

JGD2024と戯れる

自己紹介

- ありた (a.k.a. tohka)
- Twitter (現X) : @tohka383
- 座標系おじさん



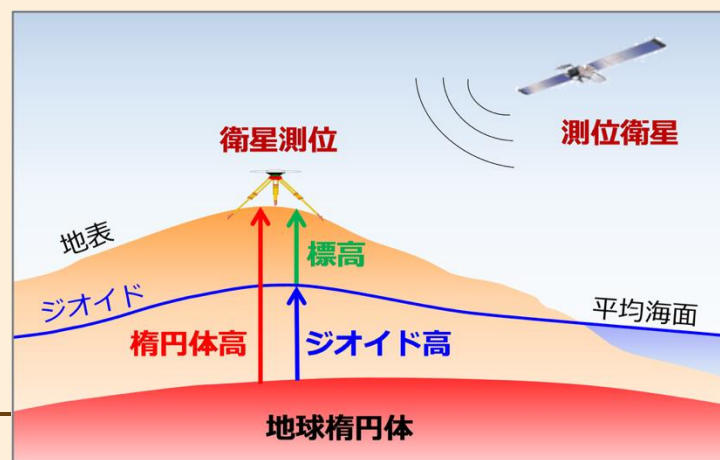
JGD2024 爆誕！

- 2025年4月1日付で基準点等の標高を測地成果2024に改定
 - 元期（基準日）は2024年6月1日
 - 衛星測位とジオイドモデルを基盤とした測量へ
- 測地成果2024に合わせ「日本測地系2024」と名称を変更
 - 緯度、経度、楕円体高の基準としての測地系(Geodetic Datum)に変化はなくJGD2011相当のまま変わらない（元期も変わらない）
 - 標高の基準としての測地系(Vertical Datum)は元期と、構築法が水準測量ベースからジオイドベースに変更
- 「ジオイド2024日本とその周辺」公開

標高とジオイドの関係

- 楕円体からの起伏の高さを**楕円体高**
 - 衛星測位（GNSS測量）で求まる
 - （時間変化を除き）起伏自体は変化しない
- 重力的な海面を**ジオイド**といい、そこからの高さを**標高**
 - 土地が凹んでいる、ではなく、水が流れるなら「低い」としたい
- 今回、精密な重力測定によるジオイドモデルを構築
 - 「ジオイド2024日本とその周辺」

- (変化しない)
- **標高** = **楕円体高** - **ジオイド高**
- (精密に求まる) (精密になった)



二等三角点「富士山」 5cm UP

❖ 衛星測位を基盤とする三角点「富士山」の新しい標高～基準点の標高成果の改定に向けた取組～

発表日時：2024年12月24日（火）14時00分

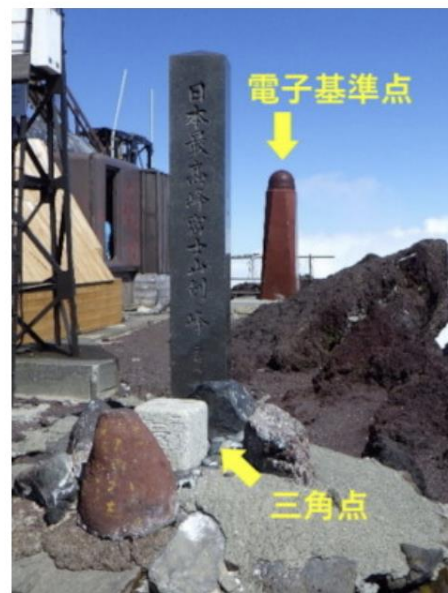
国土地理院は、全国の基準点の標高成果について、令和7年4月1日に改定します。今回、その改定に向けた準備の一環として、富士山において測量作業を実施し、その結果、富士山の三角点の標高成果が現在より**5cm**高い値となります。

国土地理院では、国土地理院が管理する電子基準点、三角点、水準点等の基準点の標高成果について、令和7年4月1日に衛星測位を基盤とする最新の値に改定します。これにより、長年の地殻変動で累積した標高成果のズレを解消するとともに、衛星測位を使用することで水準測量による標高取得よりも迅速に標高の取得等が可能になります。

令和6年7月25日に、標高成果の改定に向けた準備の一環として富士山に設置している電子基準点と三角点の測量作業を実施しました。測量作業では、電子基準点と三角点の高低差を水準測量で測定し、衛星測位を基盤とする電子基準点の最新の標高成果を基に、三角点の新しい標高成果を算出しました。三角点の新しい標高成果は、現在の標高成果より**5cm**高い結果となります。

二等三角点「富士山」標高成果 **3775.56m**（現在の標高成果 3775.51m）
※新しい標高成果は、まだ測量には使用できません。

なお、富士山の最高地点は、今回測量した三角点より高いところにありますが、標高は「**3776m**」のままで変更はありません。また、二等三角点「富士山」以外の基準点の標高成果は、令和7年4月1日に公開を予定しており、令和7年3月初旬には標高体系の移行に関する詳細をお知らせいたします。



富士山の電子基準点と三角点

FOSS4GのJGD2024対応状況

- EPSG dataset
 - 関係者からの追加/修正依頼によるデータベースで、現在未登録
- PROJ-data
 - 2025/04/10にジオイドデータ `jp_gsi_jpgeo2024.tif` が追加
- PROJ
 - 2025/04/10に `PROJ:EPSG_6667_TO_EPSG_6695_2024` が追加
 - `jp_gsi_jpgeo2024.tif` を使い、登録上はJGD2011間の変換
 - EPSG:6667 JGD2011（緯度、経度、楕円体高）から
EPSG:6695 JGD2011（標高）への変換方法とされているが、
事実上 EPSG:6697 JGD2011（緯度、経度、標高）への変換
 - EPSGに登録された変換ではなく、PROJ独自の拡張定義

