

動的景観シミュレーションシステムを用いた跨道橋梁群の景観評価手法

Evaluation on Landscape with Overpasses using CG Animation System

深堀清隆* 窪田陽一**

By Kiyotaka FUKAHORI and Yoichi KUBOTA

This study has two purposes. The first is to develop a CG animation system with photo montage for simulating more realistic landscape images. This system has been used for the analysis of driver's psychology influenced by view of structures. The second is to propose an evaluation method for sequential landscape images. As a case study, the authors attempt to evaluate sequential landscape with several overpasses using representations by the CG animation system.

1. 緒言

今日、土木構造物の景観検討においてCGなどの表現手法を用いた景観シミュレーションが広く行われるようになっている。この景観シミュレーションの新たな動向として、扱う景観が視点移動に伴う景観変動を無視できないような場合や単に良好な再現性をもったプレゼンテーションが必要とされる場合においてCGアニメーションが導入されつつある。これらは例えば土木構造物が道路上を走行する車両運転者に何らかの心理的影響を与えると考えられるような場合に有効であろう。CGの先端技術からすれば常識とされているアニメーションも土木景観分野への普及においてはコスト、操作性といった問題が懸念されるが、近年はパソコンレベルでの画像処理装置やソフトも幅広く豊富に揃い、これらの低価格化が進んでいる状況にあってはシステムの完備もそう困難ではないと思われる。土木景観分野ではこれまでにワークステーションクラスの計算機を用いて榊原等がCGアニメーションシステムの開発を行っており¹⁾、また灘岡等は海岸景観における波をCGアニメーションで表現した²⁾。一方パソコンレベルでは萩原等がCGアニメーションシステムを用いて道路標識の評価を行っている³⁾。ただしパソコンレベルのCGが抱える問題点は、建設予定の構造物の背景(樹木などの自然や町並み)は十分な再現性を有しているとはいえない点にある。これに対する解決策として写真、VTRなどの実写背景と建設予定のCG構造物の合成(CGフォトモンタージュ)という手法がある。本研究は一般には困難であるといわれている前述のCGアニメーションとCGフォトモンター

* 埼玉大学大学院 (〒338 埼玉県浦和市下大久保255)

** 工博 埼玉大学助教授 (〒338 埼玉県浦和市下大久保255)

ジュの融合を試みたものである。

このように景観設計の予測段階における視覚化手法が進展し次々と実現していく中で、景観の定量的評価手法は確立され広く利用されているとはいえない。定量的評価手法の究極の目的は緻密で心理的な代替案の点数付けにあるが予測と評価がうまく連携していないために視覚化手法はプレゼンテーション重視の傾向がある。既存の研究で導かれた定量的評価モデル⁴⁾～¹⁰⁾は限られた景観現象内で意味をもち、より普遍的な有効性をもった手法は存在しないというのが現況であろうしやむを得ないことと思う。また視点移動を伴う動画を使用して、シーケンス景観の研究を行うことに関しては従来の評価手法にいくつかの問題点が存する。例えば、景観規定要因と心理的評価尺度の関係をさぐる計量心理学的手法においては、一部の景観規定要因(仰角、構造物の画面内に占める面積など)が時間的変化に伴い変動してしまうことや、サイコベクトルによる定量的評価¹¹⁾においても構図の変化に伴うサイコベクトルの変動をどう扱うかといった問題がある。またこれはニューラルネットワークを用いた景観評価¹²⁾についても当てはまる。これらの問題点を解決し、従来のスライドなどの静止画にかえて動画を用いた評価手法を確立することは、実景観と視覚化映像のギャップを解消し景観評価の信頼性を高めるうえで重要と思われる。本研究においては、一対比較法やマグニチュード推定法などの計量心理学的手法を従来のシーン景観に適用した例と基本的には同じ方法で用いる。そして高速道路における跨道橋下の走行を再現した動画に対する、圧迫感などの心理的不快感の定量的な評価を試みた。

2. 動的景観シミュレーションシステムの構築

2.1 システム概要

本システムは、高橋等の研究¹³⁾に継続して開発されるもので、景観設計の支援に利用される景観シミュレーションシステムに、

①景観再現性向上のためのCGとVTR映像のモンタージュ手法

②臨場感向上のためのアニメーション手法

③操作性向上のためのマンマシンインターフェース技術

の導入を図るものである。このためにまず

(1) VTR映像の画像データ化、アニメーション

コマ撮りのためのハードウェアシステムの構築

(2) 3次元CGデータ作成、アニメーション

自動作成のためのソフトのC言語による独自開発を行う。

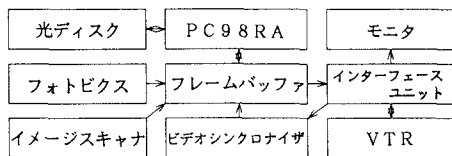


図2-1 ハードウェア構成

2.2 ハードウェア構成

本研究では、フォトモンタージュによる景観再現を基本としているので、フレームバッファを中心としたシステムとなっている。ここではVTRの映像を利用するため、RGBとNTSC信号を相互に変換するオプション、信号間の位相修正などを行う機器及びコマ撮りのできるVTRが導入されている。(図2-1)

2.3 動画作成手順

図2-2(次項)に作業メニューの階層構成を示す。

(1) 背景画像撮影

映像の背景となる部分をビデオカメラで撮影する。後述のアニメーションプログラムの機能により、移動方法は直線、円曲線、クロソイド曲線の定速移動に限られ、注視方向は移動方向の接線方向に固定されているので、道路走行に際してそのような条件を満足する映像を撮影する。このとき車両の振動や上下動によるカメラのぶれや、後にCGをはめ込むべき位置と視点との間に障害物が入らないように十分注意した。

