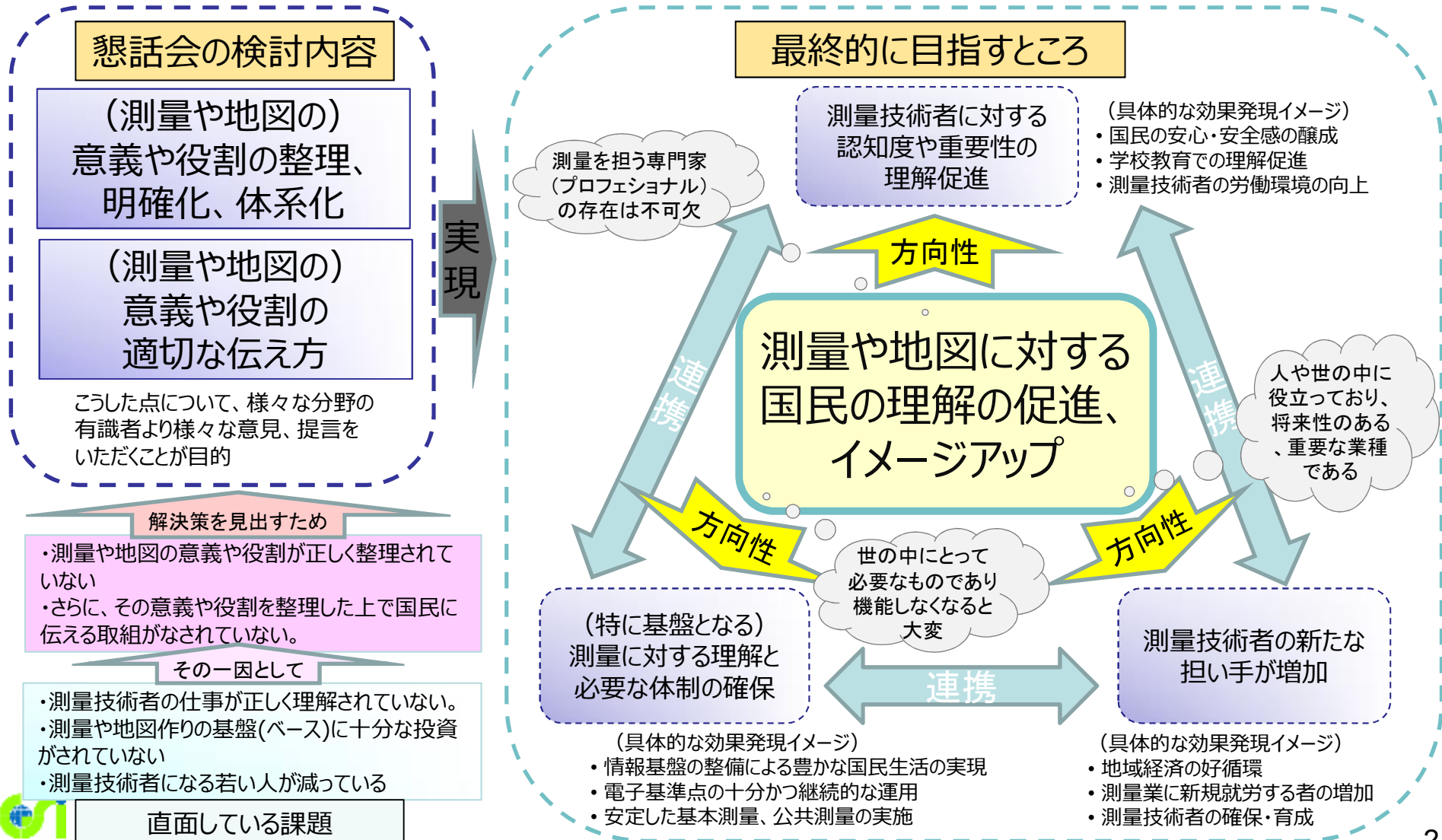


「国土を測る」意義と役割を考える懇話会（第3回）

これまでの議論に関する補足資料

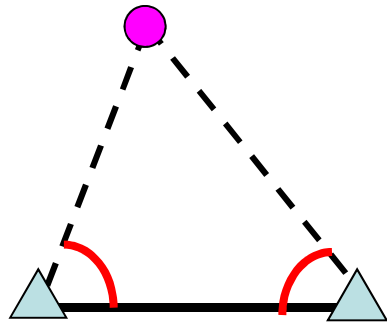
「国土を測る」意義と役割を考える懇話会 - 「伝える」から「伝わる」へ -

懇話会の検討内容と目指すところ

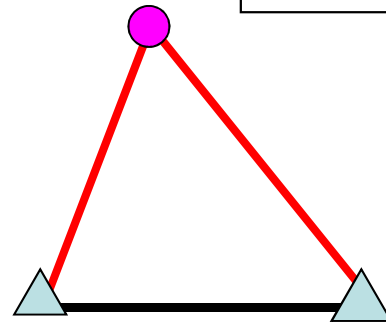


GPSが登場する前の測量

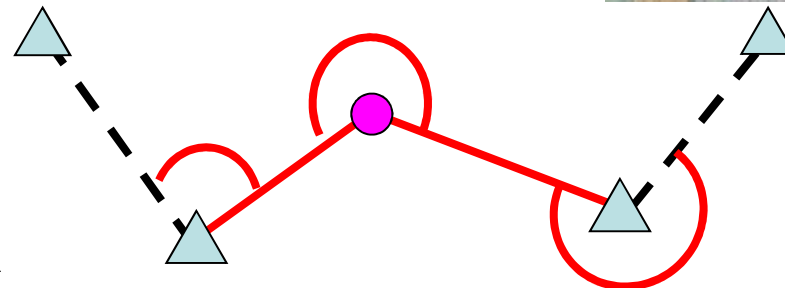
