

附属書 1

ドローン航路、離着陸場及び

ドローン航路システムの仕様・規格

Annex-1

UAS Lines Architecture and Specifications including Landing sites and Systems
(U.A.S.L.S.)

2025 年 7 月

経済産業省

独立行政法人情報処理推進機構 デジタルアーキテクチャ・デザインセンター

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

本附属書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）の委託業務「産業D Xのためのデジタルインフラ整備事業／デジタルライフラインの先行実装に資する基盤に関する研究開発／ドローン航路」の結果を踏まえ、デジタルライフライン全国総合整備実現会議 ドローン航路普及戦略ワーキンググループにて策定されたものです。

改定履歴

Edition No.	変更頁	変更内容	発行日
1.0	-	初版発行	2025 年 5 月 15 日
1.1	改定履歴 目次、P1、P26、P38	パブリックコメントの実 施にともない改版 修辭的な修正を実施 (ぶら下がり段落の削 除)	2025 年 7 月 14 日

目 次

1. ドローン航路システムの仕様.....	1
1-1 概要	1
1-2 空間デジタルツイン（A-1-1）	2
1-3 航路画定（A-1-2）	3
1-4 航路予約（A-1-3）	8
1-5 安全管理（A-1-4）	12
1-6 ポート・機体管理（A-1-5）	16
1-7 外部システム連携（A-1-6）	19
1-8 共通 GUI（A-1-7）	21
1-9 ドローン航路領域のデータスペース（A-2）	22
2. ドローン航路の網目状の面的展開を踏まえた共通メタ識別子（UMI）体系案.....	26
2-1 概要	26
2-2 Web システムとしての側面	26
2-3 物流システムとしての側面	27
2-4 空域としての側面	28
3. ドローン航路離着陸場 仕様	29
3-1 適用する規格・法令等	29
3-2 本文書のスコープ	29
3-3 離着陸場の種類	30
3-4 離着陸場のユースケース.....	30
3-5 離着陸場の構築	31
3-6 離着陸場の予約時間.....	32
3-7 機械式離着陸場の連携方式	33
3-8 離着陸場の共通メタ識別子体型（UMI）	34
3-9 離着陸場のメンテナンス	35
3-10 機械式離着陸場に関する要求事項	36
4. その他 規格	38
4-1 概要	38
4-2 ドローンポートに関する規格	38
4-3 リモート ID に関する規格.....	38

1-1 概要

Figure 1 illustrates the system architecture of the Drone Route System (A-1). The diagram shows the internal components of the drone route system and its interactions with external systems and users.

Internal Components (A-1):

- A-1-2 航路画定 (Route Planning):** Connected to the Route DB (航路).
- A-1-3 航路予約 (Route Reservation):** Connected to the Reservation DB (予約).
- A-1-4 安全管理 (Safety Management):** Connected to the Safety DB (安全管理).
- A-1-5 ポート・機体管理 (Port/Aircraft Management):** Connected to the Port/Aircraft DB (ポート・機体).
- A-1-7 共通GUI (Common GUI):** Interface for users.
- A-2 API Gateway:** Manages external API requests.
- A-1-6 MQTTブローカー (MQTT Broker):** Facilitates communication between components and external systems.
- A-1-1 空間デジタルツイン (Spatial Digital Twin):** Connected to the 4次元時空間DB (4D Spatio-temporal DB).
- A-1-1 風速・天候情報登録 (Wind/Weather Information Registration):** Connected to the Wind/Weather DB (風速・天候情報).
- A-1-1 気象・DIPS情報登録 (Weather/DIPS Information Registration):** Connected to the Weather/DIPS DB (気象・DIPS情報).

External Systems and Relationships (外部システム/関係者):

- SDSP (API):** (地図/風速・天候/気象/立入監視) - Map/Wind/Weather/Weather/Entry Monitoring.
- SDSP (コンソール):** (地形・障害物/電波/人流) - Terrain/Obstacle/Radio/Wave/People Flow.
- DIPS:** Data Integration Platform for Safety.
- SMTP:** Email service for various stakeholders (各種関係者).
- SWIM:** System for Interconnected Information Management (今後接続予定).
- 他ドローン航路システム (Other Drone Route System):** Connected via MQTT broker.
- ポート管理システム: VIS (BI):** Port Management System: VIS (BI).

Users (エンドユーザ):

- 航路運営者 (Route Operator):** Interacts with the system via the GUI.
- 運航事業者 (オペレーター) (Flight Operator):** Interacts via the Internet.
- サービス関係者 (Service Provider):** Interacts via the API.
- UTMS:** User Terminal Management System.

Data Flow and System Interactions:

- データ流通システム (A-2):** Manages data flow between the drone route system and other systems.
- ユーザ認証システム (User Authentication System):** Manages user authentication.
- 事業者情報 (Operator Information):** Manages operator information.
- A-2 データ流通システム (A-2 Data Flow System):** Manages data flow between the drone route system and other systems.
- 予約/分析アプリ (Reservation/Analysis App):** Interacts with the system via GET/PUT requests.
- L4 (Semantics Component):** Language for the 4th level of semantics.

Legend (凡例):

- サービス (コンテナ) (Service (Container)):** Represented by a box.
- 外部システム (External System):** Represented by a box with a dashed border.
- REST:** Represented by a solid line.
- MQTT(S) (Publish):** Represented by a blue dashed line.
- MQTT(S) (Subscribe):** Represented by a green dashed line.
- その他プロトコル (Other Protocol):** Represented by a red dashed line.

注) UTMS はドローン航路システムと併用することが望ましい。

注) DIPS からは飛行禁止エリアなどを入力するが、将来的にはドローン航路システムを介して DIPS に各種手続きを入力することが可能となる予定である。

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspace Reference Architecture Model (ODS-RAM)」¹に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

- 「データ流通システム (A-2) 」(システム名) →「ドローン領域のデータスペース (A-2) 」
- 「A-2 ユーザ認証システム」→「A-2 L3(IdP)」
- 「A-2 データ流通システム」(機能名) →「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

- 1 -

1-2 空間デジタルツイン（A-1-1）

1) 定義

- 空間のデジタルツインを構築する機能

2) 利用者

- ドローン航路運営者
- 関係機関
- 運航事業者

3) 目的

- 運航事業者の情報整備に係る負担を軽減する
- データの二次利用を可能とする

4) 機能

- 空間情報の蓄積
- 空間情報の更新

5) 利用者が使用する機能

- SDSP 情報
 - 地図（地形）情報
 - 障害物（地物）情報
 - 風速・天候情報
 - 気象情報
 - 電波情報
 - 人流情報
 - 鉄道運行情報
 - 規制・イベント情報
 - 第三者立入監視情報
 - 指定エリアにおける立入（人、自動車、バイク、自転車）情報
 - DIPS 情報
- 空間情報（データ更新・配信）
- ドローン航路情報
 - ドローン航路情報 A-1-2
 - ドローン航路の予約情報 A-1-3
 - ドローン航路の安全管理に関する情報 A-1-4
 - ドローンポート及び機体リソースに関する情報 A-1-5

表 1 空間デジタルツイン 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	地図 (地形)	・地物ごとの空間ボクセル	Laz	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
2	障害物 (地物)	・地物情報の 3D データ	CityGML	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
3	風速・天候	・東西風成分 (m/s) ・南北風成分 (m/s) ・気温 (K) ・降水量 (mm) ・下層雲量 (%)	JSON	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
4	気象 (降雨/ 風況予測)	・降水量実況 (mm/h) 60 分先まで 5 分 毎 ・降水量予測 (mm/h) 1 時間先～ 6 時 間先までの 30 分毎の降水予測 ・ 風速 (m/s) 東西風速/南北風速を 1:30～7 時間先まで 30 分毎	GRIB2 から JSON に変換し提供	A-1-1 風速・天候情報登録に取り込む A-1-4 安全管理に取り込む
5	電波 (上空電波 シミュレーション 情報)	LTE 圏内圏外シミュレーションデータ等	ASCII テキスト	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
6	人流	移動滞在データ (過去データ)	CSV	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
7	鉄道運行	鉄道運行ダイヤ、駅間の相対位置	CSV、JSON	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
8	規制・イベント	規制・イベント空間、スケジュール	JSON	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む
9	規制 (第三者立 入情報)	指定エリアに侵入した物標情報 (車・バイク・自転車・人)	JSON	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む A-1-4 安全管理に取り込む
10	DIPS 情報 (飛行禁止 エリア情報)	DIPS 提供の「飛行禁止エリア情報取得 API」の返却値	JSON	A-1-1 空間デジタルツインに取り込む

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

1-3 航路画定 (A-1-2)

1) 定義

- ・ ドローンが落下した際にも、ドローン航路運営者が予め指定した範囲にしか落ちないように、立体的な飛行空間の最外縁（航路）を画定する機能
- ・ ドローン飛行に関して、地上関係者等と調整され、立入管理がされている「最大落下範囲」や、利用する機体の性能リスト等をもとに、航路設定が可能な上空の空間を算出する

2) 利用者

- ・ ドローン航路運営者

3) 目的

- ・ 航路内を運航するドローンが落下しても、立入管理がされている範囲になることを保証

4) 機能

- ・ ドローン航路運営者が最大落下範囲を設定
- ・ 空間の最外縁（航路）を設定し得る上空の空間を算出する機能
- ・ 航路情報を入出力する機能

5) 効果

- 従来、運航事業者が飛行経路設計し、個別に地上リスクの観点での安全性を示していたが、この機能により、共通的に安全性を示すことができる

6) 利用者が使用する機能

ドローン航路は、特定の機体、特定の気象条件に対して設定されるものではなく、様々な機体の様々な気象条件に対して、共通に設定される。これによって、複数の運航事業者、複数の機体種別に経路を個別的に管理するのではなく、航路として共通で管理することにより、運航事業者の簡便な利用が期待できる（図 2）。

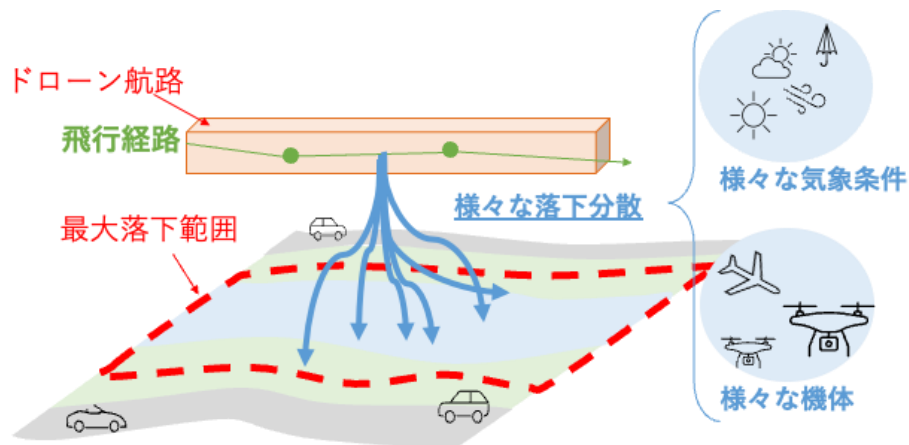


図 2 落下分散の観点でのドローン航路の画定方法

事前に指定された複数の機体・気象条件に関して、落下分散を考慮し、最大落下範囲の外にドローンが落ちないように、ドローン航路が設定される。ドローン航路運営者は、ドローン航路設定可能空間の範囲内で、想定する複数の機種・運航条件・環境条件の最大公約を取る形で条件を設定するため、ドローン航路が全ての機体・気象条件に対応できることを意味するものではないことに留意する。

