

## 高解像度 DEM データと CityGML を活用した都市の微地形可視化と VR コンテンツの開発

## Visualization of Urban Micro-Terrain with High-Resolution DEM Data and CityGML

細江 哲志

Satoshi Hosoe

常葉大学

Tokoha University

Email: sat.hosoe@sz.tokoha-u.ac.jp

あらまし：本研究では、高解像度 DEM データと CityGML データを用いて都市部の微地形を詳細に可視化した VR コンテンツを開発した。Unity を用いて対象地域の微地形と都市情報を組み合わせた VR 環境を構築することで、利用者は微地形や建物、道路との位置関係を直感的に理解でき、防災教育や地域まちづくりの新たな手段になることが期待される。今後はリアルタイムデータの統合や AR コンテンツの開発へと展開し、地域住民にとってわかりやすいハザードマップとしての応用を検討していく。

キーワード：微地形、CityGML、Cesium、VR、ハザードマップ

## 1. はじめに

本研究は、高解像度デジタル標高モデル (DEM) と、国土交通省の Plateau プロジェクト<sup>1</sup>が提供する CityGML データ、および地理空間データの 3D ビジュアライゼーションに特化したオープンソースプラットフォームである Cesium<sup>2</sup>を組み合わせ、都市部における微地形を詳細に可視化し、仮想現実 (VR) の表現を通じてその存在の理解を深めることを目指したものである。現在、多くのハザードマップには 2 次元的な地形表現が用いられているが、VR コンテンツ化することで生活者が微地形の立体的な形状をより直感的かつ実感を伴って理解できるようになり、防災教育や地域まちづくりにおける新たなアウェアネスの手段を提供することが期待できる。

## 2. 対象地域と課題

対象地域として静岡県静岡市清水区の楠木地区 (緯度 35.0133・経度 138.4353 から緯度 35.0083・経度 138.4419 の範囲、約 0.55km×0.59km) を選定した。このエリアについては、国土地理院から公開されている「重ねるハザードマップ<sup>3</sup>」、静岡市および浜松市から公開されている Web-GIS を利用したハザードマップを用いた利用講座を実施したが、「操作法の習得が難しく多くの受講者が挫折してしまう」「国土地理院、静岡市、浜松市のハザード情報にズレがありどの情報源を見れば良いか判断に迷う」といった課題が明らかになった。これらの課題を解決する方法として、利用者が自ら居住する地域についての直感的な情報を体験できる VR によるコンテンツが有効であると考えた。

## 3. VR コンテンツの開発

対象地域の地形を視覚的に表現するため、国土地理院が整備した 0.5m 高解像度 DEM データを使用した。DEM データは GeoTiff 形式で提供され、Python 言語の GDAL ライブラリを用いて各種の変換 (0.1m

単位で区切られた 13 枚の GeoTiff 画像の統合、ならびに Unity に取り込むために標高レベルをグレースケールに変換等) を行い、その後 Unity 上で C# 言語のスクリプトを用いてグレースケール値に基づいたハイトマップを作成し、Unity の Terrain データへと変換した。Terrain データのままでは他の 3D モデルやプラットフォームに流用することが煩雑になるため、これをポリゴンメッシュに変換し、標高情報に基づくカラーマップをテクスチャとして適用し、さらに視覚的理解を容易にするためのワイヤフレームレンダリング等を追加した。

対象地域の建物や道路等の交通網の表現には、Plateau プロジェクトで配布されている都市モデルデータおよび主要な交通網のデータを導入し、Unity のシーン上に配置した。これらの CityGML のデータの取り込みには PLATEAU SDK for Unity を用いた。

さらに、地表の視覚情報を改善するために、オープンソースの Cesium が提供する高解像度の衛星画像や航空写真から生成されるフォトリアリスティックなタイルを組み合わせた。なお、同様の地表画像は CityGML から取り込むことができるが、Cesium からリアルタイムにストリームされる気象情報との組み合わせを将来的に検討しているため、同プラットフォームの組み込みを選択した。

## 4. VR コンテンツの実装

制作を通じて、高解像度 DEM データと CityGML データを組み合わせ、都市部の微地形を詳細に可視化し、VR コンテンツとして体験できる環境を構築した[図 1]。これにより、従来のハザードマップでは把握が困難であった都市部における微地形の特徴を視覚的かつ直感的に理解することが可能となり、地表の細かい凹凸や、周囲の建物や道路等との位置関係を体感できるコンテンツが実現された。微地形を単体の対象としてではなく、「まち全体の情報の一部」として認識できるようになり、地域住民が地形に対して体験的かつ実感を伴った理解を深める新たな手段を提供することができたと言えよう。

