

協議会だより

Vol. 29

平成25年1月10日発行

● 目次

- 新年ご挨拶…………… 1
- 第9回
リアルタイム測位利用技術講習会の報告…… 2
- 基調講演
「高精度ジオイド・モデルについて」…………… 3
国土交通省国土地理院 測地部物理測地課
課長補佐 河和 宏
- 【報告】
「マルチGNSS実証実験の概要とQZSを利用した
RTK法及びキネマティック法による効果確認」
…………… 5
基盤技術ワーキンググループ座長 細谷 素之
- 利用検証①
「マルチGNSS対応ネットワーク型RTK配信
を利用した1週波GPS/GLONASS受信機の
実用性検証実験について」…………… 7
独立行政法人国立高等専門学校機構
茨城工業高等専門学校 准教授 岡本 修
- 利用検証②
「マルチGNSS実証実験報告書」
「バギー測量によるNW型GNSS利用の実証—
…………… 10
測位衛星技術株式会社
取締役営業部長 増田 稔
- 利用検証③
「悪条件下におけるマルチGNSSの有用性につ
いての実証実験」について…………… 12
セナーアンドバーンズ株式会社
技術専門部長 松澤 豊
- 初期検証①
「マルチGNSSの実証実験について」…… 14
日本大学理工学部社会交通工学科 空間情報研究室
佐田 達典・池田 隆博・千葉 史隆
- 初期検証②
「ネットワーク型RTK-GNSS初期検証について」
…………… 15
株式会社トプコン 小川 和博
- 初期検証③
「マルチGNSS解析実験（初期検証）の報告」
…………… 16
日立造船株式会社
電子制御ビジネスユニット 電子システム部
移動体システムグループ 部長代理 五百竹 義勝



会長 熊木洋太

ました。今年で1回りということになります。この間、衛星測位の技術や、衛星測位を取り巻く環境は大きく進展してきました。平成14年に国土地理院の電子基準点のリアルタイムデータの提供が始まりましたが、当初は200点のみでした。平成16年にほぼ1200点のデータが提供されるようになり、現在まで安定的にそれが継続されていることは賞賛すべきでしょう。測量分野では、電子基準点データを利用した測量が標準的な方法として公的にも認められ、普及しました。平成22年には準天頂衛星の1号機「みちびき」が打ち上げられ、本格的なマルチGNSS時代になりつつあります。国土地理院も、電子基準点のマルチGNSS対応を進めています。

当協議会は、以前から国土地理院にマルチGNSSへの対応を要望するとともに、国土地理院の協力を得て独自の実証実験を行ってその有効性を検証してきました。昨年は、6回にわたり国土地理院との意見交換会を開き、また一般公募での実証実験を実施しました。また、電子基準点を利用したリアルタイム測位の利活用および普及を図る活動や、会員への情報共有化に取り組んでいます。昨年は、地積調査の動向や電子基準点システムの高度化に関する講演会の開催（5月）、マルチGNSS測位の話題を中心とした第9回のリアルタイム測位利用技術講習会の開催（受講者49名、10月）などを行いました。

今年も、このような活動をさらに発展させていきたいと考えています。何かと将来見通しが不明な世の中ですが、会員の皆様が結束してリアルタイム測位の普及・発展を図ることが大事だと思います。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、新年のごあいさつといたします。

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。本協議会は、巳年の平成13年11月に発足し

第9回リアルタイム測位利用技術講習会の報告

平成24年10月18日（木）測量年金会館（新宿区山吹町）大会議室において、『第9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】「高精度ジオイド・モデルについて」

国土交通省国土地理院 測地部物理測地課
課長補佐 河和 宏

高精度ジオイド・モデルの試作からGNSS測量との組合せによる水準測量の代用や公共測量の効率化等の検討についてご講演を頂きました。



河和様のご講演の様子

●【報告】「マルチGNSS実証実験の概要とQZSを利用したRTK法及びキネマティック法による効果確認」

基盤技術ワーキンググループ座長 細谷 素之

国土地理院の協力を頂き、本協議会で実施したマルチGNSSによるネットワーク型RTK法の各種実証実験の概要とQZSを加えた測位効果の実験について報告しました。



細谷様のご講演の様子

●利用検証－①「マルチGNSS対応ネットワーク型RTK配信を利用した1周波GPS/GLONASS受信機の実用性検証実験について」

独立行政法人国立高等専門学校機構
茨城工業高等専門学校 准教授 岡本 修

1周波マルチGNSSによるRTKのFIX不可について異機種の問題を提議し、それら問題解決のメリットについてご講演を頂きました。



岡本様のご講演の様子

●利用検証－②「マルチGNSS実証実験報告書」－バギー測量によるNW型GNSS利用の実証－

測位衛星技術株式会社
取締役営業部長 増田 稔

バギーの速度（5km10km15km）や捕捉衛星仰角（5° 15° 30°）を変更し、それら検証結果についてご講演を頂きました。



増田様のご講演の様子

●利用検証－③「悪条件下におけるマルチGNSSの有用性についての実証実験」について

セナーアンドバーンズ株式会社
技術専門部長 松澤 豊

大型船舶の安全な着岸誘導のため、大型クレーン等の遮蔽物の多い場所でのマルチGNSSの有用性についてご講演を頂きました。



松澤様のご講演の様子

〔基調講演〕高精度ジオイド・モデルについて

はじめに

日本の位置決定のための測量の歴史は、明治時代からの三角測量方式に始まり、昭和時代後半の測距儀出現で多角測量へと大きな技術革新があった。さらには、平成の時代になって、宇宙技術を利用したGPS (GNSS) 測量へと変貌を遂げてきた。

