

空の移動革命に向けた官民協議会 プレゼン資料

2023年3月
Terra Drone株式会社



TerraDrone

confidential

会社概要

- 最大規模（当社調べ）で国内外で事業を展開しています。



| | |
|-------|------------------------------------|
| 会社名 | テラドローン株式会社 |
| 代表者 | 徳重徹 |
| 設立 | 2016年2月 |
| 社員数 | 80名(連結150名) |
| 国内拠点 | 東京本社, 関西支社, 九州支社 |
| 海外展開先 | 10か国（業務提携含む） |
| 本社 | 東京都渋谷区道玄坂1-19-9第一暁ビル5階 |
| 資本金 | 約14億円 |
| 主要株主 | 国際石油開発帝石株式会社、南都銀行、VENTURE LABO |
| 事業内容 | UTM開発、ドローン測量・点検サービス、ソフトウェア開発、ハード開発 |

2021年2月 シリーズAにて総額15.1億円の大型資金調達



日本No.1石油ガス企業

テラドローン事業概要

- テラドローンはドローンのハード、ソフト、サービスを活用して、顧客の課題を解決する会社です。

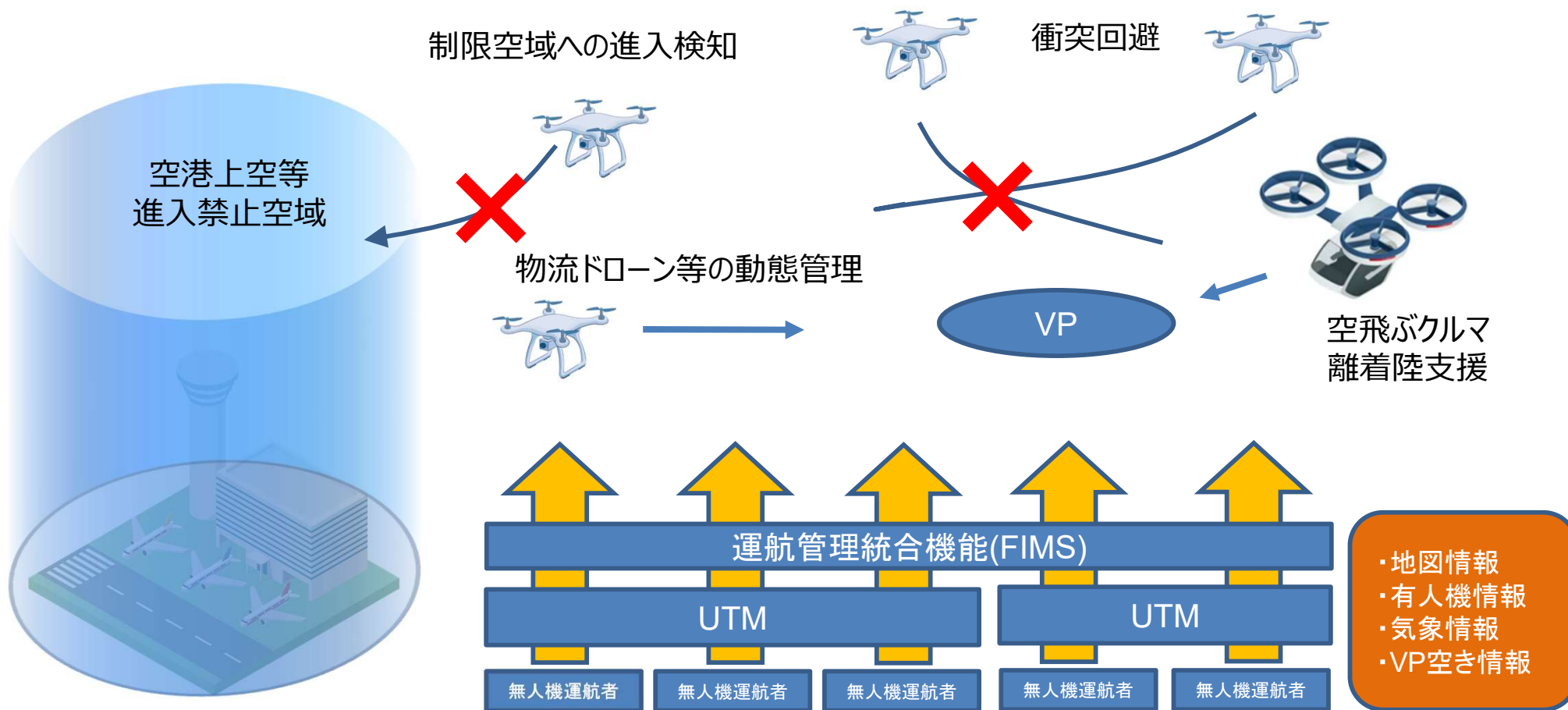
| | 弊社が解決する課題（例） | 提供するサービス・商品 | | | | 実績 |
|--------|--|-------------|-----|-------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | ハード | ソフト | サービス* | 参考価格 (万円) | |
| 測量事業 | ✓ 土木現場の測量（データ取得から解析・レポート）にかかる業務負担の軽減 | ○ | ○ | ○ | 100~400 /プロジェクト ※H/W除く | ◆ ゼネコン ◆ 測量企業 ◆ 建設コンサルタント |
| 点検事業 | ✓ プラント設備の点検（データ取得から解析・レポート）にかかる業務負担の軽減及び安全性の担保 | ○ | ○ | ○ | 200~500 /プロジェクト ※H/W除く | ◆ 電力 ◆ 石油ガス ◆ 化学 ◆ 鉄鋼 |
| 運航管理事業 | ✓ 低空域領域における、飛行体の高密度化に向けた安全性担保 | - | ○ | - | 5000~ ※要件次第 | ◆ 航空会社 ◆ 官公庁 ◆ 通信会社 ◆ 総合商社 |
| 海外事業 | (上記全般) | (上記全般) | | | | (海外企業) |

*) サービスはH/W、S/Wの販売ではなく、利用料での提供形態を指します

UTMとは

■ UTM : UAS(Unmanned Aircraft System) Traffic Management とは

- 無人機の運航管理システムであり、無人機の高密度な運用に際して必要となる**低空域**における交通管理の仕組みである。
- ドローンの運航者が複数いる空域において、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管理システムである



UTMの機能概要

■ 飛行計画管理

- 無人機運航者により提出された飛行計画を管理する
- FIMS等と連携し、他UTMとの飛行計画情報の共有を行う
- 他UTM管理下の飛行計画との衝突の危険性を事前に把握する

■ 動態管理

- 飛行中の無人機の動態情報を監視する
- 飛行経路のリアルタイムで監視し、飛行計画との差異が無いか確認を行う
- 飛行経路を逸脱した機体を検知次第、無人機の運航者へ通報を行う

