



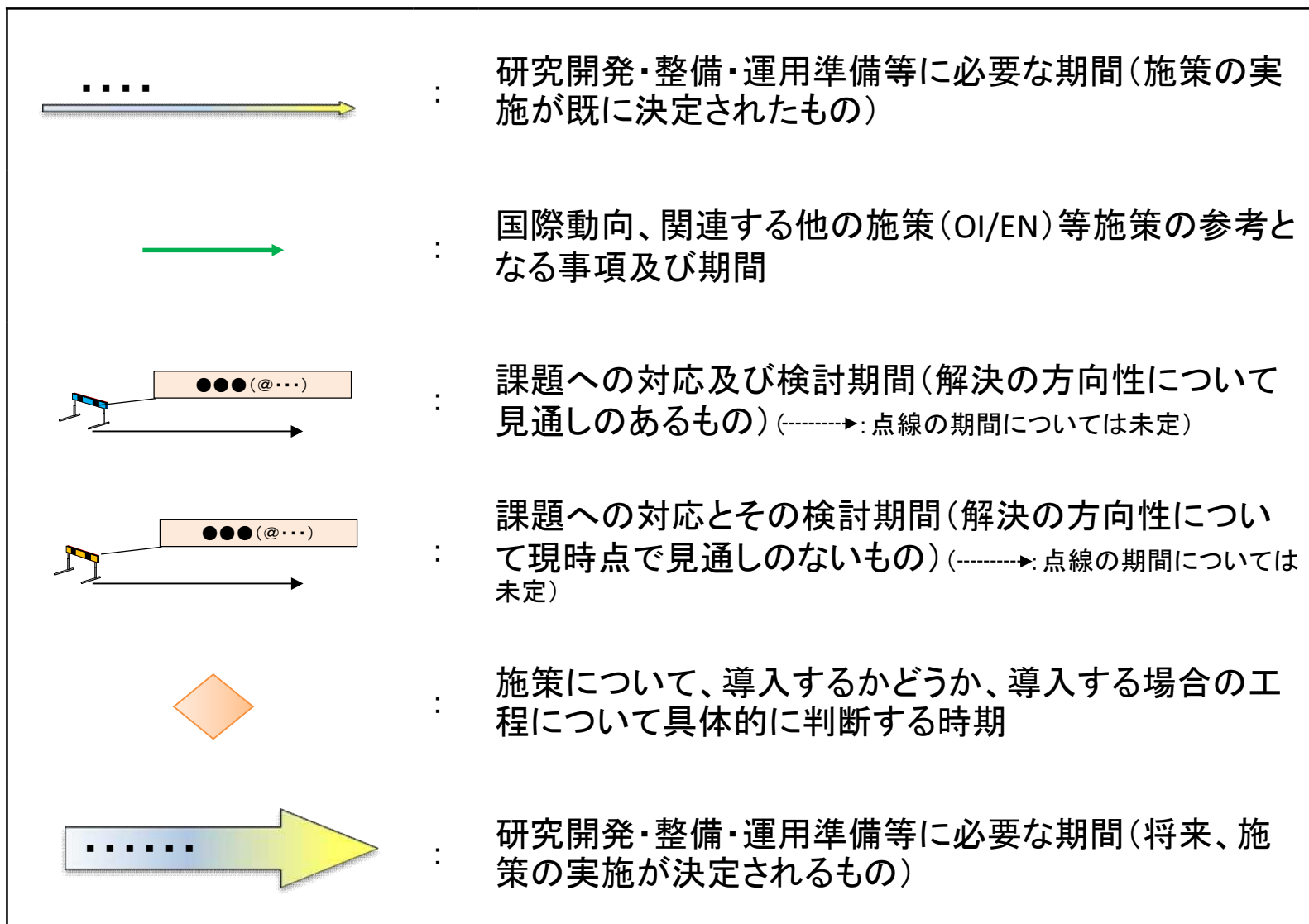
CARATS

Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems



CARATS(OI,EN) 施策集

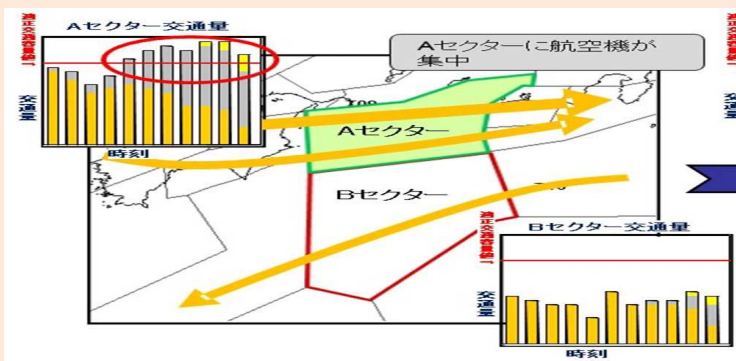
2020年3月
CARATS事務局



【現状（過去）】

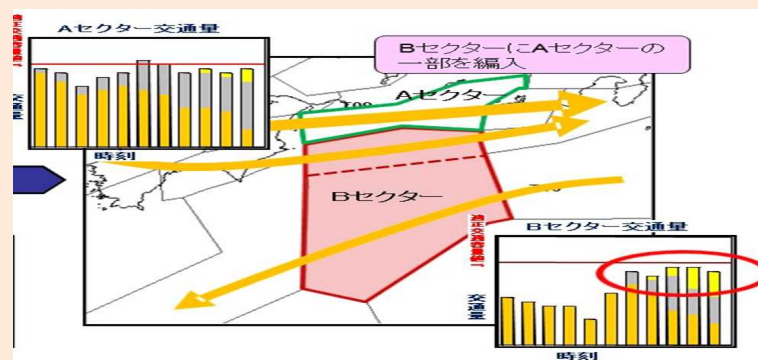
特定のエンルートセクターにおける管制作業負荷の増加が顕著な状況。

現在、札幌・福岡管制部に可変セクターを設置し運用中。



【最終アウトプット】

航空交通流が集中するセクターの境界線を柔軟に変更し、隣接するセクターで当該セクターの一部の航空交通を受け持つことで、管制作業負荷の均等化を図る。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)

【工程表】

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
2013年より可変セクターの運用開始(札幌、福岡管制部)					
混雑セクターと隣接セクターの管制作業負荷の均等化が図られる最適な空域構成が選定可能となるよう検討した。					

【解決すべき課題】

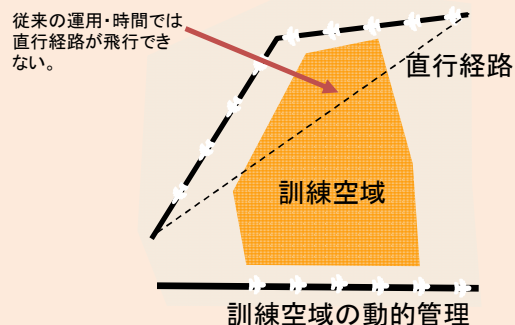
運用開始済み

【現状（過去）】

訓練空域により、空域・飛行経路に係わる制約があり効率的な飛行経路でない。

現在、自衛隊リエゾン等をATMCIに配置し、訓練空域を動的かつ効率的に運用中。

2014年度、空域運用情報を航空路レーダー卓にリアルタイムに表示する機能を実装。



【最終アウトプット】

訓練空域の管理手法の高度化により、訓練空域を動的かつ効率的に運用する。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)

【工程表】

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
ATMCI常駐の航空自衛隊リエゾンとの間で自衛隊訓練空域の開放調整実施					
訓練空域の構成、訓練空域周辺のATS 経路の構成、空域調整方式、空域運用方式等を関係者と検討し、2014年度から運用					
空域開放時に調整経路を設定して民間機の使用を拡大 調整経路設定数24 使用民間機数35,000機(2014年4月～2015年3月)					

【解決すべき課題】

運用開始済み



【現状】

空港の運用(使用滑走路の変更等)によって航空交通流が変化するにもかかわらず、現状ではターミナル空域の形状や入域及び出域フィックスは固定的であり、効率的な空域運用となっていない。

統合管制情報処理システムの導入時期を考慮し、2020年度からのポイントマージの運用開始に向けて検討中。

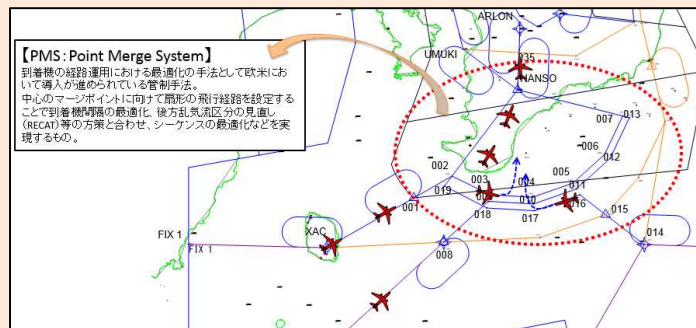
[経緯]

当初、ターミナル空域の形状を狭い空域で動的に変更する検討をしていたが、ターミナル空域拡大に伴い、ターミナル境界で複数の管制機関が関与する方式と比べて、ポイントマージによる進入方式の方がより効率的であり、導入方針を変更した。



【最終アウトプット】

増大する交通量や過密化する交通流を効率的に処理するため、ターミナル空域の広域化にあわせ、中心のマージポイントに向けて扇形の飛行経路を設定し、リアルタイムで交通流量を制御する。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)
気象情報から運航情報、容量への変換(EN-6)

【工程表】

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
(2013-) ポイントマージ@航空局		運用開始			
①(参考: EN-1)統合管制情報処理システム(TAPS)の導入@航空局					

【解決すべき課題】

運用開始済み



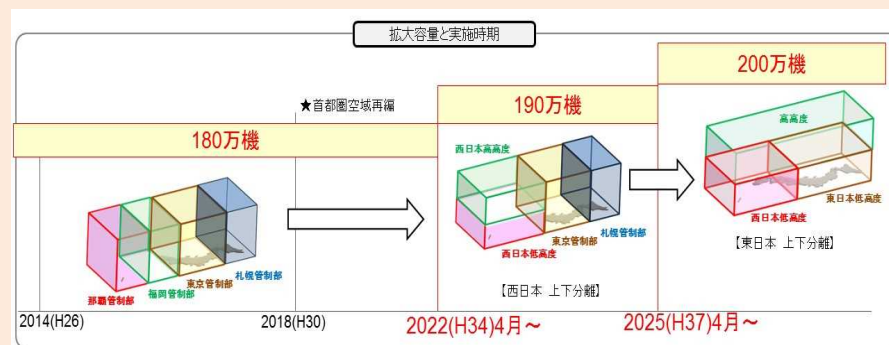
【現状】

現在の空域構成は、巡航中の航空機と上昇・降下を伴う出発・到着機が混在している。

現在、国内管制空域の抜本的再編を進めており、再編後の管制運用方法と空域形状の詳細を検討中。

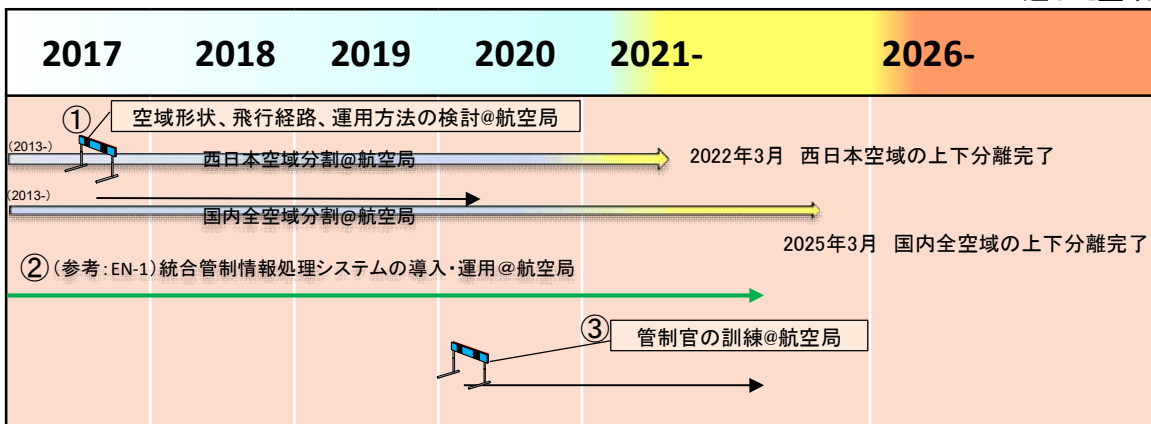
【最終アウトプット】

国内空域を一定の高度で分割(空域の上下分離)し、巡航する航空機を主に扱う高高度において、現行よりも広域な空域を運用し、取扱機数を増加させる。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)、高高度でのフリールーティング (OI-5) TBOに適した空域編成 (OI-7)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ①空域形状、飛行経路、運用方法の検討(短期)(航空局)
- ②統合管制情報処理システムの導入・運用(EN-1)(中長期)(航空局)
- ③管制官の訓練(中長期)(航空局)

【現状】

陸域において航空機は公示された固定的な経路に沿って飛行しており、気象状況等に応じた効率的な運航となっていない。

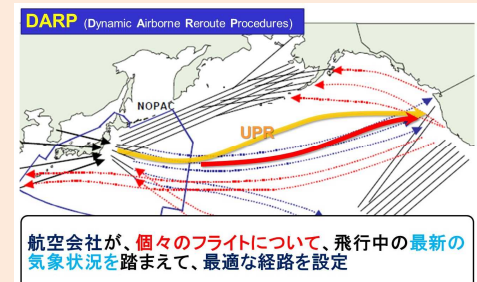
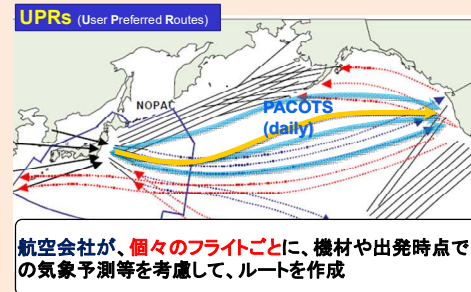
洋上においては、一部区間においてUPRやDARPの導入により効率的な運航が実現されている。

現在、陸域における経路の直行化について適用可能時間を検討中。



【最終アウトプット】

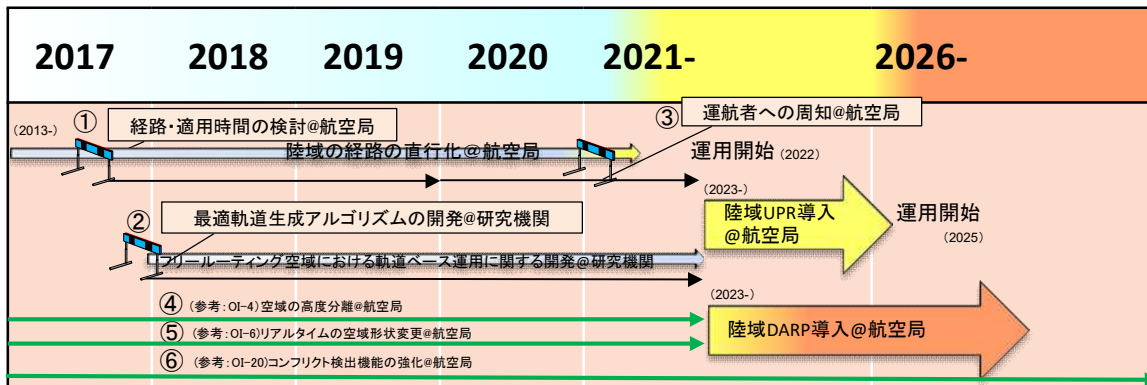
空域の上下分割を実施した国内の高高度空域及び洋上空域において、運航者が希望する最適な飛行経路を実現する。



【工程表】

※洋上空域においてUPR・DARPを試行運用中

関連EN・OI：空域の高度分離(OI-4)、リアルタイムの空域形状変更(OI-6)、軌道情報を用いたコンフリクト検出(OI-20)



【解決すべき課題】

- ①陸域の経路の直行化に関し、入域地点と出域地点を結んだ経路・適用時間の検討(短期)(航空局)
- ②最適軌道生成アルゴリズムの開発(短期)(研究機関)
- ③運航者への周知及び利用促進(長期)(航空局)
- ④空域の高度分離(OI-4)(中長期)(航空局)
- ⑤交通流の変化に対応するリアルタイムの空域形状変更(OI-6)(中長期)(航空局)
- ⑥コンフリクト検出機能の強化(OI-20)(中長期)(航空局)

※UPR : User Preferred Route ※DARP : Dynamic Airborne Reroute Procedure



【現状】

需要が更に増加する中で、セクター間の需要と容量の均衡化がなされていない。

現在、局所的な空域形状変更、境界高度の変更について国内空域再編を踏まえ、検討中。

【経緯】

国内空域の抜本的再編の実施時期をふまえ、運用開始時期を変更した。

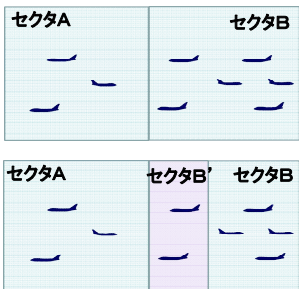
【最終アウトプット】

航空交通流を効率化する空域の上下分離後においても、交通流に応じてリアルタイムにセクターの境界線や管轄範囲を変更することで容量の均衡化を図る。



局所的な空域形状変更

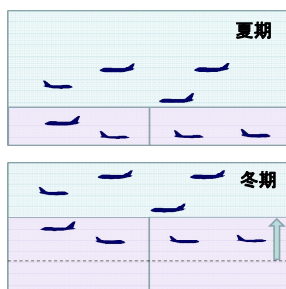
セクタBに負荷が偏り容量を超過した場合、M卓を使用してR席のみのセクタB'を臨時で設定し分割して運用を実施。



※M卓:マルチ支援卓
R席:レーダー管制席

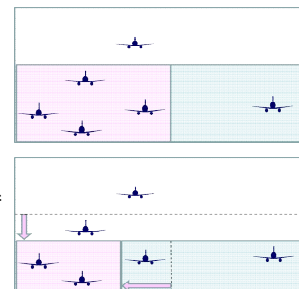
境界高度の変更

季節により高高度と低高度の境界を変更し、上下セクタの負荷均衡化を図る



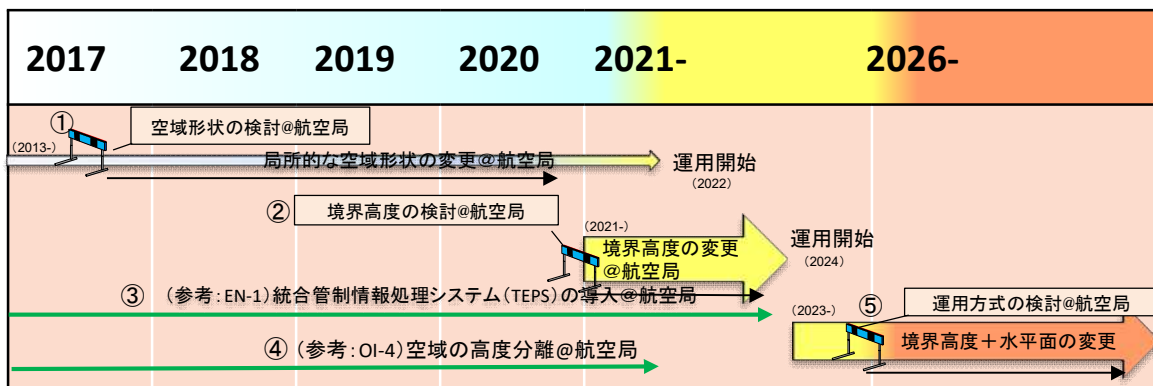
境界高度+水平面の変更

境界高度の変更に加え、特定のセクタが容量を超過し、隣接しているセクタに余裕がある場合、セクタ間の境界を変更することで負荷を平準化。



【工程表】

関連EN・OI：高高度でのフリールーティング(OI-5)、情報処理システムの高度化(EN-1)、気象情報から運航情報容量への変換(EN-6)



※TEPS: Trajectory En-route traffic data Processing System

Civil Aviation Bureau Japan

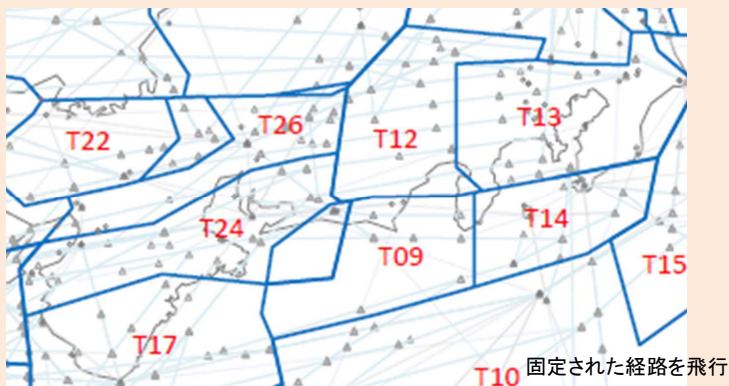
【解決すべき課題】

- ①空域形状の検討(短期)(航空局)
- ②境界高度の検討(中長期)(航空局)
- ③統合管制情報処理システムの導入(EN-1)(中長期)(航空局)
- ④空域の高度分離(OI-4)(中長期)(航空局)
- ⑤運用方式の検討(中長期)(航空局)



