

次世代運航技術(DREAMS)が 目指したもの

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
航空技術部門
航空技術実証研究開発ユニット

越岡 康弘

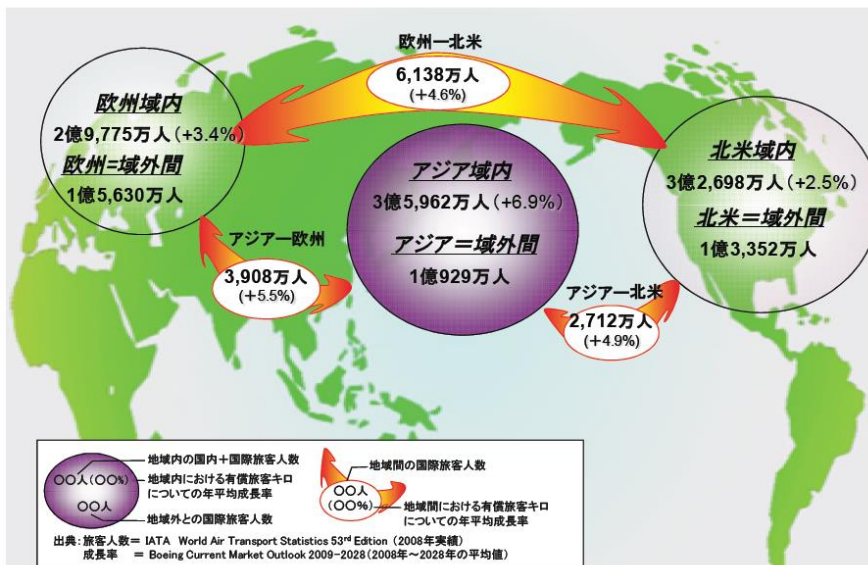
1. 航空交通管制の直面する課題
2. プロジェクト概要
 - 2.1 研究開発の必要性
 - 2.2 DREAMSプロジェクトの方針
 - 2.3 DREAMSプロジェクトにおいて開発した技術
3. DREAMSプロジェクトにおける技術実証・評価
4. まとめ

1. 航空交通管制の直面する課題

我が国を含むアジア地域は世界でも特に航空交通量の需要の成長率が高い地域である。(図1.)

空港の処理能力については、特に我が国の首都圏空港の処理能力は今後大きく増加することは難しく、2020年代には航空需要はその処理能力を超えるとの予測である。更に、時間帯によっては既にエアラインの需要に対し、空港処理能力が追いついていない時間帯が発生している状況である。(図2.)

このような状況に鑑み、早期に航空交通を効率的に処理する航空交通管制技術が必要な状況である。



国際航空交通量の需要予測

(アジア域内の成長率は北米、欧州域内より高く、また、アジア-北米、アジア-欧州の成長率も北米-欧州より高い)

図1. 国際航空交通量の需要予測 *1)

1日の発着枠配分状況イメージ図(時間帯毎の発着回数と航空会社の需要)

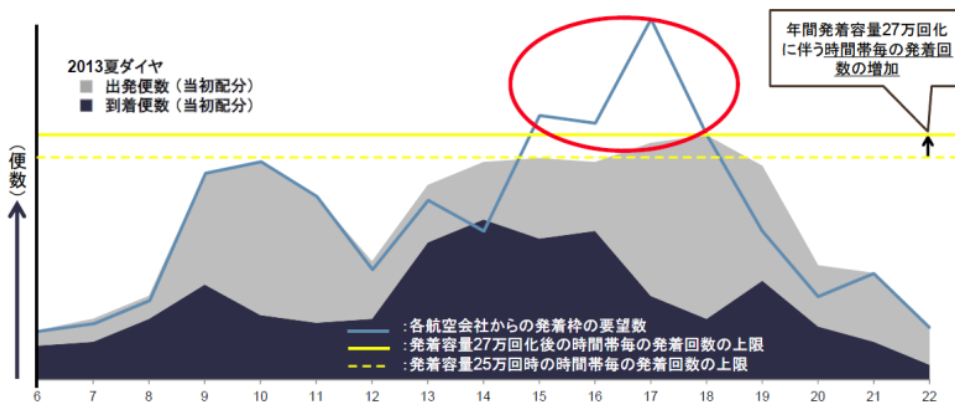
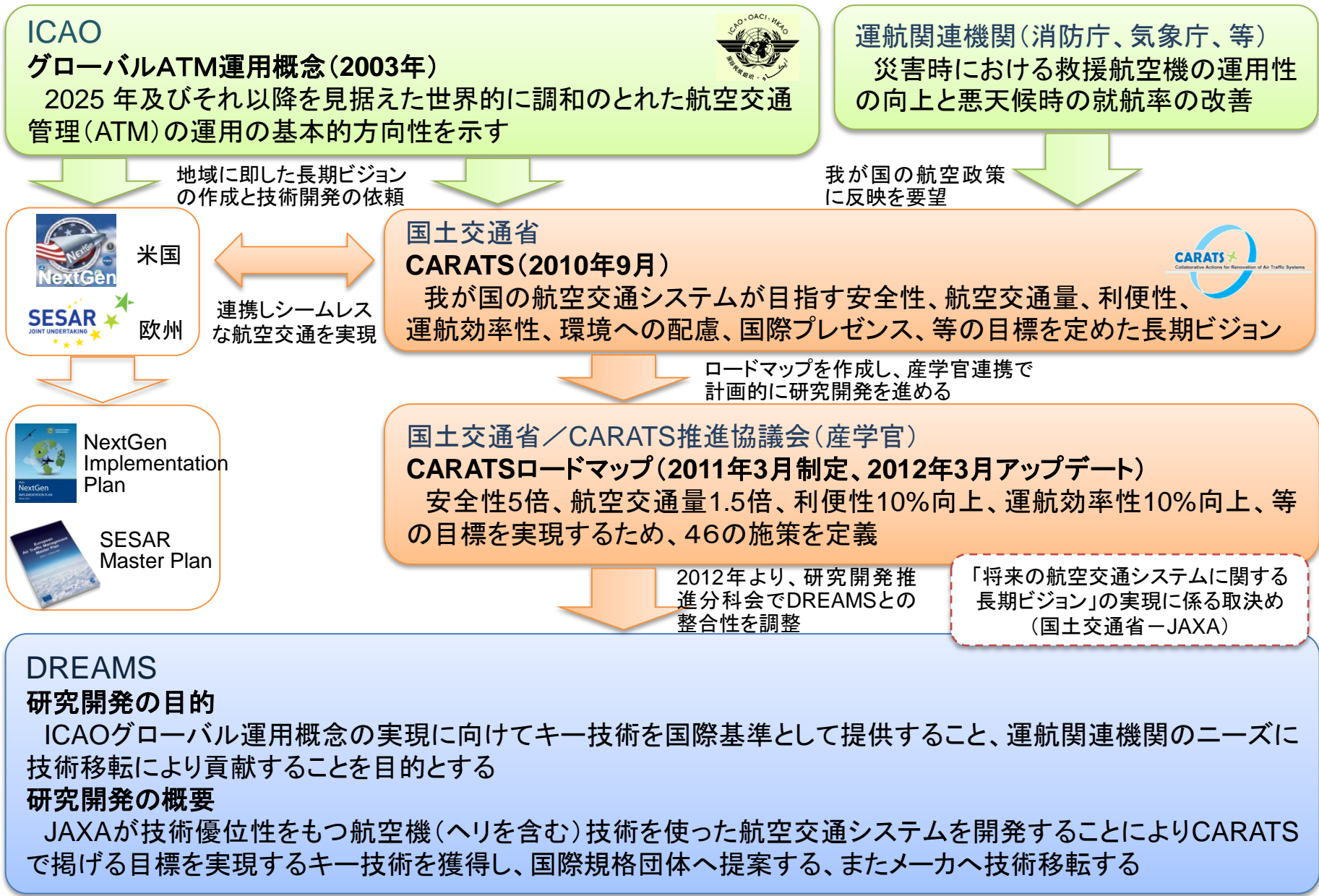


