

空飛ぶクルマ“SkyDrive”の挑戦

福澤 知浩 佐藤 望美
Tomohiro Fukuzawa Nozomi Sato

1. 空飛ぶクルマとは

1.1 空飛ぶクルマの分類

「空飛ぶクルマ」とはなにか、実は現状明確な定義はなく、エンジンの有無、垂直離着陸の可否、飛行可能距離の差異など、事業者ごとに製品仕様や事業のコンセプトはさまざまである。一方で、1~5人程度の少人数の移動を対象とした新たなモビリティサービスという方向性については各事業者もほぼ一致し、各社さまざまな機体の開発・製造に取り組んでいる。切り口はいろいろあるが、ここではわれわれの考える三つの切り口で「空飛ぶクルマ」の分類を紹介したい。

1.1.1 垂直離着陸の可否

一つ目の切り口は、垂直離着陸が可能かどうかである(図1)。一般的に垂直離着陸が可能な航空機をブイトール(Vertical Take-Off and Landing : VTOL)と呼んでおり、代表例としてはグーグル(Google)社のラリー・ページが出資している米キティホーク(Kitty Hawk)社の機体コラ(CORA)がある。この機体は左右の固定翼にロータ(回転翼)が合わせて12個ついているため、垂直に離着陸ができ、飛行時には滑空できることが大きな特徴である。一方で、固定翼があるため機体サイズが大きく、一般道の走行は不可能である。垂直離着陸が不可能な機体の例としては、米テラフジア(Terrafugia)のトランジション(Transition)がある。折り畳み型の固定翼を備えており公道を走るがプロペラがないため、垂直離着陸が不可能となっており、飛行時には滑走路が必要である。



図1 垂直離着陸の可否



1.1.2 固定翼の有無

二つ目の切り口は、固定翼の有無である(図2)。先ほどのコラ(CORA)は固定翼がある関係で機体のサイズが大きくなり、着陸可能な場所にある程度の制限がかかる。その分、一度浮上すれば固定翼があるため燃費の節約となり、航続距離を伸ばすことが可能である。中国のイーハン(Ehang)社のイーハン184(Ehang 184)のような固定翼のない機体は機体サイズが小さくなるため、より多くの場所への離着陸を可能とするが、常にプロペラを回し続けることになるため燃費が悪く、航続距離は短くなる。



図2 固定翼の有無

1.1.3 地上走行の可否

三つ目の切り口は、地上走行の可否である(図3)。



図3 地上走行の可否

オランダパルブイ インターナショナル(PAL-V International)社のパルブイリヴァティ(PAL-V Liberty)は、走行系があるため飛行のほか走行も可能であるが、走行ユニットが搭載されることによりペイロード(搭載可能重量)が減ることになる。一方でイーハンのような走行系ユニットがないものは地上走行ができないため、地上走行時にモビリティを乗り換える必要がある

壁を打ち破る

常識やルールにとらわれない

というデメリットはあるものの、ペイロードが大きくなり、一度により多くのものを選べるという利点がある。

1.2 スカイドライブ(SkyDrive)の分類

われわれカーティベーター (CARTIVATOR) の目指す空飛ぶクルマ スカイドライブ (SkyDrive) は、この三つの切り口で分類すると、垂直離着陸可能、固定翼なし、地上走行可能な機体である。

