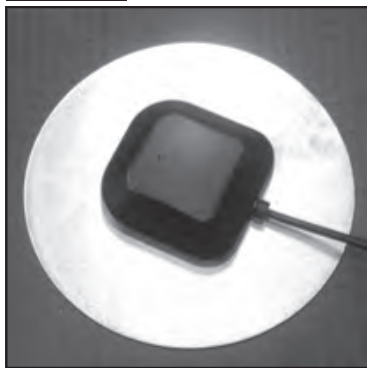
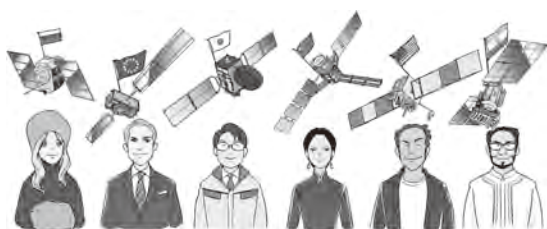


特設



現実的に避けられないGPS測位の天敵 性能を決める電波技術… マルチパスとその対策

鈴木 太郎 Taro Suzuki



米国のGPSに代表される衛星測位システムはGNSS (Global Navigation Satellite System)と呼ばれ、すでにさまざまな国が独自の衛星測位システムを運用しています。ロシアのGLONASS、EUのGalileo、中国のBeiDou、インドのIRNSS、そして日本の準天頂衛星(QZSS)など、2021年現在で120機以上の測位衛星が運用されており、空が開けた環境であれば常時35機ほどの測位衛星からの信号が受信できる時代です。

それぞれのGNSSは複数の周波数で独自の信号を出しています。そのうちの一部は民生用信号として信号の仕様を公開しているため、現在スマートフォン内蔵のチップを含む多くの受信機は、上記の複数のGNSS信号の受信に対応しています。ここでは、GNSS信号の特徴とその構造について紹介します。

GNSS信号の電波的な特徴

● GNSS信号の1.5GHzマイクロ波の特徴

GNSS信号は、主にLバンドと呼ばれる周波数帯域で送信されています。代表的なL1と呼ばれる信号の周波数はおよそ1.5 GHz周辺で送信されています。このGNSSのL1信号の波長は約19 cmであり、マイクロ波と呼ばれる分類になります。マイクロ波の特徴として、直進性が非常に高く、大気や降雨による減衰が比較的小さいため、GNSSは全天候型のセンサとして利用可能です。

一方、プラスチックやガラスなどは大きく減衰することなく透過するものの、木材、コンクリートなどで

は吸収され減衰します。地下やトンネル内などではGNSS信号の受信はできません。また、水もマイクロ波を吸収するため、GNSSは水中、海中では基本的に利用できません。

金属の表面などでは反射が起こります。鉄筋コンクリートなども電波を反射するため、屋内では窓の近くでないGNSS信号の受信は困難です。屋外でGNSSを利用する場合、ビルや樹木、さまざまな障害物によってGNSS信号は減衰、反射してアンテナに到達します。このなかでも建物などによって反射してアンテナに入射する信号のことを、マルチパス信号と呼びます。

● GNSS信号の受信電力

GNSS信号の特徴として、地上での受信電力が非常に小さいことがあげられます。GNSS衛星は例外もありますが、およそ高度2万 km程度で周回しており、地上での受信電力は-130 dBm程度です。GNSS受信機の帯域での常温での雑音レベルが-115 dBm程度であることから、GNSS信号は雑音の中に埋もれているといえます。

これはGNSS信号が外部からの干渉に非常に弱いことを意味します。GNSS信号の受信には、GNSSアンテナの直下にLNA (Low Noise Amplifier) が搭載されたアクティブ・アンテナを利用するのが普通です。

また、GNSS信号の送信には右旋円偏波(RHCP)という右回りの円偏波が使用されています。そのため、受信アンテナも右旋円偏波用に設計されたアンテナである必要があります。

GNSS信号のデータと変調

● 搬送波とPRNコード

図1にGNSS信号の構造を示します。ここでは例として、ほぼすべてのGNSS受信機で受信可能なスタンダードな信号であるGPSのLIC/A信号を示しています。LIC/A信号は、中心周波数1.57542 GHzの搬送波(正弦波)信号[図1(a)]を、PRN(Pseudo Random