

GPSの応用

人工衛星を利用した測位システム

(電力技術研究所 通信G)

GPS (Global Positioning System) は、アメリカ国防総省が開発中の全世界測位システムで、人工衛星の電波を受信できる場所であれば、どこでも自分の位置を手軽に知ることができることから、カーナビゲーションシステムの一つの方式として注目されている。さらに、地殻変動の監視や精密測量、高精度の時刻の基準など、いくつかの利用方法が考えられている。このシステムは、まだ未完成であるがほぼ整ってきたので、システムの概要と応用について紹介する。

Application of Global Positioning System (GPS)

A Location System Utilizing Artificial Satellites

(Electric Power Research & Development Center, Information and Communication Group)

GPS is a global location system being developed by the U.S. Department of Defense. It enables one to readily know his position on the earth if he can receive the radio signals from the satellites. Thus it provides one of method for car navigation systems. Moreover, it has many possible applications such as the observation of diastrophism, precision earth survey and high-precision standard for clocks. This system is not yet perfect, but is near its completion. An outline of the system and its applications will be described below.

1 ● GPSの概要

GPS衛星は、高度約2万キロメートル、軌道傾斜角55度の6つの軌道にそれぞれ4個ずつの衛星をほぼ等間隔に配置し(第1図参照)、0.5恒星日の周期で正確に周回しながら、測位に必要なデータを送信する。利用者は、3個または4個の衛星からの電波を受信し、受信データをコンピュータで計算することにより自分の絶対位置を測位できる。このシステムは、現在、未完成であるが運用中の衛星は17個となり、常時3個以上の衛星が観測可能となっている(第1表参照)。

2 ● GPSの測位原理要

GPS衛星は、すべてが同時刻の正確な時計を持っている、また各衛星の軌道情報と3個の衛星からの信号の受信時刻により、それぞれの衛星からの距離がわかり位置が確定する(第2図参照)。

しかし、受信機の時計は衛星の時計に対して誤差を生じるので、もう1個の衛星からの距離を求め、時刻の補正を行い、正確な緯度・経度・高度を測位している。

3 ● 測位の種類と特長

GPSを用いた代表的な測位法を、次に紹介する。

(1) 単独測位

GPS衛星の電波を1ヶ所で受信して、前項の測位原

理に基づいて、自分の位置を30~100m程度の精度で知る測位法である。

測位精度は低いが、船舶・自動車等移動体の位置決め、海上構造物の位置監視などに手軽に利用でき、カーナビゲーションなどで実用されている。

(2) デファレンシャルGPS (相対測位)

異なる2地点で同時に単独測位を行い、相互の距離と方向を求める測位法である。この測位法は、2地点間で同じ衛星の組み合わせを利用して測位し、相互の測位データを参照することによって数m程度の精度を得られる。単独測位では精度が不足する場合に適用できる。

(3) GPS干渉測位

VLBI(長基線電波干渉法)の原理を応用し、電波星の代わりにGPS衛星を用いた測位法で、100km程度の2地点間の距離を誤差10~20cm(基線長の1~2ppm)

第1表 GPSの概要

軌道高度	約20,000km
軌道傾斜角	約55度
軌道周期	0.5恒星日(約11時間58分)
軌道数	6
衛星数	21個(+予備3個)
搬送波周波数	1.57542GHz 1.2276 GHz ※
通信方式	スペクトラム拡散(直接法)
多重方式	CDMA(コード分割多重)
現用衛星数	17個(92.7)現在
備考	※は一般の利用には公開されていない。

の精度で測量できる。この測位は2地点の受信機で衛星の搬送波の位相を数時間測定することによって得られる。

●4 ● 時刻の基準としての利用

GPS衛星は、セシウムやルビジウムを用いた原子時計を搭載し、精度が $0.1\mu\text{s}$ 程度のきわめて安定な時刻を常時連続的に提供している。一方、受信機の時計は衛星の時計に合わせられるので、この時計により、離れた地点で高精度の時刻同期が可能である。