三角測量や多角測量における高さの基準は、あくまでも標高（東京湾平均海水面を基準とする）であり、私たちの日常生活においてもなじみの深いものである。

しかし、GNSSで基準とする高さは、楕円体高であり、これまでの標高とは異なった基準のもとで表現されている。

そこで必要となったのが標高と楕円体高の橋渡しをする「ジオイド高」である。

国土地理院ではGNSS測量の普及に伴い、楕円体高から標高に換算するための「ジオイド・モデル」を提供してきたところである。

現在、提供している「日本のジオイド2000Ver.5」は、平成22年10月に公表したものであり、半島部の一部地域において大きな誤差を含んでいる。

そこで、今回、新たなデータと計算手法を用いて、より高精度なジオイド・モデルを構築することとした。

1. 「日本のジオイド2000Ver.5」について

このモデルは、陸域と海域において稠密に得られている重力データからなる重力ジオイド・モデル (JGEOID2000) と、全国の水準点816点におけるGPS/水準法によるジオイド高のデータ（以下、ジオイド高データという。）によって構築される。その概要は、まず中・長波長成分を与えた全国におけるジオイド高データと短波長成分をよく復元する重力ジオイド・モデル (JGEOID2000) から重力ジオイド高の較差（ジオイド較差）を求める。次に、求めたジオイド較差から共分散関数を推定し、その共

分散関数を用いて最小二乗コロケーション法 (LSC) によりジオイド較差を内挿することで、中・長波長成分に卓越したジオイド補正モデルを得る。ここで、重力ジオイド・モデルとジオイド補正モデルを組み合わせ、日本のジオイド・モデル「日本のジオイド2000」を構築する。

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の前までの電子基準点付属標638点におけるジオイド高データと「日本のジオイド2000」を比較すると、全国的に数cm、局所的には数十cmの差の存在が分かる（図1）。

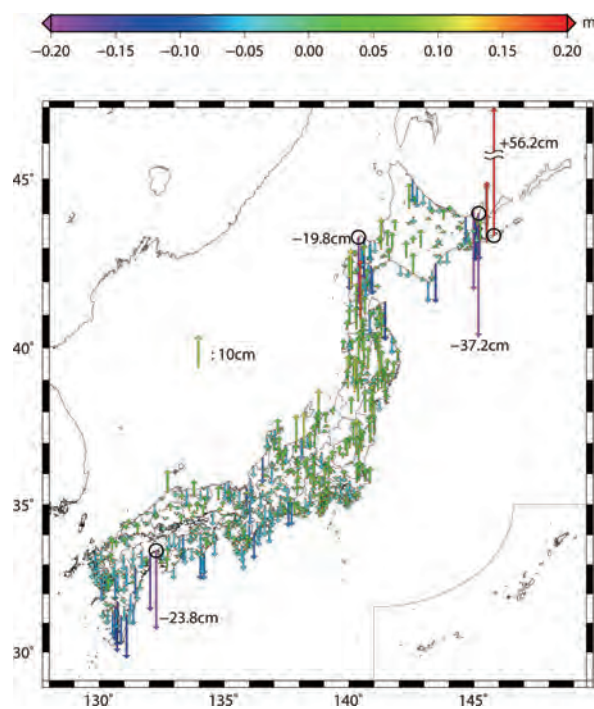


図1 電子基準点付属標におけるジオイド高データと「日本のジオイド2000」の差

この差は、主に「日本のジオイド2000」に含まれる誤差を現したものであり、その要因には重力ジオイド・モデル構築時の重力データの不足による誤差、データ分布の不均一による誤差、ジオイド高データ取得のためのGNSS測量の観測時間や基線解析手法に起因する誤差、電子基準点標高成果改定に伴う誤差及びLSC内挿誤差があることがわかってい

る。なお、データ分布の不均一による誤差とは、作成に使用したジオイド高データは水準点で取得しているため、全国に均一な分布となっておらず、データの空白域によって生じる誤差である。

2. 高精度ジオイド・モデルの構築について

これまでの誤差要因を除去・軽減したデータを用いることで、より高精度なジオイド・モデルを作成することができる。そこで、最新の重力ジオイド・モデル（JGEOID2008）及び「日本のジオイド2000」の精度評価に使用した電子基準点付属標638点におけるジオイド高データを用いて、高精度ジオイド・モデルの試作を行った。

JGEOID2008は、重力データの追加や解析手法の改良により、JGEOID2000に含まれていた系統誤差の軽減が報告されている。また、使用したジオイド高データは、現在のジオイド測量作業要領に適合したGNSS観測及び基線解析を行っているデータとし、異常点の除去を行い電子基準点の成果に強く拘束されたデータを使用した。ただし、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の前のデータを用いている。

また、試作の過程で、いくつかの技術的な検討を行い、「日本のジオイド2000」構築時の計算手法に改良を加えた。

今回の試作では東日本及び北海道地方のジオイド高データが不足しているため、西日本（中国・四国・九州地方）について評価を行った（図2）。その結果、試作したジオイド・モデルでは、「日本のジオイド2000」に含まれていた誤差は大きく減少した。内部評価の結果、標準偏差は $\pm 1.9\text{cm}$ となり、「日本のジオイド2000」の $\pm 4.0\text{cm}$ から向上した。ジオイド・モデルとモデル構築に使用したジオイド高データとの較差も、「日本のジオイド2000」では最大で35cm

