

● 目次

- 新年ご挨拶 1
- 第12回リアルタイム測位利用技術講習会の報告 2
- 【基調講演】
「測地基準座標系と国連総会決議」 3
国土交通省国土地理院
測地部 物理測地課
課長 宮原 伐折羅
- 「不動産表示登記制度におけるGNSS測量」 5
日本土地家屋調査士会連合会
研究所
所長 小野 伸秋
- 「マルチGNSS測量の現状と期待」
—高精度衛星測位技術を用いた測量について— 8
株式会社パスコ
中央事業部 精密測地課
主任技師 阿部 直宏
- 「離島・遠洋での高精度測位 (PPP-AR) について」 10
東洋建設株式会社
土木事業本部 土木技術部
部長 和田 真郷 (講演者)
課長 加藤 直幸



会長 熊木洋太

はありませんが、国際社会も認める人類の未来のための仕事の一端を担っているのだという気概を持って、今年も活動を進めていきたいと思えます。

本協議会の活動は、国土地理院が全国に配備している 1,200 点を超える電子基準点が受信する GNSS 衛星のデータを利用して行うリアルタイム測位が安定的に運用され、また広く活用されるよう推進することです。特に、国土地理院との意見交換会を年に数回実施し、相互に協力して、リアルタイム測位のさらなる環境整備や利用制度の充実に取り組んでいます。マルチ GNSS 環境での測位の推進に関しては、本協議会は大きな役割を果たしてきたところです。

本協議会には、基盤技術ワーキンググループと利用促進ワーキンググループという二つの実働部隊があります。ワーキンググループの活動が活発であればあるほど、効果的な成果が得られます。両グループへの参加に特に条件はありません。これまで両グループに参加していなかった会員のかたも、今年はぜひどちらかのグループに参加して、一緒にリアルタイム測位の推進に取り組みましょう。

どうか今年も当協議会に対しご協力を賜りますようお願い申し上げますとともに、会員の皆さまにとって実り多い一年でありますよう心からお祈り申し上げて、新年のごあいさついたします。

新年ご挨拶

電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会の会員の皆さま、明けましておめでとうございます。会員の皆さまにおかれましては、健やかに新年をお迎えのこととお慶び申し上げます。

昨年 2 月 26 日に、国際連合は、「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系 (GGRF)」という決議を総会で決定しました。測位に関連することでは、国連総会決議は初めてのことだそうです。地球上の位置の基準を世界各国で連携して維持すること、基準を定めるために必要な能力や人材の育成支援、各国が責任を持って正確な位置を測ることなどが盛り込まれています。わが国にとっては、これまで培った最先端の技術を海外でも生かしていくことが期待されることです。

この決議によって本協議会が変わるわけで

第 12 回リアルタイム測位利用技術講習会の報告

平成 27 年 10 月 29 日（木）測量年金会館（新宿区山吹町）大会議室において、『第 1 2 回リアルタイム測位利用技術講習会』を開催いたしましたので、それら講演の概要についてご報告いたします。

