

景観シミュレーション・システム(LANSIS)の研究

——システムの開発と応用——

Development and Application of LANSIS

The Landscape Simulation System

榊原和彦

Kazuhiko SAKAKIBARA

ABSTRACT

This paper is concerned with the outline of LANSIS (the LANdScape SIMulation System), which has been developed by the author for the use of planners and designers, and results of its applications.

LANSIS is a total system composed of four sub-systems as follows : (1) 3-D rendering system, (2) database management system, (3) modeling system, (4) 2-D rendering system. The 3-D rendering system has been developed so that it can give realistic representation by means of texture mapping, bump mapping, overlaying actual images onto a computer generated one, generating reflected images, and so on. Further, other systems were developed to enhance availability of LANSIS that should be fit for various use.

To examine the availability, LANSIS was applied to six cases of landscape planning problems and outputs was investigated. As a result, LANSIS was proved to be useful for planning and assessment of landscape, though there are some points to be improved in detailed design of the system and its utilization.

1. はじめに

構造物の建設、自然の改変、都市再開発などに際して、景観アセスメントを実施するのが一般的になってきている。また、より積極的に、新しい景観の構築を目指した「景観設計」を行うことも多い。いずれの場合にも、「景観予測」を行うことが必要となるが、そのためには何らかの媒体を介して端的に景観をさし示す「景観シミュレーション」を行うのがよく、表現手段としてコンピュータ・グラフィックスを用いるのが妥当・有効であることも明らかである。

こういった背景のもとに、筆者は文部省の私学研究設備助成金によって導入したワークステーション (U STATION/E20)、カラーグラフィック装置 (グラフィカ/M1048)、および、スキャンライン・アルゴリズム三次元 CG ソフトウェア・パッケージ (LUMINOUS) を主要なハード、ソフトウェア資源とする総合的な景観シミュレーション・システムである LANSIS (LANdScape SIMulation System) の構築を目指している。本論では、まずその内容を紹介する。

平成元年 11月7日原稿受理

1) 大阪産業大学 工学部

ところで、多方面におよぶ景観シミュレーションの各場面に対応できるシステムを開発するためには、適用の範囲をとりあえず見定め、具体的な課題を設定し、実際に適用していく中から、システムの適用可能性、性能、問題点を評価し、それをシステム開発にフィードバックする必要がある。それは景観に関わる計画のプロセスを確定していく作業ともなると考えられる。そこで、現実に進行する計画における景観シミュレーションも含めて、いくつかのケーススタディを行ったが、本論の4. および5. でその内容を紹介するとともに、そこから導かれたシステム開発に関わる課題等について述べる。

2. 景観シミュレーション・システム (LANSIS) の基本的考え方

2. 1 LANSIS の基本的考え方

LANSIS は、構造物景観、都市景観、地域・自然景観などの景観シミュレーションに用い、その結果を①計画（設計）者の計画（設計）プロセスの中における判断・評価、②意志決定者・関係者・市民への計画（設計）結果の提示・伝達、③評価実験や意志集約、などに使用するものである。そのためには、とりあえず、以下のような課題を解決しておく必要がある。

- a) **写実的な表現**：景観シミュレーションのアウトプットは、現実的な状況を想起するに十分なだけの写実性を有することが必要である。しかしながら、LUMINOUS は、CG 一般が不得意とする人、樹木、地形などの自然物の表現の問題も含めて、写実的表現という点で不満足なところが多い、そこでこの解決をはかるとともに、それに伴って必要な LUMINOUS の再構成を行うことが第一の課題である。
- b) **画面合成**：写実的表現の問題とも関わるが、景観シミュレーションは、三次元（3 D）グラフィックスだけで事足りるわけではない。背景のモニタージュや二次元（2 D）画面でのコラージュなど 3 D、2 D の双方での画像合成を可能とする必要がある。
- c) **データベース・システム**：システムを利用する過程で、数多くの、多種多様なデータを利用する。それらはシミュレーションの課題毎につくるものもあれば、既存のものを利用することもある。あるいは、将来の利用を想定して予め用意しておくべきものもある。このためにデータベースを構築し、その管理・運用のためにデータベース・マネジメント・システムをつくることは不可欠である。
- d) **モデリング（物体データ生成）・システム**：上記 c) で述べた多くのデータは、いずれにせよ何らかの手段で作成、生成、抽出しなければならない。これをモデリングと総称するが、モデリングを効率的に行うことがシステムの availability を高める。したがって、種々のデータの各々についてモデリング・システムを考える必要がある。また、これをさらに発展させて景観設計のための CAD システムとしていくことも考えなければならない。
- e) **二次元レンダリング**：二次元での画像表現および画像操作は、上記 b) で述べた場合の外、3 D 画像の操作、構成要素のカラー・シミュレーション、データ画像のプロセッシング等々で必要となる。それらの各々に対応できるようにしておかなければならない。

2. 2 システムの基本的構成

上記 2. 1 の課題を考慮したソフトウェア・システムの基本的構成を図-1 に示す。システムは、4 つの主要部分からなり各々は独立しているが、データベースを共有し、それぞれ

