

平成30年10月

ドローンでわかる  
電気自動車・自動運転車・空飛ぶ車

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)

所長 澤田 雅之

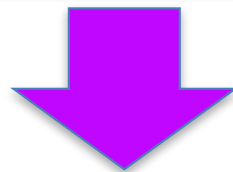
# 電気自動車・自動運転車・空飛ぶ車

**\*\*\* 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！**

# これからの車とドローンとの 密接な関係

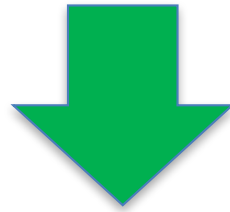


DJI社(中国) Phantom 4



サイトテック社(日本) YOROII2WD1600JW

# 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、  
空飛ぶ車！

# 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  
→ CO<sub>2</sub>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！**

# 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

各種のセンサーとフライトコントローラーが  
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！



DJI社(中国) Phantom 4

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

# 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

一機約1000万円

ガソリンエンジンで飛行

全長約3.5m、ローター径約3m、  
機体重量約70kg

一度に約30Lの農薬を散布可能

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



# 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、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、ホバリングしながら徐々に下降して着陸するモードなど



**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 ＊ ＊**

GPS衛星からの測位信号で自律航行すれば、10m程度の測位誤差



出典 : qzss.go.jp

準天頂衛星システム「みちびき」の本格運用開始(2018年中)により、GPS測位誤差はcmの単位の激減

**＊ ＊ 自動運転車のマッピング精度が向上 ＊ ＊**

# ドローンの進化の先には？

**\*\*\* CO<sub>2</sub>の削減も実現 \*\*\***

産業用ラジコンヘリの代替

宅配車両や小型貨物輸送車両の代替

空飛ぶ車の実現

# 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(CO<sub>2</sub>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) \*\*

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



日産の電気自動車 LEAF

# 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

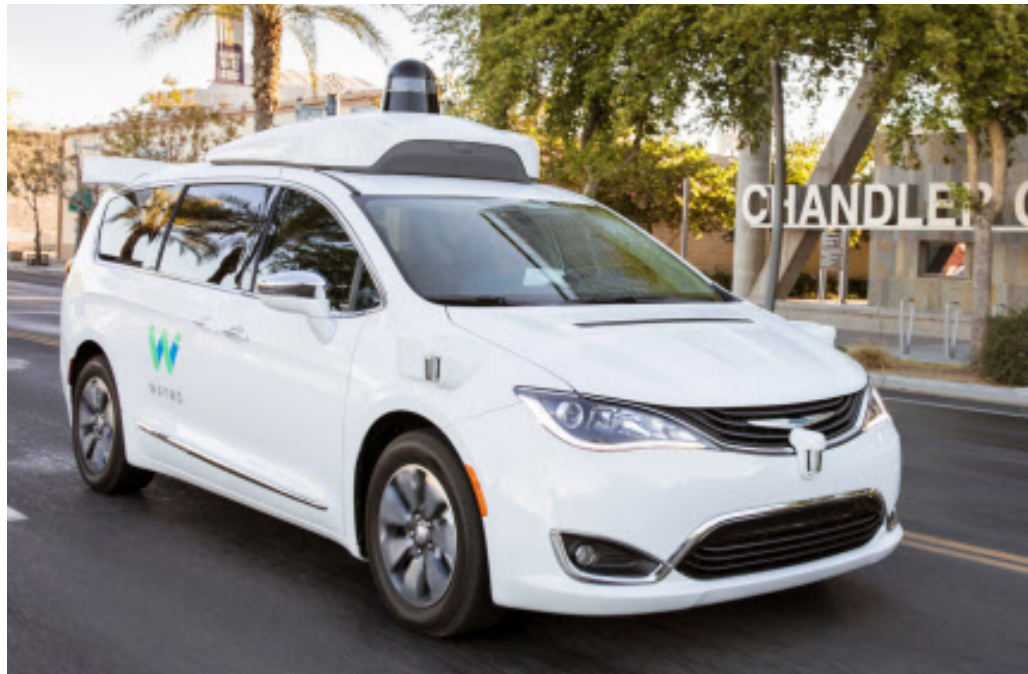
# 電気自動車の今後

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 \*

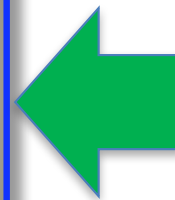
ステレオカメラ ・ ライダー ・ レーダー ・ ソナー



コントローラー  
(AI)