- 位置を求めたい点(新点)
- ▲ 位置が判っている点(既知点)



三角測量



三辺測量



多角測量

精密な計測機器で既知点からの角度や距離を測って、新点の位置を求める。

※原点の座標は天文観測で求める。

GPS測量(1990年代頃～)



既知点と新点の両方でGPS衛星からの信号を受信し、既知点の位置をもとに解析処理により新点の位置を求める。



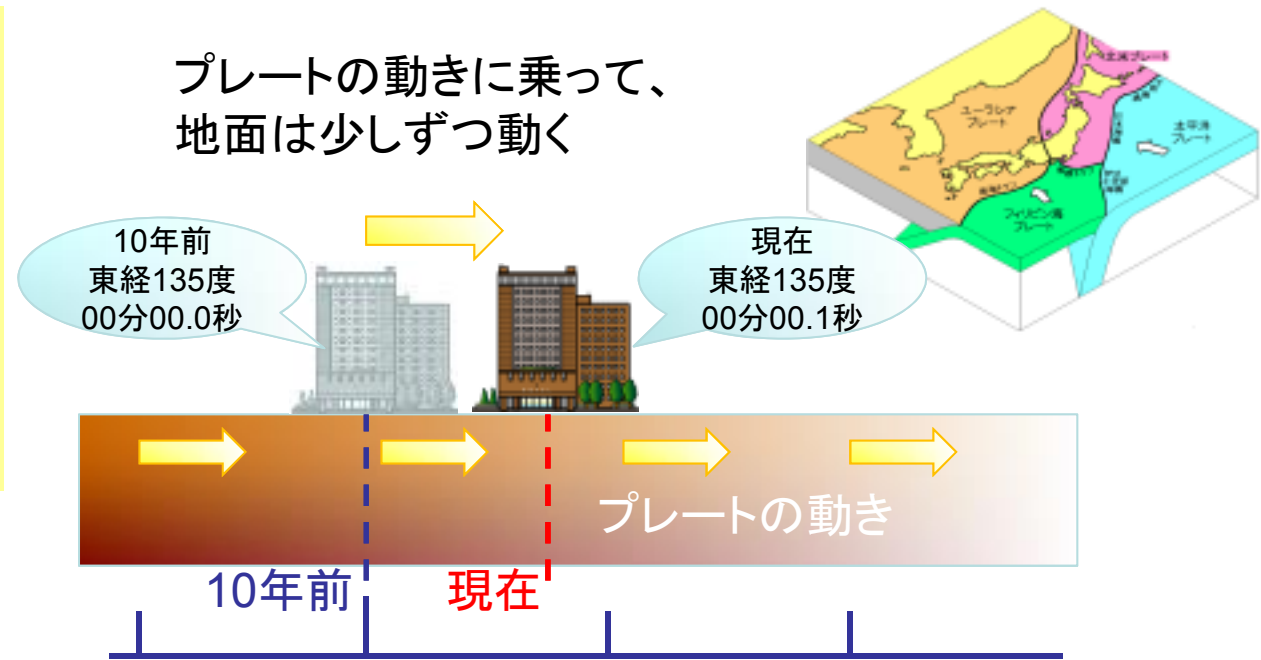
※カーナビの場合は、既知点の情報の代わりに衛星の位置情報を使い、信号の到達時間差を使って新点の位置を求めるため、誤差が大きい。