に操作する。ハードウェア・システムの構成は図-2に示す。

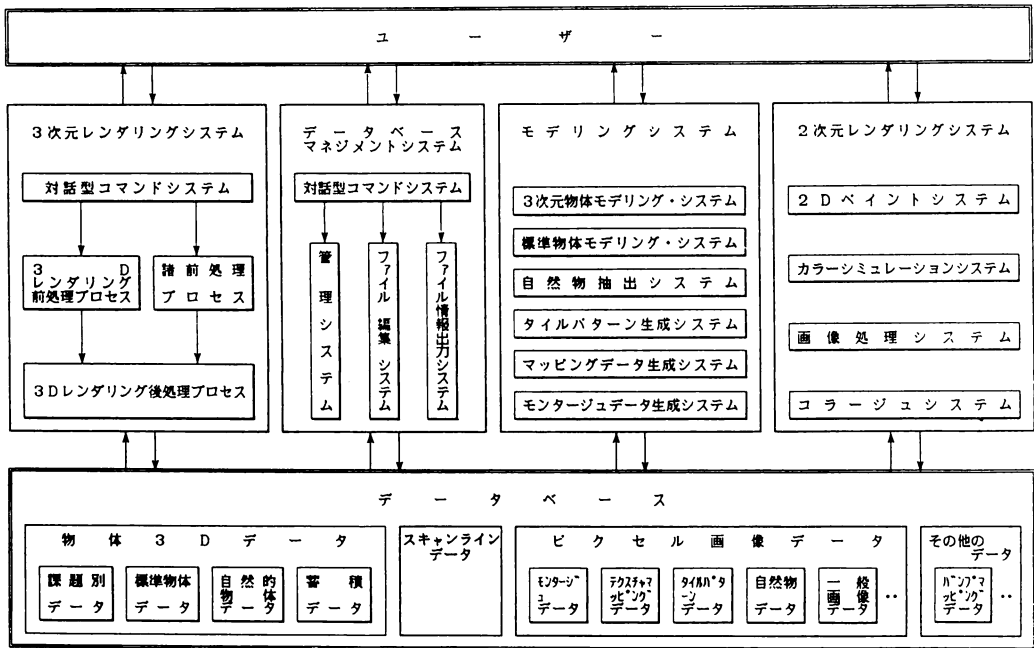


図-1 LANSISの基本的構成

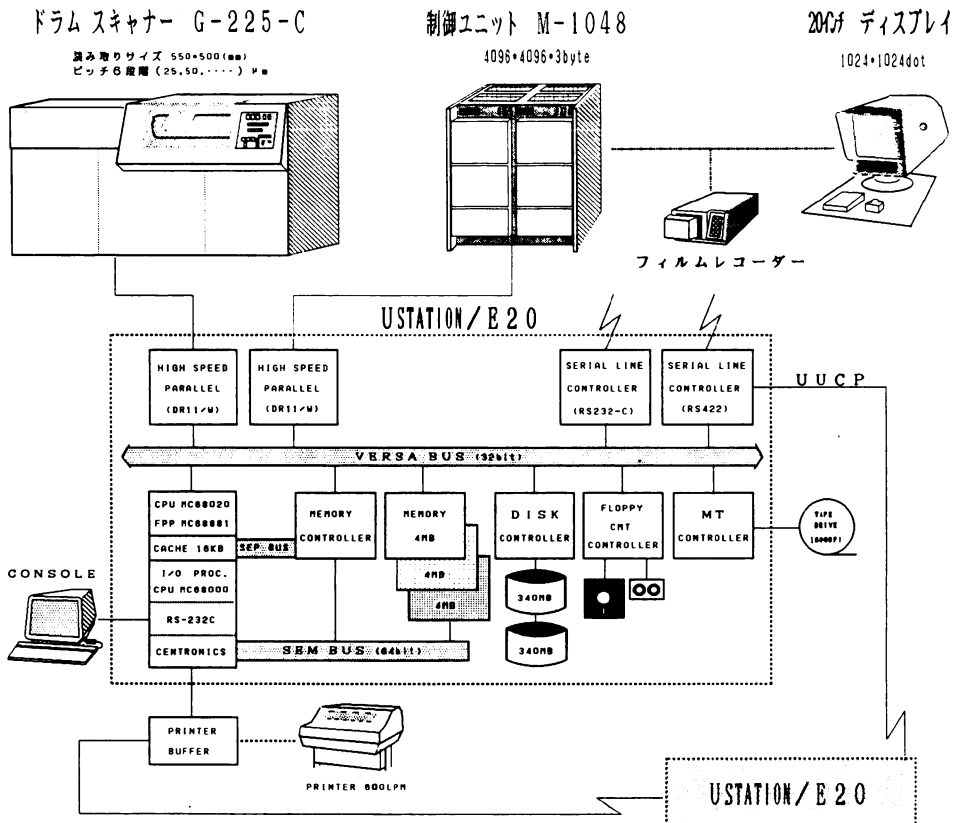


図-2 ハードウェア・システムの構成

3. LANSISの3Dレンダリング・システム

3.1 システムの概要

システムの概要を図-3に示す。大別して、(1)3Dレンダリングの前処理プロセス、(2)3Dレンダリング後処理プロセス、(3)その他の処理プロセス、の3つの部分から成る。前2者がシステムの基幹の部分で、(1)では、三次元物体データを入力し、透視変換、隠面処理を行って、画像データをつくる。このデータは、スキャンラインの毎の物体の位置データなどから成るが、以後スキャン画像情報と呼ぶこととする。元のLUMINOUSでは、(1)、(2)のプロセスの分離が判然せず、画像データ出力もしていなかったのをこのように改良したのである。3D画像は全てこのデータを基にしてつくる。(2)は、スキャン画像データおよび(3)でつくられる種々のデータに基づいて、ピクセル(画素)毎の輝度すなわちRGBの値を算出し、出力する(このようなデータをピクセル画像データと呼ぶ)。(3)は、後述するように、写実的表現のためのデータ処理・加工を行う前処理プロセスである。

3.2 写実的表現の手法

- a) 質感の表現：この表現のためには、モンタージュ法およびマッピング法を用いている。正規乱数により、照度あるいは色に距離に応じた増減を与えて行う面の乱数処理も効果が高い。
- b) 自然物の表現：あらかじめデータベース化しておいた樹木画像データを、マッピング法を用いてあるべき場所に写し込むという方法を採用。この方法により、比較的簡単に、リアリティの高い自然物の表現が出来るようになった。

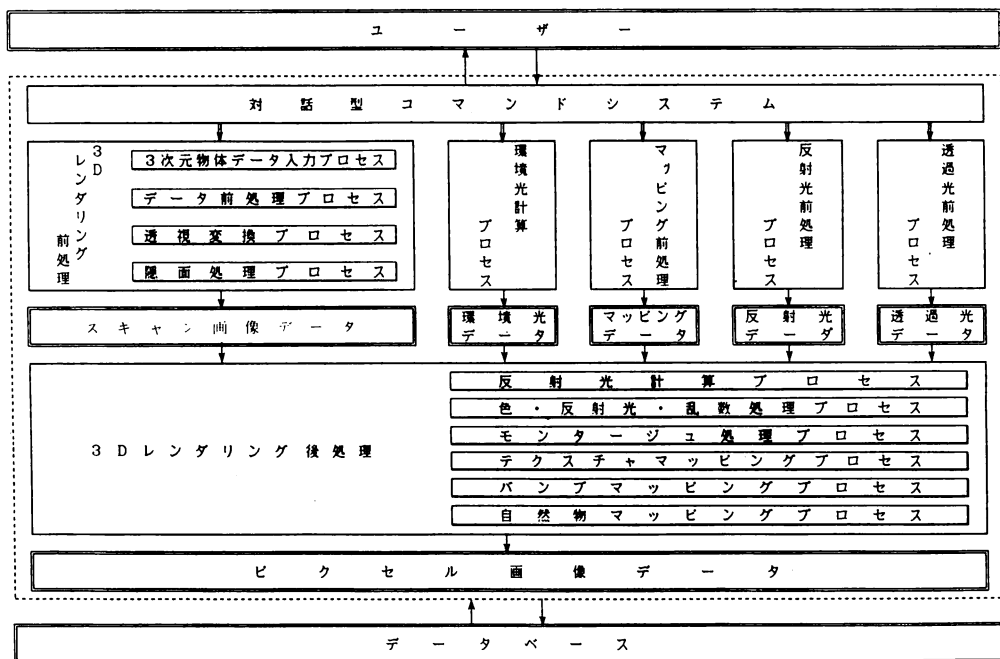


図-3 三次元レンダリング・システムの構成

- c) **鏡面反射の表現**：鏡面反射を表現するには、先に当該の面（平面である）にあたる反射光を求め、それをその平面にマッピングしてやればよい。具体的な方法はいくつか考えられるが、本システムでは、①当該の平面に面対称となる視点・注視点、平面の傾きに応じた視線回転角を求め、それによって透視画像を描く、②これを左右逆転したものが全反射光となるので、反射率を乗じて実際の反射光を算出し、③平面の元の輝度と併せてマッピングする、という方法をとった。
- d) **透過光の表現**：当該物体がないものとして画像を求め、透過率を乗じてマッピングする。