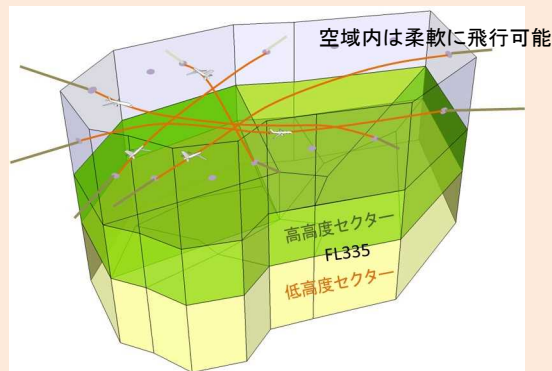
【現状】

現在の空域は固定的な経路を元に構成されているため、軌道ベース運用を実現するための柔軟な経路に対応していない。



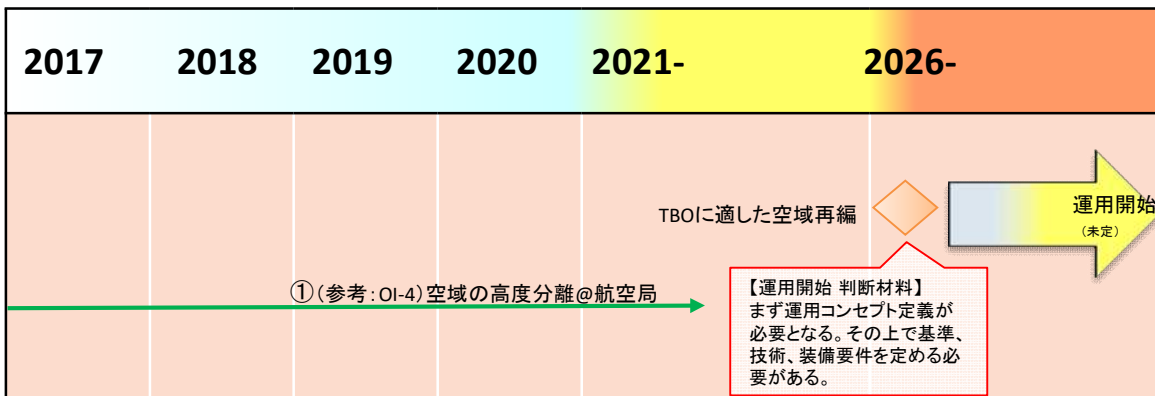
【最終アウトプット】

入出域点(ゲート)はある程度固定されるが、ゲート間は最適となる経路を飛行可能とする柔軟な空域構成の設定を可能とする。



関連EN・OI：空域の高度分離(OI-4)

【工程表】



※CFDT : Calculated Fix Departure Time

Civil Aviation Bureau Japan

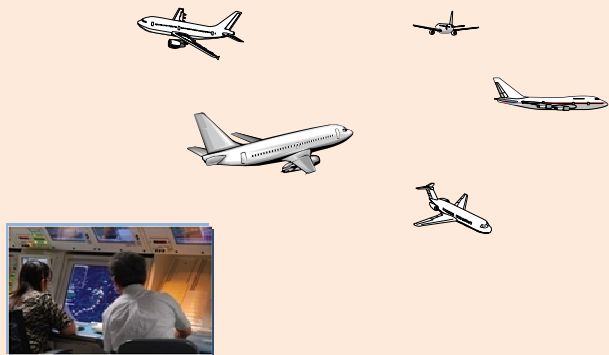
【解決すべき課題】

- ①空域の高度分離(OI-4)(中長期)(航空局)



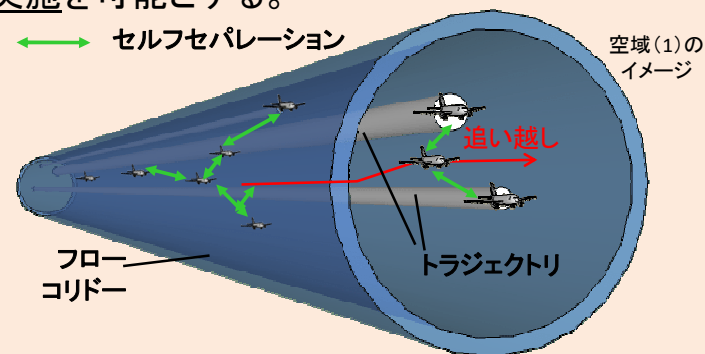
【現状】

同じ空域及び経路で様々な運航タイプや装備レベルの異なる航空機が混在しており、高密度運航を阻害している。

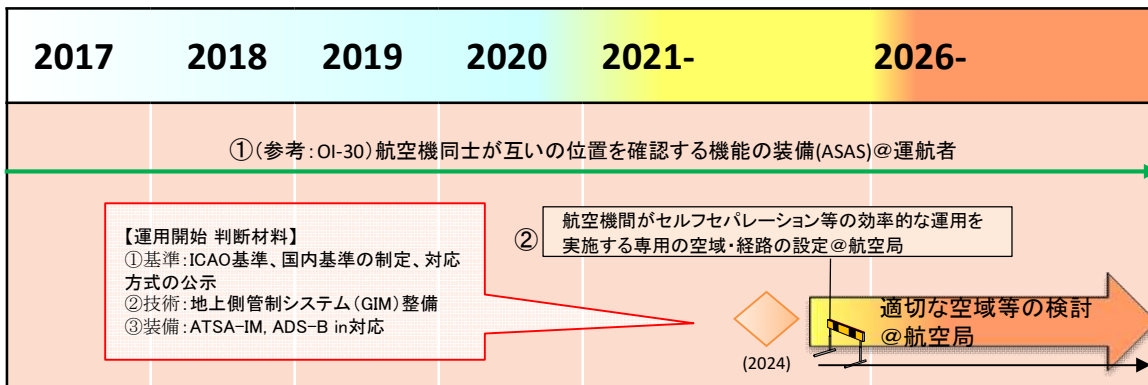


【最終アウトプット】

航空機同士が互いの位置を確認し、飛行間隔を設定する空域(1)と、互いの位置が確認できない航空機が飛行する空域(2)を分離することにより、(1)の空域内におけるセルフセパレーション等による効率的な運用の実施を可能とする。



関連EN・OI : 空対空監視(ASAS)の活用(OI-30)



【解決すべき課題】

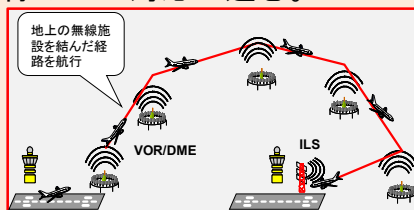
- ①航空機同士が互いの位置を確認する機能の装備(ASAS)(OI-30) (中長期)(運航者)
- ②航空機間がセルフセパレーション等の効率的な運用を実施する専用の空域・経路の設定(中長期)(航空局)



精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式(OI-9)

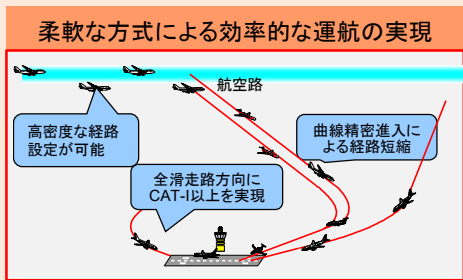
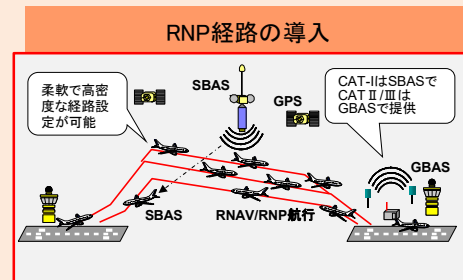
【現状】

1. 運航効率・安全性を向上させるため、従来の地上施設を利用する経路からRNP経路に移行し性能準拠型運用を促進させる必要がある。
2. 曲線精密進入実現のための国際基準をICAOにおいて検討中。
国内外において、曲線精密進入方式の評価を実施中。
3. CAT-III GBASの国際標準案が策定され、実用機材の開発が進行中。
4. A350等、機材のSBAS対応が進む。

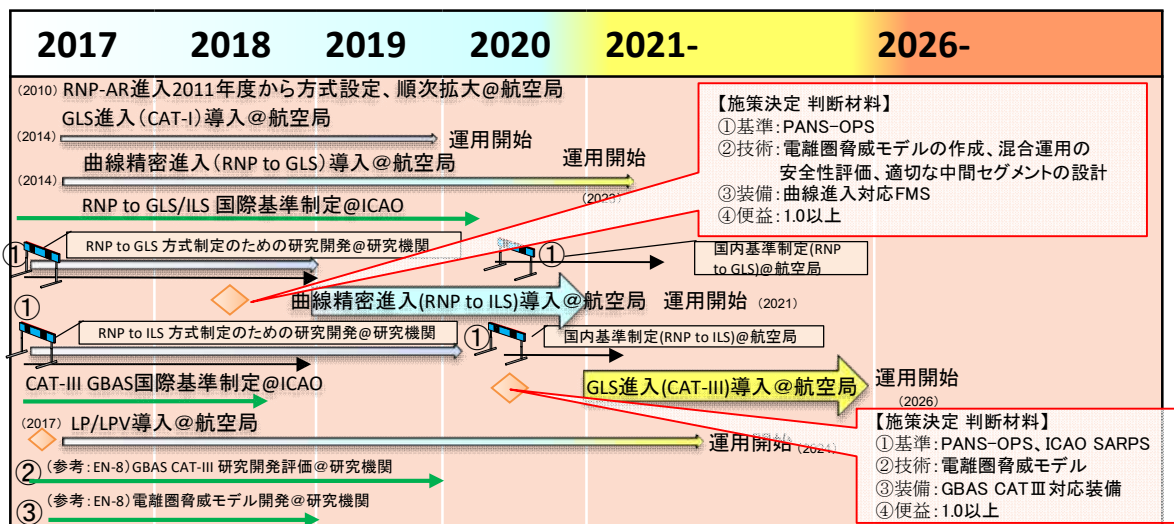


【最終アウトプット】

1. RNP AR進入の導入により実現される最低気象条件緩和による就航率の向上、経路短縮による消費燃料及び排出ガスの削減、住宅過密地域等の上空を避けた出発、進入方式による騒音の影響を軽減する。
2. 曲線精密進入による経路短縮等の効率的な進入方式を設定する。
3. CAT-III GBASにより悪天時の就航率を向上させる。
4. SBASによるCAT-I相当の進入を実現し、就航率を向上



関連EN・OI:全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7)、衛星航法による(曲線)精密進入(EN-8)



【解決すべき課題】

- ①曲線精密進入方式の国際基準制定を踏まえた国内基準制定等(中長期)(航空局、研究機関等)
- ②日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASの研究開発評価(中長期)(EN-8)(研究機関)
- ③CAT-III GBASの導入に向けた、日本の電離圏脅威モデル開発(短期)(EN-8)(研究機関)

※GBAS: Ground-Based Augmentation System
 ※GLS: GBAS Landing System
 ※RNP: Required Navigation Performance

【現状】

エンルートの航法仕様として、RNAV5を使用している。
飛行段階毎に航法仕様が異なっている。

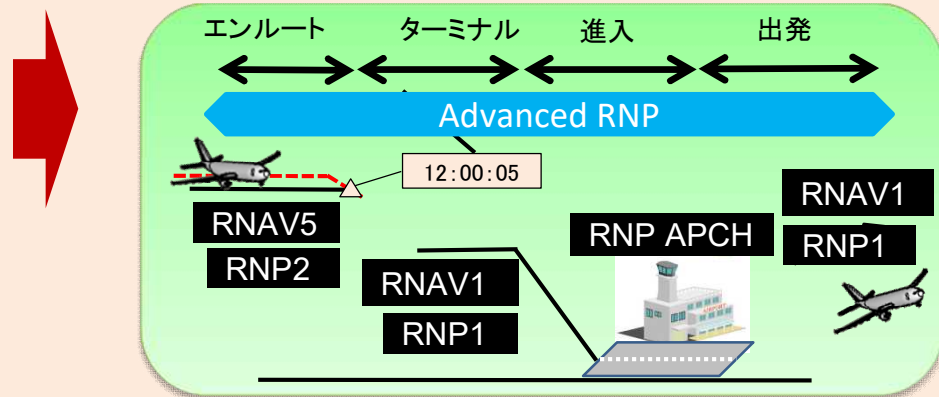
現在使用している航法仕様例

【適用飛行段階】	【航法仕様名称】
進入	RNP進入、RNP1 (最終進入を除く)
ターミナル	RNP1、RNAV1
エンルート	RNAV5

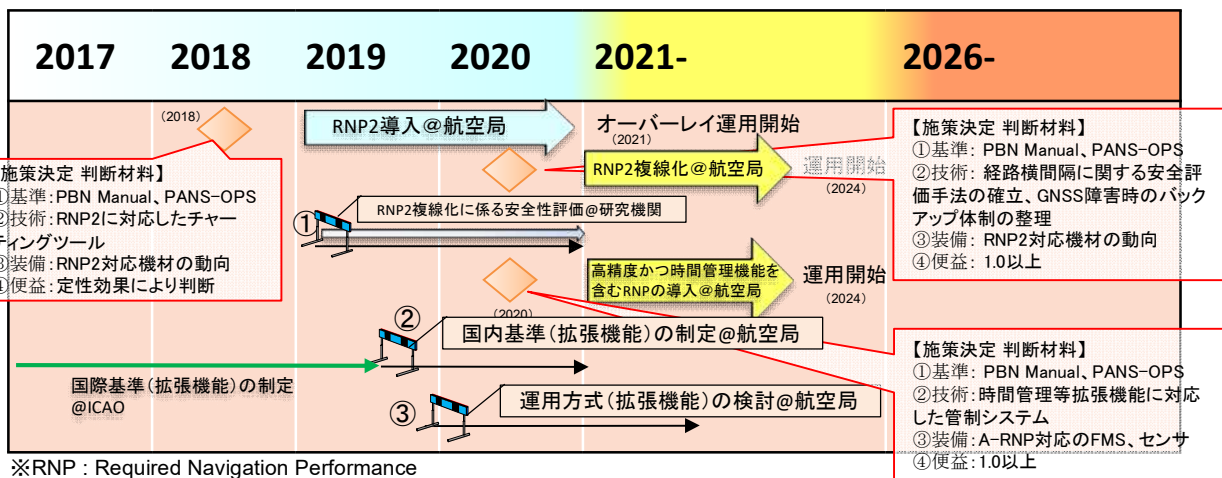
【最終アウトプット】

エンルートの航法仕様としてRNP2を適用することにより、横間隔の短縮、容量拡大を図る。

出発から到着までシームレスな運航を可能とするため、エンルートからターミナル、進入、出発まで既存の航法仕様を一つにまとめるとともに、時間管理機能等を追加した航法仕様を策定する。



関連EN・OI:全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7)



※RNP: Required Navigation Performance

【解決すべき課題】

- ①RNP2複線化に係る安全性評価 (短期) (航空局、研究機関)
- ②時間管理等拡張機能に係る国内基準の制定 (中長期) (航空局)
- ③時間管理等拡張機能に係る運用方式の検討 (中長期) (航空局)



【現状】

小型航空機(主にヘリコプター)は機内与圧がなく、加えて着氷条件下での飛行が困難なことから、高高度での運航が難しい。

天候不良時におけるIFR運航の活用や、防災・救急・報道など社会性・公益性の高い運航へのIFRの導入が求められており、低高度で飛行できる航空路の設定が必要である。

【機上装置の状況】

2017年12月時点での日本におけるヘリコプターのRNAV5、RNP2、RNP0.3対応機数
(飛行規程に記載のある機体数)

- RNAV5: 42機
- RNP2: 6機
- RNP0.3: 5機



【最終アウトプット】

電波覆域に制限の少ない衛星航法を活用し、主に小型航空機が飛行する低高度空域に、上限高度を考慮に入れた低高度RNAVLートを設定する。



【工程表】

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
(2011-) ・大島-八丈島ルートの正式運用 ・中部-四国南ルートの試行運用 ・試行運用ルートの拡大の検討 (@航空局)	(以降試行運用ルートの拡大 @航空局) ①				

機上装置の普及 @運航者

※RNAV: Area Navigation

関連EN・OI: 全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7) ブラインドエリア等における監視能力の向上(EN-9)

【解決すべき課題】

- ①機上装置の普及(中長期)
(運航者)
- ②接続先空港の選定(短期)
(航空局)
- ③交通流への影響評価(短期)
(航空局)

【現状】

空港に設定されている進入・出発方式は定期便を中心とする固定翼機の運航を視野に設定されたものであり、小型航空機(主にヘリコプター)が飛行するには非効率的なものとなっている。

また、ヘリコプターは、ヘリポート等を中心に運航されているものの、CNS環境の整っていないヘリポート等には進入・出発方式が設定されておらず、IFR運航ができない。

[経緯]

- Category-H及びPinS方式については、方式の予定公示時期を踏まえ、H30年度の導入に変更した。
- LP/LPVについては、H29年度に導入意思決定判断がなされた。

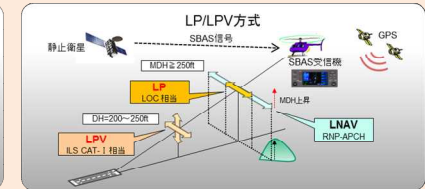
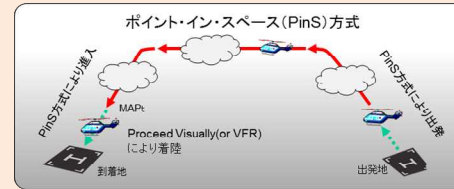
【機上装置の状況】

2017年12月時点での日本におけるヘリコプターのPinS(RNP APCH)、LP/LPV対応機数(飛行規程に記載のある機体数)
RNP APCH:15機、LP/LPV:8機

【最終アウトプット】

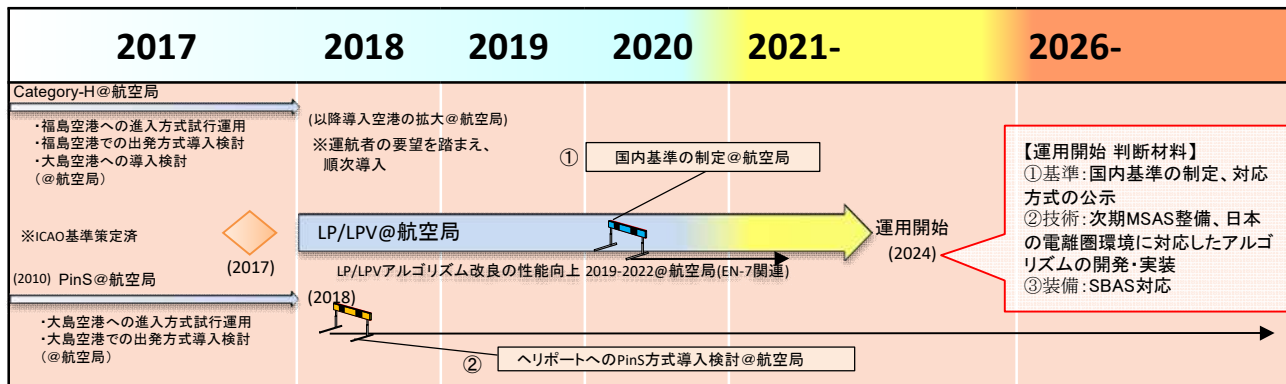
電波覆域に制限の少ない衛星航法を活用し、空港やヘリポート等に小型航空機に適した以下の進入・出発方式を設定する。

- ①空港;主に既存インフラを活用したヘリコプター専用の進入・出発方式を設定(Category-H)
- ②ヘリポート等;
 - ーSBAS又はABASを活用した監視システム不要のヘリコプター専用の非精密進入方式(PinS方式等)及び出発方式を設定
 - ーSBASを活用した監視システム不要の進入方式(LP/LPV進入方式等)を設定



【工程表】

関連EN・OI:全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7)



【解決すべき課題】

- ①LP/LPV方式に係る国際基準を踏まえた国内基準の制定(中長期)(航空局)
- ②ヘリポートへのPinS方式導入(中長期)(航空局)

※ABAS: Airborne Based Augmentation System ※SBAS: Satellite Based Augmentation System ※Pins: Point in Space ※LP: Localizer Performance without vertical guidance
※LPV: Localizer Performance with Vertical guidance



【現状】

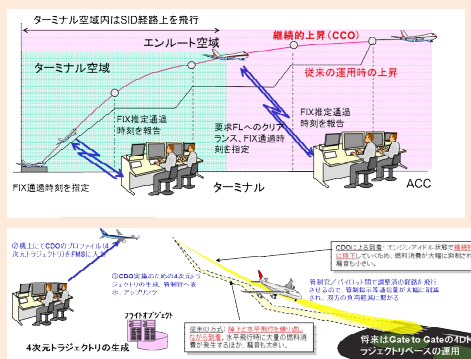
航空機の離陸から巡航までの上昇フェーズ又は巡航から着陸までの降下フェーズにおいて、上昇又は降下と一時的な水平飛行を繰り返す運航となっている。

- 現在、洋上からのデータリンクを使用する継続降下方式(CDO)について、統合管制情報処理システムで処理できるように整備中。
- 陸域のCDOは関西空港で既に導入されており、鹿児島空港及び那覇空港で試行運用中。陸域CPDLC導入後のCDOクリアランス発出の時期や方法について検討中。
- 2019年3月に予定されている関東空域再編後の羽田出発機の継続上昇方式(CCO)運用について検討中。

【最終アウトプット】

上昇又は降下フェーズにおいて、特定地点の通過時刻(必要に応じて通過高度)を指定することにより、一時的な水平飛行を行うことなく継続的な上昇・降下が可能となる運航を実現する。

これにより、上昇・降下時ともに水平飛行を最小限に止め、最適な上昇・降下率で飛行することが可能となる。



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)、VHFデータリンク(EN-14)、将来の通信装置(EN-15)、定型通信の自動化による処理能力の向上(OI-29)

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
(2011-) データリンクによるCDO@航空局				運用開始	
① (参考: OI-29)陸域CPDLC@航空局					運用開始
(2015-) CCO導入に向けた方式設定の検討@航空局					運用開始
② (参考: EN-1)統合管制情報処理システムの導入@航空局				(2022)	

【運用開始 判断材料】

- ①基準: ICAO基準、国内基準の制定、対応方式の公示
- ②技術: ATN-B2 (地上側)
- ③装備: ATN-B2 (機上側)

【解決すべき課題】

- ①陸域CPDLCの導入(OI-29) (中長期) (航空局)
- ②統合管制情報処理システムの導入(EN-1) (中長期) (航空局)

