

平成31年3月

明日の社会(Society5.0)にかける夢

*** ドローン・電気自動車・
自動運転車・空飛ぶクルマ ***

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)所長
元警察大学校警察情報通信研究センター所長

澤田 雅之

****** そもそも、Society5.0 とは？ ******

Society1.0 とは、狩猟社会



Society2.0 とは、農耕社会



Society3.0 とは、工業社会



Society4.0 とは、情報社会



Society5.0 とは、**超スマート社会**

****** ドローン・電気自動車・自動運転車・
空飛ぶクルマが、目に見える主役になる社会 ******

ドローンとは？

＊ ＊ 空飛ぶロボットに進化していく ＊ ＊



DJI社(中国) Phantom 4



サイトテック社(日本) YOROII2WD1600JW

ドローンの操縦は難しくない



Parrot Bebop Skycontroller



DJI Phantom 4 送信機

右スティックを上倒す → 前進

右スティックを下倒す → 後退

右スティックを左倒す → 左に進行

右スティックを右倒す → 右に進行

左スティックを上倒す → 上昇

左スティックを下倒す → 下降

左スティックを左倒す → 左に回転

左スティックを右倒す → 右に回転

GPS・各種センサーとフライトコントローラーが ドローンの高度な飛行性能を実現



従来型のラジコンヘリと
決定的に異なる点！



安定したホバリング

障害物回避機能

フェイルセーフ機能



DJI Phantom 4

従来型の産業用ラジコンヘリ

* ヤマハ発動機(株)が世界のトップメーカー *



出典 : yamaha-motor.co.jp

ガソリンエンジンで長距離飛行

最高速度約70km/h、航続距離約100km

ドローンより大型

全長約3.5m、ローター径約3m、機体重量約70kg、ペイロード搭載重量約30kg

73MHz帯専用波で無線操縦

GPS・センサーやフライトコントローラーを備えていないため、目視による高度な操縦手腕が必要

* * * 業務用ドローンの普及により
産業用ラジコンヘリの代替が進捗 * * *

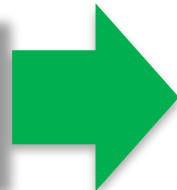
ドローンが飛行する仕組み

* 機体の向き・傾き・動き・周囲監視 *

地磁気・ジャイロ・加速度・イメージ等のセンサー

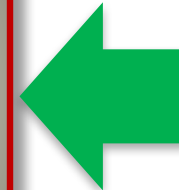


操縦信号



フライト
コントローラー

* 現在位置 *



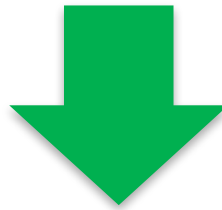
GPS

* 目的地 *



各ローターの回転数を制御して飛行

ドローンとは？



ドローンの基本的な仕組みは、
自動運転する電気自動車と同じ！

ドローンが進化し大型化すれば、
空飛ぶクルマ！

ドローンとは？

リチウムポリマー電池で、モーターを回転させて飛行
→ CO₂を出さないが、航続距離が短い。

→ **電気自動車と同じ！**

各種のセンサーを搭載して、フライトコントローラで一元的に処理 → 操縦をアシストしたり、障害物を検知して衝突しないように自律航行

→ **自動運転車と同じ！**

安定したホバリング

【従来型のラジコンヘリのホバリング】

空中の一点に留まるには、風に流されないよう、無線操縦用スティックから指を離さず、操縦し続ける必要

➡ **運転支援機能の無い車と同じ！**

【ドローンのホバリング】

無線操縦用スティックから指を離れた途端に、フライトコントローラーの働きにより、風に流されることなく空中の一点に留まり続ける。➡ フライトコントローラーが、GPSやイメージセンサーに基づき、風に流されないようにドローンを自動操縦

➡ **運転支援機能付きの車と同じ！**

障害物回避機能

各種のセンサー情報をフライトコントローラーが一元的に処理して、
高度な障害物回避機能を実現



DJI社(中国) Inspire 2 : 機体重量約3.5kg、最高速度94km/h

フェイルセーフ機能

飛行の継続に支障を来す不具合（ラジコン操縦電波の受信不能や、電池の残量低下など）が生じた場合には、フライトコントローラーに設定されたフェイルセーフモードを自動的に実行



