

地理院地図で見る「国土を測る」

国土地理院 防災・地理教育支援事務局 林 諒祐
谷ヶ崎 直路

Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

4. 国土を測ることで



Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

4. 国土を測ることで



「**地理院地図**」は、日本の国土の様子を発信し、
正確な日本の姿を表している**ウェブ地図**



パソコンや
スマホから
アクセス！

地理院地図

<https://maps.gsi.go.jp/>



地理院地図の特長

備 え

**道路・鉄道等が
開通と同時に
一部更新！**

緯度・経度に加え
標高がわかる
(**断面図・色別標高図**)

防災地理情報

- ・**明治期の低湿地**
- ・活断層図など

地域の防災力強化に
有効な情報

- ・**指定緊急避難場所**
- ・公共施設や道の駅

発災後

被災前後の写真を比較

地理院地図でできること

地理院地図
(電子国土Web)

🔍 例：劔岳 / 金沢市木ノ新保町 / 35度0分0秒

🔄 初期表示

🖨️ 印刷

🔗 共有

⚙️ 設定

📏 ツール

❓ ヘルプ

地理院地図
Vector

地図・写真を見る

様々な地図、様々な時代の写真を重ねて表示することができます。

住所を検索する

地名、住所、経緯度などによる検索ができます。

各種機能を使う

距離の計測、断面図の作成、2画面表示などができます。

標高・住所を確認する

地図の中心位置の住所や緯度、経度、標高を確認できます。

100 m

📍 あ 茨城県つくば市北郷 (付近の住所。正確な所属を示すとは限らない。)

36度6分16.56秒 140度5分2.73秒 36.104599,140.084093 ズーム: 16

UTMポイント: 54SVE17559593

標高: 25.5m (データソース: DEM5A)

表示値の説明

地理院地図で提供している情報



地理院地図 (電子国土Web)

度0分0秒 / 35.01 初期表示 印刷 共有 設定 ツール ? ヘルプ 地理院地図 Vector

はじめに「地図」のアイコンをクリック

ベースマップ
重ね合わせのベースとなる地図の変更ができます。

標準地図 淡色地図 白地図 English 写真

地図の種類

トップ

- 年代別の写真
- 標高・土地の凹凸
- 土地の成り立ち・土地利用
- 基準点・地磁気・地殻変動
- 災害伝承・避難場所
- 近年の災害
- その他

300 km

標高: 27.9m (データソース: DEM5A)

①年代別の写真
戦前～最新の空中写真が見られます。

②標高・土地の凹凸
地形の凹凸が確認できます。

③土地の成り立ち・土地利用
土地の特徴を表した地図が見られます。

④災害伝承・避難場所
自然災害伝承碑や避難場所を確認できます。

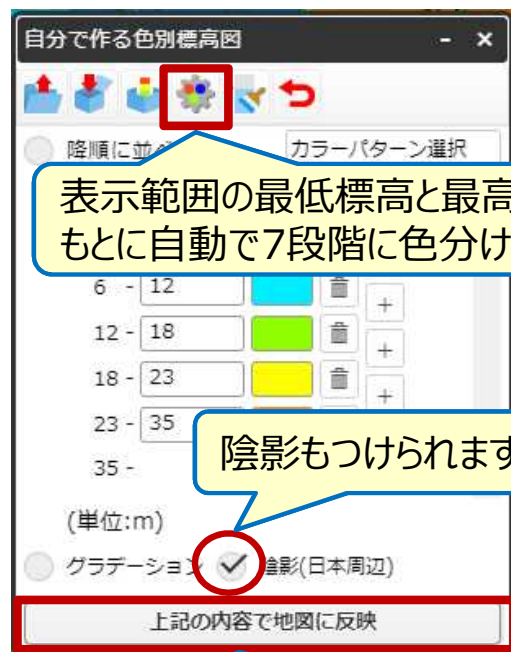
⑤近年の災害
被災後に作成された空中写真や地図が見られます。

その他
地理教育に活用できる情報が見られます。

表示値の説明

地理院地図で地形を直感的に把握できる

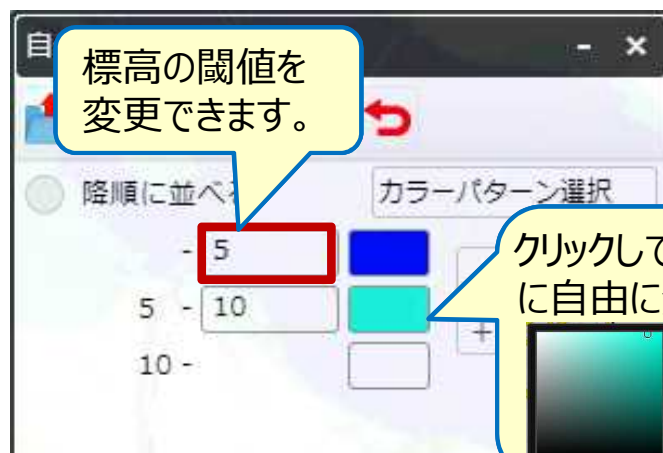
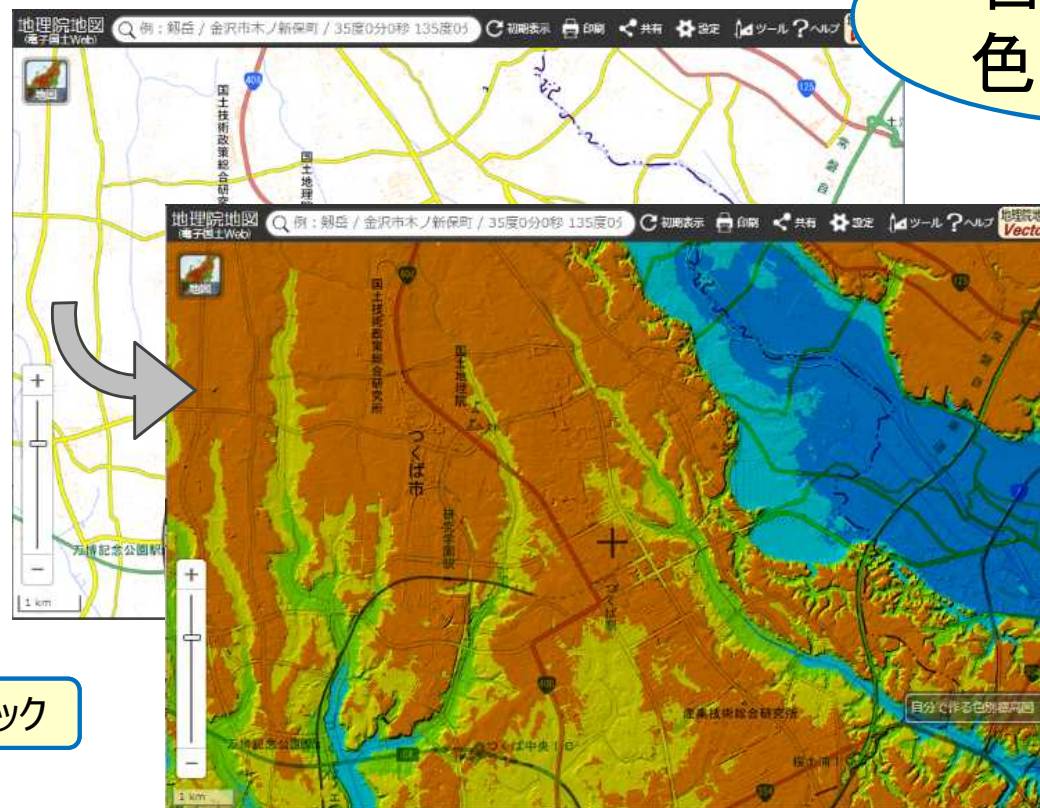
自分で作る
色別標高図



表示範囲の最低標高と最高標高を
もとに自動で7段階に色分け

陰影もつけられます。

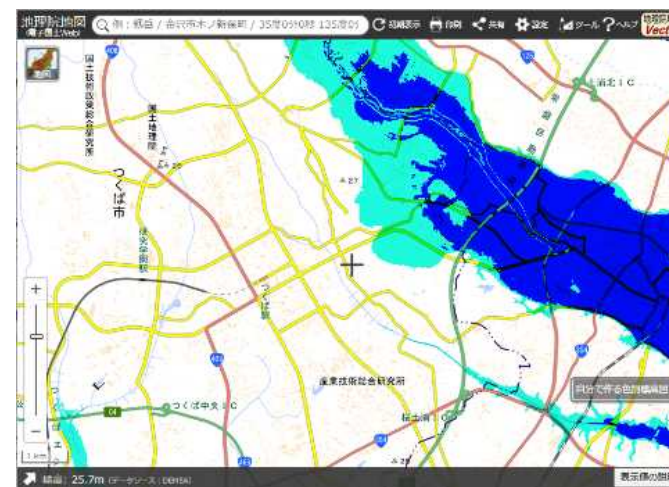
最後に「上記の内容で地図に反映」をクリック



標高の閾値を
変更できます。

クリックして色を個別
に自由に変更可能

標高5m以下を青
10m以下を水色



Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

4. 国土を測ることで



地理院地図に掲載されている位置・高さ

国家座標とは = 位置の基準



平面直角座標

JGD2011

統一の基準で示すべき

電子基準点

緯度何度?

