどのように認知されるかを明らかにしようとする視覚認知に関する研究である。また第3に感性工学の研究領域に属するものである。第4に文様に関する研究である。文様デザインがどのように視覚的に認知され、その結果としてどのように評価されるかを研究する。そしてデザイン支援の領域を扱う。デザイン学とそれぞれの研究の関係領域には、概念的に近いものや扱っている対象が近いもの、また方法論が近いものなどの事例は見られるが、本研究の位置付けであるデザイン学を基盤として認知科学、心理学、文様学、感性工学の各領域が交差する点に同様の研究事例は見られない。本研究はこうした点で新たな研究の位置と意義を持つものである。

本 論

第1部 理論的研究

第1章 デザイン行為とその視覚認知的性質

本研究で扱う認知とは外界の情報を能動的に収集し処理する過程としての認知であり、それを人間の視覚を通して行なう場合の過程を本論文では視覚認知という語で表すものとする。

視覚認知研究は先がけとしてゲシュタルト心理学において研究が活発に行われたが、これまでの視覚認知研究における主流として5つの理論がある。これらの見解のいずれの立場をとるかは研究者の視点によって異なるが、現在視覚認知に関する研究は多方面の分野で行われており、広範な広がりを見せている。

視覚認知のプロセスは網膜から脳にいたるモデルとしてとらえることができるが、実際にはボトムアップ型の処理とトップダウン型の処理の相互作用による複雑な過程が存在するものと思われる。

本研究においては視覚認知プロセスを3つの段階としてとらえ、網膜において形成された網膜イメージ、視覚野における特徴抽出によって体制化が行われ形成された視覚イメージ、記憶などと結びつき、意味が与えられた段階をメンタルイメージと規定する。造形物に対する見方の違いとは視覚イメージの違いであり、体制化の相違である。本研究では、同一物を見ていても、様々な要因によって異なる体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されているのではないかとの認識から、体制化の選択の問題としてこれをとらえる。

第2章 文様デザインの特徴

文様とは装飾的な目的のために人為的に施されるものであり、一定の単位が繰り返される反復性を持つものである。

文様表現は文明の発生と共に生まれたに等しい根源的な営みと言えるものであり、人間の、あるいは文化の本質に関わっている行為である。

文様研究の領域を大別すると、美的研究、歴史文化的研究、造形的研究の3つの領域があげられるが、それらに属さない研究としてデザイン学や人間工学、情報処理の分野で認知やデータベースに関する研究がある。

本研究は、デザインに対する視覚認知問題の事例として文様を位置づけ、人間が文様のデザインをどのように見ているのか、さらには文様デザインにおける造形表現の結果として、鑑賞者がどのような感性的な反応をするのかといった、文様デザインと視覚認知、感性評価の関わりについて扱うものとする。

文様は3次元の造形物に比べ実験条件の再現性が高いこと、規則性を持ったものが多く構成原理を記述することができること、画像表現が容易であることなど視覚認知に関する研究素材として適した性質を有している。

第3章 デザイン支援における視覚認知構造概念の導入

支援とは、他者の意図をもった行為に対する働きかけであり、その意図を理解しつつ行為のプロセスに介在して、その行為の質の改善、維持あるいは達成をめざす一連のアクションである。

デザイン支援の方法として、デザインプロセスの各段階に対応した支援研究の事例がある。デザイン行為は情報の分析と総合を行う行為にほかならず、大量の情報を扱う作業には常に情報の管理と提供の問題が必然的に発生することから、データベースは支援行為の原点としての性格を持っている。

文様デザインの支援としては、第1にデザイナーに対して、ユーザーの流動的な価値観の底辺に存在する、認知的なあるいは感性的な評価構造に関する知識を提供すること、第2に具体的な提案として、本研究で得られた知識を文様デザインのデータベースに応用することが考えられる。

本研究によってデザイン表現と鑑賞者の見方、そして感性評価の関わり

の一端が明らかになり、視覚認知的な情報が文様にとどまらず、デザイン行為の際の手がかりとして有効であることを示すことにつながると考える。

第4章 感性評価における視覚の役割

感性工学における感性とは、外的環境によって引き起こされる人間の反応のうち、感覚的感情によるものということであり、それを定量的に計測することが感性工学の目的である。この定義に基づき、いかに人間の感覚的感情を定量的に測るかという視点で感性を取り扱う。ある対象物の認知における最終段階として、人間の感性的判断によって対象物に対する印象が決定される場合に、この感性的な判断行為に対して感性評価という言葉を用いることとする。

視覚とは、対象物をどのようなものとして見るかということを含むのであり、また、その対象物がどのようなものとして見られたによっておのずと導かれる、その物の性質に関する知識と切り離せない。したがって見ることには解釈的働きが含まれ、対象に付随する性質も含めて我々は見ている。ただし、視覚や感性評価は全く不確定なものではなく、対象から喚起される要因によって規定される、一定の法則性の存在も事実である。視覚の多様性を前提としながらも法則性を利用して特定の見方を選択させ、意図した印象や評価を得ようとするのがデザイン行為である。

同一物を見ていても、様々な要因によって異なった体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されていると考えられ、その場合メンタルイメージも異なる事が予想される。したがって感性評価研究に、対象に対する視点の要因を導入する必要があると考えられる。感性評価が視覚認知の構造に依存しているとする考えに基づき、視点と感性評価の問題を、視覚イメージの構造選択というモデルとしてとらえることが有効であると思われる。構造選択を明確にすることで、視覚対象と感性評価の対応の間に一定の法則性が得られ、感性評価の記述性が高まることが期待される。

第2部 実験的研究

第5章 事例研究1・視覚認知構造の抽出

事例研究1によって、文様デザインに対する視覚認知において、普段我々が漠然と感じている視覚の多様性の存在を示し、その特性の一部を明らかにすることができた。

実験1では、文様画像に対する印象評価実験を行い、その解析結果から各文様に対する視覚認知パターンを表現する画像を作成した。18種類の画像に対して実験を行い、そのうち13種類の文様について、各文様に対し3から5の画像が作成された。実験2ではその画像表現の妥当性を検証するため、作成した画像に対する印象評価および元の画像との類似性の評価実験を行い、一部を除いて妥当性が確認された。また、結果に基づき表現を改善した。

事例研究1の結果の考察によって、文様の視覚認知において鑑賞者が選択している視覚認知パターンを分類し、これらをレイヤーと呼ぶこととした。(1)明暗レイヤー(2)テクスチャレイヤー(3)構造レイヤー(4)運動レイヤー(5)ディテールレイヤーの5種類である。鑑賞者の基本的な認知特性として、全体的な特徴をとらえたレイヤーが上位に選択されやすい傾向があることが認められた。ただしこの傾向はおおまかなものであり、実際には対象物に対する見方は対象物の有する特徴に左右される部分が大きいと考えられる。実験結果で、同一の文様の認知において複数のレイヤーの選択が確認されたことから、文様デザインに対する見方が同時に複数存在するのではないかという仮説を検証することができた。

第6章 事例研究2・認知構造とデザインの関係解析

事例研究2によって、鑑賞者の視覚認知パターンと関係の強い造形的特徴が明らかになった。また、鑑賞者の選好と視覚認知パターンの関係が明らかになった。

実験 3 では、文様デザインにおいて表現の手がかりとなる造形原理用語が抽出された。そして、文様デザインに対する鑑賞者の視覚認知パターンである、5 種類の各レイヤーの印象に対して関係の強い造形原理用語が明らかになった。明暗レイヤーの場合は密度感、バランスなど、テクスチャレイヤーでは規則性、単純性など、構造レイヤーでは対称性、調和など、運動レイヤーでは方向性、連続性など、ディテールレイヤーでは単純性、バランス、安定性、歪みなどが関係の強い造形原理用語となっている。これらのレイヤーが意味するような視覚認知パターンを鑑賞者に訴えたい場合、各レイヤーに対して関係の強い造形原理用語が意味するような特徴を、文様デザインにおいて表現することが有効である。

また、文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度の関係を解析した実験 4 では、テクスチャレイヤーが最も選好に対する影響度が高く、次いで構造レイヤーの影響度が高いことがわかった。この結果から、鑑賞者が部分的な特徴よりも全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いことが分かった。特定のレイヤーと選好の関係が明らかになったことで、視覚認知パターンが感性評価に結びついていることが確認された。

以上の結果から、文様デザインに対する視覚認知パターンが造形的特徴と結びついていることを明らかにすることができた。そして、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることを明らかにすることができた。

第 7 章 事例研究 3 ・視覚認知構造概念の活用

事例研究 3 では、これまでの研究で明らかになった文様に対する認知構造や特徴記述に関する知識を用いて、文様デザインデータベースへの活用の有効性を検証した。伝統的な文様のデザインは、今日の多くのデザイン分野において貴重なデザインソースとなりうるものである。しかし伝統的な文様の画像データベース構築にあたっては、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、利用時の検索方法が課題となって

いる。本研究ではレイヤー分類に基づき、それらを検索の手掛かりとして用いた検索方法の実現を試みた。

画像解析における統計的解析および構造的解析の複数の手法を用いて文様の特徴を抽出した。また、文様サンプルに対する印象評価実験を行い、評価データを収集した。

評価結果と画像特徴値との間で重回帰分析およびニューラルネットワークプログラムによる学習を行い、その結果から各レイヤーの印象と対応する特徴値を導き出した。解析結果において、各レイヤーの評価が、複数の特徴値の組み合わせによって対応付けられることが確かめられた。したがって、レイヤーに関する評価を用いた文様の分類が可能であることが明らかになった。認知構造と画像特徴の対応付けは、重回帰分析でもニューラルネットワークによる学習でも大きな差がなかった。

この結果をふまえ、レイヤーによる分類を用いて実際に検索が可能な検索アプリケーションを開発し、検索方法を確立した。検索者がインタフェース上で設定した各レイヤーのレベルに基づいて文様を検索し、文様画像データベースから表示するものである。

以上の結果から、本研究によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となるような具体的な提案を行うことで本研究の有効性を明らかにすることが実現された。

第8章 事例研究4・視覚認知構造と感性評価の対応

本研究が提案する視覚認知パターン、すなわちレイヤーと感性評価がどのように結びついているのかについて、文様デザインの検索評価実験を通してその関係を調査した。実験および解析の結果、各テーマの評価値と特定のレイヤー種の計算値との間に一定以上の相関が見られたことから、レイヤーを媒介としてデザインに関する人間の感性評価を記述するという手法の有効性が認められたと判断した。ただし、この視覚認知構造の表現によって感性評価が完全に記述できるのではなく、主観的な要因との関わりにおいて一定の範囲で記述が可能であるとい

うべきである。検索結果や評価結果の偏りからは、視覚認知的な要因によるボトムアップ的な性質と主観によるトップダウン的な要因の割合が、目的とするテーマによって異なることがうかがえた。重回帰分析による解析とニューラルネットワークプログラムによる解析の比較から、今回テーマとした感性評価が非線形性を有しており、非線形解析が有効であることが確認された。

以上の結果から、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述に対して一定の貢献ができることを示すことができた。

第9章 事例研究5・視覚認知パターンとの関係と性質

レイヤー間の関係や性質の違いを明らかにすることを目的とした正準相関分析によって、第1軸に統計的評価軸、第2軸に構造的評価軸が抽出され、それぞれ全体のニュアンスの視覚と形態的特徴の視覚に対応していると考察された。その順位から全体的ニュアンスが喚起されやすく、次いで形態的特徴という関係が存在するものと考えられ、視覚認知構造に関する階層的な解釈が統計的に裏付けられた。用語による印象的記述である実験3と、特徴値による属性的記述である事例研究3の重回帰分析の結果の比較から、各レイヤーの性質を考察した。そして評価実験の結果に基づき、レイヤー選択の要因について考察した。選択の要因として、状況要因、経験要因、環境要因、主観要因の4点が明らかになり、対象要因を加え、少なくとも5種類の選択要因が存在すると考えられる。視覚認知における選択はこれらの相互作用によって影響を受け、変化するダイナミックなものであると考えられる。

結 論

事例研究1において、同一の文様の認知において複数のレイヤーの選択が確認されたことから、文様デザインの視覚認知において複数の見方が存在するという仮説が実証された。

事例研究2の実験3において、鑑賞者のレイヤー選択を導く造形原理が明らかになった。したがって、文様デザインに対する視覚認知パターンが

それらの造形的な特徴と結びついていることが確認できた。

文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度の関係を解析した実験 4 において、鑑賞者が部分的な特徴よりも全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いことが明らかになった。特定のレイヤー種と選好の関係が明らかになったことで、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることが確認された。

事例研究 3 において、文様デザインデータベースへの活用の提案を行った。レイヤーに基づく文様の分類を用いて、検索方法を確立することができた。したがって、本研究によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となるような具体的な提案を行うことで本研究の有効性を明らかにすることができた。

事例研究 4 において、視覚認知パターンと感性評価がどのように結びついているのかについて、検索評価実験を通してその関係を調査した。実験の結果、各テーマの評価値とレイヤー計算値との間に一定以上の相関が見られたことから、レイヤーによる視覚的認知パターンの分類を媒介として、デザインに関する人間の感性評価を記述するという手法の有効性が認められた。したがって、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述に対して一定の貢献ができることを示すことができた。

事例研究 5 では、レイヤー間の関係および性質を調査した。解析の結果、第 1 軸に統計的評価軸、第 2 軸に構造的評価軸が抽出され、視覚認知構造に関する階層的な解釈が統計的に裏付けられた。そして事例研究全体を通じて各レイヤーの性質および選択の要因について考察した。

以上の結果から、デザイン評価および感性評価研究の領域に対して視覚認知構造概念を導入することを提案し、その有効性を示すことにいたる、本研究の目的が達成された。

序 論

第 1 章 研究の背景と動機

第 2 章 研究の目的と意義

第 3 章 研究の方法と構成

第 4 章 先行研究と本研究の位置付け

第1章 研究の背景と動機

文様の世界は魅力的である。我々は普段、身の回りにあるカーテンやテーブルクロスに施されている文様を意識することがないが、ふとそれらのデザインに目を留めるとき、そこに表現された有機的で波打つようなペイズリー文様[注1]のデザイン(図0-1)の複雑さに目を奪われることがある。あるいは通りすがりに見た建築物のタイルが成す幾何学文様の際限なく続く構造に対して、その見事な規則性に感心することもある。そしてまた、縄文土器の表面に施された渦巻文様が持つ、不思議なエネルギーに魅力を感じることもある。更にM・C・エッシャー[注2]がデザインした図と地が見るたびに交代するような効果を持つパターンデザインの作品(図0-2)を見ると、その効果の面白さに興味を持つこともあるであろう。

これらのデザインを見ると、文様デザインの表現としての魅力を感じることはもちろんであるが、それらを見るという行為の面白さを考えることはないだろうか。なぜ我々はペイズリー文様の有機的な形の重なりの中に混沌の宇宙のような世界を見るのだろうか。なぜ我々は幾何学文様の連続性の中に心地よさを感じるのだろうか。なぜ我々は縄文の造形にダイナミックなエネルギーを感じるのだろうか。なぜエッシャーの作品を見ると、図と地が入れ替わる効果が働くのだろうか。こうした疑問が文様デザインを見るという行為を意識したときに次々に沸いてくる。



図0-1 ペイズリー文様

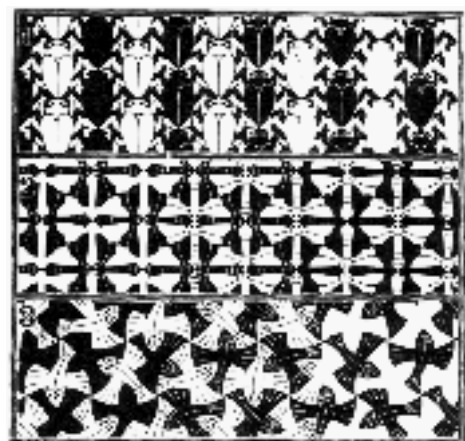


図0-2 エッシャーの作品

そしてこうした視覚という行為について考えるとき、そもそも我々は同じものを同じように見ているのだろうかという基本的な疑問が生まれてくる。図と地が交代するような文様を見ているとき、今自分が見ている形が図だとしたら、次の瞬間には図と地は逆転するかもしれないし、他の誰かが同時にそのデザインを見た場合に、自分が図として見ているものは、他の人にとっては地なのかもしれない。そのような図と地の交代現象がなくても、ある人は格子パターンを線の交差ととらえ、ある人は四角形の繰り返しととらえているかもしれない。また、誰かと一緒に美術館で作品を鑑賞した後でその感想を話しあうと、感じ方だけでなく対象に対する見方自体が自分と異なっていたことに気づかされることはよくある。文様に限らず我々がデザインや美術作品を見る行為には、それをどのように見るかという基本的な問題が存在しているのではないだろうか。

デザインや美術作品に対する印象を人間がどのように評価するかという研究はこれまでも、様々な対象物に関して行われてきた。それらの研究に共通の基本的な手法は、対象となる造形物の特徴を要素に還元し、各要素が被験者の評価にどのように影響しているかを要素単位あるいはその組み合わせによって明らかにしようとする還元的手法である。この方法論において、対象となる造形物を人間がどのように見ているかという条件は考慮されていない。

しかし我々は、デザインや美術作品に対する見方が人によって異なることを経験的に知っている。同一の対象物に対する認知であっても、個人によって見方が異なる以上、単純に部分的な特徴と感性評価の結果を結びつけることには疑問が生じる。なぜなら同一の対象であっても見る側の見方が異なれば、それによって感性評価の結果も異なるものになるのではないかという予測が成り立つからである。

そしてデザインを見るという行為について何かを明らかにすることは、デザイン行為の有効な手がかりになるに違いないという期待を持つに至った。デザインを行う者は常に、自分が造ろうとするものがどのように見ら

れるのかということに敏感だからである。デザインを行うにあたって、自身のデザイン意図とそれを受け取る側の理解や印象のずれを可能な限り少なくしたいと願うことは当然なことである。デザインを行う段階で、そうした受け取る側の見方に関する知識があれば、デザインを考え、評価する際の一つの指針とすることができるであろう。本研究はそうした認識に立ち、デザイン行為とその対象を見ること、そして見ることの結果として発生する感性評価の関係を明らかにすることを目指して開始した。

第2章 研究の目的と意義

文様デザインには、その視覚的效果によって多義性を感じさせるものが多い。特に一つの文様の中に複数の視覚的なとらえかたが存在するように感じる場合、そのデザインに対する見方が一通りではないということは経験的に明らかである。また、そのような明確な効果を持たない他のデザイン表現の場合でも、対象に対する視覚的なとらえかたが人によって異なるという可能性は常に存在する。むしろ我々の対象に対する見方や理解が同じであるという前提自体が問われなければならない。見方を規定している要因としてはいくつかの事項が考えられるが、対象に対する見方には多くの可能性があるにしても、現実には対象によって見方の選択肢が限られることから、第1にデザイン表現自体の属性が関与していることが予想される。つまりデザインの有する造形的特徴や原理に、ある見方を導く性質が備わっていることが考えられる。

また一方で、そうした見方の要因に、見る主体である人間の側の働きが関与していることも考えられる。個人の持つ特質や他の要因によって、同じ対象を見ても異なる見方が成立しているという可能性がある。したがって視覚とは、対象の属性と人間の要因の双方向的な関わりの結果として決定されているということが予測される。そしてどのように対象を見ているのかという要因は、対象に対する選好など視覚を通して喚起される感性的な判断にも反映しているであろうという仮説が成り立つ。対象に対する見

方が異なる場合があるとすれば、対象をどのように見たかによって、その対象に対する印象が変わることは自然なことのようと思われる。

しかしデザインの表現とその評価に関するこれまでの研究においては、そうした対象に対する見方の要因は扱われず、鑑賞者の視覚的な認知は自明なものとして、対象物の属性と人間の感性的な判断が直接結びつけられてきた[注3]。本研究はそうした従来のデザイン評価、感性評価に関する研究領域に対して、視覚認知構造概念を導入することの有効性と意義を提案しようとするものである。したがって本研究は、上記の視覚認知的な働きに関する仮説を検証し、デザインに対する視覚認知の構造の一端を明らかにするとともに、明らかになった視覚認知的な知識をデザイン評価および感性評価研究の有効な手がかりとして活用することを目指す。

このような意図から、本研究の最終的な目的はデザイン評価や感性評価の研究領域全般にあてはまる新たな概念を導入することであるが、本論文中で扱う対象は文様のデザインに限定される。これは、本研究の目指す大目的に向けた最初のアプローチを行なうにあたり、対象として文様デザインが研究意図に適した性質を有しているからである。将来に向けた展望としては他のデザイン領域に対象を拡張していくことを想定しているが、本論文ではあえて一貫して文様デザインを扱うことでその問題と意義、成果を明確に示すことができると考える。そして文様デザインを対象に本研究のアプローチが有効であることが実証されることによって、以後の他領域への適応に向けた可能性が開かれるものと位置づけている。

本研究の目的は以下に示すように5つの段階的な目的に分けられる。

段階的な目的の第1は、文様デザインに対する視覚認知の構造を明らかにし、文様デザインに対する見方(視覚認知パターン)[注4]が同時に複数存在するのではないかという仮説を検証することである。

第2には、文様デザインに対する視覚認知パターンと文様デザインを構成している造形表現の関係を調べ、文様デザインに対する視覚認知パターンが造形的特徴と結びついていることを明らかにすることである。

第3として、文様デザインに対する感性評価と視覚認知パターンの関係を調べ、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついてい

ることを明らかにすることである。

そして第4の目的として、これら3段階の目的の達成によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となるような知識の提供や具体的な提案を行うことで本研究の有効性を明らかにすることである。

さらに第5には、得られた視覚認知パターンがデザインに関する感性評価とどのように結びつくかを調べ、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述という大きな枠組みの中で、一定の貢献ができることを示すことである。

以上の5つの目的を段階的に達成することを通して、デザイン評価および感性評価研究の領域に対して視覚認知構造概念を導入することを提案し、その有効性を示すことが本研究の目的である。

次に、本研究の意義及び特色がどのような点にあるかについて述べる。

本研究の第1の意義は、デザイン評価および感性評価研究の領域に、視覚認知構造概念を導入することである。従来の造形物に対する印象を扱う研究では、対象となる造形物の特徴と鑑賞者の評価を直接結びつけようとする手法が一般的であるが、本研究ではその間に対象となる造形物をどう見ているかという要因を導入しようとするものであり、デザイン評価および感性評価の研究領域に新たな問題を提起できるものと考えられる。

第2に、対象の視覚認知パターンを具体的に表現することを試みる点にある。我々が文様デザインを見ている見方が複数存在することを確かめるとともに、その結果明らかになる対象に対する見方を画像によって表現することで、見方の違いを具体的に理解しやすい形で可視化しようとする点が特色である。

第3には、デザインの特徴や原理と視覚認知構造を結びつけようとする点にある。特定の造形表現がどのような見方を喚起する性質を持つものであるかは、造形表現を行う者の経験的な知識として内在していると考えら

れるが、一部の心理学的研究を除き客観化されてこなかった。本研究ではその具体的な性質を明らかにすることを試みる。

第4は、文様デザインの研究に認知的アプローチを導入する点にある。従来の文様研究にそうした観点からの事例はほとんど見られない。E・H・ゴンブリッチの「装飾芸術論」[注5]では装飾表現と視覚認知に関する理論的な記述があるが、文様デザインの視覚認知に関する実証的な研究の試みとして本研究は他の類を見ない。

第5として、本研究で得られる鑑賞者の視覚認知的特性に関する知識を活用し、文様デザインデータベースの検索システムを考案することで、デザイン行為の支援として利用可能な具体的な提案を行う点がある。デザイン行為に対する支援として、データベースを構築し利用する例は多く見られるが、本研究では従来のデータベースでは用いられなかった新たな方法を考案し、実際のデータベースシステムとして提案することを試みる。

第3章 研究の方法と構成

本研究では、はじめに理論的研究として視覚認知、文様デザイン、デザイン支援、感性評価などについて論じ、本研究の提案につながる仮説を、文献および他の研究事例の検討や概念的な考察によって導き出す。そこで得た仮説をもとに、先にあげた本研究の段階的目的に従って実験的研究を行う。実験的研究における基本的な方法は、仮説の検証に有効な経験的データを実験や調査によって抽出し、その経験データに対し統計的手法で解析を行って考察を加え、有意性のある結果を抽出しようとするものである。

第1の目的である、文様デザインの視覚認知構造に関する仮説検証に関しては、文様デザインに対する複数の視覚認知パターンを実験とその結果の解析によって抽出し、それを具体的に画像で表現することで、同一の文様に対する複数の見方が存在していることを確認する。そしてそこから一般性のある視覚認知パターンの分類を行う。

第2の目的である、文様デザインに対する視覚認知パターンと造形的特

徴の関係については、文様デザインに対する造形的な特徴評価と、上記の実験1で得られる視覚認知パターンに対する印象評価を求め、両者の関係を解析的手法で抽出する。それによって文様デザインに対する視覚認知パターンと造形的特徴の結びつきを明らかにする。

第3の目的である視覚認知パターンと感性評価の関係については、文様デザインに対する選好評価を行い、その結果と文様デザインに対する視覚認知パターンの印象評価の結果の関係を解析し、どのような見方が文様デザインの選好に結びついているのかを明らかにする。

第4の目的である、得られた視覚認知に関する知識を活かした具体的なデザイン支援の提案としては、上記の第3段階までで得られた視覚認知パターンを利用した文様デザインデータベースの構築を行い、本研究で得られた知識によって文様デザインの分類と検索というデザイン支援のための応用が可能であることを示す。

さらに第5の、得られた視覚認知パターンがデザインに関する感性評価とどのように結びつくかを調べるために、第4段階で構築する文様デザインデータベースの検索システムを用いて文様デザインの検索・評価実験を行い、その結果を解析によって検証する。

そして最後に、得られた視覚認知パターンがどのようなものであるかを示すことで研究の成果を明確にするため、解析的方法によって調査を行い、その結果から視覚認知パターンの性質と相互関係について考察する。

以上の理論的研究および実験的研究によって得られた成果を集約し、本研究が提案するデザイン評価および感性評価研究における視覚認知構造概念の導入の有効性を示す。

本論文は序論および、本論として理論的研究である第1部の第1章から第4章と、実験的研究である第2部の第5章から第9章、そして結論で構成されている。その全体的構成を以下に述べる。

序論では本研究の動機、目的、意義、方法、研究の位置づけなどを示し、本研究の定義と立脚点を明らかにする。

本論の第1章では認知と視覚認知に関する概観を行い、その定義及び研究の状況、本研究の位置づけを示す。そしてデザインに対する視覚認知に関する本研究の問題提示を行う。

1.1.では、デザインにおける視覚認知概念の重要性を述べる。デザイン行為において視覚認知的概念がいかに関わっているかを考察する。1.2.では視覚認知研究について論ずる。はじめに認知とは何かを定義し、視覚認知研究の歴史に対する考察を行う。そして視覚認知研究の領域を概説する。1.3.では、視覚認知の構造と働きについて、生理的な機能と視覚認知のプロセスを示す。1.4.では、認知のトップダウン的な働きについて考察する。1.5.では造形物に対する視覚認知研究について論ずる。心理学や情報科学、デザイン学などの領域における事例を紹介する。1.6.ではそれらの研究成果から、造形物の視覚認知において体制化の相違による選択の問題が存在することを示す。1.7.では第1章の結論を述べる。

第2章では文様及び文様研究に関する概観を行い、本研究で扱う文様の定義、文様研究としての本研究の姿勢等を示す。

2.1.では、文様という語の定義を行う。2.2.では文様の文化的な意義と歴史について論ずる。文様が有する象徴的機能の重要性を述べ、文様の起源についての学説を紹介する。2.3.では縄文の造形を事例として、文様の表現が持つ原初的性質を考察する。2.4.では文様利用の諸相として、文様がどのように用いられてきたかについて述べる。装飾行為として、あるいは文様を施す対象物との関わりにおいて文様の性質を理解する必要がある。2.5.では文様の分類法を、モチーフによる分類とそれ以外の分類法に分けて示す。2.6.では文様の構造について、造形の原理と幾何学的な原理から述べる。2.7.では文様研究の領域を概説する。文様研究を美学的研究、歴史文化的研究、造形的研究などに分類し、その他の事例として認知的な研究の事例に触れる。そして最後に2.8.において、文様研究の領域における本研究の位置づけと、文様を扱うことの意味を明らかにす

る。視覚認知研究の対象としての文様の性質を述べ、文様が視覚認知研究に適した性質を持つことを示す。2.9.では第2章の結論を述べる。

第3章ではデザイン支援について論ずる。支援の定義と支援研究の概観、そして本研究におけるデザイン支援の定義を行う。

3.1.では支援研究について概説する。支援とは何かを定義し、支援研究の領域と歴史的考察、研究事例について述べる。3.2.ではデザインにおける支援について論ずる。デザインと支援の関わりについて述べ、デザインプロセスの各段階における支援の必要性と方法、研究事例を示す。3.3.ではデザインにおける支援としてデータベースの役割を取り上げ、データベースがデザイン支援の本質的性質を持つことを明らかにする。3.4.では文様デザインの支援について論ずる。文様デザインの状況を示し、文様デザインの支援に有効な情報とはどのようなものであるか、そして本研究において提供しようとする支援の情報がどのようなものであるかについて述べる。そして3.5.でデザインにおける視覚認知構造の問題が、デザイン支援にどのように関わるかを述べる。3.6.では第3章の結論を述べる。

第4章では感性評価について考察する。感性および感性評価について概観し、定義及び研究の状況、本研究の位置づけを示す。そして視覚認知と感性評価に関する本研究の仮説を提示する。

4.1.では、本研究において感性とは何かを定義する。4.2.では感性研究の状況を概説し、4.3.では感性評価がどのようなものであるかについて論ずる。感性評価を定義し、官能検査を事例に感性評価研究の基本的性質を示す。4.4.ではデザインの評価と感性評価の関係について述べる。デザインの評価とは本質的に感性評価であることを示す。そして4.5.ではデザインにおける視覚認知と感性評価の関わりについて考察する。見るということが本質的に持つ意味を示し、自動車デザインを事例に、それが造形表現を見ることにどのように現れているかを明らかにする。そしてそのようにデザインを見るのが感性評価にどう関わるかを示す。最後に

4.6.において、これまでの理論的考察から到達したデザインに対する視覚認知と感性評価に関する本研究の仮説を提示する。この仮説に基づき事例研究を行う。4.7.では第4章の結論を述べる。

第5章は事例研究の1として、研究対象とする文様と研究手法に関する定義を行ったあと、文様デザインに対する視覚認知構造の抽出と表現を試みた実験の過程と結果について述べる。

5.1.では研究対象とする文様について説明する。本研究で扱う伊勢型紙文様が本研究の目的と方法に適したものであることを示す。5.2.では本研究で用いる調査・実験の方法について述べる。データから結果を導く基本的な方法について述べ、各種の解析法について解説する。5.3.では事例研究1の概要を述べる。その目的、方法を示す。5.4.においては視覚認知パターンを可視化しようとした実験1について、その目的、方法、実験の過程を示し、最後に結果の考察を行う。5.5.では実験1の結果の検証を行った実験2について、その目的、方法、結果を述べ、考察を行う。そして5.6.において事例研究1に関する考察を行う。事例研究1で得られた結果から第1の目的としてあげた仮説の検証を行い、更に鑑賞者の認知特性などの成果について論ずる。5.7.では第5章の結論を述べる。

第6章は事例研究の2として、評価実験に基づき造形的特徴と視覚認知パターンの関係、視覚認知パターンと感性評価の関係を解析し、それらの過程と結果について述べる。

6.1.では事例研究1の結果を受け、事例研究2の概要についてその目的、方法を示す。6.2.では、造形原理用語を用いた文様の特徴評価と視覚認知パターンの関係を解析した実験3について、その目的、方法、過程を示し、その結果の考察を行う。6.3.では視覚認知パターンと選好評価の関係を調査した実験4について目的、方法、過程を示し、結果の考察を行う。そして6.4.において事例研究2の考察を行う。造形的特徴と視覚認知パターン、視覚認知パターンと選好評価の関係について目的2および3に対する結果を検証する。6.5.では第6章の結論を述べる。

第7章では事例研究の3として、事例研究1および2で明らかになった視覚認知に関する知識を、文様デザインデータベースの検索法に活用した研究について述べる。

7.1.では伝統的文様のデータベースの意義を述べる。7.2.では文様デザインデータベースの利用における問題点を明らかにする。7.3.では本研究において提案する、レイヤーを用いた文様検索の趣旨を述べる。7.4.では事例研究3の方法を述べる。7.5.では、検索に使用する文様画像の特徴値の抽出方法を示す。7.6.では、想定した特徴値によって各レイヤーの分類が可能であることを示した予備実験について述べる。7.7.では評価データの収集のために行った実験について説明する。7.8.では重回帰分析によって実際の関係付けを行った結果について述べる。7.9.では重回帰分析の結果と比較するために行った、ニューラルネットワークによる学習の検討経過と結果について述べる。そして7.10.において、目的4のために実際に開発した検索アプリケーションについて説明する。7.11.では第7章の結論を述べる。

第8章では事例研究4として、開発した文様デザインデータベースの検索アプリケーションを用いて検索評価実験を行い、本研究が提案するレイヤーが感性評価の記述に有効であることを示す。

8.1.では事例研究4の目的と方法を述べる。8.2.では事例研究4で用いる検索評価実験の方法とテーマ、実験に用いた検索評価プログラムの概要、そして実験の結果について述べる。8.3.では重回帰分析によって行った解析の結果を示し、その結果の考察を行う。8.4.では実験を通して明らかになった検索システムの利用に関する考察を述べる。8.5.では重回帰分析との比較のために行った、ニューラルネットワークによる解析の方法と結果を示し、結果の考察を行う。8.6.では第8章の結論を述べる。

第9章では事例研究5として、本研究で得られた視覚認知パターン、すなわちレイヤーの関係および性質を調査した研究について、その目的、方法、結果を述べ、それまでの事例研究の結果も含めて考察を行う。

9.1.では、事例研究5の目的と方法を述べる。9.2.では事例研究5で用いる正準相関分析の手法について解説する。9.3.では解析の結果について述べる。9.4.では得られた解析結果を考察する。解析結果の軸のネーミングと結果の解釈を行う。9.5.では事例研究5の結果をふまえ、それまでの事例研究全体を通じて明らかになったレイヤーの関係や性質について総合的に考察する。9.6.では第9章の結論を述べる。

結論では各章の結論について概観し、研究内容全体について包括的考察を行った後、序論であげたそれぞれの目的に対する本研究の結論を述べる。

第1章では各章の結論の流れを全体を通して確認する。第2章では全体を通して特に重要な部分を取り上げ、考察を行う。第3章では本論文の結論を述べる。そして第4章で本研究の今後の課題と展望を検討する。本論文の構成を図に示す(図0-3)。

第4章 先行研究と本研究の位置付け

本研究は第1にデザインに関する研究である。

また第2に本研究は、デザインが視覚によってどのように認知されるかを明らかにしようとする視覚認知に関する研究である。視覚認知を中心的に扱う研究領域として、大きくは心理学の分野と認知科学の分野があるが、本研究はそれらの両分野とデザインとの関わりの部分を扱う研究である。

また第3に本研究は人間の無意識的、感覚的な行為を研究し実際的な目的に結びつけようという、感性工学の研究領域に属するものと言える。

第4に本研究は、文様を研究対象として用いることから、文様に関する研究である。本研究の位置付けの概念を図で示す(図0-4)。

本研究は以上の4つの研究領域が交わる部分を扱うものであるが、その中心的立脚点はデザイン学である。本研究は、デザインがどのように視覚的に認知され、その結果としてどのように評価されるかを研究するものである。そして研究で得られた知識を具体的なデザイン支援の目的に用いる手法を提案することから、デザイン支援の領域を扱う。デザイン支援の研

究領域は、対象とするデザイン行為の段階によって分類することができる。

そのデザイン行為の段階とは、問題要素の発見を行う解析段階、問題の構造を明らかにする推論段階、解決案を表現する発想段階、解決案を評価する評価段階の4段階である。そして今日提案されているデザイン支援の方法はこれら4つの段階のいずれかに当てはめることができる[注6]。本



図0-3 本論文の構成

研究において提案するのは、文様デザインデータベースの構築とその検索方法である。これはデザイン案としていずれを採用するかという判断を行うための手がかりを与えようとするものである。データベースシステムは、デザインの発想段階も含み、その評価段階にかけて用いられることで過去のデザイン案を検討し、新たなデザイン案を決定し生み出すための支援となりうるものである。また、支援の意味を広くとらえれば、デザインの各段階においてそのデザインを推進する手がかりとなる知識や情報を与える行為は全て支援的行為であるといえる。その意味では本研究で明らかになるデザインに対する視覚認知、感性評価に関する知識はいずれもデザイン支援の性質を持つものである。本研究は以上のような立場から、デザインを研究しようとするものである。

本研究の最大の特徴は、デザインがどのように認知されるかを明らかにしようとする、デザインの視覚認知に関する研究となっている点である。

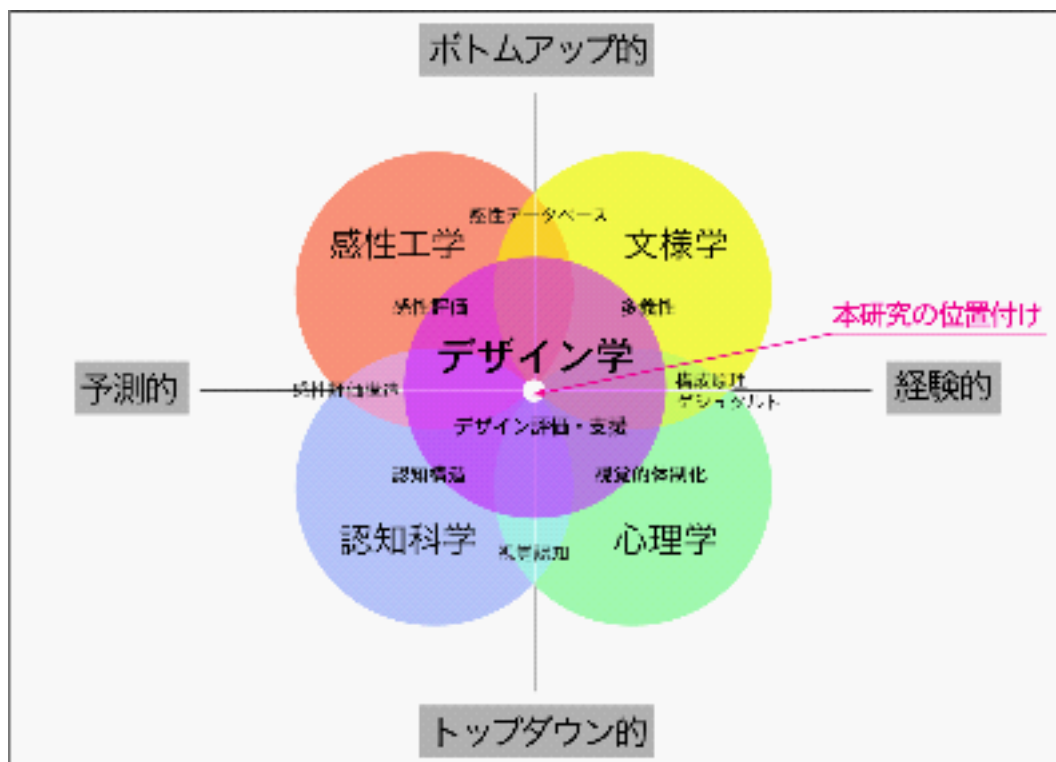


図0-4 本研究の位置付け

視覚認知に関する研究には、人間の身体的構造から視覚を研究しようとする生理学の領域があるが、本研究はそのような領域に属するものではない。また認知科学における研究では情報処理モデルなど論理的な方法によって視覚認知を説明しようとする立場もあるが、本研究はそうした立場に立つものでもない。視覚認知の結果として得られる経験的データを用いて有意性のある結論を得ようとするものである。したがって方法的には認知心理学の分野と同様の方法をとるが、心理学の分野と異なるのは、実際のデザイン行為を想定した応用的な目的を持っている点である。また、人間のデザインに対する認知に関して構造的な仮説を提示し検証することに関しては、認知科学に属する観点をも有するものである。本研究は以上のような立場から、デザインに対する視覚認知を研究しようとするものである。

本研究は感性工学の研究領域に属するものであるが、感性工学における感性とは、外的環境によって引き起こされる人間の反応のうち、感覚的感情によるものということであり、それを定量的に計測することが感性工学の目的である。本研究もこの定義に基づき、いかに人間の感覚的感情を定量的に測るかという視点で感性を取り扱おうとするものである。したがってあくまで客観性や再現性という今日の科学の方法論に立つものである。本研究において、ある対象物の認知における最終段階として人間の感性的判断によって対象物に対する印象が決定される場合に、この感性的な判断行為に対して感性評価という言葉を用いることとする。本研究は以上のような立場から、デザインに対する感性評価を研究しようとするものである。

そして本研究は文様に関する研究でもある。従来の文様研究の取り組みにはいくつかの領域と方法があるが、大別すれば、美術史、様式史、装飾論の立場からの美学的研究、民族学や考古学を主体とした歴史文化的研究、そして文様の造形原理を対象とする造形的研究の三つの領域があげられる。本研究では文様のデザインを扱っていることから、造形的研究に近いものであるといえる。しかし従来の造形的研究とは異なる観点に立つものであり、従来の領域区分にあてはまるものではない。文様のデザインを視覚認

知の観点から研究しようとするものであるが、その前提となっているのは、文様がデザインに対する視覚認知構造の研究素材として適した性質を有していることである。そして本研究の関心は、主に文様のデザインが持つ視覚的効果と鑑賞者の評価にある。文様が持つ視覚的な効果については、ゲシュタルト心理学や構成学の分野において平面構成の原理としてまとめられたものが存在するが、本研究はデザインに対する視覚認知と感性評価の事例として文様を位置づけ、文様のデザインがどのように見られているのか、さらにデザイン表現によって鑑賞者がどのような感性的な評価をするのかといった観点から文様を扱っていくものとする。本研究は以上のような立場から文様を研究しようとするものである。

上記の本研究の位置付けに基づき、先行研究の事例で本研究に関連のあるものを、中心であるデザイン学と他の各領域との関わりという観点で以下にあげる。またその位置関係を図で示す（図0-5）。

デザイン学と認知科学との関係領域では、森や野口らが、デザイン学の

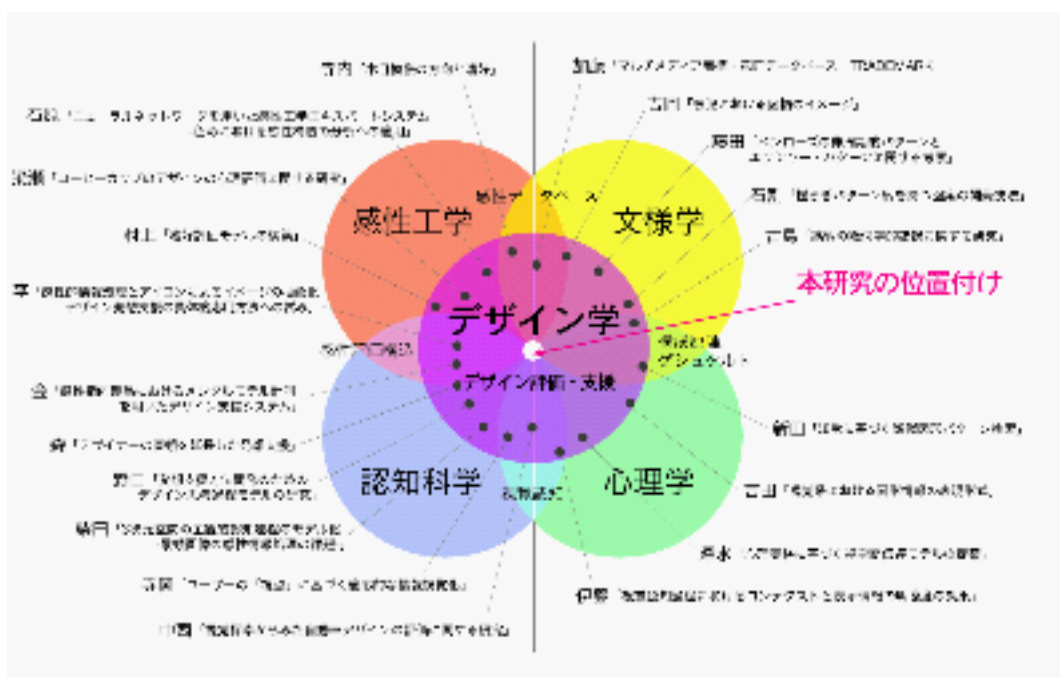


図0-5 先行研究との関係

立場から認知科学的な観点を取り入れ、デザインの思考過程の解明や、それを活かしたデザインの発想支援の研究を行っている[注7,8]。これらの事例は認知構造を支援に活かすという観点で本研究と関連性があるが、いずれも発想段階での思考過程に関するものであり、本研究とは異なるものである。柴田らは認知科学の立場から、画像に対する認知過程のモデル化を行っている[注9]が、これも主観的な性格の強いものである。また、寺岡や中西は視覚についての知識をデザインに活かすことを研究しており[注10,11]、その意味では本研究に近い性質を持つが、これらの研究では人間の視覚を点としてとらえており、本研究が扱うような対象に対する見方という概念を扱っていない点で本研究とは性質が異なるものである。

同様の方向性を持つものでは、デザインと心理学の関係領域に属するものとして、伊藤による情報提示における視覚認知の研究や、深水によるデザインにおける視空間伝達モデルの提案、吉田による図形の表現形式の研究などがあり[注12~14]、これらは認知科学領域に分類したものよりも、より原理的な性格が強い研究である。また、ゲシュタルト心理学で扱われてきたような視覚的原理を具体的に扱った研究として、群化の原理をパターンの分類および検索に導入している新田による研究や、錯視の効果を実際の衣服の柄で検証した藤田による研究があるが[注15,16]、これらは対象とする原理が限定されたものであり、一般性の高いものではない。

文様学とデザインの関係領域では、藤田や石割によるパターンデザイン構造原理の研究があげられるが[注17,18]、本研究はこのような構造原理を開発しようとする研究ではない。そして文様に関する印象を扱っているという点では、吉岡による衣服の図柄の研究や寺内による木目の研究などがあり[注19,20]、これらは感性工学の領域にも重なるものであるが、対象とする模様が限定されており、一般性の高いものではない。また、加藤らはマークのデザインのデータベースを感性的に検索する方法を研究しており[注21]、本研究で提案するデータベース検索法との関連性が強いが、その方法論は大きく異なる。

感性工学とデザイン学の関連領域では、梁瀬によるデザインに対する心理評価研究や、村上による人間の嗜好評価モデルの構築といった研究が[注22,23]、感性工学の中心的アプローチである。そして石原らのように、そうした研究成果をエキスパートシステムとしてデザインに活用しようとする研究事例も多く見られるが[注24]、これら感性評価研究の多くは対象の属性と人間の評価を直接結びつけようとするものがほとんどであり、本研究が提案するような視覚認知的概念を導入したものは見られない。

感性評価を認知科学的な観点からとらえ、その構造を明らかにすると同時に応用的な活用を目指した事例としては、李によるイメージアイコンの提案や、金による感性の測定方法の開発によるデザイン支援システムなどの研究事例がある[注25,26]。これらは基本的趣旨として本研究に共通するものがあるが、本研究では特に視覚認知的性質という部分に重点を置いているため、その目的は異なる。

以上見てきたように、本研究がその位置付けとする、デザイン学とそれぞれの研究の関係領域には、本研究と概念的に近いものや扱っている対象が近いもの、また方法論が近いものなどの事例は見られるが、本研究の趣旨であるデザイン学を基盤として認知科学、心理学、文様学、感性工学の各領域が交差する点に同様の研究事例は見られない。本研究はこうした点で先行研究にはない新たな研究の位置と意義を持つものである。

序論の注および引用文献

- 1) スコットランド南西部の都市ペイズリーで大量生産されたカシミア・ショールの模造品につけられた、インド風の文様の名称。草花文様を様式化したもの。
- 2) オランダの版画家。1898年生まれ。位相幾何学的な原理に基づいて幻想を細密に描いた。
- 3) 本論4.3.1. 参照
- 4) 本論文においては、視覚認知における知覚者の様々な対象に対する見方を視覚認知パターンと呼ぶこととする。
- 5) E・H・ゴンブリッチ, 装飾芸術論, 岩崎美術社, 1989
- 6) 本論3.2.4. 参照
- 7) 森典彦, デザイナーの直観を延長した発想支援, 東京工芸大学芸術学部紀要 Vol. 2, 39-44, 1996
- 8) 野口尚孝, 発想支援方法開発のためのデザイン思考過程モデルの研究, デザイン学研究, Vol. 43, No. 1, 19-24, 1996
- 9) 柴田滝也ほか, 3次元空間の主観的認知過程のモデル化-景観画像の感性情報処理の課題-情報処理学会研究報告, 96-CG-83-9, 65-72, 1996
- 10) 寺岡照彦ほか, ユーザーの「視点」に基づく適応的な情報視覚化, 情報処理学会誌, Vol. 39, No. 5, 1365-1372, 1998
- 11) 中西わかなほか, 視覚探索からみた自動車デザインの評価に関する研究, デザイン学研究, 第45回研究発表大会概要集, 202-203, 1998
- 12) 伊藤謙治ほか, 視覚認知過程におけるコンテキストと表示情報の明瞭度の効果, 人間工学, Vol. 24, No. 5, 291-301, 1988
- 13) 深水義之ほか, 心理実験に基づく視空間伝達モデルの提案, デザイン学研究, Vol. 45, No. 4, 75-82, 1998
- 14) 吉田辰夫, 視覚系における図形情報の表現形式, 人間工学, Vol. 16, No. 6, 325-333, 1980
- 15) 新田祐介ほか, 知覚に基づく類似図形パターン検索, 電子情報通信学

会技術研究報告データベースシステム, 82-4, 1-10, 1991

16) 古島昭雄, 縞柄の幾何学的錯視に関する研究, 繊維製品消費科学, Vol. 29, No. 2, 39, 1988

17) 藤田伸, ペンローズの非周期的パターンとエッシャー・パターンに関する考察, デザイン学研究, Vol. 47, No. 5, 29-38, 2001

18) 石割伸一, 揺らぎパターン柄を持つ図案の開発技法, デザイン学研究, Vol. 45, No. 5, 1-6, 1999

19) 吉岡徹, 被服における図柄のイメージ, デザイン学研究, No. 47, 35-40, 1984

20) 寺内文雄ほか, 木目模様の方角と嗜好, デザイン学研究, Vol. 42 No. 2, 7-12, 1995

21) 加藤俊一ほか, マルチメディア商標・意匠データベース TRADEMARK, 電子情報通信学会技術報告, PRU88-9, 31-38, 1988

22) 梁瀬度子, コーヒーカップのデザインの心理評価に関する研究, 人間工学, Vol. 14, No. 6, 327-334, 1978

23) 村上讓司, 嗜好評価モデルの構築, 日本ファジィ学会誌, Vol. 5, No. 6, 1383-1392, 1993

24) 石原茂和ほか, ニューラルネットワークを用いた感性工学エキスパートシステム - 色彩における感性構造の分析への適用, 人間工学, Vol. 31, No. 6, 389-398, 1995

25) 李昇姫ほか, 感性的情報処理とアイコンによるイメージの抽象化 - デザイン発想支援の具体的応用方法への試み, 芸術学研究, 第2号, 73-82, 1998

26) 金ドンハンほか, 感性指向製品におけるメンタルモデル計測を用いたデザイン支援システム, デザイン学研究, Vol. 44, No. 6, 21-30, 1998

図 0-1 高見堅志郎,世界の文様1 原始美術,青茸社,54,1987

図 0-2 D・シャットシュナイダー,エッシャー・変容の芸術 シンメトリーの発見,日経サイエンス社,293,1991

本 論

第 1 部 理論的研究

第1章 デザイン行為とその視覚認知的性質

- 1.1. デザイン行為と見ること
- 1.2. 視覚認知研究の概念
 - 1.2.1. 認知とは何か
 - 1.2.2. 視覚認知研究の歴史的考察
 - 1.2.3. 視覚認知研究の領域
- 1.3. 視覚認知の構造と働き
 - 1.3.1. 視覚の生理的機能
 - 1.3.2. 視覚認知の形成プロセス
- 1.4. 認知のトップダウン型処理に関する研究
 - 1.4.1. トップダウン処理の要因
 - 1.4.2. ナイサーの知覚循環論
 - 1.4.3. ポラニーの暗黙知
- 1.5. 造形物に対する視覚認知
 - 1.5.1. 心理学における図形認知研究
 - 1.5.2. ゲシュタルト心理学における視覚の原理
 - 1.5.3. ゲシュタルト心理学とデザイン研究
 - 1.5.4. 情報科学における図形認知研究
 - 1.5.5. デザイン学・人間工学・感性工学における視覚認知研究
- 1.6. 視覚の体制化における選択
- 1.7. 第1章の結論

1.1. デザイン行為と見ること

デザイン行為とは突き詰めていえば、新たな見方を発見する行為であると言える。解決すべき問題や目的に対する新たな切り口を見つけたり、従来にはなかった手段や表現を創出することは、新たな見方の発見にほかならない。ただしここで述べようとしているのは、観念的な、あるいは比喩的な意味での、見るという言葉の共通性ではない。あくまで見るという行為の実際的な現象に関してである。

それを具体的に示すために、デザインの初期段階のスクラッチスケッチのような作業における行為をあげることができる。デザイナーにとってスケッチワークとは、その行為を通して目的に対するデザイン解を模索する手段である。特に初期のスクラッチスケッチのような作業では、気ままにペンを走らせながら、半ば無意識にそこに表現したのを見て何らかのインスピレーションを得ようとすることになる。このときに重要なのは、描いた断片的な線や形を、どのように見立てるかという問題である。そこに描かれた形を、考えようとしている対象物のどの部分として、あるいは動作の表現なども含め何を表したものとしてみるかによって、そこからインスピレーションやアイデアが発生するのである。デザインにおけるアイデア創出を視覚に頼る行為によって行うかぎり、行為の本質には表現されたものをどのように見立てるかという視覚的な問題が存在している。この場合の創造行為とは、そこに新たな見方を発見することにほかならないのである。

何気なく描いた曲線に対する見方がデザイナーの中でかつてなかった見方となった時に、新たなデザインが生まれるであろう。同じような曲線は他の人間も描くであろうが、その曲線を特定の見方で見ないかぎり、新たなデザインは生まれにくい。同じような曲線が、それを見る者の見方でどのようにも捉えうるということである。このように考えると、デザインという行為自体が、特定の対象物をどのように見るかという視覚の多様性に依存しているということが明らかであろう。

デザインに限らず創造の方法論として広くとらえた場合でも、発想法の代表的な手法であるKJ法やPERTなどは、いずれも論理的な構造を非言語的に表現することで潜在的な問題や構造の理解を容易にしようとするものであり、問題構造をビジュアル化して視覚的にとらえようとする方法であるとみなすことができる。

また脳生理学者の千葉康則によれば、創造的行為に欠かせない「ひらめき」とは言語機能だけでは生まれず、非言語機能によって視点を変えて全体をとらえることが重要であるという [注1]。中山正和の創造性に関する理論でも、脳内の処理において言語的な信号系とは異なる信号系に属する視覚にたよることが、創造行為に有効であるという [注2]。これらの記述からもどのように見るかということが比喩的ではなく、実際的な行為として創造に結びついていることがわかる。

米国の哲学者V・C・オールドリッチはその著書「芸術の哲学」[注3]の中で、芸術の本質が対象に対する視覚の選択にあると述べ、芸術作品の創造とは、その作品にどのような見方を表現するかであるという。ある対象を物理的な対象として見ることを観察と呼び、美的な対象として印象的に見ることを観照と呼ぶ。対象を観照的な見方で見なければ芸術は成立せず、また、対象に対する観照主観の視覚の持ち方によって、多様な見方の変換が存在すると述べている。それは特殊な場合にのみ発生するのではなく、視覚のあらゆる状況に関与している現象である。彼は同一の対象に対するさまざまな見方をアスペクト (aspect) と呼び、見方が変換することをアスペクション (aspection) と名付けた。観察と観照というジャンルのアスペクトの変換、そして観照という同一のジャンル内においても多様なアスペクトの変換が存在する。作品にどのようなアスペクトを表現し、どのようなアスペクトでそれが見られるかが芸術作品の解釈であるという。

このアスペクトおよびアスペクションの概念は芸術作品の創造および鑑賞行為のみならず、デザインにおける発想行為とユーザーの評価にもあてはまると考えられる。たとえば、企業やブランドなどのシンボルマークのデザインにおいて、デザイナーは単純なシルエットの中に複数のアスペクトを盛り込もうとすることがある。企業の名前のイニシャルのようでもあり、円や三角形といった抽象形態のようでもあるデザインという例は多い。しかしそれを見る人は、必ずしもそのようなデザイナーの意図するアスペクトを認識しているとは限らず、むしろデザイナーが考えていなかった異なるアスペクトを作り上げていることもありうる。トヨタの現在のシンボルマーク (図1-1) が使われはじめたとき、デザイナーの意図は明らかにTという文字であり、同時に天体の軌道のような楕円の組み合わせ

せでもあるという二つのアスペクトを表現していることが明白であったが、それが水牛の頭のように見えて格好が悪いという声が聞かれた。この例に限らず、マークのデザインは明らかにアスペクトやアスペクションを考える行為であると言えるし、そのデザインが成功であるかどうかは鑑賞者にデザイナーと同じアスペクトを形成させられるかどうかということによる部分が大きいであろう(図1-2)。

他のデザイン分野においても、デザインという行為には多かれ少なかれユーザーあるいは鑑賞者とのアスペクト共有の問題が存在しており、デザイナーが意図した見方を第三者の視覚において再現できるかどうか重要な問題であると言える。しかし本来認知とは多様性を前提としたものであり、その中で特定の見方を選択させようとするところにデザインの難しさがあるということも言えるであろう。

本研究は以上のような問題意識を出発点として理論的展開をはかることとし、本章ではまず視覚認知について考察し、次に、特にデザインや造形表現に対する視覚認知について考察する。



図1-1 トヨタのシンボルマーク

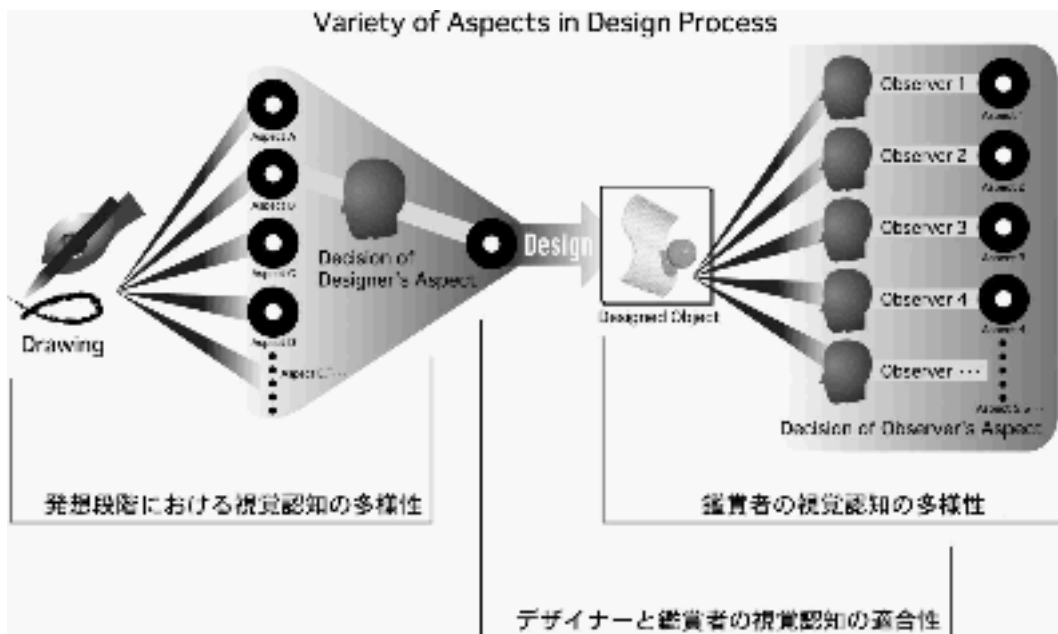


図1-2 デザインにおける視覚認知の適合

1.2. 視覚認知研究の概念

1.2.1. 認知とは何か

講談社日本語大辞典第二版によれば認知の意味として以下の記述がある。

にん-ち 【認知】 ? 事象について知ること。knowledge ? 心理学で、対象に気づいてそのものの意味を知ること。また、その過程の総体。cognition (後略) [注4]

これらの意味分類に従えば、本研究において扱おうとする認知とは? の cognition である。認知という語の同様の意味について、大辞林では以下のように記述している。

(前略)(3)〔心〕〔cognition〕生活体が対象についての知識を得ること。また、その過程。知覚だけでなく、推理・判断・記憶などの機能を含み、外界の情報を能動的に収集し処理する過程。 [注5]

また、cognition の意味としては以下のような記述がある。

cog·ni·tion -n 1 認知, 認識; 認識作用, 認識力 (cf. conation).
2 認識されたもの, 知識 (knowledge). [注6]

この記述から、「認知」と「cognition」はほぼ同義であるといえる。したがって、本研究で取り扱う認知とは外界の情報を能動的に収集し処理する過程としての認知であり、それは英語の cognition に相当するものである。そしてそれを人間の視覚を通して行なう場合の過程を本論文では視覚認知という語で表すものとする。認知と意味の近い語として「知覚」があるが、大辞林によれば知覚は「感覚器官に与えられた刺激作用を通して、外界の事物・事象を、ひとまとまりの有意味な対象としてつかむはた

らき」であり、記憶などによらず感覚器官から得られた直接的なものを指す。認知は知覚も含め、記憶などの高次な機能も含めた広い意味での外界把握である。

1.2.2. 視覚認知研究の歴史的考察

視覚認知研究の先駆けとなったのは、ドイツにおけるゲシュタルト心理学 (Gestalt psychology) である。ゲシュタルトが形態の意味であることに代表されるように、この研究領域においては図形に対する視知覚の研究が多く行われた。特にG・カニッツアの著書「視覚の文法」[注7]においては、多くの具体的事例を用いて図形の知覚に関する原理が解説されている。その後、特に情報処理理論の登場を契機として、今日の認知心理学や認知科学における視覚認知研究のスタイルが生まれることになる。

認知心理学における視覚認知の研究を概観した「認知心理学重要研究集 1 視覚認知」[注8]によれば、これまでの視覚認知研究における主流として大きくまとめると5つの理論がある。第1にはヘルムホルツが提唱した見解であり、それは「眼がとらえる刺激には外界の事物の特性をあいまいなく決定するには不十分な情報しか含まれておらず、生体内に蓄積した既存の知識や記憶、および期待や推論などの内的媒介過程が積極的にはたらくことにより私たちの知覚は成立する」という理論である。第2にはギブソンの見解である。これは、「対象や環境の属性の知覚に必要なすべての情報はすでに刺激のなかに豊富に与えられており、生体は単にそれらをピックアップすればよく、解釈や推論などの内的処理は必要がない」とするものである。そして第3は情報处理的アプローチである。「人間の情報処理をどのようにとらえ、どのように実現するかについて、大きくみればボトムアップ処理とトップダウン処理の2通りの考え方がある」とし、「ナイサー (Neisser, 1976) は、ボトムアップとトップダウンの処理が循環して生起するとしている (知覚循環説)。」第4には計算理論の見解がある。その提唱者はD・マーである。彼は、「視覚系の計算目標を、2次

元平面である網膜に投影された画像から外界の3次元構造を復元することにあるととらえ、そのためにはどのような下位計算が必要になるのかを明確化した。」第5はニューラルネットによるアプローチである。「情報処理過程をニューラルネット(神経回路網)のふるまいとのアナロジーでとらえ、逐時的な処理手順を全く仮定しない並列分散処理を適用するアプローチが、ラムハートとマックレーランド(Rumelhart&McClelland, 1986)により提唱され」たことによるものである。

これらの見解のいずれの立場をとるかは研究者によって異なるが、現在視覚認知に関する研究は多方面の分野で行われており、広範な広がりを見せている。上記引用の文献によれば「視覚認知は学際的な研究テーマになっており、生理学、心理学、そして計算理論のそれぞれのアプローチが交差しながら活発な取り組みがなされている」状況である。

1.2.3. 視覚認知研究の領域

この領域の研究を行う科学分野として認知心理学や認知科学がある。これらの名称は混同されている場合が多く、専門書などにおいても明確に区別されていない状況があるが、本来同一のものではない。海保によれば、認知科学と認知心理学の違いは以下のような点である。

区別する際の基本は、何によって心を語るかである。認知心理学のほうは、もっぱら経験データによって、認知科学のほうは、もっぱら記号や論理で構築されるモデルによって語る。[注9]

どちらの領域も認知を研究として扱うわけだが、その方法に違いがあるとしている。また、大島によれば、認知科学は「『知』の仕組みやはたらしきを知ることによって、それをさらに発展させ、人間の生存に役立つように利用するための方法を見いだそう」とするものである。また、「知覚、学習、記憶、判断、思考等の過程は、従来は心理学の中で比較的独立した

研究テーマとして個別に扱われることが多かった。しかし認知科学では、それらが一体となって生み出される知的な行動全体に着目し、同じ研究方法により扱おうとしている」と説明している [注10]。この文からは、認知科学と心理学の違いはその方法よりも対象とする人間の行動に対するとらえかたにあると考えることができる。

認知心理学が心理学という研究領域の延長線で従来からの心理学の方法論に立脚しているのに対して、認知科学は人間の知のプロセスをより総合的に取り扱うために他の研究手法が導入されており、特に情報理論に代表されるように、従来からの心理学の領域を越えたものになっていると見ることができる。

したがって、認知科学と認知心理学の関係としては、認知科学が心理学に留まらず他の領域のアプローチも含め多角的に認知という行為に迫ろうとするものであり、より幅の広い領域であるといえよう。特に情報科学など、モデルを構築して対象を研究しようとする方法論の導入が認知科学の特色となっており、それが方法の違いとして現れているといえる。ただし、現在の認知科学の領域は学際的であり、種々の学問領域が関わるものとなっているためそこにみられるアプローチも多様化している。生理学や言語学、哲学など多方面の研究領域における研究成果を結びつける役割を認知科学が担っている状況がある。

認知科学および認知心理学以外にも認知を扱う領域がある。それらは認知を扱うという点において認知科学に含まれるという見方も可能であるし、それぞれの分野の研究領域に認知の概念が導入されてきていると考える事も可能である。それだけ今日広範な研究領域で認知の概念が重要なものとなっているといえよう。

情報科学の分野では、人間の行為や判断をコンピュータによって行わせようとする試みが進められており、そのために人間の認知行動を知る事が必要となっている。また、主として情報機器操作などにおけるインタフェースの改善やデザイン手法の問題として人間工学、デザイン学の領域で認知

モデルの概念が重要となっている。そして感性工学の領域では人間の感性的な判断行為を研究するうえで認知の問題が重要な要素となっている。本研究もこの感性工学の立場から文様に対する視覚認知の構造にアプローチしようとするものである。美学においてはE・H・ゴンブリッチの視覚認知に基づいた美術評論や、R・アルンハイムに代表される芸術心理学の分野からのアプローチが導入されて以来、視覚認知の要因が重要な検討課題となっている。

1.3. 視覚認知の構造と働き

1.3.1. 視覚の生理的機能

人間の生理的機能から視覚認知の過程を概説する。外光が眼球内部の網膜に到達すると、網膜における色素層、桿体および錐体からなる光受容細胞によって電気的エネルギーに変換される。桿体は明暗に反応し、錐体は赤、青、緑に対応する3種類からなる。錐体は中心部に多く分布し、桿体は周辺部に多く分布する。中心から70°の範囲には錐体のみが分布しており、この部分を中心窩という。対象の凝視点像はここに結ばれる。変換された電気信号は錐体、桿体から双極細胞、神経節細胞を経て中枢へ送られる。錐体、桿体と双極細胞はシナプス(synapse)によって連結されているが、ここで光受容細胞はグループ化され、双極細胞において受容野と呼ばれる知覚領域を形成している。そして神経節細胞において信号はデジタルに変換される(図1-3)。その後視神経を通り脳に至る信号のうち、両眼それぞれの外側の視野は視交差で眼球の位置関係と左右が入れ替わり、外側膝状体と呼ばれる中脳の器官に入る(図1-4)。

外側膝状体の出力は大脳皮質に送られ右眼、左眼それぞれの対応関係を反映して右半球と左半球の第1視覚野(V1野)に投影される。左右のV1野は脳梁によって繋がれ、情報が送られることで左右視野の連続性が保たれている。V1野はその後のV2野やV4野などとともに色やかたちの情報を分析する特徴抽出機能を持つと考えられている。またV1野から他のルー

トによる情報の流れもあり、こちらは運動や空間の情報分析に対応するものと考えられている。

人間の視野角は水平方向で左右それぞれ90°の約180°であり、垂直方向では上下それぞれ約65°の130°であるが、鋭敏な部分はより限られ、最も鋭敏な中心窩による中心視は視野角では1°から2°程度である。視野角10°までを傍中心視、それ以上を周辺視という。視力は中心からの角度が大きくなるにつれて落ちるが、60°以上の周辺視でも動く対象を捉えることは可能である。眼球は3対の外眼筋の収縮と弛緩によって動かされる。眼球はサッケードと呼ばれる運動によって絶えず無意識に動いて対象を走査しているが、特定の部分を注視することも行っており、注視と走査を繰り返している。

1.3.2. 視覚認知の形成プロセス

上述の生理学的機能による視覚認知の流れを視覚認知の形成システムとして概念的に表現すると、以下ようになる。入力としての光刺激は眼球という光学系あるいはその動きを制御する運動系、制御系などの媒介装置

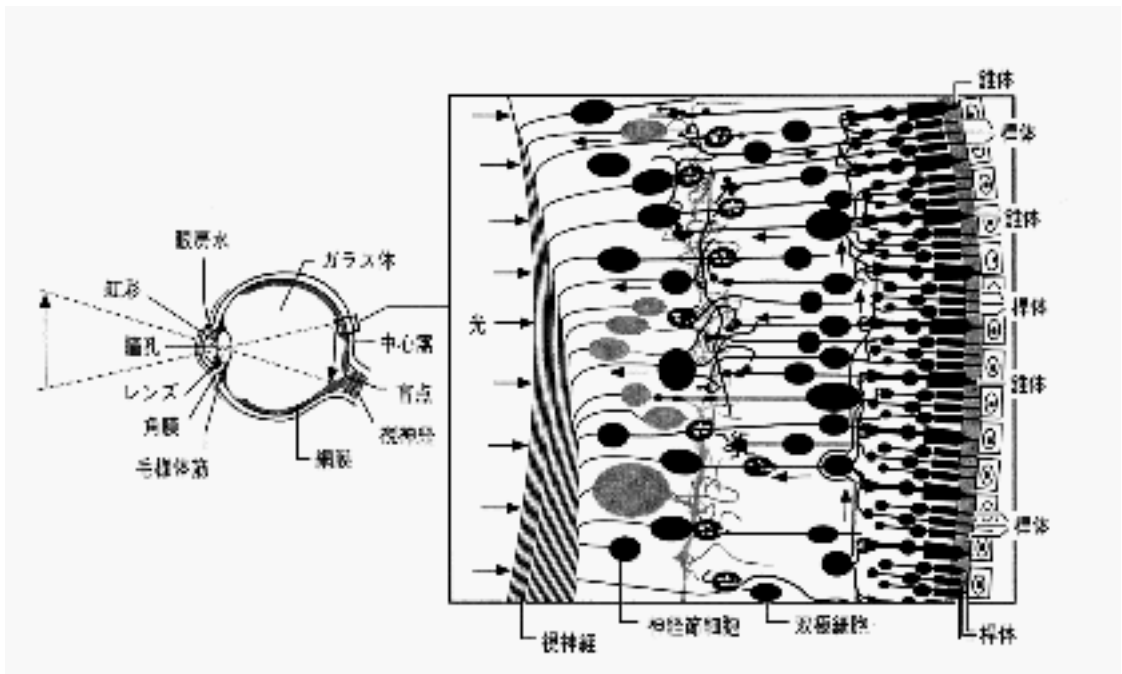


図 1-3 目と網膜の模式図

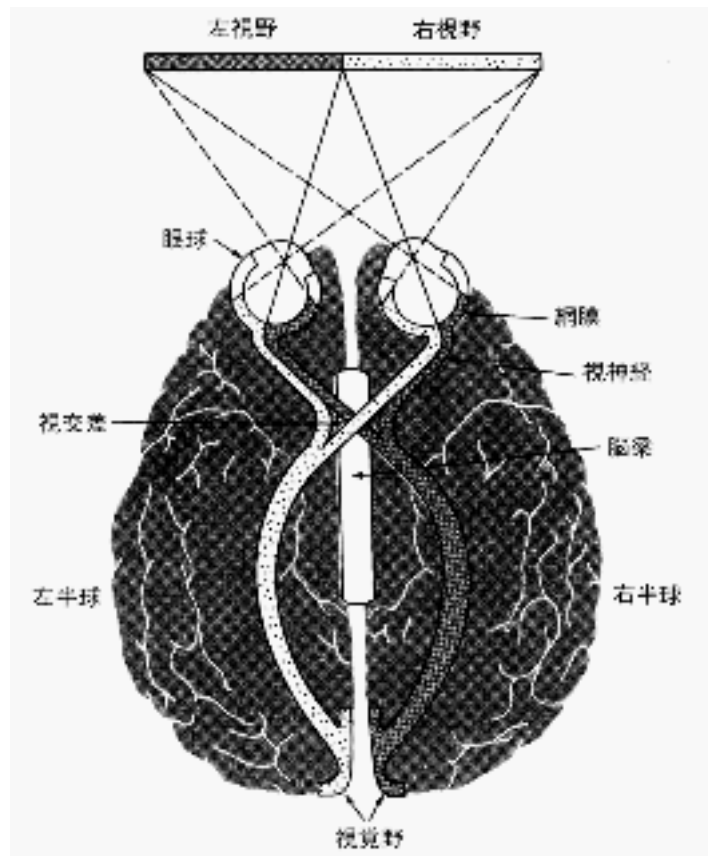


図 1-4 神経経路の模式図

を通して受容細胞というセンサーに送られる。センサーで読み込まれた情報は対象物に関する断片的なデータであるが、これが脳の視覚野に送られて処理が行われ形、色、運動などの特徴抽出により知覚が形成される。そしてその次の段階では記憶などとの照合により個別の知識を用いた処理が行われ、認知が完成する。

視覚認知における基本的な流れは上記のようなものであると考えられるが、実際にはより複雑な過程が存在するものと考えられ、そのプロセスに関しては複数の見解が存在する。

認知科学の領域において認知を情報処理過程として把握する際には、ボトムアップ型処理とトップダウン型処理とが区別される。前者はデータ駆動型とも呼ばれ、視覚や聴覚からの入力データに基づき、分析が低次から

高次へと向かう情報処理を言う。これに対して後者は既存の知識や期待といった認知構造による情報処理であり、概念駆動型とも呼ばれる。

視覚認知の過程において入力データの情報が喚起するボトムアップ型処理と、人間が持つ記憶や知識が決定するトップダウン型処理がどのように関係するののかについては見解の相違があり、それは研究の立場の違いに結びついている。しかし今日の視覚認知に関する一般的な理解として、少なくとも人間の視覚認知行為にはこのボトムアップとトップダウンの相互作用的な影響が存在していることは認めるべきであろう。

本研究においては視覚認知の一般的な理解に基づき、視覚認知プロセスを3つの段階で捉えることとする。N・ウェイドにならい(図1-5) [注11] 各段階において形成された情報を外界データの写像として、各段階

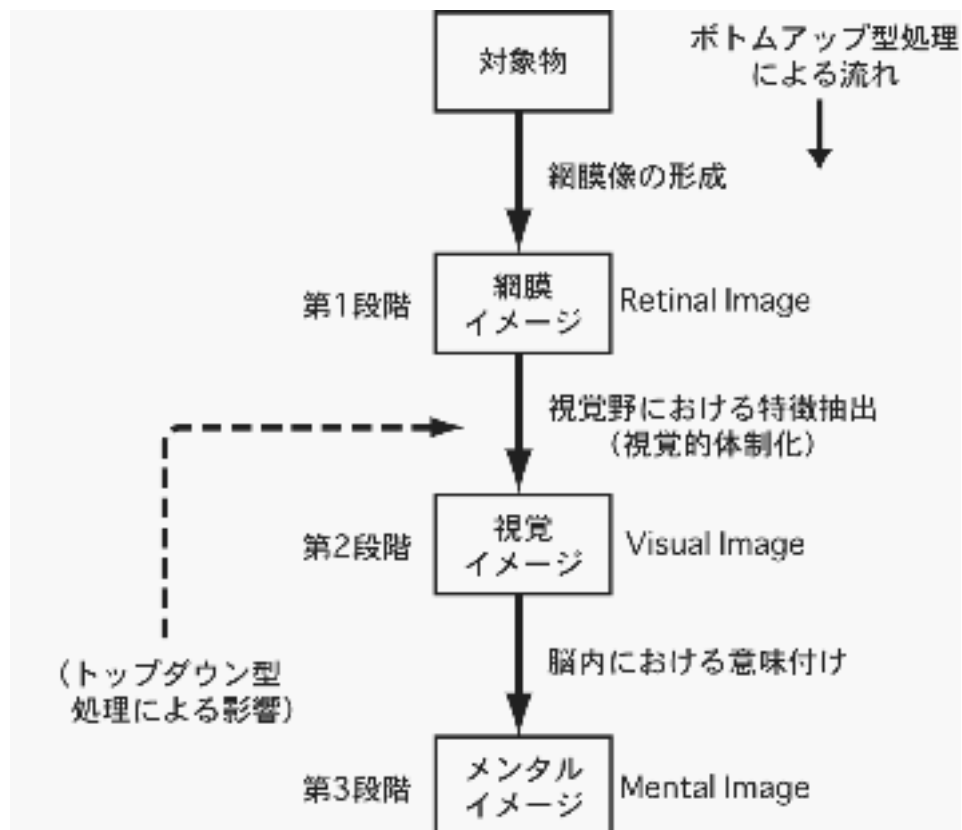


図1-5 N・ウェイドに基づく視覚プロセス(ウェイドの図を参考に再構成)

のイメージという語で表現する。つまり、網膜というセンサー部において形成された外界データを網膜イメージ (Retinal Image)、その後の脳の視覚野における特徴抽出によって形成されたものを視覚イメージ (Visual Image)、さらにその後記憶などと結びつき、意味が与えられた段階をメンタルイメージ (Mental Image) と規定する。網膜イメージはあくまで外界の断片的なデータの投影であり、それ自体には解釈や意味は付与されていない。視覚イメージは対象の特徴抽出が行われることによって、対象に対する特定の見方が決定されたものである。そしてメンタルイメージは記憶や知識などによって意味付けがなされたものであり、高次の心理的側面の影響を受けたものである。ただし、ボトムアップとトップダウンの相互関係が存在するという説をとれば、特徴抽出段階においてもトップダウン型の処理が影響していることが考えられる。つまり知識などの要因が特徴抽出を規定している場合もありうる。

1.4. 認知のトップダウン型処理に関する研究

1.4.1. トップダウン処理の要因

視覚認知の成立には対象の属性によって喚起され決定される部分以外に、認知の主体である人間が持つ知識などによって決定される部分である、トップダウン型の処理の要因が存在する。ボトムアップ型の処理とトップダウン型の処理の関係については不明な部分が多いが、何らかの相互作用が存在し認知が決定されるものと考えられる。トップダウン型処理の要因と考えられるものとして人間の記憶や知識、知識の構造化されたモデルであるスキーマ、認知の状況に依存するコンテキスト (文脈効果) と呼ばれる要因、そして個人のパーソナリティーの要因などが考えられる。スキーマやコンテキストに関しては主に記憶に関する心理学の研究領域において扱われてきた。

また心理学の分野では特に個人のパーソナリティーの面から視覚認知の傾向を分類しようとする研究もみられる。性格に関する心理学理論で有名

なのはイギリスの心理学者H・J・アイゼンクである。彼は人間の性格を、計量心理学の立場から統計的手法を用いて分類を行なった。同様の性格分類は他にも多くの研究者が考案しており、適性検査など実用的な目的で応用する検査法が開発されている。その結果で、特に認知の性向によって分類したものを認知形（認知スタイル）と呼び、ケイガンによる熟慮-衝動型、分析-非分析型、ウィトキンによる場依存-独立型、パロンによる単純性嗜好-複雑性嗜好などが知られている〔注12〕。認知型に関する研究事例としては辰野らによる教育心理学における研究がみられる〔注13〕。

視覚認知の過程においては、これらトップダウンの要因は主に脳の視野において対象物の特徴抽出がなされ、体制化が行われた後の第3段階における高次な処理に関わると考えられるが、視覚の初期段階から関わるとする見方もある。トップダウン型処理を重視する理論のうち特に注目すべき見解として、ナイサーの知覚循環論、そしてM・ポラニーの暗黙知について次に述べる。

1.4.2. ナイサーの知覚循環論

ナイサーは内部情報処理理論として一般的な、網膜像を起点として意識にまで至る直線的な流れとして視覚認知を説明することに異議を唱えた〔注14〕。彼はトップダウン的な働きである外界に対する枠組みとしてのスキーマ（図式）と無意識的な探索活動、そして知覚の対象物の3つが循環して連携しあう知覚循環論を提唱した（図1-6）。この3要素は互いに影響しあい、予期スキーマによって知覚者の準備状況がつけられることによって探索活動が方向づけられ、その探索活動によって対象物の情報が抽出されることで知覚が行われ、さらに知覚された対象によってスキーマの修正が行われる。このように常に知覚が循環することによって、直線的な内部情報処理モデルでは説明できない予期的に対象をとらえることや、かつ予期しないものをも見ることができるといった現象を説明しようとする。これは対象との相互作用によって知覚が成立するという観点でギブソンの

考え方を発展させたものであるが、知覚の要因を外的なものだけに帰するギブソンと異なり、トップダウン的な働きを重視したものである。同時に彼の理論はトップダウン型処理を主体にしようとするヘルムホルツ的な理論に対しては、ボトムアップ型よりであり現実的であるといえよう。

1.4.3. ポラニーの暗黙知

M・ポラニーの提唱する暗黙知 [注 15] は、ギブソン同様その斬新な発想が他の研究者に強い影響を与えたと思われるが、実証的な記述が難しいため、概念的な提案にとどまらざるをえない面がある。彼の主張は、単なるトップダウン型処理として知覚における人間の脳の働きをとらえるのではなく、意識外の言語化できないような潜在知覚あるいは闕下知覚として、知覚に関する脳の働きの存在を説明しようとするものである。それを彼は、「我々は語る事ができるより多くのことを知ることができる」という表

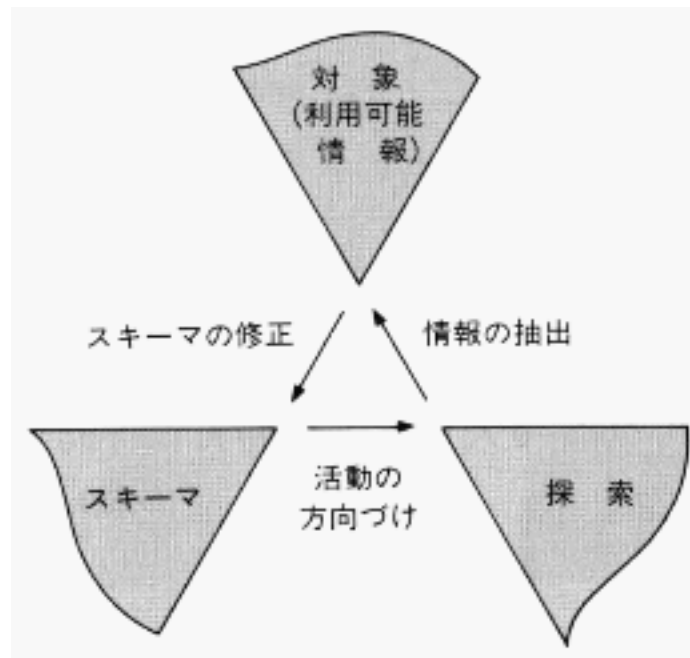


図 1-6 ナイサーの知覚循環

現で述べている。これはゲシュタルト心理学の概念にも似るが、ゲシュタルトが要素的な細目が均衡のとれた状態に達することによって細目の和以上のものが生まれるとの考えなのに対して、ポラニーは逆に、人間の能動的な活動の結果としてそうしたものが成立すると考えている。つまり、ゲシュタルトがボトムアップ的に説明しようとしているものを、ポラニーはトップダウン的に説明しようとしているのである。人間が意識しえない身体内の過程の結果として知覚は方向づけされており、我々はそれを経験としてその知覚の中に知りうるという。本章の最初で述べた、創造的な意味での視覚の多様性を、ポラニーの指摘する暗黙知という概念と結びつけることも可能であろう。創造的な発想やひらめきは意識下の潜在的な活動の結果として瞬間的に得られるものであるからである。彼の理論は、言語的な知識として説明できない人間のさまざまな能力や行為を説明する上で魅力的であるが、客観的な知識として確立することが困難なものである。

1.5. 造形物に対する視覚認知

1.5.1. 心理学における図形認知研究

心理学において特に図形に対する認知研究を行ってきたのは、ゲシュタルト心理学と呼ばれる分野の研究者達である。20世紀初頭にC・エーレンフェルスやM・ヴェルトハイマーらによって提唱され、その後G・カニッツアに至る研究の流れは多くの図形認知に関する事象を扱い、彼らによって図形の認知に関するさまざまな原理が発見されてきた。彼らが特に研究対象としたのは錯視図形（図1-7）である。上述の視覚認知における段階で言えば、主に脳の視覚野において図形の形状などの特徴抽出が行われる第2段階における現象である。これをこの分野では視覚的体制化と呼ぶ。本来外界の断片的な入力データである情報を、どのように特定のまとまりを持った図形として見るのかを体制化の現象としてとらえ、同じデータが異なる体制化をしたり、本来の幾何学的性質とは異なる見え方が起きるような現象を、対象となる図形などの持つ属性として研究してきた。彼らの

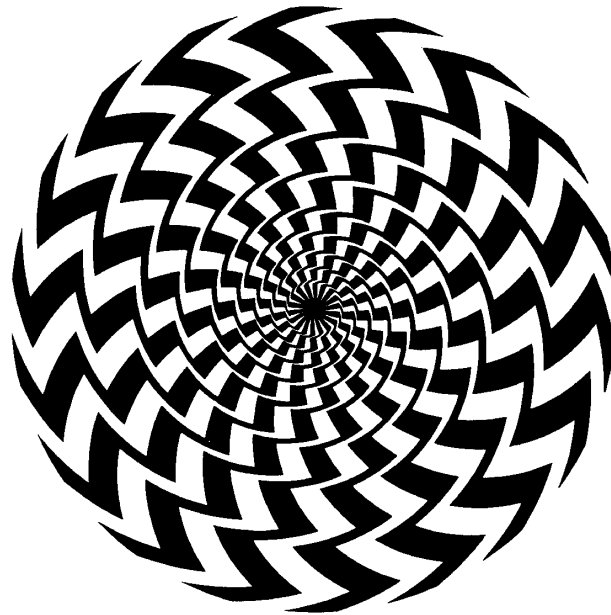


図 1-7 錯視の例 同心円が渦巻き状に見える

研究の多くは視覚認知におけるボトムアップ的性質に対するアプローチであり、体制化を導く視覚的な喚起機能を抽出したものである。

構成学の分野では、ゲシュタルト心理学の成果を造形的な原理の一部として取り入れてきた。したがって構成学における造形の原理は、ゲシュタルト心理学において見いだされた原理の応用と考えることもできる。

また、ゲシュタルト以外の心理学でも視覚認知は重要な領域であり、異なる立場から図形や画像を用いて人間の視覚認知の特性を研究した事例は多い。一例をあげれば、N・ワイシュタインらによる図地処理における空間・時間周波数に関する研究、W・R・ガーナーらによるパターンの冗長度に関する研究などがあげられる [注 16]。

1.5.2. ゲシュタルト心理学における視覚の原理

ゲシュタルト心理学によって分類された視覚的体制化の原理として以下のようなものがある (図 1-8)。

- 近接 似た形状のものが近くにあるとまとまって見える傾向がある (A)
- 類同 類似した形状、大きさ、色はまとまって見える傾向がある (B)
- 閉合 閉じた図形は見られやすい傾向がある (C)
- 共通運命 動きや変化を共有する形は群化する傾向がある (D-a)
- 良形 対称性、規則性のあるものはまとまって見える傾向がある (D-b)
- 連続 滑らかなものは折れ曲がったものよりも見られやすい傾向がある (D-c)
- 整除 群化は全体が割り切れるように見られる傾向がある (E)
- プレグナンツ 安定した規則的な形態は見られやすい傾向がある (F)

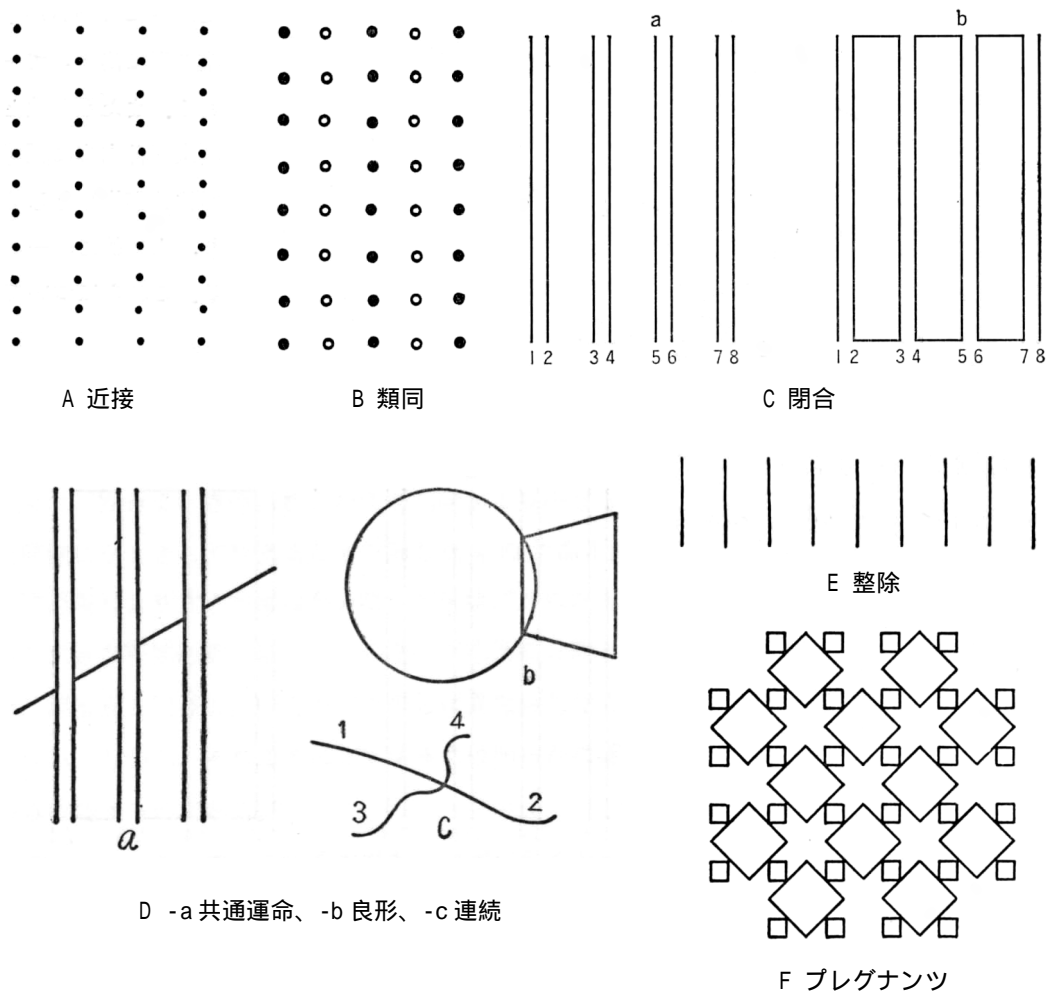


図1-8 ゲシュタルトの視覚の原理

また、ゲシュタルト心理学において、同一の図形に対する複数の見方を研究した事例として、以下のようなものがある。

(1) ルビンによる反転図形研究 (図1-9)

壺の図が有名であるが、他にも図と地が入れ替わる図形を多数示している。

(2) バーンゼンの対称性による図と地の選択の研究 (図1-10)

バーンゼンの研究では、白と黒を反転させてどちらが図に見えるかを実験したところ、ほとんどの人が白黒に関わらず対称な部分を図と判断した。

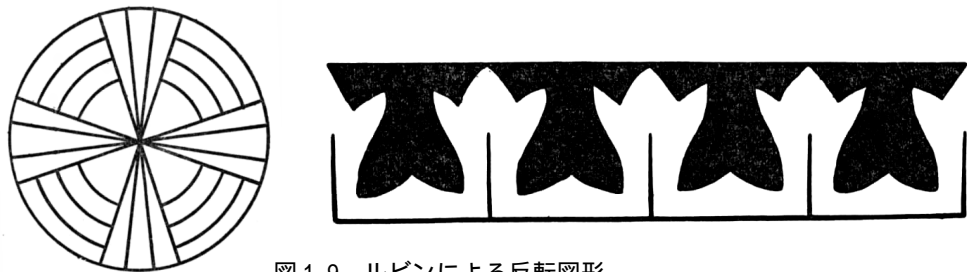


図1-9 ルビンによる反転図形

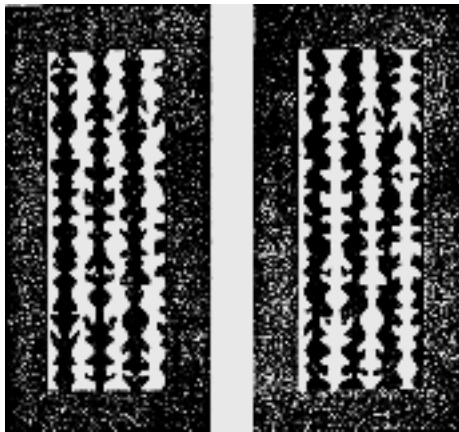


図1-10 バーンゼンの反転図形

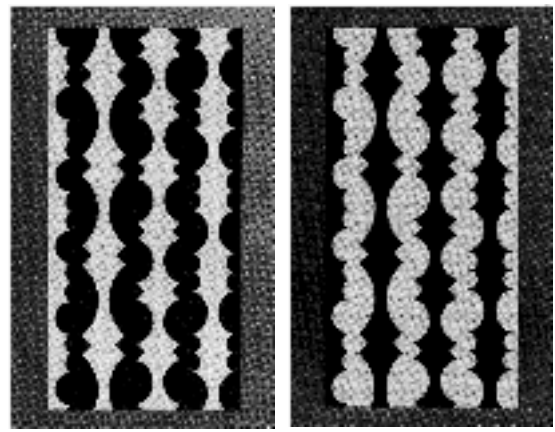


図1-11 カニツツアの反転図形



図1-12 メツツガーによる古代ギリシャの文様

(3) カニツツアによる凸形状の優先実験 (図1-11)

