

# 空飛ぶクルマ社会実装の隠れたボトルネック

## ― 地上インフラ整備をどう進めるか ―

社会システムコンサルティング部 シニアコンサルタント 笹森 宥穂

### 1 はじめに

近年、次世代のモビリティとして「空飛ぶクルマ」への注目が高まっている。日本国内で認知が拡大した最大の契機は、2025年の大阪・関西万博におけるデモフライトであろう。同万博では、国内企業である SkyDrive 社や米国の Joby Aviation 社が開発した機体が、万博来場者の目の前で高頻度にデモフライトを実施した。当初想定されていた「商用運航」、すなわち運賃を徴収して旅客を輸送する形態ではなかったとはいえ、同一エリアで複数の事業者が空飛ぶクルマを高頻度かつ定期的に飛行させた事例としては世界的にも先進的な取り組みであった。航空ショーのような業界関係者中心の場ではなく、一般来場者や国内外のメディアに対して空飛ぶクルマの存在を広く印象づけた点で、大きな意義があったといえる。また、万博でのデモフライトには至らなかった米国の Archer Aviation 社や英国の Vertical Aerospace 社も、日本国内での飛行実証や将来的な運航開始に向けた動きを継続している。

この万博を契機として、国内では社会実装に向けた機運が高まりつつある。政府では、経済産業省・国土交通省による「空の移動革命に向けた官民協議会」が2026年3月に社会実装に向けたロードマップを更新し、27年または28年ごろに国内での商用運航が開始されるとの見通しを示した。また、日本成長戦略本部が指定する戦略17分野の一つとして「航空・宇宙」分野が位置づけられ、官民投資を優先的に支援すべき主要な製品・技術などに空飛ぶクルマが含まれた。地方においても、いわゆる「万

博レガシー」の活用を目的として、大阪府・兵庫県などを中心とする関西エリアで官民の会議体が形成されている。さらに、政府は戦略産業クラスター計画の一つとして、近畿地域における空飛ぶクルマの産業集積形成を支援する方針とされている。

一方で、社会実装の実現までには、なお越えなければならないハードルが残されている。このハードルを乗り越えることに手間取ってしまえば、国内市場の立ち上がりが遅れたり、国内企業がビジネス機会を逸失したりする結果、国内航空機産業や関連インフラ産業の成長が鈍化する可能性も否定できない。

そこで本稿では、空飛ぶクルマの社会実装に必要な要素を幅広く整理したうえで、国内プレーヤーが取り得る打ち手を検討する。今から、そして今だからこそ取り組むべき領域を明らかにすることで、国内プレーヤーの取り組みのさらなる活性化に資することを目的とする。

### 2 「空飛ぶクルマの社会実装」が意味するもの

本稿では、空飛ぶクルマの機体開発そのものではなく、その社会実装を進めるための方策を検討する。その前提として、まず「空飛ぶクルマ」およびその「社会実装」が何を意味するのかを整理する。なお、本稿の目的に照らし、要素技術や機体開発に関する技術的な解説は最小限にとどめる。

## 1) 「空飛ぶクルマ」とは何か

空飛ぶクルマとは、一般に電動垂直離着陸機、すなわち eVTOL (electric Vertical Take-Off and Landing aircraft) を指す呼称である。「クルマ」という名称ではあるものの、地上を走行する自動車に飛行機能が付加されたものではない。むしろ、これまでにない新たな乗り物であり、新たな交通手段として位置づけられるべきものである。

空飛ぶクルマは、しばしば既存のヘリコプターと比較される。両者の最大の違いは、動力・制御方式にある。ヘリコプターがエンジンによって少数の大型ローターを駆動するのに対し、空飛ぶクルマは多数の小型ローターを電動モーターで分散的に駆動し、電氣的に制御する。この技術的特徴は、運用面にも大きな違いをもたらす。電動かつ電気制御であることは飛行の自律化と相性がよく、将来的には操縦士を必要としない自律飛行への発展が期待される。また、エンジンと比較して静音性が高いことから、ヘリコプターでは騒音面で難しかった低高度・都市近接エリアでの運航可能性も広がると考えられている。空飛ぶクルマは、動力、制御、運航思想のいずれにおいても、従来の航空機とは異なる新しい交通手段なのである。

## 2) 空飛ぶクルマの「社会実装」とは何か

空飛ぶクルマは新たな交通手段であるため、その社会実装も、単に機体が飛行できる状態を意味しない。本稿では、空飛ぶクルマの社会実装を、旅客輸送による事業が実現している状態と定義する。これは、経済産業省・国土交通省による「空の移動革命に向けた官民協議会」の公表資料に基づく。同協議会による「空の移動革命に向けたロードマップ」では、旅客輸送の実現は段階的に進展するとされている。2020 年代後半の導入初期には、一部地域で限定的な 2 地点間運航や遊覧飛行、およびその実証が行われる。30 年代前半の成長期には導入地域が拡大し、30 年代後半の成熟期には日常の移動手段と

しての定着が進む。さらに 40 年代の完成期には、日常生活で当たり前利用される段階に至ることが想定されている。

このうち、2020 年代後半の導入初期は、あくまで限定的・先行的な取り組みにとどまり、旅客輸送事業としての持続性はなお検証途上にあると見込まれる。そこで本稿では、導入地域が拡大し、旅客輸送事業として一定の実現可能性が見込まれる 30 年代前半の成長期に目指される状態を、空飛ぶクルマの「社会実装」と捉える。

## 3 空飛ぶクルマの社会実装の理想像と現在地

前章で定義した「社会実装」は、機体が飛ぶだけでは成立しない。旅客輸送事業として継続的に成立させるには、機体、規制、運航、インフラ、地域との接続などの要素が一体で整う必要がある。そこで本章では、社会実装に必要な要素を六つに類型化し、主要な海外事例を参照しながら、日本の相対的な課題を明らかにする。

