

## I-14 桁橋の景観設計における合意形成用代替案作成支援システムの構築

Internet-based supporting system on the alternatives for consensus building  
at the aesthetic design of girder bridges保田敬一<sup>1</sup>・白木 渡<sup>2</sup>・堂垣正博<sup>3</sup>

Keiichi Yasuda, Wataru Shiraki, and Masahiro Dogaki

**抄録**：住民参加型の合意形成段階では、異なった属性を持った住民が満足する代替案を提示して協議が行われるが、この代替案を作成する際、どのデザイン要素に重点をおくかを決定することは重要である。そのためにも、異なった属性を持った住民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。本研究では、架橋数の最も多い桁橋を対象にした。評価への影響度合いを示す指標として数量化理論 I 類により算出した偏相関係数を用いて、複数のデザインコンセプトから合意形成時の代替案を異なった属性を持った住民ごとに効率的に作成する方法を示す。そして、インターネット上で多様な感性とデザイン要素との関係を DB 化し、代替案作成を支援できるシステムを XML を用いて構築した。

**abstract** : The alternatives which each subject satisfies in a participation in municipal affairs type agreement formation stage are shown, and it has deliberations. In case these alternatives are created, it is important to determine on which design element emphasis is put. Also for the reason, it is necessary to grasp the relation between various sensitivities and evaluation, and the relation between evaluation and a design element for every subject. In this research, it carried out for most girder bridges of the number of bridge construction. How to create the alternatives at the time of agreement formation efficiently for every subject from two or more design concepts is shown using coefficient of correlation computed by quantification theory type I as an index which shows the influence degree to evaluation. The relation between various sensitivities and a design element was turned DB on the Internet. The system which can support alternatives was built using XML.

**キーワード**：桁橋, 合意形成, 代替案, Web アプリケーション, XML

**keywords** : girder bridge, Consensus building, Alternatives, Web applications, XML

## 1. はじめに

近年、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、各異なった属性を持った住民が満足する代替案を提示して協議が行われるが、この代替案を作成する際、どのデザイン要素に重点をおくかを決定することは重要である。なぜなら、異なった属性を持った全ての住民が満足する代替案を作成することは不可能であるため、異なった属性を持った住民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、異なった属性を持った住民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。

著者らは、過去の研究<sup>1)</sup>において、人々に最も見られる機会の多い桁橋を対象にした。評価への影響度合いを示す指標として数量化理論 I 類により算出した偏相関係数を用いて、複数のデザインコンセプトから合意形成時の代替案を異なった属性を持った住民ごとに効率的に作成する方法を示した。

本研究では、代替案作成時に留意しなければならない、異なった属性を持った住民の評価とデザイン要素との関係を、デザインコンセプトに関係する形容詞とその重みを入力することで、設計時に重点をおくべきデザイン要素を、異なった属性を持った住民ごとに表

1: 正会員 博(工) (株)ニュージェック 東京本社 道路グループ  
(〒135-0007 東京都江東区新大橋 1-12-13 Tel.03-5625-1801 E-mail: yasudakc@newjec.co.jp)  
2: 正会員 工博 工学部 信頼性情報システム工学科 〒761-0396 高松市林町 2217-20  
3: 正会員 工博 工学部 都市環境工学科 〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35

