

GPS時刻参照による楕円測位誤差の基礎評価

監視通信領域

※北折 潤、井上 諭、塩見 格一(客員研究員)

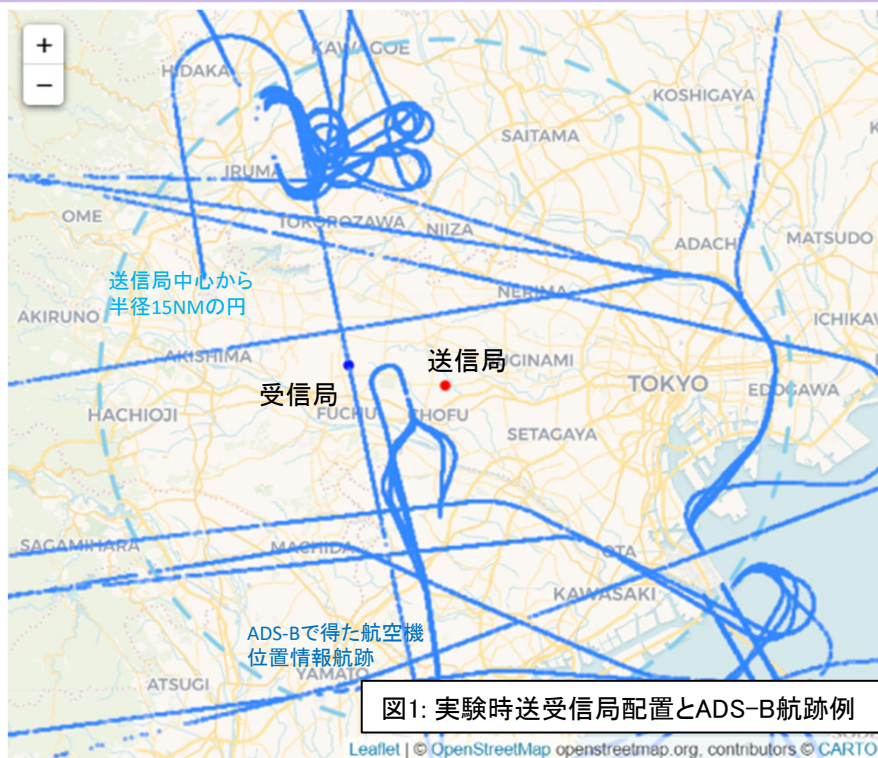


図1: 実験時送受信局配置とADS-B航跡例

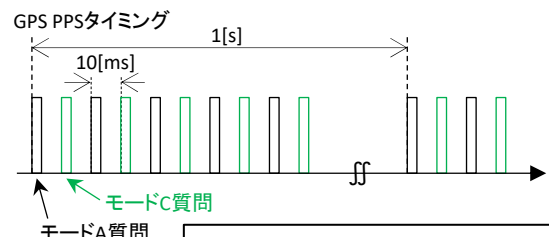


図2: LASS送信信号タイミング

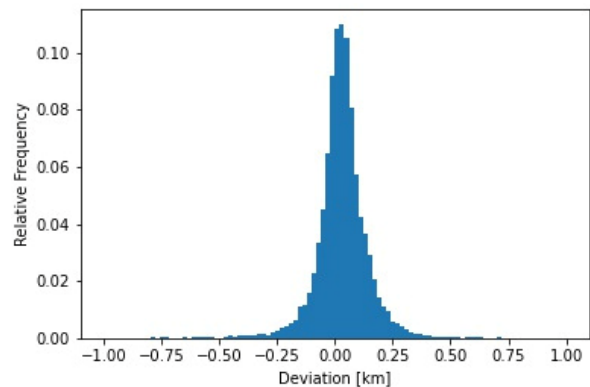


図3: 距離差分布ヒストグラム

1. はじめに

小規模地方空港等は管制空港に比べて航空機の離着陸回数が少なく、二次監視レーダ(SSR)が未設置のところが多い。当所では、SSRの代わりとなる質問信号簡易送信局と、受動型SSR(PSSR)を組み合わせ、設置周囲半径30NM程度以内にあるターゲットを監視できる近距離航空機監視システム(LASS)の研究を続けている。

2. LASSの測位手法と参照時刻

LASSは、「SSRモードA/C質問信号の送信(以下、信号送信)」～「応答信号の受信(以下、信号受信)」の時刻差及び送受信局の位置から航空機の存在する範囲の楕円体を計算する、マルチラレーションシステム的一种である。送受信局の異なる組み合わせから複数の楕円体を計算し、これらの楕円体の交点を対象航空機の位置と推定する。本方法を著者らは楕円測位法と呼んでいる。

送受信局の位置は既知として、楕円体の計算では信号送信～信号受信時刻差を正確に求める必要がある。LASSは送受信各局が独立して動作する設計思想に基づくため、各局がGPS受信部を装備し参照時刻をGPSから得る仕様である。しかし各局が独立してGPS時刻を得ることから、各局の参照時刻にわずかながら差が生じ楕円体計算結果に影響を及ぼす可能性がある。そこで、信号送信～信号受信時刻差が実際の航空機位置に対してどの程度正確に得られるかについて、LASS仕様に準拠した機材で検証することにした。

3. 実験の概要

本実験では図1に示すように送信局を調布市に受信局を国分寺市に設置し、周辺空域を飛行する航空機に対して送受信実験を行った。LASS送信局は図2に示すように

GPS時刻に基づき毎秒同じパターンでモードA/C質問を交互に送信する。送信タイミングは常に固定で送受信局双方で事前に情報共有している。受信局では監視範囲に相当する遅延時間以内に受信した信号を対象に信号送信～信号受信時刻差を計算した。

一方、正確な航空機位置としてADS-B位置情報も受信・記録した。今回は、GPS時刻のPPS 1秒単位で得られたLASSの信号送信～信号受信時刻差を距離に換算し、ADS-B位置情報及び送受信局位置から算出される信号往復距離と比較することで、ADS-B位置情報に対する距離差(ずれ)を統計的に求めた。

4. 実験結果

本実験は2021年1月28日～2月5日のうち4日間で実施した。図3は4日間で得られたデータのうち、ADS-B位置情報とLASS信号送信～信号受信時刻差が両方得られたものについて、距離差をヒストグラム表示したものである。距離差の約98%は±0.4km以内に収まっていることがわかった。なお、まれに距離差として50km以上もの値が出てくることがある。LASS受信局ではADS-B信号に対する誤り訂正が未実装であること、またADS-Bの受信欠落等により本来の航空機位置と離れた場所を示してしまうこと等の要因により大きな距離差が生じたものとみられる。

5. まとめ

LASSの楕円体計算の元となる信号送信～信号受信時刻差が、距離換算で航空機位置に対して概ね±0.4km以内に収まる結果となり、モードA/C信号だけの測位でも近距離の航空機監視に有効である見通しが得られた。本実験にご協力頂いたリオン株式会社の関係各位に感謝する。