

## 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 —

柴田 滝也<sup>\*\*\*</sup> 加藤 俊一<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>電子技術総合研究所    <sup>\*\*\*</sup>科学技術振興事業団・科学技術特別研究員

〒305 茨城県つくば市梅園 1-1-4  
E-mail : tshibata@etl.go.jp, kato@etl.go.jp

あらまし 人間の主観的な解釈にあった対象（3次元空間、画像など）をコンピュータで検索・抽出するうえで、人間の感覚量（心理量）と色、テクスチャー、空間要素などの物理量との関係をモデル化する必要がある。しかし、物理量を考慮した上での人間の主観的な解釈は定量的には分析されていない。本研究では、心理実験により、3次元空間の画像（東京とロンドンの街路景観）の主観的解釈の要因を抽出・分析した。特に、心理的表色系で各成分が独立しているLab表色系と解釈との関係を分析し、各解釈の要因にあった物理量が必要であることを検証した。また、個人レベルでの解釈も検証した。その結果、認知過程のカテゴリー化を定量的に検証することができ、各解釈の要因にあった物理量が必要であることを実証した。

キーワード 感性情報処理, 3次元空間, 景観画像, 主観的解釈, 認知過程モデル化

## Modeling Cognitive Processes of 3D Space — "Kansei" Information Process of Depicted Landscape —

Tatsuya Shibata<sup>\*\*\*</sup> Toshikazu Kato<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Electrotechnical Laboratory, AIST, MITI

<sup>\*\*\*</sup>Japan Science and Technology Corporation, National Institute Post Doctoral Fellow

1-1-4, Umezono, TsukubaCity, Ibaraki, 305, Japan  
E-mail : tshibata@etl.go.jp, kato@etl.go.jp

Abstract We hypotheise that a cognitive process of 3D space is reflected by a relationship between physical features in and subjective response to space. Lab colour system is applied to obtain graphical features because each color attribute is regarded as independent and psychological. Psychological experiments indicate that a cognitive process is based on four fundamental factors: "general evaluation", "spatial", "textural" and "contextual" ones. Regression analysis shows strong relationships between graphical features and "general evaluation" factor. Moreover, the fundamental factors are examined from individual subject's point of view. We conclude that the hypothesis is suitable and each factor requires its own physical features to explain a cognitive process of 3D space.

Key words Kansei, 3D space, Depicted Image, Subjective Response, Cognitive Process

## 1 はじめに

人間の主観的な解釈にあった対象（3次元空間、画像など）をコンピュータで検索・抽出する上で、人間の感覚量（心理量）と色、テクスチャー、空間要素などの物理量との関係をモデル化する必要がある。しかし、物理量との関係を考慮した上での人間の主観的な解釈は定量的には分析されていない。

本研究の目的は、認知過程のカテゴリー化を定量的に実証し、各解釈の要因にあった物理量が必要であることを検証することである。本研究では、個人レベルでの解釈も考慮して、3次元空間の画像の主観的解釈の要因を抽出し分析した。その結果、認知過程のカテゴリー化を定量的に実証することができ、各解釈の要因にあった物理量が必要であることが分かった。具体的には、物理量として、心理的表色系で各成分が独立しているLab表色系に焦点を当て、3次元空間のサンプルとしては、一定の角度で撮影された東京とロンドンの街路景観を用いた。

ここで、物理量は、空間的要素（サイズ、奥行き、道幅）、テクスチャー、色要素（明るさ、色相、彩度）、空間構成要素（コンテンツ）などが上げられる。心理量とは、言葉による主観的な表現を定量的に処理し、数量化したものである。

人間が、3次元空間を知覚するのは、2次元メディアで知覚する場合と、3次元空間を3次元で知覚する場合とに分けられる。前者には、視点の自由度が限定されるウォークスルービデオ画像、視野角が狭く立体感が欠けている写真・スライドなどがある。後者には、視野角が広く視点の自由度がある実際のサイト（現場）でのウォークスルーや、奥行き感を出すステレオ画像を用いる場合がある。

今回は、奥行き感や広さの空間性の解釈が2次元画像の物理量で説明できるのかを探る。その結果を用いれば、人間の空間性の解釈より現実に近い3次元仮想空間メディアができるのではないかと考える。