図2. 成田空港におけるピーク時間帯の需給逼迫 *2)

*1) 将来の航空交通システムに関する長期ビジョン (国土交通省資料、2010)

*2) 首都圏空港機能強化策について(国土交通省資料、H26.10)

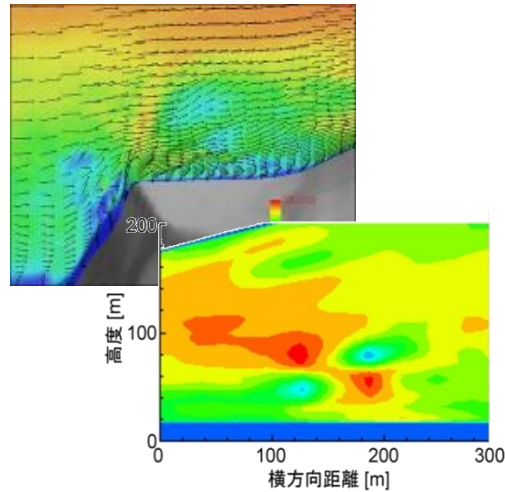
2.1 研究開発の必要性



- 機上搭載装置に関する技術、計算機シミュレーション技術など、JAXAがもつ優位技術を活かす
- 実験用航空機、フライトシミュレータなど、JAXA設備を活用した技術実証を行う



機上搭載装置
(高精度衛星航法装置、統合型表示装置)



計算機シミュレーション技術
(後方乱気流、低層風擾乱)



JAXA設備
(実験用航空機、フライトシミュレータ)

2.2 DREAMSプロジェクトの方針(CARATS施策との連携)

	CARATS施策名	安全性5倍	航空交通量1.5倍	利便性10%向上
OI-1-8	省略			
OI-9	精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式	○	○	
OI-10-22	省略			
OI-23-1	空港運用の高度化	○	○	
OI-24-25	省略			
OI-26	後方乱気流に起因する管制間隔の短縮	○	○	○
OI-27-30	省略			
OI-31	機上における情報の充実	○		
OI-32	運航者に対する情報サービスの向上	○		
OI-33	省略			
EN-1-3	省略			
EN-4	気象観測情報の高度化	○		
EN-5	省略			
EN-6	気象情報から運航情報、容量への変換	○	○	
EN-7	省略			
EN-8	衛星航法による(曲線)精密進入		○	○
EN-9-13	省略			

技術課題	目標	性能要求
気象情報技術	後方乱気流管制間隔の短縮技術の獲得と基準提案 航空機運航への気象の影響を低減させる技術の獲得と技術移転	<ul style="list-style-type: none"> 気象状況を反映して各機体の後方乱気流との遭遇リスクを見逃し確率10^{-3}以下の精度で予測する 機体間隔を最小化するトラフィックパターンを計算し後方乱気流管制間隔を平均10%短縮する 低層風擾乱による運航障害(着陸できない状態)の発生をスレットスコア0.6以上で予測する
低騒音運航技術	騒音低減運航技術の獲得と基準提案	<ul style="list-style-type: none"> GBASを用いた精密曲線進入により、交通量1.5倍で騒音暴露が現状と同等とする経路情報を生成する
高精度衛星航法技術	全天候精密進入のためのGBAS利用性向上技術の獲得と基準提案	<ul style="list-style-type: none"> 機上機器を利用して衛星航法精密進入の利用性(利用できる時間の割合)を99%以上に向上する
飛行軌道制御技術	曲線精密進入を可能とするGBAS技術獲得と基準提案	<ul style="list-style-type: none"> GLS-TAPもしくはGLS-FMSを用いて精密曲線進入を直線部の長さ1.5海里で実現する
防災・小型機運航技術	救援航空機の迅速・安全な最適運航管理技術の獲得と技術移転	<ul style="list-style-type: none"> 災害時に救援航空機と対策本部等の間で必要な情報を共有化し、多数機・多任務運用時の無駄時間・異常接近50%減の最適運航管理を行う

