目視外飛行実現に向けた民間団体の連携によるRTFでの大規模実証実験

鈴木真二（s.suzuki@uas-japan.org）
東京大学大学院　工学系研究科
航空宇宙工学専攻　教授

2019．3．27　第1回UTMシンポジウム

目次

- 福島ロボットテストフィールドについて
- JUIDA・JUAV・JUTM・NICTの共同事業について
- 福島ロボットテストフィールドの機能評価試験について
- 今回作成した評価基準の概要
- JUIDA評価基準（目視外飛行における操縦者の評価基準）
- JUAV評価基準（目視外飛行における機体の評価基準）
- JUTM評価基準（目視外飛行における運航管理の評価基準）
- 実証実験の様子

福島イノベーション・コースト構想

福島イノベーション・コースト構想の実現に向けた重点的取組

福島イノベーション・コースト構想とは

福島イノベーション・コースト構想は、東日本大震災及び原子力災害によって失われた浜通り地域等の産業を回復するため、当該地域の新たな産業基盤の構築を目指す国家プロジェクトです。廃炉、ロボット、エネルギー、農林水産等の分野におけるプロジェクトの具体化を進めるとともに、産業集積や人材育成、交流人口の拡大等に取り組んでいます。

大学研究/教育・人材育成 P11-13

ふたば未来学園新校舎(イメージ)

◉浜通り地域等の高等学校

企業や高等教育機関等と連携した特色あるキャリア教育を展開。

- トップリーダー分野：磐城高校・相馬高校・原町高校
- 工業分野：平工業高校・勿来工業高校・川俣高校
- 農業分野：磐城農業高校・相馬農業高校

◉浜通り地域等で研究活動等を行っている大学

- 東京大学(飯舘村)
- 東北大学(葛尾村)
- 近畿大学(川俣町)
- 慶応義塾大学(田村市)
- 早稲田大学(広野町)
- ほか県内外の高等教育機関

環境・リサイクル P10

太陽光パネルや石炭灰等の先端的なリサイクル技術開発等の取組を推進

福島エコクリート株式会社

農林水産 P8-9

1. (仮称)水産海洋研究センター[いわき市]
2. (仮称)水産資源研究所[相馬市]
3. 浜地域農業再生研究センター[南相馬市]

農林水産分野の主な取組

4. 先端技術等の導入による新しい農業の推進
5. 県産材の新たな需要創出など

(仮称)水産海洋研究センター

(仮称)水産資源研究所

浜地域農業再生研究センター

❶ 情報発信拠点(アーカイブ)施設[双葉町]

情報発信(アーカイブ)拠点は、人類がこれまで経験したことのない未曾有の複合災害の実態と復興への取組を、教訓として国や世代を超えて伝えていく施設です。

◉平成32年度のオープンを目指し、現在整備を進めています。

情報発信拠点(アーカイブ施設)

廃炉研究 P2-3

1. 楢葉遠隔技術開発センター[楢葉町]
2. 廃炉国際共同研究センター[富岡町]
3. 大熊分析・研究センター[大熊町]

楢葉遠隔技術開発センター

廃炉国際共同研究センター 国際共同研究棟

大熊分析・研究センター 施設管理棟

ロボット P4-5

1. 福島ロボットテストフィールド[南相馬市・浪江町]

福島ロボットテストフィールド

エネルギー P6-7

1. 再エネ由来大規模水素製造実証拠点[浪江町]
2. 天然ガス(LNG)火力発電[新地町]
3. 高効率石炭火力発電(IGCC)[いわき市・広野町]
4. 浮体式洋上風力発電設備[双葉郡沖]
5. 藻類バイオマス・エネルギー実証施設[南相馬市]
6. 沿岸部・阿武隈地域共用送電線による再エネ導入エリア

再エネ由来大規模水素製造実証拠点(イメージ図)

Copyright©2019 Shinji SUZUKI

施設開所

- ✓ **“世界初”**の長距離飛行ドローン向け安全機能（長距離通信、気象観測、空域監視）
- ✓ **“国内最大級の飛行実績”**により、地域社会の理解が得られる飛行エリア