## 2 主観的な認知過程のモデル化

### 2-1 3次元空間の認知過程の分析方法

図1に示したモデルを仮定する。このモデルは、人間の主観的解釈を図のように階層化している。ここでは、心理量と物理量とを関係を求めることにより、人間の主観的な解釈にあった対象（3次元空間、画像など）を推測する点にある。また、主観的な解釈には、「一般的评价性」、「コンテキスト(文脈)」、「空間性」とがあり、それぞれに対して、物理量が対応している<sup>1)</sup>。

その仮定に従い、3次元空間の認知過程を分析する方法として、映像から、物理量として、テクスチャー、色、サイズ、奥行き感などの要素を抽出し、一方、主観的な解釈を表現する方法として形容詞対などを用い、心理量を算出する。そして、その物理量と心理量との関係を探ることによって、認知過程を分析する。

また、認知過程は、カテゴリー化され、幾つかの要因と関係していると考えられる。好き-嫌いに代表される「一般評価性」要因、空間の全体的な構成として、サイズ・奥行き感などの「空間的」要因、空間的部分的な空間構成要素（コンテンツ）などの統一性やまとまり感などの「テクスチャー」要因などがあげられる。また、画像のコンテンツから、公園を想像したりする「コンテキスト(文脈的)」要因も考えられる。

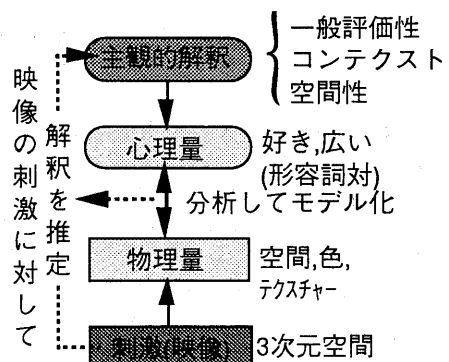


図1 3次元空間の主観的認知過程のモデル

## 2-2 3次元空間の認知の主観性

モデルを組む上で、上記以外の要因が関係してくる。1つは、個人的な解釈（の要因）の違いに起因する場合、もう1つは、風景の違いによる解釈の違いに起因する場合である。

前者は、例えば、日本人とヨーロッパ人に同じ景観を見せても、違う解釈をすることからも分かる<sup>1)</sup>。個人的な解釈の違いがでてくる主観性については、経験的には理解されている。しかし、個人・グループによって解釈がどのように異なるのかを定量的にはあまり解析されていない。そこで、日本人とヨーロッパ人に、同じ景観を呈示する心理実験を行えば、個人的な解釈の違いを検証することができる。

また、3次元空間において、季節、時間、場所などが違えば、主観的な解釈もかわる。そこで、風景が異なる東京とロンドンの街路景観を用いて、日本人に心理実験を行い、物理量の違いを求めることにより、解釈の違いを定量的に検証することができる。

## 2-3 各実験の目的と分析方法

本研究では、3次元空間の認知過程において、上記のような要因が関係するのかを3つの心理実験を通して検証してみた。

[実験1] 3次元空間の解釈の要因をもとめ、そのカテゴリー性と各要因と物理量との関係を検証する。内容は、日本人被験者に東京の街路景観を呈示し、形容詞対を用いた心理実験である。分析方法と結果は、SD法を用いて4つ要因を抽出した。また、物理量と要因（形容詞）との関係を見ることにより、要因のカテゴリー性を実証した。

[実験2] 個人的な解釈（の要因）と実験1でえられた要因がどの程度違いがあるのか検証する。東京の街路景観に、風景の異なるロンドンの街路景観を加え、実験1と同様にヨーロッパ人への心理実験を行った。分析方法は、SD法を用いて個人的な解釈の要因を抽出し、実験1の結果と比較検討した。

[実験3] 物理量の変化に対して、3次元空間の解釈の要因が変わるのかを検証した。内容

は、実験2と同様な日本人への心理実験である。分析方法は、SD法を用いて要因を抽出し、実験2との結果と比較検討した。また、物理量の変化により、解釈がどのように変わったかを検証した。