■ 衝突回避

- 他機との衝突の可能性を評価し、リアルタイムでの衝突回避指示等を行う
- 有人機運航管理システムと連携し、衝突回避を行う。

■ 飛行エリアの情報提供

- 空港上空、イベント会場等、飛行禁止エリアの設定を行う
- 飛行計画作成に必要な情報(人口密集地、制限表面)の表示を行う

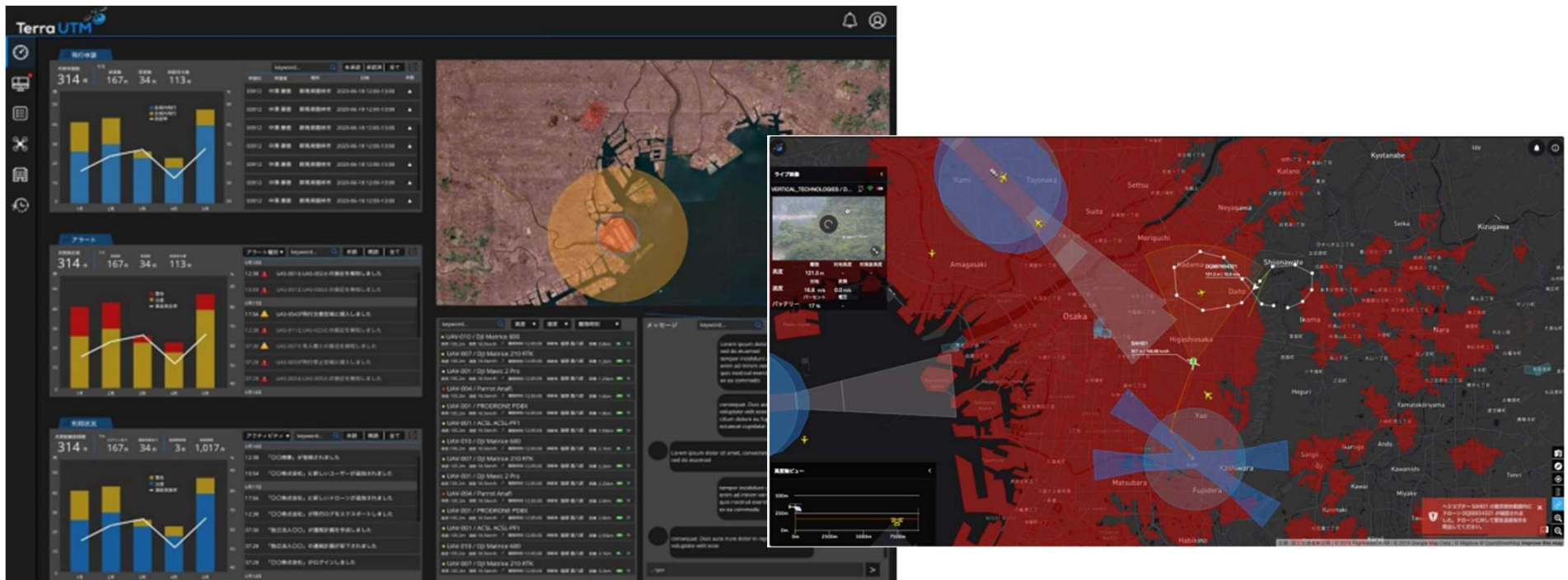
Terra UTM概要

概要

- 管理下にある複数のUASOを安全に飛行させるためのサービス
- 飛行計画作成/申請、飛行経路の最適化、飛行監視、機材・操縦者管理/飛行中のConflict情報 等安全運航に関する情報を提供する

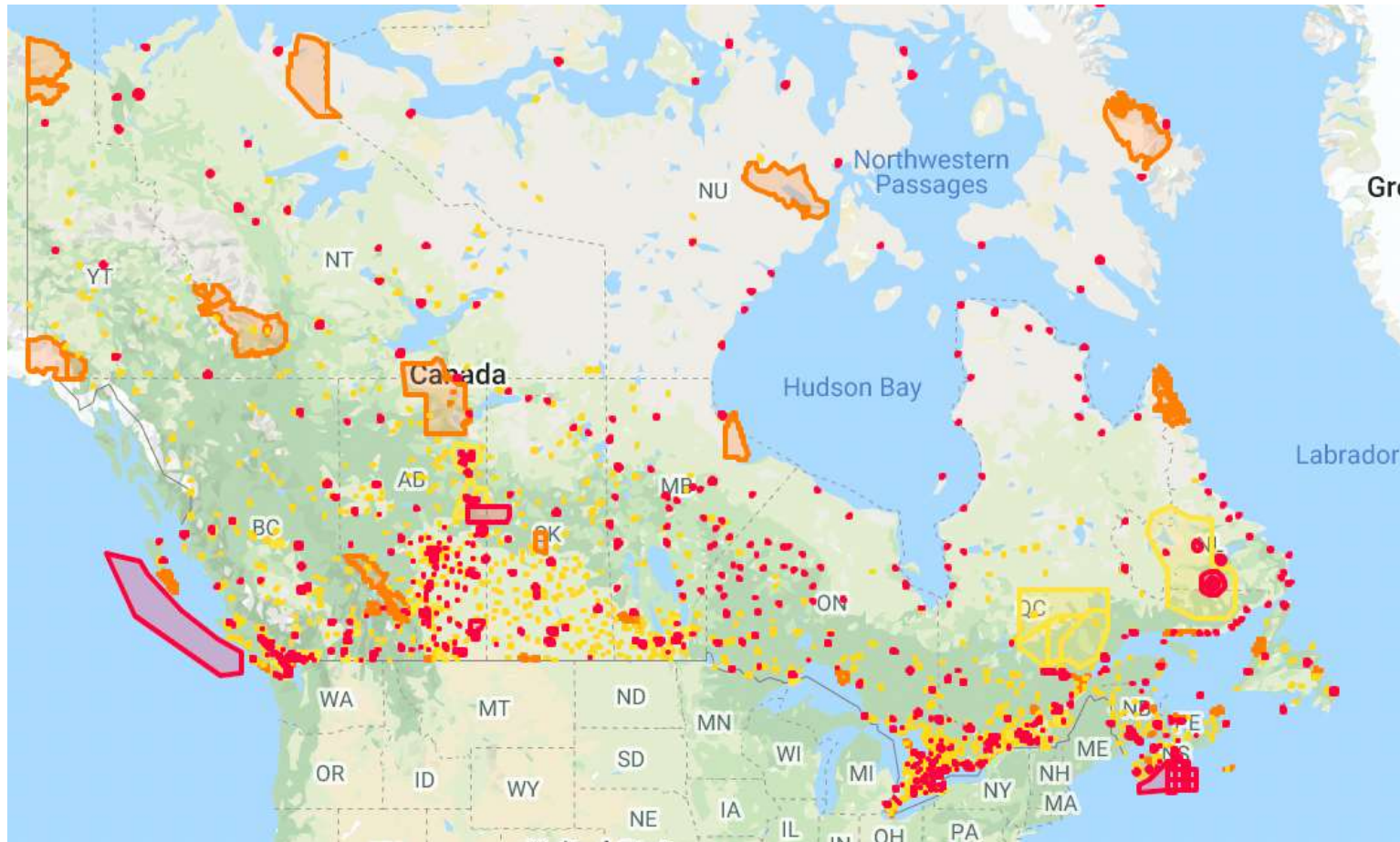
特徴/ 競合優 位性

1. 有人機(航空機・ヘリ)・無人機情報の同時表示
2. 有人機・無人機連携による衝突回避機能



グループ企業Unifly、カナダでのUTM導入事例

- 世界で2番目に大きな空域を誇るカナダでのUTM実装を実施
- カナダのControlled Airspaceでドローンを飛行する場合には必ずNAV Droneでの飛行承認申請を元にした飛行許可が必要



各国におけるUTM取り組み状況

■ 日米欧のUTMの取り組み

<日本>

- NEDOのDRESSプロジェクトにおいて、ドローンUTMの開発が行われた
- FIMSをUASSPの統合管理機能として位置付けた**中央集権型システム**を描いている

<アメリカ>

- FAAとNASAが主導となり、FAAが運航を直接管理する**集中型システム**の研究開発を行ってきた
- 現在は民間が主導となり、複数のUAS Service Supplier(USS)が運航を管理する**分散型システム**へと向かっている

<欧州>

- 各国独自にUTMモデルを開発していたが、現在はSESAR JUがU-Space（欧州におけるUTM）の研究開発を取りまとめている
- U-Spaceのアーキテクチャは明記されておらず、詳細の運用方法は各国に委ねられている

| エリア | モデル | 名称 | 動的・静的 | ATM接続 |
|-----|------------|---------|--------------|------------------------------|
| 欧州 | 分散(複数USSP) | U-Space | 動的(リモートIDあり) | ATM接続あり(CISPを通してED-269規格で連携) |
| カナダ | 中央集権 | RTM | 静的(リモートIDなし) | ATM接続限定的(NOTAMなど) |
| 米国 | 分散(複数USS) | LAANC | 静的(リモートIDなし) | ATM接続限定的(NOTAMなど) |

