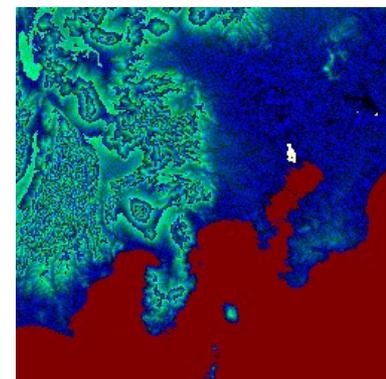
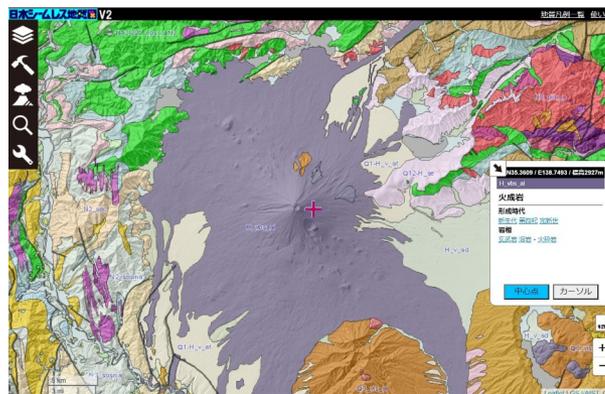
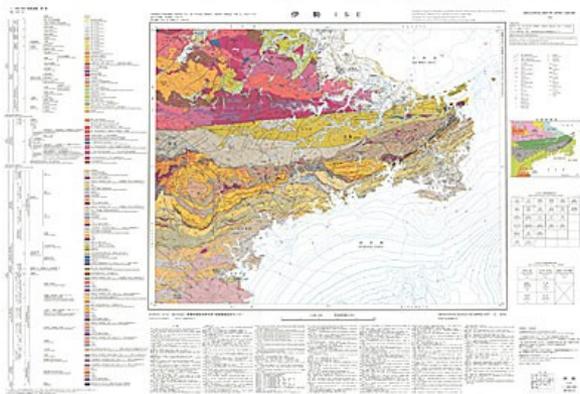


点群データを高速配信するためのフォーマット, 点群PNGのご紹介

西岡芳晴（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）

自己紹介

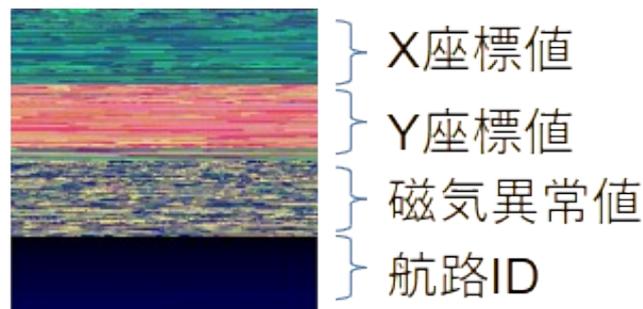
- 所属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
地質情報研究部門 シームレス地質情報研究グループ
- 氏名 西岡芳晴
- 仕事
 - 地質図幅（紙）作成
 - 20万分の1日本シームレス地質図開発（ウェブ）
 - 地図情報ウェブ配信技術の研究
 - 国土地理院の標高タイル（PNG形式）考案



点群PNG概要

- 二次元及び三次元のポイントデータを表現するためのフォーマット
- 最新版は ver. 0.6 (2021-12-13) 無償で利用可能
 - <https://gsj-seamless.jp/labs/pcpng/>
- PNGによる可逆圧縮を利用してファイルサイズを縮小
- PNGはウェブブラウザが扱いやすいフォーマット
- ラインデータを扱うこともできる
- 座標値以外の属性情報も扱える

