

江戸時代後期の江の島を対象とした 浮世絵風景観シミュレーション開発

鴫巢 凌哉^{*1} 小林 夏美^{*1} 清川 真純^{*1} 遠坂 彩香^{*1}
伊藤 沙恵^{*1} 土屋 輝恵^{*1} 川合 康央^{*1}

Development of a Landscape Simulation with the Ukiyo-e Style at Enoshima in the Late Edo Period

Ryoya Tokinosu^{*1}, Natsumi Kobayashi^{*1}, Masumi Kiyokawa^{*1}, Ayaka Enzaka^{*1}
Sae Itoh^{*1}, Kie Tsuchiya^{*1} and Yasuo Kawai^{*1}

Abstract -Recently, preservation and practical use of the culture resources such as cultural assets or art in a museum and an art museum have become a problem. In this study, we developed landscape simulation with the *Ukiyo-e* style using three-dimensional computer graphics model and the game engine. We express the characteristic of the *Ukiyo-e* style which is traditional culture in Japan by rendering. The proposed system can be immersed in *Ukiyo-e* style landscape by edge detection rendering and reproduce environment with immersive experience by using interface such as head mounted display. The proposed system seems to be able to intrigue the regional historic culture to citizen.

Keywords: Ukiyo-e, landscape simulation, virtual reality, Enoshima and game engine

1. 研究の目的と背景

近年、博物館や美術館における文化財や美術作品等の文化資源の保存・活用が問題となっている。文部科学省では、平成14年に「文化芸術の振興に関する基本的な方針」を提唱し、文化財等の保存・活用のための施策として、「国民が文化財を理解し、親しむ機会の充実を図るため、文化財の特性や保存に配慮しつつ、情報通信技術やさまざまな映像技術など多様な手法を用いて、公開、活用を推進」すべきとされており、平成27年の閣議決定でも同様の記述がなされている。これらを解決する手段として、文化資源のデジタル・アーカイブ化する試みが各地で進められている。デジタル化された文化資源は、時間と空間を超えより多くの人々のもとへ情報を発信することが可能となる^[1]。

本研究では地域の歴史的な文化、街並み景観等を地域固有の資源として活用し、地域の新たな価値の創出となるよう、3次元コンピュータグラフィックス(Three-Dimensional Computer Graphics, 3DCG)モデルとゲームエンジンを用いた景観シミュレーションシステムの開発を行うものである。本システムでは、江戸期に主流であった絵画技法である浮世絵の特徴をエッジ検出レンダリングによって表現し、頭部搭載型ディスプレイ(Head

Mounted Display, HMD)等のインタフェースを用いた没入感のある環境を再現することによって、これまでの「鑑賞型」から「体験型」への変化に対するコンテンツとして歴史的文化への関心を持たせることが可能であると考えられる。本システムは、過去の古文書や古地図などを参考にして作成した3DCGモデルに、様々なインタラク션을施すことによって、過去の風景の中に没入可能なデジタルコンテンツを開発するものである。地域の有形・無形の様々な文化資源を組み合わせ、仮想現実(Virtual Reality, VR)空間上に配置することによって、個々の文化財の鑑賞からは見えてこなかったものが、仮想空間内における体験を通じて見えてくるのではないかと考えられる。また、これらの技術を活用することによって、文化資源として物理的に公開展示が難しかったものをわかりやすい形で伝えることが可能になるとともに、文化財としては相対的に価値のないものと見放されていたものも含めて総合的に組み合わせることによって、新たな地域文化資源の利活用が可能になると考えられる。

本稿では、主たる過去の文化資源として浮世絵を用いることとする。浮世絵は、17世紀に確立された絵画手法であり、特に木版画による浮世絵は、大量に刷り上げることが可能なため安価であり、江戸期の大衆文化として一般社会に広がった。本稿で対象とする江の島は、「東海道五十三次」を描いた歌川広重や「富嶽三十六景」を描いた葛飾北斎など、名所絵を残した浮世絵師の作品にも多く登場している場所である。我々は、江戸時代に描か

^{*1}: 文教大学 情報学部 情報システム学科

^{*1}: Department of Information Systems, Faculty of Information and Communications, Bunkyo University

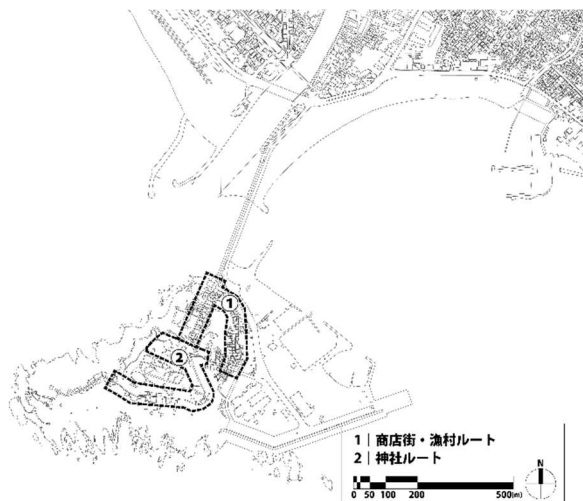


図1 対象地区（江の島：神奈川県藤沢市）

Fig. 1 Study Area (Enoshima: Fujisawa city, Kanagawa pref.)

