

イベント画像と実空間 3D モデルに基づく インタラクティブ環境デザインシステム

呉 受妍[†] 笹田 剛史[†] 田中 克己[†] 加賀 有津子[‡] 福田 知弘[‡]

あらまし 公共的・社会的な空間を作り上げる環境デザインは、様々な立場の関係者の間で社会的合意を図ることが強く求められる分野である。そしてそのデザインの初期段階からいかに関係者とコミュニケーションが円滑に行われるかが、プロジェクトの成否を大きく左右することになり、そのためのデザインイメージ共有に適したデザインシステムが求められる。近年、コンピュータの高速化やマルチメディア技術の進歩により、プロジェクトの全体方針を決定する環境デザインの初期段階から実空間の 3D モデルの中で直接に計画対象を取り扱いながら、デザインを進めることが可能になりつつある。そこで本稿では、環境デザイン初期段階から実空間の 3D モデルを用い、リアルタイム・シミュレーション技術を利用して開発したインタラクティブ環境デザインシステムのフレームワークを示し、そのシステムの中で、活動のイメージを表現するイベント画像をインタラクティブに操作することで、デザイン検討を行うツールを開発し、実際の環境デザインプロジェクトに適用することでその有効性を考察する。

キーワード 環境デザイン, 初期段階, コミュニケーション, リアルタイム・シミュレーション, インタラクティブ, 活動イメージ

Interactive Environmental Design System based on Event Images and Real-space 3D Model

Sooyeon OH[†] Tsuyoshi SASADA[†] Katsumi TANAKA[†] Atsuko KAGA[‡] and
Tomohiro FUKUDA[‡]

Abstract That the environmental design which completes public and social space aims at social agreement with the persons involved in various positions in the field is called for strongly. And how communication is smoothly performed with the persons concerned from the early stage will influence the success or failure of a project greatly. The design system is suitable for the smooth communication with the persons concerned and a design image share is also called for. It is becoming possible to advance a design, dealing with the candidate for a plan directly in 3D real space by progress of multimedia technology, such as improvement in the speed of a computer, in recent years from the early stage of the environmental design determines the whole project plan. So, in this paper, the framework of the interactive environmental design system developed using real-time simulation technology, 3D model of real space from the environmental design early stage is shown, the tool which performs design examination is developed by operating interactively the event picture which expresses the image of activity in the system, and the validity is considered by applying to an actual environmental design project.

Keyword Environmental Design, Early Stage, Communication, Real-time simulation, Interactive, Activity Image

1. はじめに

様々な分野の人々が関係する規模の大きい環境デザインプロジェクトでは、プロジェクト成功のためには、初期の段階から関係者間で共通の認識を持って協調する必要がある、デザインイメージを共有することが重要であることが知られている。

プロジェクト初期の段階は、環境デザインプロセスとしてみれば、プロジェクトの全体方針、計画のコンセプト、全体的なデザインの考え方、空間構成、誘導したいアクティビティ等、プロジェクト全体の基本的な考え方を決定する非常に重要な段階である。

このデザイン初期段階で、関係者間での円滑なコミュニケーションが行われず、デザインイメージや問題意識の共有が行われないままデザインを進めてしまった場合、デザインプロジェクトがかなり進行した後で、大きく手戻りが生じることがしばしば起こる。このような手戻りの問題を事前に回避するためには、デザイン初期段階から関係者間で活発なコミュニケーションを行い、デザイン全般について常に共通の意識を持ちながらデザインを進めていくことが強く求められる。

従来のデザイン初期段階で用いられたコミュニケーションのツールは、スケッチやラフな模型などを用いたものであった。これらはいずれも手軽な方法ではあったが、その表現に正確性を欠き、また誰にでも使えるものではないという意味で、専門家はともかくも非専門家に対しては親切的なツールであるとは言いがたかった。

