

ドローン物流から、空飛ぶクルマの活用まで

2019. 4. 25 13:10-13:40

鈴木真二

- ・東京大学 未来ビジョン研究センター 特任教授
- ・一般社団法人 日本UAS産業振興協議会JUIDA
理事長
- ・一般財団法人 総合研究奨励会
日本無人機運行管理コンソーシアム JUTM 代表





無人航空機の歴史

ターゲット・ドローン



農薬散布ヘリ



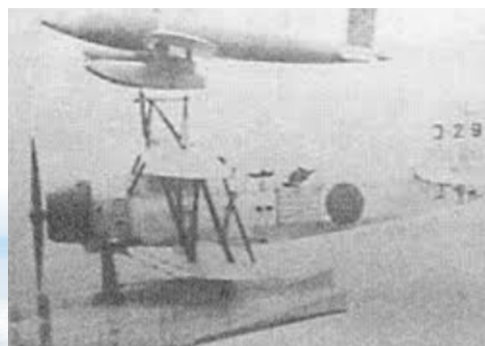
偵察機



マルチコプター



遠隔操作技術



携帯電話

リポ

GPS

WiFi

衛星通信

デジカメ

スマホ

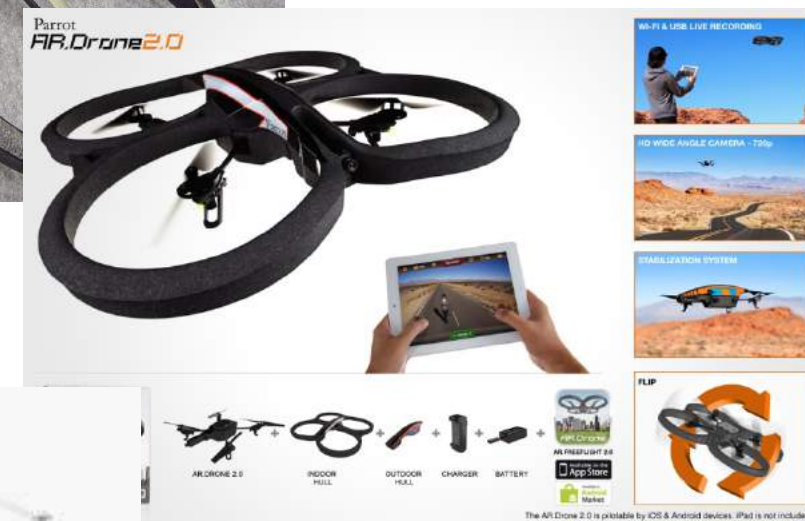
現在のドローンブームは玩具から

- 2010年Parrot社発売
- 2000年代に普及したリチウム・ポリマーバッテリー
- タブレットやスマートフォンでの操縦（無線技術）
- 画像によるFPV操縦
- MEMSセンサーによる安定化

- **空飛ぶスマートフォン**
- **DJI(中国)ドローン**



Japan Drone2016



Parrot社

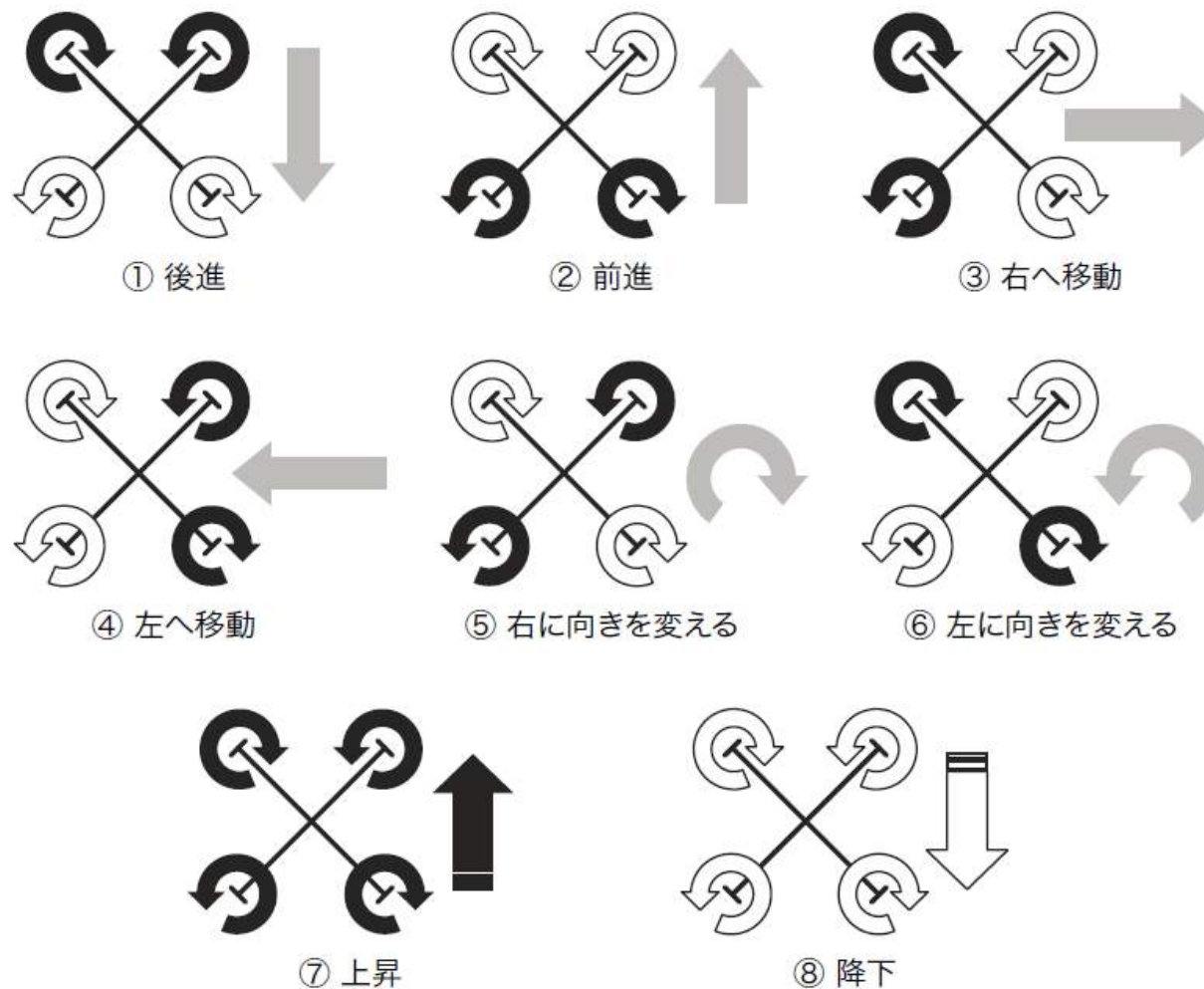
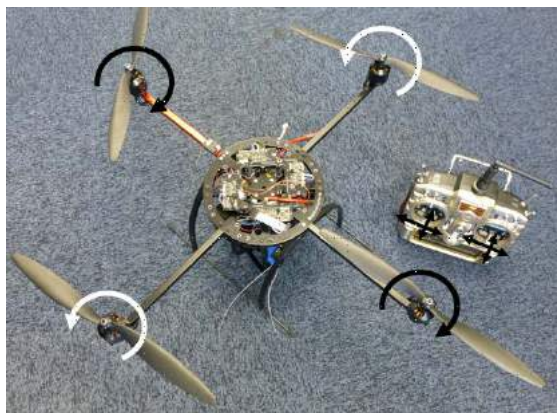