TerraUTM ロードマップ

- UTM開発及び当該システムの高度化を目指す
- UAM(空飛ぶクルマ含む)運航システムとのマージを目指す

| 空の産業革命ロードマップ | | 開発済み | 2022~2024 | 2025~ |
|--------------|----------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| | | 全国地域実証を通じた技術、制度課題の分析・改善 | 航空機・空飛ぶクルマとの調和に向けた運航管理技術の高度化 | |
| 開発フェーズ | | UTM基盤システム開発 | UTM高度化、UAM対応 | UAM対応システム高度化 |
| 計画検証 | 計画データ取込み | 機体及び地上局からの飛行計画データの取り込み | 計画補正提案、経路自動生成 | 上空電波、ポート、搭載装置、人口密度 |
| | 法制度対応 | 各運航への所有権情報の紐づけ及び表示 | 機体認証、操縦者ライセンス対応 | 証明書・保険ライフサイクル管理 |
| | 飛行申請補助 | 当局への飛行申請及び審査結果の返却 | カテゴリ判定補助機能、審査要否判定 | 承認判定自動化、LAANC |
| 運航調整 | 動態データ共有 | 機体及び地上局からの動的データの取り込み | UAM含めた動態データ共有I/Fの標準化 | 接続性ヘルチェック、遅延低減 |
| | 運航意図共有 | 運航時間を含む運航範囲の他運航者への共有 | 運航種別に応じた適切な運航範囲の確保 | 飛行・適合・保護領域・SWIM |
| | 干渉回避 | 運航範囲の重複検知による運航者への通知 | 運航種別に応じた優先度管理や条件付き回避等 | 運航磁自動化レベル・システム統合率判定 |
| 空域監視 | 外乱検知 | 有人機飛翔や風況変化等を含む外乱の検知 | 外乱情報取得I/F及び判定条件の標準化 | 高解像度メッシュ・エッジセンサー |
| | 運航監視 | 運航中機体の追跡及び不正運航の検知 | 遠隔識別と連携した管理外機体の特定 | GPSスプーフィング対策、カウンター-UAS |
| | 緊急運航指示 | 緊急事態発生時に運航者向けに制御を促す処理 | 緊急時の指揮系統の委譲条件等の定義及び実装 | MedEvac運用、災害対策 |
| 報告管理 | 飛行実績管理 | 運航に関する一連の飛行ログの蓄積 | 蓄積された運航データを基にした傾向分析、予実管理 | 空域利用効率向上、就航率向上 |
| | インシデント管理 | 衝突危険性や運航範囲逸脱等のインシデント管理 | 発生事象を元にした安全性フィードバック | 安全運航スコア、リスクアセスメント |

TerraUTM UAM運航管理機能開発

- ReAMo、官民協議会の方針に準拠し独自研究内容を加味した開発
- 運航事業者との連携、海外動向を含めた情報を基に実装内容は検討
- 要素技術としても利用可能な機能群として開発

