

将来の航空交通システムに関する推進協議会  
航空気象検討WG  
平成26年度 活動報告書

平成27年3月

将来の航空交通システムに関する推進協議会  
航空気象検討WG

## 航空気象検討WG 平成26年度 活動報告書

### 目次

1.	概要	4
2.	WGの検討経緯	4
3.	研究開発課題	7
4.	意思決定年次以前の予備検討	8
4.1.	EN-2 データベース等情報基盤の構築（4D気象データベース）の検討結果	8
5.	意思決定年次の施策の検討	8
5.1.	EN-4-2 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の高度化の検討結果	8
5.1.1.	運用コンセプト、システムの概要等	8
5.1.2.	導入計画案	8
	（1）小型レーダー・ライダー	8
	（2）ウィンドプロファイラ	8
	（3）雷監視システム	9
5.1.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	9
5.1.4.	費用対効果分析	9
5.1.4.1.	考え方	9
5.1.4.2.	個別分析結果（小型レーダー・ライダー）	10
5.1.4.3.	個別分析結果（データリンクに適した形でのレーダー・ライダー情報の提供）	10
5.1.5.	導入計画を実行するための作業工程	11
5.1.6.	ロードマップの変更の要否の検討	11
5.2.	EN-13 機上の気象観測データのダウンリンクの検討結果	11
5.2.1.	運用コンセプト、システムの概要等	11
5.2.2.	導入計画案	11
5.2.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	11
5.2.4.	費用対効果分析	11
5.2.5.	国際動向	12
5.2.6.	導入計画を実施するための作業工程	12
5.2.7.	ロードマップの変更の検討	12
6.	次年度の検討計画	12
7.	次々年度以降の検討計画	13

- 別表 航空気象検討WG 検討計画
- 別添1 研究開発課題整理票 (EN-4)
- 別添2 EN-4-2 施策概要及び費用対効果分析 補足説明資料
- 別添3 EN-4-2 ロードマップ個表修正案
- 別添4 平成26年度監視アドホック会合1 報告書

## 1. 概要

平成 26 年度の航空気象検討 WG においては、前年度に引き続き実施フェーズとして、航空気象に関連する施策のうち、意思決定年次の施策について費用対効果分析を実施した。

また、一部の施策について、ロードマップの見直しも行った。

### (1) 意思決定年次以前の施策

ア. EN-2 データベース等情報基盤の構築

- ・4D 気象データベース

### (2) 意思決定年次の施策

ア. EN-4-2 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の高度化

- ・小型レーダー・ライダー、ウィンドプロファイラ、雷監視システム

イ. EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク

- ・DAPs for SSR

## 2. WG の検討経緯

### (1) 検討体制

平成 26 年度の CARATS 航空気象検討 WG メンバーは以下のとおり。(順不同、敬称略、◎印はリーダー、○印は事務局)

#### (運航者)

浦 健一	日本航空株式会社 OCC 企画部 運航管理・気象企画推進グループ マネジャー
丹羽 圭司	日本航空株式会社 OCC 企画部 企画・人財育成グループ マネジャー
坂本 圭	全日本空輸株式会社 オペレーションサポートセンター 空港オペレーション推進部 オペレーションサービスチーム
林 正之	全日本航空事業連合会 / 中日本航空株式会社 航空事業本部 飛行機運航部 乗員訓練課 機長
山本 秀生	社団法人日本航空機操縦士協会 航空気象委員会委員長

#### (研究機関)

瀬之口 敦	(独) 電子航法研究所 航空交通管理領域 主任研究員
又吉 直樹	(独) 宇宙航空研究開発機構 航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 気象情報技術セクション・セクションリーダー

#### (航空関連メーカー等)

石田 雅彦	日本電気株式会社 航空交通ソリューション事業部 マネージャー
佐藤 祐子 <sup>1</sup>	株式会社東芝 社会インフラシステム社 電波システム事業部

<sup>1</sup> 第 15 回まで

		電波応用推進部 戦略企画担当 参事
安樂	直樹 <sup>2</sup>	株式会社東芝 社会インフラシステム社 電波システム事業部 電波応用推進部 戦略企画担当
圓城	雅之	三菱電機(株) 通信機製作所 インフラ情報システム部 監視管制システム課 チームリーダー
西田	昌央	沖電気工業株式会社 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 ソフトウェア開発部 課長
福留	猛	沖電気工業株式会社 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 統合SE部 課長
瀬山	昇	横河電子機器株式会社 第2営業本部 営業技術部 営業技術Gr 課長
(関係省庁)		
○蠣原	弘一郎	気象庁 総務部 航空気象管理官付 調査官
	山腰 裕一	気象庁 総務部 航空気象管理官付 調査官
	龍崎 淳	気象庁 予報部 業務課 調査官
	上野 大輔	気象庁 予報部 予報課 航空予報室 調査官
	上出 一美	気象庁 観測部 計画課 調査官
(航空局)		
	齋藤 賢一 <sup>3</sup>	航空局 交通管制部 交通管制企画課 新システム技術推進官
	植木 隆央 <sup>4</sup>	航空局 交通管制部 交通管制企画課 新システム技術推進官
	山田 伸一	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官
○井部	夏樹	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官
	谷口 羊一	航空局 交通管制部 交通管制企画課 専門官
	西室 麻里花	航空局 交通管制部 交通管制企画課 係長
	深宮 和男	航空局 交通管制部 交通管制企画課 係員
	坂本 孝子	航空局 交通管制部 交通管制企画課 航空交通国際業務室 調査官
	有馬 康博 <sup>5</sup>	航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室 調査官
	中尾 文彦 <sup>6</sup>	航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室 調査官
	原田 隆幸	航空局 交通管制部 管制課 調査官
	畠山 美樹子	航空局 交通管制部 管制課 空域調整整備室 調査官
	千田 知史 <sup>7</sup>	航空局 交通管制部 運用課 専門官

<sup>2</sup> 第16回から

<sup>3</sup> 第15回まで

<sup>4</sup> 第16回から

<sup>5</sup> 第15回まで

<sup>6</sup> 第16回から

<sup>7</sup> 第15回まで

出井	義淳 <sup>8</sup>	航空局	交通管制部	運用課	専門官	
白崎	裕康	航空局	交通管制部	運用課	調査官	
◎長田	泰典	航空局	交通管制部	運用課	専門官	
田端	勉	航空局	交通管制部	運用課	係長	
林	盛彦	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査	飛行検査官
宇野	嘉高 <sup>9</sup>	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査	飛行検査官
河上	擁一 <sup>10</sup>	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査	飛行検査官
井上	浩樹	航空局	交通管制部	管制技術課	航行支援技術高度化企画室	調査官
岸	信隆	航空局	交通管制部	管制技術課	航行支援技術高度化企画室	調査官
若松	裕史	航空局	交通管制部	管制技術課	航行支援技術高度化企画室	調査官
河太	宏史	航空局	交通管制部	管制技術課	航行支援技術高度化企画室	係長
(その他)						
寺澤	憲人	株式会社三菱総合研究所	公共ソリューション本部	航空・運輸グループ	研究員	

## (2) 今年度の開催状況

平成 26 年度における航空気象検討 WG の会合開催状況は以下のとおりである。

### ア. 第 15 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

#### (ア) 日時

平成 26 年 7 月 31 日 (木) 14 時 30 分～17 時

#### (イ) 場所

経済産業省別館 104 号会議室

#### (ウ) 議事

##### (1) 議事録の確認

##### (2) CARATS 推進協議会概要報告

##### (3) 平成 26 年度の検討事項について

##### (4) EN-4-2 についての検討

小型レーダー、ライダーを用いた空港周辺のウィンドシア／乱気流の検知・情報提供について

##### (5) その他

### イ. 第 16 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

#### (ア) 日時

平成 26 年 10 月 1 日 (水) 15 時 30 分～17 時 30 分

<sup>8</sup> 第 16 回から

<sup>9</sup> 第 16 回まで

<sup>10</sup> 第 17 回から

(イ) 場所

経済産業省別館 104号会議室

(ウ) 議事

- (1) 議事録の確認
- (2) ICAO 気象部門会合出席報告
- (3) EN-13 についての検討  
・航空機動態情報の活用について
- (4) その他

ウ. 第17回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成27年1月19日(月) 16時～17時30分

(イ) 場所

金融庁 904号会議室

(ウ) 議事

- (1) 議事録の確認
- (2) EN-13 についての検討
- (3) 首都圏空港における空港 CDM の導入検討について
- (4) その他

エ. 第18回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成27年2月16日(月) 13時30分～15時15分

(イ) 場所

中央合同庁舎4号館 108号会議室

(ウ) 議事

- (1) 議事録の確認
- (2) 雷による航空機の損傷と避雷対策 (ATEC 浅田様)
- (3) 避雷飛行支援システムの研究 (JAXA 吉川様)
- (4) 今年度の意思決定施策について
- (5) その他

### 3. 研究開発課題

今年度は、EN-4-2「気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の高度化」の検討にあたっては、独立行政法人宇宙航空研究開発機構による「小型レーダー・ライダー」についての研究開発成果を反映した。

また、運航者からの避雷対策に対する強い要望を受け、第18回会合において EN-4「気象観測情報の高度化」の新たな研究開発課題とすることとした。(別

添1)

#### 4. 意思決定年次以前の予備検討

##### 4.1. EN-2 データベース等情報基盤の構築（4D 気象データベース）の検討結果

長期ビジョンの実現に向けて、軌道ベース運用（TBO：Trajectory Based Operation）の実現が変革の大きな方向性と示されているところであり、EN-2のうち、「4D 気象データベース」については、TBOの実現に資することを一番の目的としている。

一方、TBOについては、2013年に策定されたICAOの世界航空交通計画（GANP：Global Air Navigation Plan）においても将来的には世界的に実現すべき施策とされており、現在、TBOについての概念の策定やTBOに資する気象情報についての整理がICAOのパネル等において、進められている途上である。

前述の世界的な情勢の動きを踏まえ、今年度は、特に気象分野についての国際情勢についての調査を実施した。

次年度は、意思決定年次となっているが、TBOの実現に資する環境が整っているかについて、国内外の情勢の整理を行い、必要に応じてロードマップの見直しを進める。

#### 5. 意思決定年次の施策の検討

##### 5.1. EN-4-2 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の高度化の検討結果

###### 5.1.1. 運用コンセプト、システムの概要等

航空機を運航する上で、最大の不確実要素となっている気象に関する予見能力を向上させることは必要不可欠となっている。予見能力を向上するに当たっては、航空機が飛行する空港や空域の実況監視能力を高めることが重要であり、気象観測情報の更なる高度化が必要となっている。

###### 5.1.2. 導入計画案

今年度の意思決定年次となっている施策についての検討状況は以下のとおり。

###### (1) 小型レーダー・ライダー

小型レーダー（雷雲・降雪対策）、ライダー（乱流対策）の導入により、空港及びその周辺の観測情報を高度化する。また、観測情報をデータリンクに適した形で運航者に提供することにより観測情報の提供方法を高度化する。

###### (2) ウィンドプロファイラ

ウィンドプロファイラは、気象庁により既に運用中の施策である。ロー



ドマップ策定当初は一定の観測技術の進展を見込んでいたところであったが、新たに導入すべき施策は現時点で無いことを確認した。

### (3) 雷監視システム

雷監視システムは、気象庁により既に運用中の施策である。ロードマップ策定当初は一定の観測技術の進展を見込んでいたところであったが、新たに導入すべき施策は現時点で無いことを確認した。

## 5.1.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

### (1) 安全性の向上

高度化した空港周辺及び空域の観測情報を提供することにより、パイロットのさらなる状況認識能力の向上を図ることができ、事故・インシデント件数の削減につなげることができる

### (2) 航空交通量増大への対応

高度化した空港周辺及び空域の観測情報を管制官等に提供することにより、管制官等の負荷を軽減することができ、混雑空域のピーク時における処理機数拡大を図ることができる。

### (3) 利便性の向上

出発前の運航実施判断時において、高度化した空港周辺及び空域の観測情報を関係者間で共有することにより、新たな気象情報の活用による欠航等の回避が可能となる。

### (4) 運航の効率性の向上

高度化した空港周辺及び空域の観測情報を提供することにより、風等の影響を考慮した最適な飛行経路の算出が可能となり、燃料効率の良い経路・高度を飛行することによる飛行中の燃料消費量の抑制が可能となる。

## 5.1.4. 費用対効果分析

ここでは、今回意思決定することとした「小型レーダー・ライダー」のみについて検討する。

### 5.1.4.1. 考え方

本施策は、既存の大型のものに比べると安価と想定される小型の気象レーダー・ライダーを導入することにより、現在気象レーダー・ライダーが設置されていない空港へ費用を抑えて導入することについて、費用対効果を検討する。

また、今回の研究開発成果である既存のデータリンク（ACARS）によりアップリンクするのに適した形で気象レーダー・ライダーの観測結果を提供する機能について、既設の気象レーダー・ライダーへの本機能の付加の費用対効果を検討する。

#### 5.1.4.2. 個別分析結果（小型レーダー・ライダー）

##### a) 費用便益分析

###### ・費用

小型レーダー・ライダー及び観測データ処理装置の初期導入経費並びに運営経費（10年想定）に要する費用は次のとおり

488百万円（10年）（市場調査結果の中央値）

###### ・便益

研究開発成果から、定量的に算出可能な便益は認められなかった。

##### b) 定性的効果の整理

研究開発成果から得られる定性的効果は以下のとおり。

・最終進入経路上の風向風速の変化が事前に推定できることによる、操縦士の危険回避についての事前準備能力の向上。

・きめ細かな降水状況の把握による、地上支援者から操縦士に対するアドバイス能力の向上。

##### c) 総合評価

本施策による定性的な効果は認められるものの、現時点の導入費用に見合った効果を認めることは困難である。

一方、今回の評価は降水現象及び空港周辺で発生する低層擾乱による運航支障の回避可能性についての評価となっているが、最終回のWGにおいて、航空機運航者側より、年間数億円のオーダーで被害のある航空機避雷対策への活用可能性について意見があったところである。航空機避雷対策への効果については、今回の評価に含まれていないことから、本WGにおける研究開発課題と位置づけ、引き続きの検討課題とする。

#### 5.1.4.3. 個別分析結果（データリンクに適した形でのレーダー・ライダー情報の提供）

##### a) 費用便益分析

###### ・費用

初期導入経費としては、観測装置及び観測データ処理装置の費用が想定されるが、既存の観測装置の活用、及び既存の観測データ処理装置の更新時での機能付加とすることにより、既存経費の埋没コストと見なすことができる。

運営経費についても、既存経費の埋没コストと見なすことができる。

###### ・便益

研究開発成果から、定量的に算出可能な便益は認められなかった。

##### b) 定性的効果の整理

・最終進入経路上の風向風速の変化が事前に推定できることによる、操縦士の危険回避についての事前準備能力の向上。

- ・研究開発時の成田国際空港における実証評価では、評価に参加したパイロットのアンケート（母数 278）の結果として、87%のパイロットから実用化を希望する旨の回答を得ている。

#### c) 総合評価

十分な効果が認められると評価できる。

#### 5.1.5. 導入計画を実行するための作業工程

- ・データリンクに適した形でのレーダー・ライダー情報の提供機能の導入計画の策定

#### 5.1.6. ロードマップの変更の要否の検討

意思決定施策の内容変更に合わせて、「小型レーダー・ライダー」をデータリンクによるアップリンクに適した形での情報提供に特化した「レーダー・ライダーの高度化」と変更する。

また、WGメンバーからの航空機避雷対策の必要性に対する意見を踏まえ、複数の観測データを活用した観測情報の高度化について、研究開発課題として位置づける。

### 5.2. EN-13 機上の気象観測データのダウンリンクの検討結果

#### 5.2.1. 運用コンセプト、システムの概要等

TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上のために、機上の気象観測データの活用は非常に有効である。機上の気象観測データをダウンリンクする手法として、SSR モード S 局を用いた DAPs（以下「DAPs for SSR」と略称する）と WAM を用いた DAPs（以下「DAPs for WAM」と略称する）が存在する。いずれの場合も、他の施策において整備された地上施設の機能の一部を用いて機上の気象観測データをダウンリンクすることを検討の対象とし、本件に特化した地上施設を整備することはしない。そのため、本施策の実現については EN-12「航空機導体情報の活用」（A TM 検討WGにおいて意思決定）に連動する。

#### 5.2.2. 導入計画案

A TM 検討WG 平成 26 年度活動報告書「4.12 EN-12 航空機導体情報の活用」を参照。

#### 5.2.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

##### (1) 安全性の向上

機上の気象観測データが入手可能となることにより、TBO の実現に必要な気象予測精度の向上が図られる。また、悪天候等を回避した飛行計画を作成することが可能となり、安全性の向上が図られる。

#### 5.2.4. 費用対効果分析

A T M検討WG平成26年度活動報告書「4.12 EN-12 航空機導体情報の活用」を参照。

#### 5.2.5. 国際動向

気象情報をダウンリンクするための技術基準は ICAO において、国際標準は制定済みである。WMO (World Meteorological Organization) によって開始された、機上で観測した気象データを ARCARS (ARINC 620 フォーマット) でダウンリンクし、地上の気象サービスや航空会社等で利用する AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay) や、米国の民間企業が行っている、航空機から取得した気象データを集約、解析した精度の高い気象予報情報を、航空機運航者へ提供する TAMDAR (Tropospheric Airborne Meteorological Data Reporting) などのサービスが実用化されている。

#### 5.2.6. 導入計画を実施するための作業工程

A T M検討WG平成26年度活動報告書「4.12 EN-12 航空機導体情報の活用」を参照。

#### 5.2.7. ロードマップの変更の検討

変更の必要は無い。

EN-13「機上の気象観測データのダウンリンク」に関して以下のロードマップ個票の修正を行う。

- ①SSR局更新の際にDAPs取得機能を付加したSSRモードS局を導入する。
- ②中期的には、信頼性が確保された動態情報を配信可能とするシステムの構築を行う。
- ③諸外国の動向として、AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay) や、TAMDAR (Tropospheric Airborne Meteorological Data Reporting) などのサービスが実用化されている。

### 6. 次年度の検討計画

#### (1) 検討対象施策について

平成27年度においては平成27年度に導入の意思決定を行う予定としている施策を中心に検討を行うとともに、ロードマップ全体の見直しを行う。

- ・意思決定年次の施策

EN-2 データベース等情報基盤の構築(※情報管理検討WGとの共同検討)

