

ReAMoプロジェクト 研究開発項目② 「運航管理技術の開発」

実施項目A
「運航管理システム・衝突回避技術の開発」

2024年度 実証実験紹介

もくじ

1. 実証実験の位置づけ

2. UTM合同実証

- ・ UTMとは
- ・ 実証目的と実施内容
- ・ 実施場所と日時
- ・ 実証用システムの構成
- ・ 実証の詳細
- ・ 実証結果のまとめ

3. UATM実証

- ・ UATMとは
- ・ 実証目的と実証シナリオ
- ・ 実施場所と日時
- ・ 実証用システムの構成
- ・ 実証の詳細
- ・ 実証結果のまとめ

4. UTM-UATM連接実証

- ・ 実証目的と実施内容
- ・ 実証用システムの構成
- ・ 実証の詳細
- ・ 実証結果のまとめ

5. 用語説明

1. 実証実験の位置づけ

1. 実証実験の位置づけ

・実証実験とは

新しい技術やサービスなどを実際に使用する環境でテストし、その効果や安全性、課題などを検証するプロセス。

実証実験を実施するメリットは以下の通り。

- ・新しい技術やサービスの導入リスクを事前に低減できる。
- ・課題や問題点を早期に発見し、改善に役立てることができる。

・実証実験の位置づけ

研究開発項目②「運航管理技術の開発」における中間目標※を達成するため、「UTM合同実証」、「UATM実証」、「UTM-UATM連接実証」の3つの実験を実施した。

※研究開発項目②「運航管理技術の開発」 中間目標（2024年度）

成熟度レベル2-3相当の部分検証モデルを作成し、実機 + 一部シミュレーションによる統合接続を実証する。

成熟度レベル4を見据えた要素技術の標準化提案の候補案件を具体化する。

実証を通してUASSP相互接続に必要な要件を示し、これを含むUASSP認証基準を提案する

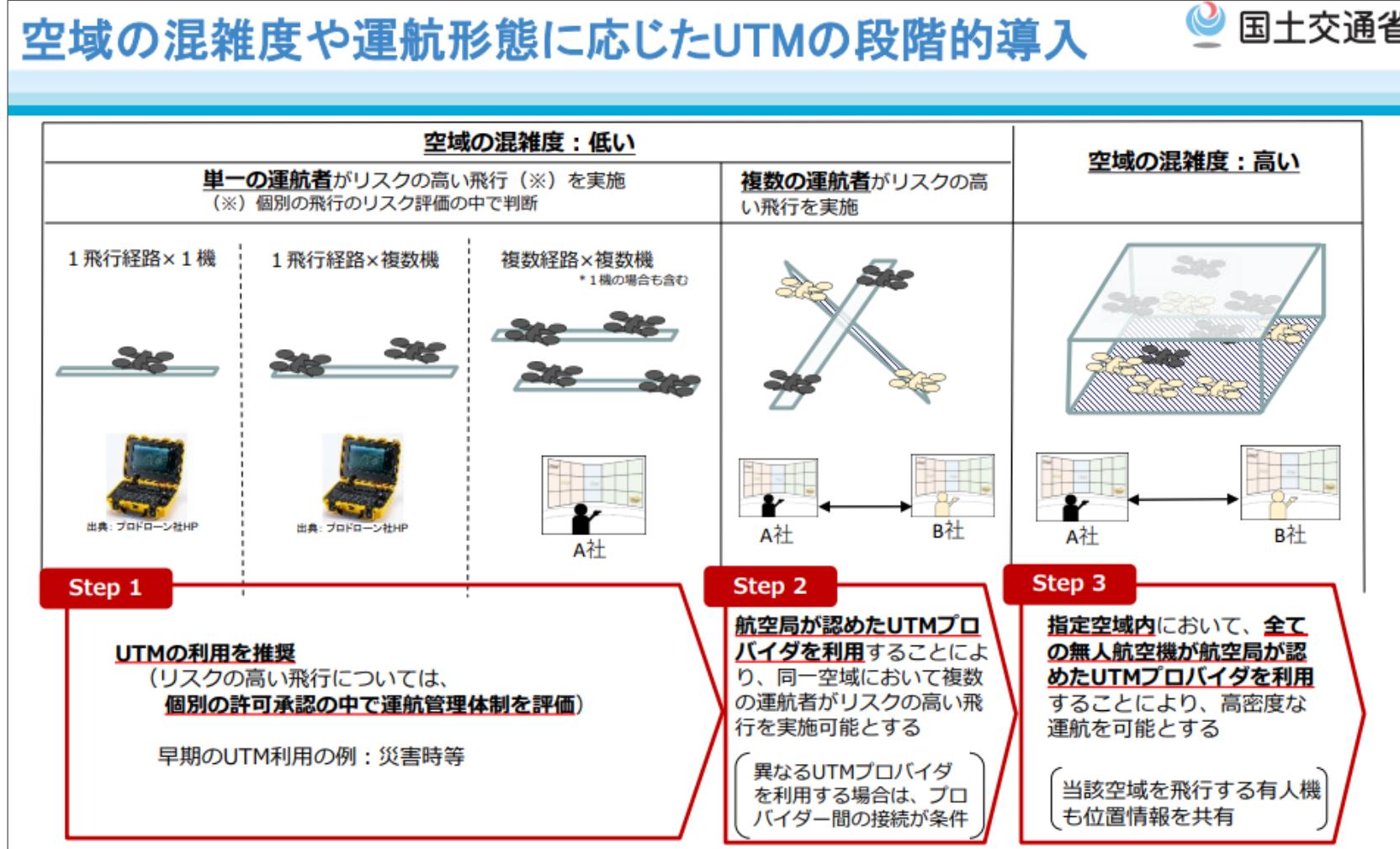
2. UTM合同実証

- UTMとは
- 実証目的と実施内容
- 実施場所と日時
- 実証用システムの構成
- 実証の詳細
- 実証結果のまとめ

UTMとは



- ドローン運航管理システム（UTM : UAS Traffic Management）とは、ドローンの運航者が複数いる空域においても、目視外環境下での安全かつ効率的な運航を実現するための概念、またはそのための管理システムのこと。
- 国土交通省 航空局においては、ドローン運航へのUTMの段階的な導入方針を掲げている。



実証目的と実施内容

・実証目的

ドローン運航においてUTMの有効性を検証し、UTMプロバイダ認定制度への仕様案を提示する。

・実証内容

①ドローン情報基盤システム2.0（以下、DIPS2.0）から提供された空域制限情報に対する飛行計画調整

警察や消防活動など緊急用務を行うための航空機の飛行が想定される場合に、無人航空機の飛行を原則禁止する空域が設定されることがある。

それらの空域制限情報をDIPSからUTMへ連携して認識することで、ドローン運航者側にて禁止空域を避けた飛行経路へと調整しての飛行を検証する。

連携される空域制限情報としてED-318仕様をベースとしたデータ仕様を定義し、各社のUTMにてデータを取り込んでの画面表示等が可能かを確認する。

※ ED-318仕様は、国際標準化動向を調査した結果として国際標準規格としての普及が有力なことから採用することとした。

②複数運航事業者間での飛行計画調整

同一空域について複数の運航事業者が飛行計画を登録しようとする場合には、飛行計画空域の重複が通知されて登録が出来ない仕組みになっており、飛行計画が重複した場合は、重複する運航事業者間に飛行計画を調整（飛行空域の変更や時間帯の変更など）する運用が行われている。

従来は電話やメールでの調整を実施していたが、UTM間でのチャット通信を用いた調整が実現可能かを検証する。

また、UTMを利用しない運航事業者（DIPS2.0への飛行計画登録は義務として実施）も含めての調整が実現可能かを検証する。

③ドローン運航管理オペレータ（UASO）視点での飛行実態の把握と調整

現在の運航事業者の飛行実態としては、DIPSへ登録した飛行計画の時間帯通りには飛行していないケースがある。飛行計画上は余裕を持たせた時間帯を登録してあるため、実際の飛行は一部の時間帯で済んでいることがある。

