

## 2.7 位置情報を用いた情報システム

### 2.7.1 位置情報と将来の情報システム

モバイルコンピューティングやウェアラブルコンピューティングなどのように、コンピュータを持ち歩き、利用することが一般化するにつれ、従来の計算機環境では重要視されていなかった、位置情報が重要な意味を持つようになってきている。

そこで、本研究では地球上のあらゆるところで位置情報を得ることができる衛星測位システムを用いた高精度な位置情報の測定環境を構築し、それを利用した情報システムを構築することを目標に研究をすすめている。

### 2.7.2 高精度位置情報基盤の構築

GPS(Global Positioning System) に代表される人工衛星を利用した測位システム(以下 GNSS: Global Navigation Satellite System)は高精度な位置情報を地球上のあらゆる場所で提供することを可能にするシステムである。GNSS では高精度に軌道情報を把握した最低 4 つの人工衛星からの電波を受信することにより、地球上での位置を決定するシステムである。

GPS は米軍が管理する GNSS システムであり、現在も運用が続けられている。このうち一部が民生利用に開放されており、誰もが自由に利用することが出来る。2000 年現在、米国の GPS 以外にもロシアの GLONASS が部分運用中であり、EU の GALILEO が計画中であり、2008 年の稼働を目指している。

GNSS はカーナビゲーションや船舶、航空機の航法システムをはじめ、測量や地球物理の研究まで広く利用されているが、我々がもっとも日常的に接するシステムとしてはカーナビゲーションがあげられる。電子化された地図と位置情報およびそれに付随する情報を組み合わせて利用するカーナビゲーションは現在もっとも一般に普及している GNSS を用いたシステムである。しかしながら、GNSS を用いた単独測位は誤差が大きく、GNSS のうちもっとも一般的に利用されている米国の GPS の民生利用では 10m ~ 20m 程度の誤差が生じる。

そのため、カーナビゲーションシステムではマップマッチングと呼ばれる測位後の位置補正技術が使われている。これは計算機内の道路地図を用いもっとも確らしい位置を表示するというものであるが、自動車のように道路上のみを走行する場合のみに有効である。また、位置の粒度が細くなった場合には複数の候補が挙げられることになり、この中から確かな位置を決定することは難

しい。さらに人間が計算機を持って移動する移動体環境では、さらに位置の粒度が細くなり利用しにくい。そもそも、計算機とその利用者が地図道路上にいるとは限らず、マップマッチングの使用はできない。

そこで、衛星測位での精度を高める研究、サービスが多く存在する。このうち、差動方式と呼ばれるものがある。差動測位は2地点で同時に測位し、その際の共通の誤差要因について取り除こうと言うものである。ここで、2地点の一方を基準局(BS:Base Station)、もう一方を移動局(RS:Rover Station)とする。基準局ではあらかじめ高精度で緯度経度高度の位置情報が分かっている。

この方式はその情報を利用して測位衛星と地上の間の大気の影響などの共通の誤差要因を取り除き移動局での測位の精度の向上を図るものである。この測位精度の向上を補正と呼ぶ。こういった方式を取るものにディファレンシャル(differential)方式やキネマティック(kinematic)方式がある。Differential方式を用いたDGPSはあらかじめ位置を測定した基準局上でリアルタイムに誤差を算出し、算出された誤差を移動体側のGPS受信機で利用することにより精度を向上させる方式であり、その誤差を1m程度に減少させることが出来る。

さらに精度の高い位置情報を得ることの出来るReal-Time Kinematic GPSは衛星から送信される搬送波の位相を利用することにより、精度を向上させる方法である。RTK-GPSを用いることにより実時間計測において数cm程度の精度と測量並の精度で位置情報を得ることが出来る。しかしながら、RTK-GPSを行うためにはDGPSに比べ補正情報の量が増大し、また許容遅延時間が小さくなる。

これらの実時間な高精度測位を行う場合には、何らかの手段で補正のための情報を基準局から移動局に送信する必要がある。本研究では、この実時間での高精度な測位を目標として、インターネットを用いた補正情報配布のシステムを構築している。

