

Deloitte.

デロイト トーマツ



平成29年度製造基盤技術実態等調査 (空の移動と物流の将来像に関する実態調査) 【最終報告書(概要版)】

デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社
平成30年3月30日

はじめに

弊社は、貴省と弊社との間で締結された2017年12月20日付けの業務委託契約書にもとづき、貴省と事前に合意した手続を実施しました。本報告書は、上記手続に従って、貴省内検討及び判断に係る参考資料として作成されたものです。内容の採否や使用方法については、貴省自らの責任で判断を行っていただきたく存じます。

また、本報告書に記載されている情報は、公開情報を除き、貴省及び調査対象会社等から提出を受けた資料、また、その内容についての質問を基礎としております。これら貴省及び調査対象会社から入手した情報自体の妥当性・正確性については、弊社側で責任を持つことができないことをご理解いただけますようお願いいたします。

エグゼクティブサマリー

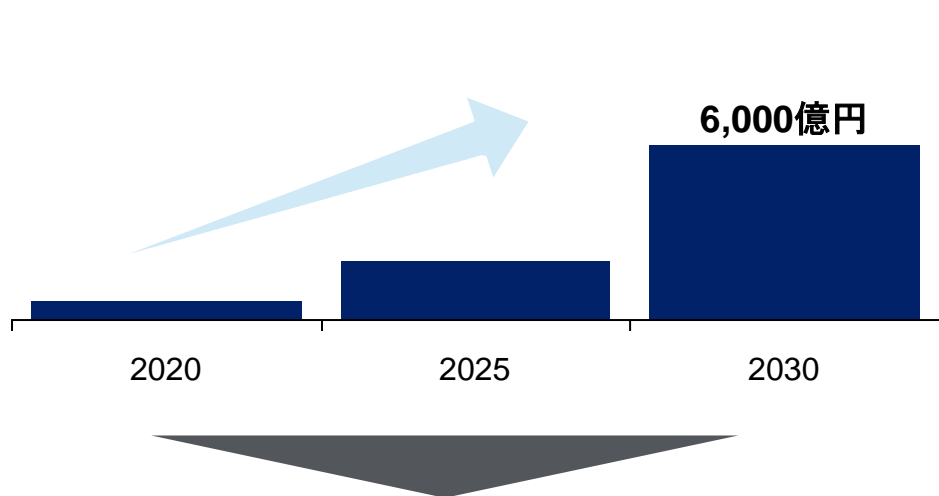
- 2030年の“空飛ぶクルマ”の市場規模は**日本で約6,500億円、世界で約9兆円**、必要となる機体数は**日本で約1万機、世界で約15万機**と推計される
- Uberは**2030～35年に12都市以上で数十万人/日**が利用する**エアタクシー**を展開することを標榜(**機体生産**として将来的に**5,000機/年**を見込む)
- **UAE**では**2018年中に“空飛ぶクルマ”の導入**を目指す。
その他、**ドイツ、中国、アメリカ、シンガポール**等でも実用化に向けた動きがある
- 「**ヒトの移動**」(都市内、中山間地域)、「**モノの移動**」、及び「**災害時**」の活用が想定される
- **機体やサービスの開発**と併せて**制度的な課題**(機体の耐空証明、整備、飛行、運航管理のルール等)にも対応が必要
- その他、「**空飛ぶクルマ**」の**社会受容性**(社会や住民の理解等)も課題