実際のドローンの飛行状態（飛行開始前、飛行中、飛行終了など）をUTM間で情報共有することで飛行機会の拡大につながることを検証する。

実施場所と日時



・実施場所

福島ロボットテストフィールド

・実施日時

2025年2月19日～20日

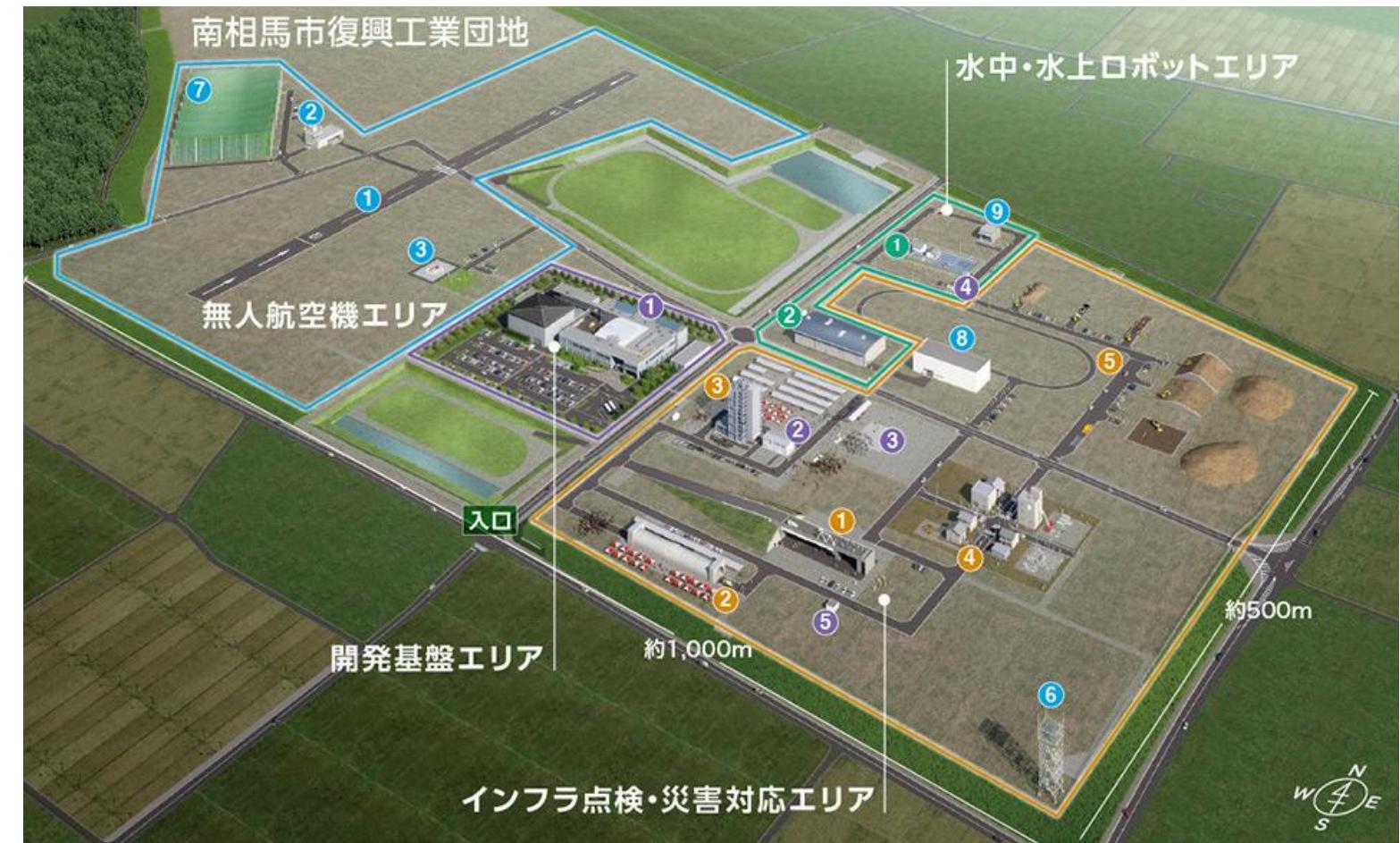
・参加者

KDDI株式会社 (実施事業者)

株式会社NTTデータ (実施事業者)

Terra Drone 株式会社 (協力企業)

株式会社トラジェクトリー (協力企業)



画像引用:

公益財団法人 福島イノベーション・コースト構想推進機構

福島ロボットテストフィールド 公式サイト

施設・附属設備 エリア全体図

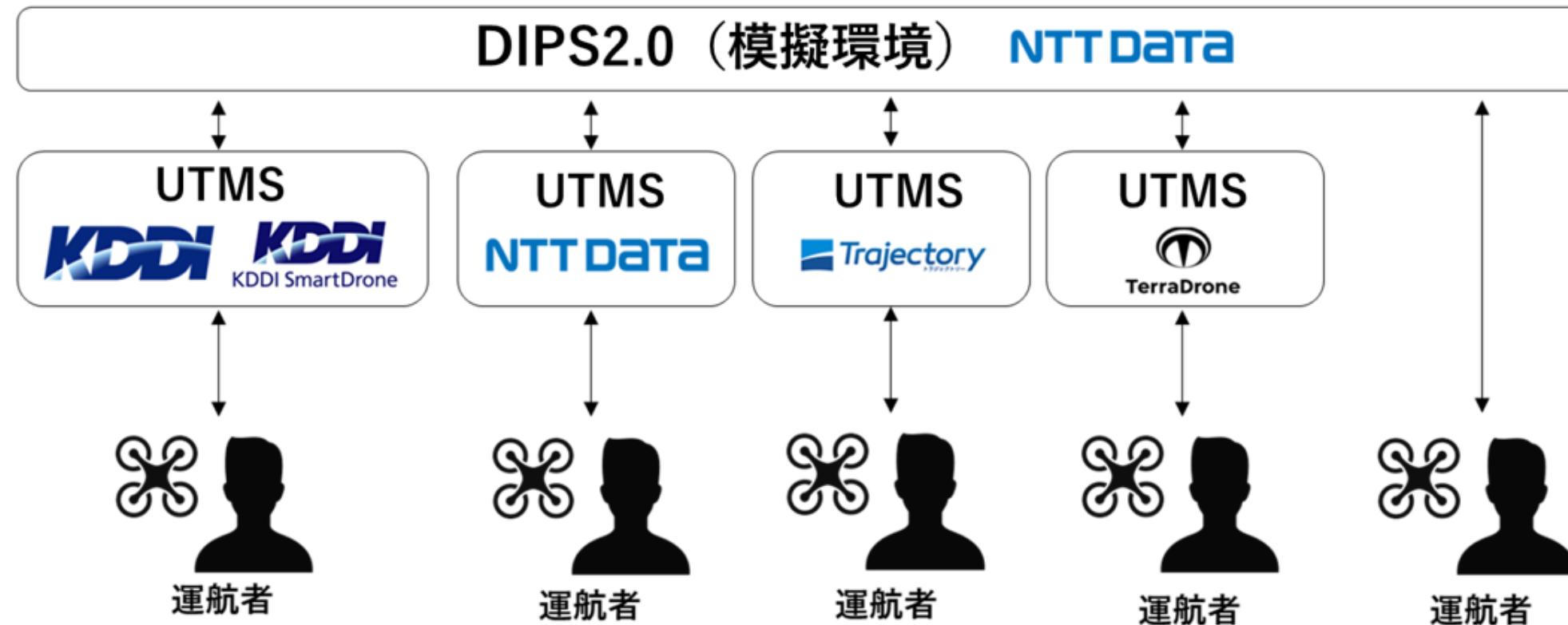
<https://www.fipo.or.jp/robot/facility>

実証用システムの構成



実証用システムの構成は以下の通り

- ・国土交通省航空局が運用する「DIPS2.0」を模擬する環境を準備。
- ・飛行計画等の連携の在り方を検証するため、各社が開発・構築したUTMSの運用基盤をDIPS2.0と接続。

