

空飛ぶクルマ（AAM）の運用概念

Concept of Operations for Advanced Air
Mobility (ConOps for AAM)

第2版概要

改訂履歴

第1版	
全頁	<ul style="list-style-type: none">新規発行
第1版 改訂 A	
全般	<ul style="list-style-type: none">国内外の動向のアップデート、記載内容の修正等を行った。
第1章 概要	<ul style="list-style-type: none">1.4章「AAM運航の導入に向けた動き」を新設した。
第2章 AAMの概要	<ul style="list-style-type: none">2.1章「AAMフェーズ」を後段から移設し、以降の章番号を順送りした。2.3.1章「旅客輸送」のユースケースに、9項「災害時の人員輸送」を追加した。ユースケース検討会の文書を APPENDIX 2 (新設) とし、2.3章「ユースケース」から参照する形とした。2.5.2章「AAMによる低高度空域の利用」の記載からパーティポート空域、UAMルートとUAMコリドールの説明を削除し、新設の第3章に移した。2.5.3章「交通管理」の記載からUATMサービスの詳細説明を削除し、新設の第3章に移した。2.7章「AAM運航の流れ」を新設し、APPENDIX 3 を参照する形とした。
第3章 AAMの主要な課題	<ul style="list-style-type: none">第3章を新設し、AAMの主要な課題について記載した。以降の章番号を順送りした。
第4章 AAM導入のフェーズ	<ul style="list-style-type: none">4.1章「AAMフェーズ」を削除し、冒頭の2.1章に移設した。各フェーズで対応すべき課題を補足した。
APPENDIX 2 AAMのユースケース	<ul style="list-style-type: none">官民協議会ユースケース検討会の文書を添付し、APPENDIX 2 とした。以降の APPENDIX番号を順送りした。

第2版	
全般	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の動向のアップデート、空飛ぶクルマ（AAM）への表記の変更などの記載内容の修正を行った。
第1章 概要	<ul style="list-style-type: none"> 1.4章「AAM運航の導入に向けた動き」では、最新動向を反映するとともに、第2版での追記内容の要点を整理した。
第2章 AAMの概要	<ul style="list-style-type: none"> 2.1章「AAMフェーズ」について年代や運航密度などの要素の精緻化を行った。 2.3章「ユースケース」についてユースケース検討会での検討内容を反映するとともに、参照文書を更新した。 2.8章「自動化・自律化」を新設した。
第3章 AAMの主要な課題	<ul style="list-style-type: none"> 3.3.1章「空域と手順の設計」の記載を2.5.2章「AAMによる低高度空域の利用」に移した。 3.3.2章「UATMサービス」の記載を2.5.3章「交通管理」に移した。 3.5章「自動化・自律化」を新設した。
第4章 AAM導入のフェーズ	<ul style="list-style-type: none"> 各フェーズの運航イメージの記載を具体化した。 4.3章「フェーズ2」では、AAMコリドー内運航の具体像を明確化した。 4.4章「フェーズ3」では、自動化・自律化運航の具体像を示すため、4.4.1章「運航イメージ」を新設した。
APPENDIX 1 空の移動革命に向けたロードマップ	<ul style="list-style-type: none"> 改訂版の空の移動革命に向けたロードマップに更新した。
APPENDIX 2 大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージ (概要、本文)	<ul style="list-style-type: none"> APPENDIX 2として掲載する文書をAAMのユースケースから大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージ（概要、本文）に変更した。
APPENDIX 3 乗客/AAM機の典型的な一連の流れ	<ul style="list-style-type: none"> 記載内容について一部軽微な更新を行った。
APPENDIX 4 略語	<ul style="list-style-type: none"> 記載内容について一部軽微な更新を行った。
APPENDIX 5 用語	<ul style="list-style-type: none"> 自動化・自律化に関わる用語の説明を追加した。
APPENDIX 6 参照文書	<ul style="list-style-type: none"> 第二版への改訂にあたって参照した文書を追加した。
APPENDIX 7 各フェーズにおいて対応すべき課題・実現すべき運航と対応する交通管理	<ul style="list-style-type: none"> 「各フェーズにおいて対応すべき課題・実現すべき運航と対応する交通管理」としてAPPENDIX 7を新設した。

1 概要

- 1.1 目的
- 1.2 対象範囲
- 1.3 参照文書
- 1.4 AAM 運航の導入に向けた動き

2 AAM の概要

- 2.1 AAM フェーズ
- 2.2 機体
- 2.3 ユースケース
- 2.4 地上のインフラ
- 2.5 空域、交通管理
- 2.6 役割と責任
- 2.7 AAM 運航の流れ
- 2.8 自動化・自律化

3 AAM の主要な課題

- 3.1 社会受容性
- 3.2 機体と運航
- 3.3 低高度空域の交通管理
- 3.4 都市との統合
- 3.5 自動化・自律化

4 AAM 導入のフェーズ

- 4.1 フェーズ0
- 4.2 フェーズ1
- 4.3 フェーズ2
- 4.4 フェーズ3

5 まとめ

APPENDIX 1

空の移動革命に向けたロードマップ

APPENDIX 2

大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージ
(概要、本文)