様々な機体や気象条件に対応するとはいえ、全ての機体・気象条件に対応できるわけではなく、ドローン航路運営者が予め指定した機体や気象条件に対応する。そのため、予約の際には、この条件に合致する運航のみが許容される。また、動的な気象条件については、予約された時刻の当該地域の気象予報を取得することで、当該予約を行なった運航事業者に注意喚起することができる。さらに、運航時に観測（気象データプロバイダからの取得を含む）された値が、条件を満たさない場合は、警告が発出される（図 3）。

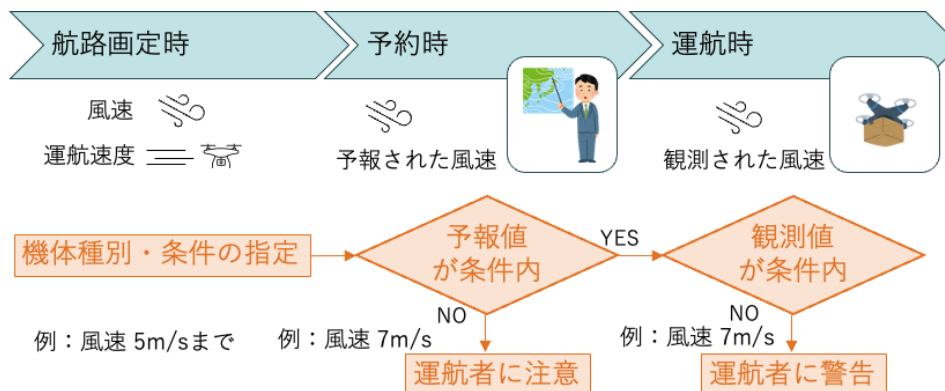


図 3 航路画定時に決める機体種別・運航条件・気象条件と安全管理（予約時・運航時は、安全管理の機能）

予約の入った時刻の風速が、条件範囲外である場合は注意を促し、運航時に条件範囲外となると警告が発出される。

このようなドローン航路を設定する為に、航路システムが想定する流れを、図 4 に示す。

- ① まずは、ドローン航路運営者が立入管理されるべき最大落下範囲を地図上で指定し、これと機体メーカー等が提供する落下分散モデルを元にして、システムがドローン航路設定可能空間を算出する。
- ② 次に、ドローン航路運営者が、この空間内に収まるようにドローン航路を決定する。
- ③ 運航事業者は、このドローン航路を予約した上で、GCS 等で設定する飛行経路を、この航路の中に設定する。このようにして設定された経路は、必ず最大落下範囲の内側になる。

なお、ドローン航路設定可能空間の中で、ドローン航路を設定する際には、バッファが存在している。このバッファの外側がドローン航路設定可能空間の内側に存在するように設定する。このバッファは、航路からの逸脱を想定したものであり、逸脱後に落下した場合にも最大落下範囲の内側に落ちるようにするために必要な空間である。このバッファは、過去の運航実績あるいは、機体メーカー等から提供されるモデルによって計算される。

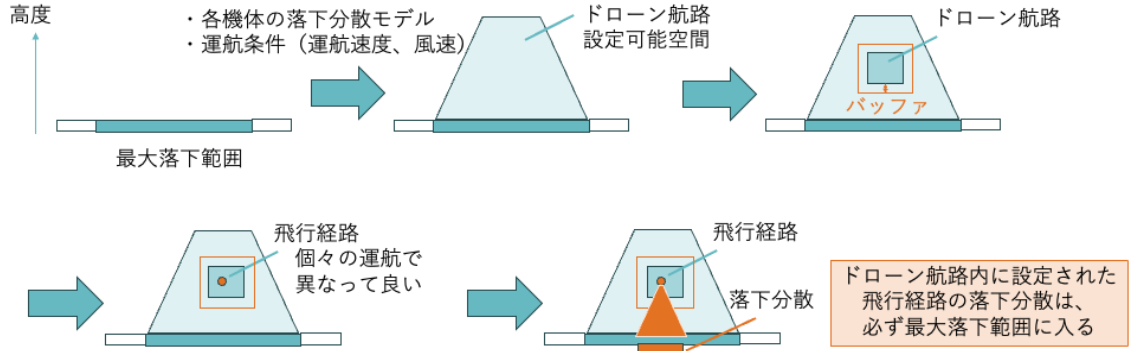


図 4 最大落下範囲から画定されるドローン航路およびドローン航路内の飛行経路

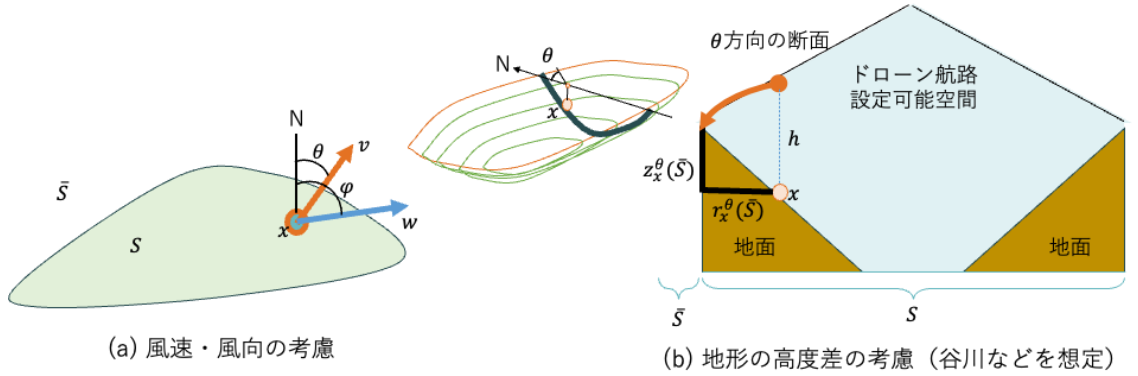


図 5 ドローン航路設定可能空間の算出方法 水平面および垂直面でのモデル

ドローン航路設定可能空間を、最大落下範囲 S 内の任意の地表の位置（緯度、経度） x における高度 h を用いて、 $\{(x, h)\}_{x \in S}$ の形式で表現し、その導出方法を示す。複数の機体集合 I に対して、各機体 $i \in I$ の落下分散モデルが、 $s = f_i(h; v, w)$ で与えられているとする。ここで、 s は落下分散であり、機体は、真北からの方角 θ の方向に、最大運航速度 v で運航していたとし、風が真北からの方角 φ に風速 w で吹いているとする。また、 θ 方向の最大落下範囲外 $\bar{S}$ までの水平距離を $r_x^\theta(\bar{S})$ とし、その $\bar{S}$ との接点と位置 x との高度差を $z_x^\theta(\bar{S})$ とする。

機体 i の落下分散モデルの逆関数が $h = f_i^{-1}(s; v, w)$ で与えられる時、ドローン航路設定可能空間 $\{(x, h)\}_{x \in S}$ は、式 1 で与えられる。

$$\{(x, \min_{i \in I} \min_{(\varphi, w) \in \Phi \times W} \min_{\theta \in [0, 2\pi]} f_i^{-1}(r_x^\theta(\bar{S}); v, w \cos(\varphi - \theta)) + z_x^\theta(\bar{S})\}_{x \in S} \quad \text{式 1}$$

なお、初期のドローン航路システムとしては、高度差や風向きは考慮せず、式 2 のみを考慮している。

$$\{(x, \min_{i \in I} f_i^{-1}(r_x^\theta(\bar{S}); v, w))\}_{x \in S} \quad \text{式 2}$$

具体例として、ある機体メーカーの落下分散モデルが式 3 で与られている場合、その逆関数は式

4となる。また、これに基づいて計算される、最大落下範囲外からの距離に対する高度は、図 6 のようになる。

$$s = (v + w) \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

式 3

$$h = f_i^{-1}(s; v, w) = \frac{g}{2} \left(\frac{s}{v + w} \right)^2$$

式 4

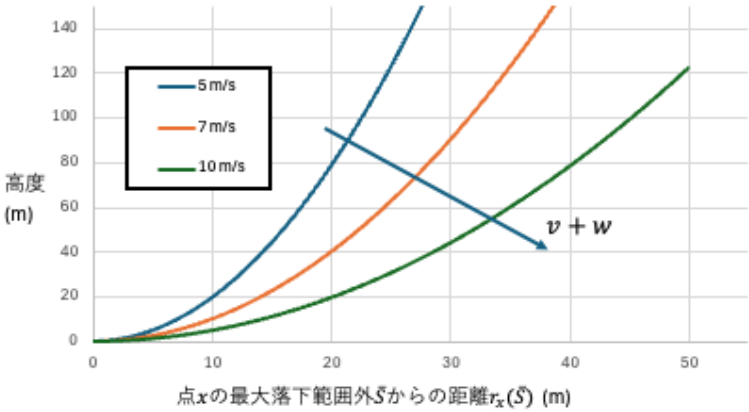


図 6 ある落下分散モデルの元で設計される設定可能空間の例

風速や最大運航速度を制限すると、航路の設定可能空間が広がる。一方で、そのようにして設定された航路は、強風時に利用できなくなるといったトレードオフの関係性がある。

表 2 航路確定機能 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	最大落下範囲情報	・最大落下範囲 ID - 航路作成時に情報（航路対応機種、落下空間、航路点、航路断面、航路区画、最大落下範囲）をまとめるために割り当てられる識別子 - 最大落下範囲設定時に割り当てられる識別子（UUID） ・ドローン航路運営者 ID ・名称 ・エリア名 ・最大標高・地形 - 最大落下範囲に含まれる最大標高・地形 ・ジオメトリ - 最大落下範囲の図形	JSON	－

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
2	飛行経路／ドローン航路情報	・航路画定 ID - 航路区画に割り当てられる識別子 (UUID) ・断面分割数 ・航路 ID - 航路作成時に割り当てられる識別子 (事業者 ID + 事業者 ID 内で一意) ・航路名称 ・親ノード航路 ID ・飛行目的 - 物資運搬／送電線点検／河川監視／山岳監視／その他から選択 ・航路区画情報 (ID／名称のみ) - 航路区画 ID に紐づけて管理する情報 (ドローンポート-航路区画マッピング、航路) の総称 ・落下範囲節情報 (緯度経度：LineString) ・航路点情報 (緯度経度高度) ・落下空間情報 (緯度経度高度)	JSON	—
3	航路対応機種情報	・対応機種 ID - 航路に対応するドローンの機種の識別子 ・航路画定 ID ・製造メーカー名 ・型式 (モデル) ・機種名 ・機体種別 ・IP 番号 ・機体長 ・重量 ・最大離陸重量 ・最大飛行時間	JSON	—
4	DIPS 登録用航路情報	DIPS に航路の形状を登録する際の 2 次元エリア情報。形状は"Polygon"固定	GeoJSON	DIPS (今後接続予定。今年度時点では、ファイル出力まで実装)

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

1-4 航路予約 (A-1-3)

