



平成29年度 CARATS活動成果資料集



CARATS事務局
平成30年 3月13日

<目次>

▪ H29年度の活動成果

- ①「重点的に取り組むべき施策」に対する研究開発計画[個票] P 2- 9
- ②「H29年度導入意思決定施策」に係る費用対効果分析結果 P10-13
- ③機上側の装備状況調査結果(大型機、小型機) P14-21

▪ これまでの活動成果(まとめ)

- ④PBNの導入実績とH30計画(PBN展開状況とRNP AR運航実績) P22-24
- ⑤これまでの主な研究開発成果[個票(案)] P25-29

・H29年度の活動成果

- ①「重点的に取り組むべき施策」に係る研究開発計画
[個票]

CFDTの再開に向けた軌道予測に関する研究（～平成33年度）

1. 研究開発の概要・目的

- 「初期的CFDT*による時間管理(SCAS*)」は航空機に対し、算出された飛行経路上の特定地点における通過時刻(CFDT)を管制官が指示することにより、目的空港付近の特定の空域における航空機の過度な集中を緩和・分散を目的とする新たな交通流制御手法である。
- 2011～2014年に当該施策の試行運用を実施したが、CFDTの変更発生頻度が十分に減少せず(機上装置が指示拒否)等の課題が改善されず中断となった。
- 本研究は「初期的CFDTによる時間管理(SCAS)」の再開にむけた課題解決を目的とし、2017年度よりCARATSに新たに立ち上げた航空交通流時間管理検討WGにおいて産官学が協調し、推進している。

2. 研究開発の必要性

*CFDT : Calculated Fix Departure Time
*SCAS : Specifying CFDT for Arrival Spacing Program

- 試行運用を中断した際は、スペーシング時間の超過に加えて、SCASの適合できない状況が発生していた。この原因を究明し、試行運用再開に際しては**適合率を向上させる時間管理の運用方法の改善**が必要である。

3. 研究開発課題

- 軌道予測精度に関する研究(ENRI、首都大)
→過去の予測精度を評価し、その精度向上方法を検討。
- 調整可能時間幅の評価(JAXA、首都大)
→単純化したケースで速度調整による調整可能時間幅を算出。H30以降、風予測誤差の影響等も考慮したより現実に近い条件での検討を行う予定。
- 時間管理アルゴリズムの改善(複数FIXへの発展を含む)(首都大)
→H30以降に検討予定。
- 他の航空交通流管理との併用に関する研究(EDCT*を含む)(首都大)
→H30以降に検討予定。

*EDCT : Expected Departure Clearance Time

4. 研究開発計画 (ロードマップ)

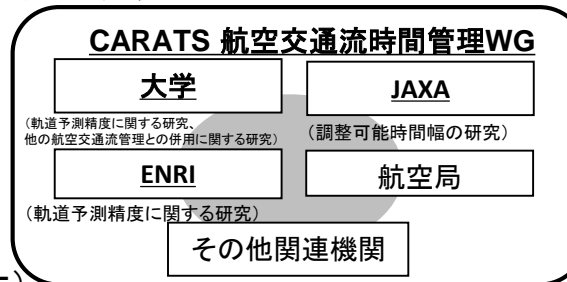
年度	H29 2017	H30 2018	H31 2019	H32 2020	H33 2021	H34 2022	H35 2023	H36 2024	H37～ 2025
航空局 (CARATS)					★運用再開 (OI-18) 初期的CFDTによる時間管理				
					★運用開始 (OI-16) 軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化				
大学 ENRI JAXA	予測モデルの改善・評価			予測モデルの性能向上					
	調整可能時間幅の研究								
	交通流管理への影響に関する研究								



5. 期待される成果・活用

- (成果)適切な時間調整幅の算出、新たな時間管理アルゴリズムの開発
⇒ 運用方法の改善、軌道予測精度の向上に寄与
- (活用) 初期的CFDTによる時間管理の運用方法、システムパラメータの設定に反映
⇒ 当該施策の適合率向上に寄与

6. 研究開発体制(役割分担・リソース)

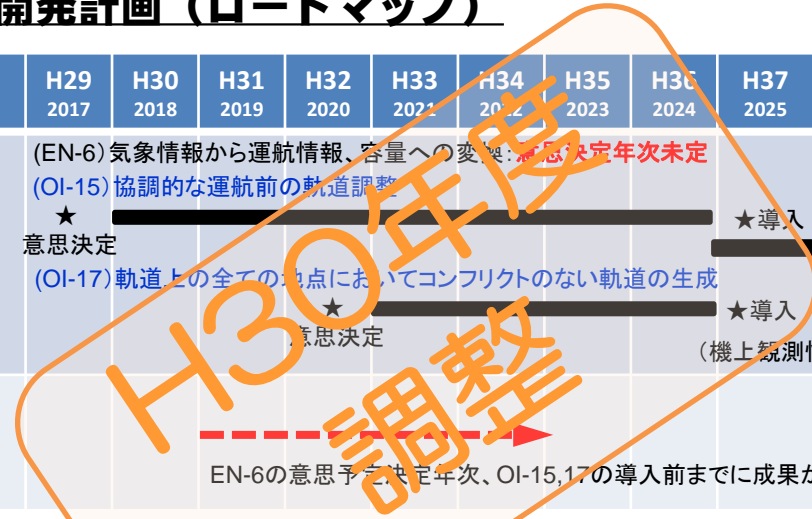


1. 研究開発の概要・目的

- 協調的な運航前の軌道調整に必要な気象予測情報の要素(風、雲頂高度、湿度、雷、乱気流等)については、提供者と利用者の共通の認識がそろいつつあるが、実際にどのような提供形態が望まれ、それをどのように利用者は活用し、結果として効率的な交通流の管理や、高精度な軌道生成や飛行計画の作成に結びつけられるかについては整理されていない。
- 精度の高い軌道生成にどのような気象情報が必要かを整理するとともに、気象(悪天)現象が航空機の運航、航空交通に及ぼす影響、及び空域・空港容量に与える制約について定量化し、交通流及び運航管理の高度化を図る。また、管制機関と運航者運航部門等の関係者で共有することにより、CDMを促進する。

4. 研究開発計画 (ロードマップ)

年度	H29 2017	H30 2018	H31 2019	H32 2020	H33 2021	H34 2022	H35 2023	H36 2024	H37 2025	H38～ 2026以降
航空局 CARATS	(EN-6) 気象情報から運航情報、容量への変換: 意思決定 年次未定 (OI-15) 協調的な運航前の軌道調整: 意思決定 (OI-17) 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: 意思決定									
研究 機関	EN-6の意思決定年次、OI-15,17の導入前までに成果が必要									



2. 研究開発の必要性

- TBOの導入にあたっては、高精度な航空交通流管理が必要であり、特にどのような気象情報を利用し判断すべきか客観的な判断基準に改善の余地があり、研究開発の必要性がある。

3. 研究開発課題と目標 (実用化に向けた課題項目)

- 運航情報や空域・空港容量への変換、協調的な運航前の軌道調整に必要な気象情報の要素(風、雲頂高度、湿度、雷、乱気流等)について、協調的な利用・判断のためには、どのような視覚化が必要なのかを研究する。
- 視覚化した情報に、どのような運航情報が重ねあわせられれば良いのかを分析するとともに、軌道の生成に具体的にどのような効果があるのかシミュレーションし、その効果を計る。
- 気象(悪天)が航空交通に与える影響について定量化を行うために気象現象と航空交通流の変化の関連性を明確化する。
- 気象現象から空港・空域容量への変換ロジックを研究する。

5. 期待される成果・活用

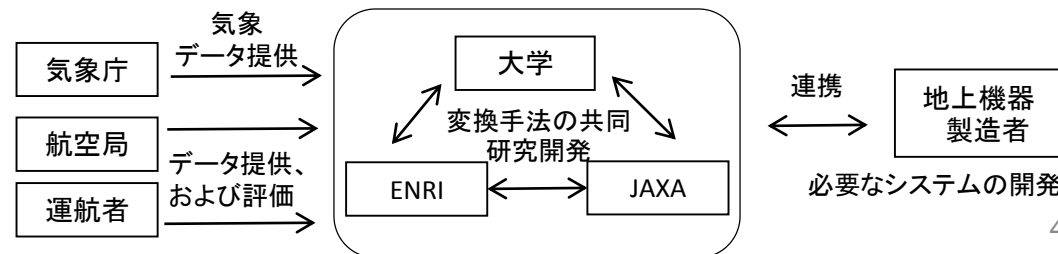
(成果)

- 気象情報や運航情報等を視覚化し、関係者間で共有するために適した情報の形態の提案
- 気象情報等を活用した交通流管理や高精度な軌道生成の具体例の提案
- 気象情報による交通流管理への影響度を定量的に示す手法の開発
- 気象が航空交通流に与える影響を空域・空港容量に変換する手法の開発

(活用)

- 航空交通流管理の高度化及び精度向上
- CDMの高度化(ATMCが実施する交通流管理のサポートツールとして利用)

6. 研究開発体制 (役割分担・リソース)



