

## CG 教育の新たな展開 — 仮想から現実へ —

### New Deployment of 3D Computer Graphics Aided Education - From Virtual to Reality-

周 欣欣<sup>\*1</sup>, 杉原 健一<sup>\*2</sup>, 村瀬 孝宏<sup>\*3</sup>

Xinxin Zhou<sup>\*1</sup>, Kenichi Sugihara<sup>\*2</sup>, Takahiro Murase<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>名古屋文理大学 情報メディア学科, <sup>\*2</sup>岐阜経済大学 情報メディア学科, <sup>\*3</sup>中京学院大学 中京短期大学部

<sup>\*1</sup> Faculty of Information and Media Studies, Nagoya Bunri University

<sup>\*2</sup> Faculty of Business Administration, Gifu Keizai University

<sup>\*3</sup> Chukyo Junior College, Chukyo Gakuin University

Email: zhou.xinxin@nagoya-bunri.ac.jp

**あらまし**：著者らは 3D-CG を応用して歴史教育支援システムを構築している。このシステムは既に存在しない古代の建物を計算機内で自動的に生成し、Google Earth 上にある現地の地理環境に合わせて表示できる。仮想と現実の融合によって、効果的な歴史教育の実現を確認した。以上の成果を踏まえて、本研究は自動生成した古代建物を AR 技術により教科書の写真やイラスト上へと仮想表示し、さらに 3D プリンターによる建築物のミニチュアの造形を行った結果を報告する。

**キーワード**：歴史教育支援システム, 3D モデル, 建築物の自動生成, 仮想現実, 3D 造形

#### 1. はじめに

現在 CG(computer graphics) を応用して科学教育コンテンツは多く存在しているが、過去の歴史的町並みを再現する歴史教育の 3D (three dimensional) コンテンツが少ない。

著者らは、歴史教育を支援するために、発掘調査地図に基づいて古代建築物の 3D モデルを自動生成し、歴史教育支援システムを構築している<sup>(1)</sup>。本システムを用いて古代の建物モデルの外観を生成し、地理環境と合成して様々な角度から観察できる。また、AR(augmented reality)技術を利用して、歴史教科書の図(写真やイラスト)の上に 3D モデルを立体的に表示する機能を加えた。さらに、計算機で自動生成した 3D モデルのデータに基づいて、3D プリンターで実際の建築物の模型を造形した。本文ではこれらの技術を用いた歴史教育の新しい試みについて報告する。

#### 2. システムの概要

本研究では、従来都市計画システムをベースにして歴史教育支援システム開発を行った。

処理の流れは、①発掘調査の結果の電子地図を用いて、汎用 GIS で電子地図の建物の輪郭線を抽出し、建物ポリゴンとして蓄積・管理を行う。②GIS モジュールでは、GIS のソフトウェア部品を、開発したプログラムで大まかな 3 次元の建物を生成する。③CG モジュールでは、専用 CG ソフトウェア 3dsMax<sup>[2]</sup> をコントロールする MaxScript を利用して窓を作成して、テクスチャマッピングを行い、リアルな建物

の 3D モデルに仕上げる。④Google SketchUp を用いて、3dsMax の出力した 3D モデルのポリゴン数を低減し、Google Earth にアップロードする。⑤同時に ARToolKit(拡張現実)ライブラリ<sup>(3)</sup>を利用して、建物の 3 次元 CG モデルを実写に合成して表示する。

本システムは、古代の建物をプログラムで自動生成することによって、3D モデルを作成することを特徴としている。復元した古代の 3D モデルを現在の地理環境に有機的に合成し、学習者は建物と周囲の位置関係、地理環境を把握でき、歴史学習に役立てることできると考えられる。復元した古代の建築物などを歴史教科書の上にリアルタイムで表示、更に古代の建築物のミニチュアの作成が可能となった。



