

GPSの測位方式 (2)

キーワード：干渉測位、RTK

DXアンテナ(株) GPS事業部 齊藤 浩治

はじめに

前回は、S/A解除というタイムリーなトピックがあり、S/A解除の状況について紹介したが、今回は前々回の続きにもどり、GPSの測位方式としてRTK(リアルタイム・キネマティック)について紹介したい。

RTKはリアルタイムに数cm精度のポジショニングが可能のため、土木・港湾工事などで幅広く使われている。また、今後はGPS、GLONASS、GALILEOの複数システムの利用による衛星数の増加や、それに対応した大容量の補正データサービスのインフラが構築されることにより、測量関係のみならず、移

動体でのポジショニングへの応用も期待できる。今回はRTKとその基礎となる干渉測位について述べる。

1. 干渉測位

GPSによる測位方法は大きく分けて、未知点のみの単独測位と、既知点と未知点を用いた相対測位の2通りの方法があることは既に述べた。さらに後者の相対測位においても大きく分けて2通りの測位方法があり、一方が前々号にて述べたDGPS(ディファレンシャル測位)であり、もう一方が干渉測位である。

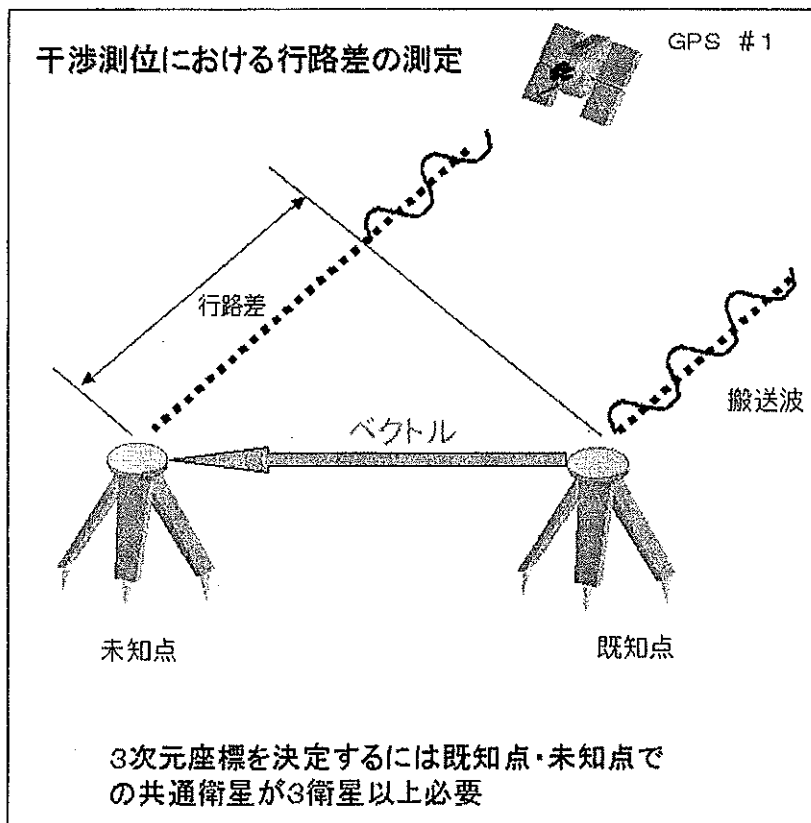


図-1 干渉測位の概念図

DGPSはC/Aコードを用い衛星-受信機間の擬似距離を計算し、さらにその擬似距離計算値に基地局補正データを用いて補正・測位する方法である。これに対し、干渉測位では搬送波(キャリア)位相を用い、2地点間における電波の行路差を求めることにより、測位する方式であり、それを表したのが図-1である。そのため、干渉測位においても精密に座標が計算された既知点が必要であり、その既知点からの距離の計算により座標値を決定する。この方法は元来、GPS測位が行われる前より電波天体を利用したVLBI(Very Long Baseline Interferometry)観測により用いられた方法であり、GPS干渉測位においては、電波発信源が天体から人工衛星に変化し、受信装置が、大がかりな電波望遠鏡から持ち運び可能なコンパクトなものになっている。