バーンゼンの研究に批判的な立場から、対称性よりも凸形状が優先するという実験結果を示した。

(4) メッツガーの「視覚の法則」(図1-12) [注17]

W・メッツガーの著書「視覚の法則」では、反転する多義的な文様を事例で示し、それらが伝統的に意識的に用いられてきたとする記述がある。ただし具体的事例の反転の原理については深く掘り下げていない。

1.5.3. ゲシュタルト心理学とデザイン研究

ゲシュタルト心理学における研究事例では、その視覚認知原理を図形の要素レベルに還元して説明しようとしているため、完成されたグラフィックデザインや文様デザイン等を扱った例は少ない。上記のメッツガーの著書に見られる程度である。このことは「全体は部分の総和以上のものである」というゲシュタルトの理念からすると意外な感がある。また、ゲシュタルト心理学の研究において今日的に最も疑問が残るのは、その視覚認知的性質を専ら図形のボトムアップ的な要因に帰しており、視覚主体である鑑賞者の側の要因を扱っていないことである。したがって本研究が問題としているような、デザインに関する鑑賞者の視覚認知の多様性についての研究事例をそこに見いだすことはできない。

1.5.4. 認知科学および認知心理学における図形認知研究

認知科学の研究領域で、特に情報科学の分野では、画像認識、画像検索といった研究が主にマルチメディアデータベースへの応用を目指して行われてきた。その基本はパターン認識と呼ばれる技術であり、いかにして対象となる画像や図形に対してコンピュータが特定の特徴を検出して認識を行うかというアプローチである。心理学の分野でも人間の認知過程において外界の刺激パターンをいかに意味付けするかをパターン認知というテーマとして扱うが、同様の概念の応用と言える。特に多いのはコンピュータ

に対象となる画像の意味を認識して分類をさせたり、データベース上のデータを検索させたりする利用である。そのような研究の例として、たとえば多くの図形が存在する図中から特定の特徴を持った図形だけを抽出させようとする美濃らによる研究 [注18] や、画像情報を直接検索キーとして用いて検索を行わせようとする新田らによる研究 [注19] などがある。本研究でも事例研究において、パターン認識技術による文様デザインの分類法を、研究で得られた成果の応用として提案する。

パターン認識以外でも、認知科学的な観点から図形や画像を扱おうとする研究事例は多い。それらはパターン認識同様、いかにして人間の視覚的な行為を人工的、技術的に代行するかという目的によるものか、あるいは逆に人間に対して技術をいかに適応させるかという目的によるものかのどちらかのアプローチである。

たとえば柴田らは、画像に対する主観的な印象を認知的なモデルとして構築し、人間の空間に対する印象に基づいて画像の提示が可能となる提案を行っている [注20]。また、寺岡はコンピュータインタフェースにおけるユーザーに適した情報提示のために、ユーザーの視点を研究して情報提示方法に反映させることを試みている [注21]。

心理学の分野では認知科学と同様視覚認知や図形を扱っていても、研究により原理的な性格が強くなるため、直接デザインなどの表現との関わりが意識されているものは少ない。それらの中で比較的デザイン的な性格を持つ研究事例をあげると、吉田による図形の視覚認知における情報処理に関する実験的研究 [注22] や、深水らによるデザインにおける心理実験に基づく視空間伝達モデルの提案 [注23] などがみられる。

1.5.5. デザイン学・人間工学・感性工学における視覚認知研究

視覚認知を扱ったこれらの領域間の境界は厳密なものではなく、いずれも人間の視覚認知的特性を機器のデザインや設計などに反映させようとするアプローチが主である。また、上述の認知科学や情報科学との関連も強

く、どの研究領域に分類するかは、分類の観点の問題であるといえよう。

機器のインタフェースにおいて人間の認知特性を反映させることを目的とした研究の例としては、人間工学の分野における伊藤による研究があげられる [注24]。これはコンピュータディスプレイにおける情報提示位置を人間の視覚認知特性に適合させようとする研究である。

その他感性工学の分野では、自動車の内装デザインの視覚的要因が乗員に与える印象を被験者に評価させて造形表現との関わりを研究した柳島らによる事例などがある [注25]。また、構成学の流れを汲む造形原理としての図形認知研究は主にデザイン学においてみられ、たとえば原田らによる研究では、人間の認知特性に基づいて立体図形の分類方法を提案している [注26]。その他デザイン研究に視覚認知的な観点を取り入れた例は多くないが、たとえば中西らによる、視点の移動からデザインの評価における着目点を探ろうとする研究がある [注27]。

1.6. 視覚の体制化における選択

視覚認知の形成プロセスにおいて、対象の形態的な見方が決定されるのは第2段階の視覚イメージにおいてであり、これが上述のゲシュタルト心理学において体制化と呼ぶものであるといえるが、知覚者は知覚対象を見るとき眼球の頻繁な動きによって様々なレベルで視点を流動的に切り替えており、それら複数の視点のうちのどれを選択するかによって異なる体制化が行われ、図形としての見方が決定されると考えられる。その際、選択の要因として知覚対象が持つ造形的性質によって、ボトムアップ的に知覚者の注意を特定の造形的特徴に向かわせる、体制化の喚起機能があると考えられる。

アヒル-ウサギの図に代表される曖昧図形や、本研究において扱おうとする多義性のある文様などの場合、複数の喚起機能が一つの文様の中に競合しながら存在しているため、どの喚起機能にしたがって視点を決定し体制化を行うかによって異なる見方が可能となっていると思われる。一般的

な知覚において対象に明確な喚起機能が存在しなかったとしても、知覚者は何らかの条件で対象の網膜イメージの持つ可能性の中から特定の視点を選択しているものと思われる。そこにはトップダウン型の処理も影響しているものと考えられるが、仮にナイサーが主張するように、トップダウン型の処理が視覚の成立以前から影響し相互作用が常に働いているとしても、体制化の可能性は無数に存在するわけではなく、いくつかの選択肢に限られることから、少なくともこの体制化の段階までに関してはボトムアップ的な要因が主体であろうと考えられる。

したがって我々が対象を見るとき、そこに複数の見方を感じる経験は、この体制化の相違によるものであると考えられる。言い換えれば体制化の問題は、知覚者が対象の持つ体制化の可能性のうちの、いずれを選択しているのかということである。つまり視覚認知における第2段階の視覚イメージを、体制化の選択問題としてとらえる事が有効であることが考えられる。

なお、視覚認知における体制化の選択には、ボトムアップ的な要因とトップダウン的な要因の双方が関わっているものと考えられるが、本研究においてはデザインの支援となる情報を抽出することを目的としているので、人間の脳内におけるトップダウン型処理の要因を直接研究対象とすることは範囲外とする。具体的には、知識など概念的な認知の要因は扱わず、デザインの属性といったボトムアップ側の条件や、トップダウン的な要因も作用した結果としての実験データを検討することにより、視覚認知を研究するものとする。

1.7. 第1章の結論

本研究で扱う認知とは外界の情報を能動的に収集し処理する過程としての認知であり、それを人間の視覚を通して行なう場合の過程を本論文では視覚認知という語で表すものとする。

視覚認知研究は先がけとしてゲシュタルト心理学において研究が活発に行われたが、これまでの視覚認知研究における主流として5つの理論がある。第1にヘルムホルツによる見解、第2にギブソンの見解、第3に情報処理的アプローチ、第4に計算理論の見解、そして第5はニューラルネットワークによるアプローチである。これらの見解のいずれの立場をとるかは研究者の視点によって異なるが、現在視覚認知に関する研究は多方面の分野で行われており、広範な広がりを見せている。ゲシュタルト心理学においては図形に対する認知研究が行われたが、その視覚認知的性質を専ら図形のボトムアップ的な要因に帰しており、視覚の主体である鑑賞者の側の要因は扱っていない。

視覚認知のプロセスは網膜から脳にいたるモデルとしてとらえることができるが、実際にはボトムアップ型の処理とトップダウン型の処理の相互作用による複雑な過程が存在するものと思われる。

本研究においては視覚認知プロセスを3つの段階としてとらえ、網膜において形成された網膜イメージ、視覚野における特徴抽出によって体制化が行われ形成された視覚イメージ、記憶などと結びつき、意味が与えられた段階をメンタルイメージと規定する。造形物に対する見方の違いとは視覚イメージの違いであり、体制化の相違である。

本研究では、同一物を見ていても、様々な要因によって異なる体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されているのではないかとの認識から、体制化における選択の問題としてこれをとらえる。

第1章の注および引用文献

- 1) 千葉康則, ひらめきの開発, 講談社, 150-153, 1985
- 2) 中山正和, 創造思考の技術, 講談社, 180-184, 1970
- 3) V・C・オールドリッチ, 芸術の哲学, 培風館, 1968
- 4) 講談社カラー版日本語大辞典第二版, 講談社, 1652, 1995
- 5) 大辞林第二版, 三省堂, 1859, 1995
- 6) 研究社英和大辞典第5版, 研究社, 415, 1980
- 7) G・カニツア, 野口薫監訳, カニツア視覚の文法-ゲシュタルト知覚論-, サイエンス社, 1985
- 8) 斉藤勇ほか, 認知心理学重要研究集1 視覚認知, 誠信書房, 2-6, 1995
- 9) 海保博之ほか, 認知研究の技法, 福村出版, 10, 1999
- 10) 大島尚ほか, 認知科学, 新曜社, 2-3, 1986
- 11) N・ウェイド, 近藤倫明訳, ビジュアル・アリュージョン 知覚における絵画の意味, ナカニシヤ出版, 1991
- 12) 中谷洋平ほか, 美と造形の心理学, 北大路書房, 168-169, 1993
- 13) 辰野千寿ほか, 認知型に関する教育心理学的研究, 教育心理学年報, 第12集, 63-107, 1972
- 14) U・ナイサー, 古崎敬ほか訳, 認知の構図 人間は現実をどのようにとらえるか, サイエンス社, 1978
- 15) M・ポラニー, 佐藤敬三訳, 暗黙知の次元 言語から非言語へ, 紀伊国屋書店, 1980
- 16) 斉藤勇ほか, 認知心理学重要研究集1 視覚認知, 誠信書房, 68-70, 95-98, 1995
- 17) W・メッツガー, 盛永四郎訳, 視覚の法則, 岩波書店, 1968
- 18) 美濃導彦ほか, 視覚的特徴に基づく図形からのシンボル候補の抽出と分類, 情報処理学会論文誌 Vol. 35, No. 9, 1073-1081, 1992
- 19) 新田祐介ほか, 知覚に基づく類似図形パターン検索, 情報処理学会研究報告データベースシステム, 82-4, 1-10, 1991

- 20) 柴田滝也ほか, 3次元空間の主観的認知過程のモデル化 - 景観画像の感性情報処理の課題 -, 情報処理学会研究報告, 96-CG-83-9, 65-72, 1996
- 21) 寺岡照彦ほか, ユーザーの「視点」に基づく適応的な情報視覚化, 情報処理学会誌, Vol. 39, No. 5, 1365-1372, 1998
- 22) 吉田辰夫, 視覚系における図形情報の表現形式, 人間工学, Vol. 16, No. 6, 325-333, 1980
- 23) 深水義之ほか, 心理実験に基づく視空間伝達モデルの提案, デザイン学研究, Vol. 45, No. 4, 75-82, 1998
- 24) 伊藤謙治, ヒューマン-コンピュータインターフェースにおける表示情報設計のための視覚認知モデル, 人間工学, Vol. 24, No. 3, 177-187, 1988
- 25) 柳島孝幸ほか, 自動車インテリアの感性人間工学, 人間工学, Vol. 24, 特別号, 38-39, 1988
- 26) 原田利宣ほか, 人の認知に基づいた「認知幾何」の提案, デザイン学研究, No. 107, 1-8, 1995
- 27) 中西わかなほか, 視覚探索からみた自動車デザインの評価に関する研究, デザイン学研究, 第45回研究発表大会概要集, 202-203, 1998

- 図1-3 R・L・ソルソ, 鈴木光太郎ほか訳, 脳は絵をどのように理解するか 絵画の認知科学, 新曜社, 20, 1997
- 図1-4 R・L・ソルソ, 鈴木光太郎ほか訳, 脳は絵をどのように理解するか 絵画の認知科学, 新曜社, 40, 1997
- 図1-5 N・ウェイド, 近藤倫明訳, ビジュアル・アリュージョン 知覚における絵画の意味, ナカニシヤ出版, 241, 1991
- 図1-6 齊藤勇ほか, 認知心理学重要研究集1 視覚認知, 15, 誠信書房
- 図1-7 N・ウェイド, 近藤倫明ほか訳, ビジュアル・イリュージョン-芸術と心理学の融合, 誠信書房, 240, 1989
- 図1-8 A~D D・カッツ, 武政太郎ほか訳, ゲシュタルト心理学, 新書館, 35-36, 1962
- E, F W・メッツガー, 盛永四郎訳, 視覚の法則, 岩波書店, 28-29, 1968
- 図1-9 D・カッツ, 武政太郎ほか訳, ゲシュタルト心理学, 新書館, 41, 1962
- 図1-10 W・メッツガー, 盛永四郎訳, 視覚の法則, 岩波書店, 27, 1968
- 図1-11 G・カニッツァ, 野口薫監訳, カニッツァ視覚の文法-ゲシュタルト知覚論-, サイエンス社, 92-93, 1985
- 図1-12 W・メッツガー, 盛永四郎訳, 視覚の法則, 岩波書店, 34, 1968

第2章 文様デザインの特質

2.1. 文様とは

2.2. 文様の文化的意義と歴史

2.2.1. 文様の象徴的機能

2.2.2. 文様の起源

2.3. 縄文の造形に見る文様と装飾の性質

2.3.1. 縄文の造形の特徴

2.3.2. 装飾という行為の意味

2.3.3. 文様の造形における視覚的要因

2.4. 文様利用の諸相

2.4.1. 装飾としての文様

2.4.2. 文様表現と対象物

2.5. 文様の分類

2.5.1. 文様分類の方法

2.5.2. モチーフによる分類

2.5.3. その他の分類法

2.6. 文様の構造

2.6.1. 文様の生成と造形原理

2.6.2. 文様の構成

2.7. 文様研究の領域

2.7.1. 文様研究の領域的分類

2.7.2. 美学的研究

2.7.3. 歴史文化的研究

2.7.4. 造形的研究

2.7.5. その他の研究事例

2.8. 文様に対する視覚認知

2.8.1. 本研究における文様の位置づけ

2.8.2. 視覚認知研究の対象としての文様

2.9. 第2章の結論

2.1.1. 文様とは

本研究の事例研究では、文様のデザインを対象とする。本研究はデザインに対する視覚認知的性質を扱うものであるが、文様をその研究素材とするのは、文様のもつ性質が本研究の趣旨に適したものであるからである。それを明らかにするために、本章では文様デザインの性質について考察する。文様という語の語義について、専門書では以下のように記述している。

文様（もんよう） 紋様とも書く。* 模様とほぼ同義に用いられているが、漢字の「文」あるいは「紋」は飾りとしてのあるまとまった単位形象（figure, motif, 英）を指し、したがって文様（紋様）は文（紋）に近いものか、文の繰返しによって構成される装飾図形を意味する。なお近年は広義に解して、模様・* 絵模様までを含む総称として用いる傾向がある。[注1]

もんよう 文様 [pattern]

紋様ともいう。模様，意匠などと混同されて使われているが，広義では，“装飾として描かれた美しい絵・形模様”の総称である。しかし狭義では，漢字の文や紋は，“飾り，彩り”などの意味があり，様は“ひながた”“かたち”などを意味するところから，装飾的なひながた，つまり複製を前提とした便化された模様のことをさす．家紋の紋などのように便化されたかたちは，模様や意匠ではあるが，文様といった方がより正しい表現になると思われる。なお，文様は，1単位だけでなく，文様の繰返しによって構成された図案全体をも文様という。[注2]

上記の文中にあるように、多くの文献では文様を模様と同義に扱っており、また文様という語の一部となっている「文（紋）」という語についても意味が混同されて用いられている状況がある。「かたちの発想」の中では、模様について以下のように記述している。

(前略) 勝見勝氏は、模様について次のように規定している。『ものの表面に、こころよい変化を与え、装飾的效果をあげるために工夫された、点・線・面・色・形などのまとまりある構成、もしくは秩序ある配列をいい』と。(中略) 模様は装飾的效果をあげるために工夫されたものであって、単なるなぐり画きや偶然の出来事ではない。そこには予測なり、計画が必要なのである。そして模様にある種のまとまりや秩序がなければならない。
[注3]

最初にあげた文献の定義からすれば、この文で述べられている対象は文様であると考えられるが、ここでは「模様」という語を用いている。広辞苑においても、文様を、「紋のありさま、模様」としか記述していない。しかし意味的な相違は存在する。これらの語の違いについては、以下の記述が詳しい。

紋(もん) 文とも書く。広くは飾りとしての*文様を意味するが、狭義には単位形象(figure, motif, 英)としての文が高度に発達して、象徴的意味や記号的機能を備えた*エンブレムや紋章を指す。漢字の「文」はもと土器につけた縄文のひとこまを表わした象形文字で、事物の表面を飾るきれいな「文」(あや)をいい、語源的に飾りの意味を有する。しかしのちに文は文字で書いた文章の意味に転用されたので、文の原義は「紋」(糸でかがった文の意)の字でも表わされるようになった。したがって文あるいは紋は、飾りとしてのあるまとまった単位形象を指し、またこの単位形象の反復繰返しによって構成される装飾図形をも指す。[注4]

もよう 模様 [pattern, figure, ornament]

文様, 紋様, 意匠などと混同されて使われるが、それらよりいっそう広い概念を表す用語である。模様は、?自然の事物に非人為的に、また偶発

的に発生した平面的な図形を指す。たとえば、動物の毛皮模様、樹木の木目模様、川の流水模様などが、これに該当する。これらは決して、毛皮文様とか木目紋様などといわないことから理解できよう。？装飾を目的として創作された人為的な平面的図形およびその図形の1単位が繰り返されて出来る図像のことともいう。これは、文様、紋様、意匠などともいわれ、模様と混同して使用されている。また、装飾を目的として制作された図形が絵画的であっても、絵模様とか風景模様などと呼び、より広い意味で使用することもある。なお、模様の模は“ 鋳型の原型 ”を意味し、様も“ ひながた ”を表す言葉であるので、もともとは後者の意味が強かったと思われる。[注5]

以上から、模様は文様よりも広義なものであり、人為的なもの以外の自然の現象も含むものであることがわかる。文様は装飾的な目的のために人為的に施されるものであり、一定の単位が繰り返される反復性を持つものと言うことができる。また、文はその繰り返しの1ユニットとしてのとらえ方が強い。ただし実際的には明確に区別されず用いられている場合が多い。

次に、文様、模様に相当する英語である pattern の意味については、以下のような記述がある。

Pattern (1) 模様, 柄, 図案・デザイン (2) 模様入り装飾 2 (自然にまたは偶然についた) 斑紋, 模様 3 (製品の) 型, 様式, 形態 (model) 4 (思考・行動・性質などの) 型, 様式, パターン 5 (同じことの) 繰り返し 6 模範, 手本, 鑑 かがみ (model) 7 (服地などの) 見本, サンプル 8 (...の) 原型, ひな形 (後略) [注6]

Longman Dictionary of the English Language では、pattern を以下のように定義している。

Pattern

1. a form or model proposed for imitation ; an example
 2. something designed or used as a model or set of instructions for making things < a dress >
 3. a model for a making a mould into which molten metal is poured to form a casting
 4. a specimen, sample
 - 5a. a usu repeated decorative design (e g on fabric) (後略)
- [注7]

また、patternという語の語源については以下の記述がある。

Pattern n・1原型，模型．2模範，手本．3（陶器などの）図柄，図案
4（行動・思考などの）型、様式．（中略）本来patronと同一語であるが、16Cにアクセントが第1音節に移った結果第2音節の母音が弱まり、さらに音位転換によってpatarne，paterne，patternと綴られるようになり，1700年ごろまでにpatronとpatternとに語形・意味上分化した：Patron - Patternの意味変化は主人・保護者は「手本」となる人であることから。[注8]

以上の文献から、patternとは様式や規範の概念から発生した語で、オリジナルの反復という意味が強いことから、日本語の文様に近い語であると考えられる。他に意味的に近い語としてfigure, ornamentなどがあるが、figureは図形、形状の意味が上位にあり、規則性が主意のpatternよりも模様の形状に焦点を当てた表現であると言えよう。またornamentの主意は装飾であり、文様それ自体よりもその利用目的を意識した語であると言える。A・リーグルに代表されるヨーロッパの装飾美術

について論じた研究者たちの著書においても、装飾の意として ornament が用いられている。

したがって、人間が意図的にその利用を前提として制作した規則性を持った図案を意味する語としては「文様」が的確な表現であるといえ、その英語表記は「pattern」が適当である。本研究では研究対象として文様を取り扱うが、文様とは以上のように、人間が意図的にその利用を前提として制作した規則性を持った図案という語義に基づくものである。

2.2. 文様の文化的意義と歴史

2.2.1. 文様の象徴的機能

文様は「各時代、各社会階層の人々の宗教的、経済的、政治的活動を表象し、規定する象徴的な図象であった」[注9]と上条は述べている。それが発生した原始社会から今日まで、文様が時代ごとに独自の様式を持ち、変化を繰り返してきたことがそれを示しているといえるであろう。また、W・ピンダーはその著書「芸術学入門」において、文様の重要な意味は価値表示であり、「文様がその意味形象的な力を失えば、デコレーションに墮落する」[注10]と述べている。また、鶴岡はケルトの装飾文様について以下のように述べている。

文様 は自然のあるひとつの対象を指示する前に、壮大な世界の仕組みを提示するのだ。ケルトの組紐文様は、彼らの認識する世界の構造であり、彼らは組紐文様を通して世界をみている。ケルトにとっての世界像は、文様の連動や転換や結合によってのみ立ち現われる。神話的表象が神話辞項のつくり出す図式によってこそ理解できるように、彼らにとって世界や自然の諸要素は文様によってのみ認識されるのである。これをわれわれは

世界文様 とでも名づけることができるのではないだろうか。[注11]

ここでは文様はそれを生み出した人々の世界観の表れであり、文様を通して彼らは世界を認識していたとさえ言っている。このような文様の象徴機能は、それが制作者の意図的なものであるかどうかに関わらず我々にとって多くの意味を持つものであり、文様がその表現の背後において何を象徴しているのかについての分析が多くの研究者の関心事であった。

その方法的立脚点の第一は歴史的視点から文様を考察するものであり、時代的、社会的背景から文様が象徴するものを読み取ろうとすることが文様研究の大きな流れとなってきた。一方でそうした歴史的視点ではなく、人間の普遍的な性質の象徴として文様を研究しようとする立場もあり、W・ヴォリンガーの「抽象と感情移入」[注12]はその代表的な著作である。両者のどちらの視点に立脚するにしても、文様がその象徴機能として持つ文化的意義には大きなものがある。

2.2.2. 文様の起源

文様研究において常に問題となるのは、その起源においてそれがなぜ施されたかという点である。若宮の「西洋装飾文様の歴史」によれば、H・リードによる「(1)自然の材料自体の性質によるものと、(2)技術による効果、つまり材料の加工工程中に生じるもの」、W・ヴォリンガーの「人間の内的不安から生まれた空間恐怖を鎮めるための抽象衝動からきていると考える場合」、G・ゼムパーの「編み、織りのあらゆる技術により種々の編物、織物から幾何学文様が発生したと考える場合」[注13]等の見解がある。また、E・H・ゴンブリッチは「装飾芸術論」の中で、それを人間の持つ知覚における「秩序の感覚」[注14]に帰している。いずれの見解をとるにしても、文様表現は文明の発生と共に生まれたに等しい根源的な営みと言えるものであり、人間の、あるいは文化の本質に関わっている行為と言えよう。

2.3. 縄文の造形に見る文様と装飾の性質

2.3.1. 縄文の造形の特徴

文様による装飾表現の意味を示すために、ここでは縄文の造形を事例として取り上げ、その表現から何が読み取れるかを考察する。

縄文の土器や土偶には、その造形行為の意識の高さと秩序が感じられる。高度に熟練した技術や体系化された造形の文法（規則性）がある。そこに見られる躍動感やダイナミズムに対して、現代の我々が見て魅力を感じるということは、造形物の感情喚起機能が1万年来基本的な原理を維持しているということであり、興味深い。縄文と一口にいても、非常に多様な表現が含まれるが、共通して感じるのは自然界に見られる動きや流れなどのダイナミズムである（図2-1）。フラクタルと言われる、自己相似性を感じさせる表現が見られることも共通している。また縄文の造形には、以後の日本にはあまり見られない立体表現や空間に対する優れた感覚がある。

縄文の大部分は抽象的文様であるが、一部には具象も存在する。興味深いのは、動物などの具象物の土偶の表面に抽象的装飾を施す行為が見られることである。そうした具象表現と抽象表現の使い分けからは、抽象的表現と具象的表現の持つ機能が異なっていたのではないかということが推察される。A・ガウディの言葉に、「性質が装飾の基準である」というものがあるが、これほど多様な装飾表現が見られた縄文時代において、文様にそのような意味的な機能や分類があったことは十分考えられることである。



図2-1 縄文土器

2.3.2. 装飾という行為の意味

モダンデザインにおける、道具の機能と表象を二元論的に対比させる概念は比較的新しいものであり、本来機能と表象は不可分のものであったと考えられる。道具によっては、表象が最も重要な機能であったという場合もありうる。ただ単に食べ物を盛る道具として土器を作るだけなら容易にできるのであり、形を整える必要はない。そこには美しく、あるいはある意味を込めてそれを表現したいという欲求が制作に不可分なものとして存在している。装飾はそうした表現行為の現れである。小さな子供でも、自分の作ったものに何か装飾を施さずにはいられない。むしろ制作物を無装飾でとどめる意識こそ近代的な理性的行為である。つまり装飾とは物の創造行為に根源的に付随する意識の表現であり、道具の機能の一部である。鶴岡が言うように、装飾こそ生命であり、宇宙そのものである。生命や宇宙を道具に込めたいという感覚は自然なものであろう。

モダンデザインにおける表象は主に理性の表現になったが、理性的なアプローチが行き詰まったことによって、原初的な造形や装飾が注目されたのはポストモダンデザインにおいてであった。そこでは純粹形態の思想が道具からはぎ取ってきた情報や意味の価値の再評価が行われたと考えることができる。特に縄文、ケルトなどが流行となったが、縄文人に限らず生命のダイナミズムを表現することは宗教的な意識とも結びつき世界中で見られ、極めて自然なものである。その一方で、歴史的に見るとそうした自然に対する畏敬が抑えられ、人間の能力や理性に対する意識が前面に出てくる時期が交互に訪れているようにみられる。そうした表象の変遷から見ると、ポストモダンにおける装飾の復権は自然なものであり、また逆に反復再生産による造形意識の低下と見なされがちな、縄文後期から晩期にかけての装飾の衰退と抽象化は、人間がつくりあげた概念的な価値観の高まりと見ることもできる。

2.3.3. 文様の造形における視覚的要因

デザインにおいてその外観とは、情報伝達の間であると言える。多様な要因から成立する製品の最終的な形態はその外観において、使用者に対しその製品の特

質を理解させる手がかりを与えようとするものであり、それをどのように伝え、理解させるかがデザイナーの目的の一つである。コミュニケーションの場としての外観において何が見られ、何が受け取られたかということが重要である。

ゴンブリッチが「芸術と幻影」でエジプト美術を例に述べているように、造形表現における視点と表現はその文化に固有の価値観の現れであり、技術的な水準と混同すべきではない。特に近代的な遠近法の視点に基づく表現が造形的な水準の高さであるかのように見ることは避けられなければならない。縄文においても、土器表面の装飾は非常に立体的でありながら、ある種の土偶は平面的に表現されているのは造形能力の問題ではなく、象徴的機能に基づく価値観の問題であろう。

また、ある種の縄文土器の表現には視点の多層性を見ることができる。それは具象的な表現で狩の状況が描かれているものであるが、矢を持った人間は横から見て描かれ、捕獲された獲物は上から見下ろした状態で同一の画面上に描かれている。このような表現は、描かれる対象の性質によって、それぞれに適した視

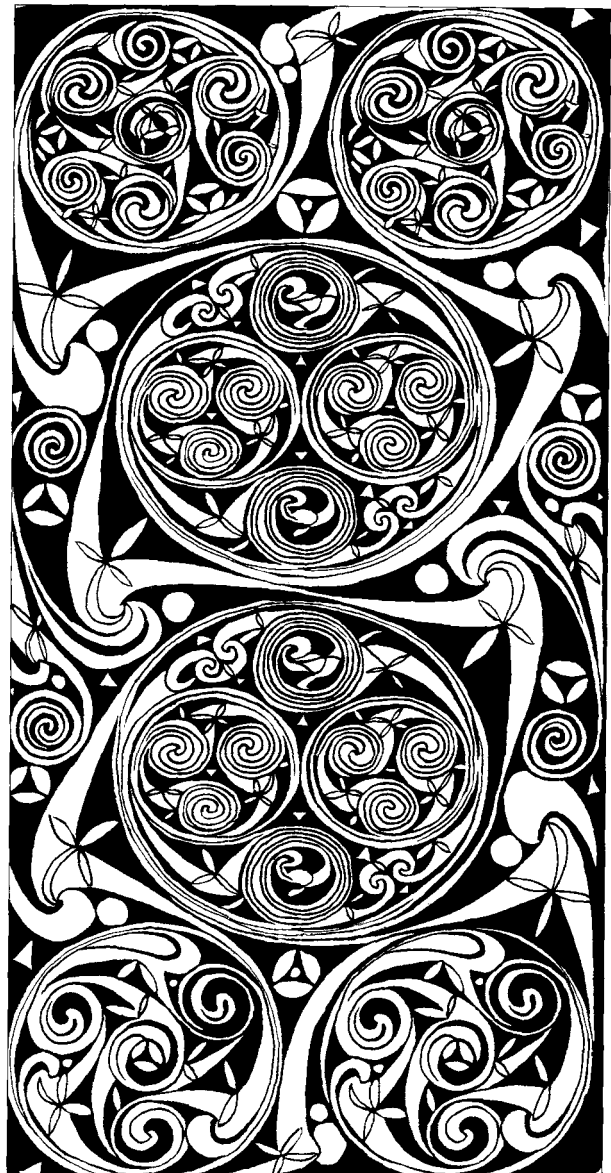


図2-2 ケルト文様(ダロウの書)

点が選択されているということであり、どのように見るかということが対象の性質と不可分なことを表しており興味深い。また、既にこの時代の文様にも多義性を感じるこののできるものが見られる。

そして縄文の文様を最も特徴づけているのは火炎土器に見られるような、渾沌とした目を惑わす連続性である。その効果は、他の表現の秩序を考えれば、おそらく意図的であったと思われる。同様な性質はケルトの渦巻き文様（図2-2）や中国の唐草文様などにも見られ、永続性や複雑性、生命感、動的な秩序、常なる変化といったイメージを感じさせる。これらの言葉に代表されるような印象が古代人にも共通するかどうかは明らかでないものの、少なくともそうした視覚的な効果を古代人も感じたであろうことは想像に難くない。つまりこれらの装飾表現は、見るものにそうした効果を感じさせる機能としての面を持っており、道具にそれらの効果やその結果発生する意味を盛り込むことが装飾の目的だったのではないかとさえ考えられる。以上のように考えると、縄文の文様は視覚認知的性質を利用した表現であるということができよう。

2.4. 文様利用の諸相

2.4.1. 装飾としての文様

文様は基本的にその目的として、器物などの装飾として表現されてきた。文様を装飾としてとらえた場合、これを英語ではornamentと表現するのが適当であり、この語を用いる場合、文様は装飾とほぼ同義である。装飾を意味する語にはdecorationもあるが、上述の「西洋装飾文様の歴史」によれば、「デコレーションは、一般に『飾ること』の総合的意味をもって使われており、オーナメントは、限定空間・たとえば柱頭、床などの建築細部・陶磁器、家具、織物などの工芸品の表面において個々に表現されたモチーフのことをさすのが一般的である。（中略）デコレーションもオーナメントも、ともに装飾と訳され、明確な区別も定義づけも困難であるが、オーナメントは、日本語でいう『文様』『模様』に近い概念をもって取り扱われている。」[注15]とある。つまり文様はその目的としての装飾

と不可分なものとして常に特定の器物などと結びついて存在してきたといえる。ただしこの場合の装飾とは単に器物の表面を文様によって美しく飾ることではなく、宗教的、社会的意味等の象徴的な機能を含んだ行為として、また美術様式史における重要な1分野としてみられなければならない。

2.4.2. 文様表現と対象物

装飾手段としての側面から文様を考えた場合、文様はその対象物との関係において存在している。文様が主として施されてきた対象物としては、陶器、ガラス、金工品、木工品、織物などの繊維品、建築の部分などがあげられる。これらのうち特に歴史的に古くからその事例が見られるのは陶器と繊維品であり、日本においては、現在知りうる範囲では縄文がその歴史のはじまりである。撚糸や櫛目によって粘土表面に文様を施すという縄文土器にみられる文様の特徴(図2-3)からは、H・リードが主張する文様の起源に関する考察が当てはまるように思われる。つまり、対象物の素材の性質、そして技術による効果が文様を成立させている事が顕著である。

それらの性質が装飾という行為を発生させる原因であったかどうか結論づけることはできないが、対象物の性質やそれを施すための技術の要因が、文様の表現や性質を規定する大きな要因となってきたことは確かであろう。その意味で、文様の歴史的変遷は素材と技術の変化によって広範な広がりを得、もう一つの要因である象徴としての意味的機能と相まって今日みら



図2-3 縄文土器の部分

れるような多様な文様表現の諸相を生み出すに至ったものと考えられる。本研究では事例研究において染色文様を用いるが、それらの文様には対象物の性質や技術的要因が文様を成り立たせる主要な要因となっていることが顕著に感じられる。染色文様の具体的性質については後に述べる。

2.5. 文様の分類

2.5.1. 文様分類の方法

文様の世界は実に多様であり、それらを分類することは重要な作業である。文様分類は、まずその表現から具象と抽象とに分ける事が可能である。そして、描かれているモチーフにより分類することが文様分類の中心的方法である。モチーフによる分類以外の分類法としては、素材による分類、表現技法による分類、文様が象徴している意味による分類などがある。主に幾何学文様においては、造形的な構造によって分類する方法もある。

2.5.2. モチーフによる分類

具象的文様の中心的方法であるモチーフによる分類の項目としては、文献[注16]によれば以下のようなものがあげられる。各分類の文様の例を図に示す(図2-4~2-10)。

植物文様 = 草, 木, 花などの地球上に存在する植物に加えて, 人間の想像する想像植物をも含める。

動物文様 = 鳥獣類, 魚貝類および人間, 想像上の動物を含める。

幾何文様 = 直線および曲線によって構成される模様。紗綾型, 檜垣, 立涌, 市松, 縞類, 水玉など。

器物文様 = 人間の使用する器具, 工具, 道具, 建造物, 装飾具など。

自然風景文様 = 自然の風景を描いたもの。

天体文様 = 天体を描いたもので雨雲文様, 雨縞, 雲珠文, 霞文など。

その他の文様 = 上記の分類に入らないもので, たとえば, 文字文様など。

2.5.3. その他の分類法

素材や表現技法による分類は時代の変化により分類が増加していく傾向にあるが、基本的素材としては繊維、木材、金属、石材、陶磁等がある。また、技法として大きくは立体表現における切削、塑型、摩擦によるもの、平面表現における添加、組織などがあり、それらを細分化していくと広範な分類に至ることになる。文様の意味的分类は、七福神の持ち物を表現することを通して縁起の良さの意味を込める吉祥文様（図2-11）など、モチーフの背後にある象徴的な意味によるものであり、より高次の分類法と言える。文様の造形的な構成など構造による分類法は幾何学や構成学などの分野で研究されてきた。造形的原理について次に述べる。

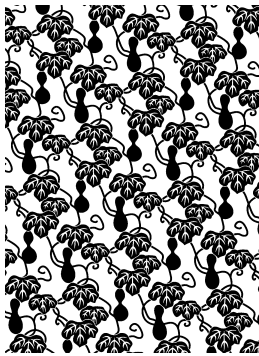


図2-4 植物文様
(瓢箪文様)

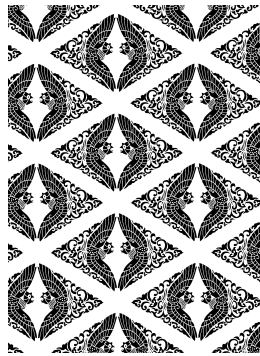


図2-5 動物文様
(鳳凰菱文様)

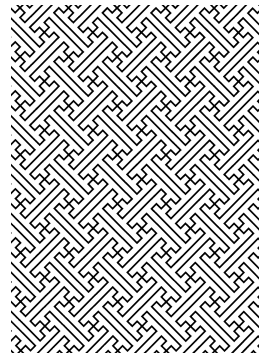


図2-6 幾何文様
(紗綾形文様)

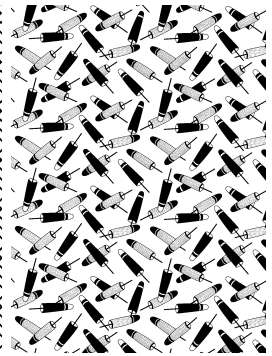


図2-7 器物文様
(傘文様)



図2-8 自然風景文様
(流水文様)



図2-9 天体文様
(日月飛雲文様)

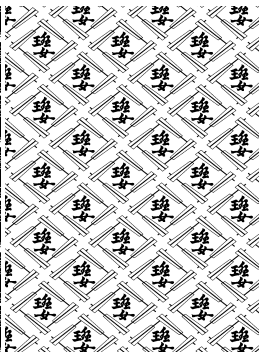


図2-10 その他の文様
(班女文字文様)

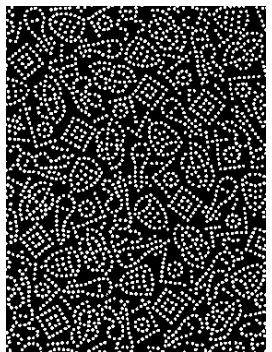


図2-11 吉祥文様
(七福神文様)

2.6. 文様の構造

2.6.1. 文様の生成と造形原理

文様はその語義に関する検討で述べたように、基本的なユニットとしての「文」を反復したものである。したがって繰り返しの原形となるユニットの形状の要因と、そのユニットをいかにして反復し、施すかという配置手法の要因によって生成されるものである。配置する手法については対象物の素材や形態に依存する部分が大いいため、素材等の条件によってその方法も様々であるが、平面における2次元の構成に限って言えば、その生成法は平面構成における造形原理として扱うことが可能である。平面構成の一般的な原理に関しては主に構成学において、造形手法によって生まれる感覚的な特性として扱われ、効果が整理されてきた。吉岡によれば、その原理は以下の11項目に整理することが出来るという。

- (1) 反復 (repetition)
- (2) 交替 (alternation)
- (3) 律動 (rhythm)
- (4) 漸移 (gradation)
- (5) 対称・均斉 (symmetry)
- (6) 均衡 (balance)
- (7) 対比 (contrast)
- (8) 調和 (harmony)
- (9) 支配と従属 (dominance and subordination)
- (10) 統一 (unity)
- (11) 比例・比率 (proportion) [注17]

こうした造形原理は文様に特有のものではなく平面構成一般に当てはまるものであるが、文様という語が本来繰り返しの意味を持っていることは、特に反復や対称という原理をその存在の基本における不可分な性質として

持っていることを示唆している。斉藤の西洋装飾研究史について考察した論文にも以下のような記述がある。

装飾 Ornament (英・独、仏語では Ornement) が語源的に 秩序づける、 装備する を意味するように、装飾の活動は本来的に秩序づけの行為であり、それとともに順序正しく規定づける行為であった。ここからその形式衝動はシンメトリー(均斉)、プロポーション(釣合)、ハーモニー(調和)、リズム(律動)、ラポルト(反復)等による形式化、図式化、抽象化を求めた。リーグルが追求したように、あらゆる芸術は自然の形像を根拠にしているが、現実には存在しない輪郭線を描写の要素とする芸術形式も自然を手本にし、原型にしている。他方ヴォリンガーが述べるように、あらゆる装飾様式は抽象を示し、その抽象的形体が後になって自然主義化された。従って原初的なものは自然物ではなく、それから抽象化された法則であるし、何よりも芸術過程の出発点は線的抽象である。それはともかくとして、そのような線的構成法はシンメトリーやリズムという基礎的な形式法則に依って行われ、無規律なかきなぐりではなく、三角形、四角形、菱形、ジグザグなどが直線から形づくられ、円、波状線、渦巻などが曲線からつくられて幾何学様式が示される。[注18]

ここでは装飾の性質として述べられているが、これを文様としても当てはまる説明であろう。

2.6.2. 文様の構成

主に幾何学的文様を研究対象として、その構成原理を一般法則として抽出しようとする研究事例によると、文様を構成する原理によって以下のような分類が可能である。

幾何学的紋様の造形には、直線と直線、曲線と曲線、そして両者を混合

した複合形式の三つの形式に分けられる。(中略)

幾何学的紋様の形式分類は、三つに大別できる。三つの形式から、単独形式、連続形式、そして組み合わせによる複合形式に展開していく。なおかつ、その幾何学的紋様のモチーフの表現方法と様式は、
 図式的表現
 写実的表現 空想的表現 と分類できる。[注19]

この論文では、具象形態のモチーフが様式化、硬化された幾何学的系を幾何学的文様と定義し、文様の造形面での分類法として文様を構成する直線と曲線の組み合わせによる分類、配列のしかたによる形式分類、モチーフの表現様式による分類が可能としている。そのうち特に有効と考えられるのは文様の配列による形式分類である。文様の1ユニットが単独で存在する場合を単独形式、複数が連続する場合を連続形式とし、それらの組み合わせを複合形式としている。また連続の方法として「
 二方連続形式
 三方連続形式 四方連続形式 反転 回転」などをあげている。連続の方法に関しては以下の記述が詳しい。

構成としては、単独と連続がある。まず単独模様とは、限定空間の表面において文字どおり一個の模様によって単独に構成された模様、あるいは
 囲み模様 充填模様 とよばれている一定の枠内に入れられた一個の模様、あるいは同種または異種の数個が集まって一つの独立した模様単位を構成しているものである。これらは、連続模様の構成部分を形成する。
 (中略)

次に連続模様であるが、限定空間の表面で連続に構成される模様を、単独模様に村し連続模様とよぶ。連続模様は、二方連続、三方連続、四方連続などが考えられる。(後略)[注20]

これらの記述から、単独文様を除けば幾何学的文様の構成はその基本ユニットをどのように連続させるかという点に集約される。特に数種の基本

ユニットをすき間なく連続させることによって連続文様を構成する原理は数学的な法則によって理解できるため、その規則性を発見し、表現することが研究の対象となってきた側面がある。このように合同図形を並べることによって平面をうめることを幾何学ではタイル張り (Tiling) と言う。また、清水は「二次元上に、特定の幾何学的図形を要素として、一様に展開する均一の連続網目模様を総称してラスター図形」と呼び、このような「形態創造の方式をラスターシステム」と呼んでいる [注21]。このタイル張りによる文様構成の原理については、B・グルンバウムらによる「Tilings and Patterns」 [注22] が詳しい。

清水は「造形の科学」の中で、文様の構成原理をラスターシステムにおける単位格子の配列パターンとして説明している (図2-12)。それによ

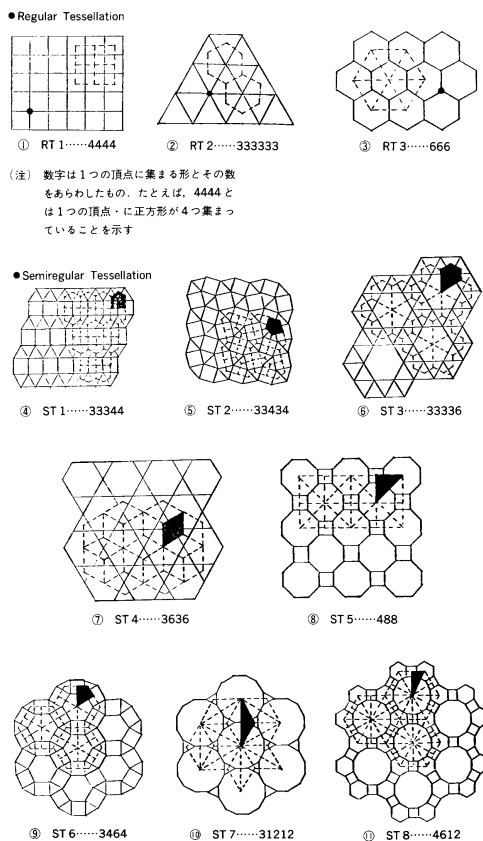


図2-12 ラスターシステム

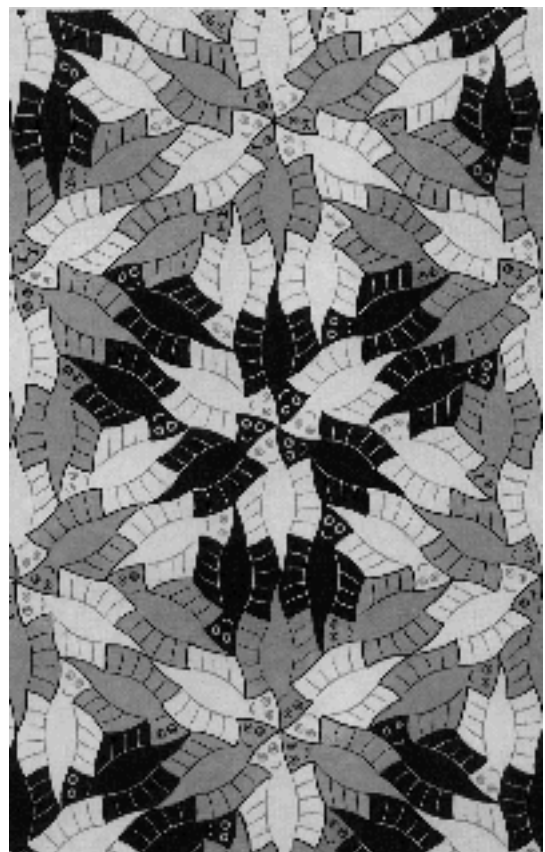


図2-13 ペンローズパターンによるエッシャーの作品

れば、平面を単一の基本形態で埋め尽くす方法は正三角形、正方形、正六角形の3種類しかなく、複数種類の正 n 角形の組み合わせを考えても、11種類しか存在しない。また、これを構成するユニットになりえる正 n 角形は正三角形、正方形、正六角形、正八角形、正十二角形の5種類だけである。ただし単位格子配列の格子点を結ぶグリッド構造を複合的なものとし、それに伴い単位形態も基本形態から離れて複雑なものとすることによって高度に複雑な文様を構成することが可能である。さらに、イギリス人数学者R・ペンローズは科学的な側面から新たに高度な連続文様の原理を発見した。彼が発見した原理に基づく連続文様のパターンはペンローズパターンと呼ばれる。そしてこうした連続文様の構成原理を作品表現に利用した代表的な事例としてオランダの画家、M・C・エッシャーの作品群がある(図2-13)。

2.7. 文様研究の領域

2.7.1. 文様研究の領域的分類

文様研究の取り組みにはいくつかの領域と方法があるが、大別すれば、美術史、様式史、装飾論の立場からの美学的研究、主にその文様の持つ象徴内容や社会的意味を読み取ろうとする民族学、考古学を主体とした歴史文化的研究、そして構成学や幾何学において文様の造形原理を対象とする造形的研究の三つの領域があげられる。文様を扱った研究事例の多くはこれらのいずれかに分類される。ただしこれらの領域に分類できない研究事例として、デザイン学や人間工学の分野で文様に対する印象評価の研究事例が見られ、また情報処理の分野では文様データベースの検索などで文様を取り扱った研究事例が見られるが、それらの研究事例は多くない。

2.7.2. 美学的研究

文様に対する美学的研究の領域においては、特にヨーロッパの著名な研究者、評論家の著書に装飾論としてその代表的事例が見られる。とりわけ

重要な位置を占めているのは、A・リーグルによる「リーグル美術様式論」である〔注23〕。ただし彼の著書は19世紀に盛んに行われた装飾に関する論争という時代的な状況の中で、J・ラスキン、G・ゼムパーら同時期の理論家達との関係において、更にはW・ヴォリンガーや後のE・H・ゴンブリッチに至る装飾芸術に関する研究の流れを捉えた場合に一層の意義が明らかとなるものである。特に2.2.2.で述べたように、装飾文様の起源に関する各研究者の見解の相違は興味を引かれる部分である。A・リーグルはG・ゼムパーらの唯物主義的な文様の起源認識に対して、人間の造形意欲といった精神面を中心に据えた点に独自性が見られ、それはW・ヴォリンガーが「抽象と感情移入」において、装飾の起源を人間の抽象表現の衝動によるものであるとした説に影響を与えたと考えられる。更にE・H・ゴンブリッチの著書「装飾芸術論」によれば、A・リーグルが導入した造形芸術における知覚に関する概念は、E・H・ゴンブリッチの積極的な知覚理論の導入による装飾論の展開という成果を導いていると見なすことができる〔注24〕。E・H・ゴンブリッチは彼の代表作「芸術と幻影」など他の著作においても知覚理論に基づいた美術評論というテーマを展開しており、芸術表現と認知という今日的な領域を早くから開拓した研究者である。

日本人研究者としては海野弘、小野二郎、鶴岡真弓らが優れた装飾論を展開している。装飾論の歴史的経緯については斎藤による研究論文が詳しい〔注25〕。また、装飾論としてではなく文様というテーマで美学的領域から研究を行った事例としては元井による「文様の美」〔注26〕がある。佐野は中国の歴史的な窯である吉州窯と磁州窯で製造された陶器に施された文様を比較し、それぞれの文様の題材や構成などにおける特色を考察している〔注27〕。

2.7.3. 歴史文化的研究

この研究領域では、民族学、文化人類学などにおいて今日各地に伝承され、表現されている文様が象徴するものについて考察することが行われる。

その代表的な研究者としてC・レヴィストロースの名があげられる。彼はその著書、「悲しき熱帯」[注28]などにおいて各地の民族的な文様に対する深い洞察を行なっている。日本においてはユニークな視点から文様論を展開している事例として九鬼による「『いき』の構造」[注29]がある。九鬼は文様のどのような性質が「いき」に結びつくのかについて独自の理論を述べている。考古学の分野では文様の施された土器などの様式的特徴や象徴内容について歴史的な考察がなされるが、その目的は主にその文様を施された器物が使用された時代における社会構造や制度、慣習などを明らかにすることである。また文様それ自体を中心に据えた研究においても、文様を主として美学的にではなく歴史的、民族学的にとらえ、文様に込められた象徴的意味を中心に研究を行なう立場がある。上條による「日本の文様その成立と展開」[注30]や、明石による「染織文様史の研究」[注31]などがそれにあたる。上條は文様について考察を試みるうえで、歴史的視点の重要性について以下のように述べている。

(前略)歴史的視点を捨象して対象に迫ろうとする方法は、歴史的視点を意図的に捨象しようとしたヴオーリングルの言葉をしてもうかがうことができる。しかし文様が、特定の身分や階層の人々により作成され、着用された事実立つ場合、「現実界の具体的表象に規定されない」文様の存在を、特定することは非常に困難であると思われる。[注32]

W・ヴォリンガーの視点が、単純に上條の言うように歴史的視点を捨象しようとするものであるとは考え難いが、文様のありかたや意味が歴史的な状況に規定されてきたことは事実であり、文様を広くその時代の文化全体に関わるものとして捉えようとするこの領域での文様研究の意義には大きなものがある。

2.7.4. 造形的研究

造形的側面からの文様研究は大きく分けて数学の分野におけるものと、構成学の分野におけるものがある。数学における形態構造の研究は、ギリシャ時代の幾何学に見られるように長い歴史を有する学問であるが、その領域の中でも、反復による連続文様の生成に関する原理は「群論」がそれにあたる。配列の構造原理を解明するという面で文様を研究対象とすることが行われてきた。そのようなアプローチの例としてH・ヴァイルは数学的理論に基づき具体的な文様表現に見られる群の構造について考察している[注33]。コクセターによる「幾何学入門」[注34]やB・グルンバウムらによる「Tilings and Patterns」もそうした事例である。2.6.2で取りあげたR・ペンローズも数学者として文様構造を研究し新たな文様構造を発見するに至った。

構成学では2.6.1.で引用したような造形表現における手法や効果を造形的原理として整理、分類してきた。日本人研究者では高橋による「視覚デザインの原理」などにおいて構成の理論が簡潔にまとめられている[注35]。またD・A・ドンディスの「形は語る-視覚言語の構造と分析」はそうした原理を視覚における言語ととらえ、多様な表現技法について記述している。その中では装飾様式に見られる視的技法として「複雑性 細密性 緻密性 多様性 誇張性 色彩性 曲線性 活動性 大胆性 変転性」をあげている[注36]。これらの文献は造形表現全般について述べたものであるが、特に幾何学的文様における造形原理を対象として研究した事例としては、2.6.2.で引用した金による「日本と韓国の幾何学的文様の造形的考察」があげられる。また、ペンローズパターンの構成原理を幾何学的に研究した藤田による研究[注37]や、揺らぎ効果を持つパターンの自動生成法を開発した石割による研究[注38]もこの分野に分類することが可能である。

2.7.5. その他の研究事例

上記の3分類に属さない文様研究の事例をあげると、デザイン学において吉岡は衣服の幾何学的図柄について、縞柄の太さ、色、方向に関するイメージの変化を、評価実験を行い解析的手法によって調べている[注39]。また人間工学の分野では、市原は布の織文様について印象評価実験を行い、共分散分析によって因果モデルを想定して被験者のクラスターと印象の関係を解析している[注40]。

情報処理の分野では、石井らが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[注41]。

2.8. 文様に対する視覚認知

2.8.1. 本研究における文様の位置づけ

文様に対する研究にはこれまで、上記のような各領域における事例があるが、本研究における文様に対する関心は、主に文様が持つ視覚的效果にある。そもそもの着想の原点は、文様が持つ視覚的な多義性であった。

幾何学的文様はその連続パターンの構造として、隣接する同一のユニットと外形を共有することが多い(図2-14)。そのために、部分的な一つのユニットに注目してみた場合には、隣接する他のユニットは外形の一部を失い独立した形態を保持できなくなる。しかし目を転じて隣のユニットに注目した瞬間、今度はそのユニットが一つの完結した形状となり直前に見ていたユニットが外形の一部を失うことになる。あるいはまた、文様によっては複雑な構造を持ち、その文様を構成するユニットの解釈が複数存在するものもある。ねじれた三角形の連続にもみえるし、その三角形が集まった花形を1ユニットとする連続にも見ることができるといった例である(図2-15)。

多義性を持つ文様に対する時、知覚者は対象に対して自分が見ている見方以外の異なる見方が同時に存在していることを感じる。自分が選択している見方が絶対的なものではなく、対象の文様に対する見方は見るときの

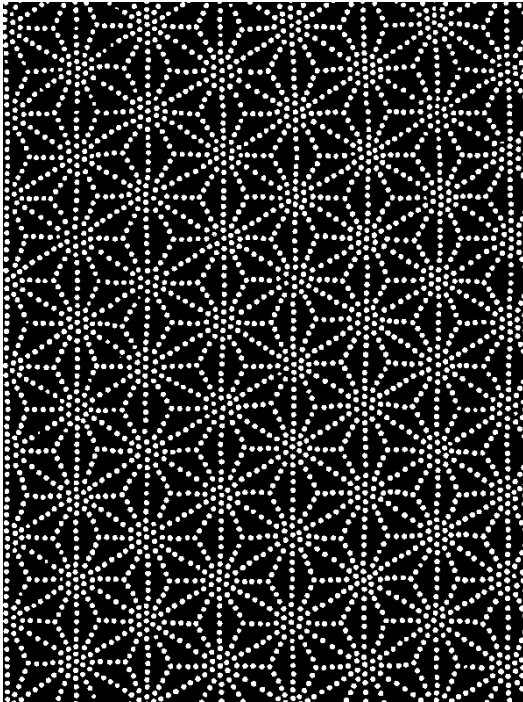


図 2-14 ユニットが外形を共有する文様



図 2-15 多義性のある文様

状況や知覚者個人ごとの特性によって異なるであろうことが予想される。

そして、たとえば縄文土器の文様やケルトの文様などにはその独特の有機的なリズムから、不思議な目を惑わすような動きのイメージを感じることもある。こうした文様が持つ視覚的な効果がどのように生まれるのかについては、従来の文様研究の領域区分に従えば、主に構成学の分野において平面構成の原理としてまとめられたものが該当するであろう。あるいはその心理的な面からの研究としては、ゲシュタルト心理学などの立場に近いであろう。錯視現象やオブ・アートに見られるような、共通して感じられるボトムアップ的な視覚的効果が存在することは事実である。

しかし、同一の文様に対して複数の見方が可能であることや、文様に限らずデザインには、経験的に個人の特性や状況によって見方に相違があるように感じることを考えると、そのような明確な原理が働いていない対象の場合でも、はたして対象に対する見方が同一であると言いきれようかという疑問が生じる。そこには人間の視覚認知の構造に関わるよ

うな問題が絡んでいることが推察される。経験的に考えると、同じものを見ても個人によって理解のしかたが異なることがあるのは、同一の対象物に対する見方が異なる場合があるからではないだろうか。造形物の鑑賞行為に限ってみればそれは一層顕著である。

この問題は、デザインがどのように見られているのか、そしてその結果としてどのような印象を鑑賞者に与えているのか、更に鑑賞者がデザインの何を読み取っているのかということに至る問題である。

したがって本研究では、デザインに対する視覚認知問題の事例として文様を位置づけ、人間が文様のデザインをどのように見ているのか、さらには文様デザインにおける造形表現の結果として、鑑賞者がどのような感性的な反応をするのかといった、文様デザインと視覚認知、感性評価の関わりについて扱うものとする。

2.8.2. 視覚認知研究の対象としての文様

上記のように、本研究は文様を事例としてデザインに対する視覚認知の構造および感性評価との関わりを調査しようとするものであるが、その前提となっているのは、文様がそのような視覚認知の構造を検証するための研究素材として、適した性質を有していることである。

本研究は第1章で述べたような問題意識に立って対象に対する見方、つまり体制化された視覚イメージの選択を検証しようとするのであるが、その研究素材を検討した場合、実際に複数の視覚イメージの存在が認められる文様はその研究素材として適したものであると言えるであろう。また、同様の問題は立体物など広く視覚認知全般について当てはまることであるが、3次元空間における立体物では造形物自体やその視覚認知を構成している要素が多く、特徴の記述や認知の構造を規定するのが難しくなること、また知覚者と対象物の位置関係や見るときの角度などの実験条件を一定にやすく、再現性が高いことなどの要因から、研究対象として2次元平面の造形物を用いることが適当であると考えることができる。

特に文様は、幾何学的文様の場合くり返しの規則性を持った均一なものが多く、その構成原理を数学的に記述することができること、そのことによってパターンへのデータとしての再現性が確保されること、抽象的な形態が多いためスキーマなど概念的なトップダウン型処理の影響が比較的少ないと考えられること、一般的に濃淡による表現をとるものが少なく、白黒などの2階調画像として画像表現が容易であること、などの研究素材として適した性質を有している。

文様を研究対象とすることは、本研究の着想の契機となった多義的な文様の存在によって導かれたものであるが、上記のような文様が有する特徴を考慮すると、本研究に限らず視覚認知研究において文様が適切な性質を持った素材であることが明らかである。本研究の将来に向けた展望としては、他の領域に拡張していくことを想定しているが、最初のアプローチとして問題と意義、成果を明確に示すために、本論文では一貫して文様デザインを扱うこととする。

2.9. 第2章の結論

文様とは装飾的な目的のために人為的に施されるものであり、一定の単位が繰り返される反復性を持つものである。

文様表現は文明の発生と共に生まれたに等しい根源的な営みと言えるものであり、人間の、あるいは文化の本質に関わっている行為である。

文様分類の方法としては、表現から具象と抽象とに分けられ、モチーフによって分類することが文様分類の中心的な方法である。モチーフ以外の分類法として素材による分類、表現技法による分類、文様が象徴している意味による分類などがある。幾何学文様では造形的な構造によって分類する方法もある。

単独文様を除けば、幾何学的文様の構成は基本ユニットをどのように連続させるかという点に集約され、平面構成や幾何学の原理が研究、整理されている。

文様研究の領域を大別すると、美学的研究、歴史文化的研究、造形的研究の三つの領域があげられるが、それらに属さない研究としてデザイン学や人間工学、情報処理の分野で認知やデータベースに関する研究がある。

本研究は、デザインに対する視覚認知問題の事例として文様を位置づけ、人間が文様のデザインをどのように見ているのか、さらには文様デザインにおける造形表現の結果として、鑑賞者がどのような感性的な反応をするのかといった、文様デザインと視覚認知、感性評価の関わりについて扱うものとする。

文様は3次元の造形物に比べ実験条件の再現性が高いこと、規則性を持ったものが多く構成原理を記述することができること、画像表現が容易であることなど視覚認知に関する研究素材として適した性質を有している。

第2章の注および引用文献

- 1) 新潮世界美術辞典, 新潮社, 1497, 1985
- 2) 城一夫, 西洋装飾文様辞典, 朝倉書店, 468, 1993
- 3) 堤浪夫, かたちの発想, 鳳山社, 62, 1984
- 4) 新潮世界美術辞典, 新潮社, 1493, 1985
- 5) 城一夫, 西洋装飾文様辞典, 朝倉書店, 464, 1993
- 6) ランダムハウス英和大辞典第2版, 小学館, 1994, 1994
- 7) Longman Dictionary of the English Language, 1077, 1984
- 8) 英語語源辞典, 研究社, 1039, 1997
- 9) 上條耿之介, 日本文様事典, 雄山閣出版, 23, 1981
- 10) W・ピンダー, 芸術学入門, 白水社, 121, 1978
- 11) 鶴岡真由美, ケルト/装飾的思考, 筑摩書房, 251, 1989
- 12) W・ヴォリンガー, 抽象と感情移入, 岩波書店, 1953
- 13) 若宮信晴, 西洋装飾文様の歴史, 文化出版局, 5, 1980
- 14) E・H・ゴンブリッチ, 装飾芸術論, 岩崎美術社, 16, 1989
- 15) 若宮信晴, 西洋装飾文様の歴史, 文化出版局, 5, 1980
- 16) 石崎忠司, きものの文様, 衣生活研究会, 12-13, 1973
- 17) 吉岡徹, 基礎デザイン, 光生館, 74-75, 1983
- 18) 齊藤稔, 西洋装飾の形式と表出性(一), 美学, 118, 29-30, 1979
- 19) 金孝卿, 日本と韓国の幾何学的文様の造形的考察, 筑波大学大学院博士課程芸術学研究科芸術学専攻博士論文, 161, 2000
- 20) 若宮信晴, 西洋装飾文様の歴史, 文化出版局, 9, 1980
- 21) 清水千之助, 造形の科学, 朝倉書店, 19, 1988
- 22) Grunbaum B. et al., Tilings and Patterns, W.H. Freeman and Company, 1987
- 23) A・リーグル, リーグル美術様式論-装飾史の基本問題-, 岩崎美術社, 1970
- 24) E・H・ゴンブリッチ, 装飾芸術論, 岩崎美術社, 1989

- 25) 斉藤稔, 西洋装飾の形式と表出性(一), 美学, 118, 20-39, 1979、西洋装飾の形式と表出性(二), 美学, 120, 28-48, 1979
- 26) 元井能, 文様の美, 美学, 117, 1-15, 1979
- 27) 佐野素子, 吉州窯の鉄絵文様について-磁州窯との文様比較による一考察-, 筑波大学芸術学研究誌 藝叢, 第13号, 153-178, 1997
- 28) C・レヴィストロース, 悲しき熱帯, 1977, 中央公論社
- 29) 九鬼周三, 「いき」の構造, 岩波書店, 1979
- 30) 上條耿之介, 日本の文様その成立と展開, 雄山閣, 1976
- 31) 明石染人, 装飾文様史の研究, 思文閣出版, 1931
- 32) 上條耿之介, 日本文様事典, 雄山閣出版, 26, 1981
- 33) H・ヴァイル, シンメトリー, 紀伊国屋書店, 1970
- 34) H・S・M・コクセター, 幾何学入門第2版, 明治図書, 1982
- 35) 高橋正人, 視覚デザインの原理, ダヴィッド社, 1965,
- 36) D・A・ドンディス, 形は語る-視覚言語の構造と分析, サイエンス社, 161-163, 1979
- 37) 藤田伸, ペンローズの非周期的パターンとエッシャー・パターンに関する考察, デザイン学研究, Vol.47, No.5, 29-38, 2001
- 38) 石割伸一, 揺らぎパターン柄を持つ図案の開発技法, デザイン学研究, Vol.45, No.5, 1-6, 1999
- 39) 吉岡徹, 被服における図柄のイメージ, デザイン学研究, No.47, 35-40, 1984
- 40) 市原茂, 布の好みの個人差の因果分析的研究, 人間工学, Vol.32, No.1, 21-27, 1996
- 41) 石井真人ほか, テキスタイル柄の嗜好調査と印象語の分析, 情報処理学会研究報告, 96-CG-70-8, 37-42, 1994

- 図 2-1 高見堅志郎, 世界の文様 1 原始美術, 青菁社, 54, 1987
- 図 2-2 ヨーロッパの文様事典, 視覚デザイン研究所, 29, 2000
- 図 2-3 井戸尻第 7 集, 富士見町教育委員会, 27, 1997
- 図 2-4 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 61, 1998
- 図 2-5 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 71, 1998
- 図 2-6 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 87, 1998
- 図 2-7 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 121, 1998
- 図 2-8 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 15, 1998
- 図 2-9 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 25, 1998
- 図 2-10 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 165, 1998
- 図 2-12 清水千之助, 造形の科学, 朝倉書店, 94, 1988
- 図 2-13 D・シャットシュナイダー, エッシャー・変容の芸術 シンメトリーの発見, 日経サイエンス社, 231, 1991

第3章 デザイン支援における視覚認知構造概念の導入

3.1. 支援研究

3.1.1. 支援とはなにか

3.1.2. 支援研究の領域

3.2. デザインにおける支援

3.2.1. デザインと支援

3.2.2. デザインプロセスにおける支援

3.2.3. 各段階の支援手法

3.2.4. デザイン支援の研究事例

3.3. 支援としてのデータベースの役割と課題

3.4. 文様デザインの支援

3.4.1. 文様デザインの現状

3.4.2. 文様デザイン支援に有効な情報

3.5. 視覚認知構造と支援情報

3.6. 第3章の結論

3.1. 支援研究

3.1.1. 支援とはなにか

本研究はその研究成果から、従来デザインの領域では意識されてこなかった視覚認知的な性質を明らかにすることによって、デザイン行為の支援として利用可能な知識を得ようとするものである。そこで本章では、デザインの支援という観点から視覚認知構造概念を導入することの意味を考える。

ではまず、支援とは何であろうか。支援の辞書における意味は支え助けることであり、解釈に相違が生じるような特別な意味は持たない。また支援の語自体は特に領域を規定するような概念を持たないものの、学術研究の世界においては、支援の語は独自の意味と領域を持っており、従来は経営学や情報科学の分野で主に扱われてきた。近年、支援という言葉は社会のあらゆる領域で用いられるようになっており、支援という概念の必要性が高まっていると感じさせるが、その意味はあいまいであり、感覚的に用いられている感がある。また、用語としては「支援 (support) の類似語として援助 (aid)、手助け (help)、補助 (assist) などがあり、日常用語ではこれらは必ずしも明確に区分されずに用いられている」[注1] 状況がある。そこで特に経営学の分野において、支援という概念を今後の社会システムのパラダイムとするべきであるという流れが生まれ、それに基づき支援の概念や支援学という枠組みをまとめようとする動きが出ている。その一つとして今田らがまとめた支援の定義とは、以下のようなものである。

支援とは、他者の意図をもった行為に対する働きかけであり、その意図を理解しつつ行為のプロセスに介在して、その行為の質の改善、維持あるいは達成をめざす一連のアクションである。このとき、他者の行為に働きかけをおこなう行為者を支援者、支援を受ける行為者を被支援者と呼ぶ。

[注2]

今田らは効率や合理性を重んじた「管理」の社会から、互いの個性を認めようとして、共生しあえる社会として「支援」の社会への転換が必要であるとしている。そして上記の定義に基づき、支援の構成要素として以下のものをあげている。

1. 他者への働きかけ
2. 他者の意図の理解
3. 行為の質の維持、改善
4. エンパワメント [注3]

ここで他者とは被支援者のことを指し、エンパワメントとは、「ことがらをなす力をつけること」であるとしている。これらの定義は社会システム論からのものであるため、全ての支援行為に当てはまるとは考えづらい面もあるが、今日の支援という用語の氾濫の状況にあって、一つの指針をなすものである。

3.1.2. 支援研究の領域

支援は近年至る所で取りあげられているが、研究領域においてはこれまで主に経営学、情報科学の分野で扱われてきた。それらは支援研究の中でも意思決定支援という領域に属するものである。文献によれば、「意思決定の支援 (decision aiding) は、1960年代のアメリカで、当時の最新の意思決定の理論をもとに、企業や政府機関などの意思決定過程を改善することを目的とする意思決定分析 (decision analysis) として出発した」 [注4] とある。そして情報科学の分野ではそのような意思決定を支援するコンピュータシステムとして意思決定支援システム (DSS: Decision Support Systems) に関する研究が行われてきた。

意思決定支援システムはデータ検索やデータ分析を行なうデータ指向の機能と、モデルを構築しシミュレーションや決定示唆を行うモデル指向の

機能に大別され、それらの機能を組み合わせて構築される。ニューラルネットワークなどにより高度なシステムを実現する新たなプログラムが開発され、提案されることで研究が進められてきた。これら意思決定支援システムの定義として、戸田らは以下のように記述している。

意思決定支援システムとは、構造が明確でない問題を意思決定者が解決する場合、その問題領域の知識・情報を使って意思決定を支援する、計算機に基づいたシステムである。[注5]

この定義から読み取れるように、コンピュータによるシステムという形をとるかどうかにかわらず、意思決定支援研究とは端的に言って意思決定者の決定を知識や情報を使っていかに支援するかについて研究しようとするものであると言えよう。

支援研究のもう一つの領域は発想支援研究である。野口によれば、「発想支援研究の歴史は1970年代までの古典的時代と、1980年代からのコンピュータサイエンスの興隆の中で始まった発想支援システム研究とに分けられる」[注6]としている。そして1970年代までの古典的時代には、オズボーンによるブレインストーミングや川喜田によるKJ法、中山によるNM法などが提案され、実際に企業などで採用されて社会的に用いられるようになった。

しかし野口によれば「これらの発想法はその目的からして実用性に重点を置いたものであるため、多くは知識獲得の方法、グループワークの運用方法やディスカッションの方法についてのノウハウであって、人間の発想機構やその本質について理論的に考察されることはあまりなかった」という。そして理論的に重要なのは発想のモデル化であり、その研究事例として市川による等価変換理論、伊藤のグノーモン型類推モデル、中山によるHBCモデルなどをあげている。これらの研究は人間の発想過程を一般化したモデルとして表現しようと試みたものであり、1980年代以後の情報科

学による発想支援システムにつながるものである。

情報技術による発想支援研究は、特に人工知能研究において人間の思考をコンピュータに行わせようとするものであり、その成果を利用して発想支援のツールとして用いようとするものが発想支援システムである。以上のような経緯から、発想支援研究とは人間の発想過程をモデル化し、そのモデルに基づいて人間の発想行為を外在化しようとするものであると言える。

意思決定支援研究と発想支援研究は、今日どちらにも情報科学が深く関わっており、両研究領域に共通するのは人間が行ってきた発想や決定といったプロセスのあいまいな行為にコンピュータを介在させようとするアプローチである。しかしコンピュータの役割は人間の行為を代行するまでには至っていないし、それらはあくまで支援であるとの位置づけもまた両研究領域に共通して言えることであろう。

そして心理学や認知科学の分野からも、意思決定や発想の構造についてそれぞれの観点で研究が行われている。心理学においては特に人間の創造性 (creativity) についての研究の歴史があり、インスピレーションなど発想の構造を扱い発想支援研究の流れに関わるものである。また、人間の意思決定の構造を捉えることが認知科学の分野において行われている。多属性効用理論、ゲーム理論など人間が意思決定を行う原理が理論化されており、それらは意思決定支援に応用されている。

3.2. デザインにおける支援

3.2.1. デザインと支援

野口によればデザインと支援の関わりを考えた場合、2つの異なった観点があるという。それは、「一つは『デザインにおける支援』であり、もう一つは『デザインによる支援』である。『デザインにおける支援』はデザイン行為それ自体が、どのような支援を必要としているかであり、『デザインによる支援』は、デザイン行為が他者のどのような欲求充足を支援

しようとしているのか、という問題である」[注7]という。

確かに今日、デザインは単に造形的な技法ではなく問題解決の手段として、広く社会的にその手法を適用すべき役割を期待されているといえるであろう。これは「デザインによる支援」である。そしてそれはデザイナーを社会的な生産システムにおける役割として捉えた場合でも、あるいは使用者に対する支援の提供者という観点で捉えた場合でも当てはまることであろう。その役割は今後の支援の社会の中で一段と重要度が高まると考えられる。

ただし本研究で主に取りあげようとするデザイン支援とは基本的に、「デザインによる支援」ではなく、「デザインにおける支援」である。デザインにおける支援がなぜ必要なのかについて、前掲書で野口は以下のよう述べている。

デザイン行為では、上述したように、人工物が使用者に対して持つべき必要条件を考えることを前提として、いかに使用者に心理的満足感を与えるかという十分条件が大きな問題となる。しかし、心理的満足感というつかみどころのない内容を把握し、それを形で表現することは単純な行為ではなく、生産単位内分業の視点から見ると、デザイン行為そのものが何らかの形で支援される必要がでてくる。

つまりデザインという行為自体、その考慮すべき条件の複雑さや実現すべき目的の困難さから、支援されるべきであるということである。確かにデザイン過程の大部分は人間の発想や思考の行為に依存しており、発想支援研究が適用されるべき要素を持っているが、デザインにおける支援の必要性はそれだけにとどまらず、その過程を考えた場合、支援を導入すべきいくつかの要因がある。

3.2.2. デザインプロセスにおける支援

デザインの過程には様々な要素が入り込んでいる。また、デザインの一連の過程の中で、その初期段階と最終段階では行為の内容に性質の違いがあり、その段階によって支援されるべき内容にも違いがある。それを明らかにするためにはデザインの段階的プロセスについて整理する必要がある。

デザインのプロセスを構造的なモデルとして提案した事例には種々の例がある。その原形は心理学の分野における問題解決理論である。そこから人間が問題を解決するための行動として、デザイン行為のモデルを展開した事例が様々に提案されてきたが、P・G・ロウによればそれらは4つの基本的段階ないし識別できる活動相に分類できるという。すなわち「(1) 手近な課題や状況のための準備、(2) 案出、(3) 解明あるいは内示、(4) 提案した解法のテストも含む立証」[注8]である。

このような研究事例をふまえ、デザインにおける過程モデルを構築する試みが1950年代末から1960年代にかけて行われた。B・L・アーチャーやJ・C・ジョーンズなどのデザイン論がよく知られているが、P・G・ロウによれば、そうしたデザイン過程モデルの代表としてM・アシモフによるものがあげられる。その特徴は「活動を逐次段階的に取り込んでいく垂直構造と、全ての相に共通する意思決定のサイクルの形式をとる水平構造である」(図3-1)としている。この水平構造は分析、組み立て、評価、伝達という流れになっており、先の問題解決理論とほぼ同様の段階となっている。この水平構造の循環サイクルを繰り返しながら、デザインの具体化へ向かって垂直構造を上に乗って行くという図式がこれらの過程モデルに共通のイメージである。比較的新しい文献であるJ・ツァイゼルによる「デザインの心理学」においても同様の概念が、らせんメタファーという言葉で説明されている[注9]。このような循環サイクルの図式は、言葉を変えればフィードバックループであるということができよう。

一方、森らの文献によれば、デザインを解析的的局面から出発し、推論的局面と発想的局面を交互にくり返しながらデザイン解に至るプロセスとし

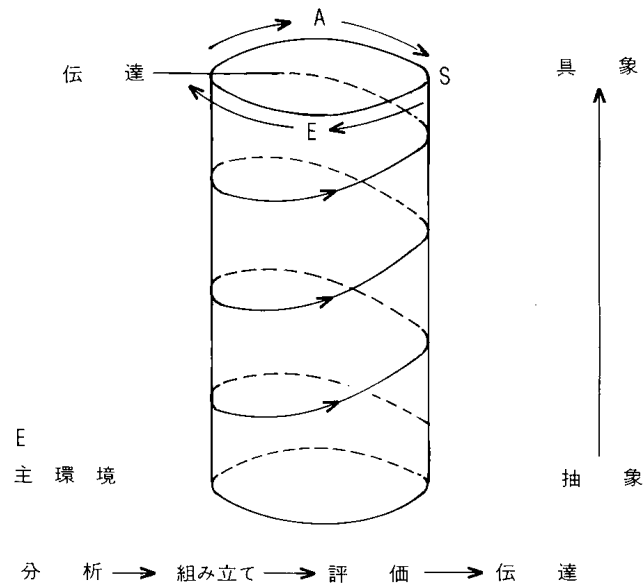


図3-1 デザイン思考過程におけるアイコンックモデル

て提案している（図3-2）[注10]。これはアシモフらの水平構造と垂直構造に相当するものである。また、森らの別の文献によれば、デザインプロセスは「『概念の生成』に関するプロセスと、『形の操作』に関するプロセスの2つに大きく分ける」ことができる。さらに思考の推移としては、「『分析』から『総合』に至る過程として捉え直すことができ」、それを「さぐる」プロセスから「つくる」プロセスへの流れであると言葉を置き換えて定義している[注11]。

これらのデザインプロセスの構造モデルに共通するのは、デザインを問題解決の手段としてとらえ、そのための準備から解決に至る流れを基本としていることである。そしてその共通部分を抽出し実際のデザイン行為を想定して再構成すると、問題要素の発見を行う解析段階、問題の構造を明らかにする推論段階、解決案を表現する発想段階、解決案を評価する評価段階の4段階にまとめることができる。そして今日提案されているデザイン支援の方法はこれら4つの段階のいずれかに当てはめることができる。

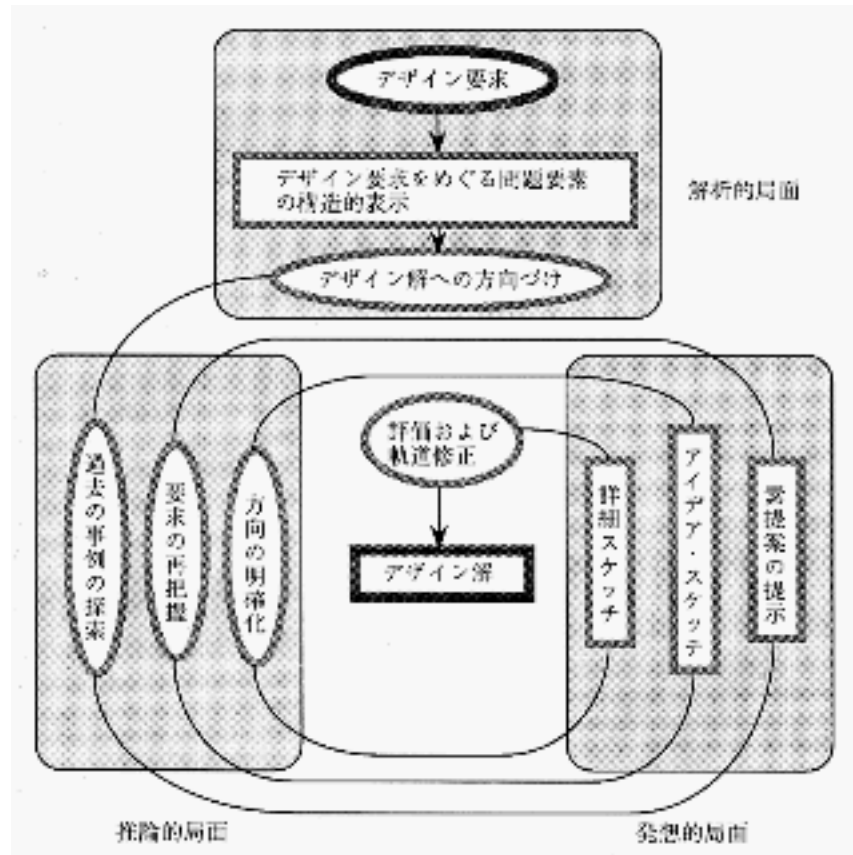


図3-2 野口、森によるデザインプロセス

3.2.3. 各段階の支援手法

まず解析段階においては、重回帰分析、因子分析、数量化理論などの多変量統計解析による手法が該当する。これらの手法は多くの計量的あるいは非計量的データを分類、整理し、そこから問題要素を発見することを支援するという意味で有効な手法であり、既にデザインに限らず社会全般において広く用いられている状況がある。

推論段階ではコンセプトメイキングに代表されるような、問題の構造化や方向性の明確化が行われる。ここではいかにしてデザインの条件となる問題要素を構造化し、デザインの指針を作り上げるかについて支援が求められる。グラフ理論を用いた構造モデルはそのための支援手法である。構造モデルとは、「左脳デザイン」によれば「表現された関係を損なうことなく変形し、分かりやすく表示するためのガイドラインが得られる」

ことがメリットであり、特に有効グラフによって「因果を形にする」[注12]ことが可能となる。構造モデルを構築する具体的な手法としては、ISM(Interpretive Structure Modeling)、FSM法(ファジィ構造モデル)、DEMATEL法などがあげられる。

発想段階におけるデザインの行為として、代表的なのはアイディアスケッチである。アイディアスケッチは造形的な表現行為であると同時にアイディア発想の手段でもあり、上記の森らの定義に従えば『概念の生成』に関するプロセスであると同時に、『形の操作』に関するプロセスであるとも言える。そして発想を支援する方法については、発想支援に関する部分で記述したように、KJ法やNM法のような古典的な時代のものと、コンピュータを用いた発想支援システムがある。発想支援システムの手法としてはデザインエキスパートシステムやニューラルネットワークによるデザイン支援システムがあげられる。人間の発想そのものをコンピュータによって再現しようとするのは困難であるが、特定の条件や要素をあらかじめ与えておいてそれらの最適な組み合わせを提案することは、一定の条件下でなら可能であり、これらのシステムによる支援の目的はそこにある。

評価段階の支援は、デザイン案としていずれを採用するかという判断を行うための手がかりを与えようとするものであり、支援研究における意思決定支援に相当するものである。その手法としてはファジィ積分を用いた評価点計算による方法や、ファジィ構造グラフを用いた方法などがある。いずれの方法においても、目的は意思決定を行うために多くの検討要因をどう扱うかという点であり、評価そのものを行うことは目的とされない。評価自体は人間が行う前提で、その結果として発生する多次元的な評価データにどのようにウェイトを与え判断するかという方法が支援の中心である。

これらの支援手法の多くは、コンピュータを用いて人間のデザイン行為を支援しようとするものであるが、支援の意味を広くとらえれば、デザインの各段階においてそのデザインを推進する手がかりとなる知識や情報を与える行為は全て支援的行為であるといえよう。

3.2.4. デザイン支援の研究事例

デザインの支援を4つの段階に分けて分類した。それらの手法は既に一般的に用いられるレベルに実用化されたものもあるが、まだ研究段階の事例もある。この他にもデザインを支援する研究事例があるが、いずれも4つの段階のいずれかに属する支援の試みとして分類することが可能である。解析手法のように、既に広く実用化している手法についてはあらためて事例を示すまでもないと考え、ここではそれ以外での支援研究の事例を示す。

山岸らはデザイナー間のコラボレーションによってデザインの方向性を確立するための、コミュニケーションを支援するツールとしてコンピュータ支援システムを提案している[注13]。これはデザインの方向性を確立するためのシステムであり、上記の4段階でいえば、推論段階の支援にあたるものである。

萩原はデザインの発想段階における形状案を作成するシステムを提案している。これは発想段階において、概念の形成だけでなくデザインの造形表現を直接支援しようとするものである[注14]。

森や野口はデザインの発想支援についてこれまで様々な試みを提案している。森による、デザイナーの直観的な判断行為をアイデア発想に結びつけようとする提案[注15]や、デザインにおける思考過程自体をモデル化することによって発想支援方法の開発を促そうとする、野口の原理的な研究[注16]などはその代表的な例である。

金らは、製品に対するユーザーの印象とデザイナーの感性的評価のズレが問題であると考え、そのズレを解消しユーザーの判断とデザイナーの判断を適合させるための支援システムを提案している。デザイナー、ユーザー双方の感性的評価を測定し、その結果をフィードバックしてデザインに活用できるようなツールとなっている[注17]。これはデザイン案に対する評価を行うことで発想に対してフィードバックするシステムであり、評価段階の支援であると同時に発想段階の支援にもつながるシステムである。

3.3. 支援としてのデータベースの役割と課題

今日、データベースは非常にポピュラーなものになっているが、それをあえてここで取り上げるのは、データベースが支援行為の原点としての性格を持っているからである。パソコン用語辞典[注18]によれば、データベースとは「データを大量に蓄積し整理して、コンピュータが処理しやすい形にしたファイル、またはその集合をいう。また、それを処理するソフトウェアを加えたシステムも意味し、その場合はデータベース管理システム、または単にデータベース・システムともいう。」とある。つまり有用な情報であるデータを整理、管理することによって利用しやすいものにするのがデータベースの基本的な目的であるが、この場合重要な点は、個々のデータの性質ではなくその管理にあるといえよう。今日のコンピュータが行っている業務のほとんどはデータの管理と見なすことができ、そのためその管理を容易にするためにデータの管理を専門に行う支援システムとして生まれたのがデータベース管理システムである。もちろん利用者にとって情報としての価値はそのデータにあるわけだが、データベースをシステムとして考えた場合、その有用性は整理や管理の方法にかかっており、いかにそのデータを利用しようとする者に対して適切な方法で提供できるかという点がデータベース・システムの本質的な価値となる。

コンピュータによる作業を前提にしなくても、大量の情報を扱う作業には常に情報の管理と提供の問題が必然的に発生するといえよう。つまり情報を扱う行為にはその情報の管理という支援行為が欠かせないのである。これはコンピュータにより発想行為を代行しようとするような高度な支援に比べ、基本的なものであるが、重要で本質的な支援行為であるといえよう。そしてこの、情報の適切な管理と提供がデザインをはじめとする創造行為において重要であることは言うまでもない。デザインという行為は、そのプロセスに見られるように情報の分析と総合を行う行為にほかならないからである。さらに、発想行為自体が情報の再構築の側面を持つもので

あることは過去の発想法研究から明らかである。その意味では情報の管理と提供の支援は、発想行為そのものを支援しようとする行為と基本的には共通しており、どこまでを自動化するのかという問題であるといえよう。

デザインの解析過程や発想過程、あるいは評価の過程で過去のデザイン事例やデザイン上留意すべき情報を活用しようとすることは多く、そうした際の支援としてデータベースは有効なものである。しかし、そこには情報の管理と提供の問題がある。データベース自体はポピュラーなものになっても、デザインのような非言語的な情報を扱う行為の場合、有用な情報の種類やその探し方、提示の方法には課題が多い。特に、利用者が望む情報を探し出すための検索方法がデザインや画像、マルチメディアなどのデータベースのポイントであり、その手法については様々な研究事例がある。代表的なものとしては、色彩の分布という画像特徴と印象語を対応させることで絵画データベースを検索させようとする栗田らによる研究[注19]や、主観的類似度を立体的な形状の特徴と対応させて製品の画像を検索させようとする鈴木らによる研究事例[注20]、複数の画像特徴を用いる対話型のインタフェースによって商標マークを検索させる加藤らによる研究[注21]などである。それらの研究では、検索対象となるデータのどのような属性を扱うかについて様々な方法が検討されているが、検索者側が用いる検索因子としては、印象語と呼ばれる人間のイメージを表現した抽象的な単語を用いるものが多く、そうした言語によらない検索方法の事例は少ない。

3.4. 文様デザインの支援

3.4.1. 文様デザインの現状

文様が製品デザインに用いられる機会が多いのは繊維製品の分野である。しかし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。

繊維製品に用いられる文様のデザインに関しても、全く新たな文様をデザインすることは少なく、従来から利用されてきた文様をアレンジして用いることが多い。その理由としては、繊維製品が流行に左右される性格を持っていることからユーザーの反応がつかみにくく、需要予測が立てにくいことなどがあり、結果的に製品開発に時間やコストがかけられないなどの産業としての状況がある。

そのような状況を考慮すると、文様デザインに求められるのはいかにユーザーの好みに適合したデザインを短期間に生み出すかということであろう。しかし元来予測の立ちにくい世界であり、どのようなデザインが好まれるかの判断は難しく、しかもその条件や基準は常に変化しつつある。過去のデザイン支援システム開発研究の事例では、目的とする製品のデザインに関するユーザーの感性的な反応や形態要素などを変数として扱い、その多くの組み合わせの可能性の中から最適なものを見つけ出すといった手法がとられることが多いが、繊維産業のような流動的で不確実な状況の中では、ユーザーの反応から一般性のある最適解を抽出するといった行為自体が困難である。そうした標準化の指向が強い手法は、家電製品など機能的側面の強い工業製品のデザインにおいては有効性が高かったとしても、デザインの訴求力のほとんどが感性的な側面に依存しているような繊維製品のデザインの世界では適用が難しい。

従来の支援研究の中で繊維産業に関するものとしては、衣服の着装シミュレーションの事例などが見られるが[注22]、この事例では人体の着装状況の再現を試みてはいるものの、デザインの評価やユーザーの感性的な評価への適合の機能はシステムに含まれていない。

3.4.2. 文様デザイン支援に有効な情報

では、文様デザインにおいて有効な、あるいは提供が可能な支援とはどのようなものであろうか。第1にそれはデザイナーに対して、ユーザーの流動的な価値観の底辺に存在する認知的な、あるいは感性的な評価構造に

関する知識を提供することであると考える。

支援の定義に関する記述にあったように、支援とは他者の意図をもった行為に対する働きかけでありそれを代行することではない。また援助の構成要素としてエンパワーメント、つまり被支援者にことがらをなす力をつけさせることがあげられているが、それはデザインの行為者であるデザイナーに、従来考慮されなかったデザイン発想の手がかりを提供することで可能となるであろう。

特に文様が施される繊維製品は、デザインに機能的側面が少なく感性的側面がほとんどであるだけに、いかにユーザーの評価特性を知るかが重要である。しかし流動的な流行現象に追従しようとしても、それを反映した支援は非常に困難であると言わざるを得ない。だからこそ、流動的な価値観の下にあって、より基本的な認知的特性やそれに基づく感性評価の構造に関する知識が意味を持つのであり、本研究によって明らかとなる知識による支援が可能であると考える。

本研究は以上のような支援的意義を持つものであるが、第2に、より具体的な支援の提案として、本研究で得られた知識を文様デザインのデータベースに応用することが考えられる。繊維産業の状況を考えると、デザインを1から考えるのではなく過去のデザインの引用やアレンジが多いため、過去のデザイン事例データの重要性は非常に高い。工業製品のデザインに比べて開発期間が短く、製品のライフサイクルも短いことが、さらに効率的な情報の収集と管理の必要性を高めている。また、斜陽と呼ばざるをえない国内の繊維産業にあって、過去の優れたデザインを継承し残していくことも重要である。産業の衰退期にはその再生のために過去の優れた事例が参考になることも多く、また優れた事例が産業的な衰退によって歴史に埋もれていくことは文化的にも大きな損失となる。文様の世界における過去の膨大なデザイン事例は、そのデータ量を考えれば明らかに支援の必要があるボリュームである。しかもその多くは名称が定まっておらず、言語的な知識による分類が困難である。したがって、本研究が明らかにしよう

としている視覚認知的な知識を応用することによってデータベースの分類、利用方法に新たな提案ができれば、文様デザインの領域に対して具体的かつ有効な支援を提供することになると考えられる。

3.5. 視覚認知構造と支援情報

本研究は、文様を研究素材として視覚認知構造の相違について明らかにするとともに、それが感性評価とどのような関わりを持つのかを明らかにしようとするものである。その結果からデザインの視覚認知における特性を抽出し、デザイン行為に役立つ情報とすることが重要である。

企業における製品開発の現場では製品のデザインを行なう際に、デザインを担当するデザイナーの経験的知識によって、製品に対するユーザーの反応を予測してその表現を決定している。若者向けのカジュアルなイメージを与えるにはこのような表現、熟年者の高級志向に対応するにはこのような表現というように。しかしそれらの表現手法は、一定の経験を持つ熟練者の間で共有できるノウハウではあっても、第三者にその原理が説明できるような客観的知識とはなっていない。つまりデザインにおける造形表現が対象者に与える印象には一定の法則性があり、デザイナーはそれを経験的に理解し利用しているが、それがどのようなものであるかは明らかにされていない。したがってどのような造形表現がどんな印象を与える性質を持っているのか、そして鑑賞者が造形表現に対する印象をどのように評価する特性を持っているのかについての知識をデザイナーが持つことによって、熟練デザイナー以外であっても、よりデザインの目的と表現を的確に対応づけることが可能となるであろう。

これは鑑賞者の感性評価構造を明らかにすることにつながるが、造形表現と感性評価の関わりを調べるためには、その間のステップとなる、鑑賞者が対象となる造形物をどのように見ているのかという視覚認知構造に関する概念を導入することが重要であると考えられる。本研究では文様を研究対象として扱い、文様に対する鑑賞者の視覚認知特性の一部を明らかにし、

文様デザインを考える際の支援的情報が得られることを目指す。そのことを通してデザイン表現と鑑賞者の見方、そして感性評価の関わり的一端が明らかになり、視覚認知的な情報が文様にとどまらず、デザイン行為の際の手がかりとして有効であることを示すことにつながるものとする。

3.6. 第3章の結論

支援とは、他者の意図をもった行為に対する働きかけであり、その意図を理解しつつ行為のプロセスに介在して、その行為の質の改善、維持あるいは達成をめざす一連のアクションである。

支援に関する研究には主に経営学、情報科学の分野で進められてきた意思決定支援研究と、KJ法に代表される発想支援研究の流れがある。

デザインプロセスを問題要素の発見を行う解析段階、問題の構造を明らかにする推論段階、解決案を表現する発想段階、解決案を評価する評価段階の4段階にまとめると、デザイン支援の方法はこれら4つの段階のいずれかに当てはめることができ、それぞれに対応した支援研究の事例がある。