JGD2011関係のEPSG

EPSGコード	測地系	座標系タイプ	座標軸
EPSG:6666	JGD2011 (Geodetic)	地心 (Geocentric)	地心直交座標系の X軸、Y軸、Z軸
EPSG:6667	JGD2011 (Geodetic)	地理 (Geographic3D)	緯度、経度、楕円体高
EPSG:6668	JGD2011 (Geodetic)	地理 (Geographic2D)	緯度、経度
<u>EPSG:6695</u>	<u>JGD2011</u> (Vertical)	鉛直 (Vertical)	<u>標高</u>
<u>EPSG:6697</u>	JGD2011 (Geodetic) + <u>JGD2011</u> (Vertical)	複合 (Compound) (Geographic2D+Vertical)	「緯度、経度」 + <u>標高</u> (EPSG:6668+6695)

※ 下線の箇所はJGD2024の導入により直接影響を受けると考えられるもの

JGD2011関係のEPSG

EPSGコード	測地系	座標系タイプ	座標軸
EPSG:6666	JGD2011 (Geodetic)	地心 (Geocentric)	地心直交座標系の X軸、Y軸、Z軸
EPSG:6667	JGD2011 (Geodetic)	地理 (Geographic3D)	緯度、経度、楕円体高
EPSG:6668	JGD2011 (Geodetic)	地理 (Geographic2D)	緯度、経度
EPSG:6695	JGD2011 (Vertical)	鉛直 (Vertical)	標高
EPSG:6697	JGD2011 (Geodetic) + JGD2011 (Vertical)	複合 (Compound) (Geographic2D+Vertical)	「緯度、経度」 + 標高 (EPSG:6668+6695)

※ ただし緯度経度を切り捨ててないので、実質的にEPSG:6697への変換

標高値の改算をやってみよう

- いくつか方法やパラメータは存在する
 - 「公共測量成果改定マニュアル」など国土地理院の情報参照
- 今回は新旧のジオイドデータがPROJ-dataに存在するため
 - $\text{旧標高} + \text{旧ジオイド高} = \text{橢円体高} = \text{新標高} + \text{新ジオイド高}$ より
 1. 昔の標高に昔のジオイド高を加える = 橢円体高
 2. 橢円体高は変わらないものとみなす
 3. 橢円体高から今のジオイド高を減じる = 新しい標高
 - 国土地理院でも「従来のジオイド・モデルにより得た標高を測地成果2024に整合した標高に補正する方法」（公共測量を除く）として認めている方法

PROJを使って標高値の改算

- ジオイド2011を使って旧標高から楕円体高に変換
 - PROJ:EPSG_6667_TO_EPSG_6695
- ジオイド2024を使って楕円体高から新標高に変換
 - PROJ:EPSG_6667_TO_EPSG_6695_2024 の逆操作
- 2回処理するのは面倒なので、実処理部分のみ抽出しPROJのpipeline記法を使って処理を連結すると

```
+proj=pipeline  
+step +proj=vgridshift +grids=jp_gsi_gsigeo2011.tif +multiplier=1  
+step +inv +proj=vgridshift +grids=jp_gsi_jpgeo2024.tif +multiplier=1
```

あの山の標高は？

- 大阪が世界に誇る天保山（しらんけど）
- JGD2011時代の（三角点としての）標高は4.53mらしい

二等三角点 天保山（てんぼうざん）

北緯	34度39分29秒
東経	135度25分58秒
標高	4.53メートル
設置年	1911年(明治44年)

2017年6月3日
国土交通省国土地理院近畿地方測量部
(一社)大阪府測量設計業協会



あの山の標高は？

- PROJのcctコマンドを使って変換してみる
 - ジオイドデータをダウンロードして PROJ_DATA に入れるか
PROJ_NETWORK=ON を指定し、CDN経由でジオイドデータを使

```
$ echo 135.432676917 34.658065667 4.53 | PROJ_NETWORK=ON cct ¥  
+proj=pipeline ¥  
+step +proj=vgridshift +grids=jp_gsi_gsigeo2011.tif +multiplier=1 ¥  
+step +inv +proj=vgridshift +grids=jp_gsi_jpgeo2024.tif +multiplier=1  
135.4326769170 34.6580656670 4.3842 inf
```

- PROJ (cct) のほか、ogr2ogrの -ct オプションを使うと
pipeline形式でベクタ形式ファイルの変換が可能
 - ogr2ogr の場合、 axisswap や unitconvert が必要かも
- ラスタ形式の場合はQGISのラスタ計算機が楽だと思う

注意事項

- 先ほどの計算の結果、4.53m → 4.38m でしたが
実際の二等三角点「天保山」の標高(JGD2024)は4.42m
- 2時期ジオイドによる計算は衛星測位による場合に使用
 - 「従来のジオイド・モデルにより得た標高を測地成果2024に
整合した標高に補正する方法」であり、標高(JGD2011)を、
衛星測位の楕円体高とジオイド2011で計算して得た場合が対象
- 一般的な改算では別の補正方法、パラメータを使う
 - 状況に応じて適切な方法は選択する必要がある
 - ややこしすぎて正直よくわからん