

コンピューターグラフィックスを援用した道路景観計画

An Example of Roadscape-Planning Applying Computer Graphics

三輪利英・吉川征史・村上哲雄・土橋正彦

By Toshihide MIWA, Seishi YOSHIKAWA, Tetsuo MURAKAMI, Masahiko TSUCHIHASHI

We have made a study of Roadscape-Simulation system applying Computer Graphics. In this report, we will interpret the course of system development, outline of our Simulation System, and recent examples applying the system in practice. We have found some key points to make good results of applying CG in Roadscape Planning. Those are as follows,

- ①making up Structural database is very important, because data handling takes more time than making data;
- ②Abridged computing (montage, partial computing, etc) makes the Simulation Model more feasible;
- ③If the presentation is more effective then the estimation of roadscape may be more exact.

1. はじめに

最近では土木・都市計画の様々な分野で景観計画あるいは景観アセスメントを実施する機会が急速に増えつつあるが、われわれは再開発地区内の新設道路の計画のなかで、CGを活用した景観シミュレーションを実施している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。本稿では、景観予測の道具としてのCGに着目するに至った経緯と、実際の利用方法、景観予測結果、今後の利用の見通し等について概略を述べたい。

2. 景観計画の必要性

土木の分野で景観計画が必要になるのは、おおむ

ね次のような場合である。

①既存の景観に問題があり、修景の必要がある場合
歴史的街区の景観保全等が代表的なケースで、古くからその必要性が唱えられ、各地に事例も多い。この場合、歴史的景観にふさわしくない景観構成要素(舗装、電柱、標識・看板類、自動車等)を取り除いたり適当なデザインのものに置き換えたりすること、歴史的景観を演出する景観構成要素を新設・復元することがハード面での主要な計画項目となる。

また、最近ではごく身近に接する普通の町の景観をより好ましいものにする必要性も広く認識されるようになり、大小様々な景観構成要素を対象とした景観計画が実施されている。その計画対象は、建物の外装変更、高速道路や歩道橋のような高架構造物の桁の下面の修景、看板・標識類の整理、電柱及び架空線の地下化、生活道路の緑化、道路の特殊舗装、防潮堤の修景、街路灯やベンチなどのストリートフ

*正会員 工博 福山大学工学部教授 工学部土木工学科
(〒729-02 広島県福山市東村町字三蔵985)

**正会員 (財)大阪市土木技術協会
(〒530 大阪市北区西天満5-14-10)

***正会員 (財)大阪市土木技術協会

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

アニメーションのデザインなど非常に多岐にわたっている。このような、歴史的町並みのように特別でない。そのなかで日々の生活が営まれる環境・景観を質的に向上させようとする計画は、Civil Engineering～土木工学のなかで今後ますますその重要性をまして行くと考えられる。

②新しい景観構成要素が既存景観に大きな影響を与えることが予想される場合

本四架橋のような長大橋の形状や色は既存の景観に重大な影響を及ぼす。したがって、そのような場合には多様な代替案を比較検討して、周辺環境と調和する最適案を探る必要がある。逆に、シンボルタワーやサインタワーのように周囲の景観に積極的なインパクトを与えることを目的とした構造物の場合は、いかに効果的に演出効果を出すかが重要な課題になり、このような場合にも景観予測と効果の比較検討が必要である。

③全く新しい景観を計画する場合

大規模な再開発や埋立地の経営、または郊外での新市街地の建設といったケースでは、ほとんど無の状態から全く新しい景観をつくり出すことになる。したがって、全体イメージのコンセプトの検討からスタートして、建物群としての基調、個々の建築のディテール、道路公園等の公共空間のデザインなどを一つの計画意図のもとで検討する必要がある。

表1 景観計画が必要となる局面

局 面	例	特 徴
既存景観の修景	歴史的町並みの再生 幹線道路の美装化 地区道路の環境改善	マスタープランに基づいた個別景観構成要素のデザイン。
既存景観と新しい景観構成要素との調和	巨大構造物の新設 建物の新築、改築 名勝地の景観保全	マクロ的な視点からの様々な景観構成要素の存在の調整。
新規の景観創出	再開発 ニュータウン整備 埋立地の整備	マスタープランの立案とそのブレイクダウン。

