

画像合成処理システムを用いた都市内高架橋の色彩選定に関する実験的研究
An Experimental Study on the Color Selection of Viaduct in Urban Environment
by means of Image Processing System

窪田陽一*、 山崎啓子**、 小沢和弘***

by Yoichi KUBOTA, Keiko YAMAZAKI, Kazuhiro OZAWA

Seven sets of visual experiments using video simulation system were carried out to elucidate the salient factors influencing upon the subjective selection of color to be painted on beams or decks of viaduct of expressways. Factors which were assumed to be influential upon the judgement of color selection are the amount of plants, the distribution of plants, its seasonal change, the distance of view and the color of buildings in neighborhood. The order of average preference on color among answerers with regard to respective experiments were investigated by checking the correlation on order.

1. 緒言

東京・大阪・名古屋等国内の主要都市には既に多くの高架橋が存在しており、今後もそのスケールで他の街路構成要素を圧倒しつつ存続することが予想される。高架橋の景観設計において、街路景観に対する配慮を行なう必要性はますます高まるものと考えられる。高架橋の存在が街路景観の特徴を大きく左右することはよく知られている通りであり、街路の分類に関する研究においても、沿道の土地利用と同じレベルで分類項目に挙げられることが多い。そのような高架橋の属性のうち、形状に関する属性（脚部や桁部の形状、接続部分の処理等）は、早くから研究対象となっている。また高架橋のある景観の構図についても、他の種類の一般橋梁と共に考察を加えられてきている。

本研究は、景観設計を進める上で問題となる視覚的属性の内、特に高架橋桁部の色彩に着目し、その評価に影響を及ぼす要因を、画像処理システムを用いた実験により明らかにすることを試みたものである。

高架橋に限らず、街路の様々な構成要素のもつ影響力は、その要素が視野に占める割合に関係していることが知られている。このことに鑑みて高架橋以外の要素、特に季節ごとに色彩が変化しその存在自体が景観評価に深く関わっている街路樹等の樹木群に着目し、それらが視野に占める割合の変化が高架橋の色彩評価に与える影響について実験を行い、提示画面に占める高架橋の面積割合の変化に伴う色彩評価の変動を調べた。この実験においては、画像処理システムを用いて作成した景観場面をモニター画面に表示し、回答者に評価を求めるという方法で行っている。

* 工博 埼玉大学助教授 工学部建設工学科 (〒338 埼玉県浦和市下大久保255)

** 工修 首都高速道路公団 (〒160 東京都渋谷区代々木1)

*** (株)旭化成ヘーベルハウス

2. 都市内高架橋の景観特性

都市景観において人工構造物は、ともすれば雑然とした印象を与える「群」として「地」の一部分を構成する。景観が観察主体と対象とが存在して初めて生じる現象である以上、対象の一つである高架橋は、観察者（視点）との距離によって、景観内の遠景（線形が判別できる）、中景（構造形式が判別できる）、近景（材質・肌理等詳細な属性の判別が出来る）のいずれかに位置づけることが出来る。都市内高架橋は、その周囲に多くの個性の強い構造物（高層・中層・低層）が存在するため、遠景・中景に位置する場合、景観構成要素の一つとして景観全体に働きかけるといことは少ない。高架橋を構成要素とする都市景観であると観察者が認識する時、高架橋は近景に位置する場合が多い。都市内高架橋は、その規模に比較してかなり接近した位置の視点場を多く持つ土木構造物であるといえよう。

また一部を除き、都市内高架橋は、高架橋を眺めるという意味を持って見ている観察者を殆ど持たない。高架橋を見る時の観察者の状態としては、その視点場の例を街路にとると、①固定視点（信号待ち時等）、②移動中（低速：歩行者・自転車、高速：自動車）が考えられる。都市景観において高架橋が認識されるのは、その存在感（規模からくる圧迫感）の大きさが観察者にとって無視できない程大きくなった時と考えられる。

高架橋は元来橋梁の一種ではあるが、景観を考える際は橋と視点場の位置関係の違いから一般橋梁とは別のものとして扱うのが望ましい。高架橋は、一般橋梁に比べその橋長が長い、横断面の大きさは特に突出しているわけではない。また都市内高架橋は、他の構造物が障壁となり、視界の中で一連の橋として見るこの出来る長さは限られており、実際に一つの構造物として認識できる大きさは、一般橋梁と大差ない。しかし、地表面を走る道路の延長として視界の中に存在する場合、一般橋梁は視点場と同じ高さのレベルに存在する景観構成要素であるのに対し、高架橋は通常見上げる高さのレベルに存在する。近距離で視点の高さより上に位置し、視界の中の空の部分を減少させる高架橋は、一般橋梁にはない圧迫感を観察者に与える。

都市内高架橋は、高架橋の線形の美しさを見ることの出来る視点場を殆ど持たず、高架下空間という、細部まで見る事が出来るために厳しい評価を得易い視点場を多く持つ。高架橋周辺に高層建造物が存在しない場合、一連の線形を見ることの出来る視点場も多く存在するが、たとえ観察者が高速で移動中であっても長時間に渡り橋が視界上部のかなりの部分を占めるという、一般橋梁には殆ど存在しない視点場を持つという点では、都市内高架橋と同じである。都市内高架橋に対する視線のほとんどは、下からの仰観タイプである。これは、高架橋橋脚部及び桁下の処理に一般橋梁よりも景観的配慮を要すること、即ち高架下空間をどのように処理するかで高架橋に対する景観評価が左右されるということを意味している。

3. 高架橋がある街路景観の分類実験

3-1 実験の目的

街路景観を構成する要素には、様々な種類が存在し、更にそれらの要素は各々が多くの属性を有している。それら全ての組合せを想定して各々について調和を考え、設計・計画を行うことは理想的だが、実際には殆ど不可能である。そこで、街路の景観的調和を大きく左右する構成要素の発見と、街路景観の分類による景観パターンの集約化が必要となる。「分類」という行為は、対象の集合をいくつかの部分集合に分けることを意味する。ある部分集合は、その補集合と比べて、なんらかの判別基準に対して共通の評価判断値を持つ。これはその部分集合の共通項である。この様な部分集合毎の共通項はその集合の特徴、即ち観察対象となっている「もの」の「特に目立つ、注意を引く」属性である。このような考えを基に、高架橋を含む街路景観に関して観察者が着目している特性を知り画像合成処理の操作要因を決定するため、観察対象を限定して意識的に判断基準を設定した分類を行い、分類結果である複数個の部分集合の特徴を求める分類実験を行った。