安全で円滑な試験環境

- ✓ ドローンの性能評価手法の開発に向けて協力

協力協定

ドローン業界団体協力協定（30年3月）

- ✓ **目視外飛行**のあり方の検討に向けて協力

性能評価を構築

ドローン制度設計・制度運用のメインプレイヤーに

Copyright©2019 Shinji SUZUKI

緩衝ネット付飛行場【80m×150m×H15m】

滑走路・格納庫【L500m×W20m】

風洞棟【最大風速20m/s】

ヘリポート、連続稼働耐久試験棟

試験用プラント

試験用橋梁【鋼橋・コンクリ橋・テストピース付】

プロジェクト概要

①福島RTF通信塔の機能評価

通信塔の基本機能を確認
（NICT担当）

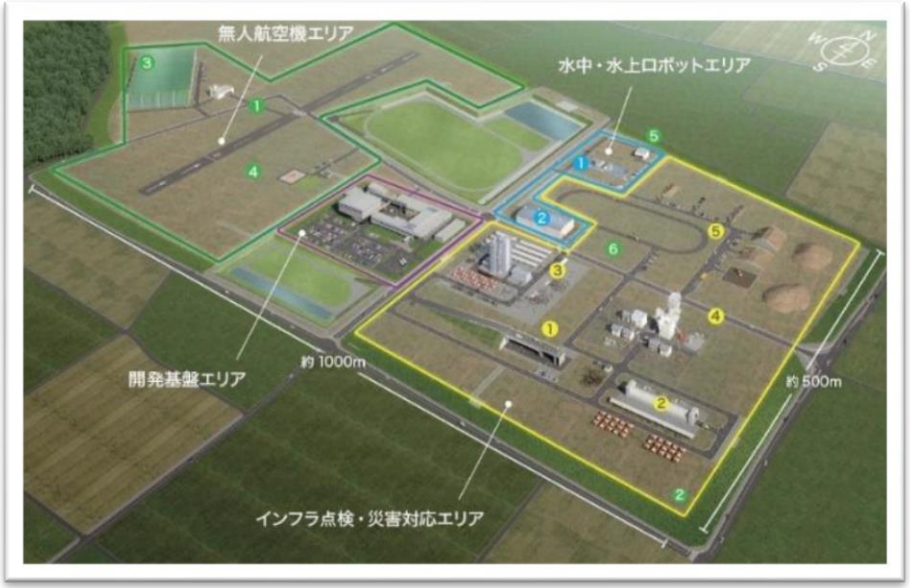
②福島RTFを活用した評価方法の検討

福島RTFを活用した「機体」「UTM」「操縦者」の評価基準を作成し、実証実験を実施
（JUTM／JUAV／JUIDA担当）

③海外テストフィールドの調査

福島RTFに類似する海外のテストフィールドの調査
（JUIDA担当）

福島RTF全景



実施体制

担当

一般社団法人　日本UAS産業振興協議会
担当業務：全体統括、操縦・運用に関する部門

事業②③

一般社団法人　日本産業用無人航空機工業会
担当業務：機体に関する部門

事業②

日本無人機運行管理コンソーシアム
担当業務：運行管理システムに関する部門

事業②

国立研究開発法人　情報通信研究機構
担当業務：通信等を利用した飛行検証に関する部門

事業①

事業①福島RTF通信塔の機能評価

①周辺の風速を確認する為の気象ライダー

②飛行物体を検知する為のUTM／レーダー

③長距離飛行を実現する為の通信アンテナ

事業②福島RTFを活用した評価方法の検討

評価方法の検討

評価基準の作成

- 機体の評価基準
- UTMの評価基準
- 操縦者の評価基準

実証実験

- 福島RTFを使って、各団体が作成した評価基準を検証

事業①福島RTF通信塔の機能評価（NICT）

試験評価実施日と実施内容

2018年11月4日～6日

I　通信塔機能の基本評価試験

(1) 空域監視装置の機能

(2) 気象観測装置の機能

(3) 通信塔通信装置の機能

2019年2月5日～9日

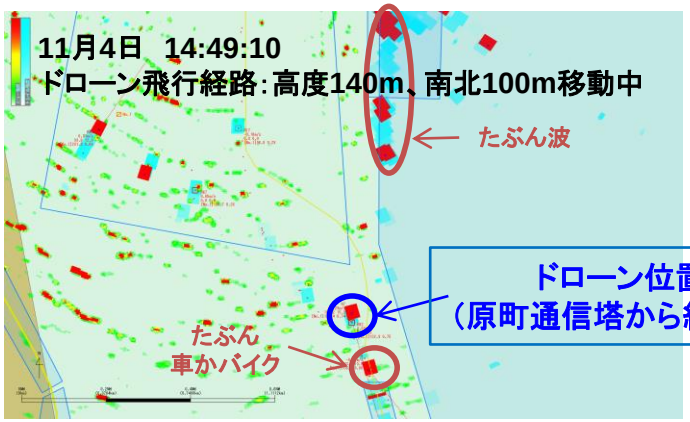
II　通信塔機能を使った長距離目視外飛行試験

(1) 通信塔通信機能を使った長距離目視外飛行試験