これらの問題点を解決し、デザイン初期段階でデザイナーの持つイメージを分かりやすく伝達するためのツールとして筆者らはCGを用いて様々なデザイン手法を提唱してきた。これらの手法を用いることによって、ビジュアルにリアリティの高い表現が可能で、非専門家である関係者に対してデザイナーが持つデザインイメージを分かりやすく伝達し、関係者間でイメージを共有することができることがわかっている。

CGを使うツールの開発によって、デザインの初期段階から、関係者の間でリアリティのあるグラフィカルなイメージを用いてデザインイメージの共有を行うことが可能になったが、実際のプロジェクトに応用すると、さまざまな問題が新たに生じてきた。

実際の運用で特に問題となったのはCG作成ツールの柔軟性である。イメージ共有の過程では表現されたイメージに対する変更要求が頻繁に生じる。それは視点の変更であったり、形状や色彩の変更であったりするが、関係者のこれらの要求に柔軟に対応しながら、議論の展開に応じたイメージを表現し続けることが合意形成には何よりも必要であることが、実際のプロジェクトでは実感できる。そこで柔軟なCG作成と表現を可能にするものとしてリアルタイムでかつインタラクティブにプレゼンテーションができるリアルタイム・シミュレーション技術に着目する。

本稿では、まずこれまでのデザイン初期段階で使われるシステムの課題を挙げる。次にその課題を解決するために開発を進めている、インタラクティブ環境デザインシステムのフレームワークについて述べる。そして、サブシステムのうち、「環境」、「活動」、「場」のフェーズをシームレスにつなげていくために、イベント画像を実空間3Dモデル上に配置して検討が可能なNEZモデルについて詳しく述べる。

2. 環境デザイン初期段階で使われるシステムの課題

これまでに行われた多くの環境デザインプロジェクトを包括的に眺めてみると、デザイン初期段階では、その検討の内容に一定のまとまりがあることが指摘できる。その一定のまとまりとは、まず対象地と周辺環境を分析するフェーズ、次にその中で行われる人々のアクティビティを検討するフェーズ、そしてアクティビティを実現する場所を計画するフェーズの大きく3つに分類される。

ここではその各フェーズを「環境」、「活動」、「場」と名づけ、実際の環境デザインプロジェクトの初期段階の際に、この3つの観点から検討しながら計画案を見直し、代替案を立案していくことにする。

- ・環境：対象地の自然環境や社会環境などの現状がどうなっているのか
- ・活動：対象地で人々がどのような活動を行うのか
- ・場：それらの活動を実現可能とするために、対象地にどのような施設、インフラを考えるのかこの3つの観点から環境デザインプロジェクト

トの初期段階の流れを整理すると、「計画対象地と周辺の環境の分析により得られた様々な情報に、想定される人々の活動を載せ、双方を検討することによって情報の統合された形である場のデザインを行う」とまとめることができる。

流れからみて分かるように、「環境」、「活動」、「場」は個々に独立して存在しているわけではなく、連続的につながっており、同時に、各フェーズにおいて常にデザイナーと関係者の間では連続的なコミュニケーションが求められる。しかし、実際にこれまでは主としてメディアの問題から、たとえば活動において、環境で得られた情報を検討しながらデザインを進めるといったような、それぞれのフェーズで得られた情報を振り返りながら、デザイナーのデザイン検討を支援する表現ができなかった。そこで、「環境」、「活動」、「場」それぞれのフェーズにおいて生じる問題が表現でき、スムーズなコミュニケーション、関係者の間で共通のイメージを持ちながら各フェーズをつなげて意見交換できるインタラクティブ環境デザインシステムの実現を考える。

以下、3章にインタラクティブ環境デザインシステムのフレームワークについて述べる。そして4章において、サブシステムであり、イベント画像を実空間3Dモデル上に配置して検討が可能なNEZモデルについて詳述する。

3. インタラクティブ環境デザインシステムのフレームワーク

前章で述べたインタラクティブ環境デザインシステムの全体フレームは、実空間3Dモデルと、実空間3Dモデルを統合して取り扱うことが可能なプラットフォームであるリアルタイム・シミュレーション技術から成る(図1)。



