

## 温度変化に対する画像印象度の解析とモデル化

柳生智彦 八木康史 谷内田正彦  
大阪大学基礎工学部システム工学科

情報処理の対象は、数値情報から文字情報、さらに感性情報へと次第に人間的なものへと拡大してきた。感性情報は、デザインや芸術といった人間の高度な機能を支援したり、人とマシンとのインターフェイスを円滑にするための重要な情報である。そのため、コンピュータが感性情報を処理し理解できることは有意義なことである。

本報告では、視覚情報から受ける暑そう、寒そうと言った温度印象（以下、画像温度印象度と呼ぶ）と周囲の温度変化との関係を解明し、画像温度印象度をモデル化することで人と同じような感性を計算機上で実現することを試みた。

## Analyzing and Modeling Visual Impressions of Human Being with Temperature Change

Tomohiko Yagyu, Yasushi Yagi and Masahiko Yachida

Department of Systems Engineering

Osaka University

1-1 Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560, JAPAN

Phone : 06-844-1151 E-mail : y-yagi@sys.es.osaka-u.ac.jp

Described here are the results of analyzing and modeling visual impressions of human being.

Generally, visual impressions of human being vary according to conditions of environment; the weather, the season, the time and so on. For instance, red and blue images are usually felt warm and cool, respectively. However, blue image is felt not so cold in the warm room. Therefore, for estimating the model, we have to observe temporal changes of visual impressions. In this paper, we analyze and model the visual impressions of human being with temperature change. Parameters of model such as the temperature of a room and the differential of the temperature are estimated by a regression analysis method.

## 1. はじめに

物質的なものから精神的なものへと嗜好が強まりつつある現代社会においては、芸術、建築、デザイン、あるいは商品開発といった創作処理におけるコンピュータ支援のニーズも大きく、そのためにコンピュータが人間の感性を理解し、共有することが望まれる。これらの創作活動を行う上で、配色、構図と言った視覚刺激が感性情報を表現する上で重要な要素と言える。従来より心理学や芸術の分野で色や構図と感情などとの関係に関する研究が盛んに行われている。そして最近では、工学分野においても画像検索などの目的で、「明るい感じ」などと言った感性語キーワードによりそれらの言葉に合う画像を検索する研究[1]、画像の特徴をルール化することにより画像印象を抽出する研究[2]、また色の3属性の分布を見ることで画像をいくつかのタイプに分類する研究など視覚刺激と感性情報を扱った研究はいくつか行われている[3-4]。

しかし、人の印象は、視覚刺激が同じでも環境条件の違いによって異なることがある。例えば、ある光景を眺めた時、その光景を美しく感じる時もあるれば、寂しく感じる時もある。これは、天候、季節、時刻の違いにより人の心理状態が変化し、心に映る映像が異なるためかと思われる。即ちデザインにおいても、「朝と夜」又「今日と明日」とでは、同じ暖かい感じと言っても異なったデザインが選ばれたりする。従って人が好むデザインを自動選択するためには、視覚刺激だけでなく他の刺激との相互評価を行う必要がある。、このような複合刺激に対する感性情報を扱った研究は少ない。

本研究では、視覚情報から受ける印象について、視覚情報を中心に、他の感性情報（主に体感情報）を融合させることで両者の関係を解明し、最終的にシステムをモデル化することを目指す。具体的には、人間の「暑い-寒い」という感覚に注目し、2種類の画像（異なった季節）の印象度を環境の温度変化に添って調査する。そしてその実験結果より、被験者の視覚情報のとらえ方の変化を評価し、室温変化に伴う視覚刺激からの温度印象度のモデル化を試みた。以下、実験方法ならびに実験結果について報告する。

## 2. 実験

### 2.1 実験の目的

周囲温度が変化する中での人間の画像印象度を

シミュレートするためには、人間の画像印象度が周囲温度に対してどのように変化するかを知る必要がある。本実験の目的は、画像印象度と周囲温度との関係について調べることである。

今回、画像印象度の中でも特に温度と直接関係の深いと思われる画像に対する画像温度印象度（その画像を見た時の「暑そう」、「寒そう」といった印象度）を取り上げる。

### 2.2 実験方法

実験は、1993年の冬季、暗室内において被験者の前方に視覚刺激を与えるための大画面プロジェクタを設置し行った。そして室温を14度から25度の間で変化させた時に、映し出される画像に対する温度印象度を30秒ごとに20回（計10分間）アンケート用紙に記入してもらった。温度計測は、被験者たちの中央に於て、机上及び足元の二箇所で行なった。服装は被験者のその日の服装のままである。

