

福島ロボットテストフィールドを用いた
無人航空機利活用事業の認定と
パブリックセーフティのあり方に関する調査事業

成果報告書

RTF-TR-0001

Edition 1.0 2020/03

令和2年3月

公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構

(福島ロボットテストフィールド)

※ 本資料の営利目的での無断使用を禁止します。

目次

1 事業全体の最終報告	5
1.1 本事業の背景と目的	5
1.1.1 背景.....	5
1.1.2 目的.....	5
1.2 用語の定義	5
1.3 本事業の概要	6
1.3.1 実施体制.....	6
1.3.2 各事業の概要.....	6
1.3.3 スケジュールについて.....	9
2 事業①最終報告	9
2.1 本事業の概要	9
2.1.1 背景.....	9
2.1.2 目的.....	10
2.1.3 成果.....	10
2.1.4 実施手順.....	11
2.2 プラント事業者へのヒアリング	11
2.2.1 ヒアリングの目的.....	11
2.2.2 プラント事業者への合同ヒアリング・事業報告会.....	11
2.3 実証実験結果報告	12
2.3.1 実験の目的.....	12
2.3.2 試験用プラントにおける実証実験について.....	13
2.3.3 ガイドラインへの反映事項.....	20
2.3.4 トンネルにおける実験について.....	20
2.3.5 ガイドラインへの反映.....	23
3 事業②最終報告	24
3.1 概要	24
3.1.1 背景.....	24
3.1.2 目的.....	25
3.1.3 成果.....	26
3.2 浜通り地域警備事業者へのヒアリング	27
3.2.1 ヒアリング目的.....	27
3.2.2 ヒアリング結果.....	27
3.2.3 ガイドラインへの反映.....	27
3.3 福島浜通り地域をモデルケースとした警備計画の検討	28
3.3.1 警備対象の選定.....	28
3.3.2 警備計画について.....	28
3.3.3 実証実験による警備計画の検証.....	28
3.4 RTF における実証実験	29

3.4.1 実験目的	29
3.4.2 実施計画	29
3.4.3 実施結果	31
3.4.4 ガイドラインへの反映	33
4 事業③最終報告	34
4.1 本事業の概要	34
4.1.1 背景	34
4.1.2 目的	34
4.1.3 成果	34
4.1.4 実施手順	35
4.2 空撮・AED 搬送関連事業者へのヒアリング	36
4.2.1 ヒアリングの目的	36
4.2.2 空撮関連事業者へのヒアリング	36
4.2.3 AED 搬送関連事業者へのヒアリング	37
4.2.4 ガイドラインへの反映	38
4.3 実証実験結果報告	39
4.3.1 実験の目的	39
4.3.2 空撮に関する実証実験について	39
4.3.3 ガイドラインへの反映	45
4.3.4 AED 搬送実験について	45
4.3.5 ガイドラインへの反映	50
5 事業④最終報告	51
5.1 概要	51
5.1.1 背景	51
5.1.2 目的	51
5.1.3 成果	52
5.2 用語の定義	53
5.3 実証実験	55
5.3.1 実施目的	55
5.3.2 実施計画	55
5.3.3 実証内容	56
5.4 ガイドライン策定	56
5.5 チェックリスト	57
6 事業⑤最終報告	58
6.1 目的と背景	58
6.2 飛行審査概要	59
6.2.1 実施内容	59
6.2.2 飛行試験内容	61
6.2.3 飛行試験実施時程	61
6.3 現地での審査状況	62
6.3.1 審査概要	62

6.3.2 気象情報	63
6.3.3 審査状況	65
6.4 RTF における機体認定作業について	68
6.4.1 有効性	68

1 事業全体の最終報告

1.1 本事業の背景と目的

1.1.1 背景

昨今無人航空機は空撮や点検、測量など幅広い分野で活用されており、2019年3月には政府の未来投資会議で目視外飛行のさらなるレベルを目指すことが合意されるなど、利活用に向けた動きが活発化している。また、国土交通省のホームページに掲載される講習団体の数は600を超えるなど、産業としての基盤が整いつつある。

一方で無人航空機は活用用途が幅広く、業務に無人航空機を利用する場合各用途に必要な運用スキルや活用方法の知識が異なる。そのため、各用途の事業者認定制度や、各事業者が運用するための指針となるガイドラインの整備が無人航空機業界の喫緊の課題となっている。

1.1.2 目的

「福島ロボットテストフィールドを活用した無人航空機利活用事業者認定とパブリックセーフティのあり方に関する調査事業(以下「本事業」という。)」は、2020年4月に全面開所予定の福島ロボットテストフィールド(以下「RTF」という。)の施設・設備を用いて、無人航空機の利活用分野におけるガイドラインや認定試験のあり方について検討するとともに、国際イベント等の催し物等における無人航空機の飛行に関してパブリックセーフティに関するガイドラインと識別・運航管理のあり方等について検討を行うことを目的とする。

これにより、RTFが無人航空機の国内主要拠点として、単なる試験場としての施設・設備面での充実のみならず利活用分野での認定面あるいは識別を加えた運航管理面での機能を備えることを目指すものである。

1.2 用語の定義

本最終報告書において使用される用語を以下のように定義する。

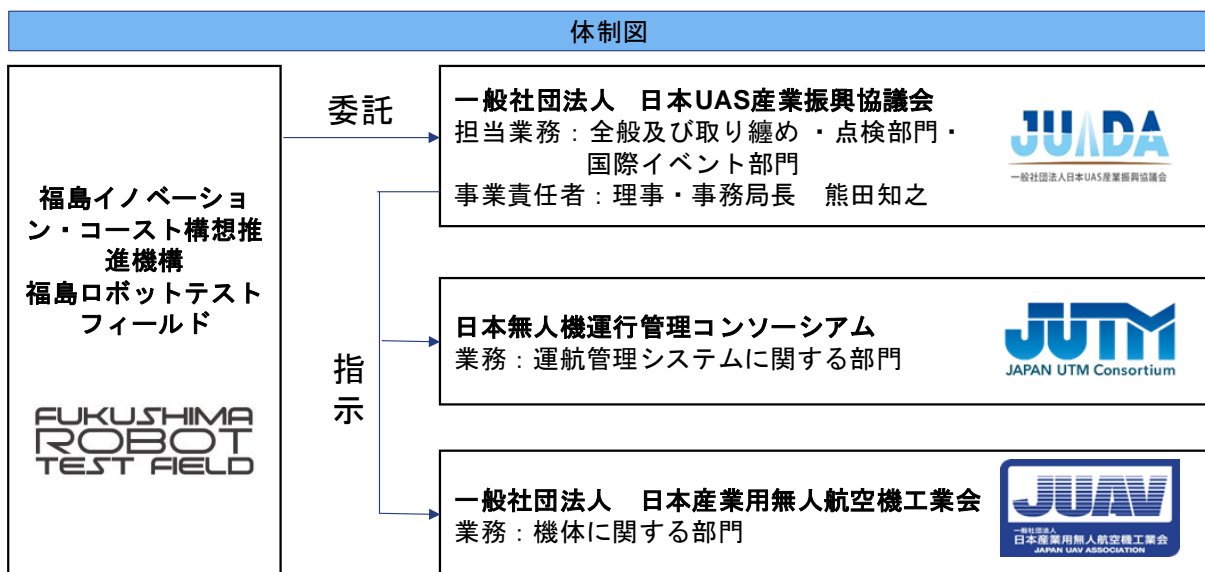
用語	定義
無人航空機	航空法における「無人航空機(ドローン・ラジコン機等)」を指す。
福島ロボットテストフィールド	物流やインフラ点検、大規模災害などに対応する陸・空・海のロボットを対象として、ロボットの使用が想定される多様な環境を模擬できる大規模な実証フィールドである(以下 RTF という。)
一般社団法人日本 UAS 産業振興協議会	日本の UAS 産業の振興と健全な発展への貢献を目的として設立された団体で、現在 220 以上の認定スクールを抱え、9,000 名以上に操縦・安全運航に関する証明証を発行している(以下 JUIDA という。)
日本無人機運行管理コンソーシアム	新たな産業空間「ドローン・イノベーション空間」を創造して空の産業革命を推進することを目的に設立された団体で、無人機の安全運航と社会実装推進

	に必要な技術開発と環境整備に関する活動を行っている(以下 JUTMという。)
一般社団法人日本産業用無人航空機工業会	産業用無人航空機市場の発展と公共の利便性の向上に寄与することを目的に設立された団体で、産業用無人航空機に関する安全基準の設定等の活動を行っている(以下 JUAVという。)

1.3 本事業の概要

1.3.1 実施体制

本事業の実施体制は以下の通りである。



<図 1-1:実施体制>

1.3.2 各事業の概要

本事業は各事業者が上記の目的に沿って5つの事業を実施した。

	事業概要	協力事業者
事業①	小型無人機を用いたプラント点検分野における RTF を活用した事業者認定制度のあり方検討	JUIDA
事業②	福島浜通り地域における無人航空機の警備分野への活用における RTF を活用した事業者認定制度のあり方検討	JUTM
事業③	国際イベント等の催し物等における小型無人機の飛行に関して RTF を活用した事業者認定制度のあり方検討	JUIDA
事業④	国際イベント等の催し物等における RTF を活用したパブリックセーフティのあり方検討	JUTM
事業⑤	その他独自提案	JUAV

また、各事業の詳細な仕様と実施概要は以下の通りである。

	仕様詳細(仕様書より)	実施概要(提案書より)
事業①	RTF の試験用プラントと小型無人機を活用することが有効であるプラント点検事業に関する検討を実施し、必要な運用ガイドライン・チェックリストを作成するとともに RTF の試験用プラントを活用したプラント点検事業者認定のための教育カリキュラム案を作成し、RTF と業界団体の連名で公表すること。	<ol style="list-style-type: none"> 1.プラント事業者への説明会・ヒアリングの実施 2.RTF が所持する試験用プラントの活用手段の検討 3.プラント点検事業に関するガイドライン・チェックリスト作成の検討 4.プラント点検事業者認定のための教育カリキュラム作成の検討 5.RTF を使用した検討内容の実証とフィードバック
事業②	福島浜通り地域において無人航空機を活用することが有効である警備事業に関する調査を実施し、必要な運用ガイドライン・チェックリストを作成するとともに RTF を活用した警備事業者認定のための教育カリキュラム案を作成し、RTF と業界団体の連名で公表すること。	<ol style="list-style-type: none"> 1.警備事業者に対するヒアリングの実施 2.RTF および福島浜通り地域をモデルケースとした警備計画の検討 3.運用ガイドライン・チェックリストの作成 4.事業者認定のための教育カリキュラム作成の検討 5.実証実験の実施とガイドライン・教育カリキュラムの見直し
事業③	国際イベント等の催し物等で無人航空機を活用する報道、警備事業などに関する検討を実施し、必要な運用ガイドライン・チェックリストを作成するとともに RTF を活用した飛行事業者認定のための教育カリキュラム案を作成する。教育カリキュラム案に基づく実証を行い関係者に公開するとともに RTF と業界団体の連名で公表すること。	<ol style="list-style-type: none"> 1.空撮事業者・AED 搬送関連事業者に対するヒアリングの実施 2.国際イベント等の催し物に関する運用ガイドライン・チェックリスト作成の検討 3.RTF 活用手段の検討および教育カリキュラム案の検討 4.検討内容の実証実験と 2.3.に対するフィードバック
事業④	国際イベント等の催し物等において RTF を活用したパブリックセーフティ確保のための手段の検討を実施し、必要な運用ガイドライン・チェックリストを作成する。RTF を活用した運航管理と識別等によるパブリックセーフティ手段の実証を行うこと。実証にあたっては、2機程度の無人航空機と RTF の UTM(運航管理システム)を活用すること。関係省庁に公開するとともにガイドラインのみ RTF と業界団体の連名で公表すること。	<ol style="list-style-type: none"> 1.国際イベント等の催し物におけるパブリックセーフティ手段検討 2.運用ガイドライン・チェックリストの検討と作成 3.RTF を活用した実証実験と関係省庁へのデモンストレーション 4.実証実験結果をもとに関係省庁とのガイドライン調整と見直し
事業⑤	上記実施内容を補完する飛行試験や検討について独自に企画し、提案すること。	RTF における JUAV 機体認定事業第 1 号

1.3.3 スケジュールについて

本事業では以下のスケジュールで検討会と実証実験を実施した。

日程	実施内容	参加企業	提案内容の共有
10月15日(水)	第一回合同検討会	RTF,JUIDA,JUTM	事業②③④実施計画、ガイドラインドラフトの共有
11月5日(火)	第二回合同検討会	RTF,JUIDA,JUTM	空撮・AED搬送に関する実証実験の実施
11月13日(水)	事業③実証実験	JUIDA	浜通り警備・国際イベント等の催し物におけるパブリックセーフティに関する実証実験の実施
11月14日(木)	事業②④実証実験	JUTM	事業②③④の実験結果報告、ガイドラインの現状報告、事業①の実施計画の共有
12月3日(火)	中間報告会	RTF,JUIDA,JUTM	プラントの点検に関する実証実験の実施
12月11日(水)	事業①実証実験	JUIDA	事業⑤の実実施計画の共有
1月14日(火)	第三回合同検討会	RTF,JUIDA,JUAV	事業①②③④のガイドラインの現状報告、事業①実験結果の報告
1月22日(水)	第四回合同検討会	RTF,JUIDA,JUTM	機体認定に関する実証実験の実施
1月23日(木)	事業⑤実証実験	JUAV	事業⑤の実験結果報告、業最終報告書の現状報告
2月14日(金)	第五回合同検討会	RTF,JUIDA,JUTM, JUAV	最終報告会に向けた現状報告
2月20日(木)	最終報告会	RTF,JUIDA,JUTM, JUAV	本事業全体の最終報告

2 事業①最終報告

2.1 本事業の概要

2.1.1 背景

石油コンビナート等の石油・化学プラントにおいては、生産性の向上や安全・安定的な操業の維持が求められる中、プラント設備の高経年化やベテラン従業員の引退などによる保安力の低下が大きな課題となっている。こうした課題を解決するため、無人航空機を活用することで、高所点検の容易化、点検頻度の向上による事故の未然防止、災害時の迅速な現場確認等が可能となり、プラントの保安

力の向上に繋がると期待されている。一方、点検精度と安全性を両立する観点からは、防爆エリアへの進入及び設備への落下等を防ぎ、安全な利活用方法を普及させることが重要である。

斯かる状況下、経済産業省・消防庁・厚生労働省は、平成 30 年度に石油コンビナートにおける災害の防止に向けた検討を行っている「石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議」において、事業者がプラント内で無人航空機を安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理した「ガイドライン」及び実証実験や国内外企業の先行事例を掲載した「活用事例集」をとりまとめている。

本事業では上記のガイドラインを参考にしながら、特に RTF の試験用プラントを活用しながら訓練を行うことにより、より具体的な無人航空機の活用方法の模索とともに、信頼できる事業者を認定するための要件を考察する。

2.1.2 目的

以上のような背景を踏まえ、本事業では RTF の試験用プラントと小型無人機を活用することが有効であるプラント点検事業に関する検討を実施し、必要な運用ガイドライン・チェックリストを作成するとともに RTF の試験用プラントを活用したプラント点検事業者認定のための教育カリキュラムを作成し、RTF と業界団体の連名で公表を行うことを目的とする。

2.1.3 成果

本事業の最終納品物である運用ガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムについて、その概要を以下に記載する。

(1) 運用ガイドラインについて

内容については「プラント点検分野におけるドローンの安全な運用方法に関する実務マニュアル」(RTF-GL-0001)参照。本実務マニュアルは石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議（総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省）「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」（以下「3 省ガイドライン」）で規定されている項目を前提としながら、ユースケース別の活用方法を検討した。ユースケースは以下の 5 項目に分類される。