## 3 画像特徴量の分析

### 3-1 画像特徴量抽出の方法

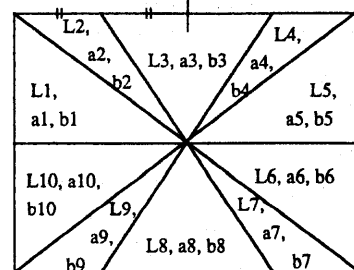
画像特徴量をもとに、心理実験に用いられた東京とロンドンの街路景観を分析した。

まず、東京の景観画像：30サンプル（240のビデオ入力画像の代表サンプル）、ロンドンの景観画像：16サンプル（110の写真のスキャナーで取り込んだ代表サンプル）、を選定した。

画像特徴量の抽出方法として、図2(a)のサンプルの構図を参考に、図2(b)のように画像領域をメッシュ分割した。これは、3次元空間が2次元にプロジェクトされた画像を用いているので、奥行き感、幅、サイズが保持されるからである。



(a) 街路景観サンプル画像



(b) メッシュ分割された画像特徴量

図2 サンプルの画像特徴量

また、心理的表色系でもあり、各成分が独立しているLab表色系を用いた。各メッシュに

対して、ピクセルのL値、a値、b値の平均値を計算し、その値を画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$  ( $i=1, \dots, 10$ )とした。

### 3-2 風景の相異なるによる画像特徴量の違い

風景の異なる東京とロンドンを画像特徴量をもとに、違いを分析した。

各サンプルに対して、各10メッシュと全体について、画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$ と $\Sigma L_i, \Sigma a_i, \Sigma b_i$ の平均値と標準偏差をt検定(平均の差が0と仮説。1%有意で棄却)を用いて違いを分析した。その結果、画像の左斜め下において、英国の景観のほうが、日本の景観より暗かった。また、各メッシュの画像特徴量 $a_i$ については、すべて英国の景観のほうが大きく、画像特徴量 $b_i$ については、すべてが小さかった。これから、英国の景観のほうが、日本の景観より緑色の傾向が強いことが分かる。これは、植栽の量に起因していると考えられる。また、標準偏差をみると、各メッシュの画像特徴量 $L_i$ については有意な差が見られ、英国の景観のほうが日本の景観より明るさの変化が大きいことが分かる。

明るさの違いの原因の1つは、東京のサンプルは、ビデオ画像を、ロンドンのサンプルは、写真画像を用いているため、画質自体に、違いがでたためと考えられる。

## 4 3次元空間の主観的な解釈

### 4-1 3次元空間の解釈の要因

3次元空間の主観的な認知過程のモデル化のため、日本人の都市景観の主観的な解釈の要因を分析し、その要因がどのような物理量と関係するのかを分析した。

#### [実験1]

東京:30サンプル

被験者:20代、30代前半の男女106人

形容詞対:23形容詞対(表1参照)

SD法を用いることにより、解釈を共通とする形容詞グループを抽出し、その内容を吟味した。そして、先に求めた画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$  ( $i=1, \dots, 10$ )と、解釈あるいは個別の形容詞対の関係を重回帰分析で分析を行った。その結果をふまえて、認知過程のカテゴリー化

を数量的に検討した。

形容詞対としては、従来の景観の研究<sup>2-5)</sup>でよく用いられる46語(23形容詞対)を用いた(表1参照)。

106人の回答の平均値に対して、23形容詞×30サンプルに対して因子分析(主成分分解、バリマックス回転法)を行った結果、固有値が1以上になる4つの因子を抽出した(表1)。

表1 3次元空間の主観的解釈の要因

一般評価性要因	コンテキスト要因
評価性要因	新しい-古い
好き-嫌い	歴史的な-現代的な
楽しい-みにくい	新鮮な-古めかしい
不快な-快い	はっきりした-ほんやりした
落ち着きのない-落ち着きのある	大きい-小さい
安心できる-不安な	陰気な-陽気な
心がやすまる-心がはりつめる	
空間的要因	力量性テクスチャー要因
遠近感のある-遠近感のない	重厚な-軽快な
狭苦しい-広々とした	単調な-変化のある
散在した-密集した	女性的な-男性的な
テクスチャー要因	(やわらかい-かたい)
無秩序な-秩序のある	
一体感のない-一体感のある	特徴性要因
冷たい-暖かい	印象的な-印象的でない
やわらかい-かたい	

