

WIDE Technical-Report in 2006

インターネット GNSS 基準局
ネットワークの構築
wide-tr-igeoid-internet-gnss-00.pdf

WIDE
PROJECT

WIDE Project : <http://www.wide.ad.jp/>

If you have any comments on this document, please contact to ad@wide.ad.jp

インターネット GNSS 基準局ネットワークの構築

河口星也 (kawaguchi@gnss.co.jp)

1. はじめに

GPS による正確な位置情報は既に様々な分野で活用されているが、これらの根幹を担うインフラとしての衛星測位システムは、今後 5 年から 10 年の間に大きく発展することが予測されている。具体的には GPS 近代化計画による新たな民生用測位信号 (L2C、L5) の登場、欧州の GALILEO 計画による新たな衛星測位システムの登場、ロシアによる GLONASS の再構築、そして日本の準天頂衛星計画など、いわゆる GNSS (Global Navigation Satellite System) と総称される測位衛星の数は、2010 年以降には合計で 100 個近くに達することが予測される。これら GNSS インフラが整備されることで、従来 GPS を使えなかったビルの谷間や市街地においても安定した測位が可能となり、今後も様々な分野で位置情報の利用とその重要性が高まるものと期待される。

これらの背景を踏まえ、本プロジェクトでは GNSS による高精度測位を実現するための基盤技術として、GPS および GLONASS に対応した独自の基準局ネットワークを構築し、インターネット経由で高精度補正情報配信システムを実現することを目的としている。

2. コンセプト

インターネット GNSS 基準局ネットワークは、関連する大学および研究機関等との協力に基づき、独自に設置・運用されている基準局ネットワークである。現在国内では国土地理院が運用する電子基準点 (全国に約 1200 点) のリアルタイム観測データが、社団法人日本測量協会を經由して民間企業にも提供されているが、これらの観測データを入手するためには高額な費用を負担する必要があり、また観測データはトリンプル社の独自フォーマットでしか提供されず、基準局側へのアクセスも一切不可能といった理由から、民間企業や研究者達が手軽に利用できる環境は整っていないのが実状である。これに対して本プロジェクトでは、独自の基準局ネットワークを構築し、インターネット経由で自由に補正情報を配信ならびに受信できる環境を整えることで、高精度測位技術を開発するためのテストベッドとして利用するとともに、インターネットに接続可能な様々なユーザ、アプリケーションにおいて、手軽に補正情報を利用できる環境を構築することを目的としている。

3. システムの概要

図 1 に当ネットワークにおける基準局の配置を示す。中央局としての役割を果たす東京海洋大学以外に、東京大学本郷キャンパス、慶應義塾大学矢上キャンパス、同湘南藤沢キャンパス、木更津高等専門学校、東邦大学の計 5 箇所に基準局を設置し、運用を行っている。各基準局はそれぞれ 20km~50km 程度の間隔で配置されており、これらの基準局に囲まれたエリアとそれぞれの基準局を中心とした周辺がサービス対象エリアとなる。各基準局においては、できるだけ多くの共通衛星を確保するため見晴らしの良い建物の屋上等にアンテナを設置し、また可能な限り周辺の障害物によるマルチパス等の影響を受けないよう屋上面から高さ数 m となるポール上にアンテナを取り付け (図 2)、屋内に設置した受信機までケーブルを引き込んでいる。基準局アンテナには特にショートレンジのマルチパス軽減に大きな威力を発揮するチョークリングアンテナを採用している。