表-1 商品と公共構造物との違い

	製品	場所	耐用年数
商品（自動車、家電・・・）	少品種・大量生産	移動する	5～10年
公共構造物	単品受注生産	移動しない	50～100年

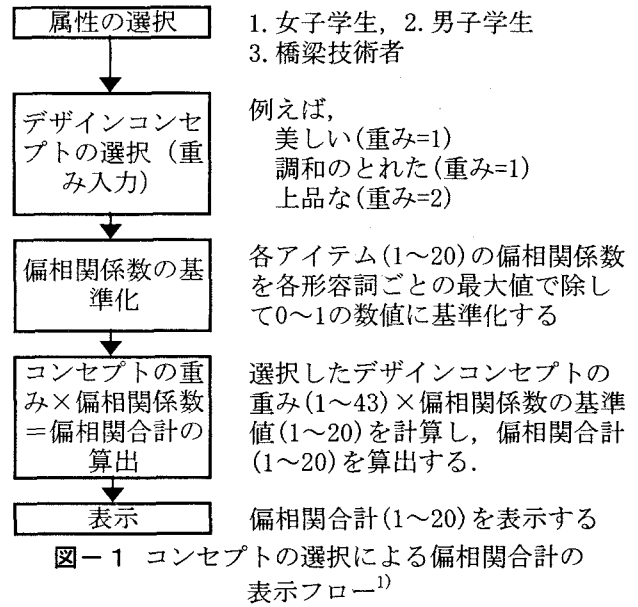
示すシステムを構築した。このシステムは誰でも使えるようにインターネットベースとし、データは全てXMLで記述しているのが特徴である。

本研究では、その対象を桁橋に限定したが、構築したシステムや方法は、ある特定の属性をもったグループがどのようなデザイン要素を重視するのかを抽出するためのものである。家電や自動車などのデザイン分野でも感性工学は重要視されており、関連論文も多い<sup>2)~7)</sup>。しかし、家電や自動車などは全て商品であり、表-1に示すように、公共構造物とは位置付けが異なる。最も異なるのが対象物を利用する人々である。商品が利用する人の属性に応じて細かくデザインを変える多品種方式としているのに対して、公共構造物は単品生産のため、様々なデザインの構造物を造ることができない。利用する人々の属性が住民（主婦、学生、会社員、高齢者など）によって異なるため、どうしても合意形成のための公聴会という手続きが必要になるという点が商品とは異なる。

## 2. 合意形成用代替案作成時の留意事項<sup>1)</sup>

本研究では、合意形成ステップの中で示される意見交換や意志決定に関する議論の場で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。

デザインコンセプトは通常複数個の形容詞（感性ワード）によって設定されることが多い。例えば，“美しい”，“調和のとれた”，“上品な”という3つの感性ワードによって表されるコンセプトを満足させるためには各デザイン要素をどのように設定して、異なった属性を持った住民が満足する代替案を作成しなければならないかを支援するツールが必要である。また，“上品な”という感性ワードに2倍の重みを付けた場合はどうなるのかなど、様々な要求が考えられる。代替案を作成する場合、評価に影響を与えるデザイン



要素の影響度の大きさを決定するのは一般的に難しいが、一つの方法として数量化理論による分析で得られる偏相関係数等を用いることが考えられる。この偏相関係数の大きいデザイン要素に重点を置いて、異なった属性を持った住民ごとの代替案を作成することで、代替案作成の効率化が図れる。例えば、主桁の形状で、ある属性を持った住民は変断面を指示し、別の属性を持った住民は等断面を指示していたとする。この場合、等断面と変断面の代替案を作成し、比較検討を行う必要があると考えられるが、その主桁形状の偏相関係数が小さい場合、評価に与える影響は少ないと判断し、異なった属性を持った住民ごとの代替案を作成して比較するという作業は省略してもよいと考えられる。

桁橋のデザインを例にとりて、本研究で提案する代替案作成の手順を以下に示す。まず、住民の属性（1. 女子学生、2. 男子学生、3. 橋梁技術者）を選択し、そしてデザインコンセプトを重み付きで設定する。例えば、美しい（重み=1）、調和のとれた（重み=1）、上品な（重み=2）というように設定する。次に、あらかじめ作成した感性DBを用いて、式(1)により、数量化理論I類による分析結果から得られた形容詞ごとの偏相関係数をその最大値で除して、形容詞（感性ワード）ごとに標準化を図る。これで、形容詞ごとの偏相関係数は0から1までの数値に変換される。

