

江戸時代末期の旧東海道藤澤宿を対象とした 街路景観シミュレーションシステムの開発

川合康央^{†1} 土手光貴^{†1} 富樫尚繁^{†1} 鈴木隆太^{†1}
寺島雄大^{†1} 沼田和真^{†1} 藤井 謙^{†1} 西野良祐^{†1}

概要：現在，都市化と過疎化によって地域の歴史文化継承が課題となっている．本研究は，地域の歴史的文化をわかりやすく表現し，その継承を行うことを目的とし，ゲームエンジンと3Dモデルによって江戸末期の宿場町を再現する街並み景観シミュレーションシステムを開発するものである．これまで我々はゲームエンジンを用いた現代都市空間の景観シミュレーションシステムを開発し，その有効性について評価してきた．そこで得られた知見を背景として，本システムでは旧東海道宿場町である藤澤宿を対象とした街並み景観を再現した．開発したシステムは市民に公開され，地域の歴史的文化の記憶を継承する目的に資するものとなった．

Development of Streetscape Simulation System at Fujisawa Post-Town on the Old Tokaido in the Late Edo Period

YASUO KAWAI^{†1} KOHKI DOTE^{†1} NAOSHIGE TOGASHI^{†1}
RYUTA SUZUKI^{†1} YUTA TERASHIMA^{†1} KAZUMA NUMATA^{†1}
KEN FUJI^{†1} RYOSUKE NISHINO^{†1}

Abstract. Recently, historical and cultural inheritance of the region has become a problem in Japan. The purpose of this paper is to present the streetscape of post-town in Fujisawa on old Tokaido by detailed 3D models and game engine. In our previous studies, we have developed and evaluated urban space simulation system using the game engine. In previous studies, we have developed urban space simulation system using the game engine, the effectiveness of this system is tested through experiment. Based on this method, we reproduces the streetscape of the Edo Period in the system. It was possible to achieve the purpose of developed the system to inherit the memory of the region.

1. 研究の目的と背景

現在我が国では，地域の歴史文化継承が，都市化と過疎化，少子高齢化などによって新しい課題となっている．文化庁は，地域に存在する文化財を，指定・未指定に関わらず幅広く捉え，周辺環境を含めて総合的に継承し，これを活用するための施策として，2007年に「歴史文化基本構想」を提唱した[1,2]．ここでは，歴史と文化の観点から，地域の特徴を活かした自律的で継続的な地域デザインが求められている．さらに，地域の歴史的文化を地域資源として戦略的に活用して活性化をはかるとともに，これらを地域観光資源として情報発信していくことが期待されている．本研究は，地域の歴史的文化をわかりやすく情報発信し，その継承を行うことを目的とした歴史的文化景観の再現するシミュレーションシステムを開発するものである．

これまで我々は，重要伝統的建造物群保存地区や現代都市景観において，注視を促す空間構成要素の特質について研究を行ってきた．特にゲームエンジンを用いた都市空間シミュレーションシステムの開発と評価を通じて，現代の

街並みを対象とした大規模モデリングによるシステムの開発を行い，景観条例に基づく空間構成要素の変更が環境に与える影響と評価について明らかにしてきた[3,4]．これらは，開発環境としてゲームエンジンを用いることによって安価で高品質なシステムが開発可能であり，大規模事業者だけでなく地方公共団体や地域住民での利用が可能なものである．本研究は，この都市空間シミュレーションシステムの知見を応用し，歴史的文化景観を仮想空間上で再現するシミュレーションシステムを開発するものである(図1)．

建築計画や都市計画の分野で発展してきた景観シミュレーションシステムは，過去の歴史的文化景観の再現についての応用研究が進められている[5,6]が，主として単体の建築物が中心であり，都市規模での再現事例は少ない．本稿では，「旧東海道藤澤宿街なみ継承地区」[7]として2015年4月に指定されたエリアを対象として，江戸末期の旧東海道藤澤宿の街路景観を，ゲームエンジンによるインタラクティブなシステムとして開発することとした．

^{†1} 文教大学
Bunkyo University.



