

## 第17回電子航法研究所発表会



# 航空システムの高度化に向けて

---監視、通信及び基盤的・横断的技術から---

2017年6月8日

電子航法研究所 監視通信領域長

仲田 貴文

# ENRI 1. 取り組んでいる研究分野 (基本イメージ)

航空交通の安全、円滑、効率性向上を目標に、航空交通システムの高度化に貢献するための監視、通信システム等に係る研究開発を実施

## 航空交通システム(Air Traffic/Navigation Systems)

### 航空交通管理 (Air Traffic Management)

主にCNS3分野の無線・通信技術で支援・実現

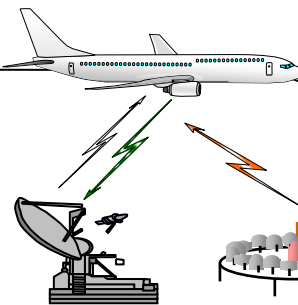
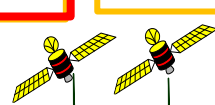
#### 通信 (Communication)

航空機(空)と管制官(地上)が音声等のやりとりをする



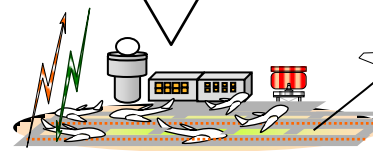
#### 航法 (Navigation)

航空機(空)が自分の位置を知る



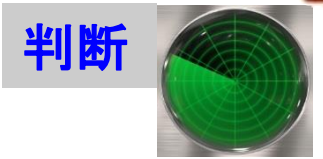
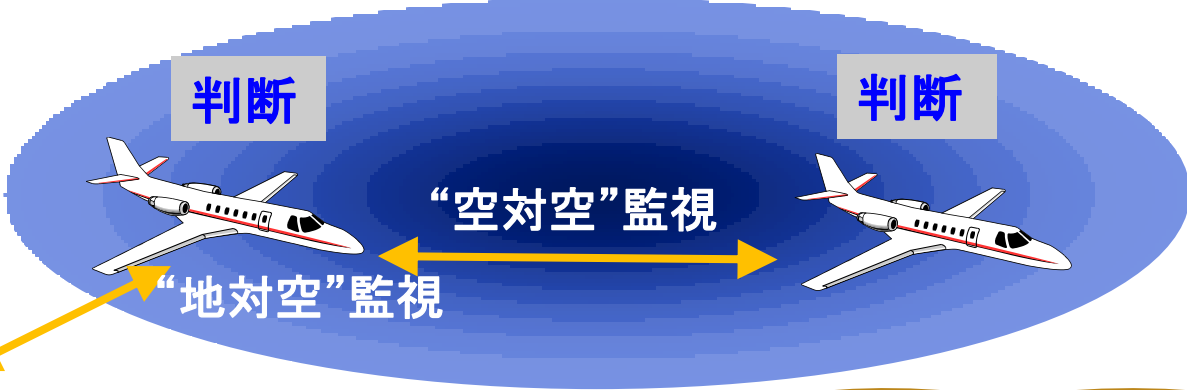
#### 監視 (Surveillance)

管制官(地上)が航空機(空)の位置を知る



# ENRI 1. 取り組んでいる研究分野 (基本+α)

**監視**  
状況認識



**通信** インフラ=データ、音声通信  
意思伝達 (指示、要求など)

認識  
判断



**SWIM-情報管理**  
運航、航空、気象情報の共有、協調  
的意思決定



認識  
判断



**センサ** 状況認識

航空システムに係る安全、保安、効率化、適正化

# ENRI 2. 今中長期における研究の方向性

## (1) 航空システム高度化に係る航空界の動向

### 航空交通システムの現状と将来に係る世界規模での議論

- 航空交通量増に対する容量拡大
- 運航効率の向上
- 環境の保全



◇ ICAO: 「Global Air Navigation Plan (4<sup>th</sup> Edition) 」  
「Aviation System Block Upgrades(2013)」



◇ 航空局: 「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」(2011～)



◇ ENRI: 「研究長期ビジョン」改訂(2015～2031)