DJI Phantom

操縦方法

- マニュアル遠隔操作
 - GPS+コンパスによる自動ホバリング
- FPV (First Person View)
 - 手元のカメラ映像を見て操縦
- プログラム飛行(自動飛行)
 - ウェイポイントの自動トラッキング
 - GPSによる位置検出

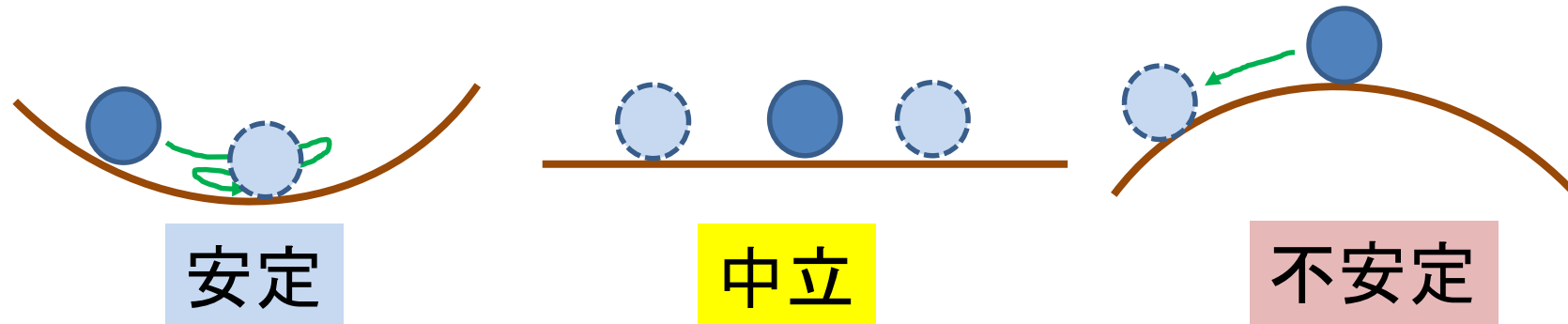




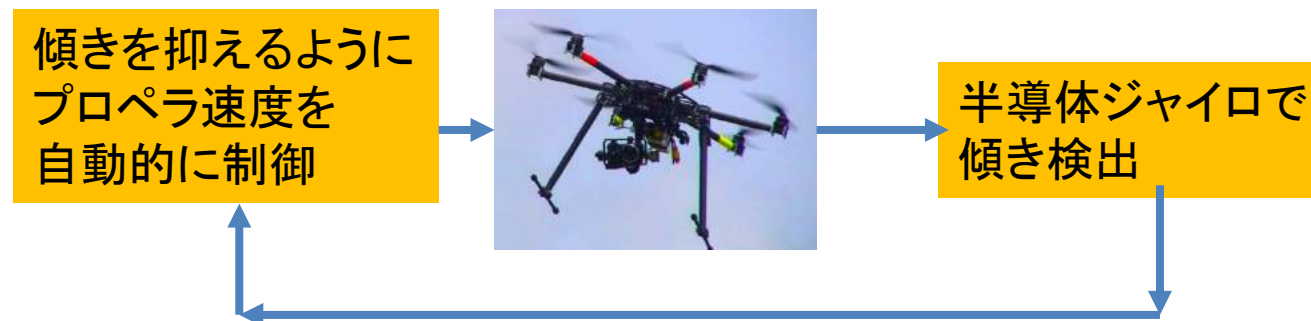
回転数を上げる

回転数を下げる

フィードバック制御による人工的安定化

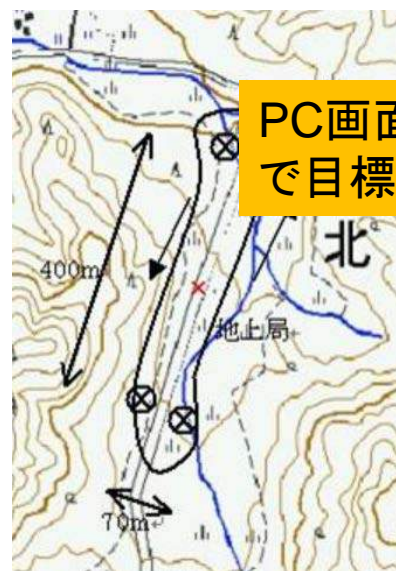
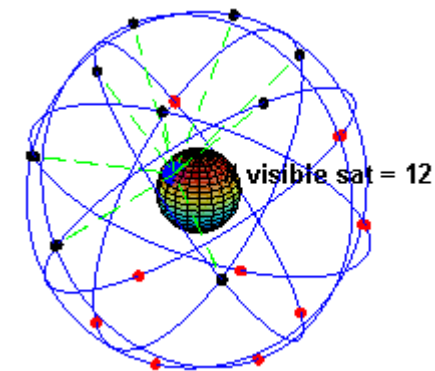


