

CARATSの取り組み 航空機監視技術の今後の整備計画

日本航海学会第130回講演会

平成26年5月23日
航空局 管制技術課
航行支援技術高度化企画室
管制技術調査官 岸 信隆

< 将来の航空交通システムの目指す目標 > 2025年を想定

数値目標	指標の概要
1. 安全性の向上 【安全性を5倍】	航空保安業務に起因する航空機事故及び重大インシデントの発生件数 → 過去5ヶ年の平均発生件数によって評価
2. 航空交通量の増大への対応 【管制処理容量を2倍】	混雑空域のピーク時間帯における処理機数 → 単位時間あたりの処理機数を2倍[検討中]
3. 利便性の向上 【サービスレベルを10%向上】	(定時性) 到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合によって評価
	(就航率) 到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合 → 過去3ヶ年の平均欠航率によって評価
	(速達性) 主要路線におけるGate To Gateの運航時間によって評価
4. 運航の効率性向上 【燃料消費量を10%削減】	1フライト(大圏距離)当たりの消費燃料によって評価
5. 航空保安業務の効率性向上 【効率性を50%以上向上】	管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数によって評価
	3ヶ年平均の整備費当たり飛行計画取扱機数によって評価
6. 環境への配慮 【CO2排出量を10%削減】	1フライト(大圏距離当たり)のCO2排出量によって評価



< ATM運用とCNS技術の8つの変革の方向性 >

1. 軌道ベース運用の実現 運航前から飛行軌道を戦略的に調整し、 軌道上の通過時刻等を正確に管理 し、整然と運航	2. 予見能力の向上 管制処理容量の算定・ 交通流予測の高度化、気象情報の高度化	3. 性能準拠型の運用の促進 高精度なRNAVや衛星航法等 航空機性能に応じた運用	4. 全飛行フェーズでの衛星航法の実現 衛星航法により 4次元軌道や曲線精密進入 を実現
5. 地上・機上での状況認識能力の向上 データ通信 の利用、 空対空監視 の導入により状況認識能力を向上	6. 人と機械の能力の最大活用 定型的通信の自動化 等による人の高付加価値業務への集中等	7. 情報共有と協調的意志決定の徹底 総合的なネットワーク(SWIM)の導入等	8. 混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現 支援システム の活用や正確な時間管理等による高密度運航の実現

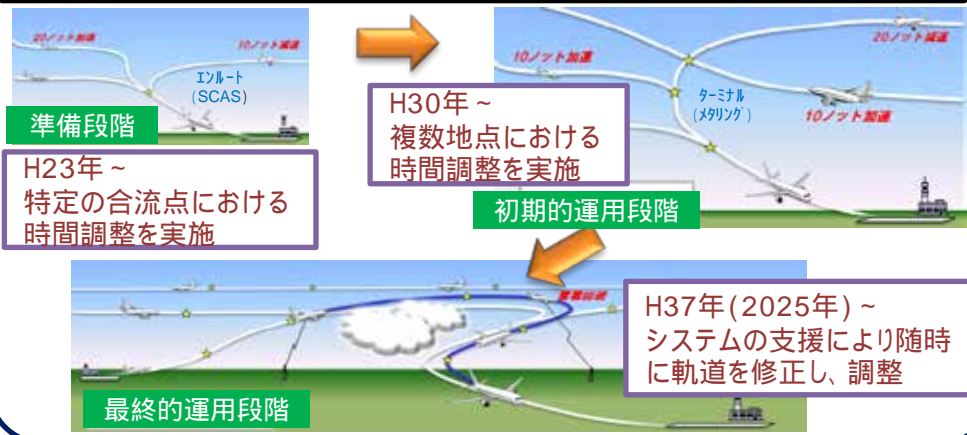
～ 8つの「変革の方向性」より ～

1. 軌道ベース運用の実現

C N S

既定の空域や経路によらず、飛行の軌道を最適化した「軌道ベース運用」を実現する。

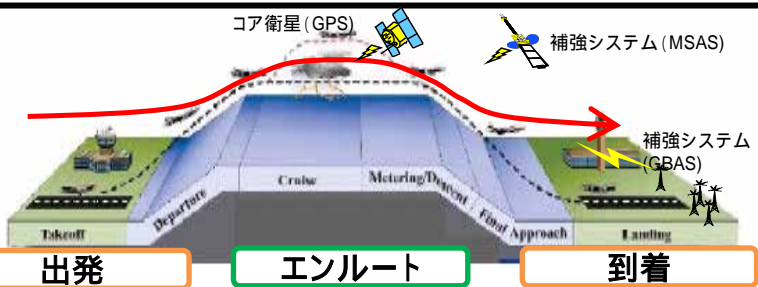
時間管理を導入した軌道に基づき、システムの支援を受けながら飛行することで、航空機は効率的な軌道を保つことが可能となる。



