

当社における国土交通省PLATEAUプロジェクト活用の取り組み

PLATEAU Platformの開発計画について

徳永 健一* 田之上 文彦*

Active Involvement in the PLATEAU project Development Plan for the PLATEAU Platform

Ken-ichi Tokunaga* and Fumihiko Tanoue*

津波や河川の氾濫予測などの防災分野や騒音問題などでは、実際の地形や都市モデルを用いたシミュレーションが必要とされるが、実際の地形や都市モデルの準備は容易ではない。近年、国土交通省 PLATEAU プロジェクトにおいて日本全国の 3D 都市モデルが提供されており、当社では、提供されている 3D モデルから様々な解析に利用可能な 3D モデルを作成するためのプラットフォームとして、PLATEAU Platform の開発を行っている。本稿では、当社における国土交通省 PLATEAU プロジェクト活用の取り組みと PLATEAU Platform の開発計画について紹介する。

Keywords: PLATEAU、3D 都市モデル

1. はじめに

本稿では PLATEAU を活用するシミュレーションおよびお客様が活用する際に当社が支援できるサービス、およびそのサービスを実現するために開発しているツールについて紹介する。

2. PLATEAU とは

PLATEAU (プラトー) [1]とは国土交通省が主導する日本全国の 3D 都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクトである。国土交通省のサイトで 3D 都市モデルの活用方法やデータも公開されている。例えば渋谷のスクランブル交差点について、図 1 の 3D モデルを得ることができる。3D 都市モデルは航空測量等に基づき取得したデータから建物等の地物を 3次元で生成したもので、詳細な表現レベルに応じて LOD (Levels of Details) が設定されている。図 2 の松本城では、LOD のレベル 2 でモデル化されており、地物を構

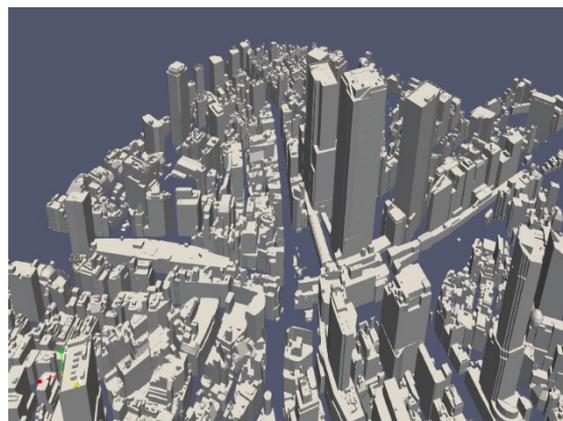


図 1 渋谷のスクランブル交差点

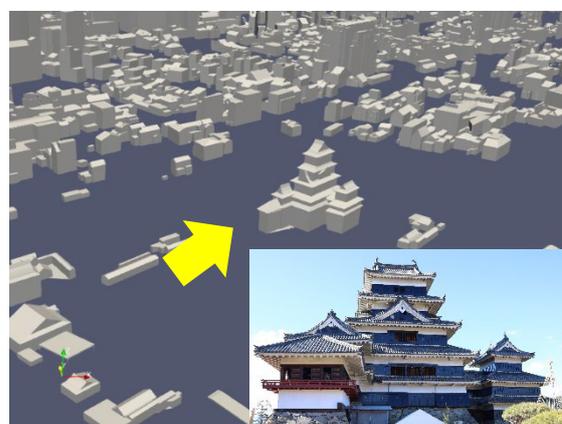


図 2 松本市の 3D モデルと松本城 (松本城は筆者が撮影したもの)

*アドバンスソフト株式会社 第 2 事業部

2nd Computational Science and Engineering Group,
AdvanceSoft Corporation

成する面が「壁」「屋根」「床」などどのようなものであるかの情報まで含まれている。モデルと写真を比較すると、左手前の月見櫓の形状はうまく再現されていないものの、月見櫓の奥にある辰巳附櫓、中央の大天守、右側の乾小天守の形状はよく再現されていることがわかる。これらの都市モデルは、現在では主にゲームや災害対策、都市計画の分野での活用例が紹介されている。

3. PLATEAU でできること

プロジェクト PLATEAU で公開されている 3D 都市データはオープンデータとして公開されている。商用利用も含めどなたでも自由に利用することができる。

4. 3D 都市データ

PLATEAU に含まれる 3D 都市データの種類を表 1 に示す。2022 年では、都市計画や防災対策などの分野で活用を想定された 12 種類のデータが含まれている。

5. 都市データのフォーマット

都市データのフォーマットを表 2 に示す。建物の定義や属性は CityGML で定義されている。FBX や OBJ 形式は CG の分野で相互運用のために使用されているファイル形式で、多くのモデリングソフト、可視化ソフトが対応している。