(2) 背景画像のデータ化

撮影された映像に信号修正及び変換を施し、必要なコマ数ごとにフレームバッファ付属のソフトを用いてRGBイメージデータに変換する。イメージデータはすべて光ディスクに保存される。

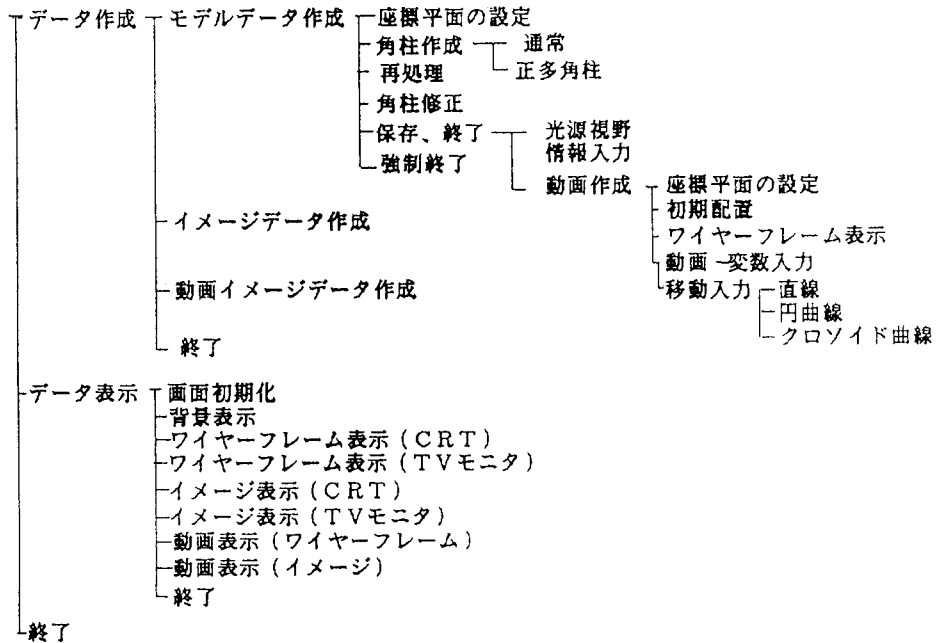


図2-2 作業メニューの階層構成

(3) CGの作成

CGの作成は4つの主要なプログラムをメニューから適宜呼び出すことで行われる。

①簡易3次元CGCAD

ここでは構造物は多角柱の組み合わせで表現される訳だが、これらの複数の多角柱の位置関係を視覚的に把握しながらデザインができる。編集画面は平面、立面、側面図の3つで、その中に任意に角柱断面形状と高さをマウスのみの操作で描くことができる。編集のはじめに編集平面の大きさを入力することにより、構造物の実寸でのデータ作成ができる。またそれぞれの形状はラバーバンド方式の辺と頂点の修正ができる。また正多角柱、円柱などの自動作画もできる。構造物の状態は3方向から表示されており、常に形状を確認しながら編集ができる。編集の終了時に、レンダリングの時必要になる光源の情報や解像度、視野角、シェーディング法の選択番号を入力し、3次元データが保存される。

②モデリングプログラム

ここでは与えられた構造物の3次元データに透視変換を施す。

③レンダリングプログラム

ここでは透視変換された画像に対し、陰面消去及びシェーディングが行われる。本研究では陰面消去にはZバッファ法を採用し、シェーディングにはランバート (Lambert)、フォン (Phong)、ブリン (Blinn) のモデルが選択できる。シェーディングでは色の情報が必要となるが、これらのモデルに対応した色の情報は、R、G、Bそれぞれがもつスペキュラー (specular)、デヒューズ (diffuse)、アンビエント (ambient) の数値で表される。これらの情報は、あらかじめ各種の色がデータとして保存されており、これらの中から使

用する色は①で指定される。

④ モーションデザインプログラム

ここではアニメーションのための視点移動をデザインする。まず視点移動を描く編集平面（地平面）の大きさを実寸単位で入力し、原点にある視点に対しその平面内にマウスで、すでに作成してある構造物を配置する。この時点でTVモニタに背景と構造物のワイヤーフレームの合成画像が表示されるので位置の確認が可能である。これに対して移動法を直線、円曲線、クロソイド曲線から選択し、それぞれパラメータを入力すると、視点の軌跡が平面内に描かれる。ここで作成する動画の1秒当たりのコマ数（最大30コマ）、視点移動速度を入力すると自動的に動画データが出力される。このデータをもとに②と③のプログラムが呼び出され、各コマに対応するイメージファイルが自動的に作成され、光ディスクに保存されていく。

(4) 画像の合成及び録画

背景とCGの合成及び録画は以下のように行われる。まず光ディスクに保存してある背景画像の第1枚目をTVモニタに表示する。同じく光ディスクに保存されているCGイメージ画像を、背景の上に塗り重ねるわけだが、このイメージファイル内のRGBの各数値において、透視変換されレンダリング処理された構造物の部分以外の座標は、すべて特殊な数値（RGBは各0から2⁸=256）となっており、塗り重ねプログラムはその座標には描画を行わないようになっている。したがって背景とCGの合成が可能となる。CGと背景の位置の微調整は、レンダリング前に既にワイヤーフレームによって済んでいるはずであるが、ここではさらに、CG側の画像をスクロールさせることができる。合成が済んだら、その画像をNTSC信号に変換し、指定フレーム数だけ録画する。ここまでの一連の作業を全てのコマについて繰り返すわけだが、画像の連続表示は自動でなされるものの、録画だけは手動によらねばならない。