$$n\_he(i, j) = \sum (he(i, j) / he\_max(i)) \quad (1)$$

ここで、

he(i, j): 数量化理論I類による分析結果から得られた偏相関係数

n\_he(i, j): 標準化した偏相関係数

he\_max(i): 形容詞ごとの偏相関係数の最大値

i: 形容詞番号

j: アイテム番号

	非常に	どちらで	非常に	
	に	もない	に	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	女性的な
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	男性的な
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	若々しい
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	若々しくない
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	安定感のある
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	安定感のない
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自然な
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	人工的な
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	実用的な
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	実用的でない
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	直線的な
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	曲線的な
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	モダンな
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	クラシックな
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	都会的な
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	田園的な
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	しゃれた
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	しゃれていない
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	存在感のある
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	存在感のない
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	親しみやすい
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	よそよそしい
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美しい
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	美しくない
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	風景に溶け込んでいる
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	風景に溶け込んでいない
27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	すっきりとした
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ごみごみした
29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	暖かみのある
30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	暖かみのない
31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	印象的な
32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	印象的でない
33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	バランスの取れた
34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	バランスの取れていない
35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	素材感のある
36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	素材感のない
37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ゆとりのある
38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ゆとりのない
39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	立体感のある
40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	立体感のない
41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	飽きのこない
42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	飽きのくる
43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	機能的な
44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	機能的でない
45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ソフトな
46	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ハードな
47	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	可愛い
48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	可愛くない
49	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重量感のある
50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重量感のない
51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	上品な
52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	上品でない
53	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	丈夫な
54	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	丈夫でない
55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	豪華な
56	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	豪華でない
57	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	地域性を含んだ
58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	地域性を含んでいない
59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	日本的な
60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	日本的でない
61	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	洗練された
62	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	野暮な
63	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	カラフルな
64	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	カラフルでない
65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	優美な
66	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	優美でない
67	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	遊び心のある
68	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	遊び心のない
69	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	個性的な
70	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	個性的でない
71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	風格のある
72	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	風格のない
73	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	象徴的な(シンボリックな)
74	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	象徴的でない
75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	開放感のある
76	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	圧迫感のある
77	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	芸術的な
78	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	芸術的でない
79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	快適な
80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	不快な
81	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	調和のとれた
82	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	調和のとれていない
83	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ダイナミックな
84	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ダイナミックでない
85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	好ましい
86	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	好ましくない

図-2 感性アンケート用紙

次に、選択したデザインコンセプトの重みに式(1)で算出した偏相関係数の基準化数値を乗じて偏相関合計を算出する。

$$he_{o(i,j)} = \sum (n_{he(i,j)} \times sel\_k(i)) \quad (2)$$

$$he\_sum(j) = \sum he_{o(i,j)} \quad (3)$$

ここで、

he<sub>o(j)</sub> : 基準化した偏相関係数に重みを乗じた偏相関係数

he<sub>sum(j)</sub> : 偏相関係数の合計値

sel<sub>k(i)</sub> : 選択したデザインコンセプトの重み

最後に、偏相関係数の合計値を表示して終了となる。

このコンセプト選択による偏相関係数合計の表示フローを図-1に示す。ここで、図-1中のアイテムとは、桁や高欄の色、風景など景観を構成しているデザイン要素のことである。

### 3. アンケート調査方法

デザインコンセプトに合致した代替案作成のために必要な橋梁感性 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、設計の主体となる橋梁設計技術者 15 名と利用主体である大学生 40 名（男子学生 20 名およ

表-2 アイテム/カテゴリ

No	アイテム	カテゴリ				
1	主桁形状	等断面	変断面			
2	平面形状	直線桁	曲線桁			
3	桁の色彩	赤	青	アパリ	茶	灰 緑
4	高欄の色彩	灰	茶	白	緑	
5	下部工形状	張出式	柱式	長方形	逆台形	
6	下部工断面	凹形	矩形	小判		
7	橋脚数	1	2	3	4	5以上
8	高欄形式	壁	縦棧	横棧		
9	排水管	有り	無し			
10	照明柱	有り	無し			
11	検査路/添架物	有り	無し			
12	視距離	近景	中景			
13	視線入射方向	側面	斜側方			
14	視点高さ	上	水平	下		
15	風景	山岳	平地	河川		
16	背景(上層)の色彩	白	緑	青	茶	
17	背景(下層)の色彩	緑	黒茶	青	灰白	
18	クリアランス	大	中	小		
19	並列橋	有り	無し			
20	障害物の有無	有り	無し			