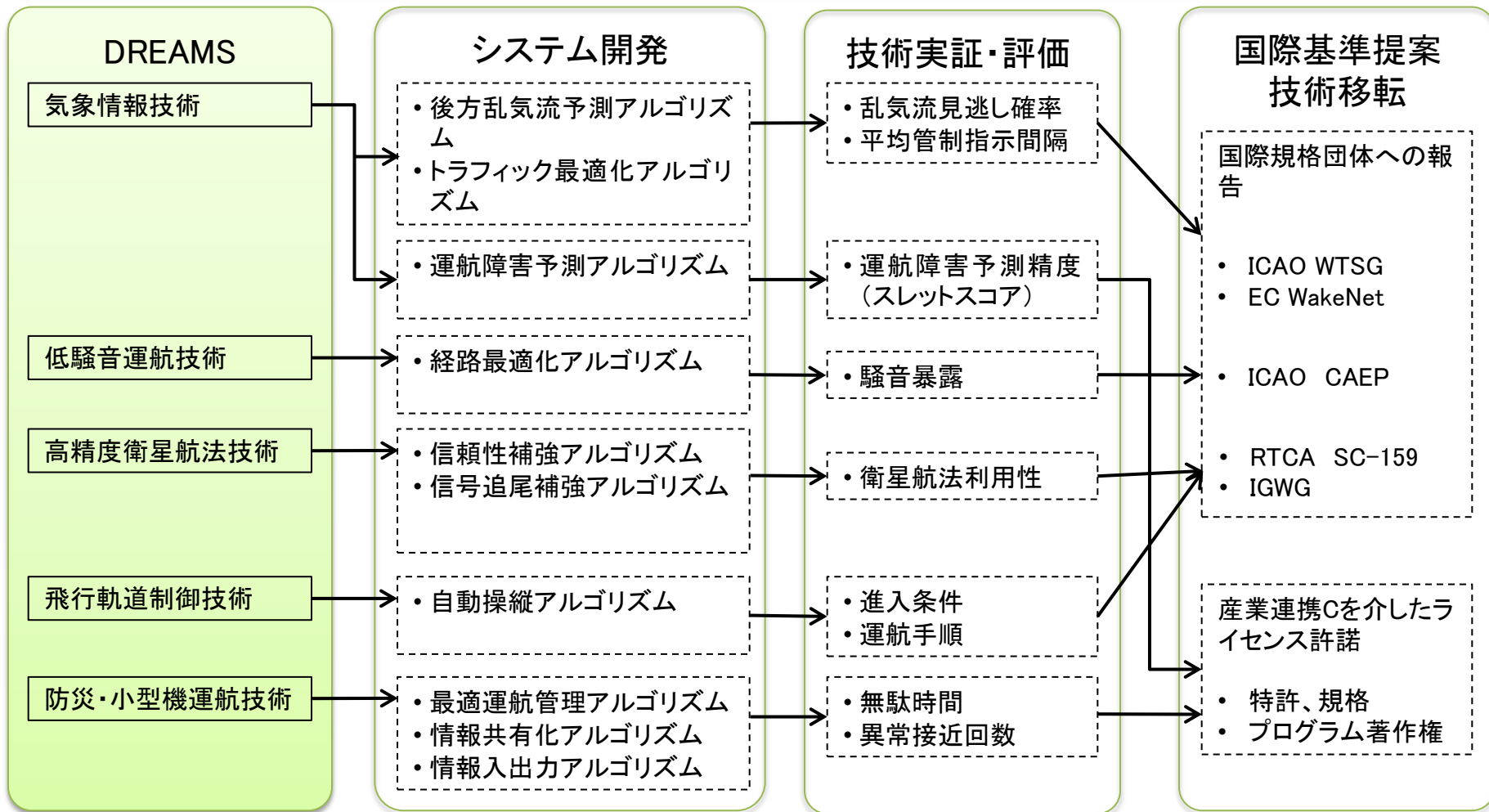
CARATS施策より関連するものを抽出

スレットスコア... 減多に起きない事象を見逃さず、誤警報を出すことなく予測的中させる確率
 GLS... GNSS Landing System(衛星航法による着陸システム)
 FMS... Flight Management System(飛行管理システム機能による進入経路設定)

GBAS.. Ground Based Augmentation System (地上設置型衛星航法補強システム)
 TAP... Terminal Area Path(GBAS機能による空港周辺の進入経路設定)

