

## 24. A-SMGCS システムの監視機能の開発について

※古賀禎(機上等技術領域)

宮崎裕己、二瓶子朗(通信・航法・監視領域)

小松原健史(国土交通省東京航空局)

### 1. はじめに

航空交通流の増大に伴い、空港面における航空機や車両の安全で効率的な運航が必要となっている。このような問題に対処するため、先進型地上走行誘導管制システム(Advanced Surface Movement Guidance and Control System: A-SMGCS)の開発が欧米を中心に進められている。また、ICAO は、A-SMGCS の概略を示すマニュアル[1]を2004年に発行した。

当研究所では、平成16年より「A-SMGCS システムの研究」を開始した。ICAO マニュアルでは、A-SMGCS の4つの基本機能(監視、管制、経路設定、誘導)を定義しているが、本研究ではこれらの基本機能の開発を平行して進めている。中でも監視機能は、他の3機能に必須となる監視情報を提供することから、もっとも重要な機能と位置づけられており、早期の実現が望まれている。

本稿では、本研究における監視機能の開発について紹介する。第2節で、監視機能の構成について紹介する。第3節で、仙台空港および羽田空港で実施した実験の概略を紹介する。第4節で、まとめを述べる。

表1 監視センサの特徴

	監視方法	ID	搭載装置
ASDE	非協調	なし	不要
MLAT	協調	あり	トランスポンダ
SSR	協調	あり	トランスポンダ
AVPS	協調	あり	車載装置

### 2. A-SMGCS 監視機能

本節では、開発を進めている A-SMGCS の監視機能および構成について述べる。図1に構成を示す。監視機能は2つの機能に大別できる。一方は、移動体の位置を検出する監視センサであり、他方は監視センサからの監視情報を統合する統合型監視センサである。監視センサは監視対象や監視範囲などにそれぞれ特徴がある。このため、A-SMGCS では、複数の監視センサからの監視情報を統合型監視センサにおいて統合し、信頼性の高い監視情報を構築する。

#### 2.1 監視センサ

当所では、これまでに複数の監視センサの研究開発を行ってきており、現在では4つのセンサが

利用できる。各センサの特徴を表1に示す。移動体側に装置が必要となるセンサは協調型(cooperative)、不要なセンサは非協調型(non-cooperative)と呼ばれる。

(1)空港面探知装置(ASDE)