- (ア) プラント点検における全ユースケース共通の無人航空機の活用方法
- (イ) プラント点検における屋外俯瞰飛行の場合の無人航空機の活用方法
- (ウ) プラント点検における屋内外近接飛行の場合の無人航空機の活用方法
- (エ) プラント点検における屋内暗所飛行の場合の無人航空機の活用方法
- (オ) プラント点検における屋内外目視外飛行の場合の無人航空機の活用方法

各ユースケースで留意すべき項目を整理した。また、壁面等に激突しても問題ない球体無人航空機の取り扱い方についてもまとめており、より実践に即した実務マニュアルを作成した。

(2) チェックリストについて

内容については「プラント点検分野におけるドローンの安全な運用方法に関するチェックリスト」(RTF-CL-0001)参照。ガイドラインをチェックリストの形でもれなく網羅ができているかをチェックすることに加え、3 省ガイドラインで規定されている要素についても併せてチェックできるように構成した。

(3) 教育カリキュラムについて

内容については「ドローンを用いたプラント点検事業者教育カリキュラム」(RTF-EC-0001)参照。事業①の教育カリキュラムとして、上記の各ユースケースにおける点検を安全に実施するために習得すべきスキルと知識を体系的にまとめた。本教育カリキュラムのポイントは、RTFを利用した実技学習方法に関して、ガイドラインに記載したポイントのうち、特に重点的に説明が必要な項目を抽出したことに加え、実技面における技量向上のための訓練方法について記載している点である。

2.1.4 実施手順

本事業は以下の手順で検討を実施した。

	手順
1	プラントの点検における無人航空機の運用ガイドライン及びチェックリスト項目の検討
2	プラント事業に精通している事業者に対する運用方法のヒアリング
3	RTFに存在する試験用プラントの活用手段検討及び教育カリキュラムの検討
4	上記の検討内容を検証する目的で実際にRTFにて実証実験を行い、関係者に公開
5	実証の結果をもとに運用ガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムを修正

2.2 プラント事業者へのヒアリング

2.2.1 ヒアリングの目的

本事業で作成するガイドラインの利用者は石油・化学プラントを保有する事業者を対象としているが、実際に利用する立場からのコメントを得るため、当該事業者にヒアリングを行った。ヒアリングの実施内容を以下に記載する。

2.2.2 プラント事業者への合同ヒアリング・事業報告会

本事業ではプラント事業者を一同に集めた合同ヒアリング・事業報告会を実施した。実施概要は以下の通りである。

項目	詳細
実施場所	経済産業省本館会議室
実施日時	2020年1月16日(木)10:00~12:00
説明対象	<ul style="list-style-type: none"> ・経済産業省製造産業局素材産業課 ・経済産業省産業保安グループ高圧ガス保安室 ・一般社団法人日本化学工業協会 ・日本メンテナンス工業会 ・神奈川県 ・千葉県 ・市原市 ・川崎市 ・千葉市 ・石油・化学プラント事業者 ・福島イノベーション・コースト構想推進機構
説明内容	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業の概要 ・実証実験の結果報告 ・本事業で作成したガイドラインの概要 等
参加者からのコメント	<ul style="list-style-type: none"> ・会社として事業用無人航空機の活用を推進しており、実際に飛行もしている。飛行させる中で一番困るのがやはり飛行計画をどのように策定すべきかという点であり、特に飛行計画策定上で重要なポイントがまとめられているのは非常に有用(事業者) ・自治体でも所管のプラントでのスマート保安を進めていきたいと考えており、定期的にこうした機会を提供して頂きたい(自治体) ・今回の実証実験では球体タイプの無人航空機を利用していたようであるが、球体タイプ以外の無人航空機についての活用方法もガイドラインとは別の形でより詳しく見てみたい(事業者) ・まだ実際に無人航空機を利用してはいないが、今回の実証実験の動画を社内で展開し、今後実際の利用に向けて検討をしていきたい(事業者)

2.3 実証実験結果報告

2.3.1 実験の目的

プラント点検におけるガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムを検討するにあたり、実効性を検討するため実証実験を行った。実験の概要は以下の通りである。

項目	詳細
日時	2019年12月11日(水) 11:00~13:00
実施場所	RTF 試験用プラントおよび試験用トンネル
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・試験用プラントを利用した点検実験 ・試験用トンネルを利用した点検実験

2.3.2 試験用プラントにおける実証実験について

(1) 実施計画

a) 実験の前提

本実証実験の前提は以下の通りである。

項目	詳細
実施場所	RTF インフラ点検・災害対応エリア 試験用プラント
1フライトあたりの飛行距離	約 50m
飛行高度	約 1~15m
使用機体	ELIOS (Blue innovation 株式会社)
操縦者の無人航空機総操縦時間	1,300 時間
操縦者の本実験使用機体の操縦時間	300 時間
操縦者の所有資格	JUIDA 無人航空機操縦技能士・JUIDA 無人航空機安全運航管理者・JUIDA 認定講師
操縦方法	手動/FPV(ドローンの一人称視点)操縦
飛行方法	目視内および目視外飛行

b) 実験の概要

試験用プラントでは 2 種類の以下の実験を行った。

ケース 1: 試験用プラントの外壁を添わせるように無人航空機を飛行させ、目視外飛行で外壁の損傷を点検するとともに、通常の無人航空機が飛行できないような狭小空間の損傷を点検する実験

ケース 2: 試験用プラント内部を飛行させ、目視外飛行でパイプやトンネルの損傷を点検する実験

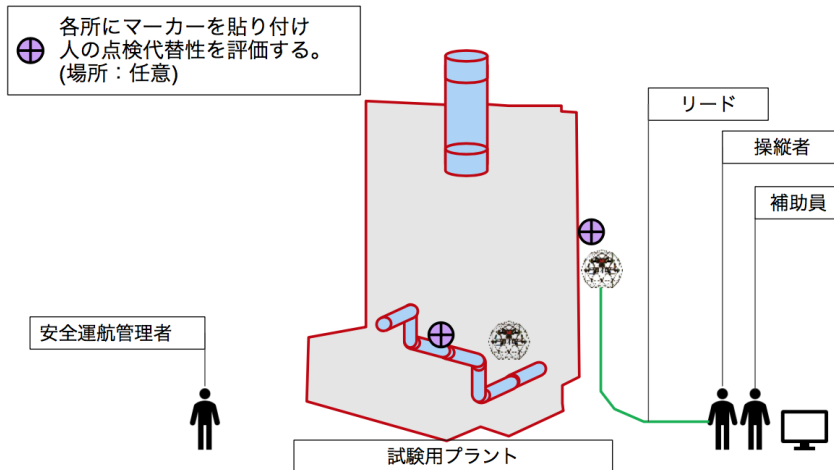
ケース 1 の実験では無人航空機が強風で飛ばされないように、機体にリードをくりつけ、操縦者がそのリードを持つことにより対処し、実験を行った。また、ケース 2 の実験では試験用プラント内部の電波状況を考慮して、電波を増幅させる機器をプラント内に設置した。

ア) ケース 1

以下概念図の通り。

下記想定にて実証実験を行う 10分間×2回飛行

- プラント設備の詳細部分について、
 - ①建屋外壁(*)と、1~2階部の配管の損傷を詳細に確認する。



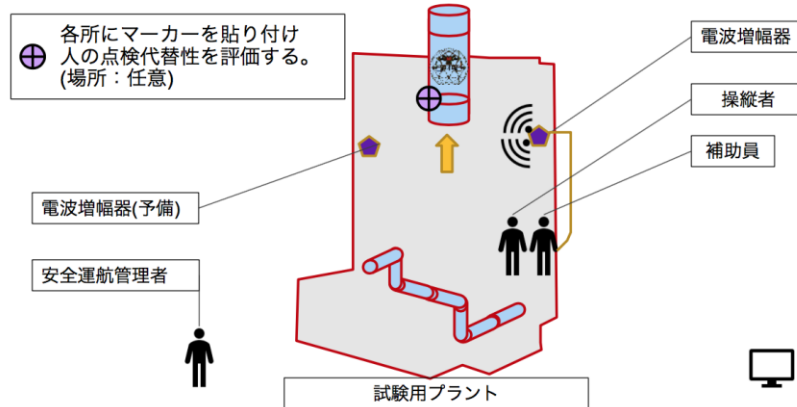
<図 2-1: ケース 1 概念図>

イ) ケース 2

以下概念図の通り。

下記想定にて実証実験を行う 10分間×1回飛行

○プラント設備の詳細部分について、
2Fへ移動し、煙突内部（屋内）をドローンで調査する。電波到達が難関である煙突内部へは、電波途絶対策として、電波増幅機器をあらかじめ建屋中腹に設置していることを想定する。



<図 2-2: ケース 2 概念図>

c) 運航体制と各人の役割

本実験の運航体制と各人の役割は以下の通りである。

運航体制	役割
操縦者(1名)	無人航空機の操縦と、点検用カメラの操作を担当
安全運航管理者(1名)	フライト全体の安全管理を担当
補助者(1名)	目視外飛行を行う際の操縦の補助を担当

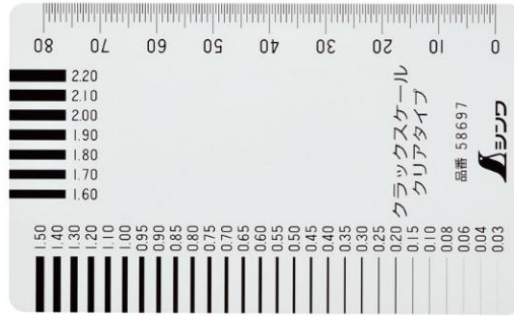
d) 検証のポイント

本実験における検証ポイントは、無人航空機の目視外飛行による点検において、あらかじめ指定ポイントに貼り付けられたクラックスケールの数値の読み取り可否である。クラックスケールの説明は以下の通りである。

プラント点検は、法定点検で行う精密点検と日常点検で行う目視点検に大別でき、今回実験ではドローンによる目視点検を実施する。日常の目視点検では、事業者によって、一定の基準に則り点検を行っており、代表的な基準を定めることが困難であるという理由から、本実験ではプラントに多く存在する鋼構造・コンクリート・ボルト・路面についての点検要領を記載し、かつ定量的な数値を掲げている下記要領を判定基準モデルとする。

「橋梁定期点検要領」
平成31年3月 国土交通省 道路局 国道・技術課

評価基準となる判定値を次頁に示す。
なお、判定値の可否を判断する為に、マーカーは下図のクラックスケールを用いる。



<図 2-3: クラックスケールについて>

また、各点検ポイントの点検可否判断については、以下の図の通りとした。

判定値		判定			記録方法
種別	評価	大	中	小	
コンクリートひび (PC構造物)	幅	0.2mm以上	0.1mm~0.2mm	0.1mm未満	ひびわれの発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、代表的な損傷の主要寸法を損傷図に記載するものとする。
溶接部の亀裂	長さ	3.0mm以上	3.0mm未満	3.0mm未満	亀裂や塗膜割れの発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、全損傷の寸法(長さ)を損傷図に記載するものとする。
ボルト	ゆるみ	マークなどから緩みを目視			ゆるみ・脱落の発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、各損傷の数やボルトの種類(材質)を損傷図に記載するものとする。
ボルト	破断	破断の有無			破断の発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、代表的な損傷の主要寸法を損傷図に記載するものとする。
防食塗膜(耐候性鋼材)	さび	錆の層状剥離がある	5.0mm~25.0mm	1.0mm~5.0mm	損傷の発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、代表的な損傷の主要寸法を損傷図に記載するものとする。
路面隆起	段差	20mm以上	20mm未満	20mm未満	路面の凹凸の発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、代表的な損傷の性状と主要寸法を損傷図に記載するものとする。
舗装ひび	幅	5mm以上	5mm未満	5mm未満	舗装の異常の発生位置やその範囲・状況をスケッチや写真で記録するとともに、代表的な損傷の主要寸法を損傷図に記載するものとする。

<図 2-4: 点検可否判断の基準について>

(2) 実験結果

a) ケース1・2の実施結果

各ケースの実験結果は以下の通りである。

ア) ケース 1

- ① クラックスケールが 0.1mm の値まで目視確認することができ、設備のクラック発見において無人航空機による点検の有用性が確認された。
- ② ボルトのアイマークもはっきり目視できる視認度で確認することができ、ボルトの点検において無人航空機による点検の有用性が確認された。
- ③ 機械のメーターもはっきり目視できる視認度で確認することができ、メーターの点検においても無人航空機による点検の有用性が確認された。
- ④ 狭小空間であっても、ガード付きの無人航空機を使うことにより、周囲の障害物状況を気にすることなく飛行できることが確認された。
- ⑤ 圧力計などメーター類についても、針の位置と数値がはっきり視認でき、メーターの点検において無人航空機による点検の有用性が確認された。
- ⑥ 無人航空機にリードをつけることで、風に流されてコントロールを失うことなどがなかったことが確認され、特に意図しない防爆エリアなどへの侵入などの抑止ができることが分かった。またリード線が持つ脅威として、リード線のモーターへの巻き込みが想定されたが、リードの根元に養生テープを貼ることで巻き込みを防止することができ、安全な運用方法があることが確認された。



< 図 2-5: 近接飛行による損傷の点検の様子 >



< 図 2-6: パイプの損傷を点検する様子 >



<図 2-7: 無人航空機により撮影されたボルトの緩み>



<図 2-8: 無人航空機により撮影された圧力計>



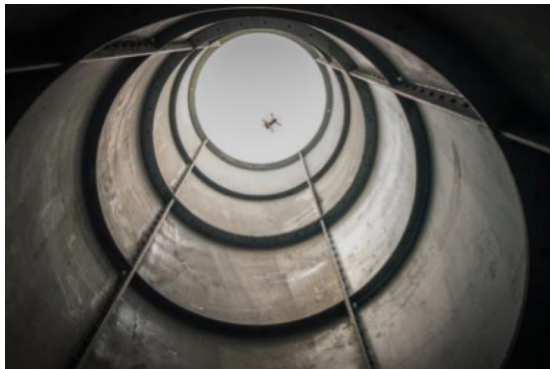
<図 2-9: 無人航空機により撮影されたパイプとクラックスケール>

イ) ケース 2

- ① 目視外飛行を行う際、飛行経路途中に障壁があると電波が途絶する恐れがあることが分かったが、建物構造が複雑であり、一概に障害物の多さと電波強度の関係性を示すことは難しかった。
- ② 机上で電波途絶があるかどうかは検討しにくいいため、アセスメント飛行を行うことによって飛行経路を決めると同時に、電波の運用限界を把握することが重要であることが分かった。



<図 2-10: 無人航空機により撮影された煙突内部のクラックスケール>



<図 2-11: 煙突内を点検する無人航空機の様子>

b) 実験から得られた示唆

本実験から得られた示唆は以下の通りである。

- ① 無人航空機を飛行させることでクラックスケールを目視することはできたが、目視外飛行で障害物が多い場所を飛行する場合は、カメラ映像以外の視覚情報がないため、熟練した操縦者でないと効率的に点検を行うことは難しい
- ② 従って、目視外飛行状態で様々なシチュエーションを想定した実技訓練を実施することが肝要である
- ③ 無人航空機による空撮は無人航空機が動きながら撮影を行う為、無人航空機が空中で静止している状態でないと画像がふれて、対象物を視認できない。今回はたまたま風が弱く安定した飛行が実施できたが、屋外で風が強い場合は点検が難しいケースがある

- ④ 構造物の形状によっては、狭小空間において構造物に沿って飛行させるのが非常に難しく、熟練した操縦者でないと効率的に点検を行うことが難しい。
例えば、今回のケースでは試験用プラント 5F の煙突を中心にノーズインサークル^{※1}で煙突の周囲を周回しながら撮影を行ったが、障害物が付近になる状態かつ目視外飛行で周りが見えない状況でのノーズインサークルは円周半径をかなり小さく保つ必要があり、高度な技術が求められる。また、障害物との距離関係などを補助者が伝えながら飛行させることにより、操縦者がよりスムーズに飛行させることができる

