



Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems

# CARATS 航空交通システムの長期ビジョン



# 15年後の空を見据えた変革の必要性

## 国際的な航空交通需要の増大への対応

### 周辺アジア諸国の経済成長

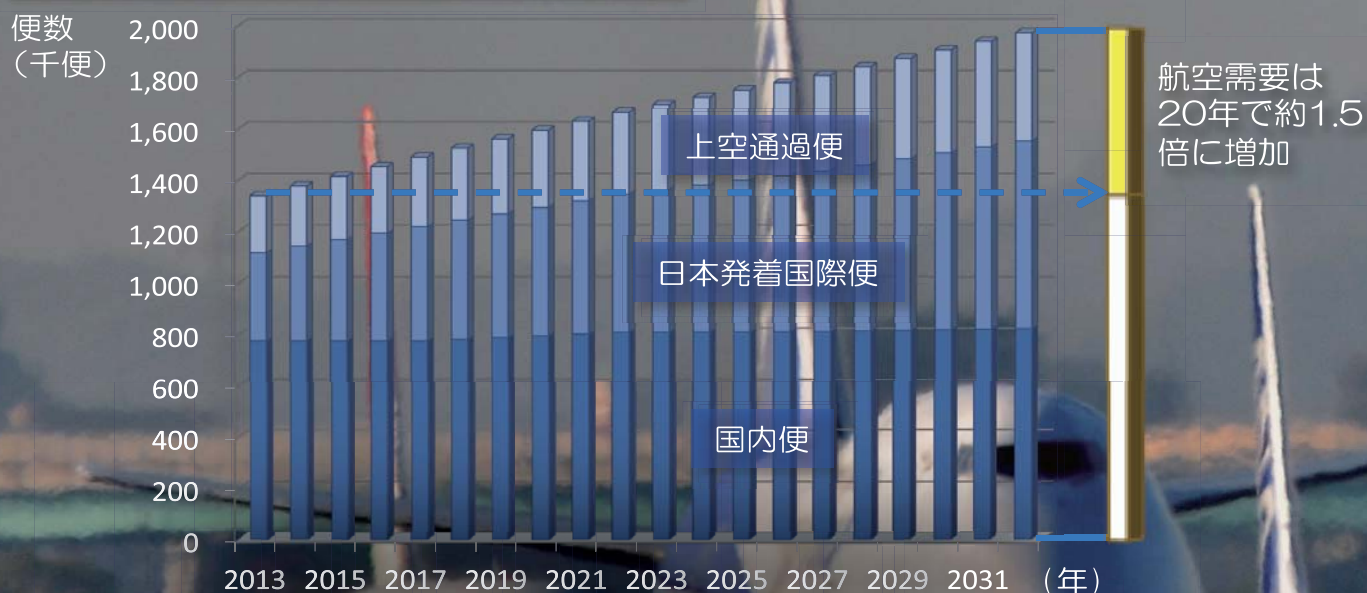
東南アジアなどの我が国周辺諸国では、急速な経済成長に伴い、航空交通需要の爆発的な伸びが予測されています。

### グローバル化の進展

経済のグローバル化に伴い、我が国を発着する国際便についても大幅な需要の伸びが予測されています。

これらにより我が国上空を飛行する航空機数も今後20年で約1.5倍に増加すると予測されています。我が国及び周辺諸国の持続的な経済発展を実現していくためには、需要に見合った容量を確保し、これら経済活動の基盤を提供し続ける必要があります。

日本の空域を飛行する航空機数推移予測



## 多様なニーズへの的確な対応

航空交通システムに対しては、その他にも、利便性の向上、運航効率の向上、経済的な運航の実現、深刻化する地球温暖化問題への対処など、多様なニーズへの的確な対応が求められています。

同じ目的地まで飛行する場合でも・・・

飛行中に揺れないエリアを飛行したい！



飛行時間を最短にしたい！

消費燃料を最小に抑えたい！



## 国際的なインターオペラビリティの確保

航空機は車や鉄道とは異なり、その運航が国内に留まりません。したがって航空機の運航を支えるインフラは、国際フライトに対しシームレスにサービスを提供可能とする必要があります。

# CARATS の策定と導入に向けた産学官連携での活動

交通需要の増大及びその他多様なニーズへの的確な対応を実現するためには、航空交通システムの変革が必要となります。我が国では、航空交通システムに関する全てのステークホルダーが協調し、「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」(CARATS) を策定し、変革に向けた活動を実施しています。

## CARATS の目標

CARATS(Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems) では、交通需要の増大及びその他多様なニーズへの的確な対応を実現するため、2025 年に向けて以下の目標を設定しており、これらの目標を達成するために必要となる施策を段階的に導入しています。また、各目標に対して、より細かな指標を設定・計測し、目標の達成度合いを検証しながら、効果的に施策を推進しています。