れた浮世絵や古地図、古文書や、明治期の写真等をもとにして、江戸末期頃の江の島（神奈川県藤沢市）を対象として景観モデルを作成し、これをゲームエンジンによって仮想空間上に配置し、過去の景観を浮世絵風に再現することとした。

3DCG モデルで再現した過去の仮想空間の中を自由に行動できるようなシステムについては、これまでも様々な試みがなされている。当初は、3D 空間内を VRML で表現し、ウォークスルーを作成するといったものであった^[2]。さらに地理情報システム（Geographic Information System, GIS）と写真資料を組み合わせたもの^[3]や、GIS データや絵地図から街並みを自動生成するもの^[4,5]、都市レベルで時間軸を取り入れたシステム^[6]などが報告されている。本研究では、これら先行研究を参照しながら、過去の景観をモデリングするだけでなく、浮世絵の独特な表現をリアルタイムレンダリングとして取り入れた景観シミュレーションを開発するものである。江戸時代における日常生活の一部をなして浸透した浮世絵の世界を、VR 空間上で再現することによって、3DCG 化された浮世絵を通して地域の歴史的文化的に関心をもってもらうことを目的とする。

2. システムの構成

2.1 システムの概要

本システムは、江戸時代の江の島の景観を 3 次元モデルで正確に再現し、これをリアルタイムレンダリングによって表示するものである。通常のレンダリングとともに、浮世絵風にレンダリングすることによって、浮世絵の世界を立体的に体験可能なものとし、再現された江の島の景観のレンダリングを切り替え可能なものとする。写実的なレンダリングによる世界と浮世絵レンダリングによる世界を行き来することができるようにすることで、当時の人々が住んだ世界と描いた世界を体験させること

を可能なシステムとした。本システムは、VR 版と PC 版の 2 種類作成した。VR 版では一人称視点による浮世絵内のウォークスルーを HMD で再現するものとし、PC 版では、これに三人称視点の切り替えも可能なものとする。また、古文書等、過去の資料に登場する妖怪を、浮世絵風の街並みに出現させることとする。

対象地区である江の島は、神奈川県藤沢市にある相模湾へ突出した陸繋島である。古くより観光名所として栄えた場所であり、浮世絵の題材としても多く取り上げられている名所である。今回のシステムでは、島全体を一つのプロジェクトで扱うと容量が過大となることから、ルートとして商店街・漁村ルートと神社ルートの 2 種類を用意し、スクリプトによってシーンを切り替えることとした（図 1）。

2.2 対象とする浮世絵

本システムで取り扱う浮世絵の範囲を、江戸時代後期（1797～1857 年）のものとした。また、題材とする浮世絵師として、主となる建造物などの主たる景観要素については、歌川広重を対象とすることとした。歌川広重は、風景画家として名声を博し葛飾北斎と同様に活躍した浮世絵師であり、主な作品として「東海道五十三次」が挙げられる。作風として、円山応挙の影響を受け写生を重視して描かれており、青色が印象的な風景画、風景を通して季節、時間、天候等の移り変わり表現、墨線を極端に減らし、複数の色板を使い分けたボカシを用いる等の特徴がある。歌川広重は、葛飾北斎と比較して、対象地区である江の島の浮世絵が多く残されている（広重 21 点、北斎 4 点）。北斎はテクニックを駆使したが広重は対照的に豊かな抒情性を持った画風であり、また、広重は写生を重視した画風であったのに対し、北斎は西洋の陰影法を多用していた、といった違いが見られる。

また、人物については歌川国貞、歌川国芳のものも対象とすることとした。歌川広重による人物は、風景画の中の添景として扱われており、デフォルメされているものが多い。一方、歌川国貞、歌川国芳による作品は、着物の柄など細部まで詳細に質感が描かれている。今回は歌川広重によるデフォルメされた人物が 3D モデルとの相性が悪いため、歌川国貞と歌川国芳の人物を採用することとした。歌川広重と歌川国貞の合作として、「双筆五十三次（1854 年）」があり、これは歌川広重が東海道五十三次の宿ごとの風景を描き、歌川国貞が各宿駅に關係のある人物を描いたものである。これは人物と背景を異なる絵師が描いて一枚の浮世絵としたものであり、違和感がないため、本システムにおいてもこの合作の画風を採用することとした。