4. 全飛行フェーズでの衛星航法の実現

N

離陸から着陸まで精密で柔軟な4次元軌道を実現するため全飛行フェーズについて精度、信頼性及び自由度の高い衛星航法を実現する。



5. 機上・地上での状況認識能力の向上

C S

航空機の軌道を正確に予測するため、データ通信を用いることにより、地上と機上の双方で高精度に航空機の位置及び交通状況を把握するなど、状況認識能力の向上を図る。



6. 人と機械の能力の最大活用

C

定型的通信の自動化等により、パイロットと管制官をより付加価値に高い業務に集中させるなど、人と機械の能力を活用できる環境を構築し、より高度な航空管制を実現する。



目標の達成度(1/2)

安全性の向上(安全性を5倍に向上)

指標	目標値	平成20年度(基準値)	平成24年度
航空保安業務に起因する航空機事故及び重大インシデントの発生件数	1.7回(5ヶ年平均)	3.4件(5ヶ年平均) (平成16年度～平成20年度)	2.4件(5ヶ年平均) (平成20年度～平成24年度)

・航空交通量の増大への対応【管制処理容量を2倍】(ピーク時間、対象空域について検討中)

混雑空域のピーク時間帯における処理機数の拡大 → 単位時間あたりの処理機数を2倍
(検討中の暫定値)4年で1.28倍(東京管制部のピーク時間帯)

利便性の向上(サービスレベル(定時性、就航率及び速達性)を10%向上)

悪化原因を調査中。ターンアラウンドタイムの短縮化、LCC就航? エアラインも含めて対応していく必要性

指標	目標値	平成20年度(基準値)	平成24年度
(定時性) 到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合	8.47%	9.41%	10.55%
(定時性) 出発便に対する15分を超える出発遅延便の割合	5.06%	5.87%	7.31%
(就航率) 到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合	0.26%(3ヶ年平均)	0.29% (平成18年度～平成20年度)	0.28% (平成21年度～平成23年度) (H24から現行データ入手不可 に付き、代替方法検討中)
(速達性) 主要路線におけるGate to Gateの運航時間	94.9分	105.4分	106.4分

目標の達成度(2/2)

運航の効率性向上(1フライト当たりの燃料消費量を10%削減)

指標	目標値	平成21年度(基準値)	平成24年度(上半期)
1フライト(大圏距離)当たりの消費燃料削減 (主要路線別、機種別)	76.5lb/NM大圏距離 (B767-300型機 大阪=東京)	85.0lb/NM大圏距離 (B767-300型機 大阪=東京)	81.3lb/NM大圏距離 (B767-300型機 大阪=東京)

- 3 希望高度取得率(参考指標)

DCIトライアルのデータを使って、評価手法を検討中

(参考値)羽田成田出発機 65.6%、洋上空域(CPDLC機72%、HF利用機60.2%)

航空保安業務の効率性向上(航空保安業務の効率性を50%以上向上)

指標	目標値	平成20年度(基準値)	平成24年度
管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数	150(平成20年度を基準(100)とする)	100	120
3ヶ年平均の整備費当たり飛行計画取扱機数	150(平成20年度を基準(100)とする)	100	172

環境への配慮(1フライト当たりのCO2排出量を10%削減)

指標	目標値	平成21年度(基準値)	平成24年度(上半期)
1フライト(大圏距離当たり)のCO2排出量削減 (主要路線別、機種別)	0.0675 t/NM大圏距離 B767-300 国内主要路線平均	0.075 t/NM大圏距離 B767-300 国内主要路線平均	0.074 t/NM大圏距離 B767-300 国内主要路線平均

