

2024年7月12日

空飛ぶクルマの開発動向について

主席研究員 野村 嘉彦

【要旨】

空飛ぶクルマの開発は2010年代以降より、電動化技術の進展やマルチコプター技術の発展によるeVTOL（電動垂直離着陸機）として、本格的な開発が進められてきている。今後1～2年において実用化が想定される中、各メーカーによる機体の開発状況について紹介することとしたい。

<目次>

1. はじめに.....	2
2. 空飛ぶクルマの開発にあたっての特徴について.....	2
3. 空飛ぶクルマとは.....	2
4. 機体の種類と開発状況について.....	3
5. 実用化にあたっての課題について.....	12

本稿中に記載したデータ・数値等は、筆者が信頼できると判断した各種データに基づき作成・加工したものです。その正確性・確実性を保証するものではありません。

1. はじめに

空飛ぶクルマについては、古くより空飛ぶ乗り物として SF 作品などに登場していたが、なかなか実用化には至っていなかった。

2010 年代以降より、電動化技術の進展やマルチコプター技術の発展による eVTOL¹（電動垂直離着陸機）として空飛ぶクルマが話題となり、2011 年に e-volo 社（ボロコプター：ドイツ）が初めてマルチコプターとして有人による飛行を成功させた。その後、世界全体として実用化を見据えた開発が進められており、アメリカ・欧州・中国・日本などの多くの企業が開発に取り組んでいる。現在、空の近距離移動はヘリコプターが中心であるが、近い将来空飛ぶクルマがこれにとって代わる存在になる可能性が高く、その開発状況について紹介することとしたい。

2. 空飛ぶクルマの開発にあたっての特徴について²

- ① コスト面：ヘリコプターと比べ eVTOL は圧倒的に部品点数が少なく、また構造が比較的簡便であり、整備面で点検が負担少なく、トータルの運航コストが低く抑えられる。（部品数：ヘリコプターは約 10 万点、eVTOL は約 1~2 万点程度）
- ② 安全面：ヘリコプターと比べ独立した複数のモーターと多重のプロペラにより、故障発生に対して複数のモーターによりバックアップがあり安全性リスクが回避される。ヘリコプターはシングル・フェーリュア・デザイン（単一故障設計）であるが、空飛ぶクルマは複数のプロペラとモーターにより、ひとつの推進系が故障しても安全に不時着できる。
- ③ 運用面：eVTOL は、電動化により自立飛行との親和性が高く、遠隔監視・操作による自動運転の導入など無人化運航の道が可能になる。また、飛行時の騒音も低く抑えられることが期待できる。長いヘリコプターの回転翼は激しい騒音を発生させるが、空飛ぶクルマは複数のプロペラ・ノイズを打ち消す要因もあり低騒音を実現。

3. 空飛ぶクルマとは³

- ① 明確な定義はないものの、「電動」「垂直離着陸」「自動操縦」といった内容が想定される。
- ② 新たなモビリティとして、eVTOL や UAM⁴（都市型航空交通）として世界各国にて機体開発が進められている。
- ③ わが国でも、大都市間における送迎サービスを中心に、また離島および山間部にお

¹ Electric Vertical Take-off and Landing aircraft

² NEC HP : business leaders square wisdom 「空飛ぶクルマとは？デザインやメリット、実用化に向けた課題、ロードマップをご紹介します」を基に記載

³ 国土交通省 HP 「空飛ぶクルマについて」を基に記載

⁴ Urban Air Mobility

ける移動手段や災害時の救急搬送等での利用が想定され、次世代モビリティシステムとして、実現が期待されている。

4. 機体の種類と開発状況について

eVTOL 機は、推進形態によって以下の 3 つの種類に分類される。

- ① ベクタードスラストタイプ
- ② リフト・クルーズタイプ
- ③ マルチロータータイプ

これらの特徴を分類したのが以下の図表 1 である。

<図表 1> 推力機構別の概要

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
特徴	固定翼を有する 垂直離着陸と巡行と同じ 推進装置	固定翼を有する 垂直離着陸と巡行と異なる 推進装置	固定翼を有さない 3 つ以上の回転翼による 推進装置が離着陸に使用 される
長所	推進装置に無駄がない リフト・クルーズタイプより 高速運航・長距離運航に 適してる	マルチロータータイプより 高速運航・長距離運航に 適してる	構造がシンプル 離着時等のエネルギー 効率が良い
短所	推力偏向のための構造 および操作に若干難が ある	推進装置数が多く重量 がかさむ	高速運航・長距離運航に 不向き

