

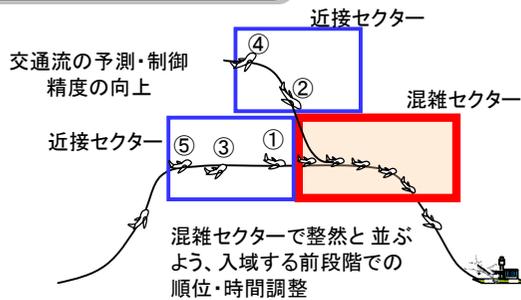
# 参 考 资 料

# 具体的施策の代表例 (ATM領域)

## 飛行フェーズにおける時間管理の導入

- ✓ 特定の交通流への時間管理の導入  
(例:羽田到着便)
- ✓ 管制官への支援機能として実現

【実現時期:短期】



## 降下フェーズにおける軌道ベース運航の実現

- ✓ 特定地点の通過時刻を指定したCDA  
(例:テイラードアライバル)

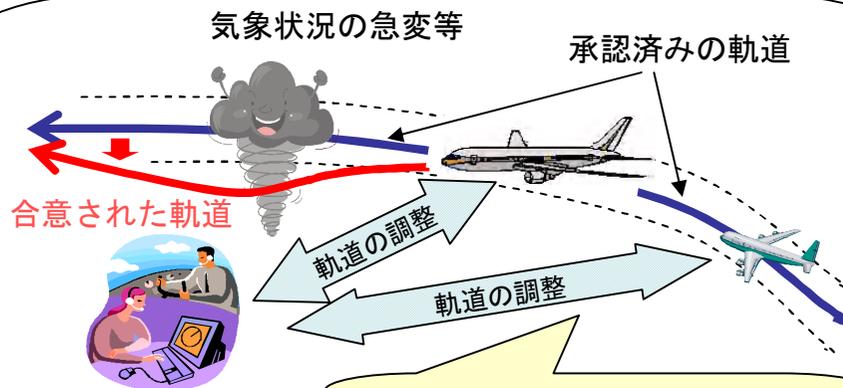
【実現時期:短期】



## 全フェーズでの軌道ベース運航の実現

出発ゲートから  
出発空港

予め精度良く定められた  
4次元軌道に基づいて  
整然と飛行



飛行中の動的かつ柔軟な軌道修正  
【実現時期:長期】

### 3.5次元軌道

(時間概念を部分的に導入)

