

# 不可視衛星のマルチパス信号の影響を低減した GNSS 時刻同期精度の改善

Precision Improvement in GNSS Time Synchronization  
by mitigating the effect of multipath signals from NLOS satellites

吉田誠史 則武克誌  
Seiji Yoshida Katsunori Noritake

日本電信電話株式会社 NTT ネットワーク 基盤技術研究所  
NTT Network Technology Laboratories, NTT Corporation

## 1. はじめに

GNSS による高精度時刻同期はモバイル基地局、電力グリッド、金融取引等の様々な産業領域において適用されている。アーバン・キャニオン受信環境で課題となるマルチパスによる時刻同期精度の劣化に対する対策技術について報告する。

## 2. マルチパス信号対策技術

時刻同期精度に主に影響を与えるのは不可視(NLOS)衛星のマルチパス信号であり、これを有効に排除することが本質的に重要な課題となる。我々は GNSS レシーバにおける統計的な処理により衛星信号を選択するアルゴリズムを考案した。考案アルゴリズムでは可視衛星信号および、伝搬遅延時間の小さい不可視衛星信号を優先して選択する。選択する衛星信号数は 4 に固定するモードおよび、最低値を 4 とし、受信環境によりアダプティブに選択衛星信号数を変動するモードを備えた。衛星選択の更新頻度は毎秒 1 回とした。今回、我々は GNSS レシーバモジュールにアルゴリズムをソフトウェアの機能として組み込む形で試作を実施し、実測による性能評価を行った。

## 3. 性能評価結果

開空間が制限され、不可視衛星のマルチパス信号を受信する環境として図 1 に示すように屋内の窓際にアンテナを設置した受信環境を構築した。この場合、開空間の半分以上が塞がれる。時刻同期精度の評価は屋上のオープンスカイ受信環境に設置したアンテナで受信した GPS 衛星信号を基準 GNSS レシーバに入力して出力される 1PPS 信号を基準信号とし、タイム・エラー計測器(Calnex Solutions Paragon-X)により経時的な相対時刻誤差(タイム・エラー)の変動を計測することにより行った。それぞれのアンテナからレシーバまでの同軸ケーブルの伝搬遅延はナノ秒単位の精度で補正した。マルチパス受信環境の GPS 信号に対する時刻同期精度の計測結果を図 2 に示す。統計的な衛星選択を行わないオリジナルの GNSS レシーバでは経時的なタイム・エラーが最大で $-150\text{ns}$ に達したのに対し、4 基の統計的衛星選択を有効にすることにより概ね $-50\text{ns}$ 以内となり、精度が大幅に改善した。一方、2 次元の測位精度についてもオリジナルの GNSS レシーバでは 110 時間経過後に真値から約 30m 北西の位置に収束したが、4 基の統計的衛星選択を有効にした場合、ほぼ真値付近に収束した。

## 4. まとめ

統計的衛星選択を適用することにより、不可視衛星のマルチパス信号の受信環境において時刻同期精度および単独測位精度が大幅に改善することを確認した。

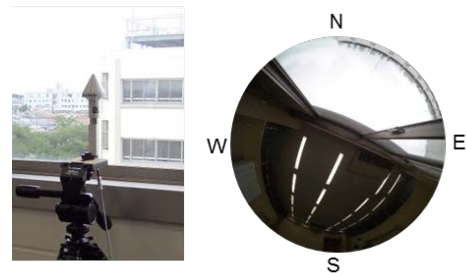


図 1 GPS アンテナの設置環境

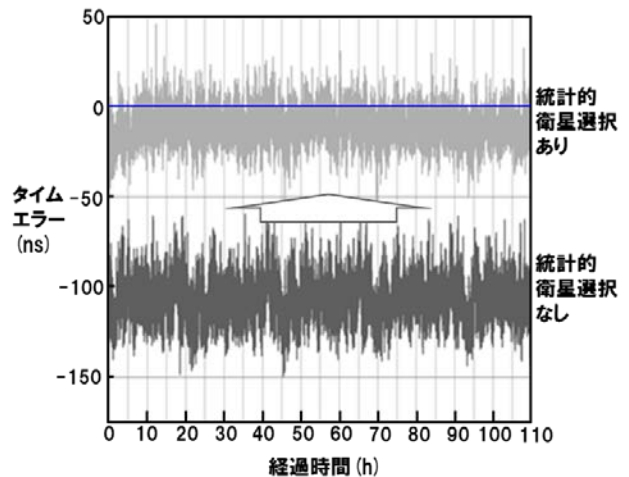


図 2 考案技術による時刻同期精度の改善効果



図 3 考案技術による 2 次元単独測位精度の改善効果