

# 歴史的街並み景観シミュレーションシステム

川合 康央<sup>\*1</sup> 門屋 博<sup>\*2</sup> 益岡 了<sup>\*3</sup>

## Historical Street Landscape Simulation System

Yasuo Kawai<sup>\*1</sup>, Hiroshi Kadoya<sup>\*2</sup> and Ryo Masuoka<sup>\*3</sup>

**Abstract** - The purpose of this research is to develop a streetscape simulation system to support regional and historical culture powered by the game engine. We have developed a landscape simulation system for modern urban space with game engine and evaluated these effectiveness. Based on the knowledge obtained there, we will develop a system that reproduces the cityscape landscape for the lodging town in the late Edo period. Our simulation system is an interactive system by a game engine that gives the user a first-person perspective of the streetscape of Fujisawa-jyuku, a post station town situated on the former Tokaido road during the late Edo period. We modeled buildings and urban facilities, referred Ukiyo-e (woodblock print during the Edo period) and old documents stored in Fujisawa City's archive. The proposed system is currently on permanent exhibition at the Fujisawa-jyuku Intersection Hall, and accessible to the public.

**Keywords:** landscape simulation, historical landscape, post station town, street scape and game engine

### 1. 研究の目的と背景

本研究は、江戸時代後期における宿場町の街路景観を仮想空間上に再現したものである。都市における空間構成要素を、浮世絵及び古文書をもとに3次元形状モデルで詳細に再現し、これらのモデルをゲームエンジンに取り込むことによって、一人称ウォークスルーをはじめとした様々なインタラク션을可能としたものである。

過去の街並み景観のイメージは、近代以降のものについては主として写真や映像を利用することが可能であり、これらのアーカイブをもとに理解することができる<sup>[1]</sup>。しかし、19世紀に写真技術が一般的に普及する以前の時代である近世より古い時代については、絵画や版画をもとに情報を再構成してイメージすることとなる。しかし、これらは実際の視覚に基づいた記録とは異なり、絵師によって形状や素材、数量などがデフォルメされたものも多く、現実とは異なる画面構成が行われている<sup>[2]</sup>。本研究では、主として浮世絵を参照しつつ、当時の建築物や都市施設などの形状、素材、数量を古文書からの情報を援用することによって、過去の景観を再現することとした。

これまでの先行研究においても、3次元コンピュータグラフィックス（Three-dimensional computer graphics, 3DCG）や仮想現実（Virtual Reality, VR）技術を用いて、リアルタイムレンダリングによって過去の景観を再現し

ようとする試みが行われてきた<sup>[3-5]</sup>。しかし、グラフィックボードなどの制約により、これらの多くは単体の建造物を対象としたものが主であり、都市のダイナミクスを再現するものではなかった。3次元形状モデルは、そのポリゴン数によってレンダリング速度に影響を与えることから、範囲を限定的なものとすることによって動作させることが可能となる。一方で、いくつかのプロジェクトでは、都市規模での再現を行った研究も見られる。これらは、開発規模が大きくなりコストが必要であるため、対象地区として有名な場所が選択されることが多い<sup>[6,7]</sup>。本研究では、開発環境としてゲームエンジンを用い、浮世絵を参考にして、江戸期の一般的な景観を再現するものである。

開発環境であるゲームエンジンは、主としてエンタテインメント分野でのコンテンツ開発に用いられるソフトウェア開発キット（Software Development Kit, SDK）である。これは、物理演算やレンダリング処理など、一般的によく利用される典型的な処理をプログラムライブラリなどでまとめ、オーサリングツールとして汎用化されたものである。近年、ゲームエンジンは導入コストが大幅に下がり、これを3DCG制作のためのフリーオープンソースソフトウェア（Free and Open Source Software, FOSS）と組み合わせることによって、開発環境を容易に構築することが可能となった。我々はこれまでに、ゲームエンジンを活用して景観条例に基づくまちづくりを支援するための都市景観シミュレーションシステムを開発してきた。これらは安価に開発が可能であり、大規模な開発事業者だけではなく、地方自治体や地域住民が主体的に利用できるものとして開発を行ったものである。本稿ではこれらの知見をもとに、ゲームエンジンを用いて歴史的文化景観を再現するシミュレーションシステムを開発する。

