

全国の標高成果の改定

～衛星測位を基盤とする新しい標高へ～

国土地理院 測地部
針間 栄一郎

我が国における「高さ」の基準

測量法第十一条（測量の基準）

- 位置は、地理学的経緯度及び**平均海面からの高さ**で表示
- 測量の原点は、日本経緯度原点及び**日本水準原点**

これが「標高」

測量法施行令第二条 2 の二

- 原点数値 **東京湾平均海面※上24.3900m**

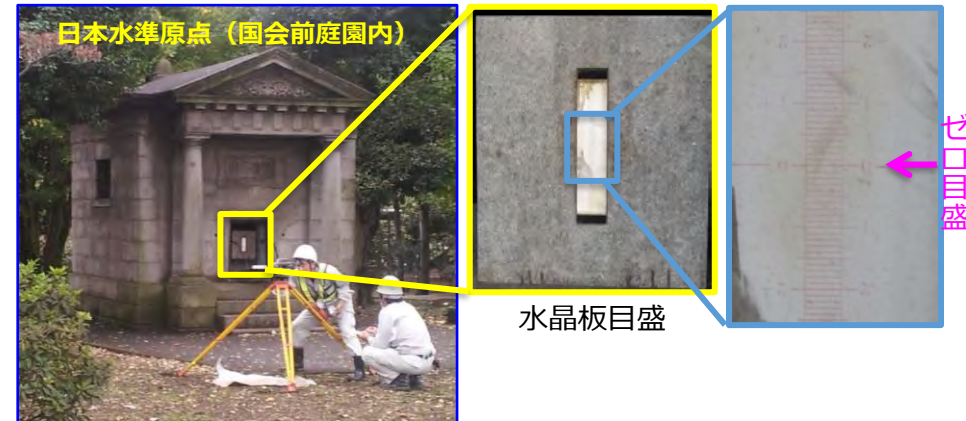
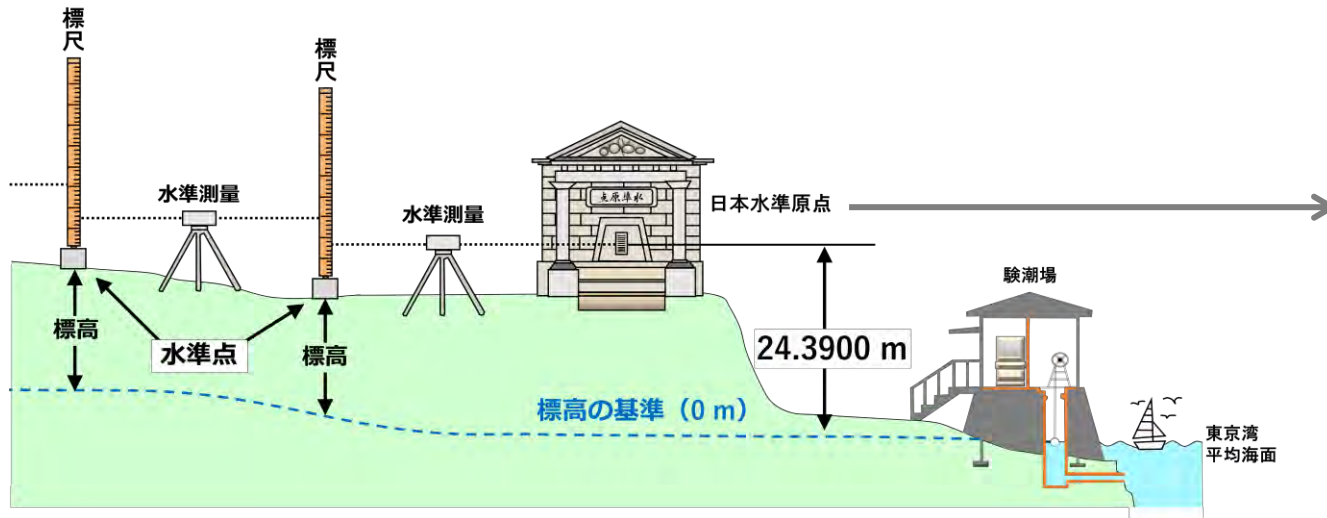
※ 東京湾（霊岸島）の潮位観測により決定
（現在は油壺験潮場（三浦市）からの測量で管理）

原点数値の変遷

明治24年：24.500m

昭和3年：24.414m ← 関東大震災

平成23年：24.3900m ← 東日本大震災

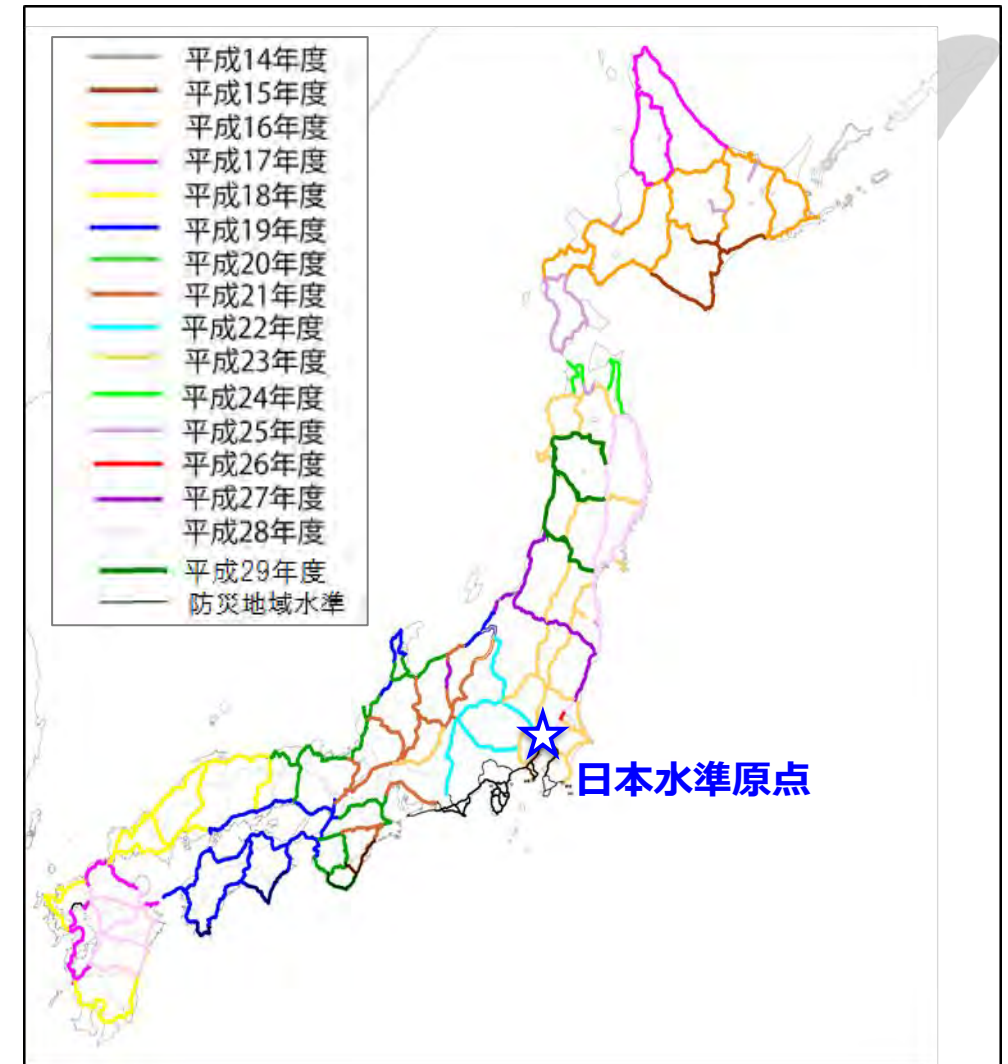
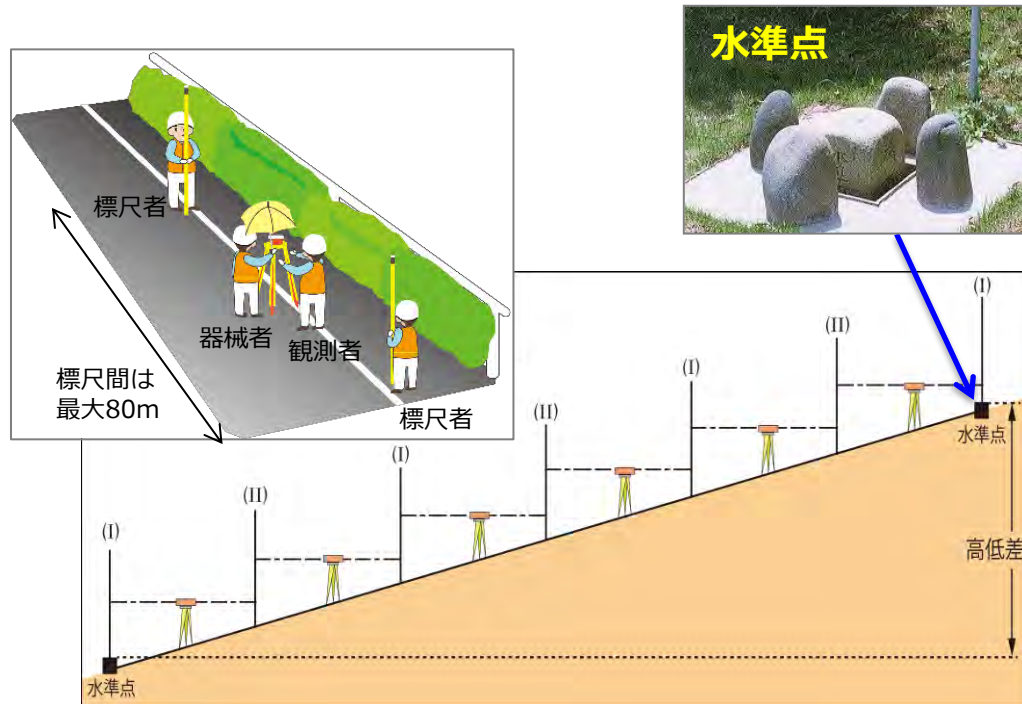


水準測量によって標高を決定

- 1883年から実施
- 約1.7万点の水準点を設置
- **全国の測量に10年以上かかる**

水平（経緯度）とは別体系で管理

- 標高は距離と角度では決まらない
- 重力の影響を考慮する必要



全国改測時の水準測量の実施状況

時間/費用/利便性の問題

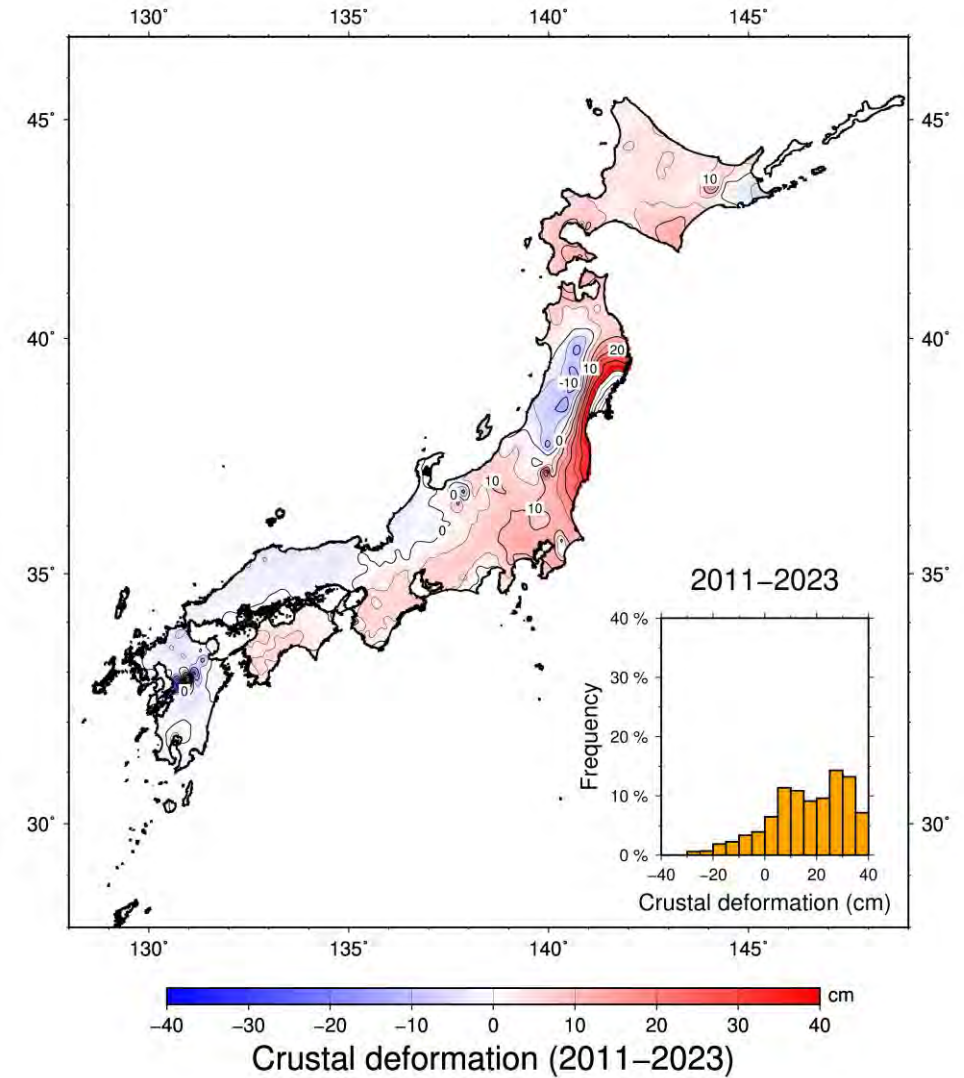
- 全国の測量に10年以上
- 予算減に伴う観測距離の縮小
- 利用者は水準点から追加での水準測量が必要

災害対応の問題

- 大地震直後の更新は範囲が広大となり困難
→ 迅速な復旧・復興に支障
H23東日本大震災：改定まで約7か月
H28熊本地震：改定まで約4か月
- 南海トラフや首都直下地震の懸念

精度の問題

- 距離や海峡に伴う誤差の蓄積
- 地殻変動に伴う現況との乖離



2011年～2023年の上下方向の地殻変動量
※ 現況との乖離量ではない

全国の水準測量には10年以上の歳月を要する

この間、標高には地殻変動の累積が生じる

水準測量の距離に応じて誤差が累積する

東京（水準原点）から離れると誤差が大きくなる

明確な基準日（元期）がない

いつの時期の標高か不明確



衛星測位を活用することで解消できないか

衛星測位による標高決定

$$\text{標高} = \text{楕円体高} - \text{ジオイド高}$$

↑
衛星測位

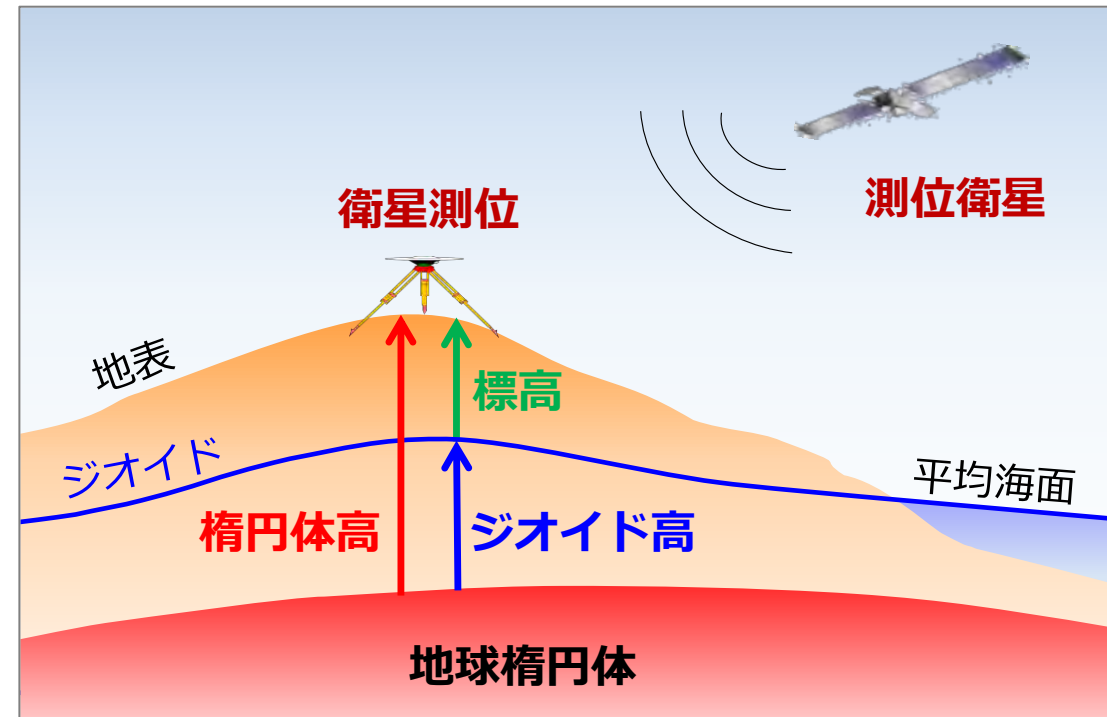
ジオイド：平均海面に一致する重力の等ポテンシャル面
 (=平均海面を仮想的に陸地へ延長した面)

