

## 色彩イメージによる都市高速道路網の評価について\*

### Evaluation of Urban Expressway Networks through Colour Image

秋 山 孝 正\*\*

By Takamasa Akiyama

#### 1. はじめに

都市高速道路網計画では都市景観や環境に配慮し地域と調和した道路網となることが期待される。このため本研究では、利用者イメージからみた都市高速道路網の評価方法について検討する。

一般にイメージは様々な要因や現象から心理的に形成される。また都市高速道路の基本的役割を都市内の円滑な交通の確保にある。つまり地域性や路線環境などがイメージ規定の主要因となる。

しかしながらイメージを言葉表現のみで理解することは困難である。そこでこれを計画情報として用いるためには、適切な表現形式を導入する必要がある。ここでは色彩をその一方法と考えた。

色彩は心理学的には様々な人間の心理状態を表す指標として知られる<sup>1)</sup>。本研究は色彩メディアを通して公共構造物のイメージの抽出方法を探るための研究を行うものである。

以下では都市高速道路の例として阪神高速道路を取り上げ、色彩イメージに関する調査データに基づき分析を行う。このとき、複雑な人間認識の解析には、ニューラルネットワーク (NN) および遺伝的アルゴリズム (GA) を利用する。

#### 2. 都市高速道路路線のイメージ分析

##### 2. 1 既存研究の整理

これまで既存研究として都市高速道路イメージに関する基礎分析が行われている<sup>2), 3)</sup>。具体的には意識調査を阪神高速道路モニター調査として行っ

ている (サンプル数62, 1991年度実施)。その調査の概要はつぎに示すようである。

- ①高速道路イメージの抽出 (利用者・非利用者による高速道路イメージプロフィール/安全性・快適性・美観・環境に関する対策の必要性)
- ②路線イメージの抽出 (路線の親近感・好き・嫌い/各路線イメージを示す色彩)

具体的には調査結果に基づき、SD法・因子分析、路線の色彩評価とクラスター分析などから阪神高速道路のイメージを多面的に評価している。

これらの研究で以下の諸点が示されている。

- ①高速道路イメージは多様で立場の相違 (利用者・非利用者)、個人の経験の相違などから決定される。
- ②高速道路イメージは、地理的環境や周辺交通環境にも影響される。都市部に比べ郊外部で親近感、好感が持たれている。また色彩イメージでは「青」と好感度が対応する。
- ③路線をイメージにより色分類すると「赤路線」「緑路線」「青路線」「グレー路線」の4グループに別れる<sup>2)</sup>。

##### 2. 2 環境要因と色彩イメージ

まず都市高速道路の環境要因の色彩イメージ形成に対する影響を分析する。ここでは、路線ごとに集計可能な環境要因として、①「環境施設帯延長」、②「交通量」、③「大型車混入率」、④「高架下の公園利用量」、⑤「諸設備」(非常駐車帯・本線情報板・自動速度取締機・図形情報板の数をまとめたもの) をとりあげた。

これらの要因で高速道路の現状が表現でき、また利用者イメージの形成に関与するものとする。ここでは、特に路線に付される色彩イメージに与える影響を検討する。色彩イメージとして、既存研究の成果 (前節③) にしたがって赤・緑・青・グレーの構成を考える。すなわち、この色彩構成を各要因からの確に推定することが目的である。

このモデル化にはニューラルネットワーク (NN) を用いる。一般にNNモデルは出力値との適合性が高く、構造規定が難しいパターン相互

\*キーワード: 色彩評価、都市高速道路、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム

\*\*正員、工博、岐阜大学工学部土木工学科

(〒502 岐阜市柳戸1-1, TEL 058-230-1111 ext.4160, FAX 058-230-1528)