び女子学生 20 名)とした。女子大生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ことである。調査は、被験者に A4 横のサイズで橋梁年鑑<sup>8)</sup>を元に作成した 90 枚の桁橋の評価用写真を見せて、予備調査により橋梁の景観設計によく使用されると考えられる感性ワードを 43 項目選定し、アンケート用紙に 5 段階 (+2,+1,0,-1,-2) の SD (Semantic Differential) 尺度による評価を記入してもらう方式とした。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⇔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。図-2 にアンケート用紙を載せる。

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<sup>9),10)</sup>。

また、評価に用いた写真は構図や視点場がそれぞれ異なっているが、本研究では構図や視点場の相違による評価への影響について把握することを試みた。後述の数量化理論 I 類による偏相関係数という定量的数値により、構図や視点場の相違による評価への影響を把握することが可能となる。

### 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<sup>1)</sup>。

#### (1) 分析方法

##### a) 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

第1因子 「しゃれたーしゃれてない」  
重相関係数= 0.7722

アイテム	カテゴリ	偏相関係数	レンジ	スコア
1. 主桁形状	①等断面	0.1964	0.1927	0.0450
	②変断面			-0.1478
2. 平面形状	①直線桁	0.1876	0.2125	-0.0378
	②曲線桁			0.1747
3. 桁の色彩	①赤	0.4706	0.7774	0.0811
	②青			0.0744
	③アクリル			0.0029
	④茶			0.1463
	⑤灰			0.3267
	⑥緑			-0.4507
4. 高欄の色彩	①灰	0.5643	0.6831	-0.4410
	②茶			0.1473
	③白			0.2421
	④緑			0.0317
5. 下部工形状	①張出式	0.4545	0.5578	-0.1568
	②柱式			0.1539
	③長方形			0.3078
	④逆台形			-0.2500
6. 下部工断面	①円形	0.3656	0.4258	0.1179
	②躯体			0.3079
	③小判			0.0957
7. 橋脚数	①1	0.3059	0.3940	0.2332
	②2			0.2374
	③3			-0.1566
	④4			-0.0113
	⑤5~			-0.1092
8. 高欄形式	①壁	0.2031	0.2648	0.1881
	②縦棧			-0.0205
	③横棧			0.0767
9. 排水管	①有り	0.0031	0.0025	0.0015
	②無し			-0.0010
10. 照明柱	①有り	0.2194	0.2329	-0.0673
	②無し			0.1656
11. 横置路、添架物	①有り	0.1929	0.2030	-0.1692
	②無し			0.0338
12. 視距離	①近景	0.2763	0.2516	-0.1090
	②中景			0.1426
13. 視線入射方向	①側面	0.2406	0.3635	-0.3190
	②斜側方			0.0444
14. 視点高さ	①上	0.5819	0.8013	0.6535
	②水平			-0.1131
	③下			-0.1478
15. 風景	①山岳	0.3928	0.6367	-0.4064
	②平地			0.2303
	③河川			-0.0526
16. 背景(上層)の色彩	①白	0.3595	0.5472	-0.1648
	②緑			0.0061
	③青			0.1020
	④茶			-0.4452
17. 背景(下層)の色彩	①緑	0.4760	0.6942	-0.0455
	②黒茶			-0.1707
	③青			0.5235
	④灰、白			0.1512
18. クリアランス	①大	0.3218	0.5898	0.4182
	②中			-0.0495
	③小			-0.1715
19. 並列橋	①有り	0.1409	0.1581	-0.1317
	②無し			0.0253
20. 障害物の有無	①有り	0.1543	0.1328	-0.0841
	②無し			0.0487