3-2 実験の方法

本実験においては、回答者に景観場面を提示し、実際に分類作業を行わせる直接的手法を採用した。景観場面の提示には、回答者の作業性からサービス版（縦72mm×横120mm）のカラープリント写真50枚（都内千代田

・中央・港区内で撮影した高架橋を含む街路空間の写真。視点場は歩道上。視軸方向は高架橋に対し平行又は直角。水平画面55°)を用い、30名の成人男女(社会人13名、土木系学生17名)に街路分類及び分類理由を求めた。街路写真は太陽光線が最も白色に近く街路の色調に対する影響が少ない夏季撮影のものを採用した。

分類判断基準の無意味な逸脱を防ぐため作業開始前に、①街路の分類であること、②分類作業を進める際「高架橋、街路樹、観察者(視点)」の3つに注意すること、の2条件を提示した。さらに、分類回答と共に各類型の特徴の記述を求め、類型間の境界をより明確に求めた。回答者の平均分類グループ数は8.37群、分類理由を街路全体及びその構成要素の印象、構図、構造、種類等理由として挙げられている視覚的属性毎に集計した結果は表-1のとおりであった。

3-3 分析結果

2枚の写真を同じ分類グループとした人数を類似性の尺度と考え、連結法による幅集型の階層的クラスター分析を行った(図-1)。回答者の平均分類グループ数8.37を考慮し、この実験による街路分類の類型数を7類型とすることとした。各クラスターの特徴、すなわち高架橋を含む街路の分類類型の特徴は、分類上問題(理由)となる景観特性つまり分類理由より、全体の印象及び構図に着目したケースが多いと推測される。一般に街路の印象を左右する要因として、構成要素の属性(用途、形状、種類等)、視点位置(構図、各要素の見えの面積等)、評価主体の属性、が考えられる。これらは必ずしも独立で街路の印象を左右するものではなく、互いに影響を与えあう場合がほとんどである。各クラスターに含まれる街路の写真から、概ね「高架橋が画面に占める割合」「樹木の量」「沿道の土地利用」「交差点か否か」「画面内の道路要素の割合」を基軸とする分類構造が想定された。7類型各々の特徴を明らかにするため、7類型を外的基準とした林の数量化理論Ⅱ類を行った。説明変数は「高架橋の脚部、高架橋の桁部、街路樹・緑、空、道路・歩道部、道路・車道部、沿道部」の各々が景観場面全体に占める街路構成要素の面積比を10%刻みに4~5段階のカテゴリ大きく分けたものとした。相関比の大きさ0.9692より、画面内の面積比の変動が分類に大きな影響を与えていることが推定される。分類理由(表-1)において、樹木に関しては「量」への注目度が高いのに対して、高架橋、街路全体へは「印象」「構図」に対する指摘が目立つ。これより、高架橋、街路の面積比(構成比)の変化は構図変化として、樹木のそれは量の変化として受け止められ、印象の変化につながる分類を左右していると考えられる。

分類理由	全体	社会人	学生
印象	18	6	13
街路全体			
構図	10	4	6
構造	3	2	1
種類	1	0	1
交通量	3	1	2
合計	35	12	23
不採用	3	3	0
高架橋			
印象	17	6	11
構図	16	5	11
構造・属性	8	1	7
合計	41	12	29
不採用	2	1	1
街路樹			
印象	9	3	6
構図	12	3	9
量	16	8	9
種類	1	0	1
合計	37	12	25
不採用	4	3	1
観察者			
歩行者	7	1	6
ドライバー	7	2	5
撮影者	4	0	4
住民	1	1	0
合計	19	4	15
不採用	19	9	10
その他			
沿道建物	14	6	9
高架下	9	3	6
合計	23	9	15
不採用	12	6	7

表-1 景観分類の理由

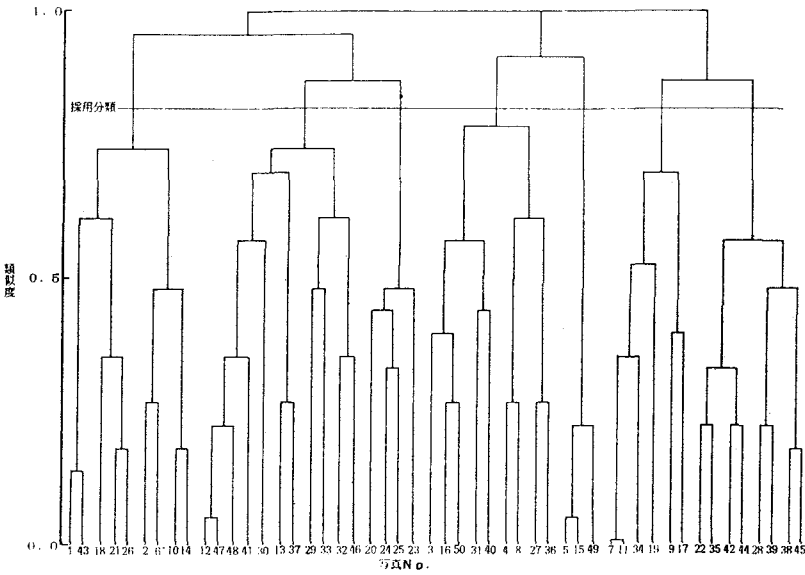


図-1 クラスター分析の結果

4. 街路景観に調和をもたらす高架橋桁部塗装色の比較評価実験

4-1 実験の目的

構成要素が街路景観に影響を与える場合、その属性の変動によらず常に影響力を持つものと、属性がある条件を満たした場合に影響力を発揮するものと大きく分けられよう。街路景観の個々の構成要素及びその属性の変化が街路全体の調和にどの程度影響を与えるかを把握すると共に、それらが街路景観に共存した場合の影響の変化（相乗効果・相殺効果）を押さえることが、街路の景観設計上不可欠である。

高架橋のある街路景観場面の全画面に占める面積属性のなかで、分類理由となるものとして、①高架橋桁部、②空、③沿道、④樹木、が挙げられた。このなかから樹木と高架橋桁部とに着目し、それらを景観場面のなかで視覚的に操作することを試みた。画像処理システムを用いて、着目する要素を変化させ、他の要素の変化を最小限とする様な画面を作成し、次のような一連の実験を行った。即ち前実験の結果より、樹木量及び沿道建物（樹木との比較対象）及び高架橋桁部の画面内に占める面積を変動させ、塗装色の選定実験を行う。また、面積比を変えずに、建物の色属性、街路全体の色彩状況を変化させ、高架橋以外の色彩状況の変化が与える影響を求める。街路全体の色彩状況変化は季節変化に相当する。

