



Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems

資料5

航空交通システムを取り巻く国際動向

2024年3月5日

1. ICAO GANPの動向

➤ GANPとは

- 国際民間航空機関(ICA O)が策定する、各締約国が安全性、効率性、環境問題等を考慮に入れつつ、将来の航空交通量の増大に適切に対応できるように、航空交通サービスの高度化を協調して進めていくための計画。
- 同計画は、今後15年程度を見据え、航空交通サービスの抱える課題や将来のビジョン、概念的なロードマップ、KPA(Key Performance Area)等を記載。
- 世界戦略レベル・世界技術レベル・地域レベル・締約国レベルの4層構造。
- 世界技術レベルには、基本構成要素(BBBs: Basic Building Blocks)と航空システムブロックアップグレード(ASBUs: Aviation System Block Upgrades)の2つの「技術フレームワーク」、関連する目標や主要業績指標(KPI)を含む「パフォーマンスフレームワーク」がある。
- 3年毎に見直しを実施(2023年にGANP 第7版が採択、2025年に第8版に改定予定)

➤ 各国に求められる対応

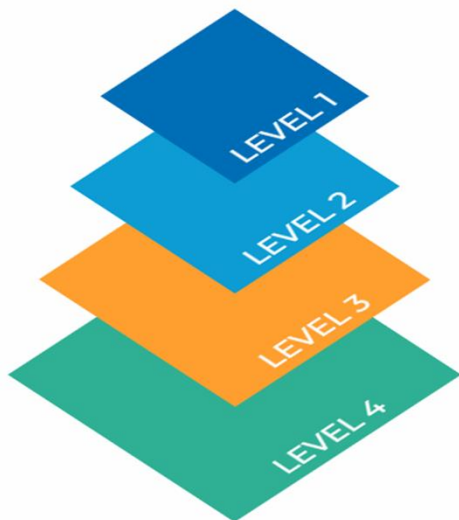
- GANPに沿った、関係者と連携した航空交通計画の策定。
 - ※ 施策等の優先順位や導入の是非は、各地域・国の実情を踏まえて決定。

GLOBAL STRATEGIC

GLOBAL TECHNICAL

REGIONAL

NATIONAL



【LEVEL1】世界戦略レベル

世界の航空交通計画: **GANP**
(概念的なロードマップ、**KPA**等)



GLOBAL STRATEGIC

Provides high-level strategic directions for decision makers to drive the evolution of the global air navigation system towards a common agreed vision.

GANP DOCUMENT

【LEVEL2】世界技術レベル

基本構成要素:**BBBs**
Aviation System Block Upgrades: **ASBU**
Key Performance Indicator: **KPI**

GLOBAL TECHNICAL

Supports technical managers in planning the implementation of basic air navigation services and new operational improvements in a cost-effective manner.

ASBUs AN-SPA BBBs & PF

【LEVEL3】地域レベル

各地域はGANPに調和した、地域の航空交通計画を策定
(日本はアジア太平洋地域) **APAC ANP(Vol I . II . III.)**

※APAC Seamless ANS PlanはANP Vol IIIへの統合を予定



REGIONAL

Addresses regional and sub-regional needs aligned with the global objectives.

- AFI ANP
- EUR ANP
- NAM ANP
- CARSAM ANP
- APAC ANP
- MID ANP
- NAT ANP

【LEVEL4】締約国レベル

締約国は地域の計画に調和した航空交通計画を策定
我が国はCARATS



NATIONAL

Development by States, in coordination with relevant stakeholders, of air navigation plans aligned with regional and global plans.

NANP TEMPLATE CBA CHECKLIST

GANPの示す概念的なロードマップ

STEP 1

【高度にデジタル化された交通管理】

- 安全性を確保しつつ、限られた空間や滑走路の処理容量を最大限活用するためには、より高度なデジタル技術の活用により、必要な情報を十分に取り扱い、より最適な計画を作成する必要がある。
- また、デジタル技術の活用により、より多くの関係者が意思決定プロセスに参加できるようになるとともに、意思決定プロセスの自動化支援も可能となる。

STEP 2

【情報革新によって実現する時間ベース運用】

- デジタル技術の活用により空域容量が増大しても、局地的（ローカル）な意思決定では非効率性が生じる可能性がある。このため、情報の即時的な共有により、広い地域（リージョナル）での意思決定を実現する必要がある。
- また、共有されるより多くのデジタル情報へのアクセスにより、人間では困難な膨大な情報の処理が可能となり、より高度な予測に基づく、時間ベースの運用が可能となる。

STEP 3

【航空機運航の完全なインターネットへの接続が実現する軌道ベース運用(TBO)】

- 航空に関わるあらゆる人と物がインターネットに接続し、より多くの情報をシステムにより取り扱うことが可能となる。
- これにより、限られた空間や滑走路の処理容量を最大限活用する、より正確な時間と位置の予測に基づく軌道ベース運用(TBO)の実現が可能となる。

STEP 4

【航空ユーザーのニーズに着目した全体管理】

- 航空ユーザーの様々なニーズを最大限に満足させるため、空間や滑走路の処理容量といった空間リソースの最大化のみの観点により意思決定を行うことは適切でない。
- あらゆる情報がシステムに入力され、あらゆる関係者が制限なくネットワークに接続され、管制サービス提供者のみの判断ではない柔軟な意思決定により、航空ユーザー全体の満足度の向上が実現できる。

KPA (Key Performance Area)

- GANPの目標とニーズに関連する達成すべき課題を11分野に分類(KPA)
- KPAには、それぞれ「目標(Ambition)」を設定
- 安全性を確保するため、GASP(世界航空安全計画)・GASeP(世界航空保安計画)との整合が図られている