図 1 街路景観シミュレーションシステムの動作画面

Figure 1 The operation screen of the streetscape simulation system

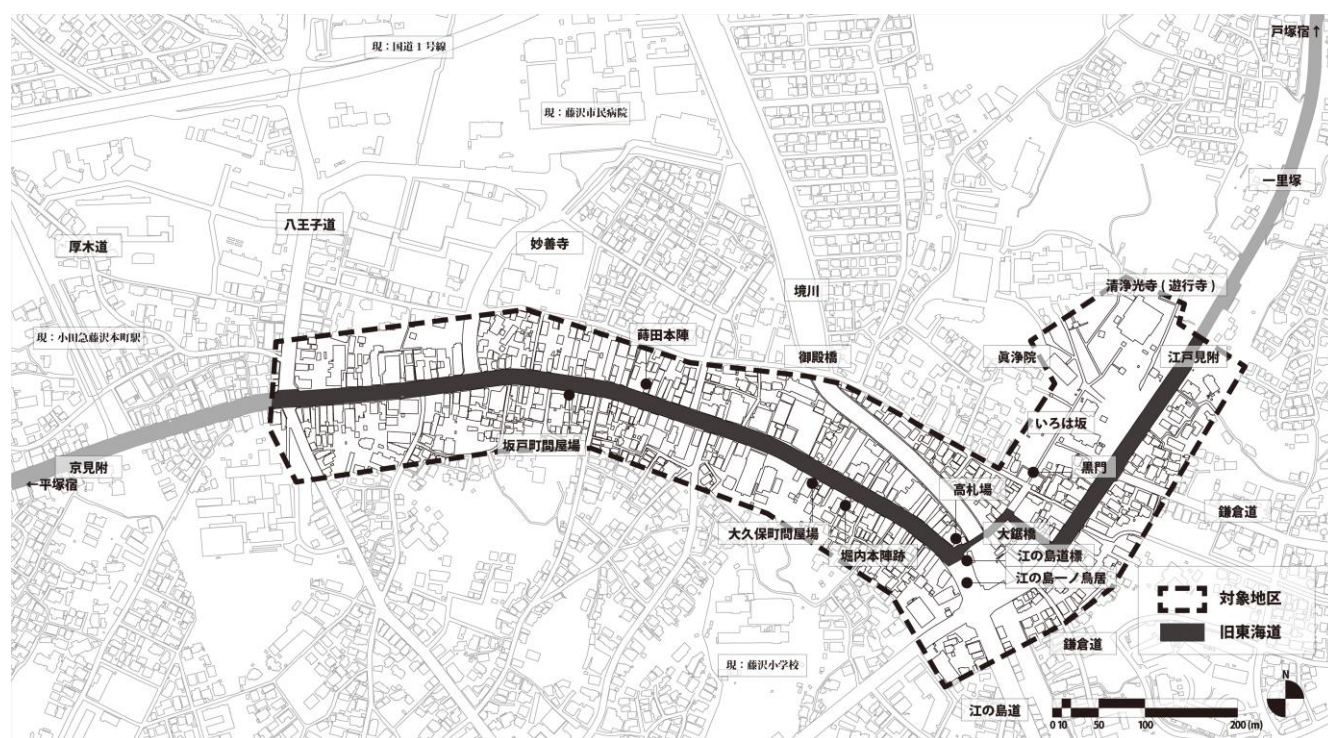


図 2 対象地区：旧東海道藤澤宿

Figure 2 The target area: Fujisawa post-town on the old Tokaido.