- ・特定地点のみの通過時刻を指定
- ・経路は公示されたRNAV経路を使用

【実現時期:中期】

### 4次元軌道

- ・全軌道上において時間管理
- ・固定的な経路・FIXにとられない、飛行毎に最適な軌道(ランダム経路)を実現

【実現時期:長期】

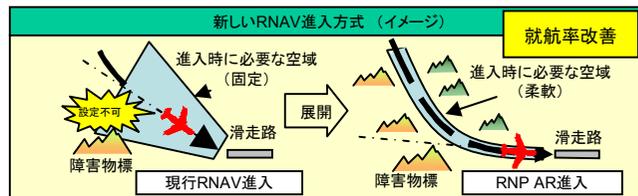
空港面における時間管理  
【実現時期:短~中期】

到着ゲートまで

目的空港

## 広域航法の全国展開

- ✓ 平成23年度までに国内主要75路線にRNAV経路を導入  
⇒ 総経路長を2%短縮
- ✓ メリットのある空港に曲線進入を可能とするRNP-ARを導入

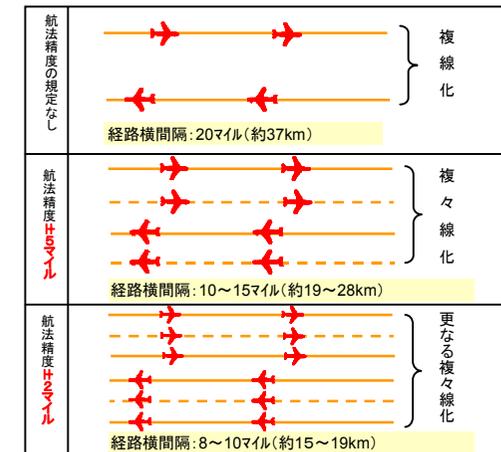


【実現時期: 短期】

## 高精度なRNPの導入

- ✓ 高精度なRNP(RNP2等)の導入
- ✓ 経路間隔の短縮による空域の有効活用

【実現時期: 中期】



## 柔軟な最適飛行軌道の実現

出発空港  
出発ゲートから

予め精度良く定められた  
4次元軌道に基づいて  
整然と飛行

- ✓ 4次元軌道ベース運航を実現
- ✓ 公示されたRNAV経路ではなく、飛行毎に最適な軌道(ランダム経路)を実現

航空路やFIXにとらわれない  
ランダム経路の実現  
【実現時期: 長期】

効果

- ✓ 空域の有効活用
- ✓ 運航者の要望に沿った飛行軌道の実現

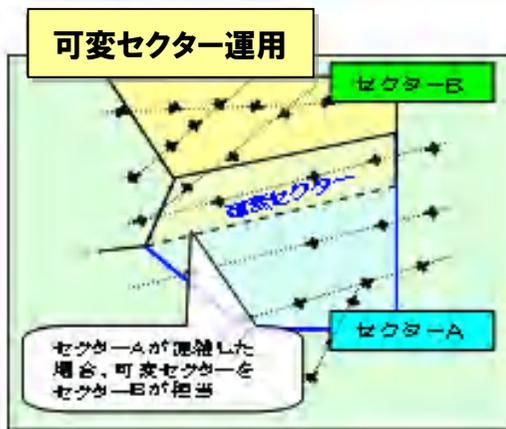
到着ゲートまで

目的空港

## 動的な空域管理

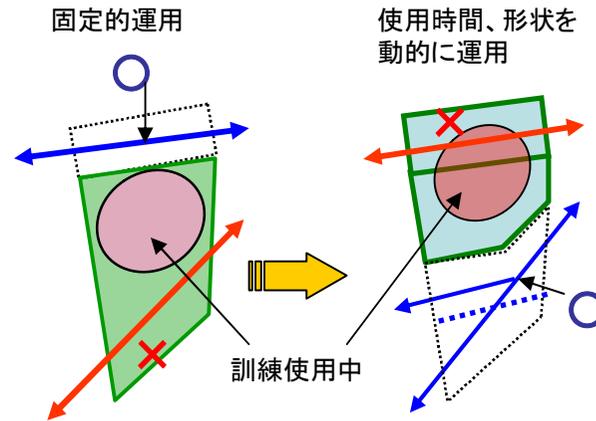
可変セクターの運用  
【実現時期:短期】

訓練空域の動的管理  
【実現時期:中期】



- ✓ 特定のセクターへの交通流の集中を避け、交通流の増大に対応

## 訓練空域の動的運用

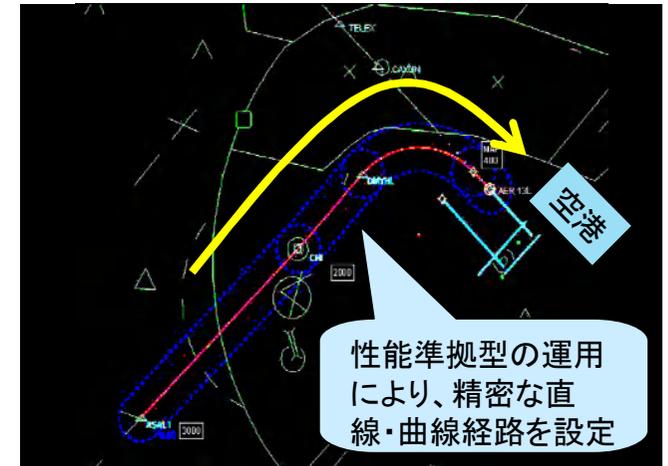


- ✓ 軍民の双方のニーズをお互いに満足させるため、状況に応じた訓練空域の動的運用

## 柔軟な経路設定による空域容量拡大と騒音軽減の両立

曲線精密進入  
【実現時期:中期】

### 曲線精密進入の実現



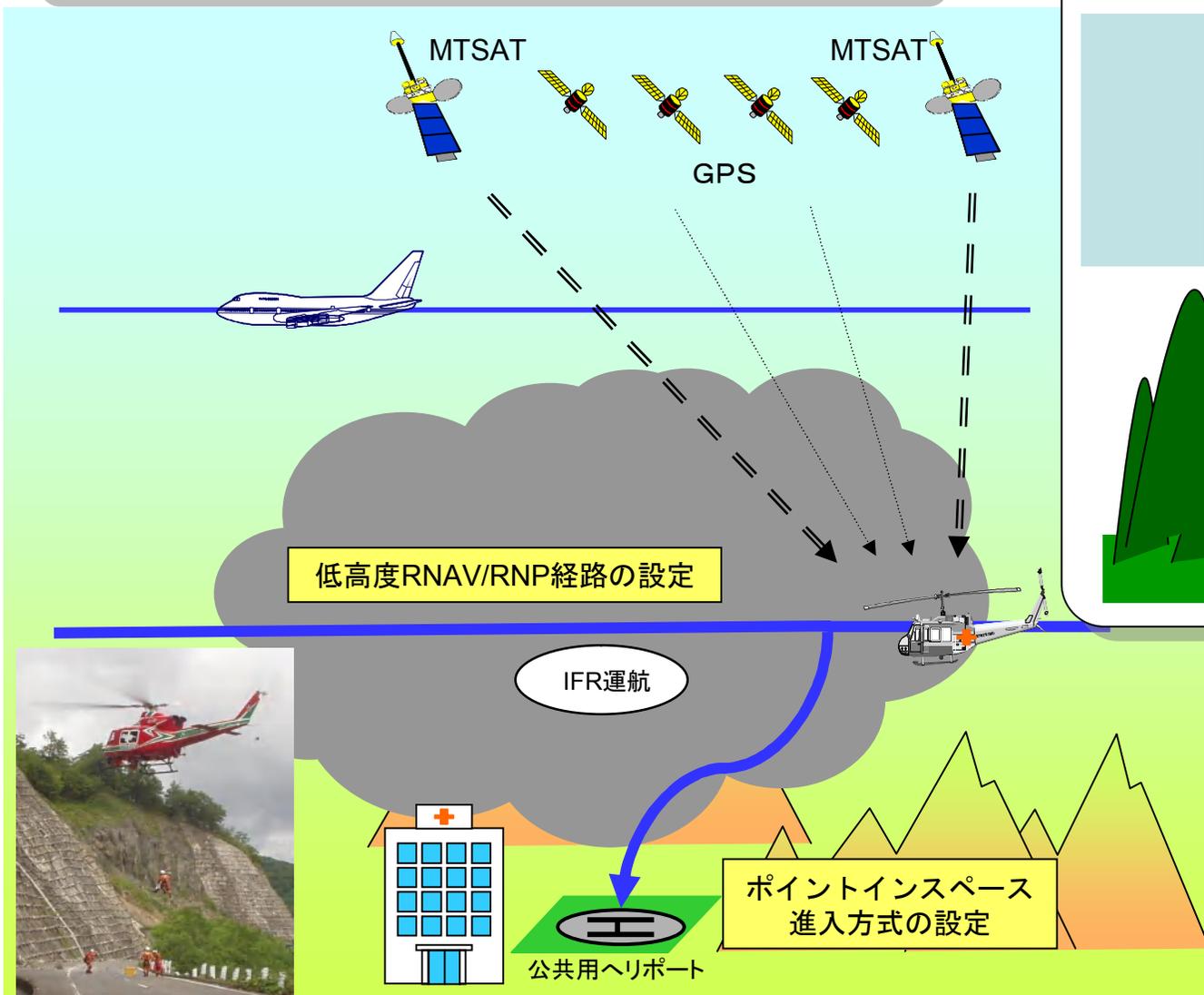
SBAS

GBAS

- ✓ 衛星航法を活用した曲線精密進入の実現により、空域容量の拡大と騒音軽減の両立を実現

小型機に適した低高度空域でのIFR運航のためには、通信、航法、監視(CNS)のサービス提供が必要。

## 低高度空域における航法サービスの提供



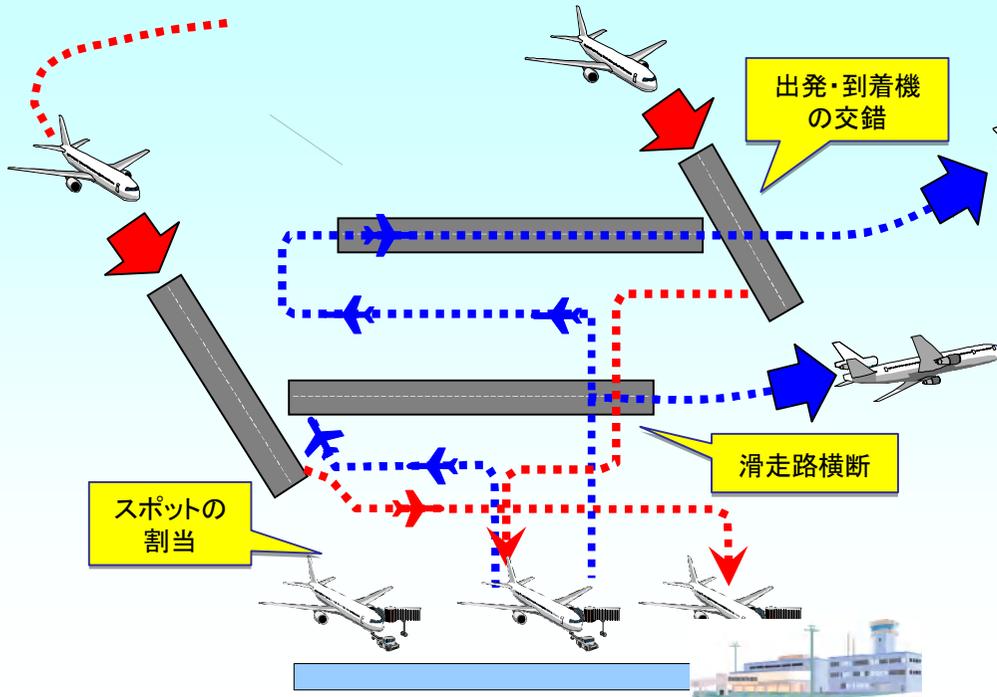
## ブラインドエリアの監視能力の向上



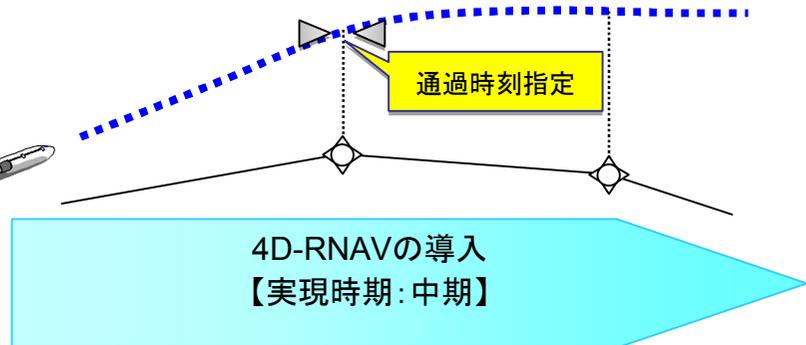
MSASの活用による  
小型機用の低高度経路設定  
【実現時期:短期】

- ✓ 天候急変時における運航の安全性を向上
- ✓ 消防防災ヘリコプターやドクターヘリコプターなどの365日24時間運航への対応

## 空港面における時間管理の導入



## 時間軸精度を含む性能準拠型航法



機上アビオニクス向上により、時間軸の精度を含んだ航法(4D-RNAV)が実現され、更に、ATMシステムの高度化等により、高精度な時間管理(特定地点の通過時刻指定等)を実現

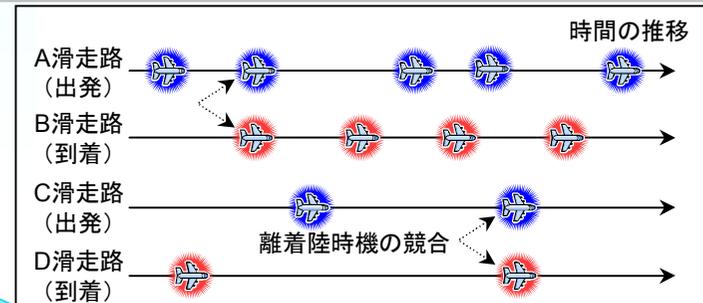
離陸時刻・地上交通量を考慮した  
スポットアウトの時間管理  
【実現時期: 短期】

離着陸順序を考慮した時間管理  
【実現時期: 中期】

各滑走路における離着陸予定時刻等を高精度で予測し、最適な離着陸順序等の調整を支援するツールが必要

交通状況、滑走路変更等に対応したスポットアウト時刻の最適化による滑走路端(誘導路)における出発順番待ちの解消など

出発・到着交通量の割合、出発・到着機の組み合わせ等を考慮した離着陸順序の最適化による容量の最大活用など



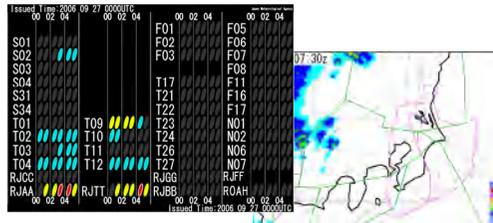
## 気象予測情報の活用の推進

航空管制、交通流管理、航空機の運航など  
航空に特化した気象分析を実施

【実現時期：短期】

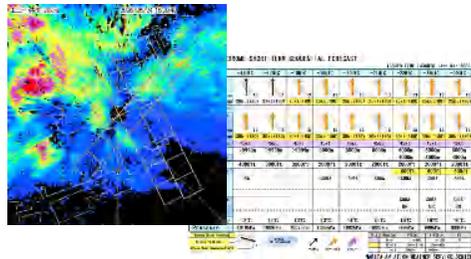
《現在の配信情報(ATMC)》

ATM気象情報、ATMet 時系列予想、空港の時系列予報、ドップラーレーダー、国内悪天予想図、雲解析情報図など



《現在の配信情報(空港)》

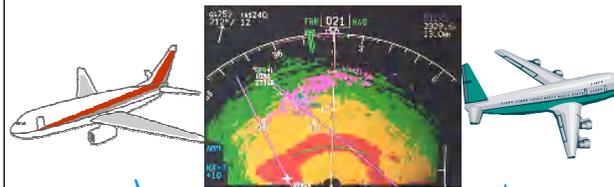
平均風向風速、RVR値、降雨強度、雲低高度、ドップラー速度、じょう乱度、エコー強度、マイクロバースト、ウインドシャーなど