今回の実験では、画像はオレンジ、ブルーにそれぞれ塗られた長方形を使用した。単純な画像を使用した目的は、画像の持つ意味を排除することである。意味を持つ画像（例えば、海や冬山など）には個人的な経験や知識が深く関与するため、画像温度印象度にばらつきが生じ、周囲温度との相関を把握しづらいつと考えたからである。また色についても比較的安定した「暖色-寒色」の関係[5]を用いることにより、画像温度印象度の個人的ばらつきを抑えるようにした。

### 2.3 実験結果

実験は温度変化と画像を変えて4回行った。実験1と実験3、実験2と実験4は同一被験者によって行われた。アンケート結果で、全く印象度の変化を示さなかった被験者のデータは無効とした。

実験1、実験2 画像ブルー

実験3、実験4 画像オレンジ

実験1 全被験者10名 有効被験者10名

実験2 全被験者12名 有効被験者9名

実験3 全被験者10名 有効被験者10名

実験4 全被験者13名 有効被験者10名

アンケートにより得られた画像温度印象度は13段階に分け1から13の範囲で表した。数値が高いほど暑く、低いほど寒く感じたことになる。その結果を図1、2に示す。数値とアンケート上の表現との対応は以下のとおりである。

1 さむい

- 4 すずしい
- 7 どちらでもない
- 10 あたたかい
- 13 あつい

#### 2.4 考察

基本的に画像温度印象度は周囲温度の変化に沿って変動することから、画像温度印象度は被験者の温冷感と強い相関があると考えられる。つまり、被験者が寒く（暑く）感じているときには画像の印象もより寒く（暑く）感じられるということである。表1に示すように画像温度印象度は周囲温度だけでなく、足元と机上の温度差や、温度変化量などにも影響される。これらの変量の関数として画像温度印象度の表現が可能ではないかと考えられる。よって、以下のモデル化では、周囲平均温度及びその1次微分、足元と机上の温度差及びその1次微分の計4要素を変数として用いる。

### 3 画像温度印象度の解析とモデル化

#### 3.1 平均値の解析

実験により得られたデータをもとに、周囲温度平均等から、画像温度印象度の重回帰分析を行っ

た。モデル1では机上温度と足元温度の平均温度（以下、平均温度）のみ、モデル2では平均温度と机上温度と足元温度の温度差（以下、温度差）、モデル3では平均温度と平均温度の1次差分、モデル4では平均温度と温度差と平均温度の1次差分を考慮した。以下に、4種類の説明変数のセットと求めた回帰式を示す。

ここで、

E：画像温度印象度の平均値

Ta：机上温度と足元温度の平均温度

dTa：平均温度の1次差分

(時刻 t の平均温度を Ta(t) とすると

$dTa(t) = Ta(t) - Ta(t-1)$ )

Td：机上と足元の温度差

である。

(Model 1)

目的変数：E、説明変数：Ta

実験1  $E = 1.461 + 0.110Ta$

実験2  $E = -3.221 + 0.343Ta$

実験3  $E = 10.806 - 0.025Ta$

実験4  $E = 7.996 + 0.097Ta$

(Model 2)

目的変数：E、説明変数：Ta、Td

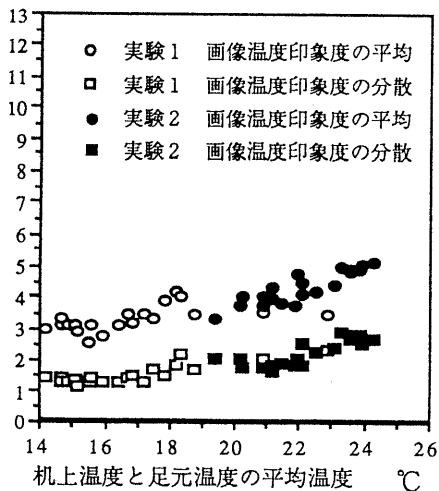


図1 周囲温度－画像温度印象度グラフ (画像ブルー)

表1 画像温度印象度と各変数の相関

	机上と足元の平均温度	平均温度の1次差分	机上と足元の温度差	温度差の1次差分
実験1 画像温度印象度平均	0.599382	-0.112179	0.806384	0.089180
実験2 画像温度印象度平均	0.896416	0.242822	-0.029160	-0.464192
実験3 画像温度印象度平均	-0.360398	-0.414432	0.845835	0.365322
実験4 画像温度印象度平均	0.682521	-0.277160	-0.760780	0.415888

