

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24年度 活動報告書

平成25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24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	9
3.1.	研究開発課題の整理	9
3.2.	研究開発の実施状況	9
3.3.	次年度の研究開発の予定	19
4.	意思決定年次以前の予備検討	22
4.1.	EN-2 データベース等情報基盤の構築（2. 気象情報）の検討結果	22
4.1.1.	運用コンセプト、システムの概要等	23
4.1.2.	導入計画案	24
4.1.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	24
4.1.4.	費用対効果分析	24
4.1.5.	国際動向	24
4.1.6.	導入計画を実行するための作業工程	24
4.1.7.	ロードマップの変更の検討	24
4.2.	EN-4 気象観測情報の高度化（1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化）の検討結果	24
4.2.1.	運用コンセプト、システムの概要等	25
4.2.2.	導入計画案	25
4.2.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	26
4.2.4.	費用対効果分析	26
4.2.5.	国際動向	26
4.2.6.	導入計画を実行するための作業工程	27
4.2.7.	ロードマップの変更の検討	27
4.3.	EN-4 気象観測情報の高度化（3. 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）の検討結果	27
4.3.1.	運用コンセプト、システムの概要等	28
4.3.2.	導入計画案	28
4.3.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	28
4.3.4.	費用対効果分析	29
4.3.5.	国際動向	29
4.3.6.	導入計画を実行するための作業工程	29
4.3.7.	ロードマップの変更の検討	30

4.4.	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）の検討結果	30
4.4.1.	運用コンセプト、システムの概要等	30
4.4.2.	導入計画案	31
4.4.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	31
4.4.4.	国際動向	32
4.4.5.	導入計画を実行するための作業工程	32
4.4.6.	ロードマップの変更の検討	32
5.	意思決定年次の施策の検討	32
5.1.	EN-4 気象観測情報の高度化（1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化）の検討結果	32
5.1.1.	運用コンセプト、システムの概要等	33
5.1.2.	導入計画案	33
5.1.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	33
5.1.4.	費用対効果分析	34
5.1.5.	導入計画を実行するための作業工程	35
5.1.6.	ロードマップの変更の要否の検討	36
5.2.	EN-5 気象予測情報の高度化（3. 新たな予測情報の提供）の検討結果	36
5.2.1.	運用コンセプト、システムの概要等	36
5.2.2.	導入計画案	37
5.2.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	37
5.2.4.	費用対効果分析	38
5.2.5.	導入計画を実行するための作業工程	41
5.2.6.	施策の優先度	41
5.2.7.	ロードマップの変更の要否の検討	41
6.	意思決定後の施策の導入準備状況等	41
6.1.	EN-5 気象予測情報の高度化（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）	41
6.1.1.	導入計画の概要	41
6.1.2.	導入計画・作業工程の進捗状況	42
6.1.3.	国際動向	42
6.1.4.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討	43
6.1.5.	次年度の予定	43
7.	次年度の検討計画	43
8.	次々年度以降の検討計画	44

- 別表 航空気象検討WG 検討計画
 - 別添1 施策に必要と考えられる研究開発課題について
 - 別添2 CARATS 施策個票 (EN-4) 修正案
 - 別添3 CARATS ロードマップ (EN-4) 修正案
 - 別添4 CARATS 施策個票 (EN-5) 修正案
 - 別添5 CARATS ロードマップ (EN-5) 修正案
-
- 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 24 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 24 年度～平成 25 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

2. 気象情報

イ. EN-4 気象観測情報の高度化

1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化

ウ. EN-4 気象観測情報の高度化

3. 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

エ. 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) 意思決定年次の施策

ア. EN-4 気象観測情報の高度化

1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化

イ. EN-5 気象予測情報の高度化

3. 新たな予測情報の提供

(3) 導入に向けた準備フェーズの施策

ア. EN-5 気象予測情報の高度化

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

2. WGの検討経緯

(1) 検討体制

平成 24 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

大野 亮¹ 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

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

工藤 智巳 全日本空輸株式会社 オペレーションサポートセンター
 OSC品質推進室 フライトオペレーション推進部 航路チーム

澤野 智広 全日本空輸株式会社 オペレーションサポートセンター
 OSC品質推進室 フライトオペレーション推進部 航路チーム

横田 宏幸 全日本航空事業連合会 / 新日本ヘリコプター株式会社 乗員グループ機長

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

大村 大 社団法人日本航空機操縦士協会 航空気象委員

(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 航空プログラムグループ
 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

富田 純 三菱電機(株) 通信機製作所 インフラ情報システム部 航空管制システム課
 課長

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

(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

相澤 竜哉 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

石田 純一 気象庁 予報部 業務課 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 航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官

○小杉 正一² 航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官

¹ 第7回まで

² 第6回まで

○中野 裕行 ³	航空局	交通管制部	交通管制企画課	調査官
豎山 孝治	航空局	交通管制部	交通管制企画課	専門官
笠井 淳志	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
江頭 恵一 ⁴	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
坂本 孝子 ⁵	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
上田 哲也	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
鈴木 規敏 ⁶	航空局	交通管制部	管制課	空域調整整備室 調査官
塚本 智茂 ⁷	航空局	交通管制部	管制課	空域調整整備室 調査官
山西 智之 ⁸	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	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
◎蠣原 弘一郎	航空局	交通管制部	運用課	専門官
池上 博樹 ⁹	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査 飛行検査官
佐藤 秀紀 ¹⁰	航空局	交通管制部	運用課	飛行検査 飛行検査官
山内 慎介 ¹¹	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 24 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 5 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成 24 年 5 月 10 日 (木) 14 時～17 時

(イ) 場所

³ 第 7 回から

⁴ 第 7 回まで

⁵ 第 8 回から

⁶ 第 6 回まで

⁷ 第 7 回から第 8 回まで

⁸ 第 9 回から

⁹ 第 7 回まで

¹⁰ 第 8 回から

¹¹ 第 8 回まで

経済産業省 別館 10階 1020 会議室

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) 第6回企画調整会議及び第2回推進協議会報告
- (3) 今年度の検討スケジュールについて
- (4) 施策に関連する研究開発の紹介
 - ・分散Key-Valueストアを用いたGPVデータ閲覧サービスプロトタイプのご紹介
- (5) 国際動向
 - ・航空気象情報のデジタル化に関する国際動向について
- (6) 意思決定年次以前の施策の予備検討
 - ①EN-2 データベース等情報基盤の構築 (2. 気象情報)
- (7) 意思決定年次の施策の検討
 - ①EN-4 気象観測情報の高度化 (1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化)
 - ②EN-5 気象予測情報の高度化 (3. 新たな予測情報の提供)
- (8) 研究開発課題の整理について
- (9) 次回開催日程
- (10) その他

イ. 第6回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成24年7月20日(金) 13時30分～15時30分

(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) 航空気象関連施策のロードマップの見直しについて
- (3) 航空気象関連施策における費用対効果分析の考え方について
- (4) 研究開発課題の整理
 - ①EN-4 および EN-5 関連
 - ②EN-6 および EN-13 関連
- (5) 次回開催日程
- (6) その他

ウ. 第7回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成24年10月17日(水) 14時～17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) 航空気象関連施策の費用対効果分析について
- (3) 4D 気象データベース (EN-2) に関する検討
- (4) 空港周辺の観測情報の統合化 (EN-4) に関する検討
- (5) 予測モデルの精緻化 (EN-5) について
- (6) 研究開発課題の整理
 - ①EN-4 および EN-5 関連
 - ②EN-6 および EN-13 関連
- (7) 次回開催案内
- (8) その他

エ. 第 8 回 CARATS 航空気象検討ワーキンググループ会合

(ア) 日時

平成 24 年 12 月 21 日 (金) 13 時 30 分～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) 国際動向 (滑走路状態の評価について)
- (3) 航空気象関連施策の費用対効果分析について
- (4) 個票及びロードマップの修正について
- (5) 研究開発課題の整理
- (6) 4D 気象データベース (EN-2) について
- (7) 4D 軌道ベース運用に必要な気象情報について
- (8) 次回開催日程
- (9) その他

オ. 第 9 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 2 月 6 日 (水) 14 時～16 時

(イ) 場所

金融庁 9 階 904 会議室

(ウ) 議事

- (1) 前回議事録の確認
- (2) 航空気象関連施策の費用対効果分析について
- (3) 今年度の活動について
- (4) 次年度の検討計画及び次々年度以降の検討計画について

- (5) 活動報告書について
- (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、別添 1 のとおり整理を行った。

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～平成 27 年度 5 カ年計画

エ これまでの成果

今年度は、SSR モード S 調布局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、気象関連の研究開発

を実施している当所のグループへSSRモードSによるダウンリンクデータを提供した。

(2) GBASを活用した後方乱気流回避とGBAS運航における気象の影響調査【(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GBAS運航における気象の影響について調査し、要件や課題を抽出する。

ウ 研究開発スケジュール

平成24年度 1カ年計画

エ これまでの成果

後方乱気流のデータ収集解析及び空港関係者と意見交換を行い、GBASによる高仰角進入やディスプレイスドスレシホールドに関するニーズを調査した。また、悪天候時の交通流を調査するとともに、管制官と意見交換して現状の滑走路チェンジ等に伴う天候予測に向けた課題を調査した。

(3) トラジェクトリモデルに関する研究【(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

今後の航空交通管理においては、航空機のトラジェクトリ(軌道)計画を事前調整し、精密なトラジェクトリ予測に支援される管制運用コンセプトが有効と考えられている。そのために、実飛行データ等の解析によるトラジェクトリの予測及びモデル化技術を開発する。空港への到着交通流を対象として、航空機に対する制約条件がない場合と制約条件がある場合のトラジェクトリの予測技術を開発する。また、トラジェクトリを管理する

ためのデータ活用技術を提案する。

ウ 研究開発スケジュール

平成 21 年度～平成 24 年度 4 カ年計画

エ これまでの成果

今年度は、軌道予測に係る気象予報の影響について、対地速度の予測精度と使用する時間予報値の関係性を検討した。また、「気象による軌道予測の不確定性の研究」を公募し、早稲田大学と開始した。

(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 F 3 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・SO₂ 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・SO₂ 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、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、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。

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／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（アドバイザリシステム）の開発に移行。

平成 23 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。

⇒小型気象レーダ／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。アドバイザリシステムの警報機能の有効性を確認

平成 24 年度：評価結果に基づき、低層風擾乱アドバイザリシステムを改良。庄内空港で最終評価を実施中。

⇒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）を付加（図 4. 2-1）。運航への効果を評価中。

平成 25 年度：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。一方、成田空港で発生する低層風擾乱の検知への応用も検討する（気象庁観測部との共同研究）。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空プログラムグループ DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹
大阪大学、大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻、牛尾知雄准教授

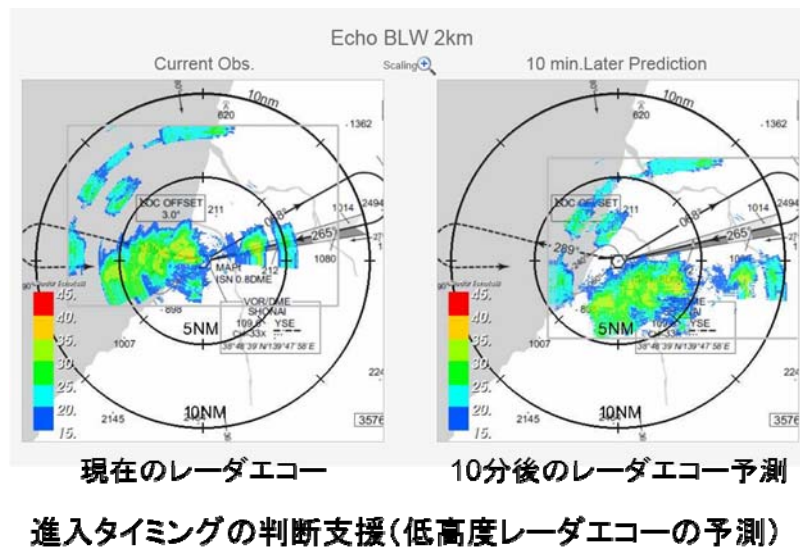


図 4.2-1

(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、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／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 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。

