

I-28 都市景観評価における合意形成のためのGIS、CG及びWWWの統合

Integrating GIS, CG and the WWW for Facilitating Public Involvement
in Urban Landscape Evaluationハンマード アミン^{*}, 杉原健一^{**}, 松本直司^{***}, 若山滋^{***}, 林良嗣^{****}Amin Hammad^{*}, Kenichi Sugihara^{**}, Naoji Matsumoto^{***}, Shigeru Wakayama^{***}, Yoshitugu Hayashi^{****}^{*}名古屋大学工学研究科土木工学専攻講師 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町, hammad@civil.nagoya-u.ac.jp)^{**}岐阜経済大学助教授 ^{***}名古屋工業大学工学部社会開発工学科教授 ^{****}名古屋大学地圏環境工学専攻教授

【抄録】インターネットの急速な発展にもかかわらず、都市計画や公共事業において、情報開示が進まず民意が反映されていない。本論文では、最新のコンピューター技術である地理情報システム(GIS)、CGとインターネットを統合した技術を活用して、都市景観評価において合意形成の可能性と限界について述べる。ここでは、2次元GISと3次元CGソフトを用いて仮想3次元都市空間の構築方法を提案する。本システムでは、公共事業における様々な案を仮想都市空間に配置し、景観評価を行うことができる。そして、構築した3次元都市空間をインターネットのWWWサーバ上において情報開示し、市民の合意形成を計ることについて考察する。事例として、名古屋市栄公園における公共事業のケースを取り上げて、本景観評価システムの有効性を考察する。

【Abstract】 In spite of the widespread use of the Internet, its potential for facilitating public involvement in urban planning projects has not yet been exploited. In this paper, the possibilities and limitations of integrating GIS, CG and the WWW for facilitating the public involvement in urban landscape evaluation are discussed. It is proposed that off-the-shelf 2D GIS and 3D CAD software can be efficiently used for creating virtual urban spaces representing alternative landscape designs. The problems of synthesizing and publishing these data on the WWW are discussed, and a case study of evaluating the landscape of a public park is used to show the usefulness of the proposed approach.

【キーワード】 景観評価、合意形成、地理情報システム、CG、WWW

【 Keywords 】 Landscape Evaluation, Public Involvement, GIS, CG, WWW

1. はじめに

公共事業等のプロジェクトにおいて、市民の合意を形成する過程や活発な市民参加がプロジェクトの円満な進行への大きな鍵となる。現在、プロジェクトの大部分は2次元地図で市民に提示されており、場合により、視覚的に認識しやすいCGフォトモンタージュを用いて提示されている。しかしながら、それら

の媒体では、見る人と行政がインタラクティブに関係しているとはいいがたい(Nakagawa and Yoshikawa 1998)。高性能パソコンと景観シミュレーション用のCADソフトウェアを用いて、都市計画代替案のビジュアル化を提案している研究者もいる(Levy 1995)。但し、このCADデータを作り上げることは非常に時間と費用がかかる。そこで、都市計画用の地理情報システム(GIS)を活用することに

よって、比較的低コストで詳細な地図情報を利用でき、都市計画のビジュアル化に広く応用することができる(Langendorf 1995)。2次元GISと3次元CADと他のマルチメディアデータを組み合わせることによって、現在の都市景観と新しい計画に伴った都市景観を効果的に比較できる(Liggett & Jepson 1995; Gruber & Wilmersdorf 1997)。さらに昨今では、インターネットへのアクセスの簡便さと、World Wide Web (WWW)上に3次元景観シミュレーションデータを載せることが容易になったので、都市景観評価における新しいメディアが提案されている(Mitani et al. 1998)。

本論文では、都市景観評価における合意形成において、GIS、CG及びインターネットの技術の統合を提案する。統合することにより、人々はインターネットを介してWeb上のVRML (Virtual Reality Modeling Language)形式の3次元仮想都市空間にアクセスし、合意形成を図ることができる。この方法は、実用的かつ低コストで、人々の意見を収集することができる。さらに、インタラクティブ性を押し進めるために、仮想都市の訪問者は建築物の代替案が盛り込まれた仮想空間をウォークスルーし、フライオーバーすることも可能となる。事例を使って本研究の有効性を証明する。

