

将来の航空交通システムに関する推進協議会
A T M検討WG
平成 2 5 年度 活動報告書

平成 2 6 年 3 月

将来の航空交通システムに関する推進協議会
A T M検討WG

A T M検討WG 平成25年度 活動報告書

目次

1. 概要.....	4
2. WG の検討経緯.....	6
3. 研究開発課題.....	10
3.1. 研究開発課題の整理.....	10
4. 意思決定年次の施策の検討.....	10
4.1. 0I-3 動的ターミナル空域の運用	
4.1.1. 運用コンセプト、システムの概要等.....	10
4.1.2. 導入計画案.....	11
4.1.3. 長期ビジョンの目標への寄与度.....	11
4.1.4. 費用対効果分析.....	12
4.1.5. 国際動向.....	13
4.1.6. 導入計画を実行するための作業工程.....	13
4.1.7. ロードマップの変更の検討.....	13
4.2. 0I-4 空域の高度分割	
4.2.1. 運用コンセプト、システムの概要等.....	14
4.2.2. 導入計画案.....	14
4.2.3. 長期ビジョンの目標への寄与度.....	14
4.2.4. 費用対効果分析.....	15
4.2.5. 国際動向.....	16
4.2.6. 導入計画を実行するための作業工程.....	16
4.2.7. ロードマップの変更の検討.....	16
4.3. 0I-5 高高度のフリールーティング	
4.3.1. 運用コンセプト、システムの概要等.....	16
4.3.2. 導入計画案.....	17
4.3.3. 長期ビジョンの目標への寄与度.....	17
4.3.4. 費用対効果分析.....	17
4.3.5. 国際動向.....	19
4.3.6. 導入計画を実行するための作業工程.....	19
4.3.7. ロードマップの変更の検討.....	19
4.4. 0I-6 リアルタイムの空域形状変更	

4.4.1.	運用コンセプト、システムの概要等	20
4.4.2.	導入計画案	20
4.4.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	21
4.4.4.	費用対効果分析	21
4.4.5.	国際動向	22
4.4.6.	導入計画を実行するための作業工程	22
4.4.7.	ロードマップの変更の検討	23
4.5.	0I-13 継続的な上昇・下降の実現・データリンクによる CDO（陸域）	
4.5.1.	運用コンセプト、システムの概要等	23
4.5.2.	導入計画案	23
4.5.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	24
4.5.4.	費用対効果分析	24
4.5.5.	国際動向	25
4.5.6.	導入計画を実行するための作業工程	26
4.5.7.	ロードマップの変更の検討	26
4.6.	0I-14 軌道・気象情報・運行制約の共有	
4.6.1.	運用コンセプト、システムの概要等	26
4.6.2.	導入計画案	26
4.6.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	27
4.6.4.	費用対効果分析	27
4.6.5.	国際動向	27
4.6.6.	ロードマップの変更の検討	28
4.7.	0I-16 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化	
4.7.1.	運用コンセプト、システムの概要等	28
4.7.2.	導入計画案	28
4.7.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	28
4.7.4.	費用対効果分析	29
4.7.5.	国際動向	30
4.7.6.	導入計画を実行するための作業工程	31
4.7.7.	ロードマップの変更の検討	31
4.8.	0I-19 合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定（メタリング）	
4.8.1.	運用コンセプト、システムの概要等	31
4.8.2.	導入計画案	32
4.8.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	32
4.8.4.	費用対効果分析	33
4.8.5.	国際動向	34

4.8.6.	導入計画を実行するための作業工程	34
4.8.7.	ロードマップの変更の検討	34
4.9.	0I-26 後方乱気流に起因する管制間隔の短縮	
4.9.1.	運用コンセプト、システムの概要等	34
4.9.2.	導入計画案	35
4.9.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	36
4.9.4.	費用対効果分析	36
4.9.5.	国際動向	37
4.9.6.	導入計画を実行するための作業工程	38
4.9.7.	ロードマップの変更の検討	38
4.10.	0I-29-2 定型通信の自動化による処理能力の向上／管制承認（航空路）陸域 CPDLC	
4.10.1.	運用コンセプト、システムの概要等	38
4.10.2.	導入計画案	39
4.10.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	39
4.10.4.	費用対効果分析	40
4.10.5.	国際動向	43
4.10.6.	導入計画を実行するための作業工程	43
4.10.7.	ロードマップの変更の検討	43
4.11.	EN-1 情報処理システムの高度化（メタリング、空域・交通量のシミュレーション、空域の柔軟運用に対応した交通流予測及び運用支援）	
4.11.1.	運用コンセプト、システムの概要等	44
4.11.2.	導入計画案	45
4.11.3.	長期ビジョンの目標への寄与度	46
4.11.4.	費用対効果分析	46
4.11.5.	国際動向	46
4.11.6.	導入計画を実行するための作業工程	46
4.11.7.	ロードマップの変更の検討	46
4.12.	EN-9-2 ブラインドエリア等における監視能力の向上・WAM（航空路）	
4.12.1.	運用コンセプト、システムの概要等	46
4.12.2.	導入計画案	46
4.12.3.	費用対効果分析	46
4.12.4.	国際動向	47
4.12.5.	導入計画を実行するための作業工程	47
4.12.6.	ロードマップの変更の検討	47
4.13.	EN-14 VHF データリンク・FANS-1/A+（POA/Mode2）	
4.13.1.	運用コンセプト、システムの概要等	47

4.13.2.	導入計画案	48
4.13.3.	費用対効果分析	48
4.13.4.	国際動向	48
4.13.5.	導入計画を実行するための作業工程	48
4.13.6.	ロードマップの変更の検討	48
5.	意思決定後の施策の導入準備状況等	48
5.1.	0I-1 可変セクターの運用	48
5.1.1.	導入計画の概要	48
5.1.2.	導入計画・作業工程の進捗状況	49
5.1.3.	国際動向	49
5.1.4.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討	49
5.1.5.	次年度の予定	49
5.2.	0I-2 訓練空域の動的管理	49
5.2.1.	導入計画の概要	49
5.2.2.	導入計画・作業工程の進捗状況	50
5.2.3.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討	50
5.2.4.	次年度の予定	50
5.3.	0I-18 初期的 CFDT による時間管理	50
5.3.1.	導入計画の概要	50
5.3.2.	導入計画・作業工程の進捗状況	50
5.3.3.	国際動向	50
5.3.4.	他の施策との関係	51
5.3.5.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討	51
5.3.6.	次年度の予定	51
5.4.	0I-23 空港面運用の効率化	51
5.4.1.	導入計画の概要	51
5.4.2.	導入計画・作業工程の進捗状況	52
5.4.3.	国際動向	52
5.4.4.	他の施策との関係	52
5.4.5.	ロードマップ・導入計画等の変更の検討	52
5.4.6.	次年度の予定	52
6.	次年度の検討計画	53
7.	次々年度以降の検討計画	53

1. 概要

今年度の検討事項

(1) 研究開発課題の整理

(2) 意思決定年次の施策の検討

- ① 0I-3 動的ターミナル空域の運用
- ② 0I-4 空域の高度分割 (※)
- ③ 0I-5 高高度のフリールーティング (※)
- ④ 0I-6 リアルタイムの空域形状変更 (※)
- ⑤ 0I-13 継続的な上昇・下降の実現 (データリンクによる CDO (陸域))
- ⑥ 0I-14 軌道・気象情報・運行制約の共有
- ⑦ 0I-16 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化 (※)
- ⑧ 0I-19 合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定 (メタリング)
- ⑨ 0I-26 後方乱気流に起因する管制間隔の短縮
- ⑩ 0I-29-2 定型通信の自動化による処理能力の向上／管制承認 (航空路)
陸域 CPDLC
- ⑪ EN-1 情報処理システムの高度化
- ⑫ EN-9-2 ブラインドエリア等における監視能力の向上・WAM (航空路)
- ⑬ EN-14 VHF データリンク・FANS-1/A+ (POA/Mode2)

注 (※) : 意思決定年次を本年度に変更した項目

(3) 意思決定後の施策の導入準備

- ⑭ 0I-2 訓練空域の動的管理
- ⑮ 0I-18 初期的 CFDT による時間管理
- ⑯ 0I-23 空港面運用の効率化

(4) アドホック会合の活動報告

- ① 通信アドホック
- ② 軌道ベース運用検討アドホック

(5) 次年度の検討計画

(6) 次々年度以降の検討計画

2. WG の検討経緯

2.1 検討体制

ATM 検討 WG 構成メンバーは以下のとおり。

氏名 (順不同、敬称略)	所属
武市 昇	名古屋大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 准教授
平田 輝満	茨城大学 工学部 都市システム工学科 准教授
赤木 宣道	日本航空株式会社 運航部 運航基準グループ マネージャー
安田 晃久	日本航空株式会社 運航部 航路グループ アシスタントマネージャー
森 智彦	日本航空株式会社 オペレーションコントロールセンター企画部 運航管理・気象企画推進グループ アシスタントマネージャー
菅原 一洋	ANA 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 主席部員
保理江 裕己	ANA OSC 品質推進室 フライトオペレーション推進部 運用技術チーム 部員
森 寛	ANA オペレーションサポートセンター品質推進室 品質企画部 空港オペレーション品質企画チーム 部員
田村 知紀	ANA 整備センター技術部 電装技術チーム 主席部員
大澤 一郎	一般社団法人全日本航空事業連合会 飛行機運航委員会 委員長 / 本田航空株式会社 運航部長
長尾 牧	一般社団法人全日本航空事業連合会 / 朝日航洋株式会社 運航統括部 担当部長
佐藤 宏文	一般社団法人全日本航空事業連合会 / 東邦航空株式会社 航空安全管理室長
大塚 敬久	公益社団法人日本航空機操縦士協会 理事
福島 幸子	独立行政法人電子航法研究所 航空交通管理領域 上席研究員
又吉 直樹	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 気象情報技術セクション セクションリーダー
船引 浩平	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空本部 DREAMS プロジェクトチーム 飛行軌道制御技術セクション セクションリーダー
中尾 充伸	株式会社 NTT データ 第一公共システム事業部 第一システム統括部 開発担当 (ANS) 部長

堀越 貴之	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 システム 1 部 課長
辻 泰男	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 システム 1 部
木原 弘喜	株式会社東芝 社会インフラシステム社 小向事業所 電波応用技術部 参事
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 エキスパート
赤松 学	日本電気株式会社 電波応用事業部航空システム部 部長
植松 智則	日本電気株式会社 電波応用事業部航空システム部 マネージャ
桐山 勉	日本無線株式会社 ソリューション技術部 レーダシステムグループ 課長
岡部 達也	三菱電機株式会社 インフォメーションシステム事業推進本部 システム第二部 航空システム課 担当課長
亀山 明正	一般社団法人日本航空宇宙工業会 技術部 部長
湯浅 隆弘	一般社団法人日本航空宇宙工業会 / 三菱航空機(株) 技術本部 第1設計部 電装設計グループ 主席チーム統括
礪部 泰成	一般社団法人日本航空宇宙工業会 / 川崎重工(株) 航空宇宙カンパニー 技術本部 防衛航空機設計部 機体システム課 基幹職
田中 正史	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 部長
大串 盛尚	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 部次長
遠藤 竜太	防衛省 運用企画局 運用支援課 管制・空域管理グループ 防衛事務官
立川 英二	気象庁 総務部 航空気象管理官付 調査官
山腰 裕一	気象庁 予報部 業務課 調査官
龍崎 淳	気象庁 総務部 航空気象管理官付 調査官
宮腰 紀之	気象庁 予報部 予報課航空予報室 予報官
原 佳大	航空局 安全部 運航安全課 運航基準係長
末次 宏明	航空局 安全部 航空機安全課 航空機技術基準企画室 技術基準係長
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
山田 伸一	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官

井部 夏樹	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官
谷口 羊一	航空局 交通管制部 交通管制企画課 専門官
横川 寧伴	航空局 交通管制部 交通管制企画課 企画第三係長
岩本 逸郎	航空局 交通管制部 交通管制企画課 係員
三島 英子	航空局 交通管制部 交通管制企画課 航空交通国際業務室 調査官
高橋 章良	航空局 交通管制部 交通管制企画課 航空灯火・電気技術室 専門官
児嶋 朗	航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室 調査官
原田 隆幸	航空局 交通管制部 管制課 調査官
濱畑 嘉亨	航空局 交通管制部 管制課 調査官
畔野 一理	航空局 交通管制部 管制課 調査官
山西 智之	航空局 交通管制部 管制課 空域調整整備室 調査官
白崎 裕康	航空局 交通管制部 運用課 調査官
長田 泰典	航空局 交通管制部 運用課 専門官
横野 英明	航空局 交通管制部 運用課 専門官
毛防子 和義	航空局 交通管制部 運用課 飛行検査官
林 盛彦	航空局 交通管制部 運用課 飛行検査官
井上 浩樹	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 調査官
岸 信隆	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 調査官
若松 裕史	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 調査官
河太 宏史	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 係長
宝川 修	株式会社三菱総合研究所 システムエンジニアリング本部 航空・運輸ソリューショングループ 主席研究員
桑島 功	株式会社三菱総合研究所 システムエンジニアリング本部 航空・運輸ソリューショングループ 研究員
寺澤 憲人	株式会社三菱総合研究所 システムエンジニアリング本部 航空・運輸ソリューショングループ

	ループ 研究員
--	---------

※平成 26 年 1 月 28 日現在

2.2 今年度の検討履歴

(1) 第 12 回 WG (7 月 30 日)

- ・ 第 11 回 ATM 検討 WG 議事録 (案) の確認
- ・ 重点的取り組み事項について
- ・ 意志決定年次の施策項目について
- ・ 意志決定年次の施策の検討状況
 - ① 平成 25 年度 陸域 CPDLC 導入検討の進め方について
- ・ 統合管制情報処理システムについて
- ・ 研究開発課題の整理について (グループ A 及び C 素案提示)
 - ① EN-14 VHF データリンク (Pre-FANS, FANS-1/Amode2, VDL mode2/ATN)
 - ② EN-15 将来の通信システム (Aero MACS, L-DACS)

(2) 第 13 回 WG (11 月 28 日)

- ・ 第 12 回 ATM 検討 WG 議事録 (案) の確認
- ・ 検討状況報告
 - ① 陸域データリンク関連検討状況
 - ② 通信アドホック検討状況
 - ③ TB0 アドホック検討状況
- ・ 意志決定年次の変更項目の検討
- ・ 今後の検討スケジュール

(3) 第 14 回 WG (1 月 28 日)

- ・ 第 13 回 ATM 検討 WG 議事録 (案) の確認
- ・ 検討状況報告
 - ① 通信アドホック最終報告
 - ② 軌道ベース運用検討アドホック
- ・ 意志決定年次項目の検討報告及び提案
 - ① 施策概要案
 - ② 費用対効果分析案
 - ③ 平成 25 年度 ATM 検討 WG 報告書案
- ・ 研究開発課題の確認
- ・ 次年度検討計画 (案) について

3. 研究開発課題

3.1. 研究開発課題の整理

第12回 ATM 検討WGにおいて、「EN-14 VHF データリンク (Pre-FANS, FANS1/A mode2, VDL mode2/ATN)、及び「EN-15 将来の通信システム (AeroMACS, L-DACS)」に関する研究開発課題素案を提示した。

4. 意思決定年次の検討

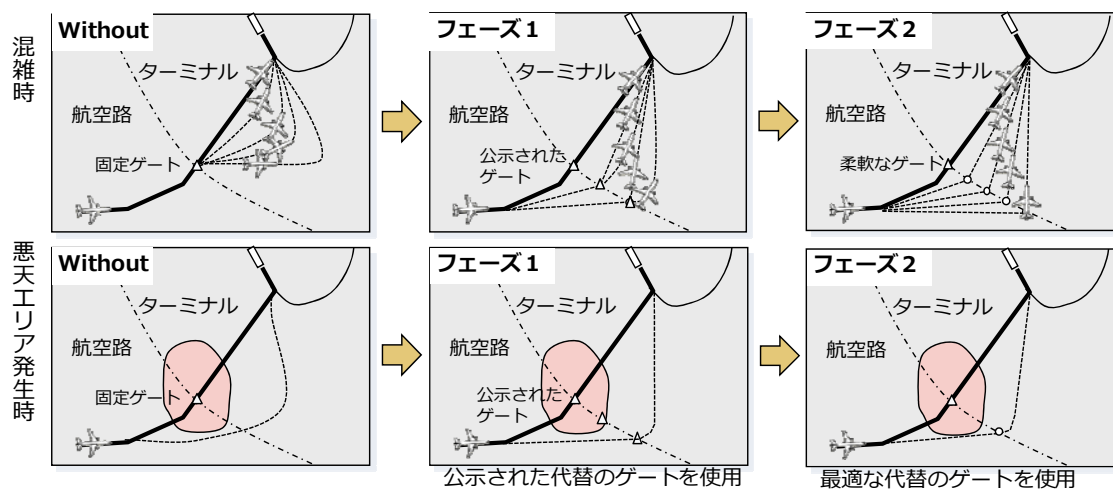
4.1. OI-3 動的ターミナル空域の運用

4.1.1. 運用コンセプト、システムの概要等

空港の運用（使用滑走路の変更等）により変化する航空交通流に併せ、ターミナル空域の形状や入域及び出域フィックスを柔軟に変更することにより、処理容量の拡大及び飛行経路の効率化による消費燃料及び排出ガスの削減を達成する。管制支援システム機能及び空域・交通量のシミュレーション機能を導入する。

現在は、到着間隔を設定する際のレーダー誘導の作業負荷を軽減するため、入域フィックスを最大飛行経路長となるよう境界線上に設定するのが一般的であるが、本 OI の導入によりレーダー誘導の作業負荷の軽減が可能となるため、ターミナル境界線周辺の飛行計画経路を最短に設定することが可能となり、これによる搭載燃料の減少が期待できる。

【OI-3 動的ターミナルの運用—入出域フィックスの柔軟変更イメージ】



4.1.2. 導入計画案

- フェーズ1(2019年～)：入域フィックスの変更(公示された複数フィックスからの選択)

高密度ターミナル空域において、通常時は進入開始点まで最短となる入域フィックスを指定する。使用滑走路の変更又は混雑時には、あらかじめ飛行距離を延伸するような位置に複数設定した入域フィックスを指定することにより、レーダー誘導の依存度を減じつつ適切な移管間隔を設定し、整然とした交通流を形成する。また、入域フィックス周辺に悪天域が発生した場合においても、他の入域フィックスを指定することにより、円滑な交通流の形成と管制作業負荷の軽減を図る。

- フェーズ2(2021年～)：入域フィックスの変更(緯度経度指定での柔軟なフィックス変更)

フェーズ1の運用を拡張し、データリンク(0I-29-2「陸域CPDLC」)により任意の地点を入域フィックスとして指定する運用を実施する。必要に応じて、CTAを付加する。フェーズ1と比較して、更なる柔軟化及び効率的な経路運用を実現する。

- フェーズ3(2026年以降)：ターミナル境界線の戦略的変更

ターミナル空域内の混雑及び悪天候発生時に、ターミナル境界線を一時的に変更(ターミナル空域の形状変更)することにより、適切な処理容量を確保する。また、事前の交通状況及び気象予測に基づき、航空交通管理の観点から戦略的な境界線の変更も可能とする。

管制支援システム(航空路、空港系)の導入時期を考慮すると、フェーズ1の運用開始時期は2019年となる。フェーズ2については、データリンクの利用及び空域・交通量のシミュレーション機能が前提となることから、これらの施策開始時期を考慮すると、運用開始時期は2021年となる。なお、フェーズ3については、フェーズ1及び2の詳細検討状況を確認した後、2026年以降の実施について検討する。

4.1.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

- 目標1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止
- 目標2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減

目標 3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-2 運航時間の短縮

中間アウトカム 3-2-3 : 飛行時間の短縮

目標 4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制

中間アウトカム 4-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮

目標 5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の
効率性向上

中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

目標 6 環境への配慮 — 最終アウトカム 6-1 飛行中の CO2 排出量の削減

中間アウトカム 6-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮による CO2 排出量削減

4.1.4. 費用対効果分析

4.1.4.1 考え方

フェーズ 1 及び 2 を対象に分析を実施する。対象空域は、本 OI 導入により最も効果が高いと想定される東京国際空港への南方面からの到着経路について分析する。

本 OI の導入により、現在はレーダー誘導による飛行経路の延伸を考慮して設定している入域フィックス周辺の到着経路を、原則として最短経路に設定することが可能となる。これにより、現在よりも飛行計画上の搭載燃料を減少することが可能となることから、この差分を効果として分析する。定性的効果については、現在はレーダー誘導に依存している管制間隔の設定が、入域フィックスへの直行指示による運用となることによる作業負荷の軽減効果を分析する。

なお、データリンク関連の整備・（通信費を含む）維持費用は、後述する EN-14（VHF データリンク）の項において一括して計上するため、本 OI を含むデータリンクの使用を前提とした関連 OI の費用便益分析は、OI-29-2 の項において総合的な分析結果を改めて示す。

4.1.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析（データリンク関連を除く。）

・費用

本 OI に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

・便益（フェーズ 1）

本 OI 導入による燃料費の削減効果としては、飛行計画上の経路長短縮により削減される消費燃料の 4 %に飛行時間を乗じた量の燃料が削減可能になるものとして試算した。2019 年の運用開始から評価期間を 10 年間とした場合、2013 年現在価値の便益は 1,065 百万円 (=NPV) となる。

b) 定性的効果の整理

現在、レーダー誘導による指示を、入域フィックスへの直行指示により実施する場合の管制処理負荷の軽減、フィックスへの直行による効率的な間隔設定により、レーダー誘導による飛行経路長の延伸が削減されることで燃料費抑制が期待できるが、今回の分析においては、経路構成の詳細が未確定なことから定性的効果に留める。また、フェーズ 2 のみの定性的効果として、より柔軟かつ最適なゲート設定により、悪天エリアの発生位置に関わらない効果的な運用が可能となる。さらに、データリンクの利用によりパイロット及び管制官のワークロードの軽減、ヒューマンエラー防止効果が期待できる。

c) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。なお、フェーズ 2 ではデータリンク通信費用が発生するが、定性的効果と比して効果は十分に高いものと評価できる。

4.1.5. 国際動向

欧州：

AOM-0804 ターミナル空域の動的管理 (2017 年初期運用、2022 年完全運用)

ターミナル空域のコンフィグレーションは 2 次元、3 次元に割り当てられた出発・到着経路 (これらは交通状況の複雑さにより変わりうる) に対応して動的に変化しなければならない。そのため、交通パターンや滑走路の運用形態のリアルタイムな変化に応じて、ターミナル空域の境界を動的に変更する。

4.1.6. 導入計画を実行するための作業工程

フェーズ 1 及び 2 に係る以下の項目について詳細検討を行う。

- ・ 導入空域の策定
- ・ 運用方式の詳細検討
- ・ 空域・交通量のシミュレーション機能の研究開発
- ・ 管制支援システム機能の詳細検討

4.1.7. ロードマップの変更の検討

フェーズ1の運用開始時期を2019年に、フェーズ2を2021年に変更する。なお、フェーズ3については、意志決定年次を2021年、運用開始時期を2026年以降に、それぞれ変更する。

4.2. 0I-4 空域の高度分割

4.2.1. 運用コンセプト、システムの概要等

巡航する航空機を主として取り扱う一定の高度以上の国内空域を高度分割（空域の上下分離）し、高高度においては、現行よりも広域な管轄範囲をもつ空域（セクター）に再編成する。この上下分離により、将来の交通需要の増加時においても、交通流及び交通量の変化に応じた柔軟な空域運用を実現し、適切な管制処理容量が確保可能となる。

さらに、高高度においては、フリールーティング（0I-5）、及び陸域データリンク（0I-29-2）の早期導入が可能となり、運航効率の向上、通信混雑の緩和及び処理容量の拡大が可能となる。上下分離した空域運用に対応可能な管制支援システム機能を活用する。

4.2.2. 導入計画案

本施策は、国内空域の抜本的な再編を実施するため、全体の移行作業量を考慮し、2020年から段階的な分離を実施する。

■フェーズ1（2020年～）：西日本空域の上下分離開始

■フェーズ2（2024年～）：国内全空域の上下分離開始

今後、分離高度等の空域形状、上下分離後の管制運用方式、並びに管制支援システム機能の詳細検討を行う。

4.2.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止

目標2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減

目標5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の効率性向上
中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

4.2.4. 費用対効果分析

4.2.4.1 考え方

空域の高度分割により、高高度及び低高度空域における管制作業負荷の軽減、及び処理効率の向上について分析する。また、今後、交通流や交通量の変化に応じた柔軟的な空域運用が可能となる点、他の関連施策への波及効果について、定性的効果として分析する。

4.2.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析

・費用

本 0I に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

b) 定量的効果の計測

将来の需要予測に基づき、現在の管制作業負荷算出方式を用いた高度分割実施時の全セクター作業負荷（ワークロード）平均値を算出した。本 0I の開始時期である 2020 年以降、ワークロード値の軽減により約 1 割以上の交通量の増加に対応することとしている。（現在の需要予測増加に基づく、2031 年頃までの交通量増加に対応することが可能と想定。）

【高度分離により軽減される全セクター平均ワークロード予測値】

年	2011	2020	2025	2031
需要予測機数(千機)	1300	1550	1660	1810
平均作業負荷値(分離後)	-----	70.9%	76.7%	87.5%
平均作業負荷値(現行)	70.3%	82.1%	88.4%	101.5%

※表中需要予測機数出典：第 10 回交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料。

c) 定性的効果の整理

今後、福岡 FIR 内においては、上空通過便及び国際便の増加が予測されている。このような需要増加予測に対し、主に高高度の巡航機を取り扱う高高度セクターと空港への上昇・降下を取り扱う低高度セクターに分割することにより、それぞれの作業内容を単純化し、処理効率の向上が期待できる。なお、本 0I の

実施の波及効果として、フリールーティング（OI-5 関連）による高効率な経路運用の導入、及び高高度及び高高度－低高度間において空域内の空港やターミナル空域の位置など地理的要因に左右されない柔軟な空域運用（形状変更。OI-6 関連）が可能となることが挙げられる。

d) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.2.5. 国際動向

欧州：

すでに航空路空域の上下分離を導入している。（分離高度は各国毎に異なる。）

米国：

IFR と VFR を分離するため、原則 18,000 フィートで上下分離を実施。通過機が多い高高度においては、さらに 34,000 フィートで Super High 又は Ultra High セクターに分離している。

4.2.6. 導入計画を実行するための作業工程

本 OI の導入に必要な管制支援システム機能の検討状況、及びデータリンク等の関連 OI（OI-5 及び 6）の意志決定年次に合わせ、ロードマップの見直しを行うこととした。今後、以下の項目について詳細を検討する。

- ・ 空域形状及び運用方式の検討
- ・ 移行計画案の策定
- ・ 交通流管理方法の検討
- ・ 管制支援システム機能の詳細検討

4.2.7. ロードマップの変更の検討

意志決定年次を 2013 年に、及び運用開始時期を 2020 年に変更する。

4.3. OI-5 高高度のフリールーティング

4.3.1. 運用コンセプト、システムの概要等

空域の上下分割（OI-4）を実施した国内の高高度空域において、公示された固定的な経路ではなく、運航者が希望する最適なフリールーティングを導入する。また、国内高高度のみならず、現在、洋上空域において試行運用中の UPR（User Preferred Route）、DARP（Dynamic Airborne Re-route Procedures）との

一体的な運用により、より広範囲において短縮経路の実現を図る。高密度な国内空域におけるフリールーティングの実施は、陸域データリンク（0I-29-2）及び管制支援システムによるコンフリクト検出機能の強化（EN-1）が必須となる。また、より効率的な短縮経路を実現するためには、米軍及び自衛隊の訓練空域等の協調的な運用（0I-2）が必要となる。

4.3.2. 導入計画案

■フェーズ1（2021年～）：高高度空域での公示経路の直行化

上下分離した高高度の指定空域において、入域地点から出域地点までの直行経路を公示することにより経路短縮を図る。現在、国内航空路空域には高高度訓練/試験空域が設定されており、当該空域の運用中はIFR機の入域が制限されている。多くの訓練空域は夜間及び日祭日は開放されているため、本フェーズ導入当初は、訓練空域が開放される時間帯に限定して実施することを想定する。なお、訓練空域の動的管理（0I-2）の活用により、訓練空域の柔軟的運用が実現した場合には、より効率的な経路運用が可能となることから、両0Iの連携強化を検討する。

■フェーズ2（2025年～）：高高度空域でのUPRの導入

国内全空域の上下分離を完了後、フェーズ1の直行経路を全高高度空域に展開。また、陸域CPDLC（0I-29-2）導入により、洋上空域内を含む福岡FIR全域においてUPRを適用する。なお、本フェーズ以降においては、複雑かつ長距離の経路指示を行う必要が想定されることから、データリンクの利用が前提とする。

