

11. A-SMGC システムの監視機能の性能評価について

機上等技術領域 ※古賀 禎
 通信・航法・監視領域 二瓶 子朗、宮崎 裕己、松久保 裕二
 航空交通管理領域 青山 久枝、山田 泉

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、当研究所では、先進型地上走行誘導管制システム (Advanced Surface Movement Guidance and Control System: A-SMGCS) の研究を進めている。

A-SMGCS は、監視、経路設定、誘導、管制の4機能から構成される^[1]。監視機能は A-SMGCS の中核をなす機能であり、他機能に必要な監視情報を提供する。当所では仙台空港における実験や羽田空港における受託評価などを行い、監視機能の向上を進めている。

本稿では、平成19年に羽田空港において実施した監視機能の性能評価について報告する。2節で監視機能の構成について紹介し、3節で評価結果について述べ、4節でまとめを述べる。

2. 評価システム

本節では、羽田空港における評価システムについて述べる。図1にシステムの構成を示す。本システムは、2つの監視センサ(空港面探知レーダおよびマルチラテレーション)と統合型監視センサから構成される。

2.1 空港面探知レーダ(ASDE)

ASDE は、空港面を監視する一次レーダであり、移動体に特別な装備は不要である。このため、航空機や車両などを監視できる。一方、反射波から移動体検出を行うため、識別情報 (ID) が得られない。図2に ASDE による航跡を示す。羽田空港においては滑走路および誘導路を検出対象エリアとしている。ASDE は管制塔上部(図2の原点)に設置されている。

2.2 マルチラテレーション (MLAT)

MLAT は、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。モード S トランスポンダ搭載機でトランスポンダのスイッチを ON にしている航空機が監視できる。一方、モード S トラン

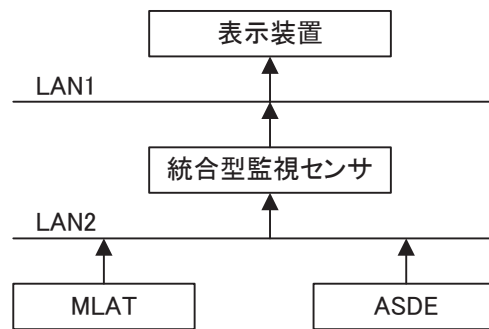


図1. 評価システムの構成

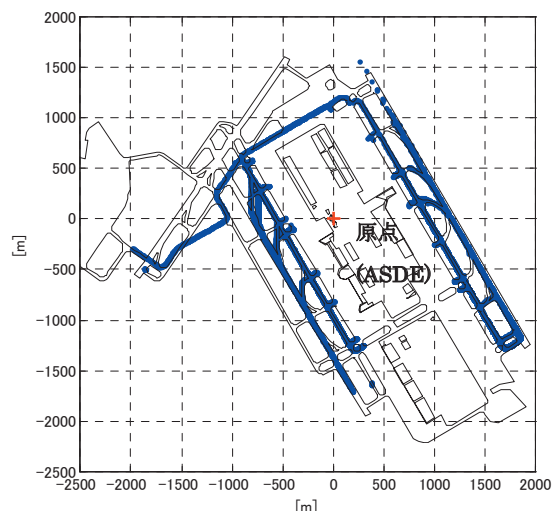


図2. ASDE による航跡

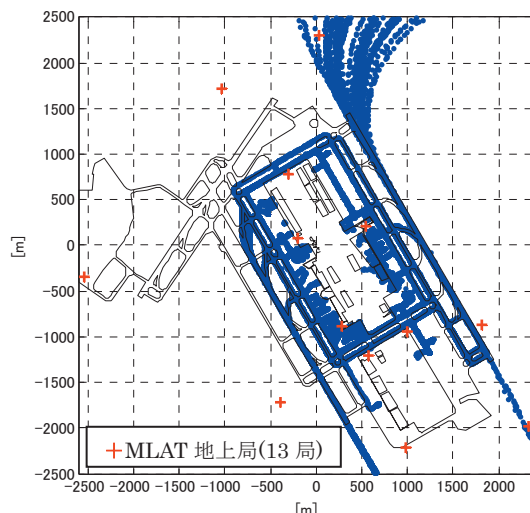


図3. MLAT による航跡

スポンダ非搭載機やトランスポンダのスイッチを OFF にしている航空機は検出できない。羽田空港においては、平成18年11月より

- ・ 出発機はプッシュバックまたは地上走行開始のいずれか早い時期。
- ・ 到着機は到着ゲート内で停止するまで。

トランスポンダを ON にすることが要求されている。滑走路、誘導路における航空機位置の他に、精度は劣化するもののエプロン内でも位置が得られる。図3にMLAT航跡を青点で、地上局(13局)位置を赤+で示す。

2.3 統合型監視センサ

統合型監視センサは、ASDE および MLAT の2つ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。統合された監視情報は表示装置で表示され、管制官に提供される。

3. 羽田空港における評価

統合型監視センサの性能を評価するため、平成19年11,12月に羽田空港においてエアライン機の観測による評価を実施した。本節では、監視センサの航跡と統合型監視センサによる統合航跡の比較結果について述べる。