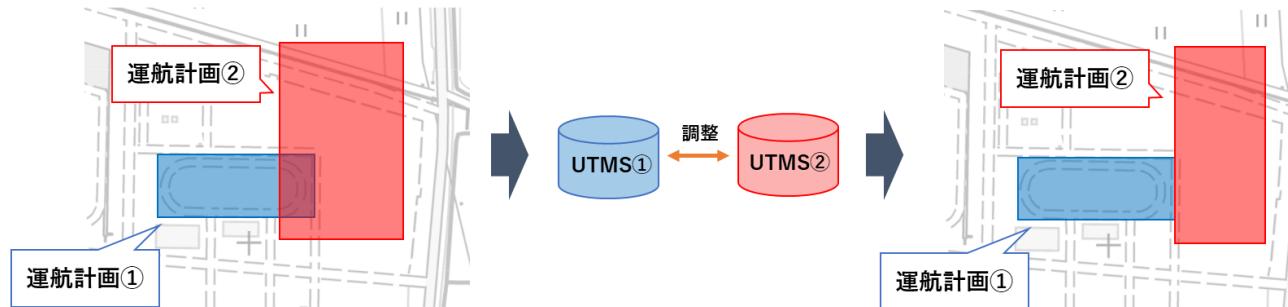


実証の詳細①

・運航計画重複時の調整

複数UTMS間での重複する運航計画が重複した際に、運航事業者間での調整により重複を解消できることを確認した。

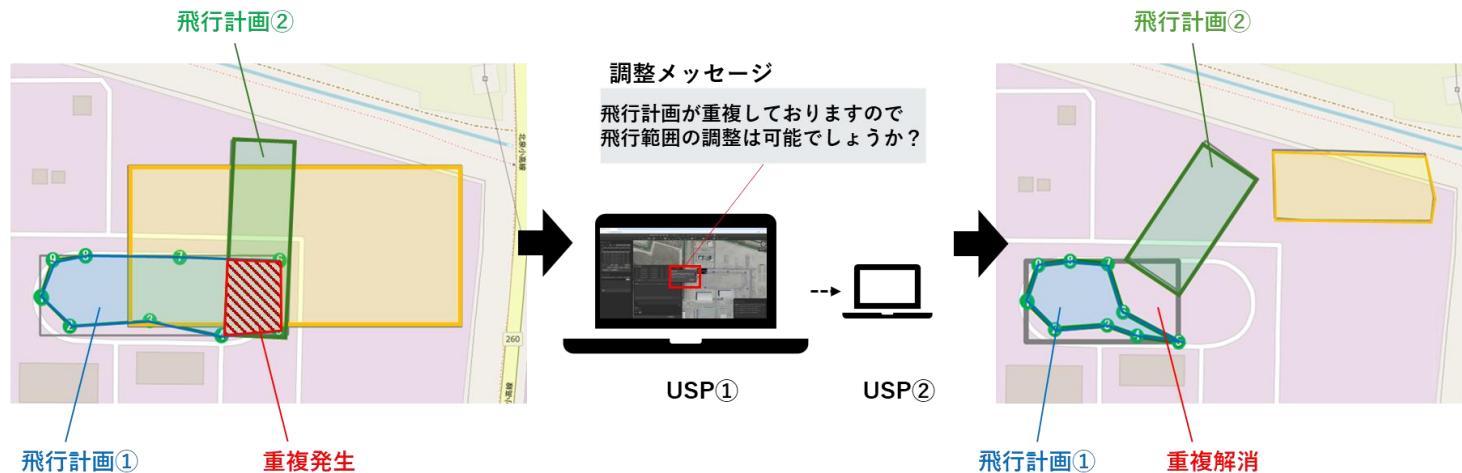
運航計画①と運航計画②が重複



運航計画同士の重複を事前に解消

出典:
KDDI株式会社 ニューストピックスより
https://newsroom.kddi.com/news/detail/kddi_nr-589_3909.html

飛行計画②



出典:

株式会社NTTデータ ニューストピックスより
<https://www.nttdata.com/global/ja/news/topics/2025/051601/>

実証の詳細②



・DIPSから提供された空域制限情報に対する飛行計画調整

設定された空域制限情報が可視化され、飛行計画と重複していることをUTMS上で参照できる仕組みが整っていることを確認した。

The screenshot displays the Terra Drone UTM System interface. On the left, a sidebar menu includes options like '飛行許可・申請', 'ドローン', 'グループ一覧', 'ユーザー一覧', '保険一覧', '運航計画', '飛行計画一覧', '空域情報', '飛行ログ', and '空域監視'. The main panel shows a flight plan titled 'TD_001' with details such as USS ID, name, purpose, start time, end time, duration, speed, altitude, and flight plan ID. A central message bubble indicates a received update regarding the emergency service area (ED-318). The map view shows various flight paths and overlapping blue and purple shaded regions representing restricted or controlled空域 (airspace).

出典:

Terra Drone株式会社 ニュース プレス より
<https://terra-drone.net/21670>

実証結果のまとめ



UTM合同実証の結果、以下のことを確認した。

- ・UTMS間での飛行実態の把握や国際標準フォーマットに準拠した空域情報の共有など、機能面に正確性があること。
- ・運用面において、複数UTMS間での重複する飛行計画の相互調整や、UTMSを利用しないドローン運航者とのデジタルツールによる情報共有に有効性があること。
- ・実際の災害現場を想定したユースケースシナリオで、緊急時に設定される空域への迅速な対応や、各ドローン運航者間での情報共有と飛行実態把握に正確性があり、システム全体の安定稼働が可能であること。
- ・UTMS非利用ユーザーを含む運用シナリオにおいて、システムが安定して機能すること。

3. UATM実証

- UATMとは
- 実証目的と実証シナリオ
- 実施場所と日時
- 実証用システムの構成
- 実証の詳細
- 実証結果のまとめ

UATMとは



- ・空飛ぶクルマの普及に伴い、低高度空域での多様な航空機運航を管理するためには新しいシステム「UATM : Urban Air Traffic Management」が必要となる。UATMは、ATM（航空交通管理）やUTM（無人航空機交通管理）との情報共有と連携が不可欠で、安全で効率的な低高度空域利用を実現する。
- ・UATMの主な機能は以下の通り。このシステムにより効率的かつ安全な運航が達成でき、空飛ぶクルマ社会の実現が可能となる。