大別	分野	細分化された目標
社会的成果	Safety (安全性)	<ul style="list-style-type: none"> ICAOの各地域において、事故がゼロになり、重大インシデントが大幅に減少する。
	Security (安全性)	<ul style="list-style-type: none"> サイバーインシデントによる重大な中断がない。
	Environment (環境)	<ul style="list-style-type: none"> ICAOが掲げるCO2排出量の目標に貢献するため、管制サービスによる非効率性を段階的に解消する。
運用実績	Cost-effectiveness (費用対効果)	<ul style="list-style-type: none"> 安全性と質を維持しつつも、管制サービスのコスト総額を増加させない。 需要に関係なく、管制サービスの生産性を大幅に向上する。
	Capacity (容量)	<ul style="list-style-type: none"> 需要に応じ、容易に拡張可能。 破壊的な事象が発生しても、管制サービスの提供は中断されず、システムの性能に大きな影響を与えない。
	Efficiency (効率性)	<ul style="list-style-type: none"> 達成された飛行効率と空域利用者が望む最適な軌道との間のギャップを縮小する。
	Predictability (予測可能性)	<ul style="list-style-type: none"> CNS施設等の利用可用性を含め、管制サービス提供の変動性を増加させない。
	Flexibility (柔軟性)	<ul style="list-style-type: none"> 個々の業務と運用に必要な変更を取り入れる。
運用手段	Global Interoperability (相互運用性)	<ul style="list-style-type: none"> 運用面、技術面でシステムの相互性をもつ。
	Access and equity (アクセスと公平性)	<ul style="list-style-type: none"> 航空業界のいかなるメンバーも排除されず、不当に扱われない。
	Participation by the ATM community (ATMコミュニティの参加)	<ul style="list-style-type: none"> リソース(空域や滑走路等)を最大限共有利用するために、事前に合意された範囲で参加する。

※第8版に向けて、「環境」の内容の拡充と「レジリエンス(Resilience)」の導入を検討中。

KPI (Key Performance Indicator)

- パフォーマンスベースの取り組み促進のため、第6版までに「Capacity」、「Efficiency」、「Predictability」のKPAに対するKPIが19個設定されていた。
- 第7版では、「Safety」のKPAが加えられ、4個のKPIが追加された。

第6版

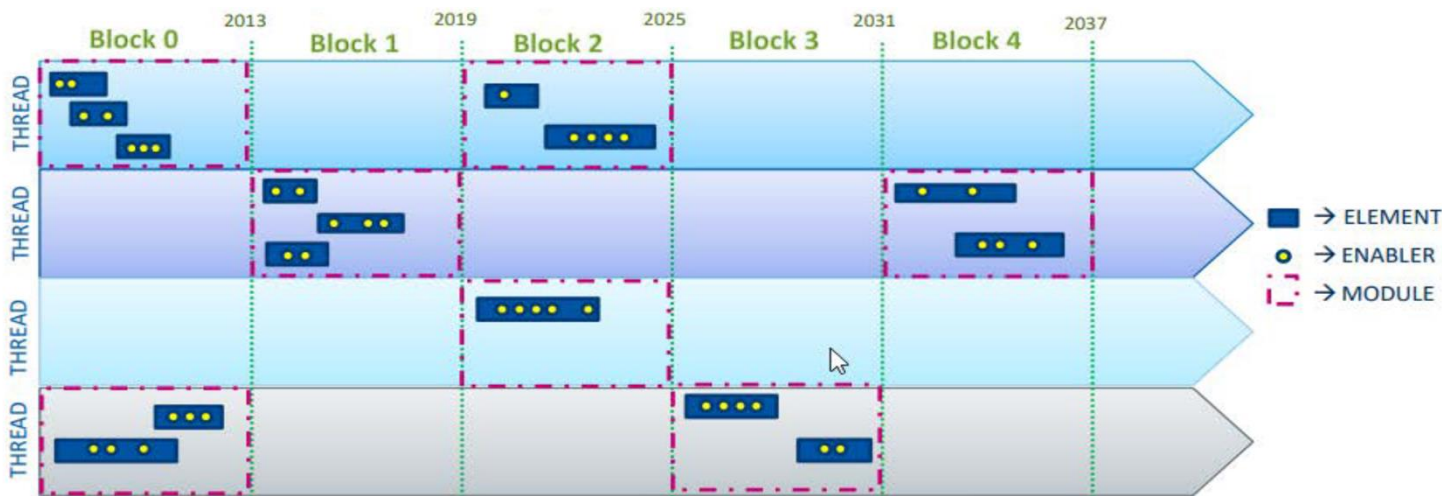
飛行フェーズ/イベント	ID	名称	定義
オフブロック (OUT)	KPI01	出発定時性	スケジュールと比較してゲートを時刻通りに出発したフライトの割合。(交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)
タクシーアウト	KPI02	追加タクシーアウト時間	閑散時(unimpeded)のタクシーアウト時間と比較した実際のタクシーアウト時間 (交通流、空港、もしくは空港群ごとに平均)
タクシーオフ (OFF)	KPI03	ATFMスロット遵守性	割当られたATFMスロット (Calculated Take-Off Time Compliance) 内に離陸したフライトの割合
航空路	KPI04	フライ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パーセンタイルタイル値
	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

第7版
(追加)

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

ASBUs: Aviation System Block Upgrades

- 航空システムを段階的に高度化するための施策一覧
- 施策を「Information (情報)」、「Technology (技術)」、「Operational (運用)」で分類
- 6年周期を1 Blockとして、マイルストーンを設定
 - ※Block0 (2013~2018年)、Block 1 (2019~2025年)、Block 3 (2026~2030年)
 - Block4 (2031年~)
- 「THREAD (スレッド)」、「MODULE (モジュール)」、「ELEMENT (エレメント)」で国際的な施策の導入時期を整理
 - * スレッド : 将来的に改善が必要な航空システムの主要分野
 - * モジュール : 各スレッドの各ブロックで整理されている施策
 - * エレメント : 各モジュールにある特定の変更



Group	THREAD	
Information	AMET	Advanced Meteorological Information
	DAIM	Digital Aeronautical Information Management
	FICE	FF-ICE : Flight and Flow Information for a Collaborative Environment
	SWIM	System Wide Information Management
Technology	ASUR	Alternative Surveillance
	COMI	Communication infrastructure
	COMS	ATS Communication service
	NAVS	Navigation systems
Operational	ACAS	Airborne collision avoidance system
	ACDM	Airport CDM
	APTA	Airport Accessibility
	CSEP	Cooperative Separation
	DATS	Digital Aerodrome Air Traffic Services
	FRTO	Free - Route Operations
	NOPS	Network Operations
	OPFL	Improved access to optimum flight levels in oceanic and remote airspace
	RSEQ	Improved traffic flow through runway sequencing
	SNET	Ground-based Safety Nets
	SURF	Surface Operations
	TBO	Trajectory Based Operations
	WAKE	Wake Turbulence Separation