重点7施策：③ADS-Bを利用した航空路3NM管制間隔 に対応

1. 研究開発の概要・目的

<O1-27>
 混雑空域の航空路において、管制間隔の短縮が可能な環境を整備することは処理容量拡大及びエンルート遅延縮減の1つの方策となる。高密度航空路においてADS-Bによる更なる監視能力の向上を前提に3NMの最低管制間隔の適用を可能とする。

<EN-12>
 管制官がパイロットに管制指示を行う際、レーダー画面によるモニタに加え、必要に応じ音声により航空機の数、針路等を確認しており、これらの作業は双方のワークロードを増やす要因となっている。航空機動態情報を活用した管制支援機能の高度化等を通じ、管制官/パイロット双方のワークロード軽減、最終進入フェーズにおける高密度運航の実現、合流地点における順位付けの改善等を実現する。

2. 研究開発の必要性

<O1-27>
 ADS-Bは衛星航法システム(GNSS)を位置情報源とする監視方式であり、意図的な偽位置情報や非意図的な誤位置情報への脆弱性対策が必要である。
 →従属監視補完技術に関する研究 (H29~H32) 実施中
 ADS-Bの活用においては、データに含まれる位置情報の精度、信頼性要件(検出率・可用性)及び安全性に関する研究開発評価が必要となる。

<EN-12>
 航空局による評価装置を使用した評価、管制運用トライアル等により総合的に検討を実施し、導入判断を行う。

3. 研究開発課題と目標(実用化に向けた課題項目)

ADS-B利用時におけるなりすまし、誤位置情報、GNSS障害時等の脆弱性対策
 →脆弱性対策の基礎評価を実施中。
 ADS-B利用に関する信頼性評価及び安全性検証手法確立
 →H30から研究を開始する予定。

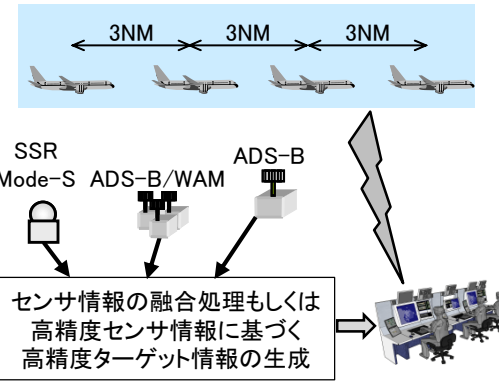
4. 研究開発計画 (ロードマップ)

年度	H28 2016	H29 2017	H30 2018	H31 2019	H32 2020	H33 2021	H34 2022	H35 2023	H36~ 2024
航空局 CARATS			◆	◆	◆ (変更)	◆	OI-27 *ロードマップ修正予定		
ENRI		◆	◆	◆	◆	◆	EN-9-3 *ロードマップ修正予定		★ ADS-B導入注) 管制間隔3NM適用はADS-B導入後に(別途検討予定)

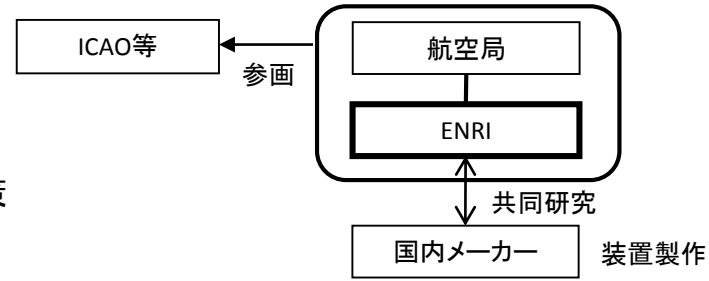
対象期間: H29~H33

5. 期待される成果・活用

(成果)ADS-Bの実用化
 ⇒次期航空路監視レーダーへの適用
 (活用)TBO、管制間隔3NM適用
 ⇒監視精度向上による安全性の向上、将来航空交通量の増大への対応



6. 研究開発体制(役割分担・リソース)



1. 研究開発の概要・目的

- 衛星航法システム(GNSS)の技術進展に伴い、今後、世界的に複数の周波数及びGPS以外の測位衛星に対応した次世代GNSSに移行していく計画であり、高精度なSBASや高カテゴリーGBASの開発、ICAO基準等の策定が進められている。
- ENRIでは、次世代GNSSに対応した次期SBAS、高カテゴリーGBASについて技術要件の明確化・性能解析を行い、補強信号を生成するプロトタイプを製作中。
- 本研究は、次世代GNSSに対応した次期SBAS、GBASの**利用可能性を改善し、SBAS及びGBASの利用拡大を図る**ことを目的とする

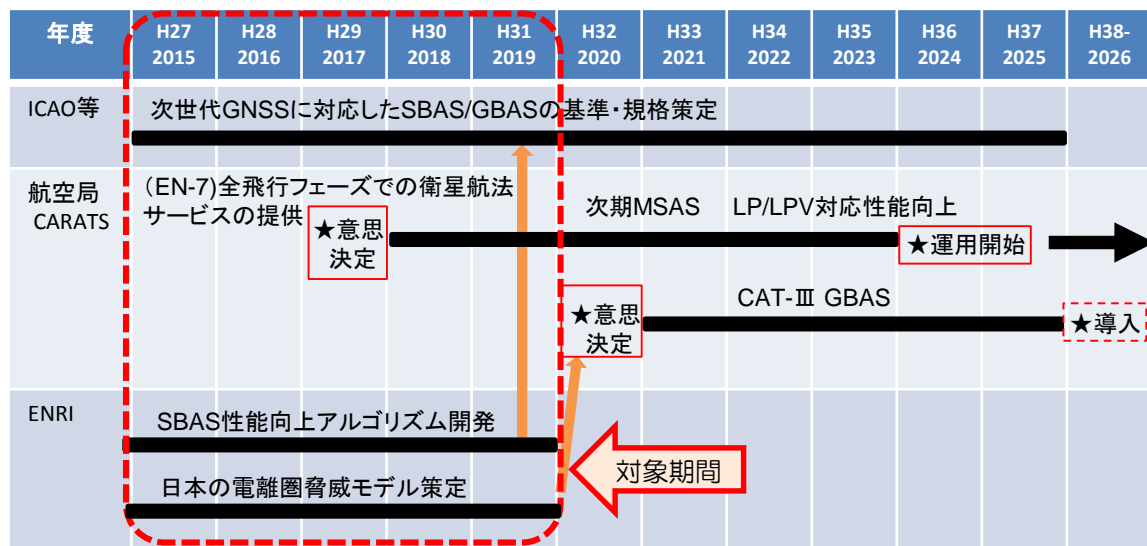
2. 研究開発の必要性

- わが国は今後、準天頂衛星システムを利用したSBAS(次期MSAS)を整備し性能向上を図るとともに、高カテゴリーGBAS導入を目指していることから、次世代GNSSに対応した技術開発を行い実用化するために、本研究が必要。
- また、日本を含む低緯度地域の電離圏擾乱現象に対応した技術開発を行い、国際基準に反映する必要がある。

3. 研究開発課題と目標(実用化に向けた課題項目)

- 次世代GNSSに対応した次期SBAS、CAT-III GBASの開発
→SBASはプロトタイプを開発し実験中。GBASは主要機能を実装した地上装置のテストベッドを構築。
- 日本の電離圏環境に最適化した電離圏脅威モデル策定
→データ解析手法を開発し、日本南部と本州の大量データの解析に着手。
- ICAO基準等へのわが国の技術仕様・要件等の反映
→SBASのSARPS検証作業に実験結果を提供。

4. 研究開発計画(ロードマップ)

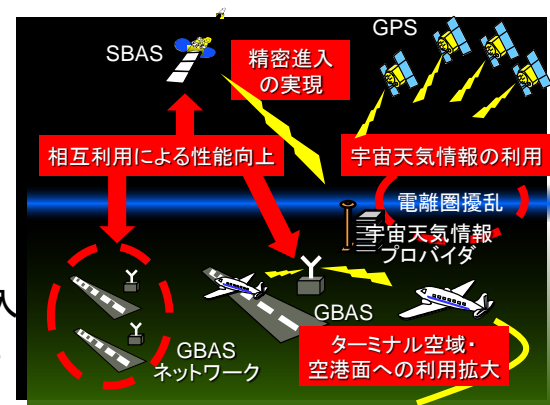


5. 期待される成果・活用

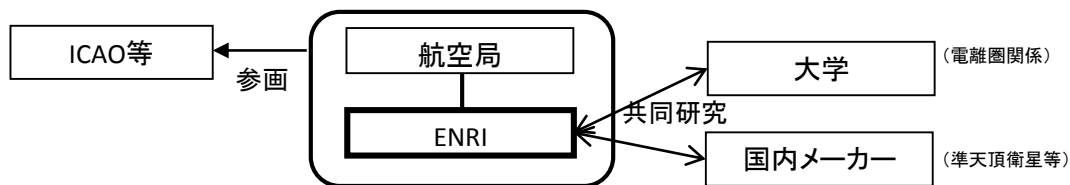
(成果) 次世代GNSSに対応したSBAS、GBASの要素技術の開発・評価
⇒ 準天頂衛星システムを利用した次期MSAS整備
CAT-III GBAS導入検証