を超えていたが、試作モデルでは10cm以内となった。

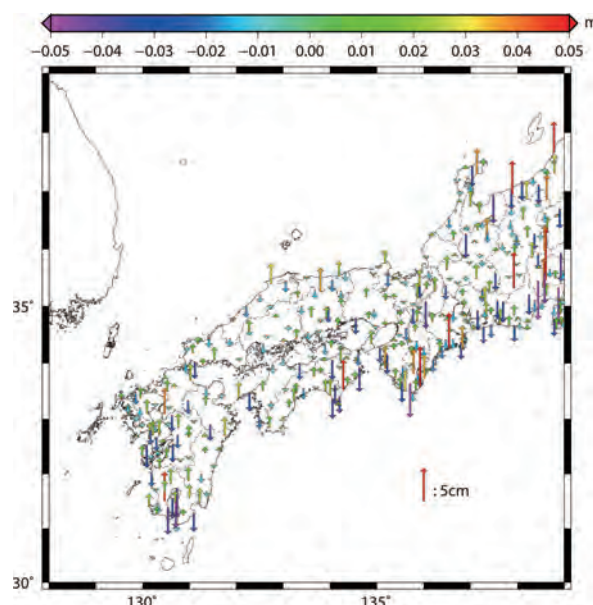


図2 電子基準点付属標のジオイド高データと試作モデルの差（西日本地方）

3. まとめと今後の課題

最新の重力ジオイド・モデルと電子基準点付属標638点におけるジオイド高から「日本のジオイド2000」に含まれる誤差が大きく減少した高精度ジオイドモデルを試作した。

今回、西日本地域のみモデルであるが、モデルの計算のために必要なデータを整備し、平成25年度中に、全国版としての公表をめざすことにしている。

また、高精度なジオイド・モデルを利用することで、GNSS測量による標高決定の精度が高くなり、これまではGNSSを利用できなかった分野での活用の可能性が拡大する。そのためには、公共測量作業規程の準則やマニュアルの整備が必要不可欠である。

国土交通省 国土地理院 測地部
物理測地課 課長補佐 河和 宏

〔報告〕マルチGNSS実証実験の概要とQZSを利用したRTK法及びキネマティック法による効果確認

1. マルチGNSS実証実験の概要

ネットワーク型RTKが利用されるようになったが、都市域や山間地ではGPSからの測位信号が前者にあっては高層ビル、後者にあっては樹木及び山地等によって遮断される地域及び時間帯が存在するため、衛星測位サービスのアベイラビリティの低下及びGPSの幾何学的配置の劣化に伴う測位精度の低下を強いられている。これらの現状を踏まえ、電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会基盤技術WGは、GPSとGPS以外の測位衛星（ロシアのGLONASS、日本の準天頂衛星、欧州のGalileo等）を組合せた衛星測位（以下、マルチGNSS）の実現に係る問題点ならびに現在我が国の衛星測位の社会インフラとして測量の基準及び地殻変動の監視等に広く利用されている電子基準点をマルチGNSS化することの実用性を評価するために、2008年度にGPSとGLONASSの測位信号（以下、GNSS）を受信できるGNSS実験基準局を設置し実証実験を行い、効果を確認して、電子基準点のGNSS化を国土地理院に提案する活動を行ってきた。また、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震を経験し、電子基準点の重要性が再認識されGNSS化と更新の予算化が進んだ。2011年度には、東京都心域を囲む6点及び大阪府を囲む6点の電子基準点においてGLONASSデータの試験配信を国土地理院に要請し、これらの電子基準点のリアルタイムデータ（GPS + GLONASS）の実運用を想定したネットワーク型配信による実証実験を①配信事業者と受信機メーカーが国土地理院の協力を得て行う事前実証実験と、②受信機メーカーやシステム提供メーカー等のサポートを得られる応募者による実証実験の二段階で行う事となった。2012年度の実証実験は、東北地方の復興支援を考慮するとともにより効果の期待できる北海道を追加して実証実験を行い期待通りの効果が確認できたところである。

ろである。

実証実験は、以下6件を実施した。

- ①バギーによるVRSRTK（GNSS補正情報）測量検証（測位衛星技術（株））
- ②北海道地区におけるNW型RTK-GNSSの有用性についての実証（（株）岩崎）
 - ・ 定点観測時における測位率、測位精度の検証
 - ・ 移動体観測時における測位率、測位精度の検証
- ③マルチGNSS対応ネットワーク型RTK配信を利用した1周波GPS/GLONASS受信機の実用性検証実験（茨城工業高等専門学校）
- ④GNSSデータ利用によるモニタリング
 - ・ 実験内容は、1Hzデータのリアルタイム解析と30秒間隔のスタティック解析を比較してモニタリングする（（株）ニコン・トリンプル）
- ⑤悪条件下におけるマルチGNSSの有用性についての実証実験（セナーアンドバーンズ（株））
- ⑥QZSを利用したRTK方式の検証作業（（株）ジェノバ、測位衛星技術（株）、SPAC）
 - ・ QZSの補完効果を確認するためリアルタイム測位と後処理によるキネマティック測位を行う。
 - ・ LEXの補正情報を後処理方式で計算し、効果を確認する。

2. QZSを利用したRTK法及び

キネマティック法による効果の確認

2011年度の電子基準点を利用した実証実験でGLONASSの効果が確認され2012年7月13日、国土地理院は東北地方を中心とする187点の30秒エポックの電子基準点RINEXデータの提供を開始した。電子基準点のデータにはQZSも含まれていることから、ネットワーク型RTK法によりQZSの補完効果を確認したいという要求が有るのが必然であ

るが、ネットワーク型RTK解析エンジンはQZSに対応していない。GNSS受信機はQZSデータの出力はできるものの、まだ測位に対応していない。つまり、ネットワーク型RTK法によるリアルタイム実証実験はできないので、唯一可能といわれるRTKLIB^{*}による固定局を設置するRTK法とキネマティック法による実験を行った。

3. リアルタイム観測と結果

実験場所は国土地理院構内のRTK基線場を利用させていただいた。GPSのみ、GPS+QZS、GPS + GLONASS、GPS + GLONASS + QZSの組み合わせと仰角マスクを15度、30度などに設定して観測した。RTK法の観測時間は1分間、キネマティック法は2時間の観測データを使用した。表1にGPS+GLONASS+QZSの組み合わせによる仰角マスク45度に設定し観測した結果を示した。また、高さに成果との差が36mmあるものの良い結果が得られていることが分かる。

