

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3回評価書  
【概要版】

令和2年3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、航空機と同等の水準である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。

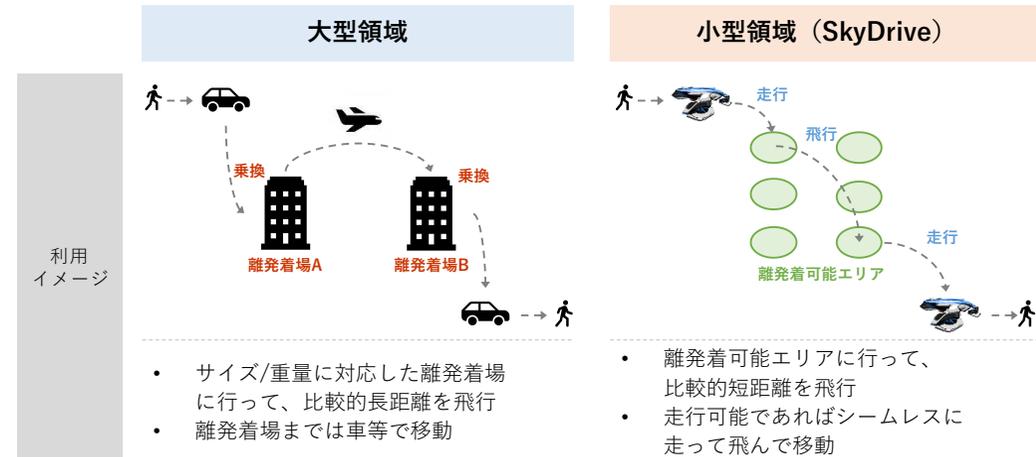
## (3) 本事業により期待される波及効果

- 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

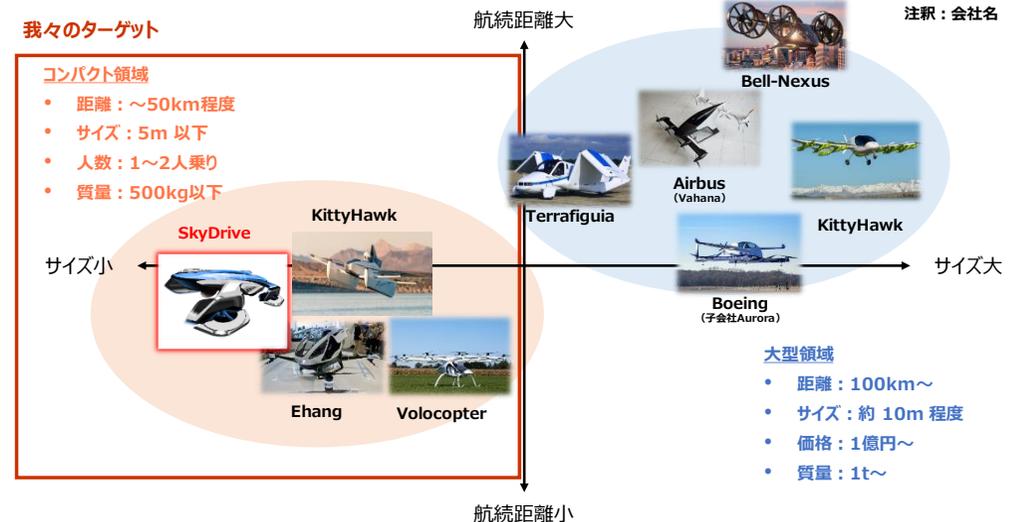
## (1) 「空飛ぶクルマ」の分類

- 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進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	平成31年1月～令和4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