2. 研究対象地区

本稿におけるシミュレーションシステムの対象地区を、旧東海道における江戸から六番目の宿場である藤澤宿（現在の神奈川県藤沢市）及びその周辺地区とする（図2）[8]。藤澤宿は、正中2年（1325年）に創建された時宗総本山で

ある清浄光寺（遊行寺）の門前町として栄えていた地域であり、慶長6年（1601年）に宿駅伝馬制度が制定された際に最初の宿場町のひとつとして指定された。東海道の起点である日本橋から十二里十八町（約50km）に位置し、天保14年（1843年）の時点で、本陣及び脇本陣が各1軒、旅籠は45軒あったとされている[9]。江戸中期以降は、江の島



図 3 大鋸橋周辺の商家

Figure 3 Merchant house around Daigiri bridge.



図 4 大鋸橋，江の島一ノ鳥居

Figure 4 Daigiri bridge and Enoshima torii



図 6 いろは坂

Figure 6 Iroha-zaka.



図 5 清浄光寺（遊行寺）境内

Figure 5 Shōjōkō-ji (Yugyo-ji) precincts.



図 7 商家の内部空間

Figure 7 Internal space of merchant house.

道との分岐点として、江の島詣の旅客で賑わいを見せていた。その後、明治 20 年（1887 年）に鉄道が開通すると、中心市街地は現在の JR 藤沢駅周辺へと大きく南側へ移ることとなった。結果、旧藤澤宿街道は近代化に伴う大規模な開発を免れることとなったが、利便性の高い地域であるため、商業、住居などの開発が行われており、現在では宿場町としての面影はほとんど残っていない。

本研究は、藤沢市郷土歴史課の協力を得て、浮世絵や文献資料をもとに、江戸時代末期における藤澤宿の街路景観シミュレーションシステムを開発するものである。本システムによる景観イメージを通じて、市民による地域の歴史的文化を継承するため一助となるべく、成果の一般公開を前提とした開発を行うこととする。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 3、4）を中心とし、北東部に位置する清浄光寺（遊行寺）境内（図 5）やそこに通じるいろは坂（図 6）から、西部に位置する蒔田本陣とその周辺の商家（図 7）までを再現した。

3. 街路景観シミュレーションシステムのデザイン

3.1 開発手法

本シミュレーションシステムは、統合開発環境であるゲームエンジンを用いることとする。ゲームエンジンとは、3次元形状モデルデータに対して、リアルタイムレンダリングによる描画と、様々なインタラクションを施すことが可能であり、主としてデジタルコンテンツ開発において用いられる開発環境である。本稿では、ゲームエンジンとして Unreal Engine を採用することとした。本システムは、個々の空間構成要素のモデルデータを 3DCG 制作環境で作成し、テクスチャ情報や凹凸情報を画像形式で用意したものをゲームエンジンへと取り込むこととした（図 8）。

資料をもとに、商家、寺院などの建造物、鳥居、高札場などの都市設置物、樹木や小物のモデリングを行った。江の島道標など、浮世絵で表現されているオブジェクトは実在するものと異なることも多く、文献資料等を参考にその精査を行った。これらの 3次元形状モデルは個々のポリゴ