デザインという行為は、情報の分析と総合を行う行為にほかならず、大量の情報を扱う作業には常に情報の管理と提供の問題が必然的に発生することから、データベースは支援行為の原点としての性格を持っている。

繊維産業にみられるような流動的な業界では、一般性のある最適解を求めるといった標準化の指向の強いシステムを構築することは困難であり、文様デザインの支援としては、第1にデザイナーに対して、ユーザーの流動的な価値観の底辺に存在する、認知的なあるいは感性的な評価構造に関する知識を提供することが重要である。第2に具体的な提案として、本研究で得られた知識を文様デザインのデータベースに応用することが考えられる。

本研究によってデザイン表現と鑑賞者の見方、そして感性評価の関わりの一端が明らかになり、視覚認知的な情報が文様にとどまらず、デザイン行為の際の手がかりとして有効であることを示すことにつながるものと考ええる。

第3章の注および引用文献

- 1) 今田高俊, 管理から支援へ - 社会システムの構造転換をめざして - 組織科学, Vol.30, No.3, 8, 1997
- 2) 今田高俊, 管理から支援へ - 社会システムの構造転換をめざして - 組織科学, Vol.30, No.3, 4-15, 1997
- 3) 今田高俊, 支援学 管理社会をこえて, 東方出版, 12, 2000
- 4) 小橋康章, 決定を支援する, 東京大学出版会, 18, 1988
- 5) 戸田光彦ほか, 知能化技術と意思決定支援システム, 計測自動制御学会, 16, 1994
- 6) 野口尚孝, 発想支援研究の動向と今後の課題, デザイン学研究, Vol.44, No.6, 45-52, 1998
- 7) 野口尚孝, 「支援の観点から見たデザイン」, デザイン学研究, Vol.44, No.6, 53-60, 1998
- 8) P・G・ロウ, 奥山健二訳, デザインの思考過程, 鹿島出版会, 49-64, 1990
- 9) J・ツアイゼル, 根建金男ほか訳, デザインの心理学, 西村書店, 18-19, 1995
- 10) 森典彦ほか, インダストリアルデザイン - その科学と文化 -, 朝倉書店, 102-111, 1993
- 11) 森典彦ほか, 左脳デザインング, 海文堂, 7-14, 1993
- 12) 森典彦ほか, 左脳デザインング, 海文堂, 34, 1993
- 13) 山岸淳ほか, 形状デザインのためのコラボレーションメディア, デザイン学研究, Vol.43, No.6, 1-10, 1997
- 14) 萩原祐志, 形状案作成支援システムにおける図形の置き換えによる形状案創出方法 - デザイン支援システムに関する研究, デザイン学研究, Vol.42, No.5, 1-6, 1996
- 15) 森典彦, デザイナーの直観を延長した発想支援, 東京工芸大学芸術学部紀要, Vol.2, 39-44, 1996

- 16) 野口尚孝, 発想支援方法開発のためのデザイン思考過程モデルの研究, デザイン学研究, Vol. 43, No. 1, 19-24, 1996
- 17) 金ドンハンほか, 感性指向製品におけるメンタルモデル計測を用いたデザイン支援システム, デザイン学研究, Vol. 44, No. 6, 21-30, 1998
- 18) 岡本茂ほか, 最新パソコン用語辞典, 技術評論社, 440, 1996
- 19) 栗田多喜夫ほか, 印象語による絵画データベースの検索, 情報処理学会論文誌, Vol. 33, No. 11, 1373-1383, 1992
- 20) 鈴木一史ほか, 3次元物体のデータベース化と感性検索技術, 電総研ニュース, 585号, 5-8, 1998.
- 21) 加藤俊一ほか, マルチメディア商標・意匠データベース TRADEMARK, 電子情報通信学会技術報告, PRU88-9, 31-38, 1988
- 22) 古川貴雄ほか, 対話型3次元アパレルCADシステムのための着装シミュレーション, デザイン学研究, Vol. 44, No. 6, 37-44, 1998

図 3-1 P・G・ロウ, デザインの思考過程, 鹿島出版会, 62, 1990

図 3-2 森典彦ほか, インダストリアルデザイン-その科学と文化-, 朝倉書店, 103, 1993

第4章 感性評価における視覚の役割

4.1. 感性とは何か

4.2. 感性研究に関する考察

4.3. 感性評価

4.3.1. 感性評価研究

4.3.2. 酒の評価に見る感性評価研究の本質

4.4. デザインの評価と感性評価

4.5. デザインにおける視覚認知と感性評価

4.5.1. 見ることの本質

4.5.2. 自動車デザインに見る〈ことを見る〉こと

4.5.3. デザインを見ることと感性評価

4.6. 視覚認知と感性評価における仮説

4.7. 第4章の結論

4.1. 感性とは何か

本章では、本研究が視覚認知について研究することで最終的に帰着すべき結果である感性評価について考察する。

我々が造形物を視覚認知によって捉えるとき、その捉え方は人によってさまざまである。視覚認知における第2段階の体制化までが主としてボトムアップ的な作用によるものだとしても、ボトムアップ要因のみによって造形物に対する見方が決定されるわけではなく、そこには少なからずトップダウン的な要因が影響を及ぼしているものと考えべきであろう。ただしその影響がどの程度のものであるのかは対象物や環境などの状況、認知主体である個人の要因などによって異なることが予想される。そしてそれが第3段階のメンタルイメージにおいては記憶などと結びついて、より複雑な心的作用の結果として認知が形成されるのであるから、我々が造形物を見る、鑑賞するという行為は認知の完成時には既に、主観的で個別的なものとなっているはずである。

そのような段階において、特に造形物の認知には感性という、論理では説明できない作用が入り込んでいる。この感性という捉えにくい概念を扱うことは、その難しさから従来の研究では避けられていた感がある。しかし近年では感性の要因を積極的に取り扱おうとするアプローチも増えてきた。それが感性工学の研究領域である。本研究もこの立場から、文様に対する視覚認知の結果である感性的な要素を扱うことを試みるものである。

感性について研究しようとする場合、最初に問題となるのは感性という語の定義であるが、この語の定義は辞書では以下のようにになっている。

かんせい【感性】？〔哲〕外界の刺激に応じて、知覚・感覚を生ずる感覚器官の感受能力。（ア）ここで得られたものが、悟性の素材となり認識が成立する。（イ）人間の身体的感覚に基づく自然な欲求。理性より下位のものとされ、意志の力によって克服されるべきものとされることが多い。
？物事に感じる能力。感受性。感覚。「豊かな-を育てる」〔注1〕

ここでは感性の第1の意味は哲学用語となっているが、本研究で扱う感性とは哲学における認識論的な意味での感性ではなく、より実際的なレベルで感性を扱おうとするものである。？の意味が近いといえるが、ただし物事に感じる能力という意味では、知覚という語との区別がつかない。また、人間が対象との関わりにおいて感性的要因を持つと言う場合、そこには受動的に受け取るだけではない能動的な働きが作用していることが含まれる。特に工学という領域において、従来導入されてこなかった人間のあいまいな部分を取り込むというのが感性工学の趣旨であるから、そこにはもう少し踏み込んだ定義が必要であろう。

感性工学の研究を行っている研究者の間でも、感性をどのように定義するかという問題については十分なコンセンサスが得られているとは言い難いが、感性工学の研究領域を定めた日本学術会議感性工学小委員会による資料、「感性工学の枠組み」において、鈴木は以下のように感性を定義している。

感性とは外的環境によって人間が刺激された場合、引き起こされる感覚的感情であり、そしてこの感情を定量的に計測把握することが必要である。〔注2〕

つまり、感性工学における感性とは、外的環境によって引き起こされる人間の反応のうち、感覚的感情によるものということであり、それを定量的に計測することが感性工学の目的である。本研究もこの定義に基づき、いかに人間の感覚的感情を定量的に測るかという視点で感性を取り扱おうとするものである。ただしこの場合、本来主観的で非論理的である感性の世界を定量的に扱うことの妥当性が問題となる。しかし感性工学における研究とは工学として、あるいは科学の一領域として行なおうとするものであるから、個人の主観的な世界を形成している共通の作用や、特定の条件

刺激に対する主観的反応の底辺に存在している、一般性のある傾向を計ろうとするものである。したがってあくまで客観性や再現性という今日の科学の方法論に立つものである。

4.2. 感性研究に関する考察

感性に関する研究は、辞書の定義にあるようにこれまでは専ら哲学におけるものであった。また心理学の領域ではほとんど感性という語を用いてこなかったが、本研究で取り扱おうとするような、認知における感性的な反応を研究した事例がなかったわけではない。たとえば白澤らは人間の顔の認知における印象評価に対して職業カテゴリーの情報がどのように影響を及ぼすかを研究している [注3]。また筒井は、音楽と文を被験者に提示し、それらによって誘発された気分の効果が認知にどのような影響を及ぼすかを研究している [注4] が、これらの心理学における研究では感性的な人間の行為を感情や印象という分類をしたうえでそれぞれ用いている。そうした心理学における分類とは異なる感性という語が用いられるようになったのは比較的最近のことである。それは人間工学の分野で機器の快適性を高めたり、人間の嗜好性に対する適合を図る取組みに端を発している。そしてその流れから、感性工学という語が生み出された。

長町によれば、感性工学という言葉が最初に使用したのは、マツダ（株）の会長山本健一である。山本の1986年ミシガン大学での特別講演で、「車の文化論」を展開し、その手法として使用したのが最初である。また、長町は1988年の第10回国際人間工学会において感性工学の名称を使用している [注5]。これらが感性工学という名称が使われはじめた初期の事例であるが、日本では80年代に感性という言葉が社会的な流行語となっていた状況があり、マーケティングの分野をはじめとして、広く一般的に感性という語を他の名詞に組み合わせて用いることが行われた。

当時の産業のソフト化という時代状況の中で、感性という語は時代を象徴する役割があったが、90年代に至り、感性工学を工学の一領域として

位置づけようという動きが生まれた。93年に日本学術会議材料工学研究連絡委員会に感性工学小委員会が発足し、95年には信州大学繊維学部感性工学科が設置されている。97年には文部省科学研究費時限付き分科として「感性工学」が認められた。そして99年には日本感性工学会が設立している。80年代の流行語にとどまらず、その後も感性工学を推進しようとする流れが生まれた背景には、今日の工学に対する見直しの気運があり、特に情報機器産業などの分野において、これまで取り扱ってこなかった人間の感性的要素を導入する必要性が認識されてきたからであろう。下に示す文部省による感性工学の定義もそのような背景が読み取れる説明となっている。

感性工学は歴史的にはまだ生まれたばかりであるが、感性工学会における研究の状況を見ると、学会の発足から日が浅いにも関わらず産業との結びつきが強く広範な研究が行われている。その領域はファッションやデザインから建築、情報処理、医学、材料学など実に多岐にわたっている。感性という語の定義に幅があるだけに、それをどのような解釈でとらえるかによって多くの領域からの参加が可能となっている面があるが、それこそ感性という概念の性格を反映したものであるといえよう。

感性工学の定義には長町によるものや、信州大学感性工学科において篠原が定義したものなどがあるが、ここでは文部省科学研究費の分科「感性工学」における定義を採用したい。それは以下のようなものである。

人間と人工環境の調和を目指して人間の感性を工学的に研究する。

すなわち、材料や製品などの個々の人工物と、人工物に取り巻かれた生活空間に対して、人が示す「感覚から心理」までの反応(=感性)について、情報工学・人間工学・認知科学・心理学・デザイン学などの諸領域に渡って学際的に研究するとともに、その応用として、人にやさしい素材、分かりやすく使いやすい製品、安心できる生活空間の開発を支援する。

[注6]

4.3. 感性評価

4.3.1. 感性評価研究

本研究において、ある対象物の認知における最終段階として、人間の感性的判断によって対象物に対する印象が決定される場合に、この感性的な判断行為に対して感性評価という言葉を用いることとする。この感性評価が主に行われるのは上述の視覚認知の3つの段階における最後の第3段階であり、第1段階、第2段階までは主にボトムアップ型処理の要因が強いと考えられるが、U・ナイサーの知覚循環モデルに代表される相互作用的理解に基づけば、実際には第2段階の体制化も含めて、人間が対象物を見る場合の見方とはこの感性評価の影響を受けていると考えられる。

感性工学という枠組みに関わらず、また感性評価という語を用いなくても、こうした対象物に対する印象を人間がどのように評価するかという研究は様々な対象物に関して行われてきた。それらの研究に共通の基本的な手法は、対象物の特徴を記述した属性と、対象物に対する被験者の評価を結びつけ、解析的手法により関係を抽出しようとするものである。たとえば梁瀬による研究[注7]では、コーヒーカップの外観要素(形、色、模様)の属性と、被験者の形容詞を用いたSD法による評価の結果を因子分析によって解析し、印象と外観の関わりを抽出している。石原らはニューラルネットを用いて同様の対応付けを行い、その研究成果をデザインに活用できるシステムの開発を行っている[注8]。村上はファジィ工学の分野において人間の曖昧な嗜好評価をモデル化し、製品に応用する方法を提案している[注9]。これらの研究では対象となる造形物の特徴を要素に還元し、各要素が被験者の感性評価にどのように影響しているかを要素単位あるいはその組み合わせによって明らかにしようとする。その結果として、変数である対象物の特徴を変化させた場合の人間の反応が予測できるという応用的な用途が期待される。このように感性評価研究とは、人間の感性的な行為を定量的に測る一つ的手段であるといえる。

4.3.2. 酒の評価に見る感性評価研究の本質

ここで感性評価研究の基本的な性質を確認するために、あえてデザインの世界とは異なる分野を例に示す。それは味の評価を扱う官能検査の領域である。ここでは特に酒の味の評価について言及する。

普段どのような種類の酒を飲んでいるかによっても異なるが、ワインなどの醸造酒はその味の個性が出やすく、ある程度経験を積み、産地や原料の品種による違いを判断することは比較的容易である。ただし、世界中で作られているワインの、銘柄や年号までぴたりと当てるのはプロであっても大変なことである。

日本酒の場合はワインに比べると味のバリエーションが少ない分、より違いが微妙で、別の意味でまた難しい面がある。その他ビール、ウイスキー、ブランデーなども含め、ポピュラーな酒には必ずと言ってよいほど、その酒の味の価値基準があり、その評価をするための尺度が用意されている。各項目の評価を表現する際には、その世界に特有の形容詞が使われる慣例になっており、干し草のような香りとか、きめの細かい味といった、その世界に身を置かなければ理解できないような形容詞が用意されている。ただしその用法をマスターしてしまえば、本来言葉にし難い味の特徴を他者に伝えるのには便利であろう。

感性評価研究の世界でよく用いられるSD法による評価手法や、因子分析や主成分分析といった解析手法が、この酒の評価の世界でも用いられている。ワインの場合はフランスの文化の一つとして、その表現も芸術的な言葉が用いられるが、ビールやウイスキーなどの評価で用意されているプロファイル評価表(図4-1)は正に感性評価の手法であり、各評価項目について3から7の段階でその程度をチェックするものとなっている。そしてその評価結果を主成分分析などで解析してその酒のタイプ分類が行われているのである。もちろん酒の世界でも醸造学などの学問分野が成立しており、その研究的な側面で解析手法が用いられることは不思議ではないが、古来から世界中で受け継がれてきた、酒の味という経験的で嗜好性の強い文化の世界で、解析的手法が極めて実的な用途として用いられていることに興味を引かれる。

| ブランドーの品質評価表 | |
|--|---|
| 氏名 | |
| <p>趣意</p> <p>本品酒の外観、香り、味及び醸造の各項目について、それぞれの尺度によって評価をしてください。また、表ページの描写すると思われる用語についても印を付してください。</p> | <p>【外観】</p> <p>酒：濁り、濁り、濁り（加水後）、オリ</p> <p>色：濁り、黄色、黄褐色、赤褐色、暗褐色</p> <p>色：濁り、濁り</p> |
| <p>■香り■</p> <p>濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り</p> <p>濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り</p> | <p>【香り】</p> <p>醸造に由来する香り：エステル香、フアルボン、 ブチロール</p> <p>熟成に由来する香り：甘い香り、熟成香</p> <p>醸造に由来する匂い：酸臭、デアセチル臭、酢酸臭</p> <p>熟成に由来する匂い：初熟臭、後熟臭</p> <p>熟成に由来する匂い：糠かせ、生木臭</p> <p>醸造由来の匂い：オキシフェン臭</p> |
| <p>■味■</p> <p>濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り</p> <p>濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り</p> | <p>【味】</p> <p>臭：味：甘味、苦味、酸味、鹹味、全味</p> |
| <p>■総合■</p> <p>濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り、濁り</p> | <p>【その他】</p> <p>個性性、良質な</p> |

図4-1 ブランデープロフィール評価表

本研究ではデザインされた造形物の視覚について、普段経験的にしか捉えられず、しかも言葉ではなかなか伝えられない視覚によるイメージというものを目に見える形に解き明かそうとしているわけだが、この酒の評価の世界も、人間の感覚と経験でしか理解されないものを、客観的で理解しやすいものにするために解析手法を用いるという点で共通している。しかし酒の世界ではその評価基準や方法が確立され、研究の世界だけでなく日常のレベルで用いられるようなフォームが出来上がっているのに対して、造形物の評価方法やその基準は芸術家やデザイナーの経験の中にしか存在しないのが現状である。

本研究が目指すのは、そうした経験則でしか理解されなかった造形物の視覚の世界に、酒の世界のような、ある具体的で客観性のある判断基準を導入することである。このように述べると、そのような定量的な見方では捉えきれないといった批判が予想されるが、それは味覚の世界も同様であり、こうしたアプローチは、それで全てが理解できるのではなく、あくまで人間の感覚的、感性的な行為を表現する手法の一つとして見るべきであり、そうした方法が有効な場合も多い。

造形の世界がこれまで安住してきたような閉鎖的な世界に閉じこもらずに、一般人にも門戸を広げると同時に専門家の支援にもなるような、理解の助けになる客観的な手がかりが導入されることに意義があると考えられる。

4.4. デザインの評価と感性評価

第3章のデザインプロセスに関する考察で述べたように、デザイン行為の最終段階としてデザイン案に対する評価という段階が存在し、この評価をどのように行うかという点が、意思決定支援の一種として支援の対象となるような難しさを持っている。ただし支援の目的は意思決定を行うために多くの検討要因をどう扱うかという点であり、通常は評価そのものを行うことは目的とされていない。少なくとも現段階においては、デザインの評価とは人間が行うことが前提であり、その評価には物理的、定量的に扱えるような要素も含むものの、多くの部分には人間の感性的な働きが介在していると考えられる。

物理的な諸条件に関してはその判断基準が明確にできる場合が多いため、評価をコンピュータに代行させることも可能であるが、感性的な判断はいまいであり、どのようなデザインが好まれるかといった要因についての評価自体を代行することは困難である。また、物理的な条件であっても、そこに人間の主観的判断が加わると必ずしも前提とした評価基準が当てはまらない場合も発生する。さらに、物理的な条件の組み合わせの結果、総合的にはまた異なる判断をしたくなる場合もある。要素単位では正しいことも、完成した製品やそのデザインを総体としてみた場合には評価基準が変化することはよく経験することである。

このように、デザインの評価には常に感性的な要因がつきまとい、純粋な工学と異なり、物理的、合理的な基準によって判断が明らかになるとはいえない部分が多い。そのように考えると、デザイン評価の根幹はまさに感性評価であるということができよう。デザインの評価において、物理的諸条件以外の要素をどのように扱うかという点がデザイン評価の最も難しく重要な点である。その意味でデザイン評価研究とは本質的に、デザインに関する感性評価研究にほかならない。

そしてまた、デザインにおける感性評価の問題は、ユーザーや鑑賞者の

主観的な判断という予測が困難なものであると同時に、それが全く個別的ではばらばらな、法則性の存在しない世界であるとも言えない。デザイナーは多かれ少なかれそうしたユーザーや鑑賞者の評価を予測してデザインをしており、経験を積み、難しくはあるもののある程度の確率で予測可能なものであるという認識は多くのデザイナーが持っていると思われる。そうした経験則としての法則性は、従来はデザイナーの勘やセンスという言葉で片づけられてきたものであるが、その部分を少しでも明らかにしようとするのが感性評価研究の主題である。そしてそのための手がかりとして視覚認知構造の概念を導入しようとするのが本研究の意図である。

4.5. デザインにおける視覚認知と感性評価

4.5.1. 見ることの本質

見ることには、対象をどのように見るかという問題が常に付きまとう。それは単に対象物を見る際の物理的な条件のみならず、見る主体である人間の内的な処理過程に、どのように見るかという要因が内在しているからである。第1章で示したオールドリッチの説にあったように、アスペクトは変化するものであり、どのようなアスペクトを選択したかということが対象に対する見方を決定付けているのである。この点についてさらに考察を深め、オールドリッチの考えと基本的には共通するが、よりこの問題を深く扱ったN・R・ハンソンの理論を検討する。

長く視覚研究において支配的であった静止網膜像としての視覚の理解は、人間の眼球におけるカメラのアナロジーとして知られる。網膜に形成された像こそが純粋な視覚の現象であるとする考えである。しかしこの説では、網膜に形成された像を見ている主体がまた別に存在することを想定することになるため、視覚現象を説明するものとしては不十分であることが今日の一般的認識となっている。しかし、このカメラのアナロジーとしての視覚という理解は大変強いイメージを持っているため、今日でも我々は、人間の目による処理を脳による処理と切り離し、網膜像の段階が純粋な視覚現象であるかのようなイメージを抱きがちである。またこれとは逆に感覚

与件理論と呼ばれる理論がある。それは、視覚の実態は人間の脳の処理にあるのであり、見るということは人間の意識レベルでの働きであるとする説である。ハンソンはこれらの立場をともに否定し、一段階知覚説を唱えた。彼によれば、これらの立場はどちらも視覚という行為を、視覚認知の与件としての入力と、その後の脳による解釈という段階に二分することになっているからである。

ハンソンの「知覚と発見」[注10]によれば、視覚とは対象物をどのようなものとして見るかということを含むのであり、さらにまた、その対象物がどのようなものとして見られたによっておのずと導かれる、その物の性質に関する知識と切り離せないのである。

ものを見ることはそれをこの種のものとして見る、あるいはあの種のものとして見ることであって、われわれは、幼児や狂人のように単に不定のまま一般的に見てなどいないのである。そしてものをこの種のあるいはあの種のものとして見ることは、この種のあるいはあの種のものについての知識を前提としている。

しかし、そのような対象物をどのように見立てるのかという問題は、多分に脳の働きの関与を前提とするものであり、それはどのように見ているかではなく脳がどのように解釈しているかではないかという指摘もあろう。しかしハンソンが述べているように、見る行為とそれをどのように見るかということを切り離すことはできないのである。網膜像が見るという行為による現象であり、どのように捉えるかは見ることと切り離された脳の問題であるという考えは無意味であって、脳によって対象物が特定の見方として体制化された段階が見るという行為の完成なのである。その意味で見るという行為は常に解釈的な働きを含むものであると言える。しかしそれは思考という働きとは異なり、あくまで直接的で瞬間的なものである。したがって解釈という語からイメージされるような、意識的な行為としてそれを捉えるべきではない。

これは一見、見ることや解釈といった語の定義の問題と思われがちであるが、

そうではない。視覚という行為が完成するのが視覚的体制化以降のレベルだとしても、その視覚的体制化自体が解釈的な要因を含むものであることは、アヒル-ウサギのような曖昧図形において明らかだからである。第2章で述べたように、視覚的体制化における要因としてはボトムアップ的な性質が強いとしても、そこにはやはり解釈的な働きが伴っている。どのように見るかのきっかけは対象から喚起されるとしても、相互作用的に人間の解釈的な働きがなければ視覚的体制化は成立しないはずだからである。

ウサギを一度も見たことがない人は決してウサギという形での体制化は不可能であるし、逆にアヒル-ウサギの曖昧図形を多くのアヒルの群れの絵と一緒に提示すれば、それはアヒルとしか見られない(図4-2)。このことはナイサーの知覚循環論とも符合し、相互作用的にトップダウン的要素とボトムアップ的要素が影響しあうことによって視覚が決定されてゆくことを裏付けるものである。そうであるとすれば、我々が対象を見るということは、そのものをある特定の図式で

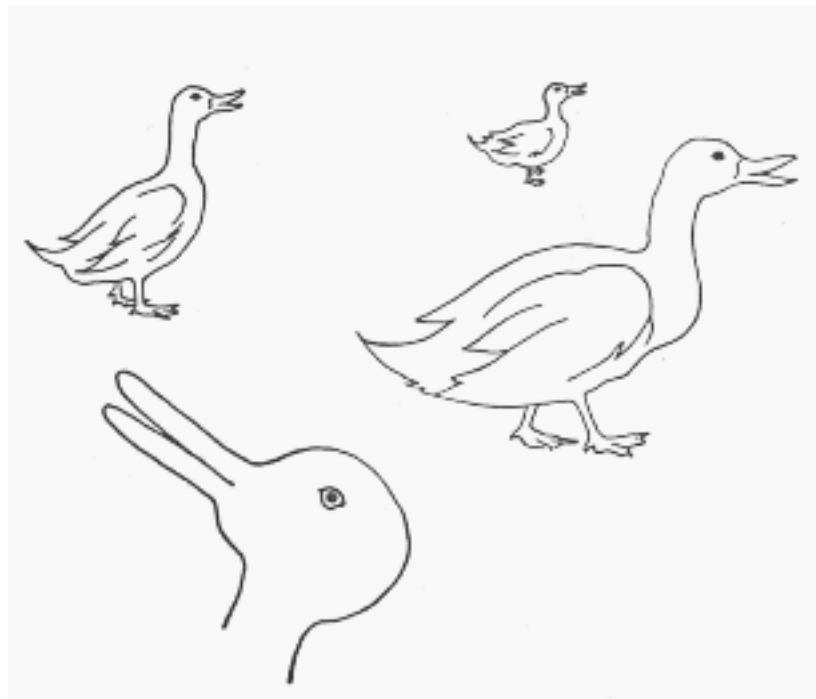


図4-2 アヒル-ウサギの曖昧図形

見るということであり、その図式が付随的に持っている知識を同時に導くものである。これをハンソンは、〈として見ること〉と、〈ことを見る〉という表現で説明している。

〈ことを見る〉ことは、それほど緊密にわれわれの知識を日常の見ることへと繋ぎ留めているのである。それは、われわれの眼に触れるものすべてについて「それは何か」と問うことを省かせてくれる。この知識は見ることのうちにあるのであって、それらの付加物ではない。

あるものをXとして見ることは、それがXが行うあらゆる仕方で振舞うことを期待しうるだろうということを見ることなのである。その振舞いがXに期待されていることと一致しないことがわかれば、これ以上それをXとして見ることは難しくなる。

つまり見ることはその対象をあるものという図式で見ることであり、そのあるものという図式は単一ではなく複数の可能性を持つ。またそのあるものとして見ることが決定されることで、付随して〈ことを見る〉ことも同時に成立する。対象を人間として見ることは、全身像を見なくても手足が2本であることを既に意味している。もし上半身を見た後で全身を見たときに足が4本あったとしたら、その対象は人間とは見なされなくであろう。そして、そうした対象が持つ性質に関する知識が視覚と同時に成立しなかったら、あるものを見るたびに我々は対象を理解するために様々な探索をしなければならなくなるであろう。

以上のようなハンソンの理論から導かれることは、見ることには解釈的働きが含まれること、どのように見るかは対象によって一義的に決まるものではないこと、対象に付随する性質も含めて我々は見ているということである。次に、このハンソンの理論をデザインの問題に結びつけるため、具体的なデザイン事例をあげることとする。

4.5.2.自動車デザインに見る<ことを見る>こと

ここでは自動車産業におけるデザイン開発の事例を取り上げる。バブル経済期の日本企業では、好景気に任せ製品開発に対する投資に大きな予算を投じた。自動車業界では特に、それまでヨーロッパの自動車メーカーに対して劣ると言われていた、デザインや品質感を向上させるためのリサーチ活動が盛んに行われた。日本のある自動車メーカーでは、北米市場での市場確保の必要性もあり、より大型の高級車市場に進出するため、それまで経験のなかった高級車の車作りやデザインの手法を学ぶ必要があった。そのため、デザイン室では通常の製品開発から離れ、高級車のデザイン手法をリサーチすることが行われた。

ヨーロッパの高級車ではインテリアに木と革が欠かせない。それは一つの表現様式である。その一方の要素である木は、通常ウッドパネルとしてダッシュボードやドアに取り付けられることでインテリアの高級感を演出する重要な手段となる。ウッドパネルに用いられる木の種類は基本的に限られており、メイプルやウォールナット、楠などがよく用いられる。特にパーズアイメイプルと呼ばれる、細かい立体的な玉状のパターンが入ったものは、メイプルの中でも限られた量しか採れないものであるため高級とされている。また、ウォールナットはその玉杵と呼ばれる部分が非常に複雑でダイナミックな模様であるため、豪華さを演出するのに好んで用いられる。そして楠は、ウォールナット同様に玉杵部分に美しい模様が見られるが、ウォールナットに比べればその柄は緩やかな模様となっており、どちらかというところ落ちついた高級感を感じさせる。色み的には、メイプルはかなり明るい黄色であり、ウォールナットは色調が暗く、楠は赤身が強い。

こうしたウッドパネルを木種を換えて同一の乗用車に取り付け、ウッドパネルの違いによって全体のデザイン的印象がどのように変化するかが検討された(図4-3)。上記の3種類以外にも、通常用いられないような新しい木種や金属、石など木以外の様々な素材も取り付けてその印象を評価することが行われた。その場合の評価は定量的なものではなく、社内の多くの人間に試乗してもらい感想を聞くというものであったが、その結果は明白な傾向を示した。評価の結果、最も高い評価を得たのは上記の3種類のウッドパネルであった。そしてその3種類

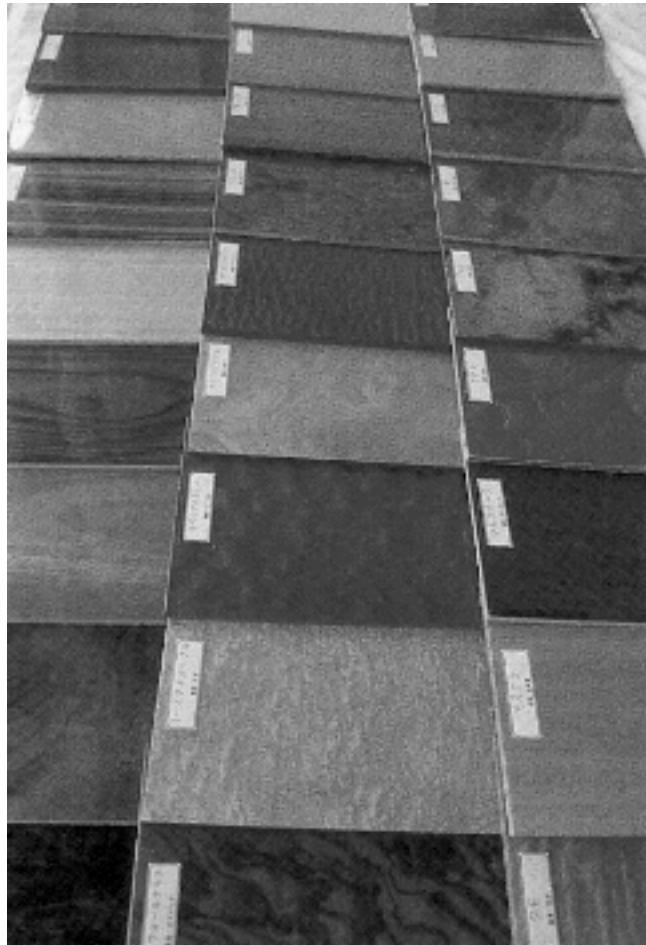


図4-3 検討されたウッドパネル

による印象の違いが実によく一致したのである。

バースアイメーブルでは色みが金に近いせいであろうが華やかな高級感、ウォールナットの場合はその模様のダイナミックさからスポーティーな高級感、楠は落ち着きのある、ゆったりした高級感を感じさせるという評価であった。この結果はそれぞれの色や柄を見れば納得のいくものであるが、ここで重要なのは、それらのウッドパネルの違いによってその車内空間の印象、ひいてはその車の性格に関して多くの評価者のイメージが一致したという事実である。しかもそれらのほとんどは、車に乗り込んだ瞬間に発せられた印象である。

評価者は基本的に自動車業界の関係者であり、何らかの知識を有していることは確かであるが、その場で述べられた印象評価の共通性には一定の客観性がある

と考えられる。評価者はウッドパネルの模様を見ることによって、その車の空間を見ているのであり、さらにその車のキャラクターを見ているのである。単なるパネルの模様の印象から、評価者は瞬間的に製品の性質をも見ているのである。この例に限らず、我々はデザインを見るときに、その造形をただ純粹に見るのではなくそれがどのようなものであるのかという解釈とともに見ている。そしてそこに感性評価が働いていることは言うまでもない。

また、この評価実験の際に用いられたパネルの中には、離れて全体を眺めた場合と、シートに座って間近に眺めた場合で印象が変化するものもあった。それは木目の模様の見え方が、距離によって変化するからである。後部座席に座って見ると前席に座って見るのでは印象が違つてすれば、どちらを基準に判断すべきかという問題が発生する。そのことは製品自体のコンセプトとして、オーナードライバー重視の車なのか、ショーファーカーとして後部座席に乗る人を重視する車なのかという問題につながる。これはまさにアスペクトの選択であり、ユーザーのアスペクトをどのように規定するかという、デザインにおける視覚認知的な問題であるといえよう。

4.5.3. デザインを見ることと感性評価

上記のハンソンの視覚に関する理論や取り上げた事例および、第1章冒頭で述べたアスペクトの共有という問題を考えあわせ、あらためてデザインを見ることを考える。

デザインという行為には多かれ少なかれデザイナーとユーザー、あるいは鑑賞者とのアスペクト共有の成否の問題が存在しており、デザイナーが意図した見方を第三者の視覚において再現できるかどうかでデザイン評価のポイントになると考えられる。ただし、デザイナーの意図したアスペクトをユーザーないし鑑賞者に再現できたとしても、そこに価値を見いだすかどうかは別の問題として存在するわけだが、少なくともデザイナーにとってその意図が伝わることはそのデザインの価値を認めさせる上での前提であるといえよう。そしてデザインの評価とは、その根幹が感性評価にほかならないのである。

ここにおいて、本研究が主題とするデザイン、視覚認知、感性評価という三つの要素が結びつくことになる。ハンソンの理論にあったように、我々は対象とするデザインを純粹にただそこに存在するものとして見るのではない。そのものを、どのようなものであるかという解釈的に見るのである。もちろんその解釈的な働きとは、対象の認識に付随する性質として感性評価を含むものである。したがって視覚認知と感性評価は切り離せない関係にあり、どう見たかがどう感じたかに結びついているはずである。

そしてどう見たかはボトムアップ的あるいはトップダウン的要素の相互作用によって多様性を持つものである。視覚認知の多様性はデザインの発想段階にも大きく関わっていると考えられる。人間の視覚認知とは、視覚の問題であると同時に連想や意図といった心的な作用の問題でもある。だがそれは見るという行為の一部であり、切り離して考えることはできない。視覚認知の多様性とはそうした作用の結果である。したがって見るという行為は状況的なものであり、見る目的や行為者の属性によって対象に対する見方は変化すると考えられる。

ただしそれと同時に、視覚やその結果発生する感性評価は全く不確定なものではなく、対象から喚起される要因によって規定される法則性の存在もまた事実である。そこには、多様性を前提としながらもある種の法則性から予測可能な領域が確保されており、その多様性と法則性のせめぎ合いのバランスの上にデザインが成り立っていることを意味している。つまり視覚の多様性や不確定性を前提としながらも、予測可能な法則性の部分を利用することで特定の見方を選択させ、意図した印象や評価を得ようとするのがデザイン行為である。

4.6. 視覚認知と感性評価における仮説

第1章で整理したように、視覚認知の第3段階においては、体制化された視覚イメージに対する意味付けや解釈が行われ、感性評価に基づいてメンタルイメージが形成されると考えられる。このメンタルイメージとは視覚認知の完成であるとともに、対象の表象化の完成でもあり、対象物を人間の心の中に再現したものである。この知覚的表象は階層構造に基づいて

おり、高次の記憶や概念的知識と結びついてネットワークを形成していることがS・E・パーマーらの研究で指摘されている(図4-4)[注11]。これは階層的に要素が結びついた階層ネットワークとして知覚的表象をとらえるべきであるとするものである。

従来の構成主義による見解では、対象の知覚には要素の加算されたもの以上のものはないとされ、ゲシュタルト心理学では全体は要素の集合だけでは規定できないとされるが、この理論によれば、その両見解を結びつけることが可能であるという。知覚対象は複数の構造レベルを持っており、その要素を単独で取り上げた場合と、複数の要素が結びつき構造化された場合ではその性質は変化する。特徴同士が結合してより高次の構造パターンを形成するとき、結合以前にはなかった性質が加わることがあり、そうした性質が対象の要素のネットワーク的な結びつきによる様々な構造の可能性によって、階層的に形作られているとするものである。したがって、知覚対象は単一であってもそれ自体が様々な要素を持っており、それらの要素をどのように組み合わせるかによって様々な構造の可能性があり、ど

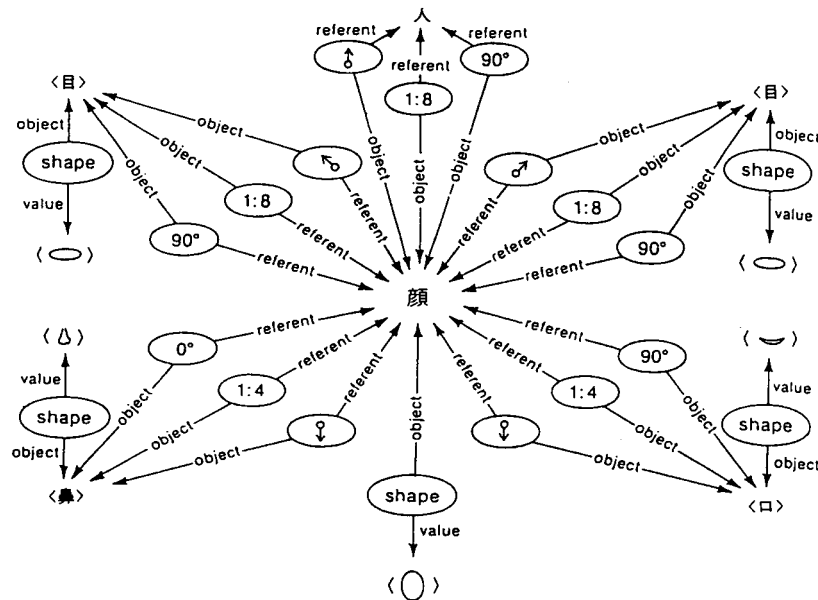


図4-4 パーマーの階層ネットワークモデルによる顔パターンの構造記述例

の構造を選択するかによって対象のとらえ方が変化し、異なる意味が発生するということである。

M・ドゥ・メイの「認知科学とパラダイム論」[注12]でもパーマーの理論が解釈を加えて説明されており、具体的な例として人間の顔の知覚を取り上げている。人間の顔を知覚する際、対象の複数の構造レベルである眼球や瞼、歯や唇などの細部を見るか、それらの要素がまとまった目や口として見るか、更に全体が統合された顔というレベルで見るとかという複数の階層が存在するのである。そしてそれらは互いにネットワーク的に結びついていることによって複数の構造記述によって共有されていると同時に、概念的知識である意味論的な構造に対応しているとするものである。

一方、従来のデザインや造形物に対する感性評価研究では、対象の特徴を部分的要素に還元して感性的な判断を結びつける、還元的手法がとられてきた。この方法論において、対象となるデザインを人間がどのように見ているかという条件は考慮されていない。少なくとも実験時に対象物を見る人間の目の位置に変化がなければ、対象物に対する見方は個人的な特性に関わらず一定であることを前提としている。これは、認知に関しては個人的なばらつきは無視できるものとして扱ってよいという考えに基づくものである[注13]。

しかし本研究が扱う文様に対する視覚認知を考えた場合、そこには様々な構造の解釈が可能であり、経験的事実として多様な視覚認知の構造が存在することは確かである。それがボトムアップ的な要因によるものであるかトップダウン的な要因によるものであるかはさておき、少なくとも同一の対象物に対する認知構造が複数存在する以上、単に対象物の部分的な特徴と感性評価の結果を結びつけることには疑問が生じる。なぜなら同一の対象であっても見る側の見方が異なれば、それによって感性評価の結果も異なるものになるのではないかという予測が成り立つからである。文様に限らず、対象を見るという行為には通常それをどのように見るかという要因が存在するのが常であり、ハンソンが指摘したように、それは単なる見

方ではなく、解釈的な判断が伴うものだからである。

これを視覚認知のプロセスに当てはめて考えれば、我々の見方の相違とは第2段階の体制化された視覚イメージの相違であり、同一物を見ていても、対象の持つ要因、個人的な要因あるいは状況の要因などによって異なった体制化が行われ、その結果として、その後の認知プロセスである第3段階におけるメンタルイメージも当然異なるだろうということである。

対象の部分的特徴に感性的な特性を結びつけようとする行為には、体制化された視覚イメージの相違が考慮に入っておらず、知覚者が対象をどのように見てその感性評価を行ったのかという要因が欠如して、正しい関係性が導き出されているとは考えにくい。このような還元的手法では単一の視覚イメージでのみとらえることになるため、たとえば対象に対する見方が、対象の部分的特徴をクローズアップしたものである場合と遠距離から眺めるように漠然と全体をとらえるようなものであった場合には、視覚イメージが異なるため同一条件での感性評価と見なすことができない。したがって感性評価の研究において、この対象に対する視点の要因を導入する必要があると考えられる。つまり感性評価が視覚認知の構造に依存しているとする考えが本研究における提案の骨子となる。

そして視覚認知のプロセスから考えれば、体制化とは第1段階の網膜イメージを編成する無限の可能性の中から、特定の構造を組み上げる過程であるが、その組み上げ方は無数にあるものの、実際にはそれほど特殊な見方が存在するものではなく、同一の対象に対する体制化はいくつかの選択肢に限られる。したがって体制化の相違とは特定の条件下において、人間の性質や対象の特徴によって発生するいくつかの選択肢の中からどの構造を選択するかという、構造選択の問題と考えることができる。すなわち、視覚イメージを複数の選択が可能な構造と考え、知覚者の視点の問題を視覚イメージ構造の選択というモデルとしてとらえることが有効であると思われる。この仮説に基づくならば、視覚認知における感性評価を研究するためには体制化における構造の選択を明らかにし、その選択の結果と感性

評価を結びつける研究方法が必要である。この構造選択を明確にすることで、視覚対象と感性評価の対応の間に一定の法則性が得られ、感性評価の記述性が高まることが期待される（図4-5）。

以上の理論的考察を踏まえ、本研究では以下の実験的研究において、デザインにおける視覚認知の多様性の存在を明らかにすることを試みる。そしてその要因や属性のデザイン表現との関わりを調査することで、認知的特性を考慮したデザインの手がかりとなる情報を抽出することを目指す。また、得られた知識をデザイン行為の支援に用いる応用的提案を行うことで、視覚認知構造に関する概念がデザイン行為において有効な役割を果たしうることを示す。さらに、視覚認知構造の選択とデザインに対する感性評価との対応関係を実験によって調査し、本提案の概念によって感性評価の記述が一定の範囲で可能であることを示す。

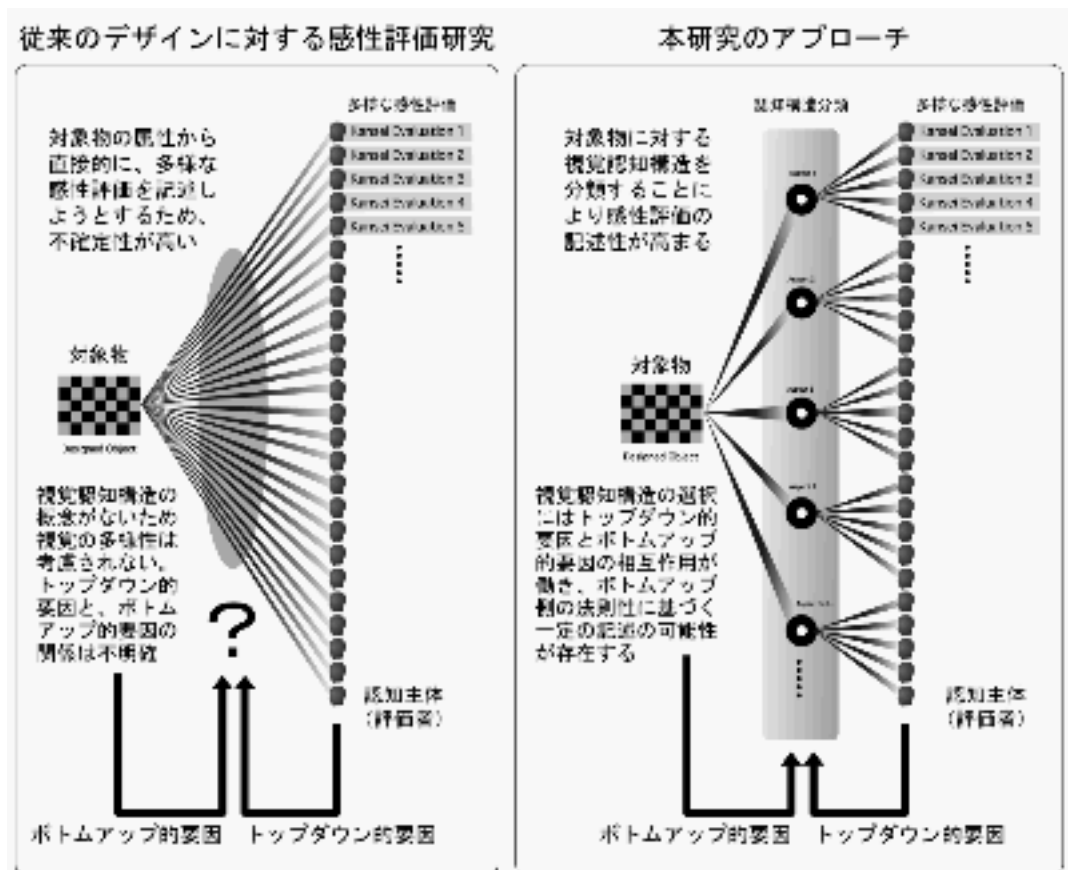


図4-5 本研究による感性評価に対するアプローチ

4.7. 第4章の結論

感性工学における感性とは、外的環境によって引き起こされる人間の反応のうち、感覚的感情によるものということであり、それを定量的に計測することが感性工学の目的である。この定義に基づき、いかに人間の感覚的感情を定量的に測るかという視点で感性を取り扱う。ある対象物の認知における最終段階として、人間の感性的判断によって対象物に対する印象が決定される場合に、この感性的な判断行為に対して感性評価という言葉を用いることとする。本研究が目指すのは、経験則でしか理解されなかった造形物の視覚の世界に、ある具体的で客観性のある判断基準を導入することである。

視覚とは、対象物をどのようなものとして見るかということを含むのであり、また、その対象物がどのようなものとして見られたによっておのずと導かれる、その物の性質に関する知識と切り離せない。したがって見ることには解釈的働きが含まれ、対象に付随する性質も含めて我々は見ている。どのように見るかは対象によって一義的に決まるものではない。ただしそれと同時に、視覚やその結果発生する感性評価は全く不確定なものではなく、対象から喚起される要因によって規定される、一定範囲の法則性の存在もまた事実である。

視覚の多様性や不確定性を前提としながらも、予測可能な法則性の部分を利用して特定の見方を選択させ、意図した印象や評価を得ようとするのがデザイン行為である。その多様性と法則性のバランスの上にデザインは成り立っている。

パーマーらの研究によれば、知覚対象は複数の構造レベルを持っており、対象の要素のネットワーク的結びつきにより、階層的に形作られている。同一物を見ても、様々な要因によって異なった体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されていると考えられ、その場合メンタルイメージも異なる事が予想される。したがって対象に対する視点の要因を導入する必要があると考えられる。感性評価が視覚認知の構造に依存しているとする考えに基づき、視点と感性評価の問題を、視覚イメージの構造選択というモデルとしてとらえることが有効であると思われる。この構造選択を明確にする

ことで、視覚対象と感性評価の対応の間に一定の法則性が得られ、感性評価の記述性が高まることが期待される。

以後の実験的研究において、デザインにおける視覚認知の多様性の存在を明らかにすることを試みる。それを元に、認知的特性を考慮したデザインの手がかりとなる情報を抽出する。得られた知識による応用的提案を行い、本提案がデザイン行為に有効な役割を果たしうることを示す。さらに視覚認知構造と感性評価の対応を実験によって調査し、感性評価の記述が一定の範囲で可能であることを示す。

第4章の注および引用文献

- 1) 大辞林第二版,三省堂,550,1995
- 2) 鈴木邁,感性工学の枠組み,日本学術会議材料工学研究連絡委員会感性工学小委員会,2,1997
- 3) 白澤早苗ほか,顔の認知に及ぼす職業的カテゴリー化の影響-職業レベルによる印象変化-,基礎心理学研究,Vol.18,No.1,1-8,1999
- 4) 筒井美加,自己関連語における気分一致効果,心理学研究,Vol.68,No.1,25-32,1997
- 5) 長町三生,感性工学,海文堂,25-26,1989
- 6) 平成9~11年度文部省科学研究費補助金公募要領
- 7) 梁瀬度子,コーヒーカップのデザインの心理評価に関する研究,人間工学,Vol.14,No.6,329-334,1978
- 8) 石原茂和ほか,ニューラルネットワークを用いた感性工学エキスパートシステム-色彩における感性構造の分析への適用,人間工学,Vol.31,No.6,389-398,1995
- 9) 村上讓司,嗜好評価モデルの構築,日本ファジィ学会誌,Vol.5,No.6,1383-1392,1993
- 10) N・R・ハンソン,,知覚と発見,紀伊国屋書店,141-192,1982
- 11) 斉藤勇ほか,認知心理学重要研究集1 視覚認知,116-117,誠信書房
- 12) M・ドゥ・メイ,認知科学とパラダイム論,産業図書,275-303,1990
- 13) 森典彦,デザインの工学,朝倉書店,70-73,1991

図4-1 古澤淑,酒の文化史,丸善,167,1991

図4-2 N・R・ハンソン,知覚と発見,紀伊国屋書店,147,1982

図4-4 乾敏郎,認知心理学1 知覚と運動,東京大学出版会,127,1995

理論的研究の総括

本研究で扱う認知とは外界の情報を能動的に収集し処理する過程としての認知であり、それを人間の視覚を通して行なう場合の過程を本論文では視覚認知という語で表すものとする。

視覚認知のプロセスは網膜から脳にいたるモデルとしてとらえることができるが、実際にはボトムアップ型の処理とトップダウン型の処理の相互作用による複雑な過程が存在するものと思われる。造形物に対する見方の違いとは体制化の相違である。本研究では、同一物を見ていても様々な要因によって異なる体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されているのではないかとの認識に立ち、体制化における選択の問題としてとらえる。

文様とは装飾的な目的のために人為的に施されるものであり、一定の単位が繰り返される反復性を持つものである。文様表現は文明の発生と共に生まれたに等しい根源的な営みと言えるものであり、人間の、あるいは文化の本質に関わっている行為である。

本研究は、デザインに対する視覚認知問題の事例として文様を位置づけ、人間が文様のデザインをどのように見ているのか、さらには文様デザインにおける造形表現の結果として、鑑賞者がどのような感性的な反応をするのかといった、文様デザインと視覚認知、感性評価の関わりについて扱うものとする。文様は3次元の造形物に比べ実験条件の再現性が高いこと、規則性を持ったものが多く構成原理を記述することができること、画像表現が容易であることなど視覚認知に関する研究素材として適した性質を有している。

支援とは、他者の意図をもった行為に対する働きかけであり、その意図を理解しつつ行為のプロセスに介在して、その行為の質の改善、維持あるいは達成をめざす一連のアクションである。文様デザインの支援としては、第1にデザイナーに対して、ユーザーの流動的な価値観の底辺に存在する認知的なあるいは感性的な評価構造に関する知識を提供することが重要で

ある。第2に具体的な提案として、本研究で得られた知識を文様デザインのデータベースに応用することが考えられる。本研究によってデザイン表現と鑑賞者の見方、そして感性評価の関わり的一端が明らかになり、視覚認知的な情報が文様にとどまらず、デザイン行為の際の手がかりとして有効であることを示すことにつながるものとする。

感性工学における感性とは、外的環境によって引き起こされる人間の反応のうち、感覚的感情によるものということであり、それを定量的に計測することが感性工学の目的である。この定義に基づき、いかに人間の感覚的感情を定量的に測るかという視点で感性を取り扱う。ある対象物の認知における最終段階として、人間の感性的判断によって対象物に対する印象が決定される場合に、この感性的な判断行為に対して感性評価という言葉を用いることとする。

視覚とは、対象物をどのようなものとして見るかということを含むのであり、また、その物の性質に関する知識と切り離せない。したがって見ることは解釈的働きが含まれ、対象に付随する性質も含めて我々は見ている。どのように見るかは対象によって一義的に決まるものではない。ただし、視覚や感性評価は全く不確定なものではなく、対象から喚起される要因によって規定される、一定の法則性の存在も事実である。視覚の多様性を前提としながらも法則性を利用して特定の見方を選択させ、意図した印象や評価を得ようとするのがデザイン行為である。

様々な要因により異なった体制化が行われ、異なる視覚イメージが形成されるとすれば、その結果感性評価も異なる事が予想される。感性評価が視覚認知の構造に依存しているとする考えに基づき、視点と感性評価の問題を視覚イメージの構造選択というモデルとしてとらえることが有効であると思われる。

以上の理論的考察を踏まえ、デザインにおける視覚認知の多様性の存在を明らかにし、本提案の概念によって感性評価の記述が一定の範囲で可能であることを示すことにいたる実験的研究を行う。

第 2 部 実験的研究

第5章 事例研究1・視覚認知構造の抽出

5.1. 研究対象とする文様

5.1.1. 伊勢型紙文様の概要

5.1.2. 伊勢型紙文様の分類と性質

5.1.3. 研究対象としての伊勢型紙文様

5.2. 調査・実験・解析の方法

5.2.1. 本研究で用いる調査・実験の方法

5.2.2. 本研究で用いる解析法

5.2.3. 単回帰分析および重回帰分析

5.2.4. 数量化理論?類および?類

5.2.5. 数量化理論?類およびクラスター分析

5.2.6. 因子分析

5.3. 事例研究1の概要

5.3.1. 事例研究1の目的

5.3.2. 事例研究1の方法

5.4. 実験1・視覚認知パターンの表現

5.4.1. 実験1の目的

5.4.2. 実験1の方法

5.4.3. 評価用語の収集

5.4.4. 使用する文様の決定

5.4.5. 評価フォーマットの作成

5.4.6. 文様の評価実験

5.4.7. 実験結果の解析

5.4.8. 視覚認知パターン画像の作成

5.4.9. 実験1の考察

5.5. 実験2・視覚認知パターン表現の検証

5.5.1. 実験2の目的

5.5.2. 実験2の方法

5.5.3. 検証結果

5.5.4. 実験2の考察

5.6. 事例研究1に関する考察

5.6.1. 視覚認知パターン画像の分類

5.6.2. レイヤーの選択特性

5.7. 事例研究1の結論

5.1. 研究対象とする文様

5.1.1. 伊勢型紙文様の概要

本研究では研究対象として文様を用いるが、文様が視覚認知に関する研究素材として適した性質を持つことは第2章で述べた通りである。しかし一口に文様と言っても、同章でその分類の方法を整理したように、様々な種類がある。その中から本事例研究で用いる文様として、伊勢型紙文様を取り上げることとした。

伊勢型紙は三重県鈴鹿市に伝わる伝統工芸である。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。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(図5-1)。

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,図5-2)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



図5-1 伊勢型紙の製作

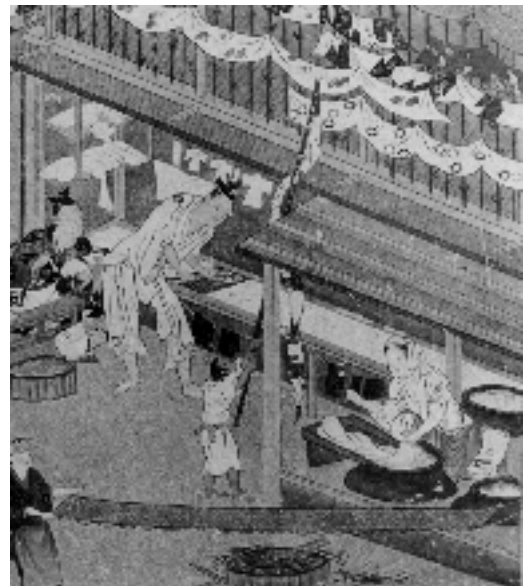


図5-2 職人尽絵屏風(部分)

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。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[注1]。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。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。

5.1.2. 伊勢型紙文様の分類と性質

伊勢型紙という名称は本来、型染に用いられる型紙、あるいはその製作技法を指すものである。したがってデザインの様式等による分類名ではないため非常に多様な文様が含まれる。一般の文様名はデザイン的な分類によっているため、どの種類の文様が該当するかとの観点から伊勢型紙文様を規定することは困難である。この技法で製作された型紙を用いる文様は全て伊勢型紙文様と呼ぶことができ、逆に同じ種類の文様であっても、伊勢型紙によって製作される場合とそうでない場合があるからである。例え

ば、デザインの特徴から型友禅、小紋、中形などに分類される文様は、いずれも伊勢型紙で製作されている場合、伊勢型紙文様の一部であると見なすことができる。ただし、伊勢型紙文様を特徴づけているのはその製作技法であり、その観点での伊勢型紙の区分は明確である。伊勢型紙は基本的に刃物で和紙を彫り抜くことで製作されるが、その製作技法から、以下の4種類に大別される。

錐彫り（図5-3）針のように細い半円形の刃物で、無数の小孔を彫って文様を作る。江戸小紋などが代表的である。

突彫り（図5-4）丸い孔のある敷板の上で、小刀の刃を前にして彫り進めて文様を作る。型友禅などの大柄な文様に用いられる。

縞彫り（図5-5）引き彫りとも言う。定規を当てて、小刀を手前に引く彫り方で細かい直線の縞や曲線などの文様を作る。

道具彫り（図5-6）花びらなど、ある文様の部分的な単位の道具刃物を作り、その刃物によって一突きに彫り抜くことを繰り返して文様を作る。

これら4種類の技法に共通しているのは、紙を刃物で切り抜くことによる図と地の完全な2階調表現であること、染色用であるため反物の寸法から画面サイズが2.3種類に規格化されており、画面の両端での柄の連続性が確保されていること、彫り抜くことで型紙が切り離されてしまわないように柄が配置されていることなどである。これらの特徴はいずれも紙を切り抜くこと、および型染という利用目的から発生しているものであり、こうした特徴が伊勢型紙文様を規定している。そして、上述のように特定の文様種を伊勢型紙文様として対応付けることはできないが、伊勢型紙文様を代表するものとして最も知られているのは、錐彫りによる小紋であろう。時代によっても異なるが、大柄で豪華な京友禅と異なり、型紙が主に用いられたのは色数の少ない庶民のきものや浴衣であった。小紋は特に江戸時代に流行した文様で、元来武士の袴に用いられていた文様であるが、江戸時代には庶民層に広く普及した。微細な点や線のユニットの集合によって構成されるため、遠目には柄のはっきりしない文様となっており、その

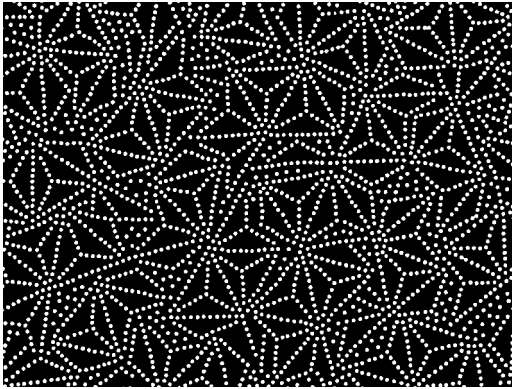


図 5-3 錐彫り



図 5-4 突彫り

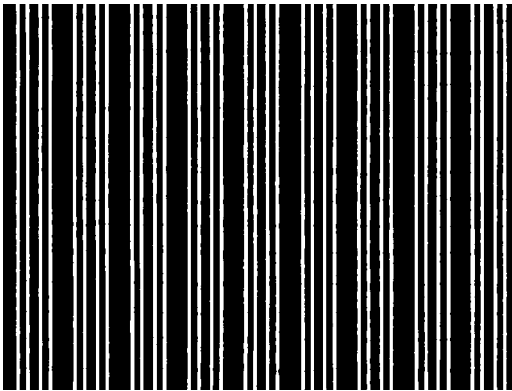


図 5-5 縞彫り

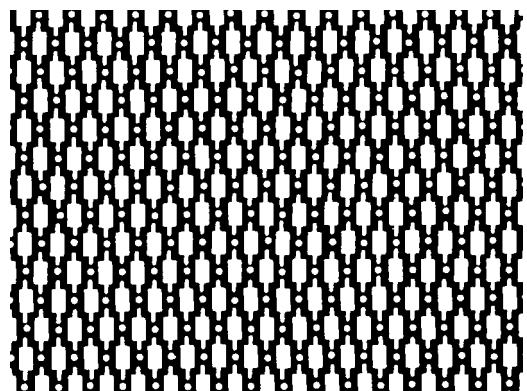


図 5-6 道具彫り

繊細さが粹とされた。後の時代の多様化した小紋と区別するため、この種のもは江戸小紋と呼ばれている。江戸小紋の中でも特に有名なのは鯨小紋である（図5-7）。微細な孔の密度と、ゆらぎながらゆるやかな規則性を持つその配置は最も高度な技術を要求する文様であり、今日では新たに製作できる職人が途絶えてしまっている。細かな柄に見られる緻密さや繊細さと、それを可能とする表現技術の正確さ、多様性などが伊勢型紙文様の特質といえるであろう。

5.1.3. 研究対象としての伊勢型紙文様

本研究においてこの伊勢型紙文様を用いる理由は、第1に伊勢型紙文様が染色の型紙のために表現されたことに起因する性質にある。型紙用にデザインされた文様は、型紙を切り抜くことで図と地を表現するため、中間

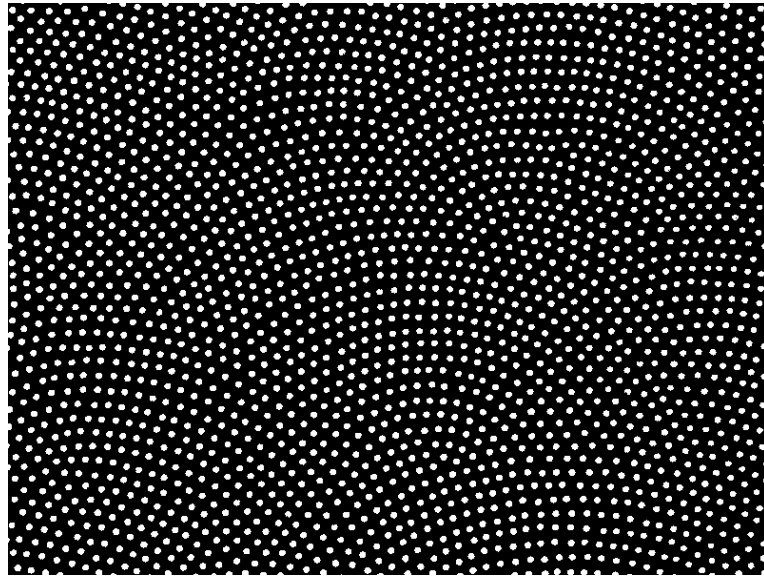


図5-7 絞小紋

調を持たない2階調の表現となる。また多色刷りの場合は各版ごとに型紙が用意されるため、はじめから文様が複数の構造に分けて制作されている。そして型紙の大きさは着物の反物のサイズで決められているために、文様の種類に関わらず2、3種類に統一されている。また、大柄なものは少なく、基本的には一枚の型紙を連続して使うことで柄が連続する反復文様となっている。このように染色用であり、かつ型紙によるものであることに起因する性質が、伊勢型紙文様を研究対象として利用しやすいものとしている。同じ文様であっても、織など染色以外の技法による表現や、染色であっても手描き友禅など型紙によらない他の技法で表現された場合にはこのような性質を持たないため、ぼかしなどにより図と地が明確でなかったり、色に頼った表現が多かったりと、研究対象としての扱いが難しくなる。したがって本研究では伊勢型紙文様を用いることにした。

第2には、長い歴史を持ち伝統的に受け継がれてきた伊勢型紙文様には実に多くの種類があり、視覚的に特殊な効果を持ったものが多く存在するという点である。こうしたバリエーションの豊富さから、様々な文様デザインにおける反応の違いを検証するのに適している。

第3には、幾何学的な文様が主体であるという点である。突き彫りの技

のような論理モデルによる方法を取るものではなく、心理学に見られるような、経験データによって仮説を検証するという方法を取る。何らかの方法で対象に対して測定操作を行ない、そこからデータを引き出して検討することで、理論を実証するという方法である。このような経験データを用いて行なう科学を経験科学と呼ぶが、本研究もこの経験科学の分野に属する方法による。

その様な立場に立つ場合、経験データをどのようにとり認知を記述するかという問題があるが、視覚認知の行為そのものは直接測定することができないため、認知現象を伴う課題を被験者に遂行してもらい、その遂行結果を測って人間の認知の構造や過程について推測することになる。したがって本研究は調査や実験の結果の測定によって視覚認知を記述しようとするものである。そしてそのための具体的な測定法としては、基本的にSD法やそれに準ずる尺度による評価法を用いている。

さらに、調査や実験の結果得られる経験データをどのように扱い理論に結びつけるかという問題がある。人間の行為を測定の対象とする場合には、同一の行為における測定結果が個人間で異なることや、測定における状況などの多様な要因が影響し、データの意味が一意的でないなどの問題があり、その処理には注意が必要である。

そのような問題を考慮したうえで経験データから有意な結果を導き出す方法としては、「データの変動を確率的なものに見なして」、「分布をとり、その特徴を記述する指標を使って語る」記述統計による方法や、「たくさんの変数を計測に使い、それらの組み合わせで語る」多変量解析による方法、「母集団に立ちかえって語る」統計的検定・測定の方法などがある〔注3〕。本研究ではこうした方法のうち、多変量解析による方法を取るものである。以下に本研究で用いる解析法についてその概略を説明する。

5.2.2. 本研究で用いる解析法

本研究では、経験データである実験結果から有意な結果を導き出す方法

として、多変量解析を用いる。多変量解析 (multivariate analysis) とは、文献によれば「いくつかの個体が、複数個の変量によって特徴づけられる多変量データを、変量相互の相関関係を考慮しながら分析する手法である」[注4]。そしてその目的として以下の4点をあげている。

- (1) 事象の簡潔な記述と情報の圧縮 (次元の縮小)
- (2) 事象の背後のある潜在因子の探索 (次元の意味づけ)
- (3) 事象に対する複数の絡み合った多くの要因の影響を総合化
(変数の重みづけ)
- (4) 未知のデータの判別と分類

多変量解析の手法には多くの種類があるが、その分類としては外的基準があるかどうかの一つの基準となる。外的基準とは従属変数または基準変数、目的変数とも呼ばれ、他の変数の変動が原因となって変動する変数群を言う。原因となる変数は独立変数又は説明変数と呼ばれ、この変数の組み合わせによって外的基準の変動を説明することが解析の目的となる。また、扱うデータが量的であるか質的であるかも分類の基準となる。質的データとは連続量ではない0,1など名義尺度によるアイテム、カテゴリー型のデータを指す。そのようなデータをカテゴリカルデータと呼ぶ。多変量解析の技法を分類した図を示す(図5-8)。ここではその全てについて説明することは避け、本研究で用いる技法に絞ってその概略を説明する。

本研究の事例研究で行なう解析のうち、実験1の実験結果の解析には因子分析を、実験3の解析には数量化理論?類をそれぞれ主に用いる。また、実験3の評価用語の選定に際しては用語の整理のために数量化理論?類及びクラスター分析を、そして実験3の解析方法の検討において数量化理論?類を用いている。実験4および5における評価実験の解析では、連続量のデータを扱うことから、重回帰分析および単回帰分析を用いている。さらに重回帰分析の結果に対して比較検討するため、新たな方法としてニュー

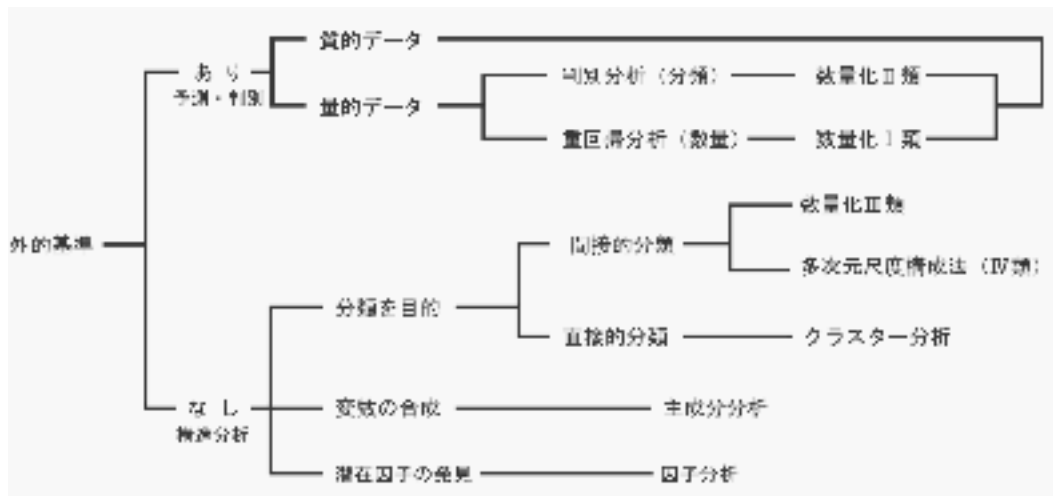


図5-8 多変量解析の分類

ラルネットワークプログラムによる解析も行う。また、事例研究5では重回帰分析の発展形として正準相関分析を用いる。以下に各解析法の概略を述べる。ただしニューラルネットワークプログラムおよび正準相関分析については、応用的な手法であるため各章で説明することとし、ここでは省略する。

5.2.3. 単回帰分析および重回帰分析

回帰分析は多変量解析の代表的な手法であり、きわめて幅広く利用されてきた標準的な解析法である。基準変数の値を最も効果的に予測できる説明変数の重みを求め、それによって予測式を定めるものである。また表現を変えれば、基準変数のベクトルを線形モデルで予測しようとする方法である。この解析法の基準変数および説明変数は連続量のデータである。

回帰分析のうち、説明変数が1つの場合を単回帰分析と呼び、複数の場合を重回帰分析と呼び、通常は単回帰分析も含めて重回帰分析として扱うことが多い。重回帰分析において説明変数の重みを求めることで決まる予測式を重回帰式と呼ぶ。

その数学的な処理は、基準変数と全説明変数の相関係数が最大となるように各説明変数の重みづけ係数を最小2乗解によって求めるという操作である。各説明変数の基準変数に対する相関を偏回帰係数と呼ぶ。また式全

体としての基準変数に対する相関は重相関係数と呼ばれる。この操作によって各説明変数の重みづけが決定すると、それぞれの説明変数がどの程度基準変数の決定に寄与しているかが判断できるため、重回帰分析は因果関係を分析する目的で利用される。ただし正確には因果関係というよりも相関と表現すべきである。

また、この解析法を用いると各説明変数の値を仮定した場合の基準変数の値が計算できるため、新たなデータが得られた場合の結果を予測することができる。基準変数ベクトルと、式によって得られる予測値ベクトルの内積の比は決定係数 (R^2 乗) と呼ばれ、予測の精度を示す指標として用いられる。決定係数の平方根は重相関係数に等しい。

重回帰分析においては、説明変数としてどのような変数を採用するかが重要であり、基準変数に対する偏相関が高い説明変数を採用するべきであるが、説明変数同士に高い相関が存在すると解析結果が不正確なものになる場合がある。その対策のために重回帰分析の一種として変数選択法という手法がある。これはあらかじめ決められた基準に従い、変数の数を変化させて行くことで説明変数の採用を自動化する方法である。

5.2.4. 数量化理論？類および？類

数量化理論はカテゴリカルデータの解析法として林知己夫によって考案されたものである。数量化理論は第？類から第？類まであり、第？類は量的データを扱う解析法の重回帰分析に相当するものである。つまり数量化理論？類とはカテゴリカル重回帰分析であると言いき、その数学的処理は重回帰分析と同様であるが、説明変数がカテゴリカルデータである点が異なる。[注5]。したがって数量化理論？類は重回帰分析と同様、外的基準が存在する場合の解析法であり、重みづけを行なった複数の説明変数の組み合わせによって基準変数を説明させるものである。

数量化理論？類は数量化理論？類と同様、カテゴリカルデータに対する解析法であり、量的データの解析法での判別分析に相当するカテゴリカル

判別分析と呼べるものである〔注5〕。数量化理論？類の処理は数量化理論？類に近く、外的基準が数値で与えられるかわりに分類で与えられるという点が異なる。すなわちいくつかのグループのいずれに属するのが外的基準となる。したがって数量化理論？類は、基準変数と説明変数が共にカテゴリカルなデータで与えられている場合に用いる解析法である。

操作としては各説明変数の重みづけを行う際に、同一のグループに属するものが近く、異なるグループに属するものが遠くなるように、相関比を利用して各説明変数の重みづけを行うものである。解析の目的も数量化理論？類と同様、分類の決定に対してどの説明変数がどの程度寄与しているのかを判断したり、新たなデータが与えられたときに、どのグループに分類されるのかを予測することに利用される。

5.2.5. 数量化理論？類およびクラスター分析

数量化理論？類はやはりカテゴリカルデータを扱う解析法であるが、外的基準が存在しない場合の解析法である。数量化理論？類の目的は、分類である。多くのカテゴリカルなデータが与えられた場合にそれらを判別、分類するための解析法であり、上述した多変量解析の目的の(4)に該当する技法である。その方法は、まずデータを個々のサンプルが各カテゴリーに属するか属さないかで判断して1か0で記述したものとする。そして解析処理においてはそれぞれのサンプルとカテゴリーに数値を与え、両者の関係を線的なものに見なして、数値の組の間の相関係数ができるだけ大きくなるようにサンプル及びカテゴリーに与える数値を選ぶ〔注6〕。それによってサンプル及びカテゴリーに与えた数値による空間をつくり、複数の軸をとって構造的な配置で表現する。これを図にすることで各サンプルの位置関係が理解しやすくなり分類が可能となる。また、この結果をクラスター分析に用いることでさらに分類を明確化することができる。

クラスター分析の目的は数量化理論？類と同様、分類にあるが、数量化理論？類が空間にサンプルを配置することによって関係を可視化して分類

する方法であるのに対して、クラスター分析は様々な方法でサンプルをサブシステム化する方法である。つまり全体をいくつかのグループ（クラスター）に分けることを行うための手法である。その方法としては種々の方法が考案されているが、代表的なものとして階層型がある。階層型は出力においてサンプルを階層的に樹形図によって表現するため、その樹形図上の任意のレベルで線を引くことによって、任意の数のクラスターに分類することができる。

階層型クラスター分析における解析には最短距離法、最長距離法、平均距離法などがあるが、その処理方法は親近度によるものである。対象とする全てのサンプルの組み合わせにおける親近度を対象行列で表現し、最初は全てのサンプルを1クラスターとしてクラスター化を開始する。そして最も非親近度の小さいクラスターの組み合わせを統合し、徐々に各クラスター間を併合していく〔注7〕。親近度の値としては相関係数を用いることができ、また他の解析処理によって空間的配置を行い、それを利用して解析を行うこともできる。数量化理論Ⅱ類による解析を行い、その結果に対してクラスター分析を行ってクラスター化した結果を数量化理論Ⅱ類の座標空間上で分類して表現すると理解しやすい分類ができるため、この組み合わせによる分類方法がよく用いられる。

5.2.6. 因子分析

因子分析は、多くの変数間の相関関係を規定している潜在因子を発見するための解析手法である。外的基準を持たない場合に用い、扱う変数は量的データである。基本的な処理としては、数多くの変数をできるだけ少ない共通説明変数にまとめあげる手法である。

その処理は各変数を分解し、因子負荷量と因子得点の組み合わせとすることで各カテゴリーにおける因子負荷量の組み合わせ、各サンプルにおける因子得点の組み合わせを共通因子として抽出するものである。類似した手法に主成分分析があるが、目的としては近いがその処理については逆の

立場にあり、因子分析が変数を分解して少ない特性値にまとめあげようとするのに対して、主成分分析は変数を合成することによって情報の圧縮を行いまとめあげようとするものである〔注8〕。因子負荷量を2乗し合計したものを固有値と呼び、各因子の重要度を表す。また各共通因子の固有値が全体に占める割合を寄与率と呼び、この値が因子の説明力の高さを表す。共通因子を採用する場合の基準としては、累積寄与率が60%以上であることが一つの目安である。

共通因子を決定する方法としてはいくつかの手法があり、代表的なものとして主因子法、セントロイド法、バリマックス法がある。これらは、各変数ベクトルの配置の座標軸である共通因子の軸をどのように決定するかという方法の相違である。また、因子の解釈が容易になるように解析後に軸の回転を行う場合もある。回転の方法には直交回転と斜交回転があり、それぞれの回転方法にはまたいくつかの方法があるが、5段階評価の解析ではバリマックス法による直交回転が主に用いられる。

5.3. 事例研究1の概要

5.3.1. 事例研究1の目的

多くの文様デザインでは、その文様に対する見方が同時に複数存在している場合がある。鑑賞者がその文様の有する造形的な特徴のどの部分に注目したかによって、1種類の文様が独立したユニットの繰り返しに見えたり、流れるような曲線の配列に見えたり、均一な編み目構造のように見えたりする（図5-9）。そのような多義性のある文様の場合、認知的な解釈を引き起こす造形的特徴が1つの文様の中に競合しながら複数存在しているため、知覚者が観賞時にそのいずれを選択したかによって、文様に対する見方が異なるものになると考えられる。

ただしそれらのボトムアップ的な訴求機能によってのみ見方が決定されるわけではなく、各鑑賞者のトップダウン的な要素によっても異なる解釈が生じることが推測される。

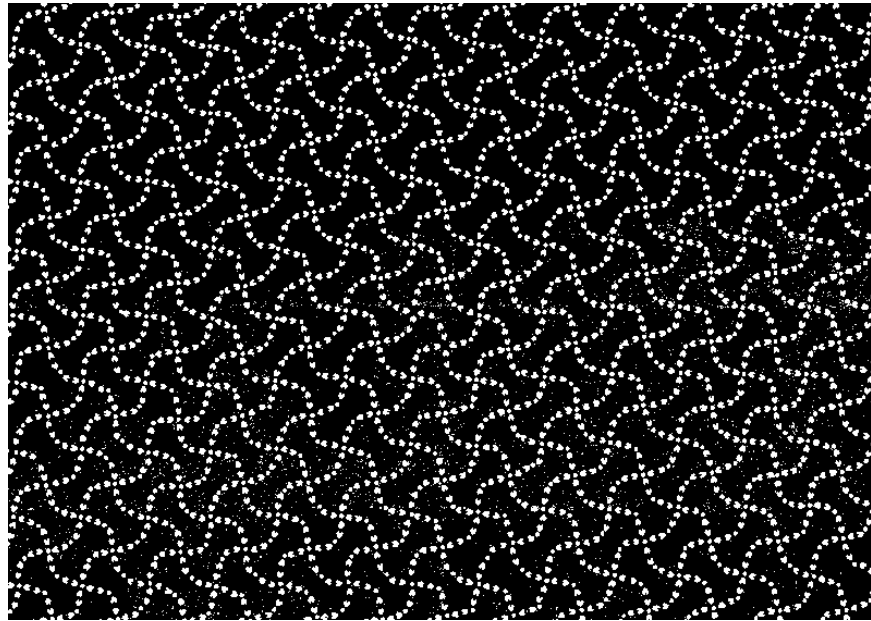


図5-9 多義的文様の例

そうした結果決定される視覚的な解釈の違いは、感性評価によってもたらされる、対象物に対するメンタルイメージにも影響を与えていることが予測される。しかしこれまでの造形物に対する印象評価の研究事例においては、知覚対象の造形的特徴と感性評価によって導き出されたメンタルイメージを直接関係付けようとする試みが主流であった。

鑑賞者が対象をどのような構造を持った造形物としてとらえているのかといった見方の要因が欠如しては、正しい関係性が導き出されるとは考えにくい。したがって、知覚者がどのように対象をとらえているのか、そして選択された見方と造形表現や感性評価段階におけるメンタルイメージがどのような関係を持っているのかを調査することが必要であると考えられる。

事例研究1では、第4章で提案した仮説に基づき、造形物に対する視覚認知において多様性が存在することを仮定し、それを特定の条件下において人間の視覚認知の性質や対象の特徴によって発生する複数の体制化の選択肢の中から、特定の特徴を有する画像を選択する行為（視覚認知パターンの選択）としてとらえる。そして文様デザインに対する視覚認知構造を

明らかにすることを目的に、複数の視覚認知パターンを表現した画像を具体的に表現することを試みる。

なお、本研究においては視覚認知構造に関する調査対象を文様デザインの形態的な特徴などの無彩色の条件における要素に限定し、色彩に関する特徴は扱わないこととする。これは色彩の要素を入れることでその影響によって条件が複雑化し特徴抽出に偏りが出ることが予測されること、他の研究事例においても色彩については独立した領域として扱われていることなどによる。

5.3.2. 事例研究1の方法

対象とする複数の文様を選定し、同時に文様デザインに対する評価用語をアンケートによって抽出する。実験1として、抽出した評価用語を用いて文様デザインの見え方に関する印象評価実験を実施する。評価結果のデータを解析し、各文様ごとに影響度の高い評価用語の組み合わせから複数の視覚認知パターンを抽出する。抽出した視覚認知パターンを解釈し、各パターンを表現した画像を作成することによって、各文様に対する視覚認知の構造を具体的な画像で表現する。

実験2では、実験1で作成した画像が視覚認知パターンを表現したものであるとして妥当性があるかどうかを検証する。作成した画像に対する印象評価実験を行い、画像に対する印象評価の結果がその画像を作成する際に手がかりとした評価用語の組み合わせと一致するかどうかを検証する。また同時に、作成した複数の画像に対する順位付けを行い、その順位が実験1において得られた文様ごとの視覚認知パターンの順位と対応するかどうかを検証する。また、検証結果において十分な有意性が見られない画像については、その結果に基づき表現を改善することで表現の妥当性を確保する。

そして得られた結果の考察によって、視覚認知パターンの分類を行う。事例研究1の手順を図に示す(図5-10)。

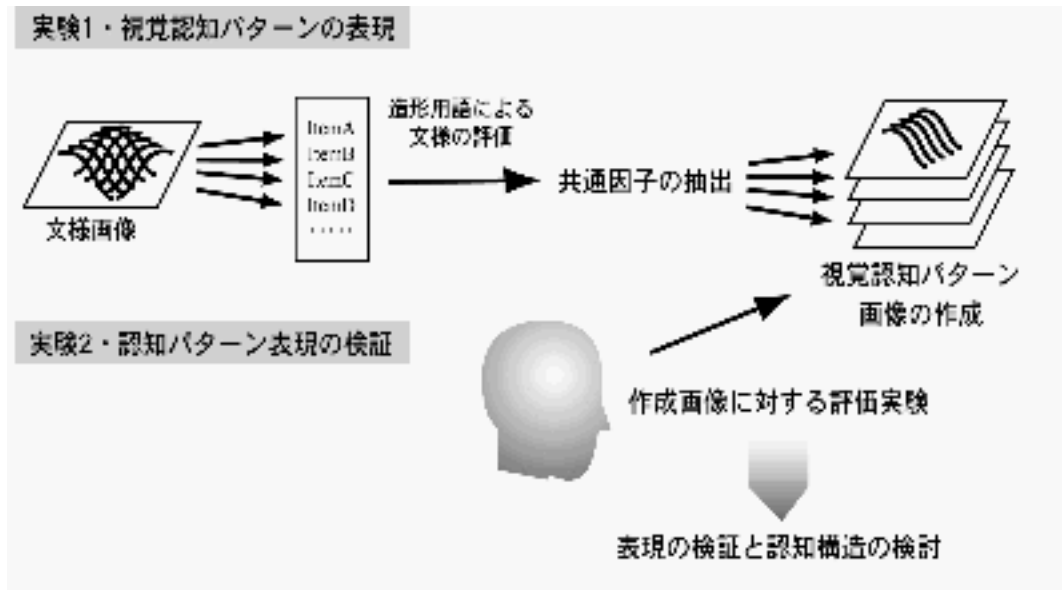


図 5-10 事例研究1の手順

5.4. 実験1・視覚認知パターンの表現

5.4.1. 実験1の目的

実験1では、文様デザインに対する視覚認知パターンの画像表現を試みる。体制化の相違をいくつかの選択肢の中からどの認知パターンを選択するかという画像の選択の問題ととらえ、同一の文様に対する複数の視覚認知パターンを評価実験によって抽出し、その特徴を理解しやすいよう画像で表現することを試みる。

5.4.2. 実験1の方法

- (1) 一般的に造形物の特徴を表すのに用いられる用語を記述によるアンケートによって収集し、分類して実験に使用する代表的な造形用語を得る。
- (2) 実験に用いる、視覚的な認知に多義性があると考えられる伝統的な文様の白黒画像を選定する。
- (3) 画像を被験者に提示し、各文様について上記の造形用語群の中から印象の強い言葉を選択し、順番付けする方法で評価実験を行う。
- (4) 実験結果を数値化し、因子分析により解析して各文様ごとに複数の

共通因子を抽出する。

(5) 共通因子を解釈し、各共通因子で因子負荷量が上位の用語の組み合わせから得られる特徴を表わす画像を作成することで、知覚者が視覚の際に選択している認知パターンを具体的に表現する。

5.4.3. 評価用語の収集

一般的に2次元の造形物の特徴を表すのに用いられる用語を記述によるアンケートによって収集した(実施日:1999年6月7日、場所:名古屋造形芸術大学C301教室)。対象者は美術大学の大学生60名(2~4年生、年齢19歳~22歳の男女各30名)とし、1人3つ以上の造形用語を自由に記述させた。ただし今回は対象となる画像が白黒の2階調画像であるため、色に関する用語は対象外とした。アンケートを実施した結果、105の造形用語が得られた。

アンケートと同時に美術書などの文献からも用語を収集した[注9]。アンケート結果と文献調査の結果を合わせてKJ法によって分類して、最終的に実験に使用する26の造形用語を得た(表5-1)。

5.4.4. 使用する文様の決定

実験に使用する文様を18種類選定した。選定に当たっては、できるだけ多義性の強いものにする、また各文様の造形的な性格が異なるもの

表5-1 使用した造形言語

| | | | |
|----------|-------|--------|----------|
| A)角張った | H)粗い | O)独立 | V)淡い |
| B)丸みを帯びた | D)規則的 | P)まとまり | W)コントラスト |
| C)直線的 | J)不規則 | Q)バラバラ | 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 | |

となるように留意した。文様は全て伊勢型紙文様を用いた。画像は伊勢型紙から直接スキャニングしてPICT形式の画像データとした。スキャニング時の解像度は400dpiとし、2200*1650 pixelにトリミングした。データは白黒の2階調画像とした(図5-11)。

5.4.5. 評価フォーマットの作成

文様デザインの評価実験に用いる評価フォーマットを作成した。当初はSD法による5段階評価を計画したが、18種類の文様それぞれに対して26の造形用語について評価すると作業量が大きくなりすぎることと、評価を繰り返すことで図に対する見方が変化していくことを考慮し、印象度の強さで上位5つの用語を選択し、用語をその印象の強く感じられる順に順位付けする方法とした(図5-12)。

5.4.6. 文様デザインの評価実験

文様の画像を被験者に提示し評価実験を行った(実施日:1999年7月12,13日、場所:名古屋造形芸術大学C301教室)。対象者は美術大学の大学生60名(2~4年生、年齢19歳~22歳の男女各30名)。A4版の紙1枚に1種類ずつプリントした文様(サイズ140*105mm)を5秒間見たあと、その文様に対する印象として相応しい言葉を26の造形用語群の中から5つ選ばせ、それらの語を、印象が強く感じられる順に記号で順位付けするようにさせた。18種類の文様全てについて同様に実験を行った。

5.4.7. 実験結果の解析

実験結果を数値化して解析するために、選ばれたそれぞれの文様の5つの造形用語を、最も印象が強かったものを5点、最も印象が弱かったものを1点として5段階の整数で点数付けし、選ばれなかったものは0点として集計した(表5-2)。集計に用いたソフトウェアはMicrosoft Excel 98 Macintosh Editionである。集計したデータを因子分析に

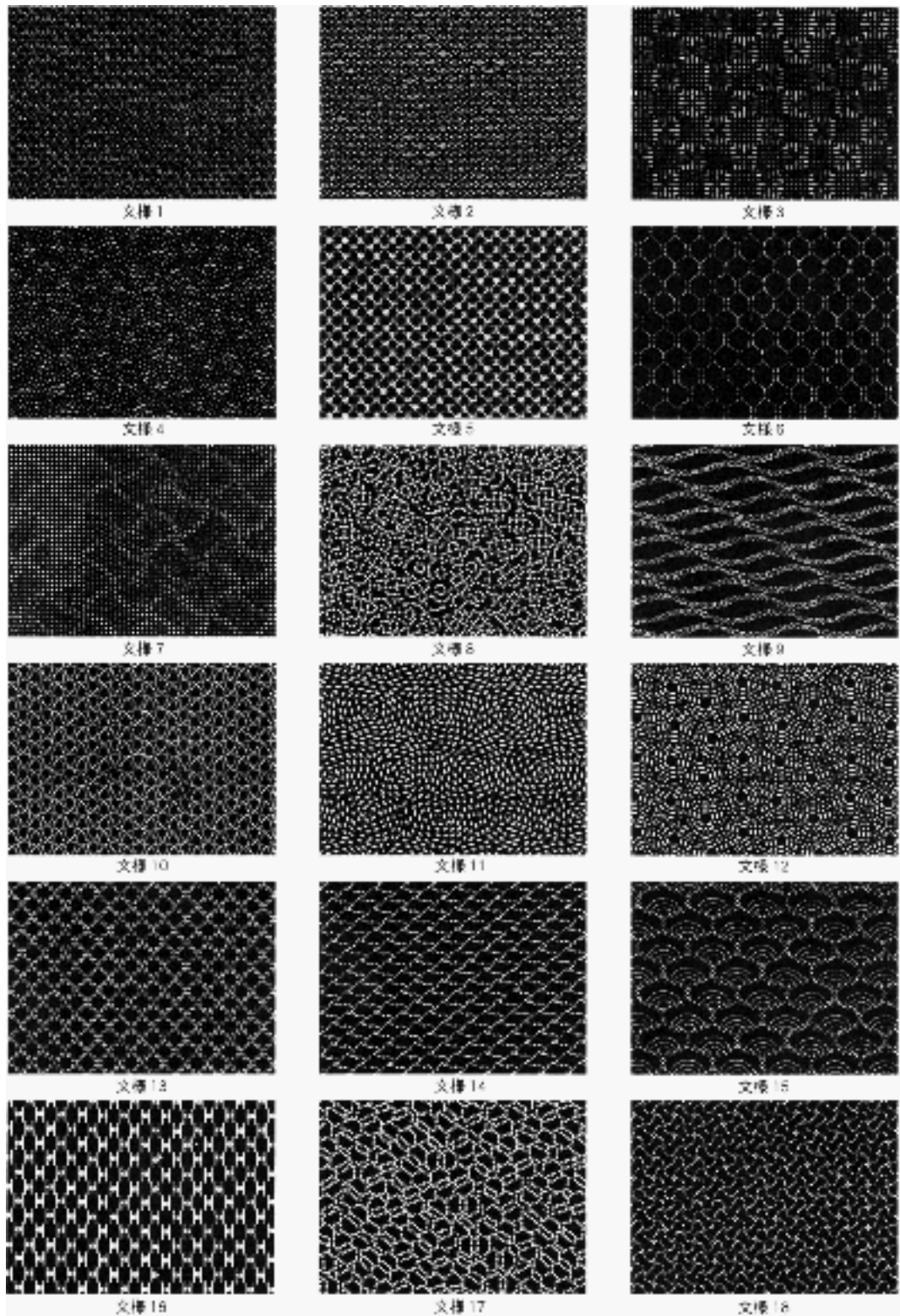


図5-11 使用した文様画像 (SCALE 1 / 3.3)

質問：上の図を見て、図の特徴を表現する言葉を以下の語群から5つ選び、その記号を、強く感じられる順番にお書きください。

感じられる言葉（記号で記入）

強く感じられる →

1 2 3 4 5

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

図5-12 実験1の評価フォーマット（部分）

表5-2 実験1の集計結果（文様1）

列A：被験者番号,行1：用語記号（得点のなかった用語記号と無効回答者は除外）

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | B | D | E | F | G | I | L | N | P | R | S | T | U | Y | Z | |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 3 | 3 | 0 | 5 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 8 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 10 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 11 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| 11 | 12 | 5 | 4 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 13 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 14 | 1 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 15 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 1 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 17 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 17 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 18 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 19 | 21 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 23 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 24 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 26 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 25 | 27 | 0 | 1 | 4 | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 28 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 30 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 32 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 33 | 4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 34 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 35 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 33 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| 34 | 37 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 35 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 36 | 40 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 43 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 44 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| 40 | 45 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 46 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 42 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| 44 | 49 | 0 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 50 | 2 | 5 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 46 | 51 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 47 | 52 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 53 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 54 | 0 | 3 | 0 | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| 51 | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 52 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 58 | 5 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 54 | 59 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 55 | 60 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

より解析した。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回転を行った。因子分析の固有値と寄与率などを考慮した結果、各文様に対して4から7の共通因子が抽出された(表5-3)。

5.4.8. 視覚認知パターン画像の作成

各々の文様について、各共通因子が表している文様デザインの造形的な特徴が明らかになるように、因子負荷量の数値で上位の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た(表5-4, 5-5)。組み合わせの決定に当たっては、因子負荷量の数値が0.3以上であること、大きな谷になっている部分で区切ること、用語の組み合わせによって特徴が読み取れる範囲の用語数とすること、などを目安とした。解釈の際には、用語

