

機上監視応用ASAの開発動向

日本航海学会
航空宇宙研究会
2007年5月25日



独立行政法人電子航法研究所
機上等技術領域 小瀬木 滋

あらまし

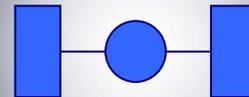
- 機上監視応用ASAの概要
 - 航空交通量増加への対応手段
- 機上監視AS関連機器: ASAS
- 機上監視応用の検討状況
- 性能要件と技術的課題
 - 性能要件は運用要件から
- まとめ

航空通信衛星



衛星位置と時刻の放送
= 時刻 & 航法情報

GNSS



空域・航空路の設計

航空機相互監視は？



FMS: 運航自動化

通信: C

航空無線通信

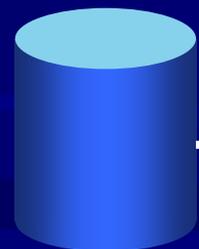
GNSS補強
情報放送

SBAS
GBAS

航法: N

監視: S

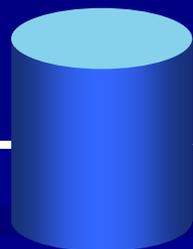
航法援助施設
DMEなど



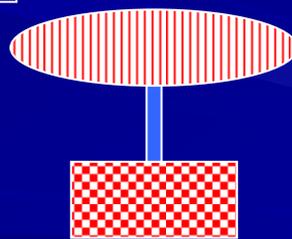
飛行情報処理
FDP



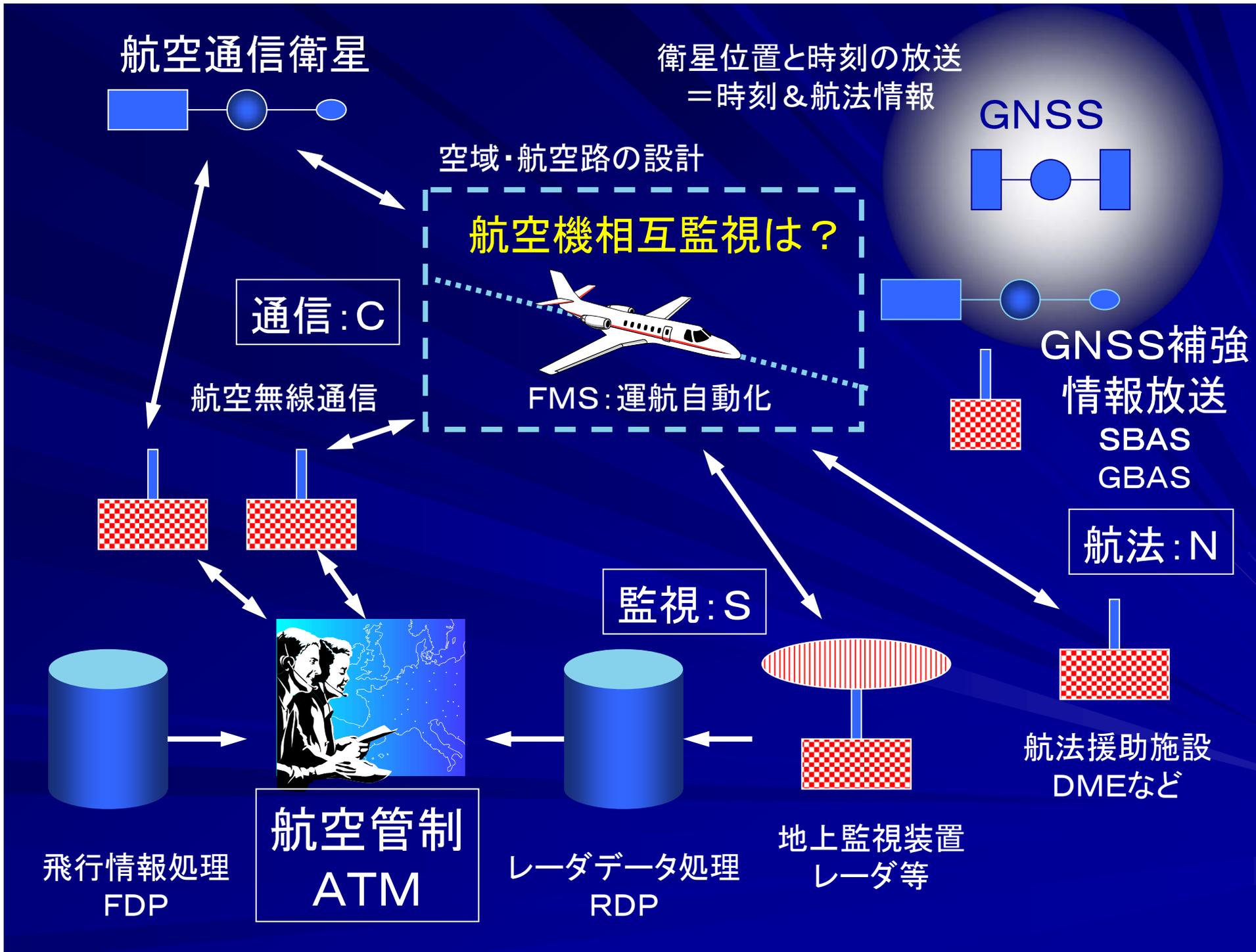
航空管制
ATM



レーダデータ処理
RDP



地上監視装置
レーダ等



監視とその応用

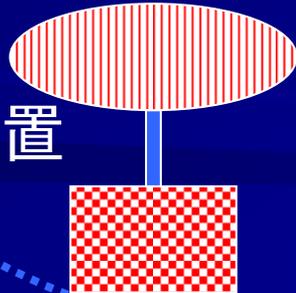
機上監視装置
ASAS



機上監視応用: ASA
Airborne Surveillance Application
航空機間隔の相互確認 判断支援

間隔設定
Separation Provision

地上監視装置