2030年における“空飛ぶクルマ”の市場規模は日本で約6,500億円、世界で約9兆円、日本での必要機体数は約1万機、世界では約15万機と推計

「世界と日本の市場規模の推計」 機体・サービスに係る市場規模の推計結果

【日本】

“空飛ぶクルマ”を活用した潜在的なサービスの市場規模*1

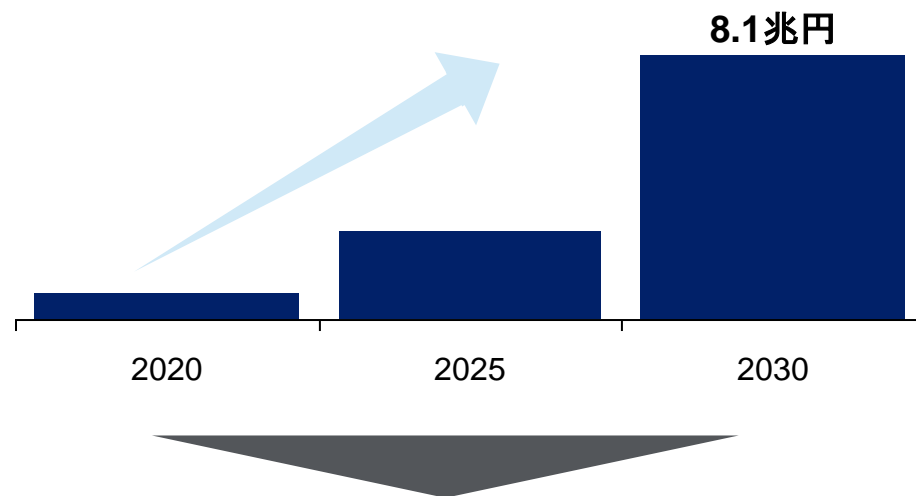


“空飛ぶクルマ”の潜在的な機体の市場規模*2

必要機体数	約1万機
機体に係る市場規模	約500億円

【世界】

“空飛ぶクルマ”を活用した潜在的なサービスの市場規模*1



“空飛ぶクルマ”の潜在的な機体の市場規模*2

必要機体数	約15万機
機体に係る市場規模	約7,000億円

*1: 2030年における既存の「ヒトの移動」(タクシー、ライドシェア等)に係るサービスの市場規模を算出した上で、各サービス領域において“空飛ぶクルマ”が代替利用される割合を仮定し、“空飛ぶクルマ”に係るサービスの市場規模を算出(潜在的には「ヒトの移動」以外にも「モノの移動」における“空飛ぶクルマ”に係るサービスの市場規模も存在する想定(日本:約2兆円、世界約240兆円))

*2: サービスの市場規模を満たすために必要となる“空飛ぶクルマ”の機体数(市場規模)を算出

世界では30社以上のプレイヤーが“空飛ぶクルマ”に係るプロジェクトを立ち上げ、 研究開発・実証事業を推進

「世界と日本のプレイヤーの動向」 主要メーカーの開発動向(概況)

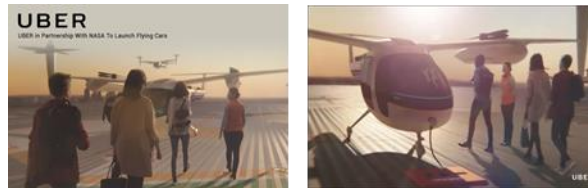
Volocopter

- 電動マルチローターで2人乗りの機体「Volocopter」を開発中
- ドバイで飛行試験を実施する等、2020年までの実用化に向けて開発を進める



Uber

- 自社のライドシェアサービスにおいて、「エアタクシー」も選択できる構想を掲げる
- 2023年に実用化予定(パイロットが搭乗)。将来的には無人飛行を目指す



CARTIVATOR

- トヨタ自動車のメンバー等による有志団体。2020年東京オリンピックの開会式で“空飛ぶクルマ”を飛行させることを目標に掲げて開発を進める



Lilium

- 「電動ジェットエンジン」を多数搭載した5人乗りの機体「Lilium Jet」を開発中
- 2017年にはプロトタイプ(2人乗り)での飛行試験に成功



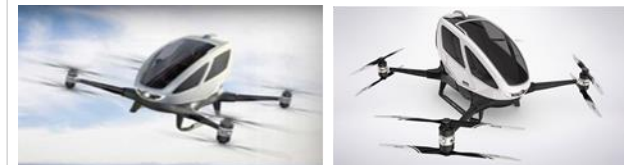
Airbus

- 多様なコンセプトの機体を発表
- 2023年には、電動マルチローターで4人乗りの機体「CityAirbus」を実用化予定




EHang

- 電動マルチローターで1人乗りの機体「184」を開発中
- 既にドバイ等で飛行試験を重ねており、2018年中には、ドバイで実用化予定



主要海外メーカーは2020年代半ばの実用化を目指し“空飛ぶクルマ”の開発を推進


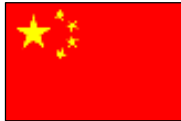



「世界と日本のプレイヤーの動向」 主要メーカーの開発動向(機体スペック詳細)