私たちの立っている地面はプレートと呼ばれる地盤に乗ってゆっくりと動いているため、同じ場所をGPSで測り続けると、地震などがなくても、年が経つに従い少しずつ緯度・経度が変わっていきます。

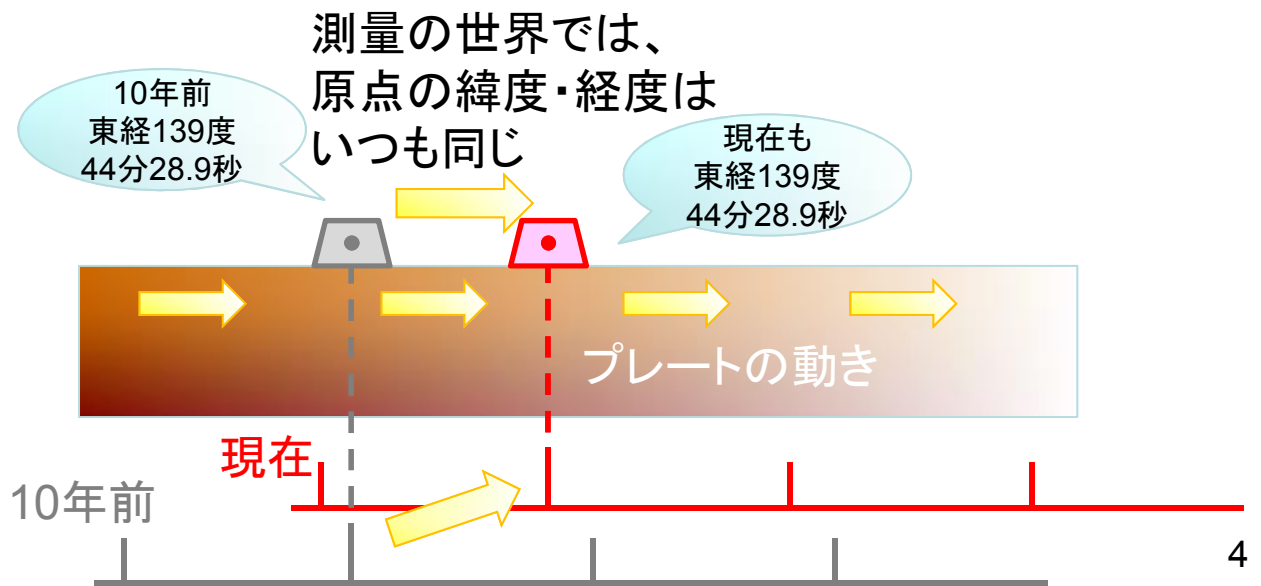
一方、建物など地上に固定されたものの位置を測り、地図に描く場合、「地面は動いていない」ことにしないと混乱してまいります。