1) 定義

- ・ ドローン航路運営者が画定したドローン航路を運航事業者はドローンを飛行させたい航路内の範囲と時間を指定することでドローン航路の予約ができる

2) 利用者

- ・ 運航事業者
- ・ ドローン航路運営者

3) 目的

- ・ 運航事業者が簡便にドローン航路を予約できること
- ・ ドローン航路運営者が簡便にドローン航路の予約を管理できること

4) 機能

- ドローン航路の予約
- ドローン航路の予約状況確認

5) 効果

- 運航事業者は Web ブラウザから簡便にドローン航路を予約できる
- ドローン航路運営者は Web ブラウザから簡便にドローン航路の予約状況を管理できる

6) 利用者が使用する機能

- 航路予約（運航事業者）
 - 航路予約
運航事業者が航路を予約するため、予約したい航路区画毎に利用したい日時を指定して航路予約を申請、予約結果を返却する。
 - 航路予約一覧表示
運航事業者が自身の航路予約一覧を確認するため、要求する運航事業者の航路予約情報を返却する。
 - 航路予約詳細
航路予約 ID をキーに航路予約の詳細情報を取得する。
 - 航路予約取消
運航事業者が自身が予約した航路予約をキャンセルするため、キャンセルしたい予約 ID で航路予約取消要求をおこない、キャンセル結果を返却する。
- 航路予約管理（ドローン航路運営者）
 - 航路予約一覧表示
航路運営者が自身の運営している航路予約一覧を確認するため、要求した運営している航路全ての航路予約情報を返却する。
 - 航路予約詳細
航路予約 ID をキーに航路予約の詳細情報を取得する。
- 航路予約撤回
ドローン航路運営者が運航事業者の予約した航路予約を撤回するため、撤回したい予約 ID で航路予約撤回要求をおこない、撤回結果を返却する。

ドローン航路システムはマイクロサービスアーキテクチャを採用しており、青枠で囲った A-1-3 航路予約サービスは、航路予約ロジックと航路予約 DB、共通 GUI、他連携サービスとの連携 IF で構成される。

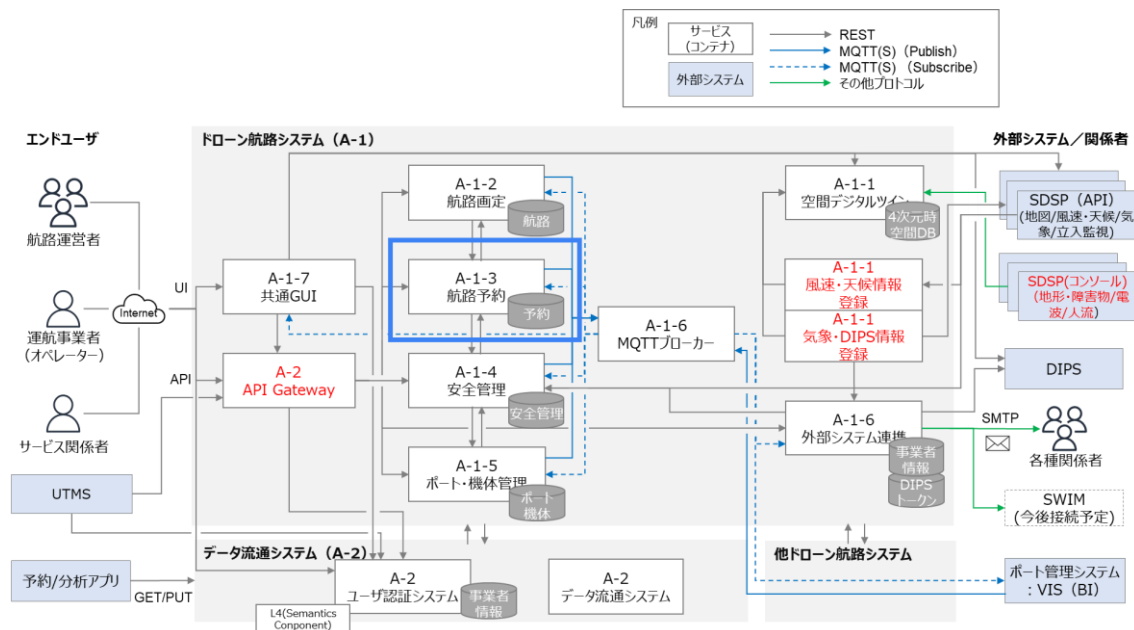


図 7 航路予約サービス

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspaces Reference Architecture Model (ODS-RAM)」に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

- 「データ流通システム (A-2)」(システム名) → 「ドローン領域のデータスペース (A-2)」
- 「A-2 ユーザ認証システム」→ 「A-2 L3(IdP)」
- 「A-2 データ流通システム」(機能名) → 「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

- 運航事業者が飛行させるドローンに応じた航路の予約が可能
- 離陸地と着陸地を選択することで予約したい区間が決定し地図上に表示される
- 区間決定後に予約日時を指定するが、その区間の予約状況がタイムスロット単位で画面上に表示される
- 空いているタイムスロットで日時を選択することで予約が行われる

運航状況

予約一覧

ポート一覧

ドローン機体一覧

航路画定

DIPSログイン

通知

TKログイン

Drone route service

新規予約 航路選択

機体リモートID

機体IDを入力してください

飛行エリア

荒川上流方面

航路

荒川上流エリア鉄橋点検

飛行目的

指定なし

離陸地

航路点

荒川フロント

離着陸場

荒川フロントポート

着陸地

航路点

笹目橋

離着陸場

笹目橋ポート

戻る

荒川上流エリア鉄橋点検

リストビュー 地図表示

地理情報

地物

天気情報

雨雲

風向・風量

気象レーダー

現在

- 1時間後

- 2時間後

- 3時間後

- 5時間後

- 6時間後

- 8時間後

1/25000

OpenStreetMap

日時選択

図 8 ドローン航路予約（航路選択）

運航状況

予約一覧

ポート一覧

ドローン機体一覧

航路画定

DIPSログイン

通知

TKログイン

Drone route service

予約空き状況

航路 荒川上流エリア鉄橋点検

離陸 荒川フロント

離陸場 荒川フロントポート

着陸 笹目橋

着陸場 笹目橋ポート

離陸日時

2024/10/10 10:00

着陸日時

2024/10/10 11:30

機体リモートID 00-000-00000

この日程で航路予約可能です

戻る

カレンダー 詰

今日

2024/09/29(日) ~ 2024/10/12(土)

	06 日	07 月	08 火	09 水	10 木	11 金	12 土
8:00							〇〇鉄橋建設 07:30~11:30
9:00		△△運輸・配送 08:00~11:00				〇〇鉄橋建設 08:30~11:30	
10:00				電波塔定期点検 09:00~12:00	△△運輸・配送 10:00~11:30		
11:00			△△運輸・配送 11:00~12:30				
12:00	△△運輸 12:00~13:00			△△川撮影			
13:00		△△運輸 13:00~14:00		◇◇電気点検			
14:00				◇◇河口点検	△△運輸 13:00~14:00		
15:00				△△運輸 15:00~16:30		電波塔定期点検 14:00~15:00	
16:00							

予約確認

図 9 ドローン航路予約（日時選択）

表 3 航路予約 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	航路予約情報	・運航事業者 ID 運航事業者の識別子 ・航路予約 ID 運航事業者の航路予約毎に付与される識別子	JSON	予約／分析アプリ （データ連携システムを介した連携）

- 11 -

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
		・航路区画 ID 航路点間の航路区画に付与される識別子 ・航路区画毎の予約開始日時 ・航路区画毎の予約終了日時 ・航路区画毎の予約状態 航路区画毎の予約状態。 RESERVED,CANCELED,RECINDED の 3 種類の状態 ・予約完了日時 運航事業者が予約を完了させた日時 ・予約状態更新日時 運航事業者又はドローン航路運営者が予約状態を更新、若しくは登録させた日時		
2	メール周知履歴	・事業者 ID メール送信先のサービス関係者の事業者 ID ・周知種別 メッセージの種別（10:航路登録、11:航路削除、20:航路予約、21:予約キャンセル、22:予約撤回） ・周知先 メールアドレス、電話番号などの情報 ・周知方法 周知方法（1:メール、2:API、3:電話） ※現在は 1:メールしか入らない ・送信内容 メール送信内容 ・送信結果 送信結果（00:成功、10:失敗） ・失敗理由 送信結果が失敗の理由メッセージ ・送信日時 メール送信日時	JSON	—

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

1-5 安全管理（A-1-4）

1) 定義

- ・ 航路の安全管理を支援する機能

2) 利用者

- ・ ドローン航路運営者
- ・ 運航事業者

3) 目的

- ・ 航路設定時に設定した安全管理を支援する

4) 機能

- ・ 運航の航路適合性を評価する機能
- ・ 航路の閉塞管理を行う機能

- 航路逸脱をモニタリングする機能
- 過去の運航に関する情報（運航実績、航路情報等）を蓄積／共有する機能
- 航路内の運航におけるヒヤリハット情報を蓄積／共有する機能

5) 効果

- 運航事業者が事業者ごとに補助者を置いて人の立入監視を行うのではなく、ドローン航路運営者が AI カメラなどで人の立入監視を行うことで人件費の削減につながる

6) 利用者が使用する機能

- 航路に対する運航適合評価の実施
 - 実施タイミング
 1. 航路予約時（評価結果 NG の場合は予約不成立とする）
 2. 予約成立後から運航開始前までの定期実行（前日までは 1 日 3 回（8 時、12 時、16 時）、当日は 10 分間隔）
 3. 運航中（運航開始時に初回実行、以降 10 分間隔の定期実行、または SDSP 側からの変更通知受信時）

※ 2.と 3.は、成立した航路予約の対象の航路・予約時間に対して実施する。
 - 実施内容例
 - 風速判定

既定の風速を超えていたら NG。

※10 時間後までの判定のみ。
 - 第三者立入監視判定

航路に対応する最大落下範囲のエリアに存在する立入管理エリアの監視カメラの情報を元に、人や車が入っていたら NG。

※ 実施タイミングは「3.運航中」のみ。
 - 規制／イベント判定

航路に対応する最大落下範囲のエリアと規制区域、予約時間と規制時間帯が重なっていたら NG。
 - 鉄道運行情報判定

航路に対応する最大落下範囲のエリアと鉄道エリアが重なっている場合、かつ予約時間帯と鉄道が通過する時間帯が重なっていたら NG。
 - 運航事業者、ドローン航路運営者への通知

適合性評価結果が OK→NG、または NG→OK となった際に MQTT ブローカーを介して共通 GUI へ通知する。（リアルタイムに変化し得る情報を取得し、安全でなくなった場合に、運航事業者などに通知）

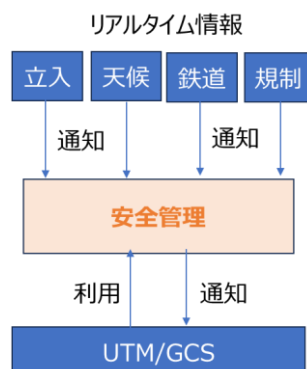


図 10 リアルタイム情報の取得と運航事業者への通知

- UTMとのテレメトリ連携
 - 実施タイミング：飛行中

内容： UTM(USS)から、リモート ID、テレメトリ情報（経度・緯度・対地高度）を含めた通知を予約時間帯の間受信する。
- 運航情報蓄積・逸脱モニタリング
 - 実施タイミング・内容
 - 航路予約成立時