(2) 通信塔とマルチホップC2リンクを用いた長距離目視外飛行試験

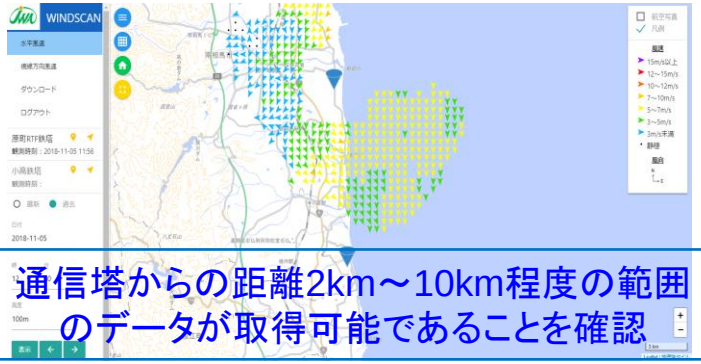
事業①福島RTF通信塔の機能評価（NICT）

(1) 空域監視装置の機能（例）



ドローン位置検知
（原町通信塔から約2km地点）

(2) 気象観測装置の機能（例）

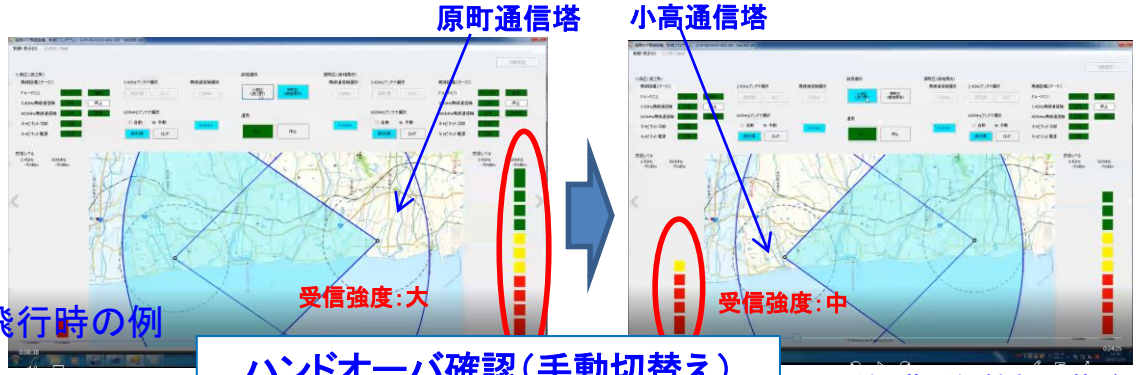


通信塔からの距離2km～10km程度の範囲のデータが取得可能であることを確認

高度100mの例

(3) 通信塔通信装置の機能（原町・小高両通信塔間の920MHz帯C2リンクハンドオーバ）

原町通信塔から距離4km地点、高度140m飛行時の例



ハンドオーバ確認（手動切替え）

※通信塔通信機能互換ドローン搭載通信機が必要

事業②福島RTFを活用した評価方法の検討

3 団体評価基準

JUIDA（操縦・運用）

福島ＲＴＦで実施可能な目視外飛行の教育において、実技試験における評価要件を満足できること。

①運用中のコミュニケーション
②状況認識
③意思決定
④トラブル対応

JUAV（機体）

福島ＲＴＦで実施可能な目視外飛行対応の機体に関する評価要件を満足できること。

①機体のホバリング性能
②電波不良によるリンクロスト時の対処

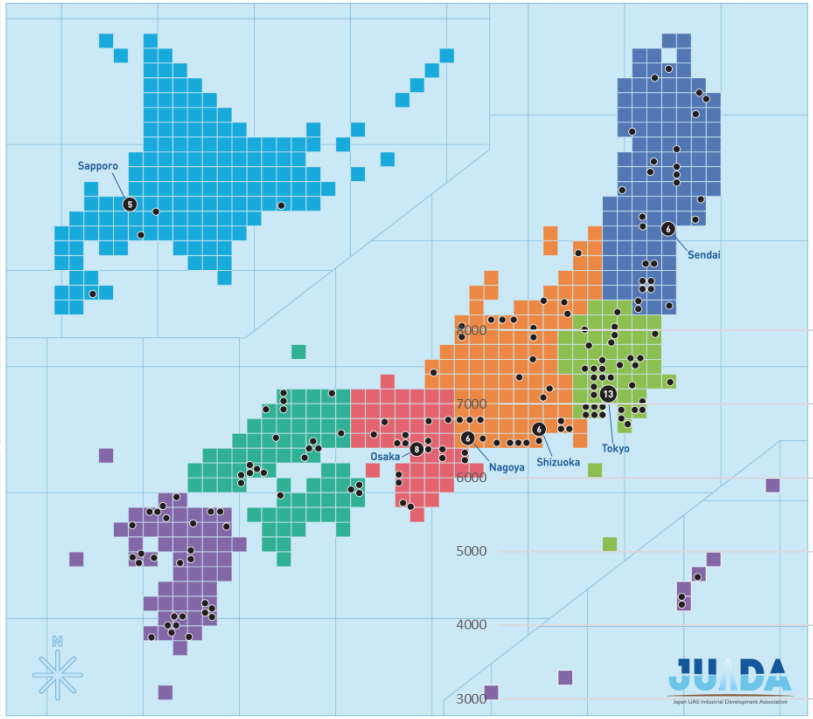
JUTM（運行管理）

福島RTF及び運行管理システムなどの設備によって下記の国土交通省 補助者なし目視外飛行要件を満足できること。

①第三者の立入管理
②有人機等の監視
③自機の監視
④自機周辺の気象状況の監視

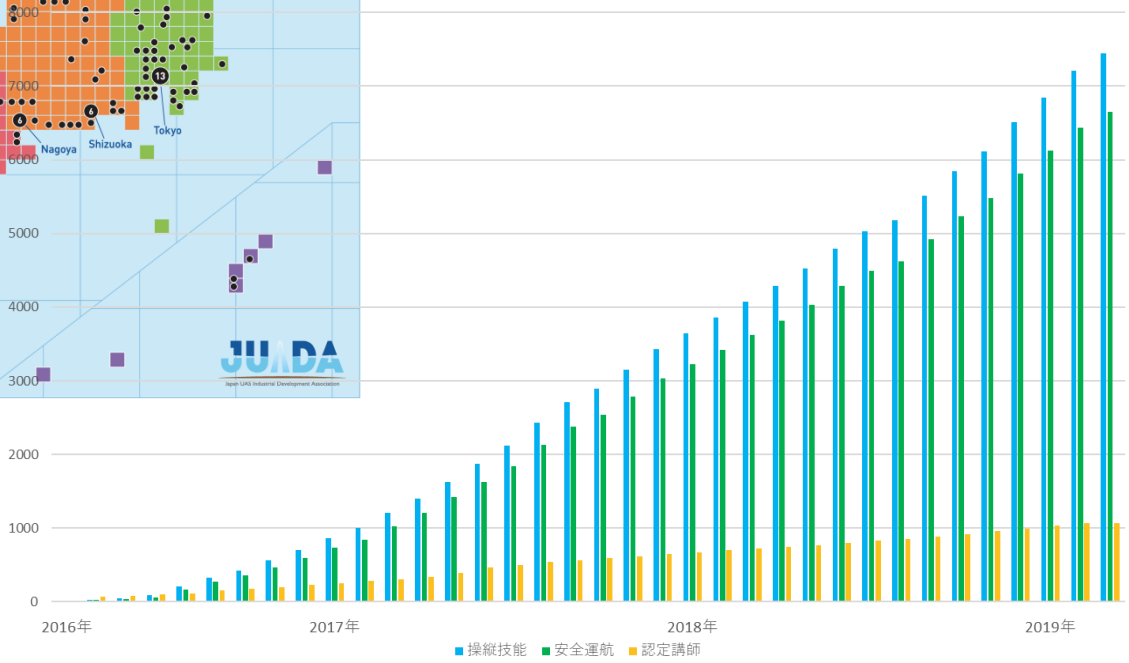
※事前に作成した評価基準の検証のため、福島RTFにて実験を行った。実験概要は次ページ

ＪＵＩＤＡにおける無人航空機運用者教育の実績



全国211スクール

証明証取得者数
7,445名



JUIDA
一般社団法人日本UAS産業振興協議会

■ 既存の目視内飛行における運用についての教育から更に上級の領域である目視外飛行における運用を目指す

	現在～	2018年頃～	2020年代頃～
利活用	レベル１　目視内での操縦飛行 レベル２　目視内飛行（操縦なし）	レベル３　無人地帯での目視外飛行 ● 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	レベル４　有人地帯での目視外飛行 ● 都市の物流、警備（第三者上空） ● 発災直後の避難誘導　等