われわれの空飛ぶクルマのコンセプトモデルがこちらのエスディエックスエックス (SD-XX) である。

世界最小クラスのコンパクトサイズでありながら垂直離着陸機能を備えることで、車道を走行し、そのまま飛び立てるような機体を実現したいと考えている (図4)。

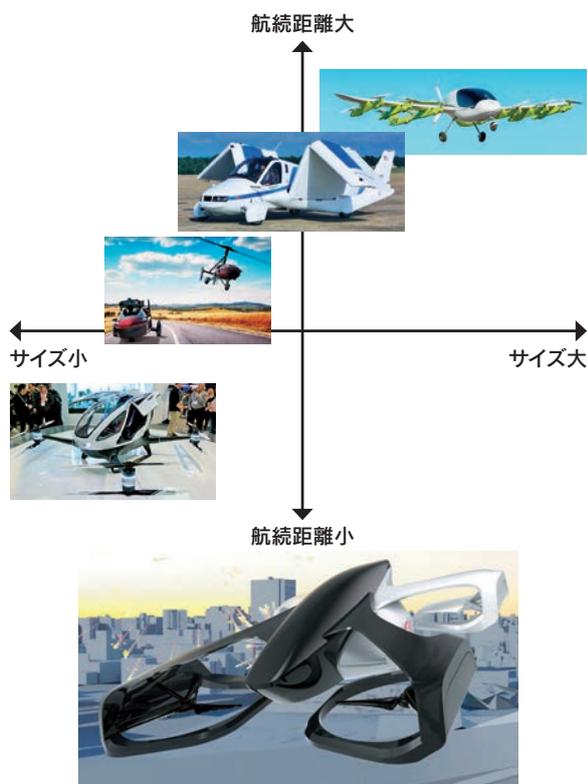


図4 スカイドライブの分類

2. 空飛ぶクルマの動向

空飛ぶクルマに対する期待は近年高まりを見せている。その証拠に、2013年には世界で5社程度だったプレイヤーも、2014年以降加速度的に増え、現在では無人飛行または有人飛行をすでに実現させているプレイヤーは10社ほど、構想段階のメーカーを含めると、グローバルで70社以上が存在している (図5)。また、米ウーバー・テクノロジーズ (Uber Technologies) をはじめとしたサービス事業者も登場してきた。ウーバーは機体を保有せずに、運行管理システムをライドシェアサービス用のアプリケーションとして提供する形で利用者数を伸ばすことを目指しており、地上と空間の移動をサービスでつなぐことを考えている。現在では米キティホーク社が

2017年10月よりニュージーランドで試験飛行を実施し、エアタクシーの商業化を目指している。また、ドバイのさまざまな会社 (ボロコプター社等) が連携し、タクシー事業実現に向けた試験飛行を実施している。空飛ぶクルマの飛び回る世界は決して遠い未来ではない。

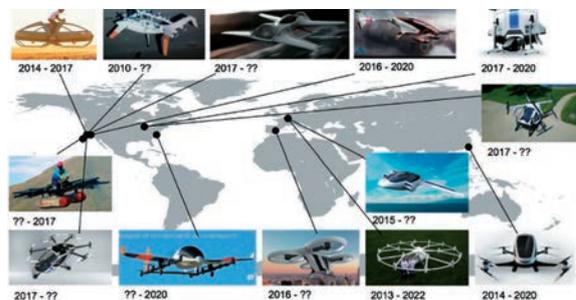


図5 世界のメーカー

3. 実現を支えるキーテクノロジー

3.1 コスト低下をもたらすキーテクノロジー

なぜ空飛ぶクルマが近年になって盛り上がりを見せているのか。それにはコストの低下をもたらす四つのキーテクノロジーの進化が関係している。

3.1.1 電動化

まず一つ目は電動化である。電動化のメリット・デメリットは、いわゆるエンジン駆動の自動車に対する電気自動車のそれと類似する点が多い。電動化することで空の世界にはどういった影響があるのだろうか。固定費と変動費に分けてヘリコプターと比較してみたい。まず固定費の観点では、現在のヘリコプターはエンジン駆動のため部品点数が多く、コストが増す原因となっている。これが電動化しモータ駆動になることにより、部品点数が大幅に減り、コストが下がる。量産化が進めば、開発費が圧縮されることでさらにコストが下がることが期待できる。最終的には、高級車と同等、もしくはそれ以下になる可能性があると考えている。また、変動費、つまり運航コストの観点では、電動化することによりエンジンや駆動部のメンテナンスが減り、コストが下がることが期待できる。

3.1.2 自動操縦技術の進化

二つ目は自動操縦技術の進化である。既存の垂直離着陸機であるヘリコプターの操縦で一番難しいのは、ホバリングであるといわれている。安定して同じ位置にとどまることは、熟練したパイロットでないと容易ではないことだが、複数のプロペラの回転数を制御するマルチコプターであれば制御の自由度があるため、より高精度な姿勢制御、運動を実現できる可能性がある。ホバリングを自動で制御できれば、ユーザは行きたい方向に舵を切るだけで進むことができるようになる。さらに操縦の自動化

が進めば、人が舵を切ることすらなく、機体が自動で目的地まで向かうようになるだろう。実際、すでに大型の航空機はほぼ自動操縦化している。空は陸と比べても障害物が少ないため、空飛ぶクルマの将来的な自動化が実現しやすいと考えている。また、2018年になり4機体制に入った準天頂衛星システム「みちびき」のおかげでGlobal Positioning System (GPS)の精度が飛躍的に向上し、安定した高精度測位が可能になった。このようにして自動制御の精度が上がり、自動操縦が実現すると、パイロットの件数も削減することができ、最終的に既存のタクシーと同等、もしくはそれ以下の運航コストになるのではないかと考えている。