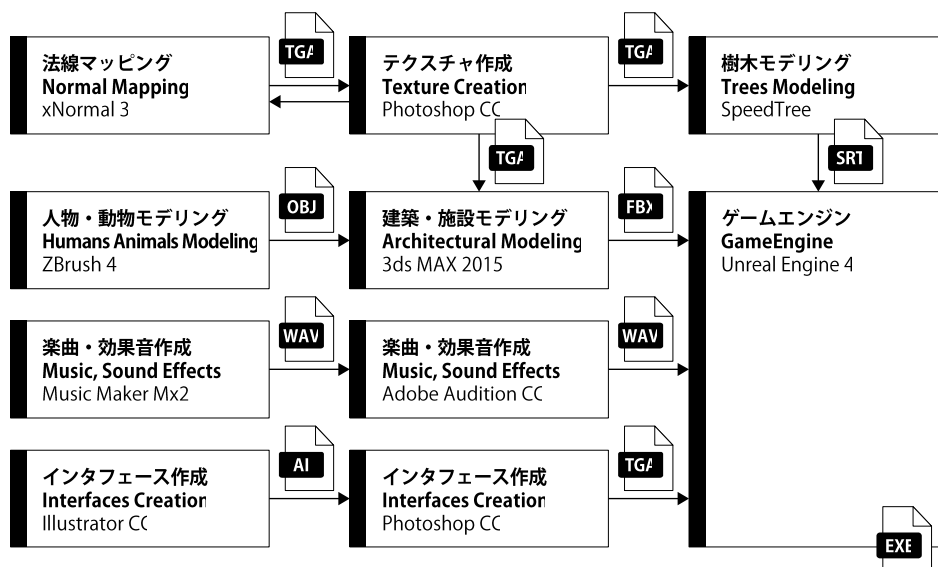


図 8 本シミュレーションシステムにおける開発の流れ

Figure 8 Development flow of the simulation system.

ン数を抑えたとしても、街路全体としては高ポリゴンのものとなるため、パーツごとにモデルデータとテクスチャデータをゲームエンジンに読み込み、配置することとした。3次元形状データに合わせて作成されたテクスチャデータは、ゲームエンジン上でテクスチャ情報であるベースカラーとともに、マテリアルマップとしてラフネスとノーマル（法線）マップを設定した（図9）。

また、静的な空間構成要素とともに、注視を促す要素である動的な要素として、行動範囲が設定され繰り返しモーションを持つ人工知能を付した人物モデル（Non Player Character, NPC）を配置した。町人、僧侶、飯盛女など、当時の藤澤宿で生活を営んでいたと考えられる人々と、武士や旅人など、宿場町を訪れたであろう人々が、自立的にそれぞれどのような行動をしていたのかを踏まえて行動する人物モデルを仮想空間上に配置し、より実在感のある街路景観の再現を試みた。

さらに、聴覚要素として、鳥や虫などの自然音をサウンドエフェクトとしてオブジェクトに組み込み、位置によって異なるサウンドスケープの形成を行った。NPC 同士の会話や寺社、商家からの生活音、環境音などをループ音源として作成し、位置情報と距離による音の減衰を持たせたサウンドスケープを構築することによって、臨場感のある仮想空間を構成した。

3.2 インタフェースデザイン

本シミュレーションシステムは、ゲームエンジンによって再現された宿場町を自由に行動可能なようなインタラク션을施した。基本となる一人称視点の移動と回転は、キーボードの WASD キーによる視点位置の平行移動と、マウスカーソルによる視線の回転とした（図 10）。また、一

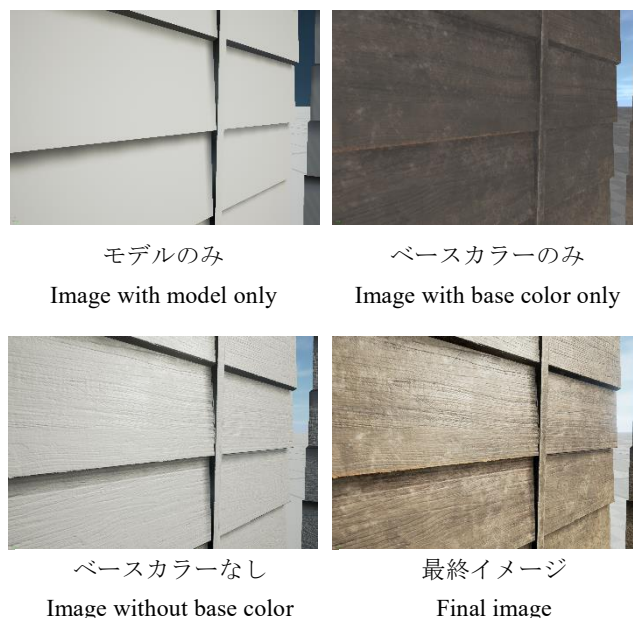


図 9 オブジェクトの質感設定

Figure 9 Operation method using gamepad.