第一因子は、「不快な-快い」、「落ち着きのない-落ち着きのある」、「好き-嫌い」に代表される「一般評価性要因」とみなした。この中で、「狭苦しい-広々とした」、「散在した-密集した」、「遠近感のある-遠近感のない」にみられるサイズ・奥行き感などの「空間的要因」や、「無秩序な-秩序のある」、「一体感のない-一体感のある」、「冷たい-暖かい」に代表される建物や植栽の「テクスチャー要因」があると考えた。

第二因子は、「新しい-古い」、「歴史的な-現代的な」などの景観の中身(コンテンツ)を認識し、文脈から判断する「コンテキスト要因」とみなした。第三因子は、手触りや触感に関連した「重厚な-軽快な」、「やわらかい-かたい」にみられる「力量的テクスチャー要因」と考えた。第四因子は、「印象的な-印象的でない」で、その因子得点が高いサンプ

ルを見た結果、外にある階段や波うったベンチや建物などの「特徴性要因」とみなした。

3次元空間の主観的な解釈は、「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」、「コンテキスト要因」、「特徴性要因」とに分かれた。

#### 4-2 画像特徴量と解釈の要因の関係

次に、上記で求めた解釈の要因が、どのような物理量と関係するのかを分析してみた。その関係を見ることにより、解釈のカテゴリ化を検証した。

物理量として、画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$  ( $i=1, \dots, 10$ )を用いた。方法として、各サンプルに対して、画像特徴量行列を $P$ 、形容詞対などの心理量行列 $A$ とすれば、重回帰分析により、偏回帰係数 $Q$ がもとまる。

$$A = QP$$

ここで、 $Q$ が求めれば、新しい画像特徴量行列 $P'$ より、心理量行列を $A'$ が推定される ( $A' = QP'$ )。

上記の各4因子(要因)の30サンプルの因子得点を算出し、その30サンプル $\times$ 4因子の心理量行列 $A_{TK}$ と、30サンプル $\times$ 30画像特徴量行列 $P_{TK}$ との関係を重回帰分析(ステップワイズ $F$ 値4以上を有意)で調べたところ、「一般評価性要因」のみに高い相関(相関係数:0.873, 画像特徴量 $L_7, L_9, a_3, a_9, b_2$ が高い寄与変数)があることがわかった。「一般評価性要因」と他の要因(因子)の違いが、この画像特徴量で分けることができる。

また、同様なことを、各23形容詞対(一つ一つ)それぞれについて行った。重相関係数が0.7以上の形容詞対を表1にグレーの背景色の黒字で表した。これを見て分かるように、「評価性要因」に集中していることが分かる。

#### 4-3 主観的解釈の推定

次に、「一般評価性要因」(第一因子)に含まれた「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」と画像特徴量との関係を調べた。

分析方法は、第 $k$  ( $k=1, \dots, 30$ ) サンプルを除いた29サンプルをもちいて、「一般評価性

要因」(第一因子)の中に含まれた形容詞対の心理量行列 $A_{TK}(k)$ 、画像特徴量行列 $P_{TK}(k)$ から $Q_{TK}(k)$ を求め、 $k$ 番目サンプルの画像特徴量 $P'(k)$ より心理量行列 $A'(k)$ を推測される。そして、第 $k$  ( $k=1, \dots, 30$ ) サンプルについて、既存の実測値と推測値との相関を分析した。重回帰分析(ステップワイズ $F$ 値4以上を有意)を行い、 $Q_{TK}(k)$  ( $k=1, \dots, 30$ )を求めた。図3には、「好き-嫌い」の推定値と実測値の分布を、表2には、推定値が実測値に近かった形容詞対(相関係数0.8以上)を示した。

さらに、形容詞対(心理量)と画像特徴量の重回帰分析(ステップワイズ $F$ 値4以上を有意)により、形容詞対に関係の強い画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$ を分析した。その結果、「空間的要因」の「遠近感のある-ない」では、 $L_2, L_3, L_7$ (おそらく画像上の空と道路の属性を表すと考える)と関係があり、「評価性要因」の形容詞対では見られない関係があった。また、「テクスチャー要因」の「冷たい-暖かい」では、「安心できる-不安な」と同様な画像特徴量と関係をしていた。