- ・4D気象データベース

#### (2) 検討計画

平成27年度の検討計画案を別表に示す。

#### (3) 検討体制

平成27年度においても現体制を継続する。

7. 次々年度以降の検討計画  
別表参照。

# 航空気象検討WG検討計画

別表

平成27年3月時点

施策ID	施策名	小分類	2015年度(平成27年度)												2016年度(平成28年度)						2017年(H29)								
			2015年(H27)			2015年(H27)			2015年(H27)			2015年(H27)			2016年(H28)			2016年(H28)			2017年(H29)								
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	ロードマップ全体の見直し (平成27年度の主要な取り組み)																												
EN-2	データベース等情報基盤の構築	2.気象情報																											
EN-4	気象観測情報の高度化	1.空港周辺及び空域の観測情報の統合化 (1)統合画面 (2)4D気象データベースの活用  2.空港周辺の観測情報の高度化 (1)低高度レーダーエコー処理装置 (2)レーダー・ライダーの高度化(アップリンクに適した形での情報提供) 3.機上観測情報の活用  4.新たなセンサーの導入や既存センサーの充実による観測情報の高度化 (1)衛星による新たな観測情報 (2)積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大 5.火山灰観測の高度化																											
EN-5	気象予測情報の高度化	1.高度化した観測情報の活用による予測精度の向上 2.予測モデルの精緻化等による高頻度・高解像度予測の実施 3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場時系列予測の拡充 (2)短時間予測の提供  (3)予報要素の拡充 4.予測情報誤差(信頼度)の定量化																											
EN-6	気象情報から運航情報、容量への変換	1.運航に多大な影響を与える気象現象(雷雲、風等)を、運航上の制約条件に変換 2.個々の運航上の定量的な制約条件を、航空交通流を考慮した空域・空港容量に変換																											
EN-13	機上の気象観測データのダウンリンク	1.既存のSSRモードS局の改修/機上観測データのダウンリンク機能の追加 2.WAM局の改修/機上観測データのダウンリンク機能の追加																											

- 意思決定後の導入準備段階の施策
- 意思決定年次の施策
- 予備検討段階の施策

施策 I D	施策名	意思決定年																		
EN-4	気象観測情報の高度化	2012（低高度レーダーエコー観測装置） 2013（空港周辺の観測情報の統合化（統合画面）） 2014（小型レーダー・ライダー、ウインドプロファイラ、雷監視システム） 2017（空港周辺の観測情報の統合化（4D 気象データベースの利用）） 2017（機上観測情報の活用） 未定（新たなセンサーの導入や既存センサーの充実による観測情報高度化、火山灰観測の高度化）																		
必要と考えられる研究開発課題		実施が期待される研究機関、実施時期、内容、成果とその活用方法																		
A：新たな気象観測技術（ハード・ソフト）の研究開発  <table border="1" data-bbox="262 854 1016 2694"> <tr> <th data-bbox="262 854 1016 905">成果を必要とする時期</th> </tr> <tr> <td data-bbox="262 905 1016 955">2016 頃（方針決定まで）</td> </tr> <tr> <th data-bbox="262 955 1016 1006">研究の必要性とその概要</th> </tr> <tr> <td data-bbox="262 1006 1016 2694"> <p>安全性を確保した上で空港及び空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、空港及び空域の実況監視能力を向上させることが重要となってくる。この目的を達成するためには、既存の観測装置の性能向上だけでなく、新たな気象観測装置の導入についても検討することが必要である。</p> <p>①小型のレーダー、ライダー、ウインドプロファイラなど、気象観測情報のさらなる高度化を図るための気象観測技術（機上観測技術を含む）の研究開発。</p> <p>②滑走路面監視装置をはじめとした既存装置のデータの気象情報への活用についての研究開発。</p> </td> </tr> </table>		成果を必要とする時期	2016 頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	<p>安全性を確保した上で空港及び空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、空港及び空域の実況監視能力を向上させることが重要となってくる。この目的を達成するためには、既存の観測装置の性能向上だけでなく、新たな気象観測装置の導入についても検討することが必要である。</p> <p>①小型のレーダー、ライダー、ウインドプロファイラなど、気象観測情報のさらなる高度化を図るための気象観測技術（機上観測技術を含む）の研究開発。</p> <p>②滑走路面監視装置をはじめとした既存装置のデータの気象情報への活用についての研究開発。</p>	A-1：宇宙航空研究開発機構、2009 年頃-2014 年  <table border="1" data-bbox="1066 854 1913 1448"> <tr> <th data-bbox="1066 854 1913 905">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 905 1913 1222"> <p>【小型気象レーダ、ライダーを用いた低層風擾乱の検知技術の開発】</p> <p>従来装置に比して低コスト・高分解能の小型気象レーダ、ライダーを用いて、空港周辺で発生する低層風擾乱を検知する技術を開発する。航空機の飛行特性を考慮して、離着陸への影響が大きい風擾乱を選択的に検知することを目指す。国内空港に小型気象レーダ、ライダーを展開し、低層風擾乱の検知性能の評価を行う。</p> <p>→低層風擾乱の検知・情報提供技術を開発・実証した。開発技術の一部は、気象庁プロダクトに反映される方向で検討中。</p> </td> </tr> <tr> <th data-bbox="1066 1222 1913 1273">成果の活用者</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 1273 1913 1323">観測機器メーカー、気象庁</td> </tr> <tr> <th data-bbox="1066 1323 1913 1374">成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 1374 1913 1448">観測機器仕様への反映、気象庁プロダクト（低層ウインドシア情報、等）への反映。</td> </tr> </table> A-2：気象研究所、2009 年頃-2013 年頃  <table border="1" data-bbox="1066 1507 1913 2398"> <tr> <th data-bbox="1066 1507 1913 1558">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 1558 1913 2086"> <p>【シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究】</p> <p>近年、特に社会的要請が高まっている突風・大雨・落雷（以下「シビア現象」という）に対する防災気象情報の高度化や交通の安全運行等への貢献を目的として、数分から 15 分以内に発生する竜巻等突風の監視技術の高度化、及び 1 時間以内の短時間強雨の移動・盛衰を監視・直前予測するための技術を開発する。同時に、シビア現象監視の基盤である気象レーダー観測の精度を向上させるための技術を開発・改良する。</p> <p>また、シビア現象に対してより高度な情報を提供するため、既存観測システムに比べてより高分解能・高精度な観測技術・システムを用いた観測により、シビア現象の構造・メカニズムを解析し、局地領域を対象にシビア現象の早期探知や高度予測技術を実現するための基礎的基盤的知見・技術を得る。</p> </td> </tr> <tr> <th data-bbox="1066 2086 1913 2136">成果の活用者</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 2136 1913 2187">航空局、運航者</td> </tr> <tr> <th data-bbox="1066 2187 1913 2237">成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 2237 1913 2398">シビア現象の実況監視の強化及び観測情報の高度化により空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。</td> </tr> </table> A-3：宇宙航空研究開発機構、2015 年-2020 年頃  <table border="1" data-bbox="1066 2457 1913 2730"> <tr> <th data-bbox="1066 2457 1913 2507">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1066 2507 1913 2730"> <p>【被雷回避支援システムの研究】</p> <p>地上設置センサ（レーダ、雷観測装置）、航空機搭載センサ等を用いた観測実験を通して、航空機誘発雷発生メカニズムを解明し、気象状況と機体特性を考慮した航空機誘発雷の発生確率や被雷時の被害量を推定する技術の研究開発を行う。雷に関する気象物理量を運航リスクへと変換することで、ユーザフレンドリなプロダクトを作成することを目標とする。</p> </td> </tr> </table>	研究内容	<p>【小型気象レーダ、ライダーを用いた低層風擾乱の検知技術の開発】</p> <p>従来装置に比して低コスト・高分解能の小型気象レーダ、ライダーを用いて、空港周辺で発生する低層風擾乱を検知する技術を開発する。航空機の飛行特性を考慮して、離着陸への影響が大きい風擾乱を選択的に検知することを目指す。国内空港に小型気象レーダ、ライダーを展開し、低層風擾乱の検知性能の評価を行う。</p> <p>→低層風擾乱の検知・情報提供技術を開発・実証した。開発技術の一部は、気象庁プロダクトに反映される方向で検討中。</p>	成果の活用者	観測機器メーカー、気象庁	成果の活用方法	観測機器仕様への反映、気象庁プロダクト（低層ウインドシア情報、等）への反映。	研究内容	<p>【シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究】</p> <p>近年、特に社会的要請が高まっている突風・大雨・落雷（以下「シビア現象」という）に対する防災気象情報の高度化や交通の安全運行等への貢献を目的として、数分から 15 分以内に発生する竜巻等突風の監視技術の高度化、及び 1 時間以内の短時間強雨の移動・盛衰を監視・直前予測するための技術を開発する。同時に、シビア現象監視の基盤である気象レーダー観測の精度を向上させるための技術を開発・改良する。</p> <p>また、シビア現象に対してより高度な情報を提供するため、既存観測システムに比べてより高分解能・高精度な観測技術・システムを用いた観測により、シビア現象の構造・メカニズムを解析し、局地領域を対象にシビア現象の早期探知や高度予測技術を実現するための基礎的基盤的知見・技術を得る。</p>	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	シビア現象の実況監視の強化及び観測情報の高度化により空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。	研究内容	<p>【被雷回避支援システムの研究】</p> <p>地上設置センサ（レーダ、雷観測装置）、航空機搭載センサ等を用いた観測実験を通して、航空機誘発雷発生メカニズムを解明し、気象状況と機体特性を考慮した航空機誘発雷の発生確率や被雷時の被害量を推定する技術の研究開発を行う。雷に関する気象物理量を運航リスクへと変換することで、ユーザフレンドリなプロダクトを作成することを目標とする。</p>
成果を必要とする時期																				
2016 頃（方針決定まで）																				
研究の必要性とその概要																				
<p>安全性を確保した上で空港及び空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、空港及び空域の実況監視能力を向上させることが重要となってくる。この目的を達成するためには、既存の観測装置の性能向上だけでなく、新たな気象観測装置の導入についても検討することが必要である。</p> <p>①小型のレーダー、ライダー、ウインドプロファイラなど、気象観測情報のさらなる高度化を図るための気象観測技術（機上観測技術を含む）の研究開発。</p> <p>②滑走路面監視装置をはじめとした既存装置のデータの気象情報への活用についての研究開発。</p>																				
研究内容																				
<p>【小型気象レーダ、ライダーを用いた低層風擾乱の検知技術の開発】</p> <p>従来装置に比して低コスト・高分解能の小型気象レーダ、ライダーを用いて、空港周辺で発生する低層風擾乱を検知する技術を開発する。航空機の飛行特性を考慮して、離着陸への影響が大きい風擾乱を選択的に検知することを目指す。国内空港に小型気象レーダ、ライダーを展開し、低層風擾乱の検知性能の評価を行う。</p> <p>→低層風擾乱の検知・情報提供技術を開発・実証した。開発技術の一部は、気象庁プロダクトに反映される方向で検討中。</p>																				
成果の活用者																				
観測機器メーカー、気象庁																				
成果の活用方法																				
観測機器仕様への反映、気象庁プロダクト（低層ウインドシア情報、等）への反映。																				
研究内容																				
<p>【シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究】</p> <p>近年、特に社会的要請が高まっている突風・大雨・落雷（以下「シビア現象」という）に対する防災気象情報の高度化や交通の安全運行等への貢献を目的として、数分から 15 分以内に発生する竜巻等突風の監視技術の高度化、及び 1 時間以内の短時間強雨の移動・盛衰を監視・直前予測するための技術を開発する。同時に、シビア現象監視の基盤である気象レーダー観測の精度を向上させるための技術を開発・改良する。</p> <p>また、シビア現象に対してより高度な情報を提供するため、既存観測システムに比べてより高分解能・高精度な観測技術・システムを用いた観測により、シビア現象の構造・メカニズムを解析し、局地領域を対象にシビア現象の早期探知や高度予測技術を実現するための基礎的基盤的知見・技術を得る。</p>																				
成果の活用者																				
航空局、運航者																				
成果の活用方法																				
シビア現象の実況監視の強化及び観測情報の高度化により空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。																				
研究内容																				
<p>【被雷回避支援システムの研究】</p> <p>地上設置センサ（レーダ、雷観測装置）、航空機搭載センサ等を用いた観測実験を通して、航空機誘発雷発生メカニズムを解明し、気象状況と機体特性を考慮した航空機誘発雷の発生確率や被雷時の被害量を推定する技術の研究開発を行う。雷に関する気象物理量を運航リスクへと変換することで、ユーザフレンドリなプロダクトを作成することを目標とする。</p>																				


	<table border="1"> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>運航者、気象庁</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>観測機器仕様への反映、気象庁プロダクトもしくは運航者の社内システムへの反映</td></tr> </table>	成果の活用者	運航者、気象庁	成果の活用方法	観測機器仕様への反映、気象庁プロダクトもしくは運航者の社内システムへの反映											
成果の活用者																
運航者、気象庁																
成果の活用方法																
観測機器仕様への反映、気象庁プロダクトもしくは運航者の社内システムへの反映																
<p>B：機上からダウンリンクする気象データの項目・頻度等に関する研究①</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（意思決定まで）</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。</td></tr> <tr><td>①SSR モード S によりダウンリンクした気象情報の利用方法及びダウンリンク間隔に関する研究開発。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2017 頃（意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。	①SSR モード S によりダウンリンクした気象情報の利用方法及びダウンリンク間隔に関する研究開発。	<p>B：電子航法研究所、2013 年頃-2017 年頃</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>（平成 25～26 年度）SSR モード S によって気象情報を在空機から一定時間毎にダウンリンクする技術について検討する。さらに、ダウンリンクした気象情報を地上の気象予報値と比較し、機上からの気象情報の信頼性を調査する。</td></tr> <tr><td>（平成 27～29 年度）実験用 WAM によって気象情報を在空機から任意のタイミングでダウンリンクする技術について検討する。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>航空局</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>機上からのダウンリンク情報の信頼性評価手法およびデータ利用方法を提案することにより、軌道予測や軌道制御技術、GNSS を使用した航法システム（GBAS/TAP など）を利用した曲線進入の実現に貢献する。</td></tr> </table>	研究内容	（平成 25～26 年度）SSR モード S によって気象情報を在空機から一定時間毎にダウンリンクする技術について検討する。さらに、ダウンリンクした気象情報を地上の気象予報値と比較し、機上からの気象情報の信頼性を調査する。	（平成 27～29 年度）実験用 WAM によって気象情報を在空機から任意のタイミングでダウンリンクする技術について検討する。	成果の活用者	航空局	成果の活用方法	機上からのダウンリンク情報の信頼性評価手法およびデータ利用方法を提案することにより、軌道予測や軌道制御技術、GNSS を使用した航法システム（GBAS/TAP など）を利用した曲線進入の実現に貢献する。			
成果を必要とする時期																
2017 頃（意思決定まで）																
研究の必要性とその概要																
TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。																
①SSR モード S によりダウンリンクした気象情報の利用方法及びダウンリンク間隔に関する研究開発。																
研究内容																
（平成 25～26 年度）SSR モード S によって気象情報を在空機から一定時間毎にダウンリンクする技術について検討する。さらに、ダウンリンクした気象情報を地上の気象予報値と比較し、機上からの気象情報の信頼性を調査する。																
（平成 27～29 年度）実験用 WAM によって気象情報を在空機から任意のタイミングでダウンリンクする技術について検討する。																
成果の活用者																
航空局																
成果の活用方法																
機上からのダウンリンク情報の信頼性評価手法およびデータ利用方法を提案することにより、軌道予測や軌道制御技術、GNSS を使用した航法システム（GBAS/TAP など）を利用した曲線進入の実現に貢献する。																
<p>C：機上からダウンリンクする気象データの項目・頻度等に関する研究②</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（意思決定まで）</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。</td></tr> <tr><td>②ADS, VHF 等による気象情報のダウンリンクに関する研究開発。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2017 頃（意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。	②ADS, VHF 等による気象情報のダウンリンクに関する研究開発。	<p>C：未定</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td></td></tr> </table>	研究内容		成果の活用者		成果の活用方法					
成果を必要とする時期																
2017 頃（意思決定まで）																
研究の必要性とその概要																
TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。																
②ADS, VHF 等による気象情報のダウンリンクに関する研究開発。																
研究内容																
成果の活用者																
成果の活用方法																
<p>D：機上からダウンリンクする気象データの項目・頻度等に関する研究③</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（意思決定まで）</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。</td></tr> <tr><td>③機上で観測する湿度データの利用に関する研究開発。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2017 頃（意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。	③機上で観測する湿度データの利用に関する研究開発。	<p>D：未定</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td></td></tr> </table>	研究内容		成果の活用者		成果の活用方法					
成果を必要とする時期																
2017 頃（意思決定まで）																
研究の必要性とその概要																
TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上においては、機上で観測する気象データの活用は非常に有効である。このため、以下のような機上観測気象データの利用に関する研究開発が必要である。																
③機上で観測する湿度データの利用に関する研究開発。																
研究内容																
成果の活用者																
成果の活用方法																
<p>E：火山灰観測の高度化の研究開発</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2016 頃（方針決定まで）</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>航空機の運航の安全性の向上を図るためには、運航に影響を与える火山灰についての定量的な観測技術の開発が求められている。</td></tr> <tr><td>①気象観測衛星、レーダー、ライダー等を利用した空中に漂う火山灰の定量観測技術に関する研究開発。</td></tr> <tr><td>②空港への降灰等の定量観測技術に関する研究開発。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2016 頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	航空機の運航の安全性の向上を図るためには、運航に影響を与える火山灰についての定量的な観測技術の開発が求められている。	①気象観測衛星、レーダー、ライダー等を利用した空中に漂う火山灰の定量観測技術に関する研究開発。	②空港への降灰等の定量観測技術に関する研究開発。	<p>E：気象研究所、2009 年頃-2013 年頃</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>【気象観測技術等を活用した火山監視・解析手法の高度化に関する研究】 気象レーダー等を用いた噴煙観測等新たな観測手法の開発、移流拡散モデルによる降灰予測及び火山灰拡散予測手法の高度化に資する研究、地殻変動等の火山観測データのノイズ除去手法の開発等による火山監視手法の研究に取り組み、噴火等の様々な火山現象をより迅速・正確に把握するための監視・データ解析技術を開発する。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>航空局、運航者</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>火山灰の拡散予測及び降灰予測を高度化することにより、空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。</td></tr> <tr><td>E-参考：未定</td></tr> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>赤外線カメラによる火山灰噴出量計測技術 火山灰拡散予測システム (ref:<a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf</a>) (ref:<a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf</a>)</td></tr> </table>	研究内容	【気象観測技術等を活用した火山監視・解析手法の高度化に関する研究】 気象レーダー等を用いた噴煙観測等新たな観測手法の開発、移流拡散モデルによる降灰予測及び火山灰拡散予測手法の高度化に資する研究、地殻変動等の火山観測データのノイズ除去手法の開発等による火山監視手法の研究に取り組み、噴火等の様々な火山現象をより迅速・正確に把握するための監視・データ解析技術を開発する。	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	火山灰の拡散予測及び降灰予測を高度化することにより、空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。	E-参考：未定	研究内容	赤外線カメラによる火山灰噴出量計測技術 火山灰拡散予測システム (ref: <a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf</a> ) (ref: <a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf</a> )
成果を必要とする時期																
2016 頃（方針決定まで）																
研究の必要性とその概要																
航空機の運航の安全性の向上を図るためには、運航に影響を与える火山灰についての定量的な観測技術の開発が求められている。																
①気象観測衛星、レーダー、ライダー等を利用した空中に漂う火山灰の定量観測技術に関する研究開発。																
②空港への降灰等の定量観測技術に関する研究開発。																
研究内容																
【気象観測技術等を活用した火山監視・解析手法の高度化に関する研究】 気象レーダー等を用いた噴煙観測等新たな観測手法の開発、移流拡散モデルによる降灰予測及び火山灰拡散予測手法の高度化に資する研究、地殻変動等の火山観測データのノイズ除去手法の開発等による火山監視手法の研究に取り組み、噴火等の様々な火山現象をより迅速・正確に把握するための監視・データ解析技術を開発する。																
成果の活用者																
航空局、運航者																
成果の活用方法																
火山灰の拡散予測及び降灰予測を高度化することにより、空港・空域容量を拡大し、航空交通量増大に対応する。																
E-参考：未定																
研究内容																
赤外線カメラによる火山灰噴出量計測技術 火山灰拡散予測システム (ref: <a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf</a> ) (ref: <a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf</a> )																



