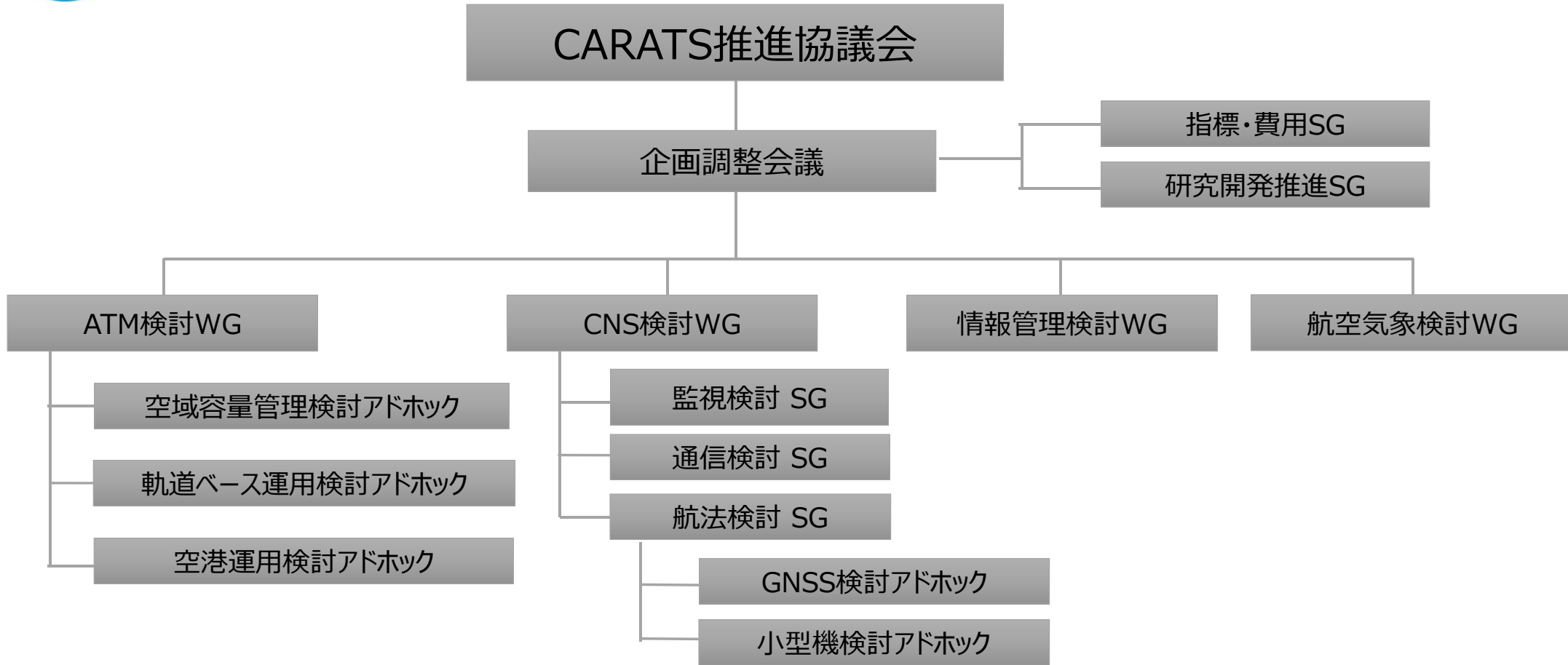


2022年度の取組報告

CARATS事務局
2023年3月17日



- 各WG/SGで、関係の強い施策を一括で調和を図りながら議論し、施策の導入決定を促進する。
- ATM検討WG、CNS検討WGの配下に関連SG/アドホックを設置し、施策導入を検討するとともに、WGが行程、体制を管理。

2022年度の主要な活動

I. 全体の取組

取組項目	概要
1) 航空交通分野の研究拡充と広報強化	①オープンデータ更新 ②「オープンデータ活用促進フォーラム」開催 ③国土交通省HPサイトを活用した研究成果の広報・PR強化
2) CARATS指標・目標に関する検討	①2040年に向けた指標・目標の見直し ②CARATS費用対効果分析の考え方の見直し
3) CARATSロードマップの整理・見直し	①各個別施策の取組管理、推進、ロードマップ改訂 *参照：「II.個別施策の取組」

II. 個別施策の取組

取組項目	概要
1) 重点的に取り組むべき施策（重点7施策）	①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） ②機上観測情報の活用（EDR等）とATMとの連携 ③ADS-B技術の活用 ④SBASを用いた運航 ⑤GBASを用いた運航 ⑥インターネット通信技術を活用した空地通信ネットワークの実現（ATN/IPS） ⑦SWIMを活用した運用改善（Global SWIM / 空地SWIM）
2) 2022年度 導入意思決定 施策	①INF2-3 FF-ICEメッセージの導入 ②MET2-6 定量的な火山灰情報の提供
3) 2022年度 運用開始 施策	①DCB3-2 リアルタイムの空域形状変更 ②DCB5-1 初期的CFDTによる時間管理 ③TBO1-1 高高度でのフリールーティング ④APO5-1 空港面の施設改善によるスループットの改善 ⑤NAV1-5 RFレグによる曲線経路から接続する進入方式（RNP to ILS） ⑥NAV6-1 RNP2

～各SG・WGの活動報告～

- ・指標・費用SG
- ・研究開発推進SG
- ・ATM検討WG
- ・CNS検討WG
- ・情報管理検討WG
- ・航空気象検討WG

【背景】

- ・CARATS設置から10年以上が経過。
- ・社会経済情勢の変化に対応した指標へ見直し、今後の取組に繋げる。

【見直しのポイント】

- ・運航改善による脱炭素化への貢献が求められている。
- ・これを受けて、高速性、定時性及び脱炭素化のバランスが必要となっている。
- ・目標達成を測る指標から、施策効果・取組状況を測る指標へ見直しへ移行する。

指標	目標値
安全性の向上 ～安全性を5倍に～	
航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数	5ヶ年平均 1.0件
航空交通量の増大への対応 ～管制処理容量を2倍に～	
混雑空域のピーク時間帯における処理機数の拡大 ※単位時間当たりの処理機数を2倍（2008年度 216機の2倍）	432機（東京管制部10セクターにおける1時間当たりの処理機数のピーク値）
利便性の向上 ～サービスレベルを10%向上～	
到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合	8.47%
出発便に対する15分を超える出発遅延便の割合	5.06%
到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合	3ヶ年平均 0.26%
主要路線におけるGate to Gateの運航時間	91.3分
運航の効率性向上 ～燃料消費量を10%削減～	
環境への配慮 ～CO2排出量を10%削減～	
1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減	76.3 lb/NM B767-300型機 東京－伊丹
1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減	0.106 t/NM B767-300型機 東京－伊丹
航空保安業務の効率性向上 ～効率性を50%以上向上～	
管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数	150 2008年度を基準（100）とする。
3ヶ年平均の整備費当たりの飛行計画取扱機数	150 2008年度を基準（100）とする。

現在の指標の有用性

凡例



○：有用性があり、今後も必要
 △：一部見直しが必要
 ×：有用性が低い

■ 目標値の達成状況を踏まえて、今後の取組への指標として有用性の評価を行った。

指標／目標値	目標値の達成状況	指標の有用性
航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数 【目標値：5ヶ年平均 1.0件】 【2021年度：0.4件】	達成 (2014年度以降 改善)	○ (有用性があり、今後も必要)
混雑空域（東京管制部10セクター）のピーク時間帯における処理機数の拡大 【目標値：432機】 【2021年度：244件】	未達成 (2009年度以降 微増)	× (有用性が低い)
到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合（定時性） 【目標値：8.47%】 【2021年度：8.23%】	達成 (一過性)	△ (一部見直しが必要)
出発便に対する15分を超える出発遅延便の割合（定時性） 【目標値：5.06%】 【2021年度：6.60%】	未達成 (2009年度以降 悪化)	△ (一部見直しが必要)
到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合（就航率） 【目標値：3ヶ年平均 0.26%】 【2021年度：0.54%】	未達成 (2009年度以降 悪化)	× (有用性が低い)
主要路線におけるGate to Gateの運航時間（速達性） 【目標値：91.3分】 【2021年度：106.8分】	未達成 (2011年度以降 悪化)	△ (一部見直しが必要)
1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減 【目標値：76.3 lb/NM B767-300型機 東京－伊丹】 【2021年度：76.7lb/NM】	未達成 (2009年度以降 改善)	△ (一部見直しが必要)
1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減 【目標値：0.106 t/NM B767-300型機 東京－伊丹】 【2021年度：0.110 t/NM】	未達成 (2009年度以降 改善)	△ (一部見直しが必要)
管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数 【目標値：150】 ※2008年度を基準（100） 【2021年度：88】	未達成 (一過性)	○ (有用性があり、今後も必要)
3ヶ年平均の整備費当たりの飛行計画取扱機数 【目標値：150】 ※2008年度を基準（100） 【2021年度：58】	未達成 (2016年度以降 悪化)	× (有用性が低い)

