

1. はじめに

高速道路の整備における設計協議は、建設する道路構造を左右するほど重要な業務である。その際、当該道路に対する協議参加者間の認識の共通化を果たすため、相手に道路の完成イメージを正確に伝えることが非常に重要となる。これを昔は青焼き着色図面を用いて行ったが、この手法は関係者の想像に頼る部分が多く、共通の認識を得るためには、設計の専門知識とともに時間と努力が必要であった。そこで、幾つかの視点から眺めるような完成イメージの静止画(パース)を用いてきている。最近では、3DCG(3次元コンピュータグラフィックス)の動画を用いるようになってきた。

設計協議における3DCGの活用は、協議相手やその目的などによって、主に2つのケースが考えられる。一つは沿道住民などを行う高速道路の外部景観に関する協議への活用がある。この場合はあらかじめ想定された視点からの高速道路景観に対する協議が多い。もう一つは交通管理者あるいは道路計画者などの高速道路内部の走行環境に関する協議への活用である。この場合は一定の視点からの景観検討よりも、当該道路に対する様々な状況を想定し、検討対象構造物に対する代替案モデルの瞬時入替、自由な始点移動、運転者から見た走行中の視野範囲の表示などを、リアルタイムで行いながら対象物に対する多角的な観点からの確認が要求される。しかし、

*キーワード：情報処理，空間整備・設計，交通管理

**正員，博士(工)，株式会社オーデックス交通工学研究所
(大阪市淀川区宮原4丁目4番50号，TEL:06-6392-3715，
FAX:06-6391-5624，E-Mail:s-an@odex.co.jp)

***正員，博士(工)，日本道路公団四日市工事事務所
(三重県四日市市伊倉1丁目2番14号，TEL:0593-53-5607，
FAX:0593-53-8445，E-Mail:yonekun@nifty.com)

このようなリアルタイム再現性を持つ3DCGを活用するには、3DCGそのものを描画するための高性能コンピュータが必要であり、機動性の良さと協議に良く使われる市販のノートPCでは極めて困難であった。したがって、今まで主に用いられてきた3DCG動画は、一定のシナリオに沿って制作された3DCGに対して、必要な場面を編集し、その映像をビデオなどで示すものであった。つまり、前記した2つのケースに対応できるとは言い難い。設計協議に用いるための3DCGは、高速道路の内外両方の視点から多彩な道路構造の評価に対応することが必要と思われる。さらに、協議に用いた3DCGデータを転用することで、必要によっては、DS(ドライビングシミュレータ)による室内走行実験を行い、運転者の運転行動の分析が要求される場合もあり得る。

そこで、機動性を持つノートPCで動作できることを前提に、リアルタイム再現性を具備した3DCG描画ソフトウェア(以下ビューアー)を開発した。本ビューアーは、DSから実験遂行関連機能を省略し、その3DCGデータを市販のPCで表示できるように開発したものである。そのため、ビューアーのデータに簡単な変換操作を加えることで、DSによる走行実験も可能である。ちなみに、このDSは大断面トンネルの内装板デザイン評価¹⁾、トンネル坑口の形状評価²⁾、複雑なJCTの案内標識評価³⁾、合流部における車両挙動分析⁴⁾などドライバーの運転行動データに基づいた様々な検討及び研究に数多い利用実績がある。

本稿では、このビューアーの開発概要と適用事例を報告する。

2. ビューアーの開発

(1) 必要とされる機能

ここでは、設計協議に活用することを念頭に置き、必要と思われるビューアーの機能を挙げる。その内容は次のとおりである。

(a) 使用者による視点の任意変更に対応

前記した設計協議の 2 ケースで求められる最も基本的な機能は、用意した代替案の場面に對してあらゆる視点から確認できることである。これは、走行車線別における走行場面のような高速道路内部の走行環境を確認できることは勿論、高速道路外部のある地域から高速道路の構造物を確認できること、上空から周辺地域と高速道路の調和などを確認できることなど、様々な視点から高速道路の外部景観検討ができることが必要となる。

(b) 様々な対策案に対する柔軟な対応

前述のとおり、主に交通管理者などとの設計協議においては、協議対象の問題点と対策をいろんな観点から検討し、用意された多数の代替案を比較評価することが求められる。したがって、複数の代替案を提示でき、しかも必要に応じて各代替案を瞬時に変更できるなど、代替案表示に対する柔軟な対応が最も必要とされる機能である。

