

## I-8 VR 技術による 3 次元 GIS を用いた合意形成用プロトタイプシステムの構築

## Application of 3-D GIS prototype system with virtual reality to achieve consensus

保田敬一<sup>1</sup> 黒木紀男<sup>1</sup> 山崎武伸<sup>1</sup>

Keiichi YASUDA Norio KUROKI Takenobu YAMAZAKI

【抄録】近年、住民参加型事業が増加してきている。合意形成時の公聴会や事業説明会においては従来の提示型の CG ツールから発展させた、意見を集約し易くし、迅速な意思決定ができ、「結果」を見出していくための計画支援ツールとしての機能が望まれている。本研究では、効果的で分かり易いツールの開発を目的として、バーチャルリアリティ技術を活用したリアルタイム CG システム、すなわち、レイヤの追加や表示切替、3次元モデルデータのプラットフォームという機能を持たせた 3次元 GIS として位置付ける。また、構築した 3次元 GIS を用いて、実際の合意形成へ適用してその効果を検証した。

【Abstract】 In response to the fact that the participation in municipal affairs type enterprise has been increasing, the opinion into which it was made to develop from conventional presentation type CG tool at the public hearing and enterprise explanation meeting at the time of agreement formation is made easy to collect, quick decision-making is made, and a function as a planned support tool for finding out the result is desired. In this research, it positions as 3-dimensional GIS which gave the function of the addition of real-time CG system with virtual reality, i.e., a layer, or the platform of a display change and 3-dimensional model data for the purpose of development of an effective and intelligible tool. Moreover, application to actual agreement formation was tried using built 3-dimensional GIS.

【キーワード】合意形成、3次元 GIS、バーチャル・リアリティ、リアルタイム CG

【Keywords】achieve consensus, 3-dimensional GIS, virtual reality, real time CG

## 1. はじめに

近年、公共事業実施に地域住民が関係するケースが増えている。この住民参加型事業における公聴会や関係者に事業内容を説明するための説明会などでは、従来、フォトモンタージュや CG アニメーションが多用されてきた。この背景には、目覚ましいコンピュータハードウェア・ソフトウェアの発達がある。リアルな 3次元空間を表現するコンピュータ・グラフィックス(以下、CG と略す)は、人間の視覚に直接訴えかける手段であり、最も効果的で” 分かり易い” 方法である。地域住民に事業内容をわかりやすく説明することを第一に、CG をベースにした住民説明用システムの構築<sup>1)</sup>や、VM (Virtual Model) を使った合意形成ツールの構築<sup>2)</sup>、インターネットを介した Web 上の VRML による

仮想空間を使った合意形成の試み<sup>3)</sup>などがこれまでに行われてきた。

しかし、これらの 3次元 CG では、全ての情報が整理されて確定されたもの、すなわち、「結果」を表現するためのツールとして利用されてきた。しかし、合意形成を図っていく上で、各事業者間や住民と共同して、意見を集約し易くし、迅速な意思決定ができ、「結果」を見出していくための計画支援ツールとしての機能も求められている。また、従来の CG では任意個所への視点移動や登録視点の切り替えといった即時性 (Quick Responce) には対応できず、柔軟かつリアルタイムな説明時の対応および意思決定ができなかった。

そこで、本研究では、合意形成時の公聴会や事業説明会において、従来の提示型のツールから発展させて、

1 (株)ニュージェック 総合計画・環境部 〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 Tel.06-6245-4901 E-mail : yasudake@osaka.newjec.co.jp

意見集約し易い計画型の支援ツールを構築した。効果的で分かり易いツールの開発を目的として、バーチャル・リアリティ (Virtual Reality : 以下 VR と略す) 技術を活用したリアルタイム CG システム、すなわち、レイヤの追加や表示切替、3次元モデルデータのプラットフォームという機能を持たせた3次元GISとして位置付ける。また、構築した3次元GISを用いて、実際の合意形成への適用を試みた。図-1に本研究における3次元GISの位置づけを示す。