	<p>成果の活用者</p> <p>航空機、運航者、管制官、フライトプラン作成システム、航空交通流管理システム、洋上可変経路発生システム、空域管理システム、管制支援システム</p> <p>成果の活用方法</p> <p>火山灰拡散が予測される航路を避けた民間機の飛行</p> <p>火山灰拡散が予測される空域を避けた訓練の実施</p> <p>火山灰拡散が予測される空域での管制官作業負荷の予測</p>
研究機関へ期待される ICAO 会議への参加等の活動	今後の課題への対応方針
<p>➤ 欧米の活動状況についての情報収集</p>	<p>➤ E-参考について、海外の研究開発事例であるが、日本において研究開発を行う機関・メーカーがあるか引き続き情報収集を行う。</p>
航空局 主担当者	研究機関 主任者
<p>交通管制企画課 井部調査官</p> <p>運用課 長田専門官</p>	<p>宇宙航空研究開発機構 航空本部 又吉直樹 (A-1 関連)</p> <p>宇宙航空研究開発機構 航空本部 吉川栄一 (A-3 関連)</p> <p>電子航法研究所 古賀主幹研究員 (B 関連)</p> <p>気象研究所 気象衛星・観測システム研究部 楠研一 (A-2 関連)</p> <p>気象研究所 地震火山研究部 山本哲也 (E 関連)</p>
施策に関する履歴 (ロードマップの修正等)	本資料に関する修正履歴
<p>平成 23 年 3 月 ロードマップ作成</p> <p>平成 25 年 3 月 ロードマップ一部修正</p> <p>平成 27 年 2 月 ロードマップ一部修正</p>	<p>平成 24 年 10 月 作成</p> <p>平成 25 年 9 月 一部修正</p> <p>平成 27 年 2 月 一部修正</p>
備考	



EN-4-2施策概要及び費用対効果分析 補足説明資料



航空気象検討WG事務局  
平成27年3月

分類	施策ID	施策名	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026 以降
航空気象	EN-4-2	気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の高度化			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆


(施策概要:個表からの抜粋)

## → 小型レーダー・ライダー

小型レーダー(雷雲・降雪対策)、ライダー(乱流対策)の導入により、空港及びその周辺の観測情報を高度化する。

## → ウィンドプロファイラ

ウィンドプロファイラの導入により、空港周辺の乱気流の観測情報を提供する。

## → 雷監視システム

雷監視システムの性能向上により、空港周辺及び空域における雷の観測情報を高度化する。

## ◆EN-4-2 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測 情報の高度化

- ・小型レーダー・ライダー
- ・ウインドプロファイラ
- ・雷監視システム

## → 施策の検討の方向性

小型レーダー・ライダーについて、JAXA殿により本施策に関連する研究開発が実施されており、その成果を踏まえた導入可能性について検討する。

## → 研究の概要(研究開発課題整理票より抜粋)

従来装置に比して低コスト・高分解能の小型気象レーダ、ライダーを用いて、空港周辺で発生する低層風擾乱を検知する技術を開発する。航空機の飛行特性を考慮して、離着陸への影響が大きい風擾乱を選択的に検知することを目指す。国内空港に小型気象レーダ、ライダーを展開し、低層風擾乱の検知性能の評価を行う。



## 低層風擾乱アドバイザリシステム LOTAS (Low-level Turbulence Advisory System)



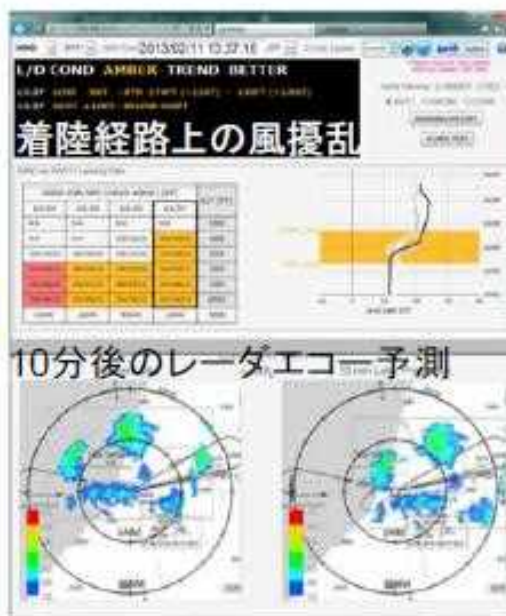
LOTASの  
機能

- ✓ 着陸経路上の風擾乱(ウィンドシア、乱気流)を検知し警報  
⇒さらなる安全性向上  
⇒就航機種(B737、B767、A320)の飛行特性も考慮して警報
- ✓ 風擾乱発生の短期予測により、着陸タイミングの判断を支援  
⇒就航率向上  
⇒風擾乱と相関の高い低高度レーダエコーの動きを予測



入手性の高い小型レーダ、ライダーにより、全天候下で空港周辺を観測

観測範囲を高度500ft以下に限定し、小型・安価なレーダ、ライダーを使用



(H26.7.31 CARATS航空気象検討WG第15回会合 JAXA又吉氏講演資料より抜粋)



## → 本施策導入による効果

JAXAによる平成24年12月下旬～平成25年2月上旬の庄内空港における実証評価より、小型レーダー・ライダーの導入効果として、以下の効果が見込まれる。

### ✓ パイロットによる活用

- ◆ 最終進入経路上の風向風速の変化が事前に推定できることによる、操縦士の危険回避についての事前準備能力の向上。

### ✓ 地上運航支援者による活用

- ◆ きめ細かな降水状況の把握による、地上支援者から操縦士に対するアドバイス能力の向上。



何れも安全の向上につながる効果だが定量的な評価が困難

## → 本施策導入のコスト

本施策に必要な機器等について、平成27年2月時点の市場価格は以下のとおり。

### ✓ 開発経費

JAXAによる研究開発の技術移転により対応

### ✓ 初期導入コスト

145百万円～280百万円

(内訳)

- 小型気象レーダー 35百万円～100百万円
- 小型気象ライダー 70百万円～100百万円
- 観測データ処理装置 30百万円～50百万円
- 架台・基礎等 10百万円～30百万円

### ✓ 経常コスト(保守等)

25百万円～30百万円／年

### ✓ コスト総額

10年運用 488百万円 (調査の中央値、最小395百万円～最大580百万円)



## →コスト便益の評価について

- ✓ 研究から得られる効果は定性的な安全の向上のみであるが、その効果の貨幣換算は困難。
- ✓ わかりやすい成果として想定されるものは本施策により気象に起因する欠航便が減少することであるが、今回の研究結果からは、本施策により欠航便が救済されたとの評価はなかった。



意思決定の参考とするため、気象が起因する欠航便を本施策により救済できたと仮定した場合の一便あたりの旅客の時間損失等を試算したところ、右表のとおり。

旅客の時間損失等算出		
	合計 (円/便)	選定理由
庄内	¥7,330,393	小型レーダ・ライダー実験空港
富山	¥26,007,474	欠航便数第1位の地方空港
松本	¥10,179,310	欠航率第1位の地方空港

# (参考)旅客の時間損失の試算

旅客の時間損失等算出

	計画到着便数 (H18年～H24 までの平均)	自空港気象による 欠航便 (H18年～H24 までの平均)	欠航率	平均旅客数/便 (人)	旅客の時間損失 (円/便)	旅客一人当 時間損失 (円/人)	旅客時間損失 総額 (円)	直接運航経費 損失 (円/便)	直接運航経費 総額 (円)	合計 (円/便)	選定理由
庄内	1,438	11	0.75%	115.76	¥376,547	¥3,253	¥4,047,881	¥305,350	¥3,282,513	¥7,330,393	小型レーダーライダー実験空港
富山	2,813	28	1.00%	164.31	¥591,131	¥3,598	¥16,551,671	¥337,707	¥9,455,803	¥26,007,474	欠航便数第1位の地方空港
松本	727	13	1.82%	57.87	¥292,997	¥5,063	¥3,882,212	¥475,253	¥6,297,098	¥10,179,310	欠航率第1位の地方空港

計画到着数・自空港気象による欠航便数・欠航率はCARATS指標分科会資料より抜粋、平均旅客数は航空輸送統計年報より、国内旅客時間価値・平均直接運航費はCARATSで用いられている定数、平均飛行時間は発着時間の1日の運航便数で重み付き平均をとった値（夏タイヤ・冬タイヤが異なる場合もそれらの重み付き平均により算出）

国内旅客時間価値

52.47 (円/分)

平均直接運航経費

4,925 (円/分)

庄内空港1便当たり平均飛行時間

62.00 (分)

庄内空港 – 羽田空港 (62分) 1便/日

富山空港1便当たり平均飛行時間

68.57 (分)

富山空港 – 羽田空港(65分) 6便/日、富山空港 – 新千歳空港 (90分) 1便/日

松本空港1便当たり平均飛行時間

96.50 (分)

松本空港 – 福岡空港 (95.8分) 1.5便/日、松本空港 – 新千歳空港 (97.5分) 1便/日



## ➔コスト便益評価についてのWG結論案について

- ◆ 定性的な運航の安全の向上に寄与することは確認。
- ◆ 現時点でのコストは必ずしも安価と言えない。
- ◆ 今回の評価は、短期間(2ヶ月)で、評価データ数が十分でない。
- ◆ 今後、技術の進展等によりコストが減少した場合、費用対効果を説明できる可能性がある。



### (結論)

本施策による定性的な効果は認められるものの、現時点の導入費用に見合った効果があると評価することは困難。

→ 小型レーダー・ライダーのJAXAの研究開発のなかで、最終進入経路上の風のプロファイルをACARSを利用して機上にアップリンクする機能について、エアラインの評価が高かった。



→ 既存のライダーを利用して、本アップリンク機能を実現できれば有効である可能性が出てきた。



→ 平成25年～26年にかけてJAXAと気象庁が成田空港を対象として共同研究を実施。



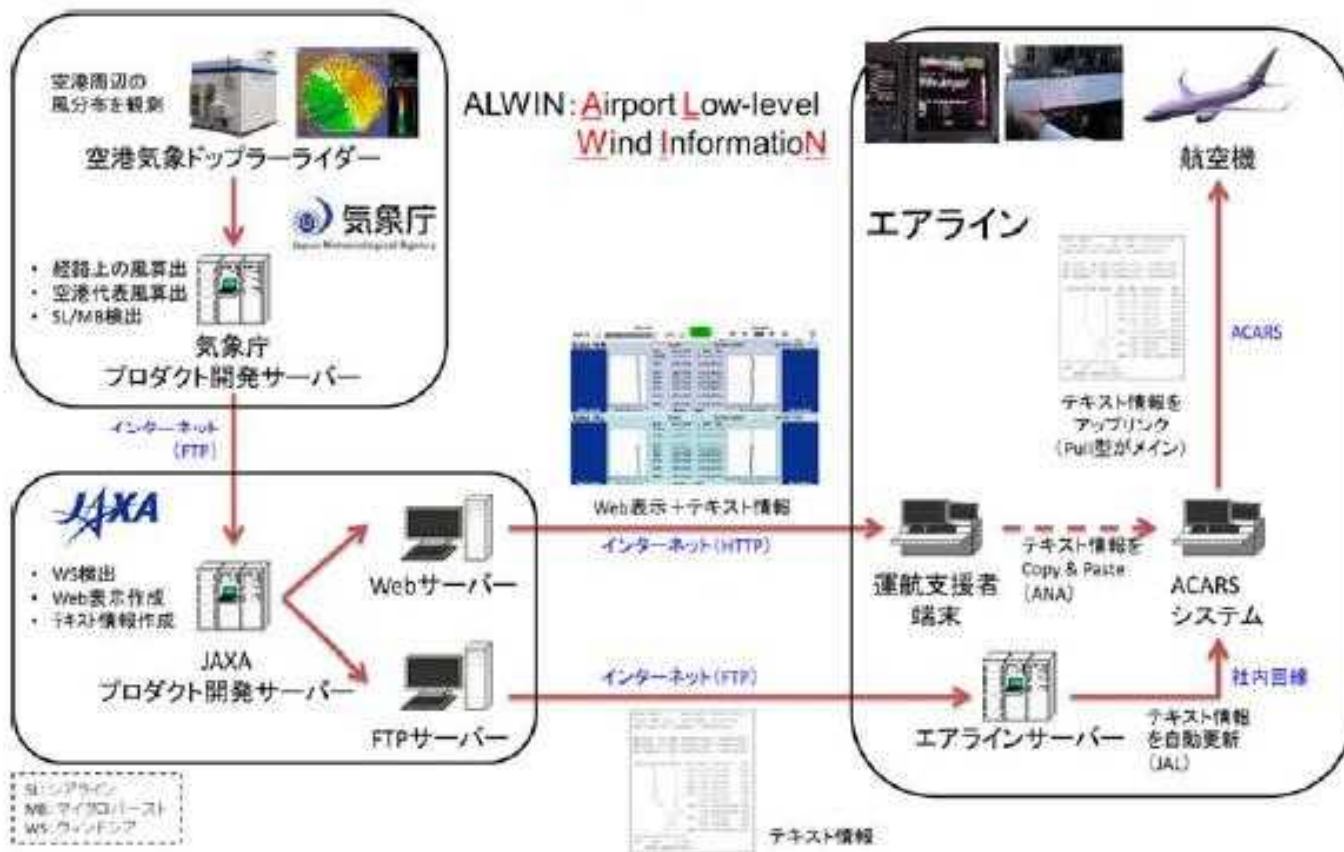
本機能のみの導入の可能性について、評価したい。

## 新乱気流情報(ALWIN)の開発・評価(2/3)



### 3. ALWINの提供方式

- ✓ インターネット経由で約3分間隔で提供。エアライン所有のPC上のWebブラウザで閲覧。ただし、第三者の閲覧を防ぐため、パスワードにより保護。
- ✓ テキスト形式の情報は、エアラインの社内システムによりACARS経由で航空機に送信。

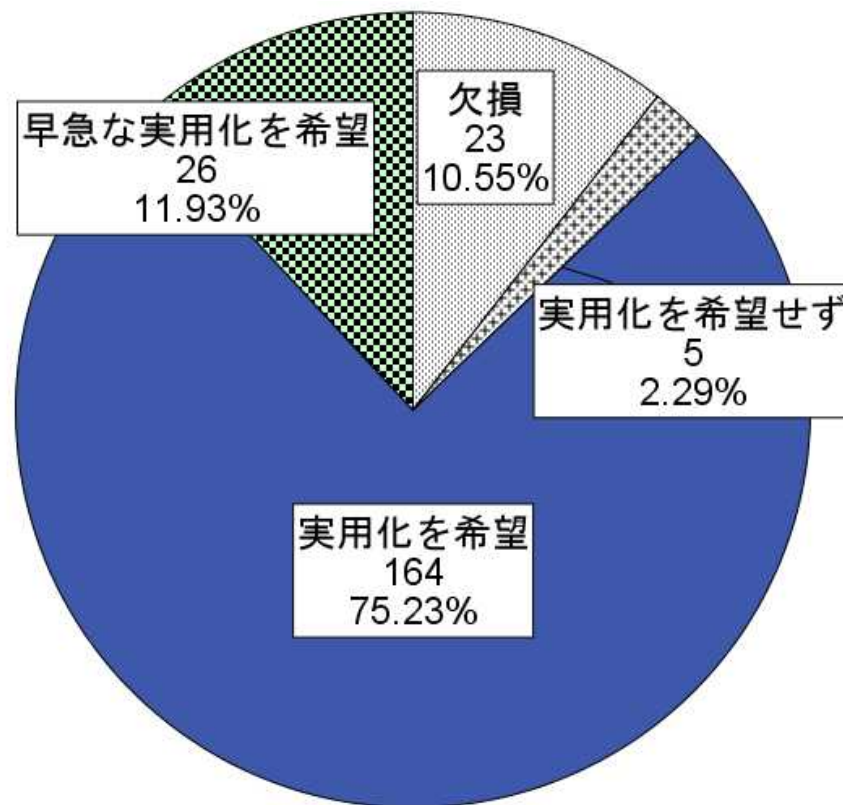




# 既存のライダーを活用した情報提供の改善のコスト便益について(1)

## → 本施策の効果について

パイロットへのアンケートの結果、その多くが本施策の実用化を希望。



評価に参加したパイロットの内、87%が実用化を希望

# 既存のライダーを活用した情報提供の改善のコスト便益について(2)

## → 本施策のコストについて

### ✓ 開発経費

- ・JAXAによる研究開発の技術移転により対応。

### ✓ 導入経費

- ・センサーについては、既設のものを利用。
- ・情報作成機能は、既存の情報処理部への機能の追加により対応。なお、既存の情報処理部の更新に合わせて機能を追加することとし、追加の経費を発生させない。

### ✓ 運用経費

- ・経常経費は、既存のセンサー・システムの運用経費内での運用とし、追加の経費を発生させない。
- ・通信経費は、各航空会社の通常オペレーションの範囲内での対応が見込まれ、本施策に特別の経費を必要としない。

# 既存のライダーを活用した情報提供の改善のコスト便益について(3)

- ➔ コスト便益評価についてのWG結論案について
- ◆ 本施策は、定量的な便益は見込まれない。
- ◆ 定性的な便益としては、評価に参加したパイロットの内、87%が実用化を希望しており、有効性は十分認められる。
- ◆ 経費については、既存の施策の経費内での実施のため埋没コストと考えられる。



(結論案)