	2018年	2020年	2023年	2025年	
【実用化目標】					
開発者	EHang 	Volocopter 	Airbus 	Uber 	Lilium 
機体名	184	Volocopter	CityAirbus	eVTOL	Lilium Jet
機体画像					
離着陸方式	垂直離着陸(地上走行不可)				
動力/操縦方式	電動/自律飛行				
定員数	1人	2人	4人	4人	5人
機体重量	260kg	290kg	N/A	1,812kg	N/A
最大積載量	100kg	160kg	N/A	N/A	N/A
最高速度 (巡航速度)	160km/h (100km/h)	100km/h (70km/h)	N/A (120km/h)	320km/h (240km/h)	300km/h (250km/h)
航続距離	42km	27km	N/A	80km	300km
実用化目標	2018年	2020年	2023年	2023年	2025年

出所: 各種公開情報 (Drone II.com: Drone Industry Insights、Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation: Uber、EHang HP、Volocopter HP、Airbus HP、Lilium HP) よりDeloitte作成

UAEでは2018年中に“空飛ぶクルマ”の導入を目指す。 その他、ドイツ、中国、アメリカ、シンガポール等でも実用化に向けた動きが活発化

「世界と日本のプレイヤーの動向」 外国政府の動向

	Stage 1	Stage 2	Stage 3
各国の分類	<ul style="list-style-type: none"> ■ “空飛ぶクルマ”の開発・製造に向けた支援を行っている国々 	<ul style="list-style-type: none"> ■ “空飛ぶクルマ”の実用化に向けた支援を行っている国々 	<ul style="list-style-type: none"> ■ “空飛ぶクルマ”の導入に向けた支援を行っている国々
具体的なアクション	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 行政機関の体制変更・強化 ✓ 市場育成のための投資の実行 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国内での実証実験の許容 ✓ 空飛ぶクルマに係る将来構想の策定（シンガポールにおいて2030年までに“空飛ぶクルマ”の実用化を目指す等） ✓ 民間企業との協議・連携 ✓ レギュレーションの検討 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 空飛ぶクルマの導入を予定（2018年中） ✓ 実証実験の実施 ✓ 空飛ぶクルマに係る将来構想の策定（2030年までにドバイのモビリティの25%を自動化することを目指す等） ✓ 民間企業との協議・連携
国	 	 	

出所：各種公開情報（Smart Mobility 2030 ITS Strategic Plan for Singapore：Land Transport Authority and Intelligent Transport Society Singapore、Gulf News（2017/2/13）よりDeloitte作成

