

GNSS 時刻同期に悪影響を与える代表的な障害

1. はじめに

GNSS 受信機を用いることで、正確な時刻を手軽に得ることができます。今ではモバイル通信基地局やテレビ中継局、地震計、電力グリッド、金融取引など、世界中の社会インフラに GNSS 受信機から得られる正確な時刻が使われています。24 時間 365 日、停止してはならないサービスの一端を GNSS は支えています。その一方で、GNSS は特有の脆弱性を抱えています。GNSS 受信機をご検討の際は、ご利用シーンで安心してお使いいただけるよう、GNSS の脆弱性についても理解を深めていただくことが重要です。古野電気では、これらの時刻劣化への対策を講じており、それぞれ技術白書で解説しています。ここでは概要をお伝えします。

2. GNSS が抱える脆弱性と対策

GNSS の脆弱性と利便性は表裏一体です。GNSS 受信機は衛星からの無線電波を捉えて位置の測位と正確な時刻を算出します。このため、世界中どこでも GNSS アンテナを設置するだけで利用できるといった利便性を提供します。一方で、対流圏や電離層による伝送遅延によって、位置と時刻の算出結果の劣化が生じます。対流圏や電離層による伝送遅延は遅延のモデル式によってある程度補正できますが、高層ビルなどによって電波が反射するマルチパスの影響はこれらより大きい誤差要因として、時刻算出の観点においても認識されています。マルチパスの影響を低減する対策は GNSS を利用した時刻同期の必須事項となっています。

また、アンテナの故障や隣接周波数帯域の他の無線システムからの不要電波によっても無線電波の受信障害が発生します。近年は、意図的に GNSS 電波の受信を妨害するためのジャミング信号の存在も大きな問題となっています。ジャミング信号を低減する対策とともに、万が一受信中断したときの対策も必要です。

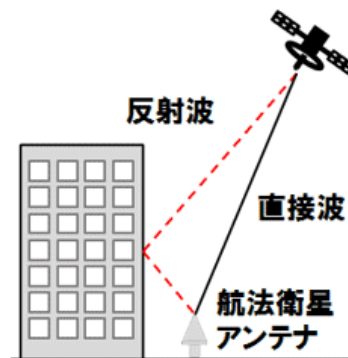
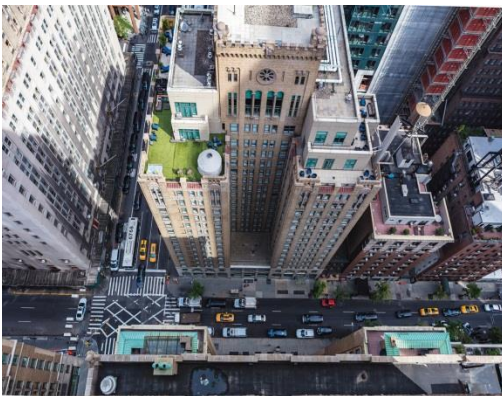
GNSS は衛星—受信機間の通信プロトコルが公開されていることも大きな特徴です。これによって、すべての人々が等しくこのサービスを楽しむことができます。一方で、衛星になりすました疑似電波（スプーフィング）も簡単に作成することができ、これによる誤った位置測位・時刻算出も大きな問題となっています。受信した信号がスプーフィングであることを認識してこれを使用しない対策が必要です。



2-1. マルチパス

これまで、GNSS を利用した高精度時刻同期を実現する場合、GNSS アンテナの設置条件は見晴らしの良い場所、すなわちオープンスカイである事が大前提でした。ビル街や見通しの悪い山間部では、アンテナは GNSS から信号を直線的に受信できず、周囲の構造物によって反射・回折した、いわゆるマルチパスと呼ばれる信号を多く受信してしまうためです。GNSS 受信機がマルチパス信号を使用してしまうと、時刻精度が劣化します。

次世代モバイル通信規格 5G や V2X (車車間/路車間通信) では、都市部に多数の無線局を設置します。マルチパス環境下においても正確な時刻を使いたいというニーズが高まっています。



2-2. 受信中断

GNSS による時刻同期システムの運用開始後の代表的なトラブルが、GNSS 衛星からの信号の受信中断です。GNSS 受信機は、衛星から届く信号を使って正確な時刻を作り出しているため、受信中断はシステムに重大な問題を引き起こします。

受信中断の具体例としては、GNSS アンテナの故障、アンテナと受信機間のケーブルの断線、アンテナ周辺の遮蔽物による信号遮断、大規模な太陽フレア発生による信号受信レベルの低下、などが挙げられます。

システムの安定した運用に向けて、受信中断にどう備えるか、事前に十分検討しておくことが大切です。



2-3. 妨害波（ジャミング）

衛星から放送されている GNSS 信号はもともと非常に微弱なものですので、アンテナの周辺にノイズ源や信号源が存在していると、それがジャミング信号として作用し、GNSS 信号の正常な受信を妨げる場合があります。

最近では、意図的に GNSS 信号を妨害するデバイス（GNSS ジャマー）がネットショップで簡単に買えるようになりました。個人が、自分の位置を知らせないために使うケースもあります（違法行為です）。GNSS の普及にしたがって、GNSS ジャミング信号による問題も、近年増加傾向にあります。



2-4. なりすまし（スプーフィング）

悪意のある者が GNSS を装った偽物の信号を放送して、位置や時刻の情報を誤認させる『なりすまし信号』が問題になっています。2017年6月以降、実際に黒海で船舶がなりすまし信号の攻撃を受けるようになってから、特にその注目度を高めています。時刻情報を利用する GNSS 受信機においても、なりすまし信号を受信すると、時刻計算を誤りシステムに悪影響を及ぼします。モバイル通信基地局などでは、通信できないといった大きなトラブルを引き起こしかねません。

近年、ソフトウェア無線機が安価に入手できるようになってきたことから、なりすまし信号への懸念が高まってきています。



2019年12月発行
2020年3月改訂