表 1 仰角マスク 45 度の RTK 法の結果

項 目	GPS+GLONASS+QZS		
仰角 45 度	X (m)	Y (m)	H (m)
1 セット	11,750.331	22,900.836	65.095
2 セット	11,750.332	22,900.836	65.098
較 差	0.001	0.000	0.003
平 均	11,750.332	22,900.836	65.097
成果との差	0.002	-0.006	0.036

キネマティック法による計算は、取得した2時間の1秒エポックのデータとRTKPOST (RTKLIB) を利用し、Combined (往復計算) 設定でGPS、GPS+QZS、GLONASS、GLONASS+QZS、GPS+GLONASS+QZS、GLONASS+QZSのキネマティック法による基線解析を行って比較を行った。GPSのみの仰角マスク45度では採用できる測位結果は得られなかったが、GPS+QZSで

は4衛星となりながらもFIX解が得られ、採用数は2,025個と少ないものの成果と良く整合する結果が確認できた。(後処理による往復計算モードの効果と考えられる。)表2に仰角マスク45度のGPS+GLONASS+QZSの結果を示した。同一メーカーの受信機におけるQZSを加えた補完効果は確認できた。しかし、国土地理院の提供する電子基準点データの異なるメーカーの受信機 (Trimble と TOPCON) データで検証したが、QZSを利用した基線解析ではFIX解を得ることができなかった。この原因については、データに問題があるのか、基線解析に問題があるのか結論を得ることができなかったのは残念である。今後は、基線解析技術レベルを高め、引き続き検証を行ってこれら問題の解明を目指したい。

表 2 仰角マスク 45 度のキネマティック法の結果

項 目	GPS+GLONASS+QZS		
仰角 45 度	X (m)	Y (m)	H (m)
	11,750.324	22,900.837	65.071
採用数	2,607		
平均衛星数	6.5		
標準偏差	0.008	0.008	0.025
成果との差	-0.006	0.004	0.009

※ RTKLIB について

ここで使用したRTKLIBは東京海洋大学 海洋工学部 海事システム工学科 情報通信工学研究室の高須知二先生が開発したリアルタイム測位、後処理測位、RINEX変換などで構成されるソフトウェアの総称であり、オープンソースである。今回の実証実験に使用させて頂いた。

<http://gpspp.sakura.ne.jp/index.shtml>

QZSの補完効果を確認することができましたこと、ここに重ねて御礼を申し上げる次第であります。

基盤技術ワーキンググループ

座長 細谷 素之

(利用検証①) マルチGNSS対応ネットワーク型RTK配信を利用した 1周波GPS/GLONASS受信機の実用性検証実験について

1. はじめに

我々は、環境・建設分野においてRTK-GPS測位による作業者誘導システムの開発に取り組んでいる。VRS方式は基準局の設置が不要、FloatからFixまでの収束が早い等のメリットがある反面、木や構造物周辺での測位では衛星数不足によりRTK測位できる範囲が限られ、適用範囲が限られていた。

国土地理院は7月13日に震災復興支援として、東北地方などの電子基準点187点で取得したGLONASS衛星等の観測データを提供開始した。また、本協議会ではネットワーク型RTK配信をマルチGNSSに対応させるべく、これまでに基盤技術ワーキンググループが実証実験によりその有効性を確認してきた。マルチGNSSに対応したネットワーク型RTK配信が実現すれば、その恩恵は大きい。

今回、実証実験が一般公募されたことから、我々が利用する1周波GPS/GLONASS受信機をネットワーク型RTK配信にて評価し、その実用性を検証した。その実験概要と結果について述べる。

2. 実験目的

マルチGNSSを利用では、GPSのみの測位に比較して観測できる衛星数が増加する長所がある。これは測位に利用する衛星の取捨選択が可能になることや、FloatからFixまでの時間（以後、初期化時間）の短縮が可能になることを意味する。その結果、観測環境（木や構造物によるマルチパス）の影響を受ける衛星を排除でき、測位可能範囲の拡大が期待できる。また、1周波GPSだけの測位において10分以上かかっていた初期化時間が、マルチGNSSではローコストな1周波受信機であっても2周波GPS測位に遜色ない初期化時間で利用できること

が期待できる。一方、懸念される事項として、GPS/GLONASSを利用したRTK測位で問題となるインターチャンネル・バイアスがある。これは基準局と移動局の異機種間においてGPS/GLONASS-RTK測位をした場合に生じる問題で、ネットワーク型RTK配信では避けることができない。この問題が生じると解が収束してもFloatのままFixできなかったり、間違った値にFixするミスFixが生じるため実用できない。

今回の検証実験では、まずインターチャンネル・バイアス問題の確認を行い、1周波GPS/GLONASS受信機の実用性を検証する。

3. 実験概要

実験は図1に示す関東地区の基準点網を利用して実施した。実験を実施する茨城工業高等専門学校は日立、出島、大栄の基準点からなる三角形内に位置（図1旗印）する。この3点を利用したVRS



図1 利用した関東地区基準点網



図2 実験機器の構成

配信をジェノバより受けた。図2に実験機器の構成を示す。実験では、ネットワーク型RTK配信をNtrip形式で受信して記録した。同時に茨城工業高等専門学校内に設けた基準局と移動局でも観測データを記録した。利用したGNSS受信機の仕様を表1に示す（当初、NVS社NV08も評価していたが不具合があり除外）。測位計算にはGNSS測位プログラムパッケージRTKLIBを用いて、ネットワーク型RTK配信とローカルなRTKを基準局との間の双方で後処理キネマティック解析して結果を比較した。

