

# 3D 都市モデル PLATEAU を用いた数値流体解析事例

エンジニアリング本部 国土創生情報部

梅本 壮一郎

櫻井 大輝

山下 萌

## 1. はじめに

### 1.1 背景

近年、あらゆる要素がデジタル化されていく Society5.0 に向けてビジネスモデルを抜本的に変革し、新たな成長を実現する企業が現れてきている一方、新たなビジネスモデルにより既存ビジネスが破壊される事例(デジタルディスラプション)も現れている。こうした時代変化の中で、経済産業省は企業の DX (Digital Transformation)に関する自主的取り組みを促すため、デジタル技術による社会変革を踏まえた経営ビジョンの策定・公表といった経営者に求められる対応を「デジタルガバナンス・コード 2.0」(令和 4 年 9 月改定)として取りまとめた<sup>1)</sup>。

こうした背景の中、都市政策の領域では PLATEAU をはじめとするまちづくり DX 政策が展開されているが、従来、これらの政策を中長期的な観点から統合して推進するための計画は存在せず、各政策間の連携や市場からみた政策展開の予見可能性に課題があった。そのため国土交通省では、まちづくり DX の中長期的な展開を議論し、アクションプランとして取りまとめつつ、地方公共団体やまちづくり団体、民間企業、大学等の幅広いプレイヤーと連携してまちづくり DX を強力に推進していくためのビジョンを策定するため、令和 4 年 7 月に「まちづくりのデジタル・トランスフォーメーション実現ビジョン[ver1.0]」を取りまとめた<sup>2)</sup>。

### 1.2 PLATEAU について

PLATEAU は、3D 都市モデルの整備・活用・オープンデータ化のプロジェクト(Project PLATEAU)として令和 2 年に開始した。

PLATEAU の 3D 都市モデルは形だけではなく意味情報を保存できること、データの連携やソフトウェアの連携がしやすいこと、自治体が保有しているデータ(都市計画基本図等の 2D 地図データ、航空測量データ等)から効率的に 3D データを整備できること、地域の課題に応じて保存する情報をカスタマイズできること等が特徴としてあげられる。

また、特定のソフトウェアに依存しない国際標準かつオープンな規格によって記述されたデータであるため、GIS(地理空間情報システム)やゲームエンジン、CG、CAD、BIM ソフトなど、多様な分野のソフトウェアで利用が可能である。誰もが利用できる 3D 都市モデルが広がっていくことで、これまで平面的に捉えられてきた都市が立体的に把握できるようになり、現実の都市空間を再現したデジタルツインのデータを利用することで、様々なシミュレーションやアプリケーションの開発が可能となる。

本稿では、PLATEAU の 3D 都市モデルを用いた数値流体解析について紹介する。

## 2. PLATEAU を用いた数値流体解析

### 2.1 解析対象

本稿では、PLATEAU の 3D 都市モデルを用いてビル群の風況解析及び河川の氾濫解析を行った。

### 2.2 解析コード

3D 都市モデルを用いた数値流体解析の検討においては、OpenFOAM 財団及び米 ESI 社からそれぞれ公開されているオープンソースの数値流体解析ツールボックスである OpenFOAM (Open source Field Operation and Manipulation) を用いた。

解析結果は、オープンソースの可視化ツールである ParaView を用いて表示した。

### 2.3 PLATEAU のインポート

PLATEAU では 3D 都市モデルの標準データ形式である CityGML 形式で全国約 130 都市(2022 年時点)のデータが整備されているが、一部地域では試験的に FBX、OBJ、FGDB 等のデータ形式が整備されている。

なお、3D 都市モデルは地物の詳細度別に LOD (Level of Detail) 1~4 まで整備されている。LOD による詳細度の違いは、図 1 に示すとおりである。



図 1 LOD による詳細度の違い

現状、3D 都市モデルが整備されている約 130 都市において、提供地域全域で対応しているのは LOD1 のみであり、LOD2 以上が整備されているのは一部地域に限られている。

