

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—

Application of 'LANSIS', the Landscape Simulation System

榊原和彦・福井義員・中田かおる・三宅良司

BY Kazuhiko SAKAKIBARA, Yoshikazu FUKUI, Kaoru NAKATA, Ryouji MIYAKE

In this paper, the availability of LANSIS (the LANDscape Simulation System) for landscape planning was examined through the process as follows: (1) setting possible situations of using LANSIS for landscape planning, (2) specifying the procedure of using this system and the proper use of techniques for realistic representation of scenes, (3) applying LANSIS to three cases (streetscape simulation for a newly designed urban road with traffic control devices, color simulation of redeveloping urban area and paving simulation of a street) and investigating outputs. 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

筆者らは、景観計画や景観アセスメントにおいて、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、などに用いるための景観シミュレーションを行う総合的なシステムであるLANSIS (Landscape Simulation System) の構築を目指している。

景観シミュレーションを必要とするのは、構造物計画に限らず、機能施設、都市、地域、自然などの、あるゆる計画である。このように多方面におよぶ景観シミュレーションの各々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、また、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。

このような背景のもとに、筆者らは、現実に行進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。本論はその内容を紹介するものである。

なお本稿で使われる用語やその内容については参考文献1)に詳しいので、ここでは述べない。

2. LANSISの適用に関する基本的考察

(1) 景観計画への適用局面とLANSISの対応
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²⁾にしたがって、①構造物、②機能施設、③域図、に細分してある。そして、シミュレーションにおけ

*正会員 工博 大阪産業大学工学部教授 工学部土木工学科
(〒574 大阪府大東市中垣内3-1-1)

**正会員 大阪産業大学工学部技術員 工学部土木工学科

***正会員 ㈱アーバンスタディ研究所研究員
(〒532 大阪市淀川区西中島5-8-3)

****学生員 大阪産業大学大学院工学研究科 土木工学専攻

る画像操作の次元別に、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しよう。

a) 構造物シミュレーション 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、周囲と相まつの景観が問題となるの
で、モニター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とりだし、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、施設自体が譲す景観と
ともに周辺との調和が問題となり、モニターは
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が、
LANSISは、現状では、データベース・マネジ
メント・システムの一部の他は、アニメーション作
成を考慮した構成にはなっていない。

c) 区域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と考えられる。
オペレーターの技術がアウトプットの出来栄に影
響することが多々あると考えられる。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
に変化させることによって予測画像が得られる。L
ANSIS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、エンコードで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。部分だけ
でなく背景色全体のトーンを変化させて、夕焼けの
表現など、時刻によって変化する光の状態を表現す
ることなども可能である。

(2) システム適用の手順

ここでは、LANSISの最も典型的な適用局面で
ある空間・物体シミュレーションにおける使用手順
を説明する。図-1はそのフローチャートである。

表-1 LANSISの適用範囲

シミュレーションの 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 彩 シミュレーション
	構 造 物 計 画	機能施設計画	域 図 計 画		
3次元	建築計画 橋梁計画 植栽計画 擁壁計画	道路計画 河川計画 敷地計画 公園計画	再開発計画 市街地開発計画 大規模公園計画 地域開発計画	舗装パターン タイルパターン 建築壁面 擁壁面	建築物 環境色彩 橋梁・歩道橋 ストリートファナー等
2次元	同上	適用はやや困難	適用は困難	同 上	同 上

a) 物体データの作成 景観構成要素である建築物や土木構造物、地盤など、単純な3次元図形（プリミティブ）の集合として表現する。精度よく表現するためには、一般に、多くのプリミティブを使う方がよいが、作成の手間、計算時間、記憶容量制約からは、少ない方がよく、オペレータの手腕が発揮されるところである。

シミュレーションにあたっては、課題別物体データとして、まず基本となるものをつくり、後に付属物体のデータを作成する。ただし、ストリートファニチャーや交通標識などは、自動生成するか、標準物体データベースの中から適当なものを選択するだけでよい場合が多い。さらに景観計画に直接影響してこない遠景、背景になる物体は過去の蓄積データの中から選ぶことができる。

