

# 空飛ぶクルマの社会実装とその後の課題

2024年11月19日

(株) ANA総合研究所  
高野 滋

# 高野 滋 (株) ANA総合研究所顧問

昭和58年 運輸省入省

航空行政のうち安全、国際関係を中心に各種ポストを経験し、令和元年7月に退官。

同年10月から現職

(主な職歴)

ICAO航空委員会委員

航空局 国際航空課航空交渉官

航空機安全課長

航空事業安全室長

運航安全課長

安全部長

(国土交通省在職中に携わった主な仕事)

- ・ 航空機検査制度の見直し、**無人航空機の安全規制導入**等に関する航空法等の制度改正
- ・ MRJの型式証明審査と米国、欧州とのBASAの締結
- ・ パイロットの疲労管理制度の導入、パイロットの乗務時間・勤務時間制限の改正などの各種運航ルールの策定
- ・ 将来の乗員不足対策への取組
- ・ **空の産業革命（ドローン）／空の移動革命（空飛ぶクルマ）官民協議会の立ち上げと社会実装への取組**
- ・ 9/11をきっかけとしたセキュリティ強化対策
- ・ 羽田＝上海虹橋、台北松山路線等の羽田空港の国際化、国際航空の自由化

# 今日お伝えしたいこと

## 空飛ぶクルマに関する基本的なことから

- ・ 空飛ぶクルマの位置づけ
- ・ 何を目指しているのか？

## 社会実装に向けた情勢

- ・ 世界的にどれほど盛り上がってきているのか？
- ・ 実装に向けた環境整備は進んでいるのか？
- ・ ANAのやろうとしていること、考えていること

## 将来に向けた展望・継続的な努力の必要性

- ・ 社会実装が現実的になってきている現状
- ・ 就航後スケールさせていくための短期的課題と取組
- ・ その後の多頻度・高密度運航、自動・自律飛行の実現まで見越した課題

空飛ぶクルマとは？

# 空飛ぶクルマとは？

乗り物そのものを指す場合

**eVTOL** (Electric Vertical Take-Off and Landing Aircraft)  
= **電動垂直離着陸航空機**

eVTOL等を活用した**新しい航空輸送システム**を指す場合

**AAM** (Advanced Air Mobility) (主に米国で使用)

**IAM** (Innovative Air Mobility) (主に欧州で使用)

いずれも、eVTOLなどの、先進的な技術を活用した航空機による新たな航空サービスを指す

**UAM** (Urban Air Mobility)

上記AAM、IAMの中で、自動化、電動化、低騒音、低コストなどの特徴を生かした、新たな**都市航空サービスのエコシステム**を指す

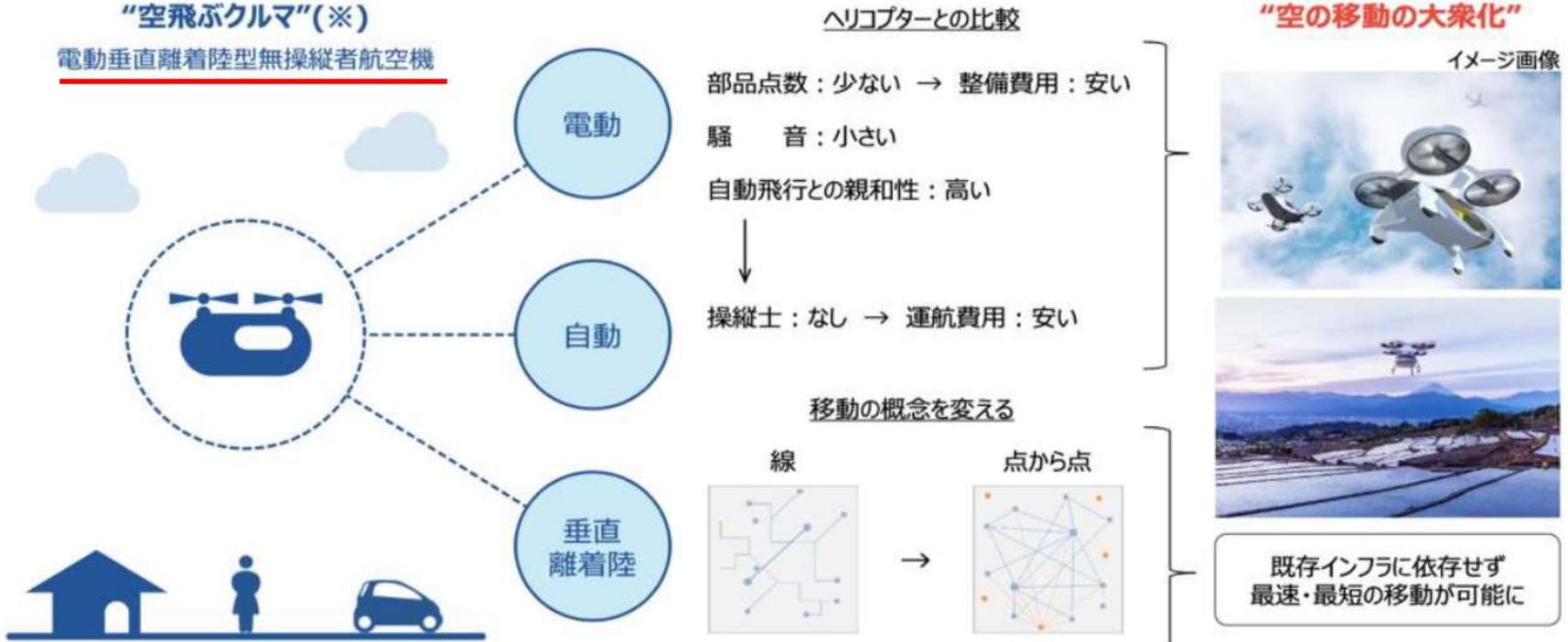
この分野での空飛ぶクルマの実装を目指すステークホルダーが多い

# 開発中の空飛ぶクルマ（日本に縁のあるもの）



# 空飛ぶクルマとは

- 明確な定義はないが、「電動」「自動」「垂直離着陸」がひとつのイメージ。機体、運航、インフラにかかるコストが安くなり、速くて安くて便利なヒト、モノの移動が可能に。 = “**空の移動革命**”
- この“空飛ぶクルマ”に乗って「好きなときに」「どこへでも：点から点へ」移動できる高度なモビリティ社会が実現すれば、日本の産業の発展と、**国内外の社会課題の解決が期待される。**



※「クルマ」と称するものの、必ずしも道路を走行する機能を有するわけではない。個人が日常の移動のために利用するイメージを表している。  
 ※必ずしも「電動」「自動」「垂直離着陸」だけに限定されず、内燃機関とのハイブリッドや有人操縦、水平離着陸のものも開発されている。  
 ANA HOLDINGS INC | Digital Design Labs All Rights Reserved

空飛ぶクルマは、クルマではない！ **明確に“航空機”**と定義づけられている。

- 明確な定義はないが、「電動」「自動」「垂直離着陸」がひとつのイメージ。機体、運航、インフラにかかるコストが安くなり、速くて安くて便利なヒト、モノの移動が可能に。= “空の移動革命”
- この“空飛ぶクルマ”に乗って「好きなときに」「どこへでも：点から点へ」移動できる高度なモビリティ社会が実現すれば、日本の産業の発展と、**国内外の社会課題の解決が期待される。**

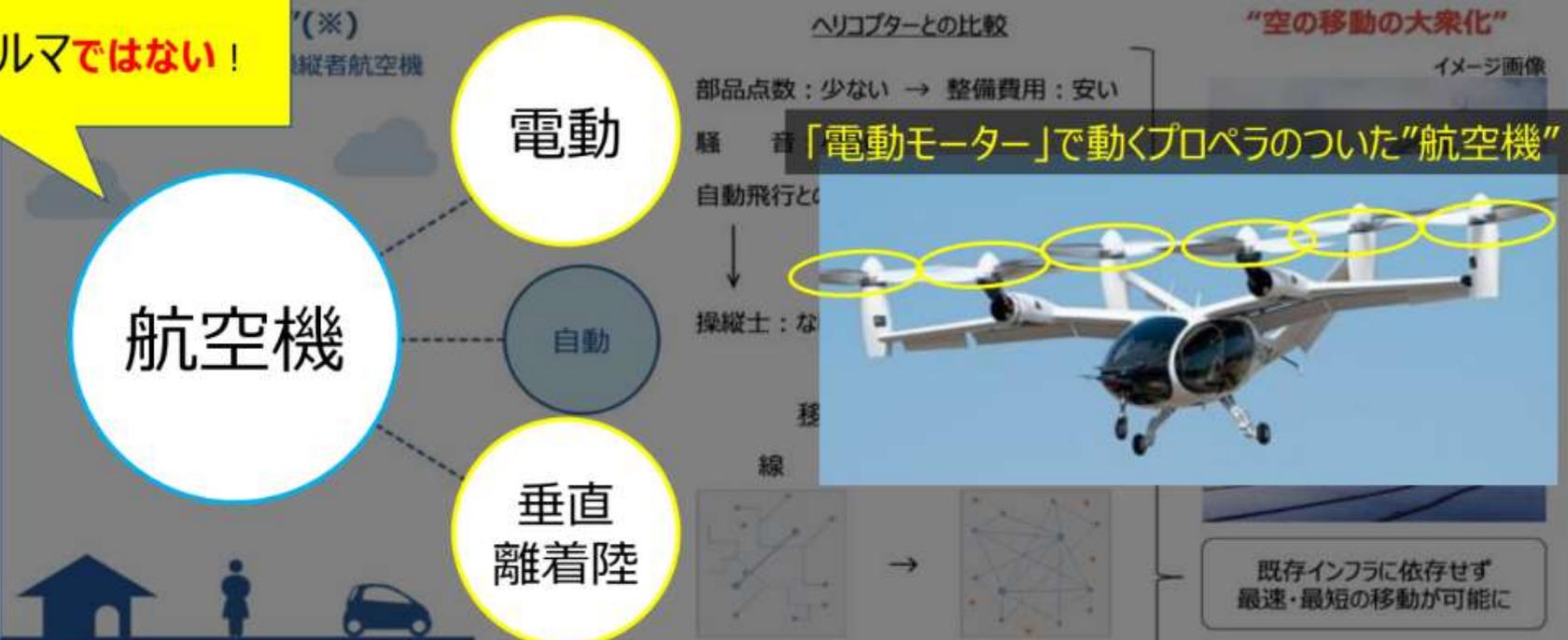
クルマではない！

航空機

電動

自動

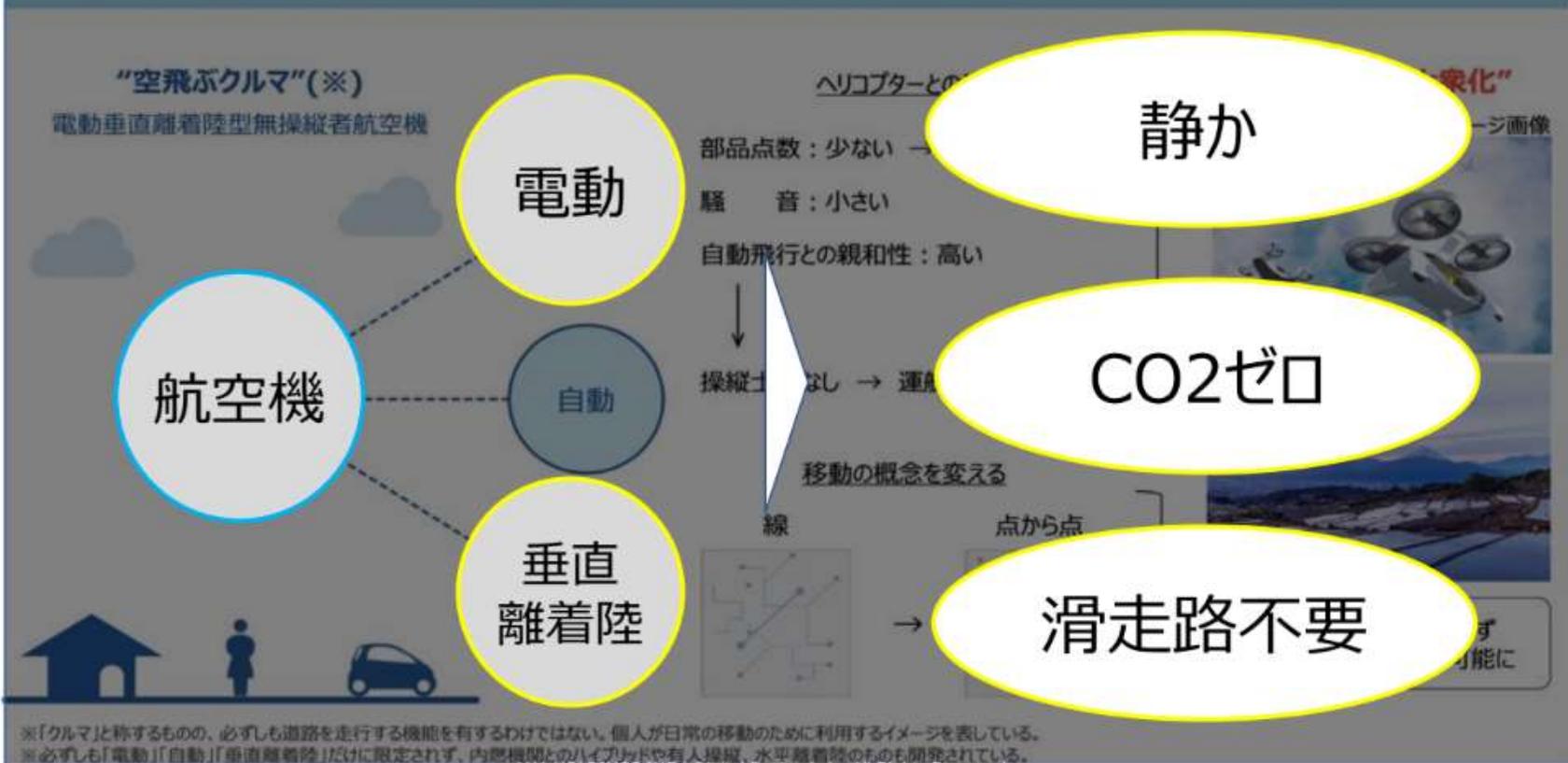
垂直  
離着陸



※「クルマ」と称するものの、必ずしも道路を走行する機能を有するわけではない。個人が日常の移動のために利用するイメージを表している。  
※必ずしも「電動」「自動」「垂直離着陸」だけに限定されず、内燃機関とのハイブリッドや有人操縦、水平離着陸のものも開発されている。