## 機上観測データの活用による 気象予測精度の向上

データリンクによる機上観測データの活用

【実現時期：中期】



機上で観測した実況データを地上に送信

フィードバック



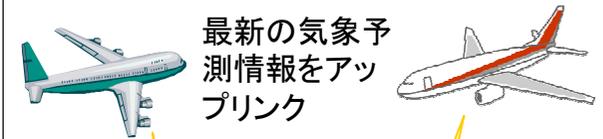
気象庁

解析・予測精度を向上

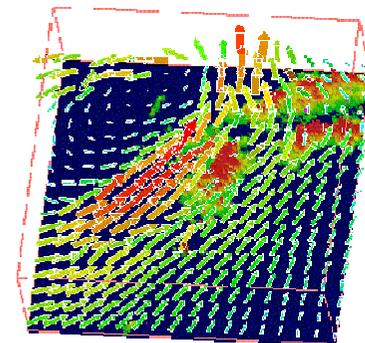
## 機上における 気象予測情報の活用

気象予測データのアップリンク

【実現時期：長期】



最新の気象予測情報をアップリンク



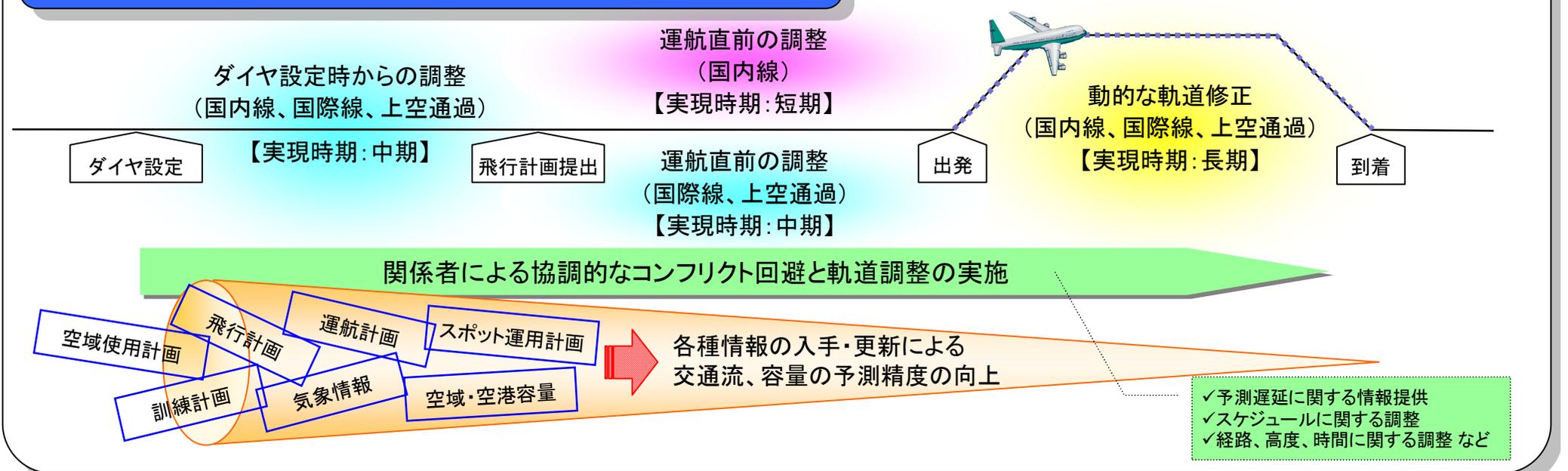
合成レーダー強度・エコー頂高度や毎時大気解析・短時間予測情報等を機上に送信

気象予測情報の活用の促進  
【実現時期：短期】

機上観測データの活用による  
気象予測精度の向上  
【実現時期：中期】

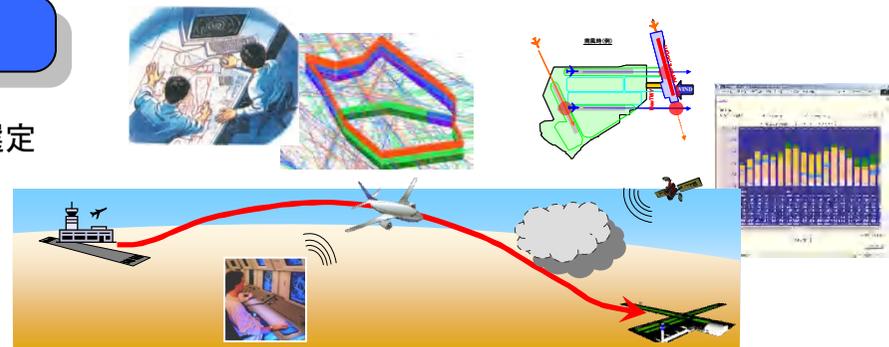
機上における気象予測情報の活用  
【実現時期：長期】

## 段階的なスケジュール等の調整による計画的な交通流の形成



## 軌道ベースでの交通量と容量の適合性の予測

- ✓ コンピューターシミュレーションによる空域構成と交通流の評価・選定
- ✓ 運用の複雑性、連続性を考慮した容量算定及び管理方式
- ✓ ゲートからゲートまで連続した軌道による交通流予測



軌道ベースでの容量算定手法の開発 **【実現時期:短期】**

容量算定手法の確立及び段階に応じた適用 **【実現時期:中期】**

4次元軌道ベース運航への適用 **【実現時期:長期】**

定型通信の自動化  
データリンク(DCL、国内CPDLC)  
【実現時期:短期】

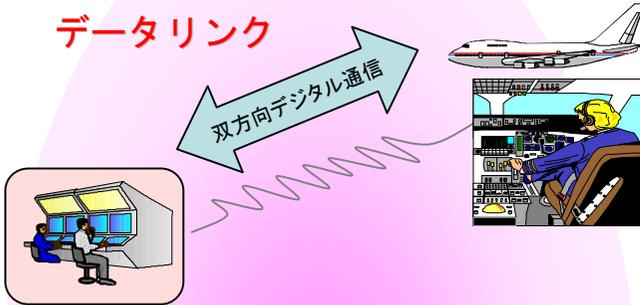
地上・機上の連携による状況認識能力の向上  
航空機動態情報のダウンリンク・管制情報のアップリンク等  
【実現時期:中期】

空対空による状況認識能力の向上  
機上での間隔設定(ASAS)  
【実現時期:長期】

## 定型通信の自動化

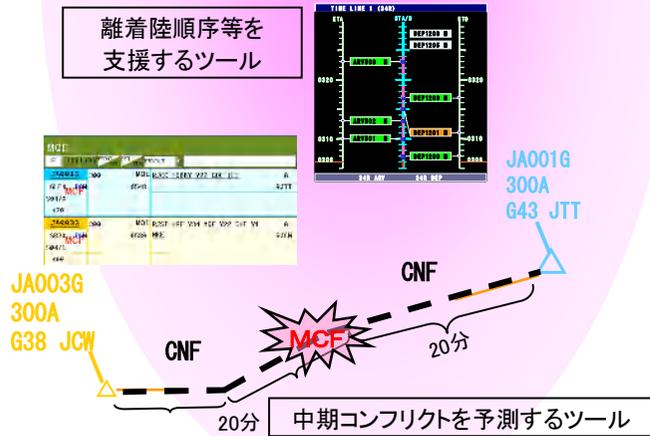
### データリンク

双方向デジタル通信



定型的な音声通信を段階的(飛行前→飛行後)にデータリンク化することにより管制官及びパイロットのワークロードを軽減。

離着陸順序等を支援するツール



- ▲ 管制情報のアップリンク
- ▼ 航空機動態情報のダウンリンク

▼ 選択高度、針路、対気速度、昇降率といった情報をダウンリンク

▲ 周辺の航空機状況など地上管制官の有する情報をアップリンク

### 地上・機上の連携



空対空の監視により、機上において周辺状況を認識し、適切な航空機間隔を設定(ASAS)