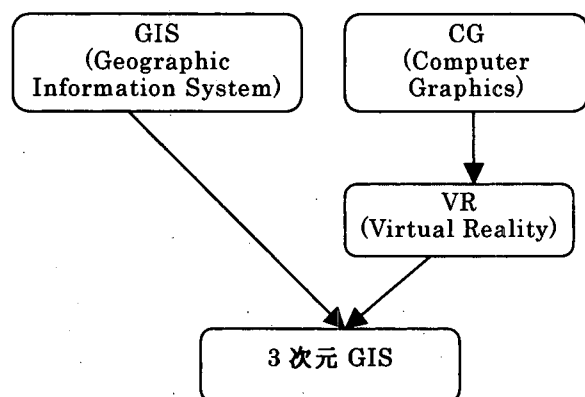


図-1 3次元GISの位置づけ

## 2. 土木分野における運用と効果

今日の土木事業においては、アカウントビリティの向上が求められており、Public Involvement (以下、PI と略す) を用いた事業手法やホームページ (パソコン、携帯電話) を通じての防災情報の発信、事業概要の説明等の情報公開によるコミュニケーションが必然となってきた。

また、従来は、発注者と受注者との間で行われてきた協議において、複雑な土木技術設計資料が作成されてきた。しかし、口頭による説明が不可欠で、より複雑で専門の知識を有する“分り難い”資料や、設計変更に臨機応変に対応できない資料が往々にして存在しており、発注者と受注者でのコミュニケーションが円滑に図られていない状況がしばしば存在していた。

そこで、本研究では、コミュニケーションを図る上での“分り易い”情報の提供を前提とし、以下の運用方法・効果を想定して開発を行うこととした。

①住民説明会や各種委員会等のプレゼンテーションにおいて、様々な分野の関係者間での“分り易い”情報交換を図るコミュニケーションシステム

②各種土木構造物の形状や様々な計画案を、3次元の鳥瞰で自由な視点から検討できる効率的で効果的な計画・設計支援ツール

③河川の氾濫解析や交通シミュレーションデータ等の各種解析結果を取り込み、よりリアルなシミュレーションを体感できるシミュレーションツール

④業務で作成した様々な書類や図面等のデータを一元管理し、業務の効率化を図る管理ツール

## 3. システムの構築

### 3.1 3次元GISの現状

現在、3次元GISについては明確な定義が存在しておらず、様々なシステムが流通している。また、システムの基となるデータも明確なフォーマット基準がなく、今日の3次元データ取得技術の発達により、様々なデータフォーマットが流通している。現在流通している3次元GISに関するシステムの分類と3次元データに関する分類を以下に示す。

(1) 3次元GISに関するシステムの分類

①3次元の鳥瞰表現機能やウォークスルーなどのアニメーション機能等の簡易な3次元機能を持つ、今日、一般的に普及している従来型GIS

②3次元データの利用を前提とし、高速な立体化技術及び3次元CG技術をベースに開発された3次元GIS

(2) 3次元データに関する分類

①民間会社で作成・販売されている3次元の地形データや建物形状データを含む3次元データ

②国などの行政機関で定められた3次元情報を持つことが可能な3次元データ

### 3.2 システム開発にあたってのアプローチ

本研究では、広域な情報を扱うGIS要素に重点をおくより、情報量のある程度に抑えて、リアルで“分り易い”3次元表現や各種土木構造物等の計画・設計支援、各種解析結果の反映等、従来のCG技術に依存する部分に重点をおいて開発することとした。その理由を以下に示す。

①3次元GISで高域な情報を扱うには、莫大なデータ作成費用が発生する。

②データ量が膨大になるとハードウェアやソフトウェアかかる負荷が増大し、システムの操作性の低下及びそれに伴うシステムの機能に制限がかかってしまう。

③データを容易に更新・修正していくためには、一般に流通している3次元モデリングソフトやCGソフトを使用した従来の3次元データ作成方法を利用した方が利便性が良い。

### 3.3 従来のCGに付加した機能

本研究では、従来のCGにはない機能を持たせることで、計画支援ツールに対応させた。従来のCGと比較した付加機能を表-1に示す。これらの機能は、過去の合意形成事例において参加住民などから出た意見を反映させたものである。