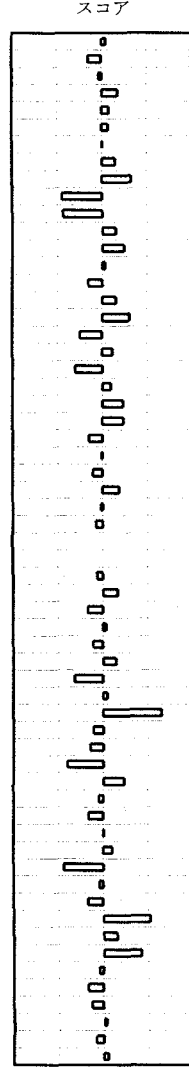


図-3 数量化理論I類による解析結果 (女子学生+男子学生: N=40)

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、桁や高欄の色、風景、背景の色彩、下部工形式、下部工断面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、下部工断面ならば円形か躯体か小判型か、風景は山岳か平地か河川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、桁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-2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。

### b) 数量化理論I類による分析結果

作成した90橋のアイテム/カテゴリ表と各橋梁写真の評価の平均値を入力データとして、数量化理論I類を用いて解析した。解析は、図-2に示す43個のイ

メージ形容詞全てにおいて実施した。

図-3に「しゃれた⇔しゃれてない」に対する分析結果を示す。この図は、「しゃれた」というイメージ形容詞についての数量化理論I類による計算結果である。図中の偏相関係数とは、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「しゃれた」というイメージ形容詞に対してどの程度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「しゃれた」という印象を与えるのに重要な要素になるということがいえる。スコアとは、各カテゴリに与える数値であり、各カテゴリが「しゃれた」という印象を与えるかどうかを示している。この数値が高いほどしゃれており、マイナスの値であるものはしゃれていないということになる。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あり、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ことになる。

## 5. システムの構築

### (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機関の中で合意形成は今後、構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。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

図-2で示すデザインコンセプトから展開される複数の形容詞と重みの選択による偏相関係数の合計値を表示する方法を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、43項目の形容詞ごとの偏相関係数である。

XMLインスタンスの例を図-4に示す。図-4では、属性として女子学生、形容詞が”女性的な”に対する数量化理論I類の分析結果が表示されている。スコアのタグが1から20までアイテムの個数だけあり、それ



図-4 XML インスタンス

ぞれ、偏相関係数が格納されている。

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、偏相関係数の計算と表示を行なっている。

6. システムの表示例

XML データベースによる偏相関係計の表示システムを用いて、実際の橋梁景観設計例に適用した。

(1) A 橋における適用

a) 橋梁諸元<sup>1)</sup>

この橋の諸元を以下に示す。

- ・橋長：254.0m,      ・橋格：一等橋 (TL-20)
- ・上部工形式：鋼 4 径間連続非合成箱桁橋
- ・下部工形式：壁式橋脚
- ・支間割り：56.40m+2@70.00m+56.40m
- ・幅員：車道 7.250m, 歩道 2.500m
- ・斜角：70°-00'-00",      ・平面線形：直線
- ・適用示方書：道路橋示方書・同解説 H2.2.

この橋は、周辺に山が迫った河川に架かる橋で、”自然に溶け込んだ橋”を目差して計画・設計された。別途設定した景観コンセプト(自然との融合・一体化)により、上下部工形状や細部処理(橋面、色など)を

