


# 標高タイルを使った地形可視化と 高品質な標高タイル作成ツールの開発

～全国Q地図の取組～

# 自己紹介

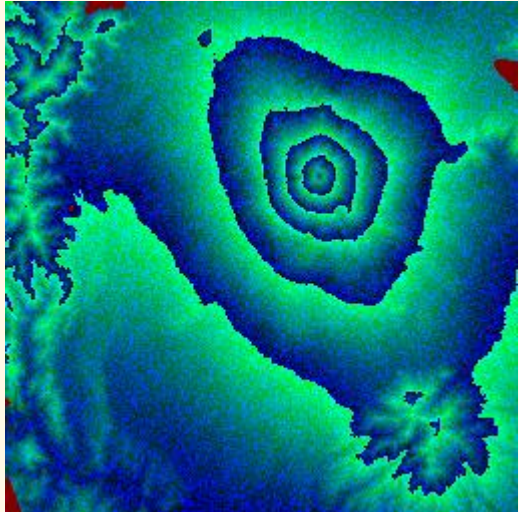
- 2020.1～ 趣味で「全国Q地図」運営
- 2024.11～ 株式会社Geolonia
- X(旧Twitter) :  山と地図 @Yama\_Chizu
- 福岡県在住

# 今日お話しする内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

# 標高タイルとは

- 標高を記録した地図タイル



10/906/404.png  
(256×256ピクセル)

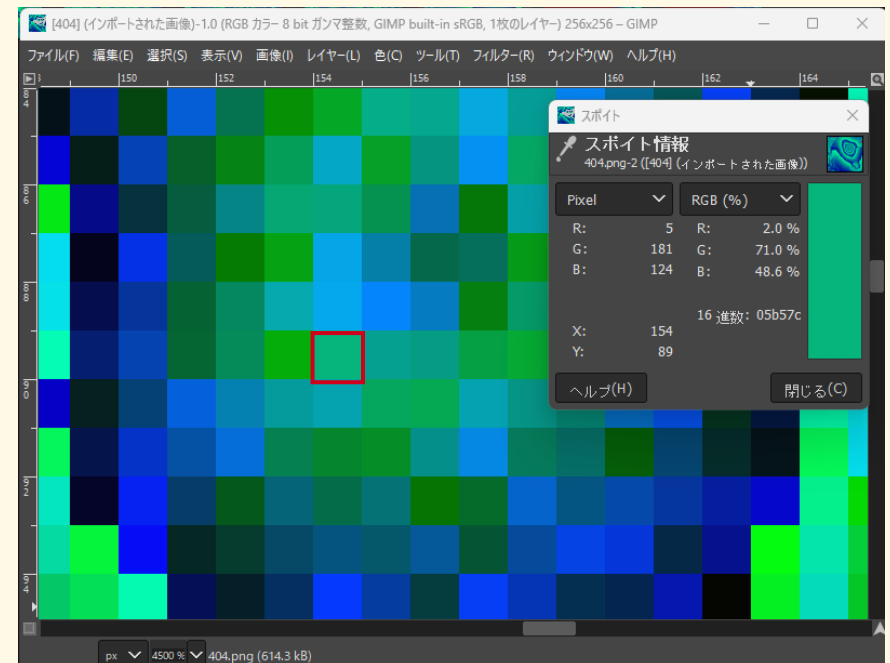
# 標高タイルとは

- 標高値をRGB値に換算して記録

- 例 (R, G, B) = (5, 181, 124)の場合、  
 $(2^{16} \times 5 + 2^8 \times 181 + 124) \times 0.01 = 3741.40 \text{ m}$

- 変換式は数種類あり

- 産総研 数値PNGタイル
- Mapbox Terrain-RGB tiles
- Terrarium format PNG tiles



# 国内の標高タイルの配信状況

- 国土地理院 地理院タイル
  - ・ 基盤地図情報10m（地形図の等高線から作成）
  - ・ 基盤地図情報5m（航空レーザー測量、写真測量）
- 産業技術総合研究所 シームレス標高タイル
  - ・ 地理院タイルや兵庫県の航空レーザー測量成果を組み合わせて
- 栃木県・兵庫県・高知県
  - ・ 林野庁事業
- 全国Q地図

# 今日お話しする内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

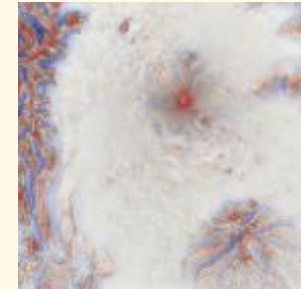
# 標高タイルを使った地形可視化

例えば、CS立体図のWeb公開を例に

- 現在主流の方法：CS立体図の画像をタイル化してWeb公開

○

- ・ 様々な環境で容易に利用できる



×

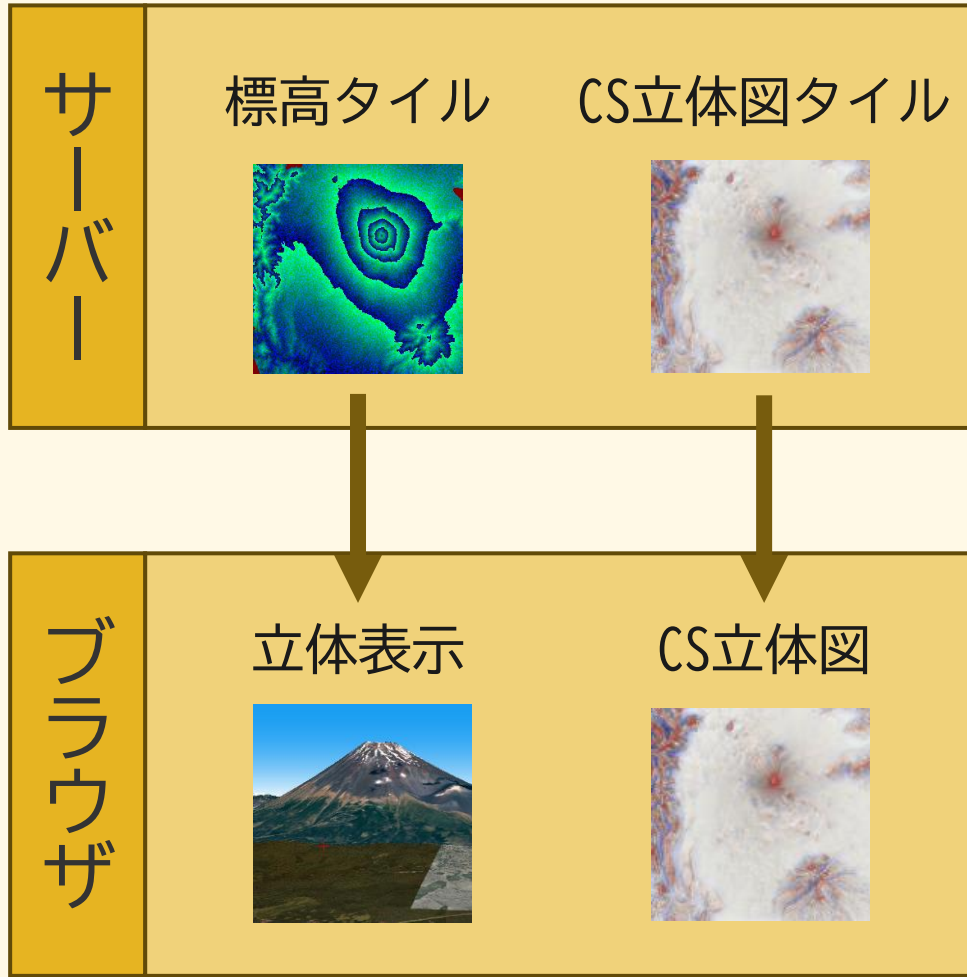
- ・ 立体表示をするための標高タイルとは別に、CS立体図のタイルを作成・配信する必要
- ・ ユーザー側で表現の調整が不可能



# 標高タイルを使った地形可視化

ベクトルタイルに似ている!?

