

2022年3月29日

# VTOLカイトプレーンによる東京湾縦断飛行 とビジネスモデル・将来展望

一般財団法人 先端ロボティクス財団

野波 健蔵

# 研究開発の背景と課題

**【背景】**首都圏の2つの政令指定都市(横浜市・千葉市)を結ぶ、空の物流  
ドローンハイウェイ(将来的には東京、川崎や、必要に応じて南房総と三浦  
半島繋ぐ)、同時に、大規模災害(直下型地震、台風、集中豪雨)にも対応する

- ・湾岸道路、アクアラインという地上交通網とは別の第3の大動脈・空の交通システム
- ・慢性的な地上交通システムの渋滞回避を実現する環境に優しいエコシステム
- ・BtoB、または、BtoCのビジネス便による便利、低価格システム

**【課題1:「みちびき」CLASの利用】**東京湾縦断飛行によるドローン物流においては、航空機と無人機の離隔距離が極めて重要で、FAAのニアミス基準を順守(水平距離150m、高度差60mを順守)ニアミス回避と安全離隔距離確保

**【課題2:ドローンステーション(DS)への高精度着陸】**ドローン物流が常態化してくる頃には、DSへの高精度着陸が求められ、駐車場車2台分程度のDSへ高精度着陸実現

**【課題3:荷物のキャッチ&リリース】**DSからドローンへ、ドローンからDSへの荷物の受け渡しの無人化による円滑な実現

**【課題4:電動化によるエコシステム】**動力を電動化すること、エコシステム化すること

**【課題5:ビジネスモデルと社会的受容性】**採算性、ドローンの優位性のあるビジネスモデルと社会的受容性

# 無人機の高精度測位による離隔距離保証と安全性確保



# CLAS とAIによるドローンステーションへの高精度着陸



- ・本プロジェクトでは、ドローンステーション(DS)への着陸を実現する
- ・ドローン物流時代の先駆けとして、将来普及することが想定される配送品のドローンへの荷物収納、ドローンからDSへの荷物の受領、保管、一時収納などの機能、将来はバッテリー交換などの機能追加
- ・左図は大きさは縦2m×横2m×高さ2.2mであり、重量は1.6トン
- ・着陸のシーケンスは、通常は無線でドローンとDSが相互に無線通信して着陸許可を求めて、承認されたらDS上空から降下してDS上に着陸する
- ・将来は、コンビニエンスストアレベルに、数キロエリアに1か所程度を配置して、荷物配送や受取、ドローン離発着場となる



## VTOLカイトプレーン「不死鳥」の仕様

【名称】VTOLカイトプレーン、愛称「不死鳥」

【全長】1948mm

【全幅】2590mm

【全高】1120mm

【重量】20kg

【ペイロード】4.9kg

【最大離陸重量】24.9kg

【主翼面積】1.82㎡

【飛行速度】約50km～70km/時

【飛行時間】2時間



# 多周波マルチGNSS受信機と多周波対応アンテナ

多周波マルチGNSS受信モジュール（ディスクリット版）は、準天頂衛星みちびき（QZSS）のL6信号を受信し、高精度かつ単独測位が可能な受信機で、測位補強システムである「CLAS」と「MADOCA」の双方に対応している。多周波マルチGNSS受信モジュール（ディスクリット版）はケース、アンテナ、各種入出力ポートを組み込んだ評価キットとなっている。付属のアンテナやケーブルを接続するだけで、多周波マルチGNSS受信モジュールとして利用できる。