図1 インタラクティブ環境デザインシステムのフレームワーク

3.1. 実空間3Dモデル

実空間3Dモデルについては、前節で述べた「環境」、「活動」、「場」のそれぞれのフェーズで取り扱う下記に挙げる情報モデルが存在する。

①環境モデル：

対象地の自然環境や社会環境の現状を示す次に挙げるモデルである。

- 衛星写真や航空写真、CADデータを利用した対象地域の地形情報モデル
- 既存の計画情報モデル
- 水系、地形高、傾斜勾配、交通体系などの地域分析情報モデル

②NEZモデル

計画対象地で人々が行う活動を表現するモデルである。NEZモデルについては第4章で詳細に述べる。

③コンセプト表現モデル

上記②で示した活動を実現可能にする、対象地の施設やインフラについて、デザインの考え方や理念を表現する次に挙げるモデルである。

- デザインの考え方を示したダイアグラムモデル
- デザインスケッチモデル
- コンセプトをわかりやすく説明するための可視化モデル

④デザイン対象モデル

計画対象地における計画施設やインフラなどの位置、形状、質感などを表現する3Dモデルである。

3.2. リアルタイム・シミュレーション技術

リアルタイム・シミュレーション技術のソフトウェアとして、これまではVRML (Virtual Reality Modeling Language)とVRMLブラウザをプラットフォームとしてきたが、VRMLはデータをロードする時間がかかる上に、描画速度が遅いという短所がある。また、設計検討インターフェースとしてJavaアプレットを実装しVRMLとの通信を行うため、高度なプログラミング環境が必要である。この課題を解決するシステムを構築するために、Microsoft社のDirect3D®テクノロジーを用いた新たなVRツールキット、Virtools社のVirtoolsDev®をプラットフォームとする。

VirtoolsDev®は、最新のグラフィックス技術に対応して描画速度が速い上、Internet Explorerな

どの Web ブラウザ上に Plug-in される Player を備えている。また、一連のプログラムを機能ごとに単位化した「Behavior Block」を組立てることで、高度なプログラミング知識がなくても、比較的簡単に短期間に開発が可能なビジュアル・プログラミング機能を備えた VR オーサリングシステムである(図 2)。

ハードウェアとして、スムーズなリアルタイム・シミュレーションを実現するために、CPU、メモリー、GPU、グラフィックメモリーなどの仕様をできるだけ高性能にする必要がある。これらのハードウェアは近年急速に進展しており、ノートパソコンでも再生が可能となっている。

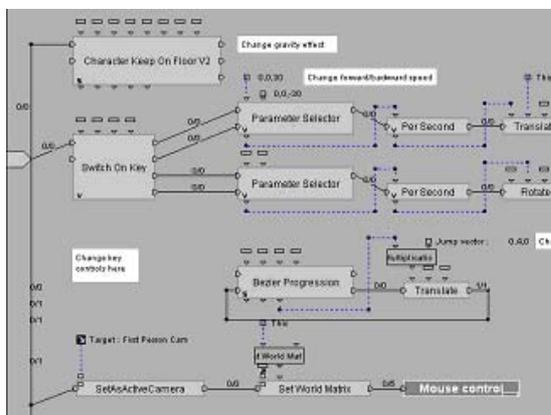


図 2 ビジュアル・プログラミング

3.3. 実空間 3D モデルによるリアルタイム・シミュレーションに必要な機能

実空間 3D モデルの取り扱いについては、すべての実空間 3D モデルを同一のシステムかつ共通のインターフェースで取り扱うことができることからリアルタイム・シミュレーション技術を利用する。

実空間 3D モデルによるリアルタイム・シミュレーションに必要な機能としては、実空間 3D モデル全般に関わる基幹機能と、各モデルにそれぞれ必要な機能が存在する。本稿では、NEZ モデルにおいても利用する実空間 3D モデル全般に関わる基幹機能について整理する。