<UATMの機能> 情報交換/情報共有：タイムリーで正確なデータ交換。

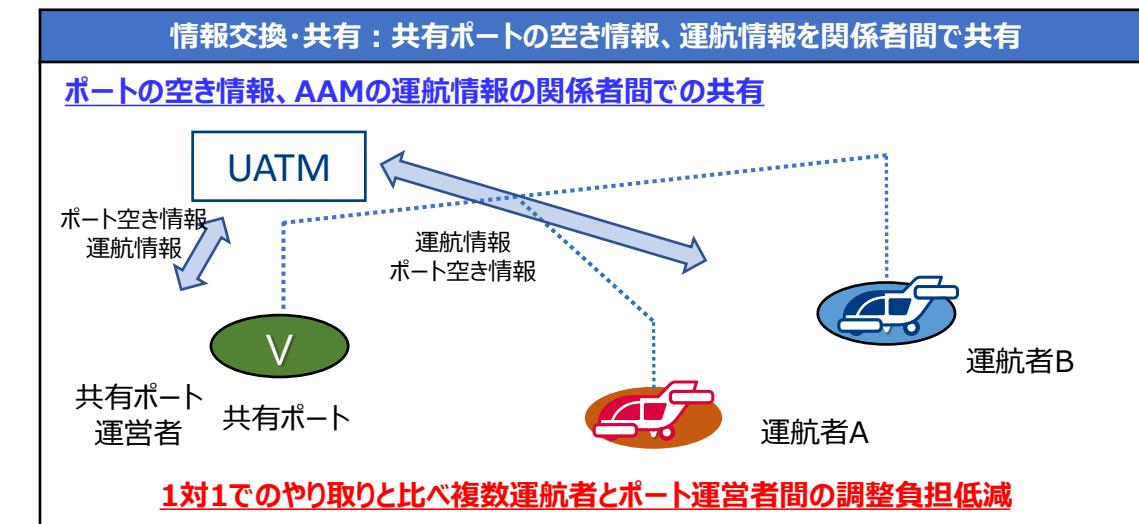
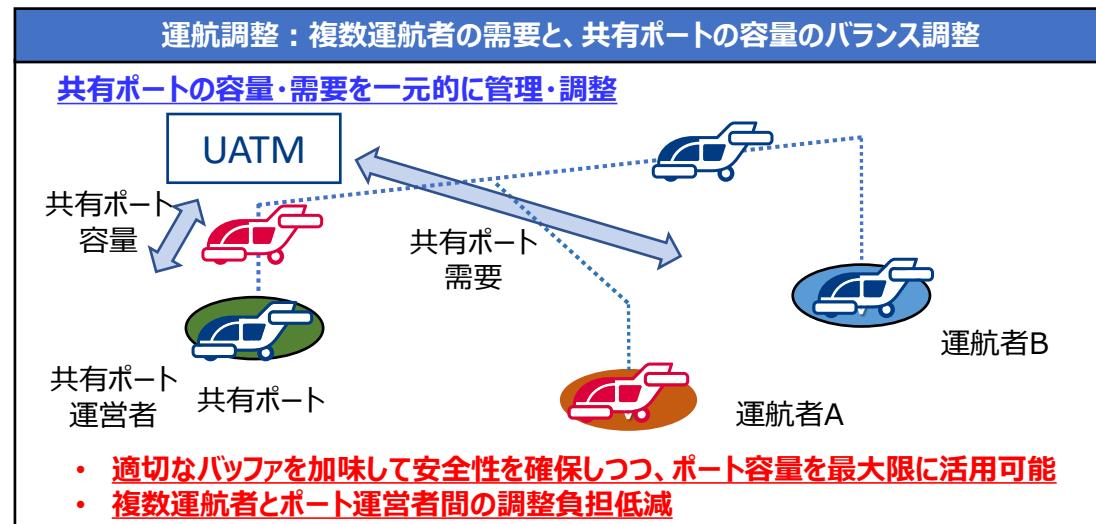
空域管理：需要に応じた空域利用や動的管理の導入。

運航調整：限られた容量内での運航スロット調整。

飛行計画の確認/承認：提出された計画の調整と承認。

適合性モニタリングと調整：計画通りの運航確認とリアルタイムでのコンフリクト回避。

【UATMサービスの具体的な利用ケース】



実証目的と実証シナリオ

・実証目的

UATMを利用した空飛ぶクルマの運航において、運航業務フローおよび各システムの機能を検証する。

・実証シナリオ 以下5つのシナリオを想定して検証を実施

01 干渉なし

- ・計画通り飛行
- ・飛行中に遅延発生、計画変更し着陸
- ・飛行中に目的地変更、計画変更し着陸

02 干渉あり UATMSで検出し解消

- ・出発遅延して干渉、遅延したフライトを計画変更
- ・飛行中に遅延発生、計画変更の際に干渉、更に計画変更
- ・優先度の高いフライトが入り、他のフライトを計画変更
- ・飛行中に遅延発生、優先度の高いフライトのため、他のフライトを計画変更
- ・引き返し発生、優先度の高いフライトのため、他のフライトを計画変更

03 干渉あり 人の判断で解消

- ・時間逸脱、距離逸脱を発生させ、UATMからの問い合わせをAAM運航者が受けて機長と調整し、元の経路へ戻るなどの対処をする

04 適合性モニタリング

- ・1時間に約20機、同時インフライトが約6機程度の仮想機を飛行させ性能を検証

05 高密度

実施場所と日時

・第1回

実施場所

JAXA 大樹航空宇宙実験場

実施日時

2024年10月28～11月8日



・第2回

実施場所

福島ロボットテストフィールド

実施日時

2024年11月18日～11月28日

概要

【位置】

北緯42度30分00秒
東経143度26分30秒

【面積】

総占有面積
98,423平方メートル
(赤線で囲まれた範囲が実験場)

【主な施設・設備】

- ① 飛行実験棟
- ② 飛行管制棟
- ③ JAXA格納庫
- ④ 大気球指令管制棟
- ⑤ 気象観測装置
- ⑥ ハンドリングエリア
- ⑦ 大気球スライダー放球装置

#1 大樹航空宇宙実験場の概要

出展: 大樹航空宇宙実験場リーフレット

<https://www.jaxa.jp/projects/pr/brochure/files/centers17.pdf>

・参加者

NEC 日本電気株式会社 (実施事業者)

JAXA 宇宙航空研究開発機構 (実施事業者)