■フェーズ3（2026年以降）：高高度空域でのDARPの導入

UPRを飛行する陸域CPDLC対応機が、さらに運航効率の高い経路への変更を要求した場合、データリンクにより当該要求経路を承認するDARPを導入する。

4.3.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-2 運航時間の短縮

中間アウトカム 3-2-3 : 飛行時間の短縮

目標4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制

中間アウトカム 4-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮

目標5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の効率性向上

目標6 環境への配慮 : 飛行中のCO2排出量の削減

中間アウトカム 6-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮によるCO2排出量削減

4.3.4. 費用対効果分析

4.3.4.1 考え方

本分析においては、高高度空域において段階的な運用拡大を想定して分析する。具体的には東経 145 度以西の国内空域と韓国、台湾等との空域境界線の間の空域において、初期段階では FL375 以上を適用高度帯とし、段階的に FL335 以上まで拡大することを想定する。なお、OI-4 における段階的な高度の上下分離の実施時期、及び対象空域内の高高度訓練空域等の運用時間を考慮した実施可能空域及び時間帯とする。

費用便益分析においては、フリールーティングにより現行の経路網を經由するより経路短縮が可能となることから、これによる消費燃料削減、飛行時間減少等の効果について分析する。また、定性的効果として、管制作業負荷の軽減について分析する。

なお、データリンク関連の整備・(通信費を含む)維持費用は、後述する EN-14 (VHF データリンク) の項において一括して計上するため、本 OI を含むデータリンクの使用を前提とした関連 OI の費用便益分析は、OI-29-2 の項において総合的な分析結果を改めて示す。

4.3.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析 (データリンク関連を除く。)

・費用

本 OI に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

・便益

① フェーズ 1

フェーズ 1 導入時の経路短縮による消費燃料の削減、及び飛行時間の減少を便益として算出した結果、2021 年の運用開始から評価期間を 10 年間とした場合、2013 年現在価値の便益は 6,136 百万円 (=NPV) となる。

② フェーズ 2 + フェーズ 3

フェーズ 2 及び 3 はデータリンクの利用が必須となる。本フェーズの導入時における機上のデータリンク対応装備率は、通信アドホックの想定を使用した。なお、導入空域・実施時間帯の条件はフェーズ 1 と同等とした。

フェーズ3におけるDARPの燃料削減量は、現在洋上空域において試行運用中のトライアルデータに基づき、飛行距離1海里あたり0.08lbs (Heavy機)と推定した。

以上の想定に基づくフェーズ2及び3の追加便益の結果は以下のとおり。

- ・フェーズ2：2,396百万円(2025年運用開始、評価期間10年間、2013年現在価値換算値。)
- ・フェーズ3：1,496百万円(2026年運用開始、評価期間10年間、2013年現在価値換算値。)

b) 定性的効果の整理

フェーズ1の導入により、長距離の経路変更時の管制通信が簡略化されることで通信に係る作業負荷の軽減が期待できる。フェーズ2以降においては、データリンクの利用によりパイロット及び管制官のワークロードの軽減、ヒューマンエラー防止効果が期待できる。

c) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.3.5. 国際動向

欧州：

SES (Single European Sky) 計画に基づき、ユーロコントロールのマスターヒト高高度管制センターにおいて、初期的なフリールーティング (FRAM: Free Route Airspace Maastricht) を実施中。夜間時間帯に限定した実施から、段階的に適用空域を拡大している。

4.3.6. 導入計画を実行するための作業工程

本OIの導入に必要な管制支援システム機能の検討状況、及びデータリンク等の関連OI (OI-4及び6)の意志決定年次に合わせ、ロードマップの見直しを行うこととした。今後、以下の項目について詳細を検討する。

- ・導入空域の詳細検討
- ・管制運用方式の検討
- ・管制支援システム機能の詳細検討

4.3.7. ロードマップの変更の検討

空域の高度分割 (OI-4) のロードマップ見直しに伴い、意志決定年次を2013年に、また運用開始時期を2021年に変更する。

4.4. 0I-6 リアルタイムの空域形状変更

4.4.1. 運用コンセプト、システムの概要等

航空路空域において可変セクター（0I-1）や動的ターミナル空域（0I-3）の運用を更に高度化させることにより、交通流や交通量の変化を考慮した動的なセクター形状を算出し、リアルタイムにセクター境界線を変更した運用を実施することにより、交通需要と供給の平準化を図る。

初期的段階として、上下分離した高高度において可変セクターの運用の柔軟化による悪天候時の一時的な交通流の変化や交通量の増加を考慮したセクター運用を実施する。さらに、事前の交通状況及び気象予測に基づき、航空交通管理の観点から戦略的に境界線の変更を可能とする。航空交通管理を含めた管制支援システム機能を導入する。

4.4.2. 導入計画案

■フェーズ1（2019年～）：セクター席構成の一時変更による運用

混雑状況に対応して、1つのセクターを局所的又は一時的に2つに分割する運用を行う。

■フェーズ2（2020年～）：季節等による高高度と低高度の境界高度の変更

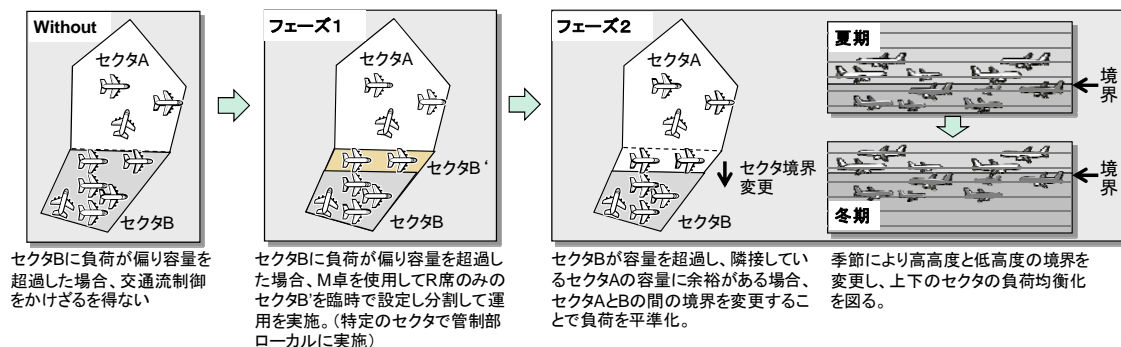
冬季と夏季における飛行高度の変化に起因する高高度と低高度の交通量の偏りに対し、高高度と低高度間の境界を変更することによって、各セクターにおける季節毎の処理容量の均衡化を図る。

セクター境界線の水平方向への動的変更について、悪天候発生時など突発的な事象における初期的運用を実施する。

■フェーズ3（2026年以降）：セクター境界（水平方向）の動的・柔軟な変更

ターミナル空域を含む、セクター境界線を水平方向に動的かつ柔軟に変更することにより、需要と容量の均衡化を図る。

【リアルタイムの空域形状変更イメージ】



4.4.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標 1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減

中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止

目標 2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航

空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大

中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減

目標 3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-2 運航時間の短縮

中間アウトカム 3-2-3 : 飛行時間の短縮

目標 4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制

中間アウトカム 4-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮

目標 5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の

効率性向上

中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

目標 6 環境への配慮 — 最終アウトカム 6-1 飛行中の CO2 排出量の削減

中間アウトカム 6-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮による CO2 排出量削減

4.4.4. 費用対効果分析

4.4.4.1 考え方

本分析においては、フェーズ 2 導入により繁忙セクターの管制作業負荷を平準化し、これによるボトルネックの解消、関連出発機の遅延減少について分析する。なお、本 OI は段階的に航空路の全セクターでの適用を想定しているが、施策効果を簡易的に示すため、東京管制部全セクターを対象として便益計算を行う。

4.4.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析

・費用

フェーズ 1 に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。フェーズ 2 において戦略的に実施するためには、支援システム機能を追加する必要があることから、この概算額を計上する。

フェーズ 2 実施のためには、管制支援システム機能として、DCB (Demand and

Capacity Balancing) 手法を実現する機能の追加が必要となるため、現時点の開発コストとして、2020年の運用開始から評価期間を10年間とした場合、2013年現在価値で551百万円を開発費用として計上した。

・ 便益（フェーズ2）

本OIは空域の高度分割（OI-4）の導入開始後に実施することを想定しているため、高度分割により一定程度のワークロード値軽減が実現していることを前提とする。2012年の特定日におけるATFMの時間帯別のワークロード実績値を基に、将来の交通量増加予測を考慮して対象セクターのワークロード値増加分を計算した。各セクターのワークロード値のうち100%を超過した分の10%を隣接セクターに振り分けることを想定し、平準化モデルを作成した。（ただし、隣接セクターのワークロード値が80%を超える場合には振り分けは不可とし、100%超過分を制御対象とする。）このモデルに基づき、該当全セクターにおける遅延回避及び関連経費抑制等の便益を算出した結果、2020年の運用開始から評価期間を10年間とした場合、2013年現在価値の便益は1,179百万円となる。

以上により、2020年の運用開始から評価期間を10年間とした場合、2013年現在の純現在価値（NPV）は628百万円（CBR=2.14）となる。

b) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.4.5. 国際動向

欧州：

SESARの運用改善「事前に設定された境界による制約を受けない動的セクター形状」（2020年～2030年ごろからの運用）により、トラフィックのパターンの動的な変化及び運航者の意図の短期的な変化に対応して、リアルタイムに空域形状及び交通量を変更する運用が計画されている。

4.4.6. 導入計画を実行するための作業工程

本OIの導入に必要な管制支援システム機能の検討状況、及びデータリンク等の関連OI（OI-4及び5）の意志決定年次に合わせ、ロードマップの見直しを行うこととした。今後、以下の項目について詳細を検討する。

- ・ 導入空域、及び導入スケジュールの詳細検討
- ・ 管制運用方式の詳細検討

- ・管制運用上の安全性検証
- ・空域・交通量のリアルタイムシミュレーション機能の検討
- ・管制支援システムの開発（フェーズ3）
- ・管制運用方式の研究・開発（フェーズ3）

4.4.7. ロードマップの変更の検討

空域の高度分割（OI-4）の実施に伴い、意志決定年次を2013年度に、運用開始時期を2021年に変更する。また、実施フェーズの細分化に伴い、各運用開始時期を新規に追加する。（※詳細はロードマップを参照。）

4.5. OI-13 継続的な上昇・下降の実現（データリンクによるCDO（陸域））

4.5.1. 運用コンセプト、システムの概要等

航空機の巡航から着陸までの降下、及び進入フェーズにおいて、特定地点の通過時刻（必要に応じて通過高度）を指定し、一時的な水平飛行を行うことなく継続的な降下が可能となる運航（CDO）を実現する。関連する空域や周辺交通状況を的確に把握した上で、降下中の制約を最小限に止めることにより、運航効率の最適化を図る。

本OIのうち、洋上からの入域機におけるCDOについては、既に2017年から開始することを決定済みであることから、本年度は、陸域におけるCDO以降について検討した。また、継続的な上昇（CCO）については、今後導入を検討する予定である。

4.5.2. 導入計画案

■（参考）フェーズ1（2017年～）：データリンクによるCDO（洋上からの入域） 洋上からの入域機に対して、洋上データリンクにより軌道情報を通知することによりCDO（洋上）を実施する。ただし、国内空域においては、限定的なコンフリクト検出機能しか有しないため、夜間を中心とした低密度空域において実施する。

■フェーズ2（2021年～）：データリンクによるCDO（陸域）

陸域データリンク（OI-29-2）の導入、及び支援システムの機能強化（コンフリクト検出）に伴い、国内空域におけるCDO（陸域）を実施する。現時点の導入対象空港は、新千歳、成田国際、東京国際、中部国際、関西関西及び那覇の各空港を想定している。

■フェーズ3（2026年以降～）：ATN-B2等による高度化

時刻指定を行うCDO、ATN-B2等導入による陸域データリンクの高度化に伴う

運用の高度化を実施する。

4.5.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム4-1 飛行中の燃料消費量の抑制

中間アウトカム 4-1-2 : 燃料効率の良い経路、高度の飛行

目標6 環境への配慮 — 最終アウトカム6-1 飛行中のCO₂排出量の削減

中間アウトカム 6-1-2 : 燃料効率の良い経路、高度の飛行によるCO₂排出量削減

4.5.4. 費用対効果分析

4.5.4.1 考え方

巡航状態から着陸時までCDOを実施するためには、到着経路上の他航空機とのコンフリクト検出精度の向上が不可欠であるが、フェーズ2導入時点における精度向上は限定的であることが想定されるため、低密度交通時間帯である夜間時間帯への導入に限定される。そのため、夜間時間帯にある程度の交通量が見込まれる6空港における対象航空機を抽出することにより、費用便益分析を実施する。また、本OIの実施により騒音抑制効果、及び関連施策への波及効果が期待でき、これらを定性的効果として分析する。

なお、データリンク関連の整備・(通信費を含む)維持費用は、後述するEN-14(VHFデータリンク)の項において一括して計上するため、本OIを含むデータリンクの使用を前提とした関連OIの費用便益分析は、OI-29-2の項において総合的な分析結果を改めて示す。

4.5.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析

・費用(データリンク関連費用を除く。)

本OIに係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Withoutのいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

・便益

前項で示した国内6空港への導入想定に基づく、消費燃料の削減及びCO₂排出量削減の効果を便益として算出した結果、2021年の運用開始から評価期間を10年間とした場合、2013年現在価値の便益は3,265百万円(=NPV)とな

る。

b) 定性的効果の整理

騒音抑制効果について、今回の分析においては、各空港の具体的な方式を想定していないことから、騒音コンターの作成を行うことができないため定量的な検討が困難であることから、定性的効果として分析した。CDOにより連続的な降下の実現による騒音軽減が図られるため、特に騒音問題への対応が課題となっている我が国の各空港周辺における騒音低減効果は高いと考えられる。

将来の関連施策への波及効果について、本施策はデータリンク技術を活用した時間管理を目的とした将来の軌道ベース運用（4DT）の実現に向けた準備段階と位置付けられる。今後、CCOも含めた本施策の拡大により、4DTの実現が促進され、将来的な便益増大が期待できることを考慮する必要がある。

c) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.5.5. 国際動向

ICAO :

■Module No. B0-CDO: CDOの柔軟性、効率性の改善

PBN等の高規格の経路を適用しつつ、周辺交通状況を考慮した最適プロファイルによる到着方式を可能とする。

■Module No. B1-CDO: VNAVを使用したCDOの柔軟性、効率性の改善(2018年～)

降下中における垂直フライトパスの精度を向上し、地上の垂直ガイダンスの装置に依存することのない到着方式を実現する。

■Module No. B2-CDO: VNAVおよび到着時の速度・時刻要求によるCDOの柔軟性、効率性の改善(2023年～)

VNAVおよび到着時の速度・時刻要求によるCDOを実現し、ほとんどスロットルが不要な運用を実現する。

欧州 :

すでに実施されたCDA(Continuous Descend Arrival)及びCCD(Continuous Climb Departure)の成功事例をもとに、2013年～2017年以降に、高密度空域へのAdvanced CDAの展開等を計画。

米国 :

太平洋でのデモンストレーション(AIRE)及び太平洋でのデモンストレーシ

ヨン (ASPIRE) において、「Tailored Arrival」の評価を実施し、高い効果が確認されている。

4.5.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・ 導入時間帯、及び各空港の適用経路の選定
- ・ 管制運用方式の検討
- ・ 管制支援システムの詳細検討

なお、今年度まで PBN 検討 WG において実施してきた現行の CDO 運用に係る評価作業は、今後の本 OI の導入に際する検討に活用するため、来年度から ATM 検討 WG において取り扱う。

4.5.7. ロードマップの変更の検討

フェーズ 1 は変更なし。以降の導入計画をフェーズ 2 及び 3 に変更する。なお、時刻指定を行う CDO をフェーズ 3 に含める。

4.6. OI-14 軌道・気象情報・運行制約の共有

4.6.1. 運用コンセプト、システムの概要等

情報管理の基盤及び情報共有基盤 (SWIM) を活用し、協調的な軌道調整を実施するために必要な以下の情報を関係者間で共有し、飛行毎に最適な軌道の生成が可能となる環境を構築する。

- ① 軌道情報 (トラジェクトリ情報)
- ② 気象情報
- ③ 運航情報 (運航予定、交通容量等及び空港到着予定時刻等の情報)

4.6.2. 導入計画案

協調的なトラジェクトリ調整を実施するためには、SWIM による情報管理の確立、並びに管制支援システムによる高精度なトラジェクトリ生成及び更新機能が必要となる。SWIM 構築は情報管理検討 WG の検討内容 (EN-3) との整合性を図る必要がある。また、空地間のリアルタイムな調整を行うためにはデータリンク (OI-29-2) を利用するため、陸域 CPDLC (OI-29-2) 導入との整合性を図りつつ進める。情報管理検討 WG における今年度の検討の結果、SWIM の具体的導入に係る対応 (EN-3) の意志決定年次が変更されたことに伴い、本 OI の意志決定を行わず、次年度以降、以下に係る具体的な検討を進めることとする。

- ・運用上必要となる共有情報項目の整理
- ・共有範囲の策定（実施空域・場所の選定）
- ・SWIMを含む技術的検討項目の整理
- ・運航者等を含む関係者間との実施計画の策定
- ・関連施策（OI, EN）と連携した導入の具体検討

4.6.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

- 目標 1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
 中間アウトカム 1-1-2 : パイロットの状況認識能力の向上
- 目標 2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
 中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減
- 目標 3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-1 定時性の向上
 中間アウトカム 3-1-1 飛行中の遅延短縮
 — 最終アウトカム 3-3 就航率の改善
 中間アウトカム 3-3-2 : 新たな気象上納の活用による欠航等の回避
- 目標 4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制
 中間アウトカム 4-1-2 : 燃料効率の良い経路、高度の飛行
- 目標 5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の効率性向上
 中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化
- 目標 6 環境への配慮 — 最終アウトカム 6-1 飛行中の CO2 排出量の削減
 中間アウトカム 6-1-2 : 燃料効率の良い経路、高度の飛行による CO2 排出量削減

4.6.4. 費用対効果分析

意志決定年次変更に伴い、2014 年度に費用対効果分析を実施する。

4.6.5. 国際動向

ICAO :

- Module No. B1-SWIM: SWIM の導入によるパフォーマンス改善（2016 年～）
 相互運用性の最大化を実現するため、標準データモデルおよびプロトコルに基づく SWIM サービス（アプリケーションおよびインフラ）を導入。
- Module No. B2-SWIM: SWIM を通じた機上参加の協調的 CDM の実現（2023 年～）
 航空機が SWIM の 1 ノードとなり、気象情報を含むデータの交換を行って協調的 ATM のプロセスに完全に参加可能となる。

4.6.6. ロードマップの変更の検討

EN-3 の意志決定年次の変更に伴い、本 OI の意志決定年次を 2014 年度に変更する。

4.7. OI-16 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化

4.7.1. 運用コンセプト、システムの概要等

地上側で経路上の複数のウェイポイントの通過時刻を設定し、機上システムは当該時刻に合わせた飛行となるよう制御することにより、より効率的に軌道の管理と交通流の生成を図る。運航前に算出した CFDT を運航中に監視し、必要に応じて空地間の調整により修正する。高精度の CFDT を生成可能とする ATM システムの開発が必要となる。

4.7.2 導入計画案

管制支援システム機能として「ATM トラジェクトリ」が必要となる。当該機能により生成したトラジェクトリに基づき、DCB (Demand and Capacity Balancing) を実施し、その結果を飛行中の航空機に伝達する方式として CFDT を使用する。CFDT の指示に係る管制運用方式の詳細は、初期的 CFDT による時間管理 (OI-18) の実施結果を踏まえて検討する。

4.7.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標 1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止

目標 2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
中間アウトカム 2-1-2 : 経路間隔／管制間隔等の短縮による高密度運航
中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減

目標 3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-1 定時性の向上
中間アウトカム 3-1-1 飛行中の遅延短縮
— 最終アウトカム 3-2 運航時間の短縮
中間アウトカム 3-2-3 : 飛行時間の短縮

目標 4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制
中間アウトカム 4-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮

目標 5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の

効率性向上

中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

目標 6 環境への配慮 - 最終アウトカム 6-1 飛行中の CO2 排出量の削減

中間アウトカム 6-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮による CO2 排出量削減

4.7.4. 費用対効果分析

4.7.4.1 考え方

現在、航空路空域においてはレーダー誘導により飛行距離を延伸することにより到着機間の間隔設定を実施しているが、本 OI 導入により、航空路の早い段階から速度調整（通過時刻を指定。）を使用することで、レーダー誘導の依存度が低くなる。一般的に、航空路～ターミナル空域においてレーダー誘導により距離延伸を行うよりも、巡航状態で速度調整を実施する方が燃料消費等の面で効率化が図られるものと考えられる。本分析においては、これによる飛行時間の短縮分が運航効率の向上に資するものとして定量的効果を分析する。また、レーダー誘導を行わないことによる作業負荷軽減及び処理容量の増加、並びに将来の関連施策への波及効果について定性的効果として分析する。分析対象は、レーダー誘導による処理負荷が高い東京国際空港の南方面からの到着経路とする。

4.7.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析（データリンク関連を除く。）

・費用

本 OI に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

b) 定量的効果の計測

本分析の対象である東京国際空港への南方面からの到着機数を、複数の特定期間から抽出した 6 日間の飛行計画から算出した。これらの到着機の飛行計画上の飛行距離と、レーダー誘導による実際の延伸距離（平均）から飛行遅延時間を算出した。6 日間の総機数に対し、平均 0.69 分の遅延が発生（全対象機数の年間換算で 1,610 時間分）している。これらの遅延分の処理をレーダー誘導から効率性の高い速度調整により実施することで、燃料消費量及び CO2 排出量の軽減など運航効率性の向上が期待できる。

c) 定性的効果の整理

レーダー誘導の実施頻度が減少することによる管制負荷軽減とそれによる処理容量の増加が見込まれる。また、複数地点における時間管理の手法は、将来の 4DT 運用に必至な項目であることから、本 OI の導入は、将来のより詳細な軌道管理の実現を促進することを考慮する必要がある。

d) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.7.5. 国際動向

ICAO :

■Module No. B1-TB0: トラフィック同期の改善および初期の TB0 (2018 年～)
4DTRAD の機能および D-TAXI 等の空港アプリケーションを活用し、エンルートの合流点 (複数) における交通流の同期を改善するとともに、到着順序付けの最適化を行う。

■Module No. B2-TB0: 完全な 4 次元 TB0 (2028 年～)
4DT をサポートする新たなコンセプトおよび技術の開発により、グローバルな ATM の意思決定が可能となる。

欧州 :

■データリンクを使用した CTA (2020 年初期運用、2023 年完全運用)
CTA は到着滑走路に対して定義された合流点において ATM が提示する時刻制約 (後方乱気流間隔の最適化も含む) であり、全ての ATM 関係者はデータリンクの使用により CTA を達成することを目標に運用を行い、到着シーケンスの最適化を実現するために高い時刻精度のもとで運用を行う。

■データリンクを使用した複数地点での CTO (Controlled times of Over-fly) (2020 年初期運用、2023 年完全運用)

CTOs (Controlled Times of Over-fly) は、キュー管理のために ATM により指定された定義済みの合流点における時刻制約のセットである。CTOs は空域ユーザにより受信した予定時刻をもとに地上で計算される。これらの時刻制約は航空機のパフォーマンスに適合していなければならない。

CTOs により、到着の CTA だけでなく、その他の中間的な合流ポイントにおいても精度の高い順序付けが実行可能となる。

米国 :

■104120 ポイントインスペースメタリング（2014年～2018年初期運用）

ANSP は円滑な交通流の実現と空域利用の効率性向上のため、スケジューリングツールおよびトラジェクトリベース運用を活用する。ポイントインスペースメタリングでは、出発フィックス、到着フィックスまたは他のいかなるポイント（例えば空域境界や他の交通流の複数の合流ポイント等）においてメタリングが実施可能となる。これにより、気象や混雑による遅延の影響の軽減が実現可能となる。意思決定支援ツールにより、リソースの制約のもとでの到着時刻のスケジューリングが可能となり、スケジュールされたメタリング時刻に合った管制官によるトラジェクトリの管理が可能となる。

4.7.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・ 管制支援システムの要件検討
- ・ 交通管理方式の検討
- ・ 機上対応を含む管制運用方式の検討
- ・ 具体的な導入空域（又は路線）、導入スケジュールの詳細検討

4.7.7. ロードマップの変更の検討

本 OI に係る管制支援システムの開発状況を考慮し、意志決定年次を 2013 年に、運用開始時期を 2020 年に変更する。

4.8. OI-19 合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定（メタリング）

4.8.1. 運用コンセプト、システムの概要等

メタリングフィックスにおける時刻を指定することにより、戦略的に航空機の交通流を管理して、空港処理容量及び空域処理容量の最大限の活用（複数方向からの入域トラフィックを考慮し、無駄なマージンをとらないこと、また後方乱気流区分に従った最適な航空機の順序を実現すること）を図る。

最終的には、本 OI は、動的ターミナル空域の運用（OI-3）、空港面運用の効率化（OI-23）、後方乱気流に起因する管制間隔の短縮（OI-26）、陸域データリンク（OI-29-2）、及び ASAS（OI-30-5）などの他施策と連携することにより、空港周辺の処理容量と運航効率を総合的に向上させる。

実施段階としては、まず、フェーズ 1 として、ターミナル空域において固定的なメタリングフィックスの RTA による指示を可能とする。次に、フェーズ 2 として、トラフィック状況や気象状況等に応じたメタリングフィックスの動的な変更を可能とする。フェーズ 3 として、将来的には ASAS の活用による高度化を図る。

なお、RTAの適用拡大は、機上装置の対応状況に依存するため、実施対象空域の選定の際に機材対応状況を考慮しつつ導入計画を策定する。

4.8.2. 導入計画案

■フェーズ1（2018年～）

管制支援システムの導入時期に合わせて、特定空港（関西、福岡等）を対象に、固定的なメタリングフィックスを用いた初期的運用を段階的に実施する。

※対象空港、空域については今後詳細を検討。

■フェーズ2（2021年～）

メタリングフィックスの複数設定（固定及び動的フィックス）による運用を実施する。ATMによる空域容量管理（空港CDM、AMAN/DMAN/SMANとの連携）、及び陸域データリンク（OI-29-2）の展開に合わせた段階的運用を実施する。

■フェーズ3（2026年以降）

メタリングフィックスの動的運用（OI-3における空域境界線の戦略的変更と連携した動的フィックスを使用した更なる柔軟的運用。）を実施する。また、陸域データリンク及びASASによる合流処理支援機能などによる高度化を図る。

4.8.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止

- 時間軸管理、軌道ベース運用等の新たな交通管理手法

目標2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大

中間アウトカム 2-1-2 : 経路間隔／管制間隔等の短縮による高密度運航

- 管制間隔設定におけるマージンの短縮

目標3 利便性の向上 — 最終アウトカム 3-2 運航時間の短縮

中間アウトカム 3-2-3 : 飛行時間の短縮

- 時間管理による空中待機、レーダー誘導の抑制

目標4 運航の効率性の向上 — 最終アウトカム 4-1 飛行中の燃料消費量の抑制

中間アウトカム 4-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮

- 時間管理による空中待機、レーダー誘導の抑制

目標5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の効率性向上

中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

- 時間軸管理、軌道ベース運用等の新たな交通管理手法

- 目標 6 環境への配慮 – 最終アウトカム 6-1 飛行中の CO2 排出量の削減
- 中間アウトカム 6-1-1 : 飛行距離（時間）の短縮による CO2 排出量削減
 - 時間管理による空中待機、レーダー誘導の抑制

4.8.4. 費用対効果分析

4.8.4.1 考え方

本 OI の導入により、ターミナル空域におけるレーダー誘導による到着機の到着順位付け設定を、航空路の早い段階から速度調整（通過時刻を指定。）により実現することによる燃料削減の効果を分析する。また、レーダー誘導を行わないことによる作業負荷軽減及び処理容量の増加、並びに将来施策への波及効果について定性的効果として分析する。分析対象は、複数地点から到着機が入域し、ターミナル空域内においてレーダー誘導を行っている大阪国際空港の到着経路とする。

4.8.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析（データリンク関連を除く。）

・費用

本 OI に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

b) 定量的効果の計測

本分析の対象である大阪国際空港への南方面からの到着機を、複数の特定期間から抽出した 6 日間の飛行計画から算出した。これらの到着機の飛行計画上の飛行距離と、レーダー誘導による実際の延伸距離（平均）から遅延時間を算出した。6 日間の総機数に対し、平均 1.99 分の遅延が発生（全対象機数の年間換算で 1,910 時間分）している。これらの遅延分の処理をレーダー誘導から効率性の高い速度調整により実施することで、燃料消費量及び CO2 排出量の軽減など運航効率性の向上が期待できる。

c) 定性的効果の整理

レーダー誘導の実施頻度が減少することによる管制負荷軽減とそれによる処理容量の増加が見込まれる。また、複数地点における時間管理の手法は、将来の 4DT 運用に必至な項目であることから、本 OI の導入は、将来のより詳細な軌道管理の実現を促進することを考慮する必要がある。

d) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.8.5. 国際動向

欧州：

AMAN（到着マネージャ）の航空路（空港から 200NM まで）への拡張を計画している。

米国：

ニューヨーク到着便等を対象に、時刻ベースのメタリングを行うためのツール（TMA）を導入している。

4.8.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・ 導入空域の検討（RTA など機上装備の展開状況も考慮。）、及び導入スケジュールの詳細検討
- ・ 管制運用方式の検討
- ・ 空域容量の管理に係る管制支援システム機能の要件検討