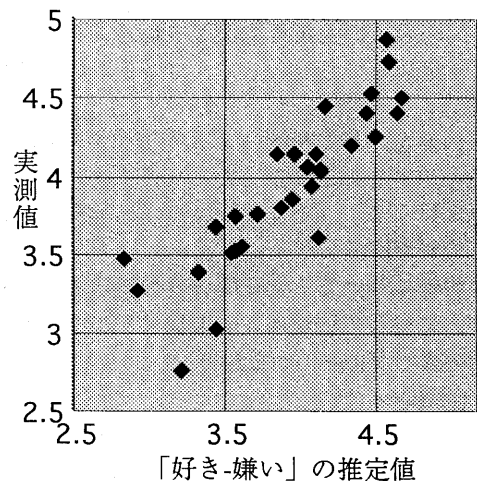


図3 「好き-嫌い」の推定値が実測値の分布

ここでは、「評価性要因」が、画像特徴量 $L_i, a_i, b_i$ によって推測されることが分かった。また、画像特徴量により、解釈におけるオーバーラップ(「冷たい-暖かい」と「安心できる-不

安な」)を検出した。

3次元空間の主観的認知過程をまとめると、解釈の要因として、「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」、「コンテキスト要因」、「特徴性要因」があることが分かった。また、Lab表色系と「評価性要因」との強い関係より、物理量に対応した要因が存在することが分かった。

最後に、物理量を考慮した、認知過程のカテゴリー化を定量的に実証することができた。

表2 画像特徴量により推測しやすい形容詞対

一般評価性要因	
評価性要因	
好き-嫌い	
安心できる-不安な	
心がやすまる-心がはりつめる	
空間的要因	
遠近感のある-遠近感のない	
テクスチャー要因	
冷たい-暖かい	

## 5 主観的認知過程の検証

### 5-1 日欧人の主観的な解釈の違い

東京以外の景観として、ロンドンの景観を加えた。最初に、ヨーロッパ人による解釈(の要因)と実験1でえられた要因がどの程度違いがあるのか検証した。次に、物理量の変化に対して、3次元空間の解釈の要因が変わるのかを検証した。

前者について、文化的背景の違うヨーロッパ人に対して、日本人との間にどのような解釈の違いがあるのかを分析した。

#### [実験2]

東京:15サンプル、ロンドン:15サンプル  
被験者:30歳前後のヨーロッパ人男女2人  
形容詞対:実験1と同じ23形容詞対

被験者それぞれに対し、因子分析(主成分分解、バリマックス回転法)で、固有値が1以上になる因子を抽出した。表3は、そのうち1人の結果である。第一、第二因子において、日

本人と同じ要因が見られる(グレーの背景色の黒字の形容詞対は、日本人と同じ因子に含まれる形容詞対を示した)。第三因子は、「一体感のある-ない」、「無秩序な-秩序のある」に見られる「テクスチャー要因」、第四、五因子は、「散在した-密集した」、「狭苦しい-広々とした」と「遠近感のある-ない」の「空間的要因」、第六因子は、「はっきりした-ほんやりした」の「明瞭性」と考えられる。

これより、「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」が、日本人と同様に抽出された。一方、「明瞭性」が違いとして抽出された。

表3 あるヨーロッパ人による主観的解釈の要因

評価性要因	テクスチャー要因
好き-嫌い	無秩序な-秩序のある
楽しい-みだく	一体感のない-一体感のある
不快な-快い	単調な-変化のある
安心できる-不安な	
心がやすまる-心がはりつめる	空間的要因
冷たい-暖かい	狭苦しい-広々とした
秀れらぬ-秀れない	大きい-小さい
女性的な-男性的な	散在した-密集した
重厚な-軽快な	落ち着きのない-落ち着きのある
陰気な-陽気な	遠近感のある-遠近感のない
コンテキスト要因	
新しい-古い	明瞭性
歴史的な-現代的な	はっきりした-ほんやりした
斬新な-古めかしい	
印象的な-印象的でない	