\*1: 文教大学 情報学部 情報システム学科

\*2: 相模女子大学 学芸学部 生活デザイン学科

\*3: 岡山県立大学 デザイン学部 デザイン工学科

\*1: Department of Information Systems, Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

\*2: Department of Design Studies for Innovative Life, Faculty of Arts and Sciences, Sagami Women's University

\*3: Department of Design and Technology, Faculty of Design, Okayama Prefectural University

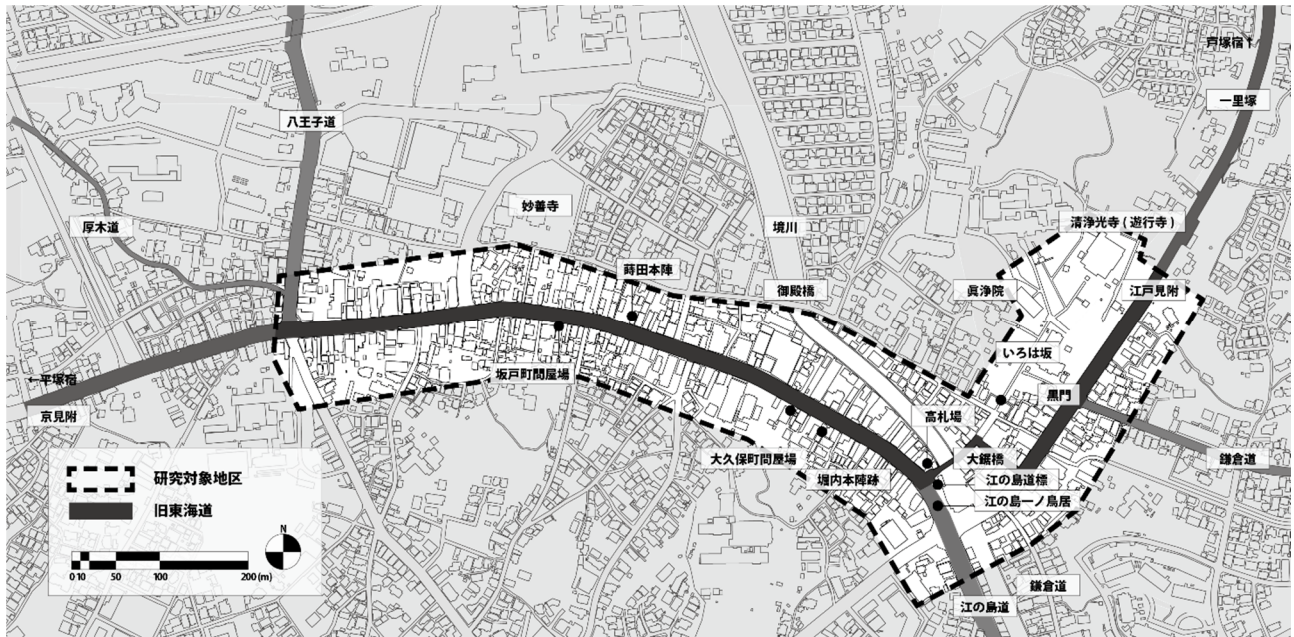


図 1 研究対象地区（旧東海道藤沢宿）

Fig. 1 Study Area (Fujisawa Post Station Town on Former Tokaido Road)