基礎　JUIDA操縦技能士証明証

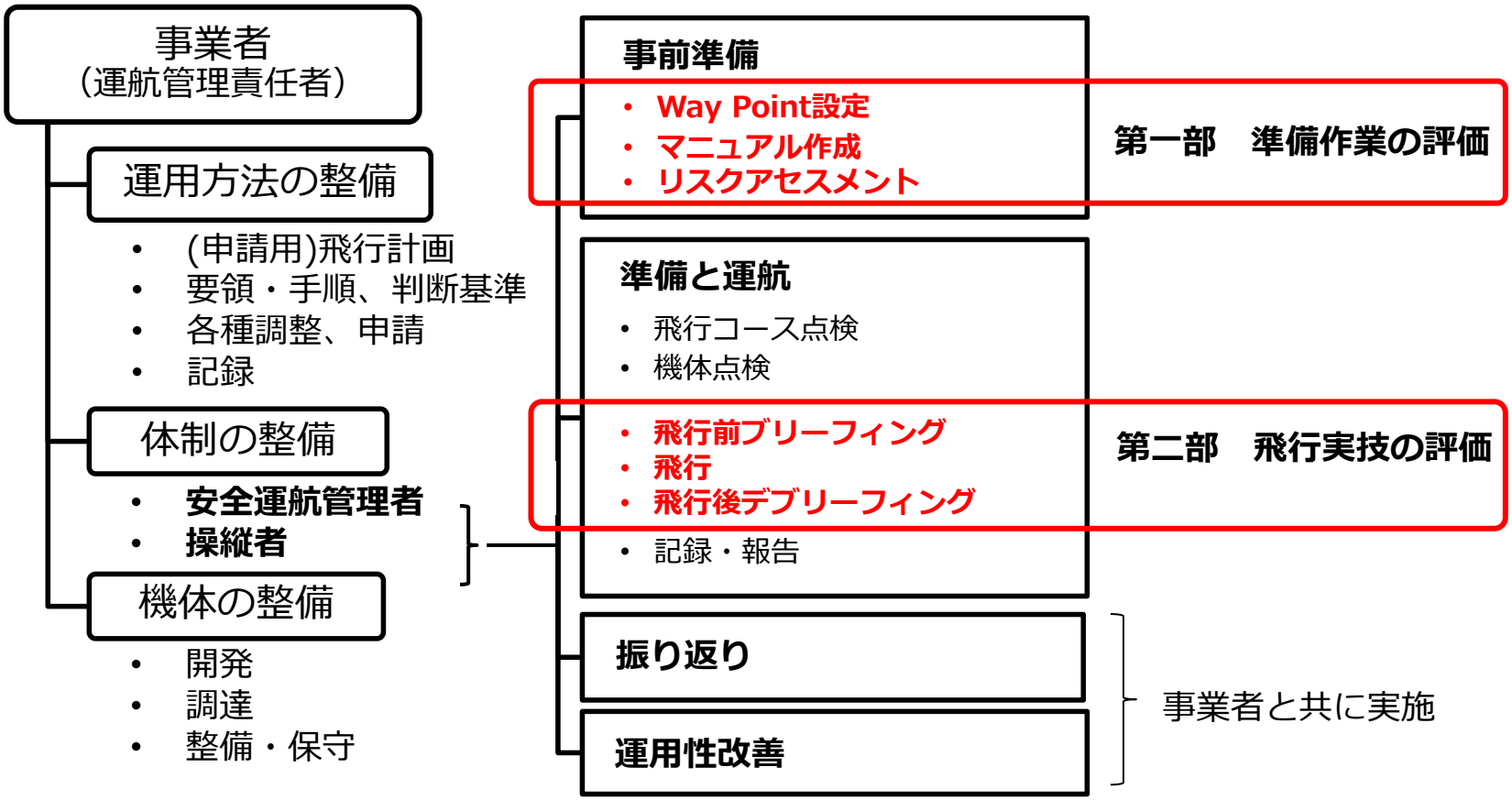
応用　JUIDA安全運航管理者証明証

上級　目視外飛行における上級資格

出展：小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

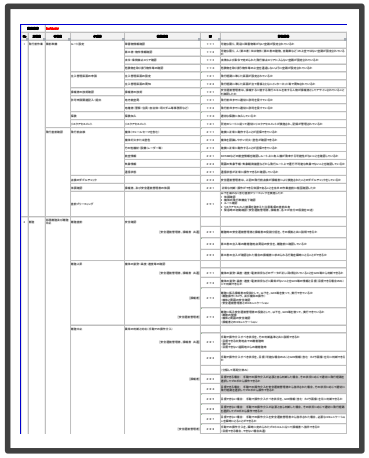
■ 今回は運用にあたっての全ての工程のうち、飛行事前準備及び飛行実技の際の評価について検討

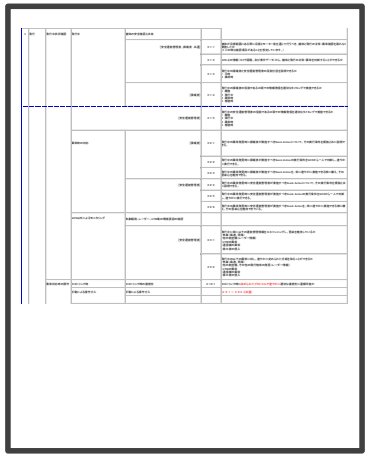
一般社団法人日本UAS産業振興協議会



■ 今回の評価基準のポイントは以下の通り

JUADA
一般社団法人日本UAS産業振興協議会





目視外飛行（補助者なし）評価基準の特徴

1. 運用中のコミュニケーションについての評価

目視外飛行固有の機体準備、リスクアセスメントを含む事前準備
その後に直前ブリーフィングと実際の運航と、業務全体を包含

2. トラブル対応を重視

高いリスクの運航である事に対応し、トラブル対応能力を重視。

3. 危険な状況の認識について評価

4. 危険状態を察知した後の意思決定に着目

目視外飛行で運用する時代においては、
「どう操縦するか」から「どう認識しどう判断するか」へ

JUIDA
一般社団法人日本UAS産業振興協議会

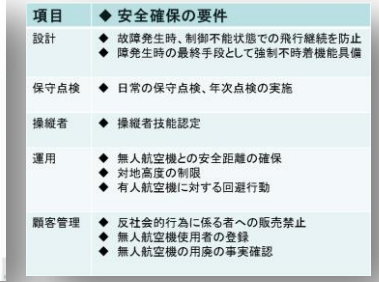
- 今回のシナリオは以下の通り。実験の結果、無事回避することができたが、このシナリオは非常に判断の難易度が高い事がわかり改善の余地がある事がわかった。

Copyright©2019 Shinji SUZUKI

機体の評価基準作成　－実証飛行概要－

JUAVが独自に設定している安全基準に基づき、目視外飛行を想定した航空機の認証を行うための評価基準を設定し、２機のドローンを用いて模擬的な評価を実施した。

JUAV無人航空機安全基準



項目	◆ 安全確保の要件
設計	◆ 故障発生時、制御不能状態での飛行継続を防止 ◆ 障発生時の最終手段として強制不時着機能具備
保守点検	◆ 日常の保守点検、年次点検の実施
操縦者	◆ 操縦者技能認定
運用	◆ 無人航空機との安全距離の確保 ◆ 対地高度の制限 ◆ 有人航空機に対する回避行動
顧客管理	◆ 反社会的行為に係る者への販売禁止 ◆ 無人航空機使用者の登録 ◆ 無人航空機の用廃の事実確認