- マルチコプターは原理的に不安定なシステムであり、傾きを検出する半導体ジャイロによるフィードバック制御で人工的に安定化させ、操縦を簡単にする



GPSを利用した自動飛行

- GPS(全地球測位システム)を利用して自機の位置を求め、目標点(ウェイポイント)との差をなくすように機体を傾け自動で飛行する。



PC画面の地図上で目標点を設定

目標点に近づくように機体を傾けるようにプロペラ回転数を制御

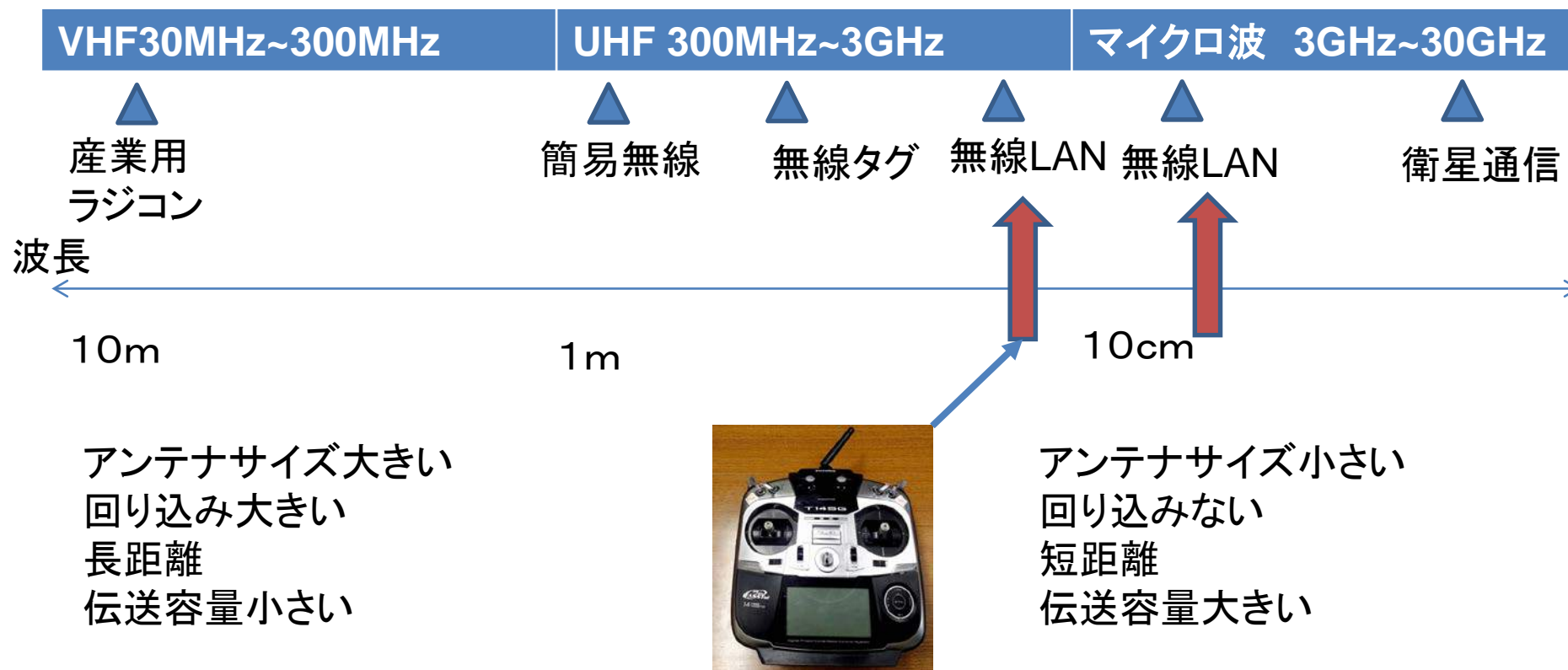
GPSアンテナ



GPSを利用して自機位置を計測



無線の利用



C2LINK:制御用の無線(遅延が無い、途切れ無い)
ペイロードLINK:画像伝送等(伝送速度、容量)

ドローンの利用分野

空撮

- 報道、出版、映像
- 搜索、点検、測量



輸送

- 配送
- 防災(薬品、緊急物資)