3.1 測位性能評価

ここでは、統合航跡の平滑航跡を基準として、統合航跡の比較を行った。平滑航跡との比較は、KGPS などの高精度測位システムによる基準位置が得られない場合などの評価に用いられる^[2]。

平滑位置は、時刻 t の前後5秒間の統合位置を最小2乗法により二次曲線近似することにより導出する。図4において、青点が ASDE 航跡、緑点が MLAT 航跡、赤+が統合航跡である。滑走路、誘導路において3つの航跡は重なって表示されており、統合処理が正常に行われていることがわかる。それぞれの航跡を比較した結果を表1に示す。統合航跡は、2RMS 値(最小2乗平均誤差)が 4.08 m となり、バラツキの小さい結果が得られた。

ASDE 測位位置と MLAT 測位位置には、十数メートルの差があった。ASDE は反射波の中心を測位位置とする。一方、MLAT はトランスポンダのアンテナ位置が測位位置となるため、測位位置に差が生じる。現統合処理では、両者の中間を測位位置としている。測位位置差の補正については、今

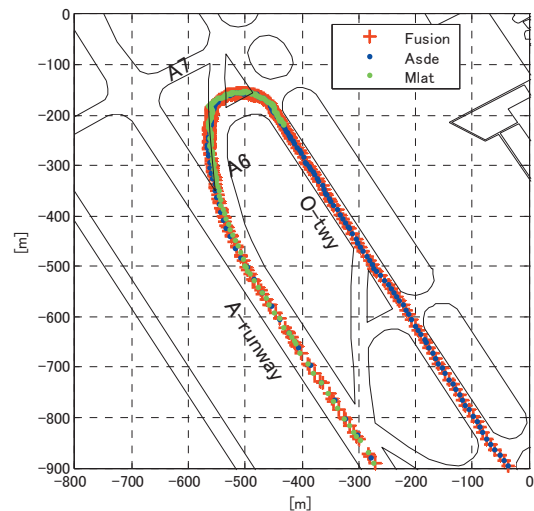


図4. 測位精度の評価

表1. 測位精度 76機 (2rms)

	X 方向	Y 方向	距離
統合航跡	2.77m	3.00m	4.08m

後の検課題とする。

3.2 検出性能評価

統合処理による検出性能として検出継続時間、検出率および誤検出率を評価する。

(1) 検出継続時間

検出継続時間とは、目標を検出している総時間をいう。表2は、各センサの航跡 (ASDE, MLAT) と統合航跡の検出継続時間を示す。

統合航跡では、モード S トランスポンダ非搭載機やトランスポンダ OFF の航空機など、MLAT 非検出目標を ASDE で補完する。また、ASDE ブラインドエリア内の航空機は MLAT により補完する。これにより、センサ単独と比較して、安定した監視が可能となる。

表2. 検出継続時間 (76機)

ASDE 航跡	21,785 秒
MLAT 航跡	82,357 秒
統合航跡	83,595 秒

(2) 検出率

検出率として2秒更新率を評価した。2秒更新率とは更新間隔が2秒以内となる目標の割合である。表3に各センサによる割合を示す。図5は MLAT 航跡、図6に統合航跡の2秒更新率の航

跡例を示す。図中、2秒以内となった目標位置は青点で、2秒を超える目標位置は緑点で示す。

なお、ASDE 航跡では監視対象エリア内における2秒更新率は100%であった。ASDEは目標追尾処理を施しているため、ターゲット検出後は1秒毎に位置を出力している。

表3. 検出率(2秒更新率)

12月21日 12:54-14:14	2秒更新 レポート 数	レポート 数	検出率
ASDE 航跡	23,538	23,538	100%
MLAT 航跡	66,397	65,583	98.05%
統合航跡	96,361	96,386	99.98%

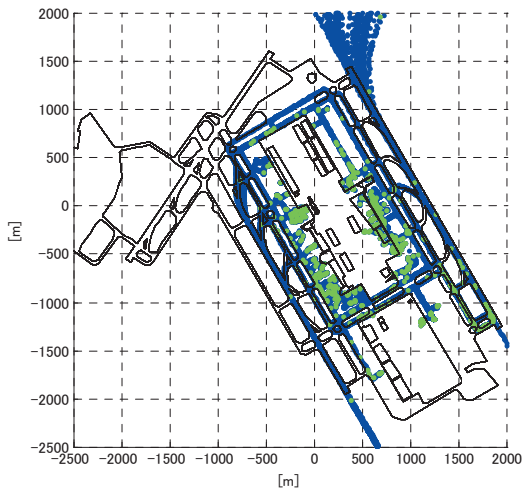


図5. 2秒更新率 (MLAT 航跡)