ASDE は、空港面を監視する一次レーダである。航空機側に特別な装備が必要な

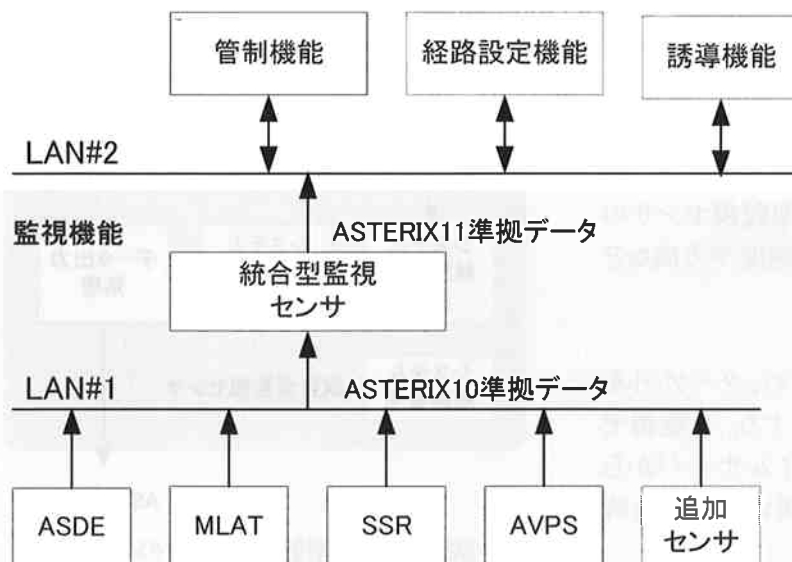


図1 A-SMGCS 監視機能

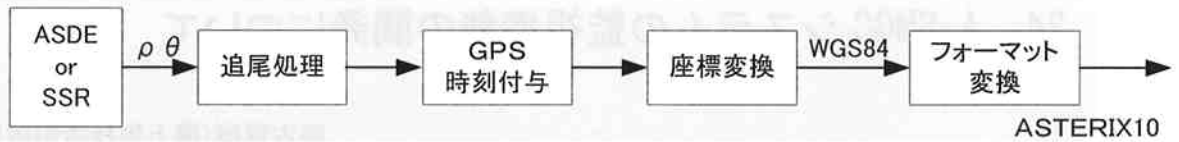


図2 監視センサの機能

く、航空機と車両の両方を検出できる。一方、移動体の識別情報(ID)を得ることができない。また、建物による遮蔽等で電波が届かないエリア(ブラインドエリア)における移動体検出は難しい。

(2)モード S マルチラレーション(MLAT)

モード S トランスポンダから発信する 1090MHz の信号を複数の地上局(受信局)で捕らえ、航空機の位置を測定する。トランスポンダを搭載した航空機を監視できる。

(3)SSR モード S(SSR)

SSR は空港周辺空域の飛行中の航空機の監視が主な役割であるが、到着機の監視情報を提供するセンサとして A-SMGCS システムでは広く利用されている。SSR から1NM 以遠の飛行中の航空機を監視できる。

(4)空港内車両位置情報システム(AVPS)

AVPS は主に車両を監視する。GPS で測位した位置データを、車載装置を用いて基地局に送信する。

2.2 監視センサにおける処理

本研究では、A-SMGCS 監視機能で使用するため、新たな処理を監視センサに追加した。これにより、統合型監視センサでの処理に適したデータを入力する。図2に、追加した処理機能の構成を示す。

(1)追尾機能

監視センサにおける追尾処理はローカル追尾とよばれ、監視センサのデータのみでターゲットの追尾を行う。追尾処理により、統合型監視センサの相関処理で使用するターゲットの速度や方向などの情報を出力する。

(2)時刻付与

監視センサの時刻同期をとるため、ターゲットを検出した時刻を出力結果に付与する。各監視センサには、GPS 時計を持つタイムサーバから NTP(Network Time Protocol)を用いて正確な時刻が供給される。

(3)座標変換

統合型監視センサでは統一した座標系(WGS84 座標系)を使用するため、レーダ(ASDE、SSR)の極座標(ρ, θ)によるターゲットの位置を WGS-84 座標位置へと変換する。

(4)フォーマット変換

監視センサは、センサ毎に独自のフォーマット監視情報を入力する。そこで、統合型監視センサへの入力を統一するため、フォーマットを EUROCONTROL/ASTERIX10(All purpose Structured Eurocontrol Radar Information Exchange) に準拠したフォーマットに変換する。統合型監視センサは、統一フォーマット化により ASTERIX10 フォーマットだけを処理すればよい。

2.3 統合型監視センサ

統合型監視センサは、複数の監視センサからの監視情報を統合し、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置情報を生成する[2]。図3に各処理の構成を示す。センサ毎の情報で作成されたターゲットをセンサ航跡、統合したターゲットをシステム航跡と呼ぶ。

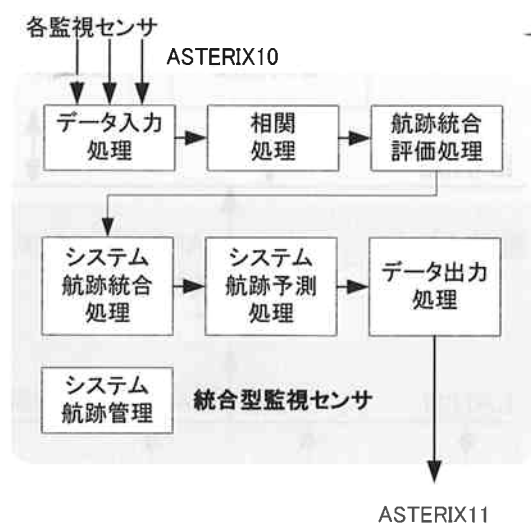


図3 統合型監視センサの各処理

### (1) データ入力処理

各監視センサからの ASTERIX10 フォーマットのデータを読み出し、後段の処理にデータを受け渡す。入力フォーマットが統一されているため、新たなセンサを容易に追加できる。