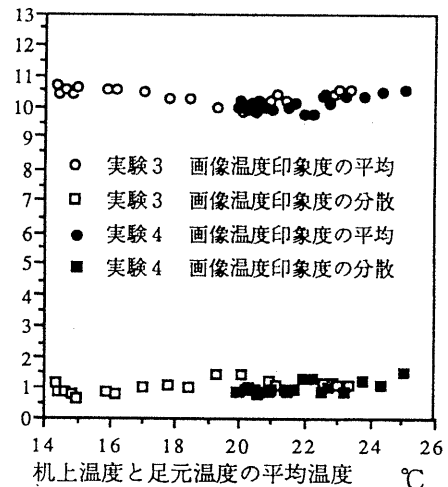


図2 周囲温度－画像温度印象度グラフ (画像オレンジ)

実験1  $E = 2.082 + 0.044Ta + 0.217Td$

実験2  $E = -3.645 + 0.349Ta + 0.085Td$

実験3  $E = 10.406 + 0.003Ta + 0.087Td$

実験4  $E = 9.9795 + 0.044Ta - 0.181Td$

(Model 3)

目的変数: E、説明変数: Ta、dTd

実験1  $E = 0.381 + 0.178Ta + 0.093dTd$

実験2  $E = -2.450 + 0.308Ta + 0.241dTd$

実験3  $E = 10.664 - 0.014Ta - 0.167dTd$

実験4  $E = 8.859 + 0.054Ta - 0.164dTd$

(Model 4)

目的変数: E、説明変数: Ta、dTd、Td

実験1  $E = 3.285 - 0.047Ta + 0.328dTd - 0.195Td$

実験2  $E = -3.014 + 0.333Ta + 0.003dTd + 0.239Td$

実験3  $E = 10.377 + 0.005Ta + 0.080dTd - 0.059Td$

実験4  $E = 10.200 + 0.058Ta - 0.340dTd + 0.335Td$

各モデルの計算結果を図3～6に、各モデルと実験結果の平均値との相関を図7に示す。

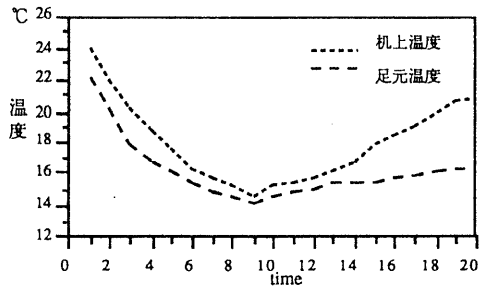


図3 実験1 実験結果とモデル

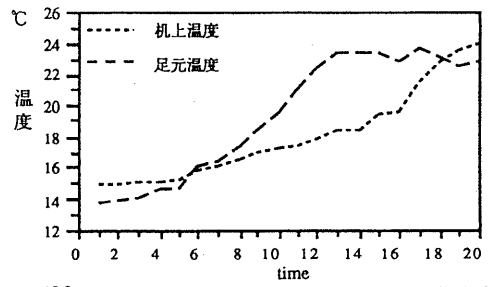
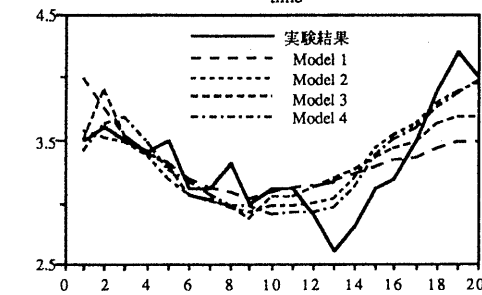


図5 実験3 実験結果とモデル

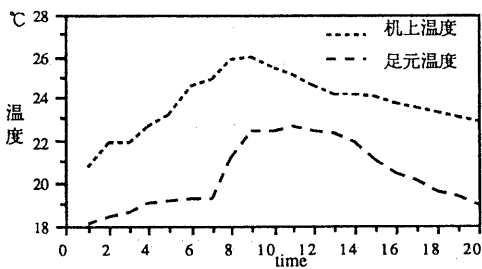
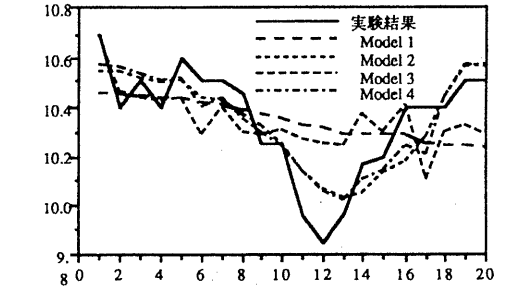