### 航空交通量の増大への対応

管制処理容量を2倍に

### 安全性の向上

安全性を5倍に

### 利便性の向上

サービスレベルを10%向上

定時性

速達性

就航率

### 運航の効率性向上

燃料消費量を10%削減

### 環境への配慮

CO<sub>2</sub>排出量を10%削減

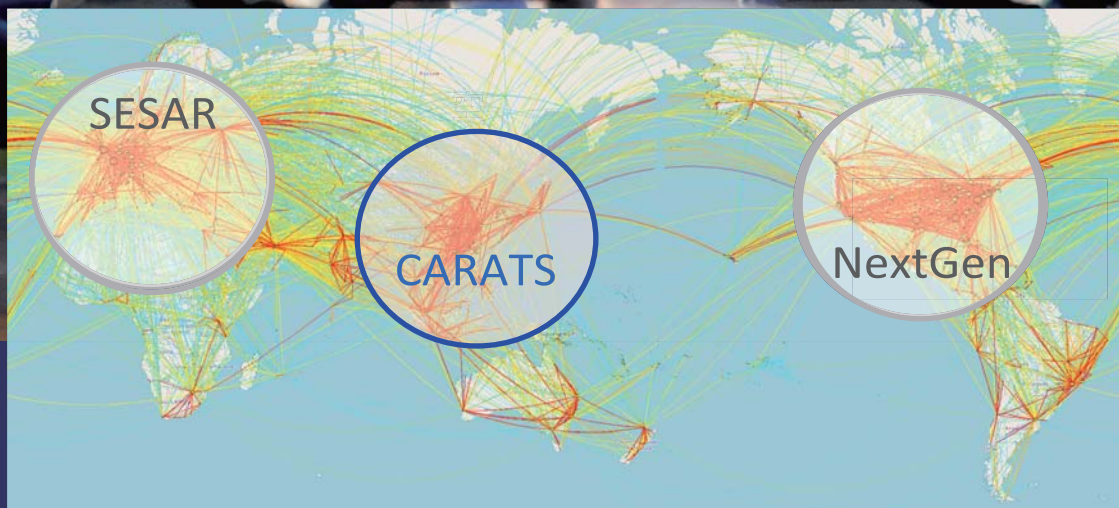
### 航空保安業務の効率性向上

効率性を50%以上向上

## 欧米等諸外国との国際協調

将来の航空交通需要の増大への対応は、国際的にも重要な課題と考えられており、ICAO(国際民間航空機関)では、2025年及びそれ以降を見据えた世界的に調和のとれた航空交通管理(ATM)に関する基本的方向性(グローバルATM運用概念)がとりまとめられています。これに基づき、欧米においては、地域に即した長期ビジョン(米国:NextGen、欧州:SESAR)が策定されています。

このように、現在、日本を含め世界各地で航空交通システムの変革の活動が進められているところですが、これらの活動は、航空機運航特有の大きな課題である「インターオペラビリティの確保」を実現するため、常に協調し調和を図りながら、実現していく必要があります。



出典: World Air Traffic Flow 2012 (ICAO) より航空局にて図を作成

# 目標達成のための変革の方向性

目標を達成するためには、これまでのATM運用概念や通信・航法・監視(CNS)基盤技術の大胆な変革が必要です。CARATSでは、そのために必要となる8つの変革の方向性を示しています。CARATSでは「軌道ベース運用(TBO)」への移行をその中核に据えています。

## 全飛行フェーズでの衛星航法の実現

- 衛星航法により全飛行フェーズでの航空機の正確な位置と時間を把握
- 精度、信頼性および自由度の高い航法を実現

## 性能準拠型の運用(PBO: Performance Based Operation)の促進

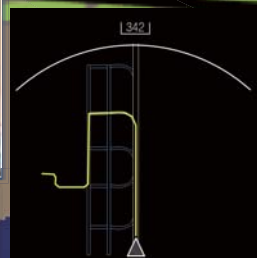
- 航空機に求める運航上の性能要件を規定
- これにより、要件に応じた高度な管制運用を促進

## 混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現

- 性能準拠型の運用
- 衛星航法の拡大
- 動的空域管理による空域の有効活用
- 離着陸順序の調整等による管制処理容量の向上
- 正確な時間管理等による航空機間隔の短縮



