

東京都産業労働局「未来を拓くイノベーションTOKYOプロジェクト」
平成30年度採択案件

「『空飛ぶクルマ』の開発と 認証取得に向けた安全性向上」

第2回評価書
【概要版】

令和元年10月

(1) 本事業の背景と課題

- 手軽な空の移動を可能とする「空飛ぶクルマ」は、これまでの「移動」のあり方を大きく転換する新技術として期待されています。
- すでに世界では「空飛ぶクルマ」を巡る開発競争が始まっており、新たな市場が生まれつつあります。
この新市場は、自動車・ものづくり分野で高い技術力を有するわが国にとっても、大きな可能性を秘めています。
- しかしながら、「空飛ぶクルマ」の実現には、軽量化や航続距離の延長、法規認証等、様々な課題が山積しています。
その中でも、最も重要なのは「安全性の確保」と考えられます。



(2) 本事業で開発する技術・サービス

- 本事業では、「空飛ぶクルマ」の実現に不可欠である「安全性」を向上させるための技術開発に取り組みます。
- 具体的には、1時間の飛行時間中に重大事故が発生する確率を100万分の1未満に低減することを目指し、重大事故を引き起こす可能性がある不具合の検出機能や、検出された不具合を操縦者に伝えるためのインターフェースを開発します。

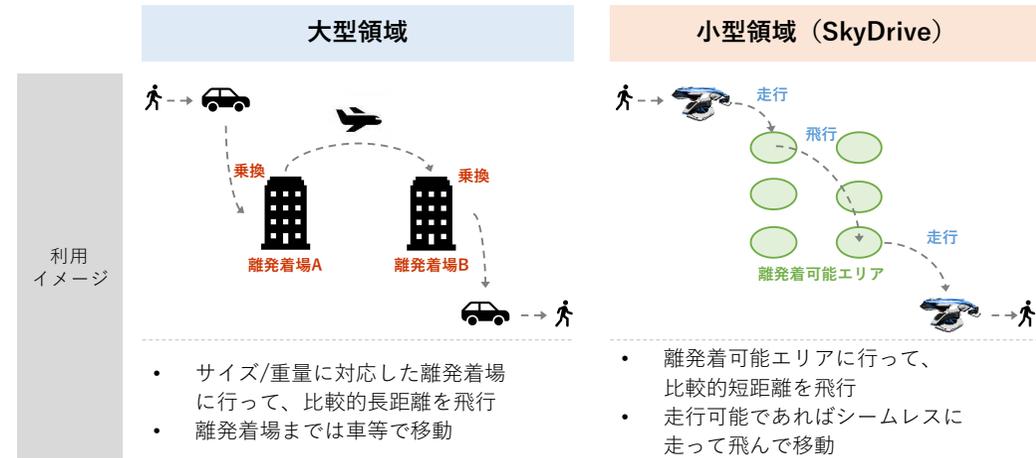
(3) 本事業により期待される波及効果

- 本事業で開発される「安全性の向上」に関する新技術は、「空飛ぶクルマ」の実現に向けた大きな一歩です。
- 将来的に「空飛ぶクルマ」が実現すれば、交通・物流のみならず、救急・災害・観光・エンタテインメント等幅広い分野への波及効果が期待されます。

