

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 2 5 年度 活動報告書

平成 2 6 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25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 .....	8
3.1.	研究開発課題の整理.....	8
3.2.	研究開発の実施状況.....	8
3.3.	次年度の研究開発の予定 .....	17
4.	意思決定年次以前の予備検討 .....	20
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... 20	
4.1.1.	運用コンセプト、システムの概要等 .....	21
4.1.2.	導入計画案.....	22
4.1.3.	長期ビジョンの目標への寄与度.....	22
4.1.4.	費用対効果分析.....	22
4.1.5.	国際動向 .....	22
4.1.6.	導入計画を実行するための作業工程 .....	22
4.1.7.	ロードマップの変更の検討.....	22
4.2.	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.....	22
4.2.1.	運用コンセプト、システムの概要等 .....	22
4.2.2.	導入計画案.....	23
4.2.3.	長期ビジョンの目標への寄与度.....	23
4.2.4.	費用対効果分析.....	23
4.2.5.	導入計画を実行するための作業工程 .....	23
4.2.6.	ロードマップの変更の検討.....	24
4.3.	「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」及び「EN-4-4 気象観測情報の高度化/新たなセンサーの導入や既存センサーの充実」における「AeroMACS 導入による高度化」 .....	24
4.3.1.	導入計画案.....	24
4.3.2.	国際動向 .....	24
4.3.3.	ロードマップの変更の検討.....	24
5.	意思決定年次の施策の検討 .....	24
5.1.	EN-4-1 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）の検討結果.....	24
5.1.1.	運用コンセプト、システムの概要等 .....	25

5.1.2.	導入計画案.....	25
5.1.3.	長期ビジョンの目標への寄与度.....	25
5.1.4.	費用対効果分析.....	26
5.1.5.	導入計画を実行するための作業工程.....	27
5.1.6.	ロードマップの変更の要否の検討.....	27
6.	意思決定後の施策の導入準備状況等.....	27
6.1.	EN-5-3 気象予測情報の高度化（3. 新たな予測情報の提供）.....	27
	「3. 新たな予測情報の提供」について、気象庁から導入状況の報告があった。.....	27
6.1.1.	導入計画の概要.....	27
6.1.2.	導入計画・作業工程の進捗状況.....	28
6.1.3.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討.....	28
6.1.4.	次年度の予定.....	28
7.	次年度の検討計画.....	29
8.	次々年度以降の検討計画.....	29

別表 航空気象検討WG 検討計画

別添 施策に必要と考えられる研究開発課題について

付録 意思決定年次の施策に対する費用対効果分析（航空気象検討WG 関連）

## 1. 概要

平成 25 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、導入に向けた準備フェーズの施策について進捗状況の確認を行うとともに、主に平成 25 年度～平成 27 年度に導入の意思決定を行う予定となっている施策について具体的な内容及び導入計画の検討を行い、さらに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

#### イ. 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

#### ウ. 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

- ・AeroMACS 導入による高度化

#### エ. EN-4-4 気象観測情報の高度化/新たなセンサーの導入や既存センサーの充実

- ・AeroMACS 導入による高度化

### (2) 意思決定年次の施策

#### ア. EN-4-1 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化

- ・空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）

### (3) 導入に向けた準備フェーズの施策

#### ア. EN-5-3 気象予測情報の高度化/新たな予測情報の提供

- ・飛行場予報の拡充

## 2. WG の検討経緯

### (1) 検討体制

平成 25 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	オペレーションマネジメントセンター オペレーションマネジメント部 航務データベースチーム
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	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 参事
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)		
○立川 英二	気象庁 総務部	航空気象管理官付 調査官
龍崎 淳	気象庁 総務部	航空気象管理官付 調査官
山腰 裕一	気象庁 予報部	業務課 調査官
蠣原 弘一郎	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	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
久保 宏一郎 <sup>1</sup>	航空局 交通管制部	交通管制企画課 調査官
山田 伸一 <sup>2</sup>	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
豎山 孝治 <sup>3</sup>	航空局 交通管制部	交通管制企画課 専門官

<sup>1</sup> 第10回まで

<sup>2</sup> 第11回から

<sup>3</sup> 第12回まで

谷口 羊一 <sup>4</sup>	航空局	交通管制部	交通管制企画課	専門官
横川 寧伴	航空局	交通管制部	交通管制企画課	係長
岩本 逸郎	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	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
山西 智之	航空局	交通管制部	管制課	空域調整整備室 調査官
谷口 羊一 <sup>5</sup>	航空局	交通管制部	運用課	専門官
千田 知史 <sup>6</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
佐藤 秀紀 <sup>7</sup>	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査 飛行検査官
山崎 俊規	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査 飛行検査官
林 盛彦 <sup>8</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
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
(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 25 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 10 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

#### (ア) 日時

平成 25 年 5 月 9 日 (木) 14 時～16 時

#### (イ) 場所

国土交通省 共用会議室 2A・2B

#### (ウ) 議事

- (1) WG リーダー選出
- (2) 前回議事録の確認
- (3) 第 7 回企画調整会議及び第 3 回推進協議会報告
- (4) 今年度の検討スケジュールについて

<sup>4</sup> 第 13 回から

<sup>5</sup> 第 12 回まで

<sup>6</sup> 第 13 回から

<sup>7</sup> 第 13 回まで

<sup>8</sup> 第 14 回から

- (5) 4D 気象データベース (EN-2) に関する検討
  - ・これまでの検討経緯及び今後の検討について
- (6) 空港周辺の観測情報の統合化 (EN-4-1) に関する検討
  - ・米国 ITWS の現状及び将来の気象情報共有システムの方向性について
- (7) 次回開催日程
- (8) その他

イ. 第 11 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成 25 年 7 月 18 日 (木) 14 時～16 時

(イ) 場所

金融庁 904 会議室

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) 将来の空港面用航空移動通信システム (AeroMACS) の技術動向
- (3) EN-4 ロードマップの修正について
- (4) 空港周辺の観測情報の統合化 (EN-4-1) に関する検討
- (5) 次回開催日程
- (6) その他

ウ. 第 12 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成 25 年 9 月 24 日 (火) 10 時～12 時

(イ) 場所

国土交通省 共用会議室 2A・2B

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) 空港周辺の観測情報の高度化 (EN-4-2) に関する検討  
「気象リモートセンシングの最新動向と海外事情のご紹介」
- (3) 空港周辺の観測情報の統合化 (EN-4-1) に関する検討
- (4) 次回開催案内
- (5) その他

エ. 第 13 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成 25 年 12 月 24 日 (火) 14 時～16 時

(イ) 場所

気象庁 5 階 大会議室

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) 「将来の ATM に対する航空気象情報」(EN-4、5、6 関連)
- (3) GANP と CARATS の比較
- (4) 空港周辺の観測情報の統合化 (EN-4-1) に関する検討
- (5) 次回開催日程
- (6) その他

オ. 第 14 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 2 月 5 日 (水) 15 時 30 分～17 時

(イ) 場所

経済産業省別館 310 会議室

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) EN-5-3 新たな予測情報の提供について
- (3) 意志決定年次の施策に対する費用対効果分析について
- (4) 航空気象検討 WG 平成 25 年度活動報告書 (案) について
- (5) 次年度検討計画 (案) について
- (6) 次回開催日程
- (7) その他

### 3. 研究開発課題

#### 3.1. 研究開発課題の整理

長期ビジョンの実現に向け、EN-4、EN-5、EN-6 及び EN-13 の各施策の実現に必要な研究開発に関し、実施する研究機関、テーマ、技術課題、実施時期、内容、成果、その活用者及び活用法については別添 1 のとおり。

#### 3.2. 研究開発の実施状況

今年度における当 WG での検討対象施策に関連する研究開発の実施状況は以下のとおりである。

(1) ハイブリッド監視技術の研究【(独) 電子航法研究所】

ア 関連施策

(ア) EN-4 気象観測情報の高度化

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」

(イ) EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク

イ 研究開発の概要



近年、放送型自動従属監視システム（ADS-B）やワイドエリアマルチラレーションシステム（WAM）などの新しい航空機監視システムが出現し、その導入を目指した研究開発が各国において進められている。新システムはSSRモードSなどの現用システムと比べて監視性能が向上しており、その導入により航空交通の一層の安全性と効率性の向上が期待できる。このため、現用システムから新システムへの移行は段階的に進み、各システムの特徴を生かした複合型（ハイブリッド）の監視体制が構築、運用されることが想定される。

本研究では、当該複合型監視体制下において、現用システムと新システムの協調により信頼性の高い監視を実現する技術を開発する。また、実システムを用いた実験により開発技術の有効性を実証する。

#### ウ 研究開発スケジュール

平成 23 年度：WAM/ADS-B への統合連携機能の追加、統合処理装置の検討、収集データの解析および確率論的アプローチの調査、ICAO ASP/WG への参加・技術動向調査

平成 24 年度：統合処理装置の製作、異種センサ統合追尾アルゴリズムの検討、収集データの解析および確率論的アプローチの調査、ICAO ASP/WG への参加・技術動向調査

平成 25 年度：追尾処理部の実装、信号改善技術の実装、収集データの解析および確率論的アプローチの調査、ICAO ASP/WG への参加・技術動向調査

平成 26 年度：モード S 支援機能の付加、収集データの解析および確率論的アプローチの調査、ICAO ASP/WG への参加・技術動向調査

平成 27 年度：総合実験、ICAO ASP/WG への参加・技術動向調査、まとめ

#### エ これまでの成果

SSR モード S 調布/岩沼局、WAM/ADS-B 装置で収集したデータを解析し、航空機の動態情報やセンサ監視情報の信頼性を検証した。また、公募型研究「国内定期旅客便の運航効率の客観分析に関する研究」に関連して九州大学へ SSR モード S によるダウンリンクデータを提供した。これにより、ダウンリンクデータから推定した外気温、東西風速、南北風速と気象庁発表の数値予報 GPV データとの誤差評価結果が得られた。

#### (2) GBAS を用いた新しい運航に関連した気象の影響に関する調査【(独) 電子航法研究所】

##### ア 関連施策

##### (ア) EN-5 気象予測情報の高度化

C：「TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究②」

I：「予測情報誤差（信頼度）に応じた航空交通管理の客観的手法の研究開発」

（イ）EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

A：「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」

イ 研究開発の概要

GBAS を活用した後方乱気流の回避とターミナルエリアにおける GBAS 運航に対する気象の影響について調査し、それらの運航コンセプト構築を含む実現可能性の検討と、実現までの要件や課題を抽出する。

