

1 4. 光ファイバ接続型受動監視システムの実用化評価

監視通信領域 ※角張 泰之，古賀 禎，本田 純一
松永 圭左，田嶋 裕久，宮崎 裕己

1 はじめに

我が国の増大する航空交通量に的確に対応するためには，空港の処理能力を拡大させることが課題であり，安全性の確保を前提とした運航効率の向上が求められている。その対応の一端として，管制官への空港面における高精度な航空機位置情報の提供により，空港面運用の効率向上をもたらす「空港面監視技術（マルチラテレーション）」の導入が我が国の空港において進められている。

マルチラテレーションは，航空機から送信される電波（モード S スキッタ信号という）を利用して測位を行う監視システムである。送信されたスキッタ信号を，空港内に配置した複数の受信局で検出し，その受信時刻差を用いて航空機の位置を計算する(図 1)。正確な測位と機体の識別を行うためには，精密な時刻の測定やスキッタ信号に含まれるデータビットを正確に解読する技術が，マルチラテレーションでは必要とされる。

これまでのマルチラテレーションでは，空港のターミナルビル近傍のエプロンエリアや大きな格納庫が建ち並ぶ誘導路エリア等で，マルチパス信号干渉による性能低下の事象が指摘されていた[1]。これは建造物等で多重反射した電波がマルチパス干渉することにより，スキッタ

信号の波形が歪み，結果として時刻測定精度の低下や信号自体の検出率の低下，データビットの解読エラーなどが起こるためと考えられている。このようなマルチパス干渉問題に対し，当研究所ではその影響を受けにくい新方式マルチラテレーションとして「光ファイバ接続型受動監視システム(Optically Connected Passive Surveillance System: OCTPASS)」を提案し[2]，その実用化に向けた開発を進めてきた[3]。その際，仙台空港で行った評価試験では，その耐干渉性の有効性及び性能ポテンシャルの高さなど，基本性能を検証してきた。

しかしながら，これまでの評価では必要最小限の受信局数及び受信局配置での検証であり，このような限定的な評価では，実用化に向けた，運用装置としての信頼性を推し量ることが難しいと考えた。我々は仙台空港を OCTPASS の評価試験空港として位置付け，その評価環境の拡張を行い，航空機の実運用データをより幅広く取得・解析することで，運用に耐えうる監視装置としての実用化・信頼性評価を行ってきたので，本発表ではその概要を報告する。

2 OCTPASS の概要

OCTPASS は，マルチパス耐干渉性の向上と整備・維持コストの低廉化が期待できるマルチ

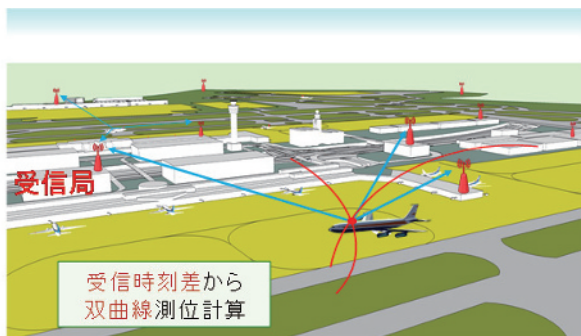


図 1 マルチラテレーションの測位原理

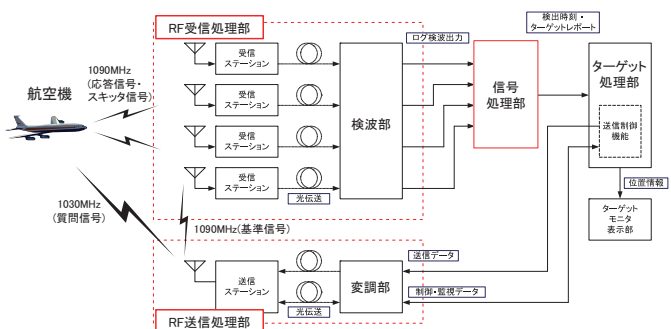


図 2 OCTPASS の構成概要



図3 評価環境拡張後の仙台空港 OCTPASS 送受信局の配置

受信局1～4は光給電駆動，5,6,8は商用電源駆動，7はソーラーパネル駆動となっている

ラテレーションとして開発を進めてきた。

システムの構成を図2に示す。受信信号をRFレベルで直接光伝送する方式や、マルチパス干渉による信号歪みの影響を受けにくい時刻検出手法を取り入れた信号処理方式など、従来型のマルチラテレーション装置にない特徴的な構成を取り入れることにより、高性能化を図っている。