これらが測量法第11条で定義！！
測量以外の分野でも活用

宅配お願いします。

あんたがたどこさ

肥後さ

肥後どこさ

熊本さ

熊本どこさ

船場さ

えっ？

具体性がなく位置を確定するのが難しい

宅配お願いします。

お届け先の座標は
どのあたりですか？

北緯32.79852度
東経130.70540度です

調べましたら
熊本市中央区ですね。

路面電車〇〇駅の
西側の〇〇学習塾
の建物の6階です

承知しました。
お届けまで2日になります。

座標だけで地図上ではほぼ位置が確定できる

地理院地図に掲載されている位置・高さ

国家座標とは

国家座標とは、その国の**位置の基準**です。具体的には、その国において**緯度、経度、高さ**やこれに準ずる座標（数値）で位置を表す場合の基準をいいます。我が国においては、**測量法第11条で定められた基準**に準拠した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標が、**測量に限らず**、様々な法令や民間の地図や図面などで位置を表現する場合の基準として用いられ、国家座標となっています。

同じ位置の数値が複数存在すると**社会的な混乱**が生じてしまいますが、国家座標に準拠・整合したものに統一されていることで、誰もが安心して位置情報を活用することが可能となっています。

日本の国家座標の定義や分かりやすく説明する場合の例は以下のとおりです。

【定義】

国家座標とは、その国の位置の基準である。

日本の国家座標とは、測量法第11条で定められた基準に準拠した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標である。

【日本の国家座標やその一部を分かりやすく伝える場合の例】

- 1) 国家座標とは、**日本経緯度原点**の座標と整合する座標です。
- 2) 国家座標とは、日本水準原点の標高と整合する座標です。
- 3) 国家座標とは、**基盤地図情報**の位置と整合する座標です。
- 4) 国家座標とは、国土地理院の地図やこれを使用して作成される道路地図など**一般の地図**の座標と整合する座標です。
- 5) 国家座標とは、日本経緯度原点等の測量の基準（測量法第11条）及び**国家基準点**の成果と整合する座標です。
- 6) 国家座標とは、**三角点**や**電子基準点**と整合する座標です。
- 7) 国家座標とは、国家基準点の成果と整合した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標などの座標値を指す普通名詞です。現在の日本の国家基準点成果は、**世界測地系（地球基準座標系）**のひとつである測地基準座標系「**日本測地系2011**」(**JGD2011**)に準拠しており、いわゆる国家座標です。

なお、これまでは、基準日（元期）に固定した国家座標が用いられてきましたが、これからは、3次元の座標値（緯度・経度・高さ）に時点情報を加えた**4次元の国家座標（JGD4D）**も必要となってきています。

時間を含めた4次元の国家座標（JGD4D）は、任意の時刻間の変換（地殻変動補正）によって実現されます。

※整合とは、同一地点の座標が測定の実誤差の範囲内で一致していることをいう。

※国家基準点とは、三角点、水準点、電子基準点等をいう。



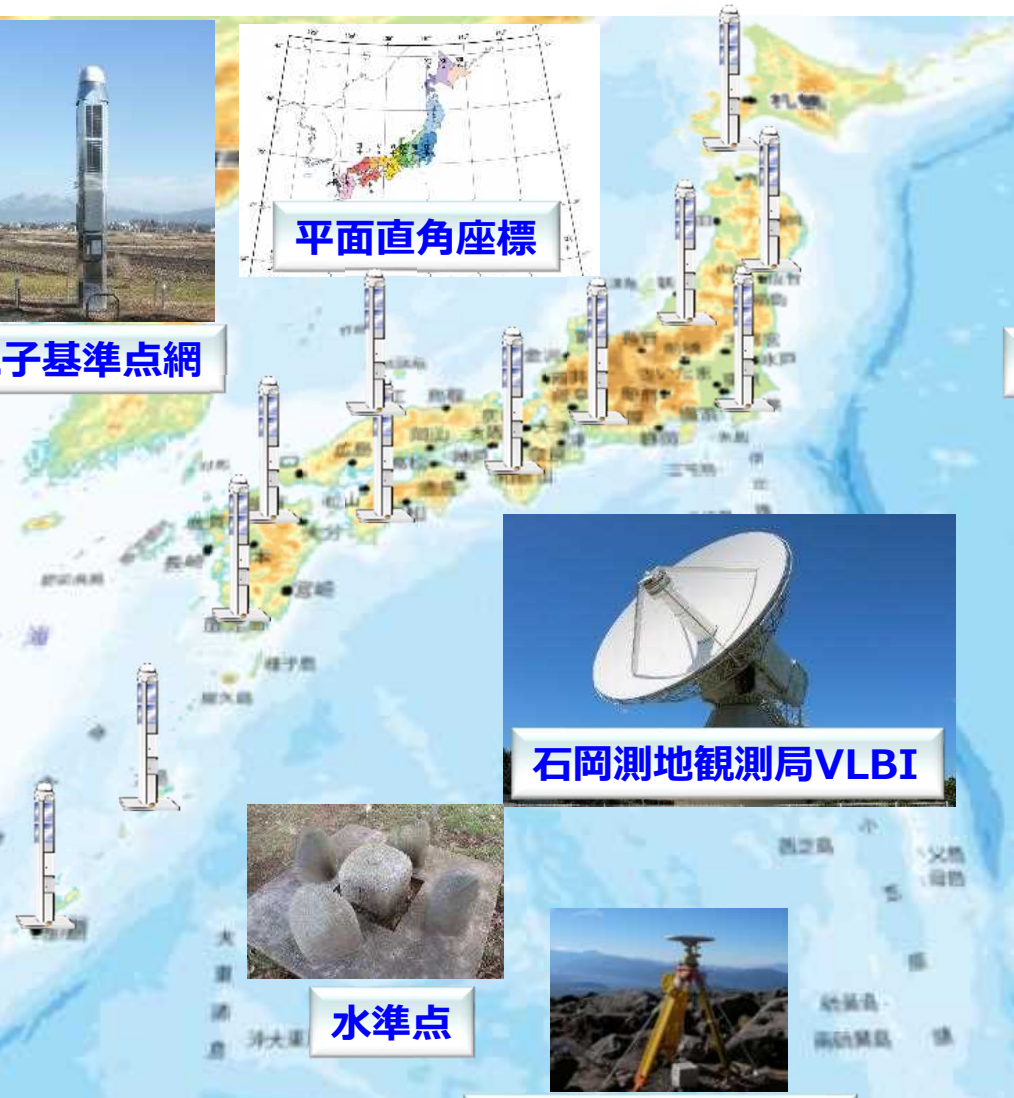
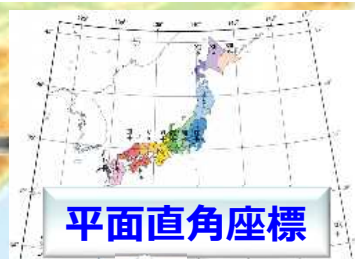
国家座標がないと