高密度空港の管制室での正確な時間管理運用イメージ



コックピット内の空港面ムービングマップ

## 地上・機上での状況認識能力の向上

- 地上と機上とで情報を共有し、航空機の位置や交通状況の把握等の状況認識能力を向上
- 空対空監視による航空機同士の間隔保持

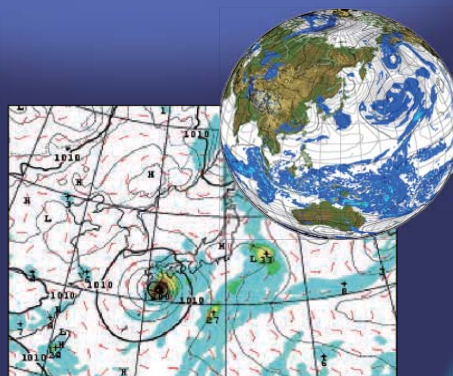
## 人と機械の能力の最大活用

- 定型的通信の自動化等の機械による支援
- パイロットと管制官の能力をより付加価値の高い業務に集中可能とする環境を構築



## 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
- 航空利用に特化した気象予測情報の作成、機上の気象データの活用等、気象情報の高度化



## 情報共有と 協調的意思決定の徹底

- 運航に係る全ての情報を包括的に管理
- 関係者の誰もが必要なときに必要な情報にアクセスできるネットワークを構築
- 国際間の情報共有、協調的な運用を実現



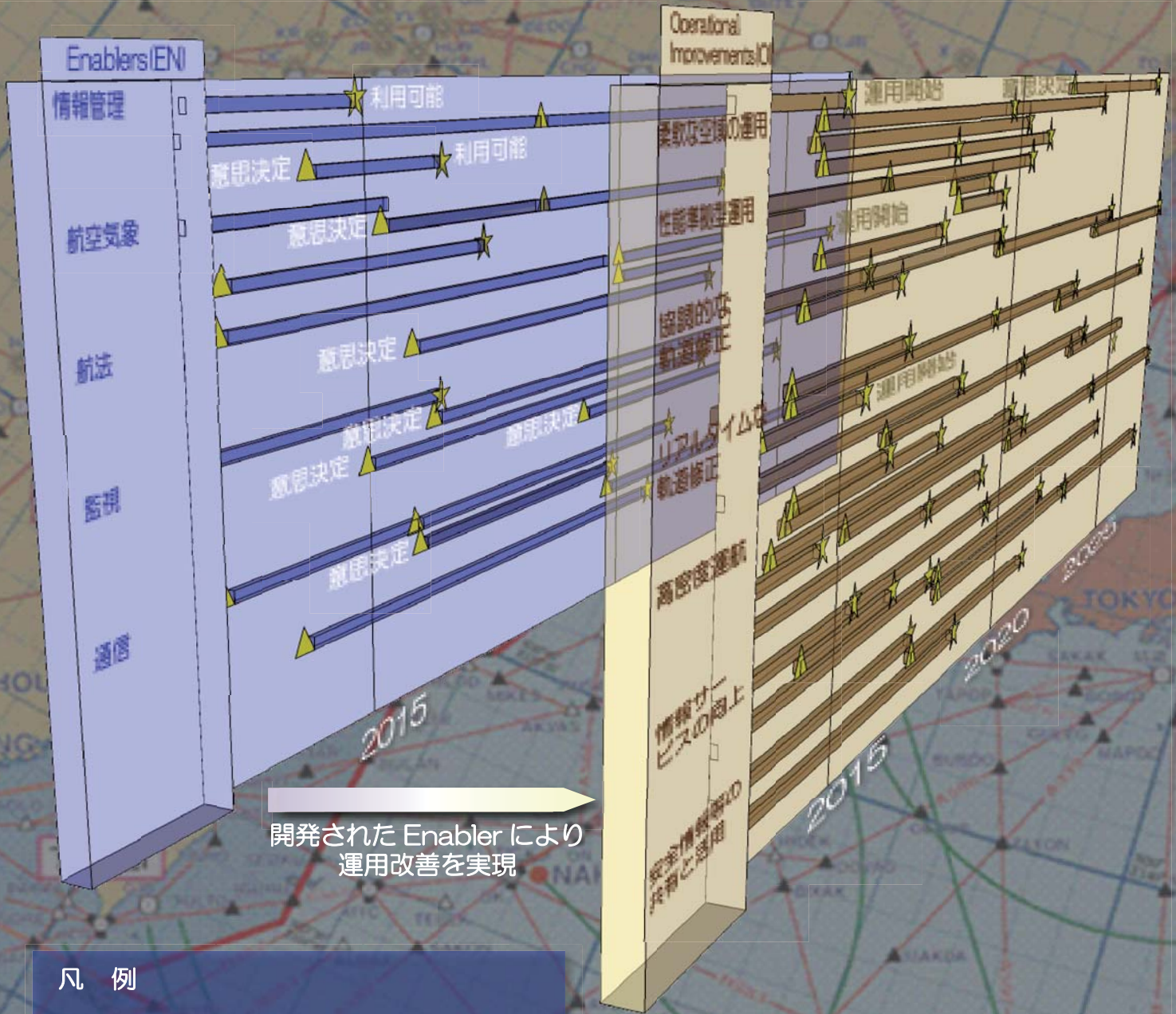
## 軌道ベース運用

### (TBO : Trajectory Based Operation) の実現

- 全ての航空機の出発から到着までを一体的に管理
- 全飛行フェーズで時間管理を導入した4次元軌道(4DT: 4-Dimensional Trajectory)に沿ったATM運用への移行

# 導入施策の概要 (CARATS ロードマップ)

CARATS では、8つの変革の方向性に対応した施策を検討し、その施策を運用改善 (OI: Operational Improvement) として定義しています。また、それを実現するための技術要素 (EN: Enabler) も定義し、OIとENの導入に向けたロードマップを策定しています。各施策の導入にあたっては、費用対効果分析を含めた有効性の検証を行った上で、導入の意思決定を進めるとともに、外部環境等の変化に対応した施策の見直し等を実施しています。