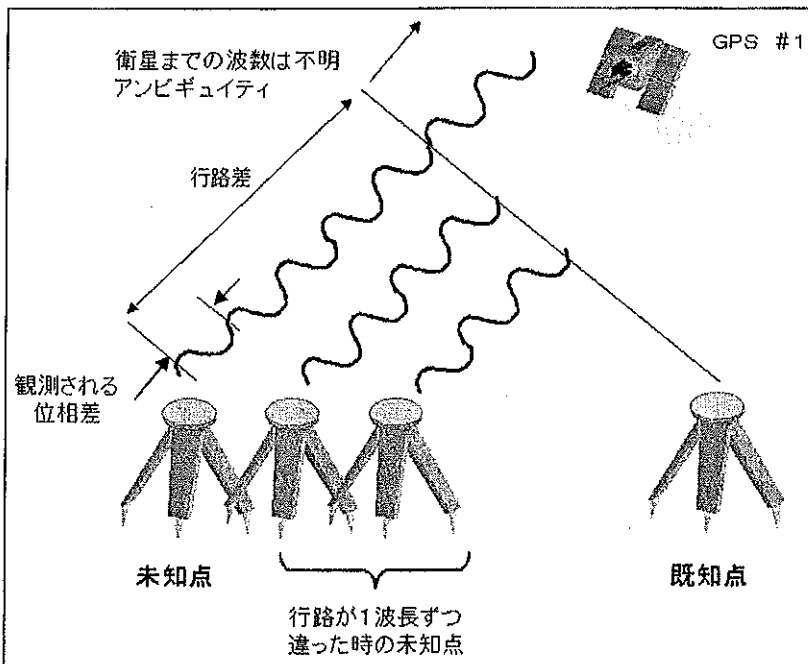


図-2 干渉測位で測定される位相差と搬送波波数の関係。実際には位相のみ測定され、データ収録時点では衛星-受信機間の波数は不明。

干渉測位ではそれぞれの受信機において観測される搬送波位相を測定するため、受信機間の位相差は明らかになるが、受信機間の波数については不明である(図-2)。これをアンビギュイティ(Ambiguity: 波数不確定、または整数値バイアス)と言う。このため干渉測位では3次元座標における測位解の決定に際し、後述することになるが、RTKにおいては測位のプロセスとしてフロート解からFIX解への収束過程が存在し、スタティック測位においてはアンビギュイティを解くための長時間観測が必要である。

このアンビギュイティがあるため、基線解が多数あり、これを図-3に示す。この格子軸の方向は衛星の組み合わせによって異なる。この格子状にあらわれる基線解のうち、衛星組み合わせのパターンによらず変化しない点が必要あり、これが真の測位解である。

前々号にてすでに述べているが、干渉測位には主に3種類の測位方式があり、後処理方式としてスタティック測位とキネマティック測位、リアルタイムに測位可能なものとしてRTK(リアルタイム・キネマティック)がある。このRTKの原理について示したものが図-4である。RTKでは基地局より補正データとして、基地局における座標、搬送波位相情報、擬似距離情報を移動局側に送信する。これら補正情報はRTCM(Radio Technical Commission for Maritime services) SC104の2.2版では、それぞれタイプ3、18、19に当てはまる。RTCM SC104とは、米国海上無線技術委員会の第104委員会で定めている規格であり、共通フォーマットとして使われる。補正データ送信には無線免許の必要がなく、取り扱いが容易な特定小電力無線が用いられることが多い。移動局では補正情報を受け、測位解