6. CityGML とは

CityGML の説明の前に、GML の説明をする。GML とは Geography Markup Language の略で、Open Geospatial Consortium によって開発された XML ベースのマークアップ言語で、地理情報のフォーマットである。CityGML とは、XML 形式で 3D 都市モデルを保存するための標準化されたフォーマットで、GML の拡張になっている。よく似た概念に BIM というものがあるが、これは 3D 建築物に属性情報を追加したモデルのことである。代表的なファイルフォーマットとして IFC がよく使われている。BIM がファイルフォーマットまで定めているわけではない。

表 1 PLATEAU に含まれる 3D 都市データ

No.	データ
1.	建築物、建築物部分、建築物付属物、およびこれらの境界面、開口部
2.	道路
3.	都市計画決定情報
4.	土地利用
5.	洪水浸水想定区域
6.	津波浸水想定
7.	土砂災害警戒区域
8.	高潮浸水想定区域
9.	内水浸水想定区域
10.	都市設備
11.	植生
12.	地形（起伏）

表 2 都市データのフォーマット

No.	データ
1.	CityGML
2.	MVT
3.	FBX
4.	OBJ

プロジェクト PLATEAU で公開されている都市データは CityGML 形式が標準的に用いられており、建物などの緯度経度標高の情報の他に、多くのメタデータが格納されている。

6.1. CityGML に格納されている情報

CityGML の XML の構造を簡単に説明する。最上位に <core:CityGML> タグがあり、その下に <gml:boundedBy> と <core:cityObjectMember> タグがある。前者の <gml:boundedBy> タグでは、そのファイルに含まれている建物全体の緯度経度標高の範囲の情報を与えている。データの実体は core:cityObjectMember に格納されており、その下の階層に建物の場合は <bldg:Building>、地形（数値標高データ）の場合は <dem:ReliefFeature> タグが定義されている。LOD1 でモデル化されている建物の場合はその下の <bldg:.lod1Solid> タグに建物の形状データが格納されている。LOD2 でモデル化されている建物の場合は、

<bldg.:GroundSurface>で建築面が地表に設置された面であることを表すように定められている。これらデータ構造は規約で定められており、読み取りルーチンはその規約に基づいて実装される。

7. PLATEAU を活用したシミュレーション

PLATEAU を活用が期待されるシミュレーションを表 3 に挙げる。都市部の建物、地形の形状が公開されていることからこれらを利用した流体解析として風環境シミュレーションがあげられる。音響解析、幾何光学解析の応用として、環境騒音シミュレーションや日照シミュレーションがあげられる。

災害時のシミュレーションを行う場合、プロジェクト PLATEAU のようなオープンデータを利用することが多い。特に建物の詳細情報が含まれている情報を活用する群衆シミュレーションは重要な応用例だと考えられる。

いずれのシミュレーションでも従来は2次元の地図情報から人の手で3次元化する手間がかかったり、シミュレーションを実施するユーザーの建物の情報は入手できるがその周辺の建物が入手できないなどデータアクセスの問題があった。プロジェクト PLATEAU によるオープンデータの3次元モデルを利用することでこれらの課題は解決できる。

8. アドバンスソフトが提供するサービス

8.1. 概要

当社は PLATEAU に関して以下の3つのサービスを提供する。

- (1) PLATEAU を活用するソフトウェアの受託開発
- (2) 当社ソフトウェアにおける PLATEAU の活用
- (3) お客様のソフトウェアで PLATEAU を活用するためのプラットフォームの提供

これらについて、以下で説明する。

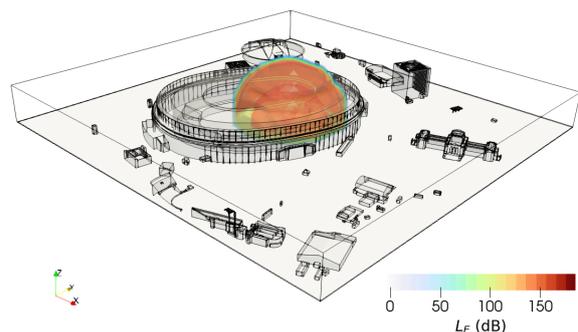
8.2. PLATEAU を活用するソフトウェアの受託開発

例えば PLATEAU の都市の建物情報を表示するウェブアプリ、建物情報で日あたりを計算する日

表 3 PLATEAU を活用したシミュレーション例

No.	シミュレーション内容
1.	風環境シミュレーション
2.	環境騒音シミュレーション
3.	日照シミュレーション
4.	群衆シミュレーション
5.	津波遡上シミュレーション
6.	河川氾濫シミュレーション