表5-3 実験1の解析結果(文様1)
アルファベットは表5-1の用語記号

| 因子分析基本統計量 | | | 直交解 | | | | | | | |
|----------------|---------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 変数の数 | 15 | | | 因子1 | 因子2 | 因子3 | 因子4 | 因子5 | 因子6 | 因子7 |
| 推定因子数 | 7 | | B | -.156 | -.441 | .003 | -.613 | .168 | .097 | -.255 |
| 因子数 | 7 | | D | .094 | .097 | -.147 | -.843 | .043 | .126 | .095 |
| 例数 | 57 | | E | .741 | -.106 | -.064 | -.046 | .250 | -.221 | -.112 |
| 欠測値 | 0 | | F | .400 | -.287 | -.123 | .107 | .049 | -.489 | -.506 |
| 自由度 | 119 | | G | -.831 | .045 | -.090 | .009 | .184 | -.114 | -.051 |
| Bartlettのカイ2乗 | 511.919 | | I | -.226 | -.256 | -.617 | .452 | .017 | .355 | .051 |
| p値 | <.0001 | | L | -.069 | -.164 | .855 | .071 | -.015 | .142 | .070 |
| 因子抽出法: 主因子法 | | | N | .250 | -.196 | .076 | .104 | -.730 | .229 | .073 |
| 因子数の定め方: デフォルト | | | P | .045 | -.035 | -.164 | .166 | .162 | -.805 | .124 |
| 回転法: 直交/バリマックス | | | R | -.006 | -.218 | .010 | .035 | -.036 | -.091 | .899 |
| 固有値 | | | S | -.048 | .760 | .057 | -.016 | .154 | .088 | -.299 |
| | 固有値の大きさ | 変動率 | T | -.134 | .052 | -.236 | .103 | -.724 | .063 | .068 |
| 値1 | 2.079 | .139 | U | .040 | .236 | .650 | .319 | .276 | .204 | -.034 |
| 値2 | 1.985 | .132 | Y | .234 | -.103 | -.122 | .331 | .574 | .437 | .214 |
| 値3 | 1.733 | .116 | Z | -.115 | .710 | -.015 | .005 | -.032 | -.009 | .019 |
| 値4 | 1.565 | .104 | | | | | | | | |
| 値5 | 1.415 | .094 | | | | | | | | |
| 値6 | 1.138 | .076 | | | | | | | | |
| 値7 | 1.011 | .067 | | | | | | | | |

表5-4 因子分析の解釈(文様1)

| Pattern 1 | 因子1 | 因子2 | 因子3 | 因子4 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 累積寄与率 | 19.03 | 37.2 | 53.06 | 67.38 |
| W.流れ | 0.741 | 0.106 | 0.064 | -0.046 |
| V.方向性 | 0.4 | 0.287 | 0.123 | 0.107 |
| S.密度 | -0.048 | 0.76 | 0.057 | -0.016 |
| Z.輪軸 | -0.115 | 0.71 | -0.015 | 0.005 |
| L.暗い | -0.069 | -0.164 | 0.855 | 0.071 |
| U.細かい | 0.04 | 0.236 | 0.66 | 0.319 |
| I.規則的 | -0.226 | -0.256 | -0.617 | 0.462 |
| Y.シンプル | 0.234 | -0.193 | -0.122 | 0.331 |
| G.細かい | -0.831 | 0.046 | -0.09 | 0.009 |
| B.丸みを帯びた | -0.156 | -0.44 | 0.003 | -0.613 |
| F.まとまり | 0.045 | -0.035 | -0.164 | 0.163 |
| D.自然的 | 0.094 | 0.097 | -0.147 | -0.543 |
| R.均一 | -0.006 | -0.218 | 0.01 | 0.035 |
| T.くり返し | -0.134 | 0.052 | -0.236 | 0.103 |
| N.連続 | 0.25 | -0.196 | 0.076 | 0.104 |

の組み合わせが各文様デザインの表現中で何を意味しているのかを読み取るよう留意した。そして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表現した。認知パターンを画像によって表現することの意図は、文様に対する認知の多様性を具体的に理解しやすい形で提示することと、個々の用語の組み合わせだけではとらえにくい、表現された文様デザイン上における意味を理解することにある。因子分析で得られた共通因子は7から12であったが、明確に特徴を読み取ることができ、作成できた画像は3から5であった。因子負荷量上位の数語の組み合わせだけでは解釈が絞りきれない場合もあり、各用語の数値の全体的傾向や、因子負荷量で負の値が大きい用語を考慮するなど

表5-5 因子分析の解釈（文様6）

| Pattern名 | 因子1 | 因子2 | 因子3 | 因子4 | 因子5 | 因子6 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 素顔写真 | 17.48 | 27.00 | 36.10 | 45.06 | 54.74 | 66.78 |
| K.衣服 | 0.095 | 0.021 | 0.001 | 0.136 | 0.047 | 0.025 |
| M.足袋 | 0.812 | 0.042 | -0.163 | -0.243 | 0.198 | 0.102 |
| N.背景 | 0.002 | -0.182 | -0.089 | 0.258 | -0.24 | -0.102 |
| K.髪型 | -0.206 | 0.031 | -0.17 | -0.042 | 0.034 | -0.127 |
| M.顔 | -0.072 | 0.544 | -0.106 | -0.024 | -0.287 | 0.046 |
| E.顔 | 0.126 | 0.045 | 0.728 | 0.028 | 0.104 | 0.17 |
| D.顔 | 0.012 | 0.077 | 0.744 | -0.1 | -0.04 | -0.141 |
| H.髪型 | -0.128 | 0.276 | 0.205 | -0.051 | -0.12 | -0.022 |
| C.顔 | 0.037 | 0.073 | 0.011 | 0.501 | -0.067 | 0.011 |
| C.顔 | -0.027 | 0.074 | -0.106 | 0.527 | 0.115 | -0.141 |
| T.顔 | -0.041 | -0.192 | -0.156 | -0.025 | 0.201 | -0.075 |
| M.顔 | 0.135 | -0.188 | -0.017 | -0.162 | 0.268 | -0.064 |
| W.顔 | -0.026 | 0.036 | -0.02 | -0.064 | -0.102 | 0.512 |
| H.顔 | -0.027 | -0.190 | 0.048 | 0.028 | 0.117 | 0.772 |
| E.顔 | 0.021 | 0.171 | 0.211 | 0.021 | 0.114 | 0.046 |
| K.顔 | -0.05 | -0.198 | 0.018 | -0.064 | 0.102 | 0.015 |
| A.顔 | 0.194 | 0.192 | -0.102 | 0.11 | -0.012 | 0.002 |
| L.顔 | -0.07 | -0.786 | -0.205 | -0.062 | 0.018 | -0.022 |
| N.顔 | -0.124 | -0.075 | -0.074 | -0.143 | -0.012 | -0.035 |
| F.顔 | 0.049 | 0.157 | 0.022 | 0.181 | 0.086 | 0.021 |
| H.顔 | 0.012 | -0.129 | -0.163 | -0.162 | 0.115 | -0.094 |
| L.顔 | -0.106 | -0.008 | -0.022 | -0.282 | 0.229 | -0.242 |

して表現を決定した。

各画像の作成にあたっては、読み取った特徴により、元の文様のPICT画像に画像処理ソフトでエフェクトを加え、全体的な調子を変化させることによって作成したものと、特定の特徴を理解しやすく表現するために新たにドローソフトで描画して作成したものがある（図5-13）[注10]。基本的に、読み取られた特徴が画像全体に関わるものであると判断した場合は、元の画像にエフェクトを加えることでその特徴が明確になるように変化させて作成し、特定の部分的な特徴をとらえていると判断した場合や、エフェクトによる処理では特徴の表現が難しい場合は新たに描画してその

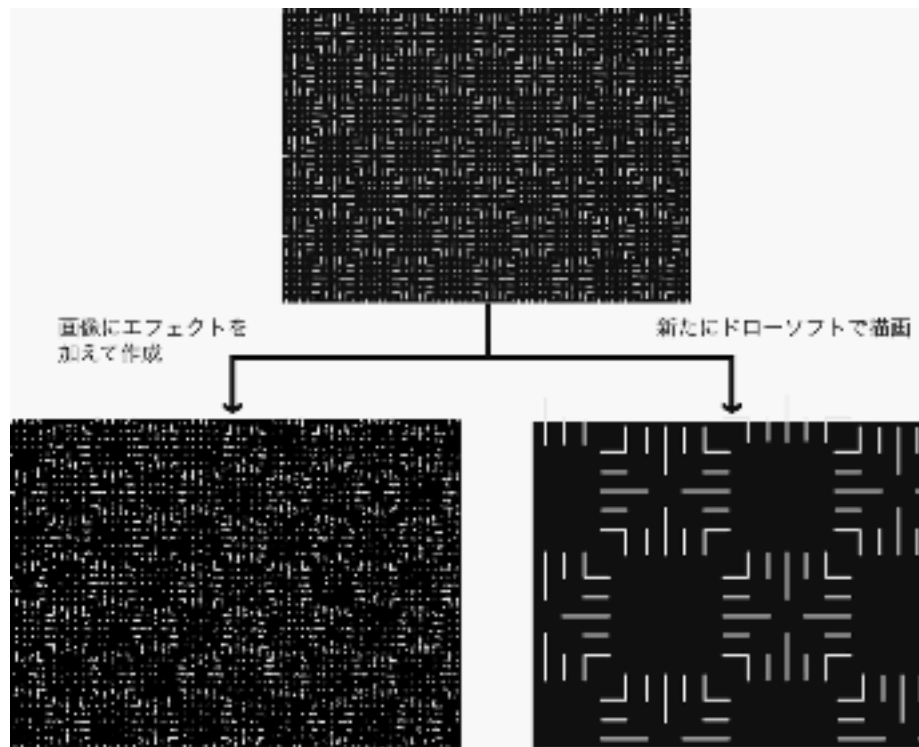


図5-13 作成画像の種類

特徴が理解しやすいように表現を工夫し作成した。

一部に、共通因子の解釈が明確にできず、特徴が読み取れないため画像が作成できない文様があった。画像が作成できるように、共通因子の解釈を見直すなどした結果、最終的に13種類の文様について3から5の認知パターン画像が作成できた(図5-14) [注11]。

5.4.9. 実験1の考察

視覚認知パターンを表す画像の表現の根拠となった用語の組み合わせが意味する特徴は、組み合わせられた用語の種類によって一義的に決まるものではなく、用語の組み合わせが類似していても、各文様固有の造形的な特徴によって異なる視覚認知パターンと判断すべき場合があった。したがって画像の作成にあたっては、用語の組み合わせが各文様においてどんな特徴を意味しているのかを十分考慮したうえで表現する必要があった。また、18種類の文様を対象にしたが、用語の組み合わせに特徴が明確に出てい

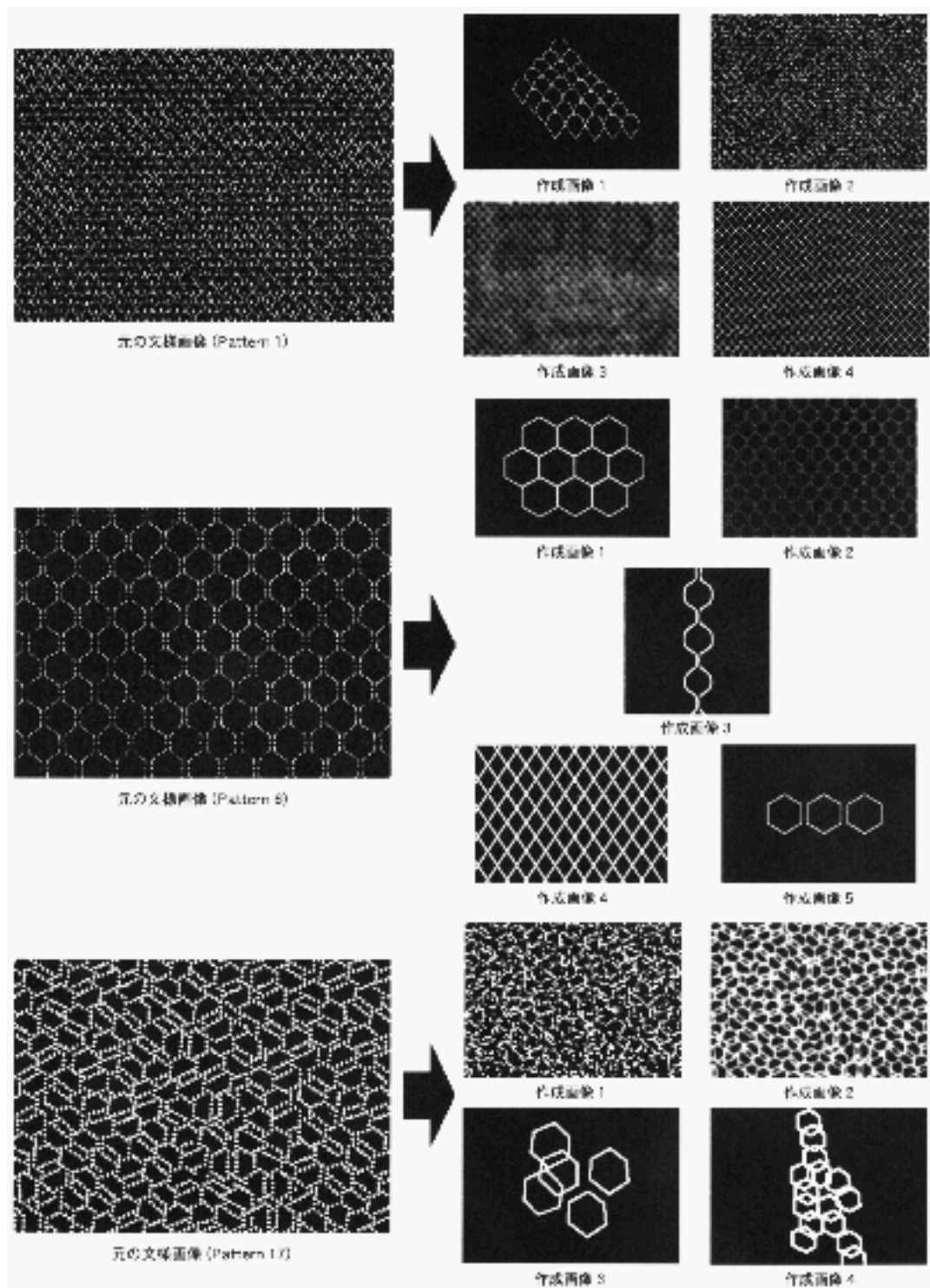


図 5-14 元の画像と作成した認知構造を表現する画像

るものと特徴が読み取り難いものがあり、文様によって分析結果の解釈や画像作成の容易さにばらつきがあった。これは、文様が単純で解釈の仕方が限られるか、複雑で解釈に幅があるかが影響しているものと考えられる。作成した各文様の視覚認知パターン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、それを各文様の視覚認知パターン画像の順位とした。完成した画像の順位は主観的に見ても妥当な結果となった。

5.5. 実験2・視覚認知パターン表現の検証

5.5.1. 実験2の目的

作成された視覚認知パターンを表す画像は、造形用語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正しく伝わるような表現になっていない可能性もある。そのため、作成した画像の表現の妥当性を検証する実験を行うとともに、必要があれば結果に基づいて画像表現を改善する。

5.5.2. 実験2の方法

- (1) 実験1の視覚認知パターン抽出で使用した造形用語群を用いて作成した画像に対する印象を評価させ、上位の用語を作成時と比較する
- (2) 実験1で作成した各画像を元の文様との印象の類似度で評価させて順位を付け、画像が対応する共通因子の順位と比較する

5.5.3. 検証結果

作成画像の元となった文様画像(サイズ140*105mm)をA4版の紙にプリントしたものを被験者に5秒間提示したあと、その文様の各作成画像を1枚の紙にランダムに配置して提示し、元の文様の印象に最も近いものを1つ選ぶ方法で評価させた(図5-15)。次に、評価実験で使用した造形用語群を提示して、各作成画像の特徴を表現する用語を用語群から一つずつ選択させた(実施日:1999年11月15,16日、場所:名古屋造形芸術

1) 前ページの図の見え方の印象として、最も近いと感じられる図を下から選んで、その番号を記入してください。 図 []

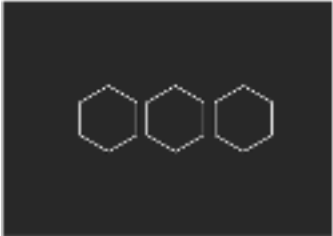



図 1.



図




図 3.


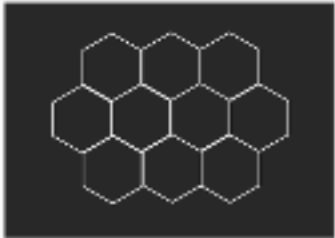


図 4.



図

2) 上の各図の特徴を表現する言葉として最もふさわしいと思う語を下の語群からそれぞれ一つ選んで記号を記入してください。

図 1. [] 図 2. [] 図 3. []
 図 4. [] 図 5. []

図 5-15 実験 2 の評価フォーム (文様 6 部分)

大学 C301 教室)。被験者は学生 52 名 (男性 29 名・女性 23 名) である。

以上の方法により、元画像との類似度を評価した結果を集計した順位が、因子分析で抽出された共通因子の順位と対応するかどうか、また因子分析の結果で上位にあった用語が、作成画像に対する印象評価においても上位に選ばれるかどうかを確認した (表 5-6)。

調査の結果 4 種類の文様において、作成した画像の表現が不適切であることに起因するとみられる選択用語や選択順位の不一致があった [注 12]。

表 5-6 実験2の集計結果(文様6 部分)
質問1は選ばれた図が1、質問2は選ばれた用語の記号

| 文様6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 被験者 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 質問1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 図2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 図3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 図4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 図5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 質問2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図1 | Y | Y | A | P | O | A | Y | Y | O | I | A | A | I | Y | A | A | N | R | Y | A |
| 図2 | A | S | R | C | C | C | C | C | C | C | I | I | C | I | N | C | E | I | F | F |
| 図3 | E | B | N | D | N | B | E | T | B | T | E | E | D | E | B | B | C | X | E | D |
| 図4 | X | L | X | X | V | X | X | X | X | X | V | X | X | V | X | V | X | Q | X | X |
| 図5 | P | I | S | T | S | P | P | N | S | P | Z | S | N | F | P | S | P | S | P | O |

それ以外の文様では各文様に共通して、用語順位では作成時に採用した2、3語の用語のうち少なくとも1語は今回の選択数順における上位5語の中に入る結果が得られた(図5-16)。印象順位については、選択されたパーセンテージが近い画像間では一部共通因子の順位と比較して入れ替わりも見られたが、全体として極端な順位の変動は見られなかった。

5.5.4. 実験2の考察

基本的な問題のあった4種類の文様は、作成した画像のひとつに特徴を読み取ることが困難な表現のものが含まれていたことが原因であった。それらはいずれも明暗に関する特徴を表現しようとしたもので、このような特徴の表現は形態的な特徴の表現に比べ難しいことを示している。しかし、これらの不適切な表現の画像が属する文様においても、他の構造を表す画像では問題が見られなかったため、一部の特徴の表現方法には課題が残ったものの、手法の有効性は確認できたと判断した。また、この検証結果から用語の順位などを検討し、より意図した特徴が伝わるような表現になるよう、画像の表現を部分的に修正するなどして検証結果との対応を改善した。したがって、最終的に表現の妥当性を得ることができた。

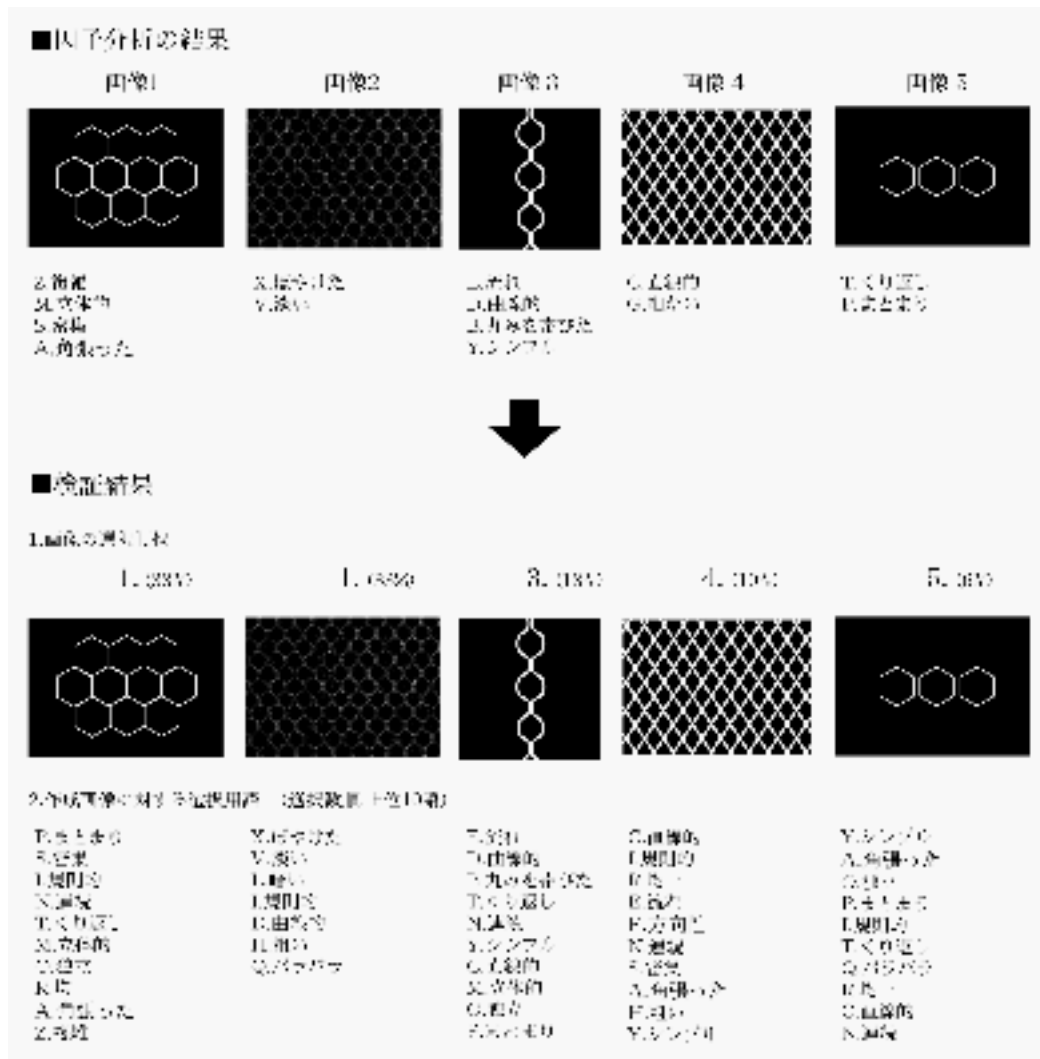


図 5-16 画像表現の検証結果（文様 6）

5.6. 事例研究1に関する考察

5.6.1. 視覚認知パターン画像の分類

実験1で作成した画像から、それぞれの文様デザインにおいて各視覚認知パターン画像が表している特徴を読み取り、その性質によって分類することを試みた。その結果、作成した画像の特徴は次の5種類に分類された。

- (1) 明暗やコントラストをとらえたもの
- (2) 肌理や疎密など全体的な感じをとらえたもの

- (3) 配列などの構造をとらえたもの
- (4) 流れや動きなど視覚的な運動の存在をとらえたもの
- (5) 部分的な形状をとらえたもの

これらの分類は、実験1の評価用語の決定の際に収集した、2次元の造形物の特徴を表す用語の分類を基盤としている。収集した用語をKJ法で分類した結果、色に関する用語を除くと、テクスチャー（密度、風合いなど）、構成（全体構造・繰り返し・類同など）、輪郭（完結性・まとまり・ユニット・閉合など）、明暗（濃淡・陰影など）、流れ（動き・ムーブマン・動勢など）となった。人間の言語による造形物の特徴の表現が以上のように分類されるとすれば、視覚認知的な分類もそうした分類に準ずるのではないかとの考えから、実際に今回の視覚認知パターン画像にそれがあてはまるか検討した。その結果上記の分類のうち、輪郭という分類では形状の部分的特徴に印象を感じたような状況にあてはまらなないと考え定義を修正したが、それ以外は、ほぼこの分類にならう形でよいと判断した。

今回の視覚認知パターンの表現を、同一の画像からそれぞれ特定の特徴を取り出したものと見なし、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「レイヤー」という名称で呼ぶこととする〔注13〕。ただし、レイヤーとは本来階層を表す語であるが、この場合の各視覚認知パターンとは因子分析における共通因子として、直交解によって抽出されているため、計算上は独立したものである。したがってレイヤー間の性質として階層性を確認しているわけではないが、全体を漠然と眺めた粗密感や部分をクローズアップした細部形状といった、同一対象の属性の読み取り方で複数の見方が存在することを表現する比喩的な意味でこの名称を使用することとした。レイヤー間の関係や性質については後の事例研究5で検討する。このレイヤーの概念を図に示す（図5-17）。

すなわち、本研究で提案するレイヤーは5種類からなる。これらのレイヤーを、その特徴を代表する表現として、以下の各名称で呼ぶこととする。

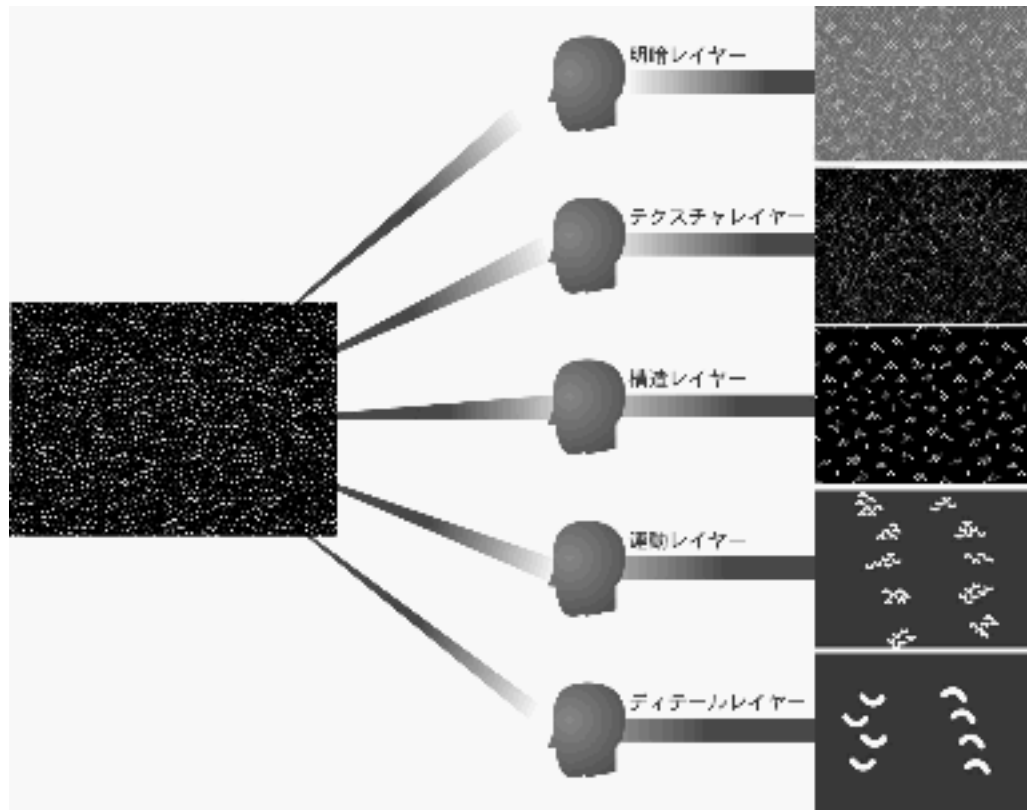


図5-17 レイヤーの概念

- (1) 明暗レイヤー
- (2) テクスチャレイヤー
- (3) 構造レイヤー
- (4) 運動レイヤー
- (5) ディテールレイヤー

このような視覚認知の構造に関する理解は、類似した概念が第4章で引用したM・ドゥ・メイの著書においてパーマーの階層ネットワークモデルを元に提案されているが[注14]、本研究の提案とメイの提案の相違は、彼の提案では視覚の違いを概念的知識の階層ネットワークに対応させており、顔を見た場合の例でいえば、唇、口、顔といった概念の各階層に視覚の構造を対応させているが、本研究では知識や意味の構造との関係を前提としていない点である。本研究におけるレイヤーの趣旨は単一の画像

に対してテクスチャや明暗といった複数の視点の選択が可能であるという点にあり、直接的に視覚の現象から分類したものである。

5.6.2. レイヤーの選択特性

今回の調査における各文様のレイヤー構成を示す(表5-7)。表からわかるように、各種類のレイヤーが全ての文様デザインに必ず1回ずつ出現

表5-7 各文様に対する作成画像のレイヤー分類

| 文様 \ 順位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pattern 1 | 運動 | テクスチャ | 明暗 | 構造 | | | |
| Pattern 2 | テクスチャ | 構造 | 運動 | ディテール | 明暗 | | |
| Pattern 3 | 運動 | ディテール | 明暗 | テクスチャ | | | |
| Pattern 4 | 構造 | テクスチャ | 明暗 | ディテール | 運動 | | |
| Pattern 5 | テクスチャ | 構造 | 運動 | テクスチャ | ディテール | | |
| Pattern 6 | 構造 | 明暗 | 運動 | 構造 | ディテール | テクスチャ | |
| Pattern 7 | 構造 | テクスチャ | 構造 | ディテール | 運動 | | |
| Pattern 8 | テクスチャ | 運動 | ディテール | ディテール | | | |
| Pattern 9 | ディテール | テクスチャ | 明暗 | 運動 | 構造 | | |
| Pattern10 | ディテール | 構造 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | 運動 | |
| Pattern11 | 構造 | 運動 | 明暗 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | テクスチャ |
| Pattern12 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | 構造 | 運動 | 構造 | 明暗 |
| Pattern13 | ディテール | 構造 | 運動 | ディテール | テクスチャ | | |
| Pattern14 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | 構造 | 運動 | | |
| Pattern15 | ディテール | テクスチャ | 構造 | 明暗 | 明暗 | | |
| Pattern16 | 構造 | 明暗 | 構造 | ディテール | 運動 | | |
| Pattern17 | テクスチャ | 構造 | ディテール | 運動 | テクスチャ | | |
| Pattern18 | 構造 | テクスチャ | ディテール | 運動 | 構造 | テクスチャ | |

するわけではなく、その文様デザインの造形的特徴によっては出現しない種類もあり、逆に1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出現する場合もある〔注15〕。したがって各文様のレイヤー構成はその文様デザインの有する造形的特徴に左右されるといえる。

今回作成したレイヤー画像の順位とレイヤーの種別の関係を調べた(表5-8)。5.4.9.で述べたように、レイヤー画像の順位は因子分析の結果における共通因子の順位であり、レイヤー画像の認知上の選択順位と見なしている。レイヤーの種類ごとの分布は、基本的には各文様固有の造形的特徴によって異なるが、全体の傾向としてテクスチャレイヤーや構造レイヤーが順位1、2位までの上位に多く分布しており、ディテールレイヤーは順位3位以下に分布が多いこと、明暗レイヤー、運動レイヤーが全体的に分布が少ないことなどの特徴が読み取られた。これらの結果は、認知の傾向としてまず構造やテクスチャといった文様デザインの全体的な特徴を捉えたレイヤーが上位に選択されやすいこと、明暗や運動といったレイヤーは、文様がそれらの特徴を強く持っている場合でないと選択されにくいことなどを示していると考えられ、これらは視覚認知における経験的な感覚に合致するものであるといえる。

表5-8 各レイヤーの種類別順位分布

| 種類 \ 順位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 計 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 明暗 | 2 | 2 | 6 | 2 | 2 | 0 | 1 | 15 |
| テクスチャ | 4 | 8 | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 21 |
| 構造 | 6 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | | 21 |
| 運動 | 2 | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | | 17 |
| ディテール | 4 | 1 | 5 | 6 | 3 | 1 | | 20 |

5.7. 事例研究1の結論

事例研究1によって、文様デザインに対する視覚認知において普段我々が漠然と感じている視覚の多様性の存在を示し、その特性の一部を明らかにすることができた。

実験1では、文様画像に対する印象評価実験を行い、その解析結果から各文様に対する視覚認知パターンを表現する画像を作成した。18種類の画像に対して実験を行い、そのうち13種類の文様について、各文様に対し3から5の画像が作成された。実験2ではその画像表現の妥当性を検証するため、作成した画像に対する印象評価および元の画像との類似性の評価実験を行い、一部を除いて妥当性が確認された。また、結果に基づき表現を改善した。

事例研究1の結果の考察によって、文様デザインの視覚認知において鑑賞者が選択している視覚認知パターンを分類し、これらをレイヤーと呼ぶこととした。それらは、(1)明暗レイヤー(2)テクスチャレイヤー(3)構造レイヤー(4)運動レイヤー(5)ディテールレイヤーの5種類である。鑑賞者の基本的な認知特性として、全体的な特徴をとらえたレイヤーが上位に選択されやすい傾向があることが認められた。ただしこの傾向はおおまかなものであり、実際には対象物に対する見方は対象物の有する特徴に左右される部分が多いと考えられる。

そして今回の実験結果で、同一の文様の認知において複数のレイヤーの選択が確認されたことから、文様デザインに対する見方が同時に複数存在するのではないかという仮説を検証することができた。鑑賞者は文様デザインを見るとき、その対象となる文様が持ついくつかの視覚認知の可能性の中から、全体的な密度を選択していたり部分的な形状を選択していたりするため、同一の対象を見ている場合でも、各鑑賞者がどの見方を選択したかによって視覚認知パターンが異なるものとなっている。

以上の結果から、本研究が段階的目的の第1とした、文様デザインに対する視覚認知の構造を明らかにし、文様デザインに対する見方(視覚認知

パターン)が同時に複数存在するのではないかという仮説を検証することができた。

次章では、事例研究1で抽出したレイヤーの選択と造形表現の関係について、そしてレイヤー選択と鑑賞者の選好との関わりについて研究を進める。それにより、文様デザインに対する鑑賞者のレイヤー選択の特性や感性評価との関係を明らかにするとともに、デザイン支援のための情報抽出を試みる。

第5章の注および引用文献

- 1) 中見英雄, 日本の伝統工芸5 東海, ぎょうせい, 144-147, 1985
- 2) 名古屋造形芸術大学造形芸術研究センター「伊勢型紙資料室」所蔵
- 3) 海保博之ほか, 認知研究の技法, 福村出版, 10-12, 1999
- 4) 柳井晴夫ほか, HALBAUによる多変量解析の実践, 現代数学社, 1, 1995
- 5) 柳井晴夫ほか, 複雑さに挑む科学, 講談社, 214, 1976
- 6) 森典彦, デザインの工学-ソフトシステムの設計計画-, 朝倉書店, 96-101, 1991
- 7) 森典彦, デザインの工学-ソフトシステムの設計計画-, 朝倉書店, 22-25, 1991
- 8) 菅民郎, アンケートデータの分析, 現代数学社, 169-189, 1998
- 9) 国立国語研究所, 形容詞の意味・用法の記述的研究, 秀英出版, 1972 等
その他の文献については参考文献一覧を参照
- 10) 使用した画像処理ソフトはAdobe Photoshop 5.5, ドローソフトはAdobe Illustrator 8.0である。
- 11) 作成できなかった文様は、文様5, 7, 9, 10, 14である。
- 12) 不適切な表現のあった文様は、文様11, 12, 15, 16である。
- 13) レイヤーはAdobe社のPhotoshop, Illustrator等のソフトウェア上で画像を複数の階層に分割する機能として用意されている。
- 14) M・ドゥ・メイ, 認知科学とパラダイム論, 産業図書, 275-303, 1990
- 15) 表中のレイヤーには、画像の作成ができなかったものでも解析結果の上位語の組み合わせからレイヤーの種別が特定できるものを含んでいる。

図5-2 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 11, 1994

図5-3 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 96, 1994

図5-4 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 109, 1994

図5-5 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 109, 1994

図5-6 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 96, 1994

第6章 事例研究2・認知構造とデザインの関係解析

6.1. 事例研究2の概要

6.1.1. 事例研究2の目的

6.1.2. 事例研究2の方法

6.2. 実験3・文様の特徴評価とレイヤーの関係解析

6.2.1. 実験3の目的

6.2.2. 実験3の方法

6.2.3. 評価用語の抽出

6.2.4. 文様の特徴評価とレイヤーの印象度評価

6.2.5. 実験結果の解析

6.2.6. 解析手法の検討

6.2.7. 実験3の考察

6.3. 実験4・文様デザインの選好とレイヤーの関係解析

6.3.1. 実験4の目的

6.3.2. 実験4の方法

6.3.3. 選好評価実験

6.3.4. 文様の選好とレイヤー印象度評価の関係解析

6.3.5. 解析結果の解釈による高影響度レイヤーの抽出

6.3.6. 実験4の考察

6.4. 事例研究2の考察

6.5. 事例研究2の結論

6.1. 事例研究2の概要

6.1.1. 事例研究2の目的

事例研究1において、文様デザインに対する鑑賞者の視覚認知パターンをレイヤーという言葉で表現し、それらを以下の5種類に分類した。

- (1) 明暗レイヤー（明るさや暗さの印象）
- (2) テクスチャレイヤー（肌理や密度などの全体的な感じ）
- (3) 構造レイヤー（配列や規則性など全体の成り立ち）
- (4) 運動レイヤー（流れや方向性など動きの印象）
- (5) デティールレイヤー（要素や単位などの部分的特徴）

文様デザインに対する造形的解釈の多義性とは、鑑賞者が文様デザインの認知においてこれらのレイヤーのいずれを選択するかで見なすことができる。ただしこれらのレイヤーは各文様に必ず1種類ずつ存在するものではなく、文様の造形的特徴によっては存在しないレイヤーもある。また異なる特徴を捉えた同種のレイヤーが一つの文様に複数存在する場合もあり、視覚認知の構造であるレイヤーの構成がどのようなものになるかは、文様のデザインの特徴によって決定づけられるものである。

これらの視覚認知パターンによって構成される認知構造からどの認知パターンを選択するかには、対象となる造形物が持つ造形的な特徴によるボトムアップ的な要因と、鑑賞者の内部的な処理に由来するトップダウン的な要因の双方が関わっているものと考えられるが、本研究においてはデザインの支援となる情報を抽出することを目的としているので、ボトムアップ側の条件によりどのように視覚認知や感性評価の現象が傾向づけられるのかという観点から検討を行うものとする。

事例研究2では、事例研究1で抽出された視覚認知パターンすなわちレイヤーの印象がどのような造形用語と関係が強いかを調査し、視覚認知パターンが造形的特徴と結びついていることを明らかにする。そしてレイヤーの選択が文様デザインの選好にどのように関わっているのかを、各文様におけるレイヤーの印象度評価と選好評価の結果から調査する。それによっ

て視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることを明らかにすると同時に、デザイン支援のための情報抽出を試みる。

6.1.2. 事例研究2の方法

実験3では、各文様を構成している造形的な特徴を造形原理用語の評価実験によって調査し、その結果とレイヤーの印象度との関係を解析することで、どのような造形原理用語が特定のレイヤーと強く結びついているかを明らかにすることを試みる。また、実験4では鑑賞者の文様デザインに対する選好を調べ、その結果とレイヤーの印象度評価の関係を解析的手法によって調査することで、レイヤーの選択が選好にどのように関わっているかを明らかにする。それらの結果を考察し造形的特徴とレイヤーの関係、レイヤーと選好評価の関係をまとめることで、鑑賞者のレイヤー選択や選好の傾向といった認知的特性を明らかにし、デザイン支援のための情報抽出を試みる。事例研究2の手順を図で示す(図6-1)。

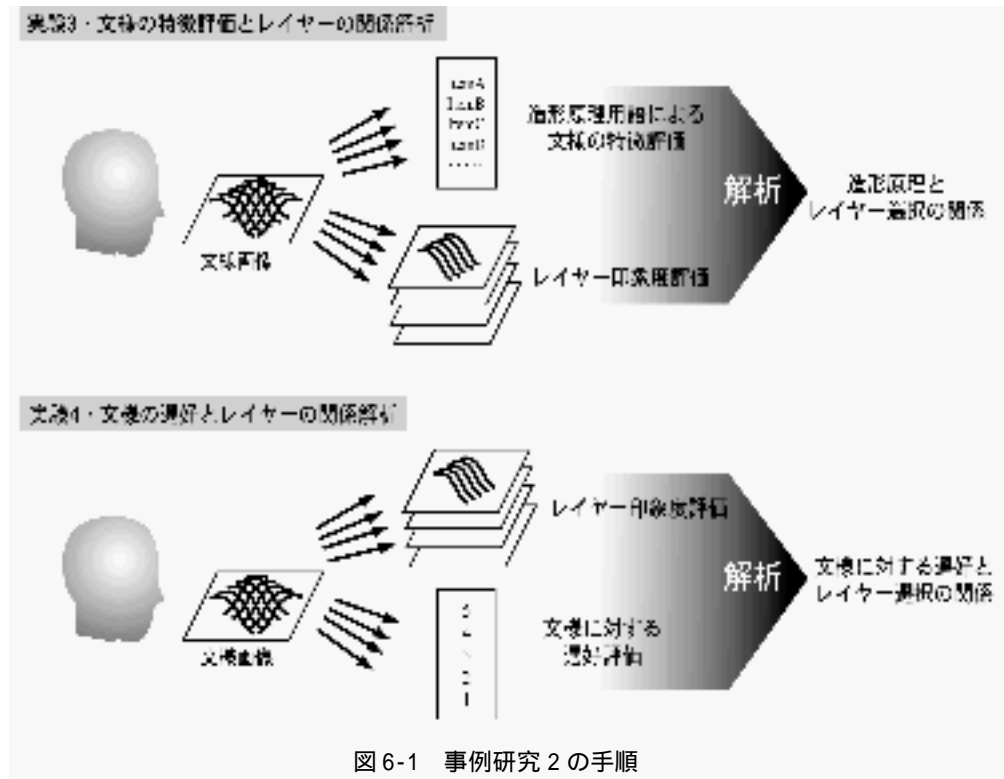


図6-1 事例研究2の手順

6.2. 実験3・文様の特徴評価とレイヤーの関係解析

6.2.1. 実験3の目的

事例研究1で抽出された5種類のレイヤーは、文様デザインの造形表現における特徴を、異なる解釈で取り出したものと見なすことができる。したがってそれらのレイヤーは何らかの造形表現の原理と関係付けることが可能であると仮定し、どのような造形的な特徴が各レイヤーと結びついているかを評価実験によって明らかにする。

6.2.2. 実験3の方法

- (1) 文献などから文様デザインに有効な造形原理用語を収集し、その有効性を問うアンケートによって絞り込み、評価用語を選定する
- (2) 選定した造形原理用語による文様の特徴評価実験を行なう
- (3) 各文様に対する各レイヤーの印象度を評価する実験を行なう
- (4) 数量化理論?類により特徴評価結果とレイヤーの印象度評価結果の関係を解析する
- (5) 解析結果から各レイヤーと関係の強い造形原理用語を抽出する

6.2.3. 評価用語の抽出

本実験においては、文様デザインの造形的な特徴をどのように記述するかが重要な問題である。物理量として捉えられる図と地の面積的な比率や密度などでは、解析等の処理は容易であるものの、デザイン表現や鑑賞者の印象との関係性を十分説明できないと考え、文様のデザインを成り立たせている造形原理を表す用語によって評価を行なうこととした。

デザインや構成、造形理論に関する文献[注1]から、グラフィックデザインにおける造形原理を表す用語を収集し、類似用語を統合して、評価用語の候補となる54語を得た(表6-1)。用語を更に絞り込むために、用語を評価するアンケートを行なった(実施日:2000年7月18,19日、場所:名古屋造形芸術大学A205教室)。54の用語をA4版の紙1枚にブ

表6-1 アンケートに用いた評価用語

| | | | | | |
|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1.均一性 | 2.直線的 | 3.拡散性 | 4.方向性 | 5.立体的 | 6.統合 |
| 7.安定性 | 8.幾何学的 | 9.一致性 | 10.分離 | 11.異質性 | 12.有機的 |
| 13.密度感 | 14.水平垂直性 | 15.強調 | 16.均衡性 | 17.複雑性 | 18.比例的 |
| 19.統一性 | 20.四角形性 | 21.対称性 | 22.中立性 | 23.交代 | 24.曲線的 |
| 25.簡潔性 | 26.まとまり | 27.歪み | 28.錯綜性 | 29.規則性 | 30.変化 |
| 31.対比性 | 32.バランス | 33.透明性 | 34.丸さ | 35.正確性 | 36.反復性 |
| 37.歪曲性 | 38.無機的 | 39.単純性 | 40.並列 | 41.系列性 | 42.無作為 |
| 43.鋭角性 | 44.集中性 | 45.多様性 | 46.変形性 | 47.抽象性 | 48.調和 |
| 49.連続性 | 50.分割 | 51.支配的 | 52.放射性 | 53.誇張性 | 54.独立性 |

リントして被験者に提示し、デザイン行為を想定して具体的な造形表現を考えるうえで有効と思われる用語を、数に制限を設けず全てチェックさせた。被験者はグラフィックデザイン専攻を中心とする美術大学の学生55名(3,4年生、年齢20歳~22歳の男性29名、女性26名)である。調査結果を数量化理論?類(表6-2)[注2]およびクラスター分析[注3]によって解析し(図6-2)、解析結果から用語の類似性を判断して用語を絞り込んだ。さらにアンケート時の選択度数や、語意の明確さなど評価用語としての適性も考慮して、最終的に16種類の評価用語を決定した(表6-3)。

造形物の特徴評価の研究事例においてはイメージ語による評価が一般的であるが、本研究では認知的特性に重点を置き、造形原理というレベルで用語を選定した。

また構成理論の分野では多くの造形原理用語が用いられているが、本研究では研究成果のデザインにおける応用という観点から、実際のデザインを行う際に手がかりとなる用語という評価で選定した。

選定された16の用語は、画像解析などへの応用を考えた場合には定量化が困難なものが多いが、感覚的に理解しやすいものが多く、解釈の共有という面では确实性の高いものとなった。

6.2.4. 文様の特徴評価とレイヤーの印象度評価

10種類の伊勢型紙文様（図6-3）を選定し、各文様に対して16の造形原理用語を用いて、各用語の印象が感じられる程度を評価する評価実験を

表6-2 数量化 III類の結果

| 数量化 III類結果 | | | | カテゴリースコア | | |
|------------|--------------|--------------------|--------------------|----------|--------------|--------------|
| 要素名 | 要素値 | 第1層 0.195277294 | 第2層 0.149536682 | 第1層 | 第2層 | |
| 要素ベクトル | | 第1層 | 第2層 | 10 分組 | 4.306226253 | -0.015703856 |
| 1 均一性 | 5.41111967 | 5.888507941 | | 23 空性 | 3.426688052 | 2.807257329 |
| 2 調和性 | -0.009617021 | 5.225596489 | | 53 独立性 | 2.608544466 | -1.708867845 |
| 3 輪廓性 | 0.945271179 | 2.513514451 | | 45 流動性 | 2.040302904 | 2.546881992 |
| 4 方向性 | -1.839168008 | -3.947168051 | | 40 対称性 | 1.973251052 | 2.181522706 |
| 5 立体的 | 1.383302339 | 2.435483789 | | 36 垂直性 | 1.736075408 | -0.22020681 |
| 6 跳曲 | -3.45832172 | 1.632250558 | | 33 丸味 | 1.657895032 | 0.473523383 |
| 7 平坦性 | -5.63951533 | 0.627865456 | | 50 変容的 | 1.641413952 | 1.384860286 |
| 8 斜角平行 | 3.86545124 | 0.035829115 | | 11 異質性 | 1.428271213 | -0.706161359 |
| 9 一方向的 | 0.011787586 | 1.061070177 | | 27 空白 | 1.327738282 | -1.329293889 |
| 10 空感 | 11.29820888 | 0.049484989 | | 42 彫刻性 | 1.308393802 | -0.070078485 |
| 11 開閉性 | -4.737039711 | -2.34207227 | | 51 放射状 | 1.287198044 | -0.33487078 |
| 12 有線状 | 0.063535556 | -1.112729145 | | 43 露出性 | 1.103161119 | 0.483208243 |
| 13 密閉性 | -2.334638152 | 2.382208048 | | 41 間作爲 | 1.075806684 | -1.710438615 |
| 14 水平垂直性 | 2.022422696 | 4.803528351 | | 12 透視性 | 0.912864202 | 0.182034712 |
| 15 縮率 | 0.234487575 | -2.32552316 | | 21 対称性 | 0.912407079 | 0.674045672 |
| 16 均質性 | -1.060245996 | -1.268173151 | | 48 分割 | 0.870577372 | 1.056579797 |
| 17 複雑性 | 2.580486957 | 1.05087027 | | 17 複雑性 | 0.802170015 | 0.375894640 |
| 18 比類性 | 1.40917403 | 1.061569521 | | 22 中心性 | 0.780307512 | 1.908155519 |
| 19 統一性 | 7.114822509 | 2.593510425 | | 14 水平垂直性 | 0.674145059 | 1.107070946 |
| 20 湾曲形性 | -3.574050231 | 2.305160371 | | 37 同様の | 0.661544024 | 0.438255050 |
| 21 斜線性 | 3.277030038 | 2.783740826 | | 18 対称的 | 0.429724657 | 1.028565274 |
| 22 中心性 | 1.566775024 | 3.013311030 | | 3 凹凸性 | 0.357275923 | 0.950013165 |
| 23 交代 | 5.352426249 | 4.862485651 | | 5 立体的 | 0.29492106 | 0.519246752 |
| 24 斜線性 | 0.353912611 | -1.203064466 | | 29 露出 | 0.283645358 | -0.665207589 |
| 25 輪廓性 | -3.736251207 | 2.285466023 | | 15 縮率 | 0.173252956 | -0.52542926 |
| 26 空白空白 | -6.280837875 | -5.481106555 | | 46 透視性 | 0.125273844 | -0.832334452 |
| 27 空白 | 6.713530011 | -6.37700934 | | 24 同様の | 0.08805026 | -0.232884565 |
| 28 斜線性 | 5.223740338 | 4.925579765 | | 35 凹凸性 | 0.0580128 | 2.523152814 |
| 29 変化 | 1.700188695 | -1.191189270 | | 12 有線の | 0.015884859 | -0.278182256 |
| 30 対称性 | 1.854570077 | 1.038678325 | | 9 一方向的 | 0.003827529 | 1.188673459 |
| 31 パターン | -2.461200473 | -10.50029602 | | 2 対称的 | 0.001372211 | 1.066752066 |
| 32 透視性 | 3.013221179 | 0.578490417 | | 24 正確性 | 0.070507753 | 1.076595902 |
| 33 A系 | 6.085732085 | 1.707313728 | | 52 調性的 | -0.11497041 | 0.825272023 |
| 34 正確性 | -0.245631661 | 3.723467957 | | 29 秩序 | 0.276755026 | 1.761595026 |
| 35 複雑性 | 0.19240603 | 8.40151742 | | 16 均質性 | 0.327524856 | 0.401081562 |
| 36 均質性 | 5.20877621 | 0.68061663 | | 4 方向性 | 0.380890875 | 0.774201578 |
| 37 輪廓性 | 2.586515375 | 1.588759862 | | 30 対称性 | 0.389572117 | 0.232255059 |
| 38 斜線性 | -4.727480797 | -0.598074173 | | 21 パターン | 0.371040354 | 1.583431559 |
| 39 対称 | 0.258718189 | 5.102544417 | | 13 彫刻感 | 0.441218478 | 0.480195025 |
| 40 異質性 | 1.073251082 | 2.161822706 | | 47 調和 | -0.507875247 | -1.10522105 |
| 41 無秩序 | 3.726704212 | -5.093588251 | | 48 透視性 | -0.736805245 | 0.225188247 |
| 42 彫刻性 | 4.102531032 | -0.232420374 | | 44 多様性 | -0.25215333 | -1.902128484 |
| 43 斜線性 | 3.578232482 | 1.744084871 | | 8 斜角平行 | -0.758085202 | -0.017381889 |
| 44 多様性 | -2.7115274 | -8.858214585 | | 38 異質性 | -0.829077134 | -0.117291983 |
| 45 変形的 | 6.76924203 | -8.447383415 | | 25 露出性 | -0.857154813 | 0.524321885 |
| 46 輪廓性 | 0.48555403 | -2.45713852 | | 28 調性的 | -0.956171931 | 0.854860241 |
| 47 調和 | -2.687473201 | -5.805680607 | | 26 空白空白 | -1.16498072 | -0.987067083 |
| 48 斜線性 | 4.186888513 | 1.273857025 | | 1 均一性 | -1.208862074 | 1.316298047 |
| 49 分割 | 4.03111119 | 4.955591271 | | 7 安定性 | -1.21762373 | 0.140298079 |
| 50 変容的 | 3.870312249 | 3.052148341 | | 20 湾曲形性 | -1.370864012 | 0.021268914 |
| 51 斜線性 | 5.234731386 | 3.054730425 | | 19 統一性 | -1.483103674 | -0.542087947 |
| 52 対称性 | -0.281318712 | 2.737121188 | | 6 総合 | -1.645245971 | -0.49714206 |
| 53 斜線性 | 6.201824517 | -4.502887709 | | | | |

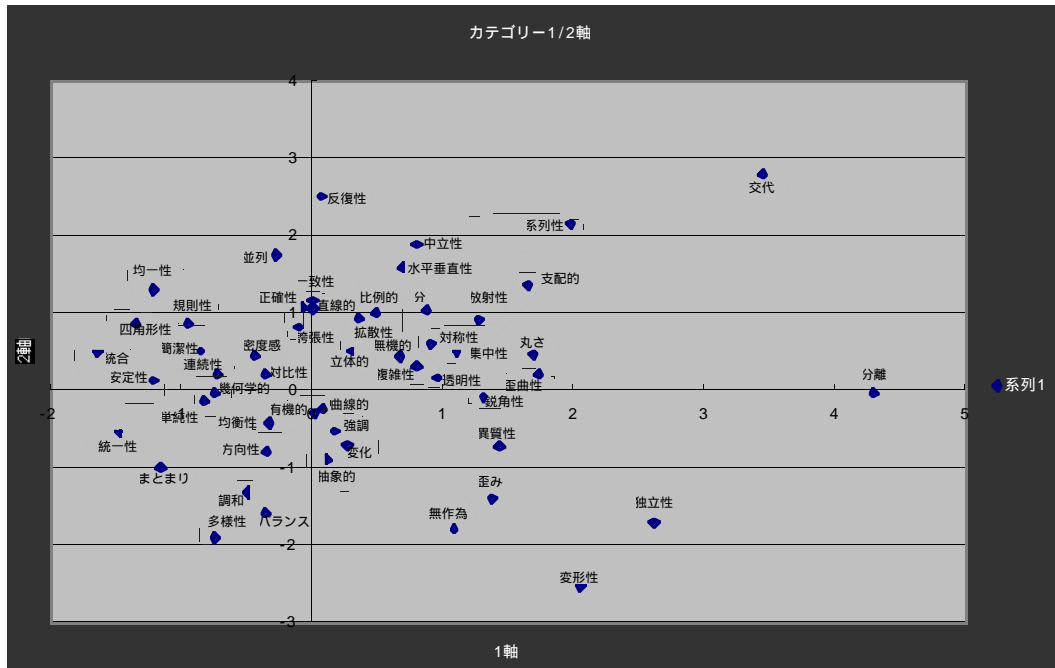


図6-2 数量化 III類とクラスター分析による配置とクラスタリング

表6-3 決定した評価用語

| | | | |
|-----|-----|------|------|
| 曲線的 | 規則性 | 単純性 | 連続性 |
| 立体的 | 歪み | バランス | まどまり |
| 密度感 | 方向性 | 直線的 | 対比性 |
| 調和 | 対称性 | 安定性 | 強調 |

行なった（実施日：2000年8月7,8日、場所：名古屋造形芸術大学A205教室）。また、同時に各文様に対する5種類のレイヤーの印象度をそれぞれ評価させた（図6-4,6-5）。文様はB5版の紙1枚につき1画像（サイズ140*105mm）をプリントしたものを用意し、それを見て別紙の回答用紙に評価を記録させるようにした。評価はどちらもSD法による5段階評価で行なった。被験者は、デザインを専攻する美術大学の学生68名（1~4年生、年齢18歳~22歳の男女各34名）である。

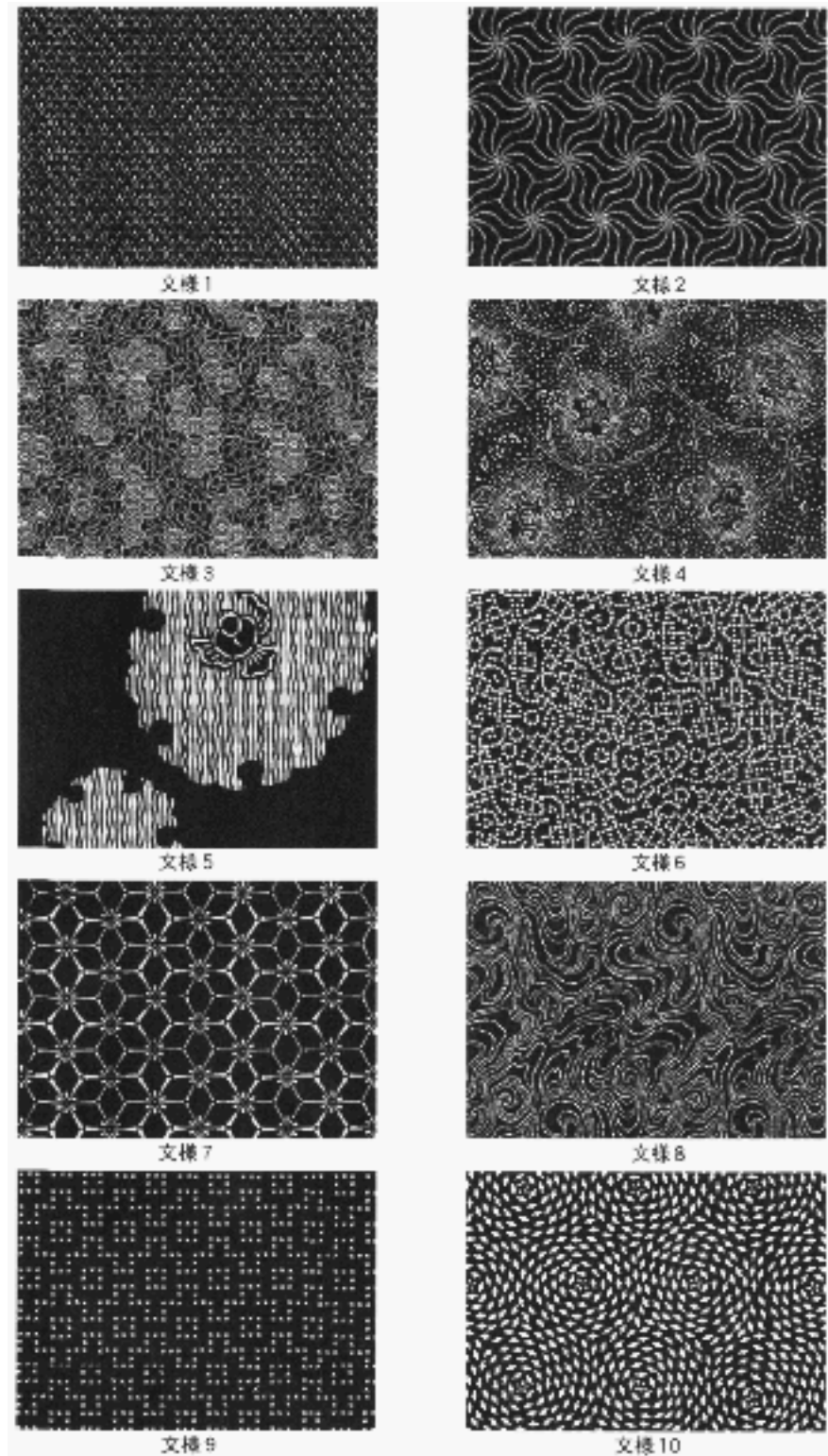


図 6-3 実験に使用した文様 (SCALE 1/ 2.8)

文様を見て、以下の各項目についてその程度を5段階で評価し、○を記入してください。

| | |
|-------|--|
| 1.曲線的 | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 2.立体的 | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 3.密度感 | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 4.調和 | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 5.規則性 | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |

図6-4 用語の評価フォーマット（部分）

以下の5種類の特徴について、どの程度それを感じるかを印象で評価してください。

| | |
|-------------------------|--|
| 1.明暗（明るさ、暗さなど） | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 2.テクスチャ（キメや風合いなど全体的な感じ） | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |
| 3.構造（配列などの全体的な成り立ち） | ----- ----- ----- ----- |
| | 感じない あまり感じない どちらとも言えない やや感じる 感じる |

図6-5 レイヤー印象度の評価フォーマット（部分）

6.2.5. 実験結果の解析

上記の実験結果を集計し（表6-4）、それぞれの文様について、各レイヤーの印象度評価値を基準変数、各用語の印象度評価値を5つのカテゴリーを持つ説明変数として数量化理論？類による解析を行なった〔注4〕。レイヤーの印象度評価値は5段階を1から5に数値化して解析した。

表6-5 実験3解析結果(文様1明暗レイヤー 部分)
観測値:被験者のレイヤー評価値,アイテム:用語番号

| 観測値 | アイテム | レイヤー | レイヤー | レイヤー | レイヤー | レイヤー | レイヤー |
|-----|------|-------------|--------------|------|------|------|------|
| 1 | 4 | 3.485805909 | 0.510491851 | | | | |
| 2 | 2 | 1.023992216 | 0.070007704 | | | | |
| 3 | 4 | 1.510491851 | 0.510491851 | | | | |
| 4 | 7 | 2.000243021 | 0.141756379 | | | | |
| 5 | 4 | 1.10325117 | -0.10325117 | | | | |
| 6 | 5 | 4.337423664 | 0.666571336 | | | | |
| 7 | 4 | 3.704851701 | 0.295148299 | | | | |
| 8 | 5 | 4.102755066 | 0.896244934 | | | | |
| 9 | 4 | 4.500192213 | -0.500192213 | | | | |
| 10 | 2 | 2.704851701 | -0.704851701 | | | | |
| 11 | 4 | 3.07674003 | 0.12325117 | | | | |
| 12 | 4 | 3.704851701 | 0.295148299 | | | | |
| 13 | 5 | 4.900553442 | 0.101446558 | | | | |
| 14 | 4 | 4.158884155 | -1.158884155 | | | | |
| 15 | 4 | 3.012361019 | 0.307638981 | | | | |
| 16 | 5 | 3.20447812 | 0.20447812 | | | | |
| 17 | 4 | 4.247905790 | -0.247905790 | | | | |
| 18 | 0 | 0 | -1.19087114 | | | | |
| 19 | 4 | 3.070593216 | 0.120416784 | | | | |
| 20 | 4 | 2.489673039 | 1.510326961 | | | | |
| 21 | 4 | 4.172732625 | -0.172732625 | | | | |
| 22 | 4 | 4.290261775 | -0.290261775 | | | | |

表6-6 実験3解析結果の上位語(文様1)

| | 明暗レイヤー 単語数:10(1.58%) 決別率:20(6.82%) | | テクスチャレイヤー 単語数:10(1.58%) 決別率:20(6.82%) | | 構造レイヤー 単語数:10(1.58%) 決別率:20(6.82%) | | 運動レイヤー 単語数:10(1.58%) 決別率:20(6.82%) | | ディテールレイヤー 単語数:10(1.58%) 決別率:20(6.82%) | |
|---|--|----------------|---|----------------|--|---------------|--|---------------|---|----------------|
| | レンジ | 単相関係数 | レンジ | 単相関係数 | レンジ | 単相関係数 | レンジ | 単相関係数 | レンジ | 単相関係数 |
| 1 | 密度感 4.4635 | 密度感 0.9627 | 規則性 3.3053 | 規則性 0.7974 | 線対称性 4.4385 | 対称性 0.7718 | 線対称性 4.1894 | 方向性 0.8776 | 単純性 3.6938 | 単純性 0.4859 |
| 2 | 単純性 4.1130 | バランス 0.8889 | 単純性 3.2129 | ゆがみ 0.7054 | 線対称性 3.2462 | 対称性 0.7398 | 線対称性 3.2345 | 単純性 0.8827 | 単純性 3.0030 | バランス 0.4129 |
| 3 | 対称性 3.9824 | 対称性 0.8829 | 連続性 3.8774 | 連続性 0.8024 | 安定性 3.2395 | 単純性 0.7748 | 単純性 4.2838 | 単純性 0.8286 | 安定性 2.6723 | 単純性 0.4885 |
| 4 | バランス 3.7105 | 単純性 0.7752 | 安定性 3.8331 | バランス 0.8014 | 歪み感 3.2542 | 単純性 0.7380 | 歪み感 3.2730 | 立体的 0.7892 | 単純性 2.5875 | 立体的 0.4947 |

ジおよび偏相関係数で上位に来る代表的な用語をあげると、明暗レイヤーの場合は密度感、バランスなど、テクスチャレイヤーでは規則性、単純性など、構造レイヤーでは対称性、調和など、運動レイヤーでは方向性、連続性など、ディテールレイヤーでは単純性、バランス、安定性、歪みなどとなっている。これらの傾向は各文様に共通であった。

6.2.6. 解析手法の検討

実験3の解析では、各文様に対する造形原理用語による評価実験の結果(SD法による5段階評価)とレイヤーに対する印象度評価値(SD法によ

る5段階評価)の関係を数量化理論?類により解析した。この場合、説明変数である用語による評価の値と外的基準変数である印象度評価の値は共にSD法によるカテゴリカルデータであるため、数量化理論?類による解析も可能である(図6-6)。そこで、同一の実験結果のデータを用いて数量化理論?類による解析を行ない[注6]、?類による解析結果とどのような違いが出るかを検証した(表6-7)。その結果、以下のような点が明らかになった。

- (1) 全体としては両結果に共通した傾向が見られたが、部分的には異なる語が上位に来ているものもある。
- (2) 数量化理論?類による結果では、レンジと偏相関係数の上位語に相違が見られ、解釈が困難な部分がある。
- (3) 両解析を通じて全般的に規則性、連続性といった語の出現頻度が高いが、評価データを見ても全般にこれらの語の評価が各レイヤーに共通して高い数値に偏っている。

| 数量化Ⅰ類のフォーマット | | | | | | | | | | 数量化Ⅱ類の解析フォーマット | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-----|---|---|---|---|-----|---|---|----------------|---|------------|--------|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|-----|---|---|---|--|
| 明暗 レイヤー | 印象度 評価値 | 規則性 | | | | | 密度感 | | | | | 明暗 レイヤー | 印象度評価値 | | | | | 規則性 | | | | | 密度感 | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| 被験者1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 被験者2 | 4 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 被験者3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図6-6 Ⅰ類とⅡ類の解析フォーマットの違い

表6-7 Ⅱ類による解析結果の上位語(文様1)
(構造レイヤーの偏相関係数はエラーのため抽出できず)

| | 明暗レイヤー | | アクセスレイヤー | | 構造レイヤー | | 運動レイヤー | | ディテールレイヤー | |
|---|--------|-------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|-------|
| | レンジ | 偏相関係数 | レンジ | 偏相関係数 | レンジ | 偏相関係数 | レンジ | 偏相関係数 | レンジ | 偏相関係数 |
| 1 | 連続性 | 方向性 | 規則性 | 対称性 | 連続性 | | 規則性 | 方向性 | 連続性 | 規則性 |
| 2 | 規則性 | バランス | 規則性 | 対称性 | 規則性 | | 連続性 | 規則性 | 規則性 | 要素 |
| 3 | 単純性 | 広さ | 連続性 | 規則性 | 単純性 | | 規則性 | 対称性 | 単純性 | 方向性 |
| 4 | バランス | 対称性 | 単純性 | 規則性 | 単純性 | | 対称性 | 連続性 | 単純性 | 出現感 |

(4) 数量化理論?類による解析は外的基準変数の各カテゴリーがそれぞれ特有の意味を持つ場合の解釈に有効性が高いと思われるが、今回のような連続的な性格を持つ間隔尺度の場合、各カテゴリーと説明変数の関係が解釈しづらい。

したがって、以上のような結果から解釈の容易性、各レイヤーの特徴の明確さという点で今回は?類による結果の方が有効と判断した。

6.2.7. 実験3の考察

実験3の解析結果は、各レイヤーの性質から理解できるものであるとともに、文様デザインにおいて各レイヤーの印象が主にどのような造形的特徴によって喚起されているかを説明しているを見なすことができる。

明暗レイヤーの場合、今回の実験で使用した文様が黒地に白のドットによって表現されているものが多かったため、ドットの疎密やレイアウトのバランスが明暗を感じさせる要因となっていることが考えられる。テクスチャレイヤーの場合、それが全体的な印象であることから、形状的な特徴よりも均一的な配列によって特定の部分に対する注目が起こらないような規則性や単純性が重要な要因となっているものと思われる。

構造レイヤーの場合は規則的な配列によって全体が整った印象を与えるような表現が有効であると考えられる。また、運動レイヤーでは当然予想されるように、特定の方向性を持ち、連続しているように見える造形がその印象を形成していると判断できる。ディテールレイヤーに関しては、細部の特徴がその文様の表現によって異なるため明確な原理が当てはまりにくかったようであるが、単純性、バランス、安定性、歪みなどの用語が上位に来ていることから考えると、形状的な理解のしやすさや、形状と形状の関係性、歪みなど形の不安定さによって特定の部分に対する注意が喚起されやすいことが推察される。

実験3の結果におけるレイヤー印象度の評価値の合計から、各文様におけるレイヤーの評価順位を示すと表のようになり、概ね主観的な印象と一

表6-8 各文様におけるレイヤー順位

| | | | | | |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| | | | | | |
| 文様1 | 1.構造 2.テクスチャ 3.明暗 4.ディテール 5.連続 | 文様2 | 1.連続 2.構造 3.ディテール 4.テクスチャ 5.明暗 | 文様3 | 1.ディテール 2.テクスチャ 3.明暗 4.連続 5.構造 |
| | | | | | |
| 文様4 | 1.連続 2.テクスチャ 3.明暗 4.ディテール 5.構造 | 文様5 | 1.連続 2.テクスチャ 3.ディテール 4.明暗 5.構造 | 文様6 | 1.連続 2.明暗 3.テクスチャ 4.ディテール 5.構造 |

致していると思われる（表6-8）。なお、文様1は実験1の視覚認知パターン表現においても使用しているが、今回の結果を実験1におけるレイヤー順位と比較すると、1の構造レイヤー以外は順位が一致している。1の不一致に関して検討してみると、丸いユニットの連続をとらえている見方であるという点で共通しており、それを構造として認識するか運動として認識するかの違いによるものだと考えられる。実験3では言葉によってレイヤーの種別を説明して選択させているため、解釈の問題からそのような結果が出たものの、見方の理解としては一致していると考えられる。したがって1種類の文様に関してではあるが、実験の妥当性が確認できたと言える。

6.3. 実験4・文様デザインの選好とレイヤーの関係解析

6.3.1. 実験4の目的

実験4では各文様に対する選好評価実験を行い、実験3におけるレイヤーの印象度評価の結果との関係を解析して、文様デザインの選好評価とレイ

ヤー選択の相関関係が認められるかどうかを調査する。それによって、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることを明らかにする。また、どのようなレイヤーが選好に結びついているかを調査する。

6.3.2. 実験4の方法

- (1) 各文様に対するレイヤーの印象度評価実験を行う（実験3で得た評価値を用いる）
- (2) 文様に対する選好評価実験を行う
- (3) レイヤーの印象度評価値と文様に対する選好評価値を数量化理論？類により解析する
- (4) 解析結果から文様の選好に対して関係の強いレイヤーを抽出する

6.3.3. 選好評価実験

実験3で使用した10種類の各文様に対して、好き嫌いをSD法による5段階で評価させた。実験の状況および被験者は実験3と同様である。また、評価対象の提示方法、評価の方法なども実験3と同様である（図6-7）。この選好評価実験は、実験3のレイヤー印象度の評価実験と同時に行い、質問の順番で選好評価の方を先にしているため、本論文の構成とは前後する。これは文様を見ることを繰り返すことで、慣れの要因やトップダウン的な働きが大きくなり選好評価に影響が出ること避けるために、できる

文様を見て、以下の各項目についてその程度を評価し、○を記入してください。

1.この文様に対する好き嫌いを評価してください。

嫌い やや嫌い どちらとも言えない やや好き 好き

図6-7 実験4のフォーマット

だけ第一印象で選好を評価させることを考え、実験3のレイヤー印象度評価より先に選好評価を行わせたことによるものである。

6.3.4. 文様の選好とレイヤー印象度評価の関係解析

文様デザインに対する選好評価と各文様におけるレイヤーの印象度評価の結果を数量化理論Ⅱ類により解析し(表6-9)[注7]、文様デザインの選好とレイヤー選択の関係を検証した。選好の5段階の評価値を1から5に数値化して基準変数とし、5種類のレイヤーの印象度評価結果をそれぞれ5つのカテゴリを持つ説明変数として解析した。解析結果の数値と順位を表に示す(表6-10)。

6.3.5. 解析結果の解釈による高影響度レイヤーの抽出

レンジの各数値間で隔たりの大きい谷間にあたる部分にラインを引き、その上位部分に残ったレイヤー種の出現頻度を見た。このうち文様2、4、10に関しては重相関係数が低いので検討対象から除外すると、7種類の文様において、テクスチャレイヤーの出現回数が5回と最も多く、次いで構造レイヤーが3回、運動レイヤーが2回、明暗レイヤーが1回となっている。文様6や文様9の3種類のレイヤーの数値にほとんど差がないこと

表6-9 実験4数量化Ⅱ類による解析結果(文様1部分)

観測値:5段階評価の値 アイテム番号:1.明暗,2.テクスチャ,3.構造,4.運動,5.ディテール

| カテゴリ番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 基準比較アイテムスコア | -1.052147565 | -0.121072453 | 0.514011272 | 0.004462754 | -0.535025255 | -0.003355030 |
| 観測値 | 予測値 | 残差 | | 重相関係数(R) | | |
| 5 | 3.4064761 | 1.5035239 | | 0.52302739 | | |
| 3 | 2.167750825 | 0.832249175 | | | | |
| 2 | 3.240462054 | -1.240462054 | | 決定係数(F ²) | | |
| 5 | 4.210648127 | 0.769051873 | | 0.386017064 | | |
| 3 | 2.752471139 | 0.237928861 | | | | |
| 1 | 1.507209055 | -0.507209055 | | | | |
| 2 | 3.090355401 | -1.090355401 | | | | |
| 2 | 2.633261622 | -0.633261622 | | アイテム番号 | 重相関係数 | レンジ |
| 2 | 3.300153011 | -1.300153011 | | 1 | 0.414406133 | 1.500050035 |
| 4 | 4 | -1.42104814 | | 2 | 0.361899284 | 0.87883775 |
| 3 | 3.428723925 | -0.428723925 | | 3 | 0.209203492 | 2.032771239 |
| 4 | 2.628674995 | 1.371325105 | | 4 | 0.433716136 | 1.203870278 |
| 4 | 3.255506758 | 0.255506758 | | 5 | 0.381405795 | 0.920043578 |
| 2 | 3.290904540 | -1.290904540 | | | | |
| 3 | 2.964591274 | 0.035408726 | | | | |

表 6-10 実験4 解析結果一覧

| | 文様1 層別影響値0.409 | | 文様2 層別影響値0.439 | | 文様3 層別影響値0.673 | | 文様4 層別影響値0.524 | | 文様5 層別影響値0.621 | |
|---|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------|
| | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 |
| 1 | 構造 2.676 | 構造 0.474 | テキスト 1.683 | テキスト 0.783 | 構造 2.674 | 構造 0.490 | ディテール 1.675 | テキスト 0.401 | 構造 2.476 | 構造 0.758 |
| 2 | 構造 1.593 | ディテール 0.478 | 構造 0.557 | ディテール 0.704 | テキスト 1.802 | 構造 0.389 | 構造 1.472 | ディテール 0.337 | ディテール 1.352 | ディテール 0.347 |
| 3 | 運動 1.056 | 運動 0.456 | ディテール 0.787 | 構造 0.720 | 構造 1.177 | テキスト 0.537 | テキスト 1.353 | 構造 0.307 | テキスト 1.096 | 構造 0.370 |
| 4 | ディテール 0.879 | テキスト 0.379 | 構造 0.315 | 構造 0.707 | ディテール 1.100 | ディテール 0.524 | 構造 1.074 | 運動 0.317 | 構造 0.847 | テキスト 0.757 |
| 5 | テキスト 0.875 | 構造 0.377 | 運動 0.329 | 運動 0.662 | 構造 0.617 | 構造 0.272 | 構造 1.025 | 構造 0.142 | 運動 0.675 | 運動 0.222 |
| | 文様6 層別影響値0.572 | | 文様7 層別影響値0.577 | | 文様8 層別影響値0.662 | | 文様9 層別影響値0.707 | | 文様10 層別影響値0.727 | |
| | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 | レンジ | 層別影響値 |
| 1 | ディテール 0.879 | 運動 0.461 | テキスト 1.425 | 構造 0.329 | テキスト 2.222 | テキスト 0.675 | 構造 1.813 | 構造 0.427 | 運動 1.657 | ディテール 0.757 |
| 2 | 運動 1.456 | ディテール 0.427 | 構造 1.059 | 運動 0.227 | 構造 1.422 | ディテール 0.425 | テキスト 1.257 | テキスト 0.440 | 構造 1.488 | テキスト 0.375 |
| 3 | テキスト 1.550 | テキスト 0.441 | 構造 0.805 | 構造 0.294 | ディテール 1.258 | 構造 0.391 | 運動 1.462 | 運動 0.327 | ディテール 0.977 | 構造 0.300 |
| 4 | 構造 0.615 | 構造 0.387 | ディテール 0.624 | テキスト 0.320 | 構造 1.040 | 構造 0.201 | 構造 0.317 | 構造 0.379 | テキスト 0.845 | 構造 0.275 |
| 5 | 構造 0.182 | 構造 0.147 | 運動 0.615 | ディテール 0.243 | 運動 0.624 | 運動 0.637 | ディテール 0.749 | ディテール 0.277 | 構造 0.649 | 運動 0.191 |

から見ても、全般を通してテキストチャレイヤーが最も高い出現率を示していることは明らかである。また、検討から除外した文様2、4においてもテキストチャレイヤーは上位にある。

次にレンジの数値1.0以上でレイヤーを抽出し出現頻度を見ると、7種の文様においてテキストチャレイヤーが6回、構造レイヤーが5回、運動レイヤー、ディテールレイヤーが4回などとなっている。構造レイヤーは1位が3回と最も多いこともあり、偏りはあるもののテキストチャレイヤーに次いで影響力の大きなレイヤーであると考えられる。それ以外のレイヤーでは運動レイヤーの出現率が高いがそれほど顕著な傾向は見られず、テキストチャレイヤー、構造レイヤーに比べると影響力は劣るものと考えられる。

6.3.6. 実験4の考察

文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度の関係において、テキストチャレイヤーの印象度が選好に対して最も影響が大きいことが明らかになっ

た。また、テクスチャレイヤーに次いで影響力の大きいレイヤーは構造レイヤーであった。これらの結果から、鑑賞者が文様デザインの特定の部分を注視してその特徴から選好を判断するよりも、全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いということが明らかになった。また、この結果は実験1におけるレイヤー作成時のレイヤーの順位結果の傾向とも一致する。ただしこれは全体的な傾向であり、個々の文様のデザインにおいては、その造形的な性質によって左右される部分もあるものと考えられる。しかし文様デザインの選好が、特定のレイヤーの選択と相関がある事が確かめられたことで、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることは確認されたと判断する。

6.4. 事例研究2の考察

事例研究2において行った実験3、実験4で明らかとなった結果から、デザイン支援の観点で有効な情報をまとめると以下のような点がある。

第1に、文様のデザインにおいて有効な造形用語を抽出した。それらは構成学などにおけるような学問的な表現ではなく平易なものであると同時に、物理量などに置き換えることの困難なものが多いが、デザイナーの経験的な理解においては共有性の高いものである。従来の研究では暖かい、冷たいなどの印象語をデザイン表現と結びつけようとする事例が多く見られたが、デザインを行う側の観点ではそうした感覚的な形容詞よりも、よりデザイン表現に結びつきやすい造形原理用語が有効であると考えられる。

第2には、レイヤーの印象度と造形原理用語の関係を解析した実験3の結果から、各レイヤーに対して関係の強い造形用語が明らかになった。したがってそれぞれのレイヤーに代表されるような視覚認知パターンを鑑賞者に訴えたい場合には、各レイヤーに対応する造形原理の特徴を意識した表現をすることが有効である。そのためデザインを行う際に、鑑賞者に対してどのような認知パターンを選択させるかといった観点が重要であると言える。ただし鑑賞者の視覚認知パターンは常に複数存在しており、その

選択にはトップダウン的な処理を含む複雑な要因の影響を受けていることが考えられるため、全ての鑑賞者の視覚認知パターンを1つに集約することは困難であると思われる。

第3として、文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度の関係について解析した実験4の結果において、鑑賞者の選好評価が特定のレイヤー種と相関が高かったことから、鑑賞者に好まれるデザイン表現を考えるうえで、鑑賞者の視覚認知パターンを意識することが有効であることが分かった。特に、選好が全体的な配置や調子の影響を受けやすいことが明らかになった。したがってデザインに際して鑑賞者の選好を考慮する場合に、部分的な特徴よりも全体的な特徴を重視してデザインするべきであるといえる。ただし実際には、鑑賞者の目を引くような訴求力を持った表現が存在すれば他のレイヤーが上位に来ることが考えられるため、これはあくまで一般的な傾向であるといえる。

6.5. 事例研究2の結論

事例研究2によって、鑑賞者の視覚認知パターンと関係の強い造形的特徴が明らかになった。また、鑑賞者の選好と視覚認知パターンの関係が明らかになった。

実験3では、文様デザインにおいて表現の手がかりとなる造形原理用語が抽出された。そして、文様デザインに対する鑑賞者の視覚認知パターンである5種類の各レイヤーの印象に対して関係の強い造形原理用語が明らかになった。明暗レイヤーの場合は密度感、バランスなど、テクスチャレイヤーでは規則性、単純性など、構造レイヤーでは対称性、調和など、運動レイヤーでは方向性、連続性など、ディテールレイヤーでは単純性、バランス、安定性、歪みなどが関係の強い造形原理用語となっている。これらのレイヤーが意味するような視覚認知パターンを鑑賞者に訴えたい場合、各レイヤーに対して関係の強い造形原理用語が意味するような特徴を文様デザインにおいて表現することが有効である。

また、文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度との関係を解析した実験4では、テクスチャレイヤーが最も選好に対する影響度が高く、次いで構造レイヤーの影響度が高いことがわかった。この結果から、鑑賞者が部分的な特徴よりも全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いことが分かった。特定のレイヤーと文様デザインに対する選好の関係が明らかになったことで、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることが確認された。したがって文様デザインの際に鑑賞者の選好を意識して表現を行う場合には、視覚認知パターンを考慮することが有効であり、基本的には全体的な配置や調子について特に考慮することが重要である。ただしこれは全体的な傾向であり、個々の文様が持つ性質によって左右される部分もあるものと思われる。

これらの結果によって、文様デザインの際に鑑賞者の視覚認知的特性を考慮した表現の手がかりとなる支援情報が抽出された。

以上の結果から、本研究が段階的目的の第2とした、文様デザインに対

する視覚認知パターンと文様デザインを構成している造形表現の関係を調べ、文様デザインに対する視覚認知パターンが造形的特徴と結びついていることを明らかにすることができた。さらに段階的目的の第3とした、文様デザインに対する感性評価と視覚認知パターンの関係を調べ、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることを明らかにすることができた。

第6章の注および引用文献

- 1) 磯貝芳郎 他, 改訂 色彩と形態, 福村出版, 1974 など。その他の文献については参考文献一覧を参照
- 2) 使用したソフトウェアは「杉山和雄編, EXCELによる調査分析入門, 海文堂, 1996」によるものである。解析に使用した機器は実験1と同様である。
- 3) 使用したソフトウェアは「SYSTAT 8.0」、コンピュータ機器は IBM Aptiva 27Jである。
- 4) 使用したソフトウェアは「杉山和雄編, EXCELによる調査分析入門, 海文堂, 1996」によるものである。
- 5) 「直線的」、「まとまり」、「強調」の3語を除外した。したがって表6-4, 6-5の表におけるアイテム番号は、1. 曲線的, 2. 立体的, 3. 密度感, 4. 調和, 5. 規則性, 6. 歪み, 7. 方向性, 8. 対称性, 9. 単純性, 10. バランス, 11. 安定性, 12. 連続性, 13. 対比性である。
- 6) 使用したソフトウェアは「駒澤勉ほか, 新版パソコン数量化分析, 朝倉書店, 1998」によるものである。機器は注3と同様である。
- 7) 解析には注4および注6の両方のソフトウェアを使用して結果を比較した。機器についてもそれぞれの機器を使用した。

第7章 事例研究3・視覚認知構造概念の活用

- 7.1. 伝統的文様デザインのデータベースの意義
- 7.2. 文様デザインデータベースの検索法
 - 7.2.1. 文様デザイン検索の問題点
 - 7.2.2. 文様検索法のポイント
- 7.3. レイヤーを用いた文様検索
- 7.4. 研究の方法
- 7.5. 候補特徴値の選定
 - 7.5.1. 画像解析手法
 - 7.5.2. 統計的解析
 - 7.5.3. 構造的解析
 - 7.5.4. 周辺分布
 - 7.5.5. レイヤーと解析手法
- 7.6. 予備実験
 - 7.6.1. 予備実験の目的
 - 7.6.2. 画像特徴値の抽出
 - 7.6.3. 明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーに関する予備実験
 - 7.6.4. 運動レイヤーに関する予備実験
 - 7.6.5. 運動レイヤー記述の検証
 - 7.6.6. 構造レイヤーおよびディテールレイヤーに関する予備実験
 - 7.6.7. 構造レイヤーおよびディテールレイヤー記述の検証
- 7.7. 評価データの収集
 - 7.7.1. 評価データ収集の目的
 - 7.7.2. 評価実験
 - 7.7.3. 評価実験に関する考察
- 7.8. 重回帰分析による関係付け
 - 7.8.1. 関係付けの方法
 - 7.8.2. 候補特徴値の選定
 - 7.8.3. 重回帰分析
 - 7.8.4. 重回帰分析の結果
 - 7.8.5. 重回帰分析結果の考察
 - 7.8.6. 重回帰分析の有効性に関する結論
- 7.9. ニューラルネットワークプログラムの検討
 - 7.9.1. ニューラルネットワークとは
 - 7.9.2. ニューラルネットワークプログラムの適用事例
 - 7.9.3. ニューラルネットワークプログラムの試行
 - 7.9.4. データの次元圧縮
 - 7.9.5. ニューラルネットワークの実施における問題点の検討
 - 7.9.6. ニューラルネットワークプログラムによる学習の実行
 - 7.9.7. 学習の結果
 - 7.9.8. 学習結果の考察
- 7.10. 検索アプリケーションの開発
 - 7.10.1. 検索システムの概要
 - 7.10.2. ニューラルネットワーク学習アプリケーション
 - 7.10.3. 評価データ収集プログラム
 - 7.10.4. 計算値データベース作成アプリケーション
 - 7.10.5. 検索表示アプリケーション
- 7.11. 第7章の結論

7.1. 伝統的文様デザインのデータベースの意義

本章では、これまでの研究で明らかになった文様に対する認知構造や特徴記述に関する知識を用いて、文様デザインデータベースへの活用の有効性を検証した研究について述べる。

我国の伝統工芸の世界で受け継がれてきた多様な文様デザインは、染織や陶芸といった従来領域に限らず、今日の多くのデザイン分野において貴重なデザインソースとなりうるものである。現在の繊維産業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文様デザインの記録、保存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。活用をはかるためには、多種類の文様デザインを画像データベースとして提供していくことが有効であると考えられる。

文様デザインが最もよく用いられる繊維業界の場合、製品企画を行う際、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。文様デザインについては資料集などの形で多く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やすい。しかしこれまで文様デザインのデータベースの事例は少ない。また、文様デザイン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。なお、文様デザインのデータ公開にあたってはデザインの知的所有権の問題が考えられるが、伝統的に受け継がれてきた文様に関してはその権利者が特定できないことから、問題にならないものと考えられる。

この伝統的文様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、数千、数万というような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

文様デザイン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文様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。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、特に伊勢型紙などの染織文様の場合、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。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、デジタル化した文様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ている〔注1〕。

(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、現物と図案集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

構築する文様デザインのデータベースをインターネット上の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その製作技法、生産地、歴史的経緯などに関する情報を盛り込むことで、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。

7.2. 文様デザインデータベースの検索法

7.2.1. 文様デザイン検索の問題点

伝統的文様の画像データベース構築にあたっては、上記(1)で述べたように、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、利用時の検索方法が課題となっている〔注2〕。文様の名称や由来など、伝統的文様に関する専門的知識を持たない人間が文様デザインのデータベースを利用しようとした場合、一般的なデータベースで行われている名称による検索では、イメージに合った文様を探しだすことは困難である。この文様検索における問題の要因として以下の様な点があげられる(図7-1)。

(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。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に限られ、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。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元的であること

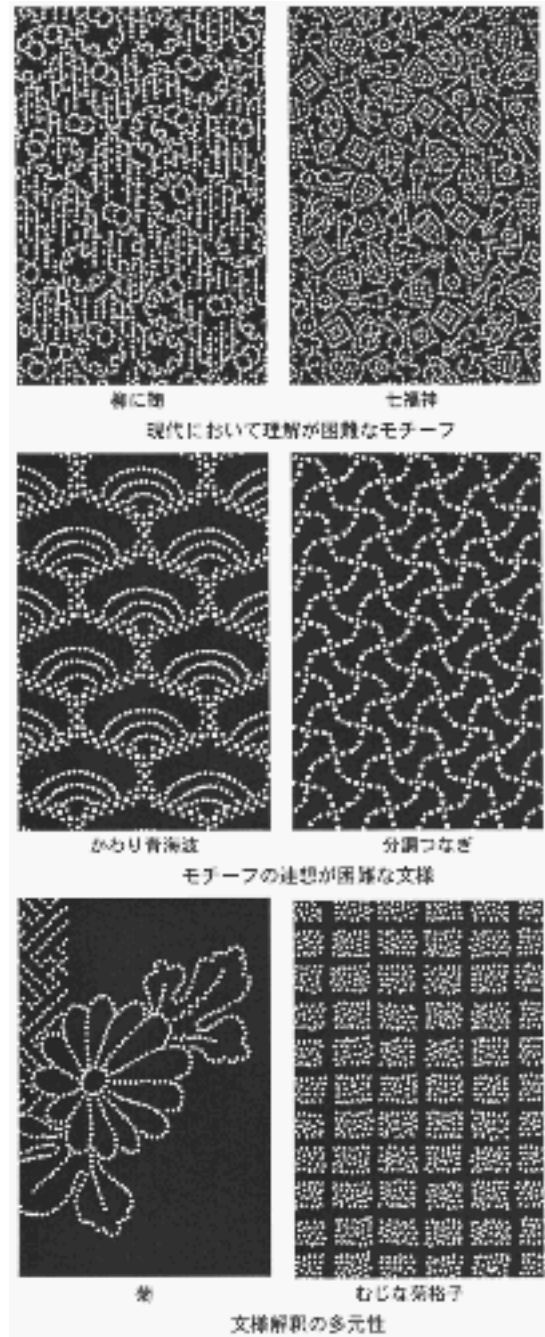


図7-1 検索の問題点

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[注3]。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は限界がある。

これらの検索に関する問題を解決するために、伝統的な文様名やモチーフ名によらない文様検索の方法が求められている。

7.2.2. 文様検索法のポイント

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に、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[注4]、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[注5]、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[注6]。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課題である。

(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。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、検索者が着目したい特徴を選択して検索できるような方法が必要である。

(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。

7.3. レイヤーを用いた文様検索

第6章までの事例研究において、文様デザインに対する鑑賞者の認知パターンをレイヤーという言葉で表現し、以下の5種類に分類した。

- (1) 明暗レイヤー（明るさや暗さの印象）
- (2) テクスチャレイヤー（肌理や密度などの全体的な感じ）
- (3) 構造レイヤー（配列や規則性など全体の成り立ち）
- (4) 運動レイヤー（流れや方向性など動きの印象）
- (5) ディテールレイヤー（要素や単位などの部分的特徴）

文様に対する視覚認知における印象とは、鑑賞者が文様の認知においてこれらのレイヤーのいずれかを選択したものであると見なすことができる。本事例研究では上記の5種類のレイヤーの分類に基づき、それらを検索の手掛かりとして用いた検索方法の実現を目指す。検索にレイヤーの概念を用いる意義としては、以下の様な点があげられる。

- (1) 伝統的な文様名称によらない検索が可能であること
- (2) 鑑賞者の認知特性を反映した検索方法であること
- (3) イメージ語などによる検索と比べて、文様の造形的特徴との関係が明確であること
- (4) 検索者が自分の着目したい特徴を選択して検索できること

具体的には、あらかじめ特定せずに文様画像から多くの特徴値を候補として抽出し、各レイヤーに関する評価値を収集して関係を解析することで各レイヤーに対応する特徴値を絞り込む。解析結果の相関からレイヤーに関する評価を用いた文様の分類が可能であることを確認し、それを用いて実際に利用可能な検索アプリケーションを開発する。以上の段階を経てレイヤー分類を用いた検索方法を確立することが本事例研究の目的である。

7.4. 研究の方法

本研究で提案するレイヤーと、画像解析から得られる特徴値とをどのように結びつけることができるかは不明である。そこで、出来るだけ多くの

特徴値を候補として扱うことが望ましい。また、各レイヤーの性質に關与している特徴値は単一とは限らず、複数の特徴値の關係が重要であると考えられる。そこで、画像解析によって文様から多くの特徴値を求め、各レイヤー共通の候補特徴値とする。また、同じ文様サンプルに対するレイヤーごとの評価実験を行う。評価結果と画像特徴値との間で重回帰分析またはニューラルネットワークプログラムによる学習を行い、その結果から各レイヤーの印象と対応する特徴値を導き出す。この解析結果における相関係数が十分に高く、全てのレイヤーの印象評価が候補とした特徴値群のいくつかの組み合わせによって記述できれば、レイヤーに関する評価を用いた文様の分類が可能であると見なすことができる。そして得られた結果の有効性が確認された後に、その分類方法を用いて実際に検索が可能な検索アプリケーションを開発し、検索方法を確立する。

使用する文様としては、これまでの研究と同様、伊勢型紙文様を用いた。伊勢型紙文様の画像はその性質から、全て白黒の2階調画像である。文様は全て単一の反復文様であり、大きな絵柄が一つだけで繰り返しのない文様や、複数の異なる文様が部分的に組み合わせられた文様などは対象としていない。検索の対象とする文様データベースは、第5章で述べた名古屋造形芸術大学石井コレクションの文様データベースであるが、全体で2万点以上に上る文様データベースはデータ化の途上にあり、今回はその中から任意に300点の文様を選んで研究対象とした。さらにその中で学習および検索実験に使用した文様は100点である。