※1:無人航空機の機首を被写体や操縦者などの1つの対象に向けた状態で、そこを中心点にして旋回するテクニック

2.3.3 ガイドラインへの反映事項

これらの示唆をもとに、ガイドラインの修正を行った。

2.3.4 トンネルにおける実験について

(1) 実施計画

a) 実験の前提

本実験の前提は以下の通りである。

項目	詳細
実施場所	インフラ点検・災害対応エリア 試験用トンネル
1フライトあたりの飛行距離	約 50m
飛行高度	約 1～15m
使用機体	ELIOS (Blue innovation 株式会社)
操縦者の無人航空機総操縦時間	1300 時間
操縦者の本実験使用機体の操縦時間	300 時間
操縦者の所有資格	JUIDA 無人航空機操縦技能士・ JUIDA 無人航空機安全運航管理者・JUIDA 認定講師

操縦方法	手動 FPV 操縦
飛行方法	目視内および目視外飛行

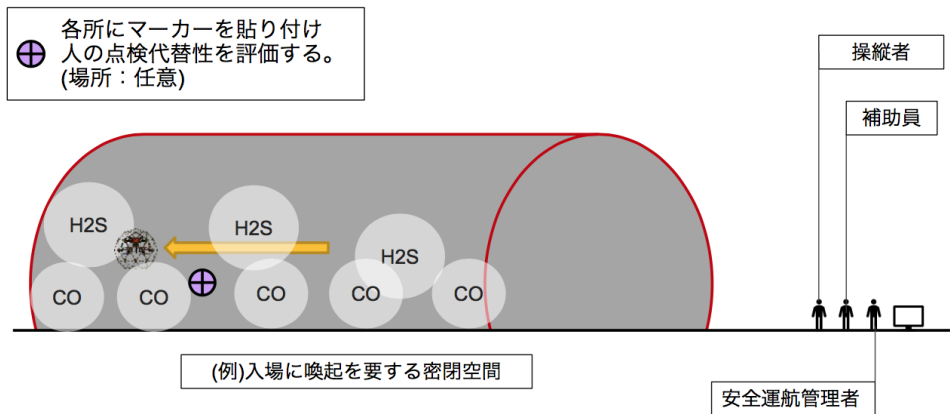
b) 実験の概要

有毒ガスが発生しており暗所かつ密閉空間であるトンネルを想定し、トンネル内の点検を無人航空機により行う。

(本ケースの概念図は以下の通り)

下記想定にて実証実験を行う 10分間×2回飛行

○脱硫装置や水処理施設など、硫化水素やCOの充満もしくは一部漏洩している可能性のある屋内設備の点検する。



<図 2-12: ケース概念図>

c) 運航体制と各者の役割

運航体制	役割
操縦者(1名)	無人航空機の操縦と、点検用カメラの操縦を担当
安全運航管理者(1名)	本運航の全体の安全管理を担当
補助者(1名)	目視外飛行を行う際の操縦の補助を担当

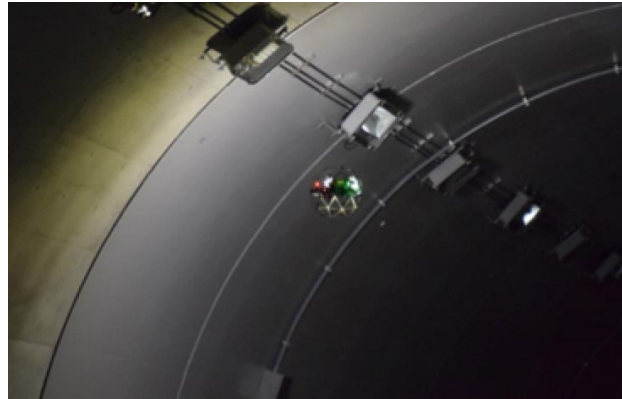
d) 検証のポイント

本実験における検証ポイントは、暗所空間においても無人航空機に搭載されたライトを使用して目視外飛行でクラックスケールを視認できるかという点である。

(2) 実験結果

a) 暗所空間における点検の結果

暗所空間においても無人航空機に搭載されたライトを使用すれば、問題なくクラックスケールを目視することができた。



<図 2-13: トンネル内を点検する無人航空機の様子>



<図 2-14: 天井のアンカーボルトの様子>



<図 2-15: 無人航空機により撮影されたトンネル内のクラックスケール>

b) 実験から得られた示唆

実験から得られた示唆は以下の通りである。

- ① 暗所であっても十分な光量があれば、無人航空機による点検は可能である
- ② 空間が十分に広い場合、壁に沿って飛行しないと進行方向がわからない

2.3.5 ガイドラインへの反映

これらの示唆をもとに、ガイドラインの修正を行った。

3 事業②最終報告

3.1 概要

3.1.1 背景

(1) 警備の現状

2019年10月の「即位の礼」、同年10月から11月にかけて行われたラグビーワールドカップ、さらに2021年にはいよいよ東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会を控えている。こういった大規模イベントの成功には、各イベントのみならず社会全体の安全・安心を確保する警備の遂行が不可欠である。

前回(第18回)の東京オリンピックの2年前、1962年に誕生した日本の警備業は、1972年の警備業法制定時から見ると、その規模が飛躍的に拡大しており、警備員数約55万人、売上高では3兆円を超える一大産業となっている。

その一方で様々な課題も発生しており、特に警備員不足の問題が著しい。全国警備業協会(以下「全警協」という)が平成28年2月に実施したアンケート調査(全国354社から回答)では、約67%の業者が警備員不足である旨回答しているほか、一部の業者からは警備員不足であるため、仕事を新たに受けられない状況であるとの声もでている。

こうした問題を抱える中で、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会に向け、複数の警備会社から成る「東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会警備共同企業体(以下、東京2020大会警備JV)」を発足した。これは、多数の民間警備会社の協力のもと、「オールジャパン体制」で大会を成功させ、さらにはこの形が大会の「レガシー」として、今後の日本の「安全・安心」に活かされるよう活動するための体制である。

(2) 無人航空機警備の現状

この人手不足に対し、他業界の類に漏れず警備業界でもIT機器による省力化・効率化に大きな期待が寄せられている。カメラ映像からの不審行動解析や、移動ロボットによる屋内外の案内や巡回走行、各種センサーによる機械警備もその一つである。

これに加え、近年爆発的に普及した無人航空機の機動性を活かした警備にも期待が寄せられている。無人航空機には、地上の混雑状態の影響を全く受けず3次元的に移動でき、地上からは撮影できない俯瞰からの映像を簡単な操作で撮影できるという直感的でわかりやすい大きな魅力がある。

この特徴を活かし、大手警備会社では既に私有地における警備の試行を開始している。高い利便性を持つ反面、落下による人体の殺傷・設備の破壊や、不意の暴走による敷地外への飛行といったリスクを持つため、安全な運航ルールの制定が非常に重要である。無人航空機単体でも大きな魅力を持つが、さらに地上のカメラや警備員、あるいはさらに高高度を飛行する飛行船が持つ情報と組み合わせることで、多角的な警備が可能となる。複数の端末で送受信される大容量情報の通信を可能とし、多角的な警備を支える次世代の通信技術である5G通信が、総務省を中心として施行運用を重ねており、2020年春に実用化される見通しである。5G通信は、無人航空機の目視外飛行に不可欠な安定した大容量通信を可能とする技術でもあり、遠隔地からの無人航空機操縦への運用も期待されている。

(3) 無人航空機の活用を期待されている分野

現状の実用化検討や施行運用を踏まえると、無人航空機活用の主な狙いとしては、下記が挙げられる。

ア) 少子高齢社会への対策・働き方改革としての業務効率化

機械が得意なことは機械が、人間が得意なことは人間が行う適材適所のコンセプトのもと、繰り返し作業となる巡回を無人航空機が担当し、その空撮映像からの異状確認を警備員が行う。

無論、より詳細な異状確認や対処は無人航空機では限界がある為、既存の運用体制を元に適切な体制を構築する必要があるが、俯瞰からの空撮映像による状況の迅速な共有は、現状の警備を一変させる可能性を持つ。

イ) 警備員＋センサー連携による広範囲にわたる多角警備

警備に用いられるセンサーやカメラも、設置される高度や位置によって取得できる情報や得意とする用途は大きく異なる。例えば、人間の目線、室内や軒先であれば撮影対象の個人の特定やその行動の検知まで可能であり、建物上層であれば複数人の位置特定が、さらに鉄塔、電波塔や高層ビル屋上からであれば広範囲にわたる車両や市街の異状事態の覚知が可能となる。無人航空機ならばこの高度を自在に変え、多角的な情報を取得することができる。

これらの情報を組み合わせ解析することで、広範囲にわたる事態の把握と迅速な対処が可能となる。

ウ) 俯瞰撮影による死角領域の効率的な確認

固定されたカメラやセンサーなどでは、人の移動などによって不意に発生した死角には対応できず、監視に穴ができてしまい、故意・事故を問わず、この死角領域で発生した事態を覚知できない。地上を移動する警備員やロボットは障害物の影響を受けるが、空中を移動できる無人航空機ならば迅速な視覚領域の確認ができる。

これらを踏まえ、警備業務での具体的な無人航空機の活用シーンを想定すると、①常駐警備業務、または②機械警備業務における巡回・センサー反応箇所などがあげられる。

(4) 現状の課題

(2) 無人航空機警備の現状でも述べたように、既に無人航空機を用いた警備は各所で進められている。当然ながら、航空法を始め各種法令を遵守したうえで各事業者の責任範囲内で実施しているが、実施に当たった統一した基準がないため、一定の警備品質が保たれているとは言い難い。また、今後さらに無人航空機警備を普及させるためには、落下や暴走飛行による空撮データの漏洩といった無人航空機活用により生じるリスクを正しく認識し、事業者の責任において適切な対応をおこなうことによりこれをコントロールする必要がある。

これらの対応が十分に進まないまま無人航空機警備が拡大し、万一重大な事故が発生した場合、新規導入や継続運用が一気に失速してしまう恐れがある。

3.1.2 目的

背景でも述べた通り、警備業界全体の労働力不足への対策の一つとして、無人航空機警備には高い期待が寄せられている。この新たな産業の導入を安全かつ迅速に推進するために、無人航空機警備の運用ガイドライン制定は急務である。

ただし、警備の内容は対象施設や状況、体制、その他の要因により千差万別であり、画一的な基準の制定は難しい。警備ミッションに合わせた必要な体制の整備はあくまで警備事業者が行うこととしつつ、警備品質の確保や効率化の目安を定めることが真に必要であると考えます。

そこで、本事業ではまずは様々な無人航空機に適した RTF に近い福島浜通り地域にて警備状況のヒアリングを行う。その結果を踏まえ、ガイドラインにて制定すべき基準、目安について RTF にて実証実験を行い、結果を盛り込んだガイドラインを策定する。

3.1.3 成果

(1) 警備事業者へのヒアリング

RTF に近い浜通り地区にて警備事業を営む事業者へのヒアリングを実施し、同地区における警備業務の状況、および無人航空機の利用可能性について確認した。

(2) RTF における実験

ヒアリング結果をもとに設定した警備業務および警備計画の運用の流れに基づき、RTF にて実際に飛行実験を行い、運用の改善箇所や所要時間の目安、警備利用可能な品質での空撮の要件を確認した。

(3) 運用ガイドライン

施設警備業務での無人航空機活用を想定し、準備段階から飛行前、飛行中、飛行後で留意すべき事項を整理するとともに、RTF での実験結果を踏まえ警備事業者が警備計画を策定するにあたり、参考となる情報を加え、運用ガイドラインとして取りまとめた。

内容については「警備分野における無人航空機の安全な運用方法に関するガイドライン」(RTF-GL-0002)参照。

(4) チェックリストについて

ガイドラインの内容をもれなく実行しているか確認するためチェックリストを作成した。

内容については「警備分野における無人航空機の安全な運用方法に関するチェックリスト」(RTF-CL-0002)参照。

(5) 教育カリキュラムについて

教育カリキュラムは、空撮と警備実施を安全に実施するために習得すべきスキルと知識の項目を体系的にまとめた。本教育カリキュラムのポイントは警備業務に無人航空機を安全に用いるための警備計画策定について実践的に取り組む点である。

内容については「無人航空機を用いた警備事業者 教育カリキュラム」(RTF-EC-0002)参照。

3.2 浜通り地域警備事業者へのヒアリング

3.2.1 ヒアリング目的

ガイドラインの作成に当たって、まず実際に警備を行っている現場の状況を確認する必要がある。その現場として、RTFに近い浜通りの警備事業者に対しヒアリングを行う。ヒアリングでは、主に警備観点からの福島浜通り地域の現状、および無人航空機の活用可能性を調査する。

3.2.2 ヒアリング結果

(1) 実施概要

ア) ALSOK 福島株式会社 富岡支社

日時 2019年11月15日

場所 福島県富岡町

イ) 第一総合警備保障株式会社 本社

日時 2019年12月9日

場所 東京都中央区

(2) ヒアリング結果

ア) 東日本大震災以降、原発関連の施設やメーカーの工場の建設が多く、それらの施設における警備業務の受注が多い。無人航空機を用いた実験の試行も多い。震災直後よりは少なくなったが、放射線量の高い箇所や足場のない高所等は無人航空機の利用可能性が高い。

イ) 震災後から続く帰還困難区域は現在でも無人地帯が多いため、空き巣や有害鳥獣の繁殖による被害が深刻になっている。空き巣に対しては定期的な見回りを行っているが、広大な無人地帯のカバーが困難である。有害鳥獣に対しては威嚇よりも罠等による捕獲が主だが、こちらも頭数が多く根絶駆除は難しい。どちらも見回りに無人航空機を有効に利用できる可能性がある。

ウ) 無人航空機の実験や試験的な利用が多い場所でもあり、無人航空機の警備利用やそのガイドライン制定について前向きな意見が得られた。実際にガイドラインを利用する者にとって有益であることが期待される。

3.2.3 ガイドラインへの反映

実際にガイドラインを利用する際に参考となるよう、判断の指標として作業にかかる時間や無人航空機の能力について、定量的な指標を設定するための実証実験をRTFにて行った。この実証実験では、ガイドラインに基づいた流れを確認するだけでなく、準備や撤収にかかる時間、および窓や人体といった警備にて注視する箇所の空撮に必要な条件を確認した。

3.3 福島浜通り地域をモデルケースとした警備計画の検討

3.3.1 警備対象の選定

福島浜通り地域の警備事業者にヒアリングを行った結果、帰還困難区域の空き巣被害や獣害が多いことが分かった。同区域では車両による巡回警備を実施しているが、警備対象地域が広大であり十分な効果を挙げているとは言い難い状況である。

一方、同地域での無人航空機の飛行は、他の地域同様自治体等の承認が必要であるが、実証実験など、試験的な運用が活発に行われており、私有地上空の飛行についても許容される可能性が高い。

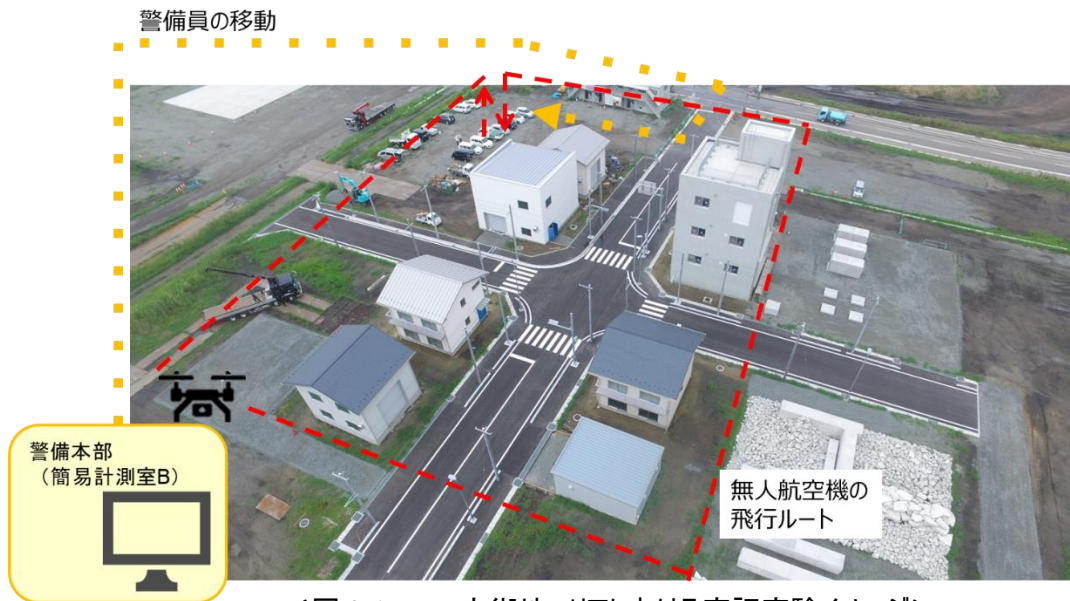
そこで、「立ち入り制限地域における市街地」を対象とした、「無人航空機を活用した巡回警備業務」を想定した。