このため、測量の世界では、GPSが登場する前から、地上のある地点(原点)の緯度と経度を固定して、地面は動かないことにしています。

プレートの動きに乗って、地面は少しずつ動く



測量の世界では、原点の緯度・経度はいつも同じ



もちろん、測量の世界で決めた緯度・経度と、GPSで得られる緯度・経度とは少しずつずれていきます。このため、国土地理院ではこのずれを補正するための情報を毎年計算し、提供しています。

測量の世界の緯度・経度とGPSで得られる緯度・経度は次第にずれていく

10年前
東経139度
44分28.9秒

GPSで測ると
東経139度
44分29.0秒

測量の世界では
東経139度
44分28.9秒

プレートの動き

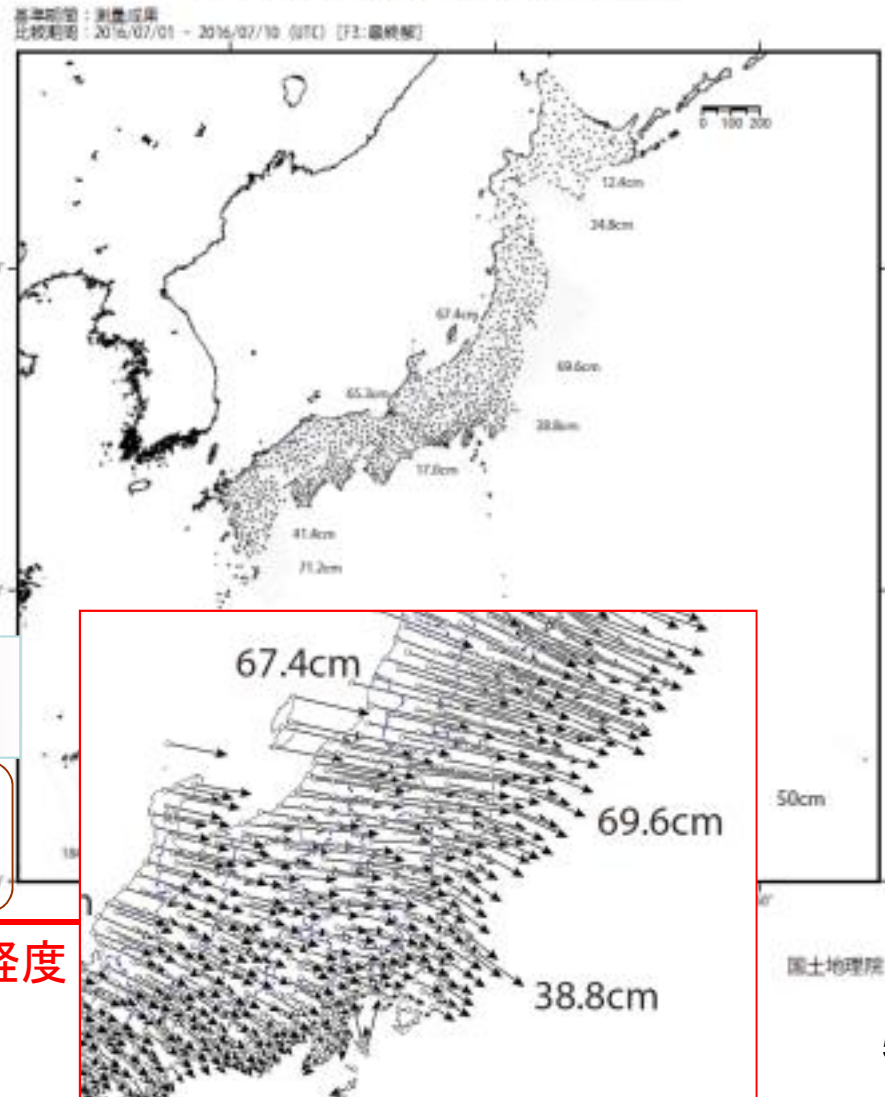
国土地理院で
ずれの量を計算し提供

測量で使う緯度・経度

GPSで使う緯度・経度

参考：測量の世界の緯度・経度と、GPSで得られる緯度・経度とのずれ大きなところでは、1m以上のずれがあります。

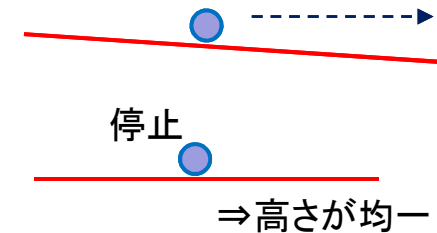
変動ベクトル図（測量成果との比較：水平）



重力測定の意義 - 1 -

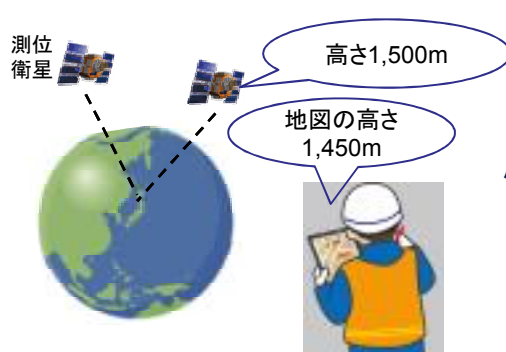