7.5. 候補特徴値の選定

7.5.1. 画像解析手法

本研究の検索手法においてデータベースから文様を選び出して提示するには、各文様が有する特徴を抽出し、検索者の視覚認知パターンであるレイヤーに関する印象評価と対応付ける必要があるが、各文様画像からどのような特徴を抽出するかが重要な問題である。候補となる特徴値の選定は、

画像解析手法に関する文献から得られる一般的な知識、および以下に述べる予備実験に代表されるような、これまでの研究によって得られた個々の特徴値の有効性に関する知識に基づいて行った。

本研究の対象は繰り返し文様であり、扱うのは画像の特徴でも特にテクスチャ特徴と呼ばれるものである。画像解析の分野においては、画像のこのような特徴を抽出する方法を統計的解析と構造的解析の二つに大別している。統計的解析は画像の図と地にあたる白黒の量や比率、分布などを解析する方法であり、画像解析の代表的な文献〔注7〕によれば、主な方法として濃度ヒストグラム、面積統計、ランレンジ行列、フラクタル次元などがあげられる。構造的解析はユニット配列などの文様の構造規則を解析するもので、文様画像を格子構造ととらえ、その構造表現として基本並進ベクトルやフーリエ変換、自己相関関数などを用いる方法があげられる。次にこれら統計的解析と構造的解析の代表的な手法について説明する。

7.5.2. 統計的解析

統計的解析は画像の図と地にあたる白黒の量や比率、分布などを解析する方法で、主な方法として濃度ヒストグラム、面積統計、ランレンジ行列、フラクタル次元などがあげられる。

濃度ヒストグラムは画像の面積全体に対して濃度 i の出現頻度を $p(i)$ とするとき、 $p(i)$ の平均、標準偏差、歪度 (S)、尖度 (K) 等を求めるものであり、画像における濃度の分布を示すものである。しかし本研究で扱う文様画像は2値画像であるため、濃度ヒストグラムによる記述は有効ではない。2値画像については、濃度ヒストグラムの代わりに面積統計量がよく用いられる。

面積統計は、画像中における単位となる物体 i について、その大きさを $q(i)$ とするとき、 $q(i)$ の個数、合計、画像全体に占める占有率、大きさの平均、標準偏差などを求めるものである。したがって連続パターンにおける単位ユニットの分布状況を記述することができる(図7-2)。

本研究では以下の量を用いる。

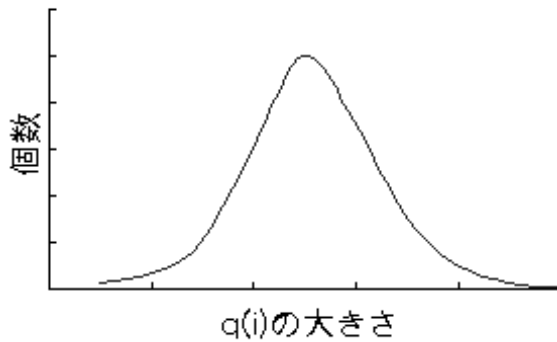


図7-2 面積統計

| | | run length → | | | |
|------|---|--------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 濃度 ↓ | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 |

$\theta = 0^\circ$

図7-3 ランレンクス行列

- 物体の個数 n
- 面積の総和 $s = \sum q_i$
- 占有率 $a = 100 \times \sum q_i / A$ (Aは画像全体の面積)
- 平均物体面積 $\mu = \sum q_i / n$
- 標準偏差 $\sigma = \sqrt{\sum (q_i - \mu)^2 / n}$

ただし、この統計量では位置に関する情報は得られない。そのために、「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もある。これらの問題は、別の統計量で解決する必要がある。

ランレンクス行列は、画像中の単位ピクセルの濃度の配置を、同一の濃度 i が角度 θ の方向に j 個連続する頻度の行列 $P(i, j)$ で表したものである(図7-3)。角度 θ は任意の角度を設定する。そのランレンクス行列から、次の4つの量を算出し、それらによってテクスチャーの特徴を付ける。

- (1) short runs emphasis $SRE = \frac{\sum_i \sum_j \frac{P_\theta(i, j)}{j}}{\sum_i \sum_j P_\theta(i, j)}$
- (2) long runs emphasis $LRE = \frac{\sum_i \sum_j j^2 P_\theta(i, j)}{\sum_i \sum_j P_\theta(i, j)}$
- (3) run length nonuniformity $RLN = \frac{\sum_j \left\{ \sum_i P_\theta(i, j) \right\}^2}{\sum_i \sum_j P_\theta(i, j)}$

$$(4) \text{run percent} \quad \text{RPT} = \frac{\sum \sum P_{\theta}(i, j)}{A}$$

(Aは画像の面積)

なお、ランレングス特徴量のうち、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、 $P(i, j)$ の総和が1になるように正規化した行列 $q(i, j)$ を作る。この $q(i, j)$ から、エントロピーを次のような式によって求める。

$$(5) \text{run length entropy} \quad \text{RLE} = - \sum \sum q_{\theta}(i, j) \log(q_{\theta}(i, j))$$

実物のテクスチャでは 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。

しかし、統計処理する画像は量子化されているピクセルの集まりであるから、 の方向と距離を評価するためには制限が出てくる。また、むやみに の方向を増やしても、算出される量が増えて解析を複雑にするだけであるので賢明ではない。本研究では、 として0度、90度方向を評価する。

この方法によって同じ濃度が続く距離を測ることになるが、この統計量は画像全体で1つの値を求める積分型の統計量である。しかし面積統計とは異なり、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、単位ユニットが均一に分布する場合と偏在する場合で数値が異なるため、単位の配置状況がある程度反映することができる。

フラクタル次元は、曲線の長さを測定する場合に、単位となる長さ を変えたときの曲線の長さ $L(\)$ をもとめ、それらが、 $L(\) = k \cdot \text{ }^{-D}$ 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 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(\)$ をもとめる。

単位 とその個数 $N(\)$ とに $N(\) = k \cdot \text{ }^{-D}$ の関係があるとき、このDの値を最小自乗法より求め、フラクタル次元という(図7-4)。

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。画像全体を均一な一辺が r のメッシュ (格子) に区切った場合に各メッシュに一部でもかかる単位ユニットの数を $N(r)$ とし、 r を変化させた場合の $N(r) = kr^{-D}$ の D の値である。一部の論文では、 r の値を適当に取っている

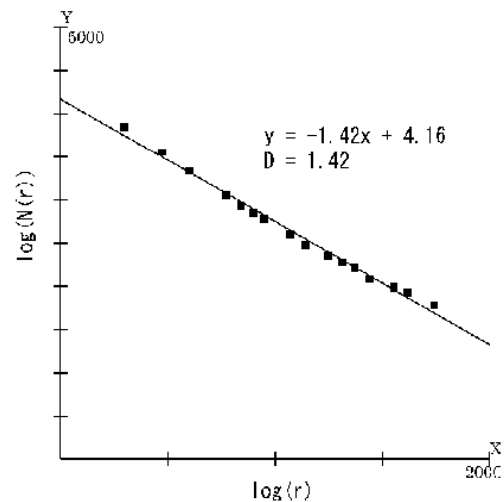


図7-4 フラクタル次元

ために、画像のメッシュ分割が均一でなくなるような計算をしている。画像の分割が半端な場合は、 $N(r)$ の値が若干違ってくる。フラクタル次元を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。フラクタル次元もランレングス行列同様、単位ユニットの分布を、その配置を反映して数値化するものであり文様の全体的な特徴を表す積分型統計量の一つである。

7.5.3. 構造的解析

構造的解析はユニット配列などの文様の構造規則を解析するもので、文様画像を格子構造ととらえ、その構造表現として基本並進ベクトルやフーリエ変換によるパワースペクトル、自己相関関数などを用いる方法があげられる。本研究で扱う文様には周期性がある。その最小の繰り返し単位を単位構造といい、単位構造が置かれている場所を格子点、格子点の並び方を格子構造という。格子構造は2つの基本並進ベクトルと、そのなす角度で決定される (図7-5)。格子構造については固体物理学によって研究されており、格子の中に、対称軸がいくつあるかを基準に5つの格子類型があることが明らかにされている。それらは、斜交格子、六方格子、面心長方形格子、長方形格子、正方形格子と分類されている。

基本並進ベクトルは、繰り返し文様における単位ユニットの配列規則をベクトルで表したものであり、隣り合う単位ユニットがどのように移動した位置にあるかを記述している。

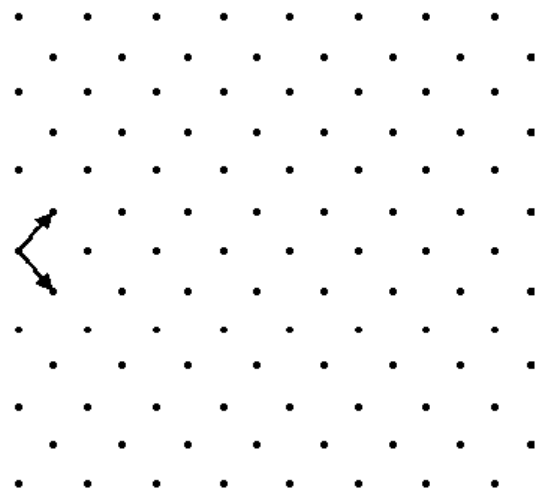
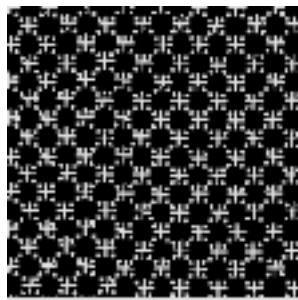


図7-5 基本並進ベクトル

フーリエ変換は、原画像を変換してパワースペクトルと呼ぶ、より単純化された周波数を持った新たな画像を作成することによって、文様構造の周期などを読み取るう

とするものである。ただしフーリエ変換は原画像を変換してもう一枚の画像を作る処理方法であるため、処理によって作られた画像から何らかの情報を読みとらねばならない。フーリエ変換で求められるパワースペクトルの位置は波数であり、周期や格子を求めるには、その逆数を計算しなければならない。今回用いる伊勢型紙のような2値画像は、矩形波のような立ち上がりがあり、基本周波数に倍音が重なって、輝点が幾つも現れる。作成された画像はそれ自体から直接的に特徴を読み取ることは困難であり、作成した画像同士の比較や、画像を読み取る処理などを経る必要がある（図7-6）。また、直感的に格子構造や単位構造が分からないことも問題である。

自己相関関数はフーリエ変換同様画像変換の方法であるが、元の画像を一定の距離だけずらしてすべての画素の乗算を行いその総和を求めるという計算を行う。それによって元の画像を単純化した特徴を有する画像に変換する。繰り返し文様において、 n 周期ずれたときに輝点が生ずる。自己相関関数処理をした画像の輝点の座標は波長を表している（図7-7）。輝点が波長を表していることから、自己相関関数処理した画像から格子点を求め、格子構造を抽出することができる。さらに格子点で囲まれた部分を切り出せば、自己相関関数処理された単位構造を抽出できる。



原画像

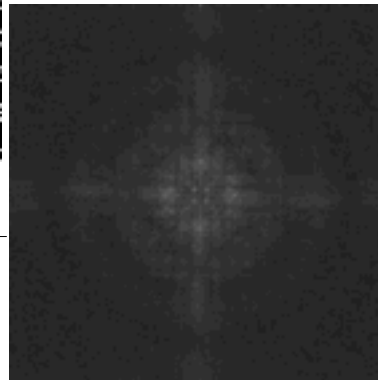


図7-6 フーリエパワースペクトル画像



図7-7 自己相関処理画像
(原画像はフーリエ画像と共通)

自己相関関数は、その計算過程で全画面の領域について積分を行っている。このため、手彫りによる微妙なゆらぎや、スキャナーに起因するノイズを無くすることができる。しかも倍音などの余分な情報がないことから、自己相関関数は格子構造と単位構造を求めるのには非常に都合がよいと考えられる。

2次元の関数が与えられているとき、自己相関関数は次の式で計算される。

$$g(u, v) = \frac{1}{A} \iint f(x, y) f(x-u, y-v) dx dy$$

ここで、 $A=g(0,0)$ である。

自己相関関数処理による画像はフーリエ変換による画像と異なり、元の画像の特徴が直接読み取れるような、関連性の分かりやすい画像となることが特徴である。そのため元の画像と同様に単位ユニットが特定でき、オリジナルより単純化された形でそれを扱うことが可能である。

7.5.4.周辺分布

周辺分布とは、一方向に画素を走査し、その画素の輝度を集計したものを言う。水平方向の周辺分布は、画像の座標 (x, y) における輝度をとるとき、

$$q_y = \sum_x \rho_{xy}$$

で計算される。なお、走査する方向は水平・垂直方向がよく利用される(図7-8)。周辺分布は文字認識や欠陥部分抽出に用いられている。通常は走査を水平、垂直方向にしか行わないが、それでは水平、垂直方向の流れしか検出できないため、本研究では文様画像の中心を回転軸に回転させて一度ごとに走査することで、任意の角度における方向性と連続性の強さを抽出することを試みた。

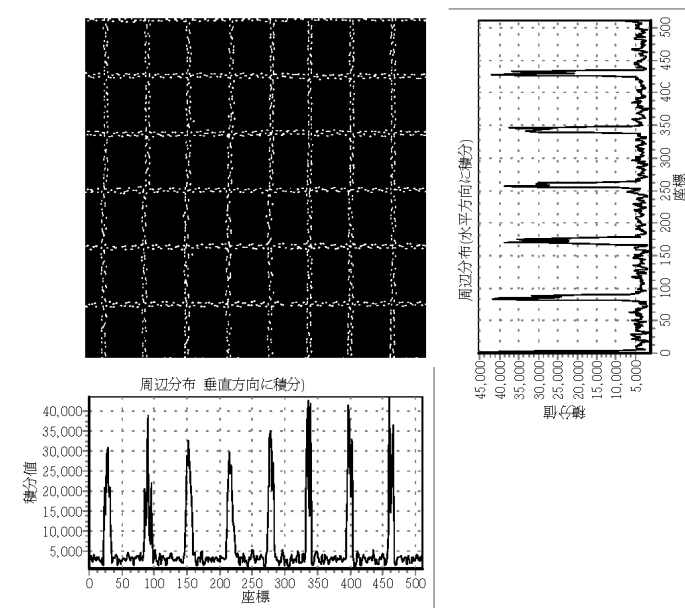


図7-8 周辺分布の手法

7.5.5. レイヤーと解析手法

上記の各解析手法による特徴値と5種類のレイヤーとの結びつきを考えると、明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーは、その性質が画像全体における白黒の分布に関わることでありと予想されることから、主に統計的解析に結びついていると考えられる。また構造レイヤーと運動レイヤー、ディテールレイヤーについては、配列や位置などの性質に関わりが深いことが予想されることから、主に構造的解析に結びついていると考えられる。解析の方法とレイヤーの性質から、あらかじめ各レイヤーの評価と対応する特徴値を予測すると、以下ようになる。

- (1) 明暗レイヤー 面積統計、フラクタル次元など
- (2) テクスチャレイヤー 面積統計、ランレングス行列など
- (3) 構造レイヤー 基本並進ベクトル
- (4) 運動レイヤー 周辺分布
- (5) ディテールレイヤー 自己相関関数による単位画像

各レイヤーの性質に關与している特徴値は単一ではなく、複数の特徴値の關係が重要であると考えられる。また鑑賞者のレイヤーに関する評価はあくまで印象であって、個人の主観的な要因が含まれると同時に、文様の造形的な特徴によってその評価基準が変化することも考えられ、特徴値とレイヤー評価は単純な対応關係にあるとは限らない。したがって、次に上記のような解析手法とレイヤーの關係の予測に基づき、基本的な対応關係の有無を予備実験によって確認することとした。

7.6. 予備実験

7.6.1. 予備実験の目的

本研究において構築を目指す文様検索システムの概要は以上のようなものであるが、そもそも基本的に上述した画像解析による数値とレイヤーに対する評価値の間に相関が見られなければ検索は困難である。そこで予備実験として、各レイヤーに対して想定される手法を用いて解析を行い、その結果得られた特徴値によって文様画像が分類可能であるかどうかを検証した。

7.6.2. 画像特徴値の抽出

画像解析に用いる特徴値を抽出するためには、それぞれの解析法に対応し特徴値を抽出できる複数の解析プログラムが必要である。解析対象とする文様300枚をスキャンングによりデータ化し(図7-9)、文様の類似性や評価実験に対する適性を考慮して、100種に絞り込んだ。画像は200dpiの解像度で読み込み、ノイズを取り除いて2値化した。画像の解像度は、予備的な検討から、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、ランレンジ行列は512*512 pixel (200dpiで65mm平方)の画像を処理して求めた。また、同じ文様画像から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値とした[注8]。

フラクタル次元はボックスフル法を用いて求める。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ピクセルの画像を処理する。

今回の解析のために画像解析アプリケーションソフト At-Image ver.1.9 (表7-1) および At-Image ver.2.3 (表7-2) を開発した。これらのアプリケーション

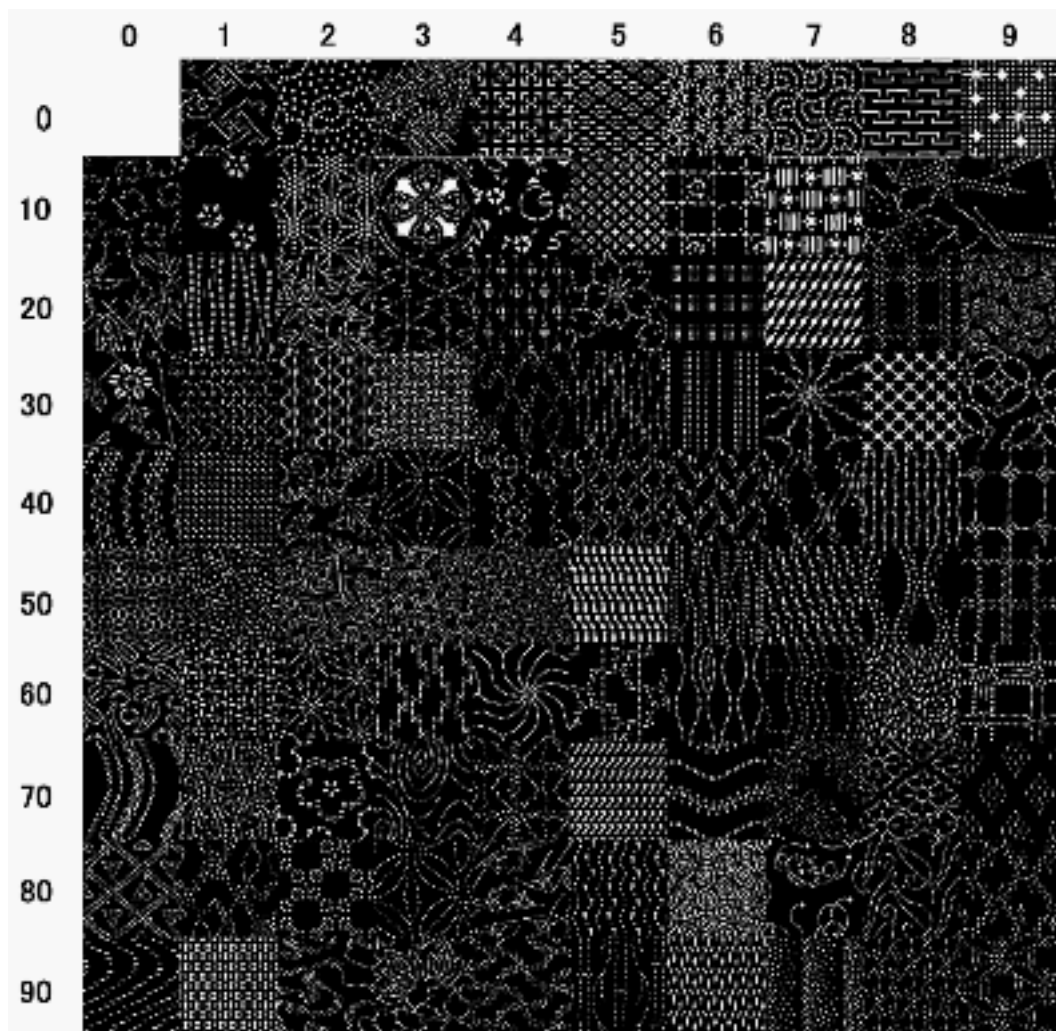


図7-9 候補とした文様の一部(外周の数字は文様番号)

表7-1 AtImage ver.1.9仕様

| |
|---|
| <p>1) 動作環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・OS:Windows98以降・RAM:64MB以上・HD:1GB以上 <p>2) 処理ファイル形式</p> <p>2-1) 読み込みファイル形式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ビットマップファイル(Windows BMP ファイル) ・モノクロ~24ビットフルカラー形式 ・大きさ:1024?1024ピクセル (ただし、フーリエ変換、自己相関特徴処理は512?512ピクセル フラクタル次元計算は504?504ピクセル) <p>2-2) 出力ファイル形式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ビットマップファイル(Windows BMP ファイル) <p>3) 画像処理機能:</p> <p>3-1) 階調変換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輝度反転、強調(ラプラシアンフィルタ処理)、平滑化、メディアンフィルタ、任意のフィルタ(3?3ピクセル)処理可能 <p>3-2) グレースケール変換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ ・$Y = (R + G + B) / 3$ の2つの計算式による処理が可能 <p>3-3) 2値化処理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・閾値は初期設定で行う <p>3-4) フーリエ変換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フーリエ変換、自己相関処理、ウェーブレット処理可能 ・画像の大きさは512?512ピクセルに限定 <p>3-5) 2値画像処理</p> <p>3-5-1) 膨張、縮退処理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・黒い部分の膨張、縮退処理、孤立点(白地に1ピクセルだけの黒い点)除去処理可能 <p>3-5-2) 2値画像統計</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2値化画像の黒の部分として統計処理する ・面積統計(大きさの平均など)、フラクタル次元、ランレングス統計を計算可能 ・フラクタル次元計算の計算方法はボックスフル法による ・画像の大きさは、約数の関係から504?504ピクセルに限定 <p>4) その他</p> <p>4-1) 輝度の表示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・画像の任意の点をクリックしたばあい、子ウインドウを開きクリックしたピクセルと周囲+3ピクセルの範囲の輝度を表示する <p>4-2) クリップボードの利用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クリップボードを利用して画像データのコピー&ペーストが可能 <p>4-3) ランタイムルーチン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特別なランタイムルーチンを必要としない <p>4-4) インストール、アンインストール</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特別なインストール処理を必要としない ・実行ファイル形式で配布可能 ・初期設定ファイル、レジストリの改変を行わない <p>5) 付加情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発プログラムは Borland C++ Builder (C言語) |
|---|

表7-2 AtImage ver.2.3仕様 (ver1.9を拡張)

| |
|---|
| <p>1) 動作環境 ・OS:Windows98以降・RAM:64MB以上・HD:1GB以上</p> <p>2) 処理ファイル形式</p> <p>2-1) 読み込みファイル形式 ・ビットマップファイル (Windows BMP ファイル) ・モノクロ～24ビットフルカラー形式・大きさ:1024×1024ピクセル (ただし、フーリエ変換、自己相関特徴処理は512×512ピクセル、フラクタル次元計算は504×504ピクセル)</p> <p>2-2) 出力ファイル形式・ビットマップファイル (Windows BMP ファイル)</p> <p>3) 画像処理機能:</p> <p>3-1) 階調変換</p> <p>3-1-1) グレースケール変換 ・グレースケール計算は$Y=0.299R+0.587G+0.114B$の式による (一般的カラー モノクロ変換)</p> <p>3-1-2) 赤、緑、青画面抽出変換</p> <p>3-1-3) ルックアップテーブル (対応表) 方式 ・ルックアップテーブルのパラメータはファイルとして扱うことができる</p> <p>3-1-4) 輝度反転</p> <p>3-1-5) 2値化 ・2値化の閾値は輝度ヒストグラムを見ながら決定することができる</p> <p>3-2) 画像処理</p> <p>3-2-1) フィルタ処理 (ピクセルごとに加重平均をとる処理) ・代表的なフィルタ (メディアン、最大値、最小値、シャープ、ラプラシアン、平滑化) 処理を用意・フィルタの大きさは、3×3, 5×5, 7×7 任意のフィルタ可能 フィルタパラメータはファイルとして扱うことができる</p> <p>3-2-2) 画像演算処理 ・任意の2つの画像のピクセル同士を演算して新しい画像を作る処理 演算は加減乗除算、差の絶対値、大きい (小さい) 方選択、AND, OR, EXOR (排他的論理和)、畳み込み演算可能 (畳み込み演算はFFTを利用するので画像の大きさが制限される)</p> <p>3-2-3) 2値画像処理 ・黒い部分の膨張、縮退処理、孤立点 (白地に1ピクセルだけの黒い点) 除去処理可能</p> <p>3-2-4) フーリエ変換 ・フーリエ変換、自己相関処理可能</p> <p>3-3) 画像計算</p> <p>3-3-1) 輝度ヒストグラム ・画像の輝度ヒストグラムを計算するとともにグラフ表示・輝度の平均、標準偏差、変動係数を計算・グラフはWindowsメタファイル形式で保存可能</p> <p>3-3-2) 周辺分布計算 ・画像の輝度の周辺分布を計算するとともにグラフ表示・周辺分布の平均、標準偏差、変動係数を計算・グラフはWindowsメタファイル形式で保存可能・周辺分布は、水平方向、垂直方向を計算可能</p> <p>3-3-3) フラクタル次元計算 ・2値化した画像のフラクタル次元を計算する・計算方法はボックスフル法による・画像の大きさは、約数の関係から504×504ピクセルに限定</p> <p>3-3-4) 2値画像統計 ・2値化画像の黒の部分としてその大きさを求め分布を統計処理する・面積の平均、占有率等を求める・統計処理に利用した「物体」を青く塗るとともに、重心の位置に赤点を打つ</p> <p>4) その他</p> <p>4-1) 輝度の表示 ・画像の任意の点をクリックしたばあい、子ウィンドウを開きクリックしたピクセルと周囲+-3ピクセルの範囲の輝度を表示する・ただし、カラー画像の場合は表示しない (グレースケール、2値化、フーリエ変換画像に適用)</p> <p>4-2) ウィンドウ処理 (複数画像の処理) ・MDI (Multiple Document Interface: 1つのソフトのウィンドウの中に複数のウィンドウを表示する) 形式を利用</p> <p>4-3) クリップボードの利用・クリップボードを利用して画像データのコピー&ペーストが可能</p> <p>4-4) ランタイムルーチン ・特別なランタイムルーチンを必要としない</p> <p>4-5) インストール、アンインストール ・特別なインストール処理を必要としない・実行ファイル形式で配布可能・初期設定ファイル、レジストリの改変を行わない</p> <p>5) 付加情報 開発プログラムはBorland C++ Builder (C言語)</p> |
|---|

ンを用いて画像特徴値の抽出を行った。At-Image ver.1.9は面積統計、フラクタル次元、ランレンクス行列、面積統計、周辺分布、差分統計などの各種解析を行うことができる。At-Image ver.2.3は自己相関特徴処理による単位画像作成などを行うものである。いずれも、BMP形式などの画像を開き、解析処理のメニューを実行することで解析結果を出力、保存する。評価対象の候補である100種の文様に対する各種の解析を行った。特徴値抽出が困難な文様に対する予備も考慮して、スキャンした300種の文様すべてについて面積統計、フラクタル次元、ランレンクス行列、面積統計の特徴値抽出を行った。ただし、周辺分布に関しては特徴値抽出を最後に行なったため、絞り込んだ後の評価用文様を対象に行った。

7.6.3. 明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーに関する予備実験

文様画像を100点選び、各文様の明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーに関する印象評価を1名で行なった。その評価値を基準変数とし、画像処理で求めた特徴値を説明変数として重回帰分析を行った。特徴値としては各画像の基準面積における面積統計、ランレンクス行列、フラクタル次元の各特徴値を用いた。面積統計、ランレンクス行列、フラクタル次元から算出される特徴値は、次元や絶対値が相当に違うため、重回帰分析を行う前に、得られた値を正規化した。また重回帰分析は変数選択法で行い、説明変数相互に相関の高い説明変数を落とすようにした。重回帰分析の結果から明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーのレベルを算出し、その数値の順番に並べた例を示す(図7-10,11)。主観的に見てもその結果は妥当性があると考えられる。

評価した文様と重回帰分析の結果を比べて、解析結果が妥当であるかどうか検討した。印象評価によって求めた評価値を基準変数、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式に示す。

$$\begin{aligned} \text{Tone Layer Level} = & -0.0011 * \text{STD} + 0.21 * \text{OCU} - 4.2 * \text{SRE} \\ & + 0.50 * \text{RLE} + 4.2 * \text{FRD} - 4.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Texture Layer Level} = & -0.0022 * \text{AVG} + 0.0079 * \text{STD} - 0.27 * \text{OCU} \\ & - 42 * \text{SRE} - 0.0020 * \text{RLN} + 190 * \text{RPT} - 2.4 * \text{RLE9} \end{aligned}$$

$$- 0.00007 * LRE9 - 11 * FRD + 30$$

ここで、AVG : 平均(面積統計)

STD : 標準偏差(面積統計)

OCU : 占有率(面積統計)

SRE : 0度方向 ショートラン強調指数

RLN : 0度方向 ランレンジス不均一性

RPT : 0度方向 ラン百分率

RLE : 0度方向 ランレンジスエントロピー

LRE9 : 90度方向 ロングラン強調指数

RLE9 : 90度方向 ランレンジスエントロピー

FRD : フラクタル次元

である。

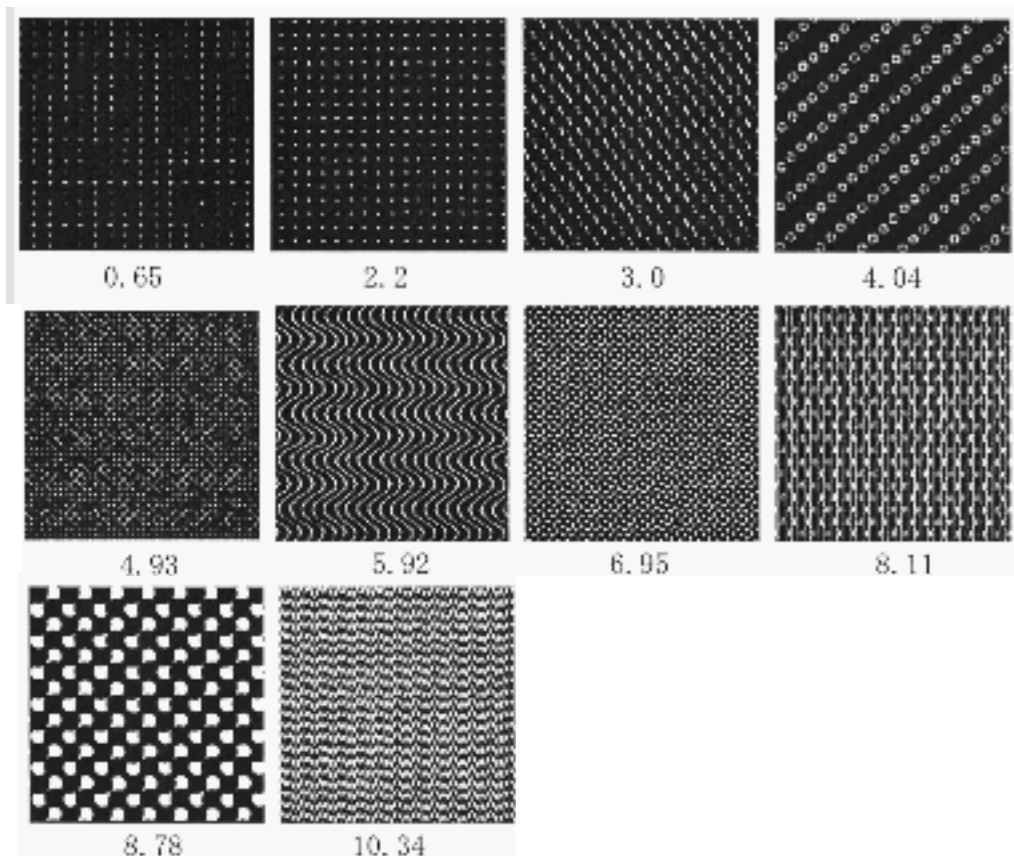


図7-10 明暗レイヤーの予備実験結果

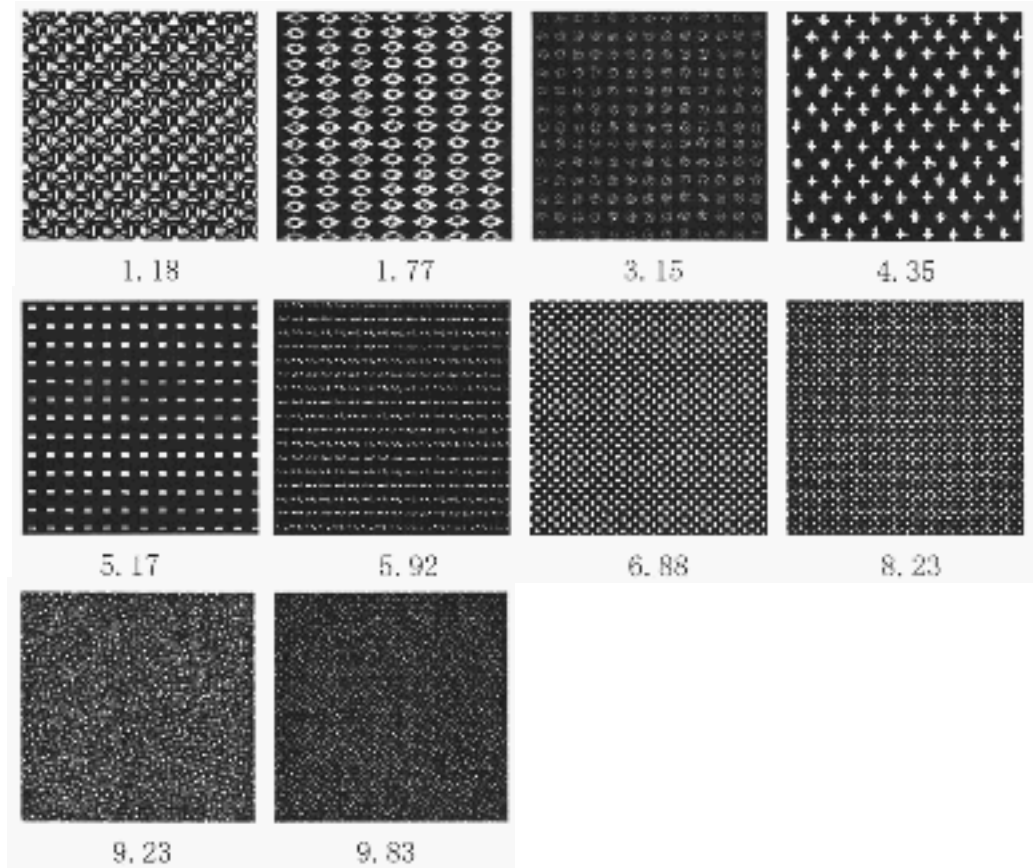


図7-11 テクスチャレイヤーの予備実験結果

明暗レイヤーにおける重回帰係数は0.94、テクスチャレイヤーにおける重回帰係数は0.85と明確な相関を示した。明暗レイヤーの式では面積統計の占有率が大きな割合を示した。これは、文様の中に占める「物体」の面積が大きいほど明暗レイヤーのレベルが上がることを示しており、このレイヤーが明暗を表すものであることを考えると、妥当な結果となっている。テクスチャレイヤーの式では、SER、OCU、RPT、RLE9、LRE9、FRDの占有率が大きかった。特にランレングス行列から求められる統計量が多く含まれることから、テクスチャレイヤーの肌理や密度的な感じは、文様に含まれる「物体」の大きさや混み具合に影響されていることがわかる。

図に示すように、値が小さいものから大きいものまでを一覧すると、明暗レイヤーは、「明暗やコントラスト」で、テクスチャレイヤーは「肌理や密度的な感じ」で分類されていることがわかる。このように計算結果は、おおむね妥当であ

ることがわかる。本予備実験によって、明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーについて、基本的な分類の可能性を確認することができた。

7.6.4. 運動レイヤーに関する予備実験

各解析手法による特徴値と5種類のレイヤーとの結びつきについては、明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーが主に統計的解析に、また構造レイヤーと運動レイヤー、ディテールレイヤーが主に構造的解析に結びついていると考えられる。しかし特に運動レイヤーについては、流れや動きの印象を喚起している要因が複雑であると予想されるため、特徴値の規定が困難であった。運動レイヤーを基本ユニットの連続性という概念に限定し、基本ユニットが連続している方向と連続性の強さを画像から抽出することによって運動レイヤーを記述できないかと考えた。

実際にいくつかの文様画像を用いて回転させながら、1度ごとにその周辺分布の値を取り、グラフ化してその有効性を検討した。以下にその結果の事例を示す(図7-12~17)。x軸は回転角であり、y軸は各回転角における画素の量(白い部分の多さ)を表している。図12では視覚的な印象通り、斜め45度方向にピークが出ていることがわかる。図13では特に流れや動きは感じられず、周辺分布のグラフでも目立ったピークは現れていない。図14では水平方向と垂直方向に流れが感じられるが、グラフでも0度、180度と90度の部分にピークが現れている。図15は水平方向の流れだけが見えるが、グラフでも0度と180度のみピークが見られる。これらの結果から、予想通り運動レイヤーが周辺分布によって記述できることが確認されたと言える。

ただし、今回の予備実験において期待通りの結果が得られない文様もあった。図16では、文様の基本ユニットは均一に分布しており特定の方向性が感じられないにもかかわらず、特定のピークが検出されている。これは基本ユニットが規則正しく配列しているために、ある角度でピークが記録されることになったものである。確かにこうした文様については意識して見るとその方向に流れを読み取ることも可能であるが、やはり第一印象としては特定の方向性や流れはないと感

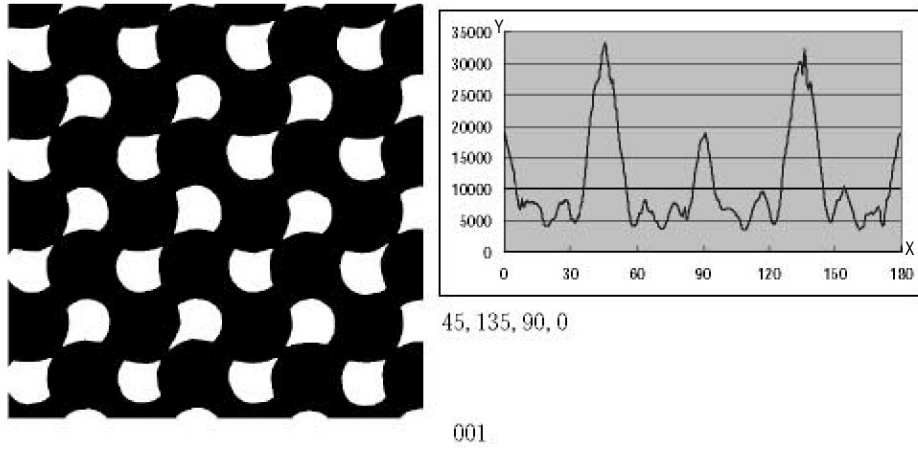


図7-12 周辺分布の結果 文様1 (X軸は回転角度、Y軸は画素の量)

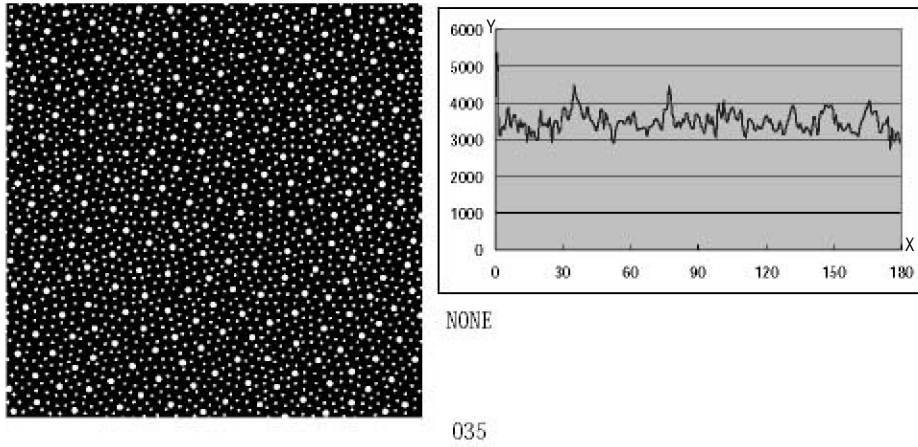


図7-13 周辺分布の結果 文様35

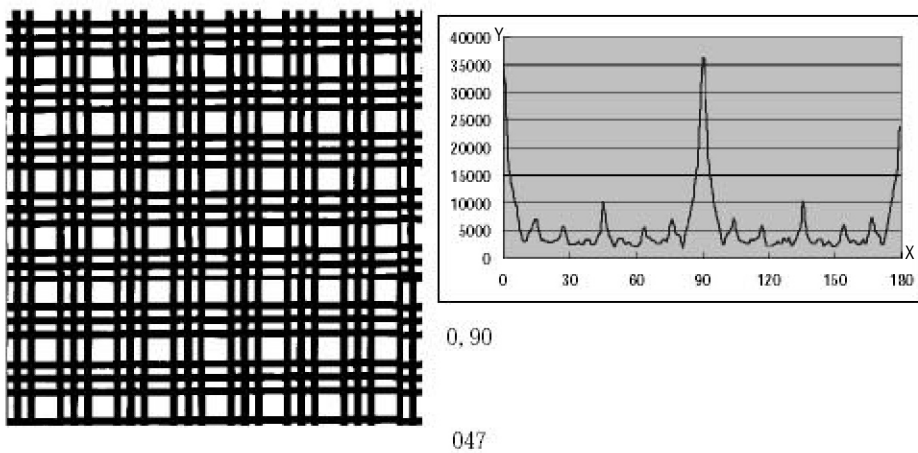


図7-14 周辺分布の結果 文様47

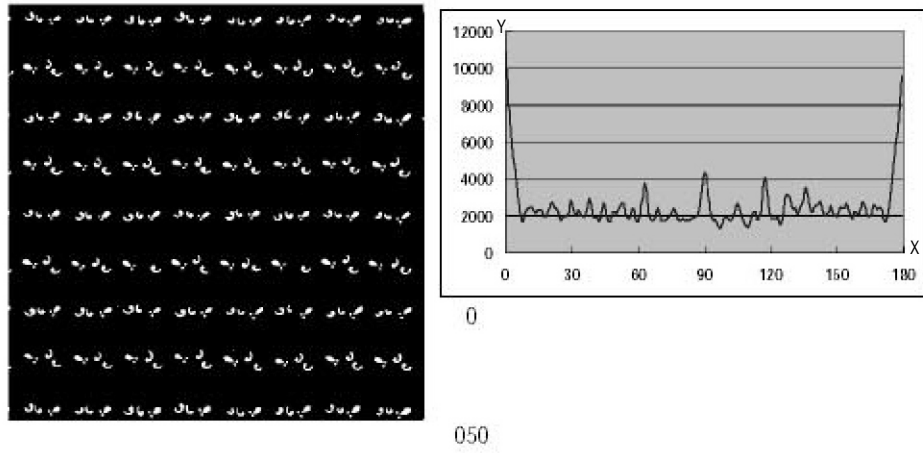


図7-15 周辺分布の結果 文様50

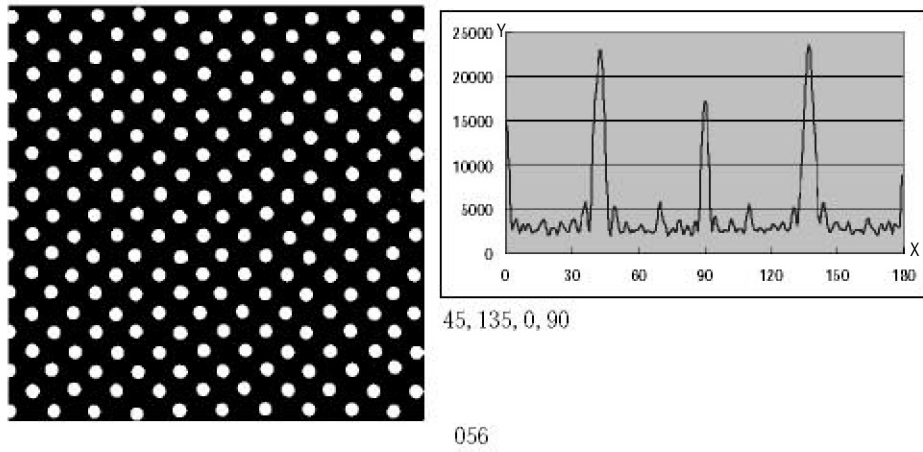


図7-16 周辺分布の結果 文様56

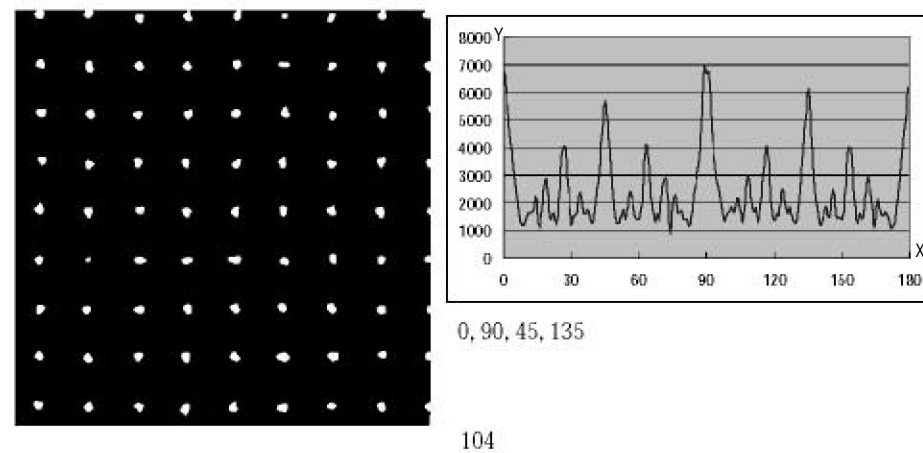


図7-17 周辺分布の結果 文様104

じるのが自然であり、こうした規則正しい均一配置の場合に特定の方向性が検出されてしまう問題をどのように扱うかが課題である。また、図17では多くのピークが検出されすぎていて特定の流れや方向を読み取ることができない。視覚的には水平、垂直方向に流れが感じられ、それほど複雑な文様にも見えないが、基本ユニットの大きさや配置の間隔によってはこのような結果が生じることがまれに起こるようである。

以上の結果から、基本的には周辺分布の特徴値を用いることで運動レイヤーの記述が可能であることが確認された。ただし、文様の基本ユニットの形状や配置によっては、その結果が視覚的な印象と異なる場合がある。この問題に関しては、実際の検索システムにおいては周辺分布の特徴値だけでなく、他のレイヤーに関連が強いと考えられる複数の特徴値を同時に扱い関係付けを行うことで、ある程度対処できるものと考えられる。たとえば規則的で均一な配置の文様に対して方向性を読み取ってしまう問題については、そのような文様では構造レイヤーの印象度が強いことが予想されるため、構造レイヤーの記述にもっとも強く関わると考えられる基本並進ベクトルの特徴値との関係から、関係づけの学習過程で是正されることが期待される。

7.6.5. 運動レイヤー記述の検証

予備実験によって、周辺分布を用いて運動レイヤーの特徴の一部が記述できる見込みが立ったが、周辺分布の数値と運動レイヤーの印象レベルとの関係はまだ明確になっていない。そのため、評価実験により実際の評価データを収集する必要があるが、それに先立ち、周辺分布の結果が運動の印象を一定の規則性をもって反映していることを確認することにした。パターンマッチングにおける類似検索の手法を用いて、特定の文様と周辺分布の結果が類似した文様を100種類の文様の中から検索した。その結果により、類似した周辺分布の特徴値を持つ文様が同様の運動の印象に関する性質を持っているかどうかを検証した。

角度ごとに周辺分布の標準偏差を取ったデータを180次元のベクトルベータと見なし、あるベクトルデータとなす角度が小さいものがそのデータと似ていると

見なす。標本とするデータと他のデータとの内積をとり、類似検索を行う。いま、画像F、Gがあるとする。この画像FがX方向にM画素、Y方向にN画素のサイズであるとき、ピクセルの要素 $f(x,y)$ を並べて、 $M \times N$ 次元のベクトル f を作る。同様に g を作る。画像の類似度 s を、次式のように、ベクトルのなす角度の余弦で定義する。

$$r = \cos(\theta) = \frac{(f, g)}{|f||g|}$$

定義から類似度 r は、 $-1 \leq r \leq 1$ である。 f と g が同じ方向にあるとき、つまり、全体的に輝度だけが違う場合、 f と g のなす角度は0となり、類似度は1となる。また、 $f = -g$ であるような場合、 f と g のなす角度は180度となり、類似度は-1となる。類似度の定義は上記の通りであるが、直感的にはグラフの分布形状が似ているものが類似度が高いと見なすことができる。

検索に使用した元の文様と、類似度が高い結果となった文様を上位3位まで示す(図7-18~21)。

図18では、いずれも水平垂直方向の印象を感じることができ、元の文様の持つ運動の印象を反映した文様が選ばれている。

また図19では、いずれも均一で密な配置によって方向性の特定できない文様選ばれており、やはり元の文様の印象を反映している。このような文様の場合、運動レイヤーの評価レベルは低くなることが予測される。同様に図20では45度およびその反対方向の135度方向の運動が共通に感じられ、図21では水平方向の流れが共通して感じられる。また、これらの規則性はグラフのピークの位置や分布形状からも明確に読み取ることができる。これらの結果から、周辺分布による計算の結果が運動レイヤーの印象を一定の規則性をもって反映していることが確かめられた。

ただし図21の3位にランクされた017の文様の場合、水平方向の流れのほか斜め45度方向の流れも感じることができ、配列による運動の印象以外に単位ユニットの形状の要因によって方向性が生じる場合があることがわかる。同様の問題は図20における第1位の087の文様にも見られ、この文様は検索対象の文

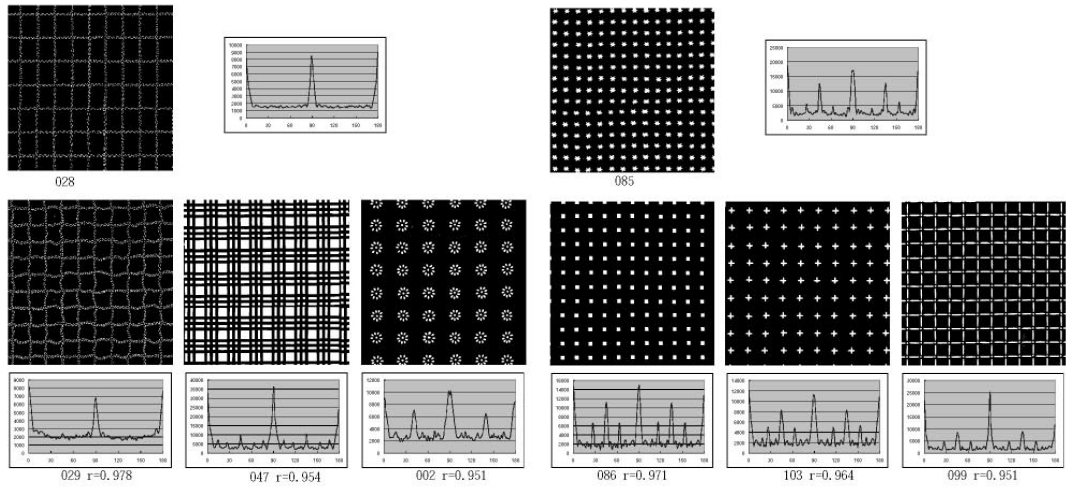


図7-18 類似検索の結果 文様 28

図7-19 類似検索の結果 文様 85

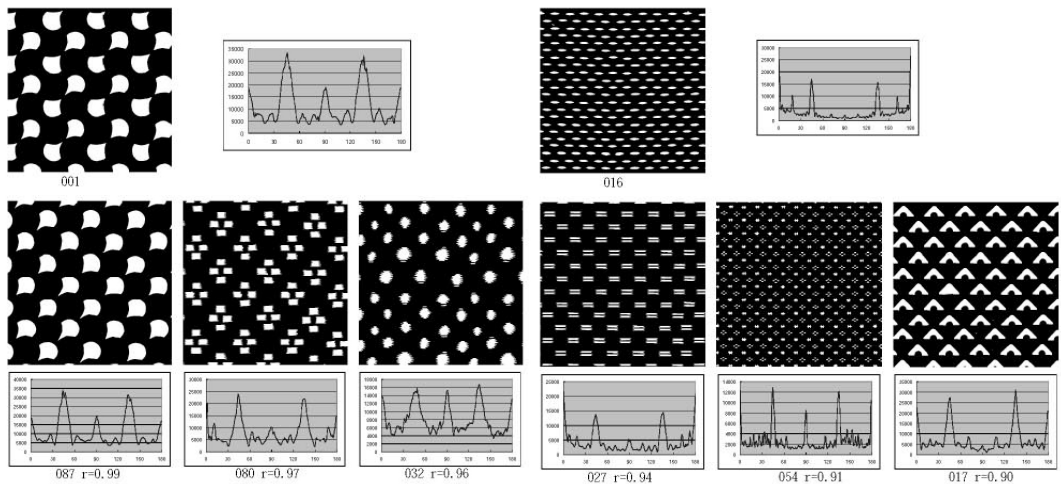


図7-20 類似検索の結果 文様 1

図7-21 類似検索の結果 文様 16

様と全く同じ配列と考えられるが、087では基本ユニットの向きがすべて同じため、印象としては元の文様よりも45度の方向性をより強く感じるものになっている。また今回、上位3位程度までは比較的良好な結果が得られたが、5位以下になると必ずしも運動の印象が共通していると思えない文様も入ってくる場合があった。これは検索の対象サンプル数が100と少ないためであると考えられ、より多くの文様を対象にした場合は、より共通性の明確な文様が上位に並ぶものと考えられる。

7.6.6. 構造レイヤーおよびディテールレイヤーに関する予備実験

本予備実験では構造レイヤーを格子構造、ディテールレイヤーを単位構造と仮定し、それぞれの構造によって各レイヤーが分類可能かどうかを検討した。格子構造としては、2つの基本並進ベクトルの大きさの比を s 、なす角度を t とし、これを格子構造のデータとした。この (s, t) をX軸、Y軸の座標として空間を作る。本研究ではこの空間を格子構造の空間と呼び、文様の画像データを、この格子構造の空間に配置することで分類を行った。

格子構造の分類は次の処理を行った。

- (1) 文様画像を自己相関関数処理する。
- (2) その画像から格子点を求める。
- (3) 格子点から、格子構造の基本並進ベクトルを求め、そのベクトルのなす角度と大きさの比を計算する。
- (4) 基本並進ベクトルの大きさの比となす角度を、画像データに付加して保存する。
- (5) データを格子構造の空間に配置する。

文様画像を自己相関関数処理すると、画像にはいくつかの輝点が格子状に現れる。この輝点が文様の格子点を表している。画像から輝点のみをあらためてプロットする事で、格子構造を抽出することができた。ある文様について、主観で評価して求めた格子構造と、自己相関関数処理画像から求めた格子構造を示す(図7-22)。この文様について、 “ ” 印のように見えるものを単位構造、その中心を格子点として格子構造を求めた。図に示すように、両者の格子点と基本並進ベクトルはよく一致している。これは格子模様の文様である。この格子は、小さな孔が集まってできているが、孔は周期的に並んでいるわけではない。したがって、厳密な意味での単位構造を持たない。このような文様の場合でも、本手法では主観評価と同じ格子点、格子構造を求めることができた。主観評価で求めた格子構造と、自己相関関数処理画像から求めた格子構造は良い一致を示しているといえる。

次に、ディテールレイヤーを単位構造と仮定しその分類を検証した。本研究で

扱う文様には周期性がある。その最小の繰り返し単位を単位構造と呼ぶ。1つの文様からはいろいろな形の単位構造を切り取ることができる。分類は画像データから単位構造を取り出し集積することで行う。具体的には次の処理を行った。

- (1) 上記格子構造抽出手順の(3)において、自己相関関数処理した画像の原点を中心にして、基本並進ベクトルで画像を切り取り単位構造データとする。
- (2) この単位構造データを、拡大または縮小して100*100ピクセルの大きさにし保存する。単位構造そのものではなく自己相関関数処理した画像を蓄積する。
- (3) 主観評価により、文様画像から単位構造を抽出する。この単位構造を自己相関関数処理し、先に求めた単位構造データと比較し、合致するかどうか、画像の相関係数を求めて検討する。

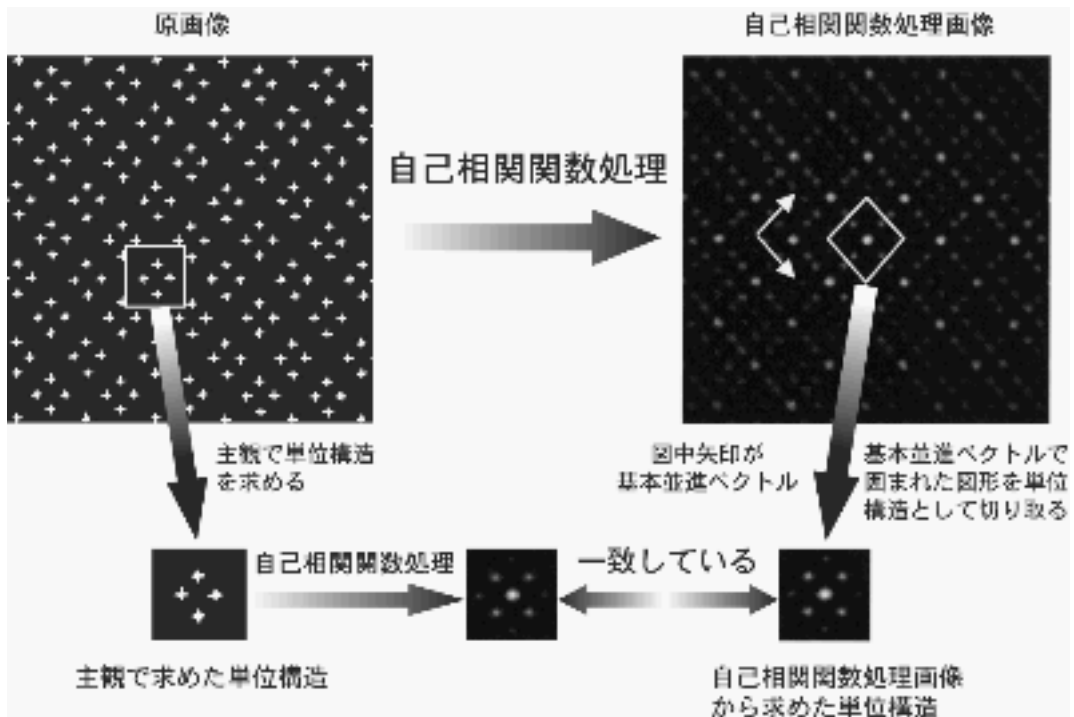


図7-22 主観評価と自己相関関数から求めた単位構造の比較

7.6.7. 構造レイヤーおよびディテールレイヤー記述の検証

上記の予備実験の方法による分類が有効であるかどうか確認するために、それぞれの検索を実施して検証を行った。

構造レイヤーの表現と仮定した格子構造の分類結果の空間において、近い距離にあるもの同士は、基本並進ベクトルの大きさの比とそのなす角度が近いものである。すなわち、格子構造が似ているといえることができる。このことを利用して、格子構造の検索を行った。具体的には次の処理を行った。

- (1) 基本並進ベクトルの大きさの比となす角度を指定する。
- (2) 格子構造の空間内で、指定した座標の近傍にあるデータを選択する。
- (3) 選択したデータの元になった画像を表示する。

格子構造の空間 (s, t) の中で、任意に選んだデータとそのデータの近傍に配置されたデータを数点選び、それぞれ画像処理前の格子構造を比べて、任意に選んだデータの格子構造と近傍に配置されていたデータの格子構造が類似しているかどうかを検討した。今回用いた文様は、基本並進ベクトルの大きさの比が1.0、なす角度が1.57rad (90度) のものが多かった。

任意の格子構造を選び、それに近い格子構造の検索を行った結果、選んだ格子構造とほとんど同じ格子構造のデータを検索することができた。

単位構造の検索は、分類し蓄積した画像と、検索したい画像を自己相関関数処理した画像との類似検索を行うことで行った。検索にはパターンマッチングの手法を用いた。文字認識などにパターンマッチングを応用する場合は、雑音除去、画像内での文字の大きさ、傾きなどをそろえたり、内積の計算に重み付けを行うなどの必要があるが、本研究では前述のように、自己相関処理を行った画像の中心部分から単位構造を抽出し、画像の大きさを揃えているので、これらのことは問題にならない。検索に用いた単位構造を示す(図7-23)。(a)は検索したい単位構造、(b)はそれを自己相関関数処理した画像である。(b)をもとに、文様が像より分類して蓄積した単位構造のデータの中から、相関が高い単位構造を(c)に示す。単位構造の元になった画像はいずれも”+”の形をしており単位構造の検索が良くできていることを示している。元の画像の大きさが違うが、これ

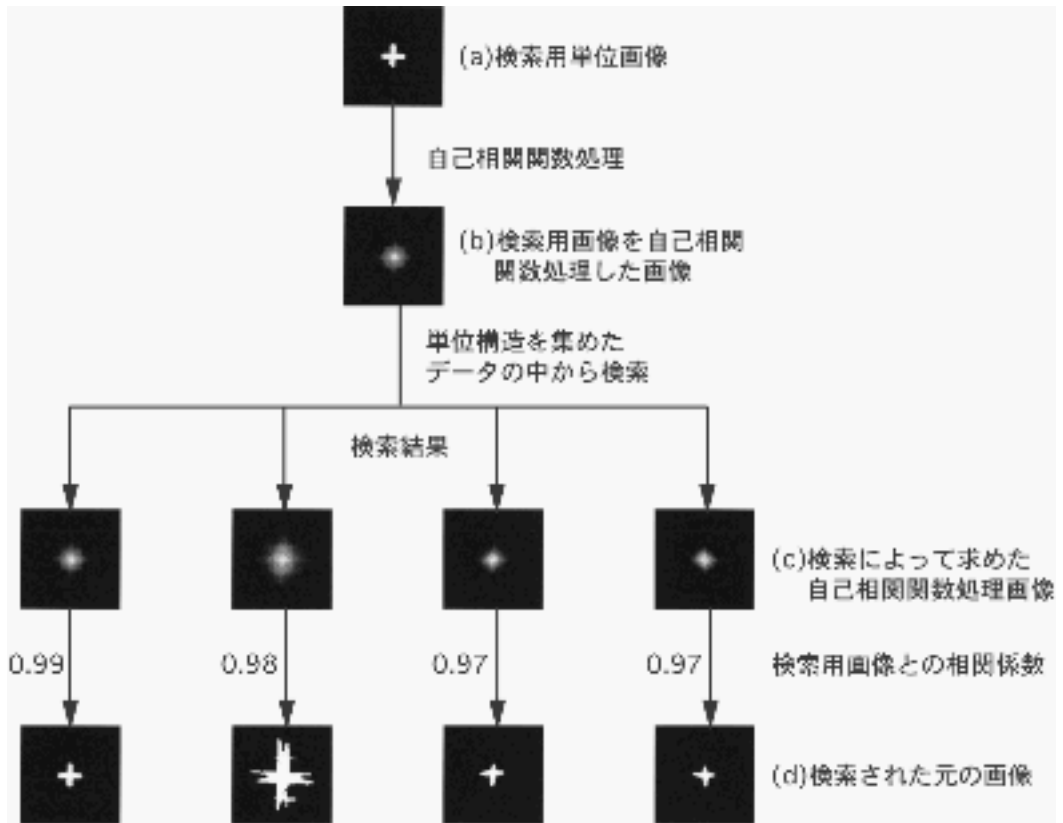


図7-23 単位構造の検索結果

は、自己相関関数処理を行い、単位構造を抽出してから、データの大きさを一定にしたことに起因する。元の単位構造の大きさに関わらず同じような形状を検索できているということであり、本手法の検索方法が有効であることを示している。

以上より、文様の格子構造の分類と検索、単位構造の分類と検索が可能であることがわかった。

7.7. 評価データの収集

7.7.1. 評価データ収集の目的

検索システムにおいて各レイヤーの設定値によって文様を検索するためには、文様画像の持つ特徴値とレイヤーの評価値を関係づける必要がある。本研究においてはその関係付けを、線形解析である重回帰分析または非線形解析の一種であるニューラルネットワークプログラムによって行う予定である。どちらの手法に

においても、関係付けの基準となるのは実際の人間による評価データであり、関係付けの行為をシステムに対する教育と見なせば、これらのデータは学習データと呼ぶことができる。この学習データをできるだけ収集し、より実際の評価に近い評価予測を検索システムが行えるようにする必要がある。特にニューラルネットワークの場合、入力の次元数よりも学習数が十分に多くなければならないため、相当量のサンプルに対する評価データが必要となる。前項で決定した入力次元数が100前後となるため、評価データも100以上のサンプルが必要である。また、汎用性のあるシステムとするためには評価被験者数も検討する必要がある。但しこの点については、評価者数を限定することで特定の評価者の主観を反映したシステムを構築するという考え方もあるため、必ずしも多くの被験者が必要となるわけではない。

7.7.2. 評価実験

印象評価データを得るため、文様に対する評価実験を行った（実施日：2002年7月3,7,26日,8月26日,9月22日,10月14日、場所：名古屋造形芸術大学D310教室）。評価者は美術大学の学生15名（3,4年生、年齢20歳～22歳の男性7名、女性8名）、評価対象とした文様サンプル数は100である。文様サンプルを1種類ずつA5判の紙に印刷したものを用意し、3名1組の評価者グループが、個々の文様のレイヤーに関する印象を、床に表示した評価レベル上で適切と思われる位置に配置する方法で評価した（図7-24）。評価実験は5グループについて行い、評価値を平均して扱った。評価は、それぞれのレイヤーの意味する特徴が印象として感じられる程度を評価するものとした。3名のグループで行わせることで参加者の平均化された評価と見なした。評価段階数は中央を0、両端を+5,-5とする11段階とした。ただし明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤーについては明-暗、粗-密といった対概念であるため、明暗レイヤーでは明るさの印象をプラス、テクスチャレイヤーでは細かさの印象をプラスとした。評価はレイヤーの種類ごとに必要であるため、休憩をはさんで5回行った。

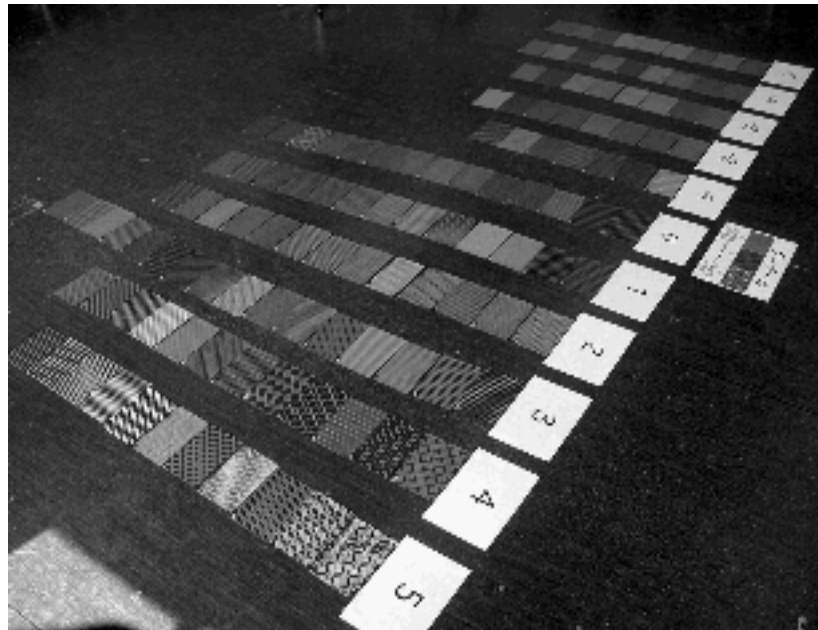


図 7-24 評価実験後の状況

最初に全てのサンプルを両端と中央の3つのグループに分類してから、3つの各グループごとに3～4段階に広げながら配置していくという方法をとった。これは評価のしやすさや片寄りのない評価を実現するためである。

所要時間は1レイヤーあたり20～35分であった。各レイヤーの評価の間に約20分の休憩を取って行ったため、各回の実験の開始から終了までの時間は約4時間であった。配置した結果はデジタルカメラで撮影し記録した。また、実験中の状況をビデオカメラで撮影し記録した。

7.7.3. 評価実験に関する考察

評価実験を行う中で明らかになったこととして、以下のような点があげられる
(1) 評価が一番困難なのは、構造レイヤーであった。

被験者の感想として、評価が容易なのは明暗およびテクスチャレイヤーで、一番困難なのは構造レイヤーであった。これは感覚的にも理解できるが、やはり構造（規則性）という概念が、明るさや疎密に比べて直感的でなく概念的であること、言葉を変えれば、認知のレベルが高次であることを意味していると思われる。



図7-25 評価基準説明用サンプル（構造レイヤー）

それだけに解釈の問題が入り込むため、評価が困難になるものと思われる。評価時に評価基準の説明に用いたサンプルを示す（図7-25）。

(2) 同一人物でも、どこを見たかによって評価はその都度異なる

実験中、一通り評価を行った後で全体を見直すと、印象が異なるということがよくあった。これは次にあげる経験的知識による要因も大きいと思われるが、それと同時に、同じ文様を見ても、後で見たときに目のつけ所が違ったので違った印象を持つということもあるようである。対象に目を向けたときに最初にどの部分に注目したかによって、その時の印象が規定されるものと考えられる。

(3) 経験によって印象は変化する

評価を繰り返すことによって、課題に対する理解ができ上がってくると、評価がスムーズにできるようになってくると同時に、評価自体が変化してくる傾向が見られた。また、全ての評価を終えてからあらためて初期の評価を見直すと、印象が異なっているということがある。評価はできるだけ考えずに直感で行うよう指示していたが、その直感的な判断にも、経験的な知識が影響しているということがわかった。

(4) 見る距離によって印象は異なる

1枚1枚を手にとって評価したときと、全体を並べて見たときでは印象が変化する。特に明暗やテクスチャの印象は離れて見渡したほうが評価がしやすいということもある。やはり文様のどこを見たのかという点で、距離が離れることによって細部に目が行かなくなるため印象が変化してくるものと思われる（図7-26）。

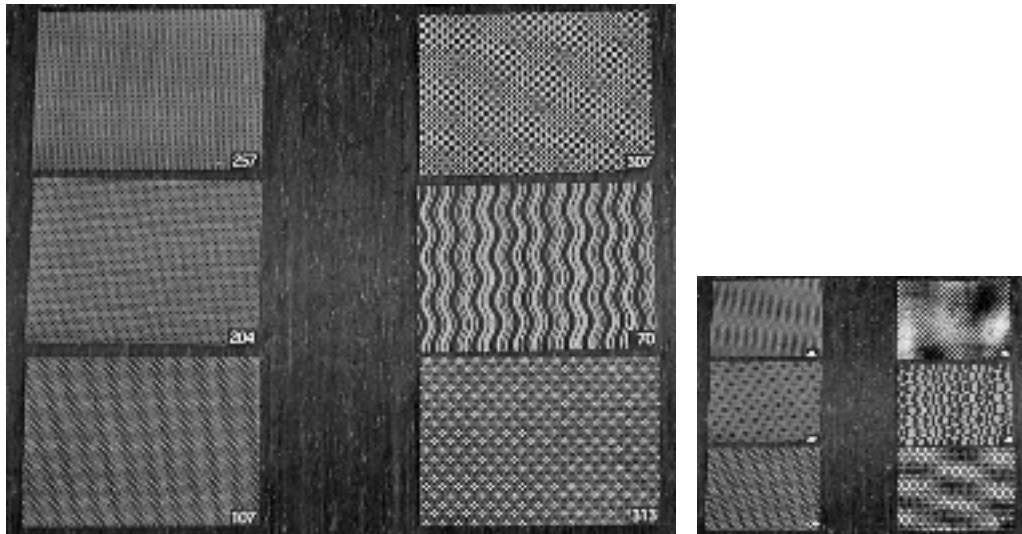


図7-26 距離による印象の違い(サイズ比2:1)

特に右側の列の文様では細部の識別性が変化するため印象が異なってくる

ただし、文様のパターンが認識できないほど離れてしまっは適切な評価とは呼べないため、評価実験においては床に置いた各文様の場所に立った距離(文様と目が1.5m程度の距離)で見た印象を評価することにした。

(5) 被験者間で見方や印象は異なる。

今回の評価実験は、1回の実験に要する時間が大きいため、少ない回数で平均化されたデータを得たいとの意図から3名のグループによる話し合いで評価を実施した。評価の際の話し合いのプロセスをビデオ撮影して確認したが、それを見ると、どのグループでも3名のうち2名の意見が一致し、他の1名は異なる印象を持ち意見が合わない場面が多くあった。興味深いのは、その3名の関係がいつも同じであることで、おそらく評価基準に関する理解や印象の感覚といったものが3名のうち2名の間で形成されればそれがそのグループの標準となるが、その際に残りの1名が取り残されるという形になるものと思われる。

また、個人によって文様の目をつけるポイントが異なることも評価中の話し合いからわかった。ある被験者は黒い部分を見て印象を決定し、他の被験者は白い部分を見て印象を決定しているというようなことが、文様の様々な特徴についてみられる。しかもそのポイントは、上記の(2)に述べたように、同一の被験者でもその都度異なる場合がある。

以上のような印象評価実験における考察からは、第1章で考察したボトムアップ型処理とトップダウン型処理の相互作用を読み取ることができる。状況や経験の要因によって見方は変化していくものであり、その結果として第4章で考察したように、感性評価の結果である印象も変化していると考えられる。本研究が提案するレイヤーが視覚認知パターンの選択を分類したものであるとしても、その選択自体が刻々と変化するダイナミックなものであることが評価実験からうかがえる。ただし本研究ではこのトップダウン型処理の要因を直接扱うことは範囲外としているため、ここではその要因の存在を認識するにとどめる。

7.8. 重回帰分析による関係付け

7.8.1. 関係付けの方法

評価実験によって収集した評価データの関係付けを行うことによって検索が可能となる。これは人間による評価を検索システムに学習させることに例えられる。そのための手法として代表的なのは、線形解析としての重回帰分析による方法と、非線形解析であるニューラルネットワークによる方法である。重回帰分析の原理については第5章で述べた。ニューラルネットワークに関しては後述するが、非線形解析であるニューラルネットワークは、扱う問題の性質によっては重回帰分析よりも有効である場合がある。しかし逆にニューラルネットの利用にあたっては、その処理過程がブラックボックスに近く、説明変数相互の関係や偏相関係数に相当するものが明確にならないこと、また後に述べるようにデータの次元数が多いと極端に時間がかかるなど、問題となる部分も多い。そこで本研究では、最初に重回帰分析によって目的とする関係付けが有効であるかどうかを検討し、その上でニューラルネットワークを用いて同様の解析を行って結果が向上するかを確認し、有効性が高い方法を採用することにした。

7.8.2. 候補特徴値の選定

予備実験の結果から、各レイヤーの記述に有効な特徴値についてはある程度のめどが立っている。しかし予備実験の結果はあくまで予測の確認で

あり、実際には予測外の特徴値が有効なことも考えられる。したがって解析に用いる特徴値を選定するにあたっては、まず参考とした文献に従い、テクスチャ特徴解析の代表的な手法から得られる特徴値を基本として用いた。ただし、対象の文様画像は全て白黒の2階調画像であり、色や濃度の変化に関する特徴値は対象外として除外した。その上で、予備実験で検討してきた特徴値の有効性についての知識から特徴値を絞り込むとともに、有効と予想される特徴値を新たに追加した。

検討の結果、印象評価と関係付ける特徴値の候補として、29の候補特徴値を選定した(表7-3)。基本的な第1次統計量としては、本研究のテーマに利用できる面積統計の値を5種類選定した。第2次統計量としては差分統計を用い、そこから計算される4種類の特徴値を水平方向、垂直方向それぞれについて求め、計8種類とした。高次統計量であるランレングス統計量からは通常6種類の特徴値が計算されるが、本研究は2階調画像が対象のため、gray level nonuniformityを除いた5種類の特徴値を水平、垂直方向それぞれに関して用い、計10種類とした。構造的解析の手法としては、ボックスフル法によるフラクタル次元を用いた。また、自己相関関数処理によって圧縮した画像から、繰り返しの単位画像における面積とベクトル、基本並進ベクトルにおける長さの比と角度をそれぞれ求め、構造に関する特徴値とした。さらに運動レイヤーの記述に関する有効性を期待して、全方向周辺分布の手法を用いて得た特徴値を加えた。最終

表7-3 29の候補特徴値

| 分類 | 1次統計量 | | | 2次統計量 | | | 高次統計量 | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | 面積 | 長さ | 角度 | 差分 | ランレングス | フラクタル次元 | 自己相関 | 周辺分布 | |
| 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | 面積 | |
| 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | 長さ | |
| 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | 角度 | |
| 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | 差分 | |
| ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | ランレングス | |
| フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | フラクタル次元 | |
| 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | 自己相関 | |
| 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | 周辺分布 | |

的に有効な特徴値を判断するのは解析結果によるため、選定した29の特徴値はあくまで候補である。

7.8.3.重回帰分析

レイヤーごとの評価値を目的変数、画像から得られた特徴値を説明変数として重回帰分析を行った。評価実験で得られた11段階の評価結果を1

表7-4 評価の集計結果(平均値を正規化 部分)

| サンプル番号 | 明瞭 | テクスチャ | 構造 | 運動 | ディテール |
|--------|------|-------|------|------|-------|
| 5 | 0.62 | 0.84 | 0.57 | 0.3 | 0.46 |
| 7 | 0.76 | 0.58 | 0.35 | 0.08 | 0.32 |
| 9 | 0.94 | 0.64 | 0.27 | 0.22 | 0.18 |
| 12 | 0.7 | 0.72 | 0.53 | 0.2 | 0.42 |
| 17 | 0.94 | 0.48 | 0.65 | 0.58 | 0.62 |
| 23 | 0.06 | 0.52 | 0.18 | 0.4 | 0.16 |
| 27 | 0.9 | 0.82 | 0.47 | 0.54 | 0.36 |
| 33 | 0.68 | 1 | 0.06 | 0 | 0 |
| 36 | 0.1 | 0.26 | 0.76 | 0.98 | 0.5 |
| 38 | 0.82 | 0.72 | 0.59 | 0.42 | 0.5 |
| 46 | 0.18 | 0.56 | 0.29 | 0.52 | 0.36 |
| 50 | 0.52 | 1 | 0.08 | 0 | 0 |
| 59 | 0.22 | 0.22 | 0.69 | 0.88 | 0.52 |
| 61 | 0.58 | 0.96 | 0.06 | 0 | 0.08 |
| 62 | 0.38 | 0.66 | 0.37 | 0.26 | 0.34 |
| 63 | 0.16 | 0.4 | 0.24 | 0.32 | 0.34 |
| 64 | 0.48 | 0.24 | 0.43 | 0.5 | 0.52 |
| 65 | 0.34 | 0.44 | 0.31 | 0.66 | 0.3 |
| 70 | 0.62 | 0.12 | 0.82 | 1 | 0.5 |
| 78 | 0.44 | 0.54 | 0.80 | 0.82 | 0.92 |
| 79 | 0.02 | 0.38 | 0.84 | 0.74 | 0.92 |
| 82 | 0.38 | 0.38 | 0.73 | 0.56 | 0.72 |
| 83 | 0 | 0.3 | 0.69 | 0.36 | 0.6 |
| 88 | 0.18 | 0.56 | 0.18 | 0.22 | 0.28 |
| 91 | 0.84 | 1 | 0.10 | 0.08 | 0.04 |
| 95 | 0.06 | 0.46 | 0.14 | 0.58 | 0.26 |
| 97 | 0.32 | 0.58 | 0.82 | 0.98 | 0.5 |
| 102 | 0.4 | 0.66 | 0.33 | 0.84 | 0.34 |
| 107 | 0.34 | 0.8 | 0.37 | 0.48 | 0.24 |
| 110 | 0.22 | 0.16 | 0.65 | 0.58 | 0.72 |
| 112 | 0.04 | 0.18 | 0.82 | 0.5 | 0.76 |
| 113 | 0.04 | 0.16 | 0.84 | 1 | 0.5 |
| 114 | 0.34 | 0.1 | 0.98 | 0.64 | 0.98 |
| 115 | 0.18 | 0.52 | 0.20 | 0.56 | 0.12 |
| 125 | 0.02 | 0.04 | 0.96 | 0.9 | 0.94 |
| 127 | 0.14 | 0 | 1 | 1 | 0.5 |
| 130 | 0.18 | 0.52 | 0.27 | 0.4 | 0.36 |
| 132 | 0.9 | 0.02 | 0.98 | 0.8 | 1 |
| 141 | 0.82 | 0.98 | 0.27 | 0.46 | 0.06 |
| 149 | 0.14 | 0.68 | 0.41 | 0.48 | 0.38 |

から11に数値化し、5グループの結果を平均して用いた(表7-4)。重回帰分析には変数選択法による重回帰分析(ステップワイズ重回帰分析)を用いた。変数の選択には変数増加法を用い、変数採用の基準F値を4.000とした。解析の結果得られた相関係数および決定係数(R²乗)の値によって記述の有効性を確認した。また、得られた決定係数をp値によって検定し、解析の信頼性を確認した。使用したコンピュータはMacintosh G4/450、ソフトウェアはStat View for Macintosh 5.0である。

7.8.4. 重回帰分析の結果

解析の結果、各レイヤーについて4から6の特徴値(変数)が採用された(表7-5)。各解析の重相関係数は0.75から0.96、決定係数は0.57から0.92程度の値となった。決定係数の検定におけるp値はいずれも0.0001未満の値となっており、全てのレイヤーが、有意水準5%および1%の両基準で相関関係ありとなった。相関係数が最も高かった明暗

表7-5 重回帰分析の結果

| | 明暗 | テクスチャ | 構造 | 運動 | ディテール |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採用された変数の数 | 5 | 5 | 4 | 6 | 4 |
| 相関係数(IRI) | 0.957 | 0.930 | 0.757 | 0.810 | 0.753 |
| R ² 乗 | 0.915 | 0.864 | 0.573 | 0.657 | 0.568 |
| RMS 残差 | 0.879 | 1.151 | 1.963 | 1.647 | 1.996 |

| 明暗レイヤー | | | テクスチャレイヤー | | | 構造レイヤー | | |
|------------|----------|--------|----------------|---------|--------|----------------|---------|--------|
| | 回帰係数 | 標準回帰係数 | | 回帰係数 | 標準回帰係数 | | 回帰係数 | 標準回帰係数 |
| 平均 | .002 | .104 | nonuniformity0 | -.001 | -.327 | nonuniformity0 | .001 | .287 |
| 占有率 | .307 | .727 | percentage0 | 110.695 | .947 | percentage0 | -81.871 | -.734 |
| フランク次元 | 5.791 | .306 | モント90 | -4.050 | -.161 | 全方向周辺分布の標準偏差 | .001 | .374 |
| entropy0 | 1.479 | .205 | 全方向周辺分布の標準偏差 | -.001 | -.210 | ベクトル(大) | .016 | .354 |
| long run90 | 7.144E-5 | .160 | ベクトル(大) | -.023 | -.462 | | | |

| 運動レイヤー | | | ディテールレイヤー | | |
|--------------|--------|--------|----------------|----------|--------|
| | 回帰係数 | 標準回帰係数 | | 回帰係数 | 標準回帰係数 |
| 占有率 | -.195 | -.497 | 平均 | .004 | .237 |
| entropy0 | -1.058 | -.158 | nonuniformity0 | .001 | .460 |
| 並進ベクトルの大きさの比 | .658 | .342 | percentage0 | -100.519 | -.879 |
| 差分統計の平均0 | -.477 | -.349 | 面積 | 4.799E-5 | .257 |
| 全方向周辺分布の標準偏差 | .002 | .820 | | | |
| ベクトル(大) | .031 | .713 | | | |

レイヤーと、最も低かったディテールレイヤーの散布図と回帰直線を示す（図7-27）。重回帰分析の結果に基づいて各文様のレイヤーごとの計算値を算出し、各レイヤーの計算値がほぼ一定の間隔になるようにサンプルを並べると図のようになり、それぞれのレイヤーの印象をよく反映した結果となっている（図7-28）[注9]。明暗レイヤーでは数値が高いほど明るさを感じるものとなっており、テクスチャレイヤーでは数値が高いほど密度感を感じるものとなっている。構造レイヤーでは数値が高いほど規則性を感じるもの、運動レイヤーでは方向性が強いもの、ディテールレイヤーでは反復要素の印象が強いものとなっている。

各レイヤーごとに、採用された特徴値のうち標準回帰係数の絶対値が大きい、すなわち評価結果との相関が上位のものをあげると（表7-6）、明暗レイヤーでは面積統計における占有率およびフラクタル次元、テクスチャレイヤーではrun percentageやrun length nonuniformityなどのランレンジ特徴値、構造レイヤーではランレンジ特徴値や周辺分布、運動レイヤーでは周辺分布や単位画像のベクトル（大）の大きさ、ディテールレイヤーではランレンジ特徴値や単位画像の面積などとなった。全体としては、ランレンジ特徴値の頻度が高い結果となった。

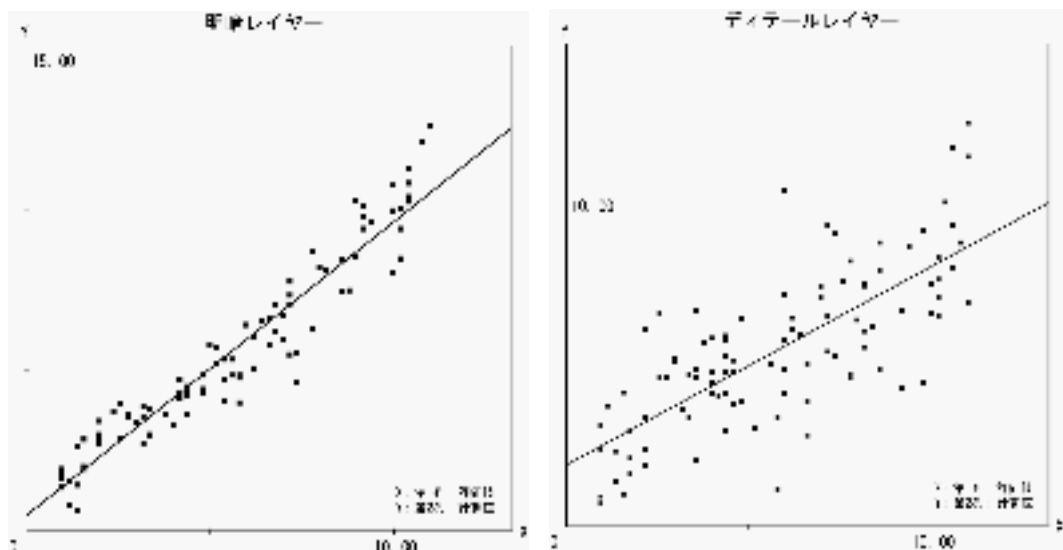


図7-27 散布図と回帰直線（X軸:実験による評価値 Y軸:重回帰分析の結果による計算値）

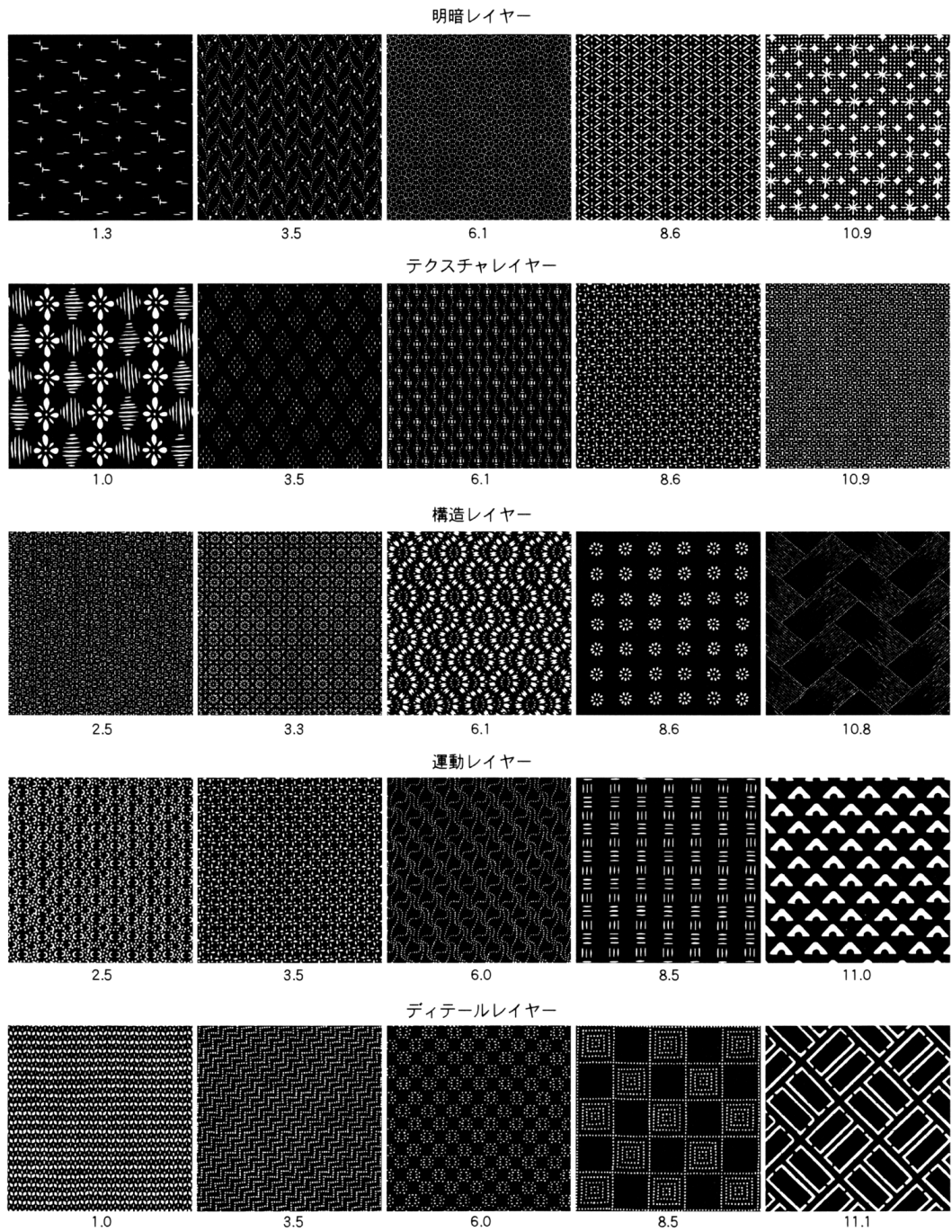


図7-28 計算値による各レイヤーの文様配列

表7-6 各レイヤーに対する相関が上位の特徴値

| レイヤー種別 | 相関が上位の特徴値 |
|--------|---|
| 明暗 | 面積統計（占有率）・フラクタル次元 |
| テクスチャ | ランレングス特徴量(Percentage 0)・単位画像（ベクトル大） |
| 構造 | ランレングス特徴量(Percentage 0)・周辺分布 |
| 運動 | 周辺分布・単位画像（ベクトル大） |
| ディテール | ランレングス特徴量(Percentage 0, Nonuniformity 0)・単位画像（面積） |

7.8.5. 重回帰分析結果の考察

上記の解析結果から、各レイヤーの性質と特徴値との関係を考察すると、以下のような点が考えられる。

明暗レイヤーの上位の特徴値から、明暗に関する印象には、図となる白の部分の全体に占める面積の割合や、分布の仕方における複雑性が要因として大きいと考えられる。

テクスチャレイヤーの場合は、ランレングス特徴値が支配的であることから、図の要素とその配置における長さや均一さなどの要因が強く、要素ピッチが短いほど印象が強い（細かさを感じる）という結果を読み取ることができる。

構造レイヤーでもテクスチャレイヤーと同様、ランレングス特徴値が上位にあるが、テクスチャの場合とは負号が逆転しており、逆の関係となる。すなわち要素ピッチが長いほど印象が強い（規則性を感じる）という結果となっている。また周辺分布の値が上位にあることから、特定の角度への方向性が規則的な印象を強めていることが考えられる。

運動レイヤーでは、周辺分布および、要素間の配列規則を表す単位画像のベクトルの大きさが上位となっており、特定角度への分布の偏りや、配列の移動量によって文様に特定の方向性を感じているということが理解できる。

ディテールレイヤーでは、単位要素自体の大きさ、および要素ピッチが

大きいことが、文様の部分的特徴である、反復している要素に対する着目度を高めているということが考えられる。

ただし、以上の考察は各特徴値がその計算上表すと考えられる基本的な性質を述べたものであり、実際に各特徴値がレイヤーの特徴にどのように対応しているかについては検証が必要である。

7.8.6. 重回帰分析の有効性に関する結論

重回帰分析の結果における相関係数および決定係数の値で、全てのレイヤーに関して基準以上の結果 [注10] が得られたことから、各レイヤーの印象評価がそれぞれ候補としたいいくつかの画像特徴値の組み合わせによって対応付けされたと判断する。したがって本研究が目的とした、文様検索のために、レイヤーに関する評価を用いた文様の分類が有効であることを明らかにすることができた。また、今回の重回帰分析の結果の考察から、選択された特徴値が表す文様画像の特徴とレイヤーの印象評価の対応関係についての知識が得られた。次に、今回の結果で相関が確認された特徴値を用いてニューラルネットワークプログラムによる学習を行い、重回帰分析の結果に対して更に予測率の向上をはかることを検討する。ニューラルネットワークによる学習で好結果が得られた場合には、検索アプリケーションもニューラルネットワークを用いたシステムとして構築する。

7.9. ニューラルネットワークプログラムの検討

7.9.1. ニューラルネットワークとは

ニューラルネットワーク (Neural Network) とは、1982年にホップフィールドらが提唱したもので、脳の仕組みの一部である神経細胞網を数学的にモデル化したものである。人間の脳は、ニューロン (Neuron) と呼ばれる神経細胞の組み合わせた神経細胞網で構成されているが、このようなネットワークの節点にあたる神経細胞、すなわち処理ユニットは、入力情報を別の出力情報に変換する関数とみなすことができる。この構造をまねることで人間が行うパターン認識

や、連想記憶などの処理を効率良く行おうとするものである。つまり脳の情報処理の方法を、神経細胞の働きを模したユニットを多数配置することによってコンピュータ上で行おうとする方法である。