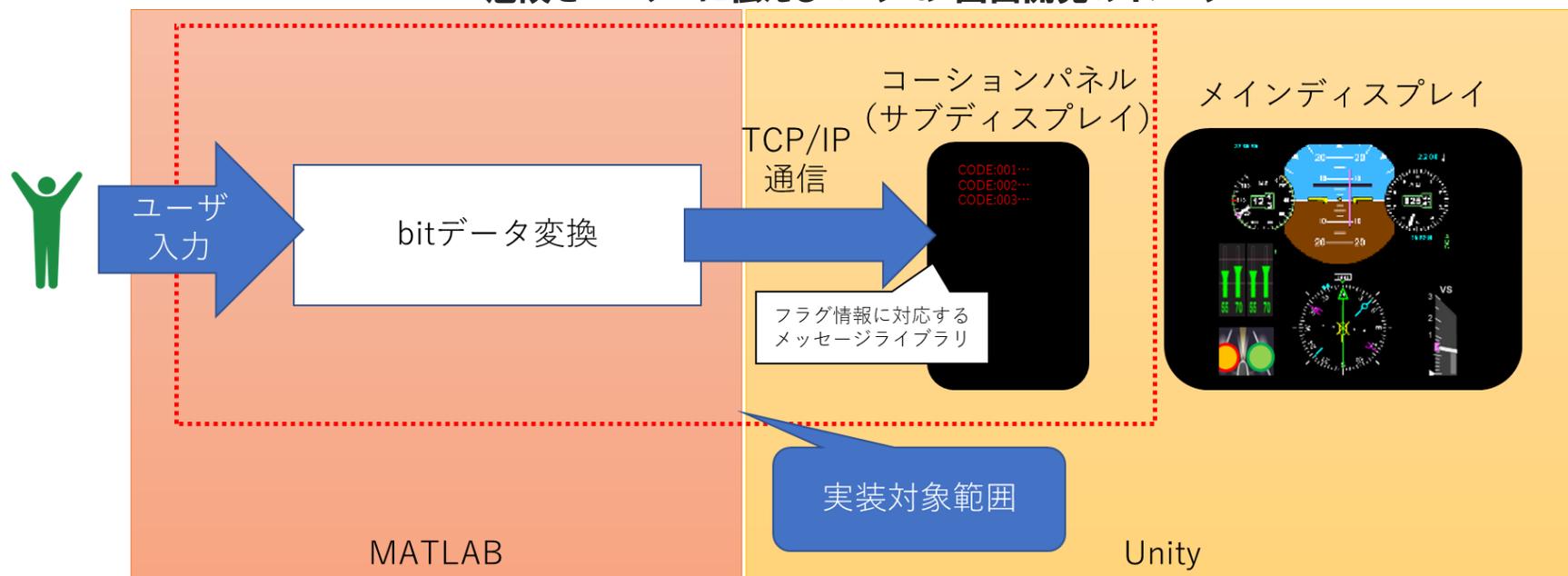
# 本事業の実施内容

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、令和3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(令和3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

※ コンピュータで異なる機器・装置のあいだを接続して、交信や制御を可能にする装置。

# 令和元年度の実施計画

大項目	小項目	令和元年度計画				令和元年度目標
		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		FHA/FMEなどの安全解析			<ul style="list-style-type: none"> <li>重大事故の発生確率が<math>10^{-4}</math>レベル/時以下</li> <li>その他事故の発生確率が<math>10^{-3}</math>レベル/時以下</li> </ul>
				実装仕様検討	設計/実装/検証	
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		フライトテストによる、IF要件検討			機体に搭載されたECU(※)が上記不具合をIFを通じて操縦者に伝える機能を実装
				実装仕様検討	設計/実装/検証	

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

# 令和元年度下期 取組状況と成果①

## (1) 達成目標に関する取組と成果

大項目	小項目	令和元年度目標	令和元年度下期の取組と成果	評価
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"><li>重大事故の発生確率が<math>10^{-4}</math>レベル/時以下</li><li>その他事故の発生確率が<math>10^{-3}</math>レベル/時以下</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>屋内用有人機を用いて、無人形態での飛行試験を100フライト以上行い、不具合の発生状況等、課題の洗い出しを実施</li><li>屋内用有人機の仕様書を作成し、仕様書をもとに機体レベルでの安全性解析を実施</li></ul>	○
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"><li>ECUを新たに設計開発し、新しいECUでの飛行試験に成功</li><li>IFを設計開発し、屋内用有人機への搭載を完了</li></ul>	○