OpenFOAM では、OBJ または STL 形式のデータで地物データをインポートする必要があるため、本稿

の解析範囲は OBJ 形式のデータが整備されている地域とした。

また、当該地域での地物の詳細度は LOD1 のみであるため、OBJ 形式の LOD1 データ(標準メッシュ単位)からビル群の風況解析、河川の氾濫解析の範囲をそれぞれ抽出し、OpenFOAM にインポートした。

なお、CityGML形式はFME Desktop (Safe Software社)を使用することでFBX、OBJ等のデータ形式に変換することができるため<sup>4)</sup>、OBJ等のデータ形式が整備されていない地域でもOpenFOAMへのインポートが可能である。

## 2.4 ビル群の風況解析

### (1) 解析概要

ビル群の風況解析では、中高層建築物によるビル風の影響が考えられる範囲を抽出して検討を行った。

解析条件は表1に、モデル化図は図2に示すとおりとした。

表1 風況解析条件

項目	条件
解析領域	約1km四方
建物のモデル化範囲	半径約300m
風向	西風
乱流モデル	標準k-εモデル
解法	定常解析

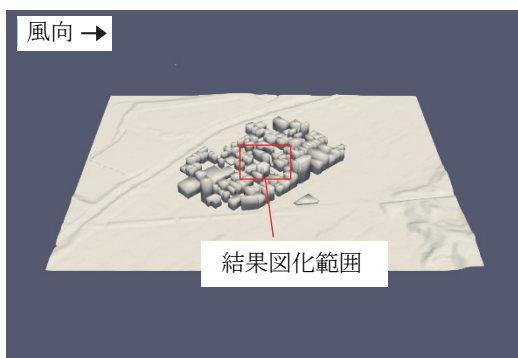


図2 モデル化図(風況解析)

### (2) 解析結果

風況解析結果は、図3～図5に示すとおりである。

中高層建築物に向かう風が壁面に沿って下降し(下降流)、地面に沿って上空の風と反対方向に向かう「逆流」(図3)、中高層建築物の壁面に沿って流れた風が中高層建築物の隅角部にあたることで、建物からはがれて流れていく「剥離流」(図4)のようなビル風現象が再現できている。

また、図5はある瞬間における速度ベクトルを結んだ流線図であるが、中高層建築物周辺において複雑な風環境が再現されている。

このようなビル風現象を解析するにあたって、地物の高さや形状を再現することが重要であり、地物の作成作業に時間を要していたが、3D都市モデルを用いることで作業時間を削減することができ、地物作成作業の効率化が可能となる。

以上のことから、3D都市モデルを用いることで、大きさや高さといった形状が様々な建築物が立ち並ぶ実際の市街地を簡単にモデル化することができ、市街地の複雑な風環境を予測することが可能である。

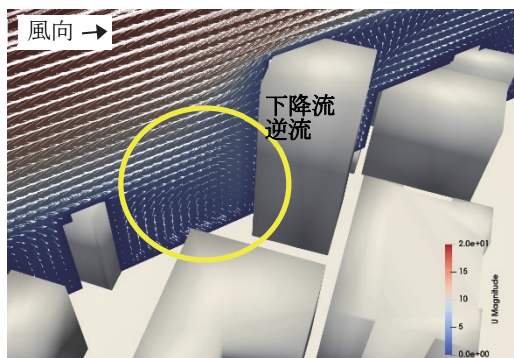


図3 風況解析結果(断面)

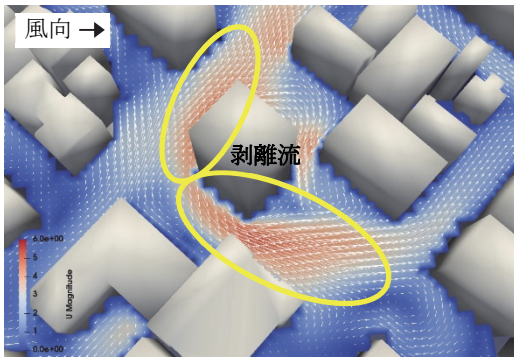


図 4 風況解析結果(平面)