図4 実験2 実験結果とモデル

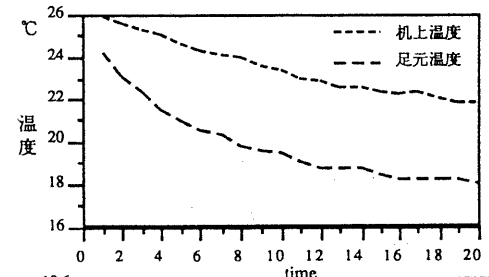
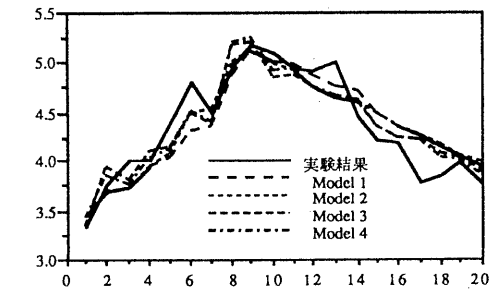
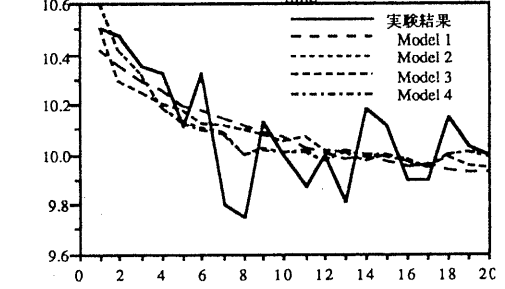


図6 実験4 実験結果とモデル



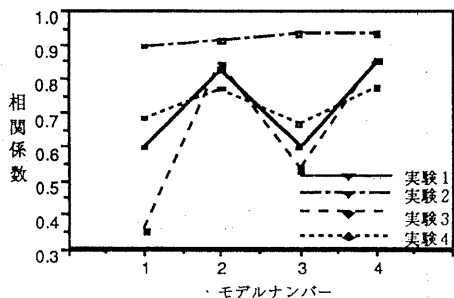


図7 実験結果とモデルとの相関

### 3. 2 画像温度印象度の予測

画像温度印象度の予測が可能かどうかを知るために、実験結果の前部だけを使いパラメータ（回帰式の係数）を決定してやり、残りの部分は前部で決定されたパラメータで画像温度印象度を計算してみた。図8～11に計算結果を示す。その結果、前半（ $n=10$ ）のみのパラメータ決定で十分推定可能な実験もあれば、最後まで推定が困難な実験もあった。この違いは各実験の温度変化傾向の違いによるものと思われる。実験1では、温度変化が緩やかから急になる時点（ $t=14$ あたり）での予測誤差が大きい。また特に実験3の画像温度印象度の推定値と実験結果との誤差が大きい。原因は、足元温度と机上温度の逆転であると思われる。人間の感覚の度合い（感度）は、慣れや温度変化の範囲などによって異なる。例えば、同じ $1^{\circ}\text{C}$ の変化でも $10^{\circ}\text{C}$ から $11^{\circ}\text{C}$ への変化と $26^{\circ}\text{C}$ から $27^{\circ}\text{C}$ への変化では感度は変化するであろうし（これについては後で考察で述べる）、実験1で温度下降よりも温度上昇により敏感に反応したのは冬という季節が影響している可能性がある。また、温度変化のほとんどない状態でも一定温度がある程度続くと温冷感が下がるという報告もある「6」。よって、机上と足元の温度差が異常に大きくなったり、急激な温度変化があったときなどは、

