

# I-19 VR 技術による 3 次元 GIS プロトタイプシステムの機能向上に関する研究

## Improvement in functional on 3-D GIS prototype system with virtual reality

保田敬一<sup>1</sup>・黒木紀男<sup>2</sup>・山崎武伸<sup>3</sup>

Keiichi Yasuda, Norio Kuroki, and Takenobu Yamazaki

**抄録**：本研究では、過去に構築した 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更なる機能向上を目指したものである。具体的には、プロトタイプシステム構築後の公聴会や使用説明会などでのヒアリングで得られた意見や要望を追加機能として取り入れることとした。精度の向上、オブジェクトデータのデータ名称旗揚げ表示、任意のアニメーションルート設定機能、イベント実行スイッチ付オブジェクトのアニメーション実行機能である。そして、構築した機能を合意形成参加者に見せて、効果や必要性などをヒアリングにより確認した。

**abstract** : This research aims at the further improvement in functional of the prototype system for achieve consensus using 3-D GIS by VR technology built in the past. Specifically, the opinion and request which were obtained in the hearing in a public hearing, a use explanation meeting, etc. after a prototype systems configuration were taken in as an additional function. They are improvement in accuracy, the data name display of object data, arbitrary animation route setting functions, and the animation execution function of an object with an event execution switch. And the built function was shown to the agreement formation participant and an effect, necessity, etc. were checked by the hearing.

**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、公共事業の実施に地域住民が関係するケースが増加してきている。この住民参加型事業におけるワークショップ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く、直感的に理解しやすい方法であるといえる。

これまで、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、計画・設計案としての結果を視覚表現するためのツールとして利用され、計画支援ツールとしての機能が不足していた。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、著者らは、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、意見集約し易い計画型の支援ツールを構築した<sup>4)</sup>。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 プロトタイプシステム<sup>4)</sup>の開発を行った。しかし、ワークショップや説明会での利用者ニーズは固定されたものではなく、ワークショップの種類や対象とする構造物、

1: 正会員 博(工) (株)ニュージェック 東京本社 道路グループ

(〒135-0007 東京都江東区新大橋 1-12-13 Tel.03-5625-1801 E-mail : yasudack@newjec.co.jp)

2: 正会員 (株)ニュージェック 大阪本社 IT チーム 〒542-0082 大阪府中央区島之内 1-20-19 Tel.06-6245-4901

3: 正会員 (株)ニュージェック 大阪本社 IT チーム 〒542-0082 大阪府中央区島之内 1-20-19 Tel.06-6245-4901

参加者などによっても合意形成に必要な機能は変わってくる。そのため、どのような機能を合意形成ツールに持たせれば良いかは、様々な公聴会や説明会を経てヒアリングを行い、機能の向上を図っていくしかないと考えられる。3次元GISプロトタイプシステム<sup>4)</sup>構築後に開催された公聴会や説明会などで得られた意見は、精度の向上、オブジェクトデータのデータ名称旗揚げ表示、任意のアニメーションルート設定機能、イベント実行スイッチ付オブジェクトのアニメーション実行機能である。

本研究では、その後の公聴会などでのヒアリングで得られた意見や要望を追加機能として取り入れて、3次元GISプロトタイプシステムの機能向上を目指した。

## 2. 利用者ニーズの把握

合意形成用のツールは本来、実際に利用される場面で使われて、そこで意見や要望を把握して機能として追加し、検証するというルーチンを繰り返さないと使えるものにはなっていない。

過去に構築した3次元GISプロトタイプシステム<sup>4)</sup>は何回かのデモ、説明会などを経て、求められている要望を表-1のとおり整理した。本研究では、この要望を追加機能として反映させた。

## 3. システム構築

### (1) 対象施設

本研究で3次元GISプロトタイプシステムの対象とした施設は、大阪南港の周辺である。高層ビルや鉄道、道路、橋梁などが混在した地域で、これから施設の建設がまだまだ続く地域である。したがって、新設の施設に限らず、既存の施設にとっても景観が変わることによる影響を把握することは今後の建設においても合意形成が必要であると考えられる。

表-1 要望のあった機能

機能	概要
オブジェクトデータのデータ名表示	各オブジェクトのデータ名を画面内で引出し表示し、視点がどの場所にあっても常に正面に見えるようにする。
アニメーションルートの任意設定	ユーザが任意にアニメーションルートを設定できるようにする。
オブジェクトのアニメーション実行スイッチ付加	飛行機や車等の動くデータは、あるタイミングをきっかけにオブジェクトを動かしたい場面が発生する。そのため、このようなオブジェクトをユーザがクリックすることにより動き出す機能を付加する。