運航事業者が共通 GUI で指定したリモート ID、機体情報を航路予約情報と紐づけて保存する。
 - 航路予約時間帯

UTM(USS)からテレメトリ情報を受信し、運航蓄積情報として保存する。（※リモート ID を元に対象と判定）

テレメトリ情報と航路情報を元に航路からの逸脱判定を行い、運航蓄積情報として保存する。

逸脱判定結果が OK→NG、または NG→OK となった際に MQTT ブローカーを介して共通 GUI へ通知する。

※ ポートに向かって航路を逸脱した際にも通知する。

運航状況画面表示時、最新のドローンのテレメトリ情報（最大 5 秒前までの情報）を共通 GUI へ返す。
- ヒヤリハット情報の蓄積・取得
 - 下記の情報をヒヤリハット情報として蓄積する
 - 航路逸脱関連情報

1 運航単位に逸脱割合、逸脱量を 95 パーセンタイルで計算したものを蓄積する。
 - 第三者立入監視情報

下記のケースにおける第三者立入監視情報を蓄積する。

 - 第三者立入監視情報により、適合性評価結果が OK→NG となるケース

- ・第三者立入監視情報により、適合性評価結果が NG→OK となるケース
- ・蓄積したヒヤリハット情報は MQTT ブローカーを介して通知する（現状共通 GUI には対応しておらず、2025 年度以降の対応を想定）
- ・ドローン航路運営者や運航事業者が、ヒヤリハット情報を取得する（現状共通 GUI には対応しておらず、2025 年度以降の対応を想定）

表 4 安全管理機能 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	航路予約情報	・航路予約毎の識別 ID 航路予約 ID と、UTM の運航情報の通知サブスクリプションの紐づけを管理する情報の識別子 ・予約開始日時 ・予約終了日時 ・予約登録日時 - 航路予約から取得する予約日時 ・適合性評価結果 第三者立入監視情報、鉄道運航情報などを元にした適合性評価結果	JSON	—
2	運航情報	・エリア情報のサブスクリプション ID UTM の運航情報の通知サブスクリプションの識別子 ・機体の種別 ・テレメトリ情報取得日時 UTM から通知されたテレメトリ情報の取得日時 ・テレメトリ情報 (緯度、経度、対地高度、機体の進行方向、機体の速度、機体の垂直速度) ・航路逸脱割合 ・航路予約 ID ・航路 ID ・航路区画 ID ・運航状況 運航状況（航路進入前、正常運航、逸脱）を示す情報 ・飛行時間 航路予約 ID が一致する最初の運航蓄積データの日時からどれくらい時間が経過したかを示す情報	JSON	UTMS (テレメトリ情報は、UTMS からドローン航路システムに連携)
3	リモート ID 情報	・シリアルナンバー ドローンのシリアルナンバー (航路予約とリモート ID の紐付けに使用) ・セッション ID / フライト識別 ID 特定のフライト (セッション) を識別するための ID (航路予約とリモート ID の紐付けに使用)	JSON	UTMS (リモート ID 情報は、UTMS からドローン航路システムに連携)

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

1-6 ポート・機体管理 (A-1-5)

1) 定義

- ・ ドローン航路に紐づく離着陸場・機体リソース（ドローン航路運営者が管理し、貸し出す機体）を管理し提供する機能
- ・ 離着陸場（緊急離発着場含む）には、航路に所属する離着陸場/共用離着陸場が存在すると仮定し、本事業において開発の対象とする協調領域は、航路に所属する離着陸場とする

2) 利用者

- ・ ドローン航路運営者（離着陸場・機体リソースの登録、管理）
- ・ 運航事業者（離着陸場・機体リソースの予約）

3) 目的

- ・ 運航事業者の資産整備にかかる負担を軽減するとともに離着陸場・機体等を所持していない事業者のドローン活用を可能とする

4) 機能

- ・ 離着陸場及び緊急着陸場の位置並びに離着陸可否等を共有し利用予約できること
- ・ 機体の位置及び駐機情報等を共有し機体について利用予約できること

5) 効果

- ・ 運航事業者の資産整備にかかる負担を軽減するとともに、離着陸場・機体等を所持していない事業者のドローン活用を可能となる

6) 利用者が使用する機能

- ・ 離着陸場管理（ドローン航路運営者）
 - ・ 登録
 - ・ フィールドに設置した離着陸場の情報を登録する
 - ・ メンテナンス
 - ・ 離着陸場の閉塞計画を登録する
 - ・ 登録した閉塞計画と重複する予約をキャンセルする
 - ・ 離着陸場の情報を修正する
- ・ 離着陸場予約（運航事業者）
 - ・ 予約
 - ・ 離着陸場の位置を確認する
 - ・ 離着陸場の情報を確認する
 - ・ 離着陸場を予約する
 - ・ 離着陸場の予約情報を確認する
 - ・ 離着陸場の予約を修正する
 - ・ 飛行中

- UTM 等がポート管理システム（VIS）に MQTT ブローカーを通して離陸を通知する
 - 離着陸場周辺の風況情報等を確認する
 - UTM 等がポート管理システム（VIS）に MQTT ブローカーを通して着陸を通知する
- 機体リソース管理（ドローン航路運営者）
 - 登録
 - 機体リソースの情報を登録する
 - メンテナンス
 - 機体リソースの情報を修正する
- 機体リソース予約（運航事業者）
 - 予約
 - 機体リソースの情報（位置、機体名等）を確認する
 - 機体リソースを予約する
 - 機体リソースの予約情報を確認する
 - 機体リソースの予約を修正する

A-1-5 の離着陸場・機体リソース管理機能は青枠で囲った部分が対象である。ポート管理システム（VIS）と UTMS は MQTT ブローカーを通してメッセージ通信する。

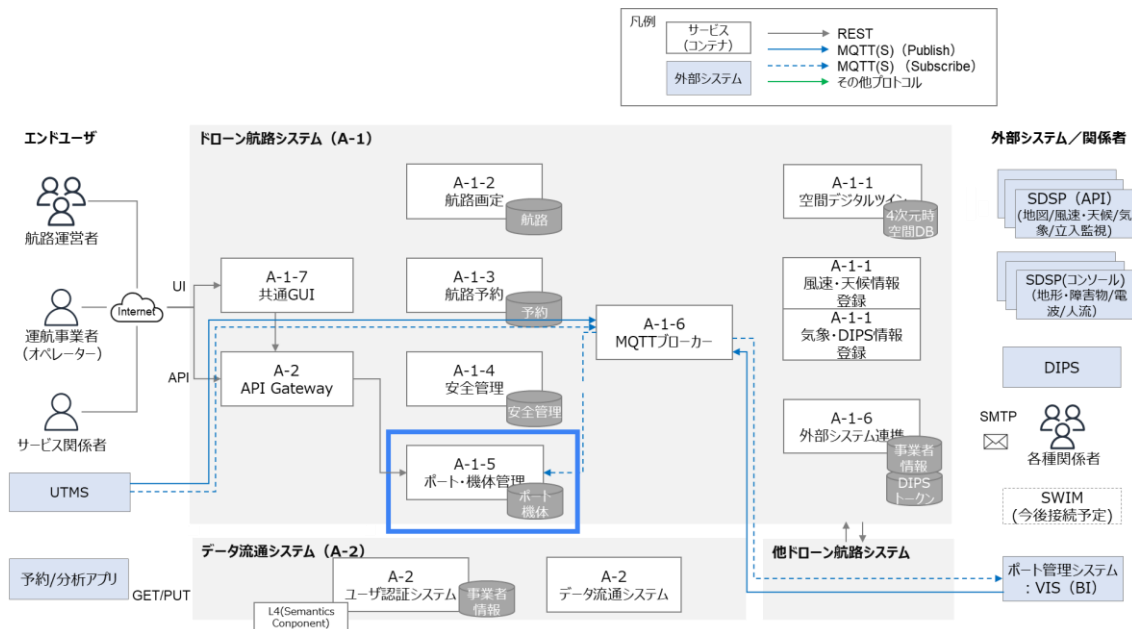


図 11 ポート・機体管理

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspaces Reference Architecture Model (ODS-RAM)」に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

-「データ流通システム (A-2)」(システム名) →「ドローン領域のデータスペース (A-2)」

-「A-2 ユーザ認証システム」→「A-2 L3(IdP)」

-「A-2 データ流通システム」(機能名) →「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

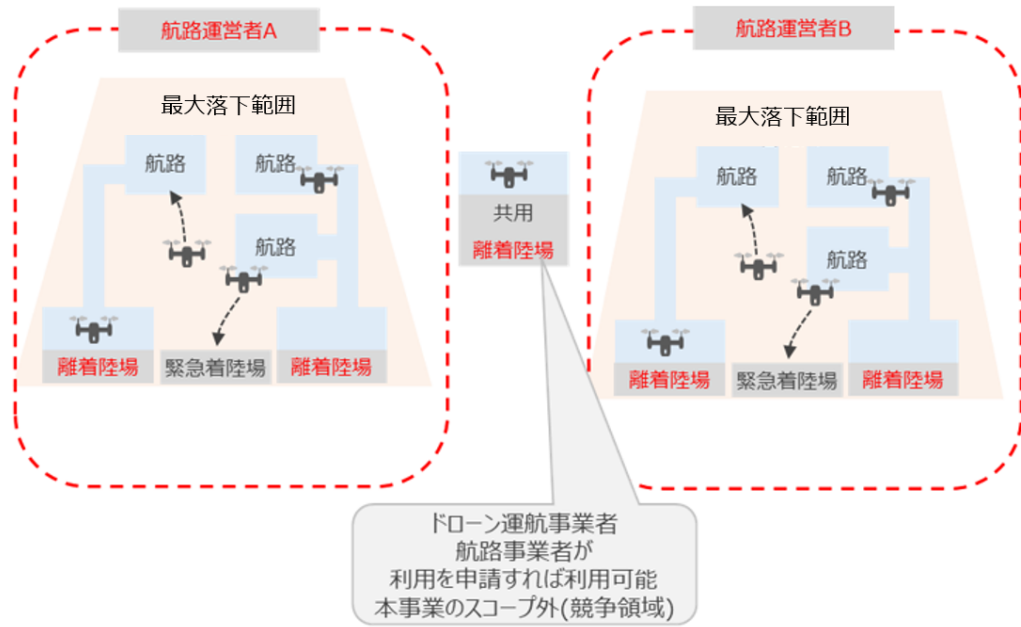


図 12 サービス スコップ (ドローン航路の断面で図示)

本サービスのスコップ。(赤枠の航路に所属する離着陸場が対象。共用ドローンポートは対象外)

表 5 ポート・機体管理 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	ドローンポート 情報	・ドローンポート ID 離着陸場を一意に識別する ID ・ドローンポート名 ・設置場所住所 ・製造メーカ ・製造番号 ・離着陸場種類 ・位置情報 (緯度、経度、着陸面对地高度) ・対応機体 ・ドローンポート動作状況 離着陸場の状態 (動作中／準備中)	JSON	ポート管理システムに連携 (VIS インタフェース有の場合)
2	ドローンポート 予約情報	・ドローンポート予約 ID 離着陸場の予約を一意に識別する ID ・ドローンポート ID ・使用機体 ID ・航路予約 ID 航路予約との紐づけ情報 ・利用形態 物流、点検などの利用形態 ・予約日時範囲	JSON	ポート管理システムに連携 (VIS インタフェース有の場合)