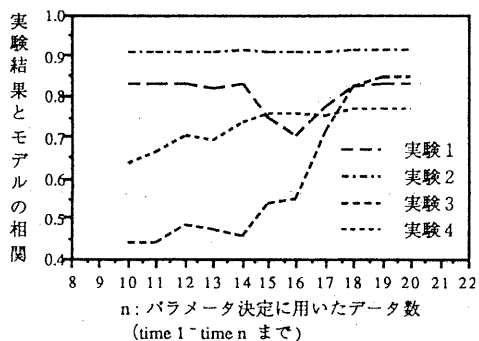


図8 Model 2による印象度予測

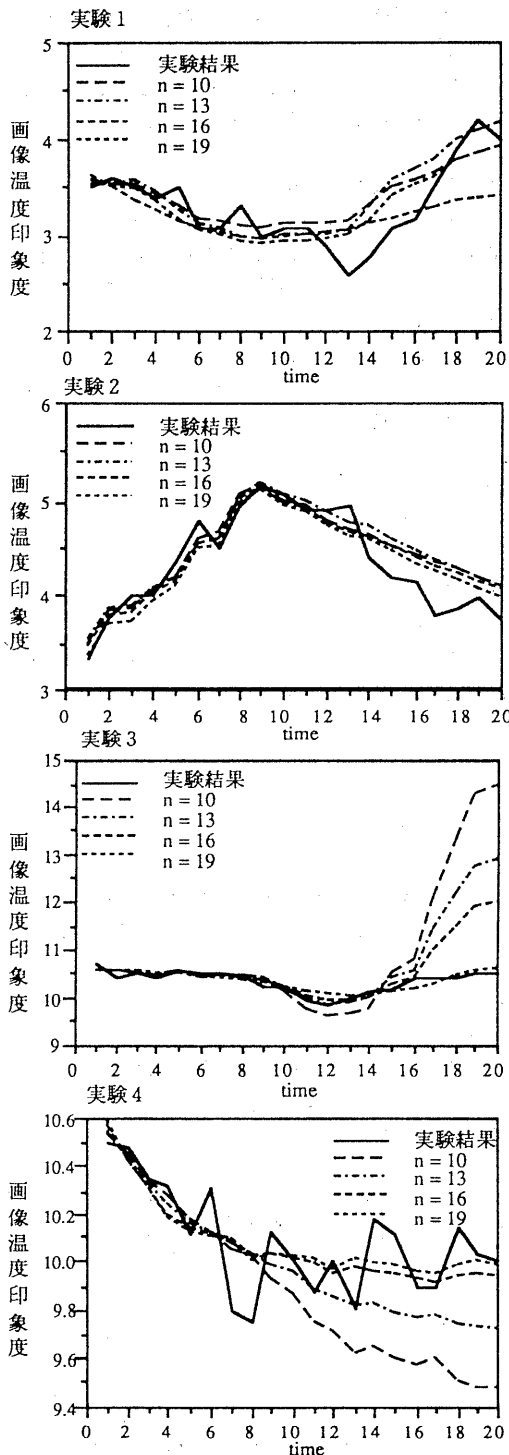


図9 Model 2を使った印象度予測

time1 ~ time n までのデータでパラメータを決定し  
time n+1 ~ time 20 までをそのパラメータで推定する

被験者の温度に対する感度が変化し、推定が困難になる。よって、パラメータ推定にあたっては推定に用いるデータの範囲を時間変化に伴い逐次更新していく必要があるものと考えられる。

### 3. 3 個人への適用

被験者各個人について、平均値での解析の結果がよかったModel 2とModel 4の係数を計算した。同一被験者でも、実験が異なると全く異なるパラメータを示すことから、今回のモデル式ではパラメータによって個人差を表すことはできなかった。これは、実験ごとに温度変化の程度や範囲が異なるため、被験者の感度がそれに合わせて変化したためだと考えられる。今回の実験中の温度変化が比較的急激であったことも、パラメータのバラつきを生んだ一因ではないかと思われる。

### 3. 4 考察

今回の報告では、モデル式を変数の1次式で表し適用したが、刺激に対する人間の感覚反応が対数的であるとするスティーヴンスの法則や指数的形式とするフェヒナーの法則があり[7]、必ずしも今回のモデルが適当であるとは言えない。そこで試験的に、

$$E = p_0 + p_1 * Ta^{p_2}$$

$$E = p_0 + p_1 * \log(Ta + p_2)$$

の2つのモデル式で、最小二乗法によりパラメータ ( $p_0 \sim p_2$ ) を決定した。結果は、同変数を用いた1次式 (Model 1) の場合とほとんど変わらず、パラメータ数が増えているにもかかわらず相関が落ちるものもあった。