本施策は導入することが適当と評価できる。

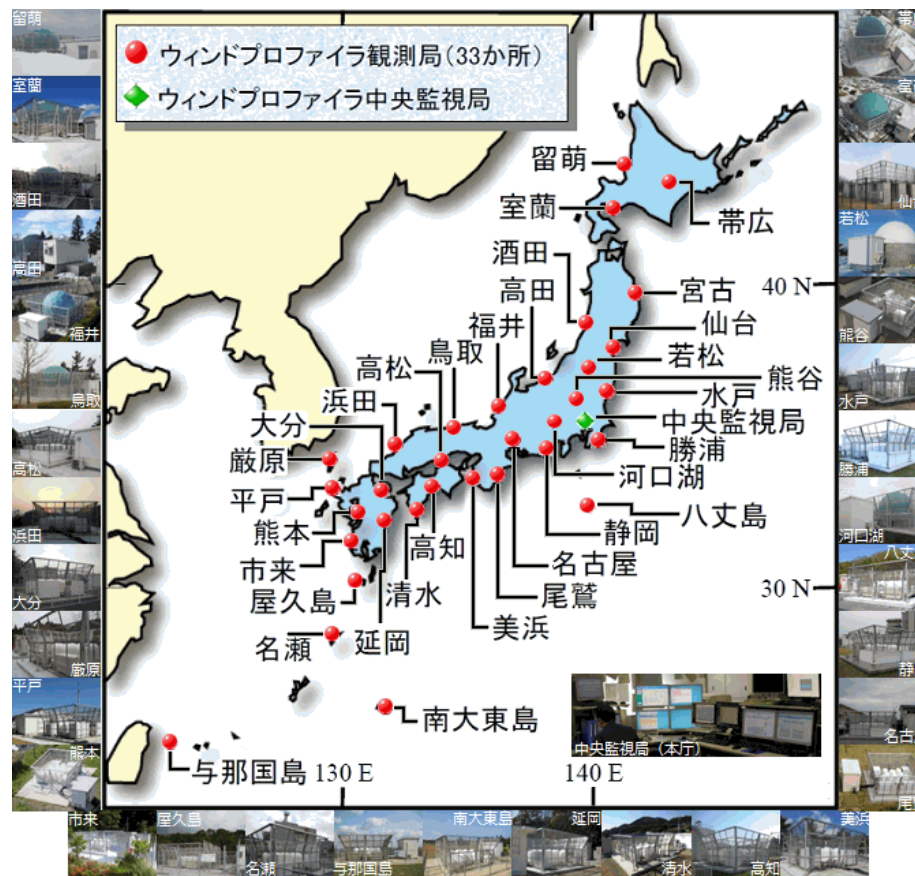
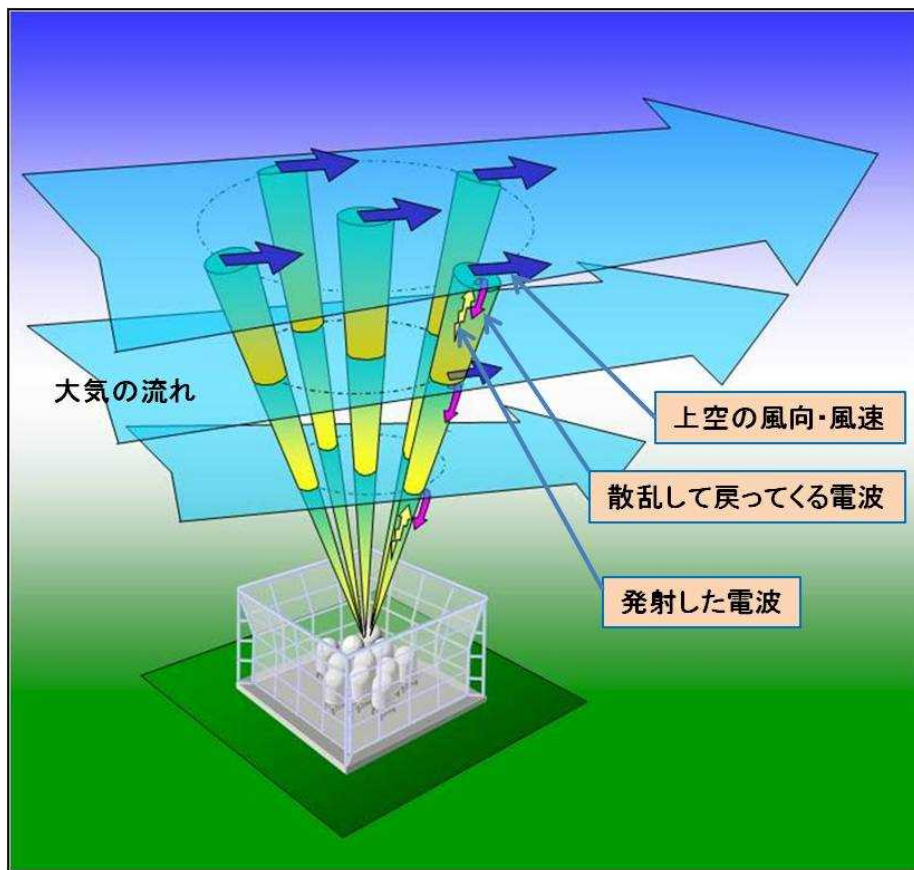


## ◆EN-4-2 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測 情報の高度化

- ・小型レーダー・ライダー
- ・ウインドプロファイラ
- ・雷監視システム

# ウィンドプロファイラについて

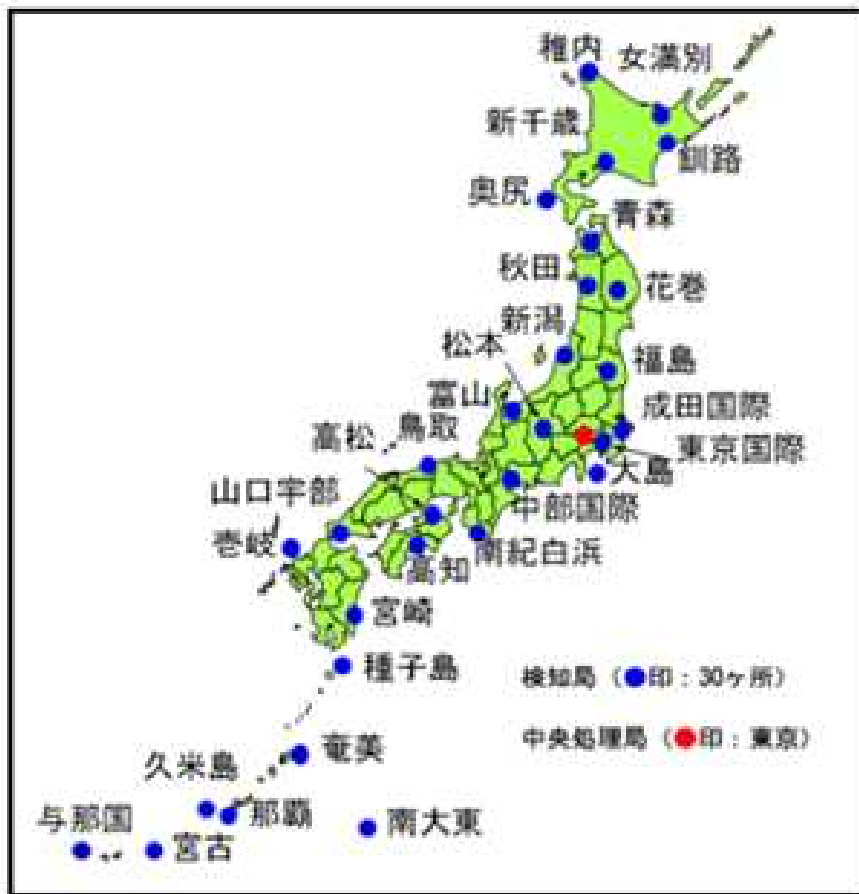
→ ウィンドプロファイラは、気象庁既設整備のシステムであり、地上から上空に向けて電波を発射し、大気中の風の乱れなどによって散乱され戻ってくる電波を受信・処理することで、上空の風向・風速を測定。各ウィンドプロファイラで得られた観測データは、気象庁本庁にある中央監視局に集められ、きめ細かな天気予報のもととなる数値予報などに利用されており、その成果は航空機の運航等にも利用されている。



気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/windpro/kaisetsu.html>) より

# 雷監視システムについて

- 雷監視システムは、雷により発生する電波を受信し、その位置、発生時刻等の情報を作成する気象庁既設整備のシステム。この情報を航空会社などに直ちに提供することにより、空港における地上作業の安全確保や航空機の安全運航に有効に利用されている。



- VHFアンテナ (MF帯)**  
雷の位置を求めるためVHF帯の電波を受信する
- LFアンテナ (LF帯)**  
対地放電の位置、特性、電流値を求めるためLF帯の電波を受信する
- GPSアンテナ**  
GPSにより高精度時刻を取得する
- 検知局処理装置**
  - ① 5本のVHFアンテナで、同時刻に受信した電波の位相のずれから雷の方位を算出する
  - ② LFセンサーで受信した電波を波形解析する
  - ③ ①と②で求めたデータに時刻を付して1秒毎に中央処理局へ送信する

気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/toppuu/thunder1-2.html>) より

# ウィンドプロファイラ 及び 雷監視システムの意思決定 年次の施策としての検討について

- ウィンドプロファイラ 及び 雷監視システム共に、気象庁既設整備のシステム。
- 当初、CARATSの施策として盛り込んだ際は、一定の技術の進展を見込んでいた。



- 今年度、事務局において個別に調査した結果、現時点でセンサーの大きな技術進展は見込めない状態であることが判明。



- 一方で、各種観測データを活用した情報の高度化についての要望は大きいところ。

- 航空機避雷への対応に、日本国内の定期運送事業者は、毎年数億円のオーダーで修理費を支出し、また、修理に伴う欠航等によっても損失が発生しており、航空機避雷対策となる気象情報のニーズが極めて高い。
- 一方、航空自衛隊小松基地では、旅客機に比べて避雷に脆弱である戦闘機への避雷を避ける取り組みとして、気象レーダー等を活用した情報提供を実施。
- 航空機の避雷は、積乱雲等の雷を発生させる雲に対し、航空機が雲中を飛行することをきっかけとして放電現象が起きることにより避雷（以下「航空機誘導雷」という。）するが、JAXAによる予備調査の結果、高層気象観測データや気象レーダーの観測データ等を組み合わせることで解析することにより、航空機誘導雷の発生可能性に関する情報提供が可能となる可能性が判明。



- この観測機器に着目するのではなく、既存の観測機器のデータを複数組み合わせることで解析することにより気象観測情報の高度化を検討する余地がある！





## CARATS ロードマップ 個票（修正案）

施策名	EN-4-1～5 気象観測情報の高度化
変革の方向性との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軌道ベース運用の実現</li> <li>● 予見能力の向上</li> </ul>
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全性の向上</li> </ul>
施策の概要	<p>新たな気象観測装置の導入、既存装置の性能向上もしくは観測データ処理技術の導入を図ることで、気象観測情報を高度化し、空港及び空域の実況監視能力を向上させる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空港周辺及び空域の観測情報の統合化       <p>空港周辺及び空域の観測情報を統合化する。(1) 空港周辺及び空域の観測情報を統合化した情報提供インターフェース（統合画面）の構築及び評価を行う。</p> <p>(2) 統合画面の評価結果をもとに、4D 気象データベース（EN-2）を利用した観測情報提供機能を整備する。</p> </li> <li>2. 空港周辺の観測情報の高度化       <p>(1) 低高度レーダーエコー処理装置の導入により、全国に 20 サイト展開している一般気象レーダーの地上面約 2km のデータを活用し、高度 2km 未満の雷を伴う積乱雲等（冬季の雷雲等）の情報を提供する。</p> <p>(2) 既設の気象レーダー（雷雲・降雪対策）、ライダー（乱流対策）に新たな観測データ処理技術を導入することにより、空港及びその周辺の観測情報を高度化し、機上へのアップリンクを可能とする。</p> <p>(3) 既設の気象レーダーや雷監視システム等の観測データを複合的に活用することにより、空港周辺及び空域における雷等の観測情報を高度化する。</p> </li> <li>3. 機上観測情報の活用       <p>(1) 航空機に装備されたトランスポンダ及び SSR モード S 局を用いた DAPs もしくは WAM を用いた DAPs を利用し、飛行中の多くの航空機から機上で観測された気象データをダウンリンクすることにより、飛行経路上における観測情報の充実を図る。（※ EN-13 参照）</p> <p>(2) 航空機に新たなセンサー（湿度データ等）を装備することで、ダウンリンクする気象データを高度化し、飛行経路上における観測情報の充実を図る。</p> <p>(3) PIREP の更なる活用により、飛行経路上における観測情報の充実を図る。</p> </li> <li>4. 新たなセンサーの導入や既存センサーの充実による観測情報の高度化       <p>(1) 衛星による新たな観測情報の導入により、観測情報の高度化を図る。</p> <p>(2) 積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大により、滑走路面状態に関連する観測情報の高度化を図る。</p> </li> <li>5. 火山灰観測の高度化       <p>レーダー・ライダー等により、空中に漂う火山灰・空港への降灰等の定量観測を行い、観測情報の高度化を図る。</p> </li> </ol>
導入の必要性	<p>航空機を運航する上で、最大の不確実要素となっている気象に関する予見能力を向上させることは、軌道ベース運用の実現に必要不可欠となっている。予見能力を向上するに当たっては、航空機が飛行する空港や空域の実況監視能力を高めることが重要であり、気象観測情報の更なる高度化が必要となっている。</p>
導入の効果	<p>気象観測情報の高度化により、空港や空域の実況監視能力が向上するとともに、実況監視に基づく気象予測情報の高度化が図られることとなり、運航前の早い段階で実運航により近い軌道生成が可能となる。加えて、早期に天候の変化を正確に把握することによって、運航</p>

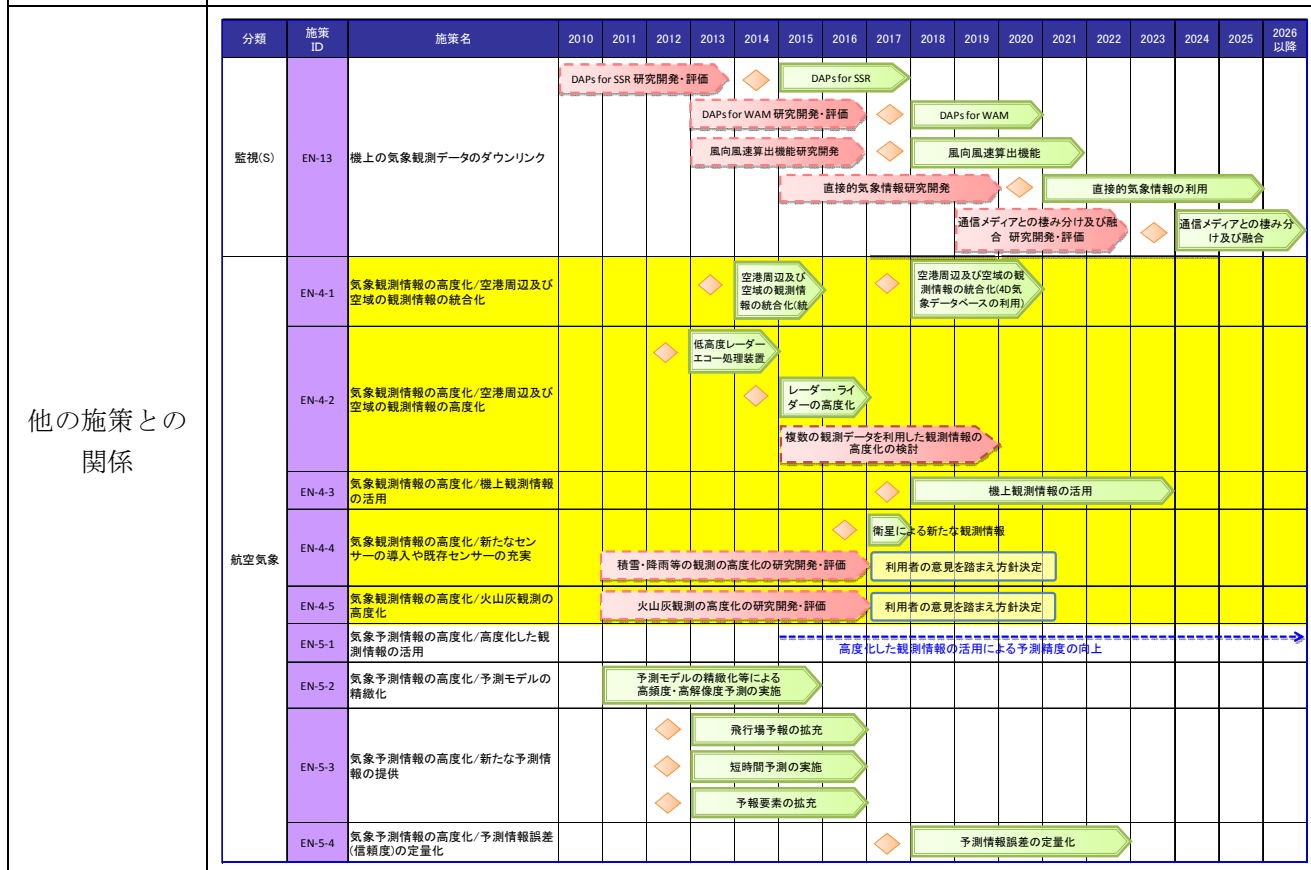
中であっても、リアルタイムに軌道を修正することが可能となる。

産学官の役割

- 産の役割（運航者）  
水蒸気データ等を観測する新たなセンサー及び当該データをダウンリンクするために必要となる機上機器（FMS やトランスポンダ等）の搭載
- 学及び産の役割（大学・研究機関、地上機器製造者）  
新たな気象観測技術（ハード・ソフト）の研究開発及び評価解析、機上からダウンリンクする気象データの項目・頻度等に関する研究
- 官の役割  
航空局：水蒸気データ等のダウンリンクに必要となる地上機器の整備、滑走路面状態に関する情報の高度化に関する検討  
  
気象庁：新たな気象観測装置の開発、既存の気象観測装置の性能向上、気象観測装置の整備・拡大、火山灰の定量観測の実施

諸外国の動向

- 導入状況  
米国：ITWS（空港及びその周辺の気象実況監視）、TAMDAR（航空機による水蒸気の観測）  
欧州：EUCOS において航空機による水蒸気の観測の有効性分析



SSR : Secondary Surveillance Radar

DAPs : Downlink Aircraft Parameters

WAM : Wide Area Multilateration

FMS : Flight Management System

PIREP : Pilot Report

ITWS : Integrated Terminal Weather System

TAMDAR : Tropospheric Airborne Meteorological Data Report

EUCOS : EUMETNET Composite Observing System

EUMETNET : network grouping 26 European National Meteorological Services



## 気象検討 WG 関連

## 監視アドホック 1 会合最終報告書

平成 27 年 2 月 16 日

監視アドホック 1 会合

## 1. 監視アドホック開催状況

監視アドホック会合は、平成 26 年 8 月 5 日(火)に第 1 回会合を開催した後、平成 26 年 11 月 19 日(水)まで 4 回の会合を開き、監視システムに関する施策のうち、EN-12、EN-13 及び OI-30-6(新設)について、施策の実現時期等に関する検討を行ってきた。(日程及び参加者は別紙-1)

## 2. 検討結果及び便益結果

別紙-2に監視アドホック1検討状況及び便益結果を報告する。

## 3. 施策個票の変更(案)

検討結果を踏まえ、EN-13 については別紙-3のとおり変更すること、OI-30-6 については別紙-4のとおり新規に設定することを提案する。

## ● 検討対象施策毎の検討概要

## (ア) EN-13: 機上の気象観測データのダウンリンク

EN-12「航空機動態情報の活用」、OI-30-6「航空機動態情報を活用した管制運用」の今年度の意志決定を経て、DAPs が導入されることから、EN-13「機上の気象観測データのダウンリンク」に関して以下の個票修正を行う。

- ① SSR 局更新の際に DAPs 取得機能を付加した SSR モード S 局を導入する。
- ② 中期的には、信頼性が確保された動態情報を配信可能とするシステムの構築を行う。
- ③ 諸外国の動向として、AMDAR (Aircraft Meteorological DATA Relay) や、TAMDAR(Tropospheric Airborne Meteorological DATA Reporting)などのサービスが実用化されている。

以上の視点に立ち、EN-13 に関する施策個票を修正する。

具体的な修正内容は、別紙-3を参照のこと。

## (イ) OI-30-6 航空機動態情報を活用した管制運用

- ① 新規に設定する。施策の概要は、以下のとおり。(下線部: 気象関連)

