

全国の標高値の改定

～衛星測位を基盤とする新しい標高へ～

Revision of elevation values for national vertical datum

小門研亮

Kensuke Kokado

国土交通省 国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

1. はじめに

明治以来、我が国の標高は、日本水準原点から全国の水準点に水準測量を実施することで決めてきた。しかし、全国の水準測量には多くの時間と費用を要するなど課題があり、より効率的な標高決定の手法として衛星測位の活用に向けた取組を進めてきた。

国土地理院では、新たに、水準測量による標高を用いない重力ジオイドのみから構築されるジオイド・モデルを構築し、この精密重力ジオイドを用いて、全国の電子基準点の精密な標高値を衛星測位で算出した。また、電子基準点に付属している測量標からの水準測量データ等を用いて水準点の標高値を算出するなど、全国の標石基準点についても、最新の標高値を算出した。

今回算出した最新の標高値は、長年の地殻変動による標高のズレや、水準測量の距離によって累積していた誤差等を解消するものであるため、電子基準点、三角点、水準点等の基準点における測量成果の標高値について、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・公開した(図1)。

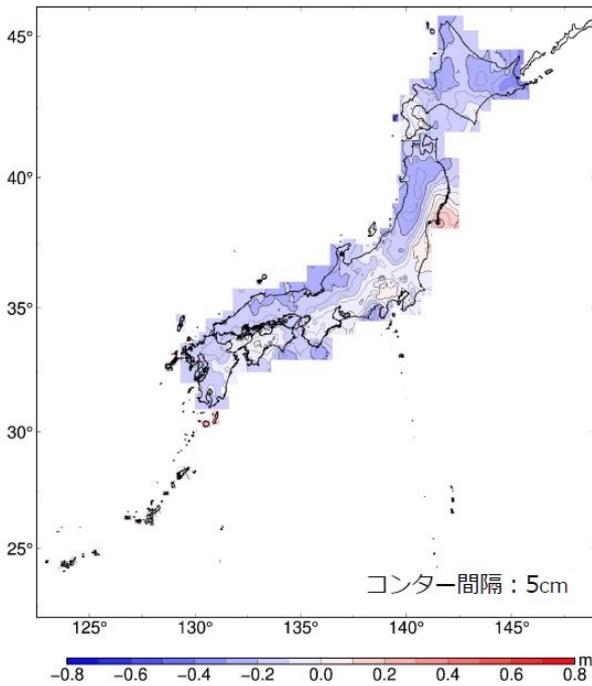


図1 全国の標高値の改定量(水准点)

2. 水準測量による標高算出の課題

我が国では近代測量開始から約150年の間、東京都千代田区にある日本水準原点から全国の一等水準路線にある水準点に水準測量をつないでいくことで、全国の基準点測量成果の標高値(以下「標高成果」という。)を定めてきた。しかし、水準測量は、多くの時間と費用を必要とし、全国の測量には10年以上の歳月を要する。日本は地殻変動が激しく、全国の測量に要している歳月の間にも地殻変動が生じ、標高成果にはその影響が累積する。また、水準測量には距離に応じて誤差が累積する特徴があり、日本水準原点から離れるほど測量の誤差が大きくなる。さらに、大規模地震により顕著な上下変動が発生した際には、地震の影響がなく地殻変動のない地域の水準点から長距離の水準測量を行う必要があることから、地震後の正確な標高成果を算出するまでに長い時間を要していた。これらの課題を解消するため、衛星測位で全国の基準点の標高を決定する新たな体系へ移行した。

3. 精密重力ジオイドの構築

衛星測位で標高を決定するためには、精密なジオイド・モデルが必要である(図2)。令和7年3月以前に測量で用いられていたジオイド・モデル「日本のジオイド2011」は、重力データから求められた重力ジオイドと、衛星測位による楕円体高と水準測量による標高の差から求めた実測ジオイド高の2つを組み合わせた混合ジオイドとして構築された。そのため、「日本のジオイド2011」には、水準測量を起因とした誤差が含まれており、このジオイド・モデルを用いて新たな標高体系を構築したとしても、現在の体系と同様に水準測量に起因する誤差が内在することになる。

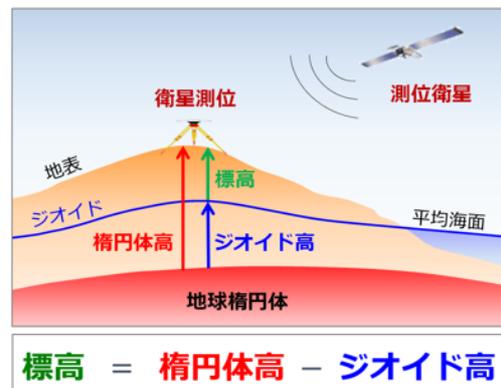


図2 標高・ジオイド高・楕円体高の関係

そこで、国土地理院では、従来の混合ジオイドではなく、水準測量による標高を用いない重力ジオイドのみから構築されるジオイド・モデル（以下「精密重力ジオイド」という。）を作成するため、令和元年度から航空重力測量を実施してきた。