APPENDIX 3

乗客/AAM 機の典型的な一連の流れ

- (1) AAM 乗客の一連の流れの例
- (2) AAM 機の一連の流れの例
- (3) イレギュラー時の運航

APPENDIX 4

略語

APPENDIX 5

用語

APPENDIX 6

参照文書

APPENDIX 7

各フェーズにおいて対応すべき課題・実現すべき運航と対応する交通管理

目的

- 本文書は、次世代の航空モビリティとして期待されている“空飛ぶクルマ（AAM）”を日本で実現し、さらにその規模や運用を拡大していくため、“空飛ぶクルマ（AAM）”の運用概念（**Concept of Operations : ConOps**）を示すものである。そのために必要となる主要な構成要素と関係者について概要を説明するとともに、段階的な導入のフェーズについて説明している。
- “空飛ぶクルマ（AAM）”とは、「電動化、自動化といった航空技術や垂直離着陸などの運航形態によって実現される、利用しやすく持続可能な次世代の空の移動手段」である*1。諸外国では、Advanced Air Mobility（AAM）やUrban Air Mobility（UAM）と呼ばれている。本文書では、国際的な議論とのハーモナイズを図る観点から、空飛ぶクルマ（AAM）のことを単に“AAM”と呼ぶこととする。また、AAMのうち主に都市部で行われる短距離、低高度のAAM 運航をUrban Air Mobility（UAM）、より長距離を飛行するAAM 運航をRegional Air Mobility（RAM）とする。
- AAM 運航の発展と成長を可能にするためには、AAM 運航に関する規制やシステムの設計及び仕様について関係者間の活発な議論が必要である。そのため本文書では、日本のAAM産業への参入を検討する**業界関係者に必要な情報を提供するとともに、認識の共有を図ることを目的**としている。
- 本文書は、技術進歩や海外動向、関係者からのフィードバック等を踏まえ、常に進化することを想定している。

*1 日常的な移動手段として利用するイメージで「クルマ」と称しているが、航空法上の航空機に該当し、必ずしも道路を走行する機能を有している訳ではない。なお、空飛ぶクルマ（AAM）に無人航空機であるドローンは含まれない。

対象範囲・導入に向けた動き

対象範囲

- 空の移動革命に向けた官民協議会におけるロードマップに掲げる環境整備や技術開発を着実に進め日本のAAM 産業の発展を促進するために、本文書では、AAMの主要な構成要素である機体、地上インフラ及び交通管理に焦点を当てつつ、エコシステム全般について説明している。また、電動垂直離着陸機（eVTOL）を使用した旅客輸送や荷物輸送など日本のAAM運航に関連するユースケースや、関係者の役割と責任、主要な課題についても取り上げている。さらに、AAM運航の導入初期から成熟した高密度かつ自動・自律運航に至るまで想定される段階を説明している。
- AAM運航の発展を図るためには、このような全体的なアプローチが重要である。初期段階の決定によって後の段階で発生する可能性のある手直しやコストを最小限に抑えるためには、短期的及び長期的な目標を共に考慮することが重要である。
- また、本文書では、AAM が他の低高度空域の利用者と調和した飛行を実現するために必要となる交通管理の仕組みを考察している。他の低高度空域の利用者には、ドローン、ジェネラルアビエーション機、進入又は出発時の商用運航機などがある。

導入に向けた動き

- 官民協議会では、機体関係、離着陸場関係、技能証明関係、運航関係、事業制度関係それぞれの基準の方向性を議論してきており、2023年度からは国により順次基準の策定が行われている。
- 2024 年度からは、商用運航開始やその後の運航拡大に向けて交通管理の方法の詳細や自動・自律運航等の議論が本格化している。
- 第2版では、段階的な技術開発の進展を踏まえ、高密度運航や自動・自律運航の導入等を含む将来的な運航概念について、その具体化に関する内容を追記した。今後も引き続き、技術動向・国際動向を踏まえて随時更新していく。

AAM 導入のフェーズ

	フェーズ0	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3
想定年代	2020年代中期	2020年代後半	2030年代	2040年代以降
運航密度	低密度 (商用運航に先立つ 試験飛行・実証飛行)	低密度 (商用運航の開始)	中～高密度 (運航規模の拡大)	高密度 (自律制御を含む運航の確立)
操縦者の搭乗の有無、自動化・自律化の進展	操縦者搭乗	<ul style="list-style-type: none"> 操縦者搭乗 遠隔操縦（荷物輸送のみ） 	操縦者搭乗と遠隔操縦（旅客含む）の混在	自動・自律運航の本格化により操縦者は非搭乗
空域・交通管理	既存の交通管理システムを利用	<ul style="list-style-type: none"> AAMルートへの導入 初期的なAATMサービスの導入開始 	<ul style="list-style-type: none"> AAMコリドールの導入 低視程運航や運航規模拡大に対応する新たなAATMサービスの導入開始 	自動・自律運航実現のためのAATMサービスの導入
成熟度レベル(*)	成熟度レベル2相当	成熟度レベル2相当	成熟度レベル3・4相当	成熟度レベル5・6相当

(*)成熟度レベル：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト／空飛ぶクルマの先導調査研究」において策定した多様なAAMの社会実装を実現するために必要な技術の成熟段階

初期段階	将来
<ul style="list-style-type: none">充電式バッテリーからの電気を動力源とする eVTOL、ハイブリッド操縦者が搭乗、荷物輸送を中心に遠隔操縦VFRでの運航	<ul style="list-style-type: none">水素燃料電池などもAAMに使用される可能性自動・自律飛行より厳しい気象条件での運航

機体の分類 ※

マルチロータータイプ

このコンセプトは、ほぼ垂直な軸周りに回転する三つ以上の電動の回転翼によって主な揚力及び推進力を得るものである。推進システムは常に上向きの推力を生み出しており、これら複数のモーターの「回転速度」等の変化により、機体の姿勢を変えて巡行する。巡航時のバッテリーの消耗が激しいため短距離の移動に限定される。

リフト・クルーズタイプ

このコンセプトは、マルチローターと巡航のための固定翼及び推進用プロペラを有し、垂直離着陸時と巡航時で異なる電動推進システムを用いるものである。離着陸時はマルチローターで上向きの推力を発生させ、巡航時は上向きのローターが停止し、前向きのプロペラを使用して水平飛行を行うため固定翼により必要な揚力を得ている。マルチロータータイプと比較すると固定翼より揚力を得ることで巡航時のエネルギー効率を高めることができるため、長距離飛行に適している。