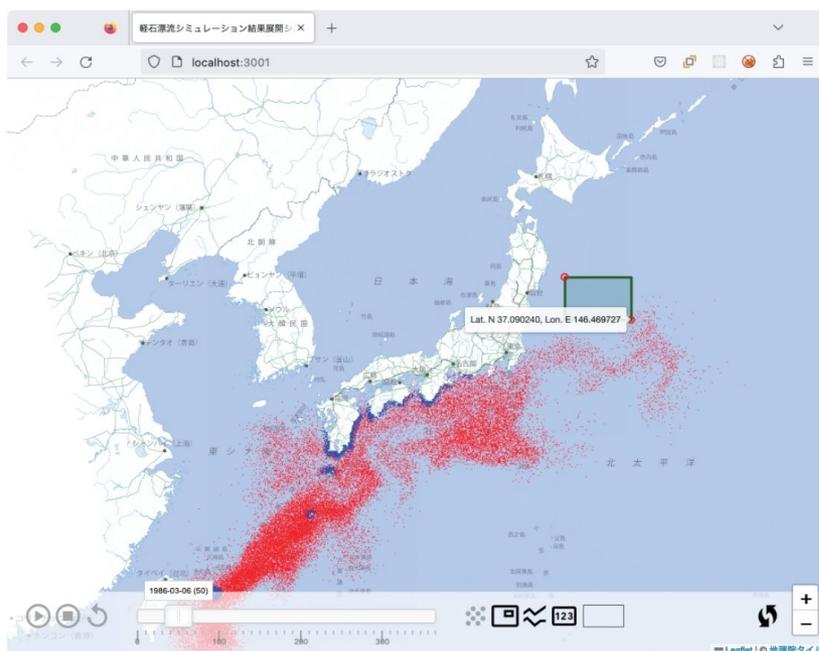
二次元点群PNGサンプル
海洋磁気異常値(約570万点)



点群PNG利用事例(1)

軽石漂流シミュレーション結果の可視化

「点群PNGを用いた軽石漂流シミュレーション結果の可視化：漂流軽石のハザード評価システムの構築に向けて」（桑谷立ほか, 2023；情報地質第34巻, 61-68p）より



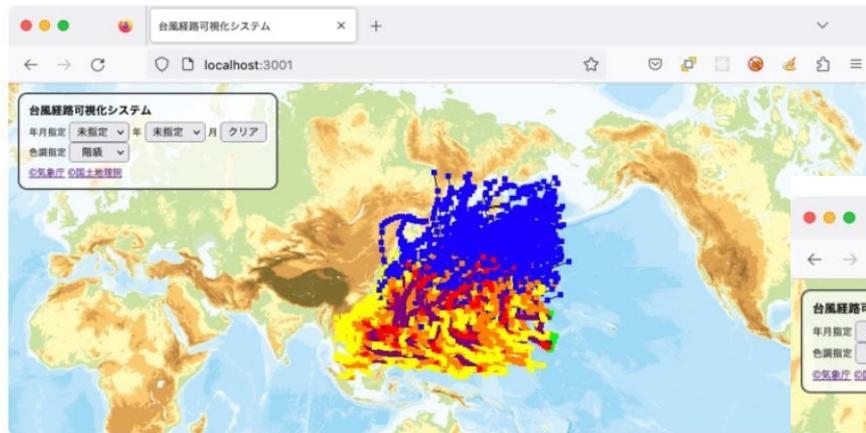
- 西表島北東部海底火山噴火後の50日後のシミュレーション
- ソースのテキストファイル(約400MB)を点群PNG(約70MB)に変換して利用
- ポイント数：17,934,000点
- 識別子の取得ではGPGPUを利用

点群PNG利用事例(2)