3. 3 LANSIS のサブシステム

- a) **データベース・マネジメント・システム**：データをその様態によって区分すると、(1)物体 3D データ、(2)ピクセル画像データ、(3)3D レンダリング・システムの計算課程で出来るスキャン画像データ、(4)その他のデータ、になる。現時点でのシステムは、この内の(1)だけを取り扱うものである。
- b) **モデリング・システム**：以下に述べる 3 つのサブシステムからなる。
- ① **標準的物体モデリング・システム**——標準的物体として、交通標識、路面表示、ストリートファニチャなどの 3D 物体データを寸法指定により出力するシステムである。
 - ② **自然物データ抽出システム**——ドラムスキャナ入力した画像データから、必要な部分を抽出する。
 - ③ **タイルパターン生成システム**——種々のタイルパターンを自動的に生成するシステムである。
- c) **2D レンダリング・システム**：既製の 2D ペイント・システム（クラフィカ社製）を中心的システムとしている。カラー・シミュレーション・システムでは、自然物データ抽出ルーチンを元に、必要な機能を付加している。画像処理システムは、現状ではドラムスキャナからの読み取りデータの色調整機能などを有する。

4. LANSIS の適用に関する基本的考察

4. 1 景観計画への適用局面

LANSIS の適用範囲に入る計画を表-1 に示す。この表では、適用する局面を対象に関しては、①空間・物体シミュレーション、②テクスチャ・シミュレーション、③カラー・シミュレーション、の 3 つに大別し、さらに①については「土木」の区分⁶⁾にしたがって、⑦構造物、④機能施設、②域圏、に細分している。そして、シミュレーションにおける画像操作の

表-1 LANSIS の適用範囲

種類 操作の次元	空間・物体シミュレーション			テクスチャ シミュレーション	色 シミュレーション
	構造物計画	機能施設計画	域圏計画		
3 次元	建築計画	道路計画	再開発計画	舗装パターン	建築物
	橋梁計画	河川計画	市街地開発計画	タイルパターン	環境色彩
	植栽計画	敷地計画	大規模公園計画	建築壁面	橋梁・歩道橋
	擁壁計画	公園計画	地域開発計画	擁壁面	ストリートファニチャー等
2 次元	同上	適用はやや困難	適用は困難	同上	同上

次元別に、適用し得る計画の例を挙げてある。各々についてより詳しく説明する。

a) **構造物のシミュレーション**：空間や物体に関わる計画の内、建築や橋梁などの構造物単体や部分的な植栽などに関する計画のシミュレーションである。対象構造物の見え方そのものが重要であるので、物体の写実的な表現技法がよく生かされるべき場面である。また、周囲と相まっての景観が問題となるので、モンタージュが重要となってくる。

二次元（2D）画面の操作では、たとえば、ドラムスキャナで読み取り、数値データ化した画面から任意の物体や面だけを取り出し、移動、回転、形の変換、色変換などをした上で別の画面に写しこんで、コラージュをつくったり、不要な物体を消したりする。LANSISはいずれにも適用可能である。

b) **機能施設シミュレーション**：あるまとまった土地や空間に構造物や植栽その他が施されて、1つの施設として機能するものの計画に関わるシミュレーションである。この場合も、施設自体が醸し出す景観とともに周辺との調和が問題となり、モンタージュは重要な技法となる。2D操作でシミュレーションするのはやや困難となろう。プレゼンテーションの方法としてアニメーションを考える必要も出てくる。

c) **域圏計画シミュレーション**：再開発計画、大規模（自然）公園計画など、より広い地域、空間に関する計画である。個々の構造物のディテールにまでわたるリアルな表現よりも、全体としての形や量感、景観の全体的印象がより問題になる。オペレーターの技術がアウトプットの出来栄えに影響することが多々ある。また、地形や山、水など自然のモデリングおよび表現技法が問題となる場面も出てこよう。アニメーションの重要性も高くなる。

d) **テクスチャ・シミュレーション**：面のテクスチャ（色を含む）をシミュレーションする局面である。路面や壁面等の整備の検討に際し、色だけに留まらず、どのような材料を用いて整備するかを質感ある表現で検討する。LANSISは、これの典型であると考えられる壁面のタイルパターンや舗装パターン・シミュレーションを簡単に行うべく、2種類のタイルパターン発生システムをもつ。またこの他に、任意に、テクスチャデータを抽出し、色変換、形状変換等により加工したものをマッピングして石、布、諸壁面材料、舗装材料などの材質感を表現することも可能であり、材料選定のためのシミュレーションができる。

e) **カラー・シミュレーション**：色だけを変えて行うカラー・シミュレーションもLANSISの応用局面として重要である。3Dでは、物体データがあれば色データ（パレット）を変更するだけで簡単に代替画像を得ることができる。

2Dでは、実景の中の任意の物体や面の色を自由に变化させることによって予測画像が得られる。LANSISでは、面のマスキング処理プログラムを開発し、さらに、変えるべき色データについても数値で与えるのではなく、エンコーダでCRT画面を見ながら選定したものをそのまま与えるようにして、このシミュレーションを実用化している。背景色全体のトーンを变化させて、夕焼けの表現など時刻によって变化する光の状態を表現することも可能である。

4. 2 適用する表現技法の考え方

写実的表現のためのいくつかの手段は、作画の目的、視点の位置、計算機の用量、作画に

かかる時間や手間など種々の条件によって随時選択したり、変更し、シミュレーション課題に対応する必要がある。ここでは、いくつかの景観構成要素について、表現手段使用の考え方を示す。

- a) **高木**：自然物マッピングの技法を用いる。太陽光のあたり方などを考慮して、マッピング・データを選ぶ必要があるが、木の高さ、縦横の大きさの割合を自由に変えることができるので、同一データを用いても異なる印象を与えることができ、用意すべきデータを減らしている。背景の樹木との色のバランスの調整、紅葉などについては、データの色を変えて対応する。
- b) **低木の植栽帯**：マッピングを行わなくとも、おおよその形のモデリングして面の色を乱数処理すれば、多くの場合、雰囲気は出る。自然物マッピングを用いる場合は、データの収集・選択の手間が問題となる。
- c) **壁面、路面等の材質の表現**：一般には、乱数処理を行うだけで十分である。特別に高度の表現性を要求される場合や材質シミュレーションを行うときには、マッピングを施す。
- d) **背景の表現 1**：背景は、さほど計算時間を要しないので、空だけであっても、モニタージュ手法を用いる。
- d) **背景の表現 2**：背景となる写真から邪魔になる物体や電柱、架空線を取り除いてモニタージュする場合、2Dペイントを利用して修景する手法を用いる。

5. LANSISの景観計画への応用

5. 1 構造物計画への応用例——高速道路の景観計画

- a) **景観シミュレーションの目的**：高速道路の建設は地域景観の攪乱要因になりがちであるため、地域に調和し、むしろ積極的に地域の個性をつくり出し、地域活性化に資する新しい景観を創造する必要性が出てきている。そこで、①横断面の構成や道路構造の決定、付帯施設の設定・デザイン、個々の道路構成要素のデザインに際しては、対象道路内のみな