3. 跨道橋梁群の景観評価実験

3.1 実験の目的

近年、平地部の土地不足などの理由から宅地などの市街地が丘陵部や山間部へと拡大しつつある。丘陵部の高速道路は経済性の点から切土形式が選ばれることが多く、周囲が市街地となるといくつもの跨道橋がかなり近接して高速道路を横切ることになる。起伏に富んだ地域を通過する区間が多い高速道路である関越自動車道や中央自動車道などではこのような例が数多くみられ、眺望が損なわれたり、車両運転者が圧迫感や錯綜感を訴えることも増え、交通工学上の安全性や快適性の観点からもこの問題は無視できない。ここで関越自動車道（所沢～前橋間81.7km）における跨道橋の間隔の度数分布を示す（図3-1）。これを見ると200mの間隔のものが最も多くなっている事がわかる。本実験では橋梁間隔を100mから300mの範囲で検討しているが、この範囲のものは総サンプル数52件のうち38件（73%）となっている。さらにそれよりも間隔の短いもの（100m未満）も3件（6%）存在する。もし橋梁間隔が圧迫感や錯綜感にある程度の影響を与える要因であるとする、このような状況は問題であるといわねばならない。このように本実験は計量心理学的手法を用いて、この景観対象における評価規定要因と評価尺度の関係を分析するものであり、これは規定要因を変化させた景観画像を前述したシステムで数種類作成しそれらを複数の被験者に比較してもらおうという方法をとる。そしてこの心理実験の結果から一対比較法やマグニチュード推定法などの計量心理学的分析法を用いて圧迫感や錯綜感といった心理的悪影響を表す尺度がどのように形成されるのか、規定要因間の関係はどうなっているか、定量的評価モデルの作成とそ

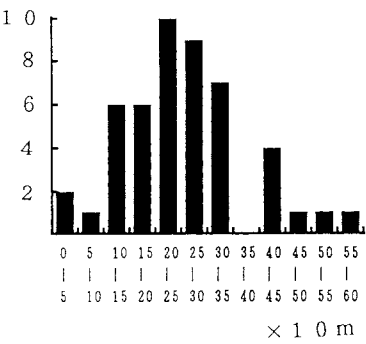


図3-1 橋梁間隔の度数分布

注) ・総サンプル数は52件であった
・橋梁間隔が1km未満のものを集計した
・600m以上1000m未満のものは4件あった

の有効性はどうかなどを検証するものである。ただ評価対象が動画であるため前述のように視点移動によって規定要因が時間的に変動してしまい、従来の計量心理学的手法の適用が容易ではないので、ここでは時間的変動のない構造的要因、すなわち桁高、桁下高、橋梁間隔を規定要因と仮定した。これらは規定要因として規定力が高くないおそれがあるものの、視点移動に伴う見え方の変化によって景観の構図や質感に何らかの影響を与え、また定量的に捉え易いものであることから採用した。また本研究における橋梁景観の評価尺度としては走行中の運転者への心理的影響という観点から重要と思われる、圧迫感、錯綜感、安定感、総合評価としての好ましさの4つを選定している。一般に橋梁景観を評価する尺度としては圧迫感、親近感、安定感、連続感、錯綜感などがあるが、圧迫感は跨道橋の下を走行する運転者にとって心理的に重要な尺度である。錯綜感は複数の橋梁が連続的に出現する場合に問題となる高速走行における明暗の対比やちらつきを評価する上で重要である。安定感は橋梁のプロポーションに関連すると考えられるもので、車両の運転者に対して上方にある重量物である橋梁がもたらす心理的感覚として重要なものである。好ましさ以外の尺度はかなり意味の限定された感覚であり、おそらく被験者群の評価の一致性も高く、物理量との1次元対応付けは容易だと思われる。

3.2 実験の手順

以下の3つの評価実験を行った。

実験1, サーストンの比較判断の法則に基づいた距離尺度を圧迫感、錯綜感、安定感、好ましさそれぞれについてとめる。

実験2, マグニチュード推定法によって各対象の評定値をもとめ桁高、桁下高、橋梁間隔との回帰分析を行う。

実験3, 一対比較法のデータに対し林の数量化Ⅱ類による要因の規定力分析を行う。

3.3 跨道橋の景観画像の作成

評価対象には前述のシステムを用いて作成した動画を用いた。背景画像は中央自動車道と関越自動車道の一部の区間を時速100kmで走行し、車両前方の道路景観を8mmVTRカメラで撮影した。その中から切土区間でない、かなり長い直線区間に見える、視野内に他の車両の映っていない10秒程度の映像を選定し画像データ化した。これはある程度長い切土区間には既に跨道橋がかかっているためと、前述のように近くに車両等があると、その上に遠方にあるはずのCGの跨道橋が上書きされてしまうためである。静止画なら新井等のLANDSCAD¹⁵⁾のような画像処理システムを用いて修正が可能だが、動画に対するこのような修正は非常に手間がかかる。CGでは基本的な角柱の組み合わせで表現できる程度の跨道橋を同形式、等間隔で5つと法面(切土面)を作成した。跨道橋の高欄などの細部はポリゴン数(面数)をわずかでも抑えて処理の高速化を図るため表現していない。切土面には実写映像から切りとったテクスチャーを張り付けることが考えられるが動画の全てのコマにそれを施すのは困難であったので、かわりに実写映像からよみとった代表的なRGB値で表面を彩色している。実験では多数の対象を必要とする事から作業の軽減のため、1つの対象を1秒間に5コマの精度で10秒の動画とした。合成時にはやはり実写とCGのズレが問題となった。視軸のズレはCG側の視軸を調整した。カメラの上下振動によるズレはCG側を上下にスライドすることで解消した。実験に必要な対象数分の画像すべてに対して調整を行うのは困難なので、一度調整したら各コマのズレのデータを保存しておき2度目からは自動的に調整と合成がなされるようなプログラムを開発した。図3-2(次項)に実際に作成された画像を示す。