表-1 従来のCGと比較した付加機能

機能	概要および効果
視点の移動	マウスを移動させることで、自由な視点から3次元モデルを見ることが可能である。この機能を利用することで、例えば「私の家から見たらどう見えるのか」といった個への対応もその場で対応可能となり、クイックレスポンスが図られる。
視点の登録	3次元モデル内の任意の位置からの視点を登録しておき、その視点からの映像にリアルタイムに切り替えることができる。あらかじめ、プレゼンテーションのシナリオを検討しておいた際に、スムーズな説明が可能となる。
レイヤ表示切替	レイヤの表示制御がリアルタイムに可能である。例えば、「施工前後の比較」や「架設状況などの時系列変化」を表現することが可能となる。

### 3.4 データ作成

データ作成にあたっては、3次元モデリングソフトやCGソフトを利用して作成を行うこととした。

基となるデータは、現在、最も流通しているDMデータやメッシュデータを基に地形データを作成し、建物データについては、基本的には、民間の安価な3次元住宅地図等を利用する。また、業務等で対象となる設計施設や構造物は、平面図や横断図・縦断図等を基に詳細な3次元構造物データを作成する。

なお、本開発で作成するシステムはCG技術に応用したVR技術に重点をおいて開発しているため、以下のような表現も行えるようにした。

- ①飛行機や車等の動くデータ
- ②リアルな水の表現（質感、動き）
- ③窓ガラスや鏡になどへの写り込みの表現
- ④貼り込むテクスチャ（写真）に凹凸感を持たせるよ

うなマッピング

⑤様々な光源や霧等の表現

### 3.5 システム開発

システム開発は、CG技術に応用した基本VR部分の開発と3次元GIS機能部分の開発を行った。以下に、開発環境、主なシステム機能、システム動作環境を示す。

#### (1) 開発環境

開発言語：Microsoft VisualC++

使用ライブラリ：DirectXを利用したWindowsAPIライブラリ（C社製）

使用CGソフト：汎用CGソフト（D社製）

使用DBソフト：Microsoft Access2000

#### (2) システム機能

##### ①基本VR部分

###### ・視点移動

マウス操作とキーボードを用いて、画面の拡大・縮小およびパンニング操作を可能とした。また、視点を上下左右に平行移動する機能、注視点を中心として視点場を回転する機能および空間内をフライトスルーする機能も作成した。

###### ・環境条件の変更

3次元空間内の環境を変更するために、光源の追加や削除および霧のボリュームや色彩の変更を行えるようにした。

###### ・任意視点の登録

任意視点を任意の視点名で、その位置情報を保存、呼び出す機能も作成した。

###### ・オブジェクト設定変更

選択した任意のオブジェクトの位置、スケールを変更し、画面上に反映する機能を作成した。また、オブジェクトの色を変更できる機能も作成した。

###### ・アニメーション機能

視点の移動を定義したアニメーションパスファイル（CGソフトで別途作成）をもとに、アニメーションを行う機能を作成した。

###### ・干渉計算機能

地形データや建物データに視点が入り込まないように、干渉計算を行う機能を作成した。

###### ・LOD（Level of Detail）の設定機能

地形データや建物データを視点場からの距離に応じ

て、自動的にポリゴン数をリダクションし、システムを最適に動かす機能を作成した。

### ②3次元GIS機能部分

#### ・レイヤの重ね合わせ機能

複数のファイルを読み込ませ、空間内で重ね合わせる機能を作成した。また、読み込んだファイルは、自由に表示・非表示の設定を行えるようにした。

#### ・DBとの接続機能

三次元空間内のオブジェクトIDを取得し、汎用DBと接続することで各施設等の諸元を取得・表示する機能を作成した。

図-2にシステムインターフェース画面を、図-3に属性(プロパティ)表示画面を、図-4にレイヤ切り替え画面を載せる。例えば、図-2の画面上の任意の建物上でクリックするとその建物が持っている属性がプロパティとして図-3のように表示される。また、図-2の画面上でマウス操作すると図-4のレイヤ切り替えダイアログが表示される。このレイヤ切り替え画面で表示させるレイヤを選択することができる。