レーダ等



地上監視応用: GSA
Ground Surveillance Application
航空管制: 航空機間隔の設定



TCASのTAディスプレイの例

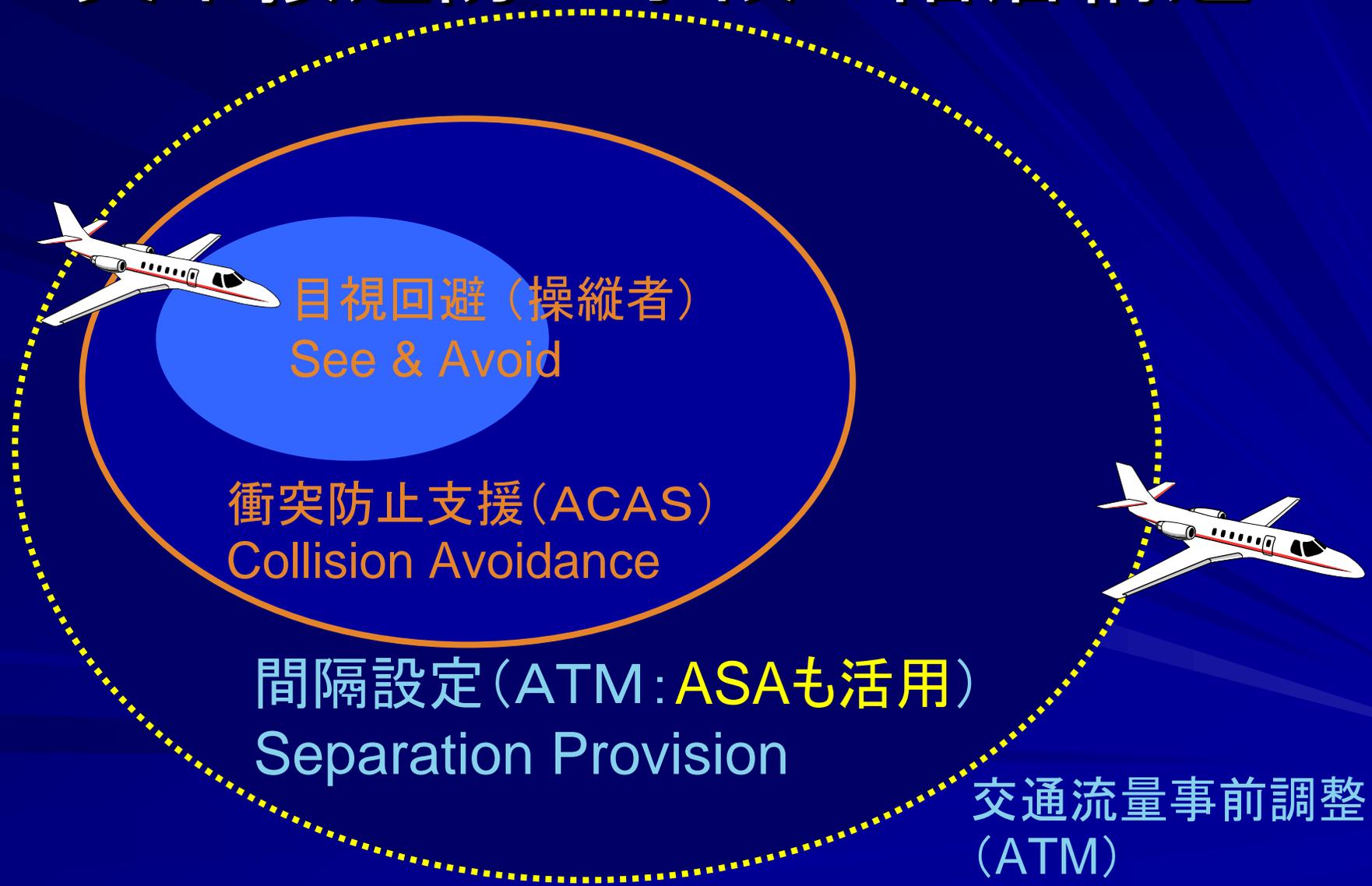
これで十分か？



機上監視応用ASAの検討経緯

- ACAS/TCAS開発とその目的外使用
 - Airborne Collision Avoidance System
 - 衝突防止警報以外への監視情報応用
 - トライアルにて問題: 監視性能不十分、識別機能欠如
- ICAO ASAS circularの作成と概念検討開始
 - Airborne Separation Assistance System
 - SICASパネル会議とSCRSパネル会議で討議
 - 運用関連パネル会議では異なる概念
- 将来のATMを支援する航空機搭載監視として
 - AS (Aeronautical Surveillance) パネル会議で討議
 - ATM実現のための航空機搭載監視: AS Applications

異常接近防止手段の階層構造



機上監視ASの情報源

- 監視 : Surveillance : 位置、速度、識別、意図
 - ADS-B : Automatic Dependent Surveillance – Broadcast 航空機が相互に放送
 - TIS-B : Traffic Information Service – Broadcast 地上レーダからの情報を放送
 - ACAS監視情報による検証
 - 自機の位置、速度、意図が必要
- 必要な精度と信頼性は応用ごとに決定
- 多様な情報源の時刻同期や伝送遅延が課題