なお、必要となる研究開発は以下のとおり

- ・ 時刻ベースメタリング自動化ロジックの研究開発
- ・ 運用手法と HMI の開発
- ・ 軌道予測ツール、間隔付けツールの開発、評価

地上側及び機上側のメタリングツールの精度が運用に大きく影響する事等を考慮しながら、導入に向けた詳細な検討を進める。

4.8.7. ロードマップの変更の検討

各実施項目を 3 フェーズに変更する。（意志決定年次及び運用開始時期に変更はない。）

4.9. 0I-26 後方乱気流に起因する管制間隔の短縮

4.9.1. 運用コンセプト、システムの概要等

(1). 後方乱気流区分の見直し（RECAT）

後方乱気流区分の細分化および気象状況に応じた動的な設定を可能とする

ことで離着陸間隔の短縮を図る。

- フェーズ 1: 静的な 6 つの後方乱気流カテゴリーを導入する。
- フェーズ 2: 航空機型式毎の管制間隔を静的に定義する。
- フェーズ 3: 管制間隔を気象状況等に応じて動的に定義する。

(2). 風によるドリフトを予測した影響軽減による管制間隔の短縮

同一滑走路の出発機同士及び到着機同士の間隔設定のための誘導における所要の管制間隔の数値について、観測もしくは予測される後方乱気流のドリフト及び減衰に対応し、動的に調整して適用する。なお、動的な調整は、好ましい風の条件が 30 分もしくはそれ以上継続することが予測される場合に行われる。

なお、出発機同士については、到着機同士に比べ、管制官による間隔の調整が容易なことから、早期の導入を目指す。

(3). 後方乱気流の検出・予測による管制間隔の短縮

出発機並びに到着機からの実際の後方乱気流を検出・予測することにより、後続機に対して従来よりも短縮した管制間隔を適用する。

4.9.2. 導入計画案

現行判明している RECAT 案に基づき福岡及び関西国際の両空港における導入効果を検証したところ、フェーズ 1 及び 2 の導入による顕著な効果は認められなかった。これは、RECAT 方式による効果の有無は、導入空港の乗り入れている航空機型式の組み合わせに依存することに起因しているものと考えられる。また、両フェーズの導入効果の差異も認められなかった。そのため、特に本フェーズ 2 導入の際には、空港毎に型式組み合わせの精査及び導入効果を検証する必要がある。

なお、他の関連施策（時刻ベースメタリング、AMAN/DMAN 等）などの導入・改善を複合的に実施することにより、効果が出る可能性もあるため、今後、関連施策等との総合的な検討を進める必要がある。

(1). 後方乱気流区分の見直し (RECAT)

■フェーズ 1 及び 2 (2018 年～)

後方乱気流区分の見直し (RECAT) については、国際基準の制定年次により導入時期が前後する可能性はあるが、現時点では 2018 年からフェーズ 1 及び 2 を段階的に導入することを想定して詳細の検討を進める。後方乱気流のカテゴリーの増加、及び航空機型式毎の管制間隔の組み合わせ (ペアワイズ) に係る管制支援システム機能を活用する。

■フェーズ 3 (2022 年～)

国際基準の内容が不明確なため、実施内容を精査したのち、実施可否を検

討する。管制支援システムの機能要件を合わせて検討する。

(2). 風によるドリフトを予測した影響軽減による管制間隔の短縮

いずれも、実施に必要な運用要件、国際基準及び支援システムの開発が必要であるため、継続して検討を進める。現時点において、想定される実施内容は以下のとおり。

■初期段階

- ① 空港における地上風及び上空風（横風）の観測情報を用いて、出発機同士の管制間隔を短縮する。

■その後の展開

- ① 管制支援システム機能（風観測情報等により適用可能な管制間隔を算出）を利用して短縮した管制間隔を適用する。
- ② 風観測情報だけでなく地上風及び上空風（横風）の予測情報により、到着機同士、出発機と到着機の管制間隔を短縮する。

■長期的展開

- ① 空港近傍（2～3km）の後方乱気流を検出し、出発機同士の管制間隔を動的に設定する。
- ② 後方乱気流の検出範囲の拡大（10～15NM）及び予測により、到着機同士、出発機と到着機の間を動的に設定する。
- ③ 後方乱気流の検出・予測に基づき、影響を回避する到着経路で進入することで管制間隔を短縮する。

4.9.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

- 目標 2 航空交通量増大への対応
- － 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
 - 中間アウトカム 2-1-2 : 経路間隔／管制間隔等の短縮による高密度運航
 - － より短縮された管制間隔基準の設定

4.9.4. 費用対効果分析

4.9.4.1 考え方

RECAT フェーズ 1 及び 2 の導入に係る分析を行う。RECAT 方式の導入による効果として、到着機及び出発機の管制間隔の短縮による滑走路処理容量の増大（発着枠増）が考えられる。本分析においては、我が国の混雑空港のうち、滑走路運用形態が比較的シンプルな福岡空港及び関西国際空港（専用滑走路方式での運用を想定。）における効果を分析する。

4.9.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析

・費用

本 OI に係る管制支援システム機能の整備・維持費用に関しては、With/Without のいずれのケースに関わらず同一であることから費用は計上しない。

b) 定量的効果の計測

福岡及び関西の両空港の 1 日の発着データより乗り入れ航空機型式をそれぞれの後方乱気流区分（現行、RECAT フェーズ 1、フェーズ 2）に分類し、先行機－後続機の全組み合わせについて発生確率を計算して平均間隔を算出した。試算結果として特定型式の組み合わせ発生時において効果が認められた。

c) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。ただし、RECAT 方式は、空港によって導入効果に差が生じることが予測されることから、実際の導入に際しては、空港ごとに導入効果の検証を行い、効果の高い空港に対して導入を進めていくことが適当である。

4.9.5. 国際動向

ICAO :

■Module No. B0-WAKE: 後方乱気流間隔の最適化による滑走路スループットの増大（2013 年～）

後方乱気流間隔基準の最適化、航空機の後方乱気流カテゴリおよびプロシージャの見直しにより、出発および到着滑走路のスループットが改善される。

■Module No. B1-WAKE: 動的な後方乱気流間隔の適用による滑走路スループットの増大（2018 年～）

リアルタイムな後方乱気流ハザードの把握に基づき、後方乱気流間隔基準の動的な管理が行われ、出発および到着滑走路のスループットが改善される。

■Module No. B1-WAKE: 先進的な後方乱気流間隔（時間ベース）（2023 年～）

時刻ベースの航空機～航空機間の後方乱気流間隔基準の適用と、その基準の ANSP による適用を可能とするプロシージャの変更を行う。この運用は最も複雑なものであり、航空機のペア間に対し、現在の距離ベースではなく、時間ベースの間隔基準を設定し、後方乱気流カテゴリの再設定を行い時間ベースとするものである。これにより、滑走路占有時間の最小化を実現でき、滑走路のスループットの増大が実現される。

米国：

NextGen の運用改善「後方乱気流の影響軽減：出発 - 動的なウィンドプロシージャ」(2018 年以降運用開始) 及び「後方乱気流の影響軽減：到着 - 動的なウィンドプロシージャ」(2020 年以降運用開始)

4.9.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・管制方式規定の改正 (国際基準改正は 2014 年度以降を想定。)
- ・導入空港の詳細検討 (航空機型式組み合わせ、及び導入効果の検証)
- ・フェーズ 1 及び 2 に係る安全性評価実施の検討
- ・フェーズ 3 (RECAT) 以降の導入項目に係る研究開発・要件の検討

必要となる研究開発は以下のとおり

- ・後方乱気流の影響低減に関する研究
- ・後方乱気流の影響低減による管制間隔短縮に関する安全性評価

気象庁及び JAXA 等の研究機関と連携しながら、必要となる施設や装備を含め運用に向けた詳細な検討を実施していく。

4.9.7. ロードマップの変更の検討

変更の必要はない。

4.10. 0I-29-2 定型通信の自動化による処理能力の向上／管制承認 (航空路) 陸域 CPDLC

4.10.1. 運用コンセプト、システムの概要等

国内航空路空域 (陸域) における定型的な通信、タイムクリティカルでない指示や許可の伝達をデータリンク (CPDLC) により実施し、管制官の作業負荷とヒューマンエラーのリスクの軽減 (安全性の向上)、及び処理容量の拡大を図る。

本 0I においては、我が国の洋上空域におけるデータリンク運用との親和性、及び実施項目 (アプリケーション) の技術的な導入実現性を考慮し、ICAO 標準の FANS-1/A+(AOA) の適用を想定する。(なお、今後の技術開発状況により、ATN Baseline 2 等の将来技術の導入による高度化を検討予定。) また、導入計画の詳細検討においては、空域の高度分割 (0I-4) 導入スケジュールとの整合性を図りつつ、より導入効果の高いアプリケーションから展開する。

なお、現時点では本 0I 導入による機上装備機材の義務化は想定せず、今後の

導入効果や機上装備率などを勘案しつつ、必要に応じて検討する。

4.10.2. 導入計画案

巡航機が中心となる高高度から早期導入を図る。さらに、運航効率の向上、並びに管制通信の負荷軽減などの便益が見込める空域・アプリケーションから段階的に展開する。具体的には、高高度でのフリールーティング（OI-5）、CDO（OI-13）、及び通信の自動移管（処理容量の増加に寄与することが見込まれる。）などを早期に実施する。また、導入対象空域の詳細は、データリンクアンテナの覆域等を考慮して検討する。

陸域 CPDLC として実施する基本項目は以下のとおり。

- ① 通信移管指示
- ② DBC 指示
- ③ マイクロフォン・チェック
- ④ 経路指示
- ⑤ 高度指示
- ⑥ 速度指示

以上の基本項目を中心として、陸域 CPDLC に係る他の関連 OI を順次導入する。

- ① OI-3: 動的ターミナル空域の運用
- ② OI-5: 高高度でのフリールーティング
- ③ OI-13: 継続的な上昇・降下の実現
- ④ OI-16: 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化
- ⑤ OI-18: 初期的 CFDT による時間管理（FIX 通過時刻指示）
- ⑥ OI-19: 合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定（メタリング）

4.10.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

目標 1 安全性の向上 — 最終アウトカム 1-1 事故・インシデント件数の削減
中間アウトカム 1-1-3 : パイロット・管制官の負荷軽減等によるヒューマンエラーの防止

目標 2 航空交通量増大への対応 — 最終アウトカム 2-1 洋上空域・国内航空路・空港周辺空域・空港面における容量拡大
中間アウトカム 2-1-3 : 管制官等の負荷軽減

目標 5 航空保安業務の効率性の向上 — 最終アウトカム 5-1 航空保安業務の

効率性向上

中間アウトカム 5-1-1 : 管制官等の負荷軽減による効率化

陸域 CPDLC 実施アプリケーション及び導入スケジュール (案)

導入時期	平成33年(2021)頃～	平成38年(2026)頃～	平成39年(2027)以降
空域再編実施状況(想定)	※国内空域一部(①)において上下分離を想定	※国内全空域(①、②)において上下分離を想定	
適用空域区分	※上下分離空域において試行運用開始	※国内全空域への運用拡大	※使用メッセージの拡大
①高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・経路変更指示(UPR+DARPの段階的導入を含む OI-5)		
	・高度変更指示		
①低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)	・経路変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示
	・高度変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示	
②高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)	・経路変更指示 (UPR+DARPの段階的導入を含む OI-5)	
	・高度変更指示		
②低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)	・経路変更指示(メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示
	・高度変更指示(メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示	
<small>※ OI名の記載がない項目は全てOI-29-2関連 ※ 覆域を考慮した実施セクター等検討必要</small>			
<div style="border: 1px dashed red; display: inline-block; padding: 2px;">上下分離実施空域</div>			

4.10.4. 費用対効果分析

4.10.4.1 考え方

陸域 CPDLC は、いくつかの OI において利用することを想定している。そのため、本分析においては、陸域 CPDLC の導入及び維持に係る費用と、データリンク技術の導入により実現する関連 OI の便益の合算を比較する。

本 OI の導入時期に利用可能な通信技術、管制支援システム機能及び CPDLC 非

対応機との混在状況を考慮すると、極めて短時間に処理を完了する管制運用において適用することは困難であることから、比較的処理時間に余裕がある航空路の高高度空域における定型的な通信への導入から段階的に実施する。導入フェーズは、前項に挙げた運用スケジュールを想定とし、分析の対象は陸域 CPDLC が導入される高高度及び低高度空域の全セクターとする。本 OI 単独の便益である CPDLC 導入に伴う管制官のワークロードの軽減については、現状の管制作業負荷算出方式に基づいた対象セクターのワークロード平均値の減少状況を算出し、定量的効果として分析する。（これらは最終的には対象空域の交通容量の拡大（＝出発遅延の減少）が期待できる。）

4.10.4.2 個別分析結果

a) 費用便益分析

・費用

VHF データリンク（EN-14）導入による施策全体の整備及び維持に係る費用は、航空局のみならず、想定される通信事業者の費用も含めた。通常、航空局が整備する地上施設の耐用年数は 14 年としているが、本施策においては、COTS 品の利用を考慮して 7 年毎にハードリプレースが必要と想定した。通信維持費については、現在公表されている通信事業者の通信単価が変動しないものとして使用した。これらの条件に基づき、今年度に意志決定年次を迎えるデータリンク関連の全 OI の通信費を計上した。

以上に基づくデータリンク導入に係る整備費及び維持費（通信費を含む。）は、2021 年の運用開始から評価期間を 14 年間と想定した場合、2013 年現在価値で 3,944 百万円となる。（※詳細については通信アドホック報告書を参照。）

データリンクを使用可能な機材（FANS1/A+ AOA）の想定については、現行の装備率、及び 2025 年頃の装備率予測に基づき算出した。データリンク関連 OI が展開される 2025 年頃の本邦及び外国運送事業者の想定装備率は、各航空会社の機材整備方針により変動することが予想されるが、本分析においては 49%とした。なお、レトロフィットによる対応は行わないこととし、航空機側の関連装備コストは計上しない。

・便益

便益算出においては、データリンクの使用を想定する OI のうち、データリンクが必須となる以下の OI に関する便益を計上した。

① OI-5（高高度フリールーティング：フェーズ 2 及び 3）

本 OI のうち、データリンクを使用するフェーズ 2 及び 3 における便益は、

データリンクが導入される 2021 年からの評価期間を 14 年とした場合、2013 年現在価値で 5,384 百万円。

② 0I-13 (CDO : フェーズ 2)

本 0I のうち、データリンクを使用するフェーズ 2 における便益は、2021 年の運用開始からの評価期間を 14 年間とした場合、2013 年現在価値で 4,687 百万円。

以上の 2 項目の便益合算は 10,071 百万円となる。

2021 年のデータリンク関連 0I の運用開始から評価期間を 14 年間とした場合、2013 年現在の純現在価値 (NPV) は 6,127 百万円 (CBR=2.55) となる。

b) 定量的効果の計測

本 0I の導入により、対象セクターにおいて平均約 14%のワークロード値が軽減される。これにより、特に国内高高度空域の処理容量の拡大による関連出発機の遅延減少等の効果が期待できる。

2021 年時点 : 13.98%のワークロード減

2026 年時点 : 14.25%のワークロード減

2027 年時点 : 14.45%のワークロード減

c) 定性的効果の整理

本 0I の導入により、管制官とパイロットがデータリンク (文字情報) により通信することにより、音声通信において発生している「言い間違い」や「聞き間違い」が 0 (ゼロ) となり、管制通信に起因するヒューマンエラー防止による安全性の向上に多大な効果をもたらす。また、複雑かつ長大な軌道情報を確実かつ迅速に伝達する運用が導入されることから、将来の 4DT 実現に必須な基礎的技術を確立することが可能となる。

さらに、データリンクの使用を前提とする以下の関連 0I に係る定性的効果が挙げられる。

・ 0I-3 (動的ターミナル : フェーズ 2)

4.1.4.2 b) 参照。

・ 0I-5 (高高度フリールーティング : フェーズ 2 及び 3)

4.3.4.2 b) 参照。

・ 0I-13 (CDO : フェーズ 2)

4.5.4.2 b) 参照。

d) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.10.5. 国際動向

ICAO :

■Module Number B0-TB0: 航空路におけるデータリンクによる安全性と効率性の改善

ブロック 0 は、管制データリンク運用の第一段階の実施について述べている。これらには、洋上空域における ADS-C 及び CPDLC が含まれている。データリンク運用における ICAO グローバル ATM コンセプトの重要な到達点は、全世界における適用技術及び運用の協調的な導入にあり、これらはブロック 1 を通じて実施されるものである。詳細の実施項目としては、洋上における ADS-C、陸域 CPDLC の地域的な導入を図るものである。

欧州 :

英国 NATS において、FANS1/A を使用した ADS-C 及び CPDLC を洋上空域に導入することによる短縮管制間隔を実現している。また、FL285 以上の 32 の FIR において、ATN/B1 による初期的な陸域 CPDLC を導入している。

米国 :

2014 年から国内空域において、FANS1/A+を使用した DCL を実施している。今後、段階的に航空路空域への展開を予定している。

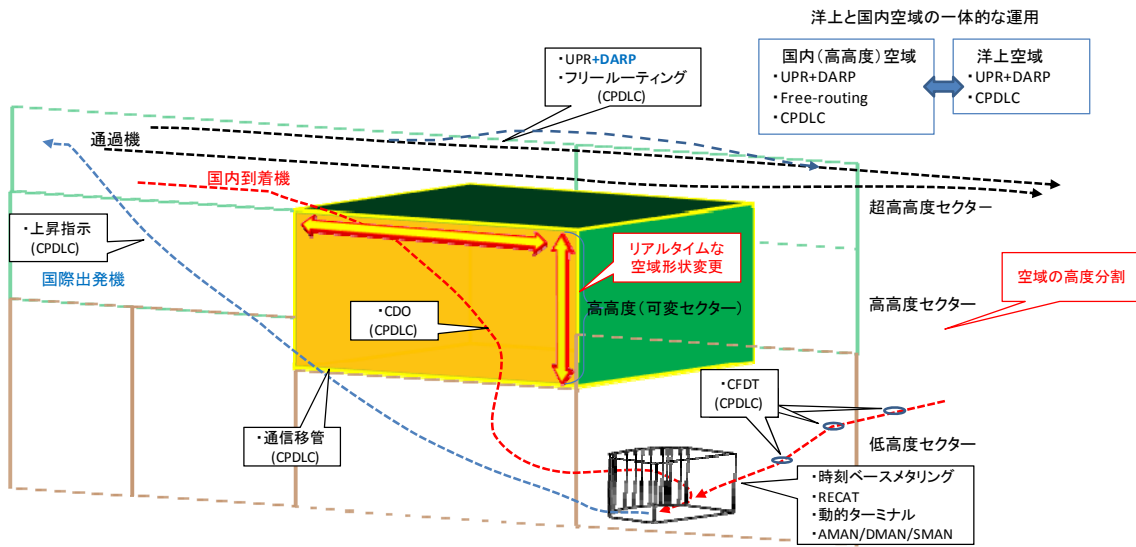
4.10.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・ 導入空域、及び導入スケジュールの詳細検討
- ・ 管制運用方式の検討
- ・ 通信手順の検討
- ・ 管制支援システム機能の詳細設定及び運用方式の検討

4.10.7. ロードマップの変更の検討

変更の必要はない。

【各 OI 導入イメージ】



4. 11. EN-1 情報処理システムの高度化

4. 11. 1. 運用コンセプト、システムの概要等

今年度、検討対象となる管制支援システムの機能は以下のとおり。(①～⑫。⑬は意志決定年次対象外のため参考で掲載。) 以下に掲げる機能は、統合管制情報処理システムに実装予定のものが含まれる。(下線は本年度意志決定年次関連の機能を示す。)

① 上昇・降下最適プロファイル算出 (O1-13)

CDO 及び CCO の実施前に、最適な運航効率となる 3 次元の飛行経路を算出する機能

② 時刻ベースメタリング (O1-19)

空港容量・空域容量の最大限の活用を図るため、戦略的な交通管理、メタリングフィックスにおける通過時刻を算出する機能

③ 空域・交通量のシミュレーション (O1-3, 6)

動的ターミナル空域 (O1-3) 及びリアルタイムの空域形状変更 (O1-6) の実現のため、最適な交通容量となる空域形状及び設定時間帯の算出を可能とするシミュレーション機能

④ 空域の柔軟運用に対応した交通量予測及び運用支援 (O1-3, 6)

0I-3 及び 0I-6 に係るシミュレーション機能（前④項参照）を活用し、各空域の交通量予測、及び空域の柔軟運用を支援する機能

⑤ 高精度の時間管理（0I-16, 18）

（複数地点を含む）CFDT の算出、及び航空機への時刻指定を行う運用を支援する機能

⑥ RECAT 管制間隔の判別機能（0I-26）

RECAT フェーズ 1 及び 2 を実施するために必要な航空機型式に応じた後方乱気流区分の設定、及び当該設定に対応した航空機間の管制間隔を判別する機能。

No.	支援機能名称	関連OI	関連システム						備考
			ATM	TEPS	TAPS	TOPS	ICAP	FACE	
①	上昇・降下最適プロファイル算出	0I-13		◎		◎	◎	◎	
②	時刻ベースメタリング	0I-19	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
③	空域・交通量のシミュレーション	0I-1, 3, 6	○				○	○	
④	空域の柔軟運用に対応した交通量予測及び運用支援	0I-3, 6	◎					◎	
⑤	高精度の時間管理	0I-16, 18	○	○	○	○	○	○	
⑥	RECAT管制間隔の判別機能	0I-26		○	○		○	○	
凡例：○・・統合システム整備(2017-2019)									
◎・・統合+次期以降整備(2017-)									

4.11.2. 導入計画案

各項目の統合及び次期システムにおける導入予定時期は以下のとおり。（各機能の実装時期は関連 OI の運用開始時期となる。）

① 上昇・降下最適プロファイル算出（0I-13）

導入予定時期：2019 年（統合）、2025 年（次期）

② 時刻ベースメタリング（0I-19）

導入予定時期：2019 年（統合）、2025 年（次期）

③ 空域・交通量のシミュレーション（0I-3, 6）

導入予定時期：2019 年（統合）

④ 空域の柔軟運用に対応した交通量予測及び運用支援（0I-3, 6）

導入予定時期：2019 年（統合）、2025 年（次期）

⑤ 高精度の時間管理（0I-16, 18）

導入予定時期：2019 年（統合）

⑥ RECAT 管制間隔の判別機能（0I-26）

導入予定時期：2018 年（統合）

4.11.3. 長期ビジョンの目標への寄与度

関連 OI と同様のため省略

4.11.4. 費用対効果分析

統合システムに係る新たな費用を計上しない。

なお、次期システム関連（①、②、④の性能向上）については、関連 OI の導入意志決定年次に合わせて実施する。

4.11.5. 国際動向

関連 OI と同様のため省略

4.11.6. 導入計画を実行するための作業工程

- ・各機能詳細の検討
- ・各機能に係る運用方式詳細の検討

4.11.7. ロードマップの変更の検討

関連 OI と同様のため省略

4.12. EN-9-2 ブラインドエリア等における監視能力の向上・WAM（航空路）

4.12.1. 運用コンセプト、システムの概要等

現在の航空路レーダーが、二重又は三重以上に重複した覆域において、その SSR の一部を WAM に置き換え、監視精度及び頻度の向上、異種冗長性による信頼性の向上を図る。また、レーダーサイト上空サイレントコーン（電波無感帯）等のブライドエリアの解消を図る。

4.12.2. 導入計画案

SSR のみを使用している現行の航空路レーダー覆域の重複状況を精査し、具体的な WAM の設置計画を検討する。PSR が併設され、単純な置き換えが困難な空港レーダーへの導入は今後検討する。

4.12.3. 費用対効果分析

4.12.3.1 考え方

WAM 整備を行った場合を with ケース、整備しない場合（既存 SSR 更新）を

without ケースと設定する。ただし、本施策においては、with/without のいずれも便益差は発生しないことから、便益算出は行わず両者の費用による比較を行う。また、定性的効果について別途検討する。

4.12.3.2 個別分析結果

a) 整備費削減効果

With ケースが 17,471 百万円、without ケースが 22,118 百万円となり、WAM 整備により約 46 億円の削減が可能となる。

b) 定性的効果

航空路 WAM は、その技術特性上、特にサイトから遠距離において SSR よりも精度が高い。また、現行 SSR は約 10 秒に一回の位置更新頻度であるが、WAM は、約 1 秒と更新頻度が高い。これら航空機に係る監視精度の強化による安全性の向上が期待出来る。

c) 総合評価

費用に見合った効果が得られると評価できる。

4.12.4. 国際動向

欧州：

ドイツ・フランクフルト空港、英国・ヒースロー空港、オーストリア国・インスブルック空港、チェコ全土において運用中。(評価運用を含む。)

米国：

米国コロラド州において航空路用又は空港 WAM を運用中。(評価運用を含む。)

4.12.5. 導入計画を実行するための作業工程

次年度以降、詳細導入計画を策定予定。

4.12.6. ロードマップの変更の検討

変更の必要はない。

4.13. EN-14 VHF データリンク・FANS-1/A+ (POA/Mode2)

4.13.1. 運用コンセプト、システムの概要等

今年度、検討対象となる整備システム

陸域 CPDLC (0I-29-2)、及びデータリンクを使用する関連施策 (0I-3, 5, 13, 16, 19) を実現するための通信機能に係るシステムを構築する。本施策の導入に際しては、我が国における現在の VHF データリンク運用実態を考慮しつつ、国際基準等に準拠した通信性能を確保することにより、各施策の導入を図る。

4. 13. 2. 導入計画案

0I-29-2 と同様のため省略

4. 13. 3. 費用対効果分析

4. 13. 3. 1 考え方

本 EN の導入に必要な費用算出を行い、当該費用と関連 0I の合算便益により費用便益分析を行い、0I-29-2 に費用対効果分析に反映させる。

なお、当該費用には、データリンク関連機器 (管制支援システムを除く。) に係る整備費、及び関連 0I 実施項目を含む通信費用等の維持費を計上する。なお、整備・維持費には、想定される通信事業者の整備内容 (通信サイト増設、空中線などのシステム冗長化等) を含む。通信費用は、将来の機材装備率、交通需要予測、及び関連 0I の実施に伴う通信量を考慮して算出する。

(費用詳細は、4. 10. 4. 2、及び通信アドホック報告書を参照。)

4. 13. 4. 国際動向

0I-29-2 と同様のため省略

4. 13. 5. 導入計画を実行するための作業工程

次年度以降、詳細導入計画を策定予定。

4. 13. 6. ロードマップの変更の検討

0I-29-2 と同様のため省略

5. 意思決定後の施策の導入準備状況等

5. 1. 0I-1 可変セクターの運用

5. 1. 1. 導入計画の概要

現在の航空交通管理において、航空路空域の航空交通流及び航空交通量が管

制処理容量の限度を超えることが予測される場合、航空交通管理センターは主に航空機の飛行する時刻や経路等を制御することにより処理容量の超過を回避している。

本施策では、個々の航空機の運航を制御することによらず、あらかじめ固定的な空域を設定することにより、航空交通流が集中するセクター形状を変更し、隣接するセクターで当該セクターの一部の航空交通を受け持つことで管制機関の潜在的処理容量を最大限に活用し、管制作業負荷の均等化を図り、もって恒常的な混雑セクターの交通流制御の実施を抑制する。

5.1.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

様々な経路構成及び固定的な空域形状の組み合わせにより変化する管制作業負荷の比率をコンピューターシミュレーションにより算出し、混雑セクターと隣接セクターの管制作業負荷の均等化が図られる最適な空域構成が選定可能となるよう検討を進めている。平成25年度においては、一部の航空機の経路を変更するという、より影響の少ない施策により、混雑セクターの交通流制御の実施を抑制する目的が達成されている。交通集中の状況等を注視しつつ、引き続き導入について検討することとしている。

5.1.3. 国際動向

欧州 SESAR の運用改善「柔軟なセクター変更」として既に導入が進んでいる。

5.1.4. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

変更の必要はない。

5.1.5. 次年度の予定

引き続き、交通集中等の混雑が予見される対象空域（セクター）について、当該 OI 導入の効果等を検証しつつ、実運用に適用するために必要な処理手順を検討する予定である。

