

ドローンの運用コンセプト（ConOps）に関する調査報告

Part 2 U-space ConOps

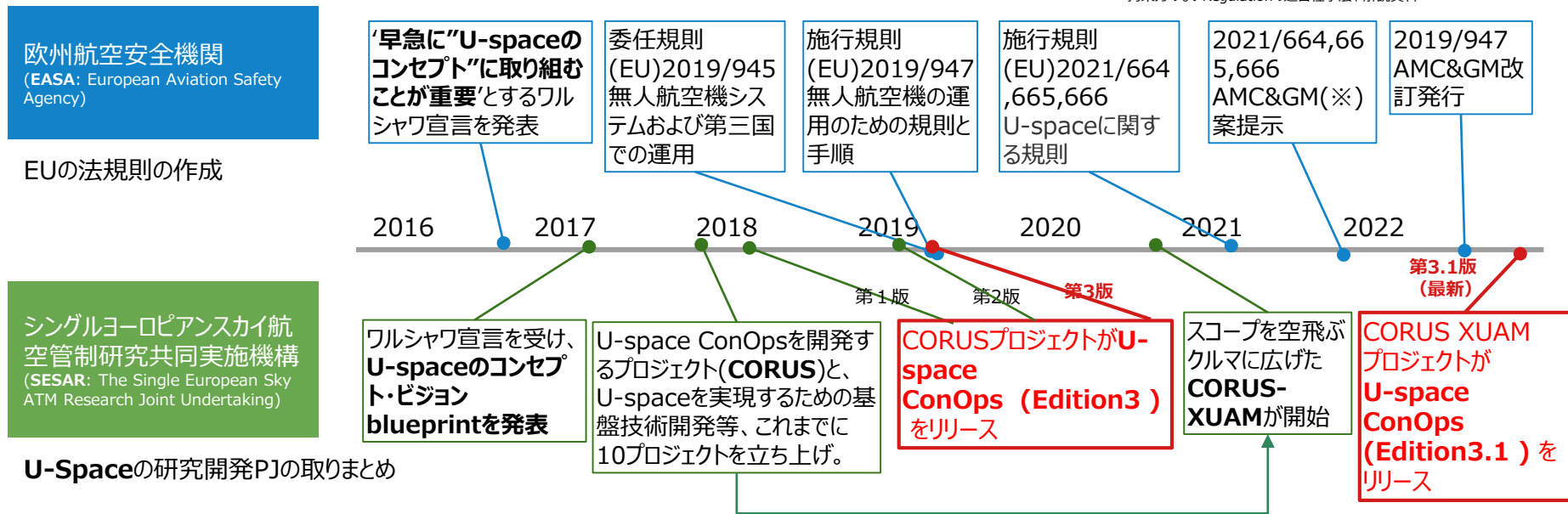
2022年12月

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）
デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）
自律移動ロボットプログラム
空モビリティプロジェクト

- U-space ConOpsに関する規則と開発の状況
- U-space ConOps内容 (Edition 3)
 - 構成と対象範囲
 - 原則・アプローチ
 - 提供するサービスの分類
 - 関連するステークホルダー
 - ハイレベルオペレーショナルアーキテクチャ
- U-space ConOps Edition3 から
Edition3.1(2022年10月公開)への アップデート内容
- Appendix

U-space ConOpsに関する規則と開発の状況

SESARがU-spaceのコンセプト・ビジョンを2017年に発表し、実現に向け複数の研究開発PJを立ち上げた。そのうちの1つとしてU-space ConOpsを開発するCORUSというプロジェクトが開始された。本資料で説明する内容は2019年に発行されたものである。発行後にU-spaceに関するRegulationが発行されている。



※ “欧州のドローン運行管理システム研究開発動向から”, 中村, Technical Journal of Advanced Mobility, Vol. 1, No. 1 (2020) を参考にDADCが作成



U-space ConOps (Edition 3)



U-space ConOps (Edition3) の構成と対象範囲

U-Space ConOps (Edition3) はPart1概要、Part2オペレーショナルコンセプト、Part3 Annexで構成される。
本資料の紹介範囲は、Part1及び、Part2。

Part1 概要

- インTRODクシON
- 背景
- ドローンオペレーションカテゴリー
- U-Space
- COURs空域タイプ
- U-Spaceサービス
- セパレーションとコンフリクト解消
- コンテインジェンシーとエマージェンシー
- ベストプラクティス



Part 2 オペレーショナルコンセプト

1. サマリー
2. 背景の枠組み、仮説
3. 空域ルールとプロセス
4. セーフティと社会的側面
5. サービスとハイレベルアーキテクチャ
6. 用語、略語、参考文献



Part 3 Annex

- Annex A ユースケース
- Annex B 要求
- Annex C SORA
- Annex D MEDUSA
- Annex E 脅威と事象の一覧
- Annex F 安全に関するレポート
- Annex G コンテインジェンシー・プランの例
- Annex H 社会需要性の指標
- Annex I ドローンオペレータのベストプラクティス
- Annex J ヨーロッパの現在の規制
- Annex K U-spaceアーキテクチャ
- Annex L U-space利用モデル
- Annex M オープン・イシュー