# ENRI 2. 今中長期における研究の方向性

## (2) ENRI長期ビジョン(2015-31)

技術開発目標	研究開発分野	H27 (2015)	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34 (2022)	H35 (2023)	H36 (2024)	H37 (2025)	H38 (2026)	H39 (2027)	H40 (2028)	H41 (2029)	H42 (2030)	H43 (2031)
航空交通の安全性向上及び処理容量の拡大	機上情報活用による安全性向上及び航空交通最適化技術	機上監視による安全性向上及び航空機間隔最適化の研究																
		機上情報による監視性能向上の研究								超高密度運航方式に関する研究								
		無人機等の安全性向上のためのCNS/ATMに関する研究																
	トラジェクトリ・ベース運用(TBO)による安全性向上及び航空交通最適化技術	効率的な管制空域及び動的経路の管理の研究																
		リスクに強いレジリエントCNS/ATMシステムの開発																
		トラジェクトリ・ベース運用(TBO)概念の実装技術の開発																
運航効率化による環境負荷軽減	空港面及び空港周辺の運航効率化技術	空港面及び空港周辺空域における監視技術の高度化																
		GNSSを利用した曲線精密進入方式及び動的最適化経路設定技術の開発								全ての運航フェーズにおけるトラジェクトリ・ベース運用(TBO)の実現								
	空港面管理技術と出発到着管理システムの連携																	
	情報通信高度化による運航効率化技術	航空交通情報共有基盤(SWIM)の技術開発																
高速通信のための次世代航空通信技術の開発												通信航法統合化システムの開発						
基盤的研究分野	安全性評価及びATMパフォーマンス評価技術																	
	電波資源対応技術																	
	ヒューマン・ファクタ関連技術																	



# ENRI 2. 今中長期における研究の方向性

## (3)中長期計画(FY2016-2022)における研究開発課題

### 研究開発目標の基本

- ◎航空機運航の安全性及び効率性の向上
- ◎航空交通量増大への対応
- ◎航空利用者の利便性向上
- ◎環境負荷(CO2、騒音)低減



研究開発目標の達成及び技術課題の解決に向けて、以下の研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施

### 研究開発分野と技術課題

軌道ベース運用による航空交通管理の高度化



機上情報の活用による航空交通の最適化

関係者間の情報共有及び通信の高度化

空港運用の高度化



### 3. (1) 2016年度 研究計画 13テーマ (交付金研究に限る)

重点	M-13-03 (4/4) ●	<u>航空路監視技術高度化の研究</u>
	M-14-02 (3/4)	マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究
	M-14-03 (3/3) ●	<u>空港面異物監視システムの研究</u>
	M-16-01 (1/5)	<u>SWIMのコンセプトによるグローバルな情報共有基盤の構築と評価に関する研究</u>
	M-16-03 (1/4)	空地通信技術の高度化に関する研究
指定	A-14-01 (3/4)	監視システムの信号環境と将来予測に関する研究
	A-15-02 (2/4)	空港面と近傍空域のシームレスな全機監視方式の研究
	A-15-03 (2/3)	<u>ADS-B方式高度維持性能監視の研究</u>
基盤的	B-13-02 (4/4) ●	<u>低高度における状況認識技術に関する研究</u>
	B-15-05 (2/2) ●	走査型親局を想定する受動型レーダの覆域拡張技術の研究
	B-15-06 (2/2) ●	カオス論的な発話音声評価アルゴリズムの信頼性向上のための研究
萌芽的	K-13-01 (4/4) ●	<u>UASのためのGPSに代わる位置推定法に関する研究</u>
	K-16-01(1/5)	航空機内データ通信(WAIC)における電磁環境評価に関する基礎研究

