

空飛ぶクルマ（AAM）の運用概念

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

本文（案）

第1版	2023年3月31日
第1版改訂A	2024年4月23日
第2版	2026年×月××日

空の移動革命に向けた官民協議会

はじめに

我が国では、人口減少・少子高齢化に伴う都市部への人口集中や地域経済の疲弊、グローバル化の進展に伴う厳しい国際競争への対応、大規模地震などの自然災害のリスク、地球規模の気候変動やSDGsへの対応といった多くの課題に直面している。また、経済・社会の成熟化、さらにポストコロナ社会に向けて人々の行動様式や価値観が多様化しており、多様なニーズに応える新たな価値やサービスの創出が求められている。

“空飛ぶクルマ（AAM）”は、上記の様々な社会課題の解決、さらには、人々が日常生活の中で、安全で自由な空の移動という豊かな体験を享受できる未来社会の実現に貢献するものであり、現在、世界中で機体開発や検討が進んでいる。

我が国における“空飛ぶクルマ（AAM）”の発展と成長を促進するためには、“空飛ぶクルマ（AAM）”の主要な構成要素や段階的な導入のフェーズについて、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り、協調することが重要である。そのため、本文書は我が国における“空飛ぶクルマ（AAM）”の運用概念をまとめたものである。

改訂履歴

第 1 版	
全頁	新規発行
第 1 版 改訂 A	
全般	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	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	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	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	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	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	・ 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	・ 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	・ 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	・ 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	・ 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	・ 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）	・ 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	・ 記載内容について一部軽微な更新を行った。
APPENDIX 4 略語	・ 記載内容について一部軽微な更新を行った。
APPENDIX 5 用語	・ 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	・ 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	・ 「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。

目次

はじめに.....	2
目次.....	5
1 概要.....	7
1.1 目的.....	7
1.2 対象範囲.....	7
1.3 参照文書.....	8
1.4 AAM 運航の導入に向けた動き.....	8
2 AAM の概要.....	9
2.1 AAM フェーズ.....	9
2.2 機体.....	10
2.2.1 機体の分類.....	11
2.2.2 従来機との比較.....	12
2.3 ユースケース.....	12
2.3.1 旅客輸送.....	13
2.3.2 荷物輸送.....	13
2.4 地上のインフラ.....	13
2.4.1 パーティポート.....	13
2.4.2 非公共用／公共用パーティポート.....	15
2.4.3 既存の航空インフラとの統合.....	16
2.4.4 充電設備.....	17
2.5 空域、交通管理.....	18
2.5.1 現在の空域の状況.....	18
2.5.2 AAM による低高度空域の利用.....	19
2.5.3 交通管理.....	21
2.6 役割と責任.....	25
2.6.1 AAM 機体メーカー.....	25
2.6.2 AAM 運航者.....	25
2.6.3 パーティポートの運営者.....	26
2.6.4 整備及び地上支援業務提供者.....	26
2.6.5 航空局（JCAB）.....	26
2.6.6 USP（UTM Service Provider）.....	27
2.6.7 SDSP（Supplemental Data Service Provider）.....	27
2.6.8 その他の規制当局.....	27
2.7 AAM 運航の流れ.....	28
2.7.1 乗客／AAM 機の典型的な一連の流れ.....	28
2.8 自動化・自律化.....	28
2.8.1 自動化・自律化のメリット（自動化・自律化の導入で期待される効果）.....	28
2.8.2 自動化・自律化レベル.....	29
2.8.3 自動化・自律化の導入時期.....	30

3 AAMの主要な課題	31
3.1 社会受容性	31
3.1.1 安全性とセキュリティ	31
3.1.2 騒音・視覚的影響	32
3.1.3 プライバシー	33
3.1.4 環境の持続性	33
3.2 機体と運航	33
3.2.1 型式証明	33
3.2.2 運航	34
3.2.3 MRO、サービス、充電・燃料補給、格納庫及び夜間駐機場所	35
3.2.4 安全管理・維持	35
3.3 低高度空域の交通管理	36
3.4 都市との統合	37
3.4.1 都市計画	37
3.4.2 パーティポートの設計要件と許可	37
3.4.3 他の交通機関との接続	38
3.5 自動化・自律化	38
4 AAM導入のフェーズ	39
4.1 フェーズ0	39
4.1.1 初期の商用運航開始の準備	39
4.2 フェーズ1	40
4.3 フェーズ2	41
4.4 フェーズ3	45
4.4.1 運航イメージ	46
4.4.1.1 従来機と空域を共有した運航	46
4.4.1.2 自律間隔確保空域及びコリドー内での高密度運航	48
5 まとめ	50
APPENDIX 1 空の移動革命に向けたロードマップ	51
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）	52
APPENDIX 3 乗客／AAM機の典型的な一連の流れ	58
(1) AAM乗客の一連の流れの例	58
(2) AAM機の一連の流れの例	59
(3) イレギュラー時の運航	62
APPENDIX 4 略語	63
APPENDIX 5 用語	65
APPENDIX 6 参照文書	68
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	70

1 概要

1.1 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、本文書において、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）と区別して述べる場合がある。

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。

AAM産業は発展途上であり今後更なる進化が期待される。そのため、本文書は、将来のAAM運航に関する現時点での知識と予測に基づいて作成しており、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。

1.2 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（APPENDIX 1）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。

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。

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。

1.3 参考文献

本文書は、日本の運航環境、法体系に合わせて作成するとともに、国際的な調和と整合性を確保するために、日本の航空法関連法規や空の移動革命に向けた官民協議会の資料の他、海外の ConOps 等を参照して作成している（APPENDIX 6 参照）。

使用した資料の出典を示すために本文書内に可能な範囲で参考文献を表示している。これらの出版物は、本文書に記載されているいくつかの概念について、さらに詳細な情報を提供しており、開発及び実装活動において適切に考慮する必要がある。

1.4 AAM 運航の導入に向けた動き

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基づいて AAM 運航の導入を円滑に進めるための準備が進められている。

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。

本文書第 1 版 改訂 A では、ユースケースについての考察を進めるとともに、社会受容性など AAM を実現するために考慮すべき事項について追記した。国内外の規制や基準の準備状況についても情報を更新している。本書第 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。

2 AAM の概要

AAM は、人や物の移動も含めて日常生活における航空の役割を変え空の移動革命を実現するための、様々な革新的な航空技術を含んでいる^[4]。AAM の中心となるのは、新しいタイプの航空機の開発、運用そして発展である。eVTOL は、電力を利用して垂直方向に離着陸する航空機であり、従来機と比較して、運航時のゼロエミッション、運用コストの削減、騒音の低減など、多くの潜在的なメリットがある。これらの利点とその影響については、本文書で詳しく説明している。

eVTOL の様々な利点により、旅客輸送と荷物輸送の双方において、新たな航空輸送の活用と拡大が可能になる。初期段階では、操縦者が搭乗する旅客や荷物の輸送の他、遠隔操縦²による荷物輸送も想定され、その後、次第に旅客輸送と荷物輸送の両方のユースケースで、遠隔操縦や自律制御による飛行が拡大すると予想される。

AAM の社会実装にあたっては、ドローンを含む次世代の航空モビリティと従来機が安全性・効率性・利便性を確保しつつ共存することで、航空分野の発展を目指す。

AAM の運航には、地上及び空域・交通管理の両面から新たなインフラの構築が必要となる。現時点で、AAM 市場はまだ発展の初期段階にあるがその勢いは増しており、世界的にはバリューチェーン全体で多くの企業が誕生している。今後様々な分野へのビジネス波及が期待されており、国内においてもより多くの企業の市場参入が AAM 産業の発展に不可欠である。

本章では、eVTOL が実現する新しい AAM の一部を構成する各要素について、詳細に説明する。

2.1 AAM フェーズ^[5]

AAM 運航の導入と発展は、いくつかのフェーズに沿って行われる。

	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)

² 遠隔操縦とは自動化・自律化レベルに関係なく、操縦者が搭乗していないことを示す。
第3章 3.2 機体と運航 3.2.2 運航 遠隔操縦を参照。

操縦者の搭乗の有無、自動化・自律化の進展	操縦者搭乗	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	・AAM ルートの導入 ・初期的な AATM サービスの導入開始	・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 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

本文書では、運航密度、操縦者の搭乗有無、自動化・自律化の進展、交通管理等の定性的観点からフェーズを切り分けている。各フェーズにおける運航密度等の定量的な数字を定義するには更なる知識・経験の蓄積と検証等が必要である^[9]。

技術の試行と実証は、全てのフェーズを通じて継続的に行われると想定される。

2.2 機体

AAM 向けの機体（以下、AAM 機という）は、現在様々な技術開発段階で準備が進められている。フェーズ 1 で最初に商用運航が開始される可能性が最も高いのは充電式バッテリーからの電気を動力源とする eVTOL であるが、ハイブリッド型もフェーズ 1 で導入される可能性はある。水素燃料電池を搭載した AAM 機も運航を行う可能性があるが、このタイプの AAM 機はフェーズ 2 又は 3 以降での導入が見込まれる。また航続距離の目安としては、数 km から数百 km を飛行できる機体が想定されている。

初期の段階では、操縦者が搭乗した 1～5 人乗り程度の機体と、荷物輸送用を中心に操縦者が搭乗しない遠隔操縦の機体が想定される。将来的には、より多い搭乗人数の機体の出現や、旅客輸送も含めて遠隔からの監視のみで操縦者が搭乗しない自動飛行や自律制御により運航される機体の出現が想定される。

当初、AAM機はVFRでの運航が想定されるものの、将来的には高密度化、自動化・自律化への進展を目指すとともに、より厳しい気象条件での飛行も可能とする機体の開発が期待されている。

2.2.1 機体の分類³

AAMに用いられるeVTOLは、主に以下3つのタイプに分類される。

- － マルチロータータイプ (Multi Rotor)
- － リフト・クルーズタイプ (Lift + Cruise)
- － ベクタードスラストタイプ (Vectored Thrust)

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。

³ 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。

2.2.2 従来機との比較

AAM 機は、従来機と比較して、以下のような特徴を有する。

【環境負荷】

- 電気を動力源とするため、環境に悪影響を及ぼす排出ガス低減が期待される。
- バッテリー駆動であること、ヘリコプターと比較して小さなサイズのローターを装備していることや新技術の採用等により、離着陸時／巡航時の騒音低減が期待される。固定翼により揚力を得るタイプでは、ヘリコプターと比較して巡航中の騒音低減が期待される。

【設計・性能】

- 複数のモーター・ローターを装備していること等により、高い冗長性が期待される。
- 垂直離着陸等の特徴により、狭いスペースでの離着陸が可能になると期待される。
- 新技術の採用等により操縦操作は簡便化されることが期待され、遠隔操縦や自動・自律運航に適した設計が主流になることが想定される。
- 翼による揚力を利用するタイプでは、ヘリコプター等の回転翼機と比べて巡航飛行時の効率が向上することが期待される。

【エネルギー源】

- バッテリー交換や急速充電など、電気を動力源とする運用に必要なインフラや要件が生じる。
- 現時点で電気を動力源とする場合の電力貯蔵分配システムの一部として使用が可能と見込まれるバッテリーは、液体燃料に比べ、エネルギー密度が低く、航続距離や搭載可能重量等が制限される可能性がある。マルチロータータイプでは特に顕著になると考えられる。
- 電気を動力源とするため、起動（パワー・オン）後、短時間で運用に供せる可能性がある。

【コスト】

- 部品交換や整備頻度の減少、簡易化等により、安全性を維持して整備コストが軽減される可能性がある。
- 部品数の減少等により、航空機の製造コストや運用コストが長期的に低下する可能性がある。
- 操縦操作の簡便化に伴い操縦者の訓練等のコストが軽減される可能性がある。

2.3 ユースケース

このセクションで紹介するユースケースは、空の移動革命に向けた官民協議会のユースケース検討会における検討に基づいている。荷物輸送のユースケースは、ドローンとの共通点も多い。AAM 機を活用することで、従来のヘリコプター運航や他の輸送手段と比較して以下のようなメリットが期待される。

- 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）

2.3.1 旅客輸送

1. 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
2. 都市内輸送：都市内での旅客輸送
3. 都市間輸送：都市中心部から地方、郊外への旅客輸送
4. 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
5. 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
6. 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
7. 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
8. 地域医療用輸送：病院間の医師や患者等の輸送
9. 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

2.3.2 荷物輸送

1. 緊急物資輸送：災害発生時に必要な物資の輸送
2. 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
3. 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）
4. 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。

なお、空の移動革命に向けた官民協議会のユースケース検討会では、大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージを提示している（APPENDIX 2 参照）。

2.4 地上のインフラ

2.4.1 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 専用のものをいう。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。

パーティポートには、乗客の乗降、荷物の搭載・搬出、整備に特化したものやこれらの機能が混在したものがある。運用の規模が小さく、必要敷地面積が小さいため、従来の空港等よりも迅速で安価に設置できることが期待されている。AAM 機の離着陸性能が実証され、それを生かした制限表面が設定可能となれば、設置場所が柔軟に選択できることも期待される。

パーティポートが地域にサービスを提供する方法には、他の交通サービスとの接続や地元企業との連携等様々な形態がある。従来の空港等とは異なり、都市内に運営者の異なる多くのパーティポートが設置される可能性がある。

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

パーティポートは、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。安全のためのインフラと設備の要件は、パーティポート間で標準化される必要がある。

パ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。AAM 機の駐機場所については、パーティポート運営者と運航者間で調整される。FATO とスタンドの間の移動は、地上移動（地上牽引装置又は自力によるタキシング）、又は低空でのホバリング（そのパーティポートで可能な場合）で行われる。

構成

パ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。例えば、スタンドや誘導路の有無や FATO の数がパーティポートの処理容量に影響を及ぼす。特に、利用可能なパーティポートが少ないと予想される初期段階では、パ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。

パーティポートは、AAM 機や他の航空機の異常時や緊急時に使用を求められる場合があると想定されるため、パーティポート又は近隣の別のパーティポートで発生する可能性のある緊急事態への備えを考慮する必要がある。

パーティポートの容量は、FATO の数と処理能力、及びスタンドの数に大きく依存する。この容量は、以下のような事項に影響される。

- － FATO の占有時間（到着時）
- － FATO の占有時間（出発時）
- － 出発経路、到着経路
- － 後方乱気流の影響とセパレーション
- － パーティポートで要求される、騒音低減又はその他の当該空域で要求される特別の手順
- － スタンドでのターンアラウンドタイム（充電時間を含む）

国際的な規制と基準

現時点で、国際的、国内的に、パーティポート専用の統一的な設計基準は存在しない。欧州では、EASA がエンハンスドカテゴリーで認証された VTOL 能力を持つ有人航空機の運航に適した VFR パーティポートの設計に関するプロトタイプ・テクニカル・スペシフィケーション（PTS）を、2022 年初頭に発行している。また、FAA では、パフォーマンスベースのアドバイザリー・サーキュラーを発行するのに先立ち、2022 年 9 月にパーティポートの暫定的な設計基準であるエンジニアリング・ブリーフが発行され、2024 年 12 月にはその改訂版が発行されてヘリポート設計のアドバイザリー・サーキュラーの補足ガイダンスに位置付けられた。日本においても、国内基準が制定されるまでの暫定ガイダンスとして、パーティポート施設の整備に関する基本的な考え方や留意事項を示した「パーティポート整備指針」が 2023 年 12 月に発行されている。

ICAO は、パーティポートの国際標準（SARPs）の作成に向けて検討を進めている。同様に、旅客輸送 VTOL 飛行で想定されるパーティポート運用基準もまだ存在しない。国際的標準化団体は、操縦者による VFR VTOL 運航のためのパーティポート運用のガイダンスを策定中である。これらのガイダンス文書は、パーティポートの許可制度を開発するための基盤として使用できると期待される。

空港やヘリポートに関する既存の設計・運用基準は、eVTOL の機体性能が十分に考慮されていない。eVTOL の機体性能を考慮した制限表面の要件をパーティポートに適用することにより、都市部でのパーティポートの設置と AAM 機の導入・普及を促進することが期待される。

規制及び基準は、通常及び異常時の運航条件に対するパーティポートの能力を定義する。特に都市部で安全かつタイムリーにパーティポートを導入し、商用 AAM 機の運航をサポートするために、必要に応じて産業界と連携しながら設計及び運用要件が策定されるべきである。

2.4.2 非公共用／公共用パーティポート

AAM 機のタイプ、仕様、性能は多岐にわたることが予想される。AAM 機の多様性は、長期的には新規市場参入者によって拡大することが見込まれるが、一方業界の統合が進む