ICAO GANP KPI

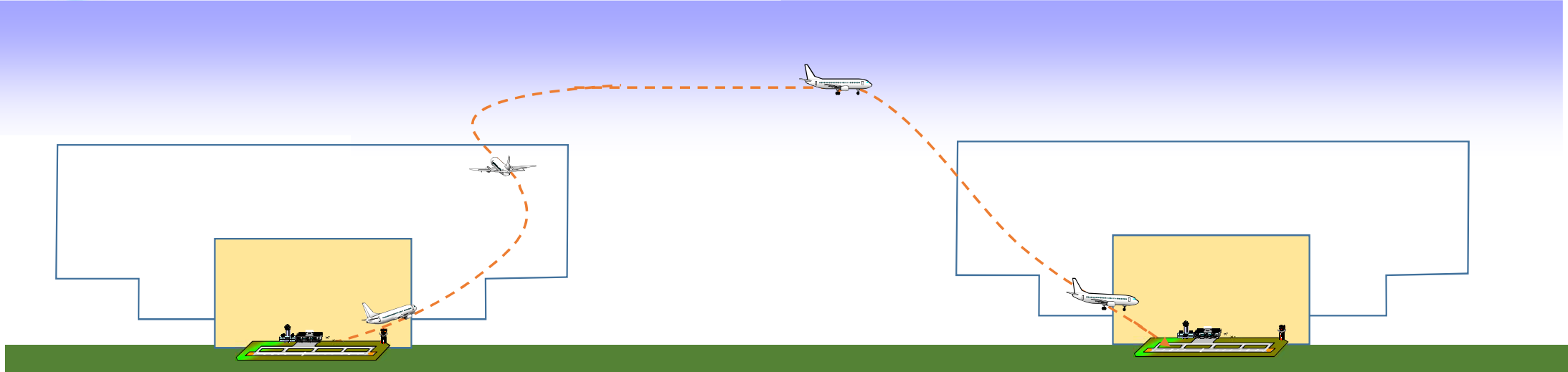
第6版

飛行フェーズ/イベント	ID	名称	定義
オフブロック (OUT)	KPI01	出発定時性	スケジュールと比較してゲートを時刻通りに出発したフライトの割合。(交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)
タクシーアウト	KPI02	追加タクシーアウト時間	閑散時(unimpeded)のタクシーアウト時間と比較した実際のタクシーアウト時間(交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)
タクシーオフ (OFF)	KPI03	ATFMスロット遵守性	割り当てられたATFMスロット (Calculated Take-Off Time Compliance) 内に離陸したフライトの割合
航空路	KPI04	フライトプランの航空路部分の延長	理想的なトラジェクトリ距離と比較してフライトプラン上の航空路部分の飛行距離の延長
	KPI05	実際の飛行時の航空路部分の延長	理想的なトラジェクトリ距離と比較して実際に飛行した航空路部分の飛行距離の延長
	KPI06	航空路空域容量	一定時間内に通常運用時に空域が許容できる最大の航空機数
	KPI07	航空路ATFM遅延	特定の航空路空域において設定される交通流制御に起因するATFM遅延
降下&ターミナルエリア	KPI08	ターミナル空域での追加時間	閑散時の飛行時間と比較した実際のターミナル空域通過時間
着陸 (ON)	KPI09	空港のピーク到着容量	1時間の範囲内で許容できる着陸回数の最大値
	KPI10	空港のピーク到着スループット	最も閑散な時間帯から最も繁忙な時間帯に並べた1時間容量値の95パーセントイルタイル値
	KPI11	空港の到着容量の有効利用	空港の到着スループットと空港の容量もしくは需要との差
	KPI12	空港・ターミナルATFM遅延	特定のターミナル空域もしくは空港において設定される交通流制御に起因するATFM遅延
タクシーイン	KPI13	追加タクシーイン時間	閑散時(unimpeded)のタクシーイン時間と比較した実際のタクシーイン時間
インブロック (IN)	KPI14	到着定時性	定刻通りにゲートに到着したフライトの割合
飛行毎 Gate-to-gate	KPI15	飛行時間の変動性	飛行時間の平均値と比較した分布
	KPI16	余分な燃料消費	追加の飛行時間・距離から算出される想定燃料消費量
航空路	KPI17	上昇中のレベルオフ	Top of Climbまでにレベルフライトを行った距離と時間
	KPI18	巡航中のレベルキャッピング (高度制限)	対象空港ペア間での最高高度と類似の高度制約のない空港ペアでの最高高度の差 (単位: FL/便)
降下&ターミナルエリア	KPI19	降下中のレベルオフ	Top of Descent以降でレベルフライトを行った距離と時間
飛行フェーズ/イベント	ID	名称	定義
全飛行フェーズ	KPI20	航空事故発生件数	対象地域で1年以内に発生した、すべての飛行フェーズにおける航空機事故の件数
ターミナルエリア	KPI21	滑走路誤進入	飛行場における滑走路誤進入の件数
ターミナルエリア	KPI22	滑走路逸脱	滑走路における方向転換またはオーバーランの数。
航空路	KPI23	TCASアラート等	TCASアラートの件数、飛行中の航空機間の接近または衝突の数。

※GANP KPI : 将来の航空交通量の増大に対応すべく航空交通システムの高度化を国際協調を図って段階的に進めていくためのロードマップの整合を評価把握するための国際的的重点評価指標 (KPI: Key Performance Indicator)

第7版 (追加)

運航フェーズ別 KPI (GANP、CARATS) の分類と対比



ブロック オフ	タクシ アウト	離陸	航空路					ターミナル エリア	着陸	タクシ イン	ブロッ クイン	全体
------------	------------	----	-----	--	--	--	--	--------------	----	-----------	------------	----

GANP KPI	KPI01	KPI02	KPI03	KPI04	KPI05	KPI06	KPI07	KPI18	KPI08	KPI09	KPI13	KPI14	KPI15	KPI20
			KPI17						KPI09	KPI10			KPI16	KPI21
CARATS KPI	Ⅲ-1 定時性			Ⅱ-1 混雑空域ピーク処理機数	Ⅳ-1 消費燃料	Ⅳ-2 延伸距離						Ⅲ-1 定時性	Ⅰ-1 重大インシデント	
													Ⅲ-3 気象の影響による欠航	
(参考)	Ⅲ-2 平均遅延 時間	Ⅳ-5 地上走行 時間	Ⅱ-2 平均ATFM遅延	Ⅳ-3 希望高度取得率					Ⅱ-3 ATFM遅延非割当率		Ⅳ-5 地上走行 時間	Ⅲ-2 平均遅延 時間	Ⅰ-2 TCAS発生件数	
								Ⅳ-4 CDO					Ⅱ-4 システムダウン時間	
													Ⅴ-2 整備費	
													Ⅴ-1 管制官数	
													Ⅵ-2 電気使用量	

■「算出可能性」と「指標の有用性」の観点から、GANP KPIのうち、以下項目を指標として取り込む。

飛行フェーズ/イベント	ID	名称	定義	算出可能性	指標の有用性
オフブロック (OUT)	KPI01	出発定時性	スケジュールと比較してゲートを時刻通りに出発したフライトの割合。(交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)	○	○
タクシアウト	KPI02	追加タクシアウト時間	閑散時(unimpeded)のタクシアウト時間と比較した実際のタクシアウト時間 (交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)	○	○
降下 & ターミナルエリア	KPI08	ターミナル空域での追加時間	閑散時の飛行時間と比較した実際のターミナル空域通過時間	○	○
タクシイン	KPI13	追加タクシイン時間	閑散時(unimpeded)のタクシイン時間と比較した実際のタクシイン時間	○	○
インブロック (IN)	KPI14	到着定時性	定刻通りにゲートに到着したフライトの割合	○	○
飛行毎 Gate-to-gate	KPI15	飛行時間の変動性	飛行時間の平均値と比較した分布	○	○

※GANP KPI : 将来の航空交通量の増大に対応すべく航空交通システムの高度化を国際協調を図って段階的に進めていくためのロードマップの整合を評価把握するための国際的重点評価指標 (KPI : Key Performance Indicator)

■現在の指標に係る評価と検討を踏まえ、以下のとおり指標の見直しを行う。

凡例

達成
未達成 (改善傾向)
未達成 (悪化傾向)

○：有用性があり、今後も必要
△：一部見直しが必要
×：有用性が低い

指標／目標値	目標値の達成状況	指標の有用性	
航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数 【目標値：5ヶ年平均 1.0件】【2021年度：0.4件】	達成 (2014年度以降 改善)	○ (有用性があり、今後も必要)	
混雑空域（東京管制部10セクター）のピーク時間帯における処理機数の拡大 【目標値：432機】【2021年度：244件】	未達成 (2009年度以降 微増)	× (有用性が低い)	➡ GANP KPIを元に検討
到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合（定時性） 【目標値：8.47%】【2021年度：8.23%】	達成 (一過性)	△ (一部見直しが必要)	➡ 現行指標の見直し (GANP KPIを参考)
出発便に対する15分を超える出発遅延便の割合（定時性） 【目標値：5.06%】【2021年度：6.60%】	未達成 (2009年度以降 悪化)	△ (一部見直しが必要)	➡ 現行指標の見直し (GANP KPIを参考)
到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合（就航率） 【目標値：3ヶ年平均 0.26%】【2021年度：0.54%】	未達成 (2009年度以降 悪化)	× (有用性が低い)	
主要路線におけるGate to Gateの運航時間（速達性） 【目標値：91.3分】【2021年度：106.8%】	未達成 (2011年度以降 悪化)	△ (一部見直しが必要)	➡ 現行指標の見直し (GANP KPIを参考)
1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減 【目標値：76.3 lb/NM B767-300型機 東京－伊丹】【2021年度：76.7lb/NM】	未達成 (2009年度以降 改善)	△ (一部見直しが必要)	➡ 現行指標の見直し
1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減 【目標値：0.106 t/NM B767-300型機 東京－伊丹】【2021年度：0.110 t/NM】	未達成 (2009年度以降 改善)	△ (一部見直しが必要)	➡ 現行指標の見直し
管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数 【目標値：150】※2008年度を基準（100）【2021年度：88】	未達成 (一過性)	○ (有用性があり、今後も必要)	
3ヶ年平均の整備費当たりの飛行計画取扱機数 【目標値：150】※2008年度を基準（100）【2021年度：58】	未達成 (2016年度以降 悪化)	× (有用性が低い)	

現行

- ・航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数
- ・混雑空域のピーク時間帯における処理機数の拡大
- ・到着便に対する15分を超える到着遅延便の割合
- ・出発便に対する15分を超える出発遅延便の割合
- ・到着便に対する自空港の気象の影響による欠航便の割合
- ・主要路線におけるGate to Gateの運航時間
- ・1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減
※76.3 lb/NM B767-300型機 東京－伊丹
- ・1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減
※0.106 t/NM B767-300型機 東京－伊丹
- ・管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数
- ・3ヶ年平均の整備費当たりの飛行計画取扱機数



見直し案

- ・航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数
- ・ターミナル空域での追加時間
- ・到着便に対する14分を超える到着遅延便の数
- ・出発便に対する14分を超える出発遅延便の数
- ・主要路線における運航フェーズ毎の運航時間（羽田-伊丹、新千歳、福岡、那覇）
※ブロックアウト～離陸、離陸～着陸、着陸～ブロックインまでの平均運航時間
- ・1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減
※航空機分類／Narrow : B737・A320、SemiWide : B767・B787、Wide : B777・A350
※短距離路線（東京－伊丹） 中距離路線（東京－新千歳・福岡） 長距離路線（那覇－東京）
- ・1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減
※航空機分類／Narrow : B737・A320、SemiWide : B767・B787、Wide : B777・A350
※短距離路線（東京－伊丹） 中距離路線（東京－新千歳・福岡） 長距離路線（那覇－東京）
- ・管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数

※赤字は変更箇所

■ 現在の指標の項目に対する評価を行った。

評価

安全性の向上	～安全性を5倍～	達成
航空交通量の増大への対応	～管制処理容量を2倍～	国内空域再編に合わせてブラッシュアップ
利便性の向上	～サービスレベルを10%向上～	TBOによる時間管理に合わせてブラッシュアップ
運航の効率性向上 環境への配慮	～燃料消費量を10%削減～ ～CO2排出量を10%削減～	2019年を基準に2050年までに10%削減
航空保安業務の効率性向上	～効率性を50%以上向上～	達成