2. システムの開発の経緯

(1) 景観予測とコンピュータグラフィックス

景観計画の過程では様々な代替案を比較評価する必要が生じる。この検討には、従来は手描きのパース、模型、写真のモニタージュ、類似事例の写真等

が用いられてきたが、これらの既存手法には次のような問題点があった。

- ①コスト的な制約（模型・パース）
- ②視点の限定の問題（パース、モニタージュ写真）
- ③景観予測結果の均質性の問題（パース等）

これに対し、CGは従来手法に見られない優れた特性を持っている。すなわち、特殊な製作技術が不要、データを徐々に増やして行くことによって計画の初期の段階から最終段階まで連続して活用できる、多数のバリエーションを容易に作成できる、予測結果の均質性が比較的に高い、一つの代替案を多くの視点から景観予測できる、などである。これらの特性は実用的な景観予測手法としての大きな可能性を示していると考えられる。

(2) 景観予測におけるCGの適用分野

CGを用いた景観予測の適用分野は非常に広く、2. で述べたほとんど全てのシチュエーションで活用可能と考えられる。ただし、計画の目的に応じて、景観予測画像に要求される作画の精度には幅がある。作画に要する労力や時間は作画精度によって著しく異なるため、CGを利用する際には計画の目的に適合した精度を合理的に選択する必要がある。

(3) CGを援用した道路景観予測手法の開発経緯

われわれは、再開発事業によって新規に整備される道路を対象とした道路景観計画を実施する機会を得た。通常、道路は道路整備が先行しているか、または町並みがすでにできあがっているところに道路を割り込ませるか、あるいは道路と道路に沿ったまちができあがっているところで道路のみを対象として環境改善を図るかなどの形で整備されることが多い。いづれにせよ沿道街区の整備と統一的な計画のもとに整備されるケースは非常にまれである。したがって、再開発事業は、道路と沿道街区の景観が調和した良好な町並みを形成する貴重な機会といえることができる。

ところで、景観計画を行う際にはなんらかの形で計画案を景観予測し評価する必要がある。ところが、再開発事業では沿道の建物と道路がほぼ同時に整備されるため、道路整備手法を検討する時点では道路周辺街区がまだできあがっておらず、道路とその沿道の景観特性を十分把握することができない。そこで、既に述べたように様々な景観予測手法を比較し

たうえて、CGを援用した景観計画を実施することとした。

(4) CGを援用した道路景観計画

次のような基本的手順にしたがって、道路景観計画を実施した。

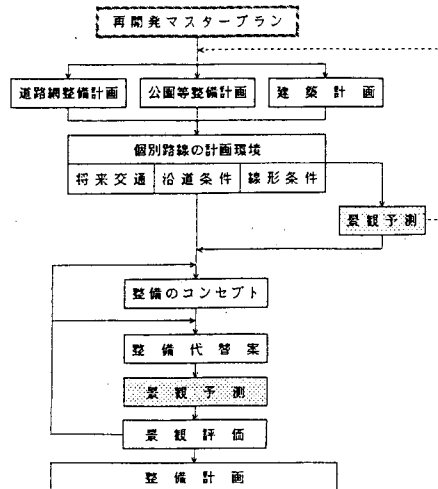


図1 景観計画の検討の手順

3. システムの現状

ここでは、阿倍野再開発地区の道路景観予測に用いたコンピューターグラフィックスのシステムの概要を述べる。

(1) システムの機器構成

本研究で利用したコンピューターグラフィックスシステムは、データ入力と画像再生を行うための入出力サブシステムと、入力されたデータベースを用いて画像計算を行うメインシステムの2つの部分からなっている。

入出力サブシステムは、物体の3次元データ入力と、入力データチェックのための簡単なワイヤフレーム（線画）出力を行うためのもので、入力作業を効率的に行うため、パーソナルコンピューターを利用するシステム構成をとっている。このサブシステムで完成したデータベースはフロッピーディスクに記録して、次のメインシステムに引き渡す。なお、メインシステムで保存した画像の再生にもこのサブシステムを利用する。

メインシステムは、基本的なチェックを終えたデータベースを用いて必要な計算を行い、カラーグラフィックスディスプレイ上に画像出力する。出力結果は写真及びコンピューターの補助記憶装置（磁気テ

