

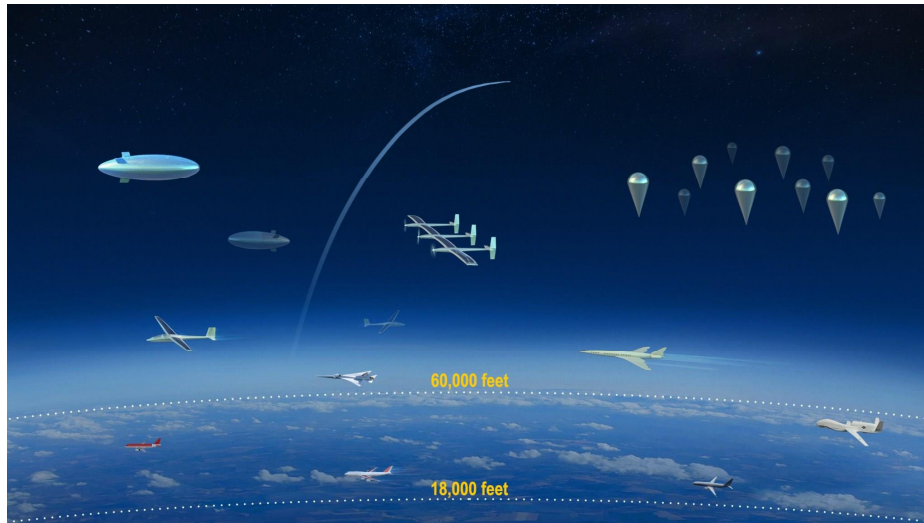
関係業界等ヒアリング資料④

2024.4.30
CARATS推進協議会

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
航空プログラムディレクタ 伊藤 健

社会動向と航空交通管理の方向性

| 社会動向 | 航空交通管理の方向性 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 航空需要の急速な回復と増大 ICAO LTAG目標に沿った脱炭素化の促進 | <ul style="list-style-type: none"> 継続的な安全性向上、空域・空港容量の効率的な利用 → 軌道ベースの運用 (TBO) へ (最適化された運航) |
| <ul style="list-style-type: none"> 新しいモビリティの利用拡大 (低高度：ドローン／空飛ぶクルマ等、 高高度：超音速・極超音速機／高高度プラットフォーム等) | <ul style="list-style-type: none"> 新しいモビリティに対応した航空交通管理サービスの確立、連携 (例：低高度空域におけるATM/UATM/UTMの連携) 自動・自律運航への対応 |



高高度空域の利用イメージ (出典：NASA)



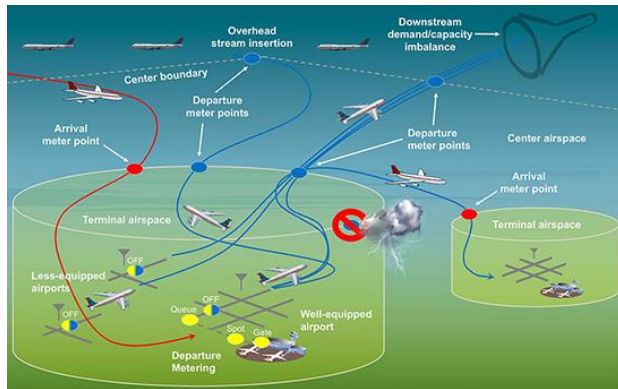
低高度空域の利用イメージ
(出典：経産省／国交省 AAM in Japan 2021)

航空交通管理の課題と研究開発の必要性

■ 軌道ベースの運用 (TBO) の実現

運航技術の改善手段として、TBO (Trajectory Based Operation) の導入はICAOを中心に国際的コンセンサスが得られているが、導入には、以下の運航・管制支援技術の確立、特に気象影響の考慮が必要となる。

- 通常時（気象影響がないとき）：時間管理において重要な役割を果たすメタリング（合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定）導入のための運航・管制支援技術が確立していない。
- 悪天時：気象が運航に与える影響を定量化する技術がない。また、交通流と気象の両方を考慮した運航・管制支援技術がない。

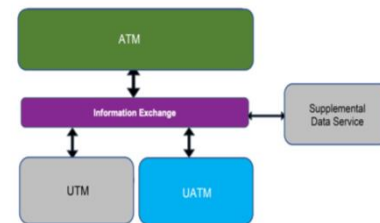


NASAのTBOイメージ (multiple ATD-2)

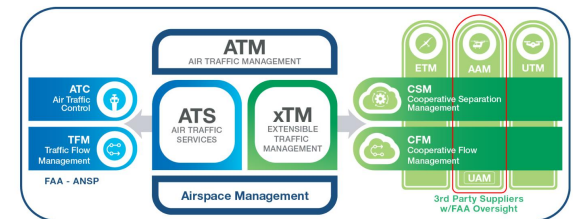
■ 新しいモビリティに対応した航空交通管理サービスの確立

【低高度空域】空飛ぶクルマやドローンの運用概念 (ConOps) が、日本・米国・欧州でそれぞれ2023年に更新され、従来の航空機、空飛ぶクルマ、ドローンが低高度空域を安全・円滑に活用するため、空飛ぶクルマ、ドローンの航空交通管理 (UATM/UTM) の確立とATMとの連携の必要性が示されている。