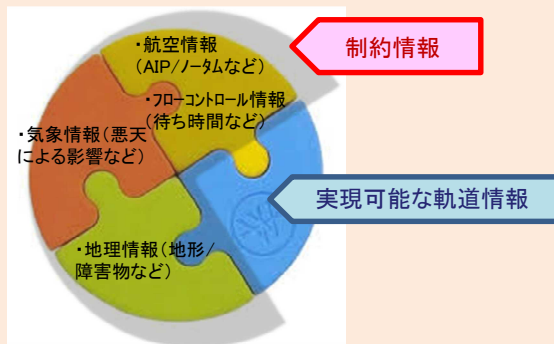
※CDO: Continuous Descent Operations ※CCO: Continuous Climb Operations ※CPDLC: Controller-Pilot Data-Link Communications ※ATN-B2: Aeronautical Telecommunication Network Baseline2



【現状】

軌道ベース運用を実現するために必要となる軌道/気象/運航情報を関係者間で共有する環境がない。

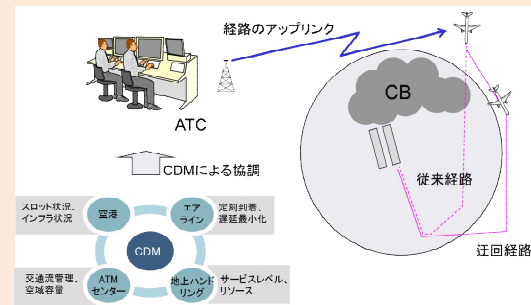
現在、空港CDM実現に向け、共有すべき情報について検討中。



【最終アウトプット】

情報管理された情報共有基盤等を活用して軌道/気象/運航情報を関係者間で共有し、飛行毎に最適な軌道の生成が可能となる環境を構築する。

これにより、軌道情報のみならず、当該運航に関係する気象情報や運航情報を共有することができ、協調的な軌道調整を実施することが可能となる。



関連EN・OI : データベース等情報基盤の構築(EN-2)、情報共有基盤(EN-3)、気象情報の高度化(EN-4)、気象予測情報の高度化(EN-5)、気象情報から運航情報、容量への変換(EN-6)、機上の気象観測データのダウンリンク(EN-13)、VHFデータリンク(EN-14)、将来の通信装置(EN-15)

【工程表】

2016	2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
(2014-) 気象情報・運航制約の共有すべき情報について整理 @ 航空局、運航者等						運用開始
軌道情報について整理 @ 航空局、運航者等						運用開始 (2025)
① (参考: EN-2) データベース等情報基盤の構築 @ 航空局						運用開始 (2025)
② (参考: EN-3) 情報共有基盤の構築 @ 航空局						運用開始 (2025)
国際基準・方式の策定						
高度化 (新たな通信フォーマット(ATN-B2)を使用した通信容量の拡大)						

【運用開始 判断材料】
 ① 基準: 国内基準の制定
 ② 技術: ATN-B2対応
 ③ 装備: ATN-B2対応

【解決すべき課題】

- ① データベース等情報基盤の構築 (EN-2) (中長期) (航空局)
- ② 情報共有基盤の構築(EN-3) (中長期) (航空局)

※ATN-B2 : Aeronautical Telecommunication Network Baseline2 ※CDM : Collaborative Decision Making



【現状】

1. 混雑回避及び悪天回避を目的とする経路調整は事前に設定された経路の中から運航者が適切な経路を選ぶ仕組みになっており、必ずしも完全に沿った経路にはなっていない。

2. 事前に設定されている経路は以下のとおり標準経路(AIC経路)

- ・悪天回避経路(システムによる自動承認)
- ・悪天回避経路(交通流に影響があり、ATMCの承認必要)
- ・悪天回避経路(他の交通に影響があり、管制機関の承認必要)
- ・混雑回避経路(交通流に影響があり、ATMCの承認必要)

【最終アウトプット】

機能高度化に際して、関係者が共通画面で同じ情報を使い、容易な操作で経路調整が可能なシステムを構築する。

また、緯度・経路等を使い航空路の有無によらず、柔軟性の高い軌道調整を実施する。

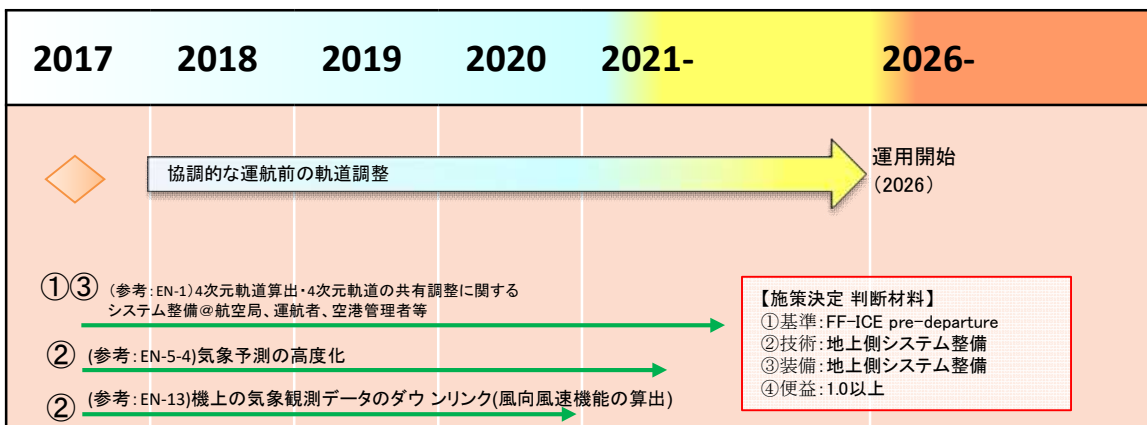


航空機の運航に影響のある気象情報を可視化し、経路情報と重ね合わせ表示



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)、気象予測の高度化(EN-5-4)、気象ダウンリンク(風向風速機能の算出 (EN-13))



【解決すべき課題】

- ①システム設計、軌道共有端末の装置(航空局)
- ②高精度な気象情報の生成、活用技術(航空局、気象庁)
- ③4次元軌道の関係者との共有及び調整(EN-1)(中長期)(航空局、運航者、空港管理者等)

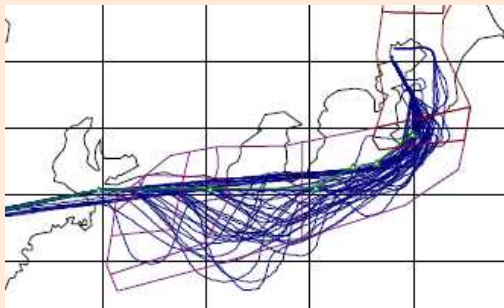
【現状】

高度制限や空中待機を極力少なくする監視をメインとした戦略的な管制業務となっていない。

また、初期的CFDTによる時間管理(OI-18)が実現していない。

【経緯】

OI-18の試行運用再開の結果をふまえて、段階的に進めるよう、ロードマップを変更した。



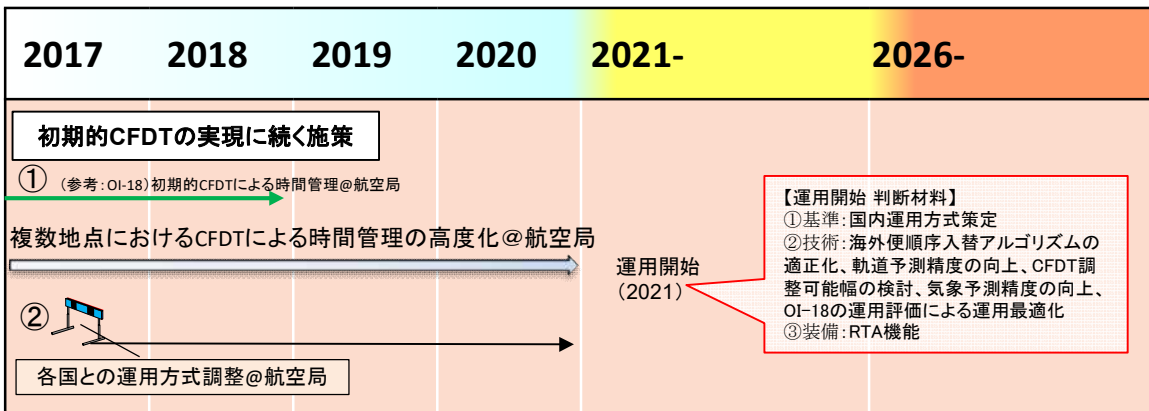
【最終アウトプット】

地上側で経路上の複数のウェイポイントの通過時刻を設定し、機上システムで時刻に合わせた飛行となるよう制御し、より効率的な軌道の管理と交通流の生成を実施する。

これにより、高度制限や空中待機を極力少なくし、また監視をメインとした戦略的な管制業務に移行することによる効率的な運航の提供が可能となる。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、初期的CFDTによる時間管理(OI-18)、合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定(メタリング)(OI-19)、データリンクによる空地の軌道共有/FLIPINT、4DTRAD(OI-21)



【解決すべき課題】

- ① 初期的CFDT(OI-18)の実現 (中長期) (航空局)
- ② 各国との運用方式調整 (中長期) (航空局)

※CFDT: Calculated Fix Departure Time



【現状】

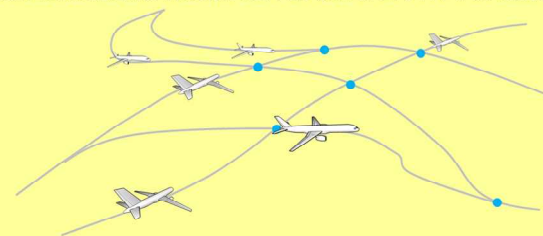
航空機の軌道はコンフリクトが発生する可能性があり、管制官からの指示を受けつつ飛行している。



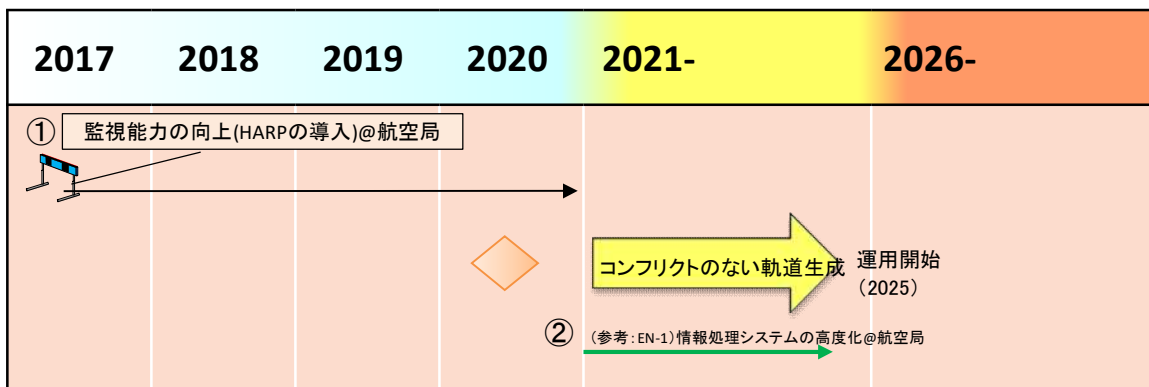
【最終アウトプット】

基本的にコンフリクトの発生し得ない軌道が常に選択され、空地間で合意(承認)した4次元軌道幅の範囲内であれば、航空機は管制官からの指示を受けることなく飛行を続けることが可能となる。

いずれの交差点・合流点でもコンフリクトが発生しない状態を運航前の調整により実現。この計画された軌道を順守した飛行を基本とすることで、コンフリクトのない運航が可能となる。



関連EN・OI： 情報処理システムの高度化 (EN-1)、ブラインドエリア等における監視能力の向上 (EN-9) 航空機動態情報の活用 (EN-12)



【解決すべき課題】

- ①監視能力の向上(短期)(航空局)
- ②情報処理システムの高度化(EN-1)(中長期)(航空局)

※HARP : Hybrid Air-route surveillance sensor Processing equipment ※ICAP : Integrated Control Advice Processing System ※TEAM : Trajectorized Enhanced Aviation Management



重点的に取り組むべき施策①

【現状】

交通流制御のための時間管理は、現在、主にEDCT(出発時刻の指定)により行っている。しかし、今後の交通量増加に対応するためには、飛行中の航空機に対する時間管理を導入し、管制作業負荷を分散させることが重要である。

航空路空域を飛行中に通過地点の時刻を指定して、交通流の管理を実施するトライアルを実施したが、実運航とシステム算出の通過予定時間の差が大きく、羽田国際線増加などにより、当初想定の結果が得られなかった。

[経緯]

現在、試行運用中断の原因追及及び再試行の検討中。統合管制情報処理システム(Team)の運用開始時期の2020年9月以降の再試行を目指し、ロードマップを変更した。

【最終アウトプット】

航空路空域を飛行中に通過地点の通過時刻を指定して、交通流の管理(CFDT)を行う。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)、軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化(OI-16)、合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定(メタリング)(OI-19)

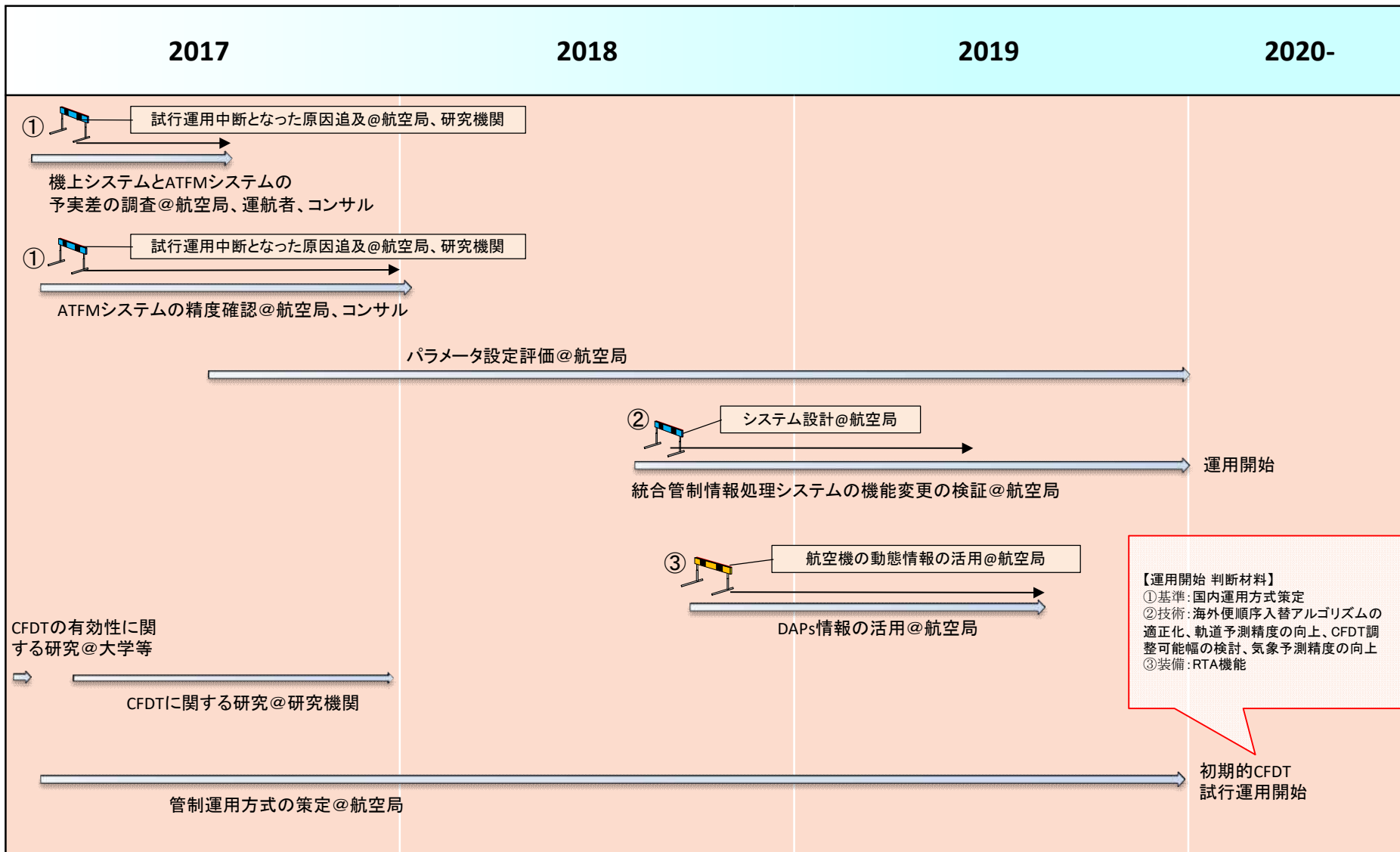
【工程表】 現在中断中、再試行に向けて調整中

2017	2018	2019	2020	2021-	2026-
別紙に記載。					

【解決すべき課題】

- ① 試行運用中断となった原因追及(短期)(航空局、研究機関)
- ② システム設計(中長期)(航空局)
- ③ 航空機の動態情報の活用(中長期)(航空局)





【現状】

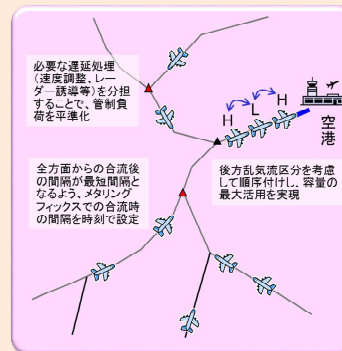
管制官の指示による間隔の設定、順序付けの手法では間隔上の余分なマージンを取り除くことが難しい。

[経緯]
OI-18の試行運用再開の結果をふまえて、段階的に進めるよう、ロードマップを変更した。

- 固定メタリングとは、特定の地点で間隔設定を行うこと。
- 動的メタリングとは、空域の任意の地点で間隔設定を行うこと。天候を避けるような形での間隔設定の実現を目指す。
- ASAS活用による高度化とは、空対空監視技術(ASPA-IM)を活用し、航空機側が自律的に間隔確保すること。

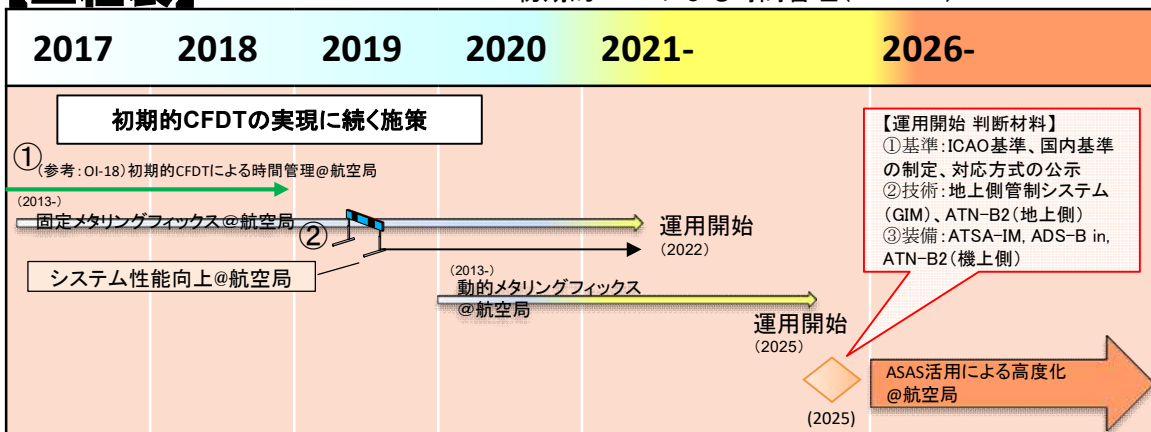
【最終アウトプット】

メタリングフィックスにおける時刻を指定することにより、戦略的に航空機のフローを管理して、空港容量・空域容量の最大限の活用(複数方向からの入域トラフィックを考慮し、無駄なマージンをとらないこと、また後方乱気流区分に従った最適な航空機の順序を実現すること)を図ることが可能となる。



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化(OI-16)、初期的CFDTによる時間管理(OI-18)



【解決すべき課題】

- ①初期的CFDT(OI-18)の実現(中長期)(航空局)
- ②システム性能向上(到着管理システムと交通流管理システムの連動)(中長期)(航空局)

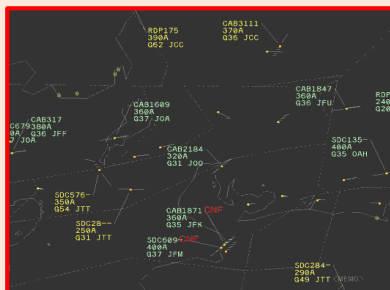
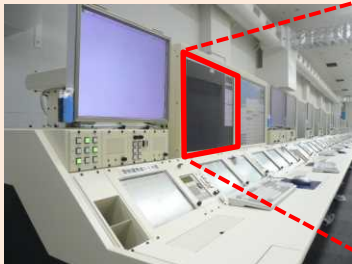
※CFDT: Calculated Fix Departure Time ※ASAS: Aircraft Surveillance Applications System ※ATN-B2: Aeronautical Telecommunication Network Baseline2



【現状】

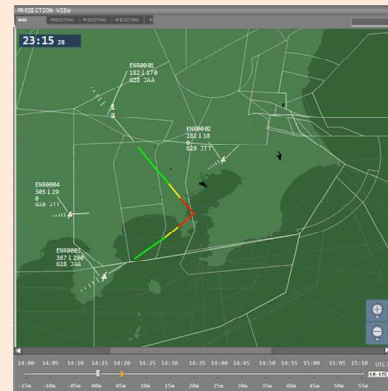
システムによるコンフリクトは検出されるが、コンフリクトを解消する方法を提示する機能(解決アドバイザリ)がない。