ベクタードスラストタイプ

このコンセプトは、巡航用の固定翼を有し、一部もしくは全ての電動推進システムを垂直離着陸時と巡航時で共通して用いるものである。離着陸時は、垂直方向に配置された推進システム（プロペラ、ファン等）により上向きの推力を得ている。巡航時は推進システムが傾いて前方への推力を発生させ、固定翼より揚力を得ている。マルチロータータイプよりも長距離飛行に適しているだけでなく、他のコンセプトに比べて、より高い巡航速度と距離を実現できる可能性がある。

航空法上は、当面の間、固定翼により主な揚力を得て飛行するリフト・クルーズタイプ及びベクタードスラストタイプの機体を「飛行機」、回転翼により主な揚力及び推進力を得るマルチロータータイプの機体を「回転翼航空機」と整理することとしている。

※ 本セクションに使用される用語の定義・意味は読みやすさの観点から記載しているものを含んでおり、型式証明の審査において使用される正式な用語については、個々の設計の特徴を考慮して決定されるものである。

ユースケース

旅客輸送	
空港等からの二次交通	空港と目的地（大都市圏の商業施設やホテル等）を結ぶ旅客輸送
都市内輸送	都市内での旅客輸送
都市間輸送	都市中心部から地方、郊外への旅客輸送
エンターテインメント	娯楽施設や観光地等での周遊飛行
観光地へのアクセス	娯楽施設や観光地への観光客等の旅客輸送
離島や山間部を結ぶ路線	離島と本土、離島間、山間部と都市部を結ぶ旅客輸送
救急医療用輸送	災害発生時や急病人発生時等における、救急医療目的での医師や患者等の輸送
地域医療用輸送	病院間の医師や患者等の輸送
災害時の人員輸送	地震等の災害による孤立地域からの人員輸送
荷物輸送	
緊急物資輸送	災害発生時に必要な物資の輸送
施設間輸送	企業・団体が所有する施設間での商品・製品の輸送
荷物輸送（海上・山間部）	海上ルートや山間部での荷物輸送（遠隔医療を含む）
荷物輸送（都市部）	都市部における荷物輸送

※ 上記の他、企業が独自に導入し自社利用するユースケースや、将来的には自家用として個人で所有・利用するユースケースも想定される。

【期待されるメリット】

- 旅客・荷主 : 利用可能性の向上（場所と頻度）、時間の節約（他の輸送手段と比較して）、静かで快適な機内空間、潜在的な低コスト化、シンプルな搭乗手続き、多様な輸送手段への接続性の向上
- 地域社会 : 低騒音、低排出ガス、運航ネットワークの拡大、地域経済の活性化、遠隔地へのアクセス性向上、緊急時対応能力の向上、インフラコストの削減（地上輸送手段と比較して）

地上のインフラ（バーティポート）

【定義・概要】

- 「バーティポート」とは、**航空法上の「空港等」にあたり、種類としては、「ヘリポート」のうちAAM専用のも**をいう。AAMの運航環境では、1つ又は複数のFATOを持つ様々な規模のバーティポートが存在することが想定される。
- AAM運航の初期段階では、既存の空港等（ヘリポート含む。以下同じ。）の使用や場外離着陸の許可など既存制度の活用が想定される。既存の空港等は、必要な要件を満たせばeVTOLの運航に利用することは可能であるが、例えば、充電やバッテリー交換用の設備、バッテリー火災に対応した消火設備などの追加の施設整備が必要になる可能性がある。

【設備・構成】

- バーティポートは、想定されるAAM機の機体サイズ、性能及び運航条件に応じたインフラが必要となる。夜間や悪天候時における安全運航のため、計器飛行方式の設定や航空保安施設等（航空灯火等）の整備が必要となる可能性があるが、AAM導入の初期段階では、このような状況下での運航は想定されていない。バーティポートの中には、AAM機が駐機する場所（スタンド）を有するものもある。
- バーティポートの構成は様々で、FATOやTLOF、標識施設のように必ず整備が必要な施設の他にスタンドや誘導路、充電設備、夜間において運用する場合に必要な灯火施設等、立地条件や運用方法等によって整備される施設があり、実現可能な運航便数等の処理能力も異なる。特に、利用可能なバーティポートが少ないと予想される初期段階では、バーティポートの処理容量がAAMネットワーク全体の容量に影響を与えることが予想される。

【公共用／非公共用】

- バーティポートには、従来のヘリポートと同様、公共用（不特定の運航者が利用可能）と非公共用とが存在する。公共用については、運航が想定されるあらゆるAAM機に対応できる仕様が原則であり、AAM運航者とは別の独立した主体が運営を行うことが想定される。一方、非公共用については、AAM運航者が直接運営を行うケース、バーティポート運営者が特定のAAM運航者と契約を結ぶケースなどが想定される。

【充電インフラ】

- 現時点で、AAM機の充電方法としては、(1) バッテリー交換、(2) 直接充電の2つの方法が知られており、充電設備に求められる条件も異なる。
 - バッテリー交換：バーティポート内にバッテリー充電設備や保管場所が必要となる可能性がある。AAM機の迅速なターンアラウンドを可能にするためには、これらの設備をスタンドの近くに設置して、迅速な交換を行うことが運用上必要となる。
 - 直接充電：AAM機のターンアラウンド時に急速充電を行うために、スタンドに充電設備を設置する必要がある。