4-2 実験方法

(1)対象画面の作成

一般性と操作性より、調査地点(約600)から千代田区一ツ橋ランプ前の街路写真(夏期)1地点を基本の景観場面として選出し、画像処理により各構成要素の色彩あるいは配置パターンを段階的に変化させた景観場面を評価対象画面として7組作成した(表-2)。7組の実験各々における「樹木」「高架橋桁部」の画面全体に占める面積割合の組合せを表-3に示す。

また画像合成処理システムの概要を図-2に示す。合成処理に用いる画像の入力は、イメージスキャナまたはフィルムビデオプロセッサから行なう。そのため、ネガフィルム、スライドフィルム、プリント写真、ビデオテープのいずれの状態のデータでも数値化して取り込むことが可能である。作業用画面としてTVモニターを利用し、最終的な処理画像はフロッピーディスクに記録すると共にビデオテープにも録画できる。同一画面上で操作可能な色数を増やすと共に、色彩再現性を向上させるため、フレームバッファを接続した。フィルムビデオプロセッサからの入力画面は、全体的に色彩が青みがかかるため、処理前に色補正を行っている。今回の補正はプリント写真と色票による判断を用いて行った。背景構造物の色彩については、色彩調和原理のうち「類

実験No.	実験年月	回答者数	有効回答者数	場面数
1	昭和62	41	41	3
2	昭和62	20	19	4
3	昭和62	34	31	4
4	昭和62	14	14	4
5	昭和62	21	20	4
6	昭和62	37	36	4
7	昭和62	19	18	4

表-2 各実験の状況

場面No.	1	2	3	4
実験1：樹木量変化(1)	13.5 22.0	9.5 26.0	6.0 32.0	— —
実験2：高架橋—視点間の距離変化	13.5 22.0	19.0 24.5	28.5 28.5	30.5 31.5
実験3：背景構造物の色彩変化	13.5 22.0	13.5 22.0	13.5 22.0	13.5 22.0
実験4：季節変化による色彩変化	13.5 22.0	13.5 22.0	13.5 22.0	13.5 22.0
実験5：樹木量変化(2)	13.5 20.5	13.5 22.0	13.5 28.0	13.5 33.5
実験6：樹木の分布状態変化	16.5 22.0	13.5 22.0	10.5 22.0	5.5 22.0
実験7：構造物による桁部面積変化	13.5 22.0	13.0 22.0	10.5 22.0	7.0 22.0

上段：画面全体に占める高架橋桁部面積率(%)
下段：画面全体に占める樹木面積率(%)

表-3 各実験場面における高架橋桁部、樹木の面積率の組合せ

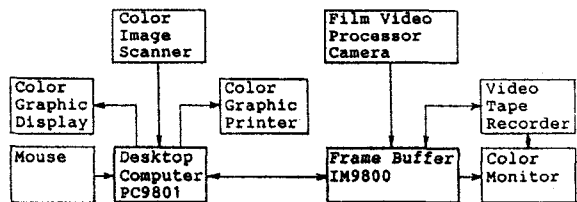


図-2 画像合成処理システムの構成

似の原理」、「同一の原理」、「対照の原理」を意識して、各桁部塗装色との関係がこれらの原理を満たす3色（赤茶色、黄土色、緑灰色）と現在の色彩（青灰色）とを合わせた4色を用いた。景観場面の桁面積変化、樹木量の変化、構造物の合成は、基本画面を合成用の切抜き画像の輪郭が不自然にならぬ様マウスを用いて削り取る方法で行った。視点の距離変化、季節変化は入力画面が異なるもので、若干の色彩補正以外には手を加えていない。

現在首都高速高架橋の鋼桁部塗装色には6種類が使用されており、その使用延長順に挙げると、①コーラル ②ブルーグレイ（湾岸線指定色） ③シルキーホワイト（横浜周辺） ④シェードベージュ（横羽線） ⑤オレンジ（2号線・環状線） ⑥ピスタチオ（5号線・環状線）のようになる。実際に市街地で人目に触れる頻度は必ずしもこの順ではなく、分類実験の際に収集した写真においては、ピスタチオ、コーラル、オレンジ、うす青緑、うす緑黄の5色が多かった。そこで各々の実験対象場面においては、現塗装色を含むこれらの5色を桁部塗装色として採用し、それらの評価判断を一対比較法により求めた。通常比較される対象は同時に提示されることが多いが、今回は一台のモニターを用い、現映像と直前の映像との比較判断を求めた。

(2)実験の実施方法

埼玉大学工学部建設工学科・建設基礎工学科の学生に対し、各実験について約30分ずつに渡り実験を実施した（S63.12～H1.1）。教室内に27inchのカラーモニターとコンピューター及び周辺機器を設置し、回答者はモニターから1.0～6.0mの距離に位置して評価を行った。各実験についてKendallの一致性係数に関する χ^2 検定(5%有意水準)の結果、回答位置による回答の信頼性への影響はほとんどみられなかった。

今回一つのモニターのみを使って一対比較法による実験を行った為、回答は現在の画面と直前の画面との比較を求めるという形をとることになったが、対象の提示順による回答の変化を7つの実験全てにおいてt検定を用いて検定した結果、5%有意水準で回答に差は現れなかった。

評価の判断基準として、「どちらの塗装色が街路景観に調和をもたらすか」を採用した。高架橋の塗装色の評価基準としては、他に ①高架橋自身を美しくみせる ②高架橋を目立たせない ③沿道の色彩状況との同化・対比 ④経済性 ⑤耐久性、等が考えられる。このうち景観的な基準としては①～③があるが、これらは全て調和という高次の抽象概念に含まれると考えられる。但し景観場面によって調和の質は異なると予想されるので、景観場面の变化により生じる調和の種類を捉えると言うべきであろう。景観に対する評価判断終了後、カラーパレットを用いた色彩嗜好の調査を行い塗装色の評価順位との相関を求めた。

4-3 実験結果

景観調和に対する評価判断は一次元で行われており、

表-4 各実験結果の比較

実験場	有効回答者数	場面数	場面間の属性変化		場面間の評価変動	
			変動要素	色彩変化	数らばり	順位
1	41	3	桁・樹木量	小	小	小
2	19	4	視点距離	中	大	大
3	31	4	構造物色彩	中	中	大
4	14	4	季節	大	大	中
5	20	4	樹木量	中～小	小	小
6	36	4	桁・樹木分布	中～小	大	中
7	18	4	桁・構造物	中	大	小