### 1) 社会実装の構成要素

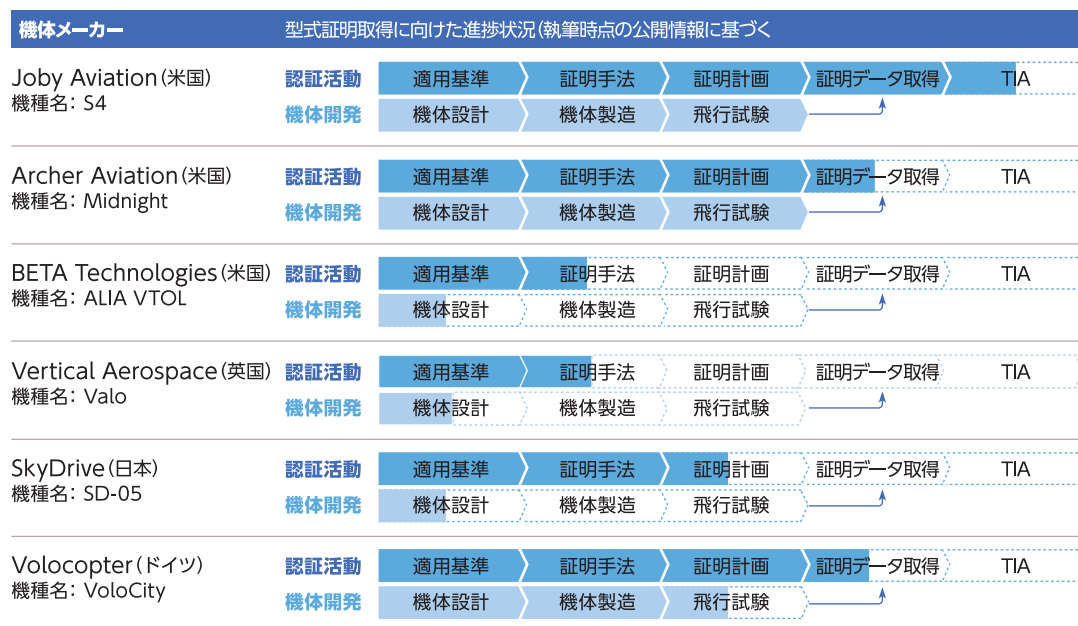
本稿では、社会実装の実現を構成する要素を①機体、②認証・規制、③上空インフラ（運航管理・通信）、④地上インフラ、⑤運航・整備、⑥周辺環境（交通・社会受容性）の 6 類型で整理する。

①機体は、旅客が搭乗する機体の開発・製造を指す。旅客輸送において重要な要素としては、搭乗可能人数、操縦方式、機体の大きさ・重量、飛行可能時間・距離などがある。これらは、運賃収入、運航ルート、離着陸場（バーティポート）に必要な面積・耐荷重、充電頻度などに直結する。現在、世界中で機体メーカー各社が独自の機体を設計し、開発を進めている。

②認証・規制は、旅客輸送を可能にするための制度上の要件である。中でも機体の型式証明（TC<sup>※1</sup>）

※1 Type Certificate の略称。航空機の型式の設計が、所要の安全基準および環境基準に適合していることを国が証明する制度

図表 1 型式証明取得に向けた機体メーカー各社の進展状況



注) 機体開発の進展は、認証試験用機体の状況を記載しており、それ以前の試験機体の開発や試験などは含まない  
出所) 公開情報に基づき NRI 作成

は、特定の機種の安全性を証明するものであり、商用運航に不可欠である。その取得には多大な時間的・経済的コストがかかるため、社会実装に向けた主要なハードルとして認識されている。認証活動には、適用基準、証明手法、証明計画の合意、当局へのデータ提出、型式検査承認 (TIA<sup>※2</sup>) といった段階がある。データ提出までには、機体開発側でも認証試験用機体<sup>※3</sup>の製造や浮上・低速飛行・高速飛行（固定翼の場合は浮上・遷移飛行・巡行飛行）といった段階的な飛行試験が求められる。こうした枠組みにおいては、Joby Aviation 社と Archer Aviation 社が最終段階に近く、日本の SkyDrive 社を含む他機体メーカーがそれに続く構図である。

ただし、社会実装に必要な認証は型式証明に限られない。機体については耐空証明や製造証明が求められるほか、有人操縦の場合には操縦士の技能証明、整備実施者の資格、事業実施のための運航証明や航空運送事業の許可も必要となる。さらに、パーティポートの設置には飛行場の設置許可または場外離着陸場の許可が関係し、建築基準法や都市計画法などの関連法令への適合も求められる。加えて、運航ルート周辺では、空域管理、安全確保、プライバシー保

護などの観点から新たなルール形成が必要となる可能性もある。

③上空インフラは、空飛ぶクルマに加え、既存の航空機やドローンも含めた適切な運航管理のための技術・ソフトウェアなどを指す。空飛ぶクルマは、一般的な航空機やヘリコプターよりも低高度を飛行することが見込まれており、従来の航空機運航管理では十分に想定されていなかったドローンなどとの調整も必要となる。また、パーティポートは既存空港やヘリポートを活用することも考えられ、その周辺では多様な飛行体が高密度に行き交う可能性があることから、従来よりも混雑した環境での運航管理が求められる。さらに、将来的な自律運航を実現するには、上下・前後・左右の3次元空間におけるリアルタイムでの衝突回避機能が必要となり、機体・地上間、機体間での高速での通信や高度な判断が不可欠となる。こうした背景から、機体メーカー各社

※2 Type Inspection Authorization の略称。機体メーカー独自のテストを終え、航空当局の審査官による最終飛行テストへ進むための許可。実用化に向けた最終関門への突入を意味する