### (2) システム開発環境および動作環境

#### a) システム開発環境

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

#### b) システム動作環境

OS：Windows2000

GraphicsMemory：32MB以上(推奨64MB) (DirectX対応)

### (3) 開発にあたってのアプローチ

過去に構築した3次元GISプロトタイプシステムは、リアルで“分り易い”3次元表現と公聴会や事業説明会で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を念頭にしながら、開発をおこなってきた。そのため、開発については従来のCG技術に依存する部分に重点をおき、それにレイヤやDBとの接続等の機能を加えることで3次元GISとの位置付け、開発を行った。

一方、従来のGISはデータベースとしての役割の他に、主な機能として様々な解析や解析結果・データをもとにした主題図を作成できるなど、機能面が豊富である。しかしながら、過去に構築した3次元GISプロトタイプシステムは、GISとしての機能部分が豊富ではない現状である。

そこで本研究では、以下のアプローチで開発を行った。

#### a) 3次元GIS機能部分

GISとしての利用を考慮した場合、解析機能の実装も考えられる。しかし、解析機能の実装は、パフォーマンスの低下につながることで、公聴会や事業説明会においては、その場で解析を実行しないことが多く、データの作り込みで対応可能なため、主題図機能としてのデータの旗揚げ表示機能を開発することとした。

#### b) コミュニケーションツールとしての強化

本システムの利用は、公聴会や事業説明会だけではなく、展示物としての利用ケースも想定される。そのため、コミュニケーションツールとして強化を図るためには、ユーザ主導のシステムが良いと考え、インタラクティブな操作による最も効果的な画面の演出を行えるように開発することとした。また、形状・質感等のオブジェクトデータ以外は専門的な知識を必要とするCGソフトをなるべく利用せずに、本システム内で設定・作成が行えるように開発することとした。

### (4) リアリティの向上

合意形成時に要求される機能の一つに視覚的にわかり易いことがあげられる。このわかり易さには、視点



図-1 表示画面(遠景, 上空から)

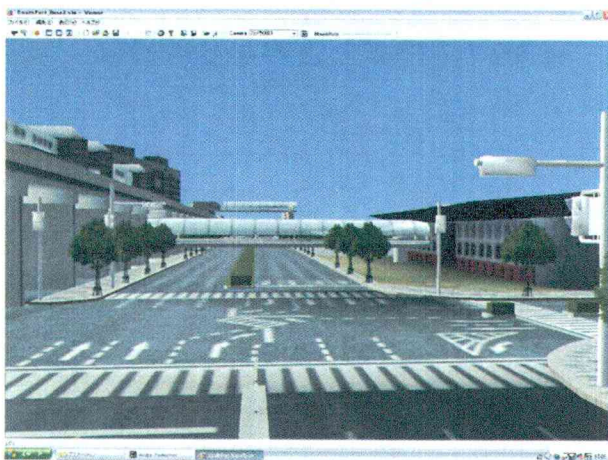


図-2 表示画面(近景, 道路面から)

を移動した場合のスムーズな画面展開, 近景になった場合の精度などがある。どこまでリアリティを追求するかはソフトウェアやハードウェアの性能にも依存する。リアリティを上げると VR システムでの描画は綺麗なものとなるが, 写真データ量の増大とそれに伴う VR システムのパフォーマンスの低下がおこる。画面描画や画面切り替えに時間がかかっているのはストレスになるし, 逆にスムーズに画面が動くためにはある程度リアリティを犠牲にしなければならない。一般的には, 遠景の場合は精度を荒くして, 近景になると精度を上げるという方法がよく用いられる。しかし, この方法も使用するコンピュータの性能に依存するので, コンピュータの性能とリアリティとは適度な段階で折り合いをつける必要がある。

本研究で使用したコンピュータの性能は以下のとおりである。

CPU : Celeron プロセッサ 2.50 GHz

Memory : 1GB

Graphic Memory : 64MB (メインメモリー共有)

HDD : 60GB

このコンピュータでスムーズな画面描画, 画面移動

ができるようなリアリティを検討した。図-1に遠景上空の画面, 図-2に近景の道路上の画面をのせる。この図-1から図-2に移動する際, マウス操作により移動を行うが, 非常にスムーズに画面切り替えが行われていることが確認できた。

