

多様な時系列データの Web タイル化に関する実証研究

関本義秀*・小川芳樹*・朝日孝輔**・遠藤隆浩**・西尾悟**

Empirical research of web tile processing for various time-series data

Yoshihide SEKIMOTO*, Yoshiki OGAWA*, Kosuke ASAHI**
Takahiro ENDO** and Satoru NISHIO**

Abstract: In recent years, among various urban issues, there has been a growing momentum to explore solutions to these issues through the successful utilization of smart cities, especially digital twins. In this study, we will conduct an empirical study for smooth visualization of various time-series data, which are increasing especially in number, on WebGIS.

Keywords: デジタルツイン (Digital twin), Web タイル技術 (Web tile technology), 時系列データ (Time-series data)

1. はじめに

近年、地方創生、コンパクトシティ等、様々な都市政策が語られる中で、ここ 2~3 年はスマートシティというキーワードで語られる事が多くなってきている。これはスマートシティ第一世代の頃の太陽光パネルの設置や街なかでの Wi-Fi 設置のようなハードウェア、デバイス設置の時代から、ソフトウェア、データをもとにどのように都市全体をよりスマートに開発・運営していきたいかを考える時代に入っていると言える。

一方で、データそのものの政策に着目すると、オープンデータやデータプラットフォームに関する取組も増えており、例えばオープンデータは、政府 CIO ポータル (<https://cio.go.jp/policy-opendata>) によると、2022 年 1 月現在、1,223 自治体、約 68% が取組んでいる状況であり、また、プラットフォームについても例えば、政府の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) の中で様々な取組が行われている。

特に地理空間情報については、G 空間情報センタ

ー (<https://www.geospatial.jp>) が 2016 年 11 月にオープンし、実務上の地理空間情報の流通を担い、2022 年 8 月 29 日現在、登録データセット数が 7,859、ファイル数が 61,608、登録組織数が 592 となっており、ユーザー数を含めて着実に増えてきている。これに加え、国土交通省都市局では 2020 年 12 月にプラトリー (<https://www.mlit.go.jp/plateau/>) 等、都市の三次元モデル (約 50 都市) が、2021 年 3 月からデータそのものも G 空間情報センターで公開され誰もが触れられるようになっている。

しかし、上のような都市の運営をスマートに行っていくためには、純粋なデータ流通だけでは不十分である事も見えてきている。具体的には、地域の運営を行う地方自治体を始めとしたステークホルダーは、日々の実世界の管理や計画業務で忙しいため、データの管理や利活用からは遠い立場にいる事が多く、ただ単にデータが流通すれば解決すれば済む問題ではない。そこで実利用との乖離を埋めていくために、いかにその都市のデジタル状態、すなわちデジタルツインを普段から共有していくかを考え

* 正会員 東京大学空間情報科学研究センター (The University of Tokyo)

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 Tel : 03-5452-6406

** 非会員 社会基盤情報流通推進協議会 (Association for Promotion of Infrastructure Geospatial Information Distribution)

ていく必要があり、筆者はホットスタンバイ状態と呼んでいる。

特に、近年では災害シミュレーションのような数秒レベルのものから都市の長期のシミュレーションのような数十年後まで、様々なタイプの時系列データも作成されており、これらをアニメーションではなく、WebGISの1レイヤーとして可視化を行っていく事も大変重要である。そこで本研究では、いくつかのタイプの時系列データに着目し、オープンなWebGIS環境で可視化を行っていくための手法の構築とその検証を行う。

2. 手法

2.1 想定する WebGIS 環境

一般に時系列データは個別分野ごとにかなりタイプが異なるため、個別分野に特化したスタンドアロンソフトで扱う事が多い。例えば、建物の振動シミュレーションやセンシングに関する事例を取り扱う「強レジリエント化に向けた都市 CPS (β版) (<https://city-cps.net/>)」では、スケールの異なる建物データなどから構造物の耐震性評価・シミュレーションを行うために、データの標準化設計を行っている。データ標準化の上では、さまざまなデータを持ち寄り、蓄積していくために、開発者が共通で確認できる環境として、Web上での可視化が望まれた。

可視化を行うデータは、都市計画基礎調査での建物データや表層地盤情報、住宅の構造解析モデルなど、多岐に渡るデータが存在していたが、これらのデータは一般的にWebGISと呼ばれるシステム上で利用されるデータ形式の大部分をしめるため、データ標準化と同様の発想で、WebGISシステム自体の構築を簡素化し、誰でも自由かつ汎用的に利用できるようにするべく、可視化ツール自体も「simple-geo-viewer」としてGithub上でオープンソースとして公開することとした (<https://github.com/aigidjp/simple-geo-viewer>)。

simple-geo-viewerはNext.jsを利用して構築されており、ベースとなる背景地図の部分はMapLibre GL

JSを使用、GISデータの描画(レイヤーの追加)には3Dデータの表示も必要であったことから、Deck.glを利用している(図1)。

また、これを利用すると、設定ファイルの書き換えを行うだけで、Webブラウザ上でのデータの表示や、初期表示位置、判例の表示、地物の色分けなどを誰でも簡単に行うことができる。

ビューワー起動前に、設定ファイルを書き換えるだけで、サイト閲覧時の初期表示位置やサイトのタイトル、背景地図、サイドバーに表示するレイヤー一覧や、表示させたいデータのURL、レイヤー選択時の地図画面移動位置などを細かく設定することが可能である。また、描画可能なデータとして、geojson、ラスタータイル、ベクタータイル、3DTiles、glTFが可能である。

このほか、本実証で利用するために、時系列データ読み込みプログラムの開発を行い、simple-geo-viewerへコミットした。

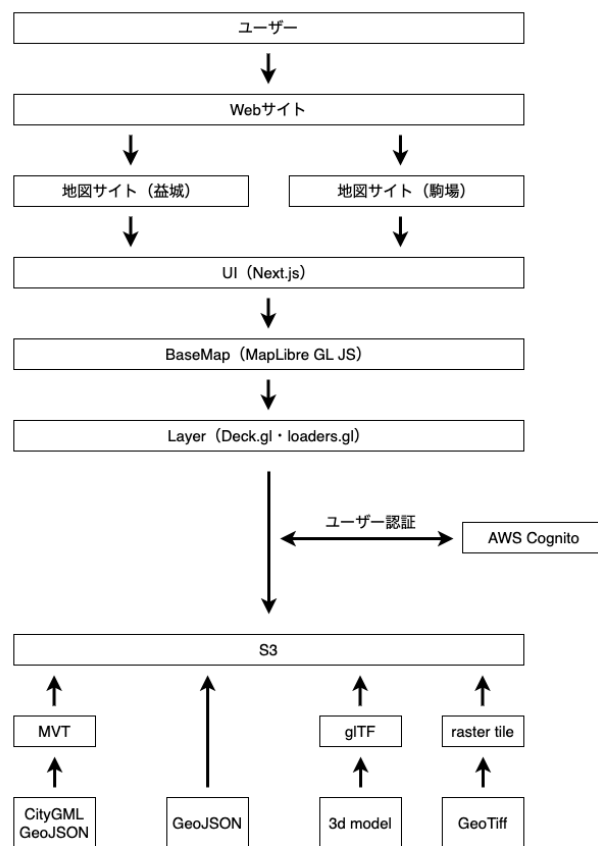


図1 simple-geo-viewerを用いたシステム構成

なお、「強レジリエント化に向けた都市 CPS (β

版)」では simple-geo-viewer を利用して、システム構築手間の簡略化を測った上で、描画用データを AWS S3 に配置、ユーザー認証機能を AWS Cognito を利用して個別に作成した上でサイトの公開を行った (図 2)。

2.2 想定する時系列データ

次に、実際に想定する時系列データを考える。ここでは、2.1 で挙げた数十秒程度の短周期の地震時

の建物の振動シミュレーションと、1 日の中でのバス移動や人流全般を考える。詳細は後述する 3 章の表 2 で具体的なデータを挙げているが、表現時のデータフォーマットとライブラリの組合せは意外と重要である。

本研究では Deck.gl を中心に構成しているため、純粋な建物についても広域を簡易な立体構造等で表示する際は、mapbox ベクタータイルが効率良く、一方で建物の詳細データがあり、一件を詳細にアニメ



図 2 simple-geo-viewer を用いた都市 CPS の画面 (<https://city-cps.net/>)

(ただし、個別建物を表現する本画面はサイトから申し込み頂いた上でログインが必要)