衛星測位による標高の精度は

- ① 楕円体高
- ② ジオイド高

の精度で決まる

精密なジオイドの整備が必要



① 実測ジオイド^{+重カジオイド}

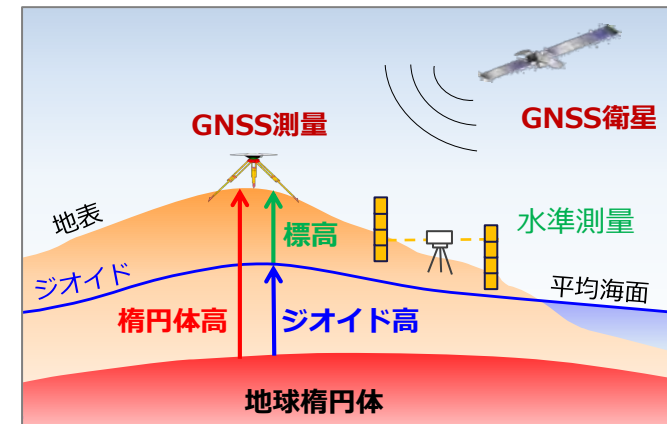
衛星測位による楕円体高から
水準測量による標高を減じて直接算出

長所：短距離であれば精度が高い

短所：時間と費用を多く要する
(衛星測位と水準測量の両方が必要)

限られた場所しか計測できない

水準測量による誤差が内在する



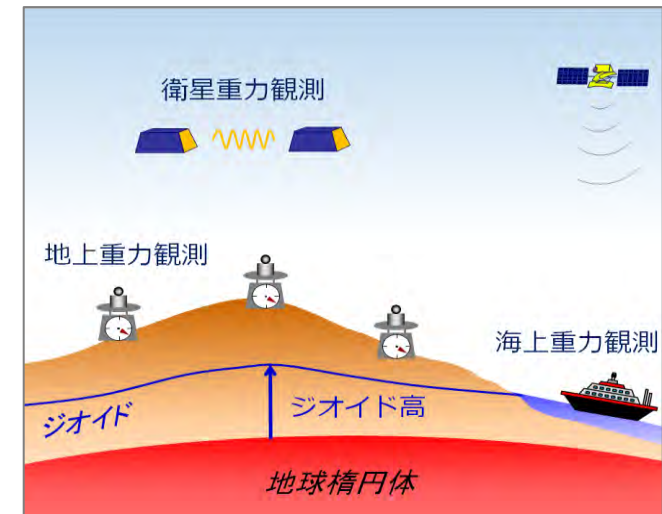
$$\text{実測ジオイド高} = \text{楕円体高(衛星測位)} - \text{標高(水準)}$$

② 重カジオイド

衛星・地上・海上で計測した
重力データを全球空間積分して算出

長所：広い領域を効率的に計測できる

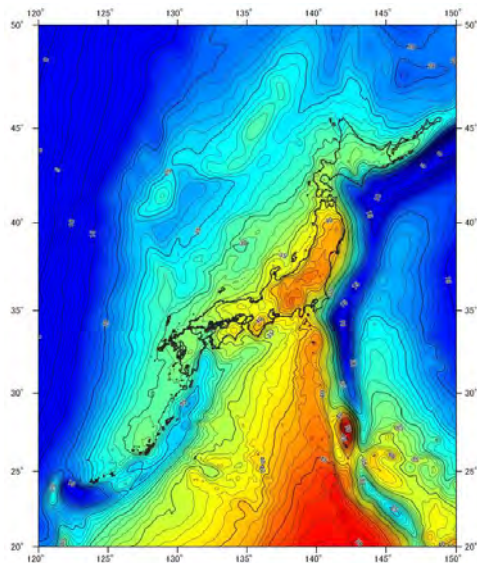
短所：精度は重力データの品質と量に依存する
複雑な計算処理を要する



重力ジオイドと実測ジオイドを組み合わせて構築

重力ジオイド

↑
重力データ

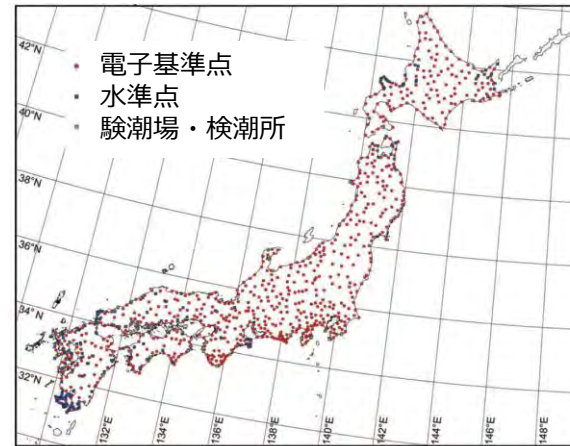


JGEOID2008

実測ジオイド
(楕円体高 - 標高)

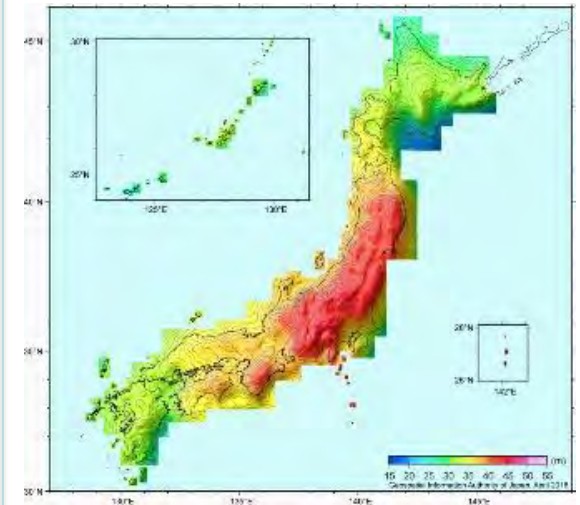
↑
衛星測位

←
水準測量



実測ジオイド高の観測点

日本のジオイド

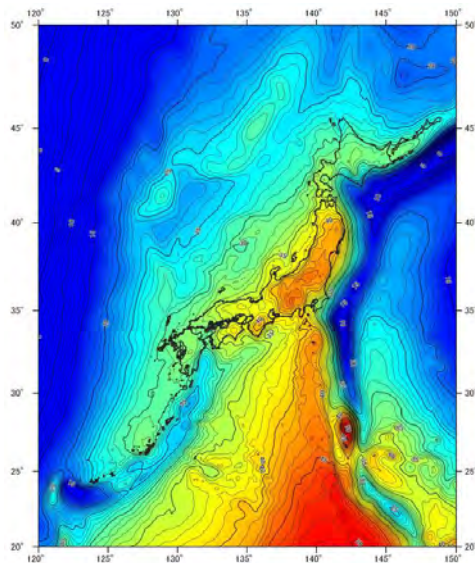


日本のジオイド2011
(GSIGEO2011)

地殻変動が起きると**実測ジオイド**が変わり
使えなくなる懸念

重カジオイド

↑
重力データ



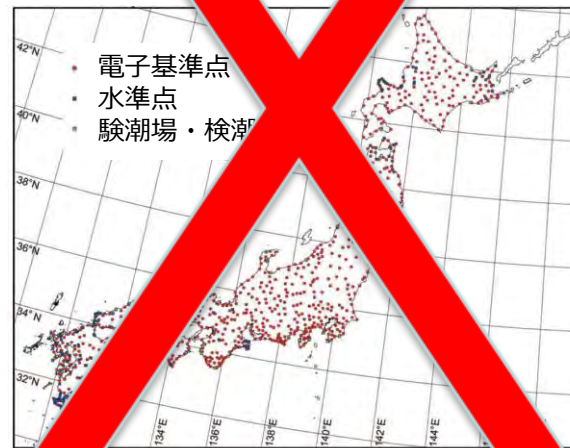
JGEOID2008



実測ジオイド

楕円体高 - 標高

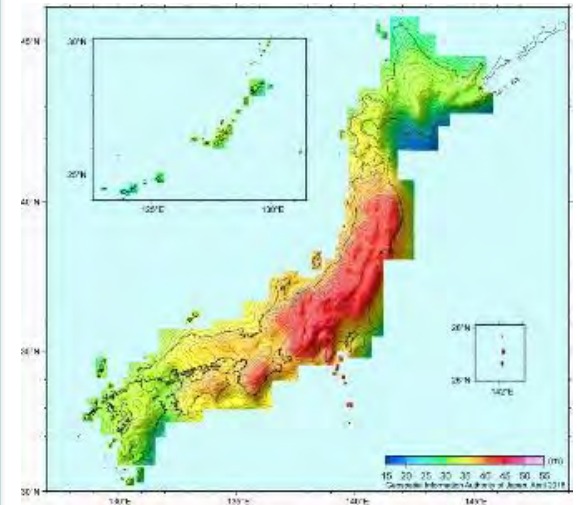
衛星測位 水準測量



実測ジオイド高の観測点



日本のジオイド

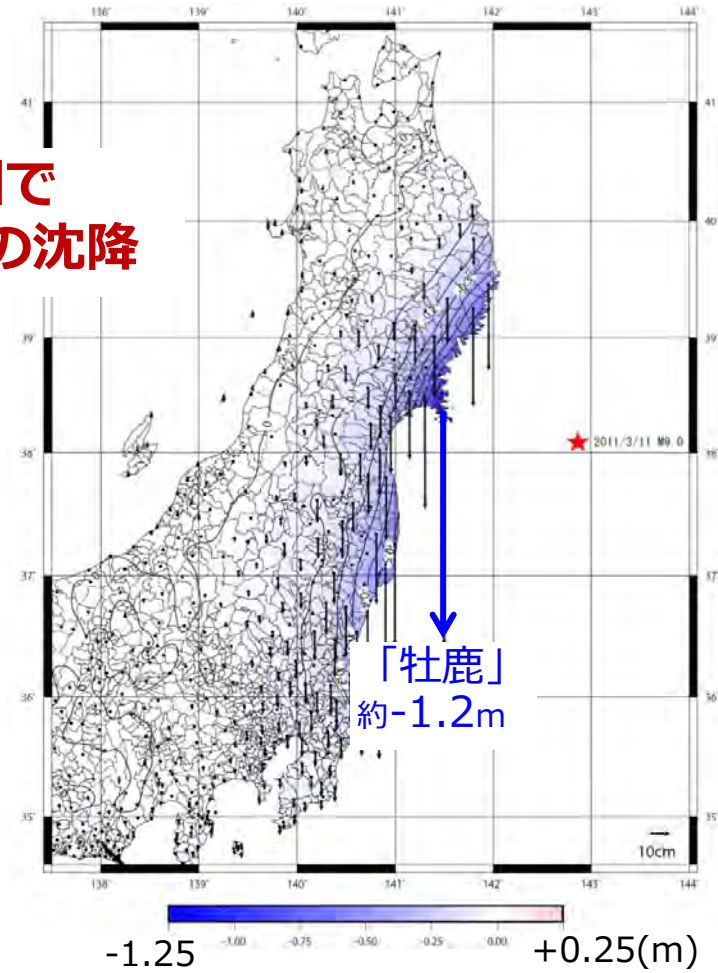


日本のジオイド2011
(GSIGEO2011)

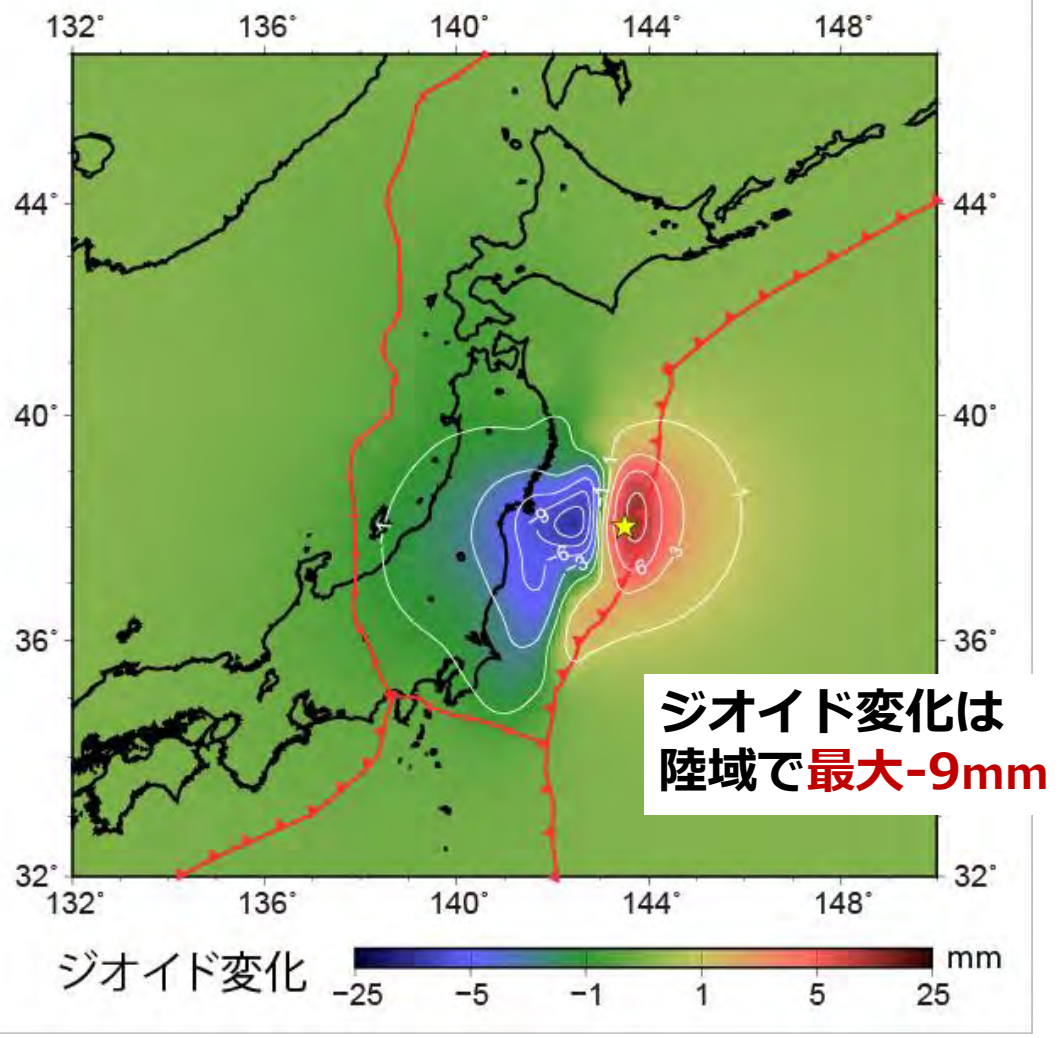
重力ジオイドは地殻変動が起きてても安定

基準：2011.3/1~9
比較：2011.3/11 18-21:00

広範囲で
1m超の沈降



2011年東日本大震災時の上下方向の地殻変動量



推定された重力ジオイドの変化

**水準測量の誤差が内在しない
重力ジオイドだけを使いたい**



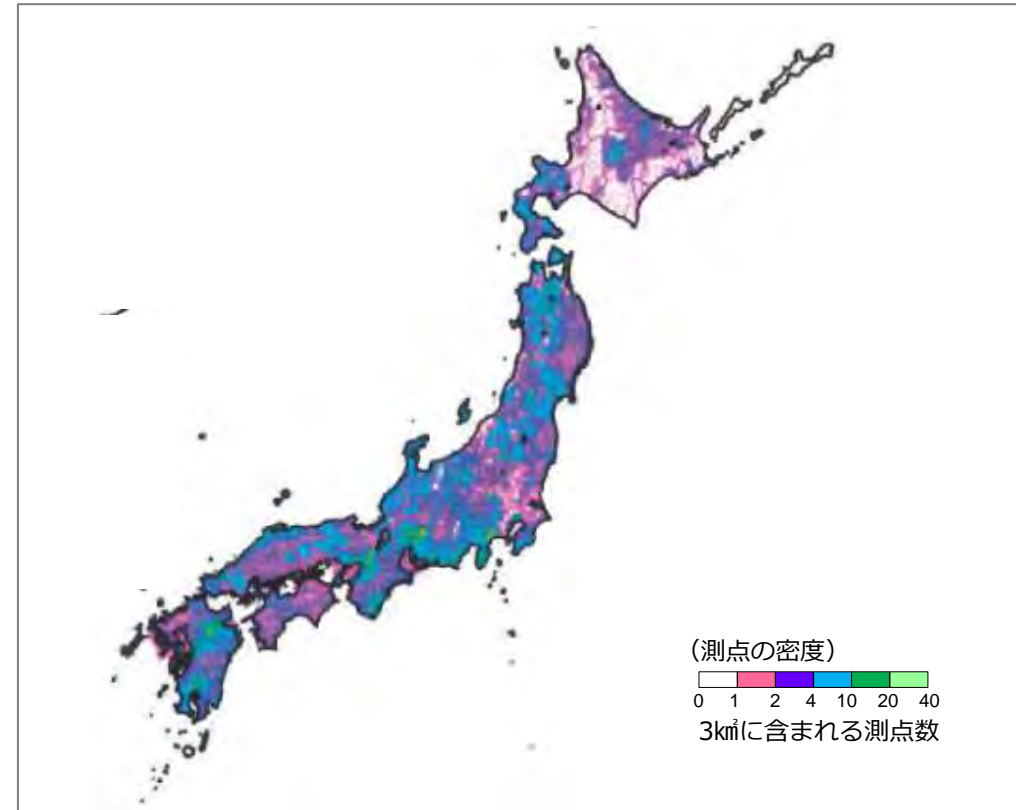
重力ジオイドの高精度化（目標精度3cm）が必要

重カジオイドの精度は、 重カデータの品質に依存

既存の地上重カデータの問題

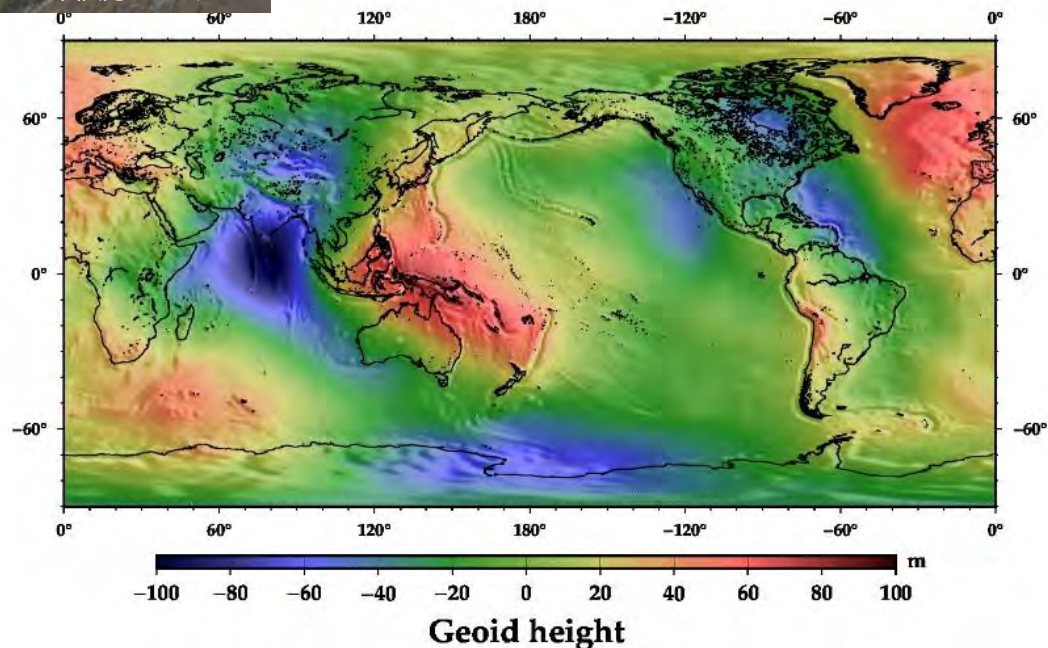
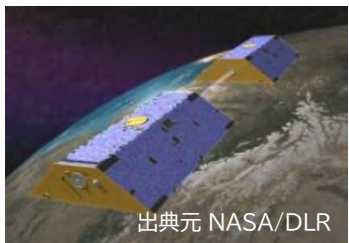
- 大部分が70～80年代に観測
- 過去の基準 (JGSN1975)
- 地震等の影響が未反映
- 観測点位置情報の精度が悪い
- 山岳部/沿岸海域で空白域が存在