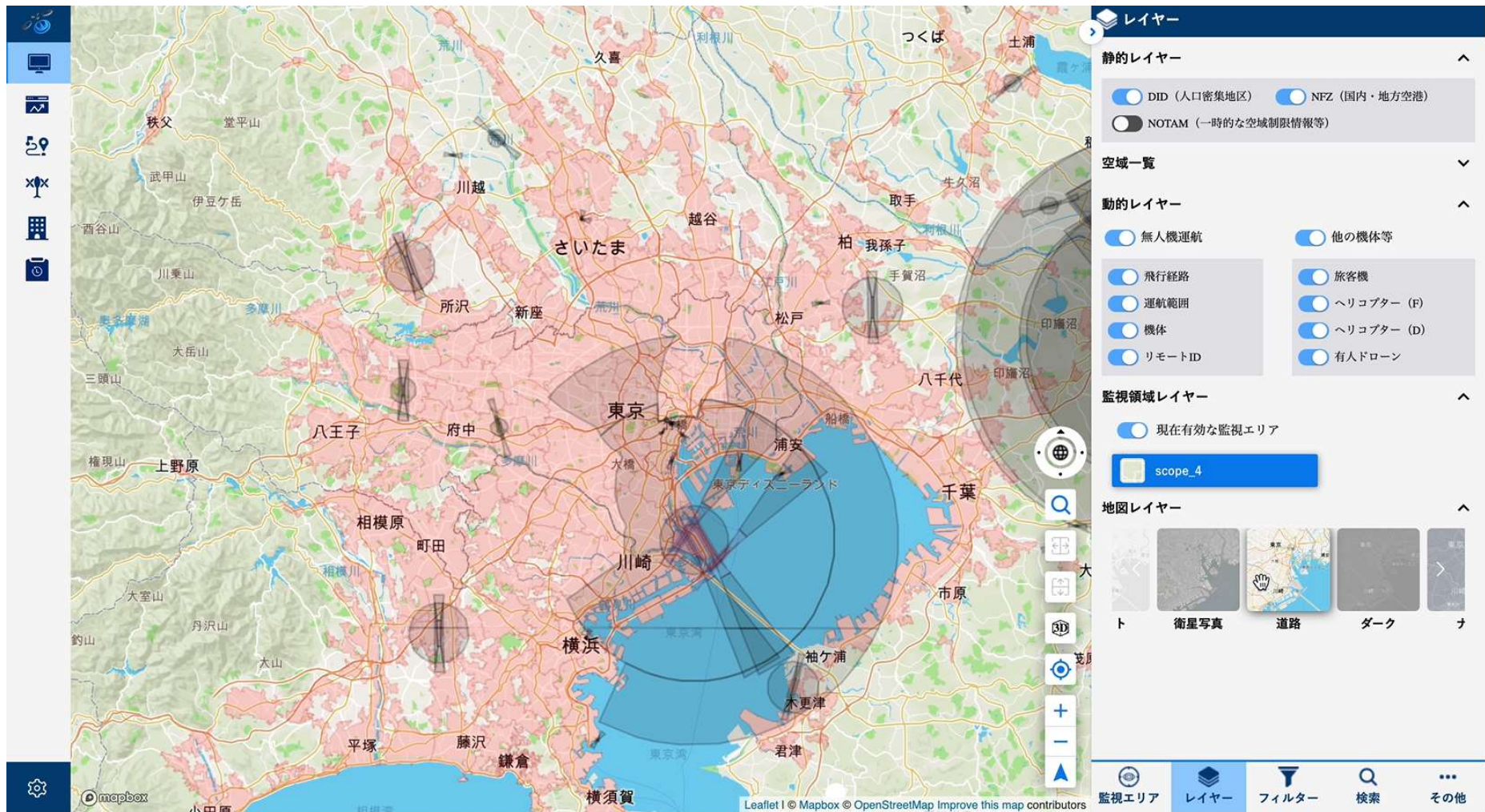
実装済み

一部実装

未実装

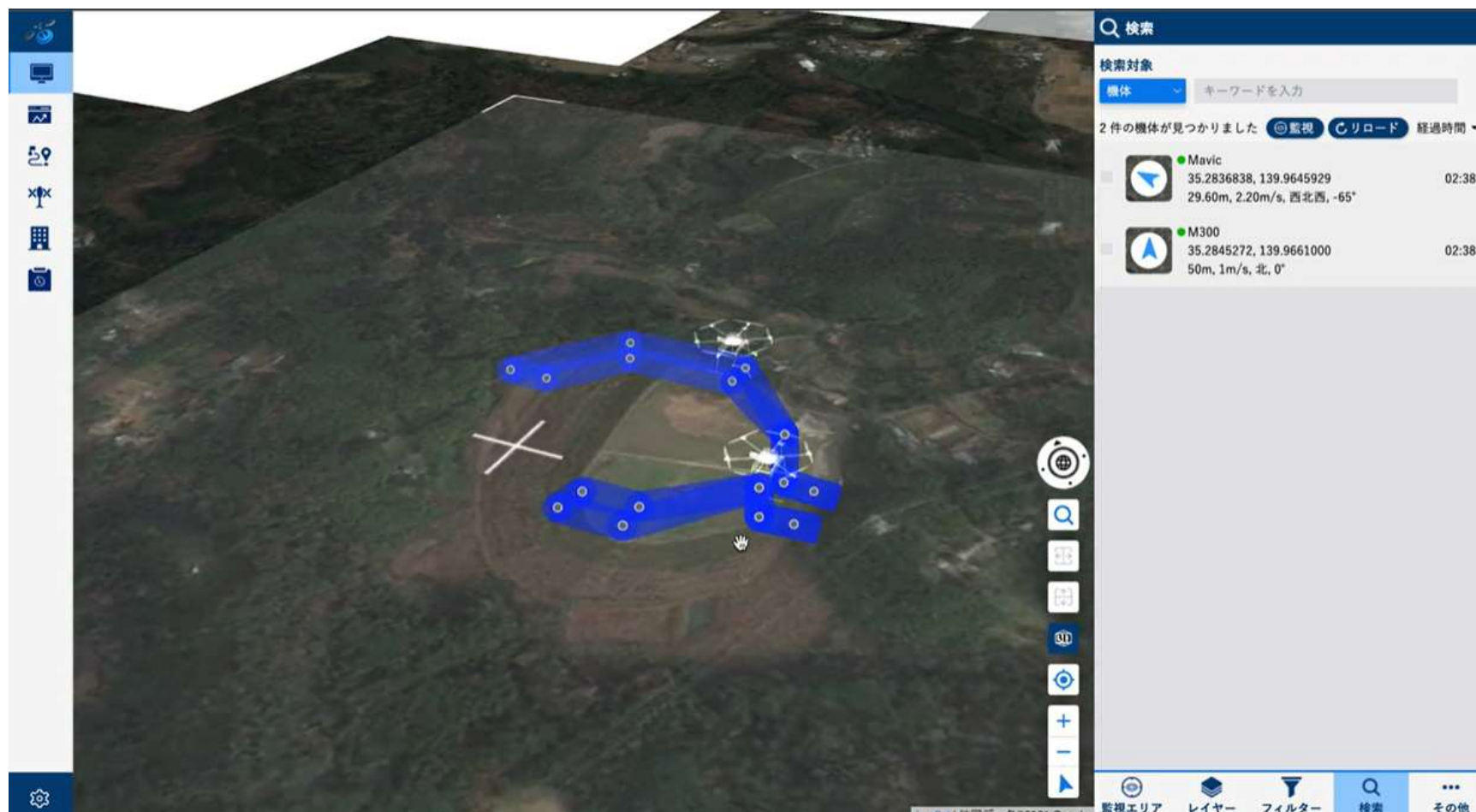
| | 識別と位置特定 | 空域管理 | ミッション管理 | コンフリクト管理 | 緊急時管理 | 運用状況モニタリング | 表示環境管理 | ATCとの接続 |
|-----|------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------------------|
| 機能1 | 登録 | Geo awareness | 運用プラン準備/最適化 | 戦略的コンフリクト解決 | 緊急事態マネジメント | モニタリング | 気象情報 | ATCとの手続き上のインターフェース |
| 機能2 | 登録支援 | ドローン航空情報(AIS)管理 | 運用プラン処理 | 戦術的コンフリクト解決 | インシデント・事故報告 | 交通情報 | 地理空間情報サービス | ATCとの協調的インターフェース |
| 機能3 | e-identification | ジオフェンス提供(動的ジオフェンス含む) | リスク分析支援 | | 市民レポートサービス | 航法インフラモニタリング | 人口密度マップ | |
| 機能4 | 追跡位置レポートの提出 | | | | | 通信インフラモニタリング | 電磁波干渉情報 | |
| 機能5 | 監視データ交換 | | | | | 法的記録 | 航法覆域情報 | |
| 機能5 | | | | | | デジタルログブック | 通信覆域情報 | |

UTMの機能：各種情報のレイヤー表示



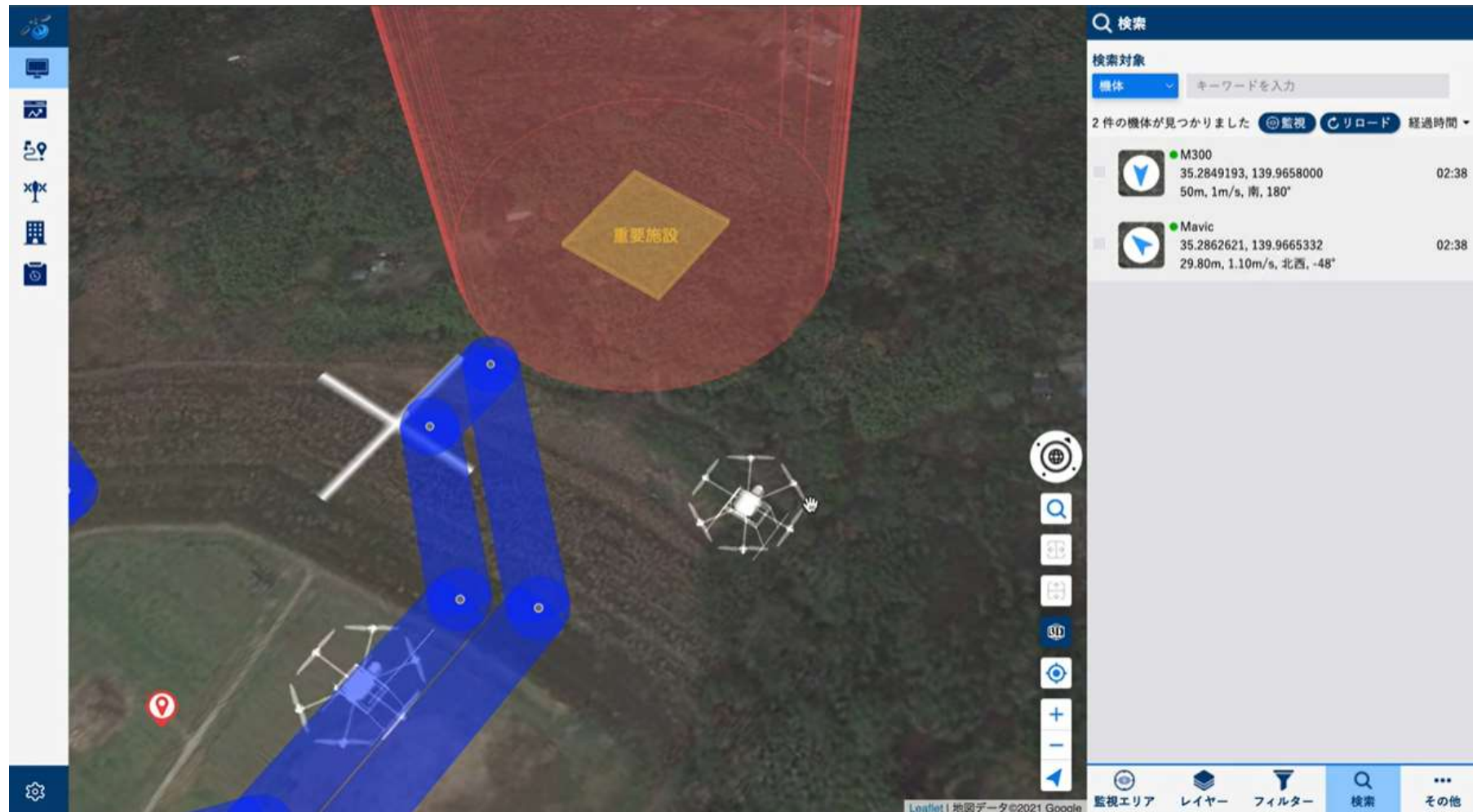
- NFZ、制限表面等の情報について、地図上に重ねての描画が可能
- NOTAM情報の表示が可能