次に、色、模様をデータに付加する。模様とは、物体の面上に定義できる、形をもった色である。計算の簡略化と必要メモリー量を減らすために導入さ

れたもので、建物の窓などが表現でき、非常に便利で有用である。ただし、原理的には模様数に制限はないが、これにもメモリー容量上の制約があって、模様づけするのは視点から見える範囲で最も効果的な部分に制限する必要がある。

b) 個々の物体データの編集 a) で作った個々の物体データをまとめる。このとき、個々を共通の座標に沿って移動・回転し、空間の中に配置する必要がある。この編集時に、それぞれのファイルが持っているカラーパレットは自動的に調整される。

c) パラメータファイルの作成 入力データを画像化するには、視点、注視点、視野角を決める必要がある。これらのパラメータを設定し、ファイル化する。

次に、光の設定を行う。光源の個数、光の種類（点光源か平行光源）、光源の位置、太陽光と環境光のコントラストなどのパラメータがある。使用できる光源数は最大6個で、そのうち1番目のものは太陽光（平行光線）として用いる。

（3）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、計算機の容量、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、変更をし、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、さほど多くのデータを用意する必要はない。背景の樹木との色バランスの調整、紅葉などについては、データの色を変えることにより、対応する。

b) 低木の植栽帯 原則としてマッピングは行わず、おおよその形をモデリングして、面の色を乱数処理する。これだけで、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・選択に手間を要する。

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、マッピングを施す。

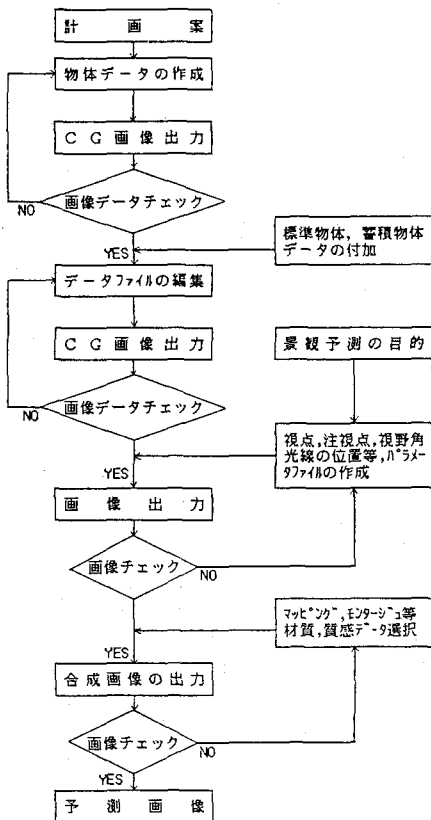


図-1 システム適用の手順

d)背景の表現 背景は、計算にそれほど時間を要しないので、空だけであっても、モンタージュ手法を用いる。

3. 景観計画のケーススタディ

(1) 道路設計への適用

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て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し、以下に述べるような一連のシミュレーションを実施した。

b)景観予測の手順 景観予測の手順を図-2に示す。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予測画像を得た。この際に、背景の実景写真との馴染みを考慮し、路面、低木植栽等には乱数処理を施している。なお、検討したスラロームの回転半径は160mと80mの2種類(図-3)で、それぞれ車道線形に応じた植栽パターンを作画した。また、舗装については図-4に示すグラデーション、ブロック、ブレンの3パターンを検討することとした。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 まず、車道のスラロームについては以下のような事柄が明らかとなった。写真(1)-①・②を比較してわかるように、②は①よりもカーブの度合がかなり強く感じられ、その差は平面プラン

から受ける印象よりかなり大きい。また、ドライバーの視点にたつと、カーブの度合が強い②では車道幅員が①より狭く感じられることもわかった。

つぎに歩道舗装については、写真(1)-③のグラデーションパターンでは図-4のような細かいパターンを割付けているにもかかわらず、計画者が当初狙っていたリズム感や、ひきこまれていくような演出効果が特にうまく出てきているようには見えない。つまり2D上で予測、期待した程の効果は現われなかったという評価が得られた。むしろ④の大きなブロックパターンの連続が整然と落ち着いた好ましい印象を持つと予想される。