(活用) SBAS-LPV*、GBAS-CAT II・III進入
⇒ 就航率向上、運航効率向上

*LPV(Localizer performance with vertical guidance):
垂直ガイダンス付き進入方式



6. 研究開発体制(役割分担・リソース)



PBNとGBASを活用した高度な計器進入方式に関する研究（平成30～33年度）

1. 研究開発の概要・目的

- 現在、ICAOにおいて当該進入方式の国際基準を検討中であり、航空局ではH35年度導入を目途としている。
- ENRIでは、H25～29年度の研究により、当該進入方式の設計法を考案したところ。
- 本研究は、わが国におけるH35年度の導入に向けて、引き続き、当該進入方式の研究開発を行い、**ICAO基準と国内基準策定に貢献**することを目的とする。

2. 研究開発の必要性

- 現在の精密進入はILSによる直線進入のみであり、RNP to GLS***曲線精密進入の実現により、就航率向上や経路短縮、騒音軽減の効果が期待**されている。
- 衝突危険度モデル(CRM)の改善による障害物評価表面の緩和が期待されている。
- わが国に導入し、早期に便益を得るため、本研究が必要。

*RNP: Required Navigation Performance
GLS:GBAS Landing System

3. 研究開発課題と目標 (実用化に向けた課題項目)

- 我が国の空港環境の制約を考慮したRNP to GLS進入の設計条件と導入効果の検討
→ 研究計画を立案。
- 運航データによる衝突危険度モデルの妥当性検証
→ 研究計画を立案。

4. 研究開発計画（ロードマップ）

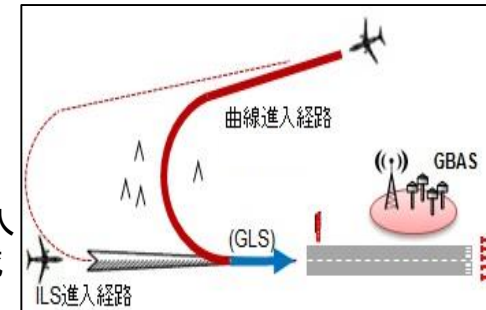
年度	H25～H29 (現行)	H30 2018	H31 2019	H32 2020	H33 2021	H34 2022	H35 2023	H36 2024	H37 2025	H38～ 2026
ICAO/ RTCA等		RNP to GLS曲線精密進入 国際基準策定検討								
航空局 CARATS		RNP to GLS曲線精密進入 国内基準策定、施設整備					★導入			
ENRI	RNP to GLS 方式設計法考案	RNP to GLS ICAO基準・国内基準策定に貢献								

対象期間 (H30～H33)

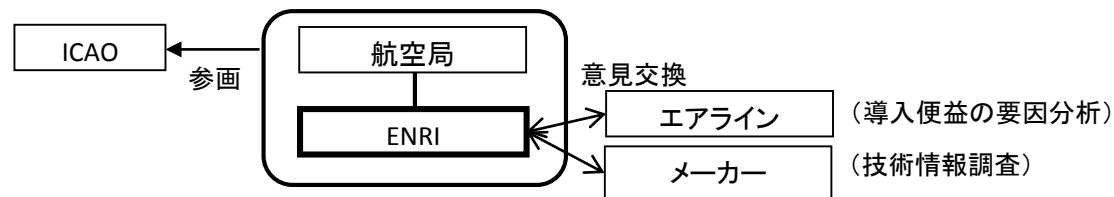
5. 期待される成果・活用

(成果) RNP to GLS曲線精密進入方式の基準に必要な技術条件

(活用) わが国への曲線精密進入方式の導入
⇒ 就航率向上、経路短縮、騒音軽減



6. 研究開発体制 (役割分担・リソース)



1. 研究開発の概要・目的

- 軌道ベース運用(TBO)をはじめ、将来のデータ通信に必要な大容量かつ信頼性の高い通信メディアが存在しない。
- ENRIでは、AeroMACS *の仕様を策定し、ICAO基準や国際技術規格(RTCA等)策定に貢献するとともに、プロトタイプを開発し、仙台と羽田において技術実証試験を実施。
- 本研究は、国内事業者による今後のサービス展開を睨み、プロトタイプを活用して、航空機や空港内の車両等と接続したAeroMACSの利用技術の開発や適用範囲拡大の可能性を性能評価することを目的とする。

*AeroMACS: 次世代の空港用航空移動通信システム

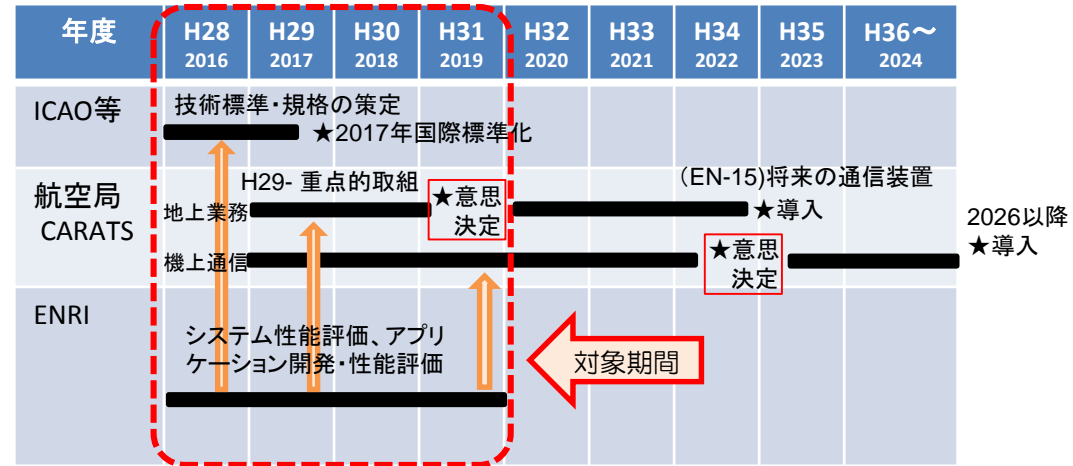
2. 研究開発の必要性

- AeroMACSの導入に必要なICAO基準・規格等は策定済。
- 今後、国内で実用化していくためには、事業化に資する実装・普及技術が必要であり、**航空機や空港内の車両等と接続するアプリケーションの開発にあたっては本研究が必要。**

3. 研究開発課題と目標(実用化に向けた課題項目)

- 通信事業者等と連携し、AeroMACS実用化を推進
→AeroMACS実用化に向け、通信事業者と共同研究を実施中。(H30.3.31終了の共同研究期間をH31.3.31に延長)
- AeroMACS技術を広範囲に適用したシステムの性能評価
→上空での航空機AeroMACS利用の性能評価を行うための無線実験局免許取得に向け調整中。免許取得後、性能評価予定。
- AeroMACSを利用したアプリケーションの評価・検証
→所内SWIM研究と連携し、実験用SWIMシステムと接続。実験室内に実験用SWIMシステムとAeroMACSプロトタイプを配置した状態で、SWIM情報(FIXM)との通信実験に成功。

4. 研究開発計画 (ロードマップ)

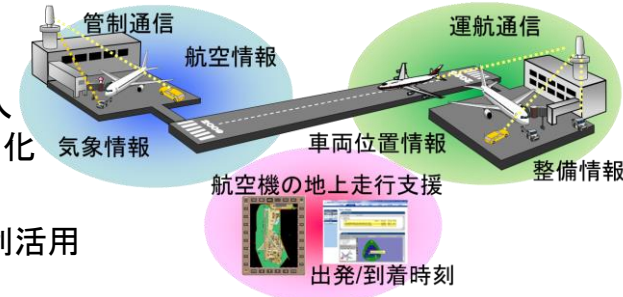


5. 期待される成果・活用

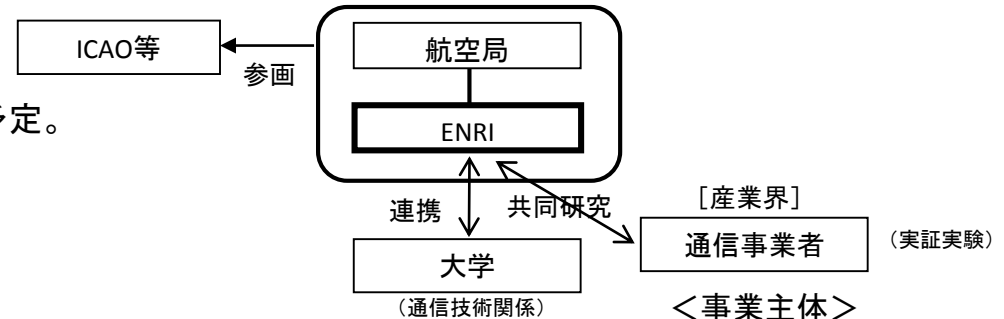
(成果) 空港へのAeroMACS導入
⇒ 通信事業者による事業化

(活用) 空港CDM *、TBO等での利活用
⇒ 安全性、効率性の向上

*CDM(Collaborative Decision Making):協調的意思決定



6. 研究開発体制(役割分担・リソース)