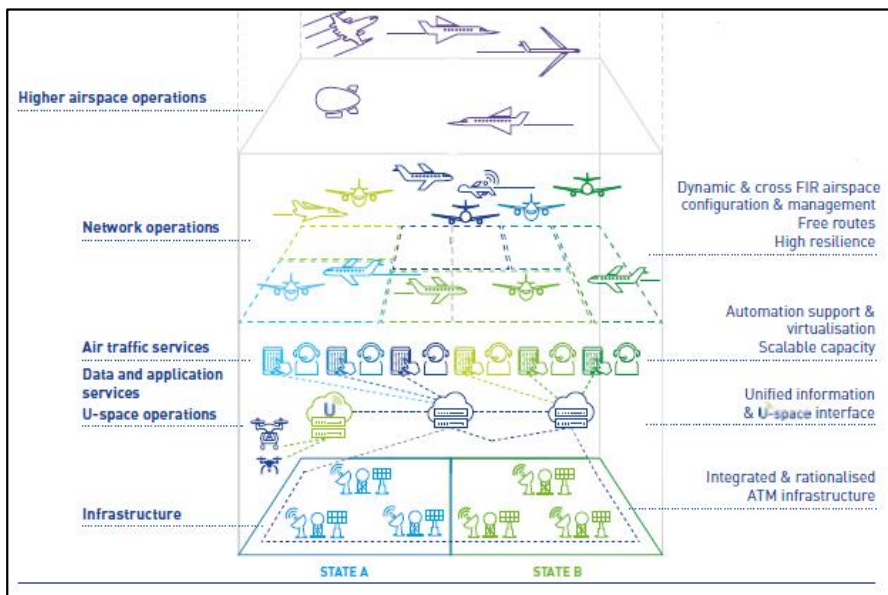
2. 欧州 (SESAR) の動向

欧州の取り組み

- SESAR (Single European Sky ATM Research) は、新世代の航空交通管理システムの開発を目的とした、欧州の航空管制の近代化プログラムであり、EU (EASA) と EUROCONTROL が共同で推進。具体的な計画として、ATM マスタープランを2009年に策定し、**直近では、2020年に改訂**されている。
- SESAR では2040年を見据え、増加する交通量を安全かつ効率的に管理すること、環境適合性の向上を実現するため、有人及び無人の両方の航空交通量の増加に対応できる、拡張性のある交通管理システムを提供することをビジョンとしている。

将来(2040年)のATMのあり方

現状の管制ではセクターごとにATMインフラが分断されているため、より多くの交通需要に応えるには運用の柔軟性や拡張性に欠ける。将来のATMにおいては、従来の航空機のみならず多種多様な航空機の柔軟な運航を、情報通信の自動化といった技術革新やシステムの統合運用を始めとする管制の高度化により柔軟で拡張性のある形で実現する。



将来の航空交通管理を実現するために必要な9つの運用上の変革

項目	概要
CNSの高度化	CNS技術を高度化し、すべての関係者がインターネットプロトコルに基づく広帯域、低遅延のネットワークインフラに接続する環境を整備
ATMネットワークの接続性向上	すべての関係者を接続するためのサービス提供インフラ (SWIM等)を整備し、協調的な意思決定プロセスを実現
デジタルな運航情報と気象情報の提供	フライトの関係者間や空地間での相互運用可能な情報提供形態を確立することで、軌道の予測精度を向上
U-spaceの作成	ドローンや空クル、無人機を既存の空域で飛行可能なシステムや規制する枠組みを作成
管制の仮想化	管制の提供を地理的な場所に関係なく実施
空港及びターミナル空域のパフォーマンス向上	異なる種類の運用が混在している環境や空港での悪天候といった要因によらず、空港やターミナル空域における交通量の容量を拡大
動的で最適化された空域の実現	セクター境界にとらわれない自由で最適な運航を実現するため、予測される航空交通を基にセクターを柔軟に構成すること等により空域運用を最適化
軌道ベース運用 (TBO)	軌道 (三次元空間 + 時間) を管理・飛行することで、乗客や物資を可能な限りコスト効率よく時間通りに目的地に届ける運航を実現
他種多様な空域ユーザーの統合	無人機や高高度での運用、宇宙往還機を含め、従来の航空機以外の航空機を同じ空域で運用できる環境を整備

<参考> SESARにおけるTBOに関連する主な施策

施策名	具体的内容	想定時期
電子化され、より多くの情報が記載された飛行計画による、軌道調整	電子化され、協調的意思決定に必要なより多くの運航情報が記載された飛行計画(eFLP)を活用し、飛行前に軌道を調整。	2022～ 段階的にeFLPを導入 2026～ 段階的に運用開始
データリンクを活用した管制運用の高度化	地上システムが航空機の速度や飛行経路に関する予測情報を計算するとともに、eFLPにより得られる現在の軌道と予定している軌道の不一致から、修正されたルートを自動で算出し、航空機に伝達。	2023年 CPDLC実装 2027年 ADS-CIによる軌道データの送信機能実装 2034年 ATCシステムの拡張 2030年～ 段階的に運用開始
垂直プロファイルの改善	垂直方向の管制間隔の設定について、自動化技術により管制官を支援するシステムを開発。 具体的には、ATCシステムが、上昇中の航空機に対して、管制官に垂直方向の航空機の間隔の予測を提示し、意思決定を支援。 さらに、ATCシステムが、航空機の性能を考慮して必要な管制間隔を提案し、管制官から航空機の乗務員に送信。	2022年に研究開発完了 実装時期は未定
機上から送信される情報を活用した地上での軌道予測システムの改善	機上のFMSで計算され、ADS-Cを通じて地上に送信された航空機の速度や飛行経路に関する予測情報、気象データの分析に基づき、地上での軌道予測システムを改善し、管制官による業務を支援。	2022年に研究開発完了 実装時期は未定
データリンクによる飛行中の軌道改善	自動で送信された管制間隔を航空機のFMSへ自動的に読み込ませることで、空と地上間で共有される情報の量と有用性を継続的に増加させ、管制官とパイロットに対する自動化による支援を向上。	2022年に研究開発完了 実装時期は未定
空地のデータ交換の自動化	CPDLCを含む空地間でのデータ交換および地上での航空機軌道データの使用を自動化し、軌道ベース運用を支援。	研究段階 実装時期は未定

