

橋梁景観設計を対象とした住民参加支援システムの構築

Decision-Support System for Bridge Aesthetic Design Considering Inhabitants' Opinion

古田 均*, 林真理子**, 鳴尾友紀子***, 三雲是宏****, 堂垣正博*****

Hitoshi FURUTA, Mariko HAYASHI, Yukiko NARUO, Yukihiro MIKUMO and Masahiro DOGAKI

*	工博	関西大学教授 総合情報学部	(〒569-1052 高槻市霊仙寺町 2-1-1)
**	学士(工学)	(株)ファームエンジニアリング	(〒570-0014 守口市八雲町 2-82-22)
***	修士(工学)	(株)サノヤス・ヒシノ明昌 システム部	(〒530-6591 大阪市北区中之島 3-6-32)
****		(株)ニュージェック 総合計画・環境部	(〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19)
*****	工博	関西大学教授 工学部都市環境工学科	(〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35)

In this paper, an attempt is made to develop a decision-supporting system that can provide an aesthetic design planning for the medium and small span girder bridges, which is satisfactory for all the bridge engineer, client and inhabitants. The decision-supporting system consists of three subsystems such as aesthetic evaluation system of girder-bridges, its optimization system, and describing system by a computer graphics. Several illustrative designs are presented to demonstrate the efficiency and applicability of the decision-supporting system developed here.

Key Words : aesthetic design, bridge aesthetics, decision making, inhabitants' opinion, genetic algorithm

1. まえがき

高度経済成長期のわが国では、社会基盤施設の設計に安全性、機能性、経済性などが求められた。その結果、景観への配慮に欠けた画一的な施設が多く建設された。成熟化社会を迎えた今日、社会基盤整備に対する住民の関心や要求が多様化し¹⁾、経済性のみでなく、安らぎなど景観に配慮した設計が求められている。

橋梁は、供用期間の長い社会資本である。また、そのデザインが地域景観の重要な要素となる。不特定多数の利用を考えれば、違和感の少ないデザインにならう。一方、ひとそれぞれに好みと感性は異なり、景観の評価も異なる。また、人びとの社会基盤整備への思いや要求は時代とともに変化する。そのため、住民の嗜好を把握するため、橋梁景観に対するアンケートがしばしば実施されている。

近年、社会資本整備事業を円滑かつ迅速に進めるため、発注者・設計者・住民間に合意形成の場が設けられ、住民参加による事業が積極的に進められている。これに相応して、構造物の可視化に関する情報技術が採用されている。

ところで、橋梁の景観設計の場合、技術者間の景観伝達は、専門知識や経験が豊かなため、スムーズかつ正確になされる。一方、住民は十分な専門知識を持ち合わせていないため、想像が豊かでない。それゆえ、住民に景観案を正確に伝えるためには、可視化が有効であろう。また、橋梁の専門知識に乏しい住民が景観設計に参加できるようにするには、それを支援するシステムが必要であろう。

ここでは、社会基盤施設の中でも地域のシンボルにな

り、住民の関心度が比較的高いと思われる橋梁を対象に、住民参加による景観設計を実現するため、住民のデザイン嗜好を汲み入れた橋梁景観設計支援システムを構築する。

2. 住民参加による景観設計の支援システム

2.1 住民参加の方法

社会基盤施設の景観設計に住民の意見を取り入れるため、アンケートを実施する。ここでいうアンケートとは、数種の橋梁景観によって彼らのデザイン嗜好を調査し、住民の橋梁景観評価基準を定めようとするためのものである。

アンケートの問題点として、①住民は専門知識や経験に乏しいため橋梁景観をイメージできないこと、②アンケートに多くの時間と労力を要すること、などが挙げられる。ここでは、住民に確かな景観イメージに伝えるため、CGソフト「3D Studio VIZ」により景観案を可視化した。ちなみに、本ソフトによれば、景観構成アイテムである主桁・高欄・橋脚の形状を決定し、色彩データのRGB値を入力すれば、複数の景観案でも素早く可視化できる。

アンケートの回数を減らし時間短縮する方法として、景観案を修正する度にアンケートせず、ニューラルネットワーク(Neural Network : NN)で住民のデザイン嗜好を勘案した評価尺度を作成する方法がある。それを遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm : GA)で橋梁景観の準最適解を求める際の評価関数にする。その結果、アンケートを毎回実施したのとほぼ同様の効果を得る。

2.2 景観設計支援システムを活用した住民参加支援システム

(1) システムの概要

住民に景観設計のどの段階でどのように参加していただくかは、重要な点である。ここでは技術者により橋梁景観設計案が作成された後、住民に参加を求め、技術者の橋梁景観案に対する意見を尋ねる。その結果、技術者の橋梁景観案に住民の意見が反映され、住民のニーズに応えた修正案が作り上げられる。本開発システムは、

- ①住民提示用景観案を作成する景観設計支援システム
- ②住民の意見を取り入れ、原案を修正しながら最終案を作りあげる住民参加支援システム

からなる。その手順を以下に述べ、流れを Fig.1 に示す。

Step 1: 橋梁データ①～③をシステムに入力する。

- ①対象橋梁の属性（路面の高低、主桁・高欄の色彩、主桁・高欄・橋脚の形状）
- ②周辺環境とその色彩
- ③景観設計コンセプト

Step 2: 入力データをもとに、設計コンセプトを満足する景観案を免疫アルゴリズム (Immune Algorithm : IA) で求める。

Step 3: その結果、複数の景観案が示される。

Step 4: 求められた複数の景観案を住民に示し、その良否をアンケートし、順位付けを行う。

Step 5: アンケート結果を NN で学習させ、景観案の評価点を定める。

Step 6: Step 5 で作成された評価点を基準に、住民の意見を取り入れた新たな複数の景観案を GM で求める。

Step 4) ~Step 6) の手順を繰り返し、住民の意見が十分に反映された時点で計算をやめる。

(2) 景観構成アイテム

対象橋梁は主桁、高欄、橋脚で構成される。主桁・高欄の色彩、主桁・高欄・橋脚の形状を景観構成アイテムとし、これらの組合せで景観案を示す。

a) 桁橋を構成する主桁と高欄の色彩²⁾⁻⁴⁾

主桁と高欄の色彩表記にマンセル表色系を用いる。マンセル表色系では、色彩が色相 (Hue : H), 明度 (Value : V), 彩度 (Chrome : C) の 3 属性で表され、その表示法が決められている。有彩色の場合、色相・明度/彩度の順に表示され、これはマンセル値と呼ばれる。たとえば、赤色の場合、5R4/14 のようである。ここに、5R は赤の中心色相を、4 は中灰より 1 段階暗いことを、14 は最高の彩度であることを示す。また、無彩色は、Neutral の頭文字 N をつけて N5 のように表される。トーンは、明度と彩度を組み合わせたものである。トーンは色相に関係なく、色の濃淡、明暗、強弱によって 12 段階に分類される。

ここでは、10 色相からそれぞれのトーン 12 種を選び、120 の有彩色と 8 の無彩色、計 128 色を主桁と高欄の色彩とした。128 色の慣用色名とマンセル値を Table 1 に示す。

b) 桁橋を構成する主桁・高欄・橋脚の形状

主桁、高欄、橋脚の形状を文献 2), 5) を参照して選定した。主桁には Fig.2 に示す等断面と変断面の 5 種類を、高欄と橋脚には特殊な形状を除いた Fig.3 に示す 5 種類と Fig.4 に示す 13 種類をそれぞれ設定した。

(3) 設計コンセプト

橋梁は、住民が求める設計コンセプトに合致するように景観設計される。コンセプトとは、橋梁を計画する際にどのような橋梁にしたいかを表す言葉で、ここでは Table 2 に示す使用頻度の高い 7 つを設定した。

2.3 住民の景観分析への NN の活用

NN は生物神経機能の工学的模擬モデルである^{6),7)}。

技術者の景観案を複数個、住民に示し、彼らの景観ニーズに合っているかどうかをアンケートする。その結果を反映させ、住民の望む景観に近づけるようとするものである。住民の意向を取り入れるには、多くの時間を費やす。すなわち、アンケートの回数や質問項目が増え、住民に負担を強いる。そこで、少ない回数で住民の意向を汲み、NN による学習から景観評価基準が確立できれば、アンケートの住民負担が軽減できる。以下、本システムで用いる NN モデルについて説明する。

本研究では、住民の景観案の選好順位を NN で学習する。すなわち、入力層に景観構成アイテムを入力し、出力層から住民の意向を取り入れた得点を得る。5 つの橋梁景観案を住民に示し、1-5 位の順位付けを求める。その結果、1 位の景観案に 10 点、2 位に 8 点、3 位に 6 点、4 位に 4 点、5 位に 2 点の得点を与える。これが以後の教師データとなり、NN による出力値が教師データに近づくように学

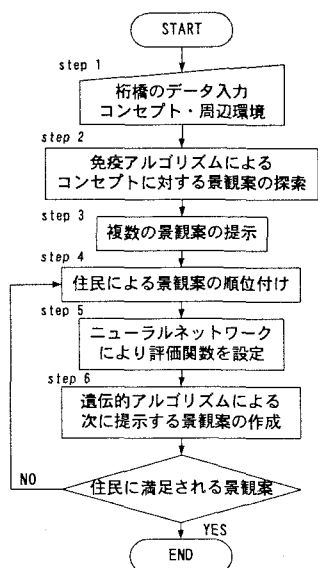


Fig.1 本支援システムの流れ

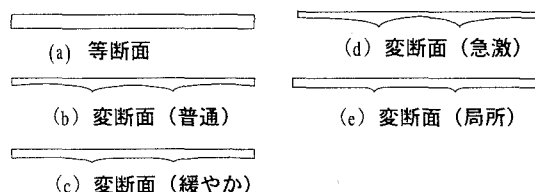


Fig.2 5 種類の主桁の形状

Table 1 設定した 128 種類の色彩の慣用色名とマンセル値

トーン	R/赤	YR/黄赤	Y/黄	GY/黄緑	G/緑	BG/青緑	B/青	PB/青紫	P/紫	RP/赤紫
V	赤 5R4/16	橙 5YR7/16	黄 5Y8/15	黄緑 5GY7/15	緑 5G4/14	青緑 5BG5/12	青 5B5/14	青紫 5PB4/14	紫 5P5/14	赤紫 5RP5/14
S	さんご色 5R5/10	柿色 5Y6/12	うこん色 5Y6/11	くさ色 5GY6/10	緑青色 5G5/9	あおたけ色 5BG5.5/9	あさぎ色 5B5/9	るり色 5PB4/9	あやめ色 5P4/10	紅梅色 5RP4/10
B	ばら色 5R7/9	あんず色 5YR8/7	たまご色 5Y8/11	カナリヤ色 5GY8/11	エメラルド 5G7/10	トルコ石色 5BG7/9	空色 5B7/8	サルビア色 5PB7/8	藤色 5P7/9	桃色 5RP7/10
P	とき色 5R8/6	夕陽色 5Y9/4	香色 5Y9/6	若苗色 5GY8.5/6	浅みどり 5G8/6	浅青緑 5BG8/5	水色 5B8/5	浅霧色 5PB8/6	うす紫 5P8/6	うす桃色 5RP8/6
Vp	さくら色 5R9/2	白茶 5YR9/1	象牙色 5Y9/1	利休白茶 5GY9/2	白緑 5G9/2	うすあさぎ 5BG9/2	白群 5B9/2	藍白 5PB9/1	淡藤色 5P9/2	紅桜 5RP9/2
Lgr	桜かすみ色 5R8/2	とのこ色 5Y8/2	桑色白茶 5Y8/2	利休ねずみ 5GY8/3	浅霧みどり 5G8/2	あさぎねずみ 5BG8/3	深川ねずみ 5B7.5/2	浅藍ねずみ 5PB7/2	うすいろ 5P5/2	灰桜 5RP7.5/2
L	樹皮色 5R6/6	肌色 5YR6/5	からし色 5Y6/4	若芽色 5GY6/5	若竹色 5G6/6	みずあさぎ 5BG6.5/6	さびあさぎ 5B6/5	藍ねずみ 5PB6/4	鳩羽紫 5P6/4	蘭色 5RP6/4
Gr	きじばと 5R5.5/2	茶ねずみ色 5Y5/2	鈍色 5Y5/1	山鳩色 5GY5/2	うす紫色 5G5/2	裏葉色 5BG5/2	納戸ねずみ 5B5/2	さびはなだ 5PB5/2	さび紫 5P5/2	桜ねずみ 5RP5/2
DI	さびえび色 5R5/5	らくだ色 5YR6/6	うぐいす色 5Y5/6	おいみどり 5GY5/5	とくさ色 5G4/5	老竹色 5BG4/6	さび納戸 5B4/6	うすはなだ 5PB4/6	あやめ色 5P4/5	牡丹ねずみ 5RP5/5
Dp	れんが色 5R3/10	茶色 5YR4/9	うぐいす茶 5Y5/8	こけ色 5GY4/8	濃緑 5G3/7	濃青緑 5BG3.5/7	納戸色 5B3/9	紺青 5PB3/9	すみれ色 5P3/8	ぶどう酒色 5RP3/10
Dk	えび色 5R2.5/8	たばこ色 5YR3/7	オリーブ 5Y3.5/6	ふかみごけ 5GY3/6	深緑 5G3/6	深青緑 5BG3/4	深納戸 5B2.5/4	紺色 5PB3/5	茄子紺 5P3/6	深ぶどう酒色 5RP3/6
Dgr	くり色 5R2/3	黒茶 5YR2/2	オリーブ茶 5Y2/3	みる色 5GY2/2	森林色 5G2/2	鉄色 5BG2/2	こきはなだ 5B2/2.5	濃紺 5PB2/2.5	深紫 5P2/2	濃色 5RP2/2
無彩色	白 N-9.5	パ・ル・グレ N-9	シハ・グレ N-7	灰色 N-6	ミ・イ・ム・グレ N-5	ス・ク・グレ N-3	チャ・コ・グレ N-2	黒 N-1.5		

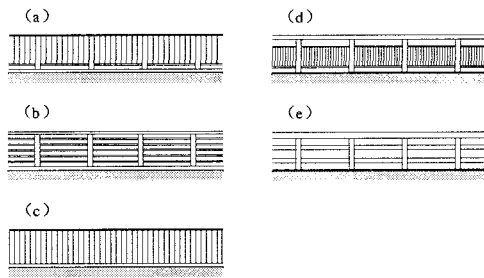


Fig.3 5 種類の高欄の形状

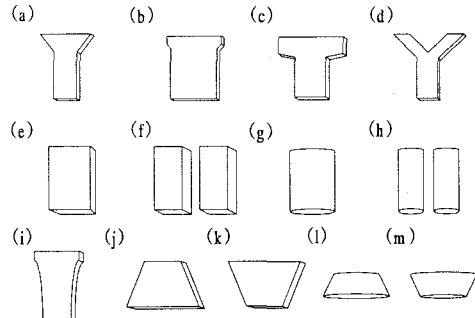


Fig.4 13 種類の橋脚の形状

Table 2 設計コンセプト

	コンセプト
1	周辺環境との調和
2	シンボル性
3	個性的
4	信頼感
5	親しみやすさ
6	風格のある
7	地域性

習する。なお、入力層のニューロン数は景観構成アイテムが5のため5つ、出力層は景観案の順位を兼ねた得点を出力するため1つとした。また、中間層のニューロン数は少ないと、学習時間は早くなるが、入力の特徴が把握できない。逆に、多すぎると、学習時間は長くなり、余計なノイズまで学習してしまう。この場合、誤差も大きくなる。ここでは、中間層のニューロン数を5個からはじめ、試行錯誤の後に最適なその数を決定した。

2.4 住民の意見を取り入れた景観案作成に適用する GA

住民の意見が反映され、NN の学習から得た景観評価点に従って、次回の住民集会で示す修正景観案を作成する。景観案には景観構成アイテムの組合せからなる膨大な解候補が存在するため、すべてを評価することはできない。それゆえ、住民の意見を反映した最適な景観案を最適手法 GA で探索する。その手順を以下に示す。

(1) GA による準最適解導出の手順^{8),9)}

- Step 1:** 遺伝子型の決定；遺伝子の要素は遺伝子列で表現される。対象問題の解候補を遺伝子列へ変換する。
- Step 2:** 初期生物集団；探索開始時にどのような個体が望ましいかはまったく不明である。決められた遺伝子型で要素の異なる初期生物集団を乱数でランダムに発生する。
- Step 3:** 交叉；生成された N 個の個体から何組かのペアをランダムに選び、2 個体間の遺伝子列をランダムな位置で部分的に入れ換える。
- Step 4:** 突然変異；個体の遺伝子を表すビットを「0」な

らば「1」, 「1」ならば「0」に置き換える。これにより、交叉だけでは誕生しない個体を産生し、局所的な準最適解に陥りそうになったとき脱出する。

Step 5: 適応度の計算; 生物集団の個体 i の環境との適応度 $F(i)$ を計算する。ここでは、適応度 $F(i)$ の計算に NN で作成した景観指標を適用し、GA の適応度とする。

Step 6: 淘汰; 適応度の高い個体を優先的に次世代に残す。

Step 7: 収束判定; **Step 3**~**Step 6** のプロセスを収束条件が満たされるまで繰り返す。

(2) 景観構成アイテムの遺伝子列への適用

本システムでは、景観構成アイテムの組合せである景観案を GA の遺伝子列に対応させる。遺伝子列は、「0」または「1」の2進数で表される。主桁と高欄の色彩はそれぞれ128種で7ビット、橋脚の形状は13種で4ビット、高欄の形状は5種で3ビット、の遺伝子列で表される。それゆえ、景観案はそれらの組合せ、計24ビットからなる。

(3) 遺伝子操作の適用

遺伝子の交叉に一点交叉を用いる。交叉位置を景観構成アイテムの途中に選べば、データが破壊される。それゆえ、交叉位置は景観構成アイテムの遺伝子列の間すなわち7, 14, 18, 21番目のビットの中でランダムに発生させる。

収束判定のため、世代交代数を100とし、それを越えた時点で計算を終了する。

2.5 周辺環境との調和の評価^{2), 3), 10)}

橋梁と周辺環境の色彩調和は、ムーン・スペンサーの色彩調和論とパークホフの美度で評価される。

(1) ムーン・スペンサーの色彩調和論

ムーンとスペンサーは、マンセル表色系に準拠し、客観的な色彩調和論を提案した。以下に、色彩調和の区分と配色の美度に関する事項を説明する。

色彩の配色には、快く感じるものとそうでないものがある。快い配色は美的価値が高く、「調和」とされる。すべての配色は「調和」と「不調和」に分けられる。「調和」には①同一、②類似、③対比が、一方、不快な配色は「不調和」と呼ばれ、①第一のあいまい、②第二のあいまい、③眩暈がある。

(2) パークホフの美度計算

パークホフは、「複雑さにおける秩序性」という考えをつぎのように表現した。

$$M = \frac{O}{C_x}$$

ここに、 M は美度を、 O は秩序を、 C_x は複雑さを表す。

ムーンとスペンサーは、パークホフの考えを色彩調和の美度計算に導入した。 O を決めるため、色相、明度、彩度や面積バランスなどを考慮した美度係数を定めた。

つぎに、面積のバランスを考える。ある色彩の配色面積が A であるとする。そのスカラーモーメント S は

$$S = A\sqrt{C^2 + 64(V-5)^2}$$

で与えられる。ここに、 C は彩度、 V は明度である。

面積のバランスを考慮した美度を求める場合、

- ①色対のスカラーモーメントが1:1のとき +1.0
- ②色対のスカラーモーメントが1:2のとき +0.5
- ③色対のスカラーモーメントが1:3のとき +0.25
- ④その他のとき 0

をそれぞれ秩序 O に加える。

さらに、 C_x は

$$C_x = \text{色数} + \text{色相差のある色対の数} + \text{明度差のある色対の数} + \text{彩度差のある色対の数}$$

で求められる。

M が0.5以上になれば、一般に美しいとされる。

2.6 景観構成アイテムの評価

2.2(2)で述べたように、橋梁の景観案は景観構成アイテムの組合せで表される。景観案を表す景観構成アイテムの景観評価に形容詞対を用いる。形容詞対には Table 3 に示す16種類を設定し、-1~1の得点を付ける。

(1) 主桁と色彩における色彩の景観評価

色彩の評価には、形容詞対 1~10 を用い、主桁と高欄の色彩イメージをそれぞれの形容詞との関連で得点づける。

(2) 主桁・高欄・橋脚における形状の景観評価

形状の評価には、形容詞対 11~16 を用い、形状のイメージと形容詞との関連で得点づける。

2.7 景観構成アイテムの評価とコンセプトを結合するファジィ推論^{5), 11), 12)}

橋梁景観設計支援システムには、景観案の定量的評価が必要である。景観の評価は一人ひとりによって異なる感性に左右されるため、曖昧になりやすい。そこで、曖昧さの定量化に優れているファジィ推論を用い、2.6 で定めた16種の形容詞対による景観構成アイテムの評価を設計コンセプトへの景観案の満足度と関連づける。

ファジィ推論は、すでにある知識や経験をもとに新しい知識を獲得しようとする推論手法である。「もし~ならば、~である」という推論にファジィの考えを取り入れたもので、曖昧な情報と曖昧な情報との組合せで曖昧ではあるが妥当な結論が導き出される。本システムでは、景観構成アイテムの形容詞対による評価と景観案のコンセプトに対する評価を関係づけるルールを簡略化ファジィ推論で作成する。簡略化ファジィ推論ルールは

$$\text{If } x = A_i \text{ then } y = C_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

のように表される。ここに C_i は実数値、 n は任意の整数。

形容詞対 j の評価を X_j ($-1 \leq X_j \leq 1$) とし、メンバシップ関数 k に X_j を入力すれば適合度 $\phi_{j,k}(X_j)$ が計算され、コンセプト i に対する満足度 $f_{i,j,k}$ が

$$f_{i,j,k} = C_{i,j,k} \phi_{j,k}(X_j)$$

から求められる。ここに、 i ($=1, 2, \dots, 7$) は設計コンセプト、 j ($=1, 2, \dots, 16$) は形容詞対、 k ($=1, 2, \dots, 5$) はメンバ

シップ関数を示す。

設計コンセプト i に対し、 $k=1\sim 5$ のメンバシップ関数を合計した満足度を形容詞対 j に対する満足度 $F_{i,j}$ とすれば、

$$F_{i,j} = \sum_{k=1}^5 C_{i,j,k} \phi_{j,k}$$

設計コンセプト i に対する 16 個の形容詞対の満足度を合計すれば、設計コンセプト i に対する得点 F_i が

$$F_i = \sum_{j=1}^{16} \sum_{k=1}^5 C_{i,j,k} \phi_{j,k}(X_j)$$

のように得られる。これが大きいほど、設計コンセプト i の満足度が高い。ここでは、得点 F_i を最高得点 $F_{i,max}$ で除し、設計コンセプト i への計画案の適応度 N_i とする。

$$N_i = \frac{F_i}{F_{i,max}}$$

2.8 景観案を探索する IA の適用

本システムでは、橋梁景観案を IA で探索する。景観評価は一人ひとりの感性でなされるため、評価値の高いものが必ずしもよい景観とはかぎらない。それゆえ、評価値の多少低い景観案も探索できる IM を用いる。ちなみに、住民参加支援システムにおける GM は、評価値の高い景観案すなわち準最適解を探索する方法である。