## 凡 例

- ▲ 導入の意思決定
- ★ 運用開始 (が可能となる時期)
- 導入準備期間 (OI)
- 導入準備期間 (EN)

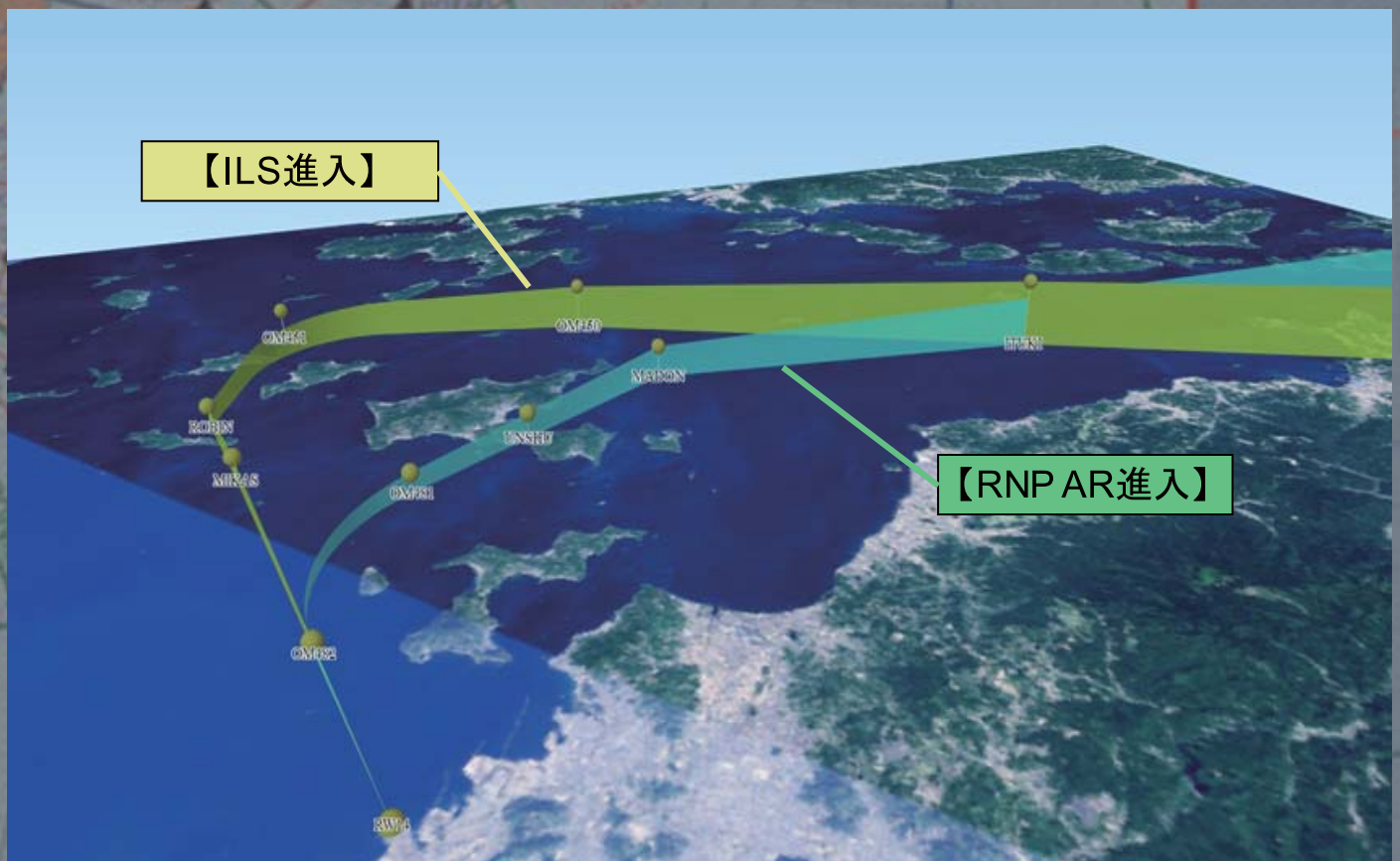
一つの OI を実現するためには、他の OI または EN が必要となる場合があります。また一つの OI または EN は複数の OI または EN の実現に寄与することもあります。このように CARATS の施策は多くの施策が相互に関連して実現されるものとなっており、適切な組み合わせを選択することにより、設定した目標を達成できるよう、CARATS ロードマップが設計されています。