ことによって縮小する可能性もある。パーティポートの設計基準は、AAM 機の機種によらず、あらゆる AAM 機の仕様や能力に対応できる必要がある。

パーティポートには、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、パ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。

AAM 機の機種に依存せず多数の運航者が利用可能なパーティポートでは、RAM と UAM との間にネットワーク効果が生まれるとともに、飛行範囲や便数の増加に伴い、パーティポートと AAM 機の利用率が向上し、ひいては AAM 機の運航コストと乗客のチケット価格の削減につながることが期待される。それを可能にするためには、複数の AAM 運航者が運航するパーティポートには、様々なミッションや離着陸方式が利用できることが期待される。また、空域の制約や都市部にパーティポートが設置可能な場所が不足している課題等に鑑みると、AAM 機の種類に依存しないパーティポートの必要性がより求められる。

2.4.3 既存の航空インフラとの統合

パーティポートを既存の航空インフラに設置することで、既存の空港施設を最大限に活用し、AAM 機サービスと民間航空輸送サービスをシームレスに接続することができる。乗客に空港と都市間を迅速かつ快適に移動する手段を提供することができ、その結果、AAM は、空港を発着する地上交通機関を補完したり、代替したりすることができる。空港からの二次交通は AAM の初期的なユースケースとして期待されている。

空港は、様々な課題やニーズの変化を伴う複雑な運用環境である。空港にパーティポートを設置する際には、空港への既存機の進入・出発、滑走路の容量、安全対策、その他の地域的な制約事項など、考慮すべき要素が数多くある。パーティポートの位置は、安全性を維持し、既存の空港の処理能力を維持するために、航空機の進入・出発に影響を与えるエリアを極力避ける必要がある。交通量が多く、新たに使える容量が限られている空港では、AAM 機の性能特性も踏まえ、可能な限り他の航空機の運航とは独立して AAM 機の運航を行う⁴等により、全体的な容量を極力減少させない方法を検討する必要がある。

空港の近く、管制空域内で AAM 運航を導入する場合、航空管制は、安全性を維持し、交通の流れを最適化するために、パーティポートで使用されているプロセスと手順を明確に理解する必要がある。進入復行や着陸復行をする必要がある場合に、管制機関は常にコンフリクトが発生していないことを確認することが不可欠である。

⁴ 他の航空機の運航と独立した AAM 機の運航とは、空域や時間の分離を図る等の一定の条件下で、他の航空機の運航と AAM 機の運航が安全性・効率性を損なうことなく成立することを意図している。

また、パーティポートの位置選定の際は、安全性を確保するために空港の制限表面への影響を考慮し、空港運用や航空機の運航、近隣のコミュニティへの影響を理解する必要がある。

空港内でのパーティポートと AAM 運航の統合は、多くの要因に左右され、空港の物理的な大きさ、AAM 機が使用するエプロンエリア、他の航空機との近接性、及び既存の交通量に依存する。

AAM 機は従来機の運航とコンフリクトしないように運航しつつ空港のエリア内にとどめ、AAM の乗客は航空サービスや既存の地上アクセスインフラに接続する必要があることから、ターミナルビルに近い位置に駐機することが望ましい。一方で、空港の安全確保や運用上の制約により、従来機の運用エリアから離れた場所にパーティポートを設置する場合もある。その場合でも、AAM の運航者は航空法の規定により保安検査を実施する必要がある。

既存の空港内又は近くにパーティポートを計画する際には、以下の点を考慮する必要がある。

- － 従来機とコンフリクトが予想される場合は、従来機の運航に影響を及ぼさないよう、緊急時の対応方法や通信手段を明確にする必要がある。
- － AAM サービスと既存の航空・地上サービスとの間の接続は、乗客にとって可能な限り障害がなく迅速であることが望ましい。
- － AAM 機が空港のエプロン内で従来機と隣接して運航する場合の危険性を考慮する必要がある。
- － パーティポートの安全を確保しつつ、空港の既存の制限表面への影響を考慮して設置する必要がある。
- － パーティポート運営者又は AAM 運航者は、AAM 機及びその装備が既存の空港の環境評価や騒音プロファイル等にどのような影響を与えているか管理が必要になる場合がある。
- － 管制サービスが提供されている空港では、空港に併設されたパーティポートの管制業務を規定しなければならない。
- － その他として、ルート等の検討に密接に関連することから、後述の 3.3.1 にしたがって、必要に応じて空域と手順の設計を実施する。

安全を確保し、既存旅客機の運用に影響を及ぼさないよう考慮しつつ、AAM の円滑な運航が高密度で実現可能となる方策を検討していく必要がある。

2.4.4 充電設備

充電設備について、特にコネクタについて複数の仕様が想定されるため、各々のパーティポートにおいて利用が想定される AAM 機を踏まえた検討が必要になる。

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。

バッテリー交換のためには、パ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。また、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。

直接充電を行うには、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。

インフラ整備を推進する観点から、充電規格やバッテリーの標準化を推進することが期待される。また、今後、充電・受電設備の設置及び運営の責任分担について、関係者間での調整が必要となる。

2.5 空域、交通管理

2.5.1 現在の空域の状況

現在の空域の状況は下図の通り。

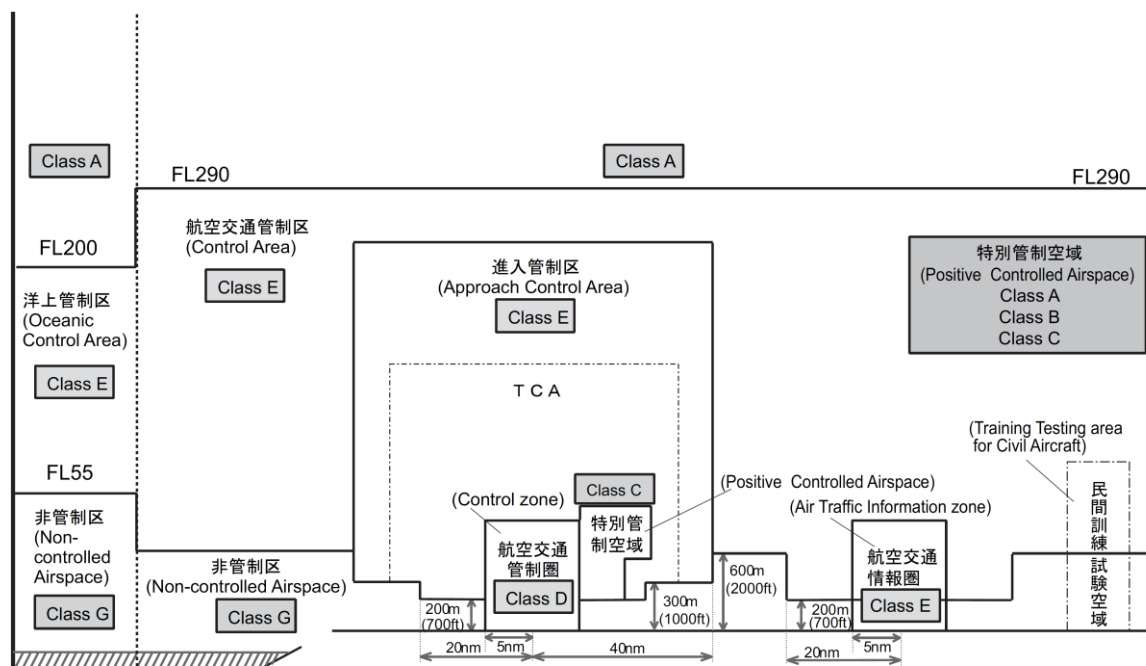


図 2-1 空域の状況 (AIP から引用)

2.5.2 AAM による低高度空域の利用

このセクションでは、UAM ならびに RAM が空域でどのように運用されるかを説明する。

UAM は主に都市部において低高度空域で運用される。ドローンは、地上高 500ft（150m）未満での飛行が原則である。一方、UAM は航空法第 81 条の規定により、離陸又は着陸を行う場合を除き、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。このような場合には、UAM とドローンとの間には安全間隔を確保することが必要になると考えられる。

なお、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。

また、飛行経路と目的地に応じて、UAM は管制空域のみならず非管制空域も通過する場合がある。

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（次項の AATM サービス参照）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。

パーティポート空域

混雑するパ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パーティポート空域を構成することがある。パーティポート空域への入域ポイントと出域ポイント、到着及び出発経路、進入復行のための経路もまた必要に応じて設定される。また、パーティポートの制限表面の設計には、障害物や空域の保護を考慮する必要がある。

空港や一部のヘリポートと同様に、混雑するパーティポートでは、空域や着陸インフラの容量を最大限に活用するために、交通流管理による DCB (Demand and Capacity Balancing) の実施を含めた積極的な交通管理が必要になる場合がある。パーティポート空域は必要に応じ柔軟に有効化・無効化する。

AAM ルートと AAM コリドー [3][5]

AAM ルートと AAM コリドーは、空域を構成し、AAM 運航の増加による影響を緩和するための手段である。また、社会受容性を向上させるための手段の一つでもある。AAM ルートは AAM 機の位置の予想可能性を高め他の低高度空域関係者の状況認識を向上させる目的で設定される。AAM コリドーは AAM の高密度な運航を可能とする目的で、AAM の運航が特に高密度で空域の容量を増やす必要がある場合に設定される他、関係者の負担軽減、従来機との安全間隔の確保、就航率の向上、自動・自律運航する AAM の安全確保等を目的として設定される可能性がある。

AAM ルートと AAM コリドーの設定にあたっては、基本的には AAM の飛行頻度に応じた検討が想定されるが、AAM の飛行頻度のみならず、周辺の交通状況も考慮される必要がある。なお、AAM コリドー設定にあたっては、管制空域（クラス）について併せて検討する必要がある。

AAM ルートは、空港やパーティポート等の間を結ぶように設定される。ヘリコプターで使用されている経路や VFR ルートと同様の性質を持ち、空港やパーティポートの離着陸地点から設定されるルートやパーティポート空域の出入口に接続するルートとして設定されるものもある。また、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。初期の AAM ルートの設定については、AAM コリドーと比較して必ずしも既存制度の大幅な変更を必要としない。運航頻度の増加に併せて制度変更を検討し、社会需要に対応させる。

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が、経路の位置によっては、その使用に一定の要件が必要となる場合もある。

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。また、AAM ルートの早期導入可能な利点を活かし、空港やパーティポート周辺等において初期段階で整備された AAM ルートが、段階的に AAM コリドーに発展することも想定される。

AAM コリドーは、空港やパ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。また、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。AAM コリドーを活用することで、高密度運航の実現や、新たな飛行方式との併用により、AAM コリドー内での飛行可能な気象条件を拡大できる可能性がある。

AAM コリドーで運航するためには、運航者は適切な装備要件、性能要件を満たす必要があり、特定の手順に従うとともに、AATM サービスを受ける義務がある。また、AAM コリドーは、必要な要件を満たさない空域利用者の空域へのアクセスを制限する。

AAM 機が希望する運航をサポートするために AAM コリドーのネットワークを構築することは、全ての空域利用者間の公平性の観点から困難な場合がある。AAM コリドーを導入するためには、全ての空域利用者による空域の効果的な利活用と認識性を確保するために新たな規制と手続きが必要であり、AAM コリドーの使用は、その利点が必要とされる状況に限定されるべきである。

パーティポート空域、AAM コリドー及び AAM ルートは、航空情報による公示などの手段により AAM の戦略的及び戦術的なコンフリクト回避をサポートするために使用することができる。

自律間隔確保空域

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。

2.5.3 交通管理

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^[3]。また、AAM 運航者に付加価値のあるサービスを提供することもある。これらのサービスは、AAM 運航をサポートするために、非 AAM 機やドローンを含む AASA の多様な空域利用者の運航を最適化し、各種運航データを適切な利害関係者に提供する仕組みが構築される。また、AATM サービスには、地形、障害物、空港等の利用可能性、気象情報だけでなく、運航をサポートする様々なデータが提供される。^[3]

AATM サービスは AAM 機の運航をサポートし、AASA のパフォーマンスを最大化することを目指す。そのために、飛行効率、アクセス性、公平性など各項目のバランスを取る必要があるが、安全性は例外なく規制で定められた許容レベルを常に満たさなければならない。初期の AAM 運航で交通密度が低い場合は、現行の ATM サービスに従うことが予想されるが、パフォーマンスを最大化する観点からメリットが得られる場合においては AATM サービスを導入する。

各フェーズにおいて目指すべき状況とそれに対応した交通管理の概要は第 4 章及び APPENDIX 7 に示す。各フェーズにおいては、「対応すべき課題と実現すべき運航」に示す課題への対応と運航の実現が求められており、AAM ルート、AAM コリドー、パーティポート空域およびパーティポート等における交通管理は、これに対応して高度化していく必要がある。

AATM サービス^[5]

AATM の一連のサービスには以下が含まれる。

- 情報交換／情報共有
- 空域管理
- 運航調整
- 飛行計画の確認／承認
- 適合性モニタリングと調整

初期の AAM 運航をサポートする段階では、必ずしも全てのサービスが必要になるわけではない。これらのサービスは、AAM 運航の規模の拡大や技術の向上に応じて順次導入されるとともに成熟度を高める必要がある。これらのサービスの成熟度は AASA ごとにその利活用状況に応じて異なる可能性がある。

また、AATM サービスを適用する航空機や空域の範囲は、運航規模に応じて拡大され、適用する航空機については最終的に AASA 内の全ての航空機がこのサービスを受けるようになる想定される。

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、初期的には ANSP による音声の情報提供サービスからはじめ、AAM 運航の成熟度や技術開発の進捗、また運航実態や空域の輻輳状況等に応じ、段階的にサービス拡充を検討する。具体的には、ANSP をはじめとする関係者間で情報共有基盤（SWIM）等を活用し、情報管理やセキュリティにも留意して、承認されたデータ交換を行うことが想定され、これら情報には飛行データ、制限事項、

航空路情報、アクティブな特別活動空域（SAA）、パーティポートの諸元や運用状況などが含まれる。将来的には 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を行うことにより、全ての低高度空域関係者が状況認識を共有できるようにする。ただし、共有する情報については秘匿性の高いものもあることから、情報に応じ共有先の関係者を限定するなど留意が必要である。

空域管理

空域管理は、環境や運用上の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、通常時及びイレギュラー時における交通管理のニーズに対応することを目的としている。運航規模の拡大に伴い動的空域管理の導入も検討する。AAM 運航のための空域及び AAM ルート／AAM コリドーの利用可能性は、さまざまな理由で変化し、さらに空域の利用可能性の変化（緊急時・災害発生時は救出救助活動を優先する等）は、予測可能なものから予測不可能なものまで様々である。

運航調整、飛行計画の確認／承認は、計画時点での既知の空域及び AAM ルート／AAM コリドーの利用可能性に基づいて行われる必要がある。空域及び AAM ルート／AAM コリドーの利用可能性が変更された後は、すでに飛行中のものも含めて既存の飛行に係る許可等を見直し、変更が飛行計画にどのように影響するか、認められた飛行に関しキャンセル又は修正する必要があるかどうかを判断しなければならない。

運航調整

運航調整は、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ものである。パーティポートの能力を最大限に引き出すために、運航調整は到着・出発の時間とスロットを管理することが求められる。

パーティポートの発着容量が変更された場合は、以前に計画された飛行を見直し、パーティポートの発着容量を超えないようにする必要がある。

なお、運航調整については、オンデマンドによる運航についても考慮する必要があり、また、スロットの時間設定や優先順位などを含むルールを構築する必要がある。

飛行計画の確認／承認

飛行計画の確認／承認は、AAM 運航開始のための飛行計画の提出に対応して行われる。現行の ATM サービスでは VFR 運航の飛行計画は、当局による事項が明らかとなっているかどうか確認の上通報を受理しているが、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することが必要となる。飛行計画は、運航調整も含めて包括的な AATM システムの実行上の目的に沿ったものでなければならない。

適合性モニタリングと調整

適合性モニタリングの目的は、AATM サービスの運用に影響を与える不適合機及び当該不適合機により影響を受ける他の AAM 機に対して、タイムリーな情報提供と対応の提示を行うことである。

適合性モニタリングは、AASA 内の AAM 機が確認／承認された飛行計画（必要に応じて詳細な経路情報を含む）に適合して飛行していることを確認するものであり、これには APPENDIX 3 で掲げるイレギュラー時の運航が発生した場合の当該運航のモニタリング