3.4 画像の提示と心理実験

このような画像をビデオプロジェクターを用いてスクリーンに投影した。比較される2つの対象を連続して映写し、被験者は前後の動画を見た後、圧迫感、錯綜感、安定感、好ましさについて同時に判定する。被験者は埼玉大学工学部の建設系学生93名であった。

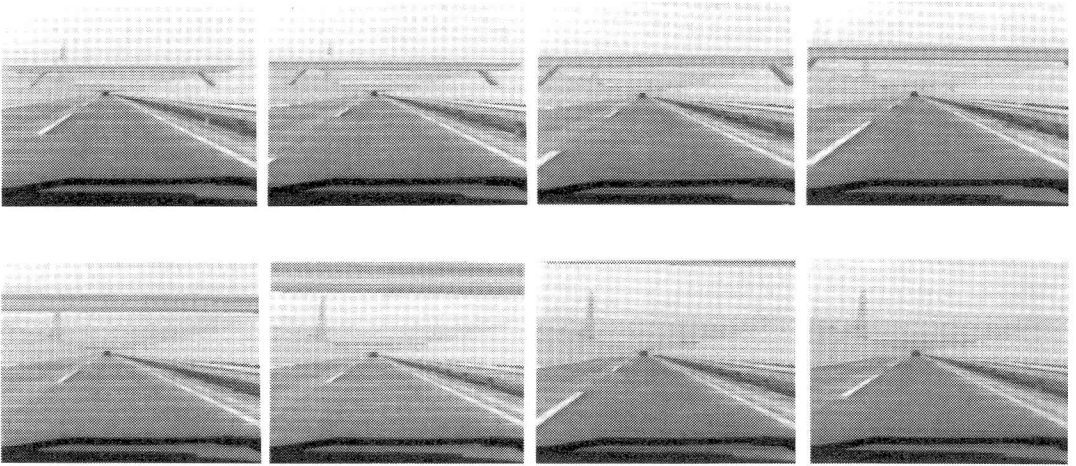


図3-2 実験に用いた画像例

3.5 実験1－サーストンモデルによる評価尺度構成

(1) サーストン (Thurstone) の比較判断の法則に基づく評価尺度

一定の刺激が繰り返し呈示されるときの知覚反応の強度はある中心のまわりにある度数分布に従って変動すると期待される。ここで同じ感覚様相に2つの刺激が同時に呈示され、被験者にどちらが大きいと判断させる場合を考えると、これら2つの刺激 S_1 と S_2 に対する2つの度数分布が得られる(図3-3)。図に示されている2つの刺激に対する反応間の差は平均では Z_{12} になる。このような状況の独立試行を繰り返すことで知覚反応の差 Z_{12} の度数分布が得られる。これが正規分布であると仮定すると、対象 a_i が対象 a_j より好ましいと判断される確率 $Pr(a_i > a_j)$ から正規分布表を用いて Z_{ij} を見積もることができる。これをもとにして各対象の選好尺度値を求め、使いやすい整数値に変換したものが本研究でいう相対評価値である。

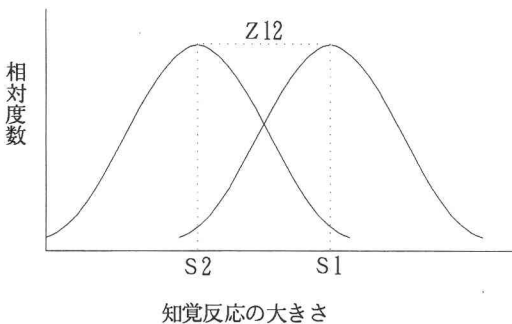


図3-3 2つの刺激に対する度数分布

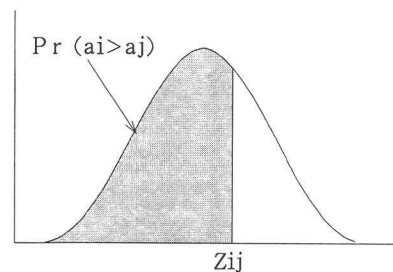


図3-4 $Pr(a_i > a_j)$ から Z_{ij} を求める

(2) 実験の実施

この実験では圧迫感、錯綜感、安定感、好ましさの評価尺度と桁高、桁下高、橋梁間隔の規定要因との1対1の対応付けを行うため12の一対比較実験を含むことになる。対象は桁高を0.4mから2.0mまで、桁下高を5mから13m、橋梁間隔を100mから300mまでそれぞれ5段階に変化させたものをシステムを用いて作成した。したがって1つの一対比較実験の映像数は5で10通りの比較が行われる。1つの規定要因が変化するとき他