# CARATS における施策の例

## 精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式の導入 (RNP AR 進入)

### 施策の概要

- RNAV 方式から RNP 方式に移行することにより性能準拠型運用を拡大し、効率性・安全性の向上を図ると共に、更なる容量拡大に寄与します。
  - ✓ 最低気象条件改善による就航率の向上
  - ✓ 経路長短縮による消費燃料、排出ガスの削減
  - ✓ 住宅密集地域等の上空を避けた出発、進入方式による騒音の影響軽減
- RNP AR 進入は 2011 年より順次導入しています。下図の松山空港における RNP AR 進入の設定例でも、現行の ILS 進入と比較して、飛行経路長が短縮され、運航の効率性向上に寄与していることが分かります。
- 今後は 2021 年頃から曲線精密進入の導入を計画しています。また GLS 進入 (CAT-I) は 2020 年頃から、また GLS 進入 (CAT-I/III) は、2026 年以降の導入を計画しており、さらなる高度化を実現します。



出所：地理院タイル (写真)、Landsat8 画像 (GSI, TSIC, GEO Grid/AIST)、Landsat8 画像 (courtesy of the U.S. Geological Survey)、海底地形 (GEBCO) を加工して作成

### RNP AR 進入方式

世界的に導入が進められている PBN (Performance based navigation) に分類される進入方式の一つであり、曲線経路の設定も可能となる高性能な方式です。この方式を使用する運航者は、個別に許可を取得する必要があります。

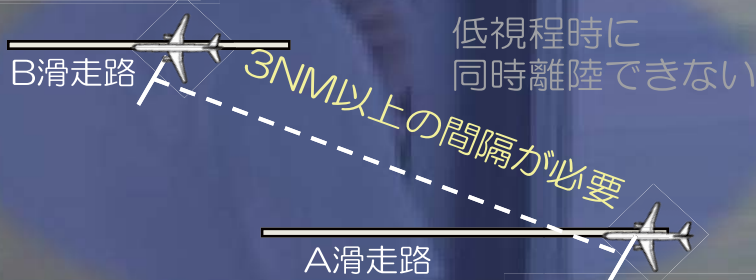
# CARATS における施策の例

## 平行滑走路での監視能力の向上による同時平行離着陸の実現

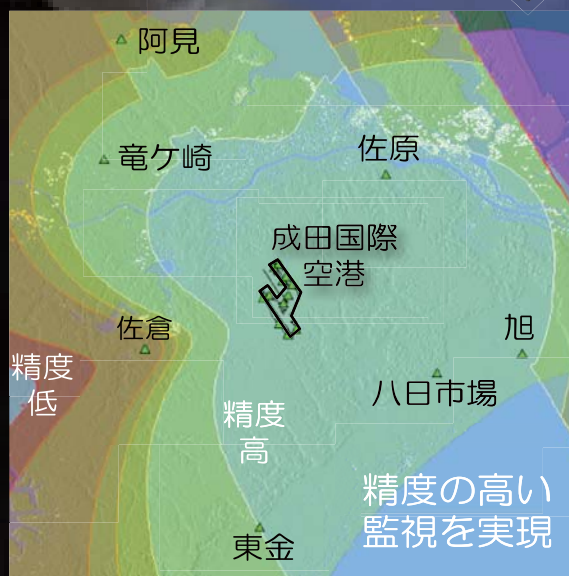
### 施策の概要

- 平行滑走路を有する空港で、両滑走路の航空機の位置を高精度で監視可能とし、同時着陸／同時出発方式を導入することにより、空港発着容量を増大させます。
- 広域マルチラレーション（WAM: Wide Area Multilateration）の導入により、高精度かつ高頻度の航空機位置情報が必要となる精密滑走路監視（PRM: Precision Runway Monitoring）を実現しています。
- このシステムは成田空港において 2015 年 3 月から運用を開始し、低視程時においても発着容量の低下を抑えた運用（同時平行離陸）を実現しています。
- さらに長期的には ADS - B による補強を実現し、さらなる精度向上、信頼性向上を図ることで、成田空港よりも滑走路間隔が近接した平行滑走路を有する空港においても同時平行離着陸を実現できるように研究開発を進めます。