## 2. 研究対象地区

本稿では研究対象地区として、旧東海道の宿場町である藤沢宿（神奈川県藤沢市）を選定した（図 1）。藤沢宿は、東海道五十三次における江戸日本橋から六番目の宿場町である。東海道整備以前から、時宗総本山である清浄光寺（遊行寺）の門前町として栄えていた場所であり、小田原城と各支城を結ぶ交通上の要所であった。慶長 6 年（1601 年）に幕府による伝馬制度が定められた際に、最初の宿場町の一つとして整備された。天保 14 年（1843 年）には、宿内人口 4,089 人（男 2,046 人、女 2,043 人）、総家屋数 919 軒あったとされ、本陣、脇本陣が 1 軒、旅籠が 45 軒あったとされている<sup>[8]</sup>。近隣の宿場町と比して、人口で見ると城下町であった小田原宿、湊町であった神奈川宿に次ぐ規模であったが、旅籠数は比較的少なかったとされている。藤沢宿は、多くの道が交わる場所でもあり、東西を走る東海道を中心に、北東へ向かう大山道、南へ下る江の島道、東へ向かう鎌倉道、北へ向かう八王子道、北西に向かう厚木道などへ分岐している。

明治期に入り宿駅制度が廃止された後も、しばらくは周辺の農村地帯を対象とした米穀肥料商や問屋街などを中心に地域の流通における中心地として栄えてきた。しかし、明治 20 年（1887 年）、宿場の南側に藤沢停車場（現在の JR 藤沢駅）ができると、賑わいの中心は駅周辺へと移っていった。

旧東海道藤沢宿地区の歴史と文化を継承するため、藤沢市は 2015 年に街並み継承地区として指定を行っている。本地区では、街並み継承ガイドラインを定め、ガイドラインに沿った外構工事に関わる費用の一部負担、案内サインの整備、文化財登録、ふじさわ宿交流館の整備



図 2 システムによって再現された宿場町  
（大鋸橋周辺）

Fig.2 Post Station Town Reproduced by Proposed System  
(Around Daigiri Bridge)



図 3 システムによって再現された宿場町  
（清浄光寺境内）

Fig.3 Post Station Town Reproduced by Proposed System  
(Precincts of Shojoko-ji Temple)



図4 システムによって再現された宿場町  
(蒔田本陣周辺)

Fig.4 Post Station Town Reproduced by Proposed System  
(Around Maita Honjin)

などを行っている。

今回開発したシステムでは、江の島一ノ鳥居、江の島道標、高札場などがある境川に架かる大鋸橋周辺(図2)を中心とし、宿場町の北東部に位置する清浄光寺(遊行寺)の境内(図3)から、宿場町西部に位置する蒔田本陣とその周辺の商家(図4)までを再現した。

### 3. システム開発

#### 3.1 開発手法

本システムは開発環境としてゲームエンジンを用いることとし、3次元形状モデルやマテリアルマップ、サウンドデータ等をゲームエンジン上に集約させて、編集を行った(図5)。本稿では使用するゲームエンジンとして、Unreal Engineを採用した。まず、対象地区の街路景観を再現するために必要な空間構成要素について検討する。モデリングは、浮世絵をもとに、ランドマークとなる空間構成要素の種類と形状、大きさなどを検討することとした。その際に使用した浮世絵は、歌川広重による東海道五十三次蒔田の栄楽堂版、隷書東海道、狂歌入東海道などである。これらは主に蒔田宿の中心であった大鋸橋周辺の景色を描いたものである。一方で、浮世絵は絵としての見栄えが優先されるため、各空間構成要素の一部はデフォルメされている。そこで、文献資料等を参考にして、道標や橋桁の形状については別途検討した。

これらの3次元形状モデルは、都市規模で作成した場合、ポリゴン数が膨大となり、そのまま取り扱うことは難しい。そこで、モデリングを要素ごとに種類を分けたうえで、敷地ごとに作成し、これをゲームエンジン上で結合させることとした。さらに、ポリゴン数を限定した上で素材感を高めるため、別途、木材や壁面などの素材ごとに詳細なモデルを作成し、このモデルからノーマルマップの作成を行った。これらのマテリアルマップを敷地ごとに作成した3次元形状モデルとゲームエンジン上で結合することとした。ゲームエンジン上では、視界外のモデルを非表示化することによって、リアルタイムレンダリングが可能なものとした。