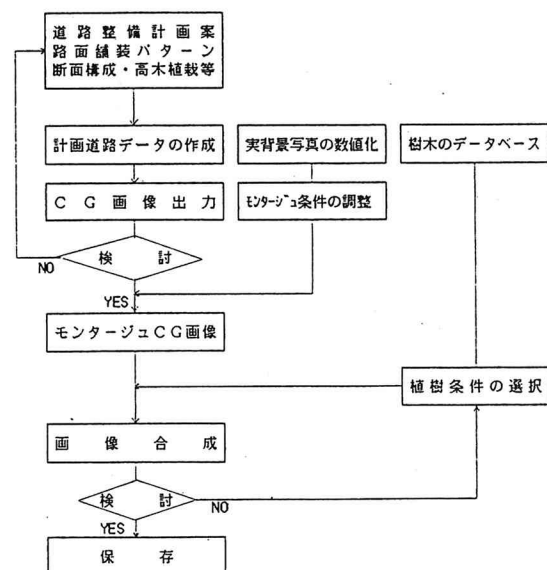


図-2 道路景観シミュレーションの手順

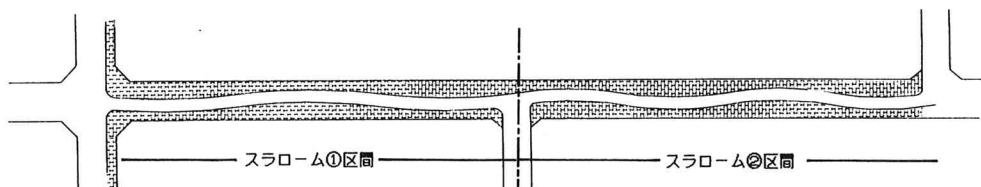


図-3 車道線形(平面)

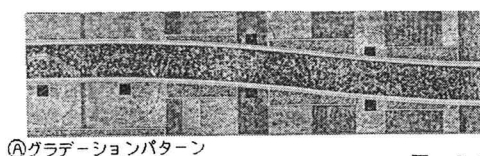
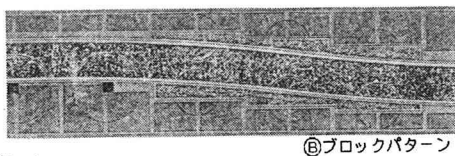


図-4 舗装パターン



⑥ブロックパターン

高木植栽については、スラロームの回転半径の大小に関わらず歩道幅員が2.5m以上のところでは約9m間隔の同一パターンで施す代替案を景観予測した。その結果、スラローム半径の小さいケースでは、ドライバーは高木の向こう側の車道をやや見通しにくく感じる可能性があることがわかった。しかし車道の曲率半径の大きさからみて安全性に問題は生ぜず、むしろ車のスピードを抑制する効果が期待できると考えられる。一方、歩行者の視点からは奥行き方向に連なる高木が横方向に広がって見えるため、同じ本数の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。以上のことから、この計画代替案は、ドライバーが低速走行するかぎりには十分な見通しがきき、かつ歩行者にとっても快適な緑の量が確保されるという評価を与えることができると考えられる。

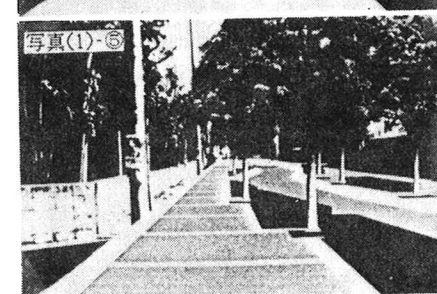
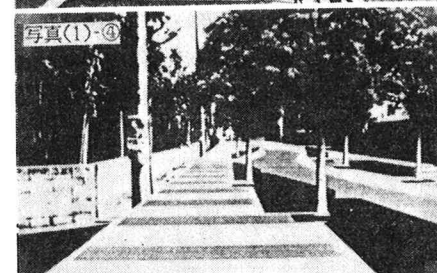
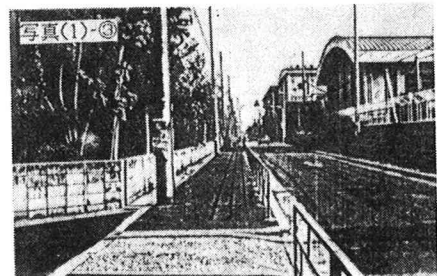
d) LANSISのシステム評価 この適用例から、①3D化によって、平面図上の評価だけではなかなかつかみにくい”見えの感じ”を予測評価できる、②歩道面等に乱数処理を施したうえに2Dペイントシステムを用いた仕上げを行ったため、CGの汚れを感じさせない均質な画像と実景画像との画質にひらきが少なくなり、自然な印象のモニタージュ画像を得ることができる、③多数の比較代替案の多数の視点からの景観予測画像を比較的容易に作画することができる、等の機能性が確かめられた。



