



### GPS (Global Positioning System)

地上約 2 万 km (軌道半径 26,561.75 km) を約 12 時間で一周する 24 基 (衛星の実際の数、新規打ち上げと廃棄があり一定ではない) の衛星からの電波を用いて、地上で三角測量することにより、緯度、経度、高度および時刻を得る米国の衛星測位システム。三角測量であるので、衛星と被測位体との間の距離が必要である。これは衛星に搭載されたルビジウム/セシウム時計が刻む時刻と光速から求めることができる。しかし、一般には、衛星の時計と被測位体との時計は同期がとれていないので、時刻  $t$  も変数として解を得る。したがって、測位に必要な衛星は、変数の数の 4 基である。

GPS 衛星は、L1、L2 の 2 波を用いて衛星情報、時刻信号などを送っている。GPS 衛星の生い立ちは米国の軍用であるという事情のため、一般に開放されているのは L1 で送られてくる C/A コードだけであり、このコードを用いて行う測位を SPS と呼ぶ。一方、軍用には L1、L2 の 2 波で送られてくる P コードを用いることができ、これによる測位を PPS と呼ぶ。これらのコードで、衛星は自己の軌道情報 (エフェメリス)、全衛星の概略軌道情報 (アルマナック)、時刻情報、電離層補正情報を送出している。全衛星は CDMA による変調を用いて、同じ周波数を使用している。衛星の弁別は、変調に用いている擬似ランダムノイズコード (Pseudo-Random Noise Code) によって行われる。このため、衛星を認識するには同じ PRN コードで復調しなければならず、衛星のサーチに時間のかかる要因になっている。

### L1, L2

GPS 衛星から発信されている電波。L1 の搬送波：1575.42MHz。L2 の搬送波：1227.60MHz。

### C/A (Coarse/Acquisition) コード

L1 で送られてくる測距信号。一般に開放。

### P (Precise) コード

L1、L2 で送られてくる測距信号。非公開。

### PPS (Precise Positioning Service)

P コードによる測位。米国の政府機関や軍事関係など特別な許可を得た組織のみが、制限付きで利用できる高精度測位である。

### SPS (Standard Positioning Service)

C/A コードによる測位。広く一般に自由に受信して利用できる測位である。

### PRN (Pseudo-Random Noise)

C/A および P コードは衛星ごとに異なる擬似ランダムノイズ

(Pseudo-Random Noise) で変調されている。ユーザ装置は、送信された信号と同じ PRN 番号を持つ信号のみを選択的に受信することができる。

### エフェメリス (Ephemeris)

衛星の観測データを収集し、解析して得られた衛星軌道情報。

GPS 衛星の精密軌道情報は、NASA JPL (ジェット推進研究所) の IGS (International GPS Service) 中央局を中心とする、世界で約 200 の GPS 観測局、3 つのグローバル・データセンタ、7 つの解析センタからなる組織が、各衛星の観測データを収集し、解析して得られたものである。これを衛星軌道情報 (エフェメリスデータ) と呼ぶ。

### アルマナック (Almanac)

長期的な衛星の運行情報を含めた全衛星の概略軌道情報。アルマナックは、GPS 衛星群の規則的な動きからのズレを有効期限 180 日のデータとしたファイルである。

### SA (Selective Availability)

GPS の時刻情報に揺らぎを与えることにより、意図的に精度を劣化させる操作。2000 年 5 月 2 日に解除された。

### 測位精度

GPS による測位精度は、統計的性格を持つ。被測位体を固定して、一定時間に測定された位置群の 95.45% が、その平均位置から半径  $x$  メートルの円の中に収まっている場合、「2DRMS (Distance Root Mean Square) で  $x$  メートルの精度」という。一般に SPS で 100m 程度の精度といわれているのは、この 2DRMS のことである。しかし、場合によっては、1DRMS (68.27%) も使われることがある。C/A コードには、SA がかけられていたため、2DRMS は 100m 程度であったが、SA が解除された現在は 10m 程度である。この 100m、10m という値は、測位環境によっても変動するので、あくまで概算の値である。

### D-GPS (Differential GPS)

位置が既知の点での GPS 観測情報を元に未知の点での誤差を差分として修正する測位方法。通常はリアルタイムで行うため、なんらかの通信手段を用いて補正データを転送する必要がある。現在では、海上保安庁が船舶の安全を確保するために全国 27 カ所に D-GPS 局を設けて発している中波ビーコンと、全国 7 基準局 (北海道、東北、上越、関東、近畿、中国四国、九州) のデータを発している 41FM 局の FM 多重放送が用いられている (2002/6 現在)。