#### 従来の運用



#### WAM導入後



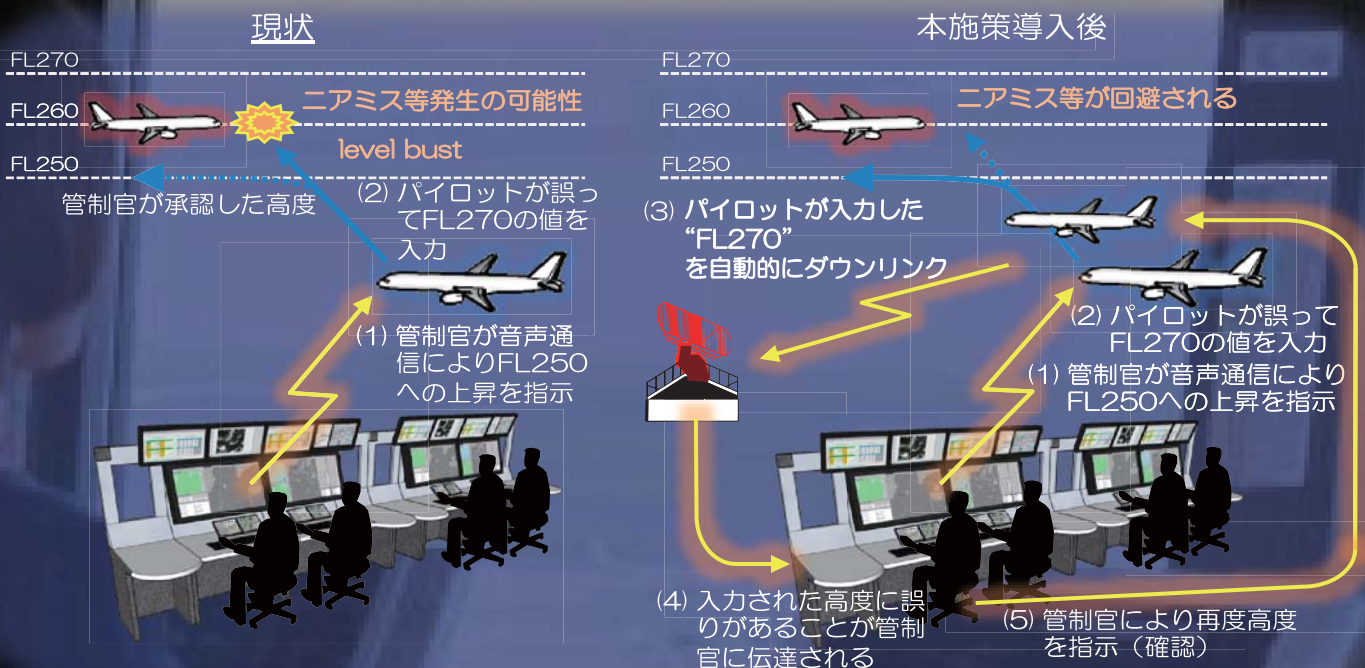


# 航空機動態情報の活用による管制運用の改善

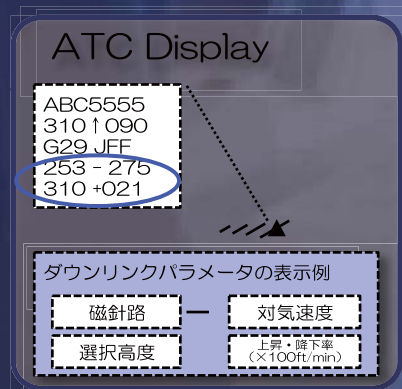
## 施策の概要

- SSRモードSと呼ばれるデータリンク機能を搭載した新型レーダー装置、WAM、またはADS-B(放送型自動従属監視)により、航空機から送信される位置情報や速度、パイロットが選択したパラメータ等の動態情報や機上で観測された気象情報等を受信し、管制運用及び管制支援システムの高度化を実現します。
- これらにより、安全性の向上、予見性の向上等が実現すると共に、管制処理能力と運航効率性の向上が期待されています。本施策は2020年頃から導入を計画しています。

### 安全性向上のためのダウンリンクパラメータ（選択高度情報）の活用例



### ダウンリンクパラメータ（対気速度情報）の活用例



航空路セクター

滑走路  
ターミナル空域

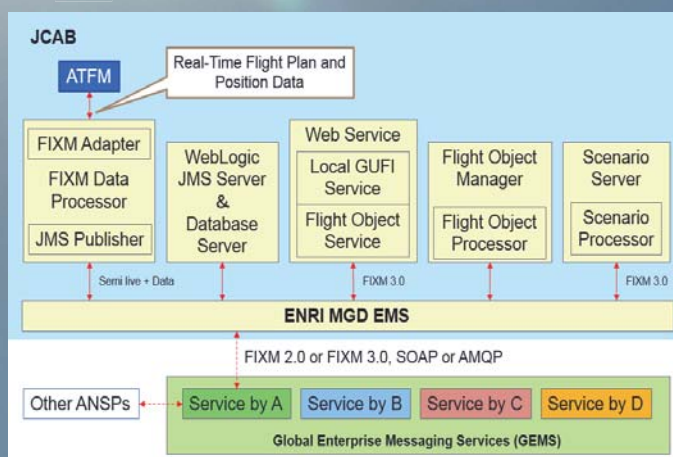
混雑空港到着機の順序付け／間隔付けの処理を行う際に管制官が実施する対気速度の確認のための交信の負荷を軽減し、処理容量の増大を図る。