4. 実験結果

移動局を定点に固定し10時間観測した実験結果を図3、図4に示す。図3のネットワークRTK配信

を利用した測位結果では、Fix率18.7%となった。Fixした緑色の値を見ると、一定の値ではなく時間帯により異なる値に収束しており、ミスFixしていることがわかる。Floatでもmレベルで変動しており、インターチャンネル・バイアス問題が生じていることが確認できた。図4の屋上基準局を利用したローカルなRTKを利用した結果では、Fix率が98.6%とほぼ全ての時間帯でFixしていることが確認できる。測位精度も水平方向で最大でも±4cm程度、高さ方向で最大でも±8cm程度と一部で大きな変動が見られるものの、一般的なキネマティック法と同等の結果が得られた。なお、インターチャンネル・バイアス問題が生じたことから、ネットワーク型RTK配信を利用した測位精度や利用可能範囲の検証実験は見送った。

5. おわりに

GNSSに対応したネットワーク型RTK配信による1周波GPS/GLONASS受信機を利用した測位の実用性を検証した。実験結果からインターチャンネル・バイアス問題によるミスFix等の現象が確認された。測位計算プログラムパッケージRTKLIBは、GPS/GLONASSのRTK測位に完全に対応できている状況になく、特に異機種間での測位では更なる検証が必要である。今後、実験を継続して解決を図りたい。

GPS/GLONASS-RTK測位では、観測できる衛星数の多さから1周波であっても2周波に劣ることのない測位精度と初期化性能が確認できた。これはローコストな受信機利用の可能性を示すものである。多点同時観測等、ローコストのメリットを活かせる新たな利用法を提案し、市場開拓、利用拡大に努めたい。

表1 GNSS受信機の仕様

GNSS受信機	NovAtel OEMSTAR	
GNSSアンテナ	1周波GPS/GLONASS対応	
受信チャンネル	14ch (GPS L1 8ch、GLONASS L1 6ch)	
測位計算ソフトウェア	GNSS測位プログラムパッケージ RTKLIB	
測位精度	キネマティック法	数cm (Fix時)



図 3 ネットワーク型 RTK 配信によるキネマティック測位結果（上段：南北方向偏差、中段：東西方向偏差、下段：高さ方向偏差、緑色が Fix、黄色が Float、赤色が単独測位）



図 4 ローカル RTK によるキネマティック測位結果（上段：南北方向偏差、中段：東西方向偏差、下段：高さ方向偏差、緑色が Fix、黄色が Float、赤色が単独測位）

独立行政法人国立高等専門学校機構

茨城工業高等専門学校

准教授 岡本 修

(利用検証②) マルチ GNSS 実証実験報告書 —バギー測量による NW 型 GNSS 利用の実証—

1. はじめに

平成24年の7月13日より、東北地方の電子基準点(187点)では従来GPS衛星(米国)に加えGLONASS衛星(ロシア)及び準天頂衛星(日本)の観測データを提供できるようになった。これにより上空視界の制約からGPSだけでは測量できなかった地域での利活用の可能性が高まることが期待される。今回は広域測量での実証実験を実施し、その実用性を確認することを目的とした。

2. 概要

従来、造成や埋立現場など広大なエリアにおいて迅速な測量が要求される環境下では、GPS機器をはじめとした各種測量機器を走破性・機動力に優れたバギーに搭載することで、広範囲のエリアを迅速かつ高密度に測量を行っていた。バギーシステム等の採用により労力や時間のかかった広域測量、さらには解析業務を効率的かつ正確に行うことが可能としていた。しかし、構造物の近くや山間部においては上空視界の制限があり、土工全体の測量や施工管理を連続的に運用することが難しかった。



写真1 バギーシステム

一方、電子基準点のリアルタイムデータを活用したネットワーク型RTK測量用の補正情報が民間から提供されているが、今回試験的にGNSSに対応した補正情報が東北地区に配信されることとなり実証実験する環境が整った。

そこで、機動性に富むバギーにGNSS測位システム及び試験配信されるGNSSの補正情報用のVRS受信機、さらに車体の傾斜や沈み込みを補正する超音波距離計、傾斜計を搭載し走行しながらリアルタイム測量の実験を行った。

その結果、実用性について問題なく動作することが検証されるとともに、運用精度に関しても従来の基地局を設置しての測量と同等の成果を得ることを確認ができた。



図1 NW型GNSS利用イメージ

3. 実験状況

実験の状況は以下のとおりである。

【実験場所】

仙台市宮城野区蒲生字竹ノ内120番

【実験日】

2012年8月29日(水)～30日(木)

【実施内容】

- 1) 計測速度による精度検証
- 2) 衛星取得条件変更による精度検証

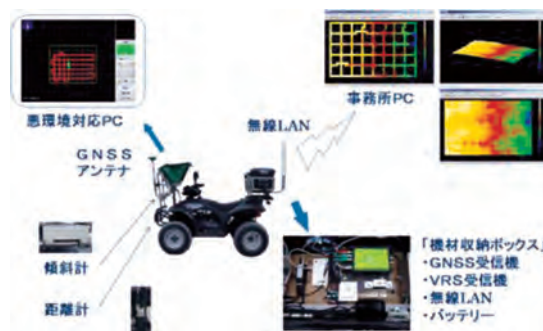


図2 システムイメージ

4. 実証試験結果

1) 計測速度による精度検証

- ・同一測線(40m)上で計測速度を変更(時速5km・10km・15km)して各速度毎に5往復測量を行った。計測結果(5km場合)は図3のとおりとなり、表1はそれぞれの結果を比較したものである。いずれも $\pm 30\text{mm}$ 程度の精度で良好な結果を得ることができた。