の関係を示す必要がある場合には利用価値が高い<sup>4)</sup>。ここでは、図-1に示すような入力層5、中間層5、出力層4のNNモデルを用いた。

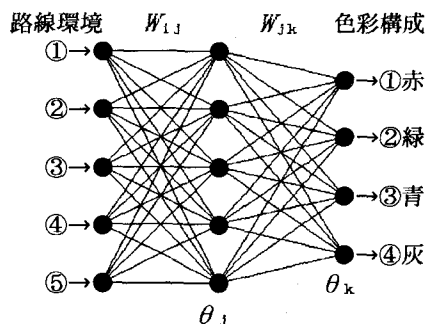


図-1 環境要因と色彩構成に関するNNモデル

モデルの入力層に路線環境要因を与え、出力層には色彩構成を与える。ここでは大阪港線以外の9路線で分析を行った。またNNの計算上、各入力値・出力値は0～1の数値に線形変換している。結合荷重の計算法には、BP法のうち修正モーメント法を用いた（ $\alpha=0.6$ 、 $\beta=0.3$ 、 $\Delta m=0.005$ ）。また各ニューロン表現には、通常のNNモデルで利用される  $f(x) = 1/(1 + \exp(-2x/u))$ 、 $u=0.5$ （シグモイド関数）を用いている。

修正回数が2000回で、絶対誤差が $\varepsilon=0.625$ となった。これを結合係数の推定結果と考える。

NNモデル結合荷重（評価構造）を一定と仮定すると、得られたモデルにより環境要因の影響を検討することができる。各路線について、入力層（路線環境要因）の値を仮想的に変化させ、これに対する出力層（色彩構成）の変化を分析した。

- ・環境施設帯の増加はグレーを増加させる。
- ・交通量の増加で赤・グレーは増加する。また交通量の減少で青が増加する。
- ・諸設備の増加で緑が増加する。安全性・快適性に関連する考えられる。
- ・高架下公園利用量が増加すると青・緑が若干増加、赤・グレーは減少する。
- ・大型車混入率が増加すると青が増加する。

## 2. 3 色彩イメージと路線評価

つぎに色彩イメージと路線評価との関係（色彩構成と好感度）を分析する。これは提示された色彩構成が実際の路線の親近感・好感度に関する評

価と関係する程度を考察しようとするものである。

既存調査では、赤・緑・青・グレーの4色の路線に対する色彩構成と別途に各路線の好感度が算出されている<sup>3)</sup>。この相互関連性を知ること、色彩イメージに内在する評価基準を明確化することになる。この関連性も人間意識のモデル化を必要とすることから、図-2のような入力層4・中間層3・出力層1のNNモデルで表現する。

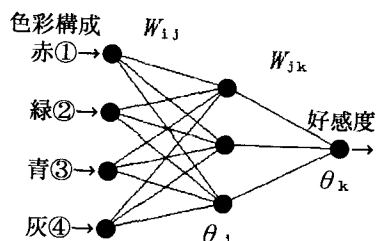


図-2 色彩構成と好感度に関するNNモデル

ここで入力層は赤・緑・青・グレーの4色の色彩構成とする。一方出力層に好感度を与える。好感度の定義には、①「最も好き」、②「最も嫌い」、③「最も好き」－「最も嫌い」（つまり両項目の得票割合の差）の3ケースを考えることができる。この場合も2000回の繰り返し計算を実行した。各ケースの絶対誤差は、① $\varepsilon=0.057$ 、② $\varepsilon=0.065$ 、③ $\varepsilon=0.071$ であり、いずれの場合においても高い適合性を持ち説明力に優れるといえる。

前項と同様に結合係数を固定したNNモデルを作成すると色彩構成変化による評価値変化を検討することができる。この方法による検討から、各路線とも青・緑・赤の順に構成比率の増加と好感度（路線評価）の増加の関係が高く、グレーが増加する場合のみ好感度は減少することがわかった。また青の増加に伴う好感度の増加が顕著である。

## 3. 高速道路網に関するイメージ分析

### 3. 1 路線色彩と高速道路網評価

つぎに阪神高速道路網全体のイメージ把握を考える。これは実際には路線色彩の組み合わせとして、路線配置に対応した彩色図面に関する意識調査より得られるものである。彩色路線図は視覚イメージを伝達し路線と対応する地域性を表現でき