- 今後の監視システムの展開 -

現 行

- 基本構成 : PSR + SSR (ARSR/SSR/ORSR、ASR/SSR等)
- 取得情報 : SQ番号 (Mode-A)、飛行高度 (Mode-C)、飛行位置 (ρ - θ)
- 冗長性の確保: レーダーサイトの二重化

今 後

4 基本構成

- 航空路 : SSRモードS + WAM + ADS-B
- ターミナル: PSR + SSRモードS + WAM + ADS-B

4 取得情報の多様化

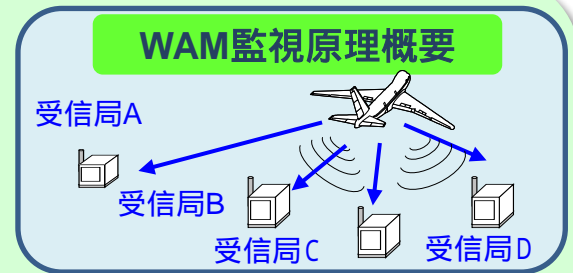
- 現取得情報 + 航空機動態情報 (速度、機種方位、次WP等) + 気象情報
(動態情報の伝送には、SSRモードS / WAMによるDAPs、又はADS-Bを利用)

4 冗長性の確保

- 異種監視システムによる ハイブリッド監視 (航空路はマルチレーダー整備にて現行レーダーの一部を縮退予定)

4 想定される構成

- 航空路 : SSR/ORSR、WAM、ADS-B
- ターミナル : ASR/SSR、WAM、ADS-B
- 空港面 : ASDE、MLAT、ADS-B



課題

○ 将来の4次元トラジェクトリー運航への対応

測位精度・頻度の高度化 **WAM/ADS-Bの活用**

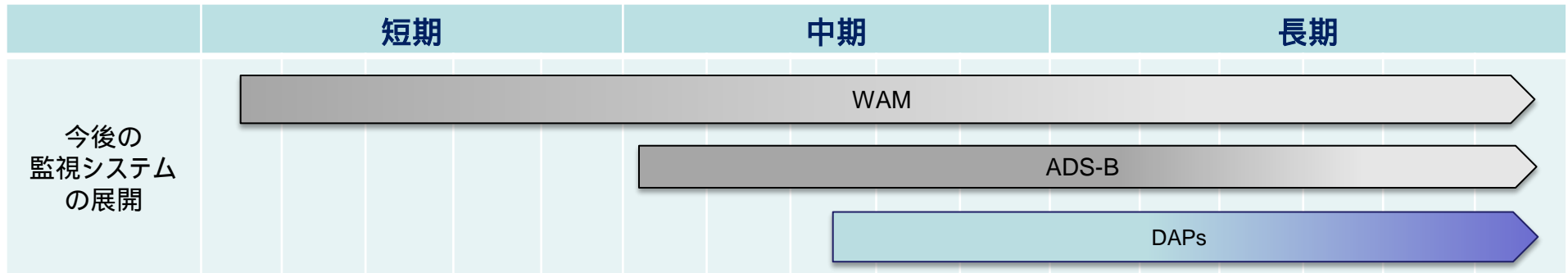
詳細な航空機情報取得(コールサイン、速度、機首方位、昇降率、選択高度等)による管制業務の高度化(安全性向上、処理容量拡大)

DAPs/ADS-Bの活用

○ 航空機機上装置の対応 **DAPs/ADS-B対応機材への改修**

○ 1090MHz信号環境の改善 不要な質問/応答の抑制

導入スケジュール(イメージ)



WAM : 広域マルチラテレーション(Wide Area Multilateration)

ターミナル(成田) : FY24より製造開始、H26.10供用開始予定

航空路(関東) : FY25基本設計、FY26より製造、FY30マルチレーダー運用開始予定

ADS-B : 放送型自動位置情報伝送機能(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)

航空路 : FY28から評価開始(WAM受信データによる)、

航空路(洋上) : FY31より製造予定、FY32以降評価開始予定

DAPs : 航空機情報のダウンリンク(Downlink Aircraft Parameters)

FY25より調査開始、FY26導入の意志決定

MLAT : 空港面マルチラテレーション(Multilateration)

羽田、成田、関空、伊丹、福岡、中部、新千歳、那覇の8空港に導入済み

「軌道ベースのATM運用」実現のための技術的課題のひとつに、飛行中の航空機との調整や軌道修正に必要な航空機動態情報や気象情報等を適時に取得する仕組みの構築がある。

