

3次元CGによるイラン・バム遺跡の仮想復元

阿部信明*1 河合隆史*1 伊藤朝香*2 池田踐理*3 エルハム・アンダロディ*4 小野欽司*4

早稲田大学*1 エルゴビジョンズ*2 エルゴシーティング*3 国立情報学研究所*4

1. はじめに

近年、人文科学研究への情報科学技術の利用が図られるようになり、ユニークなデジタルアーカイブプロジェクトが各所で進められる。中でも、文化遺産の3次元形状をデジタルアーカイブするための研究が活発化している[1]。また、3次元コンピュータグラフィックス(CG)で文化遺産を復元する取り組みなども、大学研究機関や企業などで広く行われている[2][3]。

一方、文化遺産は、常に天災やテロ行為などで失われる可能性があるため、デジタル化が急務といえる。そのなか、2003年12月、イランの城塞都市遺跡アルゲ・バムは、世界最大の日干しレンガ建築物として知られていたが、イラン南東部地震によって歴史地区の70%以上が倒壊するという壊滅的被害を受けた(図1)。本研究では、地震で失われてしまった歴史学・建築学的に貴重なバム遺跡を3次元CGモデリングにより復元し、地震前の姿を視覚化することを試みている。



図1 イラン・バム遺跡(左:地震前, 右:地震後)

2. 目的

本研究では、地震により既に失われてしまったバム遺跡について、建築図面や写真などの現存資料を基に、3次元CGによる仮想復元を行うことが目的である。

また、現在、遺跡に関する資料や制作された3Dデータをアーカイブしているサーバを利用し、今後は、イランの大学や関連機関などと連携し、遺跡3次元CGモデルの開発を共同で行う。今回は、後の協調作業に先立ち、モデル内の一貫したオブジェクト管理を考案する。これをもって、現存しない文化財の3次元CG復元において、複数の研究者間のデータを共有しながら、3次元CGモデルの

開発を進めるための管理の一手法として提案することも目的としている。

3. 3DCGモデルの制作

ここでは、バム遺跡の象徴的な建築であるエントランスのモデリングを例に説明してゆく。

3.1 既存資料の検証

遺跡の3次元CGをモデリングするために多くの資料を収集したが、中でも利用価値の高いものとして、平面図、立面図などの建築図面がある(図2)。

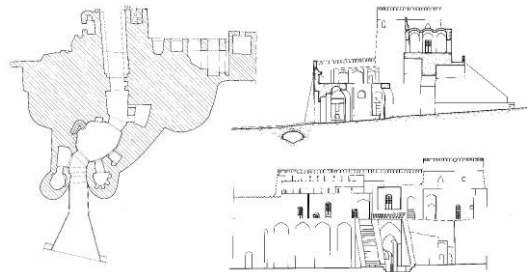


図2 建築図面

マニュアルでモデリングが行われる際、完成する3次元CGモデルの精度は、参考にする図面などの資料に大きく依存するため、これらの建築図面をモデリングに使用するにあたり、信頼性についての検討を行った。検証方法は、複数枚ある図面の比較することで、矛盾点を明らかにする方法をとった。

検証結果から、既存資料の形状・高さデータに矛盾が生じていることが分かった。バム遺跡はすでに現存しないため、複数のデータのうちのどれが妥当であるか判断することは難しい。平面図においては、イラン側の情報提供者から、最下層の図面が一番確からしいというコメントを得ているが、それも確実とはいえない。そこで、参考にした資料を明確にする必要があるため、3.4のレイヤマネジメントで対応した。

3.2 モデリング

まず、建築図面をグラフィックソフトウェア(Adobe Illustrator)でトレースした。次に、トレースされた線画を、3次元CGモデリングソフトウェア(Autodesk 3ds max7)にインポートし、壁面などのオブジェクトごとに、立面図より得た高さ情報を与えながら、モデルの骨格とサーフェスを作成した。装飾などのディテールについては、写真と立面図を参考にオブジェクト作成した。

3DCG restoration of Bam and its cultural landscape

*1 Nobuaki Abe, *1 Takashi Kawai, *2 Asaka Ito, *3 Senri Ikeda, *4 Andaraoodi Elham, *4 Kinji Ono

*1 Waseda University, *2 ergovisions, *3 ERGOSEATING,

*4 National Institute of Informations

作成された3次元CGモデルを地震前に撮影された写真と比較し、細かな形状の修正を行った。また、資料の少ない部分の形状については、現地をよく知る遺跡の専門家から助言や、同じ様式で作られた建築の資料を参考にしながらモデリングを完成させた(図2)。