AAMによる低高度空域の利用（1/2）

- UAMは航空法施行規則で定める最低安全高度以上の高度で飛行する必要があるため、ドローンとUAMが巡航する空域は一定程度分離されていると考えられる。しかし、ドローンが許可を得て500ft（150m）以上で飛行する場合、また、UAMが航空法第81条の2を適用した捜索や救助のための飛行や、航空法第81条但し書きの許可に基づく飛行を行う場合などは最低安全高度を下回った高度で飛行することがある。また、空港やパーティポート周辺などにおいてドローンと同じ空域を飛行する場合もある。
- 空港等の周辺の空域でドローンを飛行させる場合は、航空法第132条の85の規定によりあらかじめ許可を得る必要があるが、パーティポートの整備基準が策定されて許可を得たパーティポートが設置されるまでの間は、ドローンの飛行に関するこの規定が適用されないことにも留意が必要である。
- 将来的には、操縦者による運航と自動・自律運航等の混在を含め、低高度空域における航空機の種類、運航者、ミッションはより多様化することが想定される。単一のカテゴリーの運航者が空域を独占的に使用することなく、全ての運航を統合する必要があると想定される。
- UAMは、都市内交通等で運航規模が大きく拡大していくことや、遠隔操縦や自動・自律運航が想定されることなどを考慮すると、現在のVFRによる安全確保だけではいずれ限界が来ると考えられる。そこで、UAMの運航規模の拡大や運航形態の高度化に対応するため、一定の空域において運航を計画段階から調整することで安全かつ円滑な航空交通を確保する新たな空域・交通管理のコンセプトが必要となる。想定されるUAMの交通状況をもとに新たな交通管理のサービス（AATMサービス）が提供される空域を「**AASA (AATM Service Area)**」と定義する。AASAには、管制空域と非管制空域のどちらも含まれる可能性がある。AASAは、AAMの運航密度や運航頻度、周囲の交通状況に応じて柔軟に航空当局が決定するものであり、都市部に限定されたものではない。
- 航続距離の長いRAM運航は、UAM運航よりも高い高度で飛行することが想定される。運航の特性と規模から、RAM運航では飛行の一部又は全部に既存の空域と交通管理のコンセプトが適用されることが予想される。

AAMによる低高度空域の利用（2/2）

【主な低高度での空域の種類】

種類	空域の概要
バーティポート空域	混雑するバーティポート周辺では、必要に応じて航空機が出発・到着と巡航の状態を移行できるようにバーティポート空域を構成することがある。
AAMルート	<ul style="list-style-type: none">• 空港やバーティポート等の間を結ぶように設定され、バーティポート空域の出入口に接続するルートとなるが、経路の一部に設定される場合もある。• 位置通報ポイントと組み合わせることで、AAM操縦者や航空交通の管理をする者に加え、従来機操縦者やANSPにとってはAAM機の位置を認識しやすくなる。経路設計によっては地上の安全リスクや騒音の影響を軽減させることもできる。• アクセスと公平性を実現するために、AAMルートはAAM以外の航空機も使用することが可能である。AAMルートを使用する主な利点は、早期に導入できることと、現在の他のタイプの経路や空域ユーザーと一緒に使用できることである。
AAMコリドー	<ul style="list-style-type: none">• 空港やバーティポート等の間を結ぶ専用の空域であり、航空機が特定の規則、手順、性能要件を遵守して使用する。• AAMルートと同様、経路の一部に設定される場合もある。• 二地点間を結ぶAAMコリドーが増えてきた場合、空域の状況を踏まえた形状になる可能性もある。
自律間隔確保空域	<ul style="list-style-type: none">• 自動化・自律化の効果を最大限発揮するために、自ら戦術的な間隔確保できる機体のみが入域できる自律間隔確保空域を構成することが考えられる。この空域の設定のためには制度・技術・運用の各面での検討が必要となる。• また、緊急時には、性能要件を満たさない機体も進入可能であるので、緊急時における規則、手順等のルール策定も検討しなければならない。

交通管理 (AATM)