■ 以下のとおり新指標を設定する。

安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・航空保安業務に起因する航空事故及び重大インシデントの発生件数
容量	<ul style="list-style-type: none"> ・ターミナル空域での追加時間 ・管制官等一人当たりの飛行計画取扱機数
定時性	<ul style="list-style-type: none"> ・到着便に対する14分を超える到着遅延便の数 ・出発便に対する14分を超える出発遅延便の数 ・主要路線における運航フェーズ毎の運航時間（羽田-伊丹、新千歳、福岡、那覇） ※ブロックアウト～離陸、離陸～着陸、着陸～ブロックインまでの平均運航時間
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・1フライト（大圏距離）当たりの消費燃料削減 ・1フライト（大圏距離）当たりのCO2排出量削減 ※航空機分類／Narrow：B737・A320、SemiWide：B767・B787、Wide：B777・A350 ※短距離路線（東京－伊丹）中距離路線（東京－新千歳・福岡）長距離路線（那覇－東京）

※基準年度：2019年度（予定）

2月、3月

指標の見直し案の提示、新指標の決定



令和5年度～

- ・指標の算出、ブラッシュアップ
- ・指標から導かれる結果に関する議論、取組

～各SG・WGの活動報告～

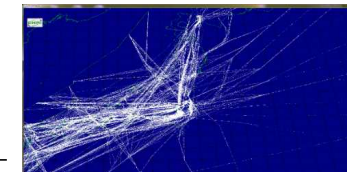
- ・指標・費用SG
- ・**研究開発推進SG**
- ・ATM検討WG
- ・CNS検討WG
- ・情報管理検討WG
- ・航空気象検討WG

提供の目的

- ・交通管制部所有のデータを外部提供することにより、大学等の公的研究機関における航空交通分野の研究開発の裾野拡大を図ることを目的に2014年度より提供開始。
- ・提供開始から現在まで96機関に提供済み(2022/11時点)。

主な検討

- ・航跡データについて、国内航跡に加え、洋上航跡、羽田、福岡空港の航跡データを提供。
- ・データ種類の拡充について、気象庁協力の下、気象データを提供。
- ・さらなる航跡データのニーズとして那覇空港の航跡データ(2020年度分)を2022年度より提供開始。



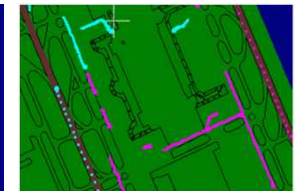
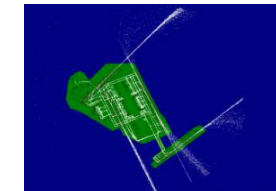
国内+洋上 航跡

```
METAR RJAA 221430Z
04005KT 4000 BR
FEW003 BKN004 16/15
Q1018 TEMPO 3000 BR
RMK 1ST003 6ST004
A3007=
```

気象データ

【今後の拡充に関する検討】

これまでに実施したニーズ調査、オープンデータフォーラムのアンケート結果等を踏まえ、「飛行計画時の経路情報」、「予定と実際の時刻(EOBT、ATD、EET、ATA)」データの拡充について優先的に検討を進める。



空港面 赤:出発 青:到着

直近のCARATSオープンデータの活用促進事例

- ・オープンデータによる研究の促進のため、「出発・到着空港推定ツール」及び「航跡表示ビューワ」を電子航法研究所が提供。
- ・2022年4月:「航空交通データの提供による我が国の産学官連携への貢献」で令和4年度科学技術分野 文部科学大臣表彰 科学技術賞(科学技術振興部門)を受賞。
- ・2022年9月:「航空交通データの提供による我が国の産学官連携への貢献」で令和4年度「空の日」日本航空協会表彰 航空特別賞を受賞。
- ・2023年1月:「サイエンティフィック・システム研究会 合同分科会(1月19日)」で電子航法研究所が講演を予定。
「電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会(1月20日)」で電子航法研究所が講演を予定。

開催趣旨

- CARATSにおける航空交通分野の更なる発展を目的として開催。今回は航空分野の大きな課題の一つである脱炭素化に焦点を当て、「航空の脱炭素化に向けた航空交通管理に対する期待とその役割」をテーマに設定。
- 今後、航空交通分野がどのように貢献できるかについて、産学官の取組や研究発表、パネルディスカッションを通じ議論。

→ フォーラム開催概要

■日時：2022年12月14日（水）14:00～17:00

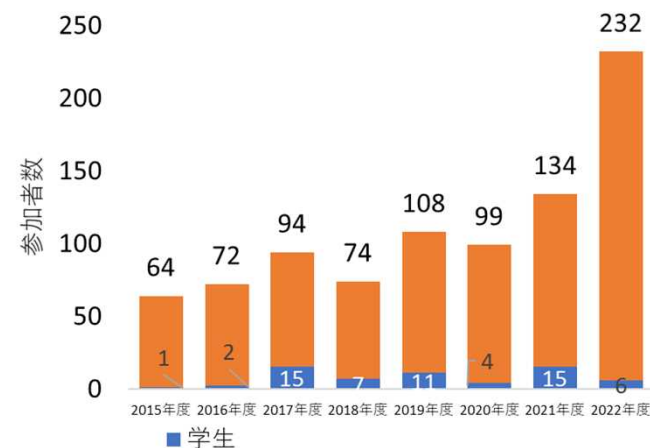
■場所：Zoom Webinar/3号館11階特別会議室

■プログラム

- 1) 脱炭素化に向けた行政の動き（航空局）
- 2) エアラインの脱炭素化の取組（全日本空輸（株））
- 3) 研究発表
 - ① 日本航空（株）・高知工科大学大学院 工学研究科
 - ② 電子航法研究所・（株）NTTデータ
 - ③ 宇宙航空研究開発機構
 - ④ 茨城大学大学院 理工学研究科
- 4) 基調講演
（講演者：東京大学大学院工学系研究科 森川教授）
- 5) 「CARATS×脱炭素化」（パネルディスカッション）

→ 開催結果

■参加者数：計232名



注）参加者に講演者、事務局は含まない。

I. 目的

航空交通分野の研究開発の裾野拡大に向けて、CARATSの施策実現に貢献したこれまでの研究開発成果のHP掲載を行い、大学をはじめとする研究開発者に情報を発信すること。

II. 選定基準（1及び2を満たすもの）

1. CARATS施策の導入／導入意思決定に直接的に成果が使用された（実用化に寄与した）もの
2. 以下のいずれかを満たすもの
 - (1) CARATSにおいて「主な施策」として位置づけられている施策関連
 - (2) 行政機関が行う研究評価等において社会還元について高い評価を受けたもの
 - (3) 研究開発推進SGにおいて選定し、推進協議会で了承されるもの

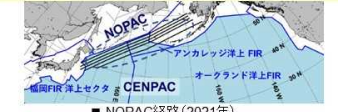
III. HPへの掲載内容

国土交通省のHP上において、CARATS事務局が運営するサイトに「リスト」と「個票」を掲載

CARATS 施策名：高高度でのフリーレーティング (TBO-1)
貢献内容：NOPAC経路再編 (2021年～)
研究機関名：電子航法研究所 (ENRI)

【実現施策の概要】

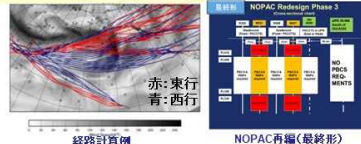
○NOPAC経路システムは、福岡FIRとアンカレッジFIRに跨る5本の平行航空路で構成され、交通量の多い空域である。経路間隔の削減、RNP4及びPBOS承認機の専用高度帯設定、既存のURP空域の拡大により、空域の有効利用とCO2排出削減に貢献する。



■ NOPAC経路 (2021年)

【成果還元の内容】


○シミュレーションを実施し飛行計画時の便益だけでなく、管制間隔欠如の数の比較から、新NOPAC経路及びNOPAC FRAの空域/経路構成の便益を算出。現在4つのPhaseで段階的に導入が進められている。[2021年第1Phase開始]



赤：東行
青：西行

【研究の実施概要】 2017年度～継続中

- 設定課題・目標 WAM監視領域を航空路に拡張する技術開発
- 研究テーマ名 「フリーレーティング空域における軌道ベース運用に関する研究」(2017～2020年度)
- 国際交通流の円滑化に関する研究」(2021～2024年)
- 研究実施体制 下記参照。運営費交付金による事業



【ENRI開発技術の反映内容】

- 代表的な複数の気象条件でシミュレーションを実施し飛行計画時の便益だけでなく、管制間隔欠如の数の比較から、新NOPAC経路及びNOPAC FRAの空域/経路構成の便益など評価結果を航空局に報告。IPACGでの議論など効率性と安全性の確認に貢献した。


【WEB参照先】 電子航法研究所 年報
https://www.enri.go.jp/info/nenpou/nenpou_index.htm

【問合せ先】
 (施策に関する問合せ) CARATS事務局
 国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
 (研究に関する問合せ) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
 電子航法研究所 研究総務課 0422-41-3432

CARATS 施策名：RFLegによる曲線経路から接続する進入方式 (RNP to ILS) (NAV1-5)
貢献内容：RNP to xLSの実証実験を実施し意思決定に貢献
研究機関名：電子航法研究所 (ENRI)

【実現施策の概要】


○ ILS進入方式に接続する経路に曲線経路(RFLeg)を使用するものであり、RFLegの活用により実現される経路短縮による消費燃料、排出ガスの削減、陸域や市街地上空を避ける経路設定による騒音の影響軽減等が期待される。



■ RNP to xLS方式による進入

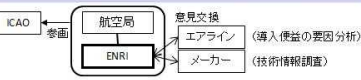
【成果還元の内容】

- モデル空港の設計条件を調査、便益が高い新しい飛行方式を設計
- 設計したRNP to xLS経路のフライトシミュレータ検証、飛行実証を実施し、パイロットのワークロードなどのフライアビリティ、燃料消費量削減効果を検証
- 管制官・エアライン・方式設計者などの実験参加により関係者間の合意を形成し、新方式の有効性を確認



【研究の実施概要】 H30～R03

- 設定課題・目標 RNP to xLS進入方式について、空港環境における制約を調査し、設計条件を定めて実証することによる導入効果を定量化
- 研究テーマ名 「PBNとGBASを活用した高度な計器進入方式に関する研究」
- 研究実施体制 下記参照。運営費交付金による事業



