

TBO 戦略

令和８年 10 月

将来の航空交通システムに関する推進協議会

ATM 検討 WG 事務局

改正履歴

番号	版数	発行日	改正概要
1	1.0	2026/10/21	初版発行

※　掲載画像の一部は生成 AI によって修正・加工されたものです。

要約

2025 年 6 月、我が国の将来の航空交通システムのあり方について、産学官一体となり、世界の動向も踏まえ「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン 2040（CARATS2040）」をとりまとめたところである。

CARATS2040 で掲げる今後の取組の方向性のひとつである軌道ベース運用（Trajectory Based Operations、以下「TBO」という。）の実現に向けては、飛行計画等の各種情報のデジタル化、それらデジタル情報の共有基盤となる SWIM の構築、そして 3 次元（緯度経度及び高度）に時間の要素を含めた 4 次元の軌道情報を活用する FF-ICE サービスの段階的導入から始まっていくこととなる。機上－地上間の 4 次元軌道を用いた調整や気象情報のリアルタイムな交換は、空地間の SWIM、いわゆるコネクテッドエアクラフトにて実現され、より高度なデータリンク（ADS-C、CPDLC）を介して、航空機の軌道の共有、4 次元軌道を活用した管制へと変革する。

現行の各種課題を解決し、新たな航空へのニーズを満たすとともに、喫緊の課題である脱炭素化にも寄与するこの変革を成功裏に進めるためには、長期的な目標に向けた大局的なアプローチを共有し、検討段階から関係者間で協調的に意思決定していくことが重要である。

また、検討に際して、我が国特有の地理的特性、交通特性、気象特性等を考慮しつつ、世界的な相互運用性を確保するとともに、アジア太平洋地域の各国とも連携し、将来を見据え戦略的に進めて行くことが不可欠となる。



目次

要約 3
１．はじめに 6
（1）背景 6
（2）本書の目的 7
（3）本書の更新 7
２．TBO の概要 8
（1）TBO の説明 8
（2）TBO で目指すべき運用のイメージ 8
（3）TBO による運用上の変更点と利点 9
３．TBO の段階的な高度化 11
４．現在の課題及び将来に向けた課題について 12
（1）現在の課題 12
（2）将来に向けた短期的課題（2032 年目処） 13
（3）混在環境に係る考慮事項（中長期） 14
（4）その他の課題、考慮事項 15
５．主要な課題に対する解決への道筋（短期：2032 年目処） 16
（1）時間管理運用への移行 16
（2）関係者間の情報共有、軌道の共有等 16
（3）最適軌道 17
（4）データリンクの更なる活用 17
６．TBO に向けた目標設定（短期：2032 年目処） 18
（1）目指す運用について 18
（2）具体の施策について 18
７．TBO に向けた目標設定（中長期） 19
（1）目指す運用について 20
（2）具体の施策について 20
【参考】 FF-ICE/R2 について 21
８．必要な技術要素 22
９．移行への投資 24
（1）航空局 24
（2）運航者 24
（3）その他の主要な関係者 24
１０．まとめ 25
別添１ 略語 26
別添２ 定義 28
別添３ 道筋のイメージ 30

別添４　参考文献 32

1．はじめに

（1）背景

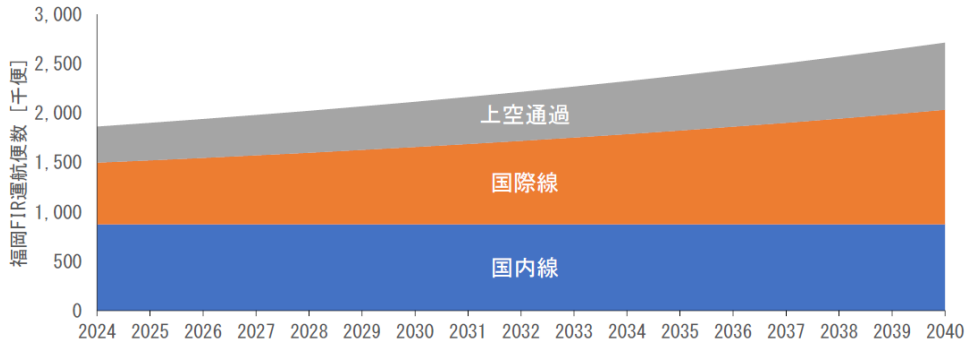
国際航空運送協会（IATA）の予測でもアジア太平洋地域（APAC）を筆頭に今後も航空需要の増加が予測されている。2040 年には、世界の航空需要は 2019 年比で約 2 倍に、我が国の航空需要は約 1.5 倍に増大すると予測されている。また、我が国は、「観光立国推進基本計画」に基づきインバウンド回復戦略を掲げており、これらインバウンド需要の回復・増加に的確に対応するため航空ネットワークを支える航空・空港関連企業の経営基盤強化も図っているところである。

さらに、我が国が管轄する福岡 FIR においては、日本へのインバウンドだけではなく、ハブ空港を目指し拡大するアジア諸国の主要な空港から日本上空を通過し北アメリカとの間を行き来する外国航空機なども引き続き増加傾向にある。太平洋に面し、アジアとアメリカ 2 つの地域の中間に位置する我が国は、地域間のキーストーン（要石）でもあり、シームレスに相互運用可能な環境を構築することも今後の一つの課題となる。

加えて、ICAO が掲げる 2050 年の航空におけるカーボンニュートラルの実現に加え、低高度空域における空飛ぶクルマの利用拡大、無操縦者航空機（RPAS）、高高度空域における HAPS や宇宙往還機等新たな航空モビリティへの対応が今後重要性を増してくる。そのための新技術、情報やデータの交換、サイバーセキュリティの高度化も必須となる。

これらの航空交通における大きな環境の変化に的確に対応し、航空の安全・安心を確保していくためには、国内の運航の効率性、利便性等を確保しつつ、ICAO の世界 ATM 運用コンセプト（GATMOC）に基づく世界航空交通計画(GANP)に沿った、グローバルで地域間とも連携した航空交通管理への移行が必要である。現在、ICAO は現行の飛行計画様式の廃止を 2034 年目途に取組を進めており、今後はデジタル化された飛行計画様式へと移行し、それらを活用した FF-ICE サービスが順次導入される。また、ICAO においては、TBO コンセプトに続き、TBO ガイダンスの策定作業が進んでおり、APAC 地域においては TBO ロードマップの策定など、TBO に向けた取組は活発になってきている。

図表 1　福岡 FIR の航空需要予測



注）「Global Outlook for Air Transport」（June 2024, IATA）に基づき、「Post-COVID-19 Forecasts Scenarios -COVID-19 IMPACT ON THE ICAO LONG-TERM TRAFFIC FORECATS-」（2024 年 1 月閲覧）の伸び率を使用して推計

※CARATS2040 本文より抜粋

（2）本書の目的

本書は、CARATS 関係者に対し、CARATS が掲げる「今後の取組の方向性」の一つである「航空機の最適な運航のための軌道ベース運用（TBO）の実現」に向けての共通の指針となり、我が国においてTBOを着実に、そして効果的に実現することを目的としている。

なお、本書の第 4 章から第 6 章の一部については、特に TBO 導入にあたっての基礎となる運航前軌道調整※までの短期的な部分に焦点をあて記載をしている。

※ICAO APAC において、2032 年を想定に検討中（第 3 章参照）

図表 2　CARATS2040　今後の取組の方向性

今後の取組の方向性	今後の取組の概要
（1）安全・安心対策の強化	・画像・音声認識技術等による危険な状態の監視・検知 ・ADS-Bによる航空機同士の相互監視 ・新たな航空モビリティを考慮した安全対策
（2）航空機の最適な運航のための軌道ベース運用（TBO）の実現	・時間管理運用への移行 ・運航前・リアルタイムの軌道調整
（3）持続可能な航空輸送の実現	・燃料効率の良い飛行方式の導入 ・脱炭素化推進計画に基づく運航改善
（4）航空モビリティの多様化にも対応した空域の有効活用	・管制リソース配分の最適化等による空域容量の拡大 ・運航者ニーズに即した柔軟な経路の設定 ・新たな航空モビリティの特性を考慮した運用ルール等の設定
（5）レジリエンスの強化	・CNSレジリエンスの強化 ・事案発生後の情報共有による早期復旧
（6）国際連携の強化と海外展開の促進	・国際的な交通流管理・TBOの実現 ・航空管制システムやCNSシステムの海外展開

