



GPS の仕組み (2)

砂原 秀樹

奈良先端科学技術大学院大学 suna@wide.ad.jp

前回GPSの基本的な仕組みについてみた。しかし、前回紹介した仕組みだけでは十分な精度を得ることはできない。これは、電離層や空气中を電波が通過する際の伝播遅延などによるものである。そこで、GPSによって得られる位置の精度を向上させる技術がいくつか用意されている。今回は、このあたりについて紹介していくことにする。



受信機が置かれた場所の位置が正確に分かっていると、その位置とGPSによって得られる位置の差を知ることができる。そこで、この差を何らかの方法で配布し、GPSによって得られた位置情報を修正すれば、より精度の高い位置情報が得られると考えられる。こうした原理に基づいて考えられたのがDifferential GPS (D-GPS)である。

位置が正確に分かっている場所に設置された受信機を基準局と呼ぶが、ここまでの話だけだと、この基準局の位置と得られる位置の誤差を調べ、「緯度を何度、経度を何度、高度を何m補正しなさい」という情報が得られるように思われがちである。しかし、誤差が生じる要因は、前述の通り電波の伝播遅延によるものである。つまり各衛星と受信機との距離に誤差が生じることに起因している。したがって、位置情報を求めるために用いられた衛星が異なる場合、誤差の生じ方も異なることになる。そこで、基準局では各衛星と基準局の距離を計算し、その誤差を求めている。つまり、「n番の衛星については、距離を何m修正しなさい」という情報にして配信しているわけである。D-GPSによる測位により誤差は1m～5m程度となると言われている。

基準局は、できるだけ見晴らしのよい(全天周が見える)場所に設置され、できるだけ多くの衛星からの情報を受信できるようにしている。そこでこの基準局から配信される補正情報を元に、各受信機で計測に利用している衛星の補正情報を用い、各衛星と受信機の距離を求めている。したがって、補正に用いる基準局は、計測に用いる受信機と同じ衛星の電波を受信しているものを選択しなければならない。また、誤差は衛星から受信機まで電波が通過してくる経路の状態に依存するため、できるだけ同様の影響を受けた基準局を選択する必然性がある(図-1参照)。したがって、図-1のような場合には基準局1よりも基準局2を選択したほうがよいことになる。一般に計測に用いる受信機に最も近い基準局を選択するとよいと言われており、受信機と基準局の距離が50km以内となっているのが望ましいとされている。

ところで、D-GPSの利用には基準局から補正情報を受信しなければならない。現在、利用可能な仕組みは、カーナビなどで用いられているFMの副搬送波に補正情報を配信する方法¹⁾と、船舶などで用いられている中波ビーコン(国内では321kHzで大浜に設置されている)を用いる方法²⁾である。このほか、インターネットによる補正情報配信の研究や実験も進められている^{3), 4)}。なお補正情報は、多くの方式において、RTCM-SC104と呼ばれる形式が用いられている⁵⁾。これは多くのGPS受信機がRTCM-SC104形式を受け取り補正を行うようになっているためである。また、FMの副搬送波を用いた補正情報の配信ではDARC方式と呼ばれるNHKによって開発された方式が用いられている。これは、FM副搬送波で配信できる通信のバンド幅が狭く、この制限に適合するよう必要最小限の情報を配信するようにしたものである。DARC方式では

