

# GPS測位のしくみ

廣川 類

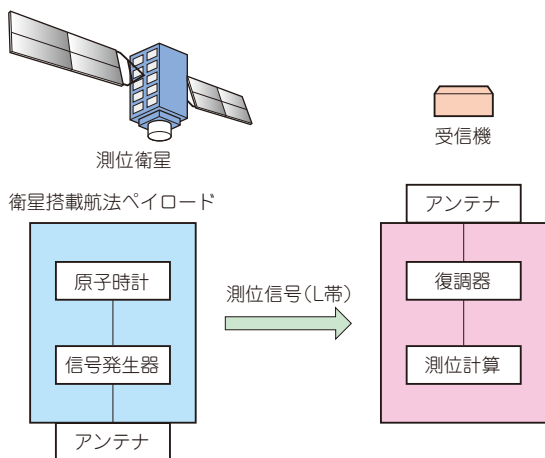


図1 衛星測位システムのご概念

測位衛星からの信号を使って受信機の位置を割り出す基本的な原理を解説します。位置の割り出しには多くの誤差が含まれます。測位の精度を上げるために誤差を補正する方法も紹介します。(編集部)

## 測位衛星の基礎知識

衛星測位においては、人工衛星(測位衛星)と受信機との距離を正確に測ることが必要です。ここで受信機とは、パーツ・ショップで売られているGPS受信モジュールや皆さんのスマホのことです。衛星測位で使用される距離情報は、GPSなどの測位衛星に搭載されるアンテナの位相中心と受信機のアンテナの位相中心との距離を正確に計測することにより得られます(図1)。

### ● 測位衛星は超高精度の時計を搭載している

測位衛星には、極めて精度が高い原子時計が搭載されており、正確なタイミングで信号を送信しています<sup>注1</sup>。測位衛星には複数のルビジウム原子時計が搭載され、GPSおよびGLONASSにはセシウム原子時計も搭載されています。また、最新の測位衛星にはより精度が

高い水素メーザ原子時計が搭載されている場合もあります。これらの原子時計の誤差は、30万年に1秒以下とされています。

### ● 時刻の誤差情報も放送されている

GPSでは31機の衛星が運用されています。これらのうち、ある測位衛星と別の測位衛星との間には動作クロックの差があるため、信号出力タイミングにわずかなずれがあります。このタイミングのずれは地上システムによって正確に測定されます。そして、時計の誤差を表すパラメータが測位衛星の軌道データとともに放送されています。受信機側では測位衛星の送信タイミング誤差を補正することで正確な時刻を得ることができます。

### ● 受信するのはノイズ・フロアより微弱な信号

測位信号には、L帯(1.2GHz帯または1.5GHz帯)の電波が使われます。測位信号は各測位衛星固有の拡散符号によりスペクトル拡散されており、ノイズ・フロア(受信機自体が発するノイズ・レベル)よりも低い微弱な信号として受信機に到達します。受信機では、受信する測位衛星固有の拡散符号列を内部的に発生させ、スペクトル逆拡散をすることによって信号を受信します。

## 測位の基本1：各測位衛星と受信機との距離を測る

### ● 複数の衛星から信号を受信するためにCDMA方式を使っている

距離情報は、測位衛星からある信号が送信された時刻と、受信機がその信号を受信する時刻との差に、光の速度を乗じて得られます。GNSS信号は決められた時刻に決められたパターンで、測位衛星から送信されています。受信機ではまず、内部でこの信号のパターンと同じ並びの信号(レプリカ信号)を発生させます。

注1：基準となる時刻系とのオフセットはエフェメリス(衛星が送信する詳細な軌道情報)に含まれる時刻補正パラメータにより補正されます。