●【基調講演】

「測地基準座標系と国連総会決議」

国土交通省国土地理院
測地部 物理測地課
課長 宮原 伐折羅

国連総会決議で採択された地球規模の測地基準座標系について、その概要から、座標系を構築するための宇宙測地技術についてご講演を頂きました。

●「不動産表示登記制度におけるGNSS測量」

日本土地家屋調査士会連合会
研究所
所長 小野 伸秋

不動産表示登記制度におけるネットワーク型 RTK-GNSS の利活用についてご講演を頂きました。

●「マルチGNSS測量の現状と期待」

—高精度衛星測位技術を用いた測量について—

株式会社パスコ
中央事業部 精密測地課
主任技師 阿部 直宏

最新の測位衛星システムとその解析手法、及びこれらを実作業に使用するためのマニュアル作成時の検証事例についてご講演を頂きました。

●「離島・遠洋での高精度測位（PPP-AR）について」

東洋建設株式会社
土木事業本部 土木技術部
部長 和田 眞郷（講演者）
課長 加藤 直幸

PPP-AR を利用した海洋土木工事の施工管理とその精度検証結果についてご講演を頂きました。



宮原様のご講演の様子



小野様のご講演の様子



阿部様のご講演の様子



和田様のご講演の様子

GPSをはじめとした全球測位衛星システム(GNSS)の普及によって地球上で位置の精密な測定が可能となり、ここがどこか、自分がどこにいるか、正確に知ることができるようになった。しかし、正確な位置の測定は、実は容易なことではない。地球の形は、自転、太陽と月による潮汐、プレートの運動など様々な要因で時間とともに複雑に変動している。例えば、潮汐によって地殻は一日に数十 cm におよぶ周期的な変形を繰り返すし、プレート運動によって日本とハワイの距離は1年間に数 cm の移動を続けている。変動を続ける地球の形を精密に測るためには、GNSS、超長基線電波干渉法(VLBI)、衛星レーザ測距(SLR)、DORIS といった複数の宇宙測地技術を用いた全地球の継続的な測地観測が必須となる。こうした観測から把握された地球の形と変化は、「地球規模の測地基準座標系(GGRF)」と呼ばれ、誰がどこで位置を測定しても共通の基準を与える基盤インフラとして広く用いられている。GGRF が適切に構築・維持されることで、正確な地球の形が把握され、世界の全ての場所で同じ位置の基準による観測が可能となり、海面や氷床の監視など地球環境の把握、災害状況の把握や対応など適切な政策・意思決定、高精度な測量や自動運行など高度な地理空間情報社会といった裨益が得られる。

正確な GGRF が構築・維持されないとどのような不都合が生じるだろうか。図 1 はアジア地域の GGRF の採用状況で、アジア地域では約 5 割の国が、世界全体では約 3 割の国が GGRF を採用していない。これらの国では、独自の基準座標系を用いており、国によっては ITRF と数百 m に達する系統的な差がある。これらの国では地図も独自の座標系で作成されるため、スマートフォンの GPS 機能で位置を測ると数百 m ずれて地図に表示される。このように、正確な GGRF が構築・維持されないと、宇宙測地技術

で測った位置と地図など各国の地理空間情報がずれることになる。

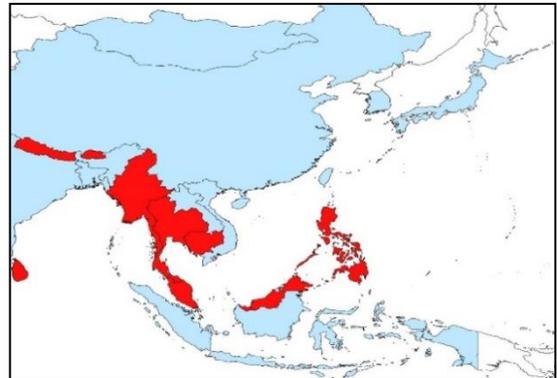


図 1. アジアの GGRF 採用状況 (赤：未採用)

GGRF は、4 つの宇宙測地技術 (GNSS、VLBI、SLR、DORIS) で構築・維持される。GNSS は、GPS など衛星測位システムの総称で、観測者は地球を周回する複数の GNSS 衛星から同時に信号を受信して精密な座標を得る。地上の設備が比較的安価で容易に観測点を追加できるため、ネットワークの高密度化に有用である。VLBI は、天体から届く電波を世界各地のパラボラアンテナで受信して数千 km 離れたアンテナ間の距離を計測する技術で、巨大なアンテナや大規模なデータ処理設備が必要だが、天球上で不動の点を基準に地球の回転や姿勢の正確な計測が可能である。SLR は、地上の望遠鏡から発射したレーザ光が人工衛星から戻ってくる往復時間をもとに地上局と衛星の距離を測る技術で、そこから座標系の原点となる地球重心を最も正確に導き出す技術である。DORIS は、地上から送信した信号を人工衛星で受信し、信号周波数のずれ (ドップラーシフト量) から衛星の位置を測る技術である。これらの技術で測った位置は、正確には一致せず、それぞれ固有の誤差を持つため、結果を統合することで正確な位置を求めることができる。そのため、GGRF の構築と維持には、複数の宇宙測地技術の観測を同じ場所

で行うことが必須である。宇宙測地技術の観測は、各々の国が個別に実施しているため、それらをまとめて国際共同観測を実施する仕組みが全地球統合測地観測システム(GGOS)である。GGOSのもとには、技術毎に、国際 GNSS 事業(IGS)、国際 VLBI 事業(IVS)、国際 SLR 事業(ILRS)といった組織が設置され、各々観測をまとめてデータ処理、観測局の座標や地球回転パラメータ等の計算、利用者への提供を行っている。GGOS はこれらの技術を統合して全地球を網羅する測地観測を実施している。(図 2)