## 型番MJ-3021-GM4-QZS-EVKの仕様

- ・使用モジュール：多周波マルチGNSS受信モジュール（ディスクリット版）
- ・捕捉衛星・信号：GPS（L1・L2・L5）、QZSS（L1・L2・L5・L6）、GLONASS（G1・G2）、Galileo（E1・E5a・E5）、Beidou（B1・B3）
- ・初期位置算出時間：コールド・スタート：90秒（typ.）、ウォーム・スタート：35秒（typ.）、ホット・スタート：12秒（typ.）、衛星再捕捉時間：4秒（typ.）
- ・測位精度（RMS）：自律測位：1.5m、RTK（リアルタイムキネマティック）動的：5cm+0.7ppm×基線長（<30km）、RTK（リアルタイムキネマティック）静的：0.5cm+0.7ppm×基線長（<30km）、PPP（MADOCA）：<10cm、PPP-RTK（CLAS）動的：<6.94cm、PPP-RTK（CLAS）静的：<3.47cm
- ・最大出レート：最大 20Hz
- ・入出力インタフェース：RS232C×2
- ・データフォーマット：NMEA0183 Version 3.0（Output） / RTCM SC104 Version 3.1, 3.2（MSM3, 4, 5, 7）（Input/Output）
- ・サイズ（W×D×Hmm）：130×90×42mm
- ・重量：340g
- ・消費電力：3.5W以下
- ・電源：DC12V

# 351MHz帯のデジタル簡易無線局（登録局）について

デジタル簡易無線局（登録局）は、平成20年8月に制度化された、従来の免許局と違い簡単な手続きで使用できる新しいタイプの簡易無線局です。

区分	デジタル簡易無線局（免許局）	デジタル簡易無線局（登録局）	
		無線設備の種別：3R	無線設備の種別：3S
特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>無線局免許が必要</li><li>高出力（最大5W）</li><li>免許人以外の使用は不可</li><li>陸上での使用に限定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>免許局と比べて簡単な「登録手続き」にて利用可能</li><li>高出力（最大5W）</li><li>免許人以外でも使用可能（レンタル可）</li><li>一部のもの（種別が「3S」のもの）は上空使用可（最大出力1W）</li></ul>	
利用シーン	<ul style="list-style-type: none"><li>主に企業等における業務用通信</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>企業等における業務通信</li><li>免許人以外も利用できることから、イベント等におけるレンタル機器として利用</li><li>個人等におけるレジャー通信</li></ul>	
チャンネル数	28チャンネル（150MHz帯のもの） 65チャンネル（460MHz帯のもの）	30チャンネル（351MHz帯のもの） （注1）	5チャンネル（351MHz帯のもの）
空中線電力	最大5W	最大5W	最大1W
使用可能場所	陸上（150MHz帯） 陸上・日本周辺海域（460MHz帯）（注3）	陸上・日本周辺海域（注3）	陸上・日本周辺海域・上空（注3）
キャリアセンス機能（注2）	なし	あり	

# 新しく開発した基地局GCS (Ground Control Station)

GroundControlStation 1.01



通信状況	GNSS	QZSS	バッテリー	飛行モード	高度	速度	速度(ピトー管)	残燃料	発電電力	発電機温度	有効プロポ	ADS-B:
0 %	0	0	0.00V	準備モード	0.0m	0.00 m/s	0.00 m/s	0.0%	0 W	0 °C	No.	AIS:



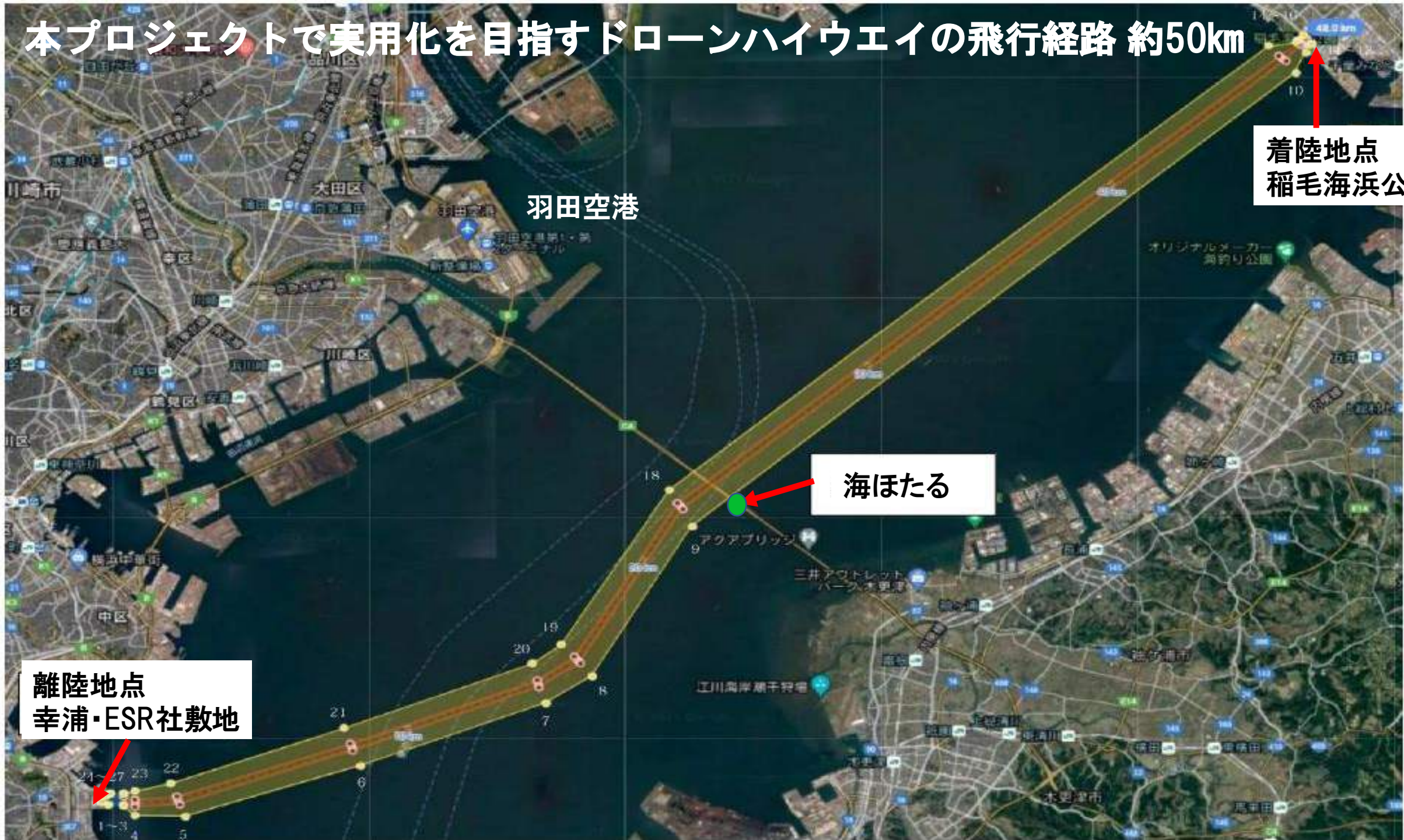
- キルス イッチ
- 離陸
- 着陸
- エンジン起動
- エンジン停止

自動帰還    ウェイポイント変更    ウェイポイント一時停止    ウェイポイント再開    新規作成    ウェイポイント削除    保存    飛行ルート送信    飛行軌跡クリア    飛行ルートを開く    送信開始





