

# プロジェクトの詳細説明

**【項目①】 ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発**

**(1) 性能評価基準等の研究開発**

**国立研究開発法人産業技術総合研究所**

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト  
Drones and Robots for Ecologically Sustainable Societies project

ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発  
性能評価基準等の研究開発  
目視外及び第三者上空での飛行に向けた無人航空機の性能評価基準

NEDO中間評価分科会説明資料

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (AIST)  
岩田 拓也

## 実施計画書

物流、インフラ点検及び災害対応等の分野で活用できるロボット及び無人航空機の性能評価手法の開発を促すとともに、それらを社会実装するためのシステム構築等を進める。具体的には、以下の研究開発項目について実施する。

### 研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

#### (1) 性能評価基準等の研究開発

#### 6) 目視外及び第三者上空での飛行に向けた無人航空機の性能評価基準

##### (i) 求められる性能評価の研究開発

目視外及び第三者上空飛行に向けた性能評価基準の導出のため、国土交通省航空局審査要領の耐空類別N類相当の分析及び世界の性能評価基準分析を実施する。

##### (ii) 性能評価の手法の検討

(i) の評価項目の他に、**落下分散、衝突安全、騒音評価**の評価項目の機体技術(**信頼性及び安全性、危害抑制、騒音対策**等)、制御技術の性能評価手法を分析し、(危害抑制機能の自動作動等)の性能評価基準に資する素案を作成する。

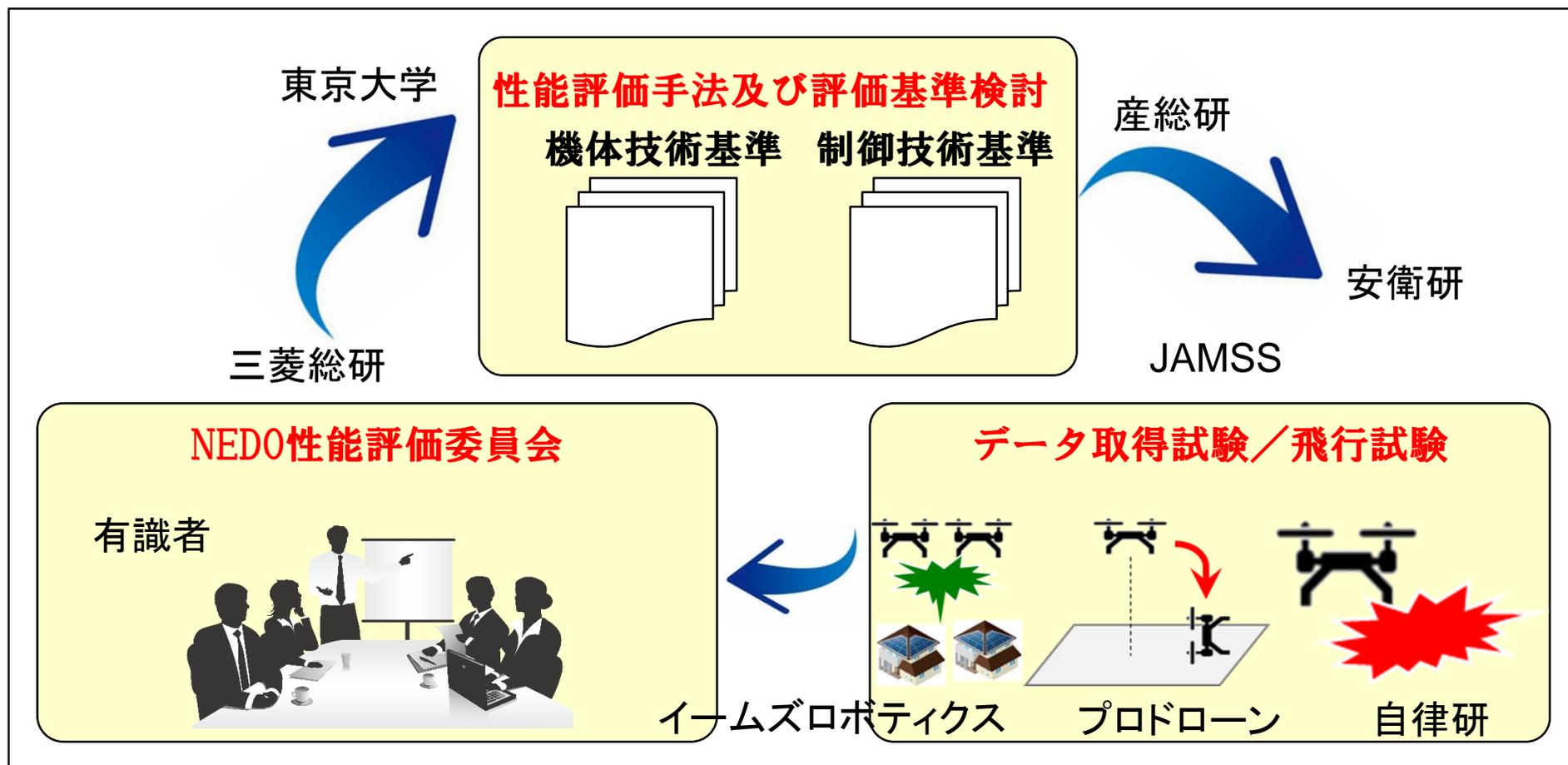
##### (iii) 性能評価基準の検証

落下分散、衝突安全、騒音評価等の評価を運用条件シナリオに合わせて福島テストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用して飛行させ、上記の(ii)で作成された各種性能評価基準に資する飛行試験に加えて複数の無人航空機が同時に発生する総音圧レベルや異常発生時を想定した際の衝撃量の定量化及びデータ取得等を実施する。

なお、本事業を円滑に推進するための委員会を設置し運営する。また、進捗及び成果は「無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会」等に報告し、それらの検討に資するものとする。

## 性能評価基準等研究開発プロジェクト概要 (H30-R1年度)

- 目視外及び第三者上空等での飛行に向けた性能評価手法を検討し、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用した検証を行う。
- 達成目標については、今後の委員会等での議論を踏まえて必要に応じて改定する。



# 無人航空機性能評価手順書の検討概要

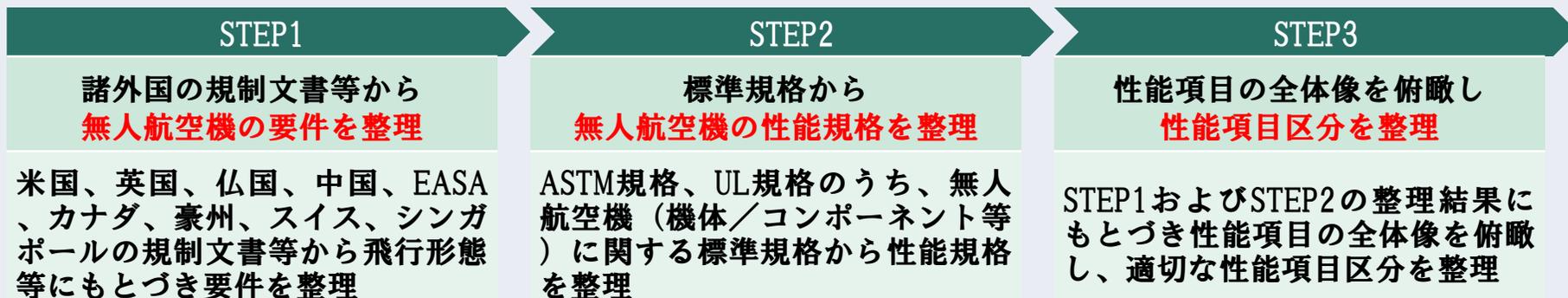
- H28-29年度「性能評価基準等の研究開発（DRESSプロジェクト）」で無人航空機の性能評価手順書を作成。H30年度以降、新たな研究成果を当該手順書に反映。
- 諸外国の無人航空機の性能要件や、標準規格を調査し、無人航空機の性能項目の全体像を整理し、性能評価手順書の全体骨子を取りまとめ。

## 目的

- 無人航空機の性能比較、性能目標の設定、機種選定（ユーザ視点）等に役立てることを目的として、性能評価手順書を検討
- 今後のレベル3／レベル4の展開に向けて、目視外および第三者上空等における飛行を安全かつ環境にも配慮して行えるようにするため、機体の信頼性、第三者への危害抑制、騒音対策等に関する評価手法を検討
- 無人航空機の性能項目の全体像を整理した上で、各性能項目の位置づけを示し、評価軸や試験方法、試験装置等を整理

## H30年度の検討概要：無人航空機の性能項目の全体像を整理

- 諸外国の規制文書等や標準規格にもとづき、無人航空機の性能項目の全体像を整理  
方針：以下の3ステップで性能項目の全体像を俯瞰し、性能項目区分を検討。



# 米国の規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

- 25kg未満の小型無人航空機を目視外飛行や第三者上空飛行させる等の際に必要なWaiver申請のためのガイドライン「Waiver Safety Explanation Guidelines for Part 107 Waiver Applications」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- U. S. Code Title49 (TRANSPORTATION)に則り、重量や用途別に無人航空機の法規則が整備されつつある
- U. S. Code Title49の一部を修正するFAA Modernization and Reform Act of 2012やFAA Extension, Safety, and Security Act of 2016等の法律、Operation and Certification of Small Unmanned Aircraft Systems等の関連規則には、機体に関する要件が記載されていない

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 25kg未満の小型無人航空機を目視外飛行や第三者上空飛行させる等の際に必要なWaiver申請のためのガイドライン「**Waiver Safety Explanation Guidelines for Part 107 Waiver Applications**」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている、Waiver申請が必要となるときの機体の情報を飛行形態別 (Waiver申請が必要となる飛行形態共通、Section 107.29: Daylight operation (夜間飛行)、Section 107.31: Visual line of sight aircraft operation (目視外飛行)、Section 107.39: Operation over people (人上空飛行)) に整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 機体の視認性に関する事項が記載されていること、アンテナ性能、送信／受信性能、通信品質等の通信システムに関する事項が多いことが特徴的である

飛行性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 最大飛行速度</li> <li>■ 最大飛行時間</li> <li>■ 最大飛行高度</li> <li>■ 機体／ペイロード重量</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 衝突回避</li> <li>■ 3マイルからの視認性</li> <li>■ テザー</li> <li>■ ジオフェンシング</li> <li>■ 飛行終了システム</li> <li>■ パラシュート</li> <li>■ エアバッグ</li> <li>■ エッジの鋭さ</li> <li>■ 突起物</li> <li>■ 可燃性の液体</li> </ul>
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 平均故障間隔</li> <li>■ ハードウェアの信頼性分析</li> <li>■ ソフトウェアの設計保証</li> <li>■ アンテナタイプ</li> <li>■ アンテナパターン</li> <li>■ アンテナメインビーム利得</li> <li>■ 送信出力</li> <li>■ 最大レンジ</li> <li>■ 変調方式</li> <li>■ 受信感度</li> <li>■ テレメトリ</li> <li>■ 許容されるビット誤り率</li> <li>■ 通信のシステム損失</li> </ul>
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 機体／コンポーネントの寿命</li> </ul>
ミッション性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 輸送: 積載物の固定方法</li> </ul>

# 英国の規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

- 無人航空機を商用飛行させる等の際に必要な「UAS OSC Volume1: Operations Manual」、「UAS OSC Volume2: Systems」、「UAS OSC Volume3: Safety Assessment」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- 無人航空機の実行規則は、The Air Navigation OrderおよびCAAが発行するUnmanned Aircraft System Operation in UK Airspace – Guidance（一部条項はThe Air Navigation Orderを参照）で主に規定されている
- 重量等にもとづき飛行ルールが規定されているが、商用飛行等ではUAS Operating Safety Case (UAS OSC)にもとづく事前承認が義務づけられている

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 無人航空機を商用飛行させる等の際に必要な「UAS OSC Volume1: Operations Manual」、「UAS OSC Volume2: Systems」、「UAS OSC Volume3: Safety Assessment」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている、申請が必要となる際の機体の情報を整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- フェールセーフ、SPOF (Single Points of Failure、単一障害点)の特定等のシステム全体の信頼性に関する事項が多いことが特徴的である

飛行性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 最大飛行速度</li> <li>■ 滑空距離</li> <li>■ 最大飛行高度</li> <li>■ 燃料/ペイロードの有無を考慮した重量</li> <li>■ フェールセーフ</li> <li>■ フェールモードの特定</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 弾道パラシュート</li> <li>■ プロペラガード</li> </ul>
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SPOF (Single Points of Failure)の特定</li> <li>■ 推進システムの出力</li> <li>■ 燃料の種類</li> <li>■ 燃料システムの配置</li> <li>■ バッテリーの種類と数</li> <li>■ ジェネレータの性能</li> <li>■ ロードシェディング (負荷制御)</li> <li>■ テレメトリ</li> <li>■ 通信範囲</li> <li>■ 通信のセキュリティ方法 (ペアリング、暗号化)</li> </ul>
耐環境性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 気象限界</li> </ul>
ミッション性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 積載物の固定方法</li> </ul>

# 仏国の規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

● Particular Activity (ホビー・競技目的、実験目的以外の用途)のガイドライン「Activités Particulierés」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- 無人航空機の法規則は、民間RPASの設計、利用条件、利用者の技術要件に関する法令: Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisentおよび空域利用に関する法令: Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l' utilisation de l' espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bordで主に規定されている
- Activités Particulierésにて、重量や運航シナリオにもとづきParticular Activity (ホビー・競技目的、実験目的以外の用途)の飛行基準が規定されている

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- Particular Activityのガイドライン「Activites Particulieres」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている機体の要件をシナリオ別に整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 衝撃エネルギーの定量的な基準が記載されていることが特徴的である

飛行性能	■ 気圧センサにもとづく飛行高度
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 係留、通信途絶時の安全飛行モード</li> <li>■ アラーム音による警告</li> <li>■ パラシュート</li> <li>■ 最大高度からの自由落下による衝撃エネルギーが69ジュールを超過しないこと</li> </ul>
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 備蓄電力</li> <li>■ テレメトリ</li> </ul>
耐久性	■ 構造の耐久性
耐環境性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 気象限界</li> <li>■ 干渉</li> </ul>

シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 人口密集地外</li> <li>■ 水平飛行距離200m以内</li> <li>■ 飛行高度150m以内</li> <li>■ 目視内飛行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 人口密集地外</li> <li>■ 水平飛行距離1km以内</li> <li>■ 飛行高度50m以下 (2kg未満の機体を除く)</li> <li>■ 目視外飛行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 人口密集地 (第三者上空を除く)</li> <li>■ 水平飛行距離100m以内</li> <li>■ 飛行高度150m以内</li> <li>■ 機体重量8kg以下 (係留機を除く)</li> <li>■ 目視内飛行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 人口密集地外</li> <li>■ 飛行高度150m以内</li> <li>■ 機体重量2kg以下</li> <li>■ 目視外飛行</li> <li>■ 第三者上空飛行可</li> </ul>

# 中国の規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

● 無人航空機の飛行ルールをカテゴリ別に規定した「軽小無人機运行規定」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- 無人航空機の本法規則は、一般運航および飛行規則とその下位規則である軽小無人機运行規定、民用無人機驾驶员管理规定、民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定で主に規定されている
- 無人航空機は重量(機体重量や最大離陸重量)等にもとづき9つのカテゴリに分類されており、運航管理のクラウドシステムに接続することが必要となる

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 「**軽小無人機运行規定**」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている機体の要件をカテゴリ別に整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 運航管理のクラウドシステムを通じたテレメトリに関する事項が記載されていることが特徴的である

安全性	■ ジオフェンス
信頼性	■ 運航管理のクラウドシステムを通じたテレメトリの提供

	機体重量(kg)	最大離陸重量(kg)		機体重量(kg)	最大離陸重量(kg)		機体重量(kg)	最大離陸重量(kg)
I	0 < w ≤ 0.25		IV	15 < w ≤ 116	25 < w ≤ 150	VII	目視外飛行をする I および II の無人機	
II	0.25 < w ≤ 4	1.5 < w ≤ 7	V	植物保護用無人機		VIII	116 < w < 5700	150 < w ≤ 5700
III	15 < w ≤ 116	25 < w ≤ 150	VI	無人飛行船		IX	W > 5700	

# EASAの規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

- Open Categoryに関する文書「Notice of Proposed Amendment 2017-05」、Specific Operation Categoryの飛行審査ガイドライン「Specific Operation Risk Assessment (SORA)」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- EASAは150kg以上の大型無人航空機を所掌しており、150kg未満の無人航空機は各国の所掌とされていた。上記の重量区分を撤廃し、有人航空機と統合したかたちで規制を実施するための提案として、リスクベースの規制方針を示したConcept of Operations (ConOps) for Drones: A Risk Based Approach to Regulation of Unmanned Aircraftを公表している。
- 運航リスクをベースとしたOpen、Specific Operation、Certifiedの3カテゴリで欧州共通ルールを規定する方針を示している

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- Open Categoryに関する文書「**Notice of Proposed Amendment 2017-05**」およびSpecific Operation Categoryの飛行審査ガイドライン「**Specific Operation Risk Assessment (SORA)**」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている機体の要件を運航リスクのカテゴリ別に整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 衝突回避装置やパラシュート等の安全性に関する事項が多いことが特徴的である

飛行性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 飛行速度</li> <li>■ 最大離陸重量</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 接近率</li> <li>■ 衝突回避装置(地上型、機上型)</li> <li>■ テザー</li> <li>■ ジオフェンシング</li> <li>■ パラシュート</li> <li>■ エッジの鋭さ</li> </ul>
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 通信ロスト</li> </ul>
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 機体の強度</li> <li>■ 壊れやすさ</li> </ul>

\* Notice of Proposed Amendment 2017-05: Introduction of regulatory framework for the operation of drones Unmanned aircraft system operations in the open and specific category

# カナダの規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

■ 無人航空機に関する特別運航証明書「Special Flight Operations Certificate (SFOC)」を調査対象とした

## 法規則の概観

- 無人航空機のは法規則は、「Regulations Amending the Canadian Aviation Regulations (Unmanned Aircraft Systems)」等で規定されている
- 重量や用途別に飛行ルールが規定されている

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 無人航空機に関する特別運航証明書「Special Flight Operations Certificate (SFOC)」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている、申請が必要となる際の機体の情報を整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 衝突回避システム (sense and avoid) が記載されていることが特徴的である

飛行性能

- 飛行高度

安全性

- 衝突回避システム

環境負荷性能

- 気象限界

# スイスの規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

- 航空局 (Federal Office for Civil Aviation、FOCA) が規定する無人航空機の運航手順「Standard Procedure」を調査対象とした。

## 法規則の概観

- 無人航空機の法規則は、The Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (DETEC) Ordinance on Special Category Aircraft (OSCA) で主に規定されている
- 重量等にもとづき飛行ルールが整備されつつある

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 航空局 (Federal Office for Civil Aviation、FOCA) が規定する運航手順「**Standard Procedure**」を調査対象とした。
- 上記文書に記載されている、「simplified standard procedure for the operation of drones over gatherings of a closed circle of people-sight (VLOS)」、「Procedure simplified standard authorization to operate in sparsely populated areas of aircraft without occupants / model aircraft out of sight (BVLOS) to a height not exceeding 150m above the ground」の機体の要件を整理

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- プロペラ強度に関する事項が記載されていることが特徴的である

飛行性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 飛行時間</li> <li>■ 最大離陸重量</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ジオフェンス</li> <li>■ 飛行終了システム</li> <li>■ パラシュート</li> </ul>
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ プロペラ強度</li> </ul>

# シンガポールの規制文書等と無人航空機に関する要件の調査結果

- 無人航空機の運航に関する文書「AC UAS-1(1):Permits for Unmanned Aircraft Operations」を調査対象とした

## 法規則の概観

- 無人航空機の法規則は、Air Navigation Order Part XA Unmanned Aircraft Operations and Activitiesで主に規定されている
- 重量や用途別に飛行ルールが整備されつつある

## 要件が記載された規制文書等および要件の整理方針

- 無人航空機の運航に関する文書「AC UAS-1(1):Permits for Unmanned Aircraft Operations」を調査対象とした
- 上記文書に記載されている機体の要件を整理した

## 無人航空機に関する要件の調査結果

- 航法の信頼性に関する事項が記載されていることが特徴的である

信頼性

- 航法の信頼性
- 通信の信頼性

## H30年度の研究開発進捗と研究計画

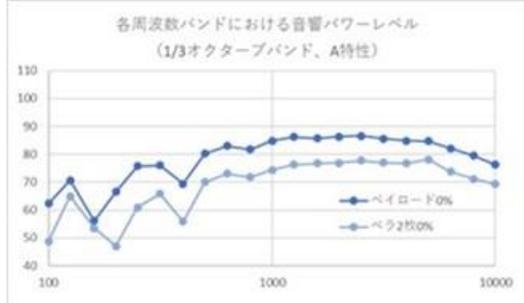
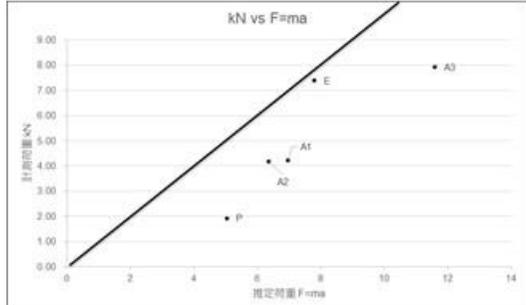


# R元年度の研究開発進捗と研究計画

月	6月				7月				8月				9月				10月				11月				12月				1月				2月						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
国・NEDO等の主な予定									▲20CRESSシンポジウム開催RTF					▲国産eVTOL ▲24NEDO中間報告会					▲24「25年度研究開発」ラッシュ 出願準備																				
性能評価基準PJの主な予定					▲17は1PJ会合@軽産省								▲20場実証@JNOSH																										
試験項目と概要	作業ステータス (8/29)		作業項目																																				
<p>【概要】試験に必要な機材・装置等（水素（H）ボンベ、充電装置等）の開発及び試験手法開発</p> <p>【試験対象】各メーカー無人機、Hボンベ、PRODRONE大型無人機、AIST準備固定翼機</p> <p>【試験場】HOPEC機務工場</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (ACSL)		▲11@産研研																																		
<p>【概要】無人機の落下時の姿勢制御の立証手法開発</p> <p>【試験対象】KH-K認証Hボンベ、KH-K認証ボンベ+高野式制御機、PRODRONE無人機設計Hボンベ（高野式制御機付）</p> <p>【試験場】JAERI航空テストセンター</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (ACSL)		▲9@JAERI航空		▲17@軽産省保安課 (KH-K)																																
<p>【概要】無人機の落下時の姿勢及び落下誘導速度を確認する目的で試験機の推進機構で試験を実施する。試験結果は、降着での落下試験で取得されたデータと比較検証する</p> <p>【試験対象】ACSL機体ほかメーカー各社の機体</p> <p>【試験場】防衛省防衛研究所航空技術開発研究所</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (ACSL)		▲27@航研研		▲9@JAMS																																
<p>【概要】フロヘラガード有無機体の飛行安定性及び音響を計測する</p> <p>【試験対象】EAMS</p> <p>【試験場】産研研北</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (EAMS, AMST)		▲30@産研研北																																		
<p>【概要】無人機の飛行安定性及び誘導精度を評価する目的でドローンプラットフォーム（DA）を用いた空対地誘導機（CD機）計測試験を行う。</p> <p>【試験対象】ACSL機体ほか</p> <p>【試験場】大分県産業科学技術センター（OIR）</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (OIR)		▲22@OIR																																		
<p>【概要】対人安全の目的で無人機突進速度計測に係る新たな試験装置及び手法を開発する</p> <p>【試験対象】ACSL機</p> <p>【試験場】JNOSH、JAERIつくば</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (JNOSH)		▲26@JNOSH																																		
<p>【概要】対人危害軽減を目的で無人機のフロヘラによる人の手の構造物を評価する</p> <p>【試験対象】メーカー機体TBD（フロヘラ形状を変えてフロヘラガード有無で人の手の模型に接触させて評価）</p> <p>【試験場】長技大</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (長技大, 玉大)		▲23-24@長技大																																		
<p>【概要】騒音対策として無人機の音響レベルを計測すると共に騒音予測モデルの開発を目指す</p> <p>【試験対象】EAMS社の機体</p> <p>【試験場】AIST筑波宮、産研研北風洞、宮崎（TBD）</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (EAMS, AMST, JAMS)		▲30@産研研		▲21-22@筑波台独立@産研研		▲11@産研研																														
<p>【概要】無人機の耐久性を測る目的で振動試験を行う。</p> <p>【試験対象】ACSL機ほかメーカー各社の機体</p> <p>【試験場】都立産業技術研究センター他</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (ACSL)																																				
<p>【概要】無人機の飛行に大きな影響を与えるファンタ利用試験を行う（TBD）</p> <p>【試験対象】PRODRONE社の機体（TBD）</p> <p>【試験場】ヨコオ</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (PRODRONE)		▲23@産研研 (ヨコオ)																																		
<p>【概要】飛行安定性・誘導精度のもう一つの評価手法として将来的STMのベースとなるコース設計を行う。</p> <p>【試験対象】メーカー各社の機体</p> <p>【試験場】筑波（ホリケン、五光物流飛行試験場）</p>	飛行安定性・誘導精度 (ACSL, AMST, JAMS)		試験準備中 (AIST, 玉大, JAMS)																																				

## 福島ロボットテストフィールド試験までの研究開発結果概要

- 目視外及び第三者上空飛行を行う際に考慮すべき、機体の**落下試験法の開発**や**対人衝突時のリスクアセスメント**、**騒音特性計測法開発**等に関する**基礎データを取得**できた。

項目	概要	試験風景	試験結果例
騒音	製造メーカーの負担を軽減可能かつ実測値に近似可能な計測方法の一つとして、残響室法（比較測定法）に基づいた音響パワーレベル測定による騒音評価を実施した		<p>各周波数バンドにおける音響パワーレベル (1/3オクターブバンド、A特性)</p> 
落下分散	目視外飛行の要件の検討において議論となった無人航空機の落下分散に関して、落下試験に必要な落下受止め試験装置の開発を実施した		
衝突安全	落錘荷重試験などを用いた衝突試験法を検討すると共に、頭部インパクトを用いた衝撃荷重の計算を実施した。リスクアセスメントシートの開発も実施した。		<p>kN vs F=ma</p> 

## 福島ロボットテストフィールド等での試験概要

- **目視外及び第三者上空等での飛行に求められる騒音、落下分散、衝突安全の性能項目**を対象に、測定項目や試験方法を検討した。
- 国内メーカー3社製の、**性能やサイズの異なる複数機体を使用して実証試験を行った。**

- 試験日 : 2018年12月5日 (水) ~12月7日 (金)
- 試験場所 : 福島ロボットテストフィールド (RTF) 等

## 各種試験風景



騒音試験  
産総研の残響室



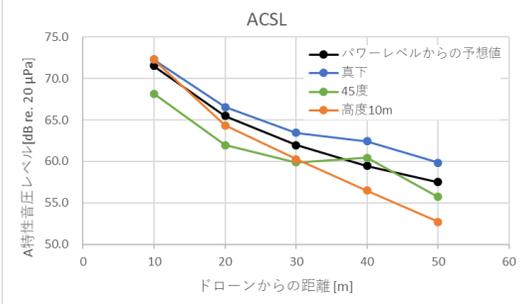
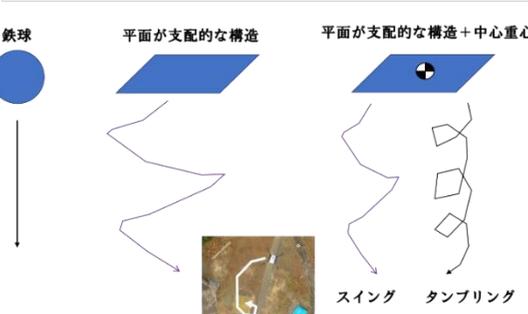
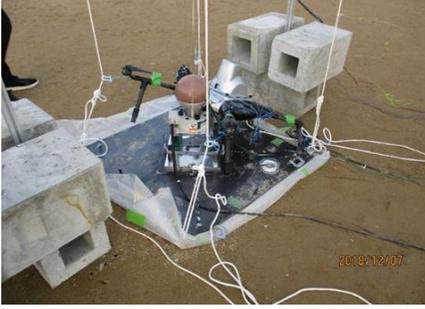
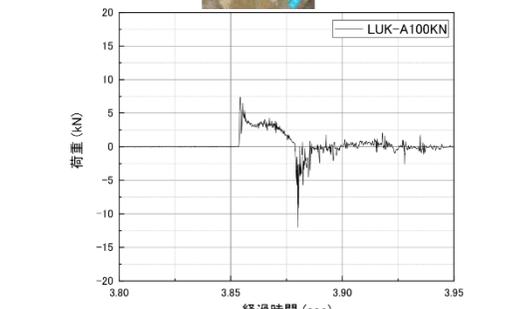
落下分散試験  
福島RTF



衝突安全試験  
福島RTF

# 福島ロボットテストフィールド等での試験結果概要

- 目視外及び第三者上空飛行を行う際に考慮すべき、機体の**落下メカニズム**や**衝突時の人体へのインパクト**、**地上の騒音特性**等に関する貴重な**実環境データ**を取得できた。

項目	概要	試験風景	試験結果例
騒音	残響室法（比較測定法）に基づいた音響パワーレベル測定と野外実測値の比較を行い騒音計測手法の評価を実施した		 <p>ACSL</p> <p>A特性音圧レベル [dB re. 20 µPa]</p> <p>ドローンからの距離 [m]</p> <p>● パワーレベルからの予想値 ● 真下 ● 45度 ● 高度10m</p>
落下分散	目視外飛行の要件の検討において議論となった無人航空機の落下分散に関して、初速等の初期条件や落下姿勢を考慮しながら、シミュレーションや落下試験等による評価を実施した		 <p>鉄球</p> <p>平面が支配的な構造</p> <p>平面が支配的な構造 + 中心重心</p> <p>スイング</p> <p>タンブリング</p>
衝突安全	落錘荷重試験などを用いた衝突試験法を検討すると共に、頭部インパクトを用いた衝撃力計測を実施し、衝撃荷重の人体影響の検証や、HIC等の評価指標を検討した		 <p>LUK-A100KN</p> <p>荷重 (kN)</p> <p>経過時間 (sec)</p>

## H30年度の主な研究開発成果

- H30年度の主な研究開発成果は以下の通り。各性能項目の試験装置や試験方法、データ分析手法等を開発した。今後、性能評価手順書に反映する予定。

	主な研究開発課題	主な研究開発成果
騒音	共通計測手法開発	音響パワーレベル計測でXm地点でのSPL換算表示
	計測装置開発	計測架台、残響箱の開発
	大型機用計測手法開発	1ローター1モーター計測からの近似算出手法
	実測フィールド計測	実測値との比較のための実測手法開発
	低騒音化プロペラ技術	課題検討
落下分散	共通計測手法開発	落下試験装置開発
	左右幅落下分散	毎秒4m未満で±5m以下の落下分散
	前後落下分散	試験手法の開発（斜め型落下試験装置）
	大型機用落下試験装置	張力調整技術と強度データ収集
	終端速度計測手法	どのドローンも概ね毎秒15m近辺
衝突安全	衝突加速度計測手法開発	頭部インパクト計測手法開発

## 福島ロボットテストフィールド試験後の研究開発方向概要

- 目視外及び第三者上空飛行を行う際に考慮すべき、機体の**性能評価**のメインとなる**実環境データを野外試験で取得**し、それを基に**標準化する室内試験**の考案と実証試験を実施

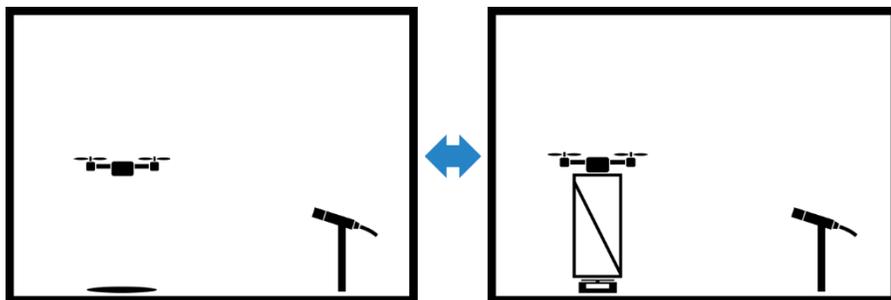
項目	概要	野外試験風景	室内試験
騒音	大型ドローンに適する野外実測に対して残響室法での音響パワーレベル測定でも大型ドローンに対応する騒音評価装置を製作。		 
落下分散	無人航空機の落下分散に関して、プラント棟からの落下試験も可能であるが、室内試験用に垂直風洞を計画実施中。		
衝突安全	頭部インパクタを用いた衝撃荷重等測定試験を、室内で試験するための新型測定装置を開発。試運転を実施した。		

# 音響性能評価 令和元年度実施状況

項目	取組課題 項目詳細	2018年度成果	2019年度項目	担当
騒音計測	共通計測手法 開発	音響パワーレベル計測でXm地点でのSPL換算表示	→ 2018年度同額予算で遂行。	イームズ、 AIIST
	計測装置開発	計測架台、残響箱の開発	→ 大型計測架台開発。	イームズ、 AIIST
	大型機用計測 手法開発	1ローター1モーター計測からの近似算出手法	→ 大型測定装置の開発。	イームズ、 AIIST
	実測フィールド計測	実測値との比較のための実測手法開発	→ 実測データ解析と比較検証。	イームズ、 AIIST
	低騒音化プロ ペラ技術	課題検討	→ 試行試験中。	イームズ、 AIIST
	騒音低減		大型固定翼機動力用騒音低減技術開発	AIIST

# ホバリングと台固定の比較:測定結果

## 3種の機体で測定



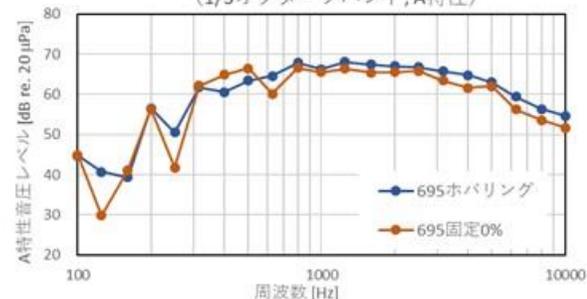
ドローンから5mの地点での音圧レベル  
(A特性、overall)

	695	695プロペラ変更	470
ホバリング	77.1 dB	73.3 dB	70.9 dB
台固定0%出力	76.1 dB	72.0 dB	72.3 dB
差	-1.0 dB	-1.3 dB	+1.4 dB

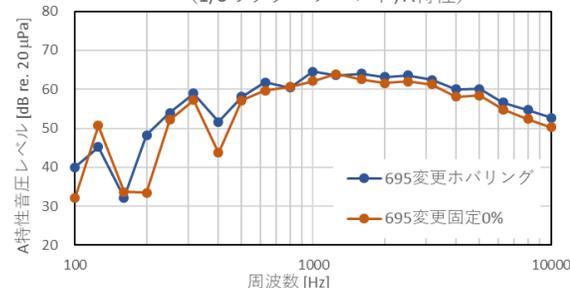


- ・全周波数合計では±1.5 dB程度で一致
- ・1/3オクターブバンド毎に見ると、低周波数では差が大きいところも

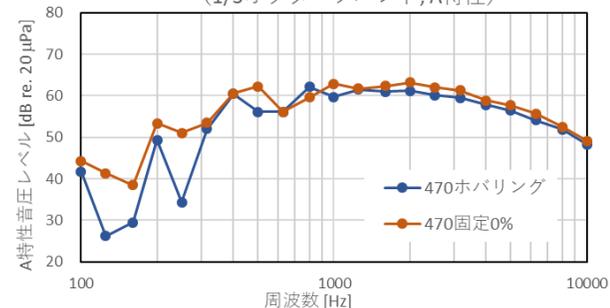
ドローンから5mの地点での音圧レベル  
(1/3オクターブバンド,A特性)



ドローンから5mの地点での音圧レベル  
(1/3オクターブバンド,A特性)