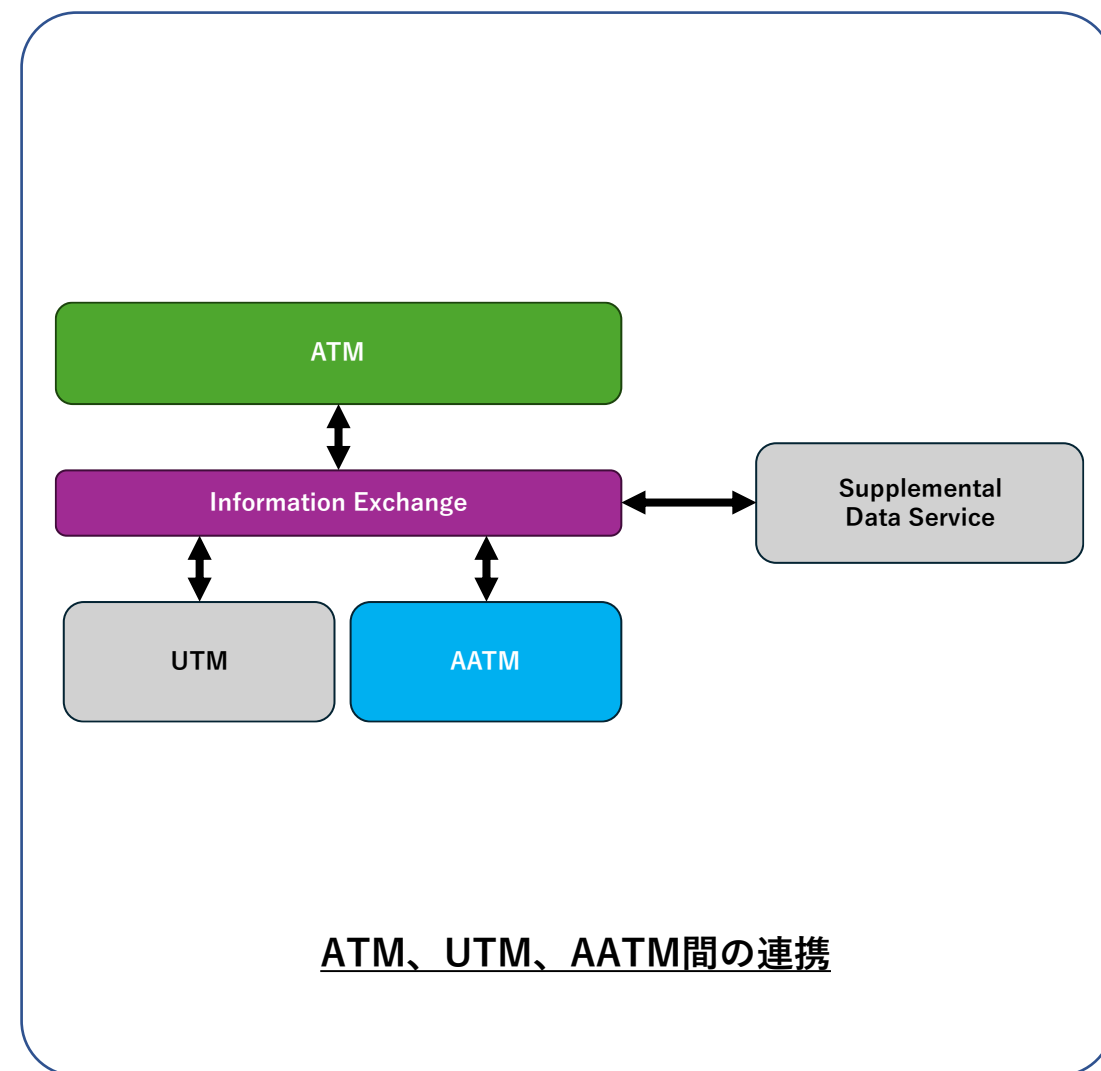
- 従来機の飛行は、機体数の増加に伴って空域の棲み分けや航空機間での適切な離隔距離を取る必要が生じ、その後も利用者の増加や運航の多様化に対応して高度化・精緻化を重ねてきた。
- AAM機の運航も、初期段階においては既存の手法や手順に従って現行のATM運航環境の要件内で行われることが予想されるが、AAM産業が成熟するにつれて、様々なレベルの自動化・自律化（人による操縦、部分的自動化、完全な自律運航を含む）を伴う多様な航空機が低高度の空域で運航されることが予想される。AASA内における運航密度の増加、自動化・自律化の進展、空域利用者の多様化などが進むことにより、それに対応した交通管理システムを検討する必要があると考えられる。
- AASAにおけるAAMの運航をサポートするために、新しい「**AATM (AAM Air Traffic Management)**」システム及びサービスが必要となる。AATMサービスは、AASAを安全、効率的、かつ確実に利用するためのAAM運航要件を満たすよう、AAM運航者を支援する。

AATMサービス

- ✓ **情報交換/情報共有**：AAM機の安全で効率的な運用をサポートするため、ANSPを含む低高度空域関係者間でタイムリーで正確なデータ交換。
- ✓ **空域管理**：需要の変化に応じて低高度空域を最大限に利用するものであり、AASA及びルート／コリドーを設定。運航規模の拡大に伴い動的空域管理の導入も検討。
- ✓ **運航調整**：限られた空域及びパーティポートの容量の中で、AAMの需要に対して可能な限り応えられるようにする。到着・出発の時間とスロット等の管理。
- ✓ **飛行計画の確認/承認**：運航規模の拡大に応じて、運航者又は操縦者から提出される飛行計画を確認して必要な調整を行った上で承認。
- ✓ **適合性モニタリングと調整**：AASA内のAAM機が確認／承認された飛行計画に適合して飛行していることを確認。AAM運航の高度化を実現するため、計画された飛行経路、高度、通過予定時刻からの空間的・時間的な逸脱も含むリアルタイムのコンフリクト回避について、具体的に求められるサービス内容を引き続き関係者間で検討する。

交通管理（ATM、UTM、AATM の連携）

- AAM 機、ドローン、従来機の交通管理システムは、それぞれの飛行の安全確保の観点から、衝突回避や状況認識の共有、協調的な意思決定をサポートするために、相互に作用したり、統合したりする必要がある。交通密度がさらに高まり、航空機の自律性が向上すると、全ての交通管理システムで高度に統合された統一的な空域管理が必要になると考えられる。そのためには緯度・経度及び高度の3次元の座標系を共通化することが有効な手段となり得る。
- ATM、UTM、AATMサービス間の連携及び情報管理のためのフレームワークを定義することが重要となり、ATM、UTM、AATMシステム間の情報共有には、共通の情報交換システムが使用される必要がある。
- 共通の情報交換システムを介して提供される情報は、飛行計画およびリアルタイムの位置に加え、特定の空域およびその状態等（例：動的に変更される飛行制限空域等）が想定される。
- AAM機、ドローン、従来機の共存のためには、ATM、UTM、AATM サービス間の連携により、共通の座標系での水平分離、高度分離に加え、時間軸分離も含めて、各航空モビリティ相互の安全間隔確保を実現することが有効と考えられる。