私たちの生活で知る「高さ」の考え方

私たちは「高さ」をどのように認識しているのでしょうか。
 家の床面にビー玉を置いてみましょう。床面がごくわずかでも傾いていれば、ビー玉は床の低い方向に転がっていきます。ビー玉が完全停止していれば水平と考えます。まさにこの場合に、私たちは「高さが均一」と認識します。



高さを正しく知ることは大切なことです

私たちの住む家は、床の高さが均一でないと住めなくなることもあります。堤防や水道関連施設などさまざまな施設の整備にはもちろん高さが重要です。さらに、高さの変化が地殻変動による場合には、その微細な動きを把握することは、災害の発生を予測するのに役立ちます。



スマホで高さが分かるの？

私たちは自分のいるところの高さがわかるのでしょうか。スマホでは、GPSなどの衛星と、測位の機能（自分の位置を測る機能）を使って、およその経度や緯度を数m程度の精度で簡単に求められますが、高さは求められるのでしょうか。

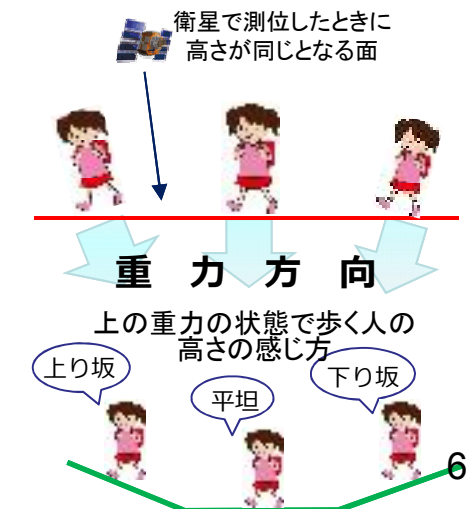
実は、スマホが持っている測位の機能だけでは、高さは正確には求められません。東京と長野県の山岳部で比べると、測位衛星で求める高さや地図で表される高さが50m以上違っている地域もあります。なぜこのような差が生じるのでしょうか。