1. 研究開発の概要・目的

- 現在、国際間の情報共有については、インターネット技術を活用したネットワーク環境となっていない。
- ENRIでは、航空局、本邦エアライン、メーカーとともに海外機関等と連携した国際的な情報通信基盤(SWIM)の技術実証(ミニ・グローバル・デモンストレーションII)に参画。
- 本研究は、国や地域毎に異なる構造と技術により構築された異種のSWIM間でシームレスな情報交換技術とサービス連携技術を提案し、評価できるテストベッドを開発することを目的とする。

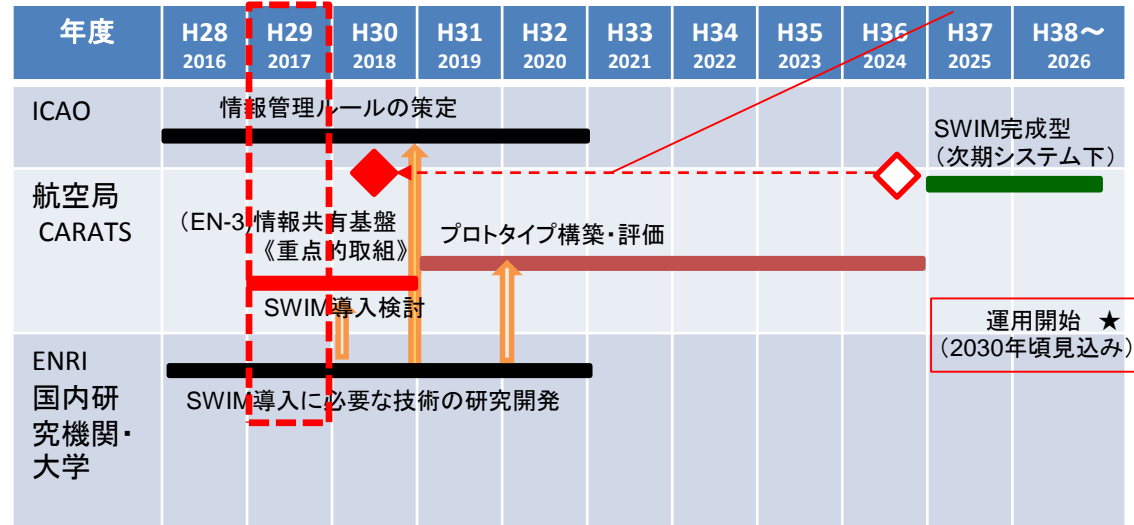
2. 研究開発の必要性

- ICAOは、運航の安全性や効率性を向上するため、運航に係る全ての関係者が情報を提供・利用・管理できる次世代情報共有基盤:SWIMの概念を提案、推進中。
- SWIMに求められる効率性・信頼性・安全性等の要件は国や地域等によって異なっているため異種SWIM間をシームレスに連携する技術が必要であり、わが国の運用に適するSWIMの導入にあたっては、本研究が必要。

3. 研究開発課題と目標 (実用化に向けた課題項目)

- 国内・他国とのシームレスな情報交換技術、サービス連携技術の提案
 - 空地統合SWIMの空地情報交換技術検討と検証実験を実施中。FAAと連携し、FF-ICEに向けた情報交換技術やメッセージ処理手順などの検討と検証実験を実施。
- テストベッドの開発
 - 国内SWIMプロトタイプを導入を2019年度から開始予定。ICAO APAC SWIM Task Forceのリーダーとしてテストベッドの構築を検討中。

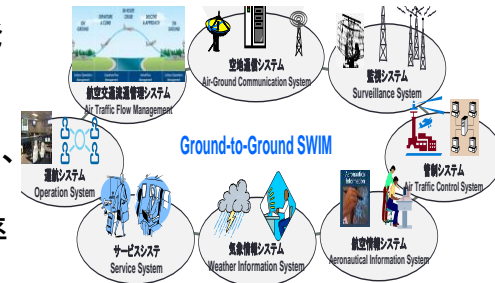
4. 研究開発計画 (ロードマップ)



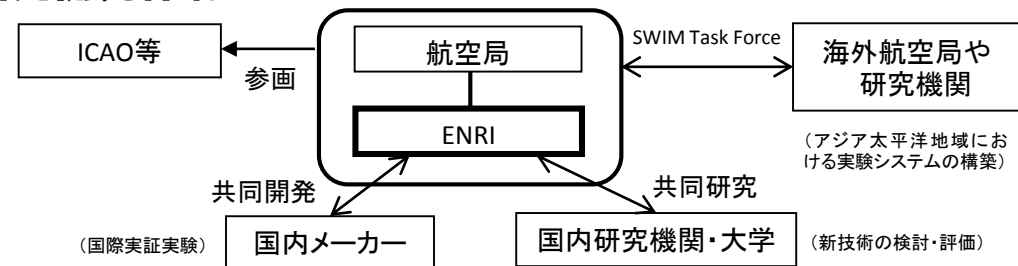
5. 期待される成果・活用

(成果) SWIMの要素技術、テストベッド開発
⇒ わが国のSWIM実整備に反映

(活用) 関係者間のシームレスな情報共有、
空港CDMやTBOでの利活用
⇒ 運航効率向上、空港運用の効率性向上、利用者の利便性向上等



6. 研究開発体制 (役割分担・リソース)



・H29年度の活動成果

②「H29年度導入意思決定施策」に係る費用対効果分析結果

導入意思決定すべき施策(10件)のうち9件

協調的な運航前の軌道調整 (OI-15) 情報処理システムの高度化 (EN-1) 機上の気象観測データのダウンリンク(風向風速算出機能) (EN-13)

<協調的な運航前の軌道調整に関する費用対効果分析>

● 定量効果

・想定

- 国内運航便を対象に本取組を実施することを想定
- 回避経路の使用実績及び悪天による空域容量の変更実績を基に算出
- 気象予測精度の向上及び回避経路の使用により管制指示は極小化すると想定
- 社会的割引率：4%
- 評価期間：10年

・便益

- 改善される「飛行時間短縮」「燃料費・CO2費削減」「地上遅延時間短縮」を計上
- 9,241百万円

・費用

- システム整備及び維持費用を計上
- 7,948百万円

・費用便益比 1.16

● 主な定性効果

- ・レーダー誘導の最小化による監視機能の向上
- ・関係者間で共有された精度の高い情報に基づく軌道調整による公平性・透明性の向上
- ・避雷や遅延による機材繰り等の影響の最小化による運航経費へのリスク低減

気象観測情報の高度化/機上の観測情報の活用(EN-4-3)

気象予測情報の高度化/高度化した観測情報の活用(EN-5-1)

気象予測情報の高度化 予測情報誤差（信頼度）の定量化(EN-5-4)

<1. 気象観測情報の高度化/機上の観測情報の活用等に関する費用対効果分析>

● 定量効果

- ・必要経費 ーSSR局又はWAM局で受信したDAPsデータを気象庁の数値予報モデル計算に反映できるようにするシステム接続経費。
- ・便益 ー関連ATM施策(OI-15: 運航前軌道調整、EN-6: 気象情報から運航情報、容量への変換等)において、本施策の活用により精度が向上した気象予測情報を用いることで、効率的な軌道ベース運用が可能となり、燃料消費量・遅延時間削減等に繋がる。
- ー本施策の直接の便益は関連ATM施策(OI-15等)が享受するため、本施策単独での定量的な便益、費用対効果分析は困難。

- 必要性 ー効率的な軌道ベース運用実現には、飛行情報の共有と協調的意思決定の仕組み、高度化された飛行経路の観測情報を活用することによる気象予測精度向上が不可欠。

● 定性効果(有効性)

- ー運航前に調整・合意された軌道に従って管理された運航が可能となる。
- ー運航中の気象状況急変時にも、迅速かつ柔軟に軌道を修正し、関係者間で情報を共有し変更を合意できる。

<2. 予測情報誤差（信頼度）の定量化に関する費用対効果分析>

● 定量効果

- ・必要経費 ー導入・運用経費
現在気象庁が整備中のスパコンシステム(H30.6運用開始予定)の導入・運用経費に含まれる。開発は気象庁職員にて実施。
- ・便益 ー関連施策(OI-15: 運航前軌道調整、EN-6: 気象情報から運航情報、容量への変換)において確率情報を用いることを通じて効率的な軌道ベース運用が可能となり、燃料消費量・遅延時間削減等に繋がる。
- ー本施策の直接の便益は関連ATM施策(OI-15等)が享受するため、本施策単独での定量的な便益、費用対効果分析は困難。

- 必要性 ー効率的な軌道ベース運用実現には、飛行情報の共有と協調的意思決定の仕組み、気象予測精度向上が不可欠。
- ー関連施策EN-6(気象情報から運航情報、容量への変換)にて必要な気象予測情報としての位置付け。
- ー関連ATM施策OI-15等にて必要な気象予測情報としての位置付け。

- 定性効果(有効性) ー上記1. と同じ

上記施策の必要性・有効性から定性的に導入を判断したい

全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7) 精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式(OI-9) 小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)