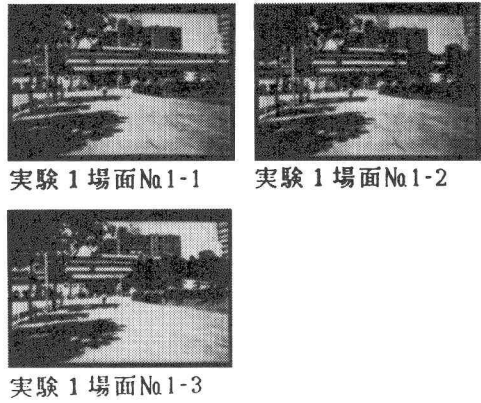
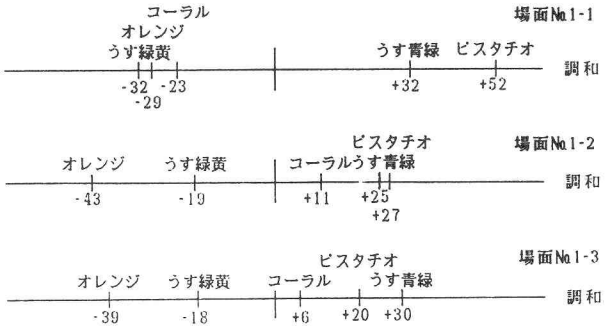


図-3 (1) 実験1の各場面に関する塗装色の評価順位



その判断確率が正規分布していると仮定すれば、Thurstoneの法則により景観場面毎に5色の塗装色の評価度値（間隔尺度）を求めることが可能となる。これより景観場面毎に各塗装色の評価順位が異なるかどうか検討した（図-3（1）～（7））。7組の実験の状況及び景観場面の变化による塗装色評価の変動の現れ方を表-4

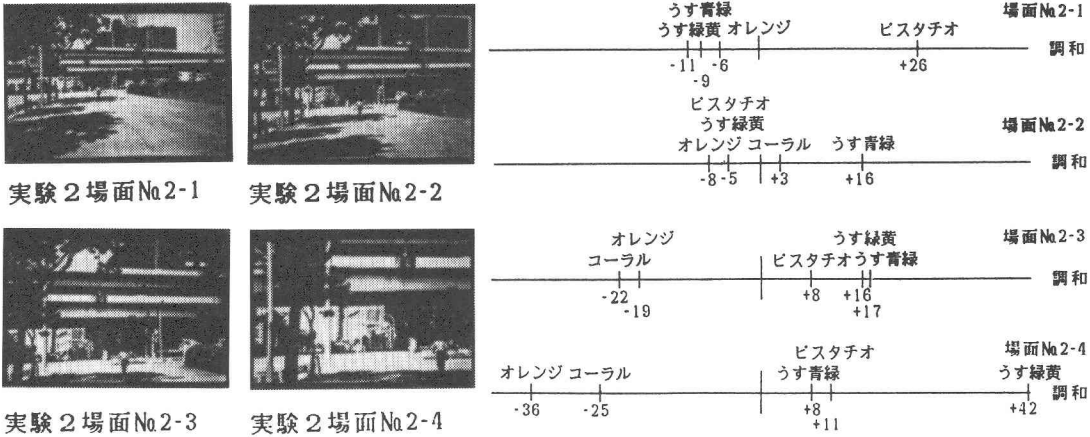


図-3（2） 実験2の各場面に関する塗装色の評価順位

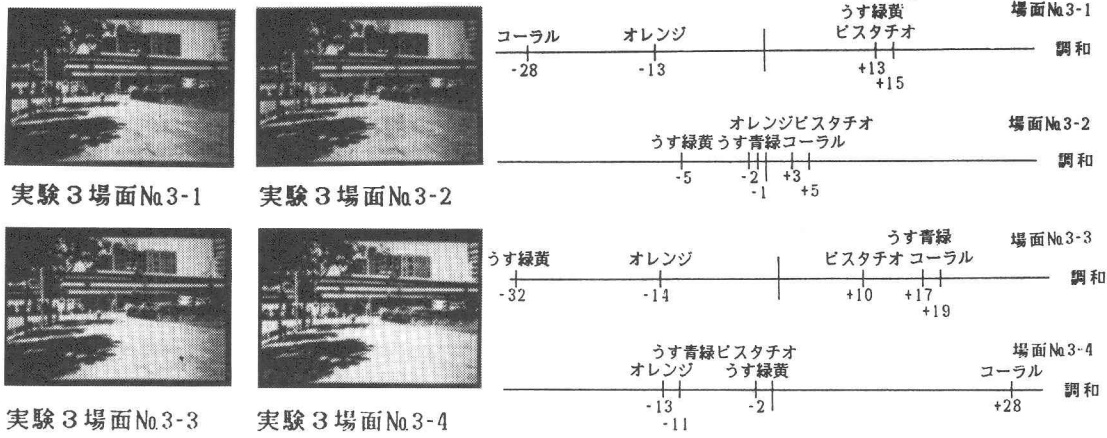


図-3（3） 実験3の各場面に関する塗装色の評価順位

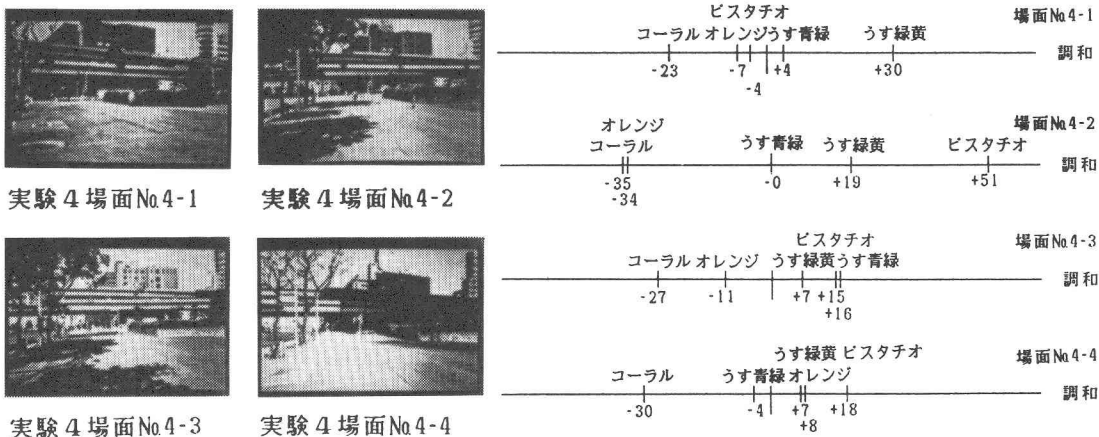


図-3（4） 実験4の各場面に関する塗装色の評価順位

に要約した。ここで、評価変動の散らばりは実験毎の評価尺度値の標準偏差から、順位の変動は場面間の順位相関係数から、それぞれ判断した。得られた結果の信頼性（正規分布モデルに対する適合性）は χ^2 検定により有意水準5%で認められた。