※3 事前に航空当局と合意済みの設計・製造方法に準拠した、型式認証試験に使用する機体

図表 2 空飛ぶクルマの旅客事業に必要な構成要素

| # | 構成要素   | 内容                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 機体     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 主な要素として、搭乗可能人数、操縦方式、機体の大きさ重量、飛行可能時間・距離がある</li> <li>● 運賃収入、運航ルート、離着陸場（パーティポート）に必要な面積・耐荷重、充電頻度などに直結</li> </ul>                                                                                                        |
| 2 | 認証・規制  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機体の型式証明、耐空証明、製造証明に加え、操縦士資格、運航証明、航空運送事業の許可、パーティポートの設置許可などが必要</li> <li>● 型式証明では、適用基準、証明手法、証明計画、証明計画の合意、証明データの取得・提出、型式検査承認（TIA）といった段階を経る</li> <li>● 型式設計への適合性が確認された試験用機体の製造と、段階的な地上・飛行試験でのデータ取得が求められる</li> </ul>       |
| 3 | 上空インフラ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 空飛ぶクルマ、既存航空機、ヘリコプター、ドローンなどを安全かつ効率的に運航管理するためのシステム</li> <li>● 低高度かつ高密度の運航に対応するため、通信、航法、監視、飛行計画、空域調整、衝突回避などの機能が必要</li> <li>● 将来の自律運航や多地点運航に向け、AIや運航管理ソフトウェアを活用した高度化が求められる</li> </ul>                                   |
| 4 | 地上インフラ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● パーティポートおよび運航を支える周辺設備</li> <li>● 一時駐機、バッテリー充電、機体格納、整備、旅客待機といった機能が求められる</li> <li>● 旅客輸送事業の採算性を高めるには、複数スタンド、格納庫、複数機体種別に対応した充電設備、消火設備、整備環境、旅客ターミナルなどが必要</li> <li>● 設置場所には、障害物、耐荷重、騒音、電力供給、既存交通との接続など多くの制約がある</li> </ul> |
| 5 | 運航・整備  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全で安定的なサービスを提供するための運航事業者、人材、拠点、手順、管理体制など</li> <li>● 高頻度運航では、安全確認、充電、点検、旅客乗降を短時間で繰り返す一体的なオペレーション設計が必要</li> <li>● 既存航空機・ヘリコプターと異なるeVTOL特有の整備技術、部品供給体制も必要</li> </ul>                                                   |
| 6 | 周辺環境   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● パーティポートと周辺交通ネットワークとの接続、地域住民・利用者の受容性、騒音・景観・安全性への配慮、自治体や地域関係者との調整など</li> </ul>                                                                                                                                        |

出所）公開情報に基づき NRI 作成

は AI 関連企業との提携を進めている。

④地上インフラは、パーティポートおよびその周辺インフラの整備を指す。パーティポートには、一時駐機、バッテリー充電、機体格納、整備、旅客待機といった機能が求められる。さらに、旅客輸送事業の採算性を高めるためには高密度運航が重要であるが、その実現には複数の駐機場・格納庫、複数の機体種別・規格に対応した充電設備、消火設備、幅広く対応可能な整備環境、多くの旅客が滞留できる旅客ターミナルなどが必要となる。特に充電設備の整備には高圧電力の確保が不可欠である。また、周辺に障害物が少ないこと、既存の建物の屋上にパーティポートを設置する場合は屋上部分が機体荷重に耐えられる強度を持つこと、既存交通手段との接続が容易であることなど、適地選定上の制約も多い。

⑤運航・整備は、空飛ぶクルマを安全かつ安定的に運航するための運航体制、運航事業者、操縦者・遠隔監視者、整備拠点、整備人材、運航管理手順などを指す。当面は既存航空機と同様に、有人または遠隔監視を伴う運航が想定されるが、将来的には高頻度・短距離・多地点間の運航が前提となる。そのため、従来の航空運送事業よりも細かな運航計画、機体稼働管理、充電計画、整備計画が求められる。

特に旅客輸送事業として成立させるには、機体稼働率を高めつつ、安全確認、充電、点検、清掃、旅客乗降を短時間で繰り返す必要がある。したがって、機体メーカー、運航事業者、整備事業者、パーティポート運営者の間での一体的なオペレーション設計が不可欠である。また、電動化された機体に対応するため、バッテリー、モーター、制御ソフトウェア、センサーなどに関する従来の航空機の範囲を超えた整備技術や部品供給体制も必要となる。

⑥周辺環境は、パーティポートと周辺交通ネットワークとの接続、地域住民・乗客の受容性、騒音・景観・安全性への配慮、自治体や地域関係者との調整などを指す。空飛ぶクルマは単独で完結する移動手段ではなく、鉄道、バス、タクシー、自家用車、徒歩などと接続して初めて移動サービスとして機能する。そのため、パーティポートの整備にあたっては、離着陸に適した空間条件に加え、駅、空港、商業施設、オフィス、観光地などとの近接性、旅客の乗り換え動線、道路混雑への影響、災害時の代替交通としての活用可能性などを考慮する必要がある。また、都市部や観光地で高頻度に運航する場合、騒音、落下物や事故への不安、プライバシー、景観への影響が地域住民の懸念となり得る。したがって、