# CARATS における施策の例

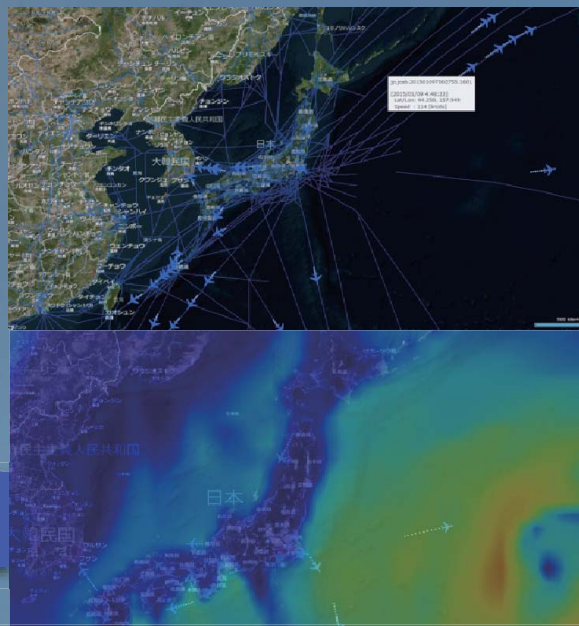
## SWIMの導入による情報共有・協調的意思決定の高度化

### 情報共有の基盤となるSWIM導入の概要

- 情報共有と協調的意思決定の徹底を実現するためには、より多くの関係者と多種多量の情報を共有する必要があります。関係者同士の情報共有を旧来方式の個別の接続により実現する場合、システム及び回線等の構築、並びに試験に多大な経費を要することから、新たな情報共有基盤であるSWIM（System-Wide Information Management）を導入します。
- SWIM とは、航空機の運航に関わる情報を必要としている者に、いつでもその情報を利用できる環境を提供し、更に、世界規模の協調的な意思決定に耐えうる情報の品質を保つために、情報管理の仕組みにより信用を確保するための情報基盤です。
- SWIM の導入は、周辺国との相互運用の改善も目的としていますので、次世代に向けた国際間の包括的な情報管理を行うための基盤を構築するため、Mini Global Demonstraion を実施しています。Mini Global Demonstraion には以下の国が参加し、航空交通の状況を常に共有しています。これにより、様々な状況に柔軟に対応する効率的な運航が可能であることを実証します。  
✔ 日本、米国、カナダ、オーストラリア、シンガポール、タイ、ブラジル等