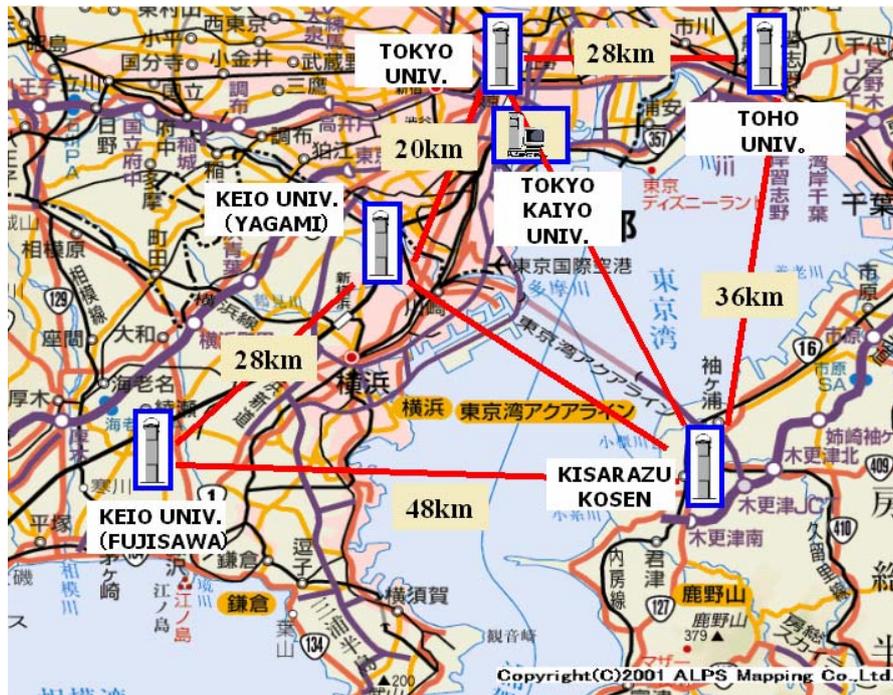


図1 当ネットワークにおける基準局の配置

観測は1秒サンプリングで行っており、原則的には24時間365日の連続運用を行うこととしている。各基準局受信機からはRTCM V2.2または受信機独自フォーマットにより観測データを出力しており、これらリアルタイム観測データは、シリアル接続されたデータ収集・制御用PCに受け渡され、学内LAN等を経由してインターネット上へ配信される構成となっている(図3)。ここで一般的なシングルベース型のDGPSまたはRTKを行う場合、各基準局から出力される観測データ(RTCM V2.2形式)をそのまま移動局側で補正情報として利用することも可能であるが、ネットワーク型の補正情報を配信する場合、各基準局の観測データは一旦中央局サーバに集約され、必要な計算処理を行った上で加工・配信されることとなる。このため中央局サーバには開発を進めているネットワーク型の補正情報生成・配信用ソフトウェアがインストールされている。



図2 基準局アンテナの設置風景

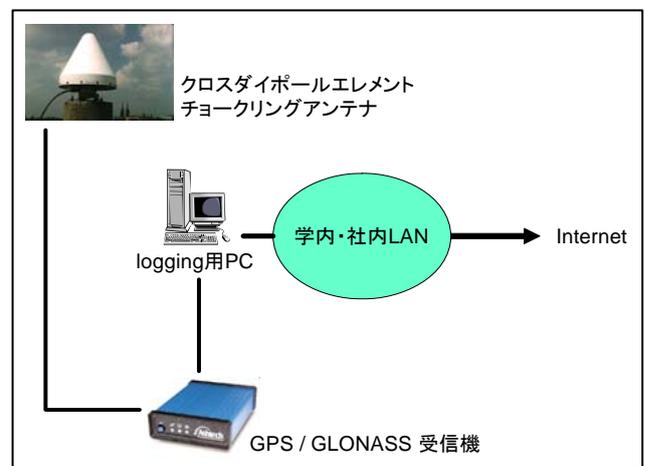


図3 基準局における機器構成

4. ネットワーク型 RTK/DGPS の概要

ネットワーク型 RTK とは、あるエリアに設置された複数の基準局をネットワーク化することによって、該当エリアにおける各種誤差要因（電離層、対流圏遅延誤差など）をリアルタイムに推定し、RTK 用の広域型補正情報を生成する手法である。一般的には移動局の近傍に仮想的な基準局データを生成することから VRS（Virtual Reference Station）方式、または仮想基準局方式などと呼ばれることもある。各基準局において取得された観測データを IP-VPN やインターネット等の通信ネットワークを経由してリアルタイムで中央局に収集し、中央局ではそれらのデータを処理・加工することで補正情報を生成する。現在は高精度が要求される測量分野における利用が主流となっているが、この手法により広域で RTK を利用することが可能となるため、自動車など移動体への応用も期待されている。