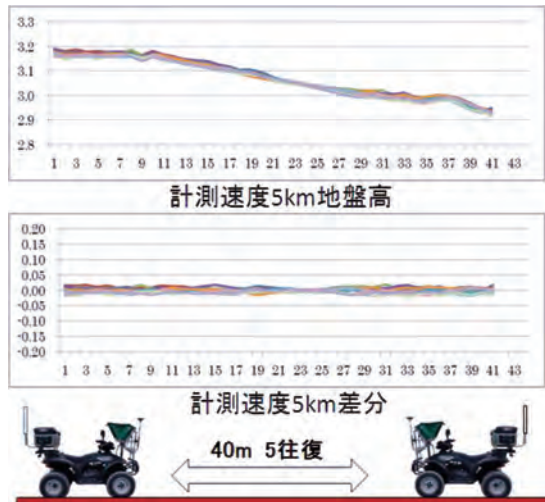


図3 計測速度による精度比較図

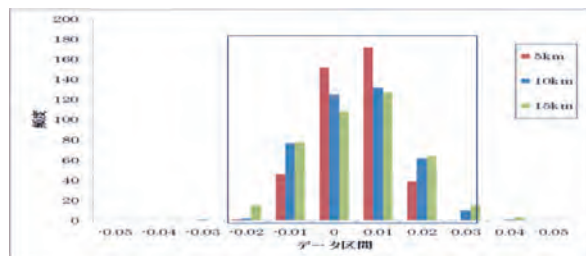


表1 計測速度による精度比較表

2) 衛星取得条件変更による精度検証

- ・同一エリア(25m * 40m)において5mメッシュで走行し面での計測を実施した。補足衛星仰角については3パターン(5°・15°・30°)を行うこととし、今回の実証実験での基準面には仰角5°において3回面計測したデータの平均値を採用した。仰角15°と30°においても2回測量を行い基準面と比較した。結果は、図4の通りとなり30°仰角との比較で若干の差が確認されるが、データ

は途切れることは無くその有効性が確認された。

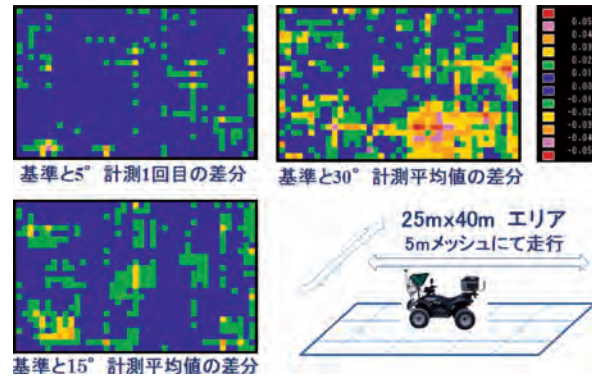


図4 衛星取得条件による面的精度比較図

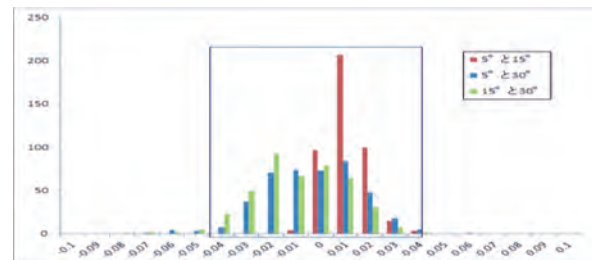


表2 衛星取得条件による精度比較表

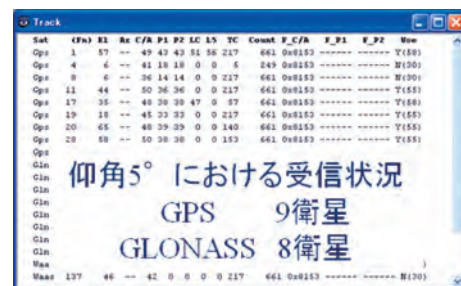


図5 受信状況例

5. おわりに

今回の実証実験は、比較的天空の開けた場所での検証ではあったが、今後の実運用を考えた場合のNW型GNSSの基本的な有効性は十分に確認された。GNSS化による受信状況の改善は、求められる広範囲な施工管理測量等への更なる効率化と、GPSだけでは連続で運用できなかった現場への適用貢献が期待される。

測位衛星技術株式会社
取締役営業部長 増田 稔

(利用検証③)「悪条件下におけるマルチ GNSS の有用性についての実証実験」について

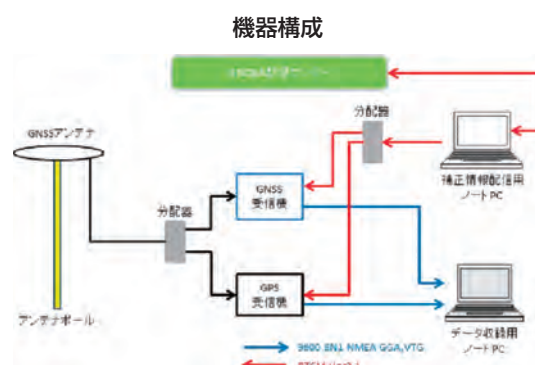
近年、世界的に進みつつ有る原油タンカー、LNGタンカー、鉄鉱石運搬船等の超大型化に伴い、日本国内の主要港湾もそれに対応することが東アジアのHUB港湾を目指すには不可欠であった。それに伴って、大型船舶の安全な航路誘導や着岸のために、従来用いられている操船・誘導手法に加え、より正確な船首・船尾・舷側の位置情報の取得と活用が重要と成って来た。

我々は、これにRTK-GPSを利用できないか、と考え実地検証を行った。

港湾近傍の海上の航路上では、携帯回線も十分に受信可能であり、ネットワーク型仮想基準点によるRTK補正もその精度を遺憾無く発揮し、予定航路への正確なアプローチが十分可能であったが、より重要なアプローチで有る着岸時には、バースに近づくにつれ、バース上のアンローディングアームやクレーン等の影響でRTK-FIXが難しく、FLOAT状態がほとんどと成ってしまい、RTK-GPSによる精密誘導は行えなかった。