注1: ●:完了済み、Y/X: X年次計画のY年目

注2: 下線: 今回の発表にて、関連の成果発表を行うもの

注3: 上表以外に、研究調査、競争的資金型研究、及び受託研究も多数実施中。



# 3. (2)2017年度 研究計画 12テーマ (交付金研究に限る)

重点	M-14-02 (4/4) ●	マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究
	M-16-01 (2/5)	SWIMのコンセプトによるグローバルな情報共有基盤の構築と評価に関する研究
	M-16-03 (2/4)	空地通信技術の高度化に関する研究
指定	A-14-01 (4/4) ●	監視システムの信号環境と将来予測に関する研究
	A-15-02 (3/4)	空港面と近傍空域のシームレスな全機監視方式の研究
	A-15-03 (3/3) ●	ADS-B方式高度維持性能監視の研究
	A-17-02 (1/4) ★	従属監視補完技術に関する研究
	A-17-03 (1/4) ★	滑走路上の異物検出率向上等要素技術に関する研究
基盤的	B-17-02 (1/3) ★	受動型レーダを用いた近接航空機測位システムの研究
	B-17-03 (1/3) ★	無人航空機を含む飛行環境形成の要素技術に関する研究
	B-17-04 (1/3) ★	ヘリコプタ全周囲監視支援技術に関する研究
萌芽的	K-16-01(2/3)	航空機内データ通信(WAIC)における電磁環境評価に関する基礎研究

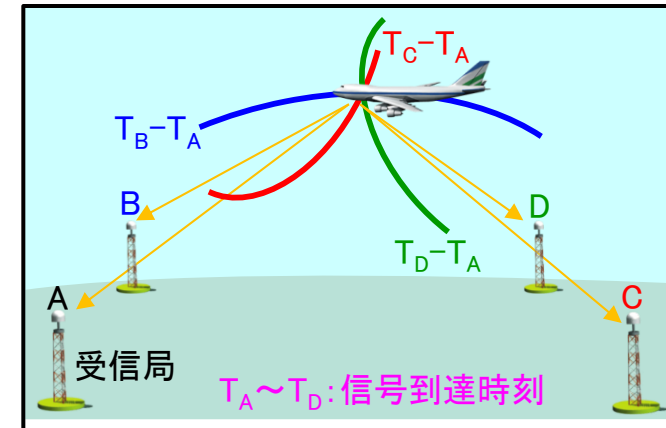
注1: ★: 新規、●: 最終年度、(Y/X): X年次計画のY年目

注2: 上表以外に、競争的資金型研究、及び受託研究も多数実施中、応募中、もしくは計画中。



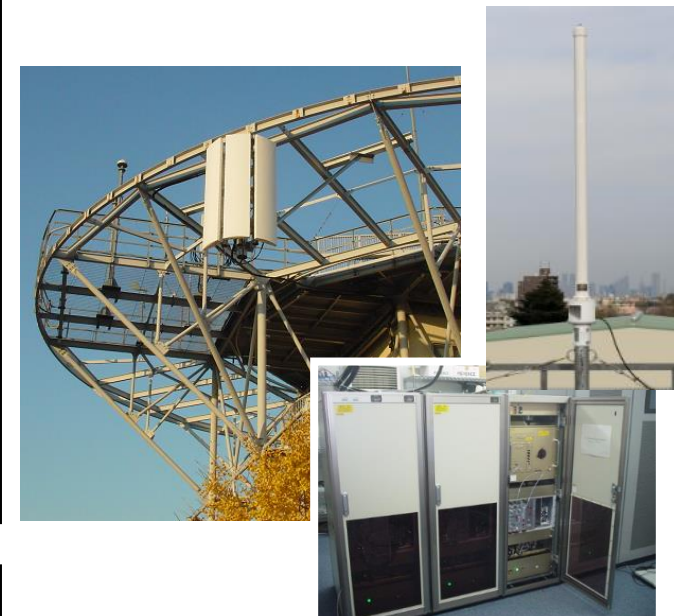
(1) WAM受信局配置設計に向けた検出率予測モデル  
(長縄研究員)

- 将来航空交通システムへの変革
  - 時間管理を導入した軌道ベース運用
  - 地上・機上での状況認識能力の向上
- 現在のレーダでは対応が困難(頻度、精度等)
- WAM等を活用した“高度な監視システム”が必要