図-2 システムインターフェース

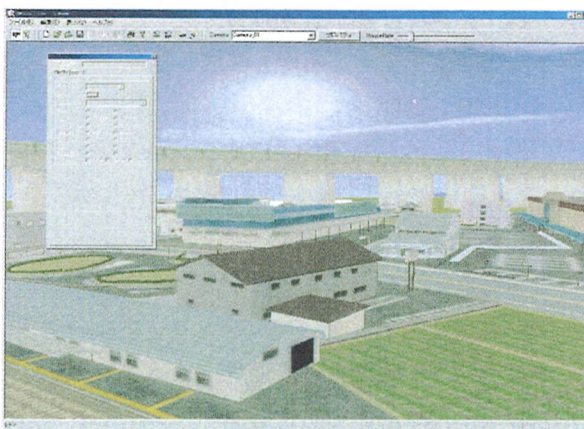


図-3 プロパティ画面

### (3) システム動作環境

OS : Windows2000

GraphicsMemory : 32MB 以上 (推奨 64MB)

(DirectX 対応)

### 4. 適用例と検証

図-5 および図-6 にレイヤ切り替えを橋梁の有り無しで行った例を示す。

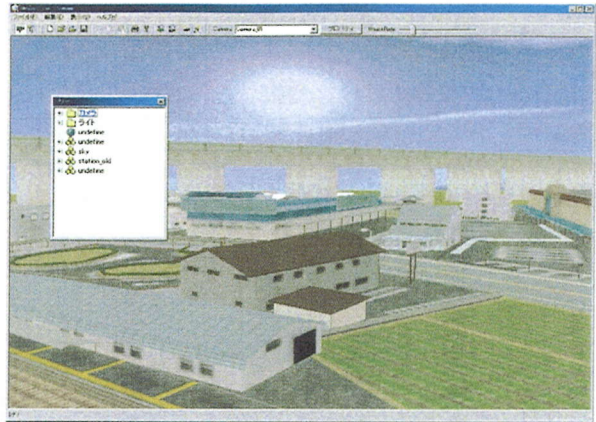


図-4 レイヤ切り替え画面



図-5 レイヤの表示 (橋梁)

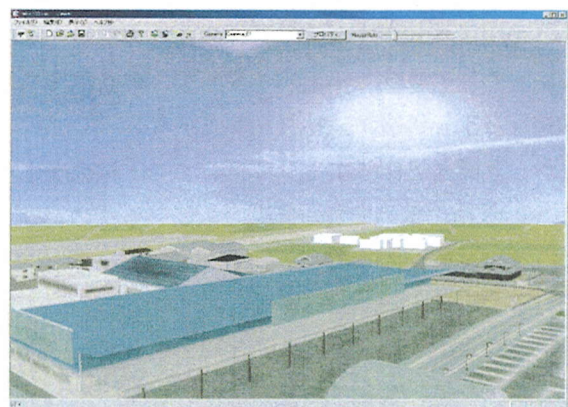


図-6 レイヤの非表示 (橋梁)