監視情報の交換

識別、位置、速度、_intent

ADS-B対応機



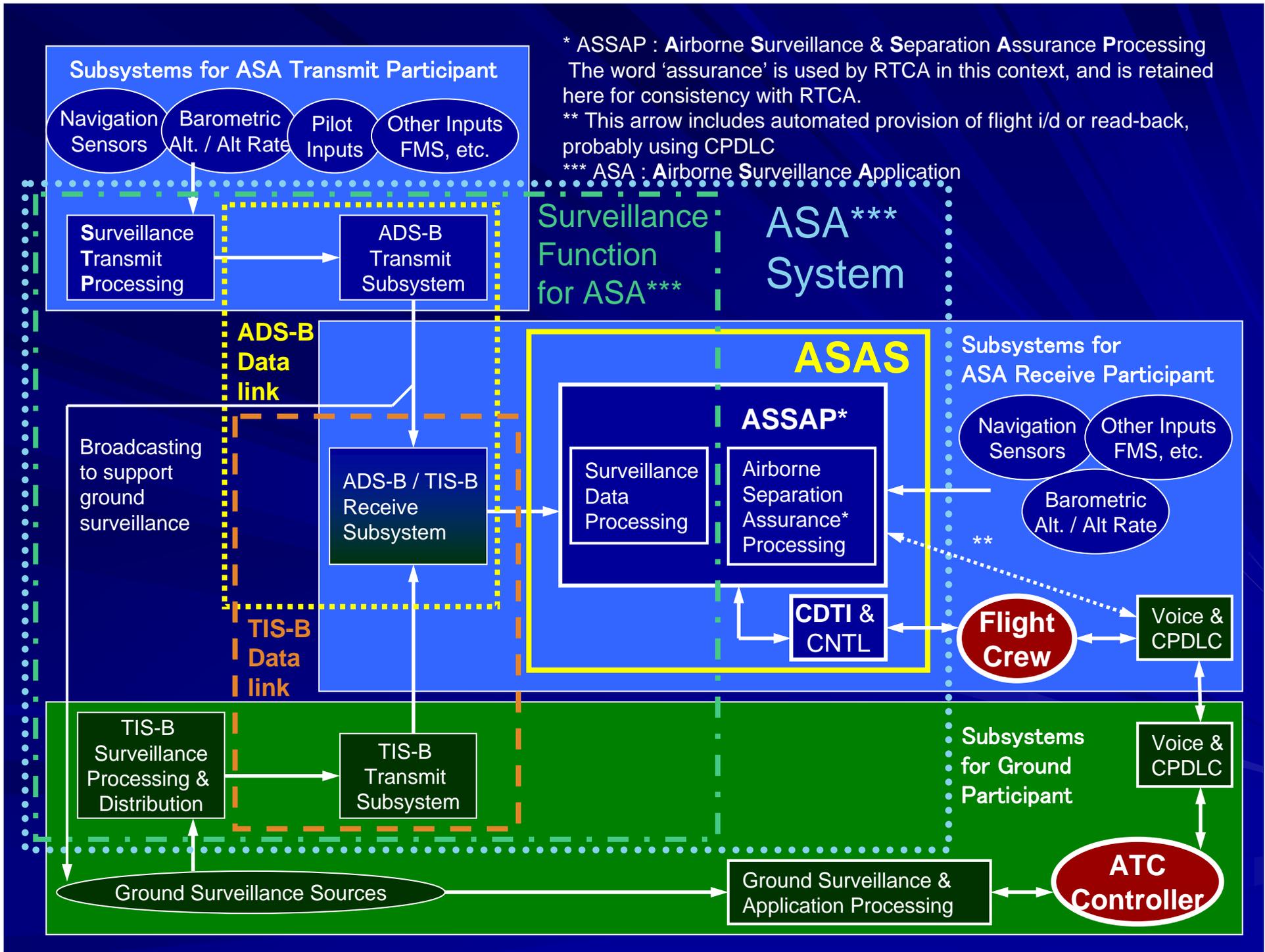
地上監視装置
レーダ
別媒体監視DL



* ASSAP : Airborne Surveillance & Separation Assurance Processing
 The word 'assurance' is used by RTCA in this context, and is retained here for consistency with RTCA.

** This arrow includes automated provision of flight i/d or read-back, probably using CPDLC

*** ASA : Airborne Surveillance Application



Surveillance Function for ASA***

ASA*** System

ASAS

ASSAP*
 Airborne Separation Assurance* Processing

Subsystems for ASA Receive Participant

Navigation Sensors
 Other Inputs FMS, etc.
 Barometric Alt. / Alt Rate

Flight Crew

Voice & CPDLC

Subsystems for Ground Participant

Voice & CPDLC

ATC Controller

Subsystems for ASA Transmit Participant

Navigation Sensors
 Barometric Alt. / Alt Rate
 Pilot Inputs
 Other Inputs FMS, etc.

Surveillance Transmit Processing

ADS-B Transmit Subsystem

ADS-B Data link

Broadcasting to support ground surveillance

ADS-B / TIS-B Receive Subsystem

TIS-B Data link

TIS-B Surveillance Processing & Distribution

TIS-B Transmit Subsystem

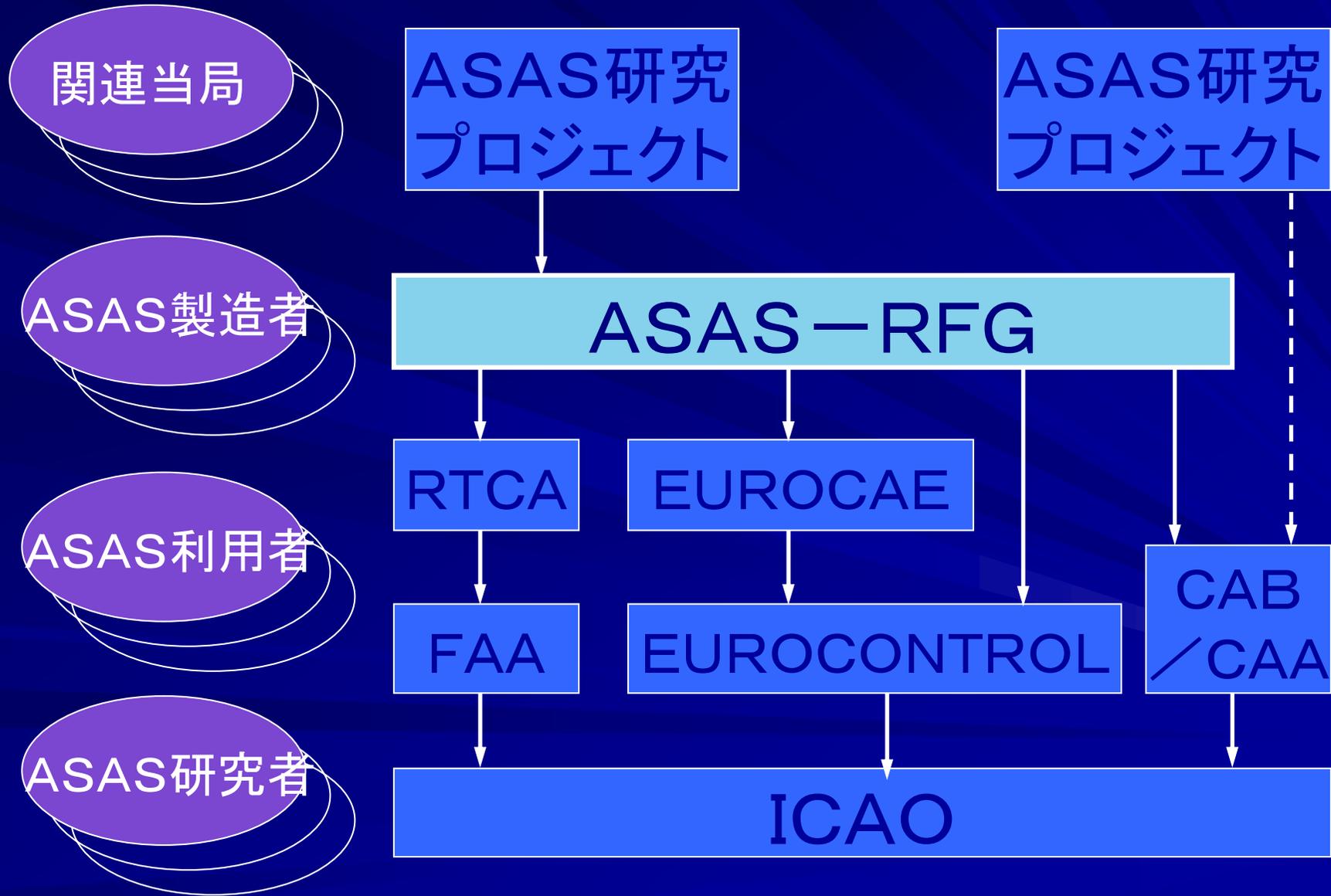
Ground Surveillance Sources

Ground Surveillance & Application Processing

ASAS標準化：要件の検討状況

- **基本方針：運用者の要件を満たす機器開発**
- ICAO ASパネル会議 (Technical)
 - ATM実現のための監視方式のICAO方針案
 - ASAS-RFGの成果導入を期待
- ASAS-RFG: Requirement Focus Group
 - 米国FAAとEUROCONTROL共同プロジェクト
 - 日、豪、露を追加
 - RTCA や EUROCAEなど規格団体
- ASAS Thematic Networkによる情報交換

ASASの標準化



導入までの課題：応用毎

- ASAS応用の定義：改善目標設定
- ASAS運用要件の定義
- ASAS機能・性能要件の定義
- 有効性や安全性の評価：導入判定
- ASAS運用方式や機能性能の標準化
- 訓練方式や導入移行方式の策定