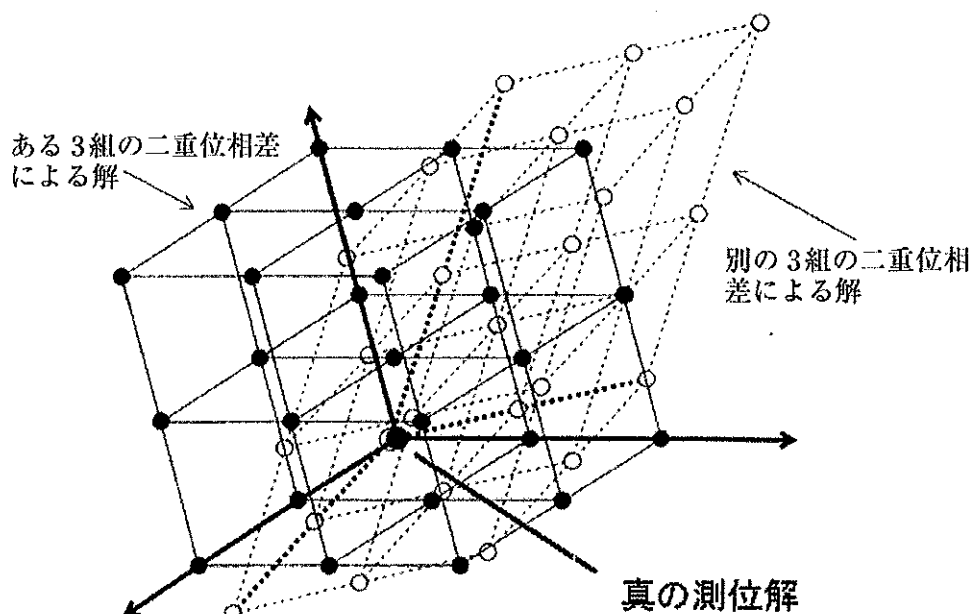


図-3 ある衛星組での整数値バイアスと、別の組み合わせによる整数値バイアス。整数値バイアスは格子状に表れ、組み合わせによらず共通の解が真の測位解。

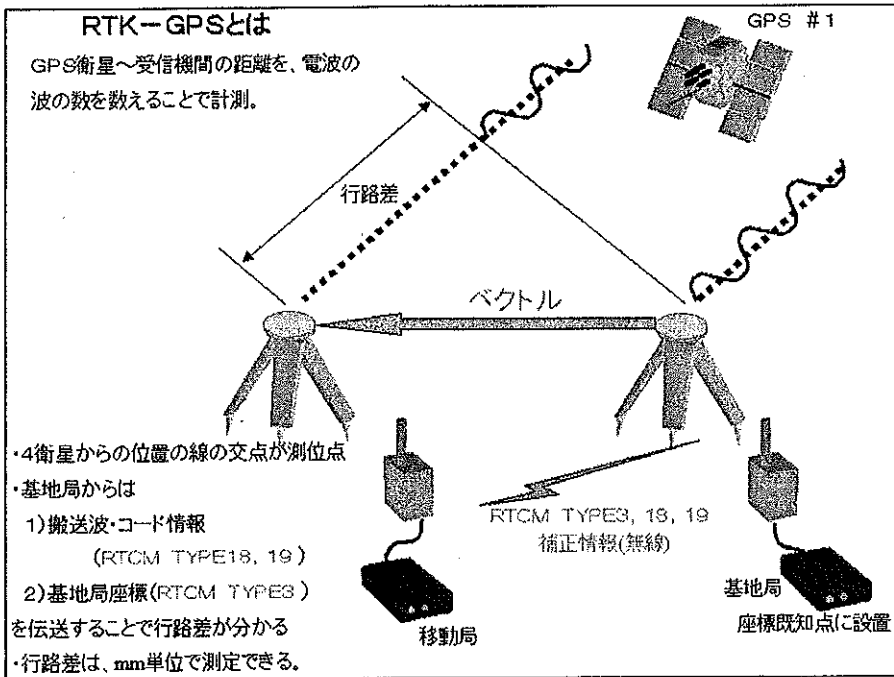


図-4 RTK の概念図

てを使用し、アンビギュイティを解く方法であり、L1・L2の合成波であるワイドレーンおよびナローレーンも使用される。RTKでは衛星数が多いほど、アンビギュイティ収束時間が短い。今日ではGPS + GLONASS 受信機の登場により共通衛星数を多くすることが可能となっている。そのため、GPS + GLONASS 受信機により、アンビギュイティ決定の短時間化、およびダム湖、露天掘り、谷間などの上空視野が確保しにくい場所でのRTKをも可能としている。将来的にはGPS + GLONASS + GALILEOによるRTK受信機の登場が期待される。

の計算を行う。

RTKの特徴として、移動局側受信機においては基地局・移動局のC/Aコードおよび搬送波データを使用し、測位解の決定を行う。測位解の決定のプロセスにおけるアンビギュイティ収束計算中での測位解をフロート解と呼び、さらに、アンビギュイティ決定後の即位解をFIX解と呼ぶ。この過程を示したのが図-5である。また、図-3中の多数ある基線解のうち、真の解がFIX解にあたる。