図表 3 主要運航計画における構成要素の充足状況および評価尺度

| #  | 運航国      | 運航地域・用途                 | 主な参画企業                                                    | 構成要素の充足状況評価(点) ※0～4の5段階評価 |        |         |         |        |       |
|----|----------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|--------|---------|---------|--------|-------|
|    |          |                         |                                                           | ①機体                       | ②認証・規制 | ③上空インフラ | ④地上インフラ | ⑤運航・整備 | ⑥周辺環境 |
| 1  | 中国       | 広州・合肥<br>(遊覧・地域内エアタクシー) | EHang                                                     | 4                         | 4      | 3       | 4       | 4      | 4     |
| 2  | 米国       | ニューヨーク<br>(空港アクセス)      | Joby Aviation                                             | 3                         | 3      | 4       | 2       | 3      | 4     |
| 3  | UAE      | ドバイ<br>(都市内エアタクシー)      | Joby Aviation<br>RTA, Skyports                            | 3                         | 3      | 1       | 3       | 3      | 4     |
| 4  | UAE      | アブダビ<br>(都市内エアタクシー)     | Archer Aviation                                           | 1                         | 3      | 1       | 1       | 1      | 4     |
| 5  | UAE      | アブダビ<br>(医療輸送)          | Archer Aviation                                           | 1                         | 1      | 1       | 1       | 1      | 2     |
| 6  | 日本       | 大阪<br>(都市内エアタクシー)       | SkyDrive<br>Osaka Metro                                   | 0                         | 2      | 3       | 1       | 3      | 4     |
| 7  | 日本       | 大阪<br>(遊覧・都市内エアタクシー)    | Soracle<br>Archer Aviation                                | 1                         | 2      | 3       | 1       | 1      | 3     |
| 8  | ブラジル     | サンパウロ<br>(都市内エアタクシー)    | Eve Air Mobility<br>Revo                                  | 0                         | 2      | 4       | 1       | 1      | 3     |
| 9  | 英国       | ロンドン<br>(空港アクセス)        | Vertical Aerospace<br>Bristow, Skyports                   | 0                         | 2      | 3       | 1       | 1      | 3     |
| 10 | 韓国       | 済州島<br>(地域内エアタクシー)      | BETA Technologies<br>Skyports, UI Helicopter              | 0                         | 1      | 4       | 1       | 1      | 2     |
| 11 | ニュージーランド | ※具体的な地域は不明<br>(医療輸送)    | BETA Technologies<br>New Zealand Air<br>Ambulance Service | 0                         | 1      | 0       | 0       | 1      | 0     |

| (点) | ①機体                 | ②認証・規制                                | ③上空インフラ                            | ④地上インフラ                                                                            | ⑤運航・整備                     | ⑥周辺環境                                      |
|-----|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| 0   | 認証試験用機体の設計完了を確認できない | 規制当局から具体的な情報が出ていない                    | UTM関連活動を確認できない                     | 商用運航に使用する具体的な候補地、施設保有者、開発主体が特定されていない                                               | 運航主体が明確でない                 | 自治体の具体的な取り組みを確認できない                        |
| 1   | 認証試験用機体の設計完了        | eVTOLの型式・耐空・製造・運航証明・離着陸場などについて規制情報を公表 | UTMの研究開発を実施                        | 具体的な設置計画がある、または実証展示用を含む1拠点が存在する。ただし、商用旅客輸送に使用可能な2地点間ネットワークは形成されていない                | 将来の運航主体が明確                 | 自治体による関連施策が存在                              |
| 2   | 認証試験用機体を製造          | 個別機体・運航者施設の審査プロセスを開始                  | 限定環境・個別機能を対象とするUTM実証を実施            | 複数の拠点を活用でき、具体的な地点間移動が実証されている、または少なくとも1拠点が商用運航を前提とした運用に対応できる                        | 将来の運航主体が単発の飛行実証を実施         | 自治体や現地当局が運航計画へ公式に参画                        |
| 3   | 認証試験用機体による飛行試験を開始   | 関連する型式・運航・施設などについて、少なくとも一部の許可証明を取得    | 機体・運航者間の通信、パーティポートなどを組み合わせた統合実証を実施 | 追加拠点の場所、開発主体、運航ルートが具体化し、商用運航を前提とした複数拠点ネットワークの整備が進んでいる                              | 将来の運航主体が反復的・高頻度の実証を実施      | 安全・騒音などの社会受容性向上施策を実施                       |
| 4   | TIAを開始              | 商用定常運航を可能にする主要な証明許可を取得した企業がある         | 実証成果を実運用または商用運航計画へ反映               | 複数の商用対応拠点が整備され、ポート間運航が実施可能。充電、受変電施設、旅客処理、消防緊急対応、ダウンウオッシュ対策、運航管理システムなどが複数拠点で導入されている | 商用運航、または運航許可下の反復的な準商用運航を実施 | 社会受容性向上を目的とする公開飛行が高密度・広範囲・多数実施済み、または実施が具体化 |

出所) 公開情報に基づき NRI 作成

社会実装には、技術的に飛行可能であることに加え、地域に受け入れられる運航頻度、時間帯、ルート、騒音水準、安全対策を設計し、合意形成を進めることが求められる。

## 2) 構成要素ごとの動向

次に、実際に空飛ぶクルマの商用運航が計画されている地域において、上記 6 要素がどの程度充足されているかを、公開情報をもとに整理する。

各国の運航計画を 6 要素に分解すると、整備が進む要素と未成熟な要素の差が明確になる。詳細は図表 3 を参照されたい。以下では特に①～④の要素を

中心に日本の相対的な位置づけを確認する。まず、

①機体の開発については、中国、米国、UAE、日本、英国、ブラジル、韓国などの主要な商用運航計画において、使用予定の機体メーカーがおおむね明確になっているが、機体開発の成熟度には差がある。

中国の EHang 社は型式証明などを取得して商用運航直前の段階に入っており、米国の Joby Aviation 社も認証試験用機体を用いた航空当局による飛行試験を進めている。一方、日本の SkyDrive 社、英国の Vertical Aerospace 社、ブラジルの Eve Air Mobility 社、韓国やニュージーランドで導入が予定される BETA Technologies 社などは、少なくとも

も本稿執筆時点の公開情報の範囲では認証試験用機体の飛行試験には至っていないとみられる。候補機体の選定は多くの運航計画で進んでいるものの、認証可能な機体の確保は、国ごとというより機体メーカーごとの開発の進展に左右される共通課題といえる。