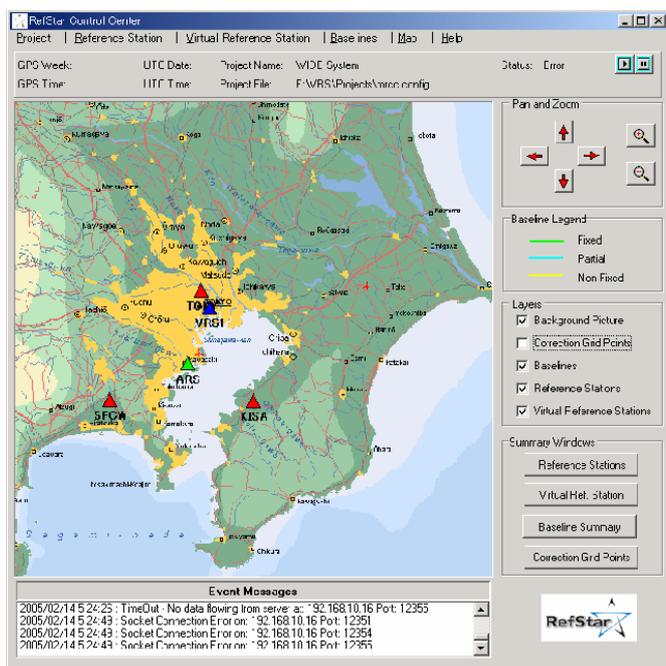


図 4 ネットワーク型補正情報生成ソフトウェア

本プロジェクトでは、高精度測位を実現するためにネットワーク型 RTK 用の補正情報生成ソフトウェア（図 4）の開発を進めてきているが、ユーザ側の視点に立った場合 RTK 測位には高価な 2 周波型の受信機が必要となるため、ネットワーク型 RTK 用の補正情報に加え、より多くのユーザで活用できるネットワーク型 DGPS 用の補正情報を生成、配信することを計画している。

5. 現在の状況

本年度、施設側の問題により安定的な運用が難しかった習志野（株式会社日立産機システム内）基準局を東邦大学に移設することを決定し、移設作業を完了させた。また、ネットワークの制約により外部からのアクセスに問題があった東京海洋大学における中央局機能を、奈良先端科学技術大学院大学へ移設することを決定し、基本的な移設作業を完了させた。これらの過程を経て、木更津基準局を除く 4 つの基準局で収録した観測データが奈良先端大へ収集される体制が整ったため、2006 年 1 月より、まずはネットワーク型 RTK 用の補正情報について、その有効性を検証するための高精度測位実験を開始している。

一方で、数 cm オーダの測位精度を実現可能な RTK では観測量として搬送波位相を利用することから、測位演算の過程でアンビギュイティ（波数不確定）を決定する必要があり、特に建物や高架などの遮蔽物により GPS 信号が遮断された後の復帰（再初期化）に時間を要することが大きな問題点とされている。この問題点を克服し移動体において安定的な高精度測位を実現するためには IMU や車速パルスなど他のセンサとの複合航法が必要になると考えられており、現在衛星測位分野における最も重要なテーマの 1 つとして、様々な技術者、研究者によって研究開発が行われている。