やサポートも含まれる。この飛行計画への適合性確保に関する責任は、操縦者又は AAM 運航者にある。

初期的には主に時間軸による飛行計画の変更調整のサービスを提供する。

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。あわせて、空域・ルートに応じて求められる航法性能や不適合機に対する通信手段など CNS に関する性能や信頼性などの検討を行う。

適合性モニタリングは、不適合機及びそれにより影響を受ける他の AAM 機双方の安全性を確保しリスクを軽減するための手段として機能するのみならず、AAM の運用実績の把握等を通じ、将来的な高密度運航や自動・自律運航などへの進展にも寄与するものである。

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。

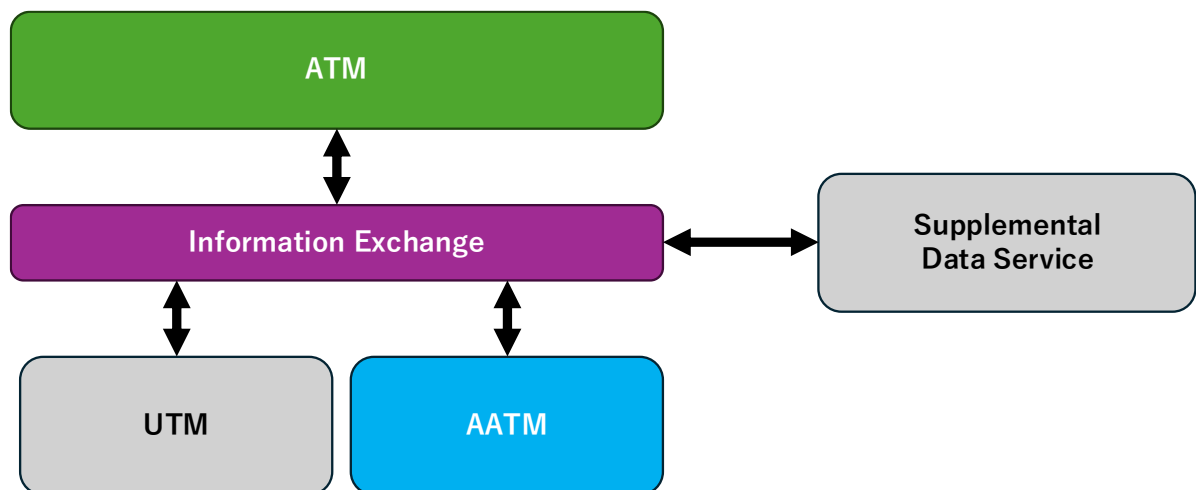


図 2-2 ATM、UTM、AATM 間の連携

2.6 役割と責任

主要な関係者の役割と責任を以下に示す。AAM のユースケースによっては、他の関係者が重要な役割を担う場合もある。(例：地域の消防組織)。

2.6.1 AAM 機体メーカー

AAM 機体メーカーは、安全及び環境の要求を満たす AAM 機を設計・製造する責任がある。機体メーカーは、それぞれの AAM 機の型式証明を取得し、継続的な耐空性を確保する必要がある。

2.6.2 AAM 運航者

AAM 運航管理 ^{[3][4][5]}

AAM 運航者は、それぞれの AAM 機の運航を管理する。AAM 運航者は、需要に応じて、機体と操縦者を用意する。操縦者と連携して、飛行計画を提出する。

AAM 運航者は、定期便又はオンデマンド便として運航を行う。また、航空運送事業許可/航空機使用事業許可を保有し、運航の安全確保と運航管理の責任を負う。さらに、規制要件や認証及び自ら定めた規定類に適合し、飛行を計画し、AASA においては航空機の飛行計画や現在の位置情報を共有する責任を負う。また、操縦者の訓練と機体整備体制及び乗客の保安検査と搭乗手続き等に責任を負う。

パイロット・イン・コマンド (PIC) ^[4]

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」を持つ者である。AAM 機に搭乗して操縦している場合もあれば、遠隔で操縦している場合もある。

運航中の航空機に搭乗していない PIC は、リモート PIC (RPIC) と呼ばれる。PIC は、運航上の役割に応じた資格を有し、所要の訓練や審査を受ける必要がある。

2.6.3 バーティポートの運営者 ^[5]

バーティポート運営者は、規制当局と協議の上、そのバーティポートが提供するサービスの内容と、提供する相手を定義する。バーティポート運営者は、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。バーティポート運営者は、FATO、スタンド（該当する場合）、人員、充電施設の利用可否など、バーティポートの運用状況に関する情報を提供する。

2.6.4 整備及び地上支援業務提供者 ^[4]

充電、機体点検・整備、機体サービシング（食事・飲料）、除氷、乗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。これらのサービスは、バーティポート運営者、AAM 運航者、又はバーティポート運営者や AAM 運航者のいずれかが契約した第三者が雇用する、適切な資格と訓練を受けた人員によって提供されるが、機体の整備体制及び乗客の保安検査の責任は AAM 運航者が負う。また、eVTOL の再充電を担当する人員は必要な訓練を受ける必要がある。

2.6.5 航空局（JCAB）

JCAB は、規制当局と ANSP の両方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

規制当局は、航空機、乗員、バーティポートを含む、安全に関連する全ての要素の認証に責任を負う。規制当局は、全ての空域における航空機の運航に関する権限を持ち、民間の運航に関する規制及び監督を行う機関である。規制当局は、空域利用者が特定の運航目的を達成するために必要なリソースにアクセスでき、空域の共有利用が安全かつ公平に達成できるような運用環境を維持する。

規制当局は、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。また、規制当局は、規制当局の権限を確実に維持するためのガイドラインを提供することがある。

ANSP

ANSP は、管制空域における航空機の動きを調整し、衝突を防ぎ、効率的な航空交通の流れを確保する。ANSP は、その任務に応じて、以下のようなサービスを空域利用者に提供する。

- ATM サービス
- 空域管理・空域設定
- 航空情報管理（AIM）
- 通信・航法・監視（CNS）
- 航行のための気象（MET）サービス
- 捜索・救助（SAR）サービス

一部の国では、ANSP は ATM 及び／又はその他のサービスを通じて AAM 運航に対応する。また、AAM 運航環境のための交通管理（AATM）の役割と責任は、ANSP によって実行されるか、又は単独か複数の団体に委ねられる。サービスを集中化するか分散化するかは、国によって異なり、各国の空域の状況や法的枠組みによって決定される。日本においては、AATM サービスは ANSP が提供することを予定しているが、AAM 機の運航は従来の ATM 環境下での運航と同等の安全性が求められる中で、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。（AASA 以外においては、既存 ATM サービス等が提供される。）

2.6.6 USP（UTM Service Provider）^[5]

USP は、UTM 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組織である。AAM 機は、ドローンが運用される低高度空域においても運航が予想される。

低高度空域の安全を確保するために、AATM サービス提供者は、USP と情報を交換する必要がある。

2.6.7 SDSP（Supplemental Data Service Provider）^{[3][4]}

SDSP は、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。データの提供は SDSP から直接又は AATM サービスを介して行われる。複数のサービス・プロバイダーが同様の情報を提供し、利用者が任意に選択することができる。

2.6.8 その他の規制当局^{[4][5]}

AAM が都市環境の騒音に与える影響を考えると、航空機の騒音管理に関する役割が明確に定義されていることが重要となる。

都市計画は、パーティポートに関して重要な役割を持つことになる。AAM の運航は主に地域社会や都市部で行われるため、地方自治体は AAM においてより大きな役割を担っている。都市計画、騒音、インフラ等に関連する制度は、パーティポートの場所の選定、AAM の飛行回数や経路に影響を与える可能性がある。

環境アセスメント、電力網、通信など、その他の関連法や規制を管理する規制機関/当局を考慮する必要がある。

2.7 AAM 運航の流れ

2.7.1 乗客/AAM 機の典型的な一連の流れ

典型的な AAM 飛行の流れを、(1) 乗客と (2) AAM 機に着目して APPENDIX 3 に記述する。これらの目的は、関係者がどのように相互にかかわるかを明らかにして運用上の役割を示し、AAM 運航に必要なリソースを特定することである。

2.8 自動化・自律化

技術の進歩に伴い、自動化・自律化が以下のように発展していくことが想定されている。

2.8.1 自動化・自律化のメリット（自動化・自律化の導入で期待される効果）

AAM の「社会実装のイメージ」の完成期における「日常生活における自由な空の移動が当たり前の社会を実現」していく上での、AAM 運航への自動化・自律化のメリット（課題解決手段）として以下が考えられる。

- 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つながると期待される。また、AAM 運航への自動化・自律化の普及は、AAM 以外の航空機全体の運航の自動化・自律化にも寄与しうる。ただし、自動化・自律化の導入・普及には、技術・制度・

インフラ等の各面で現状とのギャップを解決する必要があり、そのための負担が生じることに留意すべきである（詳細は第3章を参照）。

2.8.2 自動化・自律化レベル^{[13][14]}

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。

4章 AAM 導入のフェーズにおいて、各フェーズにおいて実現が想定される自動化・自律化レベルを整理する。

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	
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リ・警報の表示など)とともに、安全上の保護も実行する。		
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。		
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。	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。		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

2.8.3 自動化・自律化の導入時期

自動化・自律化技術は段階的に発展するものであり、特に就航率向上や負担低減の観点ではフェーズ3以前から自動化・自律化が段階的に導入され、フェーズ3で本格化すると考えられる。

3 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である。本章では、社会受容性、機体と運航、低高度空域の交通管理、及び都市との統合の各分野の主要な課題と考えられる対策について記載する。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である。各フェーズで、これらの課題にどのように対処する必要があるのかについては、次章「AAM 導入のフェーズ」で述べる。

AAM 運航が次世代の新たな航空モビリティとして発展するには、機体、地上インフラ及び交通管理を含むエコシステム全体として収益性が確保でき持続可能な市場を確立する必要がある。商用運航の実現のためには、保険や他の交通機関との連携といった周辺環境の整備も不可欠である。以下に述べる課題への対応は、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。

3.1 社会受容性 ^[4] ^[7]

社会受容性は、AAM の導入前及び導入後も最も重要な要素のひとつであり、導入と今後の成長予測の両方を考慮する必要がある。

社会に受け入れられることを大前提として、収益性が確保でき持続可能な AAM 市場の確立を推進することができる。実現可能な AAM 運航のビジネスケースには、運航規模拡大の必要性が含まれることがあり、将来的に規模を拡大することができなければ、運航を確立するためのコストが高くなりすぎる可能性がある。

社会が懸念を抱く最も重要な要因には、騒音と安全性があり、その他の重要な要因として、プライバシー、セキュリティ、環境への影響がある。^[7] 他にも運賃の妥当性、失業の懸念や将来的には遠隔操縦、自動・自律運航の信頼性等様々な懸念に対処しなければならない。当局より認可を受けた安全性を土台とし、公共の利益、環境や地域社会への配慮、都市計画といったまちづくり等、多様な要素をバランスして考える必要がある。

これらの社会受容性の要素に対処し、達成し、維持するためには、AAM 業界、規制当局やその他の当局、そして地域社会の間で効果的な取り組みを早期に開始し、AAM の導入と成長を通して継続する必要がある。

3.1.1 安全性とセキュリティ

航空業界の他の分野と同様に、安全性とセキュリティの両方を達成するために、効果的なリスク管理、保証、推進活動が必要である。以下では、社会の信頼を得るために今後進めるべき対策について述べる。運航時には、不測の事態に備えて AAM のシステム全体を監視する必要がある。

安全性

AAM では、安全は航空機の搭乗者と地上の人々の両方に関係する。航空業界において安全性が最優先事項であることは常に変わらない。

安全性に対する社会の認識は、統計的な安全性のレベルとは必ずしも一致せず、技術の新規性など他の要因に影響されることがある。

AAM が受け入れ可能な安全性を持ち、信頼できる輸送手段であるという社会的信頼を得るには、民間企業と政府機関両方の努力と時間を要する。規制当局は、効果的で透明性のある監視と規制を通じて、社会受容性のための強固な基盤を確立する上で重要な役割を果たす。

徹底的な検証、妥当性の確認、先行プログラムを成功させるとともに、フェーズ 1 を通じて行われる低密度運航での AAM 機の段階的な拡大を成功させることで、社会から AAM の安全性に大きな信頼を得ることができる。

AAM 運航の導入、変遷、拡大を通じて、安全目標と要件が適切に維持されるように、規制当局、航空機メーカー、AAM 運航者、その他の利害関係者、及び地域社会の間での協力的なプロセスを持つことが AAM の安全文化の発展をサポートする。安全性について早期に積極的な検討をすることは、AAM に対する社会的信頼の確立に貢献する。これは運航の拡大時においても維持する必要がある。

セキュリティ

安全性と同様に、セキュリティについても受け入れ可能なレベルにあることを示すことが重要である。次項「機体と運航」で述べるような対策は AAM の安全な運航に寄与し、社会的信頼の確立に貢献する。

3.1.2 騒音・視覚的影響

航空業界では、騒音をはじめとする地域社会の懸念に対処するために、技術、運航手法、地域社会との関わり方を改善してきた。地域社会は、AAM 運航の騒音だけでなく、視覚的な影響を懸念する可能性もある。騒音については、従来機と同じ測定をした場合、従来機よりも低減されることが期待はできるものの、運用環境がより身近になること及びローターが高い周波数の音を発生することから、従来機にはなかった問題が生じる可能性がある。

地域社会との連携や協議を行い、AAM の導入、運航、発展に関連する懸念を検討し、必要に応じて対処するために、国や地域において効果的なプロセスを確保することが重要である。技術、運航手法、地域社会との関わり方を継続的に進歩させることにより、AAM の広範な社会的利益（身近な移動手段となること等）と地域社会の懸念とのバランスをより効果的にとることができるようになる。

騒音や視覚的な影響を緩和する手段としては、都市部での都市計画や運航手法（飛行ルート、運航手順、運航制限など）、低騒音の航空機技術などが考えられる。

3.1.3 プライバシー

騒音管理と同様に、AAM に関連するプライバシーの懸念（例：低高度空域での地上の人や財産の撮影など）は、地域社会から十分な理解を得ることと、必要に応じて AAM 機にプライバシー・ポリシーを適用することで軽減できる。ドローン用に開発されたプライバシー・ポリシーやガイドラインと異なり、カメラを対象に向けないといった対策を講じることができないことから、従来機よりも低高度で飛行する場合には、地上の状況も踏まえ、飛行ルートを配慮するといった工夫等が必要となると考えられる。

3.1.4 環境の持続性

環境への影響に十分な配慮が求められるが、影響を最小限に抑えるための方策として、野生生物保護区域の設定や鳥類回避システムの導入が考えられる。野生生物保護区域では、AAM 機を特定の経路に沿って迂回させる必要が生じる可能性がある。

もうひとつの懸念は、AAM 機やそのバッテリーの製造・生産による環境・気候への影響に関するものである。これらの懸念は再生可能エネルギーの使用やリサイクル等により軽減できる可能性がある。

3.2 機体と運航

AAM 機の型式証明基準は多様な設計を考慮する必要があり、運航安全基準は AAM 機が電気モーターを動力とすることを考慮して改正する必要がある。また、新たなパイロットライセンスの要件や、バッテリーシステム、整備プロセスの標準化も必要となる。さらに、安全性を確保・管理するための取り組みとして、AAM 機が操縦者の搭乗した運航から自動・自律運航へと進化する中で、どのようにリスクを特定・軽減していくかを検討する必要がある。日本においては、初期の運航に必要な基準等の制定は 2023 年度に完了し、2027/2028 年度の商用運航開始及びその後の運航拡大に向けた基準等の検討を順次進めている。

3.2.1 型式証明

AAM 機は、従来機と比較して、VTOL/低高度飛行、電動化、無操縦者等、新たな技術分野における基準や適合性証明方法を必要とする。

AAM 機の設計と運用の多様性を考慮して安全な運航のための耐空性基準を確立することが必要である。可能であれば、型式証明へのアプローチを国際的に調和させるべきである。

3.2.2 運航

AAM の運航については、その特性が従来機と異なるため、安全性、環境への影響、騒音等、様々な観点から基準や制限を設ける必要がある。

また、2030 年代後半以降 にさらに就航率および運航密度を向上すること等が想定されており、航空機の性能向上、AATM の高度化、高密度運航を実現するための情報共有体制の構築、自動化・自律化の進展などを踏まえた新たな飛行方式への対応を検討する必要がある。新たな飛行方式は国際的にハーモナイズされたものとなることが期待される。