①実空間 3D モデルのブラウジング

環境デザインプロセス全般にわたって、リアルタイム・シミュレーション技術により、実空間 3D モデルの中をリアルタイムで自由に移動して、様々な角度から迅速にデザインの検討・確認

を容易にする次のような機能が必要である。

- ウォークスルー
- フライバイ
- 視点移動速度の変更
- 視点高さの変更

②実空間 3D モデルの表現

すべての実時間 3D モデルに共通して必要な表現機能は次の通りである。(図 3)

- 対象地域の地形情報の 3 次元表現
- スケッチ、図面、ダイアグラムなどの 2 次元情報と 3 次元地形のオーバーレイ表現

③使いやすさ・可搬性

本システムをだれでもどこへでも持ち運んで様々な人に見せ、使ってもらえることができるように、簡単なマウス操作で扱え、持ち運び可能なノート型 PC 上でのシステム稼働が望まれる。そのためのインターフェースの工夫や、大容量のデータでもノート型 PC 上で稼働できるシステムの構築を行う必要がある。

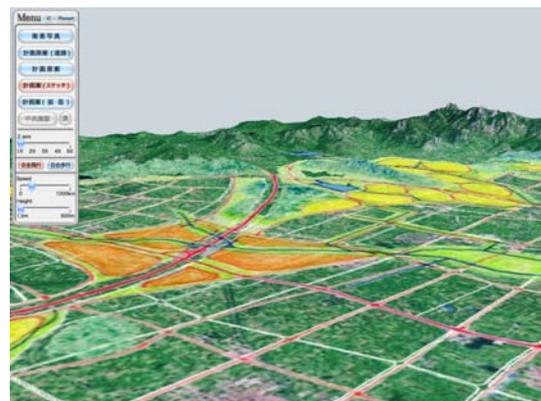


図 3 実空間 3D モデルにおける表現機能

4. イベント画像と実空間 3D モデルを同時に扱える NEZ モデル

インタラクティブ環境デザインシステムの中で、本稿ではイベント画像を実空間 3D モデル上に配置して検討が可能な NEZ モデルについて詳しく述べる。これは、デザインイメージを関係者に分かりやすく伝達し、「環境」、「活動」、「場」のフェーズをシームレスにつなげていくためのツールである。

4.1. NEZ モデルの定義

実プロジェクト「中国青島環境デザイン：瑯琊台旅遊度假区計画」におけるデザイン初期

段階での検討プロセスを述べる。まず計画地と周辺の自然環境全体を把握し、そこで考えうる活動を抽出する。計画対象地を4つのゾーンに分割し、各ゾーンに当てはまる活動を配置する。そこで、必要となる機能と施設について考える。すなわち、「環境」から始め、「活動」について検討した上で、その受け皿となる「場」について検討した。このようなプロセスは環境デザインでは一般的といってよい。

このような検討を行う際には、「環境」や「活動」などを考慮しながら、「場」の施設内容も統合された形で表現される必要がある。同時に、専門家であるデザイナーが検討していく内容を、非専門家である関係者に対しても分かりやすく表現して合意形成を図る必要がある。

このような様々な計画情報を包括して検討するために、通常は地図や衛星写真を大きな紙に印刷し、その上に活動の画像を印刷したものを配置しながら、「環境」と「活動」の検討を行っていく。そして、その上にスケッチなどを行いながら「場」の検討を行っていく。この手法では、確かに包括して情報を同じメディアに載せて検討することは可能であるが、情報が全てアナログ化されて紙に書かれたものであり、表現力に乏しいし、新しい案を作成・検討したりすることが困難である。加えて長期に渡るプロジェクトでの大きな紙の保管や検討会場への持ち運びも大変である。