ASAS-RFGの作業

現場の要望 > システム開発 > 標準化 > 導入

ASAS—RFG作業の流れ

- 応用の定義(応用毎): AD
 - **OSED** : Operational Service & Environment Description
- 性能や安全性の要件検討(応用毎): SPR
 - **OPA** : Operational Performance Analysis
 - **OSA** : Operational Safety Analysis
 - **OHA** : Operational Hazard Analysis
- 共用性要件抽出 (応用に共通): INTEROP
 - **INTEROP** : Interoperability

ASASの応用

- ASAS Applications
- A set of operational procedures for controllers and flight crews that makes use of an ASAS to meet a defined operational goal.
 - by ICAO ASAS circular
- 運用目標実現のためのASAS運用方式
 - 管制官とパイロットの両方が関与
- PO-ASAS
 - Principles of Operations for the use of ASAS
 - FAA/EUROCONTROL co-operative R&D, Action Plan 1, June, 2001

PO-ASASによる分類

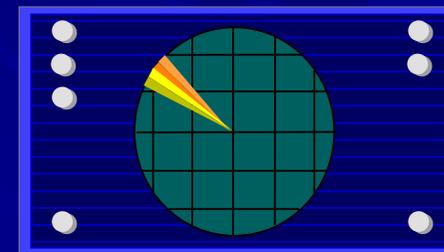
- Airborne Traffic Situational Awareness: **ATSA**
 - 交通状況認識拡張強化による判断過程改善
- Airborne Spacing: **ASPA**
 - 交通状況認識共通化による管制通信の改善
- Airborne Separation: **ASEP**
 - 一時的な間隔付け責任の委譲による効率化
- Airborne Self-Separation: **SSEP**
 - 限定空域内で操縦者による飛行間隔の自律的維持

Airborne Traffic Situational Awareness

パイロットへの監視装置提供



ASAS監視



従来の運用方式

+

ASAS監視

航空管制

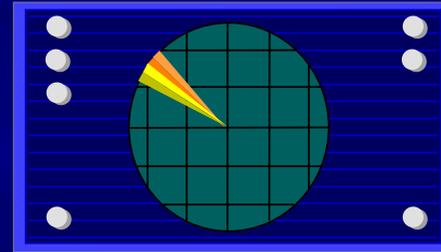


現状と同じ運用方式の円滑化と安全性向上

Airborne Spacing

監視情報の共有と管制通信の効率化

JA8801



ASAS監視

航空管制



状況確認支援
管制通信方式改良

JA8804

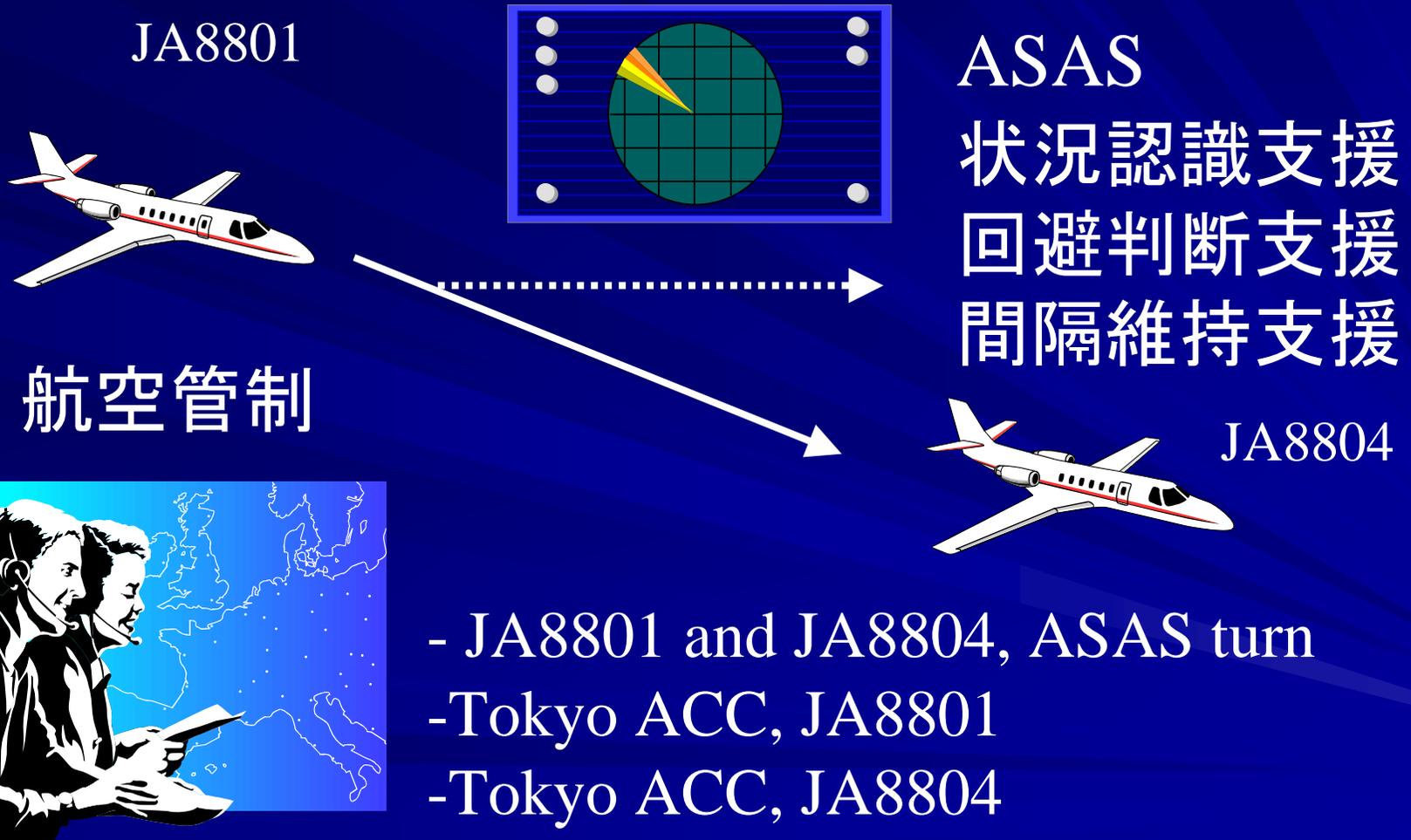


- JA8801, keep 5 NM after JA8804
- Tokyo ACC, 5NM after JA8804 kept by JA8801 (用語は検討中)