#2 福島ロボットテストフィールド周辺での飛行計画概要

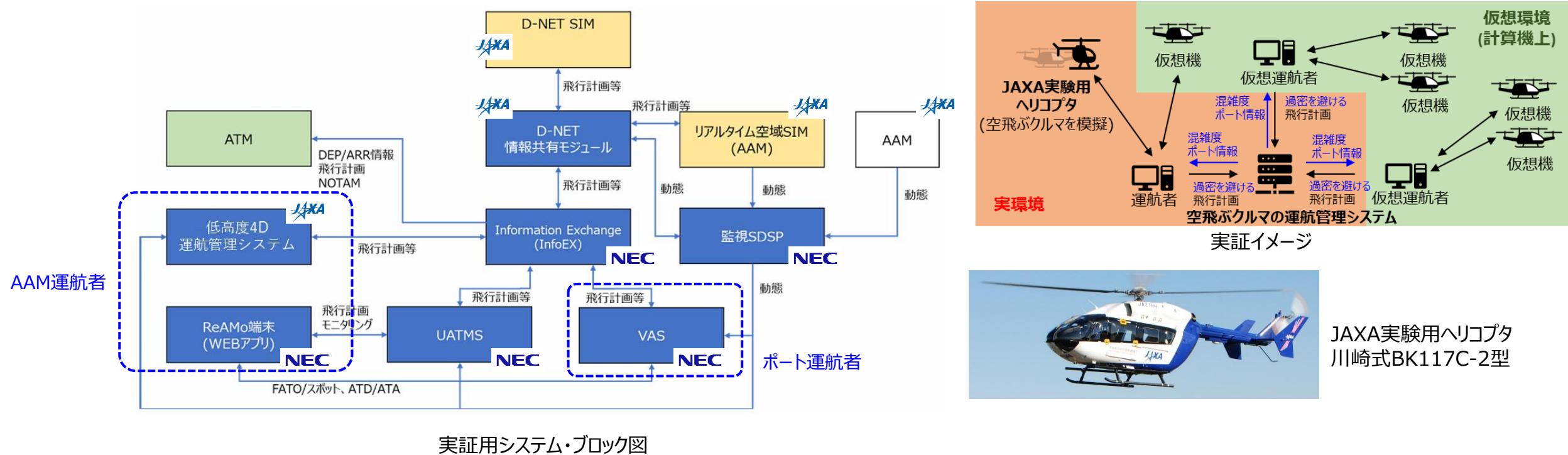


#3 大阪 heliport周辺での飛行計画概要

実証用システムの構成

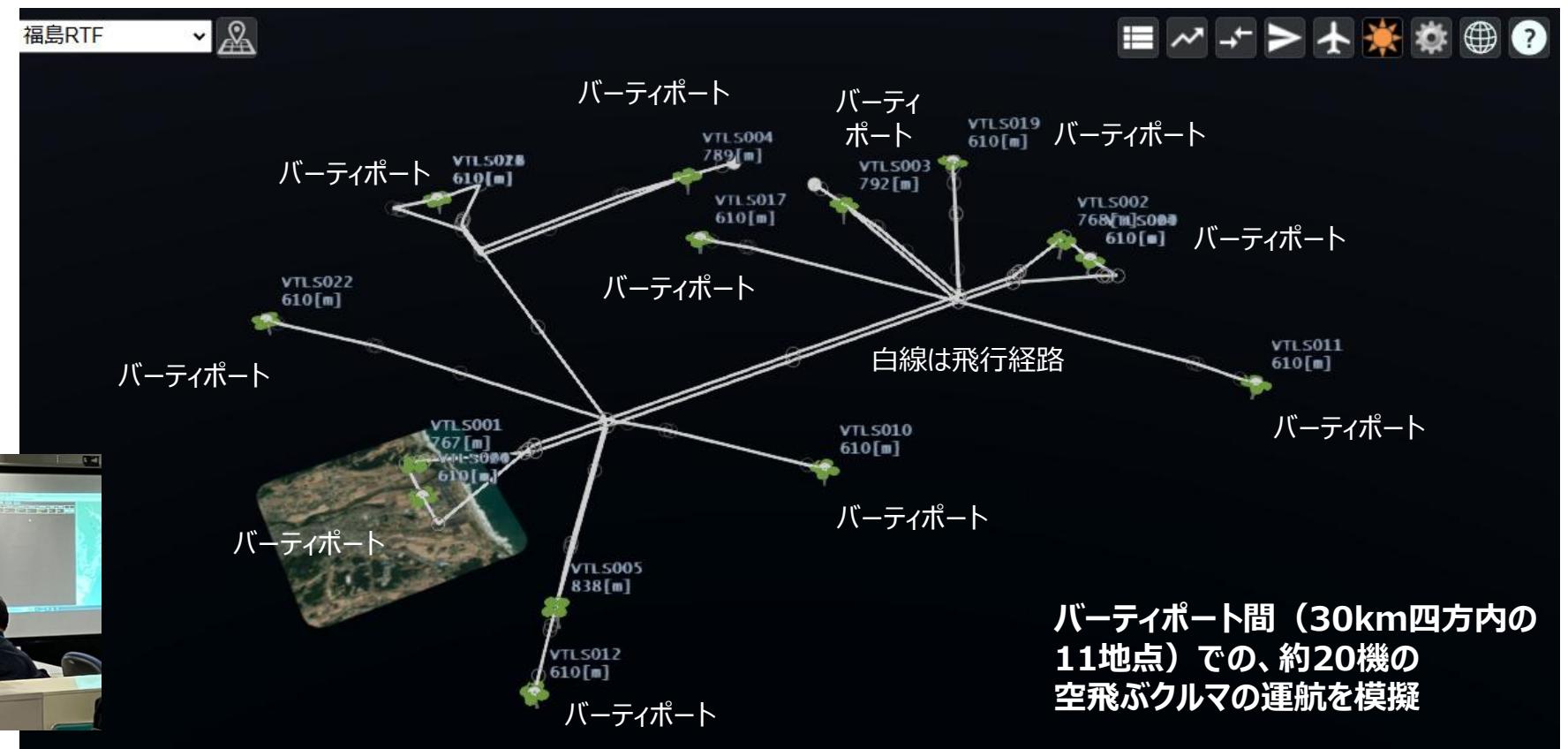
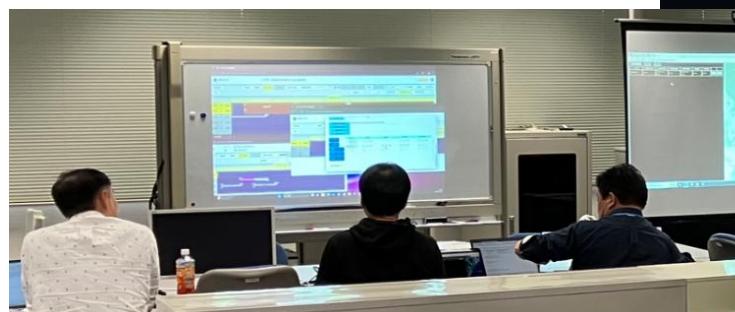
実証用システムの構成は以下の通り

- ・UATMを構成するシステムとして、UATMS・VAS・ReAMo端末・Information Exchange・監視SDSPを構築。
- ・AAM運航者として飛行計画を作成してUATMに登録するため低高度4D運航管理システムを接続。
- ・UATMに仮想機の動態情報を入力するためリアルタイム空域シミュレータを接続。
- ・空飛ぶクルマ（実機）を模擬するためJAXAの実験用ヘリコプターを使用。



実証の詳細 ①

- ・30km四方内の11地点のバーティポート間を約20機の空飛ぶクルマが運航する状況を模擬
飛行前の調整：FATO・スタンドの利用枠の予約管理、情報共有、飛行計画の調整・承認と承認済み飛行計画の管理を実施。
適合性モニタリング：計画経路、通過予定時刻からのずれを検出。



実証の詳細②

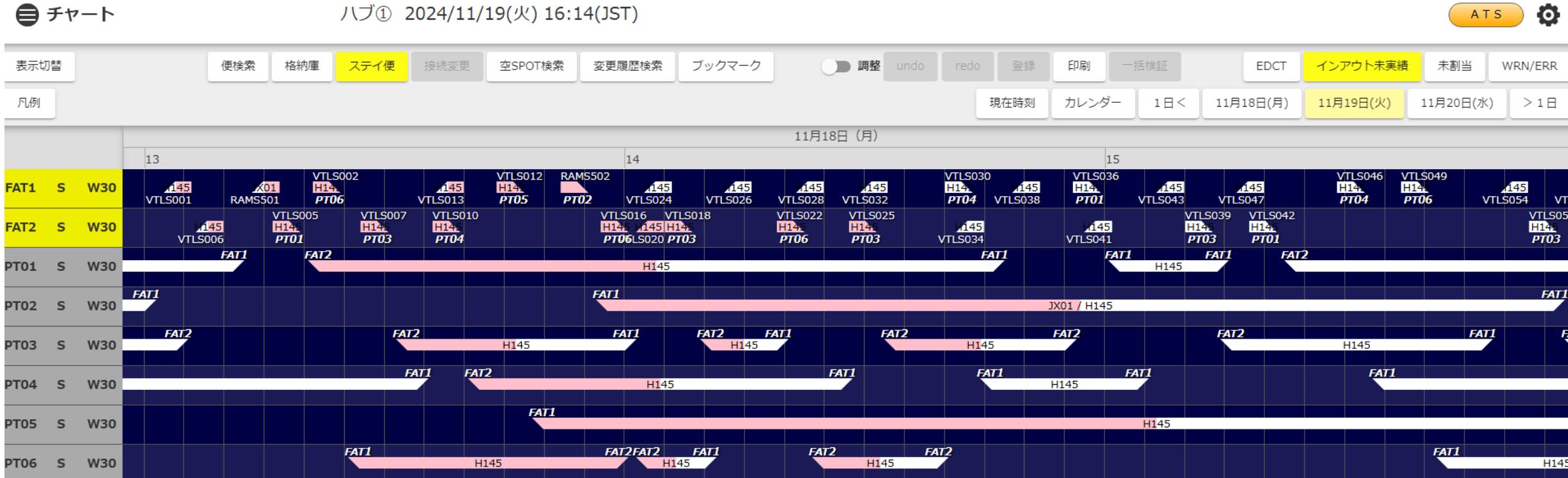


・ハブポートのFATO、スタンドの予約例（高密度状態）

約70分間で25フライトを実施。内、2フライトが実フライトで残り23フライトは仮想フライト

ハブポートでは、約10分間隔で離着陸（1FATO当たり）

実飛行では飛行計画からのずれが生じることを想定して、離着陸間にバッファを設定（今回は最低4分間）



実証結果のまとめ

UATM実証の結果、以下のことを確認した。

- ・業務フローの検証として、計画通りの飛行については想定通りの結果がえられること。
- ・基本的なシステムの機能や性能については想定通りの結果がえられること。
- ・シナリオに基づく運航オペレーションを行った結果として以下の課題があること。

