

「宇宙から」
「人の目で」

最新測量技術大紹介!

VLBI Very Long Baseline Interferometry : 超長基線電波干渉法

天体からの電波で
地球上の日本の位置を知る

本院の敷地内に建つ、直径32mの巨大アンテナ。VLBIとは宇宙の彼方にある天体から発せられる電波を複数のアンテナで受信し、到達時間差を解析することで各アンテナの位置関係を正確に測定する技術です。世界21カ国の機関が参加する国際VLBI事業(IVS)のもとで観測が実施され、その結果は、国際的な座標系の構築・維持や地球上の日本の位置を正確に決めるために利用されています。また、大陸間を継続し

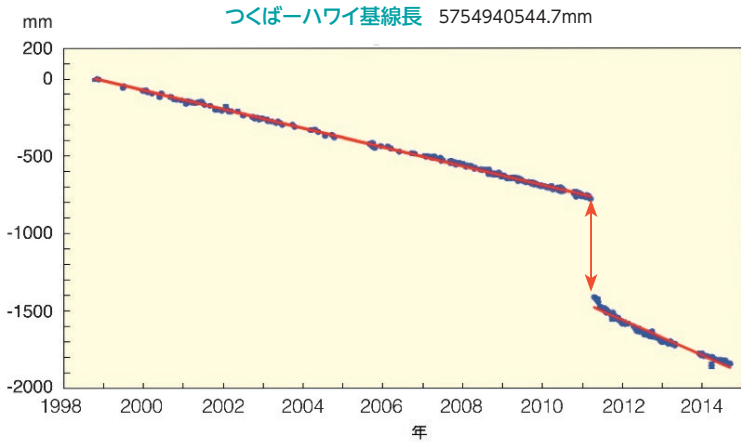
本院の敷地内に建つ、直径32mの巨大アンテナ。VLBIとは宇宙の彼方にある天体から発せられる電波を複数のアンテナで受信し、到達時間差を解析することで各アンテナの位置関係を正確に測定する技術です。世界21カ国の機関が参加する国際VLBI事業(IVS)のもとで観測が実施され、その結果は、国際的な座標系の構築・維持や地球上の日本の位置を正確に決めるために利用されています。また、大陸間を継続し

て観測することにより、プレート運動を精密に測定することができ、東日本大震災前後の日本の座標値の変化も知ることができました。

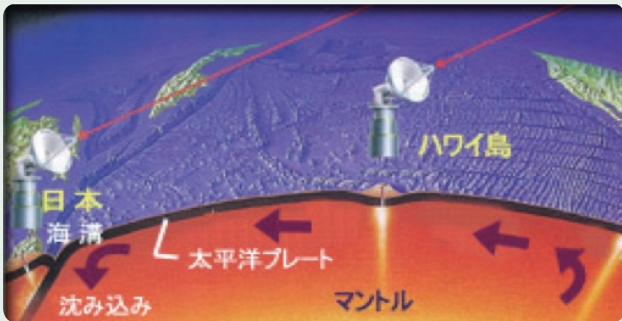
このほか、VLBI観測による地球自転の観測は、うるう秒の挿入タイミングの決定、「はやぶさ」などの深宇宙探査機の軌道制御、衛星測位の精度向上などに利用されています。

測量の基準

VLBIは、グローバルな経緯度の基準である世界測地系の維持に不可欠です。また、日本のすべての測量の基準となる「測地成果2000」の維持にも利用されています。測量やナビゲーションには、経緯度や高さ



VLBI観測により、ハワイが日本に毎年6cmずつ近づいていることがわかりました。また、2011年3月の東日本大震災に伴う大きな変動(赤色矢印)も検出されています



最先端のVLBI技術を用いて、巨大地震を引き起こすプレート運動を精密に捉えます

最新型のVLBI観測施設を 石岡測地観測局に設置

最新鋭のVLBI観測施設が茨城県石岡市に設置され、平成26年10月28日より本格運用へ向けた試験観測を開始しました。小型・広帯域・大容量化となる次世代型VLBIの運用で、駆動スピードのアップ、24時間365日の常時観測化が可能になり、より高精度の位置測定が実現します。