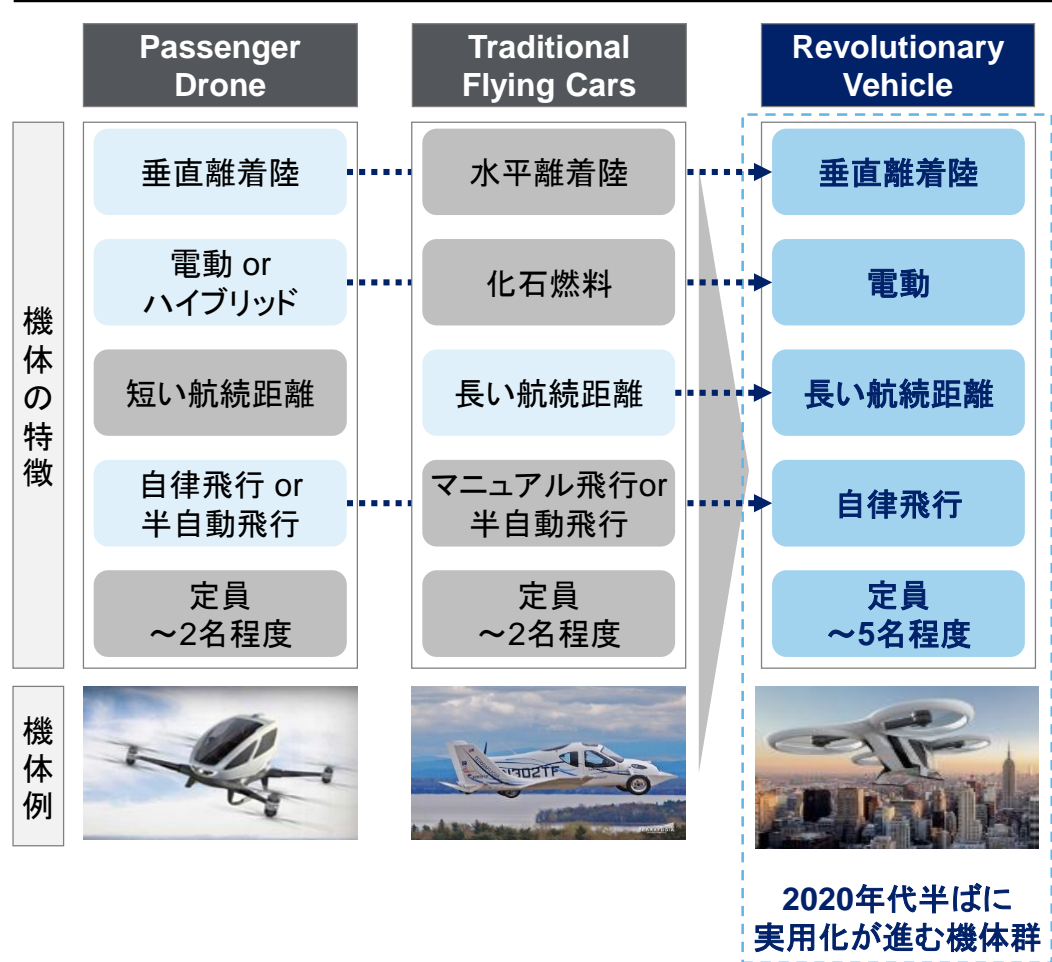
“空飛ぶクルマ”は「離着陸方式」、「操縦方式」、「動力」の観点から類型化可能。 2020年代には「電動」・「自律飛行」・「垂直離着陸」可能な機体が主流になると推察

「機体やサービスの類型化」 機体の類型化

“空飛ぶクルマ”の類型化の観点

1 離着陸方式	水平離着陸
	垂直離着陸(地上走行可)
	垂直離着陸(地上走行不可)
×	
2 操縦方法	手動(マニュアル飛行)
	半自動
	全自動(自律飛行)
×	
3 動力	化石燃料
	ハイブリッド
	電動