3.1.3 携帯電話やスマートフォンの普及

三つ目は携帯電話やスマートフォンの普及、高機能化である。これによりGPSや加速度・ジャイロセンサなどセンサ類の性能が上がり、価格は大きく低下した。安価に手に入るモバイル向けプロセッサの性能は向上し、低価格で高性能なプロセッサが入手できるようになった。同時に電源を供給するバッテリーは小型・高密度化しながらも低価格で入手できるようになった。これら半導体とバッテリーの価格の低下と高性能化は、いわゆるドローンと呼ばれる民生品としてのマルチコプターを生み出し、一般に普及させる要因となった。

3.1.4 IT技術の進化

四つ目はライドシェアサービス等を支えるInformation Technology (IT)技術の進化である。シェアリングという考え方は昔からあったものだが、ITインフラの普及とソフトウェアの進歩により、スマートフォンのアプリケーション一つで簡単にサービスを利用できるようになり、利便性が上がったことが爆発的な普及につながった。シェアリングサービスは、利用者がものを所有せずシェアすることで、比較的低いコストでサービスを利用できるという利点がある。空飛ぶクルマにおいても、こういったシステムの活用による低コストでの運用が期待される。

4. 空飛ぶクルマの提供価値と活用方法

4.1 空飛ぶクルマの提供価値

そんな空飛ぶクルマの社会への提供価値はなんだろうか、われわれは「空間」「時間」そして「資本」の有効活用が可能になるという点において価値があると捉えている。

4.1.1 空間の有効活用

まず一つ目は「空間の有効活用」、通常われわれは鉄道や道路、空路といった既存のインフラ上でルートを選択して移動しているが、空中を自由に飛び回れるように

なることで、上空の空間を活用し、より効率的な目的地までの移動が可能になる。これは、発展途上国で起こり始めている人口爆発と、それに伴う都市部への人口集中による交通渋滞の回避にもつながる。

4.1.2 時間の有効活用

二つ目は「時間の有効活用」、例えば、現状のインフラでは飛行機に乗るために空港まで行く必要があるため、目的地に対して遠回りをしなければならない。また、目的地までの道が渋滞していて思う通りの時間でたどり着けないといった状況がある。これに対して、Door-to-Doorを空飛ぶクルマでつなぐことで、目的地まで最短の時間で移動が可能になる。移動時間を削減することで、人はより生産的な時間を確保することができる。

4.1.3 資本の有効活用

三つ目は「資本の有効活用」、日本国内では移動手段の限られた離島や、陸の孤島と呼ばれる交通に不便な地域、国外ではインフラ未整備の地域が存在する。発展途上国では送電線などの膨大なインフラ整備が必要な固定電話が普及することなく、携帯電話が普及したという現象にもあるように、空を活用した新しい移動手段の提供によって、道路や鉄道など莫大な資本の投資を必要とする物理的な移動インフラの設置・維持費の削減につながる。この節約した資本を、例えば教育や福祉に活用することも不可能ではないことから、社会的意義があると確信している。

4.2 空飛ぶクルマの具体的な運用方法

では具体的にどういった運用方法が考えられるのか。前述のように自動制御技術の発展により、特別なライセンスを持たず特別な技術のない一般人が自ら空を移動できるということは、大きな付加価値になると考えているものの、すぐに多くの人の日常ユースが可能になるということは考えづらく、われわれは下記三つの運用方法を実現しながら、将来的な日常ユースにつなげていくことを考えている。

4.2.1 物輸

一つ目は物輸への利用である。私有地、山間、離島での荷物配送に始まり、都市部における荷物配送が想定される。特に、近年離島への移動人口が減っているため、航空機ビジネスでの収益がとれず、多くの離島間交通網が廃止になっている。比較的少人数で利用可能な空飛ぶクルマであれば、低コストでの物輸、ひいては人の移動が可能になると考えている。

4.2.2 緊急時の支援

二つ目は災害など緊急時の支援や医療ユースである。救助、避難誘導、消火活動等の支援や、いわゆるドク

ターヘリの代わりとして、ドクターヘリよりもさらにコンパクトで地上も走れ、狭い場所にも着陸できる、機動性で勝る空飛ぶクルマの利用が考えられる。

4.2.3 エンターテイメント利用

三つ目は観光地などのエンターテイメント利用である。観覧車を一つ設置するのには数億円の費用がかかるが、空飛ぶクルマを使った飛行体験アクティビティであれば、機体のみの費用で済むためかなりの費用削減が考えられる。低空飛行、水上等の限定条件からスタートし、区域限定のエンタメ活用から始めることが、特定ルートにおける移動飛行、将来的な自由移動飛行への足がかりになるのではないかと考えている。