WAMによる測位原理

- 2013～16年 “WAMの高度化”に関する研究
  - 質問機能を活用した測位方式 → 測位精度向上
  - アンテナのセクター化 → 覆域拡大
  - **信号検出率モデル → 受信局配置の最適化**
- 昨年度発表以降の進展
  - 受信局単体での“信号検出率モデル”  
→ **WAMシステム全体での“航空機検出率モデル”**



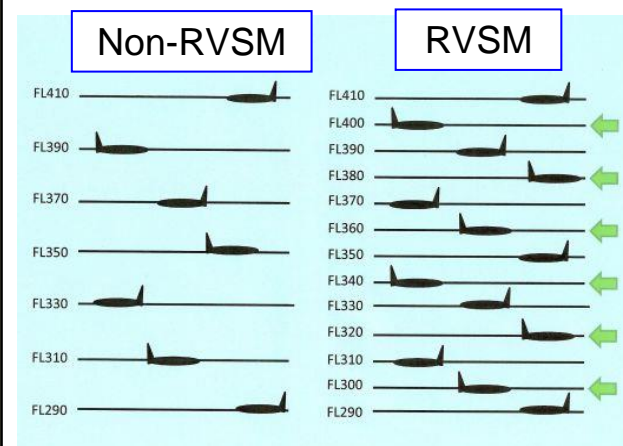
WAM実験設備(ENRI調布)

- 将来監視システムの設計、整備計画策定に寄与

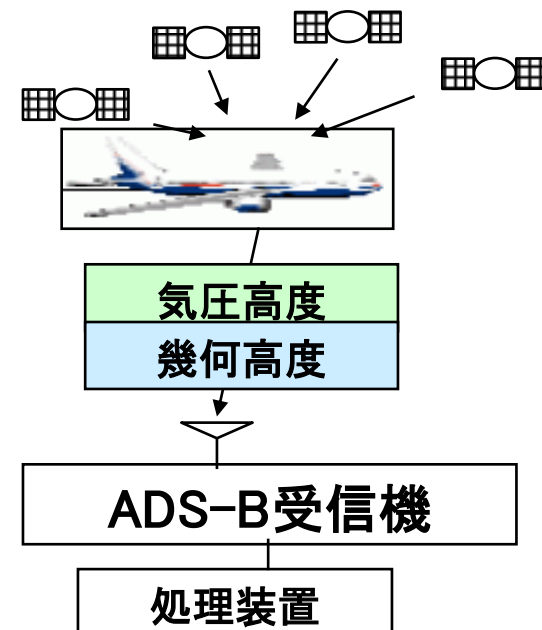
- 国際航空における需要増、運航効率向上ニーズ
- 1995年 ICAOによるRVSM国際基準化
- 2000-05年 本邦FIRにて、RVSMを段階的に導入
- 高度維持性能監視を含む、空域安全監視が必須
  - 我が国: WAM方式による監視体制
  - 豪、泰、中: ADS-B方式による監視体制

- 2014年 ADS-B方式における誤差要因等を調査
- 2015~17年 「ADS-B方式高度維持性能監視に関する研究」
  - 精度・誤差の評価、技術的課題の検討・整理