※各文書がVolume1,2,3またはPart1,2,3と呼ばれている。表記は揺らいでいるが同じものを指している。本資料内ではPart1,2,3で統一する

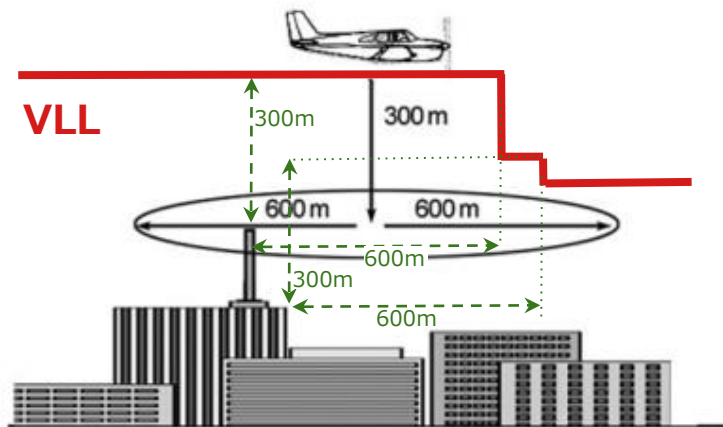
U-space ConOps の対象範囲

U-space ConOpsはサイズ、乗客の有無、自動化レベル、監督レベル、管制の使用を問わず、**VLL (Very Low Level) 空域のすべてのドローンを対象**とする。

VLLの定義

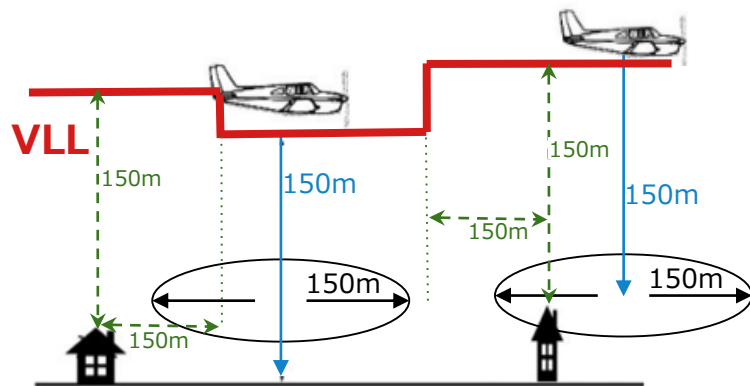
人、または家屋が密集する地域上空

航空機の半径600m以内の最も高い建物から300mの高さ



その他

地表（水面）から高さ150mまたは航空機の半径150m以内の最も高い建物から150mの高さ



Part2 2.5.1章をもとに (公社) 日本航空機操縦士協会の[区分航空空](#)で日本の有視界方式の最低安全高度を説明する図を一部欧州の規則に合うように修正。

U-space ConOpsにおける原則

安全を最優先にしつつ、**社会受容**を高め、**開かれた市場・公平性**により、多くの企業の参画を促進することで、**イノベーションの促進、費用対効果の高いサービス提供**をめざしている。さらに各国に本ConOpsが適用されることを望んでいる。

セーフティ・ファースト

- 本ConOpsは、**安全**なオペレーションに関する内容
- ここで説明するU-spaceサービスは全て、**安全**に関する内容

オープンな市場

- 消費者を保護し、最高のサービス、イノベーション、価値を提供する方法として、競争を促進する
- **U-spaceは多くの企業の参画、イノベーション促進、オープンな競争、費用対効果の高いサービス提供が可能**
- ATM等と関連したサービスは商業的実現性が低く、国家が担い、他はオープンな**ハイブリッド・アプローチ**の可能性

社会受容

- 経済成長、自然、健康、プライバシー、安全保障の**バランス**が重要

アクセスの公平性

- U-spaceは合理的な範囲内で、全ての人にドローン飛行を可能にする
- 救命や緊急などの**一部の飛行は優先されることを考慮**しつつ、安全に運用できる限り、**誰でも平等**に扱われるべき

ECAC*および 多くの国への適用

- **欧州連合全体に適用**することを目的としている
- 若干の修正を加え、**他国にも適用**できることを望んでいる

原則を実現するアプローチ

原則を実現するために、EASA規則に従った**リスクベース**、**パフォーマンス基準**、安全性と効率性を両立させる**段階的進化**、デプロイ前に既存の航空実務に類似した**バリデーション**といったアプローチが必要。

リスクベース

A

- **EASA規則に従ったリスクベースアプローチ**
- リスクベースアプローチの例として、様々な空域で様々なオペレーションモードを定義

パフォーマンスベース

B

- 空域ではドローンが飛行するための最低限の**パフォーマンス基準**が設けられる
- 予想される飛行回数、セキュリティへの配慮に対して、トラフィック容量が設定される

段階的進化

C

- U1、U2、U3、U4と段階的に進化させる
- **安全性を維持、向上させながら、空域をより効率的に使用**することを可能にする

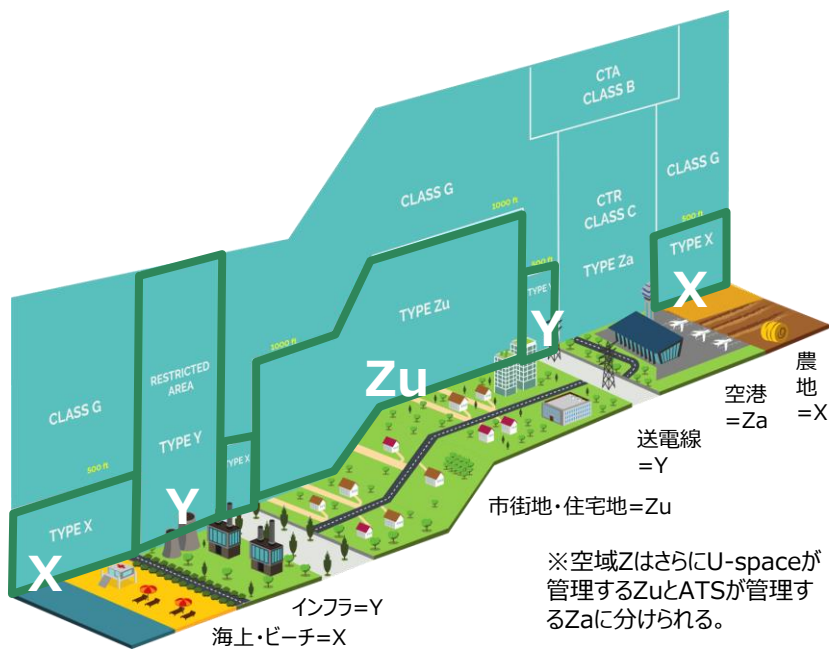
バリデーションベース

- CORUSは探索的な研究プロジェクトであるため、**デプロイする前に、バリデーションすることが必要**
- **既存の航空実務に類似したバリデーションが必要**