般公開に際して、使用者へ特段の説明がなくても直感的な動作可能なよう、USB または Bluetooth 接続によるゲームパッドによる操作も実装した（図 11）。これは、左側アナログパッドによる移動と、右側アナログパッドによる回転を基本操作系とするものである。いずれのインタフェースにおいても、跳躍、再発生（あらかじめ指定した位置への移動）、乗馬（図 12）、賽銭（図 13）などのアクションを設け、各種キーの割り当てを行った。ゲームパッドでは、条件に応じて異なるアクションを行わせることとした（図 14）。

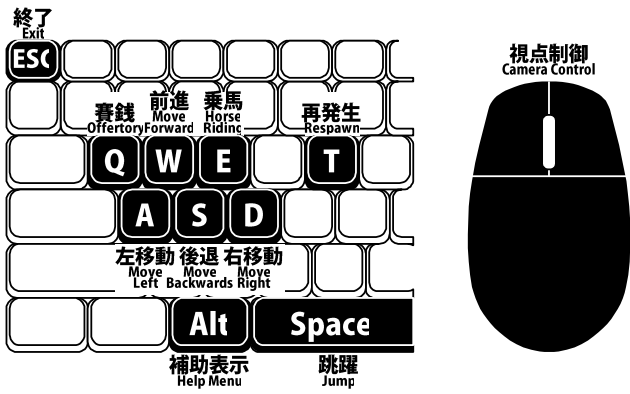


図 10 キーボードとマウスを使用した操作方法
Figure 10 Operation method using keyboard and mouse.

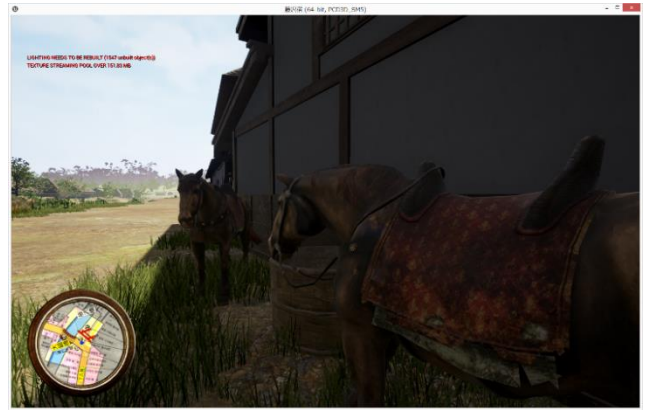


図 12 乗馬可能なオブジェクト
Figure 12 An object that can be horse-riding.



図 11 ゲームパッドを使用した操作方法
Figure 11 Operation method using gamepad.



図 13 賽銭を入れるアクション
Figure 23 Action to put in monetary offering.