海外動向等踏まえた“空飛ぶクルマ”の分類



主に「ヒトの移動」(都市内、中山間地域)、「モノの移動」、及び「災害時」において、“空飛ぶクルマ”が利活用される想定



「機体やサービスの類型化」
サービスの類型化

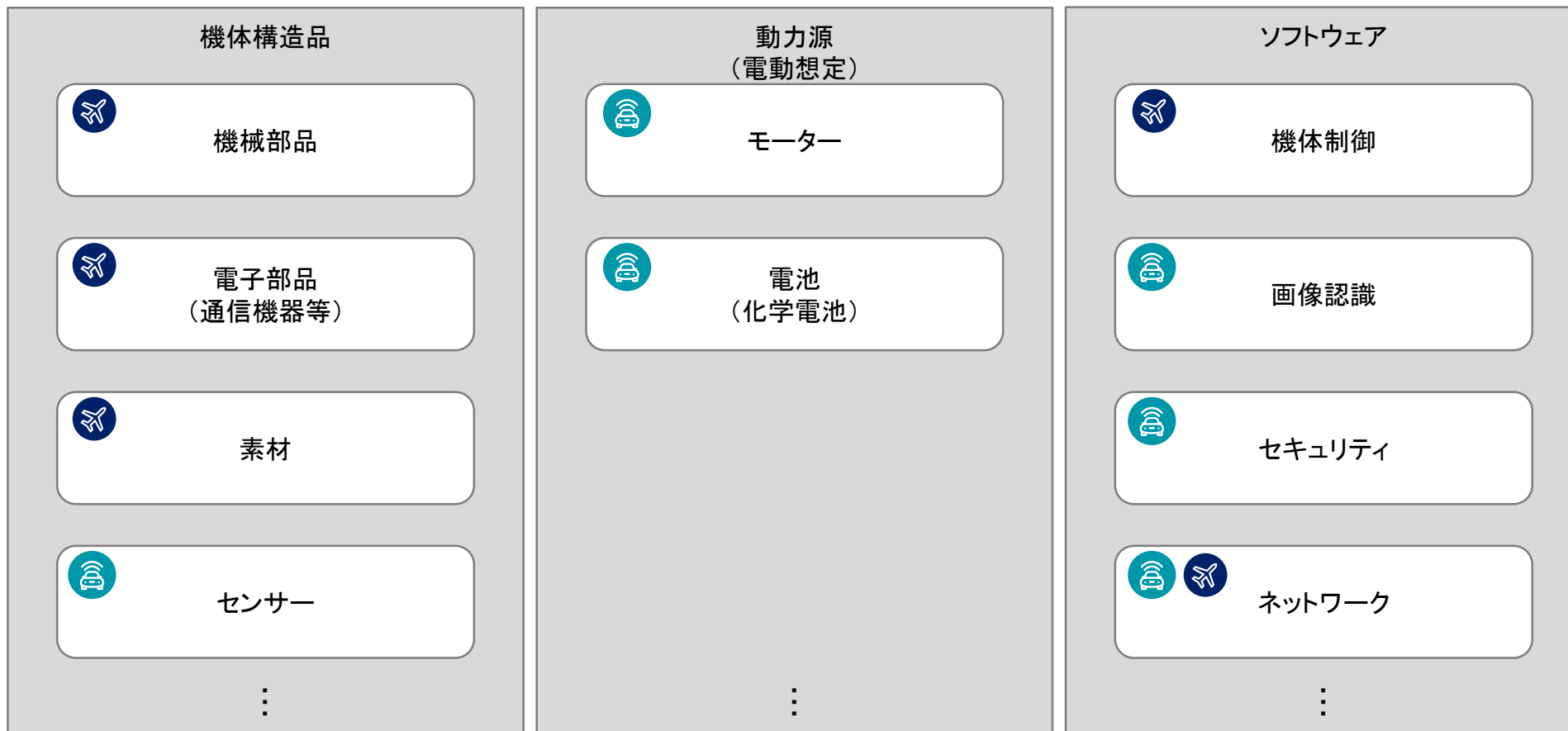
ヒトの移動	モノの移動	その他
<p data-bbox="265 394 526 429">都市内での利活用</p> <p data-bbox="99 458 696 529">迅速かつ快適な移動が可能に (莫大なインフラ投資をせず、渋滞問題等を解決)</p> 	<p data-bbox="803 394 1265 429">物流高速化の手段としての利活用</p> <p data-bbox="774 458 1295 529">物流プロセスの 一部を代替し、物流の高速化が可能に</p> 	<p data-bbox="1556 394 1783 429">災害時の利活用</p> <p data-bbox="1446 458 1897 529">既存インフラの復旧等を待たずに 人命救助・物資支援等が可能に</p> 
<p data-bbox="188 865 602 901">離島や中山間地域での利活用</p> <p data-bbox="147 929 648 1001">移動が不便な地域での移動を可能に (過疎地での活用、観光需要の創出も)</p> 		

出所:各種公開情報よりDeloitte作成

“空飛ぶクルマ”における要素技術は自動車産業・航空機産業等、他のモビリティ産業における要素技術と重複する技術が多い想定

「“空飛ぶクルマ”に係る要素技術の分析」 機体の要素技術

凡例	 : 自動車産業の要素技術と重複する技術
	 : 航空機産業の要素技術と重複する技術



“空飛ぶクルマ”の要素技術には自動車産業・航空機産業と関連する技術が多く用いられることが想定されるため、産業間で協業することによるシナジーが見込めると推察

今後量産が進むことで、機能的に優れる化学電池が各モビリティに使用される主要な動力源になると推察

「空飛ぶクルマ」に係る要素技術の分析

機体の要素技術(動力源の詳細比較)*1

	最大出力	整備性(部品点数)	現時点での価格	静音性	持続性(航続距離)
化学電池	低 	高 (~数百点) 	中 (数百万円) 	高 	低 (数十~数百km)
燃料電池	低 	中 (~数千点) 	高 (数百~数千万円) 	高 	中 (数百km)
内燃機関	中 	低 (~数万点) 	低 (数十~数百万円) 	低 	高 (数百~数千km)

*1: 各動力源を利用したモビリティとして、化学電池では「リーフ」(日産)、燃料電池では「MIRAI」(トヨタ)の諸元を参考とし、一般的なガソリンエンジンの乗用車と比較を実施
出所: 各種公開情報(日産リーフ主要諸元: 日産、トヨタMIRAI主要諸元表: トヨタ)よりDeloitte作成