U-spaceの考え方

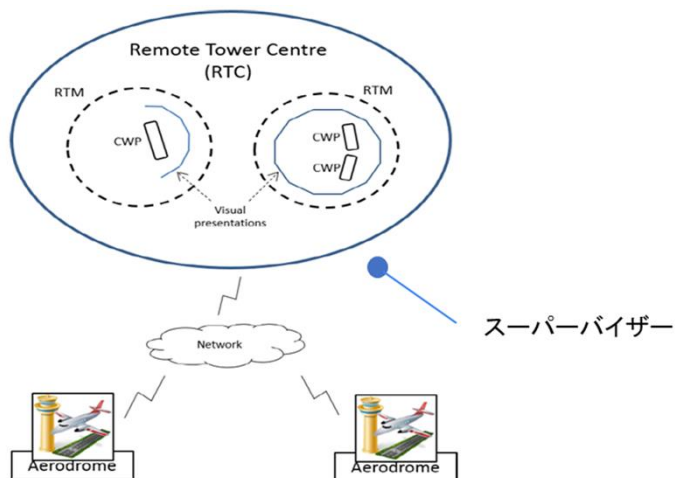
- ・ 欧州では、無人航空機と有人機との空域統合に向けて必要となる新サービスのインフラ、サービス、手法を含む、飛行管理のためのコンセプトを“U-space”と呼び、2017年よりSESARにおいて研究開発を進めてきた。
- ・ 2023年7月に様々な空域における安全で効率的な空の実現のために、U-space ConOps第4版を発行。高度なデジタル化と機能の自動化の下、ドローン・AAM・有人航空機等の空域共有のあり方などが示されている。
- ・ SESARでは、U-spaceの開発ステージをU1(基盤サービス)、U2(初期サービス)、U3(高度サービス)、U4(フルサービス)の4段階に分け、現在進行中のSESARの研究パッケージの中で2025年までにU2の実装を目標としている。

開発ステージ	概要	U-spaceに追加される機能	目標年次
U1 <u>基盤サービス</u>	非常に限定的な基礎的サービスを提供する。	機体登録(リモートID)、無人機の運航情報提供・管理、ジオウェアネス(飛行可能な空域情報の提供)機能(一部)	2019年
U2 <u>初期サービス</u>	機能の大部分が追加され、運航者の意思決定をデジタル的に支援する。	飛行承認、飛行計画段階の機体同士の間隔の確保、飛行計画を逸脱していないかのモニタリング機能(横・垂直方向の逸脱警報)、飛行記録機能、事故報告機能、空域管理機能、リモートIDのネットワーク認証、ジオウェアネス(飛行可能な空域情報の提供)機能(全部)	2022年から2025年
U3 <u>高度サービス</u>	運航者と管制機関の間での、運航中のリアルタイムな調整機能を追加する。	飛行中の機体同士の間隔の確保、動的な容量管理、ATCシステムとの連携、ジオフェンシング(特定空域の進入防止)機能	2025年から2030年
~	2030年から2050年にかけて、ATCシステムとの連携の高度化や空域のあり方について検討が進んでいく。(この期間は、U-spaceサービスとしての追加機能はなく、空域の検討自体がU-spaceにおける検討の中心になる。)また、2050年以降、有人機の大部分はレジャー用を想定している。		2030年から2070年頃
U4 <u>フルサービス</u>	有人機の運航は非常に限られており、ほぼ無人機のみが飛行している世界を想定している。ATMのための空域が消失し、無人機の飛行に特化した空域が定義され、その中でU-spaceサービスが機能する。		2070年頃

リモートタワー/デジタルタワーに関する取り組み

- リモートタワーはSESARにおける管制の仮想化の取り組みの1つであり、デジタル技術を活用することで、管制官が直接目視できない遠隔地から管制サービスを提供することを目的とする。
- 欧州では1つのリモートタワーから2つ以上の空港へ同時に管制サービスを提供すること(複数運用モード)も目指している。
- リモートタワーによる管制サービスは、既にミケロン空港及びパリ・オルリー空港(仏)、リスト・フェレンツ国際空港(ハンガリー)で導入されている。
- ロンドン・ヒースロー空港において、2018年よりデジタルタワーの実証実験を実施中。デジタルタワーとは、デジタル技術を活用した管制の方法であり、遠隔からの管制サービスの提供(リモートタワー)だけでなく、管制塔から死角となる場所の視認性向上や管制塔の被災といった不測時のバックアップなどを目的とする。

リモートタワーセンターのイメージ



- 1つのリモートタワーセンター内に複数のRTM(Remote Tower Module)があり、複数空港を同時に管制できる。RTMを監督するスーパーバイザーの役割が重要である。

<スーパーバイザーの役割>

- トラフィックと天候を監視し、管制官のワークロードを予測する。
- 予期せぬ状況(RTMの過負荷、空港の異常事態、RTMの技術的問題など)が発生した場合、必要に応じてモジュールを開閉し、スタッフを再配置する。等

ヒースロー空港での取り組み

現在研究中のビジュアルシステムの全体感



現在研究中のビジュアルシステムでの見え方



飛行している機体にタグがつけられ、視覚的に管制官をサポートする



- 空港の近くにデジタルタワーを設置し、空港内/周辺に多くの拠点にカメラやセンサーを備える。
- 雲に隠れて実際の管制塔から滑走路への視程が確保できない場合に活用。
- 現在の管制塔とは別の独立した回線を持っており、管制塔のシステムダウン時のバックアップ機能としても期待されている。

3. 米国 (NextGen) の動向

- NextGenは、米国における空域システム (NAS: National Airspace System) を近代化するためのプログラムであり、FAAが推進している。具体的な計画としてNextGen Implementation Planが2008年に策定され、直近では2019年に改訂されている。
- NextGenは、空港インフラの改善、新しい航空交通技術の研究開発・実証、安全性とセキュリティの強化、国際社会との協調を推進しており、特に、TBO(軌道ベース運用)の実現に重点を置いて取り組んでいる。

TBOを実現する3つの柱



時間運用管理 (Time Based Management)
米国空域を運航する航空機に対して、時間による順序付けと間隔設定を行うことにより、航空機の軌道(緯度、経度、高度+時間)及び交通流の管理を実現する。

性能準拠型航法 (Performance Based Navigation)
軌道をより正確に運航し、指定された時間に特定地点へ到着する確実性を高めるとともに、運航スケジュールの順守をより徹底することを可能とする。