※CARATS2040 本文より抜粋

（3）本書の更新

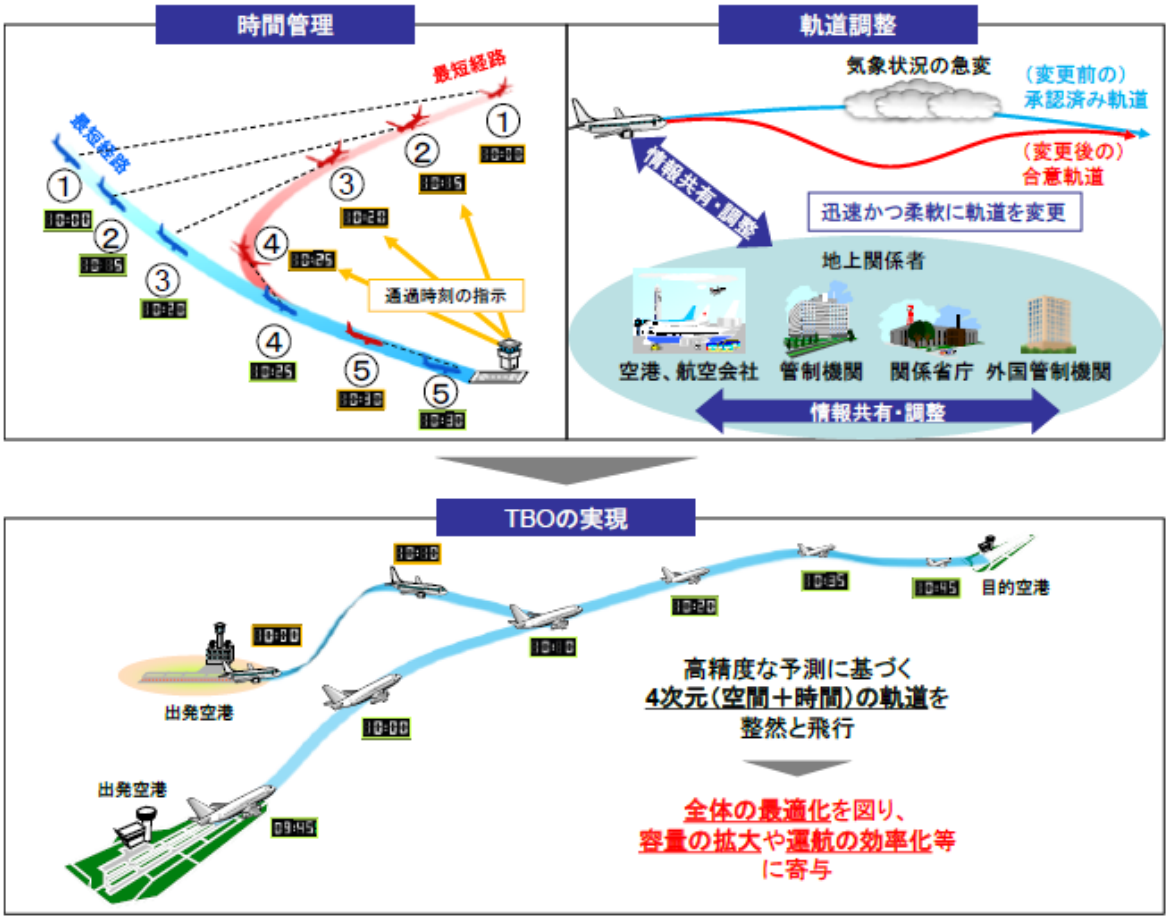
本書は、ICAO を含めた世界的な動向を継続的に注視するとともに、導入時の優先度やインセンティブといった関係者の動機付けの確保等も検討しつつ、本書の取組の方向性等を含めて議論状況を踏まえながら機動的に見直し、更新していくこととする。

２．TBO の概要

（1）TBO の説明

TBO とは、航空機の 4 次元軌道がデジタル技術等により管制機関や関係者へリアルタイムに共有され、この情報を活用して最適な管制運用を行うための概念である。 TBO の実現に向けては、航空機の時間管理や航空機の軌道調整等を段階的に導入していくこととなる。

図表３ 「TBO の概念」



※CARATS2040 本文より抜粋

（2）TBO で目指すべき運用のイメージ

TBO の運用は、4 次元軌道を①生成、②共有、③管理、④使用していくことにより実現される。

① 軌道の生成

運航者は、運航環境に関する共有情報（航空情報、気象情報等）を踏まえ、自身の運用ニーズを反映した詳細な 4 次元軌道（希望軌道）を生成する。

② 軌道の共有

後述する③の過程を経て合意された軌道（合意軌道）を、一貫した共通の計画として、全ての関係者及びシステム間で共有する。また、合意軌道が更新、修正された場合にも即座に関係者間で共有する。

③ 軌道の管理

管制機関と運航者間で軌道の調整を行い、有効な制約事項が満たされていることを確認した上で、共通の計画となる。協調的な意思決定（CDM）の原則を用い、協調的なルールに基づく一貫した合意軌道の管理が実施される。また、制約事項に変化が生じた場合や計画時点からの運航環境の変化により運航者が軌道の修正を要望する場合には、適宜軌道の調整・管理がなされる。

④ 軌道の使用

関係者間での合意軌道の共有と管理により、運航が実施されるための計画としての蓋然性が高まり、様々な運用（混雑（空港、合流点、空域等）時も含めたより計画的な対応等）に活用されていく。合意軌道は関係者が達成すべき共通の意図を示すものであるが、この軌道は管制機関の承認をもって実現される。また、軌道と実運航との乖離が一定の基準を超過した場合、実態に即した軌道の更新や修正がなされ、必要に応じて制約事項への適合のための調整がなされる。

（3）TBO による運用上の変更点と利点

前項に掲げる軌道を基にした運用について、現運用からの変更点と想定される利点を記載する。

① 軌道の生成

- 運航環境に関する情報の充実

【利点 a】運航者による適切な意思決定を可能とし、安全性、効率性等の運航者ニーズに即した計画が可能となる。（運航者）

- 新しい飛行計画様式（FIXM）を用いた FF-ICE サービス

【利点 b】計画段階から、FIXM を用いて FIR を超えた事前調整が可能となり、予測性、柔軟性が向上する。（運航者）

② 軌道の共有

- 管制機関（外国管制機関含む）や空港管理者等に対する、リアルタイムで（文字数制限のない）充実した軌道情報の共有

【利点 c】より詳細で正確な軌道表現の共有を受けることにより、自管轄範囲における詳細で正確なリソース管理が可能となる。（管制機関）

【利点 d】リアルタイムの軌道情報の共有による空港におけるリソース（地上作業車等含む）管理の高度化が実現する。（空港管理者）

③ 軌道の管理

- 関係者による軌道調整への関与拡大

【利点 e】制約対処方法（遅延付与、経路変更等）の調整・選択が可能となることによる運航ニーズの反映（効率性や安全性等の向上）が可能となる。（運航者）

【利点 f】外国管制機関も含む調整により、福岡 FIR 内に限定されない出発から到着までの運航の最適性が確保される。（運航者）

- 協調的なルールに基づく軌道管理の実施

【利点 g】事前に関係者間で合意された協調的なルールに基づく枠組みでの軌道管理により、フライト間の公平性（調整の透明性）が担保される。（運航者）

- リアルタイムでの軌道の調整・管理

【利点 h】突発的な状況変更等への対応性が向上、業務負荷が低減される。
（管制機関）

【利点 i】リアルタイムでの運航環境の変化に応じた軌道共有・調整が可能となることによる柔軟性の向上、運航者ニーズの更なる追及が可能となる。（運航者）

④ 軌道の使用

➢ 軌道に則した運航の実施

【利点 j】将来に対する予見性の向上により、機材繰りや燃料搭載量の最適化が可能となる。
（運航者）

【利点 k】関係者間での合意軌道に基づく運航が実施され、管制官の業務負荷が低減し、安全性が向上する。（管制機関）

図表４　関係者と利点のまとめ

関係者	利点	備考
運航者	確かな情報に基づく意思決定（軌道の決定）の高度化	利点 a
	事前調整も含めた FIR 境界線を超えた運用における出発から到着までの運航の最適性の確保	利点 b.f
	計画段階・飛行中での軌道調整への参画による合意軌道への運航ニーズの反映	利点 e
	軌道調整におけるフライト間の公平性（調整の透明性）担保	利点 g
	軌道への運航ニーズの表現の柔軟化・リアルタイム性の向上（それによる効率性、安全性等の追求）	利点 i
	軌道に則した運航による予見性の向上	利点 j
管制機関	より詳細で正確な軌道情報に基づく詳細で正確なリソース管理（需要と供給のバランス）の実現	利点 c
	突発的な状況変化への対応性の向上・業務負荷の低減	利点 h
	関係者間で合意軌道に基づく運航の実施による管制官の業務負荷低減、安全性向上	利点 k
空港管理者	リアルタイム且つ詳細で正確な軌道情報に基づくきめ細やかな空港リソース（施設・設備）管理の実現	利点 d