ウ 研究開発スケジュール

平成 25 年度：後方乱気流回避に関する研究開発について国際動向の調査と GBAS の新たな運航コンセプトの検討に必要な観測データの収集、GBAS を用いたターミナルエリアにおける新しい運航コンセプトに必要な気象予測情報の特定とそれら情報による改善効果の評価手法の検討  
平成 26 年度：GBAS による後方乱気流回避における実現可能性と要件の明確化、GBAS を用いたターミナルエリアにおける新しい運航コンセプトの構築と要件を抽出

エ これまでの成果

仙台空港と隣接する岩沼分室に設置した LIDAR を用いて後方乱気流のデータを収集し、現在解析を行っている。また、今後は特徴的な気象擾乱事象についての解析を計画している。

（3）ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究【（独）電子航法研究所】

ア 関連施策

（ア）EN-5 気象予測情報の高度化

C：「TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究②」

I：「予測情報誤差（信頼度）に応じた航空交通管理の客観的手法の研究開発」

（イ）EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

A：「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」

イ 研究開発の概要

国内空域を飛行する航空機の運航速度モデルのデータベースを作成し、軌道予測精度の向上程度を評価する。また、気象条件と軌道予測に与える影響の関係性を明らかにし、気象予報の不確実性を低減させる手法を提案する。離陸前の予測軌道とダウンリンク情報に基づいて更新した飛行中の軌道を比較する手法を調査し、軌道調整に伴う運用上の課題を抽出する。

ウ 研究開発スケジュール

平成 25 年度：航空機運航速度モデルのデータベース化、気象予報の不確実性の影響のモデル化、不確実性を考慮した軌道予測手法の調査、軌道の更新および比較手法の調査

平成 26 年度：データベースの評価、不確実性の低減手法の開発、軌道の更新および比較手法の調査、研究の取り纏め

#### エ これまでの成果

早稲田大学と公募型研究「気象による軌道予測の不確定性の研究」を実施し、気象予報の風速成分の不確実性が軌道予測に与える影響を定量的に分布として求め、また飛行経路の短縮・延伸などによってその影響を打ち消すような運用が可能であることを示した。

#### (4) 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【気象研究所】

##### ア 関連施策

###### (ア) EN-4 気象観測情報の高度化

A：「新たな気象観測技術（ハード・ソフト）の研究開発」

##### イ 研究開発の概要

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。

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。

##### ウ 研究開発スケジュール

平成 24 年度：固体素子二重偏波ドップラー気象レーダー等の観測技術の開発、稠密観測によるシビア現象の解析及び直前予測手法の開発。

平成 25 年度：固体素子二重偏波ドップラー気象レーダー等の観測技術の開発、稠密観測によるシビア現象の解析及び直前予測手法の開発、とりまとめ。

##### エ これまでの研究成果

○シビア現象の発生の可能性がある場合に、固体素子二重偏波ドップラーレーダー観測を実施し、2012 年 5 月 6 日のつくば市周辺の竜巻など、

多数の事例の二重偏波観測データを得た。

- 2012年5月6日、つくば市周辺で発生したF3竜巻について、現象発生当日と翌日の二日間、現地調査を実施した、被害状況と気象研 C バンドレーダーの観測した渦との対応を解析し、両者が整合的であることを確認し、竜巻渦の位置において、竜巻の飛散物と考えられる特徴的な二重偏波情報を、国内で初めて検出することに成功した。
  - GPS 衛星からの情報を利用して水蒸気の非一様性の度合いを推定する指標を開発し、2012年に発生した竜巻等顕著現象との関連を調査し、GPS 観測網が新たな情報を付加できる可能性を示した。
  - 突風をもたらす渦状の降水システムについて高層ゾンデ観測を最高頻度 30 分間隔で行うことにより、突風のメカニズム解明や発生予測、現業 NHM モデルの問題点を考察する基礎資料を得た。
  - 2012年12月12日に庄内平野に突風をもたらしたシアラインについて、数値シミュレーション結果や集中観測で得られたゾンデデータなどを用いて、詳細な構造と形成機構について明らかにした。
- (5) メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究【気象研究所】

#### ア 関連施策

##### (ア) EN-5 気象予測情報の高度化

A：「高度化した観測情報を活用した予測モデルの研究・開発」

G：「予測情報誤差（信頼度）の定量化に関する研究開発②」

#### イ 研究開発の概要

データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。

#### ウ 研究開発スケジュール

平成 24 年度：ドップラーレーダーやドップラーライダー等の観測データの同化手法の開発、アンサンブル予報での各種摂動作成手法の評価。

平成 25 年度：ドップラーレーダーやドップラーライダー等の観測データの同化手法の開発、アンサンブル予報での各種摂動作成手法の評価、とりまとめ。

#### エ これまでの研究成果

- 2010年7月の板橋局地豪雨の事例について、水平解像度 2km の非静力学 4 次元変分法を用いて GPS 可降水量、アメダス地表風、ドップラーレーダー動径風、ドップラーレーダー反射強度、ドップラーライダー

動径風データを高頻度で同化する同化実験を行い、第一推定値で表現されなかった局地豪雨が、同化実験で再現されること、ライダーデータが局地豪雨の予測に有効であることを確認した。

○局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）のネストシステムを開発し、2011年5月のつくば市や真岡市での竜巻の事例について、水平解像度1.875kmの同化実験をおこない、解析場からの水平解像度350mのダウンスケール実験により、メソサイクロンに対応する大きな鉛直渦度を持つストームが複数のアンサンブルメンバーで概ね実況に対応する場所に再現されることを確認した。

○2011年8月26日に羽田空港に浸水被害を生じさせた東京神奈川の局地豪雨について、水平解像度2kmの非静力学モデルによる雲解像アンサンブル実験を行った。メソモデルによる特異ベクトルを初期値摂動に与える実験により、実況に対応した海風の侵入とマージをトリガーとするメソ対流系の発達が再現されることを確認した。

(6) 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  
【気象研究所】

ア 関連施策

(ア) EN-4 気象観測情報の高度化

E:「火山灰観測の高度化の研究開発」

イ 研究開発の概要

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。

ウ 研究開発スケジュール

平成24年度：レーダー・SO<sub>2</sub>カメラ・熱映像装置等による噴煙観測と動力学的研究。噴煙モデルによる再現実験・モデル改良。

平成25年度：レーダー・SO<sub>2</sub>カメラ・熱映像装置等による噴煙観測と動力学的研究。噴煙モデルによる再現実験・モデル改良、とりまとめ。

エ これまでの研究成果

2011年新燃岳噴火で観測された噴煙および火山灰雲の事例について、気象レーダーと気象衛星の観測結果の比較調査を行った。その結果、気象レーダーでは気象衛星に比較して噴煙を検知できるタイミングが早いこと、気象レーダーで観測された噴煙エコー頂高度は、気象衛星で観測された火山灰雲頂高度と比較して、高めに解析されることを示した。

(7) 小型気象レーダー、ライダーを用いた低層風擾乱の検知技術の開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-4 気象観測情報の高度化

A: 「新たな気象観測技術 (ハード・ソフト) の研究開発」

イ 研究開発の概要

従来装置に比して低コスト・高分解能の小型気象レーダー、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ー、ライダーを展開し、低層風擾乱の検知性能の評価を行う。

ウ 研究開発スケジュール及びこれまでの成果

平成 21、22 年度：小型気象レーダー／ライダーを用いた低層風擾乱の可観測性を庄内空港で評価。

⇒低層風擾乱が観測可能であることを確認し、低層風擾乱の情報提供システム (アドバイザーシステム) の開発に移行。

平成 23、24 年度：低層風擾乱アドバイザーシステムを試作し、庄内空港で有効性を評価。

⇒小型気象レーダー／ライダーの観測結果に基づき、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に成功。また、進入タイミングの判断を支援することを目的として、小型気象レーダーの観測結果に基づき、低層風擾乱と相関が高い低層レーダエコー分布の予測機能 (10 分後の予測) を開発。エアライン評価により、アドバイザーシステムの風擾乱検知機能の有効性、進入タイミングの判断支援機能の有効性を確認。実用化先への技術移転に向けて、特許 3 件を出願。

平成 25、26 年度：空港気象ドップラーライダーによる新しい風情報への応用を検討する (気象庁観測部との共同研究)。一方、実用化に向けて、観測器メーカー、エアライン等への技術移転を進める。

⇒ライダーによるウィンドシア検知技術の一部を、気象庁観測部との共同研究により開発中の空港気象ドップラーライダーによる新しい風情報に適用。成田空港でのエアライン評価を平成 26 年春に実施予定。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空本部 DREAMS プロジェクトチーム、又吉直樹

(8) 低層風擾乱による運航障害発生の予測技術の研究開発 ((7) の研究と関連)【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

A:「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」

イ 研究開発の概要

空港に設置したレーダー、ライダーによる低層風擾乱の観測情報を用いて、航空機の運航障害（離着陸ができない状態）の発生を予測する。風の変化幅だけでなく、航空機の飛行特性を考慮して、航空機の機種（あるいはサイズ）毎に運航障害の発生確率を予測することを目指す。国内空港にて予測性能の評価を行う。

ウ 研究開発スケジュール及びこれまでの成果

平成 21、22 年度：小型気象レーダー／ライダーを用いた低層風擾乱の観測データ、および航空機の着陸時の飛行データ、着陸難易度のアンケートデータの収集。

⇒低層風擾乱の観測データと飛行データ（機体の揺れ）、パイロットの感じる着陸の難易度のデータを収集し、データ間の相関を評価した。

平成 23、24 年度：低層風擾乱アドバイザリシステムを試作し、庄内空港で有効性を評価。

⇒ウィンドシアに加えて、乱気流による航空機の姿勢・加速度変化を考慮することにより、運航障害の発生予測精度としてスレットスコア 0.6 以上を達成。エアライン評価により、パイロット（ACARS 経由）への低層風擾乱の情報伝達の有効性を確認。実用化先への技術移転に向けて、特許 2 件を出願。

平成 25、26 年度：運航障害の発生予測機能の高度化のため、成田空港での追加調査を行う（気象庁観測部との共同研究）。一方、実用化に向けて、観測器メーカ、エアライン等への技術移転を進める。

⇒気象庁観測部との共同研究により、成田空港での着陸難易度のアンケート調査を平成 26 年春に実施予定。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空本部 DREAMS プロジェクトチーム、又吉直樹

(9) 気象予測情報の予測誤差の定量化技術の開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-5 気象予測情報の高度化

F:「予測情報誤差（信頼度）の定量化に関する研究開発①」

イ 研究開発の概要

気象予測情報が有している予測誤差を、誤差の確率分布の形式で定量化する技術を開発する。予測誤差の確率分布は、過去の予測結果を統計的に

評価して作成する。その際、予測が当たりやすい、あるいは外れやすい気象条件毎に分類した上で、条件毎に誤差の確率分布を算出する。気象予測時は、予測対象の気象条件がどの条件に該当するか自動的に判定し、その条件に応じた誤差の確率分布を利用者に提供する。国内空港を対象に、誤差情報の評価を行う。

