

電子航法研究所の成果を活用した国際貢献

国土交通省 航空局交通管制企画課
航空交通国際業務室長 原田 隆幸
令和 5年12月

～国際貢献のために～

1. 航空分野のインフラ国際展開
2. 航空管制システム等の海外展開の推進

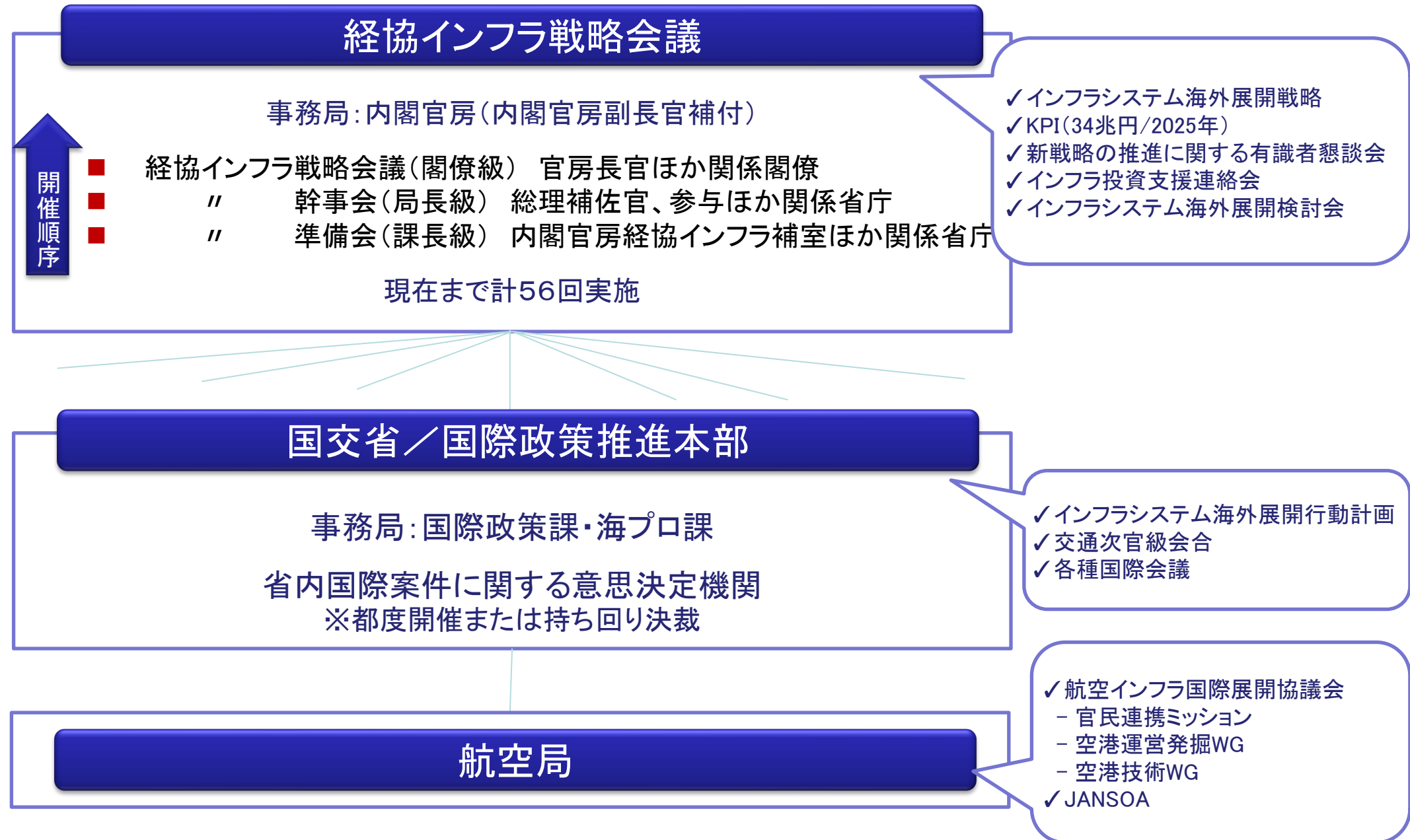
～研究成果が海外へ～

3. タイ国スワナプーム国際空港GBAS導入
4. ベトナム国フーコック国際空港MLAT導入
5. マレーシア国クアラルンプール国際空港FOD検知装置導入
6. NOPAC経路システム再編計画

～その他～

7. 国際業務室が注目する情勢

1. 航空分野のインフラ国際展開 実施体制



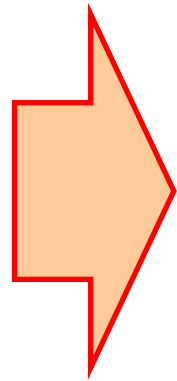
2. 航空管制システム等の海外展開の推進

アジア等の成長を積極的に取り込んでいくため、日本の強みのある技術・ノウハウを最大限に活かして、航空交通の安全性及び効率性を向上させる航空管制システム等の海外展開を官民の連携により積極的に推進