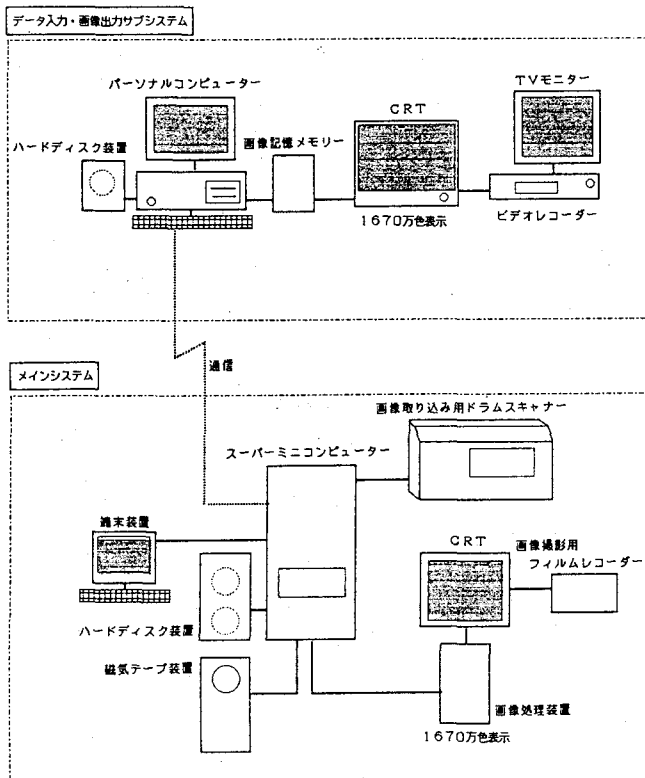


図2 システムの機器構成

ープまたはフロッピーディスク）に保存することができる。なお、メインシステムはミニコンピューターを利用したシステム構成をとっている。

以上に述べたコンピューターグラフィックスシステムの機器構成およびシステム構成を図2、図3に示している。

(2) システムの概要

1) 3次元データの作成

道路景観構成要素を、単純な3次元図形（プリミティブ）の集合として表現する。プリミティブには平面、角柱、円柱（角柱で近似）、球（多面体で近似）、平行六面体、プリズム、任意の形状の凸多面体のような種類があり、それぞれの種類ごとに定められているいくつかのパラメーターを指定することによって容易にその形状を数値化できる。

2) 視点等の設定と線画の作成

入力データを画像化するには、どこから（視点）、どこを（注視点）、どのように（視野角）見るかを決める必要がある。

視点は目の位置、注視点は視線上で視点と反対側の端であり、それぞれ空間座標によって指定する。視野角は、注視点を含み視線と垂直な仮想平面のどの範囲を見るかを指定するパラメーターであり、水平方向と垂直方向の2つの角度によって定める。以上のように視点、注視点、視野角の設定が終ると線画の作成が可能となる。線画には、データとして入力された情報を全て表示するワイヤフレームと、見えない部分の描写を省略した隠線処理済線画とがあるが、データ入力サブシステムではその両方の出力が可能である。

3)色、模様データの付加

材質や、建物の窓、道路の路面表示などは、色と模様によって表現する。

4)画像の仕上げ

メインシステムでは、隠線消去や、照度分布を考慮した物体の色付け処理等を施し、画像の最終的に仕上げる。本調査で用いるCGシステムの特徴はこの最終段階で行う一連の光線処理にあり、写真に示すように曇天、晴天、霧ノ夜間、夕暮れノ春、夏、秋、冬ノなど様々な条件下の画像を得ることができる。