この空地間データリンクネットワークのツールとして、二次監視レーダー(SSRモードS)、WAM及びADS-Bを組み合わせた複合型監視装置とその他通信メディアの利用が考えられ、ネットワーク構築に向けた検討を行っているところ。

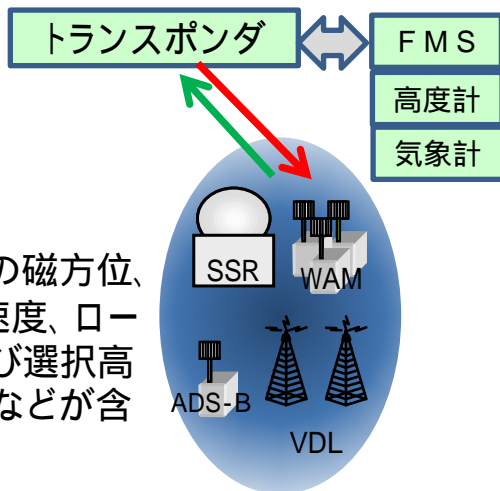
DAPsとは

○DAPs(Downlink Aircraft Parameters)

トランスポンダにはBDS(Comm-B Data Selector)レジスタと呼ばれる255個の記憶領域があり、FMSの各種データや気象に係るセンサ測定値などが格納される。



○地上装置による個別質問を行うことにより、要求するBDSを指定し必要なデータを得ることが可能。



○DAPsには、航空機の磁方位、指示大気速度、対地速度、ロール角等の状態情報及び選択高度等のFMS設定情報などが含まれる。

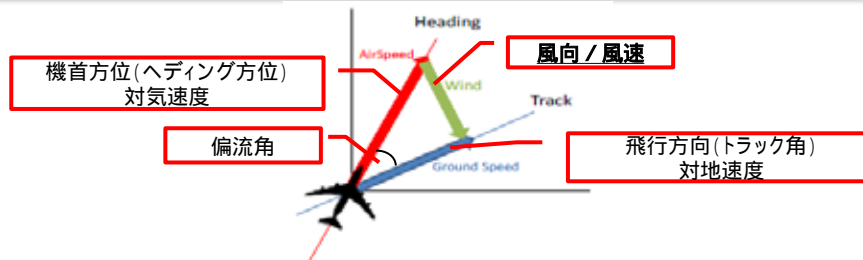
CARATS検討状況

CARATS ATM ワーキングのもと、平成23年度に第1次、平成24年度に第2次及び第3次監視アドホックを立ち上げ、監視案件に係る各施策の詳細検討を実施。

平成26年度は、CARATS ATM ワーキングにて関係者と議論を行い、DAPs導入に関わる意志決定を行う予定。

電子研の研究開発

ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究(H25~H26)



○気象条件と軌道予測に与える影響の関係性を検証し、軌道ベース運用の基礎である軌道予測の精度向上を図る。

参考：諸外国の導入・義務化状況

欧州では、ELS(基本監視)/EHS(拡張監視)としてDAPsを利用した航空機動態情報のダウンリンク及び一部データの管制卓への表示を行っている。
米国では、2020年よりADS-B装備義務化を予定しておりDAPsの利用を検討しているところ。

目的

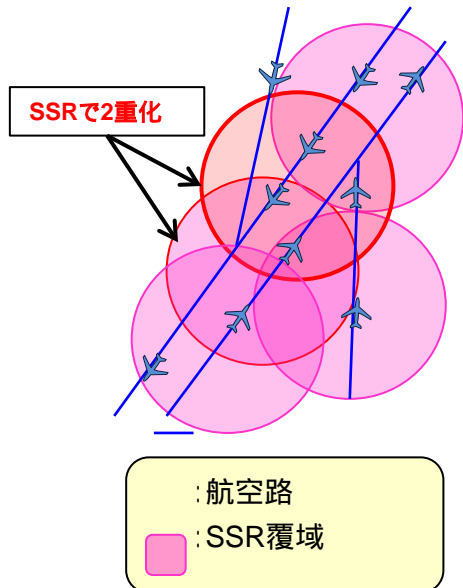
現行監視装置より低コスト・高精度なWAM / ADS - Bといった次世代監視装置を導入し、地上監視装置の配置を最適化すると共に、監視性能・機能を高度化して、将来の高密度運航に対応できる監視体制を整備する。