## 現在主流の方法



## 新たな方法



# 全国Q地図MapLibre版～Q地図地形ビューアー～

- URL : <https://maps.qchizu.xyz/maplibre>
- 地図ライブラリ : MapLibre GL JS
- JavaScriptフレームワーク : Svelte
- 公開開始 : 2024.1
- ソースコード : [https://github.com/qchizu/qchizu\\_maplibre](https://github.com/qchizu/qchizu_maplibre)



# 全国Q地図MapLibre版～Q地図地形ビューアー～

全国Q地図MapLibre版

説明

通常版

閉じる←

## 標高データ

Q地図1A

◆印の描画に反映

## 背景(基図)

- 標準地図
- 淡色地図
- 写真
- OpenStreetMap
- 段彩図◆

CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1



小 大

赤・青の濃度 係数: 1

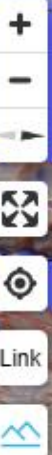
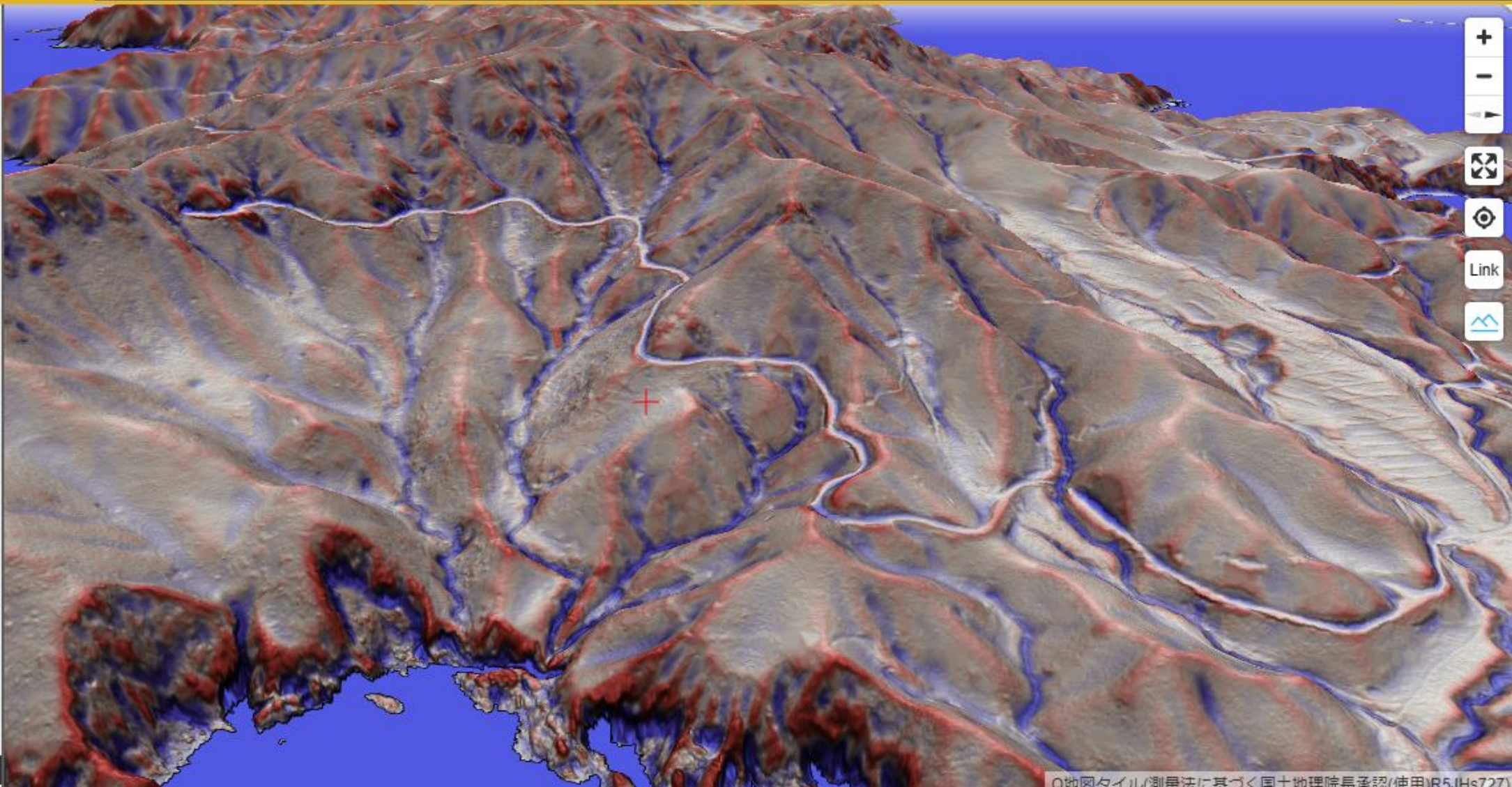


薄 濃

背景なし

能登写真

200 m (2020, 2022)





# CS立体図 (標準)

全国Q地図MapLibre版

説明

通常版

閉じる←

標高データ

Q地図1A ▼

◆印の描画に反映

背景(基図)

- 標準地図
- 淡色地図
- 写真
- OpenStreetMap
- 段彩図◆
- CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1



小 大

赤・青の濃度 係数: 1

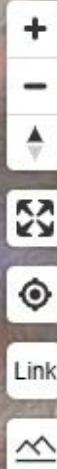
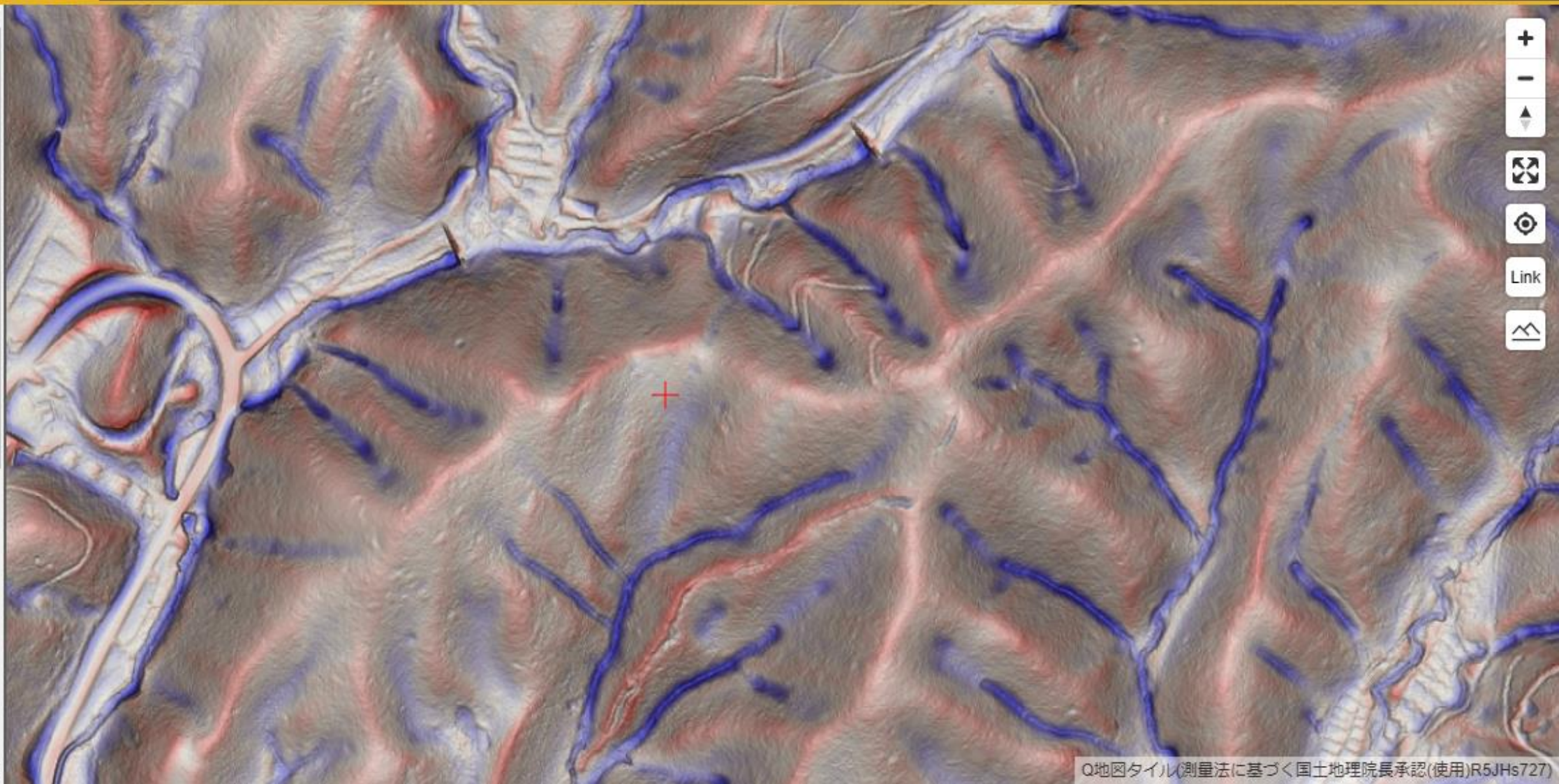