「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」、「コンテキスト要因」が、日本人と同様に抽出された。一方で、それ以外は、違う解釈がされていると考えられる。例えば、「印象的な-でない」は、実験1では、「特徴性要因」としたが、ある被験者にとっては、解釈しにくい形容詞対となってしまった。

まとめると、3次元空間の主観的な解釈において、個人に限らず、共通に有する要因を確認した。しかし、それ以外の要因は個人によって解釈が異なると考えられる。

## 5-2 景観別の解釈の違い

ロンドンの景観を加えることによって、主観的な解釈が変化するのかを分析した。

[実験3]

東京:15サンプル、ロンドン:16サンプル

被験者:20代前半の日本人男女14人

形容詞対:実験1と同じ23形容詞対

14人の平均値を用いて、23形容詞対×31サンプルに対して因子分析(主成分分析、バリマックス回転法)を行った結果、固有値が1以上になる3つの因子が抽出された。第一因子、第二因子は実験1の結果と同じように分類され、第三因子には、「はっきりした-ぼんやりした」、「単調な-変化のある」などに代表される「明瞭性」が、実験2と同様抽出された。これにより、日本人の被験者は、第一因子、第二因子は共通に解釈しているが、他の因子に対しては、個人差による違いがある因子と考えられる。

東京だけの心理実験(実験1)と東京とロンドンの心理実験(実験2,3)の被験者のグループでは違いがあり、後者のグループでは、共通に「明瞭性」が解釈されていたり、「陽気な-陰気な」(表1,3参照)の形容詞対が「評価性要因」の一部に解釈されていた。これは、風景の違いから生じた考えられる。というのは、前述の画像特徴量の解析結果から、明るさに関連して、日本の景観は、全体的に明るい、明るさの変化が少なくなる一方、英国の景観は、全体的に暗いが、明るさの変化が強かったためである。

このように、画像特徴量の違いが解釈に影響を及ぼすことがわかる。

## 6 3次元空間の特徴量

上記の結果から、3次元空間の主観的認知過程において、4つのカテゴリーに類別される要因があること、そして、それぞれに対応した物理量が必要なことが分かった。

上記の要因に対応して2次元画像(絵画・写真)の物理量を求め、主観的な解釈の推定に応用している研究がある。例えば、「テクスチャー」に関する画像特徴量は、加藤ら<sup>[67]</sup>

が分析を行っており、主観的な解釈との関係をモデル化している。

一方、空間のサイズや奥行き感と関係してくると思われる「空間的要因」の解析は、2次元メディアに限定されている。そこで、3次元空間を3次元で知覚する場合、主観的な解釈あるいは認知過程のモデル化が必要となる。そのモデルにより、3次元的な映像・画像データベースへの検索を人間の主観により検索できるようになる。そのために、どのような3次元仮想空間呈示方法を用いて3次元で知覚できるメディアを提供するかが課題として残されている。

その中で、立体感・奥行き感の要因には、生理的要因と心理・記憶的要因があるとされている<sup>[89]</sup>。前者には、両眼視差、運動視差、焦点調節、輻輳運動、取り込み効果(視野の拡大)などが上げられ、後者には、大きく分けて、幾何学的要因、光学的要因があるとされている。

立体視のメディア研究は主に、生理的要因をもとに分析されており、両眼視差による立体画像の研究<sup>[10,11]</sup>がある。両眼視差による立体画像は、ディスプレイと人間の目の位置が固定されているため、他の生理的要因との整合がとれていないという課題<sup>[12,13]</sup>がある。また、運動視差が考慮されていない場合があるため、立体像が歪んだり<sup>[12]</sup>、微動による物体の位置の補完がうまくなされていないという研究報告もある。

画像の枠の存在は、自然な空間観察と異なり<sup>[12]</sup>、両眼情報の原点決定に、かなり強い情報として作用し、空間を覗き込むような制限効果をもたらすという問題もある。また、視野角が狭くなると両眼視差の奥行き感度が低下する研究もある<sup>[10]</sup>。画像の枠の影響を除去できるほどの視野角が、必要であることがわかる。