役割と責任

AAM 機体メーカー	安全及び環境の要求を満たすAAM機を設計・製造する。型式証明を取得し、継続的な耐空性を確保する。
AAM 運航者	AAM機の運航を管理する。パイロット・イン・コマンド（PIC）は、AAM機の「運航と飛行安全に関する最終的な権限と責任」を持つ。
バーティポートの運営者	バーティポートの施設の維持管理やターミナルの運営、地上の安全と出入管理等のセキュリティ及び充電・給油の監督を含む地上の運用全般に責任を負うが、これらの責任はAAM運航者や他の第三者が負う場合もある。バーティポートの運用状況に関する情報を提供する。
整備及び地上支援業務提供者	充電、機体点検・整備、機体サービシング（食事・飲料）、除氷、旅客誘導と安全の確保、保安検査など、現在の空港等やフィクスト・ベース・オペレーター（FBO、運航支援事業者）によるサービスと同様となる。
航空局（JCAB）	規制当局とANSP（Air Navigation Service Provider）の役割を担っているが、両者の役割は明確に区別されている。規制当局は安全に関する全ての要素の認証に責任を持ち、AAM機の運航をサポートするための規制を策定又は改正する。AATMサービスはANSPが提供することを予定しているが、将来においては様々な速度や飛行特性をもつAAM機が従来にない高頻度・高密度での運航を行うことが想定されることから、具体的にどのように高い安全性を担保するかについて、引き続き検討する。
USP （UTM Service Provider）	UTM（UAS Traffic Management）システムを提供し、飛行計画調整・飛行中のモニタリング等によりドローンの運用をサポートする。
SDSP（Supplemental Data Service Provider）	AAM運航者及びAATMサービスに対して、地形、障害物、空港等の利用可否、特殊な天候情報などを含む（ただしこれらに限定されない）補助的なデータを提供する。
その他の規制当局	騒音、都市計画、環境アセスメント、電力網、通信など、関連法や規制を管理する。

自動化・自律化

【自動化・自律化のメリット】

• AAM 運航の安全性向上

(実現例：運航に係る手順・操作の支援や自動化によるヒューマンエラーの低減など)

• AAM 運航の高密度化・高頻度化

(実現例：自律間隔確保による間隔短縮や、交通管理の自動化による多数機の発着管理など)

• AAM 運航の就航率向上

(実現例：光学的手段に寄らない自律間隔確保、乗員事由(体調等)による遅延・欠航の回避など)

• AAM 運航の自在性向上

(実現例：m対N 運航や交通管理の自動化による、オンデマンド運航(有事対応の緊急運航や臨時運航を含む)の実現機会増大など)

• AAM 運航に係るステークホルダー全体の負担低減(負担の例：従事者の負荷、従事者数、資金負担など)

(実現例：m対N 運航による省人化や運航コスト低減など)

これらのメリットは相互に関連があり、複数のメリットの相乗効果により、AAM運航のユースケースの種類、規模、運航範囲などの拡大や収益性の向上に繋がると期待される。

【自動化・自律化レベル】

自動化・自律化が、装備品・機体全体・機体群の運航/管制やそれらの個別の機能(※1)などスケールの異なる複数の対象に及ぶことを踏まえ、ここでは、自動化・自律化を、対象のスケールによらず、人間と機械の関わり方に応じた下表の6段階のレベルにより定義する。

Level	人間の役割	機械の役割	権限(※5) (通常時)	権限 (異常時)
0: 人間運用	Human-led 人間は機能(※1)の実行をすべて担当する。	役割無し。	人間	人間
1: 人間中心(補助付き)運用	Human-in-the-loop 人間は、機械の補助を得て機能の実行をすべて担当する。	機械は、ループ(※3)の外で人間の状況認識などを補助する(例:計器情報の表示など)。	人間と機械	人間と機械
2: 人間中心(低ワークロード)運用	Human-in/on-the-loop 人間は機能の実行を主導する。	機械は、ループの中で稼働し、人間のワークロードや必要なスキルレベルを低減する(例:操作・運用のアシストやアドバイザー・警報の表示など)とともに、安全上の保護も実行する。	人間と機械	
3: 機械中心(監督付き)運用	Human-in/on-the-loop 人間は、リアルタイムで機械を監督し、必要に応じて介入する。	機械は、事前に決められた有限の(挙動が人間にとって予測可能な)タスク(※4)の流れに従って機能を実行する。	機械	人間と機械
4: 機械中心(異常時介入)運用	Human-on-the-loop 人間は、リアルタイムで機械を監督する必要はないが、機械から警告(※2)が発出されたらいつでも介入する。	機械は、事前に決められた有限の(挙動が人間にとって予測可能な)タスクの組合せの中から内容を選択して実行し、問題発生時には人間に対して警告を発出する。	人間と機械	人間と機械
5: 機械運用	Human-off(out-of)-the-loop 役割無し。人間は介入することができない。	機械は、機能の実行をすべて担当し、タスクの流れを独立して決定する。	人間と機械	機械

※1 自動化・自律化の対象が実行する固有の役割のこと

※2 システムの損失や致命的な人の傷害が生じ得る状況を避けるための重大な警告

※3 機能を実現するための一連の作業の流れのこと

※4 機能を実現するための個々の作業のこと

※5 運用を管理するために意思決定し、行動を起こす主体

AAMの主要な課題

- AAMの概念を将来的にも有効なものにするためには、AAM運航の導入と拡大に伴う主要な課題を特定することが重要。
- 課題の多くはAAM運航の導入初期段階でも対処する必要があり、早期に取り組みを開始することが重要。
- 課題への対応は、新たな課金サービスの導入等、持続可能性に配慮したものでなければならない。

主要な課題の項目	
社会受容性	安全性とセキュリティ
	騒音・視覚的影響
	プライバシー
	環境の持続性
機体と運航	型式証明
	運航
	MRO、サービス、充電・燃料補給、格納庫及び夜間駐機場所
	安全管理・維持
低高度空域の交通管理	ATM、UTM、AATMの連携
都市との統合	都市計画
	バーティポートの設計要件と許可
	他の交通機関との接続
自動化・自律化	自動化・自律化への対応