3.3.2 警備計画について

- (1) 警備員は、警備対象施設の付近にある警備本部から出発し、無人航空機を用いて市街地エリアの定期巡回を行う。
- (2) 市街地エリアは建物内外共に基本的に無人であり、扉・窓は施錠されている
- (3) 無人航空機の空撮映像は警備本部まで伝送され、リアルタイムに状況を確認できる
- (4) 警備本部の管制員と市街地エリアの操縦者はトランシーバーで相互に通話が可能であり、状況の確認および指示伝達が可能である
- (5) 空撮映像、現地警備員の感覚、その他によって異状が覚知された場合、速やかに警備本部と状況を共有し、対処する。侵入者の可能性がある場合、優先的に警備員が現地に駆けつけ、誰何等を行う
- (6) 無人航空機は事前に設定した経路に従って自動飛行を行う。空撮映像から異状が発見された場合、操縦者は無人航空機の経路飛行を一旦中止し、その場でのホバリングとカメラ操作によって異状の確認を行うことを基本とする。
- (7) なお、飛行に当たって施設管理者の承認は得られているものとする。

3.3.3 実証実験による警備計画の検証

検討した警備計画に基づく警備業務実施の可否を検証するため、RTF 市街地エリアにて実証実験を行い、機材準備に要する時間の長さや、無人航空機が目的の警備業務を行うのに十分な空撮性能を持つかどうか検証した。



3.4 RTF における実証実験

3.4.1 実験目的

本実験の目的はガイドライン案に基づく運用の流れの確認、および警備利用可能な品質での飛行・空撮に必要な要件の確認である。

3.4.2 実施計画

本実験の実施計画は以下の通り。

(1) 実験場所

RTF 市街地エリア・簡易計測室 B

(2) 実験日時

2019年11月11日～11月15日

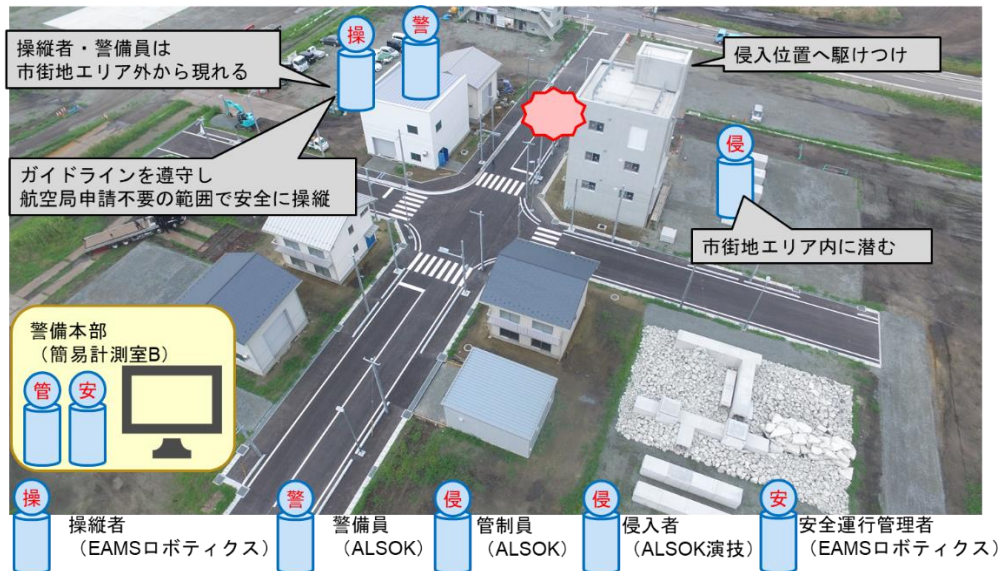
11月11日～13日	事前準備・テスト飛行・空撮映像 確認
11月14日	公開実験
11月15日	撤収

(3) 実施体制と各者の役割

本実験の実施体制と各者の役割は以下の通りである。

実施体制	役割
操縦者(1名)	無人航空機の操縦と、空撮用カメラの操作を担当
安全運航管理者(1名)	フライト全体の安全管理を担当
警備員	管制員の指示に基づき、現地対応をおこなう警備員
慣性員	無人航空機からの伝送画像を確認し現地警備員に指示を出す警備員
侵入者	監視対象施設に侵入を試みる不審者

(本ケースの概念図は以下の通り)



<図 3-2: ケース概念図>

(4) 実験概要

市街地エリアの定期巡回を無人航空機で行うことを想定し、実際にこの場所で飛行経路の設定や映像伝送システムの設営といった事前準備、駆けつけから飛行巡回および撤収といった一連の流れまでを行った。

実験場所として市街地エリアと付近の簡易計測室 B を利用した。無人航空機の飛行は市街地エリアで行い、空撮映像を簡易計測室 B に伝送し飛行経路の送信も同室から行った。

なお、空撮映像の確認や異状箇所への駆けつけ、不審者役は ALSOK 福島株式会社に、無人航空機の操縦や運用についてはイームズロボティクス株式会社の協力を得た。

(5) 検証ポイント

- ア) ガイドライン案に沿った運用手順に対する改善点の有無
- イ) 空撮映像からの警備上の要注意箇所(窓開閉状態、人体)の確認可否

3.4.3 実施結果

実証実験の結果から、必要時間の目安、異状を判別できる空撮要件、体制の改善の3つを確認した。

(1) 所要時間

5日間の実験における各工程の作業時間を計測し、その平均を算出した。

今回算出した値は市街地エリア＝70m四方に複数の建物(高さは最大で3階まで)が存在する環境にて、十分な空撮能力や耐風性能を持つ無人航空機を用いた場合の所要時間の目安である。より広大な範囲を飛行する場合は「経路作成」や「飛行」に、不審者が複雑な行動を取る場合は「不審者対応」に更なる時間がかかる可能性がある。

運用体制を設計するためには現地での所要時間を算出する必要があり、警備に十分な品質で各作業を行う場合の一つの基準となる。

十分な準備を行えば、この所要時間内で各作業を行うことが可能であり、逆にこの時間を大幅に超過する場合は非効率的な工程が残っている可能性があると考えられる。無論、各事業者により機器や運用体制を改善し効率化することで、この所要時間を更に短縮することは可能であると考えられる。

ア) 事前準備

今回の実験では、まず凡その市街地エリアの位置を無人航空機のGPS機能を用いて確認し飛行経路を作成、そこからより適切な高度、角度でエリアを撮影できる位置を飛行するよう経路を調整した。この事前準備に、約1日(飛行回数にして5回)を要した。

イ) 当日作業

事前準備の後、飛行現場に車両で移動し機材を展開する段階から、飛行、不審者対応までの実験を繰り返し行った。それぞれの作業にかかる時間を計測したところ、平均で飛行準備に7分、飛行に11分、不審者対応に2分を要した。

無人航空機を用いた警備における各工程の所要時間

番号	分類	作業	所要時間	実験日
1	事前作業	飛行経路作成	約1日 5フライト	11月11日～12日
2	当日作業	飛行準備	7分	11月11日、12日、14日
3		飛行	11分	11月11日、12日、14日
4		不審者対応	2分	11月11日、12日、14日

(2) 空撮状況 解析

無人航空機の空撮映像から異状を判別するには、対象にピントが合っていることやダイナミックレンジの範囲内であることはもちろん、十分な画素数と画像内サイズ、角度で撮影できていることが必要となる。

そこで、実験中に警備員が異状の有無を判別できたタイミングの空撮映像について、警備における代表的な要注意点である窓の開閉状態と侵入者のサイズ、および画像内に占める割合を解析した。なお、実験では GoPro6 を用いて撮影したが、カメラの選定は警備事業者の自由であるため、撮影高度や対象物までの距離は指定しない。

a) 画素数・割合

どちらも高いほうがより高精細に確認できるが、画角の狭いレンズまたはズームを用いると確認できる範囲が狭くなる上、ぶれ防止のためホバリングが必要な時間が増加し巡回により時間がかかってしまう。そのため、今回の実験は広く流通しており入手の容易な GoPro シリーズを使用し、ズーム機能は使用しなかった。

b) 無人航空機の真正面からの角度

対象物の正面から撮影することが理想だが、電線や建物、隣接する物件等の配置の制約により、正面からの撮影が適わない状況も想定される。また、今回はそれらの制約により巡回中の最低飛行高度は 15m、建物までの距離は約 7～15m とし、1 階窓には角度がついてしまい視認しにくいシチュエーションもあった。

そこで、角度のある状態での視認性を指標に加えた。

無人航空機を用いた警備における各工程の所要時間

番号	対象	画素数	画像中の対象物の画素割合	角度
1	窓	150×100	8.2% 9.4%	下方 40 度以内 左右 15 度以内
2	人	49×80	2.5% 7.4%	下方 48 度以内 左右 22 度以内

(3) 運用体制

実験の計画段階では、無人航空機との通信機能を持ち常時状態を確認する PC (以下、グラウンドコントロールステーション) を離陸場所に設置し、飛行させる現地にてオペレーターが飛行経路入力と状態のモニタリングを行うことを予定していた。

用意した機材の通信機能を現地にて確認したところ、空撮映像の伝送先である簡易計測室 B でも損失無く通信できることが分かった。そこで飛行に派遣する人員を削減する為、PC とオペレーターは同室に配置した。

結果として、上記時間にて準備可能であることがわかったため、警備本部からのモニタリングによる運用体制をガイドラインにも記載する。なお、この体制での運用には、警備本部から無人航空機への安定した通信の用意が必要であることも併記する。

(4)風速

飛行の計画段階では、現地の状況を事前に調査し十分な耐環境性能を持つシステムを選定する必要がある。雨天の場合は飛行中止もやむを得ず顧客の理解も得やすいが、風速は過去データからの予測も可能である。

そこで、気象庁が公開する平均風速を調査したところ、11月の月間平均風速は最大6.2mであった。これに対し、20m/sの耐風速性を持つイームズロボティクス株式会社のUAV-E6106を用意した。結果、当日、過去の平均風速を上回る12m/sの強風が吹く中、安定して飛行し、ぶれのない映像を空撮することができた。

3.4.4 ガイドラインへの反映

今回の実験で得られた結果を踏まえ、飛行前の体制導出について、ガイドライン(RTF-GL-0002)の「2 施設警備業務における無人航空機の活用方法」内の「3 運用体制 導出」として記載する。

警備に必要な体制は事業者がそれぞれの責任で用意することを基本であるが、選定の目安として実証実験にて得られた定量的なデータを提供する。

4 事業③最終報告

4.1 本事業の概要

4.1.1 背景

東京オリンピック・パラリンピック等の各国から大規模な参加者が見込まれる国際イベント等の催し物では様々な分野で無人航空機の利活用が進んでおり、特に空撮・警備・AED 搬送・エンターテインメントの4分野で活躍が期待されている。一方で、参加人数が多く無人航空機運用の危険度が高いにもかかわらず、国際イベント等の催し物における無人航空機の安全な運用指針は存在しない。本事業では特に国際イベント等の催し物における無人航空機運用の中でも需要が高いと思われる空撮分野とAED 搬送分野に絞り検討を行った。それぞれの需要については以下の通りである。

(1) 空撮

従来国際イベント等の催し物で撮影を行う際は地上からの撮影が一般的であったが、地上からでは様々な角度から撮影が行えないという課題があった。スタジアム等屋内で行われるイベントに関しては、ワイヤークムを利用したり、短い距離であれば地上にレールを敷いてカメラを走らせたりすることで様々な角度からの撮影を実現させていた。一方で、屋外で広範囲にわたって行われる競技(例えばサーフィン等)については、ワイヤークムやレールを利用した撮影を行うことが難しく、遠距離から定点で撮影するに留まっていた。これらの課題に対し、無人航空機は屋外かつ広範囲で行われる競技についても様々な角度から映像を撮影することが可能であるため、既存の撮影手段の代替として期待されている。

(2) AED 搬送

国際イベント等の催し物の中でもスポーツイベントにおいては他選手との衝突等の事故により心肺停止が発生するケースがあり、AED を設置するスポーツ施設が増加している。また、一般社団法人日本循環器学会と一般財団法人日本 AED 財団は心肺停止の発生から AED の施術までの時間について、3 分以内に完了させることを提言している。一方で、実際のスポーツ施設では AED 設置場所までの距離等の問題から3分以内に施術を行うことが難しいケースが散見される。これらの課題に対し、無人航空機を活用することによって、より迅速かつ長距離の AED 搬送実現が期待されている。

4.1.2 目的

本事業の目的は国際イベント等の催し物で無人航空機を活用する空撮・AED 搬送に関する検討を実施し、運用ガイドライン・チェックリストを作成するとともに RTF を活用した飛行事業者認定のための教育カリキュラムを作成することである。また、教育カリキュラムに基づく実証を行い関係者に公開するとともに、RTF と業界団体の連名で公表することも併せて行うことも目的とする。

4.1.3 成果

本事業の最終納品物である運用ガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムについて、その概要を以下に記載する。

(1) 運用ガイドラインについて

内容については「国際イベント等の催し物における空撮・救急医療分野での無人航空機の安全な運用方法に関するガイドライン」(RTF-GL-0003)参照。

本運用ガイドラインの内容は大きく分けて以下の3項目に分類される。

- (ア) 国際イベント等の催し物における全ユースケース共通の無人航空機の活用方法
- (イ) 国際イベント等の催し物での空撮における無人航空機の活用方法
- (ウ) 国際イベント等の催し物での AED 搬送における無人航空機の活用方法

各項目に対し、準備段階から飛行前、飛行中、飛行後で留意すべき事項を整理した。本ガイドラインのポイントはイベント運営事業者と事前に調整すべき事項等、国際イベント等の催し物での無人航空機運用を行う際に留意すべき事項を体系的にまとめている点である。本ガイドラインには別添資料として、無人航空機による空撮と AED 搬送が有効と想定される競技一覧を添付した(別添「空撮・AED 搬送が有効と想定される競技一覧」参照。)

(2) チェックリストについて

内容については「国際イベント等の催し物における空撮・救急医療分野での無人航空機の安全な運用方法に関するチェックリスト」(RTF-CL-0003)参照。

ガイドラインをチェックリストの形でめれなく実行しているかをチェックするものである。

(3) 教育カリキュラムについて

内容については「国際イベント等の催し物における空撮・AED 搬送事業者教育カリキュラム」(RTF-EC-0003)参照。

教育カリキュラムは、空撮と AED 搬送を安全に実施するために習得すべきスキルと知識の項目を体系的にまとめたものである。本教育カリキュラムのポイントはガイドラインに記載したポイントのうち、特に重点的に説明が必要な項目を抽出したことに加え、実技面における技量向上のための訓練方法について記載した点である。

4.1.4 実施手順

本事業は以下の手順で検討を実施した。

順序	手順
1	国際イベント等の催し物における空撮・AED 搬送に関する無人航空機の運用ガイドラインおよびチェックリスト項目の検討
2	各分野に精通している事業者に対する運用方法のヒアリング
3	RTF に存在する施設の活用手段検討及び教育カリキュラムの検討
4	上記の検討内容を検証する目的で実際に RTF にて実証実験を行い、関係者に公開
5	実証の結果をもとに運用ガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムを修正