- 将来の空域安全監視システム設計、整備計画に寄与
- 国内外における、空域安全性監視に係る技術課題の解決

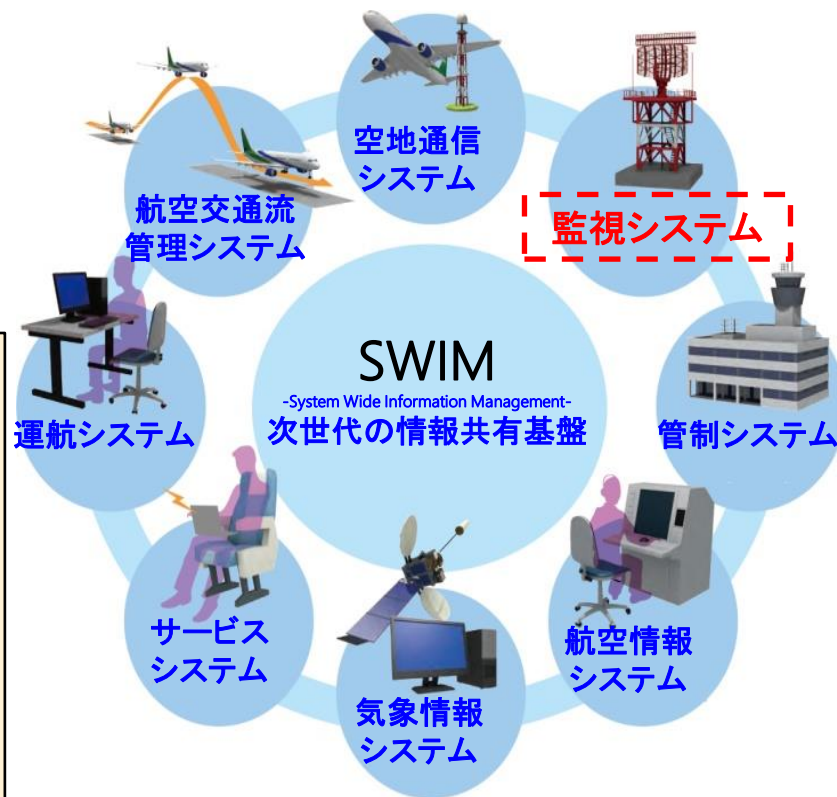


RVSM運用(イメージ)



- 将来航空交通システムへの変革
  - 時間管理を導入した軌道ベース運用
  - 情報交換・共有、協調的意思決定
- SWIMを利用した“情報管理基盤”が不可欠

- これまでの取り組み
  - 2012～13年 調査
  - 2014～15年 SWIM運用概念に係る国際実証実験
  - 2016～20年 実運用を想定した情報交換モデル、サービス等の開発～評価
- 2016年度における主な国際連携活動
  - FAA主導の国際連携実証実験 (Mini Global Demonstration II)、FF-ICE運用マニュアル検証実験
  - ICAO APAC 地域整備計画活動 (Workshop, Taskforce)
  - 国際ワークショップ (SA-SWIM)



Pre-Departure Planning

Flight Operations

Post Operation



Pre-flight

Pushback

Taxi to runway

Takeoff

Landing

Taxi to gate

Agreed 4DT

Negotiating 4DT

Desired/Ranked 4DT

気象情報

運航情報

航空情報

運用情報

監視情報

その他  
関連情報

## ● GANP 2016

- ATM Logical Architecture
- Block 2(2024~): FF-ICE coordination
- Block 3(2030~): Full FF-ICE, 4DT

- “運航情報”と“監視情報”の連携
- 4DT実現には不可欠

## ● 本日の発表

- 監視情報ドメインの構築
- “トラジェクトリデータ”と“監視データ”の連携・融合
- シミュレーション → 評価 → 今後の課題

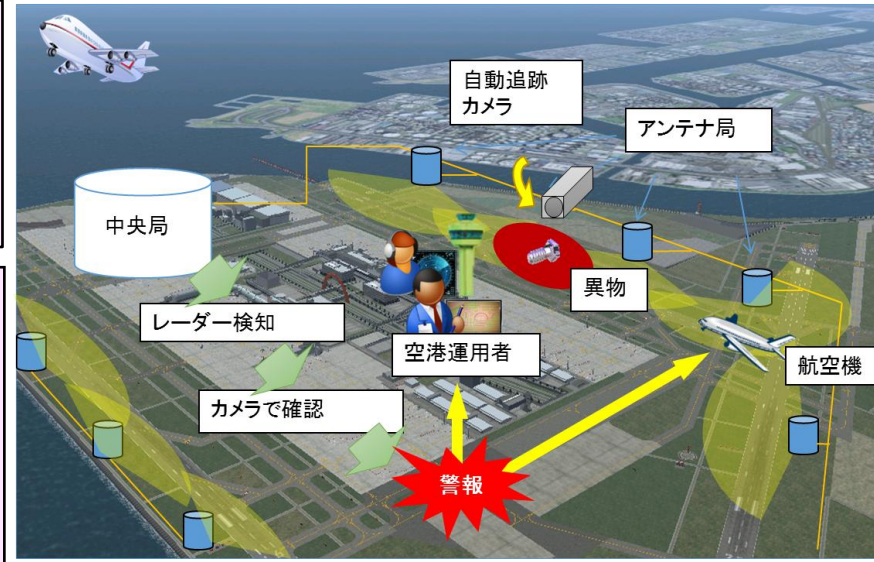


(4) 空港面異物監視システムの異物検知性能評価 (米本上席研究員)