システムによる4次元軌道管理に必要な軌道案(修正を含む)の作成



管制支援機能の高度化  
中期コンフリクト回避・順序付支援等  
【実現時期:短期】

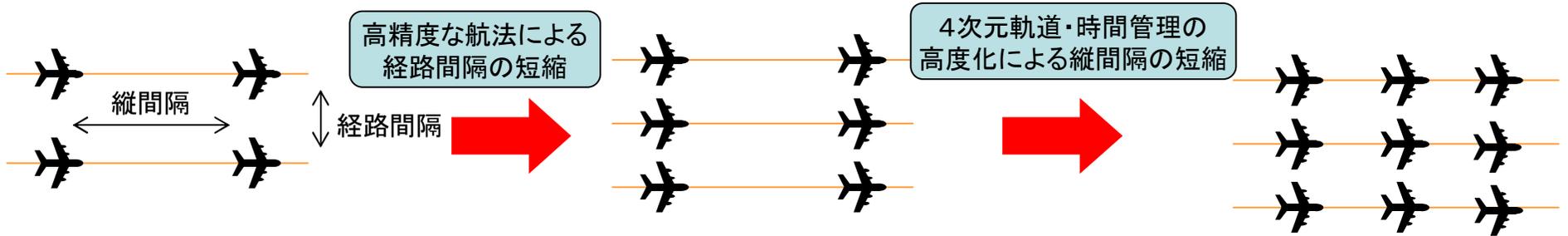
管制支援機能の高度化  
地上・機上の連携による運航者を含んだ管制支援機能  
【実現時期:中期】

4DTのための管制支援機能の拡張  
運航者ニーズを最大限に考慮した軌道修正  
【実現時期:長期】

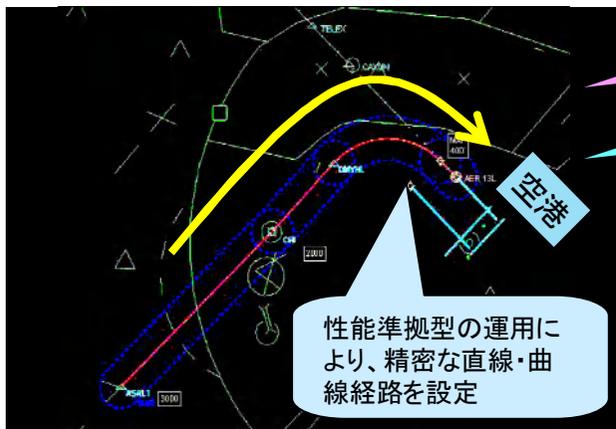
高精度なRNPによる経路間隔短縮  
横間隔(管制間隔)の短縮  
【実現時期:中期】

4次元軌道ベース運航による高密度運航  
縦間隔(航空機間隔)の短縮  
【実現時期:長期】

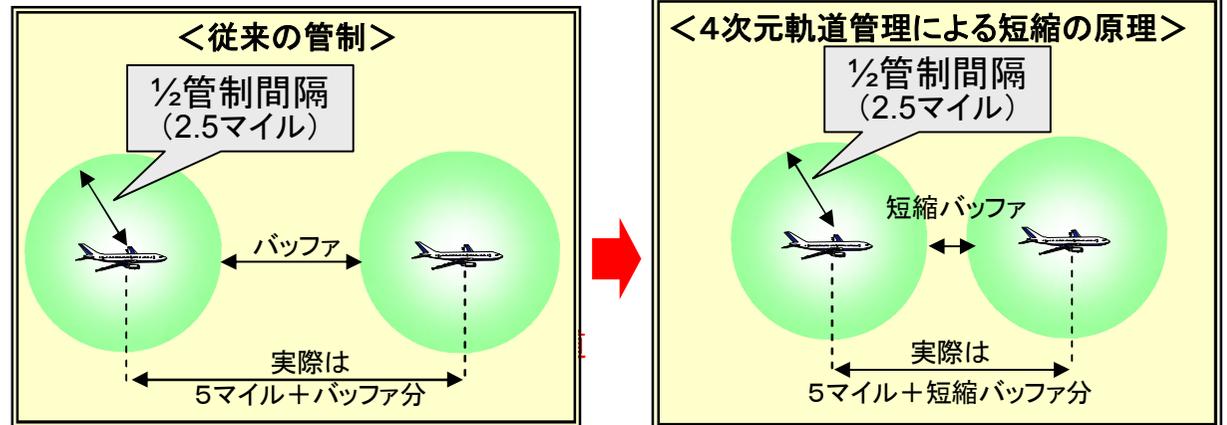
## 管制間隔・航空機間隔の短縮により容量拡大に寄与



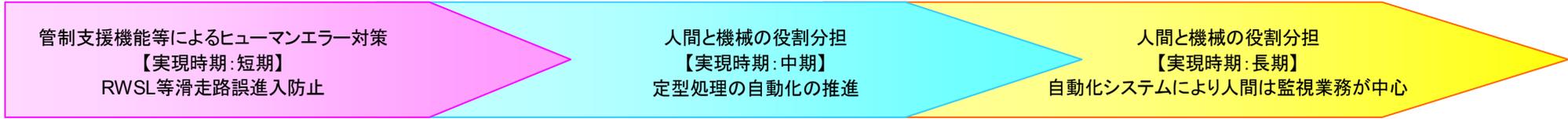
## 高精度なRNPによる経路の設定



## 4次元軌道ベース運航による高密度運航



監視能力(地上/機上)、航法精度、データ通信による航空機動態管理の向上等により位置・時間の予見精度を向上し、4次元(位置、時間)の軌道を管理することにより、バッファを短縮



## (例) パイロットへの視覚的支援

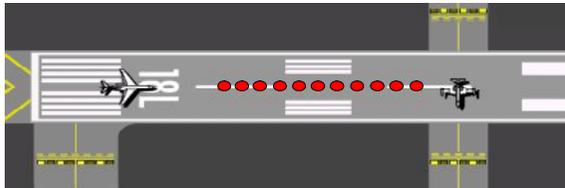
### 【RWSL: 滑走路状態表示灯システム】

滑走路入口灯 (REL) : 滑走路誤進入の防止



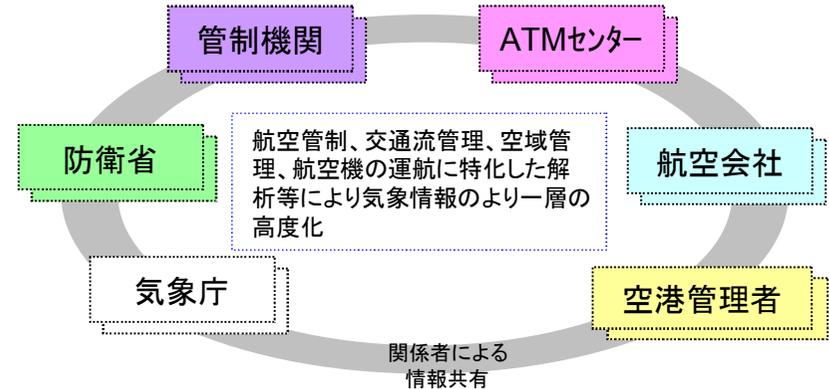
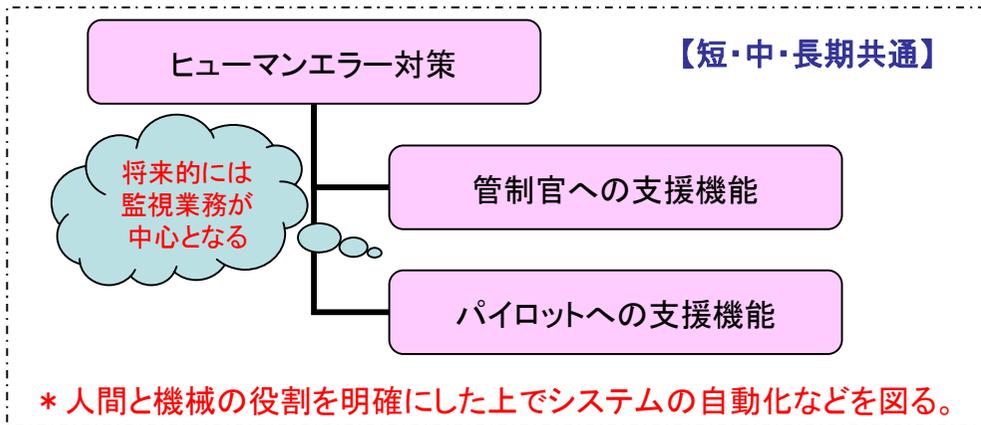
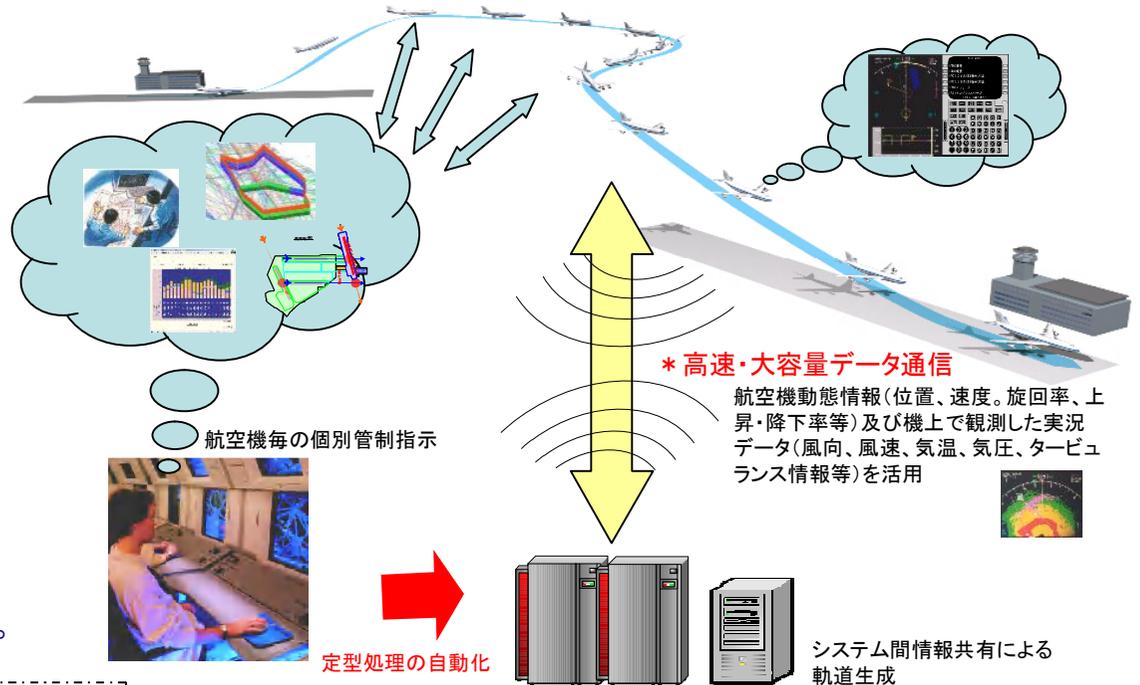
滑走路上に離着陸中の航空機があり、滑走路へ進入できない状態であることを灯火点灯により、パイロットへ伝達