出所：「米国における空飛ぶクルマに関する政策の最新動向 2023」（釣信一郎）を基に
著者作成

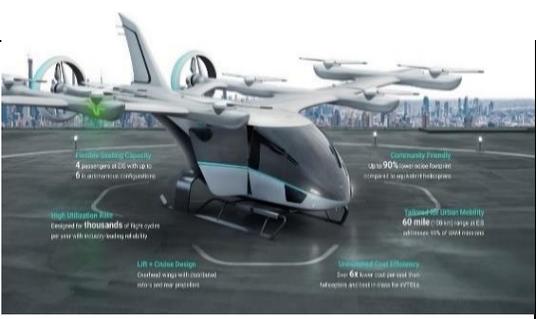
以下に、現在の開発状況を推進形態別に紹介する。

(概要)

- ・ 第1世代の eVTOL として、2024 年パリオリンピック及びや 2025 年大阪・関西万博を機に実用化を目指す会社がある
- ・ 定員はパイロットを含め最大でも 5 名規模
- ・ 航続距離は、ベクダースラストタイプ>リフト・クルーズタイプ>マルチロータータイプの順となる

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	Joby Aviation(アメリカ) S4	Wisk Aero(アメリカ) Cora (Generatio5)	Sky Drive(日本) SKYDRIVE(SD-05)
定員	5名(内パイロット1名)	2名(自動操縦、乗客2名)	2名(内パイロット1名)
最大離陸重量	2404Kg		1400Kg
航続距離	240Km	100Km	約10Km
最大巡行速度	322Km/h	180Km/h	100Km/h
最大運用高度		900m	
機体サイズ	全長13m×全幅13m×全高3m	全長13m×全幅13m×全高3m	全長13m×全幅13m×全高3m
ローター数	チルトプロペラ6基(ナセル全体偏向4基、リンク機構で偏向2基)	12基(VTOL用12基)	12基
運航計画等	2025年大阪・関西万博での就航を目指す 2025年中ニューヨークでの商用運航開始 トヨタ・ANAとの提携	ボーイング社の完全子会社	2025年大阪・関西万博での就航を目指す 自動車メーカーのスズキ(株)との提携
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://.jobyaviation.com/joby-aviation	https://wisk.aero/generations/	https://skydrive2020.com/archives/37722

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	Archer Aviation(アメリカ) Midnight	Beta Technologies(アメリカ) ALIA-250	Volocopter(ドイツ) VoloCity
定員	5名(内パイロット1名),将来的には自動操縦を想定	6名(内パイロット1名)	2名(内パイロット1名),将来的には自動操縦を想定
最大離陸重量	3,175Kg		900Kg
航続距離	160Km(通常は32~80Km 想定)	約500km	約35Km
最大巡行速度	241Km/h	272km/h	110Km/h
最大運用高度			
機体サイズ			ローターリム径 11.3m×全高 2.5m
ローター数	チルトプロペラ6基、固定プロペラ(VTOL専用)6基	5基(VTOL用4基、巡行用1基)	18基
運航計画等	2025年中アメリカ国内での商用運航開始 ユナイテッド航空との提携	航空会社の米 BLADE Urban Air, 航空宇宙メーカーの米 BETA Technologies との提携 双日・アメリカ陸軍との提携	2024年パリオリンピックでの就航 2025年大阪・関西万博での就航を目指す JAL・住友商事との提携
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://www.archer.com/midnight	https://www.beta.tean/aircraft/	https://www.volocopter/en/urban-air-mobility