本研究では、主に移動計算機の利用者が高精度のD/RTK-GNSSを利用する際、補正情報を容易に利用できる環境を提供する。具体的には、基準局からインターネット上のユーザへ補正情報を配送する機構および、配送プロトコルについて設計、実装を行った。

従来補正情報の多くは RTCM SC-104 形式である．この形式は狭帯域かつ信頼性の低い通信路を想定したものであり、インターネット上を RTCM SC-104 形式を用いて補正情報を配送するのは効率が悪い．そこでインターネットを用いて補正情報配送するのに適したプロトコルを設計する必要がある．また、インターネット上ではサービスエリアを限定する必要はない．よって、移動局で使用するのに最も適した補正情報が配送されることが望まれる．そのためには補正情報について抽象化を行い要求に基づく配送が行われる必要がある．

D-RTK/GNSS を用いて精度の高い測位を行う場合、移動局として以下の要件を満たすことが重要である．本研究で開発する機構の目的はこれらの要件を満たすシステムを構築し、その性能を明らかにすることである。

- 必要な補正情報の選択

移動局が必要とする補正情報はその位置や測位方法によって、それぞれ異なっている．本機構ではそれぞれの移動局に対して適切な情報が提供される必要がある．さらに移動局で、測位に使用される補正情報のフォーマットが一致しなければならない．GNSS 受信機への入力は一般的には RTCM SC104 形式が利用されることが多いが、これは補正情報の配送機構内部において別のフォーマットを取ることを許さないものではなく、よりインターネットに適した形式を利用することが望ましい。

- 地理的な近さ

移動局と基準局は地理的に近い方が良い．これは測位に利用する衛星の位置関係および衛星と受信局との間の大気や電離層の影響など様々な要因に大きな差がない方が良好な測位を行えるからである。

- 衛星の一致

移動局、基準局それぞれから観測される測位衛星がディファレンシャル測位では 4 個以上、リアルタイムキネマティック測位では 8 個以上同一のものが観測されなければいけない。

- 遅延の少なさ

リアルタイム測位の場合には、移動局と基準局の通信の遅延は少なければ少ないほど精度のよい測位が行える．また、ある一定以上の遅延が発生すると補正を行うことが出来なくなる。