計画変更を伴う飛行においては、変更時間を短縮するため変更条件を整理する必要がある。

干渉あり（人の判断で解消）のシナリオについて、対応のための優先度や関係者間の連携手順などを定める必要がある。

複雑な経路を飛行する場合の逸脱判定処理については、判定精度の改善が必要である。

- ・実機による低高度飛行時の動態情報取得において、周辺建物や地形の影響を受けやすく、動態情報を取得できないエリアが存在すること。

4. UTM-UATM連接実証

- 実証目的と実施内容
- 実証用システムの構成
- 実証の詳細
- 実証結果のまとめ

実証目的と実施内容

・実証目的

各社が開発しているUTM機能、UATM機能、監視SDSP機能等のシステム連接（飛行計画・動態情報の共有）を実証すると共に、同システム連接によって実現されるユースケースを模擬し、情報共有の効果を明確にする。

・実施内容

(1) 空飛ぶクルマの飛行計画に対するドローン飛行計画調整

ドローン飛行中において、空飛ぶクルマの飛行計画が提出されたことにより、ドローン側の飛行計画を変更することで空域の分離を行いつつ飛行が可能なことを検証する。

(2) 事前に提出された空飛ぶクルマの飛行計画に基づいたドローン飛行計画調整

空飛ぶクルマが飛行する空域においてドローン飛行を行う際に、事前に連携された空飛ぶクルマの飛行計画を基にして、戦略的に分離した飛行が可能なことを検証する。

(3) 緊急用務により設定されたドローン飛行禁止空域への進入検知による飛行調整

ドローンの動態情報をリモートIDにて取得し、ドクターヘリの緊急利用等により設定された飛行禁止空域に侵入したことを検知しての飛行調整（ドローン退避など）が行えることを検証する。