小型回転翼機

㈱自律制御システム研究所製
ACSL-PF1 J

緊急退避飛行の検証

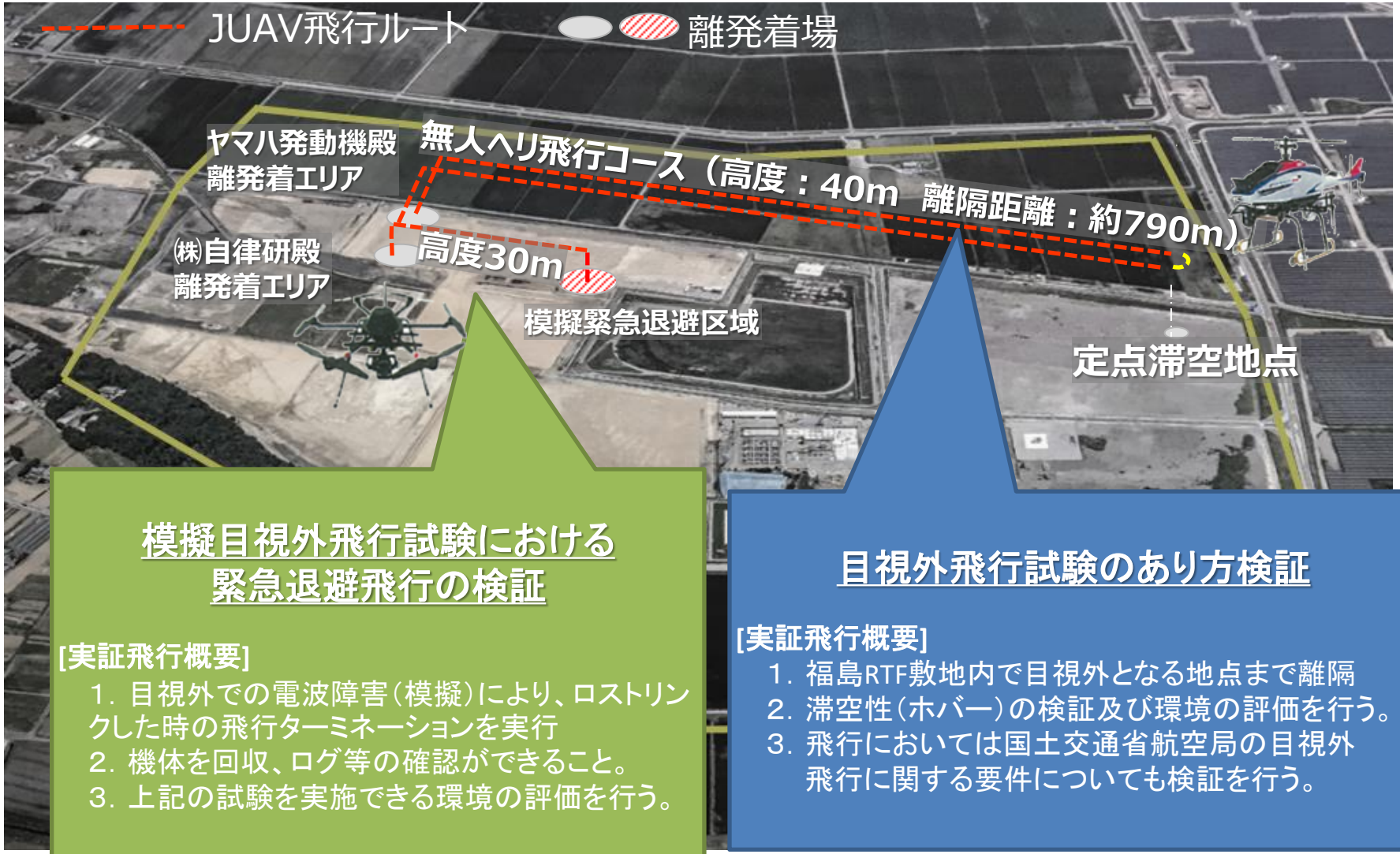
回転翼機

ヤマハ発動機㈱製
FAZER-R G2

目視外飛行試験のあり方検証

Copyright©2019 Shinji SUZUKI

機体の評価基準作成　－実証飛行概要－



模擬目視外飛行試験における緊急退避飛行の検証

[実証飛行概要]

1. 目視外での電波障害（模擬）により、ロストリンクした時の飛行ターミネーションを実行
2. 機体を回収、ログ等の確認ができること。
3. 上記の試験を実施できる環境の評価を行う。

目視外飛行試験のあり方検証

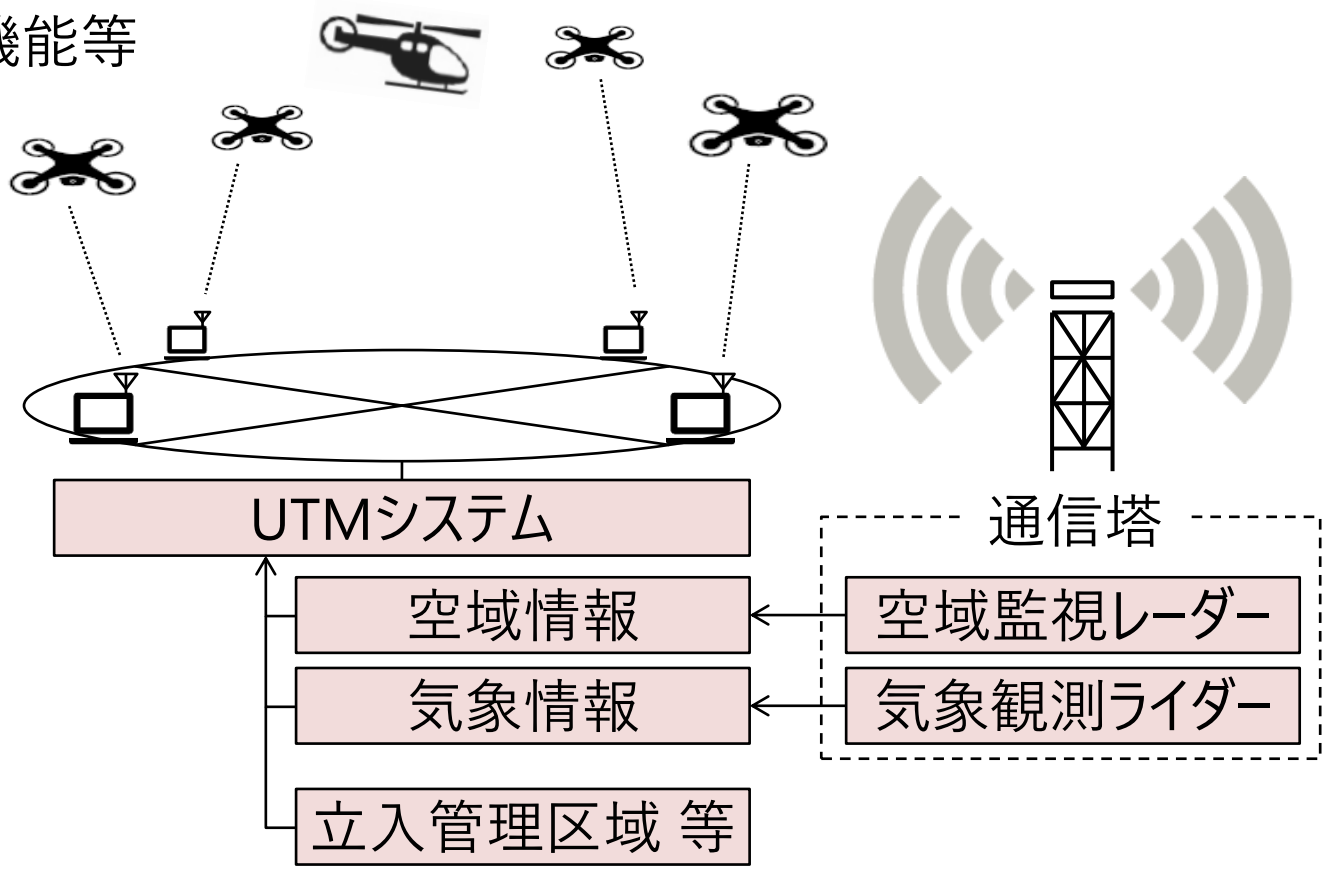
[実証飛行概要]