### (2) 相関処理

相関処理では、入力データとシステム航跡に相関があるかを判定する。システム航跡と相関ありと判定した場合、システム航跡に入力データを関連づけて処理を進める。相関なしと判定した場合、新たにシステム航跡を生成する。

### (3) 航跡統合評価処理

監視センサ毎に、入力データから現在位置を計算する。次に、現在位置とシステム航跡の予測位置の比較を行い、監視センサ毎の測位精度を計算する。

### (4) システム航跡統合処理

監視センサ毎の現在位置を測位精度により重み付けを行い、システム航跡の現在位置を導出する。

### (5) システム航跡予測処理

カルマンフィルタを用いたアルゴリズムにより、システム航跡の現在位置からシステム航跡の予測位置を計算する。

### (6) データ出力処理

システム航跡の現在位置を、ASTERIX11 形式の監視情報に変換し、1秒毎にLANに出力する。

### (7) システム航跡管理

システム航跡の状態をモニタし、データ入力のない不要な航跡の削除などを行う。

## 3. A-SMGCS 監視機能の実験

システムの機能をテストするため、平成17年に ASDE とマルチラレーションの2つの監視センサを用いた実験を仙台空港および羽田空港において実施した。

### 3.1 仙台空港

本実験では、監視センサの処理から統合型監視センサにおける相関処理までの動作確認を行った。トランスポンダを搭載した車両による走行実験を行った。ASDE、MLAT の相関前の出力を図4に、相関後の出力を図5に示す。

実験の結果、監視センサにおいて、座標変換、フォーマット変換などの処理が正しく行われ、統合

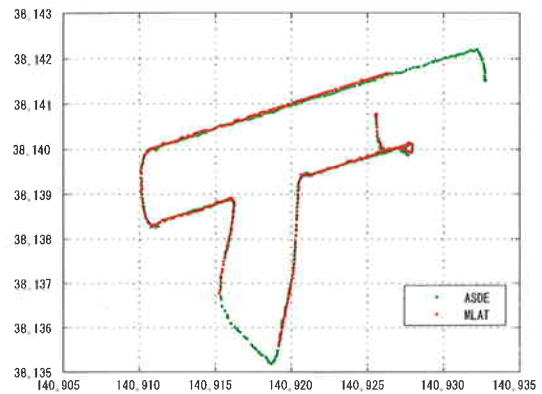


図4 監視センサ (ASDE, MLAT) 出力

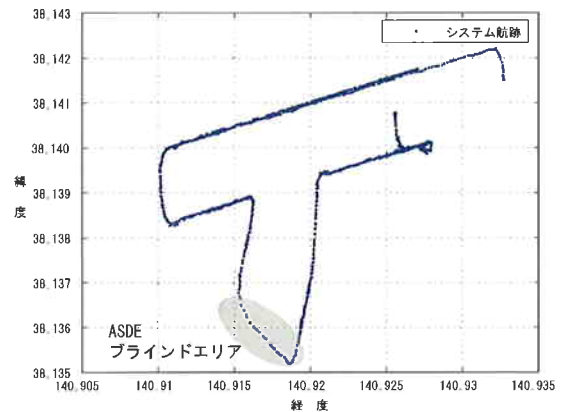


図5 統合型監視センサの出力

型監視センサに ASTERIX10 データを出力していることを確認した。

統合型監視センサにおいても、相関処理により2つのセンサ入力から1つのシステム航跡が得られることを確認した。また、システム航跡は大きく測位位置を外れることなく維持でき、ASDE のブラインドエリア (図4の網掛けエリア) においても、MLAT 入力により補完されていることを確認した。

### 3.2 羽田空港

本実験では、統合型監視センサの全処理の動作の確認を行った。図6および図7に飛行検査機による地上走行実験による結果を示す。

統合型監視センサの相関処理により、ASDE のブラインドエリアであるJ2,J3誘導路を通過後も、継続してシステム航跡を維持していることを確認した (図7)。仙台実験で未確認であった相関処理より後段の処理についても設計通りに動作することを確認した。

