

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5回評価書 【概要版】

令和3年3月

はじめに

(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。

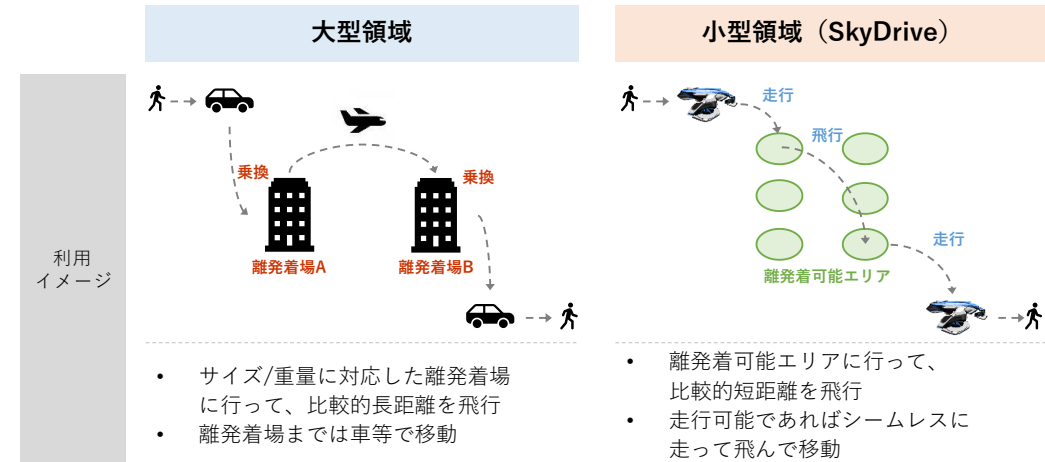
(3) 本事業により期待される波及効果

- 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

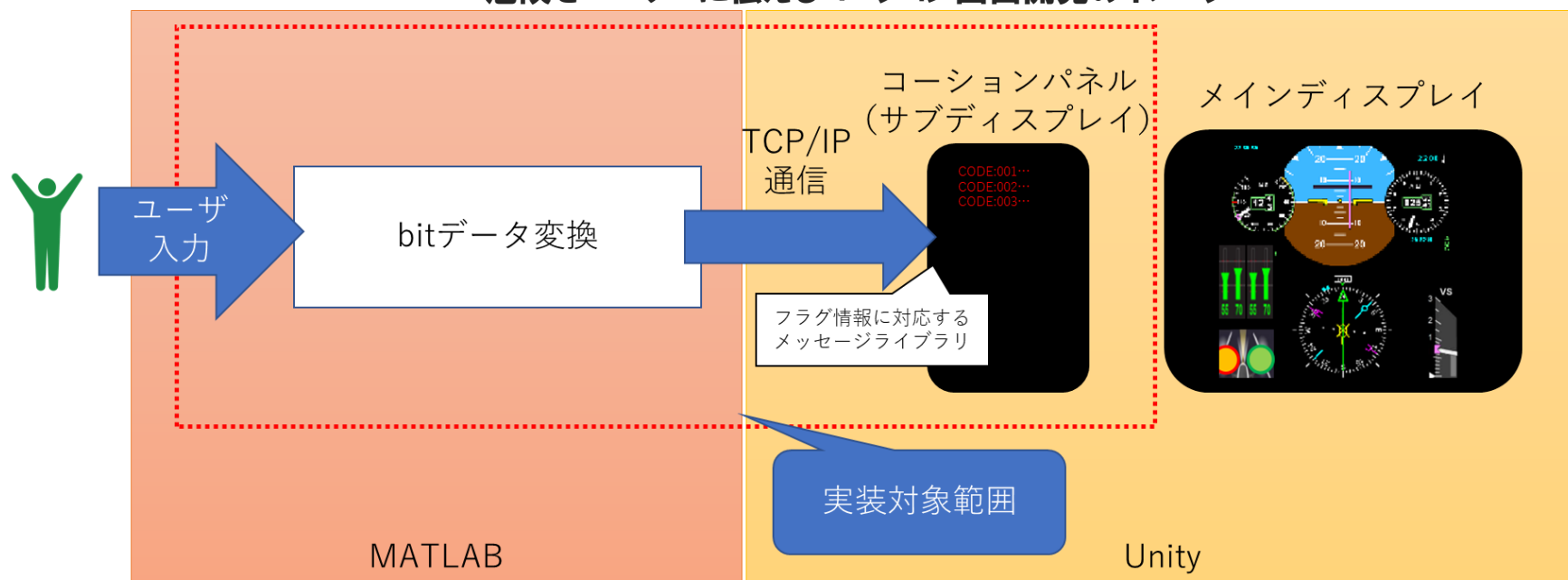
本事業の実施内容

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及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等を行う。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**



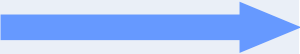
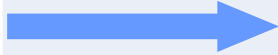
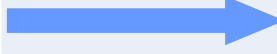
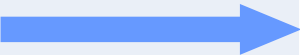
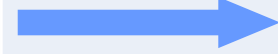
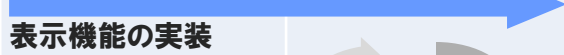
目標②

**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・装置の間を接続して、交信や制御を可能にする装置。

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(※1)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	・重大事故の発生確率が 10^{-5} レベル/時以下 ・その他事故の発生確率が 10^{-4} レベル/時以下
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	 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	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

※1 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。
※2 ECU(Electronic Control Unit)は、回路を用いてシステムを制御する装置。

令和2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2年度目標	令和2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	- 重大事故の発生確率が10^{-5}レベル／時以下 - その他事故の発生確率が10^{-4}レベル／時以下	- 機体の設計目標を定義するために、実際のユースケースを基にしたCONOPS(※)を策定した。 - 安全性解析の全体概要と実施要領書を作成した。 - 安全性解析を実施し、令和2年度の目標を達成していることを確認した。	○
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	- インタフェースを機体の実装した。 - 実際にパイロットが搭乗する形で表示方法を検証し、今後の開発項目の洗い出しを行った。	○

※ CONOPS (concept of operations) は、ユーザの視点からシステムの仕様・特性を記述する文書。本資料にはSkyDriveの機体仕様、運用方法、リスクアセスメント、安全基準の概要等の基本コンセプトが示されている。

令和2年度下期 取組状況と成果①

目標①に関する主な成果:空飛ぶクルマの飛行試験を公開で実施



目標②に関する主な成果:機体にインターフェースを実装し、有人飛行試験を通して視認性や表示の分かりやすさを検証



令和2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	- 機体のプロペラ配置・構成に関わる特許の先行調査を行い、現時点で他社特許への抵触リスクがないことを確認した。 - 制御の安定に関わる高度測定装置について特許を1件出願した。
マーケティング・販路開拓	- 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／万博関連)へのニーズヒアリングを行った。
事業会社とのオープンイノベーション	日本電気株式会社と空飛ぶクルマの管制に関わる管制・制御機器の開発について検討を進めた。
その他	8月に実施した公開有人飛行を中心に、国内にとどまらず、世界112カ国以上のメディアで掲載された。 - MIT Technology Review(※1)による初開催の「Innovators Under 35 Japan 2020(※2)」を受賞した。

※1 マサチューセッツ工科大学が所有するメディア企業Technology Review, Inc.が刊行する科学技術誌。
※2 才能ある若きイノベーターたちを表彰し、その活動を支援することを目的とした、MIT Technology Review主催の世界的なアワードの日本版。

令和3年度に向けた課題と対応策

課題① 安全性クライテリア(※1)の適正要件検証

- 一部の部品(フライトコントローラ、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①に対する対応策

- 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した
- より安全性の高い部品のベンチマーク調査を実施した上で、新たな調達先を選定し、協議を重ねている。