4. CGを援用した道路景観評価

1. で、景観予測におけるCGの適用分野を整理したが、ここでは道路景観を対象とした場合のCGの作画精度と景観評価の適用分野、評価手法について述べる。

(1) 簡略的なCGを媒体とする道路景観評価

① 評価媒体

線画または画面などの簡略的なCG。ほとんどリアルタイムで作画できるため、計画への情報のフィードバックが早い。

② 評価対象

a) 景観構成要素(人工物)個々の大きさ、形態、配置

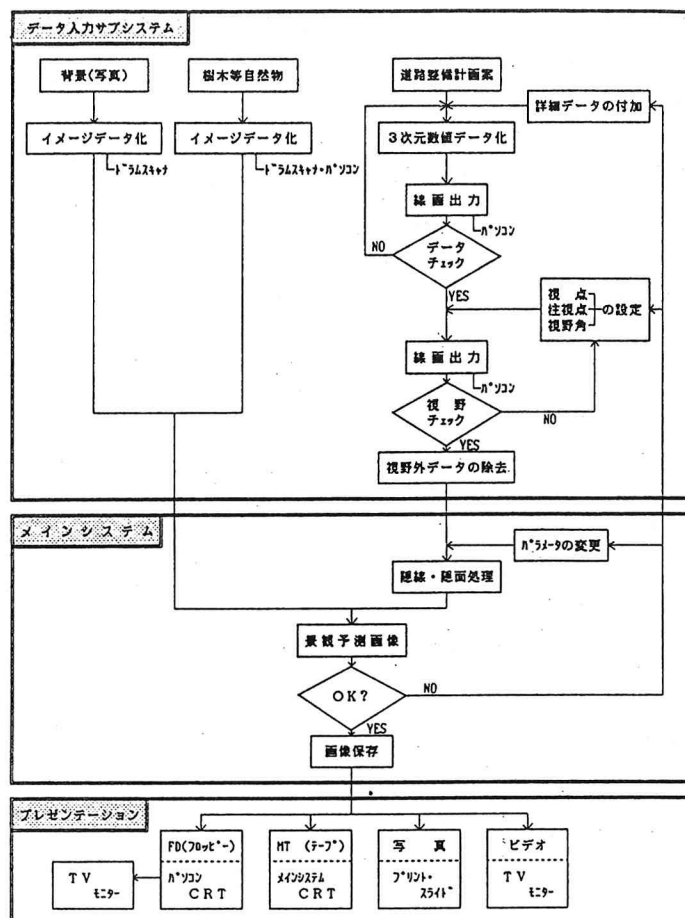
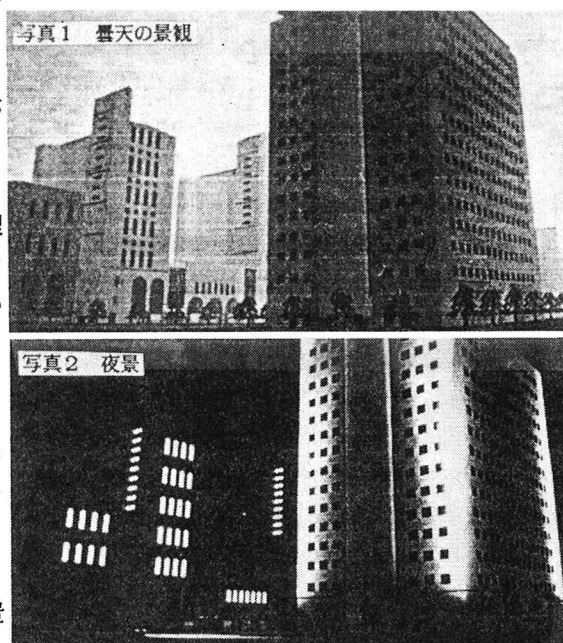


図3 システムの基本構成



- ・沿道建物の大きさを統一するか、変化をつけるか。
- ・照明灯の高さ、形状と道路とのスケールバランスの検討
- ・道路横断面構成の概略検討etc

b)道路と沿道の関係

- ・建物のセットバック効果の定量的把握。
- ・沿道建物の軒高と道路幅員の関係の計量心理学的分析。
- ・沿道街区のマクロな色彩計画。

c)予備検討

- ・計画代替案作成時の予備的な景観予測。

3)評価手法

判断の基準が少ないことから、順位法、一対比較法を適用する。また、さらに評価要因を知りたい場合は評定尺度法を併用する。

(2)やや詳細なCGを媒体とする道路景観評価

①評価媒体

モニタージュや特殊な陰影処理、材質表現等を部分的に施した面画を用いる。リアルタイムではないが数分から十分程度の時間で作画可能。計画情報のフィードバックの早さは(1)と(3)の間。