2. 都市景観評価における合意形成のための仮想空間の役割

インターネットに接続する人の数は西暦2000年までに全世界で2億人に達するといわれている。また、コンピューターのCPUの能力も18ヶ月ごとに倍増し、通信回線の伝送速度も急速に増大している。ハードウェアの基盤の進歩だけでなく、ソフトウェア分野での技術革新、例えば、インターネットサーバ構築技術、3次元CG、地理情報システムを含むデータベースの発展は目覚ましい。現実と変更された2次元GISの都市空間データを3次元空間に拡張し、さらにアニメーションや音声などのマルチメディア情報も付加し、それをインターネットのWWWを介し

て共有することによって“Virtual City”と呼ばれる新しい研究分野が提案されてきた(Dodge et al. 1998; Faust 1995; Gruber 1998)。“仮想都市”の概念は、現実の都市とは無関係の“想像上の仮想都市”というものも考えられるが、本論文では、現実の都市環境を再現し、その都市景観に及ぼす変化をシミュレートする仮想都市について考察する。

都市景観評価と合意形成のための市民参加において、仮想都市空間の役割は次のように考えられる。(1)比較的低コストで多くの人々に都市計画案を提示すること、(2)3次元シーンをインタラクティブにウォークスルーできること、(3)人々からのフィードバックを受け取り、それを共有することである。最後の役割は特に重要で、オンラインの電子アンケートやBBS (Bulletin Board System, 電子掲示板)によって達成される。これらのシステムは、合意形成を図るデルファイ法などに利用される場合、従来のアンケートと比べて有効であると思われる(データ入力や集計作業)。

3. 仮想都市空間生成及び発信のための要件

GISインターネットマップサーバの最新の進歩、GISとCGの統合化、及びVRMLの新しい可能性によって、都市計画に市民参加を促すためのインターネットの活用が盛んになっていくと考えられる。GISとCGの統合の例として、E.S.R.IのArcView 3D Analyst Extensionが挙げられる(<http://www.esri.com>)。このソフトウェアは2次元地図データの建物を高さデータに基づいて押し出ししたり、複雑な地形などをTIN (Triangulated Irregular Networks)を用いて3次元形状のモデリングができる。さらに、生成された3次元CGは、インタラクティブな透視投影ビューイングが可能であり、VRML形式でデータのエクスポートができる。VRMLは、インターネット上で3次元CGを生成する言語のデファクトスタンダードとなっている。1997年のVRML Consortiumでリリースされた最新のバージョン、VRML2.0ではルート制御、ノードの多様化

などで仮想現実空間を実現する機能を備えている(Roehl 1997)。

VRML ファイルを生成・編集するには、例えば 3D StudioMAX (Miller 1997; <http://www.kinetix.com>) を用いて 3 次元オブジェクトを生成・編集してから VRML 形式にエクスポートできる。一旦、3 次元オブジェクトのモデリングとレンダリングが完成すると、それよりインターネット上で情報発信するための動画や静止画を生成することは容易である。このようにインターネット上で仮想都市空間を構築することは技術的には実現可能だが、これを都市計画一般、特に、景観評価への住民参加に利用するには、解決しなければならないいくつかの問題が残っている。次の節で、これらの問題とその解決策を考察する。

3.1 データ取得及び操作の実実際的な方法

都市計画プロジェクトの効果を調査研究するために都市景観シミュレーションを行う際、シミュレーションに必要なデータを入力することが主となる。そのデータは 2 種類であり、現在の都市景観データと計画結果により部分的に変更された都市景観データである。前述したように、3 次元 CG データベースを利用できるため、シミュレーションの品質を大幅に向上させることができ、写真のようにリアルな 3 次元シーンを表現することができるが、これらのデータ入力に大変なコストと労力が必要である。空中と地上のセンサーや写真測量技術を使って、3 次元データを自動的に取得するための研究が多くなされている。しかし、これらの方法は妥当なコストで実用的に応用できる段階には至っていない。他の方法として、従来のソフトウェアを用いていくつかの情報源からの有効なデータを結合することにより景観シミュレーションに十分なディテールが得られる。データとして、表 1 のように挙げられる。