#### (5) オブジェクトデータのデータ名称表示(旗上げ)

3次元空間内を任意に動ける本システムでは, ときに, どこに何があるのか, どの方向を見ているかが分からなくなってしまう状況がある。そのため, 本システムでは, これらの問題を解決するために, 各オブジェクトのデータ名を画面内に表示し, 位置を把握しやすいように改善した。

具体的には, 各オブジェクトのデータ名を画面内で引出し表示し, 視点がどの場所にあっても常に正面に見えるようにした。また, 視点によっては, オブジェクトのデータ名表示が重なり合うことも想像されるが, その際には, 重なり合わないようにする処理も作成した。図-3にデータ名の表示設定画面を, 図-4にオブジェクトのデータ名表示例を載せる。また, 図-5には, 図-4で表示されている”ニュートラム”が少し動き出したあとの, 遠景で上空からの画面をのせる。このように, 図-4から図-5に視点が移動しても, オブジェクトデータのデータ名であるニュートラムという旗揚げは, 近景あるいは遠景にかかわらずうまく表示できていることがわかる。

#### (6) 任意のアニメーションルートの設定機能

過去に開発したシステム<sup>4)</sup>は, 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実装していた。しかし, ユーザが任意ルートでのアニメーションを作成できなかったため, 本システムでは, ユーザが任意にアニメーションルートを設定できるように改善した。

開発については, 過去に開発したシステム<sup>4)</sup>の視点登録機能を利用し, 以下の点を踏まえて作成した。

- ①登録された視点の順番を自由に変更できるものとする。
- ②登録された視点をもとにスプライン曲線を作成し, 次回起動時にその情報を再利用できるようアニメーション用のファイルを作成する。
- ③作成したファイルをユーザが任意に選択・実行できるようにする。
- ④アニメーションの実行については, 再生や逆再生, 再生速度の調整等ユーザがより見やすいように実行する。

図-6にアニメーション作成画面を示す。方法は, 登録した視点をマーカーという形で登録し, マーカーの順番を設定してスプラインに変換するという手順である。図-6では登録したマーカー(視点)が表示さ

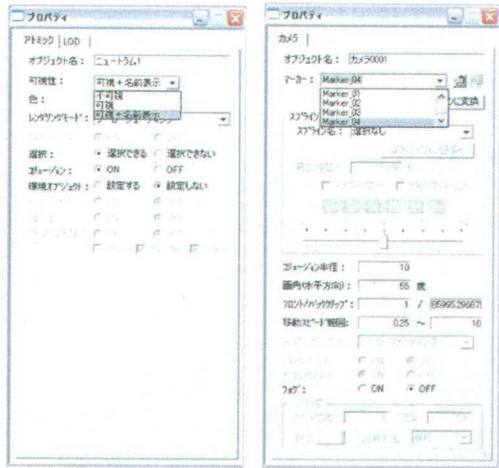


図-3 データ名の表示設定画面

図-6 アニメーション作成画面

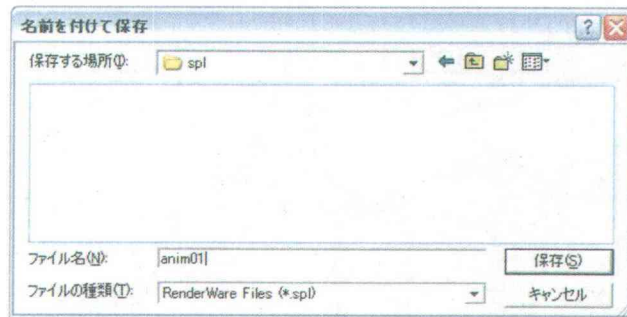


図-7 アニメーションファイル作成画面

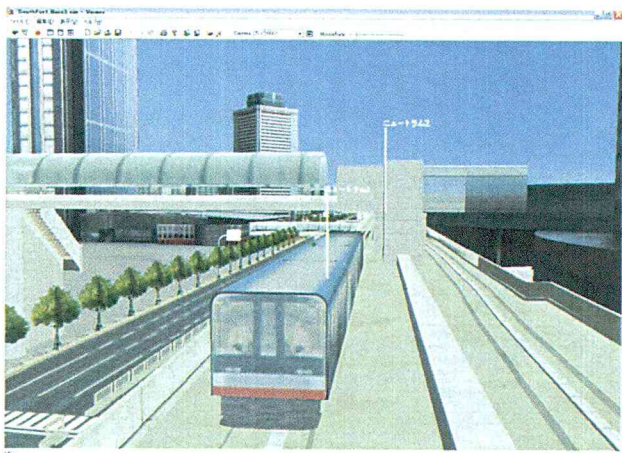


図-4 オブジェクトのデータ名称表示例(旗揚げ)