ドローンから5mの地点での音圧レベル  
(1/3オクターブバンド,A特性)



# 福島ロボットテストフィールドでの野外音響計測試験



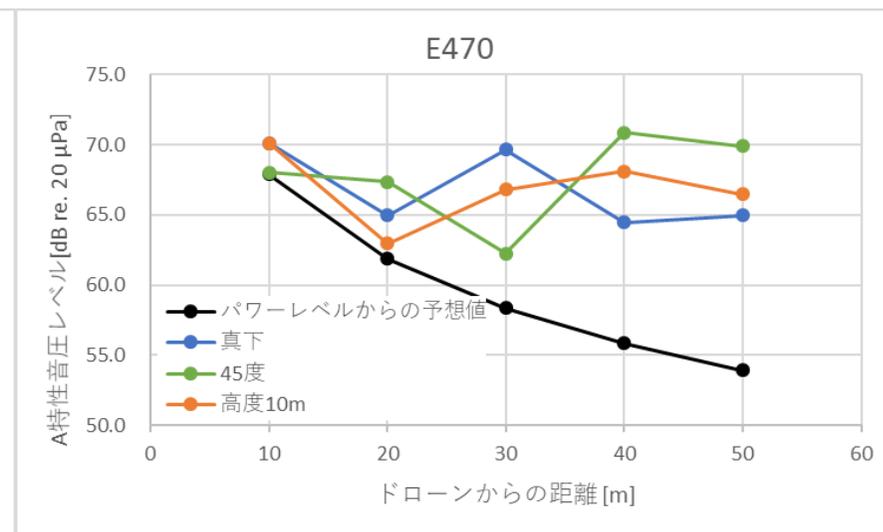
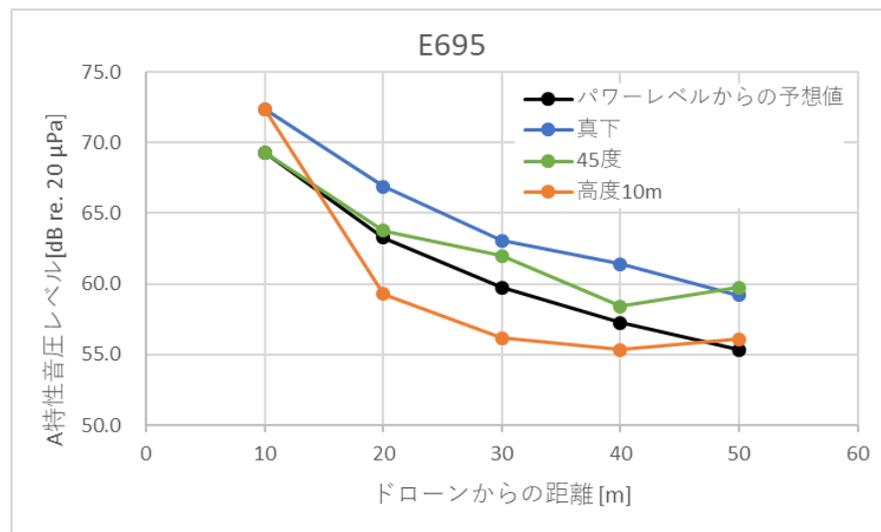
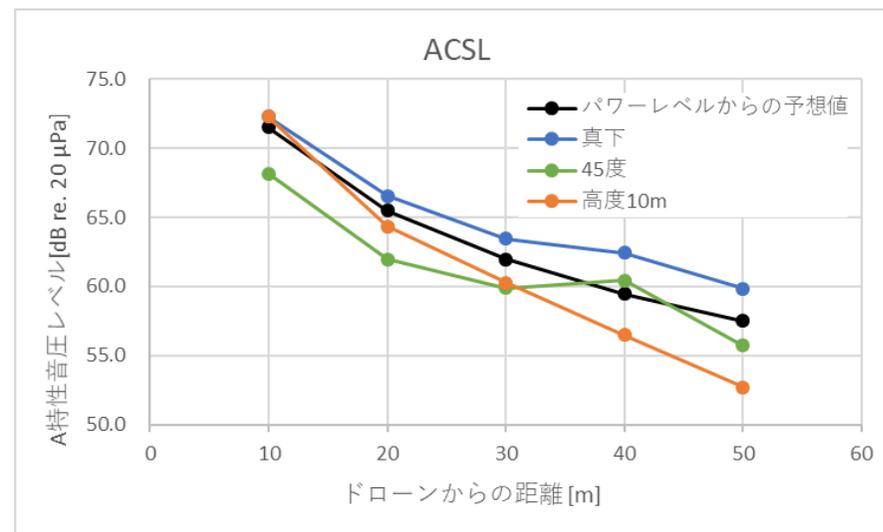
## 残響室における測定と野外測定と比較

残響室で測定されたドローンの音響パワーレベル  
(A特性、overall)

機体	ACSL	E695	E470
ペイロード0%	99.5 dB	97.3 dB	95.9 db

距離ごとの音響パワーレベルと音圧レベルの数値差  
[dB] (半自由音場を仮定した理論値)

距離[m]	数値差[dB]
10	-28.0
20	-34.0
30	-37.5
40	-40.0
50	-42.0



# 落下性能評価 令和元年度実施状況

項目	取組課題 項目詳細	2018年度成果	2019年度項目	担当
落下分散	共通計測 手法開発	落下試験装置開 発	→ 大型機用落下試験 装置開発	プロドローン、 AIST
	ボンベ落 下被害軽 減	試験手法の開発 (横型落下試験 装置)	→ 横型落下試験法の 開発と衝突試験	プロドローン、 AIST
	落下被害 軽減策開 発	落下危害低減手 法の開発	→ 落下搭載物の危害 低減法の開発と実 証試験	AIST
	大型機用 落下試験 装置	張力調整技術と 強度データ収集	→ 大型機用落下試験 装置開発	プロドローン、 AIST
	終端速度 計測手法	どのドローンも 概ね毎秒15m近辺	→ 室内垂直風洞によ る終端速度計測試 験。	ACSL、AIST

## 一般のドローンにおける落下姿勢



120mからの落下でも10m×10mの落下受止装置が受止められた。



条件がある。→ 4.0m/s未満の風速

## クレーンによる落下準備



## ACSL PF1 によるクレーンを用いた落下試験

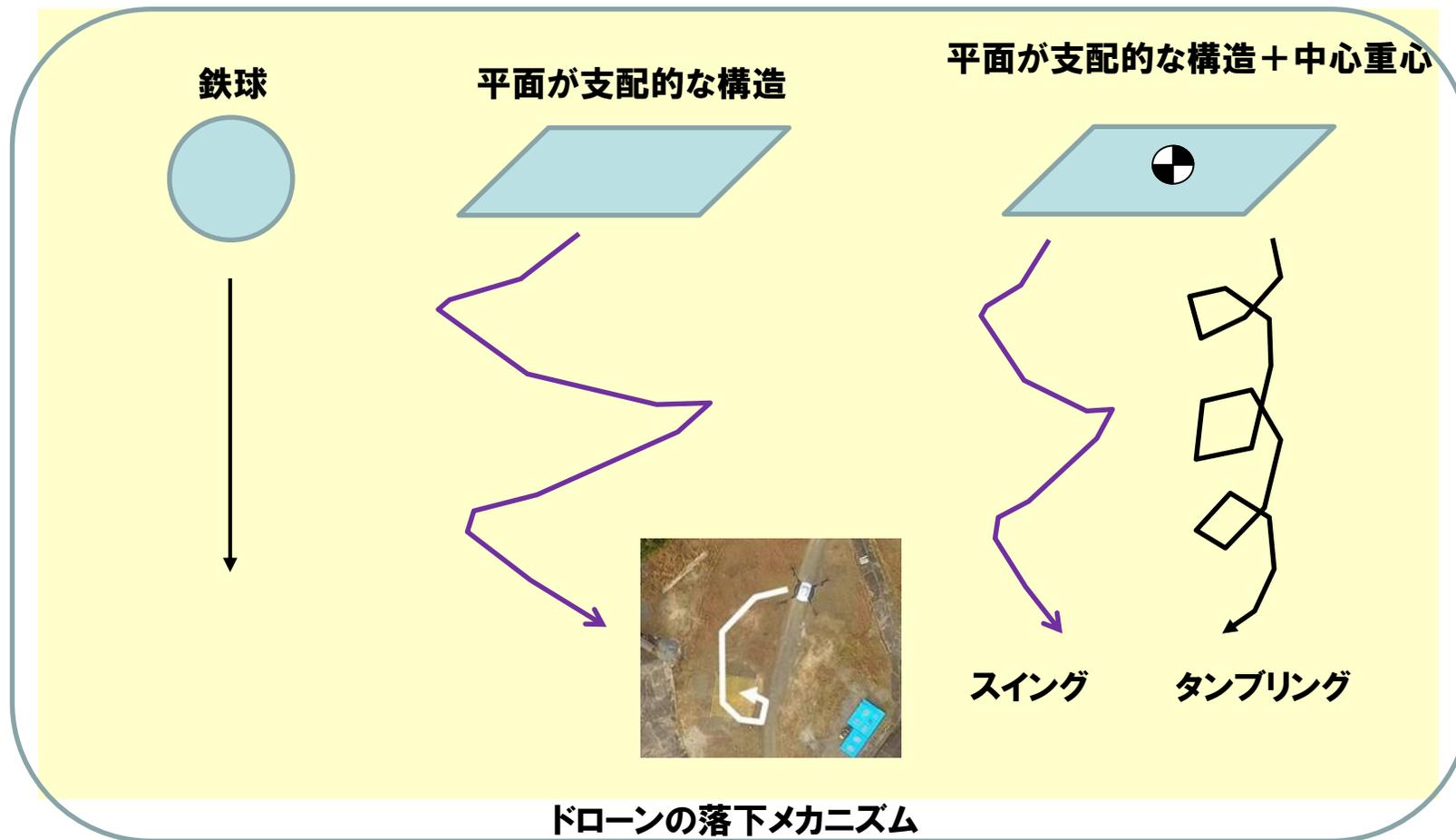


高度10mから落下



高度32.9mから落下

## 一般のドローンにおける落下時の運動



# 対人安全性能評価 令和元年度実施状況

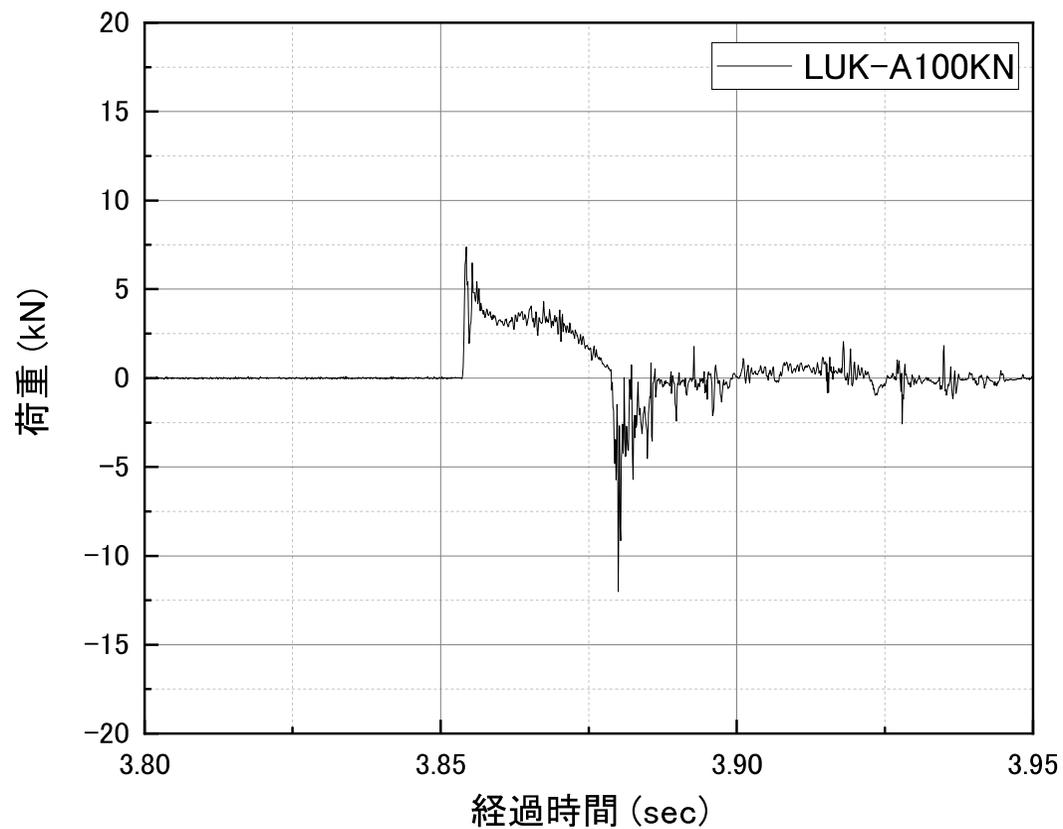
項目	取組課題 項目詳細	2018年度成果	2019年度項目	担当
衝突安全	衝突加速度計測手法開発	頭部インパクト計測手法開発	→ 2018年度の野外試験を室内試験で実現する装置の開発。	安衛研、ACSL
	地上への危害軽減	手部切傷計測手法開発	→ 切傷による対人安全評価手法の開発	安衛研、長岡技科大
	ガード性能評価		<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローンのローターガードの評価。</li> <li>ローターだけのガードではなく、対人安全に使えるガード性能を評価する。衝突安全に包含。</li> </ul>	安衛研、AIST

# イームズロボティクス機の頭部インパクトへの衝突試験

- ・頭部インパクトに直撃
- ・ダンベルで直撃

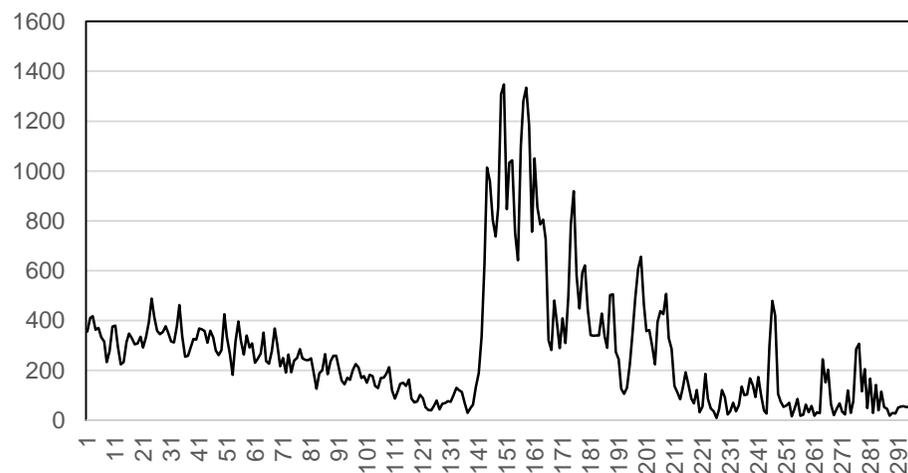


# 衝撃荷重計測結果 (イームズロボティクス)



# 合成加速度 イームズロボティクス機

合成加速度 [m/s<sup>2</sup>]



30msec

## 福島RTF衝突試験結果まとめ

	速度 [m/s]	荷重 [kN]	最大合成 加速度 [m/s <sup>2</sup> ]	HIC (m/s <sup>2</sup> )	HIC <sub>15</sub> (G)	高さ [m]	エネル ギー [J]	接触
P	19.49	1.91	972.85	8,207	13.75	20	1019	
E	16.67	7.37	1346.81	66,394	220.83	20	1137	直撃
A1	17.39	4.21	1125.81	44,635	148.46	20	1215	直撃
A2	16.84	4.16	1028.37	10,979	34.14	20	1215	
A3	16.56	7.91	1870.97	19,166	63.75	20	1215	

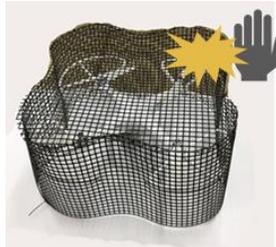
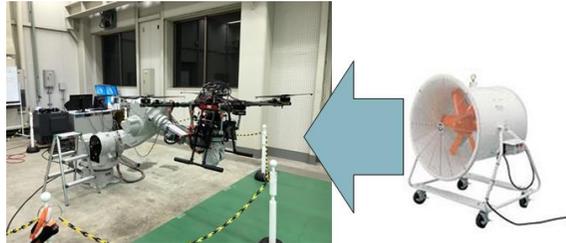
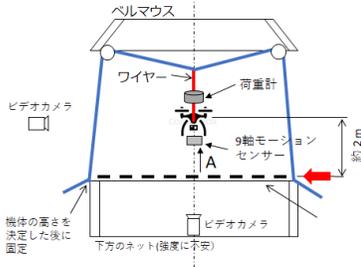
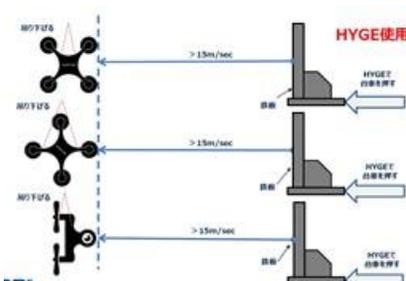
※ 質量20kg, 速度12m/sの場合の推定衝撃力は34 [kN]

# 各種性能評価 令和元年度計画

項目	取組課題 項目詳細	2018年度成果	2019年度項目	担当
各種性能評価	N類分析	N類、LSA等の無操縦者航空機と無人航空機の連続性問題の提起	→日本の民間認証制度の可能性の検討	JAMSS、AIST
	アンテナ性能評価	アンテナ性能評価手法開発（ヨコオ）	→ドローンのアンテナ性能評価手法まとめ	ヨコオ、AIST
	対人対物衝突防止性能	事故防止対策装置（スカイガードレール）開発。	→地上への危害軽減の安全対策としてとりまとめ	東大、AIST
	航続距離－離発着相互性能評価	回転翼アプローチ：燃料電池（水素ボンベ）	→地上への危害軽減として実施	プロドローン、AIST
		固定翼アプローチ：検討開始	→固定翼離発着性能評価も検討	AIST
	耐風性能評価	ASTM規格調査、NISTとの連携調査（JAMSS）	→NISTとの連携	JAMSS、AIST
	機体セキュリティ性能評価	簡単な試験と提案	→セキュリティ以外の標準化に関する検討	JET、AIST
	まとめ・委員会	全体項目策定	→2方式への集約の検討	MRI

# 令和元年度の研究開発方向概要まとめ

- 目視外及び第三者上空飛行の安全評価として、機体の**飛行安定性評価**や**誘導精度評価**、**地上への危害軽減**、の3点を基に**安全を評価する手法の考案と手順書作成を実施**。

項目	概要	試験計画	実施状況
<p>飛行安定性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風洞試験（多軸間相互作用）</li> <li>・ 対人安全策風洞試験（ケージ）</li> </ul>		
<p>誘導精度</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 落下分散垂直風洞試験</li> <li>・ 大型ドローン落下試験</li> <li>・ STM誘導精度評価試験</li> </ul>		
<p>地上への危害軽減</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 音響計測（低騒音化含む）</li> <li>・ 対人衝突試験（頭部）</li> <li>・ 対人衝突試験（切傷）</li> <li>・ ケージ型対人衝突試験</li> <li>・ 振り子型シーソー型衝突試験</li> </ul>		

# 無人航空機性能評価手順書骨子案

- 諸外国の動向調査結果、H28-29年度成果で整理された性能項目をもとに、無人航空機性能評価手順書の全体骨子（性能項目区分＋性能項目）を整理。
- 次年度は、**第三者上空飛行に関するシナリオに基づく安全性・信頼性等の評価手順を検討し取りまとめ予定。**

性能項目区分		性能項目例	性能項目区分		性能項目例	性能項目区分		性能項目例					
飛行性能	基本飛行性能	飛行速度	信頼性	システム全般	機体全体 (HW&SW)	耐環境性能	耐気象環境	気象全般					
		航続時間			HW全般			温度					
		飛行距離			SW全般			風					
		飛行高度		推進システム	推進システム			高度					
飛行安定性	燃料システム	降雨											
重量	冷却システム	雪											
離着陸性能	離着陸性能	基本離着陸性能（離発着面積等）		電気システム	バッテリー性能			電池性能	湿度	結露			
		狭あい空間における離着陸性能			ジェネレータ性能						氷		
		衝突回避			衝突回避能力							ケーブル	雷
					視認性							冗長性	
異常発生時の落下防止	異常発生時の落下防止	飛行継続（異常回復）	通信システム (C2リンク等)	アンテナ性能	耐周囲環境	かび							
		飛行継続（飛行経路逸脱防止）		送信性能			塩霧						
		飛行中断		受信性能				砂塵					
落下時の接触防止	落下時の警告	テレメトリ		水									
	落下分散	通信品質・セキュリティ											
落下時の危害軽減	落下時の危害軽減	落下速度低減	耐久性		寿命	耐電磁環境			電波干渉・電波妨害				
		落下時の衝撃吸収			強度		耐危険環境						
		発火・誘爆			耐食性			防爆					
環境負荷性能	環境負荷性能	構造の耐久性		放射熱									
		騒音、廃棄等			化学								
										放射性雰囲気			

## 令和元年度の研究開発まとめ

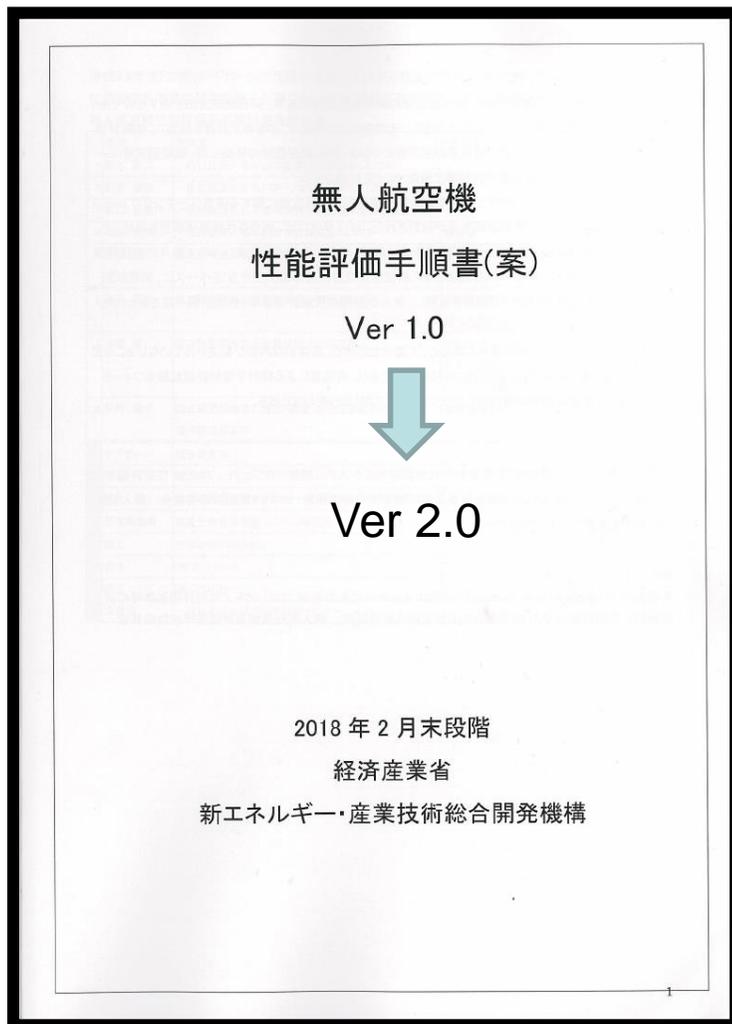
- 目視外及び第三者上空飛行の安全評価として、機体の**飛行安定性評価**や**誘導精度評価**、**地上への危害軽減**、の3点を基に**安全を評価する手法**の考案と手順書作成を実施。

新しい項目	性能評価	当初の項目
飛行安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風洞試験（多軸間相互作用）</li> <li>・ 対人安全策風洞試験（ケージ）</li> </ul>	落下分散（風洞） 衝突安全（落下姿勢） 騒音評価（振動）
誘導精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 落下分散垂直風洞試験</li> <li>・ 大型ドローン落下試験</li> <li>・ STM誘導精度評価試験</li> </ul>	落下分散（風洞試験） 衝突安全（落下速度）
地上への危害軽減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 音響計測（低騒音化含む）</li> <li>・ 対人衝突試験（頭部）</li> <li>・ 対人衝突試験（切傷）</li> <li>・ ケージ型対人衝突試験</li> <li>・ ボンベ搭載衝突試験</li> </ul>	落下分散（地上衝突） 衝突安全（対人衝突） 騒音評価（低騒音化技術）

# 無人航空機性能評価手順書作成

- これらの取り組みにより何が出来るか（性能評価手順書）を取りまとめる予定。

性能項目区分		性能項目例	性能項目区分	性能項目例
飛行性能	基本飛行性能	飛行速度	システム全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風洞試験(多軸間相互作用)</li> <li>・対人安全策風洞試験(ケージ)</li> <li>・落下分散(風洞)</li> <li>・衝突安全(落下姿勢)</li> <li>・騒音評価(振動)</li> </ul>
		航続時間		
	飛行距離	推進系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・落下分散垂直風洞試験</li> <li>・大型ドローン落下試験</li> <li>・STM誘導精度評価試験</li> <li>・落下分散(風洞試験)</li> <li>・衝突安全(落下速度)</li> </ul>	
	飛行高度			
離着陸性能	飛行安定性	信頼性		<ul style="list-style-type: none"> <li>・音響計測(低騒音化含む)</li> <li>・対人衝突試験(頭部)</li> <li>・対人衝突試験(切傷)</li> <li>・ケージ型対人衝突試験</li> <li>・ボンベ搭載衝突試験</li> <li>・落下分散(地上衝突)</li> <li>・衝突安全(対人衝突)</li> <li>・騒音評価(低騒音化技術)</li> </ul>
	重量			
誘導精度	電気系統	通信系 リンク		
基本離着陸性能(離発着面積等)	安全性		耐久性	
狭あい空間における離着陸性能		衝突回避		環境
衝突回避能力	視認性	環境		
飛行継続(異常回復)	飛行継続(飛行経路逸脱防止)	電磁環境		
飛行中断	落下時の警告	危険環境		
落下時の接触防止	落下分散	負荷性能		
落下時の危害軽減	落下速度低減	騒音、廃棄等		
	落下時の衝撃吸収			
	発火・誘爆			



2017年度～2018年度に作成された手順書 Ver 1.0では、現存する機械類等の試験法を基にまとめられている。

今回公開を目指す手順書Ver 2.0では、第三者上空飛行の安全に欠かせない以下の3点

- ・飛行安定性
- ・誘導精度
- ・地上への危害低減

に資する、騒音性能評価や落下性能評価、衝突性能評価の手順等を中心にとりまとめる。



Ver 2.0  
来年春、公開予定。

終

ご清聴ありがとうございました。

# プロジェクトの詳細説明

**【項目①】ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発**

**(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発**

**株式会社エンルート**

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト

研究開発項目

「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」  
省エネルギー性能等向上のための研究開発

プロジェクト名

「特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発」

2019年9月24日  
株式会社エンルート

# 目次

## 1. 研究開発の目的・目標

- (1) 目的
- (2) 目標

## 2. 研究開発の実績・課題

### (1) 研究開発の実績

- ① 研究開発内容
- ② 実績まとめ

### (2) 研究開発の課題

- ① ヒアリング結果
- ② 今後の課題

## 3. 研究開発進捗

- (1) 2019年度開発進捗
- (2) スケジュール

# 1. 研究開発の目的・目標

(1) 目的：火災現場等、特殊環境下での連続稼働が可能なドローンの開発

- 災害現場等の情報収集
- 火災現場等における捜索・救助支援

※ 本事業は、平成29年5月19日に開催の「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」にて発表された「空の産業革命に向けたロードマップ」の一つにおいて、「災害対応」分野の『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』が消防、防災災害関連企業等へのノウハウ適用に期待できると想定している。

# 1. 研究開発の目的・目標

## (2) 目標：

本事業の2019年度末までの研究開発目標を下表に示す。

最終成果物は、「試作機2機体の完成」、「福島県ロボットテストフィールド等での実証試験」とする。

研究開発項目	中間目標（2018年度末）	最終目標（2019年度末）
耐火ドローン開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>①断熱メカニズム解明と評価法の確立</li> <li>②ドローン機体設計 (フレーム、モータ、プロペラ、バッテリー、センサ、カメラ、フライトコントローラ等)</li> <li>③設計機体のシミュレーション等</li> </ul>	耐火ドローンの試作品を2機体（50cm×50cm程度と120cm×120cm程度）製作し、開発した全ての機器を搭載する。 また、耐熱温度1000℃と飛行時間3分以上を目標とする。
自律制御機能開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>①熱源に対する自律制御機能の開発</li> <li>②衝突回避機能の開発</li> <li>③落下時の安全対策機能の開発</li> </ul>	ドローンに搭載したセンサー等で、耐熱温度の上限（約1,000℃）を超えそうな場合、機体を熱源から遠ざけ、自主防衛出来るようにする。
通信用ソフトウェア開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>①通信プロトコル等の開発</li> <li>②通信モジュール等の開発</li> </ul>	位置、気圧、災害情報等を5GHz帯の電波を利用し耐火ドローンと通信できるようにする。
実証試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>①外注先・公設試等を利用し、試作品の性能評価等を実施する。</li> <li>②個別に開発した機器を福島県ロボットテストフィールド等での実証実験する。</li> </ul>	他の技術開発の成果を搭載し、福島県ロボットテストフィールド等での実証試験する。

## 2. 研究開発の実績と課題

### (1) 研究開発の実績：

#### ① 研究開発内容

##### a) 高温環境下におけるドローン機体の耐熱性評価法の確立

- 耐熱対策および耐熱ケース設計  
フレームとプロペラ以外の本体は耐熱ケースによる耐熱化を検討

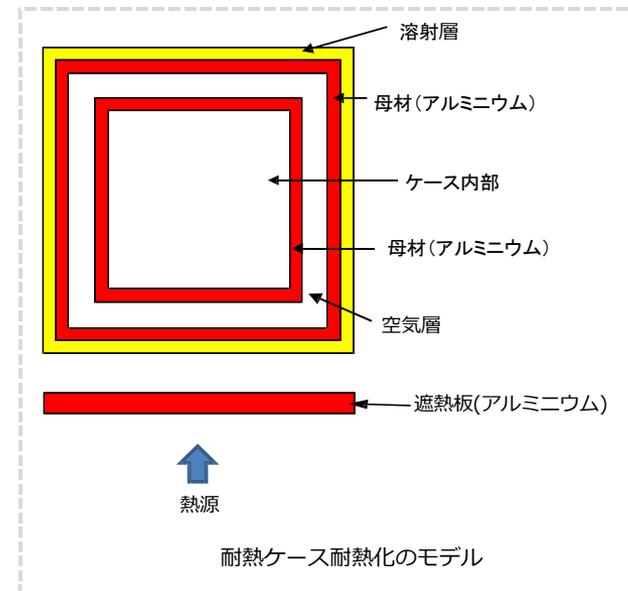
耐熱ケースの耐熱対策のモデル。(右図)

耐熱ケースの母材はアルミニウム板とし、外側に溶射層（ジルコニア）を塗布することで遮熱・断熱し、母材と遮熱材との間の断熱効率を上げるために空気層をとった。

また、輻射を考慮し本体下方に遮熱板(アルミニウム板)を置いた評価も実施。

※ 耐熱性の評価基準として以下の条件を基準とした。

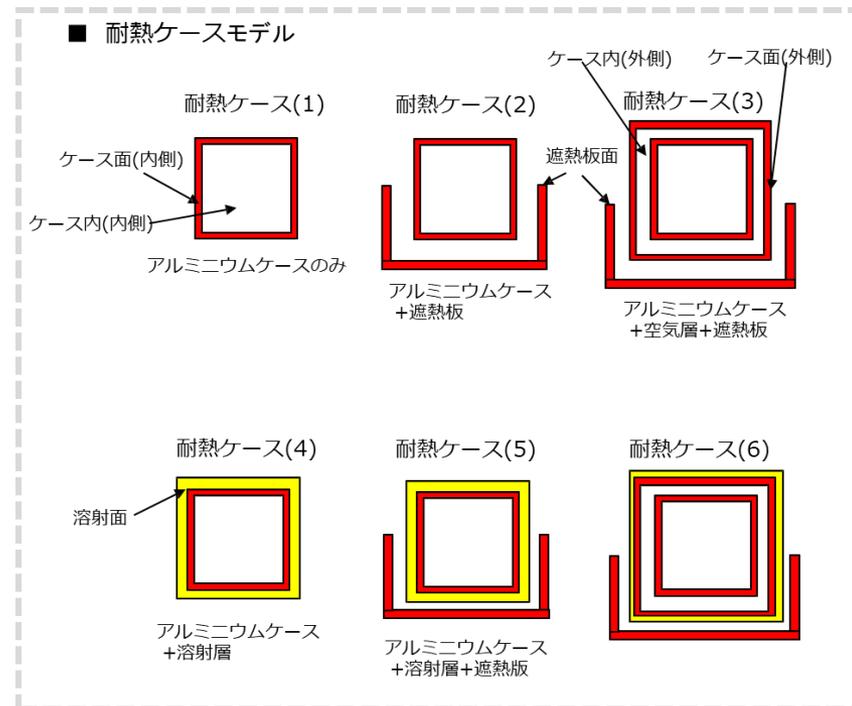
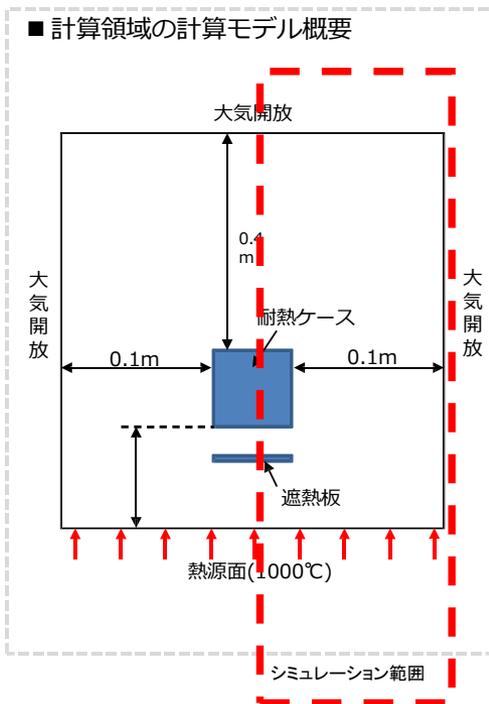
- 母材表面温度が100℃～120℃以下
- ケース内部温度が50℃以下