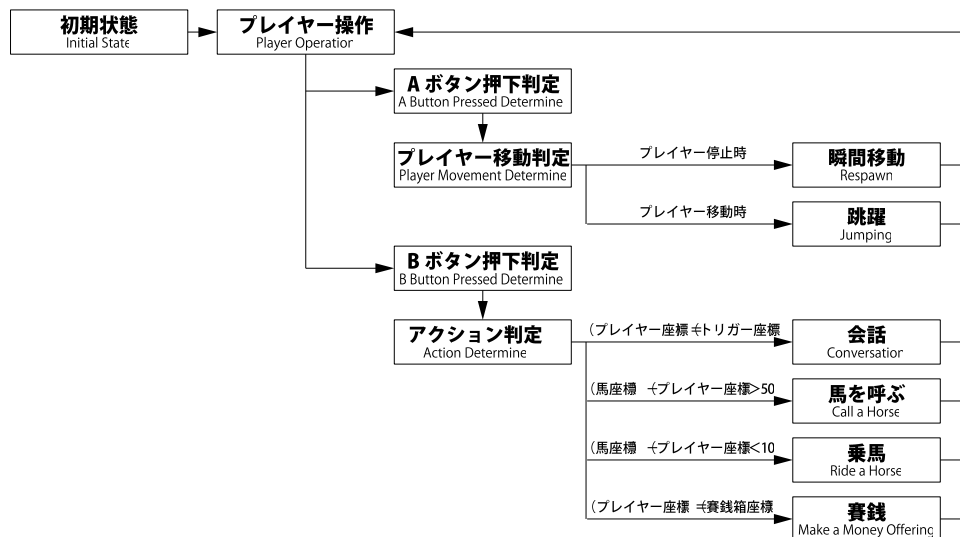


図 14 ボタンアクションに関するシステム遷移図
Figure 14 System transition diagram of button action

4. 結果と今後の展開

開発したシミュレーションシステムは、藤沢市ふじさわ宿交流館[10]において常設展示され、広く一般に公開されている。展示は、PCを接続した40inchディスプレイで表示し、ゲームパッドでコントロールするものである。現在のところ、運用上大きな問題もなく、安定した動作をしている。

本研究は、江戸時代後期の旧東海道「藤澤宿」を市民に分かりやすく伝え、地域の歴史文化に興味関心を持たせることで、地域の文化継承を支援するシステムを開発することである。現在は、遊行寺から大鋸橋（遊行寺橋）を経て、蒔田本陣へ至る箇所まで完成した。

今後、コンテンツの更新によって、藤沢宿全体まで拡張するとともに、公開によって得られたフィードバックを反映させ、より実態に即した宿場町景観シミュレーションシステムへと改善していく。さらに、対象地区における歴史的な文化景観再現で得られた知見をもとに、本システムを汎用化し、他の地域でも活用可能な歴史的な文化景観シミュレーションシステムのプラットフォーム化を予定している。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 No.16K00718 の助成を受けたものです。また、藤沢市郷土歴史課から資料提供および展示に関してご協力いただきました。あらためて感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 文化庁文化財部。「歴史文化基本構想」策定技術指針, 2012, 18p.
<http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/rekishibunka/pdf/guideline.pdf>, (参照 2016-12-21).
- [2] 文化庁文化財部伝統文化課文化財保護調整室。「歴史文化基本構想」策定ハンドブック, 2012, 106p.
<http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/rekishibunka/pdf/handbook.pdf>, (参照 2016-12-21).
- [3] 川合康央, 高橋徹. 都市空間シミュレーションシステムを用いた空間構成要素への注視行動による景観評価. インタラクシオン 2016 論文集, 2016, p. 448-453.
- [4] 川合康央, 池辺正典. 景観イメージの共有を支援するための都市空間シミュレーションモデルの開発. インタラクシオン 2015 論文集, 2015, p. 264-267.
- [5] Fukuda, T., Ban, H., Yagi, K., 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. Communications in Computer and Information Science, Springer Berlin Heidelberg, 2015, p75-89.
- [6] Boeykens, S.. Using 3D Design Software, BIM and Game Engines for Architectural Historical Reconstruction. Proceedings of the 14th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures, 2011, p493-509.
- [7] 藤沢市計画建築部街なみ景観課. 旧東海道藤沢宿街なみ継承地区街なみ継承ガイドライン, 2015, 12p.
<https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/keikan/machizukuri/kenchiku/kekan/documents/guidelinepage.pdf>, (参照 2016-12-21).
- [8] 藤沢市. 東海道藤沢宿復元図, 2015.
- [9] 児玉幸多(校訂). 東海道宿村大概帳, 近世交通史料集, 4, 吉川弘文館, 1970, 1025p.
- [10] 藤沢市生涯学習部郷土歴史課, 藤沢市観光協会. 藤沢市ふじさわ宿交流館. <http://www.fujisawa-kanko.jp/fujisawashukukouryukan/>, (参照 2016-12-21).