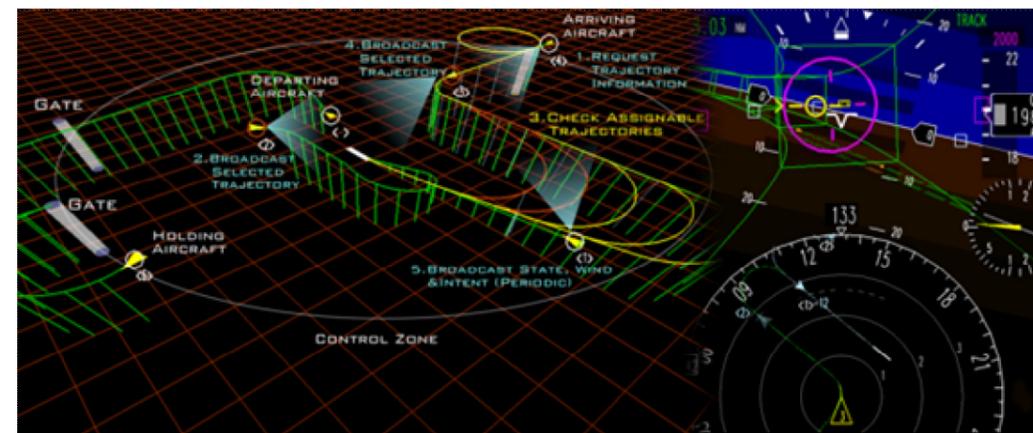
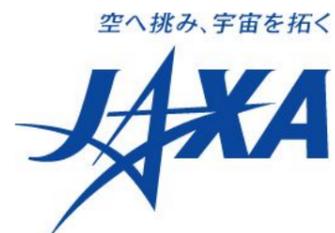