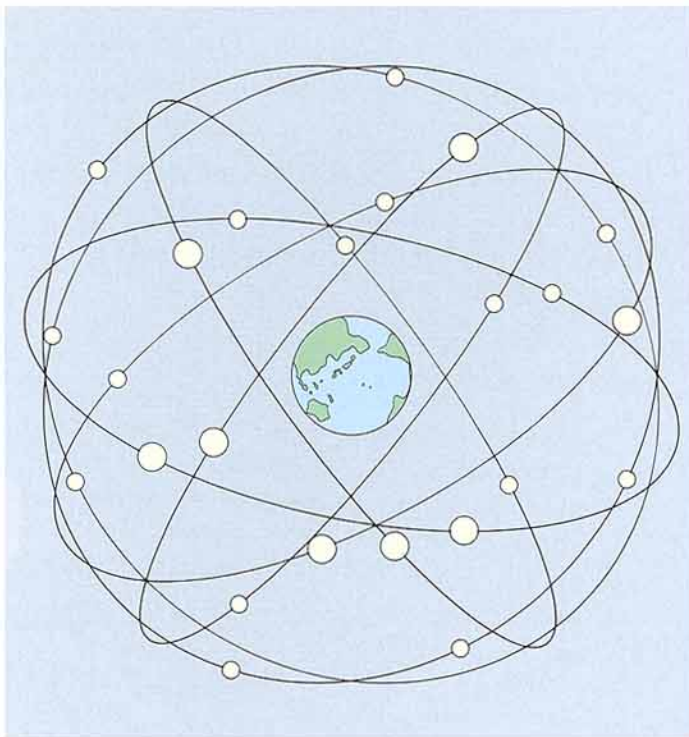
●5 ● GPSの応用と注意点

GPSは、絶対位置を測位するため誤差の累積がないこと、天候の影響を受けず測位地点間の見透しを要し

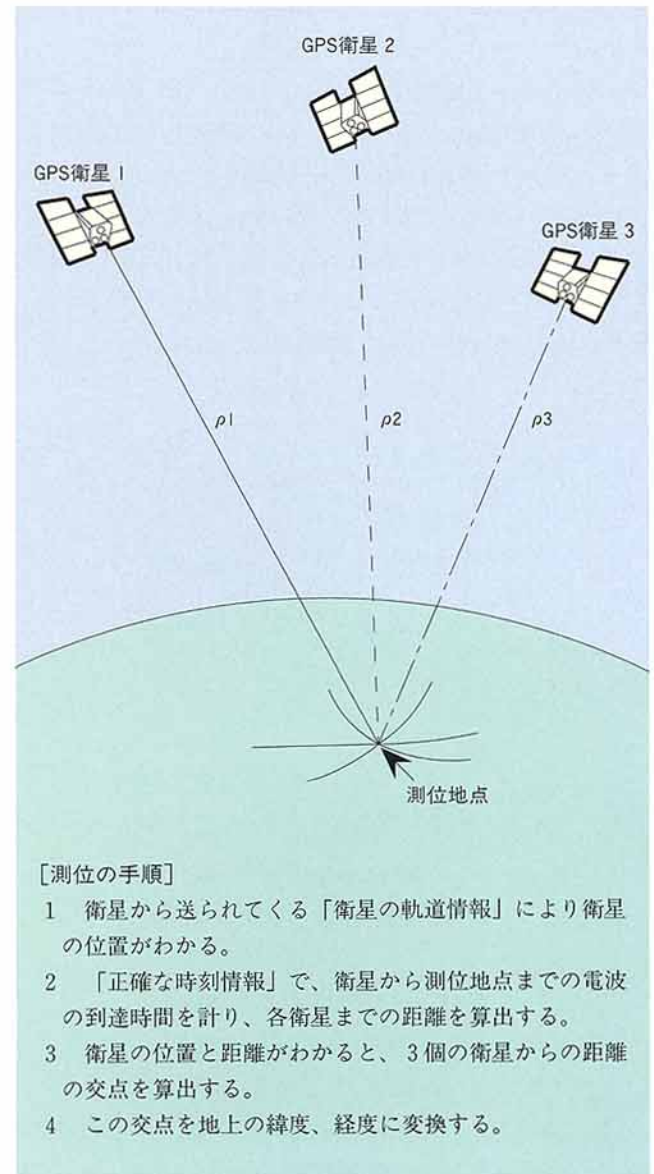
ないことなど多くの利点があり、たとえば、大規模土木工事、送電線路・マイクロ無線局建設などへ応用が考えられる。ただし、測位地点の周囲の上空が開けていなければならないことや、衛星からの電波を反射する建物等が近くにあると誤差を生ずることなど、測位地点の選定に注意が必要である。さらに、このシステムが軍事目的で開発されていることから、運用面での情報不足や将来にわたっての運用に不安があるなどに留意する必要がある。

[参考文献]

日本測地学会編著，“新訂版GPS—人工衛星による精密測位システム—”、日本測量協会



第1図 GPS衛星の配置



[測位の手順]

- 1 衛星から送られてくる「衛星の軌道情報」により衛星の位置がわかる。
- 2 「正確な時刻情報」で、衛星から測位地点までの電波の到達時間を計り、各衛星までの距離を算出する。
- 3 衛星の位置と距離がわかると、3個の衛星からの距離の交点を算出する。
- 4 この交点を地上の緯度、経度に変換する。

第2図 GPSの測位原理