操縦者の訓練

AAM 機の運航に必要な操縦者の要件は、既存の飛行機やヘリコプターの操縦者要件とは異なる場合がある。この産業の潜在的な規模を考えると、操縦者の需要の増加に関連する課題も出てくる可能性がある。知識及び技能の習得のためのトレーニング方法・テスト手法及びライセンスの枠組みが必要である。

遠隔操縦

AAM の開発アプローチを考えると、早期に遠隔操縦機能を導入したいという要望が出てくることが予想される。そのためには、従来のオンボードパイロットとリモートパイロットの間で、操縦者の役割がどのように変わるのかを定義する必要がある。なお、「遠隔操縦」とは自動化・自律化レベルに関係なく、操縦者が搭乗していないことを示す。

役割と責任の定義にあたっては、運航時の責任者の明確化が必要となる。この定義には、RPIC による旅客輸送という新しい概念が含まれる。また、遠隔操縦による AAM 運航のための訓練及びライセンスの枠組みも必要となる。

安全な運航を担保するためには、遠隔操縦に必要な環境やシステムの要件を定義する必要がある。遠隔操縦においては、冗長性、低遅延性、高いリフレッシュレートを持つ C2（Command and Control）リンクが必要となるほか、見張り義務のための通信が必要となる可能性がある。オンボードの PIC 同様に、RPIC は AAM 機が飛行している空域の運用ルールを遵守し、他の航空機、障害物などを回避し、空域の制約や天候、その他周辺環境を考慮しつつ飛行を行う。遠隔操縦の実現のためには、既存の DAA（Detect and Avoid）や交通管制との通信の方法と技術に対して新たな要求事項が発生する可能性がある。

セキュリティ

安全な運航を確保するために、様々なセキュリティ対策を講じる必要がある。

サイバー・セキュリティ：AAM の悪意ある利用又は支配を避けるために、サイバー・セキュリティ対策により、AAM の通信や情報のハッキング（又はその他の悪意のある行為）を防止しなければならない。通信の暗号化はもとより、リプレイ攻撃対策など、あらゆる攻撃を想定し、必要に応じたサイバー・セキュリティ対策を検討し実施すべきである。

物理的セキュリティ：搭乗者及び／又は AAM に関わる要員の保安検査により、AAM に関連する悪意のある搭乗者又は作業員の行動のリスクを低減することができる。一部のパーティポートではスペースやインフラが限られているため、セキュリティ対策にはこれらの制限を考慮する必要がある。荷物や乗客のスキャン、特定の物品の持ち込み制限などの対策をする必要がある。

3.2.3 MRO、サービス、充電・燃料補給、格納庫及び夜間駐機場所

MRO（Maintenance、Repair & Overhaul）やサービスのための施設には、AAM 機のバッテリーを充電するための電源設備が必要となる。また、水素燃料電池を搭載した機体が導入されると、AAM 機に燃料を供給するために水素を利用したり貯蔵したりする必要が出てくる可能性もある。

充電式バッテリーを搭載する AMM 機の充電設備の標準化は、以下のように多くの理由で重要になる。

- 整備や地上作業の簡素化
- 機体の充電手順の効率化
- 充電設備やインフラのコスト軽減
- 地上職員や整備士の訓練時間の短縮
- 必要なバッテリーインフラを簡素化することによる火災リスクの軽減

また、給電設備の技術課題として、2030 年代後半以降における AAM の高頻度運航を想定すると、方式によって必要とされる充電時間や充電出力に大きな差が生じる。電池交換方式は現行の電動モビリティ向け給電システムの最大出力水準で要求を満たし得る一方、機体構造の重量増加が課題となる。

一方で、短時間駐機を前提とする場合にはメガワット級の充電出力が必要となり、給電設備の高出力化に加え、機体側での受電能力の向上、対象となる AAM 機適合を前提とした高電圧・大電流への対応や冷却・安全対策の高度化が求められる。

さらに、建物屋上等のパーティポート設置における電源供給の確保や、パーティポート設置に伴う電力需要の増大に対応した建物全体のエネルギーマネジメントの検討も重要となる。

AAM 機の品質を維持するため、整備・改造を行った後の法確認を行おうとする整備士はライセンスを取得する必要がある、その要件は、整備士の能力を定義するために必要となる。また、AAM 機を整備する際に必要な知識及び技能の習得のためのトレーニング方法・テスト手法及びライセンスの枠組みが必要である。なお、整備士の法確認は、認定事業場による法確認とすることもできる。

また、都市部では格納庫や夜間駐機場所の確保も課題となる可能性がある。

3.2.4 安全管理・維持

AAMの適切な安全管理方法を定義し、AAM運航者に加えて、パーティポート運営者等のステークホルダーがそれぞれの役割に応じた効果的な安全管理システムを導入することが重要となる。

AAM の運航環境に優れた安全文化が確立されるためには、安全に関する情報を共有し、教訓を得ることができる仕組みを構築することが有益である。優れた AAM 安全文化には、業界参加者による安全情報の共有が不可欠であり、関係者間で安全情報を共有するシステムを構築することが重要である。安全情報の共有は、できるだけ早期に開始すべきである。

3.3 低高度空域の交通管理^[5]

低高度空域には、AAM 機が導入され、新たな地上インフラ（パーティポート）も導入される。AAM 機の性能や運航規模を勘案し、運航方法も現在とは異なるものになると考えられ、さらに IMC で運航できることも期待されるとともに、最終的には自動・自律運航を行う AAM 機に対しても交通管理が必要になることが予想される。

地域社会に密接した AAM 運航の規模は重要な検討事項であり、操縦者搭乗、遠隔操縦、自動化・自律化した AAM 機に加えて、従来機やドローンなども同じ低高度空域で運航できることが望まれ、これらすべてのユーザーが共存できる安全な運航方法を確立し、かつ空域のパフォーマンスを最大化する必要がある。

低高度空域における交通管理は、機体の多様性、オンデマンド運航をサポートする必要性、及びビルのような障害物の増加などの要因によって、より複雑化する可能性もあり、将来的にこれらの課題に対応するためには ATM、UTM、AATM の連携が重要となる。

ATM、UTM、AATM 間の連携で重要なことは、このようなシステム間で共有される情報が、安全リスクを管理するためにどのように使用されるかに適した完全性のレベルでなければならないということである。例えば、UTM から受信し、AATM 又は ATM システム内の意思決定に使用されるデータは、安全リスクに対して適切なレベルの保証が必要である。同様に、SDSP からのデータは、そのデータが使用される目的である安全リスクの軽減に適したレベルで保証される必要がある。

データの保証は、ATM、UTM、AATM および SDSP にわたる範囲で行われなければならない。データがどのように利用されるのか、またデータが影響しうる安全リスクを明確に理解し、利用時には、データの出所と完全性を考慮しなければならない。

また、ATM、UTM、AATM の連携においては、関係者間で共有される情報量が従来に比べて増加する可能性があるが、システムを介した情報のやり取りの自動化を実現することで、交通管理を行う関係者のワークロード軽減も期待できる。

将来的な低高度空域の交通管理における課題に対する具体的な解決方法について、実証を通じた検討を行う必要があると考えられる。

3.4 都市との統合

バーティポートの都市との統合における主要な課題について以下に記載する。

3.4.1 都市計画

バーティポートの設置にあたっては、各地域の都市計画に関して行政・地域社会との調整を求められることが想定される。また、バーティポート運営者は、バーティポート周辺空域の使用方法について JCAB との調整が必要となる場合も想定される。バーティポートの戦略的な立地選定は、社会受容性、地域社会への影響、空域設計、経済・需要の観点、既存の交通モードとの統合など、さまざまな要因を考慮して行うことが重要である。

3.4.2 バーティポートの設計要件と許可

空港及びヘリポートに関する既存の設計要件は、バーティポート独自の設計要件を構築するための基盤となる。しかし、ICAO の SARP s に基づいた空港の設計要件と現行のヘリポートに関する設計要件は、AAM 機の運航に関する規則ではないため、サイズ要件や制限表面等を設定する必要がある。さらに、これらのバーティポートの一部は建物屋上に建設することが提案されているため、設計上の課題が追加される。

バーティポートの設置については、将来的には、規制当局からの許可を受けることが必要となる。日本においては、バーティポートの整備基準策定までの間は、バーティポート施設に求められる規格及び制限表面等に関する考え方や留意事項を示したバーティポート整備指針を定めており、実際の離着陸に際しては、AAM 運航者が空港等以外の場所に離着陸するための許可が必要である。国際的な調和を可能にするため、日本のバーティポート整備指針は、他の航空規制当局がすでに策定したガイダンスと可能な限り整合したものとしている。JCAB は、将来的に、管理システム、運用手順、物理的特性、障害物の評価と対応、灯火施設等の視覚援助、救助・消火サービス（RFFS）等、バーティポートに求められる最小限の基準を決定する。

AAM 機の種類と性能は多岐にわたることが予想され、バーティポートの整備基準は機体にとらわれず、各機種仕様と能力に対応できるものでなければならない。必要に応じて整備指針・基準の変更を繰り返し、不要な物理的要件を減らし、機体メーカーの性能データを使用して運用要件を最適化する必要がある。

性能ベースのバーティポート整備基準を策定するには、いくつかの課題がある。

- 参考となる十分な機体性能データがないこと。
- 既存の空港設備が AAM 機の運航を安全に受け入れることができるかどうか明確でないこと。
- ICAO の SARP s をはじめ、諸外国でも基準化に向けて検討中であること。

また、電力要件、環境への影響、緊急時の対応、道路交通への影響など、バーティポートの設計や運営に関して、地元当局、天然資源・エネルギー関連省庁、公共事業、緊急対応省庁、その他の運輸関連官庁など、他の規制当局が設定する要件や規制もある。規制当局による継続的な検査により、必要な安全性のレベルが維持されることが期待される。

既存のヘリポートの設置許可の要件は、バーティポートの設置許可の基準を策定するための基盤となるものだが、AAM による安全な旅客輸送便を実現するには追加で検討すべき事項がある。例えば、バッテリーの火災抑制と関連する救助・消火サービス（RFFS）の要件、及びサポートする交通管理技術とサービスの役割は含まれておらず、eVTOL 用のバーティポートの設置と安全な運用のための重要な検討事項となる。

国際的な標準化組織がバーティポートの運営者及び運用のためのガイダンスを策定する取り組みは、バーティポートの許可制度を構築する上で有用な基盤となることが期待される。

3.4.3 他の交通機関との接続

現在、地域の都市計画において、バーティポートのインフラに関する計画指針はない。AAM は都市交通の新しい形態であり、慎重な計画と既存の交通形態との統合が必要となる。官民が連携して、地下鉄、バス、自家用車などの既存の都市交通手段と、バーティポートやその運営との統合を調整していく必要がある。

AAM の乗客には保安検査が課せられるため、既存の従来型の地上交通機関と AAM との間でシームレスな乗客の接続を確保することも課題となる。そのため、バーティポートの運営を都市の地上交通機関の移動エリアにシームレスかつ安全に統合するための運用手順が必要となる。

3.5 自動化・自律化

自動化・自律化の進展は AAM の普及に向けて期待されるものではあるが、新たに検討すべき課題も生じる。

まず、自動化・自律化に必要な機体、AATM 関連システム、インフラ、AATM と ATM・UTM との連携のためのシステム、空域管理システム等の技術開発及び整備が必要であり、それに対応した基準の整備が必要となる。

また、自動化・自律化が本格化した際にはこれまでの人と機械の在り方が変わる可能性があり、人と機械の役割分担の見直し及びそれを踏まえたステークホルダーの責任分担の見直しの検討が必要となる可能性がある。

4 AAM 導入のフェーズ

この章では、AAM の段階的な導入のフェーズと、各フェーズで対処すべき課題について説明する。

4.1 フェーズ 0

フェーズ 0 では、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。運航は、関連する安全リスクを軽減する方法で行われる。例えば、運航は地上の人々から離れた隔離された空域で行われる可能性がある。試験飛行や実証飛行は、「空飛ぶクルマの試験飛行等に係る航空法の適用関係のガイドライン」に沿って実施される他、交通管理についても既存の空域と既存の ATM の枠組みの中で個別の飛行ごとに調整が必要である。

AAM 運航の安全性に対する社会的信頼を得るためには、この段階から安全リスクに十分に配慮した飛行を重ねることが重要である。

4.1.1 初期の商用運航開始の準備

フェーズ 0 の間に、一部の AAM 機が日本の型式証明プロセスに従って型式証明を取得する。操縦者や整備士等運航にかかわる人材の養成も進める必要があり、そのための枠組みを確立する。

初期の商用運航に必要な空域の設計、計画、導入はフェーズ 0 の間に開始される。フェーズ 2 に先立ち フェーズ 1 で実現可能な空域容量を把握するための分析が行われる。

この段階でフェーズ 1 をサポートするために開発される空域と関連手順は、主に既存の空域と ATM コンセプトに基づいている。既存の空域と ATM の概念を使用することで、AAM の円滑な初期導入を実現することができる。より複雑な、あるいは新しいコンセプトの導入については、フェーズ 2 以降において更なる高度化を図るようにする。

パーティポート整備指針に沿ったパーティポートの設計と建設が開始される。パーティポートの計画及び承認の枠組みは、社会受容性及び地域社会の関わりの要件を考慮し、既存の交通形態との統合にも配慮する。

AAM 運航の準備もまた、AAM 機が飛行する場所での適切な社会受容性と地域社会との関わりを考慮する必要がある。手順とルート構造は、他の空域利用者への影響と同様に、騒音・視覚的影響、プライバシー、環境等地域社会への影響を考慮して計画される。

地域社会や空域の利用者が、パーティポートの設置場所や空域の利用方法を検討する際には、初期導入以降の将来的な運航規模について考慮する必要がある。

各種セキュリティ対策についても、この段階で実証し準備を進める。フェーズ1の初期段階では、物理的セキュリティ対策（保安検査）が主流になると想定される。

4.2 フェーズ1

フェーズ1では、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。

荷物輸送では操縦者が搭乗しない遠隔操縦によるAAM運航も想定されており、これを実現するためには、適切な安全基準の設定が必要である。

認証済の機体に加えて、航空運送事業を行うAAM運航者は事業の許可や関連する規程類の認可・承認の取得も必要である。

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。

低密度であるものの一定の飛行頻度となる可能性があり、安全性の向上と容量確保が課題になる。具体的には低高度空域関係者からのAAMの認識向上や発着頻度増加への対応が必要となる。

パーティポート周辺の空域や、空港及びパーティポートでAAM機を運航するために、新規又は既存のものを修正したATMの枠組みが必要となる。この段階で使用される空域と関連手順は、主に既存の空域と既存のATMの枠組みの中で行われることが必要となる。

このため、フェーズ1の段階では既存の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。パーティポートの容量の使用可否がAAMシステム全体のパフォーマンスの制約となる可能性があるため、フェーズ1では、基本的なAATMサービスがパーティポートのネットワーク全体の効率的な管理を可能にするために使用される。このサービスは主に、状況認識やパーティポートの需要と容量のバランスをとるために使用される。AATMサービスは、AAM機及びパーティポート運営者が使用する可能性が高い。

フェーズ1でのAATMサービスには以下のものがある。

- ー 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）
- ー 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）
- ー 運航調整（混雑ポートのDCB）

- ー 飛行計画の確認
- ー 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）

ANSP を含む AATM 関係者間の情報交換／情報共有システムが利用可能となり、AASA 内の全ての空域利用者が当該システムによるサービスを利用できるようになるフェーズ 2 の開始までは、動的空域管理などの高度な AATM サービスの利用は行われないと考えられるが、パーティポートの DCB 等、一部の AATM サービスは必要となると考えられる。

フェーズ 1 では、新しいパーティポートやルートが設置/設計されると、地域社会や他の空域利用者への影響をさらに考慮する必要がある。

ルートについては既存の ATM コンセプトに基づいた初期の AAM ルートとなる。これは従来機の運航密度の高いエリア近傍、社会受容性の観点で必要なエリアでの高頻度運航のために設定される。

パーティポートにおいては、混雑ポートの DCB のため飛行計画提出前および提出時の発着調整を実施する。

また、パーティポート空域が設定される場合にはパーティポート管理者または ANSP 等から情報提供が行われる。

フェーズ 1 の間までに、フェーズ 2 以降に備えて、AATM 等のより高度なコンセプトや、サイバー・セキュリティ対策、信頼性の高い通信の研究・開発・試行を行うことが重要である。