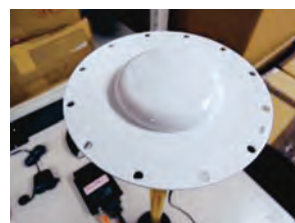
そこで今回のテーマで有る「マルチGNSSの有用性」に着目し、マルチGNSS（GPSとGPSのハイブリッド測位）はGPSのみの測位に比べ測位精度が向上するのか、また周辺建造物等によりGNSS衛星情報の受信状況が悪い場所ではどの程度の効果が有るのか、について2台の受信機を同時受信し比較・検証した。今回は精密測位を目標としているのでネットワーク型RTK補正を行い、受信機自身が持つ内部解析ソフトにてリアルタイムに即位結果を得ることとした。

観測用ビークル
「ダンダイバラ号」



使用機材

2周波対応 GPS/GLONASS アンテナ



52GNSSA-XT-1 (ATOCOM 社製)

アンテナ分配器



ALDCBS1X4 (GPS NET-WORKING 社製)

マルチ GNSS 受信機



STARBOX (アムテックス社製)

2周波 GPS 受信機



STARBOX (アムテックス社製)

フィールド実験場所

東京モノレール「整備場」駅近傍



フィールド実験風景



実際のシーバース例

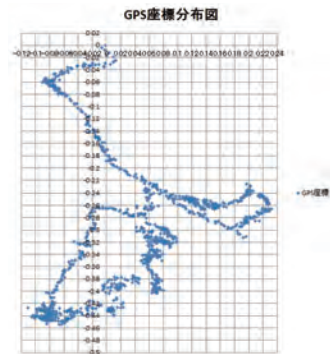


結果

標準偏差一覧表

衛星空間	GNSS種類	標準偏差 σ (m)			
		緯度	経度	高さ	水平面(2D)
遮蔽なし	GPSのみ	0.0048	0.0050	0.0050	0.0049
	マルチGNSS	0.0040	0.0047	0.0040	0.0044
遮蔽物有り	GPSのみ	0.1149	0.0904	0.3171	0.1034
	マルチGNSS	0.0106	0.0156	0.0229	0.0133

① GPS (RTK-FLOAT 解)
標準偏差 (2D) 0.1034m



② マルチ GNSS (RTK-FIX 解)
標準偏差 (2D) 0.0133m



考察

まず、マルチ GNSS は GPS よりも受信衛星数が常に多いため、衛星切り替えによるジャンプが微少であり、遮蔽物が少ない場合の測位分布において、マルチ GNSS の方が水平面 (2D) の分散、標準偏差が小さく測位精度が高かった。

遮蔽物が多い場合の両者の測位分布比較ではマルチ GNSS は水平面 (2D) の分散、標準偏差が大きくなっており測位精度はやや低くなるが、RTK-FIX できているため、GPS のみの FLOAT 解よりも明らかに測位精度が高い。

当方が目的とした大型船舶の着岸バースのような、空間に受信衛星が遮断されやすい環境下においては、GPS のみよりもマルチ GNSS の有用性が高いことが実証できたと考える。

セナーアンドバーンズ株式会社

技術専門部長 松澤 豊

(初期検証－①) マルチ GNSS の実証実験について

わが国で配備されている電子基準点は、GPS衛星からの電波を連続観測しており、今後、GLONASS等の複数衛星系のシステムに対応可能となれば、ネットワーク型RTK測位のマルチGNSS化が可能となる。本稿では、2011年12月に実施した、マルチGNSS対応のネットワーク型RTK測位の実証実験について紹介する。

本実験では、長時間の静止測位と移動測位による検討を行うため、車両に図1に示す観測機器を搭載し、インターネット回線(Ntrip)を利用して補正情報の受信を行い、「GPSのみ」と「GPS+GLONASS」による同時測位を実施した。

まず、静止測位については、遮蔽環境の異なる7箇所の観測点(図2)に対して、実施日別に実験を行った。実験結果は、GPS単独でFix可能な場合、GLONASS併用時でも同精度のFix解が得られ(図3)、さらに、Fix解の取得率についてもGLONASSを併用することで向上する傾向が確認された。

次に、移動測位については、Fix解の取得率に関する実験と、精度評価に関する実験(図4)の2種類を行った。実験結果は、静止測位と同様、GLONASS併用時に観測衛星数が増加する場合にFix解の取得率が向上する傾向が確認され、測位精度についても、GPS単独とGLONASS併用時に得られたFix解において同等の分布傾向が見られた。

これらの結果より、静止時、移動時に関わらず、GLONASSを併用することで、Fix解の取得率が向上し、さらにGPS単独の場合と同等の精度が得られることが確認された。よって、ネットワーク型RTK測位のマルチGNSS化は遮蔽環境下の利便性向上に対して有効であるといえる。