衝突解消方法(コンフリクトアドバイザリ)を提示するシステム(TEPS)を整備中であり、2019年9月運用開始予定。



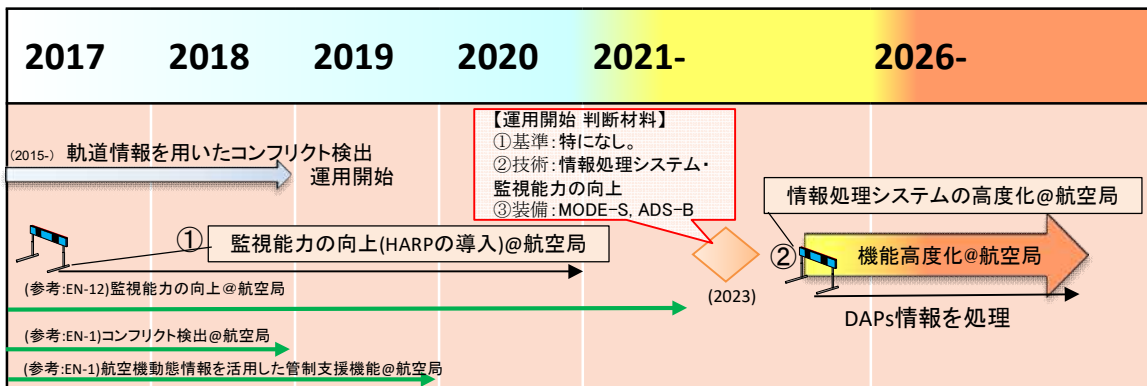
【最終アウトプット】

システムによる高精度な軌道の監視に基づきコンフリクトを検出し、最小限の軌道修正でコンフリクトを解消する解決アドバイザリを提示する。



管制卓上でのコンフリクト検出表示イメージ

【工程表】



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、ブラインドエリア等における監視能力の向上(EN-9)、航空機動態情報の活用(EN-12)、高高度でのフリールーティング(OI-5)

【解決すべき課題】

- ①監視能力の向上(EN-12)
(短期)(航空局)
- ②情報処理システムの高度化
(中長期)(航空局)

※HARP: Hybrid Air-route surveillance sensor Processing equipment

※DAPs: Downlink Aircraft Parameters

【現状】

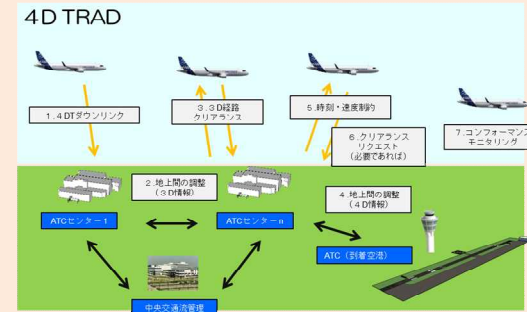
音声通信では、特に多くの航空機が運航している場合における軌道共有は困難である。

- FLIPINTとは、管制機関に配信された飛行計画と、航空機がリアルタイムに生成する飛行計画の整合性監視を行うデータリンクアプリケーションのこと。
- 4D TRADとは、軌道ベース運用を支援するデータリンクアプリケーションのこと。(飛行計画のダウンロード、軌道調整、軌道情報の整合性監視等)



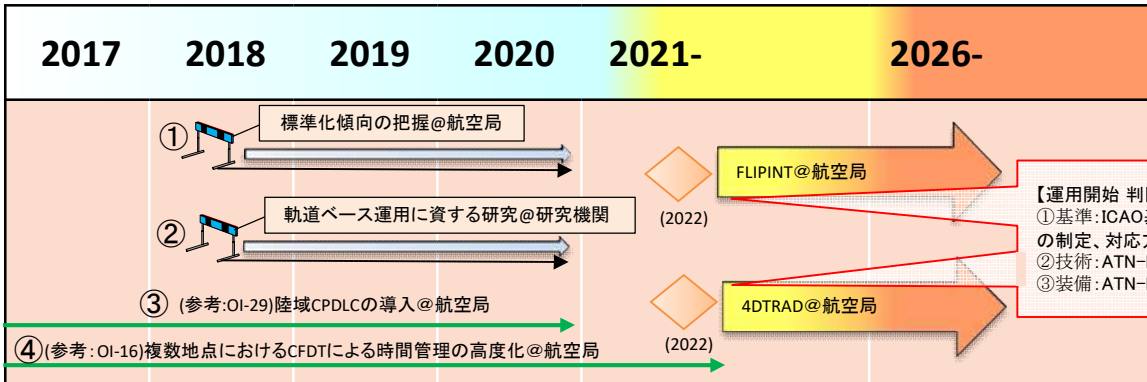
【最終アウトプット】

データリンクにより4D軌道情報の交換、4Dクリアランスの伝達を行い、当初飛行計画と機上でリアルタイムに計算される4D軌道との整合性を監視することにより、航空機と管制機関の間で常に最新の軌道情報を共有し軌道の精度を維持することが可能となる。



関連EN・OI: データベース等情報基盤の共有(EN-2)、VHFデータリンク(EN-14)、将来の通信装置(EN-15)、軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化(OI-16)、定型通信の自動化による処理能力の向上(OI-29)

【工程表】



【運用開始 判断材料】
 ① 基準: ICAO基準、国内基準の制定、対応方式の公示
 ② 技術: ATN-B2(地上側)
 ③ 装備: ATN-B2(機上側)

【解決すべき課題】

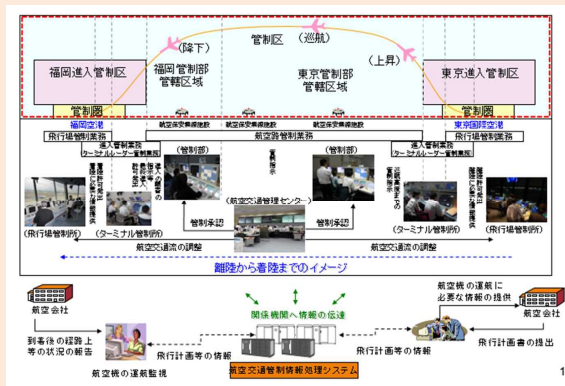
- ① 標準化傾向の把握(中長期)(航空局)
- ② 軌道ベース運用に資する研究(中長期)(研究機関)
- ③ 陸域CPDLCの導入(OI-29)(中長期)(航空局)
- ④ 複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化(OI-16)(中長期)(航空局)

FLIPCY: Flight Plan Consistency FLIPINT: Flight Path Intent 4DTRAD: 4D Trajectory Data Link



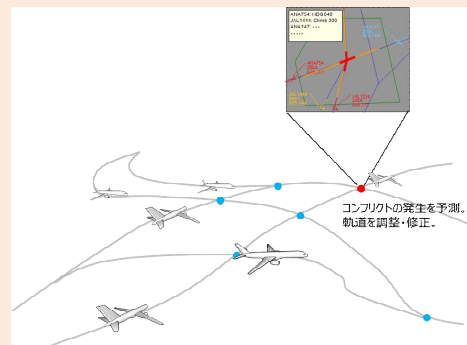
【現状】

軌道の提案、修正等をシステムにより柔軟に管理し、また同時にデータリンク通信により迅速に伝送する環境がない。



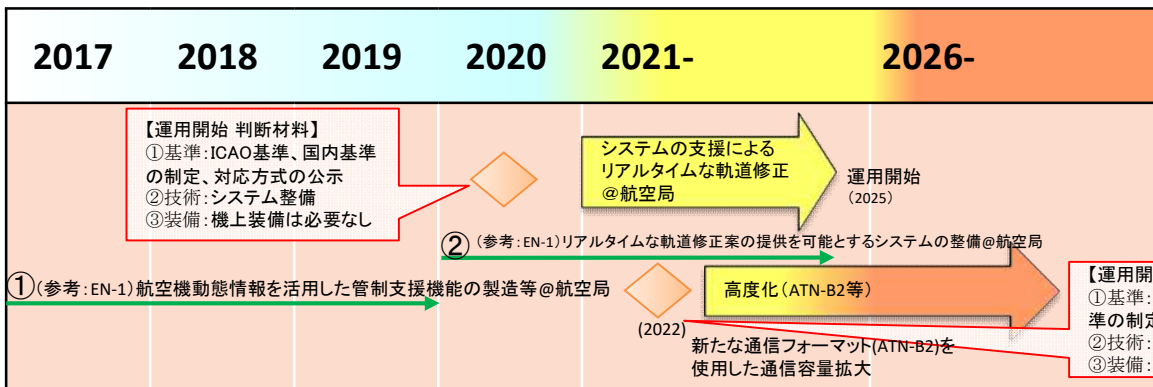
【最終アウトプット】

システムが、常に飛行中の航空機が軌道の範囲内での飛行を行っていること、将来においても逸脱しないことをモニターすること、逸脱が予測される場合、(空地のいずれから)必要な軌道修正を適時に提案、調整、指示することにより、飛行毎に幅を持った軌道を管理し、それぞれが可能な限り制限のない軌道の実現が可能となる。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化 (EN-1)、気象情報から運航情報、容量への変換(EN-6)、ブラインドエリア等における監視能力の向上 (EN-9)、航空機動態情報の活用 (EN-12)、機上の気象観測データのダウンリンク(EN-13)、VHFデータリンク(EN-14)、将来の通信装置(EN-15)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ①航空機動態情報を活用した管制支援機能の製造等(EN-1)(中長期)(航空局)
- ②リアルタイムな軌道修正案の提供を可能とするシステムの整備(EN-1)(中長期)(航空局)

※TEPS: Trajectorized En-route traffic data Processing System
※ICAP: Integrated Control Advice Processing System

※DAPs: Downlink Aircraft Parameters ※ATN-B2: Aeronautical Telecommunication Network Baseline2



【現状】

1. 空港処理能力の拡大に伴い、飛行場面の交通流の滞留を招くことのない空港運用の実現が必要である。
2. 空港処理能力の拡大のため、管制能力の強化やスポットなど場面施設の整備だけでなく空港運用全体の最適化が必要。
現在、ATFMにより指定された離陸予定時刻(EDCT)に最適なプッシュバック時刻(TSAT)を指定するT-ATM運用を試行中。また、羽田空港でA-CDM導入に向け要件調査を実施し、関係者間の導入勉強会を経て運営準備会を2017年に設置予定。

【現行: DMAN (STEP2)とAMAN (STEP1)】

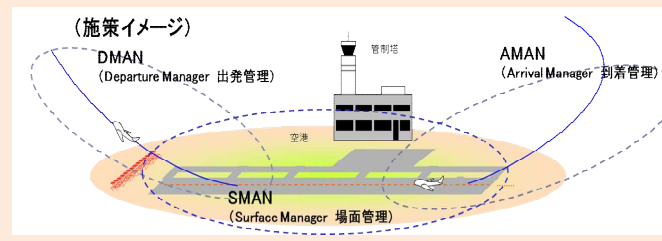
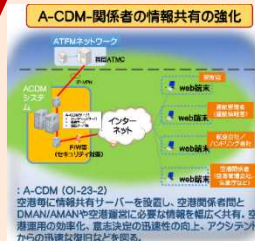
現在、初期的DMAN (DMAN1)として羽田空港において出発順序算出を行うためのTSAT運用を試行開始しており、運用の拡大を目指しているところ、この状況を基本に統合管制情報処理システムの移行とともに出発機管理(DMAN2)と到着機管理(AMAN1)として、それぞれに特化した最適化管理を開始する予定。

【将来: DMAN (STEP3)とAMAN (STEP2)】

将来的には、出発機及び到着機の最適化管理の算出アルゴリズムの開発を含め、DMANとAMANを連携した全体的な最適化管理を行うべく検討を進める。合わせて、飛行場面の走行部分も含めた常態的な滑走路処理容量の最大活用を実現することを目的とする。

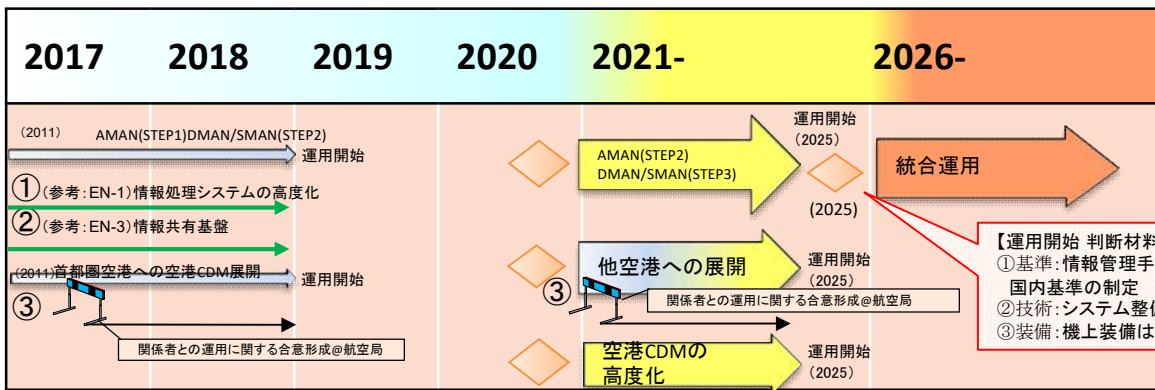
【最終アウトプット】

1. 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/DMAN/SMAN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も効果的に管理できるため、滑走路等のリソースを最大限有効に活用できる。
2. 空港運用に係る関係者が、空港に関わる航空機の高精度な運航情報や空港運用の様々な制限等の情報を共有できる仕組みやツールを開発し最適な意思決定を行う。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、データベース等情報基盤の構築(EN-2)、情報共有基盤(EN-3)、気象観測情報の高度化(EN-4)、気象情報から運航情報、容量への変換(EN-6)、空港面監視能力の向上(EN-10)、後方乱気流に起因する管制間隔の短縮(OI-26)

【工程表】



【運用開始 判断材料】
 ①基準: 情報管理手法の国内基準の制定
 ②技術: システム整備
 ③装備: 機上装備は必要なし

【解決すべき課題】

- ①システム整備(EN-1)(短期)(航空局)
- ②情報管理手法の確立(EN-3)(短期)(航空局)
- ③関係者との運用に関する合意形成(短期)(航空局)

※CDM: Collaborative Decision-Making ※AMAN: Arrival Manager ※DMAN: Departure Manager ※SMAN: Surface Manager ※SWIM: System Wide Information Management



【現状】

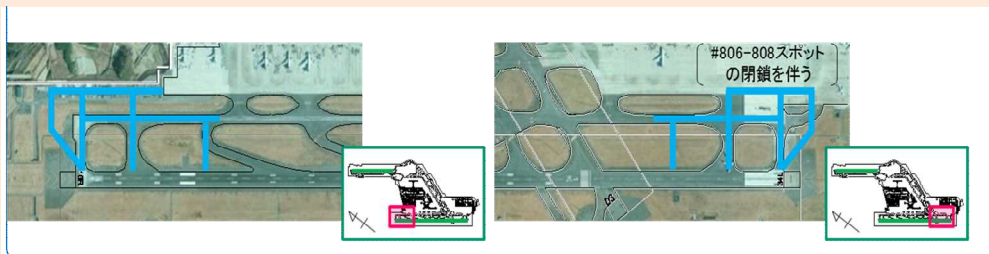
混雑空港での更なる容量拡大のため、滑走路を効率的に使用できる施設形状が必要である。

国内混雑空港では、航空機を効率的に処理するための滑走路付帯施設(平行誘導路や取り付け誘導路等)が不足しており、特に成田空港では、滑走路までの経路が1本であることなどにより、滞留を生む原因となっている。

このため、空港管理者との調整会議で具体的な対策を検討中。

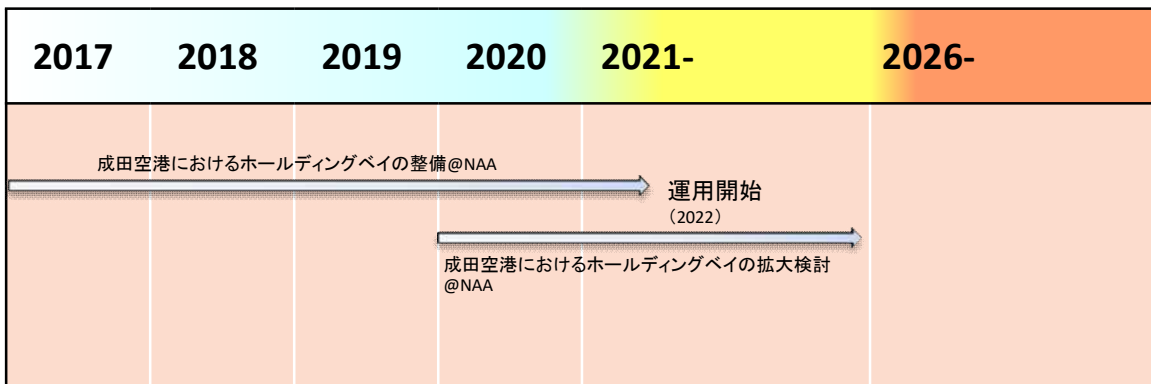
【最終アウトプット】

出発滑走路端付近に、複数の導線(ホールディングベイ)を整備し、離陸順を最適化するために航空機の順番を並び替えるためのスペースを確保する。



関連EN・OI: なし

【工程表】



【解決すべき課題】

技術的課題なし



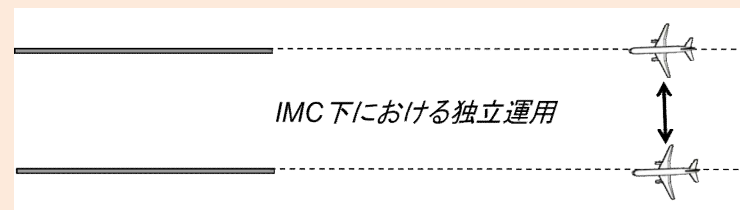
【現状】

空港処理容量の拡大を図るためには、様々な制約のある滑走路の増設等飛行場面のインフラ整備だけでなく、近接した平行滑走路における同時平行進入の実現が必要である。

GPSを利用した位置測位などの技術革新が進んでいるところであるが、実現の可能性の見極めのため国際的な検討動向等に考慮が必要である。

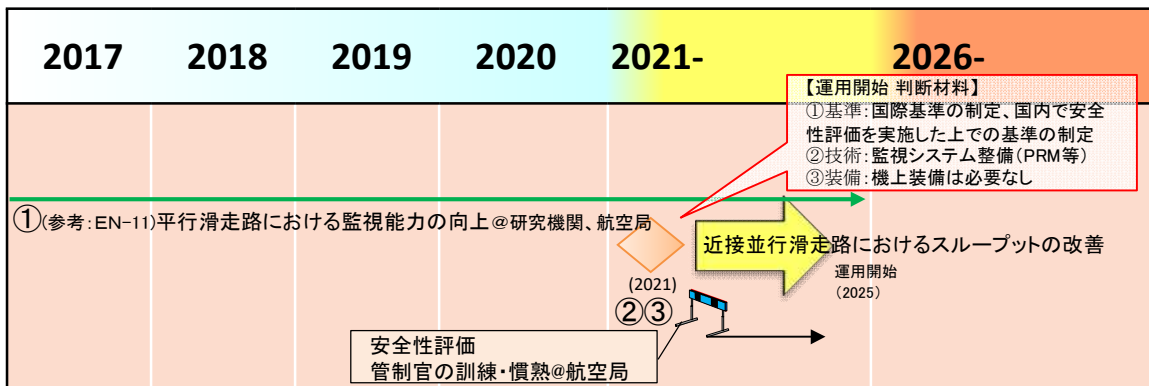
【最終アウトプット】

ASAS、地上の高精度な監視(WAMによるPRM、ADS-B)等により平行滑走路(760m以上1310m未満の滑走路間隔)での飛行方式を見直すことで同時平行進入を可能とし、低視程条件下における空港/滑走路のスループット(処理能力)への影響を低減する。



関連EN・OI： 平行滑走路における監視能力の向上(EN-11)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ① 平行滑走路における監視能力の向上 (EN-11)(中長期) (研究機関、航空局)
- ② 安全性評価(中長期) (航空局)
- ③ 管制官の訓練・慣熟(中長期) (航空局)

※ADS-B : Automatic Dependent Surveillance-Broadcast ※PRM : Precision Runway Monitoring ※ASAS : Aircraft Surveillance Applications System ※RNP : Required Navigation Performance
※MLAT : Multilateration ※GBAS : Ground-Based Augmentation System ※GBAS : Satellite Based Augmentation System



【現状】

後方乱気流カテゴリーは最大離陸重量により3種類のカテゴリーに分けて運用中。

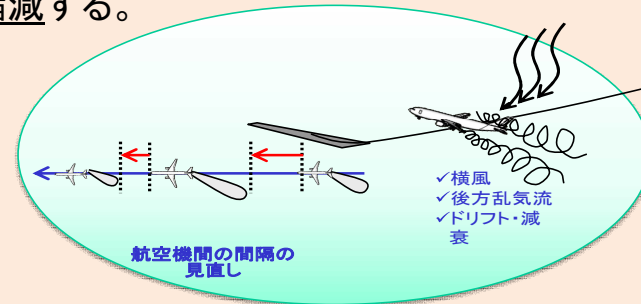
ICAOで管制間隔の設定の基準を検討してきたが、当面基準の設定がされない見込みであるため、日本で独自に検討中。

【経緯】

ICAOにより後方乱気流間隔の見直しが検討されてきたが、当面、国際基準の設定がなされない見込み。ICAOの進捗を見つつ日本独自の設定が必要となったことから、試行運用開始予定を変更した。

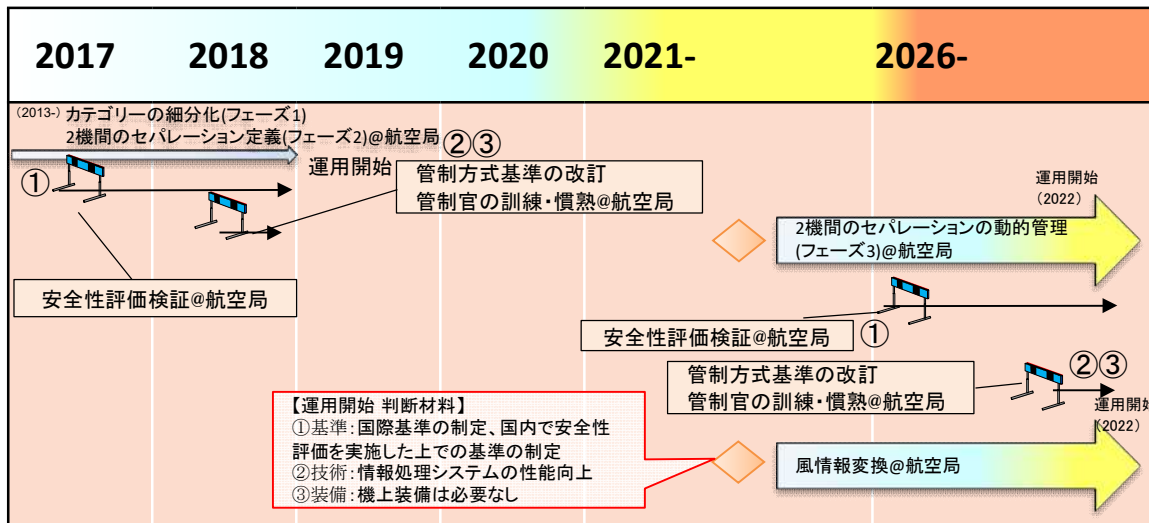
【最終アウトプット】

- ①後方乱気流カテゴリーを細分化することで最適な管制間隔に改善する。
- ②風の情報等により詳細な後方乱気流の発生状況を把握し、後方乱気流に起因する管制間隔の適用範囲を縮減する。