ニューラルネットワークの特徴としては、その非線形性をあげることができる。また、学習能力を持っており、必要とされる機能を、提示される例（教師信号）に基づき自動形成する能力を持つことである。

ニューロンは、入力の和がしきい値を越えると出力を出す（発火）。このニューロンを多く組み合わせて、ニューロン間の接続に重みを付加することで情報処理を行う。ニューラルネットワークには、階層型と相互結合型があり、階層型の代表的なものにはパーセプトロン、バックプロパゲーション（BP）学習型、ネオコグニトロンなどがある。相互結合型には、アソシアトロン、ホップフィールドネットワーク、ボルツマンマシンなどがある。

通常多く用いられているのはパーセプトロン（Perceptron）と呼ばれる階層型ニューラルネットワークモデルである。階層型ニューラルネットワークはデータの入力部である入力層、中間部分の中間層（隠れ層ともいう）、出力部分の出力層からなる。層の数には制限はないが、一般的には3層から5層が多く用いられている。ニューラルネットワークでは、処理ユニットの状態や結合の伝達効率を変化させることによって入出力関係を変えることができる。これを、ニューラルネットワークの学習と呼んでいる。学習にはバックプロパゲーション（Back Propagation algorithm 逆誤差伝搬法）が多く用いられている。学習のためのデータを例示することによってニューラルネットワークの重みを決定する方法であり、出力層に正しい解答を教師信号として与えてやることで、その教師信号と出力との誤差を求めて入力層へ向かって伝播させることで達成される。

ニューラルネットワークは、こうした特徴から神経科学、認知科学、工学的なシステムなど幅広く応用されている手法である。

7.9.2.ニューラルネットワークプログラムの適用事例

ニューラルネットワークプログラム利用におけるノウハウを得るため、ニュー

ラルネットを画像処理やデータベース検索に利用している研究事例を文献から収集し、それらの研究事例に見られる利用方法について検討した。

(1) テクスチャ写真画像の識別 [注11]

梅田は、自然界に存在する5種類のテクスチャの画像を識別させる作業を3層のニューラルネットワークプログラム(以下NN)を用いた学習によって行った。画像の特徴値として自己相関関数を用いた場合と、濃度共起行列を用いた場合の2通りで学習、評価を行い、それぞれの特徴値に関して2種類に識別する場合と5種類に識別する場合での違いを実験によって求め、両特徴値のいずれでも高い正答率を得た。使用する画像は5種類のみとし、抽出する基準点を変化させることで学習データと未知データを区別している。画像は512×400画素を濃淡16レベルに量子化し、両特徴値とも80次元の入力数で、2種類の識別では400個、5種類の識別では1000個の特徴値(学習数)によって学習を行った。中間層は8個で固定、出力は2ないし5である。

(2) 輪郭線情報とテクスチャ情報に基づく画像認識 [注12]

平岡らは、3層NNを用いた学習により画像の輪郭線とテクスチャの両特徴の単独および組み合わせによる識別実験を行った。輪郭線は2値化した画像のフーリエ変換によるパワースペクトルから50個の成分を取り出し輪郭線特徴とした。またテクスチャ特徴に関しては、6階調の画像から濃度共起行列を求め、そのうち36個の行列要素を用いた。NNの学習では両特徴のそれぞれの数または計86を入力数とし、中間層は40、50、60、70、80と変化させている。出力数は魚の魚種50である。学習およびテストのサンプルは50種類の画像を拡大縮小して計800枚用意し、400を学習データ、残りの400をテストデータとした。その結果、特徴値を単独で用いた場合は輪郭線特徴の方がテクスチャ特徴よりも識別の成績が良く、両特徴を用いた場合はさらに成績が向上した。中間層の数の違いによる成績は、特徴値が単独の場合は変化があったが、両特徴を用いた場合は結果に変化が見られなかった。

(3) 風景画像の判別と検索 [注13]

野村らは、風景写真のカラー画像を用いて、山の画像、海の画像といった分類を被験者によって行った結果を30ないし40例NNに学習させ、その学習結果によって未学習の10,000件以上の画像の判別実験を行った。その後それらの画像に対する被験者による評価を行い正答率を計算した。また、取り上げる画像特徴値としてRGBないしYIQによる色情報と、離散ウェーブレット変換ないし離散コサイン変換による解析数値の組み合わせとして、異なる色情報と解析数値の4種類の組み合わせで結果を比較した。さらに3層NNにおける中間層の数を64ないし512の2種類で行い結果を比較した。その結果、中間層の数は64の方が収束結果が良く、画像特徴値としてはYIQと離散コサイン変換の組み合わせが正答率が良い場合が多かったが、正答率の順位は条件によって異なり、絶対的なものではなかった。画像特徴値の抽出の際は、画像を128×128にスケーリングした後、8×8のブロックに分割して行っている。入力数は576、出力数は2である。

(4) 画素特徴値による風景画像の判別とスケッチによる検索 [注14]

棕木らは、風景のカラー画像を用いて、画像中の特定の画素における特徴値から画像の各部位に対するラベル付け(分類)を行い、NNによって学習させることで、人間が描いたスケッチにおける同様の特徴値との類似性を判断して類似した画像を検索するシステムを構築した。画像中の画素の色成分、位置、解析数値によるテクスチャ特徴など19の特徴値を用いた。したがって3層NNの入力数は19、中間層は予備実験結果から11とし、出力数はラベルの種類となり10である。学習に使用した画像サンプル数は30で、画像解像度は256×256とし、画像中の16×16の計256の画素を用いた。学習数は7026となり、その結果に基づき評価用画像100枚の画素24254を評価した。検索においてはNNの結果からラベル付けされたインデックス画像を64×64に圧縮し、検索者が対象物ラベル(10種類の要素)を用いて描画(スケッチ)した同画素数の画像との類似検索を行い候補となる画像を提示する。

(5) モジュール型ニューラルネットによる情景画像の分類 [注15]

渡辺は、階層型NNの一種としてモジュール構造型NNを利用し、自然のカラー情景画像を分類している。自然画像を階層型NNによって扱う場合、学習データや画像サイズの増加にともない大規模なNNが必要であった。そのためタスク分割を目的として、画像をいくつかの領域に分割して各領域ごとにモジュール型NNを対応させ、また分類を行うための複数のモジュール型NNを用意してシステムを構成することによってスムーズな学習、分類を実現しようとしたものである。画像の分割領域にNNを対応させることは、画像の情報圧縮を行うことにほかならない。学習に用いた画像は10、評価用画像は18である。領域の分割数は10、20、40に変化させている。3層NNを用い、入出力、中間層の数は画像の分割数によって変化させている。扱っている画像特徴値は3原色の画素濃度値である。

(6) 図形特徴の学習による図形認識 [注16]

加藤らは、多角形の線図形の特徴を各部位における線の角度で規定し、任意の図形に含まれる特徴の分布を階層型NNによって学習させることで、未学習図形の特徴を抽出するシステムを構築した。また同時に学習結果からNNの各ユニットにおける結合荷重の分布を表す画像（荷重逆投影図）を表現させ、学習によって各ユニットに割り当てられた特徴が強調され、逆にその特徴を打ち消す特徴が抑制されていることを明らかにした。使用しているNNは3層の階層型NNであり、入力層は図形を表す 32×32 (1024)のグリッドにおける白黒分布の2値データ、中間層35、出力層は75ないし18である（条件を変えて実験）。

事例調査のまとめ

- (1) ほとんどの研究事例がバックプロパゲーションによる3層パーセプトロンを用いている。
- (2) ニューラルネットワークにおいて画像特徴を扱う場合は、情報量の圧縮が欠かせない。

- (3) ニューラルネットワークの学習による分類結果と、他の手法による分類を比較する必要がある。
- (4) 取り上げられる画像特徴値は画素濃度とフーリエ変換などによるテクスチャ特徴が主であり、多種類の特徴値を扱っている事例は少ない。また採用した画像特徴値の根拠は明確に示されていない場合が多い。
- (5) どの研究事例においても中間層の設定が問題となっているが、その設定においてはいくつかのパターンを試して経験的にもっとも成績の良かったものを採用するしかない。
- (6) 必要な学習数は入力数との関係で決まり、基本的に学習数は入力数よりも多くなければならない。
- (7) 研究事例の多くは学習サンプルと評価サンプルが類似したものであり、正答率が高いのは当然である。

7.9.3. ニューラルネットワークプログラムの試行

ニューラルネットワークプログラムに関する過去の研究事例を見ると、その利用にあたっては、適切な学習結果を得るため入出力に関する設定が重要である。しかし、今日ニューラルワークネット自体は広く知られていても、その利用における設定に関しては経験的なノウハウの域を出ていないのが現状である。入出力数、中間層の設定など、実際にプログラムを利用してみないとわからない部分も多いため、学習結果を見ながらその設定を検討する必要がある。したがって、本研究におけるニューラルネットワークプログラム利用の有効性を確認し、問題点を把握するため、前述の運動レイヤーに関する周辺分布の値をサンプルとしてニューラルネットワークプログラムを実行した。学習に使用したソフトウェアは、本研究用に開発したバックプロパゲーション3層ニューラルネットワークのオリジナルソフトANeronである。その仕様を表に示す(表7-7)。

ニューラルネットワークは入力層1、中間層1、出力層1の3層とした。文様の全方位周辺分布の値を入力数とし(180度方向の1度ごとの周辺分布の値を取り、180とする)、出力数はその文様の運動レイヤーのレベル値とするため1と

表7-7 ANeron 仕様

| |
|--|
| <p>1) 動作環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ OS: Windows98 以降・ RAM: 64MB 以上・ HD: 1GB 以上 <p>2) 処理ファイル</p> <p>2-1) ファイルの形式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 入出力はすべて CSV (Comma Sepalated Value) 形式のファイルであること ・ CSV 形式であるのでテキストデータや表計算ソフトで容易に編集可能 ・ 改行コードは CR+LF (MS-DOS , Windows の形式) とすること <p>2-2) 入出力ファイル</p> <p>2-2-1) ニューラルネットデータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットにおける階層、ニューロンの数、重み計数などを記録したファイル <p>2-2-2) 学習データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットを教育するためのデータ ・ 入力と、教師データが書かれている <p>2-2-3) 検証データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットの学習の効果を検証するためのデータ ・ 入力データのみ書かれている ・ 教師データが書かれている場合は無視される <p>2-2-4) 学習誤差データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットの学習 1 回ごとに、教師データとニューラルネットの計算値の差の 2 乗を合計したデータを記録 ・ 表計算ソフトで、このファイルをグラフ化し学習の状況の評価することに用いる <p>2-2-5) 結果出力ファイル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検証データで与えられる入力値をそのときのニューラルネットで計算した結果を出力する <p>3) 機能</p> <p>3-1) ニューラルネットの構成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニューラルネットは 3 層ニューラルネットとする ・ 各層のニューロンの個数は任意に設定可能 ・ 学習計数、慣性項の値は任意に設定可能 ・ ニューラルネットの構成はファイルに保存、ファイルからの読み込みが可能であること <p>3-2) 学習方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 誤差逆伝搬法 ・ 学習回数は任意に設定可能であること ・ 学習データは CSV ファイルとして与えられる ・ 学習するデータの個数と入力層、出力層のニューロンの個数はユーザーが判断 <p>3-3) 検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 学習データと同じ形式のファイルを用いてニューラルネットの計算ができる <p>4) その他</p> <p>4-1) 実験用プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実験用プログラムであり、エラー処理などは配慮しない ・ なるべく汎用性を持たせて、本研究以外にも利用できるようにする <p>4-2) ランタイムルーチン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特別なランタイムルーチンを必要としない <p>4-3) インストール、アンインストール</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特別なインストール処理を必要としない ・ 実行ファイル形式で配布可能 ・ 初期設定ファイル、レジストリの改変を行わない <p>5) 付加情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 開発プログラムは Borland C++ Builder (C 言語) |
|--|

した。4種類の文様を学習サンプルとして用い、入力値は既に計算済みの周辺分布の値とし、出力値は主観評価でレイヤーレベル値を決定した。中間層の設定を180、90、30と変化させ、それぞれニューラルネットワークに学習させたところ、いずれの方法でも、4～5時間計算しても出力と教師信号との誤差が減少しなかった。そこで入力数を減らすため180の値を10度ずつ平均して18にまとめ、入力層18、中間層18、出力層1で再度試行したところ、数時間でニューラルネットワークが収束した（学習計算回数3000回）。この結果を用いて学習に用いなかった他の文様を評価させ、主観評価の結果と比較したところ、各文様について学習による計算値と主観評価値の誤差が図のような結果となった（図7-29）。

次に、出力結果をカテゴリー分けすることを想定し、出力層のみ5とし、入力層18、中間層18、出力層5で75の学習用サンプルで計算させたところ、収束するまで30000回、十数時間の学習計算が必要であった。計算結果を用いて学習に使用しなかった4種類の文様を評価させたところ、良好な結果が得られた（図7-30～33）。各文様の結果のレベルとは、運動レイヤーレベルの5段階評価の数値であり、数字が大きいほど運動の印象が強いことを示している。

最初に4種類のサンプルで学習させた結果の図7-29ではまだ誤差の大きな文様もあるが、その後の75の学習サンプルによる計算結果から4種類の文様を評

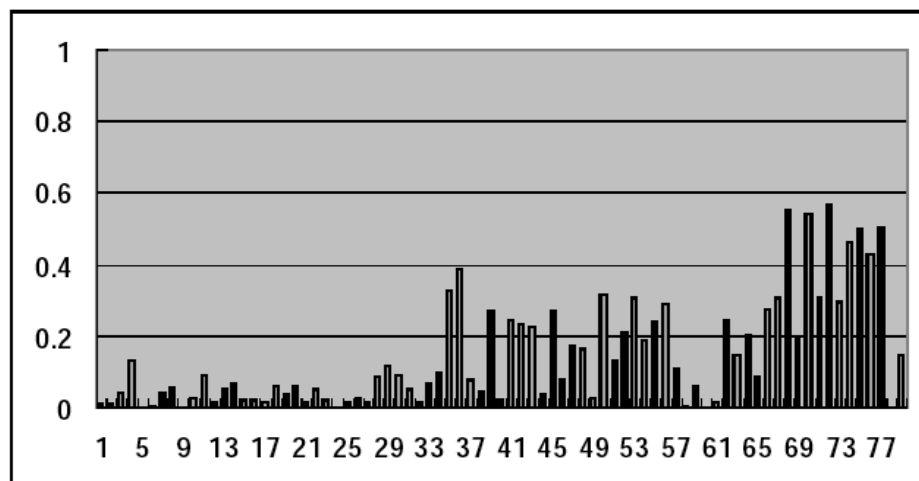


図7-29 ニューラルネットの学習結果と主観評価の差
（横軸は文様番号、縦軸は誤差の値、評価値は0～1）

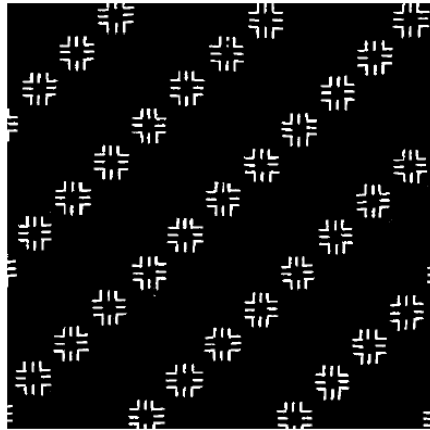


図7-30 文様94

ニューラルネット評価値0.866 (レベル5)

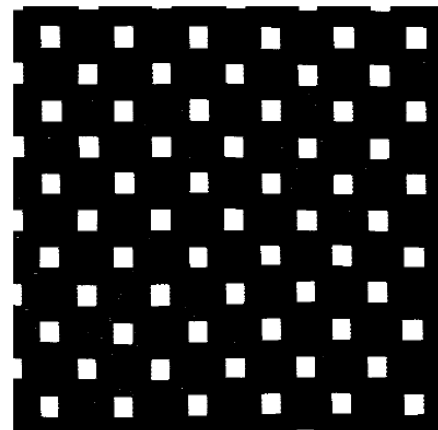


図7-31 文様84

ニューラルネット評価値0.605 (レベル3)

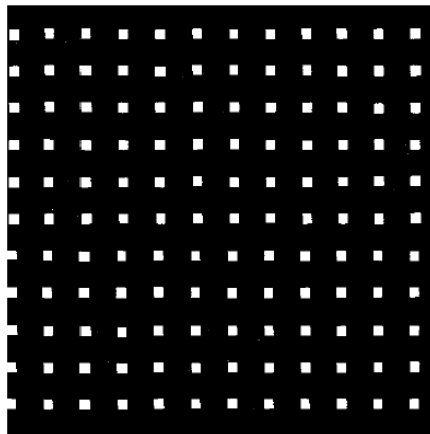


図7-32 文様86

ニューラルネット評価値0.405 (レベル2)

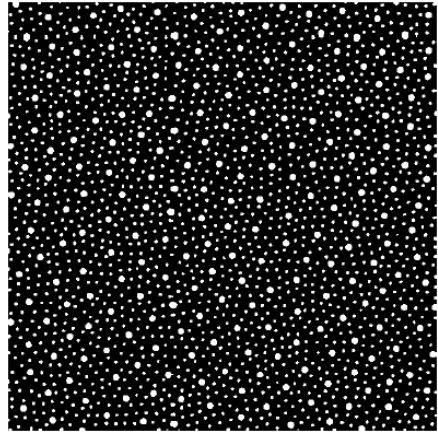


図7-33 文様35

ニューラルネット評価値0.060 (レベル1)

価させた結果が良好であったため、最初の計算結果の誤差の大きさは学習サンプルの少なさによるものであると考えられる。したがってこの結果から、十分なサンプル数で学習させることによって、ニューラルネットワークによる分類が有効であることが確認されたと判断した。

しかしその一方で、入力数が多すぎると計算が進まないという問題点が明らかになった。また出力数を1から5に変化させただけで収束するまでの計算回数は10倍になったことから、出力数の増加によって計算回数が大幅に増加することも明らかになった。本研究では5種類のレイヤーの評価について複数の属性値を用い、それらの相互関係が重要と考えられるため、全て同時に学習計算を行う計

画である。したがって入出力数を何らかの方法で圧縮する必要がある。特にディテールレイヤーに関しては、各文様の自己相関画像における単位ユニットの白黒配置を直接数値化することでその特徴を読み取る予定のため、そのままではデータ量が膨大なものになることから、主成分分析など他の解析手法でデータの次元圧縮を行い、データ数を減らしたうえでニューラルネットワークプログラムを利用する必要がある。

7.9.4. データの次元圧縮

本研究において検討を進めている文様画像検索システムでは、ニューラルネットワークによる学習を用いて、画像の特徴値と人間の感性的な印象を結びつけようとしているが、そこで問題になるのは、画像の特徴値に関するデータの量（次元数）が膨大なものとなり、そのままではニューラルネットワークによる計算が困難になるという点である。また、入力データ量の多さは、ニューラルネットの学習において必要な学習サンプル数を増加させるため（学習サンプル数は入力数よりも多くなければならない）、システムの効率的な構築という面からも入力数（データの次元数）をなるべく少なくする必要がある。しかし画像という、本来情報量の大きなデータを扱う以上、そこから抽出する特徴値も、どうしても次元数の大きなものとならざるを得ない面があり、単純にそれらのデータを減らしたのでは画像の特徴を十分に記述できないという結果になってしまう。したがって、いかに画像の特徴を的確に記述しながらデータの次元数を圧縮するかが画像検索システムの構築において大きなポイントとなる。

従来の類似研究の例を見ると、画像の圧縮方法には大別して統計的手法と解析的手法の2種類がある。統計的手法とは、画像をいくつかの領域に分割してその分割領域ごとに輝度や色の平均を取るなどして代表させる一律的な方法である。一方、解析的手法では、画像の持つ構造的な特徴をできるだけ圧縮後のデータにも反映させるために計算を行って次元数を圧縮しようとするものであり、その方法に関する検討が行われてきた。それらの手法には、研究者の判断や一定の評価理論に基づいて画像に特定の特徴抽出方法を適用して行うものと、関数による重

みづけによって変換された写像空間を定義して行うものなどがある。後者の代表的な解析手法をあげると、KL展開あるいは同様の手法と言える主成分分析を用いる方法、フィッシャの識別関数などがある。また、ニューラルネットなど非線形の性質を持つ方法も提案されている。これらの圧縮の方法は、画像の特徴抽出を行って次元数の低い空間（特徴空間）を構成するということであり、その特徴空間の適切さがその後の処理の有効性を左右すると言える。パターン認識に関する文献によれば、特徴空間は以下のような性質を持つことが望ましい[注17]。

- (a) 特徴空間の次元数は元のパターン空間の次元数よりも著しく少ないこと。
- (b) 特徴空間は識別を行うのに十分な情報を含んでいること。
- (c) 特徴空間内での“近さ”は、パターン空間内での近さと対応があること。但し、識別に不必要な原パターンの相違は、特徴空間に反映されなくともよい。
- (d) 特徴空間の各次元は、すべてのパターンをその空間内に表現するうえで何らかの寄与をしなければならない。

代表的な圧縮法としては以下のような方法がある。

(1) 主成分分析によるデータ圧縮

原画像のデータ次元をカテゴリーとし、各サンプルパターンにおける特徴値をサンプルデータとして主成分分析を実行する。得られた主成分の数が圧縮された次元数となる。各サンプルの主成分得点が圧縮された各サンプルの特徴値となる。

(2) ニューラルネットワークによるデータ圧縮

3層ないし5層の多層パーセプトロンを用いてデータ圧縮が可能である。ただし3層では、問題が非線形の性質を持っている場合精度の高い圧縮ができない。5層の場合2層と4層を多くし、中間の第3層（3層では第2層）のデータ数を少なくした構成で入出力のデータを全く同じにして学習させると、中間層のデータが次元圧縮したデータとなる。

7.9.5.ニューラルネットワークの実施における問題点の検討

ニューラルネットワークに関する文献や研究事例、専門とする研究者から情報を収集し、ニューラルネットワークプログラムの実行に関するノウハウとして以下のような点が明らかになった。

(1) 入出力数、中間層数等の設定について

- ・入力数よりも中間層を多くしたほうが収束しやすくなる。
- ・学習サンプル数と入力数や中間層の数などの関係が重要であり、サンプル数に対して入力数が多すぎるのは問題。ただし扱うデータの素性にもよる。関係が単純か複雑かによって数の問題は違ってくる。
- ・70程度のサンプル数で入力数180は多すぎるので、データ次元の圧縮をしたほうがよい。
- ・次元の圧縮には主成分分析が有効である。
- ・主成分分析の結果で寄与率の変化が大きいところで切って採用するとよい。
- ・ニューラルネットによるデータ次元圧縮の手法の場合、3層か5層で入出力を同じにして中間層を小さくして取り出す。
- ・層の数は通常3層か4層だが、できるだけコンパクトなほうが良いので通常は3層でよい。

(2) 学習アプリケーションの設定について

- ・学習の係数を変化させてみる。
- ・入力データの数値は正規化する。
- ・初期値のランダムな幅を-1から1程度で行う。

(3) 学習、評価の方法について

- ・サンプルの学習と学習結果による評価についてはクロスバリデーション (Cross Validation 交差検定) を用いるとよい。

クロスバリデーション (CV)

事例集合をN個に分割する。分割した1グループをテスト集合とし、そのほかの事例を訓練集合として、N回Programを実行させる。たとえばほぼ同量のコー

パス c1, c2, c3, c4 を持っていたとすると 以下のようにしてテストを行うものである。

1. c2, c3, c4 をつかって訓練し、c1 で実際の テストをおこなう。
2. c1, c3, c4 をつかって訓練し、c2 で実際の テストをおこなう。
3. c1, c2, c4 をつかって訓練し、c3 で実際の テストをおこなう。
4. c1, c2, c3 をつかって訓練し、c4 で実際の テストをおこなう。
5. 各テスト結果を平均して、全体の結果を算出する。

- ・ 70 であれば全体を 10 ずつ 7 のグループに分け、6 グループで学習させてその結果を用いて残りの 1 グループを評価させることを全グループについて行うとよい。

(4) ニューラルネットワーク以外の手法について

- ・ 分類やパターン識別の手法として、大きくは複雑な情報を扱うものと大量の情報を扱うもの（データマイニング）がある。
- ・ データマイニングの手法を駆使することにより、比較的容易に大量なデータベースのなかから知識を発見することが可能である。データマイニングは、基本的には統計学と同じ手法を用いるが、大きく異なる点がある。それは、大量なデータを取り扱う、欠落データや誤差を含んだ不完全なデータを取り扱う、対話式で知識を探索する、そして、機械学習を用いる点である。特に機械学習は大量なデータベースの中から必要な情報を自動的にしかも短時間に抽出してくれる。
- ・ データマイニングの手法には、決定木、ニューラルネットワーク、相関ルールなどがある。たとえば、決定木生成アルゴリズムは、分割統治法と情報エントロピー理論を組み合わせた方法を用いて、決定木やプロダクションルールを自動的に生成できる。決定木は、自明の判断結果に対するルールを発見するための目的に使われる。
- ・ 複雑さに関する手法としてニューラルネットワークなどがあり、大量の情報を扱うものとして決定木などがある。
- ・ さらに新しい手法としてはサポートベクターマシーン（Support Vector Machine SVM）があり、分類やパターン識別の新手法である。

7.9.6.ニューラルネットワークプログラムによる学習の実行

上記のような検討の結果をふまえ、ニューラルネットワークプログラムによる学習を行った。重回帰分析において得られた評価値と特徴値の関係が、非線形学習であるニューラルネットワークによって向上するかどうかを検証することが本節の目的である。

重回帰分析によって採用された各特徴値を用いてこれを入力層とし、出力層は評価値に対する予測値であるので1とした。中間層の数に関しては、中間層数を段階的に変化させながら実際に学習を行うことで検討し、最も結果が良かった16を採用した。ただし、中間層数を変化させても、それほど大きな結果の向上は見られなかった。学習回数についても同様に回数を変化させて学習を行い検討したが、いずれのレイヤーも、最初の500回程度まででほぼ収束し、それ以後はわずかな誤差が下がるという傾向を示した(図7-34) [注18]。したがって基本的には500から1000回程度の学習で良いと思われるが、念のため学習回数は1500回に設定した。学習係数は0.7、慣性項の値は0.8である。

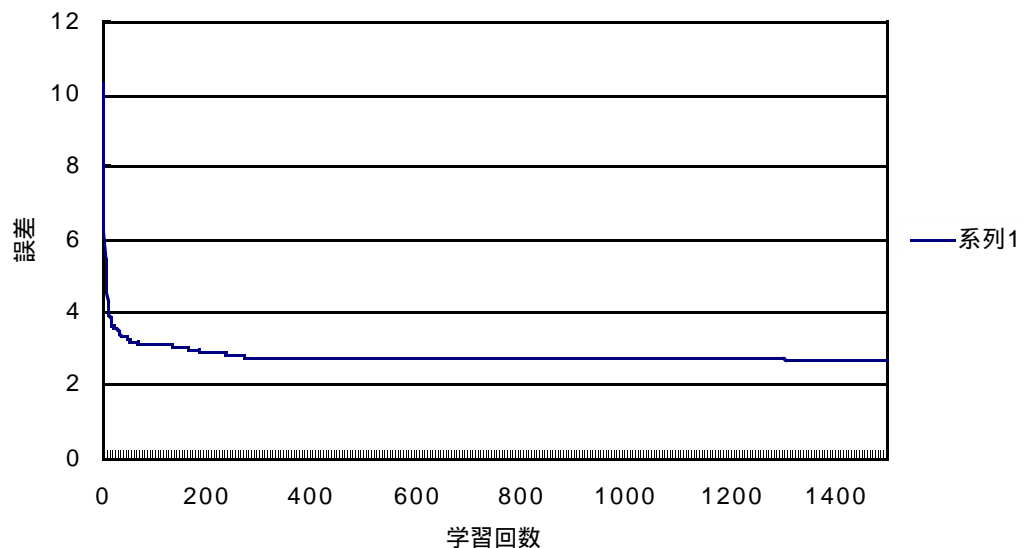


図7-34 ニューラルネットの学習における収束状況
(構造レイヤー1500回学習時の誤差の推移)

7.9.7. 学習の結果

学習結果の判定について、交差検定を実施した。サンプルを5ないし10のグループに分割し、一つのグループを除いた残りのサンプルで学習を行い、その結果を用いて除外したグループで検定を行った。相関係数の算出に用いたソフトウェアは統計JSTAT7.0 for Windows、コンピュータ機器はIBM Aptiva 27Jである。5分割と10分割の両方で検定を行ったが、結果的には5分割の交差検定の方が良い結果が得られた。

10分割の場合は検定に用いるサンプル数が少ないため、回によって結果が大きく変動するという傾向が見られたためである。したがって、100のサンプルを5等分してそれぞれ80サンプルで学習を行い、残りの20サンプルで検定するという方法で5回を行い、5回の相関係数の平均を最終的な相関係数と判断した。その結果、各レイヤーの平均の相関係数として0.71から0.97程度の値が得られた。得られた散布図と回帰直線の例を示す(図7-35)。

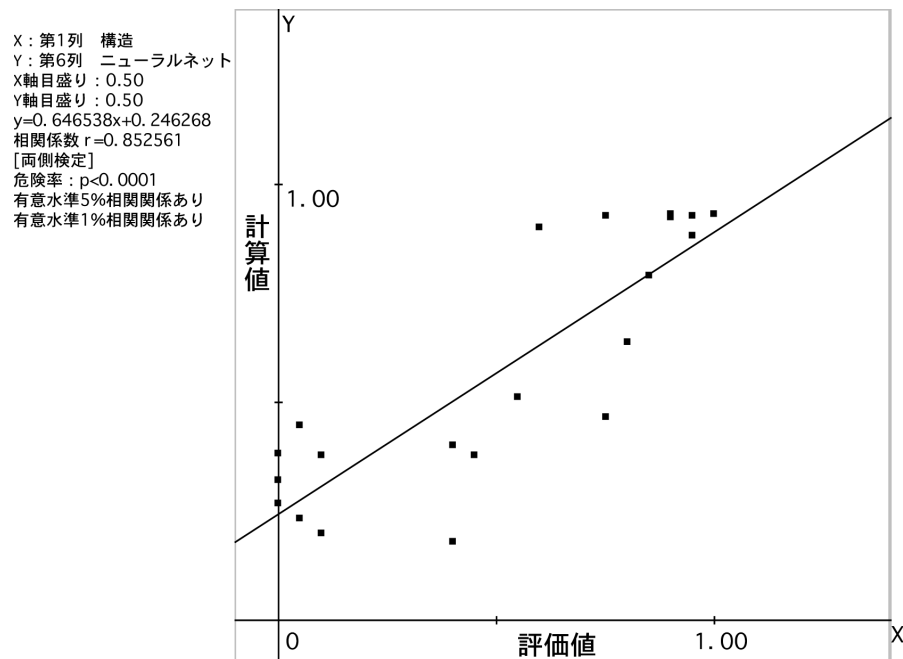


図7-35 ニューラルネット学習後の交差検定結果
(構造5分割交差検定中1回の結果)

表7-8 ニューラルネットと重回帰分析の相関係数の比較

| | 明暗 | テクスチャ | 構造 | 運動 | ディテール |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ニューラルネットによる相関係数 | 0.973 | 0.930 | 0.714 | 0.760 | 0.744 |
| 重回帰分析による相関係数 | 0.957 | 0.930 | 0.757 | 0.810 | 0.753 |

7.9.8. 学習結果の考察

重回帰分析の結果とニューラルネットによる学習の結果の相関係数を比較すると、明暗レイヤーを除き、非線形解析であるニューラルネットワークの交差検定の結果の方が、線形回帰の重回帰分析よりも同程度か最大0.05程度低い結果になった(表7-8)。これは意外な結果であった。ちなみに、交差検定を行わず全数で学習および検定を行った場合の相関係数は、逆に重回帰分析に比べて各レイヤーとも0.05程度上回る。重回帰分析の場合は未学習サンプルによる検定を行っていないため、この全数学習に相当することになり、同一条件での比較としては、ニューラルネットワークの方が高い結果が得られたと見なすこともできる。しかしその差は、決定的な向上と呼べるものではない。予測の有効性を考えると、実際の相関係数としては交差検定による平均値が現実的であるとも考えられる。

結論的には、線形解析である重回帰分析を用いても、非線形解析であるニューラルネットワークを用いても大きな違いがないということであり、したがって、今回扱ったデータの質が線形性を有しているということが考えられる。

今回のニューラルネットワークの学習では重回帰分析の結果を上回ることが出来なかったが、学習結果による印象評価値との相関係数は、特に明暗レイヤーやテクスチャレイヤーに関しては0.9前後の高い値を示している。相関係数の低かった構造レイヤーなどにおいても0.7以上の値を示していることから、検索システ

ム構築に向けた評価値と画像特徴値の対応づけは、いずれの手法をとるにしても成功していると判断できる。以上の結果から、評価学習に当たってはどちらの手法も利用可能である。

7.10. 検索アプリケーションの開発

7.10.1. 検索システムの概要

本研究において構築する検索システムの構造を以下に示す(図7-36)。全体の構成としては、あらかじめ特定の文様に対する鑑賞者の印象評価データを入力しニューラルネットワークプログラムの学習を行う?ニューラルネットワーク学習アプリケーションと、その学習結果に基づきデータベース上の全ての文様について全てのレイヤーの計算値を記録する?計算値データベース作成アプリケーション、そして検索インタフェースにおいて実際の検索を実行し検索結果を表示する?検索表示アプリケーションの3つの部分より成る。なお、ニューラルネットワーク学習アプリケーションは、必要に応じて重回帰分析に置き換えることが可能である。各アプリケーションは一部を除き、いずれもC++言語を用いて作成した。

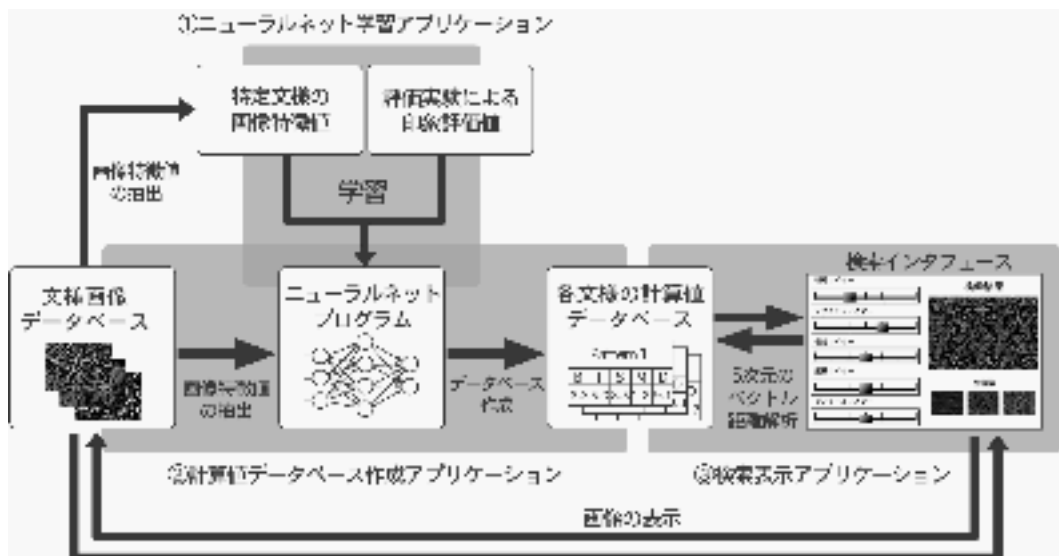


図7-36 検索システムの構造

7.10.2. ニューラルネットワーク学習アプリケーション

ニューラルネットワークプログラムに、各画像が持つ特徴値と各レイヤーに関する印象評価の関係を学習させる役割を担うソフトウェアアプリケーションである。このアプリケーションは前章におけるニューラルネットワークプログラムの有効性検討において使用するために、ニューラルネットワーク学習ソフト「ANeron」という独立したアプリケーションとして既に作成済みである。学習結果はファイルとして保存され、それまでの学習結果を読み込むことによって、次段階の計算値データベース作成における計算値算出の関係式として利用される。

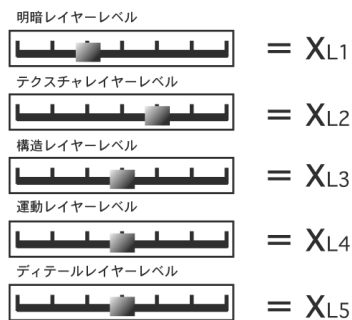
7.10.3. 評価データ収集プログラム

このニューラルネットワークによる学習のために、事前にその学習サンプルとなる評価データを収集する必要がある。学習サンプルとなる評価データが収集しやすく汎用性を持つものにするために、ニューラルネットワーク学習アプリケーションの一部として評価データ収集プログラムを作成した。被験者はサンプルとなる文様に対して各レイヤーに関する印象を、スライダーを用いて評価する。プログラムはMicrosoft Visual Basic 6.0で製作した。このプログラムを用いて被験者に20種類程度の文様に対して評価を行わせ、学習データを蓄積する。

7.10.4. 計算値データベース作成アプリケーション

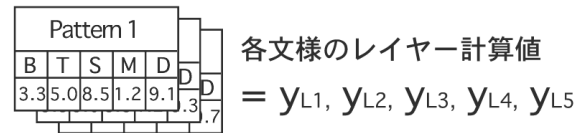
データベース上の文様の特徴値を抽出し、上記のニューラルネットワーク学習アプリケーションによる学習結果に基づき、各文様の各レイヤーについて計算値を算出しデータベースを作成するソフトウェアアプリケーションである。本アプリケーションは、そのプログラム上で全ての文様画像の特徴値の抽出から全レイヤーのニューラルネットワーク計算式による計算値の算出、およびそのファイルとしての保存を一貫して行うものとする。データベースに新たな文様を加える際にこのアプリケーションを実行することで、検索の対象となる文様を準備することになる。この目的のために、重回帰分析を行う際に開発した画像解析アプリケーションソフトAt-Image ver.1.9およびAt-Image ver.2.3を用いて画像特徴値の抽出を

1.各レイヤーレベル値の入力



2.距離の計算

計算値データベース上の各文様のレイヤーレベルと設定レベル値との距離 r を全ての文様について計算する。(特定のレイヤーのレベル設定がなかった場合は設定されたレイヤーについてのみ行う)



$$r = \sqrt{(X_{L1}-y_{L1})^2 + (X_{L2}-y_{L2})^2 + (X_{L3}-y_{L3})^2 + (X_{L4}-y_{L4})^2 + (X_{L5}-y_{L5})^2}$$

3.画像の表示

- ・ r の値が最小であった文様の番号の画像とその情報をフレームに表示。
- ・ r の値が1~3番目の画像を次候補のフレームに表示。次候補の画像をクリックすることで拡大表示が切り替わる。

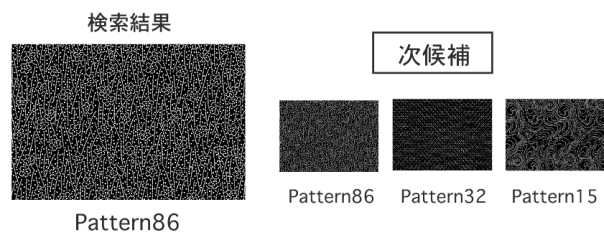


図7-37 検索表示アプリケーションの構造

行う。At-Image ver.1.9は面積統計、フラクタル次元、ランレングス行列、面積統計、周辺分布、差分統計などの各種解析、At-Image ver.2.3 は自己相関特徴処理による単位画像作成などを行うものである。

7.10.5.検索表示アプリケーション

実際の検索において、検索者がインタフェース上で設定した各レイヤーのレベルに基づき、適切な文様を検索し表示するソフトウェアアプリケーションである。検索者が設定するレイヤーは5種類あるため、各レイヤーの設定値とデータベース上の全文様のレイヤー計算値との間で5次元の計算を行ない、設定値と全文様の間の距離を求める。計算の結果を距離の順に並べ替え、最短距離の文様を文様計算値データベースから検索する(図7-37)。そして求めた文様番号の画像を文様画像データベースから呼び出して表示する。

5つのレイヤーのうち特定のレイヤーのみレベル設定した場合は、その次元数での計算となる。また、表示の際は最短の文様のほかに、次候補となる文様を第3位まで提示する。次候補画面をクリックすることで拡大画像が切り替わる。拡

大表示された文様画像の下には、文様番号、その文様の5つのレイヤーの計算値、検索者の設定値と計算値の距離が表示される。

全ての設定値と検索結果はテキストファイルで保存される。記録する内容は5種類のレイヤーの設定値および検索された文様の計算値、設定値と計算値の距離、表示した3種類の文様名、および以下に述べる重みづけ設定値である。



図 7-38 重み設定画面

5種類のレイヤーの設定値間に、それらの関係の重みづけを設定できるようにする方法を検討した。変数が2種類であればスライダなどによって容易に比率を変えられるが、今回は変数が5次元であるので、どのように比率を設定するかが問題である。その方法として、(1)優先するレイヤーの順位を付けさせ、順位間の比率はあらかじめ決めておく方法、(2)5種類のレイヤーの重みをグラフやスライダなどで自由に設定させ、各設定レベルの相対関係でレイヤー間の比率を決める方法等を検討した。最終的に、アルゴリズムの記述方法、インターフェースの分かりやすさなどから、第2案を採用し、プログラムを追加、修正した(図7-38)。5つのレイヤーを横に並べてそれらの値の関連を把握しやすいようにした。

検索表示アプリケーションは検索のインターフェースにあたる部分であり、ユーザーが検索因子の意味を理解しやすい表現とすることが重要である。そこで、各レイヤーの意味を言葉で表記すると同時にサンプルとなる画像を表示し、設定スライダの動きに合わせて画像が変化してレイヤーの意味が理解できるようにした(図7-39)。画像はレイヤーレベル設定のスライダの段階に合わせて各レイヤーとも11枚とし、スライダを動かした際に、段階的に変化して見えるような表現にした。明暗レイヤーでは、白から黒までの11段階のグレースケール画像とした。テクスチャレイヤーでは、画像内の要素数を段階的に増やすことで密度の変

化を表現した。構造レイヤーでは、ランダムな配置のユニットを徐々に整え、規則的な配列に変わるようにした。運動レイヤーでは特定の方向性を持たないランダムな配置が徐々に整えられ、更に特定の方向に並んでいくような変化にした。ディテールレイヤーでは、要素が密集したものが徐々に離れていき、かつ拡大されていくことで、単独の要素に対する印象が強まっていくような表現にした。5つのレイヤーは縦に並べ、それらの値の関連を把握しやすいようにした。

5種類のレイヤーの名称についても、テクスチャレイヤー、ディテールレイヤーについては理解が難しいことを考慮してそれぞれ、きめ（粗密）、要素（反復単位）と平易な言葉を用いた。

また、検索結果の表示画面（図7-40）では、画面の表示面積に限界があり、複数の候補を同時に十分な大きさで表示することが困難である。そこで、計算結

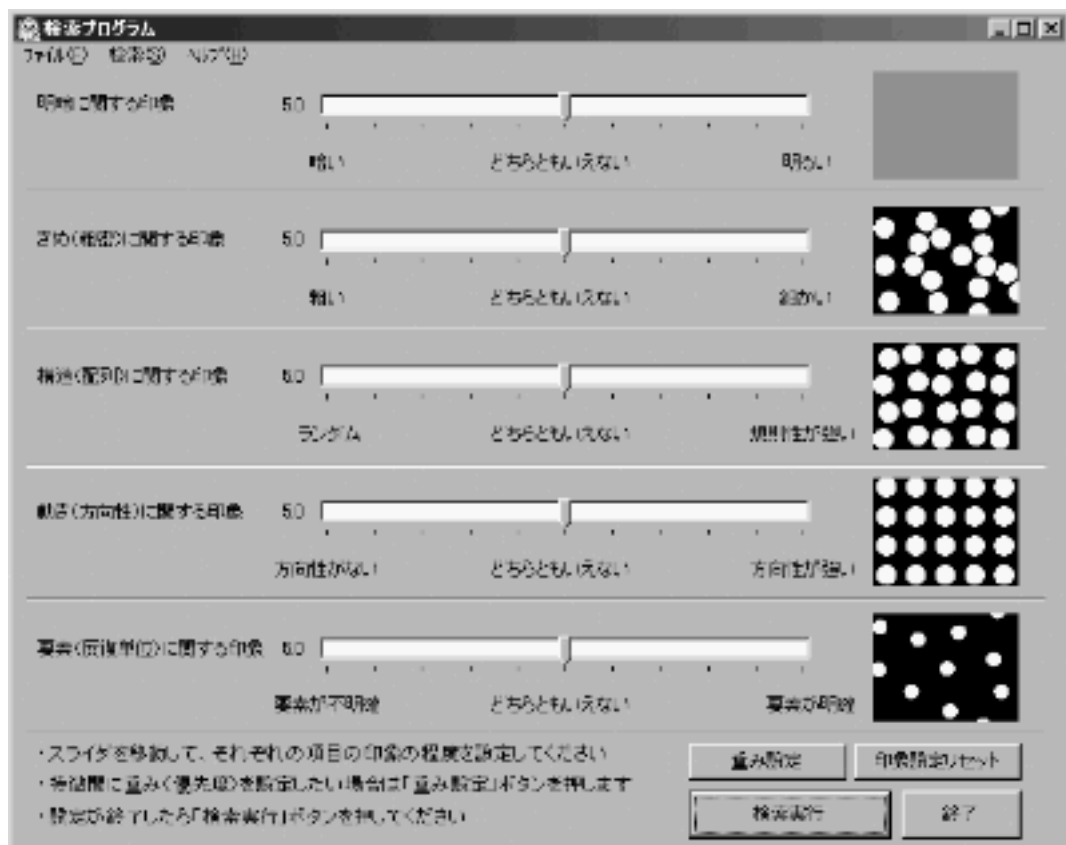


図7-39 検索設定インターフェース

果から候補を3つまでリスト表示し、それらの画像をクリックして選択することで、中央の拡大画面に文様番号や計算値などのキャプションを添えて表示するようにした。

検索表示アプリケーションの仕様を表に示す(表7-9)。

開発した検索アプリケーションを用いて実際の検索を行なった結果を図に示す(図7-41~45)。各レイヤーの設定値による変化が分かりやすいように、各レイヤーの設定値を1種類ずつ最小と中間、最大にし、それ以外のレイヤーは計算から除外した結果を示す。図からわかるように、主観的に見てもそれぞれのレイヤーの特徴が表れた結果となっている。

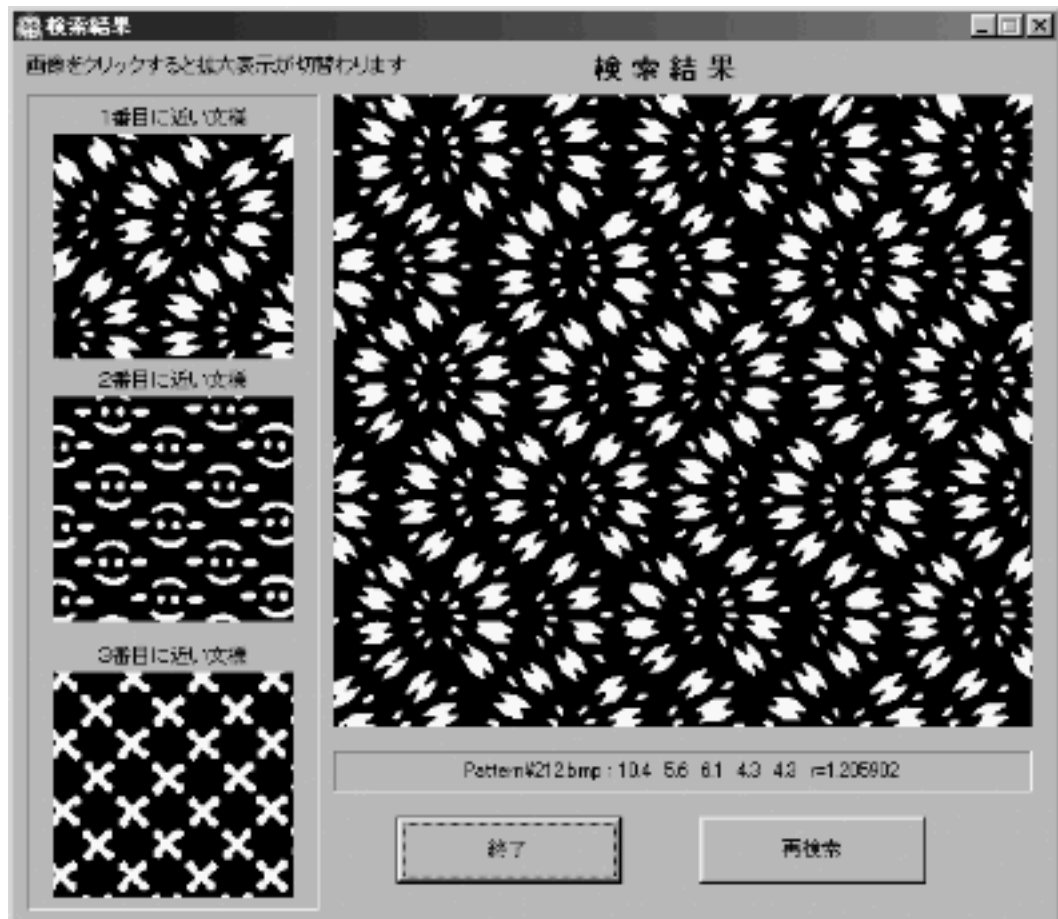


図7-40 検索結果表示画面

表7-9 検索表示アプリケーション仕様

| | |
|----------------------|--|
| 1) 動作環境 | ・OS:Windows98 以降・RAM:64MB 以上・HD:1GB 以上 |
| 2) 動作 | <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーが5つのレイヤー（明暗・テクスチャ・構造・動き・ディテール）のレベルを設定し、それに近い印象をもつ伊勢型紙の文様を検索して表示するプログラム a) 被験者に型紙文様を提示しレイヤーのレベルを決めてもらう b) 文様を画像処理し、特徴を定量化する。すべての文様を処理しデータを CSV ファイルで保存しておく c) a, b の結果からそれぞれの関係式を求める d) ユーザーの設定値入力 - > 関係式から画像処理特徴値を計算 - > 計算値に一番近い文様を検索 |
| 3) ユーザーインターフェース | |
| 3-1) スプラッシュウインドウ | <ul style="list-style-type: none"> ・スプラッシュウインドウを表示し、ユーザーに本プログラムの目的を示唆する |
| 3-2) 設定値入力画面 | <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーはスライダーを左右させて設定値を入力 ・スライダーの値に対応するイメージを表示する。表示するイメージはあらかじめビットマップファイルとして、特定のフォルダーに用意しておく |
| 3-3) レイヤーの重み付けウインドウ | <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーは重みのレベルを指定するスライダーを上下させて重みの値を入力する |
| 3-4) 検索結果画面 | <ul style="list-style-type: none"> ・検索結果のイメージを表示する。初期値は計算値に一番近い画像を拡大表示画面に表示 ・左側の次候補イメージをクリックすることでそのイメージを拡大表示する ・検索結果の次候補を、計算結果に近いものから3つ表示する ・拡大表示画面に表示している文様の番号、計算値、設定値との距離を表示する |
| 4) データの保管 | <ul style="list-style-type: none"> ・文様データはビットマップファイルとして、特定のフォルダーに保存しておく ・文様を画像処理して得た特徴値は、CSV ファイルとして特定のフォルダーに保存しておく ・評価値から特徴量を計算する計算式は、プログラムの中に埋め込む |
| 5) その他 | |
| 5-1) ランタイムルーチン | <ul style="list-style-type: none"> ・特別なランタイムルーチンを必要としない |
| 5-2) インストール、アンインストール | <ul style="list-style-type: none"> ・特別なインストール処理を必要としない ・実行ファイル形式で配布可能 ・初期設定ファイル、レジストリの改変を行わない |
| 6) 付加情報 | <ul style="list-style-type: none"> ・開発プログラムは Borland C++ Builder (C言語) |

明 暗

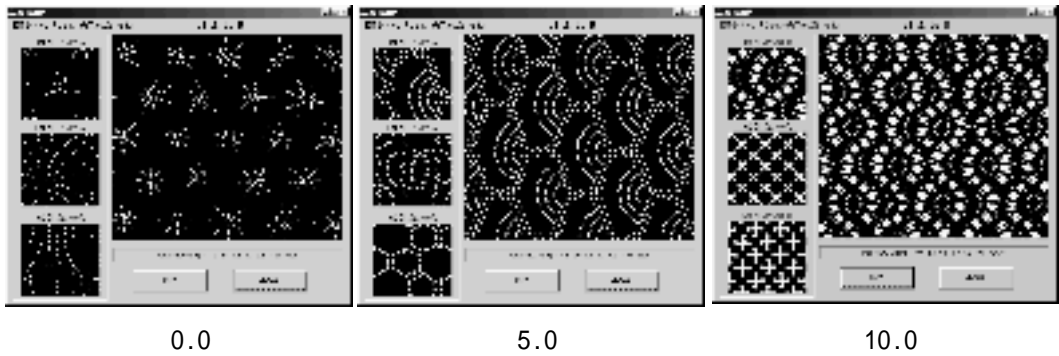


図7-41 検索結果サンプル(明暗)

テクスチャ

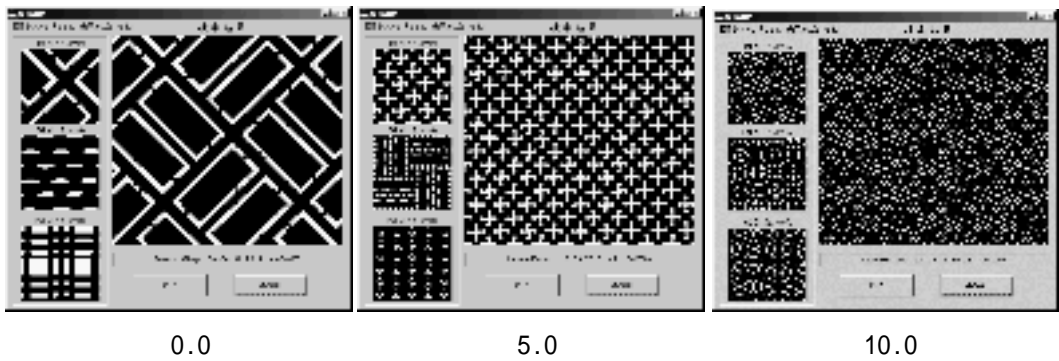


図7-42 検索結果サンプル(テクスチャ)

構 造

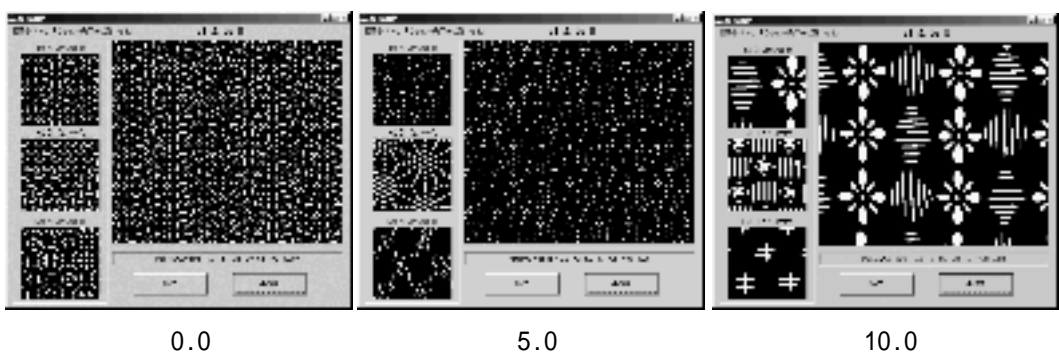


図7-43 検索結果サンプル(構造)

運動

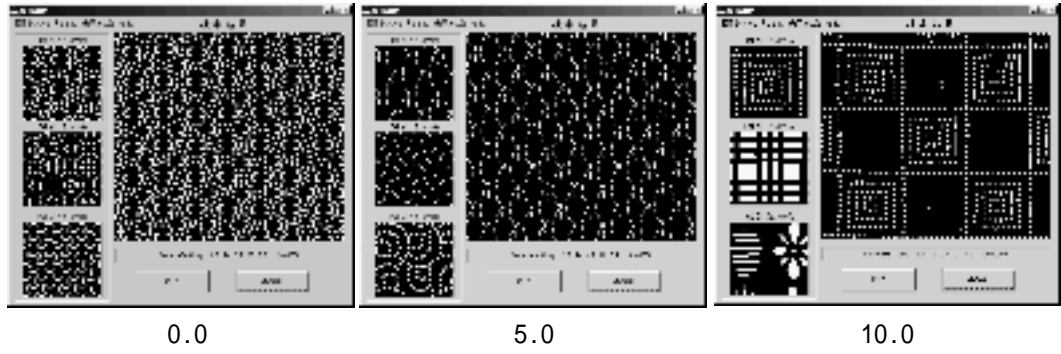


図7-44 検索結果サンプル(運動)

ディテール

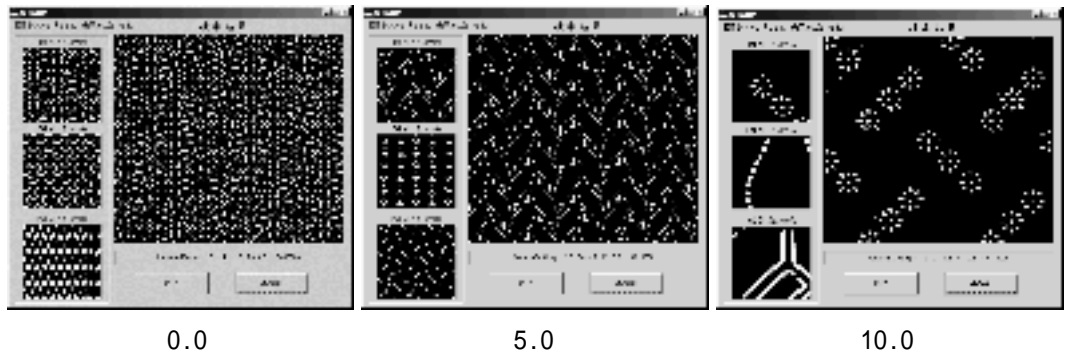


図7-45 検索結果サンプル(ディテール)

7.11. 第7章の結論

本章ではこれまでの研究で明らかになった文様に対する認知構造や特徴記述に関する知識を用いて、文様デザインデータベースへの活用の有効性を検証した研究について述べた。伝統的な文様のデザインは、今日の多くのデザイン分野において貴重なデザインソースとなりうるものである。多種類の文様デザインを画像データベースとして提供していくことが今後の伝承のために有効であると考えられる。しかし伝統的文様の画像データベース構築にあたっては、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、利用時の検索方法が課題となっている。

本研究ではレイヤー分類に基づき、それらを検索の手掛かりとして用いた検索方法の実現を試みた。その意義として、伝統的な文様名称によらない検索が可能であること、鑑賞者の認知特性を反映した検索方法であること、イメージ語などによる検索と比べて、文様の造形的特徴との関係が明確であることなどがある。

画像解析における統計的解析および構造的解析の複数の手法を用いて文様の特徴を抽出した。レイヤーに関する評価と対応付けるための候補特徴値として、29の特徴値群をリストアップした。また、100種類の文様サンプルに対する印象評価実験を行い、評価データを収集した。また、予備実験として、各レイヤーに対して想定される手法を用いて解析を行い、その結果得られた特徴値によって文様画像が分類可能であるかどうかを検証し、好結果が得られた。

評価結果と画像特徴値との間で重回帰分析およびニューラルネットワークプログラムによる学習を行い、その結果から各レイヤーの印象と対応する特徴値を導き出した。解析の結果、十分なレベルの相関係数が得られた。解析結果において、各レイヤーの評価が、複数の特徴値の組み合わせによって対応付けられることが確かめられた。したがって、レイヤーに関する評価を用いた文様の分類が可能であることが明らかになった。評価値と画像特徴値の対応付けは、重回帰分析でもニューラルネットワークによる学習でも大

きな差がなかった。

この結果をふまえ、レイヤーによる分類方法を用いて実際に検索が可能なアプリケーションを開発し、検索方法を確立した。検索アプリケーションの構成は、あらかじめ特定の文様に対する鑑賞者の印象評価データを入力することでニューラルネットワークプログラムの学習を行う？ニューラルネットワーク学習アプリケーションと、その学習結果に基づきデータベース上の全ての文様について全てのレイヤーの計算値を記録する？計算値データベース作成アプリケーション、そして検索インタフェースにおいて実際の検索を実行し検索結果を表示する？検索表示アプリケーションの3つの部分より成る。検索者がインタフェース上で設定した各レイヤーのレベルに基づき、5次元の距離の計算を行い、最短距離の文様を文様計算値データベースから検索する。そしてそれによって求めた文様番号の画像を文様画像データベースから表示するものである。

このように、レイヤーに関する評価を用いた文様の分類が可能であることを示し、それを用いて実際に利用可能な検索アプリケーションを開発することで、レイヤーを用いた検索方法を確立することができた。

以上の結果から、本研究の段階的目的の第4とした、本研究によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となるような具体的な提案を行うことで、本研究の有効性を明らかにすることが実現された。

第7章の注および引用文献

1) 上北恭史, 佐藤弘喜, 藤田盟児, デジタルワークス・伊勢型紙, 日米イメージの交流展, 1997

上記の作品制作の詳細は以下の論文に詳しい。

佐藤弘喜, 伊勢型紙文様の画像データによるデザイン, 日本デザイン学会第45回研究発表大会概要集, 322-323, 1998

2) 佐藤弘喜, 上北恭史, 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

3) 石崎忠司, きものの文様, 衣生活研究会, 1973

4) 栗田多喜夫ほか, 印象語による絵画データベースの検索, 情報処理学会論文誌 Vol. 33, No. 11, 1373-1383, 1992

5) 宇津野直木ほか, デザイン画の感性特徴と画像特徴, 情報処理学会研究報告, 96-CG-70-9, 43-48, 1994

6) 石井真人ほか, テキスタイル柄の嗜好調査と印象語の分析, 情報処理学会研究報告, 96-CG-70-8, 37-42, 1994

7) 高木幹雄, 下田陽久監修, 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 517-538, 1991

なお、以下の文献も参考とした。

森俊二, 坂倉柊子, 画像認識の基礎 [II], オーム社, 195-200, 1990

舟久保登, 視覚パターンの処理と認識, 啓学出版, 118-127, 1990

C・キッテル, 宇野良清訳, 固体物理学入門, 丸善, 3-11, 1998

電子情報通信学会編, パターン認識, 電子情報通信学会, 159-167, 1988

8) 抽出した各特徴値は、その点のピンポイントの数値ではなくその場所を中心として一定の面積で値を取るため、抽出位置による変動は少ないと考えられるが、さらに3ヶ所から抽出した値を平均することで標準化した。

9) 評価値を1から11に数値化したことから、図では計算値が1.0, 3.5, 6.0, 8.5, 11.0の5段階の付近の文様サンプルを示した。ただし構造レイヤーと運動レイヤーでは、今回のサンプルで得られた最小の計

算値が2.0以上であったため、1.0レベルの位置には計算値が最小のサンプルを示した。

10) 相関係数で0.7以上、決定係数(R²乗)で0.5以上を基準とした。

11) 梅田三千雄, PDPモデルによるテクスチャ画像の識別, 電子情報通信学会技術研究報告, PRU90-123, 93-100, 1990

12) 平岡透ほか, 輪郭線およびテクスチャ情報に基づく画像認識法-魚画像認識への応用, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU96-148, 55-62, 1997

13) 野村竜也ほか, 多層型ニューラルネットワークを用いた画像検索, 電子情報通信学会技術研究報告, NC98-74, 41-48, 1999

14) 椋木雅之ほか, 対象物スケッチによる風景画像検索とインデックスの自動生成, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No. 6, 1025-1033, 1996

15) 渡辺英治, 階層型ニューラルネットワークによる情景画像の分類, 電子情報通信学会技術研究報告, NC96-198, 331-337, 1997

16) 加藤保則ほか, 図形特徴空間を学習した3層ニューラルネットワークにおける図形認識過程の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, NC96-109, 107-114, 1997

17) 電子情報通信学会編, パターン認識, 電子情報通信学会, 159-167, 1988

18) 誤差は、1データごとの学習の誤差(教師信号 - 出力値)を2乗し、その総和をとっている。

第8章 事例研究4・視覚認知構造と感性評価の対応

8.1. 事例研究4の概要

8.1.1. 事例研究4の目的

8.1.2. 事例研究4の方法

8.2. 実験5・検索評価実験

8.2.1. 実験5の目的

8.2.2. 実験5の方法

8.2.3. 検索評価実験のテーマ

8.2.4. 実験用検索評価プログラム

8.2.5. 検索評価実験の実施

8.3. 重回帰分析による解析

8.3.1. 解析結果

8.3.2. 解析結果に関する考察

8.4. 検索システムに関する考察

8.5. ニューラルネットワークによる解析

8.5.1. 解析の方法

8.5.2. 解析結果

8.5.3. 解析結果の考察

8.5.4. ニューラルネットワークに関する考察

8.6. 第8章の結論

8.1. 事例研究4の概要

8.1.1. 事例研究4の目的

事例研究4では、前章までに明らかにしてきた文様デザインの視覚認知構造に関する知識とそれをを用いた活用事例をふまえ、本研究が提案する視覚認知構造概念と感性評価がどのように結びついているのかについて、実験を通してその関係を調査する。レイヤーによる視覚認知パターンの分類が感性評価の記述に有効であることを示すとともに、その具体的対応関係を明らかにすることが本事例研究の目的である。その結果により、どんな印象を導くためにどんな認知パターンが有効であるのかに関する知識が得られることが期待される。また実験を通して、事例研究3で開発した検索システムの利用上の問題点を検討することも副次的目的とする。

8.1.2. 事例研究4の方法

実験5では、事例研究3で開発した文様デザインデータベース検索システムを用い、特定のテーマに関して検索を行う。検索結果に対してテーマに関する評価を行うことによって、評価値とレイヤーの計算値との関係を調査する。その結果を解析し、それぞれの検索テーマに関して主にどのようなレイヤーがテーマの記述に結びついているかを明らかにする。本事例研究では、検索テーマに関する文様の評価が感性評価の結果であるとの前提に立ち、評価値とレイヤーの計算値との相関性を、感性評価に関する記述の有効性とみなすものとする。

8.2. 実験5・検索評価実験

8.2.1. 実験5の目的

データベース検索システムを用いて被験者に文様の検索を行わせ、検索を繰り返す過程で検索された文様に対する評価データ（テーマ評価値）を収集し、得られた複数のテーマに関する文様の評価データと、文様のデータベース上に記録してあるレイヤーレベルに関する計算値データ（レイヤー値）の相関を解析によって調査することにより、感性評価とレイヤーの関係を明らかにする。

8.2.2. 実験5の方法

(1) 今回の実験用に開発した文様検索評価アプリケーションを用い、被験者に特定のテーマに関して検索を行わせる。テーマに適した文様が検索されるよう、検討して検索条件であるレイヤーのレベルを設定する。その結果に対してテーマに関する評価を行わせる。テーマに適していないと判断された場合は検索結果をフィードバックしてあらためて検索条件を設定し、再検索を行う。与えるテーマは6種類とし、最初の評価を含め合計4回まで再検索させる。評価を4回までとしたのは、評価を繰り返しすぎることによって疲れなどの影響が出ることを考慮したからである。再検索時に前回と同じ文様が出た場合も、その都度評価を行うものとする。検索結果は3候補表示されるが、その全てに対して評価を行う。検索結果において目的とするテーマに適した（評価スケール上の基準で、かなり合っている、非常に合っているなどのレベル）文様が出た時点で、次の検索テーマに移ることにする。検索テーマの順番は途中で変更し、実施順の影響が出ないようにする。

(2) 検索結果におけるレイヤーの値と評価値の対応データから、感性評価（テーマ評価値）と視覚認知構造（レイヤー値）の関係を解析する。同一の文様に対して3名以上に評価されたものを対象とし、評価値は平均して解析に用いる。得られた検索結果のテーマ評価値とレイヤー値のデータを重回帰分析によって解析し、評価値に対するレイヤー値の相関を調査する。また、データの非線形性を考慮し、同様の解析をニューラルネットワークによっても行い、結果を比較することとする。実験の概要を図に示す（図8-1）。

8.2.3. 検索評価実験のテーマ

過去のデザイン評価研究の事例 [注1] から、デザインの評価に用いられる代表的な評価用語を抽出し、その中で文様デザインの評価に適していると考えられるものに絞って以下の6種類を選択した。

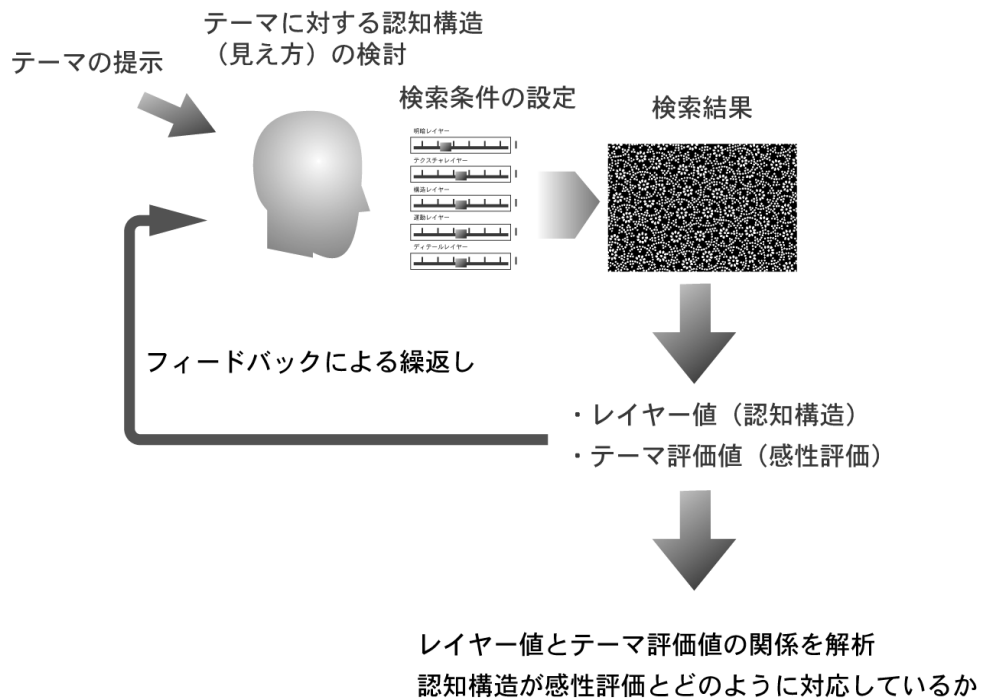


図8-1 実験5の概要

派手な文様、繊細な文様、軽快な文様、
調和のとれた文様、力強い文様、若者向けの文様

上記の検索テーマを絞り込む際には、文様との具体的な結びつきが予測しやすいと考えられるもの（繊細な）や、逆に概念的に高次で予測がしづらと思われるもの（若者向けの）などを混在させ、結果の違いを検討するという観点から選定した。また、それぞれのテーマの特徴に対応するレイヤーを予測し、なるべく各テーマに結びつくレイヤーが分散するように配慮してテーマを選択した。以下の対応はあくまで実験前の予測である。「若者向けの文様」というテーマについては、レイヤーとの関係が予測できないテーマとして選定した。

派手な文様=明暗、繊細な文様=テクスチャ、軽快な文様=運動、
調和のとれた文様=構造、力強い文様=ディテール、若者向けの文様=不明

8.2.4. 実験用検索評価プログラム

上記の評価実験を行うために、事例研究3においてすでに制作済のデータベース検索プログラムを利用して修正を加え、実験用プログラム iSearch を作成した(図8-2)。検索プログラムからの変更点は、

- (1) 扉ページに実験の手順の説明を設けた
- (2) 検索設定画面にテーマを表示する部分を設けた
- (3) 検索結果に評価スライダを加えた
- (4) 検索結果に「再検索」および「次の検索テーマへ」ボタンを設けた
- (5) 検索回数に制限を設けた
- (6) テキストデータで結果を記録する際の実出力内容の変更

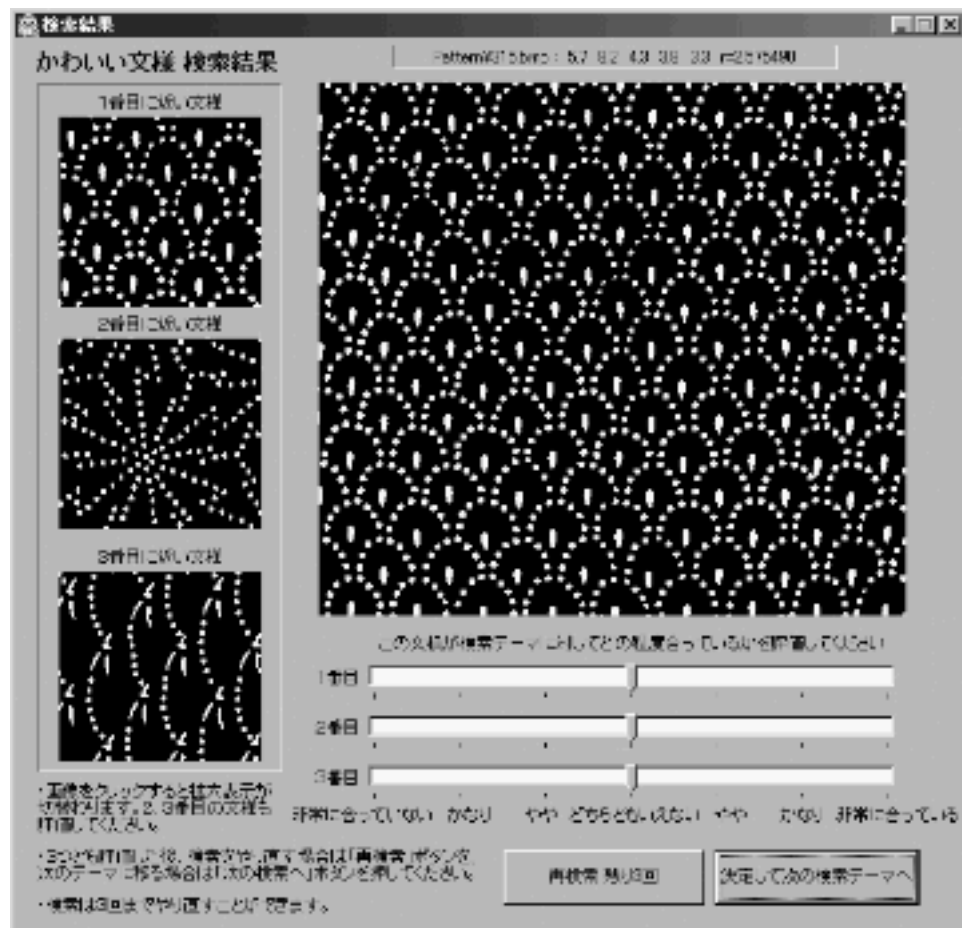


図8-2 検索結果評価画面

などである。6種類の評価テーマに対してそれぞれ3回まで検索をやり直し(計4回)、そのつど評価を行うが、毎回の評価についてレイヤー設定値、重みづけの値、検索結果、評価値など全ての実験結果をテキストデータとして記録するようにした。検索の対象となるデータは事例研究3の検索プログラムと同様100種類の文様である。実験用プログラムの仕様を表に示す(表8-1)。

8.2.5. 検索評価実験の実施

検索評価実験を実施した(実施日:2003年6月26,27,30日,7月1,2,3日、場所:名古屋造形芸術大学D310教室)。対象者は美術大学の大学生29名(3,4年生、年齢20歳~22歳の女性)である。実験の際は、最初に実験の趣旨と方法を説明した後、練習用のテーマ(かわいい文様)を与えて評価プログラムを操作させ、実験方法の確認と操作の練習を行ってから本実験を行った。実験時間の制限は設けなかったため被験者によって幅があり、短い被験者で10分程度、長い被験者で45分程度であった。全体的には約15分~20分程度が多かった。テーマごとの検索回数は2回から3回が多かった(表8-2)。

各テーマにおける全被験者の検索回数の合計は126~273回と、かなり幅があった[注2]。これは比較的テーマに合った文様が見つかりやすいテーマとそうでないテーマがあったためと思われる。検索された文様の種類は、テーマによって47~63種類であった[注3]。このうち、3名以上の被験者が検索した文様のみを対象として、評価値を平均して用いることにした。解析対象となる文様は12~29種であった[注4]。

8.3. 重回帰分析による解析

8.3.1. 解析結果

重回帰分析を用い、各文様のデータベースに登録されている5種類のレイヤー値との間で解析を行って、評価値との相関を解析した。使用したコンピュータはMacintosh G4/800、ソフトウェアはStat View for Macintosh 5.0である。解析に用いたデータの例を示す(表8-3)。解析の

表 8-1 実験用プログラムの仕様

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・テーマ(言葉)を与え、それにあった文様を検索し、研究の妥当性を評価するプログラム(研究の実証用試作版ソフトウェア) ・検索ソフト(Layer Search)を一部改良して用いる |
| 1) 動作環境 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・OS:Windows98以降 ・RAM:64MB以上 ・HD:1GB以上 |
| 2) 動作 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・被験者にテーマを与える。 ・被験者はそのテーマから得られる感じを5つのレイヤー(明暗・テクスチャ・構造・運動・ディテール)のレベルとして、ソフトウェアに設定値を入力する。 ・ソフトウェアは本研究の成果に基づいてレイヤーのレベルに合った文様を検索する。 ・被験者は、検索された文様が、提示されたテーマに合っているか評価する。 ・評価結果をファイルに保存し、別途集計して研究の妥当性を検討する。 |
| 3) ユーザーインターフェース |
| 3-1) スプラッシュウインドウ |
| <ul style="list-style-type: none"> ・スプラッシュウインドウを表示し、ユーザーに本プログラムの目的を示唆する |
| 3-2) 設定値入力画面 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・検索テーマを提示する。 ・その他は、検索ソフト(Layer Search)と同じ |
| 3-3) レイヤーの重み付けウインドウ |
| <ul style="list-style-type: none"> ・検索ソフト(Layer Search)と同じものを利用する |
| 3-4) 検索結果画面 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・検索結果が提示されたテーマとどの程度合っているかを評価するスライダーを設置 ・検索結果は第3候補まで表示するので、スライダーも3つ用意する ・その他については、検索ソフト(Layer Search)と同じ |
| 3-5) 再検索 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・被験者が評価結果を向上させられるよう、再検索機能をつけ、評価をやり直すことができるようにする ・再検索は3回まで可能 |
| 4) データの保管 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・文様データはビットマップファイルとして、特定のフォルダーに保存しておく ・文様を画像処理して得た特徴値は、CSVファイルとして特定のフォルダーに保存しておく ・特徴値を計算する計算式は、プログラムの中に埋め込む ・提示するテーマは6つとし、プログラム中に埋め込む ・評価結果は、CSVファイルとして保存する。 |
| 5) その他 |
| 5-1) ランタイムルーチン |
| <ul style="list-style-type: none"> ・特別なランタイムルーチンを必要としない |
| 5-2) インストール、アンインストール |
| <ul style="list-style-type: none"> ・特別なインストール処理を必要としない ・実行ファイル形式で配布可能 ・初期設定ファイル、レジストリの改変を行わない |
| 6) 付加情報 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・開発プログラムはBorland C++ Builder (C言語) |

際の検討で、最もサンプル数の少ない「調和のとれた文様」に関しては、例数が12しかないことから正確な相関が得られないと判断して除外したため、解析の対象としたのは5種類のテーマとなった。この除外したテーマについては、評価結果が特定の文様に集中し、それ以外の文様は評価者3名未満のものが多かったためである。このことは上記の評価回数の少なさにも起因している。つまり評価者の設定が近接していたため同じ文様ばかりが検索され、しかもテーマにあった文様がすぐ見つかったということになる。

解析の結果、各テーマにおける重相関係数は0.67～0.76台、決定係数R2乗で0.45～0.58台の数値となった(表8-4)。最も相関係数が高かった「繊細な文様」と、最も低かった「軽快な文様」の回帰直線と散布図を示す(図8-3)。p値による検定によって、全てのテーマにおいて有意水準5%および1%の両基準で相関関係ありとなった。

表8-2 評価データ
若者向けの文様(部分)

| 被験者番号 | 文様番号 | 評価値 |
|-------|-----------------|-----|
| 1 | PatternV265.bmp | 35 |
| 1 | PatternV242.bmp | 15 |
| 1 | PatternV207.bmp | 32 |
| 1 | PatternV265.bmp | 35 |
| 1 | PatternV207.bmp | 28 |
| 1 | PatternV228.bmp | 34 |
| 2 | PatternV212.bmp | 50 |
| 2 | PatternV012.bmp | 30 |
| 2 | PatternV006.bmp | 10 |
| 2 | PatternV102.bmp | 10 |
| 2 | PatternV230.bmp | 51 |
| 2 | PatternV312.bmp | 30 |
| 2 | PatternV212.bmp | 48 |
| 2 | PatternV038.bmp | 40 |
| 2 | PatternV027.bmp | 51 |
| 2 | PatternV212.bmp | 50 |
| 2 | PatternV005.bmp | 6 |
| 2 | PatternV038.bmp | 41 |
| 3 | PatternV201.bmp | 20 |
| 3 | PatternV027.bmp | 34 |
| 3 | PatternV230.bmp | 26 |
| 3 | PatternV176.bmp | 52 |
| 3 | PatternV038.bmp | 47 |
| 3 | PatternV230.bmp | 24 |
| 4 | PatternV176.bmp | 40 |
| 4 | PatternV078.bmp | 0 |
| 4 | PatternV260.bmp | 50 |
| 4 | PatternV176.bmp | 40 |
| 4 | PatternV005.bmp | 0 |
| 4 | PatternV277.bmp | 9 |
| 4 | PatternV230.bmp | 50 |
| 4 | PatternV260.bmp | 40 |
| 4 | PatternV038.bmp | 10 |
| 4 | PatternV176.bmp | 40 |
| 4 | PatternV277.bmp | 10 |
| 4 | PatternV260.bmp | 60 |
| 5 | PatternV012.bmp | 16 |
| 5 | PatternV145.bmp | 34 |
| 5 | PatternV061.bmp | 21 |
| 5 | PatternV050.bmp | 29 |
| 5 | PatternV288.bmp | 11 |
| 5 | PatternV200.bmp | 20 |
| 5 | PatternV201.bmp | 32 |
| 5 | PatternV288.bmp | 21 |

8.3.2. 解析結果に関する考察

解析結果の考察によって、以下のような点が明らかになった。

(1) 各テーマの相関係数は0.7前後という結果であり、非常に強いとは言えない

表8-3 解析対象データ（若者向けの文様）

| 文様番号 | 評価平均値 | 明暗レイヤー値 | テクスチャ | 構造 | 運動 | ディテール |
|-----------------|-------------|---------|-------|------|-------|-------|
| Pattern#005.bmp | 18 | 7.81 | 5.88 | 6.37 | 4.42 | 4.86 |
| Pattern#006.bmp | 31.11111111 | 9.83 | 9.44 | 3.7 | 2.46 | 2.23 |
| Pattern#007.bmp | 29.33333333 | 7.48 | 7.27 | 5.48 | 4.76 | 3.93 |
| Pattern#009.bmp | 48.33333333 | 10.85 | 4.56 | 8.63 | 5.42 | 4.47 |
| Pattern#012.bmp | 16.75 | 8.2 | 7.69 | 5.03 | 3.37 | 2.94 |
| Pattern#038.bmp | 34.5 | 9.41 | 5.84 | 6.8 | 6.65 | 3.99 |
| Pattern#051.bmp | 27 | 7.08 | 8.55 | 4.14 | 3.49 | 2.84 |
| Pattern#083.bmp | 22.5 | 1.93 | 3.65 | 6.79 | 6.17 | 6.88 |
| Pattern#102.bmp | 37.66666667 | 5.75 | 5.61 | 5.43 | 8.97 | 2.84 |
| Pattern#114.bmp | 32.66666667 | 3.64 | 1.57 | 9.68 | 10.08 | 8.53 |
| Pattern#145.bmp | 24.66666667 | 5.23 | 6.87 | 4.88 | 5.95 | 3.25 |
| Pattern#148.bmp | 20.75 | 3.74 | 7.39 | 4.67 | 4.9 | 3.74 |
| Pattern#176.bmp | 43.88888889 | 10.05 | 3.11 | 8.67 | 6.55 | 9.07 |
| Pattern#192.bmp | 19.25 | 2.8 | 7.22 | 5.01 | 5.27 | 4.46 |
| Pattern#207.bmp | 33.375 | 4.48 | 4.8 | 6.1 | 5.24 | 5.58 |
| Pattern#212.bmp | 30.2 | 10.41 | 5.64 | 6.07 | 4.27 | 4.33 |
| Pattern#228.bmp | 16 | 4.83 | 5.93 | 5.44 | 5.29 | 4.57 |
| Pattern#230.bmp | 35.75 | 8.57 | 5.37 | 7.66 | 7.78 | 4.15 |
| Pattern#259.bmp | 32.125 | 7.76 | 9.87 | 3.15 | 2.7 | 1.8 |
| Pattern#260.bmp | 46.57142857 | 7.49 | 5.12 | 7.93 | 7.45 | 4.72 |
| Pattern#265.bmp | 34 | 4.72 | 6 | 5.78 | 4.31 | 5.09 |
| Pattern#273.bmp | 32.33333333 | 6.43 | 5.64 | 6.42 | 7.49 | 3.74 |
| Pattern#293.bmp | 21.66666667 | 4.4 | 6.92 | 5.16 | 4.36 | 4.46 |
| Pattern#319.bmp | 14 | 2.87 | 6.82 | 5.47 | 4.76 | 5.07 |

ものの、相関が認められた。

- (2) 各テーマごとに相関の強いレイヤーは表のようになった（表8-5）。相関が強かったレイヤー種は、「繊細な文様」、「派手な文様」、「力強い文様」などのテーマでは事前の予測に近いものであった。

事前の予測：派手な文様=明暗、繊細な文様=テクスチャ、軽快な文様=運動
力強い文様=ディテール、若者向けの文様=不明

ただし解析結果を検討したところ、レイヤー相互の関係において、構造レイヤーがディテールやテクスチャ等のレイヤーとの間で相関があったため、変数の選択において落とされることが多かったことが分かった。したがって構造レイヤーは選ばれにくい傾向があったものと思われる。

- (3) 「繊細な文様」に関してはテクスチャレイヤーの意味する密度感が重要であるという予測が確認できた。「派手な文様」に関しては運動レイヤーが負で大きいことから、方向性の感じられないもの、そして明暗レイヤーの絶対値

表8-4 重回帰分析の結果

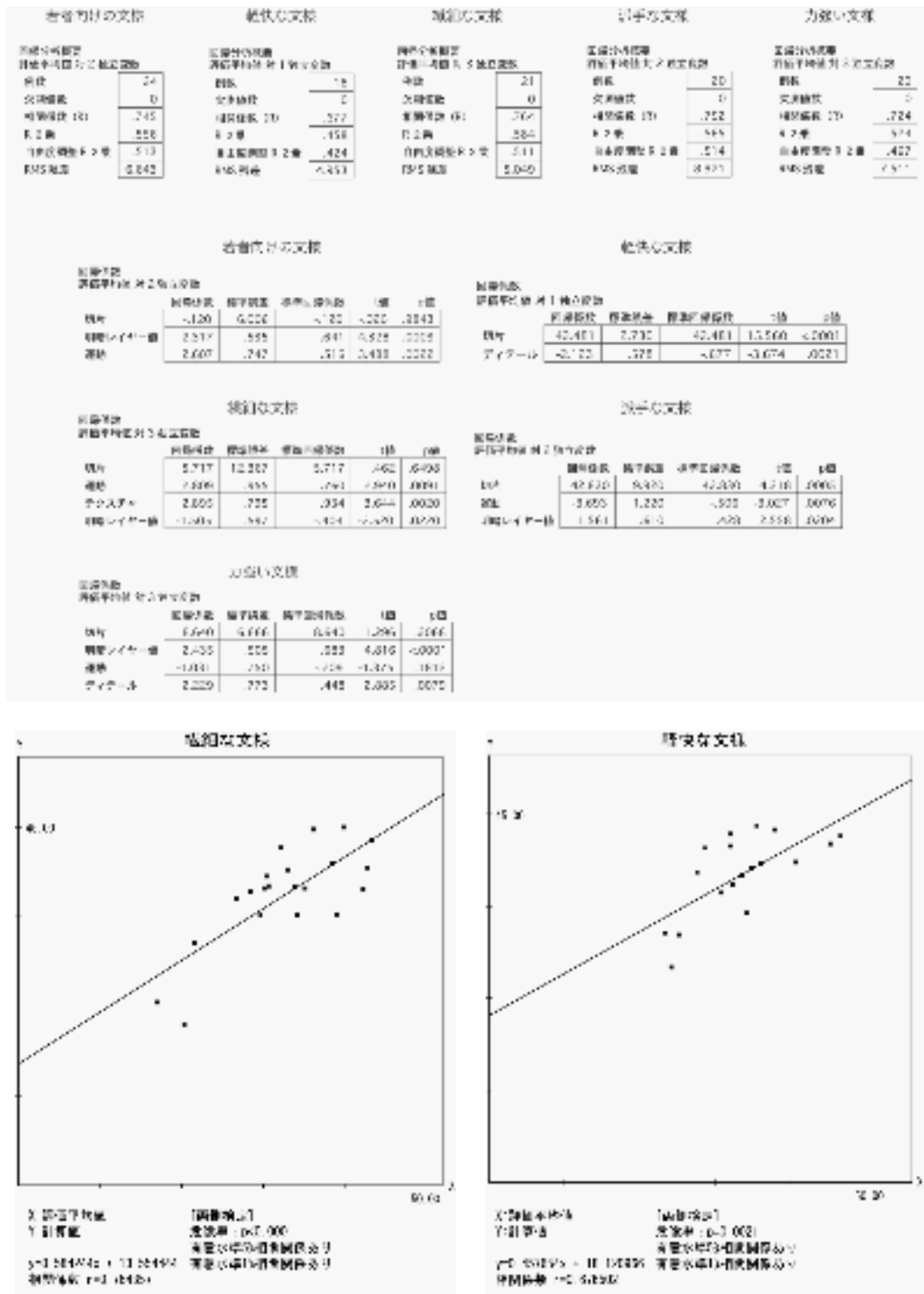


図8-3 重回帰分析の回帰直線と散布図

表8-5 各テーマのレイヤー順位と標準回帰係数

| | 繊細な | 派手な | 力強い | 軽快な | 若者向けの |
|---|----------------|--------------|----------------|-----------------|-------------|
| 1 | テクスチャ 0.934 | 運動 -0.506 | 明暗 0.683 | ディテール -0.677 | 明暗 0.641 |
| 2 | 運動 0.760 | 明暗 0.428 | ディテール 0.448 | | 運動 0.516 |
| 3 | 明暗 -0.404 | | 運動 -0.209 | | |

もそれに近い値であることから、明るさの印象が強いものが高い評価となっている。明るさの印象が派手さに結びつくことは予測通りであるが、運動レイヤーの値が負に大きいことについては理由の推測が困難であった。「力強い文様」については明暗とディテールが正で大きいことから、明るく大柄なものが力強さのイメージに対応していると考えられる。「軽快な文様」についてはディテールのみ負で対応していることから、要素の明確でない細かい柄が軽快さの印象に対応しているものと考えられる。

- (4) 事前の予測が困難だった、「若者向けの文様」というテーマについては、明暗レイヤーおよび運動レイヤーについて正の相関が強かった。これは、若者向けの文様とは、明るい感じの印象と、動きを感じさせるような印象が主たる要因となっているということが推測される。
- (5) 評価回数や評価対象となった文様の数に幅が見られたことは、評価テーマによって被験者の設定や評価が一致しやすいものと、逆に被験者間のばらつきが出やすいものがあったということを示していると考えられる。つまりテーマによって共通性が高く主観的要因が少ないテーマと、共通性が低く主観的な解釈の要因が大きいテーマがあると考えられる。したがって「調和のとれた文様」というテーマは検索設定や評価が一致しやすく、共通性が高いが、「力強い文様」というテーマは反対にばらつきが出やすく、共通性が低いものと考えられる。これは本論文で度々ふれてきた、トップダウン型処理の要

因と言い換えることができよう。感性評価にはトップダウン型処理の要因が大きいことが予想されるが、その働きが与えられたテーマや、デザインの属性というボトムアップ的要因との関係において異なることが考えられる。

以上の結果と考察から、感性評価の結果とみなしたテーマに関する印象評価と視覚認知構造の表現であるレイヤーの値が基本的に相関を有していることは確認されたと判断した。また、その対応は1例を除き理由が推測できるものであった。

8.4. 検索システムに関する考察

実験状況の観察（図8-4）や被験者の感想などから、検索について以下のよう
な点が明らかになった。

- (1) 被験者の行動や感想から、検索システムやそのインタフェースの操作性に関しては特に問題はないと考えられる。
- (2) 懸案事項であった、5種類の設定項目の意味の理解についても、特に理解できないといった感想は聞かれなかった。
- (3) 各設定項目の意味を理解させるために設けたアニメーションが、被験者の検索結果に対するイメージに影響を与えてしまうという問題があったため、アニメーションの表現には改良の余地がある。
- (4) 設定値を変えても同じ文様が検索されてしまうという問題があった。これはデータベースのサンプル数が少ないことによるものであり、サンプル数を増やせば解消すると考えられる。
- (5) なかなか設定時に持ったイメージに近い文様が出てこないという意見が多かった。5種類の特徴の設定値を合成して検索しているため、特徴の組み合わせによっては予測のつかない結果となる場合もあり、また(4)のサンプル数の問題もあるためと考えられる。

以上のような考察から、細部については改良の余地もあるものの、基本的に検索システムの利用に問題はないと判断した。



図 8-4 検索評価実験の状況

8.5. ニューラルネットワークによる解析

8.5.1. 解析の方法

重回帰分析によって、本研究が提案する視覚認知パターンの表現であるレイヤーの値が、感性評価の結果とみなしたテーマに関する印象評価と、基本的に相関を有していることが確認された。しかし、その相関係数が非常に高いものであるとはいえないことと、本来人間の感性的な印象がレイヤーの値と完全に線形的に対応しているとは限らないことが考えられるため、非線形解析であるニューラルネットワークプログラムによって同一の解析を行い、その結果が重回帰分析に対して向上するかどうかを確認することにした。

解析に用いるニューラルネットワークプログラムは、事例研究3で用いたANeronを同仕様で用いることとする。重回帰分析に用いたデータセットを用いて学習を行い、その結果得られる計算値と評価値との間で回帰分析を行って相関係数を求める。