# JAXAにおける将来の航空交通システムに関する研究

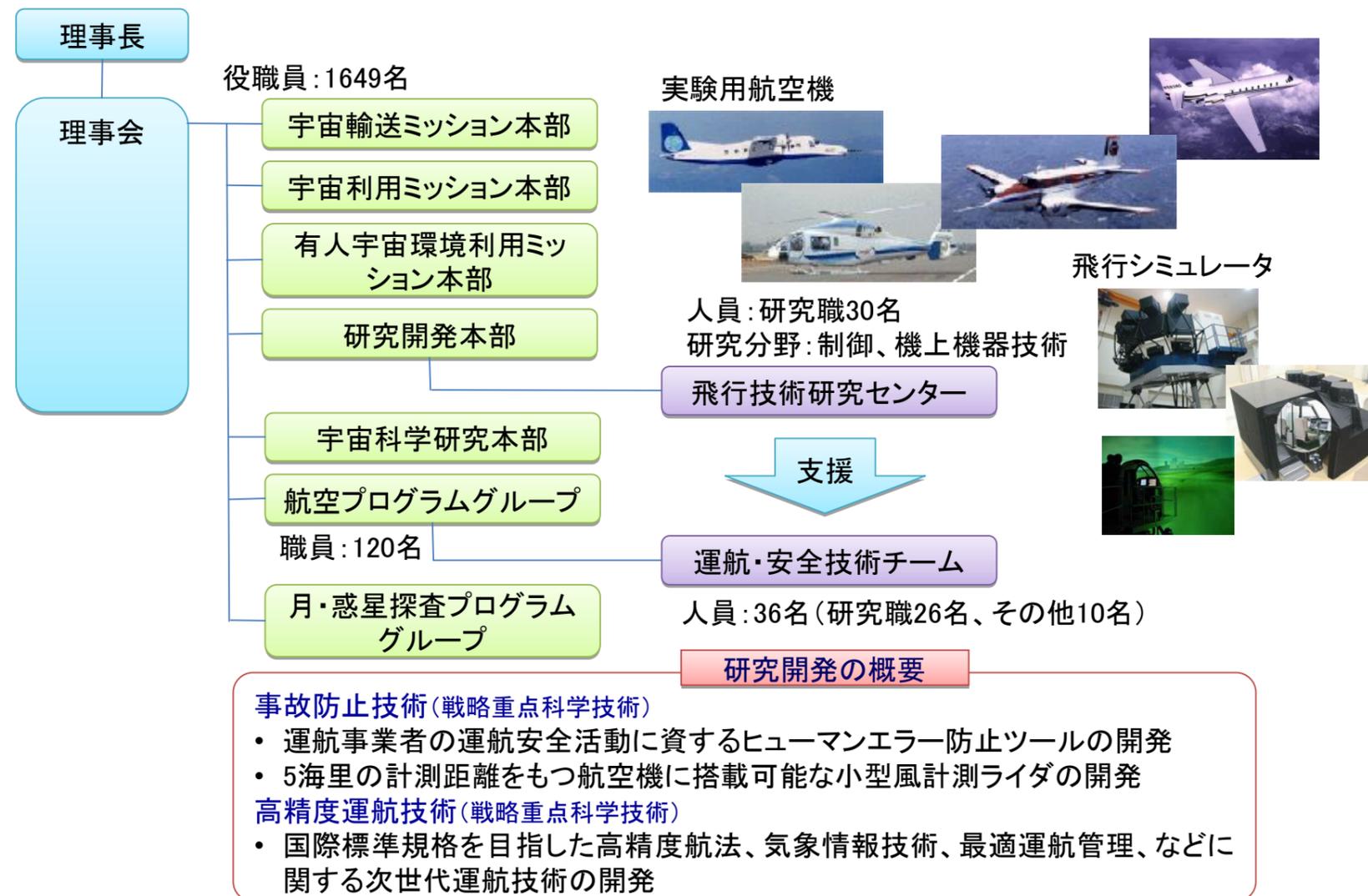


平成21年5月20日



宇宙航空研究開発機構  
航空プログラムグループ  
運航・安全技術チーム 張替 正敏

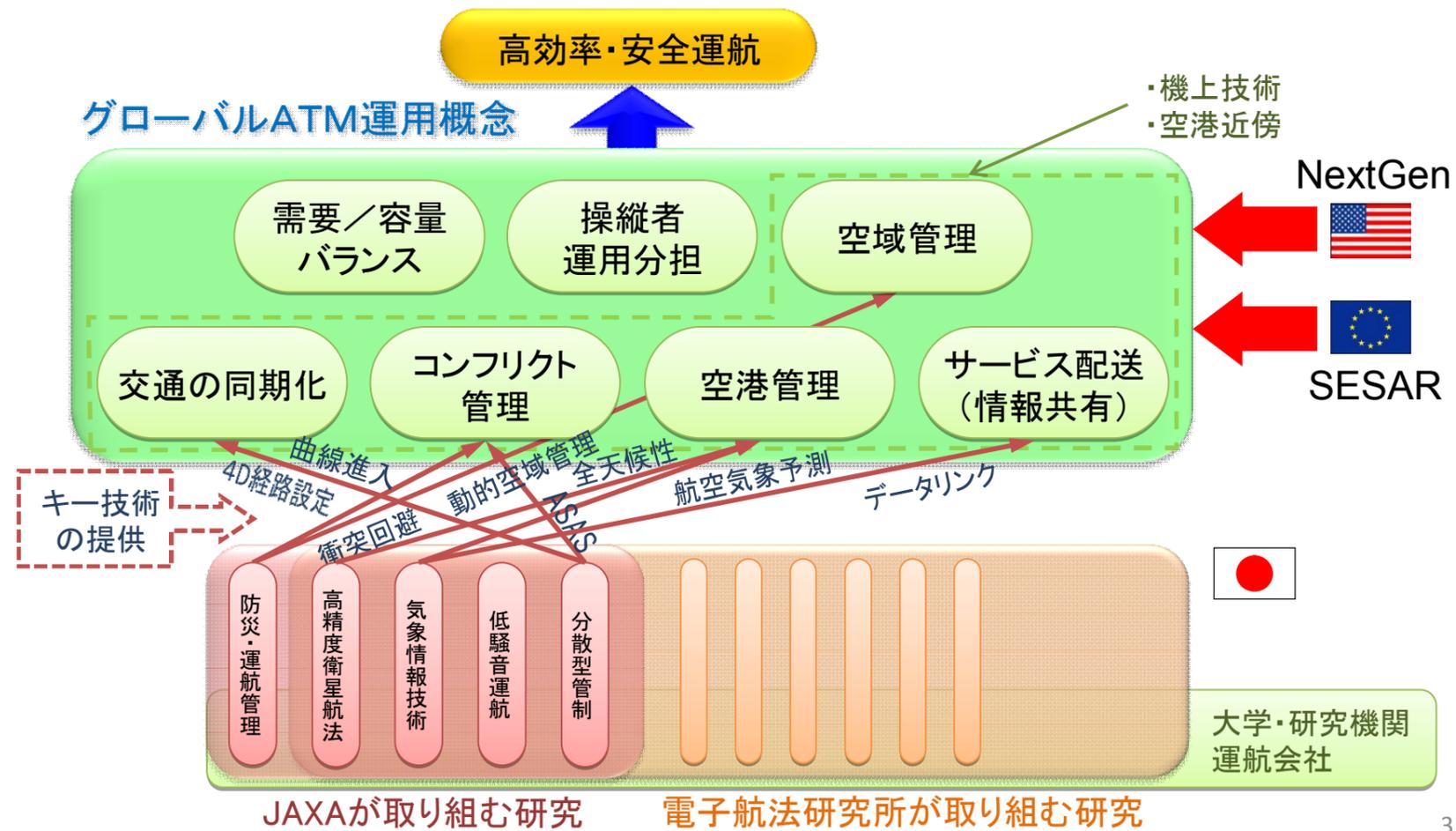
# JAXAの研究体制、研究開発の概要



# 将来の航空交通システムに対する認識

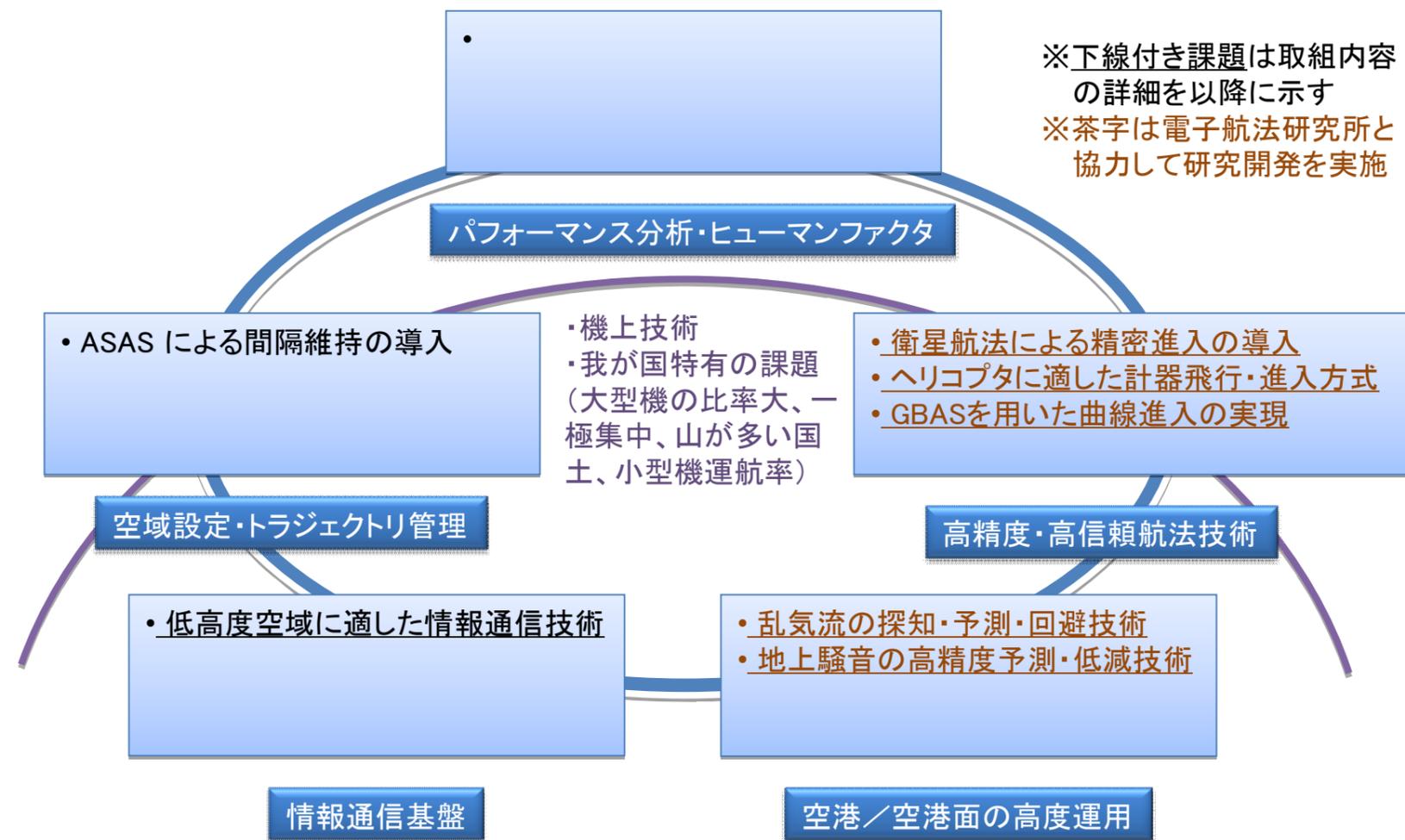
ICAOグローバルATM運用概念で必要とされるキー技術を提供する

研究開発の方針: 各機体に搭載した機器の性能向上により、航空交通管理の機能を地上から機上に連携・分散し全体としてシステムの能力向上を実現する。



# 将来の航空交通システムに対する認識

## ◆重点研究5分野でのJAXAの研究課題



# 将来の航空交通システムに対する認識と活動内容

## 空港処理容量拡大のための 後方乱気流の探知・予測による管制間隔短縮

### 認識する課題

空港処理容量拡大と安全向上のため、後方乱気流の管制間隔の見直しが国際動向となっている。我が国では、大型機の比率が高い<sup>(注)</sup>等の独自事情に対応するため、欧米(Wakenet等)との連携に加えて、国内の研究開発体制の強化が課題。