ウ 研究開発スケジュール及びこれまでの成果

平成 23、24 年度：気象条件に応じて予測誤差を確率分布の形式で出力する気象解析システムの開発。

⇒予測誤差の確率分布をベイジアンネットワークにより推定する機能を備えた気象解析システムを開発。成田空港の地上風、大気安定度を対象に評価を行い、年間を通じた統計に基づく予測誤差の確率分布とは有意に異なる誤差の確率分布形状を、気象条件に応じて出力できることを確認。

平成 25、26 年度：予測誤差の推定機能の高度化。

⇒平成 25 年秋から平成 26 年夏まで実施する成田空港での後方乱気流観測時（後述）に入手する気象観測データ（ライダ、航空機による観測データ）を用いて、予測誤差推定機能の精度評価、高度化を実施中。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹

(10) 航空機の後方乱気流の予測技術の開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-5 気象予測情報の高度化

B：「TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究①」

イ 研究開発の概要

気象情報等を活用して、航空機が発生する後方乱気流の発生・挙動を確率的に予測する技術を開発する。国内空港で後方乱気流の観測を行い、予測精度の実証を行う。

ウ 研究開発スケジュール及びこれまでの成果

平成 21～23 年度：後方乱気流予測モデルの開発。

⇒独の後方乱気流予測モデル S2P をベースに、任意の気象条件下で後方乱気流の位置、循環強度の確率分布を算出可能な予測モデルを開発。

平成 24 年度：後方乱気流観測結果の解析手法の開発。

⇒平成 25 年度に実施予定の後方乱気流観測結果から、後方乱気流予測の精度向上に必要な後方乱気流の情報（位置、循環強度の不確定性を表す基準確率分布）を算出する手法を開発。

平成 25、26 年度：後方乱気流の観測データの収集。



⇒平成 25 年秋から成田空港脇に後方乱気流観測用のライダを設置し、同空港の離着陸機の後方乱気流の観測データを収集。平成 26 年夏まで約 1 年間実施予定。後方乱気流予測の精度向上につながる情報を得ると共に、予測精度の確認を行う。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹

(11) 安全間隔の算出技術の研究開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

イ 研究開発の概要

気象状況や飛行経路、および後方乱気流の予測誤差を考慮して、現行管制間隔と同等の安全性を維持しつつ後方乱気流管制間隔を短縮する技術を研究開発する。後方乱気流の観測結果に基づき間隔短縮時の安全性評価を行うと共に、間隔短縮効果をシミュレーションにより定量的に検証する。

ウ 研究開発スケジュール及びこれまでの成果

平成 22、23 年度：安全間隔の算出技術の開発。

⇒JAXA の後方乱気流予測モデルを活用し、現行管制間隔と同等の安全性を維持しつつ後方乱気流管制間隔を短縮する技術を開発。具体的には、気象状況や飛行経路、および後方乱気流の予測誤差を考慮して、現行管制間隔と同等の安全性を有する最小間隔を、気象条件と航空機の組み合わせ（先行機／後続機）毎に算出する。

平成 24 年度：間隔短縮効果のシミュレーション環境の開発。

⇒羽田、成田空港を対象に、開発した手法に基づいて後方乱気流管制間隔を短縮した際の効果（空港容量拡大、遅延低減）をシミュレーションする環境を構築した。

平成 25、26 年度：間隔短縮時の安全性評価。

⇒平成 25 年秋から成田空港脇に後方乱気流観測用のライダを設置し、同空港の離着陸機の後方乱気流の観測データを収集。同時に後方乱気流予測に基づく安全な最小間隔を算出し、最小間隔において後方乱気流が飛行経路上に残留しないことを確認する。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹

### 3.3. 次年度の研究開発の予定

当 WG での検討対象施策に関連する研究開発の次年度以降の予定は以下のとおりである。

- (1) ハイブリッド監視技術の研究【(独) 電子航法研究所】
  - ア 関連施策
    - (ア) EN-4 気象観測情報の高度化
      - 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」
      - (イ) EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク
  - イ 研究開発の概要
    - 4.2 (1) イの研究開発の概要に記載。
  - ウ 研究開発スケジュール
    - 4.2 (1) ウの研究開発スケジュールに記載。
- (2) GBAS を用いた新しい運航に関連した気象の影響に関する調査【(独) 電子航法研究所】
  - ア 関連施策
    - (ア) EN-5 気象予測情報の高度化
      - C:「TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究②」
      - I:「予測情報誤差(信頼度)に応じた航空交通管理の客観的手法の研究開発」
      - (イ) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換
        - A:「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」
  - イ 研究開発の概要
    - 4.2 (2) イの研究開発の概要に記載。
  - ウ 研究開発スケジュール
    - 4.2 (2) ウの研究開発スケジュールに記載。
- (3) ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究【(独) 電子航法研究所】
  - ア 関連施策
    - (ア) EN-5 気象予測情報の高度化
      - C:「TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究②」
      - I:「予測情報誤差(信頼度)に応じた航空交通管理の客観的手法の研究開発」
      - (イ) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換
        - A:「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」
  - イ 研究開発の概要
    - 4.2 (3) イの研究開発の概要に記載。
  - ウ 研究開発スケジュール
    - 4.2 (3) ウの研究開発スケジュールに記載。

(4) 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【気象研究所】

ア 関連施策

(ア) EN-4 気象観測情報の高度化

A:「新たな気象観測技術（ハード・ソフト）の研究開発」

イ 研究開発の概要

4.2 (4) イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2 (4) ウの研究開発スケジュールに記載。

(5) メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究【気象研究所】

ア 関連施策

(ア) EN-5 気象予測情報の高度化

A:「高度化した観測情報を活用した予測モデルの研究・開発」

G:「予測情報誤差（信頼度）の定量化に関する研究開発②」

イ 研究開発の概要

4.2 (5) イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2 (5) ウの研究開発スケジュールに記載。

(6) 小型気象レーダ、ライダを用いた低層風擾乱の検知技術の開発【(独)宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-4 気象観測情報の高度化

A:「新たな気象観測技術（ハード・ソフト）の研究開発」

イ 研究開発の概要

4.2 (7) イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2 (7) ウの研究開発スケジュール及びこれまでの成果に記載。

(7) 低層風擾乱による運航障害発生の予測技術の研究開発（(7)の研究と関連）【(独)宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

A:「気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発」

イ 研究開発の概要

4.2 (8) イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2 (8) ウの研究開発スケジュール及びこれまでの成果に記載。

(9) 気象予測情報の予測誤差の定量化技術の開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-5 気象予測情報の高度化

F:「予測情報誤差(信頼度)の定量化に関する研究開発①」

イ 研究開発の概要

4.2(9)イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2(9)ウの研究開発スケジュール及びこれまでの成果に記載。

(10) 航空機の後方乱気流の予測技術の開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-5 気象予測情報の高度化

B:「TBOを実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究①」

イ 研究開発の概要

4.2(10)イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2(10)ウの研究開発スケジュール及びこれまでの成果に記載。

(11) 安全間隔の算出技術の研究開発【(独) 宇宙航空研究開発機構】

ア 関連施策

(ア) EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換

イ 研究開発の概要

4.2(11)イの研究開発の概要に記載。

ウ 研究開発スケジュール

4.2(11)ウの研究開発スケジュール及びこれまでの成果に記載。

#### 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

EN-2のうち、「4D 気象データベース」については、ICAOのGlobal ATM Operational Conceptを実現するため、関係者間で航空機の運航に係わる十分な情報共有と協調的な意思決定を行うために必要な情報基盤を整備することとしている。

航空機の運航において、気象は運航の不確定性に影響を与える最大の要素のひとつであり、軌道ベース運用(TBO)や高密度運航を実現するためには、航空機の運航や空港・空域容量に影響を与える気象情報を関係者間で共有し、共通認識のもとに迅速な意思決定を行う必要がある。また、運航の各フェーズにおいても、その都度変化する気象情報を的確に把握することで、運航の

安全性の向上に寄与することが期待できる。このため、TBO や高密度運航に必要な気象情報を関係者間で共有するとともに、各関係者が必要な時に必要な気象情報を入手できるようにすることを目的として、様々な航空気象情報を4次元グリッド状の気象情報にまとめ、飛行空域全域にわたって情報を管理する4D気象データベースの整備を検討している。

4D気象データベースの整備に向けた検討を行うにあたり、情報基盤等の整備について検討する情報管理検討WGだけではなく、CARATSの目標実現に必要なEnablerとしての航空気象情報について検討する航空気象検討WG及び航空気象情報を利用してCARATSのOI施策の実現を検討するATM検討WGやPBN検討WGとの連携が必要であることから、各WGで協力しながら検討を進めているところである。

航空気象検討WGにおいては、昨年度、既存の運航に利用している気象情報について、4D気象データベースで扱うデータ要件を取りまとめたところである。

今年度においては、4D気象データベース整備の大きな目的である軌道ベース運航の実現や、4D気象データベースのデータの入出力部分となるSWIMの動向に関し、海外の動向について検討を進めた。

なお、当WGでの検討結果等を基に、平成27年度に情報管理検討WGにおいて4D気象データベースに求められる機能要件や性能要件など検討し、意思決定年次の費用対効果分析に繋げる予定としている。

今年度の当該施策の検討状況は以下のとおりである。

#### 4.1.1. 運用コンセプト、システムの概要等

##### (1) 4D気象データベースの運用コンセプト

航空気象検討WG平成24年度活動報告書を参照。

##### (2) 4D気象データベースに求められる運用要件

航空気象検討WG平成24年度活動報告書を参照。

##### (3) 4D気象データベースで取り扱うデータ要件

4D気象データベースで取り扱うデータについては、軌道ベース運用(TBO)の実現に必要な気象データの要件の明確化が必要であり、ATM検討WGの軌道ベース運用検討アドホックへ参加し、必要な検討を行った。

また、SWIMについては、海外、特に米国航空局(FAA)でのSWIMの整備状況と、それに合わせた4D気象データベースの整備状況の情報収集を実施した。

来年度は、引き続き、軌道ベース運用検討アドホックを通じてTBOの実現に必要な気象情報の要件整理を進めるとともに、施策の平成27年度の意志決定に向けた予備検討を進める。

(4) 4D 気象データベースに求められる機能要件及び性能要件

4D 気象データベースの機能要件及び性能要件については、他の WG と連携し当 WG が中心となって整理する (2) の運用要件及び (3) のデータ要件を踏まえたうえで、情報管理検討 WG において検討する予定である。

