

## ● 目次

- 新年ご挨拶 ..... 1
- 第11回リアルタイム測位利用技術講習会の報告 ..... 2
- 【基調講演】  
「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチGNSS）による高精度測位技術の開発について」 ..... 3  
国土交通省国土地理院  
測地観測センター衛星測地課衛星情報係  
係長 古屋 智秋
- 「測量現場から見たネットワーク型RTK法の利活用について」ー単点観測法による一筆地測量の実施体験ー ..... 5  
株式会社上智  
事業本部測地課  
課長補佐 飯澤 光央
- 「ネットワーク型RTK法の土木利用事例」ーネットワーク型RTK法と3次元設計データによる効率的な施工管理についてー ... 7  
ライカ ジオシステムズ株式会社  
ジオマティックス事業部マーケティング部  
シニアマネージャー 橋本 靖彦
- 「GNSS測定のさらなる有効利用について」ーグローバル製品の標準機能に見るGNSS測量機への期待ー ..... 9  
株式会社ニコン・トリンプル  
企画部企画課製品グループ  
五十嵐 祐一
- 新会員のご紹介 ..... 11
- 図書紹介 ..... 14
- 電子基準点リアルタイムデータ配信システムの更新について ..... 14

## 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。

本協議会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活動を行っています。特に、国土地理院との意見交換



会長 熊木洋太

会を年に数回実施して、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を働きかけています。

最近では、アメリカのGPS衛星だけでなく、日本の準天頂衛星システムを含むマルチGNSSの測位環境が整ってきました。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が、基盤技術ワーキンググループは早くからマルチGNSSの利用可能性検証などに取り組んできました。その実績が認められ、国土地理院の「マルチGNSSによる高精度測位技術の開発に関する委員会」に委員を派遣しています。

一方、一昨年活動を再開した利用促進ワーキンググループは、国土地理院の「マルチGNSS測量マニュアル案作成に関する検討委員会」に委員を派遣したり、一般社団法人日本国土調査測量協会と情報交換を行ったりするなど、制度面を中心に、GNSS時代の各種の測量におけるネットワーク型測位の利用促進に取り組むなどの活動を行っています。

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、ぜひ参加して一緒にリアルタイム測位の推進に汗をかいてみませんか。

このほか、一昨年設立された高精度衛星測位サービス利用促進協議会（QBIC）を通じた政府への働きかけ、会員の皆様を対象とした講演会、講習会の開催なども行っていきます。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、新年のごあいさついたします。

## 第11回リアルタイム測位利用技術講習会の報告

平成26年10月29日(水)測量年金会館(新宿区山吹町)大会議室において、『第11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】「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム(マルチGNSS)による高精度測位技術の開発について」

国土交通省国土地理院  
測地観測センター衛星測地課衛星情報係  
係長 古屋 智秋



古屋様のご講演の様子

高度な国土管理のためのマルチGNSSによる高精度測位技術の開発の現状についてご講演を頂きました。

### ●「測量現場から見たネットワーク型RTK法の利活用について」—単点観測法による一筆地測量の実施体験—

株式会社上智  
事業本部測地課 課長補佐 飯澤 光央



飯澤様のご講演の様子

ネットワーク型RTK法(単点観測法)を活用した一筆地測量の体験に基づくご講演を頂きました。

### ●「ネットワーク型RTK法の土木利用事例」 —ネットワーク型RTK法と3次元設計データによる効率的な施工管理—

ライカ ジオシステムズ株式会社  
ジオマティックス事業部マーケティング部  
シニアマネージャー 橋本 靖彦



橋本様のご講演の様子

土木建設現場におけるネットワーク型RTK法の利用事例と3次元施工管理システムについてご講演を頂きました。

### ●「GNSS測量のさらなる有効利用について」 —グローバル製品の標準機能に見るGNSS測量機への期待—

株式会社ニコン・トリンプル  
企画部企画課製品グループ 五十嵐 祐一



五十嵐様のご講演の様子

諸外国のGNSS測量の解析処理の特徴について、ソフトウェアの実演を交えたご講演を頂きました。

## 〔基調講演〕 高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチGNSS）による高精度測位技術の開発について

### 1. はじめに

近年、カーナビ等で幅広く利用されている米国のGPSの近代化をはじめ、日本の準天頂衛星(QZSS)、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の整備・運用が着実に進められ、各衛星測位システムの間での互換性や相互運用性についても調整が進んでいる。こうした中、複数の衛星系を組み合わせて一体のものとして利用することにより、ビル街や山間部といった上空視界が限られGPSだけでは衛星数が不足して測位できない地域でも、衛星測位が可能になることが期待されている。また、測量作業等においては、衛星数や測位信号が増加することで観測時間が短縮され、作業の効率化につながることも期待されている。

こうしたことから、国土地理院では、国土交通省総合技術開発プロジェクト「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチGNSS）による高精度測位技術の開発（平成23～26年度）」として、複数の衛星測位システムを統合的に利用する技術等の開発を実施し、公共測量に適用するための標準化に取り組んでいる。

本報では、今までの技術開発の成果を基に、各衛星系を組み合わせて精密測位を行う際に考慮すべき事項を中心に紹介する。

### 2. 測位信号の特性の違いによる影響

#### 2.1 GLONASS受信機チャンネル間バイアス

GLONASSデータを処理する場合には、GLONASS受信機チャンネル間バイアス(Inter Frequency Bias、IFB)の補正が必要となる。IFBは、GLONASS特有のFDMA方式(衛星によって信号の周波数を少しずらし、衛星番号を識別する方式)で送信される信号を受信した際、受信機の群遅延特性の周波数依存性に伴い発生するバイアスであり、その大きさは受信機によって異なる。そのため、異なる受信機