(1) GIS データ

今やかなりの GIS 都市データが利用可能となった。例えば、日本の大都市については

主として 2 種類の電子地図情報源がある。(1) 建物、道路などの小縮尺の GIS データ (1:2500) が住宅地図として毎年更新されている。(2) 高精度の土地利用メッシュデータ (10m メッシュ)、土地利用規制 (100m メッシュ) と標高データのメッシュデータ (50m メッシュ)、これら数値地図は国土地理院によって更新されている。建物、道路、標高などを含む現在の GIS データが 3 次元仮想都市空間を構築するための出発点となる (Ranzinger & Gleixner, 1997)。

建物の GIS データは基本的に 2 次元の多角形データである。建物を 3 次元表現するための必要な属性データは、建物の階数または高さ、構造 (鉄筋コンクリート造、木造など)、屋根の形状 (平面、傾斜など)、土地利用 (住居、商業、工業など) があげられる。建物の多角形にこうした属性を持たせることにより、都市環境における建物の大まかなボリューム分布の 3 次元表現が可能となる。

(2) テクスチャマップとマルチメディア

建物の表面のテクスチャマッピングは、実際の建物の各面を直接写真撮影するか、イメージライブラリにあるコンクリート、鉄、ガラスなどのイメージを利用し、それらを建物の 3 次元オブジェクトに貼り付ける。現実感を出すために、その他の 3 次元オブジェクト、例えば、木や街灯、人を 3 次元シーンに付け加える必要がある。音声ファイル、例えば、水の音や交通の騒音はデジタル音声ライブラリから取得できる。光については、3 次元 CG ソフトで様々な照明効果を演出することもできる。

3.2 ダウンロードするデータ量の削減

仮想都市空間をナビゲートするには情報公開する都市景観シミュレーションのファイルはインターネットのサーバからダウンロードする。そのとき問題になるのは、ダウンロード時間を考慮し、サーバーに置く VRML ファイルは、現実的にダウンロード可能なファイル容量とする必要がある。例えば、28.8kbs

の標準モデムで、本研究で行ったケーススタディの圧縮ファイル（約 1.2MB）をダウンロードするには平均約 15 分かかる。また、ナビゲートしている間の VRML ファイルをレンダリングするスピードは、コンピュータのグラフィックスアクセラレータなどの画像処理

能力に依存する。そのため、できるだけ VRML シーン中のオブジェクト数を減らし、テクスチャマッピングを使ってポリゴン数を減らすことが必要である。

表 1 都市景観シミュレーションに必要なデータ

データの種類	情報源	必要なデータ
標高	GIS グリッド地図	50m メッシュまたはそれ以下
建物、道路、鉄道、河川など	GIS ベクトル地図	1:500 縮尺またはそれ以上
建物の高さデータ	建物 GIS データの属性	階数など
建物のテクスチャマップ	イメージライブラリ	コンクリート、鉄、ガラスのテクスチャーイメージ
木、看板、街路灯、人など	3次元オブジェクトライブラリ	現実の都市環境を反映する代表的なオブジェクト
照明	3次元CGソフトウェアで作成	様々な照明光、反射光、環境光
音声(水、雑踏など)	デジタル音声ライブラリ	代表的な音声