## 2. 研究開発の実績と課題

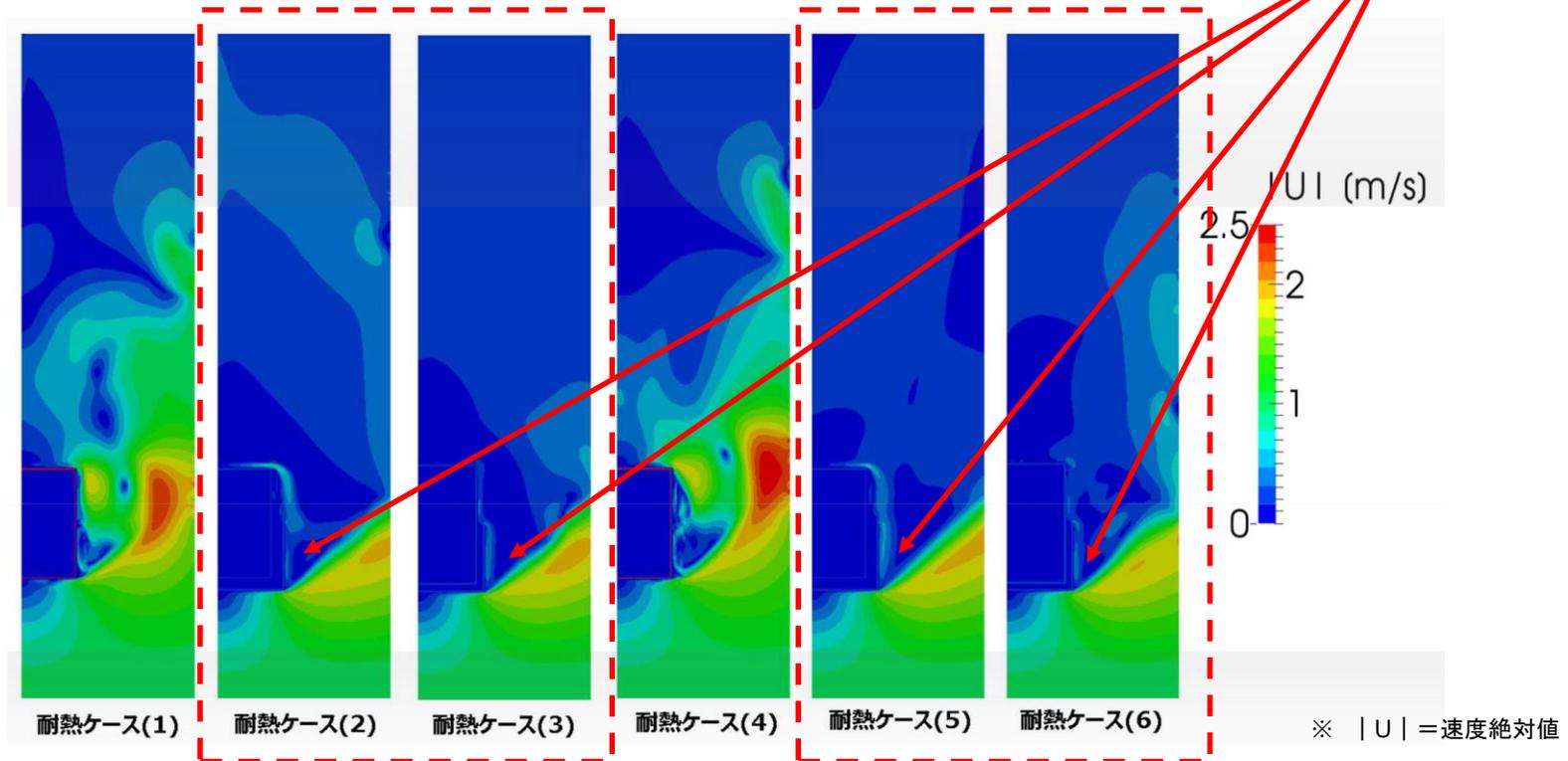
- 耐熱ケースの耐熱性評価シミュレーション手法の検討

耐熱ケースの耐熱性評価の計算モデルの概要及び耐熱ケースモデルを以下に示す。



## 2. 研究開発の実績と課題

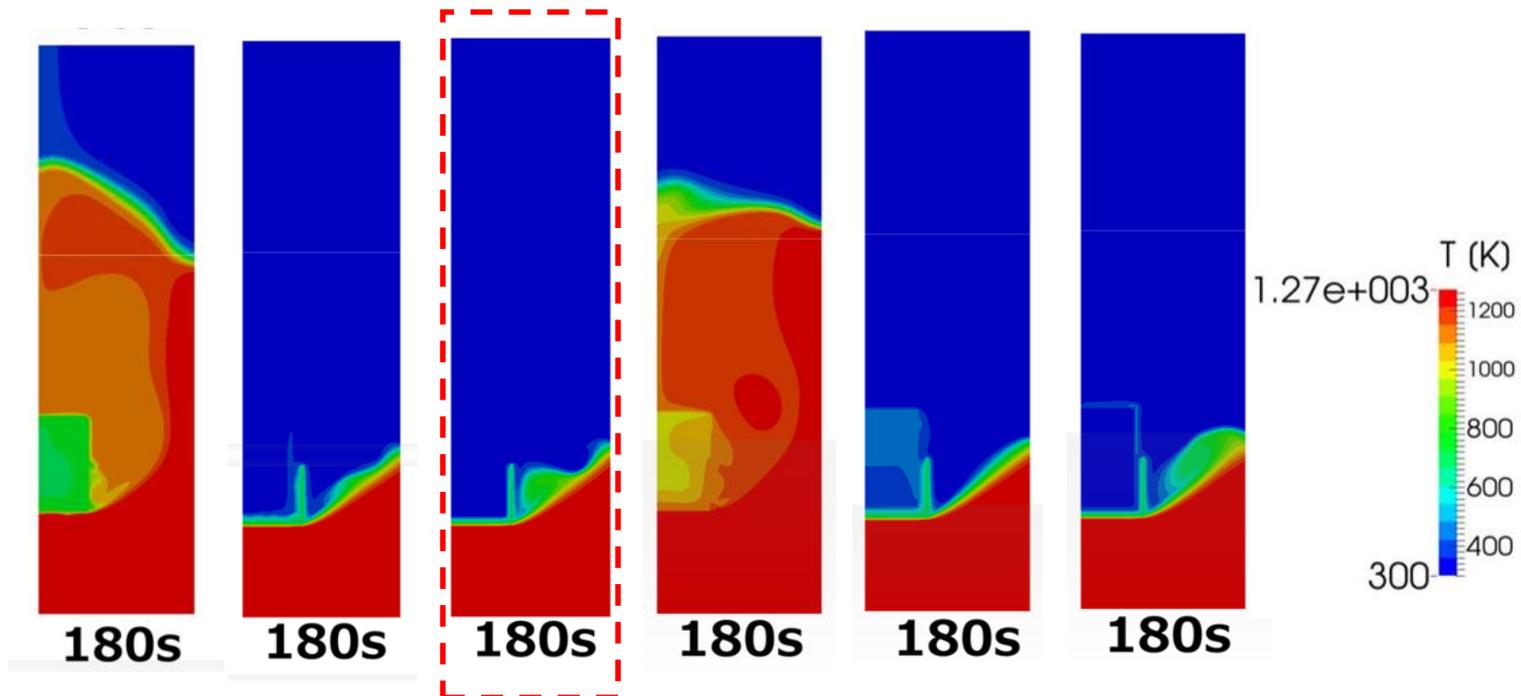
- 計算結果：速度場の解析結果は下図となり、遮断板のある耐熱ケースモデル（2,3,5,6）ではケース後方への気流が抑えられていることがわかる。（遮断板の有効性）



## 2. 研究開発の実績と課題

- 計算結果：伝熱解析結果で最もケース内部温度上昇を抑制できたものは（耐熱ケース3：26.85℃）であり、それ以外はケース内部温度が目標値 50℃を切ることができなかった。（遮断板及び二重構造の有効性）

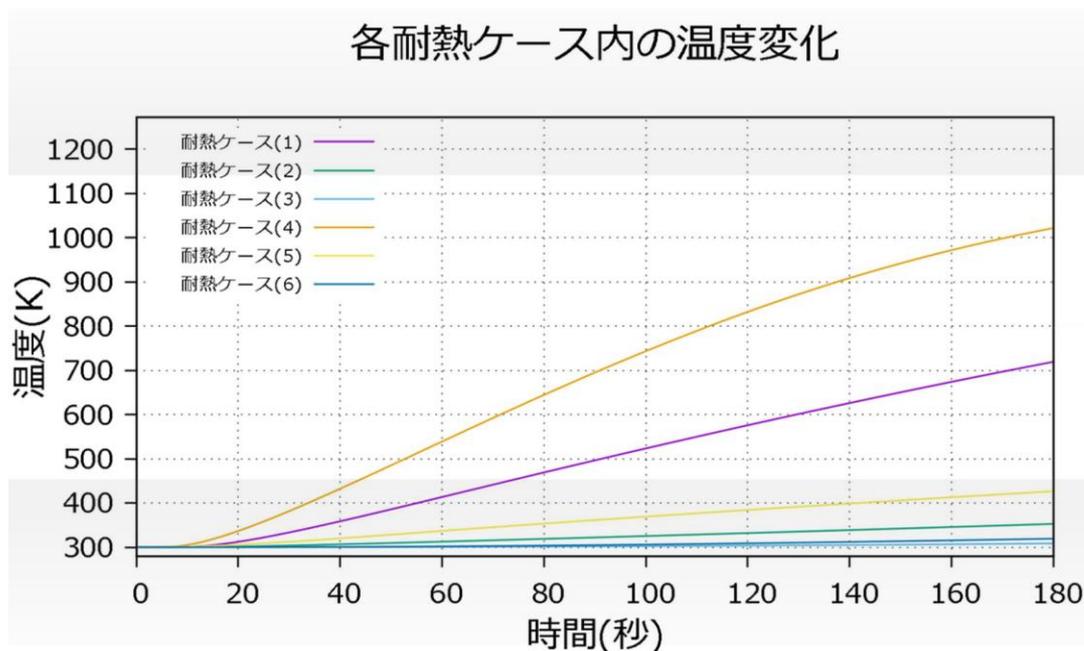
※ 次ページ一覧表参照



## 2. 研究開発の実績と課題

- 計算結果：各耐熱ケース内の温度変化

下グラフに各耐熱ケースモデルにおける耐熱ケース内の温度変化を示す。最も効率が良いのはパターンは溶射処理を施していない耐熱ケース(3)となった。(ジルコニア自体の耐熱性は高いものの、熱伝導により内部ケースの温度上昇につながったものと推定。)



## 2. 研究開発の実績と課題

### 実績 ・耐熱性の評価法を確立した。

- 耐熱性評価方法及び試験結果：速度場での結果及び耐熱試験結果より遮断板とケースの二重構造化でケース内部温度を50℃以下に抑えられることが判った。

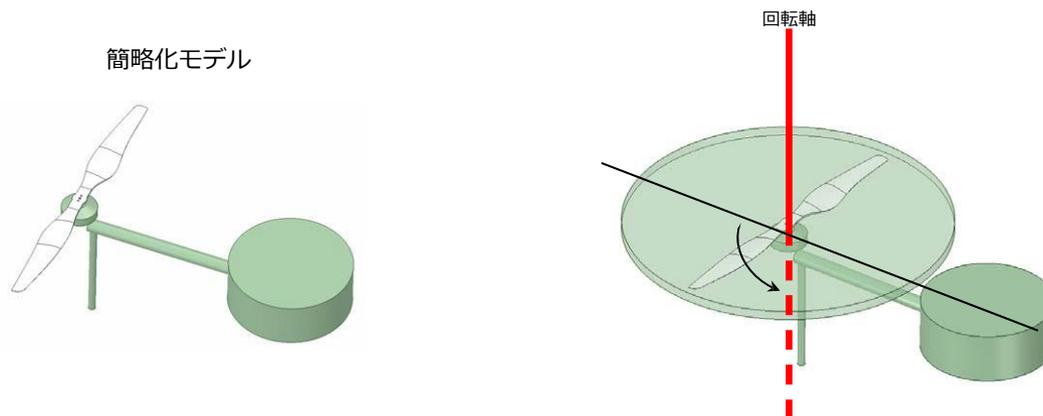
## 2. 研究開発の実績と課題

### b) 強風環境下におけるドローン機体の耐風性評価法の確立

- プロペラの回転面方位角度の傾きによるドローン機体重心位置の剛体力制御の実証（飛行性能が向上評価）



➡ プロペラ回転によるプロペラ推力および機体重心位置の剛体力を流体シミュレーションにより評価する



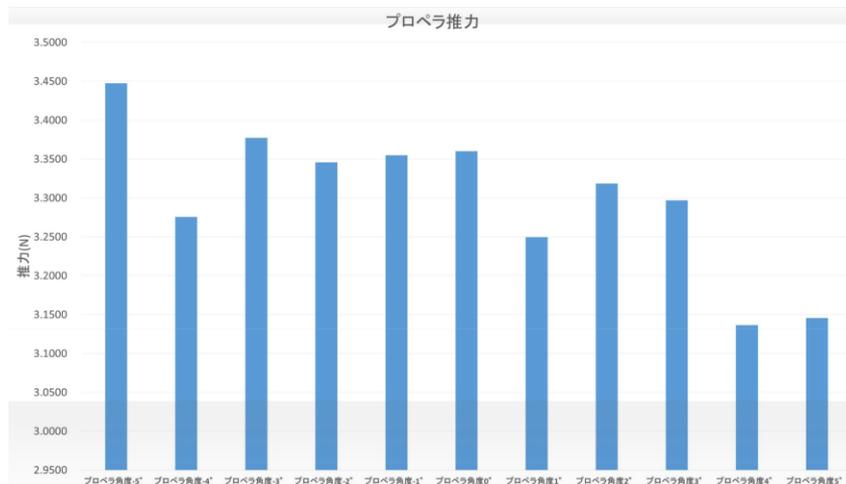
#### プロペラ面の角度条件

プロペラ面の角度は右図に示す回転方向に回転軸を傾けることで設定した。  
角度は-5°、-4°、-3°、-2°、-1°、0°、1°、2°、3°、4°、5°とした。

## 2. 研究開発の実績と課題

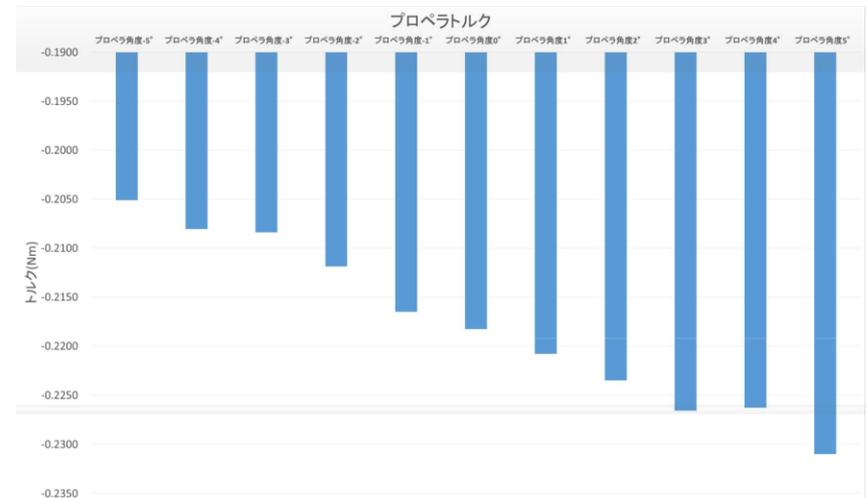
- 計算結果：プロペラの推力比較

プロペラ推力は、プロペラ角度がマイナス（回転面が外向き）になるほど大きくなり、飛行性能が増加する結果となった。



- 計算結果：プロペラトルクの比較

プロペラトルクも推力同様プロペラ角度がマイナス（回転面が外向き）になるほど抵抗値が小さくなり、飛行性能に与える影響が大きいことがわかった。



## 2. 研究開発の実績と課題

### 実績

・耐風性評価法を確立した。

- プロペラ回転面方位を水平より傾けることで、プロペラ回転によるドローン機体重心位置の剛体力を制御し、強風下における飛行安定性を制御することが可能か否かの検証を流体シミュレーション解析より評価した。ドローン機体に加わる流体力は小さく、プロペラ回転面方位角度を変化させても大きな差異は現れなかった。一方で、プロペラの推力およびトルクはプロペラ回転面方位角度が外向きに向くほど推力が増加し、モータにかかるトルクが減少するため飛行性能（耐風性）が向上する結果となった

## 2. 研究開発の実績と課題

### c) ドローン機体設計

- 耐熱性の高いジルコニアで本体、プロペラ、モータマウント、アーム、レッグ等をコーティング
- 本体は空力を重視した形状とし、且つ軽量化を実現



#### 実績

• 本体カバー、モーターカバー、プロペラ、アーム、レッグを新たに開発した。

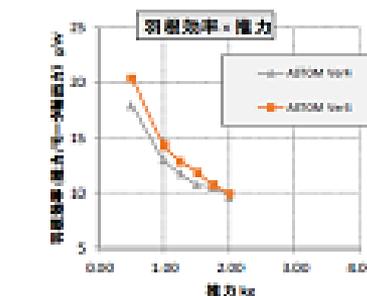
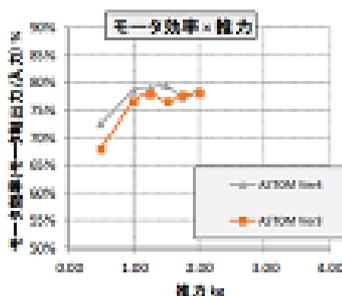
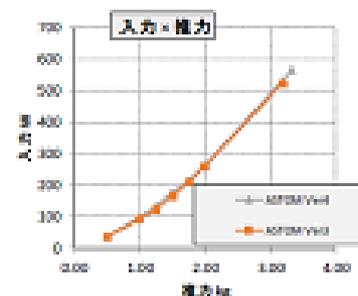
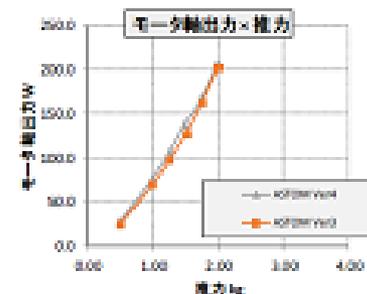
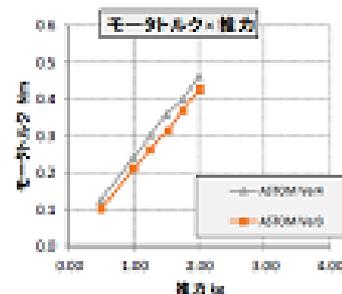
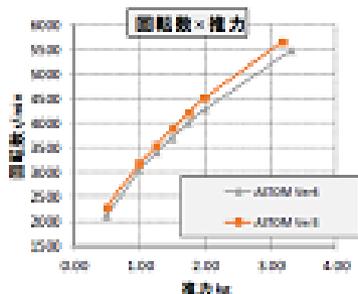
## 2. 研究開発の実績と課題

### d) 設計機体のシミュレーション

実績

・プロペラの推力試験による高効率、高推力のプロペラの製作

- ・ 推力、消費電力等を比較した。



## 2. 研究開発の実績と課題

### e) ドローン機体製作

#### 実績

・ドローン試作品 4 機を製作した。

- ・プロペラが4枚と6枚の耐火ドローンを試作した。



## 2. 研究開発の実績と課題

### f) 自律制御機能の開発

#### 実績

熱源を回避する自主防衛制御機能を基礎開発した。

- 熱源を回避する自主防衛型AIプログラム基礎開発のフライト試験する。



## 2. 研究開発の実績と課題

### g)-1 公施設等の屋外耐火実証試験

#### 実績

- ・耐火試験環境を設定し、2回の耐火試験を実施した。
- ・耐熱性のストレス試験、空撮試験、爆風上空におけるプロポ操作の機体制御試験を実施した。

実験前の機体



実験後の機体



遮蔽版は250°Cまで全て焼失



実験後の機体



実験後のプロペラ



## 2. 研究開発の実績と課題

### g)-2 公施設等の屋外耐火実証試験

#### 実績

- ・耐火試験環境を設定し、2回の耐火試験を実施した。
- ・耐熱性のストレス試験、空撮試験、爆風上空におけるプロポ操作の機体制御試験を実施した。



## 2. 研究開発の実績と課題

### ② 実績まとめ

#### ① 耐火ドローン開発

- ・ 耐熱性、耐風性の評価
- ・ 設計シミュレーションでの機体設計・加工・試験
- ・ 耐火ドローンの試作品の製作（2機：耐熱温度300℃ 飛行時間1分 サイズ120cm×120cm）

#### ② 自律制御機能開発

- ・ 耐火ドローンの熱源回避制御機能開発（機体搭載センサによる耐熱温度（約300℃）認知、及び回避）

#### ③ 通信用ソフトウェア開発

- ・ 目視外飛行想定920MHz帯遠隔通信モジュールの基礎開発

#### ④ 実証実験

- ・ 埼玉県某採石場を使用した耐火ドローン耐熱試験、熱源突入フライト試験、熱源回避試験の実施

#### ⑤ プロモーション活動

- ・ プロモーション活動の一環として、プレスリリースや展示会等での発表を実施し、消防・警察、民間企業へのヒアリング等を実施中。並行して、研究成果の知財化を出願済み。

※詳細は次ページを参照

## 2. 研究開発の実績と課題

### ⑤プロモーション活動

プロモーション活動の一環として、プレスリリースや展示会等での発表を実施し、消防・警察、民間企業へのヒアリング等を実施中である。並行して、研究成果の知財化を出願済み。

	活動内容	2018年度	2019年度	合計
プレスリリース	研究成果・製品化に関するリリース	1	0	1
展示会	研究成果の発表	1	1	2
特許出願	研究成果の知財化	1	0	1
消防・警察	現場へのヒアリング	6	16	22
民間企業	市場ニーズの調査	11	4	15

## 2. 研究開発の実績と課題

### (2) 研究開発の課題

#### ① ヒアリング結果：

研究開発を進めるにあたり消防ヒアリングにおいて得た課題は下記の通りです。

消防・警察、民間企業の調査件数（問合せ、現場へのヒアリング・打合せ、市場ニーズ調査）：37件

- 飛行時間1分間以上の機体耐熱加工
- 非GPS環境下における工場等の屋内利用
- 飛行パイロットの裾の拡大に向けた飛行操作性の向上

#### ② 今後の課題

- 機体を更に軽量化し飛行性能を向上させ、安定飛行を可能とする。
- 熱源に対する自律制御機能、衝突回避機能、落下時の安全対策機能の評価方法を確立する。
- 火災現場を想定した飛行試験を繰り返し、機体操作性の向上及び評価方法を確立する。
- 量産化に向けた検討。

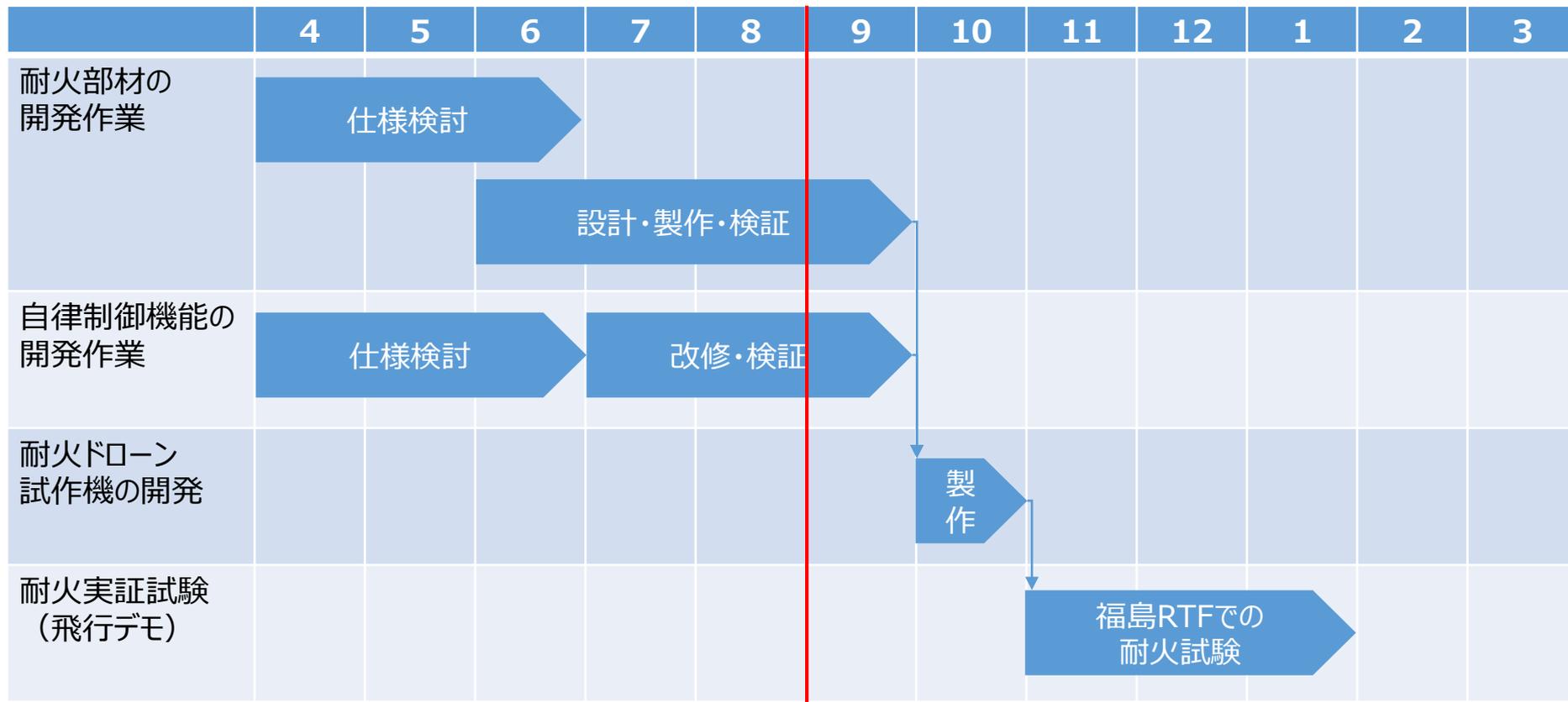
### 3. 研究開発進捗状況（2019年度）

#### (1) 2019年度開発進捗

- ① 機体耐熱加工の改良
  - a) 機体の耐火耐熱素材の見直し・検証
  - b) 冷却装置の実装の検討
  
- ② 自律制御機能向上
  - a) 熱源を回避方法の検討、及び自主防衛型プログラムの改修
  
- ③ 福島ロボットテストフィールドでの耐火実証実験の準備
  - a) 耐火試験の実施体制構築、及び評価試験項目の検討
  
- ④ 消防・警察、防災災害関連企業等への継続ヒアリング
  - a) 開発成果の意見、及び実用に向けたアドバイスの試作機開発フィードバック

### 3. 研究開発進捗状況 (2019年度)

#### (2) スケジュール



## 【参考資料】⑤プロモーション活動；NEDO殿 共同プレスリリース

### 2019年3月6日に研究成果・製品化に関するプレスリリースを配信

世界初、火災現場への進入と近距離空撮が可能な300℃耐火型ドローンを開発  
—4月にサンプルモニタリングを開始し、「消防士の空飛ぶチームメイト」を目指す—

NEDOプロジェクトにおいて、(株)エンルートは世界で初めて、火災現場に進入し、火元の上空5mから10mの近距離空撮が可能な300℃耐火型ドローンを開発しました。はしご車が入ることができない狭い道路などの現場やビル、工場内の要救助者の救出ルート確認や、隣接建物などへの延焼状況の把握、消火活動後の再燃防止、さらには山岳地帯や水辺でも利活用できる「消防士の空飛ぶチームメイト」の実現を目指します。今後、(株)エンルートは、4月から消防機関などへ製品サンプル提供とモニタリングを開始し、性能評価のフィードバックを進め、2019年10月から受注開始予定です。なお、(株)エンルートは、3月13日から15日まで幕張メッセで開催される「ジャパン・ドローン2019（第4回）」で、300℃耐火型ドローンの製品サンプルを展示予定です。



図1 今回開発した300℃耐火型ドローンの製品標準品。QC730FP。



図2 火災現場を想定した実証試験の様子。

耐火試験の様子(過去の実験の動画)。

[https://nedo-dress.jp/introduction/introduction\\_1\\_2\\_1](https://nedo-dress.jp/introduction/introduction_1_2_1)

#### <実際のプレスリリース資料>

News Release  
2019.3.6  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
株式会社エンルート

世界初、火災現場への進入と近距離空撮が可能な300℃耐火型ドローンを開発  
—4月にサンプルモニタリングを開始し、「消防士の空飛ぶチームメイト」を目指す—

NEDOプロジェクトにおいて、(株)エンルートは世界で初めて、火災現場に進入し、火元の上空5mから10mの近距離空撮が可能な300℃耐火型ドローンを開発しました。はしご車が入ることができない狭い道路などの現場やビル、工場内の要救助者の救出ルート確認や、隣接建物などへの延焼状況の把握、消火活動後の再燃防止、さらには山岳地帯や水辺でも利活用できる「消防士の空飛ぶチームメイト」の実現を目指します。今後、(株)エンルートは、4月から消防機関などへ製品サンプル提供とモニタリングを開始し、性能評価のフィードバックを進め、2019年10月から受注開始予定です。なお、(株)エンルートは、3月13日から15日まで幕張メッセで開催される「ジャパン・ドローン2019（第4回）」で、300℃耐火型ドローンの製品サンプルを展示予定です。



図1 今回開発した300℃耐火型ドローンの製品標準品。QC730FP。

図2 火災現場を想定した実証試験の様子。

耐火試験の様子(過去の実験の動画)  
[https://nedo-dress.jp/introduction/introduction\\_1\\_2\\_1](https://nedo-dress.jp/introduction/introduction_1_2_1)

1. 概要  
近年、火災現場など、人が近づくと危険な場所の状況確認や救助支援のために、特殊環境下で飛行可能なドローン機体の活用が切望されています。火災現場で利用するためには、従来のドローン機体には耐火性がなく、火災現場の上空5m前後からの近距離空撮が困難でした。近距離空撮には、火場による照度性の悪化や、フレアやコントラストなど、映像品質が十分に安定しないなどの課題があります。そこで、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、2017年からロボットドローンが活躍する新エネルギー社会の実現プロジェクト<sup>TM</sup>において、開発、インフラ構築、実用化

# プロジェクトの詳細説明

## 【項目②】無人航空機の運航管理システム及び 衝突回避技術の開発

### (1) 無人航空機の運航管理システムの開発

日本電気株式会社

# ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト 安心・安全で効率的な物流等のサービスを実現する運航管理システムの研究開発

中間評価分科会

2019年9月24日

◆研究代表機関

日本電気株式会社

PSネットワーク事業推進本部 西沢 俊広

◆共同実施機関

株式会社NTTデータ、株式会社日立製作所、株式会社NTTドコモ、楽天株式会社



# 目次

## 1. 開発進捗

1. 研究の概要
2. 昨年度の開発状況
3. 昨年度の接続試験による評価

## 2. 今後の計画

1. 相互接続試験
2. まとめ

# 目次

## 1. 開発進捗

### **1. 研究の概要**

2. 昨年度の開発状況

3. 昨年度の接続試験による評価

## 2. 今後の計画

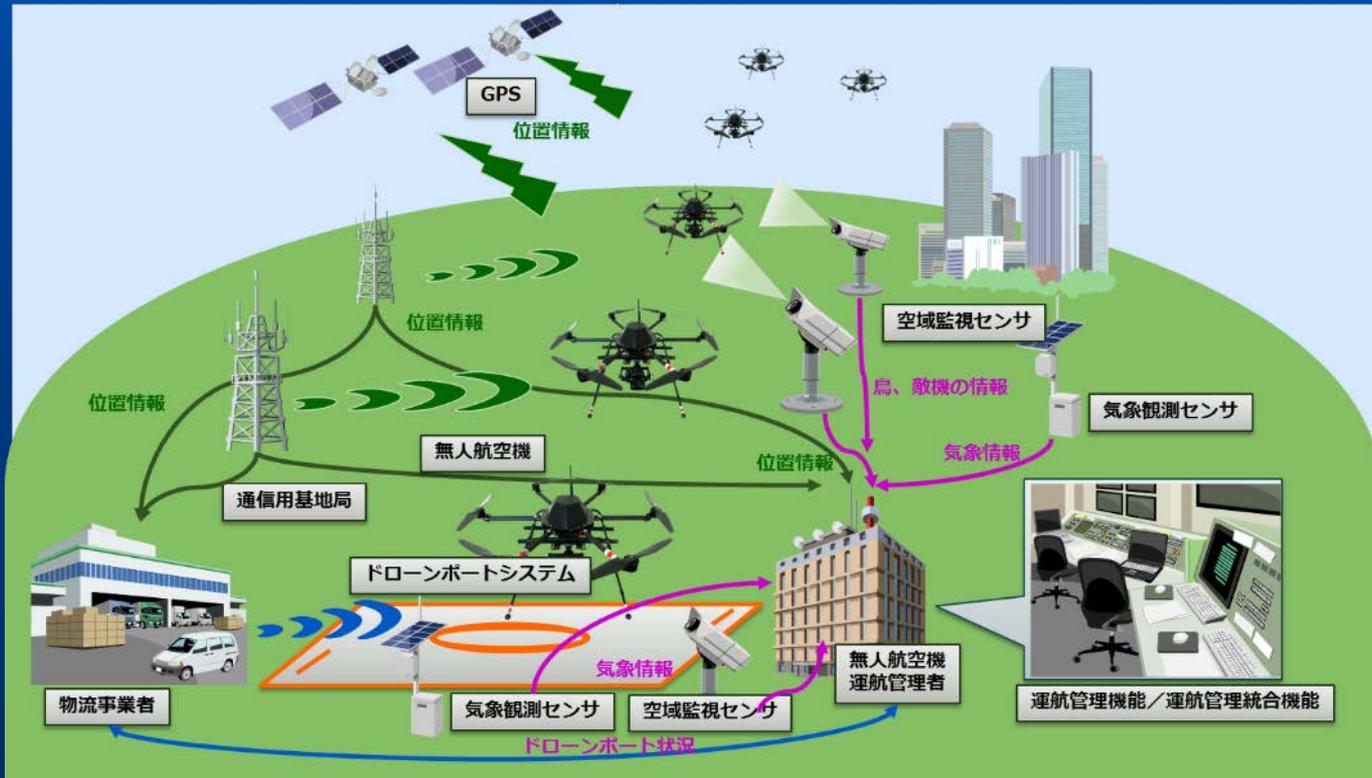
1. 相互接続試験

2. まとめ

# 運航管理システムの必要性

安心・安全で効率的に大量の無人航空機の運航を管理するシステムの実現

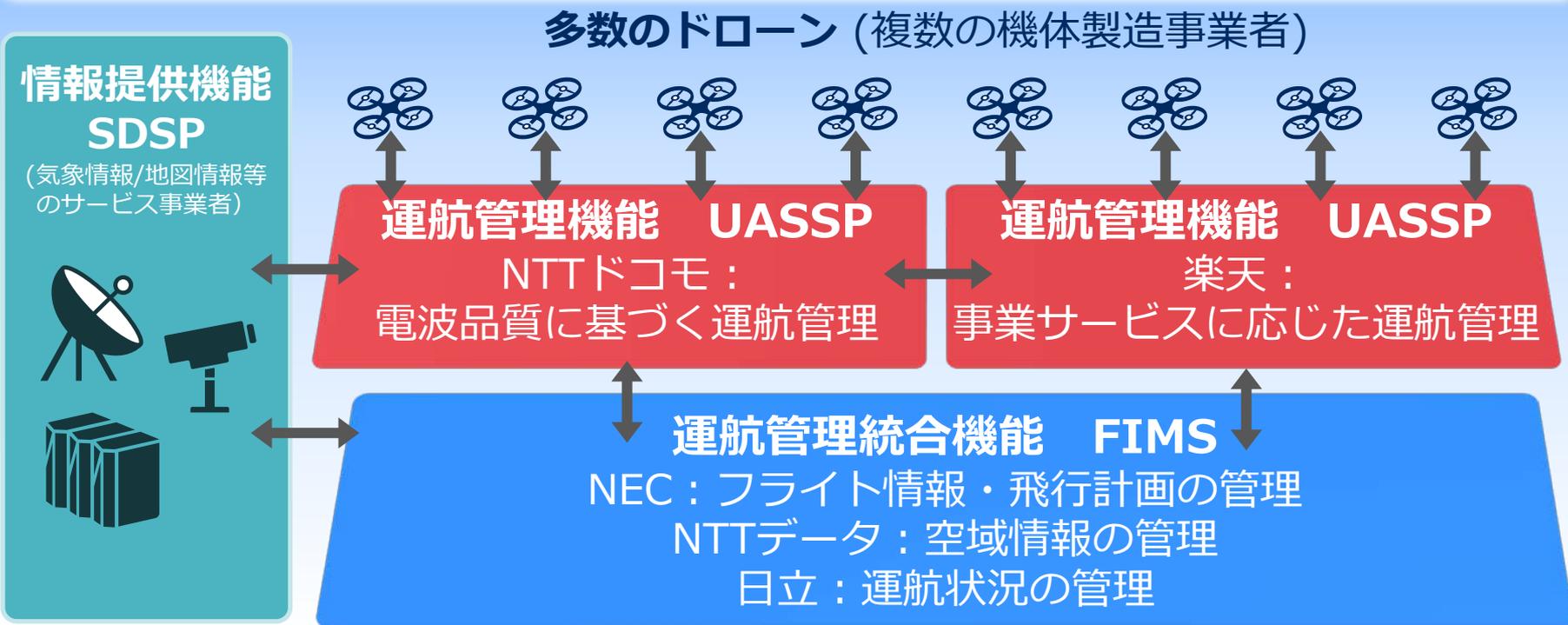
1. 目視外環境下での複数の無人航空機の空域の共有と相互の安全確保
2. 空域・空間や電波といった有限の資源の効率的な活用
3. 無人航空機による物流等のサービスによる省エネ社会の実現