間におけるGLONASSを含む解析ではIFBを補正する必要がある。

#### 2.2 L2P(Y)-L2C間の1/4周期のずれ

近代化GPSではL2P(Y)とL2Cを、QZSSはL2Cを送信している。このL2P(Y)とL2Cには、信号強度の違いだけでなく、位相が1/4周期ずれていることが知られている。この1/4周期のずれは、受信機によって、内部で補正したり、出力する際に符号を調整したりしている。そのため、この扱いが異なる受信機間の解析では、受信機に合わせて1/4周期のずれを補正する必要がある。

#### 2.3 衛星系間受信機ハードウェアバイアス

受信機ハードウェアバイアス(Inter System Bias、ISB)は、受信機の各衛星系回路間の遅延差に起因して発生するバイアスであり、同じ衛星系間でのみ位相差を取る解析においては、二重位相差で消去できるが、異なる衛星系間でも位相差を取る解析(統合解析)においては消去できない。したがって、統合解析を行うためには、ISBを補正する必要がある。ISBは、擬似距離で発生する擬似距離ISBと搬送波位相で発生する搬送波位相ISBに分けられ、それぞれバイアスの大きさが異なる。

##### 2.3.1 擬似距離ISB

擬似距離ISBは、衛星系の組み合わせによって挙動が異なり、GPS-QZSS間、GPS-Galileo間では、あらかじめ受信機の組み合わせ毎に推定しておいた値で補正できるが、GPS-GLONASS間では、アンテナの組み合わせや受信機交換によって変化するため、アンテナ等の組み合わせも考慮して推定しておいた値で補正、もしくは解析時にISBを推定しての補正が必要である。

## 2.3.2 搬送波位相ISB

搬送波位相ISBも擬似距離ISB同様に衛星系の組み合わせによって挙動が異なり、GPS-QZSS間は受信機に関わらず、FIX率に影響を与える差が生じておらず補正は不要である。また、GPS-Galileo間はあらかじめ受信機の組み合わせ毎に推定しておいた値を使って補正が可能であるが、GPS-GLONASS間は受信機を再起動する度にランダムで値が変化することから、あらかじめ推定した値を使っての補正が困難である。

## 3. マルチGNSS解析システム

技術開発の過程において、GPS、QZSS、GLONASS、GalileoのL1、L2、L5を利用した統合解析が可能なマルチGNSS解析システム(GSILIB)を開発した。GSILIBは、オープンソースソフトウェアであるRTKLIB v2.4.2 (Takasu, 2013)をベースに必要な

拡張を加えたものであり、拡張機能の一部として、2. で挙げたバイアスの推定及び補正が可能である。図1は、GPS、QZSS、GLONASS、Galileoを混在して解析したものであり、各種バイアスを補正することで、FIX率が大幅に向上することがわかる。

## 4. 今後の計画

今後、GSILIBを用いた現地実証実験等により、観測地点の条件に応じた最適な衛星の組み合わせやデータ補正方法といったマルチGNSS高精度測位に必要な観測・解析方法を検証し、測量分野等で活用できるよう、マルチGNSSを測量に用いる場合の最適な観測・解析方法を取りまとめ、測量作業マニュアル案を作成する予定である。

国土交通省 国土地理院 測地観測センター  
衛星測地課 古屋 智秋

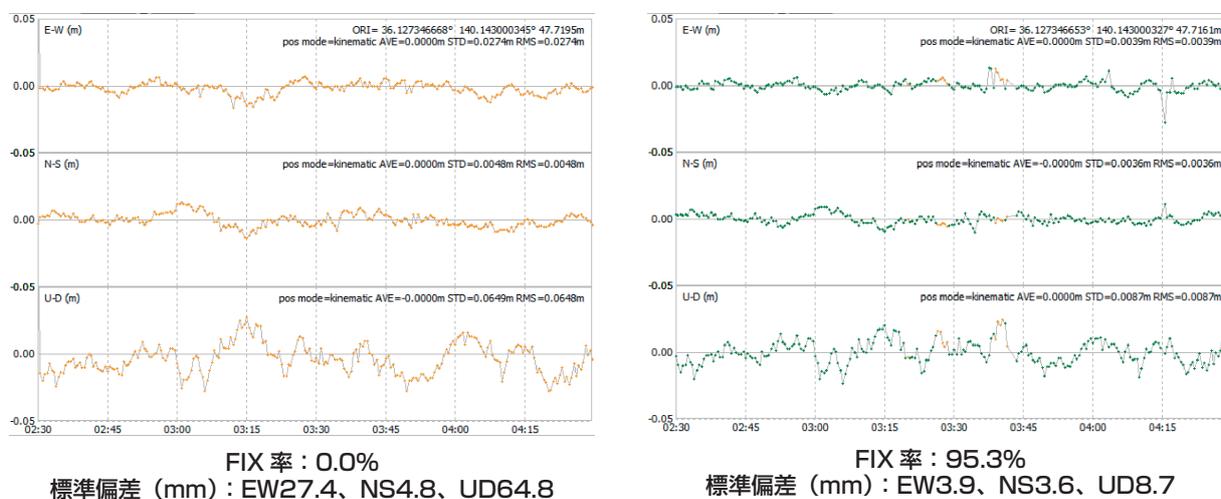
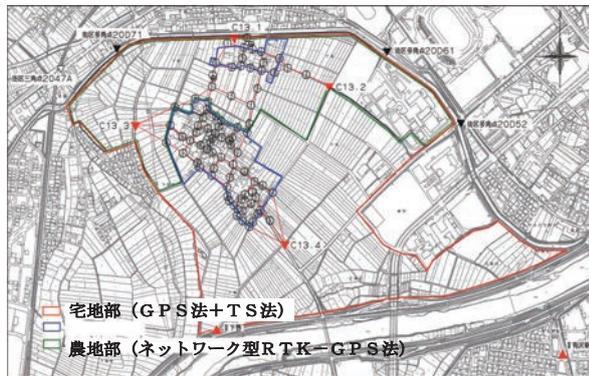