地理院地図に掲載されている位置・高さ

緯度経度（水平位置）を測る

信頼性の高い測量・測位環境を確保するための日本の国家座標



Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

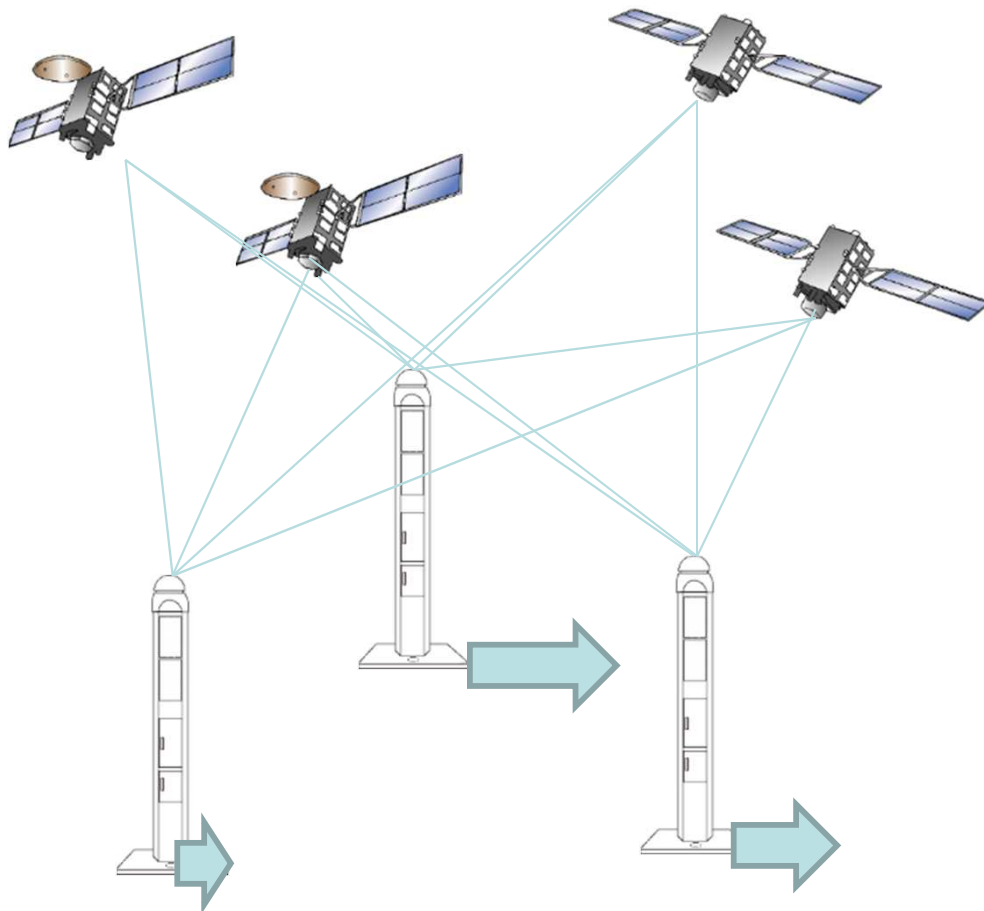
3. 国土を測るとは

4. 国土を測ることで

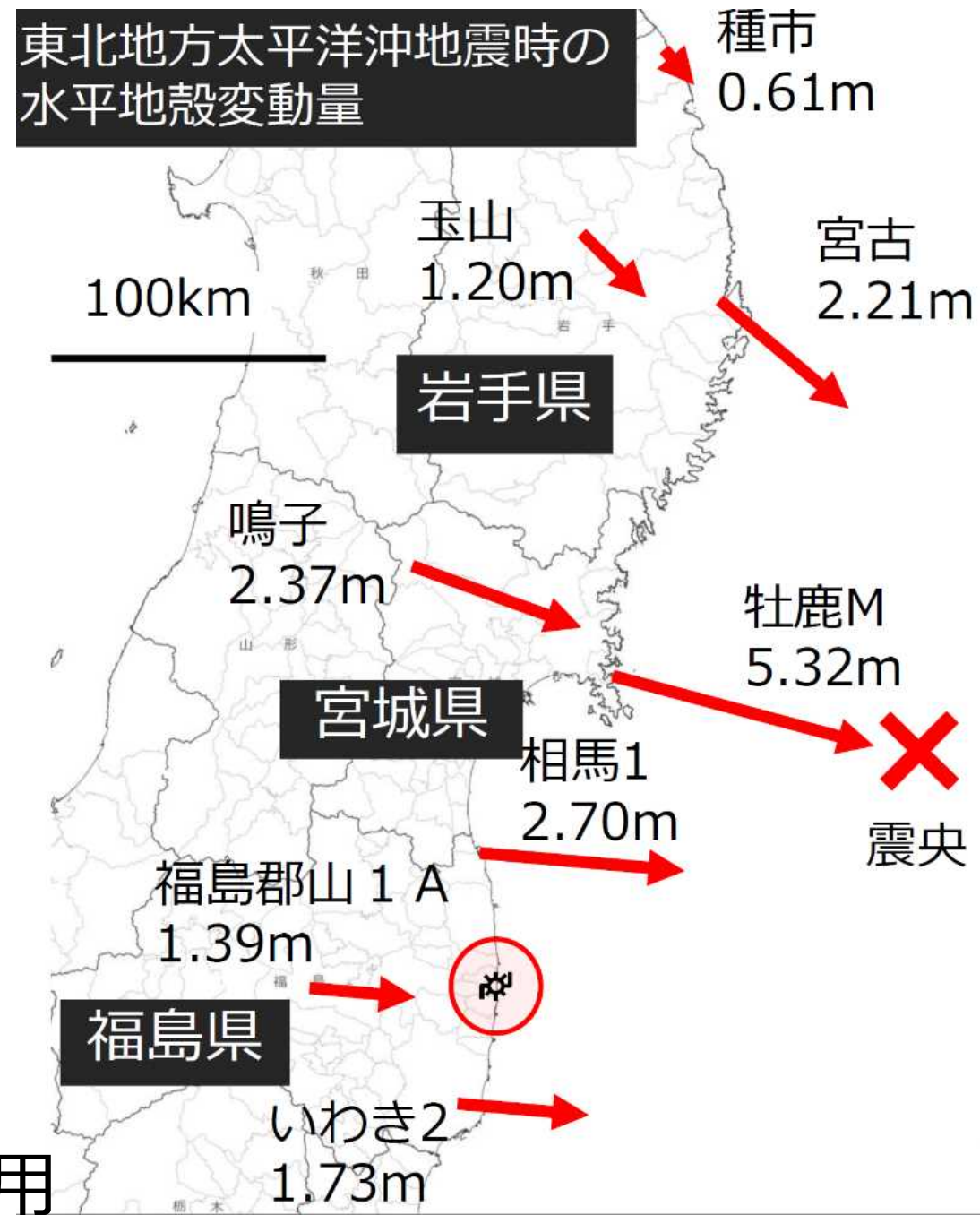


実際の地殻変動

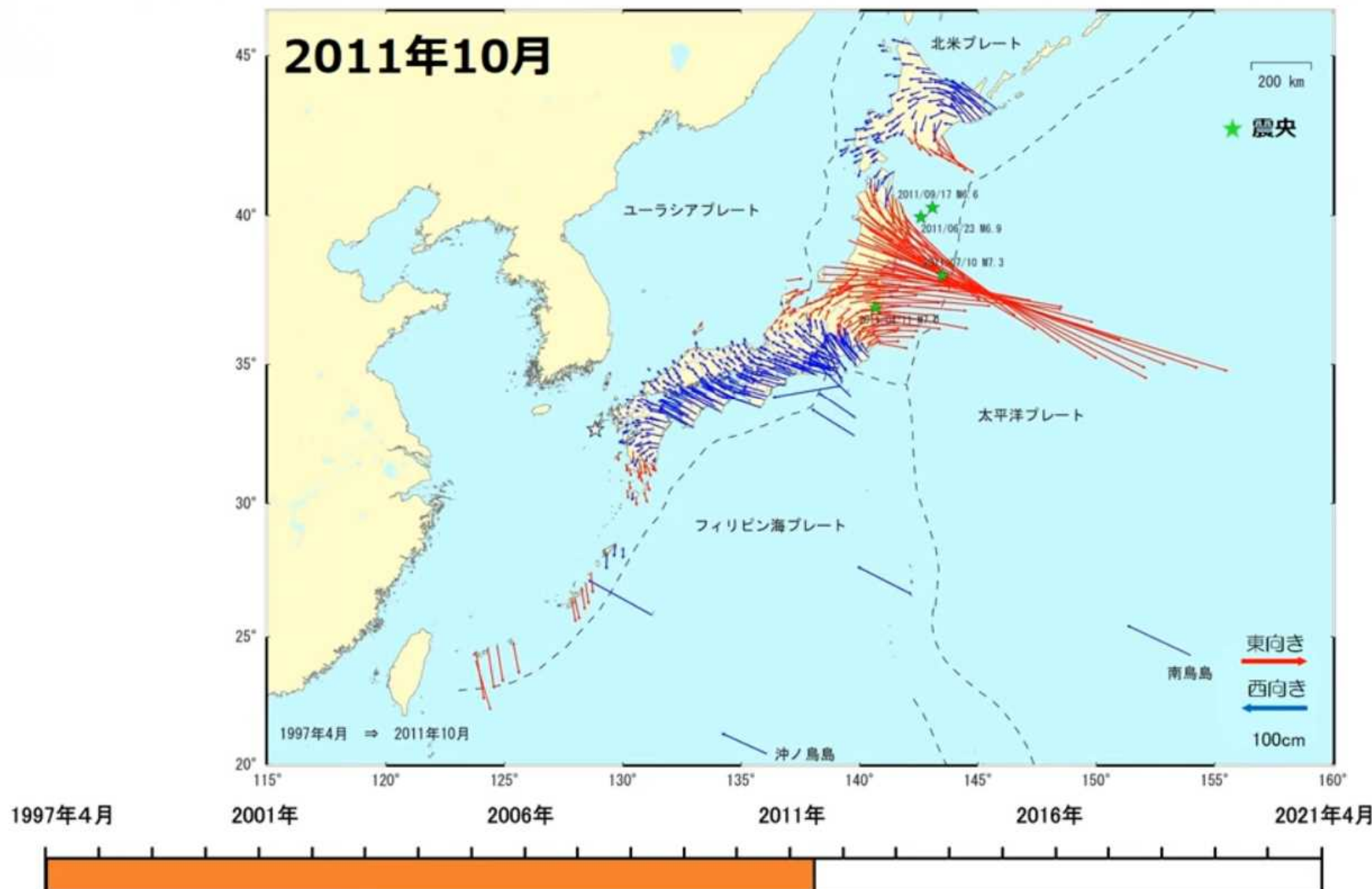
東北地方太平洋沖地震(2011)の時は
最大 **5m強** 水平移動



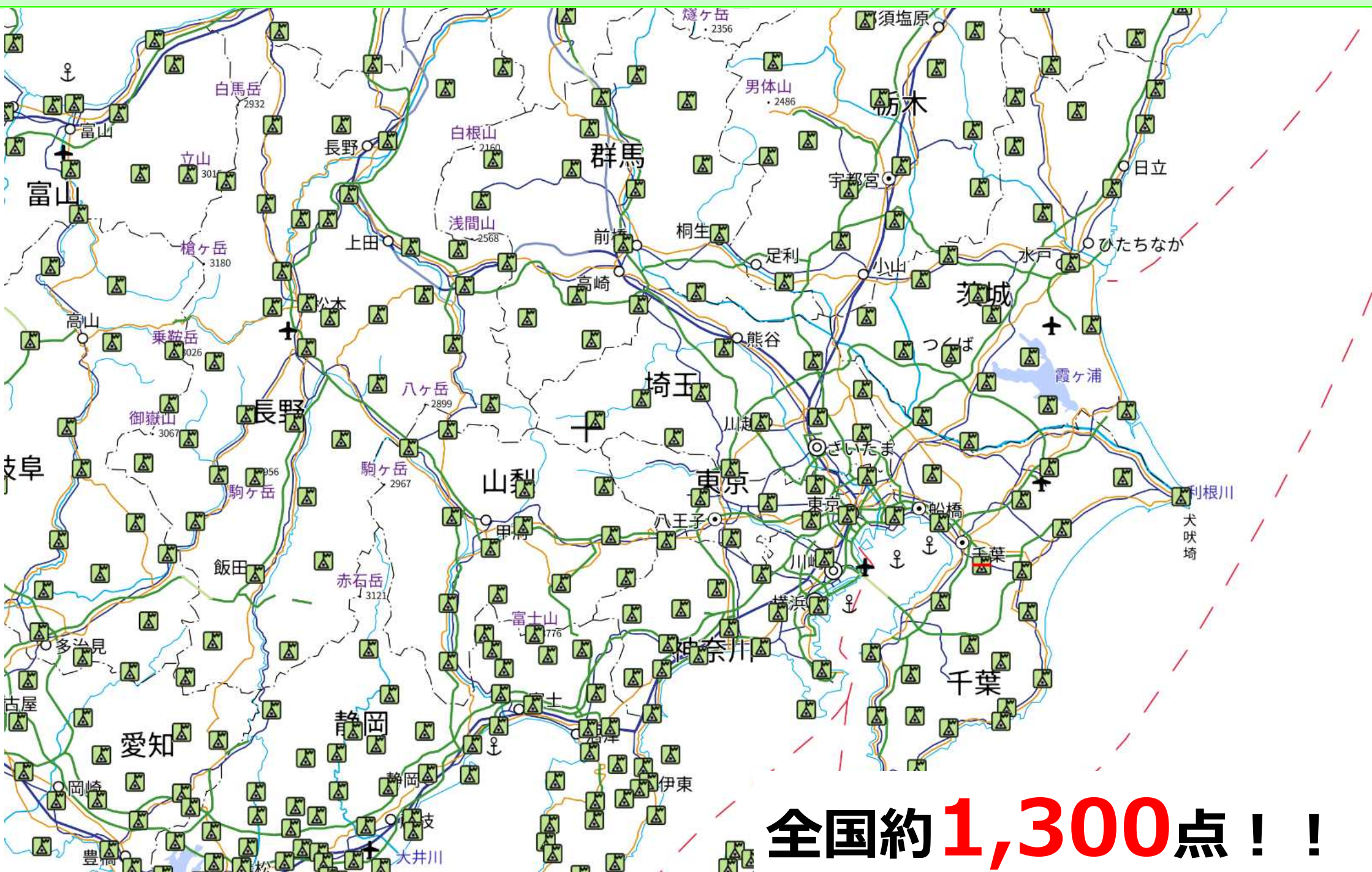
現在は変動を反映した
日本測地系2011という成果を使用



牡鹿半島は 東南東に **5.3m** 動きました



電子基準点網



全国約**1,300**点！！

Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

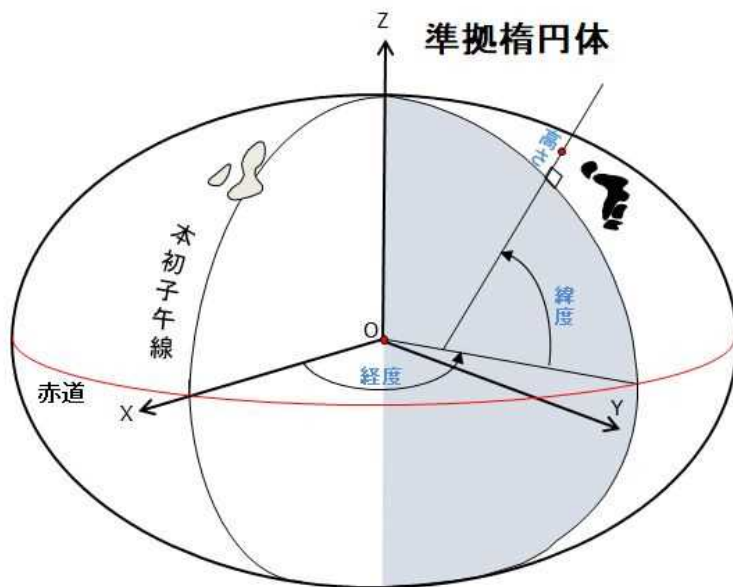
4. 国土を測ることで



緯度経度座標

小学校で習う
北緯 35° 東経 138° の