関連EN・OI： 情報処理システムの高度化 (EN-1)、気象情報から運航情報、容量への変換 (EN-6) 空港運用の効率化・空港CDMの導入 (OI-23)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ①RECAT-Jの運用にむけた安全性確保のための検証(短期)
(航空局)
- ②管制方式基準の改訂(短期)
(航空局)
- ③管制官の訓練・慣熟(短期)
(航空局)

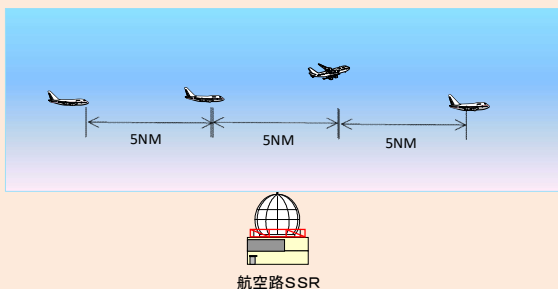
※RECAT-J : Recategorization Japan



【現状】

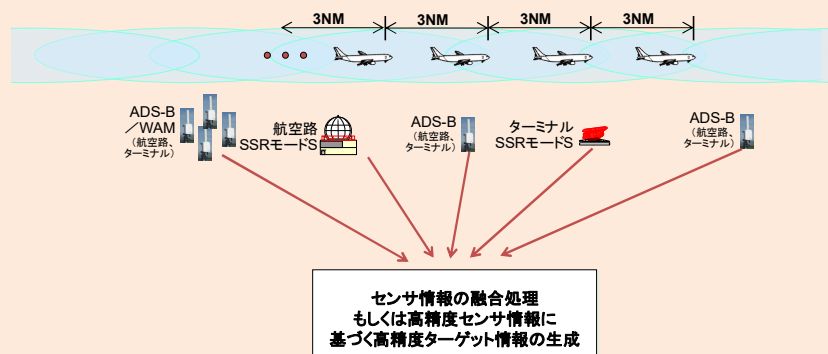
管制間隔の短縮ができないことがボトルネックとなり、航空路処理容量が制約を受けている空域がある。

現状、航空路においては5NMの最低管制間隔が必要である。



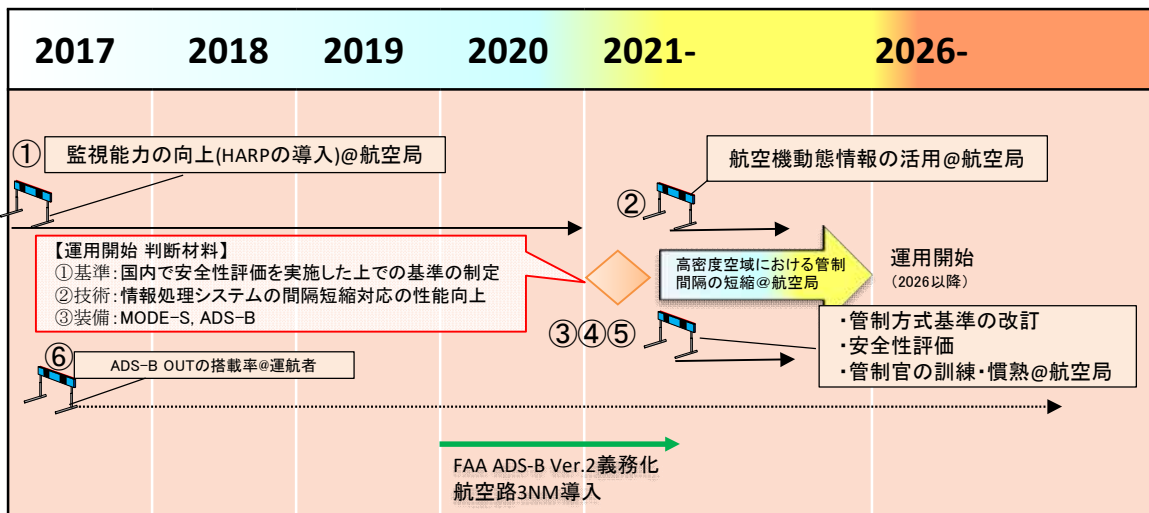
【最終アウトプット】

ADS-Bによる更なる監視能力の向上を前提に、最低管制間隔の3NMへの短縮を可能とする。



【工程表】

関連EN・OI: ブラインドエリア等における監視能力の向上(EN-9)
航空機動態情報の活用(EN-12)



【解決すべき課題】

- ①監視能力の向上(短期)
(航空局)
- ②航空機動態情報の活用(中長期)
(航空局)
- ③管制方式基準の改訂(中長期)
(航空局)
- ④安全性評価(中長期)(航空局)
- ⑤管制官の訓練・慣熟(中長期)
(航空局)
- ⑥ADS-B OUTの搭載率(中長期)
(運航者)

※HARP: Hybrid Air-route surveillance sensor Processing equipment

※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance-Broadcast

【現状】

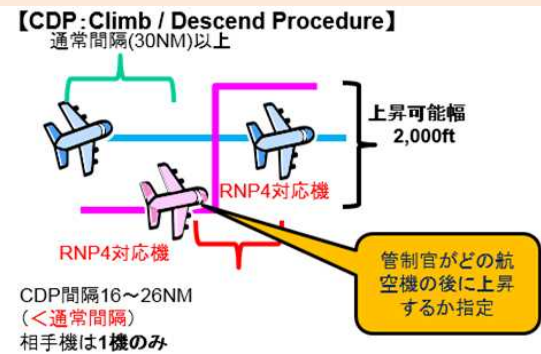
福岡FIRの洋上管制区のうち北部太平洋上空に設定されている航空路(通称NOPAC)の交通量は年々増加していることから、管制間隔を短縮することによる管制処理容量の向上が必要である。

【経緯】

現在、ICAOでRNP4が適用可能な航空機や他機との間隔を把握できる航空機に対して、洋上空域の上昇・降下区間で短縮管制間隔を適用可能とする条件として、航空機側のデータリンク送受信状態が一定の品質を有することを地上側で把握することを求める規定改正があり、統合管制情報処理システムのプログラム変更が必要となったため運用開始時期を変更した。

【最終アウトプット】

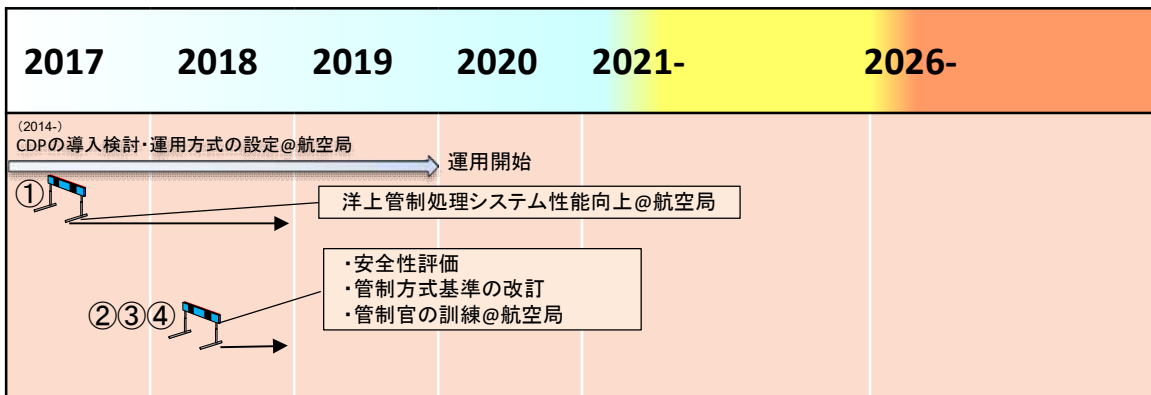
RNP4 *が適用可能な航空機や、他機との間隔を把握できる航空機に対して(管制官の指示又はパイロットの要求により)、洋上空域の上昇・降下区間に於いて短縮管制間隔を適用可能とする。



* RNP4:GPS等により自機的位置を算出し任意の経路を飛行する航法であり、全飛行時間の95%の飛行における航法精度が±4海里以内のもの。

関連EN・OI :情報処理システムの高度化 (EN-1)

【工程表】



※CDP : Climb / Descend Procedure

【解決すべき課題】

- ①洋上管制処理システムの性能向上(管制間隔判定ロジックの改修)(短期)(航空局)
- ②安全性評価(短期)(航空局)
- ③管制方式基準の改訂(短期)(航空局)
- ④管制官の訓練(短期)(航空局)



【現状】

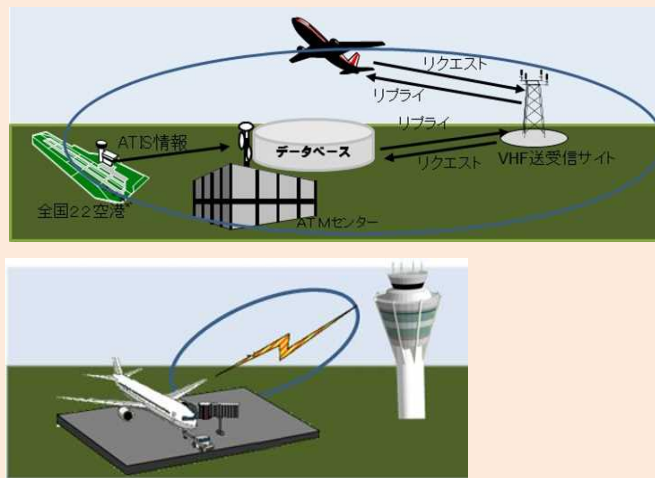
飛行情報の伝達、空港での管制承認は音声通信により実施され、情報の伝達にある程度の時間を要する上に、聞き間違い等の恐れもあり、運航乗務員、管制官双方の作業負荷になっている。

現在、羽田空港及び成田空港でデータリンクによる出発承認発出を実施中であり、対象空港の拡大も検討中。

また、音声通信に代わり、処理能力向上やヒューマンエラー防止が期待できるデータリンクによる管制指示(陸域CPDLC)導入に向け2021年度から運用開始予定。

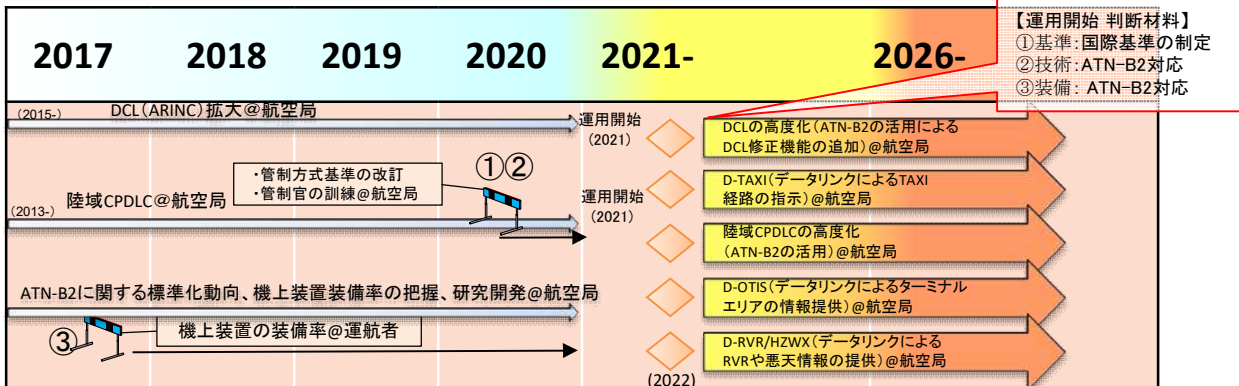
【最終アウトプット】

データリンクにより、陸域航空路での周波数移管等や空港での管制承認、飛行情報サービス提供を行う。



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、VHFデータリンク(EN-14)、将来の通信装置(EN-15)、継続的な上昇・降下の実現(OI-13)、データリンクによる空地の軌道共有/FLIPINT、4DTRAD(OI-21)



【解決すべき課題】

- ① 管制方式基準の改訂(中長期)(航空局)
- ② 管制官の訓練(中長期)(航空局)
- ③ 機上装置の装備率(中長期)(運航者)

DCL : Departure Clearance

D-OTIS : Data Link Operational Terminal Information Service

D-HZWX : Data Link Hazardous Weather

D-TAXI : Datalink Taxi Clearance

D-RVR : Data Link Runway Visual Range

ATN-B2 : Aeronautical Telecommunication Network – Baseline2



【現状】

ACAS(TCAS)は最大離陸重量5,700 kgまたは客席数19を超える航空機に対して適用され、地上装置と独立したSSRトランスポンダーの信号に基づき、パイロットに空中衝突を起こす可能性のある航空機に関して助言を与える。

【経緯】

- ATSA-AIRBについては、当初想定していたUATによる監視が二重投資になることなどからADS-B (1090ES)の導入に統一した。
- ITPについては、ICAOの規程改定があり、統合管制情報処理システムのプログラム変更が必要となったため、運用開始時期を変更した。

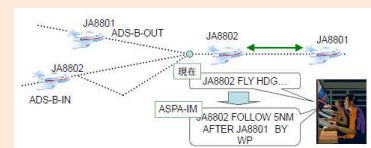


【最終アウトプット】

- ①ADS-B OUT/INを活用し、ADS-B IN搭載機のcockpitに周辺の交通情報を提供する。パイロットの状況認識を向上させる。
ITP:洋上航空路高度変更支援
AIRB:飛行中の航空状況認識向上
VSA:着陸経路目視間隔付け支援
SURF(EN-10):空港面の航空状況認識向上
- ②ADS-B OUT/INを活用し、ADS-B IN搭載機(要FIM)に管制官が到着順序を指示し、機上側で先行機との間隔を維持する運用方式を導入する。



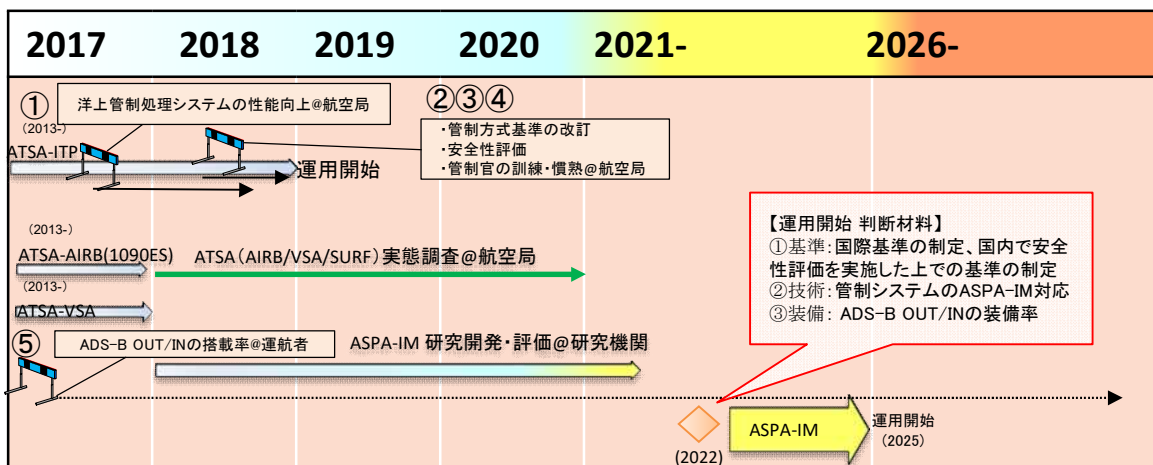
AIRB概念図



ASPA-IM概念図

関連EN・OI：情報処理システムの高度化(EN-1)、フローコリドー(OI-8)

【工程表】



※ATSA-ITP: Air Traffic Situational Awareness-In-trail procedure ※ATSA-AIRB: Air Traffic Situational Awareness-Airborne
 ※ATSA-VSA: Air Traffic Situational Awareness-Visual Separation Assurance ※ASPA-IM: Airborne Spacing - Interval Management ※FIM: Flight Interval Management

【解決すべき課題】

- ①洋上管制処理システムの性能向上(管制間隔判定ロジックの改修)(短期)(航空局)
- ②管制方式基準の改訂(短期)(航空局)
- ③安全性評価(短期)(航空局)
- ④管制官の訓練・慣熟(短期)(航空局)
- ⑤ADS-B OUT/INの搭載率(中長期)(運航者)

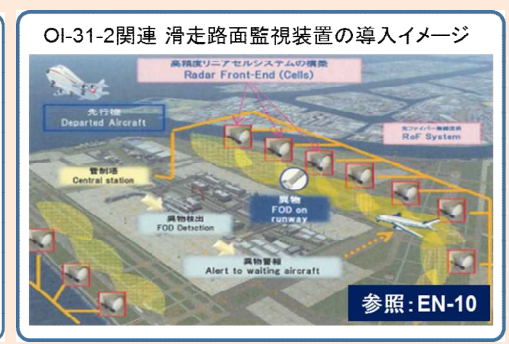
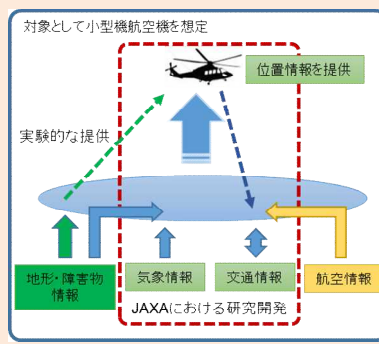


【現状】

管制支援施設及び運航者の支援施設からパイロットや管制官へ提供される他機のトラフィック情報、航空情報及び気象情報の共有は十分ではない。

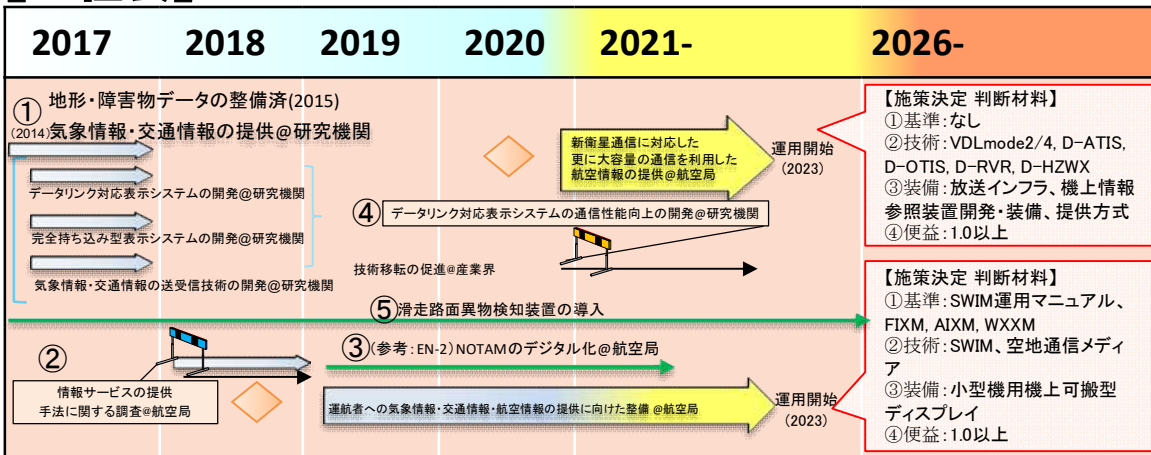
【最終アウトプット】

悪天エリアの回避、空中衝突事故の防止、更には地形や障害物への衝突事故の防止のため、パイロットが状況認識しやすい環境となるよう、地上から適切な運航支援を可能とする情報サービスを提供する。



【工程表】

関連EN・OI： データベース等情報基盤の構築(EN-2)、情報共有基盤(EN-3)、気象情報の高度化(EN-4)、継続的な上昇・降下の実現(OI-13)



【解決すべき課題】

- ① 地形・障害物データの整備【済】
(2015年11月) (研究機関)
- ② 情報サービスの提供手法に関する調査(中長期) (航空局)
- ③ NOTAMのデジタル化(EN-2) (中長期) (航空局)
- ④ データリンク対応型表示システムの通信性能向上の開発(中長期) (研究機関)



【現状】

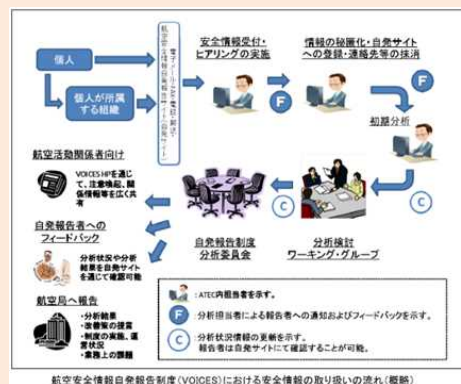
航空局では、ICAO第19附属書に従い、2013年10月、「航空安全プログラム(SSP)」を策定し導入。