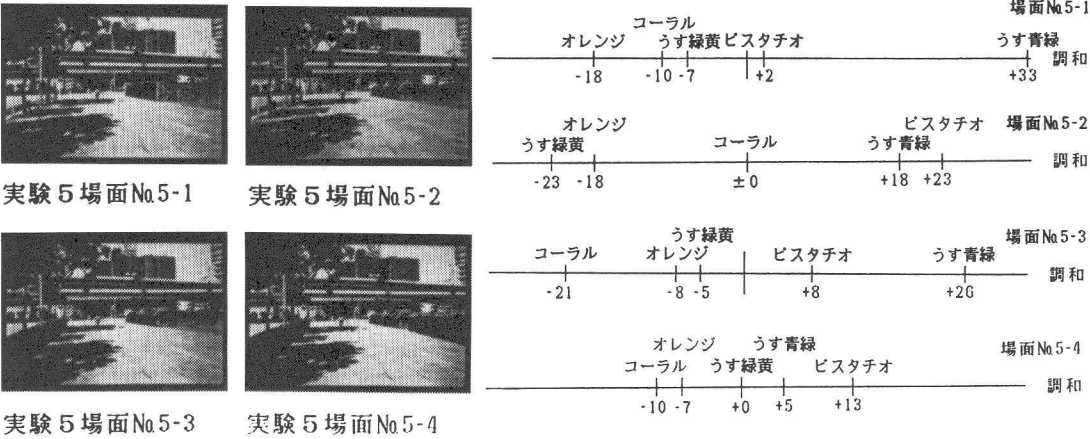


図-3(5) 実験5の各場面に関する塗装色の評価順位

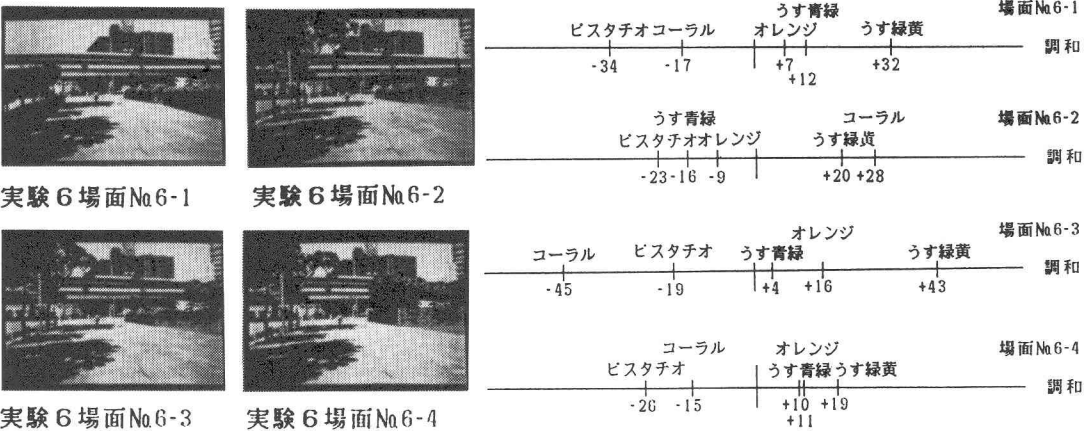


図-3(6) 実験6の各場面に関する塗装色の評価順位

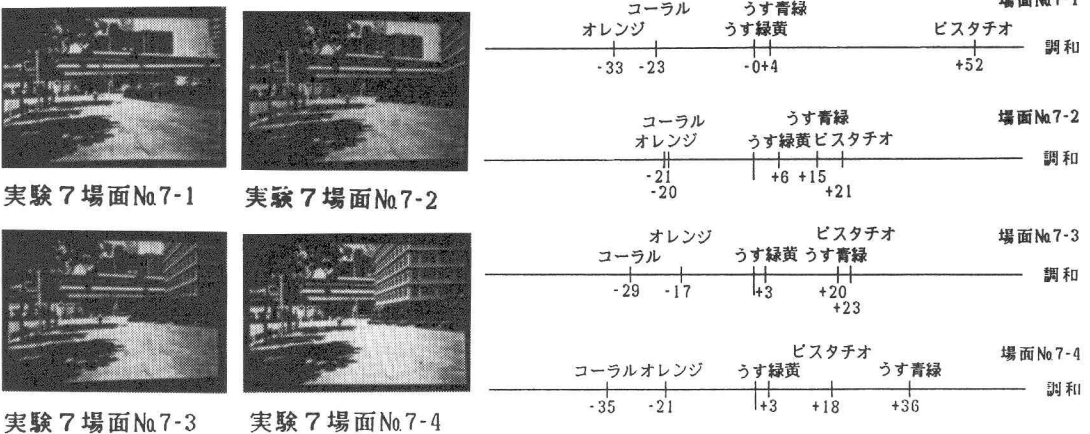


図-3(7) 実験7の各場面に関する塗装色の評価順位

4-4 考察

(1) 樹木と高架橋桁部の面積変化の影響

全体として、桁面積が減少するにつれて、塗装色評価の散らばりの範囲（最適色と最悪色の評価差）は狭くなっていく傾向がみられる。これより、面積に占める割合の減少と共に街路の調和へ与える影響が弱まっていると考えられる。

ところが実験7においては、評価のちらばりは、一旦狭くなってから再び広がっている。この結果は、面積変化と影響の度合の変化とが必ずしも直線近似的な関係にはないことを表している。実験7では、桁面積を沿道の建物（クリーム系）を用いて変化させており、桁面積の変化のみ考えると、実験1、6と同様の変化をしていることになる。実験1、6では、実験7と異なり、画面内で樹木がなんらかの形で変化（実験1：面積、実験6：分布）している。実験7に於いても樹木の分布状態に若干の変化はみられるが、それ以上に白に近いクリーム色の建物の存在が大きい。このあまり自己主張を持たない色の面積の増加に伴い、高架橋の桁部塗装色が、ポイントカラーとして評価され始めているのではないだろうか。

又、実験5の結果より桁部面積が一定の場合でも樹木面積がある程度増加すると評価の散らばりが狭くなる。一般に評価者は、樹木に好意的な評価を行いがちであり、都市内の樹木について高い質的整備水準を期待していない。そのため、画面内にある程度の樹木が存在すると、その樹木量の多さを評価し、街路全体が調和していると評価を下す可能性がある。その際、街路内のその他の構成要素がどのような状態にあるかということは、些末な問題としてみなされるのであろう。樹木が街路景観に対して調和促進効果を持つと言い替えることも出来よう。