る(図-3参照)。つまり路線の位置関係とイメージの相補関係が表現できるものと考えている。

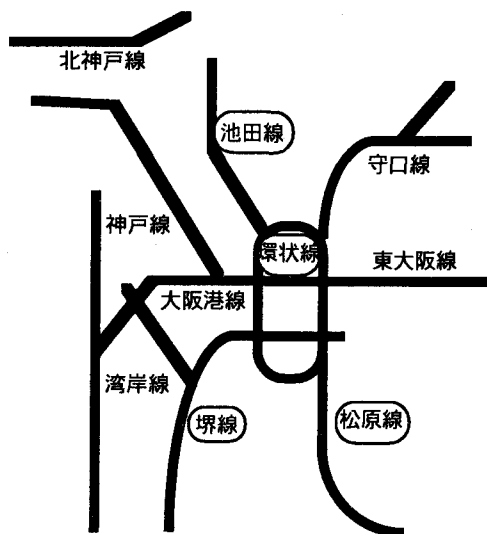


図-3 調査時の阪神高速道路路線の概要

ここでは、まず環境計画的意味から重要で各種対策の実行(イメージ変化)が可能な路線を抽出する。また煩雑となるため、現行イメージが比較的固定的な路線では色彩の変化を考慮しない。

以上のようなことから池田線・堺線・環状線・松原線の4路線のイメージ変化を考えた(図-3で囲み表示)。また取り上げた色彩は赤・オレンジ・黄・黄緑・緑・青・白・黒の8色である。したがって、全色彩組み合わせは $8C_4=4096$ 通りである。

このように考え得るケースにすべて評価を与えることは不可能である。そこで本研究では、少数データから評価値を推定する方法を検討した。

すなわち、ランダムに40通りの路線色彩の組み合わせを設定し、これらの路線彩色図に対して被験者が100点満点で採点し、その平均値で評価する。本研究では、5名の京都大学学生を被験者としたが、被験者間で大きな相違が見られなかった。

この配色に対する評価値の推定には図-4に示すような入力層12、中間層5、出力層1のNNモデルを用いるものである。

この場合、入力層に色彩の組み合わせを、出力層に評価得点を設定することになる。この入力層では色彩を3ビット2進数で表示する。すなわち

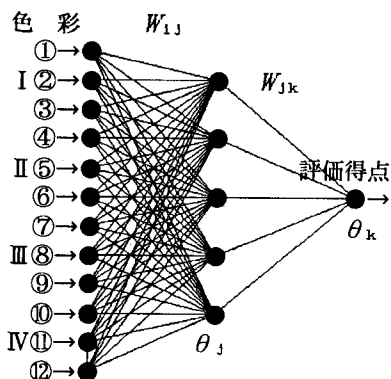


図-4 評価値推定のためのNNモデル

(赤:001),(緑:101).....のようである。

ここでは、2000回の繰り返し計算で、最終的には絶対誤差 $\varepsilon=0.664$ となった。また線形重回帰分析によって、同様な推定計算を行うと絶対誤差は $\varepsilon=1.012$ となり、NNモデルの非線形問題に対する優位性がわかる。またこの推定法はNNモデルの補間能力を利用したものであり、少数データからの推定に有効である。

### 3. 2 路線色彩の組合せによる評価

前項のNNモデルにより色彩組み合わせに対する評価値が推定可能となった。つぎに将来期待される高速道路イメージの抽出を考える。ここでは、路線の色彩イメージの集合として、高速道路網全体のイメージを捉えている。したがって、多数の色彩組み合わせから評価値の高いものを抽出することで、道路網に期待されるイメージ構成が見いだされることになる。

ところで本例のような高度な非線形構造を持つ評価では、数値最適化手法の適用は困難である。そこで同種の問題に適用性の高い遺伝的アルゴリズム(GA)により最適解を探索する<sup>5)</sup>。

ここでは路線色彩の組み合わせに対する評価値をGAにおける適合度と考える。したがって、NNモデルによる評価値の算出過程をGAプロセス内に内包させることになる。

本研究のGAの具体的な手順を以下に記す。

- ①初期集団として、ランダムに20種類の色彩組み合わせを抽出する。[初期集団]

- ②各個体の評価値をNNモデルで計算する。
- ③集団中から評価値の高い個体を確率的に選択する。[選択]
- ④交差率 $\alpha$ で各個体同士の任意の位置で交差を行う。交差は単純交差とする。[交差]
- ⑤各個体について、突然変異率 $\beta$ で各ビットを反転させる。[突然変異]
- ⑥評価値80以上の個体が2つ以上発生、または20世代に達した時点で計算を終了する。そうでない場合、世代数を増加し、②以下を繰り返す。