②認証・規制については、各国で制度整備を担う主体は明確である。米国では米国連邦航空局 (FAA)、中国では中国民用航空局 (CAAC)、UAE ではアラブ首長国連邦民間航空総局 (GCAA)、日本では国土交通省航空局 (JCAB)、英国では英国民間航空局 (CAA) が、機体の型式・耐空・製造、運航事業、操縦者、パーティポートなどに関する制度整備や審査を進めている。中国では EHang 社をはじめとした企業が型式証明、製造証明、耐空証明、運航証明の取得まで実現しており、これを追いかける形で米国や UAE でも機体やパーティポートなどに関する審査・承認が具体化している。航空機の型式証明審査には長期間を要するのが通例であるが、特にこの2カ国ではこれを短縮・加速化するための動きがあり、米国では大統領令の発出や運輸省による National Strategy と Comprehensive Plan という戦略・計画の発表、UAE では GCAA による Restricted Type Certificate という制限付きの型式証明の設定などの取り組みが見られる。

③上空インフラについては、国ごとの差が明確に表れている。米国では米国航空宇宙局 (NASA) や FAA を中心に航空機運航管理システム (UTM) の研究・実証が蓄積され、ブラジルでは Eve Air Mobility 社の運航管理システムが既存ヘリコプターの発着管理に導入された事例がある。韓国でも政府による大規模実証プログラムである K-UAM Grand Challenge を通じ、通信、交通管理、運航者、パーティポートなどを組み合わせた統合実証が行われている。日本についても、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の ReAMo プロジェクトなどを通じて、運航管理、通信、空域共有に関する研究開発と実証が進められている。一方、ドバイやア

ブダビの運航計画では、機体、運航主体、パーティポートの具体化に比べ、専用 UTM の実証成果は必ずしも明確ではないとみられる。

④地上インフラでは、日本の課題がより明確に表れている。ここでいう地上インフラの成熟度は、パーティポート自体の存在だけではなく、商用旅客運航に対応する複数の発着拠点が整備され、地点間ネットワークが形成されているかどうか、さらに必要な設備が実装されているかどうかによって評価する必要がある。

中国では、広州や合肥を中心に、離着陸、旅客処理、充電、指揮管制、格納・整備などの機能を備えた拠点が整備され、複数都市で商用運航に向けた施設展開が進んでいる。ドバイでは、Dubai International Vertiport (DXV) を第1拠点とする複数拠点ネットワークが計画され、商用運航を前提とした施設の整備・承認が具体化している。米国のニューヨークでは、既存ヘリポートや空港を活用した複数地点間の飛行が実施されており、eVTOL 専用設備はなお整備途上であるものの、物理的なネットワークの基盤は存在する。

一方、日本では、大阪港パーティポートや、Osaka Metro による森之宮、新大阪・梅田、天王寺・阿倍野、大阪ベイエリアなどを結ぶネットワークの構想など、一部の運航計画が確認できる。しかし、現時点で実在する施設は実証・展示用途の性格が強く、複数の商用対応パーティポートを結ぶ定常的な地点間ネットワークの形成に向けて具体的な取り組みが進んでいるとはいえない。また充電・受変電設備、旅客処理、消防・緊急対応、格納・整備、運航管理などの機能が複数拠点で一体的に整備される見通しが高いとはいえない。Soracle 社<sup>※4</sup>による計画でも、大阪港パーティポートを運航拠点、大阪ヘリポートを整備拠点として使用する方針は示されているが、旅客が利用する複数の発着地を結ぶ商用ネッ

※4 日本航空と住友商事による共同出資会社。空飛ぶクルマ航空運送事業会社を目指し、主に大阪・関西地域で商用運航実現に向けて活動する

トワークの具体的な整備は今後の課題とみられる。

もっとも、地上インフラの成熟度が低いのは日本だけではない。英国、ブラジル、韓国の運航計画も、個別の候補地や実証施設は存在するものの、複数の商用対応拠点を結ぶネットワークの形成には至っていない。このため「日本の地上インフラがすべての国と比べて最も遅れている」とするのは適切ではない。重要なのは、総合的な社会実装準備が比較的進んでいる運航計画の中で、日本では④地上インフラが、③上空インフラ、⑤運航・整備、⑥周辺環境に比べて相対的に遅れている点である。

⑤運航・整備については、日本では機体メーカー、運航事業者、鉄道・地域交通事業者による取り組みが確認できる。

⑥周辺環境についても、日本は相対的に進んでいる。大阪府・大阪市、東京都をはじめとする自治体が飛行実証に関与し、デモフライト、機体のモックアップの展示イベントなどを通じて、安全性、騒音、利用場面などを一般利用者に示す取り組みが行われている。自治体、鉄道事業者、空港・港湾関係者、地域事業者との連携も形成されており、社会受容性向上や地域交通への組み込みに向けた受け皿は一定程度存在する。

以上を踏まえると、日本では、①機体開発は使用予定機体の認証進捗に依存するものの、②認証・規制、③上空インフラの研究・実証、⑤運航主体、⑥自治体・地域交通との連携については、他国と比較して著しく劣っているわけではなく、特に③と⑥は、相対的に準備が進んでいる要素と評価できる。これに対して④地上インフラは、構想や単一の実証施設から、複数の商用対応拠点を結ぶネットワークへの移行がスムーズに進んでいないとみられる。

したがって、①～⑥の構成要素はバランスよく整備されることが肝要であることから、日本が今後重点的に取り組むべき領域は、国内の構成要素間の不均衡の視点で④地上インフラであるといえる。

## 4 日本の潜在的なボトルネックである地上インフラ整備をどう進めるか

前章では、日本の相対的な課題が地上インフラにあることを示した。もっとも、地上インフラの整備が遅れている理由を、単に国内プレーヤーの取り組み不足に帰すことは適切ではない。そこには、日本の既存都市や制度に由来する固有の制約条件が存在する。本章では、その制約条件を整理したうえで、国内プレーヤーが取り得る戦略を検討する。