ように表す座標

赤道や子午からの
距離を表す。



平面直角座標

日本を19か所に区分して
それぞれの原点から北に何m、
東に何m進んでいるかを表す。

日本の平面直角座標系

この図は、座標補正ソフトウェア“PatchJGD”
利用者等のために、平面直角座標系をわか
りやすく表現したものです。一部不正確な可
能性があります。正確さが求められる場合
には、平成14年国土交通省告示第九号をご
利用下さい。十字マークの中心が、各座標系
の原点を表します。 国土地理院

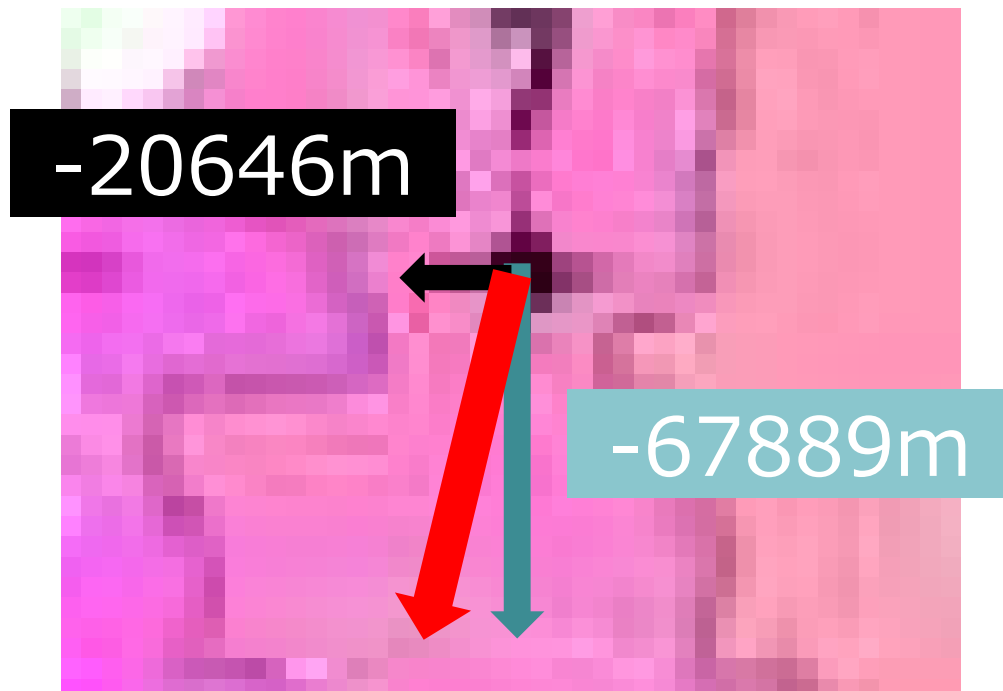


座標系

平面直角座標

愛知県 犬山城の例

愛知県は全域が 平面直角座標 7 系



三平方の定理で距離が分かる



緯度経度座標

北緯 35度23分17秒
東經136度56分23秒

ここまでのまとめ

国家座標

緯度

経度

高さ

平面直角座標



カーナビ

ハザードマップ

教科書

道路工事の平面図

登山ガイドブック

Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

4. 国土を測ることで



何を測るか

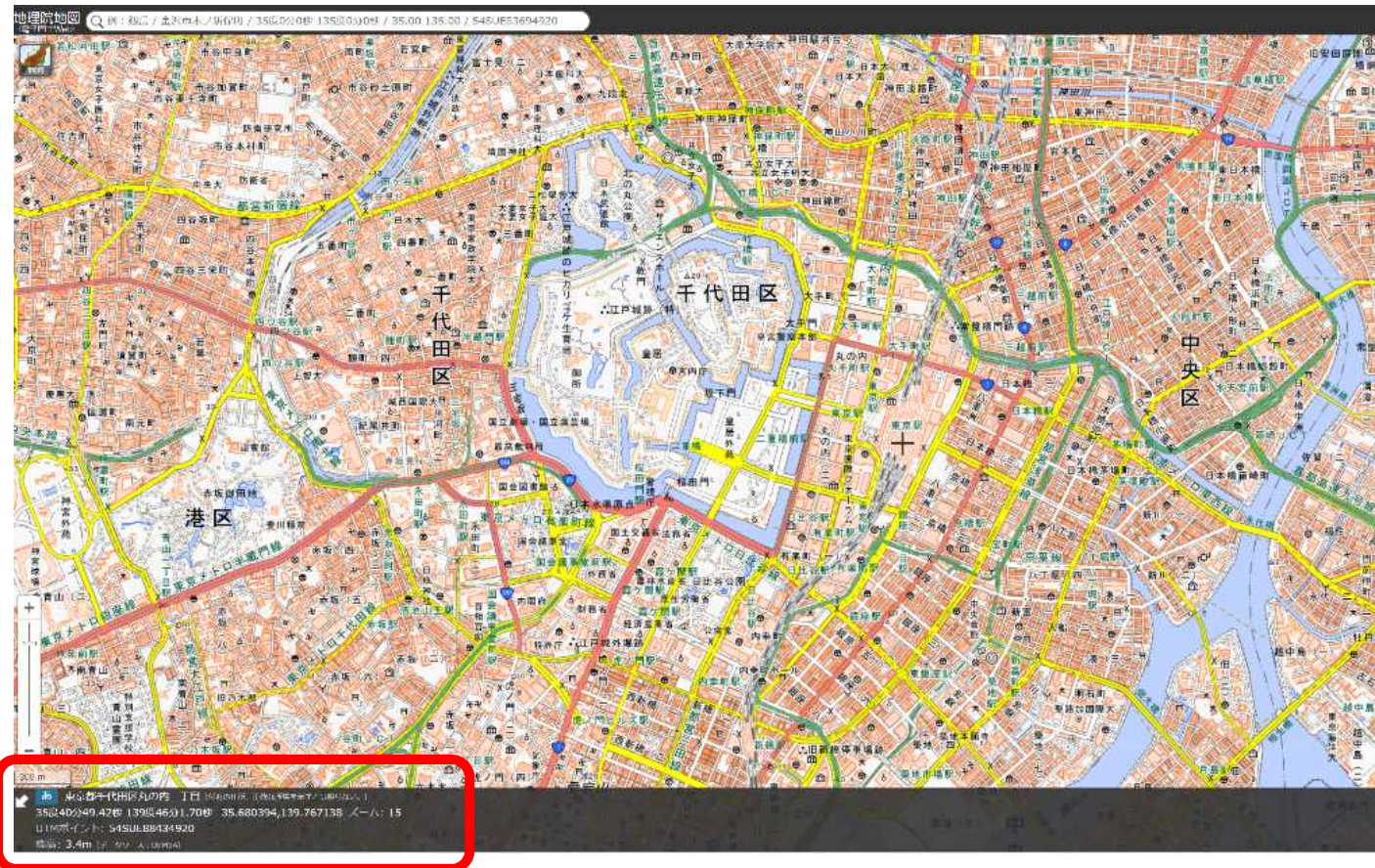
・緯度経度(水平位置)