・実証日時・場所

2025年2月27日

東京都内会議室および

御殿場市NECモビリティテ스트センター（場外離着陸場）

・参加者

NEC 日本電気株式会社（実施事業者）

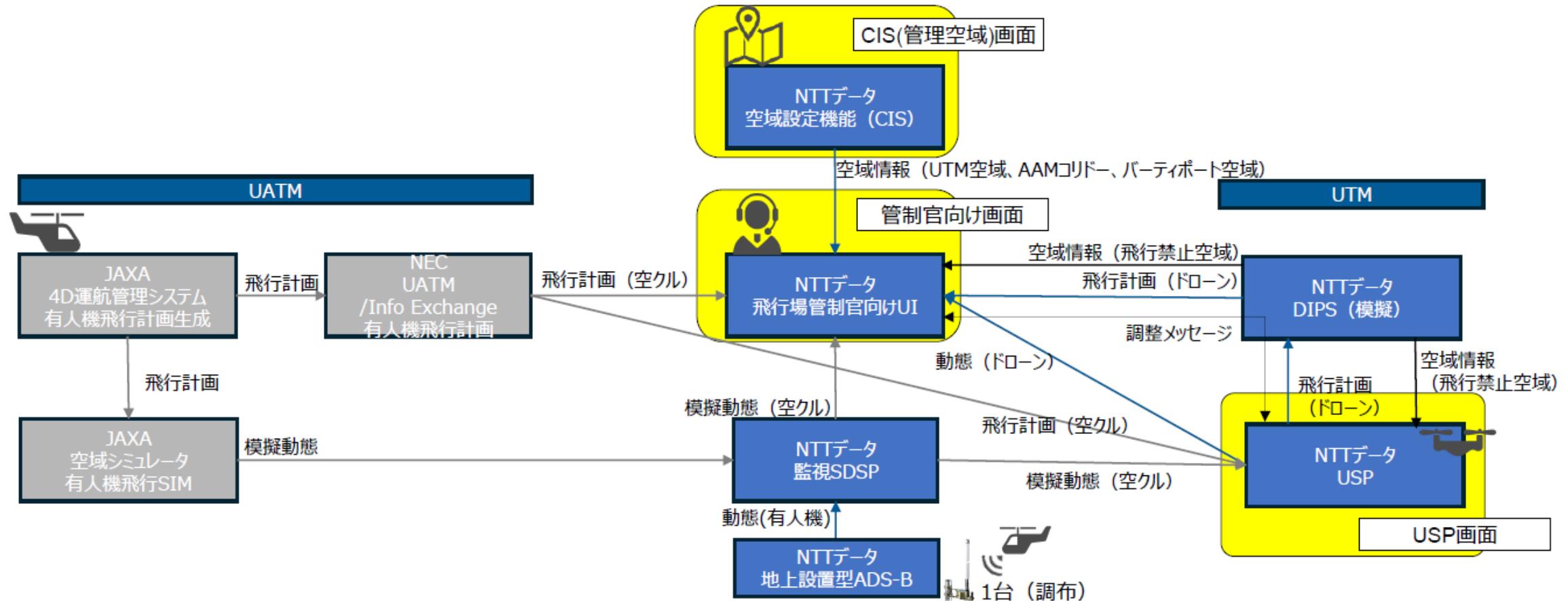
JAXA 宇宙航空研究開発機構（実施事業者）

株式会社NTTデータ（実施事業者）

Intent Exchange株式会社（実施事業者）

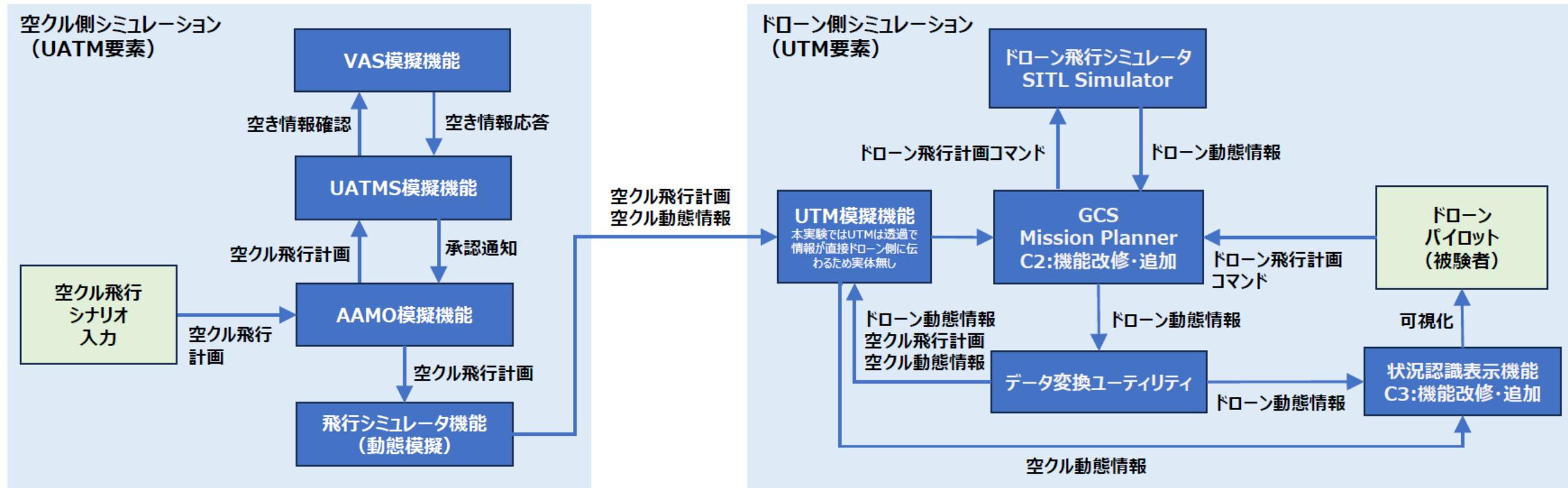
実証用システムの構成①

(1)「空飛ぶクルマの飛行計画に対するドローン飛行計画調整」に対するシステム構成は下図の通り。



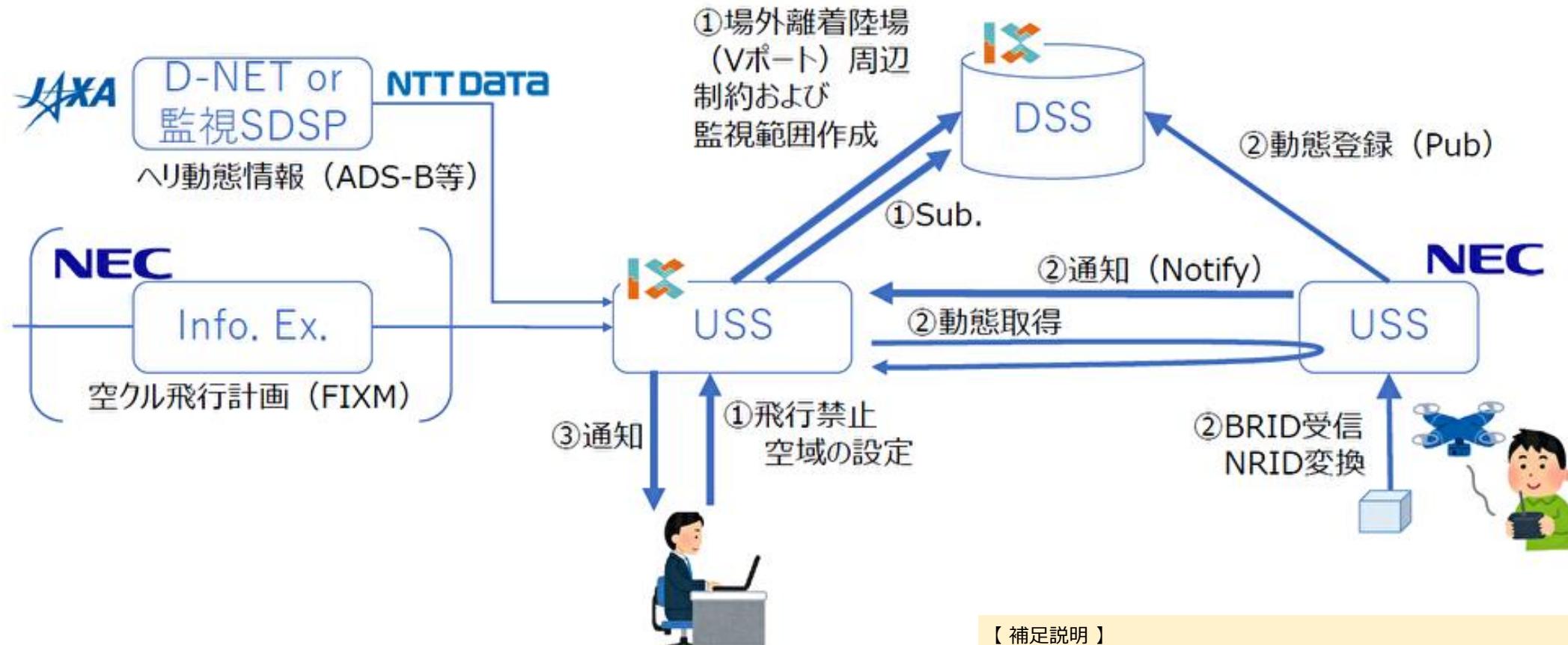
実証用システムの構成②

(2)「事前に提出された空飛ぶクルマの飛行計画に基づいたドローン飛行計画調整」に対するシステム構成は下図の通り。



実証用システムの構成③

(3)「緊急用務により設定されたドローン飛行禁止空域へのドローン進入検知による飛行調整」に対するシステム構成は下図の通り。



【補足説明】

USS – DSS 間のメッセージ交換は Publish / Subscribe 方式で実施

ドローン動態情報はBluetooth RID (BRID) で受信し、Network RID (NRID) に
変換して他USSへ連携

実証の詳細①



- 事前に、東京バーティポート（東京VP）と成田バーティポート（成田VP）の間に空飛ぶクルマの飛行ルート（UAMルート）と、荒川河川上空に物資輸送を想定したドローン航路を設定。
- ドローン運航事業者が飛行計画を作成し、ドローン飛行を開始。
- 空飛ぶクルマの運航事業者が、成田VP⇒東京VP間の飛行ルートを利用した旅客輸送を開始。
- 空飛ぶクルマの飛行計画がUTMへ情報連携され、UTMにてドローン飛行計画を変更することで衝突リスクを回避。

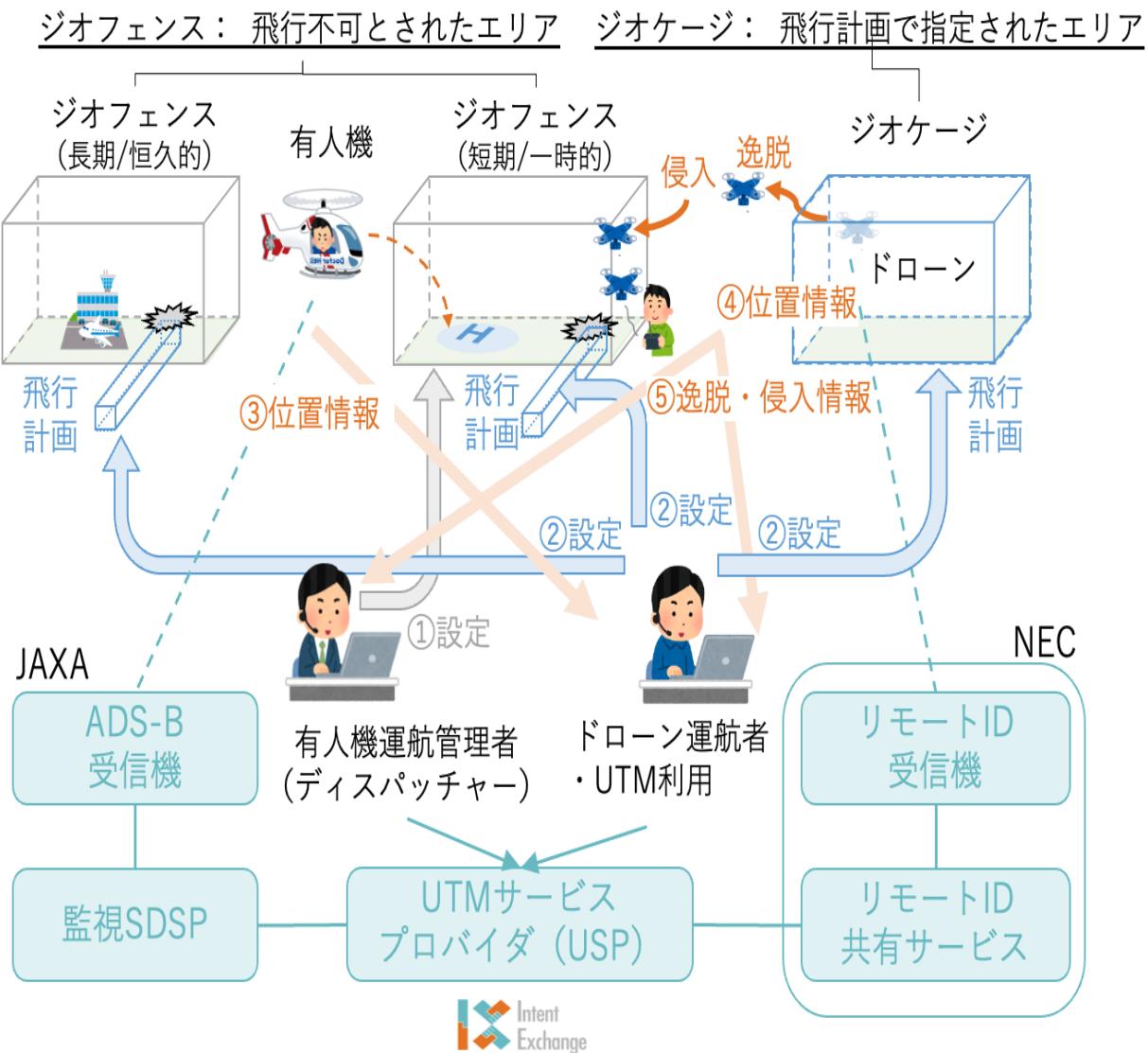


ドローン飛行計画 (ドローン航路)