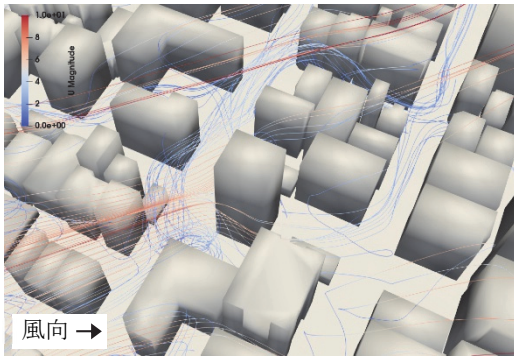


図 5 風況解析結果(流線)

### (3) 今後の課題・展望

3D 都市モデルを用いることで、地物の作成作業にかかる時間を削減することができ効率化を図ることができるが、以下の点が今後の課題・展望としてあげられる。

#### ① 3D 都市モデルの整備都市の拡充

3D 都市モデルが整備されている都市は、2022 年度で約 130 都市であり、2027 年度までに 500 都市まで整備することが目標とされている。

3D 都市モデルを用いることで、地物作成作業にかかる時間を削減することができるが、現状は整備都市が限られており、解析したい範囲のデータ

が整備されていないといった事態が起こりうる。

今後都市整備が拡充されることにより、日本全国どの地域でも簡単にモデル化が可能となり、作業効率化に繋げることができる。

#### ② 詳細な地物データ (LOD2 以上) の拡充

現状、3D 都市モデルが整備されている約 130 都市において、壁、屋根、床等の要素が含まれている LOD2 データが整備されている都市は限られている。

ビル風の対策として、建物隅角部の切除や壁面の凹凸による対策といった建物形状自体を工夫する方法があり、建物形状により風の影響は大きく変わるが、LOD1 のような立方体形状のモデルでは、その影響を解析することができない。

今後詳細な地物データ (LOD2 以上) が拡充されることにより、詳細な解析を行うことができ、地物作成に係る時間も大幅に削減することができる。

## 2.5 河川の氾濫解析

### (1) 解析概要

河川の氾濫解析では、中高層建築物が河川沿いに集中している範囲を抽出して検討を行った。

解析条件は表 2 に、モデル化図は図 6 に示すとおりであり、流入地点から堤内地に氾濫流が流入する条件とした。

表 2 氾濫解析条件

項目	条件
解析領域	約 2 km 四方
流入地点	図 6 参照
解析手法	非定常解析



図 6 モデル化図(氾濫解析)

## (2) 解析結果

氾濫解析結果の浸水範囲全体図は図 7 に、拡大範囲の水位図は図 8 に、拡大範囲の流速図は図 9 に示すとおりである。

浸水は流入地点から堤内地に広がっており、3次元地物データと解析結果を重ね合わせることで、浸水の様子を立体的に確認することができる。

このように、解析結果を 3次元で確認するには地物データの 3次元表示も重要であるが、3D都市モデルを用いることで、地形や建築物が立ち並ぶ市街地を簡単に表示することができるため、3次元地物データと解析結果との重ね合わせも容易となる。

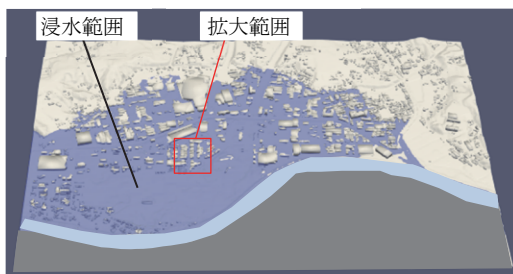


図 7 氾濫解析結果(浸水範囲)

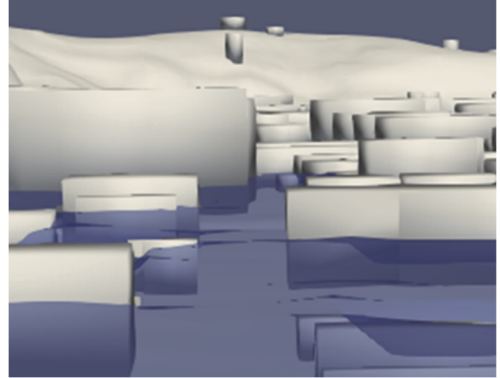


図 8 氾濫解析結果(水位)