## 空飛ぶクルマの特徴

- 明確な定義はないが、「電動」「自動」「垂直離着陸」がひとつのイメージ。機体、運航、インフラにかかるコストが安くなり、速くて安くて便利なヒト、モノの移動が可能に。 = “空の移動革命”
- この“空飛ぶクルマ”に乗って「好きなときに」「どこへでも：点から点へ」移動できる高度なモビリティ社会が実現すれば、日本の産業の発展と、**国内外の社会課題の解決が期待される。**



街の中に“空港”ができるようになる。



# 開発中のeVTOLの類型と特徴

## Vectored Thrust

主翼あり

複数のプロペラの方向を変え、垂直離着陸、巡航を行う

⇒ 巡航時のエネルギー効率が低い

搭載重量は大きく、速度も速く、航続距離も長い

プロペラの方向を変える機構・システムが複雑



Joby Aviation(米)

ANAが連携

## Multicopter

主翼なし

複数のプロペラを回転させ、垂直離着陸、巡航を行う

⇒ 常にすべてのプロペラから揚力を得るため、エネルギー効率は低い

搭載重量は小さく、速度も低く、航続距離も短い

もっとも機構は単純



Sky Drive(日)

2025年就航を  
目指して開発中

## Lift and Cruise

主翼あり

揚力を得るためのプロペラと、巡航用のプロペラを別に装備

⇒ 巡航中や垂直離着陸時に使わないプロペラがあることで、  
エネルギー効率、航続距離は上記2種類の間



Beta Technologies  
(米)

貨物輸送用(旅客  
用も開発)  
UPSが最大150機  
調達を発表

## 空飛ぶクルマはドローン(無人航空機)ではない

ドローン(小型無人機)は、

- 当初、主にホビー用途に開発、普及
  - 相当程度普及後に国による安全規制が導入
  - サイズ的な制約(人が乗れない)があり、バックアップ、非常時用のシステム、機器を搭載していないケースが多い
  - サイズ感などから、既存の航空機並みの安全規制をクリアするのが困難
- レベル4(第三者上空・目視外行)も人口密度の低い場所からスタート  
安全性を確認しながら混雑地域上空へ拡大していく方針

空飛ぶクルマは、

- 旅客輸送を前提に開発(開発段階から国による安全規制を意識)
- バックアップや非常用のシステム、機器を搭載(故障時の安全な飛行の継続が可能)
- 既存の航空機と同レベル以上の安全規制の適用
- 就航当初から都市部上空を飛行可能なように制度設計



「空飛ぶクルマ」は、就航当初から、ドローンより格段に高い安全性・信頼性を実現

# 空飛ぶクルマの設計と安全性(例)

独立した複数のモーターとプロペラ、多重系のシステム構成 等

- ⇒ ・ローター/モーターが故障しても安全に飛行が継続できることが大前提
  - 複数システムを有し、1システム故障してもバックアップ有
- ・電動で駆動、ゼロエミッション、騒音の低減
- ・機構がシンプルで部品数少 = 整備が容易
- ・高度な自動化（操縦操作の容易さ=訓練コスト減、最終的に操縦者不要な自律飛行を目指す）

⇒ **低コスト化、高い安全性の実現**

Vectored Thrust

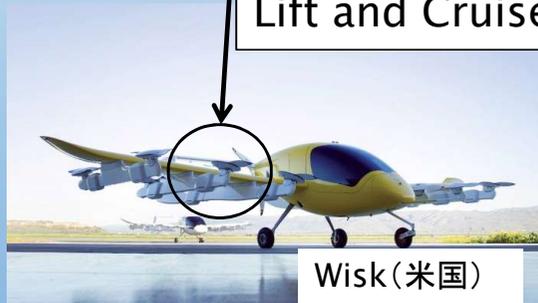


Joby Aviation(米国)



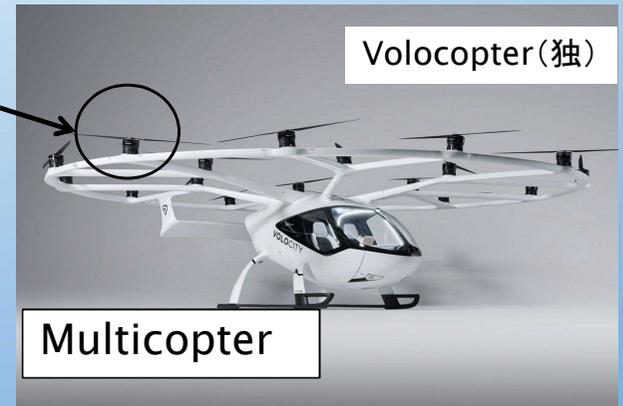
モーター+プロペラ

Lift and Cruise



Wisk(米国)

Volocopter(独)

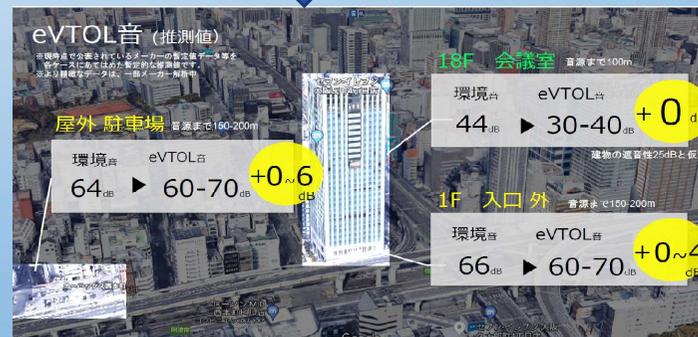
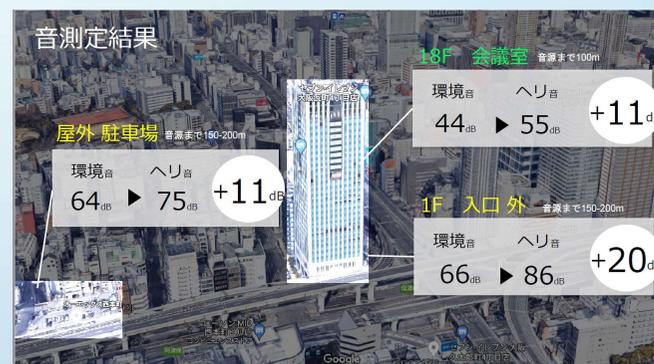


Multicopter

# 空飛ぶ車の騒音 (ANA HDが参加した大阪府実証事業の結果)

モーター駆動であり、ローター形状、回転数を最適化 ⇒ **騒音はヘリに比べて相当低い(1/100~1/1000)**

- 2021年度大阪府の実証事業
- ① 大阪市内中心部のビルの屋上にヘリコプターで離着陸を行い、騒音を測定
  - ② eVTOLが離着陸した場合の推測値（メーカーデータによる）と比較

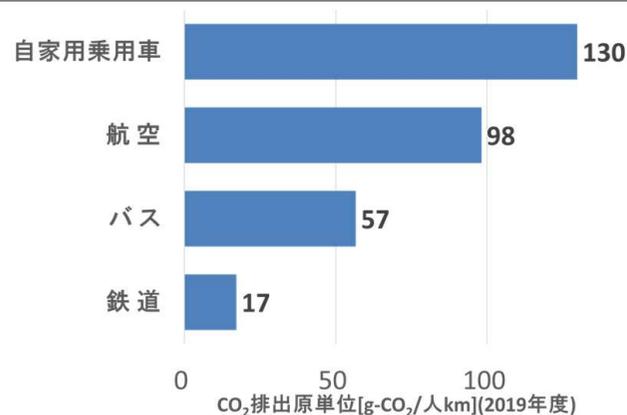


# ゼロ・エミッション

フル電動化 = CO2排出ゼロ ⇒ 温暖化防止に大きく貢献が可能

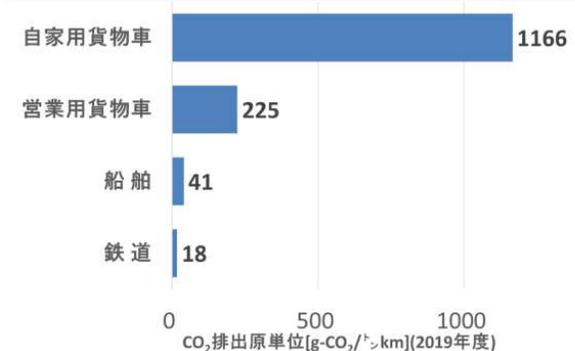
試算：1機あたり、年間2000時間飛行、平均乗客数3人、平均速度130km/hとすると、 $2000 \times 3 \times 130 =$  年間78万（人km）  
⇒ 自家用車の場合に比べ130（g/人km） $\times$ 78万（人km）= 約10トン  
**「自家用車に比べ、1機あたり、年間約10トンのCO2削減が可能」**  
⇒ 100機導入なら年間1,000トン、1000機導入なら1万トン削減可能

輸送量当たりの二酸化炭素の排出量(旅客)



※温室効果ガスインベントリオフィス:「日本の温室効果ガス排出量データ」、国土交通省:「自動車輸送統計」、「航空輸送統計」、「鉄道輸送統計」より、国土交通省 環境政策課作成

輸送量当たりの二酸化炭素の排出量(貨物)



※温室効果ガスインベントリオフィス:「日本の温室効果ガス排出量データ」、国土交通省:「自動車輸送統計」、「内航船舶輸送統計」、「鉄道輸送統計」より、国土交通省 環境政策課作成

空飛ぶクルマの目指すもの

# AAM (ADVANCED AIR MOBILITY) ～ 何を目指しているか？ ～

“空飛ぶクルマ”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\*。

\* **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、空飛ぶクルマに無人航空機であるドローンは含まれない。

(官民協議会 CONOPSより)

**Advanced Air Mobility (AAM)** is an emerging concept of air transportation that will leverage new types of aircraft and an array of innovative technologies, such as electrified propulsion systems.

According to proponents, AAM could be transformational, in part, because it offers the potential to **expeditiously move people and goods** while **operating more quietly, with reduced aircraft emissions, and at lower costs** than traditional aircraft.

(US GAO Report(2024.03.14)より)

## Economic and Social Impacts

**IAM** has the potential to significantly impact urban economies by **reducing transit times, lowering transportation costs, and providing rapid access to critical healthcare services**. Socially, IAM can **enhance accessibility, reduce urban congestion, and improve the overall quality of urban life**.

IAM: Innovative Air Mobility

(EASA HP “Innovative Air Mobility for City Transport Ecosystems”より)



新技術を活用し、速達性が高く、使いやすい運賃で、環境にやさしい、日常的に利用可能な輸送サービス

# 空飛ぶクルマ (EVTOL) を活用した都市航空システム を最初に提唱したのはUBER

UBERは、EVTOLの利点(低騒音、自動・自律化の進展、低コスト、ゼロエミッションなど)を活用した、都市内におけるON-DEMANDの航空サービスの実現に向けて、NASAなどと協力してその可能性を詳細に検討

2016年にその結果をまとめたWHITE PAPERを発行し、  
UBER ELEVATEというプロジェクトを開始

現在までに議論されている要素は、ほぼ全て、WHITE PAPERにより  
カバーされており、これを受けて機体開発の機運が加速した



UBER Elevate

Fast-Forwarding to a  
Future of On-Demand  
Urban Air Transportation

October 27, 2016

# 開発中の主な空飛ぶクルマ

スタートアップを中心に続々と開発に参入



## 各コンサルによる最新の市場規模予測

企業名	市場規模 (予想範囲)	その他	想定年
デロイトとAIAによる 共同調査 (2021年)	1150億ドル (米国)	2035年には28万人の雇用、 200億ドルの輸出を創出	2035年
ロールスロイスと ローランド・ベルガー による共同調査 (2022年)	369億ドル (アジア太平洋地域における サービス売上 全世界では900億ドル)	2050年には、 ・世界のAAM機数の5割、 サービス売上の4割を APACが占める ・東京、ソウル、シンガ ポールが中心となって AAMの発展をリード ・日本では、1万6400機が 飛行し、売り上げは143 億ドル(韓国は7000機、 38億ドル)	2050年
	(全世界で170億ドル)	4.7万台 (うち日本は4.5千台)	2040年)
PwC(日本) (2020年)	2.5兆円(日本) 7000億円(日本) (空飛ぶクルマ+ドローン)		2040年 2030年

# ヘリコプターによるエアポートシャトルの歴史

## 米国

- 1960年代～80年代にかけて、ニューヨーク、ロサンゼルス、サンフランシスコ、シカゴ等で、空港と都心を結ぶ、エアポートシャトルが活発に飛行
  - いずれも、**事故の発生による需要の減退、高コスト負担、悪天候時の低就航率**等により、撤退を余儀なくされた。
- 現在に至るまで、ニューヨークの空港と市内を結ぶヘリコプターのシャトル便が運航されている



## 日本

- 羽田空港、成田空港、横浜（みなとみらい21）を結ぶ、シティエアリンクが1988年～1991年運航。悪天候時の**低就航率（最高で80%程度）**と、それに伴う**低搭乗率（30%程度）**の結果撤退。
- 成田空港と都心を結ぶ成田エアラインコネクションサービスが2009年に運航を開始したが、**天候による低就航率等**により、定期便は早々に撤退、その後サービス全般を停止。

路線	機体	乗客	機体	乗客
羽田-成田	UH-60	12	UH-60	12
成田-横浜	UH-60	12	UH-60	12
羽田-横浜	UH-60	12	UH-60	12