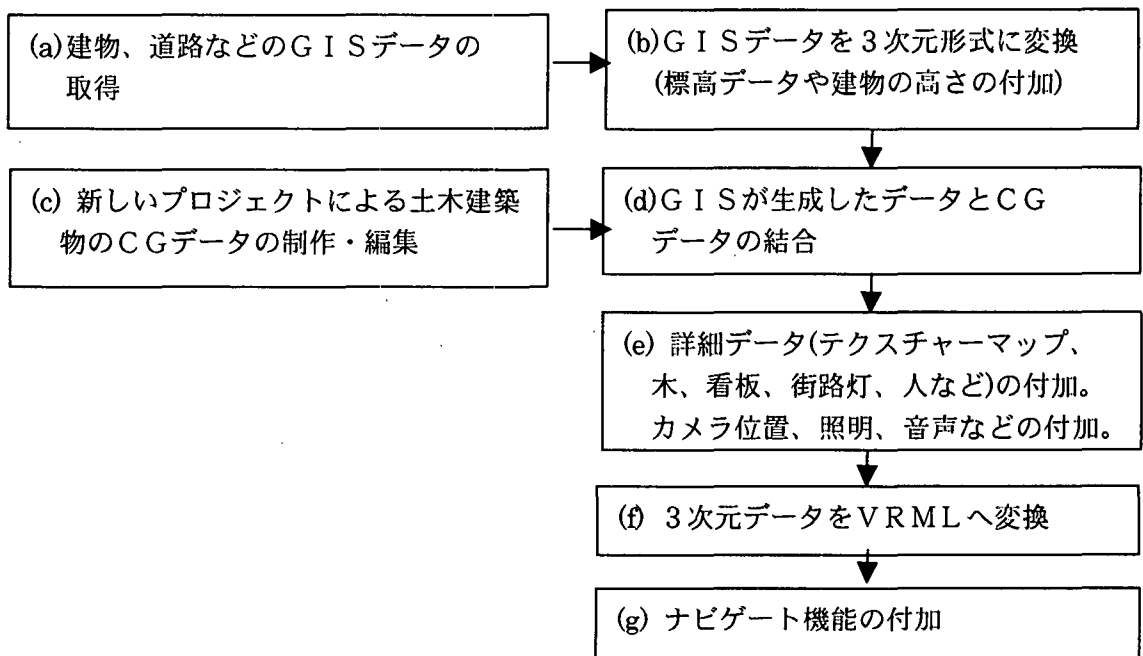


図 1 都市景観シミュレーションに対する仮想都市空間構築の手順

3.3 ナビゲーション問題

CosmoPlayer のような市販の VRML ブラウザーを用いて、ユーザーが仮想都市空間のシーンとインタラクティブにウォークスルーしたり、フライオーバーすることができる。

しかし、VRML ブラウザーには、あらかじめ決めたルートをナビゲートすることや、前もって決めたカメラ位置から観察する機能を付け加えることが操作性の面から望ましい。さらに、より高度なブラウザーでは、代替案のシーンの比較を行ったり、インタラクティ

ブにシーンにオブジェクトを付け加えたり、編集することも必要と考えられる。こうした機能は、J A V A 言語を V R M L 中のスクリプトノードとして付加することで実現できる。

4. 仮想都市空間作成方法

仮想都市空間を作成する手順を図 1 に示す。

- (a) 周辺の道路や建設物などの G I S データを取得する。このデータは複数の多角形や線やポイントのデータに別れている。データ形式は G I S ソフトによって異なる。例えば、ARC/INFO の場合、カバレッジやシェープファイルの形式を用いる。
- (b) G I S データを DXF や VRML などの 3 次元 C G 形式に変換する。この段階では、2 次元の GIS に地形の標高や建物の高さなどの立体的な情報を追加する。また、建物の屋根の種類や色などの属性をできる限り利用し、3 次元モデルの詳細を自動的に作成する。この作業を、最近の市販の G I S ソフト（例えば ARCVIEW の 3D ANALYST）では、G I S データの 3 次元化が容易になったが、複雑なデータ変換が必要な場合は、G I S ライブラリ（MapObjects, 1997）を用いて、Visual Basic などのプログラムにより変換することが可能である。
- (c) 新しいプロジェクトの CAD データを作成・編集する。このデータを 3 次元モデリングソフト、例えば 3D StudioMax（Miller 1997）、を用いて編集する。
- (d) G I S データと CAD データを統合する。この作業は、3 次元モデリングソフトを用いて、C G 形式に変換した G I S データと新しいプロジェクトの C A D データとを統合し、位置的な関係を調整する。
- (e) よりリアリティのあるシーンを作成する。そのため、建物などのテクスチャマッピング、看板、信号機、ストリートファニチャー、人間のアニメや静的な

キャラクターなどをシーンに挿入する。また、シーンを観察するカメラの位置やライトやサウンドスケープを表現する音も必要に応じてシーンに追加する。

- (f) 作成した 3 次元データを V R M L に変換し、インターネットに公開する。
- (g) ウォークスルーをより容易にするため、V R M L ブラウザーのナビゲーション機能に加えて、幾つかの機能、例えば、幹線道路上のウォークスルーを J A V A 言語を用いて用意する（Roehl 1997）。