5.2. 訓練空域の動的管理

5.2.1. 導入計画の概要

訓練空域の管理手法を高度化することにより、防衛省や米軍の訓練空域を動的かつ効率的に運用する。具体的には、訓練に必要となる空域の形状や時間帯等を踏まえ、民間機の交通流を考慮したシミュレーションを行い、訓練空域使用計画と民間機の飛行計画の双方のニーズを満足する調整を行うとともに、訓

練空域の使用状況をリアルタイムに管理する。

5.2.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

2014年度に、管制支援システム機能を導入予定である。初期的運用を実施する対象空域の選定、防衛省及び米軍との調整方式の詳細を検討する。

5.2.3. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

変更の必要はない。

5.3.4. 次年度の予定

2014年度中の運用開始に向けて、具体的な対象空域の選定及び調整方式の詳細を検討する。

5.3. 0I-18 初期的 CFDT による時間管理

5.3.1. 導入計画の概要

飛行中の航空機に対して飛行経路上の通過地点の時刻を調節することで、計画的な交通流形成を行い、交通量の集中を回避する。当初は、国内空域を飛行する混雑空港到着機を対象として運用を開始し、その後、洋上空域を飛行する航空機や隣接 FIR に出域する航空機を対象を段階的に拡大する。

5.3.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

本施策の導入においては、管制支援システムの CFDT 算出精度、運用に伴う管制官及びパイロットの負荷等を評価するため段階的に展開を図ることとしている。2011年8月25日から国内空域を飛行する東京国際空港到着機を対象として試行運用を開始した。

現在、試行運用の評価を実施するとともに、成田国際空港到着機を対象としたトライアルを2013年度に実施しパラメータ等の調整をした。

なお、本施策に係る具体的な展開計画の策定、運用方式の検討、評価の実施等は、航空局、航空会社、気象庁、防衛省等の関係者で構成される航空交通管理業務検討委員会等において行われている。

5.3.3. 国際動向

欧州：

SARA (Speed and Route Advice)

2009年、アムステルダム空港到着機を対象としてエンルート空域（マースト

リヒト UAC 及びアムステルダム ACC) からターミナル空域への入域時刻を調節する試行運用を開始した。地上の SARA システムは管理地点の進入予定時刻及び推奨速度を算出し、管制官が当該速度を航空機に通知する。試行運用の結果、ターミナル空域における飛行距離の短縮、水平飛行距離の減少が確認されている。

米国：

TMA (Traffic Management Advisor)

ニューヨーク空港等の到着機を対象に、時刻ベースのメタリングを行うためのツール (TMA) が導入されている。ここでは、CFDT で取り扱うトラフィックボリュームからの時刻算出だけでなく、個々の航空機 (方面が異なる航空機も含む) の関係を踏まえたメタリングが行われている。

5.3.4. 他の施策との関係

本施策は合流する交通流に係る時刻の調節を行うものであるが、その発展形の施策である「0I-16 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化」においては、交差する交通流に対して複数地点で CFDT を適用可能とすることで、これまで以上に緻密かつ効果的に交通量の集中を解消可能とする。

また、出発・到着機に係る運航効率の向上に寄与する「0I-13 継続的な上昇・降下の実現」、出発・地上走行・到着の各フェーズのスケジューリング等により空港面運用の効率化を図る「0I-23 空港面運用の効率化」、空港到着機に係る間隔設定を効率的に行うための「0I-19 合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定 (メタリング)」等の施策を密に連携して展開を図ることで、出発から到着までの全体について一貫性のある飛行を実現することができる。

5.3.5. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

変更の必要はない。

5.3.6. 次年度の予定

平成 26 年 2 月 (予定) に関連システムの性能向上が行われ、さらに CFDT 算出タイミングの変更等による精度向上を目指すこととしている。これにより、引き続き、羽田及び成田空港のトライアルを進めることとする。

5.4. 0I-23 空港面運用の効率化

5.4.1. 導入計画の概要

混雑空港において、出発、到着、地上走行の各飛行フェーズのスケジューリ

ングにより交通流を管理し、空港容量の最大活用を行うことで、飛行場面における滞留等を回避する。

初期段階においては、スポットアウト時刻の最適化を主体として運用を開始し、その後、スケジューリングツール（AMAN、DMAN、SMAN）の導入により運用を高度化する。最終的には、空港運用全体の効率化を目指す。

5.4.2. 導入計画・作業工程の進捗状況

東京国際空港における協調的運用を目的としたシステムを導入し、平成25年2月から、Step2運用を開始し、算出される時刻等について評価運用を行っている。なお、本施策に係る具体的な展開計画の策定、運用方式の検討、評価の実施等は、航空局及び関連航空会社で構成される「空港における協調的運用に関するWG」において行われる。

5.4.3. 国際動向

欧米では、増大する交通量に対処するため、地上交通の運用・管理を含む空港全体の運用を効率的に実施する協調的運用（空港 CDM）が多くの空港で導入されている。当該運用においては、関係者から提供される情報を共有した上で、事前の出発順位付け、到着・出発管理の統合等により、走行時間や滑走路手前での待機を抑制する取組みが行われている。

5.4.4. 他の施策との関係

本施策は空港及び周辺空域の交通流の効率化を図るものであり、出発・到着機に係る運航効率の向上に寄与する「0I-13 継続的な上昇・降下の実現」、空港到着機に係る間隔設定を効率的に行うための「0I-19 合流地点における時刻ベースの順位付け、間隔設定（メタリング）」等の施策との連携が重要である。また、「0I-18 初期的 CFDT による時間管理」や「0I-16 軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化」との連携により、さらに広範囲で時刻に基づく交通量の調節が可能となる。

5.4.5. ロードマップ・導入計画等の変更の検討

変更の必要はない。

5.4.6. 次年度の予定

平成27年上半年期に、羽田国際空港における試行運用の拡大を行う予定である。

スケジューリングツールを利用した運用（DMAN/AMAN/SMAN）については、2014年度に意思決定する予定である。さらに、SWIM 環境の構築も視野に入れた空港

CDM の導入について具体的な検討を進める。

6. 次年度の検討計画

別表参照

7. 次々年度以降の検討計画

別表参照

【添付資料】

- ・ 別表: CARATS ATM 検討 WG 検討 WG 検討計画
- ・ ロードマップ修正提案
- ・ 費用対効果分析結果のまとめ (01-3, 4, 5, 6, 13, 16, 19, 26, 29-2, EN-9-2)
- ・ 平成 25 年度 CARATS ATM 検討 WG
意志決定年次施策概要及び費用対効果分析 報告
- ・ 平成 25 年度 CARATS-ATM 検討 WG 軌道ベース運用検討アドホック会合 報告
- ・ 平成 25 年度 通信アドホック会合 ATM 検討 WG 報告書 概要報告書

OI-3 の費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-3	動的ターミナル空域の運用	
2. 分析対象		東京国際空港への南方面からの到着経路		
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	10年（フェーズ1：2019年～2028年）		
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	段階	項目	計測方法の概要
		フェーズ1（2019年～）	航空機の消費燃料削減	飛行経路の延伸を考慮して設定している入域フィックス周辺の到着経路を、原則として最短経路に設定することが可能となることを効果として計上する。飛行経路長の差を基に飛行時間を算出し、“Standard Inputs for EUROCONTROL Cost Benefit Analyses”に記載のB737-800の搭載燃料データ（到着2,187kg/h、出発2,572kg/h）を使用して削減される燃料量を算出する。削減される燃料量に「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。
				飛行計画上の経路長が短縮されることにより、搭載燃料が抑制可能となる効果として、1時間あたり重量の4%の燃料が必要となる想定のもと、飛行時間短縮により削減される消費燃料の4%に飛行時間を乗じた量の燃料が追加で削減可能となるとし、便益を算出する。
			CO2排出量削減	「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりのCO2発生量に基づき上記の燃料消費量からCO2排出量を計算し金額換算を行う。
			旅客の時間損失の回避	短縮された飛行時間に国内便の平均旅客数と「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値（3,148円/時間）を乗じることにより便益を算出する。
	航空機の運航経費損失の回避	短縮された飛行時間に平均直接運航経費（4,925円/分）を乗じることにより算出する。		
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要	
		なし	—	
	3.4 結果及び感度分析			便益の現在価値(NPV)
結果（評価期間10年）		1,065百万円		
感度分析		需要予測 上位ケース	1,080百万円	
		下位ケース	1,044百万円	
結果（評価期間5年）		574百万円		
感度分析		需要予測 上位ケース	581百万円	
		下位ケース	566百万円	
結果（評価期間15年）		1,483百万円		
感度分析	需要予測 上位ケース	1,510百万円		
	下位ケース	1,448百万円		

		結果（評価期間 20 年）	1,837 百万円
	感度分析	需要予測 上位ケース	1,873 百万円
		下位ケース	1,789 百万円
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果
	なし	—	—
5. 定性的効果の整理	項目	内容	
	柔軟な経路設定による効率の運航の実現	より柔軟かつ最適なゲート設定が可能となり、悪天エリアの発生位置に関わらない効果的な運用が可能となる。	
	管制作業負荷軽減効果	レーダー誘導による指示を直行指示に置き換えられることにより管制作業負荷が軽減される。	
	安全性向上効果	データリンクの活用によりヒューマンエラーのリスクの軽減が図られる。	
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。		
7. 備考	データリンクに係る整備・通信費用は 01-29-2 の分析において一括して計上する。		

OI-4 費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-4	空域の高度分割																						
2. 分析対象		国内航空路セクターを飛行する航空機																							
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	10年(2020年～2029年)																							
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要																						
		なし	-																						
		なし	-																						
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要																						
		なし	-																						
	3.4 結果及び感度分析	便益の現在価値(NPV)																							
結果(評価期間10年)		-																							
結果(評価期間5年)		-																							
結果(評価期間15年)		-																							
結果(評価期間20年)		-																							
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果																						
	管制作業負荷の軽減	将来の作業負荷の値を各セクタの取扱航空機を想定することにより算出を行った。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>2011</th> <th>2020</th> <th>2025</th> <th>2031</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>需要予測機数(千機)</td> <td>1300</td> <td>1550</td> <td>1660</td> <td>1810</td> </tr> <tr> <td>平均作業負荷値(分離後)</td> <td>-----</td> <td>70.9%</td> <td>76.7%</td> <td>87.5%</td> </tr> <tr> <td>平均作業負荷値(現行)</td> <td>70.3%</td> <td>82.1%</td> <td>88.4%</td> <td>101.5%</td> </tr> </tbody> </table>				年	2011	2020	2025	2031	需要予測機数(千機)	1300	1550	1660	1810	平均作業負荷値(分離後)	-----	70.9%	76.7%	87.5%	平均作業負荷値(現行)	70.3%	82.1%	88.4%
年	2011	2020	2025	2031																					
需要予測機数(千機)	1300	1550	1660	1810																					
平均作業負荷値(分離後)	-----	70.9%	76.7%	87.5%																					
平均作業負荷値(現行)	70.3%	82.1%	88.4%	101.5%																					
5. 定性的効果の整理	項目	内容																							
	柔軟な経路設定による効率的運航の実現	高高度においては、固定的な空港の出発・到着経路が主となる低高度と分離することにより、より経路運用の自由度が高まり、フリールーティングなど高効率な経路運用の導入が実現可能となる。																							
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。																								
7. 備考	-																								

OI-5 の費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-5	高高度のフリールーティング	
2. 分析対象		洋上空域を除く国内線飛行航空機		
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	14年 (2021年～2034年)		
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	段階	項目	計測方法の概要
		フェーズ1 (2021年～)	航空機の消費燃料削減	FL375以上の高高度空域においてフリールーティングが導入された場合の短縮経路長を算出する。各航空機に対して“Standard Inputs for EUROCONTROL Cost Benefit Analyses”に記載の搭載燃料データを使用して削減される燃料量を算出する。削減される燃料量に「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。 飛行計画上の経路長が短縮されることにより、搭載燃料が抑制可能となる効果として、1時間あたり重量の4%の燃料が必要となる想定のもと、飛行時間短縮により削減される消費燃料の4%に飛行時間を乗じた量の燃料が追加で削減可能となるとし、便益を算出する。
			CO2排出量削減	「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりのCO2発生量に基づき上記の燃料消費量からCO2排出量を計算し金額換算を行う。
			旅客の時間損失の回避	短縮された飛行時間に国際便・国内便別の平均旅客数と「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値(3,148円/時間)を乗じることにより便益を算出する。
			航空機の運航経費損失の回避	短縮された飛行時間に平均直接運航経費(4,925[円/分])を乗じることにより算出する。
		フェーズ2 (2025年～)	航空機の消費燃料削減	FL335以上の高高度空域においてフリールーティングが導入された場合の短縮経路長を算出する。各航空機に対して“Standard Inputs for EUROCONTROL Cost Benefit Analyses”に記載の搭載燃料データを使用して削減される燃料量を算出する。削減される燃料量に「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。 飛行計画上の経路長が短縮されることにより、搭載燃料が抑制可能となる効果として、1時間あたり重量の4%の燃料が必要となる想定のもと、飛行時間短縮により削減される消費燃料の4%に飛行時間を乗じた量の燃料が追加で削減可能となるとし、便益を算出する。
			CO2排出量削減	「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりのCO2発生量に基づき上記の燃料消費量からCO2排出量を計算し金額換算を行う。
			旅客の時間損失の回避	短縮された飛行時間に国際便・国内便別の平均旅客数と「CARATS費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値(3,148円/時間)を乗じることにより便益を算出する。

		航空機の運航経費損失の回避	短縮された飛行時間に平均直接運航経費（4,925 [円/分]）を乗じることにより算出する。	
	フェーズ3 (2026年～)	航空機の消費燃料削減	高高度空域においてフリールーティングが導入された場合の短縮経路長を算出する。IPACG/38-IP21 に記載の DARP のトライアルデータに基づき燃料削減量は飛行距離 1 NM あたり 0.08lbs と推定し、削減される燃料量を算出する。削減される燃料量に「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。	
		CO2 排出量削減	「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりの CO2 発生量に基づき上記の燃料消費量から CO2 排出量を計算し金額換算を行う。	
		旅客の時間損失の回避	IPACG/38-IP21 に記載の DARP のトライアルデータに基づき短縮可能時間を飛行距離 1 NM あたり 2.6×10^{-4} 分と推定し短縮時間を算出する。短縮された飛行時間に国際便・国内便別の平均旅客数と「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値（3,148 円/時間）を乗じることにより便益を算出する。	
		航空機の運航経費損失の回避	短縮された飛行時間に平均直接運航経費（4,925 [円/分]）を乗じることにより算出する。	
3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
	なし	-		
3.4 結果及び感度分析			便益の現在価値 (NPV)	
	結果 (評価期間 10 年)		7,537 百万円	
	感度分析	需要予測	上位ケース	7,838 百万円
			下位ケース	7,159 百万円
		装備率	+10%	8,099 百万円
			-10%	6,332 百万円
	結果 (評価期間 5 年)		2,675 百万円	
	感度分析	需要予測	上位ケース	2,756 百万円
			下位ケース	2,572 百万円
		装備率	+10%	2,751 百万円
			-10%	2,600 百万円
結果 (評価期間 15 年)		12,856 百万円		
感度分析	需要予測	上位ケース	13,460 百万円	
		下位ケース	12,115 百万円	
	装備率	+10%	13,950 百万円	
		-10%	10,415 百万円	
結果 (評価期間 20 年)		18,111 百万円		

		感度分析	需要予測 上位ケース	19,019 百万円
			下位ケース	17,015 百万円
			装備率 +10%	19,726 百万円
			-10%	14,450 百万円
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果	
	なし	—	—	
5. 定性的効果の整理	項目	内容		
	管制作業負荷軽減効果	データリンク導入により管制移管時等に発生する定型通信が自動化され、管制作業負荷が軽減される。		
	安全性向上効果	作業の一部自動化に伴い、ヒューマンエラーのリスクの軽減が図られる。		
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。			
7. 備考	データリンクに係る整備・通信費用は 0I-29-2 に一括して計上されるため、3.4 項は本 0I 実施による便益のみを示す。			

OI-6に関する費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-6	リアルタイムの空域形状変更				
2. 分析対象		フェーズ1：対空席を2席に分割した運用 フェーズ2：航空路セクター（東京管制部管轄空域のみを対象）の境界変更					
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	10年（2020年～2029年）					
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	段階	項目	計測方法の概要			
		フェーズ2（2020年～）	旅客の時間損失の回避	東京管制部管轄空域を対象に、動的セクター運用により容量超過セクターのトラフィックを隣接セクターが一部受け持つことを想定し、これにより回避される交通流制御の効果をATFM遅延抑制効果として算出。 本施策の導入により制御が回避されると予想される機数に、平均ATFM遅延（2008年実績で10.95分）を乗じ、国内便の平均旅客数と「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値（3,148円/時間）を乗じることによって便益を算出する。			
	航空機の運航経費損失の回避		回避された総ATFM遅延時間に平均直接運航経費（4,925[円/分]）を乗じることにより算出する。				
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要				
		次期ATM機能追加コスト	次期ATMシステムへの機能追加の必要があり、ソフトウェアの想定開発コストを計上する。（10年後、20年後の更新時にも同額の開発費を計上（本来は更新分は新規開発ではないため減少することが予想される。））				
	3.4 結果及び感度分析				費用便益比 (CBR)	純現在価値 (NPV)	経済的內部収益率 (EIRR)
		結果（評価期間10年）			2.14	628百万円	19%
感度分析		整備費	+10%	1.95	573百万円	17%	
			-10%	2.38	683百万円	21%	
結果（評価期間5年）			0.98	-7百万円	4%		
感度分析		整備費	+10%	0.89	-40百万円	2%	
			-10%	1.09	26百万円	6%	
結果（評価期間15年）			5.12	2,270百万円	25%		
感度分析	整備費	+10%	4.65	2,214百万円	24%		
		-10%	5.69	2,325百万円	27%		
結果（評価期間20年）			7.74	4,726百万円	27%		
感度分析	整備費	+10%	7.04	4,656百万円	26%		
		-10%	8.60	4,796百万円	28%		

4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果
	なし	—	—
5. 定性的効果の整理	項目	内容	
	管制作業負荷軽減効果	便益、定量化効果の検証を実施していないフェーズ1においても、混雑時におけるセクター内対空席分割によるワークロード軽減による容量増が実現される。(整備中の管制支援システムにより実現されるため、費用についてはWithケース、Withoutケースとも変わらない。)	
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。		
7. 備考	<ul style="list-style-type: none"> • 空域の高度分割によるワークロード軽減効果は織り込んだ上で、将来のセクターワークロードの数値は割り引いて計算。 • 分析対象は混雑が想定される東京管制部管轄空域のみであるため、その他のエリアにおいて発生する効果は計上されていない。(費用については全て計上) • 評価期間5年(2020年～2024年)の場合、空域の高度分割の効果により需要増に概ね対応できており、動的セクターによるさらなる効果は小さいため、B/Cが1を下回っている(ただし東京管制部以外のエリアでの効果を考慮せず)が、その後容量が限界を超えるため、評価期間10年以上の場合、大きなB/Cの値が得られている。 		

OI-13に関する費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-13	継続的な上昇・降下の実現		
2. 分析対象		洋上空域からの入域便を除く国内線主要空港（羽田、成田、新千歳、中部、関西、那覇）到着機			
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	10年（2021年～2030年）			
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
		航空機の消費燃料削減	<ul style="list-style-type: none"> 各年に想定される陸域 CDO 実施便数に対して、燃料削減量を乗じることにより算出する。 削減される燃料量に「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることによって便益を算出する。 		
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
		なし	—		
	3.4 結果及び感度分析			便益の現在価値（NPV）	
		結果（評価期間 10 年）		3,265 百万円	
		感度分析	需要予測	上位ケース	3,533 百万円
				下位ケース	2,363 百万円
			装備率	+10%	3,591 百万円
-10%				2,228 百万円	
結果（評価期間 5 年）		1,545 百万円			
感度分析		需要予測	上位ケース	1,657 百万円	
			下位ケース	1,077 百万円	
		装備率	+10%	1,700 百万円	
			-10%	1,001 百万円	
結果（評価期間 15 年）		5,045 百万円			
感度分析		需要予測	上位ケース	5,507 百万円	
			下位ケース	3,730 百万円	
	装備率	+10%	5,549 百万円		
		-10%	3,564 百万円		
結果（評価期間 20 年）		6,808 百万円			
感度分析	需要予測	上位ケース	7,476 百万円		
		下位ケース	5,101 百万円		
	装備率	+10%	7,488 百万円		
		-10%	4,936 百万円		

4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果
	なし	—	—
5. 定性的効果の整理	項目	内容	
	騒音抑制効果	従来方式ではステップダウン時に生じる騒音そのものを抑制することが可能となる。	
	飛行時間短縮効果	低高度を低速度で飛行する時間が短縮されることから、飛行時間の短縮が期待される。	
	CCO の導入前準備としての効果	将来的に上昇フェーズにおける CCO についても本施策の延長上で実現可能となり、効果の増大が期待される。	
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。		
7. 備考	データリンクに係る整備・通信費用は 01-29-2 に一括して計上されるため、3.4 項は本 01 実施による便益のみを示す。		

OI-16に関する費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-16	軌道情報を用いた複数地点におけるCFDT	
2. 分析対象		東京国際空港南方面到着機		
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	
		なし	貨幣価値換算は実施しない。ただし、レーダー誘導による距離延伸による遅延処理が速度調整等による遅延処理に代替可能となる時間（および距離）についての定量的効果を提示する。	
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要	
なし		-		
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果	
	レーダー誘導による距離延伸による遅延処理が速度調整等による遅延処理に代替可能となる時間（および距離）	2012年～2013年の東京国際空港への西方面からの到着機の実績データ（6日分）を使用し、飛行計画経路長とレーダー誘導による実際の飛行軌道長を比較して、算出された平均距離から処理すべき遅延時間を算出。	6日間の2,301機に対し、平均0.69分の遅延が発生していることが把握された。本施策により、年間換算で1,610時間分の遅延処理をレーダー誘導から速度調整等の運航効率上で効果的な手法により実現できる可能性がある。	
5. 定性的効果の整理	項目	内容		
	管制作業負荷軽減効果	レーダー誘導を行わないことにより管制作業負荷が軽減される。		
	将来の4DT導入に向けた準備	複数地点における時間管理の手法は、4DT運用に必須な項目であり、将来のより詳細な軌道管理の実現を促進する効果がある。		
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。			
7. 備考	-			

OI-19に関する費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-19	合流地点における時刻ベースの順序付け	
2. 分析対象		フェーズ1：大阪国際空港到着機		
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	
		なし	貨幣価値換算は実施しない。ただし、レーダー誘導による距離延伸による遅延処理が速度調整等による遅延処理に代替可能となる時間（および距離）についての定量的効果を提示する。	
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要	
なし		-		
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要	結果	
	レーダー誘導による距離延伸による遅延処理が速度調整等による遅延処理に代替可能となる時間（および距離）	2012年～2013年の大阪空港への到着機の実績データ（6日分）を使用し、飛行計画経路長とレーダー誘導による実際の飛行軌道長を比較して、算出された平均距離から処理すべき遅延時間を算出。	6日間の947機に対し、平均1.99分の遅延が発生していることが把握された。本施策により、年間換算で1,910時間分の遅延処理をレーダー誘導から速度調整等の運航効率上で効果的な手法により実現できる可能性がある。	
5. 定性的効果の整理	項目	内容		
	管制作業負荷軽減効果	レーダー誘導を行わないことにより管制作業負荷が軽減される。		
	将来の4DT導入に向けた準備	複数地点における時間管理の手法は、4DT運用に必須な項目であり、将来のより詳細な軌道管理の実現を促進する効果がある。		
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。			
7. 備考	-			

OI-26 に関する費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		OI-26	後方乱気流に起因する管制間隔の短縮		
2. 分析対象		RECAT フェーズ 1 福岡空港、関西国際空港（ただし、専用滑走路方式運用） RECAT フェーズ 2 福岡空港、関西国際空港（ただし、専用滑走路方式運用）			
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	10年			
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
			試算対象空港では容量拡大がわずかであり、本施策のみで混雑時間帯における増便につながる効果が見られなかったことから、定量的効果として容量増加分を提示するにとどめる。		
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
		なし	—		
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. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要		結果	
	空港処理容量拡大	RECAT フェーズ 1 およびフェーズ 2 における後方乱気流間隔を関西、福岡の両空港に適用した場合（with ケース）における 1 時間あたりの処理機数の変化を計測。		RECAT フェーズ 1, 2 とも、福岡空港において 0.08 機/h、関西国際空港出発滑走路において 0.35 機/h の容量増の効果が認められた。	
5. 定性的効果の整理	項目	内容			
	—	—			
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。ただし、RECAT 方式は、空港によって導入効果に差が生じることが予測されることから、実際の導入に際しては、空港ごとに導入効果の検証を行い、効果の高い空港に対して導入を進めていくことが適当である。また、AMAN/DMAN など他の手法の導入・改善との組み合わせにより、さらに高い効果が得られると考えられる。				
7. 備考	RECAT フェーズ 2 の分析においては設定する間隔についての定義が未定のため、米国における特定空港での適用例を参考に設定したものであることから、福岡、関西の両空港に適合した条件での設定となっていないため、フェーズ 1 と比較して効果が認められないものと考えられる。				

OI-29-2 (EN-14) の費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び 施策名		OI-29-2 EN-14	定型通信の自動化による処理能力の向上 (陸域 CPDLC)	
2. 分析対象		データリンク関連施策 (OI-5、OI-13) の対象となる航空機		
3. 費用 便益 分析	3.1 評価 期間	14年 (2021年～2034年、ハードウェア更新1回)		
	3.2 便益 項目及び 計測方法 の概要	施策 番号	項目	計測方法の概要
		OI-5 高高度のフリールーティン グ	航空 機 の 消 費 燃 料 削 減	高高度空域においてフリールーティンが導入された場合の短縮経路長を算出する。各航空機に対して “Standard Inputs for EUROCONTROL Cost Benefit Analyses” に記載の搭載燃料データを使用して削減される燃料量を算出する。削減される燃料量に「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。
				飛行計画上の経路長が短縮されることにより、搭載燃料が抑制可能となる効果として、1時間あたり重量の4%の燃料が必要となる想定のもと、飛行時間短縮により削減される消費燃料の4%に飛行時間を乗じた量の燃料が追加で削減可能となるとし、便益を算出する。
			CO 2 排 出 量 削 減	「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりのCO2発生量に基づき上記の燃料消費量からCO2排出量を計算し金額換算を行う。
旅客 の 時 間 損 失 の 回 避	短縮された飛行時間に国内便の平均旅客数と「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される国内旅客時間価値 (3,148円/時間) を乗じることにより便益を算出する。			
OI-13 継続的な上昇・降下の実 現	航空 機 の 消 費 燃 料 削 減	<ul style="list-style-type: none"> 各年に想定される陸域 CDO 実施便数に対して、燃料削減量を乗じることにより算出する。 削減される燃料量に「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される燃料価格を乗じることで便益を算出する。 		

		CO2排出量削減	<ul style="list-style-type: none"> 「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される消費燃料あたりの CO₂ 発生量に基づき上記の燃料消費量から CO₂ 排出量を計算する。 「CARATS 費用対効果分析の考え方」に記載される CO₂ 原単位に基づき金額換算する。 			
3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要				
	CPDLC 導入コスト	陸域 CPDLC 導入に必要となる地上インフラ・システムの整備費用を計上する。				
	通信費	上記のデータリンク関連 OI 以外の施策も全て実施することを想定し、データリンク通信を行う航空機数、各航空機と送受信する全通信量を算出し、通信単価を乗じることで通信費用を計上する。				
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 (14 年)		2.55	6,127 百万円	25.7%	
	感度分析	需要予測	上位ケース	2.73	6,821 百万円	27.6%
			下位ケース	2.16	4,561 百万円	20.2%
		整備費・維持費	+10%	2.32	5,733 百万円	23.1%
			-10%	2.84	6,522 百万円	28.8%
	装備率	+10%	3.69	7,134 百万円	28.5%	
		-10%	2.16	4,194 百万円	19.0%	
	結果 (評価期間 10 年)		1.69	2,498 百万円	20.0%	
	感度分析	需要予測	上位ケース	1.80	2,896 百万円	22.2%
			下位ケース	1.39	1,434 百万円	13.3%
		整備費・維持費	+10%	1.53	2,134 百万円	16.9%
			-10%	1.87	2,862 百万円	23.6%
	装備率	+10%	2.33	3,112 百万円	23.3%	
		-10%	1.39	1,174 百万円	11.7%	
	結果 (評価期間 15 年)		2.75	7,043 百万円	26.4%	
	感度分析	需要予測	上位ケース	2.95	7,814 百万円	28.2%
下位ケース			2.33	5,351 百万円	21.0%	
整備費・維持費		+10%	2.50	6,641 百万円	23.8%	
		-10%	3.06	7,444 百万円	29.3%	
装備率	+10%	3.03	8,149 百万円	29.0%		
	-10%	2.23	4,960 百万円	19.9%		
結果 (評価期間 20 年)		3.66	11,574 百万円	27.8%		
感度分析	需要予測	上位ケース	3.92	12,729 百万円	29.5%	
		下位ケース	3.13	9,280 百万円	23.0%	