(c) 持ち運びの手軽さに対応

地元住民や官公庁との設計協議に用いるためには、その協議場所に持ち運びが容易で、かつ、設置などに時間がかからないことが必要である。そのためには、市販のノート PC で動作し、そのノート PC 以外の他の装置がなくても対策案の確認などができることが必要となる。

(2) 実現の方法

ビューアーは図 - 1 のフローで動作する。ここには、2. (1) で述べた必要機能が使えて、しかも市販の PC で 3DCG がリアルタイムに再現できるようにするため、次のような工夫がなされている。

まず、ビューアーは DS をベースに開発したが、立体視及び多画面表示機能、周辺車両表示機能、運転挙動計測機能など DS での室内実験を前提とした幾つかの機能を省略した。これは、PC での 3DCG 描画計算負担を大きく軽減させるとともに、開発内容を設計協議に必要な機能に限定させることで開発のコストパフォーマンスの向上を図るためである。

また、PC による 3DCG の描画は OpenGL(PC で使え

る 3DCG 用グラフィックライブラリ(一種)を用いて行うことにした。この際、3DCG をリアルタイムに表示するため、次の機能が PC で起動できるような開発を行った。

- ・ カリング機能：視野範囲外のモデルを判定し、描画の計算を行わないようにする機能
- ・ Level of Detail 機能：1 つの対象に詳細度の異なるモデル複数用意し、視点位置から近距離の範囲は詳細なモデルを、遠距離の範囲は粗いモデルを選択表示する機能
- ・ Billboard 機能：樹木などは本来の数多いポリゴンではなく 1 枚の板状のポリゴンで作成し、視点に向けて追従回転させる機能

これらの機能は、DS でリアルタイムの表示を行う際に使われてきた機能で、PC 用のビューアーでも最も重要な機能であると考えられる。さらに、一般道に比べて周辺走行環境の変化が少ない高速道路

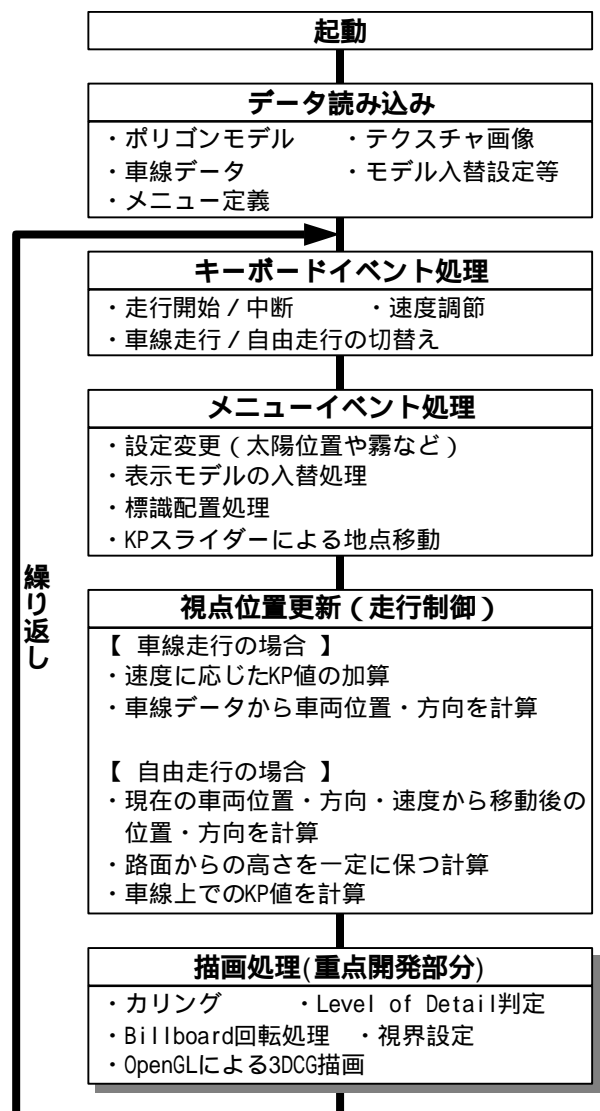


図 - 1 ビューアーの動作フロー

に特化させた本ビューアーにとって、これらの機能はより一層効果的である。この機能を使うことで、視野に入らない風景に対する余計な描画能力が節約でき、PCの3DCG描画速度を向上させることができる。