(注)Heavy機:Medium機の比率が羽田空港で7:3、ヒースロー空港で3:7 (出展:運輸政策研究所研究報告会資料)

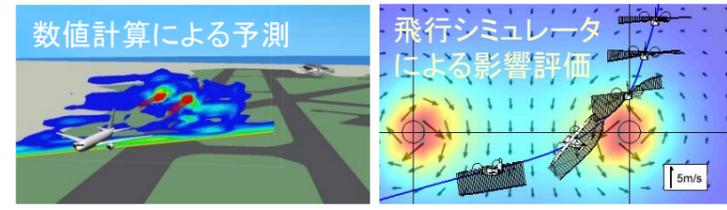
### JAXAにおける取り組み

電子航法研究所ならびに東北大学流体科学研究所との共同により、以下の研究開発を実施中(2007~2012年度)。

- ドップラー・ライダー(レーザ・レーダ)等を用いた後方乱気流の高精度観測
- CFD(数値流体力学)計算による後方乱気流の挙動予測
- 飛行シミュレータによるパイロット評価
- GBAS(地上局を用いた衛星航法補強システム)等を用いた乱気流回避経路生成

現在の後方乱気流管制間隔基準

先行機 \ 後続機	Heavy	Medium	Small
Heavy (≥136t)	4NM	5NM	6NM
Medium (≥7t)	(3NM)	(3NM)	5NM
Small (<7t)	(3NM)	(3NM)	(3NM)



GBASを使った後方乱気流回避の概念図

## 国際的な動向

### 空港処理容量拡大のための 後方乱気流の探知・予測による管制間隔短縮

#### 米国の動向

- 後方乱気流管制間隔区分の見直し(RECAT)  
機体重量の区分数を現在の3から5~6に細分化し、空港容量拡大と安全向上を図る。欧州との協力により、2010年にICAOへの提案を目指している
- 近接平行滑走路(CSPRs)での離着陸間隔短縮  
着陸間隔短縮方式を制度化し、米国内の空港(10カ所程度)で導入を開始した。離陸間隔短縮(WTMD)は2011-13年の実用化を目指している。単一滑走路での離着陸間隔短縮については未着。
- リアルタイム管制間隔最適化(AVOSS)  
NASAが中心となって進められているが、現時点でプロジェクト化には至っていない

#### 欧州の動向

- Wakenet3-Europe (2008-2010)  
Eurocontrol, Airbus社, Thales社, 独DLR, 仏ONERA, 蘭NLR等の参加による後方乱気流に関する総合的な研究開発プロジェクト。2009年1月に第1回Workshopを開催。アジアからは日本(JAXA)と中国が参加
- 近接平行滑走路(CSPRs)での離着陸間隔短縮  
米国に続く制度化を目指し、仏シャルル・ド・ゴール空港等で基礎データを取得中
- 単一滑走路での離陸間隔短縮(CREDOS)  
横風を活用した単一滑走路での離陸間隔短縮のため、独フランクフルト空港で基礎データを取得中

#### アジアの動向

- 後方乱気流の観測  
電子航法研が仙台空港にライダーを設置しデータを取得中

RECAT : Wake Turbulence Re-categorization  
 CSPRs : Closely Spaced Parallel Runways  
 WTMD : Wake Turbulence Mitigation for Departures  
 AVOSS : Advanced Vortex Spacing System  
 CREDOS: Crosswind-Reduced Separations for Departure Operations