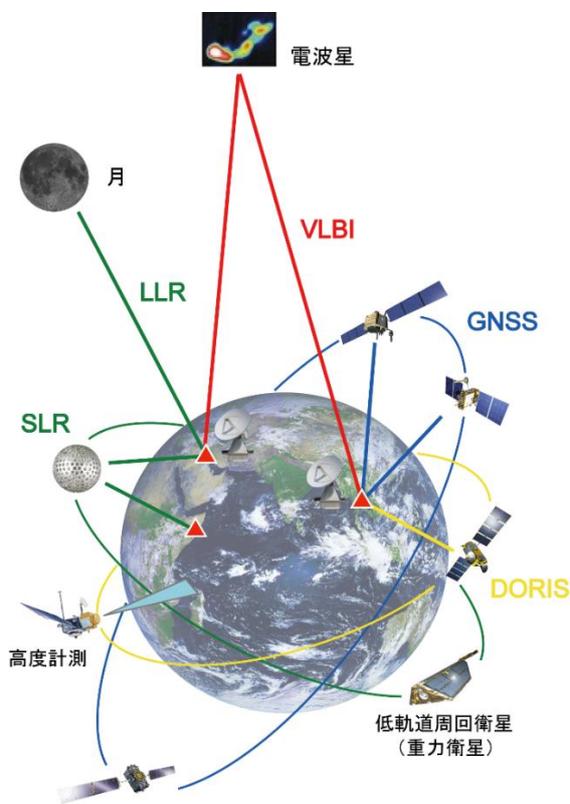


図 2. 全地球統合測地観測システムの概要

現在、実質の世界標準は、国際地球基準座標系(ITRF)である。ITRF は、国際地球回転・基準系事業(IERS)が GNSS、VLBI、SLR、DORIS の観測を統合して構築する基準座標系で、科学をはじめ、人工衛星の軌道決定、航空機や船舶等の移動体のナビゲーションなど、あらゆる分野で位置の基準である。ITRF は、全地球の継続的な測地観測で保たれるため、その維持には全

世界で共同した測地観測と観測データの適切な共有、統合が必須である。しかし、現在、ITRF に関する公式な国際約束はなく、国際測地学協会(IAG)をはじめとした学者の自発的な貢献で実現しており、ITRF に関する予算は各機関の自発的な努力に依存している。国連はこうした現状、GNSS の配備と利活用の拡大、それに伴う GGRF への需要の高まりに留意して平成 27 年 2 月 26 日、第 69 回総会第 80 回本会議において GGRF を維持するための国際協力の強化に関して決議を採択した。

国連総会が採択した、GGRF の開発・維持のための 6 つの決議文の内容は、1)ロードマップ(行動計画)の作成、2)途上国への技術的支援の強化、3)データや基準の自由な共有、4)各国による必要な測地観測施設の改良・維持、5)観測施設の不足・重複の排除、6)アウトリーチ、である。決議を受けて、各国へ GGRF が展開されることで GNSS など宇宙測地技術と地図など地理空間情報が正確に一致し、高度な地理空間情報社会の実現が期待される。また、正確な位置の基準に基づいた地球環境の把握・監視が進むことで、持続可能な開発や地球科学の進歩が期待される。(図 3)

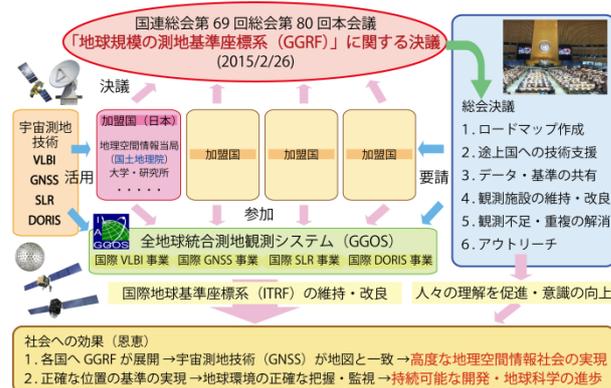


図 3. 国連総会決議の関係者と決議の効果

国土交通省 国土地理院
測地部 物理測地課
課長 宮原 伐折羅

1.はじめに

我々土地家屋調査士（以下「調査士」という。）は、不動産の表示に関する登記を通じて不動産に係る権利の明確化に寄与することを業務としている。その中でも特に筆界の調査には、登記簿面積や地籍図の作成時に於ける歴史的な土地法制の地域差を認識した調査まで行わなければ後日紛争の火種を残すことになりかねないので調査士は慎重な調査を求められている。また、いくら慎重な調査を行い過去に確定した筆界を復元しても、道路工事によって亡失したり、水田を宅地造成した際に境界杭を移動して誤った位置に埋設したことから境界紛争になったりすることは日常茶飯事である。さらに、国土調査法による地籍調査事業は、過去の地籍図等を参照することなく現況の占有界で不動産登記法第14条第1項地図（以下「地図」という。）を作成して法務局の指定を受けても、筆界線を国が保証する様な公信力を与えていない。いくら地図に指定されても後から更正するリスクが眠っている。

この様に、国が保証する制度のない中で、いかに自分の土地を守る方策は、いつでも、どこでも、如何に正確に、簡単で、安価に行うことにある。そのために必要なツールがGNSSである。