<SBAS及びLP/LPV導入に関する費用対効果分析>

●定量効果

- ・想定
 - 航空需要予測データ:交通政策審議会 航空分科会第15回基本政策部会資料 需要予測を使用
 - 大規模空港(年間乗降客数100万人以上)、中規模空港(年間乗降客数30万人以上)及び小規模空港(年間乗降客数1万人以上)のモデリング空港を選定し、各空港の着陸数の割合に応じてモデル空港の便益を比例配分
 - 社会的割引率:4%
 - 評価期間:SBAS整備期間及び運用開始後30年
 - 航空保安システムの費用対効果分析マニュアルを適用
- ・便益
 - 就航率向上及び飛行距離短縮による運航改善、施設管理業務等の効率性向上を計上
 - 23,502 百万円
- ・費用
 - 施設整備費、航空機改修費、運航者訓練費等を計上
 - 7,725 百万円
- ・費用便益比 **3.04**

●主な定性効果

- ・安定したガイダンスの提供による悪天候時の乗員への精神的負担やワークロードの軽減
- ・全飛行フェーズについて衛星航法サービスを利用する環境への移行
- ・欠航やダイバートの減少等による旅客の心理的不安の払拭

・H29年度の活動成果

③機上側装備に係る装備状況調査結果 (大型機、小型機)

装備状況調査 ～大型機～

- 調査対象運航者

特定本邦航空運送事業者(子会社含む)	13者
特定本邦航空運送事業者以外(9者)	9者
その他官公庁等	3者

計25者

- 調査機数(2017年末時点)

	現行機材数	将来機材数 (2025年度)
ジェット機	608	655
プロペラ機	96	83
合計	704	738

(集計済 25者)

- 対象期間:2017年10月～2026年3月(2025年度)

CARATS施策(大型機関連)毎の装備状況

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)
		導入数	割合	導入数	割合	
OI-5	高高度でのフリールーティング (フェーズ2, 3)	208	29.5%	208	29.5%	VHFデータリンク(VDL-M2)&CPDLC
OI-8	フローコリドーの導入	0	0.0%	0	0.0%	ADS-B Out&ADS-B In ※必要となる航空路用RNPについては今後要調査
OI-9	精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式	687	97.6%	692	98.3%	RNAV5
		667	94.7%	672	95.5%	RNAV1/2
		616	87.5%	643	91.3%	Basic RNP1(RNP1含む)
		587	83.4%	602	85.5%	RNP APCH(1-0.3)
		348	49.4%	389	55.3%	RNP AR(1-0.1)
		今後要調査	—	今後要調査	—	RFレグ対応(RNP to GLS/SLS)
		35	5.0%	97	13.8%	GLS CAT- I
		0	0.0%	0	0.0%	GLS CAT- II、III
		30	4.3%	42	6.0%	LPV
OI-10	高精度かつ時間軸を含むRNP	今後要調査	—	今後要調査	—	RNP2(航空路)
		616	87.5%	643	91.3%	Basic RNP1(RNP1含む)
		587	83.4%	602	85.5%	RNP APCH(1-0.3)
		348	49.4%	389	55.3%	RNP AR(1-0.1)
※今後「ADVANCED RNP」に求められる要件を確認し、調査を行う必要あり。						
OI-13	継続的な上昇・降下の実現(フェーズ2以降)	208	29.5%	208	29.5%	FMS RTA機能&FMSアップリンクロード機能&ダウンリンク機能&VHFデータリンク(VDL-M2)&CPDLC

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)
		導入数	割合	導入数	割合	
OI-16	軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTIによる時間管理の高度化	533	75.7%	533	75.7%	FMS RTA機能 (※VHFデータリンク(VDL-M2)&CPDLC&アップリンクロード機能の必要性検討)
OI-18	初期のCFDTIによる時間管理	533	75.7%	533	75.7%	FMS RTA機能
OI-19	合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)フェーズ1	533	75.7%	533	75.7%	FMS RTA機能
	合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)フェーズ2	208	29.5%	208	29.5%	FMS RTA機能&FMSアップリンクロード機能&ダウンリンク機能&VHFデータリンク(VDL-M2)&CPDLC
	合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)フェーズ3	0	0.0%	0	0.0%	FMS RTA機能&FMSアップリンクロード機能&ダウンリンク機能&VHFデータリンク(VDL-M2)&CPDLC & ADS-B Out&ADS-B In
	※今後「メタリングフェーズ1,2,3」に求められる要件を確認し、調査を行う必要あり。					
OI-20	軌道情報を用いたコンフリクト検出 フェーズ2	463	65.8%	472	67.0%	DAPs ELS/EHS
OI-21	データリンクによる空地の軌道共有/FLIPINT	0	0.0%	0	0.0%	FMS アップリンクロード機能&ダウンリンク機能&(ATN-B2 or AeroMACS/LDACS) & FLIPINT
	データリンクによる空地の軌道共有/4DTRAD	0	0.0%	0	0.0%	FMS アップリンクロード機能&ダウンリンク機能&(ATN-B2 or AeroMACS/LDACS) & 4DTRAD

CARATS施策(大型機関連)毎の装備状況

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)	
		導入数	割合	導入数	割合		
OI-22	システムの支援によるリアルタイムな軌道修正	0	0.0%	0	0.0%	FMS アップリンクロード機能&ダウンリンク機能 & (ATN-B2 or AeroMACS/LDACS) & (FLIPINT or 4DTRAD)	
OI-28	洋上管制間隔の短縮(CDP)	187 (洋上)	64.9% (洋上)	187 (洋上)	64.9% (洋上)	CPDLC&ADS-C	
OI-29-1	定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認(空港) DCL	391	55.5%	391	55.5%	VHFデータリンク(POA+VDL-M2)&DCL	
	定型通信の自動化による処理能力の向上/ D-TAXI	0	0.0%	0	0.0%	VHFデータリンク(VDL-M2)&D-TAXI	
OI-29-2	定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認(航空路) 陸域CPDLC	208	29.5%	208	29.5%	VHFデータリンク(VDL-M2)&FANS 1/A+ & CPDLC	
OI-29-3	定型通信の自動化による処理能力の向上/飛行情報サービス	D-ATIS	408	58.0%	408	58.0%	VHFデータリンク(POA+VDL-M2)&D-ATIS
		D-OTIS	0	0.0%	0	0.0%	VHFデータリンク(VDL-M2)&D-OTIS
		D-RVR	0	0.0%	0	0.0%	VHFデータリンク(VDL-M2)&D-RVR
		D-HZWX	0	0.0%	0	0.0%	VHFデータリンク(VDL-M2)&D-HZWX

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)
		導入数	割合	導入数	割合	
OI-30-1	空対空監視(ASAS)の活用/ATSA-ITP運航	0	0.0%	0	0.0%	ADS-B Out&ADS-B In&ITP対応アプリケーション
OI-30-2	空対空監視(ASAS)の活用/ATSA-AIRB運航(1090ES)	0	0.0%	0	0.0%	ADS-B Out&ADS-B In
OI-30-4	空対空監視(ASAS)の活用/ATSA-VSA運航	0	0.0%	0	0.0%	ADS-B Out&ADS-B In&VSA対応アプリケーション
OI-30-5	空対空監視(ASAS)の活用/ASPA-IM運航	0	0.0%	0	0.0%	ADS-B Out&ADS-B In&IM対応アプリケーション
OI-30-6	航空機動態情報を活用した管制運用	453	64.3%	462	65.6%	DAPs ELS
		410	58.2%	419	59.5%	DAPS EHS
OI-31	機上における情報の充実/気象情報(※D-ATISのみ)	408	58.0%	408	58.0%	VHFデータリンク&D-ATIS
	機上における情報の充実/航空情報	208	29.5%	208	29.5%	VHFデータリンク(VDL-M2)&(EFB or AIMS)

CARATS施策(大型機関連)毎の装備状況

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)
		導入数	割合	導入数	割合	
EN-4-3	気象観測情報の高度化/ 機上観測情報の活用(風向・風速を対気速度と機首方位から計算)	410	58.2%	419	59.5%	DAPS EHS
	同 (風向・風速)	52	7.4%	52	7.4%	(DAPS BDS09 or (ACARS 気象ダウンリンク&気象ダウンリンクソフトウェア)) & 風向・風速センサ
	同 (気温、気圧)	52	7.4%	52	7.4%	(DAPS BDS44 or (ACARS 気象ダウンリンク&気象ダウンリンクソフトウェア)) & 気温・気圧センサ
	同 (乱気流)	52	7.4%	52	7.4%	(DAPS BDS44 or (ACARS 気象ダウンリンク&気象ダウンリンクソフトウェア)) & 乱気流センサ
	同 (湿度)	0	0.0%	0	0.0%	(DAPS BDS44 or (ACARS 気象ダウンリンク&気象ダウンリンクソフトウェア)) & 湿度センサ
	備考 「ACARS気象ダウンリンク」でも実現可能であるが、CARATS施策で目指しているサービスはDAPsによるものであるため、BDS09、44、センサをボトルネックと判断。					
EN-5-1	気象予測情報の高度化	-	-	-	-	EN-4-3と同様

