

3次元インフラデータ連携のためのプラットフォーム整備と可視化機能の開発

瀬戸寿一・関本義秀・朝日孝輔・遠藤隆浩

Development of Platform include Visualization Function for 3D Infrastructure Data Linkage

Toshikazu SETO, Yoshihide SEKIMOTO, Kosuke ASAHI and Takahiro ENDO

Abstract: The current Japanese “i-Construction” policy is being promoted to improve the productivity of the whole construction production system by introducing the full utilization of ICT to the construction site, including the 3D model, a huge amount of construction related not only real space infrastructure data is generated, but the need for digital city construction. As a method to realize, it is expected that it can be applied to the image sharing as a digital city and the spatial problem solution by visualizing real space infrastructure data on a virtual space. In this paper, while proposing the data platform construction for visualizing a huge amount of three-dimensional digital data concerning a city infrastructure, and the flow which built the prototype system.

Keywords: 3次元点群データ (Three-dimensional point cloud data), ジオビジュアライゼーション (Geo-visualization), フリー&オープンソース GIS (FOSS4G), デジタルシティ (Digital city), デジタルツイン (Digital twin)

1. はじめに

近年, 3次元モデルを始めとする膨大な実空間インフラデータ (以下, 3次元インフラデータ) が生成され, これらのデータを有機的・統合的に扱うデジタルシティ構築へのニーズも高まっている. また, データ量も膨大であることから, ビッグデータとしてデータベース化し, オープンデータ等のライセンスで適切に共有することで, 維持管理・更新等の二次利用にも有効活用するための期待が高まっている. このような3次元データの活用について, 例えば点群データの閲覧・編集のためのエディタ開発に関する研究 (藤田ほか, 2014) や, 維持管理段階における活用 (大伴ほか,

2016), CIM モデルの情報連携を目的としたプラットフォーム構築に関する研究 (川野ほか, 2017) が先行研究として挙げられる. また, オープンイノベーションの観点からも, 地方自治体を始めとする公共機関が有する電子納品データにおいて, 例えば点群 (ポイントクラウド) データやドローンによる空撮のデータなどが蓄積されており, 例えば前者の点群データについては静岡県の「PCDB」や, 東京大学等により構築・公開されている「My City Construction」のように, そのオープンデータ化や流通環境が整備されることにより, 工事成果を広く活用しやすくなることが期待される.

他方, 設計図や施工等で計測された3次元点群などのインフラデータは, 単体の設計・施工データとして扱うだけでなく, 各種2次元地図データや3次元建物モデル等とシームレスに合わせ, 街

瀬戸寿一 〒277-0882 千葉県柏市柏の5-1-5

東京大学空間情報科学研究センター

Phone: 03-5452-6415

E-mail: tosseto@csis.u-tokyo.ac.jp

区単位での可視化や、さらに大規模なものでは都市全体を通して俯瞰することで、インフラの分布や状況を体系的に把握することが可能となる。

そこで本研究では、主に、実空間に関わる膨大な2次元および3次元インフラデータをシームレスかつ可能な限り実用的な閲覧に資すよう高速に視覚化し、共有するデータ連携プラットフォーム構築を提案し、主に3次元点群データが多数オープンデータ化されている静岡県を対象に、試行的なシステムのプロトタイプ構築過程を報告するものである。

2. アーキテクチャの検討

2次元および3次元インフラデータを統合的に視覚化する上で、かつては専用のアプリケーションや描画のために高度なマシンパワーを有する機器が必要であったが、2006年のGoogle Earthのリリースや、各種オープンソース技術の台頭に伴い、システムの汎用化が急速に進んできた。特に、ウェブブラウザ上で3次元コンピュータグラフィックスを表示させるための標準仕様として2011年に策定されたWebGL (Web Graphics Library) の登場以降、技術的な表現能力が飛躍的に向上し、容易に3次元モデルを相互に共有できるようになった（石田・矢吹、2015）。

本研究では、既往研究に見られる個別の3次元点群データの詳細な読み込みや管理という視点だけでなく、デジタルシティ実現という観点から都市レベルでの広域な2次元あるいは3次元建物データや複数の3次元点群データ、さらに将来的には動的なデータとして、人や物流の流動データなどもWebブラウザでスケーラブルに表示可能にできるようなアーキテクチャ実現の可能性を検討した。3次元データによる広域なデータを表示可能なオープンソースソフトウェアとして、例えば、Cesium.jsやNASA World Wind、あるいはmago3Dなどが代表的なプラットフォームとして挙げられる。また、日本国内では、地理院Globe

なども存在する。この中でも特に、Cesium.jsやmago3Dは WebGLベースでのライブラリとして機能するもので、汎用性も高く都市データの視覚化や、BIM/CIMでの活用事例等も紹介されている。