(参考)「空飛ぶクルマ」の分類と本事業のポジション

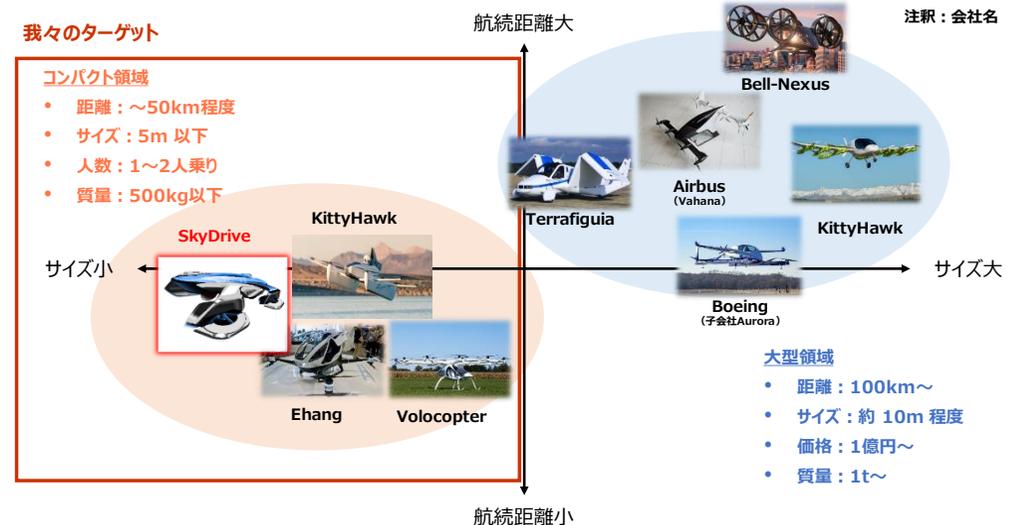
(1) 「空飛ぶクルマ」の分類

- 世界で開発されている「空飛ぶクルマ」は、「大型領域」と「小型領域」に分類されます。
- 「大型領域」は、固定翼を持つため航続距離が伸びる一方、サイズが大きくなるため、専用の離発着場を整備する必要があります。主に、米・Boeing社、仏・Airbus社等の大手メーカーが開発を進めています。
- 「小型領域」は、固定翼を持たず回転翼の推力のみで飛行します。航続距離はそれほど伸びないものの、小型で、より手軽に利用されることが期待されます。ベンチャーも多く開発に参入しており、米・KittyHawk社や独・Volocopter社が知られています。



(2) 本事業のポジション

- 本事業で開発中の「空飛ぶクルマ」は、以下の理由により、「小型領域」をターゲットとしています。
 - ・ 部品点数が少ないため、開発・認証コストが小さい
 - ・ 業界標準が未確立でチャンスが大きい
- 将来的に、サイズは最小クラスで、「飛行」と「走行」を場面に応じて切り替えられる利便性の高い機体の開発を目指します。



(出所)株式会社SkyDrive

本事業の概要

事業者名	株式会社SkyDrive
都内所在地	東京都新宿区大久保3丁目8-1-1404
代表者名	福澤 知浩
本事業の統括責任者	山本 賢一
本事業の実施期間	2019年1月～2022年3月(3年3カ月)
プロジェクトメンバー	日本電気株式会社 一般社団法人CARTIVATOR Resource Management