シティエアリンク株式会社  
TEL: 03-5561-1111

# 何を目指しているか？

まずは**都市交通を担う航空輸送サービス（UAM）**の実現を目指して、機体開発、社会実装など数多くのプロジェクトが進行中

## UAM（URBAN AIR MOBILITY）

・ 市民の足としての、**安全**で、**安価**で、**環境にやさしく**、**利便性の高い**都市航空サービスの実現

### 空飛ぶクルマの技術

- ・ 電動化と部品点数の削減
- ・ モーター／プロペラの多重化と制御技術
- ・ 操縦・運航の自動化・自律化
- ・ 低騒音化
- ・ ゼロ・エミッション

### 運航コスト等から日常の足としての運賃が実現可能

（Uber、機体メーカー等の試算ではUber Black並みの運賃（日本のタクシー運賃相当）が実現可能な見通し）

### 地上交通との連携によるDoor to Doorサービス

- ・ 乗り継ぎ利便性
- ・ 一つのプラットフォーム上で対応可能 等

### On Demandサービス

- ・ いつでも、どこでも 等

極めて低騒音  
温暖化ガスの排出ゼロ  
狭い場所で離着陸可能

都市内へのアクセス可能

## URBAN AIR MOBILITY

**What?** UAM is a new safe, secure and more sustainable air transportation system for passengers and cargo in urban environments, enabled by new technologies and integrated into multimodal transportation systems. The transportation is performed by electric aircraft taking off and landing vertically, remotely piloted or with a pilot on board

**When?** Commercial operations in EU cities are expected to start around 2025 with delivery of goods by drones or transport of passengers by piloted aircraft

## EASAによるUAMのInfogrphic（抜粋）

⇒ **EUの専門機関が、UAMから得られる社会的利益を認め、社会に向けて情報を積極的に発信**

UAMとは何か、いつから始まるのかといった基本的な認識

- 新しい、安全・安心で、より持続可能な都市環境下における航空輸送システム
- 垂直離着陸可能な電動航空機により運航される
- 2025年頃から実装が見込まれる

UAMから得られる利益

- 経済貢献（雇用人口の拡大）
  - 安全性の向上（死亡事故のリスク減少（道路交通との比較））
  - 速達性（通常の都市交通との比較）
  - 優れた環境性能（ゼロ・エミッション）
- 等を簡明に説明

## WHAT ARE THE BENEFITS FOR THE EU?

By 2030, 340 million people will live in EU cities and experience UAM

経済的利益



Positive economic impact with creation of 90,000 jobs by 2030

安全性



Safer mobility: lower risk to be involved in a fatal accident in an air taxi vs. road transport

速達性



Faster mobility: 15 to 40 minutes saved on average on a standard city travel time and more than 70% time savings for emergency / medical delivery

EUの市場規模



EU as a market leader with 31% of the global market (€ 4.2 bn total market size)

環境性能



Cleaner mobility: no local CO2 emissions for electric propulsion

# 空飛ぶクルマの社会実装プロセス

## 基本的なアプローチ

- 空飛ぶクルマは、まず、「パイロットが搭乗する自動化の進んだ電動垂直離着陸機」として導入。導入当初から環境性能、利便性、コスト等の面で既存航空機より優位
- 将来は、その特徴をフルに生かした、自動化、自律化（パイロット不要）と高密度で複雑性の高い運航の実現への進化、安価で便利なサービス構築を目指す
- このため、技術開発のみならず、交通管理、インフラ整備、社会（各種規制や街づくりを含む）を巻き込んだエコシステムの構築と継続的な変革（Evolution）が必要

**就航当初 ⇒ 近い将来**

- パイロット搭乗  
 電動化、より低騒音化された機体  
 ⇒ 自動化の進展により操縦方法がさらに単純化（ライセンス取得の容易化）
- 低密度、低複雑性（限られた数の機体、路線、便数）  
 ⇒ 運航密度、路線の複雑性の高度化（機数、便数、ルート数等の増加）（一つの大都市圏に100機～1000機）
- 既存の航空交通ルールに準じて運航  
 就航当初はVFRによる飛行 ⇒ 飛行経路に専用空域を設け特別な交通管理ルールで飛行  
  
 ⇒ 今の空に、新しい特徴の航空機（電動化、3つ以上のプロペラ、低コスト、低騒音など）が登場したというイメージ  
 ⇒ 近い将来には、技術進歩に伴う更なる環境整備（制度、インフラ等）が必要になる



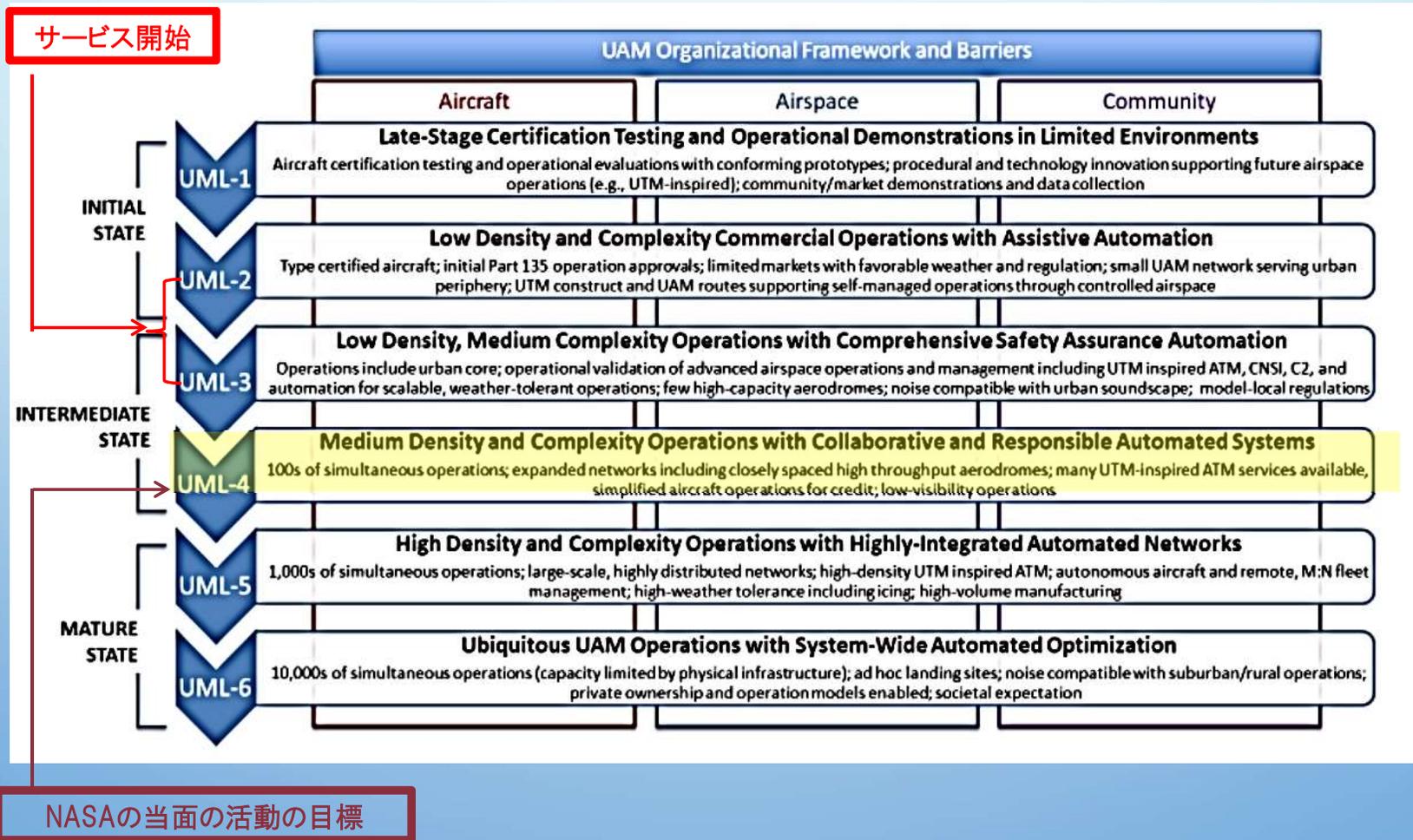
**就航後も技術開発・検証 + 環境整備 + Community Acceptance ⇒ 社会実装  
 というサイクルを継続**

**最終的なゴール**

⇒ **地上交通と連携しオンデマンド/ドア・ツー・ドア**でいつでも、どこでも利用可能なサービス（ユビキタス化）

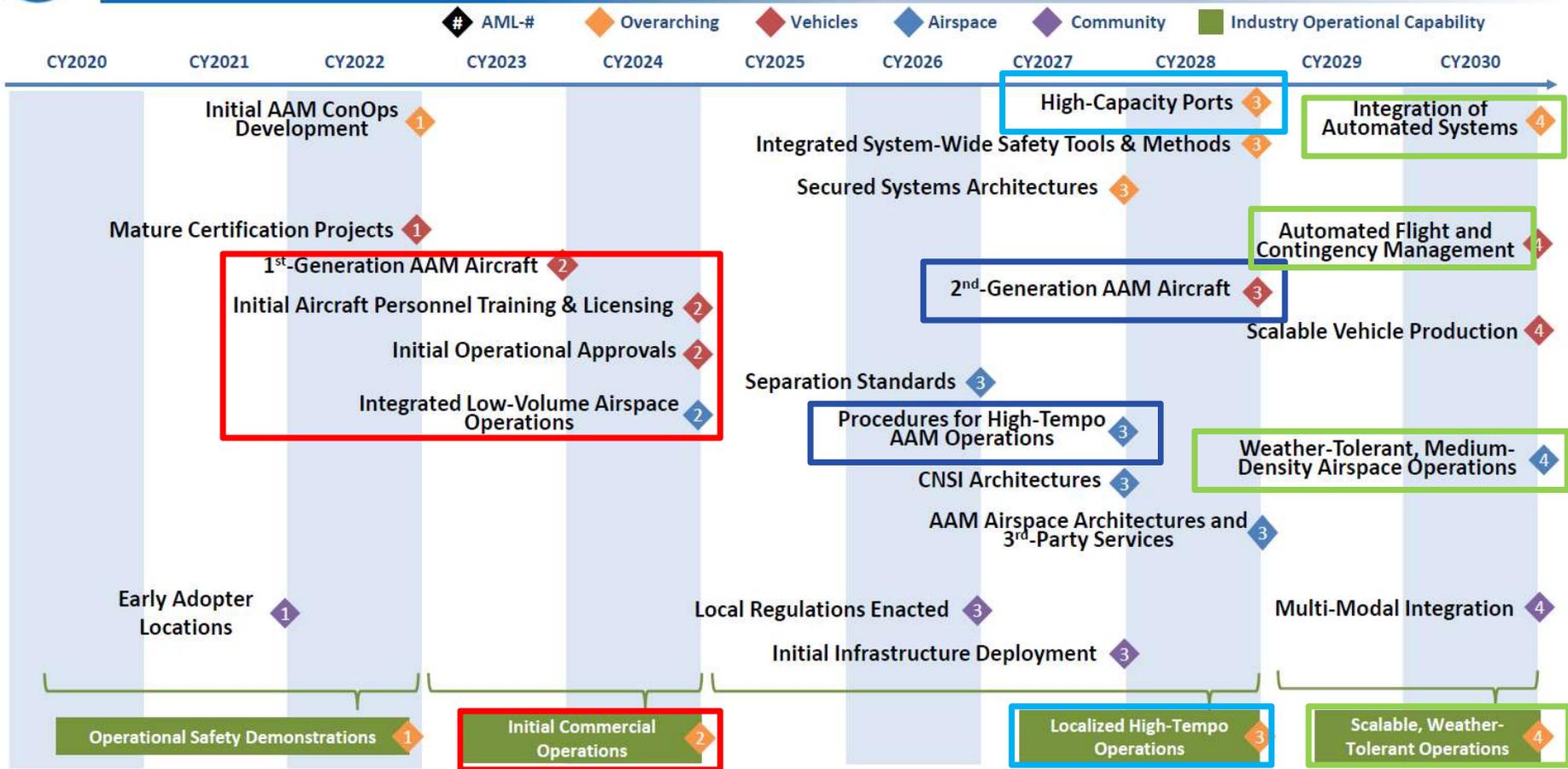
- **自動飛行**（パイロット不要）、**自律運航**（交通管理や飛行場運用まで含めたシステムワイドな自動化）
- **高密度、高複雑性**（一つの大都市圏に10000機超）（機体側の高性能化（航法精度、Situational Awareness）、交通管理側の自動化、高度化）
- 専用空域における専用の交通管理  
 機体の飛行が自動化されるだけでなく、交通管理も含め、人に依存しない自律運航が実現
- **地上交通とのシームレスな連携・接続**

# NASAの掲げるUrban Air Mobilityの成熟度レベル (UML: Urban Air Mobility Maturity Level)





# "Industry Proposed" Advanced Air Mobility (AAM) Ecosystem Goals<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Based on a range of publicly available industry projections; not a consensus view; aggressive

CNSI: Communication, Navigation, Surveillance, Information  
AML: AAM Maturity Level

# 都市交通以外の用途について

UAM以外にも、様々な用途が検討

⇔ **ADVANCED AIR MOBILITY (AAM)** と総称

## 都市間交通

### 地域交通（離島、中山間地）

- ・ 従来の交通モードではカバーできなかったセグメントも対応可能（空港のない離島への航空サービス、山越え、谷越えの二地点間輸送、小規模なインフラで対応可能など）
- ・ 従来の交通モードより運航費・維持費が安価になる可能性（少量で多様な地点へ飛行可能など）
- ・ **どこまでコスト削減し、持続可能なサービスにできるか？ 地上交通との連携などどのようにしてニーズに合った利便性を提供できるか？**