図1 各種バイアス補正の効果 (左：補正なし、右：補正あり)  
測位方式：キネマティック、緑：FIX解、黄：FLOAT解、基線長：500m

## 「測量現場から見たネットワーク型RTK法の利活用について」 —単点観測法による一筆地測量の実施体験—

準則（第70条の五）に基づき、単点観測法（ネットワーク型RTK-GPS法）により、筆界杭を直接測定する方法が追加されました。平成24年度に、単点観測法を初めて実施した結果についての、知見を述べます。

### 1. 単点観測法による全体計画（赤枠全地区）



### 2. 従来法と単点観測法の直接費の比較

	従来法で積算 (TS法)		単点観測法+TS法で積算	
	農地部 (TS)	宅地部 (TS)	農地部 (単点観測法)	宅地部 (TS法)
直接費	1,615,000円	277,000円	884,000円	277,000円
ネットワーク型RTK-GPS 使用料	—	—	上限 60,000円 /月	—
合計額	≒ 1,892,000円		≒ 1,221,000円	
差 額	単点観測法で行うと直接費で671,000円安価			

### 3. 単点観測時の整合性を確保する為の細部図根点等の数量

単点観測法の実施地区ではC工程、D工程を実施出来ないが、A地区においては宅地部が存在している事から、宅地部用にC工程及びD工程を実施した。この理由は、宅地部において必要衛星数が不足する可能性が高いことにより、単点観測法を利用出来ない事が大きな理由である。

単点観測法は当社において他の業務では利用していたが、地籍調査業務において全筆界点の測定に取り入れることは初めてである。運用基準第41条3項には、“単点観測法により得られた筆界点と周辺の細部図根点等との整合性を確保のための細部図根点等の数は3点以上を標準とし、努めて当

該地区の周辺を囲むように選点するものとする”と記載されている。このことから、単点観測法に於いて整合点検を行うには、ある程度の細部図根点等が周辺に無いと実施出来ないおそれがあるため、与点となる細部図根点等は、C工程及びD工程で設置した点を利用出来るように心がけて選点した。

### 4. 単点観測法による細部図根点についての疑問点：3点について

#### ①整合点検の方法及び与点数について

運用基準第41条5項の整合性に問題があった場合、ヘルマート変換、与点の変更等が出来るようになってきている。柔軟な対応のようであるが、反面、不安定な測定方法であるかの様でもある。別表第30(1)3)の細部図根点等における座標の較差の許容範囲は乙1で、25cmであり本作業の結果は、許容範囲を超過する細部図根点は有りませんでした。仮に、超過した場合に与点を変更するとなれば細部図根点等の数が少な過ぎると単点観測した成果の変更は出来ない事になり、単点観測データを破棄して、細部図根点等を改めて設置する必要も出てくる事になる。

また、設置する与点数もこの様な事が起きる事を考慮して設置する必要がある。

#### ②積算について

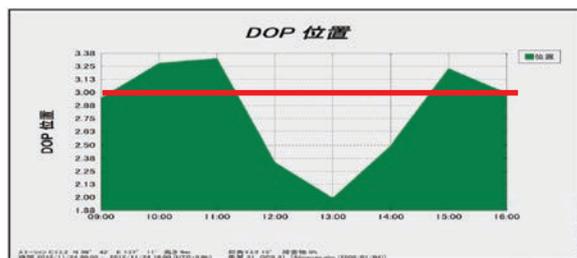
単点観測法の場合は、整合点検のためネットワーク型RTK-GPS法による細部図根点を努めて当該地区の周辺を囲むように、3点以上を標準として設置するが設置費用は単点観測法の積算に含まれていると、解釈するのか。

#### ③筆界点の位置の点検について

運用基準第42条の筆界点の位置の点検の許容範囲は、TS法においては別表第26(1)の放射法の出会差に記載にされているが、単点観測法については明確な記述が無い。

## 5. 衛星状況と計測機器

現場が農地であるため、衛星数8個受信可能で、観測中の人的なふらつき誤差を解消するため、ポールスタンドを使用。



い、衛星数は、6衛星から7衛星であった。

DOPから見て開始からの変動にV字形が見られ一定では無い。

DOPは、数値が低いと衛星の配置バランスが良いが、11:00から14:00間での3時間では、悪い～良い～悪い状態である

(経験上、DOP位置3.00を良否判断している)  
(考察2)

実際に現地で、中心部分を往復観測した時間帯12:00から14:00間の観測では、セット間較差も数mm単位で有った。

このことから発生した位置での移動したルートを見ると、開始から完了までに衛星数及びDOPが、セット間で大きく変化が見られたことの影響が有ると思われる。

[今後の対応策]

- ・衛星数が常に、6から8衛星ある時間帯を確認する。(午前、午後)
- ・セットの間隔は、DOPの値が低い時間を見据えて移動する。

## 7. 単点観測法を取り入れる際の課題

- ① 観測場所の提案方法
- ② 既存データの復元方法
- ③ TSとの併用(積算及び現場)

## 8. まとめ

ネットワーク型RTK-GPS法における作業は、「精度内で有れば良し」ではなく、精度を向上させるための手法をどうすれば良いか、また観測場所が広げられるよう測量技術者として、研鑽を積んでいきたいと思えます。

株式会社 上智 事業本部測地課  
課長補佐 飯澤 光央

## 6. 原因不明なエラーが発生

ポールスタンドを使用したにもかかわらず、2セット目の較差が許容範囲外の点が、500点中55点で発生しました。

3セット目以降、定量の差であれば、1セット目を捨て再測ですが、3セット目からは1セット目に近づく値となったことから、5から6セットを取得すると、1セット目との較差が許容範囲内に入る現象が起きました。座標の動きは、ほとんどがX軸方向でした。

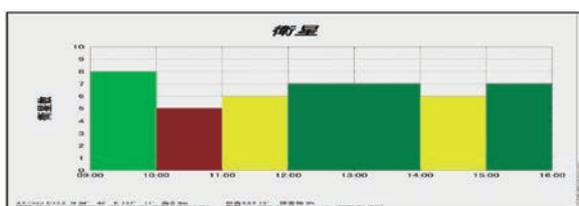
衛星数は7個受信し、観測条件は良い場所でしたが、現地では説明不明な現象でした。

結果的に、較差20mm以内のところ、2セット目以降で較差が24mmから順次改善され、6セット目で20mm以内となりました。

(考察1)

発生した箇所は、送電線付近や北側の河川堤防敷き、アパート建物付近に多く見られます。また、中心部の田畑部では発生していない。このことから、送電線の電圧及び建物等が衛星の受信に影響をもたらしたと想定される。

エラー発生点：観測日時の衛星数とDOP位置データからの検討



観測時間は、1セット目は、11:00から始め、2セット目は、14:00までの3時間の往復観測を行

## 「ネットワーク型RTK法の土木利用事例」 ーネットワーク型RTK法と3次元設計データによる効率的な施工管理ーについて

### 1. はじめに

近年、土木建設現場において、ICT (Information and Communication Technology) 施工やCIM (Construction Information Modeling) の導入に伴い、3次元データによる重機施工管理技術の普及が進んでいる。一方で、測量、くい打ちおよび丁張掛けなどの作業は従来手法で行われ、現場施工の詳細設計は縦断データと管理断面データといった2次元で表されるのが一般的である。管理断面間のデータは存在せず、本線と側道など複数路線間の関係も直接的に把握することはできない。よって、現場進行中に照査が不完全で設計変更が必要となるケースや、図面に表されない部分を現場ですり合わせなければならないケースが数多く発生し、現場の円滑な進行を妨げている。

起工測量を3次元で行い、その上に3次元設計データを構築し、法肩(法尻)などの変化点の連続を3次元ポリラインデータ化して、それを直接現場の測量および施工管理に使用することにより上記のような問題点を克服でき、あわせてネットワーク型RTK-GNSS (Global Navigation Satellite System) 法による迅速なワンマン作業により大幅な効率化が実現できる。

## 2. 3次元施工管理システム「ロードランナー」

### 2.1 3Dスキャナーによる地形測量

3次元ポリラインデータとは、異なる線形の3次元ラインを連続的に結んだもので、これにより複雑な変化点の連続を正確に表現することが可能となる。この3次元ポリラインデータを作成するため、基本的に地形測量は3Dスキャナーによって行う。

3Dスキャナーで取得した複数のスキャンデータをソフトウェア上で合成、草木などの不要なデータ除去を行い、TIN (Triangulated Irregular



写真-1 3Dスキャナー計測状況

Network) メッシュデータを生成する。TINは不規則な地表面を3次元で表すのに適した方法で、地表面を小さな不整三角形の集合として表現する。次に3D設計データを作成し、TINの地形データと合成する。この段階で切土・盛土と地山との境界が明確になり、正確な現場設計照査が施工前に可能となる。

### 2.2 3D設計による3Dポリラインデータの作成

3Dスキャナーで取得した複数のスキャンデータをソフトウェア上で合成、TIN (Triangulated Irregular Network) メッシュデータを生成する。TINは不規則な地表面を3次元で表すのに適した方法で、地表面を小さな不整三角形の集合として

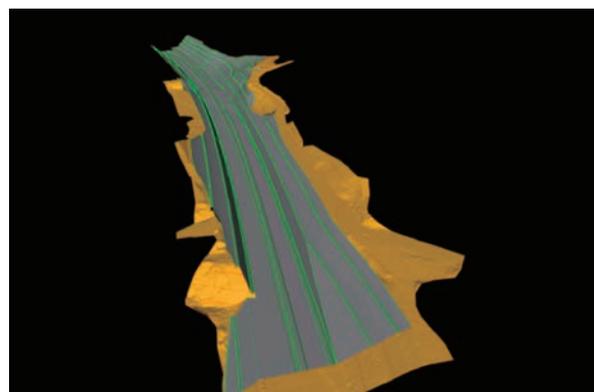


図-1 TINと設計データの合成

表現する。次に3D設計データを作成し、TINの地形データと合成する。この段階で切土・盛土と地山との境界が明確になり、正確な現場設計照査が施工前に可能となる。

3次元地形データと3次元設計データを作成することで、発注者や場合によっては地権者に対する工事完成時のイメージを3Dで提供できる他、正確な土量計算も可能になるなど、設計照査以外にも多くの利点がある。法肩（法尻）や小段などの変化点ラインを3DポリラインとしてDXF形式で出力し、ロードランナーがインストールされているフィールド・コントローラへ取り込み施工管理作業に使用する。

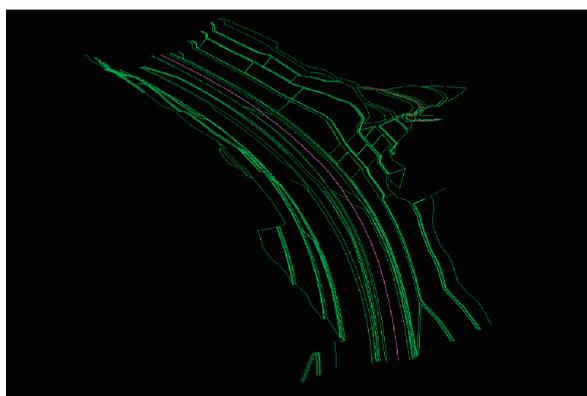


図-2 3Dポリラインの抽出

### 2.3 ロードランナーによる測量・施工管理作業

ロードランナーはトータルステーションとGNSSの両方で使用可能なアプリケーションで、一つのコントローラを共用して作業を行うことができる。3Dポリラインデータをロードランナーに取り込むと画面には平面図が表示され、現在位置とその追加距離、参照するラインからの離れ、および切り・盛りの値が示される。また、ボタンをタップすることで現在位置の設計断面方向の画面を表示し、作業のイメージが非常に分かりやすくなっている。管理断面に限らずすべての変化点がデータ化されているため、くい打ち点を予め事務所で測量計算しコントローラへ転送したり、任意断面のデータを現場で手計算する必要が全くない。

### 3. 効率化と品質管理における導入効果

本システムを導入し3Dスキャナーによる地形測量と3次元設計データを合成したところ、工区の2箇所用地境界に収まらないことが判明した。これは従来の20m間隔の管理断面の横断測量では事前に把握することが困難であったことである。この3次元設計による現場照査が事前に行えたことで、施工前に発注者側と協議し設計変更を行うことができ工期・工程管理に大きく寄与した。本システムでの測量作業は常にワンマンで可能となり、従来のTSによる測量に必要であった測線ごとの器械点（トラバース測量）や方位杭の設置がなくなった。測量作業時間に関しては、TSによる測量との比較において手戻りなども考慮するとおおよそ1/6程度に短縮された。また、3次元ポリラインによりすべての変化点がデータとして準備されているため、座標計算などを事前準備する必要もなく事務処理における省力化にも寄与した。

### 4. まとめ

3次元ポリラインデータによる本測量システム（ロードランナー）が、ネットワーク型RTK-GNSSによるワンマン測量のメリットのみならず、事前に現場照査が行えたことによる適切な設計変更の実施、更なる現場測量作業の短縮、測量データ管理と事務処理の省力化ならびに品質向上に寄与することが確認できた。

ライカ ジオシステムズ株式会社  
ジオマティックス事業部マーケティング部  
シニアマネージャー 橋本 靖彦

## GNSS測量のさらなる有効利用について —グローバル製品の標準機能に見るGNSS測量機への期待—

### 1. はじめに

ニコン・トリンプルは、ニコンとTrimble Navigation、両社測量機の開発・生産・販売・サービスを業務としており、日本国内向け製品、例えばGNSS測量機では、基線解析を含む後処理ソフトウェアやコントローラは、国内で開発を行っている。このため、日本と海外では、販売される製品の標準機能や設定に違いがみられる場合がある。本稿では、海外で販売されている測量用後処理ソフトウェアの紹介を通じて、RTKを含むGNSS測量のさらなる有効利用の可能性について考察する。

### 2. Trimble Business Center

Trimble Business Center (=TBC) は、Trimbleの地理空間情報統合処理ソフトウェアであり、作業に応じた各種Edition(版)をリリースしている。測量用Editionには、基線解析をはじめ、環閉合、網平均など、日本の基準点測量で使われる機能が搭載されている。

TBCの日本の測量作業向けEditionがTrimble Business Center-Japan Survey Lite(=TBC-JSL)である。測量CADソフトウェアTOWISE上で実行され、公共測量等の規則に則った基線解析を実行する。解析結果はTOWISEとデータ連動し、帳票作成や精度管理系計算、網平均計算はTOWISEが処理を行う。

公共測量等の測量作業、特に基準点測量分野でGNSS(当時はGPSのみ)の利用が普及したのは、平成5年3月、国土院により「GPSを用いる公共測量作業マニュアル(案)」が公開されたことが大きい。その後、ジオイド補正、世界測地系への移行、PCV補正、セミ・ダイナミック補正など、測量技術の進化はあったものの、基線解析そのものについては、あまり議論されてこなかった。GNSSによるマルチキャリア利用が実現しつつある現在、ま

ず、グローバルに利用されている製品と、日本国内向け製品では、基線解析にどのような違いがあるのか見てみる。

### 3. 基線解析

基線解析処理の流れ自体は、今も昔も、あまり変化はない(図1)。但し、個々のプロセスと全体の構成は、GPSの2周波の搬送波のみを利用していた頃とは大きく異なる。

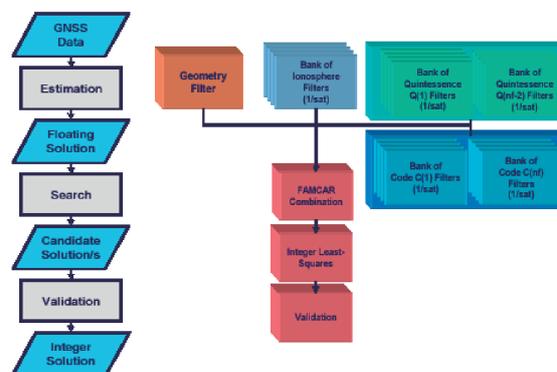


図1 基線解析処理の流れ(右)とFAMCAR(左)

Float解をより精確に求めるための方法としてGeometry-Free Approachを採用するものや、搬送波の整数値バイアスを求める方法としても、Widelane法、Cascade法、LAMBDA法など多くの手法が存在する。現状、古典的な観測方程式と線形結合だけで基線解析を論じることは、少なくとも実用的ではない。

TBCとTBC-JSLは、主たる基線解析手法は同じである。FAMCAR(=Factorized Multi-carrier Ambiguity Resolution)と呼ぶ、複数の直交フィルタによる分散、結合処理によって、GNSSのマルチキャリアに対応する。異なる点は基線解析の設定で、TBCの基線解析設定には、「10km未満の基線はL1」という解を得る線形結合の「型」の設定はない。TBCによって算出される基線解析結果は「最適解」

と呼ばれ、GNSSのマルチキャリア全てを使用した最も確からしい解が採用されている。

GNSSのマルチキャリア基線解析には、この他にも、PCV補正に用いるアンテナ位相特性パラメータへのL5帯用データの記載や、基線解析結果としての手簿、記簿をどうするか？ など、課題は多い。

#### 4. 網平均

国土地理院の基準点体系分科会 (V) 報告では、新たな水平体系・標高体系として、電子基準点を利用したSSP方式による基準点、水準点と、従来手法による基準点、水準点、両者による構成を進めることが提案されている。将来的に、GNSS測量においては電子基準点を利用した場合の長基線と作業領域近傍の短基線の混在、後続作業の測距、測角による従来方式、場合によってはRTKとの連携による効率化が求められる。従来のように一～四等三角点、1～4級基準点という段階的な作業工程に変わり、最初から、電子基準点を基準とし、一連の工程を考慮した測量網の設計と観測方式の選択、処理が有効となることが予測される。これを実現するための鍵となる網平均について、TBCの機能を見てみる。

図2は、TBCに付属するTutorialにある網平均計算説明用のサンプルデータである。長短の観測が

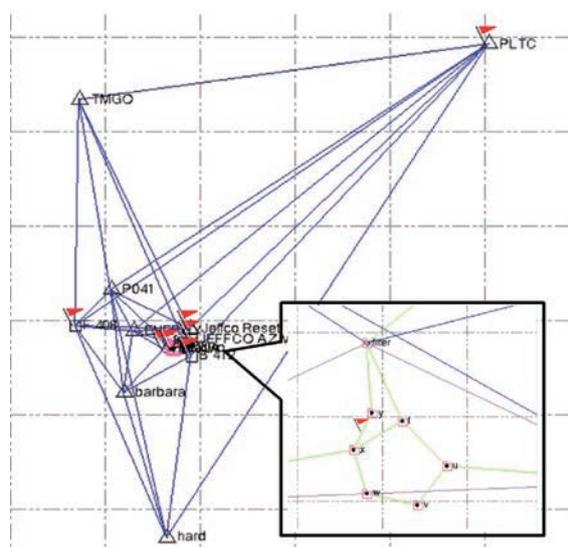


図2 TBC 網平均サンプルデータ

入り乱れ、とても〇〇方式と言える観測網ではない。さらに、観測の密集部を拡大すると、色の異なる基線がみられる。これは、トータルステーションによる測距、測角データである。TBCでは、

- ・全ての観測量を、準拠楕円体上の観測量である、球面距離、方位角、楕円体比高差で表現する。
- ・各観測方法による観測値に標準誤差の初期値を設定し、網平均後にカイ二乗検定を実施する。標準誤差の過小評価、過大評価があった場合は、定数を掛けて、正規化する。

ことにより、GNSS観測のみならず、測距、測角（水平、鉛直）、レベルによる比高、スタティックとRTKなど、異なる観測方式を混合した網平均の実行を可能としている。

#### 5. おわりに

本稿のまとめとして、以下2点を提案する。既に、日本以外のグローバル向け商品には、これらの処理機能が搭載され、多くのSurveyorが有効に利用している。

- ・近々に迫るGNSSによるマルチキャリア利用に備え、基線解析の検証を進め、GPSのみを利用していた時代の観測手法の更新と測量成果としての成立を急ぐべき。
- ・多角方式や単路線方式など、従来の測距、測角に基づく測量方式に加え、GNSSを効率的に使用できる測量方式、および両者を混合する測量方式と計算処理手法の導入を検討すべき。

株式会社ニコン・トリンプル 企画部  
企画課製品グループ 五十嵐 祐一

## 新会員のご紹介

### 土地家屋調査士疋田敬之事務所

はじめまして、このたび、電子基準点を利用したリアルタイム測位協議会に入会いたしました茨城県水戸市において平成13年から土地家屋調査士事務所を開業しています土地家屋調査士の疋田敬之です。

事務所開業に至る経緯ですが、大学を卒業した後、眼鏡小売業、農業機械販売、会計事務所、建築石材業経理、建築石材業営業と職を変えて、自分には会社勤めが合わないと思い勉強は好きではないのですが土地家屋調査士なら短期間に合格して、受験及び開業に際して実務経験も求められない、さらに、一定の需要もありそうで生活も成り立ちそうだとということで建築石材会社の営業と図面書きの合間を縫って早朝に起きて勉強する受験生活を開始しました。それなりに頑張っただけで勉強をしてやがて合格と同時に開業しました。

私が仕事を頼まれる地域は田舎でもあり国土調査が終了している地域が多く、測量の際には当時設置された図根点をまず探す作業に時間を取られます。この当時の図根点は見通しのいい道路に設置されているところでは舗装作業や道路の拡幅工事ではほとんどが亡失しています。また見つかっても路線の異なる点を結ぶこととなり思ったような観測ができないことが多く作業に多くの時間を取られることになっていました。

時間を取られることなく依頼人の方や隣接地の方に納得のいく説明ができる測量の基準が欲しいと思っていますと、仕事上大変お世話になっている事務所の方がNW型GPSシステムを導入したという事でしたので、大変無理なお願いをして土地測量の際にNW型GPSシステムをお借りしました。実際に使わせてもらおうと、大変便利で図根点探査に、あちこちとさまよう事も無くなり、また同業者にかつて設置したトラバー点のデータを頭を下げていただくことも不要で、同時に測量結果にたいして依頼人

の方や隣接地土地所有者様などからも基準の経緯を説明すると一定の理解が得られやすく素晴らしいシステムでした。

好意によって必要な時にお借りしていた状況のなかで、平成19年11月26日に「地積測量図作成におけるネットワーク型RTK-GPS測量について（通知）」がありました。日調連会長名でネットワーク型RTK-GPS測量を利用する事はその後の地図整備にも有益であり、この方式を推奨するとともに、この測量を用いるときは、「ネットワーク型RTK-GPSを利用する公共測量作業マニュアル（案）」等を熟知の上、業務にあたるようにという事でした。そのころ徐々に土地関連の仕事も増えていて、地域的に比較的大きな土地の測量などもあり省力化や他事務所との差別化を図るためのツールとして必要であると判断して当事務所でも遅ればせながら導入しました。

最初はNW型GPSシステムでしたが導入後故障してしまったために当時GLONASS受信機能を持つ機種に変えました。山間部の測量依頼が比較的多いのですが安定した受信ができるようになりました。

当然ですが利用するためには勉強が必要であり、またより良いサービスを依頼人の方に提供しより安心の成果を提供するために最新の情報を学び依頼人の方に納得のいく説明ができる事務所を目指し先端の情報を吸収したく本協議会に参加いたしましたので、未熟者ではございますが、ご指導の程、よろしく願いいたします。

土地家屋調査士  
疋田 敬之

## 新会員のご紹介

### 日本テラサット株式会社

このたび、電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会に入会いたしました日本テラサット株式会社（代表取締役 窪雅彦）です。弊社は、GNSS補正情報配信サービス事業を行う会社として平成25年12月に設立し、平成26年4月1日より①安価な利用料金、②高品質なVRSデータの提供、③早いFIX時間、をキャッチフレーズに掲げた、GPSとGLONASSのGNSS配信サービスを開始いたしました。

しかし、開始直後の4月2日に、まだ経験の浅い自分たちを試すかのように、GNSS補正情報の配信システムに問題が発生しました。GLONASS衛星の放送暦が異常となっていたことが原因でしたが、GLONASSの配信を除外することでシステムの問題を回避することが出来ました。情報の収集が大事だと認識出来た事象でした。

システムの運用と並行して、全国を回りながら、販売取次店様や測量会社様に対し、日本テラサットのGNSS配信サービスの特長を紹介・説明を実施し、浸透を図ってまいりました。

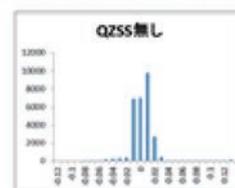
7月に入り、準天頂衛星（QZSS）を扱える配信システムの最新版を入手し、約3か月に渡り、受信機メーカー様や全国の販売取次店様の協力を得ながら、QZSSの評価実験を行いました。口頭ではありましたが、フィールドで利用された方から「QZSSを使用したほうが高さの残差が少なくなる」等の、高さ方向に関する効果のフィードバックがありました。また、弊社で行った定点観測における検証1及び検証2の結果からも、QZSSが準天に存在するときにQZSSを利用することで、高さ方向の測位結果が、安定することが確認できました。

これらを踏まえ9月24日より、GPS、LONASSにQZSSを加えた補正データの配信を開始いたしました。

### （検証1）リアルタイムの検証

#### 観測結果

	データ数	FIX数	FIX率	平均衛星数	平均DOP
QZSS有	28,800	28,800	100%	12.6	1.024
QZSS無し		28,800	100%	11.4	1.050
	平均値	最大値	最小値	最大-最小	標準偏差
QZSS有	120.854	120.181	120.034	0.147	0.017
QZSS無し	120.073	120.271	119.992	0.279	0.022



### （検証2）後処理の検証

#### 解析結果

QZSS無し				
	水平精度	垂直精度	RMS	最大PDOP
0067-0349	0.005	0.008	0.001	1.669
0349-V001	0.006	0.009	0.000	1.590
0067-V001	0.006	0.009	0.001	1.669
QZSS有				
	水平精度	垂直精度	RMS	最大PDOP
0067-0349	0.005	0.007	0.001	1.578
0349-V001	0.006	0.008	0.000	1.508
0067-V001	0.006	0.008	0.001	1.578

11月からは、お客様より要望が高かったプライベート方式もラインナップに取り揃え、お客様の商品選択肢を増やしました。

今後も、弊社の企業理念である「顧客第一主義（Customer Satisfaction）」を忘れず、皆様が利用し易い多くの測位衛星を含むGNSS補正データを、「使い易い商品体系」かつ「安価な価格」で提供していくことが、弊社の使命と考え邁進する所存でございます。今後とも宜しく願いいたします。

日本テラサット株式会社  
代表取締役 窪 雅彦

## 新会員のご紹介

### TIアサヒ株式会社

TIアサヒ株式会社と申します。このたび、電子基準点を利用した測位推進協議会に入会させていただきました。皆様方、よろしくお願い申し上げます。

当社は、1933年富士製作所から測量機の製造を開始いたしました。

1967年にはPENTAXグループ（当時旭光学工業）傘下となり旭精密、さらにペンタックスプレジジョン、ペンタックスインダストリアルインスツルメンツと社名変更をしてきました。そして2009年に台湾資本である TICグループ傘下に入り、全世界に測量機事業を展開しております。

製造部門の核となる工場は、本社である埼玉県さいたま市岩槻区と中国、上海にTIPrecision Shanghaiで操業しております。共にISO9001を取得し、常に品質管理の行き届いた質の高い製品を提供しております。古くからレベルをはじめ、セオドライト、トータルステーションなどを製造、販売をしておりTIアサヒとなってからも、GNSSや3Dスキャナ等の販売にも着手し、全世界で多くの方にペンタックスブランドの測量機をご愛用いただいております。

当社のGPSについての動向ですが、当社では約20年前にPS9400S（1周波）、PS9500D（2周波）の販売をしておりました。



そして2012年にTIアサヒとしてペンタックスブランドGPSであるG3100-R1とSMT-888を発売いたしました。

主にRTK及びネットワーク型RTKで使用される作業員向けに開発販売させていただいております。（SMT-888はネットワーク型RTKのみ）

特長として当社の受信機はアンテナ・受信機一体型です。GPS + GLONASSが標準仕様で、コンパクト・スマートに観測が行えます。マルチパスを自動的に認識してデータ更新レートも高速でストレスのない観測が可能です。観測環境が不利な場所でも高い衛星捕捉率でFIX解を得やすく、またFIX解への復帰時間も短く高評価を頂いております。バッテリーは標準2個装備ができ、受信機にあるインジケータで観測状況が把握できます。また、コントローラも基本的な操作を簡潔に実行できますので、どなたでもスムーズに設定、観測が可能です。



当社は測量機製造については80年以上の歴史がありますが、GPSについては始まったばかりで学ぶべきことが多々ございます。今後とも社会ニーズに合った製品を提供し、発展に貢献したい所存です。皆様方のご指導のほどよろしくお願い申し上げます。

TIアサヒ株式会社  
国内営業 GNSSサポート  
的場 将臣

## 図書紹介

### ●測量のための幾何学と位置決定の方法

本書は、測量における位置決定の方法の考え方について、基礎となる幾何学から体系的にまとめたものである。

人工衛星を用いた測位に関しても、三次元相対位置ベクトルの微分式、地心三次元直交座標から回転楕円体を基準とした測地座標への変換、人工衛星の軌道について取り扱い、そして、衛星上の時計の相対論的補正をリーマン幾何学と相対性理論を踏まえて解説している。

また、本文には計算例や問題及び解答が適宜配されており、内容の理解を深め、実地での応用力を得るのに効果的であろう。

現代における測量を原理から学ぼうとする、意欲的な技術者、研究者、専門家、また、学生にお薦めしたい。  
(小牧和雄)



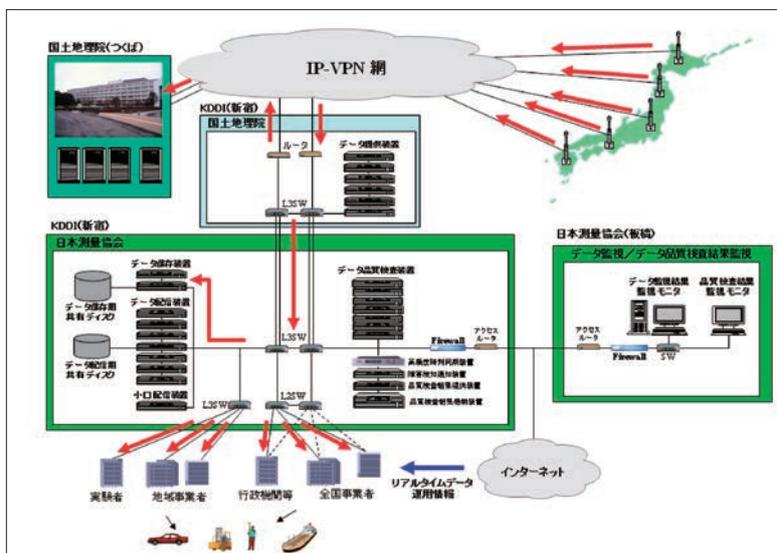
著者 小牧和雄  
発行所 東洋書店  
大きさ A5版 516頁  
定価 6,500円+税  
平成26年10月25日発行

## 電子基準点リアルタイムデータ配信システムの更新について

平成14年5月から民間開放された関東・中京・京阪神地域等の大都市を中心とした200点の電子基準点リアルタイムデータの配信に必要なシステムを構築し、同年末までに1,200点のデータ配信に対応可能なシステム拡充を実施しました。また、平成19年にはデータ監視機能の強化として、高精度なデータ遅延時間を計測できる装置、システム異常を自動通知できる装置及びリアルタイムデータ配信のトラブルに備えたデータを保存できる装置を追加整備しました。

また、平成25年5月にはGPSに加えて準天頂衛星及びGLONASSのデータ配信を開始しました。

これらのことから、電子基準点リアルタイムデータのより一層の利用分野の拡大及び利用者の増加を鑑み、データ配信システムのノンストップ稼働やデータ遅延時間の抑制等を目的に配信システムの高耐障害性の向上 (VMware) 及び負荷分散等による冗長化を実施いたします。(公益社団法人日本測量協会)



電子基準点リアルタイムデータ配信及び監視システム構成図

## 会 員 名 簿

(平成27年1月現在)

番号	会社名	番号	会社名
1	朝日航洋株式会社	41	株式会社平成測量
2	アイサンテクノロジー株式会社	42	三菱電機株式会社
3	株式会社エクシード	43	三井住友建設株式会社
4	NTT 空間情報株式会社	44	ライカジオシステムズ株式会社
5	一般財団法人衛星測位利用推進センター	45	和建技術株式会社
6	応用技術株式会社	一般会員 45社	
7	株式会社尾崎商店		
8	株式会社刊広社	学校・公的機関名	
9	岐阜県土地家屋調査士会	1	茨城工業高等専門学校
10	株式会社共和	2	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
11	KDDI株式会社	3	金沢工業大学
12	株式会社ケイデイエス	4	九州工業大学
13	国土情報開発株式会社	5	国立群馬工業高等専門学校
14	新日本測量設計株式会社	6	慶應義塾大学
15	株式会社ジェノバ	7	慶應義塾大学(上記と別研究室)
16	株式会社GIS関西	8	独立行政法人情報通信研究機構
17	株式会社鈴幸技術コンサルタント	9	専修大学
18	株式会社ゼンリン	10	千葉工業大学
19	測位衛星技術株式会社	11	中央工学校
20	大宝測量設計株式会社	12	独立行政法人電子航法研究所
21	株式会社大輝	13	電気通信大学 大学院
22	株式会社大成コンサルタント	14	東京大学
23	株式会社田原コンサルタント	15	東京大学地震研究所
24	TIアサヒ株式会社	16	東京海洋大学
25	株式会社テクノバンガード	17	東北工業大学
26	株式会社トプコン	18	奈良大学
27	公益社団法人日本測量協会	19	奈良先端科学技術大学院大学
28	公益財団法人日本測量調査技術協会	20	日本大学
29	株式会社ニコン・トリンプル	21	日本文理大学
30	株式会社日本技術総業	22	地方独立行政法人北海道立総合研究機構
31	日本GPSデータサービス株式会社	23	防衛大学校
32	日本テラサット株式会社	24	横浜国立大学
33	株式会社日豊	25	立命館大学
34	株式会社八州	学校・公的機関 25機関	
35	株式会社パスコ		
36	土地家屋調査士疋田敬之事務所		
37	株式会社日立産機システム		
38	日立造船株式会社		
39	福井コンピュータ株式会社		
40	有限会社プラス・ワン		



---

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](mailto:data@geo.or.jp)