5. インターネット上の電子アンケート調査

市民の意見を整理しコンセンサスを得るために、インターネット上の電子アンケートを H T M L と C G I（Common Gateway Interface）のスクリプトを用いて作成する。電子アンケートの利用方法は図 2 に示す。Perl 言語などで書かれた C G I プトによって、HTML で入力された回答者のデータを集計し、その時点までの集計結果を円グラフなどで表示する。入力フォームには、都市計画に関する質問に対してラジオ・ボタンやチェック・ボックスにより、複数の回答を選択できる。また、感想や意見を述べるためのテキスト・ボックスも用意する。サーバー側で、アンケートの集計結果をグラフ化するグラフィックスライブラリ（GD など）が存在するが、その場合はサーバーの負荷が重くなる。そのため、J A V A アプレットを用いて、クライアントにアンケートのデータを転送して、クライアント側で図形化したほうが望ましい。

6. ケーススタディ

本論文のケーススタディを名古屋市栄地区で計画されている栄公園とする。このプロジェクトでは、公園の機能に加えて、地下のバスターミナル（21 バス）及び半地下のショッピングモールも含まれている。プロジェクトの床面積は 19,869m² であり、位置的には愛知芸術文化センターや NHK ビルに隣接し、都心の文化集積の中心に立地している。このプ

プロジェクトを選択した理由は、公共プロジェクトとして、複数の評価軸に問われているためであり、市民参加の呼びかけに適した例である。デザイン・建設コンペにより図3で示す幾つかの提案設計が出された(栄公園1998)。コンペで優勝した設計(デザインA)は学識者や設計者などの委員会によって選ばれた。

図4は栄公園地区の1:500縮尺の道路、歩道、建物などのGISを示す。図5は優勝したデザインの一部を3D StudioMax Ver. 2.5で作成した3次元表示である。図6は栄公園とその周辺の風景をWEB上に公開したときのブラウザの画面を示す(<http://133.6.81.231/sakae>)。この図には、自動車や木や信号機や人間のアニメなどの数多くの図形メッシュオブジェクトが含まれている。GISとCGの効率的な組み合わせによって、このケーススタディ全体を比較的に短期間で実現できた(約3人・日)。しかし、図5で示した公園の建築物の形状の複雑さなどのため、最終的なVRMLファイルのサイズが3MBを超えており、ファイルの圧縮やデータ量の削減についてさらに検討する必要がある(現在のファイルをスムーズに表示するため、Pentium 400以上のPCが必要である)。

7. あとがき及び今後の課題

本論文では、公共事業における様々な案を仮想都市空間に配置し、景観評価するシステムを提案した。構築した3次元都市空間をインターネットのWWWを介し、市民の合意形成を計ることについて考察した。事例として、名古屋市栄公園における公共事業のケースを取り上げ、本景観評価システムの有効性を示した。VRMLファイルの圧縮やデータの削減、及びこの新しいメディアに対する一般市民の反応についての検討が今後の課題とする。

謝辞：名古屋工業大学社会開発工学科建築系大学院生の南川雅也氏と北川啓介氏がケーススタディのデータ入力に協力頂き、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- Dodge, M., Doyle, S. Smith, A. and Fleetwood, S. (1998). Towards the Virtual City: VR & Internet GIS for Urban Planning, Proceedings of Virtual Reality and GIS Workshop, London. (<http://www.casa.ucl.ac.uk/onlinepubs.html>).
- Faust, N.L. (1995). Virtual Reality of GIS, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 257-268.