8.5.2. 解析結果

5つの実験テーマについて、重回帰分析で相関が確認できたレイヤー種のレイヤー値と、検索評価実験のテーマ評価値の間でニューラルネットワークプログラムによる学習を行った。事前の試行により学習回数と中間層数を検討した。学習回数を1000回から500回ずつ増加させ学習を繰り返した結果、3000回以後ほぼ収束が見られたので、学習回数は4000回とした。中間層数は1から順次増やしながら学習結果を比較したところ、最初は学習結果が向上するが、中間層数9以上では逆に低下したので、8に決定した。学習係数は0.7、慣性項の値は0.8である。学習における誤差の推移の例をグラフに示す(図8-5)[注5]。学習は約10分前後で収束した。得られた学習結果による計算値と評価値の間で回帰分析を行い、相関係数を得た。回帰分析に用いたソフトウェアは統計JSTAT 7.0 for Windows、コンピュータ機器はIBM Aptiva 27Jである。解析の結果、相関係数は0.68から0.96程度の値となった。最も相関係数の高かった「繊細な文様」と、最も低かった「軽快な文様」の散布図と回帰直線を示す(図8-6)。

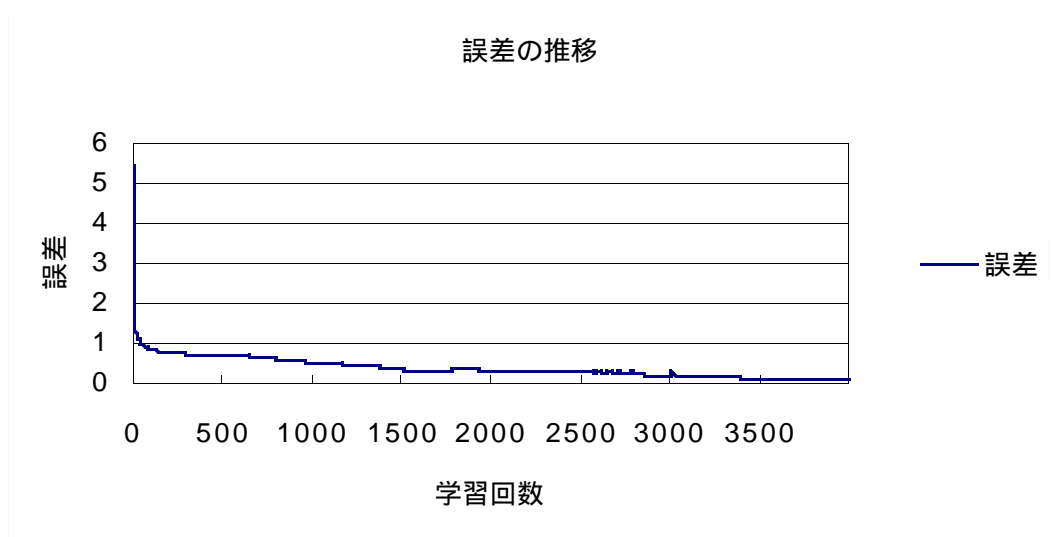


図8-5 学習による収束状況
(繊細な文様 4000回学習時の誤差の推移)

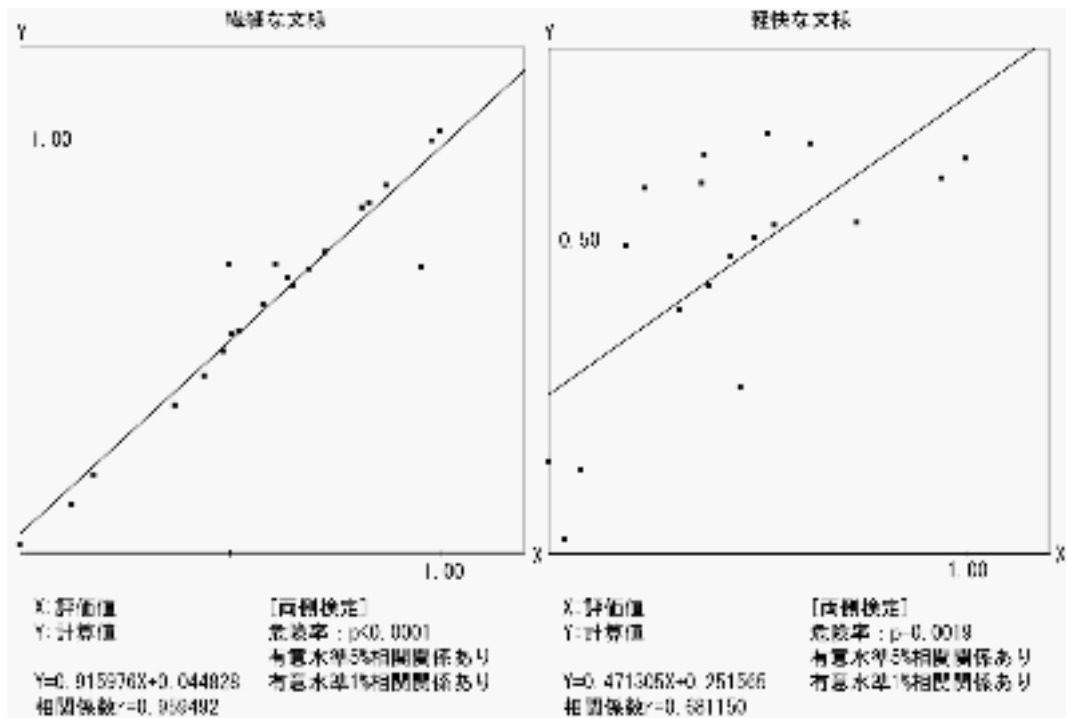


図8-6 ニューラルネットワークの学果による回帰直線と散布図

8.5.3. 解析結果の考察

ニューラルネットワークプログラムによる学習の結果、全てのテーマに関して、重回帰分析の結果を上回る相関係数が得られた（表8-6）。最も相関係数の低かった「軽快な文様」ではあまり向上が見られなかったが、「繊細な文様」、「力強い文様」などでは大きな向上が見られた。したがって、今回のテーマに関する評価については、非線形解析が線形解析よりも有効であることが確認された。ただし、実際の予測性能という点では交差検定による結果が重要であるが、交差検定を実行してみたところ今回の実験ではサンプル数が少なすぎて結果が大きく変動し、有意な結果が得られなかったため、この結果をもって予測性能と見なすことはできない。しかし今回の目的は同一条件で重回帰分析に対して結果が向上するかということであり、その点に関しては明らかに重回帰分析よりも向上したと言える。つまり今回のテーマに関しては、感性評価が非線形な性質を有しているということである。十分なサンプル数による検証は今後の課題としたい。

表 8-6 ニューラルネットと重回帰分析の比較

| | 繊細な | 派手な | 力強い | 軽快な | 若者向けの |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ニューラルネットによる相関係数 | 0.959 | 0.894 | 0.956 | 0.681 | 0.809 |
| 重回帰分析による相関係数 | 0.764 | 0.752 | 0.724 | 0.677 | 0.745 |

8.5.4.ニューラルネットワークに関する考察

これまでの研究の中では、事例研究3の検索アプリケーション開発に際しても今回の事例研究と同一のニューラルネットワークプログラムを用いて重回帰分析との比較を行なっている[注6]。しかしその時の結果では、重回帰分析とニューラルネットワークプログラムによる学習に、ほとんど相関係数の差が出なかった。同様のプログラムを用い、レイヤーに関する評価値という共通の値を一方の変数としているにも関わらず、今回はニューラルネットワークプログラムによる相関係数の向上が見られたのはなぜか、考察した。

事例研究3における学習と今回の学習の違いを考えると、第1には扱っているデータが違ふことがあげられる。一方にレイヤーに関する評価値を扱っていることは同様であるが、相関を求める対象となるデータとして、事例研究3では画像の特徴値を用い、今回はテーマに基づく感性評価値を用いた。この、テーマに基づく感性評価値が画像特徴値と異なり非線形性を有していることが考えられる。

そしてもう一つの相違点として、事例研究3では文様画像に対するパッシブな評価を行なってそれを目的変数としたが、今回の目的変数である感性評価値は、検索者の意識的な検索行為の結果に対する評価値であるということである。つまり目的変数として用いられた変数が、事例研究3では受動的に与えられた対象に対する評価であるのに対して、今回は能動的に自ら得た結果に対する評価である点が異なる。このことは、上記の感性評価値自体の非線形性と相まって、人間の主観的要素、つまりトップダウン型の処理要素の割合を増大させる結果となった

のではないかと推察される。

したがって、事例研究3の学習と今回の学習では学習するデータの性質が異なり、今回解析したデータの方がよりトップダウン的であり非線形的なデータであったため、今回は重回帰分析に比べニューラルネットワークプログラムの方が高い相関が得られたのではないかと考える。

8.6. 第8章の結論

本研究が提案する視覚認知構造概念と感性評価がどのように結びついているのかについて、文様デザインの検索評価実験を通してその関係を調査した。実験および解析の結果、各テーマのテーマ評価値と特定のレイヤー種のレイヤー値との間に一定以上の相関が見られたことから、本研究が提案するレイヤーという、人間の視覚認知パターンの分類を媒介として、デザインに関する人間の感性評価を記述するという手法の有効性が認められたと判断する。

ただし、この視覚認知構造の表現によって感性評価が完全に記述できるものではなく、主観的な要因との関わりにおいて一定の範囲で記述が可能であるというべきである。検索結果や評価結果の偏りからは、視覚認知的な要因によるボトムアップ的な性質と主観によるトップダウン的な要因の割合が、テーマによって異なることがうかがえる。したがって、我々が共通して持っている視覚的な特性によって記述できる感性評価の範囲には幅がある。つまりデザインに対する感性評価の要因には、一定ではないもののある範囲での共通性が存在し、それが視覚的性質から記述可能であることを本研究は明らかにしたものと考える。

また、重回帰分析による解析とニューラルネットプログラムによる解析の比較から、今回テーマとした能動的な評価による感性評価には非線形解析が有効であることが確認された。以上の結果から、レイヤーによる視覚認知構造の表現が感性評価の記述に有効であることを示すとともに、その具体的対応関係を明らかにすることができた。

したがって、本研究の段階的目的として第5にあげた、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述に対して一定の貢献ができることを示すことができた。

第8章の注および引用文献

- 1) 両角清隆, デザインにおけるイメージ評価用語の設定方法, デザイン学研究, No.74, 19-26, 1989
- 2) 派手な文様: 186回、繊細な文様: 219回、軽快な文様: 219回、調和のとれた文様: 126回、力強い文様: 273回、若者向けの文様: 222回
- 3) 派手な文様: 57、繊細な文様: 54、軽快な文様: 47、調和のとれた文様: 49、力強い文様: 56、若者向けの文様: 63
- 4) 派手な文様: 20、繊細な文様: 21、軽快な文様: 18、調和のとれた文様: 12、力強い文様: 29、若者向けの文様: 24
- 5) 誤差は、1データごとの学習の誤差(教師信号 - 出力値)を2乗し、その総和をとっている。
- 6) 第7章7.9.7.および7.9.8.を参照。

第9章 事例研究5・視覚認知パターンの関係と性質

9.1. 事例研究5の概要

9.1.1 事例研究5の目的

9.1.2 研究の方法

9.2. 解析手法

9.3. 解析の結果

9.4. 解析結果の考察

9.4.1. 軸のネーミング

9.4.2. 結果の解釈

9.5. 事例研究を通じたレイヤーに関する考察

9.5.1. レイヤーの相互関係

9.5.2. レイヤーの性質

9.5.3. レイヤーの階層性と選択要因

9.6. 第9章の結論

9.1. 事例研究5の概要

9.1.1. 事例研究5の目的

事例研究5では、本論文における事例研究の締めくくりとして、文様デザインに対する視覚認知パターン、すなわち本研究で提案したレイヤーの関係および性質について調査する。事例研究1で定義し、分類した5種類のレイヤーは本来、因子分析における直交解から解釈しており、その相互関係は統計的には独立であると考えられる。しかしその性質を考えた場合、5種類のレイヤーは必ずしも無関係なものではなく、視覚認知やその印象に関して何らかの相互関係を有しているはずである。また、事例研究3の重回帰分析において、各レイヤーに関する印象評価が共通する画像特徴値によって記述されたことから、それらの画像特徴値を媒介にレイヤー間の相互関係を解析することが可能であると考えられる。したがって解析的手法により、5種類のレイヤーの関係や性質の違いを明らかにすることを事例研究5の目的とする。

9.1.2. 研究の方法

レイヤーの評価値と特徴値を用いて解析を行ない、5種類のレイヤーがどのような関係の上に存在しているのかを、各特徴値との相関から明らかにする。事例研究3で用いたレイヤーの評価値と特徴値を用いて正準相関分析による解析を行なう。重回帰分析で各レイヤーと対応した特徴値のデータ集合を説明変数とし、5つのレイヤーの評価平均データを目的変数として解析する。解析の結果により、5種類のレイヤー間の相関を明らかにする。そしてその結果から、レイヤー間の相互関係およびレイヤーの性質、さらにそれらが視覚認知においてどのような意味を持つのかを、これまでの事例研究の結果もふまえて考察する。解析の概要を図で示す(図9-1)。

9.2. 解析手法

本事例研究では、解析手法として正準相関分析を用いる。朝野によれば、「多変量解析は、そのほとんどが正準相関分析に理論的基礎をおく」ことから、「論

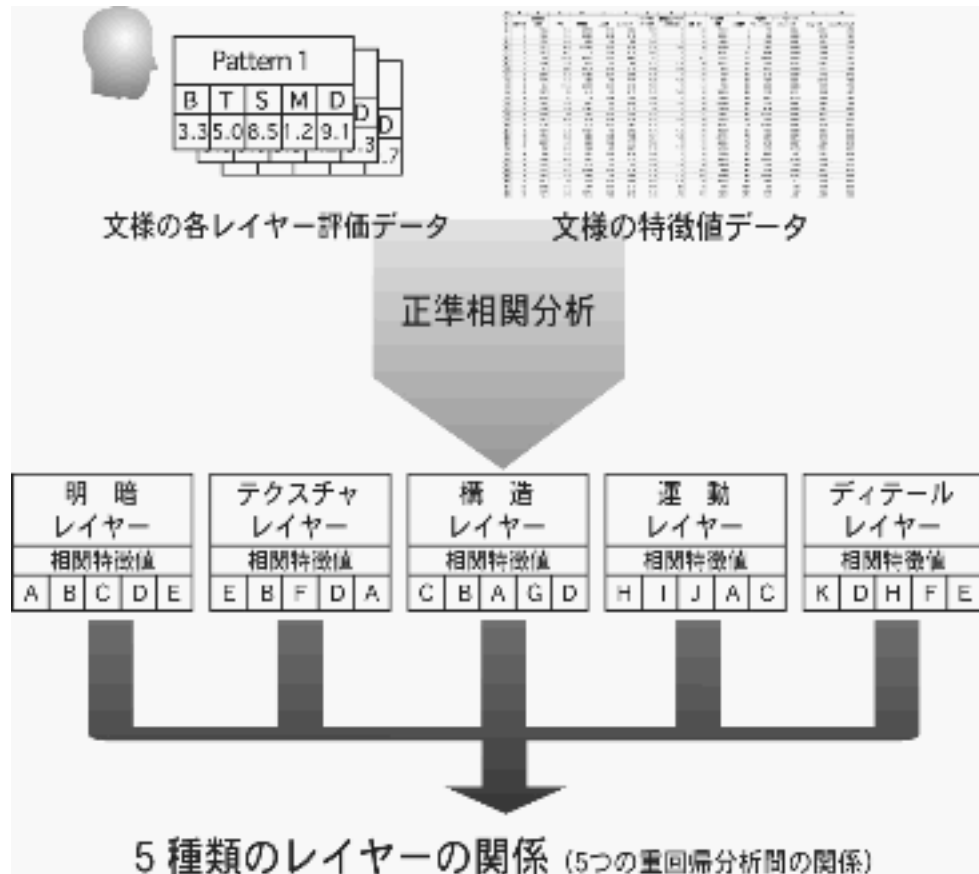


図9-1 解析の概要

理的な意味で多変量解析の総本山といえる」解析手法である [注1]。

これは、重回帰分析、判別分析、数量化理論の各類などがいずれも正準相関最大化原理にしたがっているからである。正準相関最大化原理とは、ベクトル f と g があり、この2つのベクトルのなす角度 θ が最小になるとき、2つのベクトルの相関係数 r が最大になるというものである。この相関係数を正準相関係数と呼び、次式で表す。

$$r = \cos(\theta) = \frac{(f, g)}{|f||g|}$$

この原理を用いて、1組の多変量データに関して相関を最大化することを行なうのが重回帰分析であるが、正準相関分析はその処理を副数組の多変量データに関して行なうものである。つまり目的変数（基準変数）が複数存在し、それらを

同時に処理することによって、その結果から目的変数間の関係を読み取ることが可能となる。また、正準相関分析では因子分析や主成分分析と同様に、目的変数の数と同数の複数の軸（共通因子や主成分に相当する）が抽出され、それらをどのように解釈するかによって性質を判断するプロセスが存在する。正準相関分析の結果得られる代表的な値として重み係数と構造係数があるが、これらは重回帰分析における偏回帰係数と標準偏回帰係数に相当するものであり、基準変数間の関係を示す。特に、軸の解釈においては各軸の構造係数の値が重要である。

9.3. 解析の結果

正準相関分析を実施した。使用したソフトウェアは、EXCEL 多変量解析 ver.5.0、コンピュータ機器はIBM Aptiva 27Jである。事例研究3の検索アプリケーション開発の際に使用した文様100種の評価データを目的変数として用い、重回帰分析において各レイヤーに結びつけられた13種の特徴値（表9-1）[注2]を説明変数に用いた。ただし試行の結果、差分統計における「モーメント90」の値はほとんど相関が見られなかったのので後に割愛した。したがって12種の特徴値を説明変数とした。解析の結果、2軸までが有効と判断した。試行の段階では3軸以下も抽出したが、3軸以下は固有値および正準相関が低いので省略した。各軸における相関係数の高いレイヤーとして、1軸では明暗レイヤー、テクスチャレイヤーの相関が、2軸では他の3つのレイヤーの相関が明確に読み取られた（表9-2）。ただし2軸においては、テクスチャレイヤーの負の相関も高い。p値による分析精度の判定では、1,2軸とも0.01以下の十分に小さな値となり、解析は有効であると判定された。

表 9-1 正準相関分析に用いた特徴値（差分統計のモーメント 90 は後に割愛）

| 分類 | 画像統計 | | フラクタル次元 | | 基本並進ベクトル (自己相関) | 単位画像 (自己相関) |
|-----|------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| 統計値 | 平均 | 占有率 | フラクタル次元 | | 大きさの法 | 単位ベクトル (人) |
| 分類 | ランレングス統計量 (9=0°) | | ランレングス統計量 (9=90°) | | 周辺差分 | 差分統計 (6=0°) 差分統計 (9=90°) |
| 特徴値 | %uniformity 0 | Percentage 0 | Entropy 0 | Long r. = 90 | 全方向偏置の平均偏置差 | 平均 0 モーメント90 |

表9-2 正準相関分析の結果（判定の**はp値が0.01未満であることを示す）

| [合計・平均値・標準偏差表] | | | |
|----------------|--------------|------------|------------|
| | 合計 | 平均値 | 標準偏差 |
| [説明変数] | | | |
| 平均 | 7756.4000 | 77.5640 | 164.5008 |
| 占有率 | 1400.0000 | 14.0000 | 3.9207 |
| フクナル次元 | 149.3100 | 1.4931 | 0.1547 |
| nonuniformity0 | 151177.0000 | 1511.7700 | 1028.9738 |
| percentage0 | 3.2780 | 0.0328 | 0.0259 |
| entropy0 | 348.4100 | 3.4841 | 0.4045 |
| long run00 | 332394.0000 | 3323.9400 | 6557.4427 |
| 並進ベクトルの比 | 148.1100 | 1.4811 | 1.4074 |
| 平均0 | 278.8480 | 2.7885 | 1.9805 |
| 全方向周辺分布 | 213565.0000 | 2135.6500 | 1201.5584 |
| 面積 | 1208528.0000 | 12085.2800 | 15835.8026 |
| ベクトル(大) | 10079.7000 | 100.7970 | 61.9250 |
| [目的変数] | | | |
| 明暗 | 560.8000 | 5.6080 | 2.9240 |
| テクスチャ | 607.2000 | 6.0720 | 3.0254 |
| 構造 | 648.8000 | 6.4880 | 2.8874 |
| 運動 | 638.8000 | 6.3880 | 2.7099 |
| ディテール | 585.2000 | 5.8520 | 2.9581 |

| [重み係数] | | | [構造係数] | | |
|----------------|---------|---------|----------------|---------|---------|
| | 軸 1 | 軸 2 | | 軸 1 | 軸 2 |
| [説明変数] | | | | | |
| 平均 | -0.0022 | 0.0988 | 平均 | 0.2393 | 0.6552 |
| 占有率 | 0.4796 | 0.2937 | 占有率 | 0.9427 | 0.2485 |
| フクナル次元 | 0.3330 | 0.2898 | フクナル次元 | 0.9215 | -0.0783 |
| nonuniformity0 | -0.0504 | 0.2387 | nonuniformity0 | 0.4284 | -0.2829 |
| percentage0 | 0.3221 | 0.0838 | percentage0 | 0.7057 | -0.4847 |
| entropy0 | 0.2190 | 0.0321 | entropy0 | -0.2458 | 0.2701 |
| long run00 | 0.0777 | 0.1887 | long run00 | -0.3250 | 0.3241 |
| 並進ベクトルの比 | -0.0745 | 0.1266 | 並進ベクトルの比 | -0.1536 | 0.0465 |
| 平均0 | 0.0314 | -0.2088 | 平均0 | 0.2594 | 0.2389 |
| 全方向周辺分布 | 0.0590 | 0.4118 | 全方向周辺分布 | 0.5703 | 0.5903 |
| 面積 | -0.0579 | -0.2212 | 面積 | -0.3043 | 0.3909 |
| ベクトル(大) | -0.1063 | 0.2819 | ベクトル(大) | -0.4088 | 0.4884 |
| [目的変数] | | | | | |
| 明暗 | 0.9161 | 0.6126 | 明暗 | 0.9118 | 0.4018 |
| テクスチャ | 0.2503 | -0.7825 | テクスチャ | 0.8091 | -0.7860 |
| 構造 | 0.0378 | 0.1342 | 構造 | -0.3588 | 0.7279 |
| 運動 | -0.0423 | 0.2542 | 運動 | -0.4054 | 0.6489 |
| ディテール | -0.0885 | -0.1685 | ディテール | -0.4148 | 0.6907 |

| [冗長性係数] | | |
|---------|----------------------|----------------------|
| 軸 | R ₁ (X/Y) | R ₂ (Y/X) |
| 1 | 0.6682 | 0.3130 |
| 2 | 0.1238 | 0.3566 |
| 合計 | 0.4974 | 0.7286 |

| [分析結果] | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-----------|-------|---------|----|------------|------|
| 軸 | 固有値 | 正準相関 | ウィルコクソンのU | カイ自乗値 | 自由度 | p値 | 判定 | |
| 1 | 08473 | 09731 | | 00041 | 450021 | 83 | 1.3897E-36 | [**] |
| 2 | 08363 | 08148 | | 00770 | 2308476 | 44 | 3.9154E-23 | [**] |

9.4. 解析結果の考察

9.4.1. 軸のネーミング

解析の結果得られた2つの軸を解釈し、ネーミングを行なった。明暗レイヤー、テクスチャレイヤーが分類された1軸では、面積統計の値である「占有率」、そして「フラクタル次元」との相関が突出して強くなっており、7.5.5.において予測したように、統計的解析の特徴値との相関が強い。また、2軸では統計的解析である「平均」の値も高いものの、「周辺分布」、単位画像の「ベクトル」、ランレングス特徴量の「percentage0」などの構造的解析による値が同水準で並び、全体としては構造的解析の特徴値との相関が強いといえる。したがって1軸を統計的評価軸、2軸を構造的評価軸と名付けた。ただし2軸ではテクスチャの負の相関も高くなっているが、これは十分密度が粗くないと構造的特徴を読み取れないということで、密度の粗いものほど構造的特徴を読み取りやすいということと考えられる。

9.4.2. 結果の解釈

正準相関分析は複数の重回帰分析の関係を解析していることに相当するため、この結果で抽出されている軸は、共通する複数の画像特徴値の組み合わせによってうまく記述できるレイヤーの関係である。そしてその順位とは、画像特徴値によって記述されやすい性質のレイヤー順位といえるであろう。したがってこの結果から読み取れるのは、画像の特徴から喚起されやすい（画像特徴値と相関が強い）のは統計的特徴であり、構造的特徴はそれに準ずるということである。ただしこれによって統計的評価の特徴が常に先に見られると断言することはできない。これまでにもふれてきたように、実際の視覚認知にはトップダウン型処理との相互作用が働いており、この結果はボトムアップ的性質の部分を示していると思われるべきである。

この軸解釈を視覚的な性質から言い換えると、1軸は全体のニュアンスを見ており、2軸は形態的特徴を追っていると表現することができる。この2軸に分類された見方は、事例研究1の考察において視覚認知パターンをレイヤーと命名し

た際に述べたように、対象の全体を漠然と眺めた場合と、その細部形状を読み取った場合の見方の違いという概念と一致する。そして上記のように両者には、全体的ニュアンスが喚起されやすく、次いで形態的特徴という関係が存在するものと考えられる。

本解析結果によって、レイヤーがその性質から大きく2つに分類され、そのそれぞれが2種類および3種類のレイヤーから構成されていることがわかったことから、第5章においてレイヤーという名称の元となった、視覚認知構造に関する階層的な解釈が統計的に裏付けられたといえよう(図9-2)。

9.5. 事例研究を通じたレイヤーに関する考察

9.5.1. レイヤーの相互関係

上記の事例研究5の結果をふまえ、これまでの事例研究全体を通じて明らかになったレイヤーの関係や性質について総合的に考察する。

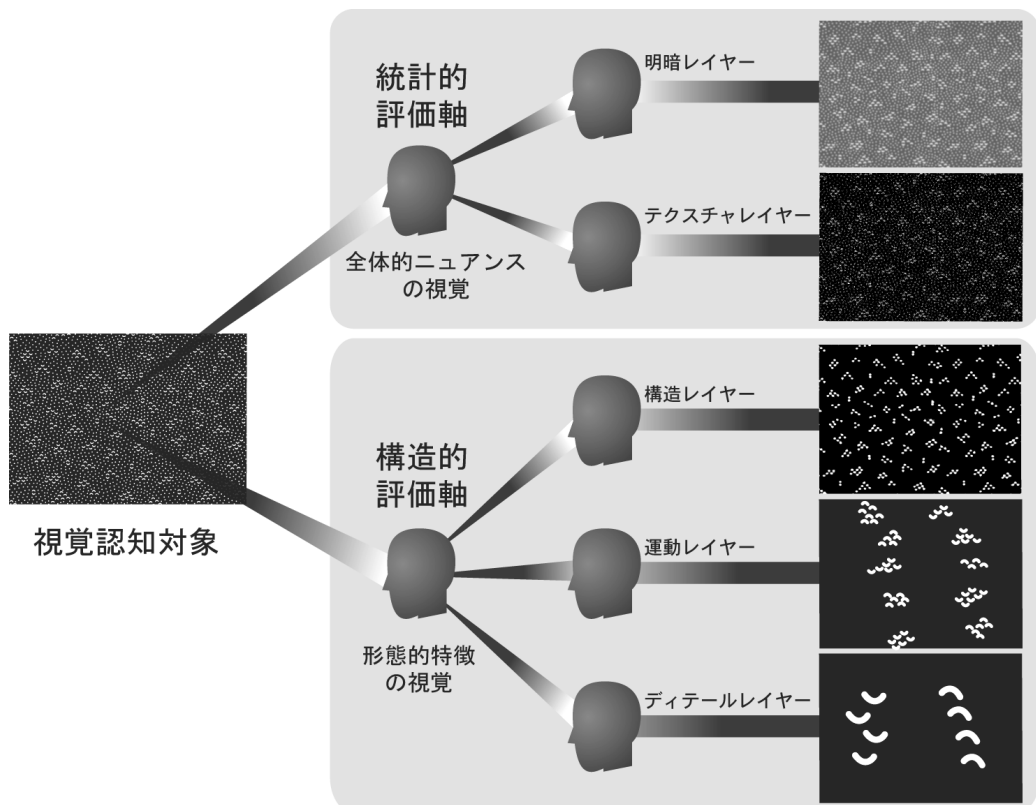


図9-2 レイヤーの階層性

レイヤー間の相互関係については、上記の事例研究5で、レイヤーが大きく2種類に分類され、そのうち明暗レイヤーとテクスチャレイヤーの属する統計的評価軸に関するレイヤーが、他のレイヤーに比べて画像特徴値との相関が強く、喚起されやすい性質を持つことがわかった。この点について、事例研究2の実験3における10種類の文様のレイヤー印象度評価の結果を基に確認した[注3]。5種類のレイヤーの順位表で、統計的評価軸のレイヤー（明暗レイヤーおよびテクスチャレイヤー）の部分を網掛けすると表のようになり（表9-3）、統計的評価

表9-3 実験3における各文様のレイヤー印象度評価値の順位

| レイヤー 順位 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 文様1 | 構造 | テクスチャ | 明暗 | ディテール | 運動 |
| 文様2 | 運動 | 構造 | ディテール | テクスチャ | 明暗 |
| 文様3 | ディテール | テクスチャ | 明暗 | 運動 | 構造 |
| 文様4 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | 運動 | 構造 |
| 文様5 | 明暗 | ディテール | テクスチャ | 構造 | 運動 |
| 文様6 | 運動 | テクスチャ | 明暗 | 構造 | ディテール |
| 文様7 | 構造 | テクスチャ | ディテール | 明暗 | 運動 |
| 文様8 | 運動 | テクスチャ | 明暗 | ディテール | 構造 |
| 文様9 | 構造 | 明暗 | テクスチャ | ディテール | 運動 |
| 文様10 | 運動 | 構造 | テクスチャ | 明暗 | ディテール |

軸に属する2種類のレイヤーが上位3位までに属する率が高いことがわかった[注4]。また、2種類のレイヤー順位は連続しているか近い場合が多く、両者の関連性を感じさせる結果となっている。したがって、個々の文様としては最上位にその文様に特徴的な構造的評価軸のレイヤーが来る場合が多いものの、全体的な傾向として上記の結果が裏付けられた。

そしてこのことは、実験4において選好評価に最も相関が強いレイヤーがテクスチャレイヤーであったこととも関係していると思われる[注5]。統計的評価軸のレイヤーが全体的傾向として見られやすいとすれば、そのことによって感性評価における判断も影響を受けている事が予測されるからである。テクスチャレイヤーに次いで相関が強かったのが構造レイヤーであったことは、統計的評価軸のレイヤーと構造的評価軸のレイヤーの関係においては統計的評価軸が優先されるものの、それが何らかの要因から選択されなかった場合には、もう一方のグループが選択され、その中でも全体的な印象に近い構造レイヤーが選択されやすいものと考えられる。ただしこの場合、もうひとつの統計的評価軸のレイヤーである明暗レイヤーの影響が相対的に低いことが問題になるが、これは選好評価という課題においてはテクスチャレイヤーの方が選好判断の動機になりやすいことを物語っているものと思われる。

また、このレイヤーの認知されやすさの順位について、第7章の評価実験の考察[注6]では、被験者の感想として、評価が容易なのは明暗およびテクスチャレイヤーで、困難なのは構造レイヤーであったという指摘があり、上記の考察を裏付けるものである。この評価実験はレイヤーごとに評価をしているため、同時に全レイヤーを比較して述べた感想ではないが、被験者が統計的評価軸のレイヤーである明暗レイヤーとテクスチャレイヤーを、他のレイヤーより直感的に判断しやすいと感じている点は本考察と符合する。

9.5.2. レイヤーの性質

第5章におけるレイヤーの定義において、各レイヤーが意味する性質は実験結果の考察によるものであり、その時点では画像の属性などとの対応

の根拠を持つものではなかった。しかし第7章の特徴値との対応付けや事例研究5の正準相関分析によって、その対応が確認できた。そこで、あらためて各レイヤーがどのような性質によるものであるかについて考察する。

これまでの事例研究で、各レイヤーの性質については事例研究2の実験3で造形原理用語との結びつきから考察しており[注7]、また事例研究3の重回帰分析の結果においては、特徴値との結びつきから同様の考察をしている[注8]。そこで、用語による印象的記述と特徴値との関係による属性的記述を比較することで、各レイヤーの性質を掘り下げることとする。

明暗レイヤーについて、実験3の考察では「ドットの疎密やレイアウトのバランスが明暗を感じさせる要因となっていることが考えられる」としており、重回帰分析の考察では、「図となる白の部分の全体に占める面積の割合や、分布の仕方における複雑性が要因として大きいと考えられる」としている。これらの記述はよく符合しており、明暗レイヤーが、白い部分の全体的配置という統計的評価軸に基づくものであることを示しているといえよう。

次にテクスチャレイヤーであるが、実験3の考察では、「形状的な特徴よりも均一的な配列によって特定の部分に対する注目が起こらないような規則性や単純性が重要な要因となっているものと思われる」と述べ、重回帰分析の考察では「図の要素とその配置における長さや均一さなどの要因が強く、要素ピッチが短いほど印象が強い」と述べている。これらの記述もよく一致しており、テクスチャレイヤーが全体の分布によるものであり、特定の要素の形状によらないものであることが理解できる。

構造レイヤーについては、実験3の考察では「規則的な配列によって全体が整った印象を与えるような表現が有効であると考えられる」としており、重回帰分析の考察では「要素ピッチが長いほど印象が強い(中略)、また特定の角度への方向性が規則的な印象を強めていることが考えられる」と述べている。これらの記述から構造レイヤーは、構造的な配置という要素間の関係性に基づくものであること、つまり構造レイヤーとは配列規則

であるということが明らかである。

運動レイヤーについては、実験3の考察では「特定の方向性を持ち、連続しているように見える造形がその印象を形成していると判断できる」と述べており、重回帰分析の考察では「特定角度への分布の偏りや、配列の移動量によって文様に特定の方向性を感じている」と述べている。これらの記述から運動レイヤーとは、要素の移動によって連続的な印象が発生している状態であると考えられる。

ディテールレイヤーに関しては、実験3の考察では「形状的な理解のしやすさや、形状と形状の関係性、歪みなど形の不安定さによって視覚的な注意が喚起されやすいことが推察される」としており、重回帰分析の考察では、「単位要素自体の大きさ、および要素ピッチが大きいことが、文様の部分的特徴である、反復している要素に対する着目度を高めているということが考えられる」としている。これらの記述から、ディテールレイヤーとは単位要素の目立ちやすさであり、それは主に要素の大きさや独立性によっていると考えられる。

以上の記述の比較から、印象的記述による方法と属性的記述による方法の共通性が確認でき、レイヤーの基本的性質が明確になったといえよう。

9.5.3. レイヤーの階層性と選択要因

事例研究1の考察において視覚認知パターンにレイヤーと名付けた際、その名称を用いた意図は、同一対象の属性の読み取り方で複数の見方が存在することを比喩的に表現することであり、レイヤーという語の利用は感覚的なものであった。しかし上記の正準相関分析を用いた解析によって、レイヤーがその性質から2つに分類され、それぞれ2種類および3種類のレイヤーから構成されていることがわかり、感覚的だった視覚認知構造に関する階層的な解釈が、統計的に裏付けられた。したがって、5種類のレイヤーは階層的な関係の下に選択される構造にある。しかし、その選択が行われる要因については明らかになっていない。本研究で明らかにしてきた、対象の属性から喚起されるポ

トムアップ型の要因だけではなく、これまでも指摘してきたトップダウン型の要因など、いくつかの階層選択の要因が存在することが予想される。以下では、第7章で評価実験の際に行った考察に基づき[注9]、レイヤーの階層選択の要因について考察する。

第7章の評価実験の考察では、評価者の行動や感想から、視覚的な印象や評価が変化する現象について述べた。本章においてレイヤーの階層性が確認できたことから、あらためて階層選択という観点でこの評価実験の結果を考察し直し、そこに読み取れる階層選択の要因の存在を示すことにする。

第7章の評価実験の考察ではその(2)として、「同一人物でも、どこを見たかによって評価はその都度異なる」ことをあげている。実験中、一通り評価を行った後で全体を見直すと、印象が異なるということがよくあり、「対象に目を向けたときに最初にどの部分に注目したかによって、その時の印象が規定されるものと考えられる」としている。この現象の原因は特定できないが、少なくとも見る時の状況によって見方が変化することがあるということを示している。つまりこれは、レイヤーという階層選択が見るときの状況的要因によって切り替わるということを示しているといえよう。(状況要因)

次に、考察の(3)では、「経験によって印象は変化する」ことをあげている。評価を繰り返すことによって、評価自体が変化してくる傾向が見られ、「直感的な判断にも、経験的な知識が影響しているということがわかった」としている。これは経験的要因によって視覚的な階層選択が影響を受けるということを示しているといえよう。この要因はトップダウン型処理の一種であると考えられる。(経験要因)

そして(4)としては、「見る距離によって印象は異なる」ことをあげている。手に取って評価したときと、全体を並べて見たときで印象が変化し、「文様のどこを見たのかという点で、距離が離れることによって細部に目が行かなくなるため印象が変化してくるものと思われる」としている。これは対象との距離によって選択されるレイヤーが変化してくるということであり、距離要因というべきであるが、より一般性のある表現をすれば他の条件も含め、対象が認知される際の

環境要因ということができよう。(環境要因)

最後に、(5)では「被験者間で見方や印象は異なる」ことをあげている。個人によって文様の目をつけるポイントが異なることがわかり、「ある被験者は黒い部分を見て印象を決定し、他の被験者は白い部分を見て印象を決定しているというようなことが文様の様々な特徴に関してみられる」としている。これは典型的なトップダウン型の要因であり、個人の主観的な違いによって視覚認知構造の階層選択に違いが存在するということである。(主観要因)

以上見てきたように、階層選択の要因として、状況要因、経験要因、環境要因、主観要因の4種類が明らかになった。これに、対象の属性による対象要因を加えれば、少なくとも5種類の選択要因が存在するといえよう。これらの要因の相互作用によってレイヤーの選択、つまり視覚認知構造の階層選択は影響を受けており、その選択は刻々と変化するダイナミックなものであると考えられる。そしてそのことが、感性評価にも影響を与えていることはこれまでの本研究の成果から明らかである。

9.6. 第9章の結論

レイヤー間の関係や性質の違いを明らかにすることを目的とした正準相関分析によって、第1軸に統計的評価軸、第2軸に構造的評価軸が抽出され、それぞれ全体のニュアンスの視覚と形態的特徴の視覚に対応していると考察された。その順位から全体的ニュアンスが喚起されやすく、次いで形態的特徴という関係が存在するものと考えられ、視覚認知構造に関する階層的な解釈が統計的に裏付けられた。

この結果をふまえ、これまでの事例研究全体を通じてレイヤーの関係や性質について考察した。実験3における10種類の文様のレイヤー印象度評価の結果を確認したところ、統計的評価軸に属するレイヤーが上位3位までに属する率が高いことがわかり、正準相関分析の結果が裏付けられた。この結果は実験4において、選好評価に最も相関が強いレイヤーがテクスチャレイヤーであったこととも関係していると思われる。

用語による印象的記述である実験3と、特徴値による属性的記述である事例研究3の重回帰分析の結果の比較から、各レイヤーの性質を考察した。明暗レイヤーは白い部分の全体的配置に基づくものであること、テクスチャレイヤーは全体の分布によるものであり特定の要素の形状によらないものであること、構造レイヤーとは配列規則であるということ、運動レイヤーとは、要素の移動によって連続的な印象が発生している状態であること、ディテールレイヤーとは単位要素の目立ちやすさであり、要素の大きさや独立性によっているということなどがわかった。

第7章の評価実験の結果に基づき、レイヤーの階層選択の要因について考察した結果、階層選択の要因として、状況要因、経験要因、環境要因、主観要因の4種類が明らかになった。対象要因を加え、少なくとも5種類の選択要因が存在すると考えられる。これらの要因の相互作用によって階層選択は影響を受けており、その選択は変化するダイナミックなものであると考えられる。

第9章の注および引用文献

1) 朝野熙彦, 入門多変量解析の実際 第2版, 講談社, 115-121, 2000

以下の文献も参考にした。

内田治ほか, アドインによる多変量解析, 東京図書, 177-192, 2003

菅民郎, 多変量統計分析, 現代数学社, 283-300, 1996

柳井晴夫ほか, 複雑さに挑む科学, 講談社, 171-173, 1976

2) 第7章の表7-5, 7-6を参照。関係付けの候補とした全特徴値については7.8.2.および表7-3を参照。

3) 第6章6.2.7.および表6-8を参照。

4) 10種類の文様における明暗とテクスチャの出現回数20回のうち、上位3位までに80%にあたる16が入っている。

5) 第6章6.3.5.および表6-10を参照。

6) 第7章7.7.3.の(1)を参照。

7) 第6章6.2.7.を参照。

8) 第7章7.8.5.を参照。

9) 第7章7.7.3.の(2)~(5)および図7-26を参照。

結 論

第 1 章 各章の概略

第 2 章 包括的考察

2.1. 視覚認知構造概念の導入

2.2. デザインの視覚認知構造における階層性

2.3. 文様デザインに対する鑑賞者の認知特性

2.4. 画像特徴値によるレイヤーの記述

2.5. デザインに対する視覚認知と感性評価

2.6. デザインにおける支援としての意義

第 3 章 本論文の結論

第 4 章 今後の展望

第1章 各章の概略

第1章では認知と視覚認知に関する概観を行い、その定義及び研究の状況、本研究の位置づけを示した。そしてデザインに対する視覚認知に関する本研究の問題提示を行った。造形物の視覚認知において、体制化の相違による視覚的な選択の問題が存在することを考察によって示した。

第2章では文様の定義と文様研究に関する概観を行い、文様研究の領域における本研究の位置づけと文様を扱うことの意味を明らかにした。視覚認知研究の対象としての文様の性質を述べ、本研究が文様の造形表現における視覚認知的性質を扱うものであることを定義した。

第3章ではデザイン支援について論じた。支援の定義と研究の概観、そしてデザインにおける視覚認知構造の問題が、デザイン支援にどのように関わるかを述べた。本研究においてデザイン支援を、認知的あるいは感性的な評価構造に関する知識を提供すること、およびそれを文様デザインデータベースに応用することで行うとした。

第4章では感性評価に関する定義及び研究の概観を行い、本研究の仮説を提示した。デザインに対する見方には多様性があり、同一の対象物を見ているにもかかわらず、様々な要因によって異なる体制化が行われ、多様な見方が存在するのではないかと、その見方の違いの結果として感性評価も異なるのではないかと仮説に立つことを述べた。

第5章では事例研究1として文様デザインに対する視覚認知パターンの表現を試みた。実験1では文様デザインに対する印象評価実験を行い、解析結果から文様デザインに対する視覚認知パターンを表現する画像を作成した。実験2ではその画像表現の妥当性を検証する評価実験を行い、一部を除いて妥当性が得られた。結果の考察から鑑賞者が選択している視覚認知パターンを分類し、レイヤーと呼ぶこととした。5種類のレイヤーを定義し、全体的な特徴をとらえたレイヤーが上位に選択されやすい傾向が認められた。同一の文様の認知において複数のレイヤーの選択が確認されたことから、文様デザインの視覚認知において複数の見方が存在するという

仮説が検証された。

第6章では事例研究2として、評価実験に基づき造形原理用語とレイヤーの関係、レイヤーと選好評価の関係を解析した。実験3では5種類の各レイヤーに關係の強い造形的特徴が明らかになった。そして実験4ではレイヤーと文様デザインの選好の關係が確認された。解析の結果から、鑑賞者が部分的な特徴よりも全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いことが分かった。

第7章では事例研究3として、事例研究1および2で明らかになった視覚認知に関する知識を、文様デザインデータベースの検索法に応用した研究について述べた。視覚認知パターンの表現であるレイヤーをデータベースの検索因子として用いることで、従来困難であった伝統的文様のデザインデータベースの検索が行えることを示し、実際に利用可能な検索システムを開発することができた。

第8章では事例研究4として、開発した文様デザインデータベースの検索アプリケーションを用いて検索評価実験を行い、各テーマのテーマ評価値と特定のレイヤー値との間に一定以上の相関が見られた。ニューラルネットによる解析では重回帰分析よりも結果が向上した。したがって本研究が提案するレイヤーを媒介として、デザインに関する人間の感性評価を記述するという手法の有効性が認められた。視覚認知構造の表現によって感性評価が完全に記述できるものではないが、主観的な要因との関わりにおいて一定の範囲で記述が可能であるということができる。

第9章では事例研究5として、本研究で得られたレイヤーの關係および性質を調査した。解析の結果、第1軸に統計的評価軸、第2軸に構造的評価軸が抽出され、視覚認知構造に関する階層的な解釈が統計的に裏付けられた。そして事例研究全体を通じて各レイヤーの性質および選択の要因について考察した。視覚認知構造の階層選択の要因として、状況要因、経験要因、環境要因、主観要因、対象要因などの選択要因が存在すると考えられる。これらの相互作用によって視覚認知構造の階層選択は影響を受け、変化すると考えられる。

第2章 包括的考察

2.1. 視覚認知構造概念の導入

従来の感性研究やデザイン評価研究で試みられてきた、造形物の属性と人間の感性評価を対応させる手法のほとんどは、造形物の属性を一つの多次元空間として考え、人間の感性空間も同様に多次元空間と仮定してその対応付けをしようとするものであった。しかし本研究の提案は、その属性空間と感性空間の間に視覚認知に関する空間を設定することで、造形物と感性評価の対応付けをより効果的に行わせようとするものである（図10-1）。その有効性を示すため、はじめに文様デザインに対する鑑賞者の評価を実験によって収集し、その分類結果をレイヤーとして定義した。このレイヤーが視覚認知パターンの表現であることを示し、

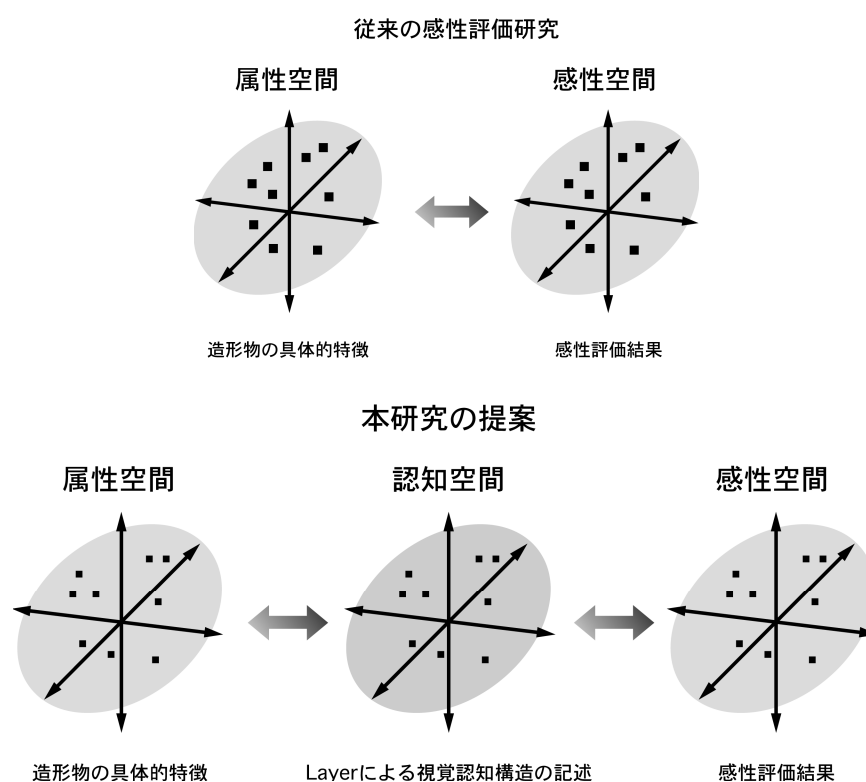


図10-1 視覚認知構造概念の導入

それが感性評価にも結びついていることを示した。その結果を応用し、文様デザインの検索に利用可能であることを示した。さらに、検索システムを用いた実験から、この手法によって感性評価が一定の範囲で記述できることを示した。この一連の過程から本研究が提案する、デザインにおける視覚認知構造概念の導入意義を示すことができたと考える。

2.2. デザインの視覚認知構造における階層性

デザインに対する視覚認知構造について、本研究の特色は文様デザインに対する見方をレイヤーという、階層的概念で記述しようと試みた点にある。この場合の階層とは、認知構造自体を階層モデルとして構築しようというS・E・パーマーのような研究とは異なり、対象物に対する見方が離れた距離から全体を見渡したような見方や、特定の部分に注目したスポットライト的な見方といった階層的な視点のレベルで例えることが可能であると着想したことによるものである。図形に対する見方の違いを体制化の相違と見なすことはゲシュタルトにおける研究の例を出すまでもなく視覚認知研究において一般的な理解と言えるであろうが、それを階層的構造における選択ととらえた研究は前例がない。類似した考えとして上記のパーマーによる提案が存在するが、彼らの提案ではそれが知識の意味的な階層構造と結びついているとしている点が骨子であり、本研究の提案では意味的な構造との関係は前提としていない。

本研究で扱ってきた幾何学的な文様の場合、そうした意味的な構造を想定するのは困難であり、直接的な反応としての記述であるテクスチャや明暗といった階層でそれを表現している。今回の事例研究の結果を通じ、特に最後の事例研究5で統計的にその解釈が裏付けられたことで、階層的記述の試みは成功したといえる。

2.3. 文様デザインに対する鑑賞者の認知特性

事例研究1や事例研究5の結果から、鑑賞者の認知特性が全体から部分

へ向かう傾向を持つものであることが明らかになった。そしてそれは事例研究2における鑑賞者の選好に関しても重要な意味を持つものであった。その結果によれば、文様デザインに対する選好はテクスチャレイヤーや構造レイヤーなどと強く結びついており、全体的な印象が選好を左右する傾向が強いことが明らかになった。このような鑑賞者の認知における特性は我々の通常の感覚を裏付けるものであり、妥当性を感じる。

ただし忘れてはならないのは、そうした特性はあくまで一般的な傾向であり、実際の個々の鑑賞者の認知は文様デザインの有する造形的な特徴、特に視覚的な体制化を喚起する機能に依存しているということである。そして同時に、個々の人間の個別の経験や知識による見方の違いが存在している。文様デザインのレイヤーが常に複数存在ことから、人間のデザインに対する見方は1通りではなく、あるいは1人の鑑賞者においてもそれは状況や時間により変化する可能性のあるものである。この点は事例研究3における評価実験の考察からも明らかであった。したがってレイヤーの選択自体が経験や知識の影響を受けていることは確かである。

しかしレイヤー選択が文様デザインの造形的特徴に依存することや、全体から部分への認知特性が存在することが明らかである以上、文様デザインに対する視覚認知が、ボトムアップ的な処理や一定の認知特性により規定される部分を持つことも確かである。認知にはボトムアップ的な要因とトップダウン的な要因が存在するが、本研究ではトップダウン的な要因を直接扱うことは範囲外としたため、主にボトムアップ的な要因として共有される、認知の共通の性質を記述したというべきである。

2.4. 画像特徴値によるレイヤーの記述

本研究で最も困難であったのは、事例研究3において、文様画像の特徴値によってレイヤーを記述する方法であった。画像解析の分野において、人間の評価に画像の特徴を対応させるための方法については様々な提案がなされているが、その多くは画像特徴値の扱い方に関する提案であり、人

間の評価に関してはほとんどが印象語によるものであった。

本研究ではレイヤーという全く独自の評価尺度を用いているため、他の事例を参考にすることができず、画像解析に関する代表的な手法を一から検討せざるをえなかった。そのため画像解析という、それ自体非常に専門性の高い分野を学ぶ必要があった。またそれらの解析を評価と対応させる手法としてニューラルネットワークという、名前はよく知られているがノウハウが十分に確立しているとはいえない方法についても、実際に用いる中で経験的に学ぶ必要があった。

しかし試行錯誤の結果、特徴値とレイヤーのレベルを対応させることができた。そして検索システムとして検索アプリケーションを作成し、実際に検索行為を行った結果では、特に大きな問題はなく実用的な利用が可能であることが確認された。本研究で提案した視覚認知構造の分類が、このような形で実際に活用できる段階まで発展させることができたことは大きな成果であったと考える。

2.5. デザインに対する視覚認知と感性評価

事例研究2において、デザインに対する選好が特定のレイヤーと関係していることを明らかにすることによって、視覚認知パターンと感性評価の対応関係の存在を示した。事例研究4ではテーマに関する評価とレイヤーの関係を調査することで、感性評価と各レイヤーとの対応関係を明らかにすることができた。その際、事例研究4における検索結果や評価結果の偏りからは、対象の視覚的な要因によるボトムアップ的な性質と主観によるトップダウン的な要因の関係が、目的とするテーマによって異なることがうかがえた。あるテーマの評価では被験者間のイメージや評価尺度に共通性が高く、あるテーマでは共通性が低いといった傾向が見られた。つまり評価テーマによって共通性が強く主観的要因が少ない場合と、共通性が低く主観的な解釈の要因が大きい場合があると考えられた。

このことは視覚認知と感性評価が、ボトムアップ的な要因とトップダウン的な

要因の相互作用的なものであると同時に、その関係が一定なものではないことを示していると考えられる。両者の相互作用や関係がレイヤー選択の問題とどのように関わっているかは興味深い。今回は研究対象としなかったため、今後の課題としたい。

2.6. デザインにおける支援としての意義

本研究における支援の位置づけは、基本的にはデザイナーに対してユーザーの流動的な価値観の底辺に存在する認知的な、あるいは感性的な評価構造に関する知識を提供することにあつた。したがって、本研究で明らかになった傾向や特性が絶対的なものでなく基本的な傾向であるとしても、本研究で得られた知識によって、よりデザインの意図と表現を的確に関係づけることが可能となるであろう。

本研究によって明らかになった知識としては、事例研究2の実験3において文様のデザインにおいて有効な造形用語を抽出したこと、同じく実験3において各レイヤーに対して影響の強い造形用語が明らかになったことにより、それぞれのレイヤーに代表されるような視覚認知のパターンを鑑賞者に訴えたい場合に、どのような造形原理の特徴を意識した表現をすることが重要であるかが明らかになったこと、そして事例研究2の実験4において、鑑賞者の選好評価が視覚認知的なパターンによって影響を受けることが確かめられ、選好が全体的な配置や調子の影響を受けやすいことが明らかになったことで、デザインに際して鑑賞者の選好を考慮する場合に、部分的な特徴よりも全体的な特徴を重視してデザインするべきであることなどである。

また、事例研究4においては、テーマとした感性的イメージに対してどのレイヤーの特徴が有効であるのかを示すことができた。繊細なイメージにはテクスチャレイヤーが、軽快なイメージにはディテールレイヤーが対応することなどが明らかになった。

そしてデザイン支援の意義から最も重要な部分は、事例研究3において、

レイヤー分類に基づく文様デザインの検索システムを開発したことである。伝統的文様のデザインデータベースにおいて課題となっていた検索の問題に、本研究の成果を具体的かつ実用性を持ったものとして提案できたことは、デザインに対する支援の一つとして価値を持つものとする。

第3章 本論文の結論

序章で明示したように、本研究の目的は5つの段階的な目的から構成されている。この5つの目的に沿ってその結果を検証し、結論を述べる。

段階的な目的の第1は、文様デザインに対する視覚認知の構造を明らかにし、文様デザインに対する見方（視覚認知パターン）が同時に複数存在するのではないかとする仮説を検証することであった。この目的に対して、事例研究1で同一の文様の認知において複数のレイヤーの選択が確認されたことから、文様デザインの視覚認知において複数の見方が存在するという仮説が実証された。

第2の目的は、文様デザインに対する視覚認知パターンと文様デザインを構成している造形表現の関係を調べ、文様デザインに対する視覚認知パターンが造形的特徴と結びついていることを明らかにすることであった。この目的に関しては、事例研究2の実験3において鑑賞者の視覚認知パターンの選択を導く造形原理が明らかになった。明暗レイヤーの場合は密度感、バランスなど、テクスチャレイヤーでは規則性、単純性など、構造レイヤーでは対称性、調和など、運動レイヤーでは方向性、連続性など、ディテールレイヤーでは単純性、バランス、安定性、歪みなどが影響度の大きい用語となっていた。したがって文様デザインに対する視覚認知パターンがこれらの造形的な特徴と結びついていることが確認できた。

第3の目的は、文様デザインに対する感性評価と視覚認知パターンの関係を調べ、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることを明らかにすることであった。鑑賞者の文様デザインに対する選好とレイヤーの印象度の関係を解析した事例研究2の実験4において、

テクスチャレイヤーが最も選好に対する影響度が高く、次いで構造レイヤーの影響度が高いことが分かり、鑑賞者が部分的な特徴よりも全体的な配置や調子から選好を判断する傾向が強いことが明らかになった。特定のレイヤー種と選好の関係が明らかになったことで、視覚認知パターンが文様デザインに対する感性評価に結びついていることが確認された。

第4の目的は、これら3段階の目的の達成によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となるような知識の提供や具体的な提案を行うことで本研究の有効性を明らかにすることであった。事例研究3において、文様デザインデータベースへの活用の提案を行った。レイヤーに関する評価を用いた文様デザインの分類が可能であることを示し、実際に利用可能な検索アプリケーションを開発することで、レイヤーを用いた検索方法を確立することができた。したがって、本研究によって得られた視覚認知に関する知識を活かし、デザインの支援となる提案を行うことで本研究の有効性を明らかにすることが実現された。

そして第5の目的は、得られた視覚認知パターンがデザインに関する感性評価とどのように結びつくかを調べ、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述という大きな枠組みの中で、一定の貢献ができることを示すことであった。事例研究4において、視覚認知パターンと感性評価がどのように結びついているのかについて、文様デザインの検索評価実験を通してその関係を調査した。実験および解析の結果、各テーマの評価値と特定のレイヤー種のレイヤー計算値との間に一定以上の相関が見られたことから、本研究が提案する、レイヤーを媒介としてデザインに関する人間の感性評価を記述するという手法の有効性が認められた。したがって、本研究の結果得られた知識や方法が、人間の感性評価の記述に対して一定の貢献ができることを示すことができた。

本論文における提案の根幹は、デザイン評価および感性評価研究の領域に対して、視覚認知構造概念を導入することを提案し、その有効性を示すことである。以上の理論的研究および実験的研究の結果から、5つの段階的目

的を達成することを通して、デザイン評価および感性評価研究の領域に対して視覚認知構造概念を導入することを提案し、その有効性を示すことにいたる、本研究の目的が達成されたことが確認できた。

第4章 今後の展望

本研究が目的とした、デザイン評価および感性評価研究の領域に視覚認知構造概念を導入する試みは、以上の結論から明らかなように一定の成果を収め、その意義を示すことができたと考える。文様に限らずデザインに対する視覚認知やそこから生まれる感性評価について研究する際は、どのように見られているかという条件を考慮に入れることが重要であることが確かめられた。しかし本研究はまだ途上であり、今後取り組むべき課題も多い。以下に当面の課題として4つの点をあげる(図10-2)。

その第1は、今回の概念および方法論を、文様以外の他のデザイン分野に拡張することである。本研究においては文様デザインの持つ性質が本研究のテーマに適していると判断し、文様のデザインを対象に視覚認知構造概念を適用し、その構造表現や感性評価との関わりを研究してきた。しかし研究の本来の意図は、そうした概念や方法論を一部のデザイン分野のみ

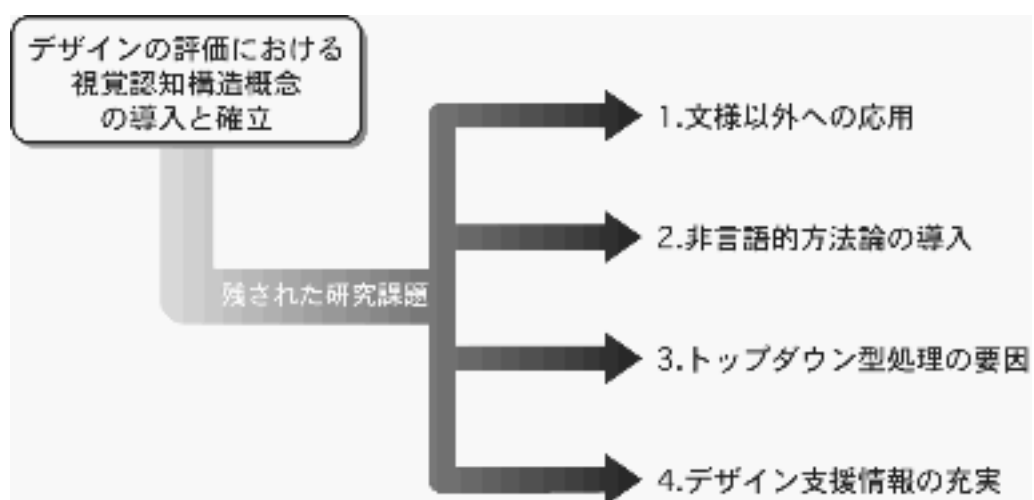


図10-2 研究の今後の課題

ならず、デザインや感性評価研究領域の全般に適用できる一般性を持ったものとして提案することである。本論文の理論的研究ではあくまでそうした見地から考察を行ってきたが、事例研究では文様デザインのみを対象を絞ってきたため、他の分野への拡張の有効性は検証されていない。特に3次元の造形物について本手法を適用しようとした場合、その認知構造がより複雑で状況的な要因の問題が大きいと考えられるため、困難が予想される。しかし、本研究の提案はデザイン全般に適用すべきものであると考える。したがって今後の研究においてそうした他のデザインや造形の分野への適用をはかり、本研究の提案の有効性を他分野においても実証していくことが必要であると考え。具体的には、サインやロゴマークなど認知性が重要な他のグラフィックデザインに適用すること、そして製品デザインに適用することが考えられる。

第2に、視覚認知構造の表現やデザインの評価における方法論の問題がある。本来非言語的な視覚認知や感性評価を、いかに言語的な手段に依存しないで扱うかという、デザイン研究や感性評価研究全般に当てはまる課題を、本研究も持っていることを認識している。デザインの評価実験や、レイヤーのレベル評価においても、そうした言語的方法から離れていない点は認めざるをえない。開発した検索システムの利用に関する検討においても、前提として5種類のレイヤーの概念を理解させることが必要であり、それが検索における最大の課題であった。

しかし、本研究では従来感性評価研究に多かった、印象語という抽象的な世界からは脱却しており、デザイン表現に密着した、より直感的判断に近く、知識に依存せずに理解可能なものとして、レイヤーの評価尺度を提案することができた。本研究におけるレイヤーはその定義において、概念的操作のみによって生み出されたものではなく、造形表現に対する認知構造の抽出の結果として定義したものである。しかしその構造概念を分類したり評価したりする手段として一旦言語に翻訳してしまっていることも事実であり、人間の視覚認知パターンの表現であるレイヤーを、い

かにして非言語的性質を維持したまま表現するか、また理解させるかという点が今後の課題である。特に現状のSD法的な尺度による研究の方法論は今後見直されるべきであると考ええる。

第3に、視覚認知におけるトップダウン的な要因の問題がある。本研究は視覚認知を多様なもの、相互作用的なものとして理解してきたが、研究の範囲としては感性工学の定義にならい、多様性を前提としながらも、ボトムアップ的な要因を主体とした共通性のある部分を扱ってきた。しかし、視覚認知がボトムアップ型処理とトップダウン型処理の相互作用であるとすれば、その関係がどのようなものであるか、特に鑑賞者の属性や経験、知識により視覚認知の特性やレイヤーの選択、感性評価などがどのような影響を受けるかが実際の認知を考える上で重要である。さらに、認知が状況的な要因の影響を受けることも指摘されており、ナイサーの知覚循環に見られたように、状況と対象、そして認知主体の関係によって認知はダイナミックに変化するものであると考えられる。こうした要因と本研究が提案するレイヤー選択の関係を明らかにすることが必要である。

第4に、デザインに対する本研究の支援的意義を考えると、本研究で得られたデザインの視覚認知的性質や感性評価に関する知識はまだ不十分なものであり、その基本的な傾向や条件を記述したものにとどまっていることがあげられる。実際の視覚認知が主観的な、あるいは状況的な要因によって左右されるという事情があるとしても、今後もデザインに対する視覚認知的性質についてさらなる情報抽出をはかることが必要である。

特に今回の研究で扱わなかった問題として色彩の要因があり、今回の研究で抽出した文様デザインにおける5種類のレイヤー以外に第6のレイヤーをあげるとすれば、それは色彩のレイヤーであると推測される。色彩の問題はそれ自体が研究の歴史を持ち独自の領域を形成する分野であり、しかも色の印象が鑑賞者の認知に及ぼす影響には非常に大きなものがあることが予測されるため、今後取り組むべき問題であると考ええる。

事例研究で開発した文様デザインデータベースにおける検索システムは、

実際に利用可能なものとして支援的意義が大きいと考えるが、まだ改良の余地がある。その最大の問題は上述したように5種類のレイヤーの概念の理解である。レイヤーの概念をより直感的な、非言語的方法によって判断させることができるようなインタフェースをデザインすることが望ましい。また、今回構築したデータベースは実験的なものであり、まだサンプル数が十分とは言えないため検索の結果が偏るという問題があった。これは検索者が設定したレベルに相当するデザインが登録されていないため、至近距離の文様ではなく離れた文様が検索されてしまい、検索されたデザインがイメージに適したものにならないという問題である。したがって検索システムの信頼性を高めるためには十分なサンプル数のデータベースを構築することが必要であり、その上であらためて検索システムの有効性を確認する必要があるものとする。

以上のような当面の課題が存在するが、それらとは別に、本研究の将来への発展を考えると、長期的な展望としていくつかの方向性が考えられる。最後にその可能性について3つの点をあげたい(図10-3)。

その第1は、発想法理論への応用である。人間の発想という行為の処理過程は今日でもブラックボックスに近いが、その一つであるデザイン行為は、人間の視覚認知の働きに依存している。第1章で述べたように、描いたスケッチをどのように見立てるかといった視覚的な要因がデザイン行為

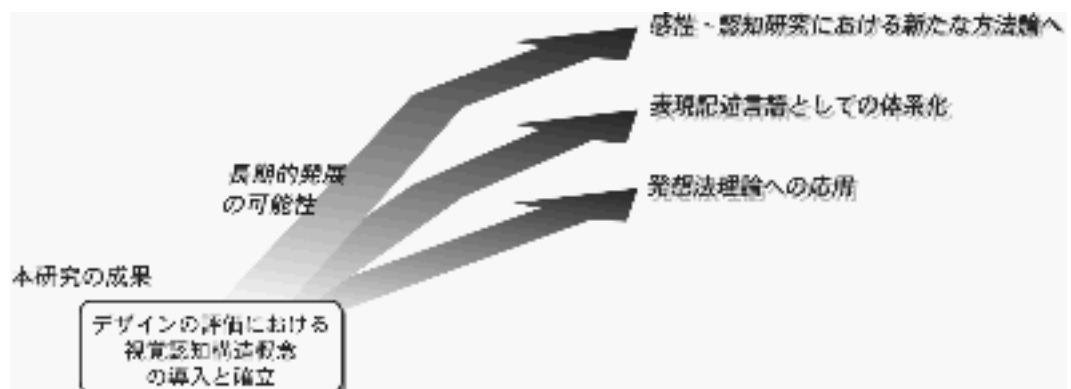


図10-3 研究の長期的展望

の手がかりとなることがあるだけでなく、発想行為や創造的行為全般においても、しばしば問題を非言語的に図式化して見るのが有効である。したがって本研究の発展において、様々な対象に対する視覚的な認知構造の分類が進めば、その構造分類に基づくことによって発想行為における問題認識やアイデア創出の手段を提供することが可能になることが期待される。つまり新たな見方を発見することが発想や創造の行為であるという認識に立ち、それを逆プロセスとしてとらえ、ある認知構造の選択を当てはめることから出発して新たな発想を誘発することが可能となることが考えられるのである。

発展の第2の可能性としては、デザインあるいは造形作品における表現記述言語としての体系化である。デザインや造形作品においてその特徴や効果を表す表現手段として、構成学などでは様々な原理が主張されてきたが、それらはいずれも経験的なものであり、その原理の説明はもっぱら対象物の物理的特徴にのみ帰されてきた。そうした記述言語としての役割が、本研究が提案する視覚認知構造の表現によって可能となることが期待される。デザインや造形作品の特徴を表すのに際して、単に「このような効果はこの形状的特徴による」といった経験的な記述ではなく、「このような形状はこの種のレイヤーの選択を促すような視覚認知的性質を有しているためこのような効果が得られている」といった踏み込んだ説明が可能となるであろう。そしてその方法論が共有されれば、デザインの表現段階において、ある視覚的效果を得るためにその認知構造を意図的かつ選択的に用いることが可能となろう。「このデザインにおいてはこのような視覚的印象を持たせたいので、このレイヤーが認知のトップに来るように、この部分をこのように造形するべき」といった応用法である。

こうした行為はこれまでデザイナーやアーティストの経験的ノウハウとして言語化させずに用いられてきたものであるが、それを一般化された表現記述言語の形態で共有できれば、デザイン行為におけるコミュニケーション手段として有効であろう。これは第4章でふれた酒の官能検査のような

世界につながる。そのためには、様々な造形表現における視覚認知構造の抽出と分類による体系化が必要であり、研究成果の蓄積が求められる。

発展の第3の可能性は、認知や感性評価の研究における可能性である。第4章で引用したハンソンが主張するように、見ることや認知することには知識依存的性質がつきまわっている。その知識とは見ることや認知することに付随しているのではなく、見ることや認知すること自体に組み込まれた構造的なものである。そうであるとすれば、ある見方をすることは前提となる知識などによって規定されているわけであるが、それは逆に考えれば、ある見方の中にそうした知識が反映されているということが言えよう。つまり、どのように見ているかを研究し、その見方を具体的に明らかにすることは、その見方に構造的に組み込まれている知識をも研究することにつながるのである。どのように見たかということが、どのように前提となる知識に依存して対象を見、その結果としてどのように認知したかをそこに情報として含んでいるのである。このように考えれば、純粋な視覚や純粋な知識といったものに切り分けようとする還元的な方法ではなく、現象として現れる視覚の結果から一体的にそれらの要因を取り出すことが、真にリアリティのある認知や感性評価の研究手段として有効であるといえよう。

そうした大きな視点に立って考える時、我々が対象をどのように見ているかを具体的な形で示し、応用しようとする本研究のアプローチは、今後の認知や感性評価の研究の流れの中で一つの位置を占めることができるものとする。本研究はまだ、そのような情報をどのように抽出するかといった研究の具体的な方法を示す段階にはないが、見ることの具体的な現れを研究することを通して、そこに内在している認知や感性評価の情報を読み取ろうとするアプローチ自体が今後に向けて意味を持つものであると考えている。

参考文献一覽

著者 50 音順

- 明石染人, 装飾文様史の研究, 思文閣出版, 1931
- 朝倉直巳, ジェオメトリックアート入門-現代の造形と幾何学的形態-, 理工学社, 1975
- 朝倉直巳, 芸術・デザインの平面構成, 六耀社, 1984
- 朝野熙彦, 入門多変量解析の実際 第2版, 講談社, 2000
- R・アルンハイム, 芸術心理学, 地湧社, 1987
- R・アルンハイム, 美術と視覚 美と創造の心理学, 美術出版社, 1963
- 安西祐一郎ほか, 認知科学ハンドブック, 共立出版, 1992
- 石井真人ほか, テキスタイル柄の嗜好調査と印象語の分析, 情報処理学会研究報告, 96-CG-70-8, 37-42, 1994
- 石崎忠司, きものの文様, 衣生活研究会, 1973
- 石原茂和ほか, ニューラルネットワークを用いた感性工学エキスパートシステム-色彩における感性構造の分析への適用-, 人間工学, Vol.31, No.6, 389-398, 1995
- 石割伸一, 揺らぎパターン柄を持つ図案の開発技法, デザイン学研究, Vol.45, No.5, 1-6, 1999
- 李昇姫ほか, 感性的情報処理とアイコンによるイメージの抽象化-デザイン発想支援の具体的応用方法への試み-, 芸術学研究, 第2号, 73-82, 1998
- 伊勢型紙技術保存会編, 図録伊勢型紙, 伊勢型紙技術保存会, 1994
- 磯貝芳郎ほか, 色彩と形態, 福村出版, 1974
- 市原茂, 布の好みの個人差の因果分析的研究, 人間工学, Vol.32, No.1, 21-27, 1996
- J・イッテン, 造形芸術の基礎 パウハウスにおける美術教育, 美術出版社, 1970
- 伊藤謙治, ヒューマン-コンピュータインターフェースにおける表示情報設計のための視覚認知モデル, 人間工学, Vol.24, No.3, 177-187, 1988
- 伊藤謙治ほか, 視覚認知過程におけるコンテキストと表示情報の明瞭度の効果, 人間工学, Vol.24, No.5, 291-301, 1988

- 今田高俊, 管理から支援へ - 社会システムの構造転換をめざして -, 組織科学, Vol. 30, No. 3, 4-15, 1997
- 今田高俊, 支援学 管理社会をこえて, 東方出版, 2000
- 乾敏郎, 認知心理学 1 知覚と運動, 東京大学出版会, 1995
- H・ヴァイル, シンメトリー, 紀伊国屋書店, 1970
- N・ウェイド, 近藤倫明訳, ビジュアル・アリユージョン 知覚における絵画の意味, ナカニシヤ出版, 1991
- N. ウェイド, 近藤倫明ほか訳, ビジュアル・イリュージョン - 芸術と心理学の融合, 誠信書房, 1989
- W・ヴォリンガー, 抽象と感情移入, 岩波書店, 1953
- 内田治ほか, アドインによる多変量解析, 東京図書, 2003
- 宇津野直木ほか, デザイン画の感性特徴と画像特徴, 情報処理学会研究報告, 96-CG-70-9, 43-48, 1994
- 梅田三千雄, PDPモデルによるテクスチャ画像の識別, 電子情報通信学会技術研究報告, PRU90-123, 93-100, 1990
- 海野弘, 装飾空間論 かたちの始原への旅, 美術出版社, 1973
- 遠藤善道ほか, 伊勢型紙の明暗とテクスチャーに関する感性データベースの構築, デザイン学研究, Vol. 48, No. 3, 113-118, 2001
- 遠藤善道ほか, 伊勢型紙の格子構造および単位構造を利用した感性データベースの構築, デザイン学研究, Vol. 48, No. 3, 119-124, 2001
- 近江源太郎, 造形心理学, 福村出版, 1984
- 大阪児童美術研究会, 新美術教育基本用語辞典, 大阪児童美術研究会, 1982
- 大島尚ほか, 認知科学, 新曜社, 1986
- 岡本茂ほか, 最新パソコン用語辞典, 技術評論社, 1996
- 小川一行, かたちと意識 隠された主体を尋ねて, 朝倉書店, 1995
- 小野二郎, 装飾芸術: ウィリアムモリスとその周辺, 青土社, 1979
- V・C・オールドリッチ, 芸術の哲学, 培風館, 1968

- 海保博之ほか, 認知研究の技法, 福村出版, 1999
- 加藤俊一ほか, マルチメディア商標・意匠データベース TRADEMARK, 電子情報通信学会技術報告, PRU88-9, 31-38, 1988
- 加藤保則ほか, 図形特徴空間を学習した3層ニューラルネットワークにおける図形認識過程の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, NC96-109, 107-114, 1997
- D・カッツ, 武政太郎ほか訳, ゲシュタルト心理学, 新書館, 1962
- G・カニツア, 野口薫監訳, カニツア視覚の文法 - ゲシュタルト知覚論 -, サイエンス社, 1985
- 上條耿之介, 日本の文様その成立と展開, 雄山閣, 1976
- 上條耿之介, 日本文様事典, 雄山閣出版, 1981
- 川喜田二郎, 発想法 創造性開発のために, 中央公論社, 1967
- 川人光男ほか, 岩波講座認知科学3 視覚と聴覚, 岩波書店, 1994
- 菅民郎, アンケートデータの分析, 現代数学社, 1998
- 菅民郎, 多変量統計分析, 現代数学社, 1996
- C・キッテル, 宇野良清訳, 固体物理学入門, 丸善, 1998
- J・J・ギブソン, 生態学的視覚論 ヒトの知覚世界を探る, サイエンス社, 1985
- 金孝卿, 日本と韓国の幾何学的文様の造形的考察, 筑波大学大学院博士課程芸術学研究科芸術学専攻博士論文, 2000
- 金ドンハンほか, 感性指向製品におけるメンタルモデル計測を用いたデザイン支援システム, デザイン学研究, Vol. 44, No. 6, 21-30, 1998
- 九鬼周三, 「いき」の構造, 岩波書店, 1979
- B・クライント, 造形論・人間の視覚, 京都書院, 1991
- 栗田多喜夫ほか, 印象語による絵画データベースの検索, 情報処理学会論文誌, Vol. 33, No. 11, 1373-1383, 1992
- H・S・M・コクセター, 幾何学入門第2版, 明治図書, 1982
- 国立国語研究所, 形容詞の意味・用法の記述的研究, 秀英出版, 1972
- 小橋康章, 決定を支援する, 東京大学出版会, 1988
- 小林重順, 造形構成の心理, ダヴィッド社, 1978

- 駒澤勉ほか, 新版パソコン数量化分析, 朝倉書店, 1998
- E・H・ゴンブリッチ, 装飾芸術論, 岩崎美術社, 1989
- E・H・ゴンブリッチ, 芸術と幻影, 岩崎美術社, 1979
- 齊藤勇ほか, 認知心理学重要研究集 1 視覚認知, 誠信書房, 1995
- 齊藤秀昭, 視覚神経系の構造とその情報処理, 情報処理, Vol. 30, No. 2, 114-128, 1989
- 齊藤稔, 西洋装飾の形式と表出性(一), 美学, 118, 1979
- 齊藤稔, 西洋装飾の形式と表出性(二), 美学, 120, 1979
- 境敦史ほか, デッサンの評価に関する実験的研究, 名古屋造形芸術大学紀要第7号, 83-88, 2001
- 笹本純, 認知におけるアスペクションのデザインへの方法的活用, デザイン学研究, No. 62, 24, 1987
- 佐田勝, 美術用語事典, 造形社, 1972
- 佐藤弘喜ほか, 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
- 佐藤弘喜, 伊勢型紙文様の画像データによるデザイン, 日本デザイン学会第45回研究発表大会概要集, 322-323, 1998
- 佐藤弘喜ほか, 視覚イメージ階層の選択特性に関する研究, 第1回日本感性工学会大会予稿集 1999, 134, 1999
- 佐藤弘喜ほか, 視覚イメージの階層構造に関する研究, デザイン学研究第46回研究発表大会概要集, 26-27, 1999
- 佐藤弘喜ほか, 多義的文様の視覚認知におけるレイヤー構造, デザイン学研究, Vol. 48, No. 1, 77-84, 2001
- 佐藤弘喜ほか, 文様に対する認知構造と画像特徴の対応による文様分類, デザイン学研究, Vol. 50, No. 1, 49-54, 2003
- 佐野素子, 吉州窯の鉄絵文様について-磁州窯との文様比較による一考察-, 筑波大学芸術学研究誌 藝叢, 第13号, 153-178, 1997

- 視覚デザイン研究所, ヨーロッパの文様事典, 2000
- 柴田滝也ほか, 3次元空間の主観的認知過程のモデル化- 景観画像の感性情報処理の課題-, 情報処理学会研究報告, 96-CG-83-9, 65-72, 1996
- 清水千之助, 造形の科学, 朝倉書店, 1988
- D・シャットシュナイダー, エッシャー・変容の芸術 シンメトリーの発見, 日経サイエンス社, 1991
- 城一夫, 西洋装飾文様辞典, 朝倉書店, 1993
- 白澤早苗ほか, 顔の認知に及ぼす職業的カテゴリー化の影響- 職業ラベルによる印象変化-, 基礎心理学研究, Vol. 18, No. 1, 1-8, 1999
- 神宮英夫, 印象測定 of 心理学, 川島書店, 1996
- 新潮社, 新潮世界美術辞典, 新潮社, 1985
- 杉山和雄編, EXEL による調査分析入門, 海文堂, 1996
- 鈴木一史ほか, 3次元物体のデータベース化と感性検索技術, 電総研ニュース, 585号, 5-8, 1998.
- 鈴木邁, 感性工学の枠組み, 日本学術会議材料工学研究連絡委員会感性工学小委員会, 2, 1997
- R・L・ソルソ, 鈴木光太郎ほか訳, 脳は絵をどのように理解するか 絵画の認知科学, 新曜社, 1997
- 高木隆司, かたちの不思議, 講談社, 1984
- 高木幹雄, 下田陽久監修, 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 1991
- 高橋正人, 視覚デザインの原理, ダヴィッド社, 1965
- 高見堅志郎, 世界の文様1 原始美術, 青菁社, 1987
- 辰野千寿ほか, 認知型に関する教育心理学的研究, 教育心理学年報, 第12集, 63-107, 1972
- 田中豊, 脇本和昌, 多変量統計解析法, 現代数学社, 1983
- 千葉康則, ひらめきの開発, 講談社, 1985
- J・ツァイゼル, 根建金男ほか訳, デザインの心理学, 西村書店, 1995

- 辻新六ほか, アンケート調査の方法-実践ノウハウとパソコン支援-, 朝倉書店, 1987
- 筒井美加, 自己関連語における気分一致効果, 心理学研究, Vol. 68, No. 1, 25-32, 1997
- 堤浪夫, かたちの発想, 鳳山社, 1984
- 鶴岡真由美, ケルト/装飾的思考, 筑摩書房, 1989
- 鶴岡真由美, 装飾する魂 日本の文様芸術, 平凡社, 1997
- 寺内文雄ほか, 木目模様の方角と嗜好, デザイン学研究, Vol. 42, No. 2, 7-12, 1995
- 寺岡照彦ほか, ユーザーの「視点」に基づく適応的な情報視覚化, 情報処理学会誌, Vol. 39, No. 5, 1365-1372, 1998
- 電子情報通信学会編, パターン認識, 電子情報通信学会, 1988
- M・ドウ・メイ, 認知科学とパラダイム論, 産業図書, 1990
- 戸田光彦ほか, 知能化技術と意思決定支援システム, 計測自動制御学会, 1994
- D・A・ドンディス, 形は語る-視覚言語の構造と分析, サイエンス社, 1979
- U・ナイサー, 古崎敬ほか訳, 認知の構図 人間は現実をどのようにとらえるか, サイエンス社, 1978
- 中谷洋平ほか, 美と造形の心理学, 北大路書房, 1993
- 中西わかなほか, 視覚探索からみた自動車デザインの評価に関する研究, デザイン学研究, 第45回研究発表大会概要集, 202-203, 1998
- 長町三生, 感性工学, 海文堂, 1989
- 長町三生ほか, 知識工学に基づいた服飾デザインコンサルテーションシステムの研究, 人間工学, Vol. 24, No. 5, 281-289, 1988
- 中見英雄, 日本の伝統工芸5 東海, ぎょうせい, 144-147, 1985
- 中山正和, 創造思考の技術, 講談社, 1970
- 新田祐介ほか, 知覚に基づく類似図形パターン検索, 電子情報通信学会技術研究報告データベースシステム, 82-4, 1-10, 1991

- 日本認知学会, 認知科学の発展 Vol.6 視覚とイメージ, 講談社, 1993
- 野口尚孝, 支援の観点から見たデザイン, デザイン学研究, Vol.44, No.6, 53-60, 1998
- 野口尚孝, 発想支援研究の動向と今後の課題, デザイン学研究, Vol.44, No.6, 45-52, 1998
- 野口尚孝, 発想支援方法開発のためのデザイン思考過程モデルの研究, デザイン学研究, Vol.43, No.1, 19-24, 1996
- 野村竜也ほか, 多層型ニューラルネットワークを用いた画像検索, 電子情報通信学会技術研究報告, NC98-74, 41-48, 1999
- 萩原祐志, 形状案作成支援システムにおける図形の置き換えによる形状案創出方法 - デザイン支援システムに関する研究, デザイン学研究, Vol.42, No.5, 1-6, 1996
- 林二郎, 江戸伝統文様事典, 河出書房新社, 1998
- 原田利宣ほか, 人の認知に基づいた「認知幾何」の提案, デザイン学研究, No.107, 1-8, 1995
- N・R・ハンソン, 知覚と発見, 紀伊国屋書店, 1982
- 平岡透ほか, 輪郭線およびテクスチャ情報に基づく画像認識法 - 魚画像認識への応用, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU96-148, 55-62, 1997
- W・ピンダー, 芸術学入門, 白水社, 1978
- R・A・フィンケほか, 創造的認知, 森北出版, 1999
- 深水義之ほか, 心理実験に基づく視空間伝達モデルの提案, デザイン学研究, Vol.45, No.4, 75-82, 1998
- 藤沢英昭ほか, 造形とイメージの心理, 大日本図書, 1979
- 藤澤英昭, 実践造形教育シリーズ8 平面構成, 開隆堂, 1982
- 藤田伸, ペンローズの非周期的パターンとエッシャー・パターンに関する考察, デザイン学研究, Vol.47, No.5, 29-38, 2001
- 藤田伸, 連続模様の不思議 - タイリング & リピート -, 岩崎美術社, 1998

- 伏見康治ほか, 美の幾何学, 中央公論社, 1979
- 富士見町教育委員会, 井戸尻第7集, 富士見町教育委員会, 1997
- 舟久保登, 視覚パターンの処理と認識, 啓学出版, 1990
- J・P・フリスビー, 村山久美子訳, シーイング 錯視-脳と心のメカニズム, 誠信書房, 1982
- 古川貴雄ほか, 対話型3次元アパレルCADシステムのための着装シミュレーション, デザイン学研究, Vol. 44, No. 6, 37-44, 1998
- 古島昭雄, 縞柄の幾何学的錯視に関する研究, 繊維製品消費科学, Vol. 29, No. 2, 39, 1988
- M・ポラニー, 佐藤敬三訳, 暗黙知の次元 言語から非言語へ, 紀伊国屋書店, 1980
- A・N・ホワイトヘッド, 象徴作用, 河出書房新社, 1980
- D・マー, ビジョン-視覚の計算理論と脳内表現, 産業図書, 1987
- 松本元ほか, 脳とコンピュータ2 ニューロコンピューティングの周辺, 培風館, 1991
- 三井秀樹, 美の構成学, 中央公論社, 1996
- 美濃導彦ほか, 視覚的特徴に基づく図形からのシンボル候補の抽出と分類, 情報処理学会論文誌 Vol. 35, No. 9, 1073-1081, 1992
- 宮崎清孝ほか, 認知科学選書1 視点, 東京大学出版会, 1985
- 宮下孝雄ほか, 新版デザインハンドブック, 朝倉書店, 1969
- 椋木雅之ほか, 対象物スケッチによる風景画像検索とインデックスの自動生成, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No. 6, 1025-1033, 1996
- 村上讓司, 嗜好評価モデルの構築, 日本ファジィ学会誌, Vol. 5, No. 6, 1383-1392, 1993
- 村上元彦, どうしてもものが見えるのか, 岩波書店, 1995
- W・メッツガー, 盛永四郎訳, 視覚の法則, 岩波書店, 1968
- 本明寛, 造形心理学入門, 美術出版社, 1962

- 元井能, 文様の美, 美学, 117, 1-15, 1979
- L・モホリ=ナギ, ザ ニュー ヴィジョン, ダヴィッド社, 1967
- 森俊二, 坂倉柊子, 画像認識の基礎 [11], オーム社, 1990
- 森典彦, デザイナーの直観を延長した発想支援, 東京工芸大学芸術学部紀要, Vol.2, 39-44, 1996
- 森典彦, デザインの工学-ソフトシステムの設計計画-, 朝倉書店, 1991
- 森典彦ほか, インダストリアルデザイン-その科学と文化-, 朝倉書店, 1993
- 森典彦ほか, 左脳デザインング, 海文堂, 1993
- 両角清隆, デザインにおけるイメージ評価用語の設定方法, デザイン学研究 No.74, 19-26, 1989
- 柳井晴夫ほか, HALBAU による多変量解析の実践, 現代数学社, 1995
- 柳井晴夫ほか, 複雑さに挑む科学, 講談社, 1976
- 柳島孝幸ほか, 自動車インテリアの感性人間工学, 人間工学, Vol.24, 特別号, 38-39, 1988
- 梁瀬度子, コーヒーカップのデザインの心理評価に関する研究, 人間工学, Vol.14, No.6, 327-334, 1978
- 山岸淳ほか, 形状デザインのためのコラボレーションメディア, デザイン学研究, Vol.43, No.6, 1-10, 1997
- 山口正城ほか, デザインの基礎, 光生館, 1960
- 山下利之ほか, 図柄イメージにおける人的側面の分析, 人間工学, Vol.29, No.1, 11-18, 1993
- 山本正男, 感性の論理-様式の根源にふれて-, 美学, 117, 1-15, 1979
- 吉岡徹, 基礎デザイン, 光生館, 1983
- 吉岡徹, 被服における図柄のイメージ, デザイン学研究, No.47, 35-40, 1984
- 吉田辰夫, 視覚系における図形情報の表現形式, 人間工学, Vol.16, No.6, 325-333, 1980

A・リーグル, リーグル美術様式論-装飾史の基本問題-, 岩崎美術社, 1970
C・レヴィストロース, 悲しき熱帯, 中央公論社, 1977
P・G・ロウ, デザインの思考過程, 鹿島出版会, 1990

若宮信晴, 西洋装飾文様の歴史, 文化出版局, 1980
渡辺英治, 階層型ニューラルネットワークによる情景画像の分類, 電子情報通信学会技術研究報告, NC96-198, 331-337, 1997
R・J・ワット, 視覚情報処理モデル入門 計算論的アプローチ, サイエンス社, 1989

著者英字順

Flickner Myron et al., Query by Image and Video Content;The QBIC System, Computer, Vol.28,No.9, 23-32, 1995
Gregory R.L., Mirrors in Mind, W.H.Freeman and Company, 1997
Gregory R.L.,Gombrich E.H., Illusion in nature and art, Duckworth, 1973
Grunbaum B. et al., Tilings and Patterns, W.H.Freeman and Company, 1987
Neiser Ulric, Cognition and Reality Principles and Implications of Cognitive Psychology, W.H.Freeman and Company, 1976
Norman Donald A.,Rumelhart,David E., Explorations in Cognition, W.H.Freeman and Company, 1975
Palmer Stephan E., Vision Science Photons to Phenomenology, The MIT Press, 1999
Russ john C., The Image Processing Handbook, CRC Press, 1992

- Sato H.,Endo Y.,Harada A., Viewer's Cognitive Structures and Preference on Pattern Design, Bulletin of 5th Asian Design Conference International Symposium on design Science 2001, Asian Society for the Science of Design, 69, 2001
- Sato H.,Endo Y.,Harada A., Search Method Based on the Layer Structure for Pattern Design Database, Journal of the Asian Design International Conference Vol.1, Asian Society for the Science of Design, 2003
- Waterman D.A,Hayes-Roth Frederic, Pattern-Directed Inference Systems, Academic Press, 1978

研究発表目録

(* 筆頭著者審査論文)

- * Hiroki Sato, Yoshimichi Endo, Akira Harada, Search Method Based on the Layer Structure for Pattern Design Database, Journal of the Asian Design International Conference Vol.1, 2003
- * 佐藤弘喜, 遠藤善道, 原田昭, 文様に対する認知構造と画像特徴の対応による文様分類, デザイン学研究, 第50巻1号, 49-54, 2003
- 佐藤弘喜, 遠藤善道, 原田昭, 文様検索における認知構造と画像特徴の対応, 日本デザイン学会第49回研究発表大会概要集, 202-203, 2002
- 佐藤弘喜, 遠藤善道, 原田昭, 文様デザインの印象評価と画像特徴, 日本感性工学会第4回日本感性工学会大会予稿集, 149, 2002
- 佐藤弘喜, 伊勢型紙の認知構造と造形表現, 名古屋造形芸術大学・名古屋造形芸術短期大学紀要第8号, 53-58, 2002
- 佐藤弘喜, 原田昭, 認知構造に基づく文様デザイン検索システムの構築, 感性評価5筑波大学感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織研究報告集, 375-384, 2002
- 佐藤弘喜, 遠藤善道, 原田昭, 認知構造に基づく文様検索システム, 日本デザイン学会第48回研究発表大会概要集, 210-211, 2001
- 佐藤弘喜, 遠藤善道, 原田昭, 文様デザインデータベースにおける検索法に関する研究, 日本感性工学会第3回日本感性工学会大会予稿集, 108, 2001
- 遠藤善道, 小鹿丈夫, 佐藤弘喜, 原田昭, 伊勢型紙の明暗とテクスチャーに関する感性データベースの構築, デザイン学研究, 第48巻3号, 113-118, 2001
- 遠藤善道, 小鹿丈夫, 佐藤弘喜, 原田昭, 伊勢型紙の格子構造および単位構造を利用した感性データベースの構築, デザイン学研究, 第48巻3号, 119-124, 2001
- * Hiroki Sato, Akira Harada, Viewer's Cognitive Structures and Preference on Pattern Design, Bulletin of 5th Asian Design Conference International Symposium on design Science 2001, 69, 2001

- * 佐藤弘喜,原田昭, 多義的文様の視覚認知におけるレイヤー構造, デザイン学研究, 第48巻1号, 77-84, 2001
- 佐藤弘喜,原田昭, 文様デザインにおける認知特性と感性評価の関係解析, 感性評価4 筑波大学感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織研究報告集, 281-288, 2001
- 佐藤弘喜,原田昭, 文様の認知特性に基づくデザイン支援情報の抽出, 日本デザイン学会第46回研究発表大会概要集, 220-221, 2000
- 佐藤弘喜,原田昭, 文様デザインにおける鑑賞者の視覚認知特性の応用, 日本感性工学会第2回日本感性工学会大会予稿集, 139, 2000
- 遠藤善道,佐藤弘喜, 伊勢型紙の感性データベース, 日本感性工学会第2回日本感性工学会大会予稿集, 169, 2000
- 佐藤弘喜,遠藤善道, 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, 名古屋造形芸術大学・名古屋造形芸術短期大学紀要第6号, 77-88, 2000
- 佐藤弘喜, A Study on Layered Structure of Visual Image, 感性評価3 筑波大学感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織研究報告集, 199-203, 2000
- 佐藤弘喜, 多義的文様の視覚認知における多層性, 感性評価3 筑波大学感性評価構造モデル構築特別プロジェクト研究組織研究報告集, 205, 2000
- 佐藤弘喜,原田昭, 視覚イメージ階層の選択特性に関する研究, 日本感性工学会第1回日本感性工学会大会予稿集, 134, 1999
- 遠藤善道,佐藤弘喜, 伊勢型紙データベースの開発, 日本感性工学会第1回日本感性工学会大会予稿集, 92, 1999
- 佐藤弘喜,原田昭, 視覚イメージの階層構造に関する研究, 日本デザイン学会第46回研究発表大会概要集, 26-27, 1999
- 佐藤弘喜, 伊勢型紙文様の画像データによるデザイン, 日本デザイン学会第45回研究発表大会概要集, 322-323, 1998
- 佐藤弘喜,上北恭史, 伊勢型紙のデータベース化における検索法について, 日本デザイン学会第44回研究発表大会概要集, 43, 1997