薄 濃

背景なし

100m写真

(2020-2022)





# CS立体図 (小地形を強調)

全国Q地図MapLibre版

説明

通常版

閉じる←

標高データ

Q地図1A ▼

◆印の描画に反映

背景(基図)

- 標準地図
- 淡色地図
- 写真
- OpenStreetMap
- 段彩図◆

CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 0.2

小 大

赤・青の濃度

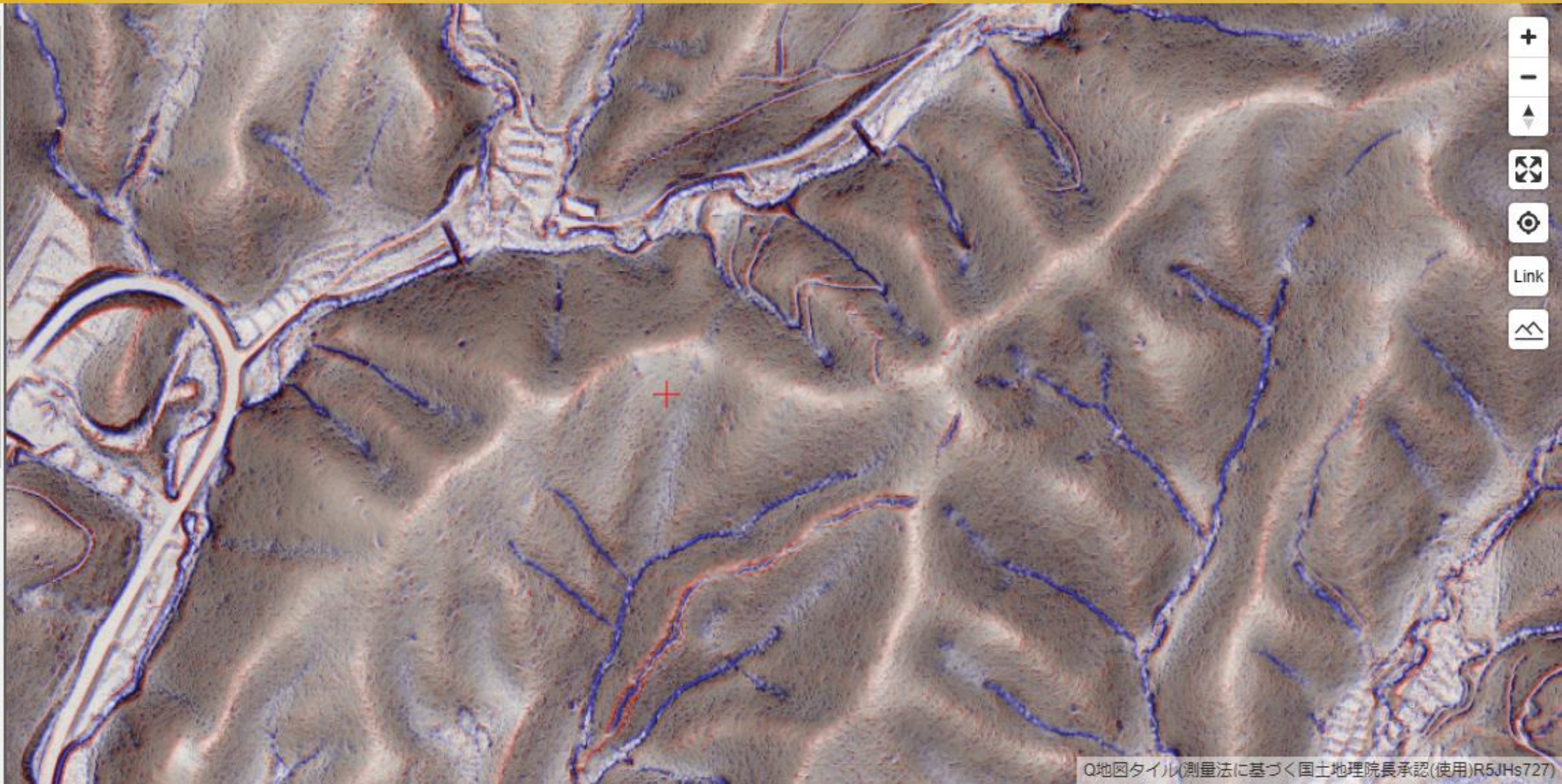
係数: 1

薄 濃

背景なし

100m写真

(2020-2022)





# CS立体図 (赤・青薄め)

全国Q地図MapLibre版

説明

通常版

閉じる←

標高データ

Q地図1A ▼

◆印の描画に反映

背景(基図)

- 標準地図
- 淡色地図
- 写真
- OpenStreetMap
- 段彩図◆
- CS立体図(試験版)◆

表現する地形のスケール 係数: 1



小 大

赤・青の濃度 係数: 0.4

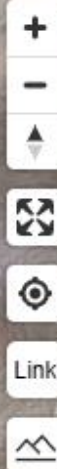


薄 濃

背景なし

100m写真

(2020-2022)



# 今日お話しする内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

# 高精度・高解像度・高品質な標高タイル

- 全国Q地図MapLibre版の特長

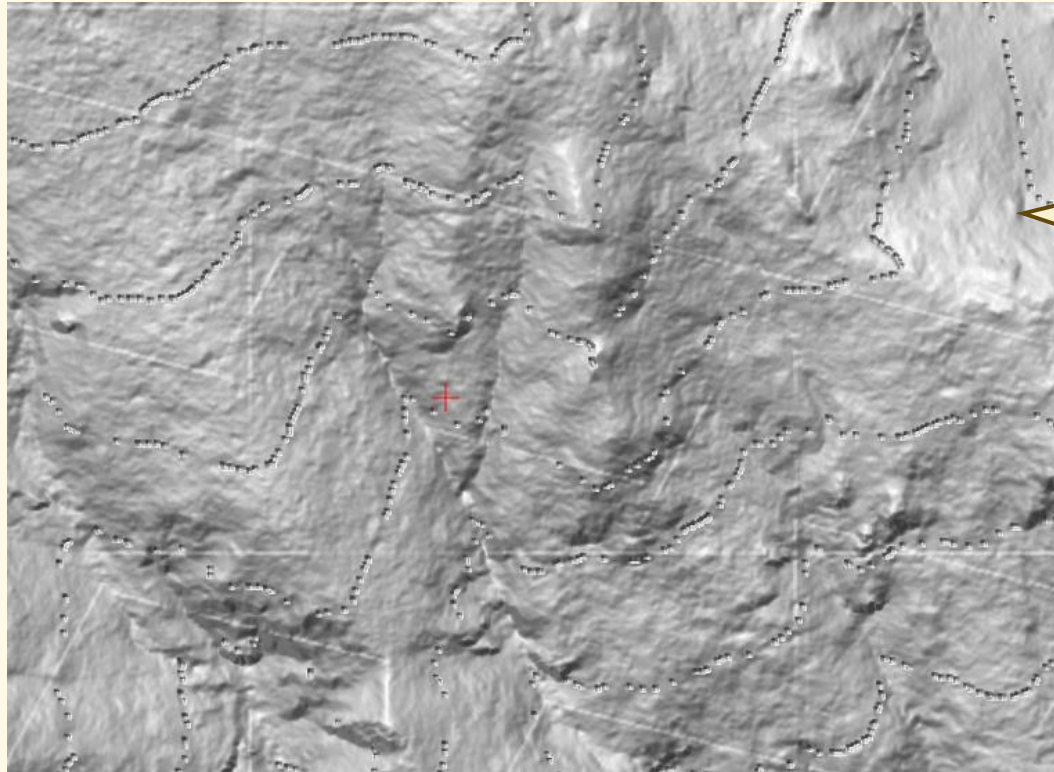
高精度・高解像度・高品質な標高タイルを使って、  
様々な地形表現ができるため、とにかく地形がよく分かる