施策ID	施策名	現状		2025年		機上装備 (赤文字はボトルネックとなる装備)
		導入数	割合	導入数	割合	
EN-7	全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供	56	8.0%	138	19.6%	SBAS
		30	4.3%	42	6.0%	SBAS (LPV)
		601	85.4%	601	85.4%	ABAS
EN-8	衛星航法による(曲線)精密進入	35	5.0%	97	13.8%	GBAS (CAT-1)
		0	0.0%	0	0.0%	SBAS (CAT-I)
EN-9-2	ブラインドエリア等における監視能力の向上/WAM	704	100.0%	738	100.0%	モードA/CorモードS(調査不要)
EN-9-3	ブラインドエリア等における監視能力の向上/ADS-B	473	67.2%	515	73.2%	ADS-B Out
EN-10	空港面の監視能力の向上	473	67.2%	515	73.2%	ADS-B Out
		0	0.0%	0	0.0%	ADS-B In & SURF対応アプリケーション
EN-11	平行滑走路における監視能力の向上/PRM	704	100.0%	738	100.0%	モードA/CorモードS(調査不要)
EN-12	航空機動態情報の活用	410	58.2%	419	59.5%	DAPS EHS
EN-13	機上の気象観測データのダウンリンク	-	-	-	-	EN-4-3と同様
EN-14	VHFデータリンク	583	82.8%	583	82.8%	VHFデータリンク((POA+VDL-M2))
		208	29.5%	208	29.5%	VHFデータリンク(VDL-M2)
		0	0.0%	0	0.0%	ATN-B2
EN-15	将来の通信装置	0	0.0%	0	0.0%	AeroMACS
		0	0.0%	0	0.0%	LDACS

装備状況調査 ～小型機～

1. 調査対象小型機運航者

12/26現在集計済

①全日本航空事業連合会会員会社(50者) (定期航空運送事業者を除く)	37者
②新聞社(4者)	4者
③官公庁(5者)	4者

計45者

2. 調査機数(平成29年12月26日現在)

(集計済 45者)

	現行保有機	新規取得予定機
ヘリコプター	546	20
固定翼	145	5

CARATS施策(小型機関連)毎の装備状況

ヘリコプター

施策ID	施策概要		対応機(ヘリ)				備考
			現状		2025		
			機数	割合	機数	割合	
OI-11	低高度RNAV経路	RNAV5	42 (20)	7.7% (3.7%)	- (27)	- (4.8%)	RNAV5が飛行規程に記載されている機体 (内、航行許可取得機数)
		RNP2	6 (0)	1.1% (0.0%)	- (2)	- (0.4%)	RNP2が飛行規程に記載されている機体 (内、航行許可取得機数)
		RNP0.3	5	0.9%	-	-	RNP0.3が飛行規程に記載されている機体
OI-12	PinS		15 (7)	2.8% (1.3%)	- (10)	- (1.8%)	RNP APCHが飛行規程に記載されている機体 (内、航行許可取得機数)
	LP/LPV		8	1.5%	-	-	LP/LPVが飛行規程に記載されている機体
	既存航法インフラを活用したヘリコプター用 出発及び到着・進入方式(VOR/DME)		312	57.1%	323	57.1%	IFR運航可能機
	既存航法インフラを活用したヘリコプター用 出発及び到着・進入方式(ILS)		312	57.1%	323	57.1%	IFR運航可能機
OI-30-2	空対空監視(ASAS)の活用/ ATSA-AIRB運航(1090ES)		0	0.0%	0	0.0%	ADS-B IN搭載機
OI-31	機上における情報の充実		28	5.1%	28	4.9%	ACARS搭載機
EN-9-1	ブラインドエリア等における監視能力の向上 /小型航空機用WAM又はADS-B(UAT)		15	2.7%	17	3.0%	ADS-B OUT搭載機
EN-10	空港面の監視能力の向上		0	0.0%	0	0.0%	ADS-B IN搭載機

※対象機数:現状546機、2025年566機

※RNAV航行許可について、括弧外は飛行規程に記載されている割合を、括弧内は航行許可取得割合を記載

※「-」については、今後、追加調査が必要となる項目

CARATS施策(小型機関連)毎の装備状況

固定翼

施策ID	施策概要		対応機数(固定翼)				備考
			現状		2025		
			機数	割合	機数	割合	
OI-11	低高度RNAV経路	RNAV5	59 (29)	40.7% (20.0%)	- (36)	- (24.0%)	RNAV5が飛行規程に記載されている機体 (内、航行許可取得機)
		RNP2	23 (1)	15.9% (0.7%)	- (2)	- (1.3%)	RNP2が飛行規程に記載されている機体 (内、航行許可取得機)
		RNP0.3	9	6.2%	-	-	RNP0.3が飛行規程に記載されている機体
OI-12	LP/LPV		16	11.0%	-	-	LP/LPVが飛行規程に記載されている機体
OI-30-2	空対空監視(ASAS)の活用/ ATSA-AIRB運航(1090ES)		10	6.9%	10	6.7%	ADS-B IN搭載機
OI-31	機上における情報の充実		11	7.6%	14	9.3%	ACARS搭載機
EN-9-1	ブラインドエリア等における監視能力の向上 /小型航空機用WAM又はADS-B(UAT)		28	19.3%	37	24.7%	ADS-B OUT搭載機
EN-10	空港面の監視能力の向上		10	6.9%	10	6.7%	ADS-B IN搭載機

※対象機数: 現状145機、2025年150機

※RNAV航行許可について、括弧外は飛行規程に記載されている機数を、括弧内は航行許可取得機数を記載

※「-」については、今後、追加調査が必要となる項目

- これまでの活動成果(まとめ)

- ④ PBNの導入実績とH30計画
(PBN展開状況とRNP AR運航実績)

PBN展開状況(RNAV / RNP進入方式)

< 凡 例 >

- RNAV進入(17空港)
- ☆ RNP AR進入(26空港)
- RNP進入(23空港)
- △ RNP導入予定(10空港)
- 設定なし(22空港)

※下線部は前回からの変更点
平成29年12月26日現在

※共用空港含む85空港を掲載。但し三沢、岩国、千歳、上五島、岡南、波照間、礼文、佐渡、小値賀、慶良間、伊江島を除く。

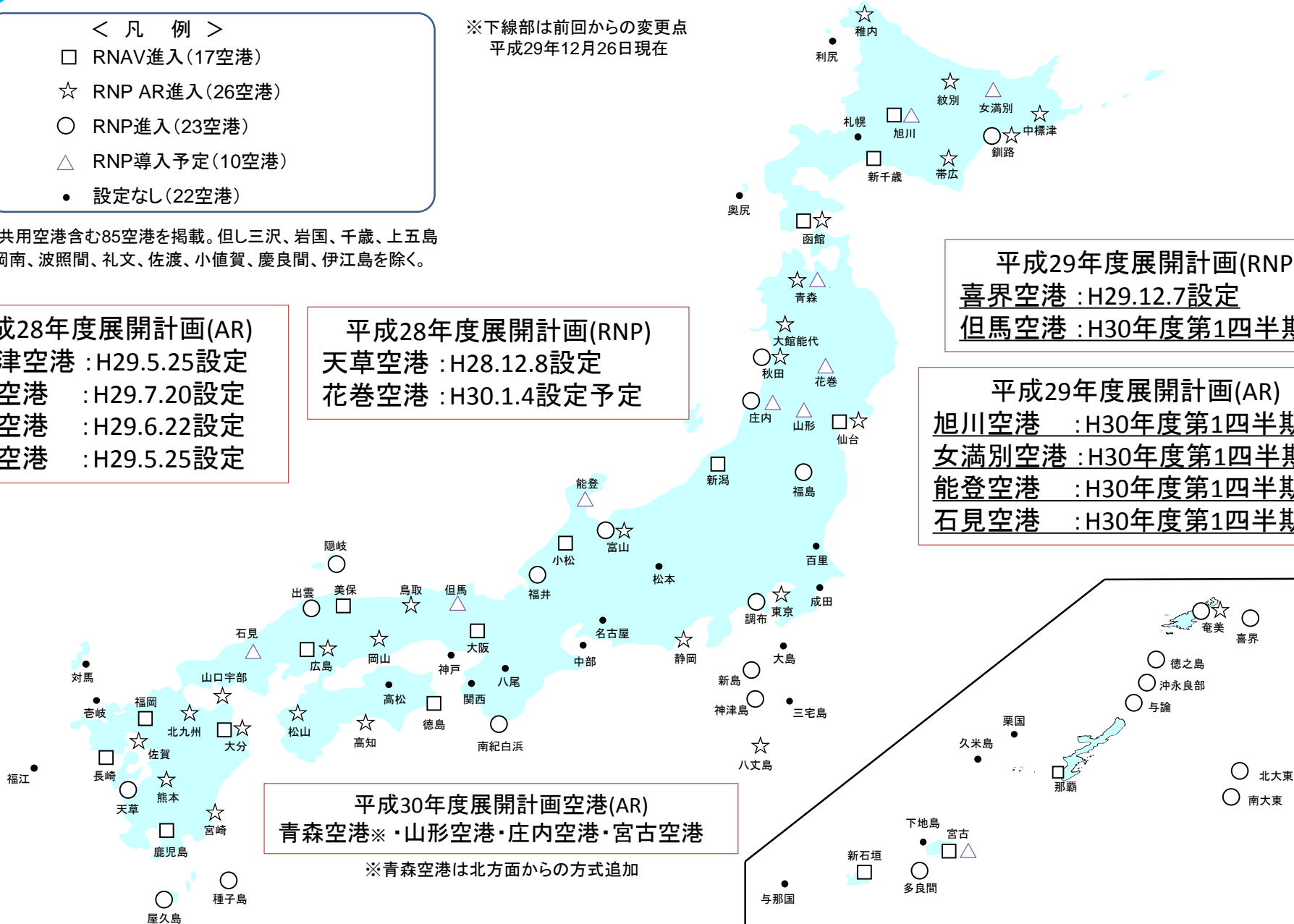
平成28年度展開計画(AR)
 中標津空港 : H29.5.25設定
 青森空港 : H29.7.20設定
 秋田空港 : H29.6.22設定
 奄美空港 : H29.5.25設定

