

# 1-1

## 「空飛ぶクルマ」とは何か？

「空飛ぶクルマ」の定義は、いまだ定まっておらず、複数考えられます。この中で視点の異なる4つの定義を説明します。

図 1-1-1 は「空飛ぶクルマ」という言葉で表される4つの定義を示しています。「空陸両用車」は機能の視点、「電動垂直離着陸機（eVTOL（イーブイツール）：electric vertical takeoff and landing）aircraft」は機体の動力と飛行機能の視点、「都市型航空交通」は用途の視点、「空を利用した Door-to-Door 移動サービス」はサービスの視点です。これらを順に説明しましょう。

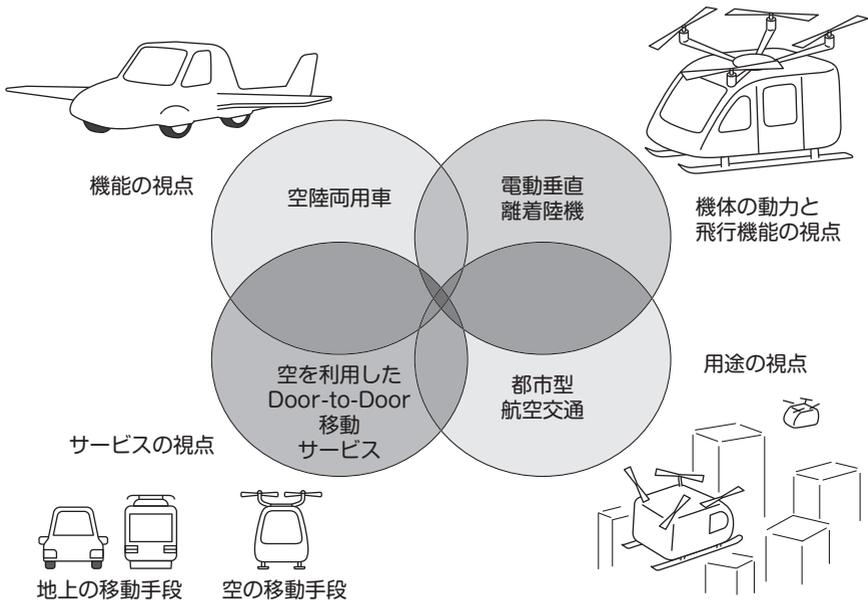


図 1-1-1 空飛ぶクルマの定義

電動垂直離着陸機（eVTOL）は空飛ぶクルマの代名詞のように言われています。

## (1) 空陸両用車

「空飛ぶクルマ」といえば、『バック・トゥ・ザ・フューチャー』などのSF映画に登場するような「空陸両用車」、すなわち、空を飛んで地上の道路も走ることができる車を思い浮かべる人が多いに違いありません。運転している人なら、道路の渋滞時に「空を飛べたらいいのになあ」と思ったことが一度はあるでしょう。しかし、長年研究されてきたにもかかわらず、それはまだ実用化されていません。

地上を走るためには、他の車やガードレールに衝突した場合に乗員を守れるほどの強固な車体が必要です。こうすると重くなり、空中に浮きあがるのが容易でなくなります。また、翼やプロペラを大きくしないと安定して複数人を運ぶことはできませんが、その場合、我が国の狭い道路では対向車線にはみ出してしまいます。さらに、道路を走るときは翼を折りたたむ必要がありますが、機構が複雑になります。機構が複雑になると重くなるだけでなく、故障が増えると予想されるため、安全性の観点で課題が多くなります。しかし、将来、空陸両用車が実用化されれば、多くの人々が一度は乗りたいと思うに違いありません。狭い道路に入ることができれば、急病患者を運んだり、災害時に活躍したりすることがより期待されるでしょう。離着陸方法としては、道路を滑走しながら飛び立つ方法、あるいは垂直に離着陸する方法がともに考えられてきました。

## (2) 電動垂直離着陸機

ドローンの普及によって、電動で滑走路を使わず、空と離着陸場を垂直に昇降するeVTOLが注目を集めています。空飛ぶクルマというカタカナの名称は、人が移動に利用する大衆的な乗り物というイメージを出すため、必ずしも自動車の機能を持っていなくてもかまいません。従って、この定義では地上を走れなくともよいこととなります。なお、ヘリコプターは通常電動ではないのでeVTOLには含まれません。

ドローンはキットを買ってきて自分でも組み立てられるように、開発の難易度が低いため、モーターによる動力と回転翼による浮遊・推進機構を持つのであれば、航空機メーカーでなくても参入できる利点があります。国内外の多くのベンチャー企業が2019年現在、開発を行っています。この観点から、eVTOLは空飛