“空飛ぶクルマ”産業は自動車産業、航空産業の産業構造と類似性があると推察

「“空飛ぶクルマ”に係る産業構造の分析」








既存のモビリティ産業と“空飛ぶクルマ”産業の特性比較

		自動車	航空	ドローン	“空飛ぶクルマ”
製造	部品点数 (サプライヤー数)	中 (～数万点)	多 (～数百万点)	少 (～数千点)	中 (～数万点)
	製造量	多 (～数千万台)	少 (～数千機)	少 (～数千機)	中 (～数万機)
サービス	専用インフラの必要性	必要 (道路等)	必要 (離発着設備(空港等))	不要	必要 (離着陸設備等)

自動車産業と“空飛ぶクルマ”産業の類似性等踏まえると、世界的に自動車産業の分野で高いプレゼンスを誇る日本が“空飛ぶクルマ”でも存在感を発揮する可能性があると推察

目指すべき目標は2020年代の「ヒトの移動」、「モノの移動」、「その他」(災害時の活用等)において利活用可能な機体の開発、及びサービスの実用化

2020年代に開発すべき “空飛ぶクルマ”の機体要件(目標)

機体要件(目標)	
ベーススペック	
 動力・操縦方式	<ul style="list-style-type: none"> 電動 自律飛行
 離着陸方式	<ul style="list-style-type: none"> 垂直離着陸
 定員・最大積載量	<ul style="list-style-type: none"> 4人程度の定員 最大積載量400kg程度
 巡航速度・最高速度	<ul style="list-style-type: none"> 巡航速度200km/h程度 最高速度300km/h程度
 航続距離	<ul style="list-style-type: none"> 100km程度 (1回の飛行あたり)
 機体価格・サービス価格	<ul style="list-style-type: none"> 機体価格 : 2,000万円程度 サービス価格 : 300円/km程度
+	
オプションスペック	
 汎用性	<ul style="list-style-type: none"> 動力部分が切り離し可能で、場合に応じてヒトが搭乗するカーゴ部とモノを積み込むコンテナ部等を切り替えることができる機体

2020年代に実現すべき “空飛ぶクルマ”を利活用したサービスの方向性

ヒトの移動	都市内での利活用 迅速かつ快適な移動が可能に	
	離島や中山間地域での利活用 移動が不便な地域での移動を可能に	
モノの移動	物流高速化の手段としての利活用 物流プロセスの一部を代替し、物流の高速化が可能に	
その他	災害時の利活用 既存インフラの復旧等を待たずに人命救助・物資支援等が可能に	

機体やサービスの開発と併せて、制度や社会受容性に係る課題にも対応が必要であり、同時並行的に検討を進めていくことが肝要

「将来に向けた課題と対応方針」

“空飛ぶクルマ”の実用化に向けた課題と対応の方向性

	協調領域	競争領域
	・“空飛ぶクルマ”産業全体、及び他のモビリティ産業と共に 検討すべき課題群（主にルールの見直し・規定等）	・各プレイヤー毎に独自に検討すべき課題群 （主に技術開発やアクションの実行等）
制度に係る課題	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">1 耐空証明に係る 検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">2 自律化に係るルール の検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">3 安全性に係るルール の検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">4 騒音に係るルール の検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">5 通信規格の 検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">6 運航管理ルール の検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">7 離着陸に係るルール の検討・規定</div> <div style="width: 33%; border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px;">8 飛行に係るルール の検討・規定</div> </div>	—
社会受容性に係る課題	<div style="border: 1px solid #003366; padding: 5px; margin: 5px; width: fit-content;">9 社会受容性向上のための 対応方針の検討</div>	—
技術に係る課題	—	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid #006633; padding: 5px; margin: 5px;">1 機体開発・ 耐空証明の取得</div> <div style="border: 1px solid #006633; padding: 5px; margin: 5px;">2 サービス開発</div> </div>
インフラに係る課題	—	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid #006633; padding: 5px; margin: 5px;">3 運航管理システム の開発</div> <div style="border: 1px solid #006633; padding: 5px; margin: 5px;">4 離着陸用地の確保・ インフラの構築</div> </div>