⇒主にウィンドシアの風速変化量に基づく運航障害の発生予測を行い、スロットスコア 0.5 以上を達成。

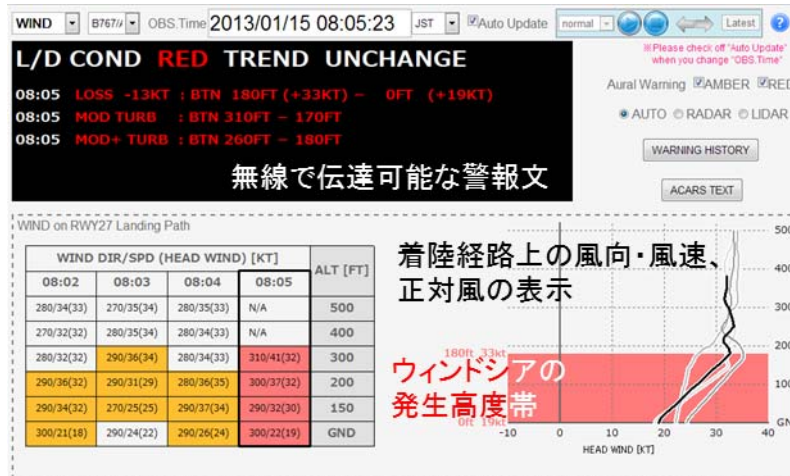
平成 24 年度：評価結果に基づき、運航障害の発生予測アルゴリズムを改良。庄内空港で最終評価を実施中。

⇒運航障害の発生予測精度を向上を目的として、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。同時に、エアラインの運航管理者、パイロット（ACARS 経由）に低層風擾乱の情報を伝達するアドバイザリシステムの表示を改良（図 4.2-2）。運航障害の発生予測精度、および運航への効果を評価中。

平成 25 年度：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。一方、成田空港での低層ウィンドシア情報への応用も検討する（気象庁観測部との共同研究）。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空プログラムグループ DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹



運航障害(復行)発生時のアドバイザリ画面
ウィンドシア、乱気流の発生と共に、運航障害の可能性が高い(RED)と予測

図 4.2-2

(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 年度：気象条件に応じた予測誤差の定量化の成立性検討。

⇒予測誤差の確率分布に影響を与える気象因子を抽出して、予測誤差の確率分布を推定するベイジアンネットワークを開発。成田空港の地上風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（図 4. 2-3）。

平成 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製作。

⇒成立性が確認された予測誤差の確率分布を推定するベイジアンネットワークを実装した気象解析システムを製作（2 月末完成予定）。

平成 25 年度：成田空港での後方乱気流観測時（後述）に、併せて気象解析システムによる気象解析を行い、気象予測誤差情報を後方乱気流予測に適用した場合の後方乱気流の予測精度を確認する。

エ 研究機関及び主任者

JAXA、航空プログラムグループ DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹

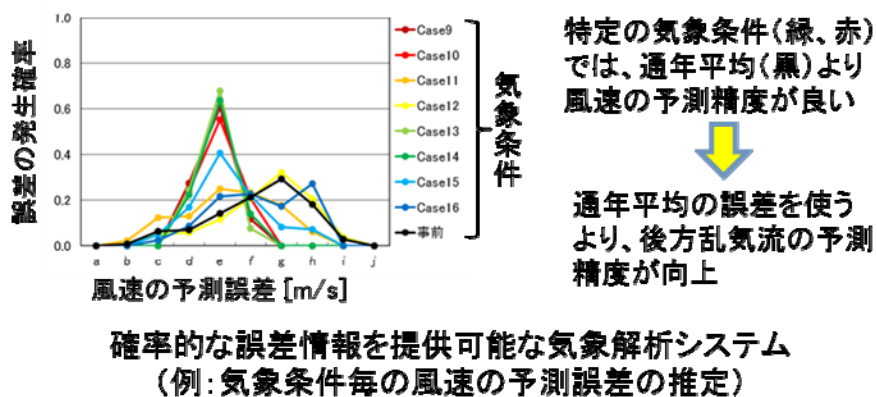


図 4. 2-3

(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（図 4.2-4）。

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 年度：後方乱気流の観測データの収集。

⇒成田空港周辺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。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、航空プログラムグループ DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹

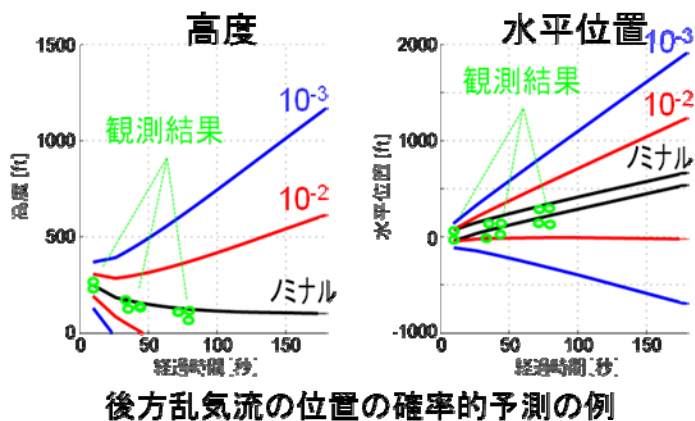


図 4.2-4

(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。

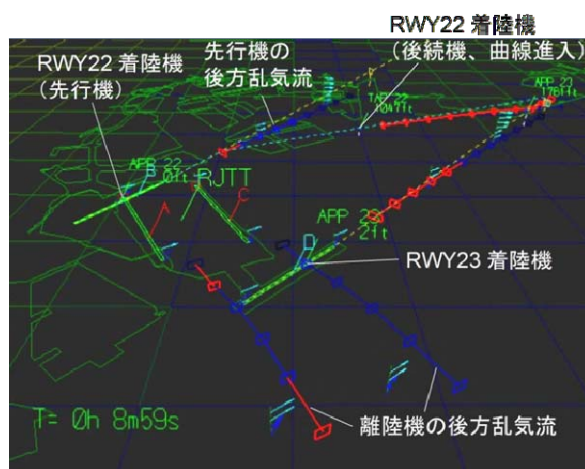
⇒羽田、成田空港を対象に、開発した手法に基づいて後方乱気流管制間隔を短縮した際の効果（空港容量拡大、遅延低減）をシミュレーションする環境を構築した（図 4.2-5）。

平成 25 年度：間隔短縮時の安全性評価。

⇒成田空港周辺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、航空プログラムグループ DREAMS プロジェクトチーム 又吉直樹



運航シミュレーション例

後方乱気流の挙動を予測し、後方乱気流を図示。
後続機にとって危険な状態が赤、安全な状態が青。

図 4.2-5

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

引き続き、SSR モード S 調布局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する。また、気象関連の研究開発を実施している当所のグループへ SSR モード S によるダウンリンクデータを提供する。

(2) 未定【(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

後続の研究課題を計画中である。

(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

既存のダウンリンク情報の使用を想定した飛行中の時間管理を支援するためのアプリケーションを開発・評価する。また、本研究課題にて、気象予測の不確定性を考慮した軌道予測手法を検討する。

(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)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
 - 4.2（6）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（6）ウの研究開発スケジュールに記載。
- (7) 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。
- (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
 - 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 (2. 気象情報) の検討結果

EN-2のうち、「2. 気象情報」においては、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気象データベースを整備することを検討している。

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4D気象データベースの運用コンセプト及びシステムの概要・運用要件について検討を行ったのに続き、今年度から4D気象データベースで扱うデータ要件の取りまとめを開始した。今年度においては、4D気象データベースで取り扱う気象情報全般の洗い出しを行い、さらに軌道ベース運用や高密度運航における協調的意思決定に使用することを目的としたデータセットの要件整理の第一弾として、航空機の運航の各フェーズにおいて必要な気象情報の洗い出しを行った。

なお、当WGでの検討結果を基に情報管理検討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23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23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

(1)で整理した運用コンセプト及び運用要件を受け、各関係者で利用する気象情報の洗い出しを行った。

また、航空機の運航の各フェーズにおいて各関係者が業務の遂行にあたり

必要となる気象情報を整理した。

来年度以降は、協調的意思決定に用いるデータセットについて、4次元格子（空間格子間隔及び時間間隔）の定義、求められる精度、時空間的なデータの連続性などの要件について検討を行うとともに、データセットに含める具体的な気象データの要件について検討を進める予定である。

（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、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 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 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 活動報告書を参照。）

4.1.5. 国際動向

（情報管理検討 WG 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 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 活動報告書を参照。）

4.2. EN-4 気象観測情報の高度化（1. 空港周辺の観測情報の統合・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。

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。

「1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化」は、当初のロードマップで意思決定年次となっているが、当 WG における今年度の検討の中で、具体的な個別の施策に分割し、ロードマップの見直しも含め検討を進めていくこととした。

(「4.2.7. ロードマップの変更の検討」の項目を参照。)

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) 日本版 ITWS

現状個別で処理・提供している飛行場周辺の既存観測装置の観測データを一元的に処理し、リアルタイムに更新される空港周辺の気象実況監視を可能とする。さらに、短期の予想(1時間以内の気象予測情報等)、シビアストームの動向や予測情報の共有を可能とする。

情報等共有のための提供環境は、汎用のWEB方式等の採用により整備費用の削減を図ると共に、利用者側の費用の削減も図ることができる。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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) 日本版 ITWS

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処理するものであることから、整備に係るコスト削減を図る目的で高度に連携することを検討中である。そこで、それに先立ち、既存のデータを用いて日本版 ITWS プロトタイプを作成することにより、必要な機能等について実証実験を行う。

2013 年度の意思決定に向けて、2012 年度から 2013 年度にかけてヒアリングを行う。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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

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、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・高度化した空港周辺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・高度化した空港周辺の観測情報に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。

4.2.4. 費用対効果分析

日本版 ITWS については、平成 25 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。

その他の施策については、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ったうえで費用対効果分析を実施する。

4.2.5. 国際動向

ITWS は、米国において 1990 年代から開発が進められたシステムであり、空港気象ドップラーレーダー (TDWR) 画像や高解像度 (2km)・高頻度更新 (1 時間更新) の数値予報プロダクト (RUC) など、各種の気象実況・予想資料を収集し、統合的な環境で閲覧することが可能となっている。

本システムを活用することにより、管制官、運航管理者、パイロット等の

航空交通システムの関係者が気象状況を容易に共有でき、協調的意思決定（CDM）にもとづく航空交通管理、特に悪天を主な原因とする交通流遅延の軽減に大きく貢献している。

2000年代初頭から、米国内の主要空港・ターミナルエリアに実装され、2011年時点では、34ヶ所に展開されている。

2007年以降はNextGenにおけるSWIMに統合される形で、ITWSのSWIM対応が進み、翌2008年以降は、民間航空会社やその他関係機関への接続試行を経て、一部民間航空会社や米国国防総省（DoD）などが実際に接続を開始している。

さらに、2016年頃を目途に、現在FAAが開発を進めているNextGen気象プロセッサ（NWP）への統合が検討されている。NWPとは4D気象データベース等から気象データを取得して各種ATM向け支援資料への加工を行うシステムである。

4.2.6. 導入計画を実行するための作業工程

日本版ITWSについては、4D気象データベースとの高度な連携を図るため、その内容を具体的な施策に分割し、「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する。

それぞれ、引き続き各種要件整理・費用対効果分析等を行い、平成25年度と平成29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。また、国際動向等を踏まえた検討を進めていく。