ぶクルマの代名詞になっているようです。

また、ホビー用のドローンは、初心者でも少しの訓練で飛ばすことができます。この操縦の簡単さから eVTOL は自動操縦、あるいは自動車免許程度の簡便さで免許が取得できることが期待されています。現在航空業界ではパイロットが不足しており、運航コストの低減のために自動操縦が期待されているわけです。パイロットがいないのであれば、空飛ぶクルマは若い男性が彼女に空中で愛を告白することにも使えそうです。

### (3) 都市型航空交通

アメリカでは、ロサンゼルスなどで渋滞が深刻になっているため、都市の新しい交通手段が求められています。空飛ぶクルマは UAM (Urban Air Mobility)、すなわち「都市型航空交通」として語られています。アメリカで開催される国際会議、例えばアメリカ航空宇宙学会 (American Institute of Aeronautics and Astronautics : AIAA) において、空飛ぶクルマの論文は UAM のセッションで話されることが多いのです。垂直離着陸は重要ですが、機体の主動力はフル電動 (モーターだけで、ハイブリッドでない) や回転翼だけにこだわりません。

なぜなら回転翼だけでは、水平飛行時の効率が悪くなるためです。2019 年現在、バッテリーの性能がまだ低いので、航続距離が短いのです。従って、アメリカなど長距離飛行を必要とする国ではハイブリッド (モーターとエンジン) や、回転翼だけでなく固定翼を有したものも開発されています (図 1-1-2)。安全を考慮すると、都市ではトラブルがあった際に人家のないところまで移動する必要があり、滑空できる固定翼を持つことが望ましいという面もあるからです。なお、大都市の深刻な渋滞はアメリカだけの問題ではなく、インドのデリー、インドネシアのジャカルタ、タイのバンコクなどアジアでも見られます。

### (4) 空を利用した Door-to-Door 移動サービス

空飛ぶクルマを一つの機体ではなく、空の利用を含む「Door-to-door 移動サービス」として捉えることもできます。近年、スマートフォンでタクシーを呼ぶオンデマンドサービスが普及しています。世界では「ライドシェア」という複数の乗客が乗り合わせるサービスもあります。我々の空飛ぶクルマ研究ラボでも、

2012年に修士学生がオンデマンド航空について研究しました<sup>(1)</sup>。

昨今、鉄道・バス・バイクシェア・スクーターシェアなどと地上のタクシーを組み合わせた複合的なサービスである「MaaS (Mobility as a Service)」に注目が集まっています。空飛ぶクルマを大衆化した空の乗り物と考えれば、この定義はまさにふさわしいと言えるでしょう。この定義によれば、極端に言えば、機体は従来のヘリコプターでもいいことになります。

実際 Airbus (エアバス) や Bell Helicopter Textron (ベル・ヘリコプター) は、まず従来のヘリコプターを使って空飛ぶクルマの事業のノウハウを得ようとしています。さらに一つの移動ツールの例として、Airbus 社と Audi (アウディ) 社と Italdesign Giugiaro (イタルデザイン・ジウジアーロ) 社は共同で、ドローンが自動車を吊り上げて運ぶシステム (ドローンと車という2つの要素が合体) を開発しています<sup>(2)</sup>。空中で軽量化するために、自動車が吊り上げられるときにはタイヤを含む底のフレームが外れます。この乗り物なら乗り降りすることなく移動すべてをカバーすることが可能ですから、体の不自由な人に便利です。ドローンと車の接合部分の強度が安全上懸念されるため実用化には困難が予想されますが、このような斬新なアイデアの提案がこれからも続くことが期待されています。

このように、空飛ぶクルマには4つの定義が見られます。しかも、この4つのどれか一つにだけ分類されるのではなく、複数のタイプにまたがるものもあります。例えば、空陸両用で、かつ eVTOL のタイプの機体を開発するメーカーもあります。それを都市の交通に使ったり、MaaS のサービスとして利用したりしていくことでしょう。



図 1-1-2 固定翼と回転翼

## ポイント

- 空飛ぶクルマには世界的に「空陸両用車」「eVTOL」「都市型航空交通 (UAM)」「Door-to-door の移動サービス」の4つの定義が見られる。この4つのどれか一つだけに分類されるのではなく、複数のタイプにまたがることもある。