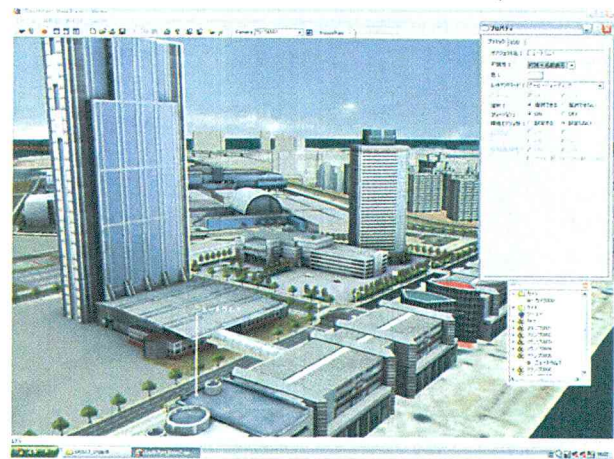


図-5 表示例(遠景, 上空から)

れている。次に、登録した複数のマーカーを用いてスプラインに変換する。マーカーの順番を決定した後に”スプラインに変換”ボタンをクリックすることでスプラインアニメーションファイルとして保存する。図-7にアニメーションファイル作成画面(スプラインアニメーションファイル保存画面)を示す。保存したスプラインアニメーションは図-8のスプライン名で見

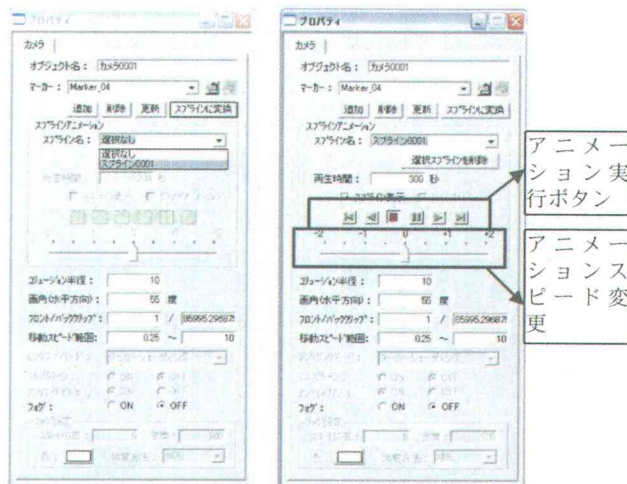


図-8 アニメーションファイル選択画面

図-9 アニメーション実行画面

ることができる。図-8ではアニメーションファイル選択画面を示す。図-9では選択したスプライン名称”スプライン 0001”を選択している。

アニメーションの実行は図-9の画面でアニメーション実行ボタンをクリックすることで開始される。また、アニメーションの実行結果を図-10から図-11に載せる。

なお、スプラインアニメーションを作成・実行するには登録マーカーが最低4個以上必要である。

#### (7) マウスクリックイベント時からオブジェクトのアニメーション実行機能

以前に開発したシステム<sup>4)</sup>では表現できるデータのうち、飛行機や車等の動くデータがあった。しかし、開くドアなどのあるタイミングをきっかけにオブジェクトを動かしたい場合は、過去に開発したシステムでは、常に動いている状態で表現としては、好ましくなかった。

そのため、このようなオブジェクトをユーザがクリックすることにより動き出す機能を開発した。

図-12に設定用の画面を載せる。ここでは、アニメーション起動スイッチを ctrl+クリックで再生できるように設定している。図-13から図-14に実行画面を載せる。図-13において、電車部分をクリッ

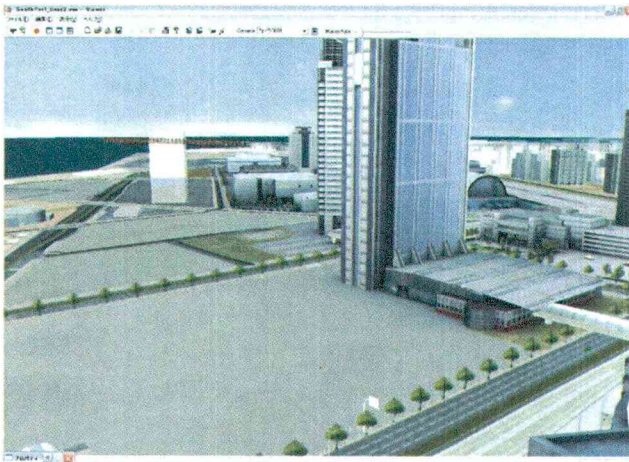


図-10 アニメーション実行結果(1)