地上で再観測するのは時間的/費用的に
非現実的・・・



地上重カデータの測点密度

重力ジオイドの高精度化に向けて



衛星重力データ（長波長）により求めた全球ジオイド

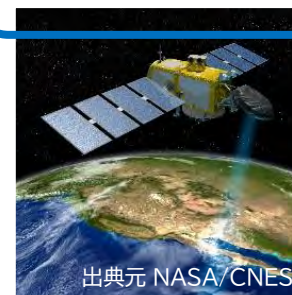
- 地上重力データ（短波長）



- 船上重力データ（短波長）

+

- 航空重力データ（中波長）



- 海面高度計データ（中～短波長）

長波長の衛星重力データにより地球の大まかなジオイドの起伏を計算し
中波長や短波長の重力データにより日本周辺の細かなジオイドの起伏を計算



高品質な重力データを効率的に整備するために
航空重力測量の実施

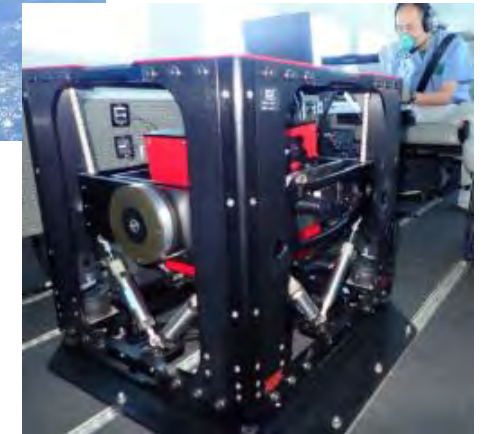
航空機に重力計を搭載し 上空から重力を測定する測量

【メリット】

- **効率的に広域の重力データを取得**
- 山岳部/沿岸海域も測定可能
- 時間変化の影響を最小限に限定
- 最新の基準 (JGSN2016) で重力値を取得
- 衛星測位による正確な位置情報



測量用航空機



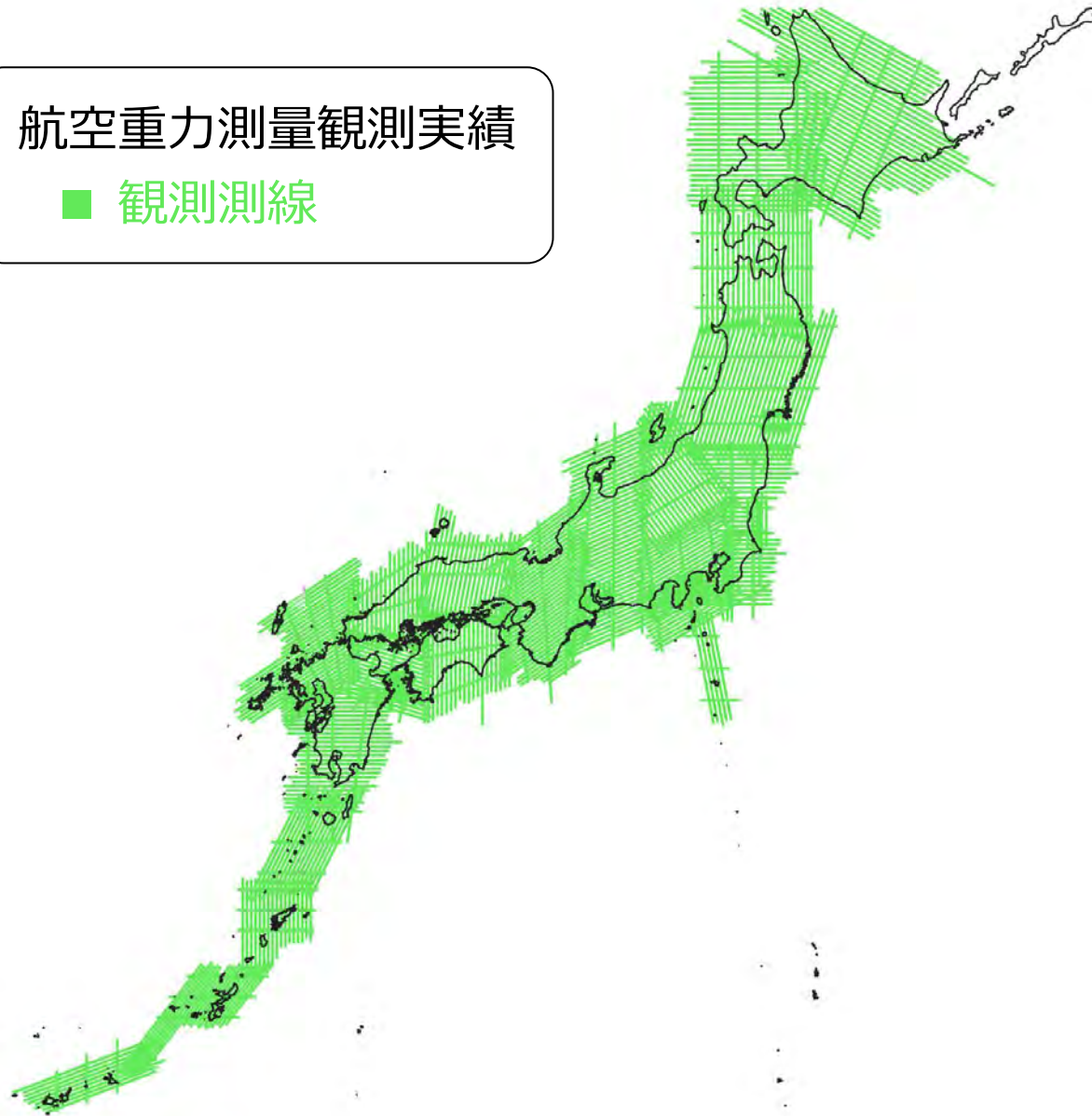
航空重力計

実施計画

H30年度	R元年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度
重力計調達	全国で航空重力測量を実施				精密重カジオイドを整備	

航空重力測量観測実績

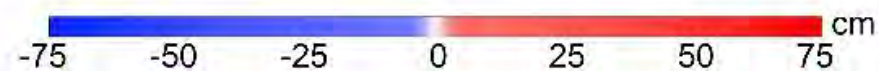
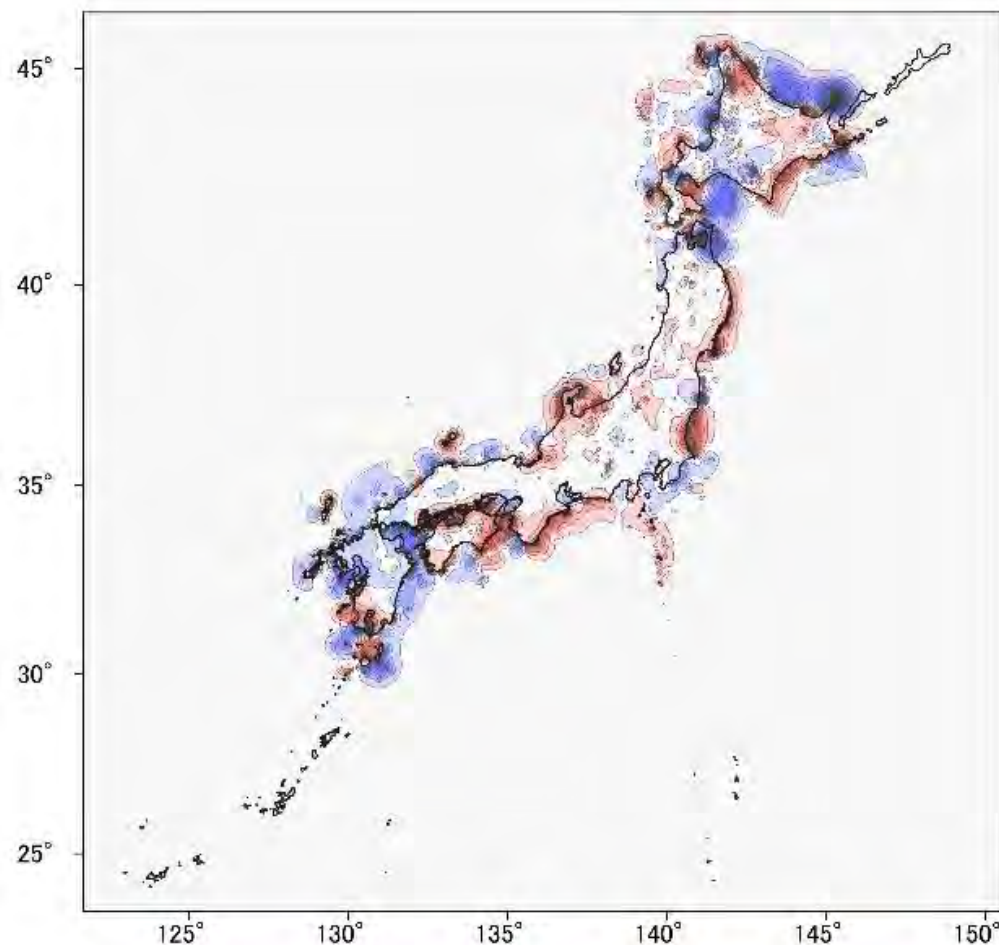
■ 観測測線