初期の施策では、航空機動態情報に順次対応した SSR、WAM 及び ADS-B を活用し、取得された動態情報を管制卓へ表示することによる状況認識能力の向上、及びコンフォーマンスモニター機能によるヒューマンエラーの排除等、管制支援機能高度化の実現に向けた導入を行う。但し、動態情報は航空機搭載機器に依存した情報であり、航空機による誤情報の発

信及び空地間データ伝送における誤情報の発生が欧州及び国内研究機関より報告されている。従って、将来、4DT を見据えた動態情報の高度化利用を行うためには、初期施策段階より取得されたデータについて信頼性を検証することが必要不可欠である。

中期的には、信頼性が確保された動態情報を配信する仕組みを導入するとともに、更なる利便性向上として、管制官が任意のタイミングで動態情報を取得でき、管制卓に動態情報から算出されたリアルタイムでより高精度な風向風速情報を配信する環境の構築を検討する。

長期的には、取得する動態情報の種類を拡大し更なる活用を模索すると共に、動態情報を活用した追尾精度の向上による中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20)など他施策への応用を検討する。

- ② 以上の施策概要を元に、OI-30-6 に関する CARATS ロードマップ及び施策個票を新規に起草する。

具体的な内容は、別紙－4を参照のこと。

また、必要な研究開発課題の検討を行い、その整理票を別紙－5に示す。

#### 4. 今年度の意志決定について

これら報告より、今年度の意志決定となっている以下の項目について、審議頂きたい。

- EN-13 DAPs for SSR
- OI-30-6 管制支援情報としての活用

CARATS推進協議会 ATM検討WG  
監視アドホック1会合 日程及び参加者

所属	氏名	第1回	第2回	第3回	第4回
		8月5日	9月4日	10月22日	11月19日
		航空局 AB会議室	2号館国土交通省 第2 A会議室	経産省別館108各 省庁共用会議室	経産省別館1031号 会議室
JAL運航部	赤木 宣道	○	○	○	○
JAL運航技術部	倉重 信男	○	○	-	○
JALEC技術部システム技術室電装技術グループ	長谷川 将	-	-	○	○
ANA整備センター技術部	田村 知紀	○	○	○	-
ANA整備センター技術部	山本 茂治	○	○	○	○
ANAオペレーションサポートセンター	山中 将史	○	-	-	-
ANAオペレーションサポートセンターFO推進部	永澤 隆史	-	○	-	○
(株)東芝	伊野 正美	○	○	○	○
(株)東芝	井上 知裕	-	○	-	○
(株)東芝	小川 泰広	○	○	○	-
(株)NTTデータ	渡辺 俊陽	-	○	-	○
(株)NTTデータ	三好 絢己	○	○	-	○
(株)NTTデータ	南 賢一郎	○	-	-	-
NEC	近藤 天平	○	○	○	○
NEC	板倉 州優	-	○	○	○
NEC	石川 和広	-	○	○	-
NEC	吉田 宏昭	-	-	-	○
三菱電機株式会社 通信機製作所	畑 清之	○	○	○	○
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所	松村 寛夫	-	○	○	○
気象庁 予報部 業務課	龍崎 淳	○	-	○	○
気象庁 予報部 予報課航空予報室	上野大輔	-	○	-	-
気象庁 予報部 数値予報課	石田 純一	-	○	-	-
電子航法研究所	松永 圭左	○	○	○	○
電子航法研究所	瀬之口 敦	○	-	-	-
電子航法研究所	呂 暁東	○	-	-	-
航空局 安全部 運航安全課	今村 航	○	-	-	○
航空局 安全部 航空機安全課 航空機技術基準企画室	末次 宏明	-	○	○	○
航空局安全部航空機安全課	麻生 貴広	○	-	-	-
航空局 交通管制部 交通管制企画課	山田 伸一	-	-	-	○
航空局 交通管制部 交通管制企画課	井部 夏樹	○	○	○	○
航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室	児嶋 朗	○	○	-	○
航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室	安宅 伸豊	○	-	-	○
航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室	吉田 健治	○	-	-	○
航空局 交通管制部 管制課	濱畑 嘉亨	-	○	○	○
航空局 交通管制部 管制課	原田 隆幸	-	-	-	○
航空局 交通管制部 管制課	松本 弘聖	○	○	-	-
航空局交通管制部運用課	長田 泰典	-	○	-	○
航空局 管制技術課 技術管理センター	島田 浩樹	○	○	○	○
航空局 管制技術課 技術管理センター	竹中 匠	○	○	○	○
航空局 交通管制部 管制技術課	大口 陽山	○	○	○	○
航空局 交通管制部 管制技術課	岸 信隆	○	○	○	○
航空局 交通管制部 管制技術課	永野 英徳	○	○	○	○
合計		27人	29人	21人	31人

# 監視アドホック1会合報告

ATM検討WG  
監視アドホック1会合

平成27年2月16日

# 目次

1. はじめに
  - 1.1 H26年度 監視アドホック1会合における検討課題
  - 1.2 施策の概要(会合前個票)
  
2. 動態情報を活用した運用向上を実現するための検討
  - 2.1 運用施策の確認及び必要性
    - 2.2.1 統保管制情報処理システムにおける動態情報への対応状況
    - 2.2.2 風向/風速情報の管制卓での活用及び数値予報モデルへの活用
  - 2.3 ダウンリンク情報の種類
  - 2.4 新たなOIの設定
  - 2.5 DAPsデータの信頼性評価の必要性
  - 2.6 DAPs導入に伴う信号環境影響の検討
  - 2.7 我が国の機上装置の対応状況及び義務化の検討
  
3. 動態情報による施策を実現するための要件
  - 3.1 導入目的と時期及び課題整理
  - 3.2 ロードマップの修正
  - 3.3 DAPs対応 SSRの導入について
  - 3.4 コスト便益

# 1. はじめに

## 1.1 H26年度 監視アドホック1における検討課題

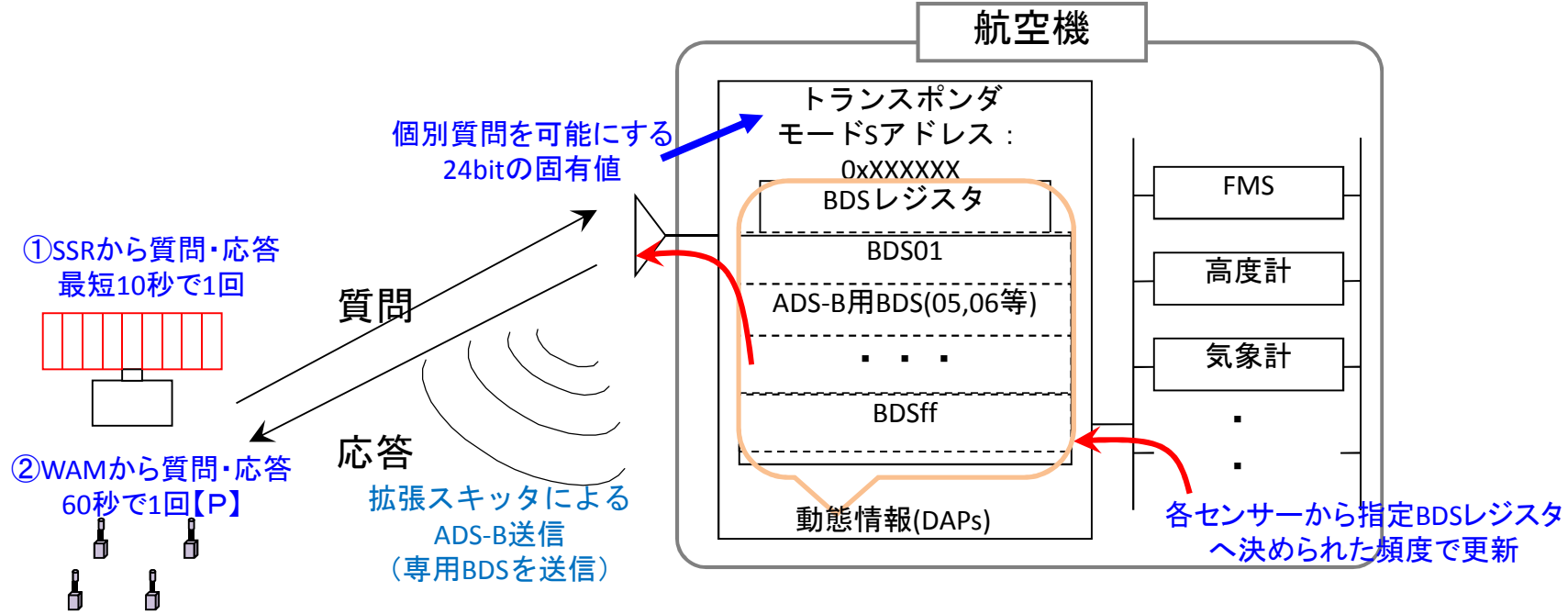
監視アドホック会合は、平成24年度に動態情報に関して技術的専門的な検討を行い、短期、中期、長期施策に分けてとりまとめた。平成26年度は、EN-12「航空機動態情報の活用」の「DAPs for SSR」、「ADS-B」、EN-13「機上の気象観測データのダウンリンク」の「DAPs for SSR」の意思決定年次であり、近年の航空路WAMや統合管制情報処理システムに係わる整備作業と、CARATSにおける将来計画の検討を整合させ、航空機動態情報に関わるOIの抽出及び導入の検討を行い、具体的なOI及びEN施策の実施内容及び実施時期の検討を将来的な活用の拡大に至るまで検討を行った。

### 【参考】動態情報とは

モードSトランスポンダには、各センサーからの機上情報をBDSレジスタと呼ばれる255区分に格納する機能があり、この情報は航空機動態情報と呼ばれている。

動態情報を取得する方法として、以下がある。

- ・DAPs対応機から、SSRモードS及びWAMを用いて監視通信の際に指定レジスタの情報を取得する方法
- ・ADS-B対応機から、放送されるADS-B用に割り当てられたBDS情報を受信する方法



# 1.2.1 施策の概要(会合前個票)

別添4  
別紙2

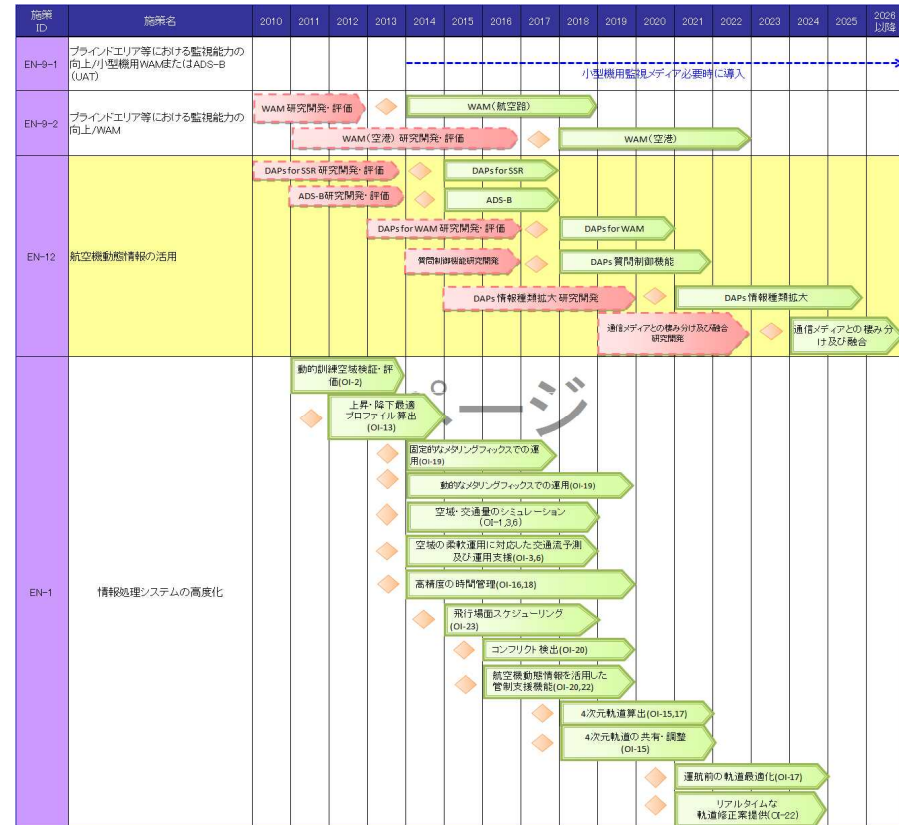
## EN-12:「航空機動態情報の活用」

航空機動態情報をダウンリンクする手法として、SSRモードS局を用いたDAPs(以下「DAPs for SSR」と略称する)、WAMを用いたDAPs(以下「DAPs for WAM」と略称する)、UATを使用するADS-B(以下「ADS-B(UAT)」と略称する)及び1090MHz拡張スキッタ信号を使用するADS-B(以下「ADS-B」と略称する)の4種類の方法が存在する。

初期の施策実施にあっては、他の施策において整備された地上施設が整備されていることを前提とし、その機能の一部を用いて、欧州ELS/EHSで使用される航空機動態情報をダウンリンクすることを検討の対象とし、本件に特化した地上施設をあらためて整備することはしない。

中期的には、より効果的に航空機動態情報を取得できるように、質問の周期(タイミング)や種類、入手手法(SAP/CAP)、及び質問対象航空機を地上で制御できるようなシステムの構築を検討していく。

さらに、長期的には、通信施設を用いた航空機動態情報のダウンリンク機能との棲み分け及び融合を図り、これらシステムを統合的に用いて、適切な航空機動態情報のダウンリンクを目指すと共に、ダウンリンクする航空機動態情報の種類拡大も検討する。





## 1.2.2 施策の概要(会合前個票)

別添4  
別紙2

### EN-13:「機上の気象観測データのダウンリンク」

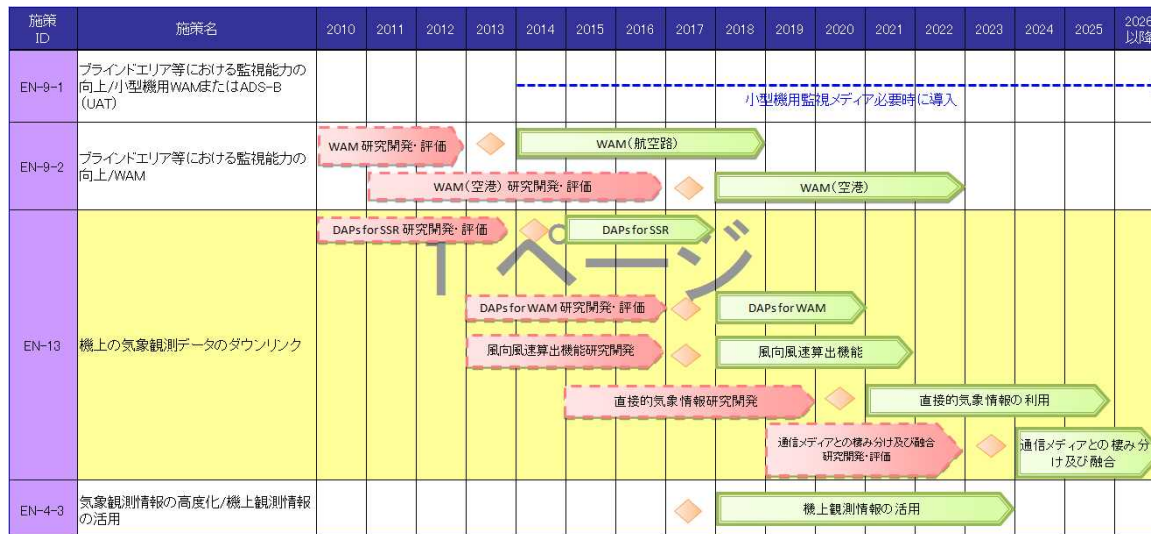
機上の気象観測データをダウンリンクする手法として、SSRモードS局を用いたDAPs(以下「DAPs for SSR」と略称する)とWAMを用いたDAPs(以下「DAPs for WAM」と略称する)が存在する。いずれの場合も、他の施策において整備された地上施設の機能の一部を用いて機上の気象観測データをダウンリンクすることを検討の対象とし、本件に特化した地上施設を整備することはない。

初期の施策実施にあっては、直接的な気象情報ではなく、針路情報及び速度情報等から上空の風向風速を算出、使用することを検討する。

長期的には、将来の航空機側装備品対応状況に合わせて、直接的な気象情報をダウンリンクして使用することを検討する。また、これに合わせて、必要となるシステムの改修等を図る。

また、機上側には、気象観測データをダウンリンクできる機能を有したトランスポンダが必要となるため、当該機上機器の装備状況を勘案して検討する。

なお、より多くの航空機からの気象観測データのダウンリンクを確保するためには、ダウンリンクに必要なトランスポンダの搭載に係わるインセンティブを併せて検討する必要がある。



## 2. 動態情報を活用した運用向上を実現するための検討

### 2.1 運用施策の確認及び必要性(1/2)

別添4  
別紙2

#### 【検討事項】

動態情報の活用を行うためには、取得された情報を管制卓に表示する等の情報処理を行う「統合管制情報処理システム」の機能及び整備時期を考慮する必要がある。

#### ■統合システムでの検討

• 動態情報を管制運用に活用することで、管制支援機能としての活用を目的とし、航空機動態情報を管制卓へ表示することによる状況認識能力の向上、ヒューマンエラーの排除を目的としたコンフォーマンスモニター機能の導入を行う。

• 整備中である統合管制情報処理システムにより実現可能性のある施策をステップ1、将来的な次期システムでの導入施策をステップ2とした。

#### ■導入効果

• 管制卓への動態情報提供による状況認識能力の向上による安全性の向上及び無線通信低減により航空保安業務の効率化に寄与し、コンフォーマンスモニター機能はヒューマンエラー排除に伴う安全性向上に寄与する。

運用向上

#### ステップ1(統合システム)

- 航空機動態情報を活用した管制運用(\*1)
  - 管制卓への動態情報提供
  - コンフォーマンスモニタリング(選択高度監視(指示高度、MVA)、(選択磁針路監視))
- 気象観測情報の高度化(EN-4-3)
  - 管制卓への風向/風速情報の提供
- 気象予測情報の高度化(EN-5-1)
  - 風向/風速情報の数値予報モデルへの活用

運用向上を実現する監視メディア・アプリ

SSR DAPs(ELS, EHS)  
WAM RA取得、DAPs(ELS, EHS)  
ADS-B位置情報、ADS-B out :(BDS61, 62, 65)

凡例 緑:監視による施策

\*1: 動態情報で実現される運用施策をOI-30-6「航空機動態情報を活用した管制運用(仮称)」で分類

\*2: 統合システムで導入されるICAPによるDBC管理で枯渇した場合

## 2.1 運用施策の確認及び必要性(2/2)

### ■将来的なシステムでの検討

•将来システムでは、4DTなどの将来構想を実現するために、4次元軌道の算出などの施策が導入される。また、状況認識能力向上の拡大、動態情報を活用した追尾精度の向上による中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20)など他施策への応用を行うために動態情報種類の拡大が必要となる。なお、通信施策で取得される動態情報と監視施策で取得される動態情報について、効率的な取得を行うため、棲み分け及び融合を行う必要がある。