江戸時代末から明治期にかけて、妖怪を描いた浮世絵が多く登場しているため、資料を参考にし、商店街のエリアに、化け猫と狐、寺社エリアにムジナと大蛇、林エリアに狐を妖怪として実装した。妖怪が出現したとされ

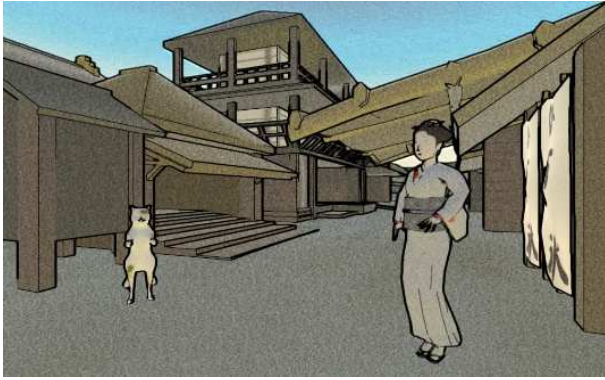


図2 エッジ検出による浮世絵風レンダリング
Fig. 2 Ukiyo-e Style Rendering used Edge Detection

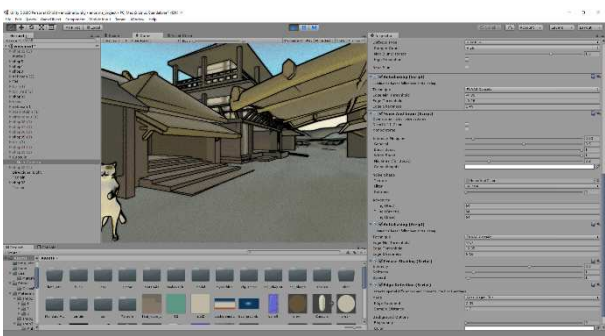


図3 エッジ検出による浮世絵風レンダリング(2)
Fig 3 Ukiyo-e Style Rendering used Edge Detection (2)

る古地図と資料を参考に、妖怪が現れたとされる場所の浮世絵モードの世界にのみ妖怪を出現させることによって通常モードと浮世絵モードでの機能の差別化を図ることとする。

3. システムの開発

3.1 浮世絵風レンダリング

浮世絵風レンダリングの再現方法として、まずオブジェクトのエッジを検出し、物体の枠線の強調したレンダリングを行うこととした。Unity 内にある Asset の Edge Detection を使い、オブジェクトに対してエッジのレンダリングを加えた。Edge Detection による数値の設定は mode フィルターで行う必要があり、Depth Sensitivity, Normals Sensitivity, Sampling Distance の数値を設定した。また、近景と遠景でのエッジの太さについて、調整を行うスクリプトを用意した。これらは、マテリアルに対しても適用することが可能である。エッジの数値の調整については、比較評価などを通じてより浮世絵らしいものを用意することとした(図2,3)。

さらに、浮世絵風の質感を持たせるため、人物、建物、小物には、マテリアル上で紙の質感を出すこととした。画像処理ソフトウェア上で、画面サイズ 1024×1024pixel の画像を準備し、レイヤー上にテクスチャに沿った色、または紙に近い色を選択し塗りつぶす。次にフィルター

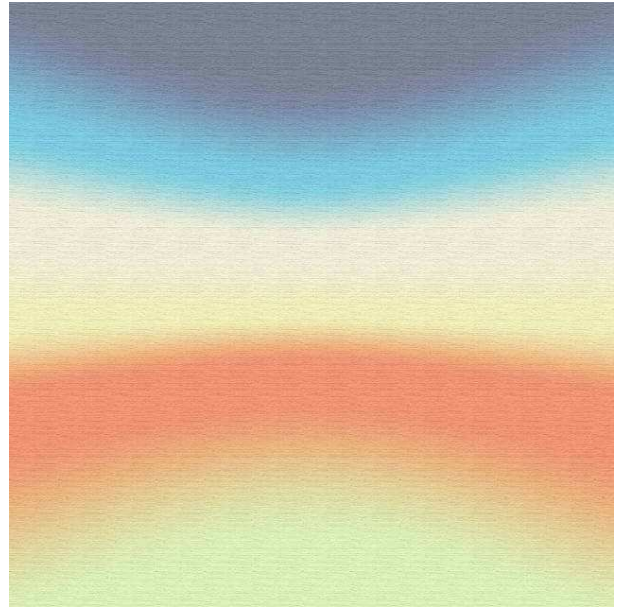


図4 紙の質感を持たせた背景のマテリアル(Skybox)
Fig 4 Background Material with Paper Texture(Skybox)



図5 地形モデル
Fig 5 Terrain Model



図6 地形モデル(2)
Fig 6 Terrain Model (2)