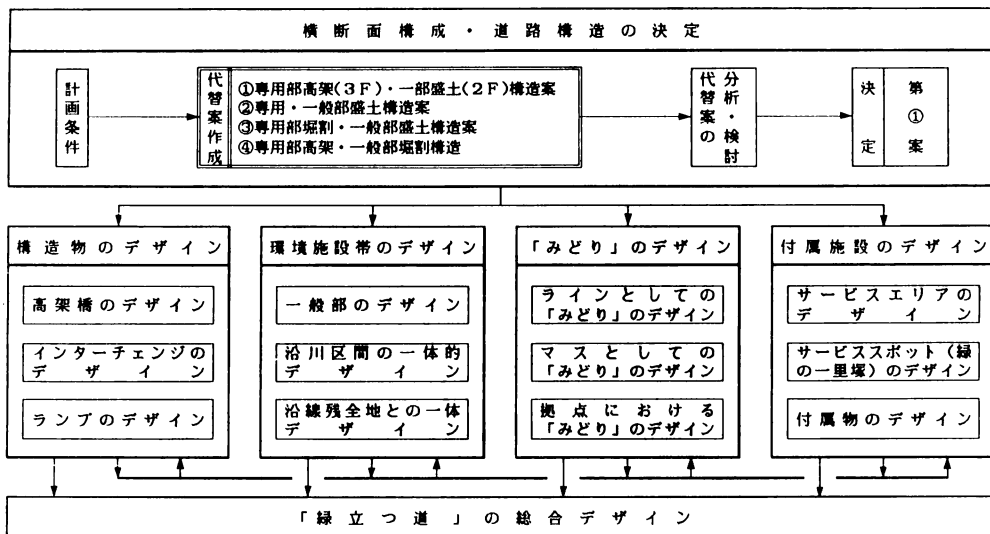


図-4 景観計画の課題とプロセス

らず沿道の対応も含め、総合的な景観デザインを行う。②高架構造物のデザインに意を用いる、③「みどり」のデザインを総合的に行う、④歩道・副道部、植栽帯を、歩行者・自転車系空間とし、環境施設帯を形成する。このとき、沿川区間での河川との一体的デザイン、沿道部残余地との一体的かつ総合的な景観デザインを行う、の4項目について検討する。

b) 景観シミュレーションの内容：図-4に示すようなプロセスで景観計画を行う。横断面構成・道路構成は、4つの代替案の内、代替案1（代表的横断面を図-5に示す）に決じた。このために、高架橋のデザインに関し以下の課題が生じた。

- ①3層構成となり、高さは高架路面で約18mに及ぶ。6車線と広幅員でもあり、巨大なスケールで圧迫感は多大となり、軽減を図る必要がある。
- ②地域景観に溶け込みにくいと考えられるので、調和のとれるようなデザインが必要である。
- ③新しい地域景観を創り出すためには、高架橋の新しい美的に優れたデザインが必須である。

以上の3つを課題として高架構造物のデザインの検討を行ない、自動車からの視点、歩行者からの視点、地域住民からの視点など、多様な視点について景観シミュレーションを行う。

c) 適用の結果と考察：図-6に示すようなプロセスと内容によって高架橋のデザインを行った。

1 前提・制約条件

アイデア提出段階では、数案のスケッチに基づいてブレインストーミングを行い、①高架橋の一般部を図-5のような概略寸法と形状で設計すること、②複数の計画・設計者、道路行政担当者、関係学識経験者などの専門家から成るワーキング・グループの評価、決定により比較的少数の複数案を選定すること、③スラブはRCまたはPC（ホロー）スラブ構造とし、柱脚間隔は25m程度とする、④経済性・施工性を考慮し2次曲面にとどめ、3次曲面は使わない、⑤柱脚は、2本柱とするか、または1本柱の場合、上部を切り欠き、軸方向への見通しを可能にする。以上の5つを前提制約条件とした。

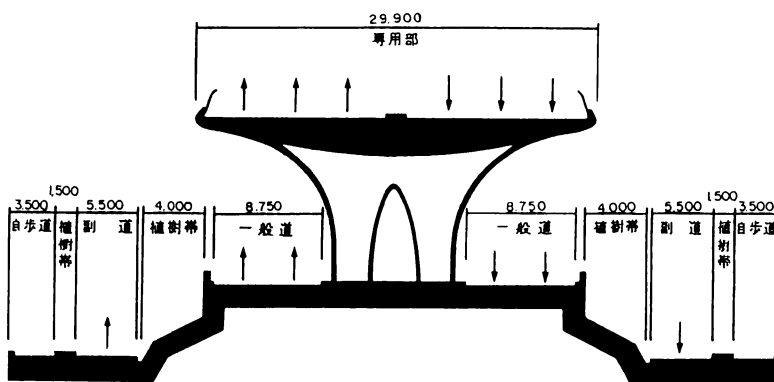


図-5 道路構造図

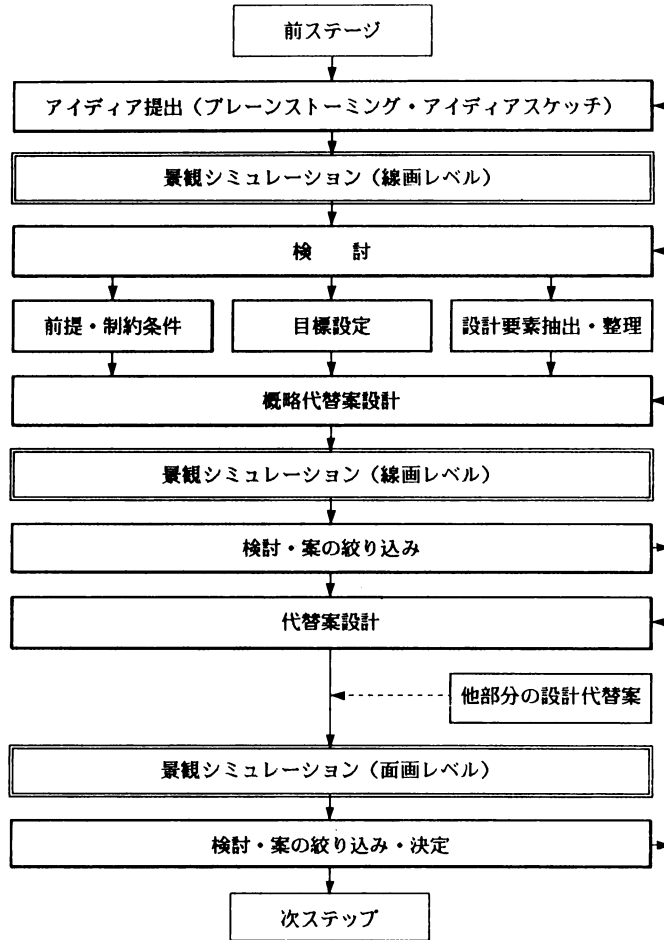
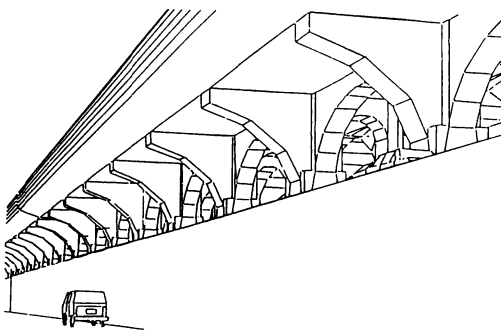
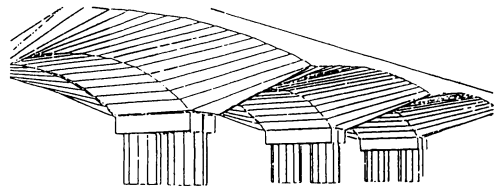