あとかきと謝辞

私がこの研究を始めることになったのは、勤務先の大学に伊勢型紙という研究素材があったことに起因しますが、研究を進めるにつれて、当初は関係がないと思っていた以前のデザイナーとしての経験が、この研究と深く結びついていることに気付かされました。それとともに研究の性格も、文様の造形からデザインの評価に移っていきました。生産デザインを専門としていた自分が、グラフィックデザインの領域である文様を研究するということが最初は違和感がありましたが、人間がデザインをどのように認知し、評価するかという大きなテーマの前では、そのような形式的な区分が意味を持たないことも分かってきました。重要な部分は、対象の違いではなく対象を見ている人間の側にあるからです。

今、研究の一区切りがついた段階で感じるのは、自分の中にある様々な要素が研究を通して統合され、ひとつの大きな枠組みになりつつあるという実感です。それはまだ強固なものではなく、ほんの第一歩を踏み出したというところです。しかし同時にそれは自分にとって確かな一歩であり、それまで捜しあぐねていた、今後の自分がどちらに進むべきかという方向が見つかった気持ちがしています。

本研究は途上であり、まだ検討すべき課題が多いことを実感しています。しかし本研究の動機となった、我々がどのようにデザインを見ているのかといった興味は誰にも共通のものであり、その原理の一端を明らかにすることは大きな喜びです。今後もこの研究を進め、人間の見るという行為とデザインや造形表現の関係を明らかにしていきたいと思います。そしてそこから得られた知識が、デザインや表現行為の際の一助になるとすれば、それは私にとって大きな喜びとなるでしょう。

本論文をまとめるために適切にご指導をいただいた、筑波大学 原田昭先生に心から感謝の意を表します。本論文のみならず、先生には博士課程の5年間を通し研究者として、そして教育者としての指針となる多くの貴

重なお助言をいただきました。あわせて感謝いたします。

本研究の多くの部分は、岐阜県製品技術研究所の遠藤善道氏のご支援によるものであり、氏の協力なくして本論文をまとめることはできませんでした。遠藤氏、および遠藤氏にご支援いただいた岐阜大学 小鹿丈夫名誉教授に感謝いたします。

博士論文の審査過程を通じて適切なお指導をいただいた、筑波大学芸術学系の鈴木雅和先生、山中敏正先生、五十嵐浩也先生に感謝いたします。各先生のご指摘とアドバイスによって、不十分だった論文の完成度を高めることができました。

ニューラルネットワークプログラムの利用にあたって、利用上のノウハウなどについて相談にのっていただいた、産業技術総合研究所の麻生英樹先生に感謝いたします。

また、私が研究者として自立することや、筑波大学大学院に学ぶことを勧めていただき、在学中もいろいろとお助言をいただいた、筑波大学芸術学系の上北恭史先生に感謝いたします。

研究を進める過程でお世話になった、筑波大学大学院生産デザイン研究室の皆さんに感謝いたします。研究室の皆さんには不在がちな私に対する連絡など、様々なお協力をいただきました。皆さんのご協力が無ければ、私は博士課程を無事に履修し終えることができなかったと思います。

そして、遠隔地にありながら仕事と大学院博士課程を両立させ継続してこられたのは、名古屋造形芸術大学の皆さんのご支援のおかげでした。伊勢型紙という研究素材を提供していただき、その知識をご教授いただいた鶴飼昭平先生、横井敏秀先生、大藪幸博先生、また仕事上の様々なお配慮をいただいた、竹本紀明先生をはじめとするデザイン学科教職員の皆さん、そして実験に協力し、困難な時には励ましてくれた産業工芸デザインコースの学生諸君に感謝いたします。

2004年1月26日

佐藤 弘喜

あとかきと謝辞

私がこの研究を始めることになったのは、勤務先の大学に伊勢型紙という研究素材があったことに起因しますが、研究を進めるにつれて、当初は関係がないと思っていた以前のデザイナーとしての経験が、この研究と深く結びついていることに気付かされました。それとともに研究の性格も、文様の造形からデザインの評価に移っていきました。生産デザインを専門としていた自分が、グラフィックデザインの領域である文様を研究するということが最初は違和感がありましたが、人間がデザインをどのように認知し、評価するかという大きなテーマの前では、そのような形式的な区分が意味を持たないことも分かってきました。重要な部分は、対象の違いではなく対象を見ている人間の側にあるからです。

今、研究の一区切りがついた段階で感じるのは、自分の中にある様々な要素が研究を通して統合され、ひとつの大きな枠組みになりつつあるという実感です。それはまだ強固なものではなく、ほんの第一歩を踏み出したというところです。しかし同時にそれは自分にとって確かな一歩であり、それまで捜しあぐねていた、今後の自分がどちらに進むべきかという方向が見つかった気持ちがしています。

本研究は途上であり、まだ検討すべき課題が多いことを実感しています。しかし本研究の動機となった、我々がどのようにデザインを見ているのかといった興味は誰にも共通のものであり、その原理の一端を明らかにすることは大きな喜びです。今後もこの研究を進め、人間の見るという行為とデザインや造形表現の関係を明らかにしていきたいと思います。そしてそこから得られた知識が、デザインや表現行為の際の一助になるとすれば、それは私にとって大きな喜びとなるでしょう。

本論文をまとめるために適切にご指導をいただいた、筑波大学 原田昭先生に心から感謝の意を表します。本論文のみならず、先生には博士課程の5年間を通し研究者として、そして教育者としての指針となる多くの貴

重なお助言をいただきました。あわせて感謝いたします。

本研究の多くの部分は、岐阜県製品技術研究所の遠藤善道氏のご支援によるものであり、氏の協力なくして本論文をまとめることはできませんでした。遠藤氏、および遠藤氏にご支援いただいた岐阜大学 小鹿丈夫名誉教授に感謝いたします。

博士論文の審査過程を通じて適切なお指導をいただいた、筑波大学芸術学系の鈴木雅和先生、山中敏正先生、五十嵐浩也先生に感謝いたします。各先生のご指摘とアドバイスによって、不十分だった論文の完成度を高めることができました。

ニューラルネットワークプログラムの利用にあたって、利用上のノウハウなどについて相談にのっていただいた、産業技術総合研究所の麻生英樹先生に感謝いたします。

また、私が研究者として自立することや、筑波大学大学院に学ぶことを勧めていただき、在学中もいろいろとお助言をいただいた、筑波大学芸術学系の上北恭史先生に感謝いたします。

研究を進める過程でお世話になった、筑波大学大学院生産デザイン研究室の皆さんに感謝いたします。研究室の皆さんには不在がちな私に対する連絡など、様々なご協力をいただきました。皆さんのご協力が無ければ、私は博士課程を無事に履修し終えることができなかつたと思います。

そして、遠隔地にありながら仕事と大学院博士課程を両立させ継続してこられたのは、名古屋造形芸術大学の皆さんのご支援のおかげでした。伊勢型紙という研究素材を提供していただき、その知識をご教授いただいた鶴飼昭平先生、横井敏秀先生、大藪幸博先生、また仕事上の様々なご配慮をいただいた、竹本紀明先生をはじめとするデザイン学科教職員の皆さん、そして実験に協力し、困難な時には励ましてくれた産業工芸デザインコースの学生諸君に感謝いたします。

2004年1月26日

佐藤 弘喜

付 録

1. 文様検索プログラム開発に用いた全文様
2. 全文様の特徴値データ
 - 2.1. 面積統計, フラクタル次元, 基本並進ベクトル, 単位画像
 - 2.2. ランレンジス特徴量
 - 2.3. 差分統計, 周辺分布
3. 全文様のレイヤー計算値データ
4. 文様検索表示アプリケーション
LayerSearch ソースプログラム

1. 文様検索プログラム開発に用いた全文様 (全 100 種, 番号は不連続)



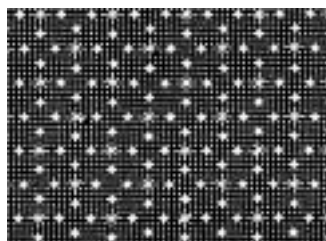
005



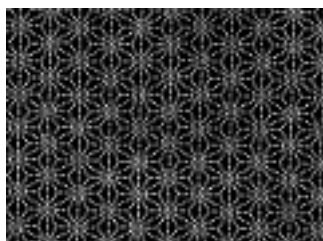
006



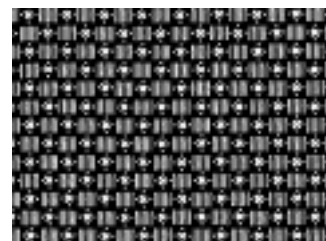
007



009



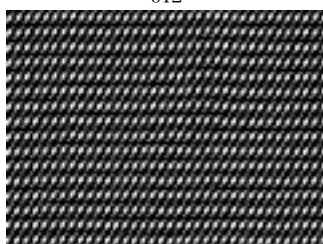
012



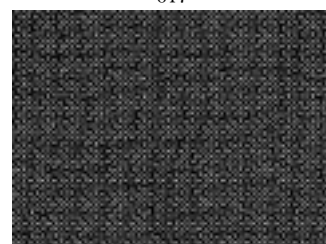
017



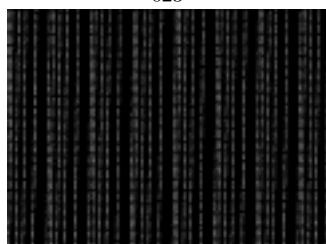
023



027



033



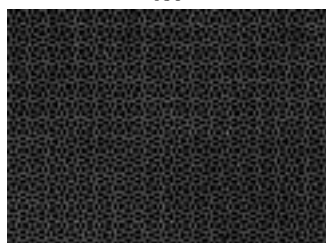
036



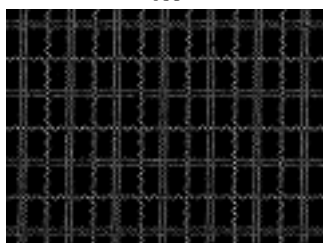
038



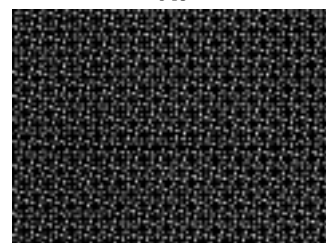
046



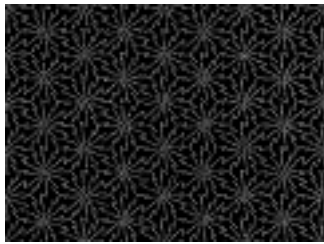
050



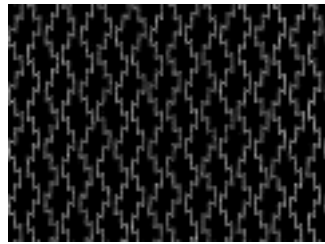
059



061



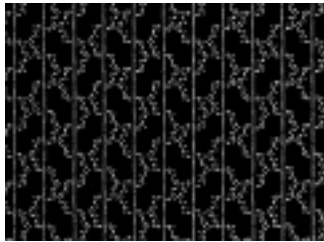
062



063



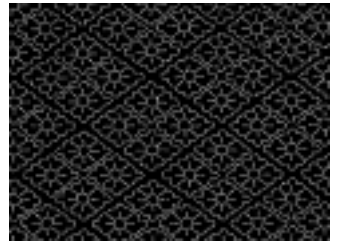
064



065



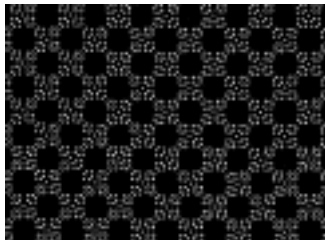
070



078



079



082



083



088



091



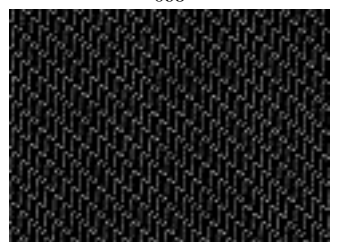
095



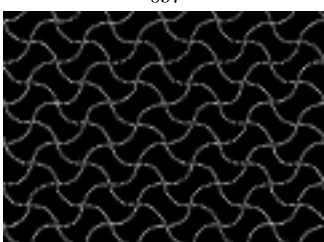
097



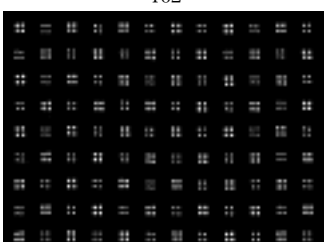
102



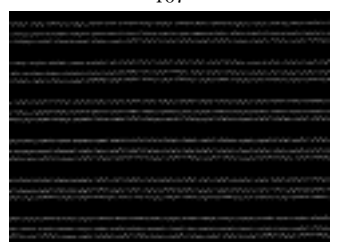
107



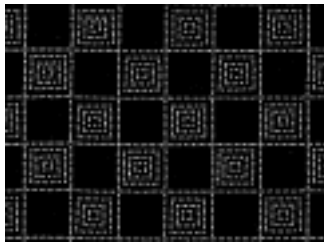
110



112



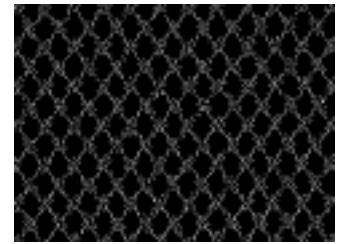
113



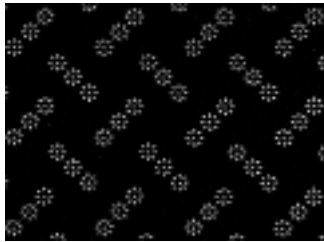
114



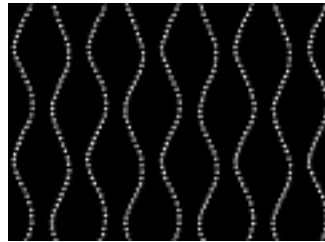
115



120



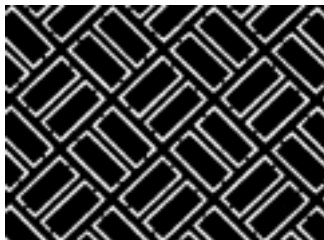
125



127



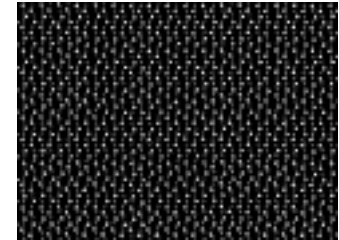
130



132



141



144



145



148



150



154



158



159



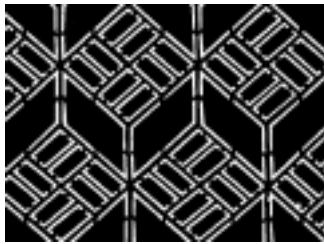
163



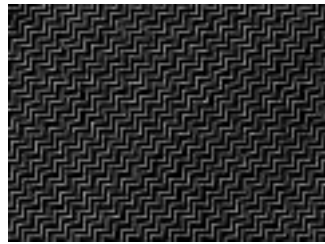
165



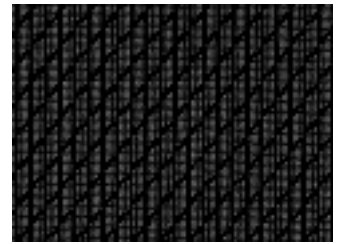
167



176



186



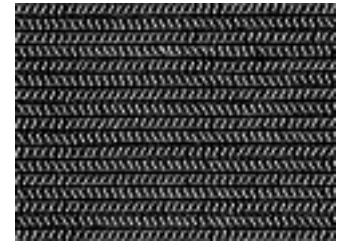
190



192



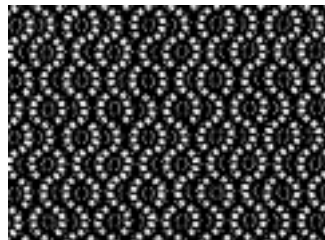
200



201



207



212



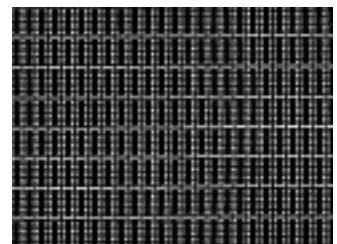
214



224



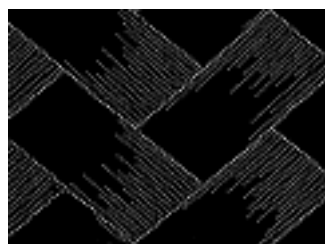
228



230



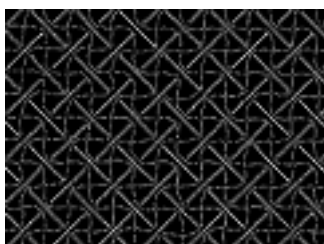
232



238



242



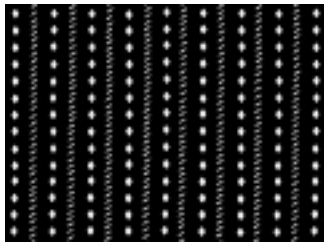
243



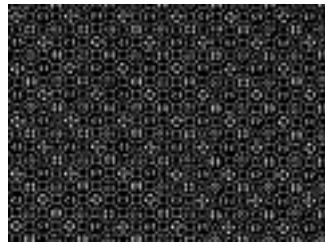
247



251



255



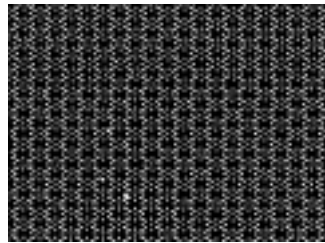
259



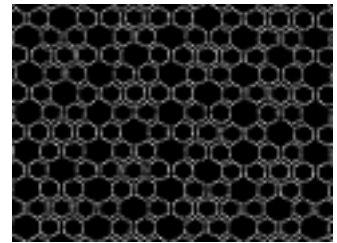
260



261



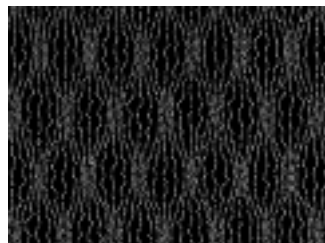
262



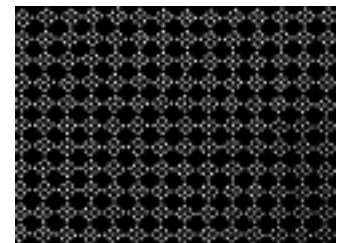
265



268



270



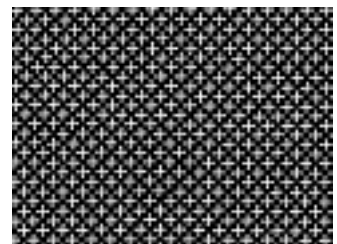
272



273



277



278



282



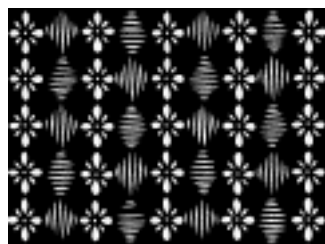
288



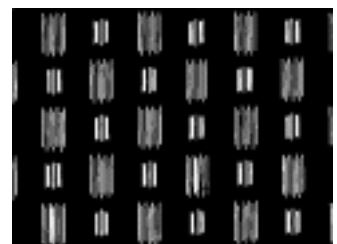
289



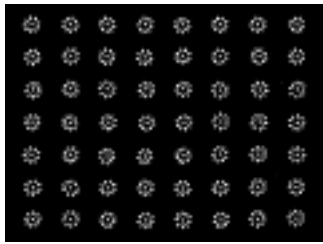
293



294



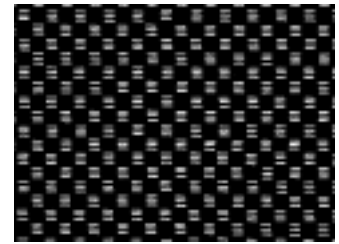
297



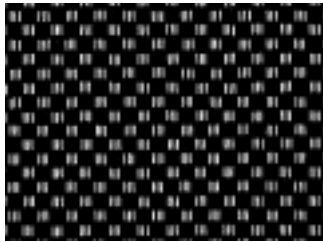
302



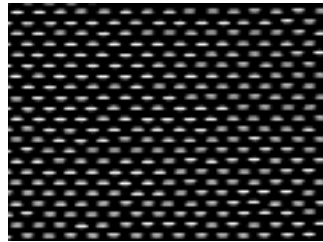
303



305



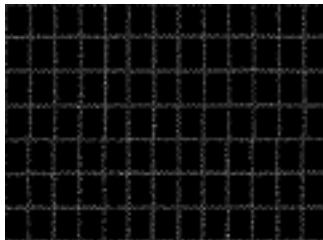
306



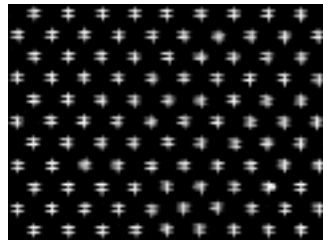
308



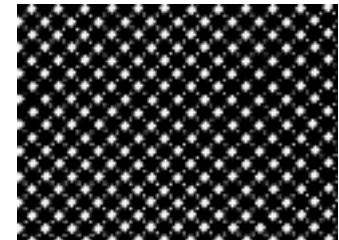
309



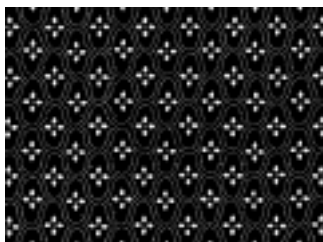
310



311



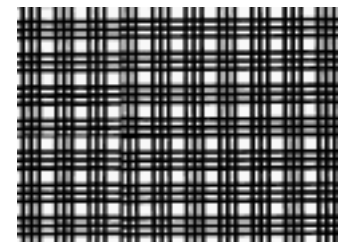
312



313



315



316



319

2. 全文様の特徴値データ

2.1. 面積統計, フラクタル次元, 基本並進ベクトル, 単位画像

| 文様番号 | 面積統計 | | | | | フラクタル次元 | 基本並進ベクトル | | 単位画像 | |
|------|------|-------|--------|------|--------|---------|----------|-------|-------|---------|
| | 個数 | 平均 | 標準偏差 | 占有率 | エントロピー | フラクタル次元 | 大きさの比 | 角度(度) | 面積 | ベクトル(大) |
| 5 | 1065 | 43.5 | 24.39 | 17.7 | 3.82 | 1.61 | 1 | 68 | 1564 | 41 |
| 6 | 1381 | 47.1 | 33.69 | 24.8 | 3.15 | 1.7 | 1 | 90 | 3364 | 58 |
| 7 | 1751 | 28.4 | 4.33 | 19 | 2.2 | 1.63 | 1 | 90 | 14884 | 122 |
| 9 | 1226 | 60.5 | 115.13 | 28.3 | 2.94 | 1.74 | 1.05 | 90 | 30960 | 180 |
| 12 | 1774 | 30.7 | 5.5 | 20.8 | 2.72 | 1.67 | 1 | 57 | 6232 | 86.4 |
| 17 | 650 | 114.8 | 83.87 | 28.5 | 4.62 | 1.7 | 1 | 151 | 17202 | 188.9 |
| 23 | 1502 | 12.8 | 4.95 | 7.5 | 2.1 | 1.37 | 1.29 | 90 | 19557 | 159 |
| 27 | 353 | 207 | 64.09 | 27.9 | 3.75 | 1.69 | 1.98 | 58 | 814 | 43.6 |
| 33 | 2307 | 25.8 | 11.82 | 22.7 | 2.96 | 1.75 | 1 | 90 | 450 | 21.2 |
| 36 | 1476 | 13.3 | 1.58 | 7.5 | 1.77 | 1.38 | 11.56 | 90 | 936 | 104 |
| 38 | 351 | 174.5 | 63.62 | 23.4 | 3.78 | 1.63 | 1 | 84 | 798 | 28.3 |
| 46 | 1623 | 15 | 14.9 | 9.3 | 2.17 | 1.43 | 1.03 | 90 | 12654 | 114 |
| 50 | 3758 | 11 | 1.6 | 15.8 | 1.65 | 1.68 | 1 | 88 | 1200 | 34.7 |
| 59 | 1537 | 15.9 | 6.97 | 9.4 | 2.95 | 1.42 | 1.29 | 90 | 23490 | 174 |
| 61 | 1260 | 35.4 | 17.41 | 17 | 3.19 | 1.6 | 1 | 90 | 1800 | 42.4 |
| 62 | 2289 | 14 | 2.22 | 12.2 | 1.99 | 1.55 | 1 | 62 | 11682 | 115.2 |
| 63 | 1310 | 20.8 | 4.08 | 10.4 | 2.36 | 1.42 | 1.63 | 90 | 12354 | 142 |
| 64 | 1623 | 17.2 | 2.92 | 10.6 | 2.07 | 1.44 | 1 | 60 | 26576 | 174.8 |
| 65 | 1233 | 21.2 | 11.91 | 10 | 2.82 | 1.44 | 1.13 | 90 | 16200 | 135 |
| 70 | 1789 | 20.2 | 3.66 | 13.8 | 1.93 | 1.54 | 1.59 | 90 | 26112 | 204 |
| 78 | 2207 | 14.4 | 2.22 | 12.2 | 1.77 | 1.53 | 1 | 72 | 42656 | 212 |
| 79 | 607 | 18.3 | 5.44 | 4.2 | 2.89 | 1.18 | 1.55 | 90 | 14550 | 150 |
| 82 | 950 | 29.3 | 5.21 | 10.6 | 2.54 | 1.46 | 1 | 90 | 7200 | 84.9 |
| 83 | 1393 | 10.3 | 1.71 | 5.5 | 1.77 | 1.29 | 1 | 89 | 18624 | 136.5 |
| 88 | 1755 | 13.8 | 2.06 | 9.2 | 1.9 | 1.44 | 1.58 | 90 | 15800 | 158 |
| 91 | 1155 | 59.7 | 35.59 | 26.3 | 3.29 | 1.74 | 1 | 118 | 480 | 23.3 |
| 95 | 1452 | 9.9 | 6.76 | 5.5 | 2.01 | 1.29 | 1.13 | 119 | 14040 | 134.4 |
| 97 | 2112 | 13 | 1.97 | 10.5 | 1.86 | 1.51 | 2.21 | 90 | 16704 | 192 |
| 102 | 2100 | 17.6 | 5.47 | 14.1 | 2.42 | 1.59 | 8.5 | 90 | 544 | 68 |
| 107 | 1174 | 24.3 | 14.41 | 10.9 | 2.71 | 1.46 | 1.6 | 107 | 1344 | 47.4 |
| 110 | 780 | 25.2 | 6.42 | 7.5 | 2.18 | 1.29 | 1.33 | 90 | 13534 | 134 |
| 112 | 251 | 42.9 | 14.69 | 4.1 | 3.03 | 1.09 | 1 | 90 | 4356 | 66 |
| 113 | 1053 | 13.7 | 2.2 | 5.5 | 1.91 | 1.29 | 6.19 | 90 | 1584 | 99 |
| 114 | 1119 | 21.1 | 8.49 | 9 | 2.53 | 1.45 | 1 | 90 | 55696 | 236 |

| 文様番号 | 面積統計 | | | | | ワカワカ次元 | 基本並進ベクトル | | 単位画像 | |
|------|------|-------|--------|------|--------|--------|----------|-------|--------|---------|
| | 個数 | 平均 | 標準偏差 | 占有率 | エントロピー | ワカワカ次元 | 大きさの比 | 角度(度) | 面積 | ベクトル(大) |
| 115 | 1566 | 14.1 | 2.87 | 8.4 | 2.26 | 1.4 | 1.62 | 90 | 11424 | 136 |
| 120 | 1135 | 21.1 | 10.75 | 9.2 | 3.2 | 1.42 | 1 | 105 | 3552 | 60.6 |
| 125 | 556 | 19.5 | 17.36 | 4.1 | 2.97 | 1.18 | 1.01 | 90 | 51075 | 227 |
| 127 | 191 | 66.7 | 10.56 | 4.9 | 2.3 | 1.21 | 1.23 | 90 | 41358 | 226 |
| 130 | 2014 | 12.3 | 2.05 | 9.5 | 1.99 | 1.47 | 1.25 | 90 | 9483 | 109 |
| 132 | 56 | 959.6 | 632.36 | 20.6 | 3.92 | 1.52 | 1 | 89 | 32766 | 181 |
| 141 | 1305 | 54.1 | 30.37 | 26.9 | 3.18 | 1.73 | 1 | 90 | 841 | 29 |
| 144 | 915 | 38.2 | 27 | 13.3 | 3.25 | 1.5 | 1.27 | 90 | 2565 | 57 |
| 145 | 2588 | 13.5 | 2.02 | 13.4 | 1.87 | 1.58 | 1 | 75 | 12740 | 114.8 |
| 148 | 1339 | 18.9 | 9.82 | 9.7 | 2.59 | 1.44 | 1 | 110 | 1924 | 45.2 |
| 150 | 1705 | 15.3 | 2.38 | 10 | 1.96 | 1.45 | 1.49 | 90 | 10500 | 125 |
| 154 | 1438 | 19 | 15.18 | 10.4 | 2.76 | 1.45 | 1 | 111 | 2436 | 51 |
| 158 | 3451 | 13.4 | 7.42 | 17.7 | 1.88 | 1.69 | 1 | 90 | 400 | 20 |
| 159 | 1030 | 66.2 | 15.64 | 26 | 2.64 | 1.72 | 2.04 | 86 | 540 | 33.2 |
| 163 | 1763 | 23.3 | 6.86 | 15.7 | 2.89 | 1.62 | 1 | 90 | 2704 | 52 |
| 165 | 1226 | 18.7 | 3.5 | 8.8 | 2.29 | 1.4 | 1 | 90 | 7056 | 84 |
| 167 | 1461 | 25.7 | 17.68 | 14.4 | 2.89 | 1.55 | 1.09 | 90 | 28000 | 175 |
| 176 | 83 | 671.9 | 339.57 | 21.4 | 4.37 | 1.57 | 1.13 | 90 | 25670 | 170 |
| 186 | 2167 | 20 | 3.29 | 16.6 | 2.26 | 1.61 | 2.03 | 93 | 976 | 44.6 |
| 190 | 1972 | 13.6 | 2 | 10.3 | 1.9 | 1.5 | 1 | 103 | 3240 | 57.6 |
| 192 | 1739 | 11.1 | 11.08 | 7.4 | 2.23 | 1.42 | 1.41 | 90 | 4104 | 76 |
| 200 | 2275 | 19.8 | 11.65 | 17.2 | 3.05 | 1.7 | 1 | 63 | 2576 | 53.9 |
| 201 | 1108 | 53.7 | 59.37 | 22.7 | 3.05 | 1.68 | 3.43 | 90 | 1512 | 72 |
| 207 | 1488 | 17.8 | 4.84 | 10.1 | 2.62 | 1.46 | 1 | 66 | 15120 | 128.7 |
| 212 | 833 | 75.4 | 81.98 | 24 | 3.44 | 1.66 | 1 | 81 | 11786 | 109.2 |
| 214 | 1568 | 18.7 | 3.34 | 11.2 | 2.04 | 1.48 | 1.02 | 90 | 28896 | 172 |
| 224 | 1879 | 29.9 | 5.4 | 21.4 | 2.26 | 1.66 | 1 | 77 | 640 | 25.6 |
| 228 | 1733 | 17.8 | 6.29 | 11.8 | 2.59 | 1.5 | 1 | 94 | 12464 | 111.8 |
| 230 | 1389 | 43.4 | 28.92 | 23 | 2.7 | 1.68 | 3 | 90 | 363 | 33 |
| 232 | 922 | 18.1 | 8.55 | 6.4 | 3.08 | 1.33 | 1.08 | 90 | 5767 | 79 |
| 238 | 1100 | 17.6 | 6.59 | 7.4 | 2.56 | 1.43 | 1 | 90 | 112896 | 336 |
| 242 | 1056 | 23.6 | 11.26 | 9.5 | 2.33 | 1.37 | 1 | 90 | 2304 | 48 |
| 243 | 1441 | 23.5 | 9.11 | 12.9 | 2.91 | 1.5 | 1 | 90 | 12769 | 113 |

| 文様番号 | 面積統計 | | | | | ワカ列次元 | 基本並進ベクトル | | 単位画像 | |
|------|------|--------|--------|------|--------|-------|----------|-------|-------|---------|
| | 個数 | 平均 | 標準偏差 | 占有率 | エントロピー | ワカ列次元 | 大きさの比 | 角度(度) | 面積 | ベクトル(大) |
| 247 | 258 | 79.9 | 41.52 | 7.9 | 3.81 | 1.33 | 1 | 90 | 7744 | 88 |
| 251 | 1588 | 10.9 | 1.64 | 6.6 | 1.66 | 1.39 | 1.04 | 90 | 28044 | 171 |
| 255 | 236 | 110.8 | 71.01 | 10 | 3.33 | 1.29 | 2.19 | 90 | 4042 | 94 |
| 259 | 1764 | 28 | 22.28 | 18.9 | 3 | 1.66 | 1 | 90 | 2178 | 46.7 |
| 260 | 2433 | 20.7 | 12.31 | 19.2 | 3.24 | 1.66 | 1 | 90 | 51200 | 226.3 |
| 261 | 206 | 35.4 | 50.1 | 2.8 | 2.41 | 0.98 | 1.34 | 90 | 12065 | 127 |
| 262 | 959 | 57.8 | 35.41 | 21.2 | 3.68 | 1.64 | 1 | 64 | 2000 | 47.2 |
| 265 | 1276 | 25.1 | 3.84 | 12.2 | 2.27 | 1.47 | 1 | 116 | 2880 | 56.6 |
| 268 | 338 | 45.9 | 25.11 | 5.9 | 3.67 | 1.28 | 2.16 | 57 | 3900 | 100 |
| 270 | 2033 | 16.2 | 2.5 | 12.6 | 2.01 | 1.54 | 1.03 | 135 | 19229 | 167.5 |
| 272 | 783 | 48.6 | 8.9 | 14.5 | 2.58 | 1.46 | 1.07 | 90 | 12528 | 116 |
| 273 | 1839 | 23 | 7.5 | 16.1 | 2.76 | 1.58 | 1.48 | 90 | 18216 | 164.2 |
| 277 | 196 | 306.4 | 236.13 | 22.9 | 4.42 | 1.59 | 1.42 | 90 | 27048 | 196 |
| 278 | 263 | 287.1 | 104.43 | 28.8 | 4.19 | 1.67 | 1 | 88 | 1200 | 34.7 |
| 282 | 2869 | 15 | 11.01 | 16.5 | 2.15 | 1.64 | 1.95 | 90 | 8514 | 129 |
| 288 | 2266 | 20.9 | 9.52 | 18.1 | 3.2 | 1.69 | 1.06 | 90 | 2448 | 51 |
| 289 | 800 | 39 | 26.49 | 11.9 | 3 | 1.43 | 2.57 | 90 | 1357 | 59 |
| 293 | 743 | 40.4 | 10.47 | 11.5 | 3.37 | 1.46 | 1 | 90 | 1800 | 42.4 |
| 294 | 234 | 209.6 | 144.53 | 18.7 | 5.05 | 1.52 | 1.5 | 90 | 21600 | 180 |
| 297 | 108 | 308.8 | 150.48 | 12.8 | 4.5 | 1.51 | 1 | 88 | 27840 | 166.9 |
| 302 | 347 | 48.8 | 9.22 | 6.5 | 2.87 | 1.29 | 1.17 | 90 | 7695 | 95 |
| 303 | 1357 | 5.2 | 8.94 | 4.9 | 2.85 | 1.27 | 1 | 119 | 6600 | 87 |
| 305 | 325 | 106.2 | 23.46 | 13.2 | 3.65 | 1.42 | 1 | 90 | 2450 | 49.5 |
| 306 | 335 | 109.2 | 28.41 | 14 | 3.55 | 1.43 | 1 | 90 | 2450 | 49.5 |
| 308 | 196 | 194 | 48.76 | 14.5 | 3.44 | 1.36 | 1 | 90 | 1458 | 38.2 |
| 309 | 55 | 1097.6 | 544.37 | 22.7 | 3.79 | 1.52 | 1 | 90 | 6272 | 79.2 |
| 310 | 1280 | 6.3 | 8.79 | 5.2 | 2.71 | 1.32 | 1.39 | 90 | 5332 | 86 |
| 311 | 83 | 305.3 | 191.86 | 9.7 | 3.66 | 1.31 | 1 | 105 | 4620 | 69.2 |
| 312 | 447 | 110 | 146.46 | 18.9 | 4.06 | 1.5 | 1 | 87 | 2176 | 46.7 |
| 313 | 1929 | 12.5 | 34.92 | 13.4 | 2.03 | 1.55 | 1 | 98 | 6930 | 83.6 |
| 315 | 1846 | 20 | 11.22 | 14.2 | 2.67 | 1.57 | 1 | 97 | 1296 | 36.1 |
| 316 | 371 | 260.6 | 265.48 | 36.9 | 4.36 | 1.71 | 1 | 90 | 6724 | 82 |
| 319 | 696 | 33.1 | 15.41 | 8.8 | 3.38 | 1.39 | 1 | 90 | 2304 | 48 |

2.2.ランレングス特徴量

| 文様番号 | ランレングス (?=0) | | | | | ランレングス (?=90) | | | | |
|------|----------------|-----------|----------------|-------------|----------|-----------------|------------|-----------------|--------------|-----------|
| | short run0 | long run0 | nonuniformity0 | percentage0 | entropy0 | short run90 | long run90 | nonuniformity90 | percentage90 | entropy90 |
| 5 | 0.051 | 2031 | 790 | 0.054 | 3.93 | 0.063 | 245 | 2382 | 0.095 | 2.95 |
| 6 | 0.052 | 212 | 2181 | 0.095 | 3.46 | 0.052 | 358 | 1829 | 0.088 | 3.56 |
| 7 | 0.061 | 351 | 2192 | 0.083 | 3.37 | 0.058 | 431 | 1920 | 0.077 | 3.43 |
| 9 | 0.056 | 526 | 2334 | 0.088 | 3.24 | 0.051 | 612 | 2874 | 0.083 | 3.3 |
| 12 | 0.054 | 269 | 2313 | 0.09 | 3.32 | 0.053 | 506 | 2156 | 0.08 | 3.39 |
| 17 | 0.056 | 503 | 6165 | 0.114 | 2.83 | 0.058 | 2107 | 376 | 0.042 | 4.29 |
| 23 | 0.107 | 1145 | 1279 | 0.051 | 3.6 | 0.086 | 1729 | 1219 | 0.047 | 3.61 |
| 27 | 0.029 | 775 | 1188 | 0.076 | 3.28 | 0.045 | 275 | 1418 | 0.073 | 3.05 |
| 33 | 0.087 | 142 | 2870 | 0.113 | 2.97 | 0.073 | 177 | 2622 | 0.106 | 3.04 |
| 36 | 0.091 | 2640 | 1180 | 0.049 | 3.18 | 0.094 | 7807 | 2404 | 0.046 | 2.47 |
| 38 | 0.048 | 472 | 1142 | 0.071 | 3.56 | 0.047 | 622 | 1338 | 0.071 | 3.49 |
| 46 | 0.111 | 644 | 1403 | 0.063 | 3.48 | 0.09 | 1319 | 950 | 0.049 | 3.79 |
| 50 | 0.116 | 403 | 4184 | 0.112 | 2.92 | 0.105 | 492 | 3528 | 0.102 | 2.99 |
| 59 | 0.097 | 962 | 1196 | 0.057 | 3.46 | 0.083 | 2051 | 1076 | 0.048 | 3.53 |
| 61 | 0.083 | 381 | 1099 | 0.077 | 3.62 | 0.072 | 487 | 1115 | 0.072 | 3.67 |
| 62 | 0.097 | 417 | 2165 | 0.08 | 3.31 | 0.082 | 641 | 2001 | 0.069 | 3.46 |
| 63 | 0.076 | 901 | 1422 | 0.056 | 3.42 | 0.114 | 3998 | 1574 | 0.048 | 3.15 |
| 64 | 0.086 | 853 | 1806 | 0.061 | 3.5 | 0.081 | 971 | 1404 | 0.055 | 3.59 |
| 65 | 0.088 | 965 | 1075 | 0.055 | 3.73 | 0.083 | 1923 | 1483 | 0.051 | 3.57 |
| 70 | 0.079 | 613 | 1966 | 0.069 | 3.42 | 0.089 | 1604 | 2005 | 0.064 | 3.37 |
| 78 | 0.097 | 495 | 2619 | 0.076 | 3.31 | 0.084 | 558 | 1786 | 0.069 | 3.46 |
| 79 | 0.179 | 1771 | 1229 | 0.043 | 3.19 | 0.077 | 11091 | 171 | 0.019 | 4.45 |
| 82 | 0.07 | 1121 | 1094 | 0.054 | 3.56 | 0.062 | 1318 | 1059 | 0.051 | 3.63 |
| 83 | 0.108 | 1943 | 920 | 0.042 | 3.69 | 0.098 | 2196 | 846 | 0.039 | 3.74 |
| 88 | 0.09 | 759 | 1475 | 0.06 | 3.51 | 0.081 | 976 | 1500 | 0.054 | 3.59 |
| 91 | 0.068 | 631 | 3471 | 0.116 | 2.83 | 0.068 | 915 | 1364 | 0.077 | 3.35 |
| 95 | 0.133 | 1528 | 1033 | 0.045 | 3.63 | 0.103 | 4151 | 979 | 0.037 | 3.48 |
| 97 | 0.1 | 572 | 1662 | 0.07 | 3.4 | 0.084 | 1727 | 1749 | 0.062 | 3.43 |
| 102 | 0.08 | 354 | 1838 | 0.083 | 3.25 | 0.087 | 3368 | 3190 | 0.072 | 2.9 |
| 107 | 0.07 | 766 | 966 | 0.058 | 3.55 | 0.079 | 751 | 1792 | 0.06 | 3.26 |
| 110 | 0.061 | 2234 | 853 | 0.036 | 3.79 | 0.056 | 2168 | 637 | 0.034 | 3.89 |
| 112 | 0.027 | 25467 | 413 | 0.015 | 3.23 | 0.026 | 25703 | 362 | 0.015 | 3.26 |
| 113 | 0.096 | 10275 | 1226 | 0.036 | 2.71 | 0.074 | 3775 | 655 | 0.032 | 3.46 |
| 114 | 0.08 | 2303 | 1247 | 0.047 | 3.45 | 0.075 | 2891 | 1214 | 0.042 | 3.57 |

| 文様番号 | ランレングス (?=0 ?) | | | | | ランレングス (?=90 ?) | | | | |
|------|-----------------|-----------|----------------|-------------|----------|------------------|------------|-----------------|--------------|-----------|
| | short run0 | long run0 | nonuniformity0 | percentage0 | entropy0 | short run90 | long run90 | nonuniformity90 | percentage90 | entropy90 |
| 115 | 0.078 | 1314 | 778 | 0.047 | 3.84 | 0.111 | 1318 | 1676 | 0.056 | 3.49 |
| 120 | 0.134 | 498 | 1816 | 0.073 | 3.32 | 0.068 | 2414 | 416 | 0.036 | 4.25 |
| 125 | 0.303 | 7788 | 693 | 0.027 | 3.81 | 0.144 | 8981 | 271 | 0.022 | 4.17 |
| 127 | 0.026 | 11178 | 157 | 0.015 | 4.33 | 0.027 | 20764 | 267 | 0.015 | 4 |
| 130 | 0.105 | 644 | 1838 | 0.069 | 3.35 | 0.092 | 1200 | 1990 | 0.057 | 3.43 |
| 132 | 0.039 | 1149 | 484 | 0.04 | 3.89 | 0.03 | 1125 | 529 | 0.04 | 3.82 |
| 141 | 0.068 | 174 | 2395 | 0.109 | 3.09 | 0.025 | 537 | 1859 | 0.062 | 2.82 |
| 144 | 0.118 | 461 | 1025 | 0.069 | 3.54 | 0.088 | 1791 | 817 | 0.054 | 3.78 |
| 145 | 0.101 | 304 | 2479 | 0.091 | 3.2 | 0.086 | 983 | 2416 | 0.075 | 3.35 |
| 148 | 0.116 | 504 | 1458 | 0.071 | 3.4 | 0.094 | 3123 | 1315 | 0.048 | 3.69 |
| 150 | 0.091 | 684 | 1626 | 0.063 | 3.42 | 0.079 | 1582 | 1529 | 0.053 | 3.48 |
| 154 | 0.101 | 1512 | 1212 | 0.06 | 3.48 | 0.104 | 3350 | 1698 | 0.054 | 3.28 |
| 158 | 0.121 | 411 | 5155 | 0.114 | 2.89 | 0.117 | 515 | 3912 | 0.1 | 3.05 |
| 159 | 0.095 | 215 | 1463 | 0.094 | 3.45 | 0.084 | 238 | 1364 | 0.088 | 3.48 |
| 163 | 0.087 | 321 | 1606 | 0.087 | 3.48 | 0.07 | 300 | 1608 | 0.085 | 3.4 |
| 165 | 0.062 | 2268 | 687 | 0.043 | 3.77 | 0.079 | 1422 | 1178 | 0.052 | 3.52 |
| 167 | 0.111 | 353 | 1666 | 0.083 | 3.35 | 0.064 | 2203 | 1371 | 0.057 | 3.39 |
| 176 | 0.023 | 1063 | 622 | 0.047 | 3.92 | 0.027 | 1558 | 716 | 0.042 | 3.73 |
| 186 | 0.091 | 546 | 3069 | 0.089 | 3.11 | 0.09 | 724 | 2432 | 0.08 | 3.15 |
| 190 | 0.099 | 1880 | 1959 | 0.069 | 2.92 | 0.084 | 4627 | 2757 | 0.059 | 2.69 |
| 192 | 0.208 | 588 | 1904 | 0.069 | 3.37 | 0.077 | 2285 | 775 | 0.043 | 3.74 |
| 200 | 0.134 | 192 | 2537 | 0.113 | 3.2 | 0.11 | 389 | 2637 | 0.107 | 3.23 |
| 201 | 0.064 | 797 | 2399 | 0.099 | 3.04 | 0.049 | 508 | 918 | 0.063 | 3.75 |
| 207 | 0.066 | 1014 | 659 | 0.051 | 3.84 | 0.095 | 1015 | 1913 | 0.064 | 3.44 |
| 212 | 0.061 | 491 | 549 | 0.063 | 4.14 | 0.096 | 341 | 1268 | 0.084 | 3.81 |
| 214 | 0.084 | 1238 | 2340 | 0.063 | 3.23 | 0.06 | 1260 | 1240 | 0.053 | 3.63 |
| 224 | 0.059 | 212 | 2151 | 0.095 | 3.18 | 0.059 | 413 | 2132 | 0.083 | 3.3 |
| 228 | 0.078 | 567 | 1383 | 0.067 | 3.57 | 0.075 | 1055 | 1384 | 0.06 | 3.65 |
| 230 | 0.057 | 1675 | 2544 | 0.078 | 3.04 | 0.053 | 934 | 3559 | 0.085 | 2.78 |
| 232 | 0.138 | 2884 | 782 | 0.041 | 3.72 | 0.108 | 4360 | 795 | 0.038 | 3.55 |
| 238 | 0.073 | 3174 | 725 | 0.04 | 3.67 | 0.059 | 3732 | 555 | 0.035 | 3.83 |
| 242 | 0.054 | 2237 | 743 | 0.044 | 3.77 | 0.061 | 3719 | 904 | 0.046 | 3.55 |
| 243 | 0.068 | 611 | 1198 | 0.064 | 3.68 | 0.059 | 757 | 1006 | 0.058 | 3.76 |

| 文様番号 | ランレングス (?=0 ?) | | | | | ランレングス (?=90 ?) | | | | |
|------|-----------------|-----------|----------------|-------------|----------|------------------|------------|-----------------|--------------|-----------|
| | short run0 | long run0 | nonuniformity0 | percentage0 | entropy0 | short run90 | long run90 | nonuniformity90 | percentage90 | entropy90 |
| 247 | 0.087 | 8917 | 613 | 0.028 | 3.2 | 0.061 | 11775 | 645 | 0.028 | 3.1 |
| 251 | 0.124 | 4029 | 1809 | 0.052 | 2.88 | 0.093 | 6114 | 1814 | 0.042 | 3.07 |
| 255 | 0.032 | 3078 | 229 | 0.028 | 4.1 | 0.045 | 11037 | 480 | 0.03 | 3.53 |
| 259 | 0.081 | 266 | 1877 | 0.095 | 3.47 | 0.079 | 391 | 1668 | 0.084 | 3.63 |
| 260 | 0.096 | 496 | 2877 | 0.099 | 3.22 | 0.089 | 719 | 2328 | 0.085 | 3.34 |
| 261 | 0.127 | 27990 | 94 | 0.01 | 4.57 | 0.107 | 11429 | 248 | 0.017 | 4.12 |
| 262 | 0.042 | 443 | 931 | 0.072 | 3.53 | 0.04 | 1285 | 2156 | 0.08 | 3.13 |
| 265 | 0.061 | 1163 | 1434 | 0.058 | 3.5 | 0.061 | 1417 | 1291 | 0.052 | 3.52 |
| 268 | 0.055 | 8439 | 315 | 0.025 | 4.12 | 0.047 | 6021 | 295 | 0.024 | 4.28 |
| 270 | 0.081 | 469 | 1804 | 0.074 | 3.4 | 0.082 | 1150 | 2901 | 0.068 | 3.19 |
| 272 | 0.037 | 1857 | 762 | 0.049 | 3.56 | 0.031 | 2389 | 671 | 0.043 | 3.69 |
| 273 | 0.067 | 340 | 1464 | 0.079 | 3.47 | 0.055 | 404 | 1324 | 0.072 | 3.53 |
| 277 | 0.027 | 601 | 758 | 0.051 | 3.66 | 0.032 | 340 | 1636 | 0.069 | 3.25 |
| 278 | 0.042 | 361 | 1148 | 0.067 | 3.42 | 0.043 | 381 | 1108 | 0.066 | 3.42 |
| 282 | 0.114 | 289 | 3163 | 0.101 | 3.32 | 0.101 | 318 | 2457 | 0.091 | 3.42 |
| 288 | 0.118 | 534 | 2990 | 0.113 | 3.24 | 0.108 | 370 | 2840 | 0.107 | 3.32 |
| 289 | 0.078 | 1783 | 805 | 0.053 | 3.52 | 0.054 | 4678 | 1321 | 0.053 | 3.04 |
| 293 | 0.067 | 932 | 887 | 0.059 | 3.47 | 0.059 | 960 | 937 | 0.058 | 3.5 |
| 294 | 0.052 | 2280 | 469 | 0.043 | 4.18 | 0.047 | 3015 | 455 | 0.039 | 4.25 |
| 297 | 0.064 | 1879 | 2302 | 0.06 | 2.8 | 0.066 | 54429 | 69 | 0.007 | 4.76 |
| 302 | 0.041 | 10845 | 389 | 0.024 | 3.94 | 0.049 | 12118 | 408 | 0.025 | 3.85 |
| 303 | 0.202 | 3611 | 1066 | 0.042 | 3.68 | 0.218 | 2301 | 1143 | 0.043 | 3.67 |
| 305 | 0.062 | 17897 | 163 | 0.015 | 4.05 | 0.05 | 1970 | 2659 | 0.063 | 2.64 |
| 306 | 0.046 | 1960 | 3034 | 0.063 | 2.62 | 0.206 | 11990 | 329 | 0.019 | 3.95 |
| 308 | 0.022 | 22761 | 126 | 0.014 | 4.32 | 0.039 | 770 | 639 | 0.046 | 3.28 |
| 309 | 0.011 | 9486 | 142 | 0.019 | 4.63 | 0.012 | 2402 | 150 | 0.025 | 4.09 |
| 310 | 0.186 | 1761 | 1114 | 0.044 | 3.54 | 0.169 | 2227 | 955 | 0.04 | 3.59 |
| 311 | 0.048 | 10235 | 132 | 0.019 | 4.25 | 0.105 | 3307 | 502 | 0.033 | 3.68 |
| 312 | 0.033 | 1361 | 236 | 0.037 | 4.16 | 0.094 | 1345 | 301 | 0.039 | 4.18 |
| 313 | 0.191 | 735 | 1026 | 0.063 | 3.85 | 0.151 | 473 | 1978 | 0.077 | 3.51 |
| 315 | 0.076 | 576 | 1724 | 0.078 | 3.39 | 0.117 | 474 | 1581 | 0.071 | 3.56 |
| 316 | 0.028 | 3771 | 2194 | 0.048 | 2.35 | 0.027 | 4209 | 2060 | 0.046 | 2.38 |
| 319 | 0.081 | 684 | 1002 | 0.054 | 3.29 | 0.075 | 720 | 957 | 0.052 | 3.26 |

2.3. 差分統計, 周辺分布

| 文様番号 | 差分統計 (?=0 ?) | | | | 差分統計 (?=90 ?) | | | | 周辺分布 |
|------|---------------|-------|----------------------|--------|----------------|--------|-----------------------|--------|------|
| | コントラスト0 | モメント0 | イントロ ^o -0 | 平均0 | コントラスト90 | モメント90 | イントロ ^o -90 | 平均90 | 周辺分布 |
| 5 | 84.8 | 0.382 | -1.514 | 2.137 | 96.7 | 0.27 | -2.092 | 3.944 | 2569 |
| 6 | 8.6 | 0.307 | -1.482 | 1.383 | 7 | 0.313 | -1.458 | 1.338 | 1591 |
| 7 | 15.5 | 0.19 | -1.893 | 2.314 | 13.1 | 0.211 | -1.822 | 2.083 | 1358 |
| 9 | 207.6 | 0.038 | -3.396 | 11.666 | 202.4 | 0.039 | -3.364 | 11.757 | 3840 |
| 12 | 110 | 0.266 | -2.219 | 4.662 | 70.3 | 0.331 | -1.71 | 2.542 | 1922 |
| 17 | 148 | 0.274 | -2.231 | 4.966 | 132.4 | 0.266 | -2.141 | 4.619 | 3486 |
| 23 | 17.6 | 0.219 | -1.745 | 1.984 | 9.1 | 0.29 | -1.429 | 1.337 | 951 |
| 27 | 25.1 | 0.288 | -1.954 | 2.917 | 33.5 | 0.332 | -1.673 | 1.919 | 4355 |
| 33 | 105.8 | 0.285 | -1.88 | 3.097 | 104 | 0.322 | -1.756 | 2.842 | 2232 |
| 36 | 186.4 | 0.052 | -3.216 | 9.115 | 3 | 0.429 | -1.087 | 0.706 | 2399 |
| 38 | 32.4 | 0.308 | -1.747 | 2.125 | 36 | 0.317 | -1.698 | 2.043 | 4238 |
| 46 | 16.8 | 0.175 | -1.902 | 2.526 | 8.3 | 0.259 | -1.551 | 1.54 | 1405 |
| 50 | 58.6 | 0.31 | -1.831 | 2.746 | 52.4 | 0.319 | -1.747 | 2.445 | 1778 |
| 59 | 25 | 0.149 | -2.163 | 3.046 | 24.6 | 0.146 | -2.176 | 3.068 | 1940 |
| 61 | 47.1 | 0.311 | -1.73 | 2.303 | 46.1 | 0.321 | -1.692 | 2.216 | 1891 |
| 62 | 39.9 | 0.338 | -1.681 | 2.129 | 24.5 | 0.401 | -1.354 | 1.446 | 588 |
| 63 | 50.1 | 0.091 | -2.65 | 5.019 | 27.8 | 0.165 | -2.18 | 2.98 | 1544 |
| 64 | 30.1 | 0.384 | -1.427 | 1.542 | 19.3 | 0.468 | -1.132 | 1.126 | 646 |
| 65 | 23.1 | 0.15 | -2.139 | 2.997 | 18.6 | 0.176 | -1.976 | 2.511 | 1167 |
| 70 | 7.1 | 0.386 | -1.151 | 0.932 | 12 | 0.356 | -1.267 | 1.142 | 2366 |
| 78 | 33.9 | 0.375 | -1.429 | 1.585 | 28 | 0.382 | -1.408 | 1.521 | 837 |
| 79 | 38.5 | 0.137 | -2.324 | 3.477 | 16.4 | 0.173 | -2.036 | 2.459 | 1135 |
| 82 | 26.9 | 0.341 | -1.724 | 2.075 | 25.7 | 0.349 | -1.698 | 2.011 | 1450 |
| 83 | 14.2 | 0.464 | -1.113 | 0.878 | 13.2 | 0.466 | -1.122 | 0.891 | 348 |
| 88 | 16.3 | 0.346 | -1.331 | 1.242 | 7.1 | 0.406 | -1.139 | 0.875 | 526 |
| 91 | 92.2 | 0.27 | -1.902 | 3.295 | 89.3 | 0.34 | -1.655 | 2.496 | 3442 |
| 95 | 18.5 | 0.344 | -1.566 | 1.551 | 21.6 | 0.429 | -1.375 | 1.356 | 650 |
| 97 | 6.6 | 0.357 | -1.253 | 0.99 | 19.3 | 0.282 | -1.537 | 1.534 | 1264 |
| 102 | 119.6 | 0.072 | -2.938 | 7.466 | 1.1 | 0.73 | -0.628 | 0.308 | 2519 |
| 107 | 26.4 | 0.398 | -1.465 | 1.656 | 32.7 | 0.351 | -1.643 | 2.053 | 1812 |
| 110 | 15.6 | 0.264 | -1.638 | 1.69 | 7.3 | 0.34 | -1.311 | 1.115 | 950 |
| 112 | 15.9 | 0.37 | -1.653 | 1.874 | 15.1 | 0.371 | -1.64 | 1.828 | 1653 |
| 113 | 3.7 | 0.364 | -1.296 | 0.938 | 67.7 | 0.154 | -2.39 | 3.998 | 1818 |
| 114 | 44.5 | 0.119 | -2.424 | 4.048 | 33.9 | 0.13 | -2.316 | 3.554 | 1731 |

| 文様番号 | 差分統計 (?=0 ?) | | | | 差分統計 (?=90 ?) | | | | 周辺分布 |
|------|---------------|--------|---------|-------|----------------|---------|----------|-------|------|
| | ｺﾝﾄﾗｽﾄ0 | ﾈｰｼﾞﾄ0 | ｲﾝﾄﾚﾙ-0 | 平均0 | ｺﾝﾄﾗｽﾄ90 | ﾈｰｼﾞﾄ90 | ｲﾝﾄﾚﾙ-90 | 平均90 | 周辺分布 |
| 115 | 4.7 | 0.451 | -0.94 | 0.676 | 20.5 | 0.335 | -1.399 | 1.436 | 693 |
| 120 | 22.8 | 0.406 | -1.461 | 1.546 | 9.9 | 0.547 | -0.991 | 0.831 | 1463 |
| 125 | 15.5 | 0.205 | -1.866 | 2.154 | 19.6 | 0.187 | -1.965 | 2.452 | 933 |
| 127 | 15 | 0.228 | -1.768 | 1.857 | 24.5 | 0.19 | -2.031 | 2.482 | 1440 |
| 130 | 13.6 | 0.227 | -1.727 | 1.917 | 13.1 | 0.248 | -1.628 | 1.732 | 1066 |
| 132 | 163.2 | 0.277 | -2.193 | 4.916 | 161.8 | 0.276 | -2.19 | 4.864 | 3998 |
| 141 | 17.8 | 0.129 | -2.225 | 3.197 | 50.5 | 0.189 | -1.922 | 2.515 | 3935 |
| 144 | 8.9 | 0.241 | -1.697 | 1.926 | 9.8 | 0.213 | -1.793 | 2.026 | 2165 |
| 145 | 35.2 | 0.427 | -1.276 | 1.498 | 26.3 | 0.529 | -1.012 | 1.173 | 1233 |
| 148 | 18 | 0.425 | -1.411 | 1.435 | 15.4 | 0.431 | -1.37 | 1.323 | 1520 |
| 150 | 11.3 | 0.26 | -1.643 | 1.662 | 19 | 0.196 | -1.921 | 2.307 | 1814 |
| 154 | 18.7 | 0.339 | -1.65 | 1.771 | 29 | 0.327 | -1.822 | 2.381 | 2136 |
| 158 | 17.3 | 0.145 | -2.148 | 2.985 | 11.4 | 0.185 | -1.928 | 2.276 | 2178 |
| 159 | 139.7 | 0.348 | -1.76 | 3.077 | 141.1 | 0.362 | -1.683 | 2.858 | 3599 |
| 163 | 11.2 | 0.232 | -1.736 | 1.852 | 10.9 | 0.236 | -1.687 | 1.817 | 1182 |
| 165 | 15.7 | 0.169 | -2.002 | 2.526 | 21.4 | 0.164 | -2.094 | 2.796 | 1207 |
| 167 | 119.7 | 0.059 | -3.076 | 7.924 | 60.4 | 0.094 | -2.669 | 5.092 | 2267 |
| 176 | 32.5 | 0.111 | -2.436 | 4.011 | 29.9 | 0.114 | -2.415 | 3.905 | 2398 |
| 186 | 73.7 | 0.337 | -1.865 | 3.116 | 67.4 | 0.356 | -1.756 | 2.631 | 2511 |
| 190 | 89.8 | 0.271 | -2.281 | 4.94 | 84.4 | 0.28 | -2.226 | 4.565 | 2216 |
| 192 | 8.7 | 0.362 | -1.23 | 1.084 | 9.7 | 0.319 | -1.412 | 1.388 | 766 |
| 200 | 65.3 | 0.272 | -2.06 | 3.716 | 43.3 | 0.352 | -1.565 | 1.999 | 1552 |
| 201 | 4.5 | 0.306 | -1.455 | 1.309 | 15.9 | 0.181 | -1.995 | 2.493 | 2732 |
| 207 | 26.7 | 0.326 | -1.651 | 1.899 | 21.7 | 0.43 | -1.262 | 1.295 | 776 |
| 212 | 72.2 | 0.397 | -1.422 | 2.1 | 71.6 | 0.35 | -1.557 | 2.259 | 2155 |
| 214 | 17.6 | 0.281 | -1.485 | 1.462 | 15.8 | 0.236 | -1.665 | 1.775 | 963 |
| 224 | 42.8 | 0.313 | -1.827 | 2.525 | 36.7 | 0.322 | -1.719 | 2.2 | 2707 |
| 228 | 27.8 | 0.404 | -1.325 | 1.452 | 26.2 | 0.456 | -1.179 | 1.287 | 978 |
| 230 | 24.7 | 0.12 | -2.326 | 3.959 | 12.5 | 0.262 | -1.585 | 2.058 | 4196 |
| 232 | 13 | 0.281 | -1.581 | 1.511 | 25.2 | 0.317 | -1.619 | 1.893 | 1484 |
| 238 | 36.1 | 0.157 | -2.204 | 3.11 | 32.1 | 0.157 | -2.211 | 3.101 | 1144 |
| 242 | 11.9 | 0.211 | -1.775 | 2.107 | 12.1 | 0.21 | -1.798 | 2.008 | 1622 |
| 243 | 13.7 | 0.264 | -1.695 | 1.756 | 11.8 | 0.266 | -1.674 | 1.691 | 1630 |

| 文様番号 | 差分統計 ($\theta=0^\circ$) | | | | 差分統計 ($\theta=90^\circ$) | | | | 周辺分布 |
|------|---------------------------|-------|---------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------|-------|------|
| | コントラスト | エッジ | エッジ ² -0 | 平均0 | コントラスト90 | エッジ90 | エッジ ² -90 | 平均90 | 周辺分布 |
| 247 | 27 | 0.241 | -1.968 | 2.488 | 24.1 | 0.317 | -1.772 | 2.173 | 2641 |
| 251 | 83.9 | 0.092 | -2.748 | 5.6 | 54.2 | 0.112 | -2.57 | 4.554 | 1841 |
| 255 | 31.2 | 0.164 | -2.26 | 3.385 | 12.8 | 0.535 | -1.182 | 1.098 | 2994 |
| 259 | 53.9 | 0.337 | -1.634 | 2.244 | 50.9 | 0.363 | -1.497 | 1.982 | 1523 |
| 260 | 127.9 | 0.054 | -3.062 | 9.589 | 66.9 | 0.071 | -2.772 | 6.79 | 2763 |
| 261 | 5 | 0.47 | -1.119 | 0.791 | 16.6 | 0.374 | -1.393 | 1.282 | 998 |
| 262 | 60.6 | 0.286 | -1.984 | 3.193 | 55 | 0.299 | -1.901 | 2.901 | 3378 |
| 265 | 23.7 | 0.351 | -1.553 | 1.738 | 29.3 | 0.387 | -1.527 | 1.833 | 1415 |
| 268 | 40 | 0.23 | -1.891 | 2.365 | 6.3 | 0.453 | -1.058 | 0.731 | 1537 |
| 270 | 24.5 | 0.433 | -1.265 | 1.359 | 44.4 | 0.375 | -1.457 | 1.805 | 1114 |
| 272 | 27.1 | 0.115 | -2.396 | 3.732 | 19.6 | 0.133 | -2.249 | 3.202 | 2519 |
| 273 | 94.8 | 0.286 | -2.052 | 3.742 | 95.8 | 0.281 | -2.092 | 3.912 | 2021 |
| 277 | 65.1 | 0.071 | -2.832 | 6.058 | 68.2 | 0.069 | -2.856 | 6.194 | 3050 |
| 278 | 120.6 | 0.296 | -1.855 | 3.2 | 115.3 | 0.306 | -1.79 | 2.977 | 4548 |
| 282 | 17 | 0.247 | -1.644 | 1.774 | 4.2 | 0.377 | -1.173 | 0.895 | 1086 |
| 288 | 11 | 0.217 | -1.728 | 1.929 | 9.3 | 0.226 | -1.67 | 1.843 | 1943 |
| 289 | 27.8 | 0.122 | -2.344 | 3.505 | 17.5 | 0.311 | -1.476 | 1.355 | 2856 |
| 293 | 34.6 | 0.356 | -1.636 | 2.039 | 35.2 | 0.344 | -1.674 | 2.117 | 1648 |
| 294 | 23.3 | 0.153 | -2.18 | 3.097 | 7.3 | 0.264 | -1.641 | 1.59 | 3403 |
| 297 | 259.7 | 0.256 | -2.535 | 7.736 | 32.3 | 0.558 | -0.965 | 1.046 | 4182 |
| 302 | 9.6 | 0.31 | -1.45 | 1.262 | 7.3 | 0.324 | -1.39 | 1.146 | 1910 |
| 303 | 5.5 | 0.602 | -0.756 | 0.438 | 10.3 | 0.518 | -0.948 | 0.606 | 1033 |
| 305 | 8.3 | 0.449 | -1.259 | 1.006 | 84.1 | 0.291 | -2.215 | 4.724 | 3329 |
| 306 | 79.7 | 0.296 | -2.193 | 4.709 | 9.3 | 0.437 | -1.292 | 1.07 | 3435 |
| 308 | 8.3 | 0.548 | -1.062 | 0.843 | 36.1 | 0.43 | -1.682 | 2.83 | 4265 |
| 309 | 50.5 | 0.344 | -1.574 | 2.114 | 54.6 | 0.342 | -1.698 | 2.395 | 6131 |
| 310 | 6.8 | 0.42 | -1.163 | 0.812 | 9.9 | 0.426 | -1.192 | 0.886 | 1539 |
| 311 | 3.5 | 0.47 | -1.21 | 0.873 | 22.9 | 0.409 | -1.608 | 1.988 | 3411 |
| 312 | 21.2 | 0.356 | -1.593 | 1.735 | 20.8 | 0.355 | -1.579 | 1.688 | 4539 |
| 313 | 19.8 | 0.406 | -1.413 | 1.485 | 23.8 | 0.395 | -1.464 | 1.627 | 1935 |
| 315 | 36.3 | 0.372 | -1.504 | 1.887 | 35.5 | 0.373 | -1.494 | 1.829 | 1659 |
| 316 | 30.1 | 0.131 | -2.219 | 4.98 | 27.2 | 0.126 | -2.237 | 4.667 | 6513 |
| 319 | 11.2 | 0.244 | -1.659 | 1.793 | 10.7 | 0.248 | -1.642 | 1.73 | 1346 |

3.全文様のレイヤー計算値データ

| 文様番号 | レイヤー計算値 | | | | |
|------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | 明 暗 | テクスチャ | 構 造 | 運 動 | ディテール |
| 5 | 9.1182984 | 6.62465016 | 5.84764656 | 5.162889 | 4.93923572 |
| 6 | 10.5032986 | 9.60108516 | 2.27975356 | 4.437811 | 2.43594472 |
| 7 | 8.1543018 | 7.91446196 | 3.92811436 | 5.501863 | 4.13933432 |
| 9 | 12.404276 | 8.0884604 | 6.9948784 | 8.343213 | 4.7533208 |
| 12 | 9.3706412 | 9.03171608 | 3.40897128 | 5.520762 | 3.13873136 |
| 17 | 11.7027036 | 7.42241788 | 7.07519508 | 11.001556 | 5.55208946 |
| 23 | 3.4718896 | 4.38414658 | 6.07095178 | 7.444166 | 6.52902861 |
| 27 | 10.826326 | 8.43244716 | 5.79511156 | 7.935773 | 3.80512822 |
| 33 | 9.7549182 | 11.592014 | 1.645198 | 3.404719 | 1.1321135 |
| 36 | 2.7028464 | 5.02766284 | 6.52920844 | 13.257458 | 5.66397428 |
| 38 | 10.4146088 | 7.89238312 | 6.12949992 | 7.009455 | 4.11632554 |
| 46 | 4.34819 | 6.14019176 | 5.04887016 | 6.333796 | 5.13347642 |
| 50 | 7.8214688 | 10.159544 | 2.648768 | 3.561828 | 2.523316 |
| 59 | 4.562853 | 5.5257376 | 6.6091996 | 8.368405 | 6.0762527 |
| 61 | 7.9125256 | 8.836273 | 3.200167 | 4.980295 | 2.983129 |
| 62 | 5.8087018 | 7.41538508 | 3.24266428 | 5.685507 | 4.18190986 |
| 63 | 4.2569284 | 5.80873276 | 5.88696316 | 7.100859 | 5.84339242 |
| 64 | 4.6471196 | 4.47565244 | 5.70719404 | 7.949003 | 6.46067148 |
| 65 | 5.3093762 | 5.631467 | 5.487773 | 6.451029 | 5.794551 |
| 70 | 6.6679826 | 5.41057228 | 6.76271148 | 10.423938 | 5.82782876 |
| 78 | 5.4226712 | 4.80981664 | 6.15754224 | 8.462576 | 6.63021488 |
| 79 | 1.384294 | 4.186358 | 6.709162 | 8.16532 | 7.0228565 |
| 82 | 5.20401 | 5.813096 | 5.362578 | 6.505996 | 5.477986 |
| 83 | 2.0975948 | 3.48809856 | 5.95131896 | 7.769499 | 6.99020952 |
| 88 | 4.3647456 | 5.287908 | 4.725032 | 7.623768 | 5.656234 |
| 91 | 10.1817212 | 11.1601052 | 3.1589592 | 5.660023 | 1.5774504 |
| 95 | 1.706491 | 4.1552126 | 5.7989766 | 7.514201 | 6.5716642 |
| 97 | 5.1339284 | 6.56348576 | 4.70630216 | 9.344507 | 4.91074792 |
| 102 | 7.5315814 | 8.16398636 | 3.89565076 | 9.699352 | 3.00032612 |
| 107 | 5.4970072 | 6.66292336 | 4.85510776 | 6.333066 | 4.63663512 |
| 110 | 3.366657 | 3.22294596 | 6.78634036 | 7.601154 | 7.30513382 |
| 112 | 0.1534708 | 1.81855364 | 8.60502524 | 7.754125 | 8.51086088 |
| 113 | 1.1126128 | 4.33178896 | 7.32778736 | 11.367596 | 7.01396032 |
| 114 | 4.8046186 | 2.58224524 | 9.33318884 | 9.518721 | 8.79011908 |

| 文様番号 | レイヤー計算値 | | | | |
|------|------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| | 明 暗 | テクスチャ | 構 造 | 運 動 | ディテール |
| 115 | 4.5403318 | 4.83471356 | 5.23450596 | 7.795411 | 6.00292852 |
| 120 | 4.7178658 | 7.04824788 | 3.99038908 | 6.853266 | 4.12397996 |
| 125 | 0.5234608 | 0.6536035 | 9.7039755 | 9.730723 | 9.94277475 |
| 127 | 3.150756 | 0.34877752 | 10.30212232 | 10.742071 | 10.26417434 |
| 130 | 4.7968746 | 6.73079902 | 4.36124982 | 6.006152 | 4.80801059 |
| 132 | 9.2494018 | 0.54362404 | 10.19252164 | 11.414909 | 11.27818518 |
| 141 | 10.090747 | 11.58992354 | 3.29474714 | 6.066671 | 1.18095993 |
| 144 | 6.173405 | 7.9227141 | 4.2422701 | 6.058983 | 3.74074245 |
| 145 | 6.4869568 | 8.1270526 | 3.1672846 | 6.590674 | 3.4749852 |
| 148 | 4.788294 | 7.53935356 | 3.79341596 | 6.199817 | 3.86817352 |
| 150 | 4.7768254 | 6.373671 | 5.554775 | 7.623157 | 5.24625 |
| 154 | 5.0957886 | 6.72928184 | 5.28970344 | 6.255809 | 4.72271428 |
| 158 | 8.8891138 | 9.581314 | 3.773606 | 2.769765 | 3.267322 |
| 159 | 10.3507944 | 10.6106456 | 3.5041016 | 6.743228 | 1.7458642 |
| 163 | 7.2993182 | 9.54431876 | 2.05443716 | 3.581049 | 2.51244292 |
| 165 | 4.4148882 | 5.19382964 | 5.80046324 | 5.251861 | 6.09479188 |
| 167 | 6.3308172 | 8.281713 | 5.078925 | 7.758536 | 4.281025 |
| 176 | 9.6120498 | 3.2787328 | 7.6174668 | 8.640625 | 9.2150741 |
| 186 | 7.5182436 | 8.48880644 | 4.54595004 | 6.158889 | 3.67764348 |
| 190 | 4.5571526 | 7.3987006 | 5.2667846 | 5.931838 | 4.6112602 |
| 192 | 2.6110056 | 6.75511276 | 3.81236316 | 6.284441 | 4.59095492 |
| 200 | 8.4498192 | 11.66670244 | 0.75665404 | 3.400367 | 0.88509148 |
| 201 | 9.2751172 | 10.24250028 | 3.13167748 | 8.393749 | 2.19412076 |
| 207 | 5.7294476 | 5.1247498 | 5.0162098 | 6.316918 | 5.6995026 |
| 212 | 10.85789 | 6.71104784 | 4.89405744 | 6.877625 | 4.47617478 |
| 214 | 4.8226658 | 4.45152324 | 6.49467684 | 7.715634 | 6.92547508 |
| 224 | 9.0894772 | 10.1167026 | 3.2062906 | 4.995288 | 2.1962322 |
| 228 | 5.8895128 | 6.42325116 | 4.19208756 | 6.693888 | 4.72442772 |
| 230 | 10.5749566 | 7.45481522 | 6.76638002 | 6.798905 | 4.28818799 |
| 232 | 2.9325264 | 4.54799398 | 6.29633518 | 6.600599 | 6.31592191 |
| 238 | 4.2768774 | -0.96485976 | 12.27033184 | 11.802324 | 11.89631008 |
| 242 | 4.3045312 | 5.26202976 | 5.89361616 | 5.258441 | 5.82696592 |
| 243 | 6.453594 | 6.58090086 | 4.97593726 | 6.67385 | 4.87082037 |

| 文様番号 | レイヤー計算値 | | | | |
|------|------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| | 明 暗 | テクスチャ | 構 造 | 運 動 | ディテール |
| 247 | 2.8426536 | 2.97659536 | 8.69571376 | 8.072629 | 7.76525712 |
| 251 | 2.3534226 | 4.37388536 | 7.88811576 | 7.944822 | 7.39285612 |
| 255 | 4.7173504 | 2.97801748 | 8.44799868 | 8.830538 | 7.31335266 |
| 259 | 8.8434808 | 10.05645232 | 1.83832512 | 4.413405 | 1.99419294 |
| 260 | 9.1924698 | 7.842067 | 6.549413 | 8.359663 | 5.110481 |
| 261 | 0.5261778 | 0.7443831 | 8.5806351 | 9.260083 | 9.04867245 |
| 262 | 9.9539208 | 8.450862 | 5.0292 | 6.146702 | 3.4031 |
| 265 | 5.463096 | 6.0768972 | 5.0160252 | 5.809995 | 5.1872924 |
| 268 | 4.6334872 | 2.672343 | 7.367681 | 8.086806 | 7.425222 |
| 270 | 6.6030454 | 6.70660526 | 4.44745566 | 8.049093 | 4.80574617 |
| 272 | 6.2349604 | 5.63533532 | 6.90980412 | 7.412202 | 5.98682844 |
| 273 | 7.3876216 | 8.15771604 | 4.45682964 | 8.20227 | 3.95251868 |
| 277 | 10.022429 | 4.39848012 | 8.08747492 | 8.877128 | 7.56993804 |
| 278 | 11.4911028 | 7.242331 | 6.867693 | 7.592466 | 4.983941 |
| 282 | 7.7400896 | 8.96636016 | 2.46024456 | 5.801078 | 2.97032422 |
| 288 | 9.2608318 | 11.30952012 | 1.59316092 | 3.455632 | 1.33587004 |
| 289 | 4.9513596 | 6.03066458 | 6.23719378 | 7.008251 | 5.02313261 |
| 293 | 5.3774678 | 6.881159 | 4.539137 | 5.506854 | 4.548019 |
| 294 | 10.1291358 | 3.568855 | 8.629869 | 10.466492 | 7.392753 |
| 297 | 8.2013772 | 2.9264296 | 9.9128536 | 12.370875 | 8.2860632 |
| 302 | 3.837183 | 2.5942693 | 8.1365053 | 8.111995 | 7.80474235 |
| 303 | 1.9722238 | 3.838534 | 6.078434 | 7.881921 | 6.493808 |
| 305 | 6.7861614 | 2.557448 | 9.919448 | 7.68734 | 8.4154635 |
| 306 | 5.834233 | 4.810778 | 8.112528 | 8.581703 | 6.6134235 |
| 308 | 6.499573 | 2.00443652 | 10.86004132 | 9.53221 | 8.77595234 |
| 309 | 11.3239156 | -0.13487332 | 12.52552788 | 12.033253 | 12.16735556 |
| 310 | 2.1800554 | 4.28579408 | 6.35887528 | 7.7173 | 6.28540436 |
| 311 | 5.4285926 | 1.6616758 | 9.6988198 | 9.473547 | 8.9026976 |
| 312 | 9.7939744 | 4.08608844 | 8.99377804 | 9.207303 | 6.34217948 |
| 313 | 6.326118 | 6.6675272 | 4.8667872 | 6.353255 | 4.4503739 |
| 315 | 6.9864574 | 8.24424024 | 3.46399784 | 4.972023 | 3.42285208 |
| 316 | 12.0493938 | 3.10949656 | 12.09570296 | 10.522481 | 8.06419252 |
| 319 | 3.5680846 | 6.08200576 | 4.87996616 | 4.942136 | 5.14791592 |

4. 文様検索表示アプリケーション LayerSearch ソースプログラム

Unit 0

```
//-----  
#include <vcl.h>  
#pragma hdrstop  
#include "SearchUnit0.h"  
#include "SearchUnit1.h"  
//-----  
#pragma package(smart_init)  
#pragma resource "*.dfm"  
TForm0 *Form0;  
//-----  
__fastcall TForm0::TForm0(TComponent* Owner)  
    : TForm(Owner)  
{  
}  
//-----  
void __fastcall TForm0::Image1Click(TObject *Sender)  
{  
    Close(); //「このソフトについて」ウインドウを閉じる  
}  
//-----  
void __fastcall TForm0::Timer1Timer(TObject *Sender)  
{  
    Close();  
}  
//-----
```

Unit 1

```
//-----  
  
#include <vcl.h>  
#pragma hdrstop  
  
#include "SearchUnit0.h"  
#include "SearchUnit1.h"  
#include "SearchUnit2.h"  
#include "SearchUnit3.h"  
#include "SearchUnit10.h"  
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
//-----  
#pragma package(smart_init)  
#pragma resource "*.dfm"  
TForm1 *Form1;  
//-----  
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)  
    : TForm(Owner)  
{  
}  
//-----  
void __fastcall TForm1::X1Click(TObject *Sender)  
{  
    Close(); //プログラム終了  
}  
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::N1Click(TObject *Sender)
{
    Form0->Timer1->Enabled = false;
    Form0->ShowModal(); // 「このソフトについて」を表示
}
//-----
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
    //検索条件を初期値に戻す
    TrackBar1->Position = 50;
    TrackBar2->Position = 50;
    TrackBar3->Position = 50;
    TrackBar4->Position = 50;
    TrackBar5->Position = 50;
}
//-----
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
    ExecSearch(); //検索実行
}
//-----
void __fastcall TForm1::E1Click(TObject *Sender)
{
    ExecSearch(); //検索実行
}
//-----
void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
```

```
{
    Close(); //プログラム終了
}
//-----
void __fastcall TForm1::TrackBar1Change(TObject *Sender)
{
    char str[10];
    char *fName[15] = { "Layer1Sample\\L1-0.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-01.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-02.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-03.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-04.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-05.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-06.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-07.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-08.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-09.bmp",
                        "Layer1Sample\\L1-10.bmp"};

    // トラックバーの横の数字を変化させる
    sprintf(str,"%3.1f",(float)TrackBar1->Position / 10.0);
    Label24->Caption = str;

    // サンプルを表示する
    Image1->Picture->LoadFromFile(fName[(int)TrackBar1->Position / 10]);
}
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::TrackBar2Change(TObject *Sender)
{
    char  str[10];
    char  *fName[15] = { "Layer2Sample\\L2-0.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-01.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-02.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-03.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-04.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-05.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-06.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-07.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-08.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-09.bmp",
                        "Layer2Sample\\L2-10.bmp"};

    sprintf(str,"%3.1f",(float)TrackBar2->Position / 10.0);
    Label25->Caption = str;

    Image2->Picture->LoadFromFile(fName[(int)TrackBar2->Position / 10]);
}
//-----

void __fastcall TForm1::TrackBar3Change(TObject *Sender)
{
    char  str[10];
    char  *fName[15] = { "Layer3Sample\\L3-0.bmp",
                        "Layer3Sample\\L3-01.bmp",
                        "Layer3Sample\\L3-02.bmp",
```

```
        "Layer3Sample\\L3-03.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-04.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-05.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-06.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-07.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-08.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-09.bmp",
        "Layer3Sample\\L3-10.bmp"};

    sprintf(str,"%3.1f",(float)TrackBar3->Position / 10.0);
    Label26->Caption = str;

    Image3->Picture->LoadFromFile(fName[(int)TrackBar3->Position / 10]);
}
//-----

void __fastcall TForm1::TrackBar4Change(TObject *Sender)
{
    char  str[10];
    char  *fName[15] = { "Layer4Sample\\L4-0.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-01.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-02.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-03.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-04.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-05.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-06.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-07.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-08.bmp",
```



```
        "Layer4Sample\\L4-09.bmp",
        "Layer4Sample\\L4-10.bmp");

    sprintf(str,"%3.1f", (float)TrackBar4->Position / 10.0);
    Label27->Caption = str;

    Image4->Picture->LoadFromFile(fName[(int)TrackBar4->Position / 10]);
}
//-----

void __fastcall TForm1::TrackBar5Change(TObject *Sender)
{
    char  str[10];
    char  *fName[15] = { "Layer5Sample\\L5-0.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-01.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-02.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-03.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-04.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-05.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-06.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-07.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-08.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-09.bmp",
        "Layer5Sample\\L5-10.bmp"};

    sprintf(str,"%3.1f", (float)TrackBar5->Position / 10.0);
    Label28->Caption = str;
```

```
    Image5->Picture->LoadFromFile(fName[(int)TrackBar5->Position / 10]);
}
//-----
void __fastcall TForm1::Button4Click(TObject *Sender)
{
    //重み付け設定
    Form3->ShowModal();
}
//-----

void __fastcall TForm1::W1Click(TObject *Sender)
{
    //重み付け設定
    Form3->ShowModal();
}
//-----

void __fastcall TForm1::C1Click(TObject *Sender)
{
    //検索条件を初期値に戻す
    TrackBar1->Position = 50;
    TrackBar2->Position = 50;
    TrackBar3->Position = 50;
    TrackBar4->Position = 50;
    TrackBar5->Position = 50;
}
//-----
```

Unit 2

```
//-----  
  
#include <vcl.h>  
#pragma hdrstop  
#include "SearchUnit2.h"  
#include "SearchUnit10.h"  
#include "SearchUnit0.h"  
#include "SearchUnit1.h"  
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <math.h>  
  
//-----  
  
#pragma package(smart_init)  
#pragma resource "*.dfm"  
TForm2 *Form2;  
  
//-----  
  
__fastcall TForm2::TForm2(TComponent* Owner)  
    : TForm(Owner)  
{  
}  
  
//-----  
  
void __fastcall TForm2::Image2Click(TObject *Sender)  
{  
    char str[2000];  
  
    Form2->Image1->Picture->LoadFromFile(gData[0].mPath);
```

```
    sprintf(str,"%s : %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f r=%f",gData[0].mPath,
           gData[0].mLevel[0],gData[0].mLevel[1],gData[0].mLevel[2],
           gData[0].mLevel[3],gData[0].mLevel[4],sqrt(gData[0].mR));
    Form2->Panel1->Caption = str;
}
//-----

void __fastcall TForm2::Image3Click(TObject *Sender)
{
    char str[2000];

    Form2->Image1->Picture->LoadFromFile(gData[1].mPath);
    sprintf(str,"%s : %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f r=%f",gData[1].mPath,
           gData[1].mLevel[0],gData[1].mLevel[1],gData[1].mLevel[2],
           gData[1].mLevel[3],gData[1].mLevel[4],sqrt(gData[1].mR));
    Form2->Panel1->Caption = str;
}
//-----

void __fastcall TForm2::Image4Click(TObject *Sender)
{
    char str[2000];

    Form2->Image1->Picture->LoadFromFile(gData[2].mPath);
    sprintf(str,"%s : %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f r=%f",gData[2].mPath,
           gData[2].mLevel[0],gData[2].mLevel[1],gData[2].mLevel[2],
           gData[2].mLevel[3],gData[2].mLevel[4],sqrt(gData[2].mR));
```

```
    Form2->Panel1->Caption = str;
}
//-----
void __fastcall TForm2::Button1Click(TObject *Sender)
{
    Form1->Close();
}
//-----
void __fastcall TForm2::Button2Click(TObject *Sender)
{
    Form1->Show();
}
//-----

Unit 3
//-----

#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "SearchUnit3.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm3 *Form3;
int    gPos[5]; //トラックバーの値、リセットボタンで使用
//-----
```

```
__fastcall TForm3::TForm3(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{
}
//-----

void __fastcall TForm3::ResetPos()
//リセットボタン動作、表示されたときの値に戻す
{
    TrackBar1->Position = gPos[0];
    TrackBar2->Position = gPos[1];
    TrackBar3->Position = gPos[2];
    TrackBar4->Position = gPos[3];
    TrackBar5->Position = gPos[4];
}
//-----

void __fastcall TForm3::FormShow(TObject *Sender)
{
//ダイアログが表示されたら、トラックバーの位置を記憶しておく
    gPos[0] = TrackBar1->Position;
    gPos[1] = TrackBar2->Position;
    gPos[2] = TrackBar3->Position;
    gPos[3] = TrackBar4->Position;
    gPos[4] = TrackBar5->Position;
}
//-----

void __fastcall TForm3::Button3Click(TObject *Sender)
{
```

```
//リセットボタン
    ResetPos();
}
//-----

void __fastcall TForm3::TrackBar1Change(TObject *Sender)
{
//トラックバーが動いたときに値を表示する
    char  str[10];

    sprintf(str,"%4.2f",(100.0 - TrackBar1->Position) / 100.0); //Form3 のトラックバー
//は上下反転している
    Label9->Caption = str;
}
//-----

void __fastcall TForm3::TrackBar2Change(TObject *Sender)
{
//トラックバーが動いたときに値を表示する
    char  str[10];

    sprintf(str,"%4.2f",(100.0 - TrackBar2->Position) / 100.0);
    Label10->Caption = str;

}
//-----

void __fastcall TForm3::TrackBar3Change(TObject *Sender)
```

```
{
//トラックバーが動いたときに値を表示する
    char  str[10];

    sprintf(str,"%4.2f",(100.0 - TrackBar3->Position) / 100.0);
    Label11->Caption = str;
}
//-----

void __fastcall TForm3::TrackBar4Change(TObject *Sender)
{
//トラックバーが動いたときに値を表示する
    char  str[10];

    sprintf(str,"%4.2f",(100.0 - TrackBar4->Position) / 100.0);
    Label12->Caption = str;
}
//-----

void __fastcall TForm3::TrackBar5Change(TObject *Sender)
{
//トラックバーが動いたときに値を表示する
    char  str[10];

    sprintf(str,"%4.2f",(100.0 - TrackBar5->Position) / 100.0);
    Label13->Caption = str;
}
//-----
```



```

void __fastcall TForm3::Button2Click(TObject *Sender)
{
    ResetPos(); //リセットしてからボタンを閉じる
}
//-----

Unit 10
//-----

#pragma hdrstop
#include "SearchUnit1.h"
#include "SearchUnit2.h"
#include "SearchUnit3.h"
#include "SearchUnit10.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
//-----

#pragma package(smart_init)

//-----

//グローバル変数を多用することはよくないとされている
vector < struct __LData__ > gData; //データの内容 可変長配列
double gLevel[5]; //レイヤーの値
double gWeight[5]; //レイヤーの重み
//-----

```

```
void ExecSearch()
//検索実行
//引数、戻り値なし
{
    bool ret;

    ret = CheckForm3(); //レイヤーの重みを確認する
    if(! ret) return;
    GetForm1(); //レイヤーのレベルを得る

    ret = ReadData(); //CSV ファイルのデータを読み込む
    if(! ret) return;

    sort(gData.begin(),gData.end(),CompData); //データ mR の小さい順に並び替える
    DispData(); //結果表示

    WriteResult(); //結果書き込み
}

//-----
void WriteResult()
//検索結果のファイル出力
{
    FILE *fp;

    fp = fopen("result.txt","a");
    if (fp == NULL) {
        Application->MessageBox("記録ファイルを開くことができませんでした","エラー
```

```

",MB_OK | MB_ICONSTOP);
    return;
}

fprintf(fp, "%4.1f,%4.1f,%4.1f,%4.1f,%4.1f\n",gLevel[0],gLevel[1],gLevel[2],gLevel[3],
gLevel[4]);

fprintf(fp, "%4.1f,%4.1f,%4.1f,%4.1f,%4.1f\n",gWeight[0],gWeight[1],gWeight[2],gWeig
ht[3],gWeight[4]);
    fprintf(fp, "%s,%s,%s\n",gData[0].mPath,gData[1].mPath,gData[2].mPath);
    fclose(fp);
}
//-----

bool CheckForm3()
//検索条件を確認する
//戻り値 true : 条件に問題はない
//      false : 条件に問題がある
{
    gWeight[0] = (100.0 - Form3->TrackBar1->Position) / 100.0; //Form3のトラックバー
は上下反転している
    gWeight[1] = (100.0 - Form3->TrackBar2->Position) / 100.0;
    gWeight[2] = (100.0 - Form3->TrackBar3->Position) / 100.0;
    gWeight[3] = (100.0 - Form3->TrackBar4->Position) / 100.0;
    gWeight[4] = (100.0 - Form3->TrackBar5->Position) / 100.0;
    if(gWeight[0] + gWeight[1] + gWeight[2] + gWeight[3] + gWeight[4] == 0.0) {
        Application->MessageBox("すべての重みが 0 になっています。 \n重み設定をやり
直してください。","エラー",MB_OK | MB_ICONSTOP);
    }
}

```

```
        return(false);
    }

    return(true);
}

//-----
void  GetForm1()
//レイヤーのレベルを得る
{
    gLevel[0] = Form1->TrackBar1->Position / 10.0;
    gLevel[1] = Form1->TrackBar2->Position / 10.0;
    gLevel[2] = Form1->TrackBar3->Position / 10.0;
    gLevel[3] = Form1->TrackBar4->Position / 10.0;
    gLevel[4] = Form1->TrackBar5->Position / 10.0;
}

//-----
bool  ReadData()
//CSV ファイルのデータを読み込む & 距離を計算する
//戻り値 true : 読み込み成功
//      false : 読み込み失敗
//CSV データファイルの書式は
//Layer1 の値,Layer2 の値,Layer3 の値,Layer4 の値,Layer5 の値,ファイル名
{
    FILE  *fp;
    int    i;
    float  a[5];
    char  data[2001],path[2000];
    struct  __LData__ aData;
```

```
fp = fopen(kDataFileName,"r");
if(fp == NULL) {
    Application->MessageBox("データファイルを開くことができませんでした","エラー",MB_OK | MB_ICONSTOP);
    return(false);
}

gData.clear(); //データクリア
while(NULL != fgets(data,2000,fp)) {
    sscanf(data,"%f,%f,%f,%f,%f,%f,%s\n",&a[0],&a[1],&a[2],&a[3],&a[4],path);
    aData.mPath = path;
    //距離を計算する
    aData.mR = 0;
    for(i=0;i<5;i++) {
        aData.mLevel[i] = a[i];
        aData.mR = aData.mR + gWeight[i] * (a[i] - gLevel[i]) * (a[i] - gLevel[i]);
    }
    gData.push_back(aData); //可変長配列にデータを格納
}

fclose(fp);
return(true);
}

//-----

bool CompData(struct __LData__ pData1,struct __LData__ pData2)
//データ mR の小さい順に並び替えるための比較関数
```

```
{
    return(pData1.mR < pData2.mR);
}
//-----
void DispData()
//結果表示
{   char str[500];
    Form2->Show();    //結果表示フォームを表示

    Form2->Image1->Picture->LoadFromFile(gData[0].mPath);
    Form2->Image2->Picture->LoadFromFile(gData[0].mPath);
    Form2->Image3->Picture->LoadFromFile(gData[1].mPath);
    Form2->Image4->Picture->LoadFromFile(gData[2].mPath);
    sprintf(str,"%s : %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f %4.1f r=%f",gData[0].mPath,
        gData[0].mLevel[0],gData[0].mLevel[1],gData[0].mLevel[2],
        gData[0].mLevel[3],gData[0].mLevel[4],sqrt(gData[0].mR));
    Form2->Panel1->Caption = str;
}
//-----
```