# ロボットテストフィールドでの研究の目標

福島ロボットテストフィールドに運航管理システムを実装し実証する

- ドローンが飛び交う時代を想定し様々な事業者システムを接続・統合
- 南相馬市～浪江町の13kmの間での目視外の状況で、複数の運航管理機能で管理された複数機体製造事業者のドローンを1時間 1平方km 100機以上の密度で飛行
- 物流、災害調査等の様々な利用シーンで衝突させずに運航する



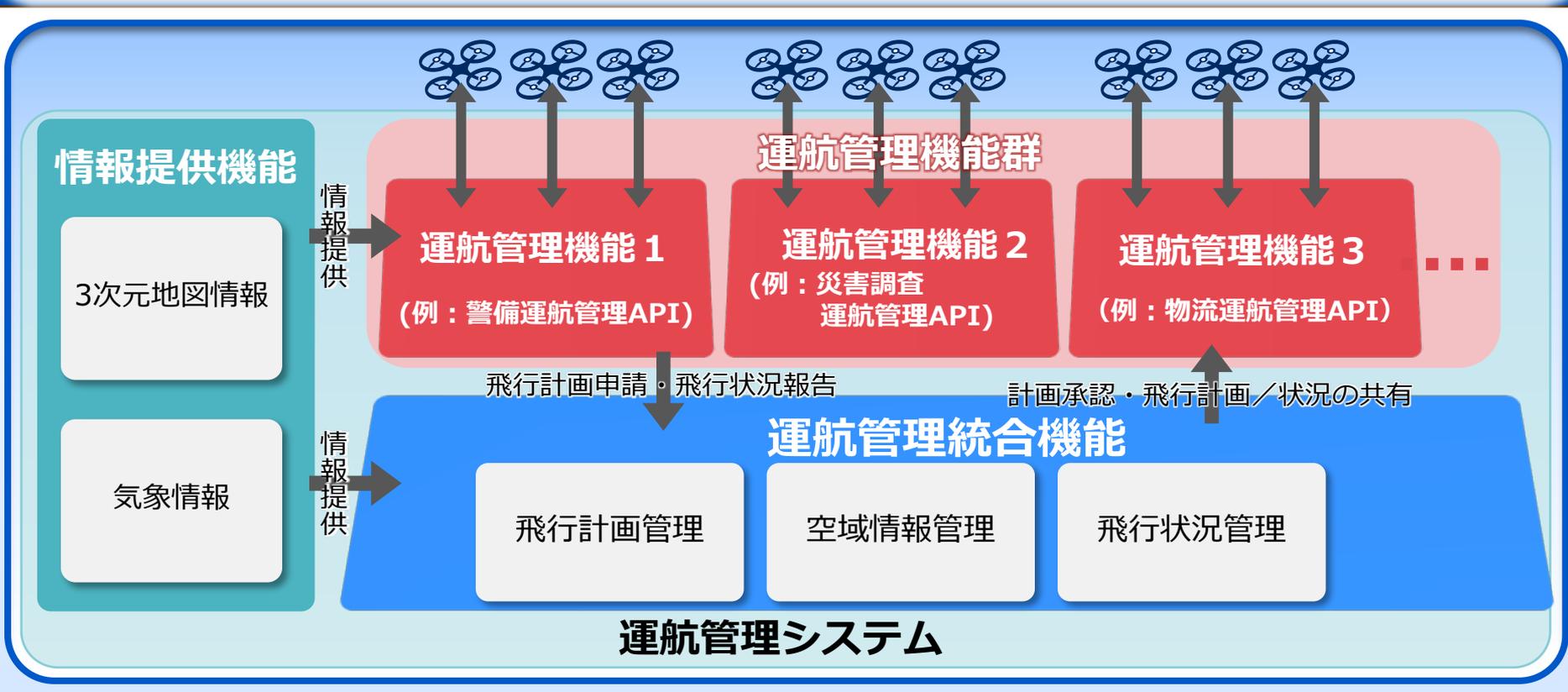
# 運航管理システム(UTM)の構成

**運航管理統合機能**：飛行計画や飛行状況の情報共有

**運航管理機能**：ドローンのサービスを提供。

**情報提供機能**：気象、地図などの情報を提供。

⇒ 3つの機能が連携して安全なドローンの運航を実現。



# 運航管理統合機能：飛行計画管理

- 複数ドローン事業者の飛行計画を一元管理
- 飛行計画の干渉、気象情報による荒天エリアの飛行等を自動でチェック
- 危険と判断した計画は否認し計画の見直しを要請

物流ドローンが災害調査ドローンの飛行空域を迂回し飛行計画を再提出

**経路が干渉**

災害調査ドローン飛行空域

物流ドローン飛行経路

Callsign	Start Time	End Time	Status	
災害調査(NEC)	07/27 03:05	07/27 03:10	Approved	Reference
物流(東天)	07/27 03:05	07/27 03:06	Rejected	Reference

Callsign: 物流(東天)  
DeparturePort: DronePortA1  
StartTime: 07/27 03:05

Callsign: 災害調査(NEC)  
DeparturePort: DronePortA1  
StartTime: 07/27 03:05

Callsign: 物流(東天)

Callsign	Start Time	End Time	Status	
災害調査(NEC)	07/27 03:05	07/27 03:10	Approved	Reference
物流(東天)	07/27 03:01	07/27 03:10	Approved	Reference
TERRA-003	12/28 03:05	12/28 03:09	Approved	Reference

Callsign: 物流(東天)  
DeparturePort: A44  
StartTime: 07/27 03:01

Callsign: 災害調査(NEC)  
DeparturePort: DronePortA1  
StartTime: 07/27 03:05

Callsign: 物流(東天)

飛行計画管理画面と飛行計画の調整例

# 運航管理統合機能：空域情報管理

- ドローンの空域管理に必要な情報（空域情報、有人航空機情報など）を統合的に管理する基盤を実現
- 情報提供機能（ゼンリン）が提供する高精度障害物データを運航管理統合機能で活用するための技術を確立
- ドローン事業者と空域管理関連情報を共有するAPIを提供

空域の安全に関する情報を一元管理し関連する機能間で共有

運航管理機能

有人機飛行状況

飛行禁止／  
注意空域情報

情報提供機能

地表障害物情報

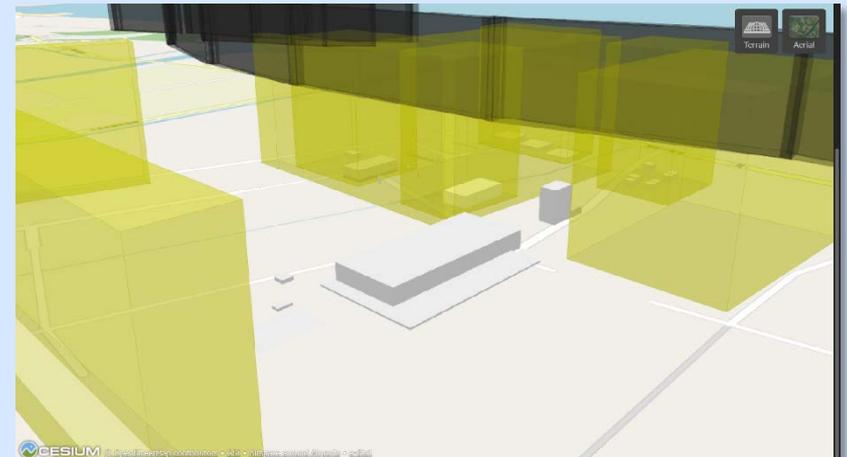
API

有人機飛行  
状況

空域情報

地表障害物  
情報

運航管理統合機能(空域情報管理)



※ 画像データ出典: OpenStreetMap (openstreetmap.org)

空域情報管理のシステム連携イメージ

# 運航管理統合機能：飛行状況管理

- 複数事業者の飛行中ドローン位置情報、速度、飛行進路等を一元管理
- ドローン同士、ドローンと飛行禁止エリアおよび地表障害物との近接状態、飛行計画との差分を監視
- 必要に応じて警報を運航管理機能に通知

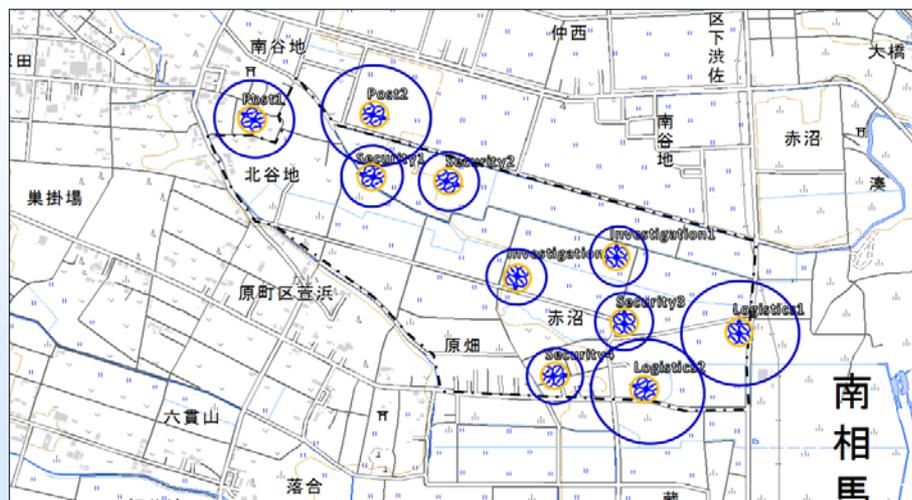
## 運航管理統合機能（飛行状況管理）

運航管理機能

飛行状況情報  
(位置情報など)

情報提供機能

気象情報  
地形障害物情報



※ 画像データ出典: 国土地理院 (<http://www.gsi.go.jp>)

飛行状況管理のシステム連携イメージ

# 目次

## 1. 開発進捗

### 1. 研究の概要

## 2. 昨年度の開発状況

### 3. 昨年度の接続試験による評価

## 2. 今後の計画

### 1. 相互接続試験

### 2. まとめ

# 運航管理統合機能(FIMS)のフライト管理に関する研究[NEC]

## 成果

- ① : FIMS試験装置に飛行計画管理機能を実装し、飛行計画に関するAPIを整備した。接続試験によりフライト管理の妥当性評価を行った。
- ② : 空域監視および気象情報のAPIを整備するとともに試験システムを構築した。
- ③ : UASO間の計画調整インタフェースを試作し評価を行った

### ① FIMSのフライト管理

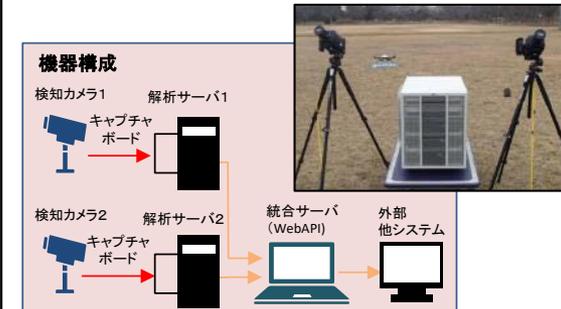
- 計画段階でのコンフリクト判定  
UASSPが提出した飛行計画から他の飛行計画との干渉をチェックし、UASSPの計画の承認を実施する試験装置を構築し、UASSPと接続した妥当性評価を実施。



- FIMS – UASSP 間インタフェース公開  
Swagger HubによりAPI公開を実施 (DRESS-PJ内)

### ②-1 : 空域監視システム

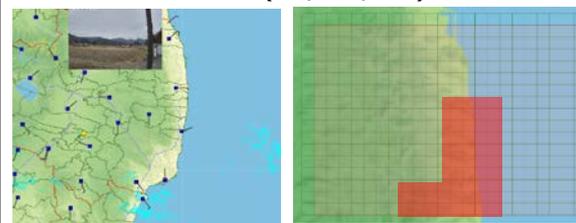
#### ■ 空域監視システムを構築



### ②-2 : 気象情報システム

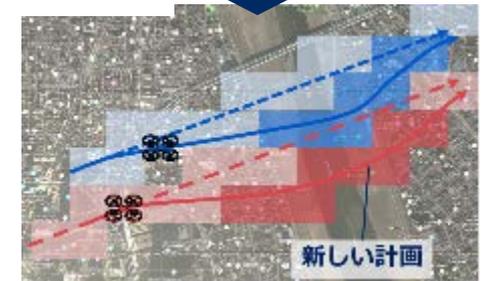
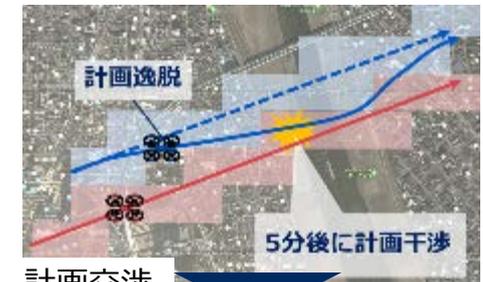
#### ■ 気象情報システムを構築

- ・気象実況と1kmメッシュ気象予測を提供
- ・気象実況アラート(雨, 風, 雷)を提供



### ③ UASSO間調整機能

- 動的な飛行計画変更の調整  
飛行中に計画からのずれが生じた際に他のUASOと計画調整・交渉を行うためのインタフェースを試作



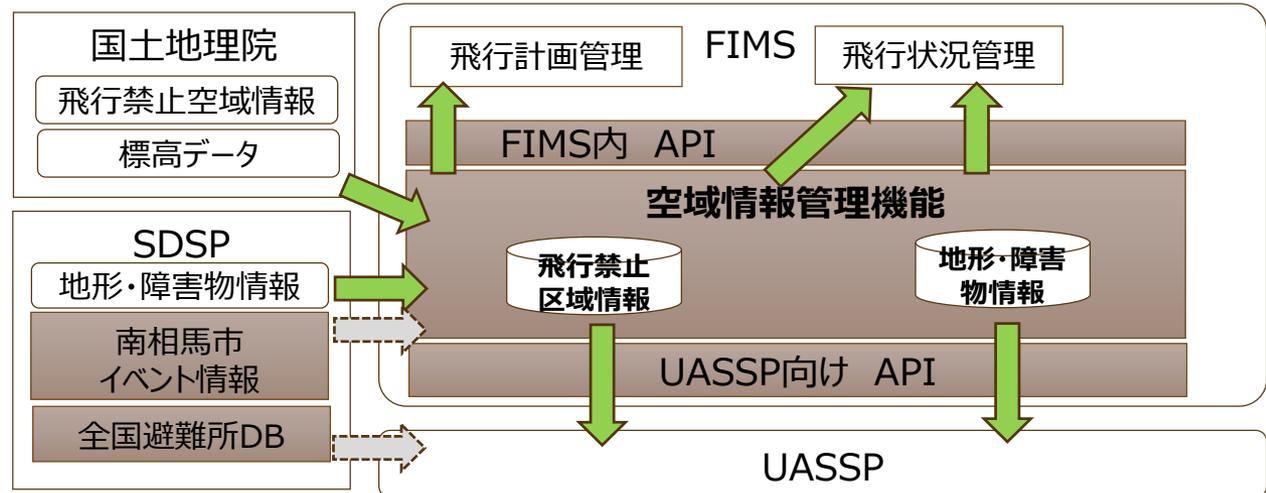
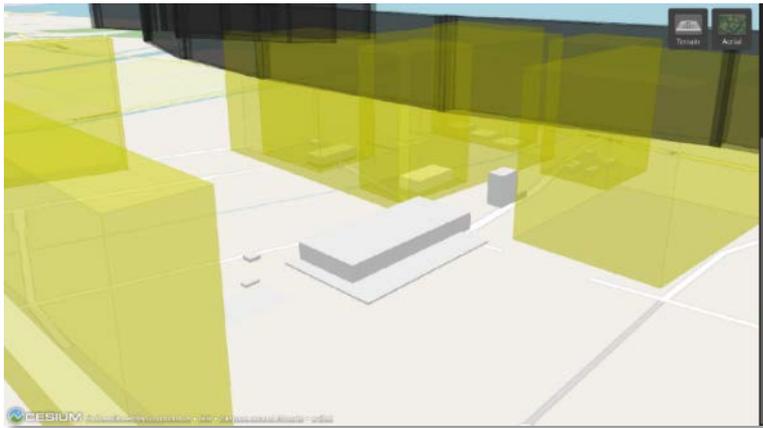
# 運航管理統合機能(FIMS)の空域情報管理に関する研究[NTTデータ]

**成果**

①：飛行禁止空域・地表障害物情報を統合的に管理/共有する基盤を構築。  
FIMS/UASSPとの連携実証実施。

②：イベント開催エリア境界の定義・製造、全国避難所DB提供APIを製造。

提供情報	提供先	提供方式
空域情報（飛行禁止/注意）	FIMS、UASSP	リクエスト/リプライ、サブスクライブ
地表障害物情報	FIMS	リクエスト/リプライ
有人機動態情報	FIMS、UASSP	サブスクライブ
全国避難所情報	FIMS、UASSP	リクエスト/リプライ
南相馬市イベント情報	FIMS、UASSP	リクエスト/リプライ



**【凡例】**

■ 開発担当箇所

→ データフロー

→ データフロー (H31年度予定)

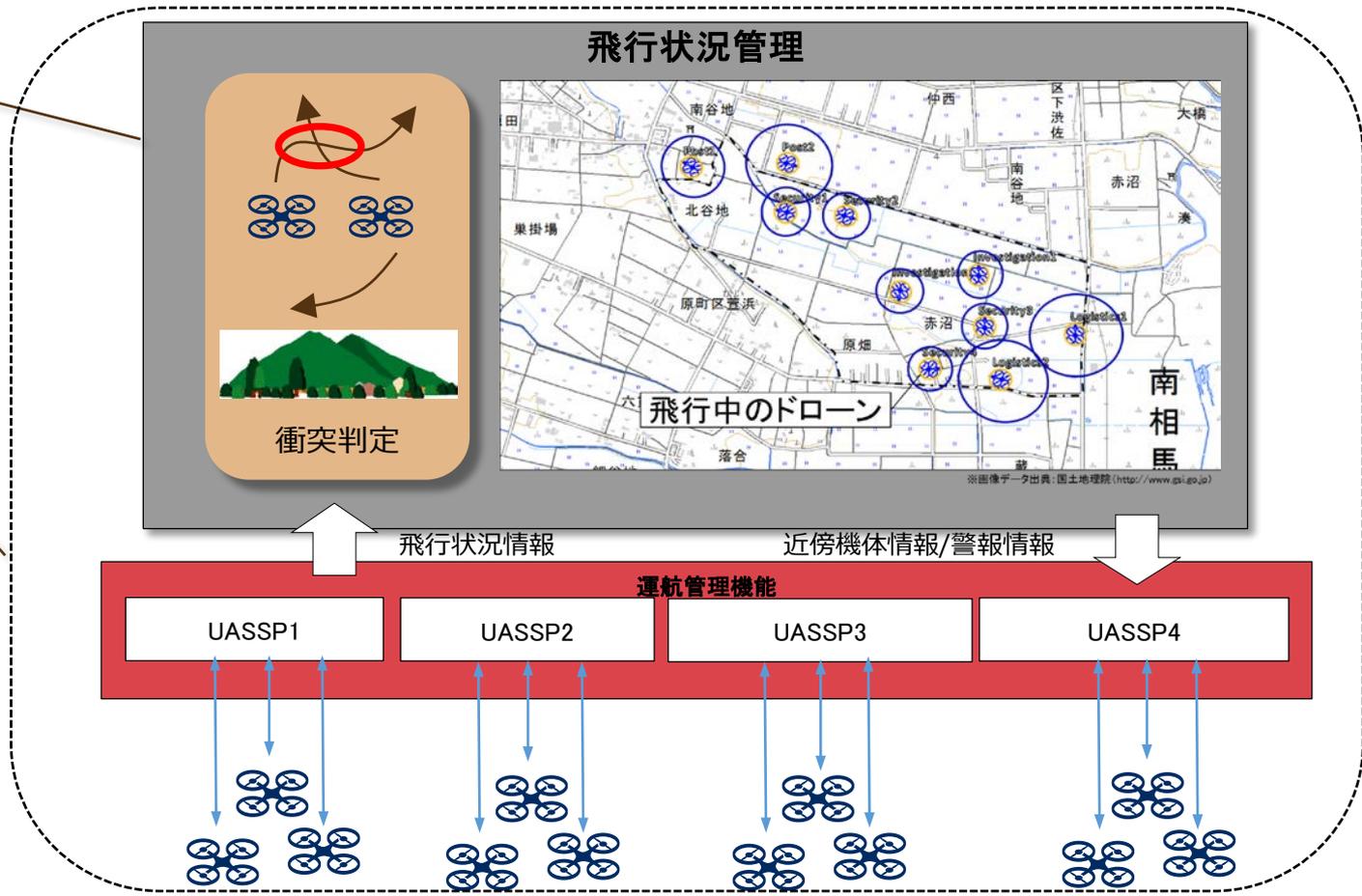
# 運航管理統合機能(FIMS)の飛行状況管理に関する研究[日立]

成果

- ①テレメトリー受信、近傍機体情報配布、警報送信等のプログラム開発を実施。
- ②福島ロボットテストフィールドによる飛行を含む、飛行状況管理機能の結合試験を実施。

飛行状況管理  
プログラムの  
開発/製造を実施

福島RTFでの  
実証を含む  
結合試験を実施



# 電波品質に基づく運航管理機能(UASSP)に関する研究[NTTドコモ]

## 成果

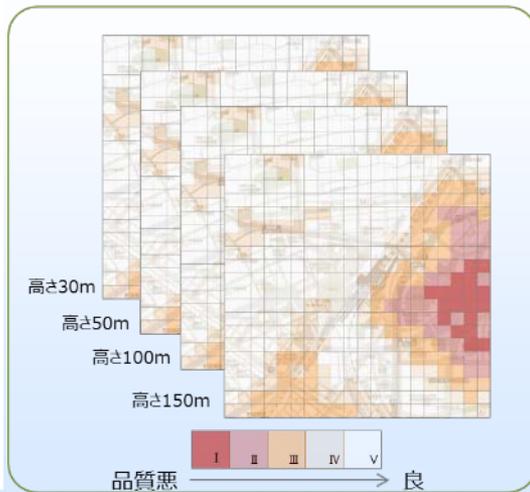
- ①：携帯電波情報を考慮した飛行計画の策定に対応したUASSP/UASOの試作検証。
- ②：マルチ接続通信環境の構築及び通信切替試験を実施
- ③：昨年度設計のI/F仕様に基づきUASSP間機能を開発、スタブ実証、特許出願
- ④：電波管理コンセプト（携帯）の策定、電波情報の収集に対応したUASSP開発



ドローン機体

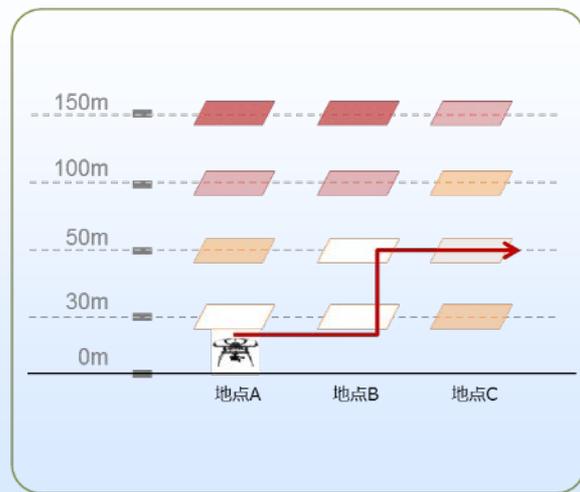
(幅117cm、高さ54.2cm、重量6.4kg)

### 航行中のリスクを事前に把握



※画面はイメージです

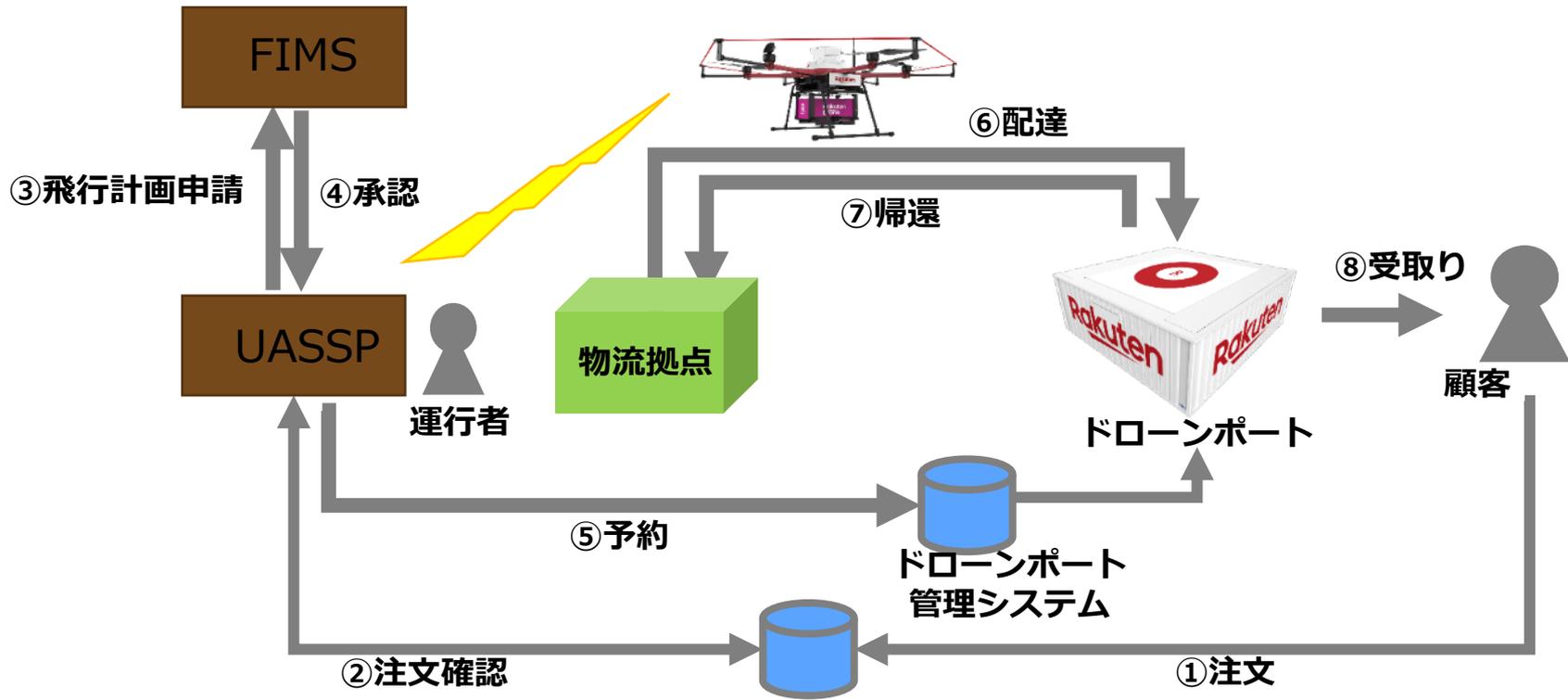
### 安全な航路設計



# 事業サービスに応じた運航管理機能(UASSP)の開発[楽天]

## 成果

- ①：物流アプリケーションの運用経験に基づき、注文から配送までの一貫コンセプトを確立した
- ②：飛行申請・承認取得、状況把握などの機能を備えたUASSPインタフェースを開発した
- ③：荷物格納機能付ドローンポートおよび同管理システムを開発し、機能を検証した



# 目次

## 1. 開発進捗

1. 研究の概要

2. 昨年度の開発状況

**3. 昨年度の接続試験による評価**

## 2. 今後の計画

1. 相互接続試験

2. まとめ

# 実証試験の内容（2019年2月25日～28日）

- 運航管理統合機能、運航管理機能、情報提供機能を福島ロボットテストフィールドに実装。
- 災害が発生したことを想定し「災害調査」「警備」「物流」「郵便」の4事業者による10機のドローンを同時に自動飛行。
- 運航管理統合機能が飛行計画の干渉をチェックするとともに、リアルタイムに飛行状況を把握。安全な運航を実現。



50haの範囲で15分の間に10機を同時飛行

飛行スケジュール

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
①NTTドコモ 災害調査ドローン	計画提出	離陸															着陸
	承認			離陸													着陸
②KDDI 警備ドローン	計画提出																
	承認																
	提出																
	承認																
③楽天 物流ドローン	計画提出																
	承認																
④日立製作所 郵便ドローン	計画提出																
	承認																

# 福島ロボットテストフィールドでの実証実験

# 目次

## 1. 開発進捗

1. 研究の概要
2. 昨年度の開発状況
3. 昨年度の接続試験による評価

## 2. 今後の計画

### **1. 相互接続試験**

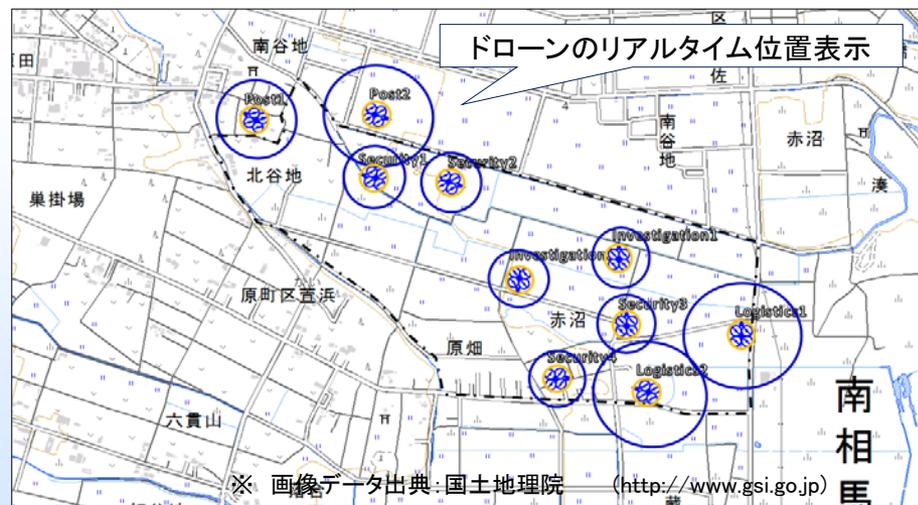
2. まとめ

# 福島RTFでの運航管理システム相互接続試験

- 10月に福島ロボットテストフィールドとその周辺空域でドローン運航管理システムの相互接続試験を計画  
10月21日の週に1時間・1平方km・100機飛行実証
- ドローンが飛び交う社会を想定し、社会実装にあたっての課題の抽出と評価をする計画



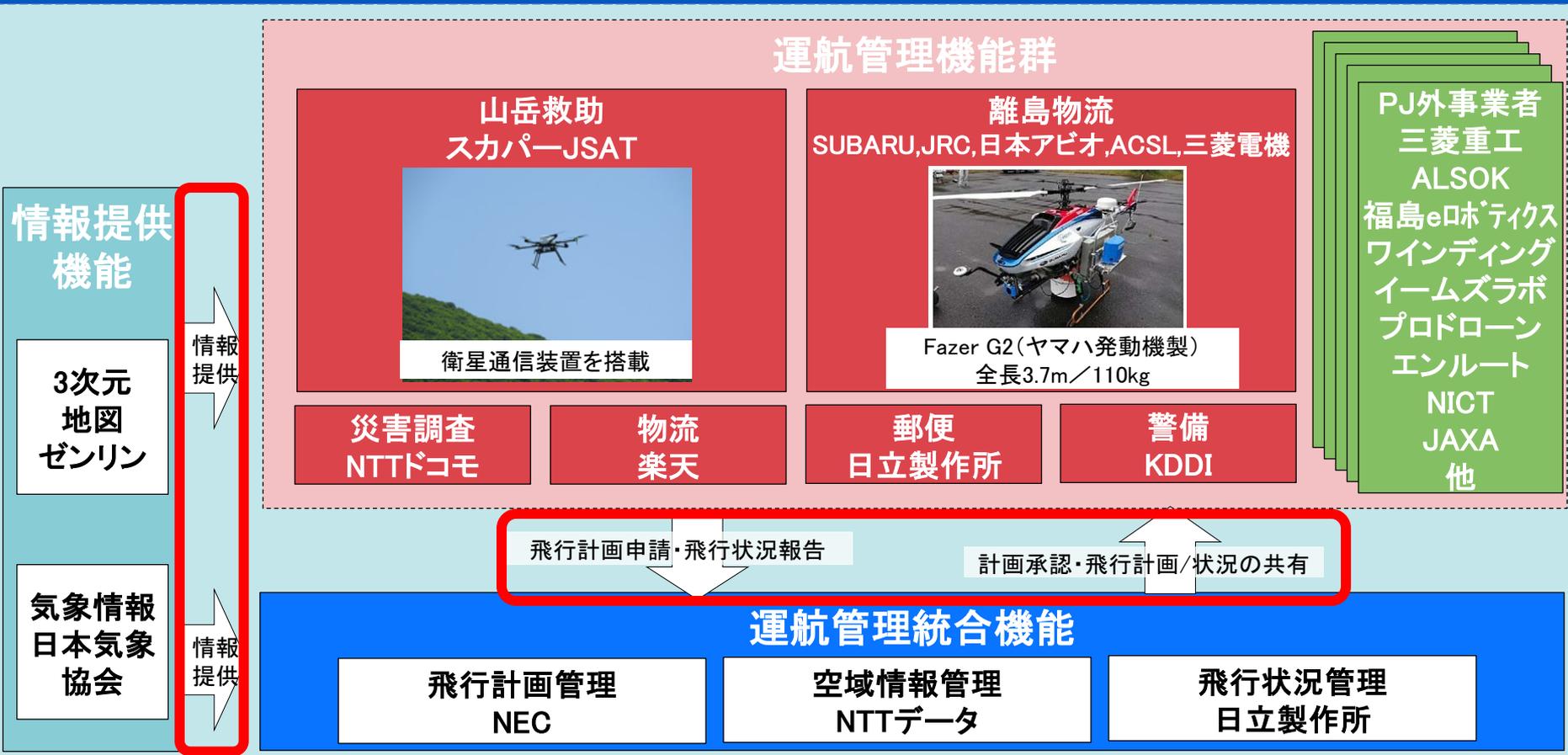
南相馬市エリア3D地図(鳥瞰図)