2. 不動産表示登記制度の問題点

土地の筆界を復元可能とするためには基本三角点等を設置して世界測地系の標準化した共通座標で土地の位置特定を行うことである。しかし、全ての役所の機関（国の各機関・都道府県の各機関・市区町村の各事業課）や事業者（測量業者・土地家屋調査士・ライフライン企業）が測量法を理解せず測量成果の重複ⁱを平然と行っている。この様な過去からの悪い慣習が問題である。また、もし成果が各役所や事業者から提出されたとしても、成果を一堂に確認して、

一元的に維持管理する機関が定められていないこと。さらに、世界測地系で観測した成果は、世界にたった1つしかない筆界位置を認証する意識を持った成果の一元化管理を行う方策がないことである。

3. 不動産登記法における問題解決に向けた考案

この様な課題に対して、解決するためのツールとしてGNSS（QZSS）は常識を覆す効果をもたらす可能性を持っている。それは受信機さえあれば携帯電話の繋がらない場所でもリアルタイムにcmオーダーの位置情報が容易に取れることにある。現在の不動産登記法の取扱いを変えれば、不動産表示登記は全て「基本三角点等」が近傍に存在しなくても容易に設置することが可能となるためである。

4. NET-RTK-GPS等の法務局における利用

現在の法務局におけるGNSSへの対応は、徐々にではあるが理想に向かって進み始めている。近年まで、NET-RTK-GPSの利用は全く利用されていなかったが、私個人の意見であるが有効に利用するための検討を行っていると思像する。

（1）東日本大震災に於ける地図の移動点検調査
東日本大震災の際に、宮城県・岩手県・福島県の地図が震災によってどれくらい移動があったか調査する手法に、NET-RTK-GPSを利用できないといった認識があった。また、当職も地図の被災状況調査マニュアル作成の担当としてその移動確認にはNET-RTK-GPSが最も容易に点検できるので利用しようとしたがNET型の機器を持っている調査士は少数であるため利用をあきらめた。しかし、数年前に法務省と一緒に利用実証実験を行い、その精度の良さを実感して、当時の担当官が東日本大震災の復興事業に利用したのが始まりになったと推察する。

(2) 不動産表示登記申請地の点検調査

土地分筆及び地積更正登記では、地積測量図を添付して法務局に申請すると法務局では不動産表示登記事務取扱規程及び実地調査要領に従い、現地調査を行い地積測量図の精度を検証する。この様な現地で境界杭の位置を確認するには世界測地系の座標であれば NET-RTK-GNSS で容易に確認することができる。また、平成の地籍整備により地図混乱地域の地図の精度点検にも利用が可能である。

(3) 「建物所在図」作成のための貴重なツール
現在、業界として要望しようとしているものに「建物所在図」がある。不動産登記法では昭和35年の改正により法務局が備えるものとして

条文に謳われている。既に55年の月日が経過しているが備えられていないものである。しかし、東日本大震災による津波で崩壊した家屋の調査を行う際に建物の存否、登記未登記の区分、所有者の特定などに苦勞した経験から要望するものである。震災当時に法務省フォーマットの地図データを取得してグーグルアースやグーグルマップと重ねて現況調査資料のサンプル(図-1)として重ね図を作成したが、調査士にそれを急ぎょ行うことはできないと判断して途中で諦めました。この様な地図は、アメリカのバッファロー市のホームページではそれに該当する重ね図(図-2)がGISで公開されていて、大変うらやましく思った。



図-1：東日本大震災時のグーグルアースと地図の重ね図(上) & グーグルマップと地図の重ね図(下)



図-2：バッファロー市のグーグルアースと地図の重ね図(上) & グーグルマップと地図の重ね図(下)

しかし、NET-RTK-GNSS の発祥の地でもあるドイツでは、建物及び樹木まで登記して地図上にあらわされている。(図-3) これはナポレオンの時代からの様式である。また、ドイツでは境界杭は規格のコンクリート杭を希望者は入れるが NET-RTK-GNSS で復元測量を掛ければすぐに確認できることから余り設置していないところが多い。今後日本では、SSP の一環として「スマートでコンパクトな基準点体系に向けて」を発表したが、その方向性はドイツの取扱いに近いものがある。