緯度とは赤道を基準として南北へそれぞれ90度までを表したものです。

経度とはイギリスのグリニッジ天文台跡を通る子午線(赤道に直交する線)を基準に、東西へそれぞれ180度までを表したものです。

・標高(高さ)

日本では東京湾の平均海面からの高さとしています。



地理院地図では下部
に表示

座標の原点は？

・日本経緯度原点

日本経緯度原点は、我が国における地理学的経緯度を定めるための基準となる点です。明治25(1892)年、この地にあった東京天文台の子午環の中心を日本経緯度原点と決めました。

平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震の影響による地殻変動が観測されました。これを受け、現在の経緯度原点の値は、経度 東経 139° 44' 28.8869"
緯度 北緯 35° 39' 29.1572 方位角 32° 20' 46.209 “ となっています。

・日本水準原点

日本水準原点は標高の基準となる場所であり、明治24(1891)年に建造された当初、東京湾平均海面を基準に高さ24.500mと決定されました。

その後、大正12(1923)年の関東大地震、平成23(2011)年の東北地方太平洋沖地震で相当の地殻変動があり、24.4140m、次いで24.3900mと改定されました。令和元(2019)年12月27日に測量分野の建造物として初めて国の重要文化財に指定されました。

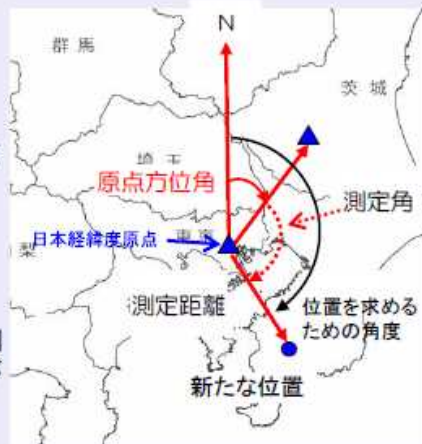
国土を測るとは

緯度経度(水平位置)を測る

日本の原点は・・・ 日本経緯度原点

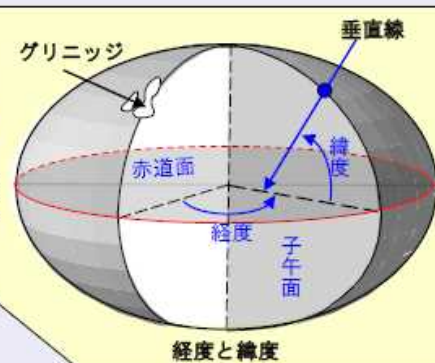
必要不可欠な日本経緯度原点と原点方位角

- ◆ 国土のある地点の正確な位置を知るためには、測量によって「緯度」と「経度」を決める必要があります。
- ◆ ある地点の位置を統一的に特定するためには、日本経緯度原点との正確な「距離」と真北からの「角度」が必要になります。
- ◆ その際、原点方位角が分かれば、どこの地点でも真北からの「角度」を正確に知ることができます。
- ◆ 全国に約11万点ある三角点は、日本経緯度原点と原点方位角を基準にして、順々に測量・計算して求められています。
- ◆ これにより、国内のどの場所でも三角点からの距離と角度を測量することで、日本経緯度原点に整合する位置を求めることができます。



経度と緯度

- ◆ 日本語の“経”は織物の縦糸、“緯”は横糸を意味します。
- ◆ ある地点の垂直線の方が赤道面と交わる角度を緯度と言います。
- ◆ 地球上の1点を通り、かつ北極と南極を通るように切った子午面とグリニッジ天文台を通る子午面のなす角度を経度と言います。



日本経緯度原点の歴史

- ・1874(明治7)年 海軍水路寮が芝区飯倉(現、港区麻布台)に観象台をつくり、天文観測を開始。
- ・1883(明治16)年 参謀本部が海軍観象台構内に一等三角点「東京」(旧)を設置。
- ・1884(明治17)年 参謀本部が一等三角点「東京」(旧)を仮の経緯度原点とする。
- ・1888(明治21)年 文部省が海軍観象台を引き継ぎ東京天文台を設置
- ・1892(明治25)年 参謀本部陸地測量部が東京天文台子午環中心を日本経緯度原点と定める。
- ・1923(大正12)年 関東地震(M7.9)で子午環が崩壊。その後日本経緯度原点の位置に金属標を設置。
- ・2001(平成13)年 世界測地系に基づき新たに原点数値を決定。
- ・2011(平成23)年 東北地方太平洋沖地震(M9.0)に伴い原点数値を変更。



子午環の架台跡に造られた日本経緯度原点 (昭和34年)

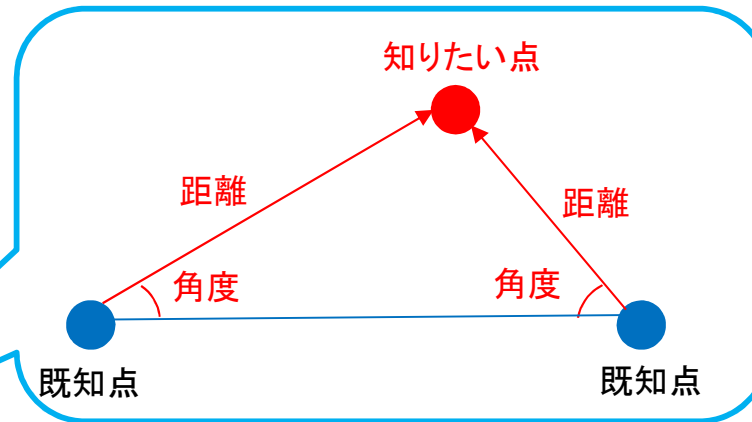


令和元年度に日本経緯度原点を現地で見学した様子

どうやって測るか

・緯度経度(水平位置)

トータルステーションで距離と角度を計測



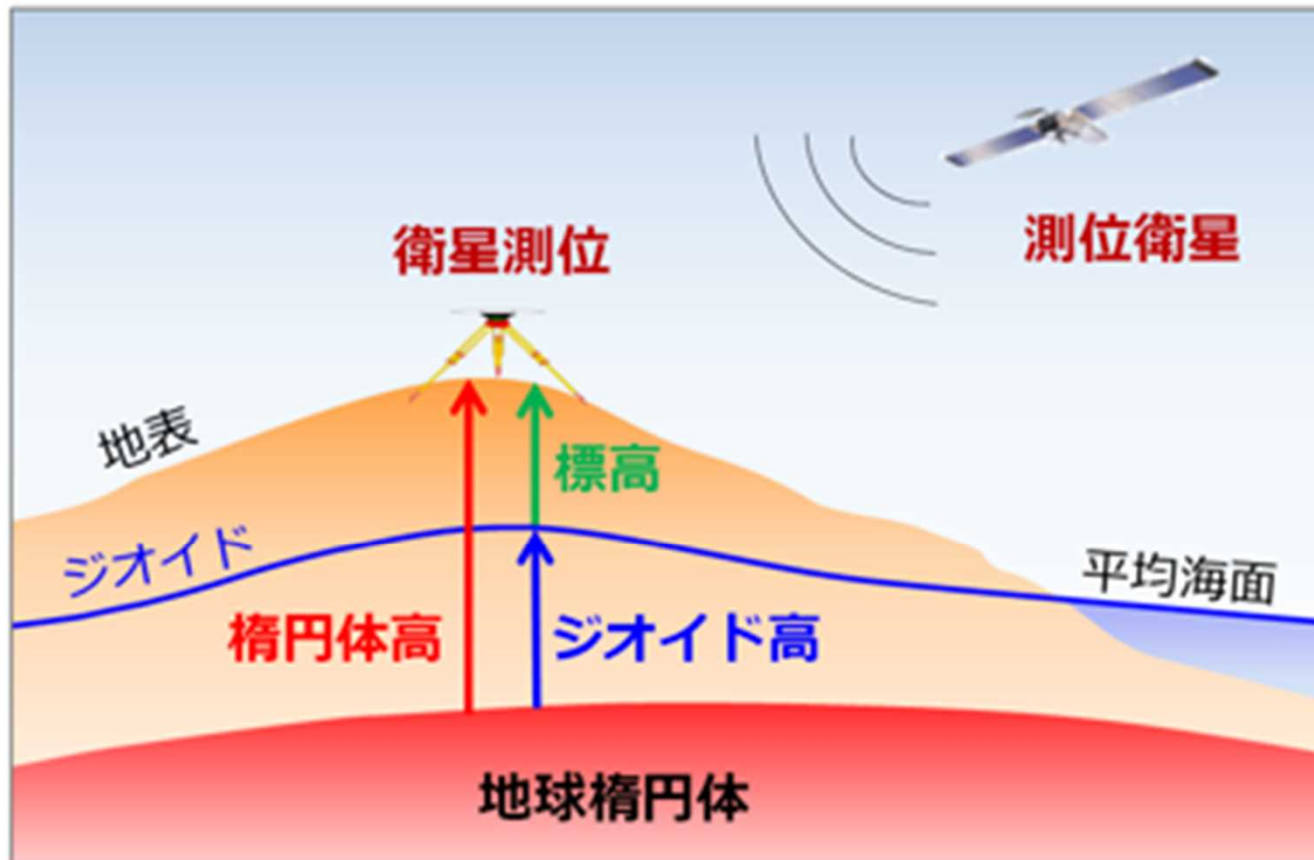
GNSS測量で緯度経度を計測



緯度経度(水平位置)を測る

豆知識

GNSS測量でわかる高さ



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

楕円体高について詳しく知りたい方はこちら

(<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/datum-main.html>)