#### 4.1.2. 導入計画案

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

#### 4.1.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

#### 4.1.4. 費用対効果分析

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

#### 4.1.5. 国際動向

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

#### 4.1.6. 導入計画を実行するための作業工程

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

#### 4.1.7. ロードマップの変更の検討

(情報管理検討 WG 平成 24 年度活動報告書を参照。)

### 4.2. 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

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。

今年度の意思決定年次となっているものを除く施策についての検討状況は以下のとおりである。

#### 4.2.1. 運用コンセプト、システムの概要等

##### (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。

具体的な施策の内容については、次年度以降引き続き検討を行う。

##### (2) 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。

具体的な施策の内容については、次年度以降引き続き検討を行う。

##### (3) 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。

具体的な施策の内容については、次年度以降引き続き検討を行う。

#### 4.2.2. 導入計画案

##### (1) 小型レーダー・ライダー

本施策に関する導入計画については、次年度以降検討する具体的な施策の内容と併せて引き続き検討を行う。

##### (2) ウィンドプロファイラ

本施策に関する導入計画については、次年度以降検討する具体的な施策の内容と併せて引き続き検討を行う。

##### (3) 雷監視システム

本施策に関する導入計画については、次年度以降検討する具体的な施策の内容と併せて引き続き検討を行う。

#### 4.2.3. 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。

#### 4.2.4. 費用対効果分析

各施策とも平成26年度に意思決定を予定しており、具体的な施策の内容や作業工程及び施策による効果についてさらなる検討を行い、それらを十分考慮して費用対効果分析を実施する。

#### 4.2.5. 導入計画を実行するための作業工程

各施策とも、研究開発の状況や国際動向等について情報収集しながら、平

成 26 年度に予定している導入の意思決定に向けた調整等を進める。

#### 4.2.6. ロードマップの変更の検討

変更の必要はないと考える。

#### 4.3. 「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」及び「EN-4-4 気象観測情報の高度化/新たなセンサーの導入や既存センサーの充実」における「AeroMACS 導入による高度化」

平成 25 年度に新たに追加された「EN-15 将来の通信装置 (AeroMACS)」では空港面における無線での高速通信を実現することとしており、当該通信手段が気象観測の高度化に有効であることを確認した。

##### 4.3.1. 導入計画案

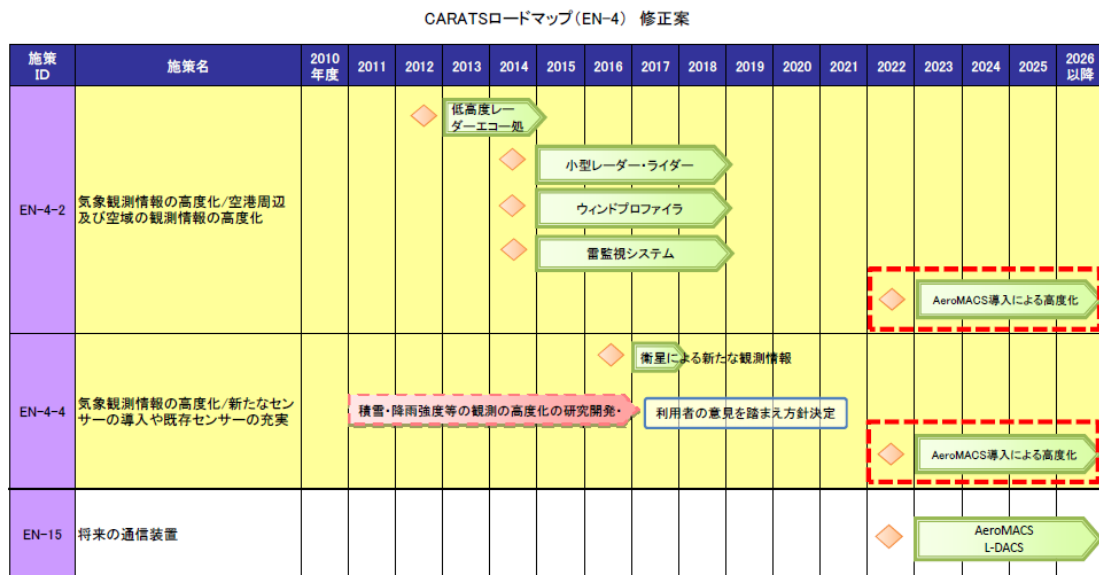
EN-15 の検討の進捗に合わせ、EN-4-2 及び EN-4-4 における導入の検討を進める。

##### 4.3.2. 国際動向

WiMAX として知られる既存の通信規格を採用して欧米協調の下で標準化が進められており、2012 年には ICAO 航空通信パネルに検討作業部会 (WG-S) が設置され、現在 SARPs の策定に向けて検討中である。

##### 4.3.3. ロードマップの変更の検討

EN-4-2 及び EN-4-4 へ「AeroMACS 導入による高度化」を追加。



## 5. 意思決定年次の施策の検討

### 5.1. EN-4-1 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化(統合画面)の検討結果

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。

現状では、それぞれの観測機器の整備に応じた監視及び提供環境となっているため、効率的な実況監視により気象によるリスクを把握・軽減するために有効となる各種情報を総合的に監視できる環境の構築について検討している。

気象情報の総合的な監視環境については、将来的には 4D 気象データベースとの高度な連携を図る必要があるため、その施策を「空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）」と「空港周辺及び空域の観測情報の統合化（4D 気象データベースの利用）」の 2 段階に分けて導入を進めることとしている。

このうち、今年度意思決定年次となっている「空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）」について、具体的な導入計画・作業工程の検討、費用対効果分析を行った。

今年度の当該施策の検討状況は以下のとおり。

#### 5.1.1. 運用コンセプト、システムの概要等

空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）で利用する航空気象情報については、最終的には「EN-2 データベース等情報基盤の構築」によって実現させる計画である 4D 気象データベースとの高度な連携必要とするものである。そのため、4D 気象データベースにより実現させる環境に先立ち、既存のデータを用いて統合画面のプロトタイプを作成することにより、「空港周辺及び空域の観測情報の統合化（4D 気象データベースの利用）」の実現に必要な機能等について実証的に検証を行う。

#### 5.1.2. 導入計画案

本施策に関しては、平成 25 年度に意思決定を行い、平成 26 年以降、必要な環境の構築及び実証的検証の実施を予定している。

#### 5.1.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

##### （1）安全性の向上

統合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

統合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、統合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

統合・高度化した空港周辺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

1. 施策番号及び施策名		EN-4-1	気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）			
2. 分析対象		空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）				
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	—				
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要			
		—	—			
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要			
		—	—			
3.4 結果及び感度分析			費用便益比 (CBR)	純現在価値 (NPV)	経済的内部収益率 (EIRR)	
	結果		—	—	N/A	
4. 定量的効果の計測		項目	計測方法の概要	結果		
5. 定性的効果の整理		4D 気象データベースを利用した気象情報の統合的な表示の実証的検証	<p>統合画面は、そのシステムにおいて取扱う情報、その情報をどのように人間に対して示すかが非常に重要であり、その成果しだいで効果の発現が大きく左右される。</p> <p>そのため、本施策により統合画面のプロトタイプを検証・評価し、表示する情報の取捨選択、画面構成、画面切り替え等のインタフェースを検証・評価することにより、統合画面の導入における精緻な効果分析に資する。</p>			

	関係各者間で共有する情報の重畳表示	<p>本施策により検証を行う将来の統合画面を実現することにより、管制機関の保持する情報（運航経路の情報）、気象機関が保持する情報（各気象情報とその影響度）、運航者（運航管理者）が保持する情報（リルーティングの意思表示）を全て同時に表示することを可能とし、状況認識の齟齬を解消する。また、運航者/管制機関側からの要求の背景となる気象状況が把握できるようになることにより協調的意思決定が図られる。特に、要求の意図確認が減少することにより、タスクにかかる時間の削減、業務の効率化が図られる。</p> <p>なお、パイロットが同様の情報を得るためには、機上にアップリンク可能なアプリケーションとデータ通信手段が確立される必要がある。</p>
	安全性の向上	<p>現在個別に提供している情報は、その利用にあたって極めて短時間での判断が求められるものもあり、一つ一つを個別に認識・判断することは負担が大きい。本施策により検証を行う将来の統合画面を実現することにより、負担をかけることなく、より多様な状況を認識・判断ができるようになる。</p>
6. 総合的な評価	上記効果を鑑み、また後続OI導入に係る効果を考慮すると本施策導入が有効であると認められる。	
7. 備考		

\* 詳細は、付録「意思決定年次の施策に対する費用対効果分析（航空気象検討WG 関連）」に記載

#### 5.1.5. 導入計画を実行するための作業工程

平成 25 年度 実証実験に向けた体制検討

平成 26 年度以降 実証環境の準備、実証的検証の実施

#### 5.1.6. ロードマップの変更の要否の検討

変更の必要はないと考える。

### 6. 意思決定後の施策の導入準備状況等

#### 6.1. EN-5-3 気象予測情報の高度化（3. 新たな予測情報の提供）

「3. 新たな予測情報の提供」について、気象庁から導入状況の報告があった。

今年度の当該施策の導入状況等は以下のとおりである。

##### 6.1.1. 導入計画の概要

###### （1）背景

航空機の運航において、軌道ベース運用（TBO）や高密度運航を実現するためには、航空機の現在と将来の位置を正確に把握することが必要となる。気象は将来の位置を把握する際の不確定な要素であり、その予測精度の向上はTBOや高密度運航の実現のためには重要な課題である。気象予測においては数値予報という技術を用いている。数値予報で得られた結果は規則的な格子状に配置された気象要素の予測値であるため、必要な情報を切り出して利用しやすい情報とすることが必要となる。また、数値予報の予測に対して、予報官による気象監視や分析結果を付加することも可能となる。そこで、新たな予測情報の提供を行うことにより、予測精度の向上を図ることとした。

## (2) 新たに提供する情報の概要

### ア 飛行場予報の拡充

現在、国内の36空港に対して、飛行場予報を発表している。今後、飛行場予報未発表空港に対して、時系列予報等の提供を順次開始し、航空機の適切な運航計画の作成や安全運航などに寄与することを図る。

### イ 短時間予測の実施

東京国際空港をはじめとする主要空港においては、特に詳細な気象情報が重要となる。そこで、高解像度数値予測モデルの結果を活用して、雷雲の接近や風の急変等の気象変化を時間的に詳細に予測することにより、主要空港において、効果的な滑走路の運用や適切な進入方式の選択に寄与することを図る。