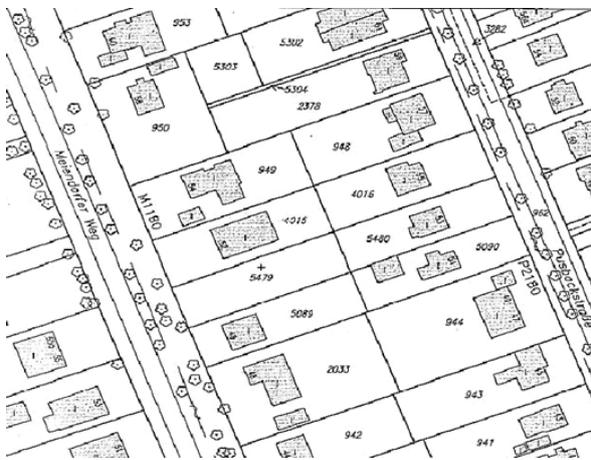


図-3 : ドイツの地籍

5. 国策による方向性

平成 27 年 7 月 17 日東京大学伊藤国際学術研究センターで開催された第 3 回高精度衛星測位サービス利用促進協議会総会で、法務省民事二課が今年度からオブザーバー参加することになったことの報告があった。また、新藤義孝氏の講演では法務省の主な施策として「登記所備付地図作成」「衛星測位を利活用した GPS 測量推進事業」の 2 点が明記されていることから GNSS に対するその意気込みも理解できる。また、平成 28 年度予算要求では「経済財政運営と改革の基本方針 2015」ⁱⁱ の P16 には「空家等の適切な管理・利活用を推進する」「地籍整備等（法務局備付地図の整備を含む）の推進」が謳われ、3,522 百万円(1,204 百万円増)を請求して

いる状況にある。

6. おわりに

世界にたった 1 つしかない世界測地系の座標であると定めながら、なぜかこれらの情報は紙ベースの情報となり、再利用する機会がないのが現状である。日本の GEONET は世界に誇れるような 30 km メッシュ以下で設置され、VLBI との連携の取れたリアルタイムに近い状態で位置情報の変動が確認できる。法務局は、地図情報システムで、不動産登記情報を管理することができる環境にある。この様な各省庁にある既存のシステムに GNSS 測量が加わることにより、情報の流通が安価で、正確な情報を迅速に取得できるようになる。私達土地家屋調査士は測量業界の方々と勉強会を行い、この 2 つの素晴らしいシステムを水平に繋ぐことによって、国民の財産を守ることをはじめ、産業の創出など、多くのメリットが生まれることになるだろう。今一度皆さんで考えようではありませんか。

i 測量法第 1 条 (目的)

……土地の測量又はこれらの測量の結果を利用する土地の測量について、その実施の基準及び実施に必要な権能を定め、測量の重複を除き、並びに測量の正確さを確保する……に資することを目的とする。

ii 「経済財政運営と改革の基本方針 2015」は平成 27 年 6 月 30 日閣議決定※骨太の方針

(http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaiji/cabinet/2015/2015_basicpolicies_ja.pdf)

日本土地家屋調査士会連合会
研究所
所長 小野 伸秋

マルチ GNSS 測定の現状と期待 —高精度衛星測位技術を用いた測定について—

1. 概要

近年、測位衛星は、米国の GPS をはじめロシアの GLONASS、日本の準天頂衛星（以下「QZSS」という。）、ヨーロッパ連合の Galileo、中国の Beidou など各国で開発・運用されている。1980 年代から測定の分野においては GPS を使用した観測が開始され、2000 年には最も利用される測定技術になった。

GPS は衛星の老朽化に伴い、近代化計画を打ち出している。新しい GPS 衛星は、L2C や新しい L5 信号を発信するようになった。さらに、QZSS や Galileo 衛星の打ち上げが進み、現在では、上空に常に 20 機程度の測位衛星が観測可能な状況にある。（図 1 参照）

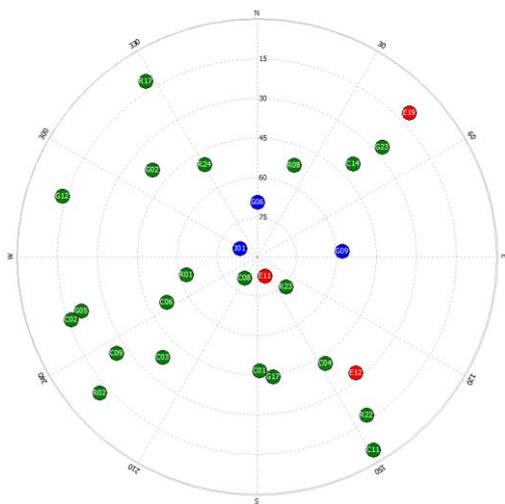


図 1 Skyplot (2015年10月15日 UTC 5:20)

増加した測位衛星を自由自在に組み合わせ、計算処理を行うことで、今まで観測が不可能な場所でも GNSS 測定が可能になると期待できる。

本稿は、国土地理院によるマルチ GNSS 測定の技術開発に携わった経験を基に、マルチ GNSS 測定の現状と課題、今後の期待について報告する。

2. マルチ GNSS 測定環境

公共測定作業規程の準則におけるマルチ GNSS 測定対応状況は、平成 23 年に GPS 測定から GNSS 測定に改められ、GLONASS を追加した観測が可能になった。平成 25 年には、QZSS を GPS と同等のものとして加えた測定を可能とした。マルチ GNSS 測定の高精度衛星測位技術は、平成 27 年 7 月マルチ GNSS 測定マニュアル（案）として公開され、公共測定においても L5 信号や Galileo 衛星を使った解析が可能となっている。