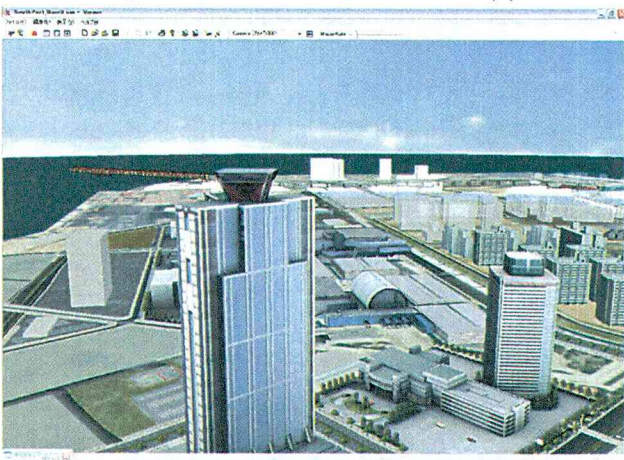


図-11 アニメーション実行結果(2)

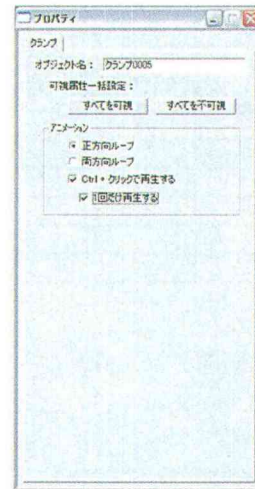


図-12 アニメーション実行設定用画面

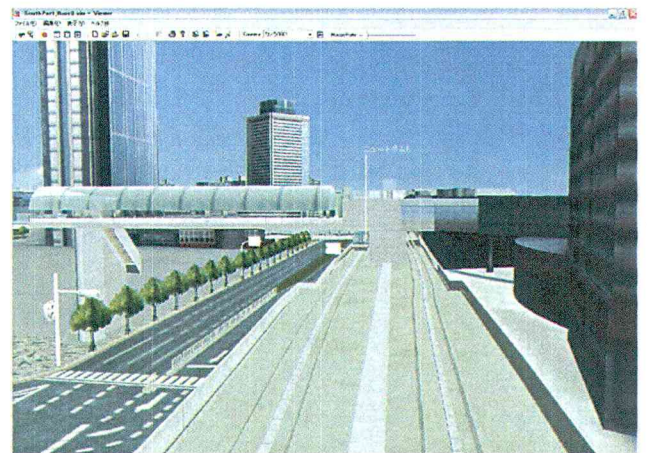


図-13 実行画面(クリック前)

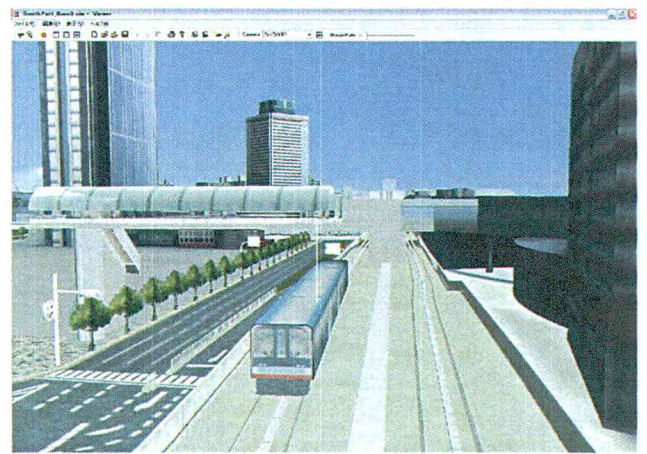


図-14 実行画面(電車が動き出す)

クすることにより電車が動き出したのが図-14である。ここでも、オブジェクトデータのデータ名称(旗上げ)として、”ニュートラム”と表示されていることがわかる。

#### 4. 適用例と検証

本研究で追加を行った機能について、実際の合意形成段階での参加者およびコーディネータなどに大阪南港の3次元GISプロトタイプシステムを見せて、アンケート(ヒアリング)を行い、構築した機能の有効性や必要性などを検証した。なお、合わせて感想を自由意見として記述してもらった。アンケート結果を表-2に載せる。ヒアリングを行った機能は以下のとおりである。