を表す基準(測地基準系)が必要です。VLBIや全球測位衛星システム(GNSS※)など、宇宙から地球を測る技術により、世界共通に利用できる測地基準系(世界測地系)が誕生しました。

国内で各種測量の基準となる三角点や電子基準点(GNSS連続観測点)には、世界測地系に基づく経緯度(測地成果2000)が新しく与えられましたが、その算出には、長年の国際観測から決定されたVLBI観測局の位置が基準となりました。



石岡測地観測局のアンテナ

※1 GNSS…GPS(米国)、グロナス(ロシア)、準天頂衛星(日本)、ガリレオ(EU)などを含む全球測位衛星システムの総称



より正確な国土の形を測る!

GNSS Global Navigation Satellite System

世界最大級のGNSS連続観測システム(GEONET)を整備。情報は本院にある「つくば中央局」に集約され、30秒ごとの観測データをホームページにアップし、公共測量などにも利用されています。さらに1秒ごとのリアルタイムデータは民間事業者を介して提供され、工事現場やこれから紹介する「くにかぜ皿」、MMSなどで活用されています。また地殻変動などの解析結果は防災機関に提供。東北地方太平洋沖地震の際、地殻変動により最大で東南東に5.3mずれ(下の図1参照)、1.2m沈下したことがわかったの

カーナビやスマートフォンアプリなど、さまざまなサービスに活用されている位置情報。この情報を発信するGNSSからの電波を受信する施設が「電子基準点」です。全国に20km間隔(東海・南関東では10km間隔)約1300カ所に設置。富士山頂や沖ノ鳥島にもあります。毎日、電子基準点間の位置関係がミリメートル精度で求められ、地殻変動の監視をしています。

世界最大級のGNSS連続観測システムを整備



最新型の電子基準点

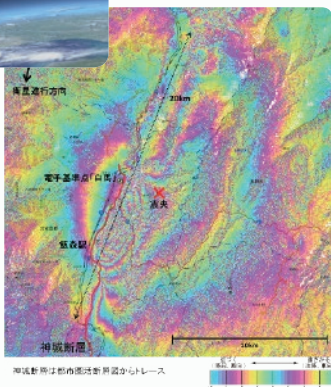
干渉SAR 合成開口レーダー 電波の送受信で地表面の変動を監視

「干渉SAR」は人工衛星からマイクロ波を地表へ照射し、その反射波から地表面の変動を監視する技術です。同じ地域を異なる角度から複数回観測し、データを比較・解析することで、地表の複雑な変動を捉えることができます。送信されるマイクロ波は可視光などに比べて波長が長く、雨や雲の影響を受けずに観測できるのが強み。また、衛星であるため、山や砂漠といった現地観測が困難な地域でも観測が可能です。



©JAXA

平成26年5月に打上げられた陸域観測技術衛星2号「だいち2号」



11月22日の長野県北部を震源とする地震の解析結果

「だいち2号」のデータを基に国土地理院が作成

も電子基準点の観測によるものでした。

次世代GEONET構築に向けて

現在は、地殻変動情報を即時に提供するため、解析手法の高度化を図っているところです。地殻変動地域の把握、避難の初動支援、津波予測の高度化に貢献できるものと期待されています。

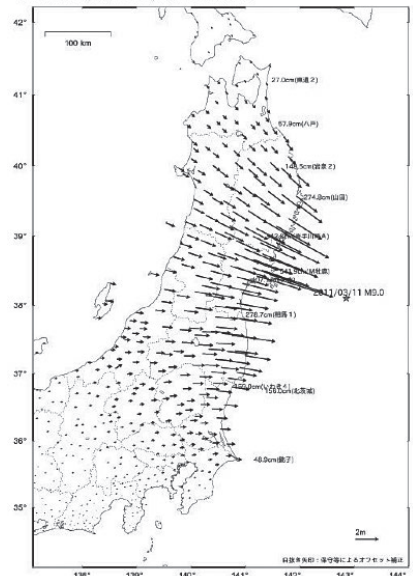
またGPS以外の全球測位衛星システムへの対応も進め(マルチGNSS)、平成25年5月に全国で運用開始。これにより、都市部や山間部などで衛星測位が使えない場所