SSPを導入後、安全情報の収集・分析のため、各種規程及び体制を整え、データの要因分析・リスク評価等を行う予防的な安全管理を行う仕組みを確立している。



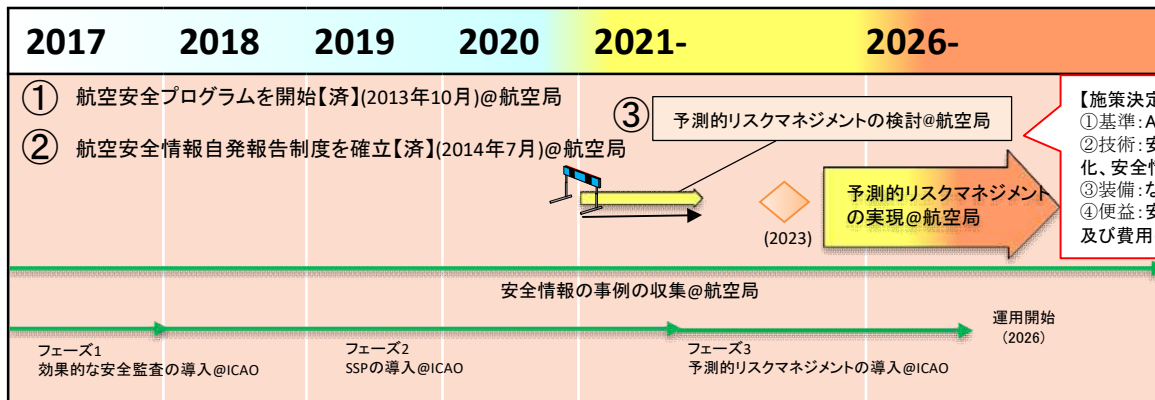
【最終アウトプット】

安全情報を収集・分析・評価して安全対策に寄与するために、過去の安全情報とリアルタイム情報を照合・分析するリアルタイムリスクマネジメントを行う。



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、データベース等情報基盤の構築(EN-2)、情報共有基盤(EN-3)



- 【施策決定 判断材料】
- ①基準: Annex19, SMS Manual
 - ②技術: 安全情報のデジタル化、安全情報分析評価装置
 - ③装備: なし
 - ④便益: 安全性の定性効果及び費用の相当性による

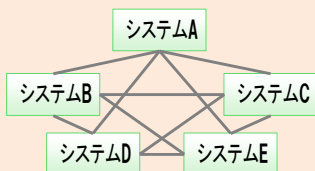
【解決すべき課題】

- ①航空安全プログラムを開始【済】(2013年10月)(航空局)
- ②航空安全情報自発報告制度を確立【済】(2014年7月)(航空局)
- ③予測的リスクマネジメントの検討(長期)(航空局)



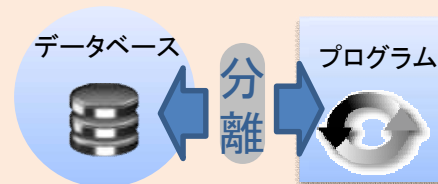
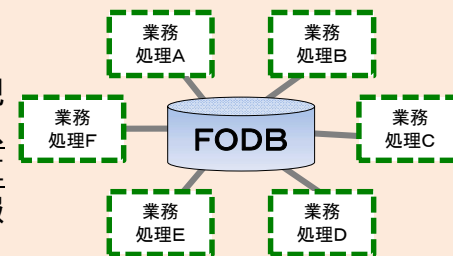
【現状（過去）】

1. 管制情報処理システムは独自に進化した各種システムが個別に接続され、飛行計画情報をベースにした情報をそれぞれのシステムで管理して管制業務に提供している。
2. 飛行計画情報はひとつのシステム(FDMS)により管理され、プログラム処理の中でデータが管理されていた。FDMSのプログラムに障害が発生すると飛行計画情報を破壊する可能性があり、その結果他のシステムにも大きな影響を与え、航空機の遅延欠航に繋がる素地があった。



【最終アウトプット】

1. 航空機の軌道を最適化する高精度な4次元軌道運用を実現するため、高度なデータベース管理技術及びビラジェクトリ計算技術を活用した統合管制情報処理システムを導入する。
2. 統合管制情報処理システム全体で共通に使用するデータを独立して管理し、プログラムの障害発生時においてもデータへ影響を与えない構成とする。



関連OI: 1, 2, 3, 4, 6, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 33
 関連EN: 2, 3, 6, 12

【工程表】

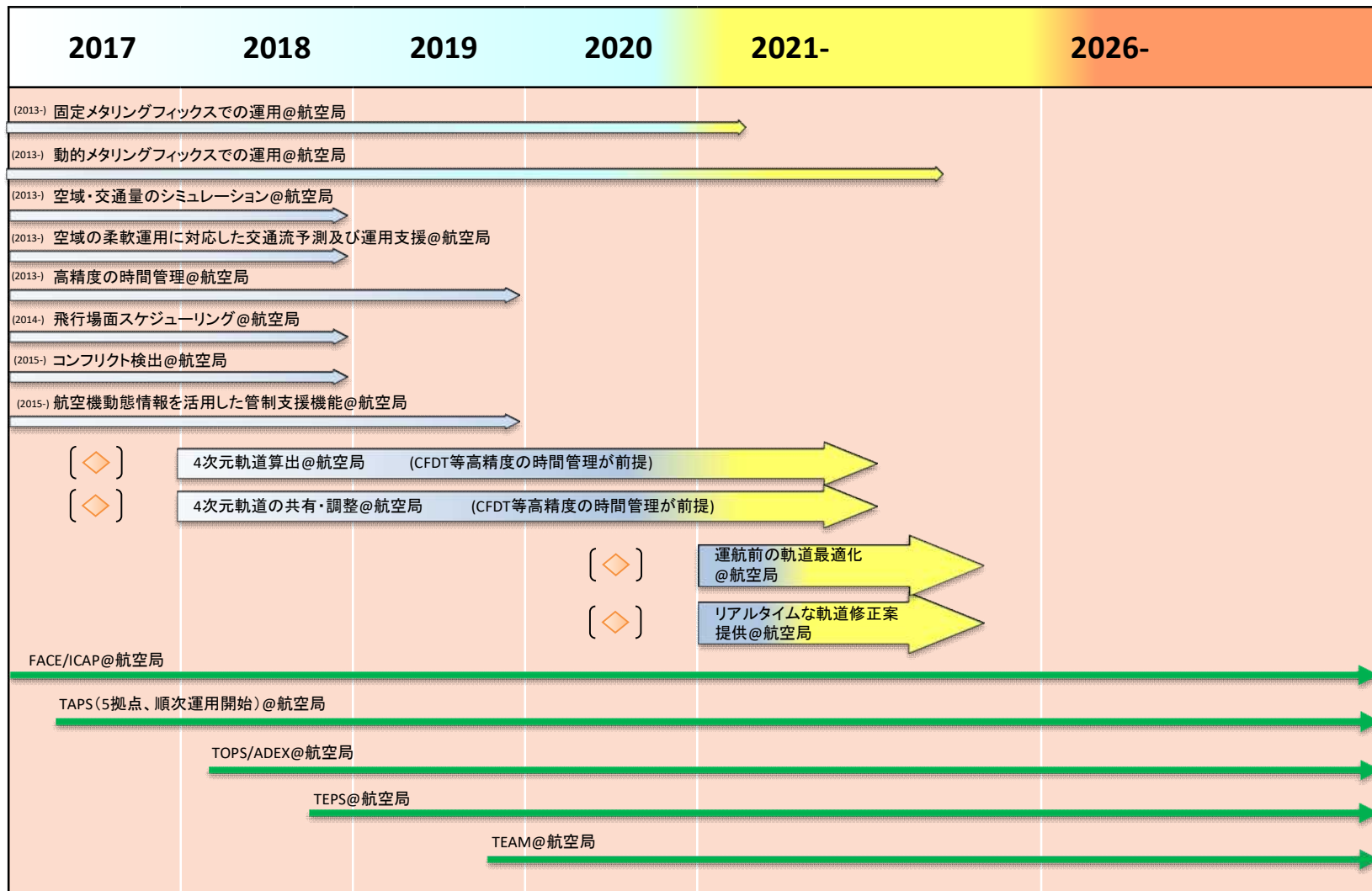
別紙に記載。

【解決すべき課題】

- (システム高度化の前提として)
- ・統合管制情報処理システムの着実な整備(短期)(航空局)
 - ・今後の管制運用要件や国際動向に対応出来る機能の実装(中長期)(航空局)



【工程表】



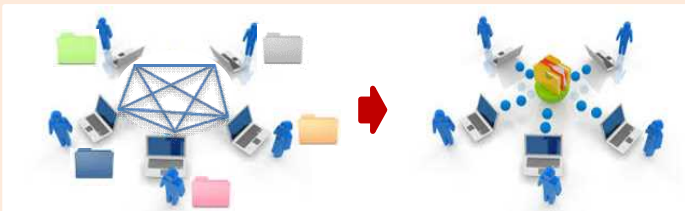
※FACE:飛行情報管理処理 ICAP:管制支援処理 TAPS:空港管制処理 TOPS:洋上管制処理 TEPS:航空路管制処理 ADEX:管制データ交換処理 TEAM:航空交通管理処理



【現状】

飛行計画を始めとするNOTAM情報、気象情報などは、略号を多用したテキストデータにより国際間でデータ交換又は配信しているため、受信者はその都度、解析して各々のデータベースに取り込んでいる。

異なる管理下で作成されたデータベースを利用した場合、状況認識に差異が生じる恐れがあり、関係者間での意思決定の障害となり得る。



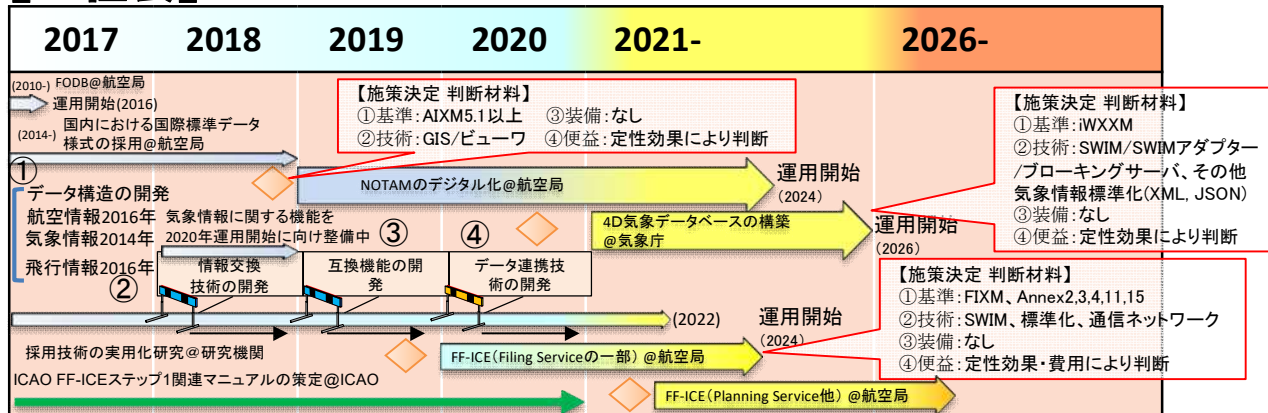
【最終アウトプット】

関係者間のデータベースに差異の生じない環境を構築するために、航空気象、航空情報及び飛行情報をインターネット技術用に最適化されたデータ様式(XML)で情報交換できるシステムを構築する。



関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、情報共有基盤(EN-2)、軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、データリンクによる空地の軌道共有(OI-21)、空港面運用の効率化(OI-23)、情報サービスの向上(OI-31,31-2,32)、安全情報の活用(OI-33)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ①各情報のデータ構造の定義に関する開発の実施【済】(運用版/ 航空気象: 2014年、航空情報: 2016年、飛行情報: 2016年)(航空局)
- ②XML様式のデータを国際間で扱うことができる情報交換技術に関する開発の実施(短期)
- ③現行様式との互換機能に関する開発の実施(短中期)
- ④データ連携技術に関する研究の実施(中長期)
※②~④; 研究機関を想定

【現状】

現在、国際間の情報共有については個別に専用回線を整備し、1対1の情報交換を実施している。

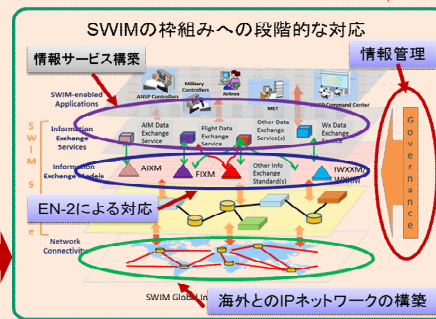
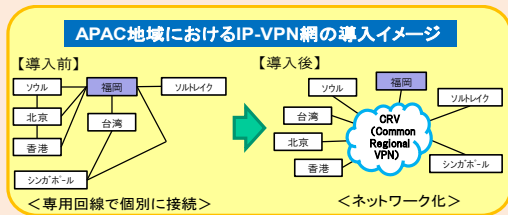
IT技術を活用した信頼性のある情報管理機能を有するネットワーク環境となっていない。

【最終アウトプット】

全ての運航フェーズで協調的な意思決定(CDM)をしながら、軌道ベース運用(TBO)を実施することが可能となるよう、インターネット技術を活用できる高品質で機密性の高い国際情報共有ネットワークの環境を以下により構築する。

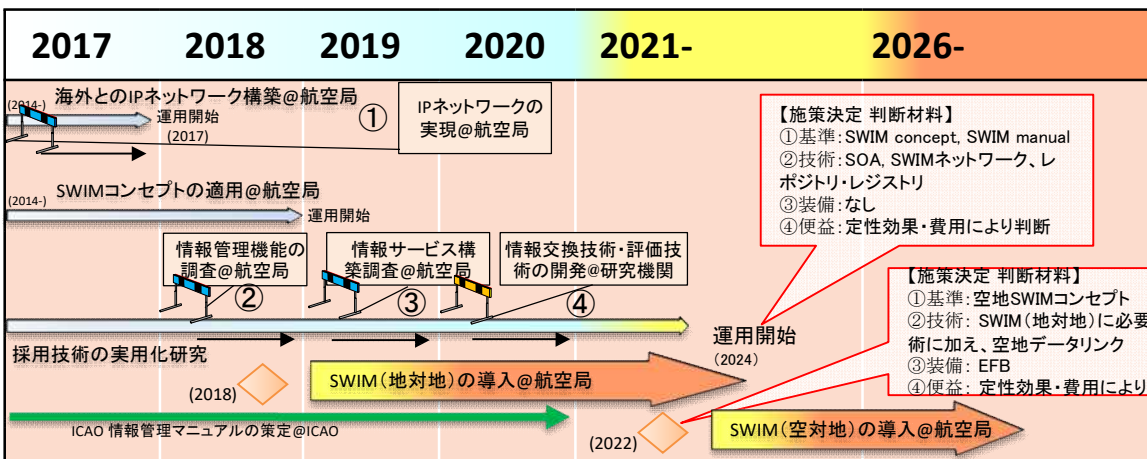


- 情報の提供者と利用者が常時アクセス可能な情報レベルを管理
- 利用者にとって複数の情報を一元的に取得できる最適なサービスを構築
- 可能な範囲で情報サービスを外部から検索できるように開示



【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、データベース等情報基盤の構築(EN-2)、軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、空港面運用の効率化(OI-23)、情報サービスの向上(OI-31,31-2,32)、安全情報の活用(OI-33)



【解決すべき課題】

- ①国際間で利用できるIPネットワークの実現 (航空局)
- ②国際、地域及び国内の各サービス層毎に機密性を確保する情報管理機能に関する調査の実施(短中期) (航空局)
- ③利用者が複数の情報を一元的に取得できる情報提供サービスの構築に関する調査の実施(中長期) (航空局)
- ④SWIM導入に必要な情報交換技術、評価技術に関する開発の実施(短中期) (研究機関)

【施策決定 判断材料】

- ①基準: SWIM concept, SWIM manual
- ②技術: SOA, SWIMネットワーク、レポジトリ・レジストリ
- ③装備: なし
- ④便益: 定性効果・費用により判断

【施策決定 判断材料】

- ①基準: 空地SWIMコンセプト
- ②技術: SWIM(地対地)に必要な技術に加え、空地データリンク
- ③装備: EFB
- ④便益: 定性効果・費用により判断

※CDM : Collaborative Decision Making ※TBO : Trajectory Based Operation ※SWIM : System-Wide Information Management
Civil Aviation Bureau Japan

気象観測情報の高度化(EN-4)

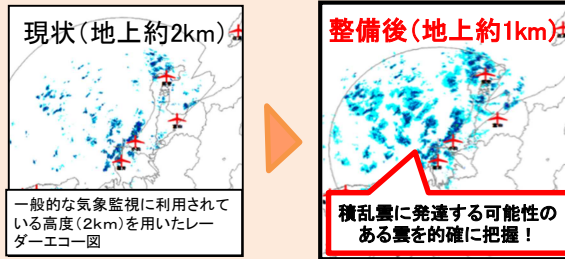
【現状】

- 1-1 リアルタイム観測データ(6秒毎更新)の提供は現地空港の利用者に限られる(現地の管制機関や航空会社)。
- 1-2 TBOに必要な観測・予測情報を提供する統合的な気象情報基盤(4D気象データベース)の構築が求められている。(※EN-2関連)
- 2-1 気象レーダーで冬季、低高度の積乱雲を的確に捉えることが困難で、レーダーエコー情報の改善が必要。
- 2-2 低層ウィンドシアア情報基準未満の進入経路上の風の状況把握が困難。
- 3-1 現在の観測センサーでは、霧や乱気流等、可視化困難な現象がある。
- 3-2 滑走路の雪氷状況の常時把握、積雪予測が困難である。
- 4 火山灰拡散予測には、予測精度向上に資する、レーダーによる定量的な噴煙観測データがない。

【最終アウトプット】

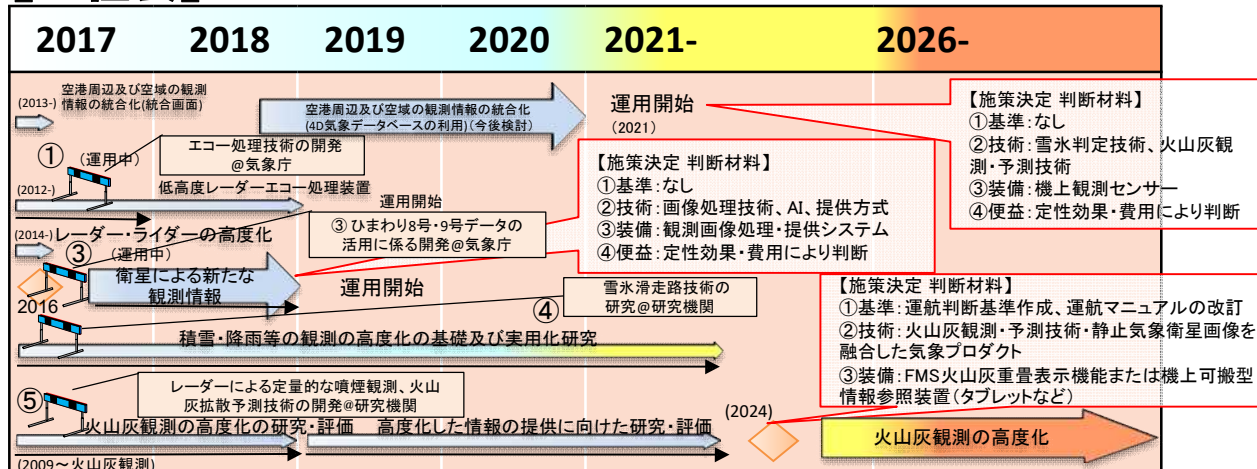
- 1-1 リアルタイム観測データ等を場所を問わず提供できるよう、WEB環境を構築する。(2016年度末運用開始)。
- 1-2 TBOに必要な観測・予測情報の基盤となる4D気象データベース(情報基盤)と統合する。
- 2-1 低高度の積乱雲を捉えたレーダーエコー情報を提供できるよう、レーダーエコー処理技術を開発する。
- 2-2 空港低層風情報(ALWIN)を提供できるよう、進入経路上の風の観測・処理技術を開発する(2017年3月運用開始)。
- 3-1 気象現象をより明確に可視化した観測情報を提供できるよう、観測能力の向上した「ひまわり8号・9号」のデータを活用する。
- 3-2 滑走路状態の常時把握、積雪予測等ができるよう、雪氷センサー、積雪予測モデル等(雪氷滑走路技術)を開発する。
- 4 高精度な拡散予測情報を提供できるよう、レーダーによる定量的な噴煙観測及び同データを用いた拡散予測を実施できるようにする。

【2-1 低高度のエコー情報】



【工程表】

関連EN・OI : 軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、空港面運用の効率化(OI-23)、情報サービスの向上(OI-31,31-2,32)



【解決すべき課題】

- ① エコー処理技術の開発(短期)(気象庁)
- ② 進入経路上の観測・処理技術【済】(研究機関、気象庁)
- ③ ひまわり8号・9号データの活用に係る開発(短期)(気象庁)
- ④ 雪氷滑走路技術の研究・開発(短~中長期)(研究機関)
- ⑤ レーダーによる定量的な噴煙観測、同データを活用した火山灰拡散予測技術の開発(短期)(研究機関)

※ALWIN : Airport Low-level Wind Information ※TBO : Trajectory Based Operation

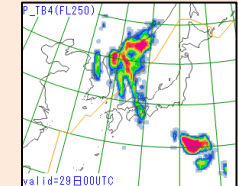
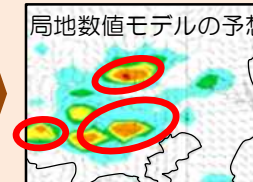
【現状 (一部過去も含む)】

- 1-1 大気の状態をシミュレーションする数値予報モデルは5km、20km格子のモデルを使用しており、予測精度改善に資する詳細な格子の数値予報モデルを利用できていない。
- 1-2 数値予報モデルの計算には様々な方法で得られた観測データを活用しているが、予報精度向上にはより多くの観測データが必要であり、十分ではない。また、計算機資源が十分でなく、多くの観測データを用いたモデル計算を適切なタイミングで行うことができない。
- 2 時系列予報の提供空港が限定的、また運航に影響のある雷に関する予報が提供されていない。
- 3 現在、提供している航空気象情報は一部情報の限られた要素を除き、予報の信頼度が付加されていない。また、計算機資源が十分でなく、モデル計算の結果を活用した信頼度の計算を適切なタイミングで行うことができない。