ジオイドについて詳しく知りたい方はこちら

(https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/grageo_geoid.html)

しかし、次の場合は異なる技術が必要とする

- 衛星の電波が届かない地下のインフラ整備
- 高精度を必要とする場合(例: 下水道管理など)

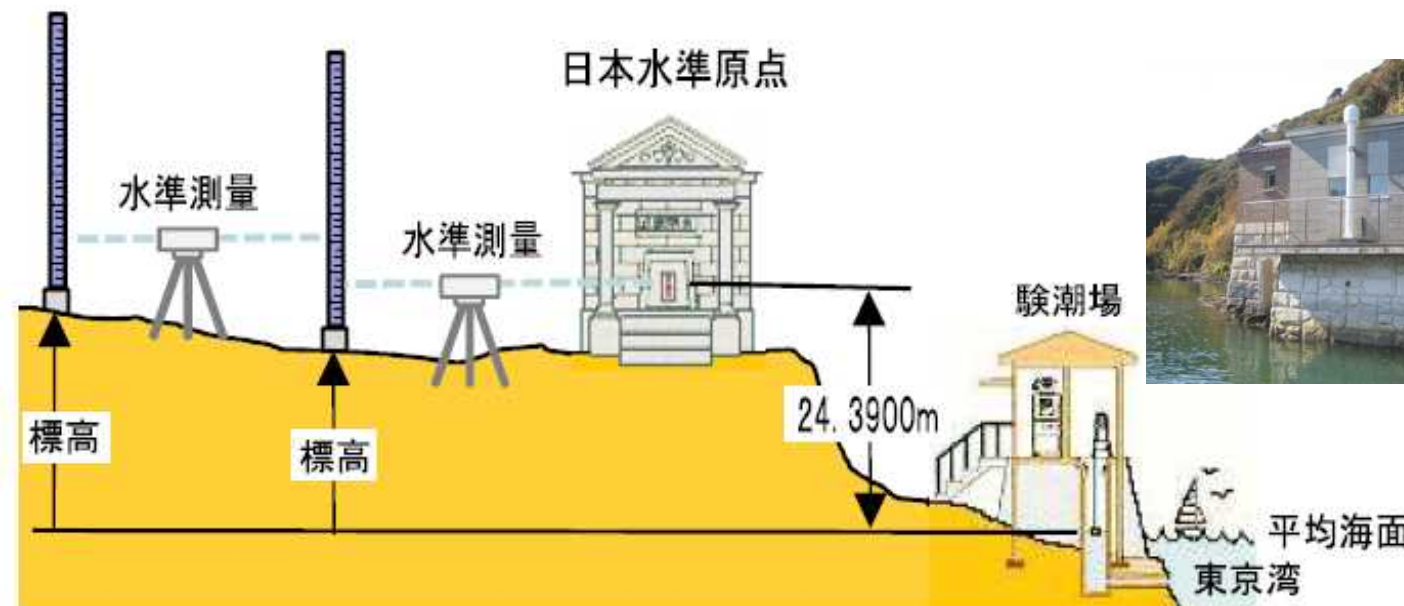
国土を測るとは

標高(高さ)を測る

日本の原点は・・・ 日本水準原点
日本の標高(高さ)は東京湾の平均海面からの高さ



海拔ではない！



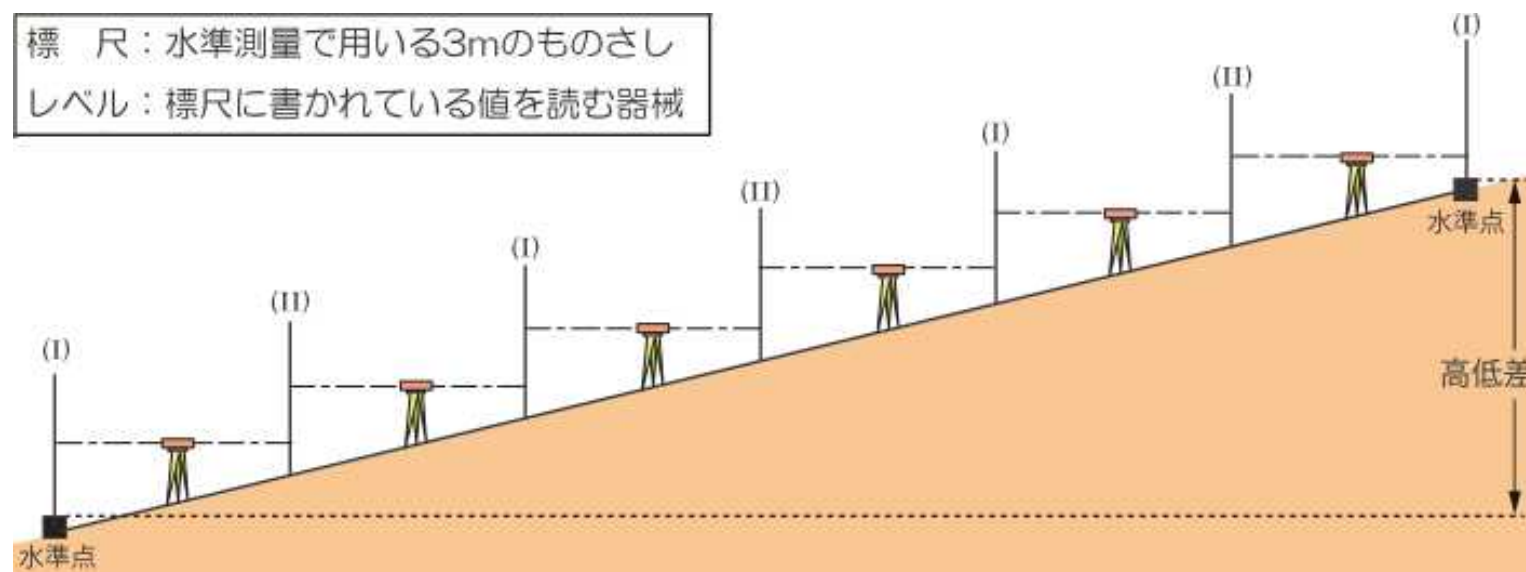
平成30年度に日本水準原点を現地で見学した様子

どうやって測るか

・標高(高さ)

精密な水準測量では高低差を0.1mmまで求めています。水準測量は、2地点に標尺を立て、その中間に水準儀を水平に置いて、2つの標尺の目盛を読み、その差から高低差を求めます。この繰り返しで、水準点間(約2km)の高さを求めます。