(2) 画面及び画面内要素の色彩変化の影響

a. 背景構造物の色彩変化(実験3)

高架橋の背後に存在する背景構造物の色彩変化による塗装色の評価及び評価順位の変化は、他の実験と比較して、かなり大きくなっている。評価値については、実験毎に回答者及び回答者数が異なるため、直接的な比較をすることは不可能であり、あくまで定性的な結果を比較するにとどめる。

背景構造物の色彩によって、評価の散らばりの程度、三すくみの出現、評価の一致性に差がみられる。これより、都市の色彩調和を考えると、回答者間の評価の一致がみられる色彩状態と、個人差が現れる色彩状態とが存在することが言えよう。

場面No.3-1（全実験共通場面）における背景構造物の色相は、シアン（青緑）系であり、うす青緑、ビスタチオによって生じる調和は共通要素の原理による調和と考えられる。コーラル、オレンジは、色相環における対照の位置に存在するが、評価は低い。コーラル、オレンジよりもシアン系よりの、うす緑黄が、ビスタチオと同じ評価を得ている。これより、シアン系の背景構造物が存在する街路においては、対照の調和は受け入れられないと推察される。

場面No.3-2 においては背景構造物は赤系である。この時最適調和色とされたのはビスタチオだが、この色は「ビスタチオ＞うす青緑＞コーラル＞ビスタチオ」という三すくみ（即ち評価順位が循環的な矛盾をはらむ状態）を形成しており、又コーラルは「コーラル＞オレンジ＞うす青緑＞コーラル」、更にうす青緑は「うす青緑＞うす緑黄＞オレンジ＞うす青緑」のような三すくみをなしている。（この場面における評価尺度上の順位は ビスタチオ＞コーラル＞オレンジ＞うす青緑＞うす緑黄となっている。図-7 参照）

評価尺度値の散らばりも小さいことから、特定の塗装色同士に対する判断の難しさと言うよりも、この景観場面において、塗装色の変化が与える影響が弱いと考えられる。これより、シアン系が主調色である中に、対照色の背景構造物が存在するという景観場面において、桁塗装色は大きな景観問題ではないと考えることが出来る。そのため、回答者によっては、桁塗装色の変化が、街路景観全体の調和に与えた変化を掴みきれない者も現れ、評価に一致性がみられなかったと考えられる。

場面No.3-3 は黄色系の背景構造物をもつ景観場面である）。ここで、同一の色相を持つうす緑黄は、最も

低い評価を与えられている。オレンジが次いで低く、最も高い評価を得ているのが、コーラルである。

同様の評価は、次の場面No.3-4 においてもみることが出来る。場面No.3-4 は、オレンジ系の背景構造物を持つ景観場面であり、4 場面の中では場面No.3-3 と似通った色彩分布を持つ。

これら二つの結果は、シアン系の街路景観に一定以上の黄色系・オレンジ系が存在すると、これらの系の色彩が強くなりすぎるため、全体としての調和からは外れてしまうと仮定すれば、説明がつく。それら二色よりシアン系から遠い位置にある赤系のコーラルの評価が高いのは、これがシアン系が支配的な色彩系の中で、シアン系から色相的に離れた存在であるために逆にアクセントカラーと見なせるからであろう。

b. 季節変化(実験4)

季節変化による景観評価の変動についての研究によれば、夏季の景観は冬季の景観に比べて景観評価が高く評価の散らばりも大きい。景観評価はともかく、本実験結果においても、評価の散らばりは夏季>冬季となっている。季節変化を扱った実験4は7パターンの実験中最も回答者数が少ない実験である。そのため、評価の微少な差異が結果として現れず、三すくみを多く持っ持っている。よって、この結果だけで季節変化を論じることはかなり危険であるが、大変大まかであることを覚悟してあえて考察を行なう。

評価のちらばりの広さは、夏(場面No.4-2)、春(場面No.4-1)、秋(場面No.4-3)、冬(場面No.4-4)の順である。桁面積を考えると、春及び冬は、樹木の葉が少ない(あるいは存在しない)ため若干大きくなってもしよさそうであるが、葉が最も多い夏の評価が散らばりが最も大きくなっている。秋、冬は、太陽光線自体が色を持っており、街路全体の色彩がその影響で同じ様な色相に変換されてしまう。そのため、塗装色を変化させても全体の評価大きく左右するには至らないのではないかと考えられる。

これより、季節を変動要因として持つ視覚データにより、高架橋塗装色を評価選定する場合、評価の差が大きく現れ、太陽光線による高架橋表面色彩の変動が少ない夏季に行うことが望ましいといえよう。

(3)画面の色彩状態と塗装色評価

実験1は、全画面に渡りシアン系色彩が支配的であり、色彩状態にかなりの類似性がみられる。塗装色の順位相関も全体的に高目であり、評価の高い塗装色は、場面No.1-1、1-2 ではピスタチオ、場面No.1-3 ではうす青緑となり、場面No.1-3 まで画面の属性(この実験では樹木量と桁面積)が変化すると、一位と二位の塗装色の間で、順位の入替わりがみられるが、その二色は、ともにシアン系に含まれる色彩である。

実験2は、支配的な色彩がシアン系から緑系へと徐々に移行している。順位相関も、場面No.2-3 と場面No.2-4 間以外全体的にかなり低くなっている。評価の高い塗装色も、シアン系のピスタチオ、うす青緑から、うす緑黄へと変化している。

実験3は、支配的な色彩には変化はみられないが、背景構造物の色彩変化により、高架橋桁部付近の色彩状態に変化が生じており、塗装色順位にもかなりの変動がみられる。

実験4の色彩分布には、全実験共通の夏季の場面(場面No.4-2)を除き、支配的な色相系の突出の度合いが低い。オレンジ系付近からシアン系付近にかけて全体的になだらかな分布を見せている。そのような場面においては、塗装色の評価に散らばりが少なく、三すくみも多くなっている。

実験5は、桁部面積に影響を与えない部分で樹木量を変化させているが、その変化が色彩分布に与える影響は少ない。場面間の順位相関は高く、評価の散らばりはかなり変化しているが、順位に大きな変化は生じていない。同様のことは、実験6にもいえる。

実験7においては、構造物の増加に伴い、シアン系の分布上の突出が弱まり、代わりに緑系から黄色系の色彩が増加している。この増加は、実験3、4でみられた様な、支配色系とは別の頂点を新たに形成するようなものではなく、支配色系を頂点とする「山」の高さが低くなり、勾配がなだらかなるような増加である。この実験においても、実験5、6同様散らばりこそ変化しているが、順位間に大きな変動はない。