【高高度空域】FL550~600以上をHigher Air Spaceとして、FAAはATMとも連携した協調的な航空交通管理 (ETM) の運用概念 (ConOps) を、EASAは本格的な商用運航に向けたロードマップ案を策定し、検討を進めている。



ATM、UATM、UTM間の連携 9
ATM/UATM/UTMの連携イメージ (出典：官民協議会 AAM ConOps)



ATMと新しいモビリティの航空交通管理の連携イメージ (出典：米UAM ConOps)



航空交通管理の制度・インフラ整備には一定の期間を要することから、ニーズが顕在化する前からの、課題解決に向けた研究開発の長期的・計画的な取り組みが必要

CARATSで継続・強化すべきと考える事項

研究開発の長期的・計画的な取り組みを進めるには、これまで実施してきたCARATSの**長期的視点に立ったロードマップ**や**データ提供が今後も有効**。

【継続すべき事項】

- 長期的視点に立った**施策および研究開発課題の位置づけ**（ロードマップ）
 - ✓ ロードマップにおけるステークホルダの役割の設定（産官学の役割分担）
- 航空交通管理に係る**データの提供、利用促進**
 - ✓ CARATSオープンデータの拡充

社会動向を踏まえた施策を進めるには、**新しいモビリティの航空交通管理（UATM/UTM等）の位置づけ**や、国際連携を意識して**国際的な情報発信の強化**が必要と思慮。

JAXAなどの研究開発機関が航空局と連携してCARATS施策を早期実現するために、**研究成果の施策への反映プロセスの明確化**が必要と思慮。

【強化すべき事項】

- **新しいモビリティの航空交通管理（UATM/UTM等）の位置づけ**
 - ✓ UATM/UTM等施策のロードマップ化
 - ✓ ATM施策との連携
- **国際的な情報発信の強化**
 - ✓ CARATS取り組みの紹介資料の英語化
- **研究成果の施策への反映プロセスの明確化（研究開発機関の計画との擦り合わせ）**
 - ✓ 複数施策間の相互関連付け（例：分類TBO1～8）
 - ✓ 意思決定に向けたロードマップの詳細化・マイルストーンの設定
 - ✓ 施策で期待する目標（便益や開発技術項目）の設定

JAXAの取り組みとCARATSへの関わり

航空交通管理の方向性として、**TBO導入や空飛ぶクルマ・ドローン等への対応が求められる社会動向**を踏まえ、JAXAは短・中期的な取り組み（5～10年後の実用化を目指す）として、以下の研究開発を進めている。

- **運航制約緩和技術の研究開発（CARE-Met）** ※ Commercial Air-transport Restriction Easing on Meteorology
 → TBO導入に必要な、**気象影響を考慮した運航・管制支援技術**の確立を目指す。
- **協調的運航管理技術の研究開発（CONCERTO）** ※ Collaborative Operation management of Next Coming air mobility for Ecosystem RevoluTiOn
 → 低高度空域でドローンと空飛ぶクルマ、既存航空機が協調し、より安全で効率的な航行を行うための、**ATM/UATM/UTMが連携した協調的運航管理技術**の確立を目指す。

上記のいずれの研究開発においても、以下の観点で**CARAS施策の実現への貢献**を目指す。

- 施策の**実現手段（イネーブラ）の提供**（国際標準化、民間企業への技術移転等）
- 実証等による**便益の定量化・見える化**
- 学会発表、標準化等を通じた**国内外への情報発信**

さらに長期的には、上記の管制支援技術や協調的運航管理技術を発展させ、**自動・自律運航や新しいモビリティに対応した航空交通管理技術の研究開発**にも取り組むことを検討している。

JAXAの取り組み：運航制約緩和技術の研究開発（CARE-Met ※）

■ 目的

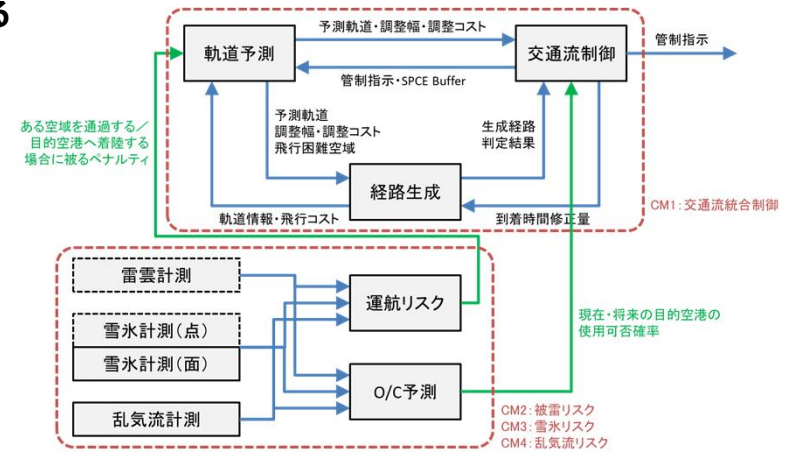
ますます増大する航空交通量に対応し、悪天候においても安全を確保し円滑な運航を実現する