「瑯琊台旅遊度假区計画」ではこの問題解決のため、関連する情報全てをデジタル化して、周辺環境と計画案の3Dモデルの上に、活動を表現する2D画像を配置することを試みた。活動画像をインタラクティブに移動させながら「環境」と「活動」をつないでいく。さらに、「活動」の検討がある程度固定された時点で、そのイメージに適合する「場」の検討のために様々な施設の2D画像や3Dモデルをリアルタイムに挿入していく。その結果、これまで紙の上で検討していた内容をデジタル化すると共に、「環境」、「活動」、「場」の各要素を同時に3D上でブラウザできるモデルを構築することができた。このように、イベント画像を実空間3Dモデル上に配置して検討が可能なツールをNEZモデルと定義する。

4.2. NEZ モデルの特徴

ここでは、NEZモデルの持つ大きな特徴について述べる。

①実空間の3Dモデル上に2D活動イメージの配置(図4)

-3Dモデルで表現された環境の上に2D活動イメージを直接配置しながら、環境の中で行う活動を検討できる。



図4 実空間3Dモデル(左)と2D活動イメージの配置(右)

②配置された2D画像のリアルタイム・インタラクティブな移動・再配置(図5)

-活動の検討を行う際にリアルタイムかつインタラクティブに活動の画像を移動しながら検討を行い、活動を再配置することができる。



図5 画像の移動・再配置

③実空間の3Dモデル内をリアルタイムで自由飛行・自由歩行する際の2D画像の常時正対機能(図6)

-鳥瞰から環境の全体の中での活動イメージの検討と自由歩行しながら人間の目線での活動の検討ができる。

④画像の拡大表示(図7)

-鳥瞰から全体の活動を検討する際に活動の画像の確認が容易にできる。



図 6 自由歩行時の画像表示 図 7 画像の拡大表示

⑤予め用意しておいた 2D 画像データベースからのリアルタイムな画像選択・画像変換（図 8）
-異なるデザインイメージを持つ関係者間で活動を検討する際に配置されたイメージ以外にも、インタラクティブかつリアルタイムに配置し、検討できる。



図 8 データベースからの画像選択・変換

⑥活動のイメージから想定される場のイメージの予め用意しておいたデータベースからのリアルタイムな画像選択・画像配置・検討
-活動イメージを決め、そのイメージに合う場へつなげていく際に、様々な場のイメージを配置しながら場を検討することができる。
⑦場のイメージから想定される施設の 3D モデルのリアルタイムな配置・検討（図 9）
-デザインに入る前に場のイメージに合う施設の 3 次元モデルを配置しながら検討を行うことができる。



図 9 施設の 3D モデルのリアルタイムな配置・検討

以上のような特徴により、NEZ モデルは、環境デザインプロジェクトにおいてデザイン案が決まっていないデザイン初期段階から、専門家であるデザイナーと非専門家である関係者間でより円滑なコミュニケーションを図るためのツールとして活用された。また、これにより関係者に対してデザイナーの持つコンセプトやデザイン意図をより分かりやすく表現して伝達するとともに、そのイメージを共有しながらスムーズな意見交換が可能となった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、リアルタイム・シミュレーション技術を利用して構築した、環境デザイン初期段階で用いられるリアルタイム環境デザインシステムの全般的な機能を整理し、そのシステムの中のひとつでイベント画像を実空間 3D モデル上に配置して検討が可能なツール、NEZ モデルを開発し、これを実際の環境デザインプロジェクトに適用することでその有効性を実証した。

その結果、NEZ モデルにより、デザイン初期段階のスムーズなコミュニケーションを伴うコラボレーションができるようになり、専門家と非専門家が、常に自由な視点から「環境」、「活動」、「場」について検討を行い、計画案を立案し、それらの分析や問題点の発見、そして新たな代替案の提案が可能になった。