精密重力ジオイドは、航空重力測量による航空重力データや地上重力データのほか、最新の衛星重力データ、海上重力データを活用して構築しており、「ジオイド 2024 日本とその周辺」として令和7年4月1日から国土地理院のホームページで公開している。

4. 衛星測位を基盤とする標高体系へ

令和7年3月以前の基準点の標高成果は、前述のとおり、日本水準原点からの水準測量により構築された一等水準路線の標高を基盤とし、電子基準点や水準点等の標高成果はこれと整合していた。

一方、衛星測位を基盤とする標高体系は、全国の電子基準点の衛星測位で得られる楕円体高と精密重力ジオイドで得られるジオイド高から求められる標高を基盤とし、電子基準点に付属している測量標からの水準測量等により水準点の標高成果を決定している。

5. 標高成果の改定による効果

<地殻変動により累積したズレの解消>

我が国では地殻変動が激しく、時間経過とともに現況と標高成果とのズレが大きくなる。全国の標高成果を改定することで、長年の地殻変動（累積変動量）によるズレを解消した。

<大規模地震後の迅速な標高成果の提供>

衛星測位を基盤とする標高体系では、従来よりも迅速かつ高精度に現況に合った標高が取得可能になる。例えば、平成28年熊本地震では、本震により測量成果を停止した電子基準点について、地震から約1か月後に緯度・経度・楕円体高を算出・公開したが、高精度な標高成果の提供は地震から約5か月後であった。しかし、今回の改定により、電子基準点の高精度な標高成果は、楕円体高と同じタイミング（約1ヶ月後）で提供が可能になる。

<GNSS 標高測量の導入>

全国の標高成果の改定に合わせて公共測量に導入された「GNSS 標高測量」は、精密重力ジオイドを用いて3級水準点、4級水準点、簡易水準点の標高を定める作業方法である。GNSS 標高測量では、以前の「GNSS 測量機による水準測量」（3級水準測量）で設けられ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等が可能になる。

6. 標高成果の改定に伴う仕組みの変更点

<離島における基準面補正量の導入>

精密重力ジオイドは、東京湾平均海面に一致した陸海シームレスジオイドであり、これを使用して求めた高さは、東京湾平均海面からの高さ（＝標高）となる。しかし、日本水準原点とは異なる原点（独自の平均海面）を定める離島においては、東京湾平均海面からの高さを標高とはしておらず、離島独自の平均海面からの高さが標高となる。そのため、精密重力ジオイドを使用しただけでは、当該離島

の標高に整合する高さを得ることができない。

そこで、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」と定め、一部の離島において衛星測位によって標高を求める際には、精密重力ジオイドと基準面補正量を使用することとした（図3）。なお、基準面補正量が必要な離島は、南西諸島では吐噶喇(とから)列島以南、伊豆・小笠原諸島では八丈島以南の離島となる。

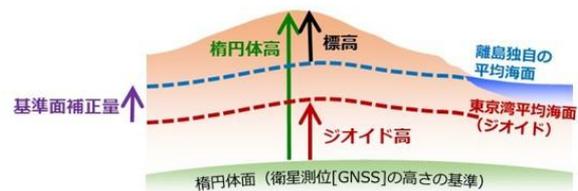


図3 一部の離島における高さの関係

<標高成果の元期の設定>

令和7年3月以前の一等水準路線を基盤とする標高体系では、全国の測量を終えるのに10年以上を要していたため、標高成果の時点（元期）を定めていなかったが、衛星測位を基盤とする標高体系では、全国の電子基準点の標高を同時に決定できることから、標高成果の時点（元期）を「令和6年6月1日」と定めた。

これにより、元期以降の標高の時間変化を電子基準点によって監視することが可能となり、全国の電子基準点の標高成果をいつでも矛盾なく利用することができるようになるほか、標高の測量・測位において地殻変動の影響を適切に補正することができるようになる。

<電子基準点のアンテナ位相特性モデルの変更>

衛星測位により正確な標高を計測するには、PCV補正が必要である。令和7年3月以前の電子基準点のアンテナ位相特性モデルは、GNSSアンテナ機種ごとに設定された値となっていたが、電子基準点は設置された年度によって架台が異なっており、より高精度な基線解析を実施するには、その架台も考慮したアンテナ位相特性モデルが必要である。そこで、全国の標高成果の改定に合わせて、電子基準点の架台の影響を考慮できるよう、GNSSアンテナ機種と架台の組み合わせごとに設定されたアンテナ位相特性モデルを作成・公開した。なお、架台も考慮した新たなアンテナ位相特性モデルについては、電子基準点の標高成果の計算にも使用されている。

7. おわりに

令和7年4月1日以降の衛星測位を用いた測量・測位では、基準点の新しい標高成果と精密重力ジオイドをセットで用いてより精密な標高を求めることができる。これは令和7年3月以前の測量で求められた標高と異なる値となるが、国土地理院が提供する標高補正パラメータを用いて新しい標高に補正することが可能である。

全国の標高成果の改定に関する情報や、改定に伴う公共測量成果への対応については、国土地理院のホームページにおいて公開しているので、ぜひご覧ください。

【全国の標高成果の改定 HP】

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