3．TBO の段階的な高度化

TBO 導入は管制機関も運航者も段階的であり、新たな機能が追加され、混在環境を経て進化していく。このような進化の過程は、GANP の航空システムブロックアップグレード（ASBU）の展開と一致する。また、進化の過程においては、蓄積されたデータに基づく評価や検証を行いながら、課題を抽出し、改善を繰り返して、少しずつ目標に近付けていくことが重要となる。4 次元軌道を活用した TBO の主な機能は以下のとおりである。　　※各機能は並行して実装される場合もあり。

- 運航前の軌道情報の共有と調整

  運航者は、公開された制約を考慮し希望軌道を生成、管制機関と共有、調整し、管制機関の承認を受ける。

- 運航中の軌道情報の共有と調整

  軌道情報は、飛行のすべての段階で、地上システム間（管制機関、FOC 等）で共有される。関係者は一貫した軌道情報を通じて運用を行う。軌道の共有と運航者との調整により軌道は適宜修正、承認され、飛行毎のニーズを全体最適の中で達成し、地上システムの軌道予測を改善する。

- 航空機からのダウンリンク情報

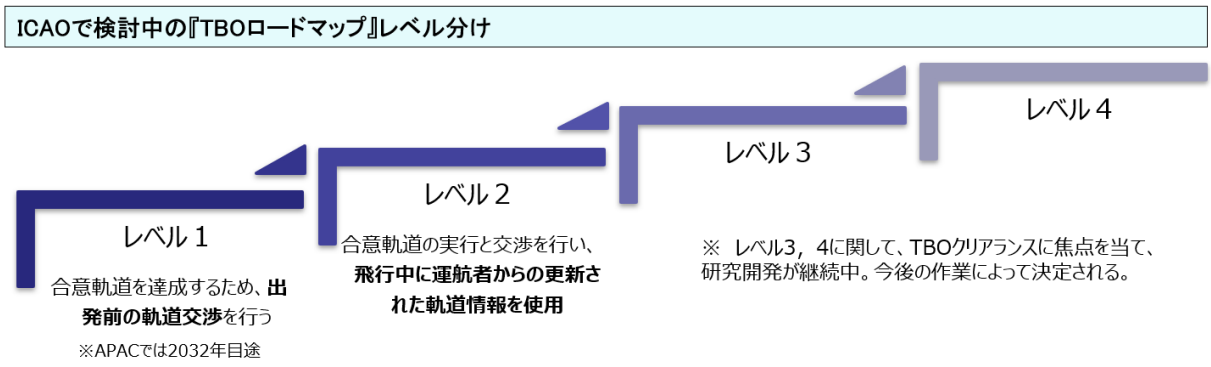
  機上および地上システム間の初期的な同期は、機上軌道予測をダウンリンクすることによって実現する。より詳細で正確な軌道予測、制約の可能性の共有、競合の検出とその早期対応が可能となり、安全性、効率性及び柔軟性を向上する。

- 空地同期

  データ通信による管制指示等の発出と機上での管制指示等の FMS への自動入力により、機上と地上の統合を実現する。管制指示は、航空機性能を考慮のうえ必要に応じて修正され、データ通信により明確に指示されることにより、全体の性能を向上する。

また、下図に示すように、現在 ICAO においても TBO に係るロードマップの策定が進められており、同じく段階的な導入が示されているところである。第 4 章から第 6 章の一部については、短期的な視点として当ロードマップのレベル 1（2032 年目途）を想定し焦点をあてた記載をする。

図表 5 【参考】ICAO APAC で検討されている TBO ロードマップ



４．現在の課題及び将来に向けた課題について

管制機関や運航者等が抱える現在の課題、将来目標に向けた短期的課題について、以下に記載する。また、併せて中長期も含めた TBO の混在環境など想定しうる考慮事項、その他の課題についても記載する。

（1）現在の課題

①関係者間で共通する主要な課題

A）それぞれのシステム（管制機関、運航者、外国管制機関等）によるそれぞれの軌道の生成

⇒ 飛行計画システム等運航者が生成する最適な軌道どおりに飛行できるとは限らない。

⇒ 軌道調整に必要な内容や制約がタイムリーに把握しきれていない。

⇒ 予測の正確性が十分ではなく余分なバッファが発生する可能性がある。

B）関係者間の限られた情報共有

⇒ 制約情報の内容が明確ではなく、航空情報との関連性が整理されていない。

⇒ 関係者間でのやり取りを行う共通のプラットフォームが無い。

⇒ 情報入手がリアルタイムに出来ておらず、時間を要している。

⇒ 到着機が交通流制御の影響を受ける場合などの到着予測時刻の把握が困難である。

C）上記による不確実性の発生、遅延の発生、最適軌道（経路）の未達等

⇒ 出発前に調整できた可能性のある時間調整や高度変更等が出発後に発生している。

⇒ 出発後も管制機関・セクターごとに速度の指示が変わるため、全体的に一貫性がなく、非効率な飛行を強いられるケースがある。

⇒ 悪天回避・混雑回避において調整に時間を要し、また経路の選択肢も限定的である。

D）音声通信による聞き間違い、周波数ブロック、通信負荷等

⇒ ヒューマンエラーの発生となる要因が潜在的に存在する。

⇒ 周波数ブロックは、該当機の特定を地上側では把握が困難で運用に影響を与える。

E）交通流制御に伴う国内線を中心とした運航遅延および運航計画の変更

⇒ 混雑空港や混雑空域に関連する航空機は EDCT が付加されるが、国外出発便に対しては EDCT 制御が実施されておらず、今後これらの航空機が増加した場合は国内線の遅延増加が懸念される。（一部の地域では国外出発便も対象に制御が実施されている。）

⇒ 現在の EDCT は変更が多く発生することから運用が煩雑となっている。

②管制機関の課題

- 交通量の多い環境では、航空機が最適化されたプロファイル降下を維持できるようになっていない場合が多く、管制官は負荷の高いレーダー誘導を必要としている。
- 逆に混雑のない空域では時間節約のためにショートカットの指示を行う傾向がある。結果、予測可能性を低下させ、マイナス要因を引き起こす可能性がある。

  ⇒ 飛行計画と実運航の乖離は結果として、余分な燃料搭載など非効率の原因となる。⇒ 極端に早着すると SPOT コントロールなど空港の運用が難しくなる。
- 飛行計画の非タイムリーな更新により不確実性が増加している。
- 静的な距離ベースの間隔設定は非効率的である場合がある。

- 大部分の管制通信を音声通信に依存しており、通信作業が管制官の作業負荷を圧迫している。
- 地上システム間の情報共有の限界による効率性の低下。マニュアル作業の負荷等。

③運航者の課題

- 必ずしも飛行計画どおりに飛行できるとは限らない不確実性があるがために、それらを担保するような燃料搭載をせざるを得ない現状がある。 (交通流管理・制御が変更される場合は多く、現状は不確実性が高い。そのため非効率な出発待機・飛行をおこなうケースが見られる。)
- 飛行計画システムが計算する最適軌道には同時間帯の管制処理能力や他機の情報等は加味されておらず、必ずしも全体最適な軌道になっているとは限らない。
- 音声通信に頼った運用について、長時間の周波数ブロックや聞き間違い・言い間違いのリスクを常にはらんでおり、音声による管制通信は必要最小限に留めることが望ましい。
- 管制指示、管制の意図が地上側では把握出来ず、飛行監視業務に支障をきたすケースがある。
- 混雑空港においてはレーダー誘導により必ずしも軌道が最適化されておらず、消費燃料および CO2 排出量が増加する。
- 脱炭素化が求められる中、最短となるような最適な飛行経路や希望高度などを取得できない状況があり、消費燃料の増加や運用の効率性低下が発生している。
- マニュアル的な対応による作業負荷が発生している。

④空港管理者の課題

- 関係者間での情報共有は空港単位となっており、必要とされる情報が全国的に共有される仕組みが無い。
- 関係者間で共有すべき情報が明確ではなく、空港規模や特性（交通量、エアサイドに関すること、ランドサイドに関すること等）に応じて整理されていない。

（2）将来に向けた短期的課題（2032 年目処）

①管制機関

- FF-ICE/R1 導入に係る運用、地域での協調的運用、インセンティブ等の検討
- 時間管理を進める上での地上システムと機上システムで差異への対応
- 周辺国との ATFM 運用の相違や異なるデータの使用への対応
- 関係者との関連するシステム間の相互運用性の促進

