

# 高精度かつ簡便な都市モデルの作成手法の構築に関する研究

中央大学 学生員 ○須藤 瑞輝  
中央大学 正会員 檜山 和男

## 1. はじめに

近年、頻発する大規模自然災害に対しハード対策の限界が指摘され、ソフト対策の重要性が認識されるようになった。そしてソフト対策として近年発達の著しいVR(仮想現実)技術を用いた防災教育が注目されており、実際に体験することが難しい災害の様子疑似体験によって、住民の防災意識の向上が期待されている。そのためには、高精度な数値解析シミュレーションの他に、より高い没入感や臨場感を得るための高精度な地形・都市モデルが必要となる。著者らの研究では、広範囲に対しドローンで撮影した写真から点群データを得てモデル化を行っていた<sup>1)</sup>が、点群のずれなどによって建物や道路の形状がゆがみ、現実感を損なう要因が生じていた。

本研究では、上記の問題点を解決するとともに、高精度かつ簡便な都市モデルの作成手法の構築を行った。

## 2. 都市モデルの作成手法

### (1) 開発環境

本研究に用いる地形モデル・都市モデルの作成手法は図-1に示すとおりである。地形モデルの作成にインフラストラクチャ設計ソフトウェアである InfraWorks を用いる。また、都市モデルについては、3D 都市景観モデリングソフトウェアである CityEngine と 3D デザインソフトウェアの SketchUp、レーザースキャナを用いて点群モデルを作成する LiDAR を用いて作成する。作成したモデルはゲーム開発プラットフォームである Unity に統合する。ここで用いる構造物データや道路データなどは GIS プラットフォームである ArcGIS を利用して統合する。

### (2) 地形モデルの構築

地形モデルは国土地理院のホームページ<sup>2)</sup>から対象地域のDEMデータを取得し、ArcGISで地形データを統合することで作成する。本研究では、対象地域を高知県中土佐町久礼地区として地形・都市モデルを作成する。

### (3) 都市モデルの構築

都市モデルの作成手順を図-2に示す。本研究ではモデルによって異なる作成手法を用いた。

#### a) SketchUp

避難シミュレーションで用いるモデルを例として、避難所や避難経路上のモデルはより複雑な形状を再現し、リアルなものを作成するために SketchUp を用いる。SketchUp は実物の写真を用いてモデルを作成するため、モデル化したい建物の実物の写真を予め準備しておく。写真照合機能を用いることで実物と同じ形状を容易に作成することが可能で、作成したものに写真を貼り付けることで壁や屋根な

