

受信機 (2)

DX アンテナ(株) GPS 事業部

リーダー 茶塚 俊一

前回は、GPSとGLONASSのシステムの稼動状況を交えて、システムの違いや単独測位における測位結果の違いについてご紹介した。

今回は、GPS+GLONASSの衛星のディファレンシャル測位、およびRTK測位について実際に受信機を紹介しながら見ていきたいと思う。

3. GPS+GLONASSの受信機をもちいたディファレンシャル測位

単独測位よりも高い測位精度でもって、現在の位置を知りたい—しかも簡単に。

1m～3m～5m～10mレベルの測位精度（受信機によって異なる）は、ディファレンシャル（Differential）測位がもっとも適している。

ディファレンシャル測位は、基準局および移動局との両方で同時に単独測位を行い、2点に共通な測定誤差を相殺することによって測位精度を向上させる方法である。もちろん、基地局はあらかじめ座標がわかっていることが不可欠であるし、あくまでも同時性が保たれていなければならない。これは補正情報が、大気や電離層、その時々衛星配置やGPS固有のシステムティックな誤差に起因するためである。

ディファレンシャル測位を行うためには、基地局が必要である。通常は基地局を独自で設置し、特定小電力無線等のデータリンクをもちいて基地局から補正情報を配信する。移動局ではこれを受信し、GPS受信機に入力することでディファレンシャル測位が可能となる。独自で基地局を持たず、移動局だ

けを持っている場合は、既にインフラとして存在する基地局から配信される補正情報を利用することも可能である。

現在、日本において一番ポピュラーなディファレンシャル補正情報の基地局は、海上保安庁灯台部電波標識課ディファレンシャルGPSセンターが運営する、“海洋向け”ディファレンシャル基地局（DGPS局と呼ばれる）であろう。

これは、海岸線から海側に200km以内のエリアで保証されている中波ビーコン（288kHz～321kHz、通信速度=200bps）（bps：bit per second、ビット率）による補正情報配信サービスである。現在日本の沿岸には27局整備されており、ビーコン受信機を使用し、受信した補正情報をGPS受信機に入力してあげれば、ディファレンシャル測位が行えるため、近海域において船舶で利用する場合、基地局を持たなくてもよいという利点がある。

しかしながら、海岸線から海側に200km以内とされていることからお分かりのように、陸地ではその通達の保証はされていない。確かに、陸地でも利用可能なエリアはあるが、山間や盆地、DGPS局からの距離が離れるにしたがって、利用は不可能になる。

そういった場所でのディファレンシャル測位を行う場合は、やはり安定した補正情報を供給することができる独自の基地局を持つことが望ましいと言える。

さて、少々脱線したきらいもあるが、ここから話を元に戻す。

今、GPS+GLONASS受信機を持っている。そこで、ビーコンによるDGPS局の補正情報を受信し、GPS+GLONASS受信機に入力したとすると、どうなるであろうか。

ディファレンシャル測位のための補正情報は、RTCM-SC104 (Radio Technical Commission for Maritime - Special Committee No.104の略: 以下、RTCM補正情報) のフォーマットに則っている。

これは、世界共通の補正情報フォーマットである。RTCM補正情報のフォーマットには63種類用意されているが、一般的に用いられるのはその中の6~7種類である。

ディファレンシャル補正情報として用いられるRTCM補正情報には、以下のものがある。

- ・Type 1: ディファレンシャル補正情報 (GPS)
- ・Type 9: ディファレンシャル補正情報 (GPS)
(パーシャル)
- ・Type 31: ディファレンシャル補正情報
(GLONASS)

海上保安庁のDGPS局から配信されているのは、Type 9の補正情報である。これは、基地局において取得しているGPS衛星について、3衛星毎にパッケージされた補正情報メッセージとして出力されるものである。

一方、Type 1は取得しているGPS衛星すべての補正情報を送出する。

無線(電波)の怖いところは、それが見えなくて、途中の瞬断や混信といった状況がわからない。例えば、GPS衛星を10衛星取得している場合、Type 1メッセージのデータ量は約850ビットと換算される。これを、200bpsの通信速度を考えると伝送に要する時間は約4秒である。つまり、4秒間途絶えることなく、連続的に1センテンス送りきって始めて1パッケージが終了するために、途中で通信が乱れ補正情報の通達が得られなかった場合、1パッケージすべてを失うことになる。