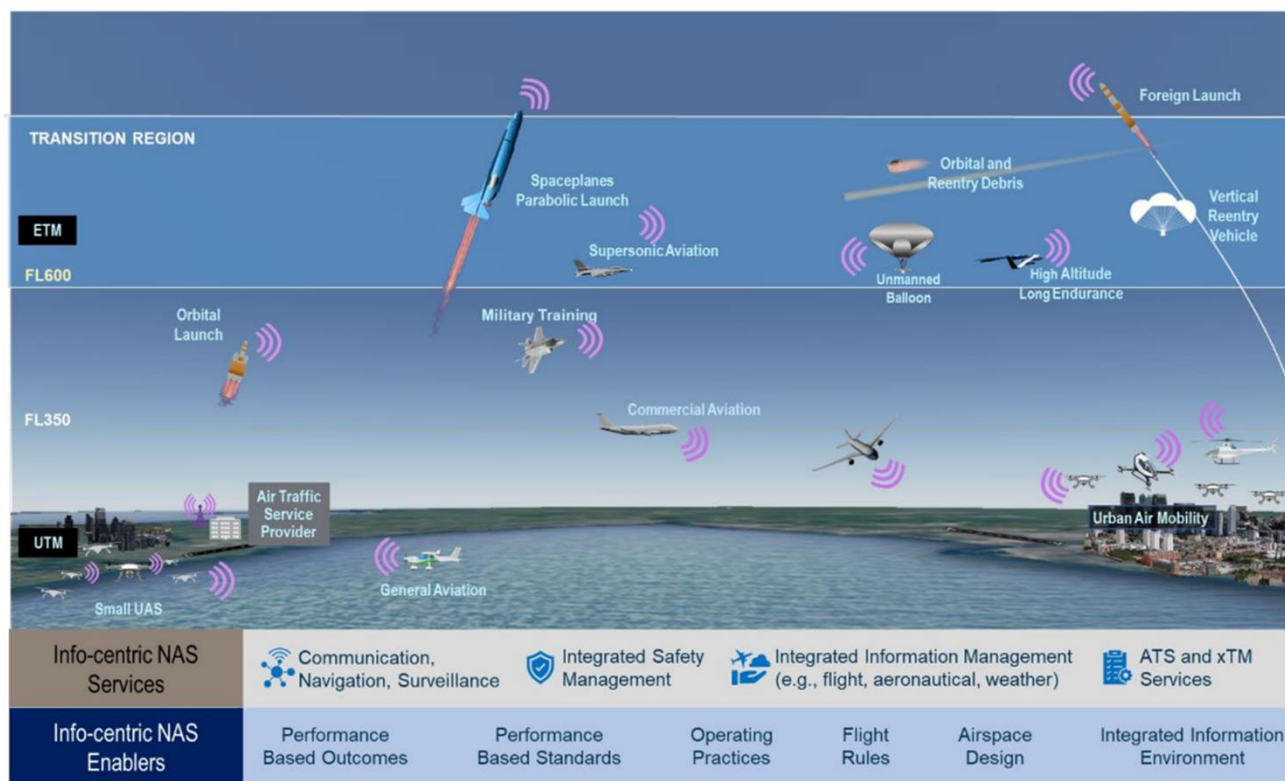
TBOを支える技術 (Enterprise Enablers)
軌道情報の共有をより高度に実現する技術(自動化等)であり、SWIMや高度なデータ通信などが含まれる。

<参考>NextGenにおけるTBOに関連する主な施策

分野	施策名	取り組み
航空交通管理	フライトプランの作成	<ul style="list-style-type: none"> ・2014～ 制約のある空域におけるフライトプラン調整の自動化支援の段階的实施 ・2018～ 全飛行フェーズでのフライトプランの評価、フィードバックを提供 ・2026～ 自動化されたフライトプランの作成
	交通管理	<ul style="list-style-type: none"> ・2015～ 時間ベースのメタリングの段階的实施 ・2031～ ターミナル空域での時間ベースのメタリング ・2023～ 全天候に対応した時間ベースのメタリング ・2036～ 特定地点間でのTBOの実現
	管制間隔の指示	<ul style="list-style-type: none"> ・2019～ 初期的な自動化支援 ・2031～ より複雑な軌道に対する自動化支援
通信	SWIM	<ul style="list-style-type: none"> ・2022～2024 SWIMクラウドサービスの拡大 ・2023～2032 段階的なサービスの拡張
自動化	ADS-B、データ通信の自動化	<ul style="list-style-type: none"> ・TBOの実現、特にターミナル内における処理容量拡大のために不可欠なインフラとして定義。具体的な時期は現時点で未公開。

Info Centric NAS

- Info Centric NASは、2022年にFAAが示した将来のビジョン。
- 空域における多種多様かつ多くの航空機を新たな交通管理システムにより実現するものであり、主に3つの柱により構成されている。
 - Operation: 多種多様かつ多くの航空機に対する、相互運用可能な高度なデジタル情報の提供に基づく運航。
 - Infrastructure: いつでもどこでも利用可能、想定されない事態に対しても冗長性を確保、将来のニーズに対して拡張性のあるインフラ。
 - Safety Assurance: 様々な異種システム間(事業者-個人、地上-空、自動-マニュアル)においても相互運用可能なSMSを含む安全管理手法。



Info Centric NASのイメージ

米国における次世代航空モビリティの取り組み

- Info Centric NASのプロジェクトの1つに次世代航空モビリティがある。
- Advanced Air Mobility (AAM) は高度に自動化・電動化された航空機の総称であり、電動垂直離着陸機(eVTOL)とも呼ばれる。
- 乗客や貨物の輸送のみならず災害時の支援に活用できる可能性があり、また現在の輸送サービスが不十分な地域の社会インフラとしても期待されている。
- Info Centric NASでは、次世代航空モビリティが、既存航空機と同様の高い安全性を維持できるように担保するとともに、航空機とパイロットの認証や、AAMの空域への統合計画、および国際的な協力を進めている。