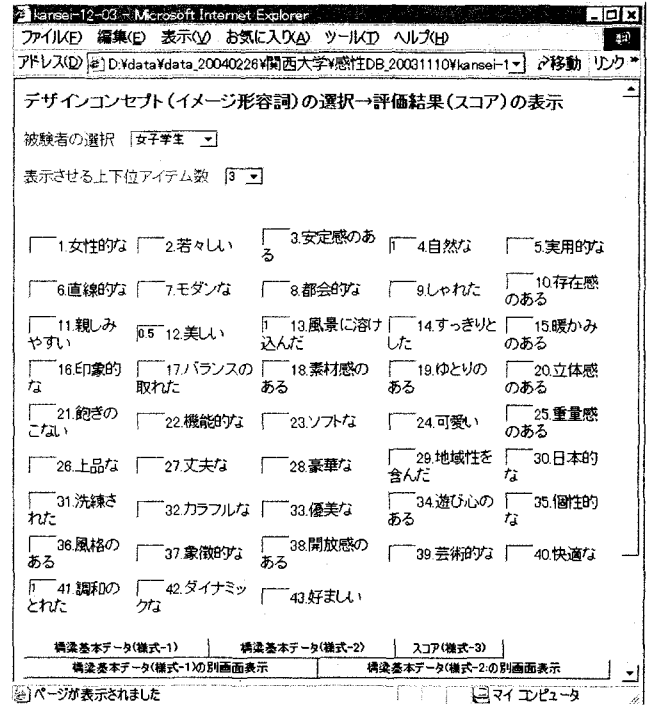


図-5 A 橋の入力画面

検討した。

b) デザインコンセプトから第2次感性への展開<sup>1)</sup>

「自然との融合・一体化」という景観コンセプトを第1次の感性とすると、第2次の感性、すなわち、皆が共通で認識できる具体的な感性に展開していく必要がある。ここでは、自然を”自然な”に、融合を”調和のとれた”に、一体化を”風景に溶け込んだ”という形容詞に展開した。この展開した第2次の感性(形容詞)では、実際にアンケートをとった43項目の形容詞に展開するようにしている。なぜならば、この43項目の形容詞ならば数量化理論I類によりデザイン要素との関係を把握できているためである。場合によっては、景観コンセプトから43項目の形容詞に直接展開できない場合もあり、その際には第3次感性、第4次感性というように展開していく必要がある。ここでは、第2次感性として、”自然な(+1)”, ”調和のとれた(+1)”, ”風景に溶け込んだ(+1)”, ”美しい(+0.5)”のように設定した。ここで、括弧内の数字は入力する重みである。このように第n次感性へと展開していく方法は決まったやり方があるわけではない。

美しいという形容詞は、デザインコンセプトに含まれていないことが多い。美しいをイメージしないような橋梁は景観設計の前提から除外されると考えられるのがその理由である。美しいの重みをどう設定するかは、様々な考え方がある。美しいは全てのデザインコンセプトを包含する景観の総合指標として用いられることから第1次感性の前の第0次として重みを2倍以



図-6 A橋の偏相関合計の出力画面(3属性)

上とする方法、あるいは、他の形容詞の半分の重みにする方法などが考えられる。ここでは、美しいを総合的景観評価指標とし、コンセプトの上位感性として重みを大きくすると”美しい”が強調されすぎてデザインコンセプトで設定したイメージが評価に影響してこないと考え、第2次感性の半分の重みに設定した。

c) 入力と出力画面

前述の4つの第2次感性と重みを入力値として、式(1)から式(3)の方法で異なった属性ごとに偏相関合計値を算出した。入力画面を図-5に、異なった属性ごとの偏相関合計値の出力画面を図-6に示す。

この図-6のように、デザインコンセプトから展開される複数の感性と重みを図-5に示す入力画面から入力することで、異なった属性を持った住民がどのデザイン要素に重点をおいているかが出力される。設計者はこの出力を見ながら、異なった属性を持った住民が満足する代替案を作成することで作業の効率化が図れる。

例えば、図-6のように、属性ごとの偏相関合計が結果として与えられた場合、設計者は以下のように判断して代替案作成にあたるのが良いと考えられる。

3被験者ともに偏相関係数合計値が低いアイテムは評価に与える影響が少ないため、デザイン案の作成では重要視しなくてもよいと考えられる。例えば、図-

6では平面形状、主桁形状、排水管、照明柱、並列橋、検査路・添架物、視線入射方向が該当する。このことは重要で、例えば、主桁形状や平面形状、照明柱などはよく比較検討の対象となるが、代替案を作成して住民参加形式で議論するよりも、経済性などから決定してもさしつかえないと考えられる。