Type 9は3衛星毎にパッケージ化されているため、途中で1パッケージ分補正情報が失われても、残りの衛星でディファレンシャル測位が行える利点がある。こういった背景もあって、USCG (United States Coast Guard: 米国沿岸警備隊) は、ディファレンシャル補正情報メッセージとしてRTCM Type 9を採

用し、日本もそれに従うかたちで運営されている。

GPS+GLONASS受信機で、このType 9の補正情報を受信した場合、当然受信した補正情報はGPS衛星に関する部分であるために、DGPS局と共通的に取得していないGLONASS衛星については無視され、GPS衛星を使用した場合のディファレンシャル測位となる。

残念ながら、現在中波ビーコンをもちいたディファレンシャル補正情報サービスはGPSのみのサポートであるため、GLONASSに関する補正情報は放送されておらず、GPS+GLONASSの補正情報を得るためには、独自の基地局を設ける必要がある。

実際にGPS+GLONASS受信機をもちいてディファレンシャル測位を行った場合の例を、図-1および図-2に示す。

GPS+GLONASS受信機を使用したディファレンシャル測位の水平分布
使用受信機: Magellan社製 GG24

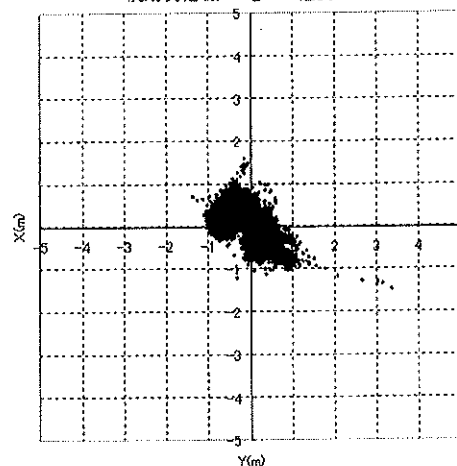


図-1 GPS+GLONASS受信機をもちいたディファレンシャル測位 (水平分布)

使用受信機 : Magellan社製 GG24

データ取得場所 : 東京都新宿弊社屋上

データ取得時間 : 平成11年5月13日3時~6時 (1秒サンプリング)

図-1および図-2の2例を見ると、水平成分における誤差の分布は、半径約1~2m程度であった。両者の受信機のスペックでは半径1mの精度を持つ受信機ではあるが、データの取得日や時間帯、受信場所の環境等の影響が大きく反映されていると考えられる。

GPS+GLONASS受信機を使用したディファレンシャル測位の水平分布
使用受信機: NovAtel社 MiLLennium RT-10

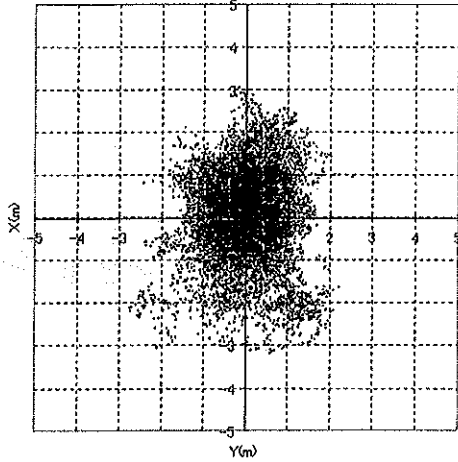


図-2 GPS+GLONASS 受信機をもちいたディファレンシャル測位 (水平分布)

使用受信機 : NovAtel 社製 MiLLennium RT-10
(図-3 参照)

データ取得場所: 東京都新宿弊社屋上

データ取得時間: 平成 11 年 12 月 11 日 12 時~ 18 時
(1 秒サンプリング)

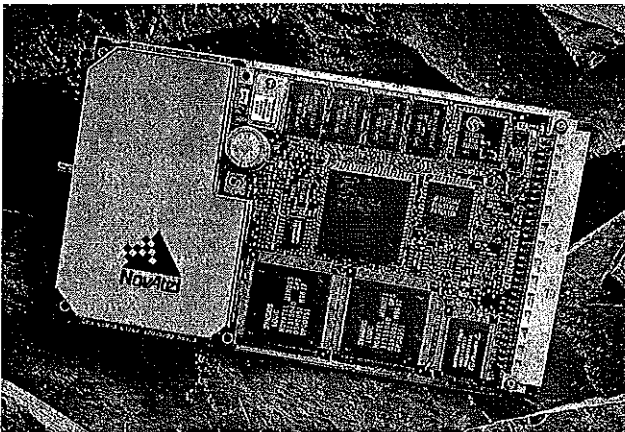


図-3 NovAtel 社製 MiLLennium RT-10 (1 周波 GPS+GLONASS 受信機) OEM3 ボードの概観

4. GPS+GLONASS 受信機をもちいた RTK 測位

ディファレンシャル測位よりも、さらに高精度に位置を求める測位方法に、RTK (Real Time Kinematic: リアルタイム・キネマティック) 測位がある。