他方、日本でもi-Constructionに代表される様々なボリュームのインフラデータが今後増加すると共に、広域的な都市モデルデータや、例えば人々の移動データを始めとする都市における活動データと合わせて、Webブラウザ上でシームレスに、ユーザー側も負荷を感じず視覚化するためには、WebGLをベースにしつつ、軽量なレンダリングが必要となる。

そこで本研究では、上記に挙げたCesium.js等のJavaScriptベースのオープンソースライブラリでの広域的な表示パフォーマンスや地図表現のデザイン等を比較検討した結果、最も軽量かつデザイン等のカスタマイズを容易に行うことができるアーキテクチャとして、主にMapbox社が開発したMapbox GL JSおよび、Mapbox GL JSから派生し、大縮尺での多様なデータ視覚化を可能とするUber Technologies社のDeck.glを用いて、3次元インフラデータ連携プラットフォームのプロトotypingを試みることとした。なお、Mapbox GL JSは2019年8月末時点で、v.1.2.1が公開されており、v.0.50.0以降、Mapboxによって提供される地図デザイン・カスタマイズツール(Mapbox Studio)や地図APIを複数読み込んで統合的に視覚化する以外にもサードパーティのレイヤを合わせて描画可能である。なお、Mapboxは後述するように、大量かつ広範囲の地図データを高速に読み込むことが可能となるベクトルタイル方式に早くから注目し、各種タイル化するための変換ツールや表示用のアルゴリズムの開発に注目し、本プラットフォームのプロトタイプにおいても必要性が想定されたためである。本研究でプロトタイプ構築を試みるプラットフォームと、対象となる主なデータの種類・変換方式は、下記の通りまとめられる（図1）。

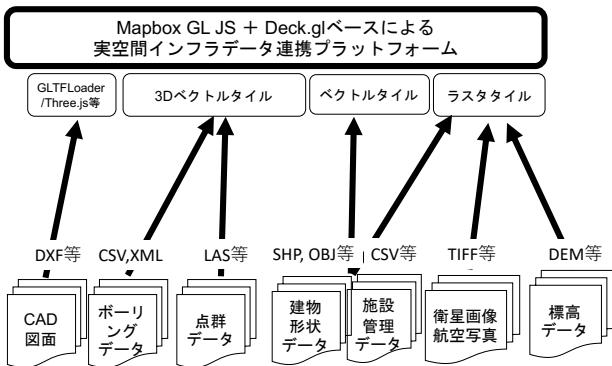


図1 プラットフォームで扱うデータの整備概要

3. 3次元インフラデータの概要と変換処理

(1) 広域建物データ

本研究におけるプロトタイピングにおいて、広域かつ複数のデータを搭載する上で、1.で挙げた My City Construction とも連携するために下記のデータを活用することとした。まず、都市モデルの背景地図的に用いるデータとしては、東京大学空間情報科学研究センター共同研究利用システム (JoRAS) において利用可能な「Zmap TOWN II (2016年度 Shape版) 静岡県 データセット (株式会社ゼンリン提供)」のうち、建物のシェープファイルをベースとした。このデータは建物単位のポリゴンデータとして全国統一的なフォーマットで提供されるもので、主要な属性の一つに階数が含まれるため、3次元化した際にも、建物階数に応じて高さを変えて表現することが可能である。ここでは約2,347,000棟のデータをMapbox GL JS上で軽量かつシームレスに読み込むために、タイル状に分割され機械判読可能なデータ提供方式であるベクトルタイルを採用した。この方式で配信するにあたり、Mapbox社が提供するオープンソースの変換ツールである「tippecanoe」を用いて、バイナリベクトルタイル (.pbf) のズームレベル14から18に変換したものを読み込むこととした。また、Mapboxのスタイル様式に基づき、建物の階数属性に応じて概ね1m単位で可変させて表示させることとした。また、背景イメージは、国土地理院から提供されている「地理院地図」の「地理

院タイル」から2007年以降の最新の航空写真レイヤーを重層させ表現した。これらの処理を施すことにより、広域で描画すると大容量になる静的な都市モデルでもタイル分割される。したがって、必要な空間的範囲とズームレベルに応じて都度サーバー側から順番にタイルを取得することで、表示範囲内で取得されるデータサイズとして数十MB程度のボリュームとなる。

(2) 3次元点群（ポイントクラウド）データ

次に3次元点群データの変換および重ね合わせ表示は、My City Constructionに収録されている静岡県の電子納品データのうち、LAS形式で取得可能な7件を対象とした。これらのデータを(1)の建物データ等と重層表示させる上で、3D Tilesと呼ばれる3次元データのタイルデータ化に変換し、1つのデータを1レイヤとして読み込むこととした。