その他の施策については、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、継続して検討を行っていく。

4.2.7. ロードマップの変更の検討

当該施策については、当初のロードマップでは意思決定年次となっているが、当WGにおける今年度の検討の中で、具体的な施策に分割し、ロードマップの見直しを行った。

当WGで作成した個票及びロードマップの修正案を別添2及び別添3に示す。

4.3. EN-4 気象観測情報の高度化（3.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）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。

「3. 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」については、当 WG における今年度の検討の中で、具体的な個別の施策に分割し、ロードマップの見直しも含め検討を進めていくこととした。（「4.3.7. ロードマップの変更の検討」の項目を参照。）

今年度の当該施策の検討状況は以下のとおりである。

4.3.1. 運用コンセプト、システムの概要等

(1) 衛星による新たな観測情報の導入

具体的な施策の内容については、次年度以降検討を行う。

(2) 積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大

冬季の降雪や夏季のゲリラ豪雨等により滑走路上に雪氷や水が存在する場合、離着陸する航空機のブレーキ制動に影響を及ぼすことから、航空機の安全な運航のためには、滑走路面の状態を把握しておく必要がある。滑走路状態の評価については別途国内外において関係者で検討されているところであるが、検討状況を見ながら、積雪深計や降雨強度計など滑走路面状態を把握するための観測情報の高度化を図っていく。

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。

4.3.2. 導入計画案

(1) 衛星による新たな観測情報の導入

次年度以降検討を行う。

(2) 積雪深計及び降雨強度計当の充実・拡大

本施策に関する導入計画については、別途関係者で行われている滑走路状態の評価の検討結果に応じ、引き続き検討を行う。

4.3.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

(1) 安全性の向上

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、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・高度化した空港周辺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・高度化した空港周辺の観測情報に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。

4.3.4. 費用対効果分析

衛星による新たな観測情報の導入については、平成 29 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。

積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大については、滑走路状態の評価に関する国内の検討状況や国際動向を見ながら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、その結果を踏まえて費用対効果分析を実施する。

4.3.5. 国際動向

(1) 積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大

滑走路面の状態に関し、ICAO においては AOSWG（飛行場運用・業務ワーキンググループ）の下に FTF（路面摩擦タスクフォース）が設置され、関連規定の見直し等が検討されているところである。

FTF では、路面摩擦に関する用語定義や摩擦係数測定機器の取扱い、滑走路上の雪や氷などの汚染物（Contaminations）に対する「世界標準報告様式（Global Reporting Format）」について、米国 TALPA/ARC の滑走路状態の評価に係る取り組みをベースとした策定を目指しているところであり、① TALPA/ARC マトリックスに係る滑走路上の雪や氷などの汚染物（Contaminations）の定義、並びに②これら汚染物（特に水）の厚さを測定する装置（シンガポール・チャンギ国際空港に配備）やノータムとの相関などについても検討しているところである。

なお、平成 24 年 9 月に開催された第 10 回 FTF において、2020 年以降適用予定とした大幅な関連規程改正を含むロードマップ案が ICAO 事務局から提示されたが、既に B787 型機などの最新航空機は TALPA/ARC のマトリックスによる性能表を採用していることから、航空機製造メーカーから 2020 年以前の早期改正を求める強い要望もあり、現時点において改正時期未定となっている状況である。

4.3.6. 導入計画を実行するための作業工程

気象観測衛星の整備や関連する研究開発の状況、滑走路状態の評価に関す

る検討状況や国際動向等について情報収集しながら、継続して検討を行っていく。

4.3.7. ロードマップの変更の検討

当WGにおける今年度の検討の中で、具体的な施策に分割し、ロードマップの見直しを行った。

当WGで作成した個票及びロードマップの修正案を別添2及び別添3に示す。

4.4. 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)の検討結果

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。

「1.高度化した観測情報の活用による予測精度の向上」については、EN-4の具体的な個別施策への分割及びロードマップの見直しに伴い、当該施策についてもロードマップの見直しも含めた検討を進めていくこととした。(「4.4.6.ロードマップの変更の検討」の項目を参照。)

今年度の当該施策の検討状況は以下のとおりである。

4.4.1. 運用コンセプト、システムの概要等

(1) EN-4「1.空港周辺の観測情報の統合・高度化」の活用

今年度意思決定年次となっているEN-4「1.空港周辺の観測情報の統合・高度化」のうち低高度レーダーエコー処理装置は、既存のレーダーのオリジナルデータを利用した新たな観測情報の提供である。一方、気象予測においては既にレーダーのオリジナルデータを用いていることから、低高度レーダーエコー処理装置の導入に伴う新たな対応は発生しない

一方、低高度レーダーエコー処理装置以外の、小型レーダー・ライダー、ウィンドプロファイラ、雷監視システムからの観測情報に応じた利用手法の高度化については、EN-4の検討結果を見ながら次年度以降継続して検討を行う。

(2) EN-4「2.機上観測情報の活用」の活用

EN-4「2.機上観測情報の活用」から得られる観測情報に応じた利用手法の高度化については、EN-4の検討結果を見ながら次年度以降継続して検討を行う。

(3) EN-4「3.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」の活用

EN-4「3.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」から得られる観測情報に応じた利用手法の高度化については、EN-4の検討結果を見ながら次年度以降継続して検討を行う。

(4) EN-4「4. 火山灰観測の高度化」の活用

EN-4「4. 火山灰観測の高度化」から得られる観測情報に応じた利用手法の高度化については、EN-4の検討結果を見ながら次年度以降継続して検討を行う。

4.4.2. 導入計画案

EN-4「1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化」の、小型レーダー・ライダー、ウィンドプロファイラ、雷監視システムからの観測情報に応じた利用手法の高度化については、利用手法についての情報収集を行い、EN-4の意思決定後に利用手法の開発を行う。また、開発技術の国内・海外の動向を踏まえながら随時利用手法の高度化を図っていく。

4.4.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

(1) 安全性の向上

関係者間で共有する気象情報及び地上から運航中の航空機に対して提供する気象情報の予測精度を向上させることで、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

管制官等に伝える気象情報の予測精度を向上させることにより、管制官等の負荷を軽減・均等化することができ、混雑空域のピーク時における処理機数が拡大し、航空交通量増大への対応となる。

(3) 利便性の向上

気象情報の予測精度が向上することにより風等の影響を考慮した最適飛行経路の算出精度が向上し、運航時間を短縮することができ、利便性の向上につながる。

(4) 運航の効率性の向上

気象情報の予測精度が向上することにより風等の影響を考慮した最適飛行経路の算出精度が向上し、燃料効率の良い経路・高度の飛行を行うことができ、飛行中の燃料消費量の抑制につながる。

(5) 航空保安業務の効率性の向上

気象情報の予測精度が向上することにより、最適飛行経路の算出精度が向上し、軌道ベース運用を実施することにより、管制官の負荷軽減につながり、ひいては航空保安業務の効率性の向上を図ることができる。

(6) 環境への配慮

気象情報の予測精度が向上することにより、気象情報を用いて風等の影響

を考慮したより精度の高い最適飛行経路を算出することにより、燃料効率の良い経路・高度の飛行による CO2 排出量削減を図ることができ、地球環境への負荷軽減につながる。

4.4.4. 国際動向

米国では、これまでの RUC (Rapid Update Cycle) に、領域拡張を含む大幅な改良を加えた RAP (Rapid Refresh) システムの運用を 2012 年 5 月に開始した。RAP においては、一般的な観測に加えて、METAR データや、航空機搭載湿度センサー WVSS-II による水蒸気データの利用などが行われている。ドップラーレーダーによる動径風データは次回の改訂から利用開始となる見込みであり、現在は VAD 風 (ある仮定を用いて算出した風データ) が利用されている。WVSS-II 水蒸気データについてはドイツで精度調査が行われ、ラジオゾンデデータと同等の品質であることが示された。METAR データは英国でも利用されており、気象庁でも利用に向けた調査を実施している。動径風データは気象庁で同化利用している他、フランスでも利用されており、英国やドイツ、オランダなどで利用開発が行われている。3次元レーダー反射強度データから導出される水蒸気プロファイルデータについては 2008 年よりフランスで利用されているが、気象庁でも 2013 年 1 月中の利用を計画している。2012 年 5 月に世界気象機関主催で開催された観測インパクトワークショップでは航空機観測風・気温データ同化の重要性が示され、観測 (データ取得) 拡大を目指した取り組みを行うべきとの報告が策定された。衛星データの利用についても各国で行われており、米国の Suomi-NPP 衛星やインドの Oceansat-2 衛星、欧州の Metop-B 衛星などの新規衛星データについて、気象庁でも利用開発を実施中である。

4.4.5. 導入計画を実行するための作業工程

観測情報を活用することにより現在の気象状況をスーパーコンピュータ上で再現するための「局地解析」について 2010 年より試験運用を開始しており、2012 年に本運用を開始した。様々な観測情報に対する高度化した利用手法については現在気象庁において開発中であり作業工程については適宜継続して検討を行う。

4.4.6. ロードマップの変更の検討

当 WG における今年度の検討の中で、EN-4 の具体的な個別施策への細分化及びロードマップの見直しに伴い、当該施策についてもロードマップの見直しを行った。

当 WG で作成した個票及びロードマップの修正案を別添 4 及び別添 5 に示す。

5. 意思決定年次の施策の検討

5.1. EN-4 気象観測情報の高度化 (1. 空港周辺の観測情報の統合・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。

当 WG における今年度の検討の中で、「1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化」については、具体的な施策に分割し、ロードマップの見直しも含めて検討していくこととした。（「4.2.7. ロードマップの変更の検討」の項目を参照。）

このうち、今年度意思決定年次となっている低高度レーダーエコー処理装置について、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

(1) 低高度レーダーエコー処理装置

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 以下のデータを利用して、高度 2km 未満の雷を伴う積乱雲等（冬季の雪雲等）の高度は低いが発達した積乱雲の情報を提供する。

データは中枢の処理装置で作成するが、情報提供は既存のシステムを有効利用して効率的な整備を図る。

5.1.2. 導入計画案

(1) 低高度レーダーエコー処理装置

本施策に関しては、平成 24 年度に意思決定を行い、平成 27 年中の情報提供開始を予定している。

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・高度化した空港周辺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・高度化した空港周辺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・高度化した空港周辺の観測情報に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	気象観測情報の高度化 (低高度レーダーエコー処理装置)		
2. 分析対象		低高度レーダーエコー処理装置の導入			
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	
	落雷による装置故障の損失回避	2010年12月における落雷被害の実績値を以って、被害状況の実績定量値を提示する。		2010年12月小松空港において、12件の落雷被害により機材使用不能となった。修繕費は月単位・空港単位の集計は得られなかったが、全空港・全シーズン通して概ね年1億円程度。	
	機体防除雪作業の効率化	氷あられによる防氷作業の再実施によるコスト削減効果を定量的に算出する。		防氷作業を効率的に実施することで、年間100便程度の作業効率化、機会損失の防止が見込まれる。	
5. 定性的効果の整理	項目	内容			
	落雷によるインシデント、アクシデ	発雷確度などの提供により、事前に落雷被害を被る可能性を予測できるようになるため、現在避雷に起因する被害だけでなくアクシデント・インシデントを回避する可能性が見込ま			