離陸待機灯 (THL) : 誤出発の防止



前方に滑走路横断機があり、離陸できない状態であることを灯火点灯によりパイロットへ伝達

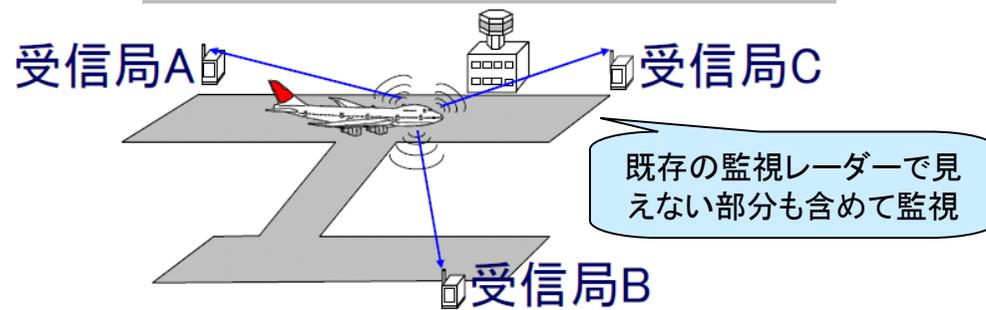
\* その他、安全性評価の柔軟的対応、国際協調体制の構築など。



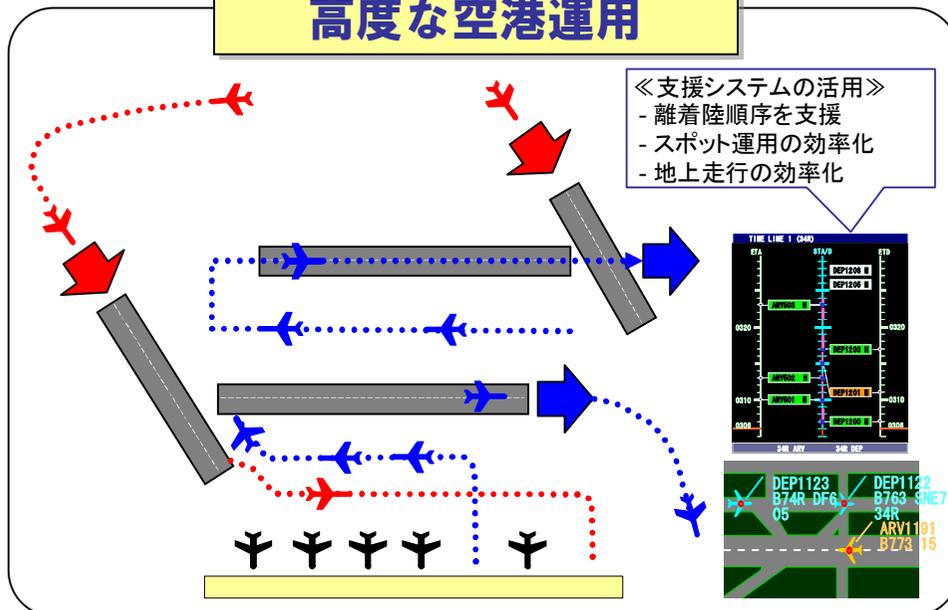
空港面・ブラインドエリアの監視能力向上  
 空港運用の高度化  
 【実現時期:短期】

曲線精密進入など柔軟な経路設定  
 【実現時期:中期】

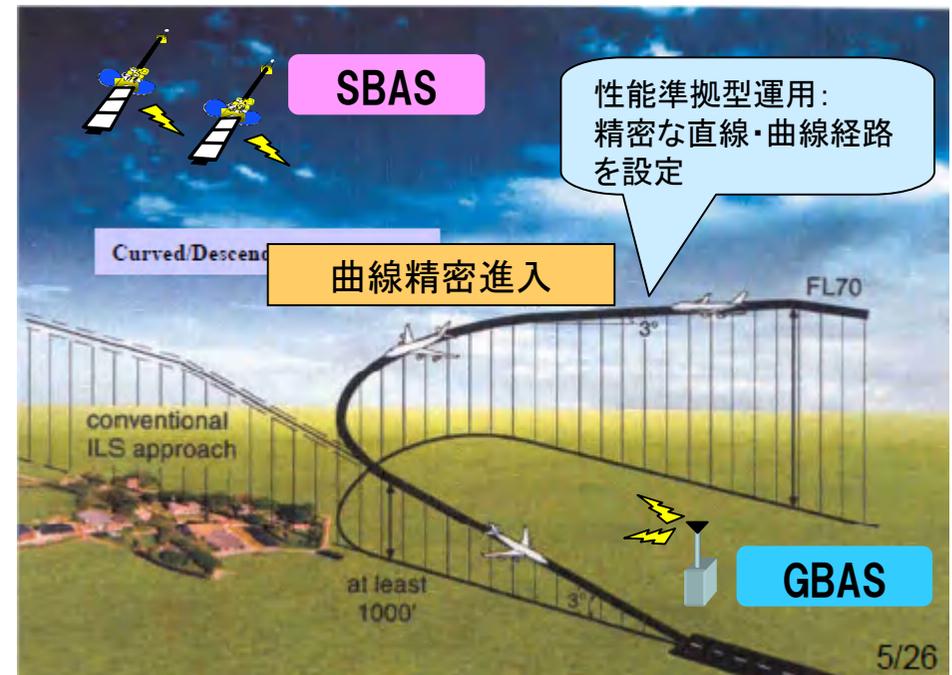
## マルチラレーションの導入



## 高度な空港運用



## 柔軟で精密な出発・到着経路の設定



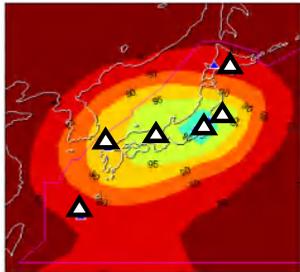
- ✓ 衛星航法システム(SBASあるいはGBAS)により、曲線精密進入など柔軟な出発・到着経路を設定する。
- ✓ 障害物や市街地上空を避けながら、精密進入を実現する。

すべての空港・滑走路でCAT-Iまでの航法性能を提供  
【実現時期:短期】

衛星を用いた高カテゴリ運航の実現  
【実現時期:中期】

## 現在のMSAS

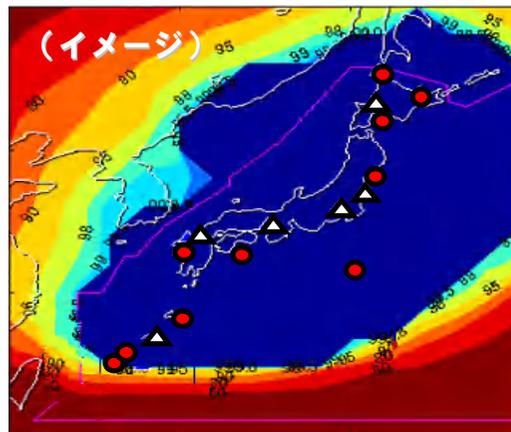
精密進入 (CAT-I) は不可  
(エンルート～  
非精密進入に限定)



△: 既設監視局  
●: 追加監視局 (案)