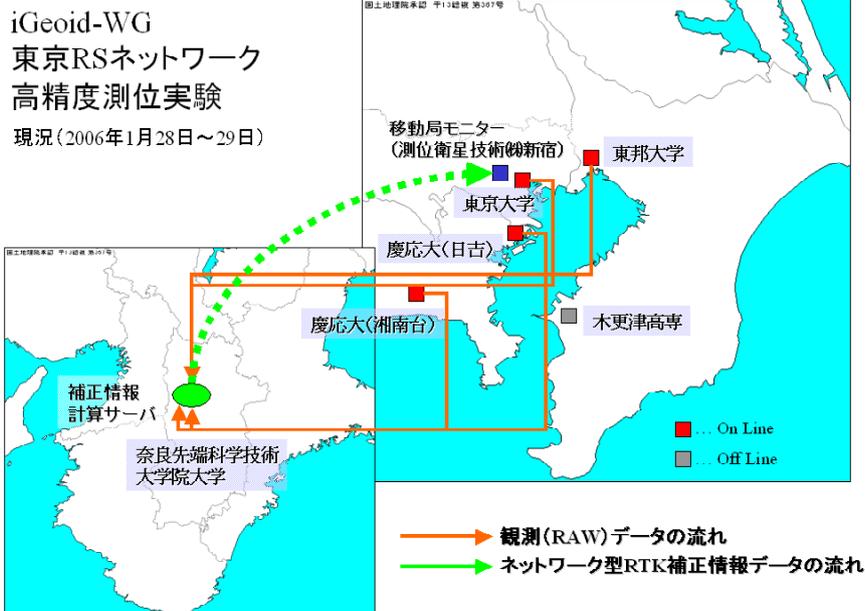


図5 ネットワーク型RTKによる高精度測位実験の構成

図5は現在進めている高精度測位実験において利用している基準局の配置とデータの流れを示している。東邦大学、東京大学、慶應大学(矢上)、および慶應大学(SFC)の4つの基準局で収録した基準局データをインターネット経由で奈良先端大のサーバに収集し、生成したネットワーク型RTK補正情報を測位衛星技術株式会社屋上に設置した移動局側で受信する構成となっている。現時点では、奈良先端大サーバにおいて受信した各基準局データからネットワーク型RTK補正情報を生成し、移動局側においてRTK測位が行われることを確認できている状況である。一例として、平成18年1月28日の18時~24時(JST)における静止測位実験の結果を図6に示す。

VRS基準計測結果(RTK) 一水平プロット一 2006年1月28日~29日(6時間)

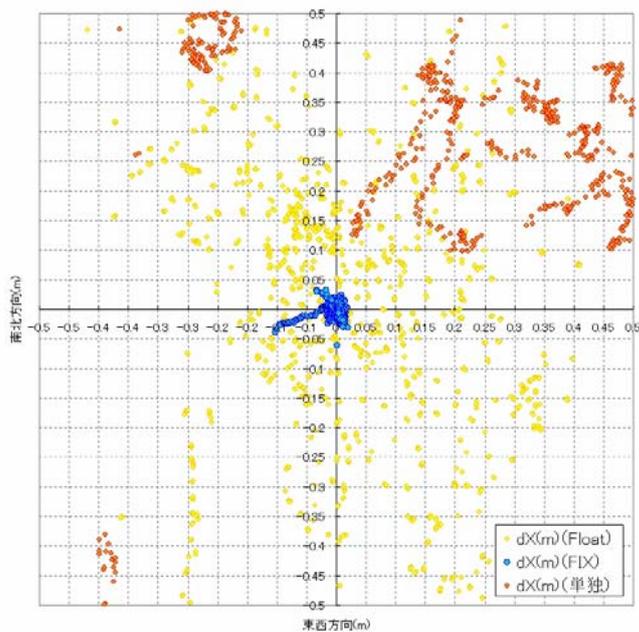


図6 移動局におけるRTK測位結果(水平成分のばらつき)

青い点が FIX 解、黄色い点が FLOAT 解、そして赤い点は単独測位解を示している。縦軸、横軸共に 10cm メッシュとなっており、FIX 解については真値からほぼ 10cm の範囲内に収まっていることがわかるが、FLOAT 解および単独測位解も見られる。同じ結果を時系列で示したものが図 7 であるが、実験開始後約 2 時間半については非常に安定した測位結果が得られているものの、20:30 (UTC) 以降に多数のばらつきが発生していることがわかる。図 8 はこの時の測位フラグと衛星数を示している。20:30 (UTC) 以降、衛星数自体は RTK 測位を維持するために最低限必要な 4 衛星を下回ることはほとんどないものの、20:30 (UTC) 以前と比較すると非常に激しく変化していることがわかる。また衛星数の変化と連動するように、測位フラグが単独測位と FIX 解またはフロート解の間で変化していることが見て取れる。