2.2 DREAMSプロジェクトの方針(システム開発/技術実証)

- 開発したシステム(アルゴリズム)を大規模な技術実証により評価し、早期の技術の実用化、技術移転を目指す



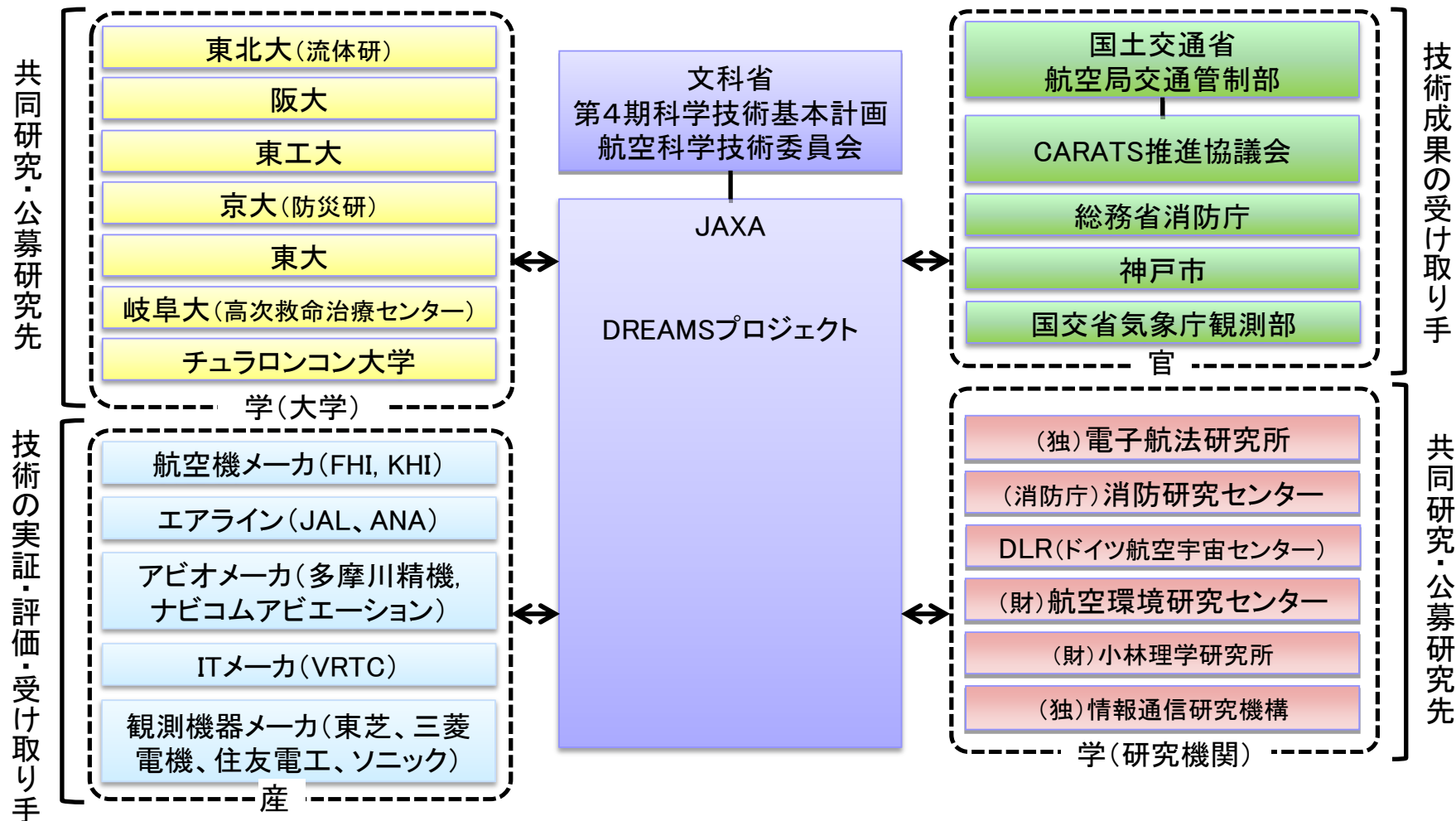
CAEP: Committee on Aviation Environmental Protection
RTCA: Radio Technical Committee for Aviation

SC: Special Committee
WTSG: Wake Turbulence Study Group
IGWG: International GBAS Working Group

EC: European Commission

2.2 DREAMSプロジェクトの方針(研究開発体制)

- 効率的な技術開発、開発した技術の受け取り手を踏まえた研究開発体制を構築



2.2 DREAMSプロジェクトの方針(プロジェクト日程)

● CARATS意思決定タイミング時期に併せた計画とし、計画通りに研究開発を終了

年度	FY21	FY22	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27	FY28	FY29
主要マイルストーン	CARATS 長期ビジョン▼		▼CARATS ロードマップ CARATS 研究開発分科会▼		▼	▼	▼	CARATS 意志決定③▼	
マスタースケジュール	▼準備審査		▼移行審査				▼CARATS 意志決定①②	▼プロジェクト解散	
		▼SRR	▼SDR	▼CDR		開発完了審査▼	▼終了審査		
	概念設計	計画決定	基本・詳細設計	製作	技術実証・評価	基準化・技術移転	← 定常組織で基準化支援 →		
気象情報	後方乱気流リスク予測機能: トラフィック最適化機能: 運航障害予測機能:		設計・試作 設計・試作	製作 製作	実証試験 シミュレーション	解析・報告			
低騒音運航	経路最適化機能:		設計・試作	製作	実証試験 シミュレーション	解析・報告			
高精度衛星航法	信頼性・追尾性能補強機能:		設計・試作	製作	実証試験 シミュレーション	解析・報告			
飛行軌道制御	自動操縦機能:		設計・試作	製作	実証試験 シミュレーション	解析・報告			
防災・小型機運航	最適運航管理機能:		設計・試作	製作	防災機関評価・改修	解析・技術移転			

注1: CARATS... ICAO(国際民間航空機関)の「グローバルATM運用概念」に基づき、航空局が我が国の2025年の航空交通システムのあり方を定めた長期ビジョンの名称。

注2: CARATS意志決定... JAXAの研究開発成果に基づき国際基準としての提案もしくは国内基準としての採用をCARATS協議会が我が国として意志決定する。①では気象情報、②では情報伝達(防災)、衛星航法、③管制、運航、運用手法の高度化の導入に関する意思決定がなされる予定。