### ウ 予報要素の拡充

現在の飛行場時系列予報においては、航空機の運航に多大な影響を与える気象現象として風や視程等の予測を行っている。雷について、確率情報の導入により運航計画や航空保安業務に寄与することを図る。

## 6.1.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

前項の「ア 飛行場予報の拡充」については、平成25年度から拡充を開始し、その後順次対象空港を拡充していく。また、「イ 短時間予測の実施」については、EN-5の「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」にあわせて順次高度化を行っていく。さらに、「予報要素の拡充」においては、雷発生確度をまずは平成25年度に提供し、その後順次拡充等していく。

## 6.1.3. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

変更の必要はないと考える。

## 6.1.4. 次年度の予定

引き続き飛行場予報の拡充等を行っていく。

## 7. 次年度の検討計画

### (1) 検討対象施策について

平成 26 年度においては、導入に向けた準備フェーズの施策及び平成 26 年度～平成 28 年度に導入の意思決定を行う予定としている以下の施策を中心に検討を行う。

#### ア 導入に向けた準備フェーズの施策

- ・ EN-4-1 気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化
  - ・ 空港周辺及び空域の観測情報の統合化（統合画面）

#### イ 意思決定年次の施策

- ・ 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
- ・ EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク
  - ・ 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

#### ウ 意思決定年次以前の施策

- ・ 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
- ・ EN-4-4 気象観測情報の高度化/新たなセンサーの導入や既存センサーの充実
  - ・ 衛星による新たな観測情報

### (2) 検討計画

平成 26 年度の検討計画案を別表に示す。

### (3) 検討体制

平成 26 年度においても現体制を継続する。

## 8. 次々年度以降の検討計画

### (1) 検討対象施策

導入に向けた準備フェーズの施策及び当該年度～次々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。

### (2) 予備検討の開始時期について

特段の理由がなければ導入の意思決定年次の前々年度を目途に予備検討

を開始する（以下は、現時点での案）。また、予備検討を開始していない施策についても、研究開発の状況や国際動向など適宜情報共有を行う。

- ア EN-4 気象観測情報の高度化（3.機上観測情報の活用）
  - ・2015（平成27）年度 予備検討開始
  - ・2017（平成29）年度 意思決定年次
- イ EN-4 気象観測情報の高度化（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）
  - ※積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大に関する予備検討開始時期及び意思決定年次については、継続検討
- ウ EN-4 気象観測情報の高度化（5.火山灰観測の高度化）
  - ※予備検討開始時期及び意思決定年次については、継続検討
- エ EN-5 気象予測情報の高度化（4.予測情報誤差（信頼度）の定量化）
  - ・2015（平成27）年度 予備検討開始
  - ・2017（平成29）年度 意思決定年次
- オ 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）
  - ※予備検討開始時期及び意思決定年次については、継続検討
- カ EN-6 気象情報から運航情報、容量への変換（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）
  - ※予備検討開始時期及び意思決定年次については、継続検討
- キ EN-13 機上の気象観測データのダウンリンク（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）
  - ・2016（平成28）年度 予備検討開始
  - ・2018（平成30）年度 意思決定年次



# 航空気象検討WG検討計画

別表

施策ID	施策名	小分類	2014年度(平成26年度)												2015年度(平成27年度)																			
			2014年(H26)						2015年(H27)						2015年(H27)																			
			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					
				▲			▲			▲			▲			▲			▲			▲			▲			▲						
			第14回WG				第15回WG			第16回WG			第17回WG			第18回WG			第19回WG			第20回WG			第21回WG			第22回WG			第23回WG			第24回WG
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ID	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		A-1：宇宙航空研究開発機構、2009年頃-2014年頃												
<table border="1"> <tr> <th>成果を必要とする時期</th> </tr> <tr> <td>2016年頃（方針決定まで）</td> </tr> <tr> <th>研究の必要性とその概要</th> </tr> <tr> <td>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。</td> </tr> <tr> <td>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。</td> </tr> <tr> <td>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。</td> </tr> </table>		成果を必要とする時期	2016年頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	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。	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。	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。	<table border="1"> <tr> <th>研究内容</th> </tr> <tr> <td>【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】 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。</td> </tr> <tr> <th>成果の活用者</th> </tr> <tr> <td>観測機器メーカー、気象庁</td> </tr> <tr> <th>成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td>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>	研究内容	【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】 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。	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。
成果を必要とする時期														
2016年頃（方針決定まで）														
研究の必要性とその概要														
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。														
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。														
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。														
研究内容														
【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】 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。														
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。														
		A-2：気象研究所、2009年頃-2013年頃												
		<table border="1"> <tr> <th>研究内容</th> </tr> <tr> <td>【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】 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。 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。</td> </tr> <tr> <th>成果の活用者</th> </tr> <tr> <td>航空局、運航者</td> </tr> <tr> <th>成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td>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>	研究内容	【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】 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。 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。	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														
【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】 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。 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。														
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。														
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		B：電子航法研究所、2013年頃-2017年頃												
<table border="1"> <tr> <th>成果を必要とする時期</th> </tr> <tr> <td>2017年頃（意思決定まで）</td> </tr> <tr> <th>研究の必要性とその概要</th> </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活用に関する研究開発が必要である。</td> </tr> </table>		成果を必要とする時期	2017年頃（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活用に関する研究開発が必要である。	<table border="1"> <tr> <th>研究内容</th> </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。 （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> </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。						
成果を必要とする時期														
2017年頃（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活用に関する研究開発が必要である。														
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。														

<p>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>	<p>成果の活用者</p> <p>航空局</p> <p>成果の活用方法</p> <p>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>
<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> <p>成果を必要とする時期</p> <p>2017 頃（意思決定まで）</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>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。</p> <p>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>	<p>C：未定</p> <p>研究内容</p> <p>成果の活用者</p> <p>成果の活用方法</p>
<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> <p>成果を必要とする時期</p> <p>2017 頃（意思決定まで）</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>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。</p> <p>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>	<p>D：未定</p> <p>研究内容</p> <p>成果の活用者</p> <p>成果の活用方法</p>
<p>E：火山灰観測の高度化の研究開発</p> <p>成果を必要とする時期</p> <p>2016 頃（方針決定まで）</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>②空港への降灰等の定量観測技術に関する研究開発。</p>	<p>E：気象研究所、2009 年頃-2013 年頃</p> <p>研究内容</p> <p>【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】</p> <p>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。</p> <p>成果の活用者</p> <p>航空局、運航者</p> <p>成果の活用方法</p> <p>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。</p> <p>Eー参考：未定</p> <p>研究内容</p> <p>赤外線カメラによる火山灰噴出量計測技術</p> <p>火山灰拡散予測システム</p> <p>(ref:<a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf</a>)</p> <p>(ref:<a href="http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf">http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf</a>)</p> <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>
<p>研究機関へ期待される ICAO 会議への参加等の活動</p>	<p>今後の課題への対応方針</p>
<p>➤ 欧米の活動状況についての情報収集</p>	<p>➤ Eー参考について、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>
<p>航空局 担当者</p>	<p>研究機関 主任者</p>

<p>交通管制企画課 井部調査官 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） 電子航法研究所 古賀主幹研究員（B関連） 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） 気象研究所 地震火山研究部 山本哲也（E関連）</p>
<p>施策に関する履歴（ロードマップの修正等）</p>	<p>本資料に関する修正履歴</p>
<p>平成23年3月 ロードマップ作成 平成25年3月 ロードマップ一部修正</p>	<p>平成24年10月 作成 平成25年9月 一部修正</p>
<p>備考</p>	
<p> </p>	

施策 I D	施策名	意思決定年										
EN-5	気象予測情報の高度化	2012（新たな予測情報の提供） 2017（予測情報誤差（信頼度）の定量化） 継続的に実施（高度化した観測情報の活用による予測精度の向上）										
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										
<b>A：高度化した観測情報を活用した予測モデルの研究・開発</b>		<b>A（G）：気象研究所、2009年頃-2013年頃</b>										
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2022 頃（導入時まで）</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ①気象官署、空港、アメダス、船舶、浮遊ブイによる気象観測データの活用 ②ウィンドプロファイラ、ドップラーレーダーによる観測データの活用 ③機上で観測した湿度データの活用 ④気象衛星の観測データの活用</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2022 頃（導入時まで）	研究の必要性とその概要	TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ①気象官署、空港、アメダス、船舶、浮遊ブイによる気象観測データの活用 ②ウィンドプロファイラ、ドップラーレーダーによる観測データの活用 ③機上で観測した湿度データの活用 ④気象衛星の観測データの活用	<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】 データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。</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>気象予測情報の高度化。</td></tr> </table>	研究内容	【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】 データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	気象予測情報の高度化。
成果を必要とする時期												
2022 頃（導入時まで）												
研究の必要性とその概要												
TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ①気象官署、空港、アメダス、船舶、浮遊ブイによる気象観測データの活用 ②ウィンドプロファイラ、ドップラーレーダーによる観測データの活用 ③機上で観測した湿度データの活用 ④気象衛星の観測データの活用												
研究内容												
【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】 データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。												
成果の活用者												
航空局、運航者												
成果の活用方法												
気象予測情報の高度化。												
<b>B：TB0 を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究①</b>		<b>B：宇宙航空研究開発機構、2009年頃-2014年頃</b>										
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（01-15 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>TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ①後方乱気流の予測技術に関する研究開発。</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2017 頃（01-15 意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ①後方乱気流の予測技術に関する研究開発。	<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>【航空機の後方乱気流の予測技術の開発】 気象情報等を活用して、航空機が発生する後方乱気流の発生・挙動を確率的に予測する技術を開発する。国内空港で後方乱気流の観測を行い、予測精度の実証を行う。</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>後方乱気流への遭遇リスク評価に活用（後方乱気流管制間隔への反映）</td></tr> </table>	研究内容	【航空機の後方乱気流の予測技術の開発】 気象情報等を活用して、航空機が発生する後方乱気流の発生・挙動を確率的に予測する技術を開発する。国内空港で後方乱気流の観測を行い、予測精度の実証を行う。	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	後方乱気流への遭遇リスク評価に活用（後方乱気流管制間隔への反映）
成果を必要とする時期												
2017 頃（01-15 意思決定まで）												
研究の必要性とその概要												
TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ①後方乱気流の予測技術に関する研究開発。												
研究内容												
【航空機の後方乱気流の予測技術の開発】 気象情報等を活用して、航空機が発生する後方乱気流の発生・挙動を確率的に予測する技術を開発する。国内空港で後方乱気流の観測を行い、予測精度の実証を行う。												
成果の活用者												
航空局、運航者												
成果の活用方法												
後方乱気流への遭遇リスク評価に活用（後方乱気流管制間隔への反映）												
<b>C：TB0 を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究②</b>		<b>C（I）：電子航法研究所、2012年頃-2014年頃</b>										
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（01-15 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>TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ②TB0 に必要となる気象予測情報に関する研究開発。</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2017 頃（01-15 意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ②TB0 に必要となる気象予測情報に関する研究開発。	<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。 (2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>電子航法研究所</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。</td></tr> </table>	研究内容	(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。 (2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。	成果の活用者	電子航法研究所	成果の活用方法	空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。
成果を必要とする時期												
2017 頃（01-15 意思決定まで）												
研究の必要性とその概要												
TB0 を実現するにあたり、空港及び空域容量の予測につながる新たな気象予測情報について検討することが求められる。 ②TB0 に必要となる気象予測情報に関する研究開発。												
研究内容												
(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。 (2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。												
成果の活用者												
電子航法研究所												
成果の活用方法												
空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。												
<b>D：TB0 を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究③</b>		<b>D：未定</b>										
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃（01-15 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>TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ③機上で観測した湿度データの活用</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2017 頃（01-15 意思決定まで）	研究の必要性とその概要	TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ③機上で観測した湿度データの活用	<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（01-15 意思決定まで）												
研究の必要性とその概要												
TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通量増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。 ③機上で観測した湿度データの活用												
研究内容												
成果の活用者												
成果の活用方法												