総飛行距離 | 13.9万km

総測線数 | 598本

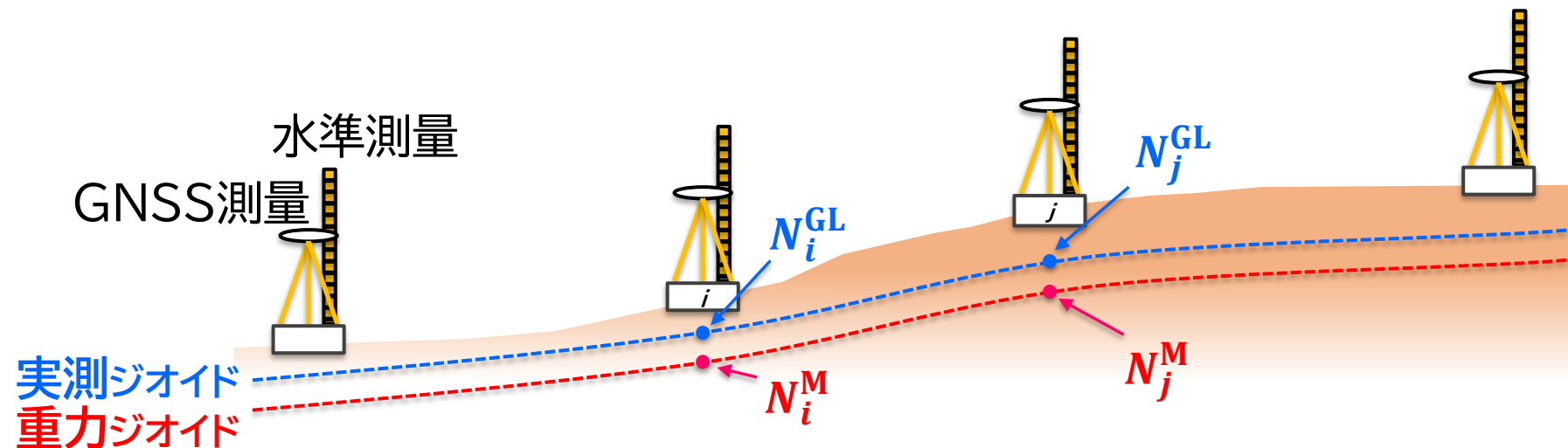
総飛行時間 | 1,316時間



航空重力データの追加による
ジオイド高の差

沿岸域で最大数十cm、
山岳域で数cm程度の向上

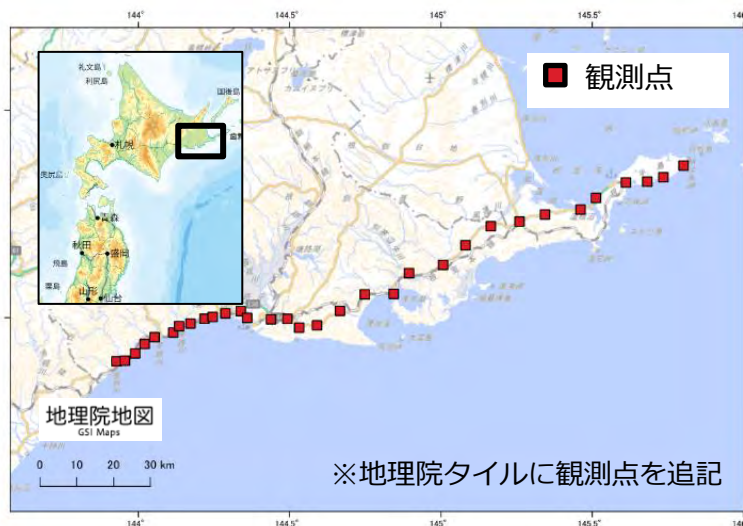
実測ジオイド高との比較で精度を評価



$$\text{勾配差} = (N_i^M - N_j^M) - (N_i^{GL} - N_j^{GL})$$

重力ジオイドの勾配

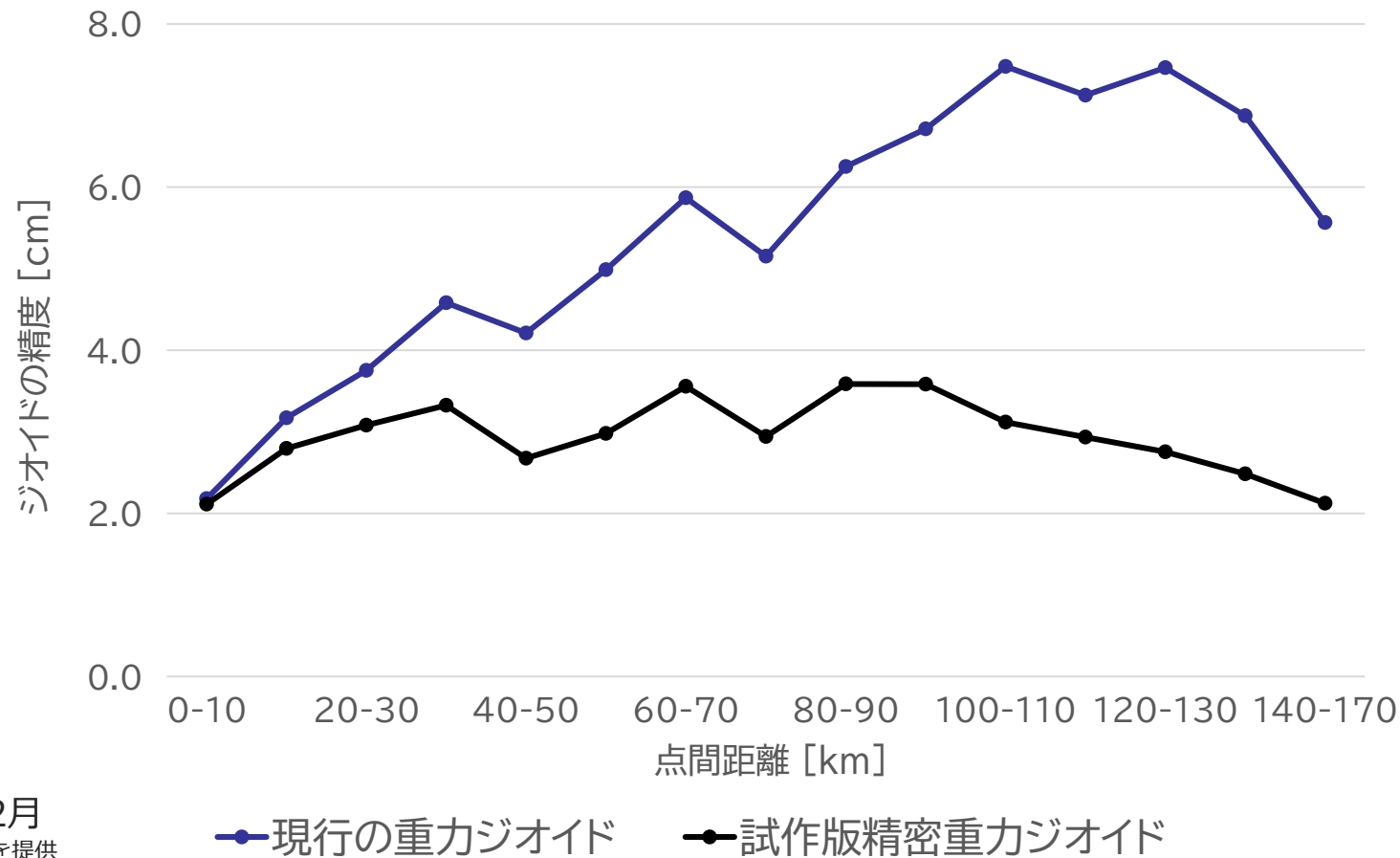
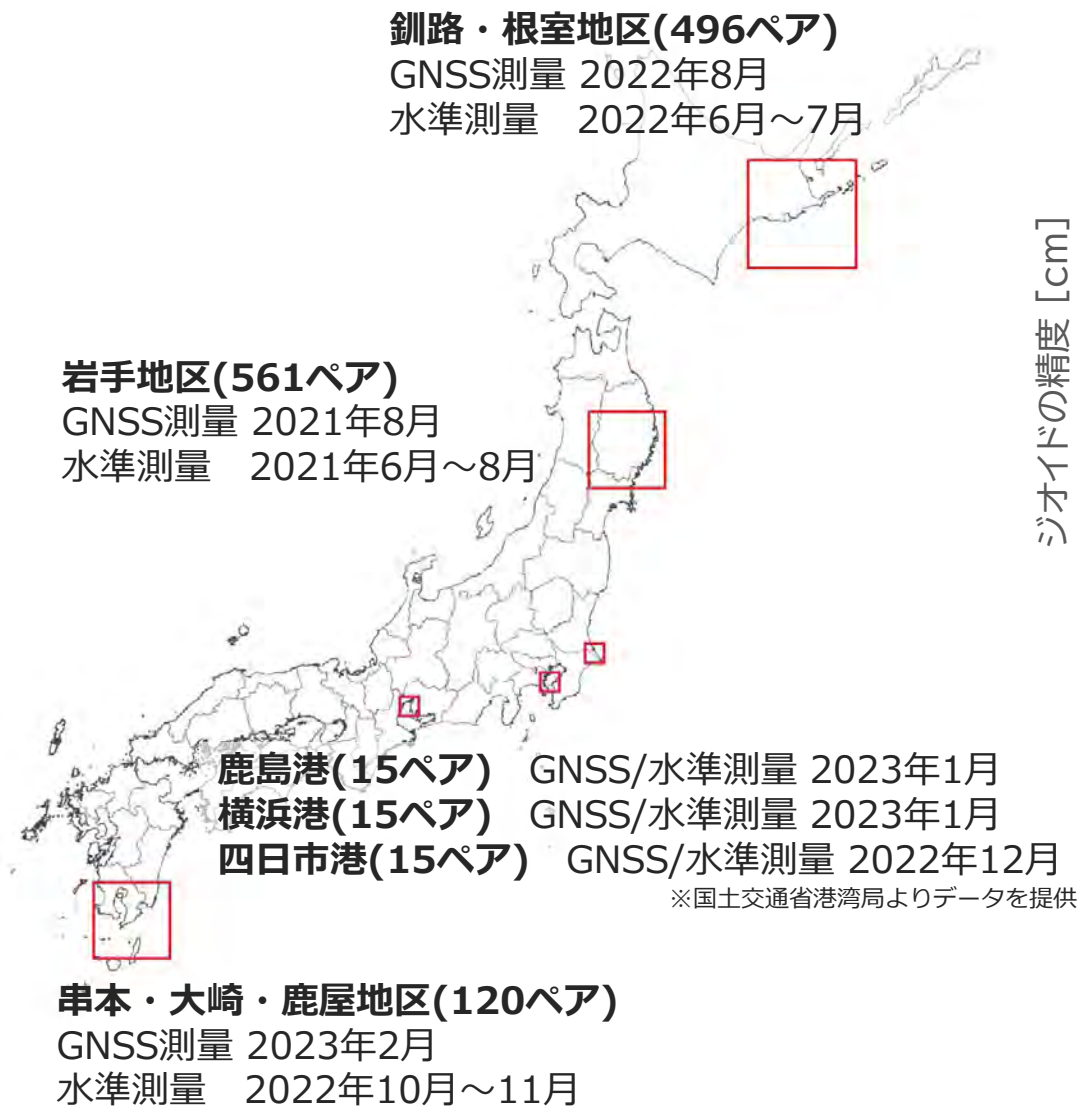
実測ジオイドの勾配



【釧路・根室地区の例】

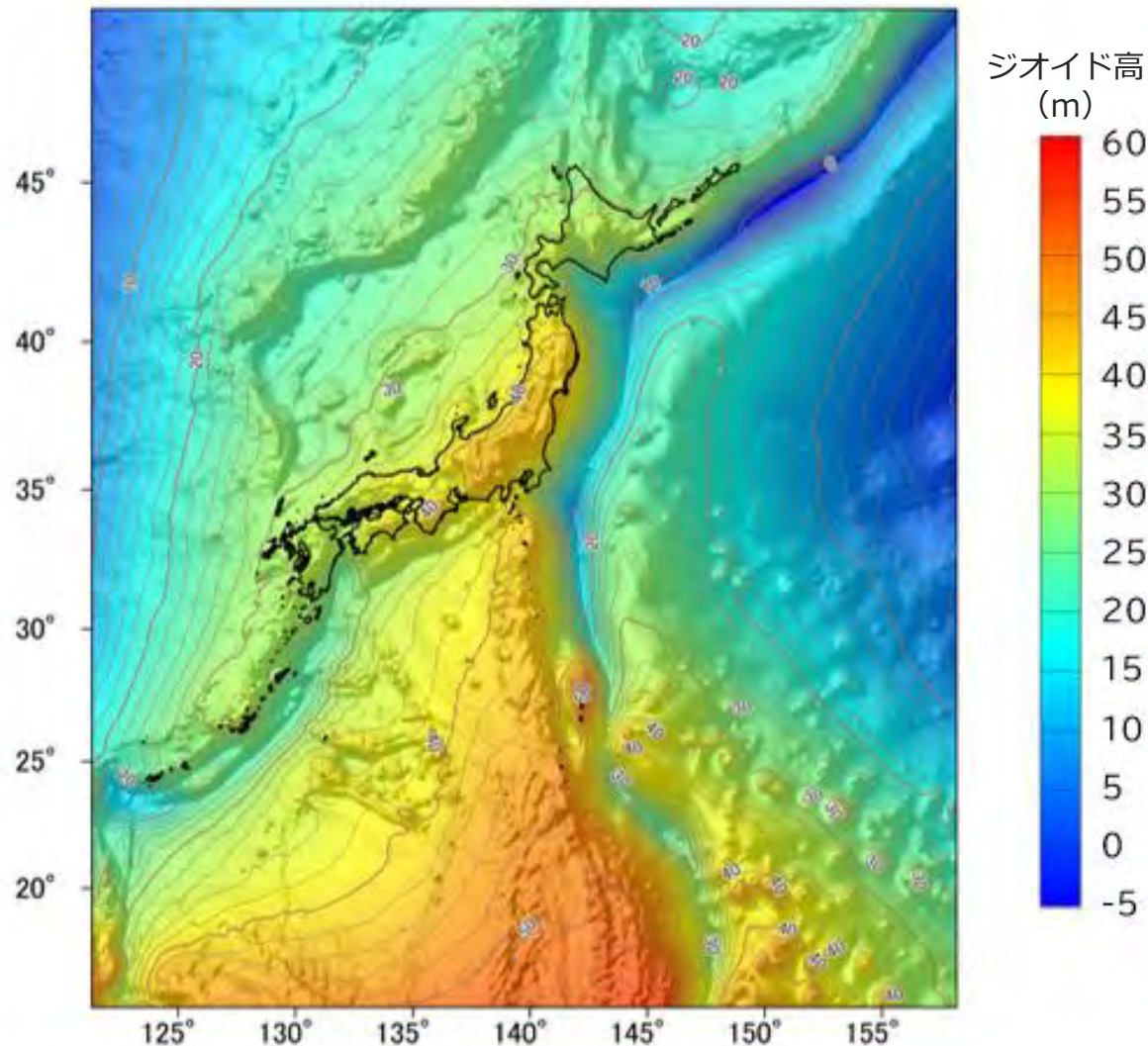
32点で実測ジオイド高を計算

496個 (${}_{32}C_2$) のペアでジオイドの勾配を比較



**実測ジオイドによる誤差の補正なしに
目標精度3cmを達成 (RMS 2.9cm)**

「精密重カジオイド」改め、「ジオイド2024 日本とその周辺」

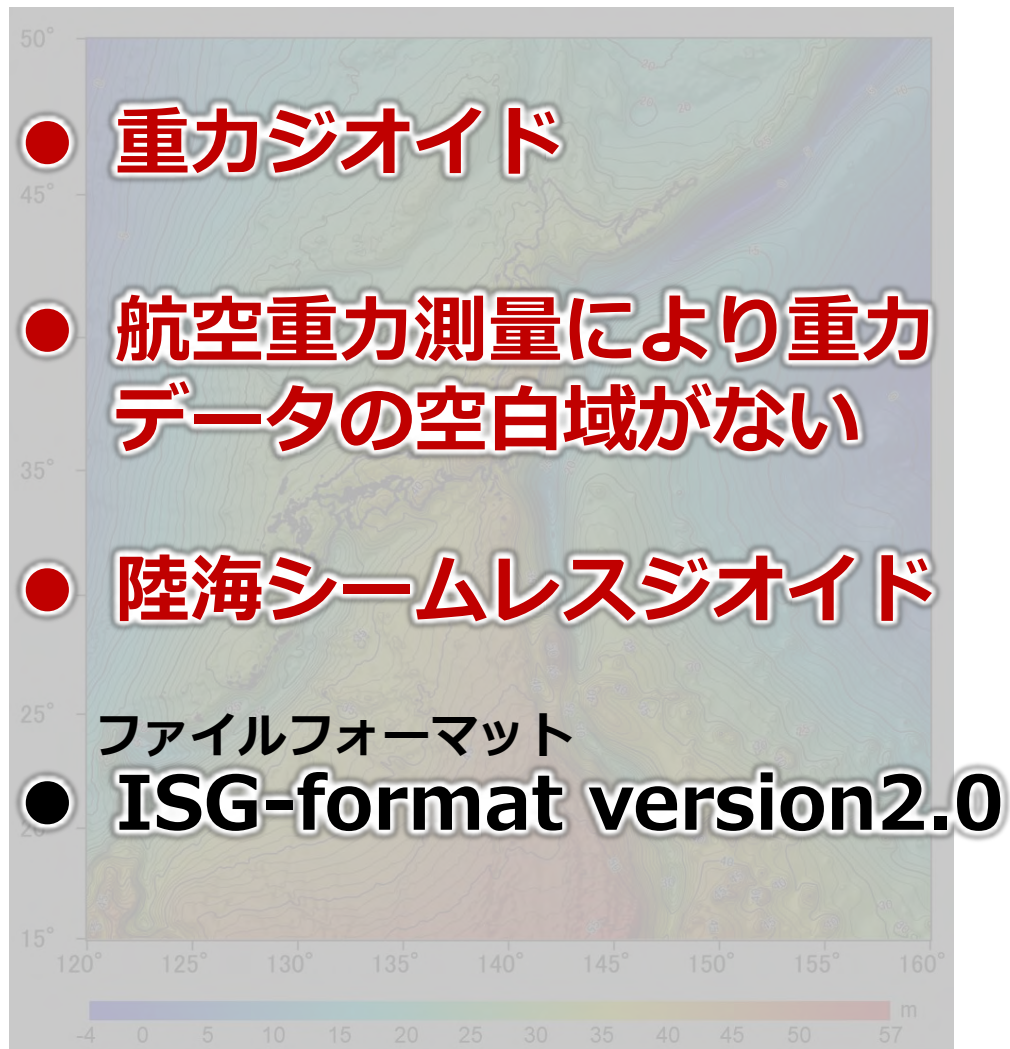


ジオイド2024 日本とその周辺 (試行版)

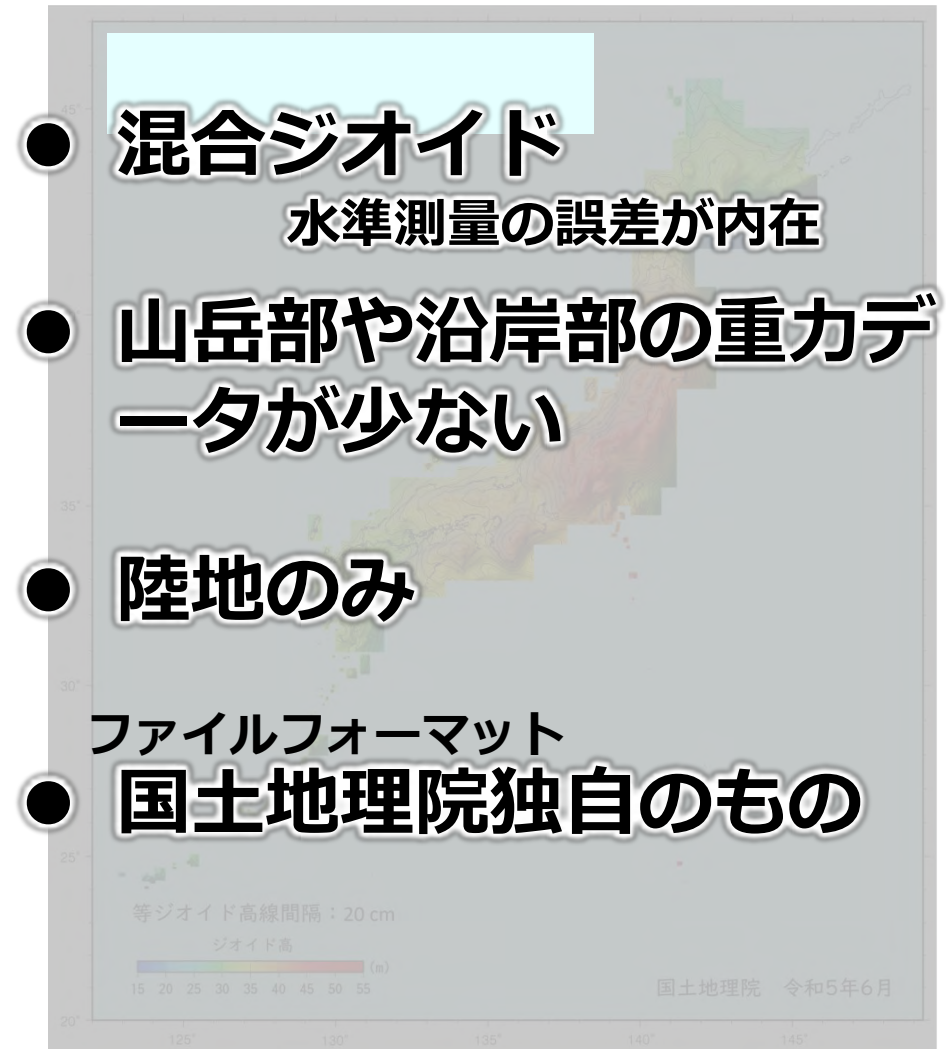
- 水準測量に起因する、地殻変動の影響や誤差の累積による影響がない
- 大規模地震により地殻変動が生じても影響を受けにくい
- 精度は約3cmに向上