福島ロボットテストフィールド周辺地図

# 相互接続試験の接続事業者

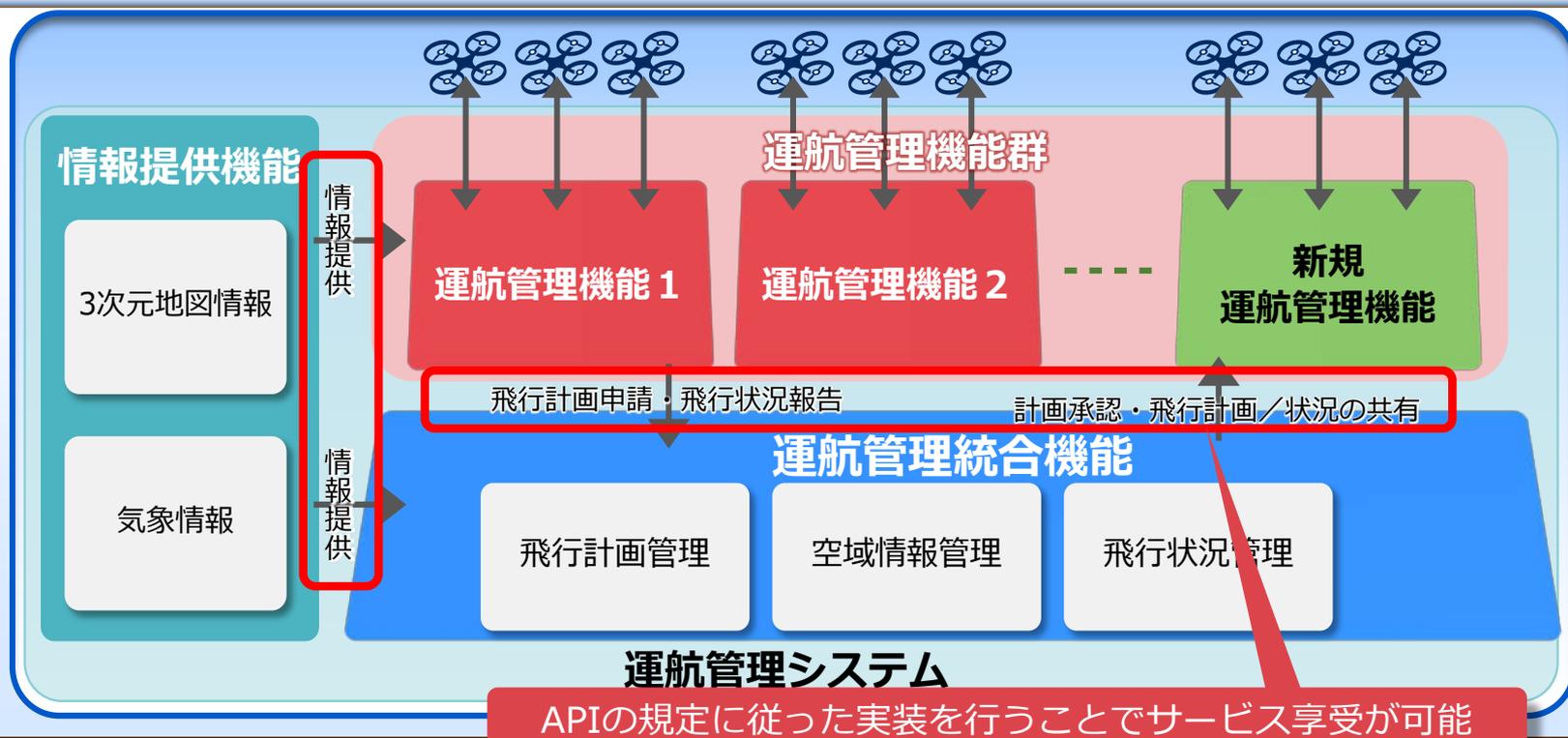
DRESS-PJの運航管理機能を担当する6事業者をすべて接続  
PJ外のドローン事業者にも幅広く募集し15事業者が参画予定



# ドローン運用事業者の手続き

複数目的のドローンが多数同一空域で飛行する場合、他の事業者が運用するドローンの情報共有が必要です。

- ① 飛行前に計画を申請し他事業者と干渉しないことを確認する
- ② 飛行中にドローンの位置を共有する
- ③ 危険状態の時に警報を受け取り対処する
- ④ 安全に飛行するための空域の情報を参照し活用する



# 運航管理統合機能のAPI

運航管理機能はインターネットを通じて運航管理統合機能とやりとりをします。通信方式はREST、Pub/Subを利用します。

## ■ 通信の仕組み

### RESTおよびPub/Subを採用

- ・ 言語、プラットフォームに依存することなく、容易に構築・接続が可能です。
- ・ 必要な情報を必要なシステムへ簡易に送信可能です。

## ■ 認証の仕組み

1. 認証局から証明書を発行
2. 通信の接続システムにインストール
3. SSL/TSLのハンドシェイク過程で認証を実施
4. 暗号化（盗聴、改ざん防止）による通信が開始される



# APIで提供する機能一覧

## API接続により可能となること

- UASSPが運航に必要な情報を適宜入手可能
  - UASSP間およびUASSP-FIMS間での情報共有が用意
- ⇒ 同一空域内での複数事業者の安全運航に寄与

インターフェース名	説明	情報の流れ方向		実装方法
		FROM	TO	
飛行計画(仮)情報	飛行計画の申請および問合せ	UASSP	FIMS	Rest
	他UASSPとの飛行計画情報共有。	FIMS	UASSP	Pub/Sub
飛行計画申請結果通知	飛行計画の申請結果を通知する。	FIMS	UASSP	Rest
運航状況情報	UASから受信したテレメトリ情報をもとに、UASSPがFIMS送信用に加工した情報。	UASSP	FIMS	Rest
近傍機体情報	FIMSが検出したConflictの状態を関連するUASSPに通知する。	FIMS	UASSP	Pub/Sub
警報情報	FIMSが検出した警報(C2ロスト/不時着等)を関連するUASSPに通知する。	FIMS	UASSP	Pub/Sub
	UASSPが検出した警報(C2ロスト/不時着等)を関連するFIMSに通知する。	UASSP	FIMS	Rest
空域問合わせ情報	指定エリア内に存在する飛行禁止空域または飛行注意空域を取得する問合わせ情報	UASSP	FIMS	Rest
有人機動態情報	有人航空機の現在位置情報	FIMS	UASSP	Pub/Sub
飛行禁止空域情報	航空法で定められた飛行禁止エリア等、FIMSで管理する飛行禁止エリア情報	FIMS	UASSP	Pub/Sub
飛行注意空域情報	ドローンの近接回数実績から計算する混雑エリア情報や飛行制限エリアの情報。	FIMS	UASSP	Pub/Sub

# ドローン運航管理統合機能 総合管制室設置イメージ



13Uラック

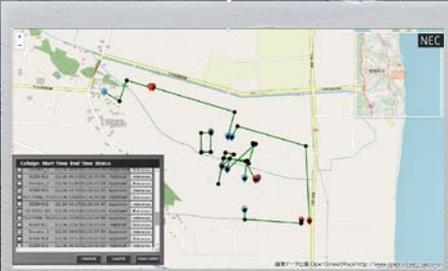


R120h-1

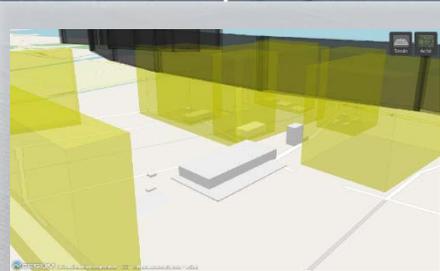


R120h-1  
(2.5型ドライブ×8搭載時)

運航管理統合機能 (FIMS) サーバー



飛行計画管理 (NEC)



空域情報管理 (NTTデータ)



飛行状況管理 (日立製作所)

# 相互接続試験の計画

	2019年1Q	2019年2Q	2019年3Q
API仕様書公開	6月28日▽ API仕様公開	7月26日 シンポジウム@南相馬	
API仕様に基づく 開発作業			8月30日までに サーバアクセスキー配布
運航管理統合機能 サーバ公開		8月30日▽ サーバ公開 接続試験開始	
サーバ接続試験 (データ、コマンド シーケンス確認)			▽
福島RTFでの 実機相互接続試験		9月13日 福島RTF 現地確認 調整会議	10月7日～
福島RTFでの 100機実証			10月21日～25日 100機／1時間・ 1平方kmの模擬

# 目次

## 1. 開発進捗

1. 研究の概要
2. 昨年度の開発状況
3. 昨年度の接続試験による評価

## 2. 今後の計画

1. 相互接続試験

## 2. まとめ

# まとめ

## “空の道を作り、未来の空を守る” ドローンが安全に飛び交う世界を目指し 運航管理システムの開発を推進します

2019年3月1日ドローン運航管理システム公開デモ参加メンバー



# プロジェクトの詳細説明

## 【項目②】無人航空機の運航管理システム及び 衝突回避技術の開発

### (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

株式会社SUBARU



ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト

無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

# 無人航空機の衝突回避技術の開発

## 中間評価分科会

2019年 9月 24日

株式会社SUBARU／日本無線株式会社／日本アビオニクス株式会社  
三菱電機株式会社／株式会社自律制御システム研究所

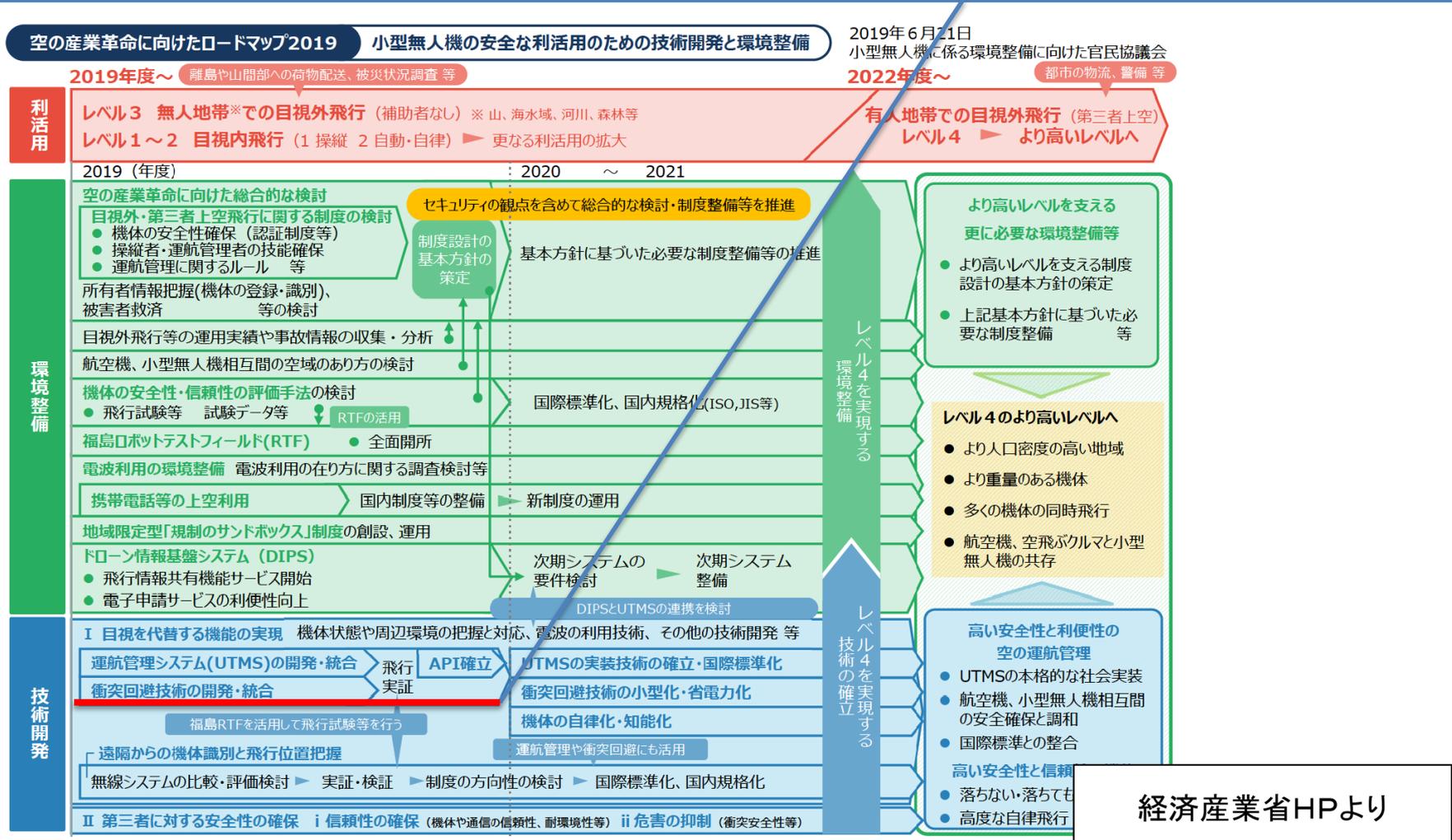
## 中間評価分科会 ご説明内容

---

1. 事業の背景・意義(目的・概要)
2. 研究開発目標と根拠
3. 研究開発目標と達成状況
4. 研究開発スケジュール
5. 成果の詳細
6. 最終目標の達成の見通し

# 1 事業の背景・意義(目的・概要)

経済産業省殿発表の「空の産業革命に向けたロードマップ」に示された無人地帯での目視外飛行(レベル3)及び有人地帯での目視外飛行(レベル4)の本格化に向けた衝突回避技術の開発として位置付けられている。



## 2 研究開発目標と根拠

### ◆各研究開発項目

【②-(1)-3】 運航管理システム（離島）

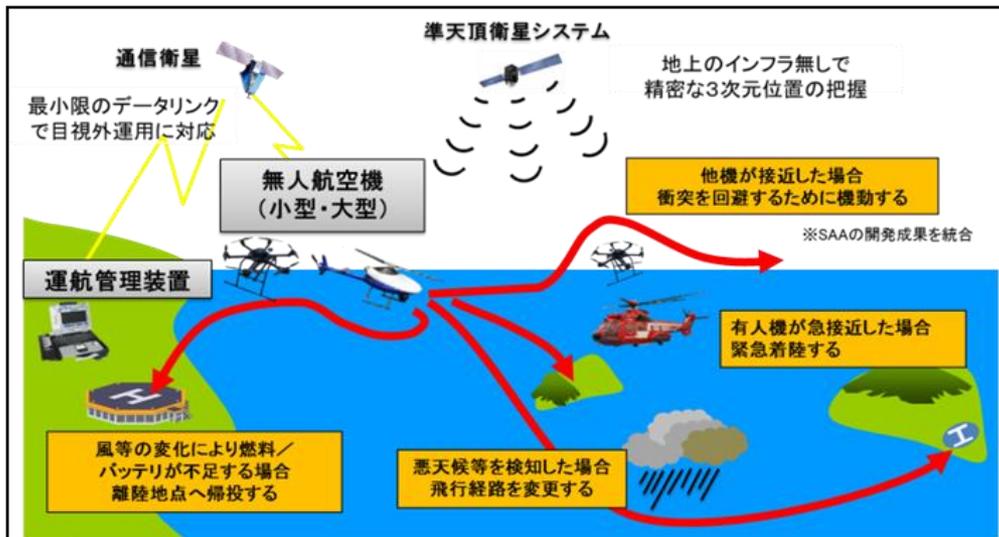
【②-(2)-1】 電波・光波センサ統合技術

【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化

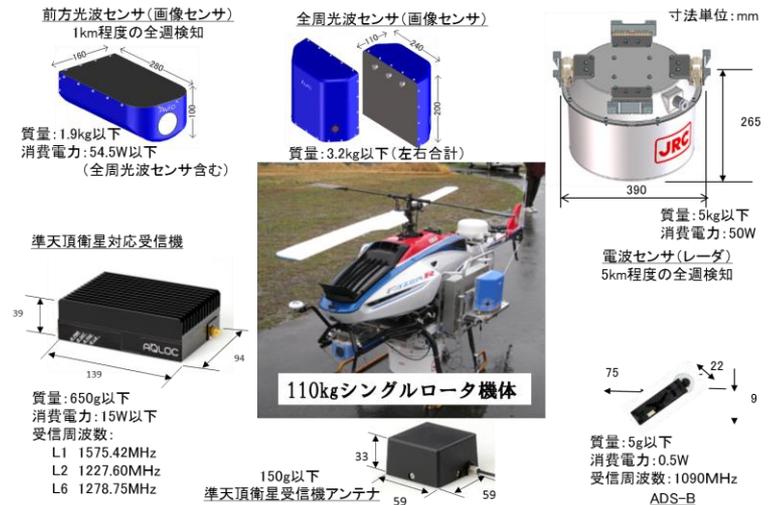
【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の位置情報共有

### 無人航空機の衝突回避技術の開発

#### ②(1)無人航空機の運航管理システムの開発（離島）



#### ②(2)無人航空機の衝突回避技術の開発



本土～離島運用を想定した運航管理システム＝飛行空域に十分な地上設備なしで実現

準天頂衛星システムによる無人航空機の精密な3次元位置の測位に基づき、衝突回避や緊急着陸、飛行経路の変更を、自動的に無人航空機が判断、実施する技術

### 3 研究開発目標と達成状況(1/5)

#### 【中型無人航空機用自律的ダイナミック・リルーティングシステム】



項目	研究開発項目	達成状況	評価
ダイナミック・リルーティングシステムの開発	長距離飛行を行うための状況判断の実装	本システムが探知する状況と、その状況への飛行対処の具体的内容を検討し対処方法をソフトウェアに実装した。	○
	離島における無人航空機の管理の実装	全体構想の案を構築し、離島運用における管理方法について具体化した。運行管理統合システム等との連携については、引き続き全体設計結果と協調して進める。	○
	衝突回避のルールの設定	諸外国の状況を踏まえた、有人航空機等の協調・非協調を含めた衝突回避のルールの調査し、ルール(案)について設定した。	○
	協調・非協調の衝突回避技術の統合	センサ間のインターフェースを明確化し、長距離の飛行において、回避を行うことができるシステム製造を完了し、シミュレータによる検証を実施した。	○
	ダイナミック・リルーティングシステムの製造	ダイナミック・リルーティング技を実証するためのシステムを製造し、各装置が正常に動作していることを確認した。	○
飛行実証	搭載センサーの基礎データ取得	離島での運用を想定した実環境における実装するセンサーの探知データを取得した。	○
	飛行実証試験	飛行実証試験に向けた衝突回避事前確認(対無人航空機)飛行試験及び無人航空機衝突回避機能を飛行実証するための衝突回避基本性能評価飛行実証試験を完了した。	○

### 3 研究開発目標と達成状況(2/5)

#### 【電波センサシステム】



項目	研究開発項目	達成状況	評価
ダイナミック・リルーティングシステムの開発	衝突回避システムのインターフェイス設計	各装置を接続し、正常に通信が可能であることを確認した。	○
	電波センサの探知距離等の基礎データ取得	衝突回避に要求される電波センサの仕様を明確化した。	○
	使用する電波センサの基本性能等の確認	試作した電波センサを用いて、電波の質や目標検出処理内容の確認をおこなった。誤探知防止のためのフィルタリングの最適化のためのチューニング実施中。	△
	衝突回避システムの地上統合試験による基礎データ取得	地上統合試験において電波センサの探知データが自律管理装置で受信できることを確認した。	○
飛行実証	衝突回避システムの衝突回避に関する飛行試験による実証	相対速度100km程度で飛行する目標を最大6kmで探知できることを確認した。ただし誤探知防止のフィルタリングの設定によっては探知距離が1kmまで低下した。	△

### 3 研究開発目標と達成状況(3/5)



#### 【光波センサシステム】

項目	研究開発項目	達成状況	評価
ダイナミック・リルーティングシステムの開発	衝突回避システムのインターフェイス設計	各装置を接続し、正常に通信が可能であることを確認した。	○
	光波センサの離島を想定した探知・識別評価用の基礎データ取得	処理の基本検証に要する各種条件の動画データを取得完了した。	○
	使用する光波センサの基本性能等の確認	試作した光波センサを用いて、探知・識別処理基本方式の妥当性を検証した。	○
	衝突回避システムの地上統合試験による基礎データ取得	地上統合試験においてセンサの探知データが自律管理装置で受信できることを確認した。	○
飛行実証	衝突回避システムの衝突回避に関する飛行試験による実証	実環境での飛行試験で脅威機(有人ヘリコプタ)前方1km以遠の物体探知が可能であることを検証した。周囲環境による誤検知要素の課題を抽出した。	△

### 3 研究開発目標と達成状況(4/5)



#### 【準天頂衛星受信システム】

項目	研究開発項目	達成状況	評価
ダイナミック・リ ルーティングシ ステムの開発	準天頂衛星システム 対応受信機及び小型 アンテナの中型・小型 無人航空機への搭載	中型・小型の無人機とのI/F調整、干渉確認を行い、無人航空機への搭載を実施した。	○
	福島RTFにおけるフラ イトデータ取得	中型・小型の無人航空機へ搭載し、フライト時の測位データを取得した。	○
	準天頂衛星システム 対応受信機及び小型 アンテナにより離島 及び海上での測位 データ取得	沖縄、瀬戸内海において測位データを取得した。	○

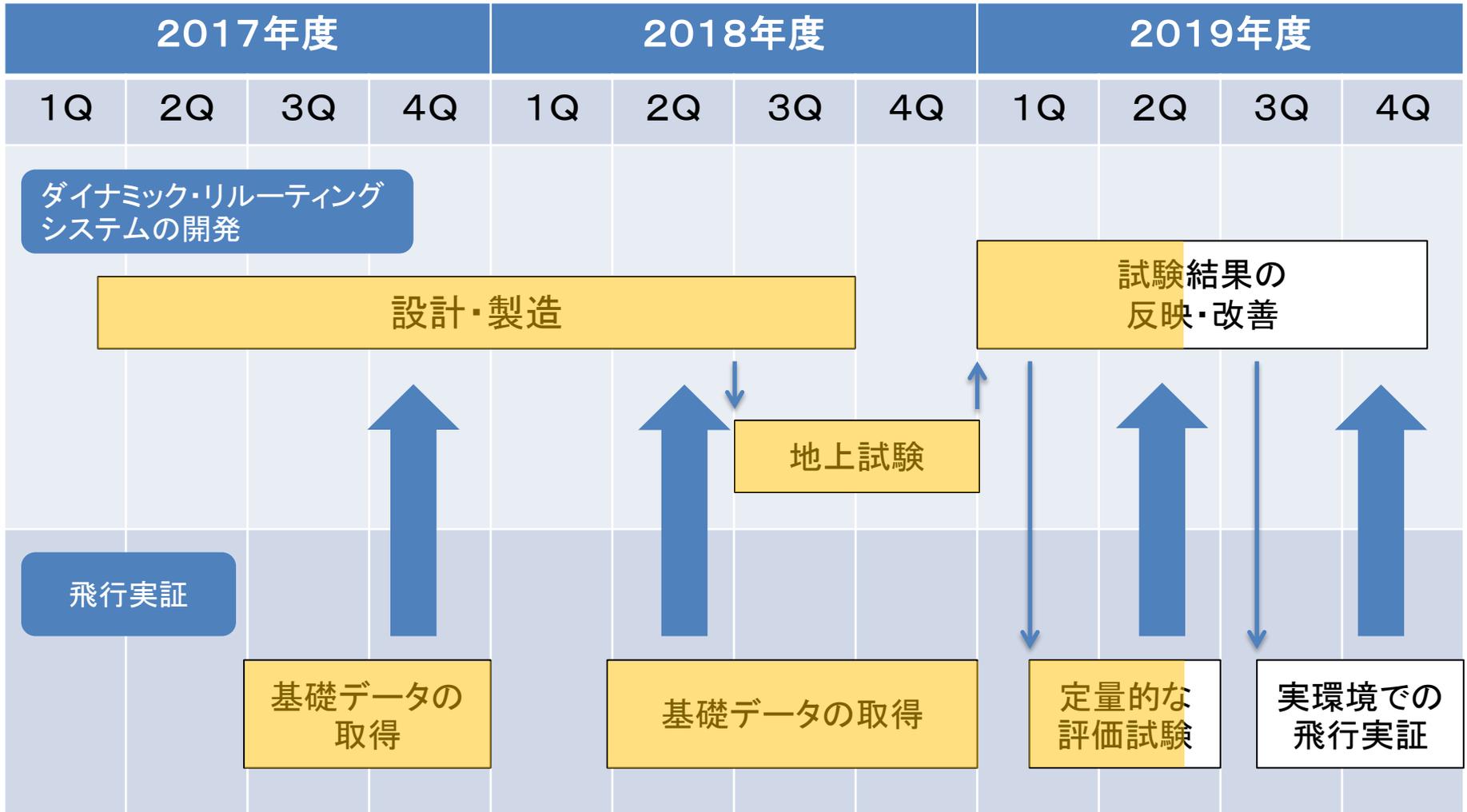
### 3 研究開発目標と達成状況(5/5)



#### 【小型無人航空機用自律的ダイナミック・リルーティングシステム】

項目	研究開発項目	達成状況	評価
ダイナミック・リルーティングシステムの開発	長距離飛行を行うための状況判断の実装	本システムが検知する状況と、その状況への飛行対処の具体的内容を検討し対処方法をソフトウェアに実装した。	○
	離島における無人航空機の管理の実装	全体構想の案を構築し、離島運用における管理方法について具体化した。運行管理統合システム等との連携については、引き続き全体設計結果と協調して進める。	○
	衝突回避のルールの設定	諸外国の状況を踏まえた、有人航空機等の協調・非協調を含めた衝突回避のルールの調査し、ルール(案)について設定した。	○
	協調・非協調の衝突回避技術の統合	センサ間のインターフェースを明確化し、長距離の飛行において、回避を行うことができるシステム製造を完了し、シミュレータによる検証を実施した。	○
	ダイナミック・リルーティングシステムの製造	ダイナミック・リルーティング技術を実証するためのシステムを製造し、各装置が正常に動作していることを確認した。	○
飛行実証	準天頂衛星システムを使用した基本性能取得	ACSL-PF1に小型化した準天頂衛星システムを統合し、水平・上下方向の位置精度向上を確認した。	○
	搭載センサーの基礎データ取得	離島での運用を想定した実環境における実装するセンサーの探知データを取得した。	○

## 4 研究開発スケジュール



凡例：

計画

実績

## 5 成果の詳細

## 衝突回避システムの開発(1/2)

衝突回避を実現する搭載品として自律管理装置、電波センサ(レーダ)、光波センサを開発。

名称	項目	概要	外観
自律管理装置	役割・特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中型の無人航空機に搭載可能な小型・軽量の装置。</li> <li>・電波センサー、光波センサーからの探知・識別情報に基づき衝突の危険性を自動的に判断し、上昇・降下・旋回などの最適な回避行動を選択し回避経路を決定する。</li> </ul>	
	サイズ・質量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長さ 約12cm 幅 約9cm</li> <li>・質量 約500g</li> </ul>	
	開発担当会社	(株) SUBARU	
光波センサ	役割・特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中型の無人航空機に搭載可能な小型・軽量・高解像度のカメラ</li> <li>・AIを応用した画像認識技術を搭載したカメラ一体型の画像処理装置により、主に近傍(約500m)の物体の探知・識別を行う。</li> </ul>	
	サイズ・質量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高さ 約20cm</li> <li>・質量 約5kg</li> </ul>	
	開発担当会社	日本アビオニクス(株)	
電波センサ (レーダ)	役割・特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中型の無人航空機に搭載可能な小型・軽量のレーダー</li> <li>・全方位に対し、主に遠方(約5km)の物体の探知を行う。</li> </ul>	
	サイズ・質量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高さ 約27cm</li> <li>・質量 約5kg</li> </ul>	
	開発担当会社	日本無線(株)	

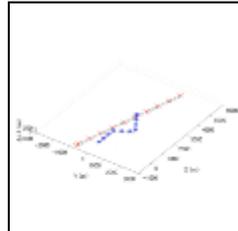
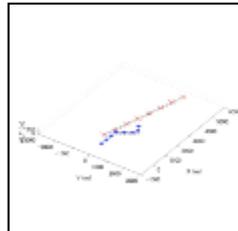
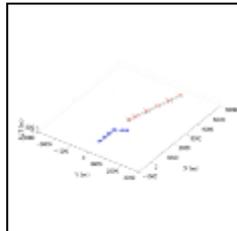
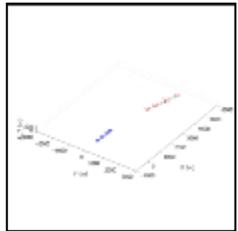
# 5 成果の詳細

## 衝突回避システムの開発(2/2)

設計した衝突回避アルゴリズムに対して、シミュレーションによる確認を実施。相対速度200m/hで衝突回避できることを確認した。

### シミュレーション確認

例) 有人機 (130km/h・赤)、無人機 (70km/h・青) ⇒相対速度200km/hの正面接近を想定したパターン



5km前方でレーダが対象物(有人機)探知

500m前方で光波センサーが対象物の動作を探知

150mの離隔距離を確保し回避行動

有人機が通過後当初空路へ戻る

**全方位及び経路オフセットの衝突パターン1872ケースが回避できることをシミュレーションにより確認を実施。**

- 試験パターン(1872ケース) = 経路交差角(24) × 経路オフセット(13) × 高度差(3) × 探知数(2)
- ・経路交差角: 360°を15°刻み
  - ・経路オフセット: -600m~600mを100m刻み
  - ・高度差: -50m、0m、50m 探知数: 1機ないし2機

### ハードウェア結合機能確認



## 5 成果の詳細

### 長距離飛行を行うための状況判断(1/2)

自機の飛行状態における状況とそれぞれに対する対応方法について中型無人航空機と小型無人航空機について下表の通り対応するよう実装した。

探知し回避する 障害の種別	対応方法		
	中型無人航空機 	小型無人航空機 	
有人航空機	「衝突回避のルールの設定」の項目にて説明		
無人航空機			
鳥			
地形・樹木	<a href="#">上昇</a>		
鉄塔	<a href="#">上昇</a>		
悪天候(雲・雨域)	<a href="#">旋回</a>		
風速変化	<a href="#">予定経路を変更し、離陸地点又は着陸地点の近い方へ直線飛行</a>		
故障	バッテリー低下／推力低下	<a href="#">緊急着陸地点</a> 、離陸地点、着陸地点の近い方へ直線飛行	
	航法データ異常		
	通信途絶		
帰投困難	<a href="#">その場降下</a>		

## 5 成果の詳細

## 長距離飛行を行うための状況判断(2/2)

回避する際の安全距離及び探知方法について中型無人航空機と小型無人航空機について下表の通り対応するよう実装した。

探知し回避する障害の種別	安全距離		中型無人航空機		小型無人航空機	
	離隔距離	離隔高度	探知方法	監視範囲	探知方法	監視範囲
有人機	(※1) 150m	(※1) 50m	①ADS-B ②レーダ ③光波センサ	全周 (360°)	①ADS-B ②光波センサ	前方 (180°)
中型無人機	(※2) 自機寸法×5	(※2) 自機寸法×5	①レーダ ②光波センサ			
小型無人機						
鳥						
地形・樹木	(※3) 30m	—	①レーダ			
鉄塔	(※3) 30m	—				
悪天候 (雲・雨域)	(※4) 700m	—	①UTM気象情報 ②レーダ ③光波センサ	①UTM気象情報	—	

※1: ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト 性能評価基準等の研究開発 調査用無人航空機の評価手法の研究開発の試験結果

※2: 過去飛行実績による(コンソ独自設定)

※3: 無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン(国土交通省)の第3者との距離

※4: 航空法における高度3000m未満の有視界飛行条件における雲からの離隔距離に100mの余裕を加算

## 5 成果の詳細

### 衝突回避のルールの設定(1/2)

有人航空機等の協調・非協調を含めた既存の衝突回避のルールの調査を実施した結果、現状明確にルールが定められているものは存在しなかった。

項目	区分	回避ルール
日本航空法	有人航空機 無人航空機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・進路の優先権を種別ごとに設定(無人航空機は最も低い優先権)</li> <li>・<u>同順位</u>の航空機においては、<u>互に進路を右</u>に変更</li> <li>・追い越す場合は右を通過</li> </ul>
ACAS II (ICAO)	有人航空機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一定の距離に近づくと<u>上下方向</u>の速度を相互に指示</li> </ul>
ACAS III (ICAO)	有人航空機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一定の距離に近づくと、<u>上下、水平方向</u>の回避を指示</li> </ul>
RTCA DO-362	無人航空機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・150m以上の空域における衝突回避の方法について、探知情報に基づき回避行動(<u>旋回、上昇、降下</u>)をとるよう規定されている。</li> <li>・<u>回避ルールについての明示は無い</u></li> </ul>
ACASX (NASA)	有人航空機 無人航空機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エアライン等で使用されている衝突防止装置(TCAS)の発展型として検討が進められており、旅客機のような大型機との衝突回避を想定している。</li> </ul>

⇒ このため、調査結果を踏まえ、衝突回避ルールの基本方針を以下の通り整理した。

- 有人航空機に対し、無人航空機が回避を行う。
- 回避行動は、減速、旋回、上昇、降下のいずれかを選択する。
- 無人航空機同士は、互いに右へ進路を変更する。

## 5 成果の詳細

### 衝突回避のルールの設定(2/2)

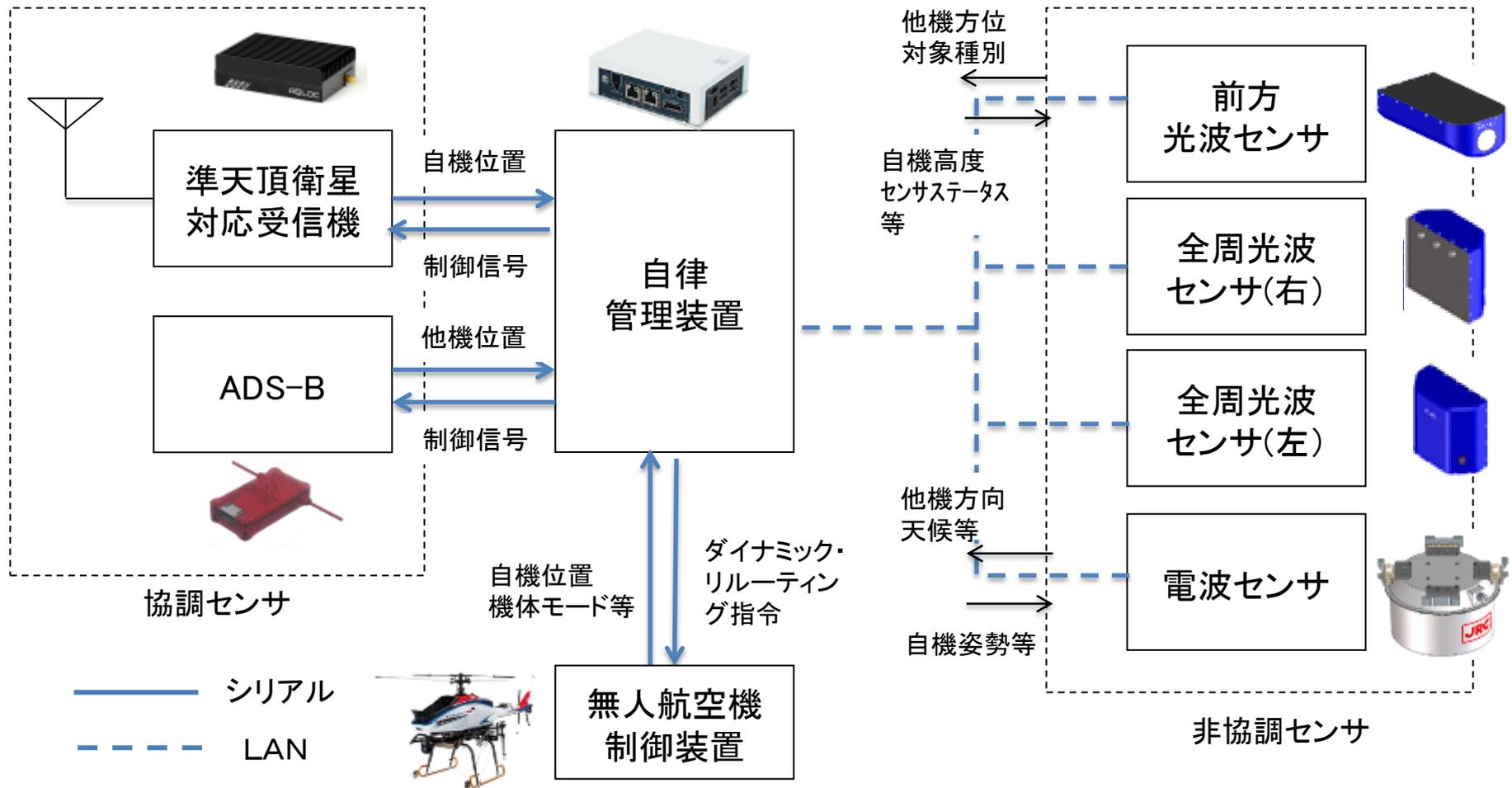
衝突回避ルールの基本方針を考慮し、無人航空機の性能を考慮した衝突回避を行うことが必要であるため、本プロジェクトにおいては以下の衝突回避ルールを基本として検証を行う。