②運航者

- SWIM 及び FF-ICE に対応した飛行計画作成システム、運航情報共有ツール等の社内インフラの整備
- SWIM における運航者からの情報提供度合の整理
- 航空機側の通信インフラの拡充
- 高性能な通信機器を装備しない航空機に対する対応

③空港管理者

- 関係者間で共有すべき情報の段階的拡充

（3）混在環境に係る考慮事項（中長期）

TBO の実装は管制機関も運航者も段階的であり、管制機関は混在環境での運用を管理する必要、運航者は異なるレベルの TBO 機能を持つ管制機関が存在することを念頭におく必要がある。以下に、運航者及び管制機関について、それぞれ TBO 対応、非対応別の特性を記載する。

※TBO の各機能については、第 8 章を参照。

①管制機関（TBO 対応）

- 運航者と運航前、運航中の軌道調整を行い、運航者からの軌道情報を活用し、軌道情報に基づく承認及び指示を行う。
- システムは統合され、関係者間で合意軌道を共有・管理・修正等する。
- 協調的なルールに基づき、TBO 対応の管制機関と軌道情報の共有と修正を連携して行う。

⇒軌道予測精度の向上により、需要予測の確実性が高まり、容量管理や交通流管理の決定がより正確になる。計画的な対応が可能となり、効率性、予測性、柔軟性が向上する。

②管制機関（TBO 非対応）

- 運航者との軌道情報の活用を行わず、現在の運用方法が継続される。
- システムは統合されないため、関係者間での情報の統合が不足している。
- TBO 対応の管制機関とも、従来の ATS メッセージ（CPL, ABI など）に依存し、軌道更新情報は提供されない。

⇒軌道情報や制約が共有されないため、他の管制機関がより高い不確実性を考慮して計画を立てる必要が残る。計画的な決定が飛行時の結果と同期せず、非効率な決定や軌道修正の増加につながる。

③運航者（TBO 対応）

- 運航前の軌道調整の際に、制約を考慮して最適化された軌道を提案できる。
- 飛行中の軌道調整の際に、制約を考慮して最適化された軌道を提案できる。TBO クリアランスを FMS に入力し、精度が高く実行できる。
- 航空機由来の予測軌道及び上昇・降下速度などのパラメータを提供し、予測精度が向上する。

⇒運航の効率性、予測性、柔軟性が向上する。不確実性に対応するためのバッファが少なくでき、より計画的な決定が可能となる。

④運航者（TBO 非対応）

- 管制機関による計画的な意思決定に共同で関与できない。
- 管制指示等への対応は主に音声を用い、その間は周波数を占有する。また、CPDLC に対応していない場合、手作業が発生する。
- 軌道情報を共有しないため、関係者は各システムが算出する予測軌道を使用する。

⇒軌道制約が計画に反映されず、非効率な計画となりやすい。軌道予測の不確実性が高いため、より大きなバッファが求められ、管制指示が増加する。また、手作業の部分が残るためヒューマンエラーに繋がる可能性が高くなる。性能準拠となる空域や方式から除外される可能性がある。

（4）その他の課題、考慮事項

運用の変化に合わせ、以下の事項についても考慮する必要がある。

①運用方式、規定類

- システム、技術面だけではなく、時間管理や軌道管理等の運用方式の規定化が必要となる。
- 他国との協定等には、協調的な意思決定を促進するための地域的な枠組みや相互運用性の考慮のほか、合意形成を得るための十分な時間が必要となる。

②教育、訓練等

- TBO の概念、方法論の理解及び技術を習得する。
- TBO の運用上の様々な利点や CDM の重要性、タワー、ターミナルおよびエンルートの間の相互運用性、計画的な航空交通管理、全体の交通流管理及び時間管理を理解する。
- 既存の運用と新しい運用が混在する環境を考慮した訓練を行う。
- TBO を実装する上で必要となる FF-ICE サービス機関や運航者（FOC 等）における体制の構築、体系的な訓練環境、適切な人材確保等。

③協業領域と競争領域（CDM の高度化）

- TBO を達成するには、利益に関する明確な期待設定が必要となる。しかし、場合によっては、需要（交通量）と供給（容量）のアンバランスにより発生する交通流制御や不確実性（気象の変化等）が発生した時など、その期待が影響を受ける場合がある。関係者は TBO によって、現在よりも全体としての運航をより効率的にすることを目標としていることを理解する必要がある。
- すべての交通需要が希望する時間/場所で対応できるわけではない場合、運航者は多くの場合、どのような運航を行いたいかを考慮の上、意思決定する。これらの決定は、当該便の目的、特性等（例えば、国際線の乗り継ぎ、貨物の種類など）の要因に基づく。これらの優先順位付けは運航者以外が推定することは難しい。
- 個々の運航にとっては利益となるが、全体の利益を阻害するような特定の意思決定による影響を考慮していくことが重要になる。このような状況をどのように管理するかについて、関係者による協調的な意思決定方法の検討が必要である。

５．主要な課題に対する解決への道筋（短期：2032 年目処）

第４章（１）①に記載する主要な課題の解決に向けた対応を、いくつかの項目に分け、短期的な視点で CARATS 施策と関連付けて以下に記述する。

（1）時間管理運用への移行

【関係する主要な課題：C】

① 課題解決のための主な CARATS 関連施策

TBO-4-1 固定メタリングフィックス

APO-1-2 AMAN/DMAN/SMAN の統合運用

② 施策概要

管轄範囲毎での対応に傾向していた順位付けや間隔設定について、時間をベースとした運用に移行することで、管轄空域境界線等にとらわれず一貫した運用を実現する。また、4 次元軌道の要素の一つである時間を意識して活用することにより、全飛行フェーズの TBO、軌道管理に繋げることが出来る。

③ 考慮事項

管制システムにおける時間ベースのメタリングの導入、運用手法、管制をサポートする管制支援機能の検討等が必要となる。また個々の空域での最適化から軌道全体の最適化を中心とした運用へと移行していく関係者の理解促進も必要となる。

（2）関係者間の情報共有、軌道の共有等

【関係する主要な課題：A,B】

① 課題解決のための主な CARATS 関連施策

TBO-2-1 協調的な運航前の軌道調整

② 施策概要

ICAO では、現在の飛行計画様式である FPL2012 について、2034 年に世界的に廃止することを計画しており、順次、準備の整った国から FIXM を用いた FF-ICE サービスの導入が可能となる。現行の飛行計画様式からの移行は、システム的な観点からも関係者にとっては大きな影響があり、導入は段階的とされている。FF-ICE サービスは、TBO に向けた必要な技術要素の一つとなる。

③ 関連するその他の施策

INF-2-1 FF-ICE メッセージの導入

MET-3-1 SWIM 上の気象サービスの提供

MET-4-1/ 4-2 気象情報から「飛行困難空域」への変換、気象情報から空域/空港容量への変換

④ 考慮事項

飛行計画のデジタル化に対応するため、運航者側、管制機関側とも運用上ならびにシステム上大きな変化を伴う。また FF-ICE サービスにおいては、国際標準化された FIXM、AIXM、IWXXM を利用するため世界的な相互運用も視野に入れた協調的な検討が必要である。トライアルサービス、プランニングサービスといった新たな運用、隣接国等との協調的な運用、インセンティブの検討などが必要と

なる。また、FF-ICE/R1 の後の運航中の軌道調整である FF-ICE/R2 へのスムーズな移行の実現も含めた検討が必要となる。

（3）最適軌道

【関係する主要な課題：C】

① 課題解決のための主な CARATS 関連施策

TBO-1-1 高高度でのフリールーティング 国内 UPR

TBO-8-1 管制間隔の見直し ATSA-ITP（洋上）

② 施策概要

より制約の少ない柔軟な軌道調整を実現するため、特定の国内空域における UPR など既存の経路構成に依存しない運用の導入が必要となる。運航者は航空機の特性や気象状況を考慮した効率的な飛行計画が可能となる。また、管制間隔の見直しにより、運航者と管制機関の間で事前に合意した軌道により近い軌道で飛行することが可能となる。

③ 関連するその他の施策

MET-2-1 定量的な火山灰情報の提供

MET-3-1 SWIM 上の気象サービスの提供

④ 考慮事項

柔軟な経路、空域の運用に係る具体的な手法の策定、管制システムにおける支援機能や FF-ICE との連携に係る検討も必要となる。

（4）データリンクの更なる活用

【関係する主要な課題：A,D】

① 課題解決のための主な CARATS 関連施策

COM-1-1 CPDLC（FANS1/A＋/ATN-B2）

TBO-5-2 データリンクによる CDO 高度化(時刻指定・ATN-B2 等)