# 本プロジェクトで実用化を目指すドローンハイウェイの飛行経路 約50km



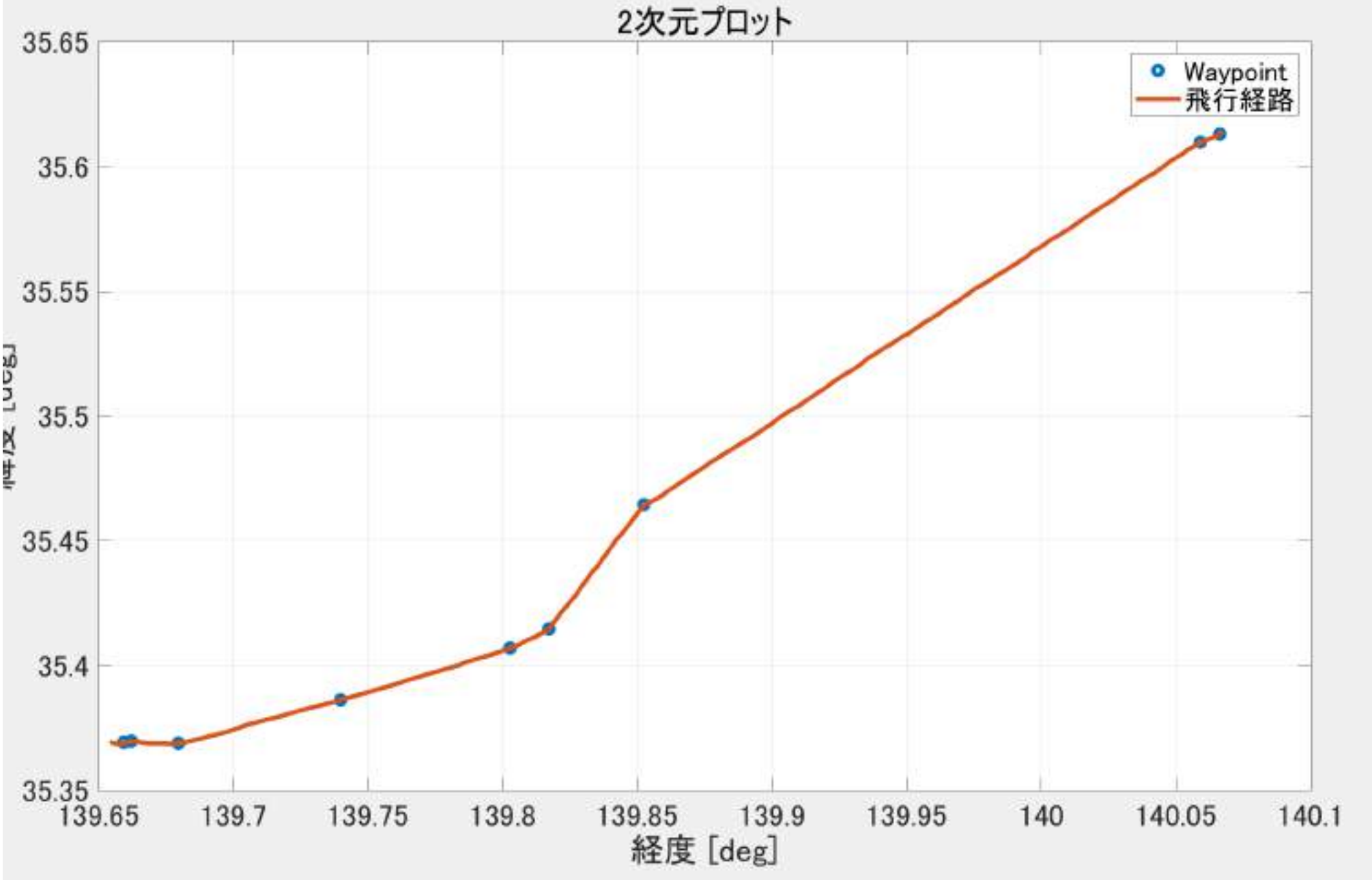
着陸地点  
稲毛海浜公園

海ほたる

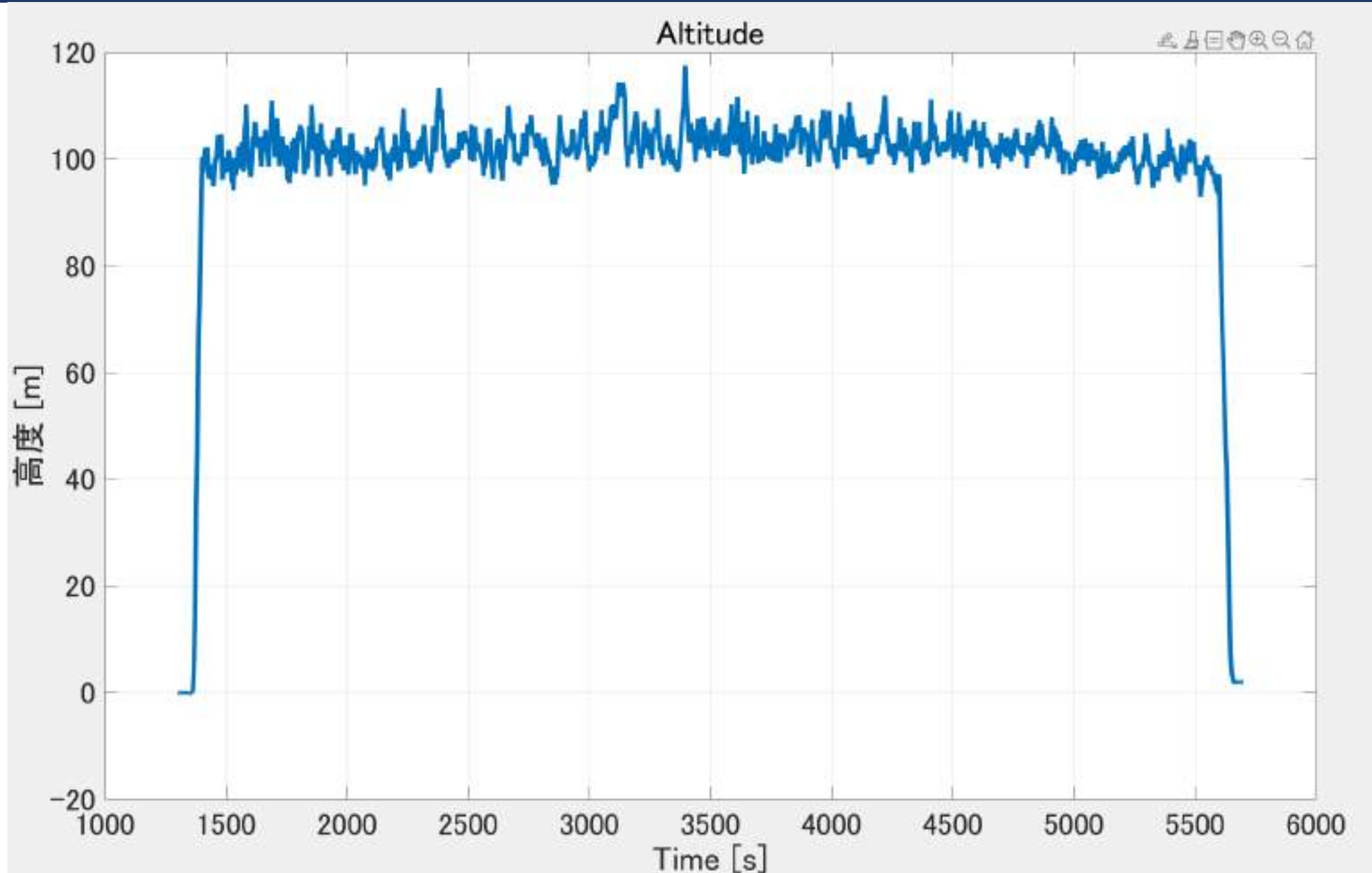
離陸地点  
幸浦・ESR社敷地

羽田空港

# 東京湾縦断飛行のウェイポイント設定と実際のCLAS飛行経路(2022年3月24日公開実験)



# 東京湾縦断飛行の気圧計とQZSSによる飛行高度制御データ（2022年3月24日公開実験）



東京湾縦断飛行の着陸地点付近の機体搭載カメラ写真（2022年3月24日公開実験）



東京湾縦断飛行の着陸地点付近の飛行とDSへの着陸の様子（2022年3月24日公開実験）