航空管制システム等海外展開推進検討会



- 国内関係者による協力体制を確立
- 海外展開を推進するための活動方針を策定



活動方針に沿った航空局の支援活動

- ◆国際会議などの場における官民での活動、海外他国での官民セミナー等の開催
 - ・インドネシア、ミャンマー、ベトナム等との2国間会議・セミナー
 - ・ICAO会議等の多国間会議での宣伝活動
 - ・総務省と連携した国際セミナー「JAPAN Wireless EXPO」
- ◆視察等の受け入れ
 - ・日本におけるJICA研修、セミナーの実施
 - ・民間企業、公的機関による招聘事業（幹部クラス視察）等
- ◆海外展開に向けた案件発掘調査
 - ・フィリピンやインドネシアにおける案件発掘調査
- ◆その他の活動支援
 - ・講演会（セミナー）の開催等による企業への情報共有

ODAや総務省との連携プロジェクトを活用した海外展開例

ODAや総務省電波システム海外展開プロジェクトを活用した日本製品（ハード）の海外展開と、JICA技術協力プロジェクトによる日本の技術・運用ノウハウ等（ソフト）の移転をパッケージ

（ハード）

JICA無償資金協力・有償資金協力

総務省電波システム海外展開プロジェクト



（ソフト）

JICA技術協力プロジェクト

- ・技術移転や教育訓練・人材育成への支援
- ・長期計画策定等の支援

2. 航空管制システム等の海外展開の推進

2023年12月現在

【ネパール技術協カプロジェクト】
「トリブバン国際空港飛行処理能力強化のための航空管制業務改善プロジェクト」実施中
※航空局から1名航空管制技術官を長期派遣中

【タジキスタン技術協カプロジェクト】
「性能準拠型航法導入に係る能力開発プロジェクト」実施中

【タイGBAS実証実験】
「スワンナプーム国際空港におけるGBAS実証実験：航空局・総務省連携プロジェクト」実施中

【マレーシアFOD検知装置実証実験】
「クアラルンプール国際空港におけるFOD検知装置実証実験：航空局・総務省連携プロジェクト」(R5.3完了)

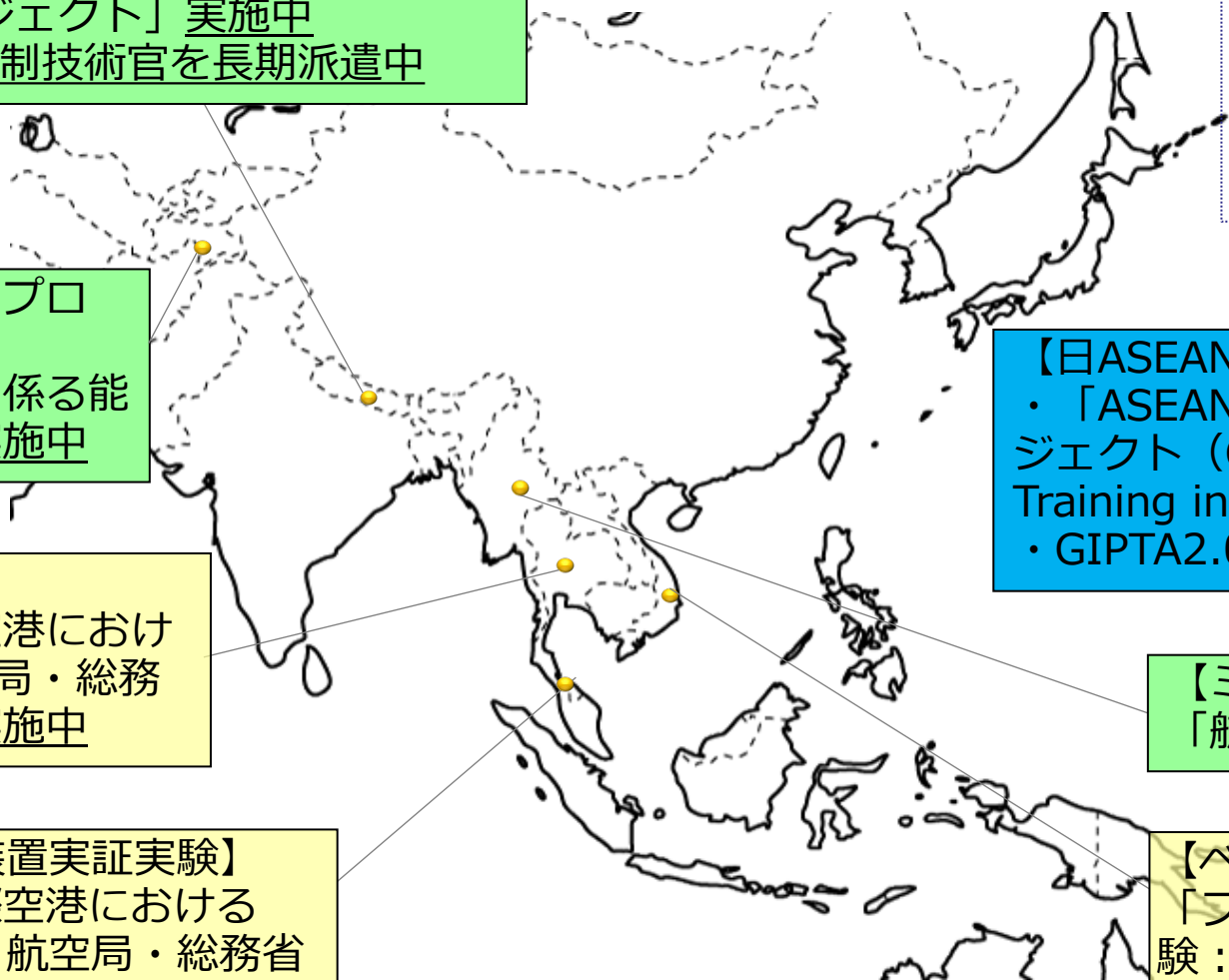
<凡例>

- JICAプロジェクト
- 航空局/総務省連携プロジェクト
- 日ASEAN交通連携プロジェクト

【日ASEAN交通連携プロジェクト】
・「ASEAN地域へのGNSS教育訓練プロジェクト（GNSS Implementation Plan Training in ASEAN（GIPTA））」R4実施
・GIPTA2.0 R6~R8実施予定

【ミャンマー無償資金協力】
「航空機監視システム改良計画」実施中

【ベトナムMLAT実証実験】
「フーコック国際空港におけるMLAT実証実験：航空局・総務省連携プロジェクト」(R4.6完了)

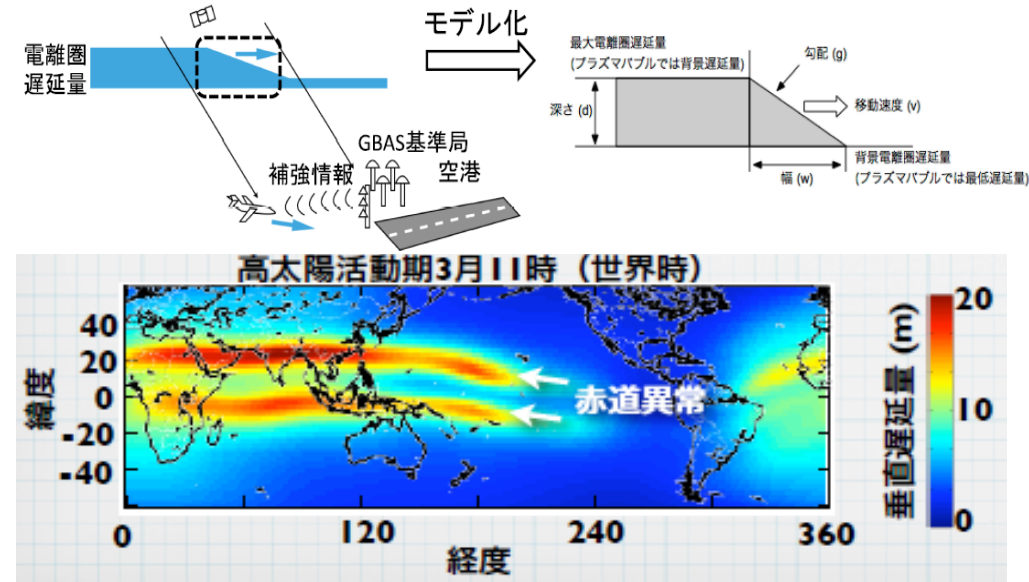


安全性要求を満たすGBAS(Ground-Based Augmentation System:地上型衛星航法補強システム)の開発。

<低磁気緯度の電離圏擾乱現象を脅威に含め安全性設計を行ったGBASの開発>

GBASにおいて、GNSSをより高度に利用するためには効率的な電離圏遅延量勾配の検出方法や電離圏脅威モデル等を開発することが重要。

- GNSS高度利用の為の電離圏遅延量勾配の検出方法の開発
- 低磁気緯度の安全設計を行ったGBAS試作装置を開発。
大規模空港へのGBAS設置方法を検討。
- 実用化に向けシステム全体として接続して機能するかB787を用いたGBASプロトタイプ飛行実験による相互運用性の評価を実施。



(2010・2013年度電子研発表会資料より抜粋)

<アジア太平洋地域衛星航法電離圏脅威モデルの開発>

日本を含む磁気低緯度地域においてGNSSの航空利用を推進するためには、低磁気緯度電離圏変動の特徴を詳しく調べ、それを適切に反映したモデル（脅威モデル）に基づいた安全なシステムを構築する必要がある。

- 電子研が主導してアジア太平洋地域においてICAOの枠組を通して電離圏データの収集を協調して行い、データの共有、共同解析を行うことを提案し、「アジア太平洋地域電離圏問題検討タスクフォース」が設立された。
- アジア太平洋地域諸国の磁気低緯度地域に適した電離圏脅威モデルを構築。
- GBAS海外展開のための電離圏環境評価をタイにおいて実施。

GBAS (Ground-Based Augmentation System : 地上直接送信型衛星航法補強システム)

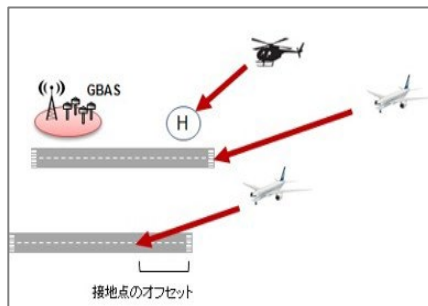
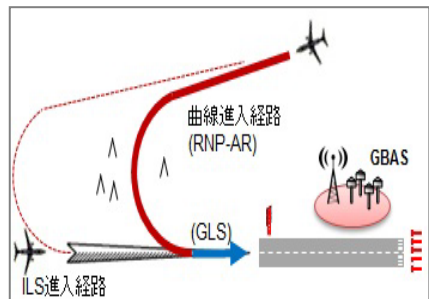
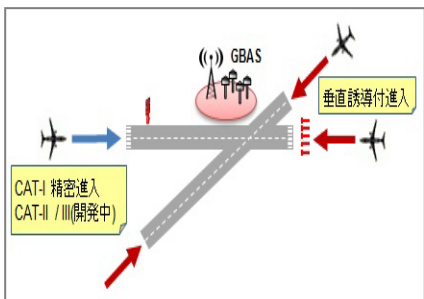
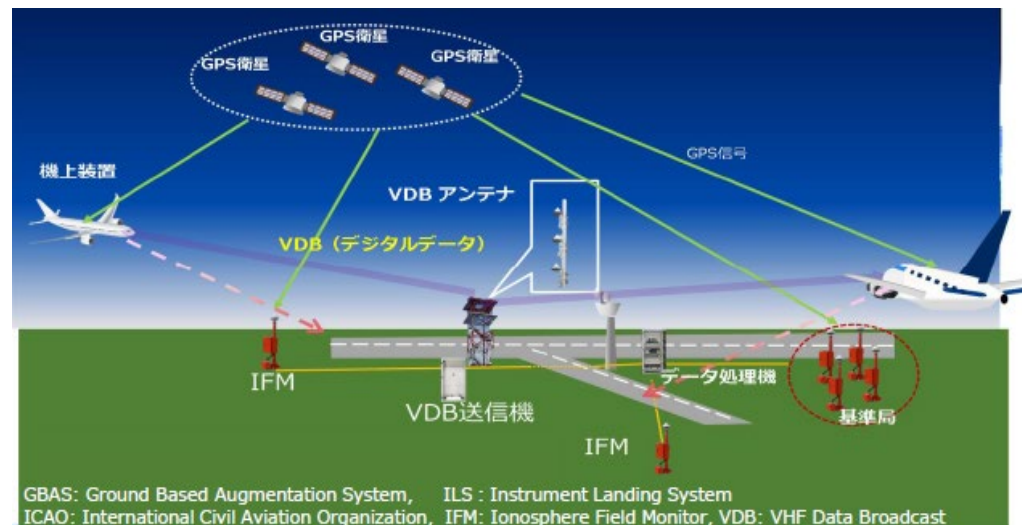
地上からGPS測位の精度や安全性を向上させる補強信号、航空機の進入降下経路情報を送信し、航空機を安全に滑走路へ誘導するためのシステム。

〈主な研究〉

- ・アジア太平洋地域衛星航法電離圏脅威モデルの構築
- ・アジア太平洋地域衛星航法電離圏脅威モデルの開発
- ・アジア太平洋地域GBAS電離圏脅威モデル

世界初の低磁気緯度地域に対応したGBASを開発。

バンコクのスワンナプーム国際空港においては総務省と連携し、実証実験を実施中 (R6.3末終了予定)。



- 1式で複数滑走路をカバー
- 柔軟な進入経路が設定可能
- 自由な着陸地点設定が可能



スワンナプーム国際空港全景

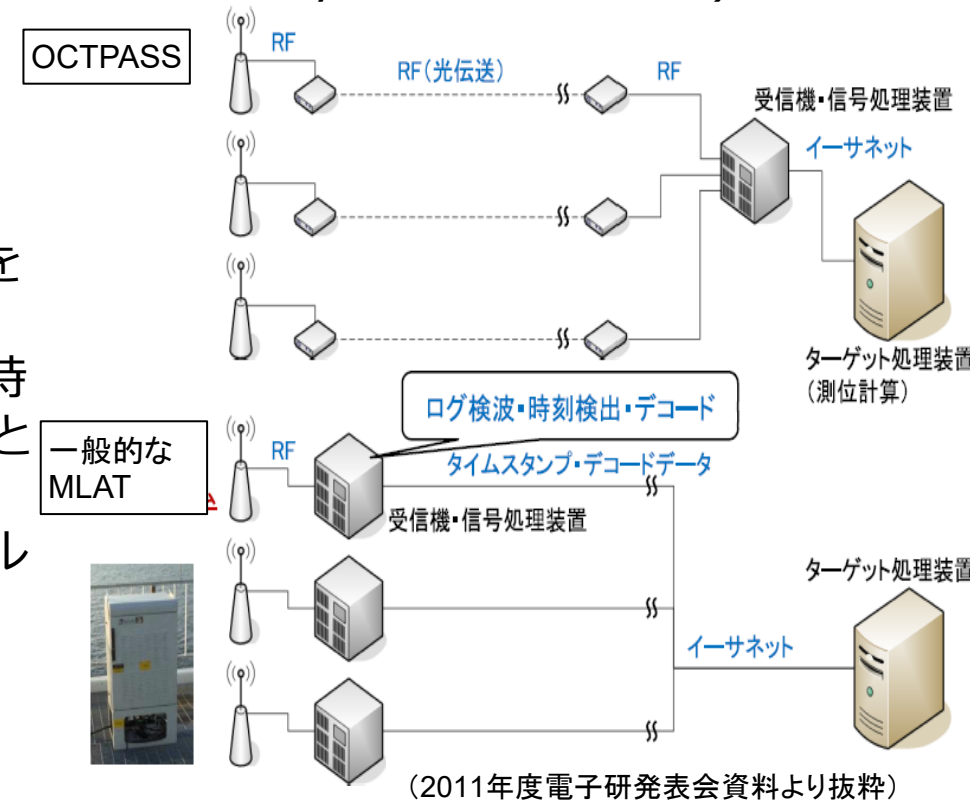
夜間や悪天候などの低視程時において確実な航空機監視を実現するため、航空管制支援システムの一部としてマルチラレーション監視システムの開発。

<光ファイバ接続型受動監視システム(Optically Connected Passive Surveillance System: OCTPASS)の開発>
マルチパスが発生しやすいエプロン・スポットエリア等におけるマルチラレーションの高性能化を目指し、光ファイバ接続型受動監視システムの研究を開始。

- 受信局で受信したRF信号をそのまま1か所に集め、信号処理を行う。RF信号の減衰劣化を防ぐためアナログRF信号光伝送装置(RoF※)を利用。
- マルチパス等の干渉により解読できない信号があっても、信号間の時間的な相関を得ることで、同一航空機から送信された信号であることを判断することが可能。
- 受信局は小型・軽量化が可能となりレイアウトに関してフレキシブルな設計が可能。

<実環境下における研究>

- 信号処理部の試作から始まり、RF受信処理部、ターゲット処理部、送信処理部及び送信制御機能の開発を経て、空港という実環境下での検証を行い実用化された。



※無線信号で光信号を強度変調し、光ファイバで伝送する技術。光ファイバは、同軸ケーブルに比べ低損失で広帯域なため、高周波の無線信号を数km先の遠隔地まで伝送が可能となる。

MLAT (Multi-LATeration : マルチラレーション)

空港面を移動する航空機等を監視するシステムであり、航空機等の位置及び便名等を管制塔の管制卓に表示するもの。

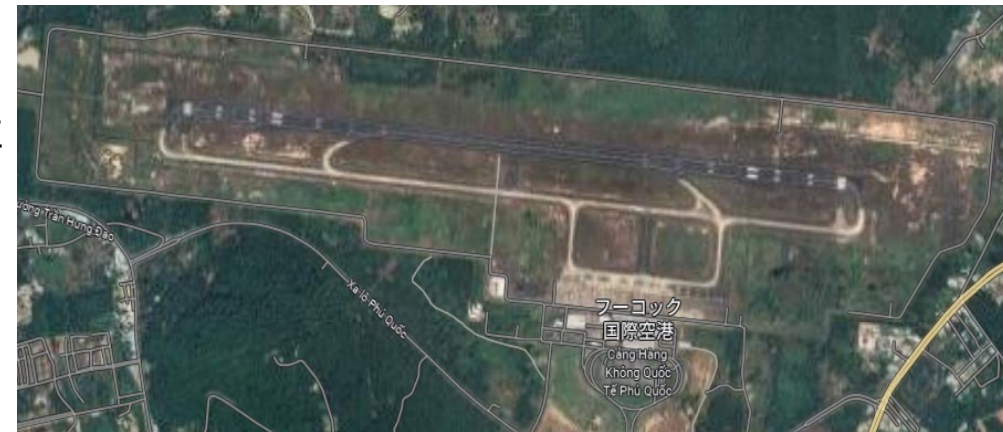
〈主な研究〉

- ・ 光ファイバ接続型受動監視システム信号処理装置の試作・評価
- ・ 光ファイバ接続型受動監視システムの試作と動作検証試験
- ・ 光ファイバ接続型受動監視システムの性能評価結果

空港内の建造物の電波反射が航空機の測位精度に影響を与える可能性があることから、受信局を多数設置する必要があるが、光ファイバー技術により耐マルチパス干渉性を有する高性能マルチラレーションを開発。

ベトナムフーコック国際空港において実証実験を実施し、令和4年7月に運用移行。

- マルチパスの影響減
- 必要最小限の受信局数
- 受信局部の小型化



フーコック国際空港全景

滑走路面上の異物は、航空機等に損害を与え事故等の危険な状態を引き起こす可能性があるため、異物を自動的に探知するシステムの開発。

<光ファイバ接続型ミリ波レーダーシステムの開発>

中央装置で生成したミリ波帯信号を、Radio-over-fiber (RoF)*技術を用い、直接電気信号を光信号に変換して各レーダー装置に配信する構成を提案し研究を開始。

- 従来型ミリ波レーダー（単一レーダーで大面積を監視）より、水平分解能が改善
- 路面装置の極端な単純化および低コスト化が可能
- 単一のレーダ信号源に開発コストを集中することができ、複雑な信号生成処理が可能
- 光ファイバを用い、受信信号を中央装置へ伝送することで、一括して信号処理が可能

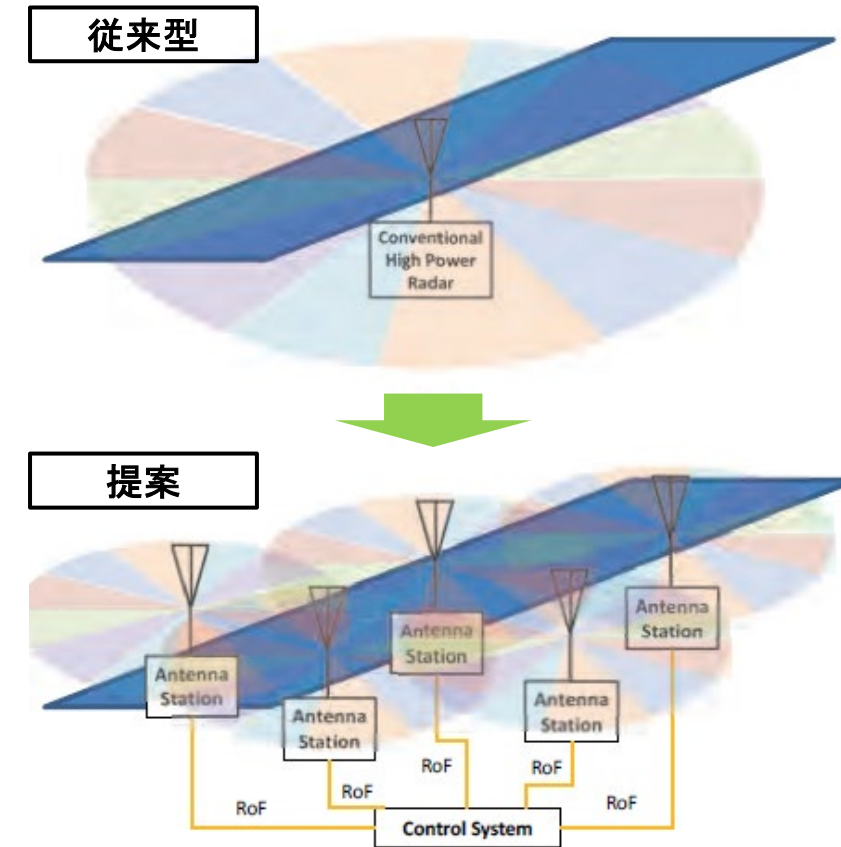
<検知精度向上の研究>

対象物を明確に検知する信号回路を有したミリ波レーダシステムを実現

<性能確認及びハイブリッドセンサの開発>

欧州航空機器機関（EUROCAE）の最低航空システム性能規格（MASPS）に定められた性能要件の確認
ミリ波レーダーと高感度カメラを連動したハイブリッドセンサを用いた滑走路異物監視システムの開発

*無線信号で光信号を強度変調し、光ファイバで伝送する技術。光ファイバは、同軸ケーブルに比べ低損失で広帯域なため、高周波の無線信号を数km先の遠隔地まで伝送が可能となる。



(2014年度電子研発表会資料より抜粋)

FOD (Foreign Object Debris : 滑走路異物) 検知装置

90GHz帯ミリ波レーダーを活用して滑走路面に落下している金属片等の異物を検知するもので、物体を検知してからわずか10秒後に高感度カメラで写真を撮影し運用者に通知するもの。

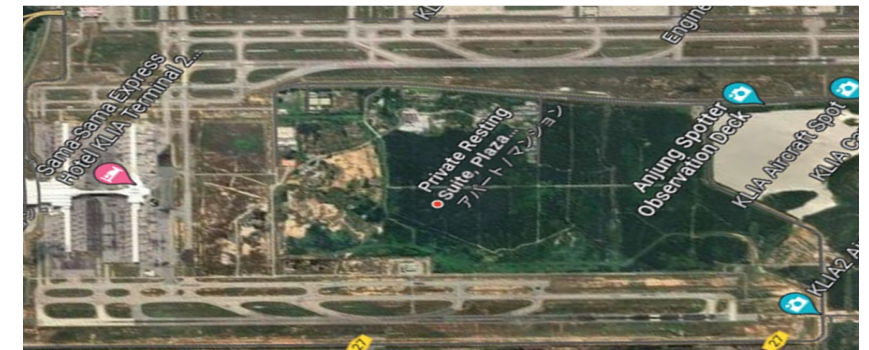
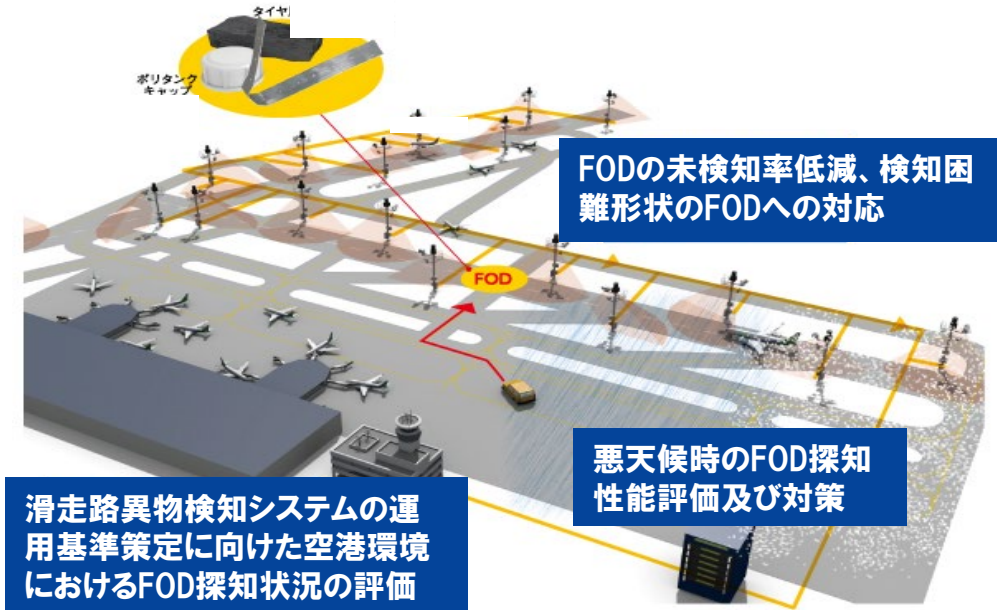
<主な研究>

- ・ 光ファイバ接続型滑走路監視用ミリ波レーダーの基本評価試験
- ・ 光ファイバ接続型ミリ波レーダによる異物探知技術
- ・ 滑走路異物探知用ミリ波レーダーシステムの実証実験

天候の影響を受けにくく、小型かつ高分解能特性を実現できるミリ波レーダー技術等により光ファイバー接続型ミリ波レーダーの開発。

マレーシアのクアラルンプール国際空港において実証実験を実施し、R4年度末終了。

- ❑ 墜落事故の要因となる異物の早期検知 (事故回避)
- ❑ 定時運航確保 (経済効果)
- ❑ 滑走路閉鎖時の上空待機便による燃料消費の削減 (環境保全)



クアラルンプール国際空港全景

NOPAC経路システムの現在と最終形

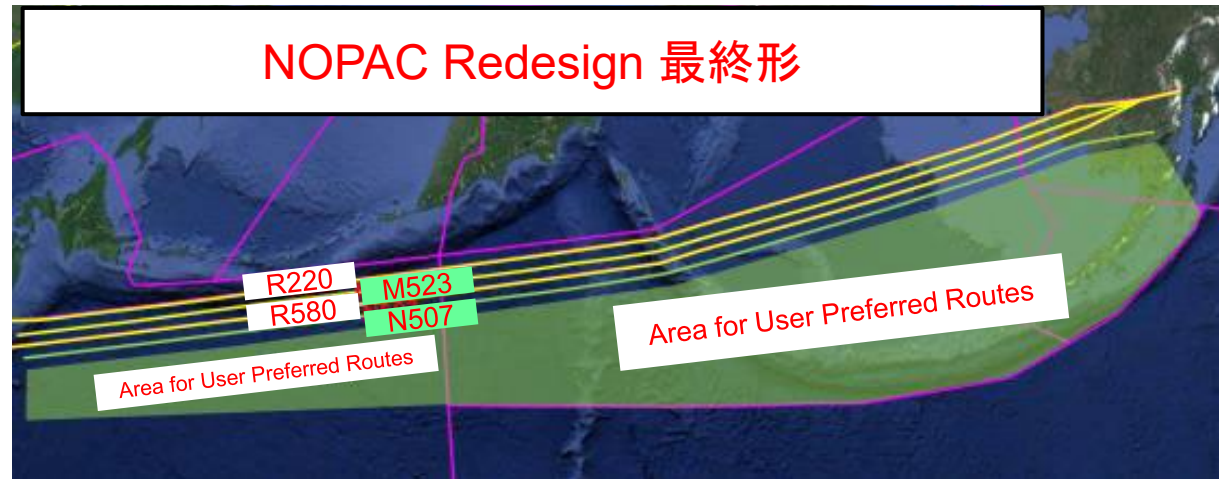
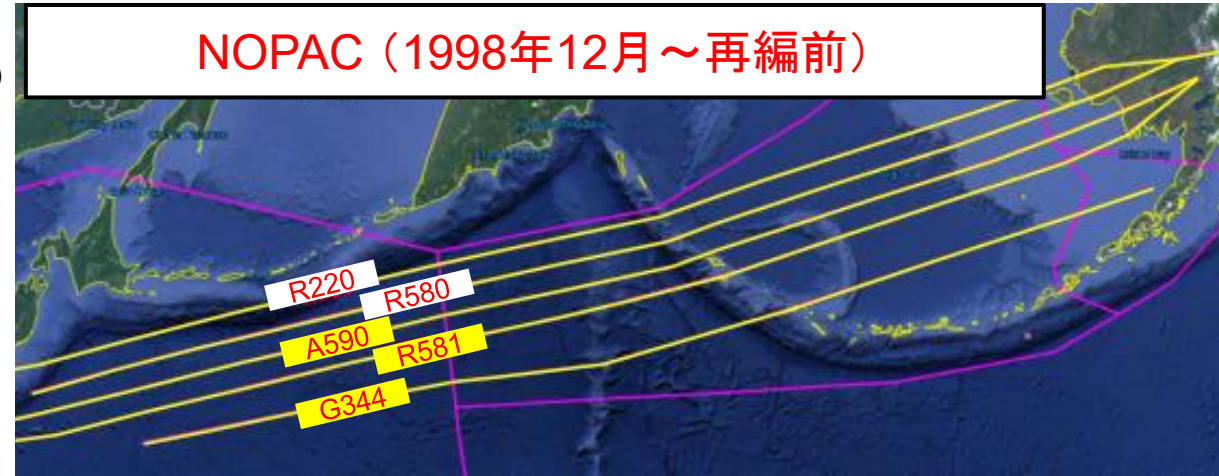
NOPAC経路システムとは、北米と日本やアジアを結ぶ5本の航空路によって構成される経路。(2023年10月現在：約270機/日)

【システムの再編前から最終形への変化】

- 各航空路間は50NMで、経路システムは約230NMの幅で設定
- ↓
- R220とR580の間／R580とA590の間に、それぞれRNP4経路を新設
⇒各航空路間の間隔は25NMに短縮
(新経路：RNP4/PBCS承認機のみ、FL340-F400)
 - オリジナルのNOPAC経路の南側3本を削除
⇒システム幅は75NMに圧縮

《再編の目的》⇒洋上運用の効率化

- UPR空域の拡大
 - 運航者の自由な飛行を実現
- NOPAC内航空路を大圏経路へ近づけること
 - 飛行距離の短縮
- RNP4/PBCS承認機の混在状況における空域の最適化
 - 承認機はミニマムな管制間隔
 - 非承認機のデメリットも最小



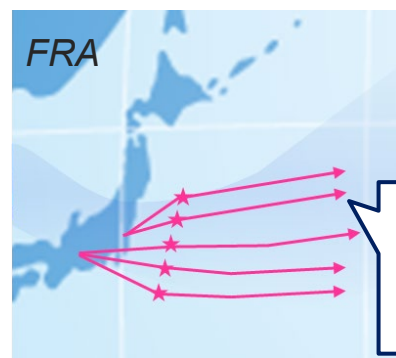
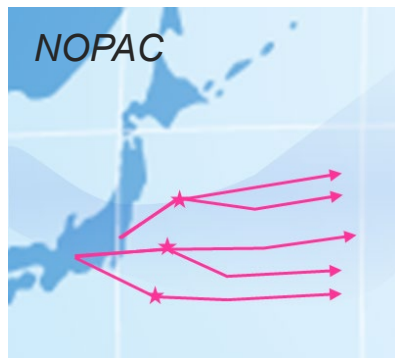
NOPAC経路システム再編にかかる北太平洋上の空域の容量拡大及び飛行の効率化について、Fast-time Simulationsによる実験で効果を検証する

【研究の背景】

- **交通量増大**：日本発着の国際便や上空通過機、特に北米～東アジア間
- **「シームレススカイ」**：航空交通流の効率化は単独FIRで得られる便益には限界、異なるFIR間や運用条件が異なる空域間の円滑な航空交通流の実現を目指す

【研究（一部）】 <洋上空域の効率化：UPR (User Preferred Route)>

- 評価例：NOPAC経路領域、FRA(Free Route Airspace)領域、洋上ゲートウェイ数を変化させた評価



評価対象：東行き/FRA
洋上ゲートウェイは交通を分散、理想経路に近い飛行計画が可能に



評価対象：西行き/NOPAC
東行きの固定経路が西行きトラフィックの「壁」となるため、最適経路の計画不可



固定経路の制限がない
理想に近い最適経路を得る

- ジェット気流の季節変動を洋上運用の評価に反映する方法を開発
- ステップクライム要求の拒否率の傾向及び影響する要素を分析

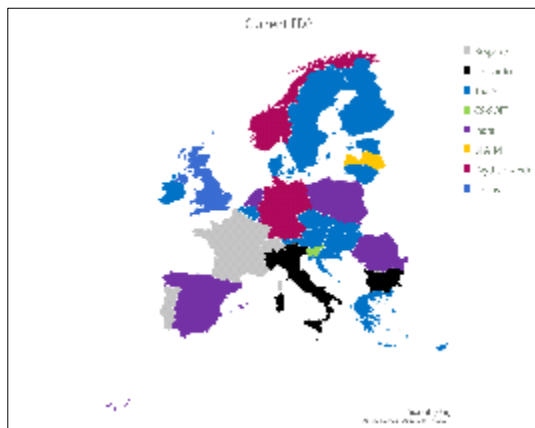
【期待される成果】

- 運用に供する空域設計等の検討・評価
- 異なるFIR間、陸域／洋上間のシームレスな高高度フリールーティングの課題洗い出し等

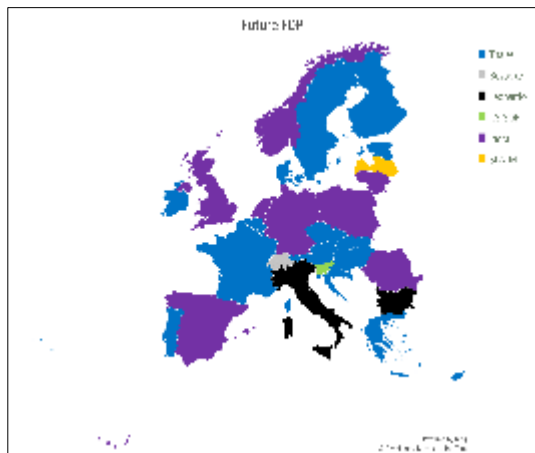
➡ データ解析とシミュレーションによる評価がJCABの計画に貢献

日本の素晴らしい技術、そして研究者のやりがいのためにも関係者と協力し国際社会へ貢献すべく努力します。

現在のFDP(ATM)システム



将来のFDP(ATM)システム



Figures are based on known/published ANSP plans. By CANSO

欧州ATMシステム-2大調達アライアンス

- What?
 - ・COOPANSアライアンス
THALES(フランス)
 - ・iTEC フレームワーク
Indra(スペイン)
- Why?
 - ・コスト削減(近代化によりシステムコスト増)
 - ・相互運用性
 - ・クラウドによるサービス等の導入も
- アジアへの進出?
 - ・企業スポンサーによるワークショップ等
 - ・コンサル等とタイアップしアジアにも接近
- どうする日本?
 - ・海外への技術支援とcapacity building
 - ・海外でも売れる製品作りへの支援
 - ・産学官のさらなる協力



ABOUT COOPANS

COOPANS is an international successful partnership between the air navigation service providers of Austria (Austro Control), Croatia (Croatia Control), Denmark (Naviair), Ireland (AirNav Ireland), Portugal (NAV Portugal) and Sweden (LFV). Thales is a chosen supplier (industry partner) for COOPANS.



ご静聴ありがとうございました。