投下

- 農薬散布
- 消火剤散布



通信

- 空中無線中継基地



サンプリング

- 放射線量計測
- PM2.5

FAA(米国連邦航空局)の予測

- アメリカでの小型無人航空機(ドローン)の予測
 - Fact Sheet – FAA Forecast–Fiscals Years 2016-37

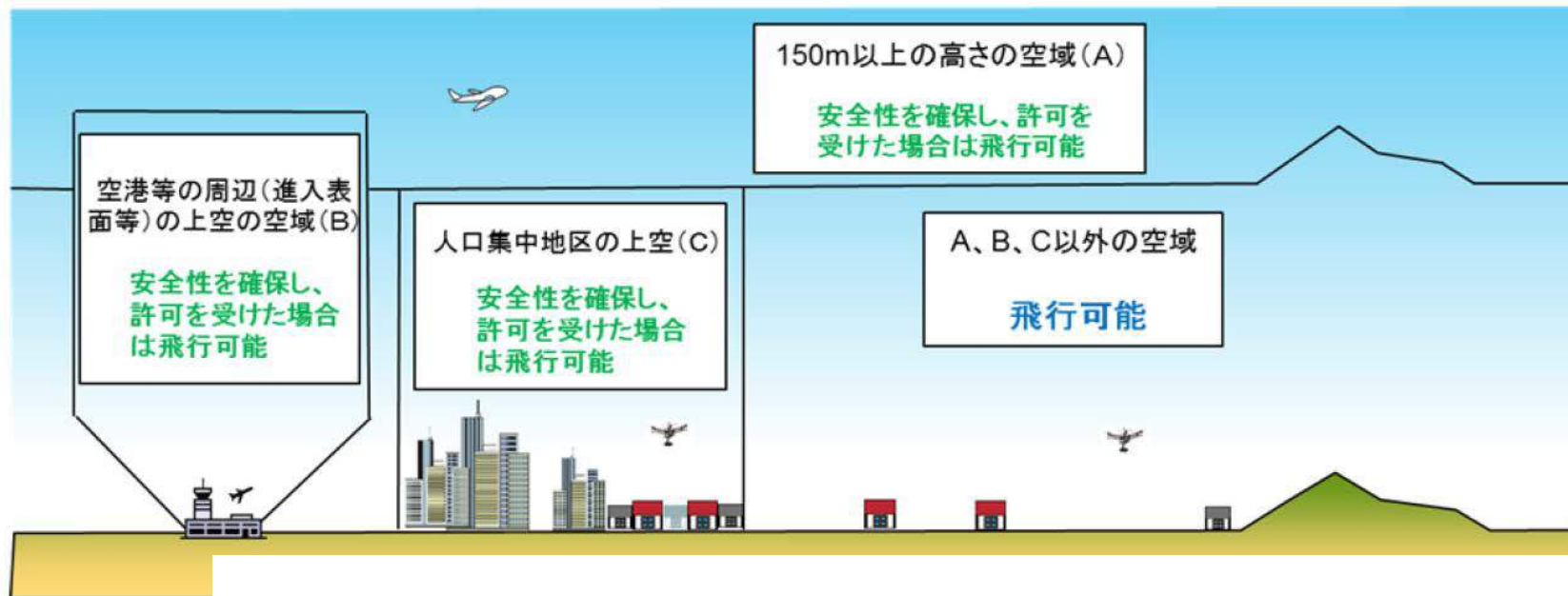
	2016年	2021年
台数(全体)	110万台	350万台
産業利用	42,000台	442,000台
ドローン操縦士	2万人	20~40万人

BBC Casualty - Helicopter Accident Caused By Drone

<https://www.youtube.com/watch?v=SyXRyIYbXkU>

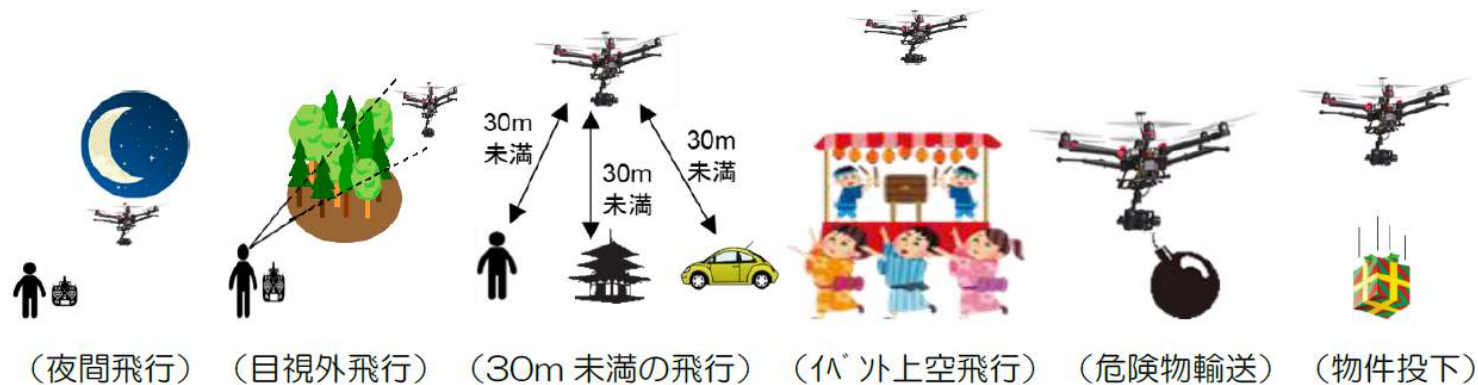


現状の航空法上のドローンの規則



〈承認が必要となる飛行の方法〉

航空局HP





ドローン活用のためのロードマップ

空の産業革命に向けたロードマップ

小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備

平成29年5月19日
小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

	現在～	2018年頃～	2020年代頃～
利活用	<p>レベル1 目視内での操縦飛行</p> <p>レベル2 目視内飛行 (操縦なし)</p>	<p>レベル3 無人地帯での目視外飛行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 離島や山間部への荷物配送 (補助者なし) ● 被災状況調査、捜索 等 	<p>レベル4 有人地帯での目視外飛行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 都市の物流、警備 (第三者上空) ● 発災直後の避難誘導 等