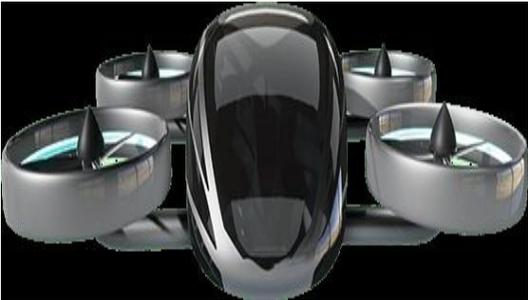
推力機構	ベクター・スラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	Lilium(ドイツ) Lilium Jet(Phoenix)	Eve Air Mobility(ブラジル) Eve	EHang(中国) EH216-S
定員	5(7)名(内パイロット1名)	5(内パイロット1名),6名(自動運転時)	1名(自動運転)
最大離陸重量			620kg
航続距離	300km	100km	30km
最大巡行速度	300km/h		130km
最大運用高度			
機体サイズ			全幅 5.73m×全高 1.93m
ローター数	36 個のモーター	9 基(VTOL 用 8 基、巡行用 1 基)	8 基
運航計画等	2025 年 就航予定 2027 年 16 人乗り、2030 年 50 人乗りを開発予定	2026 年 日本スカイスケープ社と都市型 ATM(航空交通管理)契約締結	2025 年大阪・関西万博での就航を目指す
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://lilium.com/jet	https://eveairmobility.com/evtol/	https://www.ehang.com

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	Vertical Aerospace(イギリス) VA-X4	HONDA(日本) Hybrid eVTOL	LIFT AIRCRAFT(アメリカ) HEXA
定員	5名(内パイロット1名)	4名	1名
最大離陸重量	450kg	400kg	
航続距離	160km	400km	17km
最大巡行速度	240km/h	270km/h	117km/h
最大運用高度		3000m	
機体サイズ	全長 13m×全幅 15m×全高 4m		全長 9.6m×全幅 7.7m×全高 8.2m
ローター数	8基(内4基は垂直・推進用)	10基(VTOL用8基、推進用2基)	18基
運航計画等	2025年大阪・関西万博での就航を目指す JAL・丸紅・関西電力との提携 ガスタービンハイブリッドエンジン搭載計画	2030年 ガスタービンハイブリッドエンジン搭載予定	
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://vertical-aerospace.com/meet-the-vx4	https://global.honda/tech/Electric_Vertikal_Tak_e-Off_and_Landing_aircraft_eVTOL/	https://www.liftaircraft.com/aircraft

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	Supernal(韓国) S-A2	AutoFlight(中国) Prosperity	Jetson(スウェーデン) Jetson ONE
定員	5名(内パイロット1名)	5名(内パイロット1名)	1名
最大離陸重量		2200kg	86kg
航続距離	65km	250km	36km
最大巡行速度	193km/h	200km	102km/h
最大運用高度	約450m		約450m
機体サイズ			全長2.4m×全幅1.5m×全高1.03m
ローター数	8基	11基(VTOL用8基、巡行用3基)	8基
運航計画等	2028年 現代自動車・大韓航空との連携	Groupe ADP(フランス)との提携 2025年大阪・関西万博での就航を目指す	2026年
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://www.supernal.aero/aircraft/#introduction	https://www.autoflight.com/en/air/	https://www.jetsonaero.com

推力機構	ベクタードスラストタイプ	リフト・クルーズタイプ	マルチロータータイプ
機体開発事例	スカイリンクテクノロジーズ(日本)	teTra aviation(日本) Mk-5	
定員	6名	1名	
最大離陸重量	5400kg	580kg	
航続距離	1400km	260km	
最大巡行速度	650km/h	160km/h	
最大運用高度			
機体サイズ		全長 6.15m×全幅 8.62m×全高 2.51m	
ローター数	チルトプロペラ 2 基、固定プロペラ 1 基	33 基(VTOL 用 32 基、巡行用 1 基)	
運航計画等	2030 年		
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://www.skylink-tech.co.jp	https://www.tetra-aviation.com/	