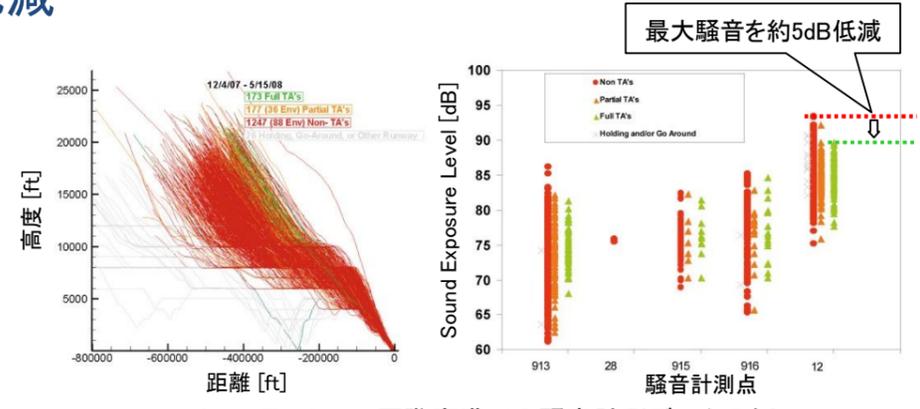
# 将来の航空交通システムに対する認識と活動内容

## 空港処理容量拡大に伴う地上騒音の低減

### 認識する課題

空港の処理容量拡大に伴い、周辺地域における騒音被害の増大が予測される(例:交通量が1.5倍⇒騒音蓄積値は約5dB増大)。地上騒音低減のため以下の技術開発が課題。

- 低騒音最適経路の設定・運用技術 (Tailored Arrival, Continuous Descent Approach等)
- 気象条件や機体の飛行諸元等の影響を考慮した地上騒音の高精度予測技術

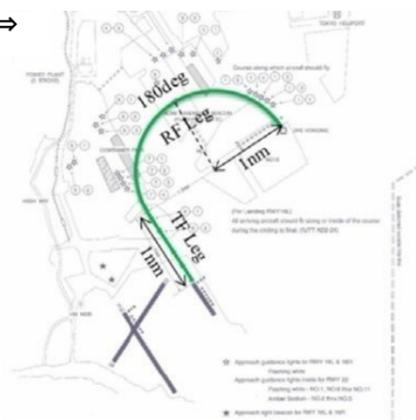


サンフランシスコ国際空港での騒音計測データの例  
赤:通常の進入, 緑: Tailored Arrival  
(出展:「環境にやさしいTailored Arrivalについて」, 2008飛行機シンポジウム)

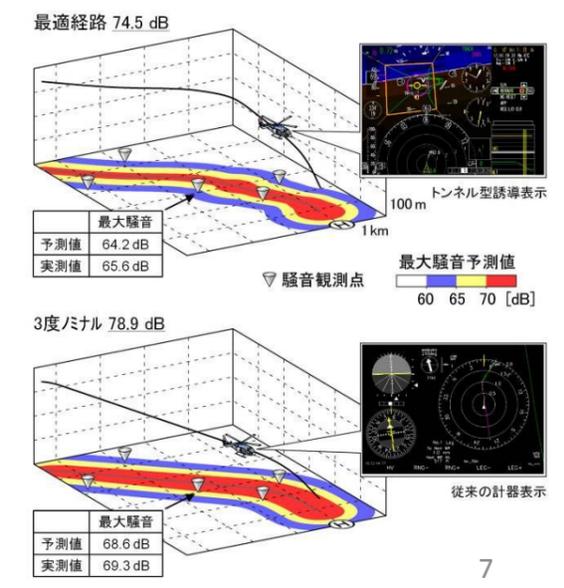
### JAXAにおける取り組み

- 電子航法研究所との共同により、GBAS(地上局を用いた衛星航法補強システム)を用いた低騒音経路の誘導技術の研究を実施中(2009-2012)。

GBASを用いた羽田空港16L低騒音進入経路の例 ⇒  
(出典:電子航法研究所資料)



- ヘリコプタの地上騒音を最小にする最適経路をリアルタイムで計算し、パイロットに誘導情報を提供するシステムを開発(東京大との共同)、飛行実験により約4dBの騒音低減効果を実証した。  
(右端の図)



ヘリコプタの低騒音最適経路誘導の実験結果

## 国際的な動向

### 空港処理容量拡大に伴う 地上騒音の低減

#### 米国の動向

- Partner (Partnership for AiR Transportation Noise and Emissions Reduction)  
FAA, NASA等によるプロジェクト。Louisville空港における夜間進入にCDAを適用し、騒音低減効果を実証
- Memphis Plan  
Memphis空港におけるFedEx機の運用について、FAA, FedEx, 空港管理者, ボーイング等メーカーによりLAAS(GBAS)を用いたCDAの試験運用を実施。目標は30~40%の騒音低減等。2009年にはTAP適用, 2010年にはGNSS/RNAVによる巡航高度からの連続降下を目指す

#### 欧州の動向

- CleanSky, 2008-2013  
出発・着陸進入・地上走行方式の最適化等による騒音低減技術を実証。16ヶ国86機関が参加。最終的には2020年までに半減が目標(設定: ACARE = Advisory Council for Aeronautics Research in Europe)
- OPTIMAL (Optimized Procedures and Techniques for Improvement of Approach and Landing), 2004-2008  
Eurocontrol, 独DLR, 仏ONERA, 蘭NLR等による総合的な研究開発プロジェクト。気象条件等を考慮して騒音低減のためにCDAを最適化。成果はSESARロードマップに反映し、ERATにより継続
- ERAT (Environmentally Responsible Air Transport), 2007-  
ターミナルエリアの騒音・排出物低減等が目標。成果はSESARに反映

#### アジアの動向

- 韓国・仁川空港でNADPを使用
- 中国・香港空港でNADP, CDA(可能な時のみ)を使用

CDA: Continuous Descent Approach  
TAP: Terminal Area Path  
NADP: Noise Abatement Departure Procedure

# 将来の航空交通システムに対する認識と活動内容

## 低高度空域におけるサービスの拡大

### 認識する課題

低高度では、従来の通信・航法・監視サービスの覆域外となるため計器飛行方式(IFR)による運航が困難な場合が多い。例えばヘリコプタによる旅客輸送の就航率は80%台(右表)であり、交通システムとしての普及を阻害する要因となっている。とりわけ、消防防災ヘリコプタ等による大規模災害時の救助活動や、ドクターヘリ等による緊急医療等の分野において、365日24時間の安全かつ効率的な運航を支援するシステムの開発・整備が喫緊の課題となっている。

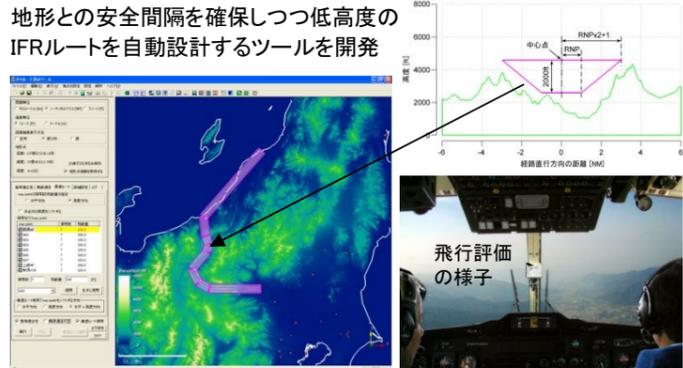
### JAXAにおける取り組み

- 総務省消防庁等との協力により、以下の研究を進めている。
  - 消防防災ヘリコプタ等の全天候性向上に関する研究
    - ✓ 広域応援出動の全天候性を向上する低高度のIFRルートの検討と飛行評価(右中図)
    - ✓ ヘリコプタの機動力を活かした衛星航法による進入方式(ポイント・イン・スペース方式等)の検討と飛行評価
  - 消防防災ヘリコプタ等の運航管理システムの開発
    - ✓ 小型・低コストなイリジウム衛星通信等を用いて、航空機と地上の災害対策本部等の間で情報共有を行う技術
    - ✓ 集結した多数の航空機へ最適な任務振り分けを行うための運航管理技術(右下図)

旅客輸送における就航率の例

	就航率
ヘリコプタ	
伊豆愛ランドシャトル('93-'02平均)	86%程度
シテイ・エアリンク('88-'91平均)	74%程度
国内便旅客機の平均	99%程度

(出展:「ヘリコプタのIFR運航に関する調査」, 航空局, 2004)



消防防災ヘリコプタ等の運航管理システムの全体概要

## 国際的な動向

### 低高度空域におけるサービスの拡大

#### 米国の動向

- 衛星航法によるヘリコプタの計器進入方式の運用  
ポイント・イン・スペース非精密進入方式 (FAA Order 8260.42A) が数百カ所の病院ヘリポート等で運用中。現在、同8260.42Bの改訂作業が進められている (Missed Approach Pointからヘリポートまでの飛行方式の見直し等)。将来的にはWAAS (SBAS) に対応予定
- 低高度空域用情報共有技術  
戦術用データリンク (TADIL) は、研究開発および実用化が進められており、我が国の自衛隊でも一部導入されている。ただし、セキュリティの問題から、民間では利用できない

#### 欧州の動向

- 緊急医療ヘリコプタの計器飛行方式による運航  
スイスで飛行試験による評価等を実施中 (HELIOS)
- 衛星航法による精密進入  
Eurocontrol, 独DLR, 仏ONERA, 蘭NLR等による総合的な研究開発プロジェクト (OPTIMAL) を実施

#### アジアの動向

- 我が国でポイント・イン・スペース進入方式の設定基準を制定 (2006年7月, 国空制第111号)
- 韓国 (KFRI) で林野火災への対応を想定した低高度空域用情報共有システムの研究開発が進められている

TADIL : Tactical Digital Information Link  
 HELIOS : Helicopter Low-altitude IFR Operations in Switzerland  
 OPTIMAL: Optimized Procedures and Techniques for Improvement of Approach and Landing  
 KFRI : Korea Forest Research Institute

# 将来の航空交通システムに対する認識と活動内容

## GBASを用いた曲線進入の実現, ASAS による間隔維持の導入

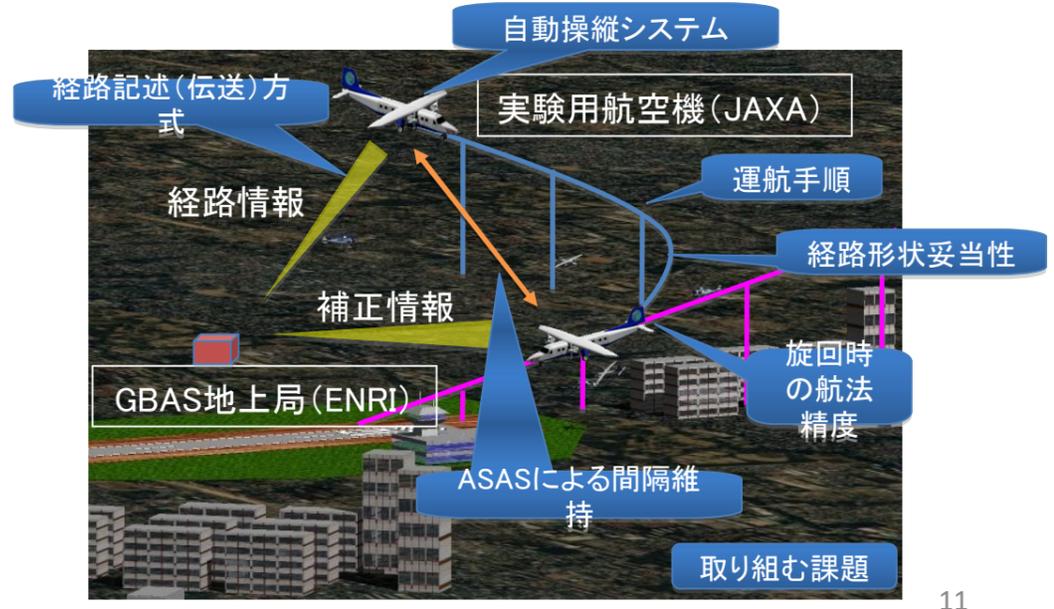
### 認識する課題

従来ILSが設置されていなかった滑走路でもGBASによって精密進入が可能になる。しかし、実現に際しては国内のいくつかの空港では地形等を考慮した曲線進入が必要となる。

### JAXAにおける取り組み

電子航法研究所と共同で、GBASによる曲線進入、Displaced Threshold進入など評価・実証実験にむけた飛行実験を環境を構築し、飛行性や運航手順の観点からの成立性の検討を行っている。またエアラインと共同で既存機によって曲線進入を行う場合の課題を抽出し、将来の自動着陸技術の開発を目指す実験を実施している。

ILS: Instrument Landing System  
GLS: GNSS Landing System



## 国際的な動向

### GBASを用いた曲線進入の実現, ASAS による間隔維持の導入

#### 米国の動向

- FAA等が, 地上から経路情報を転送するメッセージ(TAP)を用いて曲線進入を行う研究開発と飛行実験がおこなっている(2008-)
- FAAが, FMSによる経路をGLS経路に低高度で接続し曲線進入を行う実験をアラスカで行っている(2007-)

#### 欧州の動向

- DLR(ドイツ航空宇宙センター)がEUROCONTROLのファンドにもとづいてGLSによる曲線進入実験を実施した(2008)