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
3	機体情報	・機体 ID - 離着陸場・機体管理で管理する機体を一意に識別する ID ・機体名 ・製造メーカ ・製造番号 - 離着陸場・機体管理で管理する機体の製造メーカが機体に付与した番号 ・機体の種類 ・最大離陸重量 ・重量 ・最大速度 ・最大飛行時間 ・機体の所在地（緯度、経度） ・機体認証の有無 ・DIPS 登録記号	JSON	ポート管理システムに連携 (VIS インタフェース有の場合)
4	VIS テレメトリ情報	・ドローンポート ID ・IP アドレス ・VIS ステータス ・テレメトリ情報（緯度、経度、着陸面対地高度、風向、風速、最大風速時風向、最大風速、雨量、気温、湿度、気圧、照度、紫外線、観測時間、侵入検知有無、検知物カテゴリ、閾値（風速）） ・エラー情報	JSON	ポート管理システムに連携 (VIS インタフェース有の場合)

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

1-7 外部システム連携（A-1-6）

1) 定義

- ・ ドローン航路の関係機関（フィールド管理者、自治体など）に航路の航路情報や航路予約情報を周知する
- ・ DIPS（Drone / UAS Information Platform System）と情報連携する機能

2) 利用者

- ・ フィールド管理者、自治体など（航路予約情報等の周知先）
- ・ DIPS 管理者（DIPS への航路範囲情報の提供）

3) 目的

- ・ ドローンが高密度に飛び交う世界が実現されることにより、有人航空機も含めた空域利用の複雑性の増大、安全リスクの拡大といった影響が懸念される
- ・ 関係機関への通知や、外部システムと連携する機能を開発し、関係者間で情報共有することで安全リスクを抑制し、高効率で安全・安心な空域の利用を実現することを目的とする

4) 機能

- ・ 航路構築時、航路予約時に関係機関にメールで通知。関係機関ユーザは UI を参照し関連

情報を確認する

- DIPS への航路登録用に航路情報のファイルを出力する。DIPS の管理者がドローン航路を DIPS に登録可能とする

5) 効果

- 関係機関に情報が周知されることにより、フィールド管理者が即時、航路の設定・利用状況を把握できる
- 自治体や災害関連事業者が被災状況確認のために UI で使用する航路範囲情報を確認する等、災害発生時の航路活用が可能となる
- ファイル出力を行った航路範囲情報を DIPS に登録し、運航事業者が DIPS 上で航路範囲情報を確認可能とし、運航事業者間の調整に活用可能とする

6) 利用者が使用する機能

- 航路構築時（ドローン航路運営者）
 - ドローン航路の画定时、または画定後にドローン航路の関係機関の紐づけを行う
 - 関係機関に対してドローン航路情報の周知を行う
 - DIPS への航路登録用に航路情報のファイルを出力し、DIPS 管理者に連携する
 - DIPS 管理者はドローン航路を DIPS に登録する
- 航路予約時（運航事業者）
 - ドローン航路の運航予約を行う
 - ドローン航路に紐づく関係機関に対して予約情報の周知を行う
- 航路構築、航路予約時（関係機関）
 - 航路情報、航路予約情報の周知メールを受け取る
 - 共通 GUI にログインし、航路情報、航路予約情報の詳細を確認する
- DIPS ファイル出力（ドローン航路運営者）
 - GUI から航路情報を DIPS 形式のファイルでエクスポートする
- DIPS ファイル出力（DIPS 管理者）
 - 航路情報のファイルをインポートし、DIPS に登録する

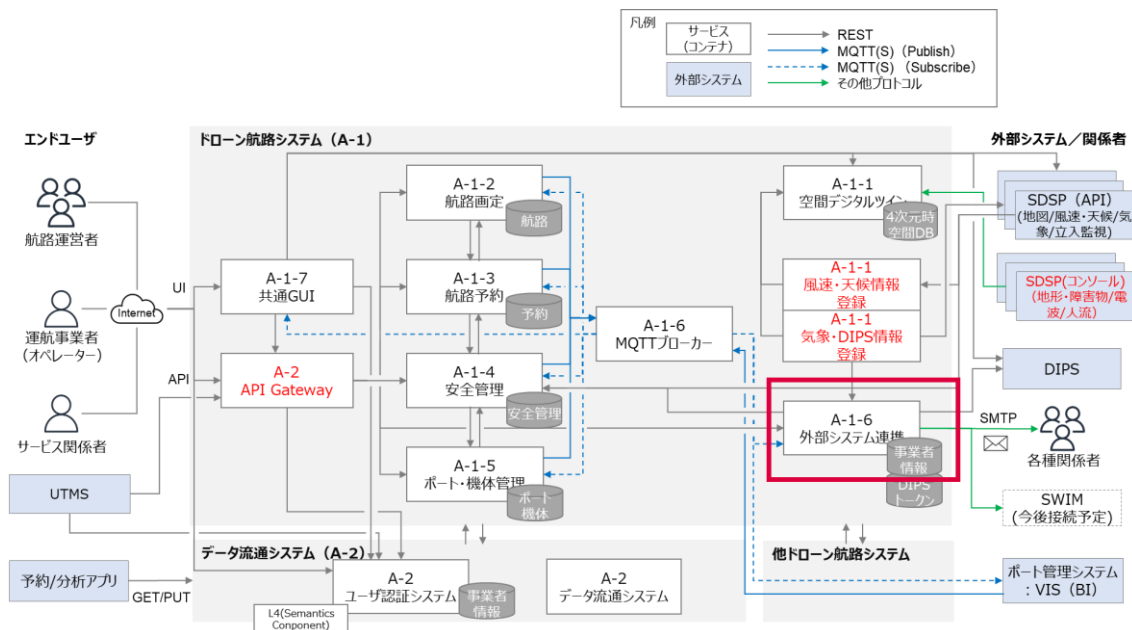


図 13 外部システム連携

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspaces Reference Architecture Model (ODS-RAM)」に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

- 「データ流通システム (A-2)」(システム名) →「ドローン領域のデータスペース (A-2)」
- 「A-2 ユーザ認証システム」→「A-2 L3(IdP)」
- 「A-2 データ流通システム」(機能名) →「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

1-8 共通 GUI (A-1-7)

1) 定義

- ・ ドローン航路の共通 GUI

2) 利用者

- ・ ドローン航路運営者
- ・ 関係機関
- ・ 運航事業者

3) 目的

- ・ 現代的かつ直感的なインターフェースデザインを開発する
- ・ 将来的に全国展開され、各事業者が共通的に使用することを踏まえたインターフェースデザインを開発する

4) 機能

- ・ GUI

5) 効果

- ・ 直感的にわかりやすく使いやすい

1-9 ドローン航路領域のデータスペース (A-2)

ドローン航路システムにおいて、航路の予約データや立ち入り管理イベントデータを典型とした、事業者を横断するデータ連携に係る仕組み（ドローン航路領域のデータスペース）については、デジタル化をイネーブラーとして、企業と企業をつなぐビジネス・デジタルの協調領域を整備し、利用可能とすることにより、産業界全体として新たな連携による価値を生み出すエコシステムであるウラノス・エコシステム（Ouranos Ecosystem）が技術参照文書として提示する「ウラノス・エコシステム・データスペースズ リアレンスアーキテクチャモデル」²に準拠した設計を実施している。

1) 定義

- ・ ドローン航路システムにおける認証・認可機能を提供する
- ・ 予約・分析アプリがデータスペースを通して、ドローン航路システムのデータを利用可能とする

2) 利用者

- ・ GUI 利用ユーザ（ドローン航路運営者、運航事業者、関係機関）
- ・ 外部システム（UTMS）
- ・ 予約・分析アプリ

3) 目的

- ・ ドローン航路システムの機能やデータを安心安全に利用可能とする

4) 機能

- ・ GUI、外部システム（UTMS）からドローン航路システムを利用するための認証・認可機能を提供する
- ・ 予約・分析アプリからデータ流通システムを介してドローン航路システムのデータにアクセスする機能を提供する

5) 効果

- ・ ドローン航路システムをユーザ、外部システムが安心安全に利用可能となる

6) 利用者が使用する機能

- ・ 共通 GUI（フロントエンド）からのアクセスに対する認証／認可
 - ・ API キー、ID、パスワードを元に GUI からユーザ認証システムに対して認証を行い、アクセストークンを取得する
 - ・ API キー、取得したトークンを付与して GUI から API Gateway に対してリクエストを行う
 - ・ API Gateway からユーザ認証システムに対してトークンイントロスペクションを行い、トー

² 経済産業省、情報処理推進機構デジタルアーキテクチャ・デザインセンター「Whitepaper：ウラノス・エコシステム・データスペースズリアレンスアーキテクチャモデル（ODS-RAM V1）」

<https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/Individual-link/h5f8pg0000003h0k-att/ouranos-ecosystem-dataspaces-ram-white-paper.pdf>

クンを検証する

- トークンが有効な場合はバックエンドに対して、リクエストの振り分けを行う
- ドローン運航管理システム（UTMS）からのアクセスに対する認証・認可
 - UTMS から API キー、クライアント ID、クライアントシークレットをもとに、ユーザ認証システムに対して認証を行い、アクセストークンを取得する
 - API キー、取得したトークンを付与して GUI から API Gateway に対してリクエストを行う
 - API Gateway からユーザ認証システムに対してトークンイントロスペクションを行い、トークンを検証する
 - トークンが有効な場合はバックエンドに対して、リクエストの振り分けを行う
- 予約・分析アプリからのアクセスに対する認証・認可
 - API キー、ID、パスワードを元にアプリからユーザ認証システムに対して認証を行い、アクセストークンを取得する
 - API キー、取得したトークンを付与して GUI からデータ流通システムに対してリクエストを行う
 - データ流通システム（ODS-FDC）からユーザ認証システムに対してトークンイントロスペクションを行い、トークンを検証する
 - トークンが有効な場合はデータ流通システム（ODS-FDC）からドローン航路システムに対してリクエストを行う

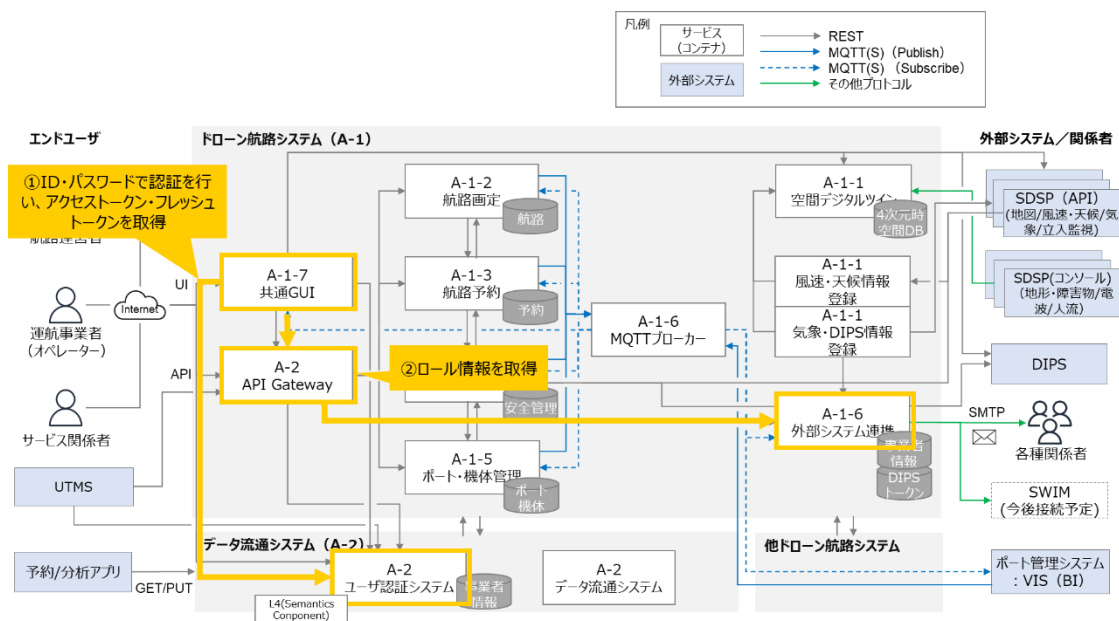


図 14 GUI からの認証・認可の流れ①

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspaces Reference Architecture