メリット

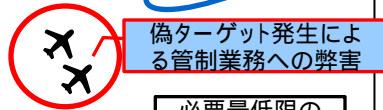
1. 既存レーダーの一部を低コストな次世代監視装置に移行することで、整備費・維持費の削減を行うことが可能。
2. 次世代監視装置の導入により、地形の影響を受けにくく、かつ異種冗長性を有する覆域を設定することが可能。
3. 高機能・高精度なWAM / ADS - Bといった次世代監視装置を導入することにより、監視精度の向上と共に、DAPs機能を活用した航空機動態情報のダウンリンクを可能とし、将来の高密度運航に対応することが可能。

現行の航空路監視

SSRのみで監視を行っている。(SSRで2重化を実現)



予測による
管制指示



JAL001
290

既存レーダーによる
ダブルカバレッジ
(30,000ft)



覆域イメージ図

今後の航空路監視

SSR及びWAM / ADS-Bで2重化を実現。

SSRで2重化を行っていた部分をWAM / ADS-Bで2重化

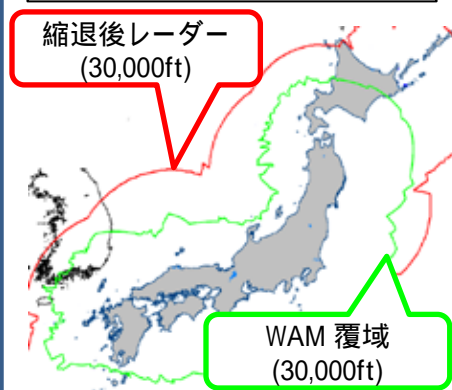


リアルタイム(2秒更新)な監視による
管制指示



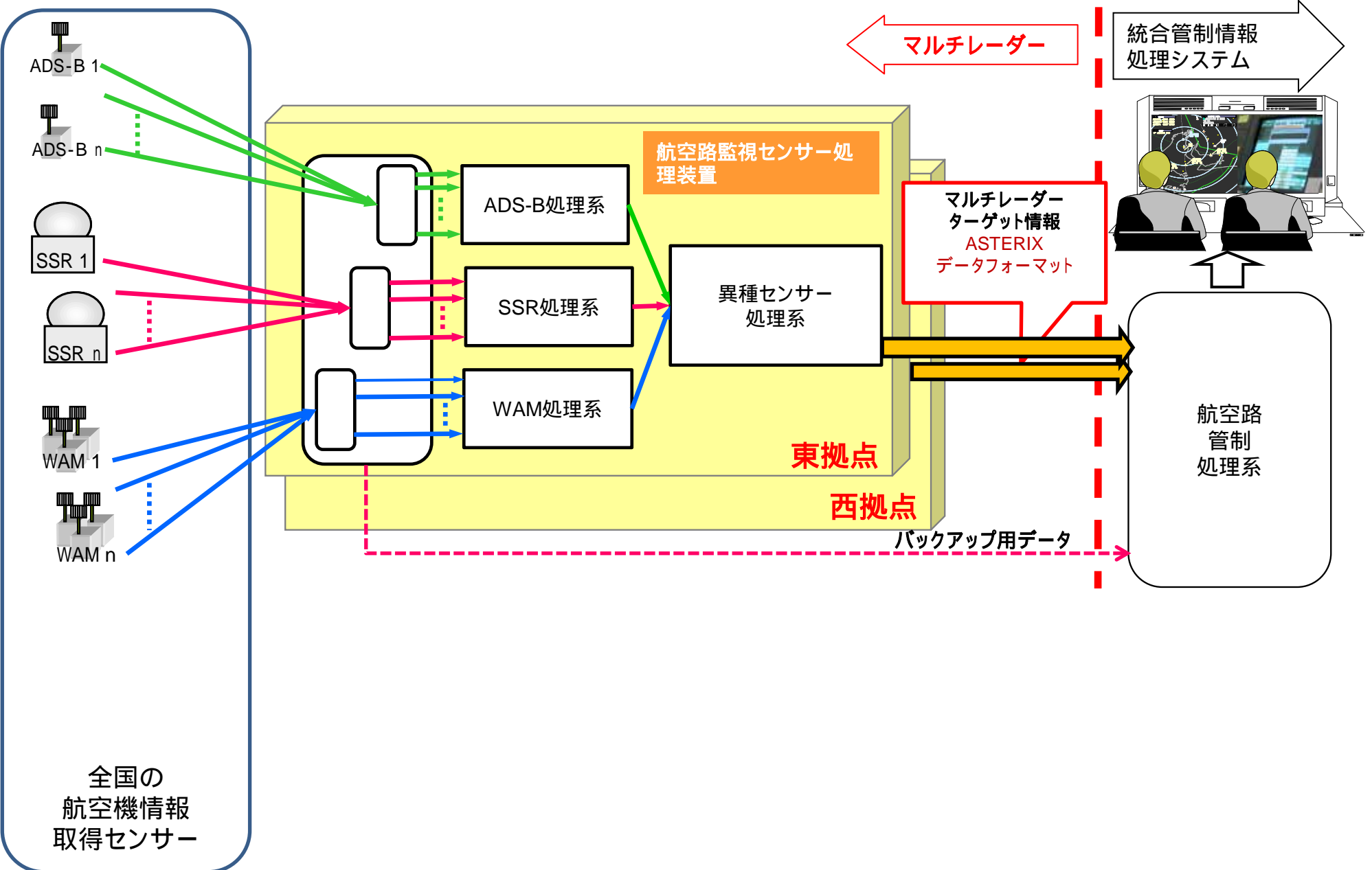
JAL001 290
G206 I220 H315
↓200 to MELON












縮退後レーダー
(30,000ft)