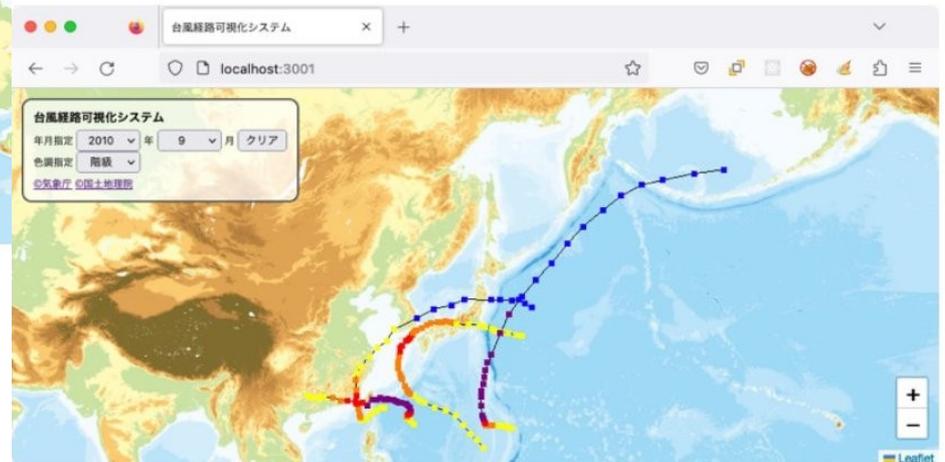
台風経路可視化システム

<https://kitao.net/works/typhoon/>

- 22年間538件の台風の経路を表示
- 点の色は階級別と中心気圧で切り替え変え可能
- WebGL 2.0のTransform feedbackを利用



第1図 アプリケーションの初期表示

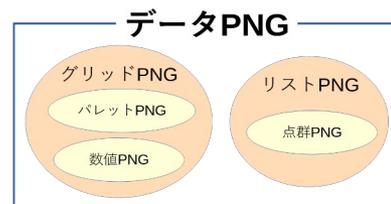


第2図 2010年9月発生の台風を抽出表示した例

「二次元点群展開処理手法の改良」(北尾馨, 2023; 第34回日本情報地質学会講演会 講演要旨集, p35-36)より

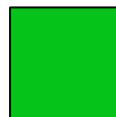
点群PNGのベースはデータPNG

- データPNGは、点群PNGや標高タイルPNG形式(ここでは「数値PNG」)のベースとなる考え方



- 基本: 数値データをピクセルに変換して画像ファイルとして利用
例) 富士山の標高

3,776.24(m) → R=5, G=195, B=24



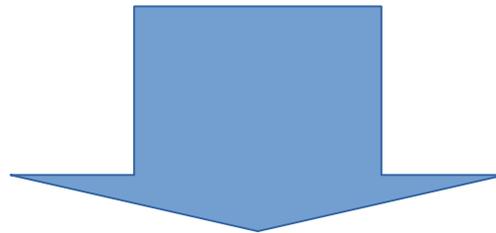
$$(377624 = 5 \times 256 \times 256 + 195 \times 256 + 24)$$

- 特徴

- ✓ 圧縮画像ファイル化, 軽量化に成功
- ✓ 軽量化により転送時間が短縮
- ✓ ユーザーPCのGPUを利用した高速並列処理と親和性が良い

データPNGの設計コンセプト

- 公開データは利用されなければ意味がない
- データの最も有効な利用手段はウェブアプリ
- データのウェブアプリには双方向性や高速性が求められる
- データフォーマットはそのようなウェブアプリを作りやすいフォーマットにすべき



- **ファイルサイズを軽量化し、転送を高速化する**
- **ウェブブラウザ(JavaScript)で扱いやすい形式にする**

1ピクセルで表現できる範囲(標高)