### 医療関係（ドクヘリ的な使い方、医療従事者や臓器、医薬品輸送）

### 災害対応

- ・ いずれも、機動性や操縦の容易さ、低コスト性、自動・自律運航といった特徴を生かしやすい分野
- ・ **航続時間・距離の拡大、パイロード（開発中の主な機体は、物理的にドクヘリ用の医療用機器材は搭載できない）の増加が課題**

# Advanced Air Mobility (AAM) Mission



空飛ぶクルマをめぐる  
世界的な盛り上がり

# 2025~27年の早期実装を目指している主な機体

(いずれも製造国における型式証明審査が進捗中、  
自国で既にTCを取得したのものもある一方、いくつかは資金面の困難に直面)



Joby Aviation S-4(米)



Sky Drive SD-5  
(日)



Archer Midnight  
(米)



Lilium Jet(独)



Vertical Aerospace VX-4(英)

Beta Technologies  
Alia(米)



Volocopter  
Velocity(独)

Ehang EH216  
(中)



## 各国政府機関などの動き

- 世界各国の政府機関等において、空飛ぶクルマの早期の実装、活用を進めていく姿勢で、安全規制を含むルール、手続きの策定や機体の認証活動、社会受容性を高める取組、経済的支援が急ピッチで進められている
- その結果、米国等では機体が型式証明を取得後、間もなくサービスが開始される見通し。
- 就航準備が進められる一方で、将来的な発展（規模の拡大、自動化の進展等）に向けた研究・検討も進められている
- 機体が開発中の段階で、政府機関がこのような動きをみせるのは、民間航空の歴史では前代未聞

# UAM 社会実装の現在地

各国において、2025年前後の大都市圏における社会実装の開始が見通せるようになってきている

## ○ 機体開発等

先行メーカーには多くの資金が集まってきている

現在、型式証明（TC）取得を目指して作業中であり、**2024年以降順次TC取得の見通し**

## ○ 環境整備

### ✓ 法令等の制度整備が進捗

各国政府は、制度整備のための関連規則の整備をほぼ終えてきている → 既存機向けの規制をベースにしているので、運航経験を積んだうえで見直しが必要  
機体の安全基準、ライセンス、運航、離着陸場の基準など

### ✓ インフラ

機体開発を追いかける形で進捗

- 離着陸場（VERTIPORT）整備

既存のアセット（空港、ヘリポート等）の活用

新規の民間プロジェクトの進捗がカギ

- 交通管理（航空管制など）の方法の整備

当初は、現行枠組を基本として管理する方向で検討中

## ○ 実装を後押しするためのプロジェクト

- ✓ パリ五輪（2024年）、大阪万博（2025年）、ロス五輪（2028年）などの国家プロジェクトをマイルストーンとしたプロジェクト
- ✓ 国などが資金提供し、実装を後押しするプロジェクト（ドバイ、中東諸国、韓国、米国、中国）

# 空飛ぶ車をめぐる欧米の具体的な動き

- 欧米の政府機関は、空飛ぶ車について、機体の開発計画や、運航計画を踏まえて、実装のための環境整備を推進するなど、力を入れて社会実装を支援

⇒ 2025年～のサービス開始を想定

米国では、NATIONAL AIRSPACE SYSTEMへの完全な統合や大規模運航の過程で、**2028年までに、1または複数の都市で、複数の出発地/目的地を結ぶサービスを実現**すべく、そのための諸アクションの実施計画

(IMPLEMENTATION PLAN) などを含む**INITIATIVE 2028 (I28)** を策定

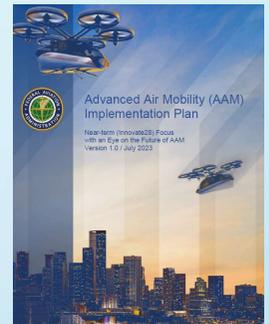
FAAは、**当面の航空交通管理のあり方を記述したCONOPSを策定**・公表、安全規制についても種々の規則を策定中

(ライセンス、運航関連ルールの策定は日本や欧州より遅れ気味で現在も策定作業中、2024年末には策定作業を終了するとの観測)

欧州では、EASAがいち早く、**VTOL向けの安全基準、パイロットライセンスや運航安全、離着陸場等の基準を策定・公表**

- NASA、米空軍、自治体など**公的機関が空飛ぶ車や関連システム等の開発と社会実装を強く支援**

- ・ NASA ADVANCED AIR MOBILITY NATIONAL CAMPAIGN
- ・ **US AIR FORCE AGILITY PRIME PROGRAM**
- ・ RE: INVENT ADVANCED AIR MOBILITY CHALLENGE (パリ五輪で空飛ぶクルマの商用飛行を目指し、その後の社会実装につなげるプロジェクト)



# FAAによる空域・交通管理のイメージ(立上げ～初期段階) (UAM CONOPS 1.0より)

FAAは**NEXT GEN (次世代の航空交通管理を目指した包括的なプロジェクト)**の中で、超音速機やHAPSなどと並んで、AAMを位置づけ

(立上げ期)

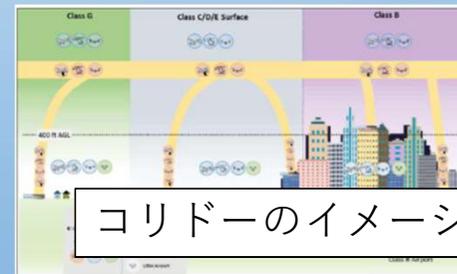
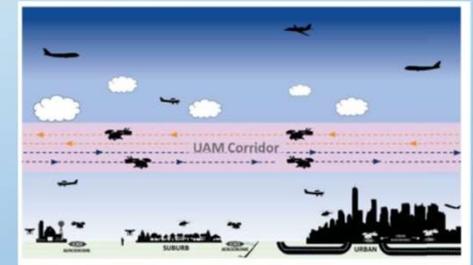
- 現行のATM内で管理（当初はVFRで飛行）、ルール内での特別な取扱いはLOA（Letter of Agreement：FAAと運航者間の定型的な運航等についての取扱いに関する合意）により処理

(参考)

NASAによるシミュレーションでは、ダラス／フォートワース空港では、現行の管制手順を用いて、最大120便/時間の処理が可能、現実的には40～55便／時間であれば、現行の交通管理手法で処理可能との調査結果も公表されている

(初期)

- 空飛ぶクルマの専用の空域（コリドー）を設定  
一定の性能等の要件を満たす機体が特別なルールに従って運航
- 関係者間で情報共有・協調的な管理のための情報ネットワークの構築
- 飛行計画情報を共有し飛行前に最適化、飛行中の監視情報に基づきリアルタイムでConflictを回避
- 専用空域は運航の規模に応じて拡大



# AGILITY PRIME

(米空軍の調達プログラムに民間事業者への支援措置を組み込んだもの)

Areas of Interest (AOI) (空軍が興味を有する能力)

Focused topic or capability categories of interest to Agility Prime

AOI 1 (Personnel movement): 旅客輸送用

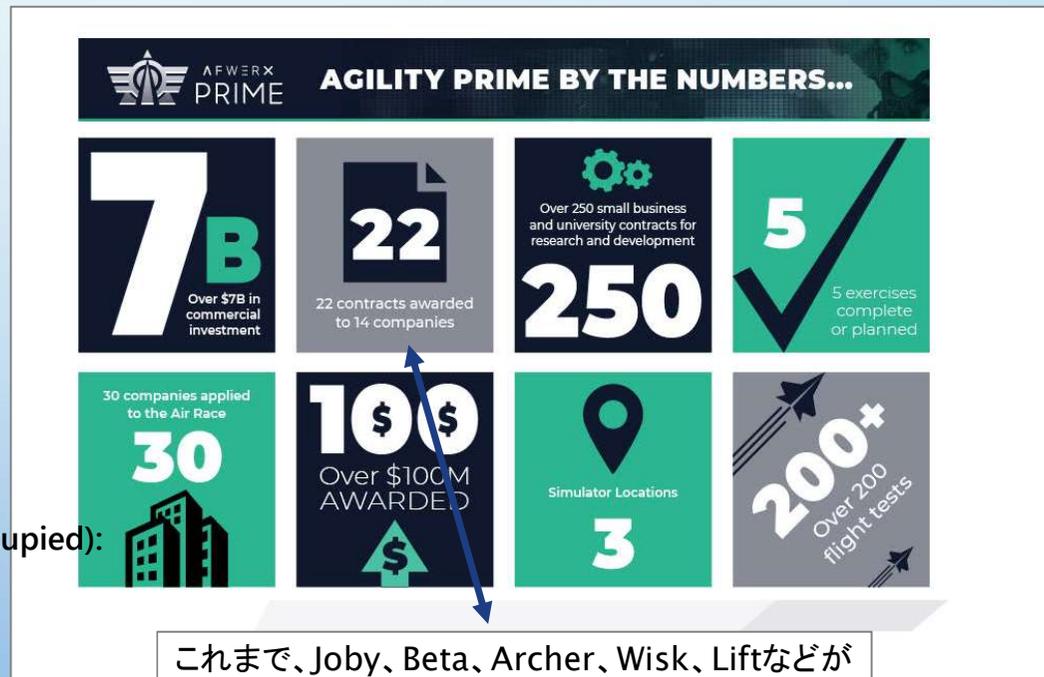
Payload: 3-8 personnel  
Range: Greater than 100 miles  
Speed: Greater than 100 mph  
Endurance: Greater than 60 minutes

AOI 2 (1-2 Person/Cargo equivalent)  
(旅客又は貨物輸送 (小型))

Payload: 1-2 persons (equivalent)  
Range: Greater than 10 miles  
Speed: Greater than 45 mph  
Endurance: Greater than 15 minutes

AOI 3 (Cargo aircraft, occupied or not occupied):  
(貨物輸送)

MTOGW: Greater than 1,320 lb  
Payload: Greater than 500 lb  
Range: Greater than 200 miles  
Speed: Greater than 100 mph  
Endurance: Greater than 100 minutes



# RE.INVENT AIR MOBILITY CHALLENGE

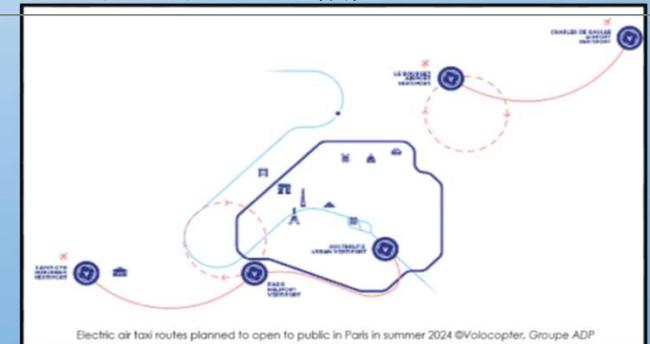
- 2024パリ五輪において、空飛ぶクルマ（URBAN AIR MOBILITY）をSHOWCASEすること、その後の社会実装を目的に、機体メーカー、地上インフラ、交通管理、運航、社会受容性等を担う事業者を募集し、連携、支援するプログラム
- 2020年に参加事業者を選定、現在、“SANDBOX EXPERIMENT”期間として、各種の実証実験等が実施されている
- 結果的には、セーヌ川の水面上には離着陸場が設置されたものの、市民の反対に加え、機体の認証（VOLOCOPTER）が間に合わず、地上での試験飛行のみ実施



パリ郊外のPontoise空港に設置された、ターミナルを含むVertiportのテスト施設（パリ空港公団とSkyports社が協力）



パリ五輪時のルート案（2023年6月公表）  
ドゴール空港、Pontoise空港、パリヘリポート等5か所のポートを設置



## 様々な都市、地域の取組の例

フロリダ州： 2022年にAAM ROADMAP（フロリダ州としてのAAMに関するPOLICY FRAMEWORKを策定）するとともに、2023年には「PUBLIC EDUCATION AND COMMUNITY ENGAGEMENT」、「INFRASTRUCTURE AND ZONING」など4分野、18項目にわたる勧告をまとめた

これを受けて、2023年から2025年以降を見通した、「IMPLEMENTATION AND OUTREACH PLAN」を策定

また、マイアミ市、オーランド市では、空港へのAAMの受け入れ方策を検討・公表

フロリダ州、オーランド市はLILIUMと連携、LILIUMはURBAN LINKというオペレーターと20機売却契約

ロサンゼルス： 2021年に、ロサンゼルス運輸省がAAMに関するPOLICY FRAMEWORKについての文書を公表。その中で、都市計画、設置許可等に関して留意すべき事項をまとめた。

など、実装を視野に入れたプロジェクトが多数

## その他の国の動き

**ドバイ**：ドバイ政府は、早ければ**2025年に空飛ぶクルマによる商用飛行を実現すること及びそのための運航や離着陸場整備・運営のために必要な支援を行うことで、JOBY、SKYPORTSと合意**  
航空産業振興のための開発の一環として、ポート整備に\$40Mの投資  
他の中東諸国も後を追うようにJOBY、ARCHERなどとの連携に合意

**韓国**：国土交通部が2022年に、2025年のUAM商業化を目指して**“K-UAM GRAND CHALLENGE”**を立ち上げ  
参加企業を募り、機体、通信・航法・監視、交通管理、運航システム、離着陸場等に関するR&Dとデモンストレーションにより商業化を支援。2024年4月～25年3月にデモ飛行を実施する計画

など、国がバックアップするプロジェクトが多数

## 空飛ぶ車をめぐる日本政府の動き

- 空飛ぶクルマを政府の「**成長戦略2018**」及び「**成長戦略2021**」に位置づけ
  - ① 2018年に**官民協議会**を設置、当面の開発、導入計画に沿った**ロードマップ**を策定  
ロードマップでは、2025年の大阪万博をきっかけにした社会実装が大きなマイルストーン
  - ② 官民協議会では、2020年度から、機体の認証基準、パイロットのライセンス等の基準などの検討を開始。**2023年度中に航空安全に関するルール、基準整備等をほぼ完了。**  
また、**空飛ぶクルマの運用概念（CONOPS：CONCEPT OF OPERATIONS）**を策定
- これまでに、**国内1社（SKYDRIVE）、海外3社（JOBY、VOLOCOPTER、VERTICAL AEROSPACE）が型式証明の申請**を行っており、航空局が審査中
- 経産省はNEDOにおいて**REAMO**（次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト）を2022年に立ち上げ（2026年までの5年間）（[HTTPS://REAMO.NEDO.GO.JP/](https://reamo.nedo.go.jp/)）  
プロジェクトの一環として、**万博時の空飛ぶクルマの飛行において、開発したシステムの実証を計画**