令和6年3月27日に試行版を公開
令和7年4月1日に正式版を公開予定

新 ジオイド2024 日本とその周辺



現 日本のジオイド2011



高精度な重力ジオイドが完成



**衛星測位（電子基準点とジオイド）を
基盤とする標高へ**

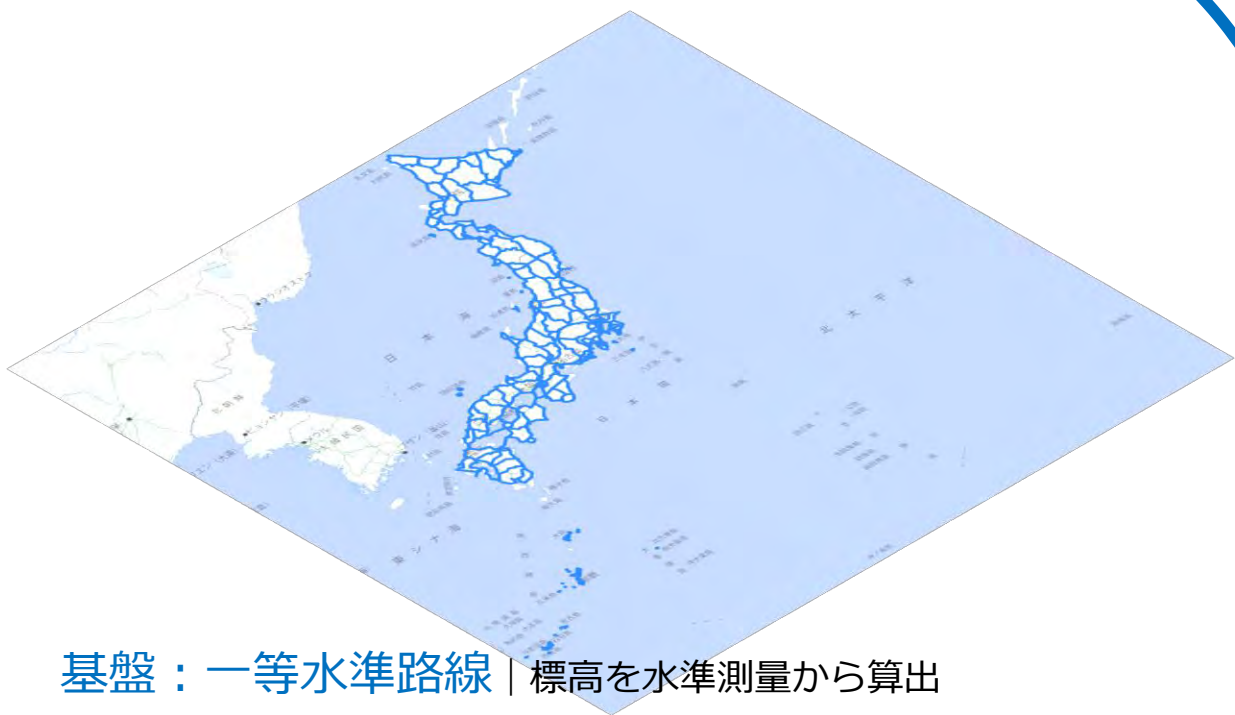
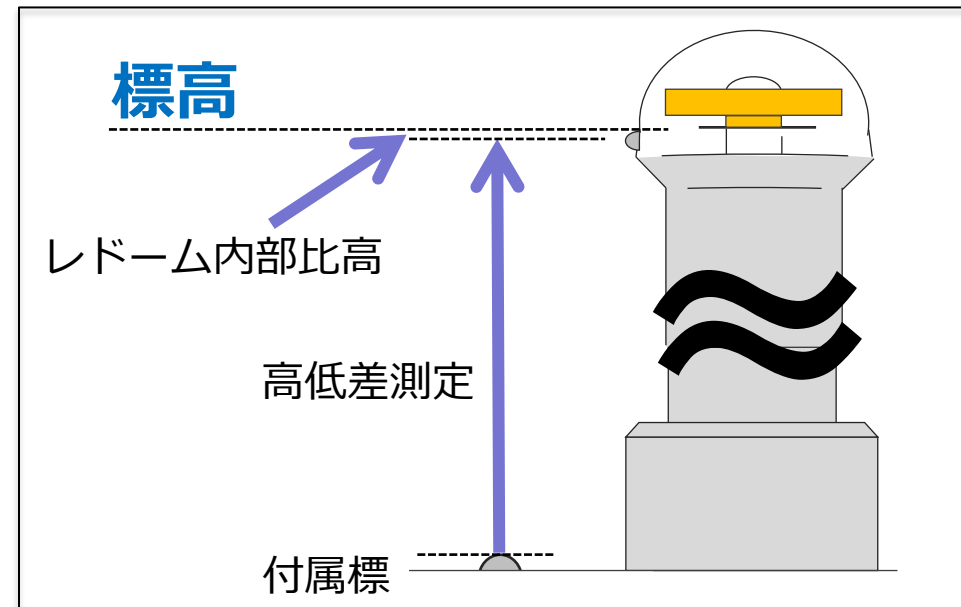
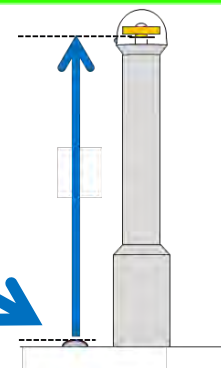
基盤ごとの標高の違い | 水準測量を基盤とする標高

日本水準原点



水準測量

水準点



基盤：一等水準路線 | 標高を水準測量から算出

水準点

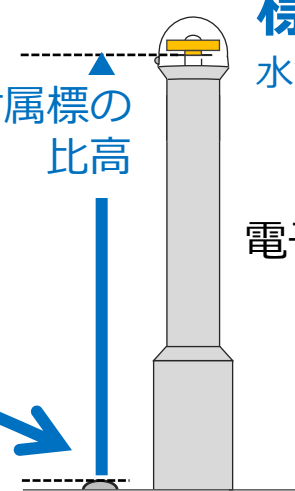
アンテナと付属標の比高

付属標

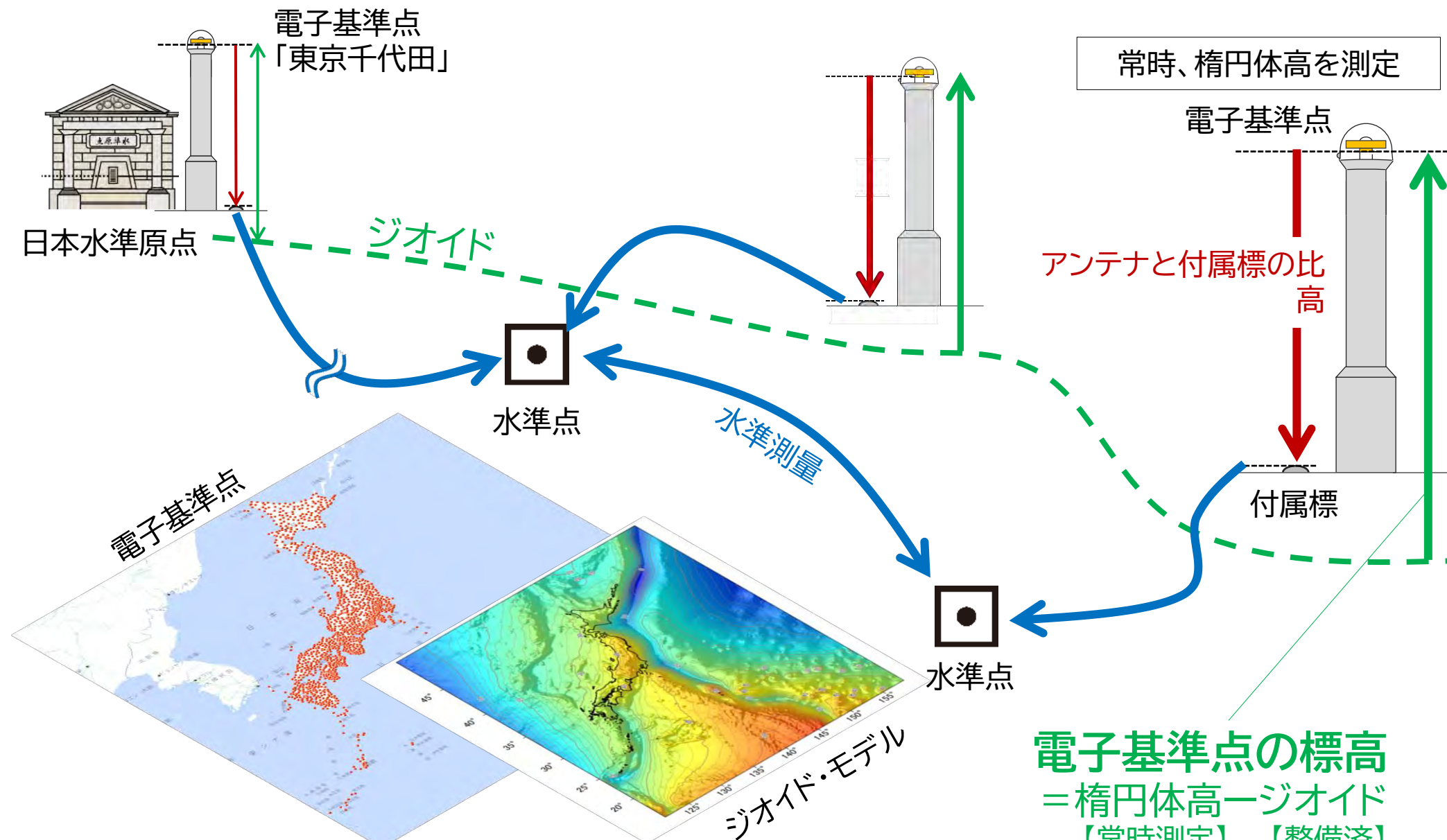
標高

水準測量から算出

電子基準点



基盤ごとの標高の違い | 衛星測位を基盤とする標高



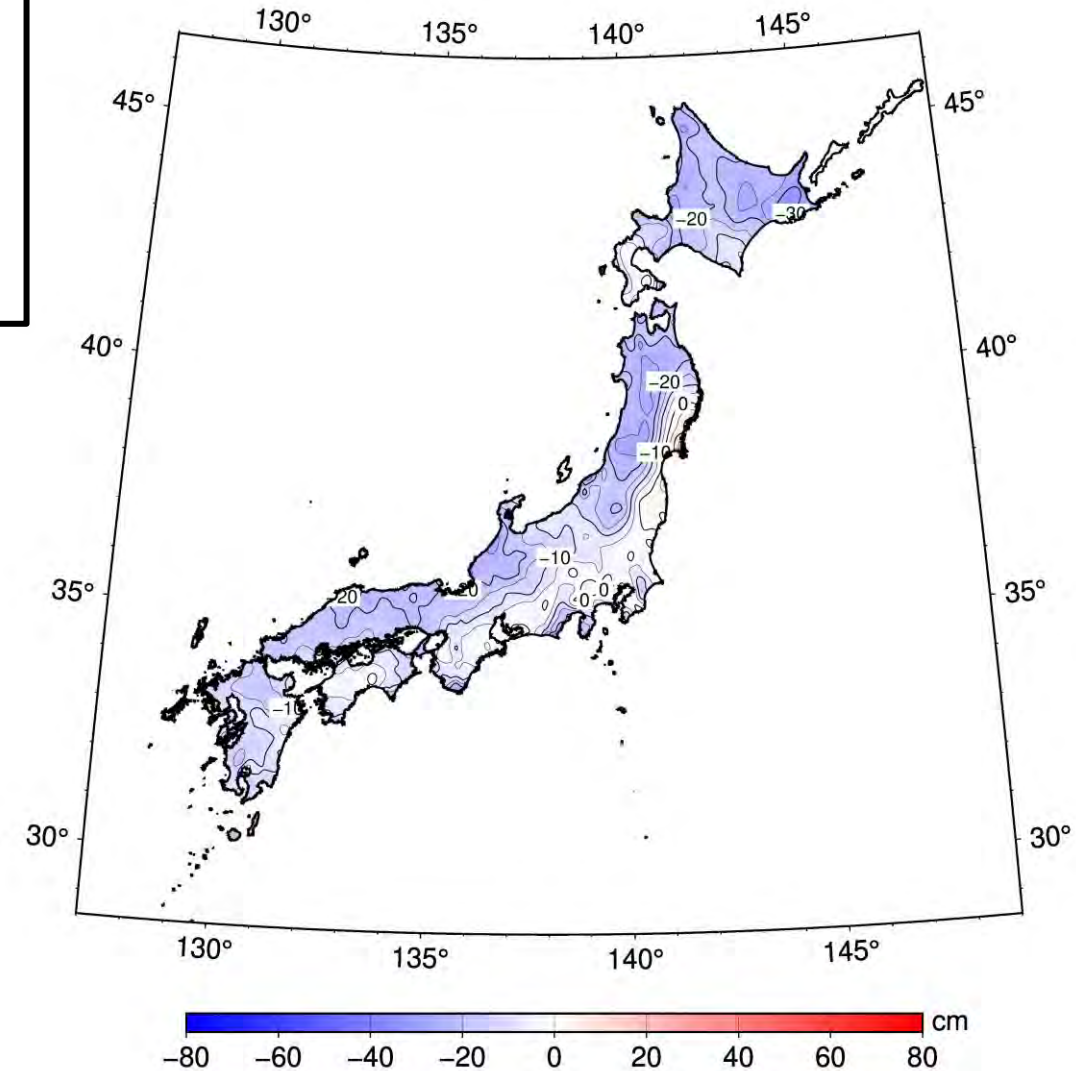
基盤：電子基準点 | 標高をGNSSと「ジオイド2024 日本とその周辺」から算出

- 電子基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へ改定**
- 改定することで、最新の標高を用いて高さ情報の管理が可能になるとともに、衛星測位の活用によって、測量や公共工事等の効率化・生産性向上、新たなサービスの創出が期待

■ 標高の改定による具体的な効果

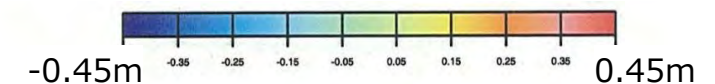
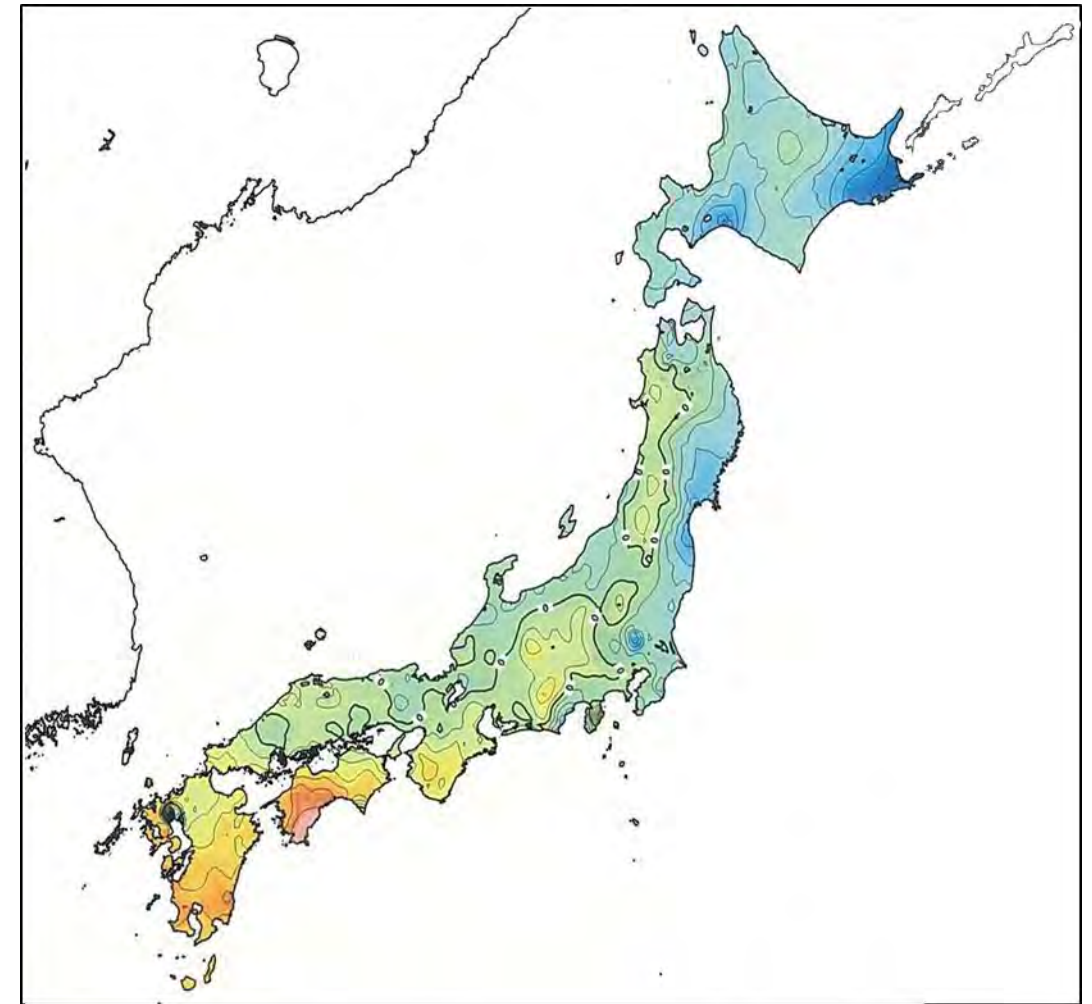
- ① **地殻変動で累積した現況と標高成果とのズレが解消**
- ② **「ジオイド2024 日本とその周辺」と衛星測位を用いて従来よりも迅速かつ高精度に現況にあった標高が取得可能
→ 地震後に迅速な標高成果の提供、GNSS標高測量**
- ③ **水準測量の起点から距離が離れるに従って蓄積していた標高の誤差が解消**
- ④ 標高の時点（元期）が明確となることで、標高の整合性が全国一律に向上し、電子基準点による全国の標高の時間変化の監視が可能になるとともに、「4次元国家座標（測量成果の時間管理）」の実現に向けた基礎が整備される