② 施策概要

CPDLC によって一部の音声通信がデータ通信に置き替えられることにより、高度、時間等の指示に係る管制官の通信作業負荷軽減によって空域容量が拡大し、より制約の少ない柔軟な軌道調整が可能となる。また、音声通信では困難なプロファイル情報を含む管制指示を CPDLC で発出することにより、航空機ごとの最適な軌道に近い運用が可能となる。

③ 関連するその他の施策

TBO-4-1 固定メタリングフィックス

④ 考慮事項

通信アプリケーションの高度化にあたっては、通信メディアの覆域及びデータリンク搭載機器の導入状況のほか、地上データリンク装置や地上オートメーションの整備なども含め、運航者側と連携した検討が必要である。その他、運用方式、規程等の見直しも同時に行われることとなる。

６．TBO に向けた目標設定（短期：2032 年目処）

前述したように、TBO 達成は段階的であり、国際的にも段階的な TBO 導入や TBO のレベル分けについて議論が進められているところではあるが、ここでは、今まで述べてきた ICAO APAC TBO ロードマップで想定されているレベル 1（運航前の軌道調整実施）を、全体の方向性を左右する重要な第一歩として、短期的な目標設定に据える。後述するレベル２（運航中の軌道調整）以降の目標等も視野に入れつつ、CARATS2040 に照らし合わせ目指す運用及び具体の施策について記載する。

（1）目指す運用について

- 情報のデジタル化による運航前の計画軌道調整
- 空域をベースとした運用から、軌道を意識した時間管理運用への移行
- ATFM と A-CDM との統合によるネットワーク全体としての予測性の向上
- 外国機関間との相互運用性、予測可能性の向上および交通流管理
- 管制間隔の短縮に必要な監視機能、データリンク等の活用
- 経路短縮、処理容量の拡大のためのデータリンク等の活用
- 空港規模に応じて整理された情報の関係者間での共有

（2）具体の施策について

① 軌道調整

- FF-ICE/R1 （飛行計画情報共有と運航前軌道調整）

② 初期的時間管理運用

- 容量管理（EDCT 、CFDT）
- メタリング（固定）
- 国際 ATFM（CTO、CTOT 運用）

③ 初期的情報共有および意思決定基盤の確立

- A-CDM 新千歳、羽田、成田（情報共有による意思決定体制確立）
  ⇒ EDCT 精度など遅延予測精度向上、悪天などイレギュラー情報の可視化

④ ターミナル、空港周辺の管制機能強化

- AMAN・DMAN の高度化と統合、他の時間管理施策との統合

⑤ CNS 新技術の導入と性能準拠型運用に向けた方式・技術の確立

- 国内 CPDLC の活用拡大
  ⇒ 音声通信からデータ通信化による人的エラーの削減、効率化、
- RNP 経路の高度化（RNP2 複線化等）、洋上（PBCS 等）
  ⇒ 航空路の最適化・公示経路の直行化による飛行経路の短縮
  ⇒ フリールート空域の導入による飛行計画の柔軟化
  ⇒ 非レーダー空港の運航効率向上
- ADS-B out /DAPs の初期導入

⑥ システム全体の情報管理

- 地対地 SWIM
- リージョナル SWIM の展開
- コネクテッドエアクラフト（空地 SWIM）の導入

⑦ 気象情報の高度化と共有

- SWIM 上での気象サービスの提供（運航用気象情報のデジタル化(IWXXM 形式への移行) を含む）
- DAPs による気象観測データの活用
- 定量的な火山灰情報（QVA）の提供
- 気象情報から運航情報、空域/空港容量への変換

⑧ 航空情報の高度化

- デジタル NOTAM（AIXM）の導入と拡充による自動処理の実現

７．TBO に向けた目標設定（中長期）

ここでは、想定される ICAO TBO ロードマップのレベル 2 想定以降で目指す運用について記載する。

（1）目指す運用について

- 運航中の軌道調整
- 空地の同期、時間管理運用の高度化（精緻化）
- 管制間隔の短縮に必要な監視機能、データリンク等の活用拡大
- 経路短縮、処理容量の向上のためのデータリンク等の活用拡大
- 空港規模に応じて整理された関係者間で共有すべき情報の段階的拡充

（2）具体の施策について

① 軌道調整
- FF-ICE/R2 （運航中の軌道調整）
- 国際 ATFM の軌道調整対応

② 時間管理運用
- メタリング（動的）
- CFDT とメタリングの統合
- 国際 ATFM の高度化

③ 情報共有および意思決定基盤の拡大・展開
- A-CDM の展開

④ ターミナル、空港周辺の管制機能強化
- FF-ICE サービスの拡張
- DMAN の拡大

⑤ CNS 新技術の高質化と性能準拠型運用に向けた方式・技術の確立
- 軌道情報のリアルタイム共有のための通信の高度化（IP ネットワーク（ATN B2 等）やデータリンクの高度化）
- PBN の高度化（A-RNP の導入）
- 監視技術の高度化（ADS-B 技術の活用、初期的 ASAS）

⑥ システム全体の情報管理
- グローバル SWIM の展開

⑦ 気象情報の高度化
- 乱気流に関する機上の気象観測データ（EDR）の活用

⑧ 航空情報の高度化
- デジタル NOTAM（AIXM）を活用した制約情報の共有

【参考】 FF-ICE/R2 について

FF-ICE/R1 の実装は、FF-ICE/R2 を展開するための前提条件である。FF-ICE/R2 では、管制機関と運航者が運航開始後の軌道調整を行うために、軌道に関するデータをやりとりする手段が必要となる。

① 課題解決のための主な CARATS 関連施策

TBO-2-2 リアルタイムな軌道修正

② 施策概要

TBO に向けては、運航前の軌道調整により合意に至った軌道を関係者間で共有の上、協調的な枠組みのもと、飛行後の様々な不確実性要素に対応するため、適宜軌道の更新等を行い、継続的に関係者で使用していくこととなる。当施策に関わる FF-ICE/R2 の実装ガイダンスは、2028 年の適用を目途に ICAO 関連パネルで検討中である。

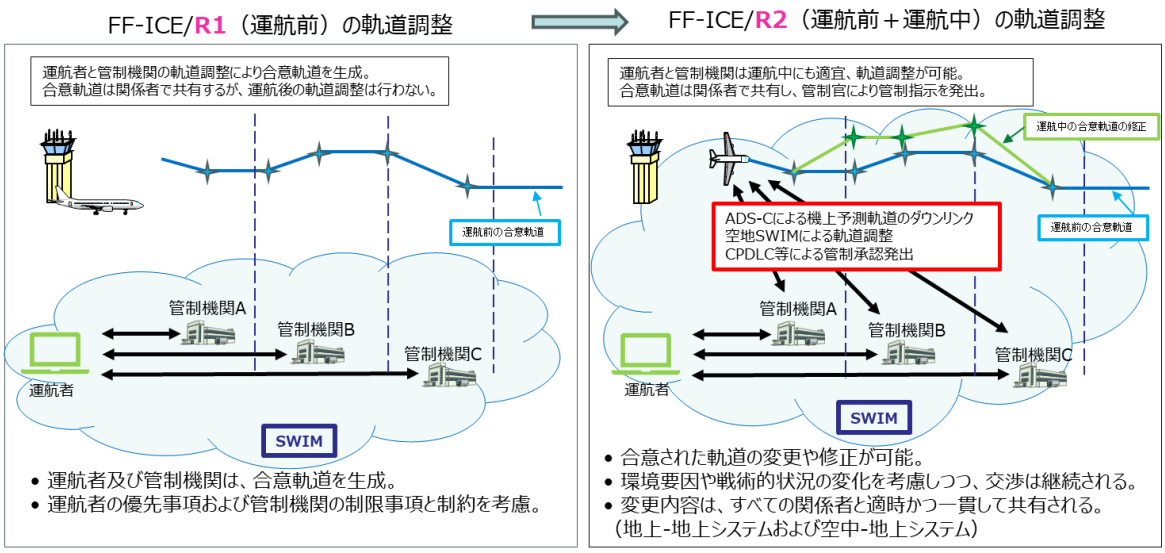
③ 関連するその他の施策

TBO-2-1 協調的な運航前の軌道調整
INF-1-3 SWIM（Connected Aircraft の導入）
COM-1-1 CPDLC（FANS1/A＋/ATN-B2）
COM-2-1 ATN/IPS

④ 考慮事項

FF-ICE/R1 からのスムーズな移行に繋がる運用要件やシステム要件の検討、FF-ICE/R2 の運用以降において活用すべき軌道情報やその用途なども考慮事項となる。FF-ICE サービス機関が行う運航中の軌道調整となるため、FF-ICE サービス機関が軌道調整を行う時間の閾値等、調整先、管制側の対応なども検討が必要となる。