# 日本の進捗状況

## 空の移動革命に向けた官民協議会

未来投資戦略会議2018 (H30年6月15日閣議決定) (抜粋)

世界に先駆けた“空飛ぶクルマ”の実現のため、**18年内を目処に**、電動化や自動化などの技術開発、実証を通じた運航管理にや耐空証明などのインフラ・制度整備や、“空飛ぶクルマ”に対する社会受容性の向上などの課題について官民で議論する**協議会を立上げ、ロードマップを策定する。**

### 空の移動革命に向けた 官民協議会の設立

#### 政府側構成員 (12)

##### 事務局

- 経済産業省 製造産業局長
- 国土交通省 航空局長

##### オブザーバ

- 総務省 総合通信基盤局 電波部
- 消防庁 広域応援室
- 消防庁 救急企画室
- 国土交通省 総合政策局 物流政策課
- 国土交通省 総合政策局
- 公共事業企画調整課
- 国土交通省 都市局 都市政策課
- 国土交通省 水管理・国土保全局
- 河川環境課 河川保全企画室
- 国土交通省 道路局 企画課 評価室

#### 民間側構成員 (46)

##### 有識者

- 鈴木 真二 東京大学大学院 教授
- 中野 冠 慶應義塾大学大学院 教授
- 御法川 学 法政大学大学院 教授
- 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
- 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 国立研究開発法人電子航法研究所
- 一般社団法人全日本航空事業連合会
- 一般社団法人日本航空宇宙工業会
- 千葉 功太郎 Drone Fund

##### メーカー・開発者

- エアバス・ジャパン株式会社
- 株式会社SUBARU
- ベルテキストロン株式会社
- Boeing Japan 株式会社
- Uber Japan 株式会社
- 株式会社SkyDrive
- 川崎重工業株式会社
- テトラ・アビエーション株式会社
- 日本電気株式会社
- 株式会社自律制御システム研究所
- 株式会社プロドローン
- トヨタ自動車株式会社
- Joby Aviation

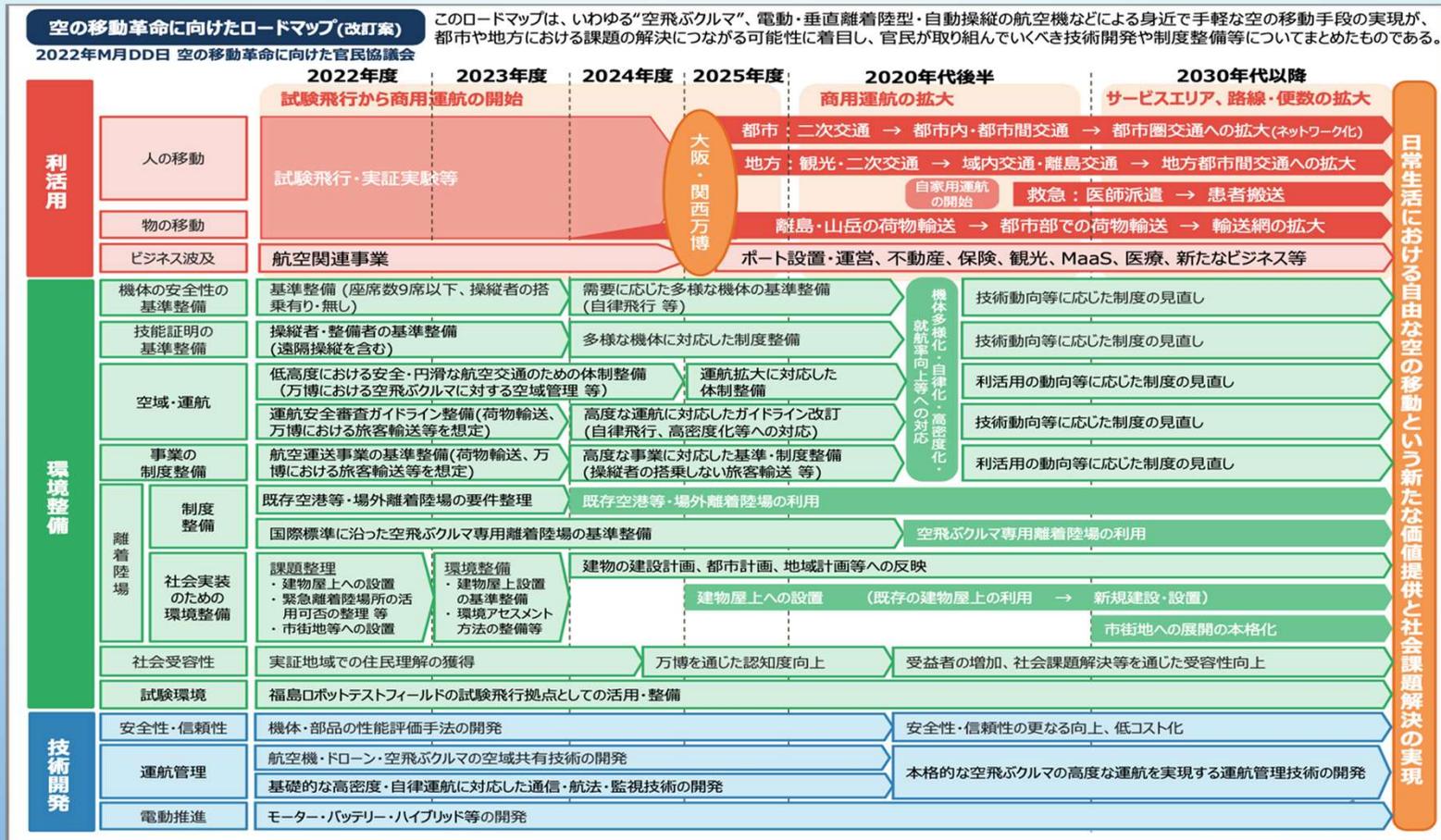
- Volocopter
- 株式会社スカイワード・オブ・モビリティーズ
- 株式会社本田技術研究所
- Vertical Aerospace
- ASKA

##### サービスプレイヤー

- ANAホールディングス株式会社
- 日本航空株式会社
- 株式会社AirX
- ヤマトホールディングス株式会社
- 楽天株式会社
- エアモビリティ株式会社
- オリックス株式会社
- 東京海上日動火災保険株式会社
- 三井住友海上火災保険株式会社
- あいおいニッセイ同和損保株式会社
- 兼松株式会社
- エアロファシリティ株式会社
- GMOインターネット株式会社
- 丸紅株式会社
- 近鉄グループホールディングス株式会社
- 株式会社長大
- 日本工営株式会社
- 一般社団法人MASC
- 三菱地所株式会社

出典：経産省次世代空モビリティ室資料より抜粋

# 空の移動革命にむけたロードマップ(18年12月作成、21年度改定)



大阪万博をマイルストーンとして、社会実装を進めることを見通して、安全確保のための制度整備などの環境整備等を進めることを計画

# 官民協議会のこれまでの成果

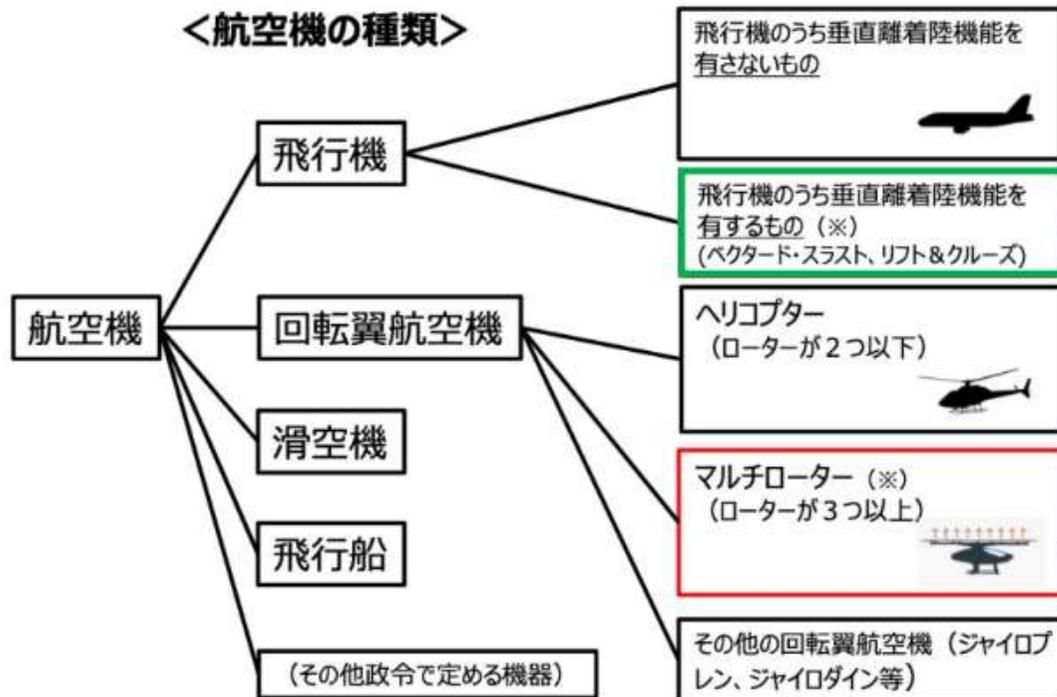
- 2025年大阪万博での飛行を実現するために、以下の分野で、パイロット搭乗、有視界飛行等の就航当初の運航想定を考慮した、**就航当初の安全基準等を策定済み**
  - ・**機体の安全基準**（電動垂直離着陸航空機向けの特別要件）
  - ・**パイロット等の航空従事者の技能証明の仕組み**
  - ・装備すべき機器、必要な電池容量、安全高度、気象条件などの**運航の安全確保のためのルール**
  - ・**離着陸場**の整備指針
- **空飛ぶクルマの運用概念（CONOPS）**を策定・公表
  - ・機体、インフラ、空域・交通管理、関係者の役割と責任、主な課題、導入から発展に向けたフェーズなどを整理
- 離着陸場設置に当たっての環境アセスメントで評価が必要な項目などについての調査を完了、公表

## これまで策定された安全基準等の主なポイント

- 「既存のルールを大幅に修正することなく、どのように空飛ぶクルマに当てはめるか？」というアプローチ。
  - ・ 機体の分類 : 空飛ぶクルマを、主翼の有無に応じて、「飛行機」と「回転翼航空機」に分類（次ページで説明）
  - ・ 機体の安全基準 : 小型飛行機向けの安全基準を基本として、電動、垂直離着陸などの特徴に応じて要件の修正・追加
  - ・ パイロット・ライセンス／整備士ライセンス
    - : 既にライセンスを保有しているパイロット／整備士を対象とした仕組みを検討
    - 基本的なライセンス制度の枠組みは維持／具体的な試験等の内容は、機体ごとに今後検討
  - ・ 運航ルール（事業者向けの安全ルールを含む）
    - : 既存ルールの当てはめを基本とするが、電動航空機の燃料搭載基準等を追加、一部の基準は合理化、継続検討等
  - ・ 交通ルール : 万博時のルールは、実証も含め、ほぼ検討済み
  - 就航当初は現行ルールによる／一定程度運航が拡大した際のルールは検討中
- 「離着陸場の整備指針」は、従来のヘリポート基準を大幅に見直し／EASAのガイダンスを参考に策定／国際標準制定の動向を見て「基準」を整備するまでのガイダンス（次々ページで説明）

# 空飛ぶクルマの分類（我が国法令上の取扱）

空飛ぶクルマは、大きく2種類に分かれる。  
 「飛行機（翼あり）」と「回転翼航空機（翼なし）」  
 飛行機タイプは、さらに2種類に分かれ、それぞれ特徴がある。

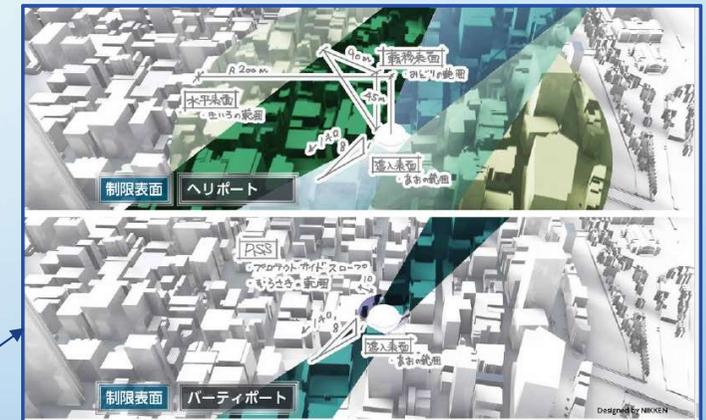
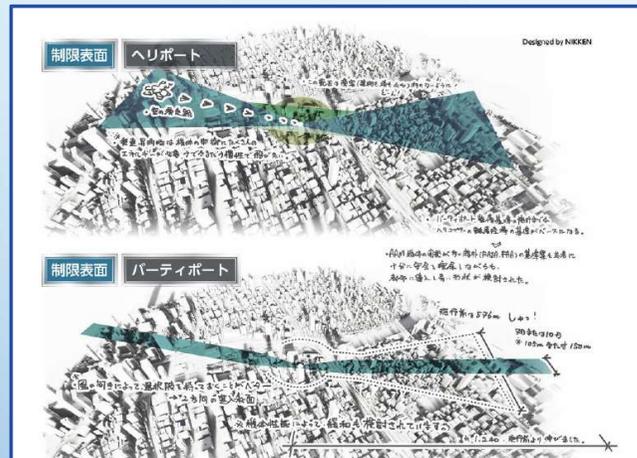