の規定要因は固定されている。ここで実験に用いたCGの橋梁側面図と橋梁断面図を示す（図3－5）。また表3－1に橋梁側面図における各変数の値を示す。

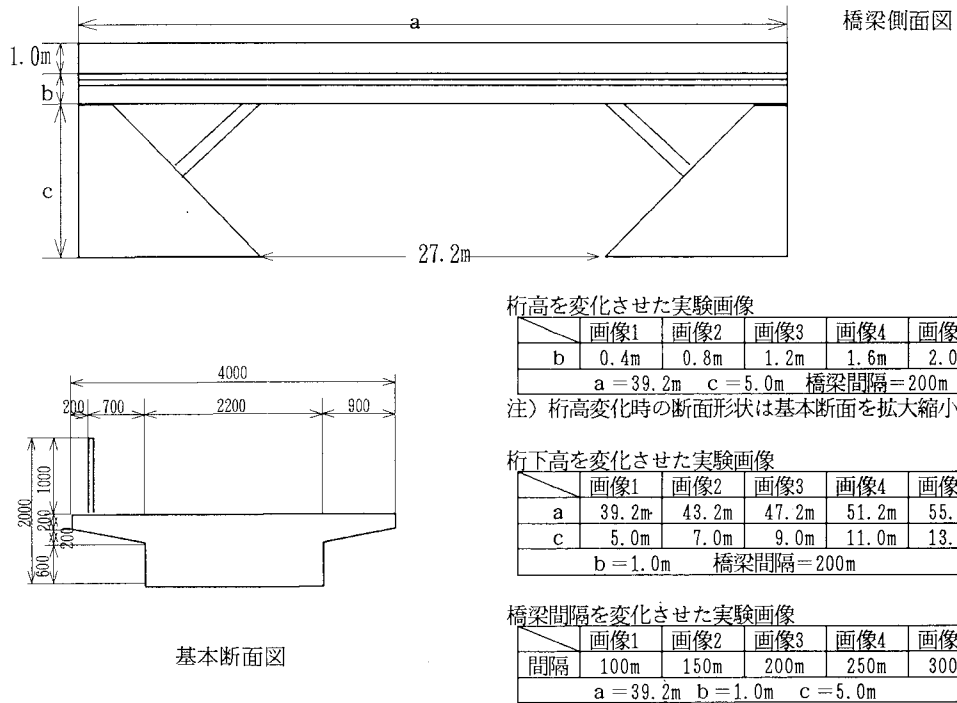


図3－5 橋梁の側面図と断面図

表3－1 一対比較実験に用いた画像寸法
(橋梁側面図におけるa,b,c、橋梁間隔の値)

(3) 実験結果

一対比較の結果を集計し尺度化したものをグラフ化して図3－6に示す。これによるとまず桁下高の変化による評価の変動を見ると(図3－6 I)、桁下高が高くなると圧迫感や安定感は単調に減少する。

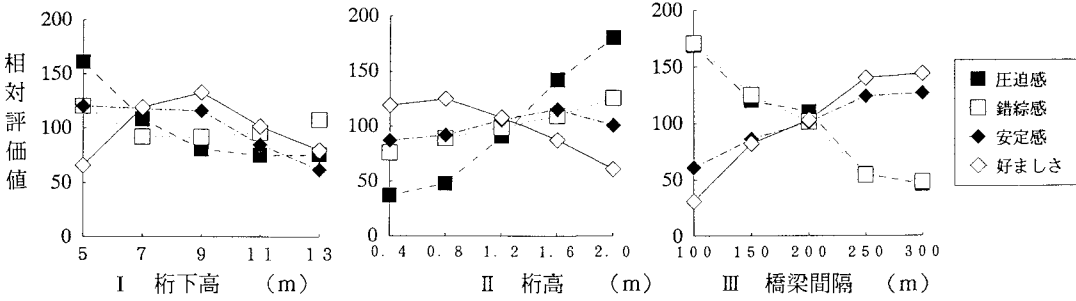


図3－6 一対比較実験のデータより求められた各画像の相対評価値(縦軸)

錯綜感は桁下高7mで最小値を経て再び増加する。好ましさは9mのものが最もよい評価を得ている。次に桁高の変動による評価の変動を見ると(図3－6 II)、安定感が桁高が厚くなるにつれ増加するものの圧迫感や錯綜感も増加し、結果として好ましさは0.8mで最高値を経た後、減少する。橋梁間隔による評価の変動は(図3－6 III) 圧迫感、錯綜感ともに間隔が短くなるにつれ増加しており、安定感も間隔が短い方が悪い。したがって好ましさは間隔が長い方が良いという結果になっている。

(4) 被験者の着座位置の違いによる影響

実験にあたって被験者は実際の景観体験に近い画像提示を受けるべきで、本来ならば画像に対して決められた視野角、距離で評価を行うべきである。一方被験者の数も実験の精度、信頼性を高めるためにある程度数は必要であろう。この実験には93名の被験者が参加したが、実験を数種行うこともあり被験者を分けて行うのは困難であった。したがって実験は93名同時に行った後、座席の位置の違いによる評価の一致性を検討し問題がなければすべてのデータを有効と考える。方法は教室内の座席の位置を縦3横3の計9グループとし、グループごとの選好順位の相関すなわち一致性係数をもとめる。この結果を表3-2に示す。これによると一致度は高く、また無一致の検定によっても一致性がないとはいえないという結果となった。

	圧迫感	錯綜感	安定感	総合評価
桁下高変化	0.64144 **	0.33272 *	0.28913 *	0.56648 **
桁高変化	0.90792 **	0.51932 **	0.19342	0.56817 **
橋間隔変化	0.87917 **	0.87968 **	0.66726 **	0.81884 **
両側検定	** 1%で有意 * 5%で有意 無印 有意でない			

