

仮想基準局方式を用いた RTK

キーワード：仮想基準局、RTK、ネットワーク、インフラ

DX アンテナ(株) GPS 事業部

河口 星也

はじめに

近年、GPSを利用した高精度測位が様々な分野において実用化されつつあり、特にリアルタイムでcm精度の位置決定を行うことが可能であるRTK-GPS（リアルタイム・キネマティックGPS、以下「RTK」）は土木、建設、測量、GIS等の分野において利用され、着実に成果を挙げている。

その一方で、RTKにおいてはDGPS（ディファレンシャルGPS）のように国内全域をカバーするインフラがまだまだ整備されておらず、そのため利用者が独自に基準局を設置し、また基準局-移動局間の通信手段を確保する必要があるなど利用面における制約が多く、現状では幅広い分野において普及しているとは言いがたい。また、技術的な観点から見た場合に、本来のcm精度（FIX解）を維持できるエリアが基準局から概ね10km程度と限定されるため、例えば移動体向けの広域にわたるアプリケーションには不向きであるという側面を持っている。

このような現状を踏まえて、昨年頃より、「仮想基準局」という新たなキーワードが登場し注目を浴びている。今回は、このRTKをより広域にわたって利用することが可能となる「仮想基準局」という最新の技術を紹介する。

1. 仮想基準局

従来のRTKは、基準局（通常1局）において生成される基準局データ（補正情報）を移動局に向かって、例えば特定小電力無線等を用いて送信し、移動局側において測位計算を行うという方式である（図-1）。

この時、GPS衛星から到達する電波は、電離層および対流圏を通過する際に遅延を生じる。この伝播遅延量は受信機の上空に広がる大気の状態に応じて

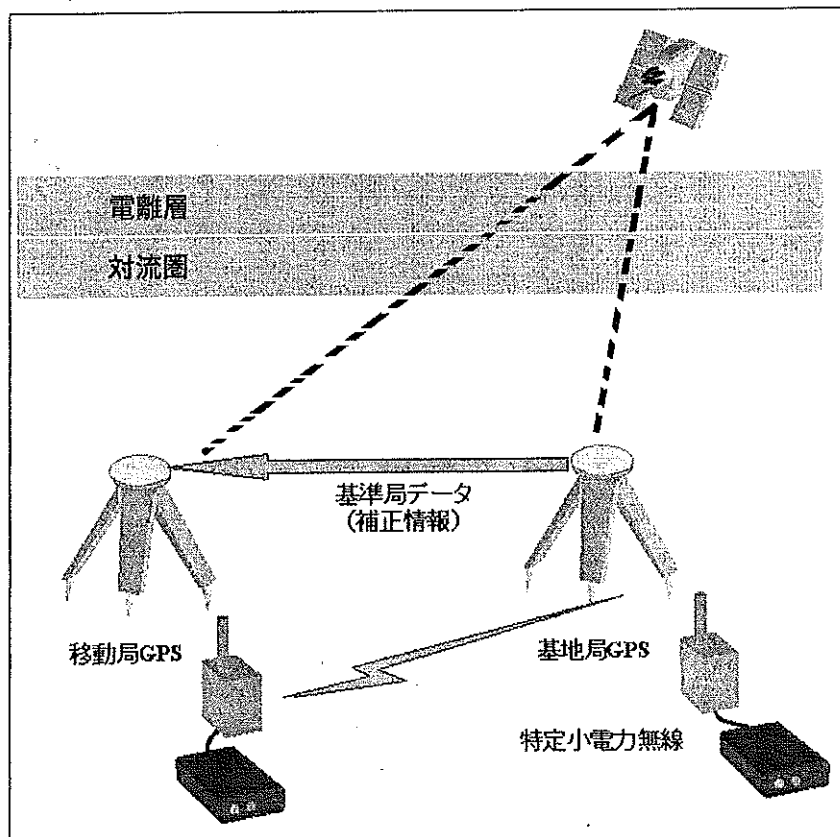


図-1 従来のRTK

増減するわけであるが、基準局と移動局間の距離（基線長）が大きくなるに伴い、一般的に相関は小さくなる。つまり基線長が短い間は測位計算時に上手く相殺処理されるが、基線長が長くなると相殺処理ができず、結果として測位解に誤差を生じるか、あるいはFIX解を得ることが難しくなる。特に電離層の影響は季節や時間帯、また太陽の周期的な黒点活動にも左右され、一般的に基線長が概ね10km以上になると、通常のRTKで安定した測位を行うことは難しいのが現状である。すなわち、これが従来のRTKの技術的な限界であり、より広域において安定したRTK測位を実現するためには、単純に考えても20km程度の間隔で基準局を設置していく必要がある。