UTMの機能：飛行計画からコリドー作成



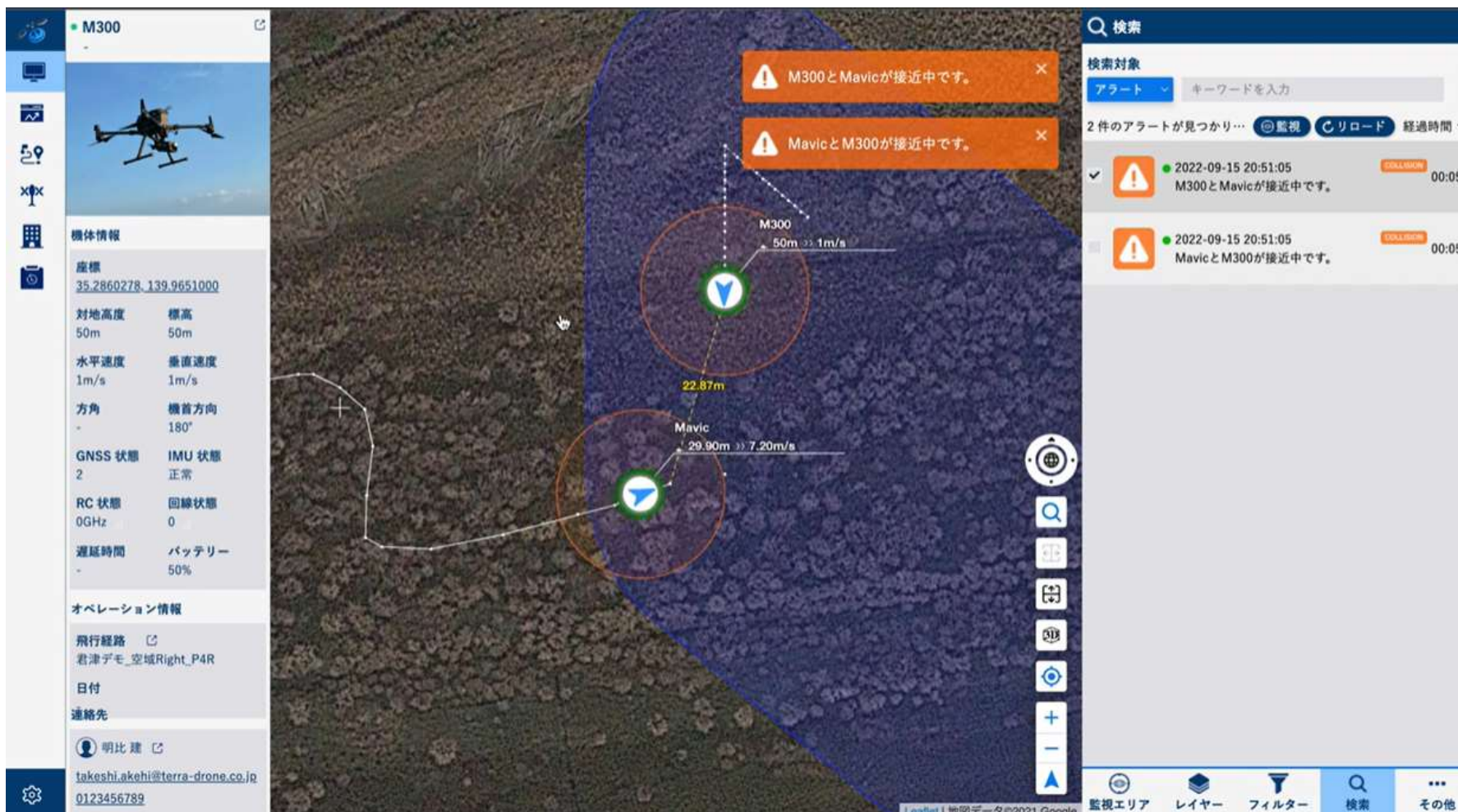
- 入力された飛行計画のコリドー表示が可能
- 将来の空飛ぶクルマへの応用を検討（4DT等）

UTMの機能：進入禁止エリア設定および接近警告



- 進入禁止エリアの設定が可能。空港周辺のNFZ等への応用が可能
- 接近時にはアラートが表示され、運航者に注意を促す

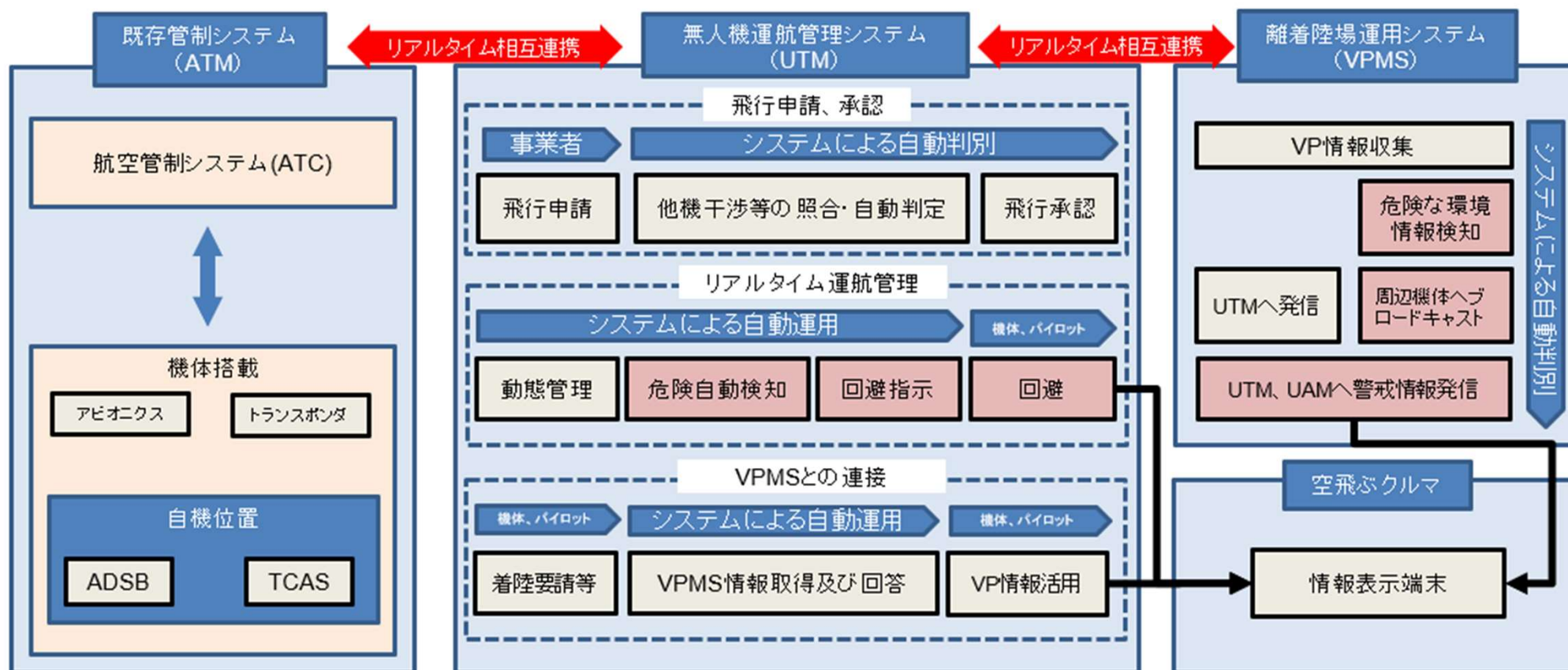
UTMの機能：他機との離隔監視及びコンフリクトアラート



- 機体間の離隔をリアルタイムに監視。接近時にはコンフリクトアラートを発報
- コンフリクト対策は申請段階及びリアルタイム共に対応予定
- 予測位置に基づくCAについて研究中