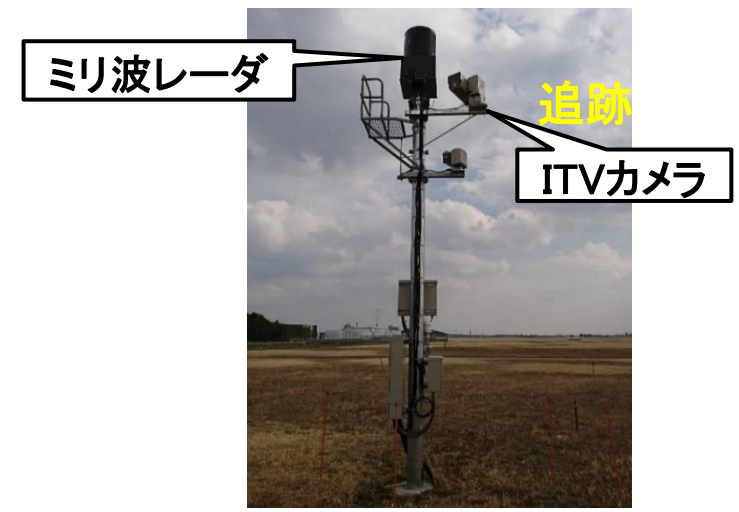
- 空港容量拡大、空港交通量の増加
- 空港安全、効率性、運用継続性の向上
- “滑走路異物監視”も重要

- これまでの取り組み
  - 2009年～ 基礎研究
  - 2012年～ 総務省公募型研究
  - 2014～16年 **ハイブリッドセンサシステム開発**
  - メーカー、国研、大学等との共同研究
  - 国際技術基準策定活動(EUROCAE)
- **ハイブリッドセンサシステムの開発**
  - **ネットワーク型レーダ (リニアセル)**
  - **ハイブリッド構成 (レーダ及び高感度ITVカメラ)**
  - **異物・異常に対する、警報生成アルゴリズム**

- 2017年～ 技術課題の解決、性能向上
- 国内外の空港への導入・展開



全体システム (イメージ)



アンテナ局外観



- 回転翼航空機の運航環境、飛行特性
- 低高度航行時の周囲認識と安全確保・向上
- ミリ波レーダ等のセンサーによる障害物監視

- これまでの取り組み

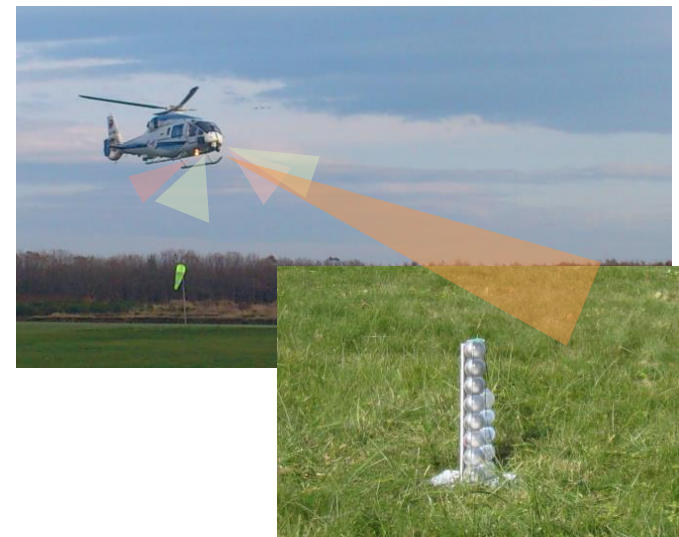
- 10年以上に亘り、課題別に、また、段階的に実施
- 2013～16年 **前方監視レーダの要素技術**
- 内外の国研、運航者との共同研究
- 回転翼機の飛行安全やIFR運航に関する研究会等