- 新しい航空交通管理方式（TBO）による管制を支援する技術の研究開発する。
- 気象影響緩和を考慮した安全で効率的な運航を支援する技術の研究開発する。

■ 実施項目

- 交通流統合制御を考慮可能な航空交通流シミュレーションプログラムを開発する（イネーブラの提供）
- シミュレーションによりTBO施策の定量的な便益を評価する（便益の定量化・見える化）
- シミュレーションプログラムの構築に必要な要素技術は以下のとおり
 - 気象による運航リスクを勘案した軌道予測技術
 - 確率予測を勘案した適切な回避経路の生成技術
 - 出発制御等とメタリングを統合的に運用する交通流統合制御技術

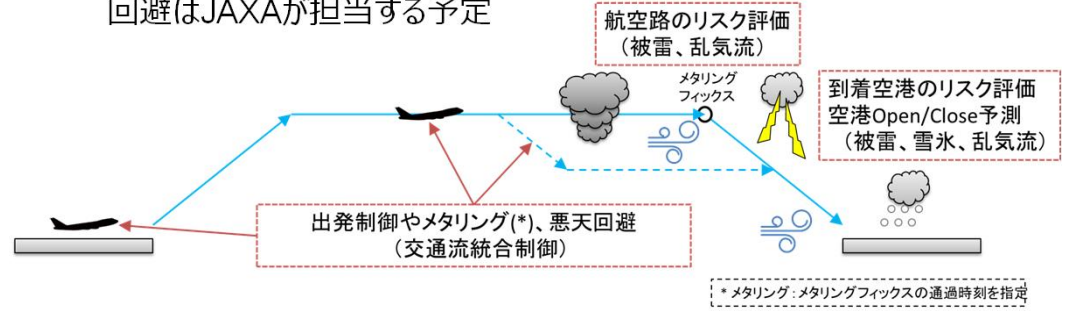
※ Commercial Air-transport Restriction Easing on Meteorology



航空交通流シミュレーションプログラムのブロック図

■ ENRI殿との連携

- ENRIはエンルートにおける悪天回避を担当し、被雷危険性が特に高いターミナル空域の悪天回避はJAXAが担当する予定



気象影響を考慮したTBO施策例（メタリング）

| ~FY2025 | ~FY2030 | ~FY2035 | ~FY2040 |
|------------------|------------------------|------------------------------|--|
| CARATS マイルストーン | 「固定メタリング」導入 ▼FY2026 | 「リアルタイムな軌道修正」意思決定 ▼FY2032 | 「動的メタリング」導入 ▼FY2036 「リアルタイムな軌道修正」 FY2040▼ |
| TRL3 | TRL5 | TRL6 | |
| 交通流統合制御アルゴリズムの開発 | 経路生成/軌道予測アルゴリズムの開発 | アルゴリズムの改良/便益評価 | |
| 気象リスク予測アルゴリズムの開発 | 実証と実装 | 空港・運航事業者 空港・運航支援事業者 | |

研究開発スケジュール（暫定）

JAXAの取り組み：次世代空モビリティの協調的運航管理技術の研究開発（CONCERTO ※）

※ Collaborative Operation management of Next Coming air mobility for Ecosystem RevoluTiOn

■ 目的

次世代空モビリティ（ドローン・空飛ぶクルマ）と既存航空機の統合的な運航管理システムのコア技術を開発・実証する。開発した技術は国際標準化や国内企業への技術移転を行い、**次世代空モビリティの発展と国内産業の振興に貢献**する。

■ 実施項目

- ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の**統合的な運航管理システムを実現するイネーブラを開発**するとともに（a～d）、ドローンが収集したデータを飛行安全や気象予測に活用し新たな付加価値を生み出す技術を開発する（e）。（下図参照）
 - 多数機の飛行計画間のコンフリクト解消アルゴリズム
 - 既存航空機を含む動態情報の共有・調整技術
 - 動態情報を活用したドローンの有人機回避手順
 - 飛行計画に沿った飛行を行う自動飛行技術
 - ドローンデータの蓄積・分析技術
- 研究期間は2022～2026年度（約5年間）。期間中に3回の飛行実証を行い、これらの**実証によって開発技術を適用した運用の便益を定量化**する。
- 研究成果の技術移転に向け、**開発・実証は技術移転先候補の国内企業と連携**して行う。さらに国際標準化に向け、**研究開発中から国際標準化団体への参画・情報発信**を進める。

■ 外部との連携

CONCERTOは、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「**次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト（ReAMoプロジェクト）**」におけるNEDOからの受託業務を主体とし、**国内企業6社、国内2大学と共に研究開発**を進めている。また、関係省庁とも緊密な情報共有を行っている。