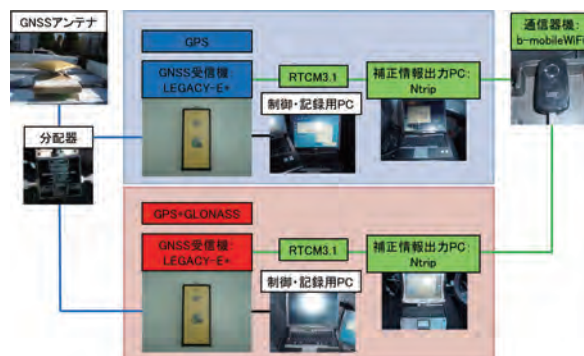


図1 観測機器のシステム構成



図2 遮蔽環境の異なる観測点配置

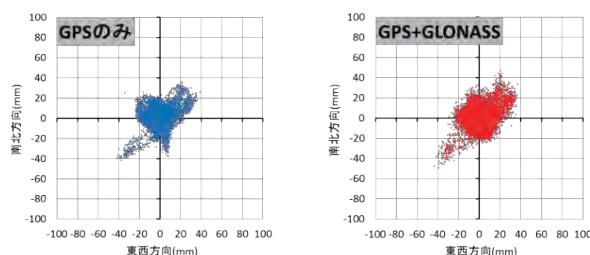


図3 斜め遮蔽時におけるFix解分布

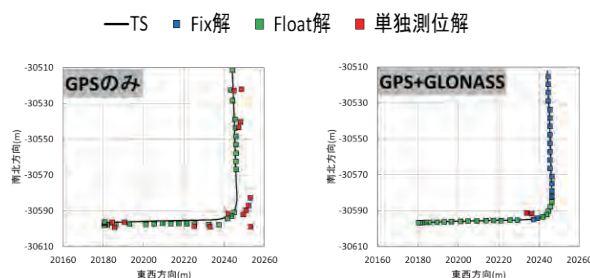


図4 移動測位における各測位解の軌跡

謝辞：本実験に際して本協議会の関係各位に多大な御支援をいただいた。ここに記して心よりの謝意を申し上げる。

日本大学 理工学部 社会交通工学科
空間情報研究室 佐田 達典・池田 隆博・千葉 史隆

(初期検証②) ネットワーク型RTK-GNSS 初期検証について

国土地理院による電子基準点のマルチGNSS化により、電子基準点から試験的にGPS+GLONASSリアルタイムデータの配信が配信事業者に対して可能となった。ここでは、実運用に向けた試験配信によるネットワーク型RTK-GNSS測位の初期検証について概要を報告する。

図1に検証システムの概要を示す。試験システムは、電子基準点から配信されるBINEXフォーマットデータを配信事業者がRTCM3.0に変換した試験配信データを利用した。利用した基準局は電子基準点(練馬A、つくば1、横浜)と独自局の計4局を利用して行った。ネットワーク型RTK-GNSS処理ソフトウェアにはTopNetを使用した。配信されたRTCM3.0データはインターネットを介してTopNetに取り込み、ネットワーク型RTK-GNSS補正情報を生成する。この生成した補正情報を使用して測位検証をおこなった。

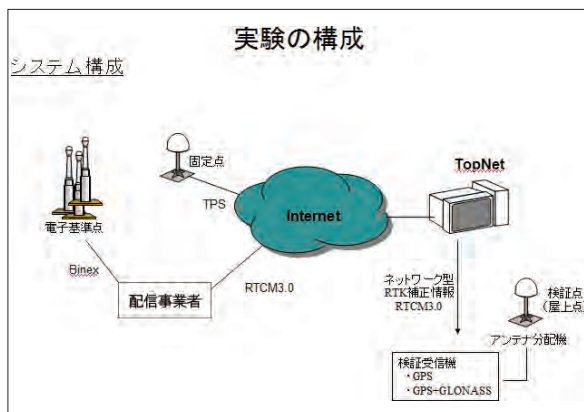


図1 検証システム

検証は、固定点のGNSSアンテナからの信号を分配して2台の受信機に入力して初期化時間と再現性を連続観測により評価した。図2にGPSのみとGPS+GLONASS使用時の初期化時間の比較を示す。グラフから分かるように、GPSのみでは初期化に時間がかかっていた時間帯でもGLONASSを追加することで初期化時間が短縮されていることが分かる。

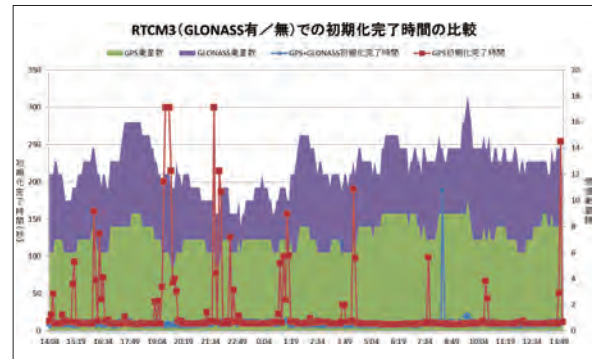


図2 初期化時間の比較

図3には定点観測した座標値からFIX解のみを抽出してプロットした結果を示す。青はGPSのみ、赤はGPS+GLONASSで測位した結果を示す。プロット図から分かるように、GPSのみに比べてGPS+GLONASSの方がバラツキが小さくなっていることがわかる。

このように、GLONASSを追加利用することにより利用できる衛星数が増大することで、測位の安定性が向上することが初期検証で確認することができた。

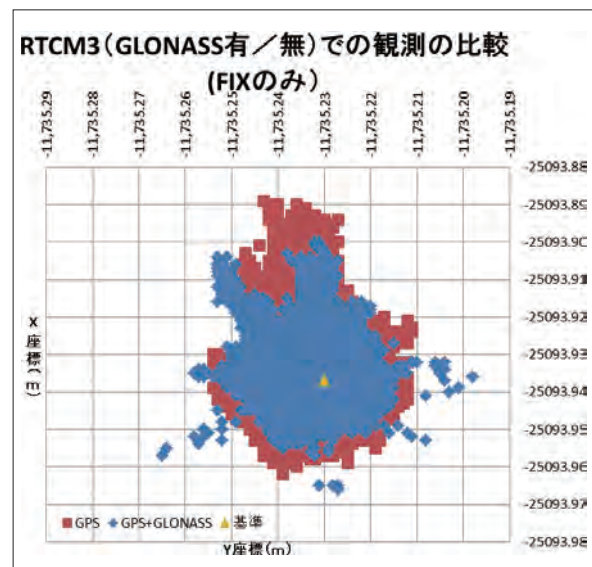


図3 連続測位結果のプロット

株式会社トプコン

小川 和博