これは、基地局で受信した搬送波データを移動局に投げ、移動局は自ら受信した搬送波データと干渉測位を行うことによって、アンビギュイティ (Ambiguity: 波数不確定、整数値バイアス) の収束演算を受信機の中で行うものである。このアンビ

ギュイティ収束演算の技術に OTF (On The Fly) という技術がある。

一昔前であれば、移動計測の途中で GPS 衛星からの電波が途絶えたり、サイクルスリップが生じた場合、一度観測開始点まで戻り、再度初期化が完了するまで待った上で再測しなくてはならなかった。この OTF 技術では移動中に測位が乱れた場合でも、その位置からの再初期化が行えるようになり、連続した移動体のモニタリングやアプリケーションへの応用が広がったと言えよう。

RTK 測位は、確かに高精度に位置を求められるため、非常にユーザーにとっては魅力のある測位手法であることには違いない。しかし実際に使ってみると、その難しさに直面するのも、正直なところである。

GPS 受信機の場合、RTK 測位を行う際、初期化に必要な共通衛星数は基地局および移動局でみて 5~6 衛星であり、一旦アンビギュイティが決定した後は 4 衛星確保されていれば、RTK 測位が維持できると言われているが、実際の作業においては障害物等によって必要最少限の衛星数が確保できない状態もある。

しかし、GPS+GLONASS 受信機を利用することで、初期化に必要な衛星数の問題はある程度解消され得る。これによって、作業を中断しなければならない時間帯も少なくなるであろう。

RTK の測位結果を図-4 および図-5 に示す。

1 周波 GPS+GLONASS 受信機 RTK の水平分布
使用受信機: Magellan 社製 GG24

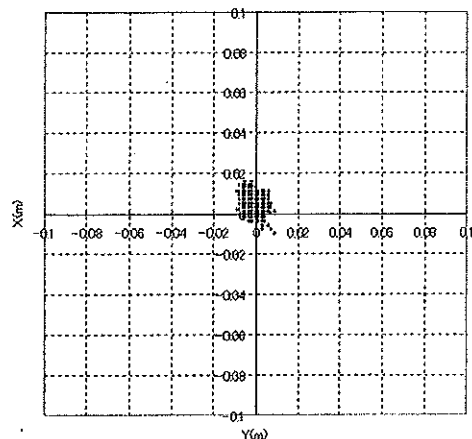


図-4 1 周波 GPS+GLONASS 受信機をもちいた RTK の水平分布

使用受信機 : Magellan 社製 GG24

データ取得場所: 東京都立川市

データ取得時間: 平成 11 年 5 月 11 日 21 時~ 22 時 (1 秒サンプリング)

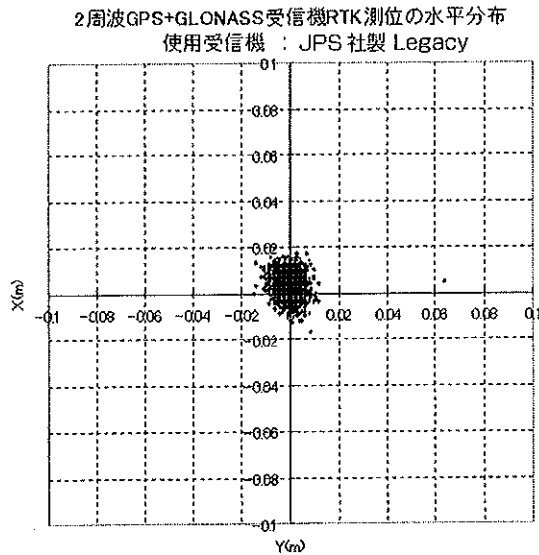


図-5 2周波GPS+GLONASS受信機をもちいたRTKの水平分布

使用受信機：JPS社製 Legacy (図-6 参照)
データ取得場所：東京都立川市
データ取得時間：平成11年5月11日21時~22時 (1秒サンプリング)

図-4および図-5は、同時に1周波と2周波のGPS+GLONASS受信機をもちいた、RTK測位分布の比較を行ったものである。この試験地は、上空が開

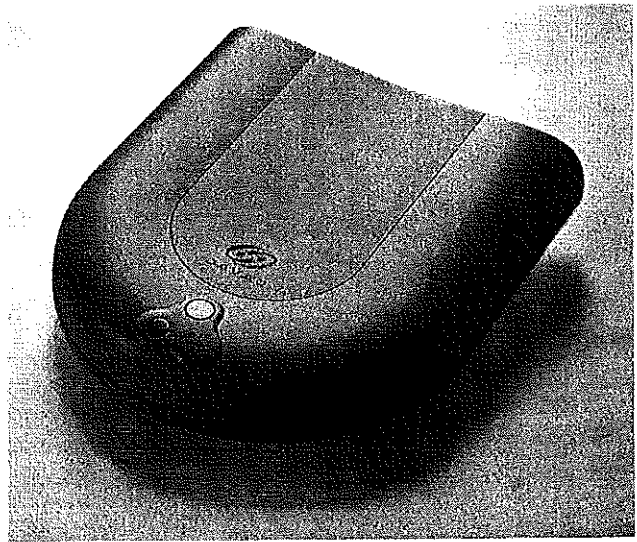


図-6 JPS社製 Legacy (2周波GPS+GLONASS受信機) 受信機概観

けており測位環境としては非常に良好であったこともあり、安定的な測位が行えていた場所である。

およそ1時間のデータではあるが、その測位は安定的に1cm~2cmレベルでFIXしていた。RTK測位がFIXしていれば、1周波タイプも2周波タイプも同精度の測位結果が得られていることは図-4および図-5のグラフからわかるが、時間軸で紐解いたときに大きな違いが表れる。

衛星からの電波が遮断された状態からのRTK測位の復帰
— 1周波GPS+GLONASS受信機の例 —
使用受信機: Magellan社製 GG24

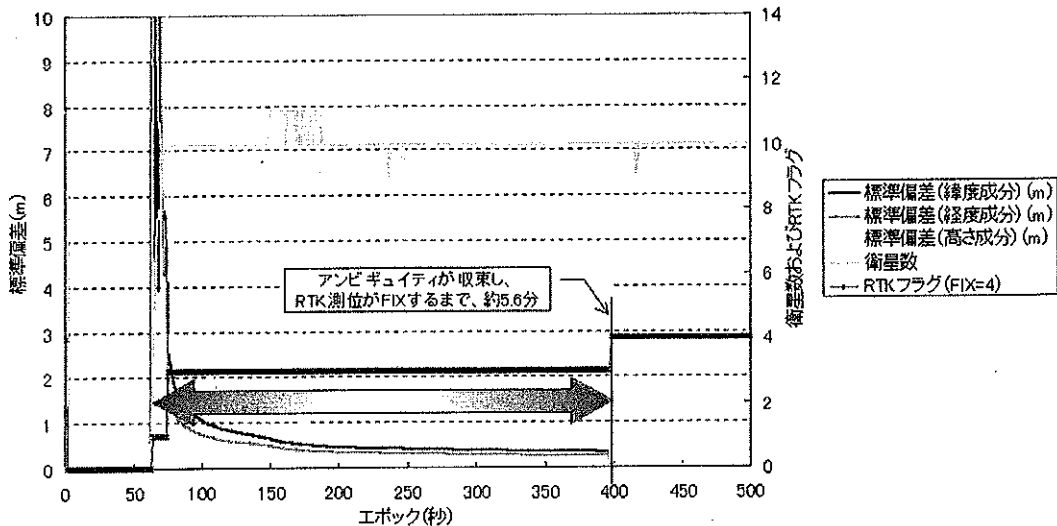


図-7 衛星からの電波が遮断された状態からのRTK測位の復帰 (1周波GPS+GLONASS受信機の例)

使用受信機：Magellan社製 GG24
データ取得場所：東京都立川市
データ取得時間：平成11年5月11日21時~22時 (1秒サンプリング)