EUROCONTROLセーフティ・リファレンス・マテリアルに基づいた、U-spaceの安全性評価手法（MEDUSA）を提案。オペレータ視点に加え、サービス提供や、ATMとの相互運用性を考慮した、U-spaceの安全要件導出を目的としている。

リスクベース

空域X、Y、Zを規定し、リスクに応じて適用が必要なサービスの分類を行うリスクベースのアプローチが採用されている。空域での提供サービスの大きな違いは、コンフリクト解消サービスの有無である。



※場所の表記はイメージであり、必ず場所によって規定されるわけではない

	X	Y	Zu
地上リスク	低い	空域Xより高い、または飛行制限が必要なエリア	空域Xより高い
空中リスク	フライト数が少なく低い	空域Xより高い	空域Yより高い

空域に応じて、適用が必要なサービスを規定 *一部抜粋

#	サービス	X	Y	Z
5.1.1.1	登録サービス	義務	義務	義務
5.1.1.3	eアイデンティフィケーション・サービス	義務	義務	義務
5.1.1.4	ポジション・レポート・サブサービス	オプション	利用可	義務
5.1.1.5	トラッキングサービス	オプション	利用可	義務
5.1.2.4	ドローン航空情報マネジメントサービス	義務	義務	義務
5.1.2.3	U-spaceジオ・アウェアネスサービス	義務	義務	義務
5.1.2.5	ジオフェンシング・プロビジョンサービス	義務	利用可	義務
5.1.3.3	ドローン・オペレーションプラン・プロセッシング・サービス	オプション	義務	義務
5.1.3.5	ダイナミック・キャパシティ・マネジメントサービス	利用不可	利用可	義務
5.1.4.1	ストラテジック・コンフリクト解消サービス	利用不可	義務	義務
5.1.4.2	タクティカル・コンフリクト解消サービス	利用不可	利用不可	義務

パフォーマンスベースの例として、ICAOで定義するPBN（Performance Based Navigation）では、**精度、完全性、可用性、継続性、機能性のパラメータにより、機体と障害物のセパレーション距離の決定**に利用する。U-spaceにおいては、PBNの考え方を参考に、Requirement U-space Performance(RUNP)が提言されている。

	パラメータ	例 1	例 2
精度	ドローンの飛行精度	±5m	±50m
完全性	ナビゲーションデータの正しさの尺度	1-1x10 ⁻⁷ h以上 Time to Alert1秒以下	1-1x10 ⁻⁷ h以上 Time to Alert5秒以下
可用性	信頼できる情報が利用できる時間の割合	通常時 99%以上	通常時 99%以上
継続性	継続的にナビゲーションデータを提供する能力	1-1x10 ⁻⁴ h以上	1-1x10 ⁻⁴ h以上
機能性	機能的な要求事項	ATZ（Aerodrome Traffic Zone）管理機能あり	
RUNPのレベル		5m	50m

U-spaceの段階的進化

既存の航空サービスのインフラ、移動通信サービスなど他のセクターのものを可能な限り利用することで、展開と運用のコストを最小化する。また、他分野の技術や標準を採用することで、展開を加速する。