平成28年度展開計画(RNP)
 天草空港 : H28.12.8設定
 花巻空港 : H30.1.4設定予定

平成29年度展開計画(RNP)
喜界空港 : H29.12.7設定
但馬空港 : H30年度第1四半期

平成29年度展開計画(AR)
旭川空港 : H30年度第1四半期
女満別空港 : H30年度第1四半期
能登空港 : H30年度第1四半期
石見空港 : H30年度第1四半期

平成30年度展開計画空港(AR)
 青森空港※・山形空港・庄内空港・宮古空港
 ※青森空港は北方面からの方式追加



RNP AR運航実績

- ◆ 対象運航者: JAL、ANA、SFJ、SNJ
- ◆ 対象期間: 2015年1月～2017年10月
- ◆ 各方式における従来方式からの経路短縮距離からAR導入効果(飛行時間、燃料消費量、CO2排出量)を算出。

- 約17,800回のAR進入実施実績

- 1,400時間の飛行時間削減
- 600万ポンドの燃料消費量削減⇒**約1億5千万円の燃料費削減効果**
- 850万kgのCO2排出量削減⇒**1680家庭分の年間排出量に相当**(※)

(※) 一般家庭の1年間のCO2排出量: 約5093kg(2014年度)(出所: 国立環境研究所・温室効果ガスインベントリオフィス)

表1. AR導入による効果まとめ

	2015	2016	2017	計
運航回数 [回]	6,591	5,040	6,192	17,823
飛行時間削減量 [h]	533.2	390.6	476.9	1,400.6
燃料消費削減量 [千lb]	2,306.8	1,684.1	2,054.9	6,045.8
CO2排出削減量 [千kg]	3,278.2	2,393.7	2,920.7	8,592.5
燃料費削減効果 [百万円]	63.77	34.15	52.26	150.17

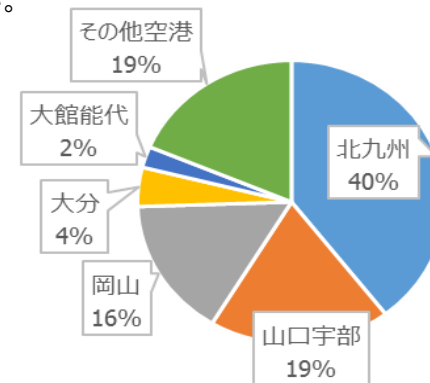
注1) 2017年のみ1-10月の実績値で、他は暦年値。

注2) 飛行時間、燃料消費量、CO2排出量はB738の場合を仮定し、季節による風の変動等は考慮していない。

注3) 燃料削減費に関しては、「CARATS費用対効果分析の考え方」を基に算出

表2. 実施回数の多い上位5空港

	空港	2015	2016	2017	計
1	北九州	2602	2282	2162	7046
2	山口宇部	1312	1049	1041	3402
3	岡山	1200	802	825	2827
4	大分	345	197	255	797
5	大館能代	186	116	127	429



▪これまでの活動成果(まとめ)

⑤これまでの主な研究開発成果[個票(案)]

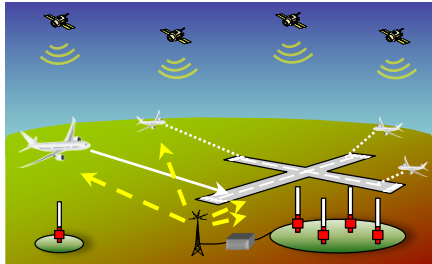
貢献内容：羽田空港にGBAS (カテゴリー-I) を導入 (H28.9~)

個票NO
〇-〇

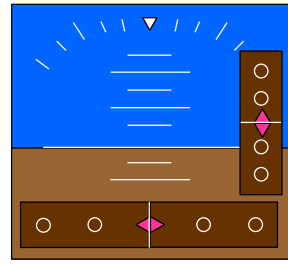
研究機関名：電子航法研究所 (ENRI)

【実現施策の概要】 GBAS: Ground-Based Augmentation System

〇ICAO国際基準に適合するGBAS(地上型衛星航法補強システム)を導入し、精密進入サービス(カテゴリー-I)を提供する[2019年度からトライアル運用を開始予定(羽田空港)]



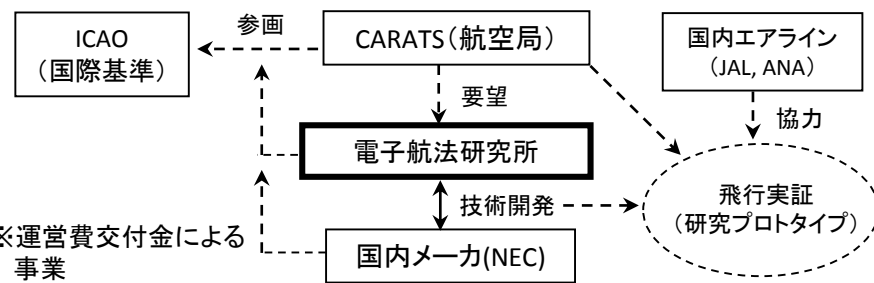
[GBASシステム配置]



[機上装置表示]

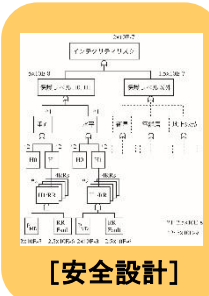
【研究の実施概要】 H20~H23

- ・設定課題・目標 GBAS(カテゴリー-I)の安全設計技術の開発と検証
- ・研究テーマ名 「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」
- ・研究実施体制 下記参照

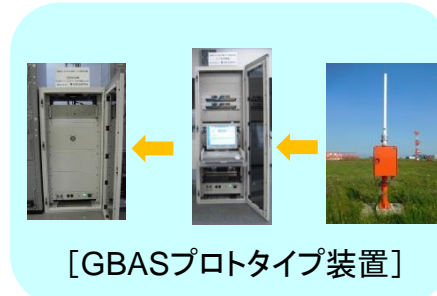


【成果還元の内容】

〇進入着陸の安全を確保する技術(欧米と異なる我が国などの電離圏環境で発生する擾乱現象にも対応)が装置に反映され、羽田空港へのGBAS(カテゴリー-I)導入を可能とした[2016.9:航空局が装置契約、2018年度:装置設置予定]



[安全設計]



[GBASプロトタイプ装置]



[B787による実証]

【ENRI開発技術の反映内容】

- ①研究用プロトタイプの設計・製造を通して、新規に開発したICAO国際基準の要求を実現する精密進入の安全設計技術(空港環境、エアライン機による検証を実施)
- ②我が国など磁気緯度の低い地域で発生する電離圏の擾乱に対応する新モニタ方式

【WEB参照先】電子航法研究所 年報
https://www.enri.go.jp/info/nenpou/nenpou_index.htm

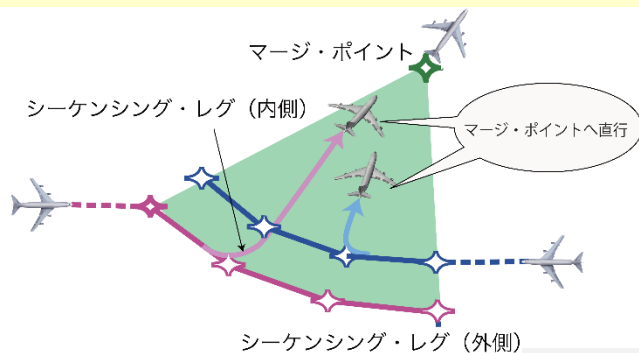
【問合せ先】

(施策に関する問合せ) CARATS事務局
 国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
 (研究に関する問合せ) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
 電子航法研究所 研究統括監付 0422-41-3432

研究機関名：電子航法研究所

【実現施策の概要】

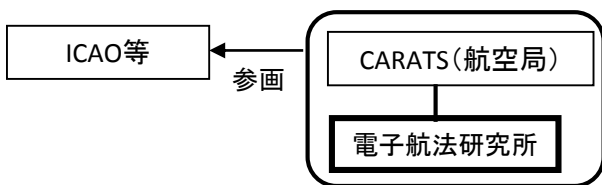
○到着機の処理方式としてレーダ誘導を代替するPMS(ポイントマージ)を羽田空港に導入予定。[2020～航空局にて実運用開始を予定]