	ントの回避	れる。
	悪天の事前回避による機会損失	悪天により使用不能となる機材や乗務員の再配置に掛かる運航機会の損失が低減できる。また、事前に運航機会を喪失することが判明することで、効果的な対処が可能となる。
	一般レーダーの覆域外の状況把握による運航の効率化	事前に悪天情報が得られることにより、運航前の欠航判断や機材の運用、乗務員の再配置が十分な時間を以って実施可能となる。結果的に運航の効率化につながる。
	雷雲の詳細状況を把握した上での進入タイミングの効率化	現時点では雷雲を回避する管制運用はなされていないが、本施策が当該運用方法の効率性を議論する契機となり、さらなる進入タイミングにおける運航の効率化がなされる可能性がある。
	場外離着陸場、低高度空域の気象観測の精度向上による小型機の安全性、運航効率向上	航空気象観測が実施されている空港以外への離着陸を実施する小型機運航者にとって、広範囲のレーダーエコー情報が得られることにより、より正確な情報が得られることになるので、運航の安全性が向上する。
	FSC における広域対空援助業務による小型機の安全性、運航率向上	主に小型機へ提供する低高度空域に係る情報の品質が向上するため、小型機運航者の安全性が向上するだけでなく、より効率的な運航が可能になる。
	高規格RNAVでの運用の効率化	管制官が進入経路上の対流雲等の情報を把握することで、事前に効果的な運用方法を選択することが可能になる。そのような戦略的な運用は効率的な運航に寄与する。
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 予算要求（平成 26 年度概算要求）

平成 26 年度 機器整備等

平成 27 年度 情報提供開始

5.1.6. ロードマップの変更の要否の検討

当 WG における今年度の検討の中で、「1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化」については、具体的な個別の施策に分割し、ロードマップの見直しを行った。（「5.2.7. ロードマップの変更の検討」の項目を参照。）

当 WG で作成した個票及びロードマップの修正案を別添 2 及び別添 3 に示す。

5.2. EN-5 気象予測情報の高度化（3. 新たな予測情報の提供）の検討結果

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。

本施策については、当 WG における今年度の検討の中で、具体的な個別の施策に分割し、ロードマップの見直しも含め検討を進めていくこととした。（「4.3.7. ロードマップの変更の検討」の項目を参照。）

「3. 新たな予測情報の提供」については、今年度が意思決定年次であることから、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である。

5.2.1. 運用コンセプト、システムの概要等

（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上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

本施策で検討を行っている新たな提供情報について、以下の通りまとめた。

ア 飛行場予報の拡充

現在、国内の 36 空港に対して、TAF 及び時系列予報の形式で飛行場予報

を発表している。また、これ以外の空港に対しては、カテゴリー予想を提供している。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。その他にも運航に与える気象現象があることから、それらに対する予報を飛行場時系列予報に追加することを検討している。追加を検討している要素として雷と気温がある。雷については、運航用飛行場予報に記述できるほど可能性が高くない場合でも、その可能性を伝えることにより利用者には十分有効な情報となることから、確率情報の導入を検討しているところである。これにより運航計画や航空保安業務に寄与することを図る。

5.2.2. 導入計画案

平成 22 年度に策定した CARATS ロードマップに従い、平成 24 年度に導入に向けた意思決定を行う。平成 25 年度から順次導入を行う予定であり、適宜検討を継続していく。

5.2.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

(1) 安全性の向上

関係者間で共有する気象情報及び地上から運航中の航空機に対して提供する気象情報を高度化することで、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と。

(2) 航空交通量増大への対応

管制官等に伝える気象情報を高度化させることにより、管制官等の負荷を軽減・均等化することができ、混雑空域のピーク時における処理機数が拡大し、航空交通量増大への対応となる。

(3) 利便性の向上

気象情報が高度化することにより、ダイバートやホールディングの減少により定時性が向上し、利便性の向上につながる。

5.2.4. 費用対効果分析

(1) 飛行場予報の拡充

1. 施策番号及び施策名		EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場予報の拡充)		
2. 分析対象		カテゴリー予想から時系列予報への拡充			
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		項目	内容		
		目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案	特に防水装置の無い小型機運航者にとって、降雪等の情報を従来よりも高い時間分解能で提供することが可能になるため、精度の高い運航判断が飛行前・飛行中に可能となる。そのため、就航率の改善につながる。		
		目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上	目的空港における雪質、降水量、積雪深などの情報が今後拡充され提供されるため、着陸重量を正確に見積もることが可能となる。そのため、滑走路オーバーランなどアクシデント・重大インシデントを抑制する効果が見込まれる。		
		4D 気象データベースのデータ要素の品質向上	カテゴリー予想を公表している全空港において時系列予報を公表することで、我が国において予報を公表している全空港における予報の時間分解能が統一化される。それらデータの品質統一により、安全性の向上、運航効率の向上が見込まれる。		
6. 総合的な評価		上記効果を鑑み、また後続 01 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

（2）短時間予測の実施

1. 施策番号及び施策名	EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (2)短時間予測の実施)			
2. 分析対象	主要空港における短時間予測情報等の提供				
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	項目	内容			
	主要空港における滑走路変更時の運用の効率化	時間分解能の高い予報・予測情報が得られるため、滑走路変更や進入方式の変更を予め余裕を持って戦略的に実施することが可能になる。そのため、空港運用の効率化につながる。			
	4D 気象データベースのデータ要素の品質向上	取り扱い機数の多い主要空港では、離着陸頻度に応じた時間分解能の高い予報・予測情報が必要となる。結果的に運航の安全性向上につながる。			
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

（3）予報要素の拡充

1. 施策番号及び施策名		EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (3)予報要素の拡充)		
2. 分析対象		予報に新たな予測情報を付加し、予報要素を拡充する			
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		項目	内容		
		目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案	落雷及び降雪に関する予報要素の拡充がなされることで、明確な運航方針、着陸重量の算定、予備燃料搭載量などを正確に、また事前に余裕をもって算出することが可能になる。そのため、機材や乗務員の再配置等の運航に係る効率性が向上する。		
		目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上	目的地の天候が詳細に把握可能になることで、天候の一時的な回復を待った進入など、安全マージンの少ない運航が減少することが予想される。その結果、アクシデントや重大インシデントにつながる運航が減少し、安全性が向上する。		
		関係者間での気象状況認識の共通化によるCDMの高度化	気象情報の情報源が多様なため、各空港における運航者、航空局、及び気象庁殿の効率的な意思決定が阻害されている。同一の精度保証がなされた情報源を参照することにより、欠航判断等に係る意思決定が効率化され、その結果運航の効率性が向上する。		
		4D 気象データベースのデータ要素	他の施策と合わせ、時間分解能の高い予報要素が拡充されることで、TBO に求められる効率的なトラジェクトリ算出が可能となる。したがって、情報源としての 4D 気象データベース		

	の品質向上	の信頼性が向上すると考えられる。
6. 総合的な評価	上記効果を鑑み、また後続 01 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

5.2.5. 導入計画を実行するための作業工程

現在、新たな予測情報の追加に向けて、作成処理の高度化や予報作業手順の検討を行っており、修正技術の開発を行っているところである。

「飛行場予報の拡充」においては、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。

「短時間予測の実施」においては、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」における予測モデルの拡張にあわせて 2015 年度にかけて順次高度化を行っていく。

「予報要素の拡充」においては、発雷確度をまずは平成 25 年度に提供し、その後、修正技術の検討ができた要素から順次提供していく。

5.2.6. 施策の優先度

気象庁において運用している気象情報伝送処理システムが平成 25 年度に更新する予定であり、そのソフトウェアの有効活用等により、本施策は実現されることから、平成 24 年度に意思決定を行い、平成 25 年度から更新後のソフトウェアを用いて提供開始していくことがもっとも効率的である。

5.2.7. ロードマップの変更の要否の検討

当初のロードマップのとおり進んでおり、変更の必要はないと考えられる。

6. 意思決定後の施策の導入準備状況等

6.1. EN-5 気象予測情報の高度化（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）

「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」について、気象庁から導入準備状況について報告した。

今年度の当該施策の導入準備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。数値予報とは物理学の法則に従ってスーパーコンピュータ上で未来の気象状況の予測計算するものである。計算にあたっては規則正しく並んだ格子で大気を覆い、そのひとつひとつの格子点で計算を行う。格子の間隔を小さくする（高解像度化）ことにより予測計算の精度が向上することが期待できる。また、高頻度に得られる観測情報を有効に用いるためには、予測計算を高頻度に行うことも重要である。さらに、高頻度・高解像度の計算に適した精緻化を行う必要がある。以上から、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より、予測精度の向上を図ることとした。

(2) システムの概要

現在最も高解像度の予測モデルの格子間隔は 5km である。これに対して、新たに格子間隔が 2km の予測モデルの運用を開始する計画である。また、鉛直方向の層の数を現在の 50 層から 60 層に増加させる計画である。現在の格子間隔 5km の予測モデルの予報頻度は 1 日 8 回（3 時間に 1 回）であるが、格子間隔が 2km の予測モデルではこれを 1 日 24 回（1 時間に 1 回）に増加させる計画である。

(3) 導入計画

格子間隔が 2km の予測モデルについて、平成 24 年中に東日本を対象に 1 日 8 回の本運用を開始し、その後、平成 25 年中に日本全体を対象に 1 日 24 回の本運用を行う計画である。また、提供する情報についても並行して検討を行い、開発が完了したものから平成 27 年度末までに順次提供を開始する予定である。

6.1.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

平成 22 年から平成 23 年にかけて、平成 24 年に運用を予定している仕様での試験運用を行い、首都圏空域を対象としたプロダクトの試作を行った。平成 24 年 8 月には本運用を行い、前述のプロダクトの本提供を開始したところである。

6.1.3. 国際動向

世界各国で高解像度予測モデルの開発を行っているところである。米国においては High-Resolution Rapid Refresh (HRRR) と呼ばれる水平分解能 3km で米国本土を予報領域とするシステムの試験運用を行っている。英国では Unified Model (UM) と呼ばれる水平分解能 1.5km の予測モデルの運用を行っており、韓国では英国のシステムを移植の上で 2012 年 5 月から運用を開始した。仏国では水平分解能 2.5km のシステムを運用しており、共同開発国である北欧や中欧など欧州各国でもほぼ同じシステムが運用されている。ドイツ・スイス・イタ

リアでは共同開発した予測モデルを用いて、水平分解能 2.2～2.8km のシステムを運用しており、同じシステムがロシアなど東欧各国でも運用されている。香港においては気象庁の予測モデルを移植した上で水平分解能 2km のシステムの運用している。

6.1.4. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

当初予定のとおり進んでおり、変更の必要はないと考えられる。

6.1.5. 次年度の予定

東日本を対象に 1日 8 回行っている格子間隔が 2km の予測モデルを用いた予測計算の対象領域を日本全体に拡張し、1日 24 回計算することを予定している。

7. 次年度の検討計画

(1) 検討対象施策について

平成 25 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 25 年度～平成 27 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 気象観測情報の高度化
 2. 空港周辺の観測情報の高度化のうち、低高度レーダーエコー処理装置
- ・ EN-5 気象予測情報の高度化
 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

イ 意思決定年次の施策

- ・ 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のうち、統合画面

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）
 2. 気象情報（4D 気象データベース）
- ・ EN-4 気象観測情報の高度化
 2. 空港周辺の観測情報の高度化
- ・ 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
- ・ 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) 検討計画