発進地点に自動的に帰還するモードが一般的
他には、ホバリングして空中の一点に留まるモードや、徐々に下降して着陸するモードなど → いずれもGPSが不可欠



**自動運転車には、
フェイルセーフ機能が必須！**

ドローンの自律航行(1/2)

* * GPSによるナビゲーション * *

ドローンに経由させたい地点や到達させたい目的地の情報(緯度、経度及び高度)をドローンのフライトコントローラーに入力して発進させ、ドローンを目的地まで自動的に飛行させる。



発進後のドローンは、GPS衛星から送信される測位信号に基づき、現在の位置(緯度、経度及び高度)を瞬時に計算して割り出す。このため、フライトコントローラーは、予め入力された情報に基づきドローンを目的地まで正確に導くことができる。

ドローンの自律航行(2/2)

＊ ＊ 「みちびき」が測位誤差を大幅に低減 ＊ ＊



出典 : qzss.go.jp

GPS衛星からの測位信号のみで自律航行すれば、10m程度の測位誤差



準天頂衛星システム「みちびき」の本格運用開始(2018年11月) → 「みちびき」からのcm級測位補強信号の活用により、cm単位の測位誤差



＊ ＊ 自動運転車のマッピング精度が向上 ＊ ＊

航空法の改正法 (平成27年12月10日施行)

無人飛行機(ドローン・ラジコン機等)の
飛行を規制

模型飛行機(ドローン・ラジコン機等)
は、規制の対象外

**** 模型飛行機とは? ****

取り外し可能なアタッチメントを除き、機体本体とバッテリーを合わせた機体重量が200g未満のドローン等

航空法第132条による 無人飛行機の飛行に関する規制

***** 飛行禁止空域 *****

- 空港の周辺
- 地上から150m以上の上空
- 人家の密集地域



**飛行禁止空域で飛行させたい場合は、
国土交通大臣の許可が必要**

航空法第132条の2による 無人飛行機の飛行に関する規制

***** 飛行の方法 *****

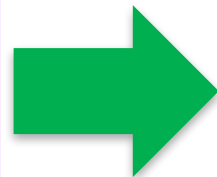
- ・日中に飛行させること
- ・目視の範囲内で飛行させること
- ・他の人や物から30m以上離して飛行させること
- ・催し場所では飛行させないこと
- ・危険物を輸送しないこと
- ・物を投下しないこと