### サーバ支援

位置情報サーバには、複数の衛星からの電波を同時に受信

する複数のGPS機能があり、24時間連続して、それぞれの衛星の位置情報を常に取得し、記録している。位置情報サーバのGPSアンテナの位置は、正確な座標が分かっている。サーバではGPSの受信信号の復調により、電離層、水蒸気、マルチパスなどの影響で生じる誤差を把握できている。この値が補正值でDifferentialといわれる差分である。

## 補正

GPSの補正の方式にはいくつかの種類が存在する。一般的に用いられよく知られているものに、cmオーダの精度を提供するRTK-GPS、数10cmオーダ～数mオーダの精度を提供するD-GPSがある。どちらも、基準局からの補正データを移動局で利用して補正を行う。RTK-GPSの場合とD-GPSの場合では用いられる補正データの形式が異なる。

## 擬似距離

擬似距離には、時刻誤差の他に信号が受信機まで到達する間に被る誤差成分が含まれている。GPS衛星の場合は、電離層と大気による伝播遅延量、マルチパスによる効果により生ずる。

## マルチパス

付近の構造物などによる反射波。

## RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS)

GPS電波の搬送波の位相を用いて測位する方法の中で、実時間性を持った計測方法。数cm程度と非常に高精度が得られるが、電波状態の影響を受けやすいなどの問題がある。

## FIX解

RTK-GPS測位において解のアンビギュイティ（不確実性）を解決したもの。

## 電子基準点

国土地理院は国土監視のために全国約1,000カ所にRTK-GPS用電子基準点を設置しており、1日に1回解析を行い日本列島の移動をmm単位で把握している。また地図の作成にもGPSを利用することが考えられており、測地成果2000と称して、地図の基準を衛星測位系に合わせようという動きになっている。これが進めば、GPS測位データがそのまま地図に変換できることになり、従来の測量（日本測地系）にとってかわるものと期待されている。

## 仮想基準点方式

VRS (Virtual Reference Station) の訳語。VRSはトリンプル社の商標であるが、日本国内ではこの訳語が一般的な名称として利用されている。50～100kmといった広い間隔で設置された複数の電子基準点からの情報を利用し、観測点の近傍に基準点が存在するように計算し、そのデータを元に補正を行う方法。

## 特集 RTCM SC-104 (Radio Technical Commission for Maritime Services, Special Committee 104)

GPS補正情報の標準フォーマットとして一般的に利用されている。補正情報の種類により数多くのタイプが存在している。

## 測地系

日本では、1882年の三角測量開始以来、地球の形状をベッセル楕円体で近似してきた。旧東京天文台（東京都港区麻布台二丁目十八番一）の経度・緯度が、1892年、天文観測により決定され、日本経緯度原点となっている。これらを用いた測地基準系を日本測地系と呼ぶ。日本測地系が決められた時代には地球全体を覆う測量法がなかったため、測地系は局地的なものとならざるを得なかった。しかし、GPSのような全地球を測量する手段ができたことで、世界を统一的に測量できるようになり、世界測地系のような国際的な基準系の設置が可能になった。世界測地系と日本測地系とは、下記のように、東京近傍で北西方向に約450mのスレがある。

日本経緯度原点の経緯度;

	日本測地系	世界測地系
東経	139° 44' 40.5020"	139° 44' 28.8759"
北緯	35° 39' 17.5148"	35° 39' 29.1572"

このため、2001年6月に測量法が改正され、2002年4月から世界測地系が用いられ、実施されている。

## WADGPS (Wide-Area Differential GPS)

主に航空管制の用途のために開発された広域で利用可能なD-GPS。通常のD-GPSが数百kmの範囲で有効なのに対し、数千kmの範囲で利用できる。

## WAAS (Wide Area Augmentation System)

航空管制用の補強システム。WADGPSのための補正情報のほか、衛星の状態監視であるインテグリティ情報の提供、GPS衛星を補強し、軌道配置や故障などによるアベイラビリティ（利用性）を向上させるなどの機能を持つ。米国によって運用されている補強システムそのものを指すこともある。

## EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)

EUが進める広域補強システム (WAAS)。

## MTSAT (Multi-functional Transport Satellite) : 運輸多目的衛星

多目的用途の静止衛星でありその一部としてWAAS機能が搭載されている。1999年より運用予定であったが、H-IIロケットの打ち上げ失敗にともない運用は延期されている。