衛星からの電波が遮断された状態からのRTK測位の復帰
 — 2周波GPS+GLONASS受信機の例 —
 使用受信機: JPS社製Legacy使用

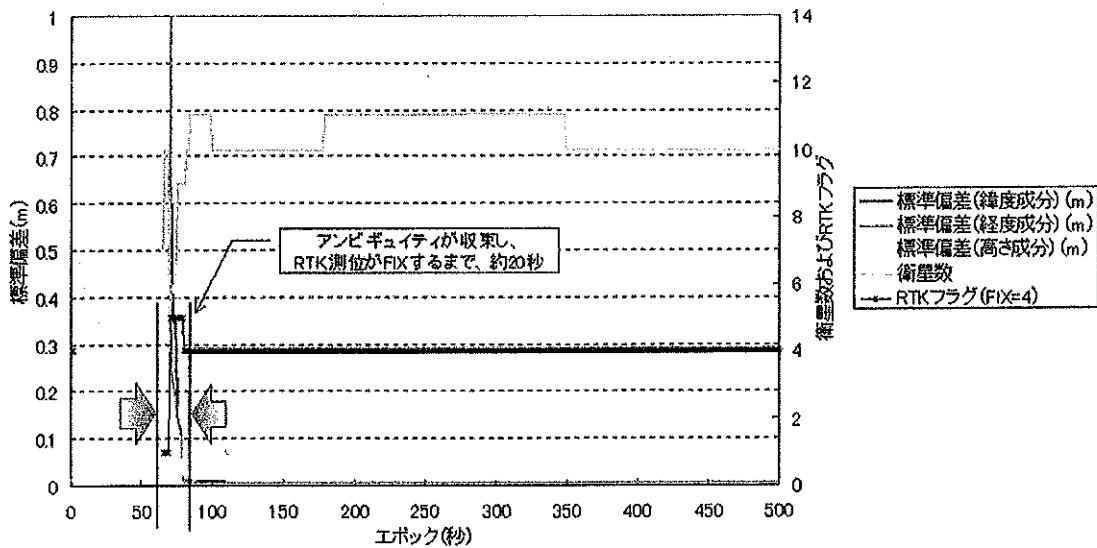


図-8 衛星からの電波が遮断された状態からのRTK測位の復帰 (2周波GPS+GLONASS受信機の例)

使用受信機 : JPS社製 Legacy

データ取得場所 : 東京都立川市

データ取得時間 : 平成11年5月11日21時~22時 (1秒サンプリング)

それは、アンビギュイティがFIXするまでの時間である。

前の2つの図-7と図-8をご覧ください。

これは、最初の1分間アンテナを接続しない状態から、アンテナを接続し衛星トラッキングの開始、アンビギュイティが確定するまでにどれほど時間が掛かったかを試行試験したときの1例である。

この時間帯の衛星数は約10衛星であり、アンビギュイティが収束するには十分な数であったと考える。FIX解が得られるまでに掛かった時間は、1周波のGPS+GLONASS受信機が約5.6分であったのに対し、2周波GPS+GLONASS受信機は約20秒であった。

衛星捕捉が途絶えてから測位が復帰するまで、概ね2周波の方は1分以内であり、“待たせ知らず”であるのは、実際の作業効率にもつながるであろう。

まとめ

幾つかの受信機種に話が偏ってしまいましたが、GPS受信機、GPS+GLONASS受信機には個々の機種にそれぞれの特徴や癖がある。ちょっと言い過ぎるかもしれないが、これほどの高度かつ最新の測位計で

あっても、万能ではない。

重要なのは、『どんな環境で』『何を目的とし』『どれほどの精度で』位置を求めるのか、を明確にすることである。その上で、使用する環境や仕様が異なれば、それらに適した受信機が必要であろうし、またこれらの受信機を核としたハイブリッド・システムを構築する必要性も出てくる。

GPS受信機、GPS+GLONASS受信機、GPS+GLONASS+WAAS受信機といったように、今後もGPSを核とする、多種の衛星測位技術と相まって複合的な受信機が市場に溢れていくことであろう。測位に可能な衛星数が増え、さらに安定した高精度な測位が、連続的に行える時代も近いと言える。

前回および今回との2回にわたって、GPS+GLONASS受信機の紹介を行ってきた。技術トピックスというコーナーをいただいておりますが、なかなか深い内容まで至ることが出来なかったことをお詫びしたい。