1. 福島RTF敷地内で目視外となる地点まで離隔
2. 滞空性（ホバー）の検証及び環境の評価を行う。
3. 飛行においては国土交通省航空局の目視外飛行に関する要件についても検証を行う。

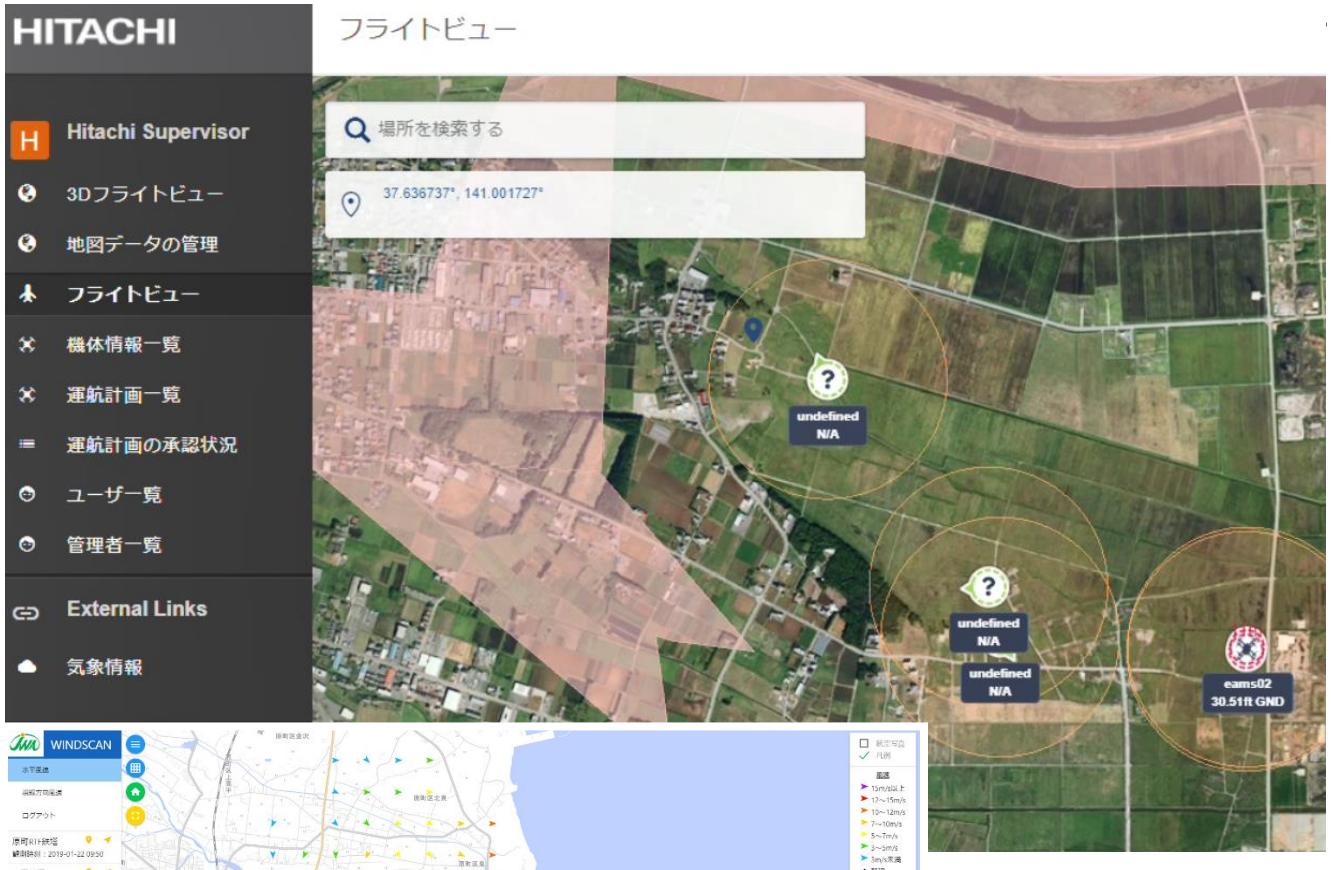
Copyright©2019 Shinji SUZUKI

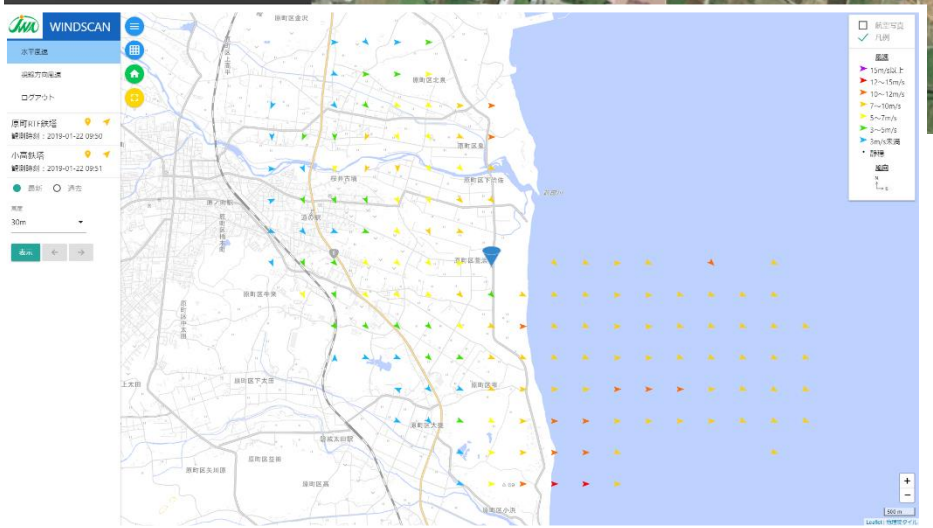
目的： 福島RTFにおいて、その機能等を活用して
目視外補助者無し飛行を行うためのガイドラインの策定
（目視外補助者無し飛行を行うための福島RTFの機能等の評価）