(3) 付帯機能

本ビューアーは前述した2.(1)の複数代替案の瞬時入替、視点の任意変更などの必要とされる機能(図-2)以外に、実際の設計協議などで役に立つ付帯機能として以下のような機能がある。

(a) 高速道路走行に特化した機能

このビューアーは主に高速道路の検討ツールとして開発されたものであるため、高速道路上の走行を想定した場面の表示と対象物の配置位置による見え方の確認等ができるよう、高速道路走行に特化した以下のような機能を揃えている。

- ・ 道路線形に沿った走行とマウスによる自由走行
- ・ 車種などの違いによる視点高の設定
- ・ 自由な走行速度の調節、走行車線の設定
- ・ 標識などの付帯構造物に対する配置位置を自由に変更(図-3の例)
- ・ KPによる位置指定や走行位置のKP表示
- ・ KPに変わる建設時の位置情報(STA)の表示

(b) 多様なカメラアングル(視野)操作方法

任意の始点移動はマウスドラッグによる操作が基本であるが、場合によっては視野を広げる、又はモデル全体における表示中の視野の位置関係を確認するなど、その設定も必要に応じて柔軟に対応できるように、以下の3つの操作方法を加えた。

- ・ 3次元座標と視野角の数値入力による操作
- ・ 簡易ガイドマップ上での操作
- ・ カメラアングル設定内容の保存と呼び出し

(c) その他機能

上記の様々な機能以外に、天気などによる見え方の違いの簡易的な表現と必要に応じた静止画資料作成などを想定した以下のような機能を加えた。

- ・ 霧・かすみなどの天気の簡易的な表現(図-4)
- ・ 緯度経度/日時による太陽位置の表示と対象構造物の簡易的な明暗を表現
- ・ 高画質の静止画を作成するためのアンチエイリアス機能(図-5)

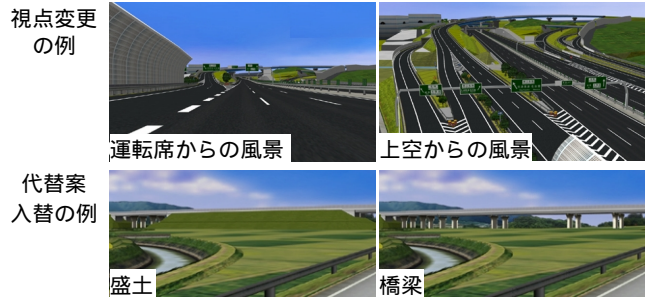


図-2 ビューアーの基本機能例



図-3 高速道路に特化した機能の一例

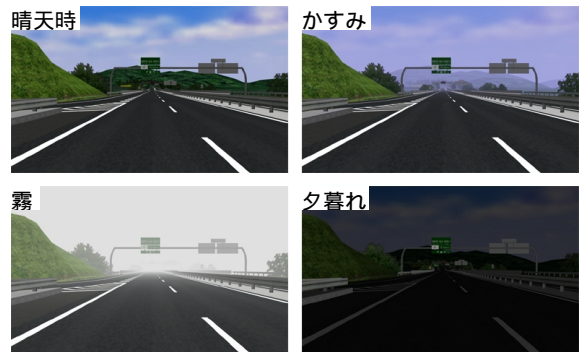


図-4 天気の簡易的な表現



図-5 アンチエイリアス機能使用例



図-6 フォトモンタージュ

- ・ 現地写真との簡易合成によるフォトモンタージュ作成(図-6)