	機体形態	特長
ベクター・スラスト		航続距離：長い スピード：早い 構造：やや複雑
リフト & クルーズ		航続距離：中程度 スピード：中程度 構造：中
マルチコプター		航続距離：短い スピード：遅い 構造：シンプル

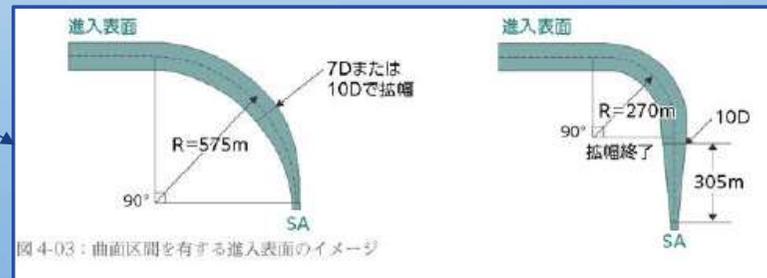
# Vertiport整備指針のポイント

Vertiport整備指針では、ヘリポート基準と比較して、制限表面について下記の通り、**障害物の多い都市部での立地を容易化するための措置が盛り込まれている**が行われている

- ① ヘリポートの進入表面は扇形であったのに対し、Vertiportは一定距離まで扇形でそれ以降は長方形でよくなった



- ② ヘリポートでは**転移表面**や**水平表面**が求められていたが、**Vertiportでは不要**とされた（VFRの場合）
- ③ ヘリポートでは進入経路は直線だったが、Vertiportでは**カーブする進入経路も良い**こととなった



## 2025大阪・関西万博関連の動き

- 大阪万博の基本計画には、空飛ぶクルマの活用が明記されるとともに、**空飛ぶクルマの離着陸スペースを確保**。
- 具体的な動きとして、
  - ① 万博協会は万博内ポート設置・運営事業者（**オリックス**）、飛行を計画する運航事業者（**ANA・Joby、JAL、SkyDrive、丸紅**）を選定・公表

- ② 万博協会は「**大阪・関西万博 空飛ぶクルマ準備会議**」を設置して必要な協議・調整を実施  
2024年9月26日の「準備会議」で、各運航事業者から**使用機体、使用予定ポート（万博会場外）、運航イメージ**についての検討準備状況を聴取し、公表（次ページ）



# 大阪・関西万博における空飛ぶクルマの各社検討状況

2024年9月26日現在

※いずれの情報も関係者間で協議・調整を行っている段階のものであり、今後機体開発状況等により検討状況は変更となる場合がある。

運航事業者	ANAホールディングス /Joby Aviation	Soracle (住友商事・日本航空のJV) ※日本航空から承継	丸紅 ※1	SkyDrive
使用機体 ※2	 <p>©Joby Aviation Joby Aviation(米) JAS4-1 (Joby S4) 〔 航続160km 定員5名 〕</p>	 <p>©Archer Aviation Inc. Archer Aviation(米) M001 (Midnight) 〔 航続160km 定員5名 〕</p>	 <p>©Vertical Aerospace Vertical Aerospace(英) VA1-100 (VX4) 〔 航続160km 定員5名 〕</p>	 <p>©SkyDrive SkyDrive(日) SD-05 (SKYDRIVE) 〔 航続15km 定員3名 〕</p>
使用予定ポート	<p>【夢洲会場】</p> 	<p>【大阪ヘリポート】</p> 	<p>【尼崎フェニックス】</p> 	<p>【中央突堤】</p> 
運航イメージ (各社デモフライト)	・夢洲会場ポートを拠点に湾岸周辺エリアを飛行	・会場－舞洲大阪ヘリポート間の2地点間運航等	・会場－尼崎フェニックス間の2地点間運航等	・会場－中央突堤間の2地点間運航等

※1 丸紅はLIFT Aircraft/HEXA機の活用も検討

※2 実用化に向けて、我が国又は我が国と相互承認を締結している国（米国、英国）において、型式証明の審査が進んでいる機体



第4回準備会議資料

2024年9月26日  
株式会社 Soracle

Soracle、JALから大阪・関西万博「空飛ぶクルマ」運航事業を承継  
～Archer社 eVTOL "Midnight"にて大阪・関西万博 デモンストレーション運航を実施～

空飛ぶクルマ(以下「eVTOL」(※1))の運航事業開始を目指して住友商事株式会社(以下「住友商事」)と日本航空株式会社(以下「JAL」)が2024年6月に共同設立した株式会社 Soracle(以下「Soracle」(※2))は、2025年日本国際博覧会(以下「大阪・関西万博」)における未来社会ショーケース事業「スマートモビリティ万博 空飛ぶクルマ」の協賛契約を締結し、JALから運航事業を承継しました(※3)。

これを受けて、Soracle は米国 Archer Aviation, Inc. (以下「Archer 社」)と大阪・関西万博における「空飛ぶクルマ」デモンストレーション運航プログラムに合意しました。

### 【大阪・関西万博「空飛ぶクルマ」運航事業概要(予定)】

- 運航形態：有人飛行による2地点間及び周遊デモンストレーション
- 運航地点：大阪・関西万博会場及び大阪ヘリポート
- 使用機材：Archer 社が設計・開発する eVTOL "Midnight"



大阪・関西万博会場 提供：2025年日本国際博覧会協会



Archer 社とのプログラム合意時の様子

Soracle は大阪・関西万博「空飛ぶクルマ」運航事業を契機に、eVTOL の社会実装の早期実現に向けた準備を加速し、地球に優しく、より身近で新たな空の移動価値の創造を目指します。

大阪・関西万博 空飛ぶクルマ  
準備会議(第4回)資料

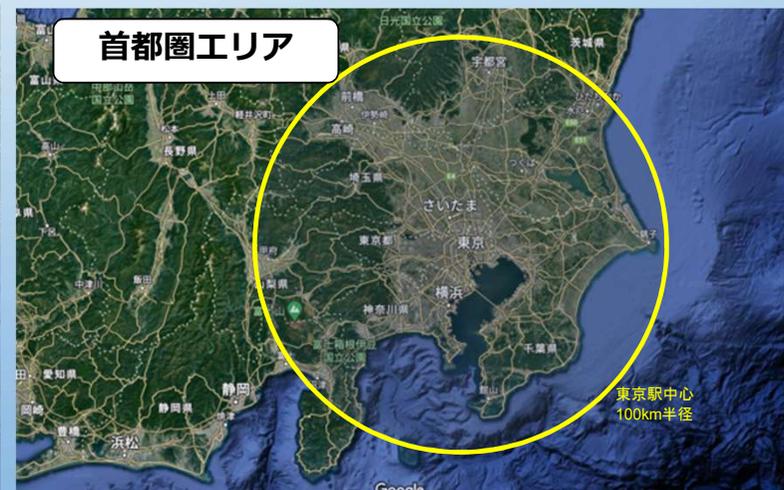
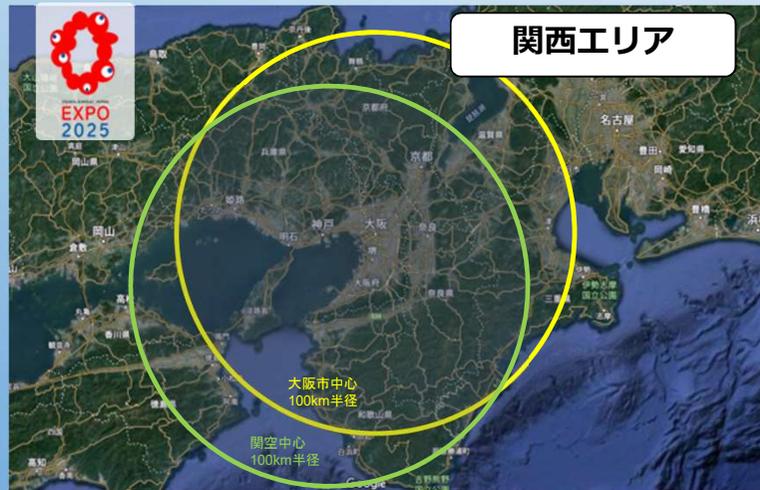
## 地方公共団体の動き

- **大阪府**は、万博時の飛行やその後の社会実装を見据えて、**ラウンドテーブル**を設置するとともに、各種の**調査、補助事業を実施**。2024年度には「空飛ぶクルマ都市型ビジネス創造都市推進事業補助金」により、**具体的な事業化・社会実装の活動を支援**。
- **東京都**は、『**「未来の東京」戦略 version up 2024**』において、「自動運転や空飛ぶクルマの実装の加速」とうたっており、今年度**「官民協議会」を設置**するとともに、**2025年以降、拠点飛行による活用事例創出プロジェクトを展開する計画**。  
2022年度以降、社会実装を見通したプロジェクトに補助金を給付。
- このほかにも、三重県、兵庫県、香川県、宮崎県、長崎県等の自治体において、官民協議会の設置や各種の実証事業の実施が進められている。

# ANAグループの動き

# ANAHDとして目指すのは、 “都市型航空交通” Urban Air Mobilityの実現

- 都市型の航空交通都市圏ネットワークの実現を目指す。  
【市内ポート】や【空港ポート】をつなぎ、地上交通よりも快適かつ大幅な移動時間の短縮による時間価値提供により、新たな空の移動モードを創造する。
- 富裕層向けではなく**、eVTOLの低騒音、ゼロエミッション、低コストといった利点を生かして、高頻度、高密度できめの細かい、柔軟なネットワークを実現し、**市民の日常の足として事業発展**させる。
- ポスト万博での事業継続/発展を見据え、25年の機運を生かして、**関西圏および首都圏での展開を目指す**。



## パートナーシップ ～ANAHD × JOBY × トヨタ自動車～

22年2月、電動エアモビリティ“eVTOL”を用いた日本におけるエアタクシー事業を共同検討していく覚書を、米国最大手のジョビーアビエーション、トヨタ自動車と締結したことを発表。(トヨタ自動車は、地上交通部分における連携を主とする)

現在、覚書に基づき事業化に向けた検討を進めている。



ANA | Joby

共同リリース

2022年2月15日  
ANAホールディングス株式会社  
Joby Aviation Inc

ANAホールディングスとJoby Aviationがパートナーシップを発表  
～電動エアモビリティによる旅客輸送サービス実現に向けた検討を開始～

ANAホールディングス(本社:東京都港区、代表取締役:片野坂真哉、以下「ANAHD」)と、Joby Aviation(本社:米国カリフォルニア州 Santa Cruz、CEO:Joe Ben Bevirt、以下「Joby」)は、電動エアモビリティ eVTOL を活用した、日本における新たな運航事業の共同検討に関する覚書(以下「覚書」)を締結しました。本覚書には、地上交通における連携等を想定し、トヨタ自動車も参加しています。

## 海外機としては初！JCABへ型式認証を申請 22年10月18日

22年10月18日、JOBY AVIATIONが、航空局に型式証明を申請。海外機としては初めての事例。

JOBYは、FAAには3年前に申請済みで、FAAによる審査が進捗。



### Joby Aviation、国土交通省 航空局に型式証明を申請

～海外eVTOL機として日本で初めて、航空局へ型式証明を申請～

～日本の航空局が、eVTOLに関する新たな声明を締結～

2022年10月18日  
Joby Aviation, Inc.

電動垂直離着陸機（eVTOL）を開発するJoby Aviation（本社：米国カリフォルニア州Santa Cruz、CEO：Joe Ben Bevirt、以下、Joby）は、日本でのエアモビリティサービス導入を視野に同機の型式証明の申請を日本の国土交通省 航空局（以下、JCAB）に提出しました。また、本日、JCABと米国連邦航空局（以下、FAA）との間で、eVTOLに関して情報交換や協力を通じて連携を強化するため、相互に協力する声明への署名が行われました。

トヨタ自動車などが出資し、空飛ぶクルマの開発手がける米新興企業、ジョビー・アビエーション（カリフォルニア州）は18日、国土交通省に機体の安全性を証明する「型式証明」の取得を申請したと発表した。海外製の空飛ぶクルマで申請したのは国内で初めて。今後、試験を経て安全性などを審査し、認証を得られれば日本の商用飛行に弾みがつく。

ジョビーが開発している機体は「eVTOL」と呼ぶ電動式の垂直離着陸機だ。5人乗りで最高速度は時速約320キロ。型式証明は機体の安全性などを証明するもので、取得すれば量産の機体として認められる。飛行試験などを経て、審査には数年かかる場合もある。ジョビーは米連邦航空局（FAA）にも型式証明の取得を申請済みで、実用化に最も近い企業とされる。日本では2021年にスカイドライブ（愛知県豊田市）が国土交通省に型式証明の取得を申請しているが、国内で取得できたメーカーはまだない。

0.5秒で、240キロの距離を連続飛行することができる。自動車で1時間程度かかる関西国際空港から大阪駅までの所要時間を15分以内に短縮できる。

型式証明は機体の安全性などを証明するもので、取得すれば量産の機体として認められる。飛行試験などを経て、審査には数年かかる場合もある。ジョビーは米連邦航空局（FAA）にも型式証明の取得を申請済みで、実用化に最も近い企業とされる。日本では2021年にスカイドライブ（愛知県豊田市）が国土交通省に型式証明の取得を申請しているが、国内で取得できたメーカーはまだない。

09年に設立したジョビーには、トヨタが18年に傘下のベンチャーキャピタルを通じて資本参加し、20年に出資担当者を送り込み、日本でも空飛ぶタクシーと地上交通の連携で協力するとしている。ANAホールディングスも22年2月、ジョビーと業務提携し、日本で空飛ぶタクシーの運航に参入すると発表した。25年の国際博覧会（大阪・関西万博）での実用化を目指している。国は25年の大阪・関西万博を見据え、米国との協力も強化する。国土交通省は18日、空飛ぶクルマに関する制度整備で協力するため、FAAと覚書を締結したと発表した。

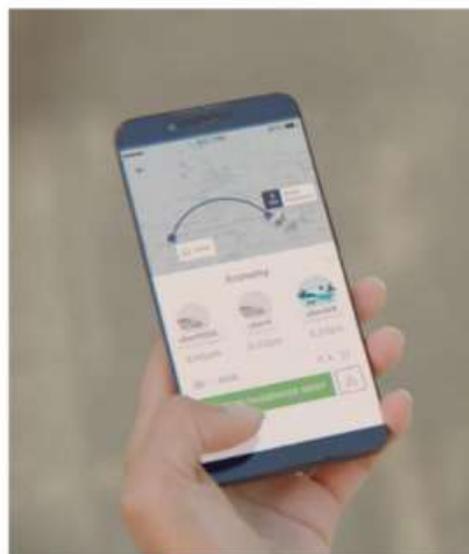
海外製の空飛ぶクルマが日本で型式証明の取得を申請するのは初めて（ジョビーが開発する機体）

トヨタ出資の米新興が申請 海外製で初

## JOBYの米国におけるAerial Ridesharingサービス



ボタンひとつで、フライトへ。



目的地を選び、  
フライトを予約。



ポートまでは、  
ライドシェアで。



目的地に近いポート  
まで320km/hで  
ひとつ飛び



最終目的地までは、  
ライドシェアで

## JOBY AVIATION S-4について

NASAとの静粛性に関する研究開発を行うなど、2009年より電動航空機の機体を開発している。世界中で開発競争が行われているが、開発の先頭をはしり、業界をリード。25年中の米国でのサービス開始を目指す（同サイズで最速）。

米空軍のAgility Primeプログラムにも参加しており、米軍に機体納入してきている



The image shows a Joby Aviation S-4 aircraft in flight against a sunset background. The aircraft is a four-engine electric aircraft with a high-wing configuration. The registration number N542AJ is visible on the fuselage. The aircraft is shown from a three-quarter front view, flying towards the right.