- ～2016年 **前方監視レーダ試作機の開発**

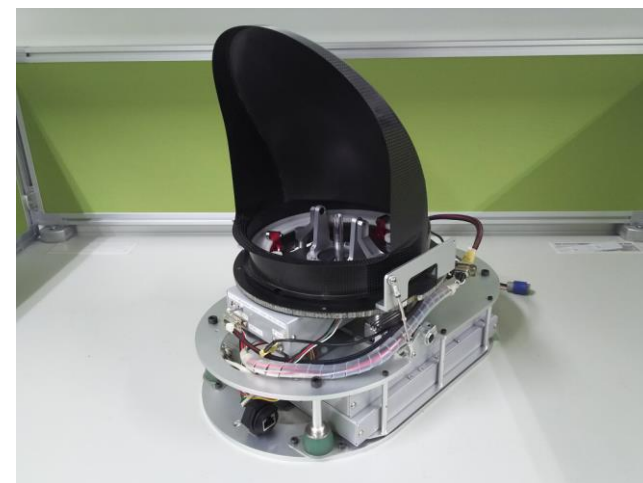
- **約1NM先までの障害物探知**
- **1, 2回/secの監視データ更新**

- 2017年～ 機体全周近傍の障害物探知

- 技術移転と民製化
- 回転翼航空機の安全運航支援



ミリ波レーダ障害物探知  
(イメージ)

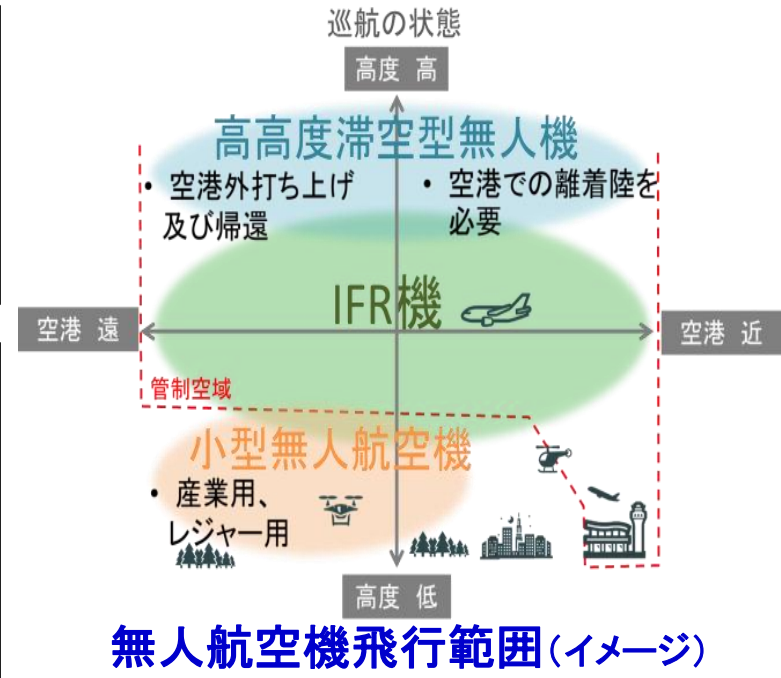


ヘリコプタ搭載用 ミリ波レーダ

- 空撮、農薬散布、施設点検等無人機の利用拡大
- 新産業・サービス創出、生活の利便・質向上への期待
- 併せて、**安全面の課題**への対処が不可欠

- これまでの取り組み
  - 2013年～ GPSに代わる位置推定法
  - 様々な政策、技術課題に係る政府委員会
  - ICAO RPAS他 国際標準化会議
- 2017年～ 「無人航空機を含む飛行環境形成の要素技術」に関する研究
  - **機体位置把握、監視、衝突回避、有人機との共存方策**
  - 無人機運航管理(UTM)に関する研究とも連携

- ”監視“、”衝突回避“に係る議論の状況
- 関連機上装置の開発、展開動向



市販のDrone用小型ADS-B送受信機