4.2 空撮・AED 搬送関連事業者へのヒアリング

4.2.1 ヒアリングの目的

本事業で作成するガイドラインの利用者は空撮・AED 搬送関連事業者を対象としているが、実際に利用する立場から現場の運用に即したフィードバックを得るため、当該事業者にヒアリングを行った。ヒアリングの実施内容を以下に記載する。

4.2.2 空撮関連事業者へのヒアリング

ヒアリング内容の詳細は以下の通りである。

ヒアリング先	株式会社アマナビ
実施日時	2019年10月31日(木) 9:30～11:30
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> 空撮の目的に応じて、無人航空機を操縦する者とカメラを操作する者を同一とするか別とするかを柔軟に変更する必要がある。 過去にワールドカップで空撮無人航空機が墜落した事故があり、選手の直上を飛行させる事例はほとんどなくなってきている。 飛行中は運航を行うチーム全体で同時通話を行える環境を構築すべきである。 ガイドラインをより具体的なものにするため、ユースケースを明確にすべきである。 カメラの性能等は空撮の目的によって大幅に異なるため、方向性としては安全対策にフォーカスすべきである。

ヒアリング先	西山 太亮 氏(空撮パイロット/テレビ番組の空撮実績多数)
実施日時	2020年2月10日(月) 13:00～13:30
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> 空撮の現場では当日ディレクターから突然指示が出ることが多く、事前のロケハンが最も重要である。 ディレクターから希望される画角に対して安全上実施可能かどうかという点を判断する能力が必要とされる。 良い画をとることに集中すると安全がおざなりになるケースがあるので、安全意識を持つことと危機対応能力を高めることに加え、これらを現場全員で共有し、円滑にコミュニケーションをとることが重要である。

4.2.3 AED 搬送関連事業者へのヒアリング

ヒアリング内容の詳細は以下の通りである。

ヒアリング先	日本光電株式会社
実施日時	2019年11月8日(金) 17:00～18:00
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最終的に使用する必要がないと判断された場合であっても、時間の経過が命取りになるため、要請があればすぐに無人航空機を発進させる運用体制を構築すべきである。 ・ 傷病者発見から3分以内に施術ができる体制を構築すべきであるため、本部等を介さずに運航者に直接要請できる体制が必要である。 ・ より具体的なガイドラインを作成するため、ユースケースを決めたほうが良い。 ex)お台場海浜公園でトライアスロンの競技を行っているシーン等 ・ 要救助者の発見者が適切な行動をとれるように、通報の方式を予め決めておく等の事前の対策が必要である。 ・ 競技場の観客席には AED を持った職員がいたり、マラソン会場では自転車で AED を持ったスタッフが並走していたりするため、無人航空機の AED 搬送は限定された場面での活用となる。

ヒアリング先	一般社団法人 ATHLETE SAVE JAPAN
実施日時	2月13日(木) 17:00~18:00
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ AED を要請する手段は伝達速度と容易さを考慮するとアプリが望ましい。 ・ 水上や沿岸近くに存在する競技場所は風速が強いことが多いが、人命がかかっているため強風でも運用できる体制が重要である。 ・ スタジアム等屋内で行われる競技は搬送距離が短いため無人航空機による AED 搬送を行うメリットが少ない。 ・ ゴルフやマラソンは競技中に心停止する競技者が非常に多く、かつコースが長距離であるため無人航空機による搬送が期待できる。

ヒアリング先	公益財団法人 日本 AED 財団
実施日時	2月18日(火) 10:00~12:00
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用体制について、AED は除細動の準備等に時間がかかるため、要救助者発見から機体の受け渡しまでの時間は長くても 2 分が限度である。 ・ AED の管理方法について詳細な記述があると良い。 ・ 要救助者の位置を特定するアプリが複数存在するため、それらを有効活用できると良い。

4.2.4 ガイドラインへの反映

(1) 空撮

本ヒアリングでは安全な無人航空機の運用に関する内容が多く、そのための情報連携方法や会場視察方法の項目をガイドライン(RTF-GL-0003)に反映させた。

(2) AED 搬送

本ヒアリングでは 3 分以内に AED 搬送を完了するための留意点や、ガイドライン作成にあたりより具体的なユースケースを設定することの重要性について伺うことができ、それらの項目をガイドライン(RTF-GL-0003)に反映させた。

4.3 実証実験結果報告

4.3.1 実験の目的

空撮・AED 搬送分野のガイドライン・チェックリスト・教育カリキュラムを検討するにあたり、実効性を検討するため実証実験を行った。実験の概要は以下の通りである。

項目	詳細
日時	2019年11月13日(水) 11:00~13:00
実施場所	RTF 研究棟及び無人航空機エリア
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・空撮に関する実証実験 ・AED 搬送に関する実証実験

4.3.2 空撮に関する実証実験について

(1) 実施計画

a) 実験の前提

本実験の前提は以下の通りである。

項目	詳細
実施場所	RTF 無人航空機エリア 滑走路
1フライトあたりの飛行距離	約 500m
飛行高度	約 20m
飛行速度	ケース 1: 15km/h, ケース 2: 30km/h
撮影対象物	自動車
使用機体	Phantom 4 Pro (DJI JAPAN 株式会社)
操縦者の無人航空機総操縦時間	1,300 時間
操縦者の本実験使用機体の操縦時間	300 時間
操縦者の所有資格	JUIDA 無人航空機操縦技能士・ JUIDA 無人航空機安全運航管理者・JUIDA 認定講師
操縦方法	手動/FPV 操縦
飛行方法	目視内および目視外飛行

b) 実験の概要

空撮の実験では、空撮が実施されうる 2 つのケースを対象とし、それぞれの実験を行った。各ケースの概要は以下の通りである。

ア) ケース 1

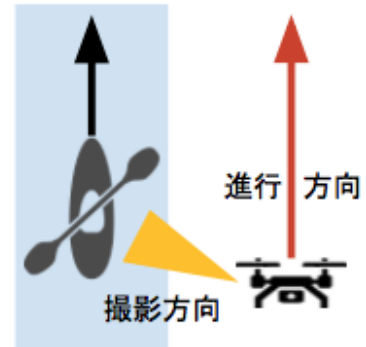
東京オリンピックで行われる予定の競技の一つであるカーのスプリント競技(直線のコースをいかに早く航行できるかという競技)を想定する。当該競技では、無人航空機をカーに並走させ空撮を実施するケースにて検証を行う。滑走路 500m のうち前半の 250m は目視内飛行を行い、後半の 250m は補助者を 250m 地点と 500m 地点に 1 名ずつ配置し目視外飛行を行った。また、本実験では撮影対象物をカー競技者ではなく自動車で代替した。

本ケースでは 2 回飛行を行い、それぞれ無人航空機を違う速度で飛行させた。1 回目はポジションモードで 15km/h で飛行させ、2 回目はスポーツモードで 30km/h で飛行させた(自動車の速度もそれに準ずる。)。一般的に通常の飛行時ではポジションモードを利用するが、スポーツモードでは無人航空機の安定性が少し低下する代わりに無人航空機の最高時速を高めることができ、動きの早い撮影対象物を空撮するのに適している。

(本ケースの概念図は以下の通り)

Case1: カヌースプリントの並走空撮

- オリンピック競技のカヌースプリントを想定し、斜め後ろから並走しながら空撮を実施
- 進行方向に進みながら、斜め前に存在する対象物の空撮を同時に一人で実施



<図 4-1: ケース 1 概念図>

イ) ケース 2

東京オリンピックで行われる競技の一つであるサーフィン(サーフィンの技術を競う競技)を想定する。当該競技では、操縦者から遠距離で目視外の位置に存在するサーフィン競技者を手動操縦で空撮するケースにて検証を行う。操縦者から 500m 離れた場所に停車している自動車に到達したのち、撮影対象物の周りを一周するノーズインサークルという技法を使いながら空撮を実施した。また、本実験では撮影対象物をサーフィン競技者ではなく自動車で代替した。

滑走路 500m のうち前半の 250m は目視内飛行を行い、後半の 250m は補助者を 250m 地点と 500m 地点に 1 名ずつ配置し目視外飛行を行った。

(本ケースの概念図は以下の通り)

Case2: サーフィンの遠距離空撮

- オリンピック競技のサーフィンを想定し、遠距離に存在する対象物まで高速で移動し、空撮を実施
- 対象物に到着したら、対象物を撮影しながら一周ぐるっと周るノーズインサークルという技法を使いながら空撮を実施



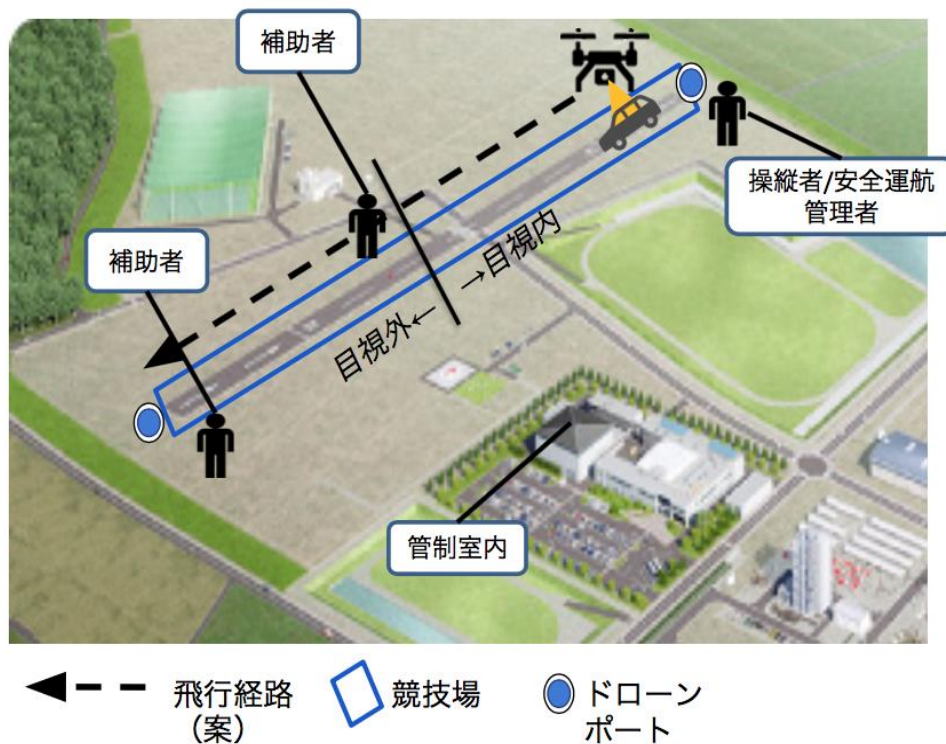
<図 4-2: ケース 2 概念図>

c) 運航体制と各者の役割

本実験の運航体制と各者の役割は以下の通りである。

運航体制	役割
操縦者(1名)	無人航空機の操縦と、空撮用カメラの操作を担当
安全運航管理者(1名)	フライト全体の安全管理を担当
補助者(2名)	目視外飛行を行う際の操縦の補助を担当(250m地点と500m地点に配置)

(運航体制の概念図は以下の通り)



<図 4-3: 運航体制概念図>

d) 検証のポイント

各ケースで検証したポイントは以下の通りである。

ア) ケース 1

様々な速度で移動する撮影対象物を並走しながら撮影を行う際に、撮影対象物のスピードに応じて操縦方法を変えながら、安定した画角で安全に撮影できるか検証した。また、併せて本ケースにおいて留意すべきポイントを考察した。

イ) ケース 2

目視外の距離に停止している撮影対象物を FPV かつノーズインサークルで撮影する際に、安定した画角で安全に撮影を行えるか、また、併せて本ケースにおいて留意すべきポイントを考察した。

(2) 実験結果

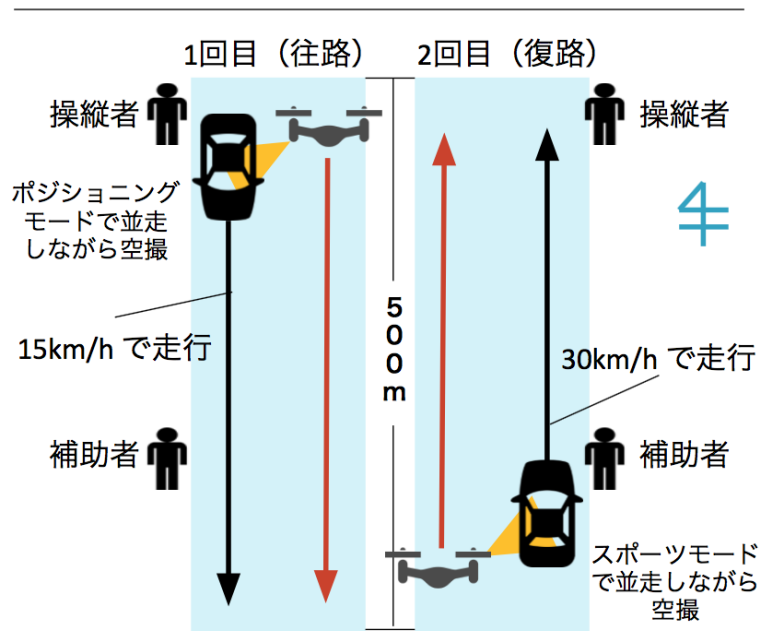
a) ケース 1・2 の結果

各ケースの実験の結果は以下の通りである。

ア) ケース 1

- 15km/hと30km/hで走行する自動車に並走させながら空撮を行うのは難易度が高く、安定した画角で撮影することができなかったが、撮影対象物が画角に収まらないことはなかった。
- 1回目の飛行時、FPVで操縦を行う操縦者は飛行を終わらせる位置がわからず、予定より飛行距離が長くなった。
- 1回目飛行終了時、予定していた飛行経路より進行方向から見て左に5mほど機体の位置がずれていた(当日の風速は5m/sであった。)

Case1



<図 4-4: ケース 1 の実施内容>



<図 4-5: 無人航空機で自動車の空撮を行う様子>

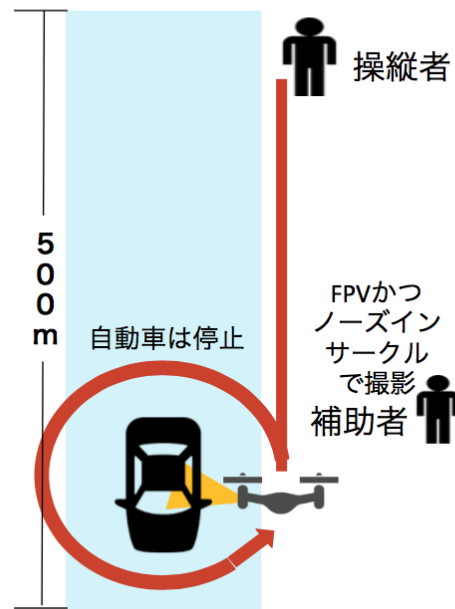


<図 4-6: 並走している無人航空機により撮影された自動車>

イ) ケース 2

- 停止した自動車であれば、安定した画角でノーズインサークルによる空撮を行うことができた。
- 操縦者は FPV 操縦のため自動車と無人航空機間の距離や無人航空機の現在の高度、飛行経路の周りの安全等の状況が確認できなかった。

Case2



<図 4-7: ケース 2 の実施内容>



<図 4-8: ノーズインサークルしている無人航空機により撮影された自動車>

b) 実験から得られた示唆

各ケースの実験から得られた示唆は以下の通りである。

ア) ケース 1

- ・安定した画角で撮影を行うのは熟練した操縦者でも難易度が高いため、空撮に特化した訓練を十分に行う必要がある。
- ・補助者は操縦者に対して、予定していた飛行経路と実際の飛行経路のずれや、飛行終了位置等の情報を定期的に伝達する必要がある。

イ) ケース 2

- ・停止した自動車であれば安定した画角で撮影することができたが、スポーツの撮影においては撮影対象物の移動が前提であるため、撮影対象物を移動させながら撮影する場合の訓練を十分に行う必要がある。
- ・補助者は操縦者に対して、撮影対象物と無人航空機の距離感や飛行経路周辺の安全状況等を定期的に伝達する必要がある。

4.3.3 ガイドラインへの反映

本実験の結果により、無人航空機を安全に運用するために必要な操縦者の技能やコミュニケーションの内容について具体的に検証することができた。これらの内容をガイドライン(RTF-GL-0003)に反映させた。

4.3.4 AED 搬送実験について

(1) 実施計画

a) 実験の前提

本実験の前提は以下の通りである。

項目	詳細
実施場所	RTF 研究棟管制室横屋上～無人航空機エリア 滑走路附属格納庫前
1フライトあたりの飛行距離	約 500m
飛行高度	約 30m
飛行時速	平均 60km/h
使用機体	ヘキサ X(Team Ardu Pilot Japan) ウィンチ装着
使用 AED	自動体外式除細動器 AED-3100 シリーズ カルジオライフ AED-3151 (重量:2.4kg)
操縦者の無人航空機総操縦時間	1,380 時間
操縦者の本実験使用機体の操縦時間	4 時間
操縦者の所有資格	なし
操縦方法	手動および自動操縦
飛行方法	目視内および目視外飛行

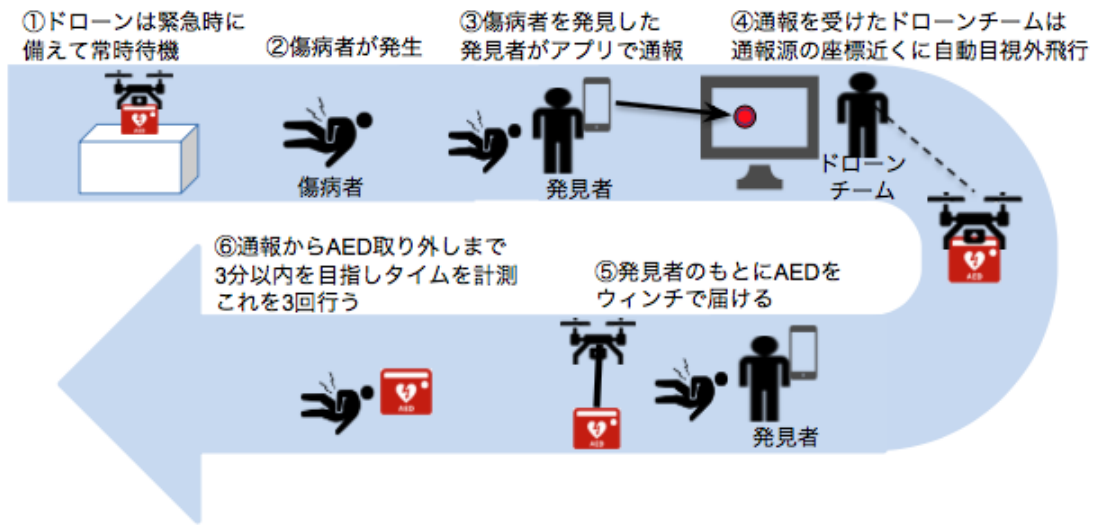
b) 実験の概要

AED 搬送の実験では、東京オリンピックで行われるトライアスロン(ランとバイクとスイムのタイムを競う競技)のうちラン競技とバイク競技を行う競技者が心肺停止で倒れた場面を想定して行われた。具体的な手順は以下の通りである。

順序	手順
1	競技中に倒れた競技者を発見し、スマートフォンのアプリを使用して AED の搬送を要請する。
2	無人航空機運用者はアプリが使用された座標を特定し、当該座標に AED が搭載された無人航空機を自動で飛行させる。(当日は風が強かったため安全に配慮し、離陸は手動で行い、飛行は自動で行った。)
3	無人航空機が到着したら、ウィンチ(AED の吊り降ろし装置)で AED を自動で降ろし、AED を地面に置く。
4	発見者は AED が地面に置かれたことを確認の上、安全に注意しつつ AED を回収し、要救助者に施術する。

(本ケースの概念図は以下の通り)

実験2：救急医療搬送

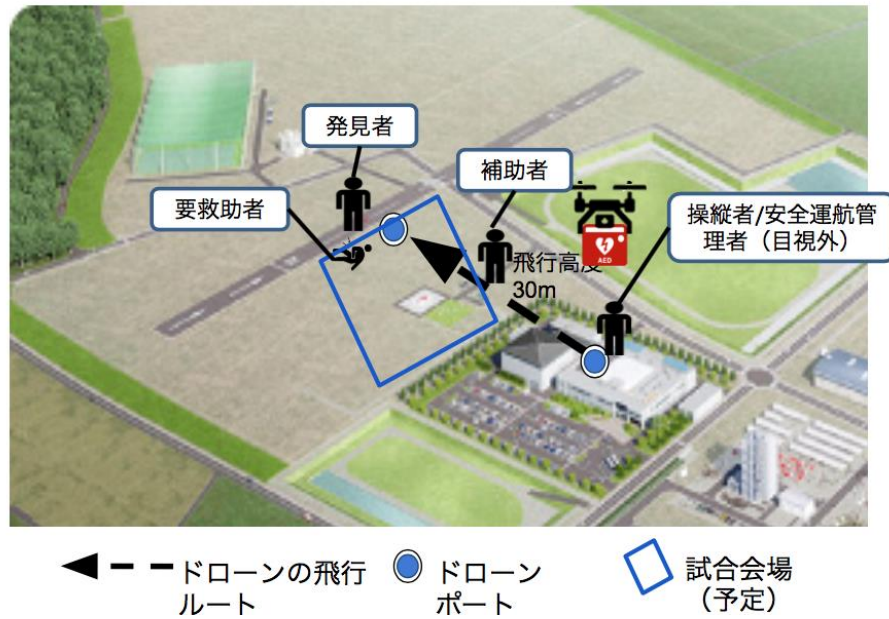


<図 4-9: ケース概念図>

c) 運航体制と各者の役割

運航体制	役割
操縦者(1名)	無人航空機の操縦と、ウィンチの操作を担当
安全運航管理者(1名)	フライト全体の安全管理を担当
補助者(1名)	目視外飛行を行う際の操縦の補助を担当(300m 地点に配置)
発見者(1名)	要救助者を発見し、運航者に対して AED 搬送の要請を担当
要救助者(1名)	心肺停止で倒れる役割を担当

(本実験の運航体制は以下の通り)



<図 4-10: 本ケースの運航体制>

d) 検証のポイント

本実験では、要救助者が心肺停止してから3分以内に、AEDを500m搬送し、施術を行えるかどうか検証した。また、併せて本ケースにおいて留意すべきポイントを考察した。

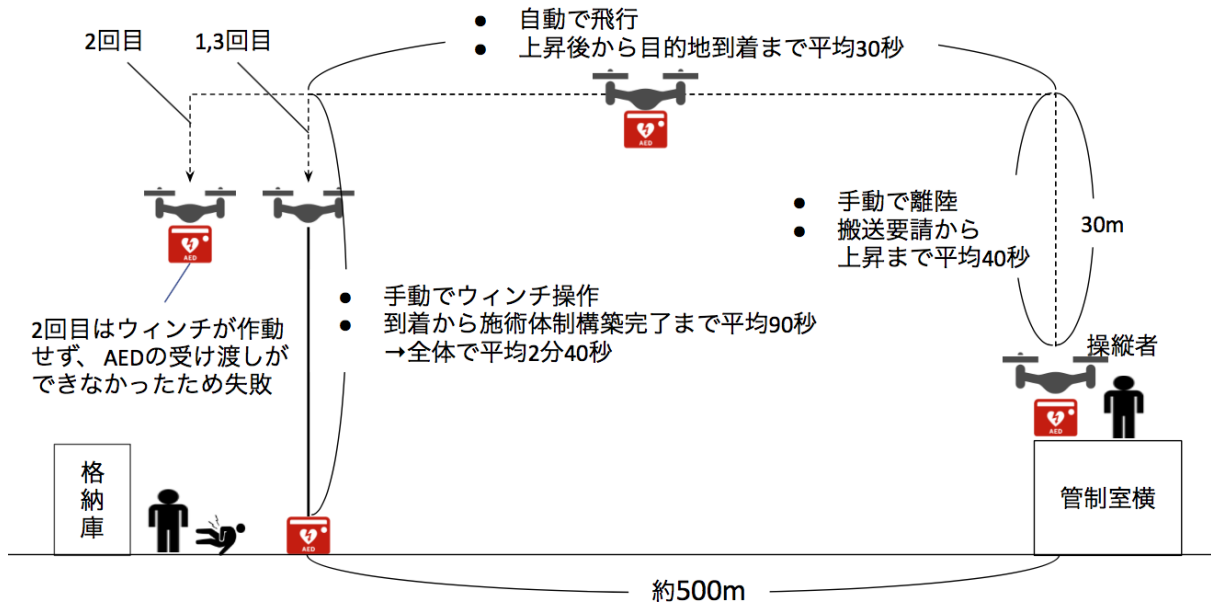
(2) 実験結果

a) 搬送にかかったタイム

実験は1回目と3回目は目標であった3分を下回り成功したが、2回目はウィンチが稼動しなかったため失敗した。詳細な結果は以下の通りである。

	1回目	2回目	3回目
成功/失敗	成功	失敗	成功
合計タイム	2分36秒	---	2分44秒
搬送要請～離陸	18秒	20秒	20秒
離陸～上空到達	25秒	23秒	24秒
上空到達～目的地到着	28秒	29秒	27秒
目的地到着～AED受け渡し	85秒	ウィンチが稼動せず失敗(※)	93秒

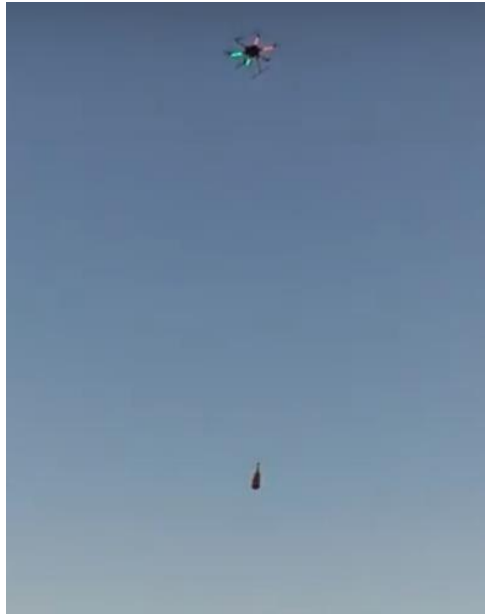
※当日の気温が8°C(地上実測値)と低温であったため、ウィンチのモーターが作動しなかったことによるもの。



<図 4-11:本ケースの実施内容>



<図 4-12:AED を無人航空機で搬送する様子>



<図 4-13:ウインチで降ろされている AED>

b) 実験から得られた示唆

実験から得られた示唆は以下の通りである。

- 低気温等の外部要因でウインチが降りない可能性があることも踏まえ、事前に緊急着陸を行える場所を確保する必要がある。
- 強風で自動操縦による離陸が困難な場合に備え、離陸を手動に切り替えられるよう準備を行う。
- AED 搬送要請から受け渡し完了までの 2 分 40 秒のうち離陸とウインチの昇降に 1 分 50 秒かかったが、安全に影響がない範囲で限界まで高度を下げることによってこの時間はさらに短縮でき、さらに遠い距離の飛行も可能となる。

4.3.5 ガイドラインへの反映

本実験の結果により、無人航空機が 3 分以内に AED を搬送することができる距離や確実に搬送を遂行するために留意すべき点を検証することができた。これらの内容をガイドライン(RTF-GL-0003)に反映させた。

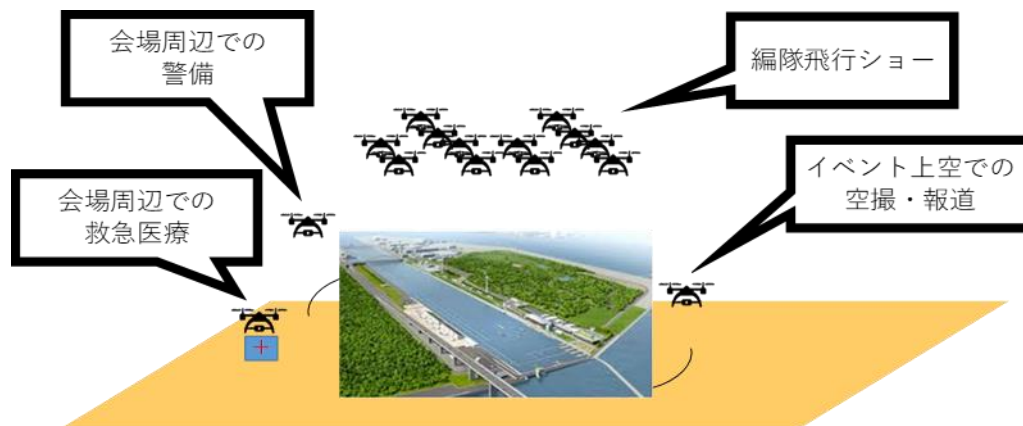
5 事業④最終報告

5.1 概要

5.1.1 背景

(1) 無人航空機を取り巻く環境

昨今のイベントにおいて下記の図に示すように無人航空機利活用が進んでいる。また無人航空機利活用の期待に応えて様々の実証実験が各地で行なわれ、無人航空機を取り巻く環境が変化している。



<図 5-1: イベントにおける無人航空機活用例>

一方、重要施設への落下事件により、2016年(平成28年)4月に重要な施設などの上空での無人航空機の飛行禁止法が平成28年法律第9号として施行され、さらに無人航空機の飛行禁止の対象範囲の拡大によりラグビーワールドカップ2019、2020年東京五輪・パラリンピックのテロ対策として、2019年(令和元年)6月に上記の会場関係施設等上空での無人航空機飛行を禁じる法律等を一部改正した令和元年法律第10号が施行された。大会組織委員会が許可を出した無人航空機以外の飛行を制限し、違反した場合は罰則を科す内容となっている。

(2) 課題

このような環境下でイベント運営事業者がイベント会場で飛行事業者へ飛行許可を与えるが、イベント当日に飛来する無人航空機が飛行許可を与えた無人航空機か否かの識別が困難であり、イベント会場のパブリックセーフティの確保が喫緊の課題である。

5.1.2 目的

FAA(Federal Aviation Administration:アメリカ連邦航空局)では無人航空機認証においてUTMとリモートIDを用いることの必要性が議論されていることから、本作成するガイドラインは前述の課題を解決することを目的とし、今の技術・枠組みでできるRTFなどで実運用されている運航管理システムと簡易的なリモートIDを活用して飛行許可を得ていない不審無人航空機の識別を可能とするしくみをまとめる。まとめるに当たり、RTFにてUTMと無人航空機識別に必要となる機体ID、位置情報の発信に限定した簡易的なリモートIDを活用して飛行許可を得ていない不審無人航空機の識別の実証実験を行

ない、飛行無人航空機の識別のしくみの有効性の確認を行う。実証結果をガイドラインに反映し、策定する。

5.1.3 成果

(1) RTF における実証実験

5.1.1(2)で述べた課題に対して以下の成果を得た。

- (ア) 飛来する無人航空機が簡易リモート ID と UTM を活用することで、イベント会場で飛行許可をうけている無人航空機か否かの識別の有効性が確認できた
- (イ) 未許可無人航空機がイベント会場に侵入した際、警備本部が飛行事業者に飛行禁止エリア外への移動要請するに当たり、UTM に登録した ID 保有者情報の活用の有効性が確認できた

