

小型の低軌道衛星を利用した新しい測位手法に関する研究

熊谷七星、小林海斗、尾関友啓、久保信明（東京海洋大学）

t201016@edu.kaiyodai.ac.jp

1. はじめに

低軌道衛星は測位分野では発展段階であるが、その研究には期待が高まっている。本研究では、電波の到来周波数 Frequency Of Arrival(FOA)を低軌道衛星により時系列に複数回観測する FOA 測位のシミュレーションを行い、その方法と結果を紹介する。

2. FOA 測位について

移動する観測プラットフォーム（低軌道衛星）を利用し、時系列に複数回得られる FOA 観測値から未知電波源を測位する。この測位手法により、未知電波源の3次元位置ベクトルと送信周波数を求められる。誤差として、熱雑音によるランダム性観測誤差、衛星位置誤差及び衛星速度誤差を考慮する。

3. シミュレーション設定

未知電波源の真値を北緯 35.666 度、東経 139.792 度、楕円体高 46.71m、送信周波数 5GHz としてシミュレーションを行った。観測誤差は、熱雑音は 2Hz を 1σ の標準偏差、低軌道衛星の位置及び速度誤差は3次元の各軸方向に位置は 10m、速度は 0.1m/s を 1σ の標準偏差とした。各誤差は標準偏差に従う正規分布に従うランダム誤差として取得し、真値に付加した。なお、シミュレーション回数は 50 回とした。

4. シミュレーション結果

低軌道衛星として Starlink を利用し、シミュレーションを行った結果を示す。単機の場合と 2 機の場合での精度を比較する。

4.1. 単機の場合

観測回数 5 回、観測周期 10 秒としたときの結果を示す。緯度方向(lat)、経度方向(lon)、高度方向(hgt)、送信周波数(fc)について、推定結果と真値との差を表 1 の通り RMS で求めた。

表 1 単機での推定誤差

誤差[m]			誤差[Hz]
lat	lon	hgt	fc
65208	155984	50812	172.15

単機を利用した場合の推定位置は図 1 のようになった。赤丸が推定位置、青丸が真値、黒三角が観測時の衛星位置である。

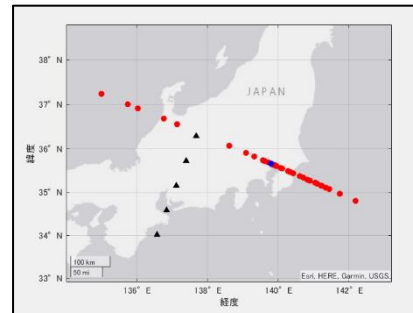


図 1 単機での推定誤差

4.2. 2 機の場合

4.1 と同様に、2 機を利用した場合の推定誤差を表 2 に、推定位置を図 2 に示す。

表 2 2 機での推定誤差

誤差[m]			誤差[Hz]
lat	lon	hgt	fc
72.59	193.90	176.06	30.53

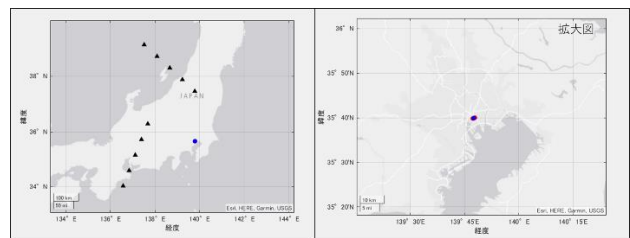


図 2 2 機での推定誤差

5. 結論

10 秒周期で 5 回観測の場合、2 機利用の場合は数百 m ほどの精度で位置を推定することができた。送信周波数に関しても推定精度向上が確認できた。

6. 参考文献

/1/網嶋武. 単一移動観測プラットフォームによる FOA 測位の測位誤差理論式及び評価. 電子情報通信学会論文誌 B. 2023, Vol.J106-B, No.2, pp.88-100.