この構成に起因した従来装置に対するOCTPASSの優位性は、次のように列記できる。

- ・各受信局の受信信号の一括処理により、干渉を受けて歪んだ信号も測位に利用出来るため、信号検出率の向上が図れること。
- ・遅延減衰時刻検出法(Delay Attenuate and Compare: DAC法)により、信号の強弱や干渉の有無に関わらず安定した時刻計測が出来るため、TOA(Time Of Arrival)測定誤差が小さいこと。
- ・各受信局間の時刻同期処理が原理上不要であり、TDOA(Difference Of Arrival)の測定精度が安定すること。
- ・各受信局部で行う処理が簡易であり、空港内に設置する機器の小型化、低消費電力化が図れること。

3 OCTPASSの実用化評価

3.1 評価環境の拡張

これまで主に4局の受信局で基本性能の検証

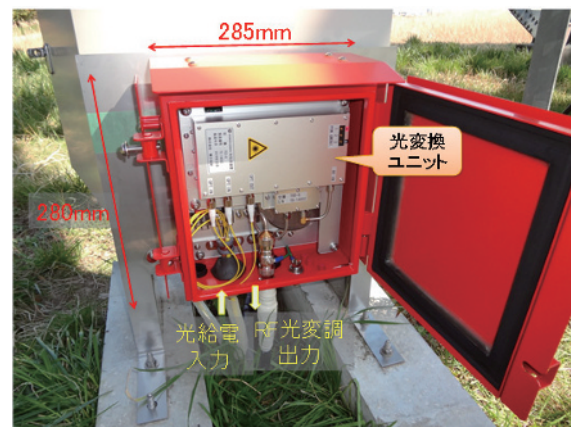


図4 光給電型受信局

を行ってきた仙台空港の評価環境を、空港全面を監視対象とするよう拡張し、信号処理部1台の入力チャンネル上限である8チャンネル(8受信局)化を図った。受信局の配置を図3に示す。これにより、これまで監視対象外であったB滑走路の西側エリア、A滑走路の南側エリアを含む空港全面において、航空機の位置情報が得られるようになった。

新たに追加した受信局装置については、何れも光給電技術を採用しており、設置するに当り、電源工事が不要なものであった(図4)。これらの受信局においては、設置後殆ど設置サイトを訪れる必要がなく、メンテナンスフリーの状態で見守りながら駆動を続けている。また、一箇所の受信局ではソーラーパネル及びバッテリーでの駆動を実現した。夜間や悪天候時も含め、設

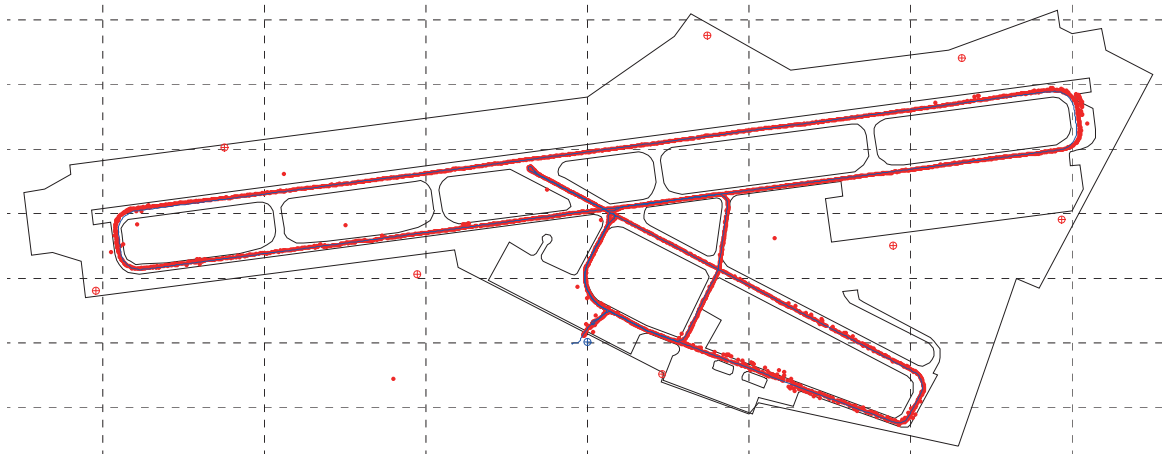


図5 実験用車両の地上走行中の測位航跡例

置後、受信局の停止は起きていない。

評価環境の拡張に併せて、岩沼分室内に送信局を設置した。OCTPASS は受動監視を基本とした装置であり、その原理上は航空機のモード S トランスポンダへの質問送信を必要としない。しかしながら実運用を視野に入れた場合、周辺を飛行する航空機のビーコンコード情報や気圧高度情報の取得を行う能動的な質問信号の送出が不可欠であり、システムの構成要素として送信処理部が必要である。また、この航空機への質問・応答を活用し、測距(レンジング)を行うことで、測位の補完を行う機能も実装している。

OCTPASS 送信処理部は、機器室内に設置する「変調部」と空港内の送信サイトに設置する「送信ステーション」からなる。OCTPASS が特徴的とする RF 光伝送技術を適用した構成となっており、複雑な処理は全て機器室側の変調部で行っている。送信可能な信号は、航空機に向けた質問信号(1030MHz)のみならず、システムの運用状態監視を目的とした基準信号(1090MHz)の送出も行っている。