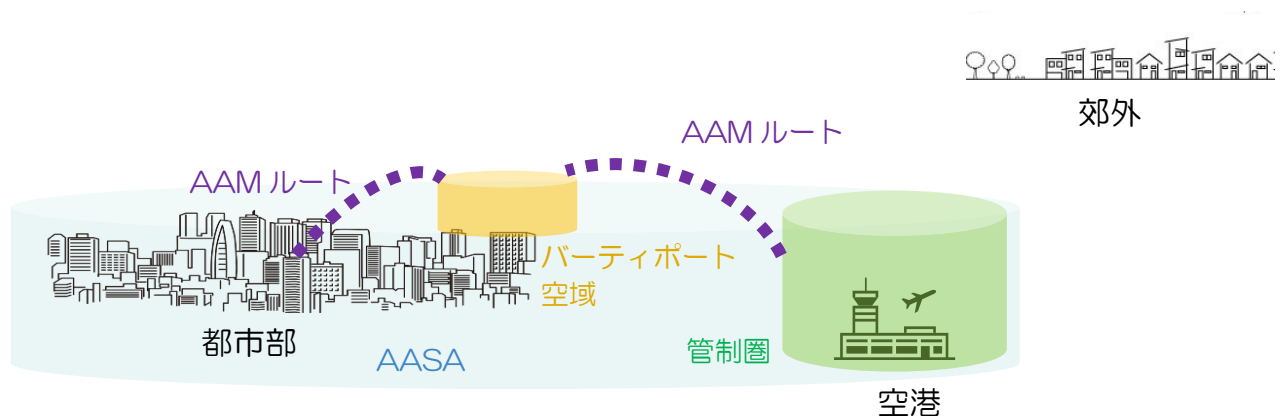


図 4-1 フェーズ 1

4.3 フェーズ 2

フェーズ 2 では、導入地域が段階的に拡大し、さらに日常の移動手段として定着していく。大都市圏では都市間/市内運航・遊覧飛行が拡大していき、その後、都市内・広域的

運航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。医療などで公的利用も開始され拡大していく。

この実現のため、中・高密度の運航が想定されている。一部の都市環境では、新たなバーティポートが整備され、都市間運航が拡大する等、従来機の運航よりも高密度で AAM 運航が行われると想定される。

また、AAM 機による空港発着の高頻度化や救急医療・災害対応などの公的目的での導入開始が想定される。このような AAM 機の飛行頻度増への対応が必要となる。運航は気象条件が悪い中でも行われることが予想され、これに対応するために、気象条件が悪い中では新たな飛行方式のサブセット等による低視程運航により就航率を向上させる。

この運用が実現されるまでの間は、低高度における IFR の導入により就航率向上を図ることが可能であると考えられるため、低高度における IFR の実現に向け残されている課題の解決を進める必要がある。

またフェーズ 2 における AAM 機の操縦には、地上からの旅客輸送機の遠隔操縦も含まれる可能性がある。

フェーズ 3 に向けた準備も必要であり、自動・自律運航の統合を可能にするための重要な研究開発や環境整備を行う必要がある。一部の自動・自律運航をする AAM 機については、研究開発および実証のため、AAM 機を含めたその他の航空機と交通流を分離する可能性がある。

より多くの、より大きく複雑なバーティポートが開発され、より大きな容量の発着が可能になる。ビルの屋上などの複雑な都市環境を含め、より高度なバーティポートをサポートするためには、設計や運用要件の進化が必要になる可能性がある。

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、交通管理の手法と手順の高度化が必要となる。新しい空域概念と高度な AATM サービスは、必要に応じてフェーズ 2 で導入される。これらの新しい概念やサービスは、参入する航空機に新しい装備や性能を必要とする場合がある。AAM ルートや AAM コリドー、AASA が必要に応じて使用される。

フェーズ 2 の AATM サービスには以下のものがある。

- － 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では、AAM機やパーティポート運営者に加え、AASA内の他の空域利用者もAAM機と同様にAATMサービスを利用することが予想される。AAM機以外のAASA内の空域利用者はATMやUTMを介してのAATMサービスの利用も想定される。

ATMと従来の空域利用者を含むAATM関係者間の情報交換／情報共有システムが必要となる。

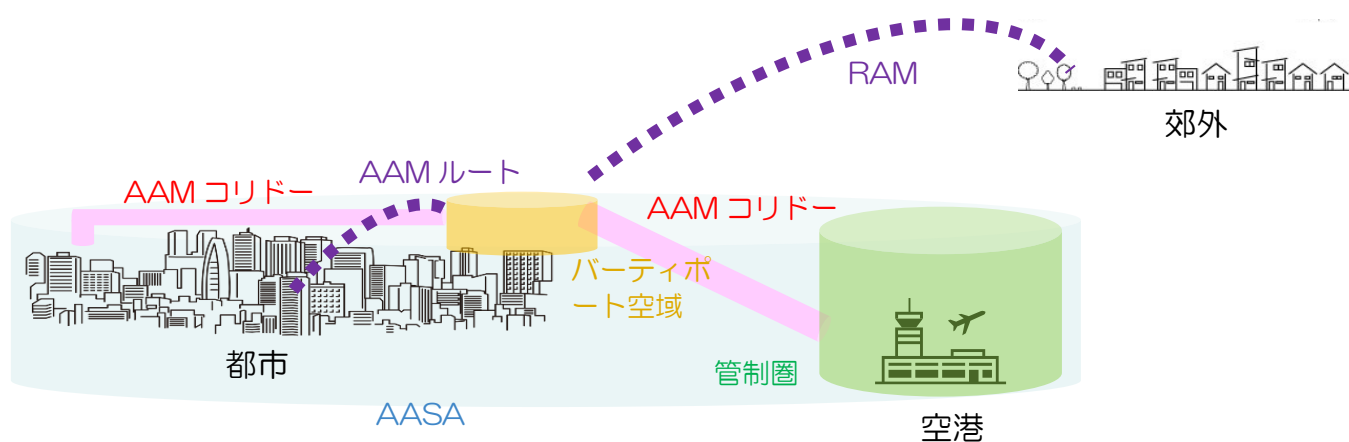


図 4-2 フェーズ2

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。

パーティポートにおいても事前の発着調整に加え、パーティポート発着、AAMコリドー、パーティポート空域のDCBと連動したリアルタイムの出発制御が行われる。

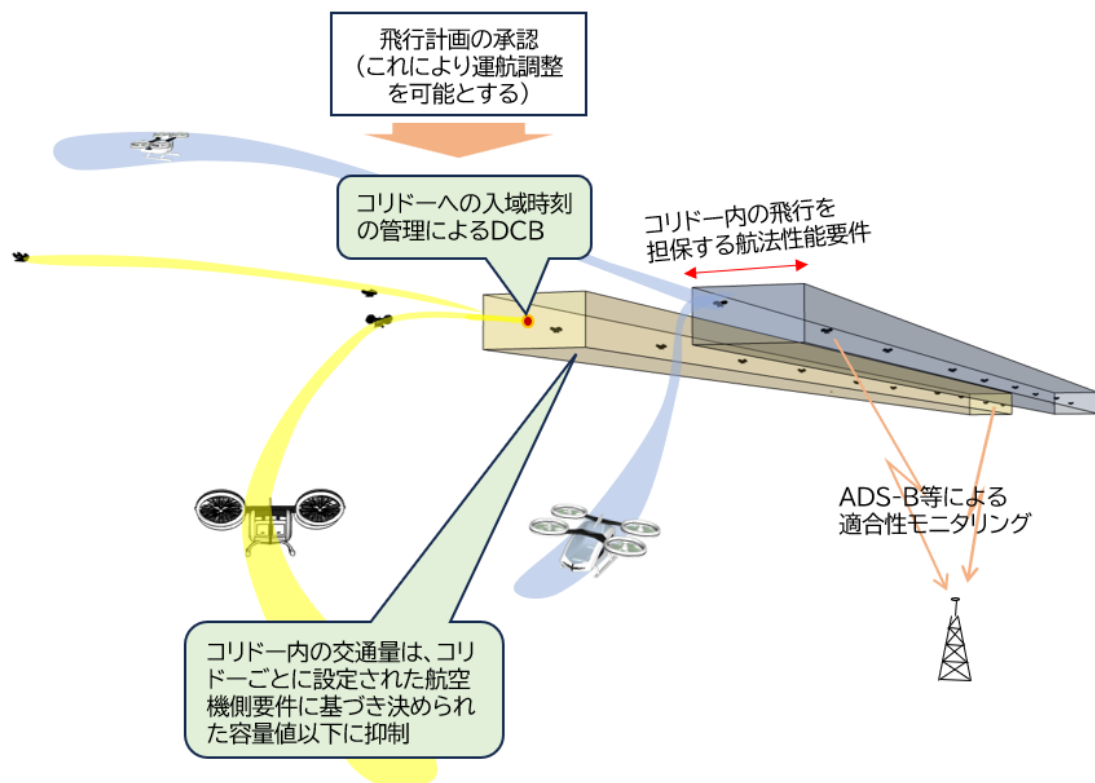


図 4-3 フェーズ 2 における AAM コリドーの概念図

フェーズ 2 後半（2030 年代後半）以降に想定される運航の実現に向けては、リアルタイムな運航状況を踏まえ、離着陸軌道の生成や離着陸誘導等の支援機能を含む、離着陸場運用の自動化について技術開発を進めることが必要である。さらに、機体搭載センサなどの監視・衝突回避を目的とした機上装備品や、制御や誘導を目的としたソフトウェアシステムを含む機体の自動化に関わる技術開発も必要である。

並行して交通管理の自動化に関する技術開発を進めることが必要であり、緊急時における機体との連携機能の確立に加え、機体数や就航率等のリアルタイムな交通流予測に基づく情報処理および調整機能の高度化が求められる。

またこの時期においては、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。これまでの機体間の間隔確保（セパレーション）は ANSP や操縦者等が行っているが、この AAM 機はコリドー内において新たな飛行方式に従い、機体自身が持つ機能として他のコリドー内の AAM 機とのセパレータとなる能力を持ち、高密度運航を達成する可能性がある。

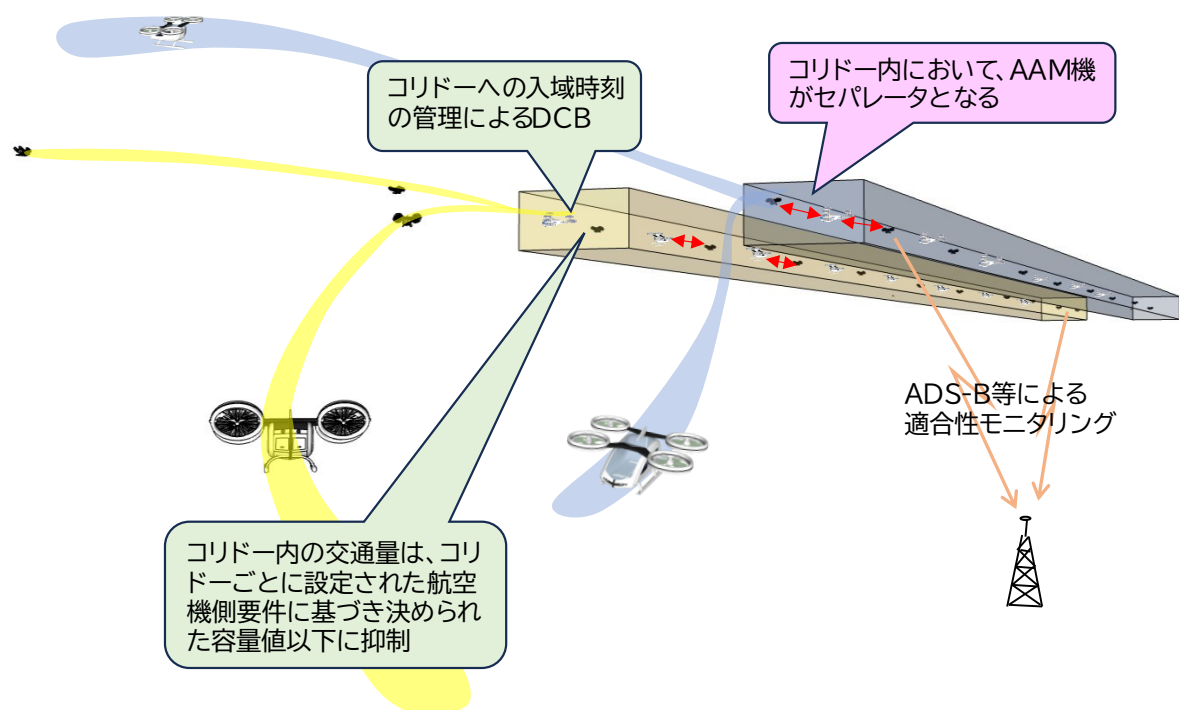


図 4-4 フェーズ 2 の後半の自動化・自律化した AAM 機の AAM コリドーの概念図

4.4 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。

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。

フェーズ 2 後期と比較して、AAM 機が機能として他の AAM 機とのセパレータとなる能力を持つだけでなく、従来機との間でもセパレータとなる能力を持つ機体が出現したり、AAM コリドーのような線的なセパレーションだけでなく、空間的なセパレーションも行う能力を持つ機体も出現することが予想される。

このような機体による運航に対応するためには、超高密度運航の実現を支える情報共有、低高度監視網の構築含む、AATM の高度化が必要である。

4.4.1 運航イメージ^[14]

フェーズ3における具体的な運航イメージを以下に示す。

4.4.1.1 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。

自機で分離（セパレーション）を確保できる AAM 機は、従来機と同等の条件で VFR／IFR により飛行する（IFR 適用時の分離は ATM／AATM が担う）。このため、飛行方式や従来機側の制約により、運航密度・頻度は従来の VFR／IFR 運航から大幅には増加しないと想定される。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。