CORUS ConOps (Edition3) の対象範囲



登録サービス、eアイデンティフィケーションサービス、ジオフェンシングを提供する。

ドローンオペレーションマネジメントを提供し、飛行計画、承認、トラッキング、空域の動的情報、航空管制との手続き上のインタフェースを提供する。

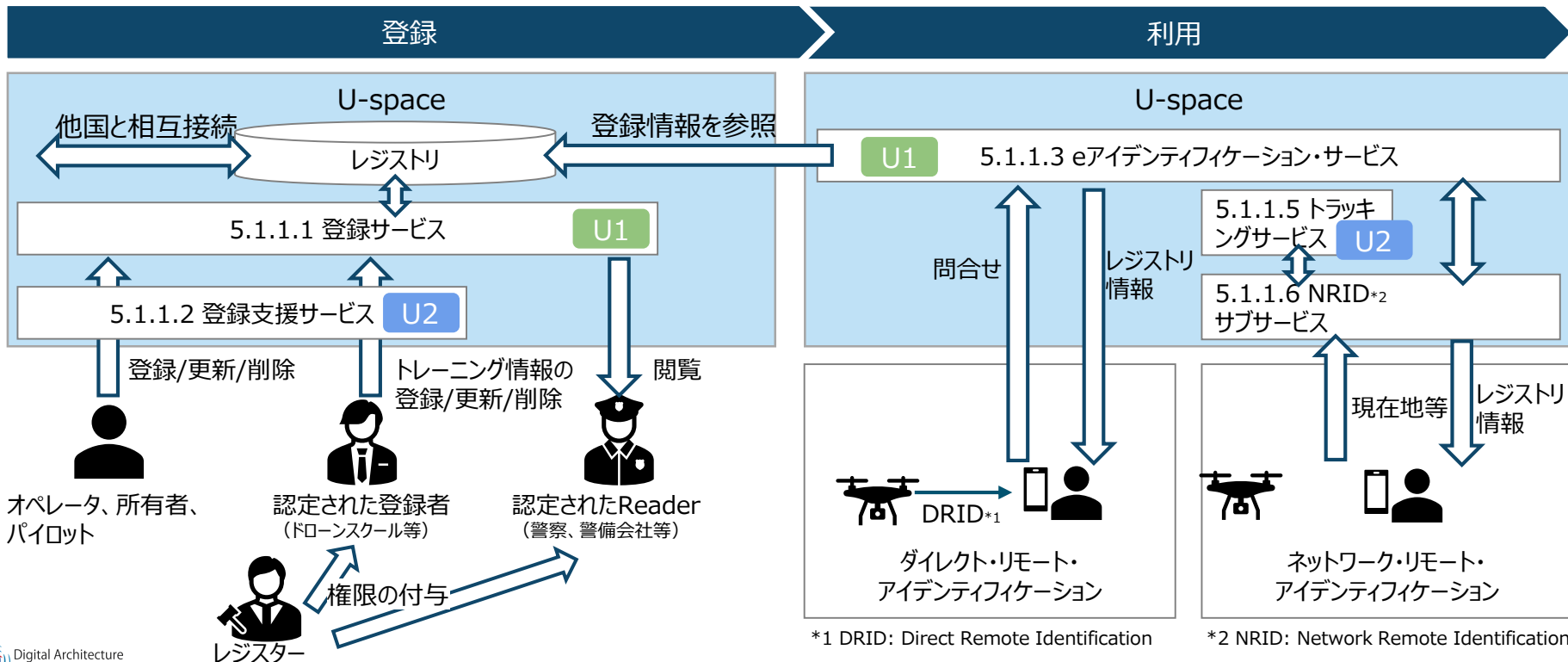
密集したエリアでのより複雑なオペレーションをサポートし、キャパシティ・マネジメントや衝突検出のための支援を提供する。

有人航空との統合インタフェースを提供し、ハイレベルでの自動化を提供する。

U-spaceが提供するサービスの分類(Edition3をもとに説明)

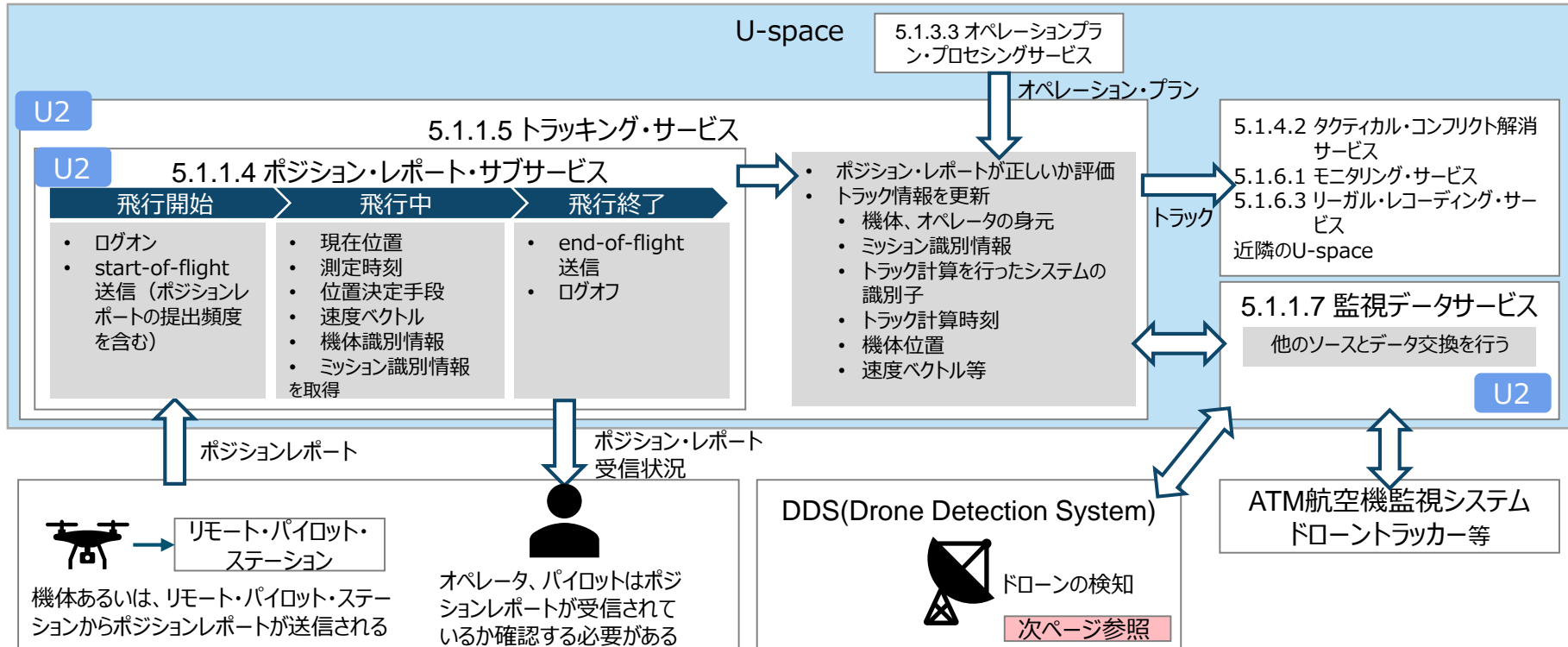
1	識別・トラッキング
2	空域管理／ジオ・アウェアネス
3	ミッション・マネジメント
4	コンフリクト・マネジメント
5	エマージェンシー・マネジメント
6	モニタリング
7	環境
8	ATCとのインタフェース