2.3 DREAMSプロジェクトにおいて開発した技術(1/2)

航空機の着陸進入フェーズに関連する以下の技術課題に関する研究開発を実施した

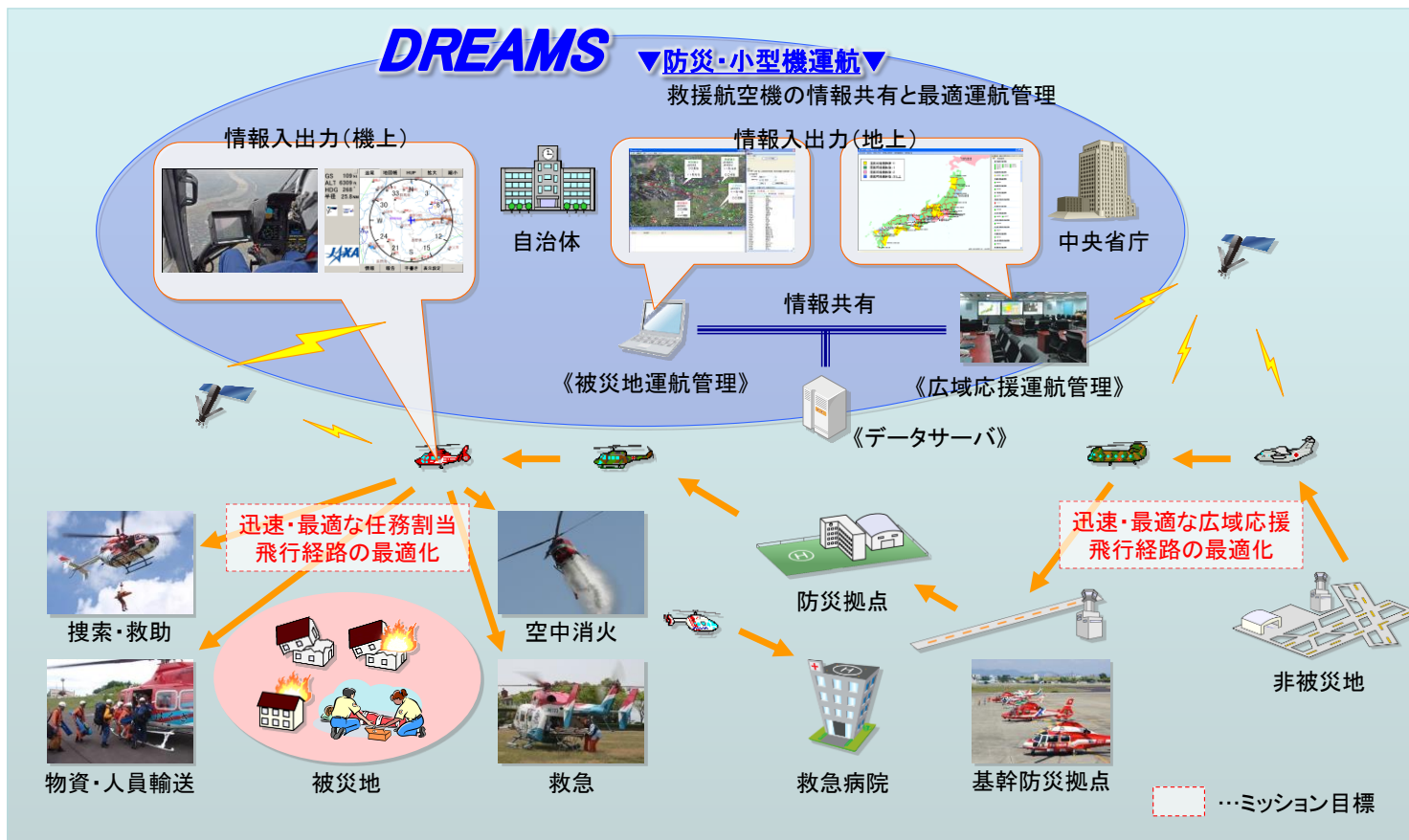
- 後方乱気流・低層風擾乱の予測と管制最適化を実現する**気象情報技術**⇒社会実装
- 騒音暴露の予測と経路最適化を実現する**低騒音運航技術**
- 電離圏異常時の航法信頼性を維持する**高精度衛星航法技術**
- 曲線進入に対応した経路・手順・制御則を確定する**飛行軌道制御技術**