5. われわれの目指す未来

ここまでで「空飛ぶクルマ」の飛び回る未来のイメージが湧いただろうか。ここからはわれわれカーティベーターの話をしていきたい。

まずカーティベーター (CARTIVATOR) という団体名の由来だが、これは車のカー (CAR) に開拓者という意味のカルティベーター (CULTIVATOR) をあわせてできている。ロゴではCARTIVATORのアイ (I) の文字が「!」になっているが、その理由は多くの人が驚くような、画期的なモビリティを作りたいという想いからきている。

「車」ではなく「クルマ」と表記するのは、従来の「車」の概念を覆す新しいモビリティを作りたいという想いからである。

そんなわれわれが目指す未来とは何か、われわれは、「2050年には誰もがどこでもいつでも空を飛べる時代に」をビジョンとして掲げている。

そのビジョン実現のためにわれわれのミッションとして、「モビリティを通じて次世代の人達に夢 (=能力の拡張) を提供する」を掲げている。メンバーの多くは幼い頃からモビリティが好きで憧れがあり、大人になった今、自分たちの手で新たなモビリティを作りたいという気持ちがある。そして今の子供たちにもモビリティを通じて夢を持ってもらいたいと思っている。夢のある新たなモビリティとはなにか？例えばドラえもんに出てくるタケコプターやタイムマシン、タイムマシンは時空間を超えるため現代の技術ではまだ難しいが、ではタケコプターなら？空を自由に飛び回る制約のない自由な移動ができたらなんて素敵だろうか。

前述した諸外国のプレイヤーの動きを考えても、2050年頃にはSF映画でもおなじみの、車が空を飛ぶ世界は現実にやってくるだろう。そのとき、日本発の空飛ぶクルマ“スカイドライブ”をわれわれの手で提供していきたいと考えているのである。

6. 将来ロードマップ

ビジョン実現に向けて、われわれが描くロードマップはこうだ。まずは2020年の東京オリンピック開会式での聖火点灯デモフライトを一つのマイルストーンとしている。2020年10月のドバイ万博で中国のイーハン、北米のウーバーが空飛ぶクルマのデモフライトを予定しているが、その前に世界に先駆けて東京オリンピックでのデモフライトを実現したいと考えている。開会式で、聖火ランナーが空飛ぶクルマに乗り、地上走行から飛行に転じ、直接聖火につなげる。インパクトのあるお披露目をするので、われわれの目指す「モビリティを通じて次世代の人達に夢 (=能力の拡張) を提供する」の実現の第一歩とするとともに、世界に日本発のテクノロジーをアピールしたいと考えている。そして試験および改良を重ね、2023年には有人機の販売を開始し、2026年には先進国モデルの量産開始、2030年には新興国向けモデルの量産開始を目標としている。

7. 有志団体カーティベーターの特徴

7.1 機体の特徴

まずは機体であるスカイドライブの特徴について、われわれの目指す機体は世界最小サイズである。公道を走りDoor-to-Doorの移動を可能にするスカイドライブに欠かせない飛行ユニットの仕組みは、「二重反転ロータ」である。通常、駆動系のある400kgサイズの機体を飛ばそうとすると、六つから八つのプロペラが必要になる。だが回転翼を増やせばその分機体サイズが増し、離着陸や走行に制限が生まれる。プロペラを二重反転とし前後左右の4カ所に留めることにより、世界最小クラスの機体サイズでありながら十分な揚力を得ている。

また、現在検討している技術として可変ピッチコントロールが挙げられる。プロペラの回転数制御と可変ピッチコントロールによる揚力の制御、二つを駆使することにより、姿勢制御の自由度が増し、より容易に安定した飛行が可能になることを期待し、実験と検討を繰り返している。

走行ユニットの工夫としては、フロント2輪、リア1輪のリバーストライク構成とすることで軽量化を図った。

また、機体のデザインコンセプトは“構え”からの“一瞬の早さ”2020年に開催される二度目の東京オリンピックに向けて、「子供たちにもわかりやすい近未来スタイルのクルマ」を提案する。子供にも直感でわかりやすいカッコよさとして「変形 (空飛ぶ乗り物→クルマ)」を魅力的に見せるスタイリングを目指した。東京オリンピックで日本らしさを国内外に向けて発信するため、日本文化の競技にもヒントを得て、カルタや相撲の立会いのように

「集中して“瞬間を待つ”状態から、無意識のレベルで“素早く動く”」、その構えをスタイリングテーマに取り入れた。浮遊感と素早い動きを併せ持つ「あめんぼ」にスタイリングのヒントを得て、今回のカタチとなっている。