情報共有による管制通信方式の円滑化と安全性向上

Airborne Separation

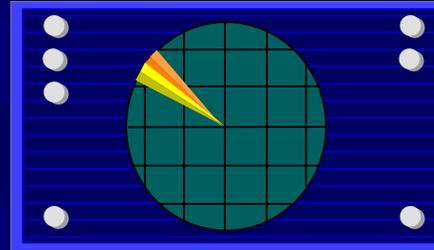
管制官の指示による判断権限の限定的委譲



パイロット／管制官の作業分担最適化による円滑化と安全性向上

Airborne Self-Separation

適用空域内で自律的な間隔維持



ASAS

状況認識支援
回避判断支援
間隔維持支援



航空機による自律的な間隔維持
航空管制は交通流制御に専念

パイロット／管制官の作業分担最適化による円滑化と安全性向上

飛行間隔維持の責任

PO-ASAS	責任分担	管制官の変化	操縦者の変化
Traffic Situ. Awareness	変化なし	情報管理改善	空域情報取得
Airborne Spacing	変化なし	通信負荷軽減	高レベル管制用語を具体化
Airborne Separation	戦術的委譲	戦略的空域運用に重点	管制指示により戦術的判断
Airborne Self-Sep.	戦略的委譲	戦略的判断に専念	操縦者による総合的な判断

ICAO内でもSCRSPとATMCPの間で整理方法が異なる

ASAS-RFG検討中の応用

応用名称	ASAS応用の概要
ATSA-VSA	着陸経路目視間隔付け支援
ATSA-AIRB	飛行中の交通状況認識向上
ATSA-ITP	洋上航空路高度変更支援
ATSA-SURF	空港面相互監視支援
ASPA-S&M	合流間隔付け支援と通信改善

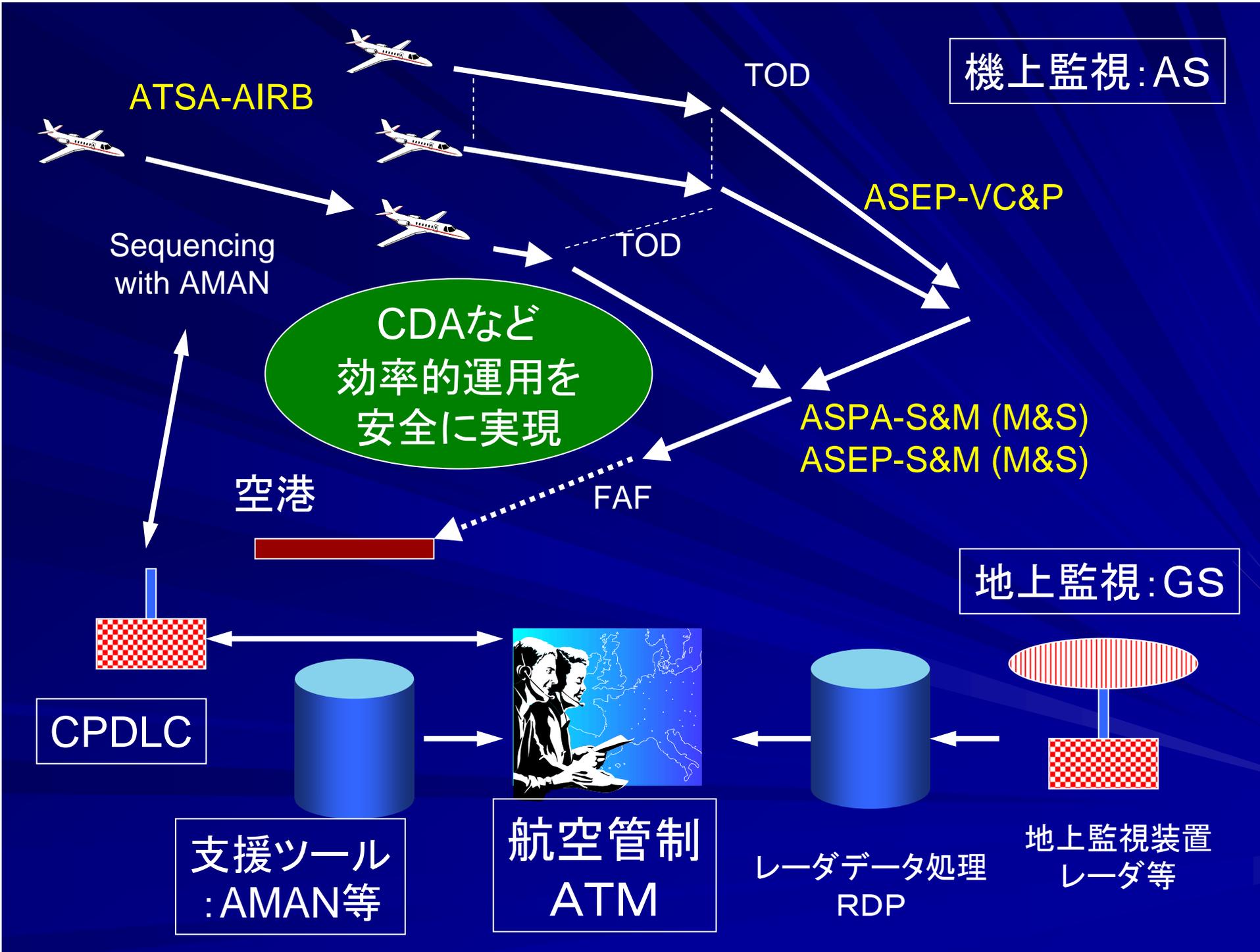
ADS-Bの航空管制への応用も検討中: ADS-B-NRA等
他の応用やAirborne Separation以降は今後の課題

トライアル:UPS社のCDA支援

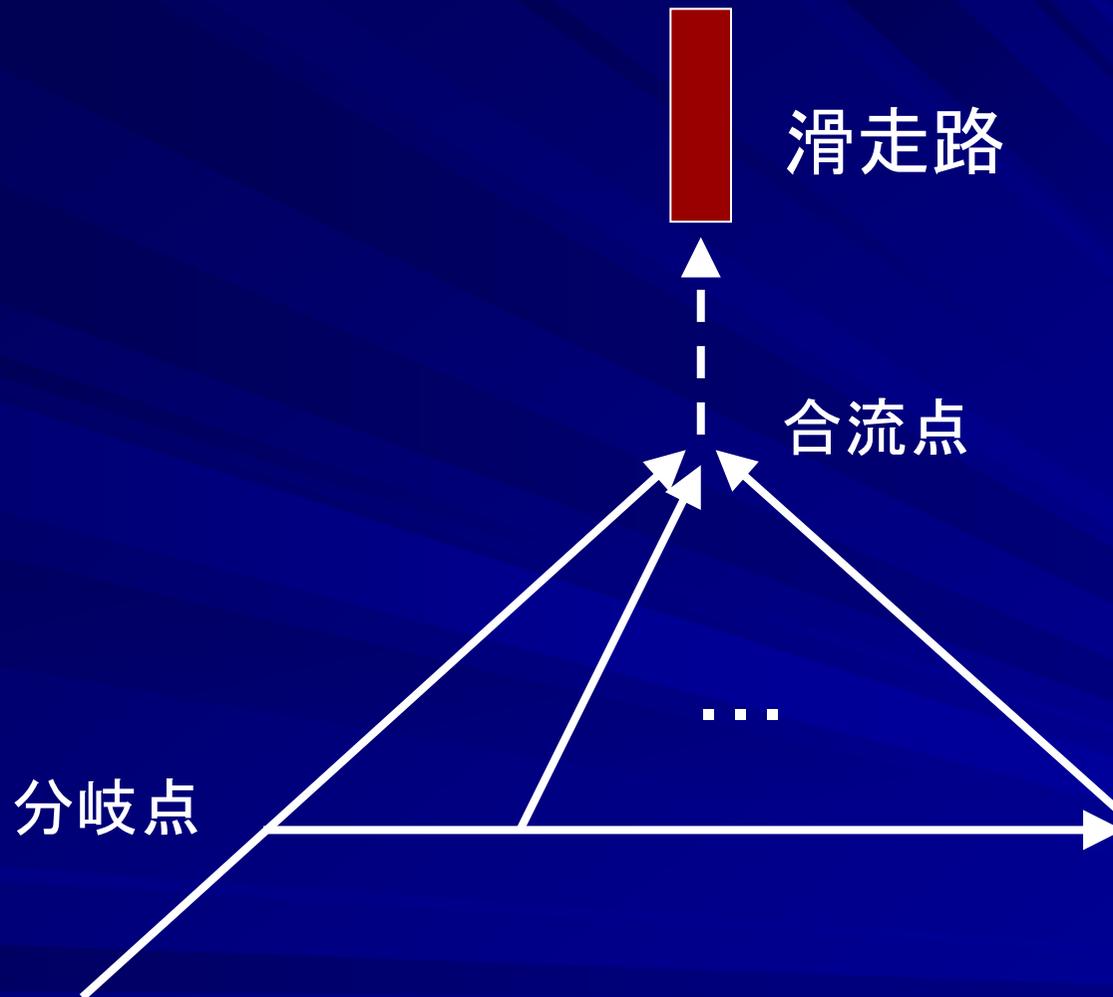
Continuous Descend Arrivalによる航空機運用効率改善
着陸経路にてエンジンはアイドリングに近い状態を維持