- 福島RTFの機能等



Copyright©2019 Shinji SUZUKI





M担当）

①第三者の立入管理

← 立入管理区域

②有人機等の監視
③自機の監視

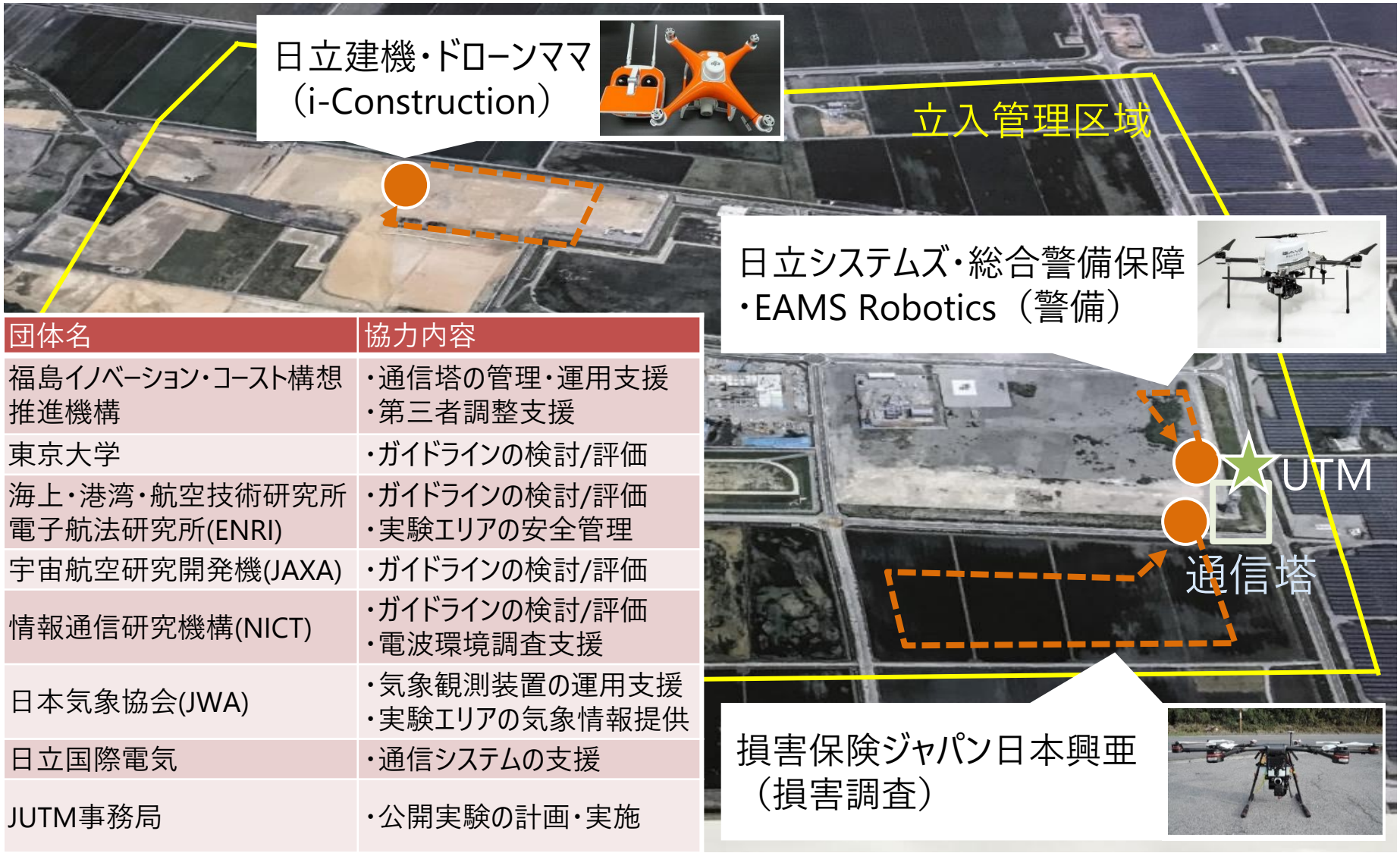
← 空域監視レーダーによる飛行体（移動体）

＋自機位置

④自機周辺の気象状況の監視

← 気象観測ライダーによる上空の風向風速分布（高度30,50,100,150m; 5分毎）

Copyright©2019 Shinji SUZUKI

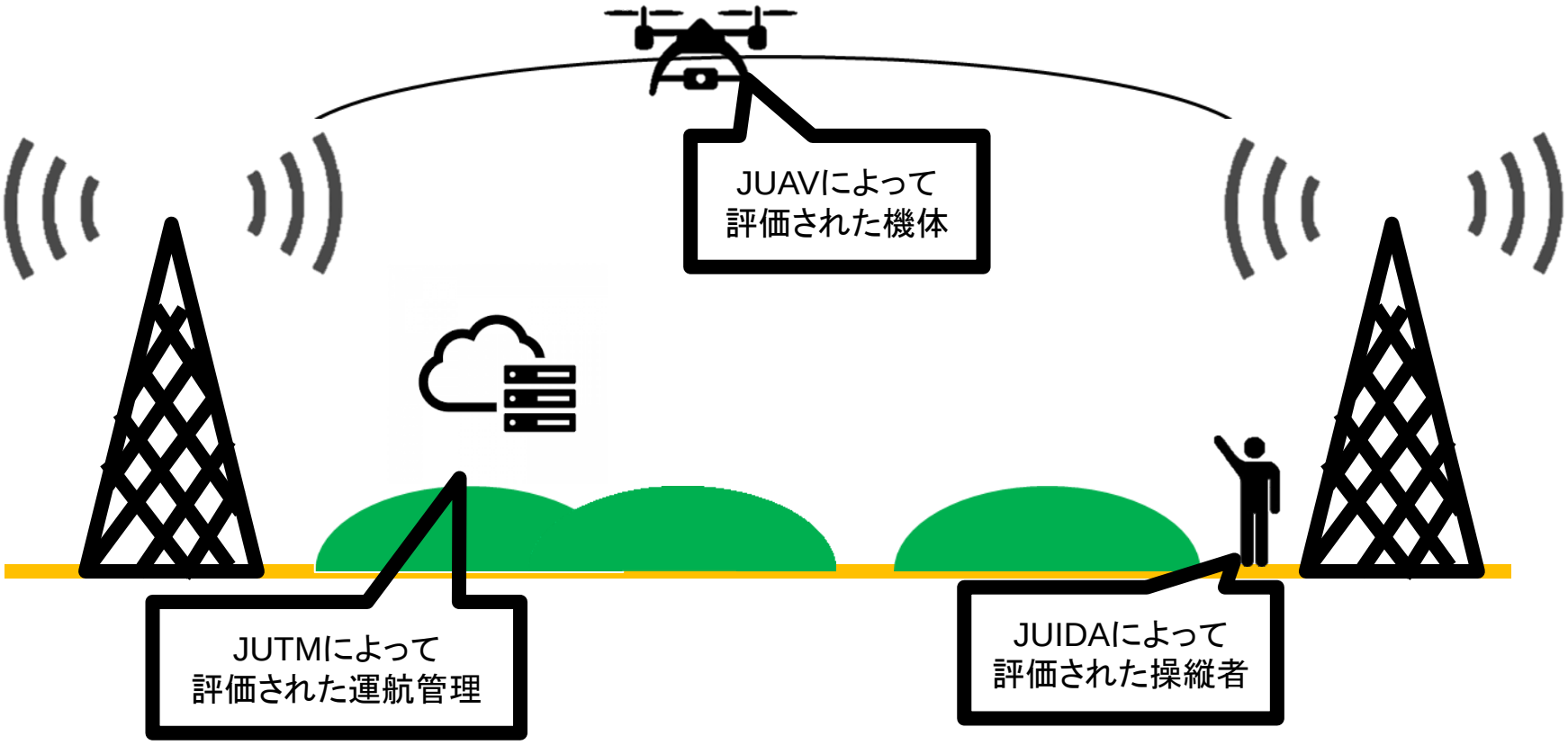


団体名	協力内容
福島イノベーション・コースト構想推進機構	・通信塔の管理・運用支援 ・第三者調整支援
東京大学	・ガイドラインの検討/評価
海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所(ENRI)	・ガイドラインの検討/評価 ・実験エリアの安全管理
宇宙航空研究開発機(JAXA)	・ガイドラインの検討/評価
情報通信研究機構(NICT)	・ガイドラインの検討/評価 ・電波環境調査支援
日本気象協会(JWA)	・気象観測装置の運用支援 ・実験エリアの気象情報提供