表3-2 各実験におけるグループ間の一致係数と検定結果

(5) 個人データの信頼性（判断の確定性）

判断の確定性を示す指標には3すくみの数による確定性係数がある。この係数は3すくみ数のその最大出現可能数に対する割合によって示されるもので1に近いほど確定性は高い。表3-3に各実験における確定性係数をしめす。ここでは最大出現可能数に達した個人データは除去しており比較的信頼できる値と思われる。

	圧迫感	錯綜感	安定感	好ましき
桁下高変化	0.725	0.634	0.684	0.677
桁高変化	0.772	0.656	0.649	0.613
橋間隔変化	0.710	0.735	0.602	0.684

表3-3 各実験における確定性係数

(6) データの内的整合性

一対比較の尺度化はある対象が他の対象より好ましいと判断される確率（選好確率）に基づいている。実験によって実測されたこの値と、サーストンのモデルによりもとめた尺度から逆算した選好確率の差を調べることでサーストンの比較判断の法則の適用の妥当性が検討できる。表3-4は各実験における選好確率の実測値と逆算値の10の比較判断における差の平均値である。これによると規定要因が桁下高で安定感の評価尺度以外の比較実験ではかなり一致していることがわかる。これに対してモステラーの方法による χ^2 検定をおこなうと内的整合性の疑わしいものがある（表3-4）。この矛盾した結果は、10の比較判断の内、1、2の比較判断においては選好確率の実測値と逆算値の差がかなり大きく、その他は非常に良く一致していることから、平均的には妥当であることを示し、モステラーの方法は一部の逸脱をよく表現するものと思われる。

	圧迫感	錯綜感	安定感	総合評価
桁下高変化	0.0304	0.0193	0.1306	0.0328
桁高変化	0.0563 ×	0.0377	0.0347 ×	0.0493 ×
橋間隔変化	0.0445 ×	0.0495	0.0383	0.0370

×：内的整合性なし

表3-4 各実験における対象の選好確率と尺度より逆算した選好確率との差の平均値及びモステラーの方法によるモデルの内的整合性検討結果

(7) まとめ

実験結果より各規定要因による評価尺度の変動を捉えることができ、規定要因の変化により相対評価値の単調増加、減少する尺度、評価変移点（評価最適値）の存在する尺度（図3-6）を見いだすことができた。また規定要因が連続的な定量データのため実験条件の範囲内ではグラフから評価値を推定することも可能である。今回の実験条件をこえる場合については、橋梁間隔については相対評価値は比較的容易に推定されるが、それ以外の要因については、さらに多くの実験成果の蓄積を必要とするものがある。

3.6 実験2－マグニチュード推定法による実験と定量評価モデル式の作成

(1) 実験の実施

画像は実験1と同じ各規定要因5段階のものを使用する（図3-5、表3-1）。本実験のマグニチュード推定法では、表3-1に示した「画像3」をそれぞれ標準画像とし、この標準画像の評定値を100とする。実験においてはまず標準画像を提示し、それに続いて評価対象画像を提示する。被験者は前の標準画像と比較しながら圧迫感などについて評価すべき画像に評定値を与える。

(2) 回帰分析

一般に評定値と各規定要因との関係はスティーブンスのn乗法則 $P = CS^n$ （P：反応、S：刺激量、C、n：定数）に一致するといわれている。そこで桁高、桁下高と橋梁間隔の各規定要因と評価値の対数を取りそれについて回帰分析を行った。ここで各実験における定量評価モデル式の係数Cとnの表と分散分析表による関数式の当てはめ具合の検定の結果を示す（表3-5）。

		圧迫感		錯綜感		安定感		総合評価	
桁下高	n	-0.2057	*	-0.1043	*	-0.2543	*	-0.0879	*
	C	4.9472		4.7236		5.0721		4.6976	
桁高	n	-0.2192	*	-0.0906	*	-0.0462	*	0.0926	*
	C	4.5657		4.5446		4.5513		4.5133	
橋梁間隔	n	-0.2155	*	-0.3314	*	0.0522		0.2096	*
	C	5.6453		6.2473		4.2804		3.4271	

*** 有意水準1%であてはめは有意
* 有意水準5%であてはめは有意
無印 有意水準5%で有意といえない

表3-5 定量モデルにおけるnとC値及び関数の当てはめ具合の検定

(3) 考察

検定の結果ほぼすべてのモデル式の妥当性が示された。しかしモデル式とサンプルの散布図（図3-7）を見る限り必ずしもモデル化は完全であるとはいえない。また対数をとらない規定要因と評定値の相関関係と比べてみても僅かしか相関係数は増加していない。これは桁高と桁下高、橋梁間隔の規定要因がはたしてスティーブンスのn乗法則における刺激量といえるのかという問題、たとえば構造物の見えの面積と構造物自体のもつ物理的寸法の差とは程度の差に過ぎないもの見えの面積のような要因の方がより人間の受け取る感覚刺激に近いということであり、3.1の概要で述べた理由から選んだこれらの規定要因の規定力がやや弱いという点ではなかろうか。またこれら規定要因の変化を10秒の動画で判別し、評点をつけるという作業が困難であったとも考えられ各対象に与えられた評点の差より個人の評価特性の差の方が大きいという傾向も見受けられる。ただ直線回帰の検定の良

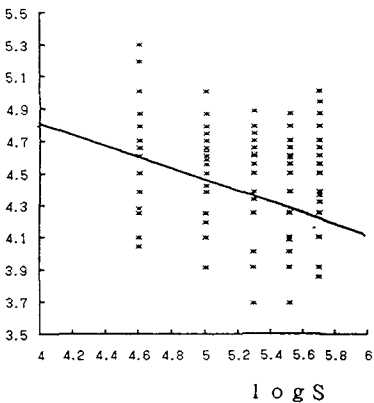


図3-7 logPとlogSの関係
(P:錯綜感評定値、S:橋梁間隔の場合)