ここでは、LASに含まれるxとyが逆になっているものも見受けられたため、一部LAS形式の再調整を行ったのち、Pythonベースでの3D Tiles変換を可能とするオープンソースのライブラリである「py3dtiles」を用いて変換し、データサイズの小さなファイルで約40Mから、最大でも約350MBで生成することがわかった。

4. プラットフォームの試行的構築

以上の2種類のデータを中心に、静岡県で入手可能な各種データを加工・変換した上で、2次元および3次元からなるインフラデータ連携プラットフォームのプロトタイプ構築を行った。図1は、LASデータのうち最もファイルサイズが重い二級河川原野谷川河川改良工事 (LAS形式で、793.07MB) を読み込んだスクリーンキャプチャを示している。WebブラウザのFirefox v.67.04において計測したところ、図2 (Zoom level 16) の範囲において、メモリとして約180MBが読み込まれた。

また、より広域な表示例として3次元点群と平日および休日の人の流れデータとの重ね合わせ

表示も試行した。その結果、モデル自体は約 40MB で、人の流れデータが 2 種類で約 500MB 程度のメモリ消費量であることが明らかとなった。



図 2 原野谷川河川改良工事の視覚化例

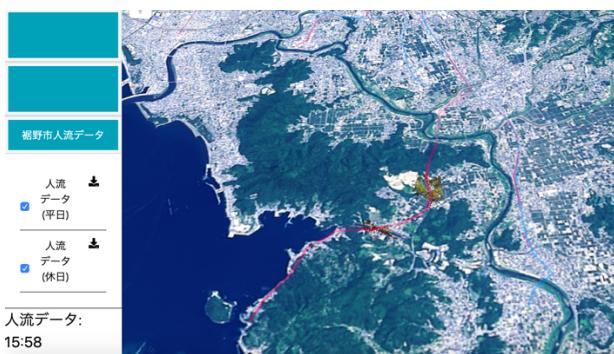


図 3 3D 点群＋人流データの広域表示例

本試行では、タイル化にあたって基本的な変換のみを行い、データの色表現も元の RGB 値を基に視覚化を行い、ポイントサイズを 5pt として設定した。元の LAS データから変換したが、ポイントサイズの設定やブラウザのキャッシュサイズ等の関係から、ズームレベルをあげた際、元の LAS データ程度の解像度で表現されない例も見受けられるため、データサイズ縮小とレンダリングの精度向上も課題である。

5. おわりに

本研究は WebGL ベースで一般的なブラウザで閲覧可能な、Mapbox GL JS ベースのアーキテクチャを基に、広域の GIS データや LAS データ等の複数の都市データを複合的に視覚化するプラットフォームの構築を試みた。この結果、従来の

3 次元地図視覚化アプリケーションでの実装例と比較しても、広域な都市モデルと詳細なスケールでのポイントクラウドデータ間をシームレスに視覚化することができた。他方、ズームレベルをあげた際に、元の LAS データ程度の視覚化が完全に出来ていない例も見受けられた。また、図 3 に示した人の流れのような OD データ（ラインデータ）の視覚化も一部成功しているが、都市モデルデータとの統合による描画方法の調整と合わせて、表示上のパラメータ設定や今後大量のデータ変換が発生した際の自動化等が技術的な課題である。

謝辞

本研究における試行にあたって、静岡県ならびに国土交通省等の関係機関からデータ提供を受けました。末筆ながら、付して感謝申し上げます。また、東大 CSIS 共同研究「デジタルシティ実現に向けたデータプラットフォーム構築に関する研究」の成果の一部である (Zmap TOWN II (2016 年度) 静岡県データセット、ゼンリン提供)。

参考文献

- 藤田陽一, 小林一郎, 緒方正剛, 2014. 3 点群データ用エディタの開発と利用法について, 土木学会論文集 F3(土木情報学), 70(1), 48-55.
- 大伴真吾, 鈴木清, 土橋浩, 永田佳文, 菅野晶夫, 安中智, 平岡卓爾, 乾義文, 2016. 道路・構造物維持管理支援システムにおけるポイントクラウドの高度利活用について, 写真測量とリモートセンシング, 55(1), 27-31.
- 川野浩平, 青山憲明, 寺口敏生, 関谷浩孝, 2017. 維持管理段階に適した CIM モデルの情報連携プラットフォームの開発, 土木学会論文集 F3(土木情報学), 73(2), I_134-I_140.
- 石田仁, 矢吹信喜, 2015. WebGL の土木構造物の維持管理への適用, 土木学会論文誌 F3 (土木情報学), 71(2), II_58-II_65.