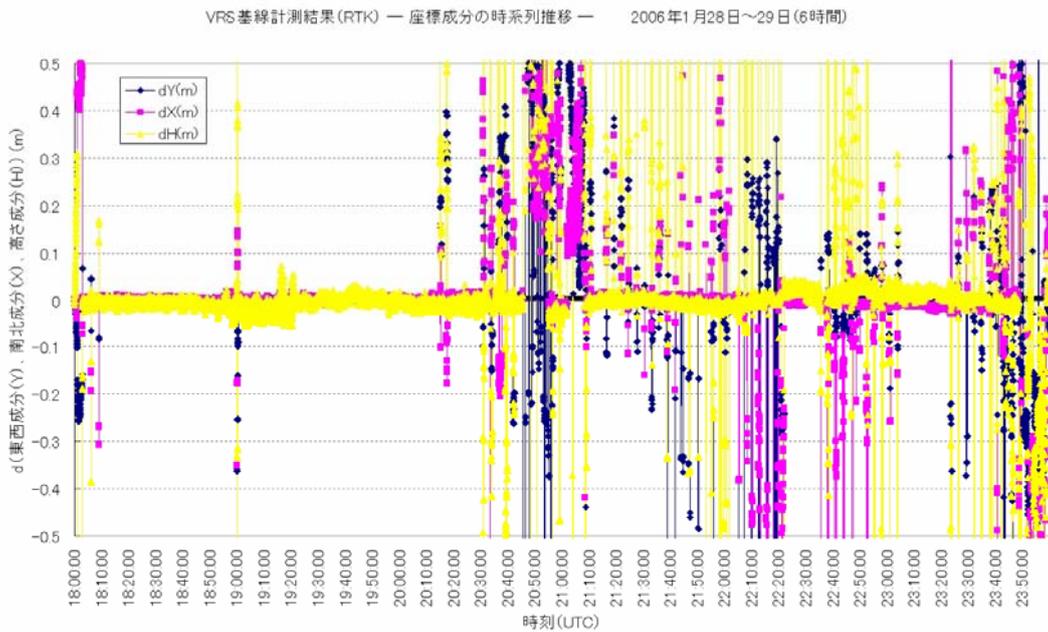


図 7 移動局における RTK 測位結果 (時系列)