【ENRI開発技術の反映内容】

ICAO計器飛行方式設計パネル(IFPP)への提案・報告を行いICAOの飛行方式設計基準の策定に貢献

RNP to xLS飛行方式は燃費・CO2削減、騒音低減に寄与できるため運航関係者からの評価も高く、早期の国内導入の決定に大きく貢献

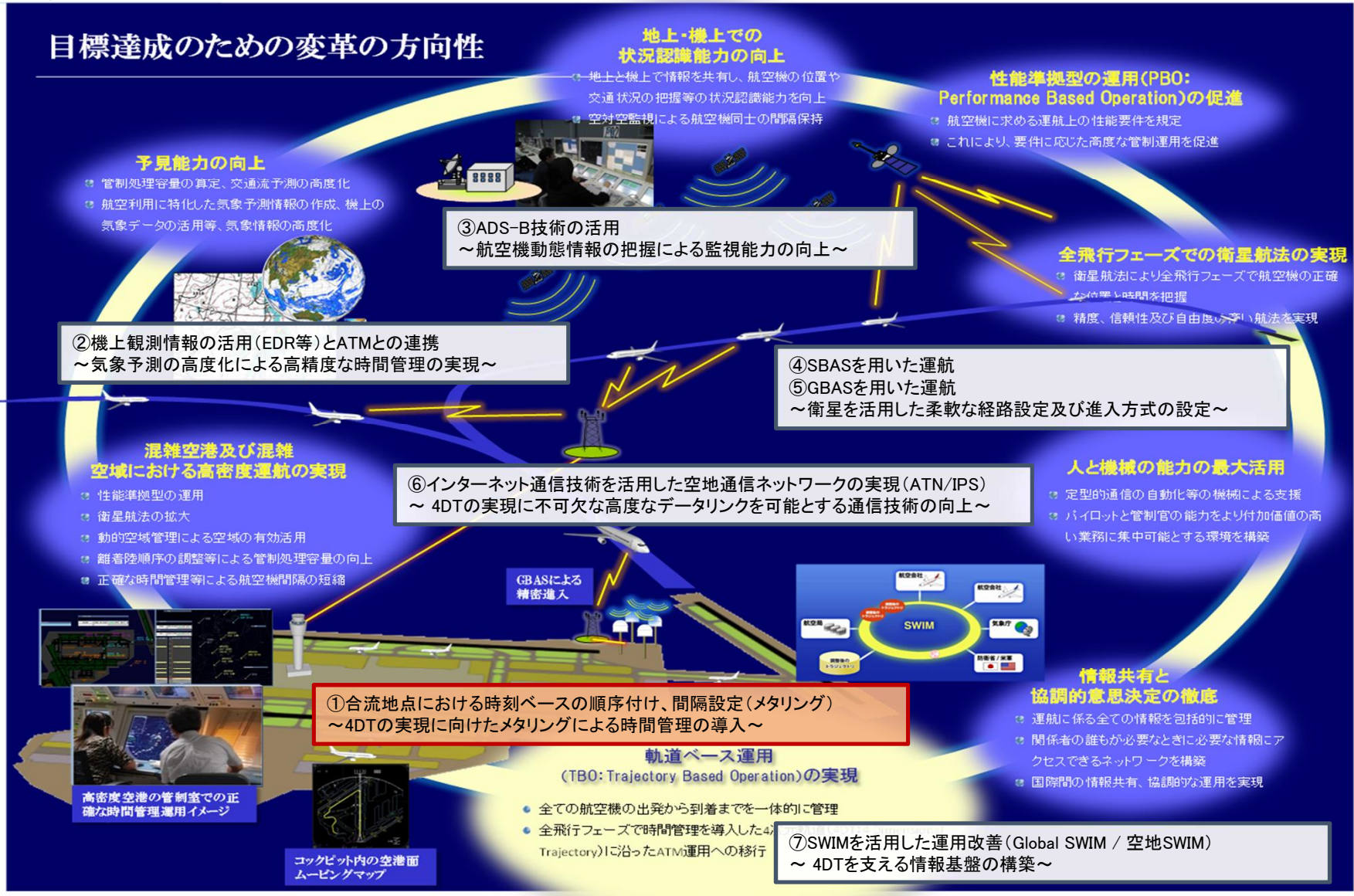
【WEB参照先】 電子航法研究所 年報
https://www.enri.go.jp/info/nenpou/nenpou_index.htm

【問合せ先】
 (施策に関する問合せ) CARATS事務局
 国土交通省 航空局 交通管制部 交通管制企画課 03-5253-8111(内線51104・51106)
 (研究に関する問合せ) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
 電子航法研究所 研究総務課 0422-41-3432

～各SG・WGの活動報告～

- ・指標・費用SG
- ・研究開発推進SG
- ・**ATM検討WG**
- ・CNS検討WG
- ・情報管理検討WG
- ・航空気象検討WG

目標達成のための変革の方向性



【現状】

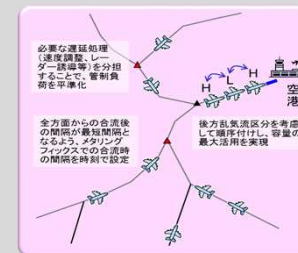
管制官の指示による間隔の設定、順序付けの手法では間隔上の余分なマージンを取り除くことが難しい。

- 固定メタリングとは、特定の地点で間隔設定を行うこと。
- 動的メタリングとは、空域の任意の地点で間隔設定を行うこと。天候を避けるような形での間隔設定の実現を目指す。
- ASAS活用による高度化とは、空対空監視技術(ASPA-IM)を活用し、航空機側が自律的に間隔確保すること。

【最終アウトプット】

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）を図ることが可能となる。

【実用化に向けた課題への対応】



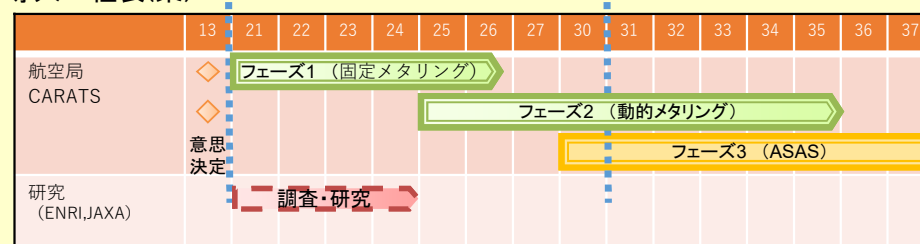
- ① 具体的な運用方法を策定するとともにアルゴリズムの改善に向け研究開発を実施する。
- ② システム性能向上（到着管理システムと交通流管理システムの連動）
- ③ 航空機の動態情報の取得状況等を踏まえ、時間管理の精度向上を検討。

進捗状況

【活動成果】

1. TBOアドホックにおいて、以下について検討を実施
 - ・CFDTとメタリングの分界
 - ・メタリング導入時の課題
 - ・固定メタリング導入時点での運用コンセプト
 - ・AMANとの統合運用も含めたメタリングの展開計画
2. 研究活動成果について
 - ・DAPs取得データ利用による軌道予測精度向上の可能性検討(ENRI)

導入工程表(案)



【今後の進め方(案)】

2022年度に開始する初期的CFDTの試行運用で収集したデータを活用し、固定メタリング導入に向けた課題解決を図る。
AMAN等のその他の時間管理に係わる施策や関連する研究などを考慮し、今後の時間管理に適した運用、実現のための理想的なシステム連携等を検討する。

DCB-3-2 リアルタイムの空域形状変更 【局所的対応】

運用開始済み

(施策の概要)

需要が更に増加する中で、セクター間の需要と容量の均衡化がなされていない。特定のセクターにおいて通信負荷が増大した場合に、一時的に対空席のみセクターを分割し、対空席2席および調整席1席の組み合わせで運用を行う。

(検討・判断)

福岡管制部管轄F12セクターおよび神戸管制部管轄N55セクターにおいて、予備周波数とは別にVHFとUHFの周波数1組を新たに整備し、局所的な空域形状変更の運用を開始、**2023年に導入完了済みとする。**

(施策の導入による効果)

交通量増大

業務効率性

(定量的又は定性的な効果)

交通量増大: 交通量の多い時間帯の特定のセクターについて、空域形状を変更することによる取り扱える機数を増やすことが可能となる。
業務効率性: 空域を一部分割することにより一時的に全体の業務効率性を上げる。

DCB-5-1 CFDTによる時間管理 【初期的CFDTによる時間管理】

運用開始見込み

(施策の概要)

今日の交通流制御に係る時間管理は、EDCT(出発時刻の指定)が主体となっている。今後の交通量増加に対応するため、地上待機だけでなく、航行中の航空機に対しても遅延を配分させることが必要。航空路を航行中の航空機に任意の地点の通過時刻を遅く指定(CFDT)することにより、先の混雑空域での待機時間を解消する交通流制御を行う。

(検討・判断)

2020年度から2021年度にかけて実施したCFDTシャドーオペレーションで収集したデータの分析を行い、**2023年3月23日から算出されたCFDTを基とした速度指定方式による初期的CFDTの試行運用を行うこととした。**試行運用で得られるデータを、時刻指定方式による初期的CFDTへの移行や、複数地点CFDTおよび今後導入が予定されているメタリング等の時間管理運用の検討に活用していく。

(施策の導入による効果)

運航効率

(定量的又は定性的な効果)

運航効率: 目的地近辺での低高度での遅延を手前の航空路空域に分散することにより効率的に交通流を整える。

TBO-1-1 高高度でのフリールーティング【公示経路の直行化】

運用開始見込み

（施策の概要）

陸域においては、航空機は高度にかかわらず既設の航空路に沿った経路を計画する必要があり、計画経路の柔軟性が低い。空域の上下分割を実施した国内の高高度空域を飛行する場合には、既設の航空路および低高度の交通流にとられない効率的な飛行計画を可能とする。

（検討・判断）

2021年度に西日本空域の上下分割が完了したことから、西日本の高高度空域からFIXを結んだ直行化区間を選定し、**2023年3月23日から試行運用を行う。**2023年度から開始する東日本空域の上下分割の進捗も考慮し、今後対象の直行化区間を追加していく。

（施策の導入による効果）

運航効率・環境

（定量的又は定性的な効果）

運航効率・環境：シティペアにもよるが、最大6.5NM（石垣-福岡）の経路短縮効果

APO-5-1 空港面の施設改善によるスループットの改善

運用開始済み

（施策の概要）

国内混雑空港では、航空機を効率的に処理するための滑走路付帯施設（平行誘導路や取り付け誘導路等）が不足しており、滞留を生む原因となっている。このため、空港管理者との調整会議で具体的な対策を検討してきた。出発滑走路端付近に、複数の導線（ホールディングベイ）を整備し、離陸順を最適化するために航空機の順番を並び替えるためのスペースを確保する。

（検討・判断）

東京、関西、中部、福岡等の**混雑空港では、スループットの改善に繋がる施設設計がなされ運用されていることから、予定どおり運用開始**することとする。成田国際空港においては、今般の航空需要の大幅な低下等に伴い計画を延伸する判断がなされ、今年度、工事完成予定期日変更許可の手続きを経て、**2025年度末の供用開始を予定している。**今後の進捗状況について、次年度以降フォローアップを継続する。