これらは、場面の色彩分布が塗装色の選定順位に影響を持つという傾向と、色彩はそのまま、その色彩を属性の一つとする「もの」の種類の変化は、評価の散らばりに影響を与えるという傾向とを示すものとい

えよう。街路景観の構成要素の色彩を景観に調和を与える様に選定しようとするれば、選定判断の材料として、他の構成要素の色彩を利用すると考えられる。また、その時の色彩調和は、景観全体の支配色系または、桁部に隣接し塗装色との色彩的な関係が目につき易い街路景観の構成要素の支配色系と同一または類似の原理を満たすものといえよう。これは、回答者が、高架橋という街路構成要素に対し、街路景観内で強い自己主張を持つよりも、他の街路構成要素と同調調和することを期待している現れと考えることも出来よう。

(4) 色彩嗜好と高架橋塗装色評価

実験1において、塗装色の比較解答後、カラーパレットを用いた色彩嗜好の調査を行っている。解答者毎に塗装色評価との順位相関を求めた結果(図-4)、5%有意水準で相関が認められたのは、最も多い場面No.1-1との間でも41名中5名(約12%)である。三場面平均すると4%となり、この結果から色彩嗜好と高架橋塗装色の景観調和評価の間に何等かの有為な関係があるとは考えにくい。むしろ「好きな色ではないが高架橋にはあっている」という評価が行われていると考えるのが自然であろう。本実験のデータから、カラーパレットの嗜好順位が、純粋な色彩嗜好であるのか、あるいは回答者が各自何かの形状を仮定しておりその形状を持つ色彩の評価順位なのかを断定することは危険である。しかし、カラーパレット評価時に用いたものとは異なる高架橋塗装色の評価軸が存在することは否定できない。これは、色彩が高架橋という属性を有している場合、その他の属性を持つ色彩に対する色彩評価軸とは別個に、それを評価するための色彩評価軸が生じ、評価者はそれを基に評価を行うと言い替えることが出来よう。このことは、色見本等のみによる高架橋の塗装色選定方法を用いた場合、必ずしも景観的に良い結果を生むとはいえないことを表している。設計者の意図がどのようなものかは別として、このような方法による塗装色の選定は景観的には多くの問題点を持つといえよう。

(5) 同一実験内場面間の順位相関

各実験内の場面間に塗装色順位の相関は、場面No.7-1と場面No.7-2以外は5%有意水準で存在しなかった。また、各回答者毎の順位相関係数の分布からもそれは裏付けられた。全体的に、提示順位が連続している場面間で高めの相関がみられたが、これは場面属性の変化を提示順に連続的に行ったためと思われる。提示される景観場面は、提示順に基本場面からの変化が大きくなる。そのため、相関の強い景観場面間は、その場面間の要素変化が、塗装色の評価が変動する程大きくはなかったためと考えられる。

これより、実験2(高架橋一視点間の距離変化)、実験3(背景構造物の色彩変化)、実験4(季節変化)の場面間の要素変化は、他の4種の実験よりも塗装色の評価順位に与える影響が大きいといえよう。実験3と実験4は、景観場面の色彩分布変化が極めて大きい。これは、塗装色選定は、場面内の色彩状態から受ける影響が大きいことを表すといえよう。実験2は、色彩分布こそ若干の変動にとどまっているが、色彩選定対象である桁面積の増加にともない、その色彩を属性とする「もの」が変化している。色彩分布に変動が無くても、空の色として場面上に存在するか、高架橋の色として存在するかが異なるわけであろう。これは、

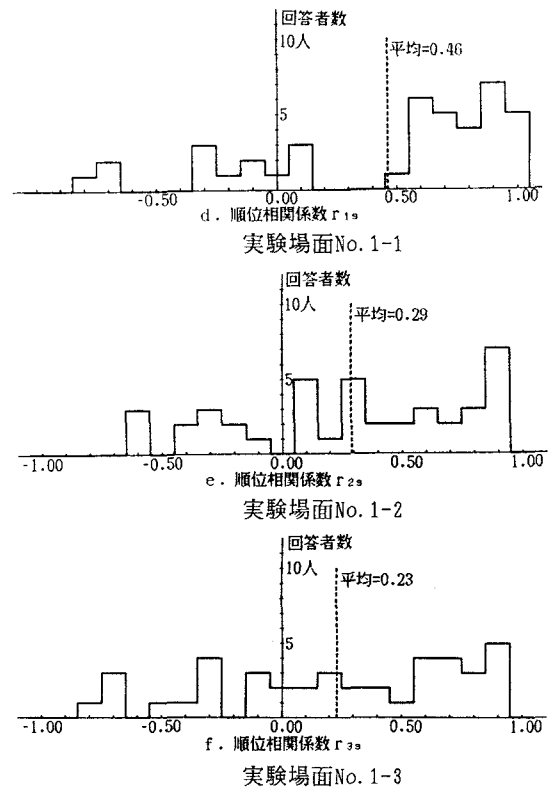


図-4 場面毎の塗装色の評価順位と回答者の色彩嗜好との順位相関係数の分布

色彩選定時に、形状の与える影響が存在するということである。このことから、色見本等のみによる高架橋の塗装色選定方法は景観的に問題を抱えているといえよう。

今回対象数が5色であり、順位相関を算出できる限界数であり、全ての順位が一致した場合のみ、5%有意水準で相関があるとされるため、基準としてはかなり甘いものとなっている。この甘いと考えられる基準においても、全実験に共通場面として用いた基本景観場面の実験間の相関はかなり低くなっている。7つの実験のうち数種に同一回答者が含まれていたため、その回答の一致性についてt検定を行ったが、5%水準で有為な差は現れなかった。人間の評価判断は、ある値を中心として一定のばらつきを持つと仮定される（今回尺度化に利用したThurstoneの比較判断の法則もこの仮定に基づく）。このばらつきの出現が、各回答者各々においては、容認される範囲であるものが、回答の集計により、蓄積される場合と、相殺される場合とがある。回答者数の増加に伴い、誤差は相殺される確率が高くなるが、回答者数が少なく、求める評価判断に影響を与える様な回答者の属性に偏りがみられた場合、誤差は蓄積されて、評価に影響をもたらす。今回、回答者数が少なく実験間の回答者数のばらつきも大きかったため、このような結果となった可能性もある。

(6) 尺度化のためのモデルへの適合性

モデルの適合性の検討を本研究では3種類の方法によって行った。グラフや表による検定ではかなりの逸脱が見られるが、 χ^2 検定の結果5%有意水準で全ての場面において、モデルの内的整合性が認められている。これは5%の有意水準に比べ、他の方法による検定が僅かな逸脱にも反応することを示す。本実験においては有意水準を5%に統一しているため、その水準においてこのモデルは満足できる適合性を示している。