②評価対象

a)自然物を含めた景観構成要素の形態、配置

- ・街路樹の配置パターンの検討
- ・街路樹の樹形、樹種の検討
- ・全体としてのSF類の形状、配置パターン
- ・公園、擁壁等の沿道施設との境界整備手法の検討

b)景観構成要素の素材

- ・歩車道の舗装面の仕上げ、意匠パターンの検討。
- ・沿道建物の壁面仕上げと道路景観との関係の検討。

c)夜間の道路景観、機能面の評価

- ・照明灯の配置間隔、配置パターンと照度分布解析。
- ・防犯上の安全性、安心感の計量心理学的評価。

③評価手法

(1)の各手法に加えて、イメージを測定するSD法も用いる。

(3)精密画を媒体とする道路景観評価

①評価媒体

可能な限り現実的に表現したCG画像を用いる。作画には時間単位の計算が必要で、得られる情報量が多い反面、計画への情報のフィードバックには最も手間取る。

②評価対象

a)アイレベルイメージ

- ・基調とする色彩計画に基づいた個々の景観構成要素のカラー計画

b)視点を替えての景観チェック

- ・高層階からの見おろし(居住者の評価)/自動車のドライバーの視点/歩行者(大人/子供/自転車)など多様な視点からの詳細な検討。

c)総合評価

- ・最も望ましい案の選択

③評価手法

景観予測画像の情報量が多いため、一対比較法による順位づけに留まらず、SD法による整備イメージとの関係づけ、評定尺度法による多次元の順位づけも可能である。

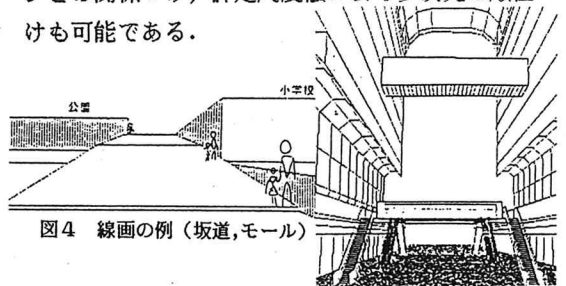


図4 線画の例(坂道,モール)

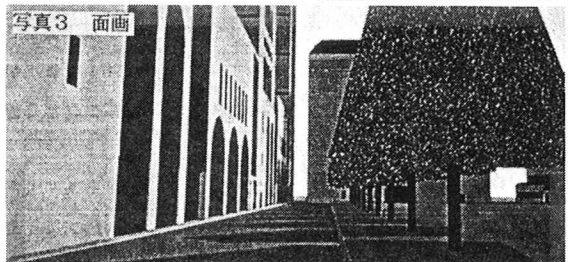


写真3 面画

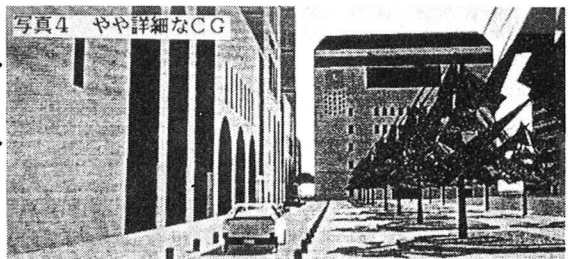


写真4 やや詳細なCG

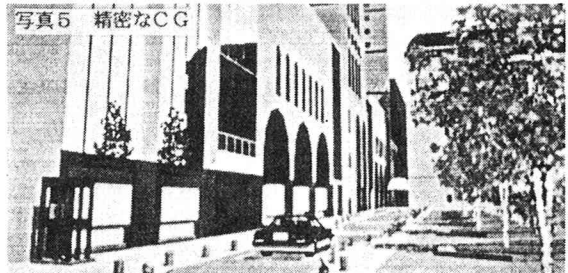


写真5 精密なCG

5. 道路景観計画への適用事例

(1) 歩道橋の形状・色彩計画

歩道橋は道路景観に及ぼす影響が大きく、しかも現状ではその多くが景観阻害要因になっている。そこで、再開発地区の中心に計画されている大規模な横断歩道橋を対象として、景観評価の要因分析をはじめとする検討を行った。