 これらの方法によらずに飛行させたい場合は、国土交通大臣の承認が必要

無人航空機の飛行に関する許可・承認の 審査要領の改正（平成30年9月14日）

***** 補助者を置かない目視外飛行の実現は、
離島・山間部への荷物配送に欠かせない *****

補助者
の役割



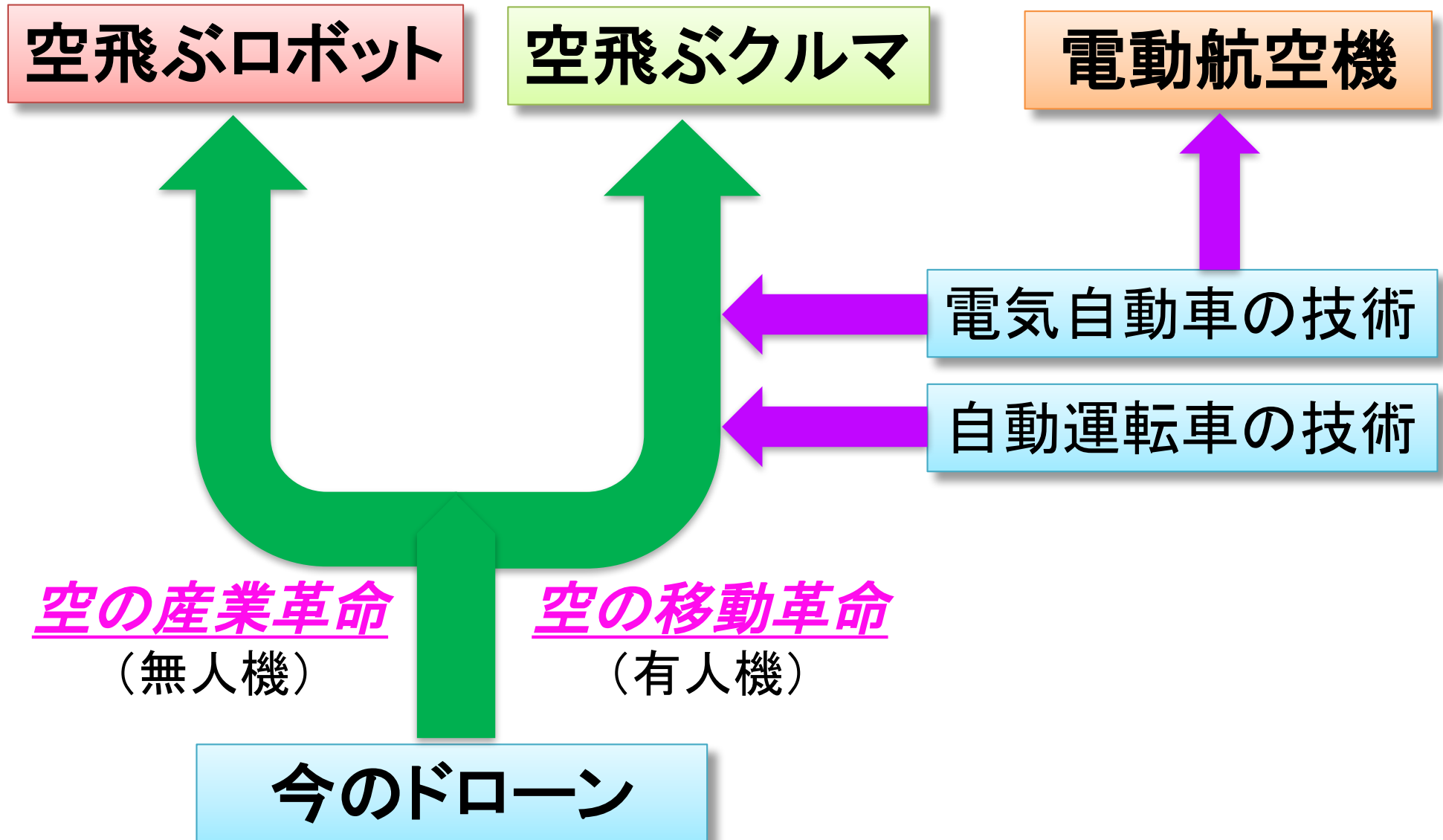
- ・ 第三者の立入管理
- ・ 有人機等の監視
- ・ 自機の監視
- ・ 自機周辺の気象状況の監視



補助者を代替するには

- ・ ドローンの周辺を監視するカメラ・センサー機能の充実強化
- ・ 「みちびき」による高精度測位
- ・ IOT基盤としての5Gによるコントロール・テレメトリ・映像伝送

これからの進化の系譜



電気自動車・自動運転車・空飛ぶクルマ

***** 何のため？ *****

地球温暖化対策・都市環境対策

交通事故の防止

渋滞の緩和



究極は、快適で便利な移動手段の実現！

電気自動車とは？

＊ ＊ 化石燃料を使わないゼロエミッションカー ＊ ＊



日産の電気自動車 LEAF

車の電動化のメリット

地球温暖化対策(CO₂の削減 ← 発電方法次第)

都市部の環境対策(環境汚染物質の削減)

コストパフォーマンスの向上

3種類の電気自動車

リチウムイオン電池車

燃料電池車

プラグインハイブリッド車

リチウムイオン電池車の駆動系

** いわゆる電気自動車(EV) **



日産の電気自動車 LEAF

外部から充電(急速充電20~40分)



30~100kWhのリチウムイオン電池



インバータで直流を三相交流に変換



三相交流モーターを駆動

燃料電池車の駆動系

＊ ＊ 水素で発電する電気自動車 ＊ ＊



トヨタの燃料電池車 MIRAI

外部から水素をタンクに充填



燃料電池(空気中の酸素と反応)で発電



インバータで直流を三相交流に変換



三相交流モーターを駆動

プラグインハイブリッド車の駆動系

*** 長距離走行時にはエンジンで
車輪を駆動する電気自動車 ***



トヨタのプラグインハイブリッド車
PRIUS PHV

外部から充電(急速充電20分)