さらに、立体像の知覚における個人差の研究を行う必要がある。個人によっては、正確に距離感あるいは立体感を感じる人もいれば、感じない人もいる。これはどのような物理量

と関係するのか、どう解釈しているのかを分析する必要があろう。

## 7 まとめ

本研究では、3次元空間を主観的な認知過程の分析した。特に、認知過程のカテゴリ化を定量的に解析し、各解釈の要因にあった物理量が必要であることを実証した。

3次元空間の解釈の要因として、「評価性要因」、「空間的要因」、「テクスチャー要因」、「コンテキスト要因」の4つが抽出された。また、色の画像特徴量Labと各要因との関係を調べた結果、特に「評価性要因」との関係があることが分かり、物理量から主観的な解釈のカテゴリ性を定量的に確認した。

「空間的要因」としては、2次元メディアをもとに抽出されている。画像特徴量の変化によって、解釈に違いがでたように、空間の形を認識できるようなウォークスルーが可能な3次元仮想空間になった場合に、大きさや奥行き感の解釈がどのように変わり、どのような物理量と関係してくるのかを解析するのがこれからの課題である。

また、「コンテキスト要因」は、3次元空間に存在する物理量により、過去の知識と引き合わせて、文脈で判断すると考えられる。この場合では、現存する物理量だけでは判断ができないので、知識も組み合わせるモデルが必要になると考える。

最後に、これらの要因や他の要因との関係を解析することにより、カテゴリ化だけでなく、認知過程の階層化が可能になるであろう。

## 謝辞

本研究の機会を与えて下さった、電子技術総合研究所の築根秀男知能システム部長に深謝致します。

本研究のアイデアや実験に、有意義なコメントを戴いた電子技術総合研究所知能システム部の坂本隆博士、凸版印刷(株)画像情報センターの小林裕一氏、University College London

(UCL)建築学科のDr. Philip Taborに感謝致します。

心理実験をしていただいたみなさまにも、この場をかりて感謝致します。

また、ヒューマンメディアプロジェクトに御支援を戴く、通商産業省工業技術院、機械情報産業局、産業政策局の諸兄に感謝致します。

## 参考文献

- [1] Shibata, T.: "Subjective Response to Depicted Urban Space" Doctoral Thesis, University of London, 1996.
- [2] 船越、積田: "街路空間における空間意識の分析(心理量分析)-街路空間の研究(その1)-", 日本建築学会計画系論文集 No.327, pp. 100-107, 1983年5月.
- [3] 松本: "伝統環境の街路空間における修景効果-透視図を用いた実験的研究-", 日本建築学会計画系論文集 No.380, pp. 46-55, 1987年10月.
- [4] 谷口、谷津、宮本: "街並み空間における修景効果について-学校施設が構成する街並みに関する研究 その5-", 昭和63年度日本建築学会大会学術講演梗概集E 5324, pp. 647-648, 1988年10月.
- [5] 岡島、他: "景観構成要素とその景観評価への影響-日本の伝統的街並みにおける空間特性(その3)-", 日本建築学会計画系論文集 No.399, pp. 93-101, 1989年5月.
- [6] 加藤、下垣、藤村: "画像対話型商標・意匠データベース TRADEMARK", 電子情報通信学会論文誌 Vol. J72-D-II, No. 4, pp. 93-101, 1989年5月.
- [7] 栗田、加藤、都田、坂倉: "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, pp. 1373-1383, 1992年11月.
- [8] 畑田: "立体視と3次元ディスプレイ", 生理光学-眼の光学と視覚-, 朝倉書店, pp. 202-258, 1975.
- [9] 増田: 3次元ディスプレイ, 産業図書, 1990.
- [10] 長田: "両眼式立体画像観視における両眼融合限界の画角および視距離依存特性", テレビ誌 Vol. 43, No. 3, pp. 276-281, 1989年.
- [11] 森本、他: "現実および仮想空間の間のサイズ知覚差について", 信学技報 MVE96-21, pp. 43-48, 1996年5月.
- [12] 長田: "視覚の奥行距離情報とその奥行感度", テレビ誌 Vol. 31, No. 8, pp. 649-655, 1977年.
- [13] 金次、金子: "両眼視における絶対距離知覚に関する検討", 信学技報 IE96-32, pp. 111-116, 1996年6月.