次世代航空モビリティのイメージ



INNOVATE 28

AAMの運航を2028年までに実現する計画であり、低頻度な運航を前提とした既存のATCの運用方法に従うもの。



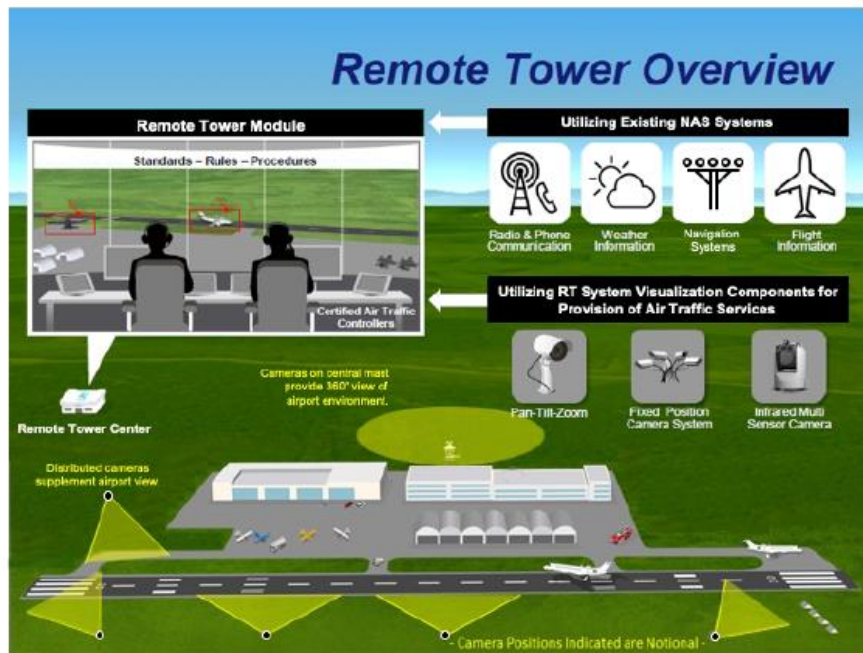
Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations 2.0

空飛ぶクルマ等の高密度運航の実現に向けた交通管理や空域運用のあり方をコンセプトとして記載。

リモートタワーに関する取り組み

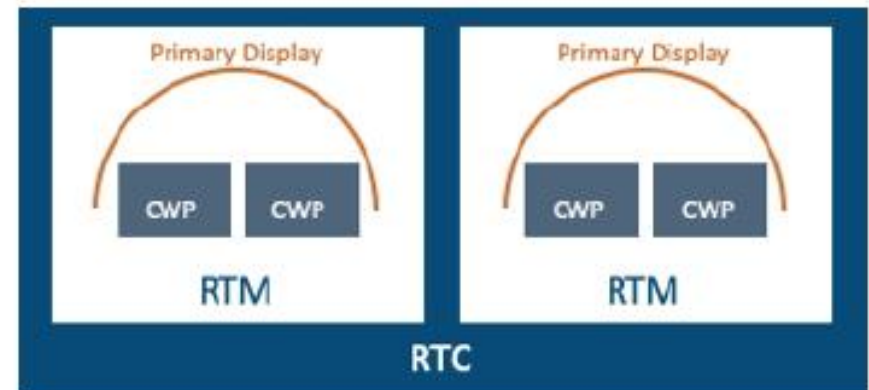
- FAAはリモートタワーの運用コンセプトを2020年4月に発行しており、リモートタワーシステム(センサーの組み合わせによって滑走路を直接見なくとも管制に必要な情報を収集できるシステム)の実証実験を進めている。
- 2014年からSaab社のシステムを用いて、リーズバーク・エグゼクティブ空港におけるリモートタワー技術の実証が進められてきたが、Saab社はFAAが2021年に更新した設計基準の承認を得ることが困難であると判断し、2023年6月に実証実験を中断。
- ただし、FAAは、現在もメーカーと定期的に対話しており、今後メーカーによる設計を評価するための枠組みや基準を更新する予定。
- NextGenでは、2031年から2035年にかけて、FAAがリモートタワーによる管制業務を提供を開始することが計画されている。

リモートタワー管制業務のイメージ



無線通信や気象情報、航法装置、フライト情報といった既存の管制システムを活用し、空港にカメラやセンサーを設置して監視を行う。

リモートタワーセンターのイメージ

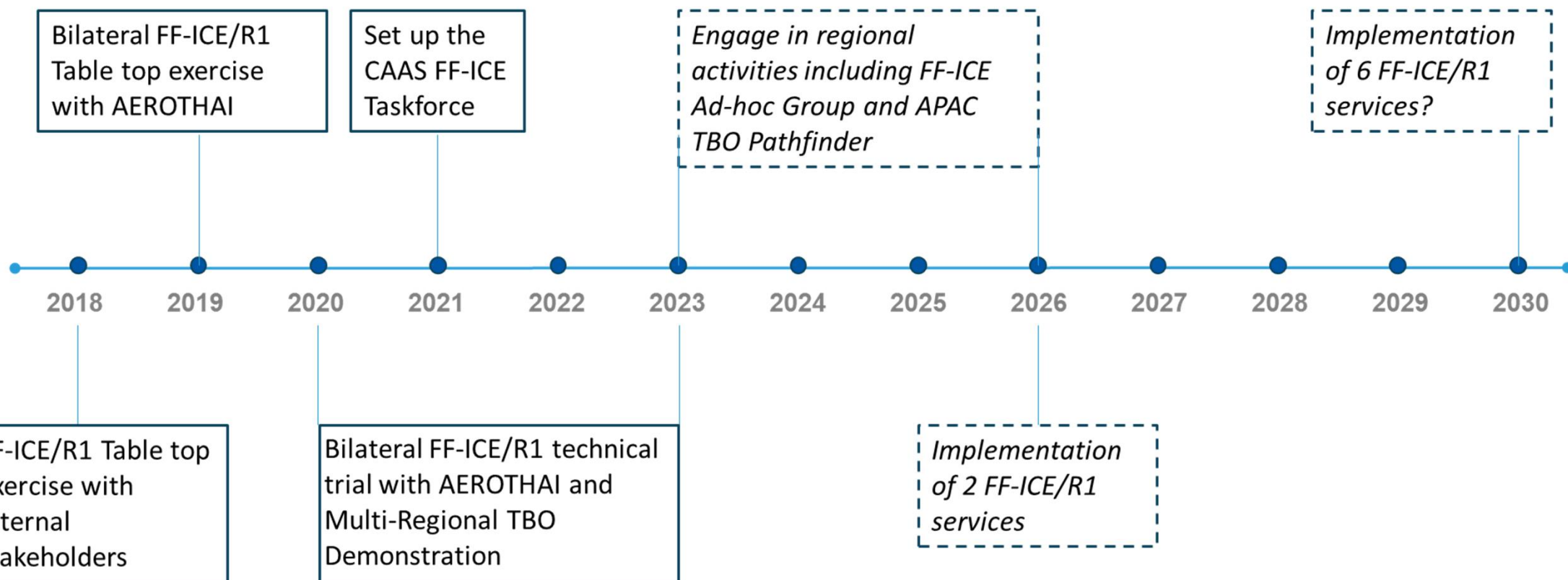


リモートタワーセンター内のRTM(Remote Tower Module)では、CWP(Control Working Position)で管制官がディスプレイを監視する。