7.2 組織の特徴

次に、組織の特徴について説明する。われわれは有志で活動を行っており、メンバーは皆、本業務外の時間を使って活動している。特に、自動車会社や航空のエンジニアを中心とした各分野の専門家が集まり、本業で得たスキルを発揮している。現在メンバーは100名ほどで、技術メンバーが60名ほど、事業メンバーが40名ほどの内訳になっている。

拠点は愛知県と東京都の2拠点で運営している。愛知県には自動車会社や航空系の会社など幅広く産業が集まっており、主に技術スキルを持ったメンバーが集まり、東京都には主にベンチャー企業や広告代理店などのビジネスを推進するメンバーが集まっている。2拠点に分かれての活動はコミュニケーションの観点などを踏まえても難しいが、昨今のITツールの普及により、オンライン会議などがやりやすくなってきているため、週に一度、オンライン会議で進捗の共有、またはSNSによる情報共有により活動を進めている。活動時間帯は主に平日の夜と土曜となっている。

活動拠点について、愛知県豊田市から小学校の廃校をお借りして、飛行試験などを行っている。また、豊田市にある「ものづくり創造拠点センタン (SENTAN)」という施設のガレージを借り、機体の組付けや、施設内部の工作機械を使った機体の加工を行ったり、会議室を借用してミーティングもさせていただいている。東京では、富士通株式会社様よりテックショップ東京 (Tech Shop Tokyo) というものづくりのスペースをお借りし、活動している。

2017年9月にはオリンピックに向けたモデル、エスディエックスエックス (SD-XX) の設計を公開し、2018年9月には無人試作機の飛行試験を行い、まずは2020年という目標に向けて急ピッチで開発を進めている。

8. 未来実現に向けた課題

空飛ぶクルマ実現に必要な要素は主に四つある。一つ目は機体の開発、二つ目はインフラの開発、三つ目はビジネス開発、四つ目は法規・ルールの整備である。

われわれは、まずは物がなければ話は始まらないと考えており、有志団体として機体の開発に重きを置き、要求仕様の明確化、基本設計、詳細設計、制作、飛行試験を行っている。

しかし、未来実現に向けて一番重要となるのは、パブ

リックアクセプタンス (社会が空飛ぶクルマを受け入れられるか) であるとも考えている。技術的に飛行が可能だとしても、新しいルールや社会基盤が整っていなければ一般のユーザは受け入れない。まずは、空飛ぶクルマに安心して乗れる (衝突や墜落が発生しないなど)、できる限り100%に近い安全性の担保、また周辺環境という点では、住宅地を飛行する際に許容できる騒音レベルであること、交通システムとしていかに環境にとけこみ、受け入れられるものを作るかが重要である。

社会基盤という観点では、どのような規制・ルールを設けるかも重要になる。製品化や、その後の産業化を見据えると、やはり新たなモビリティとしてのカテゴリをしっかりと作っていく必要がある。既存のヘリコプターよりも安全で静かで効率の良いもの、かつ新しい産業となりえるということで、米国や欧州などではすでにカテゴリを新設する議論が進められている。

また、空飛ぶクルマを事業として推進する環境も重要である。欧米ではすでに分野や専門領域を超えてオープンな場でさまざまなディスカッションが行われている。そこには研究者や技術者だけでなく、航空局など規制当局も議論に参加し、空飛ぶクルマの社会実装に向けてすでに具体的な話を進めている。日本では、2018年の序盤までそのような具体的な議論がなかったが、2018年の内閣府発行の未来投信に空飛ぶクルマのロードマップ作成が盛り込まれ、9月から官民協議会が開催されている。このような、分野を超えた交流、議論ができる場を活用し、安全かつ確実な、空飛ぶクルマの社会到来へ働きかけていきたい。

9. おわりに

空飛ぶクルマが実現すれば、現在の常識とはまったく異なる世界がやってくる。産業構造を大きく変革するイノベーションが起きると考えている。

われわれが一番大切にしているのは、ただ機体を作るのではなく、「モビリティを通じて次世代の人達に夢 (= 能力の拡張) を提供する」という想いである。有志団体という形態を生かし、“想い”を共有するさまざまなメンバーをオープンに受け入れ活動することで、叡智を集結し、夢の実現を確度の高いものにできると考えている。

われわれの想いに共感し、夢の実現を応援してくれる若手技術者と全ての方々のご協力を願うとともに、夢の実現に向けてさらに邁進していくことをここに宣言します。

参考文献

製造業を巡る現状と政策課題

～Connected Industriesの深化～

(平成30年3月産業構造審議会 製造産業分科会(第6回))

筆者



福澤 知浩

有志団体CARTIVATOR
代表理事

佐藤 望美

有志団体CARTIVATOR