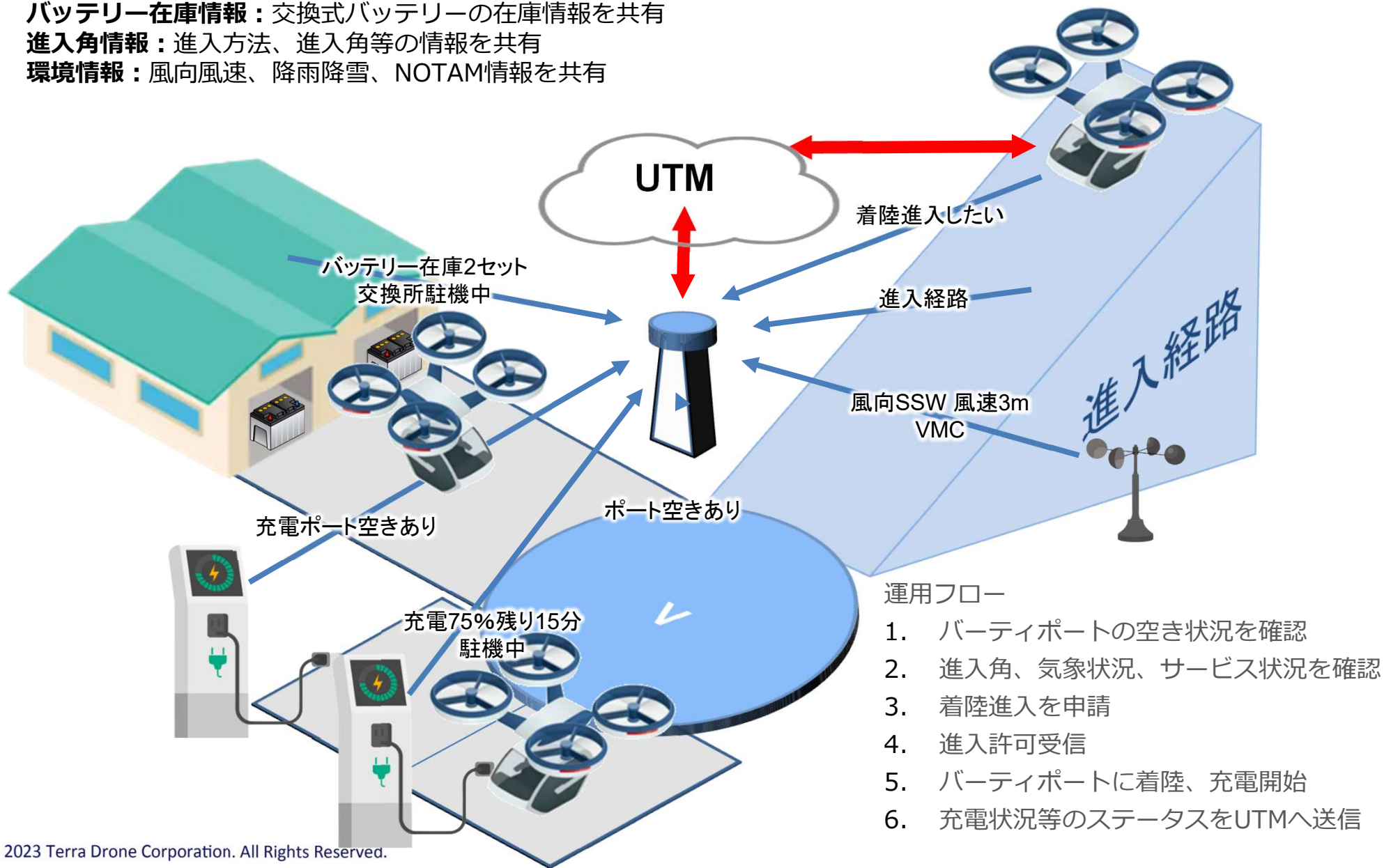
パーティポートマネジメントシステム開発

- Verti Port Management System(VMS)について開発を行う
- VPの情報をVMSで収集し、UTMや機上表示装置にて情報を共有する



パーティポート運用イメージ

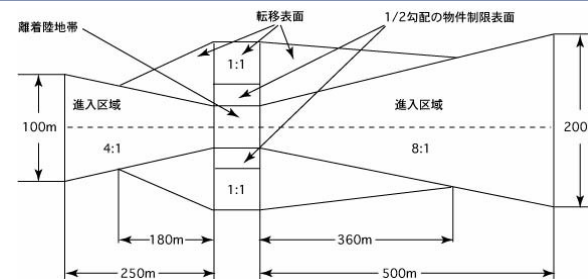
- ポート空き情報：パーティポートの空き情報を共有
- バッテリー充電情報：充電器の使用状況、充電完了までの時間等を共有
- バッテリー在庫情報：交換式バッテリーの在庫情報を共有
- 進入角情報：進入方法、進入角等の情報を共有
- 環境情報：風向風速、降雨降雪、NOTAM情報を共有



都市部でのバーティポート運用イメージ

■ 現状の場外離発着場制限表面

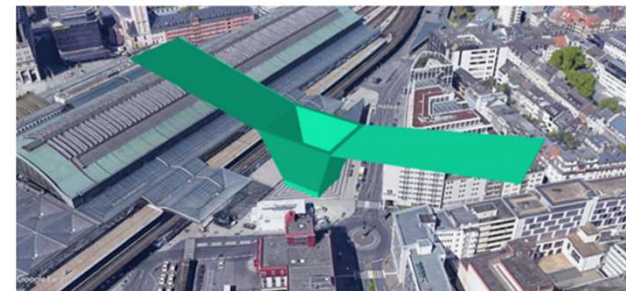
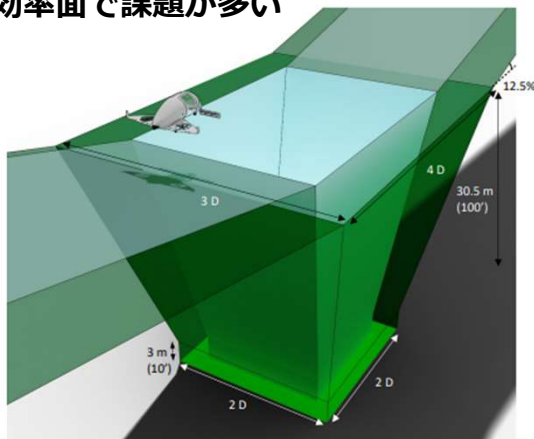
高い建物の近隣では運用不能となる可能性があるが安全性、効率性で優れる



■ EASAの提案する制限表面(OFV)