4. アジア地域(シンガポール、タイ)の動向

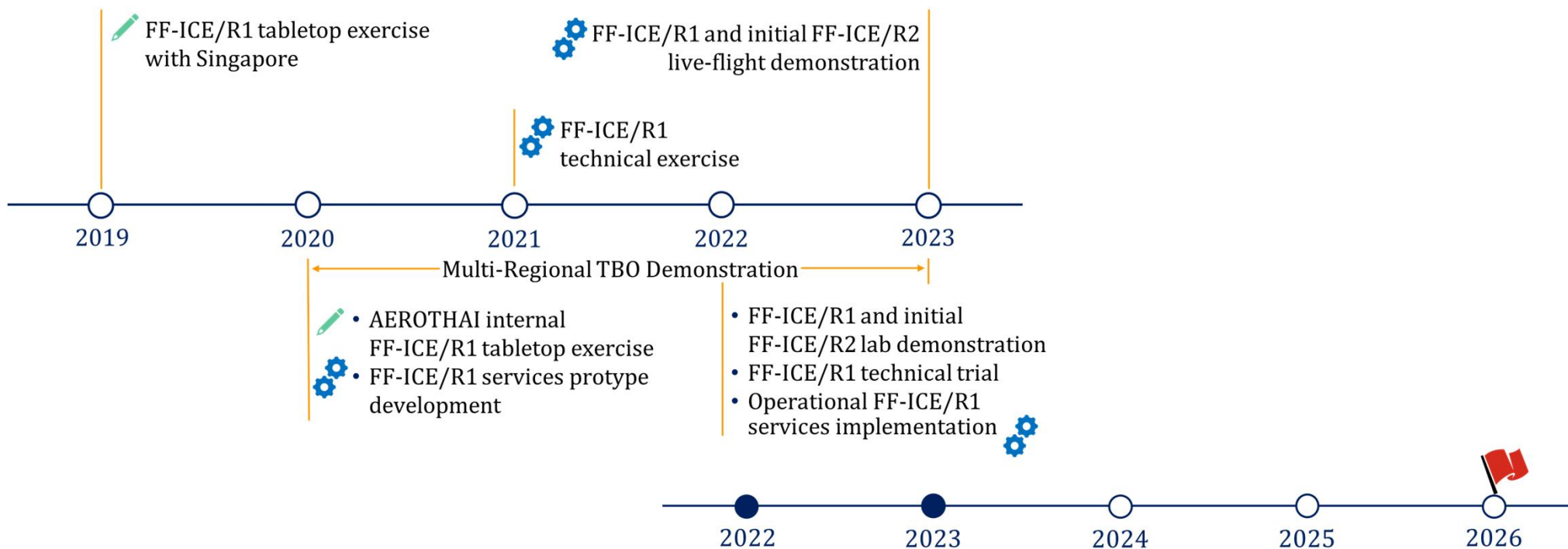
アジア地域における動向（シンガポール）

- CAAS (Civil Aviation Authority of Singapore) は、2011年にATM Master Plan(目標年次:2025年)を策定、現在見直し作業中。
- 2026年に初期的なFF-ICE R1を導入予定。
- 2030年に事前の経路調整を含むフルスペックのFF-ICE R1を導入予定。
- TBOの実現は、2030年代から2040年代を目指す。



アジア地域における動向 (タイ)

- AEROTHAIは、2019年にThailand National Airspace and Air Navigation Master Plan(目標年次:2040年)を策定、最新版は2022年に発行された第2版。
- 2026年に初期的なFF-ICE R1を導入予定。
- TBOの実現は、2040年を目指す。



Operational FF-ICE/R1 Services Implementation

- Parallel implementation with operational SWIM
- Start with 2 mandatory services
 - Filing service
 - Flight data request service

欧州・米国・日本の動向

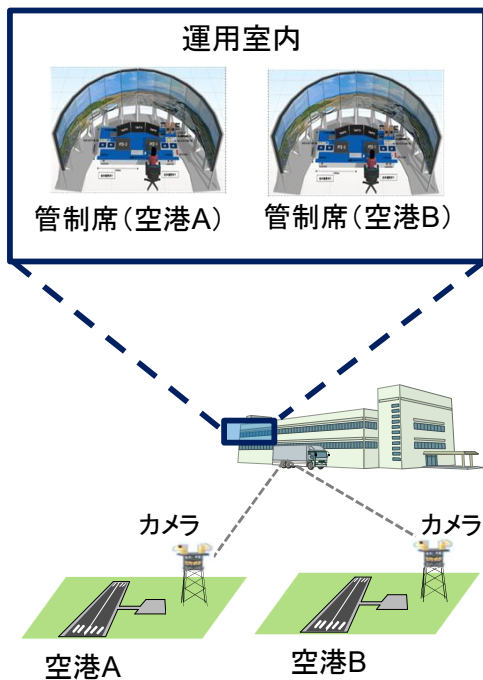
	欧州	米国	日本
将来のATMの構想	<ul style="list-style-type: none"> 従来の航空機のみならず多種多様な航空機の柔軟な運航を、情報通信の自動化といった技術革新やシステムの統合運用を始めとする管制の高度化により柔軟で拡張性のある形で実現。 このため、U-spaceや管制の仮想化、TBOなど9つの運用の変革を目指す。 	<ul style="list-style-type: none"> TBOの実現に向け、①時間管理運用、②性能準拠型航法、③TBOを支える技術を3つの柱として開発を推進。 空域における多種多様かつ多くの航空機の運航を、相互運用可能な高度なデジタル情報の提供等をベースとする新たな交通管理システムにより実現。 	<ul style="list-style-type: none"> TBOの実現を中核に、性能準拠型の運用(RNAVや衛星航法等)や人と機械の能力の最大活用(CPDLC等)を始めとする8つの変革の方向性を提示。
次世代モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> ドローン・空飛ぶクルマ・有人航空機等が輻輳する、安全で効率的な空の実現のために、U-space ConOps第4版を発行。 短期的には、空飛ぶクルマの運航密度が低く、操縦士が搭乗する既存のATCの運用方法に従った運航を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 短期的な空飛ぶクルマの実装として、既存のATCの運用方法に従った、低頻度なAAM運航を2028年までに実現。 空飛ぶクルマ等の高密度運航の実現に向けた運航形態の変遷等を記述するFAA UAM ConOps v2.0を発行。 	<ul style="list-style-type: none"> 2025年大阪・関西万博において既存制度のもと、空飛ぶクルマに対する交通管理を実施予定。 官民協議会のもと、高密度・高頻度運航の実現に向けた段階的な導入を示した運用概念(ConOps)を発行。 ドローン・空飛ぶクルマ・有人航空機等が輻輳する低高度空域における情報共有についても検討。
デジタルタワー	<ul style="list-style-type: none"> ミケロン空港及びパリ・オルリー空港(仏)、リスト・フェレンツ国際空港(ハンガリー)において導入。管制官にとっての死角の除去、遠隔地(離島空港)への管制業務の提供を実現。 ロンドンヒースロー空港にて実証実験を実施中であり、雲による死角の排除や緊急時のバックアップとして運用を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 運用コンセプトを2020年4月に発行し、引き続きメーカーと定期的に対話。今後メーカーによる設計を評価するための枠組みや基準を更新する予定。 	<ul style="list-style-type: none"> 2021年10月から奄美空港において遠隔による飛行場対空援助業務を運用開始(リモートレディオ)。