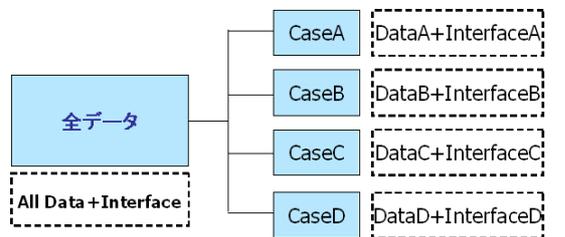
その一方で、実際のデザインプロジェクトでの運用を通じて、明らかになった今後の課題としては、まず「活動」の 2D 画像を実空間の 3D モデルの上に配置、移動できる機能を構築してきたが、実空間の 3 次元モデルの上の「活動」画像は常に配置時の大きさのままであるため、視点移動の振る舞いによって、時に検討が行い難くなる場合があった。そこで、ズームイン・ズームアウトなどの視点移動に伴うディスプレイ上でのイメージ画像の表示範囲の変化に応じて、実空間の 3D モデル内に配置したイメージ画像の大きさを自動的に変更して、常に最適な大きさで表示する機能が必要である。また、自由歩行で動く際に、実空間の 3D モデル内に配置されている全画像が同時に表示されるのでは、複雑すぎて現在歩いている場所のイメージを把握しにくいという問題があるため、歩いていくのに伴って、視点から一定距離内の画像が現れてくるなどの画像表示制限機能も必要である。

また、NEZ モデルが扱う情報として、3D モ

デルと 2D 画像だけでなく、デザイン意図などを説明したテキストデータ、音声、映像などのマルチメディア情報の取り扱いも必要となってくると考えられる。

一方、環境デザインシステム全体から見ると、デザインプロジェクトにおいて、このデザインシステムの活用が進むにつれ、計画で検討すべき項目や必要とされる機能などが多くなり、その結果複雑なインターフェースが構築されることが予想される。また、検討すべき範囲も広くなり、それによってモデルのデータ量も増え、リアルタイム・シミュレーションのレンダリング速度の低下を招くことも考えられる。さらに、これからの環境デザインシステムでは、3D モデルデータと 2D 画像データだけでなく、テキストデータ、音声、映像などのマルチメディア情報までも扱うことになるとデータの構成は複雑になるであろう。

このような膨大化、複雑化するモデルデータやインターフェースに対処するために、説明したい箇所に合わせて必要なデータセットのみを表示できるような仕組みを構築すれば、処理作業の効率化につながり、目的に応じてより効果的なプレゼンテーションを行う事ができると考えられる。例えば計画対象範囲が、ある特定のコンセプトに基づいて複数の地区に分かれている場合、それぞれの地区のデータとインターフェースのセットを予め用意しておき、必要に応じてそれらの中からいずれかのセットを選択する事ができるようにする仕組みが考えられる。この機能を構築するにあたっては、予め目的に応じたデータ構成の準備を行うことが必要だろう(図 10)。



必要に応じていずれかのデータセットを選択

図 10 目的別データセットの構成例

文 献

- [1] 笹田剛史他, “自己の表現, 岩波講座マルチメディア情報学 Vol10, 岩波書店, 2000.
- [2] 加賀有津子他, “環境デザイン初期段階のデザイン手法 e-sketch に関する研究～研究の枠組み～,” 日本建築学会第 25 回情報・システム・技術シンポジウム, pp.73-78, 2002.
- [3] 加賀有津子他, “3次元環境設計システムに関する考察～環境デザイン初期段階のデザイン手法 e-sketch に関する～,” 日本建築学会第 26 回情報・システム・技術シンポジウム, pp.49-54, 2003.
- [4] 呂煜鉉, “デザイン初期段階における e-sketch の活用に関する研究, 大阪大学大学院環境工学専攻修士論文, 2003.
- [5] 前田照文, “マルチメディアミックスによる表現の可能性に関する研究, 大阪大学大学院環境工学専攻修士論文, 2004.

† 独立行政法人情報通信研究機構情報通信部門メディアインタラクショングループ

Interactive Communication Media and Contents Group, NICT

‡ 大阪大学工学研究科環境工学専攻

Graduate School of Engineering, Osaka University