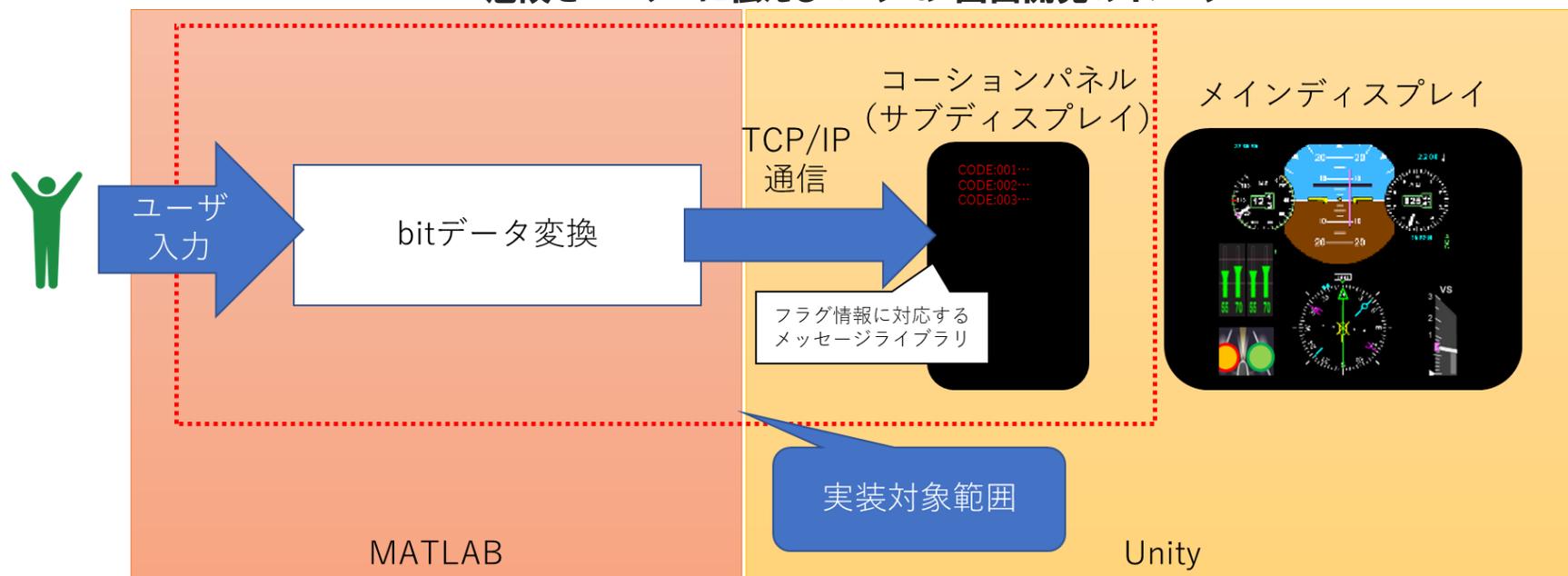
本事業の実施内容

新たなモビリティ社会の実現に向け、電動垂直離着陸型航空機の「空飛ぶクルマ」の開発を行う。

空飛ぶクルマの商用化に向けて弊社が現在重点的に取り組んでいる開発要素(安全性向上、軽量化、航続距離延長)のうち、本事業では航空機として有人飛行に耐える安全性および信頼性を有する機能を開発する。

そのため、2021年度中に故障率(※)を 10^{-6} レベル未満に抑えるために安全性と信頼性の向上を目指す。一例として、危険を操縦者に伝えるコーション画面の実装などを行う。そして、将来的にはこの新しいモビリティの安全性基準を監督官庁と調整しつつ、ルールを整備していくことで商用目的の有人飛行の許可取得を目指す。

危険をユーザーに伝えるコーション画面開発のイメージ



※ ここでの故障率とは、1時間の飛行時間中にCatastrophicな事象(重大事故)が発生する確率である。EASA(欧州航空安全機関)では、Catastrophicと言う状況を、「機体損失を伴い、多数の死者が出るであろう故障状態。」と定義している。

本事業終了時点(2021年度)の達成目標



目標①

**重大事故を
引き起こす可能性
がある不具合の
検出機能の実装**

- 重大事故の確率が 10^{-6} レベル／時以下の信頼性を実現する
- その他事故の確率が 10^{-5} レベル／時以下の信頼性を実現する



目標②

**不具合を操縦者に
伝えるインターフェース
の実装**

- 目標①で検出した不具合を操縦者にリアルタイムで伝達するインターフェース(IF)を実装する

2019年度の実施計画

大項目	小項目	2019年度計画				2019年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	重大事故を引き起こす可能性がある不具合の検出機能の実装					<ul style="list-style-type: none"> 重大事故の発生確率が 10^{-4} レベル/時以下 その他事故の発生確率が 10^{-3} レベル/時以下

2019年度上期 取組状況と成果①

大項目	小項目	2019年度目標	2019年度上期の取組と成果	評価 (※1)
目標①	重大事故を引き起こす可能性がある不具合の検出機能の実装	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故の発生確率が10^{-4}レベル/時以下 その他事故の発生確率が10^{-3}レベル/時以下 	<ul style="list-style-type: none"> 安全性解析、要素試験によって部品単体の安全性確認を実施 無人実験機の飛行で保護機能試験を実施 安全性評価プロセスの第一・第二段階であるFHA/FMEA(※3～※5)の実施が完了 	—
目標②	不具合を操縦者に伝えるインタフェース(IF)の実装	機体に搭載されたECU(※2)が上記不具合をIFを通じて操縦者に伝える機能を実装	<ul style="list-style-type: none"> 無人実験機でIFを検証(引き続き改善予定) 	—