①検討の手順

ここで研究の対象とした歩道橋は、再開発地区の背骨をなす幹線道路にかけられるもので、歩道橋の景観イメージが再開発による町並みの印象を直接左右すると考えられる。このような歩道橋の形状や色使いに対しては、事前に十分な検討を加えておく必要がある。

歩道橋の立地条件を景観予測した結果を写真に、検討の概略手順を図5に示している。

②景観シミュレーションの概略

歩道橋の「形」と「色」を評価要因として変化させ、それぞれの要因を組み合わせで都合13通りの整備代替案を作成した。それらの整備代替案を、3通りの視点（歩行者、自動車の運転者、沿道建物の居住者・従業者）から景観予測した。最終的に景観評価に用いた画像は13案×3視点=39通りに及んだが、色情報の変更が容易なこと（データベース上の色パレットの内容を変更するだけでよい）、背景の沿道景観の作画には共通データベースを利用できること、視点・注視点の変更が容易なことこの3つの理由で、効率的に多数の景観予測画像を得ることができた。

③景観予測の結果

写真6～10に景観予測結果の一部を示す。

④計画代替案の評価

代替案作成の過程で、スライド映写またはパソコンを用いた画像出力を利用し、主にブレンディングによる中間的な評価を行った。

また、最終の景観予測画像を用いて一対比較法による景観評価を実施し、歩道橋の色・形状について将来の実施設計時に参考となる計画情報を得ることができた。特に、各代替案を前記3通りの視点から景観予測したため、従来の景観予測手法では困難だった多様な評価主体を想定した景観評価が可能となった。

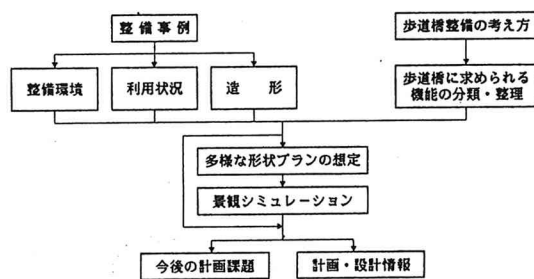


図5 歩道橋の景観計画の手順

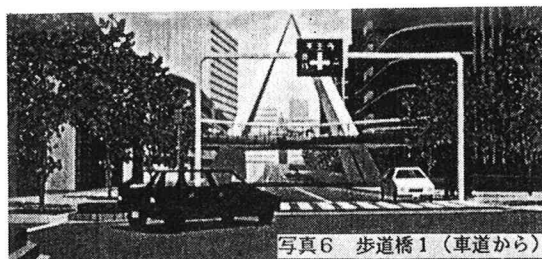


写真6 歩道橋1（車道から）



写真7 歩道橋1（歩道から）



写真8 歩道橋2（歩道から）

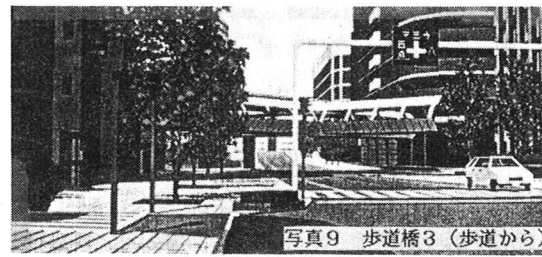


写真9 歩道橋3（歩道から）



写真10 歩道橋4（歩道から）

(2) 坂道の景観計画

勾配6%の補助幹線道路を、坂道という特性を活かしていかに景観整備したら良いかを探る目的で以下のような検討を行った。

①検討の手順

計画対象道路は幅員16mの補助幹線道路で、区間の途中に勾配6%の急坂を持っている。この道路の幅員構成、緑化手法、官民境界付近の空間処理を主な計画課題として、図6のような検討を行った。