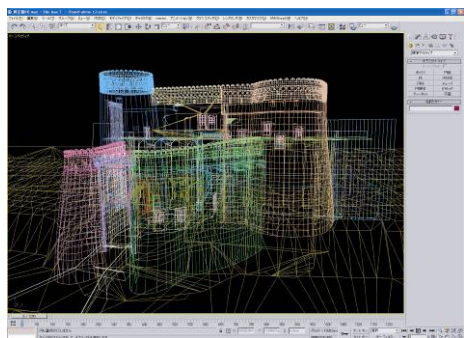


図2 遺跡3DCGのモデルリング画面

3.3 テクスチャマッピング

地震後の調査で撮影した写真を使用して、異なる4種類のテクスチャを制作した。マッピングは、写真資料と遺跡の専門家の助言をもとに、遺跡の特徴をもとにモデルへ適用した。

3.4 レイヤマネジメント

モデリングソフトウェアのレイヤ機能を使用して、参照にした資料、オブジェクトの種類に準じた名前のレイヤを作成し、それぞれのオブジェクトを対応するレイヤに分類をすることで管理をした。参照資料を「正確な図面」「不正確な図面」「写真」「専門家から意見」「類似した建築様式からの引用」に、オブジェクトの種類を「屋根」「壁」「床」「窓」「扉」「地形」「装飾」に分類しレイヤを設けた(表1)。

表1 レイヤマネジメントの分類項目

分類	項目
参照資料	正確な図面, 不正確な図面, 写真, 専門家からの意見, 類似した建築様式からの引用
オブジェクトの種類	屋根, 壁, 床, 窓, 扉, 装飾, 地形

4. 3DCGモデルの評価

地震で倒壊する以前にこの遺跡の調査に関わった専門家にインタビューを行い、完成した3次元



図4 地震前エントランス



図5 完成した3次元CG

CGモデルを評価してもらった(図4,5)。

そこで、今回の仮想修復された3次元CGモデルは、精度よく作られており、十分に実物を連想させるものであるという評価を得た。レイヤマネジメントによる参考資料の明確化についても一定の評価を得た。

しかし、同時にリアリティを高めるものとして、ディテールにおけるテクスチャのより詳細なマッピングやモデルのエッジ処理についてなど改善点が挙げられた。レイヤ管理については、今後も改善しながら、今後制作されるモデルに対しても一貫して適用してゆくことが望ましいとされた。

5. まとめ

今回の3次元CGの制作によって、地震で失われてしまった貴重な文化遺産の姿を、その遺跡の専門家から見ても、よく再現されていると評価される結果が得られた。また、文化遺産を3次元CGによって復元する際の問題点が、明確となった。

デジタルアーカイブを目的に、失われた文化遺産の3次元CGによる復元を行う際、その形状、尺度などが正確であることが必要である。また、参考にした資料については、信頼性が得られたもの、得られなかったもののどちらについても、どの資料を基準として制作されたものであるかを明確にしておくことが重要である。今回は、レイヤマネジメントを行うことで、参照資料を明確にすることができた。

イランとの共同で、バム遺跡の復元箇所を増やすとともに、よりリアリティ高い3次元CGへの改善も今後の課題である。また、本研究において制作された遺跡の復元CGを、実際の修復計画に活用していくために、提示方法や効果を付加することも合わせて、今後の課題として取り組んでいく。

謝辞

当研究は、Iranian Cultural Heritage and Tourism Organization (ICHTO) と国立情報学研究所、早稲田大学大学院国際情報研究科が共同で行う、「Joint Research Project on 3Dimensional Reconstitution of Bam and its Cultural Landscape」の一環として行われた。また、建築図面などの資料は、ICHTO から提供されたものであり、ご協力に感謝いたします。

参考文献

- [1] H. Morikawa, M. Kawaguchi, T. Kawai, Y. Sakuraba, K. Ohashi "Virtual restoration and analysis of important cultural properties using 3D model constructed by X-ray CT" VSMM2004, pp.201-208
- [2] 大石, 増田, 倉爪, 池内, "創建期奈良大仏及び大仏殿のデジタル復元", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10 No. 3, pp.429-436
- [3] 黒田敏康 "社会で生きるVR文化遺産展示へのVR展示応用 1-故宮文化資産のデジタル化とVR-", 日本バーチャルリアリティ学会誌, Vol.10, No.3, pp.166-168