**Designed for Safety**  
Redundancies for all critical aircraft systems

**機体システムに冗長性を持たせた  
高い安全性**

**Designed to be Quiet**  
Electric motors & unique design dramatically i

**ヘリコプター比、  
100~1000倍静かな  
静粛性**

**Designed for Sustainable Returns**  
Aircraft & operations drive favorable unit econ

**機体と運用による  
経済性**

**垂直離着陸  
(滑走路不要)**

**航続距離  
160km**

**座席数  
5席仕様  
1Pilot/4乗客**

**最高時速  
300km/h超**

**排出ガス  
ゼロ**

**パイロットが  
搭乗**

7 | Joby Aviation

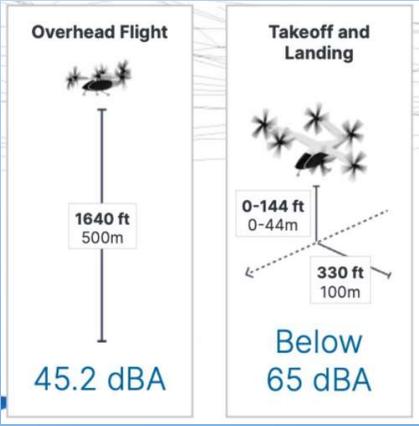
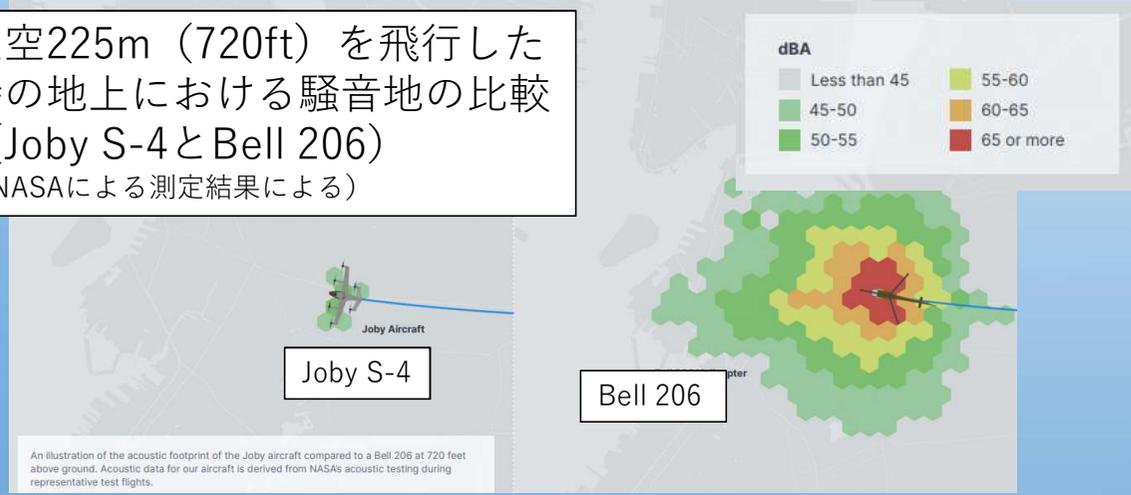
# Joby S-4の騒音

上空通過時の騒音比較（実測）  
 （小型飛行機（単発、双発）、小型ヘリ、大型ヘリ、eVTOL（Joby S-4））

騒音比較  
 （日常の各種騒音との比較）



上空225m (720ft) を飛行した時の地上における騒音地の比較  
 （Joby S-4とBell 206）  
 （NASAによる測定結果による）



An illustration of the acoustic footprint of the Joby aircraft compared to a Bell 206 at 720 feet above ground. Acoustic data for our aircraft is derived from NASA's acoustic testing during representative test flights.

## Joby S-4の地球温暖化へのLife Time Impact (米国エネルギー省再生可能エネルギー研究所との共同評価の結果)

### Key Highlights:

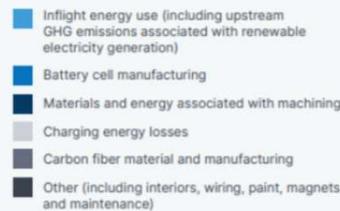
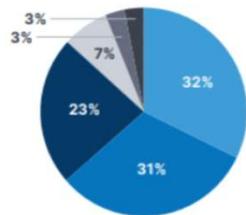
**01** We estimate the GHG footprint of the Joby aircraft on a per-passenger-mile basis to be **~1.5X smaller than that of a electric passenger cars.**<sup>8</sup>

**02** The **longevity of our selected batteries** allows us to reduce the number of battery cells used over the lifetime of the aircraft.

**03** Given our ridesharing capabilities, we plan to **more effectively move passengers compared to passenger cars**, resulting in reduced emissions (assumes 2.5 passengers per aircraft compared to 1.2 passengers per average car trip).<sup>9</sup>

With these assumptions, the report identified the majority of life cycle GHG impacts:

Percent of Total GHG Impact



\* According to available data as of report publication in 2021. Comparison is based on the functional unit of per passenger mile. LCA scope is "Cradle to Gate" (resource extraction through aircraft operation lifespan) and does not include end of life or infrastructure required for operation. Key assumptions include that Joby aircraft are manufactured at scale and operated for 20,000 hours. Material consumption, operation modeling and manufacturing energy consumption data are based on projected production at scale. Electric vehicles are assumed to be charged with 100% renewable electricity. Electricity was modeled using projected 2028 U.S. grid factors. Emission factors provided by NREL and include published literature and SimaPro's Ecoinvent database as of 2021. Operation assumptions for Joby aircraft assumes 2.5 passengership and average trip is 40km. Average car commuter trip assumes 1.2 passengers per trip based on the U.S. average from DOE Transportation Energy Data Book. Electric vehicle impacts based on Battery Electric Vehicle operated in the U.S. [https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/Global-LCA-passenger-cars-july2021\\_0.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/Global-LCA-passenger-cars-july2021_0.pdf)

<sup>8</sup> U.S. Department of Energy (DOE), Oak Ridge National Lab (2022) Transportation Energy Data Book Edition 40, Figure 9.2.



製造過程を含むLife Timeを通じた温暖化へのImpactを評価  
電気自動車と比較しても、1.5倍以上温暖化ガスの排出が少ない(Passenger-Mile当たり)

### Joby S-4のコックピット (Simulator)

- ・ Flight Controlは左右2つのInceptorによる  
(Rudder Pedalのない**シンプル**な制御)  
右: Attitude (Pitch、方向など)の制御  
左: 加速・減速など



# 離着陸場設置に向けた関係企業との連携



## 空飛ぶクルマの離着陸ポート設置に向け ANAHDとイオンモールで覚書を締結

ANAホールディングス株式会社（以下、「ANAHD」）とイオンモール株式会社（以下、「イオンモール」）は、主に関東圏および関西圏におけるイオンモールへの空飛ぶクルマの離着陸ポート（以下、「パーティポート」）設置を目指し、パーティポートの開発および運用、事業性、法律・制度や社会受容性といった環境整備等に関する検討を行う覚書を締結いたしました。

地域・社会のくらしに身近なイオンモールが「まちの中の新たな空港」という位置づけでパーティポートを設置し、ANAHDが実現を目指す電動エアモビリティによるエアタクシーサービスと連携することで、お客さま・地域・社会などあらゆるステークホルダーとともに、空を飛び、瞬く間に目的地に到着するシームレスで新たな価値の創造を目指します。



イオンモールは商業施設としての枠組みを超えて、地域・社会における課題解決と新たな価値創造に向けた取り組みを進めるため、2030年ビジョン「イオンモールは地域共創業へ」を策定しました。「地域共創」とは、同じ志を持つ、すべての人たちが「つながる」を創造し、広げ、深め、持続可能な地域の実現につながる営みを共創するということです。また、脱炭素社会実現のために「イオンモール脱炭素ビジョン」を掲げ、2025年までに実質CO2フリーの電力調達を進め、順次地産地消の再生エネへ切り替え、2040年までに直営モールでの地産地消の再生エネ比率100%を目指しています。パーティポート設置検討においては、電動エアモビリティへの再生可能エネルギーによる電源供給など、地域の利便性向上だけでなく、環境に配慮した移動手段の実現を目指してまいります。

ANAHDは2022年2月に米国 Joby Aviation社とパートナーシップを締結\*し、主に関東圏および関西圏での電動エアモビリティによるエアタクシーサービス実現に向けて検討を進めています。また、利便性の高いパーティポート設置に向けて、様々なパートナーとの連携・共創に取り組むとともに、2018年に設立された「空の移動革命に向けた官民協議会」においても主体的な役割を発揮、環境整備に貢献しています。今後も、地上インフラや法制度といった運航環境の整備を始め、様々なステークホルダーの皆さまと新たな価値創造を目指してまいります。

今後両社は、イオンモールへのパーティポート設置に向けた検討を通じて、新たな価値創造、まちづくりや社会課題の解決を目指してまいります。



## ANAホールディングス、Joby Aviation、野村不動産が 空飛ぶクルマの離着陸場開発に向けた共同検討を開始

- ANAHD、Joby Aviation、野村不動産は、日本国内の都市部を中心とする電動エアモビリティ eVTOL の運航サービス実現に向け、離着陸場開発の共同検討に関する覚書を締結しました。今後も幅広いパートナーと協業し、新たな空の移動手段の実現に取り組んでまいります。



ANAホールディングス(本社:東京都港区、代表取締役:芝田浩二、以下「ANAHD」)、Joby Aviation(本社:米国カリフォルニア州 Santa Cruz、CEO:Joby Van Beek、以下「Joby」)および野村不動産(本社:東京都新宿区、代表取締役:松尾大輔)は、日本における電動エアモビリティ eVTOLの離着陸場(以下、パーティポート)開発に向けた共同検討に関する覚書を締結しました。日本国内の都市部を中心とし、利便性の高いパーティポート開発に向けた事業的・技術的検討、社会受容性を高めるための取組み、戦略的パートナーシップ構築に向けた検討等を共同で進めてまいります。

ANAHD および Joby は、2022年2月のパートナーシップ締結後、電動エアモビリティの運航サービス実現に向けた事業検討を進めるとともに、首都圏および関西圏を中心に利便性の高いエリアへの離着陸場設置に向けた各種調査や検討にも取り組んでいます。今後も持続可能な社会の実現に向けて、様々なプレイヤーと協業し、地上インフラの開発、整備を担い新しい空の移動手段の実現を目指してまいります。

野村不動産は、東京都の「東京ベイeSGプロジェクト 令和5年度先行プロジェクト」においてeVTOL用浮体式ポートを核とした設備型のマルチモーダルMaaS実現に向けた委託事業を推進するなど、次世代モビリティの発展の社会実装に貢献し、新たなライフスタイルを実現できる次世代の街づくりを目指した取組みを進めています。

## 離着陸場の設置に向けて、多くの ステークホルダーと協議、連携を進め ている

## 例えば、野村不動産、イオンモール との共同検討は、既に公表済み。 (左記)

## 実装を見据えた各種のイベント



## NYCにおけるデモフライト (2023年11月)

## LAにおける機体展示 (2024年9月)



## NYC(グランドセントラル駅)における機体展示 (2024年10月)

## 11月に日本においてはじめてのデモフライトを実施 JOBYにとっても初めての米国外での飛行



あわせて、トヨタの協力状況についても公開



- 生産工程、設備関連などの製造部門における協業
- 各種アクチュエータ関連部品の製造(左図)

# 社会実装から将来の運航拡大に向けた課題

(商用飛行の実現、拡大から多頻度・高密度運航、  
自動・自律飛行などに向けて)