図-7 浸水前の状況

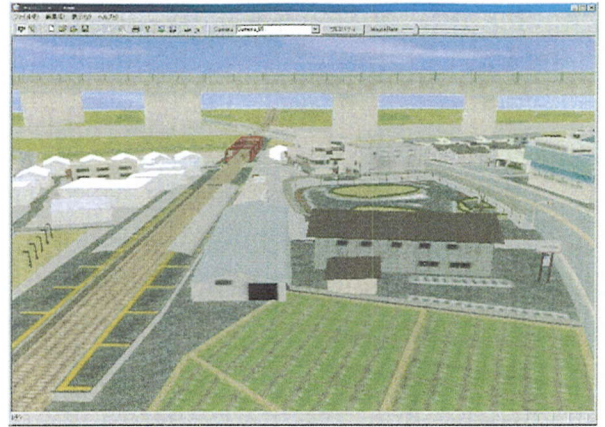


図-10 上空からの視点

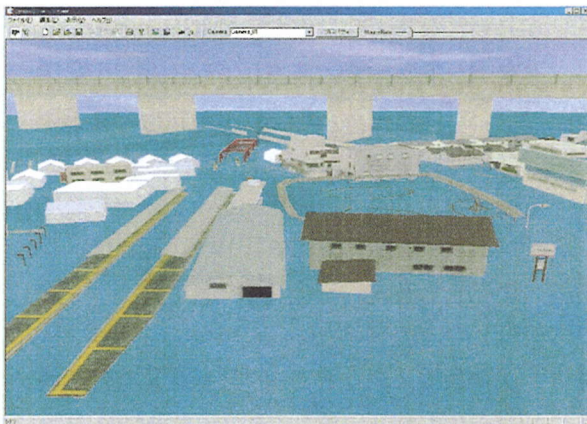


図-8 浸水後の状況

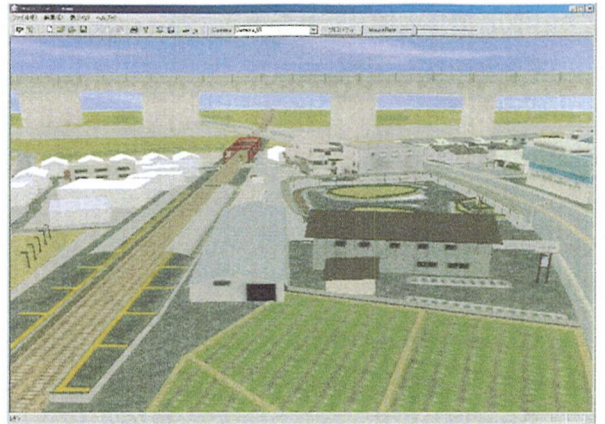


図-11 光源の変化（夕方）

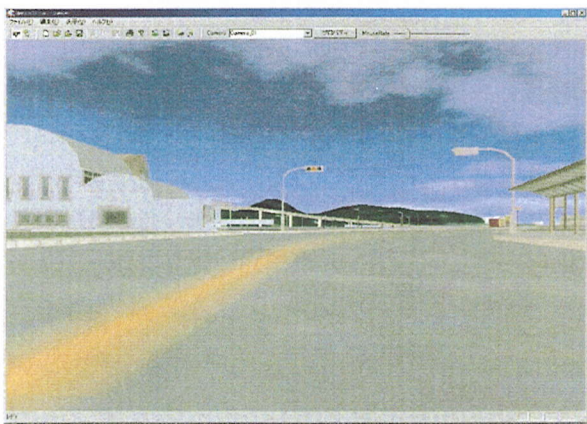


図-9 目線からの視点



図-12 光源の変化（昼間）

このように、構造物をレイヤ単位で登録しておくことで、簡単な画面操作で画面表示を切り替えることができるのが特徴である。

図-7および図-8は浸水した状況でレイヤ切り替えを行った例である。浸水した状況をレイヤ単位で登録しておくことで、住民の関係する地域の浸水前と浸水後の状況が簡単なキー操作で瞬時に画面表示を切り替えることができるのが特徴である。