### 1) ボトルネックの要因は日本固有の制約条件にある

日本で地上インフラの整備が相対的に遅れている要因は、国内市場に固有の制約条件にある。国内における地上インフラ整備は、制度的、物理的、社会的といったさまざまな制約を受けている。これらを、海外における解消事例とあわせて整理したものが図表4である。

これらの制約条件は、日本でただちに対処することが特に難しい。なぜなら、これらは都市や交通インフラ・制度体系がすでに形成済みであることに由来する経路依存的な制約だからである。こうした制約は民間企業だけでコントロールできるものではなく、政策的介入によっても変更には長期間を要する。

### 2) 「急がば回れ」の逆輸入戦略で制約条件を突破する

制度的・物理的・社会的制約の解消に時間を要する以上、地上インフラを整備するデベロッパーなどの国内プレーヤーが国内市場だけで即座に実装ノウハウを蓄積することには限界がある。仮に国内プレーヤーが、制度的・物理的な制約を理由に地上インフラ整備の取り組みを停滞させてしまえば、将来的にそれらの制約が緩和された時点で、すでに海外市場で経済的・社会的・組織的な制約を克服するノウハウを蓄積した海外企業が国内市場に参入する可能性がある。その場合、ノウハウで劣る国内プレーヤーは競争上不利な立場に置かれかねない。

図表 4 地上インフラ整備を阻む制約条件と海外事例

| 阻害要因の類型 | 日本の特徴                                                                                                                                 | 海外の先行事例                                                                                                                                                | 先行事例の転用の難しさ                                                                                                                                                                     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 制度的要因   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• パーティポート整備指針はあるが、機体特性や将来運航を前提とした制度は未完成</li> <li>• 一部はヘリポート基準を参考にするため、設計条件が厳しくなりやすい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UAEではGCAAが専用基準を整備、SkyportsのドバイDXVが同基準に基づく設計承認を取得</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UAEは政府、航空当局、運航インフラ事業者が一体で推進</li> <li>• 日本では建築・消防・自治体、建物所有者との個別調整が残るため、基準だけでは解決しない</li> </ul>                                           |
| 物理的要因   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存ビル屋上は耐荷重が不足しやすい</li> <li>• 受電容量や変圧器蓄電池の設置スペースも不足しやすい</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ニューヨーク市とSkyportsは、既存のダウタウンマンハッタンヘリポートをeVTOL対応へ改修</li> <li>• JobyとAtlantic Aviationは、既存空港施設に充電設備を導入</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 海外は既存ヘリポートや空港を使い、改修負担を回避</li> <li>• 日本の都心には同様の施設が少なく、空港や郊外へ移すと都心直結の価値が下がる</li> </ul>                                                   |
| 社会的要因   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 実環境で反復的に飛行する機会が限られ、騒音や地上リスクのデータが不足</li> <li>• 住民への具体的な説明や理解醸成が進みにくい</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jobyはニューヨークで都市内の公開飛行を実施</li> <li>• 当局や自治体と連携し、低騒音性や運航イメージを実環境で提示</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 米国では「eVTOL統合パイロットプログラム(eIPP)」(データ取得を目的の一つとする大規模な飛行実証のための政府プログラム)が開始</li> <li>• 日本では飛行許可、離着陸場、空域、住民対応の調整負担が大きく、同規模の実証を反復しにくい</li> </ul> |

出所) 公開情報に基づき NRI 作成

そこで国内プレーヤーが取りうる方策の一つとして、以下のような2段階の戦略が考えられる。第一に、制約条件が比較的弱い地域において、経済性の確保、地域社会との合意形成、運営体制の構築といった実装上の課題を先行して経験し、その克服に必要なノウハウを獲得する。第二に、日本国内における制度的・物理的な制約の緩和を見据え、蓄積したノウハウを国内市場へ展開できるよう備える。短期的には海外での実装経験を通じたノウハウ獲得に注力し、中長期的にはそれを国内市場へ還流させる「急がば回れ」の逆輸入戦略であれば、将来的に国内市場が本格的に立ち上がる局面で競争優位を確保することが可能となるのではないだろうか。

では、国内プレーヤーが地上インフラ整備に関するノウハウを先行して獲得するためには、どのような地域を進出先候補として想定すべきだろうか。進出先の選定にあたっては、単に空飛ぶクルマへの関心が高い地域を選ぶだけでは不十分である。重要なのは、パーティポートを新たに都市機能の一部として組み込むための経路依存的な制約条件が弱く、かつ実際の移動需要や地上交通の課題が見込まれる地域を見極めることである。例えば、新首都建設、大規模ニュータウン、経済特区、スマートシティ、空

港都市など、都市やインフラを白紙に近い状態から設計している地域が候補となりうる。こうした地域では、既存市街地に後付けでパーティポートを整備する場合に比べて、離着陸空間、充電設備、旅客動線、周辺交通との接続、騒音対策等を都市計画の初期段階から織り込める可能性が高い。また、新興国では航空・都市計画に関する制度が確立途上にあり、新たなルール形成に関与する余地が残っている可能性がある。こうした地域であればパーティポートの設計・運営に関する知見を制度設計と並行して蓄積できる。加えて、人口集積、経済成長、渋滞、島嶼(とうしょ)・山岳・沿岸部といった地理的制約により、地上交通だけでは十分に満たせない移動需要が存在することも重要である。

以上を踏まえると、国内プレーヤーが注目すべき進出先候補は、新興国における新都市、スマートシティ、空港都市、観光開発地域などと考えられる。こうした地域でパーティポートの適地選定、設計、運営、地域合意形成、既存交通との接続に関する実装経験を積むことが、将来的な国内展開に向けた有効な布石となることが期待できる。