（施策の導入による効果）

運航効率・環境

（定量的又は定性的な効果）

運航効率・環境：戦略的な離陸順序付けを可能とすることによる出発機の離陸待ち時間の短縮

～各SG・WGの活動報告～

- ・指標・費用SG
- ・研究開発推進SG
- ・ATM検討WG
- ・**CNS検討WG**
- ・情報管理検討WG
- ・航空気象検討WG

目標達成のための変革の方向性



※ADS-B: Automatic Dependent Surveillance – Broadcast

【現状】

1. 航空路における管制間隔は5NMが必要であり、制約を受けている空域がある。
2. 航空機の針路・高度等は音声通信により実施しており、ワークロードを増加。また、管制官は、高度指示等に伴う機上側の設定(入力)値を認識することが困難。

【最終アウトプット】

高密度航空路において、ADS-Bの活用による更なる監視能力の向上を前提に、航空路における管制間隔 3NMの適用を可能とする。
航空機動態情報(DAPs)を活用した管制支援機能の高度化等を通じ、最終進入フェーズにおける高密度運航の実現、管制官/パイロット双方のワークロード軽減等を実現する。

【実用化に向けた課題への対応】

1. 航空路における3NM管制間隔の適用【TBO-8/SUR-1】
 - ①3NM間隔適用を可能とする管制・監視要件及びADS-B監視導入に向けた調査・検討・研究
2. 管制情報処理システムの管制支援機能高度化
 - ②DAPs信頼性評価
 - ③DAPs質問制御機能整備

進捗状況

【活動成果】

1. 航空路における3NM管制間隔の適用【TBO-8/SUR1】

①3NM間隔適用を可能とする管制・監視要件及びADS-B監視導入に向けた調査・検討・研究

(1)国際動向調査

- 2019年12月米国のシアトル及びボストンARTCCにて航空路3NM導入(ADS-Bを活用)
- 米国は一部空域を、欧州は一定性能以上の航空機を指定し2020年に装備義務化を完了
- 2022年度現在、米国の20ARTCCのうち16 ARTCCにて航空路3NMを導入

(2)監視システムの計画

管制サービスの改善や安全性向上が期待できるエリアへのADS-B導入を検討。

ADS-B RAD(レーダー覆域)は2024年度導入予定。(導入当初義務化なし)

ADS-B NRA(レーダー覆域外)は2026年度導入予定。(優先化(部分的義務化含む)を検討)

(3)管制運用方法等

- 需要回復及び空域再編を踏まえ、対象空域や管制運用方法等を検討。

2. 管制情報処理システムの管制支援機能高度化【TBO-8/SUR-4】

※2019年度に意思決定し、2024年導入

②DAPs信頼性評価

- 2020: 信頼性評価機能追加 (~2023)
- 2021~: DAPs管制トライアル (~2023)
(2022: 高度コンフォーメンス及びマックナンバーの検証実施)

③DAPs質問制御機能整備

- 2020: 質問制御機能追加 (~2023)



◆ 導入工程表(案)

年度	H28 2016	H29 2017	H30 2018	R1 2019	R2 2020	R3 2021	R4 2022	R5 2023	R6 2024	R7 2025	R8 2026	R9 2027~
航空局 CARAT S												
ENRI												

SUR-4: H28, H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 DAPs for WAM: H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 質問制御・信頼性向上: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 直接的気象情報の利用: R5, R6, R7, R8, R9
 管制車への風向風速の活用: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 CAP-適度制度向上: R5, R6, R7, R8, R9
 風向風速算出に関する研究: H28, H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 DAPs導入: R6, R7, R8, R9

◆ 導入工程表(案)

年度	H28 2016	H29 2017	H30 2018	R1 2019	R2 2020	R3 2021	R4 2022	R5 2023	R6 2024	R7 2025	R8 2026	R9 2027~
航空局 CARAT S												
ENRI												

脆弱性対策に関する研究: H28, H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 信頼性・安全性評価に関する研究: H28, H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
 ADS-B導入(注)管制間隔3NMはADS-B導入後に別途検討: R6, R7, R8, R9

【今後の進め方(案)】

1. 「航空路3NM間隔」について海外動向の情報収集、管制運用方法や監視性能要件に関する検討を継続し、2025年度に導入判断
2. 高密度運航の実現に向けて、管制情報処理システムの管制支援機能高度化に必要なDAPsの種類、頻度等の検討

【現状】

1. 現在、日本のSBAS (MSAS) では、垂直ガイダンス付きの進入方式 (LPV) を導入できる性能を有していない
 ※SBAS : Satellite Based Augmentation System
 LPV : Localizer Performance with Vertical

【最終アウトプット】

- SBASによるLPVを導入するため
- ① 準天頂衛星でSBAS信号を送信できるようにする
 - ② 地上システムのアルゴリズム改良により、LPVの要求性能を満足させる。

【実用化に向けた課題への対応】

- ① LPVサービスが実現するように内閣府と連携して、SBAS処理装置の整備を進める
- ② 日本の電離圏環境に対応したアルゴリズム開発には目途が立っており、引き続き更なる性能向上の検討を行う

進捗状況

【活動成果】

1. LPV対応整備の進捗確認

- ・2025年度から静止衛星3機体制を用いたLPV200のサービス開始に向け、準天頂衛星整備と複数の衛星に対応した電離圏監視局の追加を含むSBAS地上設備の整備進捗について情報共有

2. SBAS LPVトライアル実施の検討

- ・2021年度から、準天頂衛星の3号機を用いたLPV250の方式を設定し、順次トライアルを実施
- ・LP/LPV対応機が就航している空港を優先し、2022年度は10空港 (2月現在) にLP/LPV250の方式を設定

3. DFMC SBASの導入に関する検討及び研究開発【NAV-2-3】

- ・2017年度QZS2号機を用いたDFMC SBASに関する研究を開始
- ・2023年DFMC SBASに関するICAO国際基準が発行予定

◆ 導入工程表(案)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	~
準天頂衛星 / 静止衛星 (内閣府)	▲ 打上げ成功 ▲ 事業計画	静止衛星1機 (3号機)						静止衛星3機 (3, 6, 7号機【想定】)		
MSAS 現行サービス		整備完了			現行サービス継続 (非精密進入まで)					
LP/LPV対応 SBAS 【NAV-2-1,4-2】 《性能向上》	◇ 意思決定	事業化検討			調査・設計・整備		LPVトライアル開始			2025年度 LP/LPV 運航開始
LP/LPV方式 【NAV-2-1,4-2】 《経路設定等》	◇ 意思決定		基準策定 (経路・運航等)			経路設定		LPV250設定開始		LPV200、RNP to LPV の早期展開に向けた検討

【今後の進め方(案)】

1. LPVサービスが実現するように内閣府と連携し、引き続きSBAS処理装置の整備 (複数の衛星に対応した電離圏監視局の追加を含む) を進める。
2. 2025年度LP/LPV運航開始を目指し、LPV250の方式設定を引き続き行う。

【現状】

1. GBASを活用したR Fレグによる曲線経路から接続する進入方式（RNP to GLS）実現のための国際基準をICAOにおいて検討中国内外で評価を実施中。
2. CAT-III GBAS対応受信機はB777-8/9でオプション搭載が可能。日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASの実用化できていない。

【最終アウトプット】

1. 「RNP to GLS」による経路短縮等の効率的な進入方式設定
2. 電離圏活動が活発な日本の電離圏脅威モデル等を策定し、日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASを開発

【実用化に向けた課題への対応】

- ①「RNP to GLS」は、引き続き、国内基準等の検討（運用要件、導入効果、実現性、安全性評価）を実施
- ②日本の電離圏環境に対応したCAT-III GBASの開発
- ③CAT-III用機上受信機の実用化と普及（継続検討）

*RNP: Required Navigation Performance
GLS: GBAS Landing System

進捗状況

【活動成果】

1. 「RNP to GLS」の導入【NAV-3-2】

- ・2021年に曲線進入に関するICAO国際基準が発行され、国内基準策定済み。
- ・ENRIにおける曲線経路設計に係る研究結果に基づき、方式設計の可能性と定量的効果を検討

2. 高カテゴリーGBASの導入開始時期に関する検討及び研究開発【NAV-3-3,3-4】

- ・高カテゴリーGBAS搭載機の普及状況等を踏まえ、運用開始時期を引き続き検討
- ・ボーイングは、2025年にB777Xの初号機を引き渡し予定
- ・海外においてCAT-III GBASの整備実績は現在ない
- ・フランクフルト空港において、CAT- II GBAS運用開始（2022年7月）

3. DFMC GBASの導入に関する検討及び研究開発【NAV3-4】

- ・2020年度DFMC GBASに関する研究を、新石垣空港にて開始
- ・2030年DFMC GBASに関するICAO国際基準が発効予定



図 DFMC GBASのイメージ

二周波数（DF）化

二周波の遅延差を計算することにより電離圏遅延を補正、堅牢性、耐電波干渉性を向上

マルチコンステレーション（MC）化
複数測位衛星の利用により可視衛星が増加し測位性能改善

【今後の進め方(案)】

1. 「RNP to GLS」は導入プロセスの検討を進める
2. 「CAT-III GBAS」は機上搭載動向を踏まえ運用開始時期を継続検討する

インターネット通信技術を活用した空地通信ネットワークの実現 (ATN/IPS)

ATN/IPS (Aeronautical Telecommunication Network/Internet Protocol Suites)

【現状】

高度な軌道ベース運用実現のために必要となる軌道情報交換等のアプリケーションに対応したIPベースの空地ネットワークが存在しない。

【最終アウトプット】

大容量の軌道情報を円滑かつ確実に交換するために、インターネット通信技術を活用したIPベースの空地通信ネットワーク(ATN/IPS)を導入する。

【実用化に向けた課題への対応】

- 通信事業者等と連携したATN/IPSの推進
- ①複数の通信手段を同時に利用した接続率向上策の評価
 - ②IP網と非IP網が混在する場合の課題抽出・解決策開発

進捗状況

【活動成果】

1. 技術開発・評価

- ・複数の通信手段を一体的に利用(マルチリンク)した実験システムを構築し、接続率向上策の評価を実施中。今後実験用航空機を用いた評価を実施予定(～R5年度)。
- ・P網と非IP網の混在期(ネットワークの導入過渡期)において求められる既存の通信手段のIP化に関する評価を実施中(～R5年度)。

2. 他国等の動向調査

- ・ICAOでは空地通信へのATN/IPS導入に関して、SARPs(Annex10 Vol.Ⅲ)及び技術マニュアル(ICAO DOC9896等)の策定を2024年の適用を目標に実施中。
- ・機上装置へのATN/IPS導入仕様(ARINC858等)、VDL-MODE2のIPS化(RTCA DO-224等)が上記SARPs検討と並行で実施中。
- ・米国、欧州ではTBOに対応した通信アプリケーション(Baseline2)にATN/IPSを用いる方向で対応する通信手段を含め長期的な展開計画について検討中。