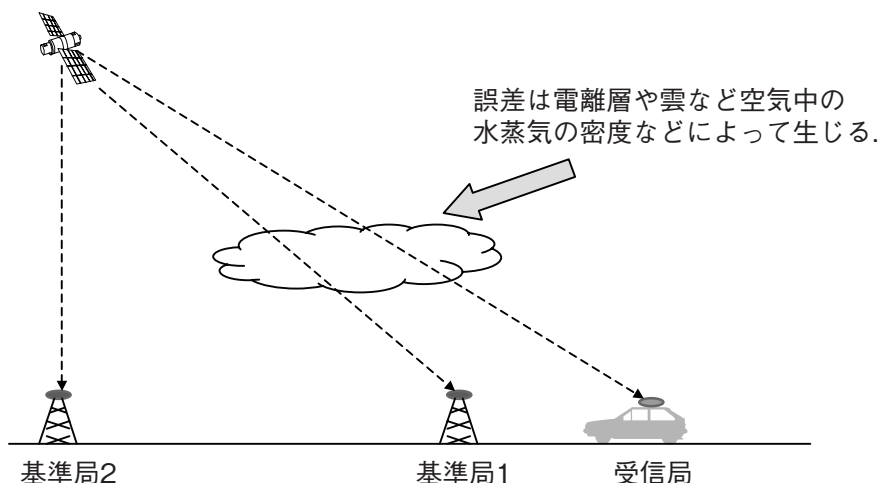


図-1 誤差の影響

GPSの補正情報だけでなく、VICIS⁶⁾による渋滞情報などの配信も行われている。



GPSによる測位の精度をより正確にする方式として、GPSから受信機に送られてくる電波の位相を計測し、より正確に衛星と受信機の距離を求めるという方式がある。これは、Kinematic GPSと呼ばれる方式で、GPSから発信される電波のうちL1信号(1575.42MHz)と呼ばれる信号の位相を計測することで、衛星と受信機の距離を求めている。L1信号の波長は約19cmであるため、それより短い精度で距離を求めることが原理的には可能である。なお位相を求めているため波がずれるとそれが誤差となることになる。そのためD-GPSと同様に基準局を置き波の同期を取るようになっている。Kinematic GPSを用いることで、測位の精度は1cm～10cm程度になると言われている。

Kinematic GPSには、計測データを蓄積しておき後処理によって位置情報を計算するもの(いわゆるK-GPS)と、計測しながら位置情報を計算するReal Time Kinematic GPS(RTK-GPS)の2種類の方式がある。K-GPSは衛星の軌道を正確に記録した履歴に基づき計算されるため精度は高くなるが、その場で位置を特定できないという問題点がある。また、RTK-GPSにおいても衛星の電波を受信してから波の同期を取るまでに時間を要するため立ち上がり時間、あるいは測位に利用していた衛星を見失った際にしばらく測位できない状況が生じる。

Kinematic GPSで用いる基準局は、電波の位相という非常に微妙な計測を必要とするため、計測に用いる受信機

から10km以内に基準局があることが望ましいとされている。しかし、実際に10kmごとに基準局を物理的に設置することは困難である。そこで、100kmから50kmごとに設置された基準局のデータを集め仮想的に基準局を構成する方式が用意されている。現在国内では、このための枠組み作りの検討が進められており⁷⁾、こうした情報の流通にもインターネットを用いることが検討されている。



位置測位の精度が1mからcm単位程度になることによって人間をナビゲートするシステムの構築が可能となる。こうした可能性の中でさらに新しいモバイルアプリケーションが生まれてくることであろう。

今回は、位置情報にかかわるさまざまな話題をまとめて紹介することにする。

参考文献

- 1) 衛星測位情報センター, <http://www.gpex.co.jp>
- 2) The Radio Technical Commission for Maritime Services, <http://www.rtc.org>
- 3) Hada, H., Sunahara, H., Uehara, K., Murai, J., Petrovski, I., Torimoto, H. and Kawaguchi, S.: DGPS and RTK Positioning Using the Internet, GPS Solutions Vol.4, No.1, John Wiley & Sons, Inc., Summer (2000).
- 4) アルプス社: ディファレンシャルGPS補正情報のインターネット配信に関する公開実験, <http://www.alpsmap.co.jp/overview/letter/19981120/dgps.html>
- 5) RTCM: RTCM Recommended Standards for Differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Service, Version 2.3, RTCM Paper 136-2001/SC104-STD (2001).
- 6) 道路交通情報通信システム, <http://www.vics.or.jp>
- 7) 電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会, 事務局(社)日本測量協会測量技術センター内 <http://www.jsurvey.jp/>
- 8) 特集「さまざまな次世代GPS測位方式」, 情報処理, Vol.43, No.8, pp.827-859 (Aug. 2002).

(平成14年8月15日受付)