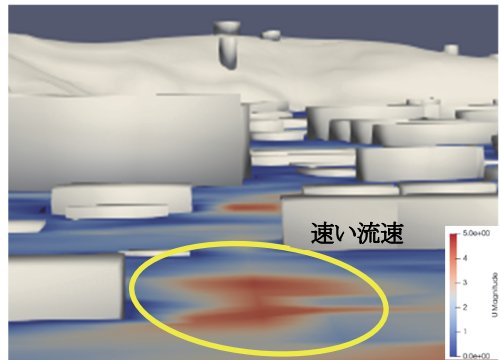


図 9 氾濫解析結果(流速)

## (3) 今後の課題・展望

3D都市モデルを用いることで、3次元の地物の作成作業にかかる時間を削減することができ、効率的に3次元での氾濫解析・結果の可視化ができるが、以下の点が今後の課題・展望としてあげられる。

### ① 詳細な地形データの拡充

氾濫解析において、水の流れに影響を与えるのは主に地表面の形状である。

PLATEAUでは地形データの整備が進んでいるが、地表面形状を詳細に表現できているわけではない。

詳細な建物データの整備が進むと同時に、盛土

構造物やボックスカルバート等の詳細な地形データが拡充されることにより、盛土構造物を乗り越える水の流れや狭窄部(ボックスカルバート等)で流速が速くなる様子を解析することが可能となる。

## ② 地下空間データの拡充

現状 PLATEAU では地上データの整備が進んでいるが、地下空間データ整備は進んでいない。地下空間データの整備が進むことにより、地下に流れ込む水の流れを解析することができ、地下街での避難計画策定等に活用することが可能となる。

## 3. おわりに

本稿では、PLATEAU の 3D 都市モデルを用いた数値流体解析事例として、OpenFOAM を使用したビル群の風況解析及び河川の氾濫解析を紹介した。

PLATEAU のデータは特定のソフトウェアに依存しないため、数値流体解析の分野においても、データの取り扱いが容易である。

これまで、数値流体解析における地物データの作成にあたっては、一定の品質レベルを保ちつつモデル化を行うことに非常に時間を要していたが、3D 都市モデルを用いることで地物データの品質レベルを一定に保ちつつ、作成にかかる時間を削減することができ、効率的に解析を行うことができた。

しかし、前項でも今後の課題・展望としてあげているとおり、数値流体解析で 3D 都市モデルを用いるためにはデータの拡充が重要であり、今後も Project PLATEAU の動向に注目していく必要がある。

また、PLATEAU ではブラウザ上で 3D 都市モデルを表示するほか、様々な地理空間情報を重ねて表示することができる PLATEAU VIEW が公開されており、

自分で作成した任意の地理空間情報を重ねることも可能である。

本稿では ParaView を用いて解析結果を表示したが、PLATEAU VIEW を用いることで、よりリアルな地物データ上に表示することができ、解析結果の共有も容易となる。

今後は、PLATEAU VIEW に表示するための解析結果の出力方法について検討を行う予定である。

## <参考文献>

- 1) デジタルガバナンス・コード2.0  
2020年11月9日策定、2022年9月13日改訂、経済産業省  
[https://www.meti.go.jp/policy/it\\_policy/investment/dgc/dgc.html](https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dgc/dgc.html)
- 2) まちづくりのデジタル・トランスフォーメーション実現会議  
[https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/toshi\\_daisei\\_fr\\_000050.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/toshi_daisei_fr_000050.html)
- 3) 3D 都市モデルでできること  
<https://www.mlit.go.jp/plateau/learning/tpc01-2/>
- 4) 3D 都市モデルのデータ変換マニュアル  
[https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau\\_doc\\_0007\\_ver01.pdf](https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0007_ver01.pdf)