(2) ガイドライン

(1)の実証実験で得られた結果を踏まえ、ガイドライン策定に向けてパブリックセーフティに関係する官公庁の方々を交えた検討会を2回開催した。第1回目の検討委員会ではガイドラインの適用範囲、イベント関係者の役割分担、ガイドラインの方向性を議論し、第1回の検討委員会でご示唆いただいた内容を元にガイドライン素案を作成し、第2回検討委員会において作成した素案についてレビューを行った。レビュー結果をガイドラインに盛り込み、「国際イベント等の催し物におけるパブリックセーフティの確保のための無人航空機の安全な運用方法に関するガイドライン」(RTF-GL-0004)にまとめた。

本ガイドラインではイベント開催前、イベント開催中(無人航空機飛行当日)、イベント開催後の期間に分け、さらに国際イベント会場の利用を・許可された許可無人航空機運用と、・許可されていない不審無人航空機対策に分類し、各期間で実施する事項を無人航空機飛行に関係する関係者毎にまとめた。

(3) チェックリスト

(2)のガイドラインからチェックリストの形でもれなく実行しているかをチェックするものを作成した。内容については「国際イベント等の催し物におけるパブリックセーフティの確保のための無人航空機の安全な運用方法に関するチェックリスト」(RTF-CL-0004)を参照。ガイドライン同様にチェックリストにおいてもイベント開催前、イベント開催中(無人航空機飛行当日)、イベント開催後の期間に分け、さらに国際イベント会場の利用を・許可された許可無人航空機運用と、・許可されていない不審無人航空機対策に分類し、各期間で実施、確認する事項を無人航空機飛行に関係する関係者毎にまとめた。

5.2 用語の定義

本章では使用する用語と、その定義について記す。

用語	定義
イベント会場	イベント運営事業者がイベントを行う場所とイベント運営事業者がイベントを運営するに当たって使用権限、管理権限を有している場所(=管掌範囲)も含めた場所を示す。警備事業者が警備行為を行える範囲。
イベント会場施設管理者	イベント会場の施設管理を行う団体/事業者。イベント運営事業者からのイベント会場での無人航空機飛行申請の同意の可否を行う。
飛行事業者	航空法における「無人航空機(ドローン・ラジコン機等)」を対象とし、イベント会場での無人航空機飛行を行う事業者。
操縦者(オペレータ)	無人航空機を操縦する者、事業者が兼ねる場合もある。
イベント運営事業者	イベントを主催し、とりまとめ、運営を行う組織、一連の無人航空機飛行に係る流れでイベントに関わる関係者との間で円滑に業務が進むように調整を行う。
警備事業者	イベント会場での警備を行う。飛行中の無人航空機位置等を監視し、無人航空機の識別、監視し、不審無人航空機発見時には警察への通報を行う。
警備本部	飛行中の無人航空機位置等を監視し、無人航空機の識別、監視し、会場を警備している警備員に対して警備指示を行う。
警備員	飛来する無人航空機を監視、警備本部への報告、警備本部からの指示に従った警備を行う。
簡易リモート ID	無人航空機に搭載し、無人航空機の識別(機体 ID)、位置情報を発信するモジュール。現在、2022 年から 23 年にむけて ISO でリモート ID の標準化に向けての作業中である。本ガイドラインでは無人航空機識別に必要となる機体 ID、位置情報の発信に限定していることからリモート ID とは区別し簡易的なリモート ID として簡易リモート ID としている。
簡易リモート ID 受信機	簡易リモート ID からの上記の無人航空機識別情報を受信し、UTM との間で接続を行う機器。
運航管理システム(UTM)	無人航空機を安心、安全に飛行するために無人航空機の動態管理、無人航空機飛行に必要となる各種情報を提供するシステム。(以下運航管理システムを UTM と略す)

RTF	RTF はイベント会場での無人航空機飛行に当たっての検証、リハーサル環境の提供。無人航空機飛行に先立ちイベント運営事業者とともに飛行事業者からの飛行申請内容の確認、警備事業者からの警備計画の確認を行う。このガイドラインで記載している UTM を有している。
警察	イベント及びイベント会場周辺を管轄する警察組織、イベント運営事業者からの飛行計画書、警備計画書の内容を確認、指導を行う。警備事業者からの不審無人航空機発見通報に対して対処する。
JUTM	無人航空機及びロボットにおいて無人移動体画像伝送システム(169MHz 帯、2.4GHz 帯、5.7GHz 帯)の無線局を運用する際に、免許人間で運用調整を行う団体。

5.3 実証実験

5.3.1 実施目的

国際イベント等の重要施設の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律が施行された環境下でイベント運営事業者がイベント会場で飛行事業者へ飛行許可を与えるが、イベント当日に飛来する無人航空機が飛行許可を与えた無人航空機か否かの識別が困難であり、イベント会場のパブリックセーフティの確保が喫緊の課題としてある。

本作成するガイドラインは前述の課題を解決することを目的とし、今の技術・枠組みでできる RTF など で実運用されている運航管理システムと簡易的なリモート ID を活用して飛行許可を得ていない不審無人航空機の識別を可能とするしくみをまとめるに当たり、RTF にて UTM と無人航空機識別に必要となる機体 ID、位置情報の発信に限定した簡易的なリモート ID を活用して飛行許可を得ていない不審無人航空機の識別の実証実験を行ない、飛行無人航空機の識別のしくみの有効性の確認を行う。実証結果をガイドラインに反映する。

5.3.2 実施計画

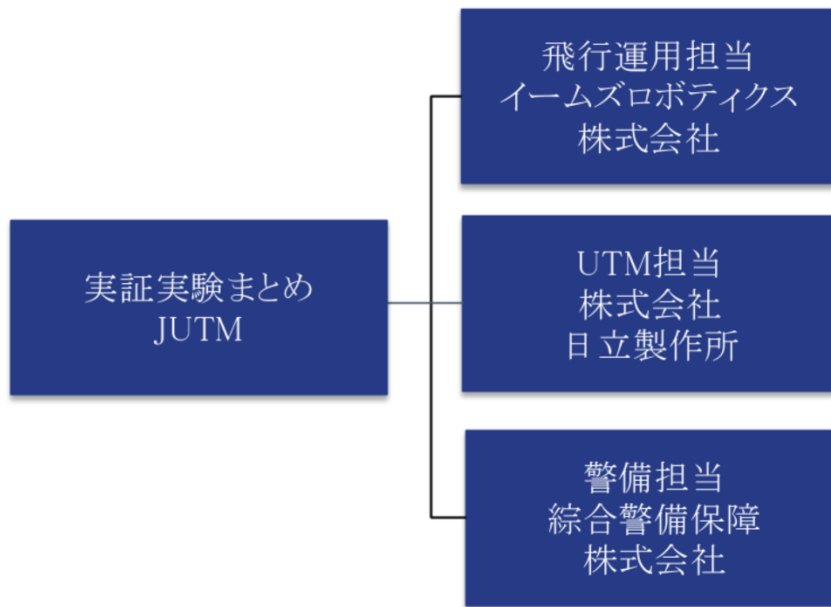
(1)実証期間

下記の期間で実証を行った。

実施期間： 11月4日(月)～11月6日(水):事前検証
 11月11日(月)～11月14日(金):機器搬入/設置、リハーサル、
 11月14日(木)13:00～16:00:実証実験
 11月15日(金):撤収

(2)実施体制

本実証実験の実施の際の体制を図 5-5 に示すように無人航空機飛行運用はイームズロボティクス株式会社、UTM 運用は株式会社日立製作所、会場警備は総合警備保障株式会社が担当した。



<図 5-5: 実証実験の体制>

5.3.3 実証内容

実施概要

飛来する無人航空機が簡易リモートIDとUTMを活用することで、イベント会場で飛行許可をうけている無人航空機かの識別を行なう。なお、実証実験の結果はパブリックセーフティ確保という本事業の性質を考慮し、非公開とする。

5.4 ガイドライン策定

今回の実験で得られた結果を踏まえ、ガイドライン策定に向けてパブリックセーフティに関係する官公庁の方々と交えた検討会を2回開催した。

第1回検討委員会(令和元年12月25日)ではガイドラインの適用範囲、イベント関係者の役割分担、ガイドラインの方向性について議論。

準備からイベント当日、終了後まで各フェーズでのイベント関係者の作業要件についてご示唆、コメントを頂いた。

第1回の検討委員会でご示唆いただいた内容を元にガイドライン素案を作成し、第2回検討委員会(令和2年2月4日)において作成した素案についてレビューを行った。レビュー結果をガイドラインに盛り込み、「国際イベント等の催し物におけるパブリックセーフティの確保のための無人航空機の安全な運用方法に関するガイドライン」(RTF-GL-0004)にまとめた。なお、パブリックセーフティ確保という本事業の性質を考慮し、ガイドラインの内容は一部非公開とする。

5.5 チェックリスト

5.4 でまとめたガイドラインがチェックリストの形でもれなく実行しているかをイベント開催前、イベント開催中（無人航空機飛行当日）、イベント開催後の期間に分け、さらに国際イベント会場の利用を・許可された許可無人航空機運用と、・許可されていない不審無人航空機対策に分類し、各期間で実施する事項を無人航空機飛行に関係する関係者毎に作成した。なお、パブリックセーフティ確保という本事業の性質を考慮し、チェックリスト(RTF-CL-0004)は非公開とする。

6 事業⑤最終報告

6.1 目的と背景

6.1.1 背景

無人航空機の利用分野の拡大に伴い、JUAVは安全性確保についての社会的要請に応えるため業界として我が国の無人航空機の統一的な安全基準づくりとそれに沿った機種認定とを行ってきた。また、JUAVはRTFの利活用を促進することを目的として、2018年には福島県と協定を締結している。

6.1.2 目的

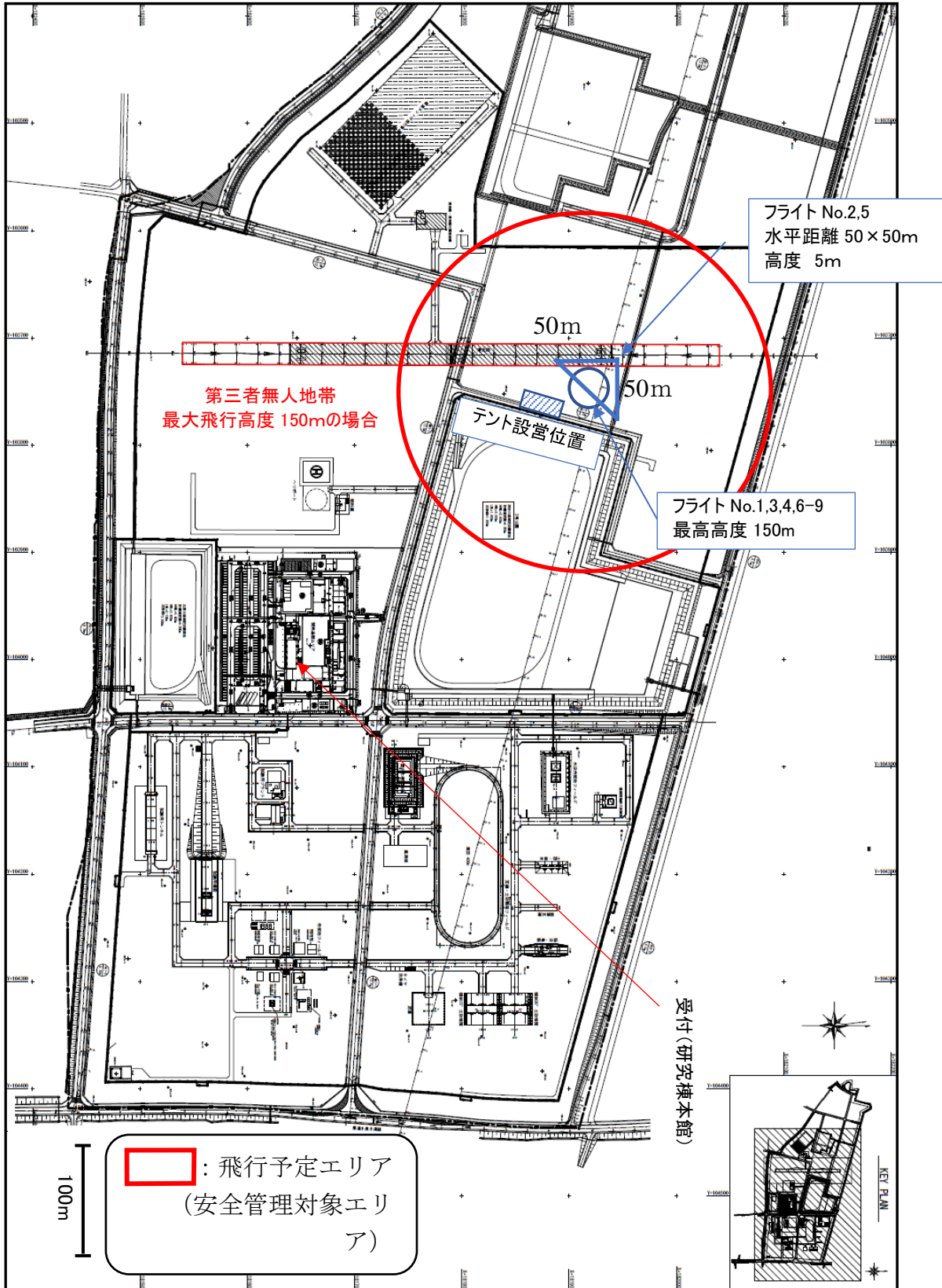
今般、機種認定を行うにあたり、RTFの施設・設備を用いて、「⑤その他事業 (RTFにおけるJUAV機体認定)」としての無人航空機の安全性に係る認定試験のあり方について検討する。

具体的には、JUAVの会員企業の機体についてJUAV安全基準に対する機体認定作業のうち、飛行審査をRTFにて実施し、RTFにおける認定審査のための飛行試験についての有益性、課題等を示す。尚、機体認定作業においては実飛行による審査に先立ち、別途書類審査を実施している。

6.2 飛行審査概要

6.2.1 実施内容

項目	詳細
飛行目的	JUAVの小型回転翼無人航空機用安全基準「産業用無人航空機安全基準「小型回転翼無人航空機・第三者無人地帯用」(改定2019.10.17)」に基づく機種認定のための飛行審査
飛行実施日	2020年1月22日(水)～1月23日(木)
場所	福島ロボットテストフィールド(無人航空機飛行エリア) 飛行エリアにおける飛行位置・飛行経路を図2.1-1に示す。操縦者、審査員等配置は3.現地での審査状況に示す。
内容	株式会社自律制御システム研究所製PF-2J機体認定審査のための立ち合い飛行試験を行う。日中、目視内飛行、高度150m未満で実施(航空局への申請は不要な飛行)。具体的な飛行内容は6.2.2に、また実際の審査の時程を6.2.3に示す。
対象機種	ACSL PF-2J (2形態※) ※ペイロードを上部(以下、形態Ⅰ)または下部(以下、形態Ⅱ)に搭載する2形態
営利目的の有無	無し
入場料徴収の有無	無し
現地作業員	JUAV 8名(認定審査員) 株式会社自律制御システム研究所 3名(操縦士 他) 別途、研究棟にて日刊工業新聞社、株式会社KADOKAWAの取材対応



<図 6-1: 飛行エリア>

6.2.2 飛行試験内容

飛行試験内容を以下に示す。尚、飛行試験内容は JUAV 安全基準を基に申請対象機体の性能を考慮して書類審査会にて決定したものである。

下記 No.1～No.9 フライトを PF-2J の各々形態に対して、計 18 フライトを審査対象として実施。(調整等のフライトは含まず)

なお、飛行試験内容は非公開とする。

6.2.3 飛行試験実施時程

日時		概要	備考
1/22 (水)	9:00～12:00	事前打ち合わせ(飛行計画、審査員・安全監視員配置確認等) テント設営、飛行準備 審査に係る機体諸元測定(寸法、重量等)	
	12:00～13:00	昼食・休憩	
	13:00～16:00	審査 飛行前点検、風速測定※ 飛行審査(パイロード搭載形態 I について飛行試験 No.1～No.9) 風速測定、片付け・撤収	※気象観測設備による。
1/23 (木)	9:00～12:00	飛行準備、飛行計画再確認、審査 飛行前点検、風速測定 飛行審査(パイロード搭載形態 II について飛行試験 No.1～No.9) 風速測定、片付け・撤収	
	12:00～13:00	昼食・休憩	
	13:00～15:00	結果整理(研究棟)	