(参考)米国・欧州が想定しているアプリケーション

- TBOに対応したBaseline2に移行するにはATN/IPSに対応する必要がある、現在のFANS-1/Aから以下のアプリケーションの追加が想定されている。
- ・4DTRAD(軌道情報の交換・承認)
 - ・D-TAXI(誘導路走行経路情報の交換・承認)
 - ・Dynamic RNP(動的なRNP経路承認) 等

導入行程表(案)

年度	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33~
ICAO等	技術標準・規格の策定			★R6国際標準化								
航空局 CARAT S	導入検討		★意思決定		関連システム整備							2033以降 ★導入
通信事業者 ENRI	(R2～R5) 接続率向上策評価		IP網/非IP網混在環境の課題抽出・解決策開発									

【今後の進め方(案)】

1. 接続率向上策の評価及びIP網/非IP網が混在する場合の課題抽出・解決策開発に引き続き取り組む(～R5年度)
2. ATN/IPSの国際標準化作業、機上装置の開発動向、諸外国における導入状況等の国際動向を引き続き調査

NAV1-5 RFLegによる曲線経路から接続する進入方式 (RNP to ILS)

運用開始済み

(施策の概要)

ILS進入方式に接続する経路に曲線経路 (RFLeg) を使用するものであり、RFLegの活用により実現される経路短縮による消費燃料、排出ガスの削減、陸域や市街地上空を避ける経路設定による騒音の影響軽減等が期待される。

(検討・判断)

導入空港の選定にあつては、RFLegを使用することによる経路短縮効果の見極め、周辺環境への影響の確認やRFLeg対応機が多く就航している等により全体的な効果があるかを検討し、各関係者と調整を行い広島空港への導入を計画
⇒広島空港、2023年2月23日 運用開始

(施策の導入による効果)

利便性

運航効率・環境

(定量的又は定性的な効果)

- ・利便性：RFLeg活用した経路短縮による定時性、速達性の改善
- ・運航効率・環境：経済的な経路での航行による、消費燃料、排出ガスや騒音の軽減

NAV6-1 RNP2

運用開始済み

(施策の概要)

将来的な交通量増大に対応するため、経路間隔の短縮等による容量拡大を実現するとともに、時間管理機能を含んだAdvanced RNPを導入することで、軌道ベース運用に向けた環境を構築する。

(検討・判断)

RNP2経路はノンレーダー下においても運用可能という特性を用いてレーダー監視が難しい離島経路への対応としてQ1 (南大東) を設定。また、RNP2複線化検討のためT840及びT871 (関東沖) を試行運用経路として設定。
→Q1経路 : 2022年8月 運用開始
→T840およびT871経路: 2022年12月 試行運用開始

(施策の導入による効果)

安全性

利便性

運航効率

(定量的又は定性的な効果)

- ・安全性：災害等による地上施設不具合時の航空路確保
- ・利便性：ノンレーダー環境下での性能準拠型航法の運用
- ・運航効率：将来的なTBOに向けた環境の構築

～各SG・WGの活動報告～

- ・指標・費用SG
- ・研究開発推進SG
- ・ATM検討WG
- ・CNS検討WG
- ・**情報管理検討WG**
- ・航空気象検討WG



※INF-1 情報共有基盤

<p>【現状】</p> <p>現在、国際間の情報共有は個別に専用回線を整備し、1対1で実施している。IT技術を活用できる信頼性を保つ情報管理機能を持ったネットワーク環境となっていない。</p>	<p>【最終アウトプット】</p> <p>全ての運航フェーズで協調的な意思決定（CDM）をしながら、軌道ベース運航（TBO）を実施することが可能となるよう、インターネット技術を活用できる高品質で機密性の高い国際情報共有ネットワークの環境を構築する。</p>	<p>【実用化に向けた課題への対応】</p> <ol style="list-style-type: none"> ①国際、地域及び国内の各サービス層毎に機密性を確保する情報管理機能に関する検討の実施 ②利用者が複数の情報を一元的に取得できる情報サービス及び機能に関する検討の実施 ③SWIM導入に必要な情報交換・評価技術に関する研究開発の実施
---	---	--

進捗状況

【活動成果】

近隣国と連携した実証作業を通じて課題解決を検討

- ◆日本・アメリカ・カナダ・シンガポール・タイによるMulti-Regional TBO Demonstration-Lab Demonstrationによる実証
- ◆日本・アメリカ・中国・韓国によるSWIM Registryの相互接続実証の開始

- (1) 国際、地域及び国内の各サービス層毎に機密性を確保する情報管理機能
→ICAO Information Security Frameworkに準拠したアーキテクチャを構築し、有効性の評価を実施
- (2) 利用者が複数の情報を一元的に取得できる情報サービス及び機能
→電子航法研究所において、SWIM Registryを開発し、アメリカ・中国・韓国のSWIM Registryと相互接続を実現。また、情報サービス・カタログのメタ・データ交換に成功。
- (3) SWIM導入に必要な情報交換・評価技術
→各国のSWIMを接続するGEMS(Global Enterprise Messaging Service)方式について有効性を確認

地域共通サービス開始のための課題克服を検証中

FAAのサービスが電子研SWIM Registryから検索可能！

年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026~
ICAO	SWIMルールの策定(地対地)		SWIMルールの策定(地対地-Global対応)			SWIMルールの策定(空対地)			
航空局	プロトタイプ(初期型)構築・評価				★運用開始(2024年度予定)				
CARATS	ASEAN SWIM Demo		日・中・韓FF-ICE Demo			Multi-regional TBO Demo - Lab Demonstration			
電子研	SWIM導入に必要な技術の研究開発				Multi-regional TBO Demo - Live Flight Demonstration				
	SWIM導入に必要な技術の研究開発				空地SWIM導入に必要な技術の研究開発				

【今後の進め方(案)】

- ①国際連携に必要な情報サービス及び機能の構築について、引き続き諸外国と連携し検討を実施
- ②空地間SWIM接続に必要なセキュリティ要件やサービス連携について調査・研究開発を実施
- ③Multi-Regional TBO Demonstration-Live Flight Demonstration等に引き続き参画し、技術検証することで取組の成果を確認

情報の電子化（FF-ICEメッセージの導入）【INF 2-3】

1. 導入の目的

CARATSが目指すTBOの実現に向け、その屋台骨となるトラジェクトリ(4DT)情報を運ぶ“コンテナ”の役割として、FF-ICEメッセージを導入する。

2. 施策の概要

航空機の運航に関する情報を、世界中のATM関係者が保有するそれぞれのシステムで個別解析する必要のないユニバーサルな情報として定義し共有する仕組み(Flight and Flow – Information for Collaborative Environment : FF-ICE)を導入する。

3. 導入の必要性

TBOの実現には、FIXM(Flight Information eXchange Model)によりデジタル化された飛行計画情報にATM関係者がSWIMプラットフォームを通じてアクセスし、情報を共有、管理、活用することが必要である。これは、ICAO Global ATM Operations Concept(GATMOC)のもと、世界各国が連携して取り組むグローバル戦略の一環である。我が国も国際社会と連動し、FF-ICE運用を開始する必要がある。

4. 導入の効果(有効性)

- 生産性、効率性及び安全性の向上
- 協調的意思決定の改善

2022年度検討結果（導入判断の考察）

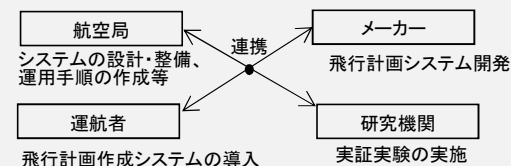
①実現可能性

- 実施イメージ : **【別添】参照**
- 必要な施設、基準等 : 飛行計画作成システム(運航者)、飛行計画処理システム(航空局)
PANS-ATM Chapter 17(新) **【2024.11適用予定】**

②費用対効果(効率性)

本施策による効果はTBOの実現など、関連ATM施策よりもたらされる。本施策の必要性及び有効性から導入意思決定を判断。

③産学官の役割



④導入スケジュール(ロードマップ変更含む)

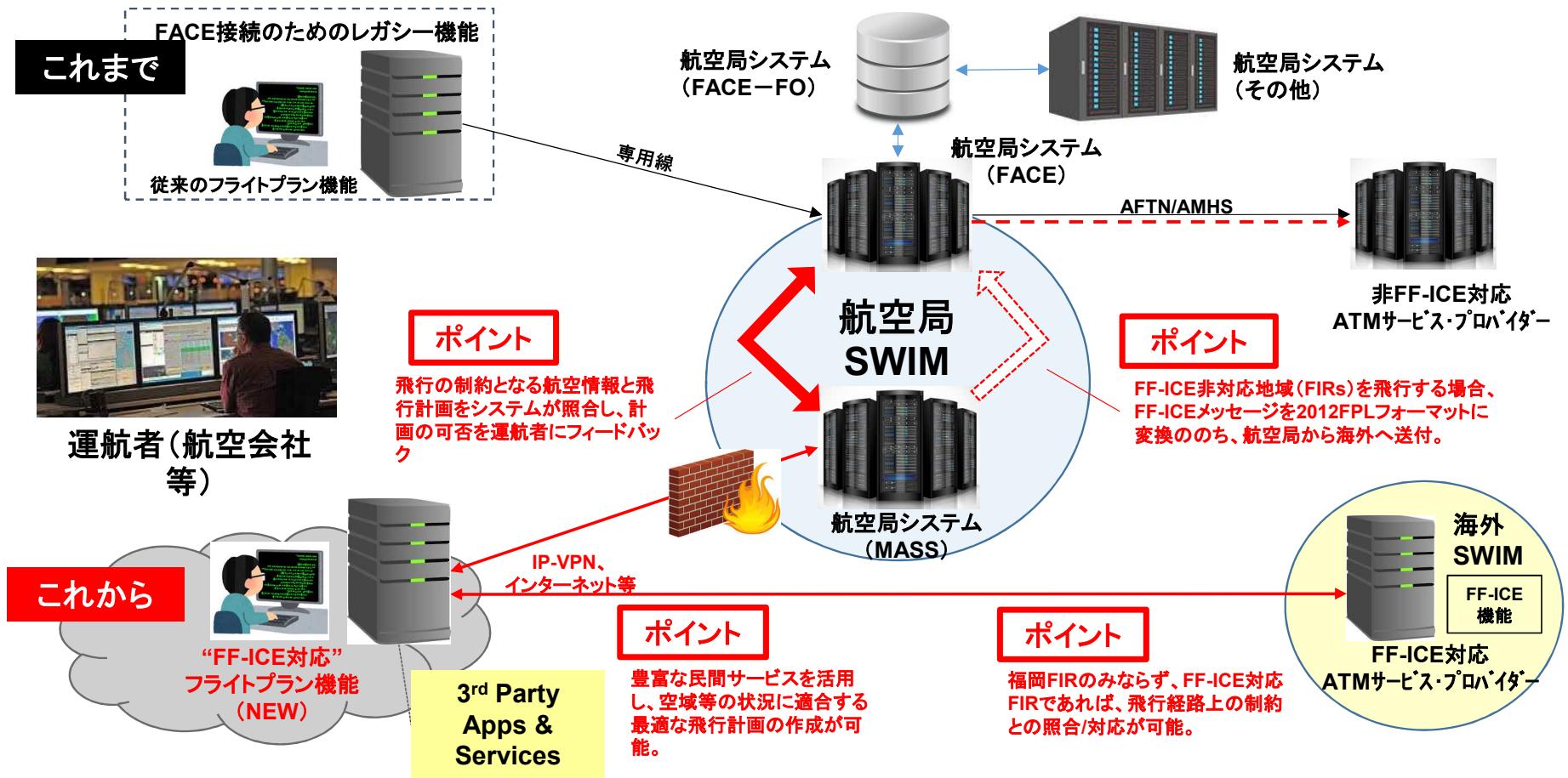
施策名	2022 R4	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 R10	2029 R11	2030 以降
INF 2-3 FF-ICEメッセージの導入	◇	→ 整備・評価 →							