どの運用カテゴリ、空域においても、**リモート・アイデンティフィケーションは義務**である。リモート・アイデンティフィケーションは、**ダイレクト・リモート・アイデンティフィケーション**と**ネットワーク・リモート・アイデンティフィケーション**の2種類の実装になる。



トラッキング

ポジション・レポートは**セキュア、高信頼性、低遅延である必要がある**。ポジション・レポート・サブサービス、トラッキング・サービスは**セーフティクリティカルなサービスであるため、堅牢性・高信頼性が要求される**。



ドローンの監視の完全性には限界があり、DDSの能力で国土全体を完全にカバーするにはコストがかかるため、**配備には安全性とコストのバランスが重要**になる。

DDS (Drone Detection System)

- 500mから5000mの範囲にいる非協力的なドローン*を特定するための技術
- センサーでドローンを補足し、UTMに照会を行う。
- 必要に応じてエフェクタ（対処するための装備）による対処を行う。

*非協力的なドローン

不正なドローン、敵対的なドローン、または制御不能になったドローンなど
空港、試験場のような重要インフラ、人々の集まり（スポーツイベントなど）への脅威となる

センサーの例

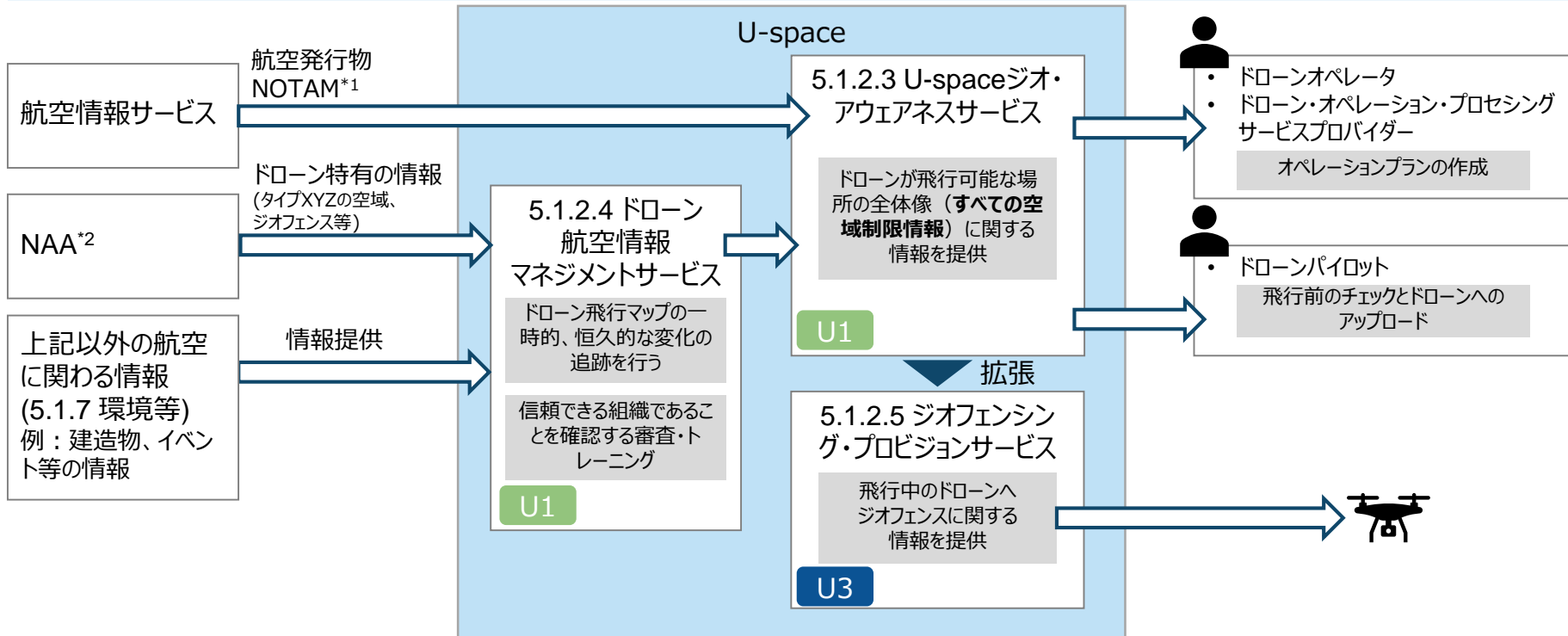
- レーダー
- 赤外線カメラ
- カメラ
- 電波センサー
- 音響センサー等

エフェクタの例

- ジャマー
- HPEM (High Power Electro Magnetic)エミッター
- ネット（網）
- 対ドローン用ドローン
- 水鉄砲
- ミサイル
- 大砲等

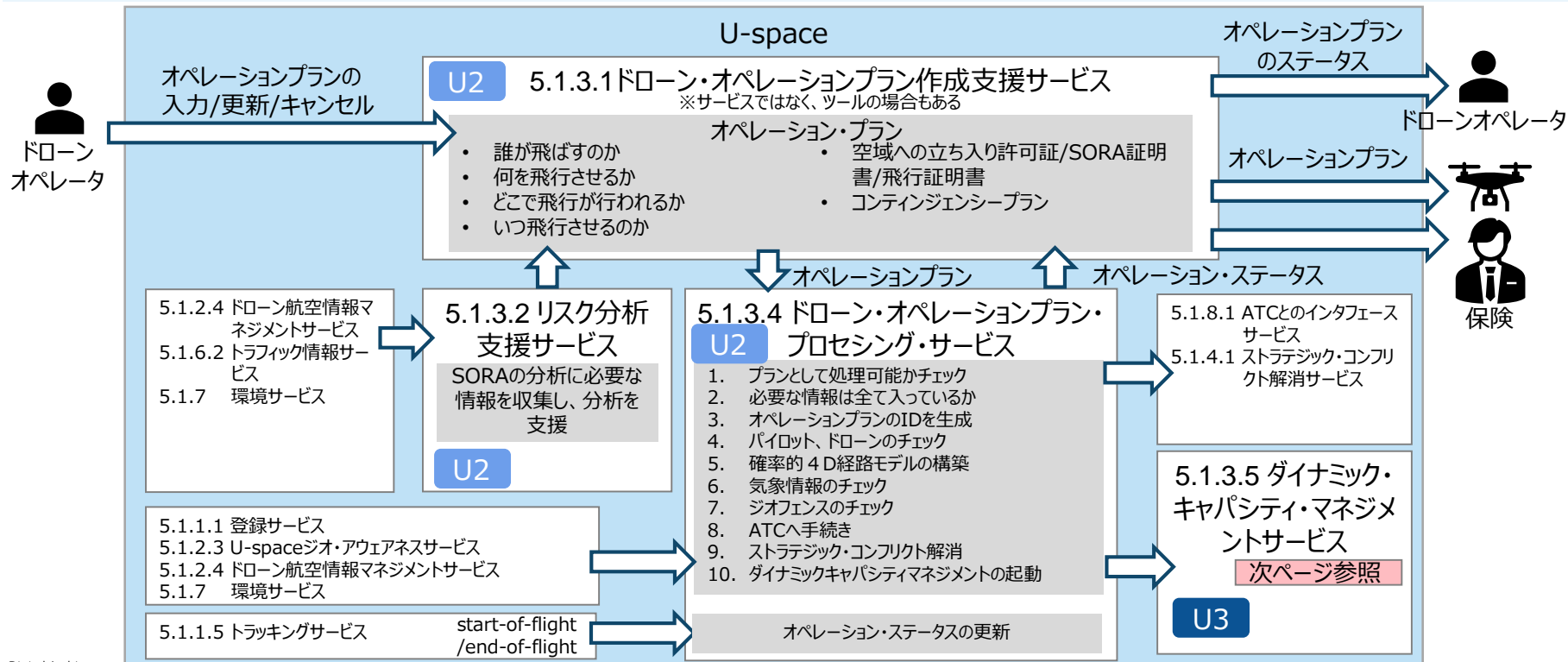
空域管理・ジオアウェアネス

ドローンユーザーは必ずしも、航空用語に精通していないため、ドローンの空域情報、ジオフェンスの表示がユーザーにとって理解しやすいことが重要になる。



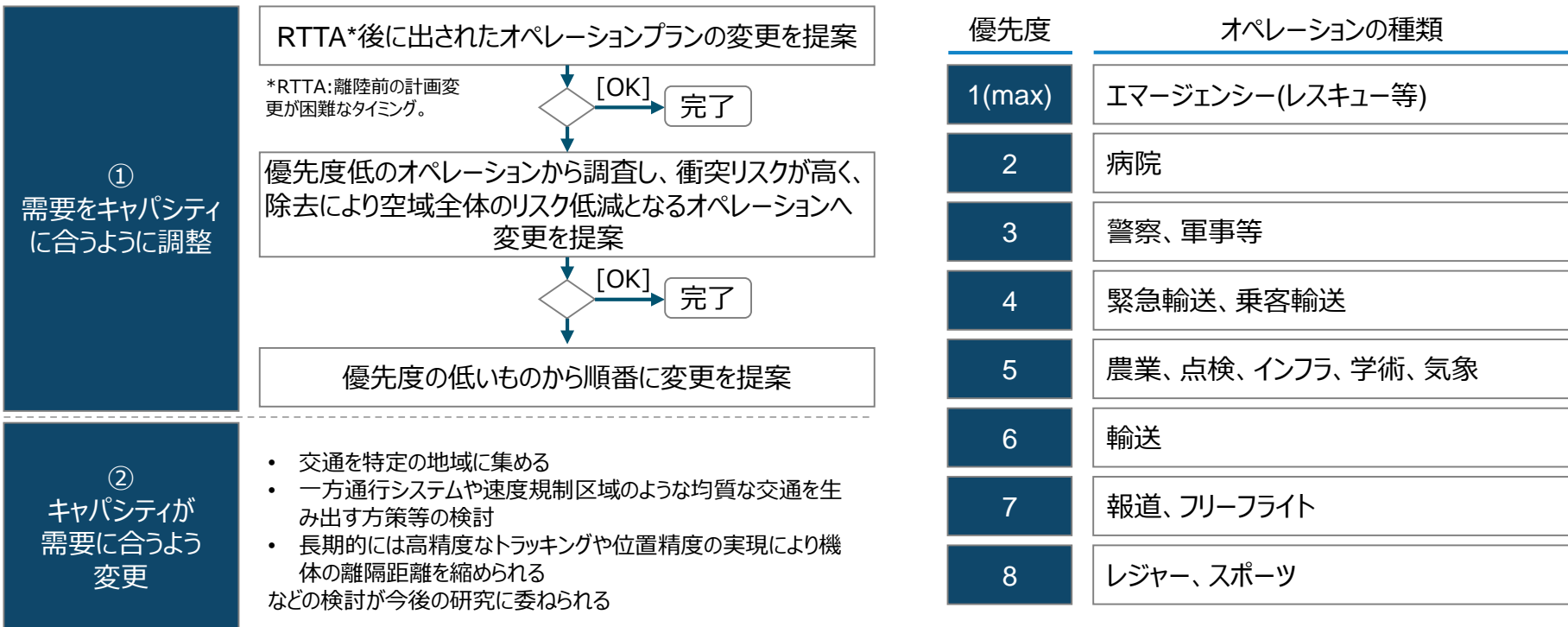
ミッション・マネジメント

ストラテジック・コンフリクト解消を効果的に実施するには、**4D軌道を正確に示すオペレーションプランが必要**となる。また、オペレーションプランは商業的に機密であるとされるため、**アクセス制限が厳密に実施**される。



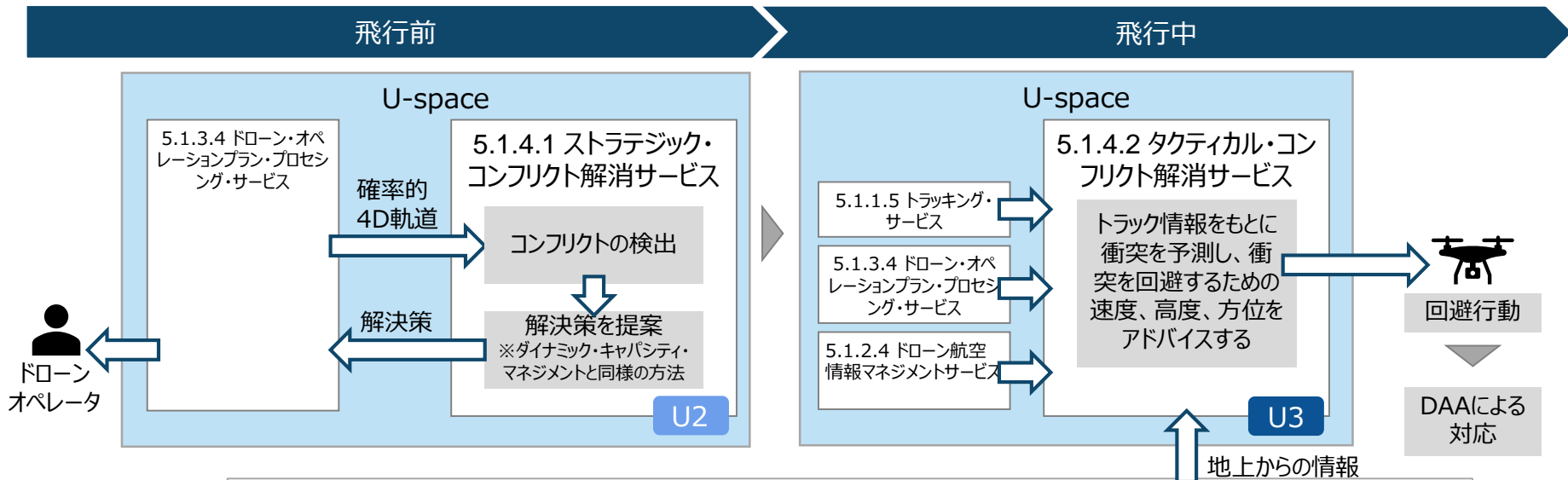
ダイナミック・キャパシティ・マネジメント

ドローン・オペレーションプラン・プロセッシングの結果、ダイナミック・キャパシティ・マネジメントは空域キャパシティと飛行需要に調整が必要か判断し、①**需要をキャパシティに合うように調整**、②**キャパシティが需要に合うように変更**する。**ダイナミック・キャパシティマネジメント**により特定空域の飛行量を制限することで、タクティカル・コンフリクト解消の難易度が下がる。



コンフリクトマネジメント

飛行前に実施する**ストラテジック・コンフリクト解消**で対応できない事象について、**タクティカル・コンフリクト解消**により対処し、さらに対処できない場合、**DAA(Detect And Avoid)**により対処する。