6.3 現地での審査状況

6.3.1 審査概要

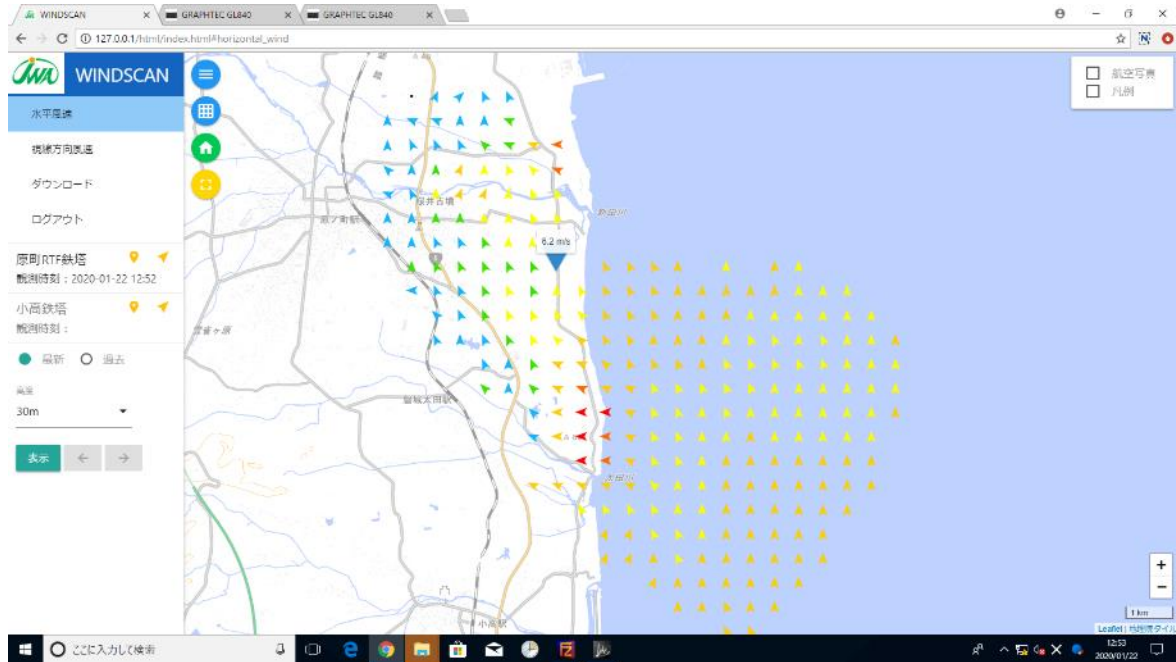
飛行審査の概要は非公開とする。

6.3.2 気象情報

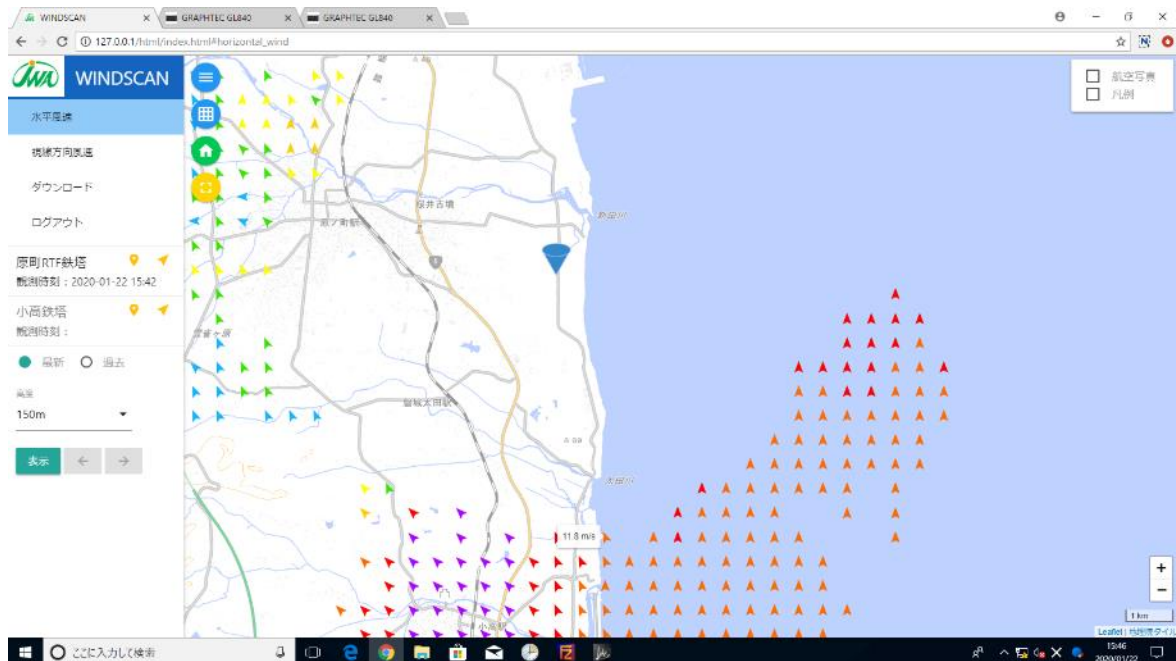
本飛行審査においては RTF の通信塔付属設備（気象観測装置）から飛行エリア周辺の風向・風速情報を取得し、機体の耐風速に対する飛行可否判断の一助とした。

風向・風速のモニタは、22 日午後及び 23 日午前の審査飛行前後に、高度 30m、50m、100m、150m の各々について記録を行った。

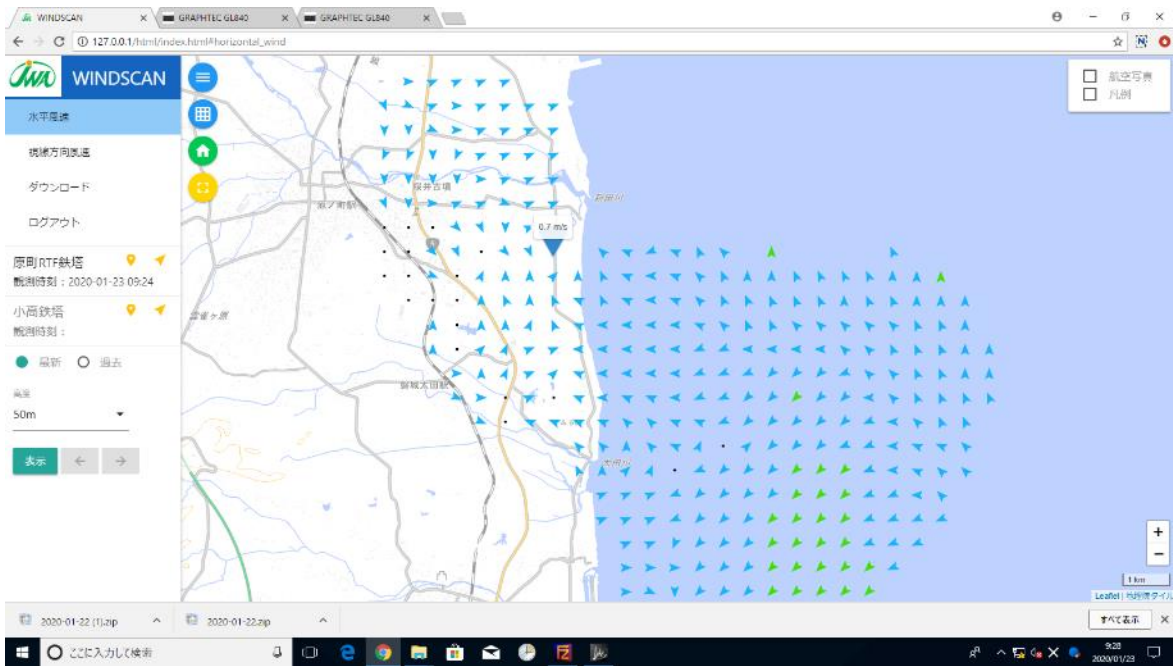
以下に、審査飛行時の風向風速状況を何例かサンプルとして示す。



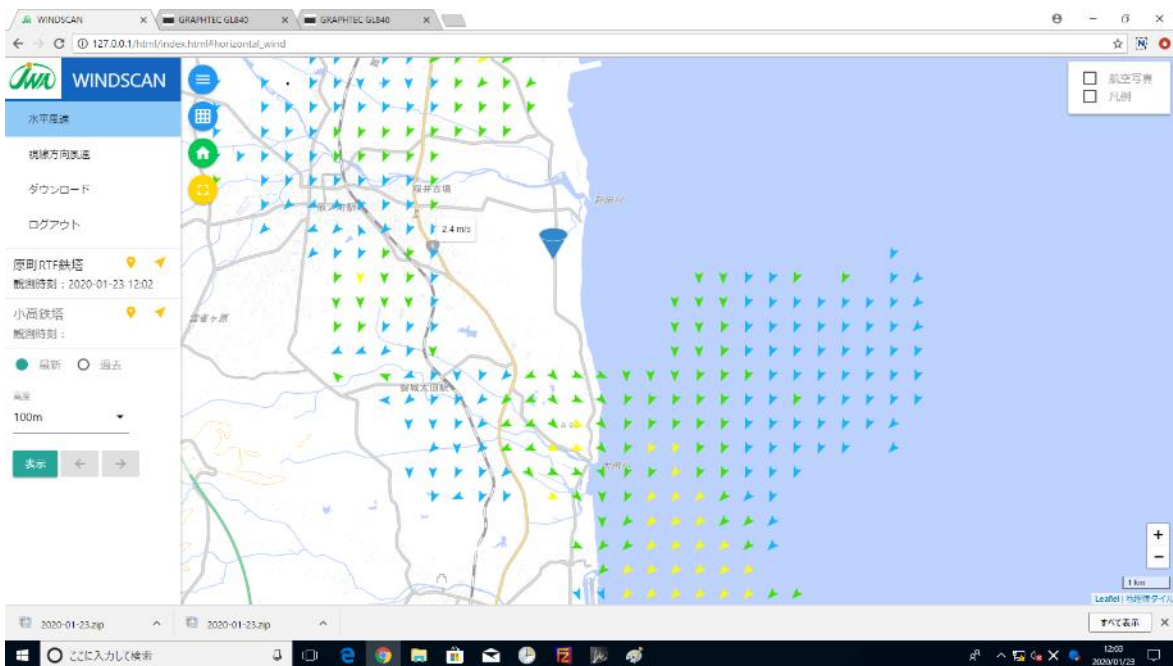
<図 6-2:22 日 13 時 高度 30m（風速 6.2m）>



<図 6-3:22 日 15 時 40 分 高度 150m（風速約 12m）>



<図 6-4:23 日 9 時 30 分 高度 50m (風速 3.9m)>



<図 6-5:23 日 12 時 高度 100m (風速約 2.4m)>

以上から、22 日午後の飛行においては審査対象機体の耐風速に近い状況(場合によっては耐風速以上になった可能性も考えられる)において、飛行できることが確認できた(図 6-2～6-4)。また 23 日午前の飛行においては耐風速に対して十分に余裕がある審査飛行が実施できたことも確認できた(図 6.4～図 6.5)。

通信塔付属設備(気象観測装置)の有効性、課題については 6.4.1 に述べる。

6.3.3 審査状況

以下に審査時程に沿った審査状況について以下に示す。(時間については概略)

審査状況

日時	概要	備考
1月22日		
10:00	<p>審査員事前打ち合わせ(飛行計画、審査員・安全監視員配置確認等)</p> <p>写真は『別添「福島ロボットテストフィールド機体認定審査実施報告書 表 3.3-1 審査状況」参照』</p>	
11:00	<p>テント設営、飛行準備 飛行位置/経路設定(三角コーン設置)</p> <p>写真は『別添「福島ロボットテストフィールド機体認定審査実施報告書 表 3.3-1 審査状況」参照』</p>	
11:30	<p>審査開会式 審査に係る機体諸元測定/確認(重量、重心位置等)</p> <p>写真は『別添「福島ロボットテストフィールド機体認定審査実施報告書 表 3.3-1 審査状況」参照』</p>	
12:00	昼食・休憩	
13:30	<p>飛行審査 飛行前風速測定※、飛行前点検</p> <p>写真は『別添「福島ロボットテストフィールド機体認定審査実施報告書 表 3.3-1 審査状況」参照』</p>	※気象観測設備による。
13:40	飛行審査(パイロード搭載形態 I について飛行試験 No.1~No.9)	審査飛行時の写真は非開示

15:40	飛行後風速測定 片付け・撤収	
1月23日		
9:30	飛行計画確認、飛行位置/経路設定(三角コーン設置)(写真) 手前:飛行試験 No.1、4、7、9用 滑走路上:飛行試験 No.2、5用 	
	<図 6-6:コーンの設置場所>	
10:00	審査 飛行前風速測定、飛行前点検 飛行審査(パイロード搭載形態Ⅱについて飛行試験 No.1～No.9)	審査飛行時の写真は非開示
11:30	機体寸法測定※ 飛行後風速測定、片付け・撤収 写真は『別紙「福島ロボットテストフィールド機体認定審査実施報告書 表 3.3-1 審査状況」参照』	※22日未実施分
12:00	昼食・休憩	
13:00	結果整理(研究棟) (審査終了 14:30) [結果:予定の審査飛行は全て完了した]	

6.4 RTF における機体認定作業について

6.4.1 有効性

RTF における機体認定のための飛行審査における有効性について以下に記す。

(1) 飛行エリアの確保

飛行審査において、飛行高度を最大 150m(未満)まで上昇させるにあたり、JUAV が基準で定める 45°円錐の第三者無人地帯の確保が可能。特に飛行審査においては、JUAV としても不測の事態に備えた第三者無人地帯を確保する必要があり、安全エリア確保に RTF は有効であった。また滑走路上は固定翼機に離着陸だけでなく小型のマルチロータ機の直進安定性の確認などに有効性が確認された。

飛行試験時の第三者立ち入り制限等のルールを明確化することにより、今後は RTF の広範な敷地を目視外飛行の検証にも利用していくことが期待できる。例えば、適切に立ち入り監視員を配置するなどの安全対策を施すことにより、図 6.4.1-1 に示すように東西コースで約 800m 程度、南北コースで約 400m 程度の離隔距離をとることが可能であり、比較的規模の大きな無人ヘリなどの無人航空機を対象とした目視外飛行も実施することができる。東西/南北の各々のコースは飛行時の風向に対しても選択肢を広げることができるなどの利点もある。

<図 6-7: 目視外飛行コース例>



(2) 気象情報の取得

飛行エリア上空最大 150m までの風速・風向を通信塔(気象観測設備)により計測が可能であり、参考情報として審査時の飛行可否判断に資することができた。地上風はハンドヘルドの風速計等により計測可能であるが、上空においては当該機材が無いと正確な風速の把握は容易ではない。今回の審査においては、初日地上風 6m、150m 上空での風速 10m 以上であったが、その風速を把握し飛行の安全性を確認した上での上空 150m 程度までの飛行を実施することができた。

(3)電源の供給

滑走路脇の電源ターミナルについては、飛行試験時に飛行者が携帯発電機等を用意する必要がなく、容易に電源供給が可能となることから有益であった

(4)補助機材の借用

経路・飛行範囲設定のための三角カラーコーンを使用者に貸し出ししており、飛行審査において有益であった。

(5)打ち合わせエリア等の充実

研究棟内には自由に使用できる検討/打合せ用フリースペースが用意されており、簡易なミーティングを実施しやすい環境が整備されていることは、RTF に研究室を持たない利用者にとっては適宜打合せ・データ確認等に有効であった。

以上