Model (ODS-RAM)」に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

- 「データ流通システム (A-2) 」(システム名) →「ドローン領域のデータスペース (A-2) 」
- 「A-2 ユーザ認証システム」→「A-2 L3(IdP)」
- 「A-2 データ流通システム」(機能名) →「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

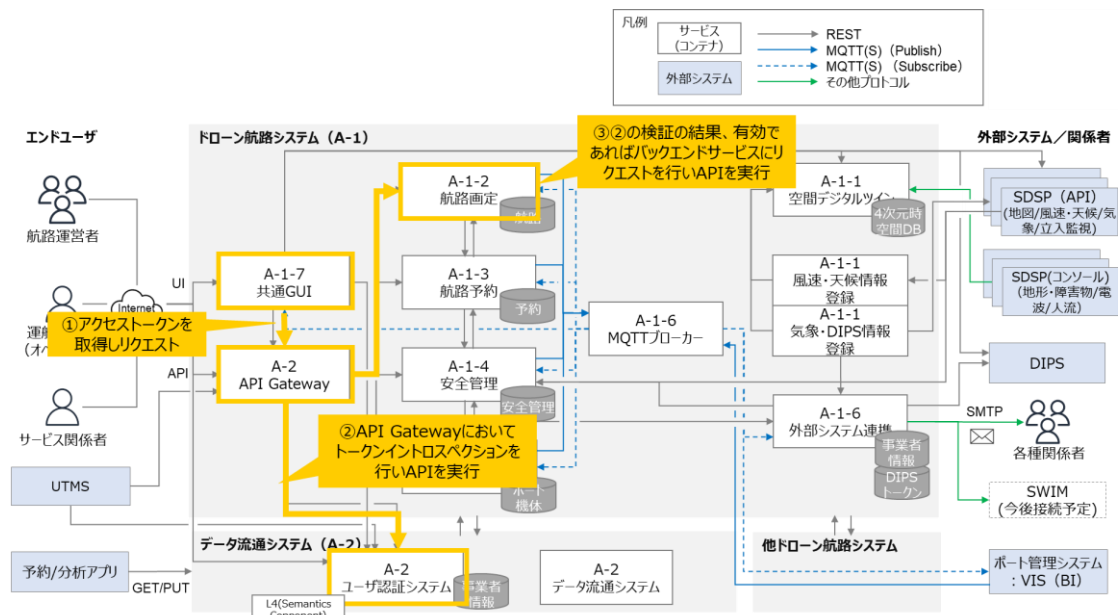


図 15 GUI からの認証・認可の流れ②

注) 図中の記載については「Ouranos Ecosystem Dataspaces Reference Architecture Model (ODS-RAM)」に記載されている以下と読み替えが可能なものとする。

- 「データ流通システム (A-2) 」(システム名) →「ドローン領域のデータスペース (A-2) 」
- 「A-2 ユーザ認証システム」→「A-2 L3(IdP)」
- 「A-2 データ流通システム」(機能名) →「L2(ODS Flex Dataspace Connector)」

表 6 ユーザ認証 管理データ

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
1	事業者情報 (ユーザ認証システム管理、 航路システム管理)	- 事業者 ID ユーザ認証システムで割り当てられる識別子 (UUID) - 事業者メールアドレス システムログイン時の認証に利用する事業者のメールアドレス - パスワード システムログイン時の認証に利用するパスワード	JSON	—
2	アクセストークン	アクセストークン システムログイン時にユーザ認証システムから割り当てられるアクセストークン。	JWS	—

No	情報	内容	データフォーマット	データの外部連携先
		・リフレッシュトークン システムログイン時にユーザ認証システムから 割り当てられ、アクセストークンをリフレッシュする 際に利用するリフレッシュトークン		

※ 記載各データの要求精度については今後の課題とする

2. ドローン航路の網目状の面的展開を踏まえた共通メタ識別子（UMI）体系案

2-1 概要

ドローン航路における航路区画や離着陸場の識別子体系を決める際には、各々の側面に共通な識別子の設計方法を決め、それぞれの側面間で変換が容易になることが望ましい（図 16）。ここでは、Web システムとしての側面、物流におけるモビリティハブとしての側面、空域管理としての側面に注目する。個別の側面との整合性は後述するとして、UMI 設計としては、ドローン航路運営者の事業者識別子（ID）と、事業者内の識別子（ID）とを組み合わせたものが望ましい。

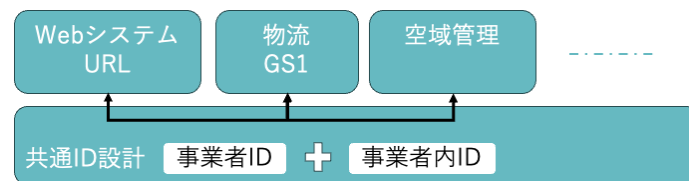


図 16 航路区画や離着陸上の ID に関する設計方針

注）事業者 ID と事業者内 ID で構成し、Web システム、物流システム、空域管理システムとの間で、容易な変換ができるようにする。

2-2 Web システムとしての側面

Web システムとしての側面に注目する前に、将来的なドローン航路が面的に展開され、ネットワークポロジーとしての接続形態をなす将来像を考える。将来、複数のドローン航路運営者が提供する航路が、相互に接続しあって、ネットワーク状の社会インフラとなることを想定する。この時、利用者からは、複数のドローン航路運営者のシステムが透過的にアクセスできることが望ましい。これは、鉄道システムにおいて、様々な民間の鉄道会社が相互に連結し合いながらも、乗客がシームレスに利用できることに対応する。これを実現するには、2つの要素が必要となる。一つは、ドローン航路運営者が、航路を構成する航路区間と離着陸場の ID を公開することであり、もう一つは、接続先の他事業者の ID を参照すること、である。この実現に適した既存仕様が RDF（Resource Description Framework）である。これは、Web ページのリンク構造と同等のものであるが、人が読む記事の中のリンク構造ではなく、システムが読むためのリンク構造であり、用途に応じてリンクの種別（例えば、「航路が、別の航路と接続する」など）が各業界で定義される。前述の共通 ID 設計に従うと、事業者 ID は URI のドメインに相当し、事業者内 ID はドメイン内でのパスに相当するため、容易な変換が可能となる（図 17）。

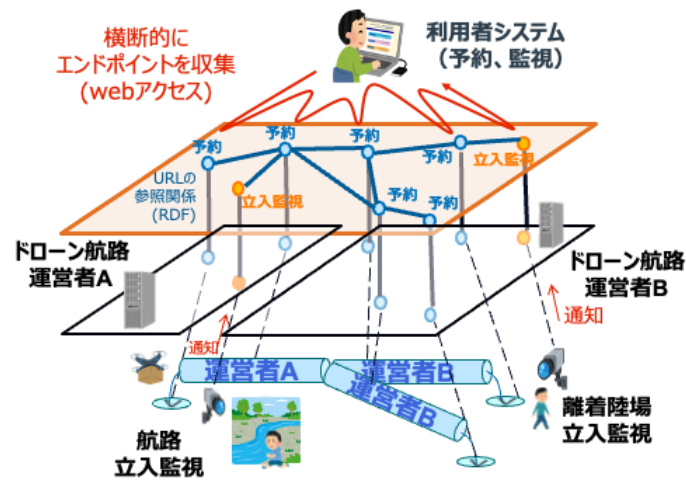


図 17 複数のドローン航路運営者を跨いだ航路の利用

2-3 物流システムとしての側面

ドローン航路は、点検などでも利用され得るが、将来期待されるのは物流としての活用である。物流では、現在、世界的にフィジカルインターネットという次世代の共同配送に向けた取り組みが行われている。これは、インターネットのように運ぶモノや場所などを標準化し、物流企業間での共同配送などを容易にするものである。現在は、物流事業者が各々別の番号体系で物流の管理をしているため、共同配送が進んでいない。この番号体系として、国際的には、GS1 で統一する方向性である。GS1 は、日本では商品に付与される GTIN だけが有名であり、JAN コードとして広く使われている。しかしながら、モビリティやモビリティハブに対する GIAI や GLN は普及していない。ドローン航路を、将来的にこのフィジカルインターネットの中で扱われるべく、GLN などの対応づけを取る（図 18）。この GS1 における番号体系は、やはり GS1 事業者コードと、事業者内のコードから構成されるため、前述の共通 ID 設計に従うことで、容易な変換が可能となる。

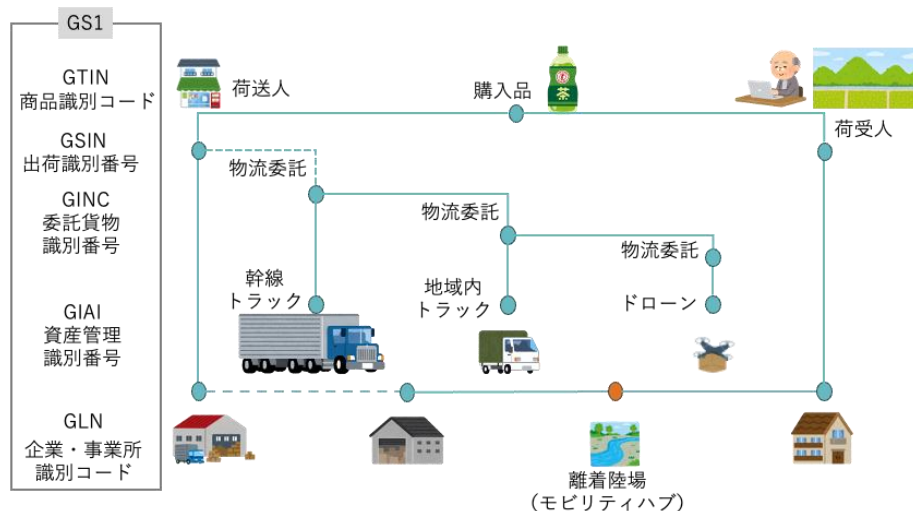


図 18 物流システム全体像の中での離着陸場の位置付け

2-4 空域としての側面

ドローン航路は、空域情報としての側面もあるため、航空情報に関する標準規格である AIXM との情報
の互換性が必要である（図 19）。各空域情報には、個別の識別子を設定する必要があるが、これ
も共通 ID 設計との互換性を保って設計することが望ましい。