意思決定(案)

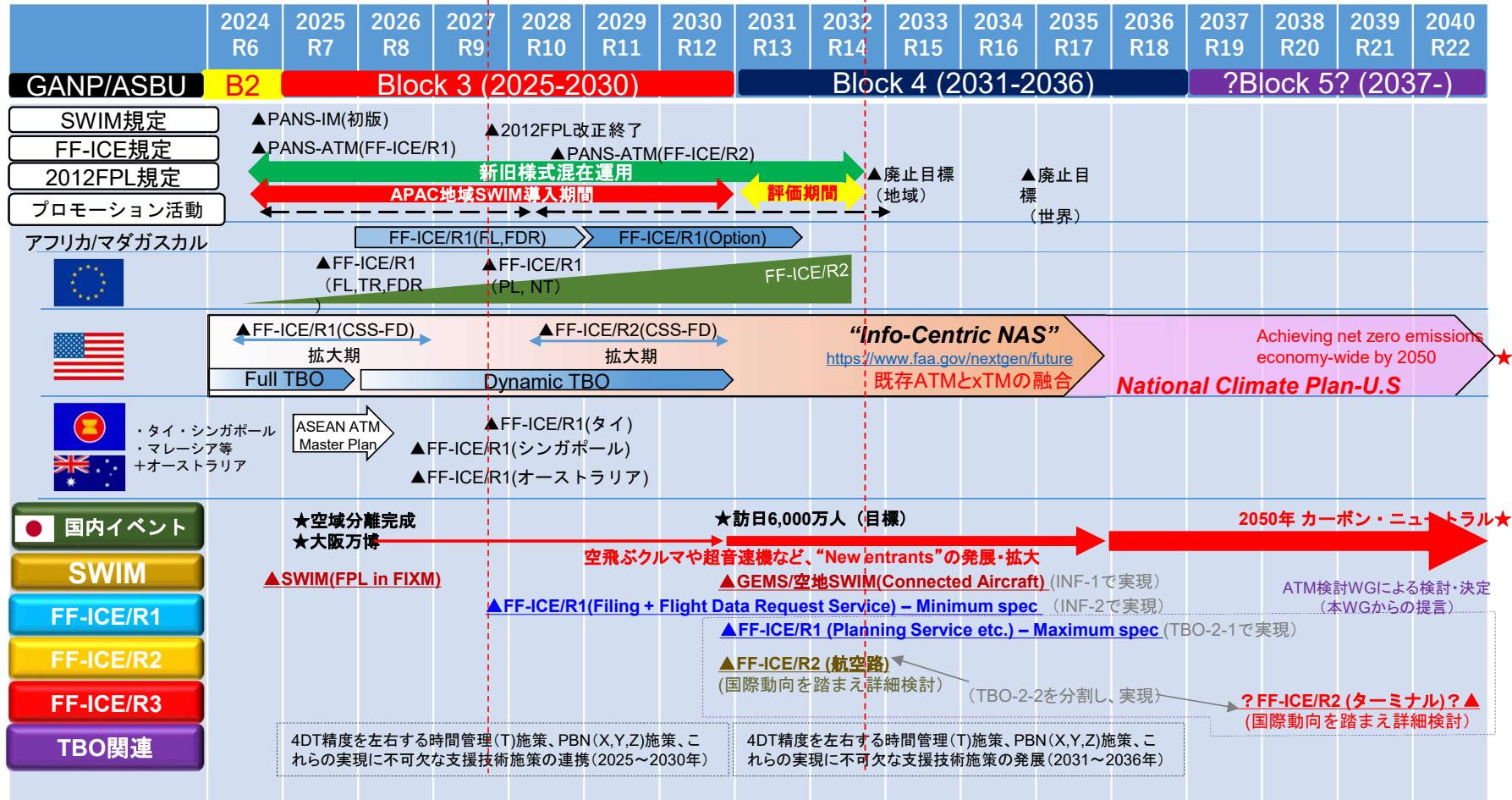
国際連携実証実験も踏まえた技術であり、必要性及び有効性から、またCARATSをTBO実現へ前進させ、2050年カーボン・ニュートラルへ寄与するためにも導入は妥当であると判断される。

2027年度
導入予定

FF-ICEの実施イメージ



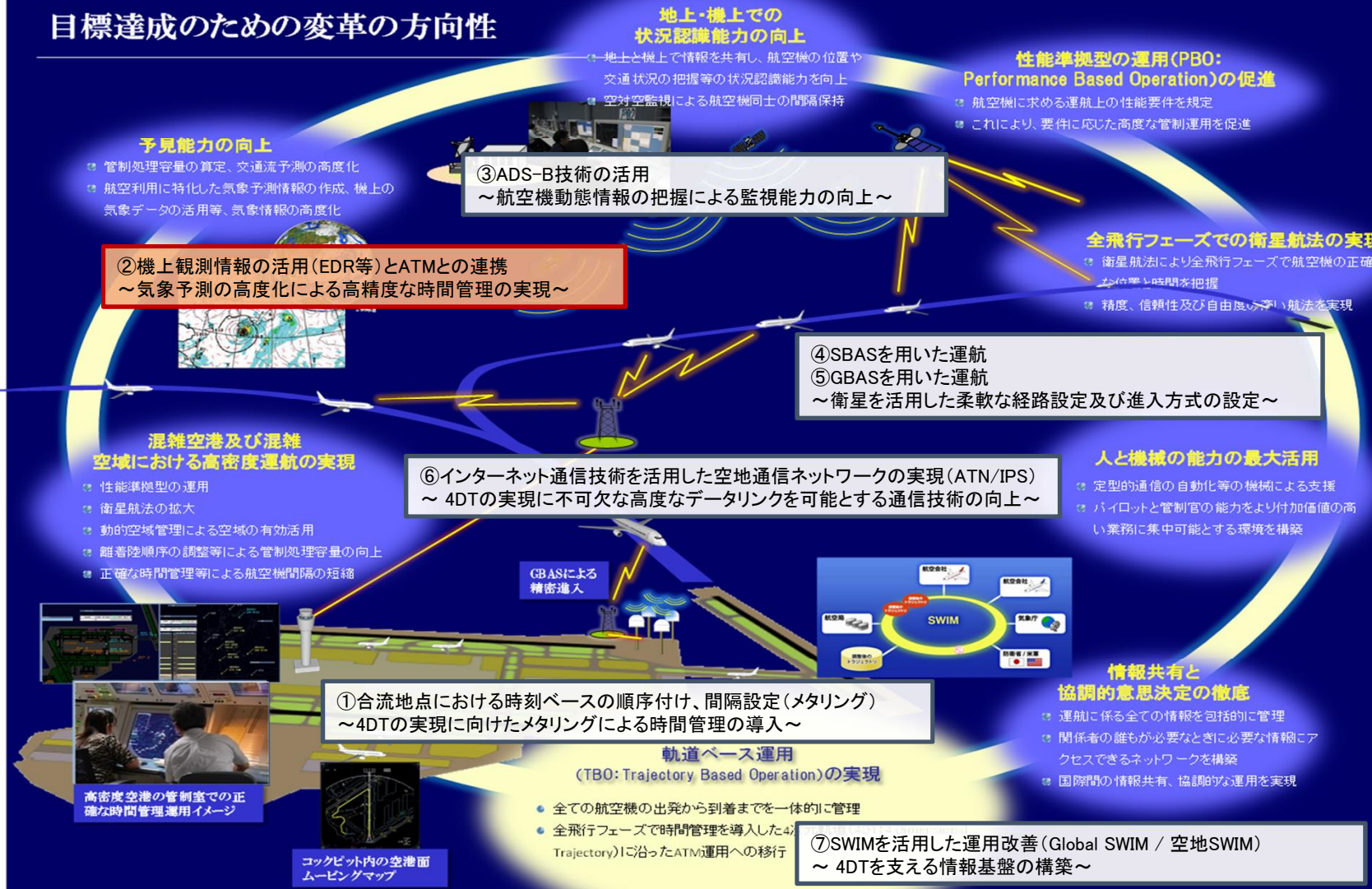
海外の動向との比較によるFF-ICE導入タイムライン (案)



～各SG・WGの活動報告～

- ・指標・費用SG
- ・研究開発推進SG
- ・ATM検討WG
- ・CNS検討WG
- ・情報管理検討WG
- ・航空気象検討WG

目標達成のための変革の方向性



【現状】

1. 数値予報モデル計算の予測精度向上にはより多くの観測データが必要（MET-1、MET-2）
2. 気象現象による運航上の制約条件（空域・空港容量値等）を定量的に変換可能な気象情報の提供は行っていない（MET-4）

【最終アウトプット】

1. 数値予報モデルの計算に、航行中の航空機からダウンリンクした気象観測データを活用し、気象予測精度の向上を図る
2. 悪天時でも最適な空域・空港容量での運航が実現できるよう、気象現象の予測から運航上の定量的な制約条件への変換（定量化、可視化）に必要な情報の提供を行う

【実用化に向けた課題への対応】

- ①航空機観測情報のうち乱気流強度の指標となるEDR（Eddy Dissipation Rate：渦消散率）等の活用について検討
- ②高性能な計算機資源の確保（気象庁のスーパーコンピュータにおいて対応）
- ③気象情報から運航上の定量的な制約条件への変換に向けて、必要な情報等についての研究開発等を進めていく