ドローン活用のためのロードマップ

空の産業革命に向けたロードマップ

小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備

平成29年5月19日

小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

	現在～	2018年頃～	2020年代頃～
利活用	<p>レベル1 目視内での操縦飛行</p> <p>レベル2 目視内飛行 (操縦なし)</p>	<p>レベル3 無人地帯での目視外飛行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 離島や山間部への荷物配送 (補助者なし) ● 被災状況調査、捜索 等 	<p>レベル4 有人地帯での目視外飛行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 都市の物流、警備 (第三者上空) ● 発災直後の避難誘導 等



リスクの上昇に対して安全性を向上させる必要がある

- ・ 新たな技術開発: 非GPS航法、通信ネットワーク、無人機航空管制
- ・ 制度の充実: 操縦ライセンス、機体認証、保険、有人機+無人機の空域統合

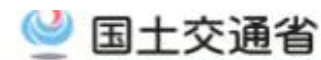
ドローン物流実証実験

国土交通省(ブルーイノベーション・東大)

物流用ドローンポート 飛行実証試験(長野県伊那市)

国土交通省
ブルーイノベーション
東京大学
2017. 3. 3

無人航空機の目視外飛行に関する要件(概要)



現行の補助者の役割である「①第三者の立入管理」、「②有人機等の監視」、「③自機の監視」及び「④自機周辺の気象状況の監視」を代替するために必要な機上装置や地上設備等の安全対策を含め、新たな要件として以下の通り設定。

全般的要件

(当面の要件)

現行の技術レベルでは補助者の役割を機上装置や地上設備等で完全に代替できないため当面は以下の条件を付加する。

- 飛行場所は第三者が立ち入る可能性の低い場所(山、海水域、河川・湖沼、森林等)を選定すること。
- 飛行高度は、有人航空機が通常飛行しない150m未満でかつ制限表面未満であること。
- 使用する機体は想定される運用で十分な飛行実績を有すること。

(その他)

- 不測の事態が発生した場合に備え、着陸・着水できる場所を予め選定するとともに、緊急時の実施手順を定めていること。
 - 飛行前に、飛行経路又はその周辺が適切に安全対策を講じることができる場所であることを現場確認すること。
- また、運航にあたっては、当該要件に関わらず、運航者自らが飛行方法に応じたリスクを分析し安全対策を講じること。



個別要件

①第三者の立入管理

○機体性能・運用条件を考慮した落下範囲を算出・設定(立入管理区画)し、以下のいずれかの措置を講ずることによって第三者の立入管理ができること。

- ・機体や地上にカメラ等を装備又は設置し、進行方向の飛行経路下に第三者が立ち入る兆候等を常に遠隔監視できること。
- ・立入管理区画について、近隣住民等に対し看板等の目印やポスター・インターネット等により広く周知すること。

②有人機等の監視

○有人機からの視認性向上のため機体に灯火・塗色を施し、以下のいずれかの措置を講じることによって有人機などの監視ができること。

- ・機体や地上にカメラ等を装備又は設置し、飛行する空域の有人機の有無等を常に遠隔監視できること。
- ・無人機の飛行予定を有人機の運航者に事前に周知するほか、有人機の飛行日時・経路等を確認し有人機との接近を回避できること。

③自機の監視

○機体の状態(位置、速度、姿勢、飛行経路との差等)を把握し、機体の異常が判明した場合には、付近の安全な場所に着陸させるなど、適切な対策をとることができること。

④自機周辺の気象状況の監視

○飛行経路又は機体に設置した気象センサ、カメラ等により気象状況の変化を把握し、運用限界を超える場合は、付近の安全な場所に着陸するなど、適切な対策をとることができること。

⑤操縦者等の教育訓練

○異常状態を把握した機体に対し、機体性能・周辺の地形・飛行フェーズ・不具合の有無等のあらゆる要素を勘案した上で、最適な判断を迅速に行い操作できること。

日本郵便株式会社による目視外補助者無し飛行について



承認の概要

- 運航者 日本郵便株式会社
- 飛行の日時 平成30年10月29日から1年間
- 飛行の経路 福島県南相馬市 小高郵便局 ~ 双葉郡浪江町 浪江郵便局 (約9km)
- 無人航空機 株式会社自律制御システム研究所製 ACSL-PF1
- 承認日 平成30年10月26日



(日本郵便株式会社 提供)



(出典: 国土地理院地図)