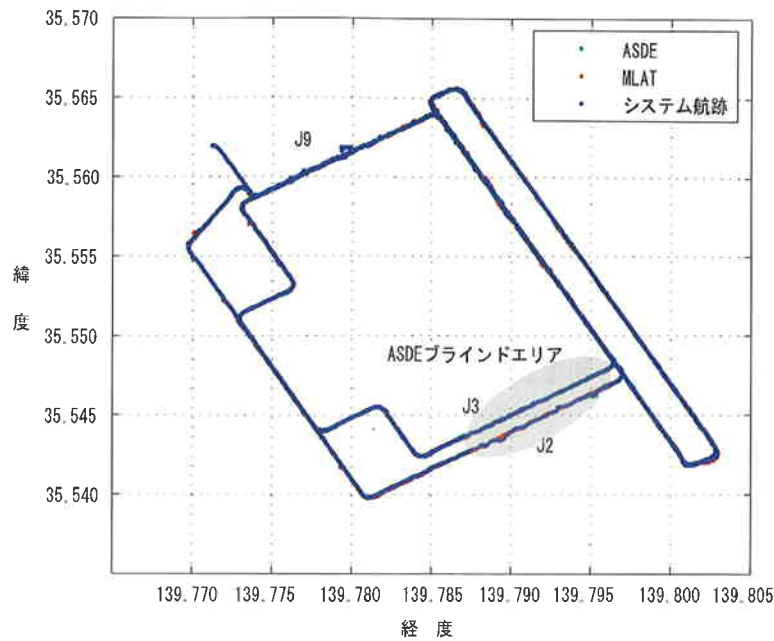


図6 システム航跡全体図

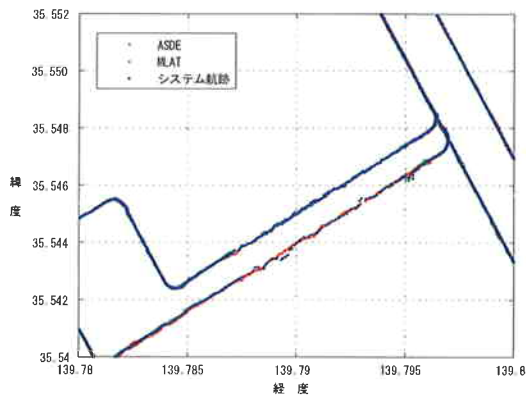


図7 システム航跡 J2, 3 誘導路拡大図

一方、本実験ではMLATを最優先センサとしていたため、システム航跡の出力は、MLAT による測位の影響を強く受けていた。このため、J9 付近にMLATの航跡の若干の劣化があるが、システム航跡も同様に劣化していた。このようなエリアについては測位精度の高いセンサを主センサにするなどの優先センサの適切な設定が必要となる。統合型監視センサにおける各処理には多数のパラメータ(カルマンフィルタの係数や航跡の継続回数など)があり、これらについても更に検討する必要がある。

#### 4. まとめ

本報告では、当所で開発中の A-SMGCS の監視機能の紹介および平成 17年度に仙台および羽田空港で行った実験結果の概略を紹介した。

実験の結果、監視センサの処理(座標変換、フォーマット変換など)が正常に行われていることを確認した。また、統合型監視センサについても、各処理が動作することを確認した。特に、相関処理により、ASDE のブラインドエリアにおいても、システム航跡の維持を確認できた。一方、相関処理より後段の処理については、実データに基づいて、パラメータを適切に設定する必要があることが明らかになった。今後は、パラメータの改善により、高精度・高信頼性の監視情報の出力を目指す。

#### 謝辞

実験に御協力いただきました東京空港事務所、仙台空港事務所、当研究所岩沼分室、他関係各位に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1]ICAO,Doc-9830,"A-SMGCS Manual", First Edition,2004
- [2]J,M,Molina,et al, "Analysis of data fusion architectures and techniques in the developments of an A-SMGCS prototype ",fusion2004,ISIF