を減らし、安定した高精度の測位を実現しています。

VLBIやGEONETの技術も地図作りを支えているのです。

図1 東北地方太平洋沖地震(M9.0)による地殻変動(水平)

基準期間: 2011/03/01-2011/03/08 [F3: 最終解]
比較期間: 2011/03/12-2011/03/12 [F3: 最終解]



☆国定局: 福江(長崎県)

測量用航空機「くにかぜ」



測量用航空機「くにかぜⅢ」

国土地理院が撮影している空中写真は、測量用航空機「くにかぜ」によって撮影したものです。

現在の「くにかぜ」は三代目で平成22年より運用を開始しました。初代、二代目は海上自衛隊の協力

のもと、双発のビーチクラフト機で運航していましたが、三代目は輸送用にも使われる単発のセスナ機を導入し民間に運航を委託しています。搭載できる量は一代目と比較して300kg増となり、機材もデジタル航空カメラに加えて、地表面を3次元で計測し、正確なデジタル標高地形図を製作するためのデータを取得する航空レーザ測量装置や火山を監視するための合成開口レーダー(SAR)も新たに搭載可能となりました。

災害時の緊急撮影では撮影日と同日に公開することも

「くにかぜ」の主な役割は次の二つに大別されます。

- 災害時の被害状況を正確かつ迅速に収集・把握するための緊急撮影
- 国土管理、電子国土基本図の整備更新のための空中写真撮影

このうち、災害時の撮影は緊急であるが



垂直写真を撮影するデジタルカメラ

故に、迅速な対応が求められます。

過去10年で実施した緊急撮影は30回以上に及びます。平成26年8月20日に起こった広島市の大雨による被災状況撮影の際には、その日のうちに斜め写真の画像処理を行い、県や地方整備局など関係機関へ提供したほか、ホームページで公開しました。

地図製作だけに限らず、災害時に現地の状況を的確に把握し、その後の救助・復旧の支援とするため、「くにかぜⅢ」の果たす役割はますます重要になっています。

機体の底に取りつけられた垂直写真撮影用カメラのレンズ部

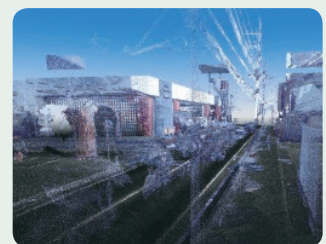


前方底部につけられたビデオカメラ

MMS Mobile Mapping System : 車載型画像計測システム



MMSを搭載した車両



取得した点群データ(イメージ)

360度全方位の状況を一気に調査

車両の位置および姿勢データを取得するGNSS/IMU、光学オドメータ(走行距離計)、3次元座標データを取得するレーザスキャナ、画像データを取得する全方位カメラを装備し、運転と制御・記録の二人一組で走行しながら高精度な3次元座標データや画像データを取得します。全方位の画像が一気に取得でき、広範囲の調査を効率的に行えるほか、取得したデータから反射強度画像を製作したり、3次元点群データにデジタルカメラの画像データを貼り付けた3Dモデリングなどのデータ加工により、具体的に現状を把握することができます。

震災の被害状況を迅速に把握

国土地理院のMMS搭載車両は、平成23年の東日本大震災後の仙台平野から三陸海岸までを走行し、瓦礫や道路などの被害状況はもちろん、撮影された画像データから津波の浸水深・浸水高の計測も行いました。

現在も基本図の更新において、新しい道路の図面が得られない、現地でなければ状況がわからないなどの際には出勤し、活躍しています。