を用いて紙質のモノクロ画像を作成し、フィルターのなかったレイヤーの不透明度を 50%としたものを用いることとした。これにグラデーションを用いた着色を行うことによって、背景などの要素も作成していくこととする(図4)。

3.2 モデリング

対象地区である江の島の GIS データとして、国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスを利用することとした。必要な個所の基盤地図情報をダウンロードし、表



図 7 全体の地形モデル
Fig 7 Overall Terrain Model

示ソフトウェア上ですべて選択し DEM 表示設定から 連続段彩で表示したものを、高さ情報を持つマップとして bmp ファイルで保存し、ゲームエンジン Unity に読み込んだ。Unity 上では、HeightmapFromTexture.js を配置し Terrain を作成したものに Width, Length, Height を設定して地形データを作成した（図 5, 6, 7）。現在の江の島は、島の東部にヨットハーバーがあるが、これは 1964 年に開催された東京オリンピックにおいてヨット会場として建設されたものであり、1961 年ころから江の島北東側海岸にあった岩場を埋め立てたものである。そこで、埋め立て前の古地図を参照し、江戸期の江の島の形状を再現することとした。再現された地形モデルの周辺には、繰り返しアニメーションを持つ波のモデルを配置した。

GIS データに基づいた Terrain 上に、建物や植栽、人物などの空間構成要素をモデリングし、配置することとする（図 5）（図 6）。建物は宿 8 軒（恵比寿屋、岩本院、さぬき屋、下之坊、上之坊、江戸屋、堺屋、北村屋）、商店 7 軒、寺社 3 軒とともに、中遠景となる民家を複数用意した。また、その他の建造物として三重塔、仁王門、隨身門、不老門、鐘楼、閻魔堂など 15 点を作成した。モデリングの対象範囲として、神仏分離令により明治 6 年破壊されたものなど現存しておらず、その資料も少ない複雑な建造物のうち、上に挙げた重要なものについては、同時期に建てられていたものや残った資料などを参考にして推測の上で作成を行うこととした。

都市設置物の空間構成要素としては、狛犬 5、灯籠 16、小物としては、しゃもじ（サイン）、看板、桶、井戸、階段、柵、石垣などもモデルとして作成する。また、植栽としては、広葉樹 3 種と松 3 種、御神木 2 種を作成した。

これら静的な空間構成要素とともに、モーションアニ

メーションによる動きを持たせた動的な空間構成要素として、人物と妖怪を作成した。動的な空間構成要素は、注視を促す要素であり、空間の賑わいを演出することができるものである。人物モデルとして、身体（女性 1 種、男性 1 種）、頭部（女性 2 種、男性 2 種）を作成し、組み合わせることとした。また、子供のモデルについては 2 種（女兒 1 種、男児 1 種）を別途作成することとした。さらに、妖怪として猫、狐、蛇、狸を用意した。

4. まとめと今後の課題

本稿で開発した浮世絵風景シミュレーションは、浮世絵風のリアルタイムレンダリングによって、浮世絵風の空間の再現を一定程度実現したと思われる。浮世絵は奥行き表現や空間構成要素の配置がデフォルメされているが、本システムでは GIS に基づく 3 次元パースペクティブによる奥行き表現を行ったため、浮世絵と同一個所においても異なる景観が現れることとなる。浮世風レンダリングについては、エッジ検出について今後さらに印象評価を介して、より最適な数値を導いていく必要があると考えられる。現在、商店街・漁村ルートと神社ルートの 2 ルートを作成したが、今後は江の島全体をいくつかのルートに分けて再現していくこととする。また、再現された空間内で、妖怪とのインタラクションを考慮することでより魅力的なコンテンツとしていくとともに、マルチユーザーによる体験が可能なものとして改良を行っていく計画である。

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] デジタルミュージアムに関する研究会：新しいデジタル文化の創造と発信（デジタルミュージアムに関する研究会報告書），文部科学省,(2007).
- [2] 坂田，八村：仮想古代遺跡景観モデルと遺跡データベースによるマルチユーザーウォークスルー；じんもんこん 2001 論文集, Vol.2001, pp.189-196 (2001).
- [3] 瀬戸，矢野：写真資料のデジタル化による歴史的市街地の景観復原の可能性；じんもんこん 2009 論文集, Vol.2009, No.16, pp.339-344 (2009).
- [4] 小阪，磯田，塚本，奥村，港，仲田，田中：古地図データに基づく江戸時代の京都町並み CG の自動生成；じんもんこん 2006 論文集, Vol.2006, pp.39-46 (2006).
- [5] 江島，近津：絵地図を用いた町並みの効率的 3D モデリング手法の開発；土木情報利用技術論文集, Vol.14, pp.103-108 (2005).
- [6] 矢野，磯田，他：歴史都市京都のバーチャル時・空間の構築；E-journal GEO, Vol.1, pp.12-21 (2006).