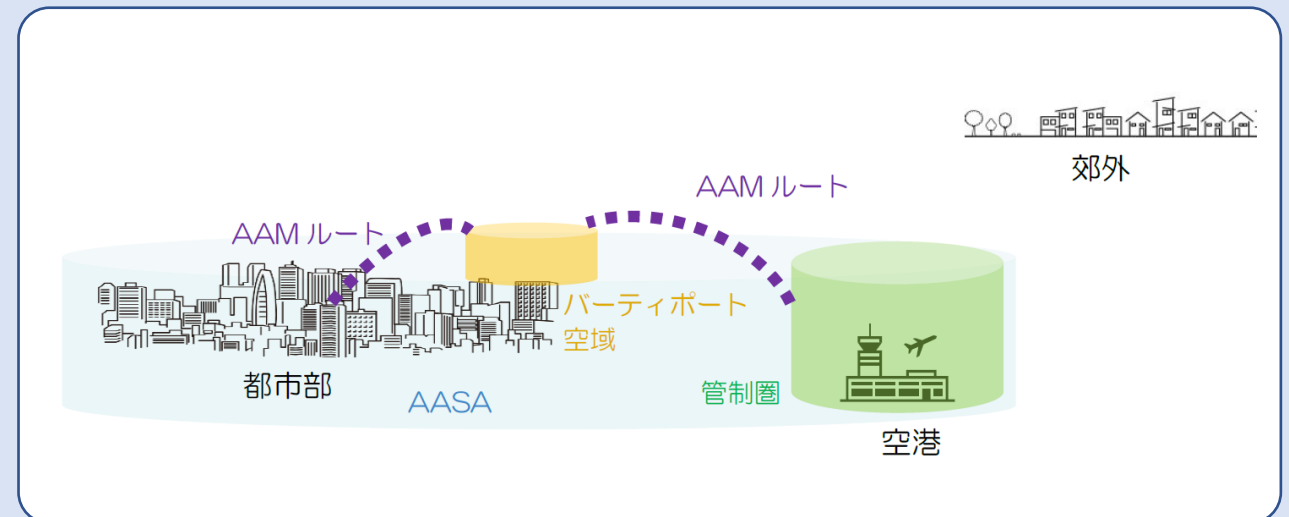
AAM導入のフェーズ（フェーズ0/フェーズ1）

フェーズ0：

- 商用運航に先立ち、試験飛行や実証飛行が行われる。試験飛行や実証飛行は、航空法の安全基準に従い、航空局による適切な許可を得る必要がある。

フェーズ1：

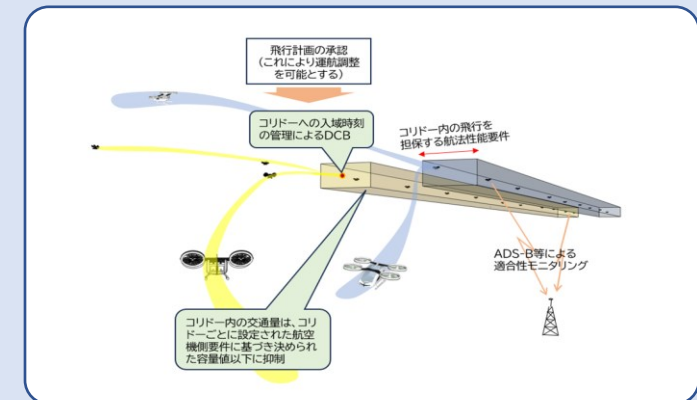
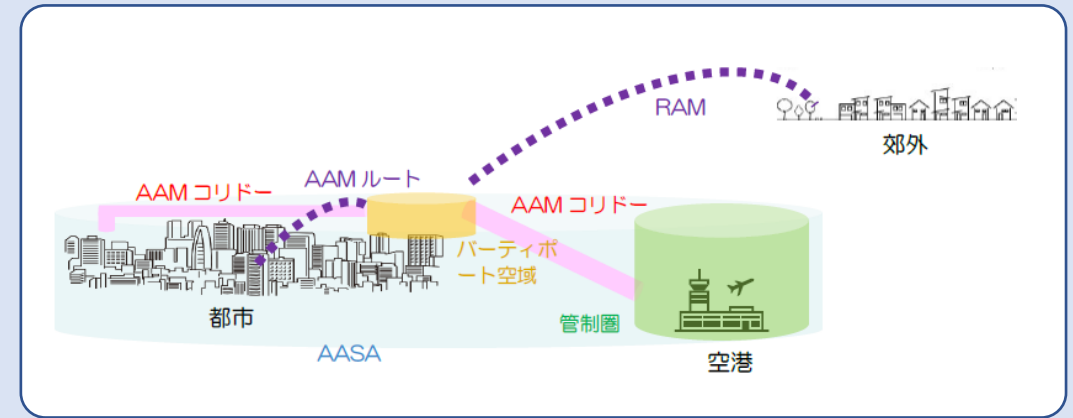
- 一部地域でAAMの商用運航が開始される。都市部では、主要エリアでの二地点間運航や遊覧飛行が開始されるとともに、地方部では遊覧飛行や貨物輸送実証が行われる。また空港アクセスに向けた運用検証が見込まれる。フェーズ1での旅客輸送AAM運航では、初期の運航は低密度で行われ、従来機と同様に操縦者が搭乗し、VFRで実施されると予想される。
- 初期的には、既存の空港等や場外離着陸の許可など既存制度の活用が見込まれるが、比較的小規模なパーティポートの整備も想定される。
- フェーズ1では、既存のATMコンセプトに基づいて運用されるが、必要に応じて大幅な制度改正や技術革新が不要な初期的なAATMサービスの導入が開始される。
- フェーズ1でのAATMサービスは以下の通り。
 - 情報交換/情報共有（パーティポート空域、AAMルートにおける音声やデータリンク等による情報提供）
 - 空域管理（パーティポート空域、AAMルートの設定、フェーズ2に向けた環境準備・検証のためのコリドー設定等）
 - 運航調整（混雑ポートのDCB）
 - 飛行計画の確認
 - 適合性モニタリングと調整（ADS-B等による位置情報の把握、音声による情報提供等）