5. 結論

景観場面の属性（高架橋桁部・樹木）の変動に伴い、その場面に調和をもたらす高架橋桁部塗装色も変化することが観測された。これより、塗装色評価の変動と景観場面の属性変化との間に、次のような傾向が認められる。

- ① 樹木面積の増加に伴う塗装色評価の散らばりの減少
- ② 景観場面の構図・構成要素・色彩属性の変化に伴う塗装色の評価順位の変動
- ③ 季節変化による太陽光線の色光化に伴う評価の散らばりの減少
- ④ 街路の景観調和状態は、色彩調和の同一または類似の原理を満たす

これらの結論は色彩選定は、視点近傍の要素に強く影響されるということを示すものでもあり、高架橋の特定路線全体にわたる最終的結論を下すためには、現実の景観評価と実験画面への評価との間の相似則の確立と、実験場面を増やすことが必要である。本研究は、高架橋の色彩評価における特性を求め、現実の景観への応用を示唆するにとどまっている。具体的には、同一色が、画面に出現する状態の変化によって評価が変動するかどうかを求め、色彩選定時に考慮すべき条件を示すものとする。

大都市内に存在する高架橋は、自動車の普及した現在、都市交通の要である。自動車専用高架橋はもとより、鉄道、一般道路の立体交差、歩道橋に至るまで、何等かの形で高架橋という他交通との平面的交差を避けて時間短縮と安全確保を図る構造形式を利用しており、今後も当分は利用されるものと思われる。そのスケールから考えて、高架橋が都市景観・街路景観に対して持つであろう影響力は大きく、その数の増加とともにますます増大すると想像される。用地確保等の問題から、道路の地下化も計画されているが、現在存在する高架橋がその姿をすべて消すに至るまでには、まだ長い年月を要すると思われる。

色彩選定には実際の景観場面によるシミュレーションを用いた検討が有用である。しかし、施工区間全ての景観場面について検討することは時間的、労力的に困難を伴う。仮に実施したとしても、種々の沿道空間を持つであろう全場面に於て同水準の調和をもたらす塗装色は、存在し得ないと思われる。そこで代表的な解を求める必要が生じる。何種類かの異なる景観属性を持つ街路を通過するような高架橋の最適塗装色を選定するために、施工区間を代表する景観場面の抽出が必要である。

[参考文献]

- 1) 柳瀬徹夫(1986)知覚心理と景観研究、造園雑誌 50 (2)
- 2) 都市の景観形成と首都高速道路に関する委員会 (1987)都市の景観形成と首都高速道路、(財)日本文化会議
- 3) 高根芳雄(1980)多次元尺度法、東京大学出版会
- 4) 窪田陽一(1986)街路景観の類型に関する構造分析、第18回日本都市計画学会学術研究発表会論文集
- 5) 窪田陽一、山崎啓子(1987)交通環境の評価手法に関する研究 土木学会第42回年次講演会概要集
- 6) 小沢和弘(1989)画像処理技術を用いた景観シミュレーションシステム、昭和63年度埼玉大学工学部建設工学科卒業研究論文
- 7) 山崎啓子都市内高架橋の色彩選定に関する実験的研究(1989) 埼玉大学大学院修士論文
- 8) 「樹木の設計」編集委員会編(1977)樹木の設計－緑の創造－、産業技術センター
- 9) 土木学会編(1985)街路の景観設計、技報堂出版
- 10) 桜井廉(1986)街路樹と並木、小学館
- 11) 笹谷康之(1985)野外実験を用いた地域景観の分類・評価に関する研究、土木計画学研究・論文集2
- 12) 明石行生、竹内義雄、乾正雄(1983)建築色彩の写真測色のための基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集
- 13) Deborah T. Sharpe(千々岩英彰、齊藤美穂訳)(1987) 色彩の力、福村出版
- 14) 新谷景一、蛭川喜寿、北村真一(1985)コンクリート構造物表面の時間変化－よごれについて－、土木学会第40回年次講演会概要集IV
- 15) カラープランニングセンター編(1984)環境色彩デザイン 美術出版社
- 16) 近藤大昭、安本雅彦、乾正雄(1983)色彩の誘目性に与える直接及び間接背景色の影響 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 17) 竹内義雄、忍見武史、乾正雄、明石行生(1984)都市景観の色彩分布に関する研究 その1～その3 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 18) 小松稔明、明石行生、中村芳樹、讀井純一郎、乾正雄(1985)都市景観の色彩分布に関する研究 その4～その6 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 19) 中村芳樹、乾正雄(1986)外部環境における色の分布の特性 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 20) 小松稔明、榎究、中村芳樹、乾正雄(1987)街路景観の色彩調和 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 21) 篠原修(1982)新体系土木工学59 土木景観計画技報堂
- 22) 小町谷朝生(1987)色彩のメカニズム 徑草書房
- 23) 小林重順、近藤恒夫、児玉晃、吉田慎悟、村上友宏(1988)特集・まちの色彩 月刊観光
- 24) 篠原修(1985)首都高速道路の計画と設計思想 土木計画学研究・論文集2
- 25) 細川政弘、窪田陽一(1977)街路の景観評価に関する基礎的研究 土木学会第32回年次講演会概要集IV
- 26) 八十島義之助、窪田陽一、細川政弘(1977)地域景観の構造分析 土木学会第32回年次講演会概要集IV
- 27) 武井正昭、田中智(1983)建築物と道路との視環境に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 28) 武井正昭、関川俊一(1986)住宅地の景観計画の基準となる樹木量設定－市街地街路の景観計画に関する研究・その3 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 29) 山田晴利、篠原修、天野光一、岡田一天(1984)モニターによる街路景観の対高架構造物寛容度に関する研究 土木計画学研究・論文集1
- 30) 岡田一天、山田晴利、篠原修(1981)街路景観タイプと対高架構造物寛容度に関する基礎的研究 土木学会第36回年次講演会概要集
- 31) 山田晴利、篠原修、岡田一天(1986)街路の対高架構造物寛容度に関する研究 土木計画学研究・講演集5
- 32) 平手小太郎、安岡正人(1987)街路樹のある街路景観の心理的評価を規定する物理指標の検討 日本建築学会大会学術講演梗概集
- 33) 榎原和彦(1986)街路空間の評価に関する調査 土木計画学講習会テキスト 土木学会
- 34) 佐藤研一、平手小太郎、岡安正人(1985)季節差による都市の緑の視覚心理的效果に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集

(1990年10月12日受付)