図表 5 海外事例から見た地上インフラ整備のための複数主体連携モデル

| モデル         | 代表的な事例                                   | 中心となるプレーヤー         | 特徴                        | 日本企業への示唆                            |
|-------------|------------------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 公共交通当局主導型   | ドバイ:<br>RTA×Joby×Skyports                | 現地交通当局             | 公共交通政策の一部としてAAMを位置づける     | 現地政府・交通当局との政府間対話が重要                 |
| デベロッパー資産活用型 | クイーンズランド:<br>Wagner Corporation×Skyports | 現地デベロッパー           | 既存不動産、空港、観光拠点をパーティポート候補地化 | 日本企業は用地保有者ではなく、評価・設計・事業化支援者として参画できる |
| サンドボックス型    | カザフスタン:<br>Alatau City                   | 新都市開発主体、政府系機関      | 実証、制度設計、社会受容性確認を一体で進める    | 新都市、スマートシティ、観光開発に初期実証から参画すべきである     |
| 観光・リゾート型    | サウジアラビア:<br>Red Sea Global               | 観光開発会社、ホテル、空港、運航会社 | 高単価・限定ルートから導入しやすい         | 空港－リゾート、島嶼間、VIP輸送から始めるのが現実的         |

出所) 公開情報に基づき NRI 作成

## 5 システムとしての地上インフラ輸出戦略

前章では、海外で先行的に実装経験を積むことの必要性和、進出先候補の考え方を示した。しかし、実際に海外でパーティポート整備に関与するには、企業単独の取り組みでは不十分である。パーティポートは都市交通インフラであり、現地政府、交通事業者などとの連携を前提に整備されるためである。すなわち国内プレーヤーは、輸出先国において、さまざまな主体が連携し都市交通インフラを構成する企業連合（コンソーシアム）を形成し、その一員となることが重要と考えられる。

では、コンソーシアムには具体的にどのような主体が参画し、どのような役割を果たすべきであろうか。先行する海外の運航計画におけるコンソーシアムの構成を参照すると、どの役割を果たす主体がコンソーシアムを主導するのかについて、いくつかのパターンがあることが見えてくる。

たとえば UAE のドバイでは、公共交通当局である RTA が市場形成の中心となり、Joby Aviation 社が機体・運航、Skyports Infrastructure 社がパーティポート整備を担う形で、都市交通体系の一部としてエアタクシー導入が進められている。この事例は、現地政府・交通当局が制度・用地・公共交通との接続を主導し、民間企業が機体・運航・地上インフラの専門機能を担う「公共交通当局主導型」のモデルと位置づけられる。

また、オーストラリアのクイーンズランドでは、現地デベロッパーである Wagner Corporation 社が候補不動産を抽出し、Skyports Infrastructure 社がそれらを設計・運用・商業性の観点から評価する役割分担を取っている。この事例は、現地の不動産アセットを持つ企業と、航空インフラの専門企業が補完関係を構築する「デベロッパー資産活用型」のモデルである。

加えて、カザフスタンの Alatau City のように、新都市開発・国家プロジェクトを実証フィールドとして活用し、制度設計や社会受容性の確認を含めて段階的に整備を進める「サンドボックス型」や、サウジアラビアの Red Sea Global のように高単価の観光需要を起点として初期的な収益の確実性を確保した「観光・リゾート型」のモデルも確認できる。

運航計画ごとに望ましいコンソーシアムのモデルは、自社が果たせる役割や展開先地域、既存保有資産などの条件によって異なると考えられる。地上インフラ整備への参入を検討する際は、まず自社および連携可能主体について条件を洗い出したうえで、どのようなモデルのコンソーシアムを目指すべきかを検討することが第一検討事項となるだろう。

その際、Skyports Infrastructure 社や UrbanV 社といった、地上インフラ専門の企業は競合であると同時に、航空インフラ設計・運営ノウハウを補完するパートナーにもなり得る。重要なのは、これら

の専門企業に運営を丸投げするのではなく、共同設計、共同運営、運営データ共有、人材交流などを通じて、日本企業自身が将来的な国内展開に活用できるノウハウを蓄積することである。

このような連携モデルを実現するためには、段階的な進め方が有効である。第1段階では、候補都市におけるプロジェクト形成・実現可能性調査（FS）を行うべきである。具体的には、需要調査、パーティポート設置候補地の洗い出しを行い、ありうる運航ルートを列挙したうえで先述のような物理的要因（各種規制への対応可能性、設置場所の耐荷重、障害物、電力容量、周辺交通との接続など）、社会的要因（地上リスク、騒音、消防など）等の阻害要因を含め実現可能性を評価する。この段階では、商社、デベロッパー、設計・建設会社、電力・通信会社、空港・交通事業者、パーティポート専門企業が連携し、現地政府・自治体に対して、単なる施設整備ではなく、都市交通インフラとしての実装可能性を提示することが重要である。

第2段階では、実証・初期整備を通じて、制度・運用・社会受容性を検証する必要がある。市場の立ち上がり期においては、いきなり高頻度の商用運航を目指すのではなく、試験的なパーティポート、ドローン物流、医療搬送、観光遊覧、空港アクセスの限定運航等を通じて、運航管理、旅客動線、充電、点検、緊急時対応、騒音影響、住民・利用者の受容性を確認することが望ましい。この段階では、現地航空当局や自治体と協議しながら、パーティポートの設計・運営基準、運航時間帯、飛行ルート、利用者動線、安全対策等を具体化していく必要がある。日本企業にとっては、この段階で得られる運営上の課題、コスト構造、関係者調整の実務、利用者・住民の反応こそが、将来的な国内展開に還流すべき重要なノウハウとなる。