騒音	6dB低減
NO _x 放出量	3000ftにて34%減少
燃料消費	飛行あたり250~465ポンド節約: 22000飛行の80%にCDA運用成功を 想定すると880,000ガロンの節約

CDA成功のためには交通流の円滑化が必要
ASAS応用を試行: 合流、間隔付け、状況認識向上

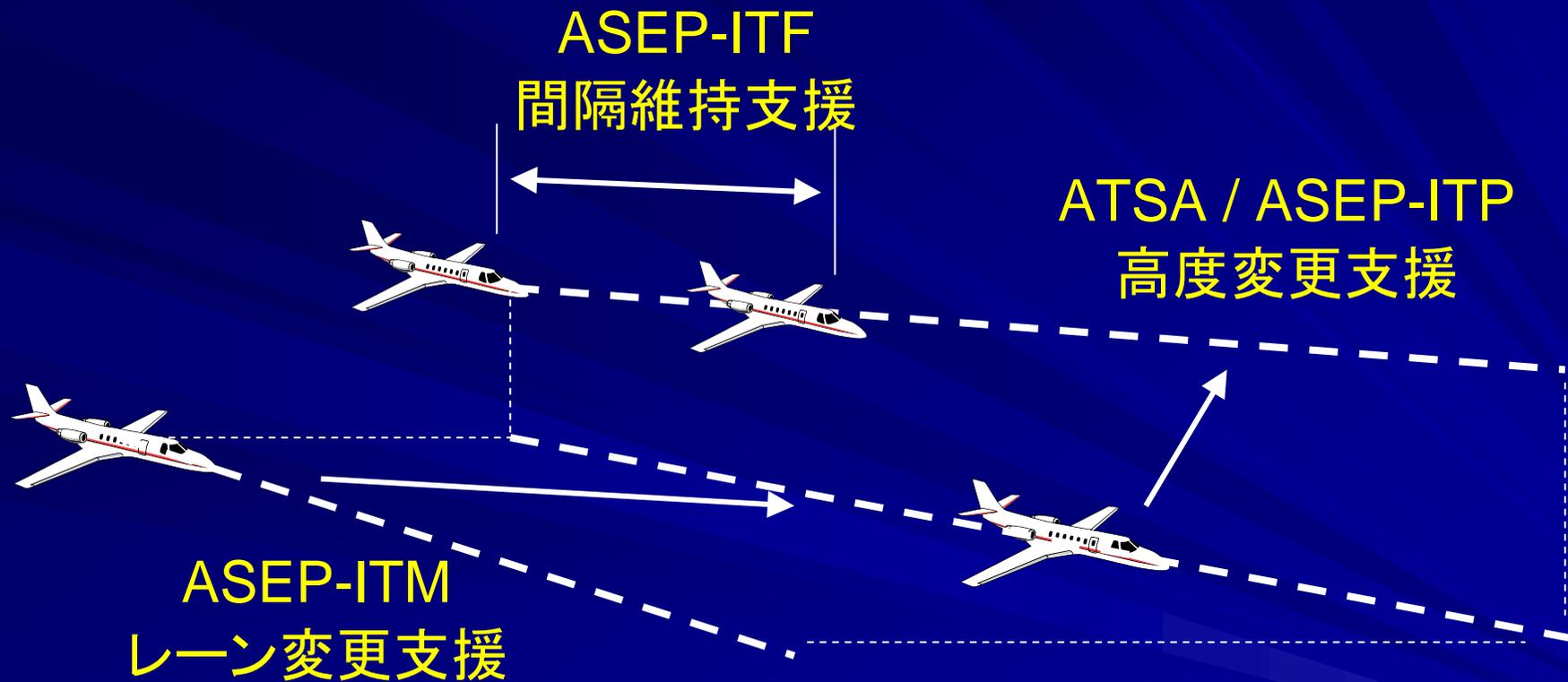


ASPA/ASEP-S&M (M&S)用航空路の設定例



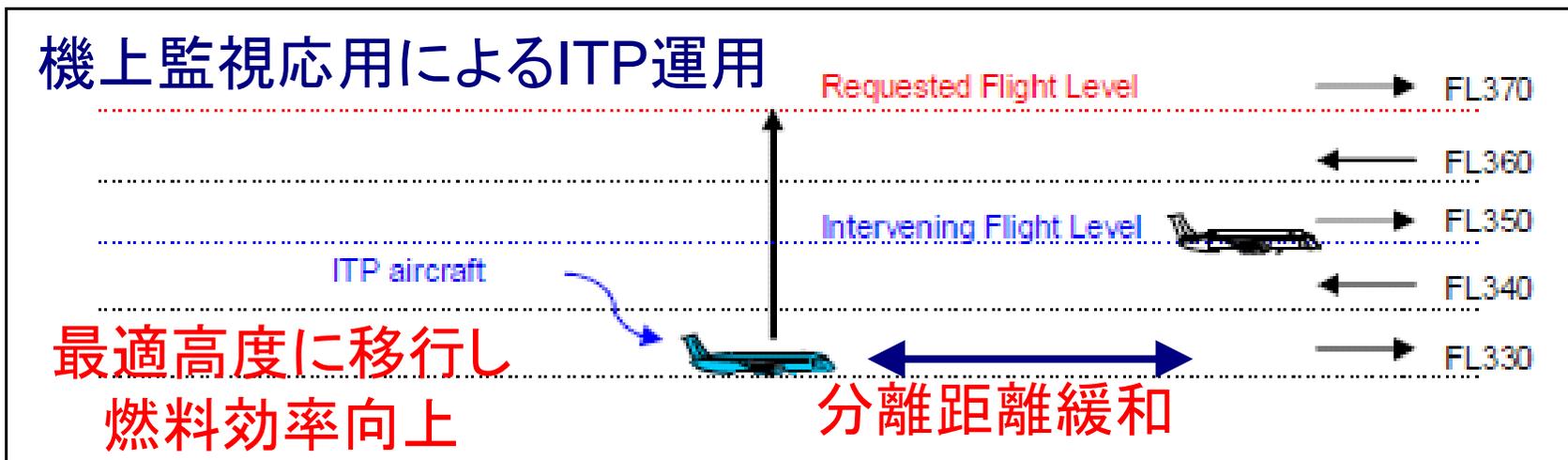
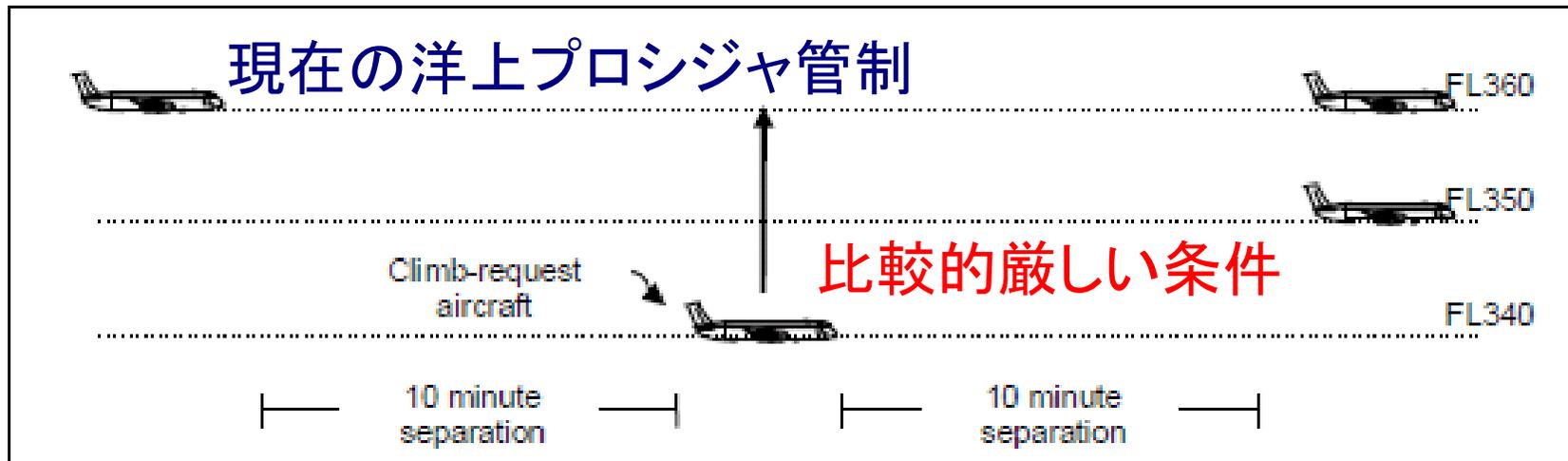
DSNAがASPA-S&M / ASEP-S&M管制シミュレーションに使用
標準経路を設定し判断を定型化: 支援自動化機器も容易に実現

洋上航空路の運用改善



航空機の最適高度を選択し燃費向上 (ITP, ITF)
他機との安全な管制間隔維持 (ITF)
編隊運用による通信負荷軽減 (ITF)
洋上航空路と到着空域との接続改善 (ITM, ITF)

ATSA-ITP / ASEP-ITP



各国の関連将来計画

■ オーストラリア

- ADS-B-NRAによる管制監視: 高々度から義務化

■ 米国: NAS改訂版、NEXTGEN

- ADS-Bによる管制監視補強: 2012~
- 空対空監視による運用改善: 2019~

■ 欧州: CASCADE、CRISTAL、SESARなど

- ADS-Bを活用する管制監視: 2010~

2010-2015: ADS-Bの管制応用開始

2015-2022: 機上監視応用の本格化

データリンク活用

ASAS—RFG

■ 運用方式標準化日程案を報告

- 2007年12月: ADS-B-RAD
- 2007年12月: ATSA-VSA, ATSA-ITP
- 2008年9月: ADS-B-APT、ATSA-SURF
- 2008年9月: ATSA-AIRB
- 検討中: ADS-B-ADD
- 検討中: ASPA-S&M(UPS社評価に依存)

■ RTCA/EUROCAEのMOPS案を作成

- STP, ASSAP, CDTIなど

ICAO AS Timeline (ASP案)

ASAS関連研究やRFGの動向調査結果に基づく立案

- 2008: 3rd party ID管制通信手順作成
- 2008: 多目的トラフィック表示のACAS対応
- 2008: 航空機監視データの高レベル要件
- 2009: AS(機上監視)システムの定義
- 2011: AS RSPの定義