- 1色で表現できる範囲

-83,886.08m ~ 83,886.07m

- マントル上部から中間圏まで表現できます

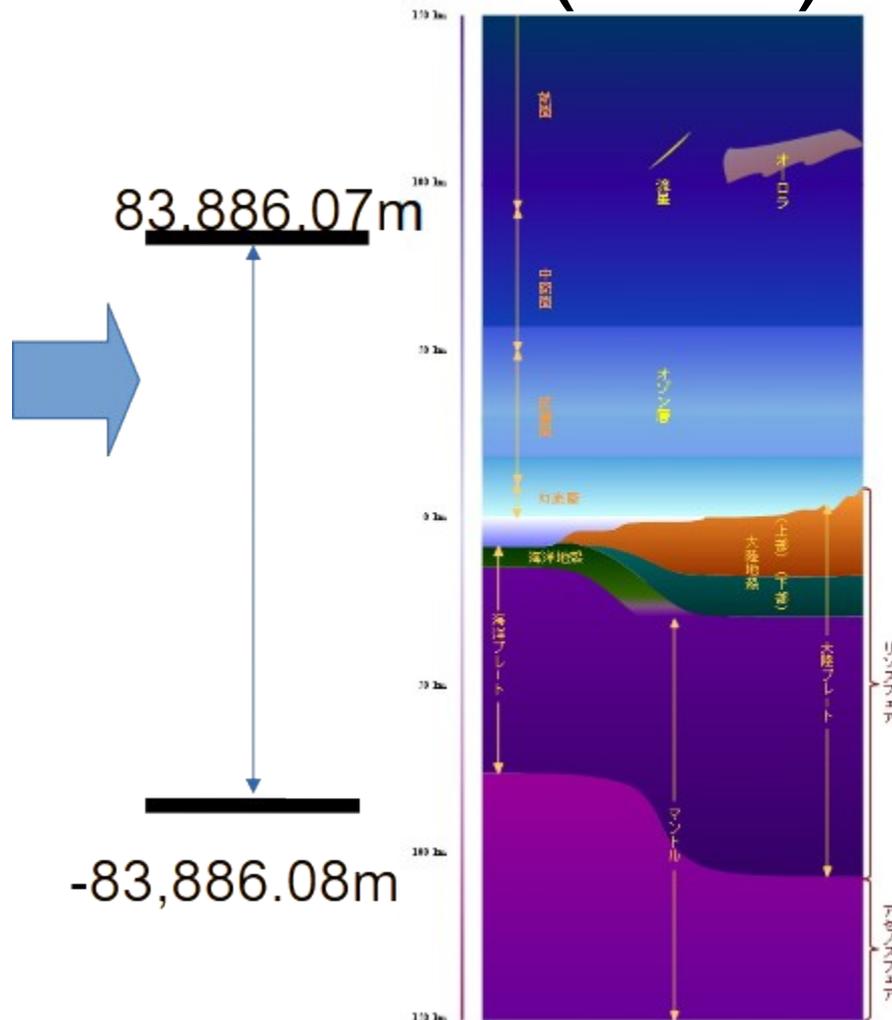
- 地球上の最高, 最低標高を表現できる

- エベレスト

- 8,844m

- マリアナ海溝
チャレンジャー海淵

- -10,991m



産総研地質調査総合センター「地球の構造」より

<https://www.gsj.jp/geology/geology-japan/geology-earth/index.html>

急拡大する大量点群データ公開

都道府県単位で保有するデータを無償公開する動きが始まっている

- 静岡県 2019年
 - 図郭 地図情報レベル500 400x300m
 - ファイルフォーマット LAS 1.2 レコードフォーマット3
- 和歌山県 2023年3月1日開始
 - 図郭 地図情報レベル2500 2x1.5km
 - ファイルフォーマット テキスト
- 長崎県 2023年3月14日開始
 - 図郭 旧四次区画 1000x750m
 - ファイルフォーマット LAS 1.2 レコードフォーマット2
- 東京都 2023年9月1日
 - 図郭 地図情報レベル500 400x300m
 - ファイルフォーマット LAS 1.2 レコードフォーマット3
- 兵庫県（ただしグリッドデータ） 2020年1月
 - 図郭 地図情報レベル2500 2x1.5km

既存の点群ファイルフォーマット

• LAS

- 広く普及した標準的な三次元点群フォーマット
- バイナリー形式であり位置情報以外の様々な情報を保持できる

• COPC

- LASを圧縮したLAZ 1.4ベースの三次元点群専用フォーマット
- 2021年にver.1.0の仕様が公開
- 内部に8分木構造を保有しており、効率的なデータ取得が可能



• Potree形式

- Potree(三次元点群データのブラウザ上ビューアー)が使用するフォーマット (仕様は公開されていない)
- 三次元ポイントデータ専用であり、圧縮機能は持たない

• 3D Tiles

- 地図上の3Dコンテンツを表現するための国際標準規格 (OGC)
- ポイント以外の3Dオブジェクトデータを含み、圧縮機能は持たない



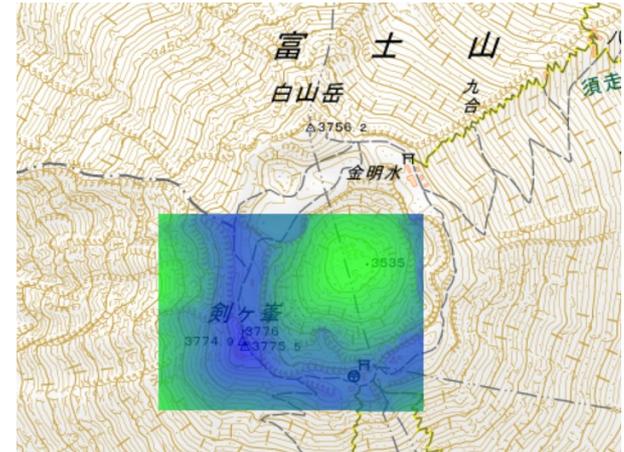
比較テスト(データソース)

● データソース

- 富士山山頂剣ヶ峰周辺
- ファイルサイズ 約1.5GB
- ポイント数 約4,700万点
- G空間情報センターからダウンロード

「VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山および静岡東部
点群データ」

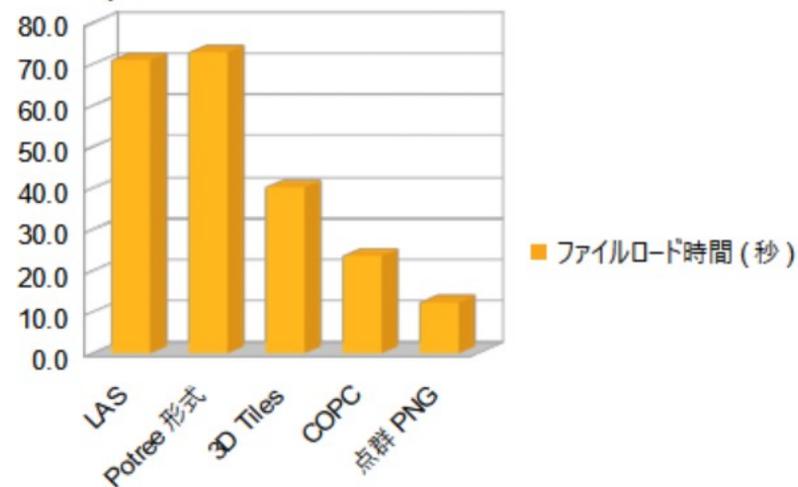
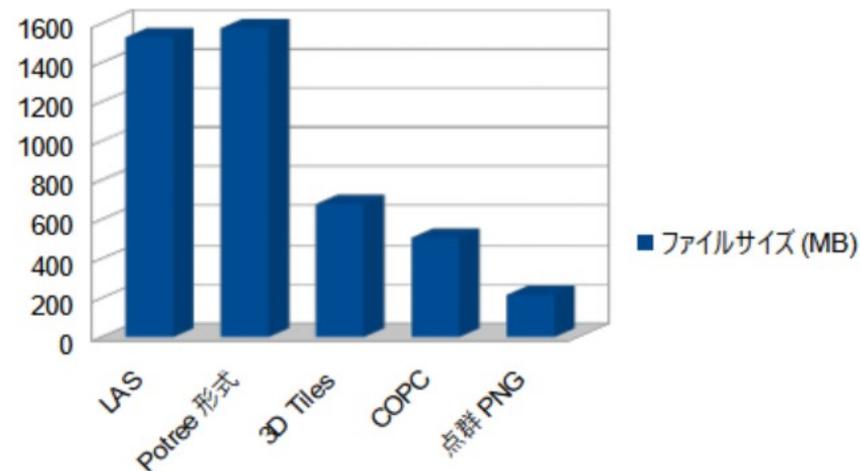
- データフォーマット LAS ver. 1.2
- テスト用に剣ヶ峰を含む4つのLASファイルを連結



データの範囲，背景は地理院地図（標準地図）

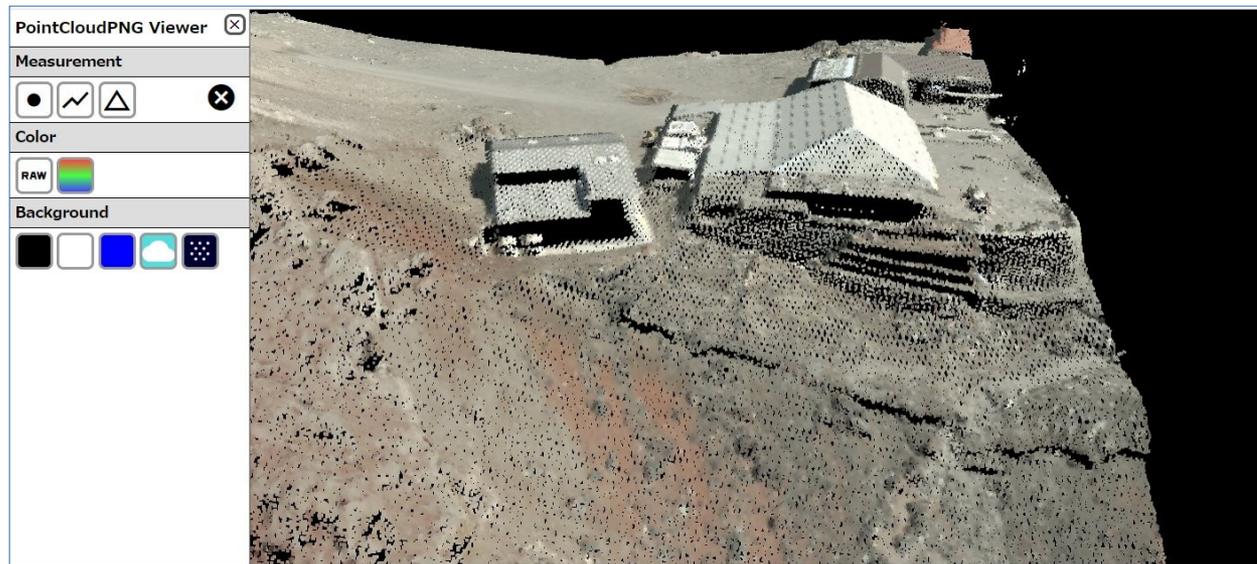
比較テスト(結果)

	ファイルサイズ (MB)	ロード時間 (秒)
LAS	1529	71.0
Potree形式	1574	72.9
3D Tiles	678	40.2
COPC	505	23.5
点群PNG	214	12.3



点群PNGコンバーター(公開準備中)

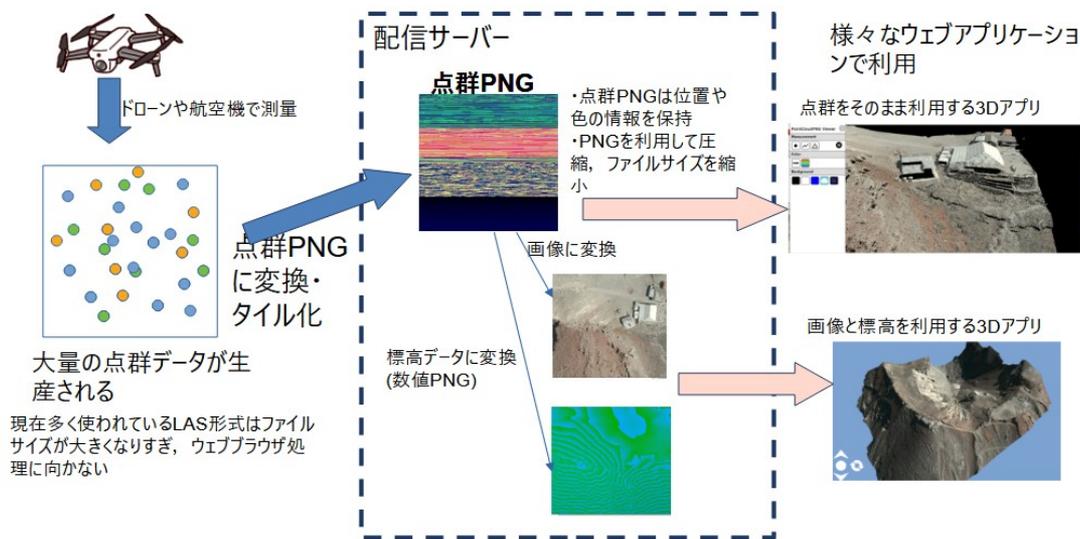
- LASファイルをドラッグ&ドロップで受け取り，点群PNGに変換するウェブアプリ
- 点群PNGを表示するためのサンプルウェブアプリも生成して同時に出力



点群PNGコンバーターが点群PNGファイルとともに出力するサンプルウェブアプリ

点群PNGタイル

- 点群PNGタイル: 地理院タイルと同様の仕組みでタイル分割された点群PNG
- 点群PNGタイルや標高タイルを含めて, 大量点群データを公開する「点群公開ファイルセット」を提案



点群公開ファイルセットの生成モデル

点群公開ファイルセット

- 点群公開ファイルセットとは、大量の点群データを公開するためにサーバーに設置するファイルセットです
- 高速なウェブアプリケーションが構築できるように設計されています
- 以下の4つのサブセットからなります

オリジナル点群データ	LAS形式	ダウンロード用
写真タイル	JPEG形式	Web API用
標高タイル	数値PNG形式	Web API用
点群タイル	点群PNG形式	Web API用

点群公開ファイルセットサンプル 富士山山頂火口-(1)概要

- 紹介ページ
 - <https://gsj-seamless.jp/pointCloud/sample/crater/>
- データ出典
 - VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山および静岡東部 点群データ
- 範囲
 - 山頂火口周辺の東西1200m, 南北900m
(データソースのLASファイル9枚分の範囲)
- ポイント数
 - 105,106,003 (1m²あたり約97.3ポイント)



点群公開ファイルセットサンプル

富士山山頂火口-(2)ファイルセット

- オリジナル点群データ

- ファイルフォーマット LAS
- 合計ファイルサイズ 3.32GB
- ファイル数 9

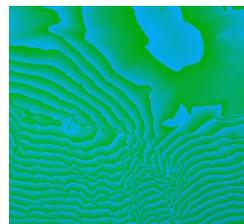
- 写真タイル

- ファイルフォーマット JPEG
- 合計ファイルサイズ 53.6MB
- ファイル数 423



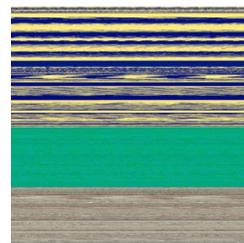
- 標高タイル

- ファイルフォーマット 数値PNG
- 合計ファイルサイズ 6.03MB
- ファイル数 122



- 点群タイル

- ファイルフォーマット 点群PNG
- 合計ファイルサイズ 584MB

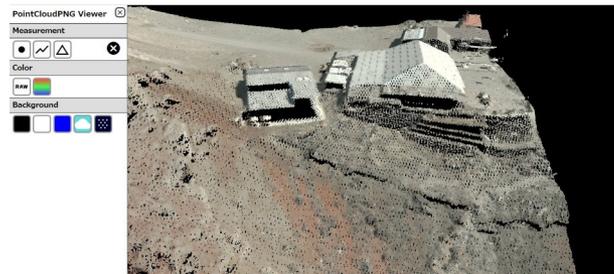


ファイル数 123

点群公開ファイルセットサンプル 富士山山頂火口-(3)利用方法

- 写真タイルは地図ライブラリ
(Leaflet, MapLibre GL JS等)を使って簡単に表示できます。
- 標高タイル・写真タイルは、3Dのに対応した地図ライブラリ (MapLibre GL JS等) や、MyMap3Dを用いて3D表示ページが作成できます。
- 点群タイルはJavaScriptプログラム作成して利用します。

例) https://gsj-seamless.jp/pointCloud/sample/crater/viewer18_103514_232092/



今後について

- **点群PNG正規公開版(ver. 1.0)**：近日公開
- **点群PNGコンバーター**：公開準備中
 - 単体LASファイルから点群PNGファイルと表示システムを出力するウェブアプリ
- **点群PNGタイルジェネレーター**：開発中
 - 複数LASファイルから点群PNGタイルを生成するWindows版アプリ
- **点群PNGタイルビューアー**：開発準備中
 - 汎用の点群PNGタイル表示ウェブアプリ