AAM導入のフェーズ（フェーズ2）

フェーズ2：

- フェーズ2では導入地域が段階的に拡大する。大都市圏では都市間/市内運行・遊覧飛行が拡大していき、その後都市内・広域的運行ネットワークの形成が行われるとともに、地方部では観光地・空港への二次交通、貨物輸送サービスが開始され、その後地域内運航や輸送網の拡大が見込まれる。また空港アクセスも一部から段階的に拡大し定着していくことが見込まれる。
- 中・高密度の運航（遠隔操縦含む）が想定されている。
- ビルの屋上などの複雑な都市環境を含め、より大きく複雑なパーティポートの開発が想定される。
- AAM 運航の規模と性質（遠隔操縦やIMC など）をサポートするために、新しい空域概念と高度なAATM サービスが必要に応じて導入される。
- フェーズ2でのAATMサービスは以下の通り。
 - 情報交換/情報共有（データによる情報提供・交換）
 - 空域管理（AAMルートの設定、AAM コリドーの設定、動的空域管理を含む）
 - 運航調整（空域のDCB、フロー管理を含む高度な調整）
 - 飛行計画の承認
 - 適合性モニタリングと調整（リアルタイムなコンフリクト回避についても検討）
- フェーズ2で導入するAAMコリドーでは、航空機性能要件を満たすフライトに限定した高密度運航とコリドー内でのDCBを実施する（飛行計画は承認が必要）。コリドー内を飛行するAAM機に対しては、ADS-B等での適合性モニタリングが行われる。
- パーティポート空域内の交通管理も高度化し、フェーズ1の運用に加え、複数FATOを有するパーティポート等で空域にボトルネックがある場合、出発制御やパーティポート入域通過時刻設定等により、パーティポート空域内のDCBを実施する。
- フェーズ2 後半（2030 年代後半）以降においては、一部のAAMコリドー内において、先行的に自動化・自律化したAAM機の飛行も行われることが予想される。



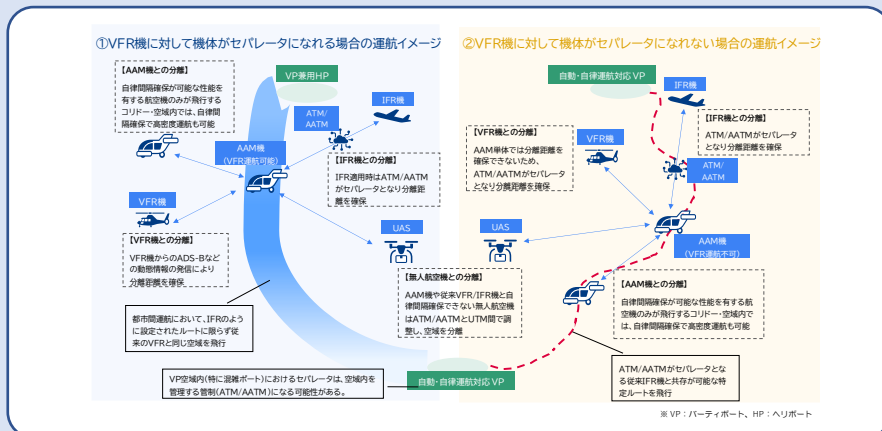
AAM導入のフェーズ（フェーズ3）

フェーズ3：

- フェーズ3では、日常生活における自由な空の移動が当たり前の社会が実現することが想定される。
- AAM 運航は高密度での運航を含めてスケールアップする。AASA 内の運航には、操縦者搭乗による運航、遠隔操縦による運航が混在することが想定される。自律運航が開始されるに伴い運用が高度化される可能性がある。
- ある時点から、AASA 内の全ての空域ユーザーがAATMサービスを利用することになると予想される。AATMの概念は、AASA外の他の空域にも拡大され、ATMやUTMと統合される可能性がある。
- このような運航の実現には、空域での超高密度運航、空港発着の高密度化、就航率のさらなる向上、安全を確保しつつ省人化、障害物との間隔短縮の実現が求められる。これら課題を解決するために、自動化・自律化の本格化が必要となる。

【従来機と空域を共有した運航】

- 本格的な自動・自律運航が開始された当初は従来のVFR/IFR飛行方式を最大限活用し、従来機と同一空域での運航を行うことが想定される。
- 空港周辺の従来トラフィックが多い空域では、コリドー等の活用により自動・自律運航するAAM機のトラフィックと従来機のトラフィックを分離する運用が想定される。一方、自機で分離を確保できないAAM機は、ATM/AATMが分離を提供する特定ルートやパーティポートに限定して運航する。



【自律間隔確保空域及びコリドー内での高密度運航】

- 自律間隔確保の性能要件を満たす機体同士が、機体自らをセパレータとして間隔を確保しつつ、AATMによる容量管理等の支援を受けて運航する。これにより、従来のVFR/IFRを大きく上回る運航密度・頻度での運航を実現する。
- 緊急時には、性能要件を満たさない機体の進入も認めるが、その場合は周辺空域の容量を一時的に低下させて情報共有を行い、必要に応じて空域内の機体退避などの措置を講じる。