Mini Global Demonstrationでの  
日本側システム構成



Mini Global Demonstrationで  
実証中の運航

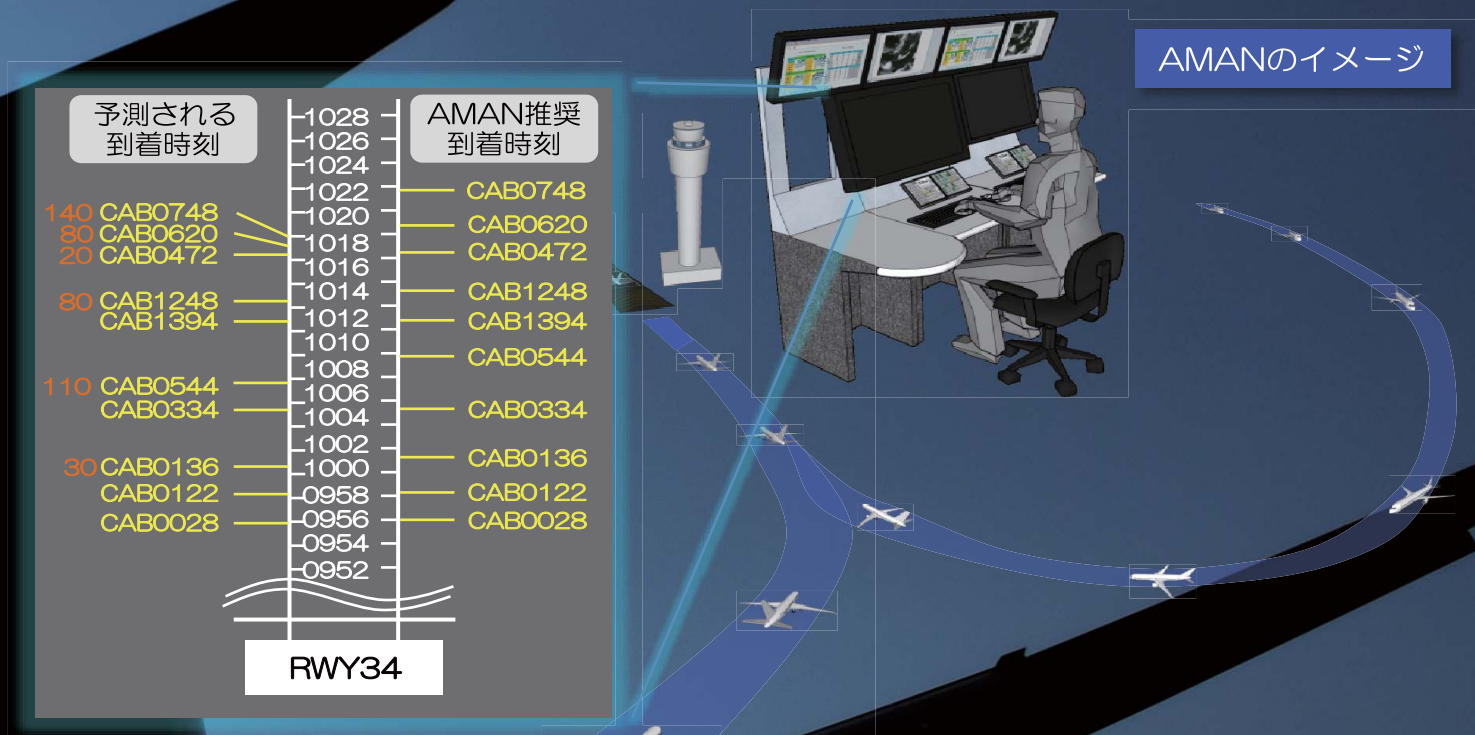
## SWIMにより実現される施策の例 ～Airport CDM～

- 空港 CDM (Airport Collaborative Decision Making : A-CDM) は、空港における空港管理者や航空会社などの要員、機材及び施設などのリソースを最大限活用して定時運航の促進、消費燃料の削減及びCO2 排出量の削減などを達成することにより、空港関係者のみならず航空機の利用者の便益を向上させる施策です。
- それには、空港・運航に関わる関係者が空港を離着陸する航空機の高精度な運航情報や空港運営に関わる様々な情報を共有する必要があり、これを実現するために「SWIM」のコンセプトを活用した情報共有基盤を構築します。
- 日本では、航空交通需要が拡大し続けている羽田、成田の首都圏空港などにおいて、SWIM コンセプトを活用した空港 CDM を含む総合的な運航効率の向上策が推進されています。

# 到着／出発／飛行場面の運用の効率化 (AMAN/DMAN/SMAN)

## 施策の概要

- 到着、出発、飛行場面走行の各フェーズのスケジュールリングを行う AMAN (Arrival Manager) /DMAN (Departure Manager) /SMAN (Surface Manager) の連携により、飛行場面の運用や滑走路運用が複雑な羽田空港、成田空港などの交通流を効果的に管理します。
- これにより、滑走路等のリソースの最大活用を可能とし、将来に亘って予測される首都圏等の航空交通需要の増大に対応可能な空港処理能力の向上を実現します。



最終的には、AMAN/DMAN/SMANの統合運用により、空港の運用全体の効率化へと発展させることを目指し、まずはAMAN単独での運用による到着機の処理容量増大、DMAN/SMANの導入による地上交通流の最適化、滑走路端における出発順番待ちの解消等を図ります。

## AMAN/DMAN/SMANにより実現する運用

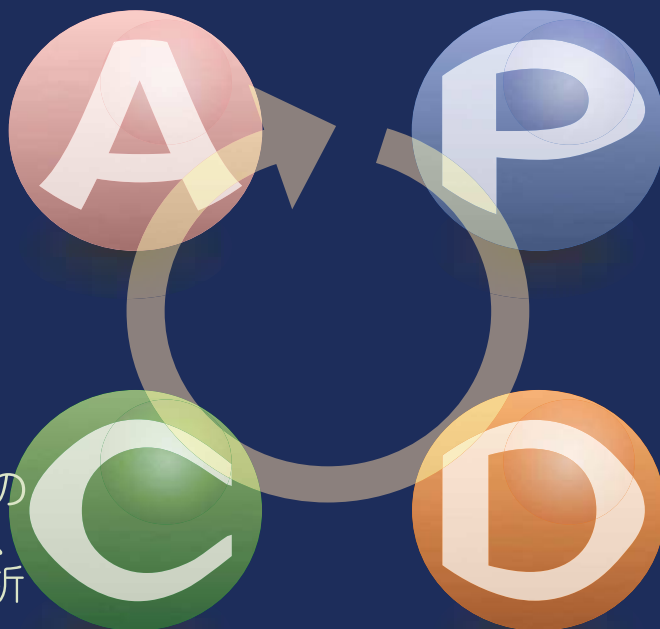
- スポットアウトする前段階での出発機に対する地上走行経路の指示
- トラジェクトリベースのプロシージャによる使用中の滑走路横断の効率的な処理
- 時刻情報の予測精度向上
- 出発機のスケジュールリングツールを含む意思決定支援の高度化
- 空港 CDM との連携による情報共有の高度化
- データリンクの活用による管制官・パイロット双方の負荷軽減及びヒューマンエラーの防止

# 施策の実行／改善のプロセス

CARATSの施策は、時代とともに変化する外部環境およびユーザニーズに対応するため、絶えず変化していく必要があります。また、施策導入後の状況を踏まえて改善を行っていく必要があります。

CARATSでは、産学官の全てのステークホルダによる協調により、以下のPDCAサイクルを回していくことにより、将来の外部環境およびユーザニーズの変化に対応可能な、柔軟な航空交通システムを実現します。

評価結果に基づく  
施策の改善



産学官によるロード  
マップの作成・修正、  
施策の詳細検討

施策導入／実行状況の  
モニタリング、評価、  
CARATS 指標の分析

各ステークホルダ  
による CARATS  
施策の導入・実行

## 連絡先

国土交通省航空局 交通管制部 交通管制企画課  
CARATS事務局

電話：03-5253-8111 (Ext. 51131)

Email: [carats@mlit.go.jp](mailto:carats@mlit.go.jp)