従来 VFR/IFR 機による運航と同程度の運航密度と頻度を想定した従来機と空域を共有した運航イメージを以下に示す。

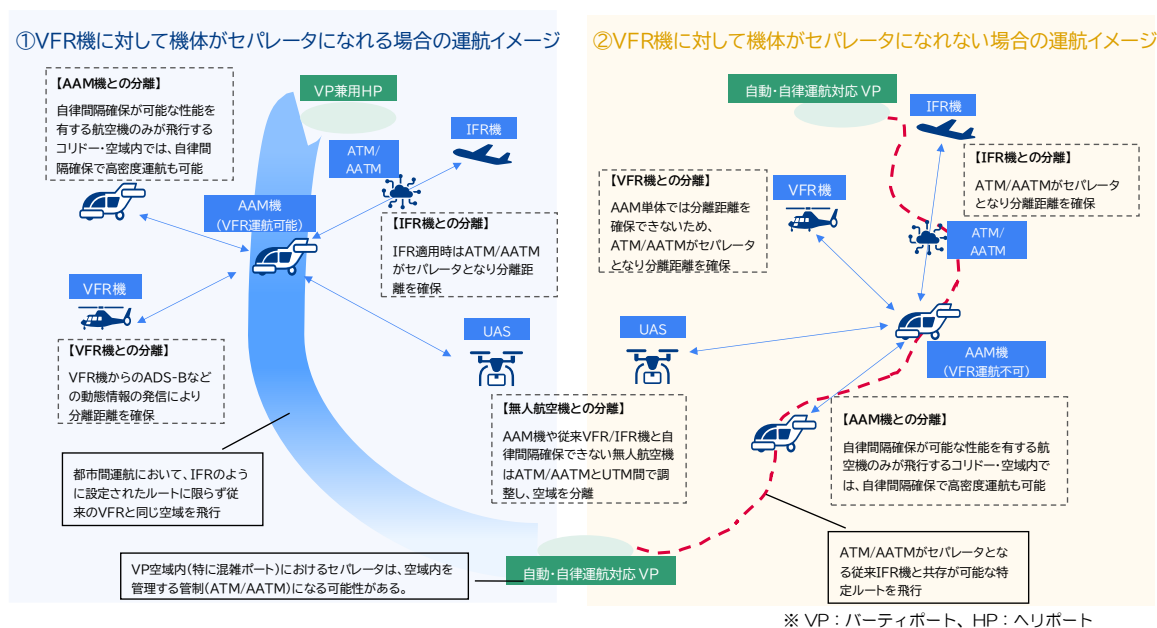


図 4-5 従来機と空域を共有した運航イメージ

従来機と空域を共有した運航に係る空域や交通管理の考え方等の具体的な運用条件を以下に示す。

表4-1 従来機と空域を共有した運航の運用条件

シナリオ要素	具体的な運用条件
運航規模	従来 VFR/IFR 機による運航と同程度の運航密度と頻度
航空機の種別	AAM 機：一定の自動化・自律化機能を有し、パイロットが機上に搭乗しない航空機（無操縦者航空機）、乗客がいない貨物専用機（無操縦者航空機）も含む。ATM/AATM との通信、他の AAM 機との自律間隔確保、ならびに自律的な緊急衝突回避の機能を有する。従来 VFR 機との戦術的間隔確保の性能について、以下の 2 パターンが同時期にあると想定されている。 ➢ VFR 機に対して機体がセパレータになれる AAM 機 ➢ VFR 機に対して機体がセパレータになれない AAM 機 従来 VFR 機/IFR 機：現在飛行しているジェネアビ機・回転翼機（VFR 機）や旅客機（IFR 機）。VFR 機/IFR 機とも動態発信能力（ADS-B、TCAS 等）を有する前提。 無人航空機：AAM 機と同等の性能を有しない、一定重量の貨物輸送や特定の用途に使用されるドローン（その空域のセパレータが課する要件に従う場合に、他の航空機と空域を共有する場合がある）
空域の考え方	- AAM 機は従来 VFR 機/IFR 機と空域を共有するが、検討時期においては 2 つの性能を持つ AAM 機の性能により、以下の 2 パターンが考えられる。 【VFR 機に対して機体がセパレータになれる場合】： ➢ AAM 機同士は機体（遠隔操縦を含む）がセパレータ。ただし、IFR 適用時は ATM/AATM がセパレータとなる。 ➢ 従来機との空域の共有については、従来 VFR/IFR 飛行方式で従来機と同等の空域の飛行が可能。 ➢ ただし AAM 機（無操縦者航空機）の装備機能を活用して AAM 機がセパレータになる場合、従来機との航空機間隔の取り方は従来 VFR/IFR 飛行方式のいずれにも該当しない、という整理になる可能性がある（要検討）。 【VFR 機に対して機体がセパレータになれない場合】： ➢ AAM 機用のルートを設定（IFR ルート、あるいは AAM 機の運航に合わせて飛行方式の一部を変更）。同ルート上では、AAM 機と従来 VFR/IFR 機との間隔確保は ATM/AATM がセパレータとなり、AAM 機同士の間隔確保は機体がセパレータとなる。ただし、IFR 適用時はいずれも ATM/AATM がセパレータとなる。 ➢ 当該ルート内は、AAM 機が IFR の要件を満たしており従来 IFR 機も飛行可能な前提だが、従来 IFR 機が進入する場合には ATM/AATM の許可が必要。 ➢ VFR 機に対して機体がセパレータになれない AAM 機の飛行ルートは、VFR/IFR 機の両方に ATM/AATM により間隔設定がされる空域である必要がある。 - パーティポートの DCB 管理等を目的として、一定以上の運航頻度があるパーティポート周辺に空港と同様に AAM 専用の空域（パーティポート空域）を設定する。

	パーティポートを利用するのは基本的に AAM 機であるが、立地条件や需要などに応じてヘリコプターと共用することを考慮する。
交通管理	- 飛行空域では、常時あるいは必要時に運航者（機体）がセパレータとなりうる飛行運用を想定する。同じ状況で、異なる主体がセパレータとなることはなく、（VFR 方式ではない）運航者（機体）がセパレータとなる状況では、ATM/AATM がセパレータとなる飛行は混在しない。ただし、VFR 機に対して機体がセパレータにならない AAM 機と従来 VFR/IFR 機との間隔確保は ATM/AATM がセパレータとなる。 - パーティポート空域内も従来 VFR 機/IFR 機が使用する場合は ATM/AATM がセパレータとして管理する。

4.4.1.2 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、新たな飛行方式を必要に応じ活用した上で、AATM による DCB 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。

従来 VFR/IFR 機を大きく上回る運航密度と頻度を想定した従来機と空域を共有した運航イメージ以下に示す。

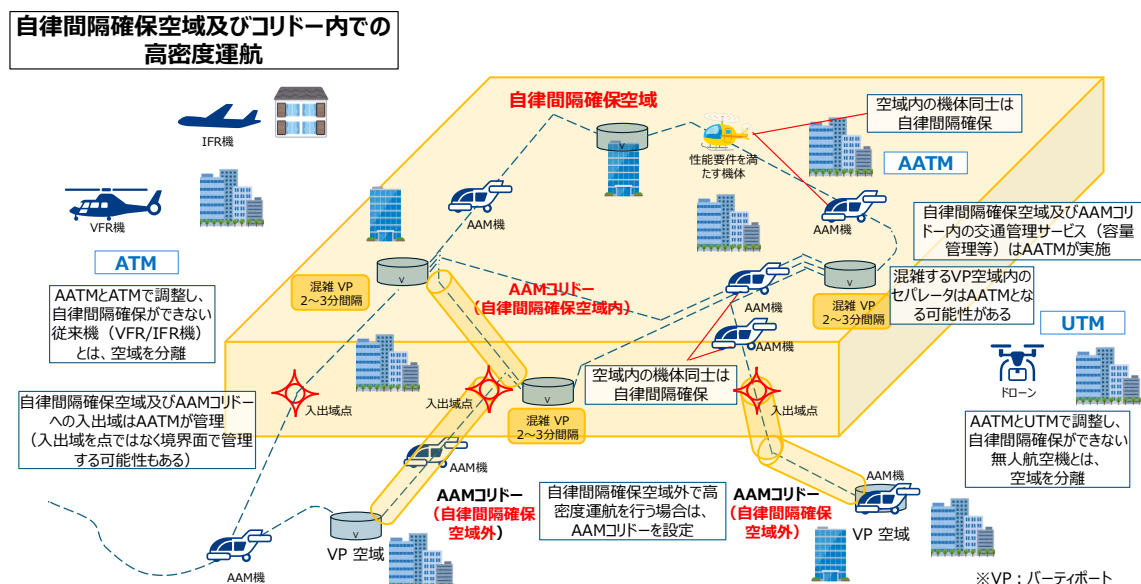


図 4-6 自律間隔確保空域及びコリドー内での高密度運航イメージ

自律間隔確保空域及びコリドー内での高密度運航に係る空域や交通管理の考え方等の具体的な運用条件を以下に示す。

表4-2 自律間隔確保空域及びコリドー内での高密度運航の運用条件

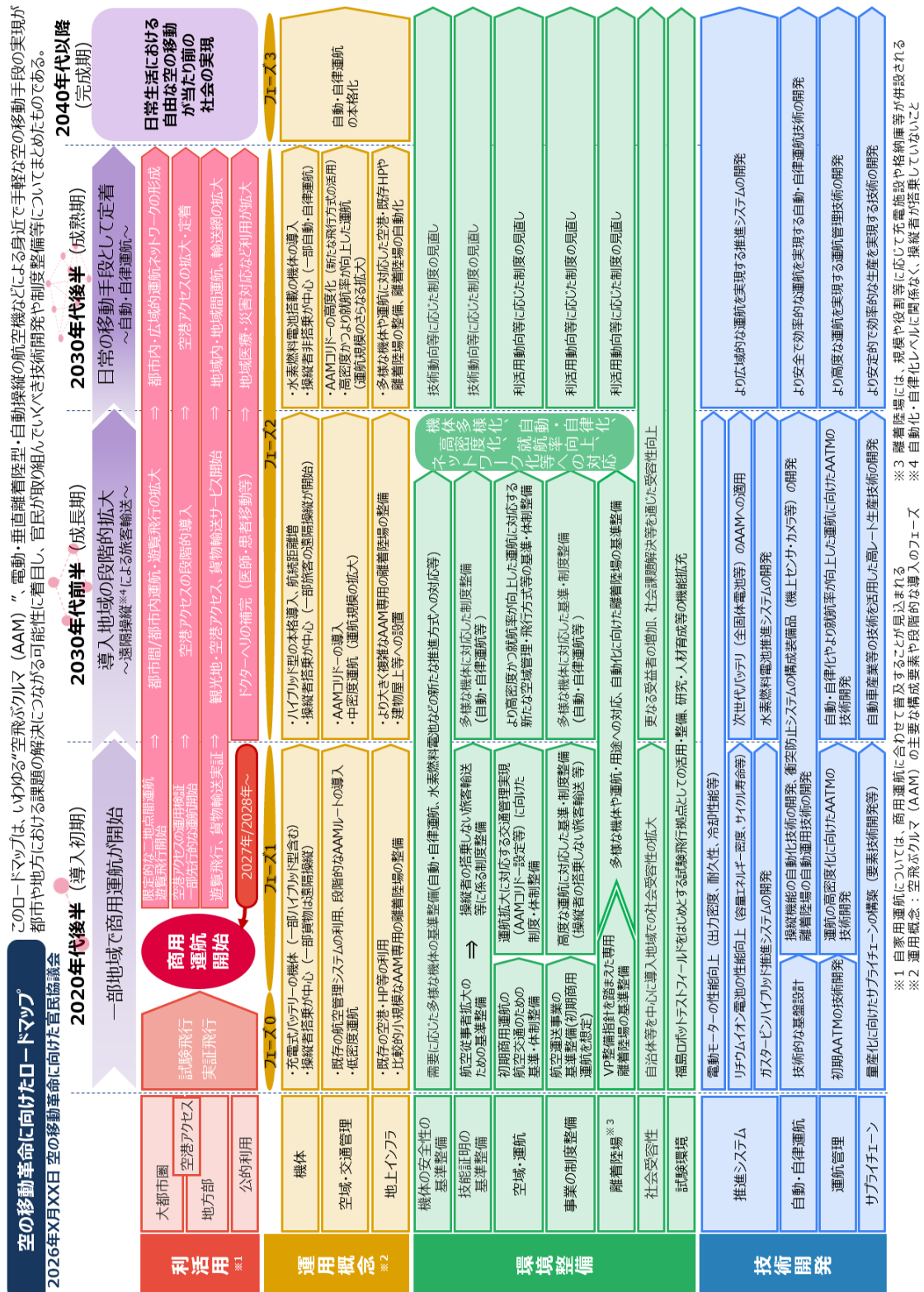
シナリオ要素	具体的な運用条件
運航規模	従来 VFR/IFR を大きく上回る運航密度・頻度
航空機の種別	• AAM 機：一定の自動化・自律化機能を有し、パイロットが機上に搭乗しない航空機（無操縦者航空機）、乗客がいない貨物専用機（無操縦者航空機）も含む。ATM/AATM との通信、他の AAM 機との自律間隔確保、ならびに自律的な緊急衝突回避の機能を有する。従来 VFR 機/IFR 機とは空域が分離されているが、これらが空域を逸脱する場合には例外的に AAM 機も AATM/ ATM による戦術的間隔確保のサービスを受ける。 • 従来 VFR 機/IFR 機：現在飛んでいるジェネアビ機（VFR 機）や旅客機（IFR 機）。VFR 機/IFR 機とも動態発信能力（ADS-B、TCAS 等）を有する前提。自律間隔確保に対応した AAM 機と同等の性能を有する場合は、自律間隔確保空域での飛行が可能。 • 無人航空機：AAM 機と同等の性能を有しない無人航空機。自律間隔確保に対応した AAM 機と同等の性能を有する場合は、AAM 機と同様に扱う。
空域の考え方	• AAM が高密度運航したい空域をカバーする自律間隔確保空域及びコリドーを設定（必要に応じて動的な設定も行う）。自律間隔確保空域に入れるのは、自律間隔確保に対応した AAM 機と同等の性能を有する航空機のみ。 • 自律間隔確保空域を広く定める場合、その中で特にトラフィックが多いルートにはコリドーを別途設定することもあり得る。（自律間隔確保空域内のコリドー外も飛行可能。コリドー内は必要に応じて飛行方向・速度を揃え、コリドー外より更に飛行密度を高める想定） • 自律間隔確保空域の外にも、必要に応じてコリドーは設定される。このコリドーに入れるのは、AAM 機と同等の性能（特に、CNS の性能）を有する航空機のみ。ただし、自律間隔確保相当の性能は要件としない。
交通管理	• 自律間隔確保空域内及びその内外のコリドー内は、AATM が管理。セパレータは原則として機体だが、自律間隔確保空域外のコリドー内では、AATM がセパレータとなる可能性がある。 • 従来 VFR 機/IFR 機が飛行する空域（自律間隔確保空域外）は ATM が管理し、セパレータの役割も持つ。 • 無人航空機が飛行する空域（自律間隔確保空域外）は UTM が管理し、セパレータの役割も持つ。 • パーティポート空域内は AATM が管理。自律間隔確保空域内のパーティポート空域でも、セパレータは原則として機体だが、混雑パーティポートにおいては、AATM がセパレータとなる可能性がある。

5 まとめ

空の移動革命に関する官民協議会実務者会合での議論を経て、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を含むエコシステム全般の概要や段階的な導入のフェーズについて記載した「空飛ぶクルマ（AAM）の運用概念（ConOps）」をとりまとめた。

しかし、本文書に記載した内容は、現時点での知識と予測に基づいたものであり、今後の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て内容を常にアップデートしていくことが重要である。そのため、引き続き、空の移動革命に向けた官民協議会においても議論を継続し、改訂版を発行していくことを想定している。

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)

大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージ

第11回空の移動革命に向けた官民協議会（令和7年8月28日）

	2025	2020年代後半 (2027/2028～) (※1)	運航頻度の向上	2030年代前半	事業規模拡大等	2030年代後半	全国規模での NW形成	2040年代
意義								
全体								
大都市圏	大阪・関西万博 - 万博会場周辺の飛行を実施。 - 来場者が空飛ぶクルマの運航を間近で体感し認知度が大きく向上。	二地点間運航が限定的に開始 既存施設や先行して整備されるVPを活用して、主要なエリアを結ぶ二地点間運航が限定的に開始。	商業運航が一部先行する地域で開始	新たなVPが整備され、都市間運航が拡大 新たなVPがいくつかが整備され、大都市圏の中心都市とその数十キロ圏にある都市を結ぶ都市間運航が拡大。	運航頻度が高まり、導入地域が徐々に拡大	運航頻度は更に高まり、より多くの人の日常的な移動手段として定着	日常生活における自由な空の移動が当たり前の社会を実現	
地方部		一部で遊覧飛行・貨物輸送の実証が開始 - 島根県（多島美、山、世界遺産など）で、空から景色を一望する遊覧飛行など商用運航が開始。 - 拠点間での貨物輸送の実証が開始。	空港アクセスの実現に向けた運用検証 段階的に実証が重ねられ、既存機との運航調整など官民双方でノウハウが蓄積。	遊覧飛行が限定的に開始 ベイエリア等における遊覧飛行など、非日常的な体験として商用運航が限定的に開始。	空港アクセスが一部で開始 既存機との調整や空港施設整備などの課題が解決され、空港と大都市圏の商業施設などを結ぶ空港アクセスサービスが一部で開始。	観光地・空港へのアクセスや貨物輸送が開始 - 拠点VPを中心に複数のVPが設置され、遊覧飛行が拡大するとともに、観光地や空港へのアクセスに課題を抱える地域での二地点間運航が開始。 - 物流拠点にVPが整備され貨物輸送サービスが開始。	観光利用が定着、地域内運航の開始 - 全国の観光地で、周辺観光地への移動や地方空港の乗り入れなど観光利用が定着。 - 観光利用に限定しない日常的な移動手段としての運航が開始。 - 運航拡大により、一部地域で広域的な運航ネットワークの原型が形成。	
利公的等								

(※1) 一部限定的なエリアでこれに先行する可能性あり。(※2) 自家用運航については、商用運航に合わせて普及することが見込まれる。

大阪・関西万博後の社会実装の実現イメージについて

1. はじめに

市街地での活用も期待される「空飛ぶクルマ」は、「空」を活用することで、これまでにない革新的な移動手段が提供されると期待されている。

空飛ぶクルマが社会実装されることにより、都市や地方が直面している課題の解決や、新たな人の流れを生み出す付加価値の高い移動サービスの実現、安心・安全な社会の実現が期待され、大都市圏においては、渋滞に影響されない、迅速で快適な交通サービスへの活用、地方部においては、日々の移動や迅速な救命救急の手段としての活用など、様々な活用方法が期待される。

また、空飛ぶクルマは、2050 年の世界市場規模は約 184 兆円と予測され、航空機産業における新興市場としても大きく期待されている。空飛ぶクルマによる移動等は新しいサービスであり、産業として発展させるためには、機体や運航管理システムなどの関連技術の開発を通じて産業基盤を整備することに加えて、国内市場の将来像を描くとともにその実現に必要な環境整備を進めることで需要創出・市場開拓を行い、多くの事業者や投資を呼び込むことが重要。