私たちは重力の向きにより標高を認識します

先のビー玉を床に置いてみる話に戻りましょう。人間から見ると、ビー玉は、床の低くなる方向に転がっていきますが、ビー玉から見ると、地球からの重力が及ぶ方向にころがっていくのです。ビー玉が完全停止していれば、私たちは「高さが均一」と考えますが、ビー玉にとってはその置かれた面が重力と垂直であることを意味します。そしてこのビー玉の高さは、その重力の方向に向けた、高さが0mとなる水平面との距離で決まるのです。

地球の内部構造は複雑で、重力の向きは真下からわずかにずれていて、場所ごとに方向と値が違います。測位衛星は重力を把握するものではないため、緯度や経度のように、高さを測位機能だけで求めることはできないのです。

このような、人間の感覚に合った正確な高さのことを「標高」と呼んでいます。

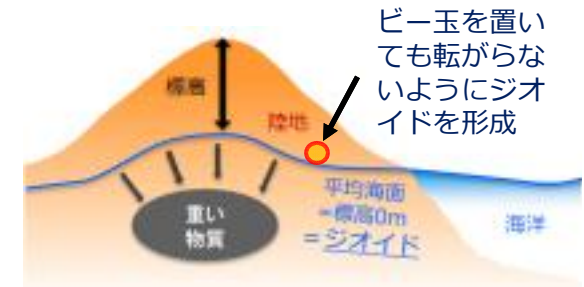


重力測量の意義 - 2 -

我が国の標高0mの設定方法は？

では、高さ0mの水平面はどのように決めるのでしょうか。我が国の標高の基準は東京湾の平均海面で、それを0mと定義しています。仮にその平均海面上に、ビー玉が転がらないよう水平面を（海上や地中になってしまいますが）全国に伸ばして作っていくことができれば、それが全国の0mの標高の面となるのです。この面のことを専門的には「（基準）ジオイド」と言っています。

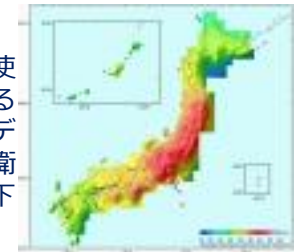
国土地理院の地形図は、離島の一部を除き、この共通の0mの標高の面から等高線を作成しています。



スマホアプリであれば正確な標高を知ることができることも

高さをスマホで正確な高さを知るためには、スマホの測位機能により得られる高さを、場所ごとに、ジオイドすなわち重力に由来する標高0mの面の元データを使って緻密に補正すれば、求めることができます。スマホアプリの中には、これに対応しているものもあります。

スマホアプリを使って高さを求める場合の補正量モデル。赤方向ほど衛星による高さを下げる。



重力方向の必要性はわかるが、何故重力の値を求める必要があるの？

重力は大きさ（重力値）と向きを持った量ですが、重力の向きは直接に測定することは困難です。しかし、その代わりに重力の値を全国各地で測ったデータがあれば、厳密な計算により、各地の重力の向きを求め、標高0mの面を全国に展開することが技術的に可能です。そのためにも、全国の重力の値を求めることが必要なのです。

重力の大きさは、20cm四方ほどの重力計と呼ばれる精密なバネ秤を使うことで簡単に測定することができ、これを重力測量と呼んでいます。重力測量の成果は、実は、私たちの生活や様々な施設の管理に不可欠なものなのです。

国土地理院はどういう重力の測量を行っているの？

国土地理院では、全国約30か所で基準となる重力を高精度に測定するとともに、この精密な結果を含め、全国100か所に「重力点」を設置し、その場所の重力値を求めています。さらに、この値を基準にして、企業、研究所・大学等が測定した重力データが約24.5万点あり、このほとんどが上のジオイド作成に使われています。

また、国土地理院の基準は、その精密さから、本来の測量だけではなく、理科年表に記載され、はかりなど測定機器の校正、地下構造の把握など、様々な目的の重力測定でも基準として用いられており、その点からも生活に欠かせないものとなっています。