推力機構	ベクタードスラストタイプ		リフト・クルーズタイプ
機体開発事例	ASKA(アメリカ)	AMSL Aero(オーストラリア)	Volkswagen Group China(中国)
	A-5	Vertiia	V.MO
定員	4名	5名(内パイロット1名)	4名
最大離陸重量		500kg	
航続距離	400Km	1000km	200km
最大巡行速度	240km/h	300km/h	
最大運用高度			
機体サイズ			全長 11.2m×全幅 10.6m
ローター数	チルトプロペラ 2 基、固定プロペラ 4 基	チルトプロペラ 8 基	10 基 (VTOL 用 8 基、巡行用 2 基)
運航計画等	2026 年	2027 年 水素燃料電池システムが動力源の開発	
機体画像			
ホームページ (主な出所)	https://www.askafly.com	https://www.amslaero.com/	https://www.volkswagen^group.com/en/press-releases/meet-the-vmo-volkswagen-group-china-unveils-state-of-the-art-passenger-drone-prototype-16927

推力機構	ベクタードスラストタイプ		その他
機体開発事例	VRCO(英国) XP-4	PENTAXI(イスラエル) OZ1	AEROMOBILE(スロバキア) AM2
定員	4名	4名	2名
最大離陸重量	450kg	400kg	
航続距離	120km	320km	740km
最大巡行速度	338km/h	240km/h	260km/h
最大運用高度			
機体サイズ		翼幅 12m	長さ 6.1m×翼幅 8.8m
ローター数	4基	5基	1基(巡航用)
運航計画等	2026年		2025年
機体画像			
	https://vrco.co.uk	https://pentaxi.aero/aircraft/	https://www.aeromobil.com/#introduction

5. 実用化にあたっての課題について

2024～2025年ごろの実用化が見込まれている“第一世代”のeVTOLの動力源は電池が中心だが、2020年代後半から2030年ごろの実用化を目指す、より大型で後続距離が長い“第二世代”の動力源の主流はガスタービン発電と蓄電池のハイブリッドエンジンになるとの見方もあり、新たな開発競争が始まりつつある。

モビリティとしての事業性を考えると機体の大型化が効率的であるが、現行の電池だと5人乗り程度が限界と想定され、それ以上の機体は運用は難しい。また、最大の課題は電池を動力源とするeVTOLの充電時間が課題となる。2人乗りの機体でも電気自動車(EV)の約2倍以上の200kWh程度、5人乗りなら5倍以上の容量の電池が必要となる。しかし、EV急速充電器は、小型機体充電に約1時間、それより大型となるとその何倍も充電に時間を要し、現状の電池だけでは難しいことの想定がされる。今後は長距離対応のeVTOL向けにはガスタービンの開発が活発化しており、Vertical aerospace社「VX-4」やHINDAの次期モデルにて、純電動ではなくガスタービンハイブリッドエンジンを採用すること予定されている。

【参考資料】

- ・米国における空飛ぶクルマに関する政策の最新動向 2023 ～実用化に向けた多面的な取り組み～
ワシントン国際問題研究所 釣 信一郎・
第157回運輸政策コロキウム（ワシントンレポート XVIII）2023年12月5日
- ・空飛ぶクルマについて
国土交通省 航空局
2021年3月
- ・空飛ぶクルマはハイブリッドが現実解、ホンダもガスタービンに注力
日経クロステック
2022年8月5日
- ・AMSL Aero、水素燃料電池システムが動力源の航空機開発へ。豪政府が支援
DRONE
2023年11月24日
- ・空飛ぶクルマとは？デザインやメリット、実用化に向けた課題、ロードマップをご紹介します
NEC Business leaders square wisdom
2023年7月5日