課題② コロナによる部品購入への影響

- 中国等からの部品供給が停止するといった問題が発生した。

課題②に対する対応策

- 一時的に開発遅延への影響が見られたが、現在では回復。
- 今後、同様の事態に備えて在庫として持つべき部品の検討を行い余裕を持った手配を進めていく。

課題③ 天候のリスク(大雨・落雷等)

- 飛行試験場が山間地であるため、大雨や落雷により出勤できない、もしくは機器が故障する等して試験が出来ない事態が発生した。

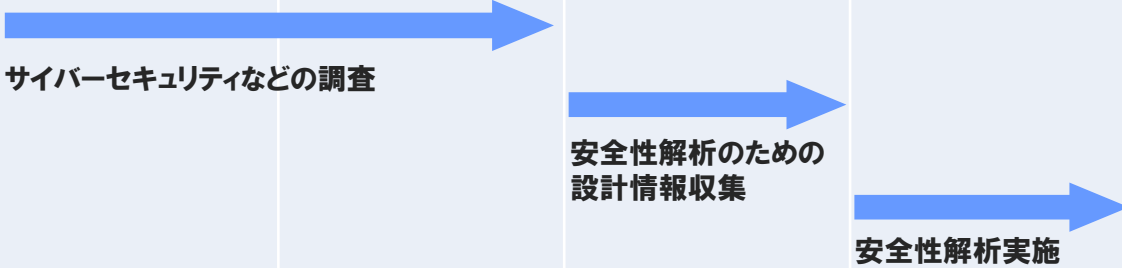
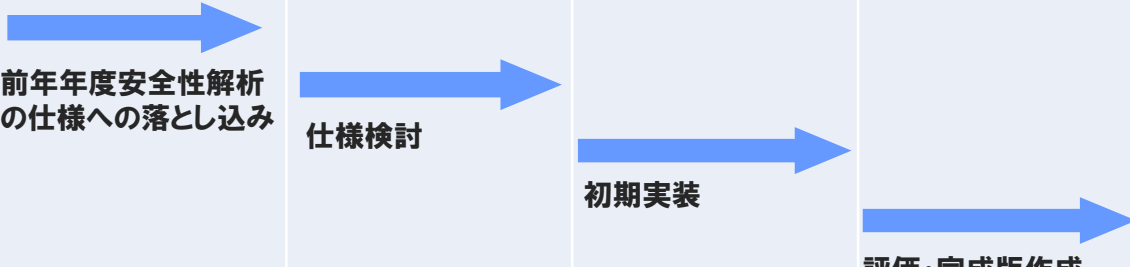
課題③に対する対応策

- 災害対策機器の導入や、複数拠点でも開発できる体制を整える等の対策を進めていく。

※1 安全性の評価基準。

※2 スキッドは、機体が着陸する際に使用する部品。

令和3年度の実施計画

大項目	小項目	令和3年度計画				令和3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					・ 重大事故の発生確率が 10^{-6} レベル／時以下 ・ その他事故の発生確率が 10^{-5} レベル／時以下
目標②	不具合を操縦者に伝えるインターフェース(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

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

(1) 令和2年度目標の達成状況

- 令和2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

- 部品の信頼性確保
 - ・ データを積み重ねながら部品の信頼性を確保していくには時間がかかるため、信頼性がある部品を提供できるサプライヤをいかに確保するかがポイントとなる。
 - ・ 部品単体の信頼性が足りなければ設計を工夫することで、信頼性を上げることも検討できる。
- 実環境を想定した安全性解析の実施
 - ・ ソフトウェアだけでなくハードウェアを一体的に考えた安全性解析が今後は必要となってくる。
 - ・ ノーマルな状況だけでなく、ある程度実際の環境(洋上の横風や風速、使用する電波等)を想定した場合に、どのような結果となるのかという、より実環境に近い状況を想定した解析も必要である。
- 官民協議会を通じた積極的な情報発信
 - ・ 官民一体で「空飛ぶクルマ」の実現に向けたワーキンググループが実施されている。そのような活動に今後も引き続き積極的に参加し、幅広い知見を得て、検査する側とも調整を行いながら進めていくことが必要である。