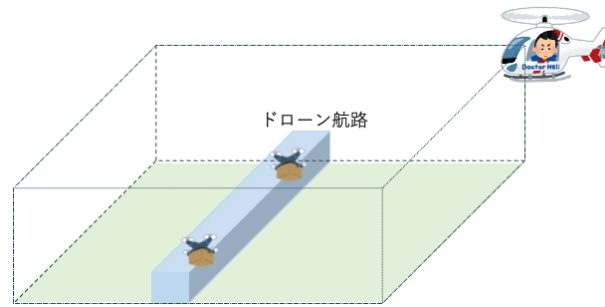


図 19 空域管理をする際に必要となるドローン航路の空域 ID

3. ドローン航路離着陸場 仕様

3-1 適用する規格・法令等

ドローン航路の導入・運用にあたっては、以下の規格・法令を遵守するとともに、利活用分野別に整備されたガイドライン等を遵守すること。

- 航空法
- 小型無人機等飛行禁止法

以下の規格・法令については、機械式離着陸場に関する一部の規格を参照する形とする。

- ISO5491 Vertiports — Infrastructure and equipment for vertical take-off and landing (VTOL) of electrically powered uncrewed aircraft systems (UAS)（機械式物流用離着陸場）

3-2 本文書のスコープ

図 20 に本文書のスコープを示す。

3-2 項に示す離着陸場は、ドローン航路運営者が定める最大落下範囲に設置されるものとする。また、離着陸場はドローン航路運営者が所有又は管理するものを対象とする。ドローン航路運営者以外が所有する共用の離着陸場も、ビジネスモデルとしては想定されるが、本文書ではそのようなケースを競争領域とし、スコープの対象外とする。

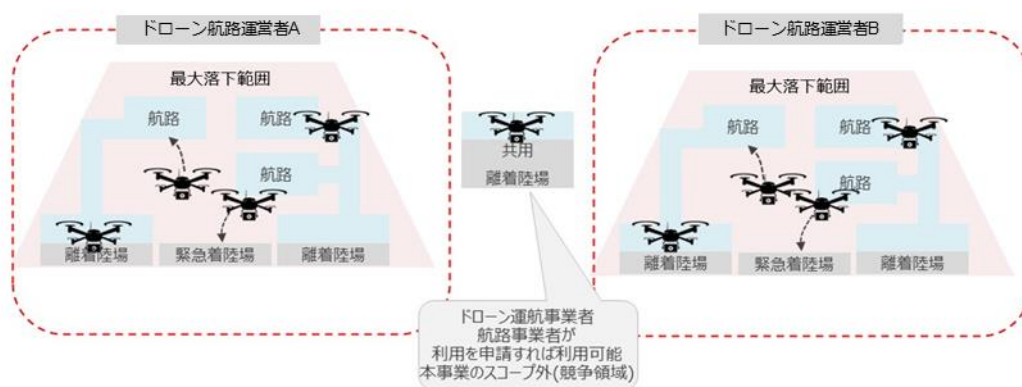


図 20 本文書のスコープ

3-3 離着陸場の種類

離着陸場の種類を図 21 に示す。

1) 簡易離着陸場

離着陸パッドのみを使用する離着陸場。

離着陸場には、ドローン航路運営者または運航事業者（管理者）が駐在し、離着陸するドローンの移動や周囲の安全確認を実施する。

2) 準機械式離着陸場

離着陸パッド、気象センサ、VIS（Vertiport Information System）を使用する離着陸場。

運航事業者は気象センサと VIS で遠隔から離着陸場周辺の状況を確認することができる。

離着陸場には、ドローン航路運営者または運航事業者（管理者）が駐在し、離着陸するドローンの移動、積載物の積み下ろしなどを実施する。

3) 機械式離着陸場

ドローン BOX／気象センサ・VIS を使用する離着陸場。

基本的に無人で運用され、ドローンを機械式離着陸場に格納する。また、遠隔からの操作または自動で離着陸場を操作する。

4) 緊急着陸場

着陸パッドのみを使用する緊急着陸場。

ドローンの運航に支障が発生した場合に緊急避難的に着陸する場所。基本的に無人で運用され、緊急着陸した場合のみ活用される。

なお、準機械式離着陸場、機械式離着陸場は、システムでの取り扱いとしては、機械式離着陸場として扱う。



図 21 離着陸場の種類

3-4 離着陸場のユースケース

離着陸場は、構築、予約、飛行、メンテナンスの4フェーズが定義される。図 22 に、離着陸場の主要ユースケースを示す。

1) 構築

ドローン航路運営者が、物理的に離着陸場を設置する。合わせて、ドローン航路運営者が設置した離着陸場を航路システムに登録する。

2) 予約

運航事業者が、ドローン運行時に利用する離着陸場の位置を確認し、離陸、着陸に利用する離着陸場を予約する。

3) 飛行

運航事業者は、離着陸場周辺の気象を含めた状況を確認の上で、機械式離着陸場の場合、離陸時は離陸通知、着陸時は着陸通知を行う。

4) メンテナンス

ドローン航路運営者は離着陸場の閉塞計画を検討し、航路システムに登録する。離着陸場は登録されたスケジュールに従い閉塞され、メンテナンスを実施する。

また、離着陸場が急遽使用不能な状態になった場合、ドローン航路運営者は離着陸場を緊急閉塞する。



図 22 離着陸場の主要ユースケース

3-5 離着陸場の構築

離着陸場の構築について、図 23 に示す。

離着陸場は、ドローン航路運営者が定義した最大落下範囲内に設置する。また、離着陸場から航路へのルートも、最大落下範囲内に設置すべきである。但し、最大落下範囲内がない離着陸場から航路に入るケースについては、目視内飛行に限定するなど、検討が必要である。

また、離着陸場は航路システムの共通 GUI を用いて設定する。機械式離着陸場の場合は、航路システムに登録した情報を VIS に登録する。航路システムの各機能は、離着陸場管理から情報を取得し利用する。



図 23 離着陸場の構築

3-6 離着陸場の予約時間

図 24 に離着陸場の予約に関する考え方を示す。

離着陸場の予約は、離着陸場毎に管理する。但し、離着陸場-航路-着陸場のように、離着陸の一連の施設を予約する場合は、航路予約機能で管理する航路予約 ID と紐づけて管理を行うものとする。

また、航路及び離着陸場の管理を内部処理上個別に管理することで、運航事業者が利用する時間のみ（離着陸時のみ離着陸用の離着陸場、航路飛行中のみ航路、着陸時のみ着陸用離着陸場）とすることで、リソースを効率的に利用できるようにする。具体的な予約時間の考慮については、航路予約機能の単位予約時間に準ずるものとする。

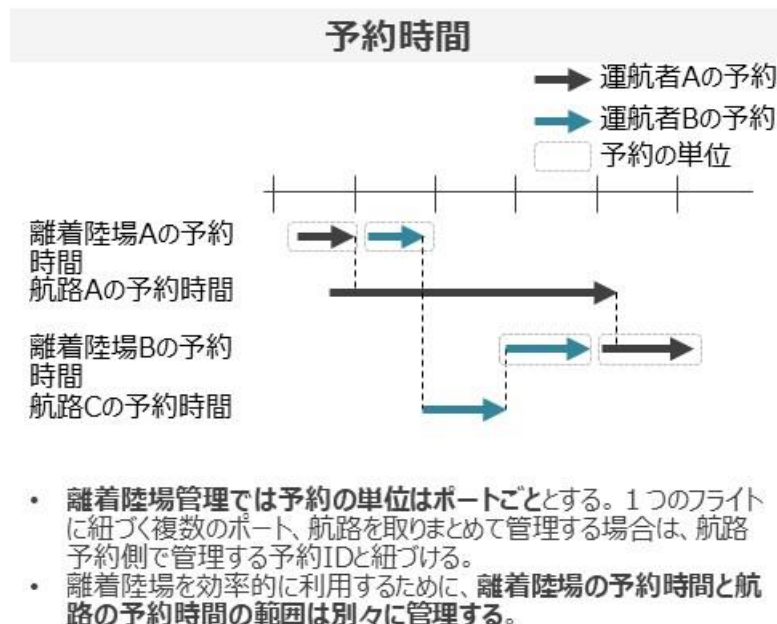


図 24 航路の予約

また、図 25 に各リソースの予約数量の関係性を示す。

基本的に、フライト時の予約は、航路／離着陸場がセットで予約することが想定される。しかしユースケースとして、『駐機』『メンテナンス』など、飛行と無関係なユースケースも想定されることから、データモデル上、航路と離着陸場には強い従属関係は設けないこととする。

緊急着陸場は、通常時は予約などを用いて離着陸を行う運用は行わず、機体トラブルがあった場合などのみパートタイムで利用する離着陸場とする。利用した場合は、運航事業者からドローン航路運営者に緊急連絡を実施し、当該緊急着陸場を所有するドローン航路運営者が閉塞（メンテナンス状態）とする運用を想定する。

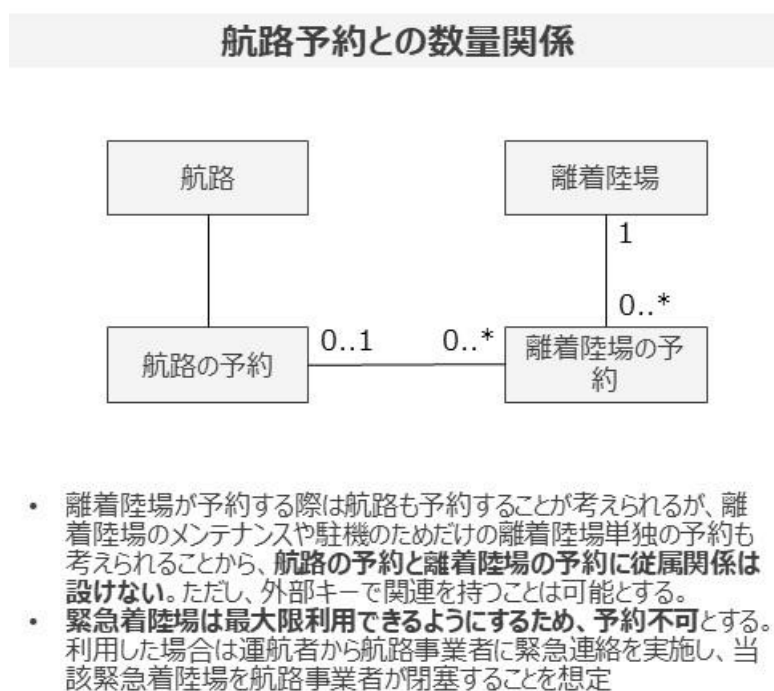


図 25 航路予約と離着陸場予約の数量関係

3-7 機械式離着陸場の連携方式

図 26 に運航事業者が機械式離着陸場を使用する場合のシーケンスを示す。

運航事業者は、航路システム共通 GUI を用いて、航路及び離着陸場を予約する。

運航事業者は、機体の離着陸の際、運航事業者が無人機を操作するシステム経由ないしは直接、VIS に飛行開始及び飛行終了を通知する。

VIS は運航事業者からの飛行開始及び飛行終了時、問い合わせを受けた VIS が所属する航路システムの離着陸場管理に、該当する予約があるか問い合わせを実施する。運航事業者及び時間で該当する予約が存在する場合のみ指示を受け付け、動作を開始する。また、予約が存在しない場合は動作を行わないこととする。