日立国際電気	・通信システムの支援
JUTM事務局	・公開実験の計画・実施

実証実験の様子

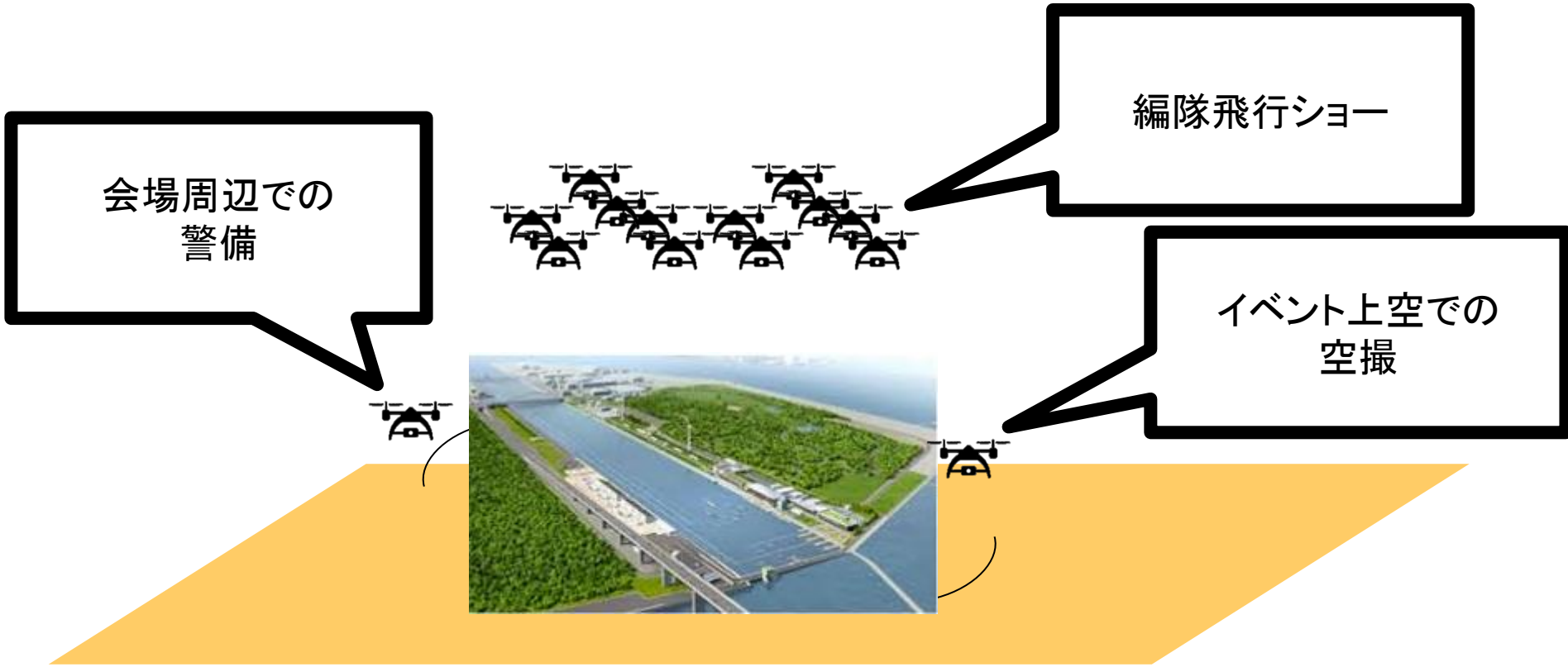
今後の福島RTFの利活用提案①

- 通信塔フル機能、今回作成した全ての評価基準を用いて、原町・小高の通信塔間を目視外飛行（補助者なし）



今後の福島RTFの利活用提案②

- RTFを利用して大規模イベント上空におけるドローン利用に関する評価基準を作成



民間団体の連携によるRTFを用いた実証実験

- ドローンの社会実装に向けて本格的な実証実験が必要
- メーカー、組織を超えた横断的な取り組みが必要
  - 競争ではなく協調領域
- JUIDA（操縦、組織認定）、JUTM（電波、UTM認定）、JUAV（機体認定）のお互いの機能を活かした連携
- 本格的な実証実験場としてのRTFの活用

JUIDA 一般社団法人日本UAS産業振興協議会

JUAV 一般社団法人 日本産業用無人航空機工業会 JAPAN UAV ASSOCIATION

JUTM JAPAN UTM Consortium

ご清聴ありがとうございました

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION