

I-8 橋梁計画における感性データベースの構築

Development of Kansei database in bridge planning

吉田枝里子¹・保田敬一²・山崎元也³

Eriko YOSHIDA, Keiichi YASUDA and Motoya YAMASAKI

抄録：住民参加型の合意形成では、異なる属性を持った関係者に評価のための代替案を提示して協議が行われる。そのため、異なる属性を持った住民の感性と評価との関係を事前に把握しておくことは重要である。本研究では、橋梁の形式を選定する橋梁予備設計段階での合意形成に焦点をあて、評価への影響度を示す指標として数量化理論 I 類により算出したスコアを用いて、デザインコンセプトに合致した代替案を異なった属性を持つ住民ごとに効率的に作成する方法を示す。インターネット上での使用を前提とし、感性とデザイン要素との関係を DB 化して、異なる条件ごとに問合せのできるシステムを XML を用いて構築した。

Abstract: In the consensus building of the participation, alternatives for the evaluation are presented to parties concerned who have a different attribute and the conference is held. Therefore, it is important to understand resident's Kansei with a different attribute and the relation to the evaluation beforehand. In this study, the focus was appropriated to the consensus building at the bridge type decision stage where the form of the bridge was selected. As the index that reads times of the influence to the evaluation, is it a theory of quantification theory 1. The score calculated by the kind was used. And, the method of making alternatives that agree with the design concept efficiently in each resident who has a different attribute is shown. The relation between the Kansei and the design element was made DB on the assumption of use on the Internet, and the system that was able to inquire each different condition was developed by using XML.

キーワード：感性データベース、合意形成、橋梁形式選定、景観評価

Keywords : Kansei-database, Consensus building, Bridge type selection, landscape evaluation

1. はじめに

2000 年頃より、社会資本整備においては、住民の事業への参加意識の高まりをうけて、住民が事業に参加する住民参加型の合意形成が活発化してきている。住民参加方式による合意形成時には、各被験者が満足する代替案を提示して協議が行われるが、例えば、橋梁形式を選定する橋梁予備設計ではこの代替案を作成する際、異なる評価主体による事前の好みを把握しておくことが重要となる。なぜなら、全ての被験者が満足する代替案を作成することは不可能であるため、異なった評価主体が満足する代替案を作成するためには、デザイン要素と評価との関係を把握し、評価に影響の大きいデザイン要素を重点的に考慮した方が効率的なためである。すなわち、被験者ごとに多様な感性と評

価の関係および評価とデザイン要素との関係を把握しておく必要がある。

実際の利用者の要求を設計に取り込むための方法として、商品開発などで多数の実績のある感性工学手法が有効である。感性工学手法とは、人間が持っている願望としてのイメージや感性を数値化して、具体的なデザイン要素に変換する工学的手法であり^{1)・2)}、感性工学手法を用いた土木構造物の景観設計・評価の試みが行われるようになってきている^{3)~6)}。この感性工学手法は実際の利用者（ユーザー）の要求を設計に取り込むことができるため、現在の社会資本整備に求められている住民参加型の要求にも合致するので、今後の更なる展開が期待される場所である。そのためにも、より充実した感性データベースの構築が求められる場所である。既往の研究では、アーチ橋に関する感性

1 : 非会員 (株)アイ・エス・エス

(〒153-0051 東京都目黒区上目黒 3-3-14, Tel :03-5768-0435, E-mail : sick.1125@tune.ocn.ne.jp)

2 : 正会員 博(工) (株)ニュージェック 道路グループ (〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20)

3 : 正会員 博(工) 東京農業大学 地域環境科学部 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

評価^{3),5)}, 桁橋に関する感性評価^{4),6)}など、同じ形式でのDB構築がなされてきたが、実際の合意形成・協議段階では異なる橋梁形式を比較できるシステムが必要である。異なる形式を比較できる、すなわち、橋梁予備設計段階での合意形成・協議に用いる機能をもった感性DBは構築事例がない。

そこで、本研究では、橋梁形式を選定する橋梁予備設計において、異なる評価主体ごとの感性データベースを構築することにより、形式選定において経済性や施工性などと並んで評価項目の一つとなる景観性の評価に有益な情報を与えることを目指した。具体的には、様々な被験者に異なる形式の橋梁を評価してもらうことで得られる情報から数量化理論I類により算出したスコアを用いて、感性データベースを構築する。デザイン要素を変化させることによる評価の違いを瞬時に把握できることにより、代替案作成時および合意形成時に有効な問合せシステムとして利用できる。

2. 予備設計段階での合意形成の必要性

(1) 合意形成とは

合意形成とは、グループまたはメンバー間で意志決定・行動を行う際の提携や譲り合いに至る意志の疎通および意見の調整を図るコミュニケーションのプロセスである⁷⁾。これまでの社会資本整備事業では、計画の策定段階や評価の段階で市民参加による方法はあまり取り入れられてこなかったのが現実である。一般的には、事業の意志決定は、事業主体によって行われるべきであるが、**図-1**に示すように、計画の策定段階から意見収集という形で市民参加による合意形成は可能であると考えられる。

また、社会資本整備の場合は、構想から計画、設計、施工、運用、維持管理といった各段階でそれぞれの合意形成の内容が異なるので、その違いに留意する必要がある。市民参加における参加者の関わりは、行政主導型、行政市民一体型、第三者組織主体型に分類できる。現在のPI（パブリックインボルブメント）方式は行政主導型に分類できる⁷⁾。

合意形成の手法には、メディア活用型、体験型、討議型に分類できるが、これらの利点や課題を理解した上で、適宜選択もしくは組み合わせる必要がある⁷⁾。合意形成の基本ステップは、①合意形成に向けての調整、②市民参加の準備、③合意形成の実施、④意志決定と公表、⑤市民参加の継続という段階で実施される⁷⁾。

これまでに、合意形成を支援するための様々な研究がされている。VRML、GIS、VRなどを用いた景観シミュレーションに関する研究^{8)~9)}、AHPに関する研究^{10)~12)}、ゲーム理論に関する研究^{13)~15)}などがある。

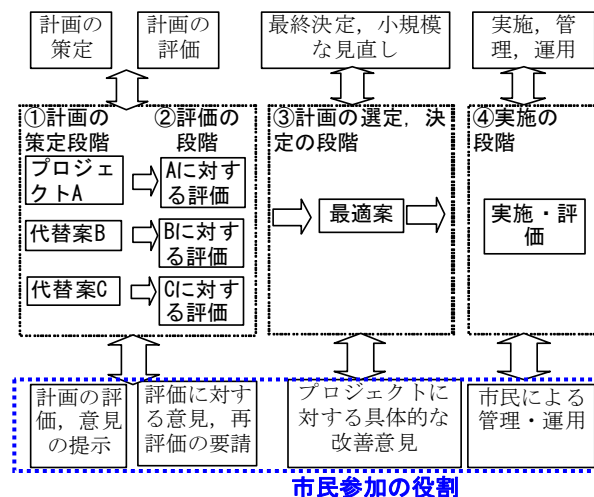


図-1 事業における市民参加の例⁷⁾

本研究では、前述の合意形成ステップの中や**図-1**で示される、意見交換や意志決定に関する議論の場です必ず提示される代替案をどうやって作成していくかについて検討する。この代替案を提示しての議論・評価は重要で、提示した代替案が参加している市民の意向とは異なった場合、再度代替案を作成してから合意形成の場を開催しなければならない。すなわち、合意形成段階で提示する代替案は、参加している関係者が満足する案でないと手戻りが発生する。そのためにも、学生、主婦、設計者、管理者など様々な評価主体がどのような評価を行っているのかを事前に把握し、その意向にそった代替案を提示することが重要となる。

ここで、文献16)では、社会資本整備においては計画の実施による目標の達成こそが真の目的であり、合意形成は重要ではあるが、それ自体は目的ではないとある。本来あるべき計画や設計に到達することが目的であって、住民の意向によりあるべき姿から大きくかけ離れてしまうことは避けなければならない。なぜ住民の意向と事業者の意図する計画とが合わないのか、どうしたら住民に意図を理解してもらえるかを検討することが重要と考えられる。このような考え方を基本とし、本研究では以下のように考えた。何事にも目的とその手段があり、目標の達成が目的ならば合意形成はその手段の一つであり、本研究のように合意形成を目的とするならば複数の代替案を示すことはその手段の一つとなると考えた。合意形成の場において意見を表明する場合、あるいは、関係者間での意見が異なる理由を理解する場合でも、代替案がある方が話がスムーズに進むと考えられる。また、住民の意図と事業者の意図とが食い違う場合でも代替案がある方が理解が得やすいと考えた。

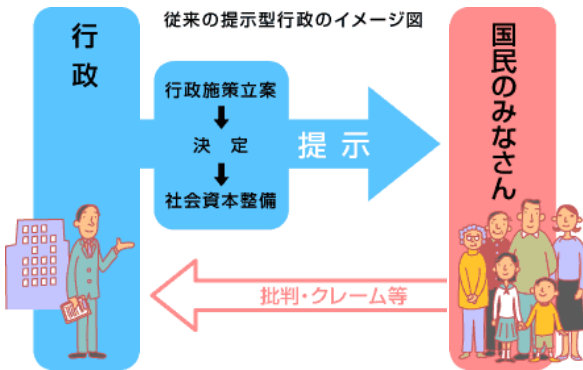


図-2 従来の「提示」型行政

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/policy/communication/comm/index.html>

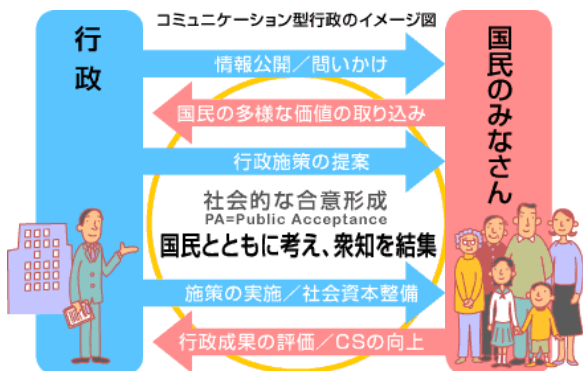


図-3 コミュニケーション型国土行政

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/policy/communication/comm/index.html>

(2) コミュニケーション型国土行政の創造

これまで取り組みが遅れていた合意形成に対して、国がとった政策が1999年1月の「建設省（現国土交通省）：コミュニケーション型国土行政の創造に向けて」である（図-2，図-3参照）。書き出しに，“社会資本整備や地域づくりは、本来、国民と行政との協働，共創作業である”とあるように，合意形成をかなり意識したもので，その後，行政と国民とのやりとりが積極的に行われるようになった。

これまで，住民との設計協議は計画がほぼ固まった段階でしか行われてこなかったが，合意形成は本来，詳細設計段階よりも計画段階から活用すべきであり，詳細設計段階から計画段階に再度戻って協議ということは難しいためである。

(3) 予備設計段階での合意形成の必要性

図-4に橋梁のライフサイクルにおける景観設計の関わりを示す。路線線形と架橋位置が基本計画段階で決まると，次に，橋梁の形式を決定する予備設計段階に移る。これまでは予備設計段階での関係者間との合意形成は皆無であったとよい。しかし，前述のコミュニケーション型国土行政の推進により，計画段階からの住民とのコミュニケーションが進みつつあるのは事実である。では，形式選定段階での合意形成を図る上で何が重要であるかという点，デザインコン

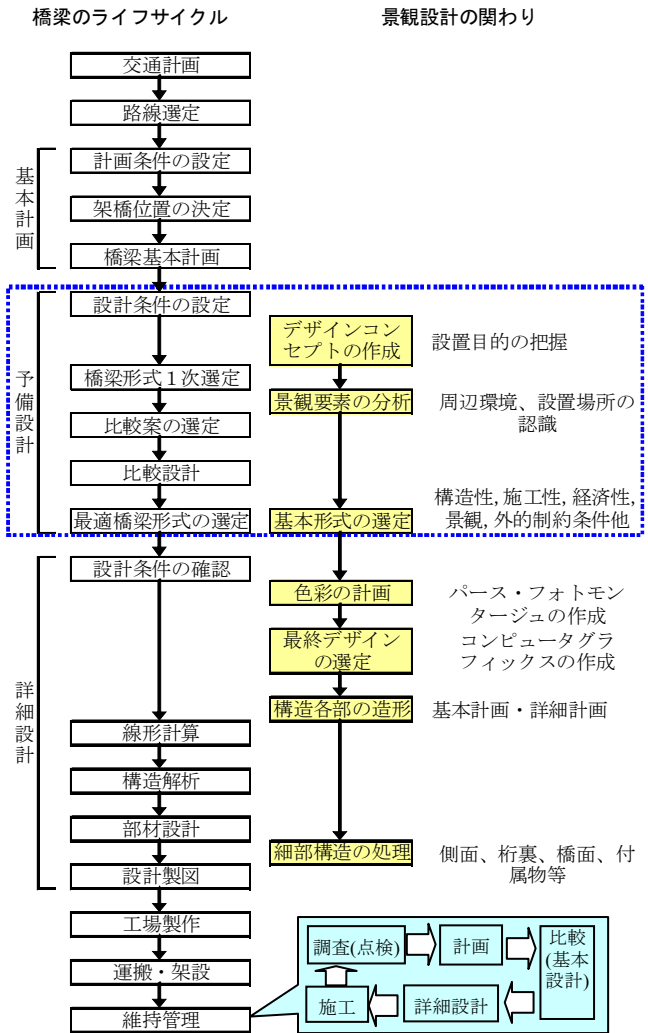


図-4 橋梁のライフサイクルにおける景観設計の関わり

プトから受けるイメージが関係者間で異なることである。すなわち，橋梁形式選定での合意形成用支援ツール（異なる属性を持つ関係者の感性をデータベース化した問い合わせシステム）がないことに起因する。橋梁形式選定では経済性の比重がかなり高く，アーチ橋や斜張橋などのようにシンボル性など景観重視を全面に出すにしても経済性のハードルは高い。適用支間長が同じならばどうしても桁橋の方がアーチ橋や斜張橋などに比べて工費が安くなることが多いためである。よって，形式選定では複数の形式を比較するが，景観性の重みを高くするような工夫をすることによって，ようやく経済性で不利になる形式の比較が可能となる。これまで，異なる橋梁形式のアンケートを実施し，その差を比較した研究はいくつか見受けられるが，いずれも合意形成での協議，すなわち，アイテム/カテゴリを協議の場で即座に変更して，その評価が得られるような問い合わせシステムの構築例は皆無である。

3. アンケート調査

(1) 調査方法

形式選定時に必要な橋梁感性 DB を構築するためには、アンケート調査が必要となる。ここでは、その調査方法について述べる。

調査対象者は、10～50代の男性20名、10～50代の女性20名の合計40名とした。内訳を表-1に示す。男子と女子を特に分類した理由としては、今後住民参加などで女性の意見が大きなウエートを占めるようになるためと予想されるためである。調査は、被験者に会議室に一同に集まっていたいただき、25橋の調査対象写真をスライド上映によりアンケート用紙に記入していただいた。ここで、評価に用いる感性ワードを選定するにあたり、まず、プレ評価実験を行った。被験者は学生200名とし、対象橋梁はこちらが提示した25橋のうち2橋を個人に選定してもらい、架橋地点に移動した後、既往の研究^{3)~6)}で用いた43形容詞を7段階で評

表-1 アンケート調査対象者内訳

	10歳代	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	計
女性	3	7	4	2	4	20名
男性	2	8	2	4	4	20名

表-2 アンケート用紙

橋梁		1	2	3	4	5	6	7	
1	人工的な	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自然な
2	田園的な	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	都会的な
3	しゃれていない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	しゃれた
4	存在感のない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	存在感のある
5	よそよそしい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	親しみやすい
6	美しくない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美しい
7	暖かみのない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	暖かみのある
8	印象的でない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	印象的な
9	素材感のない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	素材感のある
10	地域性を含んでいない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	地域性を含んだ
11	日本的でない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	日本的な
12	野暮な	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	洗練された
13	遊び心のない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	遊び心のある
14	個性的でない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	個性的な
15	象徴的でない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	象徴的な
16	圧迫感のある	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	開放感のある
17	芸術的でない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	芸術的な
18	不快な	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	快適な
19	調和のとれていない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	調和のとれた
20	好ましくない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	好ましい



写真1 中央大橋（隅田川）

価する SD 調査を行った。そして、アイテム・カテゴリ表を作成し数量化理論 I 類による分析を行った。43 形容詞の中で評価が中立で曖昧な形容詞や同じような評価をしている形容詞の存在が認められたので、次のステップでは類似の形容詞などを除外することにした。

次に、プレ評価実験の結果をもとにして、橋梁の形式選定段階で景観計画によく使用されると考えられる感性ワードを中心に20項目選定し、アンケート用紙に7段階(1,2,3,4,5,6,7)のSD(Semantic Differential)尺度による評価を記入してもらった方式とした。SD尺度というのは、1958年に心理学者のオスグッドが証明した評価尺度のことで、形容詞を「美しい \leftrightarrow 美しくない」などの対語を両極としてその間を3段階、5段階あるいは7段階に分けて評価する方法である。表-2

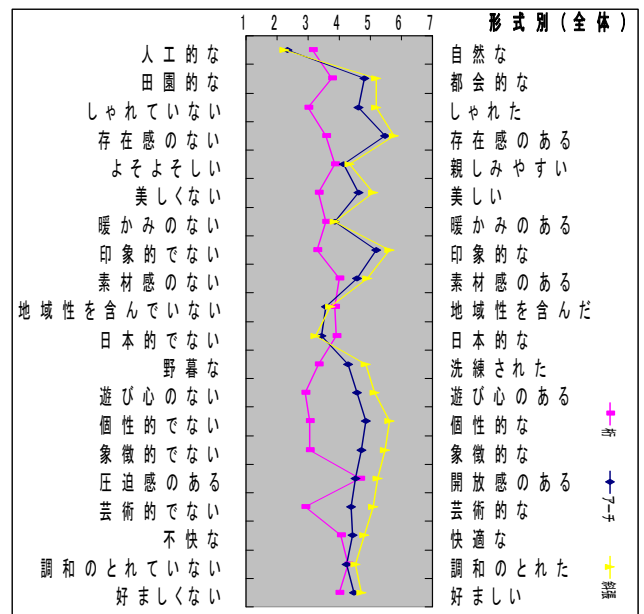


図-5 形式別 SD プロファイル

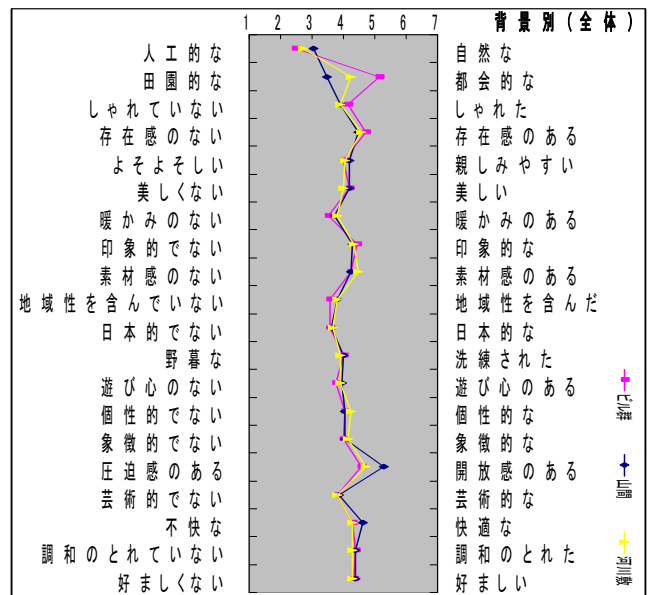


図-6 背景別 SD プロファイル

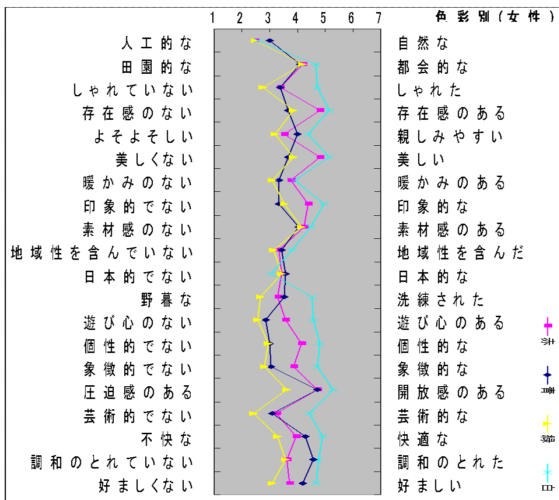


図-7 色彩（女性）SDプロファイル

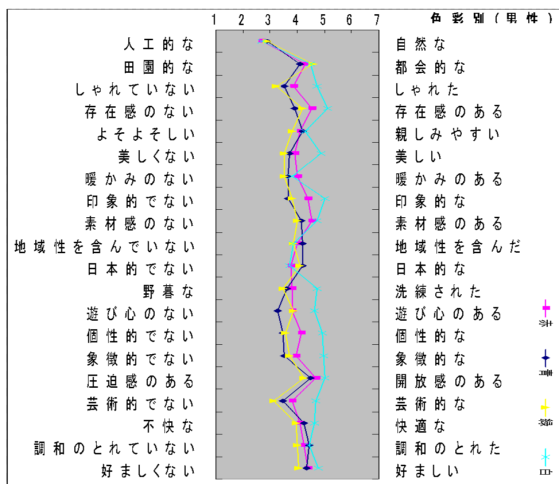


図-8 色彩（男性）SDプロファイル

表-3 アイテム・カテゴリ表の一部

橋梁名称	形式			色彩			
	桁	アーチ	斜張	赤	青	緑	白
吾妻橋		●		●			
駒形橋		●			●		
厩橋		●				●	

被験者別に男性と女性を比較すると男性より女性のほうが色彩からの影響を受けるということが明確となった（図-7および図-8参照）。

全体的に見ると、斜張橋が最も高い評価を得ていることがわかった。

このようにSDプロファイルを作成することにより、それぞれのアイテムが被験者にどのように評価されているかという傾向を直感的に把握し、比較することができる。様々な属性でこれを作成すれば、また幅広い視点で結果を比較することが可能である。

4. 数量化理論I類による分析

橋梁の景観に影響を与えていると考えられるデザイン要素を抽出し、それらの要素が各イメージ形容詞（感性）に対してどのような影響を及ぼすのかを数量化理論I類を用いて分析した。

(1) アイテム/カテゴリ表の作成

数量化理論I類を用いて解析するためには、まずアイテム/カテゴリ表を作成する必要がある。ここでいうアイテムとは、形式、桁の色、風景などの桁橋の景観美に影響するデザイン要素に関する項目のことである。一方、カテゴリとは、形式ならばアーチ橋か桁橋か斜張橋か、橋の色彩は赤、青、緑、白かといった各デザイン要素項目の分類を意味している。

そこで、橋の景観に影響があると考えられるアイテムを選択し、それに対するカテゴリを決定して表にしたものが表-3である。この表はアイテム/カテゴリ表の一部であるが、この表により各橋梁写真が要素に分類されたわけであり、数量化理論I類による分析の際の入力データとなる。

ここで、アイテム/カテゴリを簡略化した理由について述べる。従来の感性DBに関する研究では、あくまで詳細設計段階での適用を前提とし、具体的なデザインをどうするかという目的が多い。アーチ橋に関する研究^{3),5)}、桁橋に関する研究^{4),6)}でも部材形状や付属物といった構造細部詳細に関するアイテムのレンジは低く、評価に与えている影響は小さい。形式選定段階ではこのような構造細部詳細は評価に与える影響がさらに小さく、背景や色彩、形式といった視覚上大きな割合を占めるアイテムが重要になる。この点は、既往の研究^{3)~6)}でも同じことがいえ、視点場の要素や色彩のレンジが大きく、これらのアイテムが評価に与える

にアンケート用紙を載せる。また、評価用写真の一部を写真1に載せる。

このアンケートの前提にあるのは、実物と写真とでは評価に違いが生じるのではないかということであるが、実物とスライドや写真とはよく似た感性を与えることが証明されている^{1),2)}。

(2) SDプロファイル

被験者分類別に形容詞ごとの平均値を算出し、視覚的に見やすい形のSDプロファイルを作成する。SDプロファイルとは、SD調査により得られた結果の平均点を折れ線グラフとしてプロットしたものである。図-5に形式別のSDプロファイルを、図-6に背景別のSDプロファイルを示す。

a) アイテム比較

アイテムごとに結果を見ると形式に最も評価の違いが見られた。逆に背景では3カテゴリの点がほぼ同一の場所に存在しており、ほとんど評価に差は見られないことが明確である。図-7および図-8より、色彩では、白色が最も高い評価を得ている。

b) 男女比較

影響が大きい。以上から、形式選定段階では合意形成でのやり取りが重要であり、構造細部詳細の変動などは評価に与える影響が小さいので簡略化し、評価に与える影響の大きいアイテムに焦点を絞ることを考える。

次に、視点場の要素をアイテムとして考慮している理由を述べる。本研究では構図や視点場が異なった写真を用いて評価を行っている。実際の利用者の視点場は、その多くが限定されたものであり、まれにしか見ることのないような視点場からの写真ではその評価も変わってくる。本研究では利用者の限定された視点場からの写真だけでなく全ての視点場からの写真をアンケートに用いて分析を行っている。この理由として、構図や視点場による評価への影響を定量的に把握することにある。文献 17)では、同一橋梁で視点場を変えることによる評価の違いについて述べており、形容詞ごとに差はあるものの、視点場が変われば評価結果も -2.0~+2.0 の範囲で最大 1.8 のレンジで変動するという結果が出ている。具体的に、本研究では、異なる視点場の評価への影響を形容詞ごとに把握するため、後述する数量化理論 I 類による分析結果より、視点場による影響を偏相関係数という形で載せてある。数量化理論 I 類により算出された各イメージ形容詞毎のスコアを利用することにより、各アイテムのカテゴリをどの程度変化させれば評価がよくなるか、または悪くなるかがわかることから、景観設計業務に有効活用できると考えられる。

(2) 数量化理論 I 類による分析

20 のイメージ形容詞において、被験者の全体、女性、男性、20 代以下、30 代以上、20 代以下の女性、20 代以下の男性、30 代以上の女性、30 代以上の男性、という被験者を 9 分類して分析した。「遊び心のある」に関する被験者全体の平均値を分析した結果を示す(表 4)。図中に表示する重相関係数 R とは、その因子の支配力を表すパーセンテージであり、このパーセンテージが大きいほど橋梁の景観に影響を与える因子ということになる。そして、決定係数 R² とは寄与率の和であり、80%以上であれば評価実験結果が信頼できるが、50%や 60%程度であると信頼性が高いとは言えない。

偏相関係数とは各アイテムに対する影響の大きさを示す数値であり、各アイテムがイメージ形容詞にどれほど影響を及ぼすかを示している。数値が高いほどそのアイテムはイメージ形容詞どおりの印象を与える重要な要素になるということである。ほとんどの形容詞でアイテム中、形式が最も評価に影響を及ぼしているということがわかった。スコアとは各カテゴリに対応する数値であり、「しゃれた」などの形容詞の印象を与えるかどうかを示している。数値が高いほどしゃれていることになる。これもすべて斜張橋が高い評価

表 4 数量化理論 I 類による「遊び心のある」分析結果

第13因子「遊び心のある」							
重相関係数R=0.900598254082323					決定係数R ² =0.811077215256128		
アイテム	カテゴリ	偏相関係数	レンジ	スコア	-1	0	1
1. 形式	①桁橋	0.873559535	2.059176201	-0.990167506			
	②アーチ橋			0.781136842			
	③斜張橋			1.069008696			
2. 色彩	①赤	0.447421694	0.715629291	0.081762014			
	②青			-0.518237986			
	③緑			0.002768879			
	④白			0.197391304			
3. 背景	①ビル群	0.253649108	0.390663616	-0.182724943			
	②山間			0.207938673			
	③河川敷			0.048464989			

を得ている。レンジとは、各アイテムのスコアの最大値と最小値の差で、この値が大きいとイメージ形容詞に対するカテゴリの影響がよりはっきりと表現されているということになる。「都会的な」と「印象的な」ではどちらも形式のレンジ値が高くなっているため、評価に形式による影響が大きく出ている。逆にどの因子においても背景のレンジが最も低い値となっている。これは SD プロファイルでも見てわかるように背景の違いによる印象評価への影響は少ないということが如実に現れている。

数量化理論 I 類による解析結果のまとめとして全体的な評価をすると、ほとんどの因子において形式の値が高いという結果になった。つまり、評価するにあたって形式による影響が大きいということがここでも明確となった。

5. 感性データベースの構築

(1) XML 利用のメリット

本研究では、XML (eXtensible Markup Language) を採用している。本研究で XML を採用した理由は、①他のシステムとのデータ交換の容易さ、②新規の住民属性による感性アンケート結果を DB に追加することが容易であること、③インターネット上での利用に適しており、ブラウザさえあればシステムが稼動すること、すなわち、合意形成の公聴会などで住民から即座に答えを要求される場面でも Quick Response による即答性が高いことなどである。非常に長い維持管理期間の中で合意形成は今後、建造物のリニューアルなどで頻繁に発生すると考えられる。補足すると、前述の図 4 より、合意形成の必要性を橋梁のライフサイクルの中で景観設計段階であるとしたが、図 4 の維持管理段階においてもリニューアルになると調査・計画・比較(基本)設計・詳細設計という段階を必ずふむことになる。この場合でも計画・比較(基本)設計・詳



図-9 XML インスタンス

$$Ts = Cs \cdot w \cdot Bi \quad (1)$$

ここに、 Ts : 各橋の合計スコア
 Cs : 数量化理論 I 類により分析した形容詞ごとのカテゴリスコア
 w : デザインコンセプトに乗じる重み
 Bi : 橋梁ごとのアイテム・カテゴリ (1 or 0)

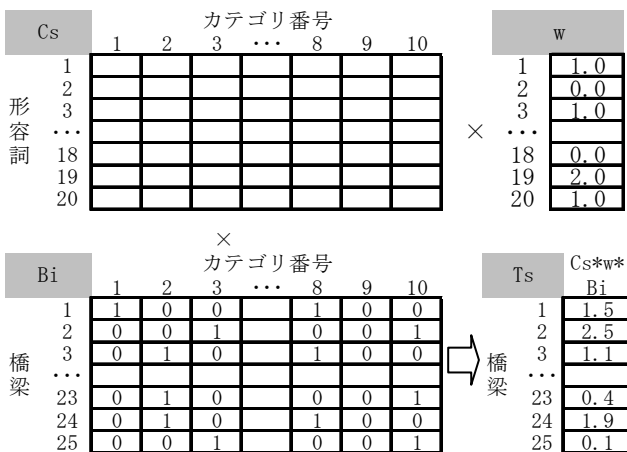


図-10 形容詞ごとの合計スコアを計算するフロー

細設計の各段階で景観設計が関係してくることはいう

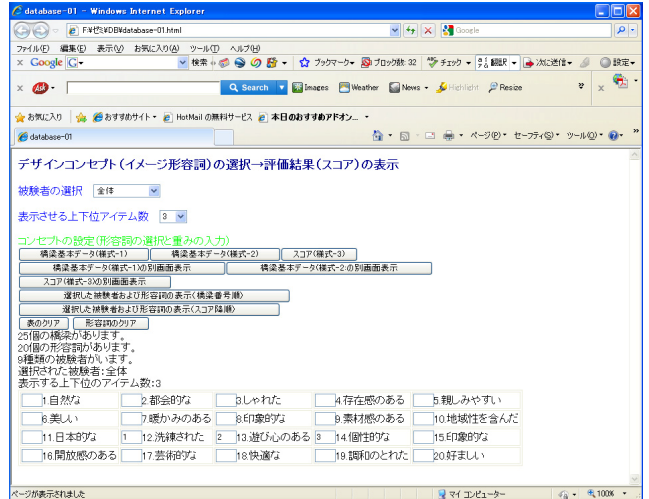


図-11 機能1での条件入力画面



図-12 機能1での結果表示画面

までもない。その際に用いられる DB は長期間の保存が可能で、プラットフォームが変わっても柔軟に対応できること、人間が変わっても DB が読めることが必要である。この条件を満たすものとして XML が挙げられる。また、情報公開に対しても、XML はインターネットでの閲覧が可能であり、誰でも何処からでも参照ができることが特徴である。

(2) データ構造

システム化するにあたり、必要となるデータを XML 化した。必要となるデータは、数量化理論 I 類による分析結果から得られた、異なった属性ごとの、20 項目の形容詞ごとのスコアである。

XML インスタンスの例を図-9 に示す。図-9 では、属性として女性、形容詞が自然な、都会的な、しゃれた、存在感のある、親しみやすい、美しいに対する数量化理論 I 類の分析結果が表示されている。アイテムのタグが形容詞ごとに 1 から 3 までアイテムの個数だけあり、それぞれ、スコアの値が合計 10 個づつ格納されている。

$$Te = Cs \cdot Sc \quad (2)$$

ここに、 Te : 各形容詞の合計スコア
 Cs : 数量化理論 I 類により分析した形容詞ごとのカテゴリスコア
 Sc : 選択したカテゴリ (1 or 0)

形容詞	Cs	カテゴリ番号										Te	Cs*Sc
		1	2	3	...	8	9	10					
1												1	0.54
2												2	0.32
3												3	0.33
...												...	
18												18	0.12
19												19	0.43
20												20	0.65

選択したカテゴリ	Sc	カテゴリ番号									
		1	2	3	...	8	9	10			
1		1	0	0		0	1	0			

図-13 カテゴリ変更に伴う評価を計算するフロー

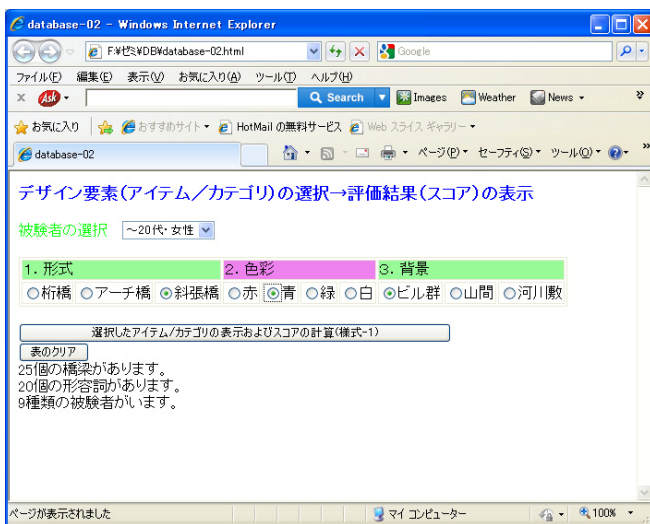


図-14 機能2での条件入力画面

この XML データをブラウザで読み込んで、DOM (Document Object Model) + VB script による処理を行なって、スコア合計の計算と表示を行なっている。

(3) 合意形成用機能 1

橋梁のデザインコンセプトに含まれるイメージ形容詞を抽出して選択し、そのイメージ形容詞のスコア合計値の高い順に橋梁が表示することができる。例えば、「しゃれた美しい橋」とはどのようなものかを調べたい場合、「しゃれた」と「美しい」というイメージ形容詞を抽出し、それぞれに重みを入力し、検索する。結果、SD 調査結果と橋梁写真がスコア合計値の高い順に表示される。図-10に形容詞ごとの合計スコアを計算するフローを示す。図-11に条件入力画面を、図-12に結果表示画面を示す。なお、被験者として属性の違いを選択することができる。

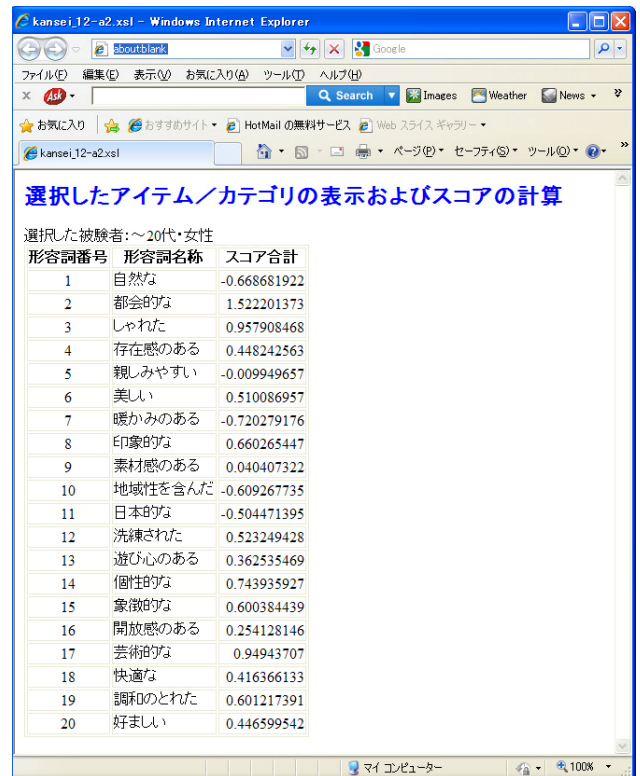


図-15 機能2での結果表示画面

(4) 合意形成用機能 2

カテゴリを選択し、それらが人々に与える印象をイメージ形容詞のスコアという形で表示する。山間部にかかけられた橋の色を変える際、どう印象が変わるのか形容詞ごとに数値が出てくるので、色彩を変更した場合どのようにスコア数値が変化するかを確認することができる。図-13にカテゴリ変更に伴う評価を計算するフローを示す。図-14に条件入力画面を、図-15に結果表示画面を示す。

以上、2つの機能を持った感性データベースを構築することで、橋梁景観に関して、利用者の評価を取り込んだ感性工学手法を用いることにより、景観構成要素とその評価の違いが具体的な数値として明確になった。形式では斜張橋が最も高い評価を得た。斜張橋とアーチ橋では評価に目立った違いは見られないが、桁橋は他の2カテゴリと比べて評価が低かった。色彩では白が最も高い評価を得ていて、美的因子の形容詞において特に高い数値となった。逆に最も低い評価は緑であった。背景に関しては3カテゴリにおける差はほとんど見られない。つまり、橋梁景観評価に関して、背景はあまり印象に影響を及ぼさないということである。総合的に見ると、白い斜張橋が高い評価となった。特に差があるのが男女で評価材料が異なる点である。全体で見ると形式によって最も評価に影響があるのだが、女性は男性に比べて形式だけでなく色彩にも影響を受けるように、男女差があることが明確となった。

6. 動作確認とシステムの検証

新たなデータベースシステムを構築する研究では、未知のデータを追加した上で、キーとなるデータを入力し、検索されたデータの適合率や再現率でシステムやモデルを評価する。ここでは、評価実験をして、システムや手法の信頼度を評価した。実際に行われた橋梁予備設計でのサンプルを本研究にて構築したシステムに入力して結果の妥当性を検証した。

(1) 検証

まず、カテゴリ変更に伴う評価について検証を行う。未知のデータとして、アンケート対象でない新しい3つの橋（写真2～4）を対象にして、被験者アンケート



写真2 桁橋



写真3 アーチ橋



写真4 斜張橋

表-5 アンケート結果とシステム出力の比較

	写真2 (桁橋)			写真3 (アーチ橋)			写真4 (斜張橋)		
	アンケート結果の平均値	システム出力	誤差	アンケート結果の平均値	システム出力	誤差	アンケート結果の平均値	システム出力	誤差
自然な	1.45	0.6285	0.822	-0.78	-1.044	0.264	-1.24	-0.526	0.714
存在感のある	-1.98	-1.633	0.347	2.05	1.1746	0.875	1.45	1.2688	0.181
親しみやすい	0.02	-0.058	0.078	-0.31	-1.234	0.924	-0.13	0.2827	0.413
美しい	-0.05	-1.045	0.995	0.25	-0.777	1.027	0.65	1.0118	0.362
印象的な	-2.58	-1.682	0.898	2.01	1.1284	0.882	2.32	1.4569	0.863
洗練された	-0.24	-0.857	0.617	0.18	-0.863	1.043	1.45	1.0128	0.437
遊び心のある	-0.75	-1.541	0.791	0.05	0.596	0.546	1.78	1.6	0.18
個性的な	-1.89	-1.746	0.144	0.54	0.7489	0.209	1.555	1.7695	0.215
象徴的な	-2.36	-1.516	0.844	0.25	0.6408	0.391	1.76	1.6331	0.127
調和のとれた	1.15	-0.012	1.162	-2.23	-1.777	0.453	0.87	0.2737	0.596
好ましい	0.54	-0.268	0.808	-2.35	-1.378	0.972	0.12	0.5288	0.409

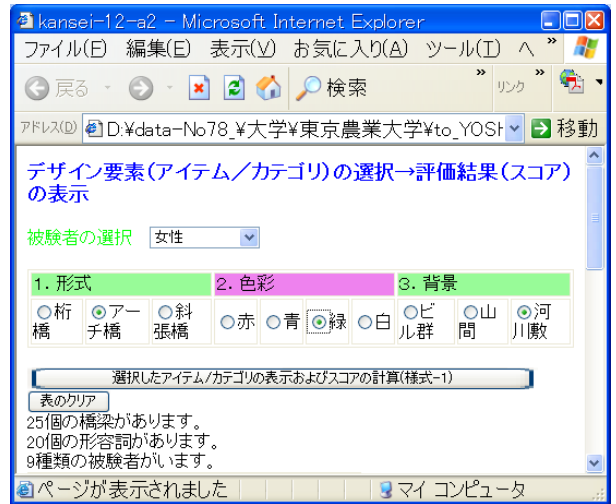


図-16 システムインプット画面

形容詞番号	形容詞名称	スコア合計
1	自然な	-1.044475973
2	都会的な	-0.109981693
3	しゃれた	-0.323556064
4	存在感のある	1.174640732
5	親しみやすい	-1.23371167
6	美しい	-0.776649885
7	暖かみのある	-0.185624714
8	印象的な	1.128384439
9	素材感のある	0.714878718
10	地域性を含んだ	-0.563693364
11	日本的な	-0.106778032
12	洗練された	-0.862535469
13	遊び心のある	0.59598627
14	個性的な	0.748929061
15	象徴的な	0.640750572
16	開放感のある	-2.04949199
17	芸術的な	-0.294814646
18	快適な	-1.25039817
19	調和のとれた	-1.776691076
20	好ましい	-1.37764302