			整備費・維持費+10%	3.33	11,138 百万円	25.5%
			-10%	4.06	12,009 百万円	30.6%
			装備率 +10%	4.00	13,162 百万円	30.3%
			-10%	2.33	8,790 百万円	22.0%
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要			結果	
	なし	-			-	
5. 定性的効果の整理	項目	内容				
	管制作業負荷軽減効果	データリンク導入により管制移管時等に発生する定型通信が自動化され、管制作業負荷が軽減される。				
	安全性向上効果	作業の一部自動化に伴い、ヒューマンエラーのリスクの軽減が図られる。				
	将来の 4DT 導入に向けた準備	4DT 運用はデータリンクの使用を前提とすることから、本 OI の導入により、その基礎的技術を確立することが可能となる。				
6. 総合的な評価	費用に見合った効果が得られると評価できる。					
7. 備考	-					

EN-9-2 の費用対効果分析結果のとりまとめ

1. 施策番号及び施策名		EN-9-2	ブラインドエリア等における監視能力の向上/WAM（航空路）		
2. 分析対象		航空路 WAM 整備			
3. 費用便益分析	3.1 評価期間	30 年			
	3.2 便益項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
		その他	<p>航空路 WAM 整備において、整備を行った場合の費用を With ケース、整備しない場合(つまり既存 SSR の更新)費用を Without ケースと設定。</p> <p>但し、本件整備では With ケース、Without ケースで同等の効果が得られることを前提としていることから、便益(貨幣換算可能な効果)の差分はない。</p> <p>従って便益の算出が不可能であり、費用対便益比(CBR)、純現在価値(NPV)、経済的内部収益率(EIRR)の算出が出来ないため、評価期間におけるコスト(整備費及び維持費)のみ記載する。</p>		
	3.3 費用項目及び計測方法の概要	項目	計測方法の概要		
		(5-3) 整備費の削減	<p>施策についての With ケースと Without ケースについて評価期間におけるコストを算出。</p> <p>費用の分類については以下の通り</p> <p>①施設の整備費用(施設の用地取得、局舎建設、通信設備、電源設備、機器設置に要する費用)</p> <p>②施設の更新費用(通信、電源等の設備の更新に要する費用)</p> <p>③施設の維持費用(施設の運用、点検補修等に要する費用、電気料金、通信料金等の費用)</p>		
3.4 結果及び感度分析			費用便益比(CBR)	便益の現在価値(NPV)	経済的内部収益率(EIRR)
	結果(評価期間 30 年)		N/A	N/A	N/A
	感度分析	需要予測 上位ケース 下位ケース	N/A	N/A	N/A
		整備費・維持費+10% -10%	N/A	N/A	N/A
		整備期間 +10% -10%	N/A	N/A	N/A
		装備率 +10% -10%	N/A	N/A	N/A
	結果※評価期間を複数設定する場合				
	感度分析	需要予測 上位ケース 下位ケース			
整備費・維持費+10% -10%					

			整備期間 +10%			
			-10%			
			装備率 +10%			
			-10%			
4. 定量的効果の計測	項目	計測方法の概要			結果	
	なし	-			-	
5. 定性的効果の整理	項目	内容				
	(7-1) 安全性向上による需要増大	・ 航空路 WAM は SSR より精度が良い(特に遠距離において)				
	(7-1) 安全性向上による需要増大	・ 航空路 WAM はデータ更新頻度が高い				
6. 総合的な評価	With ケースは 17,471 百万円、Without ケースは 22,118 百万円となり、With ケースにより航空路 WAM の整備を行った方が約 46 億円の削減となり、次世代監視システムの導入効果は大きい。					
7. 備考	-					



Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems

費用対効果分析
補足資料



平成25年度 CARATS ATM検討WG 意志決定年次施策概要及び費用対効果分析 報告



2014年3月
CARATS ATM検討WG
0227版

ID	施策名	対象フェーズ
OI-3	動的ターミナル空域の運用	フェーズ1および2
OI-4	空域の高度分割	最終段階
OI-5	高高度のフリールーティング	全フェーズ
OI-6	リアルタイムの空域形状変更	全フェーズ
OI-13	継続的な上昇・降下の実現(データリンクによるCDO(陸域))	フェーズ2
OI-16	軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理	—
OI-19	合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定	—
OI-26	後方乱気流に起因する管制間隔の短縮(RECATフェーズ1,2)	フェーズ1、2
OI-29-2	定型通信の自動化による処理能力の向上(陸域CPDLC)	—
EN-9-2	ブラインドエリア等における監視能力の向上/WAM	コスト減の確認のみ

→ OI-3の施策概要

空港の運用(使用滑走路の変更等)により変化する航空交通流に併せ、ターミナル空域の形状や入域及び出域フィックスを柔軟に変更する。

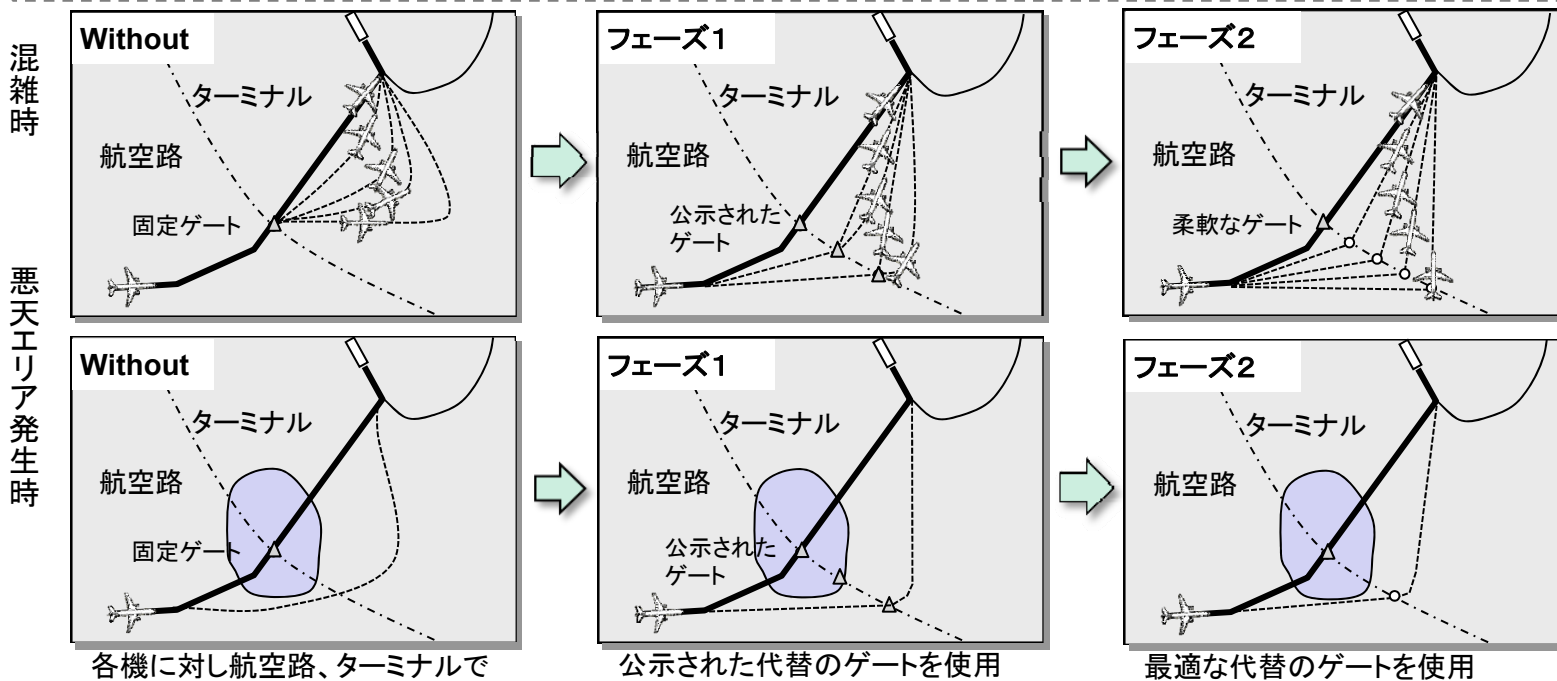
→ 運用の概要および段階的導入の想定

- フェーズ1(2019年～): 入出域フィックスの変更(公示された複数フィックスからの選択)
 - ✓ 高密度ターミナルにおいて、混雑時に入域フィックスをレーダー誘導の外側の領域にシフトしていく運用を実施。
 - ✓ また、入域フィックス付近に悪天エリアが存在する場合に、柔軟に入域フィックスを変更し悪天を回避した運用を実施。
- フェーズ2(2021年～): 入出域フィックスの変更(緯度経度指定での柔軟なフィックス変更)
 - ✓ フェーズ1の運用を拡張し、データリンクにより任意の点を入域フィックスとし、当該フィックスに直行、必要に応じてCTA付加

今回の分析対象

- フェーズ3(将来計画): ターミナル境界線の動的変更

統合管制情報処理システムに未実装。
今回の分析対象外。



各機に対し航空路、ターミナルでのレーダー誘導を実施

公示された代替のゲートを使用

最適な代替のゲートを使用



➔ 費用対効果分析の考え方

□ 対象: 実際に適用が想定される東京国際空港

□ 効果(フェーズ1、フェーズ2共通)

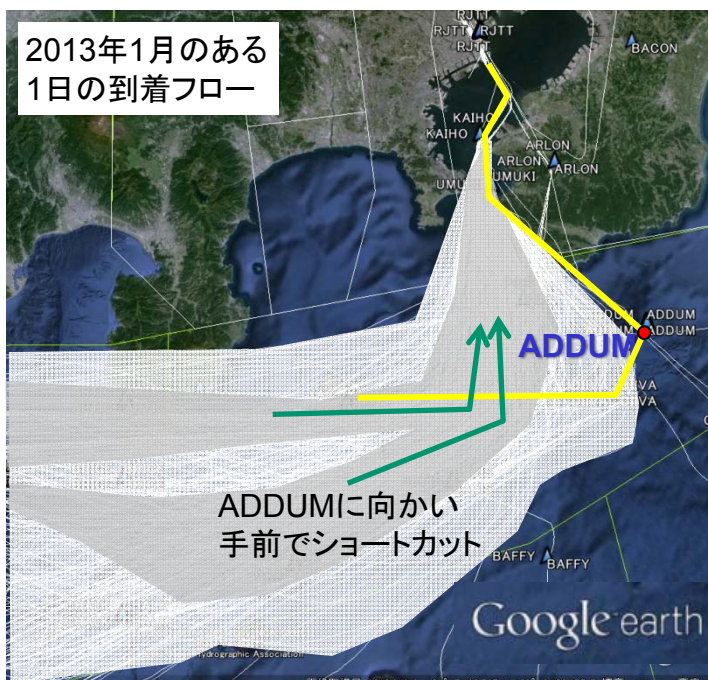
✓ 混雑時の運用

- 直行の指示による管制負荷軽減とそれによる処理容量増
- レーダー誘導による飛行経路長延伸によるスペーシング処理を速度調整によるスペーシングに変更することによる消費燃料抑制

✓ 悪天エリア発生時の運用

- 直行の指示による管制負荷軽減とそれによる処理容量増

□ しかしながら、下図の通り現在の運用では、最も外側に膨らんだ場合に通過する付近をゲート(ADDUM)として設定しており、実際にはADDUMを通らずにショートカットした飛行を実施。したがって「ADDUMの外側に膨らむレーダー誘導を想定した経路長の短縮」の効果の直接の定量化は困難。



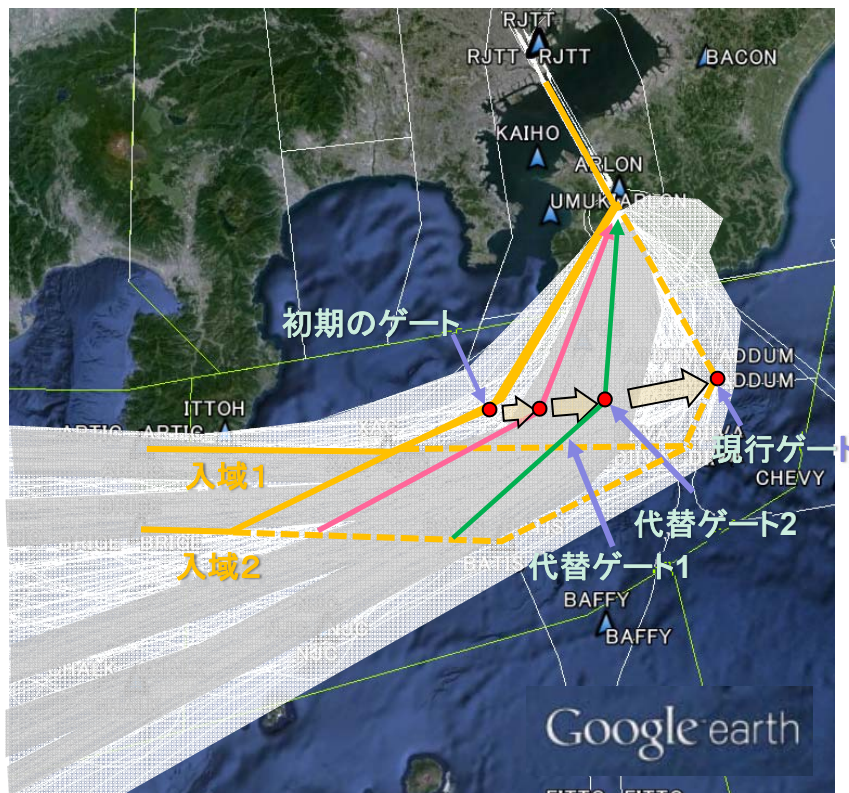
➔ 費用対効果分析の考え方

□ OI-3により柔軟にゲートを変更できれば、飛行計画経路を内側に設定(図中の実線の経路)した場合でも、混雑時に外側に膨らませた経路をとった場合の運用にもレーダー誘導を使用せずに直行による対応が可能となる。

- ✓ 混雑に応じて、徐々に代替ゲート1→代替ゲート2→・・・とゲートを変更。これにより、赤色の軌道→緑色の軌道→・・・といった形での直行指示によるスペーシングが可能となる。
- ✓ 結果的に飛行する軌道は現在と変わらないが、飛行計画経路が短縮されるため、搭載燃料の抑制が可能。→**便益計算対象**

■ 入域1→ARLON
新PLN 44.32NM
旧PLN 72.44NM
→ 28.12NM分の
搭載燃料削減

■ 入域2→ARLON
新PLN 64.56NM
旧PLN 93.21NM
→ 28.65NM分の
搭載燃料削減



南方面到着機数(過去1年の6日分)

	入域1	入域2
2012/11/09	110	153
2013/01/11	114	157
2013/03/08	113	155
2013/05/10	96	134
2013/07/12	102	127
2013/09/06	99	135
1日平均	105.7	143.5
	うち 国内 95.8 国際 9.9	うち 国内 134.7 国際 8.8

➔ 費用対効果分析の実施(フェーズ1)

□フェーズ1における効果の概要

✓ 便益計算(貨幣価値換算)の対象とする効果

- 消費燃料削減。飛行計画上の経路長が短縮されることにより、搭載燃料が抑制可能となる効果として、飛行1時間あたり重量の4%の燃料が必要となる想定のもと、飛行時間短縮により削減される消費燃料の4%に飛行時間を乗じた量の燃料が追加で削減可能となるとして試算

✓ 定量的効果

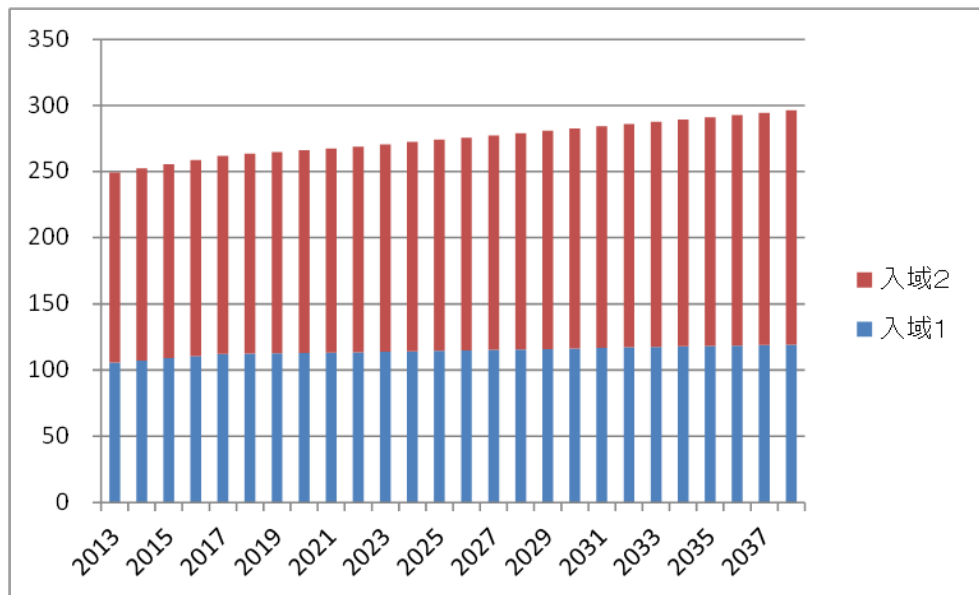
- なし

✓ 定性的効果

- 直行の指示による管制負荷軽減とそれによる処理容量増
- レーダー誘導による飛行経路長延伸によるスペーシング処理を速度調整によるスペーシングに変更することによる消費燃料抑制

□便益の算出

- ✓ 西からの入域機数の推移予測(全国分の国際便、国内便の伸び率に基づき予測)



□ 効果定量化の前提とするパラメータ

- ✓ 航空機については、全機B737-800と仮定。
- ✓ B737-800の降下時の速度については、速度制限の上限である250ktを仮定。
- ✓ B737-800の到着時の消費燃料は2,187kg/hと仮定。
- ✓ 入域1、入域2の到着機の平均飛行時間は1.5時間(国内、国際含む)と仮定。
- ✓ 燃料1リットルあたりのCO₂排出量
 - 2.469kg/リットル

□ 効果の定量化(上記パラメータにより計算)

- ✓ 短縮される飛行計画上の飛行時間
 - 入域1: 6.75分/便 入域2: 6.88分/便
- ✓ 上記の飛行時間分の燃料 = 飛行計画経路の短縮により搭載しなくてもよくなる燃料
 - 入域1: 245.99kg/便 入域2: 250.63kg/便
- ✓ 搭載燃料減による(搭載燃料を運搬するための)消費燃料減
 - 入域1: 14.76kg/便 入域2: 15.04kg/便
- ✓ 上記の消費燃料減によるCO₂排出量抑制
 - 入域1: 46.72kg/便 入域2: 47.60kg/便

□ 定量化した効果の貨幣価値換算

- ✓ 貨幣価値換算のためのパラメータは右の通り。
- ✓ 消費燃料減の効果の貨幣価値換算
 - 入域1: 1,515円/便 入域2: 1,544円/便
- ✓ 上記の消費燃料減によるCO₂排出量抑制
 - 入域1: 135円/便 入域2: 138円/便

ジェット燃料の比重	0.780	kg/リットル		
為替レート	105	円/ドル		
CO ₂ 1トンあたりの金額換算値	2,891	円/トン		
1ポンド	0.4536	kg/ポンド		
1米ガロン	3.7854	リットル/ガロン		
ジェット燃料価格	2.887	USD/ガロン(2014.1/13)		
社会的割引率	0.04			

□年度ごとの便益計算結果、NPVの計算

✓ 2019年運用開始を前提とし、評価期間を10年(2019年～2028年)とした場合、2013年現在価値で1,065百万円の便益。

燃料消費削減便益(百万円)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
入域1便益合計(百万円)	61.6	62.3	63.1	63.8	64.2	64.5	64.8	65.1	65.5	66.0	66.5	66.9	67.4	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	
入域2便益合計(百万円)	85.7	86.3	86.9	87.6	88.3	89.1	89.9	90.6	91.4	92.1	92.9	93.7	94.4	95.2	95.9	96.7	97.5	98.2	99.0	99.7	
CO2削減便益(百万円)																					
入域1便益合計(百万円)	5.5	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	
入域2便益合計(百万円)	7.6	7.7	7.8	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.8	8.9	
便益合計(百万円)																					
合計(百万円)	160.4	161.9	163.4	164.9	166.1	167.3	168.5	169.6	170.8	172.2	173.6	174.9	176.3	177.6	178.5	179.3	180.1	181.0	181.8	182.6	
運用 5年																					
運用 10年																					
運用 15年																					
運用 20年																					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	

2013年現在価値での便益(百万円)

評価期間	便益(百万円)
2019年～2023年(5年)	574
2019年～2028年(10年)	1,065
2019年～2033年(15年)	1,483
2019年～2038年(20年)	1,837

□フェーズ1については、管制支援システム(統合管制情報処理システム)の機能により実現可能であり、その他には新たなコストは発生しない。

➔ 費用対効果分析の実施(フェーズ2)

□フェーズ2 対象機数

✓ データリンク装備率

- 2013年時点の装備率=15%
- 2025年時点の装備率=49% ※詳細については通信アドホック報告書を参照。

□フェーズ2における効果

✓ フェーズ1の効果に加えて以下の効果が発生。

- より柔軟にゲートが設定可能であるため、状況に関わらず運用が可能(フェーズ1では、悪天エリアの発生状況等によってはあらかじめ設定しているゲートでの対応が困難な場合あり。)
- より最適な位置にゲートを設定可能であるため、飛行経路短縮を実現可能
- データリンクによりゲートを指示できるため、管制官およびパイロットのワークロード軽減が実現可能。これにより、管制処理容量の増大、管制・パイロット双方のヒューマンエラーの抑制が可能。

✓ 上記効果については定性的効果として整理

□フェーズ2における費用

- #### ✓ 通信費用: ゲートの位置、通過時刻指示(CTA)に必要な通信はアップリンク1回、ダウンリンク1回とし、ともに1ブロック(14円)の料金が適用されると仮定。(通信費用は、EN14の費用分析において一括して計上。)

□費用対効果

- #### ✓ 上記に表れていないデータリンクに係る整備・維持費用については、本施策のみに計上すべきものではないことから、B/Cについては、OI-29-2の中で関連施策全体で算出する。

→ OI-4の施策概要

巡航する航空機を主として扱う一定の高度以上の国内空域を高度分割(空域の上下分離)し、高高度においては、現行よりも広域な管轄範囲をもつ空域を運用する。これにより、将来の交通需要の増加時においても、交通流及び交通量の変化に応じた柔軟な空域運用を実現し、適切な管制処理容量を確保する。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

□フェーズ1(2020年～):西日本空域の上下分離開始

□フェーズ2(2024年～):国内全空域の上下分離開始

→ 費用対効果分析の考え方

□効果

✓ 管制作業負荷の軽減

作業負荷軽減の金額換算が難しいことから今回の分析では作業負荷の軽減量を算出する。

→ 定量的効果

□ 作業負荷値の低減

交通量増大時においても作業負荷(ワークロード)値の増加が抑制され、遅延減少が図られる。

年	2012	2020	2025	2031
需要予測機数(千機)	1300	1550	1660	1810
平均作業負荷値(分離後)	-----	70.9%	76.7%	87.5%
平均作業負荷値(現行)	70.3%	82.1%	88.4%	101.5%

→ 定性的効果

□ 今後、国内航空路では上空通過機及び国際線の増加が予測されている。この将来の需要増加傾向に対し、主に高高度の巡航機を取り扱う高高度セクターと上昇・降下を取り扱う低高度セクターに分割することにより、将来の需要増加に戦略的な対応が可能となる。

□ ワークロードについても、特に処理負荷の低い巡航機を主に取り扱う高高度セクターの負荷が軽減されることから、取扱機数の増加が見込まれる。低高度においても、巡航機の取り扱いが分離されることにより、上昇・降下処理に専念することが可能となり効率化が図られる。

□ 従来の空域分割手法である垂直方向のセクター分割では、空港位置やターミナル空域の地理的關係上、セクター形状の柔軟な変更が困難であったが、空域の高度分割により、高高度セクター同士、或いは高高度－低高度セクター間の形状変更が柔軟に実施可能となり、適切な空域処理容量の確保が可能となる。

□ また、高高度においては、固定的な空港の出発・到着経路が存在する低高度と分離され、より経路運用の自由度が高まり、フリールーティングなど高効率な経路運用の導入が実現可能となる。



→ OI-5の施策概要

空域の上下分割(OI-4)を実施した国内の高高度空域において、公示された固定的な経路ではなく、運航者が希望する最適なフリールーティングを導入する。また、国内高高度のみならず、現在、洋上空域において試行運用中のUPR(User Preferred Route)との一体的な実施により、より広範囲において短縮経路の実現を図る。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

□フェーズ1(2021年～):高高度空域での公示経路の直行化

上下分離した高高度の指定空域において、入域地点から出域地点までの直行経路を公示することにより経路短縮を図る。

□フェーズ2(2025年～):高高度空域でのUPRの導入

国内全空域の上下分離を完了後、フェーズ1の直行経路を全高高度空域に展開。また、陸域CPDLC(OI-29-2)導入により、洋上空域内を含む福岡FIR全域においてUPRを適用する。

□フェーズ3(2026年以降):高高度空域でのDARPの導入

陸域CPDLC対応機に対して、DARP(Dynamic Airborne Re-route Procedures)を導入。

→ 費用対効果分析の考え方

□効果

✓ 経路短縮による飛行時間減少、消費燃料削減等を金額換算する。

□費用

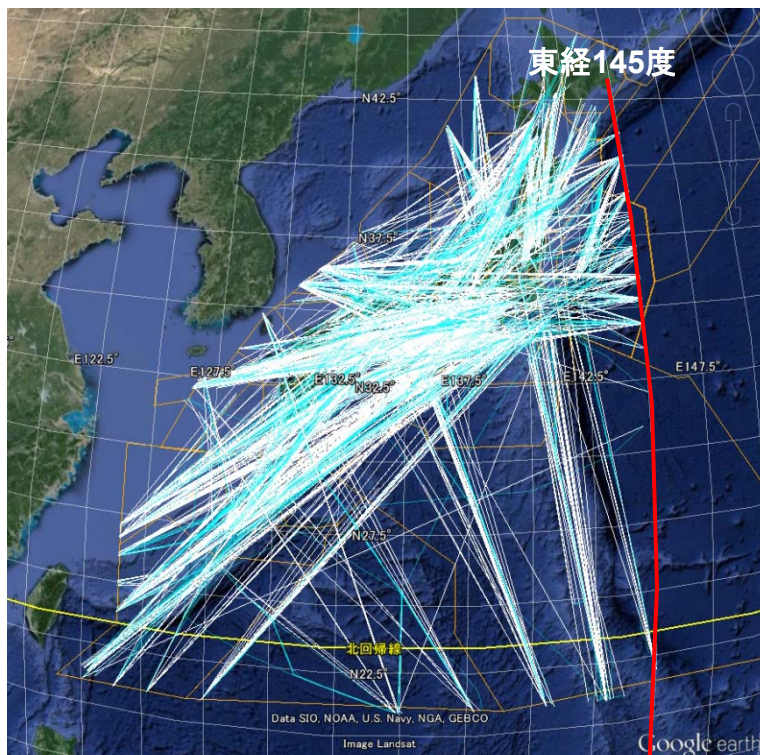
✓ CPDLCを使用する場合、通信費用が発生する。(※EN14の費用分析において一括して計上。)

✓ フェーズ1, 2, 3とも、管制支援システムの機能を活用可能であり、基本的に整備費用は発生しない。(ただし、HMI上での表示部分の改修が必要となる可能性はある。)