デジタルタワー技術の活用例

- 空港に設置したカメラ映像や監視センサー等のデジタル技術の活用により、飛行場管制業務の一層の効率化・高度化を目指す取り組み(デジタルタワー)が世界的に広がっている。
- 欧州では、遠隔の拠点空港等から管制サービスを提供するリモートタワーの運用が開始されているほか、英国やシンガポールでは、既存の管制塔や運用室内にデジタル技術を導入することで、管制官の視覚支援や非常時のバックアップ機能を強化する取り組みも始まっている。

① リモートタワー

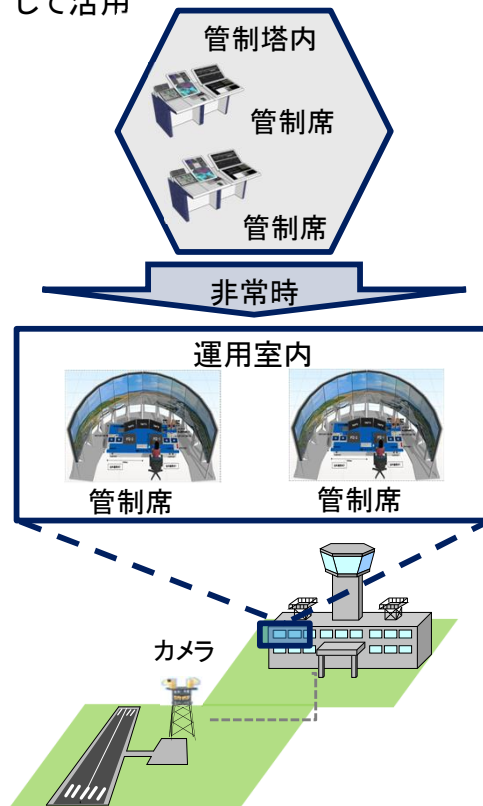
拠点空港等の管制席から単一又は複数空港に対して遠隔で管制サービスを提供



例) ザールブリュッケン空港(独)、
ロンドン・シティ空港(英)

② コンティンジェンシータワー

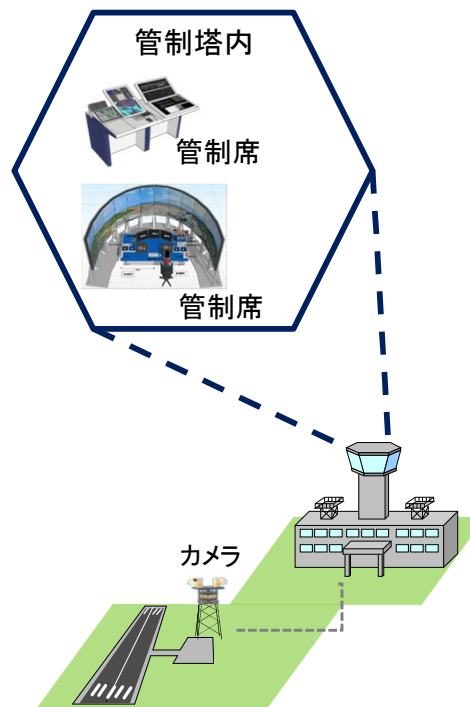
管制塔が機能不全となった場合、運用室内の管制席をバックアップとして活用



例) ヒースロー空港(英)
(2025年~予定)

③ ハイブリッドデジタルタワー

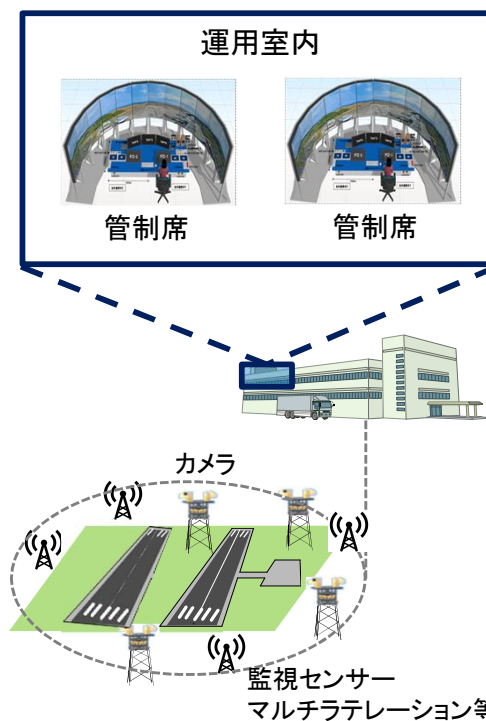
管制塔内にデジタル技術を導入し、管制官の視覚支援を強化



例) ファンボロー空港(英)

④ スマートデジタルタワー

運用室内の管制席で飛行場管制業務を実施



例) チャンギ空港(星) 実証実験中