反面、④モニタージュした木の影がおちない、⑤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、⑥背景に用いる写真の視点及び注視点を正確に把握することが作画の効率やモニタージュの仕上がりに大きく影響する、といった点が問題となった。これら3点のうち④⑤についてはシステムの改良を行ったが、⑥については撮影時の諸データの記録を注意深く行うことによって対応することとした。

なお、この適用事例では現況写真、車道のスラローム化と歩道修景・緑化を行う景観予測結果の双方で、電柱が大きな景観障害要因となっていることがわかる。この対策として地中化を計画する場合には、2Dペイントシステムを利用したシミュレーションを容易に行うことができる。また、視点を連続的に設定した作画によってアニメーションを作成し、より実際の景観評価を実施する事も考えられる。

以上のような検討結果から、LANSISの適用によって、道路景観計画に有用な情報を得ることができると考えられる。



(2) 再開発街区の色彩計画への適用

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) 景観予測手順 検討の手順を図-5に示す。作成した物体データをもとにし、カラーパレットだけを変えて順次作画してゆく。視点は、鳥瞰的視点が4ケース、歩行者の視点が3ケースとした。使用した色彩系統は、“温かみのある親しみやすい街”の表現を主眼として選んだもので、屋根がブラウンからグレー系、躯体はアイボリーからブラウン系であった。色彩パターンとしては、当初21ケースを設定したが、作画検討のプロセスの中でフィードバックを行いながら新たなパターンを設定したため、最終的には、二百数十ケースにおよんだ。

c) 適用の結果 当初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ることがわかった。視点の位置によっては、狭苦しくさえ感じられた。そして、当初の計画方針通り、建築物のボリュームにかかわらず、同一地区内は同色系で統一すると、特に濃い色の場合には、圧迫感や暑苦しさなどをひきおこすおそれがあるという結論を得た。そこで、色彩計画案のほとんどを手直しし、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、計画案の大幅な手直しの必要性がでてきた。この適用例のような、広大な地域色彩計画の場

合には、①色彩計画のプランニング作業以前にまず、3Dによって生まれてくる全体のボリュームを確認しておく、②その後に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その大きさやデザイン、機能棟に応じて決めてゆく、というのが妥当な方法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。施彩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と考えられる。このことから、LANSISの有用性を主張できよう。いずれにせよ、色彩計画の

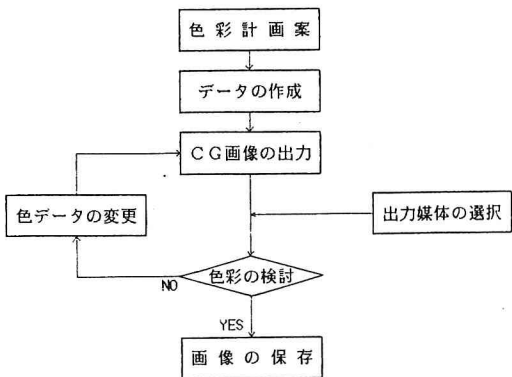
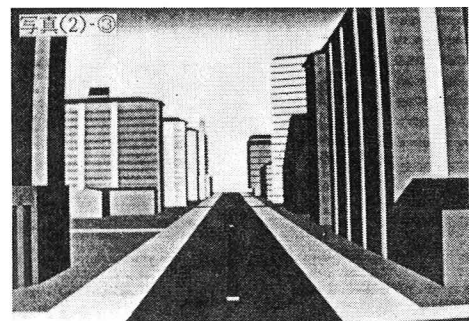
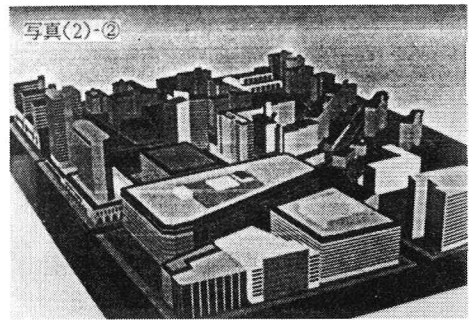
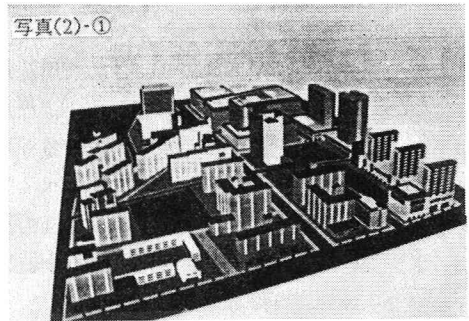