### 運用向上

### ステップ2(将来的なシステムでの検討事項)

- 4次元軌道の算出 時刻 / ベースメタリング(高度化)
- 4次元軌道の共有・調整 / 運航前の軌道最適化
- リアルタイムな軌道修正案提供 / フローコリドーの導入
- 軌道・気象情報・運航制約の共有 (DAPs気象情報の機上へのアップリンク) / システム支援による軌道修正 / 後方乱気流に起因する管制間隔短縮
- ・協調的な運航前の軌道調整
- ・コンフリクトのない軌道生成
- ・データリンクによる軌道共有
- ・軌道情報を用いたコンフリクト検出
  - 動態情報利用によるMTCD
- ・航空機動態情報を活用した管制運用(\*1)
  - 管制卓への動態情報提供(種類拡大)
  - コンフォーマンスモニタリング(種類拡大)
  - 管制卓へのDAPs気象情報提供(種類拡大)
  - ビーコンコード枯渇対策航空機識別(\*2)
  - 動態情報による追尾精度の向上
- ・気象観測情報の高度化(EN-4-3)
  - データ高度化(新たなセンサー装備)
- ・気象予測情報の高度化(EN-5-1)
  - 高度化した観測情報の活用による予測精度向上

### 運用向上を実現する通信監視メディア・アプリ

陸域CPDLC(mode2 or LDAX, ATN Baseline2)  
SSR DAPs(DAPs種類の拡大)  
WAM DAPs(DAPs種類の拡大)  
ADS-B out種類拡大

通信と監視の  
ダウンリンク  
機能の棲み分け  
及び融合

凡例 水色:通信による施策、緑:監視による施策、黒:システム等による施策

\*1: 動態情報で実現される運用施策をOI-30-6「航空機動態情報を活用した管制運用(仮称)」で分類

\*2:統合システムで導入されるICAPによるDBC管理で枯渇した場合

### 運用向上を実現する地対地施策

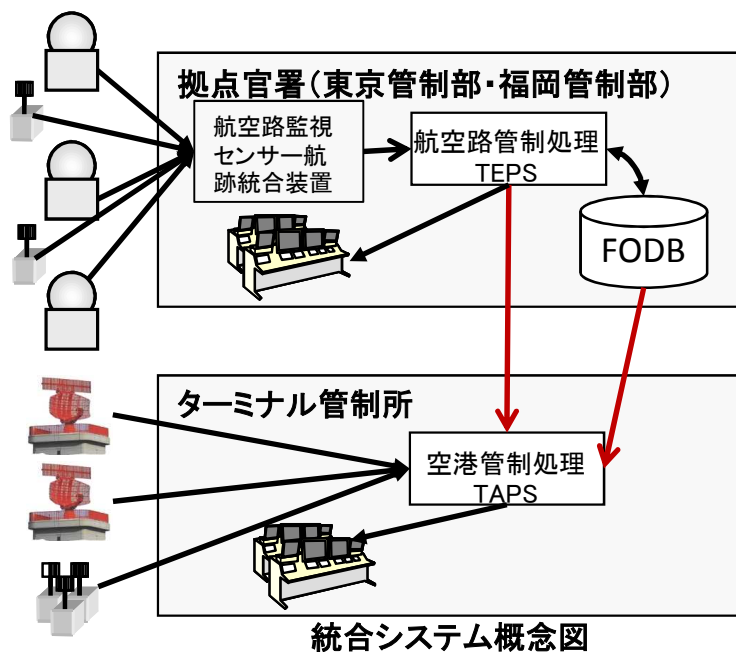
カンパニーフライトプラン  
高精度気象情報(数値予報モデル)  
SWIM  
DAPs風向/風速情報の共有

## 2.2.1 統合管制情報処理システムにおける動態情報への対応状況

別添4  
別紙2

### EUROコントロールが行っている動態情報を活用した運用をベースに対応状況を比較

統合管制情報処理システムにおけるDAPs情報の活用状況			
	EURO(参考)	TEPS	TAPS
「選択高度」「指示対気速度」「磁方位」の表示(データブロック又はリスト)	あり (データブロックに表示)	あり (航空機詳細表示画面への表示)	あり (航空機詳細表示画面への表示)
DAPs対応機と非対応機の表示区別(航跡シンボルを変える等)	あり	無し	無し
選択高度情報を活用した警報機能	あり	あり ・レベルバスト警報 ・MVA警報	あり ・レベルバスト警報
FOとの相関が取れていないターゲットに対する警報機能(FLT IDの表示等)	あり	現時点では無し	現時点では無し
垂直スタック表示への選択高度情報の活用	あり	あり (ホールディング支援機能)	あり (ホールディング支援機能)
気圧高度設定情報を活用した注意喚起機能	あり	現時点では無し	現時点では無し
上記以外の活用		・高層風情報の補正 ・追尾PKGデータへの追加	・追尾PKGデータへの追加



整備期間中である統合管制情報処理システムには、一部のDAPs活用の機能が付加されており、その実現性について検討した。

但し、動態情報の高度化利用を行うためには、DAPsの不具合(ダウンリンク時の通信エラー、機上設定ミス)に対処が必要とされる可能性がある。

## 2.2.2 風向/風速情報の管制卓での活用及び数値予報モデルへの活用

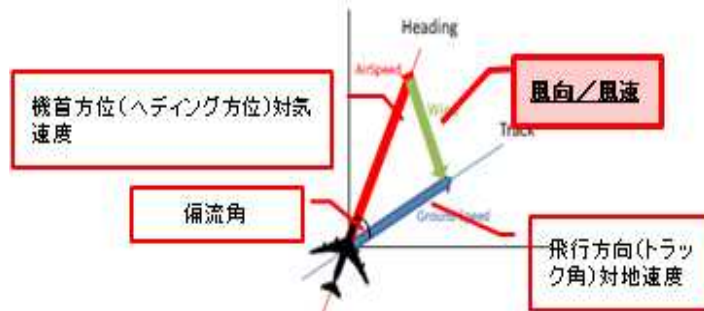
現在は、航空路管制卓において気象庁から得られた毎時大気解析(GPV)から得られた高層風情報を矢印の方向により風向を、長さにより風速(kt)を表現し1時間毎に更新して、管制官に提供している。

動態情報から取得したEHSデータ(ヘディング、対気速度、対地速度等)により、ベクトル計算を行って『風向/風速』を算出し、現在配信している予報値に実測風向風速データを重畳表示又は補完することにより、より精度の高い風情報を管制官へ提供し、情報認知を向上させ、安全性を向上させる可能性を確認した。

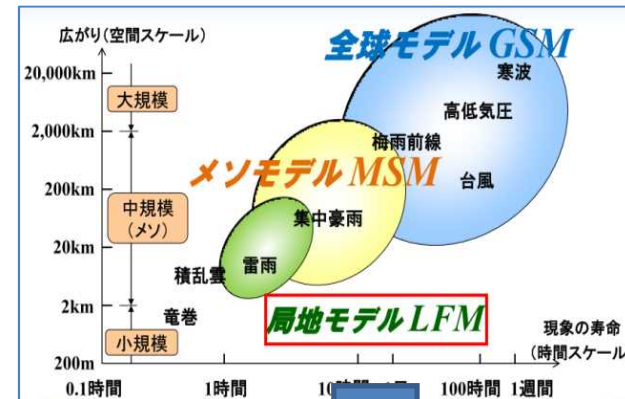
また、気象情報を活用することで数値予報モデルの精度向上の可能性を確認した。動態情報により精度向上した数値予報モデルは、将来的に4Dトラジェクトリ運用の軌道予測パラメータとして利用することが出来る。

### 取得方法①: 監視センサーにてEHS情報を質問し取得後、風向/風速情報を算出

- 取得したEHSデータ(ヘディング、対気速度、対地速度等)により、ベクトル計算を行い『風向/風速』を算出



EHSからの風向風速算出原理



4Dトラジェクトリの軌道予測パラメータとして活用



## 2.3 ダウンリンク情報の種類

●統合システムの運用フェーズで取得すべきダウンリンク情報、及び将来的なシステムで取得すべきダウンリンク情報の種類を整理した。

### ステップ1(統合システム)

運用  
向上

- ・航空機動態情報を活用した管制運用(\*1)
  - 管制卓への動態情報提供
  - コンフォーマンスモニタリング(選択高度監視(指示高度、MVA)、(選択磁針路監視))
- ・気象観測情報の高度化(EN-4-3)
  - 管制卓への風向/風速情報の提供
- ・気象予測情報の高度化(EN-5-1)
  - 風向/風速情報の数値予報モデルへの活用

### ステップ2(将来的なシステム)

- 4次元軌道の算出 時刻 / ベースメタリング(高度化)
- 4次元軌道の共有・調整 / 運航前の軌道最適化
- リアルタイムな軌道修正案提供 / フローコリドーの導入
- 軌道・気象情報・運航制約の共有 (DAPs気象情報の機上へのアップリンク) / システム支援による軌道修正 / 後方乱気流に起因する管制間隔短縮
- ・協調的な運航前の軌道調整
- ・コンフリクトのない軌道生成
- ・データリンクによる軌道共有
- ・軌道情報を用いたコンフリクト検出
  - 動態情報利用によるMTCD
- ・航空機動態情報を活用した管制運用(\*1)
  - 管制卓への動態情報提供(種類拡大)
  - コンフォーマンスモニタリング(種類拡大)
  - 管制卓へのDAPs気象情報提供(種類拡大)
  - ビーコンコード枯渇対策航空機識別(\*2)
  - 動態情報による追尾精度の向上
- ・気象観測情報の高度化(EN-4-3)
  - データ高度化(新たなセンサー装備)
- ・気象予測情報の高度化(EN-5-1)
  - 高度化した観測情報の活用による予測精度向上

ダウン  
リンク  
情報の  
種類

メディア	動態情報種類	用途
SSR/WAM	RA	動態情報表示(RA)
	EHS(40,50,60)	動態情報表示(磁針路、対気速度等) 選択高度監視 風情報算出
ADS-B(Ver.1以上で対応)	61	動態情報表示(RA)
	62	選択磁針路監視
	65	機上装置の能力情報、その他信頼性情報

メディア1	動態情報種類	用途
SSR/WAM	ELS	航空機識別(コールサイン)
	EHS(40,50,60)	動態情報表示(種類拡大) コンフォーマンスモニタ(種類拡大)
	44,45	気象情報
	EHS,41,42,43	追尾精度向上
	その他	今後の動向を踏まえ将来検討
ADS-B	その他	今後の動向を踏まえ将来検討0

## 2.4 新たなOIの設定(1/2)

別添4  
別紙2

### 【検討事項】

航空機動態情報の活用を行うにあたり、運用改善に関する施策OI(Operational Improvement)が設定されていなかった。よって、初期、中期及び長期の施策に対応した運用施策を設定することとしたい。

航空機動態情報を活用した管制運用に対応したOIを新たに設定した。

#### •OI-30-6 : 航空機動態情報を活用した管制運用

##### ➤ 施策の概要

初期の施策にあっては、航空機動態情報に順次対応したSSR、WAM及びADS-Bを活用し、取得された動態情報を管制卓へ表示することによる状況認識能力の向上、及びコンフォーマンスモニター機能によるヒューマンエラーの排除等、管制支援機能高度化の実現に向けた導入を行う。但し、動態情報は航空機搭載機器に依存した情報であり、航空機による誤情報の発信及び空地間データ伝送における誤情報の発生が欧州及び国内研究機関より報告されている。従って、将来、4DTを見据えた動態情報の高度化利用を行うためには、初期施策段階より取得されたデータについて信頼性を検証することが必要不可欠である。

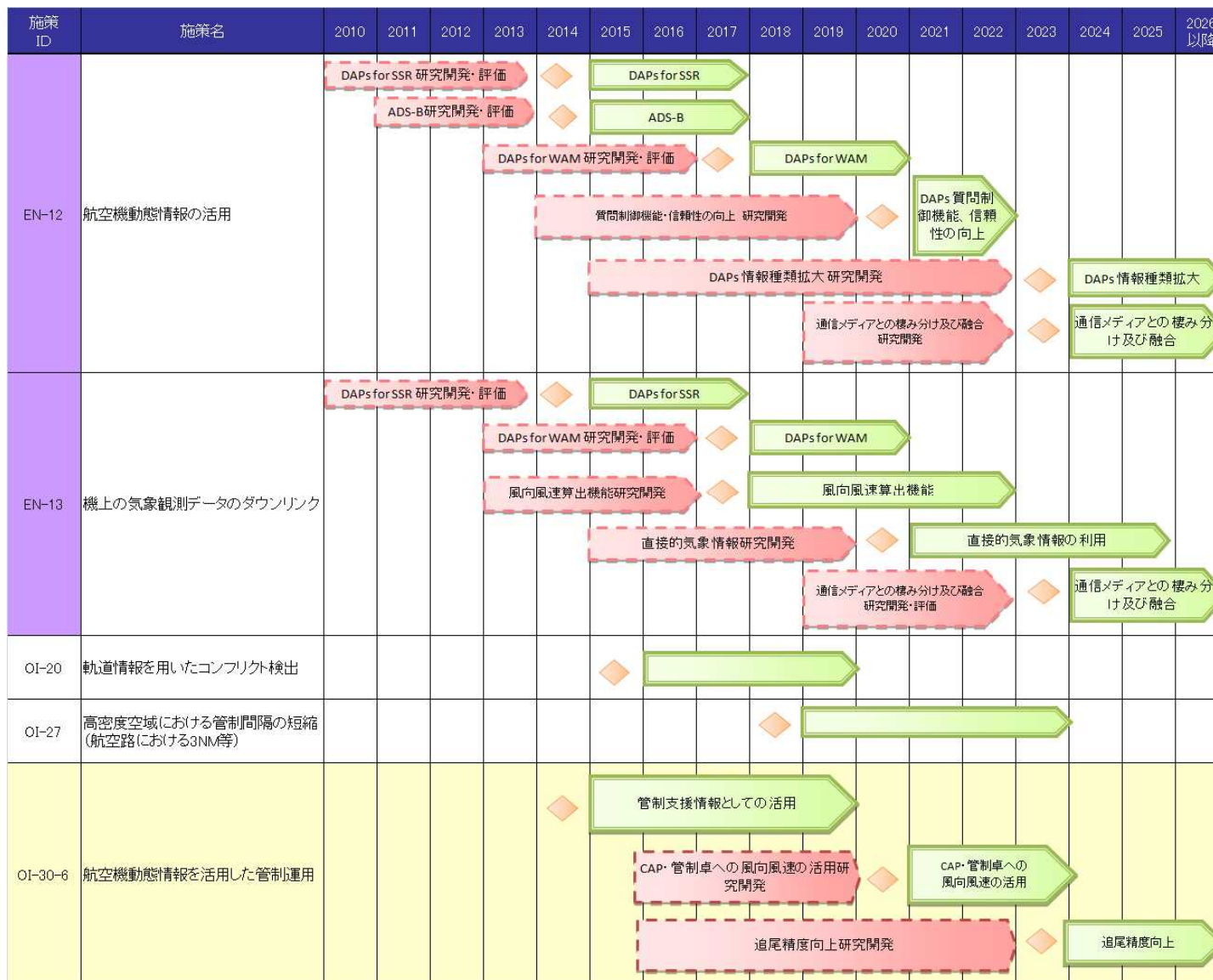
中期的には、信頼性が確保された動態情報を配信する仕組みを導入するとともに、更なる利便性向上として、管制官が任意のタイミングで動態情報を取得でき、管制卓に動態情報から算出されたリアルタイムでより高精度な風向風速情報を配信する環境の構築を検討する。

長期的には、取得する動態情報の種類を拡大し更なる活用を模索すると共に、動態情報を活用した追尾精度の向上による中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20)など他施策への応用を検討する。

## 2.4 新たなOIの設定(2/2)

別添4  
別紙2

- OI-30-6 : 航空機動態情報を活用した管制運用
- ロードマップ





## 2.5 DAPsデータの信頼性評価の必要性

別添4  
別紙2

●欧州でのDAPs運用の調査報告及び電子研での研究報告から、DAPsデータの信頼性の確保が必要であることを確認した。

### ●課題

- 管制官やパイロットのヒューマンエラー、トランスポンダの不正動作
- 機上装置間またはダウンリンク時の通信エラー(BDSスワップ等)
- 機上装置の設定ミス
- 機上センサ装置の測定エラー・故障

欧州の不具合事例

Time	Source	Mode S ID	Mode S	BDS 4,0	BDS 5,0	BDS6,0
07:28:07.580	NEUS		501D1D	00000000000000	00000000000000	00000000000000
07:49:08.703	BERM	AMC100	402021		F5AA09313FF7FF	F5AA09313FF7FF
07:52:21.680	NEUS	TOM5YE	4066D1		FF94E1388FFC0F	FF94E1388FFC0F
07:56:41.320	BERM		394C04	00000000000000	00000000000000	00000000000000

### ●欧州での対策

●ヒューマンエラーを含みEurocontrolでは、飛行中の航空機からデータを収集し、分析の上、関係部門(航空会社、製造会社を含む)に通報して是正を図るとともに、毎月のデータを公表している。

## 2.6 DAPs導入に伴う信号環境影響の検討

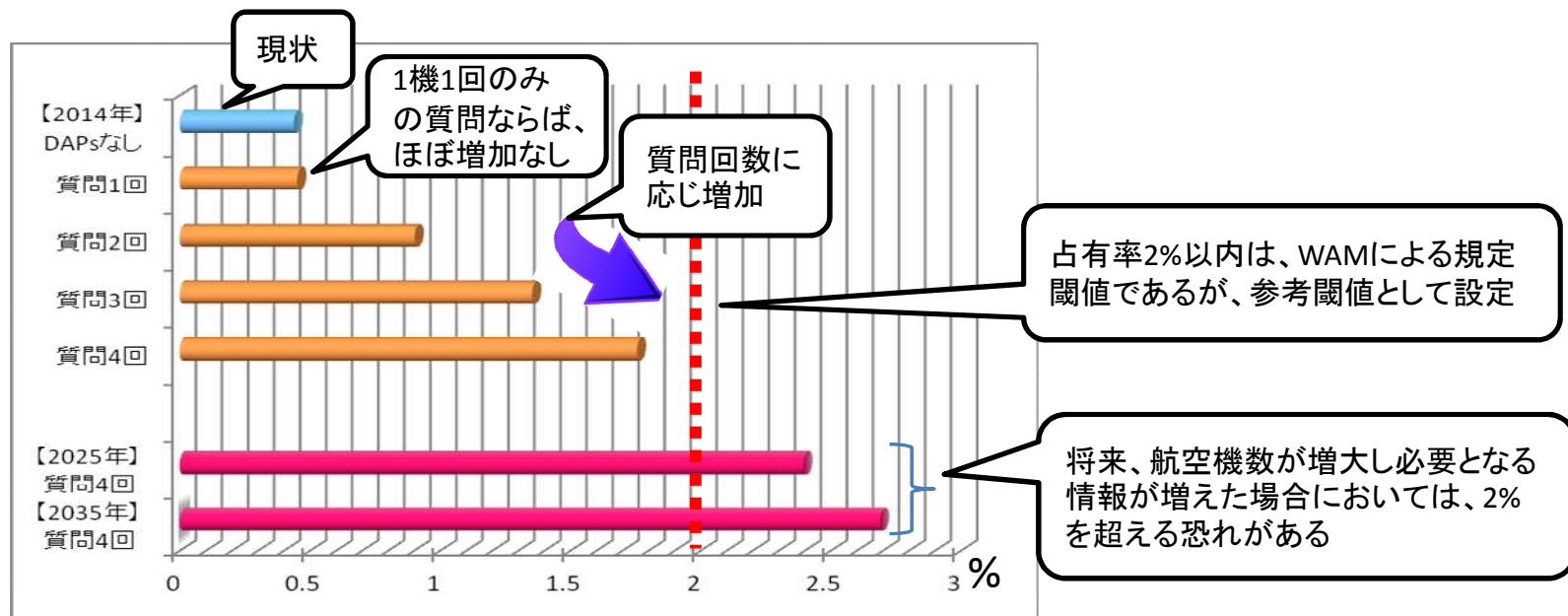
●DAPs導入に伴った電波信号環境における影響として、トランスポンダ占有率シミュレーションを実施し、将来的には、信号環境を考慮したDAPsの効率的な取得として、質問制御及びWAMによるセクタアンテナの導入等を検討する必要があることを確認した。