②景観シミュレーションの概略

第1ステップとして、歩行者・自動車のドライバーの視点から道路の横断面構成を検討した。作成し

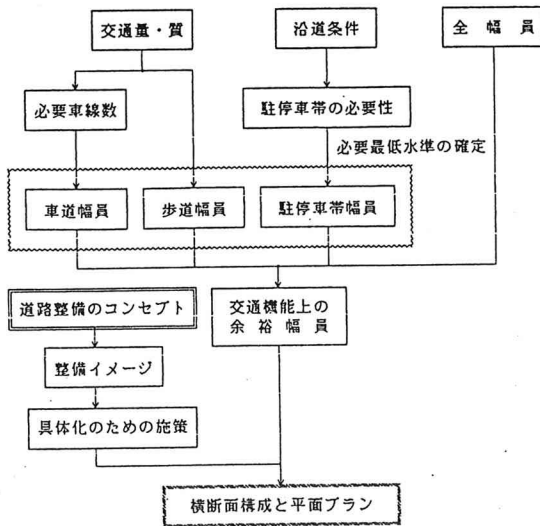
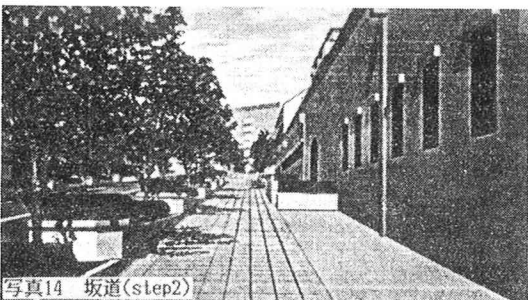
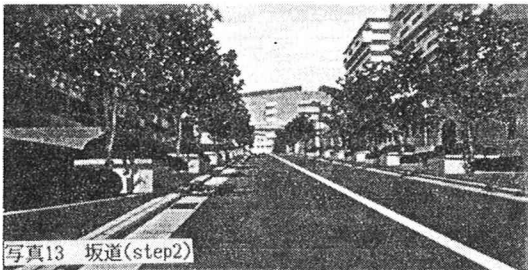


図6 坂道の景観計画の手順



た整備代替案は3案であり、各案をCGを用いて景観予測した結果を一对比較法によって評価した。次に以上の結果を踏まえて、道路の緑化手法・平面プランをやや詳細に検討した。この第2ステップの成果を道路上的様々な視点から景観予測し、完成時のイメージを具体化して計画をチェックした。

③景観予測の結果

写真11～12に第1、写真13～16に第2ステップの計画代替案の景観予測結果の一部を示している。

④計画代替案の評価

第一ステップの景観予測結果は、アンケート調査を実施し一对比較法によって評価した。比較検討し

写真11 坂道(step1対称断面)

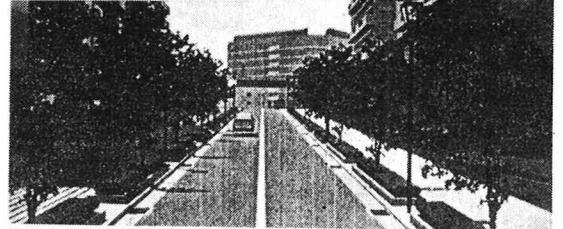
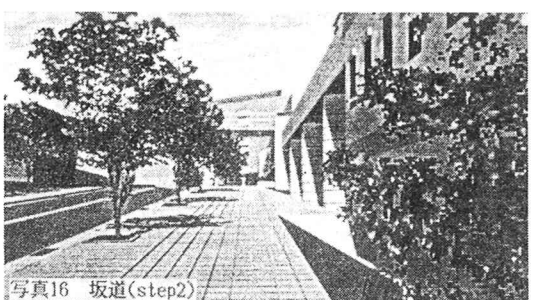
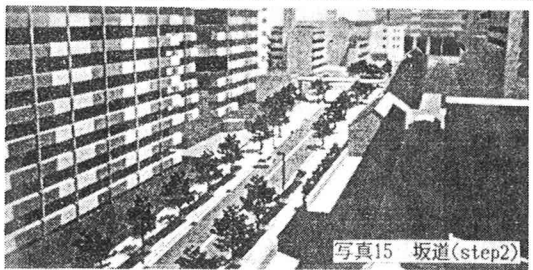
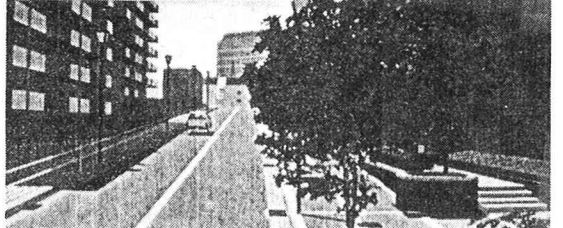