■ 全国標高成果の改定量の試算

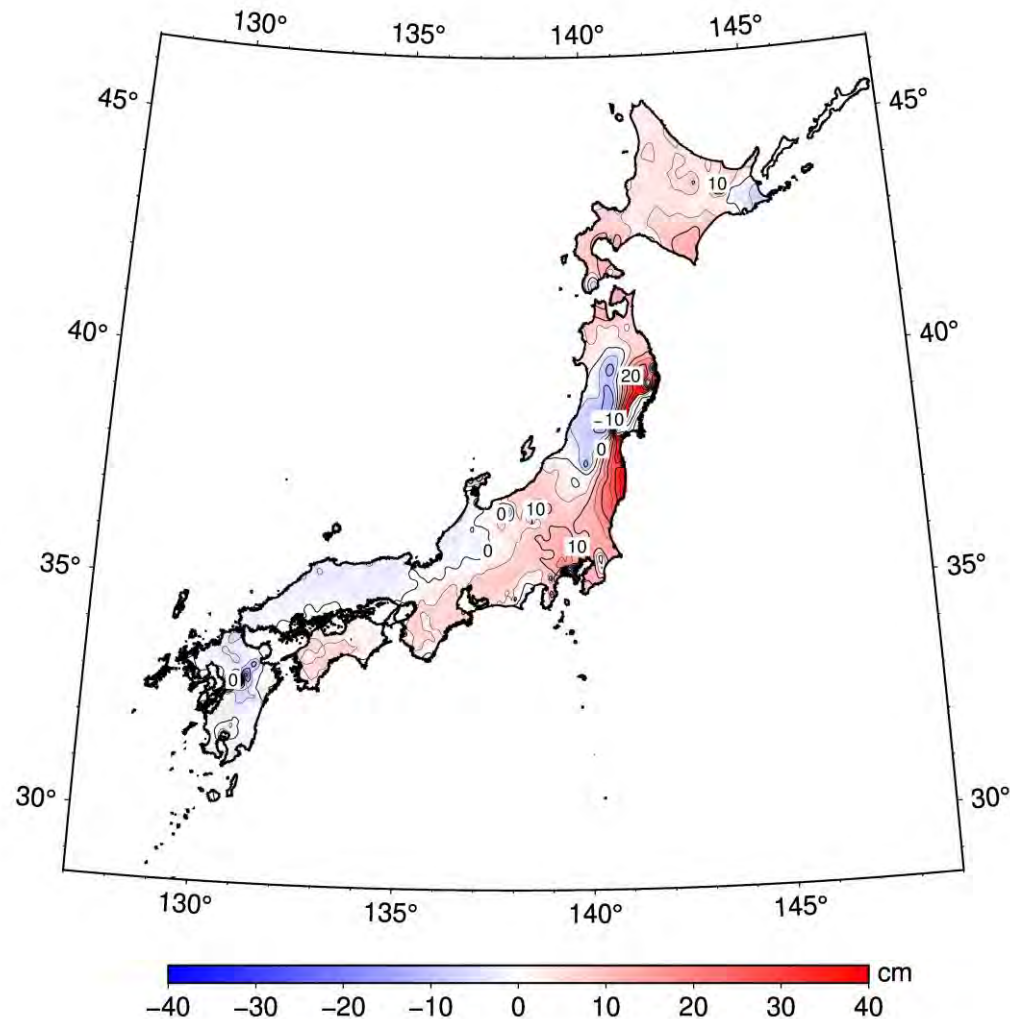


測地成果2000（2000年度平均成果）への移行

- 標高の定義が、重力式による「正規正標高」から実測の重力値による補正を用いた「正標高」へ変更
- 本州、北海道及び九州地方を水準測量によって結合し、水準原点を固定とする全国同時網平均計算によって計算
- 各地域の地震・火山による地殻変動の影響等による成果の不整合の解消



測地成果2000への移行時の標高の改定量



日本は地殻変動が激しく、時間経過とともに現実と標高成果とのズレが大きくなる

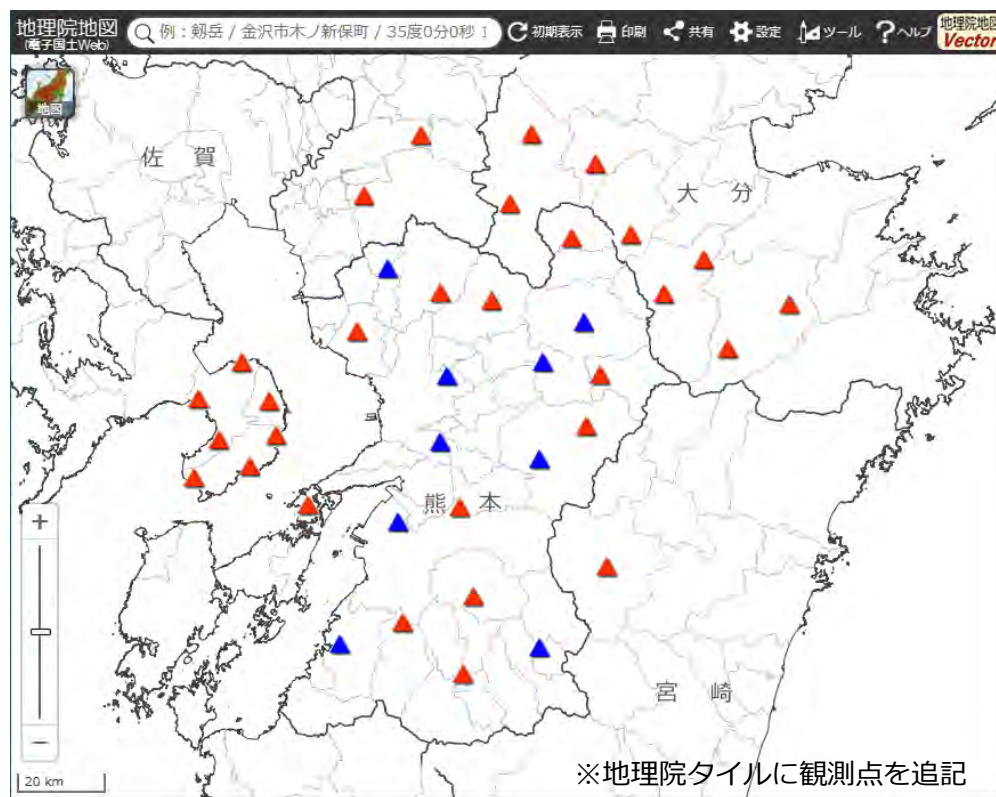


長年の地殻変動（累積変動量）によるズレを解消

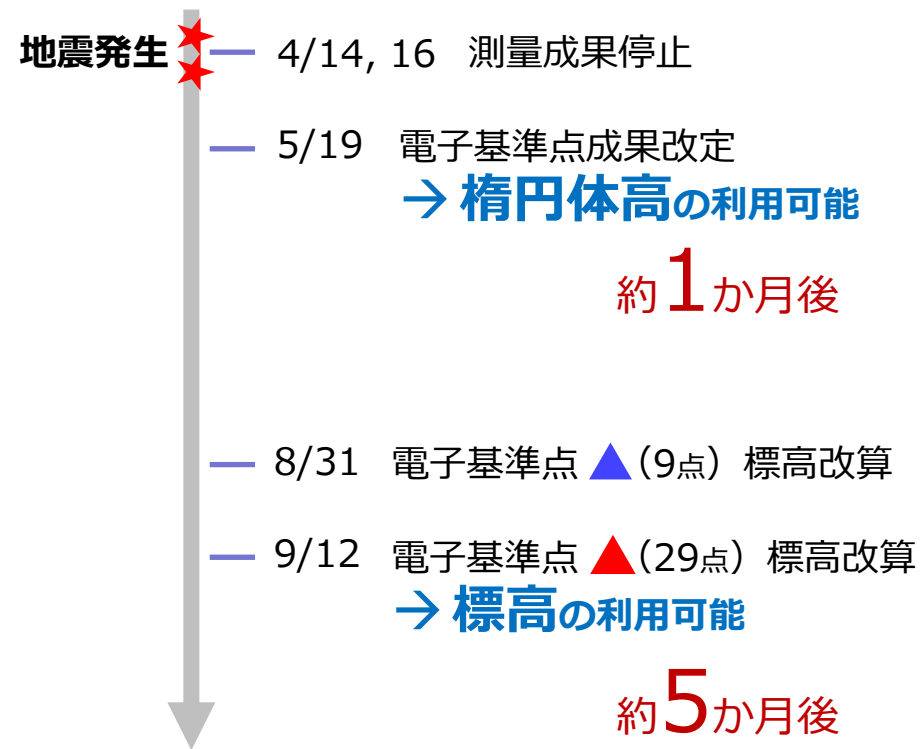
2011年～2024年の上下方向の地殻変動量※

※ 標高成果の改定量とは異なる（改定量には水準測量の誤差等を含む。また地殻変動が累積する期間が場所によっても異なる）

■ 平成28年熊本地震（2016年4月14日、16日）における標高改定の場合



熊本地震で成果改定した電子基準点



電子基準点（付属標を含む）の標高について

衛星測位で得られる楕円体高から「ジオイド2024 日本とその周辺」で換算することにより

楕円体高と同じタイミングで3級水準測量（付属標は1級）に利用可能な

標高の提供が可能に

※国土地理院の水準点の標高の提供には、引き続き直接水準測量の実施が必要

■ GNSS標高測量

- 電子基準点（測地成果2024）及び「ジオイド2024 日本とその周辺」を用いて、3級水準点、4級水準点及び簡易水準点の標高を定める測量で、水準測量の一種。
- 現行の「GNSS測量機による水準測量」と作業方法は大きく変わらない。
- 「GNSS測量機による水準測量」にあった制限を一部緩和する内容となり、地殻変動の影響を受けない標高の決定が可能（セミ・ダイナミック補正の適用）
- ユーザーの目的に応じた最適な測量方法を選択することができ、効率的・効果的な標高決定を実現

GNSS標高測量	距離に依存しない 長距離なら圧倒的に有利 短距離での精度向上は頭打ち
水準測量	短距離なら精度もコストも有利 長距離では誤差の累積が大きい

	GNSS標高測量			現行 GNSS測量機による水準測量
固定する高さ	標高成果改定後の標高			標高
既知点の種類	電子基準点 約1,300点			電子基準点 約850点 (標高区分：水準測量による)
地殻変動補正	補正する 標高元期の明確化により高精度に補正可能			補正しない
区分	3級 2級以上は引き続き直接水準測量	4級水準測量	簡易水準測量	3級水準測量
GNSS観測	スタティック法	ネットワーク型RTK法 単点観測法		スタティック法
観測距離	6km以上 (3級) 既設点と新点の距離に対しても適用 短距離は引き続き直接水準測量	1km以上 (4級)	—	6km~40km
観測時間	5時間以上 (3級)	2時間以上 (4級)	10秒以上	5時間以上

準則に反映

マニュアルとして整備

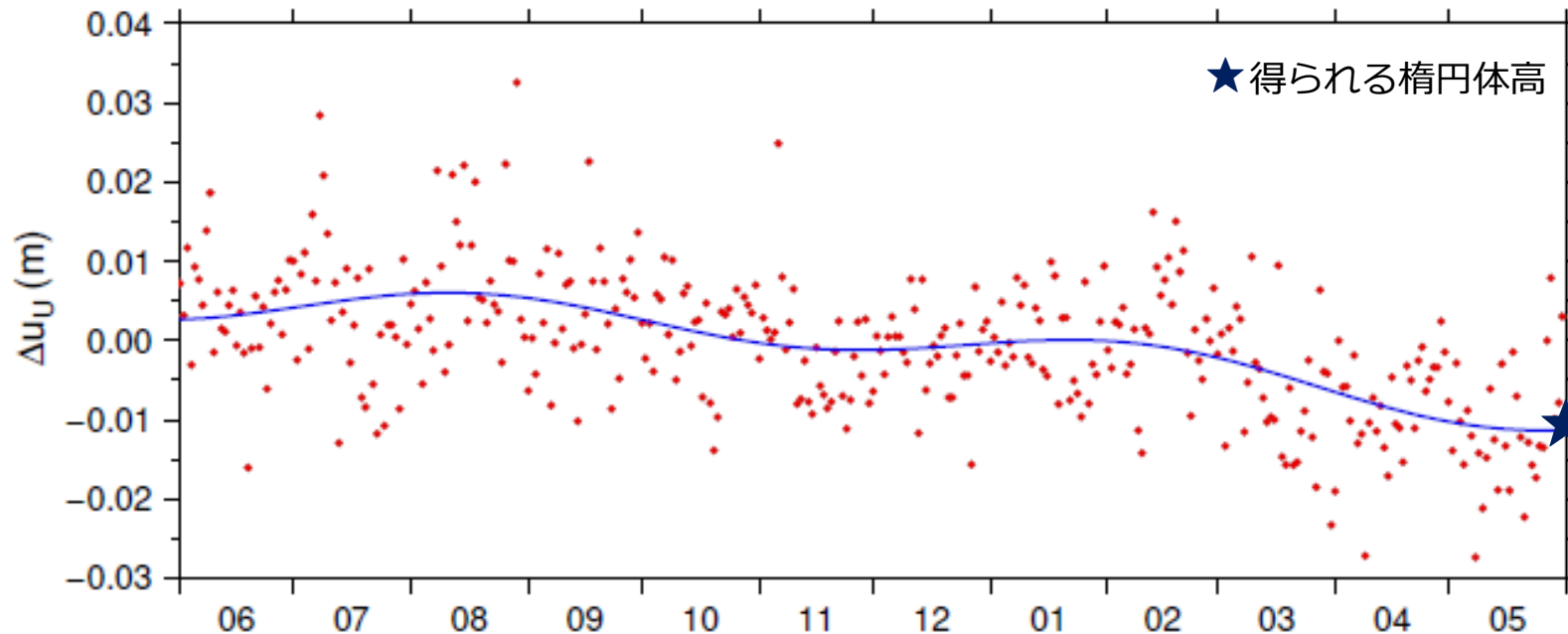
国土地理院が管理する

基準点（電子基準点、三角点、水準点）の標高成果改定方法

電子基準点の標高成果の計算方法

1. 電子基準点の楕円体高を、**基準日(令和6年6月1日)前1年間のF5解※をフィッティング(年周/半年周/トレンドを考慮)することで計算**
 → **フィッティングにより、見かけ上の動きである解析結果の外れ値や、夏季のバラツキによる影響を軽減**
2. 「ジオイド2024 日本とその周辺」によるジオイド高を用いて、標高に換算

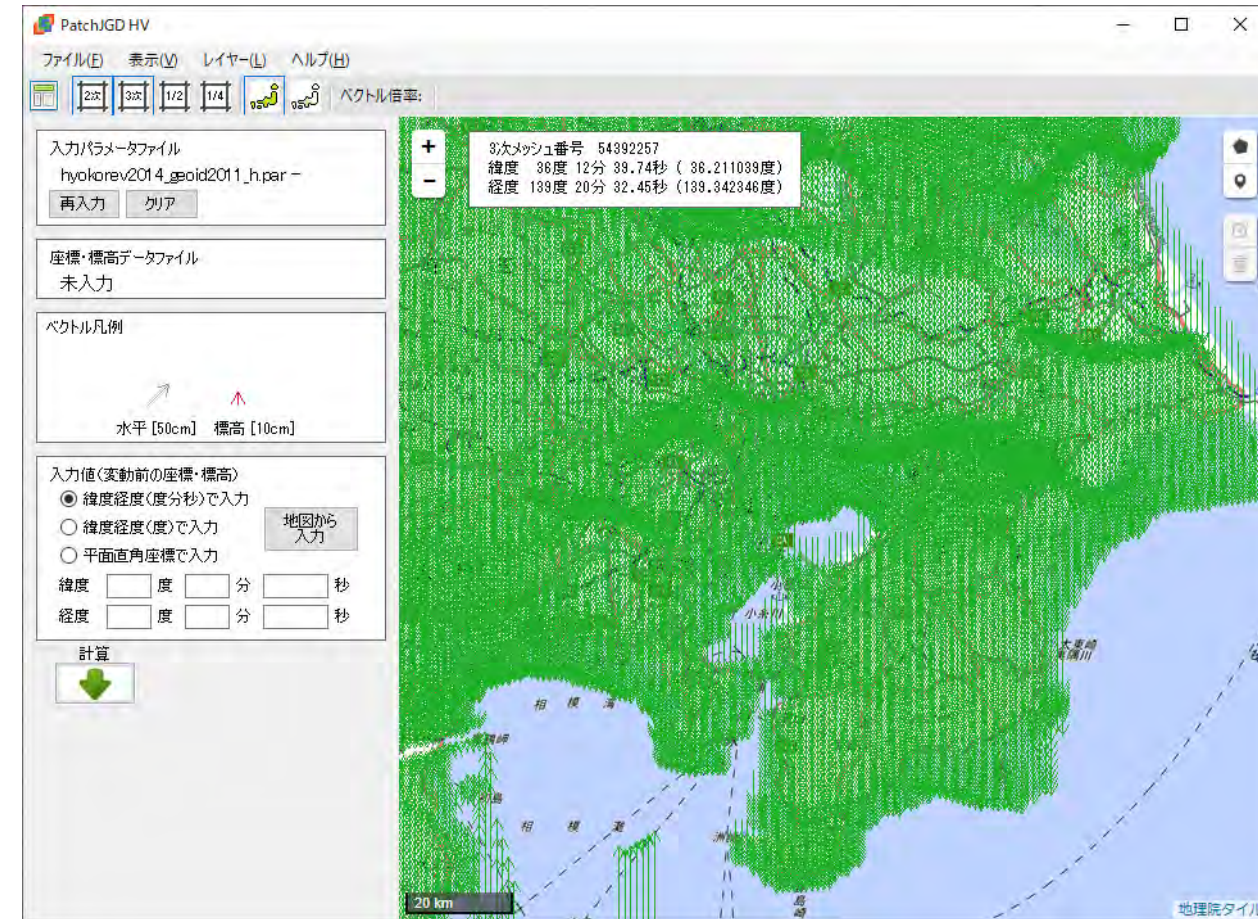
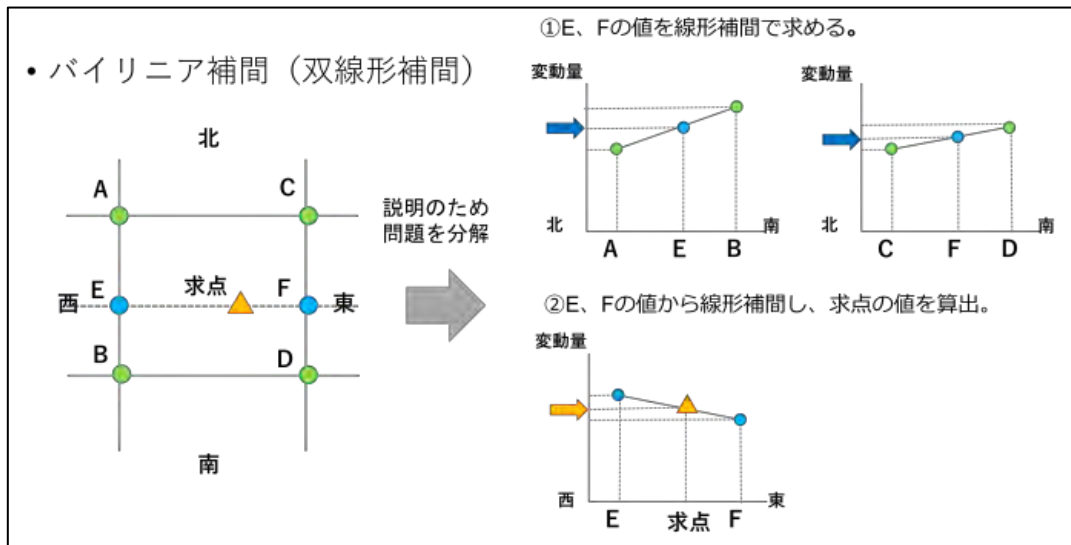
※F5解(電子基準点日々の座標値)は、IGS最終暦を用いて計算される座標解