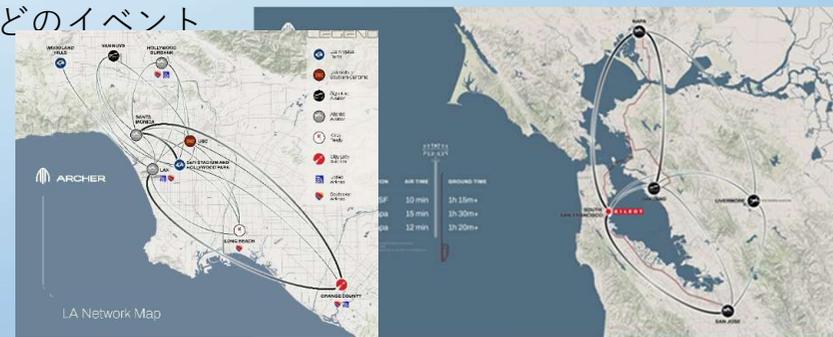
# 米国等では実装に向けた具体的な動き

## JOBY

- ・ **米国**での航空運送事業免許、整備事業場許可を取得
- ・ オハイオ州に**量産施設**を整備すべく着工
- ・ **米空軍**に機体を納入
- ・ **ATLANTIC AVIATION (FBO事業者)** と **ニューヨーク** 及び **ロサンゼルス** における既存施設の電動化対応に合意
- ・ 充電装置 (GLOBAL ELECTRIC AVIATION CHARGING SYSTEM (GEACS)) の規格を公表
- ・ **ドバイ** の道路運輸省と、早ければ2025年にも AIR TAXI を開始することで合意  
ドバイは SKYPORTS 社と離着陸場の整備についても合意
- ・ ニューヨークでデモ飛行、ロス・NYCで機体展示、日本でデモ飛行などのイベント

## ARCHER

- ・ **米国**での航空運送事業免許、整備事業場許可を取得
- ・ ジョージア州に**量産施設**を整備すべく着工、本年中に完成予定
- ・ **米空軍**に機体を納入
- ・ **SIGNATURE AVIATION (FBO事業者)** と **ニューアーク**、**シカゴ** 空港を含む施設の電動化対応等に合意
- ・ UNITED と連携し、**シカゴ市内と空港** を結ぶ路線を開設することを公表。また、**ロサンゼルス** 及び **サンフランシスコ** における就航当初の路線ネットワークを公表



# 米国ではエアラインも強くコミット

## アメリカン航空



- VERTICAL AEROSPACEのVX-4を250機 (+100機オプション) 発注 (2021年6月)
- VA社に \$ 25MILLIONの投資計画を公表
- 最初の50機のPRODUCTION SLOTを確保するとともにPRE-DELIVERY PAYMENTに合意 (2022年7月)

## ユナイテッド航空



- ArcherのMidnightを100機発注するとともに \$ 10Millionを払い込み (2022年8月)
- Eveに \$ 15Million出資するとともに200機 (+200機オプション) 発注 (2022年9月)
- Archer Midnightを使用して、2025年からManhattan = Newark間、Chicago = Chicago O'Hareのサービスを開始することを公表 (2022年11月、2023年3月)

## デルタ航空



- Jobyに \$ 60Millionを投資 (最大200Millionまで増額可能) するとともに、米国、英国におけるPartnershipを公表 (サービス開始後5年間はExclusive) (2022年8月発表)
- まず、Los AngelesとNew Yorkで、Delta顧客にSeamlessな旅行体験を提供するための連携を開始する計画

## サウスウェスト航空



- Archerとの間で、同社のカリフォルニア州におけるエア・タクシー・ネットワークの運航計画の策定について協力することを公表 (2024年7月)

## 短期的課題(就航とその後の拡大に向けて)

万博をきっかけとし、その後社会実装が実現することはほぼ確実な状況  
その後、路線・便数を増加させ、UAMサービスを定着、拡大させていくことが必要

⇒ 万博時の飛行実現に向け、航空法に基づく制度等を中心とした環境整備は概成

今後、万博後の実装、拡大を視野に入れた対応が重要

例：インフラ（Vertiport及び給電ネットワークの整備など）の確保  
運航経験などを踏まえた、短期的な法制度のRefine  
交通管理におけるVFR機の柔軟な取扱い（混雑空港への出入りなど）  
社会受容性の確保・拡大

## 具体的な短期的課題)

- 安全に飛行させるための必要な認証等の取得とさらなる制度整備
  - ① 制定した制度等に基づく個別の認証等（機体の型式証明、耐空証明、パイロット・整備士のライセンスなど）
  - ② 制定した制度等について、就航後の経験も踏まえて引き続き見直し、合理化が必要
- 離着陸場の確保
  - 混雑空港における利便性の高い発着場所の確保と、既存機との共存を通じた自由な発着の実現
  - 大都市内の既存・新設ポート、充電施設の確保、
  - 低コストなインフラ（着陸料、充電料金等）の実現
- 安全で信頼のおけるサービスの提供
  - 悪天候時の飛行 ⇔ 就航率の確保
- 社会的受容性
  - 社会全体での理解・認知度の向上
  - 離着陸場周辺、飛行経路近傍のコミュニティによる理解と連携（安全性、騒音、利便性向上など）
- 拡大可能性の確保
  - 航空交通管理における柔軟な取扱い
  - ⇔ 混雑空港における自由な発着と既存機との共存、悪天候時の飛行（合理的なVFRミニマの設定）

## 安全基準等の短期的な見直しの必要性

安全規制等は、社会実装に向けて策定作業をほぼ完了しているが、空飛ぶクルマの運航経験がない中での作業の結果、必ずしも合理的ではない可能性がある基準等があるほか、各国が独自に検討を進めた結果、基準の内容が調和されていないのが現状

⇒ 具体的な運航経験や今後、経験の蓄積、理解の深化、国際的な基準の調和等を踏まえ、**基準、手順などをさらに改正、枠組みを逐次見直していくことが必要**

考えられるものの例

- **新たな耐空類別の設定と機体の安全基準の見直し**
- ライセンスの基準の見直し
  - ⇒ 自動操縦の進化、操縦操作の簡便化を踏まえた資格要件、試験手続きの合理化
- 運航ルール・交通管理
  - ⇒ 運航ルールの見直し（既存の機体をベースとしたルールの合理化）
  - 運航密度、ネットワーク等の複雑化に対応した見直し
  - 現行VFRにおける工夫**（管制空域内のVFRルートの設定、特定空域での合理的な手続きの設定など）
  - 専用のルート、空域の設定（特別な運航・交通管理ルールの適用）
  - 運航者、交通管理サービス提供者による情報共有ネットワークの構築**

## 離着陸場の確保

- 多くの企業がVertiport整備に興味を示しているものの、具体化には至っていない状況であり、どうやって状況を前に進めるかが大きな課題。
- 社会実装の実例がない中で、**安全、騒音等の懸念**が解決していないこと、**経済的な見通し、社会受容性**（市民に身近なサービスにするためのVertiportの立地について地域の理解が得られるか）など、AAMの将来に対する確信が持てないことが大きな理由？ また、高電圧での充電を可能にするための**給電ネットワークの整備**も課題。
- このような状況の打開には、民間企業だけでは限界があり、**国や地方公共団体の支援が期待**される。特に、就航便数が少ないと見込まれる立ち上げ時期には、こうした支援が必要。（次ページ参考）
- 空港でのVertiport設置と、eVTOLによるスムーズな発着の実現（**空域、飛行経路、管制方式**など）（次ページ参考）
- 航空以外の規制の合理化（建築基準法、環境アセス（条例）、消防法、**電気料金**など）
- Vertiportの技術指針・基準の見直しを通じた**立地の容易化**（広さ、制限表面など）（次ページ参考）

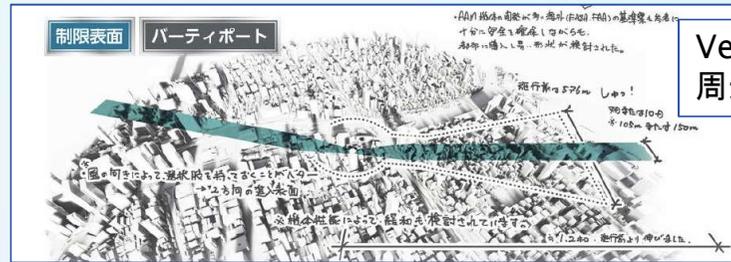
# (参考)

## 立地場所の確保、整備の容易化

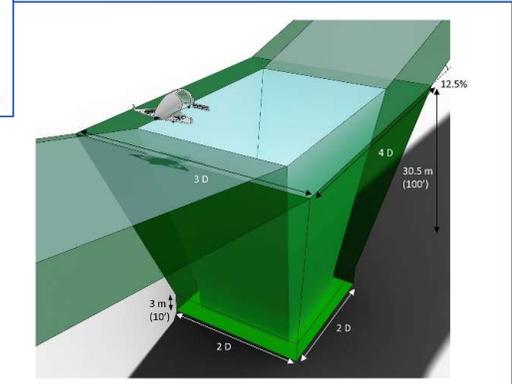
例 Vertiport側の要件の合理化(制限表面の合理化など)  
空域側における対応(管制空域との関係)

## 財政的課題の解決

例 Vertiportの整備・運営をどのように考えるか？  
民間と公的主体の役割分担？  
新しいアプローチの必要性？



Vertiport整備指針による制限表面  
周辺の建築物の高さが厳しく制限される



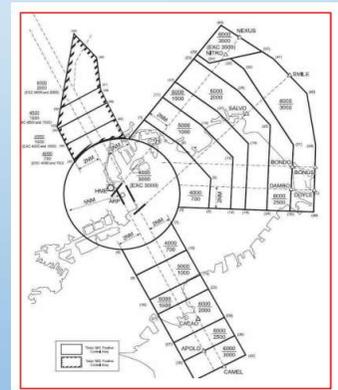
EASAガイドラインにおけるObstacle  
Free Volume (制限表面の1分類)  
周辺にビル等の建築物が許容可能

## 航空系事業の収支(損益)について

※空港整備に係る経費を費用及び純粋一般財源も含めた一般会計受入を収益に計上した損益

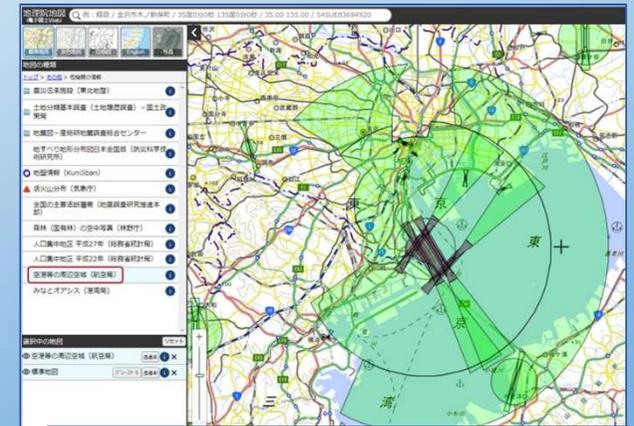
	営業収益		営業費用		営業損益	
	平成30年度	対前年度比	平成30年度	対前年度比	平成30年度	対前年度比
東京国際	81,379	(5,120)	69,291	(1,950)	12,088	(3,170)
新千歳	11,110	(251)	9,453	(△105)	1,657	(356)
福岡	12,306	(31)	19,351	(524)	△7,045	(△493)
那覇	5,581	(119)	16,201	(4,385)	△10,621	(△4,266)
稚内	51	(0)	1,357	(△261)	△1,306	(261)
釧路	222	(4)	1,827	(361)	△1,605	(△358)
函館	516	(△13)	1,884	(△630)	△1,368	(617)
新潟	418	(14)	2,747	(245)	△2,329	(△231)
広島	1,047	(11)	1,875	(148)	△828	(△137)
松山	1,004	(64)	1,565	(△356)	△562	(420)

国交省による国管理空港(当時)の収支の試算結果  
(平成30年度)から抜粋  
航空系収入だけでは福岡、那覇も赤字の状態だった



<東京特別管制区全体図>

羽田空港の管制空域(特別管制区)  
飛行には管制のクリアランスが必要



羽田空港の制限表面(制限表面上に突出する建物は建築禁止)

## 長期的課題

(密度、複雑性の高い運航＋完全自動/自律飛行の実現、シームレスな移動の実現)

空飛ぶクルマは、機体、インフラ、交通管理などのエコシステム全体として、今後も、新技術を取り込んでいくことで、進化を続けていく

**今から課題解決の方策について検討を始めることが重要**

## 具体的な長期的課題

- 技術革新と歩調を合わせた継続的、不断の制度の見直し
  - 運航の**自動化の進展/パイロット不要・自律運航**などを可能とするための諸技術の開発と成熟化
  - ⇨ これらに対応した規制などの安全ルールの策定・実施
- 革新的な航空交通管理の手法の開発・導入 ⇨ **高密度、高頻度の運航の実現**
  - 専用空域の確保、当該空域内での特別ルール・手続き/ 交通管理の自動化、協調的交通管理**
- 安全で信頼のおけるサービスの提供
  - 荒天時の飛行 ⇨ 低高度の気象情報の確保と運航に必要な医術の確立**
  - バッテリーの性能向上 ⇨ 航続時間・距離の拡大**
- 離着陸場所等の地上インフラの確保・整備
  - 需要の多い都市内では、多数の離着陸場所、充電施設／給電ネットワークが必要
- セキュリティの確保
  - 運航のセキュリティ、サイバーセキュリティ等**
- 地上交通などの他の交通モードとの連携
  - 手軽で、便利でシームレスな移動、その不可欠な構成要素としての空飛ぶクルマ**

# ま と め

空飛ぶクルマは**2020年代半ば以降には、我が国を含め、世界的に社会実装**が実現する見通し  
その後のサービスの定着・拡大に向けては**解決すべき課題も多い**のが現状

空飛ぶクルマによる**都市航空サービス**は、これまでにないサービスであり、**大きなポテンシャル**があると期待されている。  
空飛ぶクルマの便益（利便性の向上や新たな移動サービスの出現など）を享受していくためには、サービスの定着・拡大に引き続き、**高頻度・高密度化、自動化・自律化の進展とともに、それを取り巻く環境側も進化**させていくことが重要（**今後も現在進行形で発展**していく）

このため、新技術などの開発と必要な環境整備を、スピード感をもって、並行して進めることが必要

人々の生活圏に非常に近い場所で提供される航空サービスであり、**市民の利便性の向上と新しい街づくりを進めることが可能になる**

**そのためには社会から受け入れられるための努力を継続**していくことが必要不可欠

ご清聴ありがとうございました！！