2.3 DREAMSプロジェクトにおいて開発した技術(2/2)

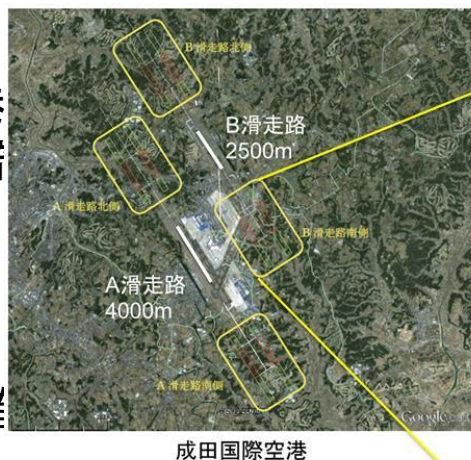
航空機の防災時の運航に関し、以下の技術課題に関する研究開発を実施した。

- 救援航空機の情報共有と最適運航管理を実現する防災・小型機運航技術
⇒社会実装



後方乱気流モデルの検証

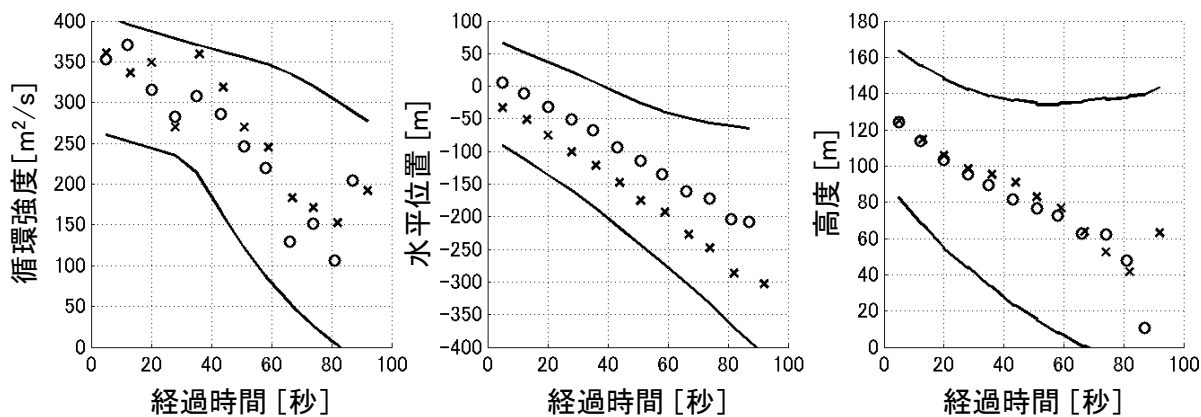
- 大型機が離発着する成田空港B滑走路を対象に、後方乱気流の計測を四季にわたり実施。後方乱気流のデータ(11705個)を取得し(世界最大規模)、後方乱気流パラメータの基準確率分布の作成、検証を実施



観測地点には、プレハブを設置。

プレハブ屋上にライダー、プレハブ内に飛行データ等の計測システムを設置。

フィールド試験により得られた後方乱気流データに基づき、遭遇リスク見逃し確率 1.0×10^{-3} 以下の後方乱気流モデルを構築、検証した

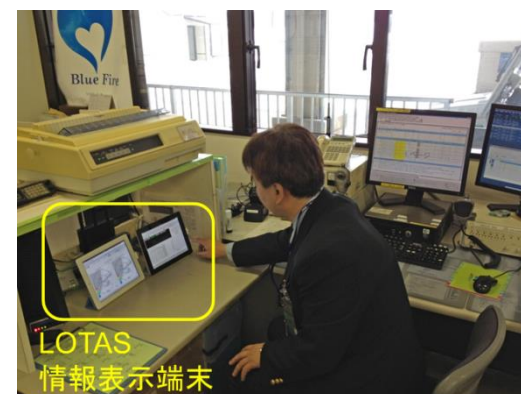
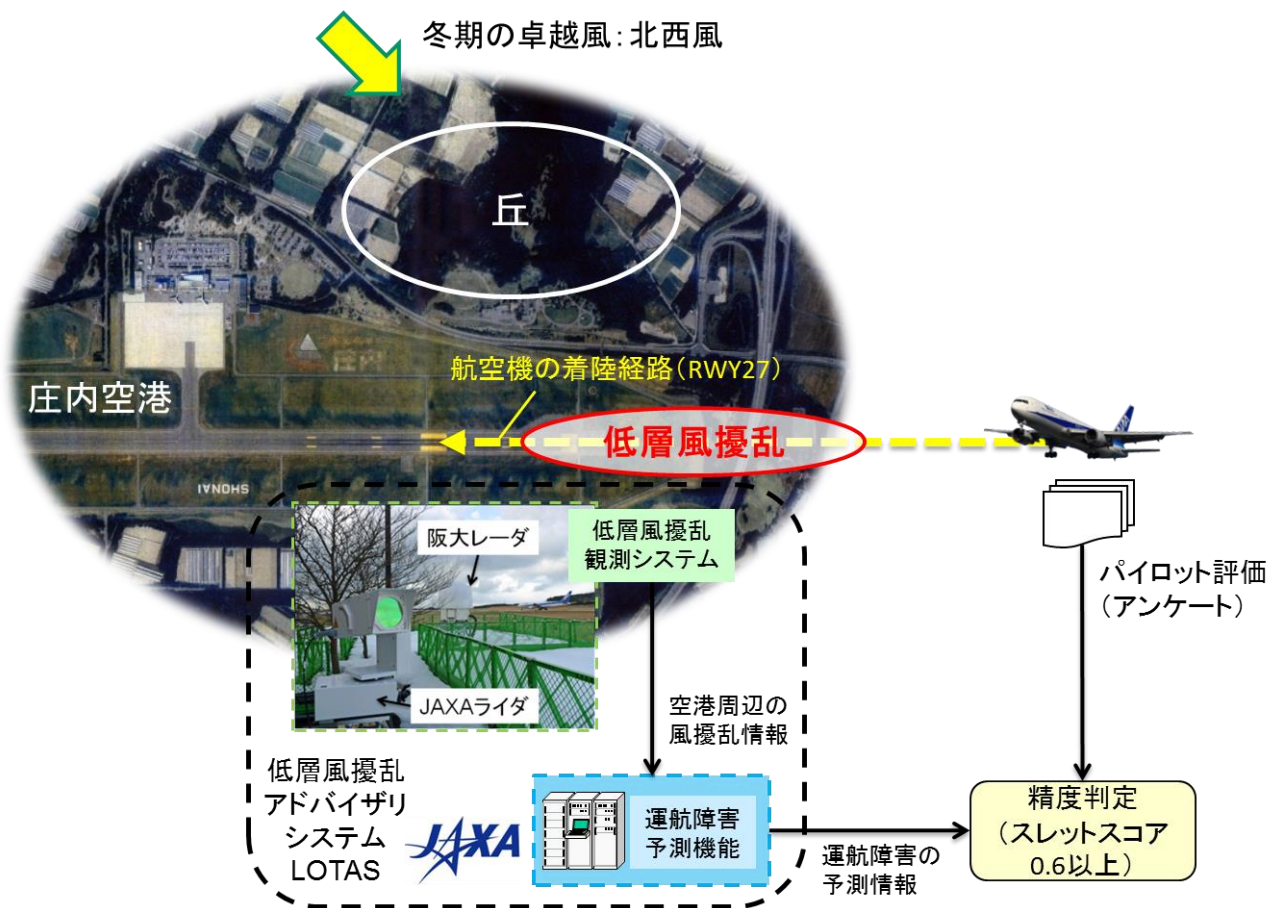