3被験者ともに偏相関係数合計値が高いアイテム(上位7アイテム程度)は、評価に与える影響が大きいので、被験者ごとの評価が高くなるアイテム/カテゴリを選択して代替案を作成する必要がある。図-6の中で特に高欄の色彩は3被験者とも偏相関合計値が高く、代替案の作成に対して最も注意すべきアイテムであるといえる。次に視点高さは女子学生および男子学生共に偏相関合計値が最も高く、橋梁技術者も順位が6位と比較的高い。視点高さはデザイン要素としては特殊である。代替案を作成する際にどの位置から見るか、すなわち、視点場は評価に大きく影響するため、注意が必要である。背景の色彩(下層)や下部工形状なども3被験者とも偏相関合計値が高いので、代替案作成においては注意するべきであろう。

偏相関合計値の順位が中間で被験者間の差があまりないアイテム、例えば、障害物の有無、高欄形式などは適宜判断すればよいと考えられる。

本研究では、住民の属性を予め限定した上で、各属



図-7 B橋の偏相関合計の出力画面(3属性)

性の特徴を抽出するという方法をとっている。一方、この方法とは逆に、各デザイン要素を重要視する住民属性のタイプを抽出するという方法も考えられる。例えば、桁の色彩を重要視するのは、女子学生と橋梁技術者であるという結果を出力することである。本研究で住民の属性ごとに結果を表示するようにした理由は、作成する代替案が住民属性ごとであるという点から、住民属性毎に各デザイン要素の重要度（偏相関合計）を表示した方がイメージを把握しやすいと判断したことによる。表示される偏相関合計は、あくまで一つの属性における相対的なものであり、偏相関合計の大小によるデザイン要素の順位だけでなく、偏相関合計の値の大きさも関係すると思われるためである。例えば、高欄の色彩の偏相関合計の値が他のデザイン要素に比べて圧倒的に大きければ、高欄の色彩は代替案作成において無視できないということになる。

(2) B橋における適用

a) 橋梁諸元<sup>1)</sup>

この橋の諸元を以下に載せる。

- ・橋長：61.90m, 橋格：一等橋 (TL-20)
- ・上部工形式：鋼 2 径関連続非合成鉄桁橋
- ・下部工形式：壁式橋脚
- ・支間割り：37.10m+24.00m

- ・幅員：車道 9.000m, 歩道 2.500m×両側
- ・斜角：82°-00'-00", 平面線形：直線
- ・適用示方書：道路橋示方書・同解説 H2.2.

この橋は都市内を流れる河川に架橋された橋で、周辺は住宅地が多い。下流約 200m に赤色のトラスドラランガーの橋が架橋されている。隣接する赤色のトラスドラランガーに埋没されない橋となるように計画・設計された。景観コンセプトは、上位計画、周辺環境などから”風景の中のバランス（個性とシンボルの両立）”として設定された。

b) デザインコンセプトから第 2 次感性への展開<sup>1)</sup>

設定した景観コンセプトを第 1 次感性として、さらに第 2 次の感性に展開した。ここでは、隣接する赤色のトラスドラランガーに埋没されないで個性とシンボリック性を出すように、”印象的 (+1.0)”, ”カラフル (+1.0)”, ”個性的 (+1.0)”, ”象徴的 (シンボリック) (+1.0)” を第 2 次感性とした。 ”美しい” は A 橋と同様の理由で 0.5 の重みとした。この感性の展開方法については決まった方法はなく、あくまで、デザインコンセプトや景観検討時においてよく用いられた感性を中心に抽出し、デザイン要素との関係がわかっている 43 項目の形容詞につながるように選定している。