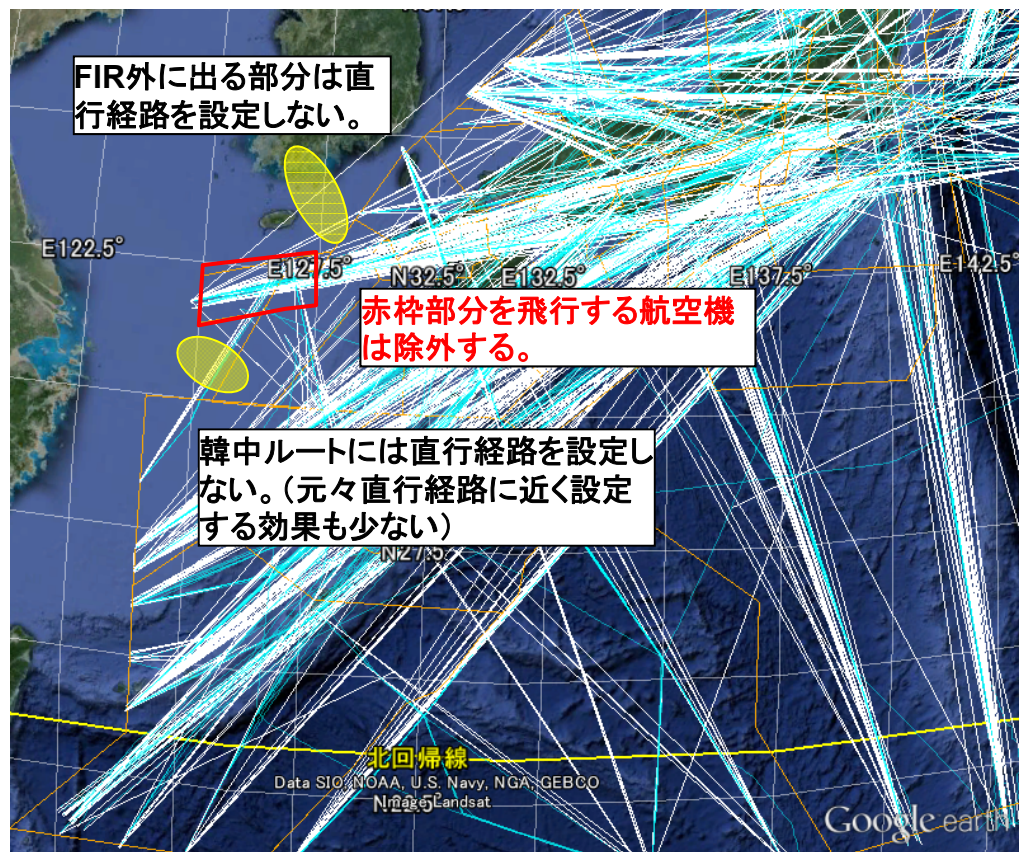
高々度空域においてフリールーティングが導入された場合の効果を算出する。

- 対象空域

- 東経145度以西の空域。
- フェーズ1:FL375、フェーズ2:FL335以上の空域。
- ただし韓中ルートは除く。



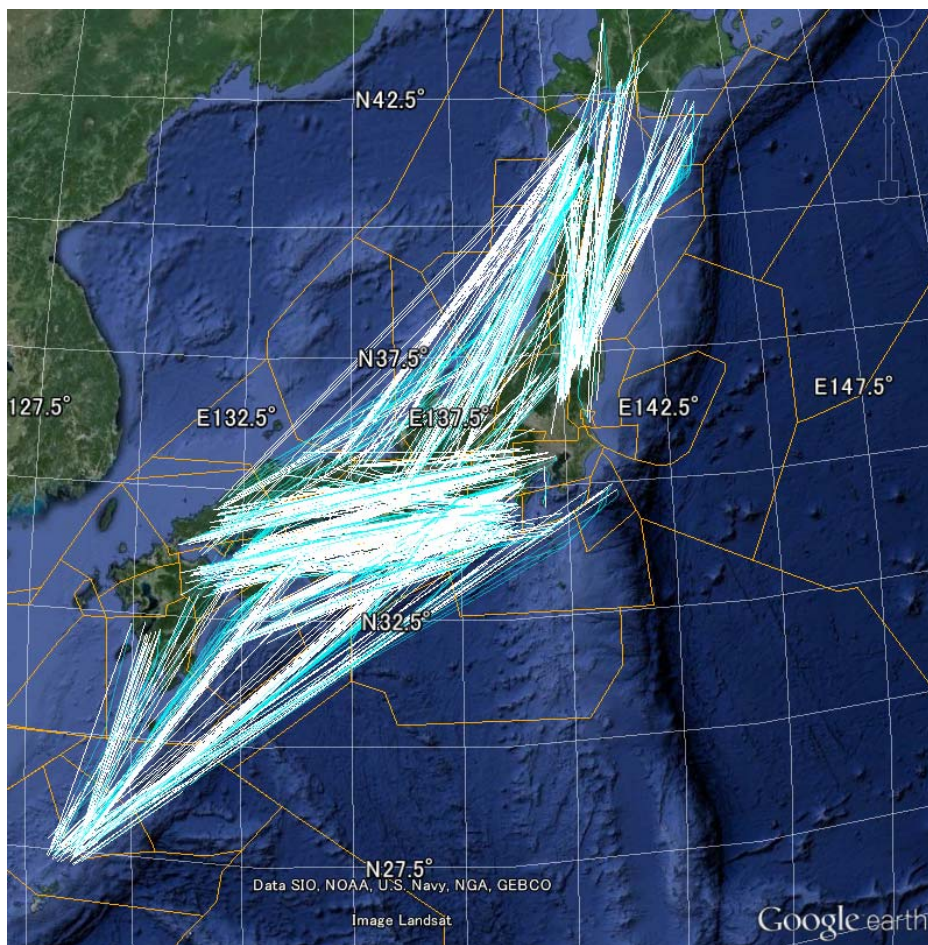
直行経路設定図(青:実飛行経路、白:直行経路)
Civil Aviation Bureau Japan



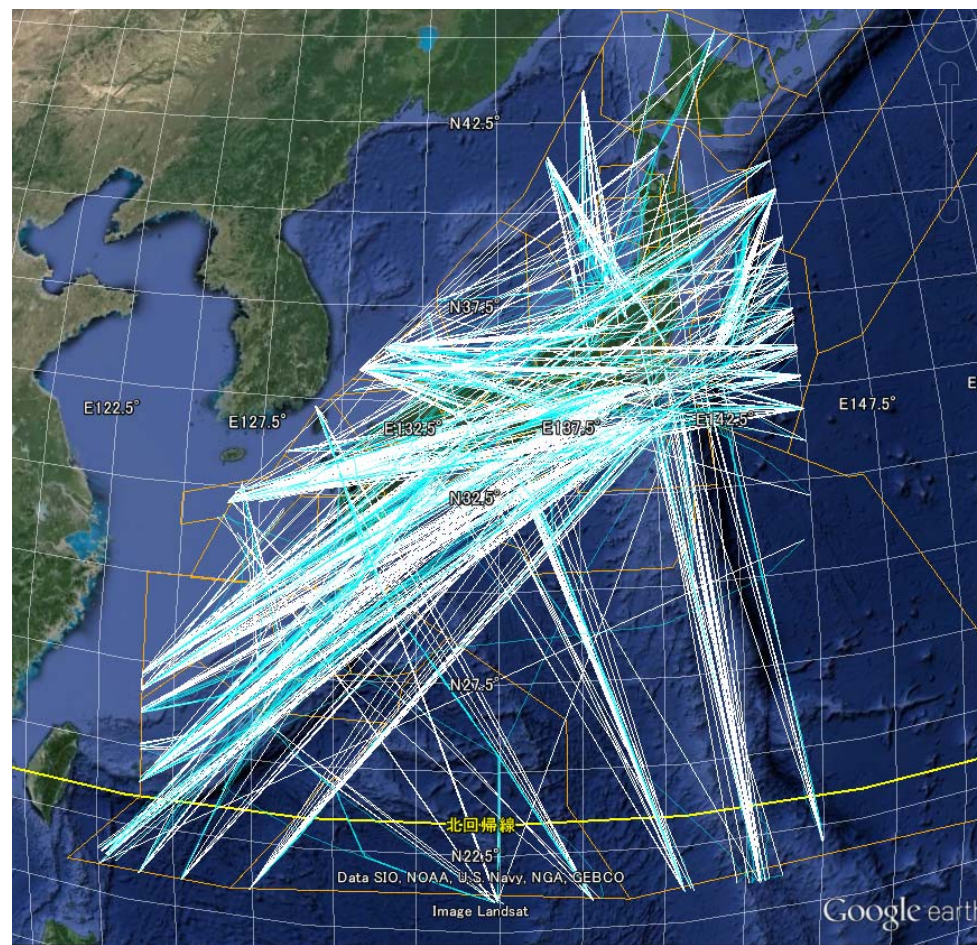
直行経路設定時に除外する部分(韓中ルート等)



➔ 参考:費用対効果分析において使用した航跡と設定した直行経路の例(1日分)



国内線発着機のみ



日本上空通過機のみ

実飛行経路:青線、直行経路:白線



■ 算出の前提条件

□使用データ

2012年11月からの隔月1日分の航跡データ(6日分)から直行可能距離を算出

□機種ごとの巡航速度・燃料消費量設定

各航空機機種をL,M,S,RJの4カテゴリに分類し、カテゴリごとに代表機種の巡航速度および燃料消費量の数値を使用する。

航空機カテゴリ	計算時代表機種	具体的機種例	巡航速度 (kt)	燃料消費 (kg/時)	
L	B773	A340, A380, B747, B777	621.7	7848	※1
M	B763	A330, N767等	458.8	4728	
S	B738	B737, A320, MD90等	447.4	2574	
RJ	ATR72	CRJ等	276.0	628	

燃料消費量: Eurocontrol Standard Inputの数値(出力65%巡航時)

※1: Eurocontrol Standard Inputでは大型機の数値はB744のみしか情報がないため、B773はB747燃料消費量9810kg/時の80%として計算。

➔ 費用対効果分析の考え方

□効果

✓ 経路短縮による消費燃料削減・飛行時間減少を金額換算する。

- 燃料消費量の削減
- CO2排出量の削減
- 飛行時間短縮による旅客時間価値の創出
- 航空会社運航経費の抑制

□算出式

$$\text{短縮時間(時)} = \text{短縮経路長} \div \text{巡航速度}$$

$$\text{燃料削減量(kg)} = \text{短縮時間(時)} \times \text{燃料消費量(kg/時)}$$

$$\text{燃料削減額} = \text{燃料削減量(kg)} \times \text{燃料金額換算値(102.67円/kg)}$$

$$\text{CO2排出量削減額} = \text{燃料削減量(kg)} \times \text{CO2排出量(3.17kg/燃料kg)} \times \text{CO2金額換算値(2.9円/kg)}$$

$$\text{旅客時間価値} = \text{短縮時間(時)} \times \text{旅客時間価値(52.5円/人)} \times \text{平均乗客数(国内線:63.4名、国際線:197.2名)}$$

$$\text{運航経費} = \text{短縮時間(時)} \times \text{平均直接運航経費(82.1円/時)}$$

□ 便益の試算結果

- ✓ 平日は訓練空域の使用時間によって直行経路を設定できないことがあることから訓練空域の非使用時間(22時～7時)のフライトのみを抽出する。
- ✓ 土日祝日(年間120日とする)は全時間帯直行経路を使用可能とする
- ✓ 直行経路リクエスト時の対象空域の訓練使用確率を5割と考え、全フライトのうち半数が直行経路を使用可能として計算する。

		平均短縮時間 (分/機)	平均短縮距離 (NM/機)	平均燃料削減量 (kg/機)	燃料削減 (百万円)	CO2削減 (百万円)	旅客時間価値 (百万円)	運航経費 (百万円)	便益合計 (百万円)
フェーズ1 (2021～)	訓練空域非使用時間帯のフライトのみ	0.85	7.10	75.57	0.42	0.04	0.47	0.23	1.16
	全時間帯	1.14	9.28	94.28	4.65	0.42	5.66	2.69	13.42

年間便益(フェーズ1): $[1.16(\text{百万円}) \times 245(\text{日}) + 13.42(\text{百万円}) \times 120(\text{日})] \times 0.5 = \underline{\underline{947\text{百万円}}}$

□年度ごとの便益計算結果、NPVの計算

✓ 年度想定

- 2021年～2023年は西日本空域のみ導入想定
- 2024年以降は全国空域にて導入の想定

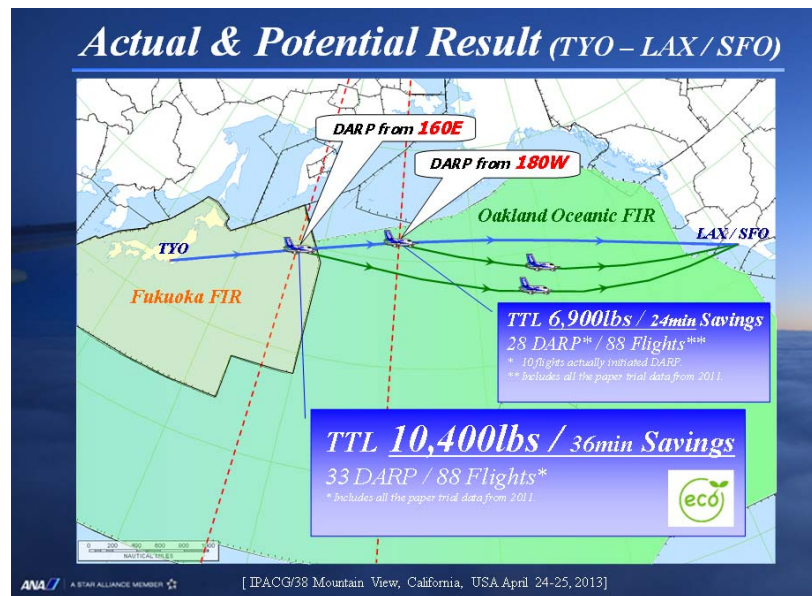
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040		
燃料削減(百万円)	208	213	217	425	432	439	446	454	462	471	479	487	487	487	487	487	487	487	487	487		
CO2削減(百万円)	19	19	19	38	39	39	40	41	41	42	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43		
旅客時間価値(百万円)	216	220	224	511	519	528	536	546	556	566	576	585	585	585	585	585	585	585	585	585		
運航経費(百万円)	117	120	122	243	247	251	255	260	264	269	274	278	278	278	278	278	278	278	278	278		
便益合計	560	572	582	1,217	1,237	1,257	1,278	1,301	1,324	1,348	1,371	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394	1,394		
評価期間: 2021年～2025年	運用 5年																					
評価期間: 2021年～2030年	運用 10年																					
評価期間: 2021年～2034年	運用 14年																					
評価期間: 2021年～2035年	運用 15年																					
評価期間: 2021年～2040年	運用 20年																					

2013年現在価値での便益(百万円)

評価期間	便益(百万円)
2021年～2030年(10年)	4,665
2021年～2034年(14年)	6,405
2021年～2035年(15年)	6,841
2021年～2040年(20年)	8,992

➔ 費用対効果分析の考え方

- 高高度空域においてフリールーティングが導入された場合の短縮経路長を算出する。
- IPACG/38-IP21に記載のDARPのトライアルデータに基づき燃料削減量は飛行距離1NMあたり0.08lbs (Heavy機の場合)と推定し、削減される燃料量を算出する。
- 短縮可能時間を飛行距離1NMあたり 2.6×10^{-4} 分 (Heavy機の場合)と推定し短縮時間を算出する。



IPACG資料: DARPトライアル結果

		燃料削減 (百万円)	CO2削減 (百万円)	旅客時間価 値(百万円)	運航経費 (百万円)	便益合計 (百万円)
フェーズ2 (2025~)	訓練空域非使用時間帯のフライトのみ	1.00	0.09	1.08	0.51	2.68
	全時間帯	9.47	0.85	11.60	5.52	27.44
フェーズ3 (2026~)	訓練空域非使用時間帯のフライトのみ	0.21	0.02	0.20	0.10	0.53
	全時間帯	1.80	0.16	1.64	1.00	4.60

年間便益(フェーズ2): $[2.68(\text{百万円}) \times 245(\text{日}) + 27.44(\text{百万円}) \times 120(\text{日})] \times 0.5 = \underline{1,975\text{百万円}}$

年間便益(フェーズ3): $[0.53(\text{百万円}) \times 245(\text{日}) + 4.60(\text{百万円}) \times 120(\text{日})] \times 0.5 = \underline{340\text{百万円}}$



□年度ごとの便益計算結果

フェーズ2についてはフェーズ1との重複部分は計上せず、追加便益のみを算出する。

フェーズ2	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
燃料削減(百万円)	441	474	508	544	581	619	658	698	727	756	784	813	842	870	899	928	957	985	1,014	1,017
CO2削減(百万円)	40	43	46	49	52	56	59	63	65	68	70	73	76	78	81	83	86	88	91	91
旅客時間価値(百万円)	529	569	609	653	697	743	789	837	872	906	940	975	1,009	1,044	1,078	1,113	1,147	1,182	1,216	1,219
運航経費(百万円)	251	270	290	310	331	353	375	398	414	431	447	463	480	496	512	529	545	562	578	579
便益合計	1,261	1,356	1,453	1,556	1,662	1,770	1,882	1,996	2,078	2,160	2,242	2,324	2,406	2,488	2,571	2,653	2,735	2,817	2,899	2,906
評価期間: 2025年~2034年	運用 10年																			
評価期間: 2025年~2038年	運用 14年																			
評価期間: 2025年~2039年	運用 15年																			
評価期間: 2025年~2044年	運用 20年																			

フェーズ3	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
燃料削減(百万円)	92	99	106	113	120	128	135	141	147	152	158	163	169	174	180	186	191	197	197	197
CO2削減(百万円)	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18
旅客時間価値(百万円)	84	90	96	103	110	117	124	129	134	139	144	149	154	159	164	169	174	180	180	180
運航経費(百万円)	49	53	57	61	65	69	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	103	106	106	106
便益合計	234	250	268	286	305	324	344	358	372	386	400	415	429	443	457	471	485	499	501	501
評価期間: 2026年~2035年	運用 10年																			
評価期間: 2026年~2039年	運用 14年																			
評価期間: 2026年~2040年	運用 15年																			
評価期間: 2026年~2045年	運用 20年																			

2013年現在価値での便益(百万円)

評価期間	フェーズ2便益(百万円)	評価期間	フェーズ3便益(百万円)	評価期間	フェーズ2、3合計便益(百万円)
2025年~2034年(10年)	2,396	2026年~2035年(10年)	1,496	2021年~2030年(10年)	2,872
2025年~2038年(14年)	4,526	2026年~2039年(14年)	2,116	2021年~2034年(14年)	5,384
2025年~2039年(15年)	4,852	2026年~2040年(15年)	2,116	2021年~2035年(15年)	6,015
2025年~2044年(20年)	7,651	2026年~2045年(20年)	3,081	2021年~2040年(20年)	9,119



□年度ごとの便益計算結果

✓ 2021年運用開始を前提とし、評価期間を10年(2021年~2030年)とした場合、2013年現在価値で7,537百万円の便益。

標準値	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040		
燃料削減(百万円)	208	213	217	425	441	566	607	650	694	739	786	834	868	902	936	971	1,005	1,039	1,074	1,108		
CO2削減(百万円)	19	19	19	38	40	51	54	58	62	66	71	75	78	81	84	87	90	93	96	99		
旅客時間価値(百万円)	216	220	224	511	529	653	699	749	800	852	906	961	1,000	1,040	1,079	1,119	1,158	1,198	1,237	1,277		
運航経費(百万円)	117	120	122	243	251	320	343	367	392	417	444	471	490	509	529	548	567	587	606	626		
便益合計	560	572	582	1,217	1,261	1,589	1,703	1,824	1,948	2,075	2,206	2,340	2,436	2,532	2,628	2,725	2,821	2,917	3,013	3,110		
評価期間: 2021年~2025年	運用 5年																					
評価期間: 2021年~2030年	運用 10年																					
評価期間: 2021年~2035年	運用 15年																					
評価期間: 2021年~2040年	運用 20年																					

2013年現在価値での便益(百万円)

評価期間	便益(百万円)
2020年~2029年(10年)	7,537
2020年~2034年(14年)	11,789
2020年~2034年(15年)	12,856
2020年~2039年(20年)	18,111

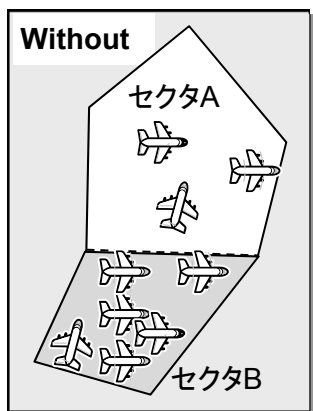
→ OI-6の施策概要

可変セクター(OI-1)や動的ターミナル空域(OI-3)を高度化し、交通流や交通量を考慮した動的な管轄区域境界線の変更を行う。

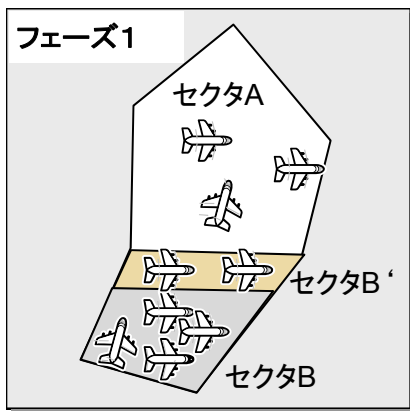
→ 運用の概要および段階的導入の想定

- フェーズ1(2019年～): セクター席構成の一時変更による運用 (管制支援システムによる対応)
 - ✓ 局所的、一時的な混雑状況に対応して、1つのセクタを2つに一時的に分割する運用を行う。
- フェーズ2(2020年～): 季節等による高高度と低高度の境界高度の変更(ATMシステムによる対応)
 - ✓ 季節等による高高度セクターと低高度セクターの境界高度の変更
 - ・ 冬季と夏期で高高度と低高度の境界を変更し、セクターにおける季節ごとの需要の均衡化を図る。
 - ✓ セクター境界(水平)の動的・柔軟な変更(初期的運用)
 - ・ 水平方向のセクター境界を動的かつ柔軟に変更することにより、需要と容量の均衡化を実現する。

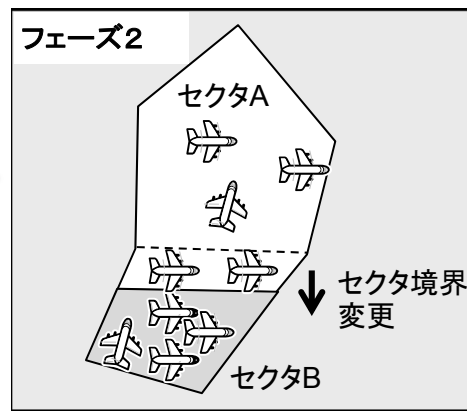
→ 今回の分析対象



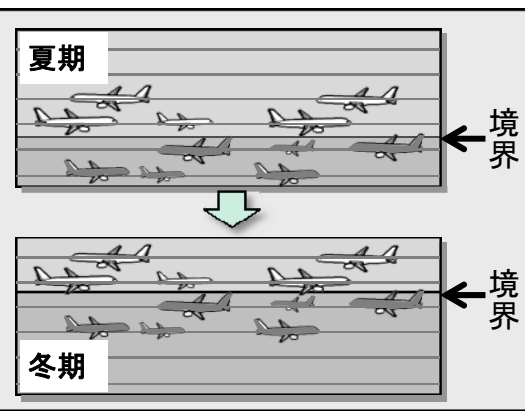
セクタBに負荷が偏り容量を超過した場合、交通流制御をかけざるを得ない



セクタBに負荷が偏り容量を超過した場合、M卓を使用してR席のみのセクタB'を臨時で設定し分割して運用を実施。(特定のセクタで管制部ローカルに実施)



セクタBが容量を超過し、隣接しているセクタAの容量に余裕がある場合、セクタAとBの間の境界を変更することで負荷を平準化。



季節により高高度と低高度の境界を変更し、上下のセクタの負荷均衡化を図る。



➔ 費用対効果分析の考え方

□対象

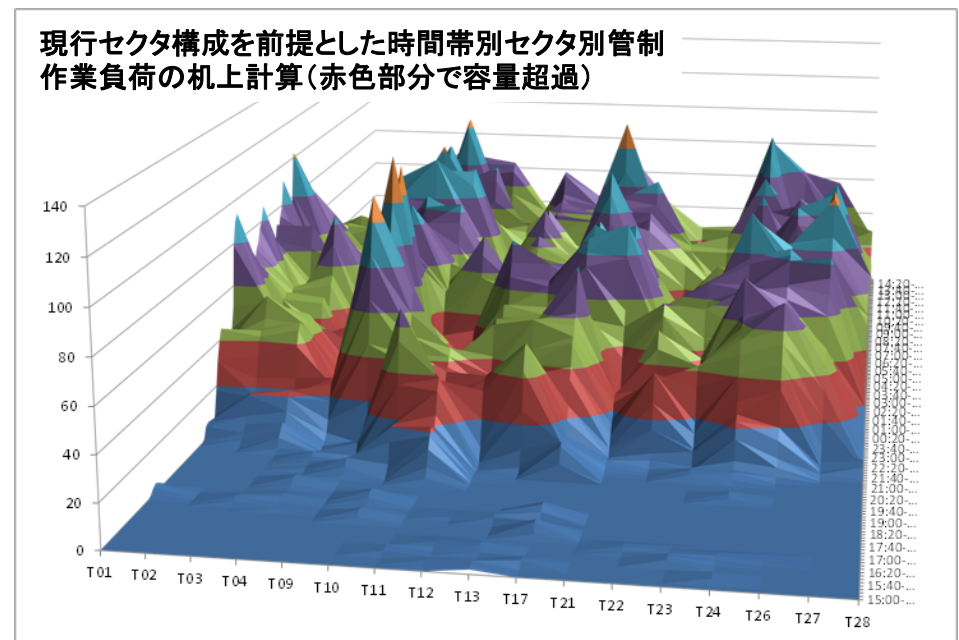
- ✓ フェーズ1 この運用を適用可能な特定のセクター
- ✓ フェーズ2 全航空路セクター

□効果(フェーズ1、フェーズ2共通)

- ✓ 管制作業負荷の平準化によるセクタのボトルネック解消、全体としての処理容量増。これにより、ATFM遅延が減少
 - 旅客の遅延短縮
 - 航空会社運航経費の抑制

□費用

- ✓ フェーズ1については、管制支援システムの機能として盛り込まれており、費用はかからない。なお、管制要員については繁忙時のみの一時的な対応を前提としたものであることから、特別な増員を行うことなく実施する前提。
- ✓ フェーズ2については、管制支援システムの機能としては盛り込まれているが、今後整備する次期ATMにおいて、「Demandを調整するのではなく、Capacityを調整する」という新たなDCB(Demand and Capacity Balancing)の手法を実現する機能を盛り込む必要があり、そのソフトウェアの導入が必要。
 - 現時点での概算見積もりでは、概ね4億円程度の開発コストを想定



➔ 費用対効果分析の実施

□ 前提

- ✓ 高度分割後のセクター構成は未定であるため、現行のセクター構成を前提とするが、2020年時点での試算をもとに高度分割によりワークロードは現在の86.4%に減少する前提とする。(OI-4との効果の二重計上を行わないため)
- ✓ ただし、データリンクの効果によるワークロード軽減は考慮していない。
- ✓ 費用便益分析の対象は現在の東京管制部管轄空域全セクターとする。(札幌、福岡、那覇管分は対象外)

□ 便益の計算

- ✓ 2012年の典型的な1日のATFMの時間帯別ワークロードの実績値をもとに、将来のワークロード増による、各セクタ、各時間帯(30分ごと)のWLの増加を計算。
- ✓ セクター形状は現行セクターを想定するが、ワークロードとしては、高度分割後のワークロードの減少率を乗じることにより、現在よりも低い値を設定(高度分割の効果との二重計上を回避するため)。
- ✓ 各セクタの各時間帯のWLが100%を超えた場合、隣接セクタに一部トラフィックを割り振ることにより、ワークロード軽減を行うことが可能と考える。実際には個々に交通流を確認していかなければ、割り振りの可否は判断できず計算が困難であるため、効果を高めに見積もらないように、以下の条件により簡易計算を実施。(東管の隣接セクタには、札幌、福岡のセクターも存在するが、これらへの割り振りは行わない前提。)
 - WLが100%を超過したセクターのワークロードのうち、最大10%が隣接セクタに割り振り可能と想定。例えば、WL=120%の場合、 $120 \times 0.1 = 12\%$ 分を隣接セクタに割り振り可能とする。この場合、108%のWLがもとのセクタに残るため、8%分の超過WLに対して制御がかかることになる。
 - 割り振られる側の隣接セクタに十分な余裕がない場合には、追加の負荷を引き受けることはできないため、隣接セクタの同時時間帯のWLが80%を超えた場合には、WLの割り振りが不可とする。隣接セクターのWLが80%以下の場合に、80%を超過しない範囲で割り振り可能とする。(例えば、隣接セクタのWLが78%の場合、2%分のみを当該隣接セクタで引き受けることが可能となる。)
- ✓ 現在のセクターごとの1機あたりワークロードを、出発、到着、通過、域内別のワークロードの加重平均(機数比例)により算出し、何機に制御をかければ100%以下に抑えられるかを計算。
 - ただし、あるセクターに制御をかけると、それに連動して同一機が飛行する他のセクターのWLも変化する可能性があるため、過剰積算とならないよう、全時間帯で積算した機数を、国内便の平均通過セクタ数(4.97≒5セクタ)で除した値を、本OIによりEDCT付与を回避できた機数として算出。
 - なお、1つのセクタの制御機数合計が、上記の数値よりも大きい場合(例えば、1つのセクタの制御機数が3であるが、全制御機数/4.97の値が3より低い場合など)、1つのセクタの制御機数の方が最低限の制御機数となるため、その値を採用。
- ✓ 上記の機数に365を乗じて、1年分の制御回避機数を算出し、旅客の遅延回避便益、A/Lの運航経費抑制の便益を計算。