<p>E : TB0 を実現する上で必要となる新たな予測情報に関する研究④</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2017 頃 (01-15 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>TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。</td></tr> <tr><td>④気象衛星の観測データの活用</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2017 頃 (01-15 意思決定まで)	研究の必要性とその概要	TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。	④気象衛星の観測データの活用	<p>E : 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 (01-15 意思決定まで)													
研究の必要性とその概要													
TB0 の実現及び空港・空域容量を拡大し航空交通増大に対応するためには、既存の気象予測モデルの精緻化だけでなく、高度化した観測情報を活用した気象予測モデルの研究開発が求められる。													
④気象衛星の観測データの活用													
研究内容													
成果の活用者													
成果の活用方法													
<p>F : 予測情報誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発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>TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。</td></tr> <tr><td>①予測誤差の確率分布による気象予測情報の定量化技術に関する研究開発。</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	TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。	①予測誤差の確率分布による気象予測情報の定量化技術に関する研究開発。	<p>F : 宇宙航空研究開発機構、2011 年頃-2014 年頃</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>【気象予測情報の予測誤差の定量化技術の開発】</td></tr> <tr><td>気象予測情報が有している予測誤差を、誤差の確率分布の形式で定量化する技術を開発する。予測誤差の確率分布は、過去の予測結果を統計的に評価して作成する。その際、予測が当たりやすい、あるいは外れやすい気象条件毎に分類した上で、条件毎に誤差の確率分布を算出する。気象予測時は、予測対象の気象条件がどの条件に該当するか自動的に判定し、その条件に応じた誤差の確率分布を利用者に提供する。国内空港を対象に、誤差情報の評価を行う。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>気象庁、民間気象情報会社</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>気象予測情報への反映。</td></tr> </table>	研究内容	【気象予測情報の予測誤差の定量化技術の開発】	気象予測情報が有している予測誤差を、誤差の確率分布の形式で定量化する技術を開発する。予測誤差の確率分布は、過去の予測結果を統計的に評価して作成する。その際、予測が当たりやすい、あるいは外れやすい気象条件毎に分類した上で、条件毎に誤差の確率分布を算出する。気象予測時は、予測対象の気象条件がどの条件に該当するか自動的に判定し、その条件に応じた誤差の確率分布を利用者に提供する。国内空港を対象に、誤差情報の評価を行う。	成果の活用者	気象庁、民間気象情報会社	成果の活用方法	気象予測情報への反映。
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													
TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。													
①予測誤差の確率分布による気象予測情報の定量化技術に関する研究開発。													
研究内容													
【気象予測情報の予測誤差の定量化技術の開発】													
気象予測情報が有している予測誤差を、誤差の確率分布の形式で定量化する技術を開発する。予測誤差の確率分布は、過去の予測結果を統計的に評価して作成する。その際、予測が当たりやすい、あるいは外れやすい気象条件毎に分類した上で、条件毎に誤差の確率分布を算出する。気象予測時は、予測対象の気象条件がどの条件に該当するか自動的に判定し、その条件に応じた誤差の確率分布を利用者に提供する。国内空港を対象に、誤差情報の評価を行う。													
成果の活用者													
気象庁、民間気象情報会社													
成果の活用方法													
気象予測情報への反映。													
<p>G : 予測情報誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発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>TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。</td></tr> <tr><td>②高解像度モデルによるアンサンブル予報及びその誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発。</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	TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。	②高解像度モデルによるアンサンブル予報及びその誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発。	<p>G (A) : 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>【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】</td></tr> <tr><td>データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。</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>気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。</td></tr> </table>	研究内容	【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】	データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。
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													
TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。													
②高解像度モデルによるアンサンブル予報及びその誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発。													
研究内容													
【メソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究】													
データ同化手法の高度化と各種リモートセンシング観測データの活用に関する研究、メソ数値予報にアンサンブル手法を適用する研究等に取り組み、非静力学数値予報モデルの初期値改善を通じて市町村単位での降水の短時間の予測の精度を向上させるとともに、予測に信頼度や確率情報を付加する技術を開発する。													
成果の活用者													
航空局、運航者													
成果の活用方法													
気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。													
<p>H : 予測情報誤差 (信頼度) の定量化に関する研究開発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>TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。</td></tr> <tr><td>③意思決定ツールに必要となる、上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する気象予測の確率情報の開発。</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	TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。	③意思決定ツールに必要となる、上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する気象予測の確率情報の開発。	<p>H : 気象庁、2014 年頃-2017 年頃</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>メソアンサンブル予報を用いて高解像度で上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する確率情報を抽出し、その信頼性を評価する。</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>気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。</td></tr> </table>	研究内容	メソアンサンブル予報を用いて高解像度で上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する確率情報を抽出し、その信頼性を評価する。	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。	
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													
TB0 を実現するにあたっては、気象予測情報の高度化・精緻化を図るだけでなく、その誤差 (信頼度) を定量化した信頼性に関する指標などの情報が必要となる。													
③意思決定ツールに必要となる、上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する気象予測の確率情報の開発。													
研究内容													
メソアンサンブル予報を用いて高解像度で上空の風や乱気流、着氷、対流雲の発生等に関する確率情報を抽出し、その信頼性を評価する。													
成果の活用者													
航空局、運航者													
成果の活用方法													
気象予測情報誤差 (信頼度) の定量化。													
<p>I : 予測情報誤差 (信頼度) に応じた航空交通管理の客観的手法の研究開発</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2022 頃 (導入時まで)</td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>C で開発した予測情報誤差 (信頼度) に関する指標を用いて航空交通管理の客観的手法を確立する必要がある。</td></tr> <tr><td>①気象予測情報の誤差 (信頼度) に応じた空港・空域容量予測に関する研究開発。</td></tr> <tr><td>②気象予測情報の誤差 (信頼度) を考慮した 4 次元軌道算出手法の研究開発。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2022 頃 (導入時まで)	研究の必要性とその概要	C で開発した予測情報誤差 (信頼度) に関する指標を用いて航空交通管理の客観的手法を確立する必要がある。	①気象予測情報の誤差 (信頼度) に応じた空港・空域容量予測に関する研究開発。	②気象予測情報の誤差 (信頼度) を考慮した 4 次元軌道算出手法の研究開発。	<p>I (C) : 電子航法研究所、2012 年頃-2014 年頃</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。</td></tr> <tr><td>(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>電子航法研究所</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> </table>	研究内容	(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。	(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。	成果の活用者	電子航法研究所	成果の活用方法
成果を必要とする時期													
2022 頃 (導入時まで)													
研究の必要性とその概要													
C で開発した予測情報誤差 (信頼度) に関する指標を用いて航空交通管理の客観的手法を確立する必要がある。													
①気象予測情報の誤差 (信頼度) に応じた空港・空域容量予測に関する研究開発。													
②気象予測情報の誤差 (信頼度) を考慮した 4 次元軌道算出手法の研究開発。													
研究内容													
(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。													
(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。													
成果の活用者													
電子航法研究所													
成果の活用方法													

	<p>空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。</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>➤ 実施が未定となっている研究開発課題（D、E）について、研究開発を実施する研究機関・メーカーに関する情報収集および調整を行う。</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 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（B、F 関連） 電子航法研究所 吉原主任研究員、瀬之口主任研究員（C、I 関連） 気象研究所 予報研究部 齊藤和雄（A、G 関連） 気象庁 予報部数値予報課 松下泰広（H 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 平成 25 年 3 月 ロードマップ一部修正</p>	<p>平成 24 年 10 月 作成 平成 25 年 9 月 一部修正</p>
備考	



施策 I D	施策名	意思決定年															
E N - 6	気象情報から運航情報、容量への変換	未定（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、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）															
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：気象情報と制約条件を関連づけるパラメータの研究開発		A-1：電子航法研究所、2012年頃-2014年頃															
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2020 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>TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報と以下に代表される運航上の定量的な制約条件を関連づけるためのパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。</td></tr> <tr><td>(1) 航空機の軌道予測への影響</td></tr> <tr><td>(2) 運航（離着陸）の可否</td></tr> <tr><td>(3) 飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定</td></tr> <tr><td>(4) 管制間隔の変化</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2020 頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報と以下に代表される運航上の定量的な制約条件を関連づけるためのパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。	(1) 航空機の軌道予測への影響	(2) 運航（離着陸）の可否	(3) 飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定	(4) 管制間隔の変化	<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。</td></tr> <tr><td>(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>電子航法研究所</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。</td></tr> </table>	研究内容	(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。	(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。	成果の活用者	電子航法研究所	成果の活用方法	空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。
成果を必要とする時期																	
2020 頃（方針決定まで）																	
研究の必要性とその概要																	
TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報と以下に代表される運航上の定量的な制約条件を関連づけるためのパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。																	
(1) 航空機の軌道予測への影響																	
(2) 運航（離着陸）の可否																	
(3) 飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定																	
(4) 管制間隔の変化																	
研究内容																	
(1) 空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入・着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入・後方乱気流回避等の高度な運航方式の運用に必要な気象予測情報について調査する。																	
(2) 航空機の軌道予測および軌道制御への気象予測情報の影響を調査する。																	
成果の活用者																	
電子航法研究所																	
成果の活用方法																	
空港周辺のターミナル空域での到着経路を含めた精密進入着陸フェーズにおいて安全に関わる曲線進入の実現、および軌道ベース運用のため軌道予測および軌道制御に関する気象予測情報の利用に係る課題抽出に貢献する。																	
		A-2：宇宙航空研究開発機構、2009年頃-2014年頃															
		<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>【低層風擾乱による運航障害発生の予測技術の研究開発】 空港に設置したレーダ、ライダーによる低層風擾乱の観測情報を用いて、航空機の運航障害（離着陸ができない状態）の発生を予測する。風の変化幅だけでなく、航空機の飛行特性を考慮して、航空機の機種（あるいはサイズ）毎に運航障害の発生確率を予測することを目指す。国内空港にて予測性能の評価を行う。</td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td>航空局、気象庁</td></tr> <tr><td>成果の活用方法</td></tr> <tr><td>運航の参考情報としての活用、低層ウィンドシア情報への反映</td></tr> </table>	研究内容	【低層風擾乱による運航障害発生の予測技術の研究開発】 空港に設置したレーダ、ライダーによる低層風擾乱の観測情報を用いて、航空機の運航障害（離着陸ができない状態）の発生を予測する。風の変化幅だけでなく、航空機の飛行特性を考慮して、航空機の機種（あるいはサイズ）毎に運航障害の発生確率を予測することを目指す。国内空港にて予測性能の評価を行う。	成果の活用者	航空局、気象庁	成果の活用方法	運航の参考情報としての活用、低層ウィンドシア情報への反映									
研究内容																	
【低層風擾乱による運航障害発生の予測技術の研究開発】 空港に設置したレーダ、ライダーによる低層風擾乱の観測情報を用いて、航空機の運航障害（離着陸ができない状態）の発生を予測する。風の変化幅だけでなく、航空機の飛行特性を考慮して、航空機の機種（あるいはサイズ）毎に運航障害の発生確率を予測することを目指す。国内空港にて予測性能の評価を行う。																	
成果の活用者																	
航空局、気象庁																	
成果の活用方法																	
運航の参考情報としての活用、低層ウィンドシア情報への反映																	
		A-3：未定															
		<table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td>気象情報を以下に代表される運航上の定量的な制約条件に変換する手法を開発する。また、これら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・空港容量に変換する手法を開発する。</td></tr> <tr><td>・航空機速度の変化</td></tr> <tr><td>・運航（離着陸）の可否</td></tr> <tr><td>・飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定</td></tr> <tr><td>・管制間隔の短縮</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>気象が航空交通流に与える影響を定量的に評価する手法の開発を行い、4次元軌道ベース運用や高密度運航を実現する。</td></tr> </table>	研究内容	気象情報を以下に代表される運航上の定量的な制約条件に変換する手法を開発する。また、これら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・空港容量に変換する手法を開発する。	・航空機速度の変化	・運航（離着陸）の可否	・飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定	・管制間隔の短縮	成果の活用者	航空局、運航者	成果の活用方法	気象が航空交通流に与える影響を定量的に評価する手法の開発を行い、4次元軌道ベース運用や高密度運航を実現する。					
研究内容																	
気象情報を以下に代表される運航上の定量的な制約条件に変換する手法を開発する。また、これら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・空港容量に変換する手法を開発する。																	
・航空機速度の変化																	
・運航（離着陸）の可否																	
・飛行困難空域（飛行経路・高度の変更）の設定																	
・管制間隔の短縮																	
成果の活用者																	
航空局、運航者																	
成果の活用方法																	
気象が航空交通流に与える影響を定量的に評価する手法の開発を行い、4次元軌道ベース運用や高密度運航を実現する。																	
B：制約条件と空域・空港容量を関連づけるパラメータの研究開発		B：未定															
<table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2020 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>TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、航空機の運航上の定量的な制約条件と航空交通流を考慮した空域・空港容量を関連づけるパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。</td></tr> <tr><td>(1) 航空機の軌道変化、飛行困難空域の設定等を空域容量に変換</td></tr> <tr><td>(2) 使用する滑走路、航空機速度の変化、運航（離着陸）の可否、管制間隔の変化等を空港容量に変換</td></tr> </table>		成果を必要とする時期	2020 頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、航空機の運航上の定量的な制約条件と航空交通流を考慮した空域・空港容量を関連づけるパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。	(1) 航空機の軌道変化、飛行困難空域の設定等を空域容量に変換	(2) 使用する滑走路、航空機速度の変化、運航（離着陸）の可否、管制間隔の変化等を空港容量に変換	<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																	
2020 頃（方針決定まで）																	
研究の必要性とその概要																	
TB0 の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、航空機の運航上の定量的な制約条件と航空交通流を考慮した空域・空港容量を関連づけるパラメータの研究開発及び評価システムによる検証を行う必要がある。																	
(1) 航空機の軌道変化、飛行困難空域の設定等を空域容量に変換																	
(2) 使用する滑走路、航空機速度の変化、運航（離着陸）の可否、管制間隔の変化等を空港容量に変換																	
研究内容																	
成果の活用者																	
成果の活用方法																	



<p>C：気象情報を運航情報や容量に変換する際に必要となるシステムの開発</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td>2020 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>TBO の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報を運航情報や空域・空港容量に変換する際に必要となるシステムの開発を行う必要がある。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期	2020 頃（方針決定まで）	研究の必要性とその概要	TBO の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報を運航情報や空域・空港容量に変換する際に必要となるシステムの開発を行う必要がある。	<p>C：未定</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td> </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														
2020 頃（方針決定まで）														
研究の必要性とその概要														
TBO の実現や空港及び空域容量の予測にあたっては、気象情報を運航情報や空域・空港容量に変換する際に必要となるシステムの開発を行う必要がある。														
研究内容														
成果の活用者														
成果の活用方法														
<p>D：滑走路面状態に影響を与える気象（特に雪氷）に関する研究</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>日本においては、滑走路が短く、地形の影響で精密進入が一方のみ設定されている空港（西風が卓越する冬季日本海側の空港においても、精密進入が西側からのみの設定となっている空港など）が複数あり、雪氷が、着陸重量のみならず、着陸可否に大きな影響を与えている。日本特有かつ運航への影響が非常に大きい現象である雪氷を中心に、滑走路面状態に影響を与える気象について研究を行う必要がある。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期		研究の必要性とその概要	日本においては、滑走路が短く、地形の影響で精密進入が一方のみ設定されている空港（西風が卓越する冬季日本海側の空港においても、精密進入が西側からのみの設定となっている空港など）が複数あり、雪氷が、着陸重量のみならず、着陸可否に大きな影響を与えている。日本特有かつ運航への影響が非常に大きい現象である雪氷を中心に、滑走路面状態に影響を与える気象について研究を行う必要がある。	<p>D：未定</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td> </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														
研究の必要性とその概要														
日本においては、滑走路が短く、地形の影響で精密進入が一方のみ設定されている空港（西風が卓越する冬季日本海側の空港においても、精密進入が西側からのみの設定となっている空港など）が複数あり、雪氷が、着陸重量のみならず、着陸可否に大きな影響を与えている。日本特有かつ運航への影響が非常に大きい現象である雪氷を中心に、滑走路面状態に影響を与える気象について研究を行う必要がある。														
研究内容														
成果の活用者														
成果の活用方法														
<p>E：気象情報と滑走路面状態の予測を関連づけるパラメータの研究開発</p> <table border="1"> <tr><td>成果を必要とする時期</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>研究の必要性とその概要</td></tr> <tr><td>雪質、ブレーキングアクション等の滑走路面の状態は、着陸重量のみならず、着陸可否判断に直接関わるため、気象情報と滑走路面状態の予測に関するパラメータの研究開発が必要である。</td></tr> </table>	成果を必要とする時期		研究の必要性とその概要	雪質、ブレーキングアクション等の滑走路面の状態は、着陸重量のみならず、着陸可否判断に直接関わるため、気象情報と滑走路面状態の予測に関するパラメータの研究開発が必要である。	<p>E：未定</p> <table border="1"> <tr><td>研究内容</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td>成果の活用者</td></tr> <tr><td> </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														
研究の必要性とその概要														
雪質、ブレーキングアクション等の滑走路面の状態は、着陸重量のみならず、着陸可否判断に直接関わるため、気象情報と滑走路面状態の予測に関するパラメータの研究開発が必要である。														
研究内容														
成果の活用者														
成果の活用方法														
<p>研究機関へ期待される ICAO 会議への参加等の活動</p>	<p>今後の課題への対応方針</p>													
<p>➤ 欧米の活動状況についての情報収集</p>	<p>➤ 実施が未定となっている研究開発課題（A-3、B、C、D、E）について、研究開発を実施する研究機関・メーカーに関する情報収集および調整を行う。</p>													
<p>航空局 担当</p>	<p>研究機関 主任者</p>													
<p>交通管制企画課 井部調査官</p>	<p>電子航法研究所 吉原主任研究員、瀬之口主任研究員（A-1 関連）</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-2 関連）</p>													
<p>施策に関する履歴（ロードマップの修正等）</p>	<p>本資料に関する修正履歴</p>													
<p>平成 23 年 3 月 ロードマップ作成</p>	<p>平成 24 年 12 月 作成</p>													
<p> </p>	<p>平成 25 年 9 月 一部修正</p>													
<p>備考</p> <p>右欄 A-1 は EN-5 の右欄 C 及び I と同様の内容を含む。</p>														

施策ID	施策名	意思決定年
EN-13	機上の気象観測データのダウンリンク	2014 (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) 2018 (WAM局の改修/機上観測データのダウンリンク機能の追加)
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
EN-4 B、C、Dに記載		—
成果を必要とする時期		研究内容
研究の必要性とその概要		成果の活用者
		成果の活用方法
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
<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米の活動状況についての情報収集</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>必要な研究開発課題について、研究開発を実施する研究機関・メーカーに関する情報収集および調整を行う。</li> </ul>
航空局 主担当者		研究機関 主任者
運用課 嶋原専門官 管制技術課 岸調査官		
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 23 年 3 月 ロードマップ作成		平成 24 年 12 月 作成 平成 25 年 9 月 一部修正
備考		
EN-13 関連の研究開発については、EN-4 の B、C、D に含めて実施する。		

## 意思決定年次の施策に対する費用対効果分析（航空気象検討 WG 関連）

### 1. 分析の対象

航空気象検討 WG において費用対効果分析の対象とする意思決定年次の施策は以下の通りである。

- 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. 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フェース（統合画面）の構築及び評価

### 2. EN-4-1 気象観測情報の高度化（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フェース（統合画面）の構築及び評価）

#### 2.1 基本的な考え方

本費用対効果分析においては、EN-4「気象観測情報の高度化」のうち、「1. 空港周辺及び空域の観測情報の統合化」における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フェース（統合画面）のプロトタイプ構築及び評価に関する費用対効果の分析を行う。（以下、EN-4-1 前段という）

#### 2.2 前提条件の整理

##### 2.2.1 情報提供インタフェースとなる日本版 ITWS

本施策（EN-4-1）の目的は、新たな気象観測装置の導入もしくは既存装置の性能向上を図ることで高度化される気象観測情報の利用環境を高度化し、空港及び空域の実況監視能力を向上させることにある。EN-4-1 では、空港周辺及び空域の観測情報を既存装置や既存のデータを融合して表示させる、関係各者（航空会社運航管理者等、管制官、気象庁）が統一かつ同一の情報を認識できるような統合画面を通じて、関係各者の実況監視能力を高め、各者の意思決定の背景を同時に認識できるようなシステム（情報提供インタフェース）のプロトタイプを導入し、平成 29 年度の 4D 気象データベースを利用した SWIM 環境下における本格的な情報提供環境の導入に向けた実証実験を実現することを目的としている。本施策で構築及び評価を実施するシステム（情報提供インタフェース）は、米国の ITWS (Integrated Terminal Weather System) と同様の機能または役割を持つと考えられるため、本施策で構築及び評価を実施する対象となるシステム（情報提供インタフェース）を日本版 ITWS と呼ぶ。

##### 2.2.2 導入計画の想定

日本版 ITWS を導入するにあたり、EN-4-1 では 2 段階の導入計画を想定している。まず、日本版 ITWS のプロトタイプとなる統合画面のみを構築し、導入評価を実施する。（EN-4-1 前段）その後、日本版 ITWS で利用する航空気象情報を一元的に格納し、更新し、配信する

ための 4D 気象データベース (EN-2 データベース等情報基盤の構築) の導入時期に合わせて、4D 気象データベースを利用した日本版 ITWS を実現する。(EN-4-1 後段)

日本版 ITWS で利用する航空気象情報については、そのほとんどが「EN-2 データベース等情報基盤の構築」によって実現させる計画である 4D 気象データベースによって取り扱うデータと重複することから、整備にかかるコスト削減を図る目的で高度に連携することを検討している。そこで、4D 気象データベースでの実現に先立ち、既存のデータソースを用いて日本版 ITWS プロトタイプを作成することにより、必要な機能等の実証的検証を行う。また、日本版 ITWS (統合画面) のプロトタイプは、気象庁にて設計・構築が可能であるため、新規のコストは発生しないものと想定する。

施策 ID	施策名	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EN-4-1	気象観測情報の高度化/空港周辺及び空域の観測情報の統合化	◇				◇				
EN-2	データベース等情報基盤の構築 (抜粋)			◇						

#### (1) 要件整理・費用対効果分析等 (現在～)

平成 25 年度に日本版 ITWS に係る技術的要件及び運用要件を整理し、開発するプロトタイプ (日本版 ITWS (統合画面)) の要件定義を実施する。

#### (2) プロトタイプ整備段階 (2014 年～)

平成 26 年度より、気象庁にて日本版 ITWS (統合画面) のプロトタイプを作成する。その際には既存のデータを加工し、統合画面に表示させることを想定する。

#### (3) EN-4-1 後段機能の実証的検証段階 (2015 年～)

平成 27 年度より、統合画面の運用要件、性能要件、情報セキュリティ要件、ユーザビリティ要件等の評価・実証を行う。その過程により、EN-4-1 後段により実現すべき気象情報の統合的利用環境の実証的検証を実施する。

## 2.3 分析の方法

### 2.3.1 定量的効果の検討

本施策の定量的効果の検討は、費用対効果分析検討分科会で策定された「共通的な効果の計測及び貨幣換算方法」に照らして検討する。ただし、類似システムである米国 FAA の ITWS については、以下の先行研究がなされているため、先行研究を参考に効果を検討することとする。

- M. Robinson, et al., MIT LL(2004),“Corridor Integrated Weather System (CIWS) Operational Benefits 2002-2003: Initial Estimates of Convective Weather Delay Reduction” Executive Summary.
- S. Allan, J.Evans, MIT LL(2005), “Operational Benefits of the Integrated Terminal Weather System (ITWS) at Atlanta”.
- AvMet (2011), “An Approach for Estimating Unavoidable Weather Impacts and Applications for Weather Forecast and ATM Performance Assessments”.

上記先行研究の概要は次の通りである。

#### (1) Robinson, et al. (2004)

本研究は、米国北東部の混雑空域（エンルート）での実況監視能力の向上及び関係各者の気象情報とその影響度を共有するためのシステムとして構築された CIWS の定量的効果を計測したものである。気象情報の運用に与える効果は、気象情報及び気象情報を共有するシステム（この場合 CIWS）が無い状態とある状態を比べて、気象現象に起因する遅延を FAA データベースより算出し、その回避可能な遅延時間の総和を便益とするものである。貨幣換算は乗客の逸失利益となる損失時間価値、航空機の燃料消費などを積み上げて算出されており、1時間あたり約 3800 米ドルと計算されている。以降の研究においても、本論文で算出された貨幣換算方法が引用されている。

#### (2) Allan, et al.(2005)

本研究は、Robinson らによる先行研究を元に、Atlanta（デルタ航空のハブ）空港に導入されている ITWS について、その導入効果を測定したものである。便益の算出方法として、“Decision/Modeling”法を用いているのが特徴である。我が国における費用対効果分析で用いられる直接法は、当該施策が導入されていない状態と導入されている状態を比較し、施策が導入されたことによる直接的な便益／効果を積み上げることによって貨幣換算を可能とする方法であるが、この方法が有効であるのは因果関係について客観的に正しい理解がなされているときのみであることが本論文に指摘されている。確かに、気象情報の有無がどれだけ運航を左右するのかは科学的にも算出が困難であるだけでなく、新しい運用方法への変更も想定しなければならないという意味でも算定に多くの仮定を必要とし、結果の有意性を検証できない。特に、気象に起因する回避可能な遅延と回避不可能な遅延を区別する一般的な方法が無いこと、及び回避可能な遅延についての研究が 2005 年からなされ始めたことが本論文中で指摘されていることも費用対効果分析を困難にしている一因であ

ると言える。

一方で“Decision/Modeling”法では、気象情報を確認する者が意思決定を変更する場合のみ気象情報が有益であるという仮定に立ち、関係各者（ARTCC、TRACON、TOWER、Dispatcher）の意思決定モデルを構築し、意思決定を変更しうる気象状態である雷雲により運航スケジュールが乱れた実際の Atlanta 空港周辺における運用方法を分析して、意思決定を変更する場合を抽出した上で、回避可能な遅延時間の総和を算出し貨幣価値に換算している。

航空会社にとっての定量的効果として、デルタ航空のディスペッチャーの感想が引用されている。

“One person interviewed felt that ITWS allowed traffic managers to save an average of 1 diversion for each 40 convective weather events each year.”

### (3) AvMet (2011)

AvMet 社は FAA 航空気象セクションに対する気象コンサルとして名高い会社である。

本研究は、先行研究を受けて回避可能な気象ではなく、回避不可能な気象を分析した論文である。本テーマについては、同社において継続的に研究中であり、まだ未研究の領域が広いため、一般的な分析にはそぐわない。

全ての研究を通じて、気象が航空に与える影響を見積もる研究には一定の成果があるものの、遅延時間の貨幣換算方法以外に一般的で確立された分析方法がまだ無いことが指摘されている。米国では航空統計が発達しており、FAA が各便の遅延時間統計を開示しているため、平均遅延時間の計算が容易であるにもかかわらず、遅延時間の総和の算出が困難であるといえる。また、米国においても遅延状況についての詳細な統計が利用可能ではあるものの、回避可能性を考慮した気象に起因する、または起因しない遅延時間統計を取ることは不可能であり、状況は我が国でも同様である。

以上より、現時点において遅延時間の貨幣換算で算出可能な便益を計算すること困難と言える。

## 2.3.2 定性的効果の検討

本施策の定性的効果については、効果そのものだけでなく、当該効果に付随する安全性の向上も含めて検討する。また、本施策は将来の意志決定施策の実証評価環境としてプロトタイプの ITWS（統合画面）を導入する施策であり、日本版 ITWS について実際の業務機を開発・整備する施策ではないため、定性的効果については、本施策による直接的な効果だけでなく、将来計画の実現に伴う定性的効果についても記述することとする。

### (a) 本施策の導入により得られる定性的効果

日本版 ITWS は、そのシステムにおいて取扱う情報、その情報をどのように人間に対して示すかが非常に重要であり、その成果しだいで効果の発現が大きく左右される。

そのため、本施策により統合画面のプロトタイプを検証・評価し、表示する情報の取捨選択、画面構成、画面切り替え等のインタフェースを検証・評価することにより、日本版 ITWS の導入における精緻な効果分析に資する。

(b) 日本版 ITWS の導入により得られる定性的効果

① 関係各者間で共有する情報の重畳表示

管制機関の保持する情報（運航経路の情報）、気象機関が保持する情報（各気象情報とその影響度）、運航者（運航管理者）が保持する情報（リルーティングの意思表示）を全て同時に表示することを可能とし、状況認識の齟齬を解消する。また、運航者/管制機関側からの要求の背景となる気象状況が把握できるようになることにより協調的意思決定が図られる。特に、要求の意図確認が減少することにより、タスクにかかる時間の削減、業務の効率化が図られる。

なお、パイロットが同様の情報を得るためには、機上にアップリンク可能なアプリケーションとデータ通信手段が確立される必要がある。

② 安全性の向上

以下については、個別に情報を提供することによっても効果をあげることができるものであるが、極めて短時間での判断が求められるものもあり、一つ一つを個別に認識・判断することは負担が大きい。日本版 ITWS を実現することにより、負担をかけることなく、より多様な状況を認識・判断ができるようになる。

➤ マイクロバーストの検知

2分から5分毎にマイクロバーストの位置予報を更新することにより、マイクロバーストに起因するアクシデント／重大インシデント（客室内における乗客の負傷など）の防止が期待される。

➤ 気象による通常の経路からの逸脱

通常の経路からの逸脱を余儀なくされてしまう気象に関しては、降水強度、降水セルなどの情報を1分から5分毎に更新することにより、運航効率の向上、回避の判断の意思決定による安全性の担保が期待される。

➤ 雷

雷雲の位置と動きを5秒毎に更新し、空港から20NMの範囲での落雷情報を表示することにより、回避可能性と必要性の判断の意思決定による安全性の確保が期待される。

### 2.3.3 コストの算出

実証評価環境としてプロトタイプの ITWS（統合画面）については、既存のシステムを活用する予定であることから気象庁の埋没コストと捉えることができる。また、統合画面評価等の作業については、本 WG メンバーの協力の下行う予定であることから追加の予算措置等は必要が無いため、費用は計上しない。

以上