## \* 現在位置 \*

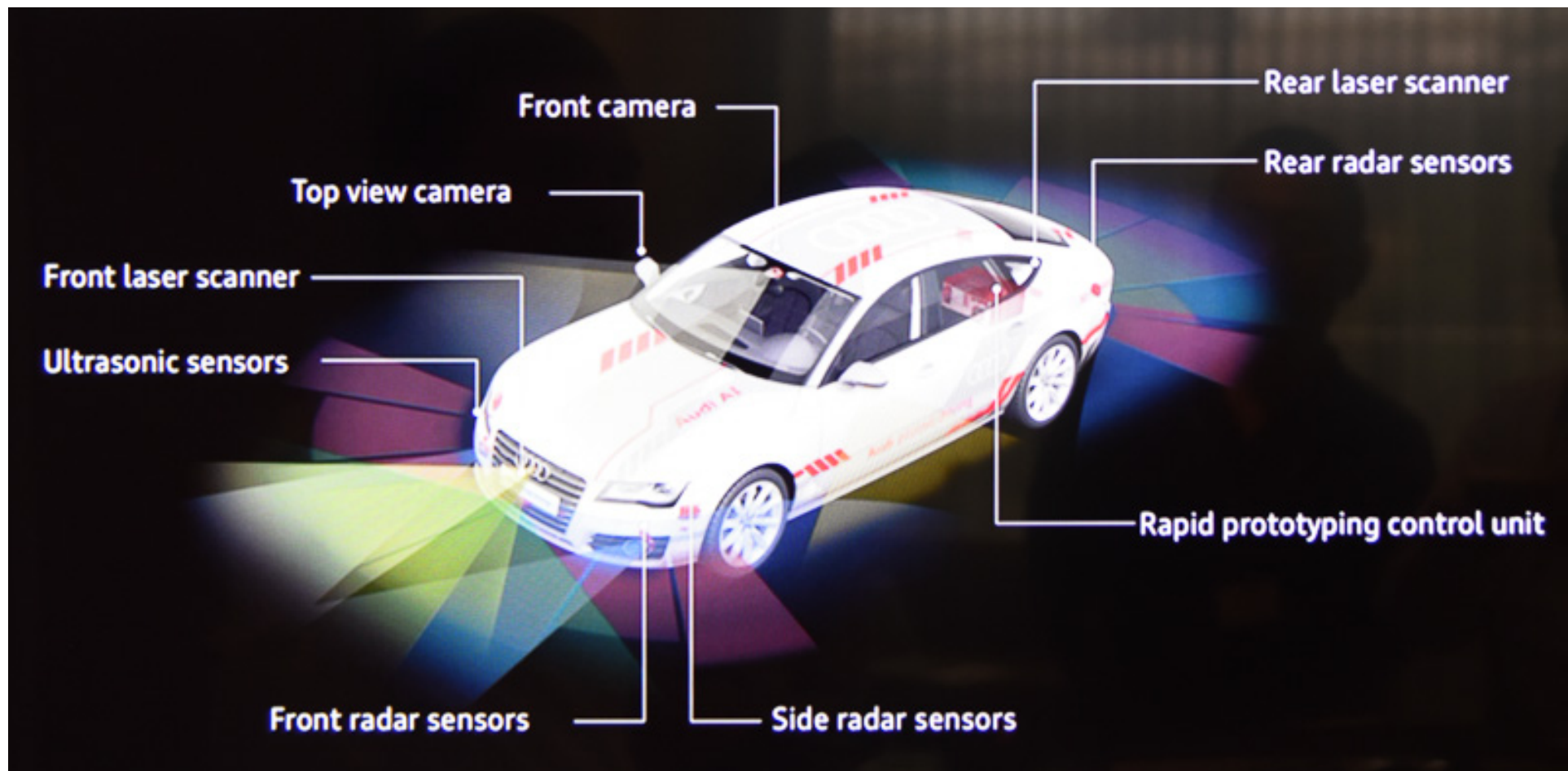
GPS  
デジタル地図



## \* 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

## 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

# 空飛ぶ車とは？

＊ ＊ 飛行の原理はドローンと同じ ＊ ＊



e-volo社(ドイツ) Volocopter 2X

# 空飛ぶ車のメリット

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

# 空飛ぶ車の仕組み

\* 機体の向き・傾き・動き \*

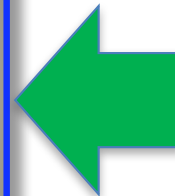
地磁気・ジャイロ・加速度などのセンサー



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



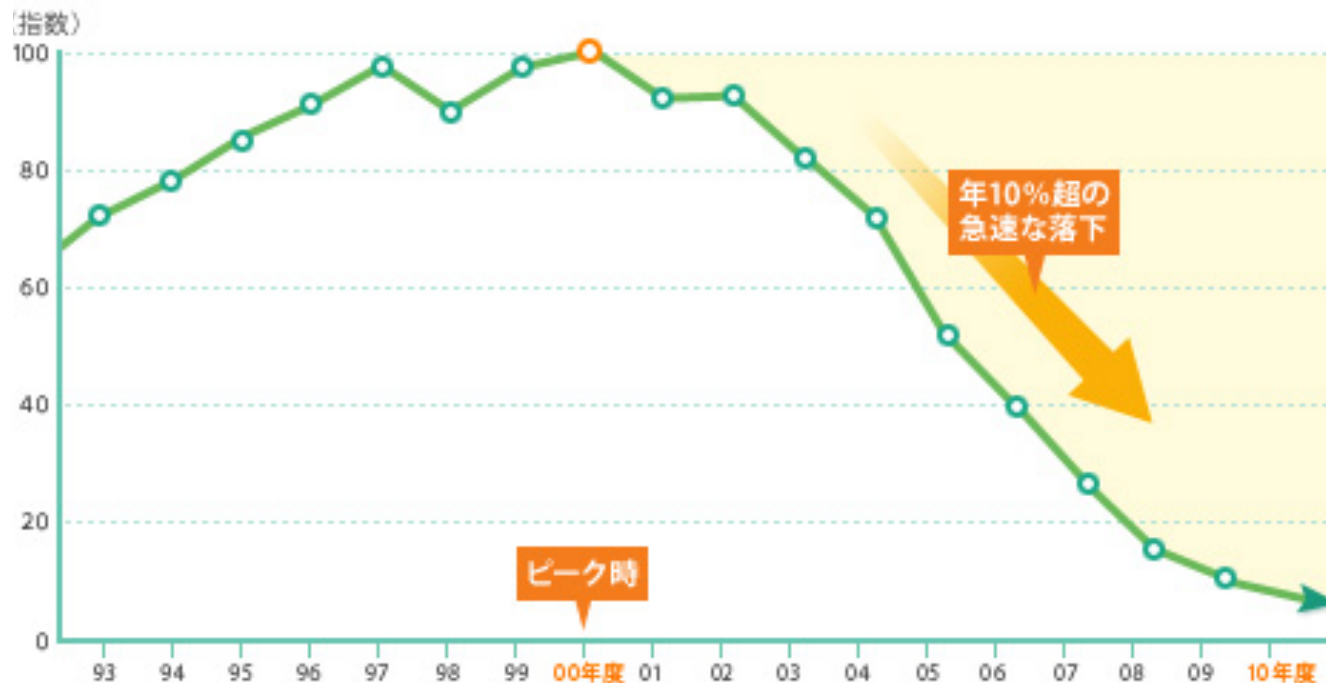
e-volo社(ドイツ) Volocopter 2X

# パラダイムの転換

## カラー写真フィルムを例として

### カラーフィルムの世界総需要推移

■ 2000年総需を100とした場合の指数



出典：富士フィルムホールディングスのHP

# カラー写真フィルム市場が急激に縮小

## \* 米国イーストマン・コダック社 \*



### 1881年創業

かつては、世界最大のカラー写真フィルムメーカー  
カラー写真フィルムを世界で初めて開発

デジタルカメラを世界で初めて開発(1975年)



### 2012年経営破綻

急激なデジタル化の波を読み誤った。➡ 利益率が  
大きなフィルムに依存する体質の変革に遅れた。