DS内への荷物の格納とDSから荷物受取までのシーケンス（2022年3月24日公開実験）



搬送物：インプラント、ジルコニア、セラミック等の歯科技工物

ドローン物流：ビジネスモデルと社会的受容性が極めて重要

1. 何を運ぶか（ビジネスモデル）？

ジルコニア・セラミック・インプラント等の歯科技工物

2. その搬送物はどの程度の緊急性か（ドローンの必要性）？

食事と健康に関わることで、出来るだけ早い方が望ましい

3. 単位重量当たりのコストはどの程度か（黒字化可能？）？

約100万円/100g

4. 飛行エリアで社会的受容性は取れているか（社会許容度）？

飛行エリアは東京湾上空であり、騒音やプライバシーなどの問題はない

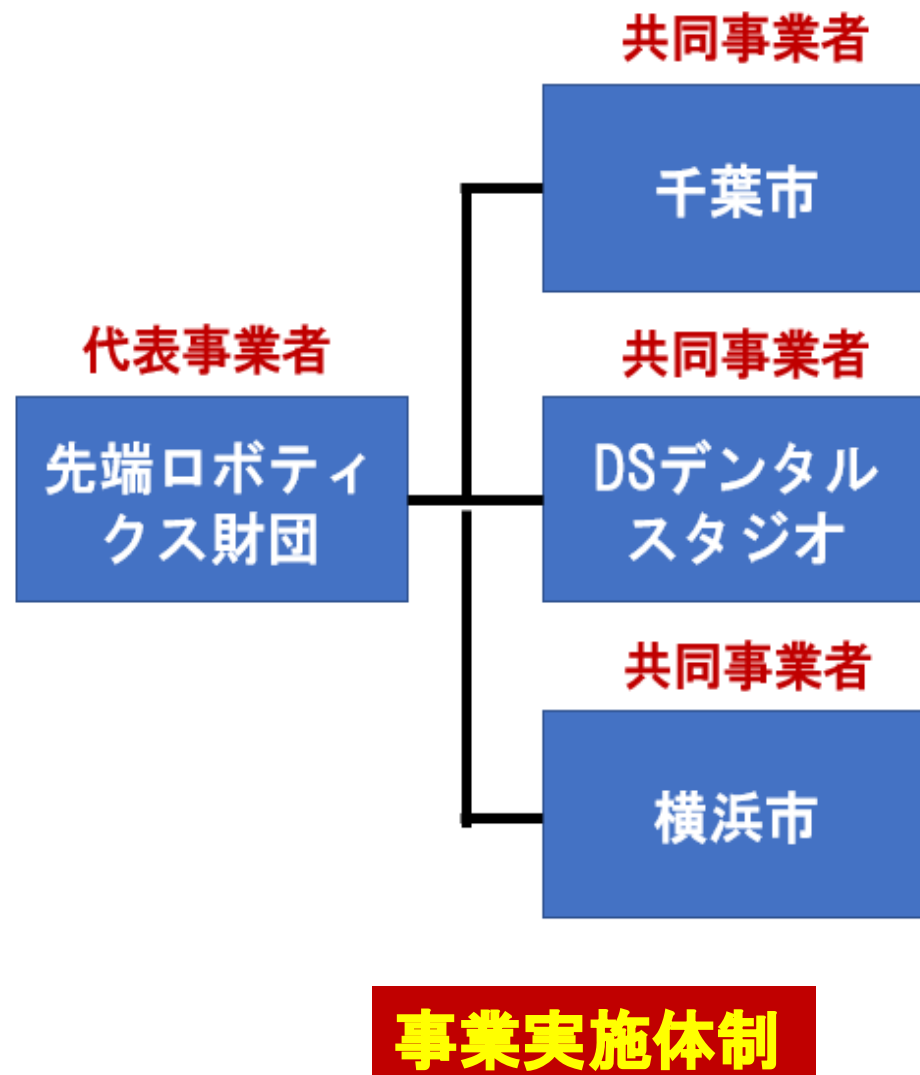
# インプラント、ジルコニア、セラミック等の歯科技工物と事業実施体制



**インプラント**



**インプラントの上に  
ジルコニア歯を装着**





# 東京湾縦断飛行のロードマップと社会実装化の展望

2021年 目視外長距離飛行  
東京湾縦断飛行  
(横浜、川崎、東京—千葉)

2022年 目視外長距離飛行  
東京湾縦断飛行  
(横浜、川崎、東京—千葉)

2023年 第三者上空飛行許可  
取得、ビジネス開始予定

東京湾縦断飛行実証実験 (VTOL カイトプレーン検証)

東京湾縦断飛行ビジネス開始

千葉市内上空の物流実証実験継続

離島・山間部でのビジネス開始

- 飛行実績の蓄積
- 自律飛行制御の高度化
- 目視外・第3者上空の完全自律飛行