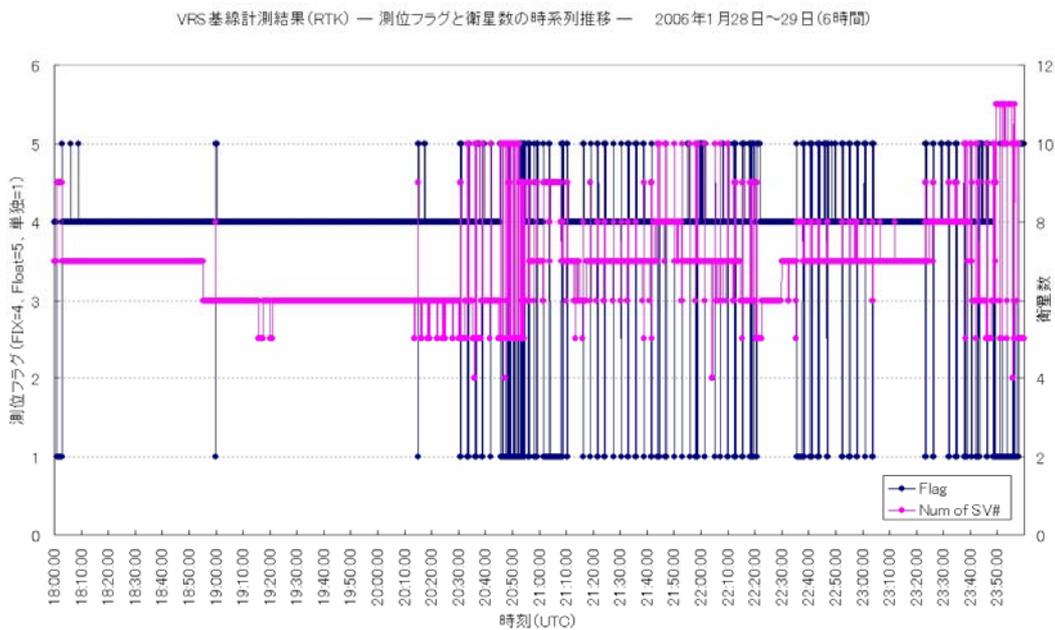


図 8 移動局における測位フラグと衛星数の時系列推移

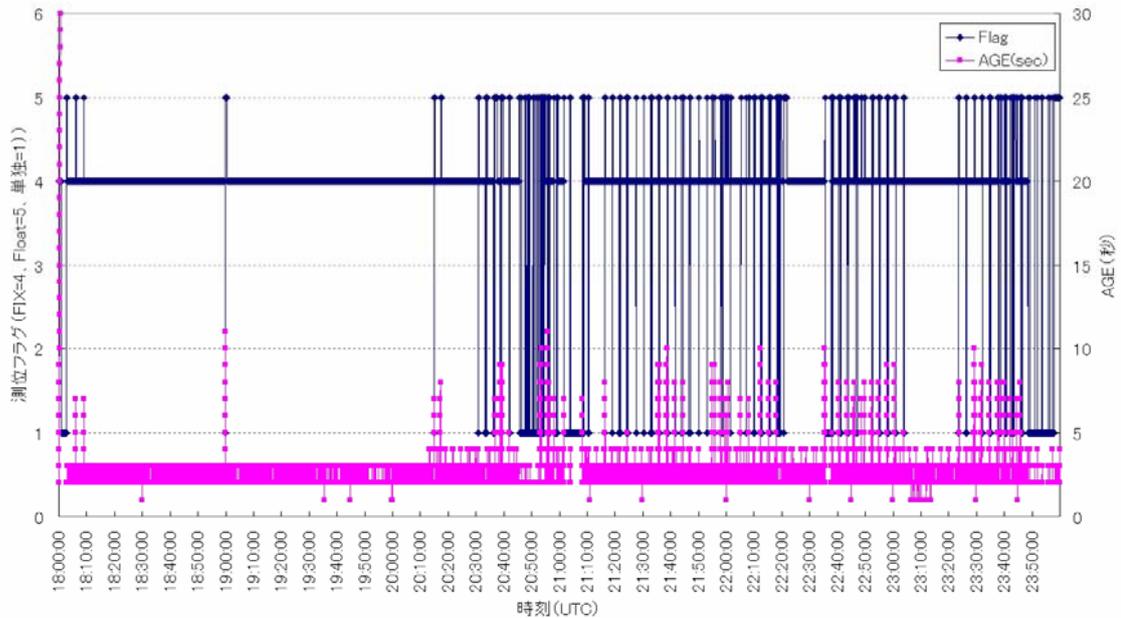


図9 移動局における測位フラグと AGE の時系列推移

さらに、図9からは、測位フラグの変動と連動して、補正情報の AGE(補正情報の鮮度)が落ちていることがわかる。つまり、何らかの理由で補正情報の出力(更新)が断続的に停止し、その結果 AGE が上昇し、測位フラグに変化が生じたものと考えられる。言い換えれば 20:30 以降、何らかの理由で補正情報の生成が断続的に停止することとなり、停止期間中に AGE が上昇し、ある閾値を超えた段階で測位モードが FIX 解→FLOAT 解→単独測位解へ変化したものと推察される。その後、補正情報の出力が復帰するとともに、単独測位解→FLOAT 解→FIX 解へと復帰することとなる。

また、補正情報に含まれる衛星数は各基準局の共通衛星に限られるため、一般的に単独測位時に比べると衛星数が少なくなる。図8における衛星数の変化は測位モードの変化に連動した衛星数の変化を示しているものと考えられる。以上の結果から、補正情報の品質そのものについては概ね問題がないものの、基準局からのデータ収集・配信プロセス、あるいは補正情報の生成プロセスに問題があり、結果として移動局側では補正情報を安定的に受信できていないことがわかる。この点については早急に解明を進めていく予定である。

6. 今後の展開

以上述べてきたように、本プロジェクトではインターネット GNSS 基準局ネットワークの構築を進めてきており、現時点でネットワーク型 RTK の補正情報を配信可能な段階に達している。今後早急に基準局データの収集と補正情報配信に伴うネットワーク側の問題点、および補正情報生成プロセスにおける問題点を解明し、安定して補正情報が配信できる体制を整備したいと考えている。さらに次のステップとして、2006年4月以降には、より多数のユーザが利用可能となる、ネットワーク型 DGPS の補正情報配信を開始できるよう補正情報生成ソフトウェアのアップグレードを行う予定である。これらの成果として、インターネットを利用した高精度補正情報の配信技術を確立するとともに、インターネットに接続された様々なアプリケーションにおいて、この補正情報を有効活用できる環境を構築したいと考えている。

Full Copyright Statement

Copyright (C) WIDE Project (2006). All Rights Reserved.