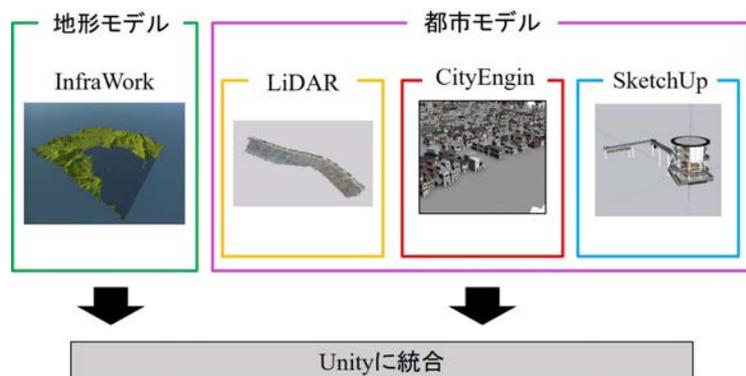


図-1 本研究におけるモデル作成手法

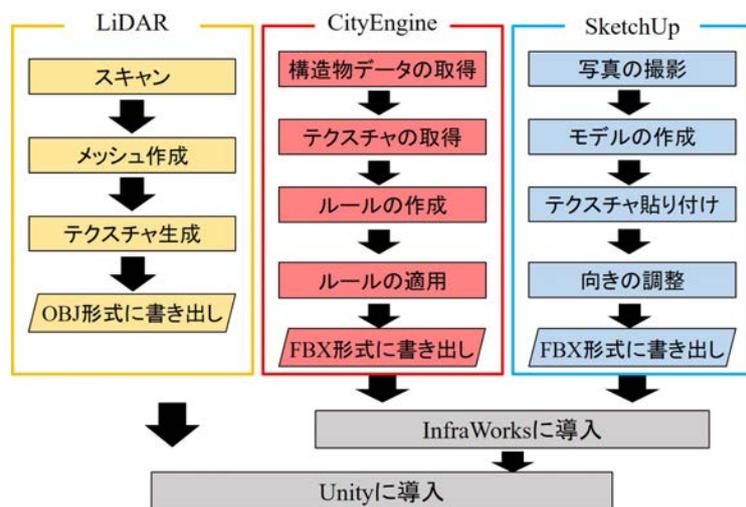


図-2 都市モデル作成のフローチャート

ど実物の素材に則したテクスチャを再現する。写真によっては建物の手前にブロック塀や電線などが写りこんでしまうことが避けられない場合もあり、そのような場合は写真を加工してから貼り付けを行う。作成したモデルと実物との比較を図-3に示す。モデルが完成したら、構造物データの座標から建物の向きを確認し、モデルの向きをそれに合わせる。

#### b) CityEngine

避難所や避難経路から見て別の建物の陰に隠れて一部しか見えていなかったり、離れた場所に存在している建物は CityEngine を用いて簡易的なモデルを作成する。CityEngine は ArcGIS から得た構造物データにルールを適用することで一度に大量のモデルを生成することが可能である<sup>3)</sup>。対象地域である中土佐町の建物はほとんどが民家であったため、民家の形状を生成するルールを作成した。また、対象地域の風景や街並みに合った屋根や壁のテクス

**KeyWords:** 都市モデル, モデリング, GIS, LiDAR

**連絡先:** 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL: 03-3817-1815 E-mail a17.7s8y@g.chuo-u.ac.jp

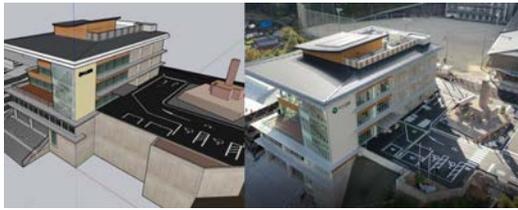


図-3 左：SketchUpで作成したモデル，右：実物の写真



図-4 CityEngineで作成したモデル

チャを予め用意しておく必要がある。一つのルールでも条件分岐によって異なる形状・テクスチャのモデルが生成可能で多様な民家のモデルを作成できる。CityEngineによって作成したモデルを図-4に示す。

#### c) LiDAR

地面や階段状になっている箇所はLiDARを用いてモデルを作成した。本研究ではiPad Proで3D Scanner Appを用いた。LiDAR搭載のレンズで現実空間をスキャンし、3Dモデルを作成する。スキャンしたモデルはOBJ形式でエクスポートすることでUnityに導入することができる。このアプリケーションは床や壁といった平面をスキャンするのに適しているが、自分の手の届かない箇所はスキャンすることが困難であるという問題がある。

#### (4) モデルの統合

CityEngineとSketchUpで作成したモデルをInfraWorksに導入した後、FBX形式に書き出し、それをUnityに導入する。InfraWorksとUnityで軸の取り方が異なっており、Unityに導入した際にy座標を180度回転する必要がある。

### 3. 適用例

各手法で作成したモデルをUnityに統合すると図-5のように対象地域全体のモデルの作成が可能となる。また、図-6に第1避難タワーから撮影した写真とUnityでほぼ同じ視点から見たモデルとの比較を示す。本研究で作成した都市モデルは示した通りであるが、CityEngineで民家のほかに高層ビルやマンションのような建物を生成するルールを作成しておくことで、ほかの地域のモデリングの簡便化が可能である。一度基となるルールを作成すれば、参照するテクスチャを変えることであらゆる地域に合わせたモデルが



図-5 Unityに統合したモデル



図-6 同視点からの比較 上：モデル，下：現地写真

すぐに作成可能である。

### 4. おわりに

本研究では、高精度かつ簡便な都市モデルの作成手法について述べ、その適用例を示した。対象地域内の重要構造物に対してはSketchUpによりモデルを作成し、それ以外の建物についてはCityEngineで一斉にモデルを生成することで、より効率の良い都市モデルの作成を行うことが可能になった。

今後は、LiDARを用いる際に生じる問題の解決や、あらゆる地域で適用可能とするルールの作成について検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 陳詩凌, 金澤功樹, 植野雄貴, 大川博史, 檜山和男：  
GIS/CAD/ドローンを用いた高精度地域モデルの構築手法に関する研究，  
第46回土木学会関東支部技術研究発表会後援会概要集，I-77，2019
- 2) 基盤地図情報サイト，国土地理院：  
<https://www.gsi.go.jp/kiban/>(2021年1月11日閲覧)
- 3) Esriジャパン：  
ArcProGIS & CityEngineで行うGISデータからの3D都市モデル作成