水準測量に使用される測量機器は進化を遂げましたが、高精度に高さを求める基本的な測量方法は今も昔と変わっていません。



水準儀と標尺間の距離を等しくしたり、水準儀の据え回数を偶数回にするなどの工夫をして誤差を少なくしています。

標高(土地の高さ)を測る



国土を測るとは

標高(土地の高さ)を測る

豆知識

青函トンネルでの水準測量

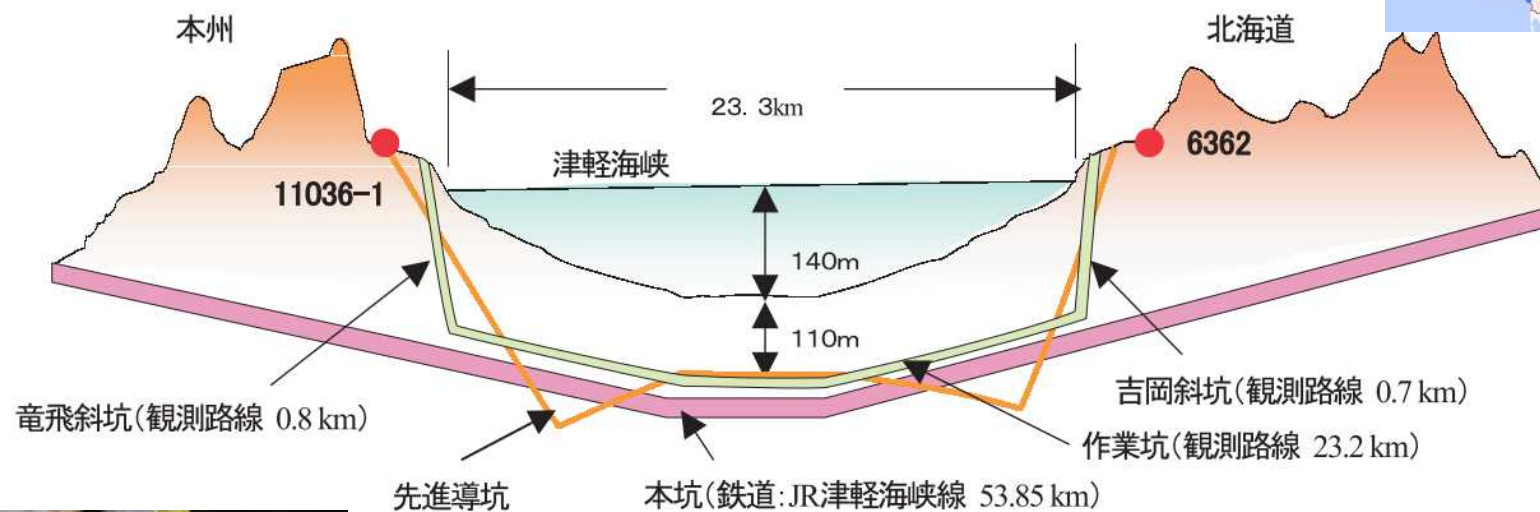


図-2 観測路線立面図



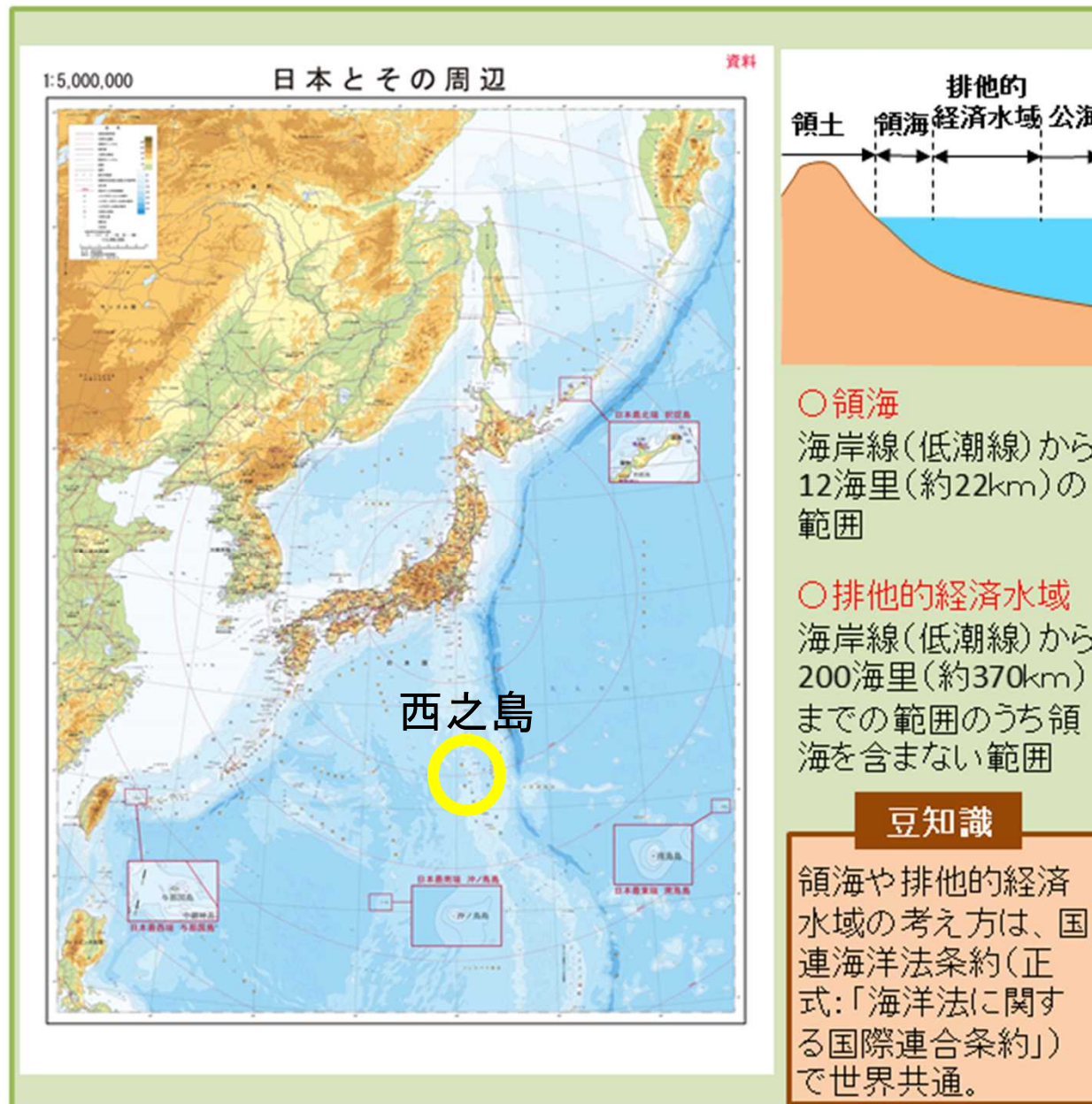
国土地理院時報, 2005, No.106

青函トンネルにおける一等水準測量 大滝三夫

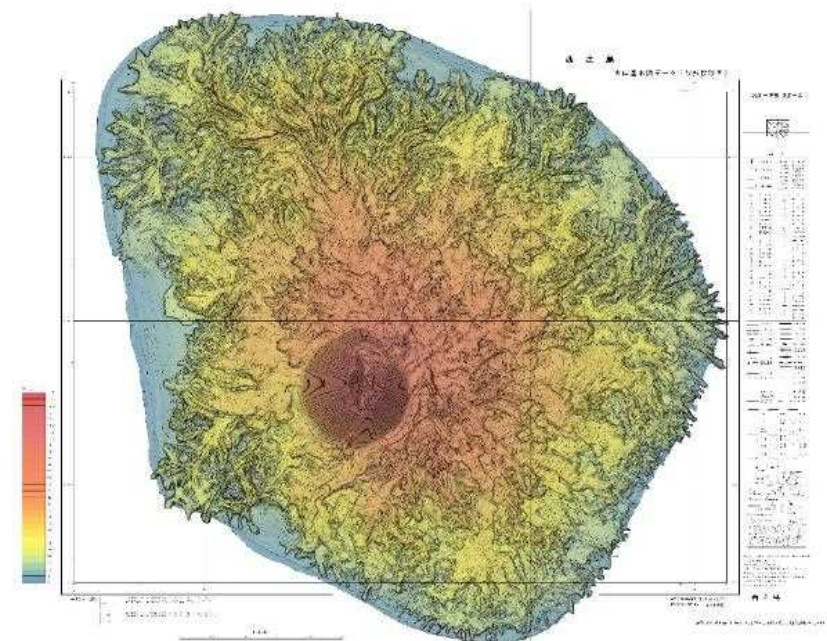
<https://www.gsi.go.jp/common/000024813.pdf>

国土を測るとは

国土管理上離島を測るのも重要

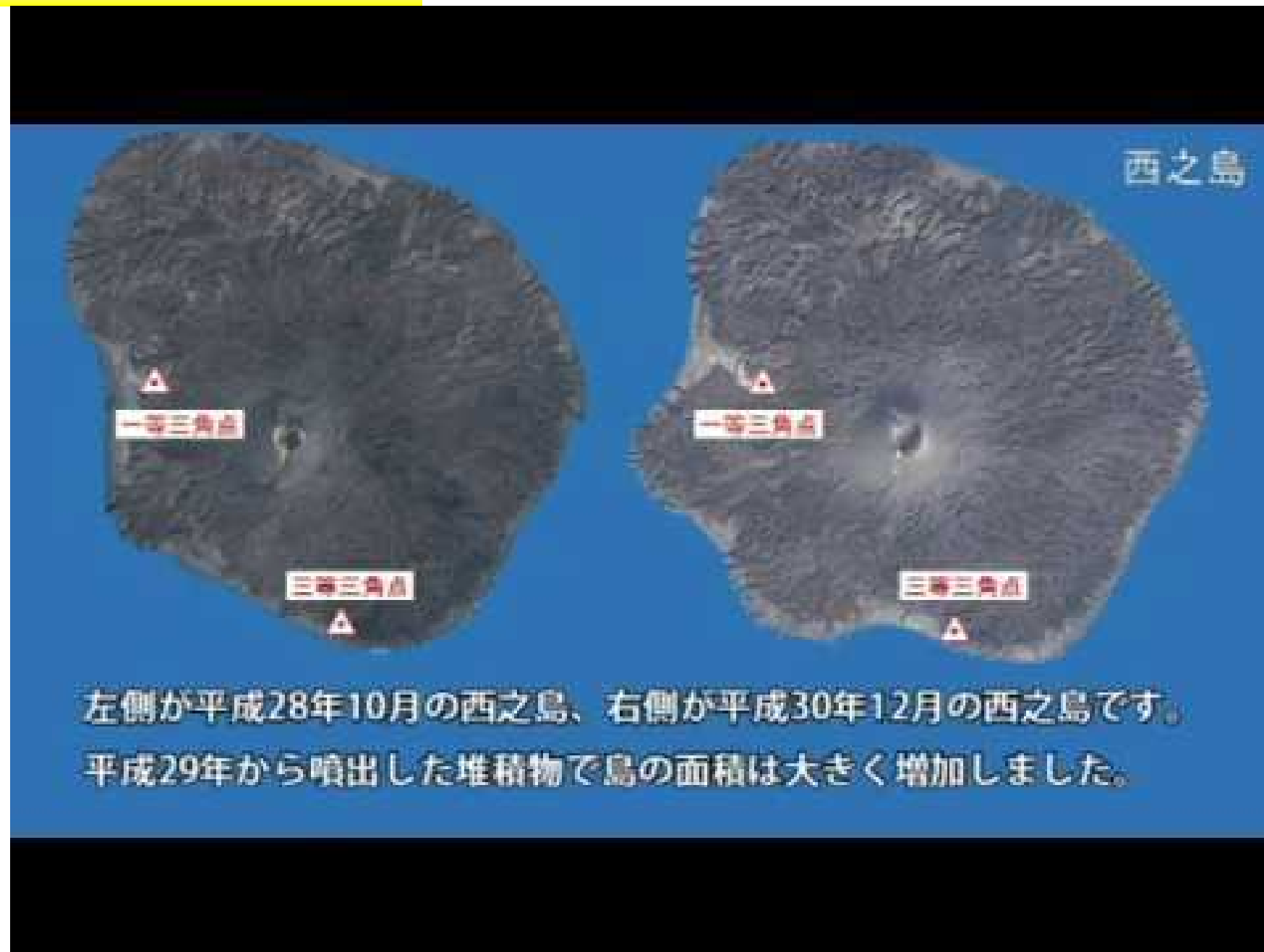


西之島の火山基本図データ
(陰影段彩図)