3.2 評価装置の状況

評価環境拡張後に、モード S トランスポンダを搭載した実験用車両による地上走行実験及び実験用航空機による空港周辺飛行実験をそれぞれ実施した。図 5, 6 にその際に得られた航跡を示す。青の実線はキネマティック GPS によるリファレンス航跡、赤のプロットは評価装置による測位計算結果である。

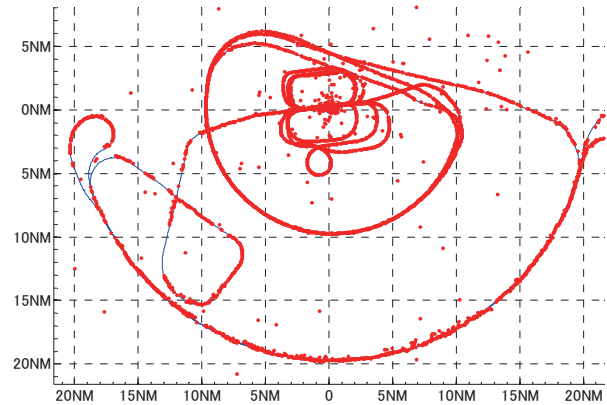


図6 実験用航空機の飛行中の測位航跡例



図7 OCTPASS 表示装置

図 5 では、実験用車両の地上走行時の測位結果を示している。空港の端部等の一部エリアで測位結果に乱れが生じているが、空港全面において抜けなく車両位置の監視が出来ていることが分かる。

図 6 は、実験用航空機による空港周辺飛行の結果である。通常マルチラテレーションでは、

幾何学上、複数の受信局で囲まれたエリア内でのみ十分な位置精度が得られるが、ここでは送信局が行う質問送信を利用したレンジング処理により、空港周辺での監視を実現している。OCTPASS では、送信局と受信局とがそれぞれ別の場所に設置されているため、レンジングにより複数の楕円を作図して測位計算をする、マルチレンジングという手法を用いている。空港周辺 20NM のエリアにて、概ね良好に航空機位置が得られているのが分かる。

3.3 長期間信頼性評価・運用者評価

運用に耐えうる監視装置としての実用化・信頼性評価を行うため、航空機の実運用データをより幅広く取得する必要がある。そのため仙台空港におけるモード S トランスポンダの運用方法の変更を実施した[4]。一般的には地上走行中の航空機はモード S トランスポンダの動作を停止させ、電波(モード S スキッタ信号や SSR 個別質問への応答信号)の送信を行わないが、マルチラテレーションによる監視の必要がある空港では、これを動作させる運用を行っている。仙台空港においては評価運用目的として、平成 26 年 4 月以降このような運用を行っている。これにより、日常的に航空機の実運航時のデータを取得することが出来るようになった。

評価環境の拡張後は、装置の信頼性の確認のため、受信局部及び岩沼分室内の処理装置部の連続稼働を行っている。稼働開始から 1 年以上が経過したところであるが、建物の停電等の外的な要因以外において、装置の異常停止やアラートの発生は無かった。

また、岩沼分室内の処理装置で計算し生成している航空機位置情報(測位結果)を、実際に仙台空港事務所の運用担当官らに提供する試みを行っている。管制官、管制技術官、運航情報官の運用室に図 7 に示す OCTPASS 表示装置を設

置し、日常的にその挙動について、運用者の視点からのチェックをお願いしている。このような運用者評価は現在も継続して実施しているところであり、今後アンケート等の調査により運用者からのフィードバックを得る予定である。

4 まとめ

光ファイバ接続型受動監視システム(OCTPASS)の実用化評価として、仙台空港を評価試験空港と位置づけた実環境評価を実施している。本発表では、評価環境の拡張後の装置の状況や評価の現状について、その概要を報告した。システムの実用性や有用性は十分に実証できたものと考えているが、現在評価は継続中であり、特に運用者視点からのフィードバック等を基に装置の改良に結びつける予定である。

謝辞

仙台空港における評価環境の整備、運用者評価の実施にあたり多大なご協力を頂きました国土交通省東京航空局仙台空港事務所の方々を始めとした、関係各所の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 宮崎 他，“空港面マルチラテレーションの導入評価結果”，電子航法研究所報告，125, p1 (2010).
- [2] 田嶋 他，“空港面受動測位におけるマルチパス誤差低減時間検出手法”，電子航法研究所報告，121, p19 (2009).
- [3] 角張 他，“光ファイバ接続型受動監視システム(OCTPASS)の性能評価結果”，電子航法研究所研究発表会講演概要 (2012).
- [4] 国土交通省航空局，“仙台空港におけるマルチラテレーションの評価運用について”，AIC, Nr012/14, 2014 年 3 月.