図-6 高架デザインのプロセス



a) アーチ桁平面スラブ案



(b) アーチ桁曲面スラブ案

図-7 不採用になったスラブ概略設計案の例

2 目標と方針

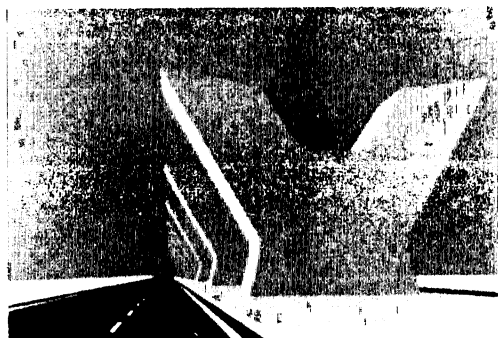
公共土木構造物であるので、質実さを求め、経済性を考慮し、奇をてらったり、新奇性を狙うことは避ける。そして、時代性、未来性、地域性と言った点を考慮し、周囲に溶け込むようなデザイン、圧迫感が少なく力学的に無理がないデザイン、すっきりしたデザインを目指す。そのため①「構造」をむき出しにしない、②桁下（天井）を雑然とさせない、③ディテール・デザインに意を用いる、④雨樋などの付属物、遮音壁については一体的デザインを行い、デザインの全体性を保つ、などを考慮する。また、代替案のデザイン・コンセプトにパラエティを持たす。たとえば、①柔らかさ、優美さ、あるいは流れを感じさせるデザインを目指し、曲線、曲面をデザインの主題に用いる、②軽さ、伸びやかさを感じさせるデザインを目指す、③力強さを表現する、④重量感を感じさせるデザインを目指す。

3 設計要素の抽出・整理

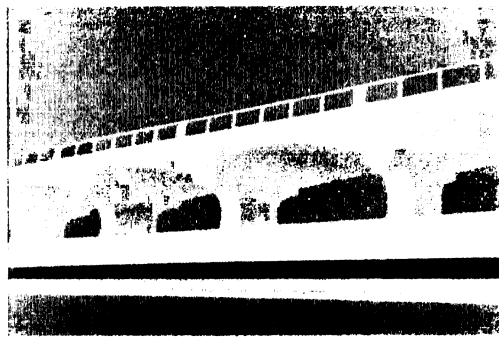
ブレインストーミング、スケッチにより提案された案は様々のものがあったが、前提・制約条件や目標を考慮して、次のようにスラブ、柱脚のデザイン（形状）要素を抽出した。

スラブ下面是、①平面が基調、②橋軸方向にアーチ状の曲面、③横断面が逆凸曲線の3形状とする。

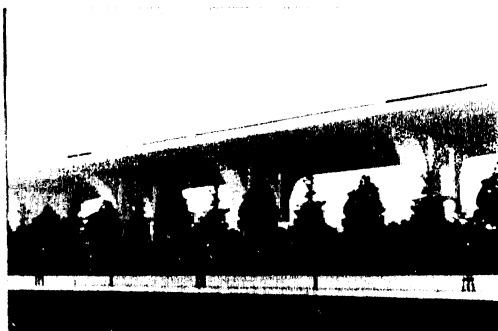
柱脚は、①1本柱または2本柱、②直線基調と曲線基調、③梁（柱から外側への持ち出し梁、2本柱のつなぎ梁、柱上の梁）の有無の要素で構成。



(a) 逆凸曲面スラブ・Y字形柱脚案



(b) 軸方向アーチ・2本直立柱案

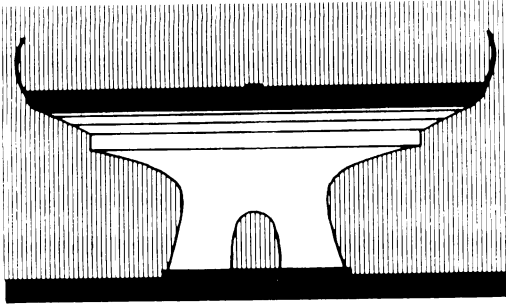


(c) 平面スラブ・2本直立柱案

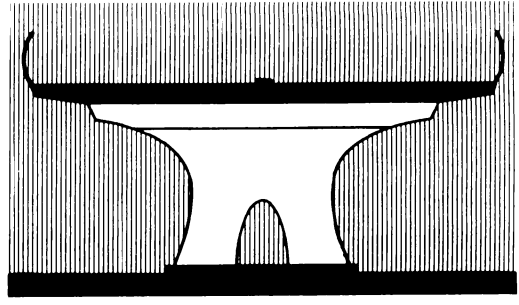


(d) 歩行者（副道上）の視点

写真-1 景観シミュレーションの結果

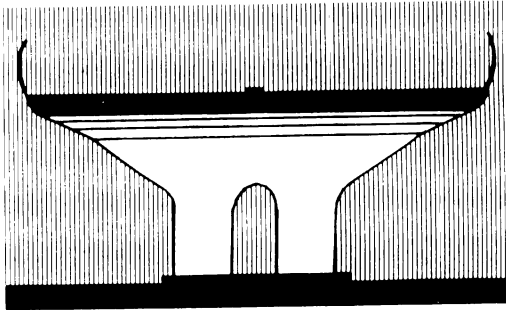


(1) 2本柱・曲線モチーフ

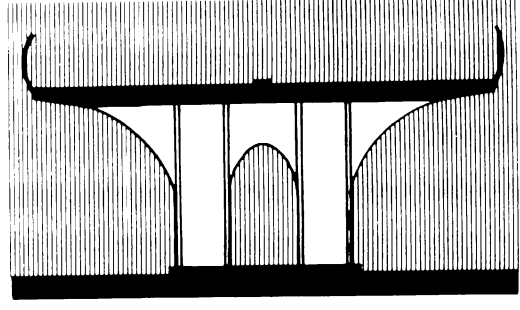


(2) 2本柱・曲線モチーフ

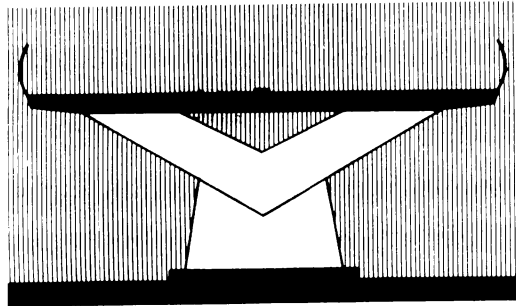
(a) 横梁の形が明確に出ているもの



(1) 2本直立柱・一部曲線

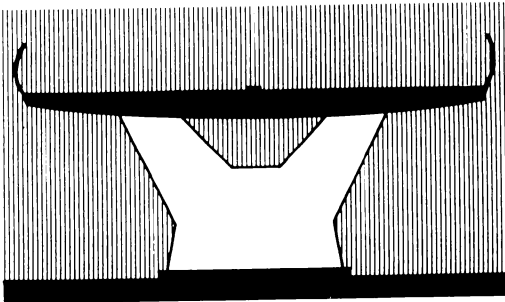


(2) 2本直立柱・一部曲線

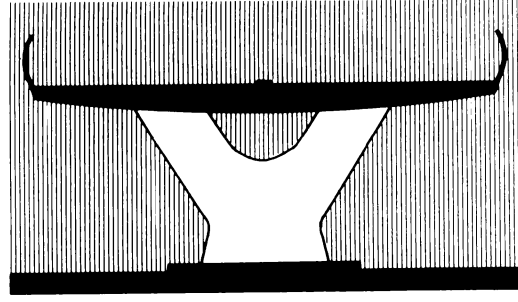


(3) 1本柱・直線(3角形)モチーフ

(b) 横梁の形が明確には出ているもの(外側への持ち出し梁のあるもの)