一方、仮想基準局（Virtual Reference Station: VRS）はこの距離的な限界を、その名の通り、移動局の近傍に仮想的な基準局を作成することにより解決する新しい手法である。様々なGPS技術を世に送りだしているカルガリー大学（カナダ）において1996年にスタートしたこの研究は、複数の基準局のデータをネットワーク処理し、エリア内において相関のある電離層・対流圏遅延誤差、および軌道誤差を推定・補正することで、結果として測位精度が向上するという点に着目したものである。この研究はその後、

ノルウェーのSATREFと呼ばれる基準局ネットワークにおいて数年間にわたって検証され、その効果が実証されている。その手順は大まかに以下の通りである。

(1) 基準局データの収集

対象とするエリア内には、30km～100km程度の間隔で基準局を設置する。この基準局間隔は期待する精度に応じて設計されるが、電離層や対流圏の地域的な不均質を上手く補正することが可能となるよう配置する必要がある。各地点に配置された基準局のデータは、ISDN回線や専用線、またはインターネット等のリアルタイム通信手段を用いて、次の制御局に収集される。

(2) 制御局におけるデータ処理

制御局に収集された各基準局データはサーバ（仮想基準局用ソフトウェア）において処理され、それらのデータをもとにエリア内の電離層・対流圏遅延および軌道誤差がモデル化される。具体的には、エリア内に複数の格子点を設定し、その格子点上における各誤差量（補正量）が推定され（グリッドデータ）、ある特定の基準局データとともに移動局に向けて送信される。