図表 6 リアルタイムな軌道調整（運航中）への移行イメージ



８．必要な技術要素

図表 7 に示すように、TBO へ向けて新たな機能を段階的に実装する際、それぞれの機能を実現するための新たな技術が運航者、管制機関ともに必要となってくる。以下に主要な技術要素について概略する。

- 放送型自動位置情報伝送・監視機能（ADS-B）

  航空機から得られた動態情報（位置、高度、速度）を地上システムで利用できるようになり、軌道予測と合意軌道に対する適合性監視の精度を向上する。
- 契約型自動位置情報伝送・監視機能（ADS-C）

  契約型の監視と航空機由来の軌道をダウンリンクして地上システムでの利用を可能とする。情報の更新は、要求に応じて定期的に行うことも、イベント毎にすることも可能である。航空機由来の軌道の提供により、地上システムの情報と同期させ軌道予測を改善する。
- CPDLC

  空中と地上の軌道予測の一貫性を確保するには、合意軌道を形成する管制承認についてCPDLCを介して FMS に効率的に入力する必要がある。複雑な TBO クリアランスは、音声通信と FMS 入力の負荷が高いため CPDLC の使用が推奨される。運航者が管制指示を受け入れて実行することで、CPDLC を通じて提供される管制承認を FMS に入力できる。
- 性能準拠型の通信、航法、監視（PBC、PBN、PBS）

  性能準拠型の通信を適用することで、軌道に影響を与える管制承認を確実に提供し、整合性と適時性の要件内で承認することができる。航空機の航法性能に準拠することにより、管制承認にそった精度を確保し、処理容量の向上を実現する。また、監視に係る性能を準拠することにより、航空機の位置の不確実性を管理でき、軌道予測精度を高めると共に適合性の監視が出来る。
- 飛行管理システム（FMS）

  航空機の FMS は、制約を勘案したルートに基づいて軌道予測を維持する。FMS は航空機の性能、運航者の方針、センサーデータ、気象情報（気温、気圧、風速等）など、多くの追加パラメータも考慮に入れる。
- コネクテッドエアクラフト（CA）

  航空機（運航乗務員）と関連する関係者（管制機関、FOC、空港、その他の情報提供者（気象サービスなど））間をインターネットプロトコル（IP）で接続することにより、デジタル通信を可能にし、軌道調整を含む管制システムと運航者の能力を向上させる幅広いアプリケーションをサポートする。
- FF-ICE

  FF-ICE サービスにより、管制機関との運航前、運航中の軌道調整を可能にし、管制機関間の軌道情報の共有、調整も可能とする。飛行データ（FIXM）、航空情報データ（AIXM）、気象データ（IWXXM）等の標準化を行い、グローバルな調和を確保しシステム間の連携を促進する。
- SWIM

  協調的環境を実装するための航空に係る情報共有基盤であり、FF-ICE サービスなど様々な情報サービスをサポートする。
- 飛行計画作成システム（フライトプランシステム）

  デジタル化された膨大な情報の中から当該運航に必要なもののみを抽出し、当該便の飛行計画に

反映する。飛行中も機上システムと連携し管制機関や空港オペレーターともリアルタイムに情報共有しながら計画と実績の乖離について常時監視を行いながら必要に応じ飛行計画の更新を行う。

- EFB

  飛行規程や航空図、飛行性能計算などのデータを電子的に表示する機器である。空地 SWIM により、機上で利用可能なアプリケーションを用い、可視化した情報などの入手が可能となる。また管制機関との間で軌道調整も可能となる。

図表 7　TBO の各機能と技術要素の関係

◎：必須　○：機能向上に有効

機能 ＼ 技術要素	ADS-B	ADS-C	CPDLC	PBN	PBC	PBS	FMS	CA	FF-ICE	SWIM
運航前の軌道調整								○	◎	◎
運航中の軌道調整							○	◎	◎	◎
軌道パラメータの交換								◎	◎	◎
TBOクリアランス		◎	◎				◎			
航空機由来の軌道共有（ADS-C）		◎					◎			
航空機由来の軌道共有（空地SWIM）							◎	◎	◎	◎
正確なクリアランスの実行			◎	◎	○	○	◎			
GATMOC要素の統合									◎	◎
管制機関の調整と交渉									◎	◎
軌道の予測精度向上	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

※ICAO グローバル TBO コンセプト（ドラフト）より抜粋

９．移行への投資

第 8 章で述べた技術要素の実装のほか、システムの性能向上等の投資について以下に記載する。

（1）航空局

全ての管制用システム及び施設等は、TBO を達成するための基盤となる。軌道情報の共有を可能にするには、相互交換を可能とする標準化のほか、情報交換の基盤として機能する SWIM（リージョナル SWIM 及びグローバル SWIM）が必須である。軌道情報のみではなく、SWIM を介して航空情報や気象情報などのデータ収集、データ共有が可能となり、運航者との協働が促進される。これらの通信を使用し運用に供する場合、新しいポリシー、ガバナンスおよびアプリケーションが必要になる。収集した軌道情報、航空情報、気象情報などのデータを基に、管制用システムにより将来の交通流を予測し、運航者や外国管制機関を含む管制機関との調整を行うことが求められる。また、データ通信の高度化により複雑な管制指示と航空機からの軌道情報の交換が可能になる。

航空局は、運航前と運航中の両方で、運航者の間で必要な情報を継続的にリアルタイムで交換できるようにする地対地、空対地システムに投資する必要がある。管制用システムにおいては、関係者と共有すべき航空情報の生成、軌道調整のための交通流の事前予測、制約を考慮した軌道の調整に対応する必要がある。また、運航者が合意軌道を実行するには、地上システムが合意軌道の実行を行う航空機に対し管制指示を作成して提供する能力が必要となる。

（2）運航者

TBO を達成するために、PBN への投資の他、飛行計画システムとデータ提供に係る投資が必要となる。航空機のデータ通信や航空機の情報共有ネットワークへの接続など、高度な通信に対する運航者の投資は、より効果的かつ効率的な運用を可能にする。運航者は、地上インフラへの投資を利用して、運航前および運航中の飛行計画の修正が可能となり、データ通信を装備した航空機は、複雑な軌道情報の交換を通じて、高度情報を含めた経路変更の承認を受け取ることができる。

（3）その他の主要な関係者

航空機を運航する上で最大の不確実要素となっている気象に関する予見能力を向上させるとともに、TBO での利用に適した形で航空気象情報を提供するための投資が必要となる。既存の観測・予測手法を増強しつつ、EDR など新たな観測データも活用し、より詳細かつ高精度で、航空機の運航に係る高度な意思決定に適した航空気象情報の開発・提供を目指す。（気象庁）

１０．まとめ

冒頭述べたとおり、TBO は将来の航空需要の増大に加え、新たな航空のニーズ等にも対応する大きな変革であり、現在の課題に対応し、また新たなメリットをもたらすことが期待されている。一方、新たな概念に対する理解、地理的な境界線に依存しない運航の全フェーズにおけるシームレスな運用、様々な新技術の導入、それらのための投資やリソースの確保等、実現に向けた課題も多い。運航に係る効率性、予測可能性、柔軟性、また悪天等突発的なイレギュラー時の回復力など向上させるための取組は想定される利益を可能な限り定量的に示し、投資が関係者の利益となることを約束し、導入時の優先度やインセンティブなども検討し関係者の動機付けを確保する必要がある。

本書は、記載時点での国際動向や技術開発動向などを踏まえて記載したものであり、一部記載については短期的な部分にのみ焦点を当てている。中長期的な計画を適切に策定するためには、今後の国際的な動きも注視しながら、東南アジアと北米地域との間に位置する北部太平洋を含む広大な空域を管轄する我が国特有の地理的特性、交通特性、季節毎の気象特性等を考慮しつつ、世界的な相互運用性を確保するとともに、アジア太平洋地域の各国とも連携し、将来を見据えて戦略的かつ継続的に CARATS 関係者との議論を深め、我が国特有の TBO を構築していく事が重要である。また、導入時の優先度やインセンティブといった関係者の動機付けの確保等も検討しつつ、適切に本書内容の更新、拡充作業を実施していくものとする。