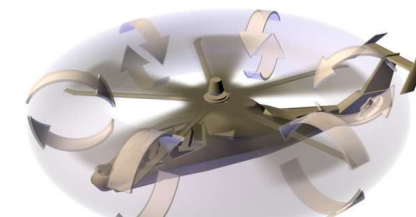
UAM運用の可用性が広がり、周囲に高い建物があっても運用可能となる

ヘリと異なるユースケースが想定される空飛ぶクルマに垂直離着陸は有用であるが、Vertical Approachに近い進入方式は技術面、効率面で課題が多い



<課題>

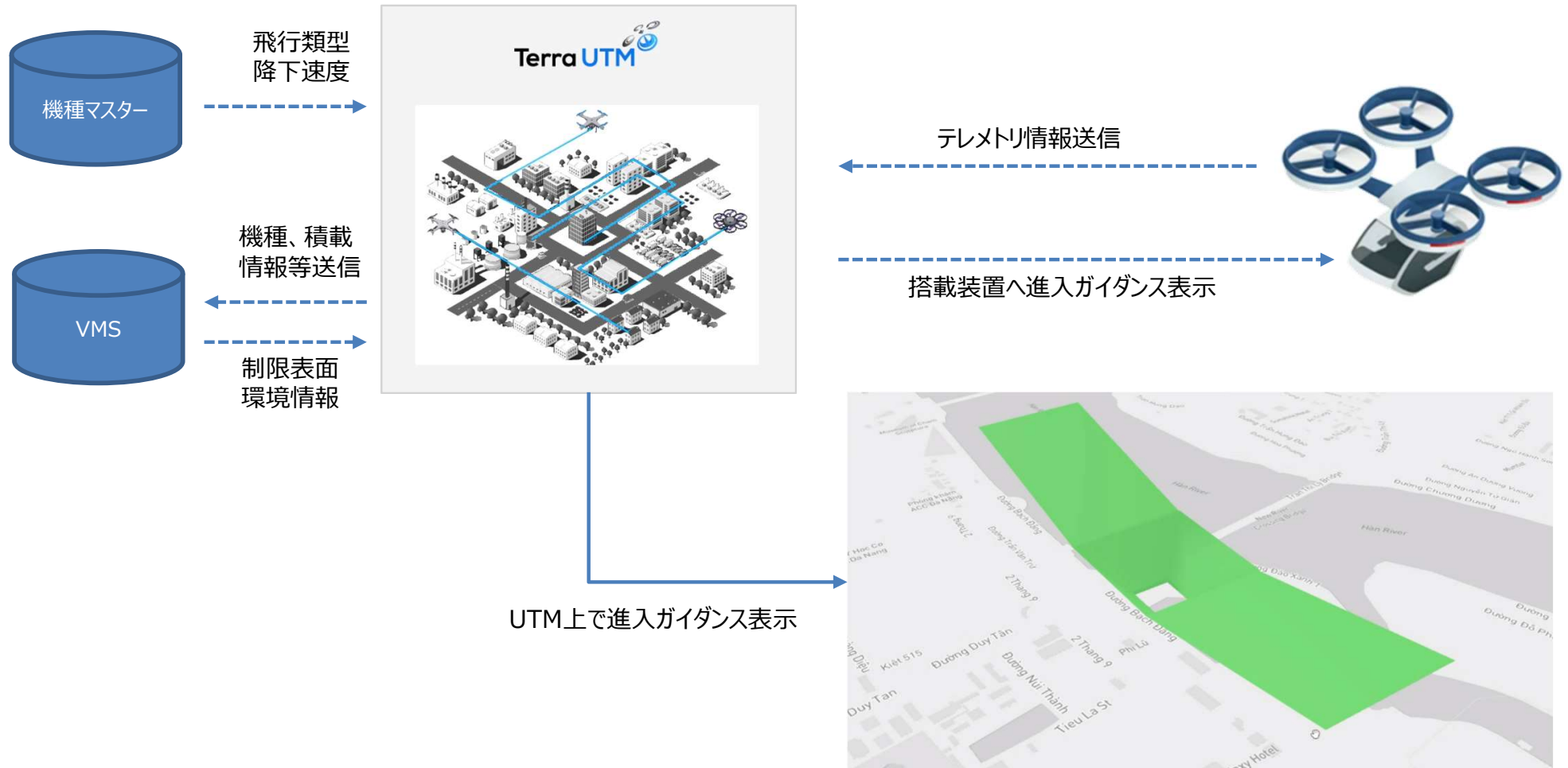
垂直降下にはボルテックスリングステート、騒音、エネルギー効率等対策が必要となる。機種ごとの降下率、最大降下速度等の情報を集約し機体搭載装置やUTMに表示する必要がある



※ボルテックスリングステート
自身の作り出した渦に巻き込まれ揚力を失う状態

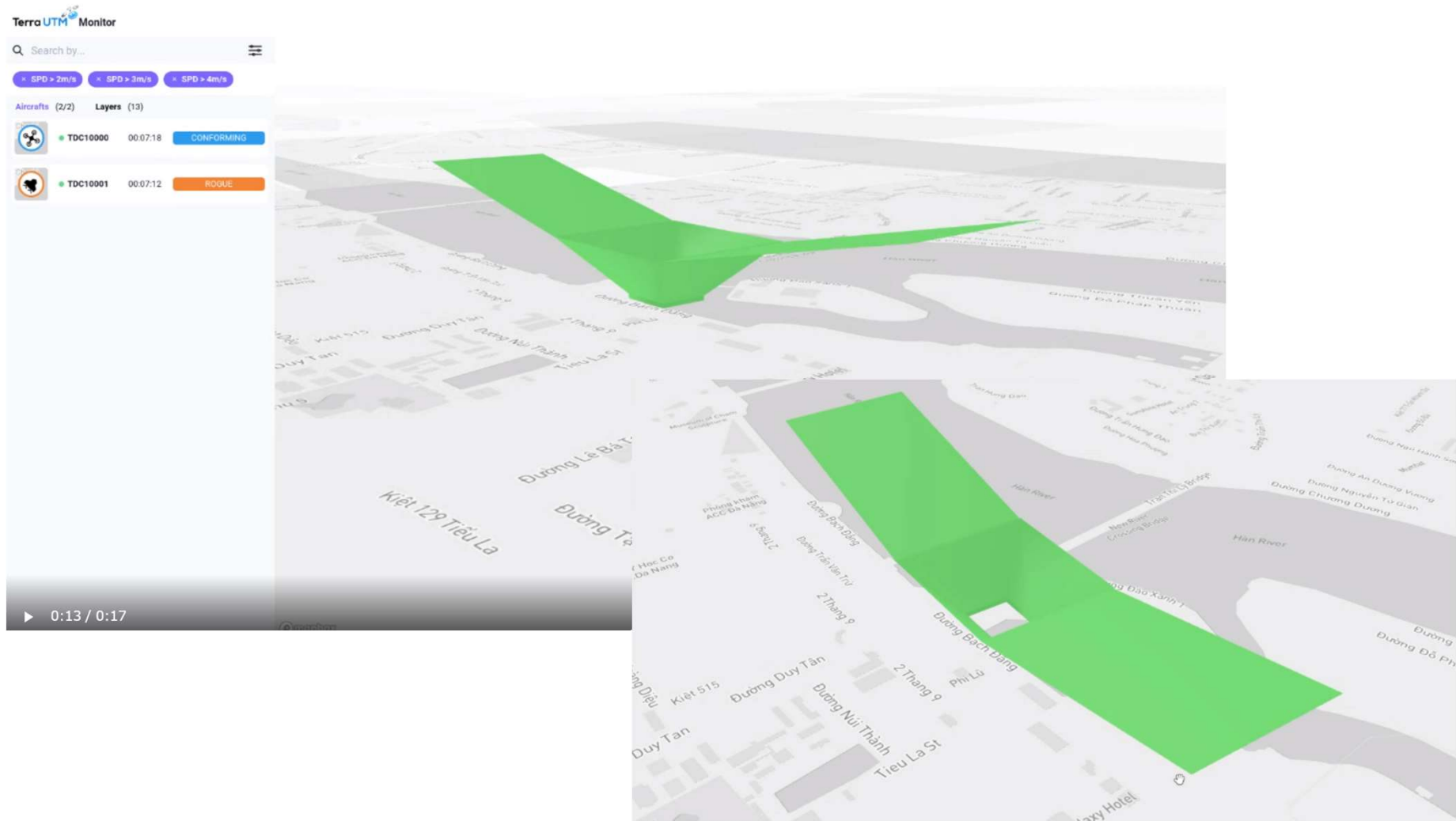
パーティポートの進入方法

垂直上昇、垂直降下における飛行特性は機体の性能に依存するため、機種ごとの降下率、最大降下速度等の情報を集約し**該当機種に応じた進入方法を機体搭載装置やUTMに表示する。**



TerraUTMへの組み込みイメージ

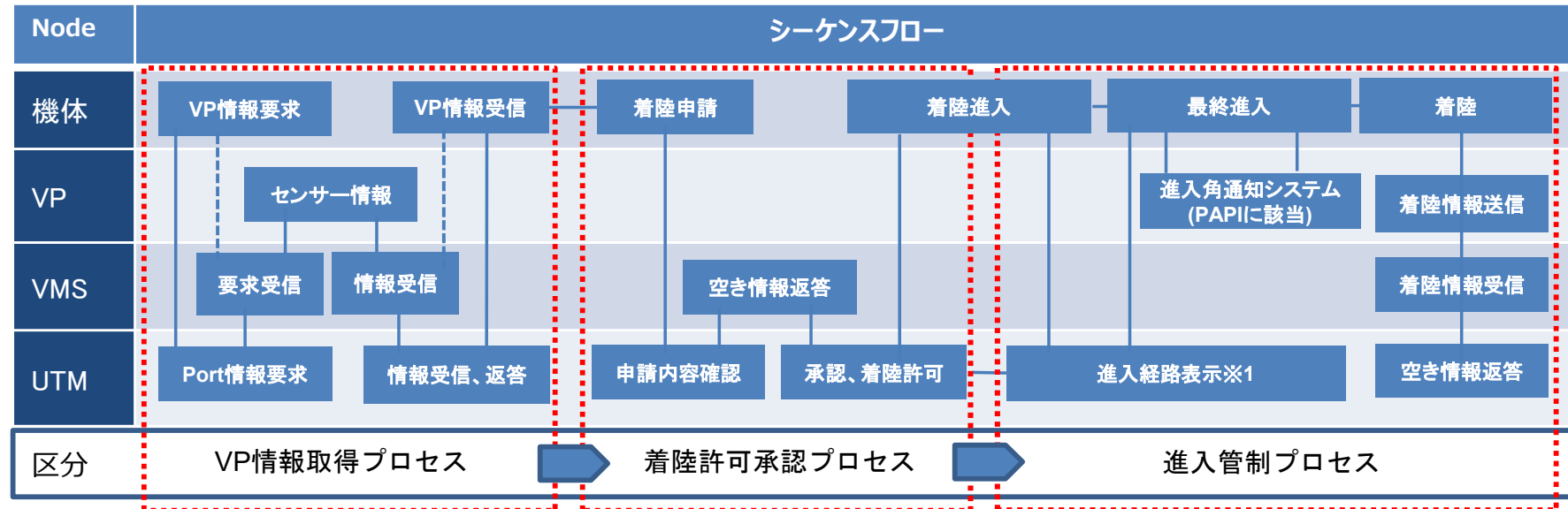
Prototype Technical Specificationsに準拠した進入表面、転移表面を描画