第3段階では、事業化に向けたジョイントベンチャー（JV）を組成し、運営体制とリスク分担を明確化することが求められる。体制・役割分担のイ

メージとしては、以下のようなものが考えられる。すなわち、パーティポート事業は、初期投資、需要不確実性、制度変更リスク、社会受容性リスクを伴うため、単一企業がすべてを負担することは現実的ではない。現地政府・開発庁は許認可、用地、交通計画、制度整備を担い、現地デベロッパーや空港会社は用地・施設・旅客接点を提供する。日本の商社は事業組成、投資、契約、リスク管理を担い、不動産・建設会社は施設設計・施工・周辺開発、電力・通信会社は充電・蓄電池・通信・運用システムを担う。Skyports社やUrbanV社のようなパーティポート専門企業は、航空要件を踏まえたパーティポート設計、運営手順、運用システムの提供を担い、運航事業者や機体メーカーは、機体・運航・安全管理を担う。このように、各プレーヤーの役割と責任分担を明確化したうえで、共同運営やデータ共有を契約上組み込むことが、日本企業によるノウハウ獲得の前提となる。

こうした民間側の取り組みを後押しするためには、政策的支援も不可欠である。パーティポートは、現時点では新幹線や空港のように国内で完成されたインフラをそのまま輸出する段階にはない。しかし、社会実装に必要な上述の構成要素を組み合わせた新しいインフラシステムとして捉えれば、これまで日本政府が進めてきたインフラシステム海外展開の枠組みと接続し得る。

具体的には、初期段階では、候補都市における需要調査、適地選定、制度調査、事業性評価、マスタープラン策定などに対するFS・プロジェクト形成支援が有効と考えられる。特に、機体開発で米国・中国の企業が先行している現状では「現地の航空局などの規制当局が、どのように制度を設計しているのか」、また「他国の機体メーカー・運航事業者とどのような調整を行っているのか」といった情報を迅速に集め、日本企業の勝機を見定めることが不可欠である。こうした取り組みを民間企業のみで十分に賄うことは困難であることから、日本貿易振興機構

図表 6 企業連合（コンソーシアム）での空飛ぶクルマ旅客事業輸出の発展段階イメージ

| 段階           | 民間側の主な取り組み                              | 主要な論点                   | 政策的支援の在り方の例                       |
|--------------|-----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 第1段階:案件形成・FS | 需要調査、適地選定、制度調査、事業性評価、現地パートナー探索          | どの都市・拠点で成立するか、誰と組むか     | JETRO・大使館などによる現地企業などとのネットワーク形成支援  |
| 第2段階:実証・初期整備 | 試験ポート整備、限定運航、ドローン物流・医療搬送・観光遊覧などの実証      | 制度、運用、安全、騒音、住民受容性、交通接続  | 政府間対話、航空当局・都市計画当局との制度協議、実証フィールド確保 |
| 第3段階:事業化     | ジョイントベンチャー（JV）設立、施設整備、運航・整備体制構築、データ共有契約 | 初期投資、需要不確実性、リスク分担、収益モデル | 政府系金融機関などによる出資・融資                 |

出所) NRI 作成

（JETRO）などによるネットワークや信頼（お墨付き）の提供といった具体的なサポートの需要は大きいと考えられる。次に、実証・初期整備段階では、現地政府・自治体との政府間対話、航空当局・都市計画当局との制度協議、実証フィールドの確保、現地交通事業者との連携形成を支援することが求められる。さらに、事業化段階では出資・融資などの手段を組み合わせることで、民間企業単独では取りにくい初期リスクを官民で分担することが考えられる。

以上を踏まえると、パーティポートの海外展開は、単なる設備輸出ではなく、都市開発、航空制度、交通接続、電力・通信、運営ノウハウを束ねるインフラシステム輸出として位置づけるべきである。日本企業は、海外企業との競争だけを意識するのではなく、必要に応じてそれらをパートナーとして取り込みながら、商社、不動産、建設、空港、交通、電力、通信、金融を組み合わせたコンソーシアムを形成する必要がある。そして政府は、こうした民間コンソーシアムによるプロジェクト形成、現地政府との制度対話、初期実証、事業化リスクの分担を支援することで、日本企業が海外でパーティポート実装ノウハウを獲得し、将来的に国内市場へ還流させるための環境を整えるべきである。

## 6 おわりに

本稿では、空飛ぶクルマの社会実装に必要な要素を6類型で整理し、日本の相対的な課題が④地上インフラにあることを示した。機体開発や認証・規制への対応は引き続き重要であるが、商用運航を実際に成立させるには、パーティポート、充電、駐機・格納、整備、旅客動線、既存交通との接続、地域合意形成を一体で進める必要がある。

しかし、日本国内では、制度的・物理的制約が大きく、国内だけで地上インフラの実装経験を蓄積するには限界がある。だからこそ、国内プレーヤーは、制約条件が比較的緩やかな海外の新都市、スマートシティ、空港都市、観光開発地域において先行的に実装経験を積み、地上インフラ整備のノウハウを獲得すべきである。

その際に重要なのは、海外展開を単なる設備輸出として捉えないことである。パーティポートは、都市開発、航空制度、交通接続、電力・通信、運営ノウハウを束ねるインフラシステムであり、民間企業単独で整備できるものではない。現地政府、現地デベロッパー、空港・交通事業者、パーティポート専門企業、商社、電力・通信・金融機関を束ねるコンソーシアム型の取り組みが不可欠である。政府もまた、現地企業などとの接点構築支援、現地当局との制度関連協議、出資・融資による事業化リスク低減を通じてこれを後押しする必要がある。

空飛ぶクルマの社会実装を、機体開発競争としてだけでなく、都市交通インフラ全体の実装競争として捉え直すことが、日本企業が将来の国内外市場で競争優位を確保するための出発点となる。国内で制約が緩和されるのを待つのではなく、海外で実装ノウハウを獲得し、それを国内市場へ還流させる。この逆輸入型の戦略こそ、日本の空飛ぶクルマ産業が次の成長段階に進むために必要な視点である。

(監修：駒村 和彦)

#### 筆者



**笹森 宥穂** (ささもり ゆうほ)  
株式会社 野村総合研究所  
社会システムコンサルティング一部  
シニアコンサルタント  
専門は、イノベーション政策、スタートアップ支援政策、次世代エアモビリティ(空飛ぶクルマ・ドローン) など