国土管理上離島を測るのも重要

URL:<https://www.youtube.com/watch?v=V56ZeHOWWVY>



Contents

1. 地理院地図とは？

2. 国土を測る理由と国家座標

2-1. 地殻変動

2-2. 座標系

3. 国土を測るとは

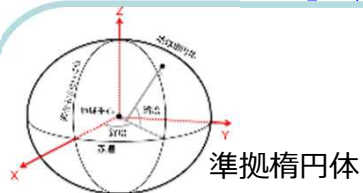
4. 国土を測ることで



国土を測ること...

国家の位置の基準（国家座標）に合わせれば、誰がいつ測った位置情報とも重ねて活用できます！

公的な基準だから安心して利用



日本経緯度原点・日本水準原点

測量法で規定

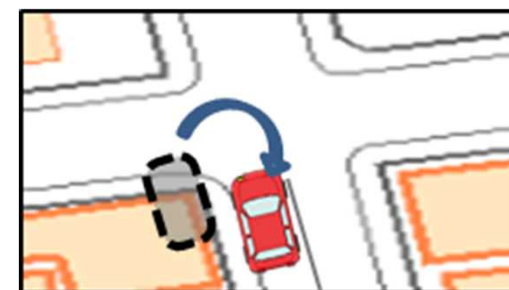


北緯 xx.xxx度
東経 yyy.yyy度
標高 hh.hhhメートル

地図上の正しい位置に重なる



自車の位置を地図上で正確に特定



事故・混乱を回避

計測位置
地図上での特定位置

距離や面積が法令に整合

距離は何km？



国家座標非準拠だと...

いつ時点の座標？
座標系は同じ？
...

距離 わからない？？

国家座標準拠だと...

基準日にはこの座標だった！
座標系は同じ！
...

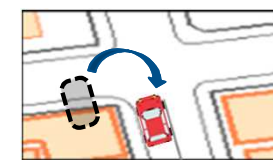
距離 ○○km！

地殻変動が補正され長持ち

国家座標準拠の地図だと...

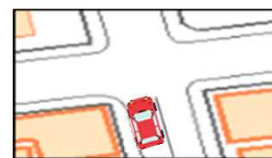


○年後

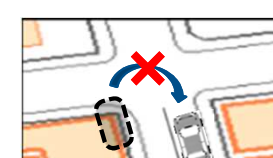


地殻変動に合わせて正確に特定

国家座標非準拠の地図だと...



○年後



正確な特定ができない！

DXの位置情報の共通ルール「国家座標」

① インフラDXと位置情報

インフラDX、デジタルツイン、Society5.0のサイバー空間など、デジタルデータで空間を再現するには位置情報(座標)が必要。



現実空間を仮想空間に再現した
デジタルツイン

② 「国家座標」とは

国の位置の基準・共通ルール。日本の国家座標は、測量法で定められた日本経緯度原点、電子基準点、基盤地図情報等と整合する座標



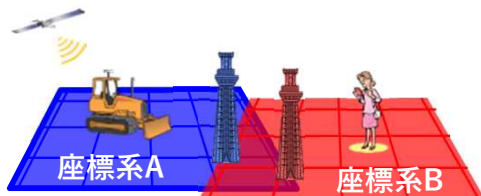
日本の
国家座標
の原点
日本経緯度原点



世界の共通ルール
(地球基準座標系)
構築を担うVLBI
石岡VLBI

③ 共通ルール国家座標に準拠しないと

他のデジタルデータと
重ならない、
接合しない



例:GPS単独測位は重ならない

④ 日本の地理的特性 地震とプレート運動

位置は地殻変動により時間変化する。
⇒インフラの位置も変化 ⇒ 維持管理が必要



最大地殻変動量
地震時:5.3m(東北沖地震)
平常時:2.1m(基準日以降)

⑤ 国土地理院の取組例

国家座標を対象と
した地殻変動補正
システムを開発



地殻変動補正システム
POS2JGD

国家座標への準拠促進

- ・ICT活用工事(土工)実施要領への反映(R2.4)
- ・携帯基地局等設置民間等電子基準点の性能基準・検定制度を創設



携帯電話基地局と
GNSSアンテナ

⑥ 国家座標に準拠すれば

- ・劣化しにくい:経時変化に追従
- ・地震に強い:地震に伴う地殻変動にも順応
- ・ズレによる事故や混乱が回避される
- ・他のデジタルデータと重なる、接合する

⑦ 持続可能・安全・高品質なDXのために

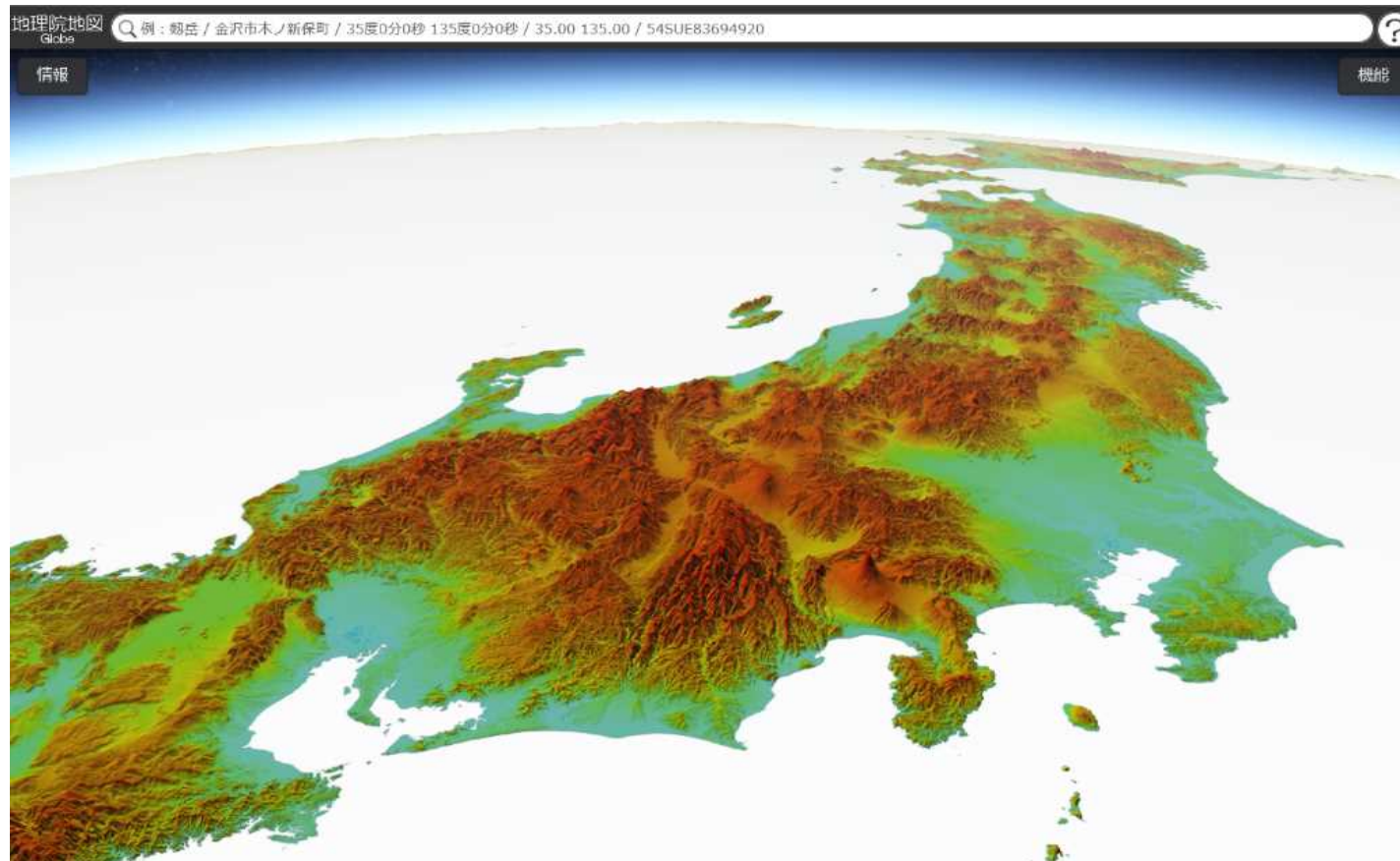
インフラDXの3Dデジタルデータは、共通ルール「国家座標」に準拠

記載例:「位置情報は国家座標に準拠すること」

国家座標に準拠すべき対象例

i-Construction, ICT施工, BIM/CIM,
国土交通データプラットフォーム, スマートシティ, 自動
運転, ドローン, AI, ビッグデータ,
フィジカル空間, サイバー空間, 公共測量

「国土を測る」、そして「国土を描く」につながっていく。



ご清聴いただきありがとうございました。