- 高精度・高解像度な標高データ  
→ 航空レーザ測量により整備
- 高品質な標高タイル  
→ ①適切にリサンプリングが行われていること  
②適切な標高分解能をもつタイル規格で作成されていること



# 適切なリサンプリング

- 立体表示では違いが感じられにくいですが、CS立体図、傾斜量図、陰影図では、適切なリサンプリングが重要



適切にリサンプリング  
できていない！

# 標高タイルの規格

- 数値PNGタイル（産業技術総合研究所）

$X = 2^{16} R + 2^8 G + B$ 、標高分解能  $U = 0.01$  として

$X < 2^{23}$  の場合 標高値 =  $X * U$

$X = 2^{23}$  の場合 無効値

$X > 2^{23}$  の場合 標高値 =  $(X - 2^{24}) * U$

- Mapbox Terrain-RGB tiles

標高値 =  $-10000 + 0.1 * (2^{16} R + 2^8 G + B)$

- Terrarium format PNG tiles

標高値 =  $-32768 + 2^8 R + G + 2^{-8} B$

# 標高タイルの規格

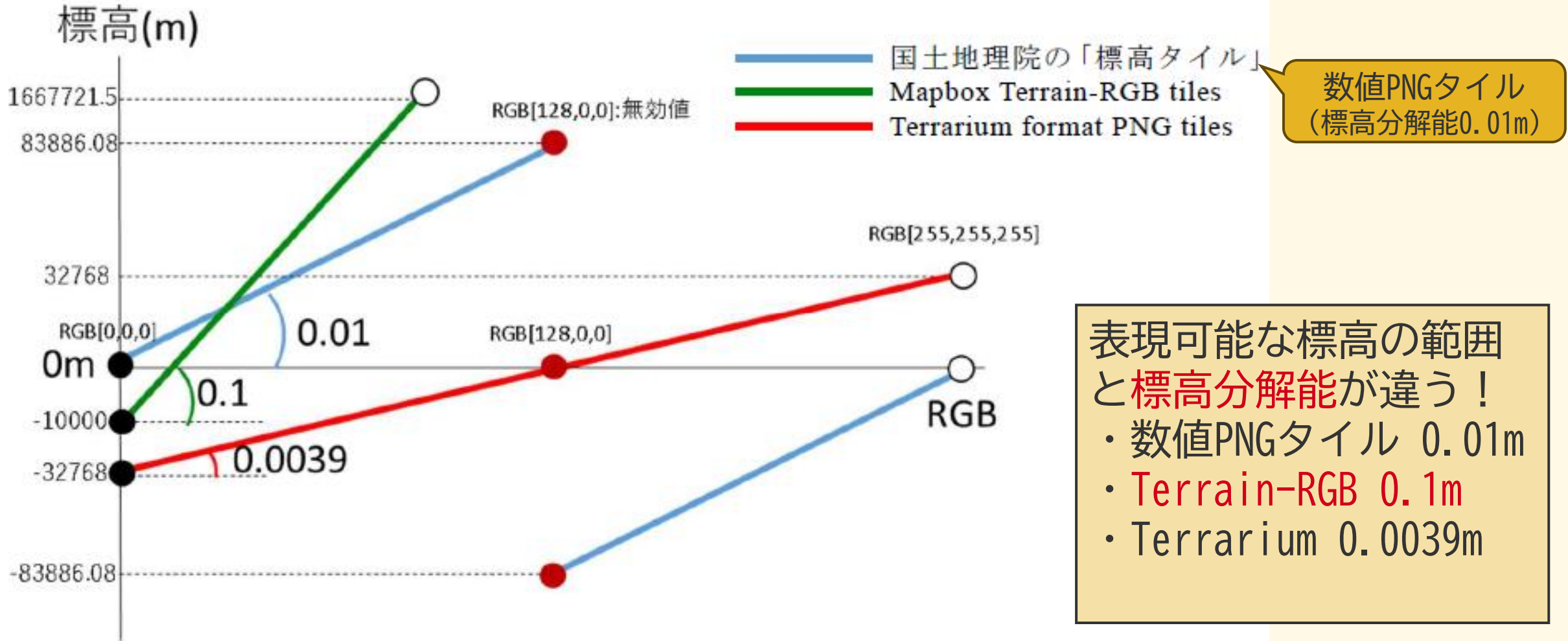


図-1 各 PNG 標高タイルのデコード式の比較



# 標高分解能の違い

0.1mでは、等高線状のラインが入ってしまっている

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL18 ※0.5m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