(1) 1本柱・直線モチーフ



(2) 1本柱・曲線モチーフ

(c) 外側への持ち出し梁のないもの(Y字形)

図-8 概略デザイン(柱脚)

4 概略代替案の設計と景観シミュレーション

スラブについては種々の案の内、構造的検討も加えて3案に絞り、図-7に示すような案は、構造的に無理があるため不可能となった。

柱脚案は、上記1の⑤に述べたような形とし重量感、圧迫感の軽減にも役立つものとした。また、上部の張り出しが大きくて、重く感じられるので、安定感のために、柱脚下部は垂直に下げるか、下広がりにするものとした。この条件下で、再度デザインを行い、線面レベルでの検討により、図-8のような7タイプの概略デザインを求め、面画による景観シミュレーション（例を写真-1に示す）を行った。

5 基本設計と景観シミュレーション

スラブ、橋脚ともに基本デザインとしてはこれでよい。しかし、スラブと柱脚の組み合わせは7案以外も考えられ、特に柱脚は、視点の変化により見え方が大きく異なるので、立体的造形物としてデザインを練る必要がある。また、ディテール処理によって与える印象がかなり異なるので、ディテール・デザイン、防音壁、排水管を併せたデザインが必要であるなどが問題点となった。

「みどり」については、その圧迫感軽減効果は歩行者の視点では高いが、道路から離れた視点では、高架が緑よりかなり上に見えるため、地域に及ぼす景観的影響はなおも大きいであろうことがわかった。

これらの点を考慮し、さらにもう一度デザインを行うこととしたが、本論で紹介するのはこのステップまでとする。

- d) **LANSIS のシステム評価**：この適用例では、デザインとデータづくりおよびその視覚化が同時進行する CAD システムを利用することによってデザイン、線画出力、面画出力を一貫して行うことができた。そのため、製図の多くの部分は省略でき、スケッチやパース、模型などを作成して検討する必要性も感じられなかった。しかし、LANSIS と CAD システムではデータ構造、モデリング条件（物体相互間の干渉条件等）、許容物体個数等が異なるので、CAD システムのデータを自動的に LANSIS で使うわけにはいかず、データ分割等が必要となり、これをより円滑に、省力化出来るようシステム構成することが課題となった。また、アーチ等の曲面を近似するためには3角形パッチをせざるを得ないが、取り扱い可能数をはるかに越える程物体数が増え、モニターを繰り返すことになって、シミュレーションの手間、計算時間も多くなった。さらに、スムーズ・シェーディングのルーチンが現状では無いため、曲面の雰囲気表現できなかつた。

今回のような適用例では、アニメーションによって運転者や歩行者に伝わるイメージをシミュレートしたり、ステレオ画像により圧迫感をよりリアルを感じさせるなど、現実的で表現力豊かなプレゼンテーションが可能と考えられる。

5. 2 機能施設計画への応用例——その1：既存街区における歩行者系道路の景観計画

- a) **景観シミュレーションの目的**：整備事例の少ないスラローム型線形車道の導入にあたって、適切なスラローム半径、舗装パターン、高木植栽の間隔等を検討し、整備後に歩行者やドライバーが受ける印象を前もってチェックすることを目的とする。
- b) **景観シミュレーションの内容**：計画道路の CG 画像と背景（沿道）を合成する方法でス

ラローム半径、歩道舗装、緑化のパターンを順次変えた景観を予測する。スラロームの回転半径は160mと80mの2種類（図-9）で、それぞれ車道線形に応じた植栽パターンを作画し、舗装については図-10に示すグラデーション、プレーン、ブロックの3パターンを検討した。評価主体としては歩行者とドライバーを想定し、車道20地点、歩道18地点の視点を設定して景観予測を実施した。

c) **適用の結果と考察**：まず、車道のスラロームについては、写真-2 (a)、(b) からわかるように、感じられるカーブの度合は、平面プランから受ける印象よりかなり大きく、2案の差もより強い。また、ドライバーの視点に立つと、カーブの度合が強いと車道幅員がより狭く見えることなども明らかとなった。

歩道舗装については、写真-2 (c) のグラデーションパターンは、計画者の狙いのリズム感や、ひきこまれるような効果がうまく出ておらず、2D上で予測、期待した程の効果は現れなかったと言える。写真-2 (d) の大きなブロックパターン連続は、整然と落ち着いた好ましい印象を持つと予測される。



(a) 車道スラローム、半径80m



(b) 車道スラローム、半径160m



(c) グラデーションパターンの歩道



(d) ブロックパターンの歩道

写真-2 歩行者系道路の景観シミュレーション

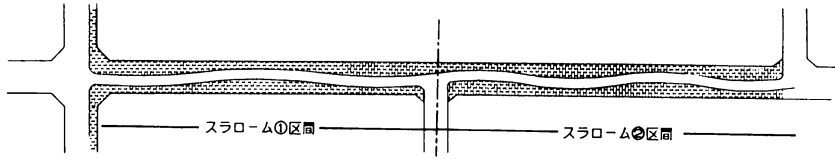
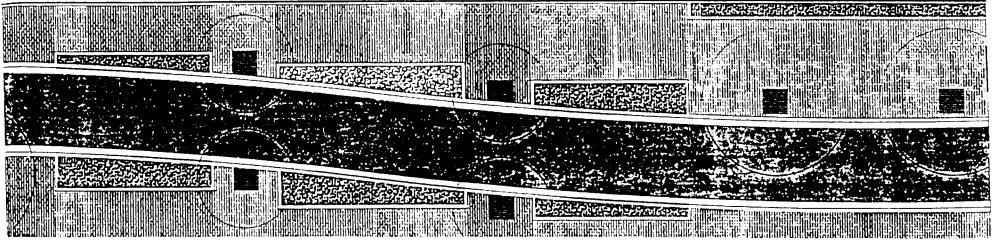
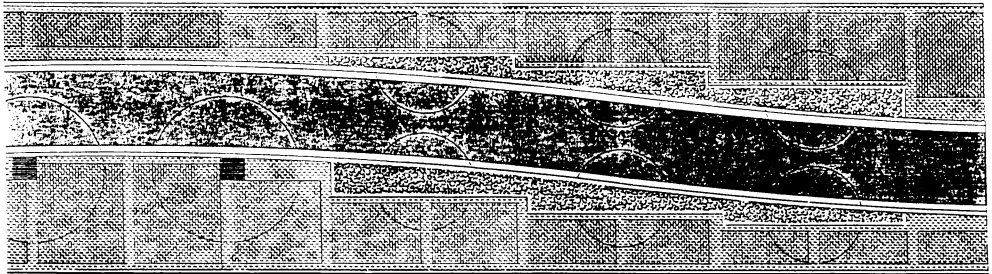