10~20kWhのリチウムイオン電池



インバータで直流を三相交流に変換



三相交流モーターを駆動

電気自動車の特徴

電気自動車の部品点数は、エンジン車に比べて大幅に減少 → 大量生産時にはCO2が減少する可能性

急速充電に数十分を要し、航続距離が短い。

電気自動車の走行時のエネルギーコストは、エンジン車に比べて減少する可能性

電気自動車の今後

全固体電池が実現すれば、電池性能(安全性・エネルギー密度・出力密度・寿命)は飛躍的に向上 → 数分間の急速充電で500kmを走行することも夢ではない。

三相交流モーターの出力と回転数は、入力電圧と交流周波数の制御により緻密に制御できる。 → モーターは、停止状態でもフル回転状態でも、効率的に高出力可能 → 自動運転との相性が良い。

自動運転車とは？

＊ ＊ 究極は、ドライバーレスカー ＊ ＊



ウェイモ(グーグル)の自動運転車

車の自動運転のメリット

交通事故の防止（事故の大半は「人」が原因）

交通弱者の救済（高齢者や身体障害者など）

人類が運転に費やす膨大な時間を、他の知的な活動に活かす！

車の自動運転の仕組み

* 周辺監視 *

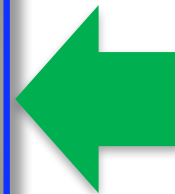
ステレオカメラ ・ ライダー ・ レーダー ・ ソナー



コントローラー
(AI)