図-5 カラーシミュレーションの手順

検討が、従来のパースなどに比べ、時間的、経済的にも優れ、高い質的レベルで行えるようになったと言える。

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があることである。このため、厳密に微妙な色調を検討するケースには現実の色と表現媒体の対応関係を調べた上でプレゼンテーションの方法を選択する必要がある。

(3) 歩道舗装の検討への応用

a) 景観シミュレーションの目的 より豊かな歩行環境を実現するためには様々な方法が考えられるが、その一つに、その道にふさわしい表情・個性を舗装の変化によって演出する手法がある。そこで、沿道の環境や道路自体の特性にふさわしい舗装パターンや舗装材を見い出す試行錯誤的な検討を行うこととした。なお、この適用例ではタイルパターン生成システムA（多数の舗装パターンをLANSISが自動生成する）を用い、多数の代替案を比較検討している。

b) 検討の手順 検討の手順を図-6に示す。道路景観を構成する基本的な部分を予め1度だけ作画しておき、次に歩道表面に自動生成された舗装パターンを次々にマッピングする事によって多数の景観予測画像を生成した。検討した舗装パターンはいずれも格子状のマクロパターンを持つが、グリッド間隔を大小2通り、構成ブロックのサイズを図-7のように大小2通り、色についてブルーグレー（明・暗）とベージュ（明・暗）の組合せを8通り（基本的な

4パターンとその反転）を設定し、それらを適宜組み合わせることで比較代替案を作成した。

c) 適用の結果 写真(3)-①のように歩道が周囲から独立した色彩系を持ち、さらにタイルの面と縁のコントラストが強いと歩道が自己主張をし始める。このような舗装パターンはその道を歩く人になんらかの形のストレス（高揚感、不快感）を及ぼすことが予想される。したがって、華やかさの必要な商店街などには適合する場合があるが、住宅街や公園の歩道舗装に用いるのには問題があろう。同じパターンで配色の異なる(3)-②と比較すると、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事が確認できる。

次に、同じ配色でタイルサイズとマクロパターンのグリッド間隔の異なる(3)-②と③の比較では③のほうがさらに落ち着いて見える。これも舗装パターンによるコントラストがより小さくなっているためと考えられる。ではパターンが大きい（マクロパターンのグリッド間隔が大きい、以下同様）方が常に落ち着いた感じがでるかということ、一概にそう断言はできない。(3)-④は(3)-②よりもパターンが小さい代替案であるが、こちらにはかえって細やかな美しさが現われており、より落ちついた表情が醸し出されている。

このように、パターンの大きさとそれがつくり出す印象との関係は他の種々の要因による影響を受けていると考えられるが、本適用例から類推すると、歩道幅員とマクロパターンの大きさのバランスが重要な意味を持っているとも考えられる。しかしこの関係については、当然沿道の景観特性に左右される部分も大きいと考えられる。そのため、どの幅員にどのくらいのグリッドの大きさが快く感じられるかを一般的に解明するためには、今後さらに計量心理