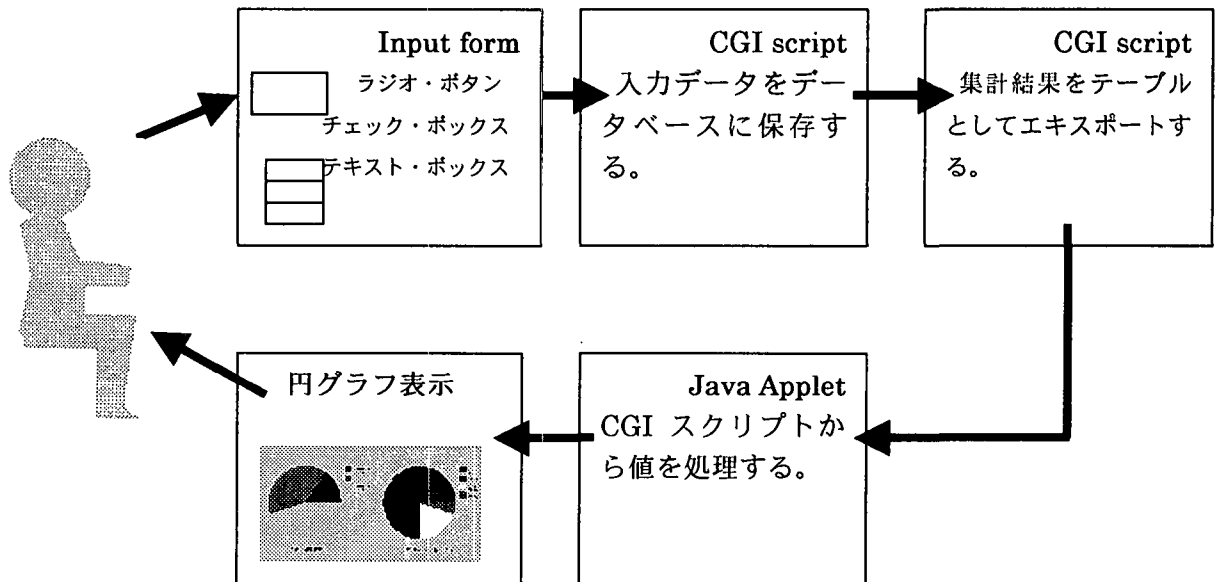
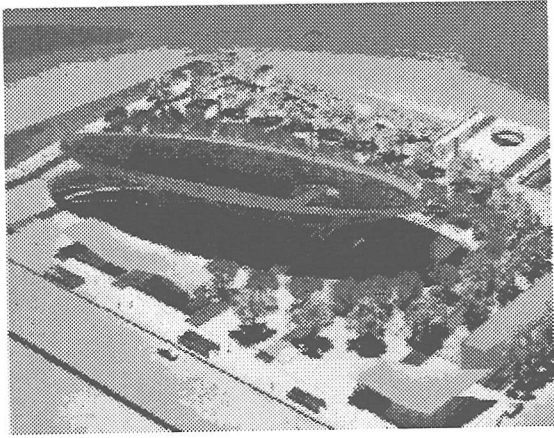
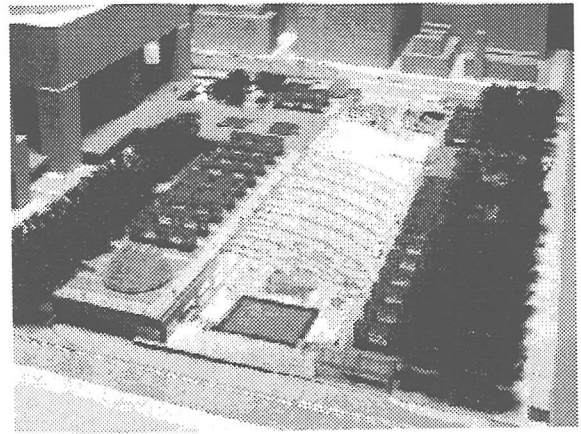