全国に約 1300 点ある電子基準点は、平成 25 年に GPS、GLONASS、QZSS に対応し、データ配信が始まっている。

3. マルチ GNSS 測定の留意点

基線解析には、衛星測定システムごとに位相差をとる「混合処理」と異なる衛星測定システム間で位相差をとる「統合処理」がある。混合処理は解析手法において最も標準的な手法であるが、衛星測定システムごとに最低でも 2 衛星から信号を受信する必要があり、最低必要衛星数が増加する。一方、統合処理は、衛星システムごとに必要な衛星数が最低 1 衛星でよい、原理的には GPS、GLONASS、QZSS、Galileo 各システムにおいて 1 衛星ずつ受信すれば、解析可能となる。

しかし、統合処理を行うには表 1 にあげるバイアスを考慮する必要がある。

表 1 統合処理で考慮すべきバイアス

1	IFB (Inter Frequency Bias)
2	L2P(Y)-L2C 1/4 サイクルシフト
3	擬似距離 ISB (Inter System Bias)
4	搬送波位相 ISB (Inter System Bias)

IFB や L2C 信号の処理は、GNSS 測定のソフトウェアで考慮されていることが多いので、マルチ GNSS 測量マニュアル（案）には明記されていないが、異なるメーカーの受信機を用いて観測を行う場合には、注意が必要である。

ISB は、統合処理を行う場合、必ず考慮しなければならないバイアスである。技術開発における検証で以下のような結果が得られた。

- ① GPS と QZSS 間はバイアスが僅少なので補正不要。
- ② GPS と Galileo 間はバイアスの観測条件による変動が少ないので補正可能。
- ③ GPS と GLONASS 間はバイアスの観測条件による変動が大きいため補正は難しい。

現時点では統合処理で補正可能なのは、GPS・QZSS と Galileo 間の ISB のみである。

4. マルチ GNSS 現地試験観測について

平成 26 年度マルチ GNSS 測量の実証実験として、受信機 Trimble NetR9、JAVAD Delta-G3T、Leica GR25 を用いて、様々な観測・解析を担当した。内容は、バイアスの推定、PCV の検証、国土地理院基線場における基線長ごとの検証、実際の基準点測量網での検証、都市部・森林域での検証、情報化施工を想定した検証である。

検証作業において、衛星の打ち上げ延期や、Galileo のメンテナンス期間が長期化したことで、測位衛星の数が少なく、特に L5 を発信する衛星の観測には、スケジュール調整が困難であった。

解析には、国土地理院が開発した「GSILIB」を用いて何万通りもの解析を実施し、各種バイアスの算出や混合処理、統合処理を実施した。

比較基線場におけるひとつの検証結果として、11.7km の基線において、公共作業規程では、120 分の観測時間が必要であるが、L5 を含めた 3 周波の解析を実施すれば、90 分の観測で同等の精度が得られることを検証した。

基準点測量網の検証では、マルチ GNSS 測量手法と従来の GPS 測量手法の成果の比較を実施し、問題がないことを確認している。

都市部の観測においては、図 2 のような状況においても測位衛星システムを追加した場合の FIX 率および測位精度の向上を確認した。

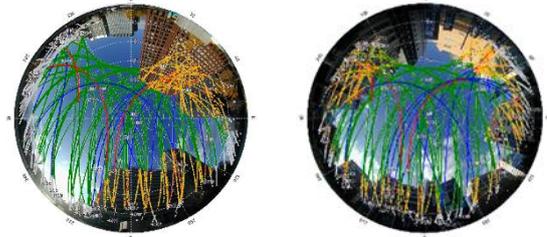


図 2 都市部 24 時間観測 Skyplot

情報化施工を模した観測では、受信機とアンテナを自動車に取り付け、アンテナをトータルステーションで追尾して観測を行い、マルチ GNSS 測量の効果を検証した。

5. マルチ GNSS 測量への期待

2017 年度には QZSS が 4 機体制となり、Galileo 衛星も打ち上げが進み、益々多くの測位衛星が常時観測可能となる。さらに GPS や GLONASS の近代化によって、新たな信号も受信できるようになり、高精度化が進むと考えられる。また都心部においては、測位衛星の選択が可能になることでマルチパスの軽減除去による高精度測位が期待できる。今後の高精度化に注視していきたい。