このことから、今回実験した温度範囲程度 (1.4 ~ 2.5度) であれば1次式による近似で十分対応できるものと考えられる。

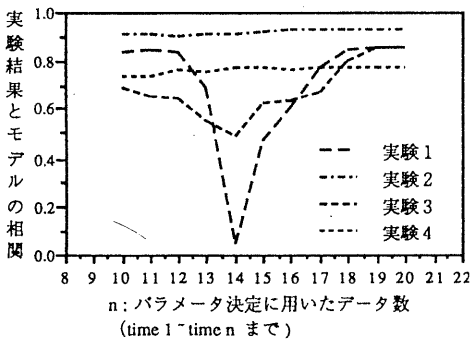


図10 Model 4による印象度予測

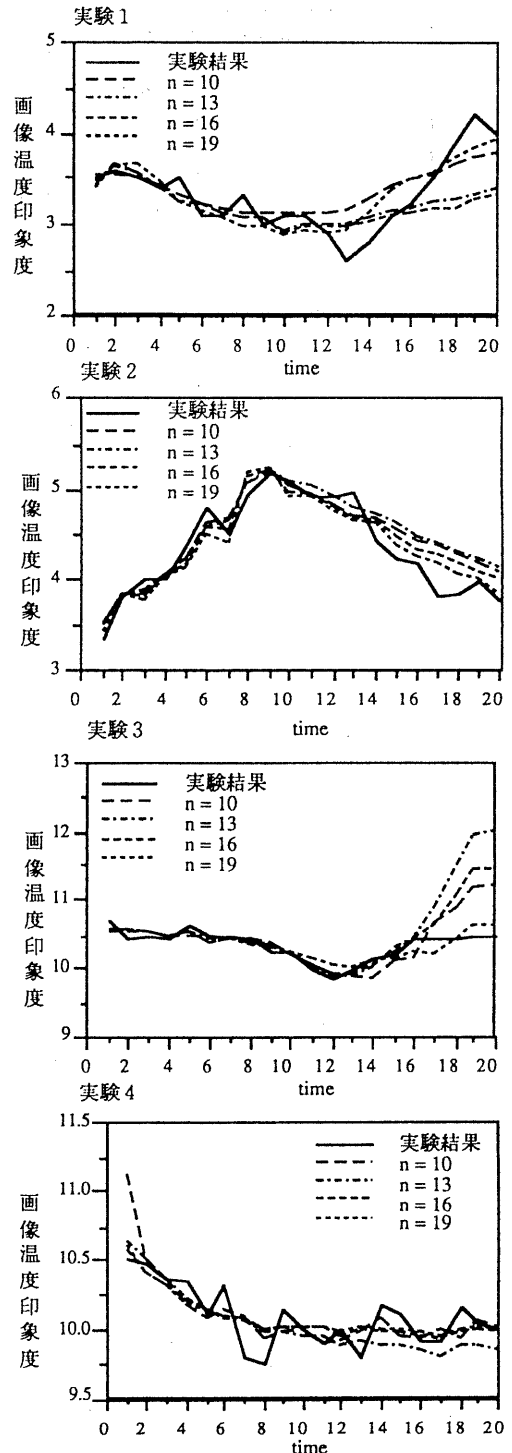


図11 Model 4を使った印象度予測

time1 ~ time n までのデータでパラメータを決定し  
time n+1 ~ time 20 までをそのパラメータで推定する

#### 4 結論

周囲温度の変化する環境内での、画像温度印象度を測定し解析した。その結果、画像の温度印象度は温冷感と強い関係があることが判明した。単調な温度変化であれば今回のようなモデルでも画像温度印象度の推定は可能であるが、様々な温度状況や温度変化に対する画像温度印象度の推定は、人間の感度変化を考慮しなければならないものと思われる。パラメータ推定に於ては、推定のためのデータ範囲を逐次更新できるシステムを構築する予定である。

#### 謝辞

文部省重点領域研究「感性情報」C & E班合同研究会「空間とデザイン」の折、本研究に対しご討論いただいた皆様に感謝します。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究費重点領域(2)05220212の補助を受けた。

#### 参考文献

- 「1」藤田健二, 古都了, 畑秀二: "視覚心理空間を利用した画像検索法", CV51-4 (1987)
- 「2」八村ら: 絵画における感性情報の抽出と表現  
平成4年文部省科学研究費補助金重点領域  
「感性情報の情報学、心理学的研究」  
第2回全体会議予稿集
- 「3」東恒人, 石原浩志: "心理効果を考慮した景観画像の特徴評価法"信学会論文誌D-II  
vol.J73-D-II, No.10pp.1655-1665(1990)
- 「4」加藤俊一他: "フルカラー絵画データベース  
ART MUSEUM 一色彩感と略画による画像対  
話-", IE88-118 (1989)
- 「5」千々岩英彰: 色を心で視る 福村出版
- 「6」武川ら: 室温変動と温熱的快適感の関係  
空気調和・衛生工学会学術講演論文集92
- 「7」武藤真介: 計量心理学 朝倉出版