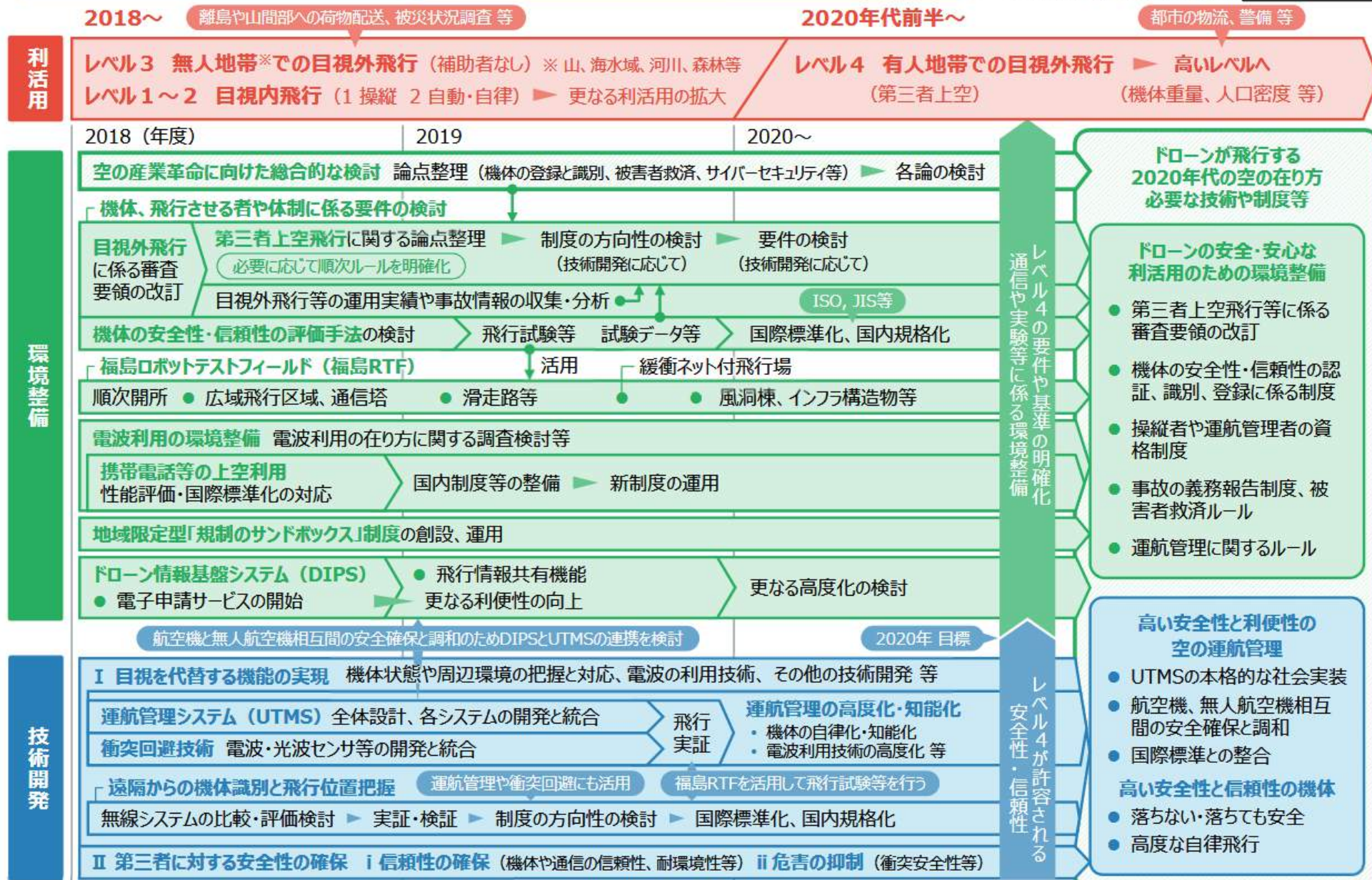
空の産業革命に向けたロードマップ2018

小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備

2018年 月 日(案)

小型無人機に係る環境整備に

資料1-1



※ 各項目の詳細やその他の事項については補足資料 (別紙) に記載する。

ドローンの技術課題

- 基本性能
 - 飛行時間: バッテリー能力向上、ハイブリッド化
 - 耐突風性: 可変ピッチプロペラ
 - 耐故障性: マルチローター、適応制御・AI、パラシュート、エアバッグ
- 管制・誘導制御
 - 非GPS環境下での自動操縦: 画像認識、レーザースキャナー
 - 衝突防止: 協調: TCAS、非協調: 画像認識、レーザー
 - 運航管理: UTM、リモートID
 - 着陸誘導: 電波誘導、画像認識
- 利用技術
 - 測量、点検: センサー、データ処理
 - 物流: パッケージ、バッテリー交換

ドローンの技術課題

• 基本性能

- 飛行時間: バッテリー能力向上、ハイブリッド化
- 耐突風性: 可変ピッチプロペラ
- 耐故障性: マルチローター、適応制御・AI、パラシュート、エアバッグ

1時間以上飛行できる「ハイブリッド」ドローン 元ホンダ社員が開発



<https://response.jp/article/2018/04/22/308840.html>

世界初のドローン用エアバッグを開発、松屋R&D...ジャパンドローン2018

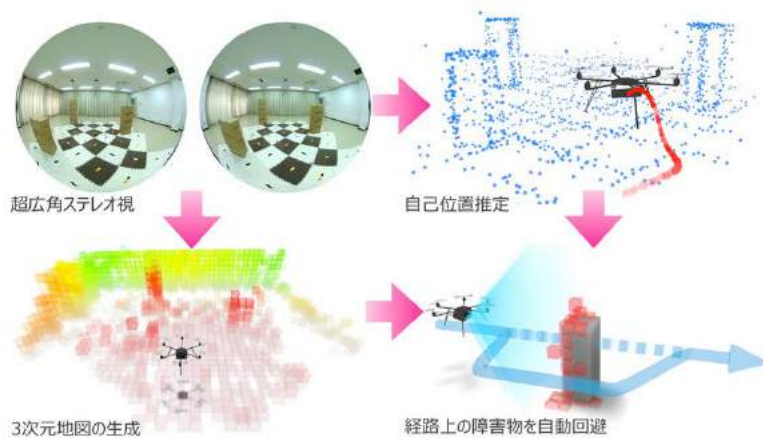


<https://response.jp/article/2018/03/23/307554.html>

ドローンの技術課題

• 管制・誘導制御

- 非GPS環境下での自動操縦：画像認識、レーザースキャナー
- 衝突防止：協調：TCAS、非協調：画像認識、レーザー
- 運航管理：UTM、リモートID
- 着陸誘導：電波誘導、画像認識