- ・機能1: オブジェクトデータのデータ名称(旗上げ)表示
- ・機能2: 任意のアニメーションルートの設定機能
- ・機能3: マウスクリックイベント時からオブジェクトのアニメーション実行機能

ここで、表-2に示す参加者とは、過去に都市計画

や再開発事業に関する合意形成(公聴会)に1回以上参加したことがある人で、コーディネータとは、同じく、過去に都市計画や再開発事業に関する合意形成(公聴会)にコーディネータとして1回以上の経験のある人を選出した。したがって、合意形成時にどのような機能が有効であるかを判断できる人を対象としている。

表-2 ヒアリング結果

		合意形成時に必要な機能か?		合意形成時に効果はあるか?	
		はい	いいえ	はい	いいえ
機能1	参加者	7	2	8	1
	コーディネータ	3	1	3	0
機能2	参加者	9	0	9	0
	コーディネータ	4	0	4	0
機能3	参加者	5	4	6	3
	コーディネータ	2	2	3	1

このように、今回開発した機能は合意形成時に必要であり、しかも効果があるという意見がほとんどであった。特に機能2のアニメーションルートを自由に設定できる機能は合意形成時点で非常に有効であることがわかった。

機能1および機能3で合意形成は必要でないあるいは効果がないと答えた人が若干存在した。アンケートではその理由まで記述をしてもらってはいないため、詳細な分析はできないが、機能1のデータ名称の旗揚げ表示は、ビルの多い都市計画のような場面で、視点を近景から遠景へ、またはその逆へ、路面上から上空へと頻りに移動する際には有効な機能と考えられる。この機能が有効でないと回答した人はそのような視点を移動して見せるような場面を想定していないと考えられる。一方、機能3のアニメーション実行機能は、リアリティを向上させることが目的であるが、遊びの要素が大きいと捉える人が多かったのではと思われる。合意形成で必要とする人が全体の約半分、合意形成に効果があるとする人が全体の約2/3と意見が分かれていることから、機能3の費用対効果は小さいと考えられる。

その他、機能ごとに得られた意見を以下に示す。

#### (1) 機能1

- ・遠景になったときに各施設の位置を把握しやすい。
- ・路面（道路）上の視点の時に目印がわからないので、施設の名称が表示されると視点移動がスムーズに行える。

#### (2) 機能2

- ・事前にアニメーションのルートを何種類か作ることができるので資料作成の効率が上がる（時間短縮）。
- ・関係者によっては異なる意見（アニメーションのルート）があっても当然で、公聴会の途中でも関係者の意見を反映させてアニメーションのルートを作ることができる。即時性があることがよい。
- ・アニメーションのルートを保存しておけることがよい。再現性があり、第2次や第3次の公聴会でも使うことができる。

#### (3) 機能3

- ・関係者によって最も効果的な場面でアニメーションを動かすことができるのがよい。
- ・オブジェクトのリアリティが向上して見やすくなっている。

合意形成をスムーズに行っていくためには、様々な機能が必要であるが、日本ではまだまだ事例も少なく、どの分野の合意形成にはこういった機能が有効であるといった経験も少ないのが現状である。本研究で追加された機能をシステム化するにあたって要した費用はデータ作成を別にして1ヶ月・人程度であり、アンケート結果から得られた機能の有効性や効果から判断して、十分費用対効果はあると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、著者らが過去に構築した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<sup>4)</sup>に、その後の公聴会や施用説明会などで得られた意見を参考にして追加し、機能向上を目指した。具体的に追加した機能は、①オブジェクトデータのデータ名称（旗上げ）表示、②任意のアニメーションルートの設定機能、③マウスクリックイベント時からオブジェクトのアニメーション実行機能である。

そして、これらの追加した機能に関して合意形成の参加者などにヒアリングを行った結果、今回開発した機能は合意形成時に必要であり、しかも効果があるという意見が多かった。特に機能②のアニメーションルートを自由に設定できる機能は即時性があり、その場で参加者の要求に合わせてルート設定ができるため合意形成で非常に有効であることがわかった。

今後は、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や機能向上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年。
- 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年。
- 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年。
- 4) 保田敬一, 黒木紀男, 山崎武伸: 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, 土木学会, 情報利用技術論文集, Vol.12, 1-8, pp.73-78, 2003年10月。

(2004.5.21受付)