探知し回避する 障害の種別	回避行動を実施する無人航空機の種別	
	中型無人航空機	小型無人航空機
有人航空機 		正面から接近: <b>降下</b> 上記以外: <b>減速</b> (停止)
中型 無人航空機 	正面からの接近: <b>旋回</b> 上記以外: <b>減速 &gt; 旋回</b> <b>&gt; 降下 / 上昇</b> の優先順位で経路を選択	正面から接近: 降下し、状況が改善 されない場合は <b>右旋回</b> 上記以外: 減速(停止)
小型 無人航空機 		

## 5 成果の詳細

## 協調・非協調の衝突回避技術の統合

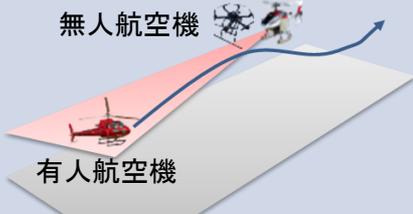
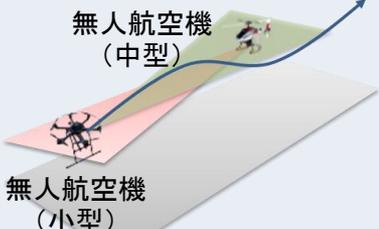
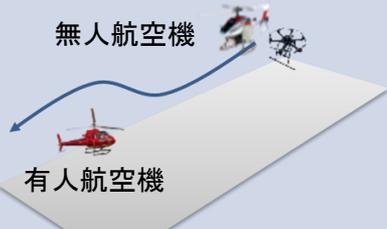
センサ間のインタフェースを明確化し、長距離の飛行において、回避を行うことができるシステム製造を完了した。



## 5 成果の詳細

### 搭載センサの基礎データ取得(1/2)

- ① 各種センサを搭載した空中で停止している無人航空機に有人航空機が接近し、探知性能を確認する試験
- ② 同様に、無人航空機(小型)が接近し、探知性能を確認する試験
- ③ 無人航空機が回避機動を模擬し、飛行中の有人航空機の探知性能を確認する試験、を行い実装するセンサの探知データを取得した。

試験名称	試験概要	
① 有人航空機探知試験	各種センサを搭載した空中で停止している無人航空機に有人航空機が接近し、探知性能を確認する。	 <p>無人航空機</p> <p>有人航空機</p>
② 無人航空機探知試験	各種センサを搭載した空中で停止している無人航空機(中型)に無人航空機(小型)が接近し、探知性能を確認する。	 <p>無人航空機(中型)</p> <p>無人航空機(小型)</p>
③ 無人航空機回避機動基礎試験	無人航空機が回避機動を模擬し、飛行中の有人航空機の探知性能を確認する。	 <p>無人航空機</p> <p>有人航空機</p>

## 5 成果の詳細

### 搭載センサの基礎データ取得(2/2)

- **リリース**: 試験状況についてプレスリリースを実施し、共同通信、時事通信、日本経済新聞、福島民友、福島NHK等で報道された他、1月号の航空情報にて試験結果についての記事が記載され広く周知できた。



福島民友  
ドローン衝突防げ！セン  
サー作動試験 福島県か  
ら夢や期待発信  
<http://www.minyu-net.com/news/news/FM20181215-334410.php>



日本経済新聞(北海道・東北版)

無人航空機の衝突回避試験実施 NEDOなど福島県で

<https://www.nikkei.com/article/DGX MZO3896261014122018L01000/>



航空情報(1月号)

世界初、衝突回避の試験実施

- **試験結果**: 共同実施者12社・機関、50名規模の参加者と協力し、安全確保の上、5日間で、100ケースの基礎試験データを取得できた。

試験実施状況(高度30mで無人機・ヘリすれ違い)

飛行前確認



ヘリ機内

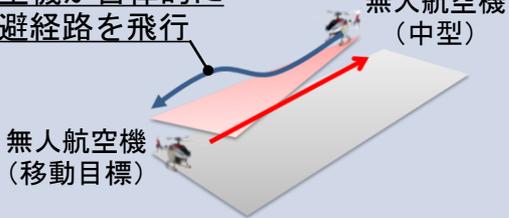
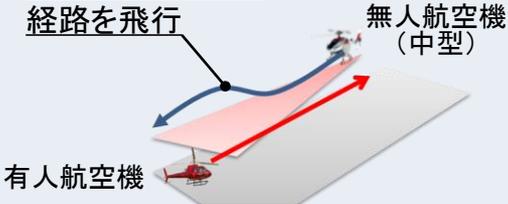
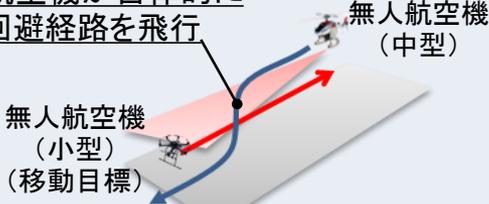


地上モニタ

## 5 成果の詳細

### 飛行実証試験(1/3)

飛行実証試験に向けた衝突回避事前確認(対無人航空機)飛行試験、無人航空機衝突回避機能を飛行実証するための衝突回避基本性能評価飛行実証試験を実施した。

試験名称	試験概要	
<p>衝突回避事前確認 (対無人航空機)飛行試験</p>	<p>無人航空機に搭載するレーダ及び光波センサにより、有人航空機を模した相対速度100km/h以下で接近してくる移動目標を飛行中に探知し、衝突回避を行う基本的な機能を検証する。</p>	<p>無人航空機が自律的に衝突回避経路を飛行</p>  <p>無人航空機 (移動目標)</p> <p>無人航空機 (中型)</p>
<p>衝突回避基本性能評価飛行実証試験</p>	<p>無人航空機に搭載するレーダ及び光波センサにより、相対速度100km/hで接近してくる有人航空機及び小型無人機を飛行中に探知し、衝突回避を行う機能の実証を行う。</p>	<p>無人航空機が自律的に衝突回避経路を飛行</p>  <p>無人航空機 (中型)</p> <p>有人航空機</p> <p>無人航空機が自律的に衝突回避経路を飛行</p>  <p>無人航空機 (小型) (移動目標)</p> <p>無人航空機 (中型)</p>

# 5 成果の詳細 飛行実証試験(2/3)

News Release  
2019.7.25

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
福島県  
南相馬市  
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  
株式会社SUBARU  
日本無線株式会社  
日本アビオニクス株式会社  
三菱電機株式会社  
株式会社自律制御システム研究所

## 世界初、相対速度 100km/h での無人航空機の衝突回避試験を実施 —搭載した各種センサーで有人ヘリコプターを感知し自律的に衝突を回避—

NEDO、(株)SUBARU、日本無線(株)、日本アビオニクス(株)、三菱電機(株)、(株)自律制御システム研究所は、福島県、南相馬市、(公財)福島イノベーション・コースト構想推進機構の協力のもと、7月24日から25日に、広域飛行空域(福島県南相馬市)で、相対速度100km/hでの中型の無人航空機の自律的な衝突回避試験を世界で初めて実施しました。

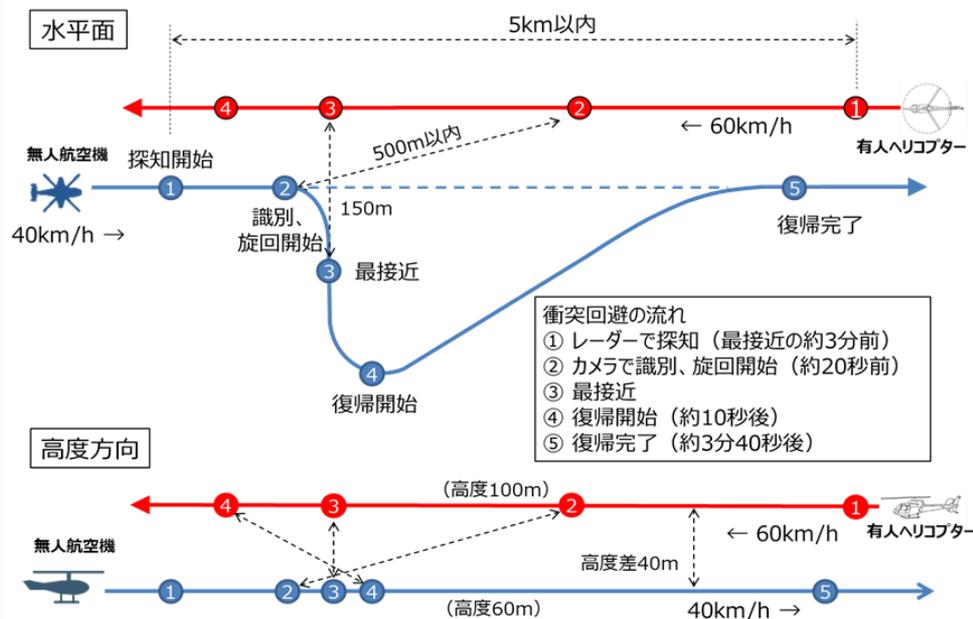
具体的には、カメラやレーダーなどを搭載した中型の無人航空機が40km/h程度で飛行し、正面から60km/h程度で前進飛行してくる有人ヘリコプターを感知し、自律的に衝突を回避する飛行試験を行いました。

今後、衝突回避システムを確立することで、災害対応や物流などの分野における無人航空機の実用化を推進します。さらに、より小型の無人航空機への機能搭載を見据えた社会実装を推進します。

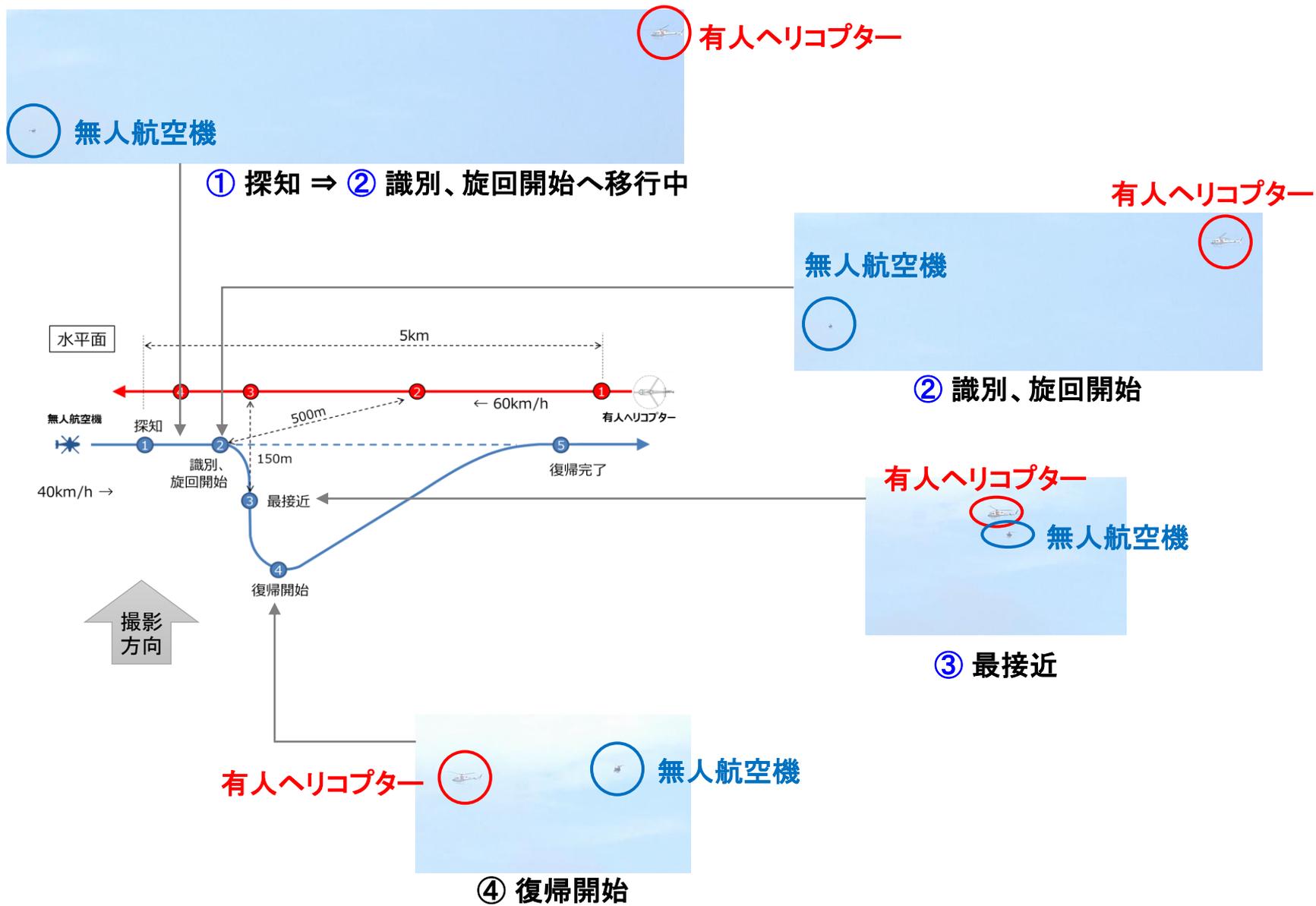
なお、本試験は、2017年11月22日にNEDOと福島県が締結したロボット・ドローンの実証等に関する協力協定に基づく取り組みの一環です。



図 衝突回避飛行試験のイメージ



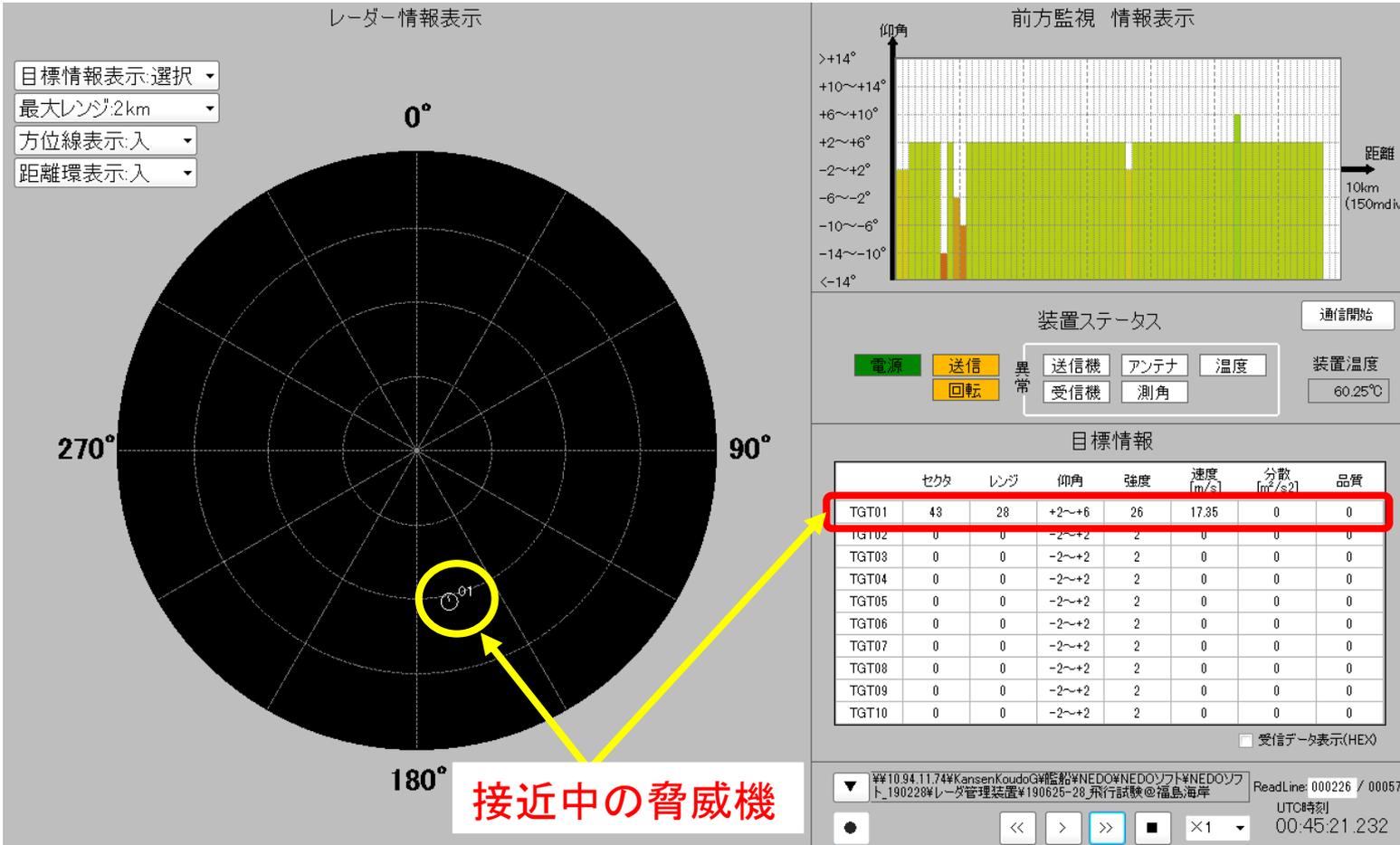
# 5 成果の詳細 飛行実証試験(3/3)



# 5 成果の詳細

## 衝突回避システムの衝突回避に関する飛行試験による実証(電波センサ)

脅威機を1km以遠で検出して、衝突回避に必要な情報を出力できることを確認した。



## 5 成果の詳細

### 衝突回避システムの衝突回避に関する飛行試験による実証(光波センサ)

- 光波センサを無人航空機に搭載して他機材との接続試験をおこない、相互に干渉等は無く正常に動作できることを確認した。
  - 光波センサを無人航空機に搭載して探知機とし、有人ヘリコプターを脅威機目標として衝突回避を模擬した飛行試験を実施した。
- ⇒ 試験の結果、脅威機を1km以遠で探知して自律回避に必要な情報を出力できることを確認した。



探知機への光波センサの搭載状況



前方カメラによる脅威機の探知状況例



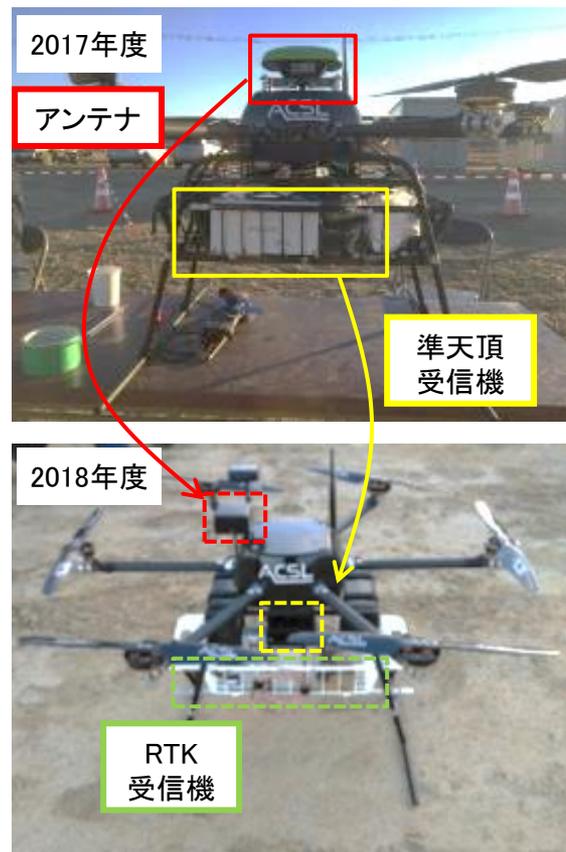
全周囲カメラによる脅威機の探知状況例

## 5 成果の詳細

## 準天頂衛星システム対応受信機及びアンテナの小型化

成果: 小型無人機に搭載可能な大きさに小型化・軽量化

課題: 衝突回避システムとのシステム統合



成果: 2017年度と比較した際の小型・軽量化

- アンテナ寸法:  $1215\text{cm}^3 \rightarrow 115\text{cm}^3$  **10%**に小型化
- 受信機寸法:  $2275\text{cm}^3 \rightarrow 510\text{cm}^3$  **22%**に小型化
- 全体重量:  $4\text{kg} \rightarrow 0.8\text{kg}$ と80%の軽量化



課題: 衝突回避システムとの統合

- ダイナミックルーティング技術実証機体への搭載
- 飛行制御との合わせ込み
- 衝突回避時における回避機動の追従性検証
- 離島環境を模擬したダイナミックルーティング飛行実証にて確認(12月予定)

## 5 成果の詳細

### 飛行実証 — 準天頂衛星システムを使用した基本性能取得

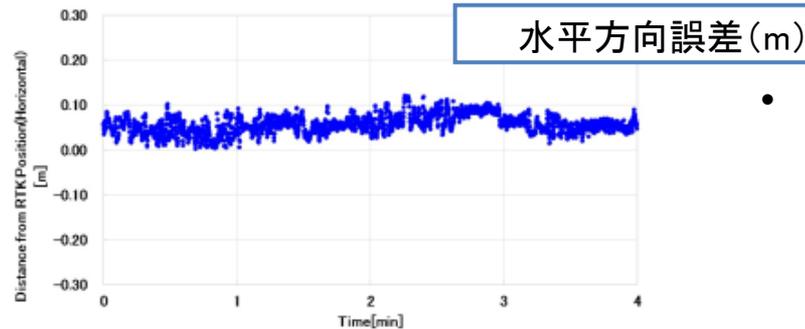
三菱電機製評価用準天頂衛星システム対応受信機を統合したACSL-PF1での受信機測位精度を評価、計測時のACSL-PF1の飛行経路は、高度30mで東西、南北に移動飛行させた。

⇒ その結果、基準としたRTK受信機に対して、準天頂衛星システム対応受信機の精度は、10cm(RMS)以内であることを確認した。

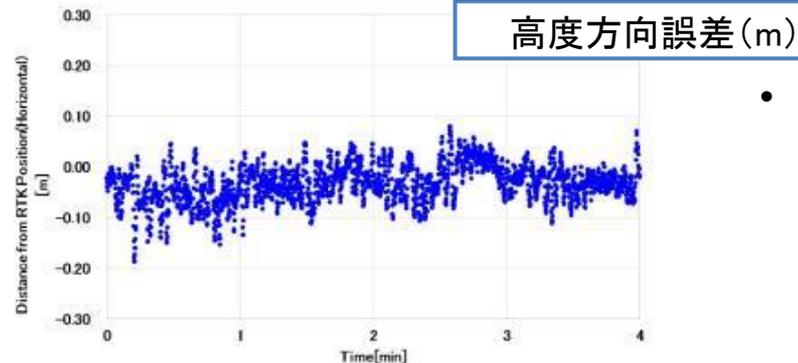
準天頂受信機とRTK受信機(真値)の測位精度を比較



- 三菱電機製準天頂衛星システム対応受信機をACSL-PF1に搭載
- RTK受信機の測位結果と比較することで準天頂受信機の精度を定量的に評価



- 準天頂受信機の水平方向の測位精度
  - RMS: 6.0cm
  - MAX: 12.0cm



- 準天頂受信機の高度方向の測位精度
  - RMS: 5.0cm
  - MAX: 18.7cm

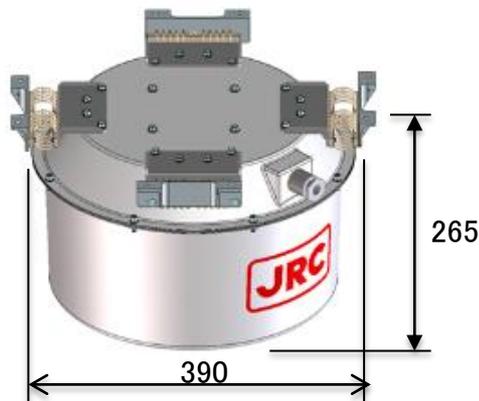
## 6 最終目標の達成の見通し

計画通り、2019年7月末現在、衝突回避に係る定量的な評価試験までを完了している。今後は、

- ① 周辺状況の変化を把握し、飛行経路を再設定する機能の定量的な評価試験と
- ② 衝突回避を含む自律的ダイナミック・リルーティング技術の実環境での飛行実証を行う計画であり、この試験については、試験実施内容、実施場所、安全対策等の実施計画を策定しており、4項の 研究開発スケジュール通りに、本研究開発の最終目標は達成の見通しである。

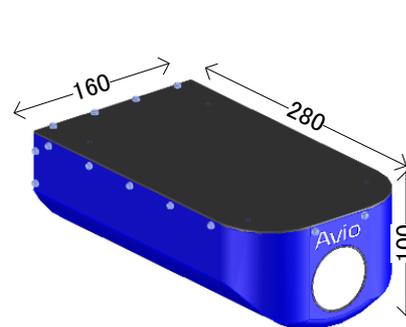
なお、現状においては小型無人航空機に搭載可能な寸法・質量に達していないので、2020年度以降、更なる小型化・省電力化を図っていく必要がある。

### ◎現状のセンサ諸元



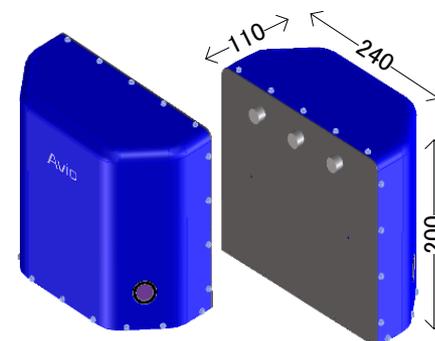
質量: 5kg以下  
消費電力: 50W  
周波数: Ku帯  
送信電力: 数十W

電波センサ



質量: 1.9kg以下  
消費電力: 54.5W以下  
(全周光波センサ含む)

前方光波センサ



質量: 3.2kg以下(左右合計)

全周光波センサ

寸法単位: mm

※数値は設計目標値

# プロジェクトの詳細説明

**【項目③】ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進**

**(1) デジュール・スタンダード**

**PwCコンサルティング合同会社**

ロボット・ドローンが活躍する  
省エネルギー社会の実現プロジェクト  
国内外の動向把握とプロジェクト成果  
の世界への発信

## 中間評価ご説明資料

September 2019

# 目次

1. 事業目標・内容
2. 成果の詳細
3. 今後の取組

# 1. 事業目標・内容

2. 成果の詳細

3. 今後の取組

## 1. 事業目標・内容

### 1.1. 事業目標

- DRESSプロジェクトの研究開発成果に関する国際標準化提案を国際標準化団体（無人航空機国際標準化国内委員会）へ引き継ぐことを目標としている。

#### 事業目標（NEDO基本計画より抜粋）

**本プロジェクトの成果**（特に性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等）の国際標準化を獲得するための具体的な活動計画を国へ提言し、**国際標準化団体へ引き継ぐ（3-4件を想定）**

「**国際標準化団体**」とは

ISO/TC20/SC16（無人航空機システム）に関する国内の意見を取りまとめる無人航空機国際標準化国内委員会（以下、国内委員会）を指す

「**引き継ぐ**」とは

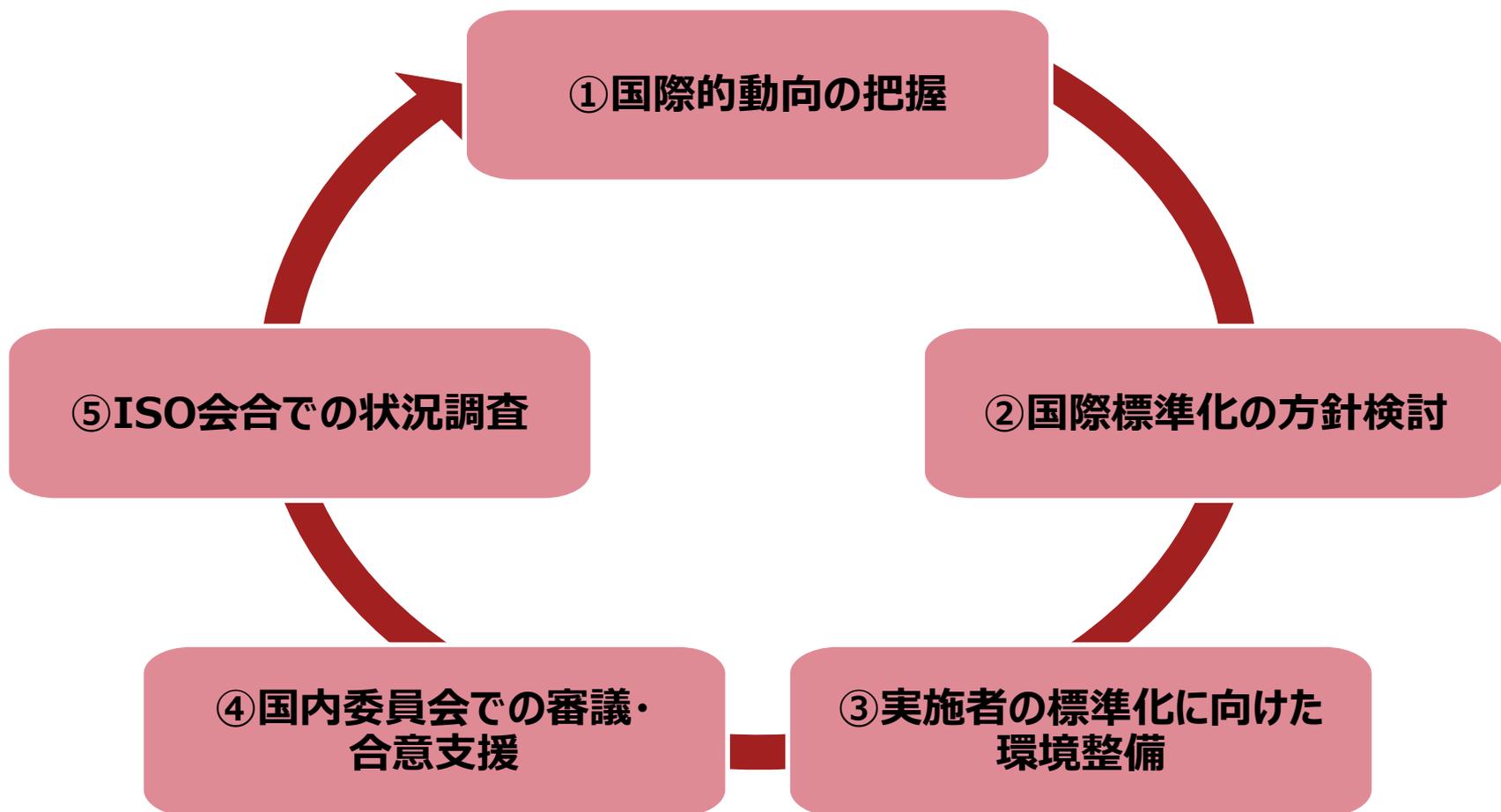
DRESSプロジェクトの研究開発成果に関する国際標準化提案が、ISOにおける討議に耐えうるものであり、日本提案とすることを国内委員会が合意することを指す

## 1. 事業目標・内容

### 1.2. 事業内容(1/2)

- 前述の目標を達成するため、①国際的動向の把握、②国際標準化の方針検討、③実施者の標準化に向けた環境整備、④国内委員会での審議・合意支援、⑤ISO会合での状況調査というサイクルで事業を推進している。

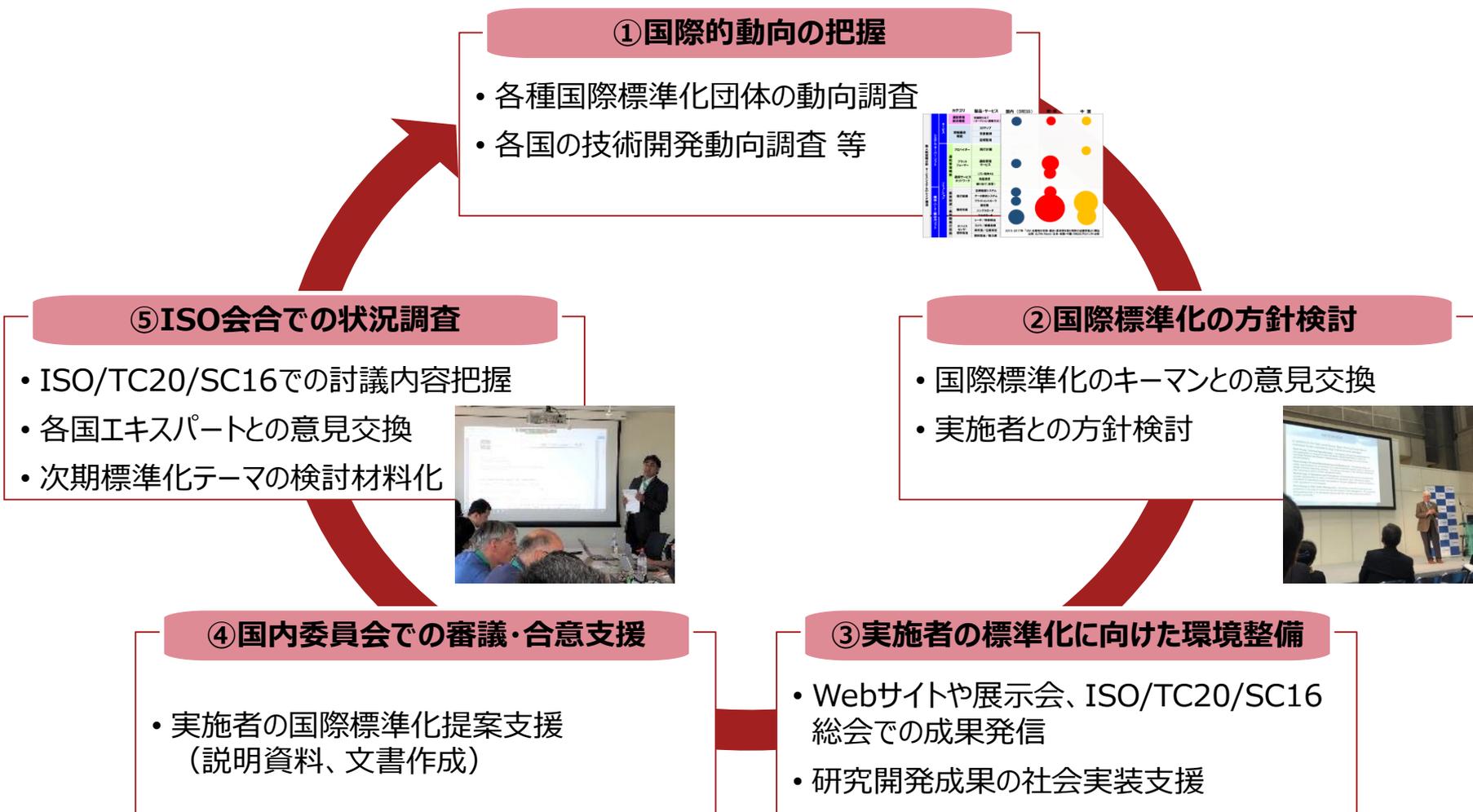
#### 研究開発成果を国際標準化するサイクル



# 1. 事業目標・内容

## 1.2. 事業内容(2/2)

- ステップ①～③を通じて国際標準化のための環境整備（成果発信、エビデンスの蓄積）を行い、④国内委員会で審議の上、合意を得るだけでなく、⑤ISO会合で討議の状況を調査することで、次の提案を検討する材料としている。