- 通信帯域の確保

移動局と基準局との間で十分な通信帯域が確保されなければならない。

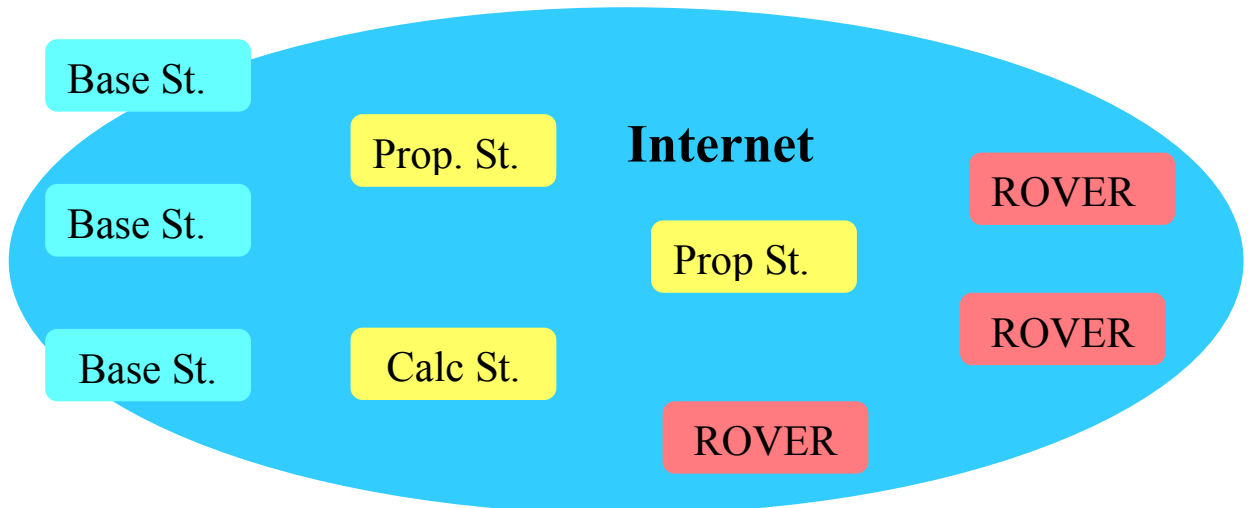


図1 インターネット補正情報配信モデル

本機構で用いるモデルを補正情報配送モデルとし、以下に述べる要素から構成されるものとする。補正情報を生成する基準局(Base)，それを利用する移動局(Rover)，さらにそれらの配送を行う配送局(Propagation)より構成される。モデルを図1に示す。これらのうち最低限、基準局と移動局が一つずつあれば本モデルは構成できるとする。また、基準局と移動局の間には幾つの配送局が存在しても良い。このモデルに従いプロトコルやそれぞれの局で利用するソフトウェアの設計と実装を行った。

本システムの実験を行った結果を以下に示す。図2はインターネットを用いてD-GPS補正を行った結果である。単独測位の場合、その精度は20m程度であり、本実験における結果である1m程度とは大きく異なっていることが判る。

図3にRTK-GPSにおける測位結果と、現在の代表的なD-GPSサービスである海上保安庁による中波ビーコンサービスによるD-GPS測位結果との比較を示す。現在、RTK-GPSのためには基準局を自分で設置する必要があり、多くのユーザにサービスするにはいたっていない。中波ビーコンによる測位結果が5m程度であり、それに比べRTK-GPSの結果は点が集中しており、精度が高いことが判る。また、図2と図3を比較することにより、同じD-GPSによる測位の結果であっても、インターネットを利用したものの結果が、中波ビーコンを利用したものにくらべて高いことが判る。