□ 費用の計算

- ✓ 2017年に開発費用400百万円を計上。また、その10年後、20年後に同様に更新時の開発費用400百万円を計上。

OI-6 リアルタイムの空域形状変更

□年度ごとの便益、費用の計算結果、NPVおよびB/Cの算出結果

✓ 2020年運用開始を前提とし、評価期間を10年(2020年~2029年)とした場合

便益算出																																								
短縮される総地上待機遅延																																								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039																	
地上待機遅延短縮分(分)	-	-	-	7,994	7,994	7,994	7,994	12,790	15,188	23,181	30,375	35,171	42,366	47,162	58,353	66,346	79,935	87,129	100,718	115,106	129,495	144,682	163,067																	
旅客遅延抑制																																								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039																	
便益合計(百万円)	0	0	0	46	46	46	46	74	88	134	176	204	246	273	338	385	463	505	584	667	751	839	945																	
運航経費抑制																																								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039																	
便益合計(百万円)	0	0	0	39	39	39	39	63	75	114	150	173	209	232	287	327	394	429	496	567	638	713	803																	
便益合計(百万円)																																								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039																	
合計(百万円)	0	0	0	86	86	86	86	137	163	249	326	377	454	506	626	711	857	934	1080	1234	1389	1551	1749																	
評価期間: 2020年~2024年				運用 5年																																				
評価期間: 2020年~2029年				運用 10年																																				
評価期間: 2020年~2034年				運用 15年																																				
評価期間: 2020年~2039年				運用 20年																																				
費用算出																																								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039																	
費用合計	400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	400.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	400.0	0.0	0.0																	
評価期間: 2020年~2024年	開発			運用 5年																																				
評価期間: 2020年~2029年	開発			運用 10年																																				
評価期間: 2020年~2034年	開発			運用 15年																																				
評価期間: 2020年~2039年	開発			運用 20年																																				

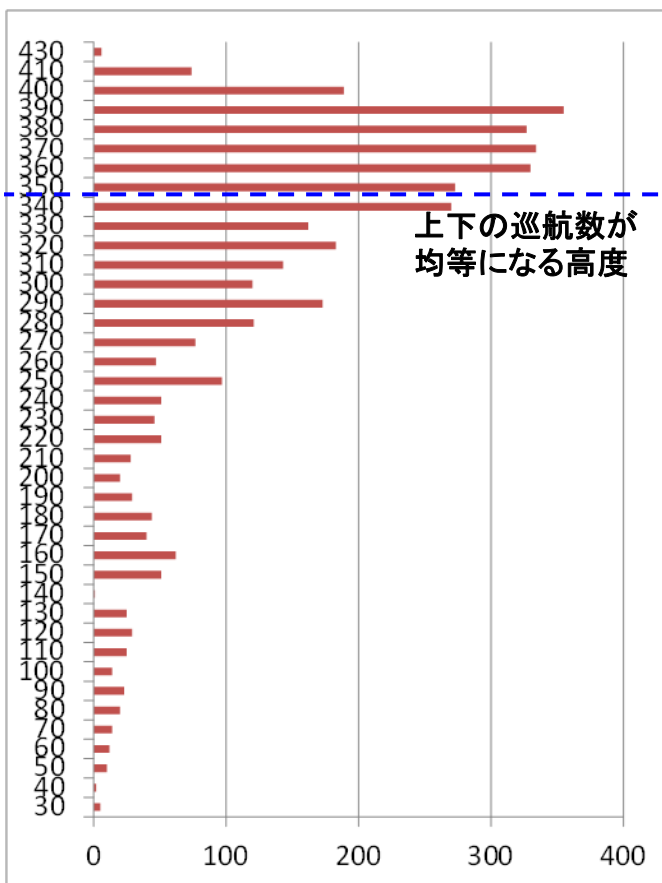
評価期間	便益現在価値(百万円)	費用現在価値(百万円)	B/C
2020年~2024年(5年)	322	329	0.98
2020年~2029年(10年)	1,179	551	2.14
2020年~2034年(15年)	2,820	551	5.12
2020年~2039年(20年)	5,427	701	7.74



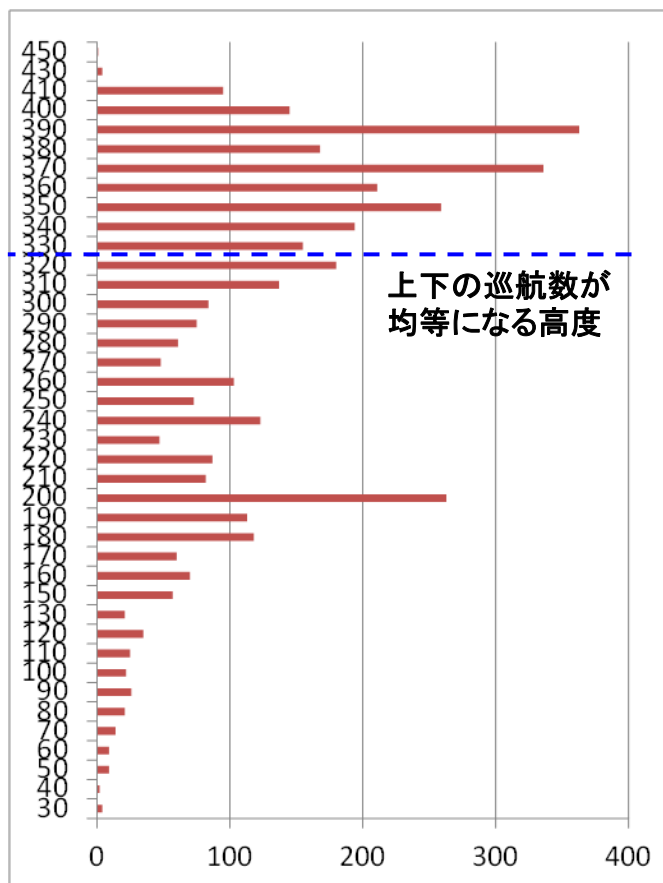
巡航高度の分布(11月、1月、3月)



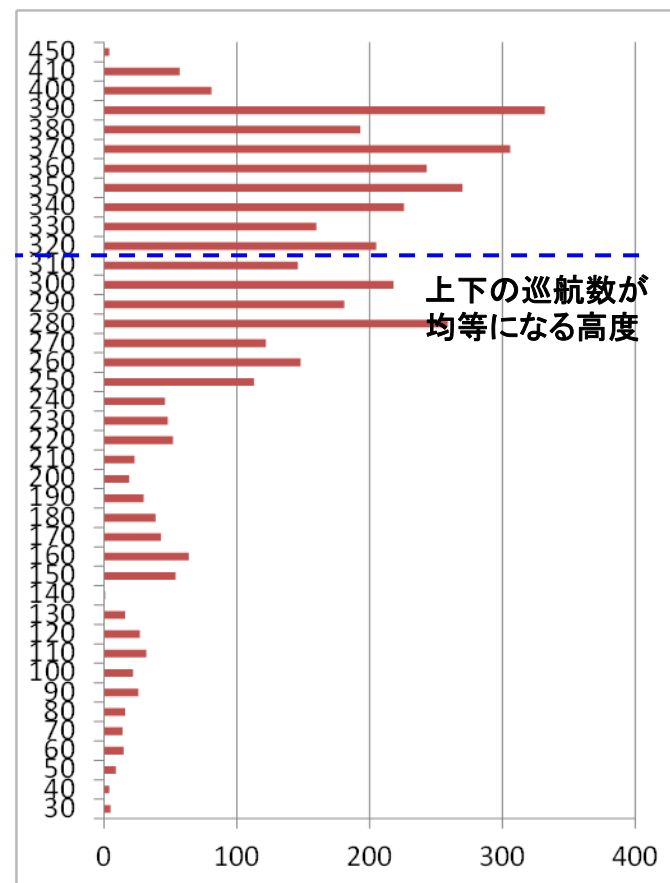
2012年11月9日



2013年1月11日

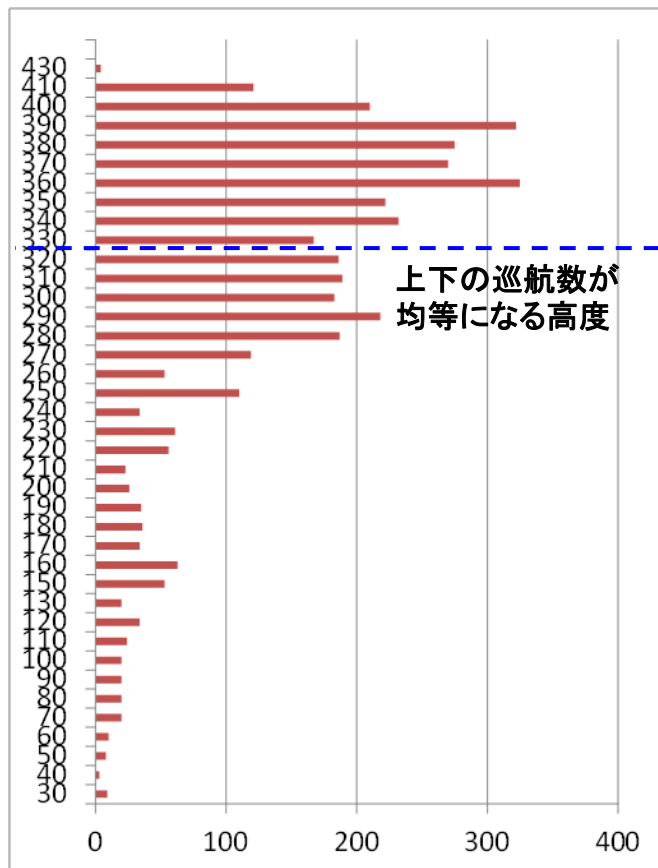


2013年3月8日

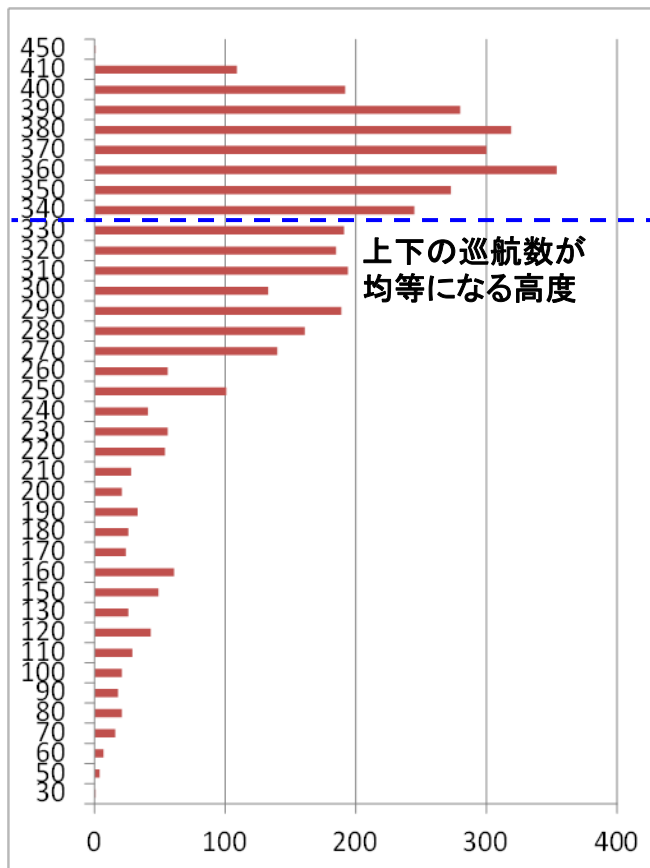


巡航高度の分布(5月、7月、9月)

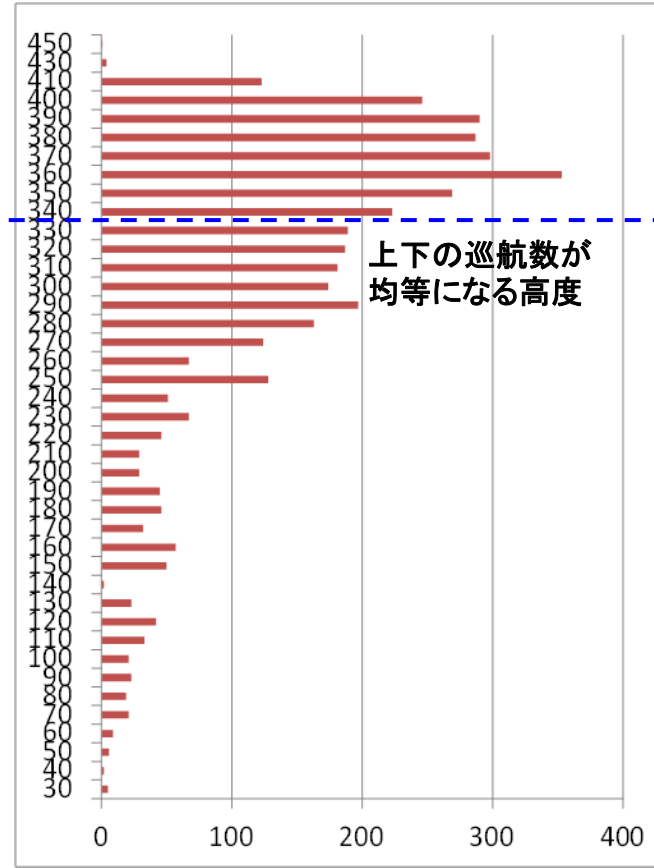
2013年5月10日



2013年7月12日



2013年9月8日



→ OI-13の施策概要

航空機の巡航から着陸までの降下、及び進入フェーズにおいて、特定地点の通過時刻(必要に応じて通過高度)を指定し、一時的な水平飛行を行うことなく継続的な降下が可能となる運航(CDO)を実現する。関連する空域や周辺交通状況を的確に把握した上で、降下中の制約を最小限に止めることにより、運航効率の最適化を図る。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

□フェーズ1(2017年～):データリンクによるCDO(洋上からの入域)(※参考)

洋上からの入域機に対して、洋上データリンクにより通知することによりCDO(洋上)を実施する。ただし、国内空域においては、限定的なコンフリクト検出機能しか有しないため、夜間を中心とした低密度空域において実施する。

□フェーズ2(2021年～):データリンクによるCDO(陸域)

陸域データリンク(OI-29-2)の導入、及び支援システムの機能強化(コンフリクト検出)に伴い、国内空域におけるCDO(陸域)を実施する。現時点の導入対象空港は、新千歳、成田、羽田、中部、関西及び那覇等を想定している。

□フェーズ3(2026年以降～):ATN-B2等による高度化

時刻指定を行うCDO、ATN-B2等導入による陸域データリンクの高度化に伴う運用の高度化を実施する。

→ 費用対効果分析の考え方

□効果

✓ 燃料削減効果、CO2排出量削減効果

□費用

✓ CPDLCの通信コストが発生する。

→ 対象便、時間帯

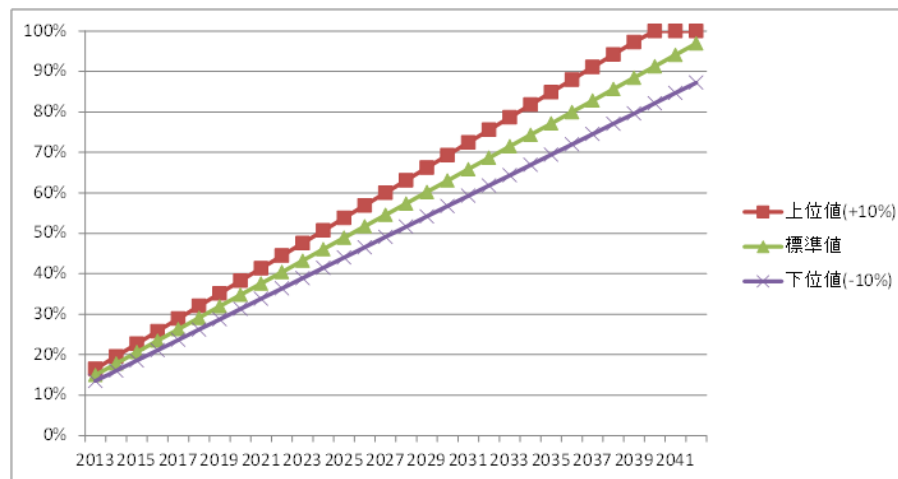
□ 各空港ごとに非繁忙時間帯においてCDOを実施することとし、対象便数を算出する。

	JST	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	総計 (便)	CDO 対象
	UTC	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
羽田		2.3	5.1	3.6	4.8	32.9	33.9	36.1	36.8	31.1	34.4	32.6	31.0	36.2	35.8	36.8	30.1	38.6	38.7	31.1	7.2	3.0	0.8	1.2	0.2	544.3	28.2
成田		0.0	0.0	15.2	16.0	18.9	17.9	10.0	10.3	23.7	24.0	28.2	38.1	25.3	16.9	16.7	15.1	13.7	8.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	299.8	43.8
新千歳		0.0	0.2	0.1	5.0	8.1	12.6	15.8	11.7	16.7	15.7	13.1	12.6	11.1	11.2	12.9	9.2	11.9	11.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	181.4	7.4
中部		0.0	0.2	1.1	2.3	4.3	7.0	9.7	5.2	7.6	5.3	7.1	8.0	7.9	7.8	9.7	9.3	11.6	11.2	1.7	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	118.3	6.6
関西		1.4	3.1	4.9	8.8	9.6	9.0	10.8	12.4	8.1	7.0	8.6	12.6	9.6	13.6	12.4	16.2	10.0	11.7	8.4	2.8	3.2	0.4	0.2	0.3	185.1	16.3
那覇		0.4	0.1	0.0	0.0	4.1	10.9	14.2	16.4	10.0	14.4	11.6	12.1	10.2	10.4	11.0	10.6	6.6	5.9	3.6	0.0	0.2	6.2	1.2	2.3	162.4	13.7
総計 (便)		4.1	8.7	24.9	36.9	77.9	91.3	96.6	92.8	97.2	100.8	101.2	114.4	100.3	95.7	99.5	90.5	92.4	87.1	48.0	10.9	6.8	7.4	3.3	2.8	1491	116

※グレー: 対象時間帯

→ 航空機側CPDLC対応率予測

□ 通信アドホックにおいて算出された装備率(2013年15%、2025年49%)から年度ごとに装備率が単調増加すると仮定した数値を使用する。



□年度ごとの便益計算結果

✓ 2021年運用開始を前提とし、評価期間を10年(2021年～2030年)とした場合、2013年現在価値で3,265百万円の便益。

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
節約される燃料(キロリットル/年)	4,677	5,072	5,473	5,880	6,293	6,662	7,031	7,401	7,771	8,141	8,531	8,923	9,318	9,714	10,113	10,483	10,853	11,224	11,594	11,964	
燃料節減によるコスト削減(百万円)	375	406	438	471	504	533	563	593	622	652	683	715	746	778	810	839	869	899	928	958	
削減されるCO2排出量(トン/年)	11,548	12,523	13,513	14,519	15,539	16,449	17,360	18,273	19,187	20,102	21,065	22,033	23,007	23,986	24,970	25,884	26,798	27,713	28,627	29,541	
CO2排出量削減の貨幣換算(百万円)	33	36	39	42	45	48	50	53	55	58	61	64	67	69	72	75	77	80	83	85	
便益合計	408	442	477	513	549	581	613	645	678	710	744	778	813	847	882	914	947	979	1,011	1,044	
評価期間: 2021年～2025年	運用 5年																				
評価期間: 2021年～2030年	運用 10年																				
評価期間: 2021年～2034年	運用 14年																				
評価期間: 2021年～2035年	運用 15年																				
評価期間: 2021年～2040年	運用 20年																				

2013年現在価値での便益(百万円)

評価期間: 2021年～2025年	NPV=	1,545	百万円
評価期間: 2021年～2030年	NPV=	3,265	百万円
評価期間: 2021年～2034年	NPV=	4,687	百万円
評価期間: 2021年～2035年	NPV=	5,045	百万円
評価期間: 2021年～2040年	NPV=	6,808	百万円

試算結果

□ 管制支援システム(統合管制情報処理システム)の機能により実現可能であり、その他には新たなコストは発生しない。

□ 費用に見合った効果が得られると評価できる。

→ OI-16の施策概要

地上側で経路上の複数のウェイポイントの通過時刻を設定し、機上システムで時刻に合わせた飛行となるよう制御し、より効率的に軌道の管理と交通流の生成を実施する。
運航前に算出したCFDTを運航中に監視し、必要に応じて修正をする。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

□ 2020年～:次期ATMによるDCBとTSを考慮した複数地点のCFDT運用

- ✓ 次期ATMの処理データに「ATMトラジェクトリ」を導入し、このトラジェクトリに基づきDCB (Demand and Capacity Balancing) を実施するとともに、TS (Traffic Synchronization) を実施。
- ✓ この発出方法としてCFDTの手法を適用

→ 今回の分析対象

→ 費用対効果分析の考え方

□ 対象

- ✓ 東京国際空港西方面到着機

□ 効果

- ✓ レーダー誘導(フライトパスを伸ばす処理)を行わず、早い段階からの速度調整によりTSを実施することによる、燃料消費の抑制
 - 消費燃料削減
 - CO2排出量削減

→ 便益算出対象

- ✓ レーダー誘導を行わないことによる管制負荷軽減とそれによる処理容量増

→ 定性的効果

□ 費用

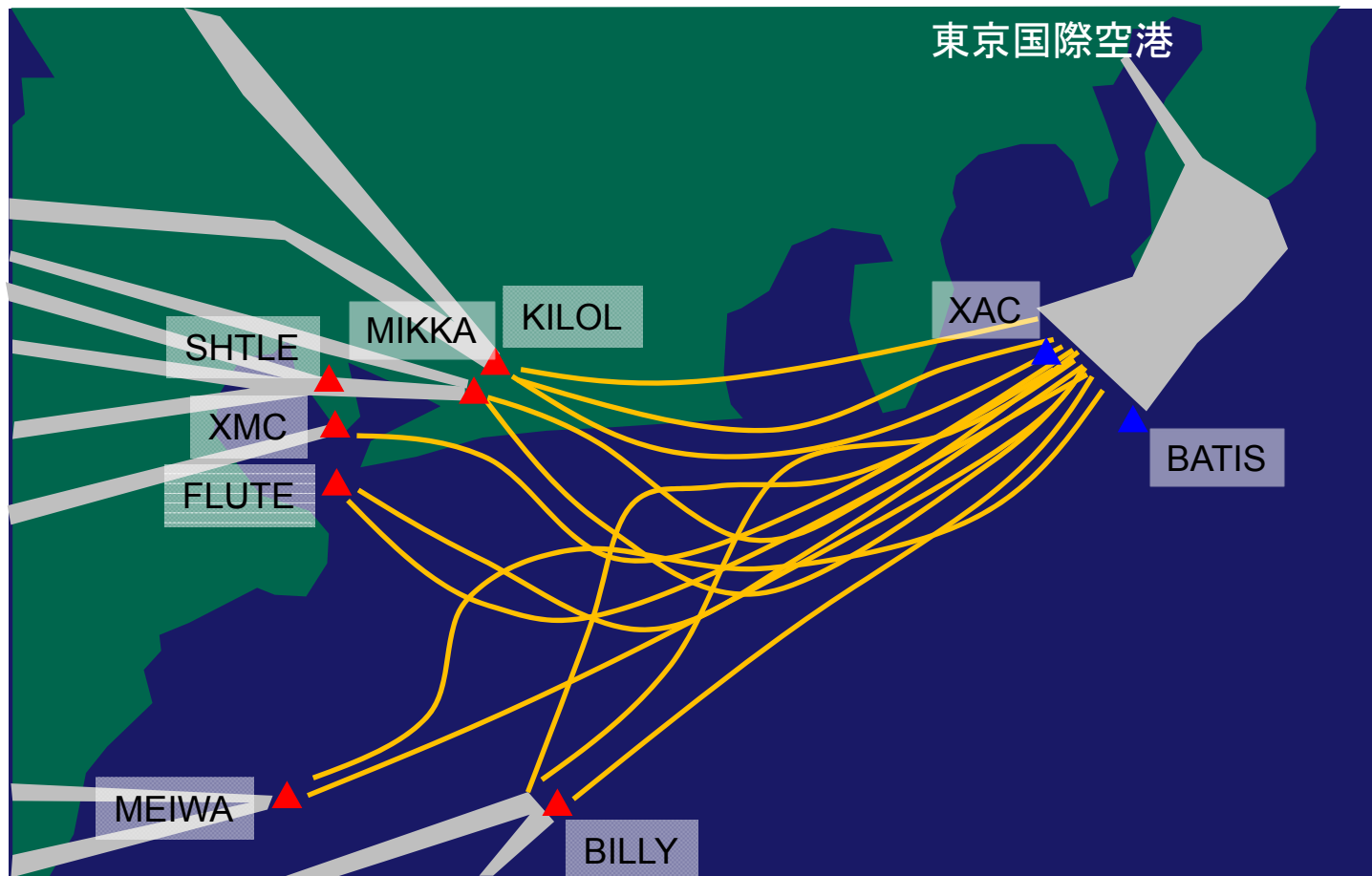
- ✓ 次期ATMにおける「ATMトラジェクトリ」については、次期ATMが統合管制情報処理システムとの連携により機能するための処理の基盤として必要となるものであり、本施策の実施如何に関わらず導入が必要。
- ✓ データリンクの使用もありうるが、必須ではないため計上しない(効果としても計上しない)。
- ✓ したがって、WithのケースとWithoutのケースでの費用の違いはない。



➔ 費用対効果分析の実施

□ 効果の算出

- ✓ 以下の航跡(2012年11月~2013年9月までの2か月おき6日間)の航跡をもとに、現在実施されている運用のもとでのオレンジ色の部分の飛行が、複数地点でのCFDTにより飛行計画経路上で行われることを想定し、飛行距離延伸による遅延処理と速度調整による遅延処理の燃料消費量の差を比較。



✓ 効果の試算結果 (2012年11月～2013年9月までの2か月おきの6日間、対象機数 2,301機)

	合計機数	飛行計画上の距離	実際の飛行距離 (6日間の平均)	短縮距離	飛行時間換算 (TAS=490ktの場合)
KILOL経由到着	124	94.56NM	98.77NM	4.21NM	0.52分
MIKKA経由到着	13	96.79NM	95.07NM	-1.72NM	-0.21分
SHTLE経由到着	643	122.08NM	126.62NM	4.54NM	0.56分
XMC経由到着	259	121.22NM	126.44NM	5.22NM	0.64分
FLUTE経由到着	564	135.48NM	142.48NM	7.00NM	0.86分
MEIWA経由到着	225	167.01NM	166.54NM	-0.47NM	-0.06分
BILLY経由到着	473	118.38NM	127.77NM	9.39NM	1.15分
平均					0.69分

定量的効果の計測結果

✓ 対象となる機数の想定は $2,301/6 \times 365 = 139,977$ 便/年であり、総時間は約1,610時間に相当する遅延分の処理をレーダー誘導よりも運航効率の高い速度調整により実施することによる効率性向上が見込まれる。

→ OI-19の施策概要

メタリングフィックスにおける時刻を指定することにより、戦略的に(トラジェクトリ管理(TM)のレベルで)航空機のフローを管理して、空港容量・空域容量の最大限の活用(複数方向からの入域トラフィックを考慮し、無駄なマージンをとらないこと、また後方乱気流区分に従った最適な航空機の順序を実現すること)を図る。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

- フェーズ1(2018年～)
 - ✓ 管制支援システムの段階的導入に合わせて、特定ターミナル空域(関西、福岡等)における初期的運用から段階的に実施する。
- フェーズ2(2022年～)
 - ✓ メタリングフィックスの複数設定(固定及び動的フィックス)による運用を実施する。ATMIによる空域容量管理(空港CDM、AMAN/DMAN/SMANとの連携)、及び陸域データリンク(OI-29-2)の展開に合わせた段階的試行を実施する。
- フェーズ3(2026年以降)
 - ✓ メタリングフィックスの動的運用(OI-3における空域境界線の戦略的変更と連携。)を実施する。また、陸域データリンク及びASASによる合流処理支援機能などによる高度化を図る。

→ 今回の分析対象

→ 費用対効果分析の考え方

- 対象
 - ✓ 大阪国際空港到着機
- 効果
 - ✓ レーダー誘導(フライトパスを伸ばす処理)を行わず、早い段階からの速度調整によりTSを実施することによる燃料消費の抑制
 - ・ 消費燃料削減
 - ・ CO2排出量削減
 - ✓ レーダー誘導を行わないことによる管制負荷軽減とそれによる処理容量増
- 費用
 - ✓ 導入中の管制支援システムにより実現可能であり、追加の費用は不要。
 - ✓ データリンクの使用もありうるが、必須ではないため計上しない(効果としても計上しない)。
 - ✓ したがって、WithのケースとWithoutのケースでの費用の違いはない。