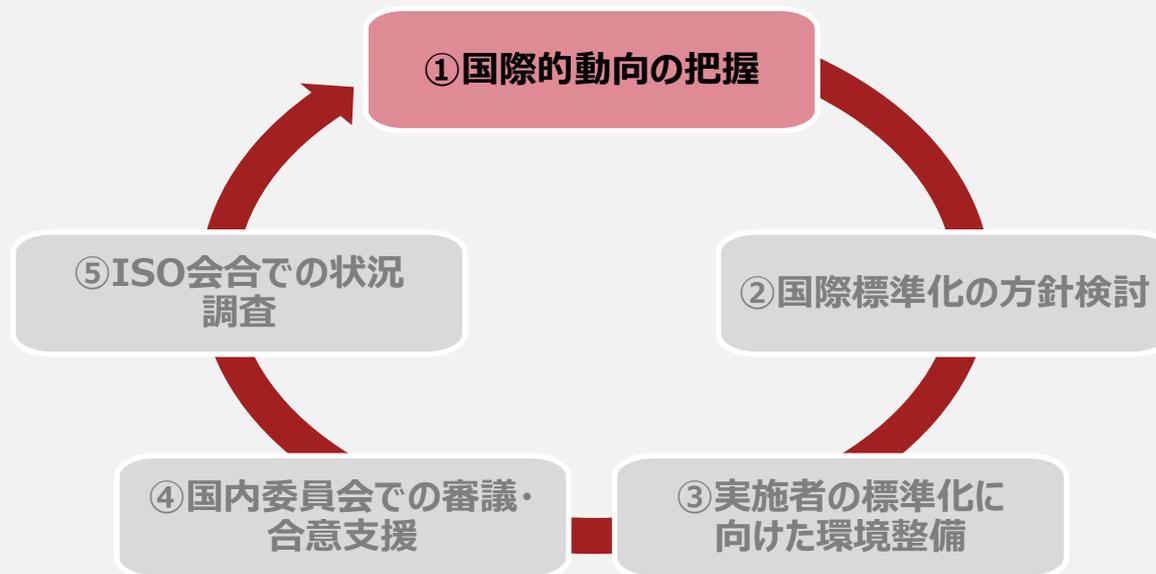
# 1. 事業目標・内容

## 1.3. 活動計画

事業内容	2017年度			2018年度				2019年度				2020年度	2021年度			
	第2Q	第3Q	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	第1Q	第2Q	第3Q	第4Q	年間	年間			
① 国際的動向の把握	ドローン利活用動向調査 (中国・米国等)			ドローン利活用動向調査 (中国・米国等)				機体メーカー動向調査	各種調査				各種調査	各種調査	各種調査	
	知財関連調査			UTM開発動向調査				ドローン動力源調査	フライト申請等に関する調査				他の国際標準化動向調査	標準化動向調査	標準化動向調査	標準化動向調査
	UAV産業構造分析			UTM標準化動向調査												
② 国際標準化の方針検討	PJ関係者セミナー			PJ関係者セミナー				PJ関係者セミナー				PJ関係者セミナー	PJ関係者セミナー	PJ関係者セミナー		
	法制度調査			法制度調査				法制度調査				海外法制度調査	海外法制度調査	海外法制度調査		
				法制度調査				法制度調査				法制度調査	法制度調査	法制度調査		
③ 実施者の標準化に向けた環境整備				研究開発成果の対外発信				研究開発成果の対外発信				Webを活用した発信				
				API公開に関する支援				API公開に関する支援								
④ 国内委員会での審議・合意支援																
⑤ ISO会合での状況調査				ドローン向け地理空間情報のデータモデル ★				UTMの機能構造 ★				衝突回避技術 ★	耐火性ドローン ★	追加テーマ ★	追加テーマ ★	追加テーマ ★

## 1. 事業目標・内容

## 2. 成果の詳細

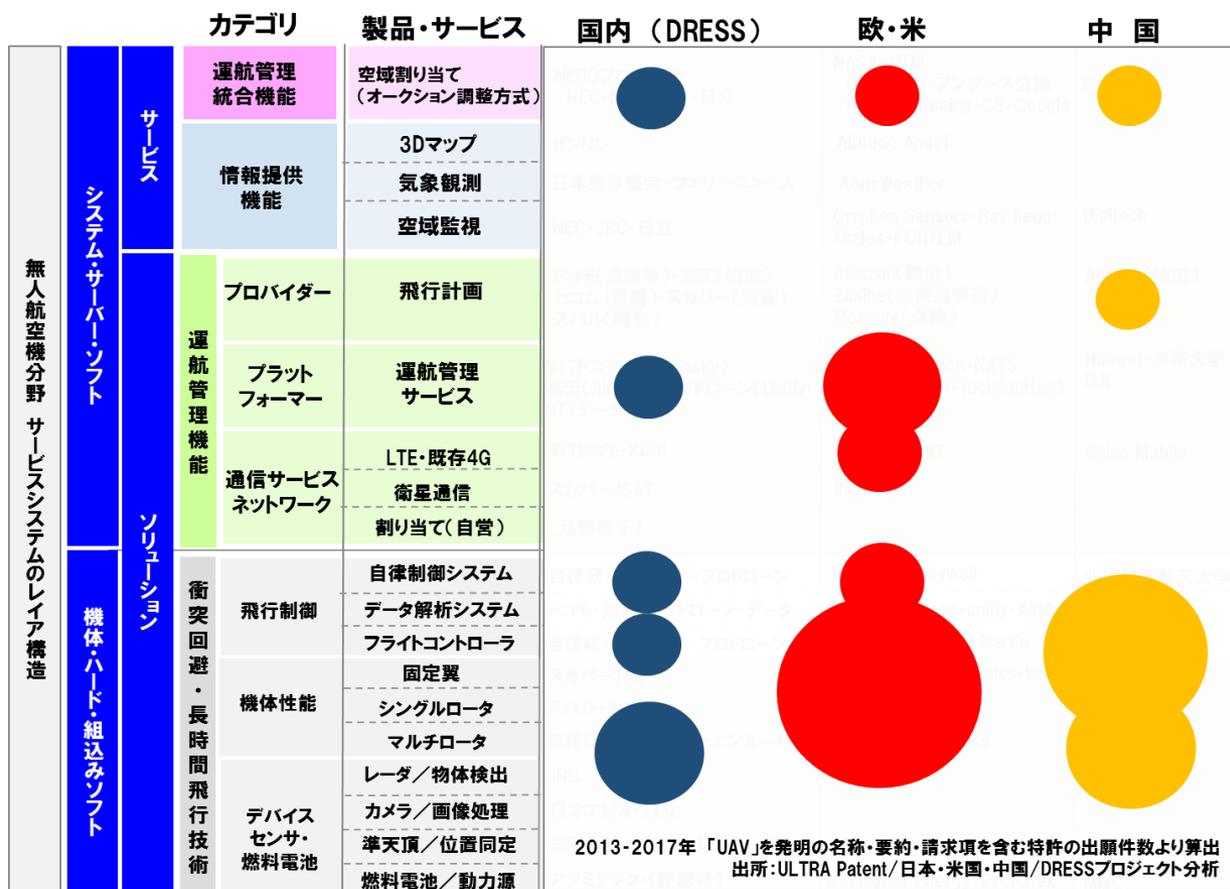


## 3. 今後の取組

## 2. 成果の詳細：①国際的動向の把握 国際動向調査の実施

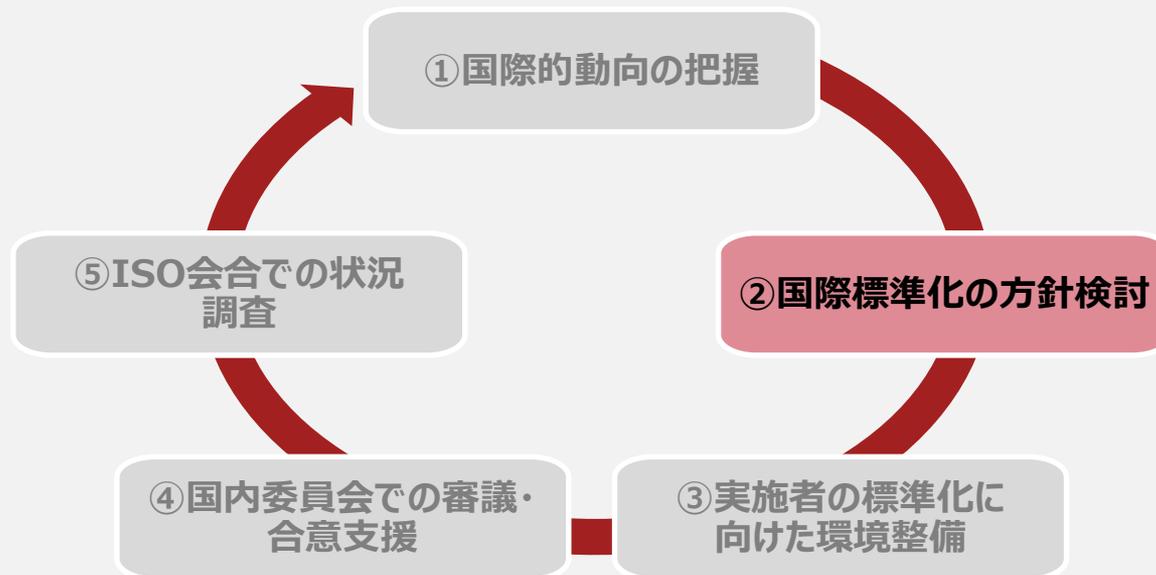
- 国際標準化の方針検討のための情報収集として、技術や規制に関する国際動向調査・レポート作成を9件実施した。

### (調査事例) 海外知財動向調査・分析



## 1. 事業目標・内容

## 2. 成果の詳細



## 3. 今後の取組

## 2. 成果の詳細：②国際標準化の方針検討 PJ関係者セミナーの実施(1/2)

- 実施者が国際標準化動向を理解し、標準化の方針を検討できるよう、ISO/TC20/SC16の議長ジョン・ウォーカー氏や、米国標準技術研究所（NIST）でドローンオペレーターの評価方法を開発するTom Haus氏との意見交換セミナーを計3回開催した。

### 第1回（John Walker氏との意見交換）

<b>実施概要</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日程：2018年10月16日</li> <li>● 参加者：ジョン・ウォーカー（ISO/TC20/SC16議長） 野波健蔵（日本ドローンコンソーシアム会長）、 ゼンリン、日本気象協会、NEDO、PwC</li> </ul>
<b>実施目的</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内委員会に提案した地理空間情報のデータモデル等について、議長及びステークホルダーの理解を促進させる。</li> </ul>
<b>実施内容</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● DRESSプロジェクトの説明</li> <li>● ゼンリン、日本気象協会が開発する、地理空間情報のデータモデル標準化に向けて意見交換</li> </ul> <p>※ 国内委員会の合意を得て実施</p> 

### 第2回（Tom Haus氏との意見交換）

<b>実施概要</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日程：2019年3月4日</li> <li>● 参加者：DRESSプロジェクトメンバー （主に性能評価・機体開発関係者）</li> </ul>
<b>実施目的</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Standard Test Method (STM) for UASに関する理解促進、標準化に向けた協力等の構築</li> </ul>
<b>実施内容</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NEDOプロジェクトの説明及び意見交換</li> <li>● STMに関する質疑応答</li> <li>● 標準化に向けた課題に関する意見交換・連携強化</li> </ul> 

## 2. 成果の詳細：②国際標準化の方針検討 PJ関係者セミナーの実施(2/2)

- 実施者が国際標準化動向を理解し、標準化の方針を検討できるよう、ISO/TC20/SC16の議長ジョン・ウォーカー氏や、米国標準技術研究所（NIST）でドローンオペレーターの評価方法を開発するTom Haus氏との意見交換セミナーを計3回開催した。

### 第3回（John Walker氏による国際標準化動向の説明）

#### 実施概要

- 日程：2019年7月26日
- 参加者：ジョン・ウォーカー氏（ISO/TC20/SC16議長）、DRESSプロジェクト関係者、一般参加者計118名

#### 実施目的

- ISO/TC20/SC16(Unmanned aircraft systems)の議長であるJohn Walker氏にDRESSプロジェクトによる研究開発成果をインプットし、今後の国際標準化を円滑に進める
- DRESSプロジェクト実施者の国際標準化における重要性や進め方の理解を深める
- 国内ドローン関係者に対し、DRESSプロジェクトの成果を周知すると共に、今後実施する相互接続試験への関心を高める

#### 実施内容

- John Walker氏からドローンに係る国際標準化の状況・重要性、福島ロボットテストフィールドの役割を説明
- プロジェクトの成果として、ドローンの相互接続を可能とする運航管理システムの開発及びAPIの公開や今後の相互接続試験スケジュール、更には衝突回避技術の開発状況成果や実証実験の結果を発表





## 2. 成果の詳細：②国際標準化の方針検討 国内・海外法制度調査・課題検討

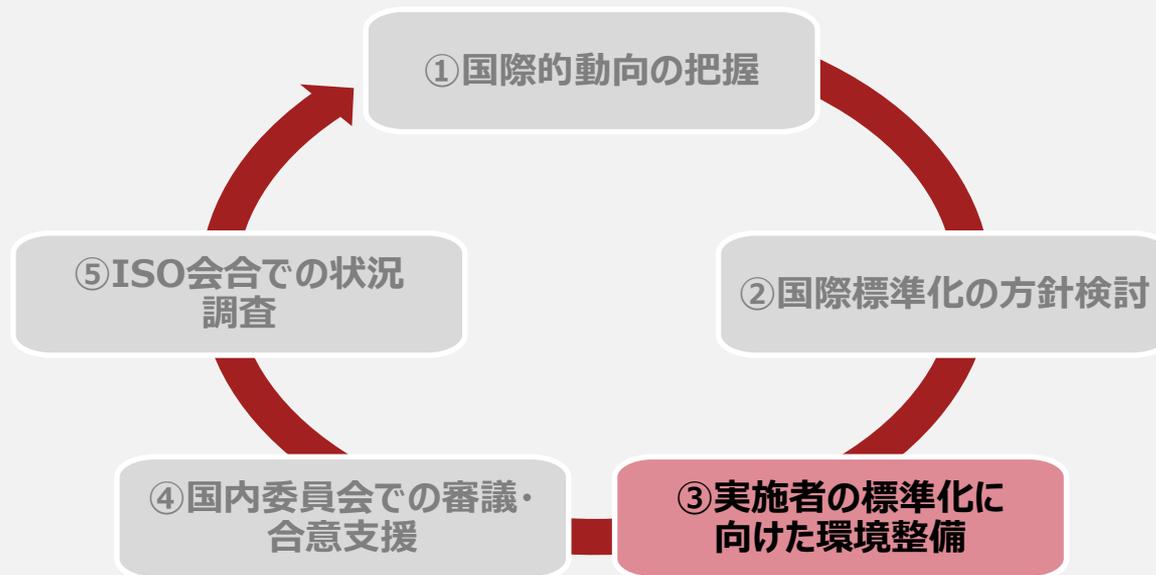
- 市場拡大が期待されるドローン物流の社会実装を目指し、ドローン物流に関する法的課題を整理した。
- 結果については、各関係者に説明後、2019年7月に南相馬市で開催したシンポジウムでも周知した。

### シンポジウムでの説明の様子



## 1. 事業目標・内容

## 2. 成果の詳細



## 3. 今後の取組

## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 WEBを活用した発信(1/2)

- DRESSプロジェクトの研究開発成果・状況を国内外に発信するために、日・英2言語対応の外部公開用ホームページを開発し、運用している。

### 目的

- プロジェクトへ関心・注目度の確保
- 研究開発成果の効果的な発信
- プロジェクトの成果に対する信頼性の確保
- 海外連携の窓口としての活用

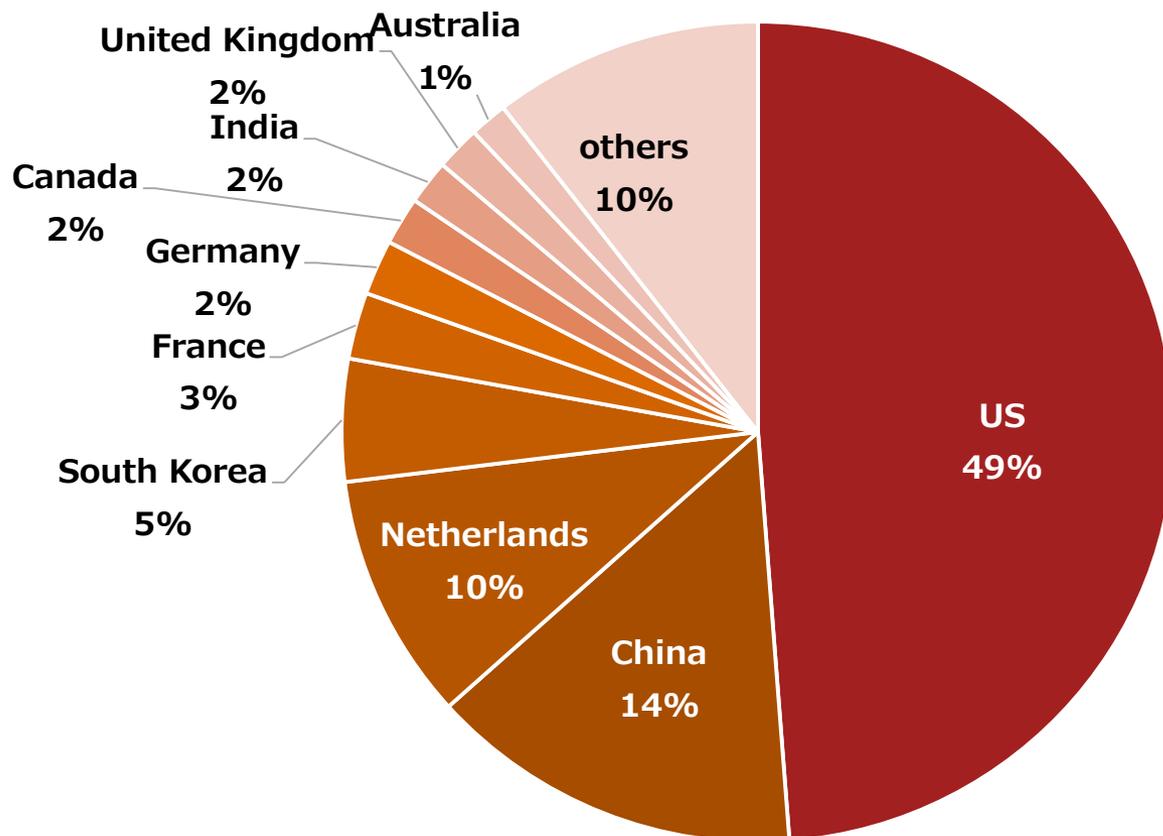
### 日英版サイトの開発・運用



## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 WEBを活用した発信(2/2)

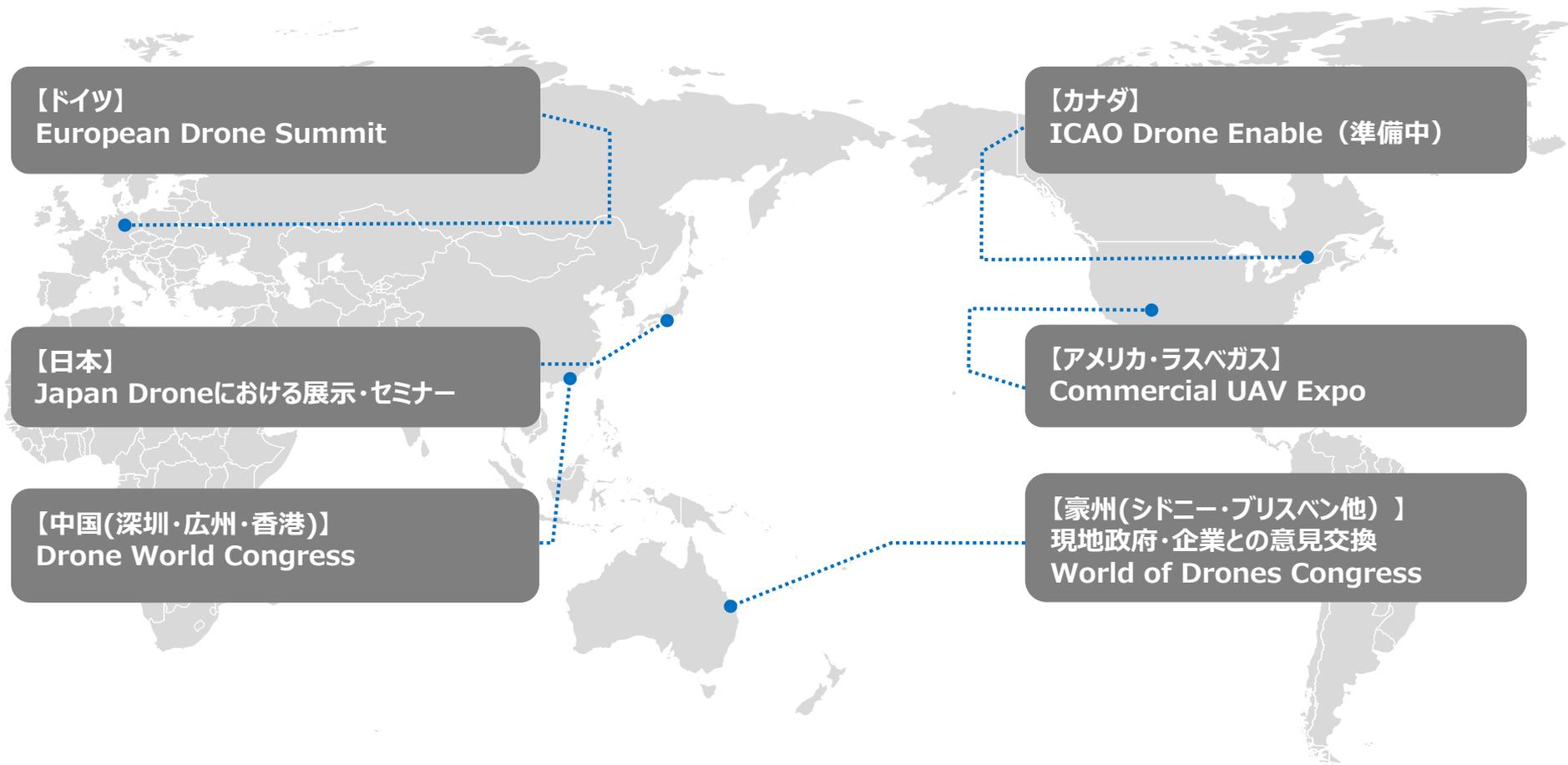
- 計60ヶ国よりアクセスがあり、アメリカが約半数を占めているため、米国以外での成果発信を強化している（次ページ以降で詳述）。

海外からのアクセス内訳



## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 研究開発成果の対外発信

- 世界のドローン関係者にDRESSプロジェクトの研究成果を広く周知し、国際標準化を円滑に進めるため、世界各国の主要なシンポジウムにおいて、DRESSプロジェクトの研究開発成果を発信した。
- これまでに7回実施し、カナダのICAO本部での展示を準備中。

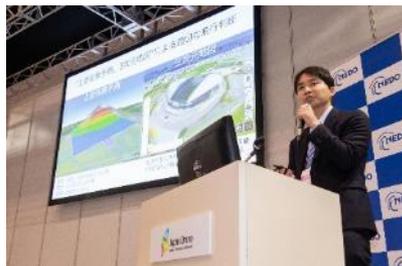


## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 研究開発成果の対外発信(国内)：Japan Drone

- 日本最大級のドローン関連展示会である「Japan Drone」で実施者が研究開発成果を発信するため、DRESSプロジェクトフォーラムの開催や展示ブースの設置を行った。

### DRESSプロジェクトフォーラム

- JapanDroneにおいて、DRESSプロジェクトフォーラムを開催
- 2018年度はのべ1500名、2019年度はのべ1600名の来場者に向けて、DRESSプロジェクトの成果発表を実施。
- また、参加者アンケートを収集し、当プロジェクトへの意見や、社会が抱えているドローン産業化への課題等を収集。



### 展示ブースの設置

- Japan Drone2019において、各研究開発実施者と協力し、成果展示を実施。
- 12ブースを設置し、実機・システム等の展示を行うことで、多くの来場者に見学いただき、NEDOプロジェクトの成果の進捗等の発信を行った。



## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 研究開発成果の対外発信(中国)

- アジアを中心とするドローン関係者が集まるDrone World Congressにおいて、2年連続で実施者による成果発信を支援すると同時に、中国での技術開発動向やルール整備状況を調査した。

### 訪問概要

- 日程：2018年6月20日～26日
- 訪問先：現地企業訪問、Drone World Congress 2018

### 実施目的

- Drone World Congress 2018に参加し、NEDOプロジェクトにかかる海外発信の実施及び海外におけるドローンの研究・利活用動向の調査
- NEDOプロジェクトにおける福島の実証や将来的な国際標準化等に向けた、海外企業や国際組織とのネットワーク構築
- 中国におけるドローンの先端企業の技術・利活用動向の調査

### 実施内容

- Drone World Congress 2018において、NEDOプロジェクトの発表を実施
- 中国での先端企業の調査（事前調査・ヒアリング）
- 国際標準等にかかるステークホルダーとの意見交換
- その他、中国先端企業の技術及び利活用動向の調査



企業動向訪問調査



2018年



2019年

## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 研究開発成果の対外発信(オーストラリア)

- 現地政府、企業、大学等に対し、NEDO・実施者よりDRESSプロジェクトの内容・成果を発信した。
- 特に、ドローン活用を推進するクィーンズランド政府とは、中長期的な連携の検討を進めている。

### 訪問概要

- 日程：2018年8月6日～13日
- 訪問先：現地企業、シドニー工科大学、QLD州政府、World of Drones Congress, Outback Aerodrones Symposium

### 実施目的

- 豪州ブリスベンで開催されたWorld of Drones Congressに参加し、NEDOプロジェクト情報の海外発信及び意見交換
- 福島の統合実証や将来的な国際標準化等に向けた、有力企業や組織の人々とのネットワーク構築
- 現地の有力企業のドローン技術及び利活用動向、ドローン飛行実験の調査

### 実施内容

- World of Drones Congress 2018において、NEDOプロジェクトの発表を実施
- 各国のステークホルダーと日本企業との面談の調整・設定
- クィーンズランド州政府との意見交換、現地企業の技術及び利活用動向調査
- 豪州における大学・企業の技術動向の調査



シドニー工科大学訪問



World of Drones Congress 2018



Outback Aerodrone  
Symposium 2018



Queensland州政府訪問

## 2. 成果の詳細：③実施者の標準化に向けた環境整備 研究開発成果の対外発信(米国)

- 米国におけるDRESSプロジェクトとその成果について認知向上を図るため、シンポジウムでの成果発信やFAA・NASA等の政府機関との面談実施を支援した。

### 訪問概要

- 日程：2018年10月1日～3日
- 訪問先：Commercial UAV Expo Americas

### 実施目的

- NEDOプロジェクトにかかる海外発信の実施ならびに海外におけるドローンの研究・利活用動向の調査
- 来年度以降における統合実証や将来的な国際標準化等に向けた、海外企業や国際組織とのネットワーク構築
- アメリカにおけるドローンの先端企業の技術・利活用動向の調査

### 実施内容

- NEDOプロジェクトの発信およびFAA・NASA等とのセッションの調整・実施
- 海外政府機関との面談・意見交換
- 現地企業の開発動向・市場動向のヒアリング
- 現地における飛行試験支援



NEDOとFAAやNASAの  
パネルディスカッション



技術動向調査・ヒアリング



飛行実験支援

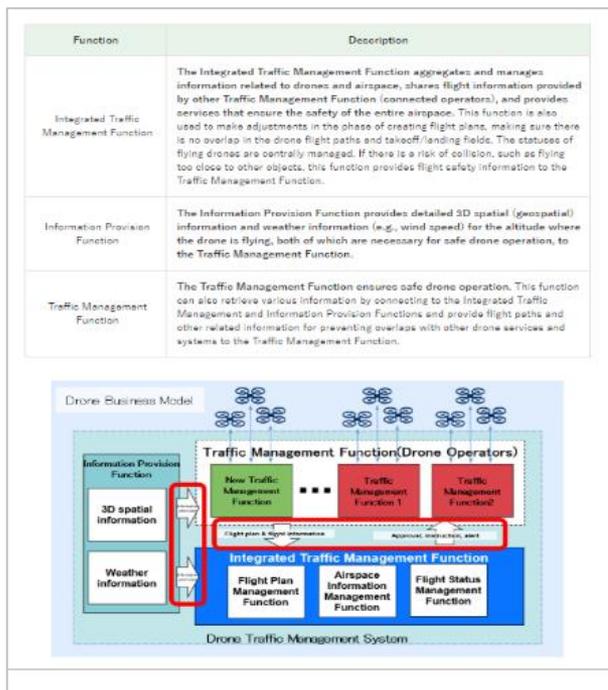


国際動向の把握

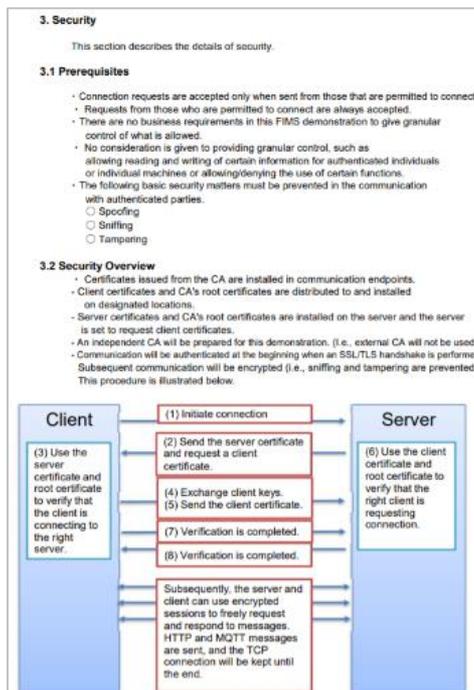
## 2. 成果の詳細: ③実施者の標準化に向けた環境整備 運航管理システムAPIの公開・情報提供

- 運航管理システムの相互接続試験により、実施者が国際標準化に向けたエビデンスを蓄積できるよう、API接続に関する情報提供・仕様書DLサイトを開発し、運用・更新している。
- また、API利用登録者向けに、相互接続試験の各種案内や質問対応等を担っている。

### APIの紹介



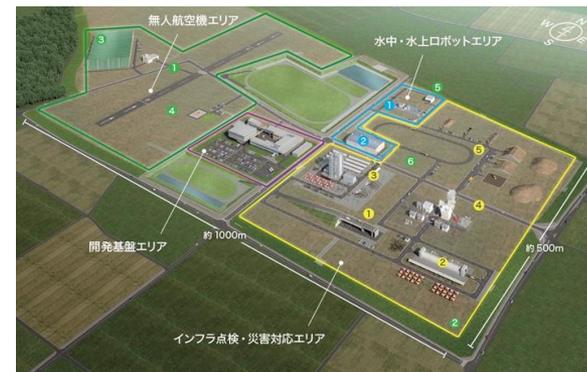
### API仕様書の配布



### 相互接続試験支援

相互接続試験参加希望者への  
各種案内、質問対応

実施者の国際標準化に向けた  
エビデンス蓄積



## 1. 事業目標・内容

## 2. 成果の詳細

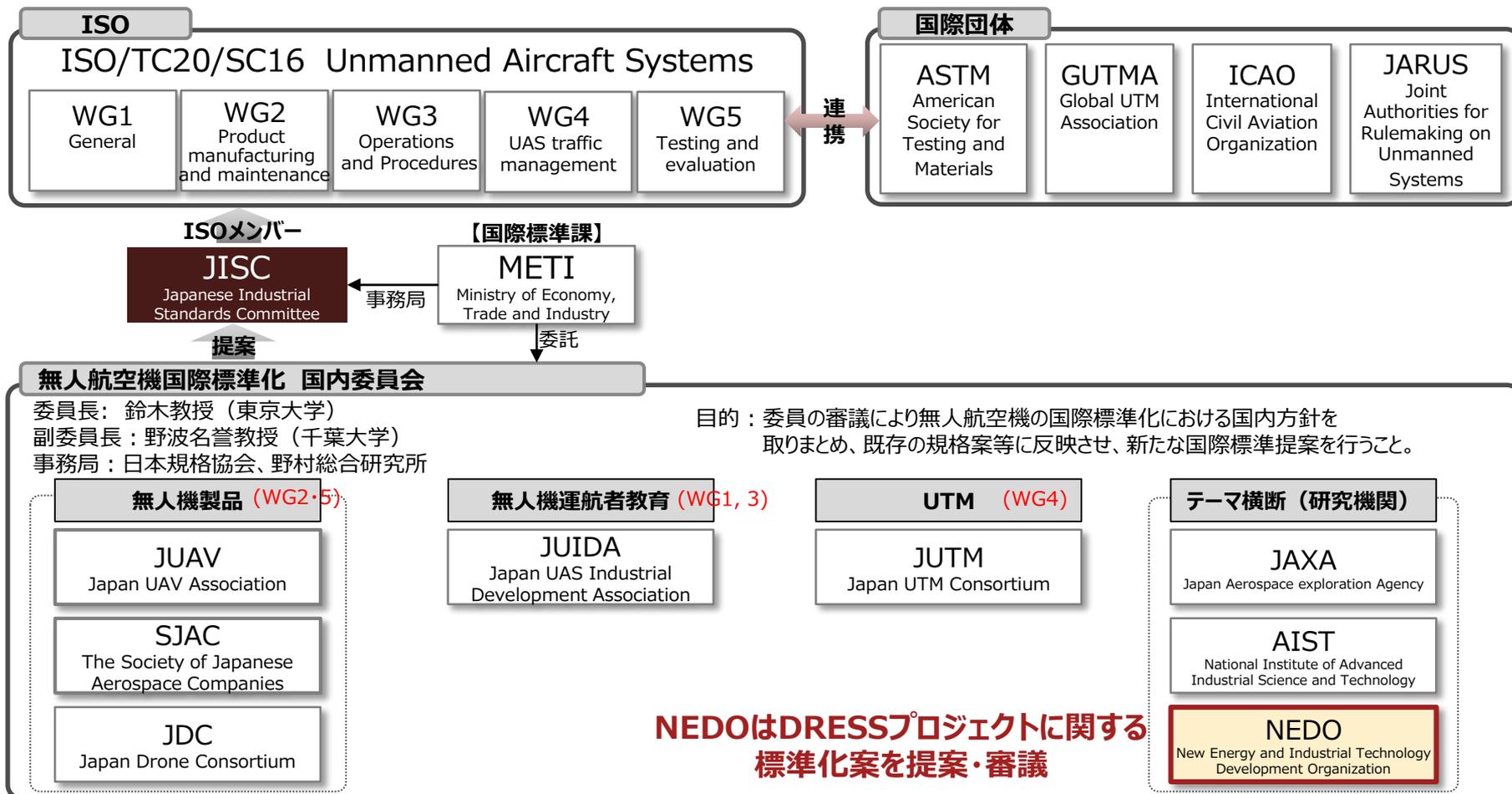


## 3. 今後の取組

## 2. 成果の詳細：④国内委員会での審議・合意支援 国内委員会向け資料作成等

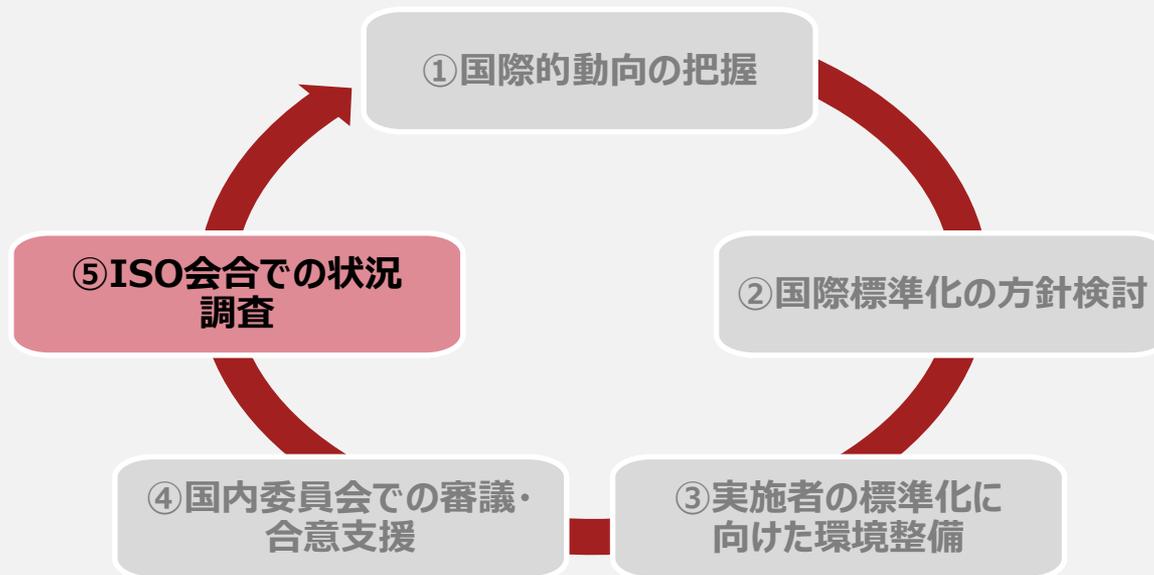
- 国内委員会において、各委員から日本の国際標準提案とする合意を得るため、DRESSプロジェクトの研究開発成果説明や国際標準提案資料を作成している。