# 1-2

## 空飛ぶクルマの歴史

空飛ぶクルマの歴史について、前節で説明した4つの視点のうち、機体の構造にかかわる空陸両用車とeVTOLを見てみましょう。

### (1) 空陸両用車の変遷

空陸両用車は20世紀から開発されてきました(図1-2-1)。特にカナダ人のPaul Mollerは、1983年から垂直離着陸型の空飛ぶクルマMoller Sky Carの開発に取り組んできました。1990年のファイナンシャル・タイムズの記事には「Moller Skycar M400は9500ft(2895.6m)から30000ft(9144m)の高度を毎時400マイル(643.7km/h)で飛ぶ」と記されていて、垂直離着陸も地上走行も可能な設計案でした<sup>(3)</sup>。Moller Internationalの現在のホームページを見ると、Skycar 200は空陸両用車ですが、Skycar 400は小型航空機の設計です。しかし、Moller Internationalからは空飛ぶクルマの試作品は発表されているものの、飛行実験な

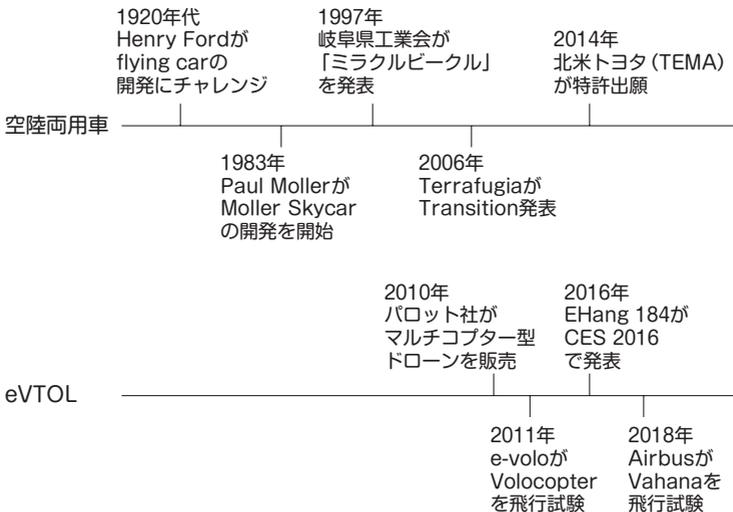


図 1-2-1 空飛ぶクルマの歴史

空陸両用車は1900年初期からチャレンジされてきたが、実用化されていない。eVTOLはドローンの進歩によって急速に開発が進んでいる。

どのニュースは見られていません。

国内のメディアで初めて「空飛ぶ車」の文字が登場したのは、1997年の岐阜県工業会に関する記事でした<sup>(4)</sup>。川重岐阜エンジニアリングの三橋清通社長（当時）を会長に、岐阜県工業会の関係者が参加して空飛ぶクルマ「ミラクルビークル」を開発していました<sup>(4)</sup>。2003年に日本航空宇宙学会誌に掲載された論文によると、設計上は一人乗りの軽スポーツカーで電動モーター駆動式、全長は4.45m、幅は6m、離陸重量は450kg、地上走行は最大時速50km、巡航速度は時速200km、地上では翼を折り畳み、飛ぶときは羽を開く形でした<sup>(5)</sup>。2002年には実物の3分の1ラジコン模型機の飛行試験を行い、旋回を繰り返しながら4分間飛行した記録が残っています<sup>(5)</sup>。しかし、資金繰りが難しく、2012年に開発は終了しました。空飛ぶクルマの開発は海外だけの話ではないのです。

自動車会社も関心を持っていました。Ford Motor Company（フォード・モーター・カンパニー）創設者であるHenry Ford（ヘンリー・フォード）も、1920年代に、1人乗りの‘flying car’にチャレンジしていました。しかし、飛行試験における故障や事故によって成功には至らなかったと言われています。トヨタ自動車はトヨタ・モーター・エンジニアリング・アンド・マニファクチャリング・ノース・アメリカ株式会社（以下、TEMA）が、車体上部に収納可能な複数の翼を持つ空飛ぶクルマの特許を、2014年3月に出願したと報道されています<sup>(6)</sup>。しかしまだ実際の生産・販売までには至っていません。

現在、空陸両用車を開発するベンチャー企業として有名なのはアメリカ、ボストンのTerrafugia（テラフージャ）社で、2006年にエンジン駆動で翼を折りたたむタイプの空陸両用車Transition（トランジション）を発表しました。

## (2) eVTOL の目覚ましい進歩

次にeVTOLを見ましょう。2010年にフランスのParrot（パロット）社がホビー用の電動垂直離発着ドローン（AR.DRONE）を販売し、急速に普及していきました<sup>(7)</sup>。このドローンは、固定翼を持たず4枚のプロペラを持つマルチコプター（第3章2節参照）というタイプで、eVTOLの中でもっとも構造が簡単なためコストが低いのです。現在は中国のDJI（Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd.）社などのドローンがホビーだけでなくビジネスでも使わ