3. ビューアーの適用事例

(1) 交通安全対策の協議への適用事例

現在建設中の伊勢湾岸自動車道(第二名神高速道

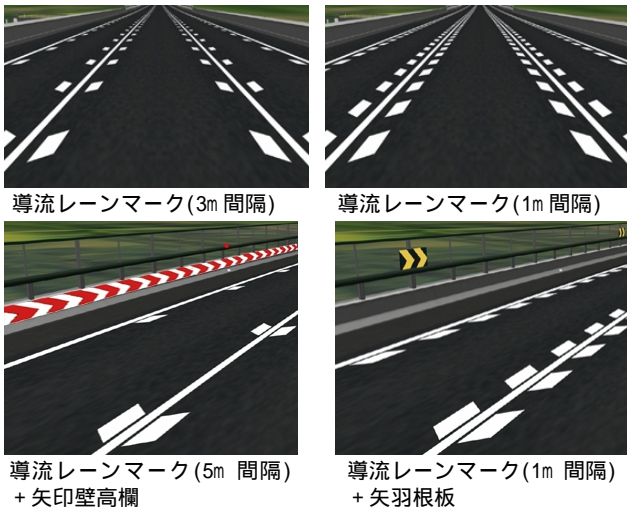


図 - 7 交通安全対策の代替案

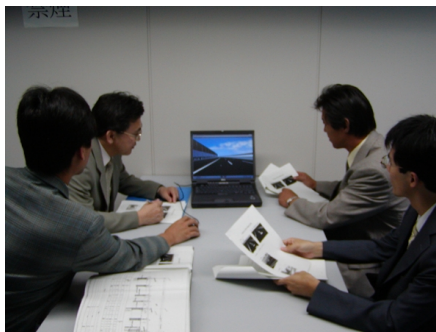


写真 - 1 ビューアーを用いた設計協議場面

路)みえ川越 IC ~ 四日市 JCT 間上り線(東行き)において、下り勾配 1.2%で R=700m 左カーブから R=700m 右カーブに連続した約 1.2km の区間があり、交通安全対策が協議の対象となった。当該区間において、路面表示(レーンマーク)による車線運用と矢印板などのカーブ危険防止施設に対する対策案を作成し、それぞれの対策を組合せて表示させることについて各機関との協議を行った。(図 - 7, 写真 - 1)

協議にビューアーを用いた結果、車線運用毎の安全対策工の見え方が非常に分かり易いとの評価を得た。なお、この検討は現時点(執筆時点)でも協議中であり、対策案の最終決定までには至っていない。

(2) 案内標識視認性に対する協議への適用事例

山陽自動車道龍野西 JCT ~ 新宮 IC 間の供用に伴い新たな案内標識の設置が必要となった。しかし、当該区間では新設 JCT と IC が距離 1km で近接しており、その付近に SA もあるため、誤進入・誤通過を招く恐れがある。したがって、以下の項目を重点課題とした幾つかの代替案を 3DCG で作成し、走行中の運転者の視点から案内標識を確認しながら協議

を行った。

- ・ JCT, IC, SA の同時連続案内表記によるレイアウト繁雑さの解消
- ・ 案内標識の視認性の確保
- ・ 既設標識と新設標識の統合

ビューアーを用いることで、標識の設置位置やデザインなどに対する関係部署間及び関係官公庁との協議を円滑に進めることができた。

4. まとめ

本ビューアーは、その対象を高速道路に特化するとともに、3DCG のリアルタイム描画性能を向上させるプログラムの開発(株式会社オーデックスと TIS 株式会社の共同開発)で、市販のノート PC でもリアルタイム描画が可能になった。そのため、高速道路の整備に伴う様々な設計協議の非常に有効なツールとして活用することができた。

さらに、ビューアーの 3DCG データを DS 用に転換し、室内実験に用いることで、単なる高速道路の景観検討のみならず、運転者の運転行動データを用いた様々な評価検討に発展させることもできる。

参考文献

- 1) Iida, K. et al.: A study on desirable design of tunnel cladding panel for expressway tunnels with large cross section by virtual reality driving simulator, WCTR, C3, 3313, 2001.
- 2) 池田武司ほか: 運転者の挙動と心理を考慮したトンネル坑口形状評価, 第20回交通工学研究発表会論文報告集, pp37-40, 2000.
- 3) 飯田克弘ほか: ドライビングシミュレータを用いた室内実験によるジャンクション案内標識の評価, 土木計画学研究・講演集, No.22 (2), pp.979-982, 1999.
- 4) 西川 功ほか: 首都高速道路合流部における車両挙動に関する研究 - 交通流シミュレーションを組み込んだドライビングシミュレータの活用 -, 第20回交通工学研究発表会報告集, pp45-48, 2000年