#### アジアの動向

- 特になし

# 将来の航空交通システムに対する認識と活動内容

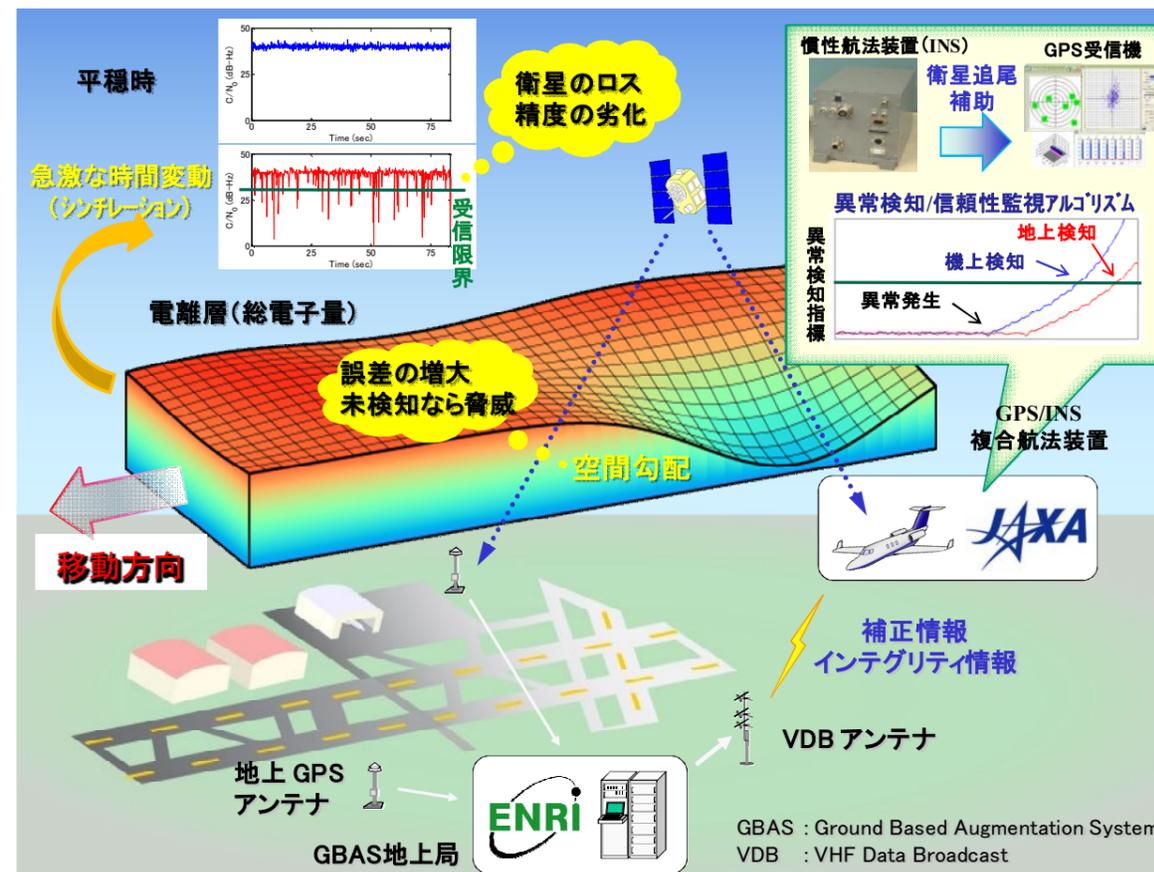
## 衛星航法による精密進入の導入

### 認識する課題

悪天候時の空港処理能力向上に必要なGBASは、CAT-I精密進入システムについて実用化に向け進行しているが、CAT-II/IIIの性能向上を実現するには、地上施設のみならず機上システム側にも電離層モニター機能等を装備しインテグリティを確保することが求められている。

### JAXAにおける取り組み

GPS受信機と慣性航法装置 (INS) を複合し、磁気嵐による電離層の異常をGPS単独よりも確実に検知し、精度・信頼性を監視するアルゴリズムの開発、およびINS補強によるGPS受信機の追尾性能向上とマルチパス誤差低減技術の開発を、電子航法研究所とDLR(独)と協力して実施している



## 国際的な動向

### 衛星航法による精密進入の導入

#### ICAOの動向

- 航法システムパネル(NSP)において、CAT-II/IIIのGBASの国際標準を検討中。2009年秋頃の策定を目指す

#### 米国の動向

- メンフィス空港におけるCAT-I GBAS地上施設の施設承認およびサービス承認を2009年に予定
- FAAが専門家パネルGEAS(GNSS Evolutionary Architecture Study)を組織。次世代GNSSによってLPV200を全世界に提供するために必要なインテグリティのアーキテクチャを検討(2008年2月報告)

#### 欧州の動向

- 2009年、ドイツ・ブレーメン空港およびスペイン・マラガ空港において、GBAS認証予定

#### アジアの動向

- インドが静止衛星型GPS補強システムGAGANを開発、評価中

# 将来の航空交通システムの構築に当たっての 今後の関わり方

## 長期ビジョンへの対応

- ▶ 長期ビジョン策定に貢献するとともに、長期ビジョン策定後はビジョンに示された方向性と齟齬が無いよう研究課題を航空局殿と調整する(ご協力をお願いしたい)。さらに各研究課題で必要な基盤技術を開発するための研究体制を構築して施策に協力する

## 将来の航空交通システム構築の各フェーズでの役割分担

	計画	研究開発	基準化	導入	整備	運用
航空局	長期ビジョンの策定	開発支援	基準化主導 (国際的プレゼンスの向上)	制度・運用方式の導入	インフラ整備	運用評価
JAXA	技術課題の提案	技術研究と実証	基準化参画	安全性評価	プロトタイプの評価	試験・評価
運航会社、大学	ニーズ※、シーズ提案	実証支援、基礎研究	基準化参画	意見集約	機上システム導入	実運用

※ 実施例: ANA殿と協力してFMS+ILSIによる低高度曲線進入の課題を抽出

## JAXAの想定する実施スケジュール

	2009	2010~11	2012~13	2014~21	2022~24	2025~
研究課題と目標(仕様)設定		技術実証システムの構築	技術実証と評価	基準化参画	プロトタイプの評価	試験・評価