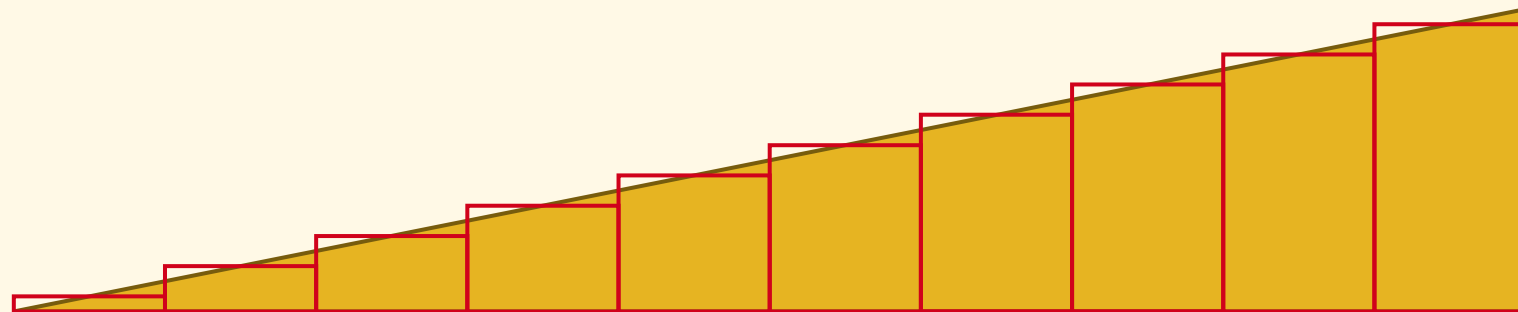
標高分解能0.1m単位でデコード

# 標高分解能の違い

- 標高分解能が不足すると、等高線状のラインが入る

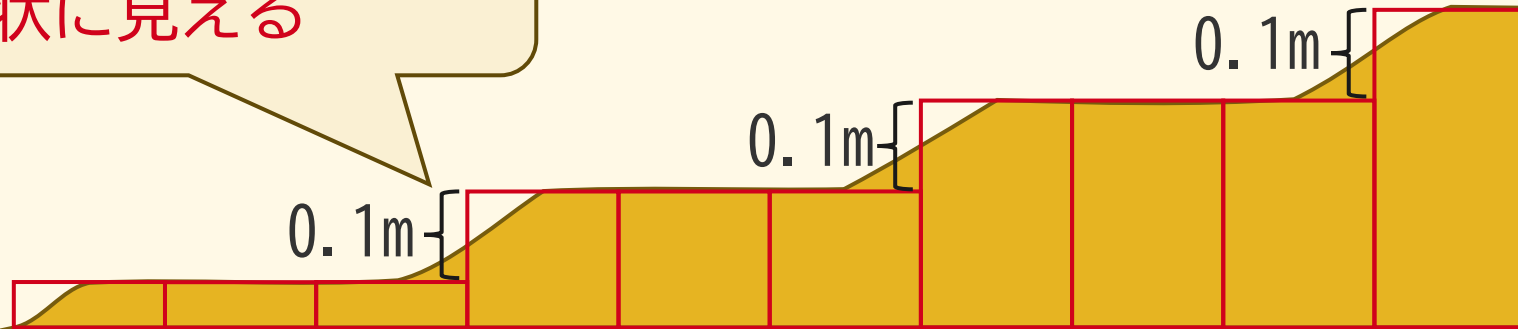
水平方向の分解能  
に対して

標高タイル  
0.01m単位



急傾斜の部分  
→等高線状に見える

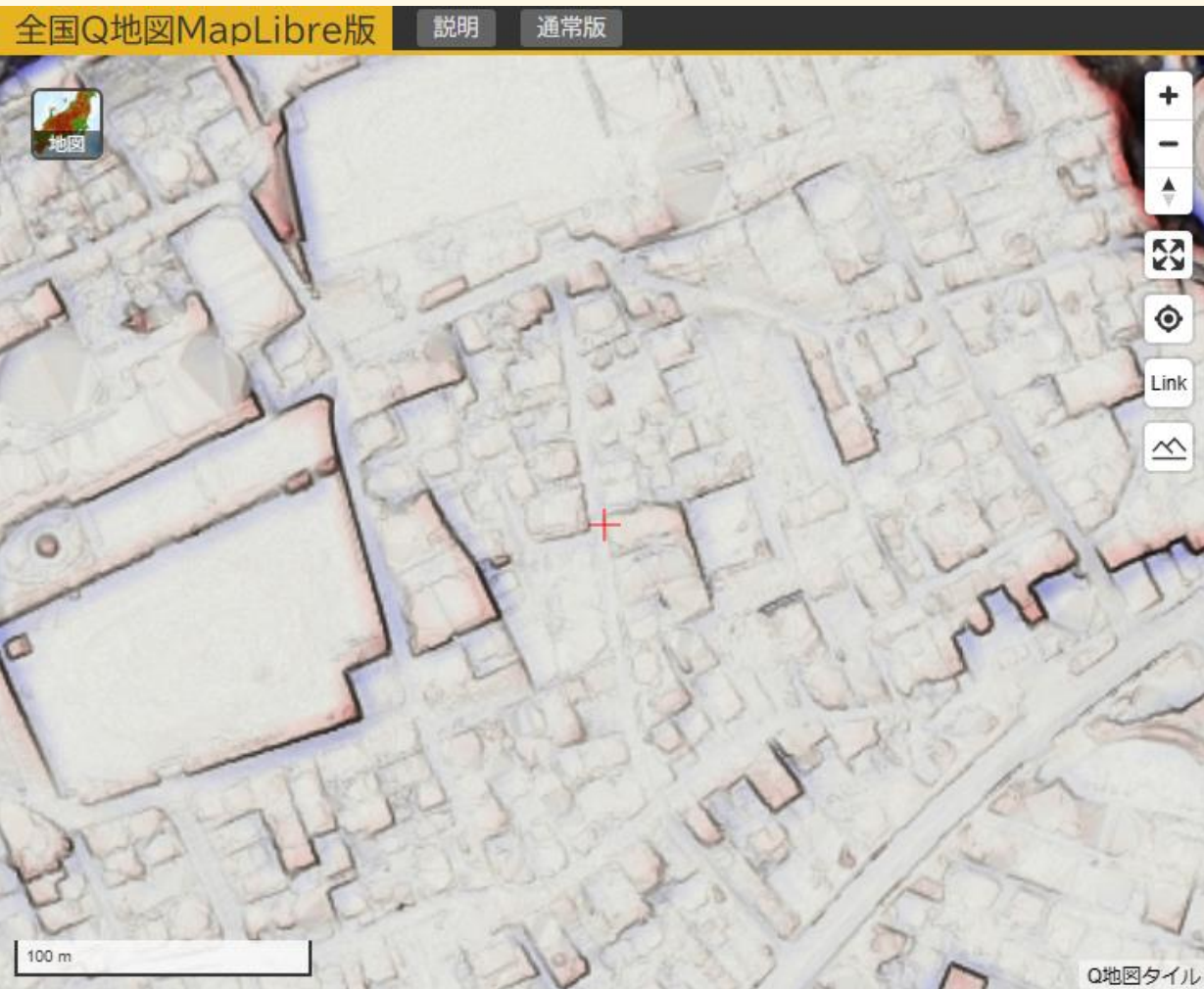
標高タイル  
0.1m単位



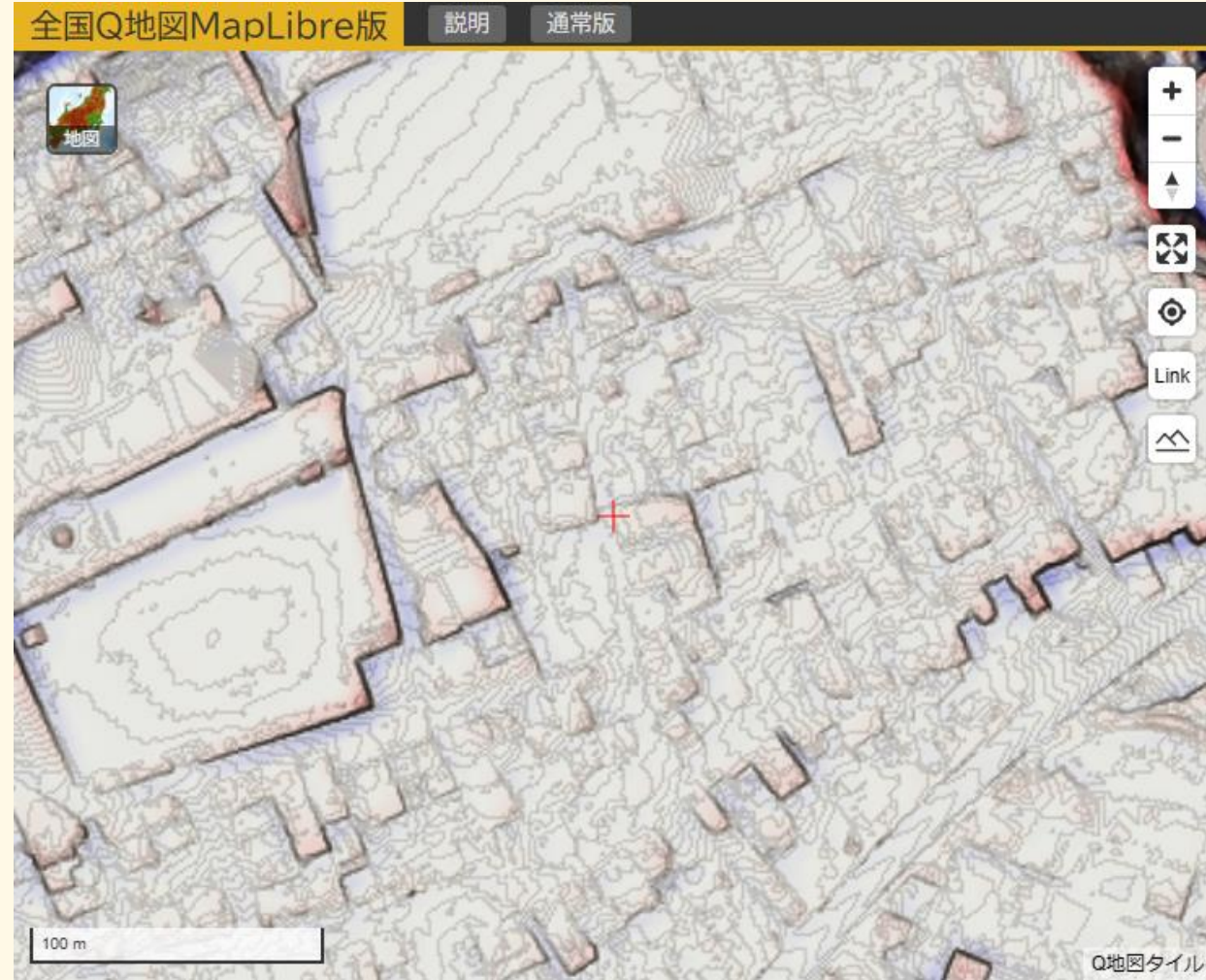


# 標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL17 ※1m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



標高分解能0.1m単位でデコード