大阪・関西万博のあとは、いよいよ空飛ぶクルマは社会実装を進めて行く段階となる。万博期間中に国内外複数の機体が万博会場内のパーティポート（以下「VP」という。）周辺を飛行し、来訪者等が身近に空を自由に移動できる未来社会を体感するとともに、万博後も引き続きユースケースの発信を行うことを通じて、空飛ぶクルマの認知度の向上を図り、その後の全国的な社会実装の展開へと繋げていくことが重要。

社会実装の進め方については、2022 年 3 月に、空の移動革命に向けた官民協議会のユースケース検討会がとりまとめた「目指すべき絵姿と中長期的な実装の流れ」を踏まえ、官民協議会において空の移動革命に向けたロードマップが示されたところ、現在は、機体開発の動向等も踏まえながら、その実現のために必要な環境整備や技術開発が官民協議会の各WG等を中心に進められている。

万博後の社会実装をより効率的・効果的に進めるためには、各WG等における取組を着実に進めると共に、関係者が「目指すべき絵姿と中長期的な実装の流れ」で示された「実現イメージ」を現実のものとするために行うべきことを共有し、十分に連携してその実施に取り組むことが極めて重要であり、このために必要な「実現イメージ」の具体化や必要な対応の整理を行う。

2. 実現イメージについて

① 導入初期（2020年代後半（2027/2028～ ※一部限定的なエリアでこれに先行する可能性あり））
～商用運航が一部先行する地域でスタート～

○大都市圏

一部の都市において、既存施設や先行して整備されるVPを活用して、主要なエリアを結ぶ二地点間運航や、ペイエリア等における遊覧飛行など、非日常的な体験として商用運航が限定的にスタートする。

空港アクセスとしての運航開始に向け、段階的に実証*が重ねられ、既存機との運航調整などのノウハウが官民双方で蓄積される。

※この実証には商用運航が含まれる

○地方部

一部の先行する地方において、日本ならではの景勝地（多島美、山岳、古墳、世界遺産など）で空から景色を一望するための遊覧飛行などの商用運航や、拠点間での貨物輸送の実証などがスタートする。

○公的利用等

いくつかの自治体において、救急医療、災害対応などの公的目的での導入に向けた検討が行われる。

<必要な対応>

導入初期においては、少ない機数、V P数での運航となることが見込まれるが、既存インフラ等も活用しつつ、早期に空飛ぶクルマの商用運航を開始し、実績を積み上げることが重要。

また、将来的な空飛ぶクルマの利便性向上や事業の経済性確保のためには、運航頻度の向上を図るとともに、都市内及び都市間における運航ネットワークを形成する必要がある（ネットワークの必要性は後述）。このため事業者等における運航計画の策定やV P等のインフラ整備が、将来的なネットワーク形成に繋がるように、連携して戦略的に進められることが重要。現在、空飛ぶクルマの社会実装に向けた検討が、運航事業者や地方自治体で行われているところ、政府等においてもその実現に必要な取組などを検討。

これらの対応を進め、日本における空飛ぶクルマの将来性を示すことで、導入初期における各事業者の投資判断を後押しし、早期の運航開始やインフラ整備の着手、さらにはその後の事業拡大へとつなげることが重要。

また、導入に際して大きな課題となる社会受容性の確保については、万博における運航を通じ、安全性も含めた空飛ぶクルマの認知度向上を図るとともに、運航実績を積み上げ対応していくことが重要。

② 中期：成長期（2030年代前半）

～運航頻度が高まり、導入地域が徐々に拡大する～

○大都市圏

新たなV Pがいくつか整備され、大都市圏の中心都市とその数十キロ圏にある都市を結ぶ都市間運航が拡大し、各大都市圏で広域的な運航ネットワークの原型が形成される。

都市間運航が活性化するにつれ、都市中心部とその周辺を結ぶ都市内運航が一部の主要なエリアにおいてスタートする。

ベイエリア等以外の、中心市街地などで都市景観を楽しむ遊覧も拡大する。

既存機との調整や関連する施設整備などの課題が解決され、空港と大都市圏の商業施設やホテル等を結ぶ空港アクセスサービスが一部で開始される。導入初期は、低頻度で実装され、運航を重ね徐々に頻度を高めていく。

○地方部

拠点となる地点に整備されたV Pを中心に複数のV Pが整備され、遊覧飛行が拡大するとともに、観光地や空港へのアクセスに課題を抱える地域に観光客を送迎するための二地点間運航が開始される。また、物流拠点にV Pが整備され、貨物輸送サービスが開始される。

○公的利用等

ドクターヘリの空白地域などにおいて、ドクターヘリの補完として救急医療の現場で活用が開始される。具体的には、病院間の医師や患者の移動、事故現場等への医師搬送、臓器等の輸送手段などの活用が考えられる。

<必要な対応>

運航頻度の向上等を受けて、主要な都市や観光地において空飛ぶクルマの運航ルートが拡大していくことが見込まれるが、この実現には、導入地域における社会受容性の拡大を図ることが必要。このため、導入効果の最大化、導入に際しての住民との議論の透明性確保やコミュニケーション促進、導入による副作用（騒音、環境負荷等）の最小化、安全性の説明、プライバシー保護などの必要な対応について、地方自治体等を中心に関係者が連携して実施することが求められる。

また、公的分野での利用拡大や将来的な日常生活での活用に向けた普及促進のためには、空飛ぶクルマのマーケットに投資を呼び込み経済性を向上させることが重要。事業者による運航計画と連携させ、実際にネットワークとして機能させることで、将来的に全国各地でネットワークが形成され、日本が「空飛ぶクルマの利活用拡大のトップランナー」になることの蓋然性の高さを示すことが必要。

このため、ネットワークとして機能するために必要なハブとなる拠点V P等のインフラ整備を行い、その適切な運用体制を構築することが重要。

③ 長期：成熟期（2030年代後半）

～運航頻度は更に高まり、より多くの人の日常的な移動手段として定着～

○大都市圏

大都市圏内の都市間運航が更に拡大し、各大都市圏における広域的な運航ネットワークが形成され、主要な都市間の自由な往来が更に可能となる。

屋上など多様な場所でのV P整備が進むことで、都市内でも複数地点で離着陸が可能となり、都市内運航が拡大し都市内ネットワークの原型が形成される。

空港乗入れのオペレーションが成熟し、空港アクセスの運航サービスが提供される空港数が拡大。導入済の空港では、運航頻度が高まりサービスとして定着。一部で空港間の移動も。乗り継ぎ時間の短縮など利便性の更なる向上のために、関連するハード整備なども進められる。

○地方部

全国各地の観光地で空飛ぶクルマが利用できるようになり、周辺観光地への移動や地方空港への乗り入れなどの用途が広がり観光利用が定着する。運航コストが大幅に削減されることで、運賃が低減し、観光客が空飛ぶクルマを一般的な移動手段の1つとして活用するようになる。

観光利用に限らない、日常の移動手段として空飛ぶクルマの運航もスタートする。導入初期は、高低差や交通網が十分発達していないため移動が困難なエリア、離島など、空飛ぶクルマの運航特性がより発揮される箇所での導入が図られる。

こうした運航拡大により、一部地域において広域的な運航ネットワークの原型が形成される。

○公的利用等

機体性能の向上やコストの低下に伴い、多くの自治体での医療・救急用途、災害対応としての利用が拡大する。

<必要な対応>

日本をはじめとする世界的な空飛ぶクルマの利活用拡大を踏まえた事業規模拡大による経済性の向上、技術の進展による就航率向上、都市間運航のネットワーク化等により、多くの機体が高頻度で運航すると見込まれる。このような運航を円滑に行うため、技術開発や交通管理等システムのアップデートが必要。

加えて、社会受容性の確保に向けて安全な運航実績の積み上げを通じた空飛ぶクルマが日常的な風景として根付く状況の実現を図ることが必要。

④ 将来：完成期（2040年代以降）

～日常生活における自由な空の移動が当たり前の社会を実現～

○大都市圏

大都市圏同士が空飛ぶクルマで結ばれることで、時間距離が短縮し、仕事や私用での日常の行動圏が広がる。

駅周辺や商業施設、主要な建物の屋上など、都市内の様々な場所でV Pが一般的に整備され、空飛ぶクルマが気軽にいつでもどこでも乗れるようになる。空の移動が拡大した結果、地上交通の緩和にも繋がる。

空港への移動手段のひとつとしても空飛ぶクルマが定着し、大都市圏から短時間かつプライベートな移動を選択することが可能となる。

○地方部

観光地まで短時間で快適に移動できるようになり、一度の旅行で複数地点を訪れるなど、旅行の選択肢が広がり、立地によりポテンシャルを発揮しきれていなかった観光地にも注目が集まる。オーバーツーリズムの解消や全国分散型の観光拡大にも寄与。

日常の移動手段のひとつとして空飛ぶクルマが定着。V P等インフラの最小限の整備により移動手段を獲得出来るというメリットを活かして、移動や物流、防災などの社会課題を抱える地域の解決策の一つとなり、持続可能な地方のあり方に貢献する。

○公的利用等

安全かつ効率的な移動手段として、医療等の実施に必要な移動手段の確保維持に寄与する。

<必要な対応>

空飛ぶクルマが我が国における主な移動手段のひとつとなり、将来的に実現される空・海・陸のモビリティがシームレスに接続された MaaS の一翼を、安全・安価で低環境負荷（脱炭素、騒音低減など）といった特徴を最大限に発揮して担う ことができるようになると見込まれる。

この実現のために、例えば新たな技術開発による航続距離の拡大などを通じ、広域的な大都市圏のネットワークをつなぐ（例えば関東～中部など）全国規模でのネットワーク形成等の更なる促進に向けた方策の検討が必要。

また、アクセス性が高く高頻度運航を行うネットワークの実現等を通じた日常生活での更なる活用に向け、自動／自律運航の技術開発・社会実装を行うことが必要。

3. 具体的な進め方について

万博後の社会実装については、各運航事業者において運航計画の検討が進むと共に、自治体やディベロッパーなどにおいてV P整備の検討などが進められている。また、これらの事業者をはじめとする関係者が参加する検討会や協議体が各都道府県などにおいて立ち上げられ、実現に向けた検討が進められているところ、具体的なネットワーク形成などに向けて、運航事業者、地方自治体などの関係者と連携して、広域的（関東圏や中部圏、関西圏、観光エリア圏などを想定）に検討を深めていく。

以上

APPENDIX 3 乗客／AAM 機の典型的な一連の流れ

この乗客及びAAM機の一連の流れは、成熟した AAM 環境において、操縦者が搭乗する中・高密度のオペレーションを反映したものである（自動・自律運航ではない）。また、記載されている一連の流れはあくまで一例であり、シナリオによっては別の機能や要素が追加される可能性もある。

（１） AAM 乗客の一連の流れの例

■飛行前

○ AAM の飛行を予約する

乗客はアプリを使用して AAM 便の座席を予約し、乗客や手荷物の推定重量を入力する。

- ・ 関係者・組織：AAM 運航者/予約プラットフォーム提供者
- ・ ツール：モバイル機器でのアプリ、デスクトップでの予約、又は対面での予約

○ パーティポートに移動し、チェックインをする

乗客は鉄道や車などでパーティポートに向かう。途中、予約プラットフォームや AAM 運航者の提供するアプリを使用して、搭乗便のチェックインを行う。

- ・ 関係者・組織：地上交通機関、パーティポート運営者、AAM 運航者/予約プラットフォーム 提供者
- ・ ツール：携帯端末のアプリやチェックイン・キオスク

○ 全ての手荷物と乗客の重量を測定する

乗客はパーティポートで体重計を使って自身と手荷物の重量を計測し、チェックイン時に見積もった重さを確認して更新する。この情報は AAM 運航者に共有され、AAM ウェイト&バランスを確認する。このプロセスは、パーティポートに到着する前に行うこともできる。

- ・ 関係者・組織：AAM 運航者、パーティポート運営者
- ・ ツール：手荷物や乗客の重量を計測する機器

○ 安全に関する説明を受け、保安検査を受け、飛行を待つ

乗客は、携帯端末で簡単に安全に関する説明を受け、保安検査を受け、搭乗手続きが始まるのを待つ。搭乗の呼び出しが開始され、乗客が正しい便に搭乗するように最終確認が行われる。

- ・ 関係者・組織：AAM 運航者、パーティポート運営者
- ・ ツール：携帯端末上のアプリ、待合室/ラウンジ

■搭乗・出発

○ 手荷物を地上作業員に渡す

乗客は地上作業員のサポートの下で搭乗し、手荷物を地上作業員に渡して積み込む。

- ・ 関係者・組織：地上作業員
- ・ ツール：AAM 機

○ AAM 機に搭乗し、安全に関する指示に従う

乗客は AAM 機に乗り込み、シートベルトを装着し、機体は離陸する。

- ・ 関係者・組織：地上作業員、操縦者
- ・ ツール：AAM 機

■巡航

○ 乗客は飛行中にリラックスしている。

- ・ 関係者・組織： _ _ _
- ・ ツール： _ _ _

■目的地への進入・着陸

○ 降機する

AAM 機はパーティポートに着陸し、タキシング又はスタンドまでトローリングされる。乗客はスタンドで降機し、旅客ターミナルに移動する。

- ・ 関係者・組織：地上作業員
- ・ ツール：AAM 機

○ 手荷物を受け取り、パーティポートを出る

地上作業員が荷物を降ろす。乗客が指定された場所で荷物を受け取り、パーティポートを出る。

- ・ 関係者・組織：AAM 運航者、地上作業員、パーティポート運営者
- ・ ツール： _ _ _

(2) AAM 機の一連の流れの例

■飛行前

○ 飛行を計画し、パーティポートの使用を調整する

AAM 運航者は、需要や気象状況等を元に飛行を計画し、AATM に共有する。AAM 運航者は飛行計画の承認を得て、パーティポートのスロットを予約し、運航に関わる各種情報を収集する。

- ・ 関係者・組織：ANSP、AAM 運航者、パーティポート運営者
- ・ ツール：AATM サービス

○ AAM 機の飛行前点検を行い、機体情報を送信する

地上作業員が AAM 機の飛行前点検を行う。AAM 機からシステムの健全性に関するデータが AAM 運航者に送信される。

- ・ 関係者・組織：地上作業員、AAM 運航者
- ・ ツール：クラウドプラットフォーム

○ 格納庫からパーティポートへ移動する

機体をパーティポートで夜間駐機できない場合は、初便のために AAM 機を格納庫からパーティポート・スタンドまで移動させる必要がある。

- ・ 関係者・組織：操縦者、ANSP、パーティポート運営者
- ・ ツール：AAM 機、AATM サービス

○ 飛行計画情報を AAM 機に登録する

AAM 運航者が承認された飛行計画を操縦者に送信し、操縦者からの合意を得る。操縦者は機上のアビオニクスシステムに飛行計画情報を登録する。

- ・ 関係者・組織：操縦者、AAM 運航者、ANSP
- ・ ツール：AATM サービス、AAM アビオニクス

■搭乗・出発

○ 乗客が搭乗する

地上作業員は、機体のウェイト&バランスを確認する。乗客がチェックインを済ませ、搭乗を開始する。地上作業員が荷物を機内に積み込む。

- ・ 関係者・組織：地上作業員、乗客
- ・ ツール：AATM サービス、予約プラットフォーム

○ モーターを起動し出発する

乗客の搭乗が完了し、地上作業員がドアを閉める。操縦者は出発の準備が整ったことを確認し、飛行許可を受け、モーターを起動してタキシング（又はトーイング）を行い、パーティポートを出発する。

- ・ 関係者・組織：操縦者、ANSP、AAM 運航者、地上作業員
- ・ ツール：AATM サービス、パーティポート運営者

○ 機体の位置情報、システムヘルスデータの送信

AAM 機は、飛行中、位置情報、システムヘルスデータを ANSP、AAM 運航者に継続的に送信する。

- ・ 関係者・組織：操縦者、ANSP、AAM 運航者
- ・ ツール：AAM 機、AATM サービス

■巡航

○ 飛行計画通りに飛行しつつ周囲の監視を行う

AAM 機は、飛行計画に従って飛行しつつ継続的に自機の状態及び他機と衝突の可能性がないよう周囲を監視する。

- ・ 関係者・組織：その他の AAM 機
- ・ ツール：AAM 機

■目的地への進入・着陸

○ 降下、着陸し、スタンドまでタキシング

操縦者はパーティポートに降下し、AATM サービスの確認を受け着陸した後、スタンドまでタキシング（又はトーイング）を行う。

- ・ 関係者・組織：ANSP、パーティポート運営者、操縦者
- ・ ツール：AAM 機

○ モーター電源を切る

スタンドでは、操縦者がモーター電源を切る（TLOF からのトーイングの場合はその前）。ローターやトーイングが停止すると、ドアが開いて乗客の降機が始まる。地上作業員が機体から荷物を降ろす。