覆域イメージ図

航空路監視レーダーの最適化 ~ マルチレーダー整備 ~

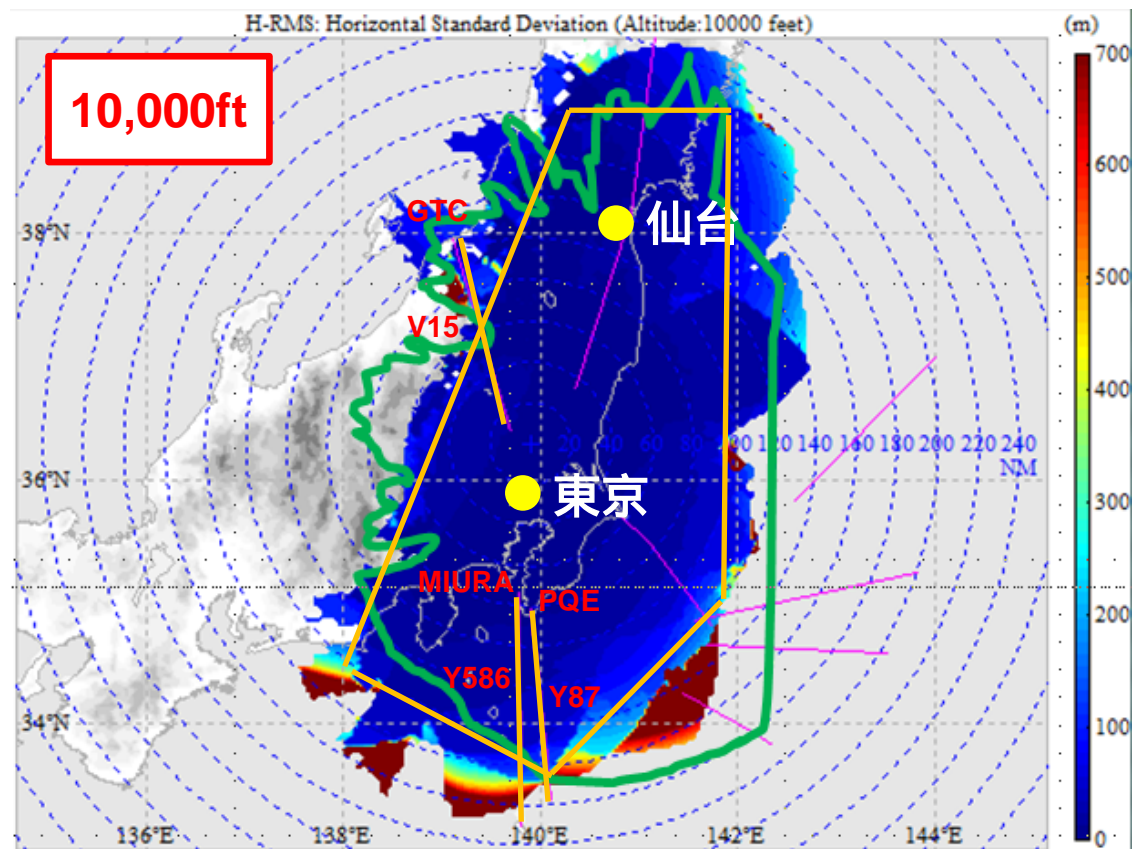


整備施設	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
マルチレーダー(処理系)						 運用開始		
マルチレーダー(センサー系)								
【WAM】								
WAM (関東・南東北広域)								
WAM (2)								
WAM (3)								
WAM (4)								
WAM (5)								
【ADS - B】								
ADS - B (1)								
ADS - B (2)								
ADS - B (3)								
ADS - B (4)								

- ・ 関東・南東北広域 航空路WAMの概要