図-9には人間の目線から見た画面を、図-10には上空から見た画面を示す。図-9から図-10にはマウス操作だけで簡単に視点を移動することができる。

また、環境条件の変更として、光源を変化させた例を図-11（夕方）と図-12（昼）に示す。この変更もリアルタイムで行うことができる。

本研究で開発したVR技術を活用した3次元GISを住民説明会や発注者との協議で利用することで、様々

な効果が得られた。以下に、本開発で得られた適用結果を整理する。

#### ①コミュニケーションの活性化

リアルな3次元空間を描画し、それをインターフェースにすることで、円滑で分かり易い協議の運営が可能となった。また、従来は資料の説明に要していた時間も不必要となり、その他の建設的な議論に展開できる時間の取得が可能となった。

#### ②設計条件等の詳細な確認

業務の対象データを、詳細な3次元モデルで作成することで、細部までの確認がしやすくなった。そのため、効率的な設計を図ることができるようになり、業務の効率化が図れるようになった。

#### ③その他への応用

リアルな3次元描画にしたことで、業務における資料や帳票の作成時において、写真の変わりとして流用できることが可能となった。

#### ④注意事項

本システム用途方法によって、作成するデータの制度を注意しなければならないことが明確となった。情報を公開するにあたり、民家や看板等が明確に特定されてしまう恐れがあり、最善の注意が必要となる。

### 5. おわりに

本研究では、合意形成時の公聴会や事業説明会において効果的でわかりやすく、かつ意見集約しやすい計画型の支援ツールを開発した。3次元GISを、レイヤの追加や表示切替、3次元モデルデータのプラットフォームという機能を持たせたVR技術を活用したリアルタイムCGシステムとして位置付けた。また、構築した3次元GISを用いて、実際の合意形成への適用を行い、その効果を検証した。

今後、本システムの利便性・有効性を想定し、検討する上での問題点を以下に挙げる。

#### ①データ作成

今後、3次元GISの普及が進む中で、データフォーマットの基準が明確になりうる事が予想される。そのため、その動向調査しながら、今後の更なる開発を進めて行く必要がある。また、本システムは、VR技術に重点をおき作成されたシステムのため、データ作成はCGソフトを用いている。そのため、CGソフトに関

する専門知識がないとデータを作成できない現状にある。今後は、誰でもデータを作成できる(作成しやすい)方法を検討しなければならない。

#### ②データ量

本開発はCG要素に重点をおき開発をしたため、GISの特徴の一つである広域な情報を扱うことが現状では困難である。本開発でも、LODの設定機能を設けて、システムの効率化を図っているが、今後、更なる開発を進めていく必要がある。

#### ③ハードウェア

グラフィックスをコンピュータで扱う上では、専用のボードが必要となる。今日においては、低価格でハイスペックなボードが頻りに流通しているが、一般業務用のパソコンには組み込まれていない状況である。そのため、今後は、本システムをスペックの低いコンピュータでも動作するように開発することが重要であるが、グラフィックスボードに依存しない開発は、対応でき難い状況である。

#### ④他システムとの連携

現在は、様々なシステムやデータが稼動・整備されていることが予想される。そのため、システムの技術的な連携やデータの流用・運用などの検討が必要である。また、インターネットに対応したWEB型のシステム開発も必要になることが想定される。

本開発は、現在の土木事業におけるアカウントビリティの必要性の中で、おおいに有効なコミュニケーションツールとして活用できることが大いに期待できる。また、今後、様々な事業やそれに伴う情報公開の場において、インターネット等を活用した双方向のコミュニケーションのインターフェースとなるように更なる開発を行っていく予定である。

### 参考文献

- 1) 加賀有津子, 中濱公生, 濱 浩二, 山口修一, 山西弘剛, 笹田剛史: 街路事業における道路事業住民説明用システムの構築, 土木情報システム論文集, Vol.6, pp.157-164, 1997.
- 2) 緒方正剛, 小林一郎, 福地良彦: 建設プロジェクトにおける合意形成のためのバーチャルモデルの利用, 土木情報システム論文集, Vol.7, pp.81-88, 1998.
- 3) ハンマード アミン, 杉原健一, 松本直司, 若山 滋, 林 良嗣: 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, 土木情報システム論文集, Vol.8, pp.215-222, 1999.