- ・ 関係者・組織：操縦者、地上作業員、パーティポート運営者
- ・ ツール：AAM 機

■運航後もしくは運航間

○ 飛行終了通知の送信

操縦者は AATM サービスに飛行終了の通知を行い、AAM 運航者と共有される。

- ・ 関係者・組織：操縦者、ANSP、AAM 運航者
- ・ ツール：AATM サービス、クラウドプラットフォーム

○ バッテリーの充電・交換、飛行間点検を行い、次の飛行に備える

地上作業員は、必要に応じて AAM 機のバッテリーを充電又は交換する。機内の清掃、機体の点検を行い、次の運航に向けて準備を整える。地上作業員は、操縦者、AAM 運航者と機体の状態を共有する。

- ・ 関係者・組織：地上作業員、操縦者、AAM 運航者、ANSP
- ・ ツール：充電設備、クラウドプラットフォーム、AATM サービス

■一日の運航終了

○ 格納庫まで移動させる

最終飛行の後、操縦者又は地上作業員は AAM 機を格納庫まで移動させ夜間駐機させる（パーティポート上で駐機させない場合）。

- ・ 関係者・組織：操縦者、地上作業員
- ・ ツール：AAM 機

○ モーターの電源を切り、整備を受ける

格納庫では、操縦者が機体の電源を切る。その後、地上作業員が整備を行い、次の日に備えてバッテリーを完全に充電する。この作業は、パーティポートでも行われる。

- ・ 関係者・組織：操縦者、地上作業員
- ・ ツール：充電設備、クラウドプラットフォーム、AATM サービス

○ システムヘルスデータの送信

整備が完了すると、AAM 機は自動的にシステムの状態や健全性に関する最新情報を AAM 運航者に送信する。このプロセスは運用中も継続して使用することができる。

- ・ 関係者・組織：AAM 運航者、ANSP
- ・ ツール：AAM 機、クラウドプラットフォーム

（３）イレギュラー時の運航^[5]

AAM 機は、技術的なシステムの不具合、急病人の発生や操縦者の意識障害、その他様々な理由により目的地の空港等やバーティポートを変更しなければならない場合がある。また、バーティポートや空域を使用できない、又は悪天候などの外的要因により通常とは異なる状況となることもある。

例えば、AAM 機が目的地に向かっている途中で着陸地点への着陸が困難な状況が生じた場合には、着陸地を変更し別の代替空港等へ経路を変更するか、出発地に戻る必要がある。初期の AMM 機はバッテリーの容量が少なく空中での待機が困難であることから、代替の空港等及び適切な離着陸場は、不測の事態を想定して目的地以外に 1 つ、場合によっては複数、出発前にあらかじめ定義しておくことが有効である。

APPENDIX 4 略語

本文書では、以下の略語を使用している。

AAM	: Advanced Air Mobility
AASA	: AATM Service Area
AATM	: AAM Air Traffic Management
AIM	: Aeronautical Information Management
AIP	: Aeronautical Information Publication
ANSP	: Air Navigation Service Provider
ATM	: Air Traffic Management
ConOps	: Concept of Operations
CNS	: Communication, navigation and surveillance
DAA	: Detect and Avoid
DCB	: Demand and Capacity Balancing
EASA	: European Aviation Safety Agency
EUROCAE	: European Organisation for Civil Aviation Equipment
eVTOL	: Electric Vertical Take-off and Landing
FAA	: Federal Aviation Administration
FATO	: Final Approach and Take-Off area
FBO	: Fixed Base Operator
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IFR	: Instrument Flight Rules
IMC	: Instrument Meteorological Conditions
JCAB	: Japan Civil Aviation Bureau
MET	: Meteorological
MRO	: Maintenance, Repair & Overhaul
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
PIC	: Pilot in Command
PTS	: Prototype Technical Specifications
RAM	: Regional Air Mobility
RPIC	: Remote PIC
SAA	: Special Activity Airspace

SAR	: Search and Rescue
SARPs	: Standards and Recommended Practices
SDSP	: Supplemental Data Service Provider
TLOF	: Touchdown and Lift-off area
UAM	: Urban Air Mobility
UAS	: Unmanned Aircraft Systems
USP	: UTM Service Provider
UTM	: UAS Traffic Management
VFR	: Visual Flight Rules
VTOL	: Vertical Take-off and Landing

APPENDIX 5 用語

本文書で使用した用語は以下の通り。

緊急衝突回避

コンフリクト管理の第 3 層であり、飛行中に戦術的間隔確保が十分に機能しない場合に、最終手段として作動する。緊急衝突回避システムがあることは、第 2 層の戦術的間隔確保に必要な安全レベルの算出において前提とならない。

戦術的間隔確保と緊急衝突回避は独立に動作するが、ハザードから遠ざける機能に整合性が求められる。

自律間隔確保

ATM や AATM といった外部のサービスによらず、機体同士（airspace user 同士）が機上装置または機上装置と運航者の地上局システムの連携機能により、自ら戦術的な間隔確保を行うことを、“自律間隔確保している状況”とする。即ち、この状況では、セパレータは機体（airspace user）となる。

自律間隔確保機能の自動化レベルは 3 以上。（2.8.2 における自動化・自律化レベルを参照。）パイロットの目視による間隔確保は含まないものとする。

自律間隔確保空域

この空域は、自律間隔確保を前提としており、特定の規則、手順及び性能要件を満たす航空機専用の空域であり、AASA 内に設定される。一定の性能要件（CNS・アビオニクス の要件を含んだ自律間隔確保相当の能力）を充たせば、従来機も進入可能である。特定の規則、手順には、間隔確保時において運航者間で従うべきルールなども含まれる。また、必要に応じて、動的な運用を行うことも想定される。

一方、緊急時には、性能要件を満たさない機体も進入可能とするが、その際は周辺の空域容量を一時的に低く設定して情報共有を行うとともに、必要に応じて空域内の機体退避等の措置を行う可能性がある。

スタンド

エプロン上に定められた、VTOL 機の駐機に使用するための区域（駐機場）。

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。

セパレータ

戦術的間隔確保に責任を負う主体。

戦術的間隔確保

コンフリクト管理の第 2 層であり、機体を適切な間隔（最小間隔以上）でハザードから遠ざける、飛行中のプロセスである。

戦略的なコンフリクト管理だけでは十分な間隔確保が達成できない場合にのみ使用される。

戦略的コンフリクト管理

コンフリクト管理の第 1 層であり、空域の設定・管理、DCB (Demand Capacity Balancing)、そして交通流の秩序付けといった要素で実現される、飛行前を主としたプロセスである。

運航条件に応じた適切なレベルまで、戦術的間隔確保を適用する必要性を低減することを目的とする。

空飛ぶクルマ (AAM)

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。本文書では AAM と呼ぶ。

ドローン

航空法上の「無人航空機」をいう。

パーティポート

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 専用のものをいう。

フェーズ 0

商業運航に先立つ AAM 運航の試験飛行と実証飛行段階。

フェーズ 1

日本における商業 AAM 運航の初期導入段階 - 低密度、操縦者搭乗又は遠隔操縦（荷物輸送）。

フェーズ 2

日本の AAM 運航の規模拡大段階 - 中～高密度、操縦者搭乗又は遠隔操縦。

フェーズ 3

自律制御を含む AAM 運航の確立段階 - 高密度、自動・自律運航の融合。

AAM 機

AAM の運航に用いる機体

AAM コリドー^[3]

空港やパーティポート等の間を結ぶ、特定の規則、手順及び性能要件を満たす航空機専用の空域ルート。ディメンションを定義された空域であって、AAM の運航が特に高密度で空域の容量を増やす必要がある場合に設定される。

AAM ルート

AAM 運航のために設定される VFR ルートであり、空港やパーティポート等を結ぶように設定され、運航経路を体系づけることができる。AAM ルートの導入には、AAM コリドーと比較して必ずしも既存制度の大幅な規制変更を必要としない。アクセスと公平性を確保するために、AAM ルートは他の空域利用者也利用することができる。

AASA (AATM Service Area : AATM サービスエリア)

AAM 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。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。

AATM (AAM Air Traffic Management : AAM 航空交通管理)

AASA における AAM 機の統合運航をサポートするためには、新しい AAM 航空交通管理システム (AATM) 及びサービスが必要となる。AATM は AAM の運航をサポートし、AAM 及び AASA の性能を最大化する。

eVTOL (electric Vertical Take-off and Landing : 電動垂直離着陸機)

電力を利用して垂直方向に離着陸する航空機。

FATO (Final Approach and Take-Off area)

VTOL 機の着陸のための最終進入から接地又はホバリングへの移行と、接地又はホバリング状態から離陸への移行のために設けられる区域。

RAM (Regional Air Mobility : 地域型航空交通)

RAM は、UAM と対比して使われる。RAM は、航続距離の長い AAM 機が飛行する長距離飛行を指す。

TLOF (Touchdown and Lift-off area)

VTOL 機の降着装置の接地又は浮上（接地状態からホバリングへの移行）のために FATO 又はスタンド内に設けられる区域。

UAM (Urban Air Mobility : 都市型航空交通)

UAM は、AAM の中のある範囲の運航モードを指す。UAM の運航は、RAM よりも短距離、低高度で行われることが多い。低高度空域には、都市環境の内外の空域が含まれる。

UTM (UAS Traffic Management : 無人航空機運航管理)

無人航空機運航管理 (UTM) は、ATM のサブセットとして構想されており、全ての関係者と協力して、航空機と地上の機能を含む施設とシームレスなサービスを提供することで、UAS の運用を安全に、経済的に、効率的に管理することを目的としている。

APPENDIX 6 参照文書

1. 日本の航空法、航空法施行規則及び関連通達
2. 空の移動革命に向けた官民協議会のロードマップ及びその他資料
3. Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations v1.0、FAA、2020
https://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/UAM_ConOps_v1.0.pdf
4. UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4 Version 1.0、NASA、2020
<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20205011091/downloads/UAM%20Vision%20Concept%20of%20Operations%20UML-4%20v1.0.pdf>
5. Urban Air Traffic Management Concept of Operations VERSION 1、Airservices Australia and EmbraerX、2020
<https://engage.airservicesaustralia.com/62089/widgets/318861/documents/188636>
6. Urban Air Mobility Concept Of Operations for The London Environment、UK Air Mobility Consortium、2022
https://eveairmobility.com/wp-content/uploads/2022/03/UK_Air_Mobility_Consortium_CONOPS.pdf
7. Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe、EASA、2021
<https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/uam-full-report.pdf>
8. CAP 2272 Key Considerations for Airspace Integration within an Urban Air Mobility Landscape、UK CAA 19 October 2021.
[https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP2272%20%20with%20dates%20Key%20Considerations%20for%20Airspace%20Integration%20within%20an%20Urban%20Air%20Mobility%20Landscape%20\(1\).pdf](https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP2272%20%20with%20dates%20Key%20Considerations%20for%20Airspace%20Integration%20within%20an%20Urban%20Air%20Mobility%20Landscape%20(1).pdf)
9. 「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」成果報告会資料、テーマ③ 空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構調査委託事業、2022
<https://www.nedo.go.jp/content/100944265.pdf>
10. Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations v2.0、FAA、2023
https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/Urban%20Air%20Mobility%20%28UAM%29%20Concept%20of%20Operations%202.0_1.pdf
11. The Advanced Air Mobility National Strategy、DOT、2025
[The Advanced Air Mobility National Strategy: A Bold Policy Vision for 2025–2035](https://www.transportation.gov/sites/dotgov/files/2025-03/Advanced%20Air%20Mobility%20National%20Strategy%20-%20A%20Bold%20Policy%20Vision%20for%202025-2035.pdf)
12. Global Air Traffic Management Operational Concept (Doc 9854)、ICAO、2005

- 1 3. JARUS Methodology for Evaluation of Automation for UAS Operations
(JARUS-Doc-AutoMethod.1.0), JARUS, 2023
http://jarus-rpas.org/wp-content/uploads/2023/06/jar_21_doc_JARUS_Methodology_for_Evaluation_of_Automation_for_UAS_Operations.pdf
- 1 4. Metropolitan Airspace Strategy-Initial Advanced Air Mobility, AIA, 2023
<https://www.aia-aerospace.org/wp-content/uploads/2023-Initial-Advanced-Air-Mobility-Operations.pdf>

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

				ATMによるサービス提供を想定 AATMによるサービス提供を想定 ※バーティポート/バーティポート空域は、一部バーティポート運営者の可能性あり
対応すべき課題と実現すべき運航	フェーズ1(2020年代後半)	フェーズ2(前期30年代前半/後期30年代後半)	フェーズ3(2040年代以降)	
	1-A. 一定の飛行頻度となった場合の安全性向上、容量確保 ① 低高度空域関係者からのAAMの認識向上 ② 発着頻度増への対応(交通流の円滑化、ポイント・スタン드의DCB)	2-A. 更なる飛行頻度増への対応 ① 空域での高密度運航(間隔短縮、DCB) ② 空港発着の高頻度化(既存機との干渉影響抑制) 2-B. 欠航のない確実な利用の実現 ③ 就航率の向上(IFRによるもしくは新たな飛行方式による初期の低視程運航) 2-C. フェーズ3への円滑な移行 ④ 自動・自律に向けた環境整備	3-A. いつでもどこでも安価に利用できる「ク」ルマとしての役割実現のため ① 空域での超高密度運航(間隔短縮、DCB) ② 空港発着のさらなる高頻度化(既存機と独立した運用) ③ 就航率の更なる向上(新たな飛行方式等) ④ 低視程運航 安全を確保しつつ省人化、障害物との間隔短縮(高精度・高信頼性の自動・自律飛行の実現)	
AAMルート	【目的】低高度関係者によるAAMの状況認識の向上 - 従来機(VFR/IFR)の運航密度の高いエリア近傍 - AATMサービス(初期的)の提供(必要なエリアはADS-B等にてモニタリング、情報提供)	社会受容性の観点で必要なエリアでの高頻度運航に設定 ADS-B等にてモニタリング、情報提供)		
AAMコリドー	設定しない(ただし、フェーズ2でのコリドー実装に向けた環境整備は順次実施)	【目的】上記3つすべての課題解決 - AAMの交通密度の高い区間にAAMコリドー(初期)を設定、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DCB実施(飛行計画は承認が必要) - ADS-B等での適合性モニタリング - 自動・自律飛行するAAMの他AAMとの分離(新たな飛行方式の実現に向けたデータ取得を含む) - 新たな飛行方式のサブセット機能や低高度におけるIFRによる低視程運航	【目的】上記4つすべての課題解決 - 従来機と空域を共有する場合においては、従来のVFR/IFRを最大限活用しつつ、自動・自律運航により省人化・就航率の向上等を実現 - 間隔確保に係る一定の性能要件を満たす航空機が飛行可能な自律間隔確保空域を新設し、その空域内においては、性能要件を満たす機体同士が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し、超高密度運航を実現 - 超高密度運航の実現を支える情報共有、低高度監視網の構築	
バーティポート空域	【目的】バーティポート周辺交通流円滑化/ポイントDCB実現 - バーティポート空域の入出域点とバーティポート空域内のルートを設定 - FATOの発着容量超過時には(バーティポート管理者またはANSP等からの)情報提供に基づき待機ポイントにて待機し容量超過を回避	【目的】左記に加え、更なる高密度運航のためのバーティポート空域内のDCBの実現 - 複数FATOを有するバーティポート等で空域にボトルネックがある場合、バーティポート空域内のDCBを実施(出発制御、バーティポート入域点通過時刻設定等) - その他左記の運用は継続		
バーティポート	- 複数事業者が多頻度の発着を行うバーティポートを対象に、飛行計画提出前および提出時の発着調整を実施し、事前のDCBを実施 - 飛行計画は「確認」(従来通り)	- 左記の事前の発着調整に加えバーティポート発着、AAMコリドー、バーティポート空域のDCBと連動した、リアルタイムの出発制御 - 飛行計画を「承認」		
その他	従来機の運航、交通管理に大きな影響を与えないエリアでの好天時の低頻度運航は、従来通りのVFRによる柔軟な飛行を実施可			

各空域等における交通管理