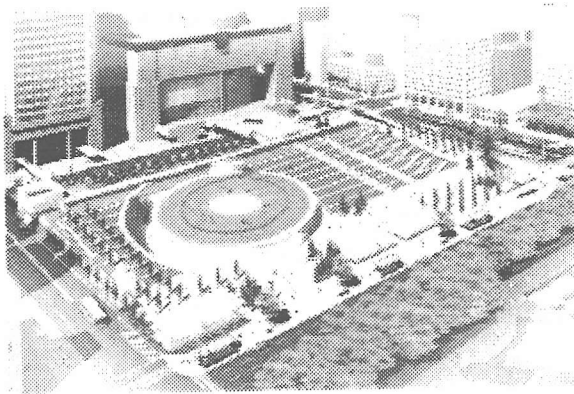
図2 電子アンケートの利用方法



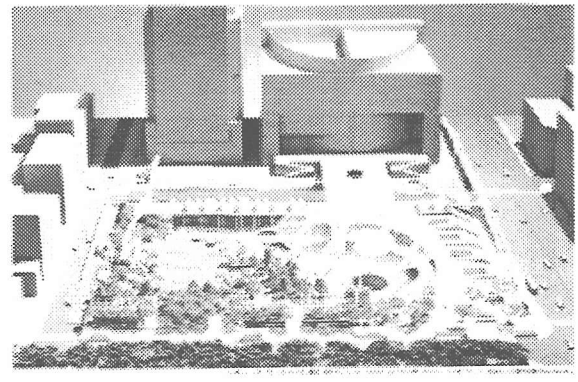
(a) デザイン A



b) デザイン B



(c) デザイン C



(d) デザイン D

図3 デザインのフォトモンタージュの例

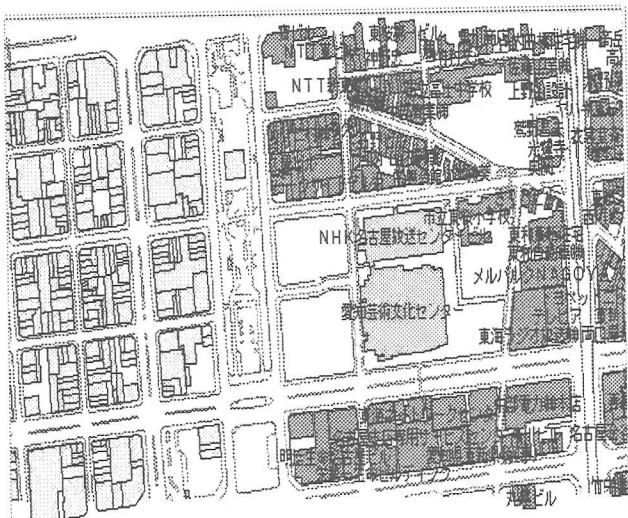


図4 栄公園地区の1:500 縮尺のGIS 地図

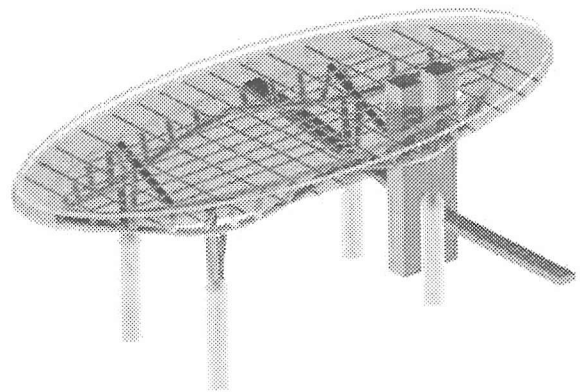


図5 優秀デザインの3D表示

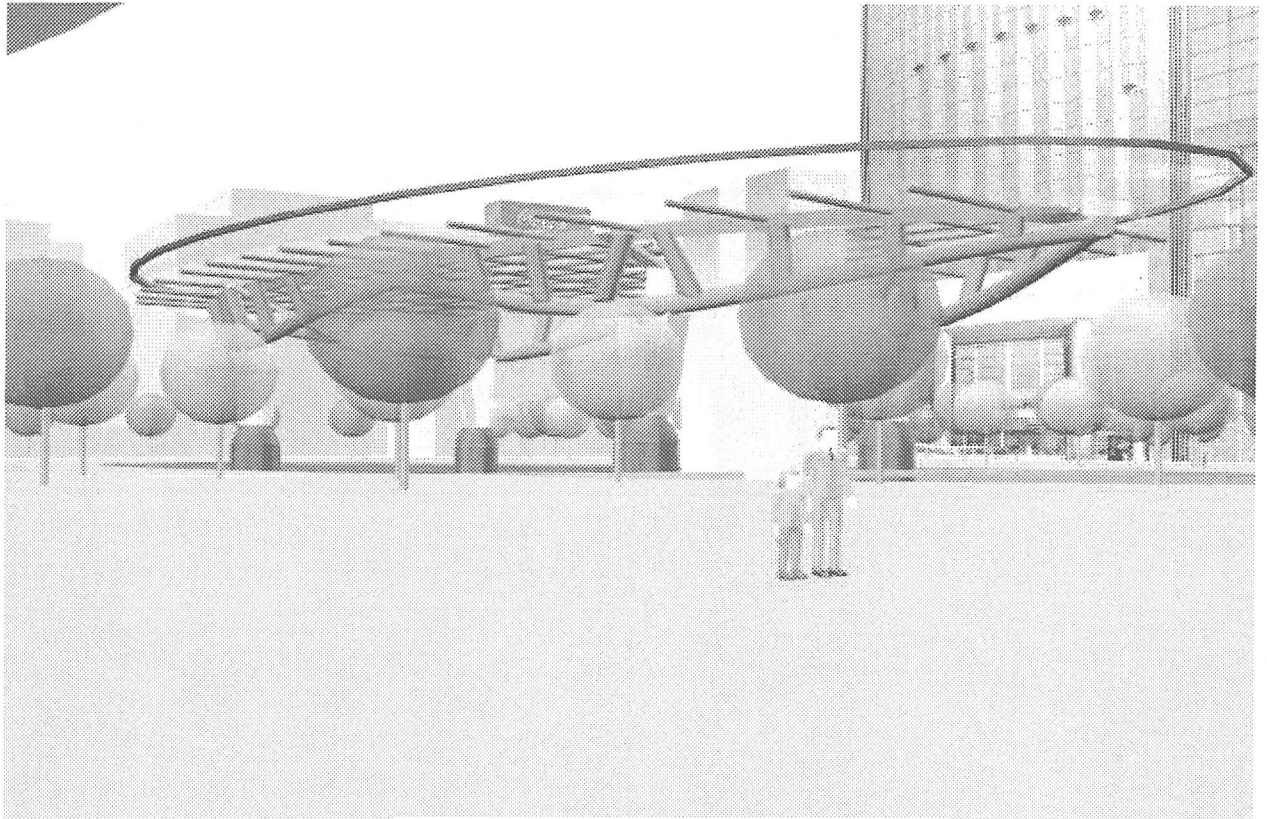


図6 栄公園地区の VRML の表示

- Gruber, M. and Wilmersdorf, E. (1997). Urban Data Management – A Modern Approach, Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 21, No. 2, pp. 147-158.
- Gruber, M. (1998). The Cyber City Concept from 2D GIS to the Hypermedia Data Base, Proceedings of the International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping, Tokyo, Japan, pp.47-54.
- Langendorf, R. (1995). Visualization in Urban Planning and Design, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 343-358.
- Levy, R.M. (1995). Visualization of Urban Alternatives, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 343-358.
- Ligget, R.S. and Jepson, W.H. (1995). An Integrated Environment for Urban Simulation, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 291-302.
- MapObjects: GIS and Mapping Components (1996). Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, CA.
- Matumoto, N. (1997). History and Application of Visual Simulation in which Perceptual Behavioural Movement is Measured, Architectural and Urban Simulation Techniques in Research and Education, 3rd Conference of the European Architectural Endoscopy Association, Delft University.
- Miller, P. (ed.) (1997). Inside 3D Studio Max, Vol. 2: Advanced modeling and Materials, New Riders, Indianapolis.
- Mitani, T., Yamanaka, H. and Kawaguchi, S. (1998). An Analysis of an Applicability to Space Design Valuation by Landscape Simulation Using a VRML Browser, Proceedings of the Japanese Planning Research Annual Meeting, JSCE, pp. 149-152.
- Nakagawa, D. and Yoshikawa, K. (1998). A Role-Play Experiment to Measure the Effectiveness of Representation of Plans Using Computer Graphics for Obtaining a Consensus of Residents, Proceedings of the International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping, Tokyo, pp. 167-172.
- Ranzinger, M. and Gleixner, G. (1997). GIS Datasets for 3D Urban Planning, Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 21, No. 2, pp. 159-173.
- Roehl, B. et al. (1997). Late Night VRML 2.0, Ziff-Davis Press.
- 栄公園地区報告書(1998)。