IA は、生体のもつ免疫機能を工学的モデルにしたものである。生体の免疫システムには、①生体を抗原から守るために免疫細胞が自己と非自己（抗原）を識別する機能と、②病原菌や病気などのために変化した自己成分を排除する機能が備わっている。これは、生体内に侵入した抗原を認識し、過去に排除した抗原に対して有効であった抗体を作り出し、抗原を排除する機能である。新抗原には、それに抵抗する抗体産生細胞を作り、これを増殖し抗原を排除する。また、免疫システムは、自己に対しても免疫性を示し、同種の抗体が大量に産生されたとき、抗体産生の抑制機能を持つサプレッサー細胞によって、その抗体と同種類の抗体の産生を抑制し、状態をバランスする機能を有する。すなわち、IA は生体免疫システムの抗体産生機能と自己調整機能を工学的にモデル化したアルゴリズムである^{9),11)}。

3. 支援システムの適用例

既設橋のデータを入力しシステムを稼働し、住民の景観イメージ嗜好が景観案にどのように反映されるか調べる。

3.1 対象橋梁

昭和 63 年度版の橋梁年鑑から選んだ Fig.5 の 2 径間連続鉄桁橋「北川 5 号橋」を本システムに適用した。

(1) 初期データ

入力データは、北川 5 号橋の路面高、5 つの景観構成アイテム、周辺環境のデータである。Table 4 に路面の高低と景観構成アイテムを示す。橋梁の景観には、周辺環境が

Table 3 16 種類の形容詞対

形容詞対			
1	派手な	—	地味な
2	刺激的な	—	温和な
3	ソフトな	—	ハードな
4	動的な	—	静的な
5	モダンな	—	アンティークな
6	明るい	—	暗い
7	暖かい	—	涼しい
8	華やか	—	渋い
9	軽快な	—	重厚な
10	調和した	—	調和しない
11	安定感のある	—	安定感のない
12	シンプルな	—	複雑な
13	力強い	—	弱い
14	固い	—	柔らかい
15	開放的な	—	圧迫感のある
16	連続感のある	—	連続感のない

大いに影響する。Fig.5 の「北川 5 号橋」写真から周辺環境を 5 分類し、5 周辺環境の色彩に文献 13)を参照して適切なマンセル値を設定した。5 周辺環境の面積比は、主桁の面積を 1 とした時の値である。マンセル値と面積比を Table 5 に示す。

(2) 景観設計支援システムによる最適景観案の提示

3.1(1)の初期データをもとに、景観設計支援システムを稼働し、住民アンケート用の 5 景観案を作成する。5 案を決定する際に、住民がいずれの設計コンセプトを求めてもよいように、2.2(3)における 7 設計コンセプトを Table 6 のように区分した。これらの設計コンセプトをもとに、住民に示す景観案 1～景観案 5 を作成する。5 景観案に対して、住民 A と住民 B の 2 名にアンケートを実施した。ここでは、住民に対するアンケートを 3 回に限定した。

3.2 景観設計支援システムによる景観案と住民参加支援システムによる景観案の比較

住民 A、住民 B が望むコンセプトを調べるため、最終案を分析し、住民 A、住民 B の最終景観案の適応度をそれぞれのコンセプトに対して求めた。適応度を縦軸に、コンセプトを横軸に用いれば、住民 A、住民 B に対して Fig.6 と Fig.7 を得る。

住民参加支援システムを稼働し最終景観案に至った過程

Table 4 初期データ

路面高	高い
主桁の色彩	さびあざぎ
高欄の色彩	パールグレー
主桁の形状	b
高欄の形状	c
橋脚の形状	c

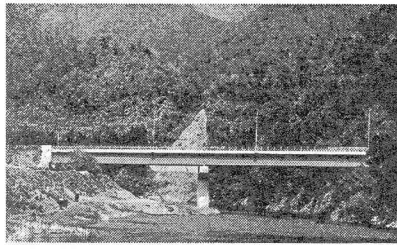


Fig.5 北川 5号橋

Table 5 周辺環境のデータ

周辺環境	マンセル値	面積比
山(遠景)	10G7/2	4.78
山(中景)	2.5GY4/3	17.65
川	2.5B7/2	2.44
岩, 草, 土	2.5GY7/6	4.09
橋脚(コンクリート)	N-9	0.20