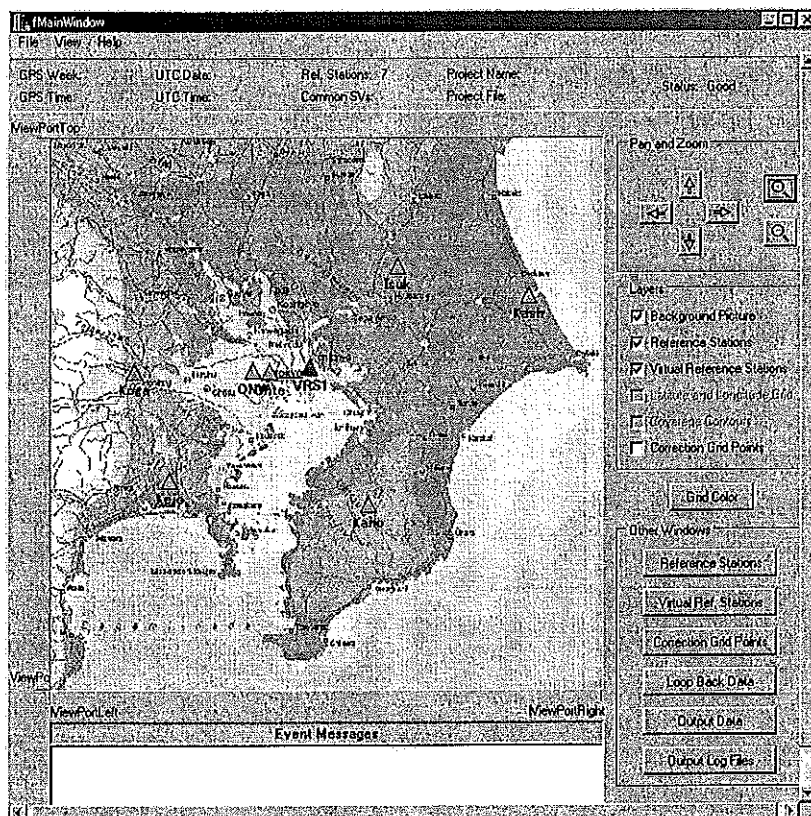


図-2 MultiRefの画面

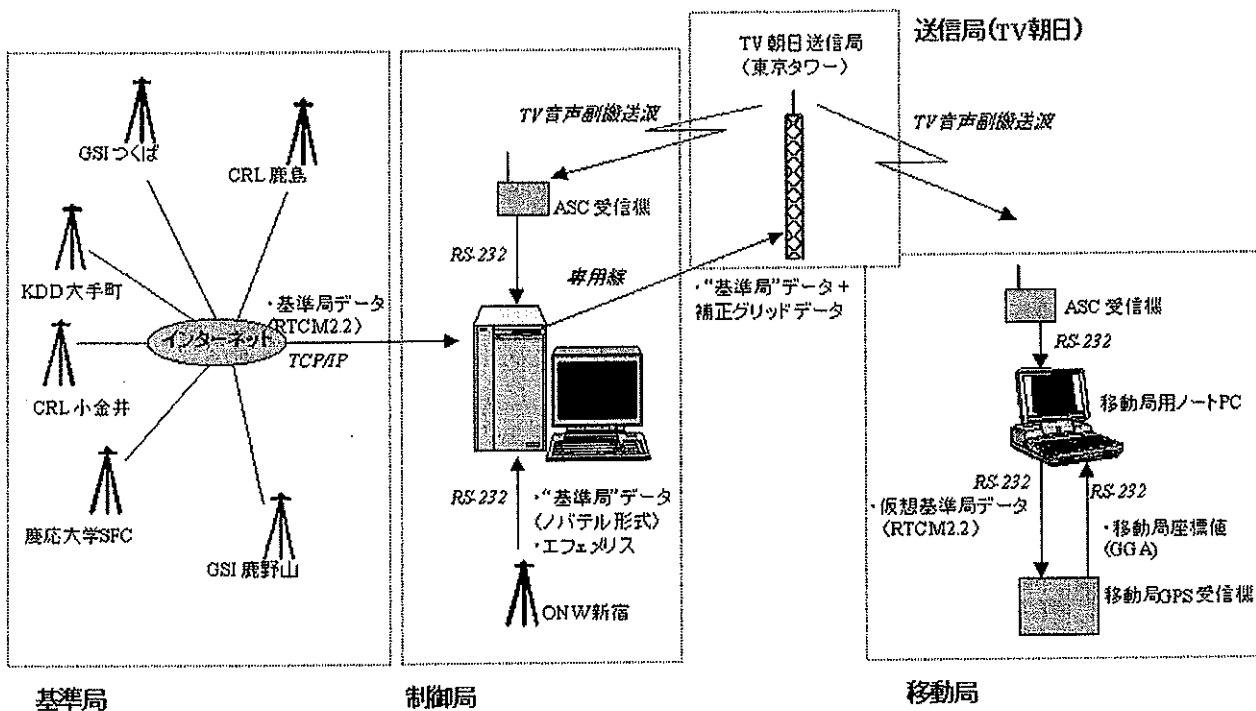


図-3 実験システムの構成

(3) 移動局における仮想基準局計算

制御局から受け取ったグリッドデータをもとに、移動局座標における補正量が改めて計算される。さらに計算された移動局補正量と制御局から受け取った基準局データをもとに、移動局座標における“仮想的な”基準局データが再構築される。この再構築されたデータは実際の基準局のデータではないため、“仮想基準局”データと呼ばれる。仮想基準局データは移動局受信機に入力され、ここからは通常のRTK計算が行われる。

結果として、実際の基準局との距離が10km以上ある場合でも、移動局においてはあたかも近傍に基準局があるかのようにRTK計算を行うことが可能となるわけである。図-2にカルガリー大学により開発された仮想基準局用のソフトウェアMultiRefを示す。

2. 仮想基準局方式を用いた実験システム

弊社では、カルガリー大学により開発されたこの仮想基準局方式を用いた実験システムを導入し、現在評価試験を行っている。実験システムの構成を図-3に示す。

基準局と制御局との通信は、インターネットを用いている。また、制御局サーバには別途、直接基準局受信機が接続されており、これらのデータをもと

にグリッドデータが作成されている。生成されたグリッドデータおよび基準局データは、専用線を通じて放送施設に入り、そこから東京タワー経由でTV電波に乗せられ東京を中心とした関東一円に放送される。移動局では専用のユニットによりこの電波を受信し、前の章で説明したように仮想基準局データを作成し、RTK計算を行う。

なお、この実験システムは、カルガリー大学、奈良先端科学技術大学院大学、慶應義塾大学SFC研究所インターネット自動車コンソーシアム、およびWIDEプロジェクト支援のもと、(株)日立製作所、テレビ朝日、および弊社の技術協力により構築・運用されている。

3. 今後の展開

これまで広域を対象としたRTKの国内インフラは整備されていないが、今後この仮想基準局方式は実際にインフラを整備する上で必要不可欠の技術となるであろう。従来方式のRTKでは実現が難しかった高精度移動体ナビゲーション、個人向けのマンナビゲーション、またその他あらゆる高精度アプリケーションにおいて、RTKが秘める可能性は限りなく大きい。100m精度の単独測位に始まり、数m精度のDGPSインフラが整備された現在、次に求められるのは数cm精度のRTKインフラの構築である。

近い将来、世界でも初めての仮想基準局方式を用いた広域RTKインフラの実現が期待される。