設問1. この機能は合意形成用の代替案を作成する上で必要と思われるですか?  
必要である    どちらでもない    必要でない

設問2. この機能は設計・評価・合意形成などの段階で有効と思われるですか?  
有効である    どちらでもない    有効でない

設問3. 被験者毎に評価できる機能は必要と思われるですか?  
必要である    どちらでもない    必要でない

設問4. 他にどういった機能があればいいと思われるですか?  
 ( )

設問5. この機能はどのフェーズで有効と思われるか(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. レスポンスはどうですか?  
反応はよい    どちらでもない    反応は遅い

図-8 ヒアリング項目

表-3 ヒアリング結果

設問1	必要	11	どちらでもない	3	必要なし	1
設問2	有効	10	どちらでもない	3	有効でない	2
設問3	必要	8	どちらでもない	2	必要なし	5
設問4						
設問5	住民説明	9	合意形成	7	計画/企画	7
設問6	良い	12	どちらでもない	2	遅い	

c) 入力と出力画面

前述の5つの第2次感性と重みを入力として、異なった属性ごとに偏相関合計値を算出した。異なった属性ごとの偏相関合計値の出力画面を図-7に示す。図-7でも、A橋の場合と同様に、被験者ごとの偏相関係数の合計値がうまく出力されている。

7. 検証

本研究で構築した、選択した複数の形容詞と重みに該当する偏相関合計が表示されるシステム(機能)に関して、実際に橋梁設計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/top\\_12\\_05.html](http://kansei.web.infoseek.co.jp/pts/top_12_05.html))においた。

設問した内容は図-8のとおりであり、ヒアリング結果は表-3のとおりである。この選択した複数の形容詞と重みに該当する偏相関合計が表示されるシステム(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、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。

8. おわりに

本研究では、桁橋を対象に、合意形成時に有効なツールを作成することを目的として、デザインコンセプトから展開される複数の形容詞と重みを入力として、異なった属性ごとにどのようなデザイン要素に重点を置いて代替案を作成すればよいかを表示するシステムを構築した。システムの利用に際して、誰でもが簡単に使えるように、データ記述にはXMLを用い、インターネットからブラウザベース(HTML+VB script)で動作するシステムとした。

そして、構築したシステムをサーバー上において、技術者がこの構築したシステムを実際に使用してみて、合意形成用代替案を作成するのに有効であることを確認した。

今後の課題は、様々な合意形成の場面で有効に機能するように、子供、学生、会社員、主婦、高齢層あるいは男性と女性、職種の違い、居住地域の違いなど、多様な感性を収集し、基礎となる感性DBの充実をはかっていくことである。

参考文献

- 1) 保田敬一, 白木 渡, 堂垣正博: 桁橋の景観設計における合意形成用代替案作成時の留意事項, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.50A, pp.287-294, 2004年3月.
- 2) 長町三生: 自動車の感性工学的アプローチ, 43(1), pp.94-100, 1989年.
- 3) 長町三生, 金田吉生, 松島加代子: 自動車の感性工学, 自動車研究, 11(1), pp.2-6, 1989年.
- 4) 長町三生: 感性工学と新製品開発, 日本経営工学会誌, 41(4B), pp.66-71, 1990年.
- 5) 山崎信寿: 足と靴の変形性を考慮した靴型設計の可能性, 靴の医学, Vol.2, pp.37-39, 1989年.
- 6) 藤田慶人, 平尾章成, 山崎信寿, 佐藤晴彦: 自動車シートの着座姿勢の計測と個人要因の検討, 人間工学, Vol.28, 特別号, pp.240-241, 1992年.
- 7) 山崎信寿, 佐藤真一, 立川律哉: 寝具クッションの生体力学的快適化, バイオメカニズム, 12, pp.61-71, 1994年.
- 8) (社)日本橋梁建設協会: 橋梁年鑑, 昭和62年~平成5年
- 9) 長町三生: 感性工学, 海文堂, 1989年.
- 10) 長町三生: 感性工学のおはなし, 日本規格協会, 1995年7月.

(2004.5.20受付)