案が修正されていくことがわかる。この場合、住民 A は、シンボル性や個性的といったインパクトのある景観よりも周辺環境と調和した、環境にマッチする景観を望んでいる。

一方、住民 B の場合には、住民 A のような明確な変化は表れなかったため、最終景観案を Fig.7 に示す。この理由として、住民 B はシンボル性や個性的といったインパクトのある景観を望む一方、周辺環境と調和した、環境にマッチする景観も無視しなかったことが考えられる。

4. あとがき

本研究では、景観に配慮した景観案の作成システムと専門知識のない住民の意見を取り入れた住民参加支援システムを構築した。橋梁の景観案は5つの景観構成アイテムで構成され、その設計コンセプトに対する評価を行った。多数の候補から準最適解を選び出す手法に IA を採用した。この景観案を住民に問い、住民の意向を調査した。住民の選好順位を NN で学習させ、住民が好む景観案を GA で探索した。なお、NN に住民の意向を学習させたのは、住民へのアンケートを減らし、住民の負担軽減のためである。CG を用い、従来多くの時間と労力を費やしていた景観案の可視化が、初めに景観構成アイテムの形状を作成と色彩データ RGB を入力で複数の景観案が簡単にできた。

本システムに橋梁データを入力し実行した結果、技術者による複数の景観案が作成できた。それを住民に示し、彼らの意見を取り入れた景観案が提案できた。

なお、本研究は、平成 15 年度選定学術フロンティア推進事業における「合意形成のための認知的・数理的情報処理システムの構築」プロジェクトとして研究費を受けたものの成果として公表するものである。

参考文献

- 1) 篠原 修：橋の景観デザインを考える，技報堂出版，1944-6.
- 2) 福田邦夫：色彩調和論，朝倉書店，1996-2.

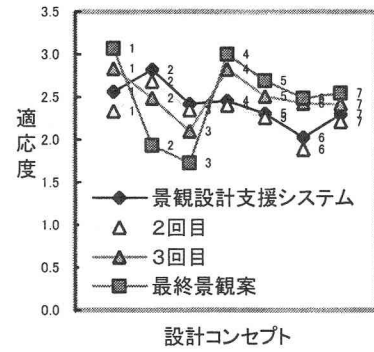


Fig.6 住民 A による適応度の変化

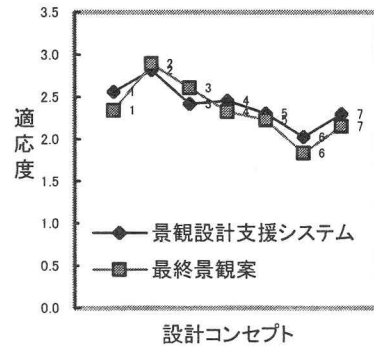


Fig.7 住民 B による適度の变化

Table 6 5案の景観案における設計コンセプト

	設計コンセプト
景観案 1	周辺との調和, 親しみやすさ
景観案 2	シンボル性
景観案 3	個性的
景観案 4	信頼感
景観案 5	風格のある, 地域性

- 3) 日本色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック，東京大学出版会，1981-7.
- 4) 小林重順：配色イメージワーク，講談社，1995-7.
- 5) 鳴尾友紀子・古田 均・堂垣正博：構造工学論文集，Vol.48A, pp.307-318, 2002-3.
- 6) 武藤佳恭：ニューラルネットワーク，産業図書，1996-7.
- 7) 馬場則夫：ニューラルネットの基礎と応用，共立出版，1994-9.
- 8) 伊庭斉志：遺伝的アルゴリズムの基礎-GA の謎を解くー，オーム社，1994-7.
- 9) 北野宏明：遺伝的アルゴリズム，産業図書，1995-7.
- 10) 千々岩英障：色彩学，福村出版，1999-11.
- 11) 中村秀明・宮本文穂・川村 圭・鬼丸浩幸：構造工学論文集，Vol.47A, pp.201-210, 2001-3.
- 12) 中島信之・竹田英二・石井博昭：ファジィ理論入門，裳華房，1994-9.
- 13) 日本規格協編：JIS ハンドブック 色彩，1994-4.