図-9 車道線形 (平面)



(a) グラデーションパターン



(b) ブロックパターン

図-10 舗装パターン

高木植栽については、約9 m間隔で植栽する案検討した結果、スローラム半径の小さいケースでは、ドライバーの見通しをやや悪くする可能性があるが、車道曲率半径からみて安全性に問題はなく、むしろ車のスピード抑制効果を期待できることがわかった。また、歩行者の視点からは、高木を一直線に並べる通常の整備よりも視覚的に緑量が増すことが確かめられた。

d) LANSIS のシステム評価：この適用例から、①3D化によって、平面図上の評価だけではなかなかつかみにくい“見えの感じ”を予測評価できる、②歩道面等に乱数処理を施したうえで2Dペイントシステムを用いた仕上げを行ったため、CG一般の汚れを感じさせない均質な画像ではなく、より自然な印象のモニタージュ画像得ることができる、③多数の比較代替案の多数の視点からの景観予測画像を比較的容易に作画することができる、等の特性が確かめられた。一方モニタージュ用の木の色合いと背景にする写真中の樹木との色合いのバランス調整ができない、などといった点が問題となり、システムの改良への示唆を得た。

5. 3 機能施設計画への応用例——その2：既存街区におけるせせらぎのある歩行者系道路の景観計画

- a) 景観シミュレーションの目的：本道路は歴史的地区における街路網計画の一環として構想されているものである。沿道には歴史的遺産が点在し、散策ルートとして重要であるが、現状では、道路幅員も狭く、水路は三面コンクリート護岸がなされており、景観上問題があるばかりか危険感など交通機能上の問題点も大きい。そこで水路を暗渠化し、道路幅員も拡幅して修景水路をつくり、快適かつ安全な散策空間、親水空間として整備するのが望ましい。その可能性を探り、景観予測を行うのがここでの目的である。
- b) 景観シミュレーションの内容：せせらぎや道路面をできる限りリアルに表現し、一方で背景となる写真から電柱・架空線を取り、モンタージュして景観を予測する。路面等の構成要素の素材や色、植栽のヴァリエーションの中からふさわしいものを見いだす。
- c) 適用の結果と考察：写真-3.(a)は、現状であるが、決してよい景観とはいえない。これを修景したものが写真-3.(b)で、車道幅員も広くなり、川によって歩道との分離もなされ、歩行者の横断箇所は舗装によって明確化されるなど、機能的にも景観的にも



(a) 現況



(b) 計画実施後(れんが色系統の舗装、楠の植栽)



(c) 計画実施後(薄色系統の舗装、松の植栽)



(d) 計画実施後(薄色系統の舗装、柳の植栽)

写真-3 せせらぎのある歩行者系道路の景観シミュレーション

向上していることがわかる。また、横断箇所等の舗装の色を検討した結果、赤系の色は車道との境界をはっきり区別できるが、鮮やかすぎ、浮いた感じがするが、一方でグレー系の色は落ち着きがあり町並みにとけ込んでいることが明らかになった。

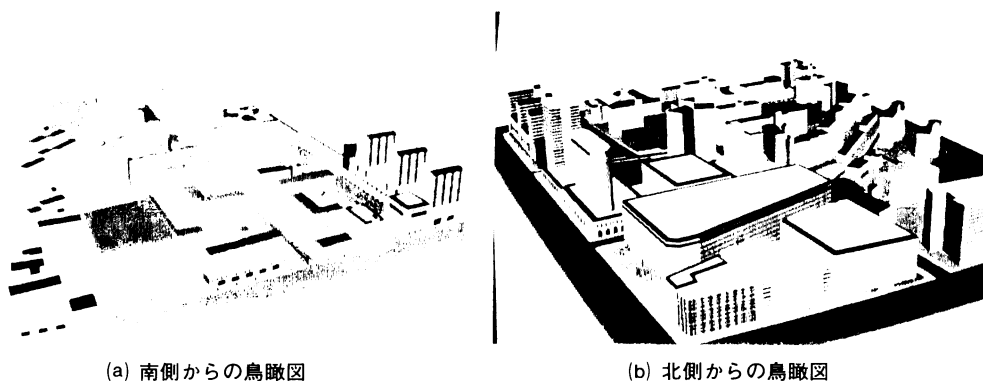
写真-3. (c), (d) は植栽を変えたものであるが、写真3 (b) と比べると松を植えたものは風格が感じられ、柳の場合では風流な感じがする。この様に植栽を変えただけでも景観を変える要素となることがわかる。

- d) **LANSIS のシステム評価**：この適用例では、道路、歩道、護岸などの物体データを作成し背景に現況写真をモニタージュし、護岸には石垣、水面には河川の実景をマッピングすることによってせせらぎを表現した。また、植栽やタイルの材質も自由に変えることが出来、模型などでは表現しにくかった景観予測が可能となった。しかし、物体を大まかに作成したせいもあるが、せせらぎ部分が直線的（平面的）な構成となり、護岸の石垣の凸凹がうまく表現できないこと、適当なマッピング用の石垣データが少ないこと、などが問題点となった。パンプマッピングを含む、マッピング・システムおよびマッピング用データ生成システムの充実が急務である。なお今回は試みなかったが、水面への護岸や木の反射を表現することは可能である。

5. 4 域圏計画への応用例——その1：再開発街区の色彩計画

- a) **景観シミュレーションの目的**：建築群のつくり出すランドスケープカラーは、都市景観を構成する重要な要素の1つである。再開発による新しい街の誕生に際し、個々の街区の特色、一貫性を表現し、かつ地区全体としてのまとまりを表現するような建築群の色彩を鳥瞰的視点から検討する。
- b) **景観シミュレーションの内容**：作成した物体データを基とし、カラーパレットだけを変えて順次作画する。視点は、鳥瞰的視点が4ケース、歩行者の視点が3ケースとする。“温かみのある親しみやすい街”の表現を主眼として色彩シミュレーションを行う。
- c) **適用の結果と考察**：第一段階の色彩パターンによるアウトプットを検討した結果、まず、建築群が地区全体に非常に高密度に集積しているという印象があり、計画方針の通りに同一地区内は同系色で統一するとすれば、特に濃い色の場合には、圧迫感や暑苦しさなどを引き起こすおそれがあるという結論を得た。そこで、同一地区内や同一建物であっても微妙に異なる色彩を使用するなど、色彩計画案の大幅な手直しを行った。最終的には、関係者の検討により写真-4に示すように、一案に絞り込むことができたが、この適用例のような広大な地域の色彩計画の場合には、①色彩計画のプランニング作業以前にまず、3Dによって全体のボリュームを確認しておく、②その後計画地区全体のおおまかな色の流れ、配分を決める、③さらに②の方針に従って各区ごとの細かい施彩計画や1棟ごとの微妙な色彩を決めてゆく、というプロセスをとるのが妥当であると考えられる。
- d) **LANSIS のシステム評価**：平面図や模型、パースでの検討ではほとんど問題にならなかった建築物群のボリュームの配置（配分）が、本シミュレーションにおいてその問題点を指摘された。彩色された写実性の高い画像と視点選択の自由度によるものである。このことから、あるいは、ここで行ったように色彩計画の検討が透視図などに比べ時間的、経済的にも優れ、高い質的レベルで可能になった点からも、LANSIS が有用であると言える。