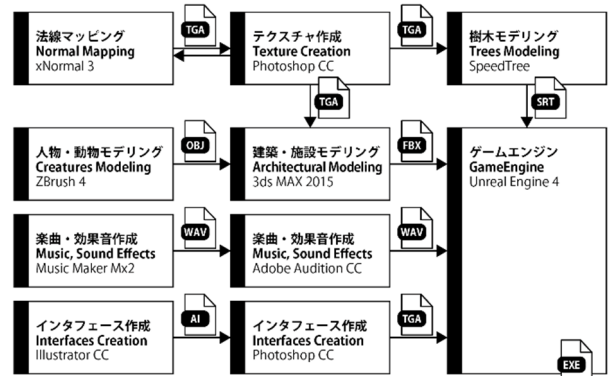


図5 システム開発の流れ

Fig.5 System Development Flow

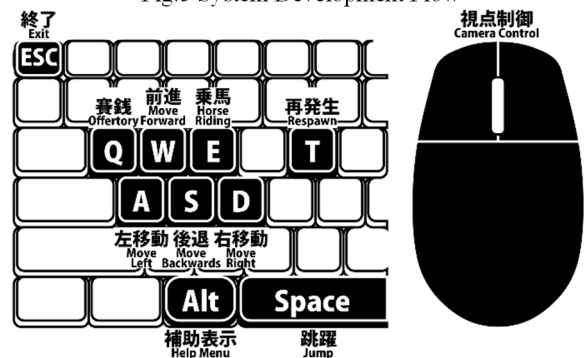


図6 キーボードとマウスによる操作方法

Fig.6 Operation Method Using Mouse and Keyboard



図7 ゲームパッドによる操作方法

Fig.7 Operation Method Using Game Pad

建造物や都市施設、植栽などの静的な空間構成要素とともに、人物や家畜などの動的な空間構成要素も用意することとした。動的な空間構成要素は、図として注視が促される空間構成要素である。ここでは、江戸末期に蒔田宿で生活を営んでいたであろう、商人、僧侶、飯盛女などの地域生活者と、武士や飛脚、旅客者などの来街者を対象とした。本稿では、これら動的な空間構成要素にいくつかのインタラクションを加えることとした。鳥居や高札場、山門などランドマークとなる静的な空間構成要素の前に人物モデルを配置し、ユーザーがこれらのモデルに近づくと会話が発生することとした。本システムは、他の宿場町に関する展示物と合わせて展示することを想定しているため、会話内容については名称と由来な



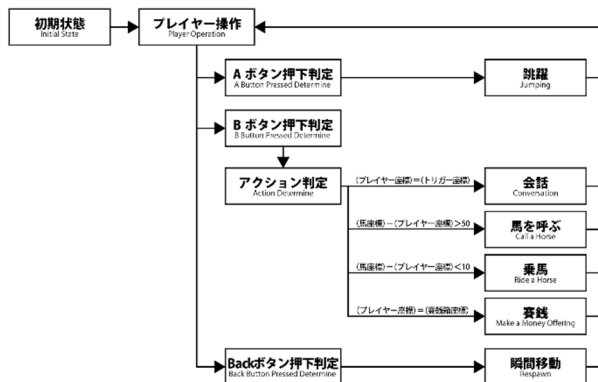


図8 アクション判定

Fig.8 Action Decision

ど簡単なものに留めることとし、詳細は他の展示物と併せて知ってもらうよう設計を行った。また、馬に関しては乗馬が可能なものとし、乗馬時には視点高と移動速度を変化させるものとした。

また、聴覚要素として、サウンドスケープの再現を行った。宿場町の中心を流れる境川には水流の音を、草むらには虫の音を、上空を飛ぶ鷹には鳥の鳴き声を、それぞれモデル座標から減衰を持たせたサウンドを発することとし、ヘッドフォンを用いることで立体的な音環境の再現についても試みた。