### 国内委員会におけるNEDOの位置づけ



## 1. 事業目標・内容

## 2. 成果の詳細



## 3. 今後の取組

## 2. 成果の詳細：⑤ISO会合での状況調査 ISO/TC20/SC16への参加

- 研究開発成果の国際標準化方針を検討するため、ISO/TC20/SC16（Unmanned Aircraft Systems）の総会、各WGに参加し、状況調査を行った。
- 特にWG4は「運航管理統合機能」に関連するWGであるため重点的に調査、意見交換を実施した。

### ISO/TC20/SC16での実施事項

- ISO/TC20/SC16のWG1-4に参加し、討議状況を把握
- 各国エキスパートと意見交換等を実施
- ISOにおいてDRESSプロジェクトの取組を紹介する資料を作成
- John Walker議長に今後の国際標準化に向けたアドバイスを依頼

⇒ 次に国際標準化を目指す実施者が標準化方法を検討する材料とする



1. 事業目標・内容

2. 成果の詳細

**3. 今後の取組**

### 3. 今後の取組

#### 3.1. 中間目標達成状況

- 研究開発成果に関する国際標準化団体への引継ぎのモデルケースを創出することを中間目標と設定しており、「ドローン向け地理空間情報のデータモデル」がそれに該当する。

#### 研究開発目標

- 本プロジェクトの成果（特に性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等）の国際標準化を獲得するための具体的な活動計画を国へ提言し、国際標準化団体へ引き継ぐ(3-4件を想定)

#### 中間目標

- 本プロジェクトの成果について国際標準を獲得するため、国際標準化団体への引き継ぎのモデルケースを創出する

#### 中間目標達成状況

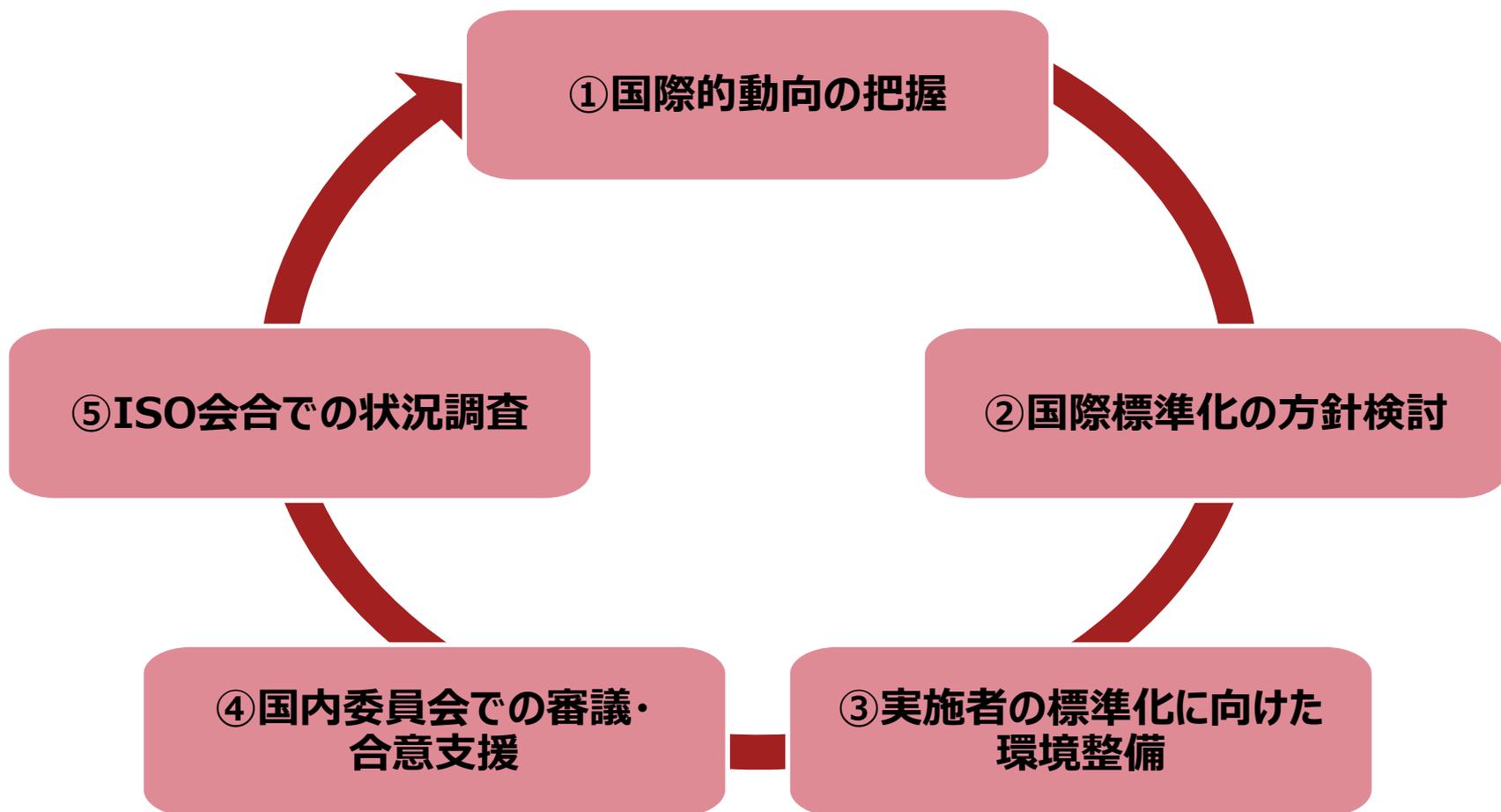
- **モデルケース**：「ドローン向け地理空間情報のデータモデル」が該当
  - 国内委員会への引継ぎ後、ISO/TC20/SC16 WG4で標準化の議論が行われている
- **国内委員会に提案済**：「UTMの機能構造」（国内委員会よりISOに提出後、投票中）
- **未提案**：「衝突回避技術」、「耐火性ドローン」

### 3. 今後の取組

#### 3.2. 国際標準化に向けたサイクル（再掲）

- 今後、国際標準化を目指す研究開発成果について、国際標準化に向けたサイクルを回し、国内委員会に引き継ぐことで、研究成果が反映されたISO規格の成立に繋げ、将来の成果の社会実装を目指す。

#### 研究開発成果を国際標準化するサイクル



# プロジェクトの詳細説明

**【項目③】ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進**

**(2) デファクト・スタンダード**

**株式会社日刊工業新聞社**

## ◆事業の目標

- 福島県のロボットテストフィールド等で、World Robot Summit(日本発のルールに基づいた新たな競技等)を、4 カテゴリー(ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア)で実施する。(最終目標)
- 競技種目及び競技ルールに沿ったプラットフォームの検討を行い、平成30年度に予定するプレ大会で活用するプラットフォームの準備を行う。(平成30年度中間目標)
- 世界からロボットに関する叡智を結集して、様々な課題にチャレンジする競技や展示を行い、技術開発や社会実装を加速させる。

# ◆スケジュール



World Robot Summit

## World Robot Summit 2018 TOKYO

@東京ビッグサイト

10月17日～21日

## World Robot Summit 2020 AICHI / FUKUSHIMA

@愛知県国際展示場（10月）

福島ロボットテストフィールド（8月）

8月20日～22日・10月8日～11日

2018

2019

2020

同時開催：Japan Robot Week 2018

同時開催：ロボカップアジアパシフィック大会  
Japan Robot Week 2020

## World Robot Summit 2018 TOKYO

名称	World Robot Summit 2018
開催地	東京ビッグサイト 東6～8ホール
開催時期	2018年10月17日～21日
	総来場者数：76,374人
主催	経済産業省・NEDO



<http://worldrobotsummit.org/>

## World Robot Summit 2020 AICHI / FUKUSHIMA

名称	World Robot Summit 2020
開催地	愛知県国際展示場（Aichi Sky Expo）
開催時期	2020年10月8日～11日
	※インフラ・災害対応カテゴリーの競技は 以下のとおり
開催地	福島ロボットテストフィールド
開催時期	2020年8月20日～22日
主催	経済産業省・NEDO

# ◆World Robot Summitの構成

## 【競技会】



### World Robot Challenge (WRC)



4 カテゴリーで叡智を競う

- ものづくり
- サービス
- インフラ・災害対応
- ジュニア

## 【展示会】



### World Robot Expo (WRE)



ロボット導入の事例を世界発信

- 国が主導する最新のロボット関連展示
- 一般出展エリア

## 【シンポジウム / ワークショップ】

世界各国の有識者等によるフォーラム、  
協賛企業によるワークショップなど



## 【サイドイベント】

会場内外での参加型、体験型などのイベント



# ◆ 競技カテゴリー

## ものづくりカテゴリー Industrial Robotics Category



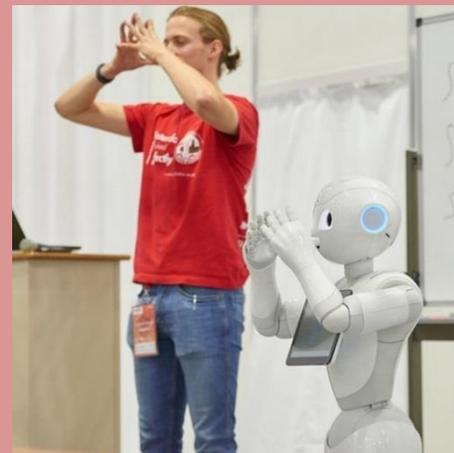
## サービスカテゴリー Service Robotics Category



## インフラ・災害対応カテゴリー Disaster Robotics Category



## ジュニアカテゴリー Junior Category



# 3. 研究開発成果

## ◆プロジェクトとしての達成状況

**World Robot Summit 2018 (開催結果)**

**日時：10月17日(水) - 10月21日(日)**

**場所：東京ビッグサイト 東6、7、8ホール**

**WRE出展者：94社・団体**

**WRC競技者：23か国・地域 126チーム**

**来場者数：76,374名**



**ステージプログラム：37プログラムを開催**

**併催企画：卓球ロボット体験、サイバスロンの実演、ロボット相撲大会等**

**(協力：オムロン、スイス大使館、富士ソフト、ダ・ヴィンチミュージアムネットワーク)**

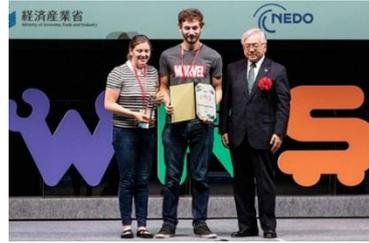
**後援**

**協力団体**

# 3. 研究開発成果

## 【WRS2018 大会結果】

		1位	2位	3位	
ものづくり カテゴリー	製品組立チャレンジ	SDU Robotics (University of Southern Denmark)	JAKS (Kanazawa UNIV.)	FA.COM Robotics (office FA.com Co.,Ltd.)	
サービス カテゴリー	パートナーロボットチャレンジ (リアルスペース)	Hibikino-Musashi@Home (Kyushu Institute of Technology)	OIT Challenger and Duckers (Osaka Institute of Technology)	AISL-TUT (Toyohashi University of Technology)	
	パートナーロボットチャレンジ (バーチャルスペース)	NICT (National Institute of Information and Communications Technology)	SOBITS (Soka UNIV.)	eR@sers (Okayama Prefectural UNIV)	
	フューチャー コンビエンスストア チャレンジ	接客	NAIST-RITS-Panasonic (Nara Institute of Science and Technology)	TCR (Connected Robotics Inc)	homer@UniKoblenz (University of Koblenz)
		清掃	TCR (Connected Robotics Inc)	TAK (Tokyo Metropolitan University)	H3 (Human Robot Analysis Inc.)
		陳列	U.T.T. (TOSHIBA Corp.)	ROC2 (OMRON.corp)	Hi-KCCT (Hitachi, Ltd. Reserch & Development Group)
総合		U.T.T. (TOSHIBA Corp.)			
インフラ・ 災害対応 カテゴリー	プラント災害予防チャレンジ	Hector Darmstadt (Technische Universitaet Darmstadt)	Raptors (Lodz University of Technology Institute of Automatic Control)	AiSaFu (Sanritz Automation Co.,Ltd.)	
	トンネル事故災害対応・復旧チャレンジ	REL/UoA (University of Aizu)	MASARU Season 2 (Private)	ODENS (Osaka Ele.-Comm. Univ.)	
	災害対応標準性能評価チャレンジ	SHINOBI (Kyoto UNIV.)	Telerob (Telerob GmbH)	AutonOHM (Technische Hochschule Nuremberg)	
ジュニア カテゴリー	スクールロボットチャレンジ	I want to eat RAMEN! (Ibaraki Prefectural Takezono Highschool)	SMILE (Niimi Daiichi Junior High School)	DSTY (German School Tokyo Yokohama)	
	ホームロボットチャレンジ	Tamagawa Academy Science Club (Tamagawa Academy)	Sinag (Caritas Don Bosco School)	Robo Power (Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)	



# 3. 研究開発成果

## ■ 製品組立チャレンジ（ものづくり）

「迅速な一品ものづくりを目指して」

このカテゴリーでは、様々に変化する生産要求に（究極には一品物の生産要求にさえ）、適切な規模で迅速かつ無駄なく対応できる生産システムの構築を目指して競技を行うことにより、未来の生産システムの実現を加速させることを目的とします。

### 競技概要

工業製品等の組立に必要な技術要素を含んだモデル製品を素早く正確に組み立てる競技です。新たな製品の生産にも対応するため、製品を組み立てるためのロボットシステムを迅速に無駄なく組み上げることも求められます。

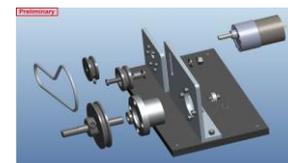
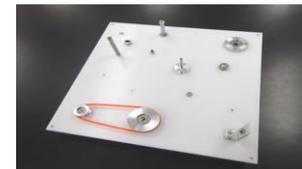
#### 【1】タスクボード

製品組立に必要な要素作業を競います。このタスクでは、次に行われる組立タスクと同じ条件で供給される部品をタスクボードの上の指定された位置に組み付けます。

#### 【2】組立

部品トレイ上にあらかじめ準備された部品を使って、モデル製品であるベルトドライブユニットの組み立てを行います。

また、新たな生産要求への対応として、事前に告知した製品とは異なる仕様の製品（サプライズ製品）の組み立ても求められ、このために迅速かつ無駄のない段取り替えを行わなければなりません。



2018  
▼  
2020

- ①キittingタスクを廃止し、部品供給はトレイ上にキittingされた状態とします。
- ②タスクボードのタスク内容を部品供給法も含め、アセンブリとより整合させます。
- ③サプライズパーツを廃止し、代わりに部品情報は事前告知されるが、組立方が直前に告知されるサプライズ製品を導入します。

# 3. 研究開発成果

## ■ パートナーロボットチャレンジ [リアルスペース] (サービス)

パートナーロボットチャレンジのコンセプトは、人間とロボットが協働できる生活環境を実現することです。

### 競技概要

部屋の片づけをコンセプトに競います。全チームが同一のプラットフォームロボット (TOYOTA HSR) を使うことでオープンイノベーションを加速させる効果を期待しています。

#### 【 1 】 「お願い、部屋を片付けて」

・目標:衣類やおもちゃ、ペットボトルなどで雑然と散らかった部屋を短時間で確実に片付けるタスク  
ごみはゴミ箱に捨てたり、洗濯物は洗濯機に入れたり、物によって適切な片付け方をロボットが学習により獲得することが重要である

注目点:セマンティックマッピング、未知物体知覚・操作、経路計画、障害物回避



2018  
▼  
2020

2020は、「速さ(Speed)、滑らかさ(Smooth/Smart)、安定(Stable)、安全(Safe)」の4Sをテーマとします。

# 3. 研究開発成果

## ■ フューチャーコンビニエンスストアチャレンジ (サービス)

フューチャーコンビニエンスストアチャレンジは、従業員の負担が軽減され顧客にうれしいサービスが増加する未来のコンビニエンスストアを実現することを目的とした世界初の競技です。

### 競技概要

参加者は以下の3タスクのうち1つ以上のタスクに参加します。  
総合優勝は、各タスクの1位から審査員による総合評価で決まります。

#### 【1】陳列・廃棄タスク

日常商品(おにぎり、お弁当など)の自動補充  
および消費期限切れ商品の廃棄をします。



#### 【2】接客タスク

ロボット技術を利用した近未来における未来の  
／洗練された顧客サービスを実演します。



#### 【3】トイレ清掃タスク

個室トイレの便器、床を清掃します。



2018  
▼  
2020

2020は、将来のコンビニを模した競技フィールドを設置し、競技を行います。  
また、作業対象商品の種類を増やすなど、より現実的な課題の設定を行います。

# 3. 研究開発成果

## ■ プラント災害予防チャレンジ（インフラ・災害対応）

このカテゴリーは、インフラ、災害予防・対応の分野での問題解決を図り、ロボットを使用したプラント災害予防やトンネル災害対応といった、特別困難な課題を達成することを目的としています。人々の間でロボットに関連したコンセンサスを構築します。

### 競技概要

定められた基準に従ったインフラの点検やメンテナンスをします。  
(例:バルブの開閉など)

#### 【1】競技タスク

##### P1：日常点検／設備調整

メーターなどの値をカメラで視認し、バルブなどを調整するタスク

##### P2：異常検知・災害対応

発生場所が不明なモーターなどの異常音・振動を測定し、結果を報告、点検中に発生した火災の消火栓や燃料バルブを操作するタスク

##### P3：設備診断

タンクや煙突などの大規模構造物の健全性(クラック、錆、浮き)を診断するタスク

##### P4：災害対応/要救助者搜索

点検中に発生した事故による要救助者の搜索を環境外乱(例:煙、ガレキの散乱)の下で行うタスク



2018  
▼  
2020

タスクを減らし、より本格的な非破壊検査を実施します。

# 3. 研究開発成果

## ■ トンネル事故災害対応・復旧チャレンジ（インフラ・災害対応）

このカテゴリーは、インフラ、災害予防・対応の分野での問題解決を図り、ロボットを使用したプラント災害予防やトンネル災害対応といった、特別困難な課題を達成することを目的としています。人々の間でロボットに関連したコンセンサスを構築します。

### 競技概要

トンネル災害に対応する世界初の競技です。トンネル災害における情報収集、緊急対応をします。

#### 【1】競技タスク(シミュレーション)

TS1 : 車両および周辺の調査、救助

車両の周辺・内部・外部の調査、ドアの破壊、要救助者の調査・救助

TS2 : 経路の確保

経路外に移動(指示場所までの移動)、積換え、引抜き、発破準備(穿孔、円筒挿入)

TS3 : 消火作業

ホースの引き出し、ホースとノズルの接続、バルブの操作、消火

TS4 : トンネル壁面、付帯設備の点検

付帯設備(ジェットファン)のボルト類の点検、トンネル壁面、路面の点検

#### 【2】競技タスク(実機)

TR1 : 車両からの救出

ドア開け、車内調査、救出

TR2 : 経路の確保

経路外に移動(指示場所までの移動)、積換え、引抜き、発破準備(穿孔、円筒挿入)

TR3 : 解体・組み立て

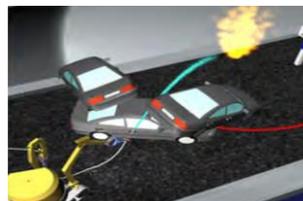
Aの状態に組まれた部材をBの状態に組む



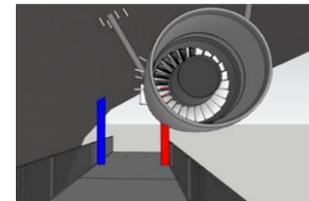
TS1



TS2



TS3



TS4



2018  
▼  
2020

【1】プレ大会からシミュレーション環境をあまり変更しないで実施できる内容とし、ミッション数を減らします。  
【2】福島RTFのトンネルモックアップの外側に建設現場をイメージしたモックアップを設置し、建設作業を実施。

# 3. 研究開発成果

## ■ 災害対応標準性能評価チャレンジ（インフラ・災害対応）

インフラ災害予防・対応のための標準性能評価法（STM）が開発されます。  
これらのSTMは、USAR（都市型捜索救助）およびEOD（爆破物処理）に関するNIST STMを補完するものとなります。

### 競技概要

災害予防・対応で必要となる標準性能レベルの評価をします。  
（移動能力、センシング、情報収集、無線通信、遠隔操作、現場展開、耐久性など）

#### 【1】競技タスク

MAN1：ネゴシエート

可動式の垂直や斜めのスティックを避けながら移動するタスク

MOB1：キャットウォーク(検査デッキ)

グレーティングやスケルトン階段からなるキャットウォーク(検査デッキ)を移動するタスク

DEX1：メーター/バルブ

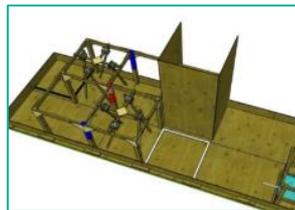
メーターを読み、バルブを操作します。メーターが指定された値を示すように、操作するバルブもあります。

DEX2：L字型障害物

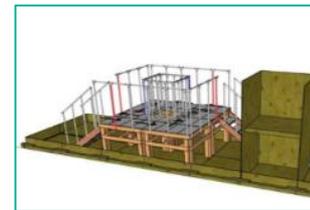
L字型障害物の移動や積み重ね、引き抜くタスク。

EXP1：大面積検査

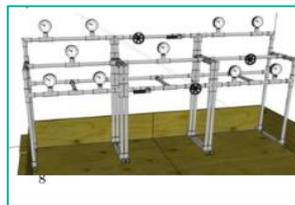
円柱や平らな壁に設置された欠陥があるターゲットを特定し、測定してマップを作成するタスク。



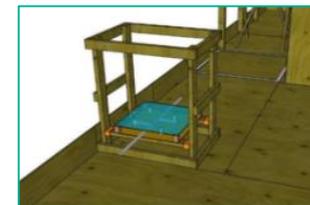
MAN1



MOB1



DEX1



DEX2



2018



2020

競技数を減らし、より難易度を上げ、实际的にします。

# 3. 研究開発成果

## ■ スクールロボットチャレンジ（ジュニアカテゴリー）

このカテゴリーは人間とロボットが共生し協働する未来に貢献できる若い世代を育成します。

### 競技概要

プラットフォームロボットをプログラミングすることで、将来的には学校で役に立つロボットの開発を目的とする。

#### 【1】スキルチャレンジ

- 近づいて来た人を認識して会話をする。会話の中で人の返事を引用する必要がある。その返事を先生のところまで移動して伝える。
- 人の情報（着ているT-Shirtの色、挙げている側の手、顔の表情-幸せか悲しい表情）を認識して伝える。
- ひとつひとつのパネルに表示された3つのアルファベットを認識、それぞれが何なのかを伝え、最後にそのアルファベットで作れる単語を伝える。
- 3つの場所に（審判が指定した場所、赤いボールのある場所など）それぞれ移動する。

#### 【2】オープンデモンストレーション

オープンデモンストレーションでは、チームは自分たちが選んだ問題と解決方法を発表する。チームは、予想外でチャレンジングな課題を選び、独創的・革新的な解決方法を見つけ出すことを求められる。

#### 【3】テクニカルインタビュー

すべてのチームが15分間のテクニカルインタビューを受ける。



2018  
▼  
2020

継続的な技術向上につなげるため、大きな変更点はありません。

# 3. 研究開発成果

## ■ ホームロボットチャレンジ（ジュニアカテゴリー）

このカテゴリーは人間とロボットが共生し協働する未来に貢献できる若い世代を育成します。

### 競技概要

家庭環境を改善しより良い暮らしを実現するために問題解決をするロボットを製作。

ホームロボットチャレンジには2つのリーグがある。

- ・ミニサイズリーグ
- ・リアルサイズリーグ

#### 【1】スキルチャレンジ

<ミニサイズリーグ>

1. ロボットガイドテスト
2. フォロウミーテスト
3. ピックアンドプレイステスト

<リアルサイズリーグ>

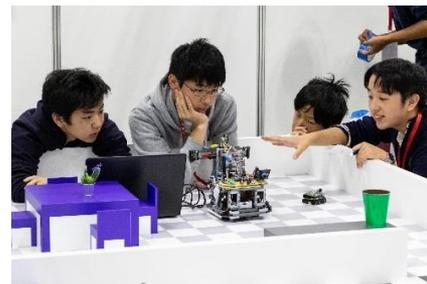
1. ロボットガイドテスト
2. ヒアリングロボットテスト
3. アシストサービスロボットテスト

#### 【2】オープンデモンストレーション

オープンデモンストレーションでは、チームは自分たちが選んだ問題と解決方法を発表する。チームは、予想外でチャレンジングな課題を選び、独創的・革新的な解決方法を見つけ出すことを求められる。

#### 【3】テクニカルインタビュー

すべてのチームが15分間のテクニカルインタビューを受ける。



2018

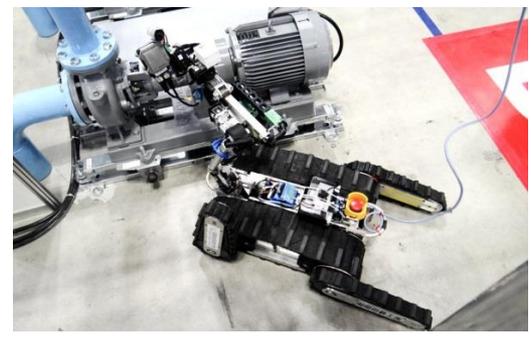


2020

ミニサイズと共に、2020年にはリアルサイズリーグも開催されます。

# 3. 研究開発成果

競技会(WRC)では、ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニアの4つのカテゴリー、9種目が実施され、23カ国126チームが参加し、多様な技術やアイデアが出される技術加速の場となった。



# 3. 研究開発成果

展示会(WRE)では、企業、大学、研究機関等が出展・展示を行う一般出展エリアで、94社・団体がロボット導入の最新事例を世界へ向けて発信した。また、一般来場者向けの参加型、体験型の併催イベントも多数実施した。



# 3. 研究開発成果

世界各国の有識者や関係者延べ100名以上が登壇する国際シンポジウムやロボットメーカー、スタートアップ企業によるフォーラムを多数開催した。(計37のステージプログラム、約8,000名が参加)

### <主催者挨拶>



世耕 弘成 氏

### <世界各国のロボット関係者による講演>



金出 武雄 氏



ギル・ブラット 氏



山崎 直子 氏



北野 宏明 氏



クリス・ジョーンズ 氏



500名参加のメインステージ

### <Robotics Startup Summit の講演>



リッチ・マホニー 氏



粕谷 昌宏 氏



福岡 宗明 氏



吹野 豪 氏

# 3. 研究開発成果

WREにおける出展に加え、WRS2018の会期前後に国内の自治体による地域でのロボットの社会実装の先進的な事例を紹介する実証サイト見学(地域展示)を実施した。



愛知県

[詳細はこちら](#)



大阪府・大阪市

[詳細はこちら](#)



神奈川県

[詳細はこちら](#)



北九州市

[詳細はこちら](#)



相模原市

[詳細はこちら](#)



千葉市

[詳細はこちら](#)



福島県

[詳細はこちら](#)

**WRS 2018 さがみ原ロボットガーデン**  
World Robot Summit 2018 地域展示

**ロボット先進都市さがみはらを巡る  
実証サイト見学会**

ものづくりの最先端は、[ロボットビジネスの聖地]を目指し様々な取り組みを行っています。ロボット産業の高度化やロボット導入支援、ロボット人材育成などの多岐に亘る取組みは、ロボット先進都市として国内外から大きな注目を集めています。  
本見学会は「World Robot Summit 地域展示」にも採択され更にいくつかの連携団体の取組みについて、現場を訪問し体験頂ける3つのコースで構成されています。



**WRS 2018 実証サイト見学会ツアー in 北九州 募集!**

WRS 2018 実証サイト見学会ツアー in 北九州 募集!

WRS 2018 実証サイト見学会ツアー in 北九州 募集!

## World Robot Summit 2018 地域展示 in 大阪工業大学 梅田キャンパス

**WRS 2018 関連**

- 東京ビッグサイトでのブース展示の移設展示
- WRS 実証パートナーロボット (ロボット HSR 実機展示)
- WRS モノづくりカテゴリ パネル・ビデオ展示

**関連展示**

- 大阪工大で開発したロボットの展示 (予定)
- パネル展示・ビデオ展示
- 中之島チャレンジに参加したロボット展示

● 開催日: 2018年10月23日(火)~25日(木) 10:00~17:00  
● 会 場: 大阪工業大学 梅田キャンパス 1階ギャラリー  
● 交 通: JR 大塚駅から徒歩15分・各線梅田駅から徒歩約5分



### 3. 研究開発成果

#### ◆成果の最終目標の達成可能性

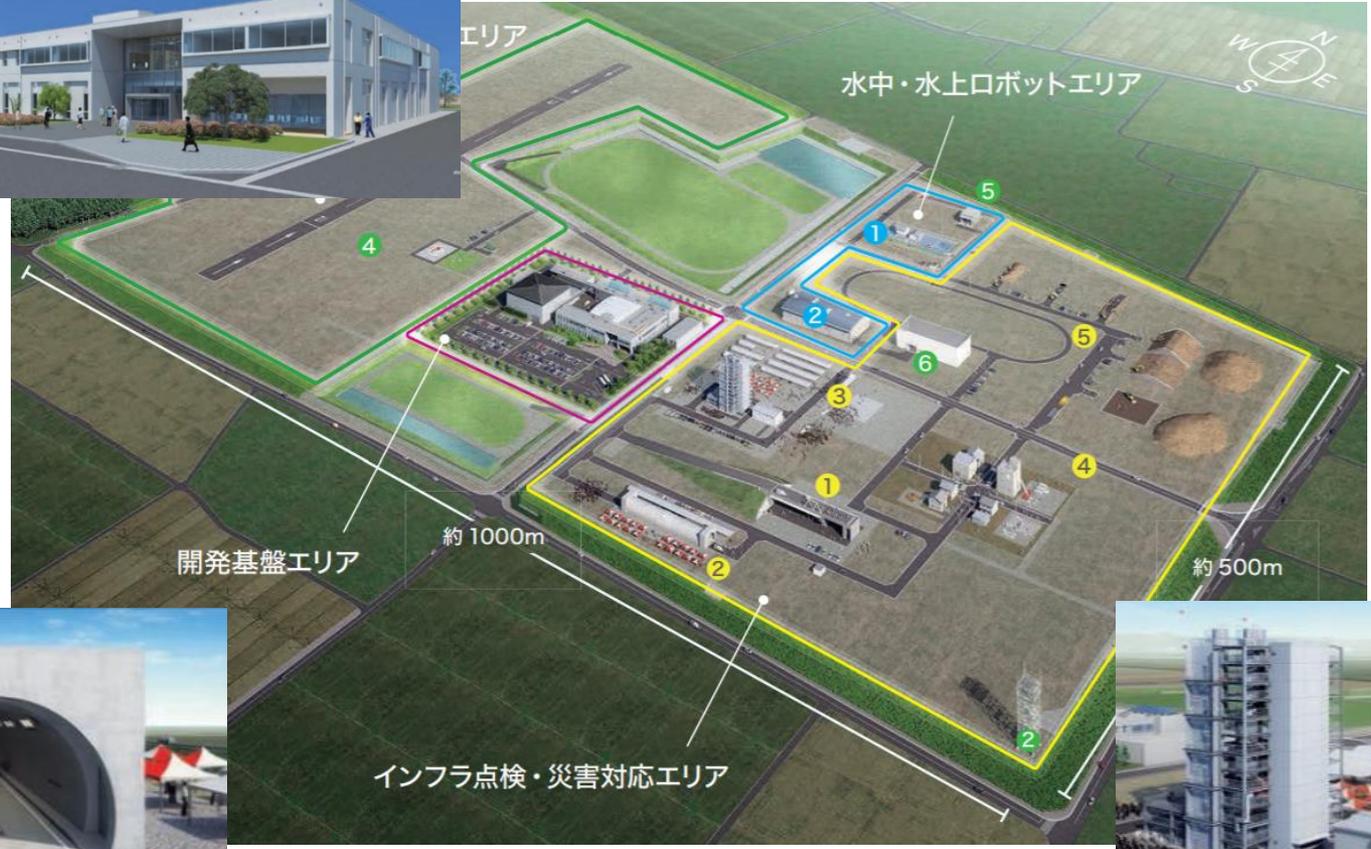
- 愛知県国際展示場「AICHI SKY EXPO」、福島県の「ロボットテストフィールド」で、World Robot Summit2020（日本発のルールに基づいた新たな競技）を、ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニアの4カテゴリで実施することが決定している。
- 愛知県国際展示場「AICHI SKY EXPO」では、2020年の10月8日（木）～11日（日）の4日間、ものづくり、サービス、ジュニアカテゴリの各競技及び各種展示、ステージプログラム等を行う予定。
- 福島県のロボットテストフィールドでは、8月20日（木）～22日（土）の3日間、インフラ・災害対応カテゴリの競技を実施する予定。

## 福島ロボットテストフィールド

〒979-1511 福島県南相馬市原町区萱浜字新赤沼

2020年8月20日～22日

インフラ・災害対応カテゴリーを実施



# WRS2020実施会場 愛知大会

## 愛知国際展示場 (Aichi Sky Expo)

〒479-0881 愛知県常滑市セントレア5丁目

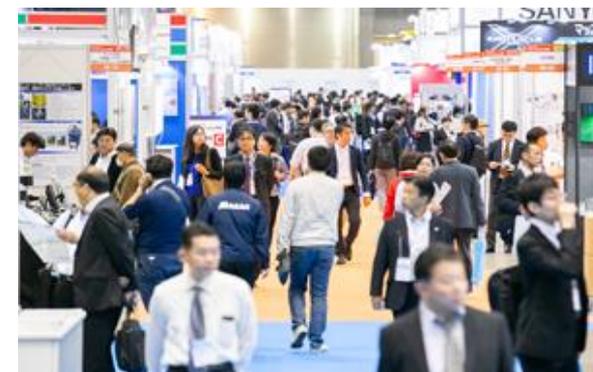
2020年10月8日 (木) ~11日 (日)

(同時開催)

ロボカップアジアパシフィック大会  
Japan Robot Week



ロボカップアジアパシフィック大会



Japan Robot Week

# 3. 研究開発成果

## ◆ 成果の普及

・各種広報策の結果、国内外のメディアに数多く取り上げられ、2020年に向けての周知に繋がった。

WRS2018プレス来場 195社

### ■ 主な報道一覧

- ・ 国内外TV放映 26番組
- ・ 新聞掲載 86紙
- ・ 国内WEB 429件
- ・ 海外WEB 176件

■ ポスター (5,000部)



■ メトロガイド10月号 広告



■ 招待状 (日30万部、英3万部)



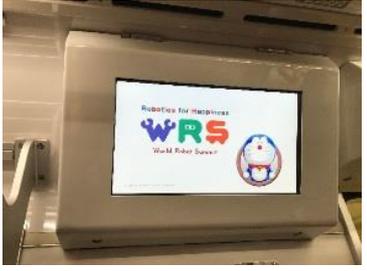
### ■ News Picks WRS特集



■ 都内バス広告



■ メトロ車内広告



■ ビックカメラビジョン(有楽町)



■ 羽田空港ビジョン



4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し (3) 成果の実用化・事業化の見通し

◆波及効果

ロボットメーカーからユーザー企業まで、33社のスポンサーの参加により、競技会から展示会まで幅広い技術交流や連携が行われた。

Global Partner

	 安川電機		

Official Partner

	 株式会社 不二越		

Gold Partner

--	--	--

Silver Partner

--

Supporter

	 株式会社アルプス技研		
	 NIPPON EXPRESS		

--	--