https://jp.ricoh.com/technology/institute/research/tech_flight_by_3d_vision.html



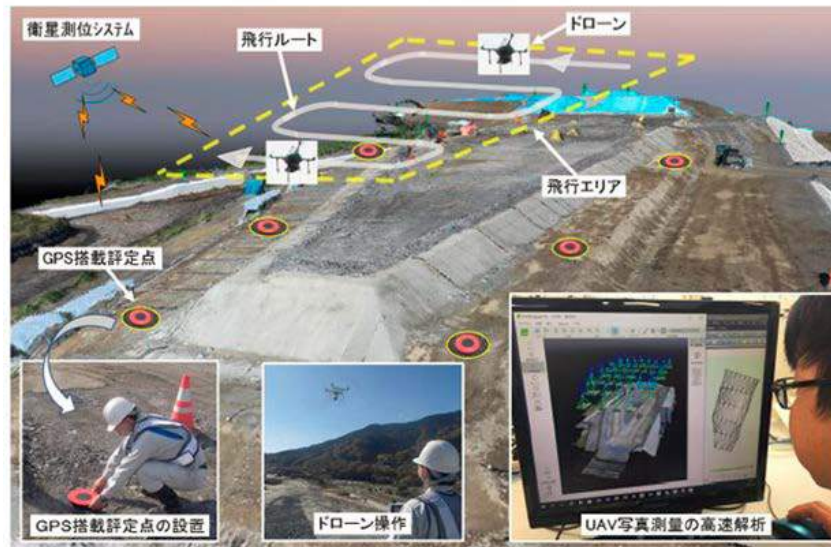
https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101048.html



<https://lnews.jp/2018/03/k032319.html>

ドローンの技術課題

- 利用技術
 - 測量、点検: センサー、データ処理
 - 物流: パッケージ、バッテリー交換



<https://www.drone.jp/news/20180223113926.html>



<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/plan-for-drones-to-deliver-parcels-takes-flight>

無人航空機の未来

空飛ぶ車

<https://www.youtube.com/watch?v=-FseeVy7uvU>



1

Air module

5 by 4.4 metres; propelled by eight counter-rotating rotors



2

Carbon fibre passenger capsule

2.6 metres long, 1.4 metres high, 1.5 metres wide



3

Ground module

Battery powered; carbon fibre chassis



<https://www.youtube.com/watch?v=ped0-v2IMxk>



Uberの計画

- eVTOLは時速150～200マイル(240～320キロ)。高度300～600メートルを想定している。1回の充電で96キロ飛べるという。



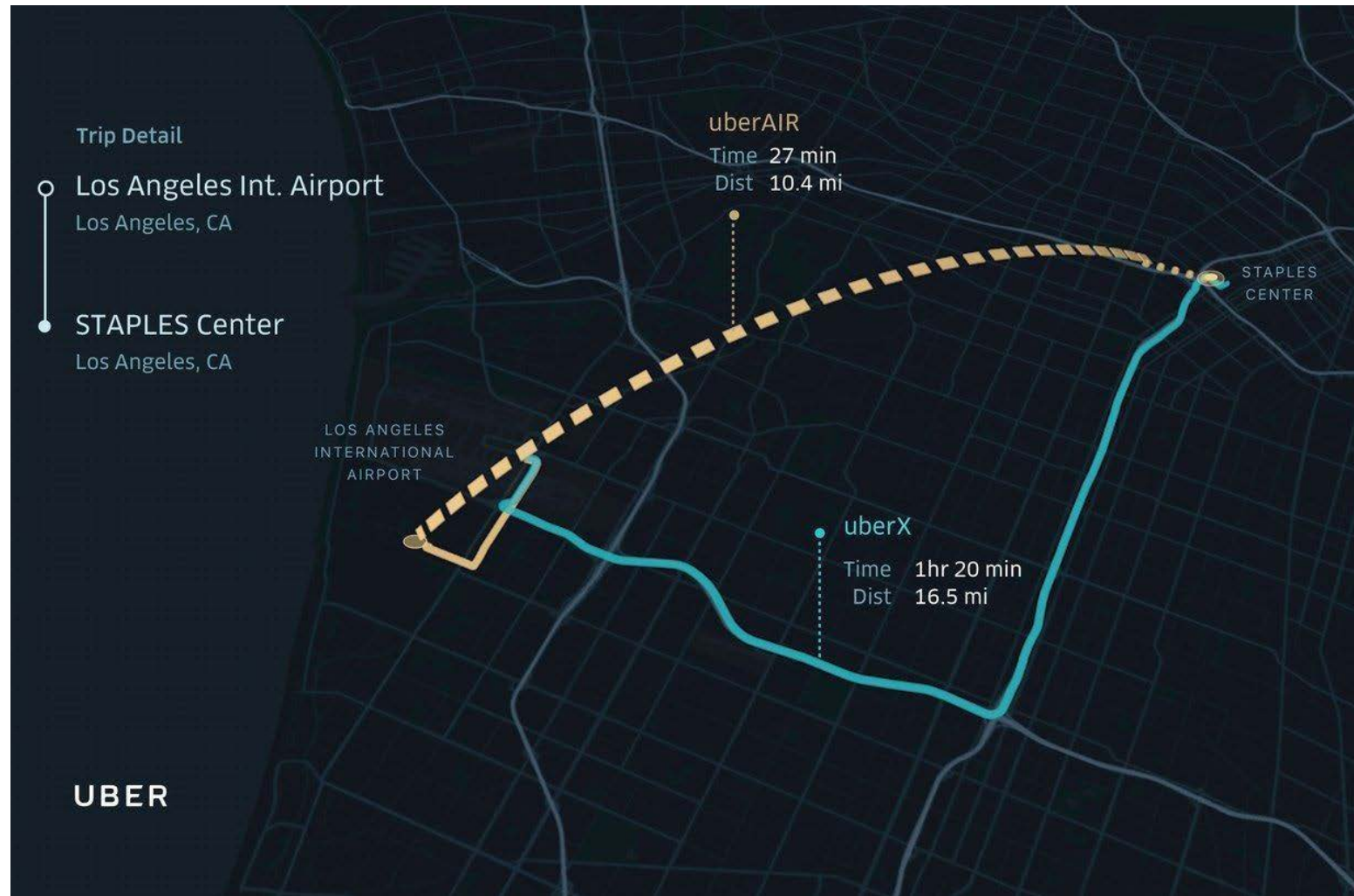
<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1809/18/news048.html>