【最終アウトプット】

- 1-1 精度の向上した予測情報が提供できるよう、詳細な地形データを取入れた2km格子の数値予報モデルを開発・運用する(2012年度運用開始)。
- 1-2 精度の向上した予測情報が提供できるよう、高性能なスーパーコンピュータによる数値予報モデルの計算に、航空機から得られる動態情報(DAPs)から算出した機上の風向風速データを活用する。
- 2 時系列予報の発表対象空港拡大、同情報に雷に関する予報の追加を行う。(雷予測可能性を追加(2013年度)、対象空港の拡大(2013～2016年度))
- 3 予報の信頼性指標(確率情報)を付加した予測情報が提供できるよう、高性能なスーパーコンピュータによる解像度の高い数値予報モデルの結果を活用した信頼性指標を開発する。

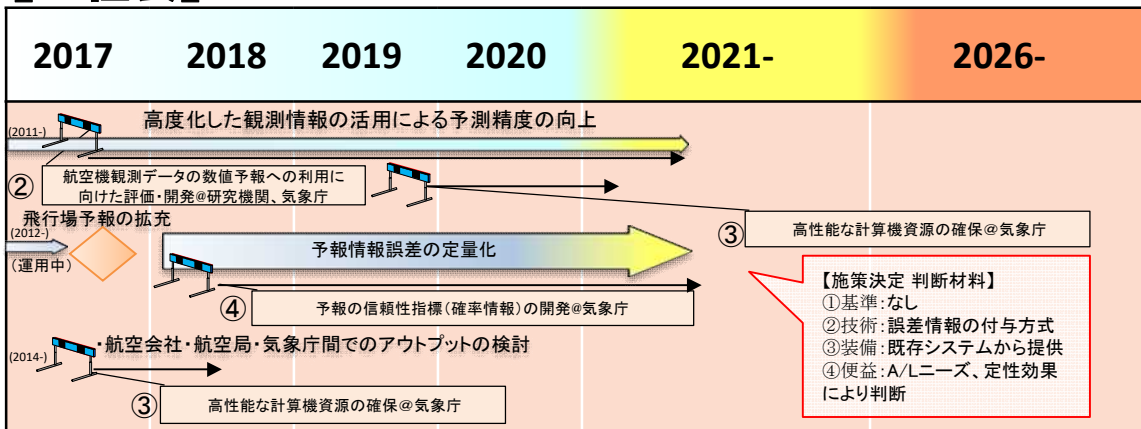


【①-1 数値予報モデルの精緻化】

【③ 確率情報のイメージ (乱気流)】

関連EN・OI:軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)

【工程表】



【解決すべき課題】

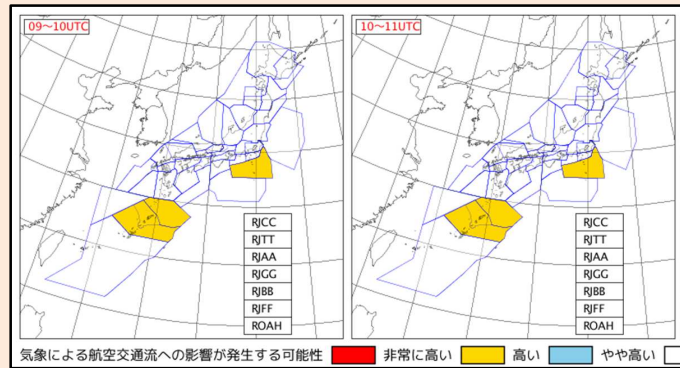
- ① 2km格子の数値予報モデルの開発【済】(気象庁)
- ② DAPsを活用した航空機観測データの数値予報への利用に向けた評価・開発 (短期・中期)(気象庁、研究機関)
- ③ 高性能な計算機資源の確保 (中期・長期)(気象庁)
- ④ 予報の信頼性指標(確率情報)の開発 (短期・中期)(気象庁)

重点的に取り組むべき施策②

【現状】

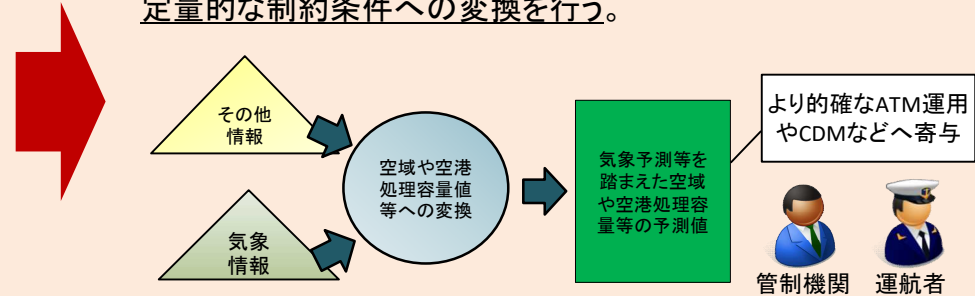
気象庁は、空港や管制セクター単位の交通流に影響する気象現象の発生可能性の情報を提供している。

一方、気象予測から運航上の定量的な制約条件(空域・空港容量値等)への変換は実現されていない。



【最終アウトプット】

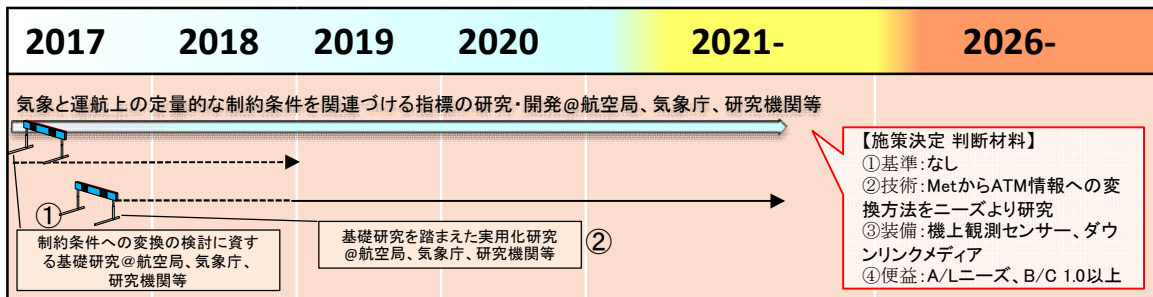
最適な空域・空港容量での運航が実現できるよう、運航に多大な影響を与える気象現象(雷、風、雪氷等)の予測から運航上の定量的な制約条件への変換を行う。



空港や管制セクター単位の交通流に影響する気象現象の発生可能性に関する情報(航空交通気象センターから航空交通管理センターへ提供中)

関連EN・OI:情報処理システムの高度化(EN-1)、動的ターミナル空域の運用(OI-3)、リアルタイムの空域形状変更(OI-6)、軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、協調的な運航前の軌道調整(OI-15)、システム支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)、空港面運用の効率化(OI-23)、後方乱気流に起因する管制間隔の短縮(OI-26)

【工程表】



※CDM: Collaborative Decision Making

Civil Aviation Bureau Japan

【解決すべき課題】

- ① 気象情報から運航上の定量的な制約条件への変換に向けて、関係機関で取り組むべき事項を検討し、調査や研究等を進めていく(短期)(航空局、気象庁、研究機関等)
- ② 今後の調査・研究等を通じて課題の抽出や整理を進める(短期・中長期)(航空局、気象庁、研究機関等)

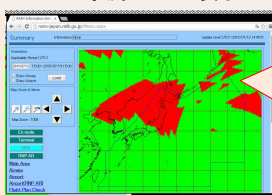


重点的に取り組むべき施策④

【現状】

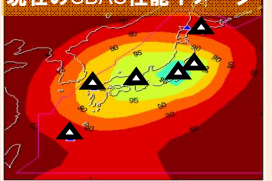
- 1 ABAS(機上装置によるGPS補正システム)を利用するには、運航者はRAIM予測情報を用いる必要がある。航空局は当該情報を提供しているが、より効率的な運航を行うためには、予測精度の向上と運航者ニーズに応じたRAIM予測が必要である。
 - 2 現在、日本のSBAS(MSAS)では垂直ガイダンス付きの進入方式(LPV)を導入できる性能を有しておらず、就航率の改善に十分に寄与できていない。
- 【経緯】
準天頂衛星の整備工程に合わせ、意決定年次を変更した。

RAIM予測のWEB表示



- ・緑色部分 GPS衛星の航法使用可
- ・赤色部分 GPS衛星の航法使用不可

現在のSBAS性能イメージ

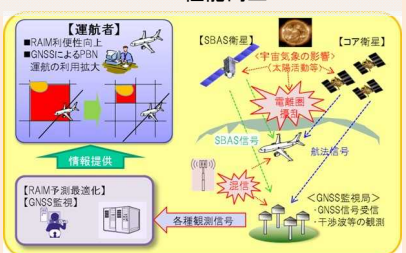


- 性能がLPVを満たさないエリア
- LPV提供可能なエリア

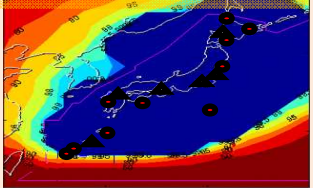
【最終アウトプット】

- 1 運航者ニーズに応じたRAIM予測の提供を行うため、GPSなどのGNSS信号の監視機能を持たせるとともに、RAIM予測ソフトウェアの性能向上(予測エリアの細分化及び更新頻度の増加等)を行う。
- 2 SBASによるLPVを導入するため、準天頂衛星で2つのSBAS信号を放送できるようにするとともに、地上システムのアルゴリズム改良により、LPVの要求性能を満足させる。

RAIM性能向上

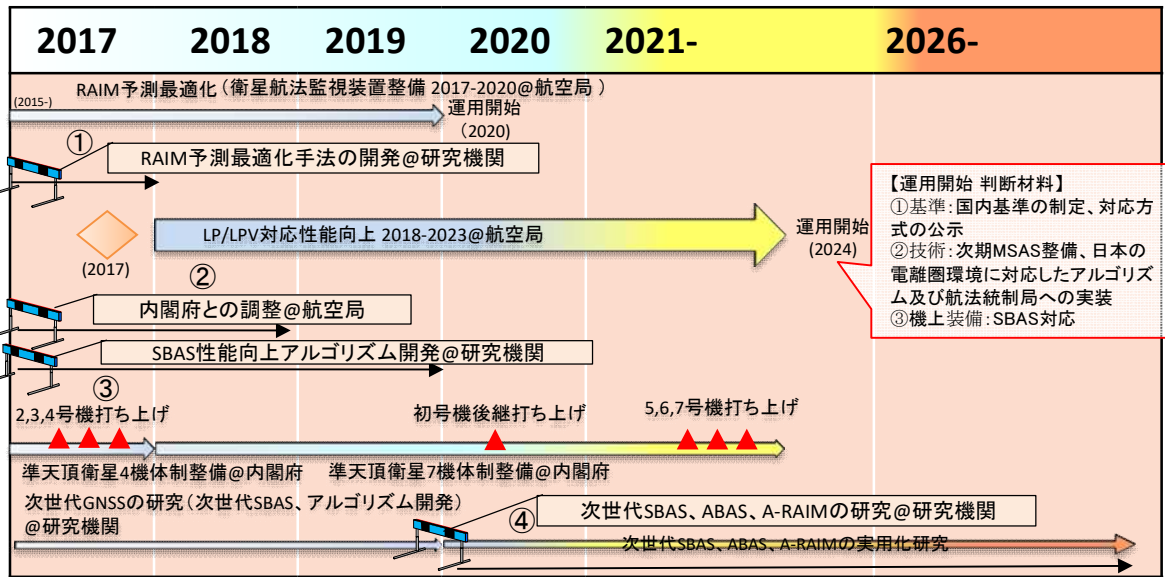


SBAS性能向上後のイメージ



【工程表】

関連EN・OI: 精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式(OI-9)、高精度かつ時間軸を含むRNP(OI-10)、低高度航空路の設定(OI-11)、小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)



【解決すべき課題】

- ① RAIM予測最適化手法の開発(短期)(研究機関)
- ② 準天頂衛星7機体制のSBAS対応(2つのSBAS信号送信可能となる機能搭載)について内閣府と調整(短期)(航空局)
- ③ SBAS性能向上のためのアルゴリズム開発(中長期)(研究機関)
- ④ GPS以外の衛星の利活用や新たな信号に対応した次世代SBASの研究の実施(中長期)(研究機関)

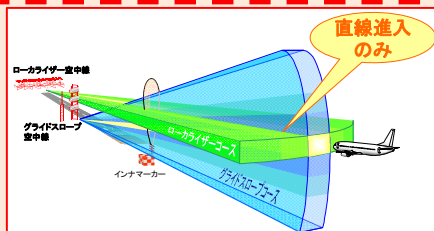
※ABAS: Airborne Based Augmentation System ※RAIM: Receiver Autonomous Integrity Monitor ※SBAS: Satellite Based Augmentation System

衛星航法による(曲線)精密進入(EN-8)

重点的に取り組むべき施策⑤

【現状】

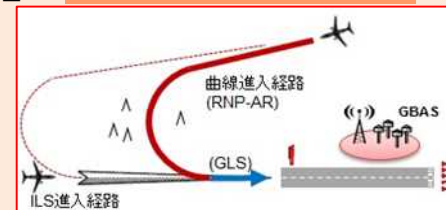
- 1 日本において、精密進入はILS等による直線進入のみであり、ILSは各滑走路端へ1式の装置が必要となることから、複数の滑走路で精密進入を行うためには複数のILSが必要となる。
- 2 GBASによる曲線精密進入の国際基準はICAOにおいて検討中
- 3 CAT-III GBASの利用には対応した機上受信機が必要であるが、未だ実用化されていない。日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASは実現できていない。



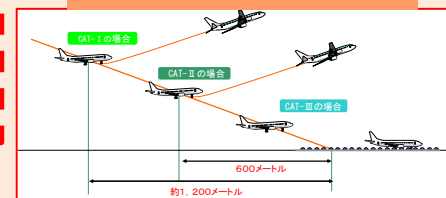
【最終アウトプット】

- 1 1式で複数の滑走路への精密進入を可能とし、将来的には曲線精密進入を可能とするGBASを導入する。
- 2 GBASによる曲線精密進入提供する。
- 3 電離圏活動が活発な低緯度地域を含む日本の電離圏脅威モデルを策定し、日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASを開発する。

曲線精密進入の提供

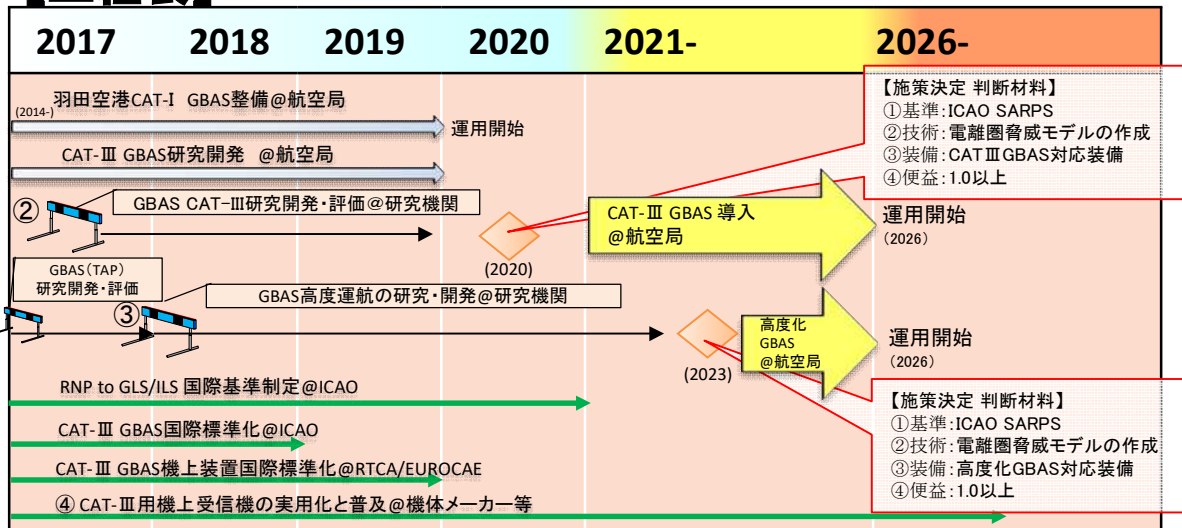


GBASによるCAT-III運用の実現



【工程表】

関連EN・OI:精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式(OI-9)



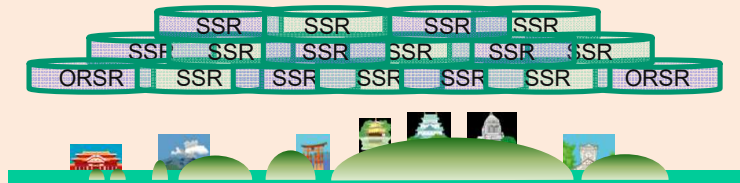
※GBAS: Ground Based Augmentation System

【解決すべき課題】

- ① CAT-I GBASの開発【済】
- ② 日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASの開発(中長期)(研究機関)
- ③ GBAS高度運航に係る研究開発(中長期)(研究機関)
- ④ CAT-III用機上受信機の実用化と普及(中長期)(機体メーカー等)

【現状】

- 1 航空路レーダー(SSR)は障害等停波に備え2重3重に整備されている。また、SSRの更新頻度は10秒毎であり、稀に虚像が表示される。

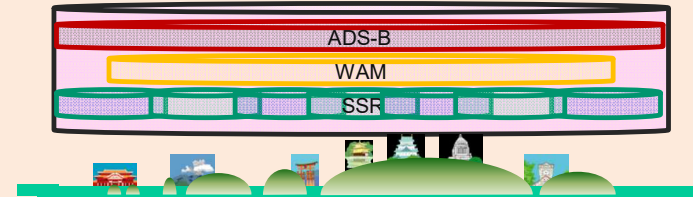


現在の航空路レーダーの概念図

- 2 ターミナル空域にて使用される一次レーダー(PSR)は、大出力の送信装置や回転式空中線等、大規模な装置により構成され、整備費及び維持費共に高額となっている。

【最終アウトプット】

- 1 精度、更新頻度が高い新たな監視装置(WAM、ADS-B)及び異種センサーの長所を統合するマルチレーダーを導入する。(WAM、複合監視センサー情報処理装置の整備に着手済み)

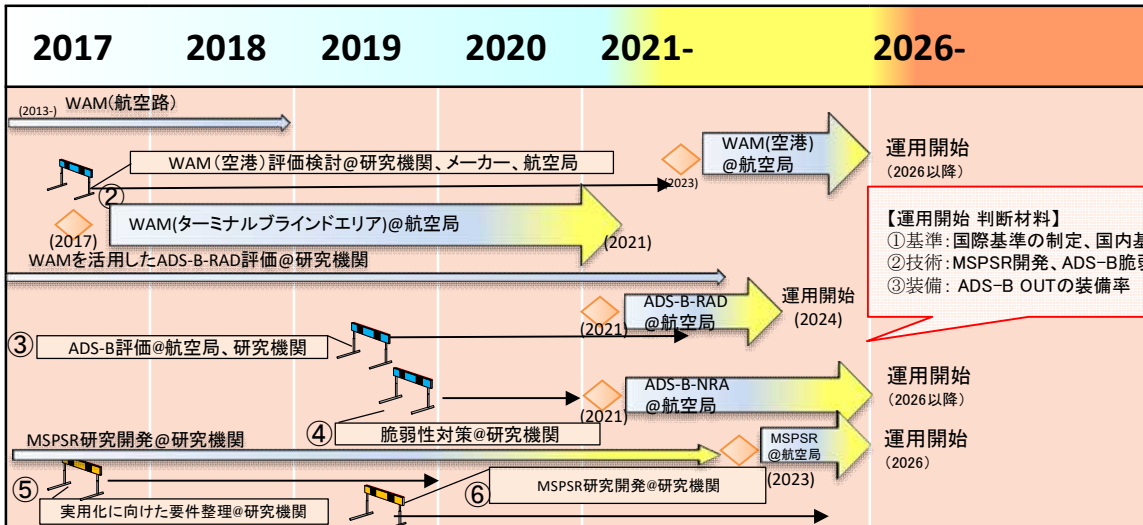


マルチレーダー概念図

- 2 自ら送信せず航空機に反射した放送用電波等を受信し、現行PSRと同等以上の分解能、捕捉率等の性能を有するマルチスタティックレーダー(MSPSR)の開発を目指す。

【工程表】

関連OI・EN :低高度航空路の設定(OI-11)、軌道上の全ての地点においてコンフリクトのない軌道の生成(OI-17)、軌道情報を用いたコンフリクト検出(OI-20)、システムの支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)、高密度空域における管制間隔の短縮(OI-27)



【運用開始 判断材料】
①基準：国際基準の制定、国内基準の制定
②技術：MSPSR開発、ADS-B脆弱性対策
③装備：ADS-B OUTの装備率

【解決すべき課題】

- ① センサー統合、WAM装置の研究【済】
- ② WAMモードA/C研究開発【継続中】
(以上、研究機関・メーカー・航空局)
- ③ SSR履域に於けるADS-B評価(短期)
(航空局、研究機関)
- ④ ADS-Bのなりすましや誤位置情報送信等の脆弱性対策に関する研究の実施
(中長期)(研究機関)
- ⑤ 実用化に向けた要件整理
(研究機関)
- ⑥ 新型レーダー(MSPSR)の研究開発
(中長期)(研究機関)

※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance

※WAM: Wide Area Multilateration

※SSR: Secondary Surveillance Radar

※MSPSR: Multi-Static Primary Surveillance Radar

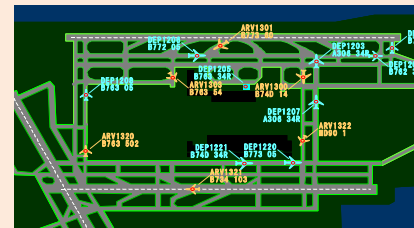
【現状】

- 1 空港面の航空機の位置情報把握のため、一部空港(成田、羽田、新千歳、関西等の大規模空港)にASDEやMLATを整備しているが、より精度の高いADS-Bの情報(航空機側から送信されるリアルタイムの位置情報)を活用できていない。また、パイロット側も他機の位置情報を正確に把握していない。
[経緯]MLAT未整備空港へのADS-B単独導入については、脆弱性等の観点から、導入検討時期を変更。
- 2 空港場面の異物の除去は、運航情報官による1日数回の定期場面点検や運航者等からの報告を基に対応しているが、異物が発生してもすぐに検知することができないという迅速性の課題がある。