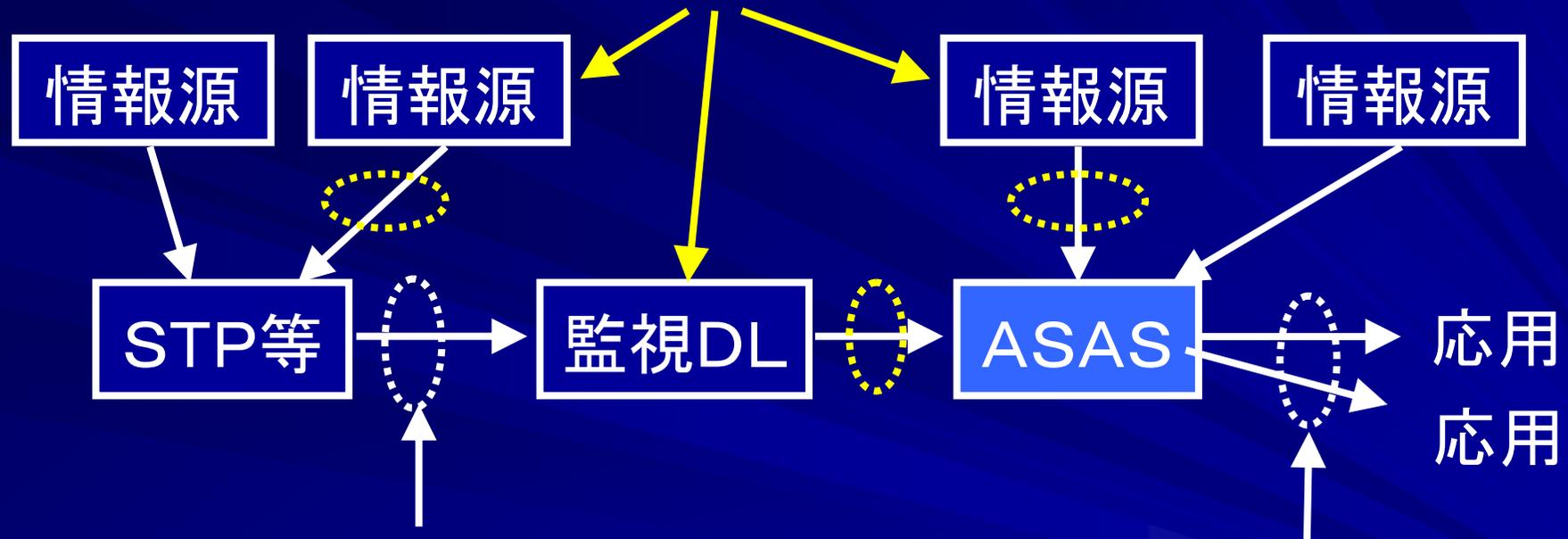
パネル会議からICAO/ANCへの提案であり変更があり得る

性能要件と技術的課題

- 応用から要求される性能要件
 - ASAS-RFG等において開発中
- 実現可能な性能の決定要素：入力データの質
 - ASASに入力されるデータの質
 - 自機航法情報源の性能
 - 相手機航法情報源の性能
 - 情報源からの情報の合成：STPの性能
 - 監視用データリンクの性能：伝送確率、情報信頼性
- 得られた監視情報の検証と補強
 - 要件と方式の開発
- 表示方式や作業負荷等のHMI関連の課題

ASAS性能要件の要素

信号干渉発生: 情報更新レート等劣化



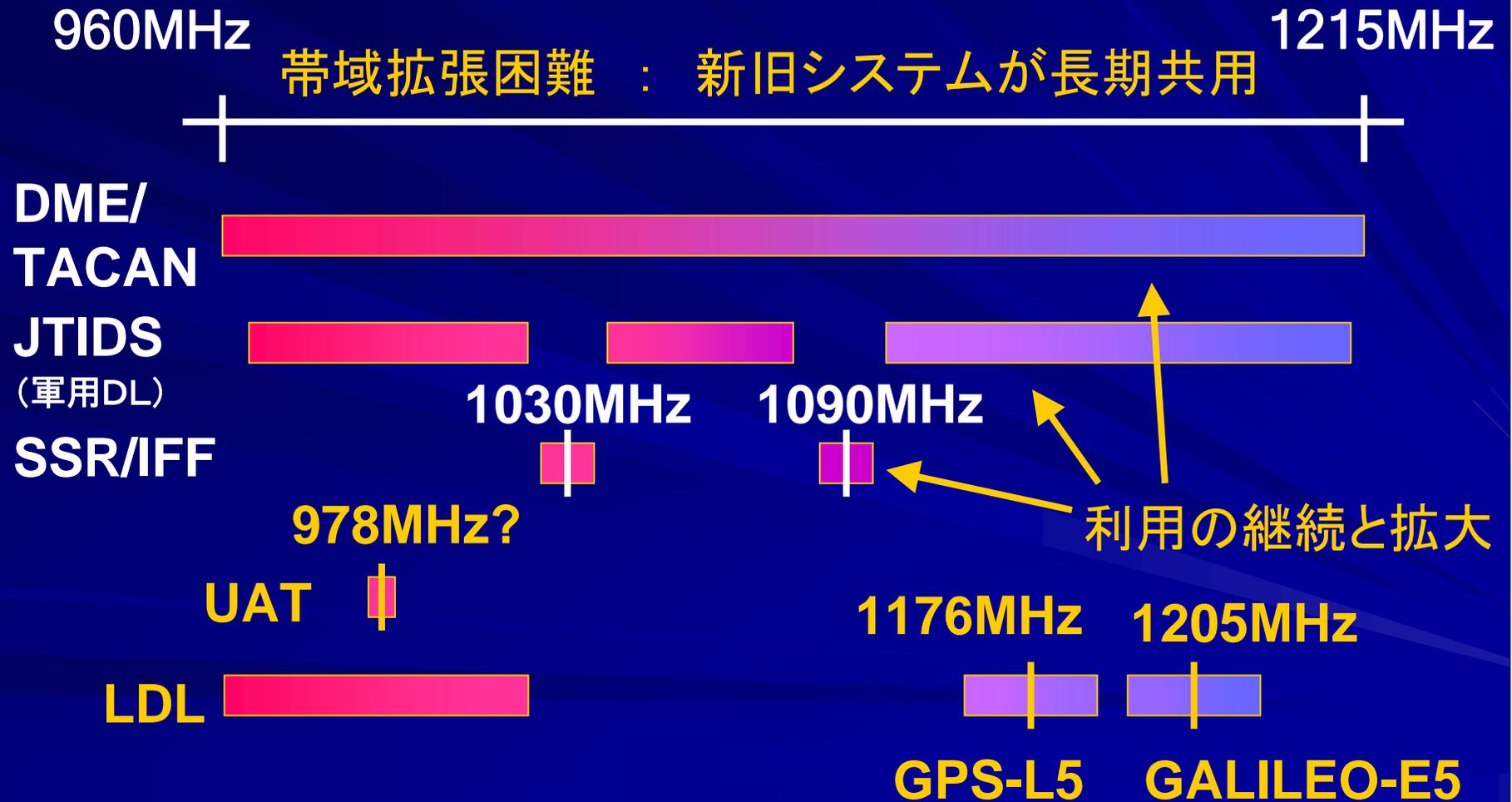
TQL: Transmit Quality Level
送信情報の品質を規定

多様な応用への対応が必要
ASAS性能は相手機と環境に依存

ACL: ASA Capability Level
ASAS応用対応範囲を規定
ASAS性能 = 監視性能 + α
応用毎に要件設定
実現性能は入力の質に依存

航空無線航法帯域の動向

ARNS : Aeronautical Radio Navigation Service



今後の課題

- ASASの要件検討と標準化: ASAS-RFG他
 - 運用方式開発、安全性分析、性能要件抽出など
 - 性能要件を基にしたASAS仕様標準化
- ASAS入力情報の品質の評価
 - 航法情報源やSTPが出力する情報品質
 - 航法信号や監視DLの信号環境予測と評価
- 補強技術の開発: 必要に応じて
 - 監視用DL補強(検証、ADS-B/TIS-B併用など)
- 利用者支援
 - 応用目的に応じた表示方式開発
 - 総合的な安全性評価

まとめ

- 機上監視応用ASAの概要紹介と現状報告
 - 空域運用者の情報共有支援によりATMに寄与
 - 状況認識支援から自律的間隔設定まで
- ASA標準化の動向： ASAS-RFG
 - 応用方式の要件から性能要件を抽出中
- 機上監視応用の例
- 今後の課題
 - 将来のATMに適した応用の選択
 - 運用環境と実現性能の予測などの技術課題