好な結果は桁高などの構造的要因によって景観評価を行える可能性の高いことを示しており、構造物の設計者にとってもわかりやすい構造的要因によって評価予測が可能なことには意義がある。

3.7 実験 3－各要因の規定力分析

(1) 実験の実施

ここでは規定要因間の関係を分析するために桁高、桁下高、橋梁間隔を同時に変化させた画像を 10 通り作成し一対比較を行う。これらの画像の内容を表 3－7 に示す。ここでの評価尺度も圧迫感、錯綜感、安定感、好ましさの 4 つで画像の質も実験 1、2 と同じである。対象は 10 あるので比較は 45 回である。被験者 90 人のデータから 30 人分をサンプルとして採用した。

	桁高			桁下高			橋梁間隔		
	0.4m	1.2m	2.0m	5m	9m	13m	100m	200m	300m
画像 1	●			●			●		
画像 2	●				●				●
画像 3	●					●		●	
画像 4		●			●				●
画像 5		●		●			●		
画像 6		●			●			●	
画像 7		●				●		●	
画像 8			●		●		●		
画像 9			●	●					●
画像 10			●			●		●	

表 3－7 各画像の内容

(2) 個人データの信頼性

一対比較データに対して 3 すくみ数から確定性係数を求めた。表 3－8 に 3 すくみ数平均と確定性係数を示す。係数はそれほど高いわけではないが比較的信頼できるとおもわれる。

	圧迫感	錯綜感	安定感	好ましさ
3すくみ数平均	10	14	19	15
確定性係数	0.741	0.656	0.535	0.625

表 3－8 各実験の 3 すくみ数平均と確定性定数

(3) 林の数量化Ⅱ類による分析

ここでは一対比較法のデータを林の数量化Ⅱ類に適用する。まず外的基準は例えば圧迫感の実験では圧迫感がより大、より小の 2 群となる。要因（アイテム）は桁高、桁下高、橋梁間隔の 3 つでありそれぞれ 3 つずつカテゴリーを持っている。一人の被験者のデータは 45 通りの比較からなるが 1 つのサンプルが持つデータ内容は 1 回の比較で比較される 2 つの対象がどのカテゴリーに反応するかであり、その 2 つの対象が評価尺度のより大、より小のどちらかにそれぞれ対応している。したがって総サンプル数は 45 × 2 × 30 人の 2700 となる。

		圧迫感		錯綜感		安定感		好ましき	
		カテゴリ	レンジ	カテゴリ	レンジ	カテゴリ	レンジ	カテゴリ	レンジ
			偏相関		偏相関		偏相関		偏相関
桁高	0.4m	-0.1616	0.3346	-0.0665	0.1593	-0.0883	0.1395	0.0312	0.1185
	1.2m	-0.0085		-0.0196		0.0278		0.0374	
	2.0m	0.1730	0.2751	0.0927	0.1352	0.0512	0.1172	-0.0811	0.1087
桁下高	5.0m	0.1736	0.3119	-0.0404	0.0890	0.0634	0.2028	-0.0484	0.1185
	9.0m	-0.0264		-0.0061		0.0569		0.0701	
	13m	-0.1384	0.2534	0.0486	0.0707	-0.1394	0.1130	-0.0451	0.1159
橋梁間隔	100m	0.1131	0.2185	0.2503	0.4361	-0.0347	0.0722	-0.1314	0.2037
	200m	-0.0058		-0.0483		0.0375		0.0443	
	300m	-0.1054	0.1780	-0.1859	0.3329	-0.0153	0.0392	0.0723	0.1747
相関比	的中率	0.4213	68.4%	0.3569	61.2%	0.1878	56.8%	0.2533	58.3%

表 3－9 林の数量化Ⅱ類による分析結果

(4) 分析結果及び考察

表3-9(前項)に各実験におけるカテゴリースコア、レンジ、偏相関係数、相関比、判別の中率を示す。安定感と好ましさの実験については相関比がそれぞれ0.1878、0.2533と有効な分析結果が得られなかった。これは心理的な快適さを示す評価尺度は被験者間の価値観の相違が大ききことによって定量化が困難であることを示している。圧迫感と錯綜感においては、カテゴリースコアを各カテゴリーに与えられた評点とするなら実験1で詳細に求められた選好尺度(図3-6)とほぼ一致し、尺度の妥当性を裏付けている。またレンジによってそれぞれの規定要因がどのくらい評価に影響を与えるかをみると、圧迫感においては橋梁間隔より桁高、桁下高のほうが影響力が強く、逆に錯綜感では橋梁間隔がおもに評価に影響を与える要因となっている。これによると錯綜感という走行上の不快感は橋一つ一つの物理的要因から決まる評価よりも、橋の群れという存在としての評価のウェイトが比較的高いということが確認される。外的基準と説明変数であるこれら規定要因の偏相関係数は高いとはいえないが、これは実験2と同様の理由で規定要因の規定力がやや弱いということを示していると思われる。