別添 1 略語

略語	英語	日本語
4D	Four Dimensional	4 次元
A-CDM	Airport Collaborative Decision Making	空港における協調的意思決定
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast	放送型自動位置情報伝送・監視機能
ADS-C	Automatic Dependent Surveillance – Contract	契約型自動位置情報伝送・監視機能
AIXM	Aeronautical Information Exchange Model	航空情報交換モデル
ASBU	Aviation System Block Upgrades	航空システムブロックアップグレード
ATM	Air Traffic Management	航空交通管理
CA	Connected Aircraft	コネクテッドエアクラフト(空地 SWIM)
CARATS	Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems	将来の航空交通システムに関する長期ビジョン
CDM	Collaborative Decision Making	協調的意思決定
CFDT	Calculated Fix Departure Time	フィックス離脱時刻 ※CTO と同等
CPDLC	Controller Pilot Data Link Communications	航空管制官-パイロット間データリンク通信
CTO	Calculated Time Over	計算された通過時刻
CTOT	Calculated Take Off Time	計算された離陸時刻
EDCT	Expected Departure Clearance Time	出発制御時刻 ※CTOT と同等
EDR	Eddy Dissipation Rate	渦消散率（乱気流強度の指標）
EFB	Electronic Flight Bag	電子フライトバッグ
EPP	Extended Projected Profile	拡張投影プロファイル
FIXM	Flight Information Exchange Model	飛行情報交換モデル
FF-ICE /R1 /R2	Flight and Flow Information for a Collaborative Environment Release 1 Release 2	フライトと交通流に係る協調的環境のための情報 （運航前） （運航中）
FMS	Flight Management System	飛行管理装置
FOC	Flight Operations Centre	フライトオペレーションセンター
GANP	Global Air Navigation Plan	世界航空交通計画
GATMOC	Global ATM Operational Concept	世界 ATM 運用コンセプト
HAPS	High Altitude Platform Station	高高度プラットフォーム
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
IWXXM	ICAO Meteorological Information Exchange Model	ICAO 気象情報交換モデル

略語	英語	日本語
PANS	Procedures for Air Navigation Services	航空業務方式
PBCS	Performance Based Communication and Surveillance	性能準拠型通信監視
PBN	Performance Based Navigation	性能準拠型航法
RNP	Required Navigation Performance	航法性能要件
RPAS	Remotely piloted aircraft systems	無操縦者航空機
SWIM	System Wide Information Management	航空情報共有基盤
TBO	Trajectory Based Operations	軌道ベース運用

別添２　定義

この文書における定義は、ICAO PANS ATM（Doc 4444）及び ICAO FF-ICE manual (Doc9965)、ICAO Global TBO Concept 等の ICAO 文書にて使用されている定義を引用する。

※順不同

軌道ベース運用（TBO）

軌道情報を共有及び管理することにより、世界的に一貫した 4 次元軌道の管理を可能にする概念。TBO は効率的な運航の計画と実行を強化し、潜在的な競合を減らし、今後のネットワークとシステムの需要/容量の不均衡を早期に解決する。個々の運航が計画されている時点から、運航の実行を経て運航後の活動までの航空交通管理の過程を網羅する。

FF-ICE サービス

PANS-ATM に記載されている新たなサービスであり、将来の航空交通管理を実現するために、必要な情報を共有し協調する環境下において、共有・交換される情報を用いた運用コンセプト。現在は、以下 6 つのサービスで構成されており、FF-ICE サービスを提供する際は、ファイリングサービスとフライトデータリクエストサービスの提供が必須となっている。

- プラニングサービス
  飛行計画の受容性に関する「事前飛行計画」の評価を行う。可能な場合は、適用される制限と飛行制約の表示等。
- ファイリングサービス
  提出された飛行計画の評価と飛行計画の受容性を示す。
- トライアルサービス
  飛行計画の受容性に関するトライアルリクエストに含まれる飛行計画の評価を行う。可能な場合は、適用される制限、飛行制約の表示等。
- フライトデータリクエストサービス
  提出された飛行計画の最新版や、適切な受信者からの要求に応じた捜索救助データなど、特定の運航に関するデータの提供を行う。
- ノーティフケーションサービス
  出発や到着など、必要な受信者への特定イベントに関するデータの提供を行う。
- パブリケーションサービス
  許可された者がアクセスするための運航等に関するデータの公開を行う。

4 次元軌道

航空機の位置を 3 次元空間 (x、y、z)と時間の 4 つの次元で表す軌道。

希望軌道

運用上の制約とリソースの競合を認識した上で、運航者によって要求され生成される軌道。

合意軌道

運航者と管制機関が協調的に合意した軌道（事前に定められた協調的なルールに基づく合意を含む）。どの運航においても、常に一つの合意軌道しか存在しない。予測不可能な事象への対応を含め柔軟性を確保するため、合意軌道の更新、修正が必要になる場合がある。

- 合意軌道の更新

  合意軌道の更新は、不確実性（風の影響や離陸時刻等）の影響を反映する必要がある場合に、現在の合意軌道を修正して関係者間で共有すること。合意軌道の更新にあたっては関連する管制機関等関係者の調整は必要としない。
- 合意軌道の修正

  合意軌道の修正は、合意軌道の更新を含む新たな情報により、制約の修正が必要なった場合や、より最適な運航が必要となった場合等に行われる。関連する管制機関の調整を必要とし、修正後の合意軌道は関係者間で共有される。

調整（交渉）軌道

軌道調整時に使用し、合意軌道となる可能性のある運航者または管制機関から提案された軌道。軌道調整の目的上、調整プロセス中には複数の軌道が必要となる場合がある。調整における最新の提案を表す一つの軌道を提示できる。これらの軌道は一時的なものである。

航空機由来の軌道

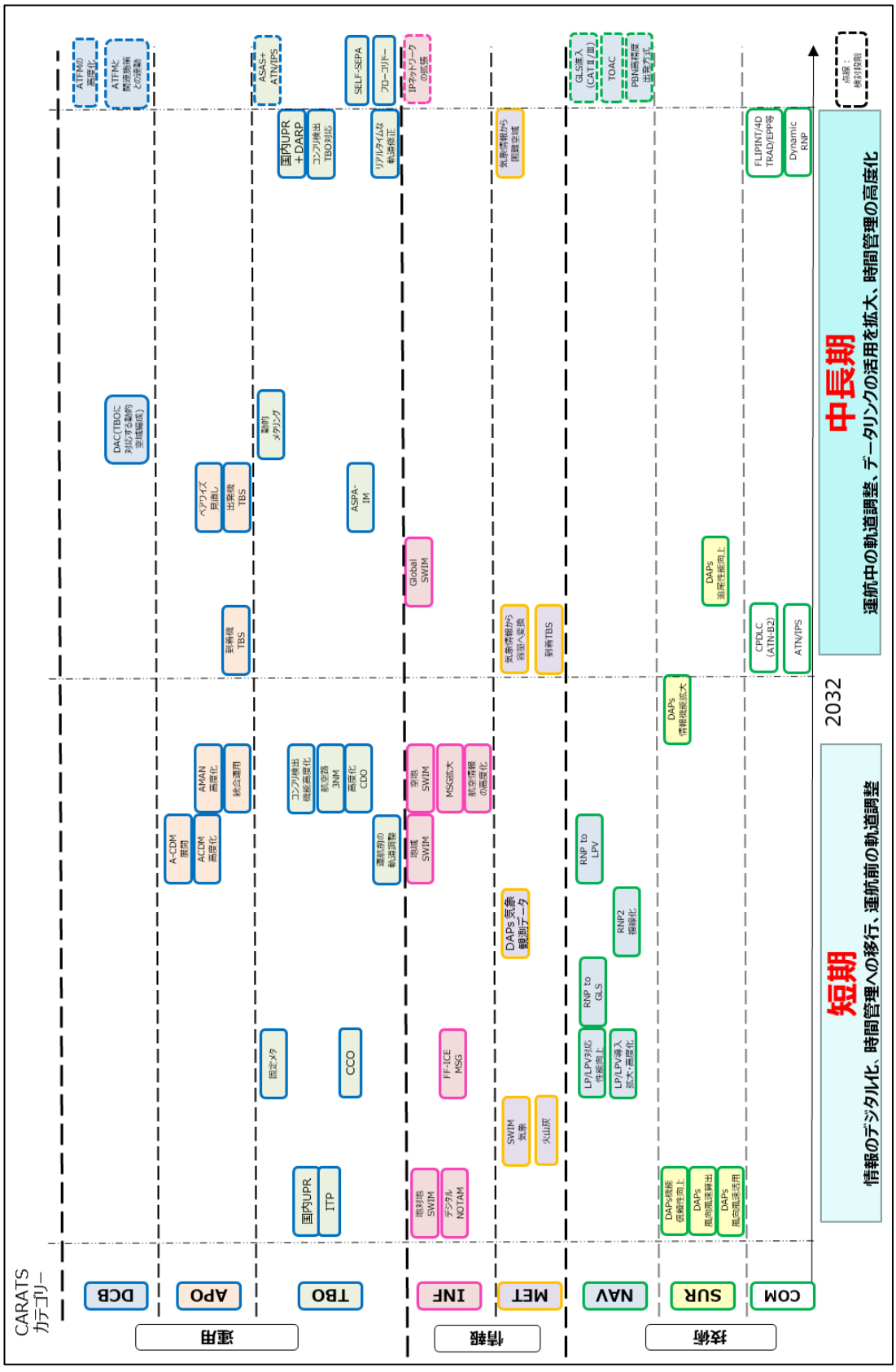
航空機の自動化システム（FMS 等）によって計算される軌道。適切なモード選択下における航空機の意図する飛行経路を表す。必ずしも合意された軌跡とは限らない。通常運用では、航空機由来の軌道が合意軌道の許容範囲内に収まることが期待される。