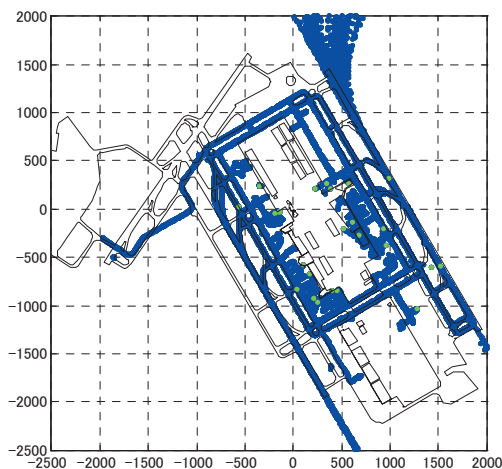


図6 2秒更新率 (統合航跡)

MLATの2秒更新率は、98.05%であった。一部の航空機では、停止時にモードS信号の発信レートを下げる。このため、MLATでは、図5の緑点で示すように滑走路進入前の停止時やプッシュバック直後などにおいて更新率が低下していた。

統合航跡の2秒更新率は99.98%となった。統合処理による補完によって、図6に示すようにMLAT単独と比較して検出率の向上が図られことがわかる。

(3) 誤検出率

誤検出率として誤目標の発生率を評価した。表4は、各センサ航跡(ASDE,MLAT)と統合航跡に対する誤検出率を示す。ASDEは虚像による誤目標があり、検出率は0.71%となった。一方、MLATによる誤検出率は0%であった。また、統合処理後の誤検出率は0.19%となった。

図7は、ASDEの虚像による誤目標を示す。ASDEの虚像は極力抑制することが望まれるが、全てを抑圧することは難しい。ASDEの虚像は、MLATと相関がなく存続時間も短いなどの特徴がある。これらの特徴に当てはまる目標とそれ以外を区別して処理することにより、その影響を軽減できる。

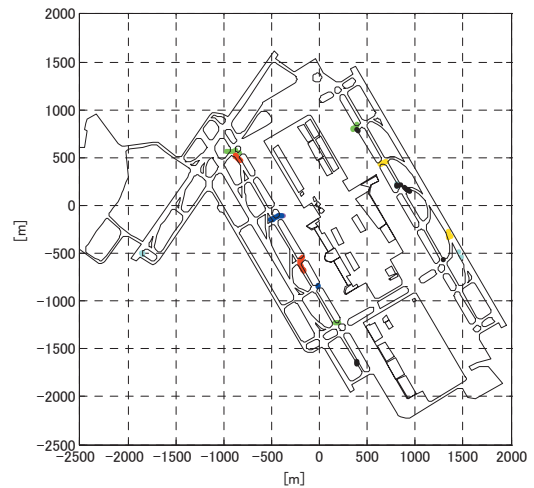


図7 ASDEによる誤目標

表4. 誤検出率

12月21日 12:54-14:14	誤レポート 数	総レポート 数	誤検出 率
ASDE 航跡	168	23,538	0.71%
MLAT 航跡	0	65,583	0%
統合航跡	184	96,386	0.19%

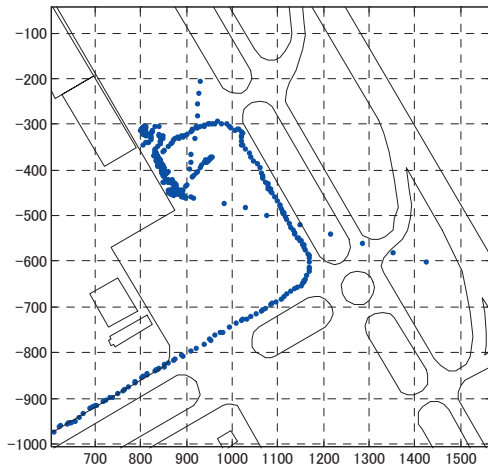


図8. スポット付近における誤目標(統合航跡)

この他に、統合航跡ではスポット付近においてトランスポンダ電源投入直後に誤目標が発生していた。図8は誤目標の一例であり、追尾により誤目標が滑走路付近まで出現していた。このような誤目標は、追尾初期捕捉時に測位精度の劣化した更新レートの高い MLAT 測位位置を入力し、これを用いて追尾継続することにより発生する。

現在、このような誤目標に対する対策を検討中である。一例としてスポット付近をマスクすることで監視対象エリア外とする方法などが考えられる。

4. まとめ

本報告では、平成19年度に羽田空港で行った性能評価の結果について紹介した。

評価の結果、統合処理により、2RMS 値で4.08m程度の精度のよい測位結果が得られた。また、センサ単独による測位と比較して、検出継続時間および検出率の向上が確認された。

統合処理後の誤検出率は、ASDEの虚像により、MLAT単独と比べて若干増加していた。ASDEの虚像は極力抑制することが望まれるが、全てを抑圧することは難しい。一方、ASDEの虚像は、MLATと相関がなく存続時間も短いなどの特徴がある。そこで、これら特徴に当てはまる目標とそれ以外を区別して処理することにより、その影響を軽減できる。

今後は、ASDEとMLATの測位位置差の補正やスポット付近の誤目標を低減する手法などに検

討する予定である。

謝辞

実験に御協力いただきました東京空港事務所、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] FAA, "Mode S specification", FAA-E-2716
- [3] N. Marcou, "Long-term Measurements of A-SMGCS Performance-CDG Case Study". EMMA project doc, D112u_CDG_V1.0