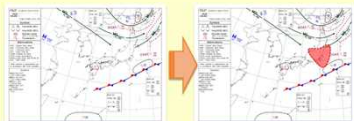
進捗状況

【活動成果】

1. 航空機観測情報（EDR等）の活用の検討【MET-1、MET-2関連】

(1) EDRの活用

- コロナ禍前の2019年一年分のEDRデータを用いて、統計調査及び予測が困難な気象状況における乱気流予測への活用可能性の調査を実施
- EDRデータを活用することで乱気流予測の精度向上及び改善が見込まれることが確認できた。



(2) 航空機動態情報（DAPs）の活用

- 意思決定以降の状況変化及び現在の国のシステム更新計画を踏まえロードマップを修正
- DAPsを活用した気象データのフォーマットを関係者間で確認

●ロードマップ見直し案

サブ施策ID	サブ施策	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MET-1-6	DAPsによる気象観測データの活用															
MET-1-7	EDRの活用															

2. 気象予測から運航上の定量的な制約条件への変換【MET-4関連】

(1) 課題解決に向けた研究開発の継続

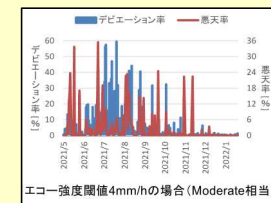
- 電子航法研究所、宇宙航空研究開発機構及び早稲田大学において、気象情報から飛行困難空域、空域/空港容量への変換に係る研究開発を継続

(2) 具体化に向けた検討

- ATM検討WG及び航空気象検討WGの合同会合を開催し、運航前軌道調整の実現に向けた検討状況確認及び議論を実施

●ロードマップ

サブ施策ID	サブ施策	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MET-4-1	気象情報から「飛行困難空域」への変換														
MET-4-2	気象情報から空域/空港容量への変換														
MET-4-3	気象情報から後方乱気流を考慮した最適な管制間隔への変換														



デブイエーション率と悪天（降水域）率の関係性分析（電子航法研究所）

【今後の進め方(案)】

- ① MET-1及びMET-2は、航空機観測情報（EDR等）の特性把握及び活用方法の検討を進めるとともに、最適なデータ共有方法の検討を継続する。
- ② MET-4は、施策実現に向け引き続き研究開発を進める他、2024年度以降の研究課題の整理・検討を進める。

最終アウトプット明確化・施策番号変更

意思決定年度を2024→2022年度に変更
導入年度を2030→2026年度に変更

【現状】

火山灰拡散予測には、予測精度向上に資するレーダーによる定量的な噴煙観測データがない。



【最終アウトプット】

レーダー等による定量的な噴煙観測データを活用し、顕著な噴火時には、国際的に定められた定量的な火山灰情報を提供できるようにする。

【検討内容】

- 火山灰情報の高度化に向けた気象庁における研究開発は、2022年度時点で以下のとおり一定の成果を確認できた。
 - 気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的手法改良に伴う噴煙監視技術の向上
 - 数値モデルの新規開発・既存システムとの結合による火山灰雲の中心位置・面積の予測改善
- ICAOにおいて、全ての航空路火山灰情報センター(VAAC)による定量的な火山灰情報の提供が2026年11月に標準となる可能性がある。なお、2024年には一部VAACによる提供が勧告化される予定である。
- これらの状況から、本施策の最終アウトプットを東京VAACから定量的な火山灰情報を提供することへ明確化するとともに、意思決定及び導入の各年度を前倒しすることが適切と考える。また、最終アウトプットの変更によって施策番号も変更(MET-1-10→MET-2-6)することが適切と考える。

〈現状のロードマップ〉

サブ施策ID	サブ施策	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MET-1-10	高度化した火山灰情報提供に向けた研究開発・評価							高度化した情報提供に向けた研究開発・評価					◇	火山灰情報の高度化					

【判断・結果】

研究進捗及び国際動向を踏まえて検討した結果、本施策の最終アウトプットを明確化する。
施策番号、意思決定年度を2022年度に、導入年度を2026年度に変更する。

〈ロードマップ修正案〉

サブ施策ID	サブ施策	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MET-2-6	定量的な火山灰情報の提供							高度化した情報提供に向けた研究開発・評価					◇	定量的な火山灰情報の提供					

導入意思決定

MET-2-6 定量的な火山灰情報の提供

(施策の概要)

気象レーダー等を活用した火山灰・噴煙等の観測データ利用、数値モデルの高度化に係る研究開発を進め、顕著な噴火時には、国際的に定められた定量的な火山灰情報の提供を実現する。

(検討・判断)

安全かつ効率的な軌道ベース運用実現には、噴火時の火山灰拡散予測の精度向上が不可欠である。近年の研究開発成果から、顕著な噴火時の火山灰に関する予測情報の高度化は実現可能である。
また、国際的にも定量的な火山灰情報の提供が2026年11月に標準化される可能性があり、**同情報の提供を実現するという本施策の導入は妥当**と判断される。

(施策の導入による効果)

安全性

交通量増大

利便性 [定時性、就航率、速達性]

運航効率・環境

(定量的又は定性的な効果)

- ・安全性：より適切な火山灰拡散領域の回避
- ・交通量増大：本情報を加味して調整・合意された軌道に従って管理された運航が可能
- ・利便性：顕著な噴火時における低濃度領域・高度での運航、必要最低限な迂回による遅延時間削減
- ・運航効率・環境：必要最低限な迂回による消費燃料削減

運用開始年度を
2025→2029年度に変更

【現状】

数値予報モデルの計算には様々な方法で得られた観測データを活用しているが、予報精度向上にはより多くの観測データが必要であり、十分ではない。また、計算機資源が十分でなく、多くの観測データを用いたモデル計算を適切なタイミングで行うことができない。



【最終アウトプット】

精度の向上した予報精度を向上できるよう、高性能なスーパーコンピュータによる数値予報モデルの計算に、航空機から得られる動態情報（DAPs）から算出した機上の風向風速データを活用する。

【検討内容】

- ①2017年度的意思決定以降、関連ロードマップ（SUR-4-4（旧EN-13））の導入時期変更（2022年度→2024年度（2019年度の推進協議会にて承認））及びSWIMとの接続という新たに勘案すべき要素が登場した。
- ②2019年度の航空気象検討WGにおける議論では、本施策はSWIM接続前でも現行のシステム間連携により予定通り導入できないか検討することとした。（SWIM運用開始予定：2024年度、気象庁システムのSWIM接続予定：2026年度）
- ③2020年度以降、気象庁及び航空局の間で②の実現に向けた議論を行った結果、気象庁システムのSWIM接続（2026年度）前にDAPsによる気象観測データを航空局から提供するためには両者ともにシステム改修等の対応が必要となるため、特に費用面から国のシステム更新計画に沿った導入計画とすることが効率的と考える。

〈現状のロードマップ〉

サブ施策ID	サブ施策	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MET-1-6	DAPsによる気象観測データの活用					◇	DAPsによる気象観測データの活用													



【判断・結果】

検討の結果、意思決定以降の新たに勘案すべき要素や国のシステム更新計画を踏まえ、特に費用面から効率的な対応をとる必要があるため、運用開始を2029年度に変更する。

〈ロードマップ修正案〉

サブ施策ID	サブ施策	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MET-1-6	DAPsによる気象観測データの活用					◇	DAPsによる気象観測データの活用													

【現状】

冬季滑走路の積雪は航空機運航の安全性及び効率性に影響を及ぼすものである。現在、滑走路の雪氷状況は空港管理者による雪氷調査で把握しており、積雪等があった際の滑走路面の状態をリアルタイムでの観測・把握はしていない。

【最終アウトプット】

積雪深計及び降雨強度計等の充実・拡大により、滑走路面状態に関連する観測情報の高度化を図る。

【検討内容】

- ①GRF (Global Reporting Format) の導入により、当初想定していた滑走路状態に関する観測情報の更なる充実・拡大は不要となった。
- ②民間での技術連携が進んでいる。

〈現状のロードマップ〉

新施策ID	施策名	サブ施策ID	サブ施策	Block 0					Block 1										
				10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
MET-1	気象観測情報の高度化	MET-1-9	積雪・降雨等の観測の高度化の研究開発・評価																

【判断・結果】

検討の結果、本施策はCARATSにおける議論を今年度までで終了する。

最終アウトプット明確化・
施策番号変更

【現状】

TBOや高密度運航の実現には、航空機の運航に必要な気象情報を一元的かつ迅速に関係者間で共有する必要がある。また、その提供形式は相互運用性の高い形式（IWXXM等）への移行が必要である。

【最終アウトプット】

気象庁システム（アデス）を情報共有基盤（SWIM）に接続し、航空ユーザーが気象情報を一元的かつ迅速に取得できる環境を構築するとともに、ICAOが定めるIWXXM等などの相互運用性の高い形式へと移行する。また、既存のウェブサービス（MetAir・ALIS）の利便性向上を図る。

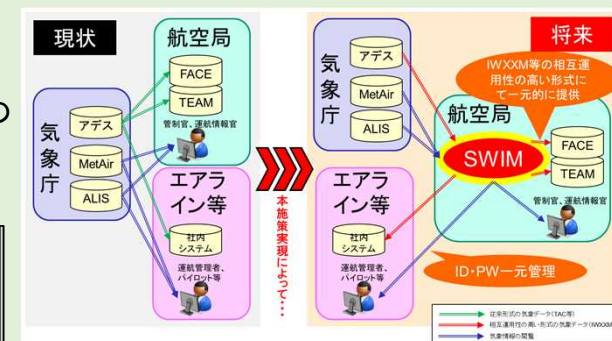
【検討内容】

本施策の最終アウトプットはSWIM上の気象サービス実現に焦点を当てた以下3つを目指すこととし、TBO実現を見据えた気象情報自体の高度化等は切り離して検討することが適切と考える。また、これに伴い施策番号をINFからMETへ移行することが適切と考える。

- ①気象庁システム（アデス）をSWIMに接続し、航空ユーザーがSWIMを介して気象情報を取得可能な環境を整える。
- ②IWXXMが定められている気象情報（METAR等）については同形式にて、それ以外の気象情報（GSM等）は現行の形式にて、それぞれ提供するためのSWIM上の気象サービスを行う。
- ③気象庁が提供している既存ウェブサービス（MetAir・ALIS）のID管理についてSWIMを活用して一元化し、引き続き気象情報の閲覧可能なサービスを行う。

〈現状のロードマップ〉

新施策ID	施策名	サブ施策ID	サブ施策	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INF-2	情報の電子化	INF-2-4	4D気象データベース				4D気象データベース						



【判断・結果】

検討の結果、本施策の最終アウトプットを明確化するとともに、施策番号をINF-2-4からMET-3-1へ変更する。

〈ロードマップ修正案〉

新施策ID	施策名	サブ施策ID	サブ施策	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MET-3	SWIM上の気象サービス	MET-3-1	SWIM上の気象サービス提供				SWIM上の気象サービス提供						