精度が保証された後方乱気流モデルに基づく空港管制最適化アルゴリズムを開発

低層風擾乱の実証

- 冬期に低層風擾乱が発生しやすい庄内空港に低層風擾乱アドバイザーシステム (LOTAS) を展開し、運航障害予測をリアルタイムで実証、パイロット評価を実施。

運航障害予測結果をパイロットに伝達することで、運航の効率化、安全確保に貢献



ANA庄内STCへの LOTAS情報表示端末の設置

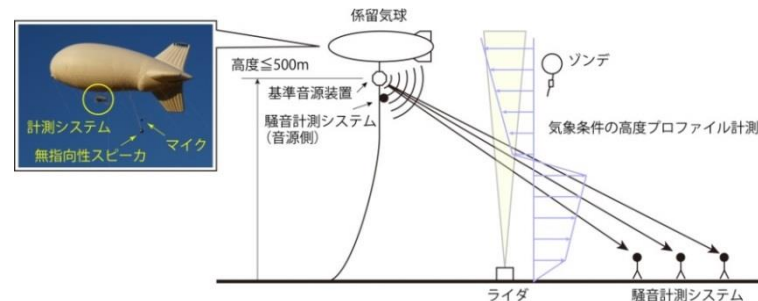


航空機への風情報の送信例 (ACARS) 13

低騒音運航技術の実証

① 騒音伝搬に対する気象影響モデルの検証

・基準音源を係留気球に懸吊し、空対地伝搬特性を音源特性から独立して計測して予測精度を検証



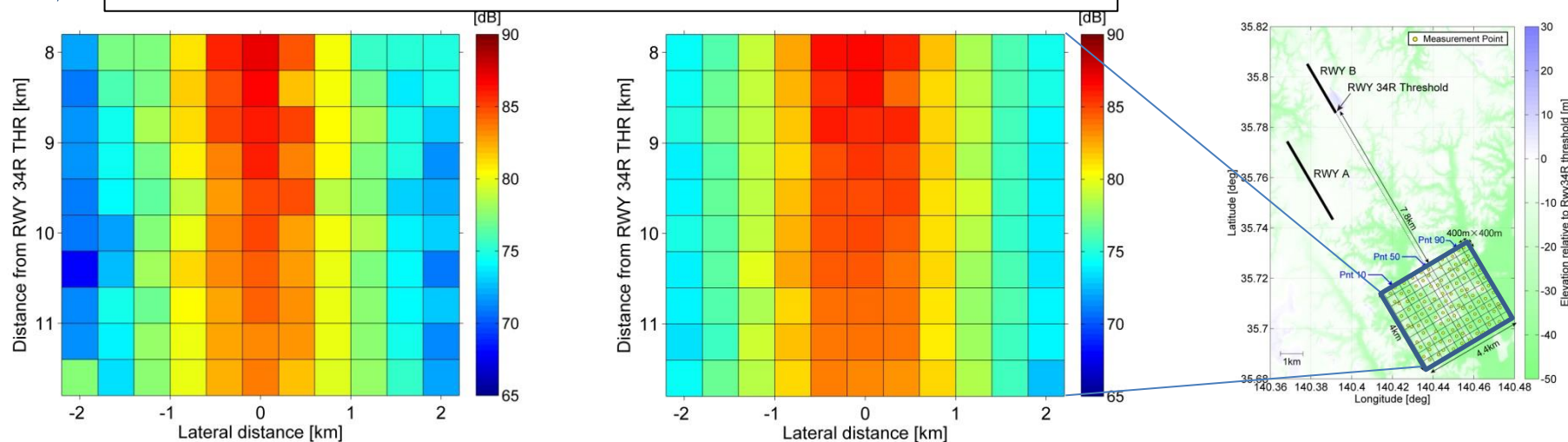
係留気球を用いた空対地伝搬特性計測試験

② 騒音予測モデルの検証

・成田空港滑走路進入経路下において、エアライン機の騒音を多点同期計測し、騒音予測プログラムの予測精度の検証を実施。



正確に航空機からの騒音暴露を予測することで、騒音被害を最小とする飛行軌道生成アルゴリズムを開発

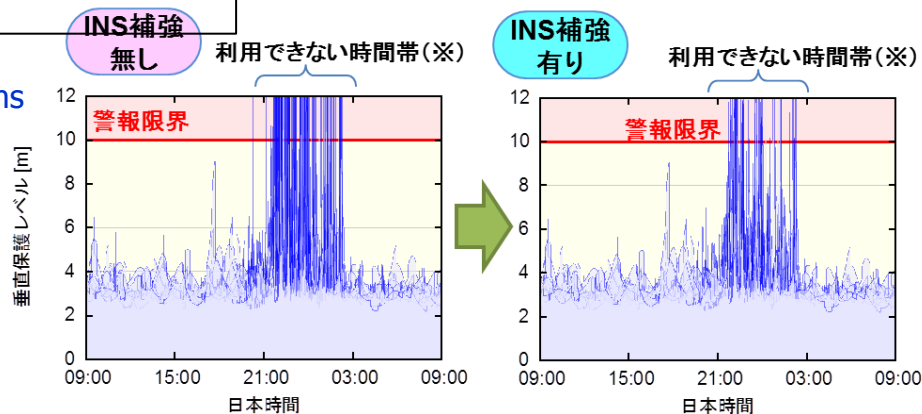
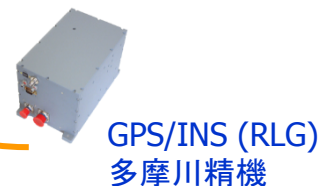


L_{AE} (単発騒音暴露レベル) の例 (左: 実測, 右: 予測)