### 3.2 インタフェース

本システムは、再現された宿場町の中を自由に行動できるウォークスルーとして作成した。操作は、キーボードとマウスによるものを基本とするが、一般展示を考慮し、ゲームパッドによる操作も可能なものとした(図6,7)。左側アナログパッドによる視点移動と右側アナログパッドによる視線回転を基本操作とし、各種アクションをいくつかのボタンに集約させることとした。アクションは、他のオブジェクト座標との相対的な距離により、同じボタンでも異なるアクションを行うものとして設計を行った(図8)。

## 4. まとめと今後の展望

本研究は、ゲームエンジンを用いることで、有名な名所などではない過去の一般的な街並み景観を再現することで、郷土文化の継承に資する景観シミュレーションシステムを作成することである。今回は江戸時代末期の旧東海道上の宿場町である藤沢宿を対象に開発を行った。今回提案したシステムは、藤沢市ふじさわ宿交流館において、一般展示され、広く市民に公開されている。結果、システムを利用した市民からわかりやすい展示であると評価されるとともに、有益なコメントを受けることとなった。指摘されたコメントについて検討し、川の深さや人々の行動について改善を行ったシステムを作成した。これまでに3回のシステム改訂を実施し、バージョンアップをはかることとなった。展示に際しては、起動時にシステムが自動的に立ち上がるものとし、ネットワーク

に接続しないものとしたため、これまでに大きなトラブルは発生していない。今後、さらにシステムの更新を行っていくとともに、本開発で得られた知見をもとに、いくつかの発展的なシステムの開発を計画している。まず、単に散策するだけではなく、当時の生活を体験できるようなシステムとして、複数のユーザーが当時の役割をもってシステム内にネットワークを介して入るシステムの開発が考えられる。さらに、今回作成したモデルをいくつかの空間構成要素ごとのパッケージとし、これらのある程度自由にカスタマイズして、異なる場所に配置することを可能とすることで、同時代の他の地域でも同様のシミュレーションシステムが作成可能なものとなるよう、拡張することも計画している。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 No.16K00718 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 佐野, 川合: 茅葺き古民家デジタルアーカイブ構築に関する取り組み(その 3), 学術講演梗概集 2015 (農村計画), pp.169-170, (2015).
- [2] 近藤, 面出: 『エッフェル塔三十六景』の空間表現: 一『富嶽三十六景』との比較一, 図学研究, vol.38, pp.87-92, (2004).
- [3] Fukuda, T., Ban, H., Yagi, K., and Nishiie, J.: Development of High-Definition Virtual Reality for Historical Architectural and Urban Digital Reconstruction: A Case Study of Azuchi Castle and Old Castle Town in 1581; International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures, Springer, Berlin, Heidelberg, pp.75-89 (2015).
- [4] 和根崎: 上田城 CG 復元と城郭体験アプリへの活用: VR 上田城の成果と課題, 日本デザイン学会誌, vol.24, No.3, pp.4-10 (2017).
- [5] Sheng, W., Nakata, S., Tanaka, S., Tanaka, H. H., and Tsukamoto, A.: Modeling High-Quality and Game-Like Virtual Space of a Court Noble House by Using 3D Game Engine; International Conference on Culture and Computing 2013, IEEE, pp. 212-213 (2013).
- [6] Dylla, K., Frischer, B., Müller, P., Ulmer, A., and Haegler, S: Rome reborn 2.0: A case study of virtual city reconstruction using procedural modeling techniques; Computer Graphics World, vol.16, No.6, pp. 62-66 (2008).
- [7] Jacobson, J., and Holden, L.: The virtual egyptian temple; World Conference on Educational Media and Technology, pp.4531-4536 (2005).
- [8] 児玉校訂:東海道宿村大概帳; 近世交通史料集, 四, 吉川弘文館, (1970).