謝 辞

本稿に関しては、国土交通省国土地理院測地観測センター地殻監視課課長補佐の古屋智秋氏に多大なご支援を頂いた。ここに記して感謝する。

株式会社 パスコ
中央事業部 精密測地課
主任技師 阿部 直宏

1. はじめに

PPP-AR 方式の GNSS を深浅測量システムへ適用した事例を紹介する。対象工事は湧昇マウンド礁の施工である。湧昇マウンド礁の施工は、水深 150m の海底に石材と石炭灰ブロックを運搬船で 50km の沖合に運搬し、運搬船から直接海底に投入して所定の形状に仕上げる。海底での堆積形状を事前に予測し、投入する位置を事前に計画する。1 隻分の石材やブロックを投入した後に深浅測量を行い、投入後の堆積形状が計画と一致するかを確認する。目標の堆積位置に投入できたか、堆積形状は計画の通りかを確認して、異なるようであれば次回投入方法を見直したり、投入位置を修正したりして次回投入計画へフィードバックする。

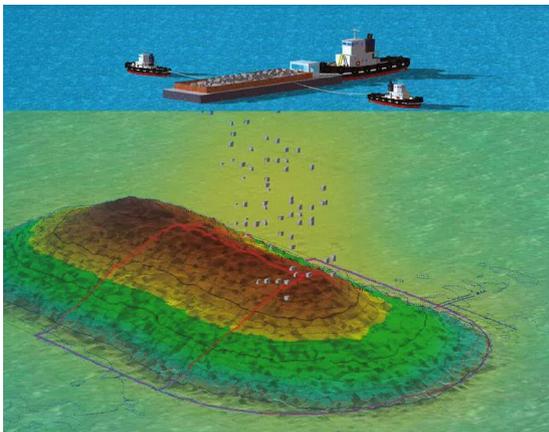


図.1 湧昇マウンド礁の施工イメージ

2. PPP-AR の採用経緯

これまでに湧昇マウンド礁の施工では沿岸に近い場所であったことから、RTK 方式の GNSS を使用していた。施工場所が沖合 50km となり RTK 方式の GNSS が使用できなくなった。施

工精度を向上させるために、堆積形状を精度よく把握するために RTK と同等の精度の GNSS が現場から要望された。沖合で使用可能な高精度 GNSS のうち、最高精度の PPP-AR を導入した。

3. 離島における PPP-AR の計測精度

五島列島の新上五島町の曾根崎において精度確認をおこなった。水平精度は期待したとおり 3.0cm 以内の結果が得られた。島内の基準点を使用しない計測でも RTK と同等の精度が得られることから、海上においても同等の精度が得られると判断し採用を決定した。

表.1 PPP-AR 精度検証

単位：m

	PPP-AR 計測値	登記座標値 (今期変換)	差分
X(南北)	6313.493	6313.465	0.028
Y(東西)	-39692.524	-39692.553	0.030
標高	9.171	9.532	-0.361

4. 深浅測量への適用について

深浅測量システムは、マルチビームソナー、収録ソフト (Hypack)、慣性航法装置 (POS-MV) から構成される。PPP-AR は外部入力 of GNSS として使用した。

慣性航法装置 (POS-MV) へ外部入力として PPP-AR を接続するときに制約があることが接続試験において判明した。POS-MV 側では位置情報を 5Hz 以上で入力する必要がある。また、POS-MV の内部時計と外部入力となる GNSS の計測値のタイムスタンプの差が 200ms 以下

でなければならない。

当初の接続実験でセンター解析方式を使用した結果、インターネット回線の回線速度の影響で 200ms 以内の遅延で安定して入力することができなかった。このため、端末解析方式を採用し、解析ソフトのチューニングを行うことで 200ms 以内の入力が可能となった。

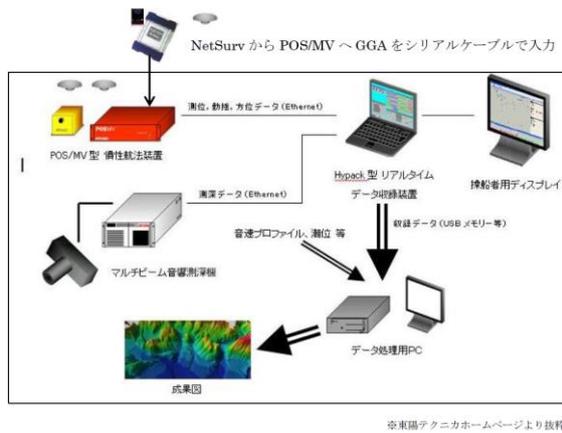


図. 2 深浅測量システム構成図

5. 適用結果の評価

PPP-AR を搭載した深浅測量システムを用いて、五島列島周辺の自然海底地形でマウンド状の海底を測量した。図. 3 の上が POS-MV のみ使用した結果で、下が PPP-AR を使用した結果である。同一海域を 2 回測量した結果の差分図を作成し比較した。POS-MV の差分図では山頂部分が複数の筋のように広がりがある結果となったが、PPP-AR を使用した差分図では山頂部分が 1 本の筋となった結果が得られた。この結果から GNSS の計測精度が向上したことでソナーの位置計測精度が向上し、海底地形の水平計測精度が向上したと考えられる。