実証の詳細②



- ドクターヘリの運航管理者が、救命救急のために場外離着陸場に離着陸する際に、USPのジオフェンス設定サービスを用いて、周辺に一時的なジオフェンスを設定する想定にて実証。
- 空港周辺などの長期間・恒久的なジオフェンスが設定されている場合に、UTMを利用するドローン運航者が飛行計画を設定できないことを実証。
- リモートIDの受信により、UTMに接続していないドローンにおいても、場外離着陸場の周辺に侵入したことを検知できることを実証。



実証結果のまとめ



UTM-UATM連接実証の結果として、以下のことを確認した。

- ・空飛ぶクルマの飛行計画をドローン運航側（UTM）へ情報連携して、ドローン飛行調整に活用可能であること。
- ・事前の飛行計画情報を活用することで、有人機の飛行によるドローン飛行中止の可能性を減らすことができる。
- ・ドローン飛行禁止空域情報とドローン動態情報を合わせて活用することで、有人機の安全な飛行へ利用できること。
- ・UTMを用いるドローン運航者が飛行計画を設定する際に、ジオフェンスと干渉した計画は設定できないこと。

※ ジオフェンスとしては、短期間で一時的なジオフェンス（ASTM標準）と、空港周辺などの長期間・恒久的なジオフェンス（EUROCAE標準）と同様に扱えることを確認した。

5. 用語説明

用語説明①



用語（略語）	原型（正式名称）	日本語名	説明
AAM	Advanced Air Mobility	次世代空モビリティ	eVTOL機を代表とする次世代の空の移動手段となるモビリティ（ドローンも含めた表現とすることが多い）。
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast		航空機の識別情報、位置情報、その他の情報を放送する監視技術。
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会	正式名称を ASTM International といい、工業関連標準規格を設定・発行を行っている米国の民間非営利標準化団体のこと。
ATM	Air traffic management	航空交通管理	航空機の離陸から着陸まで、全ての局面を対象とし、安全かつ効率的な航空交通の流れを実現するためのシステムや運用を指す。
Bluetooth RID			Bluetooth通信を利用したリモートID配信。
CIS	Common Information Sharing	空域情報共有	空域に関する情報を共有し、航空機の安全な飛行をサポートするしくみ。
DIPS2.0	Drone/UAS Information Platform System 2.0	ドローン情報基盤システム2.0	無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の登録申請、飛行許可・承認申請、飛行計画の通報・確認などの各種手続きを行うシステム。
D-NET		災害救援航空機情報共有ネットワーク	航空機、災害対策本部、防災関連機関等の間でやりとりされるデータの規格を統一することにより、航空機の性能や装備、機体の位置や状況等の情報に基づいて、最適な任務付与・運航管理を可能とする。
DSS	Discovery and Sync Service		分散処理システム用サービス。不特定多数のUTM間で情報を交換する際に、対象とする情報を何処のUTMが保持しているかを問合わせる際に必要なサービス。
ED-318			EUROCAEが定めたドローン飛行に関連する空域データを提供するためのデータフォーマットおよびデータ交換の共通仕様。
EUROCAE	European Organization for Civil Aviation Equipment	欧州民間航空電子機関	航空関連の機器やシステムの標準化を目的として、航空機の安全、効率、環境持続可能性を向上させるための規格開発を行う団体。
eVTOL	Electric Vertical Take-off and Landing	電動垂直離着陸機	電気を動力源に、垂直に離着陸できる乗り物。

用語説明②



用語（略語）	原型（正式名称）	日本語名	説明
FATO	Final Approach and Take-Off area		VTOL機（垂直離着陸機）の着陸・離陸のための区域。
FIXM	Flight Information Exchange Model	飛行データ交換モデル	航空交通管理用に定めた飛行計画用データフォーマット（XML形式）。
GCS			無人航空機（UAV）やドローンを制御するための地上管制ステーション。
Information Exchange			本資料内ではUATMにて管理している情報を外部へ連携するためのゲートウェイシステムを指す。
Mission Planner			GCS用ソフトウェア。機体設定・センサー類較正・飛行計画作成・機体操作などの機能を持つオープンソースのソフトウェア。
Network RID			広域ネットワーク（主にインターネット）を利用したリモートID配信。BluetoothやWIFIにより局地的に配信されたりモートIDをネットワーク上に配信する仕組み。
ReAMo端末			ReAMoプロジェクトで研究開発しているUATMの情報を参照・操作するためのWEBアプリケーション。
SITL	System In The Loop		システム全体の動作をシミュレーションで評価する手法の一つ。実機に近い環境をシミュレーションで再現し、実際の機器やソフトウェアと連携させて検証を行う。
UA	Unmanned Aircraft	無人航空機	マルチコプターや固定翼機など無人で飛行する機体。
UAM	Urban Air Mobility		AAMのうち、主に都市部で行われる短距離・低高度のAAM運航を行うもの。
UAMルート			空港やバーティポート等の間を結ぶように設定され、バーティポート空域の出入口に接続するルートとなるが、経路の一部に設定される場合もある。
UAS	Unmanned Aircraft System	無人航空機システム	ドローンはUASの一種となる。小型でリモートコントロールされるものを指すことが多い。
UASO	Unmanned Aircraft System Operator	無人航空機オペレータ	ドローン運航管理オペレーター、もしくはドローン運航事業者を指す。

用語説明③

用語（略語）	原型（正式名称）	日本語名	説明
UATM	Urban Air Traffic Management	都市型航空交通管理	空飛ぶクルマの運航管理（仕組みもしくはシステム）。
USP	Unmanned Aircraft System Traffic Management Service Provider	無人航空機運航管理サービスプロバイダ	UTMサービスを提供する事業者。
UTM	Unmanned Aircraft System Traffic Management	無人航空機運航管理	機体状況、飛行計画作成、操縦など運航全般に関する管理（管理システムを指すこともある）。
UTMS	Unmanned Aircraft System Traffic Management System	無人航空機運航管理システム	UTMを実現するためのシステム。
VAS	Vertiport Automation System		空飛ぶクルマの離着陸場の運用を自動化・最適化するシステム。
ジオケージ	geocage		ドローン飛行可能エリア。
ジオフェンス	geofence		GPSによる位置測位などで特定のエリアの進入・離脱を検知する仕組み。本資料では飛行制限（禁止）エリアとしての意味として利用。
スタンド	Stand	スタンド	空飛ぶクルマの駐機場。バーティポート内に設置される。
ドローン航路			ドローンが飛行する立入管理措置がされた範囲をもとに、地上及び上空の制約要因に基づいて立体的に最外縁が画定された空間において、航路運航支援及び航路リソース共有を実現するもの。
バーティポート	Vertiport	バーティポート	空飛ぶクルマ（eVTOL）などの垂直離着陸機が離着陸する場所のこと。「Vertical（垂直）」と「airport（空港）」を組み合わせた造語。
ハブポート			空飛ぶクルマの交通網を構築する際に、複数のルート（2地点間）を持ちハブ（中継点）となるバーティポート。
リアルタイム空域シミュレータ			航空機等の飛行状況をリアルタイムでシミュレーションするシステム（JAXA開発）。
リモートID（RID）			ドローンに搭載された識別情報を電波で発信する機能。ドローンの飛行状況をリアルタイムで監視することが可能になる。
監視SDSP	監視 Supplemental Data Service Provider		監視用の情報提供を行うサービスプロバイダー（システム／サービス）。
低高度4D運航管理システム			低高度における4D（緯度・経度・高度・時間）運航を行うためのシステム（指定された地点を指定された時間に通過する運航を可能とする）。