<sup>1</sup> <https://www.mlit.go.jp/plateau/>

<sup>2</sup> <https://cesium.com/>

<sup>3</sup> <https://disaportal.gsi.go.jp/>



図1 Unity上に表現した楠木地区の都市と微地形

## 5. 初期ユーザーテストと評価の計画

現在、VRコンテンツはVR/ARコンテンツ共有クラウドサービス Styly (<https://styly.cc/>) や、対象エリア全体をFBX形式に変換して3Dモデル共有プラットフォーム Sketchfab (<https://sketchfab.com/>)にて限定公開されている。これらのプラットフォームでは、スマートフォンやVRゴーグルを用いて操作利用することが可能となっている。今後はOculus等のVRゴーグル専用のビルド版を用意し、地域住民が実際に体験利用できるようにVRコンテンツを提供する予定である。これを用い、一般的な二次元ハザードマップや前述した「重ねるハザードマップ」との比較調査をしていくことを検討している。初期ユーザーテストは、VR環境とリアルタイムデータ統合の有効性に関するフィードバックを得ながら、本コンテンツの評価および改善案を検討していくことが目的となる。

## 6. 技術的課題と解決策

今回の制作においては、スマートフォンやクラウドプラットフォームを利用したVRコンテンツ再生機器のパフォーマンスを考慮し、微地形を視覚的に理解するためのワイヤーフレーム表現の解像度を一部制限した。また、微地形の凹凸を敢えて誇張することで、視覚的な理解を促す表現を採用した。0.5mの高解像度かつ0.1m区切りの標高から構成されるDEMデータを用い、Unity上にPlateauが提供する都市モデルと配置を合わせると、微地形の凹凸は実際には画面上でほとんど認識できない。しかし、Unity上で微地形を誇張して表現することで、「このエリアは他のエリアより盛り上がっている」「この周囲は凹みがあるため大雨時に水溜まりになりやすい」といった理解がし易くなり、教材としてのポテンシャルが高まった。避難経路の確認や災害時の被害想定において、実際の微地形の存在を理解し体感することは大きな利点である。

CityGMLデータに含まれる建物の属性情報を十分に活用できていない点は、今後の課題として残されている。これについては、建物や居住エリアへの住民の心理的側面（例えば「住処への愛着」や「居住エリアへの親しみ」等）が避難行動に影響を与え

るといふ仮説のもと、地域住民へのアンケートを予定している。アンケート調査やインタビュー調査をもとに、建物や地域への愛着や親しみといった情報をVRコンテンツ上の建物に付与していくことで、災害時における人々の避難行動を予測する資料となるだろう。

UnityやPlateauは「閉じたVRコンテンツ」を構成しがちであり、リアルワールドとの連携が難しいという課題がある。本制作においてはCesiumを組み込むことでこの問題に対処している。Cesiumの導入により、最新の地理空間データや気候情報などをリアルタイムで表示させ、実世界の様子をさらに鮮明に反映することが可能となった。今後は天候情報などのリアルタイムデータを反映していくことで、より実感を伴うハザードマップ体験を提供することができるようになるだろう。例えば、災害時の避難シミュレーションにおいて、リアルタイムの天候情報を反映させ、より現実的な避難経路の選択や判断を利用者に考えさせることができる。Plateauのような静的な3D都市モデルと、Cesiumのようなリアルタイムデータの組み合わせは、教育や都市計画のツールとしてのVRコンテンツの価値を大いに高めるものである。

## 7. 今後の展望

今後は、より生活に密着した地理情報を提供するために、本VRコンテンツを基盤としたARコンテンツの制作へと発展させていく予定である。また、建物の属性情報を活用した多角的な都市分析や、時系列データを追加することで都市変遷のシミュレーションも視野に入れている。加えて、対象地域を広域に拡大し、より広い範囲の人々に関心をもたらしコンテンツとしていきたいと考える。地域住民の地域や建物への「愛着」といった感情情報をアンケートなどで取得し、これらを属性情報としてマッピングしながら、VR/ARコンテンツとしての豊かさを高めたい。

微地形は通常の生活では体験しづらい情報であるが、VRやARによって補完された情報と組み合わせることで、地域に存在する「見えない特徴」を理解するための有益な教材となり得る。今回報告したようなVR/AR技術の応用により、住民の地域理解が深まり、防災力や地域コミュニティの活性化につながることを期待される。今後もデータとコンテンツの更新と向上を継続し、教育や学習ニーズ、そして地域住民のニーズに合わせたコンテンツ開発を進めていきたいと考えている。

### 参考文献

- (1) PLATEAU 技術チュートリアル編集委員会著、角川アスキー総合研究所編: “3D都市モデル PLATEAU 公式ファーストガイド”, KADOKAWA, 東京 (2023)
- (2) Plateau Web サイト「TOPIC 22 | 3D都市モデルと位置情報をUnityで扱う[1/2] | 3D都市モデルを読み込んでさまざまな地理情報を重ねる」(2024.1.29)  
<https://www.mlit.go.jp/plateau/learning/tpc22-1/>