→ 便益算出対象

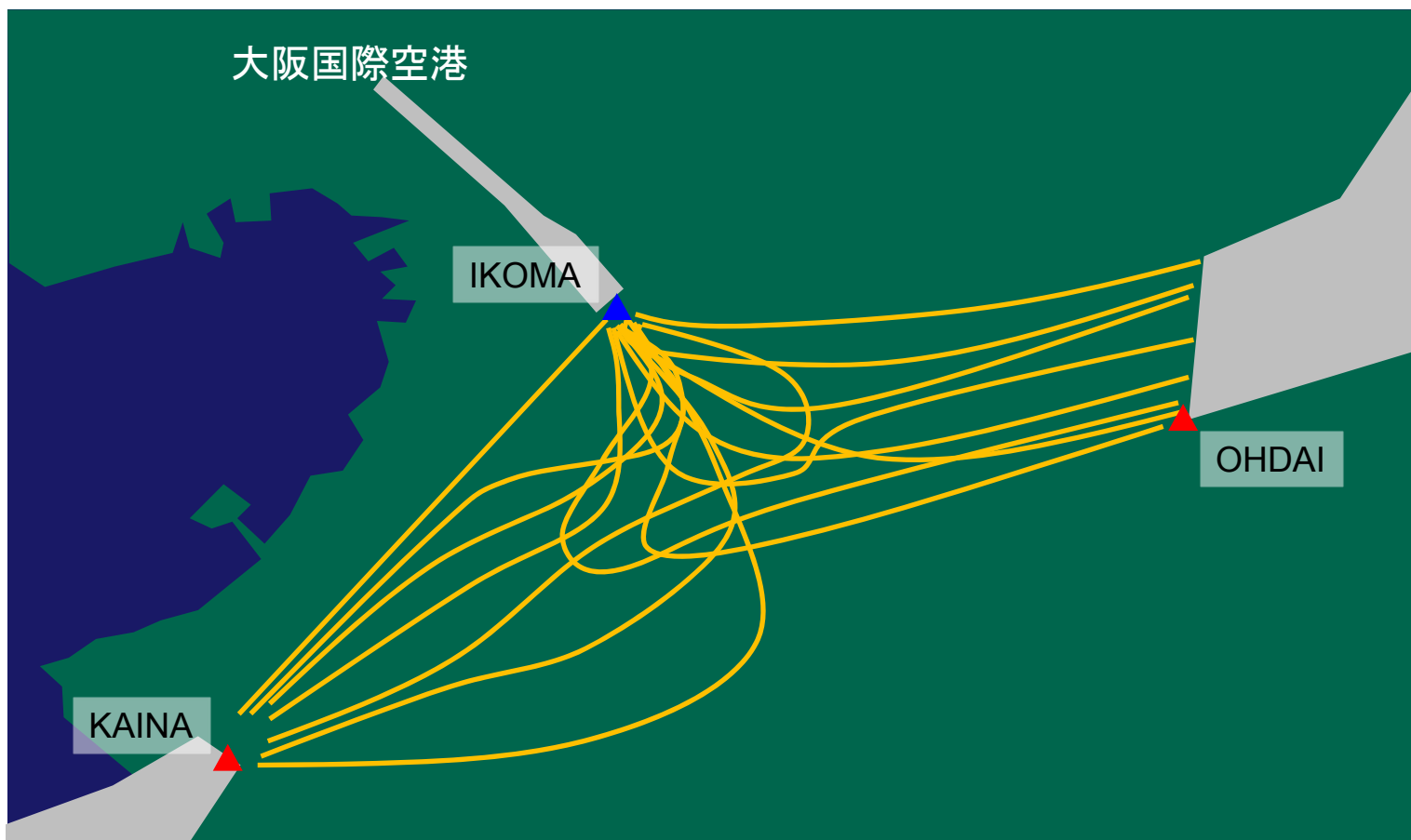
→ 定性的効果



➔ 費用対効果分析の実施

□ 効果の算出

- ✓ 以下の航跡(2012年11月~2013年9月までの2か月おき6日間)の航跡をもとに、現在実施されている運用のもとでのオレンジ色の部分の飛行が、合流地点における時刻ベースの順序付けにより飛行計画経路上で行われることを想定し、飛行距離延伸による遅延処理と速度調整による遅延処理の燃料消費量の差を比較。



✓ 効果の試算結果 (2012年11月～2013年9月までの2か月おきの6日間、対象機数 947機)

	合計 機数	飛行計画上の 距離	実際の飛行距離 (6日間の平均)	短縮距離	飛行時間換算 (TAS=380ktの場合)
東方面到着 (OHDAI経由)	496	44.63NM	53.18NM	8.55NM	1.35分
西方面到着 (KAINA経由)	451	35.82NM	53.94NM	17.12NM	2.70分
平均					1.99分

定量的効果の計測

✓ 対象となる機数の想定は $947/6 \times 365 = 57,609$ 便/年であり、総時間は約1,910時間に相当する遅延分の処理をレーダー誘導よりも運航効率の高い速度調整により実施することによる効率性向上が見込まれる。

→ OI-26の施策概要

後方乱気流区分の細分化および気象状況に応じた動的な設定を可能とすることで離着陸間隔の短縮を図る。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

- ❑ フェーズ1 (2018年～): 現在の後方乱気流カテゴリーを6つのカテゴリーに再編・細分化する。これにより、不要なマージンを短縮可能となる。(空港管制支援システムの導入後)
- ❑ フェーズ2 (2022年～): 2機間の後方乱気流間隔を静的に定義する。具体的には、システム上では1200×1200程度のマトリックスを定義しておき、その中から空港ごとに概ねのペアをカバーできる10×10程度のマトリックスを抽出し運用。カバーできない組合せについては、RECATフェーズ1のカテゴリーにて対応。)

→ 今回の分析対象

RECATフェーズ1のカテゴリー (EUROCONTROL案ベース)

A	B	C	D	E	F
A380	B744	MD11	B753	DH8C	E120
AN-225	A346	B763	B752	AT72	B190
	B773	A306	B739	RJ100	C650
	B772		B738	RJ85	H25B
	A343		B737	B463	C525
	A333		B736	B462	
	A332		A319	E170	
			A318	DH8B	
			A321	DH8A	
			A320	CRJ9	
			B722	AT45	
			MD83	AT43	
			MD82	GLF4	
			F50	CRJ7	
			B734	SF34	
			B733	CRJ2	
			B735	CRJ1	
			E190	E45X	
			B717	E145	
			GLF5	E135	
			DC95		
			DC93		
			DH8D		
			F100		

		後続機					
		A	B	C	D	E	F
先行機	A	3	5	6	7	7	8
	B	3	3	4	5	5	7
	C	3	3	3	3.5	3.5	6
	D	3	3	3	3	3	5
	E	3	3	3	3	3	4
	F	3	3	3	3	3	3

※RECATフェーズ2については、各型式間の間隔が未定義のため、今回の費用対効果分析ではFAAが提示している特定空港の例をベースに試算。



→ 費用対効果分析の考え方

□分析対象

✓混雑空港のうち滑走路の運用形態がシンプルな以下の空港を対象に試算

- 福岡空港
- 関西国際空港(ただし、専用滑走路方式での運用)

□効果分析の項目

- ✓滑走路処理容量の増大による発着枠増
- 増便便益

□費用

✓フェーズ1、フェーズ2とも、管制支援システムの機能を活用可能であり、基本的にコストは発生しない。

→ 効果の計算

□使用データ:福岡、関西空港における1日の発着データ(フライトプランより)

- ✓ 後方乱気流区分(現行、RECATフェーズ1、RECATフェーズ2)別の比率を計算
- ✓ 先行機、後続機の全組合せについて、その発生確率を計算
- ✓ 各組合せごとの最低間隔に発生確率を乗じて積算することにより平均間隔を計算
- ✓ 着陸前、離陸後の速度については、一律で160ktの値を使用

福岡、関西空港発着機の型式

現行	RECAT-I		
S	A	A380	
		A388	
H	B	A332	
		A333	
		A343	
		B744	
		B74D	
		B772	
		B773	
		B77L	
		B77W	
		C	A306
			B762
B763			
B788			
MD11			
M	D	A319	
		A320	
		A321	
		B734	
		B735	
		B737	
		B738	
		B739	
		B752	
		DH8D	
		E	C560
			CRJ1
			CRJ2
			CRJ7
			DH8A
		F	DH8B
E170			
SF34			
E120			
L		C25A	

□RECATフェーズ2については、以下を前提として試算

- ✓ B763、A319、DH8D、E120の4機種のみ、型式ごとにカテゴリを設定。その他についてはRECATフェーズ1のカテゴリを適用。

カテゴリごとの割合

	福岡		関西	
	機数	比率	機数	比率
S	0	0.0%	0	0.0%
H	100	25.4%	173	48.2%
M	292	74.3%	186	51.8%
L	1	0.3%	0	0.0%
A	0	0.0%	0	0.0%
B	72	18.3%	109	30.4%
C	28	7.1%	64	17.8%
D	211	53.7%	184	51.3%
E	81	20.6%	2	0.6%
F	1	0.3%	0	0.0%
A	0	0.0%	0	0.0%
B	72	18.3%	109	30.4%
C	1	0.3%	20	5.6%
D	167	42.5%	178	49.6%
E	81	20.6%	2	0.6%
F	1	0.3%	0	0.0%
B763	27	6.9%	44	12.3%
A319	4	1.0%	6	1.7%
DH8D	40	10.2%	0	0.0%
E120	0	0.0%	0	0.0%

□存在比率

- ✓ 2013年の1日分のフライトプランをベースに右の通り算出。



→ 設定した間隔

現行の間隔

距離 (NM)	後続機→					離着陸数	
	現行	S	H	M	L	福岡	関西
先行機	S	3	6	7	8	0	0
↓	H	3	4	5	6	100	173
	M	3	3	3	5	292	186
	L	3	3	3	3	1	0

RECATフェーズ1

距離 (NM)	後続機→						離着陸数		
	RECAT-I	A	B	C	D	E	F	福岡	関西
先行機	A	3	5	6	7	7	8	0	0
↓	B	3	3	4	5	5	7	72	109
	C	3	3	3	3.5	3.5	6	28	64
	D	3	3	3	3	3	5	211	184
	E	3	3	3	3	3	4	81	2
	F	3	3	3	3	3	3	1	0

水色網掛け: 現行と比較し短縮されている組合せ

赤色網掛け: 現行と比較し拡大されている組合せ

RECATフェーズ2 (個別型式間の間隔は米国の特定空港の例に基づき設定)

距離 (NM)	後続機→							H-C				離着陸数	
	RECAT-II	A	B	C	D	E	F	B763	A319	DH8D	E120	福岡	関西
先行機	A	3	5	6	7	7	8	6	7	7	8	0	0
↓	B	3	3	4	5	5	7	4	5	5	7	72	109
	C	3	3	3	3.5	3.5	6	3	3.5	3.5	6	1	20
	D	3	3	3	3	3	5	3	3	3	5	167	178
	E	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	81	2
	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0
H-C	B763	3	3	3	3.5	3.5	6	3	3	3	3.5	27	44
M-D	A319	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4	6
M-D	DH8D	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	40	0
M-F	E120	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0

この短縮に相当する組合せは実際に関西、福岡でも発生しているが、ROT等の他の要素による必要間隔の方が大きいため実際には効果が表れない。

水色網掛け: RECATフェーズ1と比較し短縮されている組合せ



→ 福岡空港での間隔の例 (現行とRECATフェーズ1との比較)

現行		後続(対象)									
		出発				到着					
		S	H	M	L	S	H	M	L		
先行	出発	S	92	135	158	180	110	110	110	110	0.0%
		H	92	92	113	135	110	110	110	110	12.7%
		M	92	92	92	113	110	110	110	110	37.2%
		L	92	92	92	92	110	110	110	110	0.1%
	到着	S	101	101	101	101	125	135	158	180	0.0%
		H	101	101	101	101	125	125	125	135	12.7%
		M	101	101	101	101	125	125	125	125	37.2%
		L	101	101	101	101	125	125	125	125	0.1%
		0	0.1272	0.3715	0.0013	0	0.1272	0.3715	0.0013		

※左記の他の緑網掛け部分は、後方乱気流間隔の短縮は発生しているが、ROT等の他の要素による必要間隔の方が長いため、間隔は短縮されない。

この組合せが存在すれば短縮されるが、福岡空港にはA380が就航していないため存在せず。

この組合せは実際に存在し効果が発生。

RECAT-I		後続													
		出発						到着							
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F		
先行(対象)	出発	A	92	113	135	158	158	180	110	110	110	110	110	110	0.0%
		B	92	92	92	113	113	158	110	110	110	110	110	110	9.2%
		C	92	92	92	92	92	135	110	110	110	110	110	110	3.6%
		D	92	92	92	92	92	113	110	110	110	110	110	110	26.8%
		E	92	92	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	10.3%
		F	92	92	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	0.1%
	到着	A	101	101	101	101	101	101	125	125	135	158	158	180	0.0%
		B	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	158	9.2%
		C	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	135	3.6%
		D	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	26.8%
		E	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	10.3%
		F	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	0.1%
		0.0%	9.2%	3.6%	26.8%	10.3%	0.1%	0.0%	9.2%	3.6%	26.8%	10.3%	0.1%		



→ 福岡空港での間隔の例 (RECATフェーズ1とフェーズ2の比較)

RECAT-II		後続																					
		出発										到着											
		A	B	C	D	E	F	B763	A319	DH8D	E120	A	B	C	D	E	F	B763	A319	DH8D	E120		
先行(対象)	出発	A	92	113	135	158	158	180	135	158	158	180	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0.0%
		B	92	92	92	113	113	158	92	113	113	158	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	9.2%
		C	92	92	92	92	92	135	92	92	92	135	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0.1%
		D	92	92	92	92	92	113	92	92	92	113	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	21.2%
		E	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	10.3%
		F	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0.1%
		B763	92	92	92	92	92	135	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	3.4%
		A319	92	92	92	92	92	113	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0.5%
		DH8D	92	92	92	92	92	113	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	5.1%
	E120	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0.0%	
	到着	A	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	135	158	158	180	135	158	158	180	0.0%
		B	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	158	125	125	125	158	9.2%
		C	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	135	125	125	125	135	0.1%
		D	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	21.2%
		E	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	10.3%
		F	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	0.1%
		B763	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	135	125	125	125	125	3.4%
		A319	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	0.5%
DH8D		101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	5.1%	
E120	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	0.0%		
		0.0%	9.2%	0.1%	21.2%	10.3%	0.1%	3.4%	0.5%	5.1%	0.0%	0.0%	9.2%	0.1%	21.2%	10.3%	0.1%	3.4%	0.5%	5.1%	0.0%		

※上記の水色網掛け部分は、後方乱気流間隔の短縮は発生しているが、ROT等の他の要素による必要間隔の方が長いため、間隔は短縮されない。(緑色網掛けが該当するRECATフェーズ1カテゴリー)

→ すなわち、このケースではRECATフェーズ2の効果は出ない。



→ 関西国際空港での間隔の例 (現行とRECATフェーズ1との比較)

現行			後続(対象)								
			出発				到着				
			S	H	M	L	S	H	M	L	
先行	出発	S	95	135	158	180					0.0%
		H	95	95	113	135					25.4%
		M	95	95	95	113					74.3%
		L	95	95	95	95					0.3%
	到着	S					130	135	158	180	0.0%
		H					130	130	130	135	25.4%
		M					130	130	130	130	74.3%
		L					130	130	130	130	0.3%
			0.0%	25.4%	74.3%	0.3%	0.0%	25.4%	74.3%	0.3%	

※左記の他の緑網掛け部分は、後方乱気流間隔の短縮は発生しているが、ROT等の他の要素による必要間隔の方が長いため、間隔は短縮されない。

この組合せが存在すれば短縮されるが、関西空港にはA380が就航していないため存在せず。

この組合せは実際に存在し効果が発生。

RECAT-I			後続												
			出発						到着						
			A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
先行(対象)	出発	A	95	113	135	158	158	180							0.0%
		B	95	95	95	113	113	158							18.3%
		C	95	95	95	95	95	135							7.1%
		D	95	95	95	95	95	113							53.7%
		E	95	95	95	95	95	95							20.6%
		F	95	95	95	95	95	95							0.3%
	到着	A							130	130	135	158	158	180	0.0%
		B							130	130	130	130	130	158	18.3%
		C							130	130	130	130	130	135	7.1%
		D							130	130	130	130	130	130	53.7%
		E							130	130	130	130	130	130	20.6%
		F							130	130	130	130	130	130	0.3%
				0.0%	18.3%	7.1%	53.7%	20.6%	0.3%	0.0%	18.3%	7.1%	53.7%	20.6%	0.3%



→ 関西国際空港での間隔の例 (RECATフェーズ1とフェーズ2の比較)

RECAT-II		後続																						
		出発												到着										
		A	B	C	D	E	F	B763	A319	DH8D	E120	A	B	C	D	E	F	B763	A319	DH8D	E120			
先行(対象)	出発	A	95	113	135	158	158	180	135	158	158	180											0.0%	
		B	95	95	95	113	113	158	95	113	113	158											18.3%	
		C	95	95	95	95	95	135	95	95	95	135											0.3%	
		D	95	95	95	95	95	113	95	95	95	113											42.5%	
		E	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95											20.6%	
		F	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95											0.3%	
		B763	95	95	95	95	95	135	95	95	95	95											6.9%	
		A319	95	95	95	95	95	113	95	95	95	95											1.0%	
		DH8D	95	95	95	95	95	113	95	95	95	95											10.2%	
	E120	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95											0.0%		
	到着	A											130	130	135	158	158	180	135	158	158	180	0.0%	
		B											130	130	130	130	130	158	130	130	130	158	18.3%	
		C											130	130	130	130	130	135	130	130	130	135	0.3%	
		D											130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	135	42.5%
		E											130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	20.6%
		F											130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	0.3%
		B763											130	130	130	130	130	135	130	130	130	130	130	6.9%
		A319											130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	1.0%
		DH8D											130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	10.2%
E120												130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	0.0%	
		0.0%	18.3%	0.3%	42.5%	20.6%	0.3%	6.9%	1.0%	10.2%	0.0%	0.0%	18.3%	0.3%	42.5%	20.6%	0.3%	6.9%	1.0%	10.2%	0.0%			

※上記の水色網掛け部分は、後方乱気流間隔の短縮は発生しているが、ROT等の他の要素による必要間隔の方が長い為、間隔は短縮されない。(緑色網掛けが該当するRECATフェーズ1カテゴリー)

すなわち、このケースではRECATフェーズ2の効果は出ない。



→ 試算結果

- 福岡、関西ともわずかではあるがRECATフェーズ1の効果が表れているが、顕著なものではない。適用空港については個々に試算を行い見極めを行っていく必要あり。
- 米国の特定の空港での想定を適用した今回の試算では、RECATフェーズ2については(フェーズ1と比較して)効果が表れていない。間隔を設定する型式のペアについては、対象空港就航機の特性を考慮して実施する必要あり。

	福岡		関西			
	平均間隔(秒)	回数/時	出発滑走路		到着滑走路	
			平均間隔(秒)	回数/時	平均間隔(秒)	回数/時
現行	108.08	33.31	98.37	36.60	130.21	27.65
RECATフェーズ1	107.81	33.39	97.44	36.94	130.21	27.65
効果	-0.27	0.08	-0.93	0.35	0.00	0.00
	-0.25%	0.25%	-0.94%	0.95%	0.00%	0.00%
RECATフェーズ2	107.81	33.39	97.44	36.94	130.21	27.65
効果	-0.27	0.08	-0.93	0.35	0.00	0.00
	-0.25%	0.25%	-0.94%	0.95%	0.00%	0.00%

結論(案)

統合管制情報処理システムにおいては対応可能であるため導入自体は進めていくこととするが、空港によって導入効果に違いがあることから、空港ごとに導入効果の検証を行い、効果の高い空港に対して導入を進めていく。また、あわせて特定の型式の組合せによる高い導入効果が認められる空港には、ICAOの標準化動向も見極めつつRECATフェーズ2の導入も進めていく。さらにAMAN/DMAN等との組み合わせにより、積極的に容量増となる順序付けを実現し、これと組み合わせることにより、さらに高い効果が得られると考えられる。

→ OI-29-2の施策概要

国内航空路空域(陸域)における定型的な通信、タイムクリティカルでない指示や許可の伝達をデータリンク(CPDLC)により実施し、管制官の業務負荷とヒューマンエラーのリスクの軽減(安全性の向上)、及び処理容量の向上を図る。

→ 運用の概要および段階的導入の想定

- フェーズ1: 陸域CPDLCの試行開始。(上下分割完了後の空域からCDO等を段階的に試行)
- フェーズ2: 経路・高度指示を段階的に実施(高高度を中心に国内全航空路空域。)
- フェーズ3: 速度調整指示を開始

→ 費用対効果分析の考え方

□対象

- ✓ 陸域CPDLCが導入される高々度セクタ全セクタを対象とする。

□効果分析の対象

- ✓ 管制作業負荷の軽減
- ✓ CPDLC関連施策導入による便益
 - OI-5高高度のフリールーティング
 - OI-13継続的な上昇・降下の実現(データリンクによるCDO(陸域))

□費用

- ✓ CPDLC監視施設整備費用
- ✓ 通信費用

→ データリンク導入時期の想定

導入時期	平成33年(2021)頃～	平成38年(2026)頃～	平成39年(2027)以降
空域再編実施状況(想定)	※国内空域一部(①)において上下分離を想定	※国内全空域(①、②)において上下分離を想定	
適用空域区分	※上下分離空域において試行運用開始	※国内全空域への運用拡大	※使用メッセージの拡大
①高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・経路変更指示(UPR+DARPの段階的導入を含む)OI-5)		
・高度変更指示			
・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)			
・合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)(OI-19: 動的を含む。)			
			・速度調整
①低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・経路変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示	
・高度変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示		
・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)			
・合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)(OI-19: 動的を含む。)			
			・速度調整
②高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	
	・経路変更指示(UPR+DARPの段階的導入を含む)OI-5)	・経路変更指示	
・高度変更指示	・高度変更指示		
・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)			
・合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)(OI-19: 動的)			
			・速度調整
②低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	
	・経路変更指示(メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示	
・高度変更指示(メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示		
・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)			
・合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定(メタリング)(OI-19: 動的を含む。)			
			・速度調整

※ OI名の記載がない項目は全てOI-29-2関連
 ※ 覆域を考慮した実施セクター等検討必要

上下分離実施空域



→ セクター容量算出のための作業負荷計算方法

- 日本ではMBB法を修正したModified MBB法を使用してセクターごとの管制作業負荷(ワークロード)を計算し、容量値を定義
- 30分あたりの管制作業負荷の積み上げが実時刻の100%(状況により調整)を超過した場合、容量超過とみなし交通流制御を実施。(EDCT及びCFDT)
- 1機あたりの作業負荷(秒) = 管制作業時間 + 考慮時間
 - ✓ 管制作業負荷 = 通信時間 + 手作業時間 + イベント非対応作業時間
 - ✓ 考慮時間 = 通信時間 × 困難度指数
- 「管制作業時間」については、細かな設定を行うとともに、実測に基づきセクターごとに発生頻度を定義

→ 管制作業時間として考慮している要素及び値(あるセクタの例)

イベント	困難度 指数	通信時 間(A)	操作時 間(B)	考慮時 間(C)	管制作業負 荷(A+B+C)	頻度(Xセ クタの例)
システムによるレー ダーハンドオフ	0.75	8.0	1.0	9.0	15.0	1.991回
口頭によるレーダーハ ンドオフ	1.00	8.0	1.4	9.4	17.4	0.000回
レーダーによらない業 務移管+識別	1.25	14.0	1.4	15.4	32.9	0.009回
識別	1.25	6.0	1.4	7.4	14.9	0.000回
垂直移管	1.00	1.5	-	1.5	3.0	0.995回
高度変更	1.50	10.0	1.6	11.6	26.6	1.477回
経路変更/管制承認 発出	1.5	15.0	8.0	23.0	45.5	0.050回
直行誘導	1.75	10.0	2.1	17.5	29.6	0.797回
機首誘導	2.00	10.0	1.5	20.0	31.5	1.083回



→ 管制作業時間として考慮している要素及び値(あるセクタの例)

イベント	困難度 指数	通信時 間(A)	操作時 間(B)	考慮時 間(C)	管制作業負 荷(A+B+C)	頻度(Xセ クタの例)
速度調整	1.50	10.0	1.4	15.0	26.4	0.925回
暫定維持高度指示	1.50	10.0	1.6	11.6	26.6	0.000回
空中待機指示	1.50	10.0	0.8	15.0	25.8	0.005回
QNH送信	0.25	4.0	-	1.0	5.0	0.94回
進入許可発出	1.25	10.0	0.8	12.5	23.3	0.004回
関連交通情報発出	1.25	10.0	-	12.5	22.5	0.200回



CPDLC導入により全高高度セクターで2021年より削減されるワークロード



CPDLC導入により西日本で2021年より、東日本で2026年より削減されるワークロード



CPDLC導入により全高高度セクターで2027年より削減されるワークロード

※高度指示、経路指示、速度調整は対応機の50%の実施を仮定。他は搭載機の100%実施を仮定。



→ セクターワークロード軽減の計算の前提条件

□年次別のワークロード計算は困難であることから、ワークロードは2011年の値を使用。

□したがって、Withoutケース、Withケース(2021年時点、2026年時点および2027年時点)のCPDLC導入効果の計算は、全て2011年の交通量をベースに実施したものであり、将来の交通需要を加味したものではない。

→ 試算結果

□高高度セクターにおいて、各セクターのワークロード平均値が以下の通り改善される。

✓2021年時点	導入前の13.98%のワークロード減
✓2026年時点	導入前の14.25%のワークロード減
✓2027年時点	導入前の14.45%のワークロード減

□以上のワークロード減少分により、高高度空域を中心に交通容量の拡大、出発遅延の減少など効果が見込まれる。

CPDLC関連施策の費用対効果分析まとめ

➔ 便益(14年間、2013年度における現在価値)

□ 関連施策の便益

✓ OI-5(高高度フリールーティング):	5,384百万円
✓ OI-13(陸域CDO):	4,687百万円
合計:	<u>1,0071百万円</u>

□ 施策本体の定量的及び定性的効果

✓ OI-29-2(陸域CPDLC):	ワークロード軽減(定量的効果)
✓ OI-3, OI-5, OI-13	ヒューマンエラー防止による安全性向上など。

➔ 費用(14年間、2013年度における現在価値)

□ 施策本体の費用(整備費および通信費)

✓ OI-29-2(陸域CPDLC):	3,944 百万円
---------------------	-----------

□ 関連施策の費用(通信費除く)

✓ OI-5(高高度フリールーティング):	0 百万円(通信費のみ)
✓ OI-13(陸域CDO):	0 百万円(通信費のみ)

合計:	<u>3,944 百万円</u>
------------	-------------------------

➔ 試算結果

□ B-C:	<u>6,127百万円 (B/C:2.55)</u>
---------------	-----------------------------------

項目	2013年(H25)			2014年(H26)												2015年(H27)												2016年(H28)				
	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	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
日程				▲ 第14回 △	▽ 推進 協議会 ▲ 第8回 企画調整会議		▲ 第15回				▲ 第16回		▲ 第17回 [△]第9回 企画調整会議	▲ 第18回 [△]第10回 企画調整会議		▲ 第19回	▲ 第20回		▲ 第21回					▲ 第22回								
各施策の意思決定				報告案作成・ 取りまとめ ★ H24年度活動報告			意思決定年次施策の検討1 OI-14, 23, 24					意思決定年次施策の検討2 OI-30-1, 30-2, 30-4 EN-10, 12				継続検討		意思決定年次施策の検討1 OI-13, 20, 21,								意思決定年次施策の検討2 OI-29-1, 29-3						
年次活動報告				報告案作成・ 取りまとめ ★ H24年度活動報告			報告案作成・ 取りまとめ				★ 中間報告		報告案作成・ 取りまとめ ★ H25年度年次報告						報告案作成・ 取りまとめ				★ 中間報告				報告案作成・ 取りまとめ ★ H26年度年次報告					
研究開発課題				☆ 調整状況報告			WG事務局整理・分担作業 グループA グループB グループC				WGメンバー意見照会		研究開発機関意見照会						中・長期を対象とした検討作業								整理作業				☆ (企画調整会議報告)	
軌道ベース運用アドホック				☆ 調整状況報告			▲ 第4回	▲ 第5回	▲ 第6回 報告案	▲ 第7回 報告案							▲ 第8回	▲ 第9回	▲ 第10回 報告案	▲ 第11回 報告案												
通信・監視アドホック等				☆ 調整状況報告			継続検討(部内会合)							▲ 年次取りまとめ								▲ 継続検討	▲ 継続検討			▲ 年次取りまとめ						
														▲ ATM検討WGIにて報告								▲ ATM検討WGIにて報告	▲ ATM検討WGIにて報告			▲ ATM検討WGIにて報告	▲ ATM検討WGIにて報告					