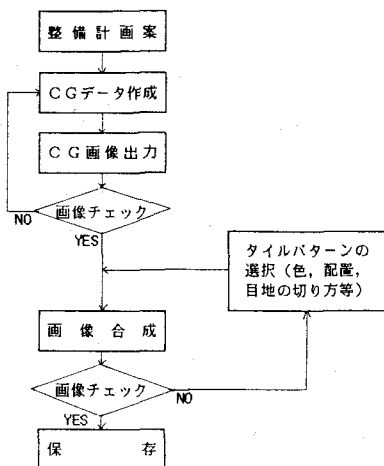


図-6 タイルパターンシミュレーションの手順

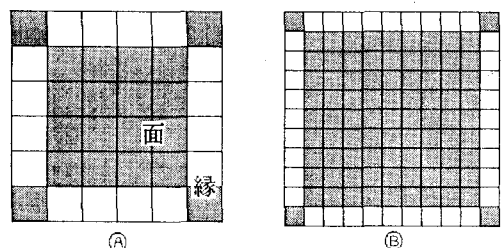
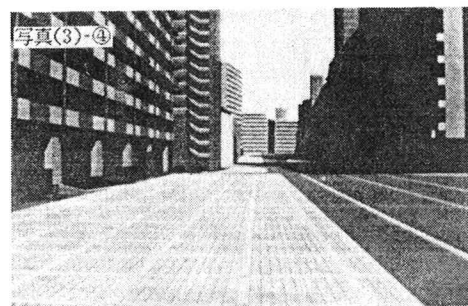
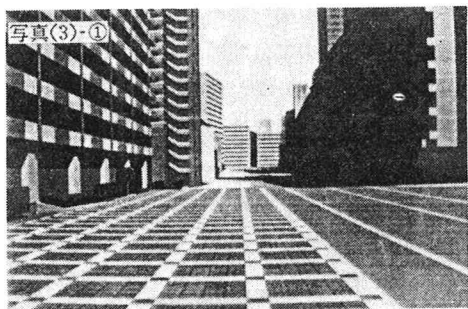


図-7 タイルパターン

学的な分析を進めてゆく必要がある。

なお、このような歩道舗装評価を現実の歩道整備に反映させるためには、樹木やストリートファニチャー等を歩道上に配置し、それらの配置によってタイルの狙った効果が損なわれることがないか、あるいは植栽の緑とタイルとの相互の色調関係がどうなのか、ストリートファニチャーと舗装パターンとの調和がとれているかなどをさらに検討する必要がある。



d) LANSIS のシステム評価

この種の検討に従来手法を用いた場合にはせいぜい数案程度の代替案しか比較することができず、そのために景観面での計画情報を事業化以前に十分把握・検討することができないことがままあった。しかし、LANSIS を適用すると多数の比較代替案を自動的に生成できるため、多様な景観評価が可能になる。また、この特徴を生かせば、特に多量の情報を必要とする計量心理学的な分析を行う際にも非常に有効なシステムと成り得ることが確かめられた。

4. おわりに

LANSIS を開発するにあたっては、標準的物体のモデリングシステムや蓄積物体データの活用及びデータベースの構築によって、データベースの作成や取扱が容易にできるように留意している。しかし自動生成できないデータの作成に関しては依然少なからず手間がかかる。そこでこれまでの数値入力のみには依らない、マウスやライトペンなどを用いた簡単なデータ作成の方法を開発すること、より手軽なデータマネジメントシステムの開発を行なうことが今後の課題として重要である。これと、データマネジメントシステムの一層の改良によってシステムの使用法がより簡便化されれば、景観予測に要する時間的・費用的コストの低減を図れる。さらに、システムの一部または全部を最小システムのミニコンピュータあるいはパソコンの高級機に移植可能になれば、計画→景観予測→評価→計画という一連のフィードバックループが非常に効率的に運用できることになり、景観計画の諸分野におけるCGの活用はさらに一般化して行くと考えられる。

最後に、本研究を進めるにあたっては、大阪市都市整備局、大阪市建設局、大阪市土木技術協会にテーマを提供していただき様々な便宜を図って頂いた。ここに深く感謝の意を表わす。

〈 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, 1988, 掲載予定。
- 2) 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。