- ・ ターンキー方式にて導入予定(H26~H28)

機器仕様書性能要件(案)
(括弧内は基本設計検討結果)

受信局	(約22局)
送受信所	(約6局:クラスター制御)
水平位置精度	350m以下
最大取扱機数	400機以上
更新間隔	8秒以下
検出率	97%以上
その他	N-1 冗長性 装置の二重化 Mode-A/C機検出 DAPs対応



10,000ftでの要求覆域と基本設計のシミュレーション結果

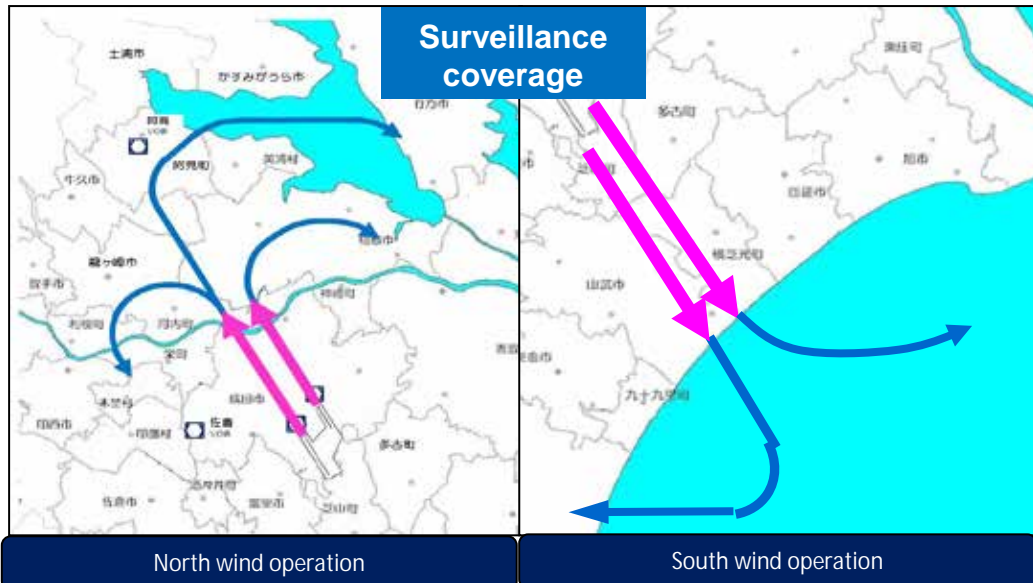
同時平行離着陸方式の実施

成田空港の発着容量30万回への拡大に向けて、ピーク時間帯の処理能力を向上させる同時平行離着陸方式を平成23年10月より導入し、平成24年度末までに発着枠を27万回へ拡大

同方式の更なる効率的な運用にあたっては、経路逸脱を常時監視し、逸脱時には速やかな回避指示等の安全策の実施が条件であることから、監視する管制機器を整備する → PRM導入へ