表 1 表現したいデータフォーマットとライブラリの組合せ

フォーマット	コメント	モデル形状	モデル個数	広範囲への対応	座標系	変換方法	cesium	Deckgl
							表示方法	表示方法
glTF/glb	数個のモデルを置いていき、個別にイベントを付けるには便利 ただし位置決めは手動になる場合がある	複雑なモデルもOK	1個	数個のモデルを別個に置く程度	ローカル座標	(仮にifcからとして) ○ifcconvertでobjへ objからglTF/glb ○FME	モデルを置く経緯度を指定	モデルを置く経緯度を指定
mapbox vector tile	図形が箱でいいのであれば、変換もその後の扱いがいちばん便利	footprintからの立ち上げ箱	複数	広範囲に大量の図形を置ける	地理座標	geojsonからとして、 tippecanoeで変換	defaultではなし?	フォーマット内に座標があるためそのままファイルを指定
3DTiles	Cesiumで扱うには便利 Deckglでは表示は良いが、個別のモデルにイベントを付けることはできない	複雑なモデルもOK	複数	広範囲に大量の図形を置ける	地理座標	○1モデルだけであればglTF/glbの手順の後に、位置を決めるjsonを作成 ○その他のフォーマットからはFME	フォーマット内に座標があるためそのままファイルを指定	フォーマット内に座標があるためそのままファイルを指定
i3s	ツールがまだ対応が不足 表示がおかしい	複雑なモデルもOK	複数	広範囲に大量の図形を置ける	地理座標	○3DTilesから変換はツールあり ○その他のフォーマットからはFME	フォーマット内に座標があるためそのままファイルを指定	フォーマット内に座標があるためそのままファイルを指定

メーション化したい場合などは、gITF (GL Transmission Format)の方が表現しやすい。それらの得失を表1にまとめている。また、人流データの可視化データ作成の詳細は、笠原ら(2022)を参照されたい。

3. 実証実験

3.1. データの加工・登録と計測結果

実際に、ここでは2章で挙げたいいくつかのタイプの時系列データをsimple-geo-viewerで表示するまでに、生データをどのように加工し、加工前後でデータ量がどのように変化し、最終的にviewer上での表示に至るまでのパフォーマンスを計測する実験を行った。

詳細は表2にまとめたが、熊本地震をシミュレートした数十秒の揺れに関するものを1つは益城町の一部地域全体を対象にしたもの(4,182棟)と、建物1棟の詳細を表現したものを対象とした。また、バスや人流については、裾野市を対象に公開しているデジタル裾野(<https://www.digitalsmartcity.jp/susono-city/viewer/ind>

ex.html)に搭載しているバスのGTFS(General Transit Feed Specification)データを基にしたもの(1603本)と、東大空間情報科学研究センターで作成・提供している擬似人流データに含まれるリンク交通量データを活用している。なお、デジタル裾野も同様にsimple-geo-viewerを用いており、データ構成の詳細等は、Setoら(2020)を参考にされたいが、一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会(AIGID)より、デジタルシティサービスという形で自治体に対してもサービス提供を行っている(<https://www.digitalsmartcity.jp/>)。

3.2 データの可視化

さらに、それぞれの可視化結果を図2-3にまとめた。表2の1段目の益城町一部地域全体の可視化は、図1に、表2の2-4段目に示す、建物振動データ、デジタル裾野のバスと人流データについては、図3にまとめた。なお、残念ながら、アニメーションの時間遷移を見せるのは紙面の都合もあり難しいが、それぞれのURLを通じて見る事ができる。

表2 実験対象の時系列データのパフォーマンス計測(※1)

	元データサイズ/フォーマット	オブジェクト数	時間解像度	データ登録時の変換方法	変換後サイズ	DL時間(※2)
建物振動データ (益城町一部地域全体)	1.4MB/shape+csv	4,182	0.02秒 (全体2分)	Tippecanoeを利用してMVTに変換	316KB	133ms
建物振動データ (1棟の詳細建物)	1.3MB/dxf	1	上と同程度	Blenderを利用しdxfをgITFに変換	7.5MB	755ms
バス移動データ (裾野全域)	1.3MB/json	1,603(富士急シティバス平日682,土曜442,日祝日441,すその一38)	1分間隔 (全体1日)	GTFSの運行情報およびバス停位置情報、経路情報を元に時間単位のバスの位置を内挿補間して作成(※3)	1.4MB	39ms
リンク交通量データ (裾野全域)	3.3GB弱 (全国分) /csv+txt	1200万強 (全国分)	6分間隔 (全体1日)	Pythonのプログラムを作成し、MVTに変換	87.4KB (裾野市分)	325ms (裾野市分)

※1 計測環境: 使用PC: MacBook Pro (16-inch, 2019), CPU: 2.6 GHz 6コア Intel Core i7, メモリ: 32 GB 2667 MHz DDR4, OS: MacOS 11.6.8, ブラウザ: Google Chrome 103.0.5060.134, 回線速度: 150Mbps

※2 今回はDL後の描画そのものにかかる秒数はほぼ0となっている。

※3 ただし、富士急シティバスはGTFSのうち経路情報(shape.txt)がないため、運行情報およびバス停位置情報を元にDRMデータを内挿補間して、経路情報を作成している。

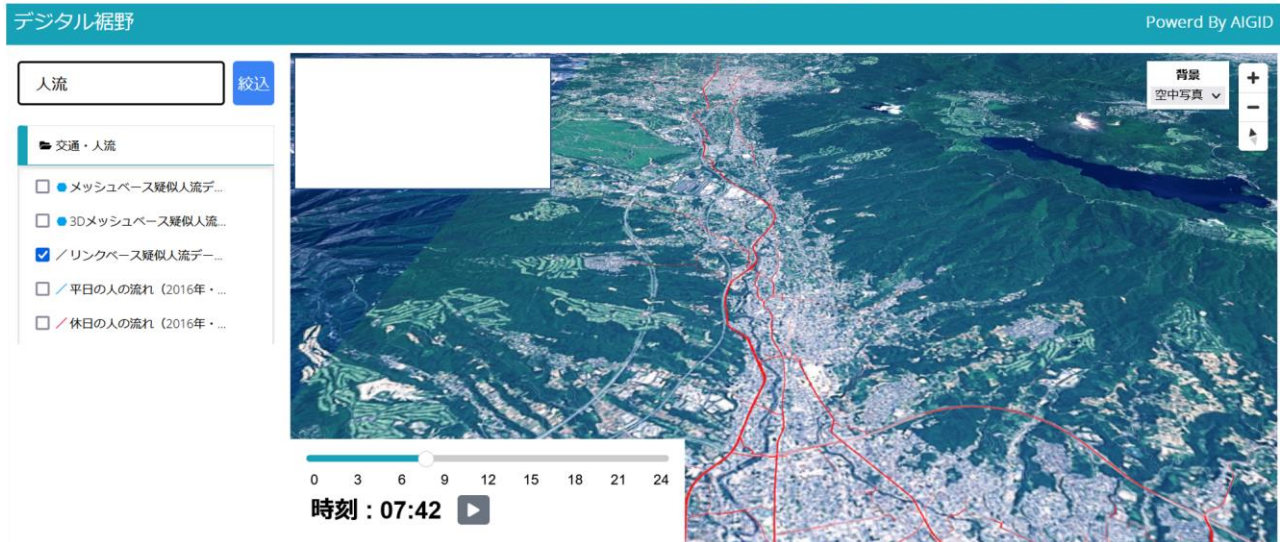
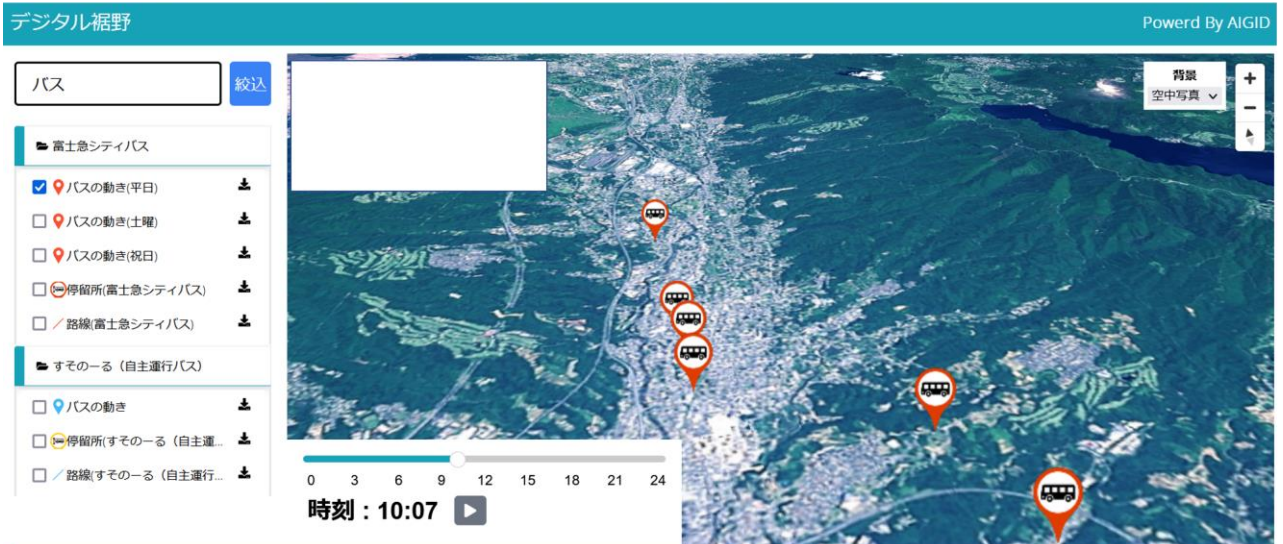
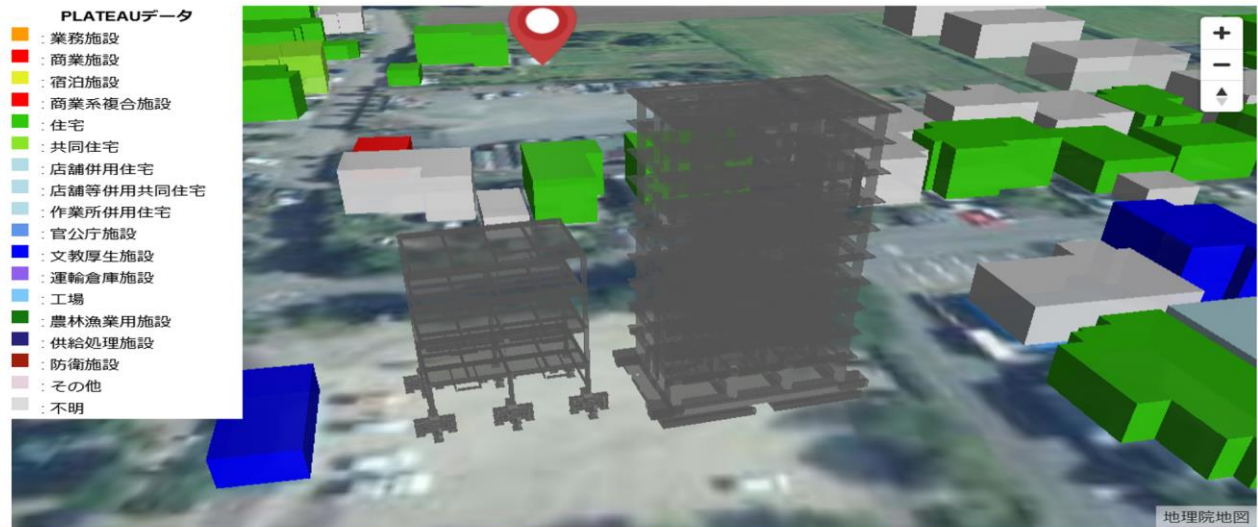


図3 描画状況 (上段: 防災科研の実験振動台 E ディフェンスが熊本地震を受けた想定の場合, 中段: デジタル裾野で個別のバスを GTFS データに沿う形で動かしたケース, 下段: デジタル裾野で人流を表示したケース)

4. おわりに

本研究では、近年多様化している様々な時系列データを WebGIS 上で可視化された状態で共有する方法として、元データからの加工手法や可視化の工夫をまとめるとともに、実際のデータ量や表示に至る時間等を計算した。実際の加工プログラム等は学会発表時までには、Github 等で公開していく予定である。

謝辞

本研究の一部は 2019～2022 年度に行われている防災科学技術研究所の委託研究「観測データに基づくデータ解析および数値シミュレーションによる実構造物群の耐震性能評価システムの調査研究」（研究代表者：関本義秀）の開発成果を元にしていきます。

参考文献

笠原有貴，関本義秀，樫山武浩，瀬崎薫，ベクトルタイル技術を用いた全国規模の人流データの効率的な可視化，GIS-理論と応用，Vol. 30, No.2, pp.1-6, 2022.

Toshikazu Seto, Yoshihide Sekimoto, Kosuke Asahi and Takahiro Endo, Constructing a digital city on a web-3D platform: simultaneous and consistent generation of metadata and tile data from a multi-source raw dataset, The 3rd International Workshop on Advances in Resilient and Intelligent Cities (ARIC 2020) in conjunction with the ACM SIGSPATIAL2020, pp.1-9, November 2020.