※1 評価は2019年度末に実施予定。

※2 ECU(Electronic Control Unit):電子回路を用いてシステムを制御する装置。

※3 FHA(Functional Hazard Analysis):機能上の異常事象を抽出し、機体に及ぼす影響と致命度を評価するプロセス。

※4 FMEA(Failure Mode and Effect Analysis):構成要素の故障モードを洗い出し、機体への影響を評価するプロセス。

※5 航空機の安全評価プロセスは主に①FHA、②FMEA、③FTA(Fault Tree Analysis:危険度の高い異常事象の発生確率を評価するプロセス)、

④CCA(Common Cause Analysis:1つの要因で複数の機能が同時喪失しないことを確認するプロセス)の4段階からなる。

2019年度上期 取組状況と成果②

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none">共同/単独合わせて計5件の安全性に関する特許を出願した。
マーケティング・ 販路開拓	<ul style="list-style-type: none">国内外のカンファレンス/展示会に参加し、情報収集・プロモーションを行った。国内ユーザ候補企業(エンタメ系/ディベロッパー)へのニーズヒアリングを行った。東南アジアにおける市場調査を実施した(継続中)。
事業会社との オープンイノベーション	<ul style="list-style-type: none">日本電気株式会社との共同開発により、次期モデルへの詳細要求仕様を策定した。
その他	<ul style="list-style-type: none">当社の取組が計5件のメディア(テレビ、新聞等)に掲載された。

2019年度下期に向けた課題

課題① 安全性クライテリアの適正要件の検証

有人飛行にあたって、フライトコントローラ、スキッド等のサプライヤー部品の安全レベルが、当社が既存の航空機規格に沿って想定したユースケース上の要求水準に達していないものがあった。

課題①に対する対応策

安全性解析のさらなる実施による、システムでの安全性確保可能性の検討と、安全性の高い部品のベンチマーク調査を実施する。

(参考)2018年度までに生じた課題への対応状況

課題① 重量の制約

- 飛行ユニットが設計時の出力を発揮できない事象が発生したため、機体をより軽量化する必要があった。
- 一方、安全性を確保するうえで、重量が増加しても安全装備を追加することも重要である。
- このため、「出力不足のカバー」と「安全性の確保」を両立させた機体の設計が求められる。

課題② 安定性の向上

- 機体の剛性不足に起因すると考えられる、飛行時の不安定事象が発生した。
- このため、機体の重量増、内部部品の搭載条件、意匠変更等の様々な制約を踏まえたうえで、剛性も向上させる必要があった。

課題①に対する対応状況

- 原因追及のため飛行ユニット試験をベンチで行うとともに、プロペラを再設計した。
- 同等の機能や能力で軽量化できる搭載部品に変更した。
- 上記により、無人形態＋搭乗者同等重量ペイロードによる飛行試験に成功し、軽量化の目処がついた。

課題②に対する対応状況

- 剛性を改善するため、機体を再設計した。
- 1/2スケールモデルを作成し、その機体において剛性値の適切な範囲を決定した。
- 課題①の対策と合わせ、改善した実験機によって屋外と同等の環境で安定浮上試験に成功した。

(1) 2019年度目標の達成に向けた進捗状況

- 年度の目標達成に向けて、インターフェースや部品ごとの性能評価試験の仕様の検討が進められており、適切な進捗状況と評価する。
- 操縦ミスやエンジン停止等のトラブルを想定し、安全性の評価試験を実施予定。試験を通じた順調な開発が期待される。

(2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- シミュレーション環境の整備
 - ・ 危険度の高い試験の前に、安価かつ安全に検証できるシミュレーション環境の整備が重要である。
- サプライチェーンの整備
 - ・ 国内では、安全に関する品質管理水準の高い航空機部品の製造ができるサプライヤーは限られる。
 - ・ サプライヤーの品質管理体制が整っていない場合、当社のシミュレーション環境を提供して支援するなど、サプライチェーン整備の取組が必要である。
- 関連法整備への関与の強化
 - ・ 空飛ぶクルマやeVTOL(※)の国際的な法整備について、急速に各国関係機関の動きが進んでいる。当社は当該分野で日本国内では最も進んだ開発者のひとつであり、海外での議論にも積極的に参加することが期待される。
- その他
 - ・ 知的財産や事業上の機密保持に留意しつつ、適切に進捗が把握できるよう情報開示を進めて頂きたい。

※ eVTOL(Electric Vertical Take-Off and Landing Aircraft): 垂直離着陸機の略称。ドローンと電気自動車の技術を融合させ、電動で垂直離着できる小型航空機。「空飛ぶクルマ」の定義に最も近いと考えられている。