問題となるのは、アウトプットである画像の色彩が、表現媒体によって多少異なることである。このため、厳密に微妙な色調を検討するケースには、安定した色彩再現能力を有するハードウェアを選択し、現実の色と表現媒体の対応関係を調べた上でのプレゼンテーションを行う必要がある。



(a) 南側からの鳥瞰図

(b) 北側からの鳥瞰図

写真-1 再開発地区の色彩シミュレーション

5. 5 域圏計画への応用例——その2：伝統的建造物群保存地区の修景計画

- a) **景観シミュレーションの目的**：伝統的建造物群保存地区（山口県柳井市古市金屋地区）において、歴史的環境の保全とともに生活環境の改善を図るために、建物の修復および景観を阻害している電柱・架空線の撤去や舗装をはじめとする総合的な街路整備の計画が進められている。その計画が地区の雰囲気にかかわるものとなるかどうかの検討を行う。
- b) **景観シミュレーションの内容**：実際の伝建地区のみちすじから電柱・架空線取り除き建物を修復することにより、この地区にかかわる町並みの検討を行う。伝建地区内の街路整備後の景観を予測する。視点はいずれも歩行者について実施する。
- c) **適用の結果と考察**：写真-5.(b)は電柱・架空線取り除いたもので、現況写真-5.(a)と比べると空が広く、町並みがすっきりしたものとなっている。写真-5.(c)は建物を修景したもので白壁に統一されたことによって歴史的町並みにかかわるものとなった。この地区は、排水溝が隣地境界に沿って道路軸に直角方向に通されているため建築線が少しずつ前後にずれ個性的な町並みとなっている。この特徴を生かすように道路端や排水溝上を石張りとし、地道風の舗装を施したのが写真-5.(d)である。落ち着きがあり、町並みの歴史的雰囲気に合致していると感じられ、この方針でより詳細なデザインの検討を行ってよいという結論を得た。
- d) **LANSISのシステム評価**：この適用例では、路面に関してはLANSISを用いたが、電柱・架空線の除去、建物の修景は2Dペイント・システムを用いた。この結果、これまで建物の1部分の修景などは、物体を作成しモニタージュを行っていたが、2Dペイント・システムをうまく利用することによって比較的簡単に行えることがわかった。しかし、電柱除去などの自動化はやはり必要であると考えられ、そのシステム開発は必須である。なお、本課題においても、多様な舗装材のマッピングデータの必要性が指摘された。また、シミュ

レーションの出来上りの良さが、LANSIS 自体ではなく原景となる写真の色の出来にかなり左右されてしまうという問題点も浮かび上がった。



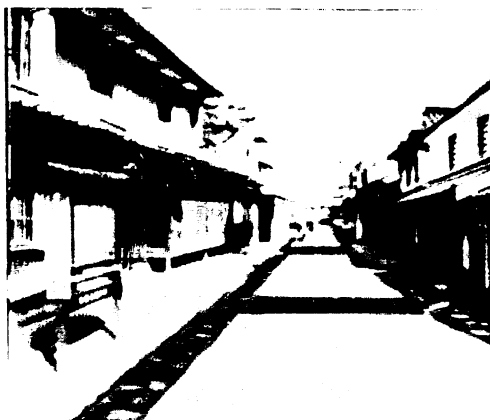
(a) 現 況



(b) 電柱・架空線と除去した図



(c) 建物を修景した図



(d) 道路舗装後(石貼り)

写真－5 伝統的建物群保存地区の修景シミュレーション

5. 6 テクスチャ・シミュレーションへの応用例——歩道舗装の検討

- a) 景観シミュレーションの目的：歩道面の舗装にあたっては、幅員、周囲の環境、区間延長等にふさわしいパターンや色合い、舗装材の風合いを検討・選択する必要がある。そのような選択の可能性を検討する。なお本調査ではタイルパターン生成システムを使用した。
- b) 景観シミュレーションの内容：物体を CG 作成した後、タイルパターンだけを変えて順次作画して行く。パターンは 8 種類で緑の中のタイルが 9 枚のものと 4 枚のものについて検討する。色はブルーグレーとベージュでそれぞれ緑と面の反転パターンである。
- c) 適用の結果と考察：写真－6 (a),(b) に結果の一部を示す。①歩道が周囲と異なる色彩体系を持ち、舗装パターン内のコントラストが強いと歩道の印象が強烈になる、②同じパターンで色が違う場合、コントラストの強弱によって歩道自体の存在感が変わってくる、

③同じ配色でもパターンの大きさに印象が異なる、などがわかった。ここでは行っていないが、このような歩道舗装評価の場合には樹木や、ストリートファニチャー等も配置して、それらの配置によって舗装パターンが狙った効果が損なわれないか、あるいは、色調や形が調和しているかなど考えることも必要である。



(a) 小さめの舗装パターン

(b) 大きめの舗装パターン

写真-6 道路舗装パターン・シミュレーション

d) LANSIS のシステム評価：この種の検討は、従来の透視図や模型による方法ではテクスチャの再現が困難で、かなり難しかったが、LANSIS では、背景物体を一度作れば、後はテクスチャデータさえ用意すれば、かなり多数の代替案を精度よく比較・検討することができ、LANSIS の有効性を発揮できる場面である。本適用例によりその点を確認できたが、やはりテクスチャデータの生成（システム）がこの面での適用（可能）性を左右するものとなる。

6. おわりに

以上、LANSIS の概要を述べ、適用例を紹介した。システムは開発途上であり、実用には十分に耐え得るものであるとは言え、未だ十全なものではない。ケーススタディを行いつつシステム開発を進めているが、本論文に述べた適用例からも幾多の課題を導き出すことができた。それらは、システム開発当初に提起したものから大きく離れることはなく、概括すれば、写実的表現力を高めること、および、システムを景観計画プロセスに組み込み、データベースシステムを含んだ CAD システムとして構築していくことに尽きる。今後とも、LANSIS が何よりも実際の計画場面において使用されることを想定し、いたずらに個々のグラフィック技術に拘泥することを避けながら、操作性に優れて使い易い、実用性の高い、あらゆる計画場面に適用し得る柔軟性と総合性を備えたシステムを開発することを目指したい。

〈参考文献〉

- 1) 榊原和彦：「コンピュータ・グラフィックスを用いた景観シミュレーションシステム（LANSIS）の開発」、土木計画学研究・講演集、No.11、pp. 565～572、1988。
- 2) 榊原・福井・中田・三宅：「景観シミュレーションシステム（LANSIS）の研究—システムの応用例を中心として—」、土木計画学研究・講演集、No.11、pp. 573～580、1988。

- 3) 榑原和彦：「コンピュータ・グラフィックスによる景観シミュレーションにおける写実的表現に関する研究」、土木学会第42回年次学術講演会開演概要集、1987.
- 4) 中前・西田：「三次元コンピュータ・グラフィックス」、昭晃堂、1986.
- 5) 山田 学：「景観シミュレーション」、都市計画、No.138、pp. 40～45、1985.
- 6) 長尾義三：「土木計画学序論—公共土木計画論—」、pp. 25～27、共立出版、1972.