平成 25 年度の検討計画案を別表に示す。

(3) 検討体制

平成 25 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）

- ・2014（平成 26）年度 予備検討開始（気象衛星関連）
- ・2016（平成 28）年度 意思決定年次（気象衛星関連）

※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

平成25年3月時点

施策ID	施策名	小分類	2013年度(平成25年度)												2014年度(平成26年度)																	
			2013年(H25)			2014年(H26)									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						
			▲第9回WG			▲第10回WG			▲第11回WG			▲第12回WG			▲第13回WG			▲第14回WG			▲第15回WG			▲第16回WG			▲第17回WG			▲第18回WG		
EN-2	データベース等情報基盤の構築	2.気象情報	特納データ閲覧作成			○データ要件一次取りまとめ ○HD-TBO利用データセット検討(2回目) ○データ要件二次取りまとめ ← ATM検討WGとの合同検討 →									(情報管理検討WGからの依頼があれば機能要件(UJ)等の検討を実施)																	
EN-4	気象観測情報の高度化	1.空港周辺及び上空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				○施策の詳細検討 ○費用対効果検討 ○費用対効果分析 ○意思決定									○進捗状況確認																	
		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	○意思決定												○進捗状況確認																	
		(2)小型レーダー・ライダー				○導入計画・作業計画案検討 ○施策の具体案検討									○施策の詳細検討 ○費用対効果検討 ○費用対効果分析 ○意思決定																	
		(3)ウィンドプロファイラ				○導入計画・作業計画案検討 ○施策の具体案検討									○施策の詳細検討 ○費用対効果検討 ○費用対効果分析 ○意思決定																	
		(4)雷監視システム性能向上				○導入計画・作業計画案検討 ○施策の具体案検討									○施策の詳細検討 ○費用対効果検討 ○費用対効果分析 ○意思決定																	
EN-5	気象予測情報の高度化	3.机上観測情報の活用																														
		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													○導入計画・作業計画案検討 ○施策の具体案検討																	
		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				○導入計画・作業計画案検討 ○施策の具体案検討									○施策の詳細検討 ○施策の詳細検討																	
		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													○進捗状況確認																	
		3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場時系列予報の拡充	○意思決定												○進捗状況確認																	
		(2)短時間予測の提供	○意思決定												○進捗状況確認																	
		(3)予報要素の拡充	○意思決定												○進捗状況確認																	
EN-6	気象情報から運航情報、容量への変換	4.予測情報誤差(信頼度)の定量化																														
		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																														

航空気象検討WG検討計画

別表-1

施策ID	施策名	小分類	2013年度(平成25年度)												2014年度(平成26年度)														
			2013年(H25)			2014年(H26)									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9回WG				▲ 第10回WG	▲ 第11回WG	▲ 第12回WG	▲ 第13回WG	▲ 第14回WG				▲ 第15回WG	▲ 第16回WG	▲ 第17回WG	▲ 第18回WG	▲ 第19回WG										
EN-13	機上の気象観測データのダウンロード	1.既存のSSRモードS局の改修／機上観測データのダウンロード機能の追加 2.WAM局の改修／機上観測データのダウンロード機能の追加						○施策の具体案検討	○施策の具体案検討									○施策の詳細検討	○施策の詳細検討	○費用対効果検討	○費用対効果分析	○費用対効果分析	○意思決定						

- 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																
E N - 4	気象観測情報の高度化	2012 (1. 空港周辺の観測情報の統合・高度化) 2017 (2. 機上観測情報の活用) 未定 (3. 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、4. 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																
<p>A : 新たな気象観測技術 (ハード・ソフト) の研究開発</p> <table border="1" data-bbox="247 587 1003 2309"> <tr> <th data-bbox="247 587 1003 638">成果を必要とする時期</th> </tr> <tr> <td data-bbox="247 638 1003 688">2016 頃 (方針決定まで)</td> </tr> <tr> <th data-bbox="247 688 1003 739">研究の必要性とその概要</th> </tr> <tr> <td data-bbox="247 739 1003 2309"> <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、ウィ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、ウィ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>	<p>A - 1 : 宇宙航空研究開発機構、2009 年頃-2014 年頃</p> <table border="1" data-bbox="1052 587 1900 1270"> <tr> <th data-bbox="1052 587 1900 638">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 638 1900 1003"> <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> </td> </tr> <tr> <th data-bbox="1052 1003 1900 1053">成果の活用者</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 1053 1900 1104">観測機器メーカー、気象庁</td> </tr> <tr> <th data-bbox="1052 1104 1900 1154">成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 1154 1900 1270">観測機器仕様への反映、気象庁プロダクト (低層ウィンドシア情報、等) への反映。</td> </tr> </table> <p>A - 2 : 気象研究所、2009 年頃-2013 年頃</p> <table border="1" data-bbox="1052 1329 1900 2309"> <tr> <th data-bbox="1052 1329 1900 1380">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 1380 1900 1994"> <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="1052 1994 1900 2044">成果の活用者</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 2044 1900 2095">航空局、運航者</td> </tr> <tr> <th data-bbox="1052 2095 1900 2145">成果の活用方法</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 2145 1900 2309">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	<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>	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 (低層ウィンドシア情報、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。
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、ウィ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>																		
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 (低層ウィンドシア情報、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。																		
<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" data-bbox="247 2368 1003 2727"> <tr> <th data-bbox="247 2368 1003 2418">成果を必要とする時期</th> </tr> <tr> <td data-bbox="247 2418 1003 2469">2017 頃 (意思決定まで)</td> </tr> <tr> <th data-bbox="247 2469 1003 2519">研究の必要性とその概要</th> </tr> <tr> <td data-bbox="247 2519 1003 2727"> <p>TB0 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。</p> <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</p> </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	<p>TB0 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。</p> <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</p>	<p>B : 電子航法研究所、2013 年頃-2017 年頃</p> <table border="1" data-bbox="1052 2368 1900 2727"> <tr> <th data-bbox="1052 2368 1900 2418">研究内容</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1052 2418 1900 2689"> <p>(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。</p> <p>(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> </td> </tr> <tr> <th data-bbox="1052 2689 1900 2727">成果の活用者</th> </tr> </table>	研究内容	<p>(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。</p> <p>(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>	成果の活用者									
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																		
<p>TB0 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。</p> <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</p>																		
研究内容																		
<p>(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。</p> <p>(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>																		
成果の活用者																		

<p>に関する研究開発。</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>TB0 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。</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>TB0 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。</p> <p>③機上で観測する湿度データの活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-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:http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/nicair.pdf)</p> <p>(ref:http://www.nicarnica.com/Portals/64/Documents/avoid2.pdf)</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>

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
> 欧米の活動状況についての情報収集	> 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。
航空局 主担当者	研究機関 主任者
交通管制企画課 中野調査官 運用課 蟻原専門官	宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 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)
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 10 月 作成
備考	

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 (3. 新たな予測情報の提供) 2013 (1. 高度化した観測情報の活用による予測精度の向上) 2017 (4. 予測情報誤差 (信頼度) の定量化)														
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 : 高度化した観測情報を活用した予測モデルの研究・開発		A (G) : 気象研究所、2009 年頃-2013 年頃														
<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。</td></tr> <tr><td>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</td></tr> <tr><td>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</td></tr> <tr><td>③機上で観測した湿度データの活用</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	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 : 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 : 宇宙航空研究開発機構、2009 年頃-2014 年頃														
<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。</td></tr> <tr><td>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)																
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		C (I) : 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>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。</td></tr> <tr><td>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。																
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		D : 未定														
<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。</td></tr> <tr><td>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。</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。	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。												
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】 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】 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</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	<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。 (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> </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												
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。												

<p>確立する必要がある。</p> <p>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。</p> <p>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>	<p>成果の活用者</p> <p>電子航法研究所</p> <p>成果の活用方法</p> <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>
<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（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 主担当者</p>	<p>研究機関 主任者</p>
<p>交通管制企画課 中野調査官</p> <p>運用課 蠣原専門官</p>	<p>宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 又吉直樹（B、F 関連）</p> <p>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）</p> <p>気象研究所 予報研究部 齊藤和雄（A、G 関連）</p> <p>気象庁 予報部数値予報課 松下泰広（H 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 10 月 作成</p>
<p>備考</p>	
<p></p>	

施策ID	施策名	意思決定年															
EN-6	気象情報から運航情報、容量への変換	未定（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）															
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</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	<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> </table>	研究内容		成果の活用者								
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																	
研究内容																	
成果の活用者																	

<p>評価システムによる検証を行う必要がある。</p> <p>(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</p> <p>(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</p>	<p>成果の活用方法</p>
<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> <p>成果を必要とする時期</p> <p>2020 頃（方針決定まで）</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>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>	<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：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> <p>成果を必要とする時期</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>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>	<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：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> <p>成果を必要とする時期</p> <p>研究の必要性とその概要</p> <p>雪質、プ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>	<p>E：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>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 中野調査官</p> <p>運用課 蠣原専門官</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>宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 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>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 (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) 2018 (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)
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"> 欧米の活動状況についての情報収集 		<ul style="list-style-type: none"> 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。
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 臼井調査官		
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
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。		

CARATS ロードマップ 個票 (EN-4 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"> • 軌道ベース運用の実現 • 予見能力の向上
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> • 安全性の向上
施策の概要	<p>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、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"> 1. 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を統合化する。 <ol style="list-style-type: none"> (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。 (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。 2. 空港周辺の観測情報の高度化 <ol style="list-style-type: none"> (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。 (2) 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。 (3) 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。 (4) 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。 3. 機上観測情報の活用 <ol style="list-style-type: none"> (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） (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。 (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。 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 <ol style="list-style-type: none"> (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。 (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。 5. 火山灰観測の高度化 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。
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</p>

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

● 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

施策 ID	施策名	2010年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026以降	
EN-1-3	機上の気象観測データのダウンリンク		DAPs for SSR 研究開発・評価					DAPs for SSR											
					DAPs for WAM 研究開発・評価						DAPs for WAM								
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)					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)								
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			低高度レーダーエコー航					小型レーザーライダー										
									ウインドプロファイラ										
EN-4-3	気象観測情報の高度化/機上観測情報の活用																		
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																		
EN-4-5	気象観測情報の高度化/火山灰観測の高度化																		
EN-5-1	気象予測情報の高度化/高度化した観測情報の活用																		
EN-5-2	気象予測情報の高度化/予測モデルの精緻化																		
EN-5-3	気象予測情報の高度化/新たな予測情報の提供																		
EN-5-4	気象予測情報の高度化/予測情報誤差(信頼度)の定量化																		

SSR : Secondary Surveillance Radar
 WAM : Wide Area Multilateration

DAPs : Downlink Aircraft Parameters
 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

施策ID	施策名	2010年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026以降
EN-13	機上の気象観測データのダウンリンク																	
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-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																	
EN-4-3	気象観測情報の高度化/機上観測情報の活用																	
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																	
EN-4-5	気象観測情報の高度化/火山灰観測の高度化																	
EN-5-1	気象予測情報の高度化/高度化した観測情報の活用																	
EN-5-2	気象予測情報の高度化/予測モデルの精緻化																	
EN-5-3	気象予測情報の高度化/新たな予測情報の提供																	
EN-5-4	気象予測情報の高度化/予測情報誤差(信頼度)の定量化																	

CARATS ロードマップ 個票 (EN-5 修正案)

施策名	EN-5-1～4 気象予測情報の高度化
変革の方向性との関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 軌道ベース運用の実現 ● 予見能力の向上
目標との関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 航空交通量増大への対応 ● 安全性の向上
施策の概要	<p>新たな予測技術の開発を進めるとともに、新たな信頼性指標の研究開発を行い、空港及び空域の予報精度の向上を図る。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高度化した観測情報（※EN-4 参照）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 <ul style="list-style-type: none"> ● 予測モデルを精緻化し、高頻度・高解像度予測を実現する。 3. 新たな予測情報の提供 <ol style="list-style-type: none"> (1) 飛行場時系列予報の発表対象空港を拡大する。 (2) 短時間予測の提供を行う。 (3) 運航に多大な影響を与える現象に係わる予報要素（発雷確度、気温、降雪等）に関する予測情報の提供を行う。 4. 予測情報誤差（信頼度）の定量化 <ul style="list-style-type: none"> ● 高解像度モデルによるアンサンブル予報の実施等、新たな信頼性指標を付加した予測情報を提供する。
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おり、航空機が飛行する空港や空域の予報精度を高めるために、気象予測情報の更なる高度化が必要となっている。</p> <p>一方で予報精度の向上には限界があることを踏まえ、気象予測情報の不確実性が航空交通流に与える影響を客観的に判断し、活用できる手法の導入も必要となっている。</p>
導入の効果	<p>気象予測情報の高度化により、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。</p>
産学官の役割	<ul style="list-style-type: none"> ● 産の役割（運航者） <p>TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報の検討、予測精度誤差（信頼度）に応じた航空交通管理の客観的手法の検討</p> ● 学の役割（大学・研究機関等） <p>TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報の検討、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> ● 官の役割 <p>航空局：TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報の検討、予測精度誤差（信頼度）に応じた航空交通管理の客観的手法の検討</p> <p>気象庁：予測精度の向上に必要な機器の整備、予測モデルの研究・開発、TBO を実現する上で必要となる新たな予測情報の検討及び提供</p>
諸外国の動向	<ul style="list-style-type: none"> ● 導入状況 <p>米国：格子間隔 3km の数値予報モデルが試験運用中</p> <p>例) TAMDAR：航空機による水蒸気観測データを予測モデルに取り込むことにより、降水予報の精度向上が図られている。</p> <p>欧州：格子間隔 2～3km の数値予報モデルを運用中</p>