前提条件 (Uber Elevate 2016)

- 乗員乗客: 4名 (1名パイロット)
- ロードファクター: 67%
- 総重量: 4000lb
- バッテリー: 400Wh/kg
- 出力: 500kW
- 利用時間: 2080 時間/年
- 電気料金: 1kWhあたり電気代\$.12



http://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/001_02_07.pdf



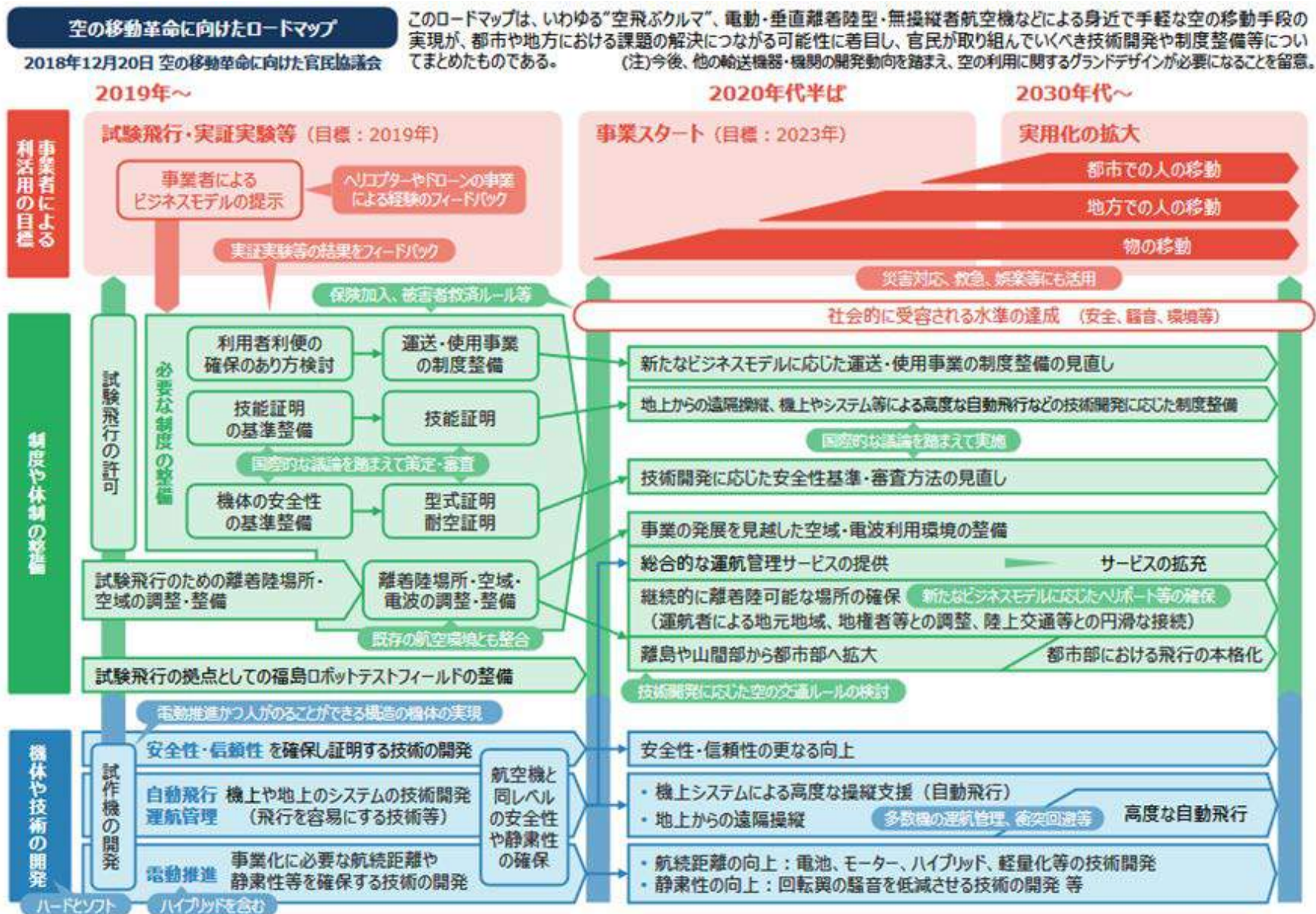
<https://wired.jp/2017/11/15/uber-flying-cars/>

Uberの計画

- <https://jp.techcrunch.com/2018/05/09/2018-05-08-heres-how-much-ubers-flying-taxi-service-will-cost/>
- 2020 テスト飛行 2023 運用開始
- 自家用車を所有した場合、1マイルあたりのコストは0.464～0.608ドル(10kmで3ドル)
- 初期: 1マイルあたり5.73ドル(10kmで35ドル)
- 中期: 1マイルあたり1.86ドル(10kmで11ドル)
- 目標: 1マイルあたり0.44ドル(10kmで2.6ドル)

空飛ぶ車:「空の移動革命」官民協議会







物の移動



地方での人の移動



都市での人の移動

参考資料

- 飛行機物語—航空技術の歴史 (ちくま学芸文庫)2012/12/1
- 落ちない飛行機への挑戦: 航空機事故ゼロの未来へ (DOJIN選書) – 2014/3/28
- ドローンが拓く未来の空: 飛行のしくみを知り安全に利用する (DOJIN選書) – 2017/3/8
- 10MTV
 - http://10mtv.jp/pc/content/lecturer_detail.php?lecturer_id=136
 - ドローンが拓く「空の産業革命」
 - 航空機事故ゼロをめざして



ご清聴ありがとうございました

THANK YOU FOR YOUR
LISTENING