写真12 坂道(step1非対称断面)



た整備代替案は歩道幅員を道路の左右で変えた非対称断面のもの2案と、対象断面構成のもの1案の計3案である。評価主体としては沿道居住者、歩行者、自動車の運転者の3通りを想定し、各案について3通りの視点から景観予測した。アンケートの分析から、非対称断面案の評価が相対的に低く対象断面案の評価値が最も高いという結果が得られた。アンケートの自由記述欄の回答から判断すると、その原因は道路左右の緑量の極端なアンバランスにあると類推された。

第二ステップの景観予測結果は代替案作成の意図が実現しているかどうかのチェックに用いたが、その過程で、沿道の建築計画へのフィードバック情報も得られた。

6. 今後の課題

(1) 合理的なデータベース管理

過去数年間にわたるCGを援用した道路景観予測の実践から、作画データの管理方法の適否がCG作画の効率を左右する最も大きな要因の一つであることが明らかになった。というのは、主にハードウェア面からの制約に対応するために、作画時には必要かつ最小限のデータをセットアップする必要が生じる。その労力は、沿道建築や道路、SF類等のデータ作成のそれにほぼ匹敵している。したがって、今後は作画データを階層的にユニット化する事によって、一種のデータベースとして一元的に管理していく必要があると考えられる。

(2) より実感的なプレゼンテーション

作画結果のプレゼンテーション手法の改善が必要である。現在は写真(スライド、プリント)、ビデオ、パソコンCRTのいずれかを利用してプレゼンテーションしているが、各手法で解像度、色合いなどが微妙にことなり、メインシステム上で景観予測した結果を忠実に再現することができない。

また、特にアンケートによって景観評価を実施する際などには、画像の立体視、あるいは移動視差による立体感の表現などが可能となれば、さらに評価結果の精度が高まると考えられる。

(3) 計画へのクイックフィードバック

現在、本稿に示した程度の精度を持つ画像を1画面生成するには概ね1時間前後を要している。そのため、データのデバッグ、代替案の変更に相当の

時間を要することになり、景観予測・評価によって得られた計画情報をリアルタイムに計画代替案に反映させていくことができない。この問題は、計算の簡略化・分割処理等によって必要計算量を極力少なくし、部分的な変更であればパソコンで処理可能とすることによって解決することができると考えられる。

(4) 効率的な景観評価手法の開発

CGを用いると、従来手法を用いた場合より飛躍的に多数の景観予測画像を得ることができる。反面、評価にあたっては、比較代替案の多さが逆に景観評価の実施を難しくしてしまう。特に、一対比較法を用いる場合には、比較の組合せが幾何級数的に増加してしまい、アンケートの実施に要する時間が増大して被験者の反応になれが生じるなどの問題が起こる。したがって、今後は、多数の代替案を効率的かつ正確に比較することができる評価手法を開発する必要がある。

7. おわりに

本研究を進めるにあたっては大阪市都市整備局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。また、CGのソフトウェア開発及びハードウェアの利用については広島大学・中前栄八郎教授、福山大学西田友是助教授のご協力を得ている。ここに感謝の意を表する。

なお、作画技術面の詳細は参考文献5)~7)等に詳しい。

< 参考文献 >

- 1) 大阪市:「阿倍野再開発地区道路景観計画」
1986.3/1987.3/1988.3
- 2) 橋本, 榊原, 川崎, 土橋:「CGを用いた景観予測手法の開発」, 土木学会年次講演集No41, 1986.
- 3) 三輪, 田中, 巽, 徳本:「CGを援用した道路景観の予測と評価」, 土木学会年次講演集No41, 1986.
- 4) 三輪, 榊原, 徳本, 土橋:「コンピューターグラフィックスを援用した道路景観の予測と評価」, 土木計画学研究・講演集No9, 1986
- 5) 中前栄八郎:「コンピュータグラフィックス」, オーム社, 1987.
- 6) 中前, 西田:「三次元コンピュータグラフィックス」, 昭晃堂, 1986.
- 7) 三輪, 田中, 徳本, 土橋:「CGを応用した道路景観のシミュレーション」, PIXEL, 1988-1.