パーティポートマネジメントシステムの運用

■ UAMの離着陸時におけるVMS、VP、UTMのシーケンスフロー

■ 着陸時



- VMSは複数のVP情報を集約し基本的にはUTMに対し情報を送信する
- 即時性を求められる気象情報等はVMSより機体搭載装置に直接送信する
- 更に即時性を求められる最終進入ガイダンス情報はVPより機体搭載装置に直接送信する
- 情報取得、許可承認、進入誘導プロセスを行う

1 進入経路には、機種に応じて進入速度、降下率、降下速度等を加味した経路、速度が表示される

UAM、UAV管制と既存航空管制接続における課題

- 既存航空管制においてトランスポンダ、ADSB等の搭載機器がある
- UAM、UAV側の情報共有基盤が未整備、機体位置、衝突回避等の接続されていない
- 現状で情報共有方式は未制定となっている

ADSBについて

自機位置等の情報を自ら放送可能。次期航空管制、位置情報、衝突回避のソリューションとして注目度は高いが課題も多い。

長所：正確な位置情報を他機と直接共有できる
トラポンと比べ多くの情報共有が可能
ModeSで情報発信が可能

短所：搭載が義務付けられていない為搭載率が低い
※ヘリ小型機で5%程度
ADSBはトランスポンダの補助と位置付けられている
搭載には新たな装置が必要な為
搭載率が低くDAA(衝突回避)としては利用できない

トランスポンダについて

世界標準の管制装置。送信するコードに自機位置は含まず、PSR、SSRの組み合わせにより、ATC側での航空管制を行う。

長所：全域のSSR×ATCで使用可能

搭載が義務付けられている
現用航空管制で運用が確立している
MLTA、WAMとの組み合わせが可能
TCASと組み合わせDAAとして利用できる

短所：発信できる情報量に限りがある
ゴーストが発生しやすい(ModeSで克服)
単独での自機位置発信ができない

UAM、UAVにおいてADSB、トランスポンダを利用した空域管制ができないか？

※MLTA、WAMとは

Multilateration：空港等の狭いエリアにてトランスポンダが発するスキッタを3か所以上で受信し、機体位置を特定する技術。

Wide Area Multilateration：Multilaterationを広域にて展開し、航空管制に用いようとしている研究中の技術

必要な技術領域 海外事例を加味した開発

DFSのPhoenix Tracker System(ドイツANSP)



- 50のセンサー情報を処理し5,000のターゲットを同時にトラッキング可能
- EUROCONTROL規格に準じてアラートを発信
- ICAO規格に準拠したコミュニケーションインターフェースをサポート
- 様々なセンサーデータの拡張子に対応可能

- ✓ Multi-sensor data-fusion (MSDF)
- ✓ 複数のセンサーを統合してシステムを構成している

MSDF Multi-sensor data fusion and tracking

Radar

ADS-B

MLAT

Video

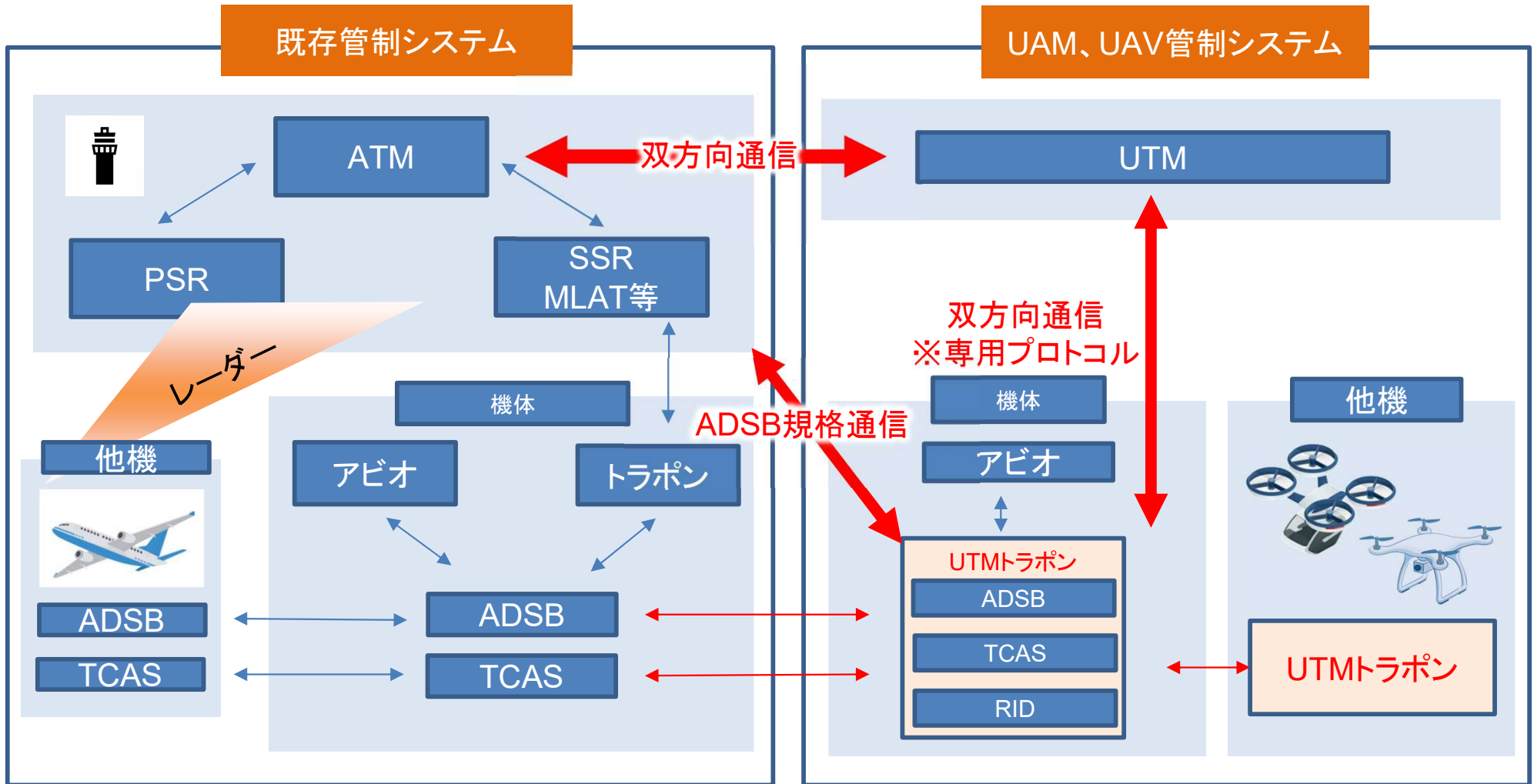
....

Mobiles



リアルタイム航空管制プラットフォームの構築イメージ

RID、ADS-B、トラポン、TCAS機能等を内包したハードウェアを開発(下図：UTMトラポン)
UTMトラポン情報をUTMに送信、既存管制プラットフォームと共有
申請段階、管制リアルタイム、V2Vの3レイヤーでのconflictチェックを可能とする



※赤字部分の新規開発が必須

ご清聴ありがとうございました