施策ID	施策名	2010年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026以降
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)			◆	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)								
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			◆	低高度レーダーエコー船	◆	◆	◆	◆	小型レーダー・ライダー	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-4-3	気象観測情報の高度化/機上観測情報の活用								◆	機上観測情報の活用								
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	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-4-5	気象観測情報の高度化/火山灰観測の高度化					◆	◆	◆	◆	火山灰観測の高度化の研究開発・評価	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-5-1	気象予測情報の高度化/高度化した観測情報の活用									◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-5-2	気象予測情報の高度化/予測モデルの精緻化	◆								◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-5-3	気象予測情報の高度化/新たな予測情報の提供									◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
EN-5-4	気象予測情報の高度化/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									◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

他の施策との関係

TBO : Trajectory Based Operation

TAMDAR : Tropospheric Airborne Meteorological Data Report

施策ID	施策名	2010年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026以降
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)			◆	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)								
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		◆	低高度レーダーエコー処		◆	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											
EN-4-3	気象観測情報の高度化/機上観測情報の活用								◆	機上観測情報の活用								
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								
EN-4-5	気象観測情報の高度化/火山灰観測の高度化																	
EN-5-1	気象予測情報の高度化/高度化した観測情報の活用																	
EN-5-2	気象予測情報の高度化/予測モデルの精緻化	◆																
EN-5-3	気象予測情報の高度化/新たな予測情報の提供																	
EN-5-4	気象予測情報の高度化/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																	

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.空港周辺の観測情報の統合・高度化
 - ✓ 1.一般気象レーダーの活用（低高度レーダーエコー処理装置導入）
- EN-5 気象予測情報の高度化
 - 3.新たな予測情報の提供
 - ✓ (1)飛行場予報の拡充
 - ✓ (2)短時間予測の実施
 - ✓ (3)予報要素の拡充

2. EN-4 気象観測情報の高度化（低高度レーダーエコー処理装置）

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.空港周辺の観測情報の統合・高度化」における低高度レーダーエコー処理装置の導入に関する費用対効果の分析を行う。

低高度レーダーエコー処理装置の導入は、現在全国 20 サイトに展開する一般気象レーダー（内 16 サイトがドップラーレーダー化済み）から得られる観測値の一次データ及び二次データを中枢システムに集約し、同システムに導入する低高度レーダーエコー処理装置により高度約 2km 以下のレーダーエコーを処理し、気象プロダクトとして運航者殿及び航空局等に提供する。

現在、空港気象ドップラーレーダーは、主要 9 空港の半径約 120km 内の積乱雲等対流雲の情報及び降水強度を示す気象プロダクト、及び半径約 10km 内のウインドシアを示す気象プロダクトのために用いられているが、低高度レーダーエコー処理装置を導入することにより、主要 9 空港以外の一般気象レーダーの覆域に含まれる空港における降水強度を示す気象プロダクトを生成することが可能となる。

2.2 前提条件の整理

2.2.1 導入計画の想定

低高度レーダーエコー処理装置に関わる導入計画は以下の通り想定する。

(1) 要件整理・費用対効果分析等（現在～）

平成 24 年度に低高度レーダーエコー処理装置導入に係る技術的要件及び運用要件を整

理し、導入するシステムの要件定義を実施する。その際、概算費用の算出と便益の提示により、続く平成 25 年度に概算要求を実施する。



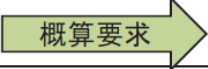
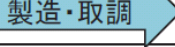

(2) 整備段階（2014 年～）

平成 26 年度より、低高度レーダーエコー処理装置のシステム詳細設計及び整備を実施する。

(3) 運用段階（2015 年～）

平成 27 年度より、低高度レーダーエコー処理装置を用いた一般気象レーダーから得られる観測値を用いた気象プロダクトを航空関連ユーザに提供を開始する。

【作業工程案】

	2012(H24)	2013(H25)	2014(H26)	2015(H27)
要件整理				
費用対効果分析				
整備				
運用開始				

2.3 分析の方法

2.3.1 定量的／定性的効果の検討

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。具体的には以下の通りである。

- (4-B-1) 機体への落雷によるインシデント、アクシデントの回避（定性的効果）
- (4-B-2) 機体への落雷による装置故障の損失回避（定量的／定性的効果）
- (4-B-3) 悪天の事前回避による機会損失（定性的効果）
- (4-B-4) 機体除雪作業の効率化（定量的効果）
- (4-B-5) 一般レーダーの覆域外の状況把握による運航の効率化（定性的効果）
- (4-B-6) 雷雲の詳細状況を把握した上での進入タイミングの効率化（定性的効果）
- (4-B-5) 場外離着陸場、低高度空域の気象観測の精度向上による小型機の安全性、運航効率向上（定性的効果）
- (4-B-6) FSC における広域対空援助業務の効率性向上（定性的効果）
- (4-B-7) 高規格 RNAV での運用の効率化（定性的効果）

上記定量的効果の算出が困難である場合は、定性的効果により施策の導入効果を論ずることとし、その場合は定量的分析を実施せずに導入効果を議論する。

(1) 定量的効果の検討

本施策は航空気象プロダクトの拡充を目的とした、既に整備済みの一般気象レーダーを航空気象プロダクト作成のための観測測器とすることを目的としている。本施策の導入により、新たに主要 9 空港以外における降水強度情報が気象プロダクトとしてユーザに提供されることになると、運航者殿の目的空港直前における悪天回避により、安定した運航が可能となるだけでなく雷撃の可能性が低減されることで潜在的損失を免れることができる。さらに降雪情報を用いた予測・予報精度の向上により、離陸前の航空機に対する防除氷作業を事前に計画的に実施することが可能になる効果も期待できる。このように本施策には安全性の向上及び航空保安業務の効率性向上（管制官等の生産性向上）に係る様々な効果が考えられるものの、航空気象観測に用いられる各測器が生成する一次データ及び二次データは気象プロダクトと一対一対応していない点も考慮すると、低高度レーダーエコー処理装置がもたらす便益を算出することは困難であると考えられる。

(a) (4-B-2) 機体への落雷による装置故障の損失回避

2010 年 12 月に小松空港周辺で落雷による機体損傷により修理期間にある機材が使用不能になったケースが 12 件発生している。同様の事例は年ごとに発生件数が異なるものの、概ね修理費用は全空港・全シーズン通して約 1 億円である。

本 EN の導入により、発雷確度・レーダーエコー画像を元にした気象プロダクトの運航者殿への配信および落雷に関する予測・予報精度が向上することにより、飛行前/飛行

中におけるリルートないし欠航の事前の判断を可能とする運用方法が確立されれば、年間の落雷による機体への被害が現状以下に抑制されるものと考えられる。

(b) (4-B-4) 機体防除雪作業の効率化

本項目では機体に対する防除雪作業の効率化による定量的効果を分析する。航空機の出発時に、あられ等を含む発達した雪雲の接近が予測可能となると、出発前の除雪作業のスケジュールリングが制御可能になると考えられる。特に、氷霰が発生した場合は機体の再防除氷作業が発生することになり、駐機場への引き返しなど結果的にターンアラウンドタイムが増加することとなる。既存のドップラーレーダーでは降雪の種類を判別することができないため、低高度レーダー処理装置と組み合わせることで、再防除氷作業の効率化を図ることが可能になる。ここで分析対象とする作業は、冬季の新千歳空港における防除雪作業とし、防氷作業と除雪作業が本 EN 導入により効率化されることで低減される費用を定量的に算出する。

新千歳空港における各航空機型式に対する除氷剤(TYPE-I)及び防氷剤(TYPE-IV)の 1 回あたりの使用量とその概算総額（空港により価格は変動する）、及び防除氷作業に要するスノーバー台数、作業員数、所要時間を表 2.3-1 に示す。精度の高い実況値が提供され氷霰が正確に予測される場合、事前の作業スケジュールリングにより無駄な作業を省くことが可能となる。運行者殿へ実施したヒアリングによると、1 シーズンで 1 社あたり約 100 便程度に対して、二重の防氷作業を実施していることが判明している。本施策の導入により、それら作業が省かれるため、防除氷剤コスト、運用コスト（スノーバー使用に掛かる費用、人件費）、作業のために遅延する時間、及びそれらに起因する機会損失の低減が本施策導入による効果であると考えられる。

表 2.3-1 防除氷剤の使用量抑制による定量的効果

機材	使用剤	使用量(ℓ)	総額(万円)	スノーバー台数	作業員数	所要時間(分)	防除氷剤搭載時間(分)	総作業時間(分)
B737-800	TYPE-I	300	3.3	1	2	15	20	35
	TYPE-IV	130	4.3	1	2	15	20	35
B737-700	TYPE-I	300	3.3	1	2	15	20	35
	TYPE-IV	130	4.3	1	2	15	20	35
B737-500	TYPE-I	300	3.3	1	2	15	20	35
	TYPE-IV	130	4.3	1	2	15	20	35
B747	TYPE-I	480	5.3	2	4	20	20	40
	TYPE-IV	350	11.7	2	4	20	20	40
B777	TYPE-I	450	5	2	4	20	20	40
	TYPE-IV	300	10	2	4	20	20	40
B767	TYPE-I	400	4.4	2	4	20	20	40
	TYPE-IV	230	7.7	2	4	20	20	40
E170	TYPE-I	250	2.8	1	2	10	20	30
	TYPE-IV	100	3.3	1	2	10	20	30
DHC8-Q400	TYPE-I	230	2.6	1	2	10	20	30
	TYPE-IV	80	2.7	1	2	10	20	30
CRJ	TYPE-I	230	2.6	1	2	10	20	30
	TYPE-IV	80	2.7	1	2	10	20	30

(2) 定性的効果の検討

定量的効果の検討の結果を踏まえ、本施策の効果については定性的に検討し記述する。

(a) (4-B-1) 機体への落雷によるインシデント、アクシデントの回避

機体への落雷により飛行不能となる事例は2000年以降発生していない。また、自然現象に依る機体への被害はアクシデントおよび重大インシデントの報告対象外となっている。

本 EN の導入により、発雷確度・レーダーエコー画像などの気象プロダクトの精度が向上し、現時点で発生していない落雷によるアクシデントおよびインシデントの今後の発生が抑制されると考えられる。

(b) (4-B-3) 悪天の事前回避による機会損失

上記(a)および(b)に記述した定性的効果により、落雷によるアクシデントおよびインシデントが発生した場合や装置故障など機体への被害が発生した場合に、使用機材が修理期間中に使用不能となることで、当該機材を使用する予定であったフライトに異なる機材や運航要員を再配置しなければならず、結果的に予定輸送量（旅客数および貨物量）が減少する可能性が考えられる。この結果は運航者殿にとっての機会損失となるが、運航者殿は当該機会損失を特別損失としては計上しておらず、便益として算出することは困難である。ただし EN-4 を導入することにより上記機会損失を防ぐことが可能になる定性的効果は認められる。