この精度の差はD-GPSにあっても、基準局からの距離や補正データの量、伝

送媒体によって変化することを示している。インターネットを利用した D-GPS サービスの場合、補正データの提供量が多く、よりよい精度の測位を行うことができる。

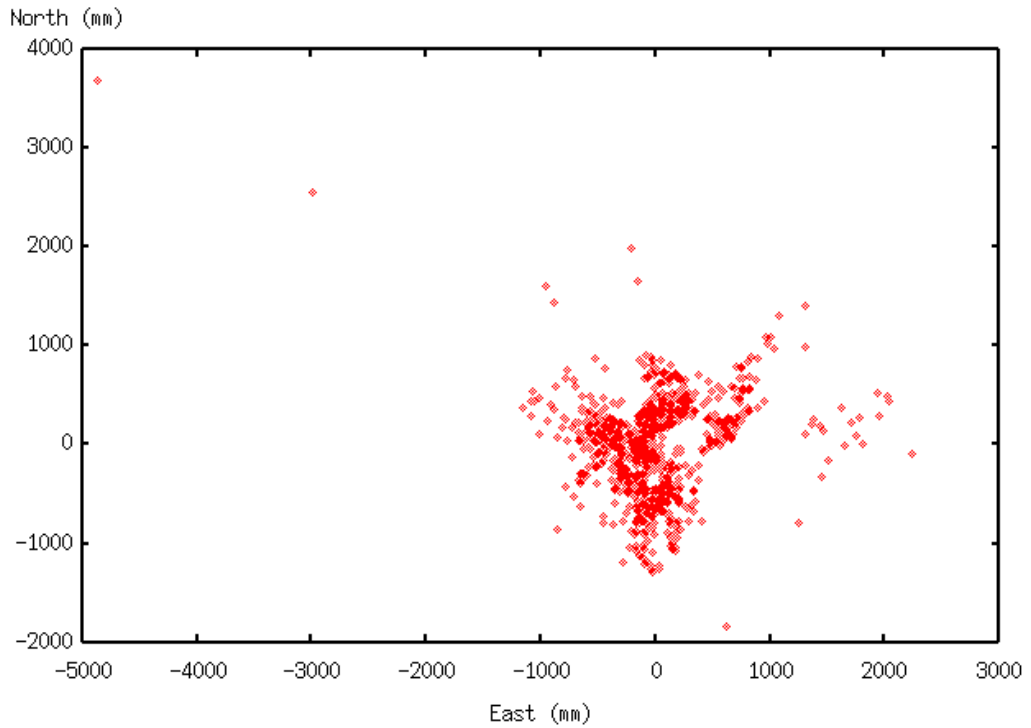


図 2. DGPS による測位

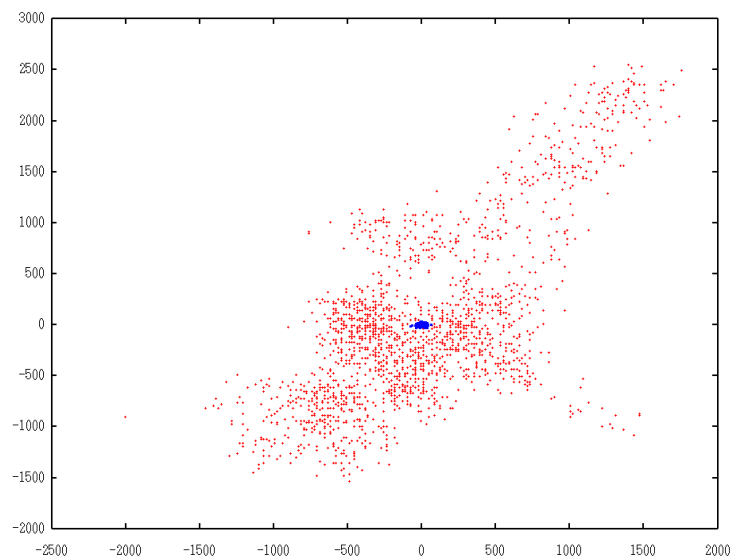


図 3 DGPS と RTKGPS の比較

図 4 に RTK-GPS の測位結果を拡大したものを示す。RTK-GPS 測位の精度は 2~5cm 程度であることが知られているが、インターネットを用いた場合にも同様の結果が得られることが判る。この結果により、インターネットを用いた RTK-GPS は十分に有効であることが示されたといえる。

今後はこれらのシステムを発展させ、位置情報を利用した情報サービスへと発展させることを予定している。位置情報を用いることを想定したコンテンツを構築することにより、広域での利用が可能な携帯型電子博物館のようなシステムを構築することを予定している。

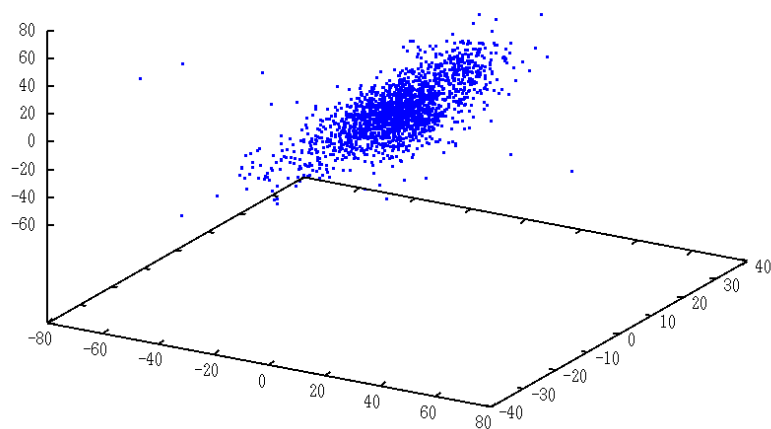


図 4 RTK-GPS による測位結果

## 参考文献

- [1] H.Hada, H.Sunahara, K.Uehara, J.Murai, I.Petrovski, H.Torimoto and S.Kawaguchi : New Differential and RTK Corrections Service for Mobile Users, Based on the Internet, Proceedings of ION GPS-99 PP 519 -- 528, Nashville, USA, September, 1999
- [2] H.Hada, K.Uehara, H.Sunahara, J.Murai, I.Petrovski, H.Torimoto and S.Kawaguchi : Differential and RTK Corrections for the InternetCAR Proceedings of GNSS '99 part2 PP 661 -- 666, Genoa, Italy, October, 1999
- [3] Y.Kawakita, H.Hada, S.Yamaguchi, J.Murai, I.Petrovski, H.Torimoto and S.Kawaguchi : Design of Internet Based Augmentation System Proceedings of GNSS 2000, in publishing, Edinbura, UK, May, 2000