### 【設定条件】

- ✓ 対象覆域を東京国際空港を中心に60NMとし、航空機数を120機と設定。
- ✓ 対象覆域におけるセンサー環境は左記の通り。
- ✓ 将来予測として2025年は航空機数が1.4倍(\*1)、2035年は1.6倍(\*1)として設定。

\*1:交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

センサ	局数	監視周期	有効ビーム幅	対象覆域における分布
ARSR	3局	10秒	3°	全域
ASR	2局(羽田)	4秒	3°	全域
ASR	2局(成田)	4秒	3°	覆域1/2
成田WAM		1秒	全域	覆域1/2
航空路WAM		8秒	全域	全域



- 現状の航空機数ではトランスポンダ占有率に余裕がある状況
- 応答信号におけるDAPs(56bit→112bit)の変化は占有率に大きな影響を与えないが、DAPs要求質問回数の増加は占有率の増加に大きく影響する。

## 2.7 我が国登録航空機の航空機動態情報への対応状況及び義務化の検討

- 我が国の航空機動態情報の対応状況は、ELS/EHS欧州全域への義務化（新規登録機2015年1月まで、これ以前の登録機は2017年12月まで）に伴って、欧州乗り入れ機は、トラポンをELS/EHS対応済みであり、また新造機の多くは既にELS/EHS対応トラポンを搭載しており、上昇傾向であることを確認した。
- 義務化については、DAPs機能を付加したトランスポンダは、長期的には4DT実現を目的とした義務化の可能性があるものの、直ちに行う必要性はない。しかしながら、EN-9-3の施策によりADS-Bに係るトランスポンダ義務化検討が行われる際には、運航者の負担を考慮し、本施策による義務化についても一体となって検討することが適切であることを確認した。

## ➤我が国登録航空機の航空機動態情報への対応状況

## 事業者へのアンケート及び電子研での検証結果（平成22年10月）

- ELS対応機材303機：Mode-Sトラポン搭載機数の36%、日本国登録機総数の13%
- EHS対応機材262機：Mode-Sトラポン搭載機数の35%、日本国登録機総数の13%

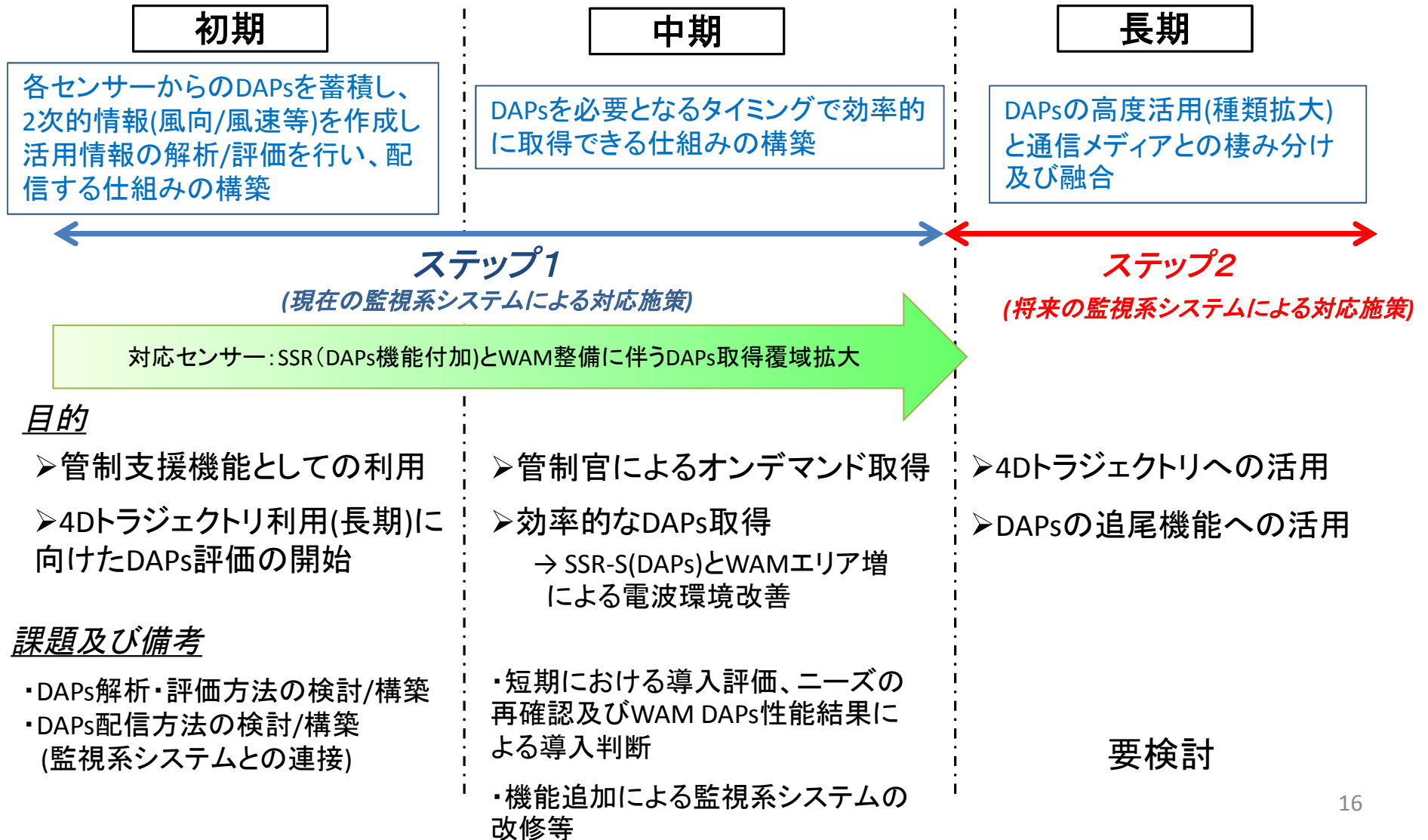
## ➤電子研による三鷹周辺の観測結果（モードトランスポンダ中の比率）

- 平成23年1月 ELS:85.9%, EHS:78.5%, ADS-B:67.2%
- 平成25年1月 ELS:84.4%, EHS:84.0%, ADS-B:77.8%
- 平成26年7月 ELS:90.8%, EHS:87.9%, ADS-B:82.3%

### 3. 動態情報による施策を実現するための要件

#### 3.1 導入目的と時期及び課題整理

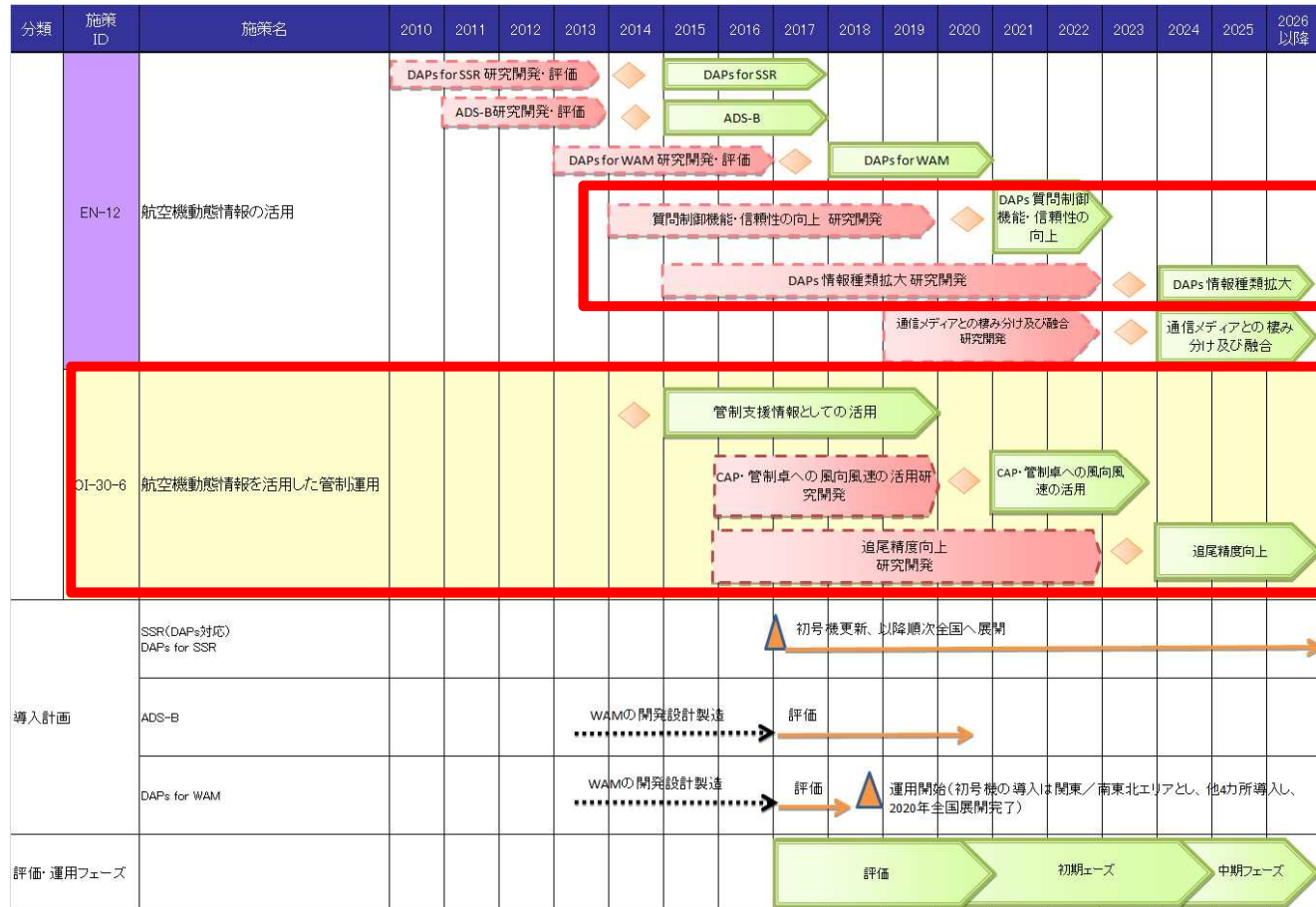
- 動態情報を活用した管制運用の導入に関わる導入目的と時期及び課題の整理を行った。



### 3. 動態情報による施策を実現するための要件(案)

#### 3.2 ロードマップの修正

●導入目的と時期及び課題整理(案)に基づいて、ロードマップの修正を行った。



- EN-12 : 「DAPs質問制御機能」については、今後、同時期に導入検討が必要となる「信頼性の向上」の項目を追記すると共に、初期フェーズ期間中に必要となる検証作業を考慮し、導入意志決定を2017年→2020年に変更
- EN-12 : 「DAPs情報種類拡大」については、長期フェーズに必要とされる内容であるため、導入意志決定を2020年→2023年に変更
- OI-30-6: 「航空機動態情報を活用した管制運用」を新たに設定

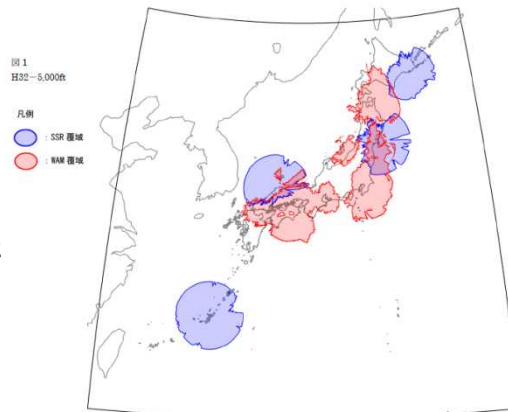


### 3.3 DAPs対応 SSRの導入について

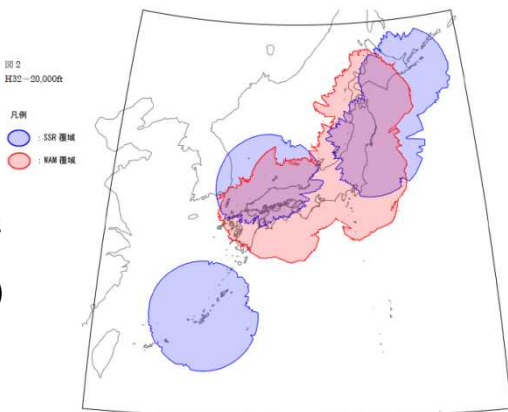
- 現用機器「改修」は、停波を伴い監視における影響が大きい<sup>ため困難であり、本施策(EN-12「航空機動態情報の活用」によるDAPs for SSR)が決定され次第、DAPs機能を付加した機器仕様を策定することとし「更新」に伴う導入で進めていくこと、また、初期フェーズにて必要と考えられる「定周期質問」と「外部からの質問制御」の2点を付加していくこととした。</sup>
- SSRへのDAPs機能付加は航空路より実施し、ターミナルSSRについては覆域等を考慮した上、適宜、導入を計画する。

➤DAPsが導入された場合の段階的なDAPs対応覆域の確認を行った。

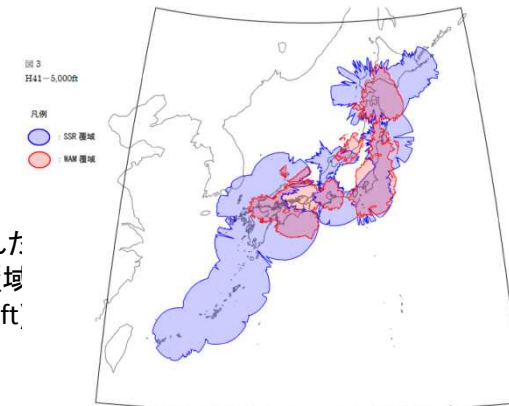
図：DAPsが導入された場合のDAPs対応覆域 (H32頃、高度5,000ft)



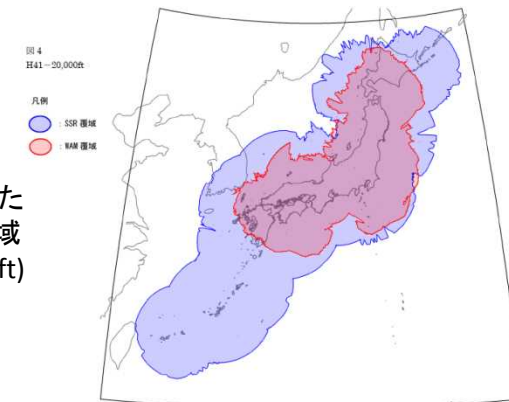
図：DAPsが導入された場合のDAPs対応覆域 (H32頃、高度20,000ft)



図：DAPsが導入された場合のDAPs対応覆域 (H41頃、高度5,000ft)



図：DAPsが導入された場合のDAPs対応覆域 (H41頃、高度20,000ft)



### 3.4 コスト便益(1/4)

- 費用対効果の考え方

DAPsの導入効果として、以下の効果が得られる。

- 航空機動態情報を活用した管制運用
  - ✓ 付加情報表示(シチュエーションウェアネス向上、無線通信低減)
  - ✓ 選択高度監視(コミュニケーションミスの低減、パイロット操縦ミスの低減)
  - ✓ 設定磁針路監視(コミュニケーションミスの低減、パイロット操縦ミスの低減)
  - ✓ **スペーシング実施時における対気速度把握(「Report Speed」の交信ワークロード低減によるセクター処理容量増大)**
- 動態情報による気象情報の利用
  - ✓ 気象数値予報モデルの精度向上(精度の良い4Dトラジェクトリ算出に寄与)
  - ✓ DAPs風データ管制卓への配信(乱気流等突発的な気象情報の提供)

**唯一の定量化が可能な効果として「スペーシング実施時における対気速度把握」にて便益を計算する。**

- 定量化対象効果の概要

- 下記セクターを対象としたスペーシングの処理時に、**50%**の航空機のパイロットに対して対気速度を確認する交信に伴う一連の作業(平均10秒を想定)による負荷が減少。DAPs対応率は一律80%として算出。
- これにより、単位時間当たりのワークロードが減少し、容量を超過しているセクター・時間帯において、交通流制御を行う必要がなくなるフライトが発生。
- 対象:主としてスペーシング処理を実施している航空路セクター
  - ✓ S02、T09、T10、T14、T15、T24、F01、F03、N02
- 航空交通流管理におけるEDCTの付与による地上待機機数の減少
  - ✓ 旅客の遅延回避の便益、運航者の遅延回避の便益
- Withケースのワークロード算出
  - ✓ スペーシング実施セクターにおいて、スペーシング関連処理のイベントが発生している場合には、そのイベントにより積算するワークロードから一律10秒/回を差し引くことによりワークロードを積算
- Withoutケースのワークロード算出
  - ✓ 2013年、2021年、2025年の各シナリオに対して、セクターごとに想定される時間帯別ワークロードを計算

### 3.4 コスト便益(2/4)

- 便益の算出

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
DAPs対応率	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
1機あたりATFM遅延(分)	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95
DAPsにより減少する制御機数	1.5	2.125	2.75	3.375	4	4.625	5.25	5.875	6.5	7.125	7.75	8.375	9	9.625	10.25
1日あたりのATFM遅延減(分)	16	23	30	37	44	51	57	64	71	78	85	92	99	105	112
年間ATFM遅延減(分)	5,995	8,493	10,991	13,489	15,987	18,485	20,983	23,481	25,979	28,477	30,975	33,473	35,971	38,469	40,967

旅客遅延抑制															
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
便益合計(百万円)	35	49	63	78	92	107	121	136	150	164	179	193	208	222	236
運航経費抑制															
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
便益合計(百万円)	30	42	54	66	79	91	103	116	128	140	153	165	177	189	202
便益合計(百万円)															
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
合計(百万円)	64	91	118	144	171	198	224	251	278	305	331	358	385	412	438

運用 5年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
運用 10年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
運用 15年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
運用 15年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035

#### 便益の2014年現在価値

評価期間	便益(百万円)
2021年～2025年(5年)	588
2021年～2030年(10年)	1,112
2021年～2033年(13年)	1,621
2021年～2035年(15年)	1,986



### 3.4 コスト便益(3/4)

#### コストの計算

- 2021年に全額計上されるとし計算
- 内訳は以下の通り
  - ✓ SSR動態情報ダウンリンク機能追加
  - ✓ フィルタリング機能付加
  - ✓ 信頼性評価(解析)装置
  - ✓ 質問制御装置(センサー側)
  - ✓ 質問制御装置(システム側)      総計約1,800百万円

※正確な概算額は中期フェーズの意志決定時期に再度算出する必要がある。

#### 費用の2014年現在価値

評価期間	便益(百万円)
2021年～2025年(5年)	1,384
2021年～2030年(10年)	1,384
2021年～2033年(13年)	1,384
2021年～2035年(15年)	1,384