フィッティング結果 940078広島熊野

三角点成果改定方法

- 三角点用標高改定パラメータによる改算(補正計算)
- パラメータ基本仕様: 1kmメッシュ Shift_JIS形式テキスト
現在の標高補正パラメータ仕様と同じ
PatchJGD_HVで補正計算できる形式
- 三角点改算方法: 周囲4点のグリッドの改定量からバイリニア法により改定量を算出。
現標高に足しあわせる。

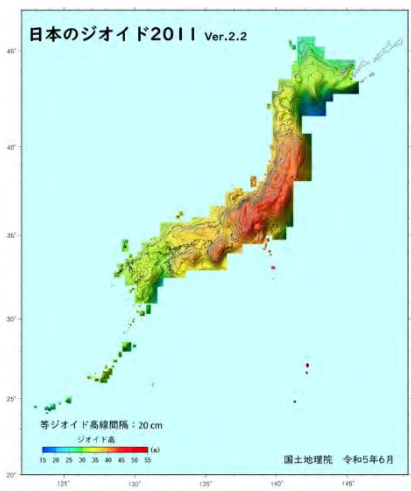
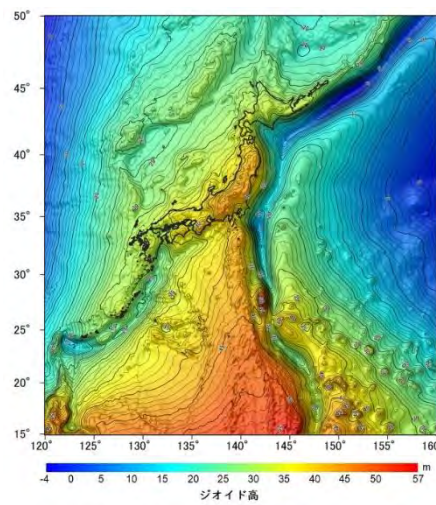
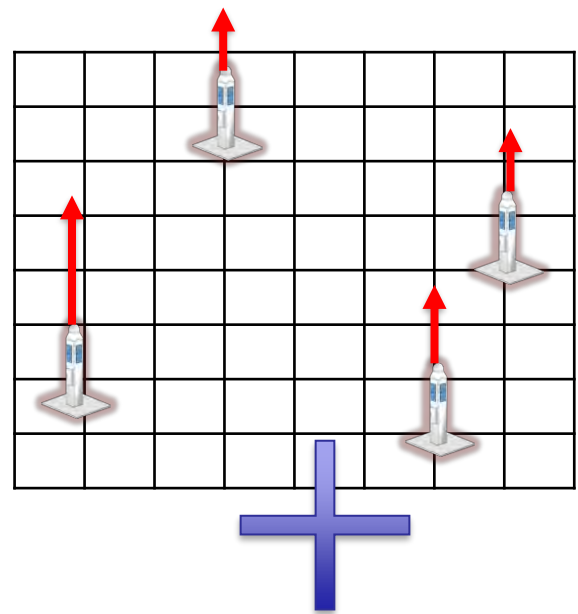


改定パラメータ作成方法

A = 電子基準点 全点(約1300点) 現標高の楕円体高と新標高の楕円体高の差から1kmメッシュパラメータを作成

B = 「日本のジオイド2011」と「ジオイド2024 日本とその周辺」のジオイドの差 (2kmメッシュ)を1kmメッシュに変換

○AとBを足しあわせ、三角点標高改定パラメータを作成



下記①②の2工程で標高を算出する予定

① 多点固定網平均計算

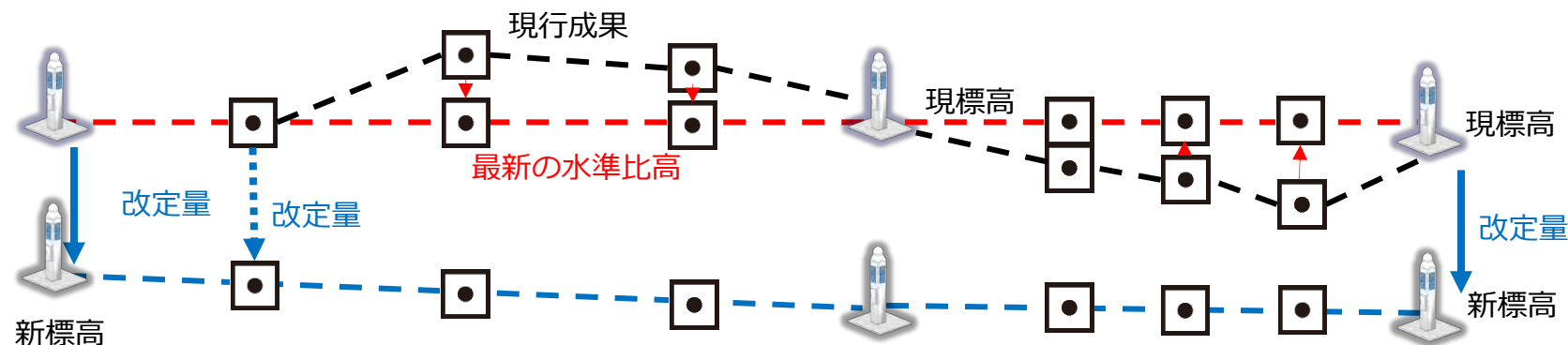
電子基準点付属標の現標高を固定して
水準測量成果(比高)で平均計算

最新の水準測量成果を反映・
電子基準点の現標高と整合

② パラメータ変換

①をパラメータで新標高に換算
(電子基準点の新標高－現標高)

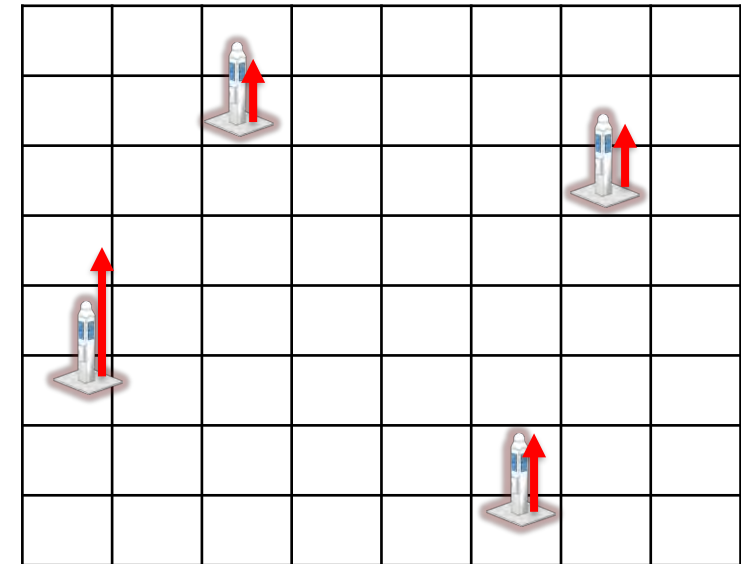
現標高を最新の標高に変換



- 水準点標高改定パラメータの作成方法

電子基準点付属標の水準取付による現標高と新標高の差から、1kmメッシュのパラメータを作成する。

- **パラメータ基本仕様: 1kmメッシュ Shift_JIS形式テキスト**
現在の標高補正パラメータ仕様と同じ
PatchJGD_HVで補正計算できる形式(三角点と同じ)



水準取付がある電子基準点: 約800点

新たな測量種別として
**GNSS標高測量を導入する以外に
既存の測量に変更はないのか？**



**標高成果の改定に伴い
測量方法を一部変更する**

<作業規程の準則 第2編第2章 基準点測量>

第40条 この章において「計算」とは、新点の水平位置及び標高を求めるため、次の各号により行うものとする。

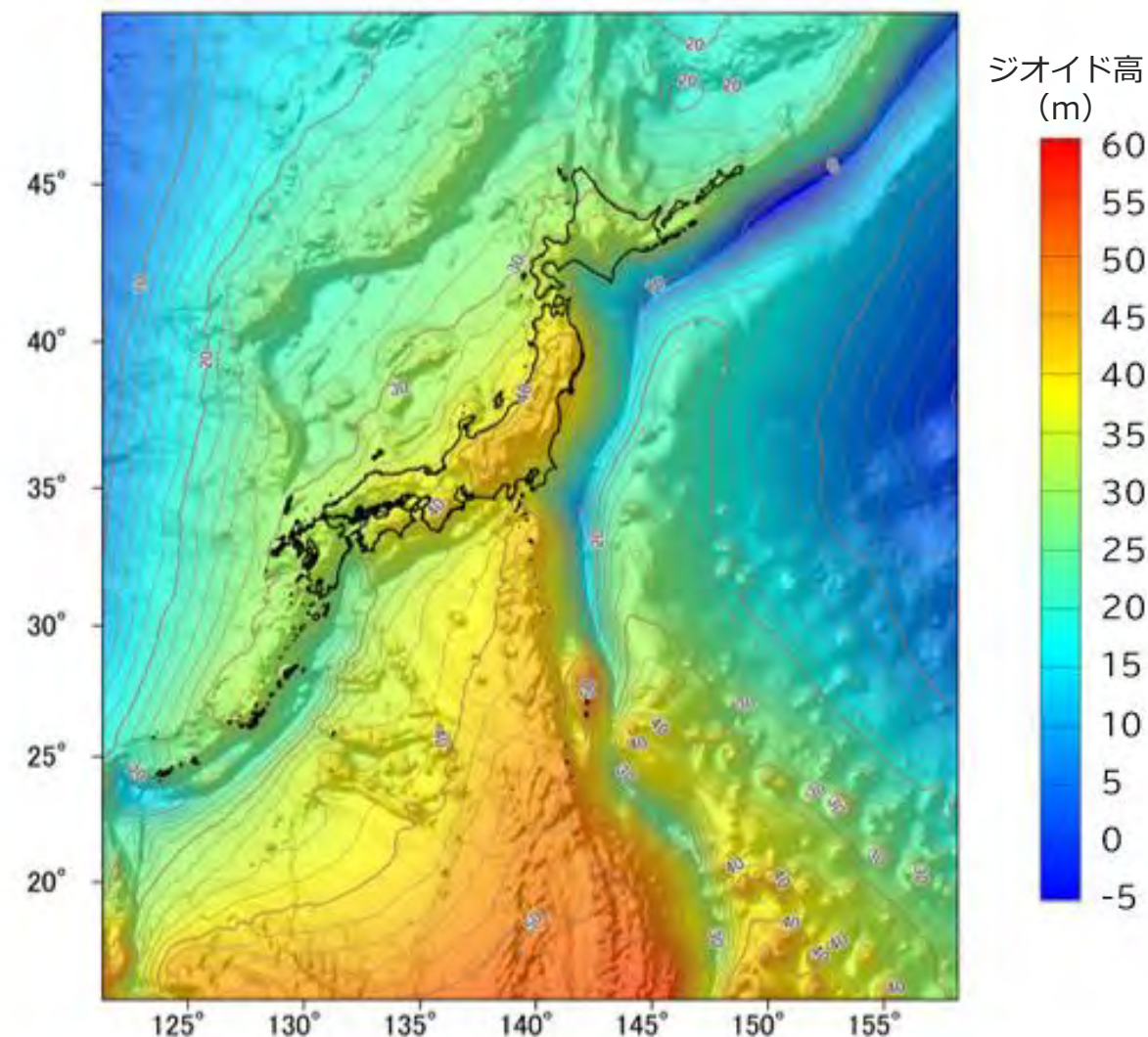
一 (略)

二 **ジオイド高は、国土地理院が提供する最新のジオイド・モデル** (以下「ジオイド・モデル」という。) **から求めた値とする。**ただし、法第11条第1項第三号により国土地理院長が承認した測量の原点 (標高) に基づく 離島においては、この値に国土地理院が提供する基準面補正パラメータから求めた値を加えた値をジオイド高として使用する。

三 (略)



「ジオイド2024 日本とその周辺」 の正式版を使用



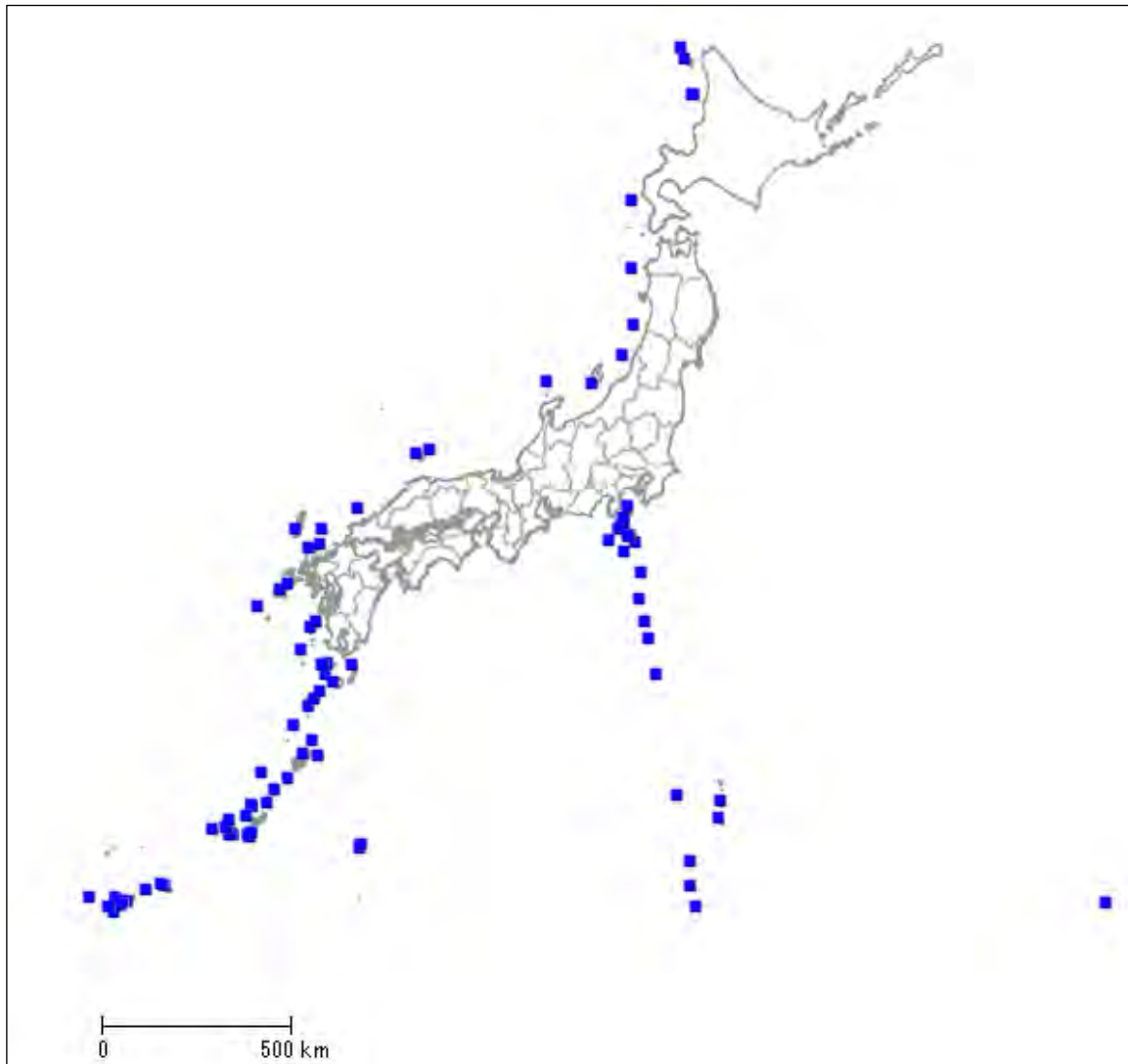
ジオイド2024 日本とその周辺 (試行版)