■ PMSによる進入経路の例

【研究の実施概要】 H23～H26終了

- ・設定課題・目標 PMSシミュレーションモデルの作成
- ・研究テーマ名 「ATMパフォーマンス評価手法の研究」
- ・研究実施体制 下記参照

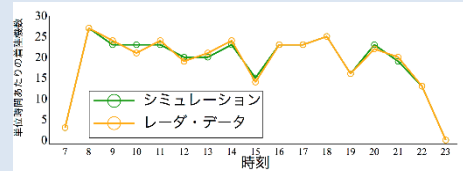


※運営費交付金による事業

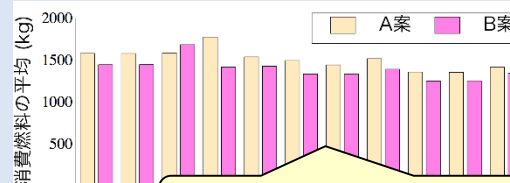
【成果還元の内容】

シミュレーションによる事前予測

- ◆シミュレーション・モデルを作成し、現実の再現性を検証
- ◆検証したモデルにより燃料消費や着陸機数を予測
- ◆動画による交通流のイメージの把握



再現性の検証例



燃料消費の予測 (代替案の比較)

運用開始の意思決定に寄与

(運用による便益)

マージ・ポイントまでの連続降下による燃料消費の削減など

【WEB参照先】電子航法研究所 年報

https://www.enri.go.jp/info/nenpou/nenpou_index.htm

【問合せ先】

- (施策に関する問合せ) CARATS事務局
国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
- (研究に関する問合せ) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
電子航法研究所 研究統括監付 0422-41-3432

施策名：平行滑走路における監視能力の向上（EN-11）

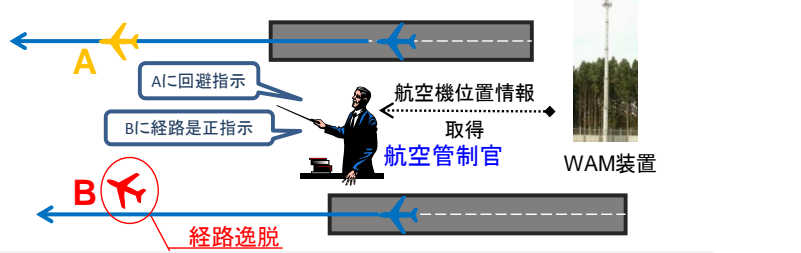
貢献内容：成田空港の時間値を1時間当たり64回から68回に増枠（H26.3～）

個票NO
〇-〇

研究機関名：電子航法研究所（ENRI）

【実現施策の概要】

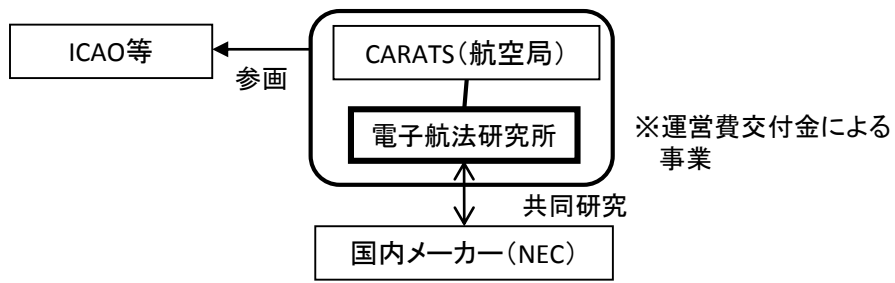
○空港近傍を飛行する航空機について、航空管制官に対してWAMIによる高精度・高頻度な航空機位置情報の提供を実現



■ 平行滑走路同時離陸時における経路逸脱判定
WAM: Wide Area Multilateration (広域マルチラテレーション)

【研究の実施概要】 H21～H24終了

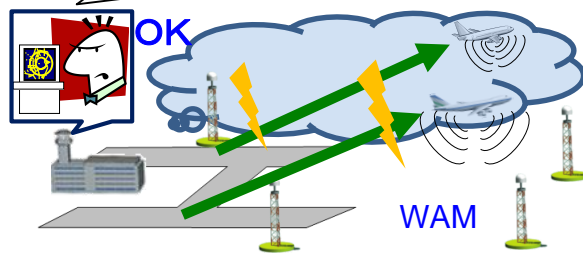
- ・設定課題・目標 高性能WAMの技術確立、実環境性能の検証
- ・研究テーマ名 「空港面監視技術高度化の研究」
- ・研究実施体制 下記参照



【成果還元の内容】

- WAM実験システムを構築して、平行滑走路の同時離着陸運用を想定した検証試験を実環境で行い、高精度・高頻度の航空機位置情報の提供を実現
- 成田空港においてWAM導入による同時離着陸運用を実現し、空港処理容量の増大に寄与[2014.3～航空局にて実運用開始]

悪天候で目視できない場合でも航空機を離陸直後から高精度・高頻度で捕捉可能



【ENRI開発技術の反映内容】

○WAMによる平行滑走路同時離着陸実施の判断材料を提供するとともに、検証試験の結果が性能仕様値に反映された

【WEB参照先】 電子航法研究所 年報
https://www.enri.go.jp/info/nenpou/nenpou_index.htm

【問合せ先】
 (施策に関する問合せ) CARATS事務局
 国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
 (研究に関する問合せ) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
 電子航法研究所 研究統括監付 0422-41-3432

施策名: ALWIN(空港低層風情報)の導入(EN-4関連)

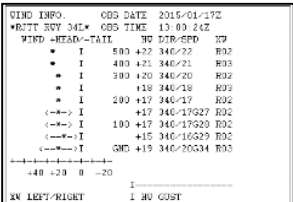
貢献内容: 羽田・成田空港において空港低層風の観測情報を提供 (H29.4~)

個票NO
〇〇

研究機関名: 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

【実現施策の概要】

○ 運航者に対し、進入経路上の低層ウインドシアーに係る空港低層風の情報提供を実現。
[H29.4~気象庁にて実運用開始(羽田・成田空港)]



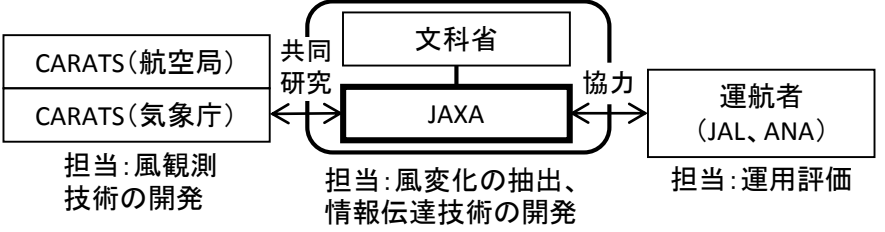
■ コックピット用(電文形式)



■ 運航管理者用(WEB表示)

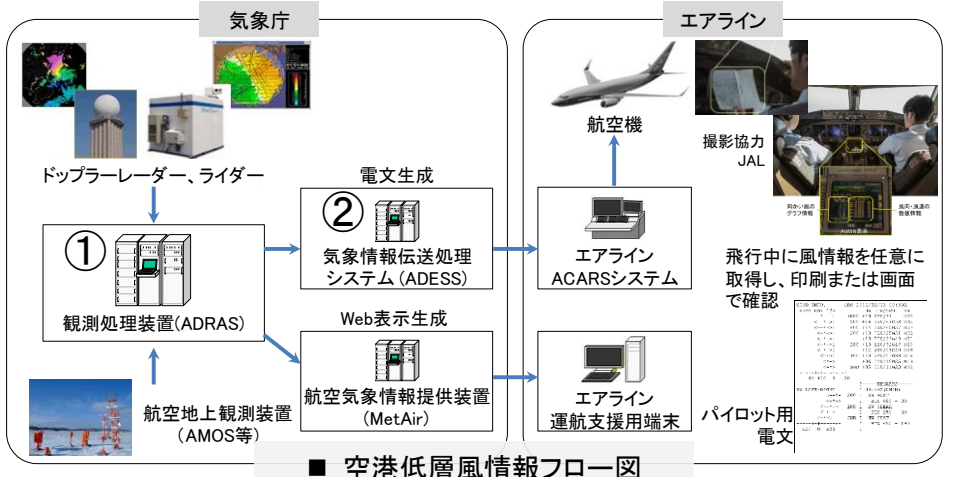
【研究の実施概要】 H23~H27終了

- ・設定課題・目標 空港低層風の観測・情報提供、運用評価
- ・研究テーマ名 「低層ウインドシアーの観測情報等に基づく航空機の安全運航に資する情報の研究開発」(気象庁とJAXAの共同研究)
- ・研究実施体制 下記参照。JAXA実施分はJAXA運営費交付金による事業。



【成果還元の内容】

○ 運航者の協力を得つつ、気象庁とJAXAの共同研究により空港低層風の観測、処理、情報提供を実現



JAXA開発技術の反映内容

- ① エアライン提供の飛行データの解析に基づく、離着陸に影響する風変化を自動的に抽出する技術 ⇒ 気象庁装置内の処理に反映
- ② 運航者の運用評価を反映した、パイロットに分かりやすい風情報の提供フォーマット ⇒ 電文形式のフォーマットに反映

【WEB参照先】 <http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dreams/weatherinfo/>

【問合せ先】

(施策に関する問合せ) CARATS事務局
国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
(研究に関する問合せ) 宇宙航空研究開発機構
宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 広報 050-3362-8036