# カラー写真フィルム市場が急激に縮小

**\*\*\* 富士フイルム(株) \*\*\***



## 1934年創業

かつては、我が国最大のカラー写真フィルムメーカー  
デジタルカメラを世界で初めて発売(1988年)



## 2000年代半ばに業態転換

**◎ 自社の技術を洗い直し、活かせる分野や製品を熟慮 ◎**  
➡ 医療や化粧品等の新規事業ドメインを明確化

# コモディティ化が進む先 シャープの「亀山ブランド」が消滅



シャープ 32V型デジタルハイビジョン液晶テレビ  
「AQUOS」LC-32BD1

# コモディティ化でブランド力が消滅

**\*\* シャープの「世界の亀山」 \*\***



**2004年以降**

シャープの亀山工場で生産した液晶テレビを「世界の亀山」製として大ヒット → **ブランド化に成功**



**2010年前後**

液晶テレビのコモディティ化が進む中で、「世界の亀山」のブランド力が消滅 → **シャープの経営危機**

# コモディティ化とは？

＊ ＊ 高付加価値が失われること ＊ ＊

汎用的な部品で構成できるものは、コモディティ化する。

➡ デジタル機器のハードウェア、電気自動車？



デジタルテレビ（液晶テレビ）

シャープの「世界の亀山」は、ブランド力が消滅



アナログテレビ（ブラウン管テレビ）

ソニーの「トリニトロン方式」は、ブランド確立の一翼

コモディティ化には、**UX**で対処

\* **UX** : **U**ser **eX**perience (顧客満足度) \*

コモディティ化するのは、ハードウェア！



汎用的なハードウェアをうまく組み合わせ、ソフトウェアでチューニング → **顧客満足度を見極めて、そこに焦点を当てた物づくり！**





平成30年10月

ドローンでわかる  
電気自動車・自動運転車・空飛ぶ車

終

澤田雅之技術士事務所(電気電子部門)

所長 澤田 雅之