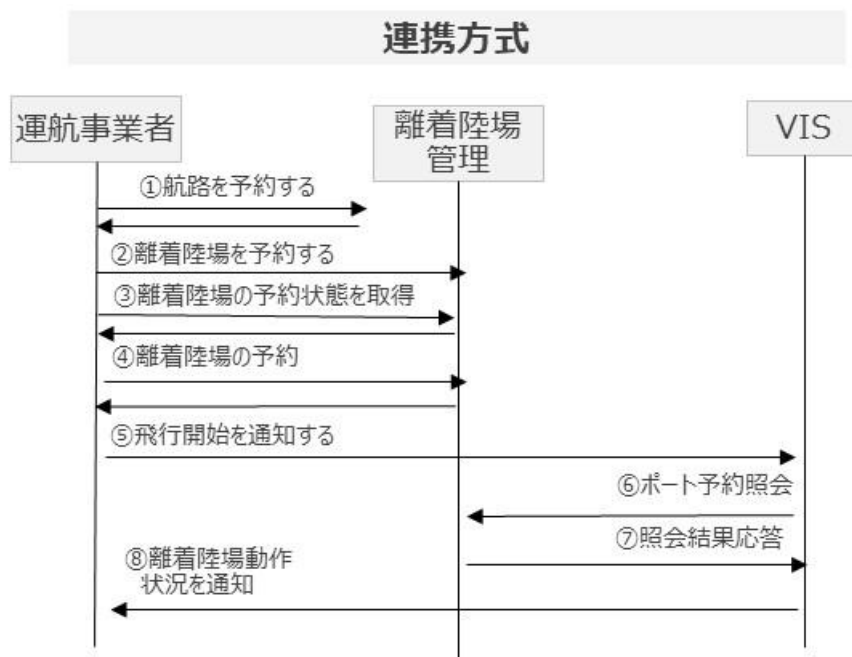


図 26 運航事業者が機械式離着陸場を使用する場合のシーケンス

3-8 離着陸場の共通メタ識別子体型（UMI）

運航事業者が、操作対象となる離着陸場を指定する場合、指定する離着陸 ID は、他ドローン航路運営者の航路システムを含む名前空間内で、ユニークになることで、誤操作を防ぐ必要がある。

- ドローン航路運営者 ID
- 離着陸場メーカ ID
- 連番

の組にて構成される離着陸 ID を定義するとともに、航路設置時に離着陸場に付与の上で管理する。

宛先解決（ID体系）

・UTMがどの離着陸場宛に通信を行うか判断を行うために、**宛先となる離着陸場IDをユニークなものとして、IDの中に、どのドローン航路運営者であるか及びどのメーカーの離着陸場であるかを含める**

・離着陸場ID案(例)

ドローン航路運営者ID-離着陸場メーカーID-連番

・ドローン航路運営者ID：どのドローン航路運営者の航路システムに所属しているかを示すことで、ドローン航路運営者間で連携する際の宛先としても用いる

・メーカーID：離着陸場メーカーごとに着陸可能機体、取得可能テレメトリ情報が異なると考えられるため、そういったメーカー差異を判断するために用いる想定

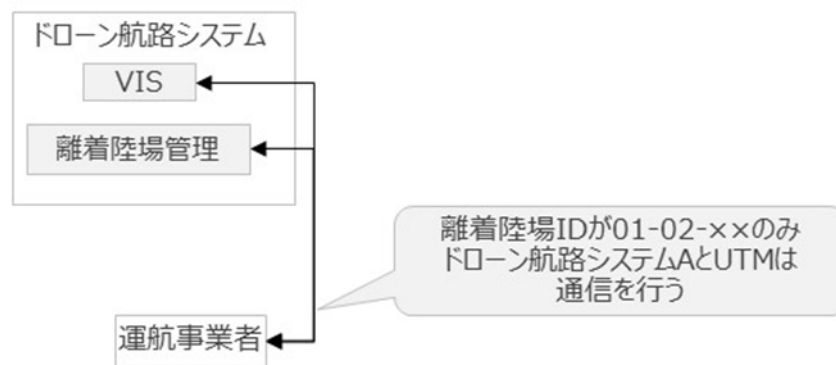


図 27 ID 体系

3-9 離着陸場のメンテナンス

図 28 に離着陸場の状態、図 29 に離着陸場のメンテナンスフローを示す。

まず離着陸場設置時は『準備中』ステータスになる。離着陸場の設定、データ登録、設備の設置が終了し、使用可能状態になったことを確認の上で、ドローン航路運営者は離着陸場のステータスを『使用可』に変更する。『使用可』のステータスの離着陸場のみが使用できる。

運用中、機器の故障／機体の緊急着陸や事故等、突発的な事態で使用できない状態になった場合、該当離着陸場の状態を『使用不可』とする。使用不可状態は、離着陸場を復旧するまでの時間が不明な場合は、設定以降の未来時間、使用不可となる。また、『使用可』の状態時に入っていた予約は自動キャンセルされる。

計画的なメンテナンス、及び『使用不可』となった事象解決のための作業が決定した場合、ドローン航路運営者は離着陸場の状態を『メンテナンス中』に変更する。メンテナンスは、開始時間と終了時間が設定され、その間は、運航事業者は該当離着陸場を予約できない。また、運航事業者が離着陸場の予約を入れていたとしても、メンテナンスは予約を上書きできることとし、メンテナンス時間に設定されていた予約はキャンセルするものとする。

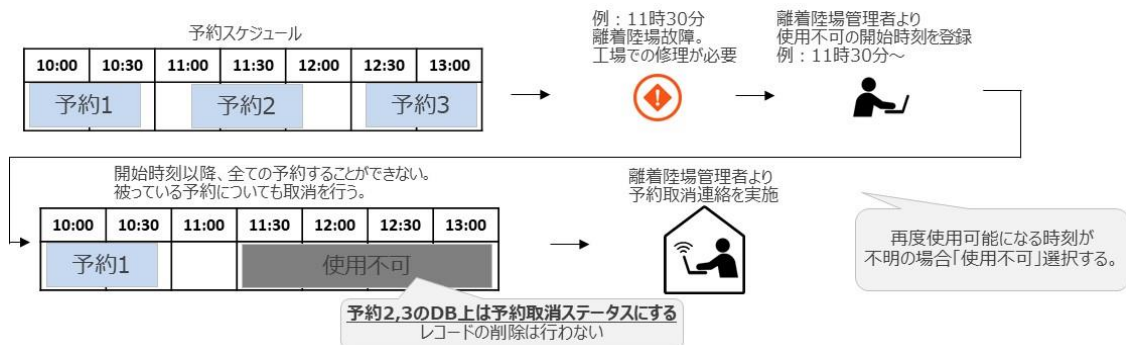


図 28 離着陸場の状態

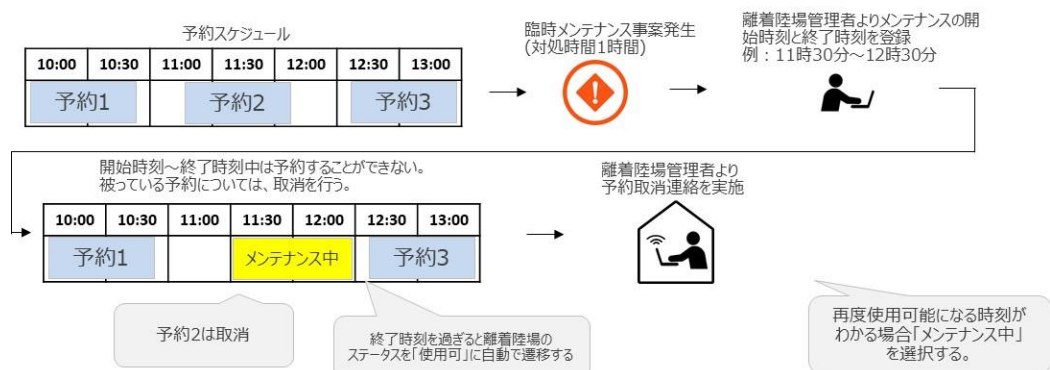


図 29 メンテナンスフロー

3-10 機械式離着陸場に関する要求事項

機械式離着陸場に関する要求事項に関しては、ISO 5491 に定義されており、以下の要件を満たすこと。

- 緊急時の対応材料となるドローンポートの周辺環境、気候、ドローンポート機能作動の異常等が検知可能であること
ドローンポートオペレーターは緊急時の運用安全性に関わる面に対応すべきだが、警察や緊急通報受理機関などのような公的機関の正当な利益も配慮すべき。
- 視認性が高く、ドローンポートであることが周囲にわかること（航空障害灯を有する等）
ドローンポートオペレーターは空港、ヘリポートや軍事用飛行場が利用する照明以外の照明のみを利用すること。
- 耐荷重と耐衝撃性が製造時に指定されており、それがドローンポートに明示されていること
- 運用可能な気象条件に関して耐候性の基準値は製造時に指定されており、それがドローンポートに明示されていること
- 天候要件に左右されず意図した表面に固定されること
- 現地で利用可能な電源に接続すれば使用できること
- 設置場所の方位、座標を計測できること

- h) 飛行に悪影響を及ぼす範囲において、ドローンポート上及び周辺に障害物があった場合に検知可能で、VIS に情報を送信することが可能であること
- i) 風速・風向・雨量・気温等の気象監視が可能であること
注 1 : 風速計測の高度が確認可能であること。
注 2 : ドローンポート製造メーカは ISO 23629-12 の要件を遵守すること。
- j) センサが計測したパラメータを VIS に伝達することが可能であること
- k) ドローンポート製造メーカと ドローンポートオペレーターによる initial static information（初期静的情報）の設定が可能であること
この初期静的情報は二つのカテゴリーに分けることが可能。
 - 1) ドローンポート製造メーカが設定し、ドローンポートオペレーターが変更できない初期静的情報
このカテゴリーにドローンポートの固定 ID のような情報が含まれている。
 - 2) ドローンポートの使用準備の際にドローンポートオペレーターが設定する初期静的情報
このカテゴリーに VIS 等アクセス先情報、IP アドレス、Wi-Fi 接続設定、ライセンスキー等がふくまれている。
- l) GNSS 信号強度計測可能であること
注 1 : 以下「GNSS」はドローンポートの位置と計測した時刻を示すデータを意味する。
注 2 : RTK 等、比較的高精度のある方法を利用すること。
- m) 製造者は夜間利用を想定している場合、ドローンポートと上空が見えるように照明が設置されること
照明は物体が接近する時に起動すること。
- n) UAS の接近を周囲の人間に報告すること
- o) ドローンポートをネットワーク上で見られるようにするためにドローンポートの情報の設定及び VIS への伝達が可能であること
- p) 周辺への影響などを配慮した上、安全性を保障できる方法で設置されること

4. その他 規格

4-1 概要

必要に応じ、以下の規格を参考にすること。

4-2 ドローンポートに関する規格

- ISO 5491:2023
バーティポートー電動貨物無人航空機システム（UAS）の垂直離着陸（VTOL）のための
インフラストラクチャと機器³

4-3 リモート ID に関する規格

- ISO 23629-8:2023
UAS トラフィック管理（UTM）－第 8 部：リモート識別⁴
- 国土交通省 航空協 安全部 無人航空機安全課
「無人航空機リモート ID 機器等及びアプリケーションが備えるべき要件」⁵

³ ISO 5491:2023 Vertiports — Infrastructure and equipment for vertical take-off and landing (VTOL) of electrically powered cargo unmanned aircraft systems (UAS)
<https://www.iso.org/standard/81313.html>

⁴ ISO 23629-8:2023 UAS traffic management (UTM) -- Part 8: Remote identification
<https://www.iso.org/standard/80126.html>

⁵ 無人航空機リモート ID 機器等及びアプリケーションが備えるべき要件（国土交通省航空局安全部無人航空機安全課
令和 4 年 11 月 28 日）
<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001444589.pdf>