(c) (4-B-5) 一般レーダーデータの高度利用による運航の効率化

低高度レーダーエコー処理装置が導入されることで、より細かい雪雲の形成過程を初期段階から認識することが可能となると考えられるため、一般気象レーダーなどで捉えられない雪雲について事前に捕捉可能となれば、事前の運航方針策定に寄与すると考えられる。

(d) (4-B-6) 雷雲の詳細状況を把握した上での進入タイミングの効率化

雪雲の形成過程を初期段階から管制官が認識することで、航空機に対してより細く精度の高い進入タイミングのアドバイスが可能となる。現時点では本運用形態は想定されないが、低高度レーダーエコー処理装置の導入および気象プロダクトの拡充がなされた後、本施策導入の結果上記の運用に一定の効果があると認められるならば、運用改善の余地がある。

(e) (4-B-5) 場外離着陸場、低高度空域の気象観測の精度向上による小型機の安全性、運航効率向上

小型機運航者殿が場外離着陸場において離着陸する際には、近隣空港の空港レーダー情報を参考にしている。また低高度を主体とする小型機の運航において低高度のレーダー情報が入手可能となることで、現在利用されている近隣空港レーダー情報よりも精度

の高い情報を利用することができるため、小型機運航における安全性に寄与するだけでなく、精度の高い情報にもとづいた効率的な運航が期待される。

(f) (4-B-6) FSC における広域対空援助業務による小型機の安全性、運航率向上

低高度レーダーの情報が入手可能となると、FSC における広域対空援助業務において運航情報官から低高度を飛行する航空機等へ情報を提供する際に、低高度レーダーエコーの正確な情報が提供可能となり、航空機の安全性に寄与するだけでなく、精度の高い情報に基づいた効率的な運航が期待される。

(g) (4-B-7) 高規格 RNAV での運用の効率化

高規格 RNAV の導入や RNP AR 進入を導入していくにあたり、低高度レーダーエコーの情報が利用可能となる場合、進入経路上の対流雲等のために進入が継続できないという状況などを事前に管制官が把握可能となる。そのため、進入方式の実施可否判断や航空機への助言が可能となると考えられる。このような情報の共有による効果以外にも、情報共有による事前の判断が空域の有効利用につながると考えられる。

2.3.2 コストの算出

コストについては、低高度レーダーエコー処理装置の整備に掛かるシステムライフサイクルコストが算出可能である。便益に関しては定性的議論を実施するものの、コストに関しては算出可能なコストは可能な限り算出することとする。算出可能な具体的コストは以下の通りである。

- 同処理装置の要件定義・基本設計に掛かるコスト
- 同処理装置の導入（詳細設計・機器調達・製造・開発・PMO）コスト
設計及び導入に要するコスト 総額 50,000 千円
- システム保守・運用コスト
3,000 千円／年（人件費を除く）
- システム改修コスト
レーダー装置更新、レギュレーションの変更等により変動。
現時点では予定されていないためゼロで想定する。

2.3.3 EN-4 に関する費用対効果分析結果のまとめ

1. 施策番号及び 施策名	EN-4	気象観測情報の高度化 (低高度レーダーエコー処理装置)	
2. 分析対象	低高度レーダーエコー処理装置の導入		
3. 費用 便	3.1 評価 期間	—	
	3.2 便益 項目及び	項目	計測方法の概要
		—	—

益 分 析	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	
	落雷による 装置故障の 損失回避	2010年12月における落雷被害の実績値を以って、被害状況の実績定量値を提示する。		2010年12月小松空港において、12件の落雷被害により機材使用不能となった。修繕費は月単位・空港単位の集計は得られなかったが、全空港・全シーズン通して概ね年1億円程度。	
	機体防除雪 作業の効率化	氷あられによる防氷作業の再実施によるコスト削減効果を定量的に算出する。		防氷作業を効率的に実施することで、年間100便程度の作業効率化、機会損失の防止が見込まれる。	
5. 定性的効果の 整理	項目	内容			
	落雷による インシデント、 アクシデントの 回避	発雷確度などの提供により、事前に落雷被害を被る可能性を予測できるようになるため、現在避雷に起因する被害だけでなくアクシデント・インシデントを回避する可能性が見込まれる。			
	悪天の事前 回避による 機会損失	悪天により使用不能となる機材や乗務員の再配置に掛かる運航機会の損失が低減できる。また、事前に運航機会を喪失することが判明することで、効果的な対処が可能となる。			
	一般レーダ ーの覆域外 の状況把握 による運航 の効率化	事前に悪天情報が得られることにより、運航前の欠航判断や機材の運用、乗務員の再配置が十分な時間を以って実施可能となる。結果的に運航の効率化につながる。			
	雷雲の詳細 状況を把握 した上での 進入タイミ ングの効率 化	現時点では雷雲を回避する管制運用はなされていないが、本施策が当該運用方法の効率性を議論する契機となり、さらなる進入タイミングにおける運航の効率化がなされる可能性がある。			

	場外離着陸場、低高度空域の気象観測の精度向上による小型機の安全性、運航効率向上	航空気象観測が実施されている空港以外への離着陸を実施する小型機運航者にとって、広範囲のレーダーエコー情報が得られることにより、より正確な情報が得られることになるので、運航の安全性が向上する。
	FSC における広域対空援助業務による小型機の安全性、運航率向上	主に小型機へ提供する低高度空域に係る情報の品質が向上するため、小型機運航者の安全性が向上するだけでなく、より効率的な運航が可能になる。
	高規格 RNAV での運用の効率化	管制官が進路経路上の対流雲等の情報を把握することで、事前に効果的な運用方法を選択することが可能になる。そのような戦略的な運用は効率的な運航に寄与する。
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		

3. EN-5 気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場予報の拡充)

3.1 (1)飛行場予報の拡充の基本的な考え方

EN-5「気象予測情報の高度化」のうち、「3.新たな予測情報の提供」(1)飛行場予報の拡充を導入することによって、現在 TAF（飛行場予報）を発表している国内 36 空港以外の空港に対して提供しているカテゴリー予想を時系列予報形式に拡充して提供することについての費用対効果の分析を行う。

本施策の目的は、現在 TAF を発表していない空港において提供されているカテゴリー予想（3 時間毎の各空港における視程・雲底高度・風向風速の予想をカテゴリーに分類して提供する気象プロダクト）を 1 時間毎に各項目の具体的な数値を予報として提供する形式である時系列予報（視程・雲底高度・風向風速・天気予報を各々数値によって提供する気象プロダクト）形式によって提供することで、定量的な運航計画の作成と安全運航を可能にすることである。

本施策においては、現在気象庁において更新を行っている気象情報伝送処理システム（アドレス）にソフトウェアを活用して実現することを想定している。

3.2 前提条件の整理

3.2.1 導入計画の想定

「3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場予報の拡充」の導入は以下の通りを想定している。

機器等整備は気象庁で更新を行っているシステムの工程を参考までに示している。これは、本施策において、同システムのソフトウェアを活用するためである。また、2014 年度からの機器等整備についても既存のソフトウェアを活用することにより、軽微な改修で対応可能なため作業工程案から省いた。

【作業工程案】

	2012(H24)年度	2013(H25)年度	2014(H26)年度	2015(H27)年度
修正技術の開発	→			
費用対効果分析	→			
機器等整備	→			
順次提供開始			→	

図 3.2-1 EN-5 3-(1) 導入計画および作業工程

(1) 飛行場予報の拡充

飛行場予報の拡充のためには、現在提供されているカテゴリー予想を時系列予報へと転換する必要がある。予報官が常駐しない空港に対しては、航空地方气象台及び航空測候所が集約して管轄下にある空港におけるカテゴリー予想を作成し配信しているところである。そのため、施策の導入にあたっては予報作業手順の変更及び効率化を実施する必要がある。また同時に時系列予報を発表・配信するための機器及びソフトウェアの整備が予報作業手

順の変更に合わせてなされる必要がある。これら効率化のための検討作業である飛行場予報作業のための処理の検討及び開発、予報作業手順の検討及び修正技術の検討は既に着手済みである。導入計画は図 3.2-1 に示す通りである。

3.3 分析の方法

3.3.1 定性的効果の検討

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。

定量的効果の算出が困難である場合は、定性的効果により施策の導入効果を論ずることとし、その場合は定量的分析を実施せずに導入効果を議論する。

- (5-1-B-1) 目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案(定性的効果)
- (5-1-B-2) 目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上 (定性的効果)
- (5-1-B-3) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上 (定性的効果)

(1) 定性的効果の検討

本施策は航空気象予報プロダクトの拡充を目的とした施策である。「(1)飛行場予報の拡充」及び「(3)予報要素の拡充」は、時系列予報を全空港に対して発雷確度と降雪情報を付加して発表することを目的としており、ユーザに提供される気象プロダクトは時系列予報である。「(2)短時間予測の実施」は主要空港における時間分解能の高い予報を提供することを目的としており、ユーザに提供される気象プロダクトは現在提供されている気象プロダクトを詳細化・高度化する施策である。

(a) 飛行場予報の拡充

- (5-1-B-1) 目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案

目的地の天候に関する詳細な予報が入手可能となることにより、運航者殿の欠航判断を含む詳細な運航計画の立案が可能となる。

大型機運航者殿だけでなく、小型機運航者殿、特に防氷装置の無い回転翼機運航者殿にとっては積雪や防除氷の必要性を正確に把握可能となるため、就航率の改善も見込まれる。

ただし、本施策だけでなく気象観測項目の拡充や気象プロダクトの提供方法による改善との相乗効果により上記改善が見込まれる。

- (5-1-B-2) 目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上

目的空港における詳細な予報が入手可能となることおよび、雪質、降水量、積雪深が今後予報として提供されることにより、離陸重量および着陸重量を正確に見積もることが可能となる。また、滑走路の状態が予報に組み込まれた場合、滑走路オーバーランなどのアクシデントおよび重大インシデントを抑制する効果が見込まれる。

大型機運航者殿だけでなく、小型機運航者殿、特に防氷装置の無い回転翼機を運航する運航者殿に対しては、正確な気象予報が提供されることで予期しないアイシングなどに起因するアクシデントおよび重大インシデントを抑制する効果が見込まれる。

- (5-1-B-3) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上

将来 TBO による運航のために、トラジェクトリ品質を向上させる気象情報の精度を向上させ、品質を統一する必要がある。本施策は、3 時間毎のカテゴリ予想のみを発表しているローカル空港に対して、1 時間毎の時系列予報を発表し、他の空港と同等の気象予報プロダクトを運航者殿に対して提供することが目的である。したがって、将来整備される 4D 気象データベースに格納される気象情報の時間分解能を全空港で統一することにより、データ要素の品質統一が見込まれる。

3.3.2 コストの算出

コストについては、「(1)飛行場予報の拡充」の整備に掛かるシステムライフサイクルコスト（機器導入・ソフトウェア開発費用・維持運用コスト）が算出可能である。現在、飛行場予報を提供するために用いている機器及びソフトウェアを用いることから、新たなコストは発生しない。また、軽微な改修・予報作業手順の検討・修正技術の開発に関しては、気象庁の埋没費用として捉えることができる。

3.3.3 EN-5 に関する費用対効果分析結果のまとめ

1. 施策番号及び施策名		EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (1)飛行場予報の拡充)		
2. 分析対象		カテゴリ予想から時系列予報への拡充			
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	-	-
4. 定量的効果の		項目	計測方法の概要	結果	