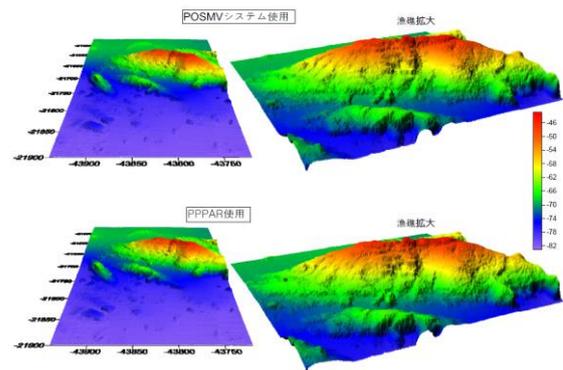


図. 3 離島周辺海域の測量結果

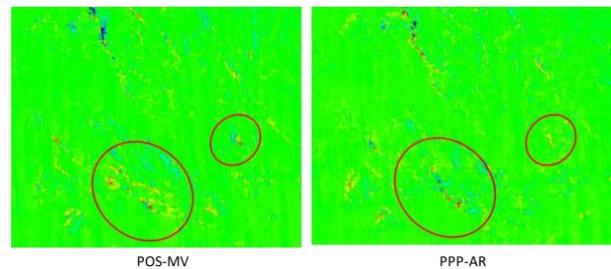


図. 4 測量結果の差分図

6. おわりに

PPP-AR を導入することで沿岸からはなれた海域での深浅測量の精度が向上した。石材運搬船から投入したブロックの堆積形状の計測精度を向上させることができた。PPP-AR は FIX するまでの時間が長くなる。現在の仕様では深浅測量を開始する 30 分以上前から電源投入し FIX させる必要があるため、使い勝手を良くするためには FIX 時間の短縮が課題となる。

東洋建設株式会社
土木事業本部 土木技術部
課長 加藤 直幸

会 員 名 簿

(平成 28 年 1 月現在)

番号	会 社 名	番号	学校・公的機関名
1	朝日航洋株式会社	1	茨城工業高等専門学校
2	アイサンテクノロジー株式会社	2	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
3	N T T 空間情報株式会社	3	金沢工業大学
4	一般財団法人衛星測位利用推進センター	4	九州工業大学
5	応用技術株式会社	5	慶應義塾大学
6	株式会社尾崎商店	6	慶應義塾大学（上記と別研究室）
7	株式会社刊広社	7	独立行政法人情報通信研究機構
8	岐阜県土地家屋調査士会	8	専修大学
9	株式会社共和	9	千葉工業大学
10	K D D I 株式会社	10	中央工学校
11	株式会社ケイデイエス	11	独立行政法人電子航法研究所
12	国土情報開発株式会社	12	電気通信大学 大学院
13	新日本測量設計株式会社	13	東京大学
14	株式会社ジェノバ	14	東京大学地震研究所
15	株式会社鈴幸技術コンサルタント	15	東京海洋大学
16	測位衛星技術株式会社	16	東北工業大学
17	大宝測量設計株式会社	17	奈良大学
18	株式会社大輝	18	奈良先端科学技術大学院大学
19	株式会社大成コンサルタント	19	日本大学
20	株式会社田原コンサルタント	20	日本文理大学
21	T I アサヒ株式会社	21	地方独立行政法人北海道立総合研究機構
22	株式会社テクノバンガード	22	防衛大学校
23	株式会社トプコン	23	横浜国立大学
24	公益社団法人日本測量協会	24	立命館大学
25	公益財団法人日本測量調査技術協会	学校・公的機関 24 機関	
26	株式会社ニコン・トリンプル		
27	株式会社日本技術総業		
28	日本GPSデータサービス株式会社		
29	日本テラサット株式会社		
30	株式会社日豊		
31	株式会社八州		
32	株式会社パスコ		
33	土地家屋調査士足田敬之事務所		
34	株式会社日立産機システム		
35	日立造船株式会社		
36	福井コンピュータ株式会社		
37	有限会社プラス・ワン		
38	株式会社平成測量		
39	三菱電機株式会社		
40	三井住友建設株式会社		
41	ライカジオシステムズ株式会社		
一般会員 41社			

発 行：電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会

公益社団法人日本測量協会 測量技術センター内

連絡先：事務局 data@geo.or.jp