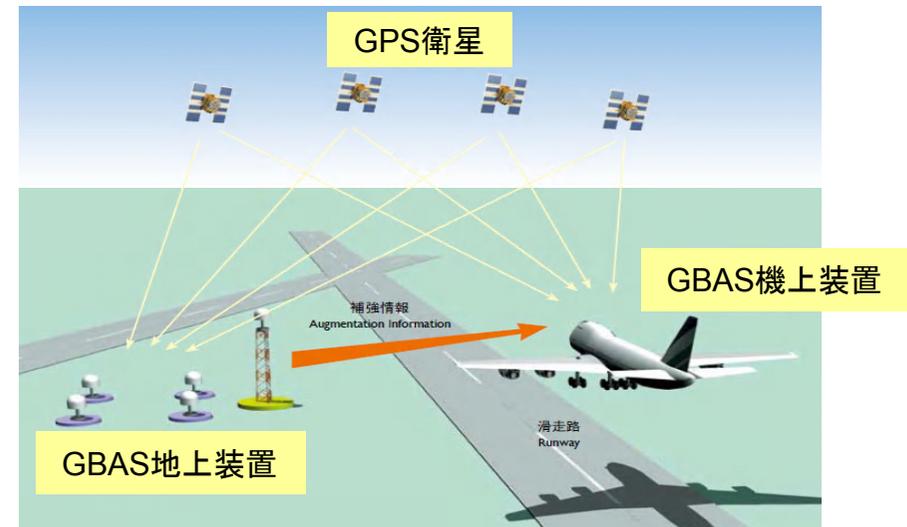
## 性能向上後

エンルートからCAT-Iまでの  
航法性能を提供



■青色部分が精密進入 (CAT-I) が可能なエリア

## GBASによる高カテゴリ運航



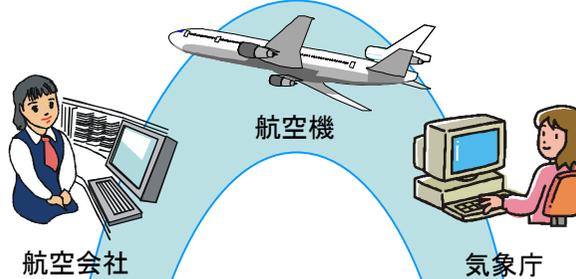
- ✓ 精密進入 (CAT-I) や垂直誘導付進入 (APV-I) を実現するための航法性能を提供 (就航率の向上)
- ✓ エンルートから精密進入まで一貫した航法を提供
- ✓ 将来的には曲線精密進入の可能性 (空域容量拡大に貢献)

- ✓ 高カテゴリILSに代わる次世代の着陸装置として、1式で空港内の複数の滑走路に高カテゴリの精密進入 (CAT-II/III) を提供 (就航率の更なる向上)
- ✓ 将来的には曲線精密進入の可能性 (空域容量拡大に貢献)

## 空港における関係者間の情報共有 空港型CDM【実現時期:短期】



空港資源の最大活用と出発遅延の最小化



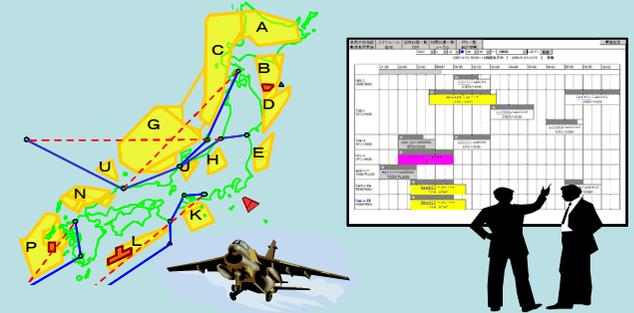
## いつでも必要な情報にアクセス できるネットワークの構築 SWIMの構築【実現時期:中期】

- 情報管理機能の向上
- CDMネットワークの拡充

## 協調的意思決定(CDM)

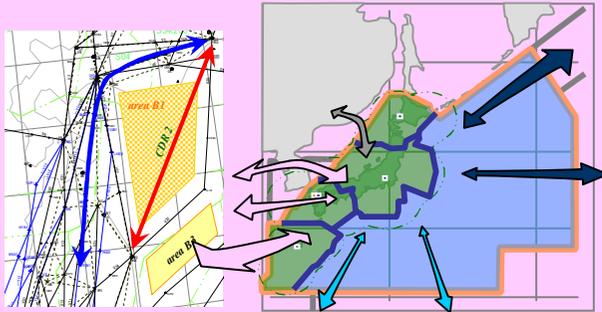


## 軍民でリアルタイムな情報共有 協調的訓練空域調整【実現時期:中期】



空域の有効活用による効率的な運航の実現

## 国際的な協調的空域管理による経路設定 国際CDR【実現時期:短期】



相互に連携した均質なサービスの提供

## 国際的な情報共有 国際ATM等【実現時期:中長期】



シームレスなサービスの実現

空港における関係者間の情報共有  
国際的な協調的空域管理による経路設定  
【実現時期:短期】

軍民でリアルタイムな情報共有  
いつでも必要な情報にアクセスできる  
ネットワークの構築 【実現時期:中期】

国際的な情報共有・協調的意思決定  
【実現時期:中期(長期まで継続)】

# 具体的施策の代表例 (CNS領域)

- DCL (Departure Clearance) : データリンクによる出発管制承認伝達
- 国内CPDLC (Controller Pilot Data Link Communication): 初期においては周波数移管、航空機識別コード変更等の定型的通信を主として扱う
  - 管制官のワークロード軽減により処理能力の向上
  - 言い間違い、聞き間違い等のヒューマンエラー対策



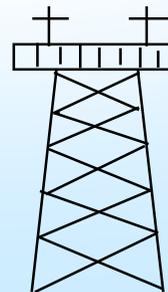
定型通信の自動化によるワークロード軽減  
ヒューマンエラー対策



データリンク端末を装備した操縦室 (例)

## 提供されるサービス(例)

- DCL
  - 出発管制承認に係る一連の通信 (要求/承認/確認)
- 国内CPDLC
  - セクター周波数移管
  - 航空機識別コード変更
  - レーダ識別要求
  - 直行経路指示
  - マイクロフォンの確認指示



管制官用国内CPDLC画面 (イメージ)

データリンクの拡充により、VHFアナログ音声通信チャンネル数の縮減が可能になる

ICAOにおいては将来のATM要件を実現するための通信システムが検討されている

国内CPDLC



文字ベースによるデータリンク通信

現在～短期

ACARS (POA\*)  
2400bps  
または  
VDL mode2  
31.5kbps

(\*) POA: Plain Old ACARS

全軌道での4次元運航を実現する  
動的な軌道データ交換

データリンクによる機上観測データの活用

中期～長期

新空地通信システム  
(航空路、ターミナル空域)

最大 700kbps程度

航空路、ターミナル空域においてはL-DACS (L-band Data link Aeronautical Communication System) と呼ばれる通信システムの導入が検討されている。

空港運用の高度化(地上走行支援)

中期～長期

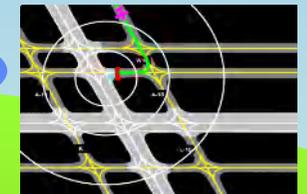
空港面新通信システム  
(空港面)