計測	—	—	—
5. 定性的効果の整理	項目	内容	
	目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案	特に防水装置の無い小型機運航者にとって、降雪等の情報を従来よりも高い時間分解能で提供することが可能になるため、精度の高い運航判断が飛行前・飛行中に可能となる。そのため、就航率の改善につながる。	
	目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上	目的空港における雪質、降水量、積雪深などの情報が今後拡充され提供されるため、着陸重量を正確に見積もることが可能となる。そのため、滑走路オーバーランなどアクシデント・重大インシデントを抑制する効果が見込まれる。	
	4D 気象データベースのデータ要素の品質向上	カテゴリー予想を発表している全空港において時系列予報を発表することで、我が国において予報を発表している全空港における予報の時間分解能が統一化される。それらデータの品質統一により、安全性の向上、運航効率の向上が見込まれる。	
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			

4. EN-5 気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (2)短時間予測の実施)

4.1 (2)短時間予測の実施の考え方

EN-5「気象予測情報の高度化」のうち、「3.新たな予測情報の提供」(2)短時間予測の実施を導入することによる費用対効果の分析を行う。

現在主要空港において雷雲の接近や風の急変などの気象変化を時間的に詳細(10分から30分毎)に予測し、離着陸経路断面等の1時間毎の予測を実施し提供することで、効率的な滑走路の運用や進入方式の選択に寄与することを目的としている。

4.2 前提条件の整理

4.2.1 導入計画の想定

「3.新たな予測情報の提供」の導入は以下の通りを想定している。

【作業工程案】

	2012(H24)年度	2013(H25)年度	2014(H26)年度	2015(H27)年度
修正技術の開発	→			
費用対効果分析	→			
ソフト等整備	→			
運用(二段階)		→		
順次提供開始	→			

図 4.2-1 EN-5 3-(2) 導入計画および作業工程

(2) 短時間予測の実施

主要空港における短時間予測の実施では、高解像度観測データ（気象衛星、航空機観測、ウィンドプロファイラー、飛行場観測、空港気象ドップラーライダー、空港気象ドップラーレーダーによるデータ）及び高解像度数値予報モデルの結果を総合して、主要空港における時間分解能の高い予測の提供及びターミナル空域における着陸経路断面等の予測を提供する。

既に整備済みである高解像度気象データ以外に数値予報技術（局地モデル（LFM））の詳細化及び高度化を検討し、導入する必要がある。また、それら技術改良に伴うソフトウェア整備を実施する必要がある。そのための主要空港における LFM 予測情報の提供は準備作業中であり、予測情報の詳細化・高度化は検討中である。導入計画は図 4.2-1 に示す通りである。

4.3 分析の方法

4.3.1 定性的効果の検討

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。

定量的効果の算出が困難である場合は、定性的効果により施策の導入効果を論ずることとし、その場合は定量的分析を実施せずに導入効果を議論する。

- (5-2-B-1) 主要空港における滑走路変更時の運用の効率化
- (5-2-B-2) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上

(1) 定性的効果の検討

本施策は航空気象予報プロダクトの拡充を目的とした施策である。「(1)飛行場予報の拡充」及び「(3)予報要素の拡充」は、時系列予報を全空港に対して発雷確度と降雪情報を付加して発表することを目的としており、ユーザに提供される気象プロダクトは時系列予報である。「(2)短時間予測の実施」は主要空港における時間分解能の高い予報を提供することを目的としており、ユーザに提供される気象プロダクトは現在提供されている気象プロダクト

を詳細化・高度化する施策である。

- (5-2-B-1) 主要空港における滑走路変更時の運用の効率化

事前に予報情報を管制官および管制情報処理システムに提供し戦略立案を行うことにより、滑走路変更や進入方式の選択などの意思決定をよりの確に実施することが可能となる。また、それら意思決定から滑走路変更や進入方式の変更の完了までのプロセスを効率的に実施することが可能となる。

- (5-2-B-2) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上

主要空港においては、他の空港以上に単位時間あたりの取扱機数が多いため、他の空港よりも時間分解能の高い予報が求められるだけでなく、主要空港に適した気象プロダクトが提供されなければならない。高解像度観測データ（気象衛星、航空機観測、ウィンドプロファイラー、飛行場観測、空港気象ドップラーライダー、空港気象ドップラーレーダーによるデータ）及び高解像度数値予報モデルの結果を短時間で提供することにより、4D 気象データベースに格納される主要空港における気象予報データの品質が向上する。

4.3.2 コストの算出

コストについては、「(2)短時間予測の実施」の整備に掛かるシステムライフサイクルコスト（機器導入・ソフトウェア開発費用・維持運用コスト）が算出可能である。システムについては既存のシステムを活用して行うことから、追加コストは発生しない。また、ソフトウェアは既存のソフトウェアの設定変更で対応することから、気象庁の埋没費用としてとらえることができる。予報作業手順の検討・修正技術の開発に関しては、気象庁の埋没費用として捉えることができる。

4.3.3 EN-5 に関する費用対効果分析結果のまとめ

1. 施策番号及び 施策名		EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (2)短時間予測の実施)		
2. 分析対象		主要空港における短時間予測情報等の提供			
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		費用	純現在価値	経済的内

	及び感度分析			便益比 (CBR)	(NPV)	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	項目	内容				
	主要空港における滑走路変更時の運用の効率化	時間分解能の高い予報・予測情報が得られるため、滑走路変更や進入方式の変更を予め余裕を持って戦略的に実施することが可能になる。そのため、空港運用の効率化につながる。				
	4D 気象データベースのデータ要素の品質向上	取り扱い機数の多い主要空港では、離着陸頻度に応じた時間分解能の高い予報・予測情報が必要となる。結果的に運航の安全性向上につながる。				
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						

5. EN-5 気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (3)予報要素の拡充)

5.1 (3)予報要素の拡充の考え方

EN-5「気象予測情報の高度化」のうち、「3.新たな予測情報の提供」(3)予報要素の拡充の考え方を導入することによる費用対効果の分析を実施する。

現在飛行場時系列予報にて、視程・雲底高度・風向風速・天気予報及びそれぞれの TEMPO が 1 時間毎の値として提供されている。これらの予報項目に加え、運航に多大な影響を与える現象である雷（発雷確度）、降雪（降雪強度）等の情報を追加し、精度の高い運航計画立案と精度の高い航空保安業務を可能にすることが本施策の目的である。

5.2 前提条件の整理

5.2.1 導入計画の想定

「3.新たな予測情報の提供」の導入は以下の通りを想定している。

【作業工程案】

	2012(H24)年度	2013(H25)年度	2014(H26)年度	2015(H27)年度
発雷確度検討	→			
その他要素検討		→		
費用対効果分析	→			
機器等整備	→			
発雷確度提供			→	
その他要素提供			→	

図 5.2-1 EN-5 3-(3) 導入計画および作業工程

(3) 予報要素の拡充

予報要素の拡充は、運航に多大な影響を与える現象である雷（発雷確度）及び降雪等に対する新たな予測情報を提供することを目的としている。既存の観測器及び数値予報モデルを用いた時系列予報に、発雷確度及び降雪に係る新たな予測情報を付加する施策であるため、(1)飛行場予報の拡充において時系列予報の提供が順次拡大されるに伴って、発雷確度及び降雪情報等も発表対象空港が順次拡大する。また、発雷確度の発表は現在実験運用中ではあるものの運航者殿に対して提供が開始されているところであり、降雪情報については予報作業手順及び修正技術の検討を今年度中に開始する予定である。導入計画は図 5.2-1 に示す通りである。

5.3 分析の方法

5.3.1 定性的効果の検討

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。

定量的効果の算出が困難である場合は、定性的効果により施策の導入効果を論ずることとし、その場合は定量的分析を実施せずに導入効果を議論する。

- (5-3-B-1) 目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案
- (5-3-B-2) 目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上
- (5-3-B-3) 関係者間での気象状況認識の共通化による CDM の高度化
- (5-3-B-4) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上

(1) 定性的効果の検討

- (5-3-B-1) 目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案
 - (a) 飛行場予報の拡充により少なくとも 1 時間毎の時間分解能での予報が全ての空港で提供されることを前提として、本施策で予報要素を拡充する。拡充される予報要素は明

確化されていないものの、運航者殿からは落雷および降雪に関する予報要素の拡充が求められてきたところであり、それら要素が拡充されることで明確な運航方針の決定、着陸重量の算定、予備燃料搭載量の決定が効率化される定性的効果があることが明らかである。

また、到着空港において霧が発生することが予報から読み取れる場合、事前に高カテゴリ運航の資格のあるパイロットを準備することで、従来はダイバートせざるを得なかったフライトを飛行計画通りに着陸させることが可能となる。

- (5-3-B-2) 目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上

目的空港における詳細な予報が提供されることにより、天候の一次的な回復を狙った着陸などの安全マージンの少ない運航が減少すると考えられる。したがって、不確かな気象情報による運航よりもアクシデントおよび重大インシデントにつながる運航を低減させることが可能であると考えられる。

- (5-3-B-3) 関係者間での気象状況認識の共通化による CDM の高度化

各空港において運航者殿、空港管理者殿、気象庁殿の 3 者による運航可否を判断するための意思決定および説明会が悪天時（台風および降雪が予想される前日）に各气象台および測候所にて開催されている。現在は、各者が保持しているデータの精度や情報源が異なるため、各運航者殿が運航可能と判断できる時間帯が異なる。そのみに留まらず、気象庁殿との共通の意思決定を実施するにも判断基準となる情報が異なるため、混乱をきたしているところである。

このような状況で、本施策により同一の情報源である 4D 気象データベースから必要な情報を適切な時間分解能で各者共有することが可能となれば、各空港における運航に関する意思決定がより効率的に、混乱を招かずに実施可能となる。

したがって、上記の気象情報を元にした意思決定や運用を統率する定性的効果が本施策には認められる。

- (5-3-B-4) 4D 気象データベースのデータ要素の品質向上

現在提供されている予報要素だけでなく、運航に影響がある気象状態を予報要素として追加することで、4D 気象データベースに格納される予報要素が追加され、TBO に求められる効率的なトラジェクトリの算出に寄与する。したがって、4D 気象データベース全体としての品質が向上することにつながる。

5.3.2 コストの算出

「(3)予報要素の拡充」の整備に掛かるシステムライフサイクルコスト（機器導入・ソフトウェア開発費用・維持運用コスト）及び予報作業手順の検討・修正技術の開発に関しては、気象庁の埋没費用として捉えることができる。

5.3.3 EN-5 に関する費用対効果分析結果のまとめ

1. 施策番号及び施策名		EN-5	気象予測情報の高度化 (3.新たな予測情報の提供 (3)予報要素の拡充)		
2. 分析対象		予報に新たな予測情報を付加し、予報要素を拡充する			
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		項目	内容		
		目的地の天候の詳細情報把握による効率的な運航計画立案	落雷及び降雪に関する予報要素の拡充がなされることで、明確な運航方針、着陸重量の算定、予備燃料搭載量などを正確に、また事前に余裕をもって算出することが可能になる。そのため、機材や乗務員の再配置等の運航に係る効率性が向上する。		
		目的地の天候の詳細情報把握による運航の安全性向上	目的地の天候が詳細に把握可能になることで、天候の一時的な回復を待った進入など、安全マージンの少ない運航が減少することが予想される。その結果、アクシデントや重大インシデントにつながる運航が減少し、安全性が向上する。		
		関係者間での気象状況認識の共通化によるCDMの高度化	気象情報の情報源が多様なため、各空港における運航者、航空局、及び気象庁殿の効率的な意思決定が阻害されている。同一の精度保証がなされた情報源を参照することにより、欠航判断等に係る意思決定が効率化され、その結果運航の効率性が向上する。		
		4D気象データベースのデータ要素の品質向上	他の施策と合わせ、時間分解能の高い予報要素が拡充されることで、TBOに求められる効率的なトラジェクトリ算出が可能となる。したがって、情報源としての4D気象データベースの信頼性が向上すると考えられる。		
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	