独自の基準面を設定（測量法第11条第1項第3号に該当）

第十一条第一項第三号

測量の原点は、日本経緯度原点及び日本水準原点とする。

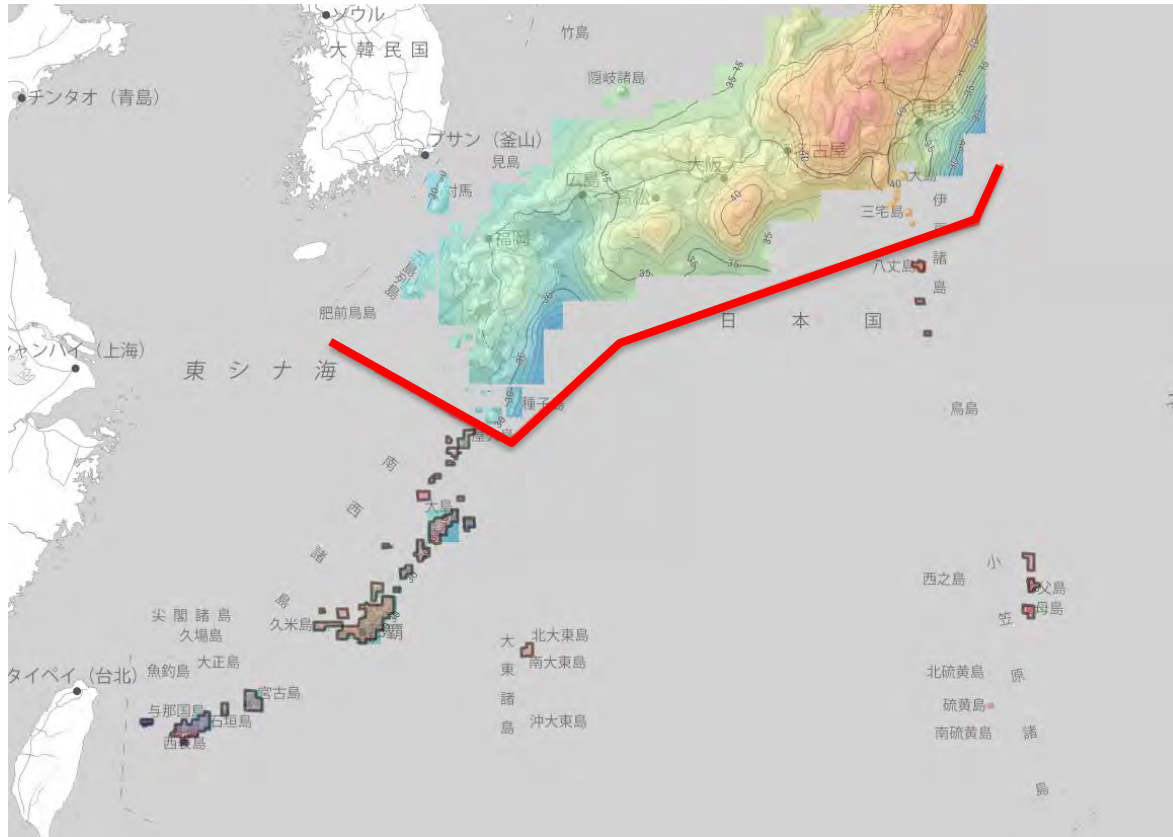
ただし、離島の測量その他特別の事情がある場合において、国土地理院の長の承認を得たときは、この限りでない。



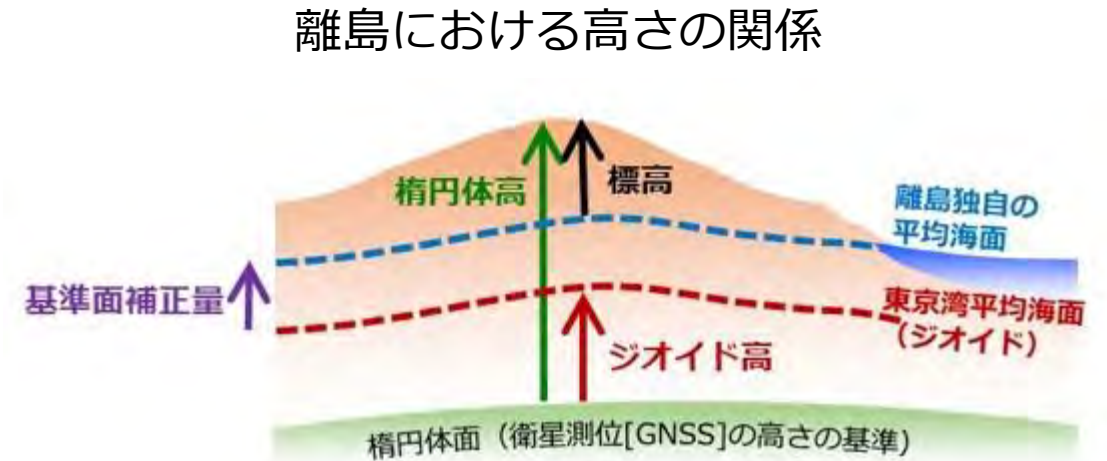
**（現在）
測量法第11条で承認を
受けた基準面を持つ島（86島）**

東京湾平均海面と異なる平均海面を基準とする離島

東京湾平均海面と異なる平均海面を標高の基準とする離島【吐噶喇(トカラ)列島以南、八丈島以南】では、東京湾平均海面と離島独自の平均海面の差を「基準面補正量」と設定



基準面補正計算が必要な範囲（赤線より南の地域）



⇒ 離島における楕円体高の算出過程は「標高 + ジオイド高 + 基準面補正量」

標高体系移行の円滑化を図るため、当面の間

「ジオイド2024 日本とその周辺」と「基準面補正パラメータ」を統合したファイルを提供

統合したファイルは日本全国で使用可能

■ 電子基準点の成果表

基準点成果表

成果値の定義が変更されるため
「測地成果2024」に変更

世界測地系 **「測地成果2011」**

基準点コード 種 別	冠字番号 基準点名	緯度 経度 標高	X (m) Y (m) 座標系	縮尺係数 楕円体高	1 / 5 万図名 標高区分 作業内容 作業年月日
EL05440102605 電子基準点	つくば3	360613.0866 1400510.7347 29.528	11527.835 22777.641 9系	0.999906 69.71	土浦 水準測量による 標高改算 2014/03/20

**衛星測位を基盤とする
元期が明確な最新の値に改定
(元期：令和6年6月1日)**

全点がジオイドによる
算出となるため
記載を削除

**「標高」と「ジオイド高」から算出可能
数年の移行期間後に記載を削除**

■ 一等水準点等の成果表

標高の桁数を「0.1 mm」から「1 mm」に変更

※一等水準測量における読定単位や観測の許容範囲等に変更しない

測量方法の変更 | 電子基準点PCV補正データの細分化

基線解析で行うPCV補正について
電子基準点のPCV補正はアンテナ機種の違いだけを考慮



電子基準点架台の違いを考慮



主な電子基準点の外観

■ 電子基準点「つくば1」のRINEXヘッダー (現行)

3.02	OBSERVATION DATA	M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
BINEX2RINEX 2.10	GSI, JAPAN	20241002 19:52:48	UTCPGM / RUN BY / DATE
2110			MARKER NAME
GEODETIC			MARKER TYPE
GSI, JAPAN	GEOSPATIAL INFORMATION AUTHORITY OF JAPAN	OBSERVER / AGENCY	
00000	TRIMBLE ALLOY	6.15.22/JUL/2022	REC # / TYPE / VERS
	TRM159900.00	GSI	ANT # / TYPE
-3957161.9517	3310203.6640	3737752.3583	APPROX POSITION XYZ
0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N

■ 電子基準点「つくば1」のRINEXヘッダー (令和7年4月1日以降)

3.02	OBSERVATION DATA	M (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
BINEX2RINEX 2.10	GSI, JAPAN	20241002 19:52:48	UTCPGM / RUN BY / DATE
2110			MARKER NAME
GEODETIC			MARKER TYPE
GSI, JAPAN	GEOSPATIAL INFORMATION AUTHORITY OF JAPAN	OBSERVER / AGENCY	
00000	TRIMBLE ALLOY	6.15.22/JUL/2022	REC # / TYPE / VERS
	TRM159900.00	GSI6	ANT # / TYPE
-3957161.9517	3310203.6640	3737752.3583	APPROX POSITION XYZ
0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N

架台のコードを「GSI」から「GSI6」に変更

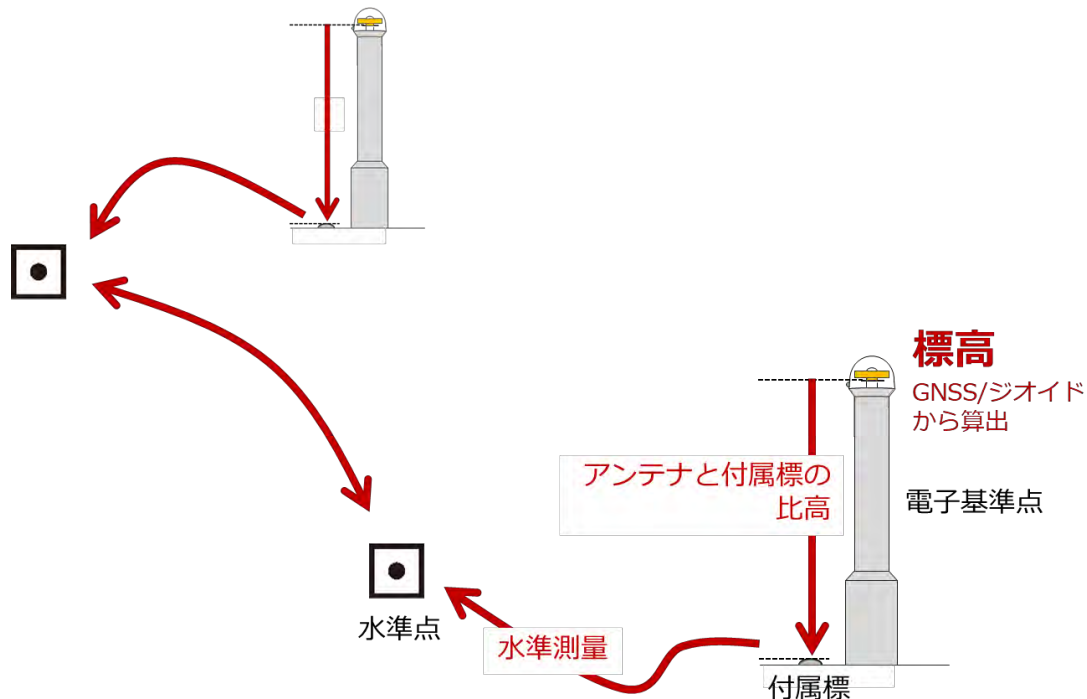
測量方法の変更 | 電子基準点付属標

電子基準点付属標には
基準点の成果 (EL1) と二等/三等水準点の
成果 (LOE/LOF) が存在

ふりがな 点 名 (点 番 号)	さくらがわ 桜川 (93010)	基準点コード (電子基準点)	EL05340736201
付属標番号	No. 93010A	基準点コード (付 属 標)	EL15340736202
標 識 番 号	第 93010A 号	基準点コード (二等水準点)	LOE000093010A

基準点コード 種 別	冠字番号 基準点名	緯度 経度 標高	X (m) Y (m) 座標系	縮尺係数 楕円体高	1/5万図名 標高区分 作業内容 作業年月日
EL15340736202 電子基準点(付)	桜川(付)	355813.4688 1402410.6286 12.429	-3133.164 51373.262 9系	0.999933 49.88	佐原 水準測量による 標高改算 2014/03/20

基準点コード	種 別	点 名	標 高(m)	1/5万図名 作業内容 作業年月日
LOE000093010A	電子基準点(二等水準点)	93010A	12.429	佐原 改算 2012/02/01



**電子基準点付属標の成果は水準測量
(全等級) の既知点として使用可能**

※ 二等/三等水準点としての成果は廃止

令和7年4月1日

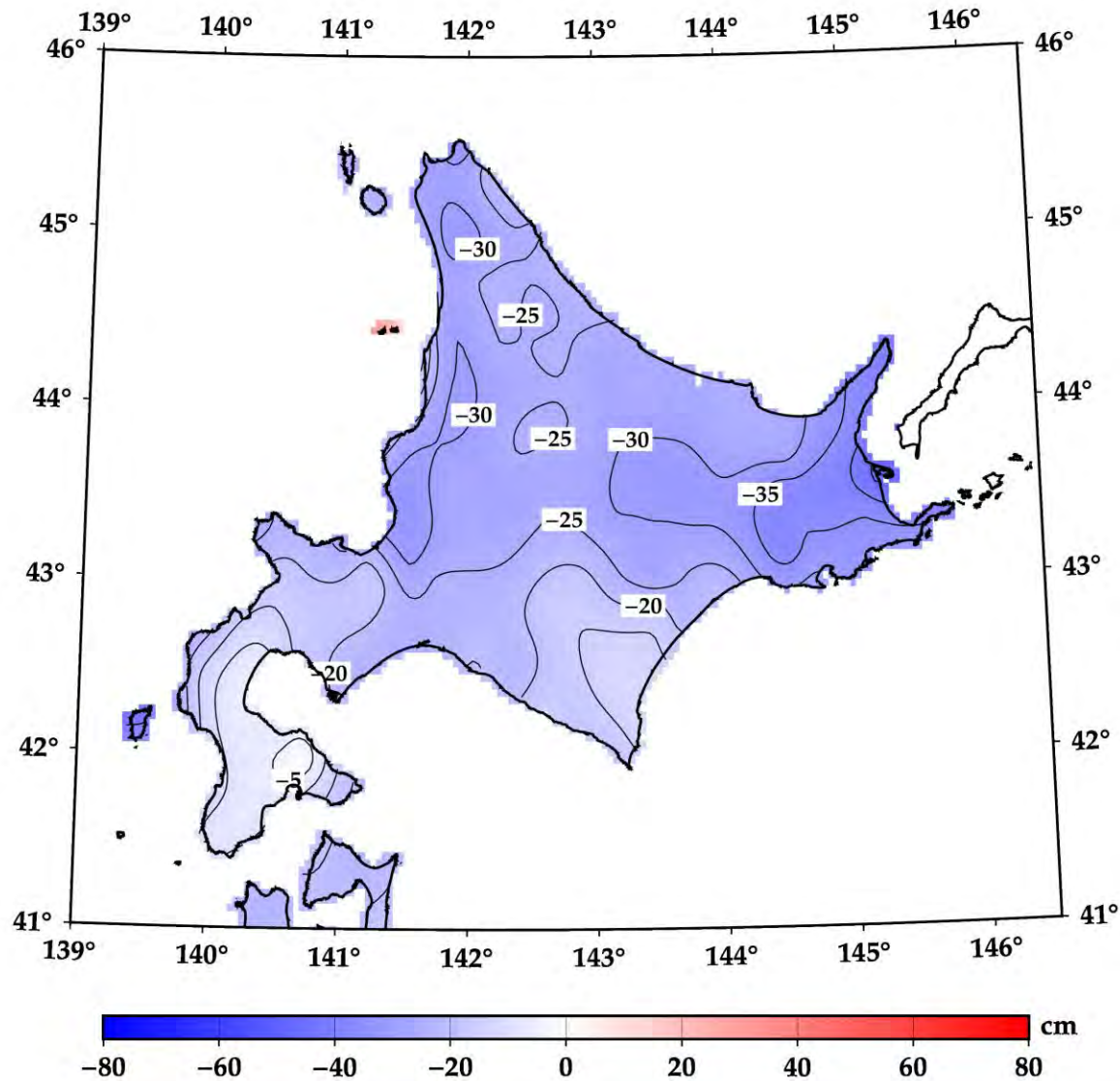
電子基準点等の基準点の標高成果について

衛星測位（電子基準点とジオイド）を基盤とする最新の値へ改定

水準測量に起因する誤差が内在しない

- **地殻変動で累積した現実と標高成果とのズレが解消**
- 「ジオイド2024 日本とその周辺」と衛星測位を用いて従来よりも迅速かつ高精度に現況にあった標高が取得可能
→ **地震後に迅速な標高成果の提供、GNSS標高測量の導入**

北海道地区の標高成果の改定量(試算)



- 新標高と既存の標高とを換算するためのパラメータは、国土地理院から公表予定

※ 試算値のため、実際の改定量とは異なります。

国土地理院ホームページにおける周知



国土地理院ホームページ（TOP）

https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/hyoko2024rev.html

国土交通省 国土地理院
 Geospatial Information Authority of Japan

本文へ | 総合トップへ | 文字サイズ変更 | 標準 | 拡大 | ENGLISH

Google 検索 | サイトマップ

国土地理院について | 位置の基準・測量情報 | 地図・空中写真・地理調査 | 防災・災害対応 | GIS・国土の情報 | 申請

地理院ホーム > 位置の基準・測量情報 > 基準点成果の取扱い > 全国の標高成果の改定【予告】

最終更新日：2025年1月8日

全国の標高成果の改定【予告】

令和7年度 全国の標高成果の改定

お知らせ

- 2024年12月24日 関連情報に【報道発表】衛星測位を基盤とする三角点「富士山の新しい標高」を追加しました。NEW
 標高体系の移行に伴い変更する測量の仕組みを公開しました。NEW
 全国の標高成果の改定に関するQ&Aに【地図・数値標高モデル(DEM)に関するご質問】を追加しました。NEW
- 2024年11月15日 概要、標高成果を改定する背景、衛星測位を基盤とする標高体系を公開しました。
- 2024年10月15日 富士山での測量作業【動画】を関連情報で公開しました。
 第53回 国土地理院報告会【講演動画】は関連情報に移動しました。
- 2024年9月24日 関連情報を公開しました。
- 2024年9月18日 全国の標高成果の改定に関するQ&Aを公開しました。
 お問い合わせを開設しました。
- 2024年6月29日 第53回 国土地理院報告会【講演動画】を公開しました。
- 2024年6月3日 当サイトを開設しました。

概要

全国の標高成果の改定【予告】 ※順次、情報を追加しています
<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/hyoko2024rev.html>