Time: 0.20 s



Time: 1.50 s

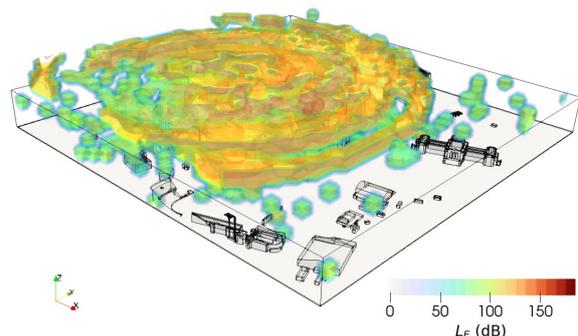


図 3 音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise/Ray に PLATEAU を活用した例[2]

照シミュレーター、建物、橋、道路を利用する災害時の群衆の行動を予測するシミュレーター、などのソフトウェアを開発する受託開発サービスである。プロジェクト PLATEAU が公開しているデータを扱う部分の機能については、当社のライブラリを提供するためその部分の著作権は当社が保持する。その他ウェブアプリやシミュレーションのためにオープンソースソフトウェアのライブラリも活用する。

8.3. 当社ソフトウェアにおける PLATEAU の活用

ここでは例として、音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の音線法解析機能 Advance/

FrontNoise/Ray での活用例を紹介する。Advance/FrontNoise/Ray は音線法で幾何光学的に音の伝播を解くプログラムで、クラウド上のサービスとして提供されている。ユーザーはプロジェクト PLATEAU で提供されている建物データを準備して、Advance/FrontNoise/Ray の入力データとし、その他音源（騒音など）を与えると、クラウド上で音がどのように伝播するか計算を行い、結果をダウンロードすることができる。国立競技場とその周辺のモデル対して、国立競技場内で発生した騒音について解析した例を図 3 に示す。詳細は[2]をご覧ください。

現在はクラウド上で利用者が自分でプロジェクト PLATEAU のデータを用意しなければならないが、次のリリースでは地図上の緯度経度を指定することで自動的にプロジェクト PLATEAU のオープンデータからモデルを取得し、そのモデルで環境騒音を計算するすべてクラウドで処理が完結するシステムにすることを予定している。この場合ユーザーは計算したい場所の緯度経度の範囲と騒音の音源、およびその大きさを与えるだけで騒音の伝播の解析結果を得ることができる。

8.4. お客様のソフトウェアで PLATEAU を活用するためのプラットフォームの提供

上述した受託開発および当社の商品で PLATEAU のデータを活用するための仕組みは PLATEAU Platform として当社で整備している。お客様のソフトウェアで PLATEAU を活用するため、この PLATEAU Platform をライブラリとして提供することができる。各種環境におけるライブラリ、API マニュアル、サンプルなどが提供され、使い方に関する質問をすることもできる。お客様のソフトウェアへの組み込みはお客様ご自身で実施する、もしくは上述のように当社が受託開発サービスとして提供することもできる。

8.5. アドバンスソフト社が提供するプラットフォーム

当社が提供するプラットフォームについて紹介する。表 4 の機能を持つライブラリと、利用マ

表 4 プラットフォームがご提供するライブラリの機能一覧

No.	プラットフォームがご提供するライブラリの機能
1.	プロジェクト PLATEAU のオープンデータからの自動ダウンロード機能
2.	緯度経度の範囲から対応するダウンロードするファイルの選択機能
3.	CityGML ファイルの読み込み機能
4.	CityGML ファイルから平面直角座標系のポリゴンデータ形式への変換機能
5.	ポリゴンデータ形式と構造格子の干渉判定機能

ニュアル、利用例（サンプル）をプラットフォームとして提供する。言語は C++言語（ソルバーに組み込むため、C 言語および Fortran 言語から呼び出すためのインターフェースあり）、および Web アプリや Jupyter Notebook での利用を想定して Python 言語で提供される。Python 版は pip コマンドでインストール可能である。著作権は当社が保持するが、お客様は自分のソフトウェアに組み込むことができる。お客様がソフトウェアを販売、再配布する場合はそれぞれ別途契約で定める。CityGML に含まれる属性を解析条件（例えば境界条件や物性値など）として受け渡すこともできる。ポリゴンデータ形式と構造格子の干渉判定機能は[3]で紹介されている高速な判定ルーチンが実装されている。