#### 年度別コスト想定(百万円)

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
0	100	0	0	0	0	1,700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014年NPV		単純合計																			
1,384	百万円	1,800																			
1,384	百万円	1,800	運用 5年																		
1,384	百万円	1,800	運用 10年																		
1,384	百万円	1,800	運用 13年																		
1,384	百万円	1,800	運用 15年																		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035

#### B/Cの計算

評価期間	便益(百万円)	費用(百万円)	B/C
2021年～2025年(5年)	588	1,384	0.42
2021年～2030年(10年)	1,112	1,384	0.80
2021年～2033年(13年)	1,621	1,384	1.17
2021年～2035年(15年)	1,986	1,384	1.43

### 3.4 コスト便益(4/4)

#### → 結果

- 費用対便益比(CBR) : 1.17(13年)
- 純現在価値(NPV) : 237(百万円)(13年)
- 定性的効果の整理 : 便益計測項目(5-1)「管制官等の生産性向上」及び(7-1)「安全性向上による需要増大」に寄与
  - 航空機動態情報を活用した管制運用は、シチュエーションウェアネス向上、無線通信低減、コミュニケーションミスの低減、パイロット操縦ミスの低減、交信ワークロード低減によるセクター処理容量増大に寄与する。

#### → 総合的な評価

- WithケースではCBRが1.17と1を上回り、多くの定性的効果も確認できるため、DAPsの導入効果は大きい

CARATS ロードマップ個票 (EN-13 現行)

CARATS ロードマップ個票 (EN-13 修正案)

施策名	EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク
変革の方向性との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 予見能力の向上</li> <li>• 軌道ベース運用の実現</li> </ul>
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全性の向上</li> </ul>
施策の概要	<p>機上の気象観測データをダウンリンクする手法として、SSR モード S 局を用いた DAPs(以下「DAPs for SSR」と略称する)と WAM を用いた DAPs (以下「DAPs for WAM」と略称する)が存在する。いずれの場合も、他の施策において整備された地上施設の機能の一部を用いて機上の気象観測データをダウンリンクすることを検討の対象とし、本件に特化した地上施設を整備することはしない。</p> <p>初期の施策実施にあつては、直接的な気象情報ではなく、針路情報及び速度情報等から上空の風向風速を算出、使用することを検討する。</p> <p>長期的には、将来の航空機側装備品対応状況に合わせて、直接的な気象情報をダウンリンクして使用することを検討する。また、これに合わせて、必要となるシステムの改修等を図る。</p> <p>また、機上側には、気象観測データをダウンリンクできる機能を有したトランスポンダが必要となるため、当該機上機器の装備状況を勘案して検討する。</p> <p>なお、より多くの航空機からの気象観測データのダウンリンクを確保するためには、ダウンリンクに必要となるトランスポンダの搭載に係わるインセンティブを併せて検討する必要がある。</p> <p>(注意：ダウンリンクされた機上の気象観測データを使用する方法あるいは機器については、本項での検討対象外とする。)</p> <p>1. 既存の SSR モード S 局の改修/機上気象観測データのダウンリンク機能の追加</p> <p>機上気象観測データのダウンリンクに際して、全ての SSR モード S 局を改修する必要はないため、現存の航空路用、空港用のモード S 対応 SSR の中から、必要となる SSR モード S 局を選定する必要がある。</p> <p>なお、SSR 局は、別施策により WAM/ADS-B の導入に伴って、縮退の可能性があるため、本項の目的で選定を行う場合には、SSR 縮退計画を念頭に置き検討する必要がある。</p> <p>WAM 局は、導入当初から航空機動態情報のダウンリンク機能を有したものを導入する。ただし、WAM 局による過大な質問は、1090MHz の信号環境を悪化させるため、EN-12 による質問周期等の制御機能の整備までは、質問数の設定には配慮が必要である。</p> <p>2. 風向風速の算出機能の追加</p> <p>DAPs for SSR または DAPs for WAM によって得られる航空機の種類速度情報及び針路情報等から、上空の風向及び風速を算出する機能を監視センサー装置に追加する。</p> <p>算出される風向風速情報は、等間隔に分割された高度別かつ水平位置別に算出されるように設定する。</p> <p>3. 直接的な気象情報のダウンリンク</p> <p>前述の第 1 項及び第 2 項では、ELS/EHS で使用される種類の航空機動態情報のみ使用することを想定しているが、将来の航空機側装備品対応状況に合わせて、直接的な気象情報をダウンリンクできるようにし、必要となるシステムの改修等を図る。</p>

施策名	EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク
変革の方向性との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 予見能力の向上</li> <li>• 軌道ベース運用の実現</li> </ul>
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全性の向上</li> </ul>
施策の概要	<p>機上の気象観測データをダウンリンクする手法として、SSR モード S 局を用いた DAPs(以下「DAPs for SSR」と略称する)と WAM を用いた DAPs (以下「DAPs for WAM」と略称する)が存在する。いずれの場合も、他の施策において整備された地上施設の機能の一部を用いて機上の気象観測データをダウンリンクすることを検討の対象とし、本件に特化した地上施設を整備することはしない。</p> <p>初期の施策実施にあつては、直接的な気象情報ではなく、針路情報及び速度情報等から上空の風向風速を算出、使用することを検討する。</p> <p>長期的には、将来の航空機側装備品対応状況に合わせて、直接的な気象情報をダウンリンクして使用することを検討する。また、これに合わせて、必要となるシステムの改修等を図る。</p> <p>また、機上側には、気象観測データをダウンリンクできる機能を有したトランスポンダが必要となるため、当該機上機器の装備状況を勘案して検討する。</p> <p>なお、より多くの航空機からの気象観測データのダウンリンクを確保するためには、ダウンリンクに必要となるトランスポンダの搭載に係わるインセンティブを併せて検討する必要がある。</p> <p>(注意：ダウンリンクされた機上の気象観測データを使用する方法あるいは機器については、本項での検討対象外とする。)</p> <p>1. 既存 SSR 局の更新に伴う機上気象観測データのダウンリンク機能の追加</p> <p>機上気象観測データのダウンリンクに際して、SSR 局更新の際に DAPs 取得機能を付加した SSR モード S 局の導入を行う。</p> <p>なお、SSR 局は、別施策により WAM/ADS-B の導入に伴って、縮退の可能性があるため、本項の目的で選定を行う場合には、SSR 縮退計画を念頭に置き検討する必要がある。</p> <p>WAM 局は、導入当初から航空機動態情報のダウンリンク機能を有したものを導入する。ただし、WAM 局による過大な質問は、1090MHz の信号環境を悪化させるため、EN-12 による質問周期等の制御機能の整備までは、質問数の設定には配慮が必要である。</p> <p>2. 風向風速の算出機能の追加</p> <p>DAPs for SSR または DAPs for WAM によって得られる航空機の種類速度情報及び針路情報等から、上空の風向及び風速を算出する機能を監視センサー装置に追加する。</p> <p>算出される風向風速情報は、等間隔に分割された高度別かつ水平位置別に算出されるように設定する。</p> <p>3. 直接的な気象情報のダウンリンク</p> <p>前述の第 1 項及び第 2 項では、ELS/EHS で使用される種類の航空機動態情報のみ使用することを想定しているが、将来の航空機側装備品対応状況に合わせて、直接的な気象情報をダウンリンクできるようにし、必要となるシステムの改修等を図る。</p>

CARATS ロードマップ 個票

導入の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上のために、機上の気象観測データの活用は非常に有効である。</li> <li>他の通信（データリンク）メディアにより機上の気象観測データのダウンリンクを行う場合、通信費用が掛かる可能性があり、引いてはデータ通信頻度が低下する可能性が高いが、DAPs は、既存の SSR モード S 技術を応用するため、通信頻度が極めて高く、かつ通信費用が掛からないため、この点での運航者の負担がかからない。</li> </ul>
導入の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>機上気象データが入手できることにより、TBO 実現に必要な気象予測精度の向上が図られる。</li> <li>悪天候等を回避した飛行計画を作成することが可能となり、安全性の向上が図られる。</li> </ul>
産学官の役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>産の役割 地上機器製造者：気象データのダウンリンク機能を有した SSR モード S 地上局、WAM 地上装置の開発及び製造 運航者：気象データのダウンリンク機能を有するトランスポンダ等の機上機器の搭載</li> <li>学の役割（大学・研究機関等） ダウンリンクする機上観測気象データの種類、頻度または精度に係わる研究開発</li> <li>官の役割 航空局：必要となる地上監視装置の整備、機上機器の搭載促進策等の検討 気象庁：ダウンリンクした機上観測気象データの活用方策の検討</li> </ul>
諸外国の動向	<p>気象情報をダウンリンクするための技術基準は ICAO において、国際標準化されているものの、航空機側の対応の遅れと、ダウンリンクした気象情報の利用方法が明確になっていない。そのため、これまでのところ、米国 NextGen 及び欧州 SESAR でも必要性は述べられているもののまだ開発段階にある。</p>
他の施策との関係	

DAPs : Downlink Aircraft Parameters      WAM : Wide Area Multilateration  
 ADS-B : Automatic Dependent Surveillance – Broadcast      SSR : Secondary Surveillance Radar  
 TBO : Trajectory Based Operation

CARATS ロードマップ 個票

導入の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>TBO を実現する上で不可欠な気象の予測精度向上のために、機上の気象観測データの活用は非常に有効である。</li> <li>他の通信（データリンク）メディアにより機上の気象観測データのダウンリンクを行う場合、通信費用が掛かる可能性があり、引いてはデータ通信頻度が低下する可能性が高いが、DAPs は、既存の SSR モード S 技術を応用するため、通信頻度が極めて高く、かつ通信費用が掛からないため、この点での運航者の負担がかからない。</li> </ul>
導入の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>上気象データが入手できることにより、TBO 実現に必要な気象予測精度の向上が図られる。</li> <li>悪天候等を回避した飛行計画を作成することが可能となり、安全性の向上が図られる。</li> </ul>
産学官の役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>産の役割 地上機器製造者：気象データのダウンリンク機能を有した SSR モード S 地上局、WAM 地上装置の開発及び製造 運航者：気象データのダウンリンク機能を有するトランスポンダ等の機上機器の搭載</li> <li>学の役割（大学・研究機関等） ダウンリンクする機上観測気象データの種類、頻度または精度に係わる研究開発</li> <li>官の役割 航空局：必要となる地上監視装置の整備、機上機器の搭載促進策等の検討 気象庁：ダウンリンクした機上観測気象データの活用方策の検討</li> </ul>
諸外国の動向	<p>気象情報をダウンリンクするための技術基準は ICAO において、国際標準は制定済みである。WMO（World Meteorological Organization）によって開始された、機上で観測した気象データを ARCARS（ARINC 620 フォーマット）でダウンリンクし、地上の気象サービスや航空会社等で利用する AMDAR（Aircraft Meteorological Data Relay）や、米国の民間企業が行っている、航空機から取得した気象データを集約、解析した精度の高い気象予報情報を、航空機運航者へ提供する TAMDAR(Tropospheric Airborne Meteorological Data Reporting)などのサービスが実用化されている。</p>
他の施策との関係	

DAPs : Downlink Aircraft Parameters      WAM : Wide Area Multilateration  
 ADS-B : Automatic Dependent Surveillance – Broadcast      SSR : Secondary Surveillance Radar  
 TBO : Trajectory Based Operation

施策名	OI-30-6 航空機動態情報を活用した管制運用
変革の方向性との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上・機上での状況認識能力の向上</li> <li>予見能力の向上</li> <li>軌道ベース運用の実現</li> </ul>
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全性の向上</li> <li>交通量増大への対応</li> <li>運航の効率性向上</li> </ul>
施策の概要	<p>初期の施策にあつては、航空機動態情報に順次対応した SSR、WAM 及び ADS-B を活用し、取得された動態情報を管制卓へ表示することによる状況認識能力の向上、及びコンフォーマンスモニター機能によるヒューマンエラーの排除等、管制支援機能高度化の実現に向けた導入を行う。但し、動態情報は航空機搭載機器に依存した情報であり、航空機による誤情報の発信及び空地間データ伝送における誤情報の発生が欧州及び国内研究機関より報告されている。従って、将来、4DT を見据えた動態情報の高度化利用を行うためには、初期施策段階より取得されたデータについて信頼性を検証することが必要不可欠である。</p> <p>中期的には、信頼性が確保された動態情報を配信する仕組みを導入すると共に、更なる利便性向上として、管制官が任意のタイミングで動態情報を取得でき、管制卓に動態情報から算出されたリアルタイムでより高精度な風向風速情報を配信する環境の構築を検討する。</p> <p>長期的には、取得する動態情報の種類を拡大し更なる活用を模索すると共に、動態情報を活用した追尾精度の向上による中期的なコンフリクトの検出 (MTCD) の高度化 (OI-20) など他施策への応用を検討する。</p>
導入の必要性	<p>安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、その中でも本施策は、管制官の状況認識能力の強化による安全性の向上のために不可欠な機能として位置づけられる。具体的には、動態情報を活用した管制卓への各種情報の提供、コンフォーマンスモニター、コンフリクト検出が必須となる。</p> <p>また、4DT などの将来構想を実現するためには、気象状況の正確な把握とそれら情報に基づいた予測精度の向上が必須である。</p>
導入の効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>管制卓への動態情報提供による状況認識能力の向上による安全性の向上及び無線通信低減により航空保安業務の効率化に寄与し、コンフォーマンスモニター機能はヒューマンエラー排除に伴う安全性向上に寄与する。</li> <li>風向風速の実測値の活用は、上層風のデータ取得に伴う航空機の予測精度の向上に寄与する。</li> </ul>
産学官の役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>産の役割 <ul style="list-style-type: none"> <li>運航者：航空機動態情報のダウンリンク機能を有する ADS-B 機上装置またはトランスポンダ等の機上機器の搭載</li> <li>地上機器製造者：航空機動態情報のダウンリンク要求機能を有した SSR モード S 地上局の開発及び製造</li> </ul> </li> <li>学の役割 (大学・研究機関等)： <ul style="list-style-type: none"> <li>4DT 実現等の各種運用要件に必要な航空機動態情報の種類、頻度または精度に係わる研究開発</li> <li>動態情報を使った追尾精度の向上に係わる研究開発</li> </ul> </li> <li>官の役割 (航空局)： <ul style="list-style-type: none"> <li>必要となる地上監視装置の整備、装備義務化を含む機上機器の搭載促進策等の検討</li> </ul> </li> </ul>





施策 ID	施策名	意思決定年										
O I - 3 0 - 6	航空機動態情報を活用した管制運用	(A-1:2017年), (A-2:2020年)										
必要と考えられる研究開発課題		実施が期待される研究機関(大学、地上機器製造者等を含む)、実施時期、内容、成果とその活用方法										
A: 動態情報を用いた管制支援機能の高度化に関する研究開発		A-1: 電子航法研究所、20XX年-20XX年										
<table border="1"> <tr> <td>成果を必要とする時期</td> <td>2019年頃</td> </tr> <tr> <td>研究の必要性とその概要</td> <td>安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への情報提供、コンフォーマンスモニター、コンフリクト検出を向上させることが求められている。</td> </tr> </table>		成果を必要とする時期	2019年頃	研究の必要性とその概要	安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への情報提供、コンフォーマンスモニター、コンフリクト検出を向上させることが求められている。	<table border="1"> <tr> <td>研究内容「動態情報を用いた管制支援機能に関する研究」</td> <td>動態情報を活用したRAの取得状況の調査、コンフォーマンスモニターの項目増強の検討を行う。</td> </tr> <tr> <td>成果の活用者</td> <td>航空局</td> </tr> <tr> <td>成果の活用方法</td> <td>地上・機上での状況認識能力の向上</td> </tr> </table>	研究内容「動態情報を用いた管制支援機能に関する研究」	動態情報を活用したRAの取得状況の調査、コンフォーマンスモニターの項目増強の検討を行う。	成果の活用者	航空局	成果の活用方法	地上・機上での状況認識能力の向上
成果を必要とする時期	2019年頃											
研究の必要性とその概要	安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への情報提供、コンフォーマンスモニター、コンフリクト検出を向上させることが求められている。											
研究内容「動態情報を用いた管制支援機能に関する研究」	動態情報を活用したRAの取得状況の調査、コンフォーマンスモニターの項目増強の検討を行う。											
成果の活用者	航空局											
成果の活用方法	地上・機上での状況認識能力の向上											
B: 動態情報を用いた管制支援機能の管制卓表示に関する研究開発		A-2: ○○○○○○○○○○○○○○○○、20xx年-20xx年										
<table border="1"> <tr> <td>成果を必要とする時期</td> <td></td> </tr> <tr> <td>研究の必要性とその概要</td> <td>安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への表示による状況認識能力を向上させることが求められている。</td> </tr> </table>		成果を必要とする時期		研究の必要性とその概要	安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への表示による状況認識能力を向上させることが求められている。	<table border="1"> <tr> <td>研究内容「動態情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究」</td> <td>動態情報を活用した軌道予測精度の向上及び中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20にて検討)を研究する。</td> </tr> <tr> <td>成果の活用者</td> <td>航空局</td> </tr> <tr> <td>成果の活用方法</td> <td>軌道予測精度およびコンフリクト予測精度の向上</td> </tr> </table>	研究内容「動態情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究」	動態情報を活用した軌道予測精度の向上及び中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20にて検討)を研究する。	成果の活用者	航空局	成果の活用方法	軌道予測精度およびコンフリクト予測精度の向上
成果を必要とする時期												
研究の必要性とその概要	安全性を確保しつつ将来の交通量の増大に対応するためには、管制支援機能の高度化が必要であり、管制支援機能として位置づけられる、動態情報を活用した管制卓への表示による状況認識能力を向上させることが求められている。											
研究内容「動態情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究」	動態情報を活用した軌道予測精度の向上及び中期的なコンフリクトの検出(MTCD)の高度化(OI-20にて検討)を研究する。											
成果の活用者	航空局											
成果の活用方法	軌道予測精度およびコンフリクト予測精度の向上											
B-1: ○○○○○○○○○○○○○○○○、20xx年-20xx年												
<table border="1"> <tr> <td>研究内容</td> <td>動態情報を活用したRAの速やかな表示、管制支援情報の表示手法の研究開発を行う。</td> </tr> <tr> <td>成果の活用者</td> <td>航空局</td> </tr> <tr> <td>成果の活用方法</td> <td>管制卓表示による状況認識能力の向上</td> </tr> </table>		研究内容	動態情報を活用したRAの速やかな表示、管制支援情報の表示手法の研究開発を行う。	成果の活用者	航空局	成果の活用方法	管制卓表示による状況認識能力の向上					
研究内容	動態情報を活用したRAの速やかな表示、管制支援情報の表示手法の研究開発を行う。											
成果の活用者	航空局											
成果の活用方法	管制卓表示による状況認識能力の向上											
研究機関へ期待される ICAO 会議への参加等の活動		今後の課題への対応方針										
➤		➤										
航空局 主担当者		研究機関 主任者										
交通管制企画課 井部調査官 管制課 濱畑調査官 管制技術課 岸調査官		○○研究所 ○○領域 ○○主任研究員										
施策に関する履歴(ロードマップの修正等)		本資料に関する修正履歴										
平成26年10月 ロードマップ作成		平成26年10月 新規作成										