* 現在位置 *

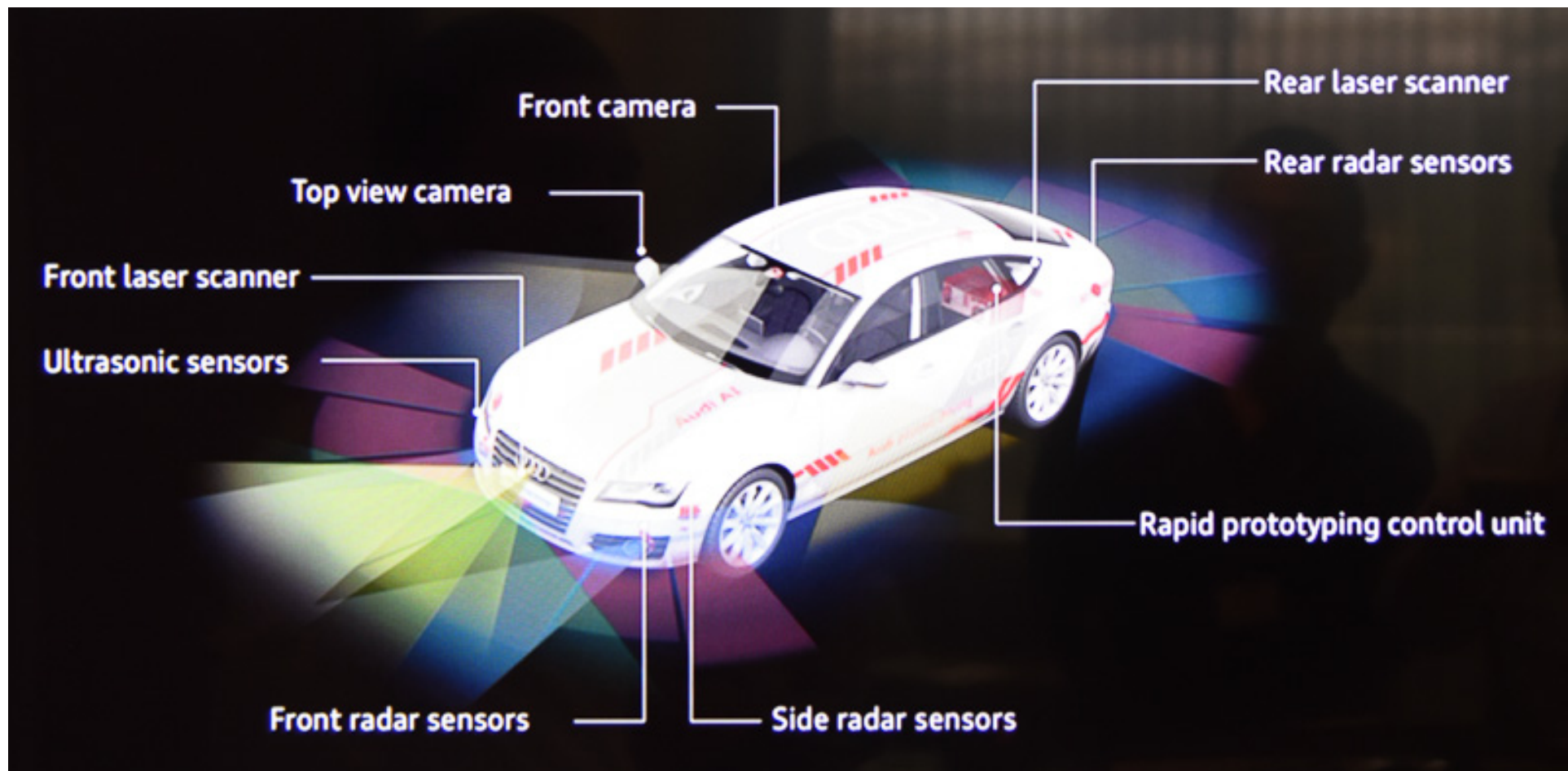
GPS
デジタル地図



* 運転操作 *

ハンドル ・ アクセル ・ ブレーキを自動制御

アウディの自動運転実験車 に搭載された各種センサー



完全自動運転(無人運転)までの5段階

事故の責任はドライバー

レベル1(運転支援) : ハンドル・アクセル・ブレーキの内の一つの操作を車が支援

レベル2(部分自動運転) : ハンドル・アクセル・ブレーキの内の複数の操作を車が支援

事故の責任は車

レベル3(条件付自動運転) : 限られた条件下での自動運転であり、車が要請した場合にはドライバーが運転を引き受ける。

レベル4(高度自動運転) : 特定の状況下では、ドライバーを必要としない自動運転

レベル5(完全自動運転) : ドライバーを必要とせず、あらゆる状況下で自動運転

自動運転高度化の鍵は「フェイルセーフ」

レベル1とレベル2

「人」の“フェイル”を、「車」が“セーフ”

↳ 既に実現。合理的であり効果的

レベル3

「車」の“フェイル”を、「人」が“セーフ”

↳ 合理的ではない？

レベル4とレベル5

「車」の“フェイル”を、「車」が“セーフ”

↳ 事故が避けられない場合のセーフモードは？

自動運転の現状と今後

*** 所有する車について ***

現在

レベル1の運転支援～レベル2の部分自動運転

2020年頃

高速道路におけるレベル3の条件付自動運転

2025年頃

高速道路におけるレベル4の高度自動運転

* 所有せず共用する車については、米国で2018年12月から既に
レベル5の完全自動運転車が運行中(念のため運転者が同乗) *

空飛ぶクルマとは？

**** 飛行の原理はドローンと同じ ****



e-volo社(ドイツ) Volocopter 2X

空飛ぶクルマのメリット

渋滞の超越と旅行時間の短縮

自律航行による無人運転が比較的容易に実現

道路・橋・トンネルなどの土木インフラが不要

空飛ぶクルマの仕組み

* 機体の向き・傾き・動き *

地磁気・ジャイロ・加速度などのセンサー

* 周囲監視 *

ライダー
レーダー

フライト
コントローラー

* 現在位置 *

GPS

* 目的地 *

* 自動操縦 *

各ローターの回転数を制御して飛行

ドバイの自律航行空中タクシー

アラブ首長国連邦のドバイでは、2017年秋から、自律航行による空中タクシーの試験運用を開始

➡ 5年後までの実用化を計画

Volocopter 2Xのスペック

- 9系統のリチウムイオン電池で、18個のモーター(ローター)を駆動
- 機体重量 290kg
- ペイロード最大重量 160kg
- 最長飛行距離 27km(時速70km)
- 最長飛行時間 27分(時速50km)
- 最高速度 時速100km
- 価格 約3000万円



e-volo社(ドイツ) Volocopter 2X

空飛ぶクルマに向けた日本の取り組み

*** 2019年中に4都府県で、実証試験開始予定 ***

東京都 : 西多摩地区と羽田空港周辺で検討

大阪府 : 大阪港の人工島(舞洲)

福島県 : 福島ロボットテストフィールド(南相馬市)

三重県 : 志摩市などの人が住む島

平成31年3月

明日の社会(Society5.0)にかける夢

*** ドローン・電気自動車・
自動運転車・空飛ぶクルマ ***

終

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)所長
元警察大学校警察情報通信研究センター所長

澤田 雅之