60Mbps～

空港面においてはIEEE802.16e (WiMax) と呼ばれる無線LAN規格をベースにした通信システムの導入が検討されている。

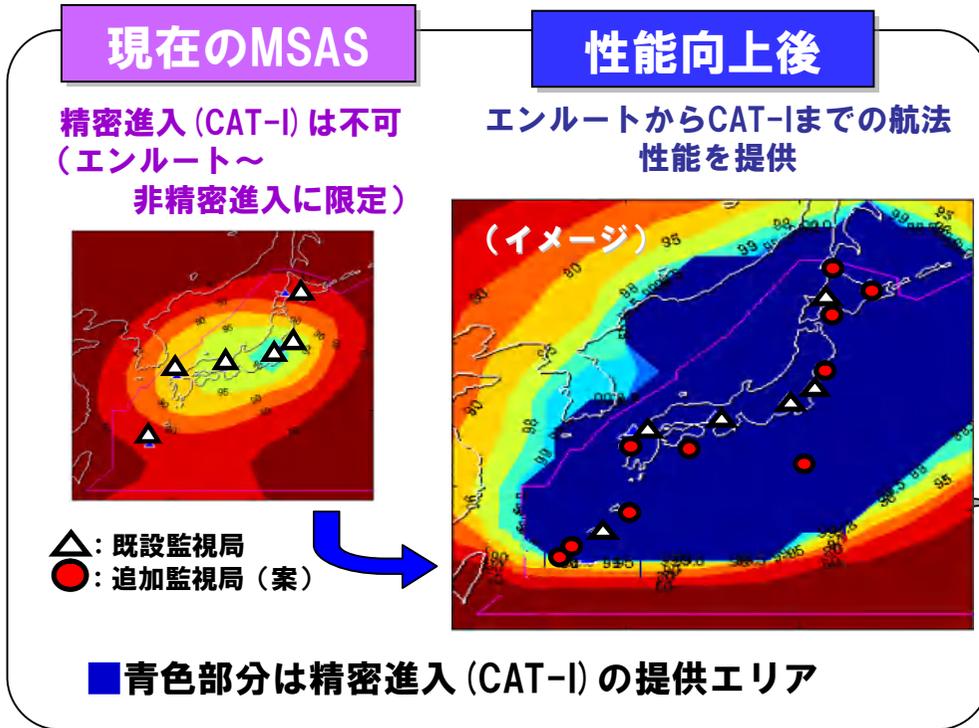
音声通信はアナログVHFのみ

将来の通信システムに デジタル音声チャンネルが收容される

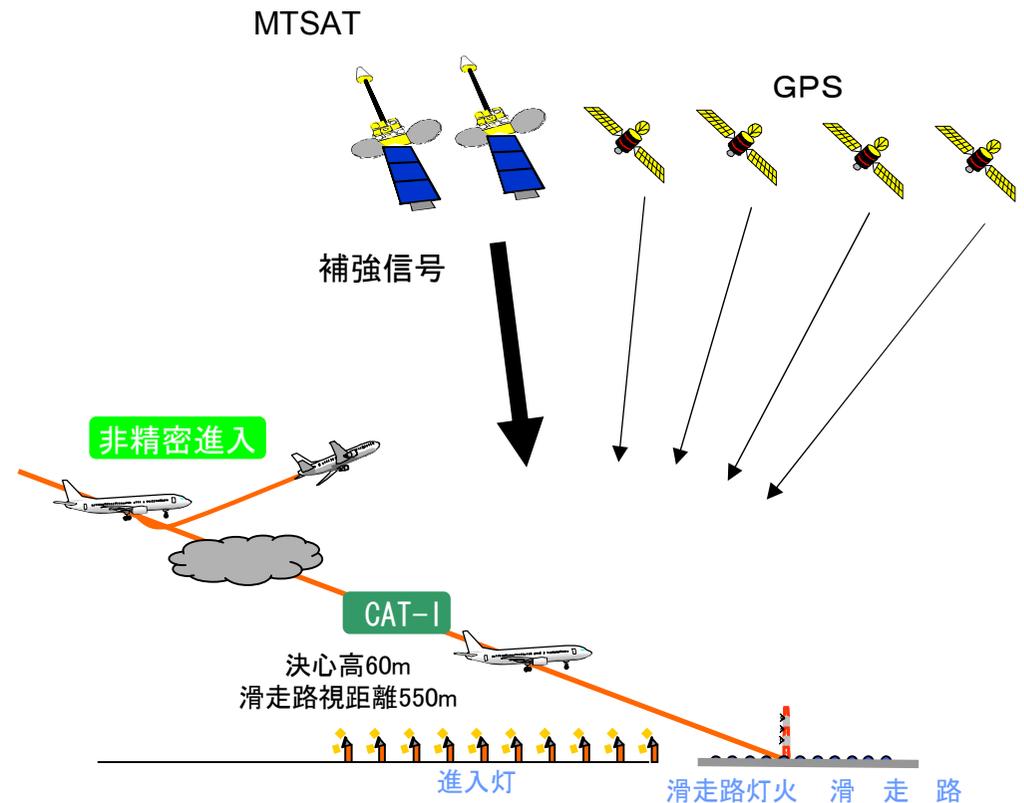


TAXI CLEARANCE

SBAS (Satellite Based Augmentation System : 衛星型補強システム) は、日本全域において、エンルートからCAT-Iまでの航法性能を提供する。

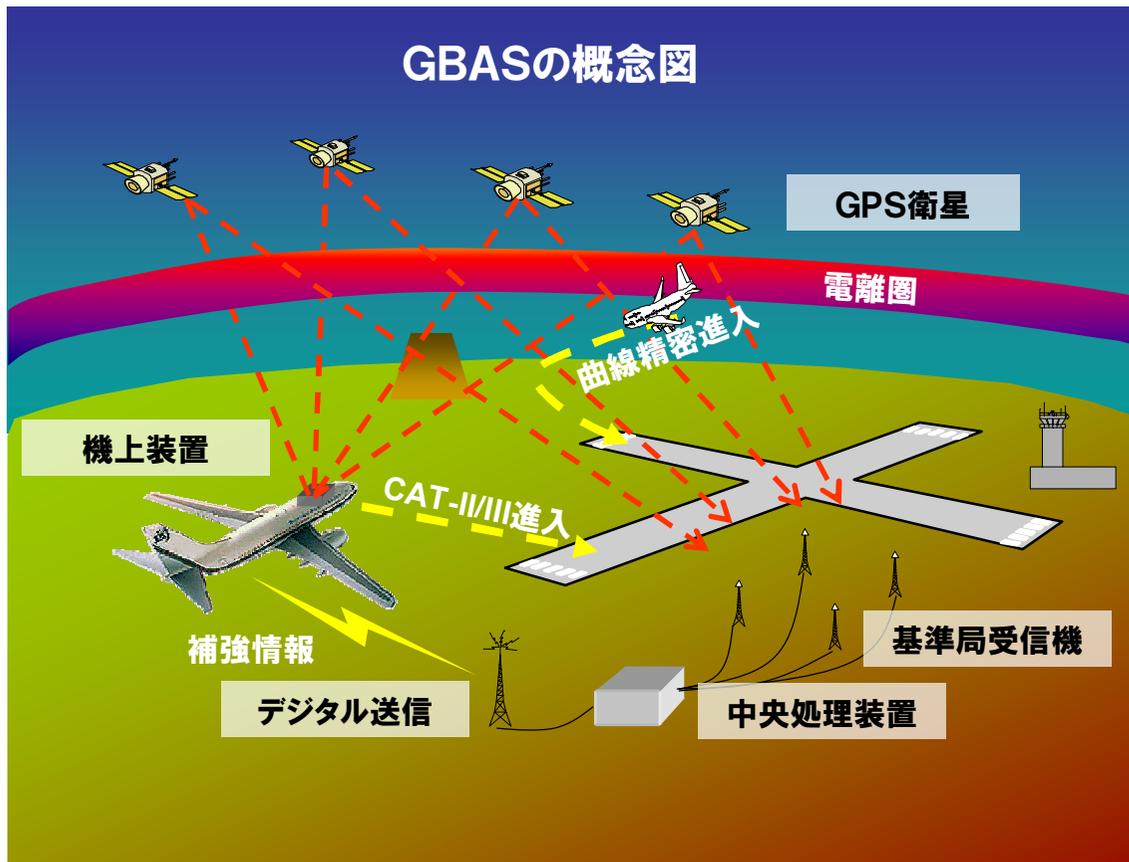


- ✓ 精密進入 (CAT-I) や垂直誘導付進入 (APV-I) を実現するための航法性能を提供 (就航率の向上)
- ✓ エンルートから精密進入まで一貫した航法を提供
- ✓ 将来的には曲線精密進入の可能性 (空域容量拡大に貢献)



MSASによるCAT-I精密進入の実現

GBAS（Ground Based Augmentation System：地上型補強システム）は、高カテゴリーILSに代わる次世代の着陸装置であり、1式で空港内の複数の滑走路にCAT-II/IIIの精密進入を提供



## GBASの特徴

- ▶ 次世代の着陸装置(高カテゴリーILSの後継)
- ▶ 空港内に設置されたGBAS1式で複数滑走路にCAT-II/IIIの精密進入を提供
- ▶ 将来:曲線精密進入の実現
  - 運航効率
  - 騒音の緩和
- ▶ B787、A380などに採用
- ▶ CAT-Iの地上装置は開発評価段階
  - ▶ 米国(メンフィス、ニューアーク空港等)
  - ▶ 欧州(ブレーメン、マラガ、パレルモ空港)
  - ▶ 豪州(シドニー)
  - ▶ 日本(電子研プロトタイプGBAS開発中)
- ▶ CAT-II/IIIの国際基準は2011年を目途に制定予定

## マルチラレーション

(空港面の監視能力向上)

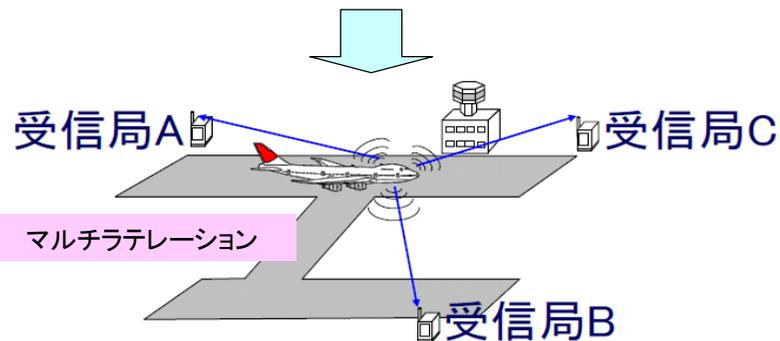
### 現状の課題

- ▼ビル陰などのブラインドエリアが存在
- ▼降雨により監視性能が劣化
- ▼車両の位置把握が困難

→マルチラレーションにより、上記課題の解消を図る。



(現状)