アンビギュイティの収束ではOTF (On The Fly) 技術があり、移動中におけるサイクルスリップなどによる測位エラー時の再FIXも可能となっている。OTFとは、各受信機メーカーによって違いはあるが、一般的にL1、L2波コード・搬送波データすべ

3.RTKの現状

RTKはリアルタイムで、センチメートルオーダーの精度で測位が可能なことから、様々なニーズがある。RTKインフラ・システムとしては現在、(社)日本測量協会がデジタルMCA (Multi Channel Access) 無線による国土地理院GPS連続観測点を基地局としたRTK補正データ提供サービスを開始している。一方、海上DGPS利用推進協議会では一部の港湾地域においてRTKサービスを提供している。

また、テレビ放送電波によるGPS/GLONASS RTKサービス実験や、仮想基準点方式によるRTKサービス実験なども行われており、今後はRTKインフラ・サービスがますます充実されると考えられる。

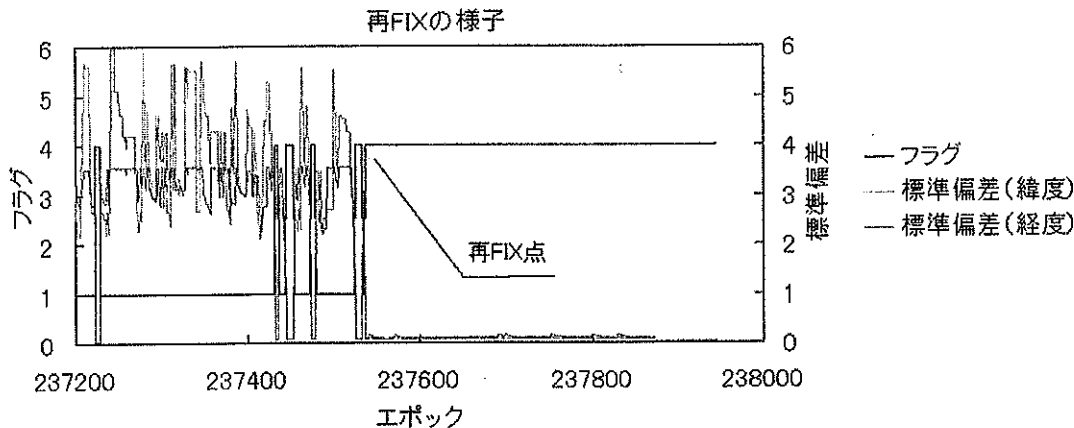


図-5 マルチパス環境下における再FIXの様子。フラグ1はフロート解、4はFIX解を示す。1エポックは1秒。
使用受信機：ノバテル社製RT-2
データ収録場所：弊社屋上