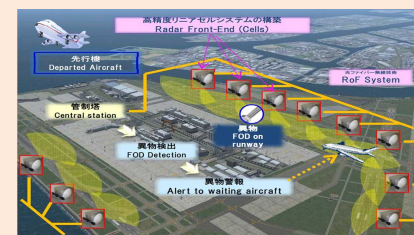


【最終アウトプット】

- 1 管制官及びパイロットのいずれもが空港場面を移動する航空機の位置を正確に把握できるよう、ADS-B情報を地上管制用画面及び航空機上の画面に反映させる。
- 2 空港場面に異物が存在すると即時に検知し、運航情報官に通知するためのミリ波レーダー及びカメラを開発するとともに、得られた情報を光ファイバーにより伝送できるようにする。

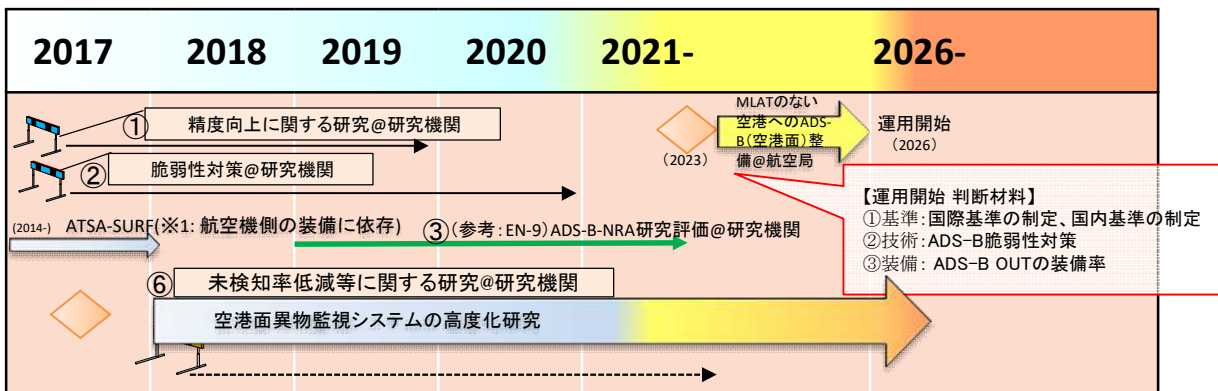


空港面監視の管制卓表示例



関連EN・OI: :空港面運用の効率化(OI-23)、情報サービスの向上(OI-31,31-2,32)

【工程表】



※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance ※ATSA-SURF: Air Traffic Situational Awareness-Surface ※MLAT: Multilateration

※ASDE: Airport Surface Detection Equipment ※1: 2016年ADS-B OUT搭載率 関東上空70%, 仙台空港22%; ADS-B IN搭載率 DELTA航空数機

【解決すべき課題】

- ① ADS-Bを利用した空港監視精度の向上に関する研究の実施(短期)(研究機関)
- ② ADS-Bのなりすましや誤位置情報送信等の脆弱性対策に関する研究の実施(中長期)(研究機関)
- ③ ADS-B-NRA研究評価(EN-9)(中長期)(研究機関)
- ④ ミリ波レーダー、カメラ及び光ファイバー網の技術開発【済】
- ⑤ ミリ波レーダーによる精度の高い検知技術の確立【済】
- ⑥ 未検知率低減及び非金属物体に対する検出率の向上に関する研究の実施(中長期)(研究機関)

【現状】

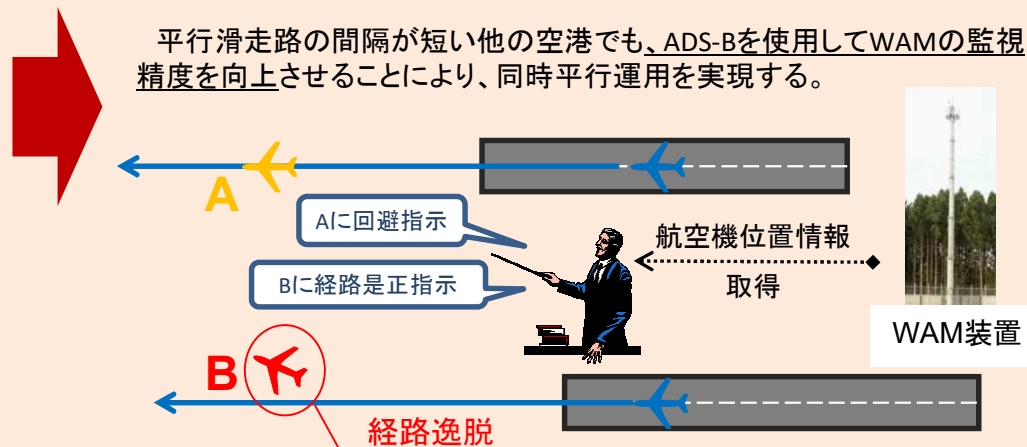
平行滑走路を使用した同時着陸/同時離陸では、航空機が近接した位置で飛行するため、双方向の航空機位置を高精度かつ高頻度で監視することが必要となる。

成田空港では、離陸機の経路逸脱を目視監視によりリスク低減策を講じることで、両滑走路から同時に離陸を行う方式を採用していたが、低視程時に監視できなくなるため同時離陸の実施が困難であった。

【最終アウトプット】

WAMの導入により、低視程時の同時離陸方式を実現し、空港処理容量の増大に寄与。

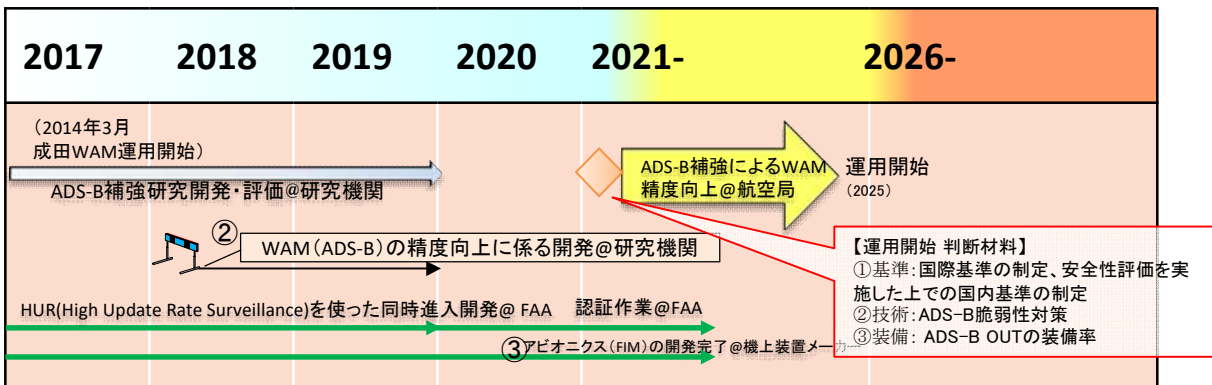
平行滑走路の間隔が短い他の空港でも、ADS-Bを使用してWAMの監視精度を向上させることにより、同時平行運用を実現する。



同時平行運用時の不可侵空域の監視イメージ

関連EN・OI： 近接平行滑走路におけるスループットの改善(OI-25)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ① WAM装置の研究開発【済】
(研究機関)
- ② ADS-Bを利用したWAMの精度向上に係る開発(中長期)
(研究機関)
- ③ アビオニクス(FIM)の開発
(中長期)(機上装置メーカー)

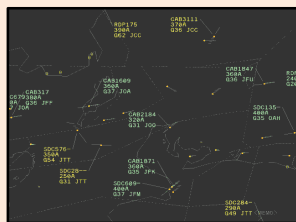
※PRM: Precision Runway Monitor ※WAM: Wide Area Multilateration ※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance ※FIM: Flight Interval Management



【現状】

管制官が航空機への指示(針路や高度等)するために、航空機の状態変化を知る手段はレーダー画面による機影のモニターに加えて、必要に応じて機上での針路や高度の設定について、音声により確認している。

これらの作業は管制官とパイロットのワークロードを増やす要因となっている。



【最終アウトプット】

動態情報を得る機能を付加した DAPs対応SSRの配備を開始した。

DAPs/ADS-B対応の航空路WAM及び動態情報の表示を行う航空路管制処理システム整備を開始した。

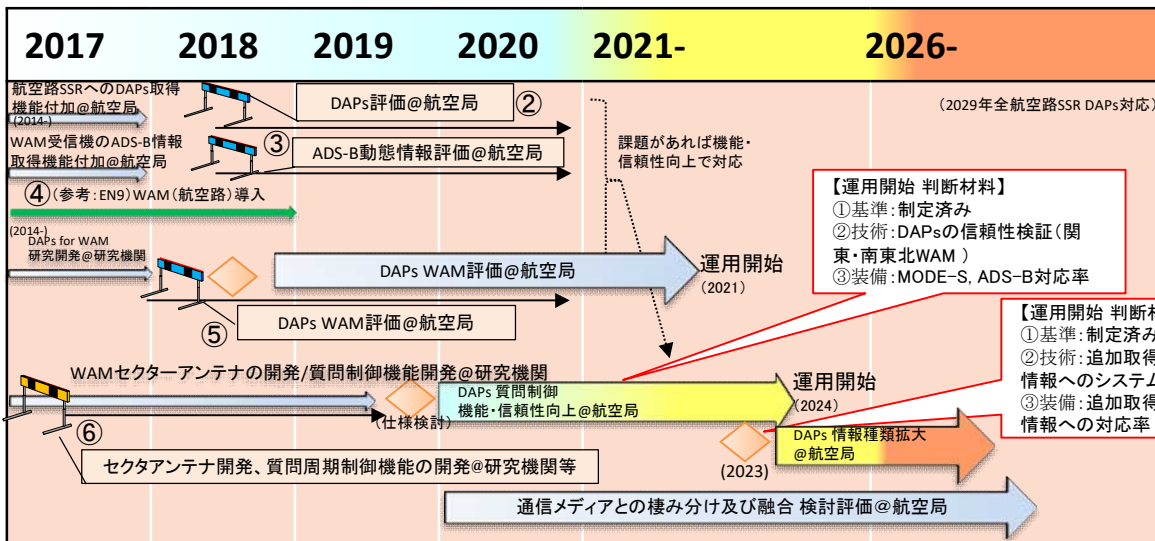
将来、情報取得拡大による信号環境悪化の対策として、限定的エリアへの質問を可能とする WAMセクタアンテナの開発を行うとともに情報の効率的な取得を目的とした SSR/WAMの質問制御機能の開発を行う。



管制官への動態情報提供イメージ

【工程表】

関連EN・OI: 情報処理システムの高度化(EN-1)、軌道上の全ての地点においてコンフリクトのない軌道の生成(OI-17)、軌道情報を用いたコンフリクト検出(OI-20)、システムの支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)、高密度空域における管制間隔の短縮(OI-27)



※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance ※DAPs: Downlink Aircraft Parameters

【解決すべき課題】

- ① DAPs対応SSR/WAMの研究開発【済】
- ② DAPs評価の実施(短期)(航空局)
- ③ ADS-B動態情報評価の実施(短期)(航空局)
- ④ WAM(航空路)の導入(EN-9)(短期)(航空局)
- ⑤ DAPs WAM評価の実施(中長期)(航空局)
- ⑥ WAMセクタアンテナの開発、効率的な情報取得のための質問周期制御機能の開発(中長期)(研究機関等)

【現状】

数値予報モデルの計算には様々な方法で得られた観測データを活用しているが、予報精度向上には多くの観測データが必要であり、十分ではない。また、計算機資源が十分でなく、多くの観測データを用いたモデル計算を適切なタイミングで行うことができない。

数値予報で利用している主な観測(データ)

【直接観測】

高層観測、地上観測、海上観測、
ブイ観測、航空機観測(主要航空路に限定)

【リモートセンシング】

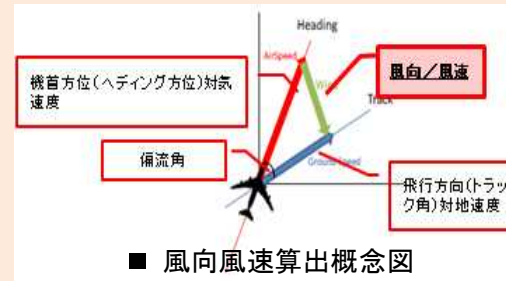
ウィンドプロファイラ、レーダー、GPS

【衛星】

ひまわり8号、諸外国の衛星

【最終アウトプット】

精度の向上した気象予測情報を提供できるよう、高性能なスーパーコンピューターにおける数値予報モデルの計算に、航空機から得られる動態情報(DAPs)から算出した機上の風向風速データを活用する。



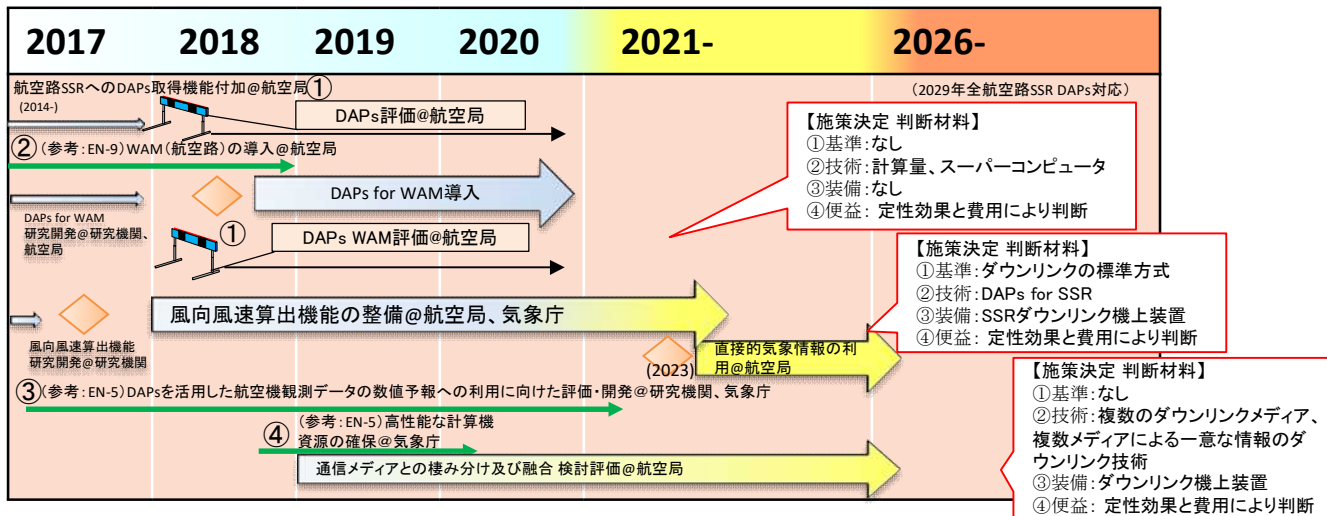
機首方位、対気速度、飛行方向、
対地速度からベクトル計算により、
風向風速が得られる



関連EN・OI: 軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)

システム支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ①DAPs評価の実施(短期)(航空局)
- ②WAM(航空路)の導入(EN-9)(短期)(航空局)
- ③DAPsを活用した航空機観測データの数値予報への利用に向けた評価・開発(EN-5)(短~中長期)(気象庁、研究機関)
- ④高性能な計算機資源の確保(EN-5)(中長期)(気象庁)

※DAPs: Downlink Aircraft Parameters ※SSR: Secondary Surveillance Radar ※WAM: Wide Area Multilateration



【現状】

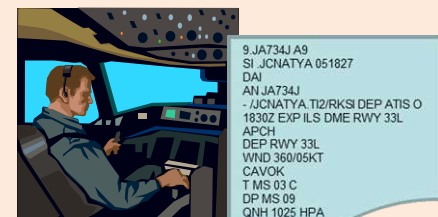
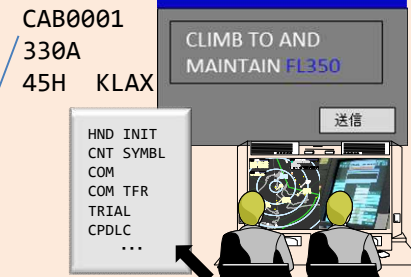
- 1 軌道ベース運用をするための複雑なクリアランスを音声通信で行うことは困難である。
- 2 現在の通信方式では、軌道ベース運用のデータを扱えない。



【音声通信】

【最終アウトプット】

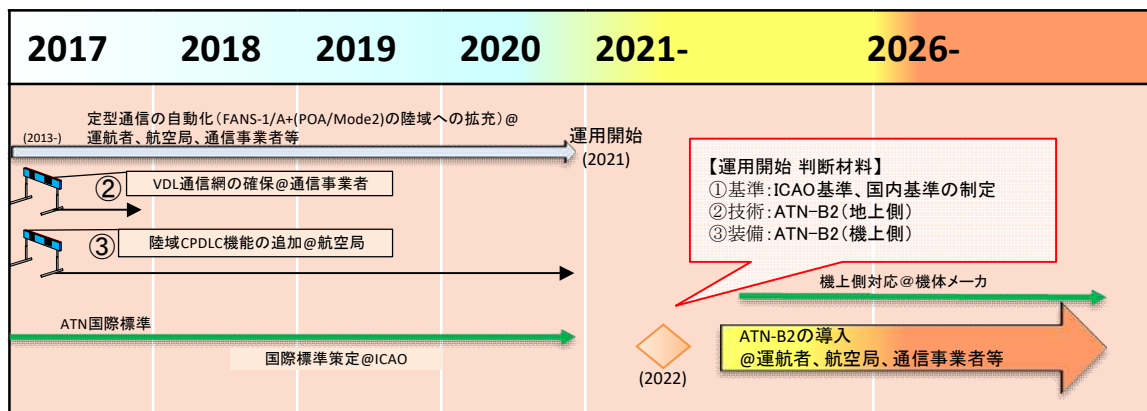
- 1 データリンクによる定型通信の自動化を実現するために、管制運用要件を満足する通信システムを構築する。
- 2 軌道ベース運用のデータを扱える空地通信網(ATN)を構築するため、国際標準に対応したATNルータを導入する。



【データ通信】

関連EN・OI: 継続的な上昇・降下の実現(OI-13)、軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、データリンクによる空地の軌道共有/FLIPINT・4DTRAD(OI-21)、システムの支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)、定型通信の自動化による処理能力の向上(OI-29)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ① VDL を利用した通信の性能予測【済】
- ② VDL通信網のカバレッジ及び管制運用要件を満足する通信品質の確保(短期)(通信事業者)
- ③ 陸域CPDLC機能の追加(中長期)(航空局)

※ATN-B2: Aeronautical Telecommunication Network – Baseline2

※VDL: VHF Digital Link

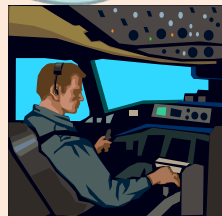


重点的に取り組むべき施策⑥

【現状】

空港、ターミナル及び国内航空路における高度な軌道ベース運用のデータを扱うためにはVHFデータリンクの通信性能では不十分であるが、大容量で信頼性の高い通信メディアが存在しない。

```
9 JA734J A9
SI JCNATYA 051827
DAI
AN JA734J
-JCNATYA T12/RKSI DEP ATIS O
1830Z EXP ILS DME RWY 33L
APCH
DEP RWY 33L
WIND 360/05KT
CAVOK
T MS 03 C
DP MS 09
QNH 1025 HPA
```



【文字による情報を操縦者が入力】

【最終アウトプット】

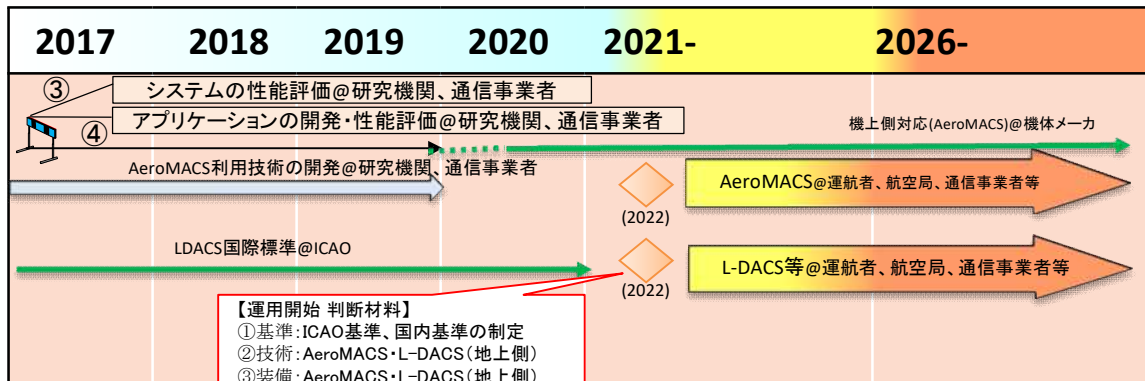
軌道情報の共有等、大容量の軌道情報を円滑かつ確実に交換するため、空港においてAeroMACS(空港用航空移動通信システム)を導入する。
また、ターミナル及び航空路においては、LDACS(Lバンドデジタル航空通信システム)等新たな通信メディアを導入する。



【軌道情報を機上装置にアップロード】

関連EN・OI: 継続的な上昇・降下の実現(OI-13)、軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14)、データリンクによる空地の軌道共有/FLIPINT・4DTRAD(OI-21)、システムの支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22)、定型通信の自動化による処理能力の向上(OI-29)

【工程表】



【解決すべき課題】

- ① AeroMACSプロトタイプ構築【済】
- ② AeroMACS国際標準の策定【済】
- ③ AeroMACS技術を広範囲に適用したシステムの性能評価(短期)
(研究機関、通信事業者)
- ④ AeroMACSを利用したアプリケーションを開発・性能評価(短期)
(研究機関、通信事業者)

AeroMACS : Aeronautical Mobile Airport Communications System LDACS : L-band Digital Aeronautical Communication System