図 1 多賀城政庁の復元及び現実の地理との融合

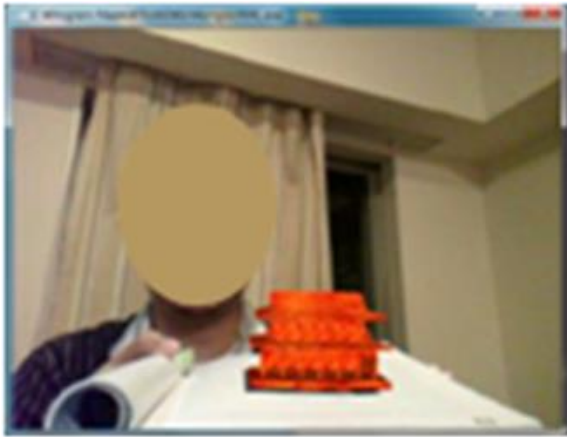


図2 多賀城政庁正殿のCGと教科書の図の合成

### 3. 実験

#### 3.1 古代の建物の復元

本システムを用いて国の特別史跡である多賀城政庁と重要文化遺産美濃国分寺の復元を行った。図1はGoogle SketchUp<sup>(4)</sup>を経由して多賀城政庁の3DモデルをGoogle Earthへアップロードした結果である。本システムでは、リアルな古代の建物モデルを生成するために3dsMaxを用いた。古代の建物の3Dモデルを現在の地理環境の風景に合成するために、Google Earthの衛星写真を利用した。

#### 3.2 AR技術を用いたCGと実写の合成

3dsMaxによって生成された多賀城政庁正殿モデルをVRML形式でエクスポートし、ARToolKitのライブラリを用いて、実写に合成表示を行った(図2)。PCのカメラから撮影した画像中のマーカを認識し、対応する位置に3次元モデルを投影した。画像処理にはOpenCV、CG生成にはOpenGLを用いた。今回3dsMaxのエクスポート結果に座標変換とテクスチャマッピングを行った結果を図2に示す。

#### 3.3 古代建築のミニチュアの試作

3Dプリンターを用いて五重の塔のミニチュアを

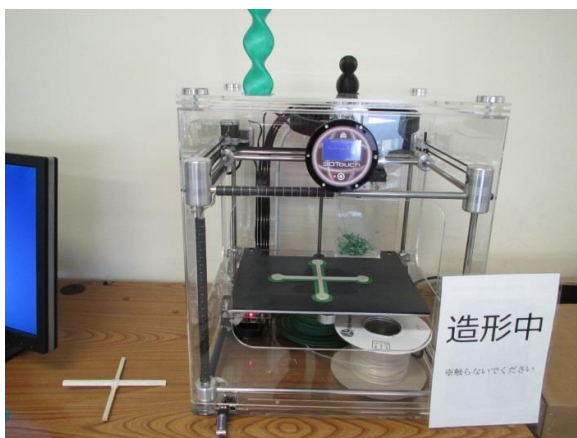


図3 3Dプリンター (3D Touch<sup>(5)</sup>)



図4 五重の塔の3DCGとミニチュア

試作した。利用した3Dプリンター<sup>(5)</sup>の外観を図3に示す。実験手順は予め造形用に図4(左)の五重の塔の3DCGを作成しstl形式でエクスポートした。このモデルの土台は5cm X 5cm、塔の高さは14cmである。3Dプリンターの造形結果を図4(右)に示す。

造形に掛かった時間は約8時間、材料費は約千円である。

### 4. おわりに

本研究ではCGを応用して歴史教育支援システムを構築した。このシステムはプログラミングで古代の建物を自動生成しているため、短時間で多くの建物を生成できる。また作成された古代の建物をGoogle Earthの地理環境の中で閲覧したり、古代の建物を歴史教科書の上に表示し、3Dプリンターで造形を行うことが可能であることを確認した。

これらの最新技術を活用して、仮想的な建築物と現実の風景、教科書の説明図、および、実物の模型を有機的に融合することにより、歴史教育の新しい展開を示すことができた。

### 5. 謝辞

本研究を進めるに当たり同僚から有益なご助言を頂きました。また本学の学生にCG作成に協力を頂きました。ここで深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- (1) 周欣欣, 杉原健一, 村瀬孝宏, 他: “AR拡張現実感技術を利用した古代歴史教育支援システムの開発”, 計測自動制御学会(SICE), 教育工学論文集, vol.35, pp.47-49 (2012) .
- (2) <http://www.autodesk.co.jp/products/autodesk-3ds-max/overview>
- (3) <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- (4) <http://sketchup.google.co.jp/product/gsu.html>
- (5) <http://www.bitsfrombytes.com/content/3dtouch-3d-printer>