図-17 システムアウトプット画面

ト(女子学生14名)を実施し、3つの橋のカテゴリをシステムに入力して得られた結果を比較した(表-5参照)。図-16に写真3のカテゴリ入力画面を、図

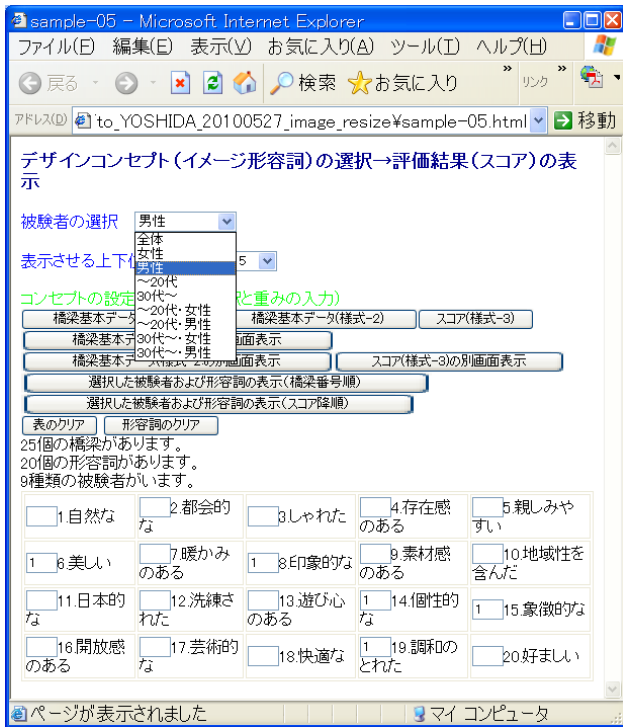


図-18 インプット画面

-17にシステム出力画面を示す。

アンケート結果とシステム出力結果との比較では、両者の差を誤差とすると桁橋で1形容詞、アーチ橋で2形容詞が誤差1.0を超えているが、その他の形容詞は誤差1.0未満になっており、アンケート結果とシステム出力結果は大差ない結果が得られているといえる。全体的に斜張橋の評価が高く、次にアーチ橋、桁橋の評価は低い。存在感や印象的、象徴的といった形容詞の評価が桁橋では低いが、相反する自然な、あるいは調和のとれたという形容詞の評価は高い。このように、構築したシステムに橋梁に関するカテゴリを入力すれば、アンケートを介さなくても評価結果が得られることになる。なお、カテゴリ変更は画面で該当するボタンをクリックするだけであり、結果も瞬時に得られることを確認している。

次に、デザインコンセプトに合致する橋梁の表示に関して、過去に設計された実例を元に、デザインコンセプトから展開された複数の形容詞をシステムに入力し、結果が妥当かどうかを検証した。

実例として取り上げたのは、都市内を流れる河川上に架けられた橋で、周辺は住宅地である。実際の景観コンセプトである「風景の中のバランス(個性とシンボルの両立)」から、印象的、調和のとれた、象徴的、個性的、美しい、の5つの形容詞として選択し、構築



図-19 システムアウトプット画面(スコア合計の高い順)



図-20 システムアウトプット画面(スコア合計の低い順)

したシステムに入力した。システム入力画面を図-18に、出力結果を図-19および図-20に載せる。図-19はスコア合計の高い順に、図-20はスコア合計の低い順に並べて出力される。印象的、カラフル、象徴的、個性的という観点で図-19と図-20とを比較すると、スコア合計の高い方が明らかにデザインコンセプトに合致していることがわかる。桁橋の評価が全体的に低いため、スコア合計の低い方にどうしても集まってしまう。他にも、個性的、シンボル性などの形容詞がデザインコンセプトに含まれているため、背景に埋没しやすい桁橋のスコア合計の評価がどうしても低くなり、シンボル性の高いアーチ橋や斜張橋のスコア合計が高くなったものと考えられる。

この事例は、予備設計第1次選定では、最大支間長が110mを超えるという条件のため、適用支間長の制約から、アーチ橋、斜張橋、桁橋などが含まれており、第2次選定でもこれらの形式は比較案として残っている。第2次選定では経済性、施工性、構造的、維持管理、景観性など多様な評価軸で順位をつけていくが、デザインコンセプトなどからこれら評価項目の重みを複数検討し、最終的にはアーチ橋（ニールセン）に決定された。デザインコンセプトから展開した複数の形容詞のイメージに合致する橋は、斜張橋のスコア合計が高く、桁橋は低い。アーチ橋もスコア合計上位に位置しているが、評価項目の重みを調整し、景観性の比重を高くしても、印象的、シンボル性などの評価が高い斜張橋の評価が高くなるが、経済性では斜張橋よりもアーチ橋の方が有利であり、経済性と景観性のバランスから判断し、この予備設計例ではアーチ橋を選定している。

このように、デザインコンセプトに関係する形容詞を入力すると、類似の橋梁画像が表示されるため、合意形成はこの画像を参考にして協議を進めることができる。なお、計画の修正で有効なのは、評価に負の影響を与える因子の把握である。良くない事例、すなわちコンセプトに合致しない事例を見ることが設計にはより有効な手段となる。スコア合計の低い橋梁と高い橋梁とを見比べることにより、どのデザイン要素が評価に影響しているかを把握することが容易になる。

(2) ヒアリングによる確認

本研究でシステムとして構築した2つの機能、①選択した複数の形容詞と重みに該当する画像と影響を与えているカテゴリが表示される機能、および、②カテゴリ変更による評価の違いが表示される機能に関して、実際に橋梁予備設計あるいは合意形成に関わっている技術者にヒアリングを行なった。

構築したシステムに含まれるXMLデータ、表示用のスタイルシート(XSL)およびscriptを記述した

HTMLファイルなどは、複数の人がインターネット上から見る事が出来るように、特定のサーバ(<http://kansei.web.infoseek.co.jp/pts/sample-a2.html>)において。

設問した内容は図-21のとおりであり、ヒアリング結果を図-22および図-23に示す。この2つの機能に関しては、ほとんどの人が代替案作成において必要あるいは有効であると回答しており、本システムの有効性が検証できたと考える。また、設問5より、

設問1. これらの機能は合意形成用の協議をする上で必要とされますか?
はい どちらでもない いいえ

設問2. これらの機能は形式選定、評価・合意形成などの段階で有効と思われますか?
はい どちらでもない いいえ

設問3. 被験者の属性毎(性別、年代など)に評価できる機能は必要と思われますか?
はい どちらでもない いいえ

設問4.他にどういった機能があればいいと思われますか?
 ()

設問5. この機能はどのフェーズで有効と思われますか(複数回答可)?
計画/企画 予備設計 基本設計
詳細設計 リニューアル 住民説明
合意形成 その他()

設問6. レスポンスはよいですか?
はい どちらでもない いいえ

図-21 ヒアリング項目

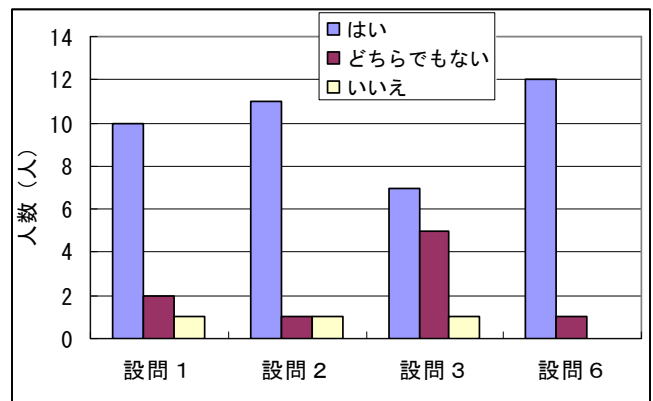


図-22 ヒアリング結果(設問1, 2, 3, 6)