# 標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL16 ※2.5m相当



標高分解能0.01m単位でデコード

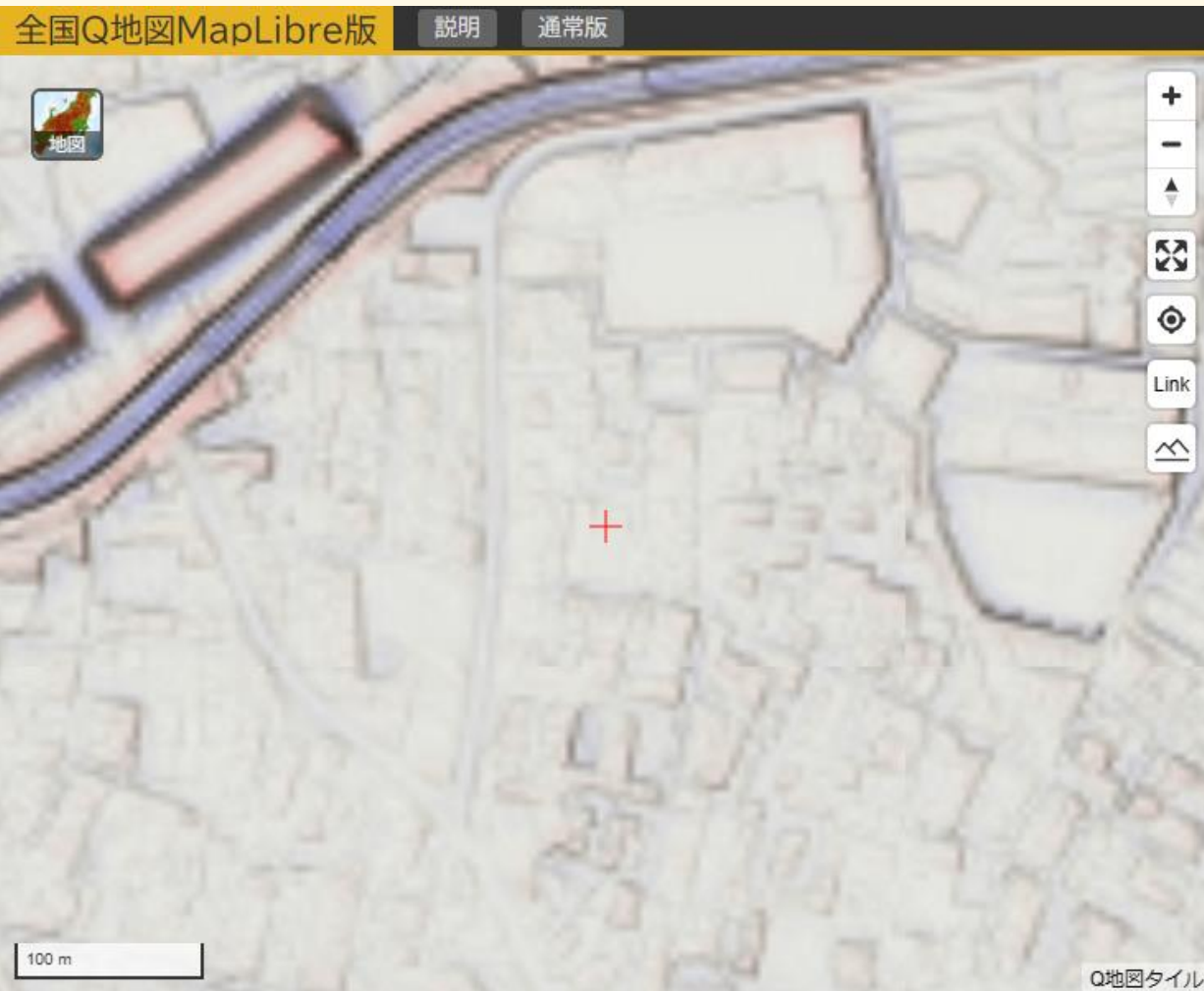


標高分解能0.1m単位でデコード

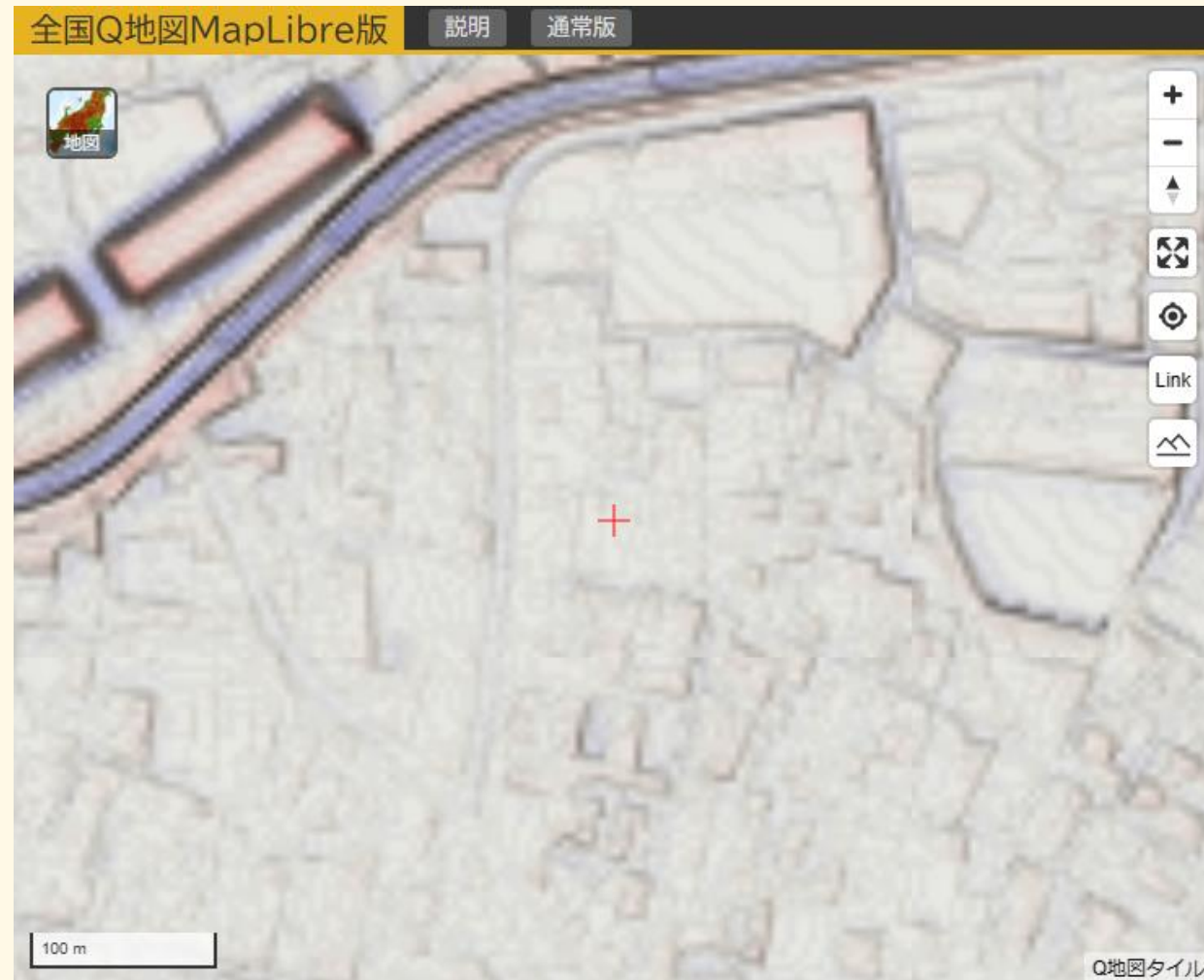


# 標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL15 ※5m相当



標高分解能0.01m単位でデコード

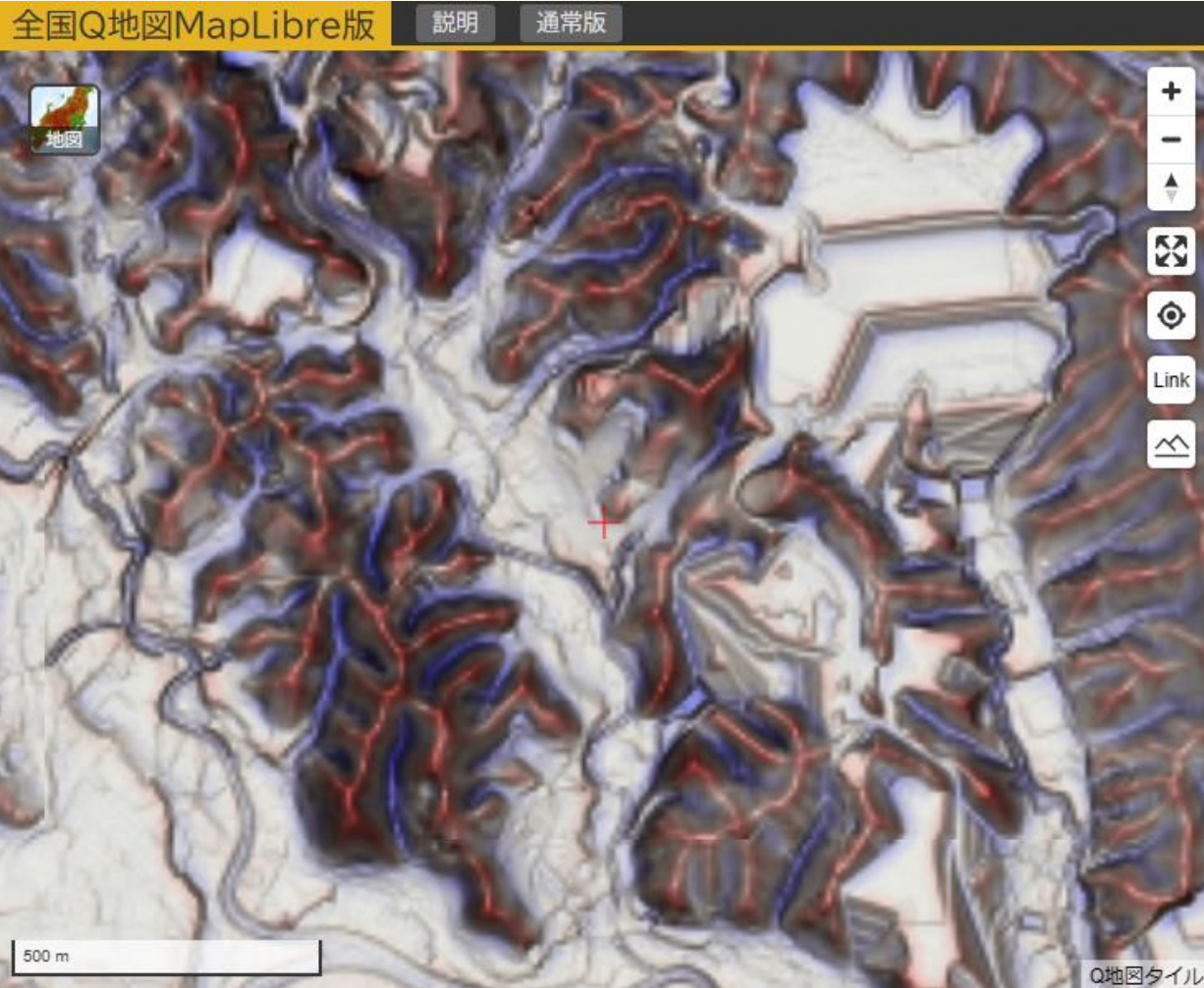


標高分解能0.1m単位でデコード

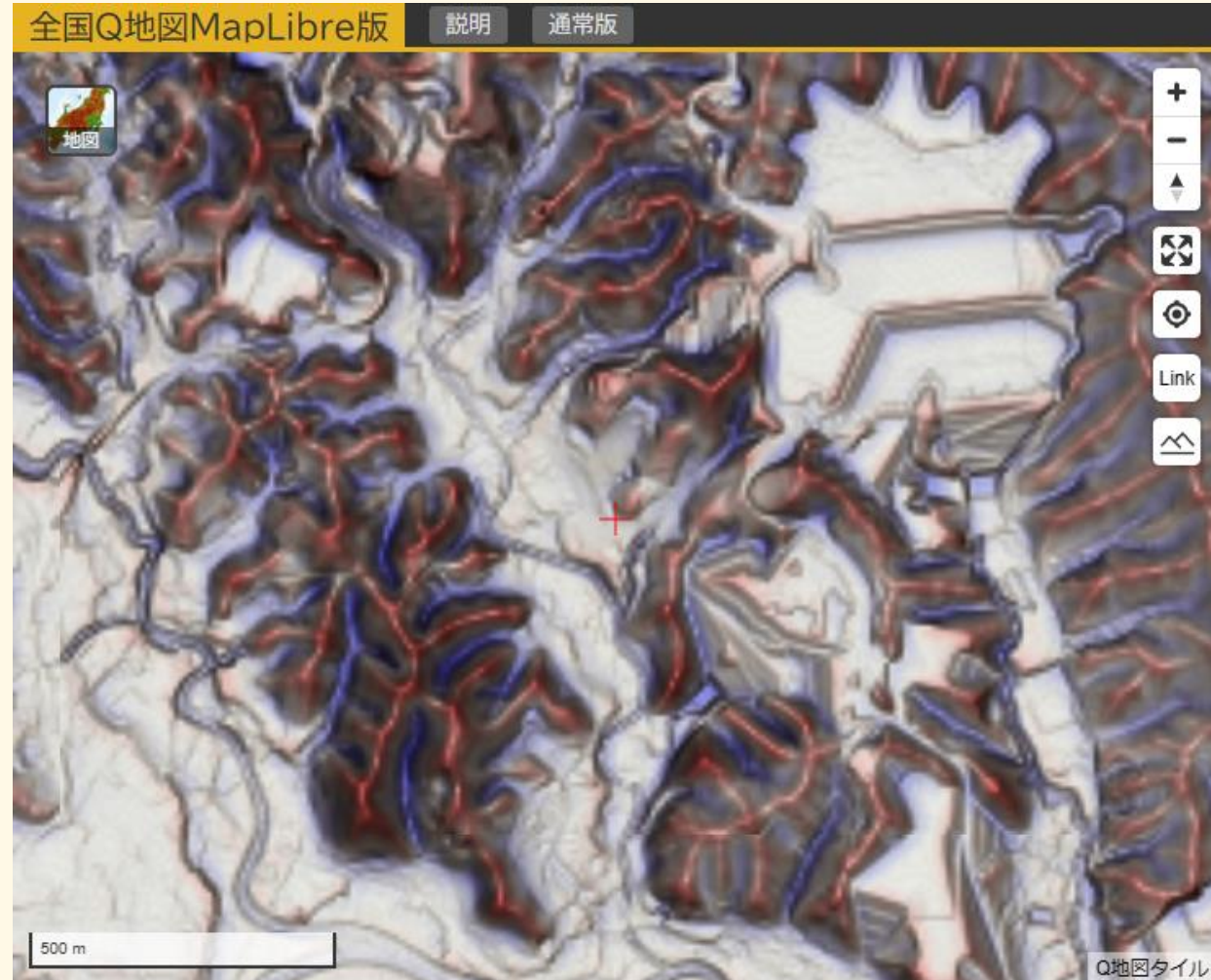


# 標高分解能の違い

Q地図タイル(東京都デジタルツイン多摩地域点群データ) ZL14 ※10m相当



標高分解能0.01m単位でデコード



標高分解能0.1m単位でデコード

# 標高タイルの規格

- ZL15以上の標高タイルの場合、標高分解能0.1mでは不足
    - 数値PNGタイル(分解能0.01m)、Terrarium (分解能0.0039m)
    - × Mapbox Terrain-RGB (分解能0.1m)
  - 数値PNGタイルとTerrariumを比較すると、  
無効値が定義されている  
標高値以外のタイル化も可能  
という点で**数値PNGタイルが優位**
- MapLibreなどのライブラリで利用しやすいなどといった理由で  
Terrain-RGBを進める動きもあるが、  
**数値PNGタイルの活用を広めていきたい**