実行軌道

航空機が出発してから最後に確認された位置までの実際の軌道。過去から現在に至るまでの飛行結果であり、必ずしも希望軌道や合意軌道と完全に一致するものではない。この軌道情報は、システムや性能分析、運用分析に活用される。

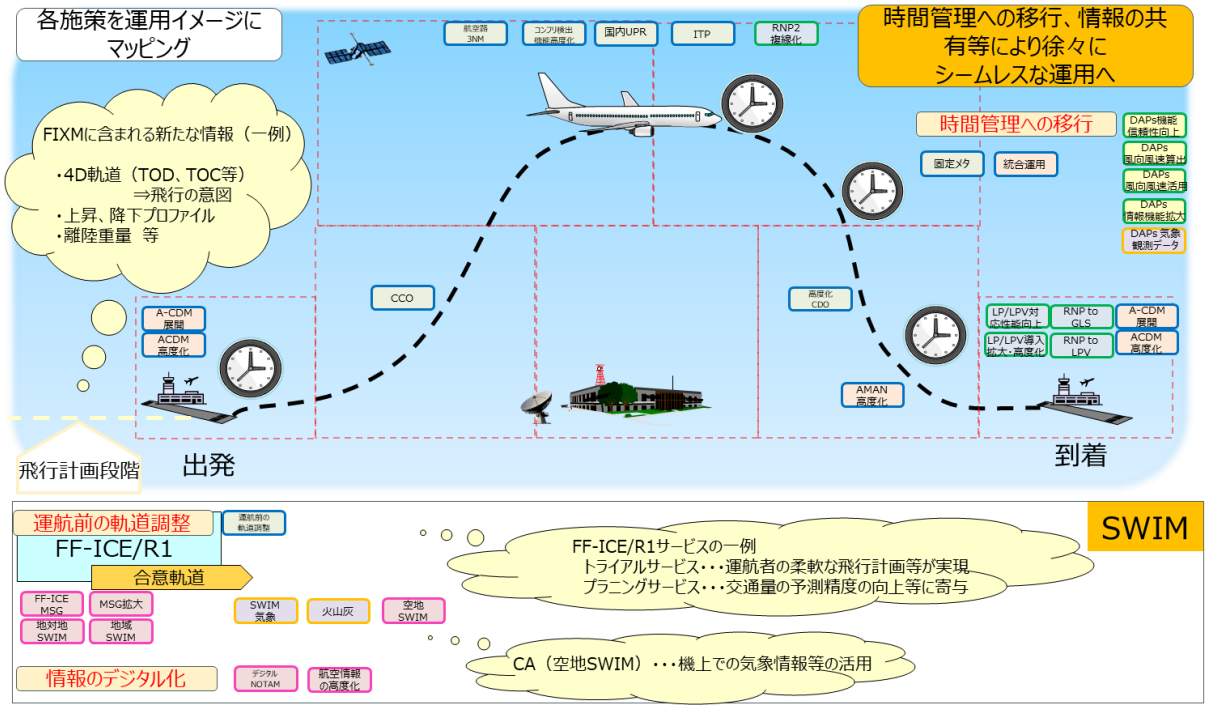
別添３　道筋のイメージ

CARATS2040 ロードマップ「軌道ベース運用（TBO）」をもとに、ICAO のロードマップを想定しマッピング。



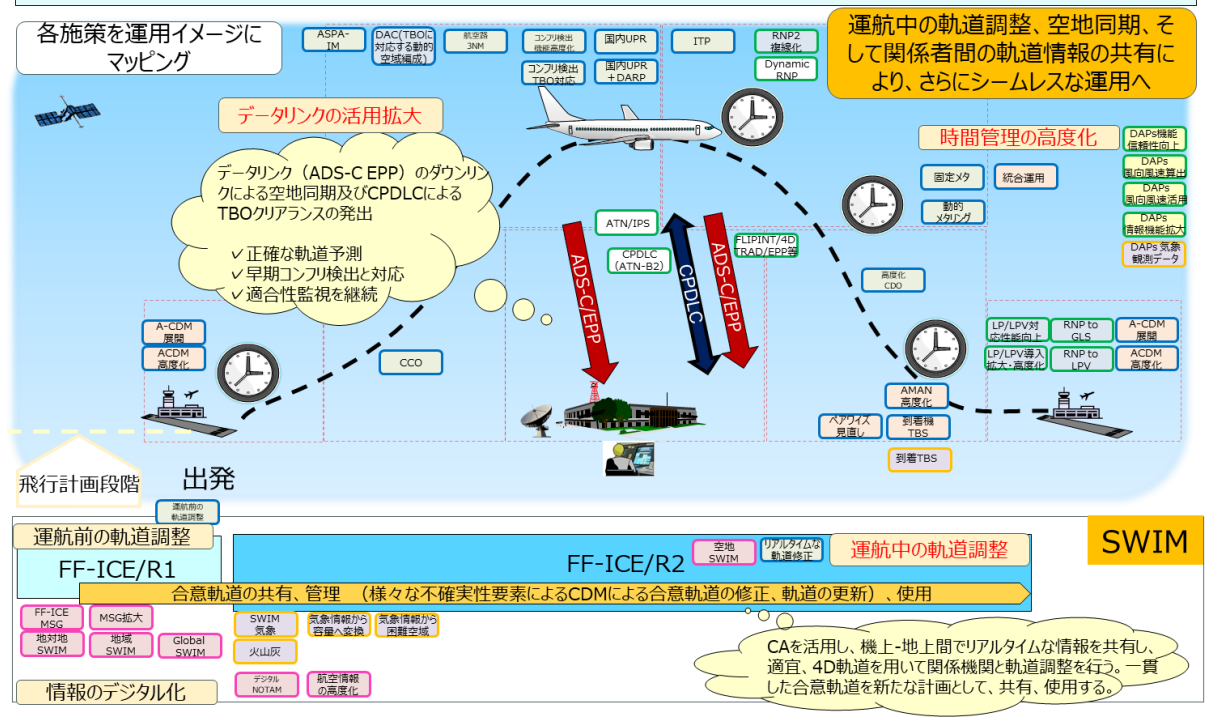
短期イメージ　（情報のデジタル化、時間管理への移行、運航前の軌道調整）

APAC地域においては、2032年を目途に、飛行計画様式のデジタル化（FIXM）への移行完了、運航前の軌道調整の開始を計画している。時間要素も含めた4D軌道情報を関係者間で共有、使用していく運用へと段階的に移行する。
※次のステップに向けた各データの収集、分析等が重要とされている。



中長期イメージ　（運航中の軌道調整、データリンクの活用拡大、時間管理の高度化）

空地SWIM（コネクテッドエアクラフト：CA）を介した運航中の軌道調整、データリンクの活用による空地間の同期、4D情報を含むTBOクリアランスの発出等を行う。軌道を活用した運用へ移行する。
※TBO各機能に関連する混在環境を考慮する必要あり。



別添４ 参考文献

- ICAO Global Air Traffic Management Operational Concept 第 1 版 (Doc 9854)
- ICAO Manual on ATM System Requirements 第 1 版 (Doc 9882)
- ICAO Manual on Global Performance of the Air Navigation System 第 1 版 (Doc 9883)
- ICAO Global Air Navigation Plan 第 8 版 (Doc 9750)
- ICAO Performance-Based Navigation (PBN) Manual 第 5 版 (Doc 9613)
- ICAO Global TBO concept （ドラフト版)
- ICAO Manual on FF-ICE (Doc 9965)
- ICAO PANS-ATM (Doc 4444)
- ICAO Manual on SWIM Concept 第 1 版 (Doc 10039)
- ICAO Manual on Collaborative ATFM 第 3 版 (Doc 9971)
- ICAO Asia/Pacific Seamless ANS Plan 第 4 版