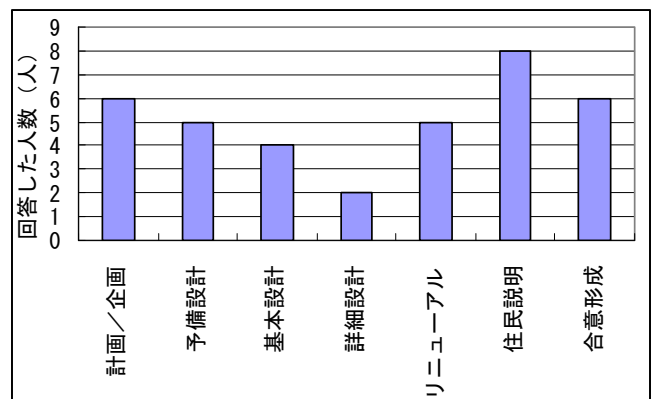


図-23 ヒアリング結果(設問5)

この機能は住民説明や合意形成時に有効であるという回答が多かったことから、有効なツールとなることが示せたといえる。

インターネット上でのレスポンスに関しては、クライアントのブラウザで処理を行なうため、クライアントの PC の性能、通信回線の速度なども関係する。アンケート結果からは、反応はよいという回答がほとんどで、結果が表示されるまでの時間は短かったと考えられ、ストレスなく使用できていると思われる。

7. おわりに

本研究では、橋梁の形式を選定する橋梁予備設計段階において合意形成をスムーズに進めるために、住民の感性を分析した感性 DB を元にした問い合わせシステムを構築した。形式選定段階では細かな部材寸法や桁配置、下部工の形状などよりも形式とその色彩が背景にうまく調和しているかどうかという点が議論されることが多い。形式選定で大きな比重を占める評価の項目は経済性ではあるが、景観も無視はできない。架橋地点が決まれば背景はほぼ固定され、あとは形式をどうするか、色彩をどうするかという議論になるが、異なる属性を持った住民の感性 DB に問い合わせることにより、評価の高いカテゴリが得られることは設計・合意形成を進める上で非常に有効である。

このシステムはコンピュータで瞬時に検索することが可能なので、例えば技術者が集まる会議や地域住民参加型のワークショップにおいてもリアルタイムに活用することができる。技術者や住民の意見を反映した橋梁計画がより合理的に、よりコンセプトに沿った橋梁計画を進めることができる。また、橋梁計画自体が少なくなってきた今日でも、例えば塗装し直す機会はまだまだある。そんな時、既存の橋の背景と形式と新しく塗り替える色を入力すれば、人々にどんな印象を与えるかがわかる。さらに、違う色にするとしたらという想定も、実際に色を塗った模型を作成する手間をかけずとも、印象評価の違いを確認することができ、今後の橋梁計画に関して、非常に有効だと考える。

今後の課題として、より充実した感性データベースを構築することが必要と思われる。今回対象とした 20 代～50 代の 40 人の被験者だけでなく、デザイナーや技術者にも調査をし、結果を蓄積すれば合意形成関係者の属性を増やすことができ、より有効な議論ができると考えられる。また、アイテム・カテゴリやイメージ形容詞においても、今回は 3 アイテム・10 カテゴリ、20 形容詞で調査を行ったが、アイテム数を増やし、カテゴリをより細分化し、さらにイメージ形容詞を妥当性のあるものに置き換えたら、印象評価に影響を与えるデザイン要素を新発見することができ、より確かな

情報で感性データベースを構築することができると考える。

参考文献

- 1) 長町三生:感性工学, 海文堂, 1989.
- 2) 長町三生:感性工学のおはなし, 日本規格協会, 1995.7.
- 3) (社)土木学会 中国支部 ちゅうごく土木未来委員会 感性工学手法に基づく土木構造物の評価・設計システムに関する研究小委員会:感性工学手法に基づく土木構造物の評価・設計システムに関する研究(中国地方における土木の今後のあり方に関する調査) 平成 10 年度 報告書, 1999.3.
- 4) 保田敬一, 白木 渡, 堂垣正博, 河津圭次郎, 安達 誠:桁橋の景観評価・設計への感性工学手法の適用に関する研究, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.543-551, 1999.3.
- 5) 白木 渡, 野田英明, 長町三生, 松原雄平, 安達 誠:アーチ橋の感性データベースの構築とその景観評価への応用, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.553-560, 1999.3.
- 6) 保田敬一, 白木 渡, 安達 誠, 三雲是宏, 堂垣正博:感性工学手法による桁橋の景観評価・設計に関する一考察, 土木学会論文集, No.665/VI-49, pp.103-116, 2000.12.
- 7) (社)土木学会コンサルタント委員会 市民合意形成小委員会:合意形成プロデュース ～コンサルタントの新しい役割へ, pp5-40, 2003.6.
- 8) ハンマード アミン, 杉原健一, 松本直司, 若山 滋, 林 良嗣:都市景観評価における合意形成のための GIS, CG 及び WWW の統合, 土木情報システム論文集, Vol.8, pp.215-222, 1999.10.
- 9) ハンマード アミン, 杉原健一, 林 良嗣:3D-GIS 及びインターネットを用いた都市景観評価の合意形成システム, 土木計画学研究・講演集, Vol.22-1, pp.5-8, 1999.
- 10) 中西昌武:集団意思決定ストレス区間値法による格付け区間値評価の提案, 土木学会論文集, No.709/ V-56, pp.27-37, 2002-7.
- 11) 山田善靖, 杉山学, 八巻直一:合意形成モデルを用いたグループ AHP, Journal of the Operations Research Society of Japan, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, Vol.41, No.2, pp.236-244, 1997-6.
- 12) 高野伸栄, 鈴木聡志:代替案修正ベクトル法による合意形成支援システムに関する研究, 土木学会論文集 No. 716/IV-57, pp.11-20, 2002-10.
- 13) 谷本圭志, 喜多秀行, 三ツ国篤志:合意形成の場における雰囲気形成に関するゲーム論的考察, 土木計画学研究講演集, No.23(2), pp.21-24, 2000-11.
- 14) 榊原弘之, 河上伸一, 古川浩平:社会基盤整備を巡るコンフリクトにおける動的な合意形成過程のゲーム論的分析, 土木計画学研究・講演集, No.23(2), pp.27-30, 2000-11.
- 15) 岡田憲夫, 谷本圭志, 荒添正棋:都市開発・防災コンフリクトの調整問題に関するメタゲーム論的考察ーRobustness 分析手法の提案ー, 土木学会論文集, No.524/IV-29, pp.79-92, 1995-10.
- 16) 土木学会:合意形成論ー総論賛成・各論反対のジレンマ, 丸善, 2004.3.
- 17) 保田敬一, 白木 渡, 安達 誠, 堂垣正博:桁橋の景観評価における視点場とフラクタル次元との関係, 平成 12 年度土木学会四国支部 第 6 回 技術研究発表会講演概要集, pp.84-85, 2000.5.13.

(2010.05.28 受付)