ここで、実際の計算にあたり交差率 $\alpha$ 、突然変異率 $\beta$ の組み合わせにより、 $(\alpha, \beta) =$ ① (0.8, 0.2), ② (0.8, 0.25), ③ (0.8, 0.3), ④ (0.9, 0.3) の4ケースを設定した。各ケースについて、計算終了時の集団中で評価値75点以上の個体を抽出したものが表-1である。最適解がGAによってかならず見いだされるとは限らない。しかしこれらの色彩組み合わせから高速道路イメージに関する将来の方向性が検討できる。

表-1 遺伝的アルゴリズムの計算結果

|   | 世代 | 池田線                         | 環状線                          | 堺線                         | 松原線                      | 評価値                                  |
|---|----|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| ① | 10 | 青<br>青<br>青                 | 白<br>白<br>オレンジ               | 黄緑<br>黄緑<br>オレンジ           | 赤<br>黄<br>黄緑             | 80.8<br>80.4<br>78.5                 |
| ② | 19 | 黄<br>オレンジ<br>黄<br>黄<br>オレンジ | 白<br>オレンジ<br>青<br>オレンジ<br>黄緑 | 黒<br>黄緑<br>黄緑<br>オレンジ<br>青 | 白<br>白<br>白<br>黄<br>オレンジ | 80.3<br>80.1<br>79.3<br>78.4<br>75.7 |
| ③ | 20 | オレンジ<br>青<br>黄<br>青         | 緑<br>白<br>白<br>白             | 黄緑<br>黄緑<br>黄緑<br>黄緑       | 黄<br>緑<br>緑<br>白         | 80.4<br>80.0<br>80.0<br>79.0         |
| ④ | 16 | オレンジ<br>黄<br>オレンジ<br>黄      | 黄<br>オレンジ<br>黄緑<br>黄         | 黄緑<br>黄緑<br>黄緑<br>青        | 白<br>白<br>黄緑<br>青        | 81.0<br>80.2<br>77.1<br>75.2         |

全般的には、池田線をオレンジ・黄などの暖色系の色、環状線を白、堺線を黄緑、松原線を白・黄・黄緑とした色彩組み合わせに対する評価値が高いことがわかる。また各路線で異なる色彩が現れており、この点からは、路線の個性化が将来的な道路網評価の向上に関係すると解釈できる。さらに阪神高速道路に期待されるイメージと現状の

イメージ（現状の色彩に対する評価値は約40点）は大きく異なっており、今後のイメージ改善対策の必要性が感じられる。

#### 4. おわりに

都市高速道路のイメージの多様性を表現するため本研究では色彩尺度を用いた。色彩はイメージを抽象化し非言語表現を可能とする。ここでは特に各路線と高速道路網全体のイメージ分析を中心に行った。本研究で得られた成果簡単にまとめる。

- ・路線評価を色彩を介在させ、現実要因との関連性を分析した。NNモデルにより複雑な関係を表現し、イメージ評価の実行を可能とした。
- ・高速道路網全体に対する色彩評価を行った。ここでもNNモデルはイメージ表現に利用できることがわかった。これより路線色彩と道路網評価の相互関係を記述するモデルが作成された。
- ・色彩を組み合わせについて、遺伝的アルゴリズムにより阪神高速道路網全体イメージ評価を検討した。この結果池田線は暖色系、環状線は白、堺線は黄緑、松原線は白・黄・黄緑の色彩イメージの喚起が期待されることがわかった。

さらに今後の課題として、①都市高速道路の現実的な彩色問題との関係、②具体的な高速道路イメージ改善策の検討、③地域性を考慮した路線の個性化などがあげられる。

本研究の遂行にあたり、京都大学学生酒井勝久氏に御協力を得た。また資料収集に当たっては阪神高速道路公団に御協力を得た。ここに記し感謝の意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 千々岩英彰：色彩学、福村出版、1983.
- 2) 佐藤亮・秋山孝正・佐佐木綱：色彩評価に基づく都市高速道路イメージの基礎分析、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第4部 pp.490～491, 1992.
- 3) 秋山孝正・佐藤亮・田名部淳：ファジィ多変量解析を用いた都市高速道路イメージの分析、第8回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、pp.365-368, 1992.
- 4) 秋山孝正：知識利用型の経路選択モデル化手法、土木計画学研究・論文集, No.11, pp.65～72, 1993.
- 5) 安居院猛、長尾智晴：ジェネティックアルゴリズム、昭晃堂, 1993.