高精度衛星航法技術の実証

- 電離圏異常環境下における飛行試験により、GPS受信補強技術の有効性を技術実証

GPSによる高信頼性航法を実証した

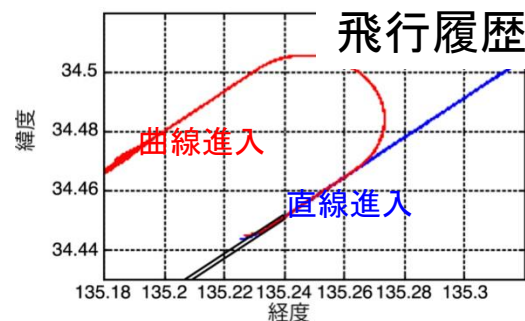


GPS信号の利用性の改善を確認

飛行軌道制御技術の実証

- 実験用航空機MuPAL- α により、GBAS実験局からの信号に基づく着陸進入を技術実証

GBASを利用した曲線進入を実証し、柔軟な空港運用の実現性を示した

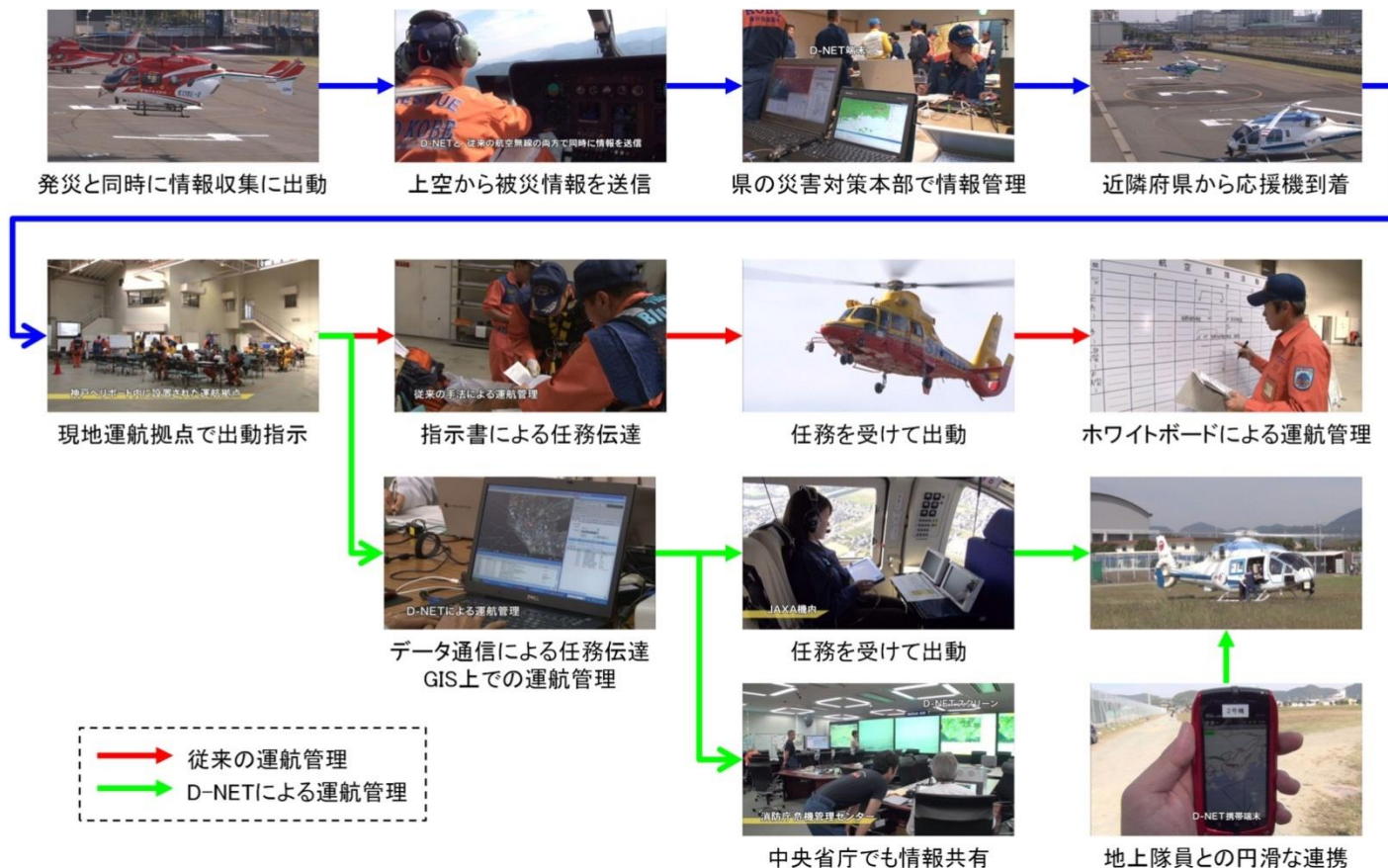


(ENRI殿との共同研究により飛行実験を実施)

防災・小型機運航技術の実証

- 防災訓練への参加を通じ、防災・小型機運航技術(D-NET)の有効性を実証

➡ 防災訓練に基づくシミュレーションにより、救援任務達成回数が最大約3倍となることを確認



近畿ブロック合同訓練における実証実験の実施状況

- DREAMSプロジェクトは、国土交通省航空局殿・CARATS施策との連携のもと、大規模な実証・評価試験を実施し、すべての目標の達成を確認して終了しました。
- プロジェクト期間中に総務省消防庁殿・集中管理型消防防災ヘリコプター動態管理システム(D-NET対応)の運用が開始される、新しい空港風情報(ALWIN)が、気象庁への技術移転を経てH28年度より成田、羽田空港での運用が開始されることが決定される等、早期に成果の実用化を実現することができました。
- プロジェクト終了後は、成果のフォローアップとして、CARATS施策への貢献を継続し、国際規格団体等へ国際基準として成果技術の提案を継続する計画です。
- プロジェクトの実施にあたり、多大なるご支援をいただいた国土交通省航空局殿、電子航法研究所殿をはじめ関係機関の方々に感謝申し上げます。