# 令和元年度下期 取組状況と成果②

## (2) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none"><li>大手スポーツメーカー等と共同で計2件の安全性に関する特許(衝撃吸収シート、バッテリーの冗長系)を出願した。</li></ul>
マーケティング・ 販路開拓	<ul style="list-style-type: none"><li>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。</li><li>国内ユーザ候補企業(エンタメ系/万博関連)へのニーズヒアリングを行った。</li></ul>
事業会社との オープンイノベーション	<ul style="list-style-type: none"><li>日本電気株式会社とシミュレーション環境の共同開発について詳細を決定し、開発を開始した。</li></ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>当社の取組が計5件のメディア(新聞、雑誌等)に掲載された。</li></ul>

## 安全性クライテリアの適正要件検証

- 一部の部品(フライトコントローラ(※1)、スキッド(※2)等)について、当社が既存の航空機規格に沿って想定した有人飛行で求められる安全性の要求水準を満たしていなかった。

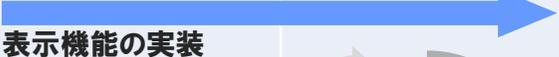
## 課題に対する対応策

- さらなる安全性解析の実施により、システムとしての安全性確保の可能性を検討する。
- また、より安全性の高い部品を求め、他社製品の状況等を調査する。

※1 フライトコントローラは、機体の姿勢制御を行う部品。

※2 スキッドは、機体が着陸する際に使用する部品。

# 令和2年度の実施計画

大項目	小項目	令和2年度計画				令和2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	 安全性解析結果の分析 ・クリティカルエラー(※)の抽出 ・故障率低減の方策決定	 検出機能の仕様検討 ・センサの選定 実安全性向上設計 ・安全な代替部品の検討	 要素評価 ・部品評価 ・センサ類の評価	 実装作業 ・部品評価 ・センサ ・システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>重大事故の発生確率が <math>10^{-5}</math> レベル/時以下</li> <li>その他事故の発生確率が <math>10^{-4}</math> レベル/時以下</li> </ul>
		 安全性解析結果の分析 ・クリティカルエラーの抽出 ・故障率低減の方策決定	 IFの要求仕様検討 ・表示方法の検討 ・表示内容の検討	 表示機能の実装 ・ソフトウェア ・ハードウェア	 評価	

※クリティカルエラーとは、コンピューターが動作し続けられないほど致命的なエラー。

# 令和元年度下期 事業評価

## (1) 令和元年度目標の達成状況

- 令和元年度における達成目標は、いずれも達成済みであることが確認された。
- 現時点で本事業の達成目標を大きく妨げる解決困難な事象は発生しておらず、妥当な進捗状況と評価する。

## (2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- 運用限界(※)の設定について
  - ・ 段階を踏んで検証を進める観点から、現状の運用限界(最高到達高度3m、飛行可能時間2.5分、時速3.6km)は妥当。ただし、最終的に目指す「空飛ぶクルマ」の性能を踏まえ、今後どのように運用限界を引き上げていくのかについて計画が提示されることが望ましい。
- 安全性の検証について
  - ・ 「空飛ぶクルマ」は航空機よりも低い高度を飛行するため、今後は地上の人を含む第三者への危害を「重大事故」の定義に含めて検討すべき。
  - ・ 安全性解析については、令和元年度の分析結果を踏まえて、どこが最もリスクの高い要因であったか、安全性を向上させるためにどのような対応を行うべきか、といった点を検討する必要がある。
  - ・ ハード面の検証については、各部品を組み付けた後の機体試験に加えて、実際の使用状況と近い環境下での各部品の安全性の検証も必要。自社ですべての部品の評価試験をすることが難しい場合は、少なくとも各部品の選定理由や設計基準等を示すことが求められる。
- 全体スケジュールについて
  - ・ 「空飛ぶクルマ」の市場や法の整備は当初の想定より世界的に遅れており、本格的な市場の立ち上がりは令和12年以降になると考えられる。改めて現状の進捗を踏まえたスケジュールを策定してはどうか。

※ 運用限界とは、航空機の性能、操作上の限界。