3.8 結論

以上3つの実験により複数の跨道橋の景観において、桁高、桁下高、橋梁間隔によって圧迫感、錯綜感、安定感、好ましさの景観評価の予測、操作の可能性が示された。実験2の結果、評価モデルの定式化によって評定値の予測が可能となったが、あくまで相対的な数値であり、実際に有効なデータとするには閾値や許容限界値などの計測が必要である。しかし本研究の画像や実験の精度ではそこまでの具体的な応用には無理であろう。本研究では心理学の分野における知覚反応の定量化ほどには厳密な精度を持つに至らなかったが土木景観分野における評価の定量化に対する1つの指標として参考になり得よう。規定要因の中で橋梁間隔のウェイトが錯綜感の評価において高く、心理的不快感が橋の間隔が狭くなるにつれ増加するという結果は図3-1で示した現況をみれば橋梁の配置において橋梁間隔に対する配慮がより必要であることを示している。

4、おわりに

景観評価において視覚化手法がかかえる問題は、その手法と実際の景観との違いをいかにして解消していくかにある。動態こそ人間の3次元知覚の基礎であり、動画の方が静止画よりはるかに多くの情報量を有するわけであるからこのような手法を用いることにより景観再現性の向上が期待される。本研究によってその成果の一端が示せたといえよう。ここにその成果をまとめると、

- ・ パソコンレベルのCGアニメーション及びフォトモンタージュシステムの構築
- ・ 動画を用いた景観評価実験の実施
- ・ 1つのテーマに対し複数の尺度構成手法、分析法を用いて、実験の信頼性を高めた
- ・ 複数の跨道橋の景観に対する評価構造を分析した

①圧迫感においては橋梁間隔よりも桁高、桁下高の要因によって、より大きい影響をうけ、

桁高が大きく、桁下高が低いほど、圧迫感は強くなる

②錯綜感においては桁高、桁下高よりも橋梁間隔の影響がかなり大きく、

橋梁間隔が短いほど、錯綜感は強くなる

また動画に対する評価手法として時間的に変動しない構造物の物理的要因を評価規定要因とすることにより従来の計量心理学的評価手法の適用が可能であることを示した。ただし問題点として評価する動的景観が長大化すると一対比較法などの手法は時間的に困難になろう。またここでは被験者の評価の一致の得られ易い景観の心理的悪影響を主に扱っており、構造物景観の美しさの定量化という問題も依然として残されている。さらに評価において被験者に圧迫感などの概念を強制しているという問題もある。最後にこのような様々な問題がある中で、本研究の示した動的景観の評価手法は高速道路跨道橋のように土木構造物に限られた時間内の視点移動で人々に心理的悪影響を及ぼすことが予想されるような場合において有効であろう。

参考文献

- 1) 榊原和彦、武田豊、三宅良司(1991)景観計画のためのCGアニメーションシステム作成システムに関する研究、土木計画学研究講演集14(1)
- 2) 渡岡和夫、山下さゆり、白水勝之、八木宏(1991)聴覚情報を統合した動的景観シミュレータの開発と海岸空間設計への応用、土木計画学研究論文集9
- 3) 萩原亮、小池清峰、加来照俊(1991)三次元CGアニメーションを用いた道路標識評価システムの開発、土木計画学研究講演集14(1)
- 4) 窪田陽一、山崎啓子、小沢和宏(1991)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、構造工学論文集Vol. 37A
- 5) 榊原和彦、土橋正彦、西田憲造(1990)広域幹線道路における高架橋の景観計画、土木計画学研究講演集13
- 6) 中川茂、楠岡盛、乾睦子(1991)都市景観における高架橋の印象評価、土木計画学研究講演集14(1)
- 7) 飯田克弘、森川高行(1991)潜在的要因を考慮した景観評価手法、土木計画学研究講演集14(1)
- 8) 丹羽富士雄(1982)ビデオを利用した景観の評価、第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集
- 9) 榊原和彦(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
- 10) 柳瀬徹夫(1986)知覚心理と景観研究、造園雑誌50(2)
- 11) 杉山俊幸、深澤泰晴、清水克彦、中村哲也、寺西功(1991)加重目的決定分析法を用いたサイコベクトルによる橋梁景観の定量的評価、構造工学論文集Vol. 37A
- 12) 古田均、大谷裕生、中林正司、白石成人(1991)ニューラルネットワークの橋梁景観設計への応用、構造工学論文集Vol. 37A
- 13) 高橋晴景、窪田陽一(1991)3次元画像合成処理手法を用いた動的景観設計支援システムに関する研究、土木学会第46回年次学術講演会概要集
- 14) 近田康夫、城戸隆良、小堀為雄(1990)パーソナルコンピュータ上での橋梁景観シミュレーションシステムの構築、構造工学論文集Vol. 36A
- 15) 新井勝明、窪田陽一、久保田尚(1991)住民参加型地区交通改善におけるLANDSCADの有効性、第26回日本都市計画学会学術研究発表会論文集
- 16) 松原雅輝、松本直司(1991)景観シミュレーション手法の有効性に関する研究、第26回日本都市計画学会学術研究発表会論文集
- 17) 篠原修(1982)新体系土木工学59土木景観計画、技報堂
- 18) 小柳武和、篠原修、田村幸久、中村良夫、樋口忠彦(1977)景観論、土木工学体系13、彰国社
- 19) 天野光三編(1982)計量都市計画、丸善株式会社
- 20) 武藤真介(1982)計量心理学、朝倉書店
- 21) 山本宏(1980)橋梁美学、森北出版
- 22) 土木学会(1982)美しい橋のデザインマニュアル
- 23) 小林次雄(1989)CGの入出力に多用するビデオ技術の基礎、日経CG7月号記事
- 24) 応用グラフィックス、アスキー出版局
- 25) Andrew S. Glassner(1991)最新3次元コンピュータグラフィックス、白田耕作監訳、アスキー出版局

(1992年9月21日受付)