9. 利用における注意事項

9.1. 測地系と座標系

GIS のソフトウェアにおいては測地系の問題は避けて通れない。測地系とは地球上の位置を経緯度および標高を用いる座標で表す場合の座標系のことである。プロジェクト PLATEAU の CityGML データには測地系の情報が含まれているのでそれを参照する。現時点で使われているのは日本測地系 2011（世界測地系 JGD2011）であるが、GPS などによくつかわれているのは世界測地系 WGS84 であり、プロジェクト PLATEAU 以外のデータを用いるなど測地系が混在する場合に

は注意が必要である。測地系は経緯度で記述されているが、通常はそれを m または km 単位の座標系に変換する。建築、土木の分野では測量法で定められている平面直角座標系を用いられることが多く、区域によって国土交通省が定める系（平面直角座標系の原点を定める）を用いる。ただし、系をまたぐ領域については、どちらかの平面直角座標系に合わせて利用する必要がある。

9.2. メッシュ作成

解析ソフトウェアでは有限要素法 (FEM)、有限体積法 (FVM) が多く用いられるが、これらの手法ではメッシュの作成が必要であり、往々にしてメッシュ作成の人による作業が解析のプロセス全体のボトルネックになる場合がある。プロジェクト PLATEAU で公開されている CityGML 形式から得られる情報はポリゴンデータであり、それをこれらの手法で利用するにはポリゴンデータをもとにメッシュを作成する必要がある。

一方、メッシュを作成しない解析手法も開発されている。例えば流体解析における粒子法、埋め込み境界法、音響解析における音線法などである。これらの手法はプロジェクト PLATEAU から得られるポリゴンデータと相性が良く、解析条件を与えればそれ以外の人の作業を介することなく解析を実行することも可能である。

9.3. LOD の利用方法

プロジェクト PLATEAU で公開されているデータは LOD が異なるものが含まれている。LOD とは Level Of Detail の略で形状の解像度を意味している。LOD の小さい（粗い解像度）ものはポリゴン数が少ないためデータの取り扱いが楽であるが、建物の詳細が記述されておらず、例えばタワー形状の建物は、鉄骨は記述されずに概形だけが記述されている。解析で利用する場合、概形で記述されている場合は音や風は透過しないことになる。鉄骨までの解像度がある場合はそのまま計算できるが、概形までの解像度しかない場合は透過率を指定する等の必要がある。

9.4. 他のデータと混在させる方法

他のプロジェクトで公開されているデータなどと混在させる場合、データフォーマットが異なること、格納されている情報に差異があることなどが考えられる。たとえば平面直角座標系で格納されている建物データと混在させて利用する場合は、CityGML としてデータをそろえるのではなく、最終的に利用する形式（利用するソフトウェアが要求する形式）で座標系の調整など行うのが現実的である。混在させたい建物データの測地系、平面直角座標系が明らかな場合は、その建物データの座標は変えずに最終的に利用する形式に変換し、プロジェクト PLATEAU の CityGML 形式をその座標系に変えて、その形式に変換してデータを結合する方法が考えられる。

混在させる建物データの測地系、平面座標系が不明の場合は、プロジェクト PLATEAU の CityGML の建物データと共通に格納されている建物を基準として、調整（混在させる建物データの座標系を CityGML の座標系に合わせる）する必要がある。

9.5. 欠落しているデータの取り扱い

プロジェクト PLATEAU では 2023 年 5 月現在全国 121 都市のデータが公開されているが、まだ未公開のデータも多い。公開されている都市でも、建物データや数値標高データはあっても、その他のデータが欠落していることもある。現状ではデータがすべてそろっている範囲について利用するという考え方が多いと思われるが、今後データ整備が進むに連れて、データがそろっていない場合も利用したい場面が増えてくると考えられる。建物データについてはプロジェクト PLATEAU 以外で公開されている地図情報から取り込む、2 次元地図から建物高さ情報を加えた疑似 3 次元の情報を作成する、などの方法がある。数値標高データについては国土地理院の数値標高データを利用するのが良いであろう。

10. まとめ

本稿では国土交通省が主導するプロジェクト

PLATEAU の概要とそれをシミュレーションの分野で活用する方法、アドバンスソフトが支援する内容について紹介した。導入を検討する方、興味がある方はぜひ当社までご連絡いただきたい。

参考文献

- [1] PLATEAU [プラトー]| 国土交通省が主導する、日本全国の 3D 都市モデルの整備・オープンデータ化プロジェクト、
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- [2] 田之上文彦、徳永健一、松原聖、「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise/Ray のご紹介」、アドバンスシミュレーション Vol. 30, 2023.
- [3] 徳永健一、「ポリゴンと直交格子とのロバストな交差判定法について」、アドバンスシミュレーション Vol. 27 2019.12.

※ 技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイル（カラー版）がダウンロードできます。（ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。）