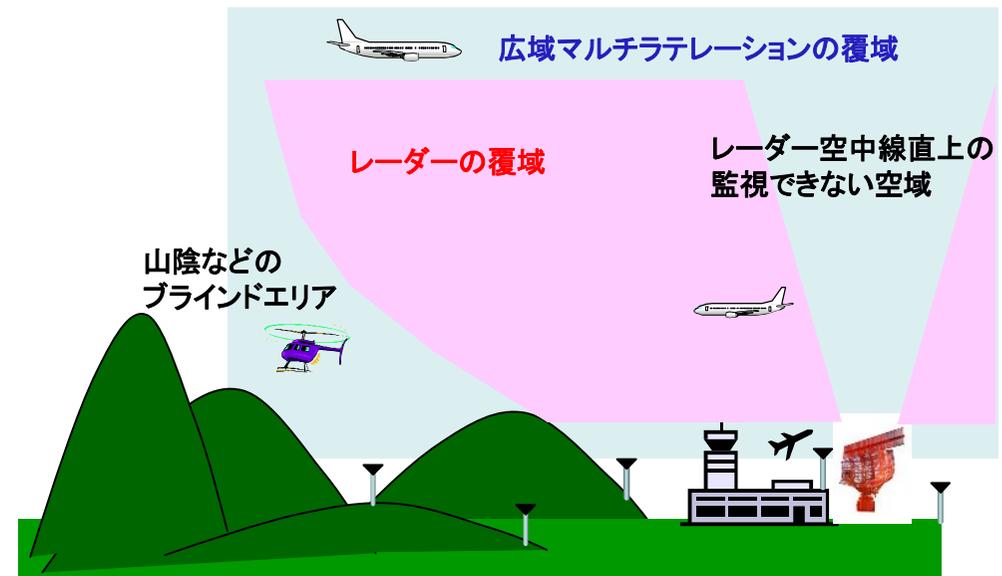
## 広域マルチラレーション

(ターミナルエリアの監視能力向上)

### 現状の課題

- ▼レーダー空中線直上には監視ができない空域が存在
- ▼山陰などのブラインドエリアが存在

→広域マルチラレーションにより、ブラインドエリアの解消等、覆域の拡大を図る。



ADS-B out (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast out:放送型自動位置情報伝達機能)は、航空機が有する基本的な動態情報(高精度な位置情報、速度情報等)を地上管制施設に対して放送する機能

DAPs (Downlinked Aircraft Parameters)は、航空機が有する多様な動態情報(針路、昇降率/旋回率等)をSSRモードSを用いて地上にダウンリンクする機能



## 航空機動態情報(ADS-B out とDAPs)

航空機動態情報をダウンリンクする方法として、ADS-B out とDAPsがある。

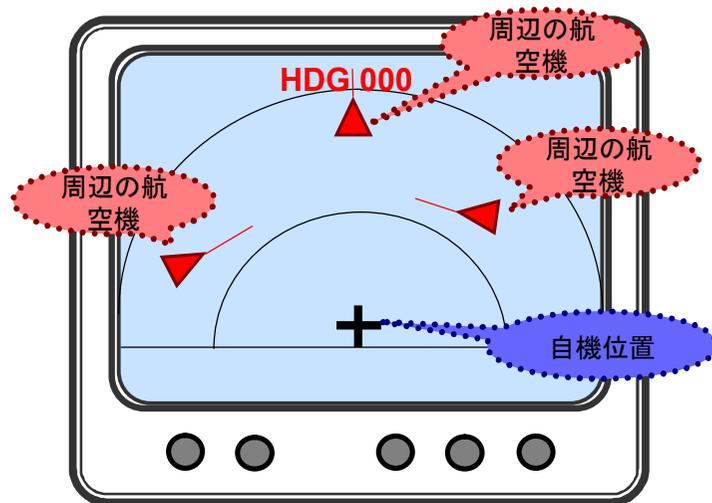
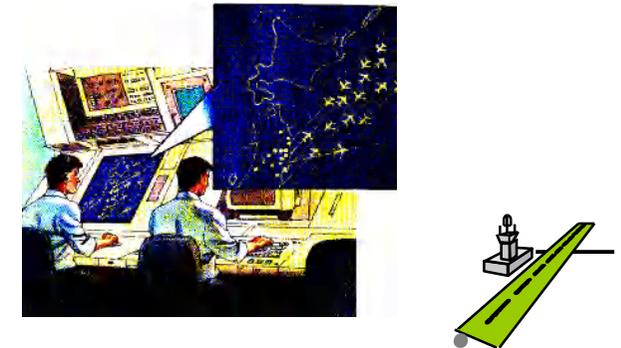
ADS-Bは、頻繁に(毎秒2回程度)情報を自動的にダウンリンクできるというメリットがある。一方、SSRモードSを使用したDAPsは、ダウンリンクできる情報の種類が多い。

航空機動態情報の活用により、地上での状況認識能力を向上させ、かつ管制支援機能の充実を図ることにより、管制官のワークロードを軽減すると共に、安全性の向上に寄与することができる。

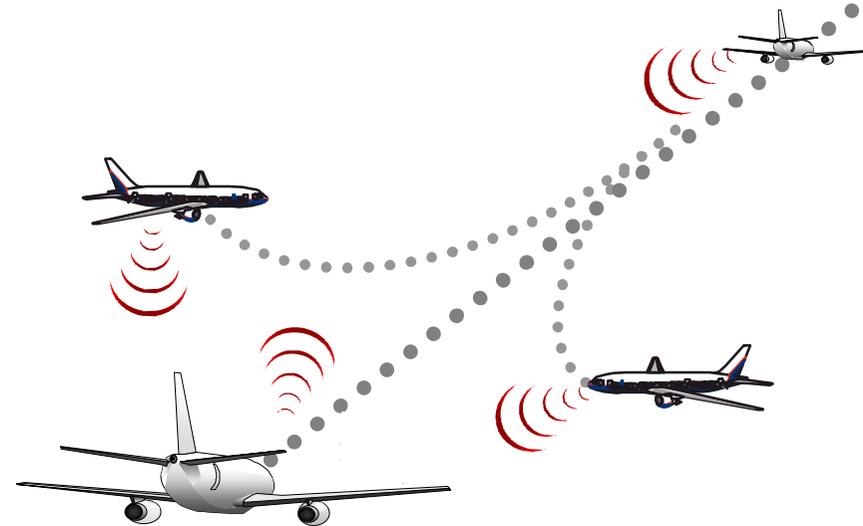
ASAS (Airborne Separation Assistance System)は、航空機相互が位置情報等を交換しながら、お互いに監視を行うための装置

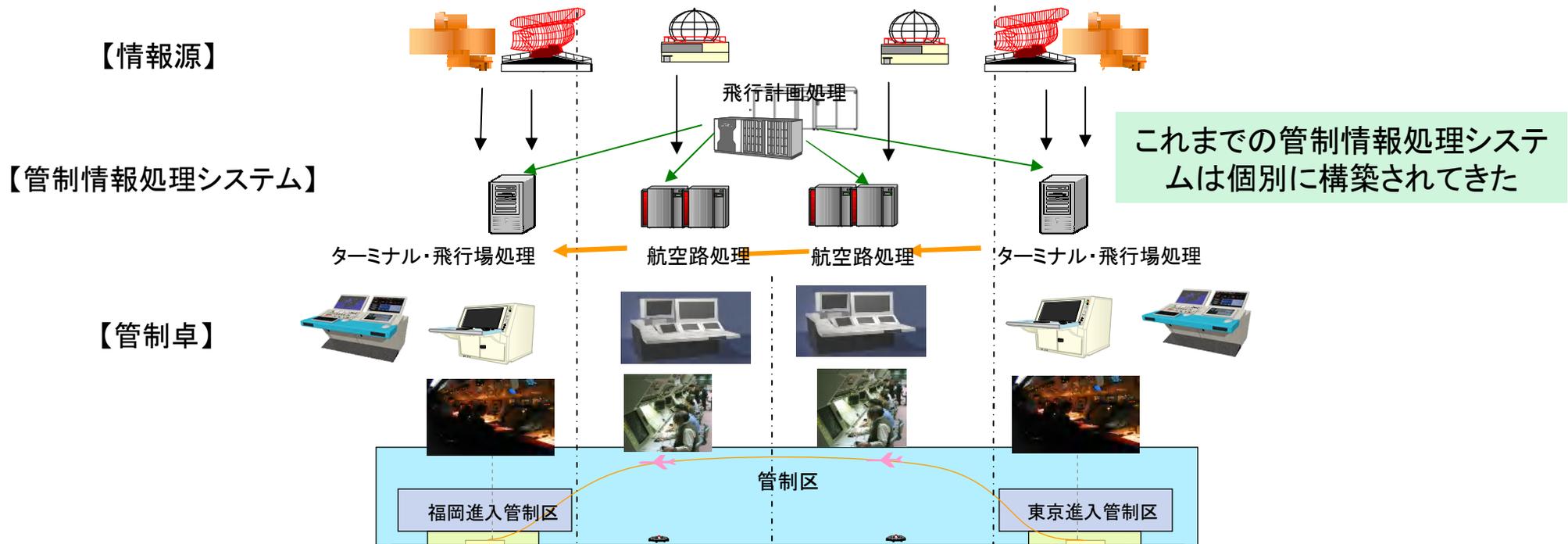
## ASASの導入効果

ASASの導入により、パイロット側の状況認識能力を向上することができ、安全性を向上させると共に、空域の容量拡大に寄与することができる。



機上表示器の例





## HMIの統一化が困難



航空路  
管制卓



ターミナルレーダー  
管制卓



飛行場  
管制卓

## 更なる管制支援機能の向上が困難

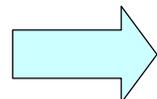


Gate to Gateでの軌道ベース運航の実現のための管制支援機能の高度化が困難

## 信頼性・継続性の確保が困難

障害発生時において、関連システムと整合のとれた迅速な復旧が困難

個別の構築では様々な課題が存在



データベースを一元化した統合管制情報処理システムの構築が必要