これにより年間60日程度の低視程時においても同時平行出発が可能。平成26年度中に30万回への拡大を目指す

Precision Runway Monitoring (PRM) Area

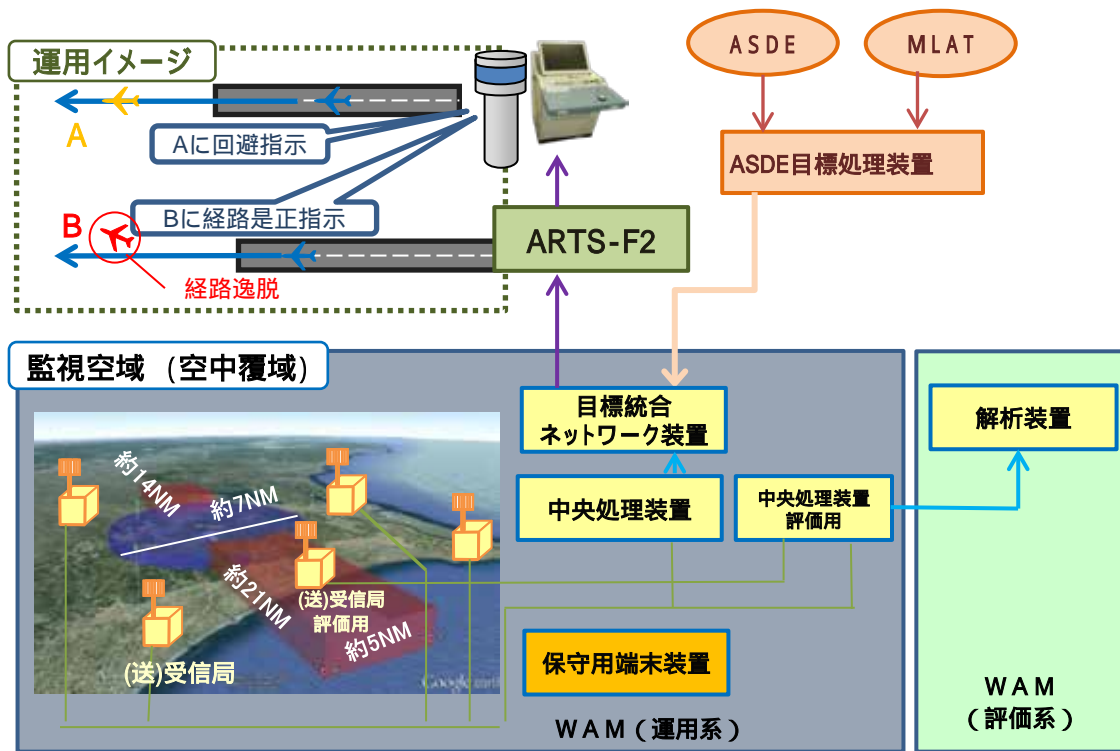


PRM (高精度滑走路監視装置) について

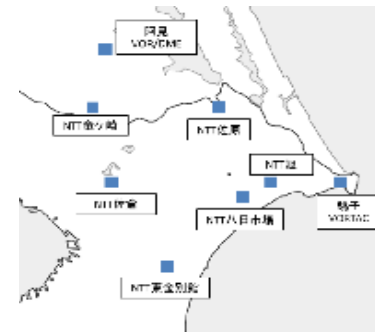
滑走路中心線の間隔が3,400ft (1,035m) 以上、4,300ft (1,310m) 以下で分離しているケースで同時平行着陸を監視する際に要求される監視装置。方位分解能0.06度、2.5秒以上の更新度、追尾予測機能及び逸脱警報が装備された高解像度ディスプレイを用いることが求められている。

PSR技術やSSR技術を応用した装置が欧米で使用されてきたが、PSR技術を応用したものは悪天候時の検出率低下等、SSR技術を応用したものは1090MHzの信号環境悪化による検出率低下等により十分な監視能力を管制官に提供できない問題が指摘されてきた。

将来は、ASAS、精度の高い航法(RNP, GBAS, SBAS)、データリンク、地上の先進的な監視(ADS-B)等により、平行滑走路間隔が2,500ft (760m) 以上4,300ft (1,310m) 未満を監視する装置の開発が期待されている。



主要諸元	
受信局(空港外)	8箇所
受信局(空港内)	約8箇所
水平精度	30m
最大取扱機数	250機
更新頻度	平均1秒
その他	N-1 冗長性 装置の二重化



受信局(空港外)配置図

整備スケジュール

平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
	製造 設置・調整 単体試験 総合試験	4月 TMC運用前評価 10月 管制官慣熟評価	運用開始