# 数値PNGタイル作成ツール gdal2NPtiles.py

- 適切にリサンプリングを行なって、数値PNGタイルを作成できるツールが必要！



- ラスタータイル作成ツールgdal2tiles.pyを改良し、数値PNGタイルが作成できるgdal2NPtiles.pyを作成  
(NP: Numerical PNG Tile)

使い方 (複数のTIFを結合し数値PNGタイルを作成する場合)

- `gdalbuildvrt -vrtnodata -9999 merge.vrt 01_tif¥*.tif`
- `python gdal2NPtiles.py --numerical --numerical-resolution 0.01 merge.vrt 02_tile -z 1-19 --xyz --processes=16`



# 数値PNGタイル作成ツール gdal2NPtiles.py

## ● パフォーマンス

- 東京都デジタルツイン多摩地域点群データの標高タイル作成

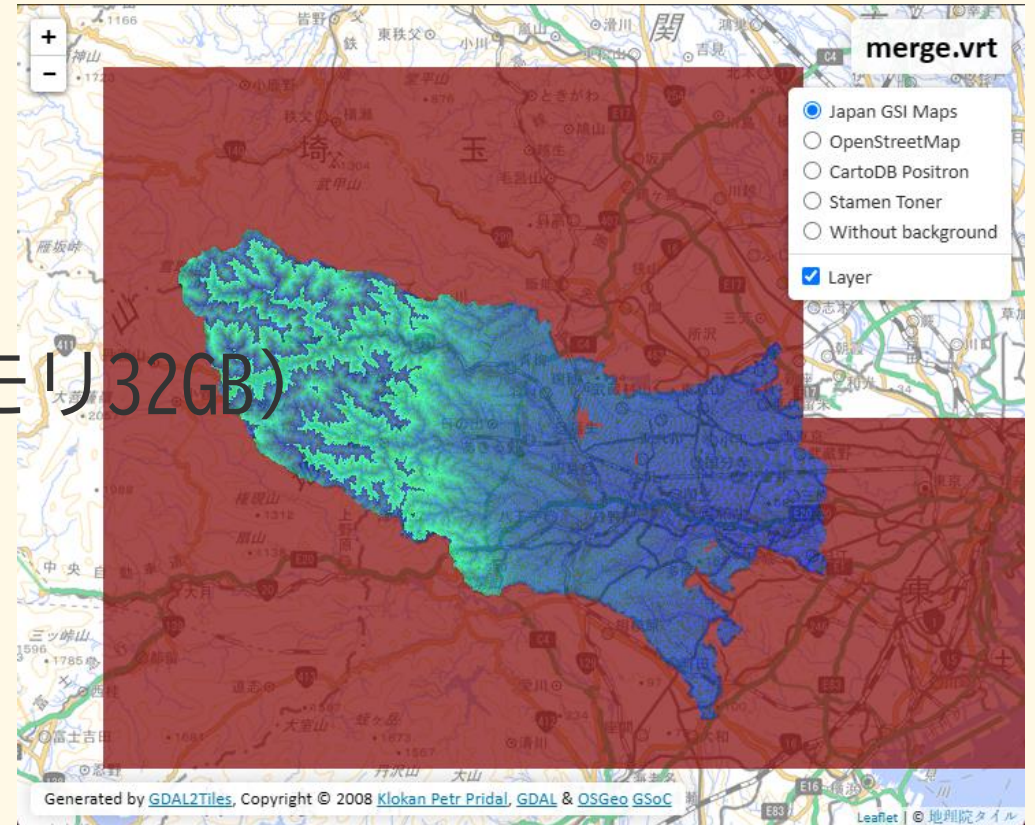
TIF 10,051ファイル



タイル (ZL:1~19)

406,066ファイル 16.3GB

所要時間 0:56 (Windows 11、メモリ32GB)



# 数値PNGタイル作成ツール `gdal2NPtiles.py`

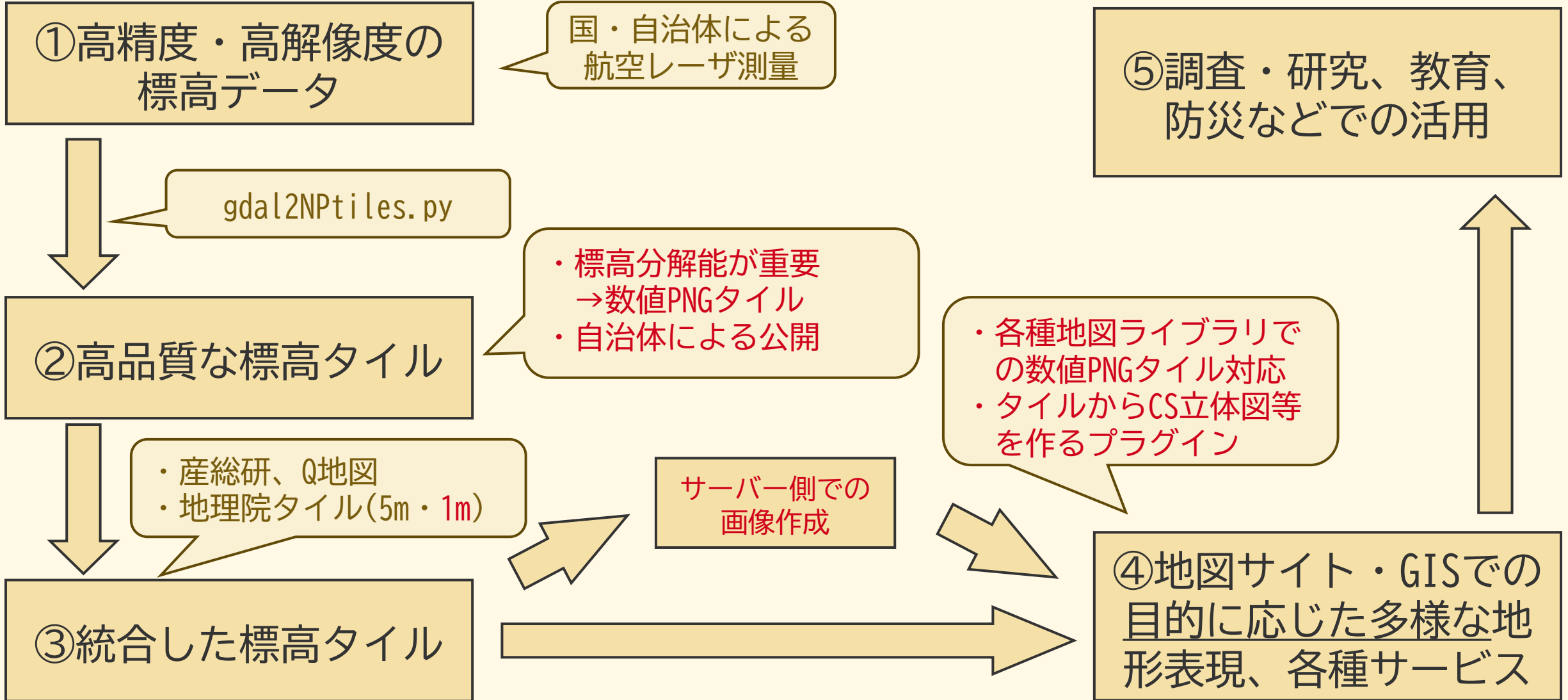
- 適切なリサンプリングが可能
- 各ピクセルの値は、地理院タイルと $\pm 0.01\text{m}$ 以内で一致することを確認
  - 基盤地図情報(5m航空レーザ)から`gdal2NPtiles.py`で作成したタイルと、地理院タイル(標高タイル)を比較して検証
- GitHubで公開中 (2024.10~)  
<https://github.com/qchizu/gdal2NPtiles>

# 今日お話しする内容

1. 標高タイルとは
2. 標高タイルを使った地形可視化
3. 高品質な標高タイル作成
4. 標高タイルの高度活用に向けて

# 標高タイルの高度活用～目指す姿～

赤字：課題



# 標高タイルの高度活用

一緒に取り組んでいただけの方、是非お声掛けください！

全国Q地図 <https://info.qchizu.xyz>

X(旧Twitter) 山と地図 @Yama\_Chizu

GitHub <https://github.com/qchizu>