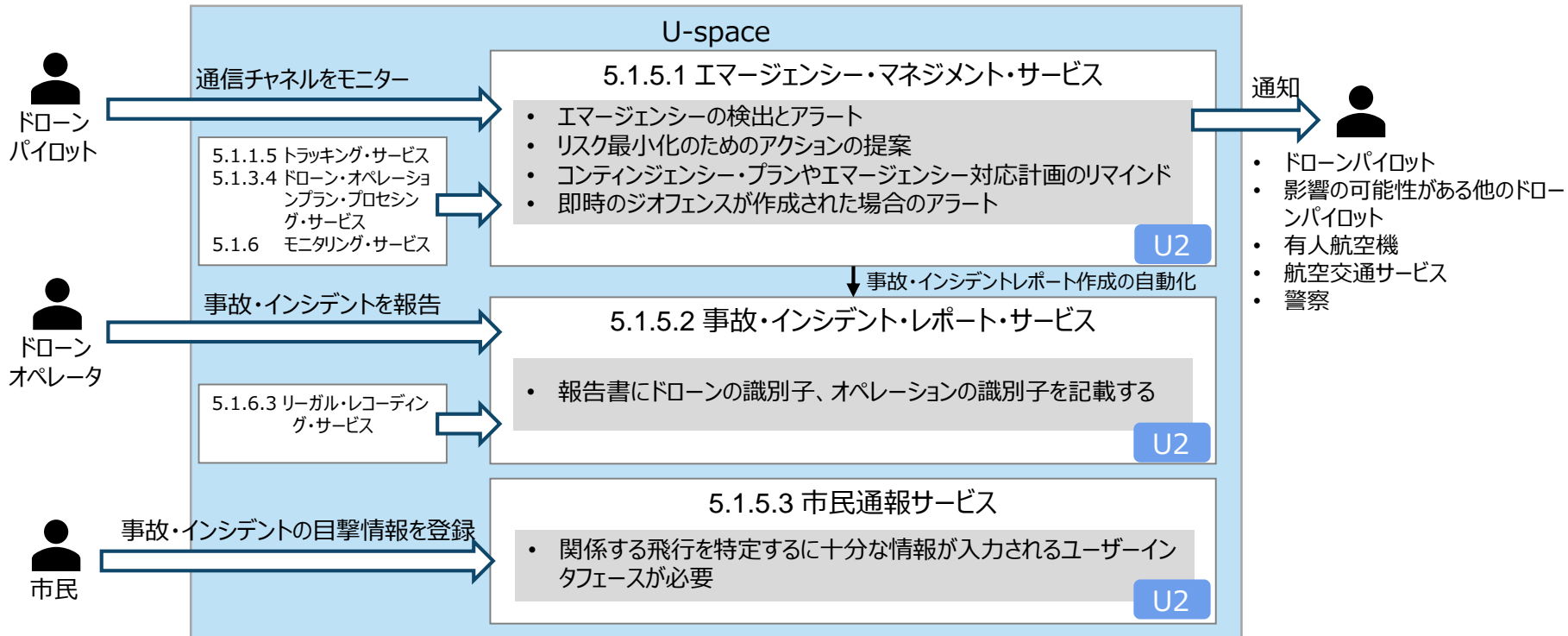


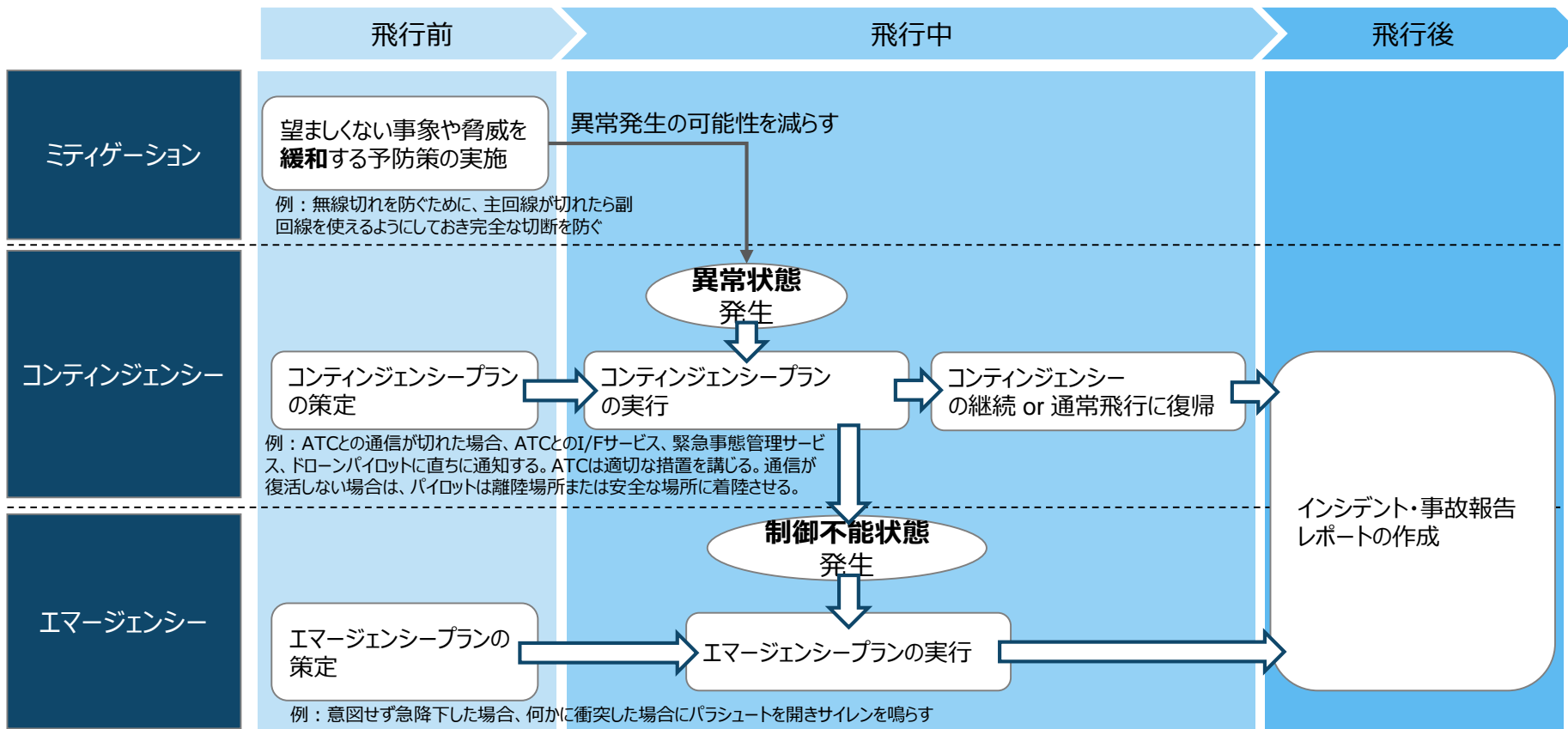
コンフリクトの判断のためには機体と障害物との**最小セパレーション距離**の規定が必要である。以下のパラメータにより決定される。

精度 (ドローンの飛行精度)	例：±5m
完全性 (ナビゲーションデータの正しさの尺度)	例：1-1x10 ⁻⁷ h以上、Time to Alert1秒以下
可用性 (信頼できる情報が利用できる時間の割合)	例：99%以上の接続時間 (公称値)
継続性 (継続的にナビゲーションデータを提供できる能力)	例：少なくとも1-1x10 ⁻⁴ hの連続接続時間
機能性	例：ATZ (aerodrome traffic zone) 管理機能あり

エマージェンシー・マネジメント

安全に影響を与えるレベルに応じて、インシデント報告が必要になる。また、**報告プロセスを容易にするユーザーフレンドリーなツールやトレーニングの提供**が必要。さらに、事故・インシデントを確実に防止するために、**欧州全体で連携**することが強く推奨される。





【参考】インシデント・事故発生時に報告が必要な事象①

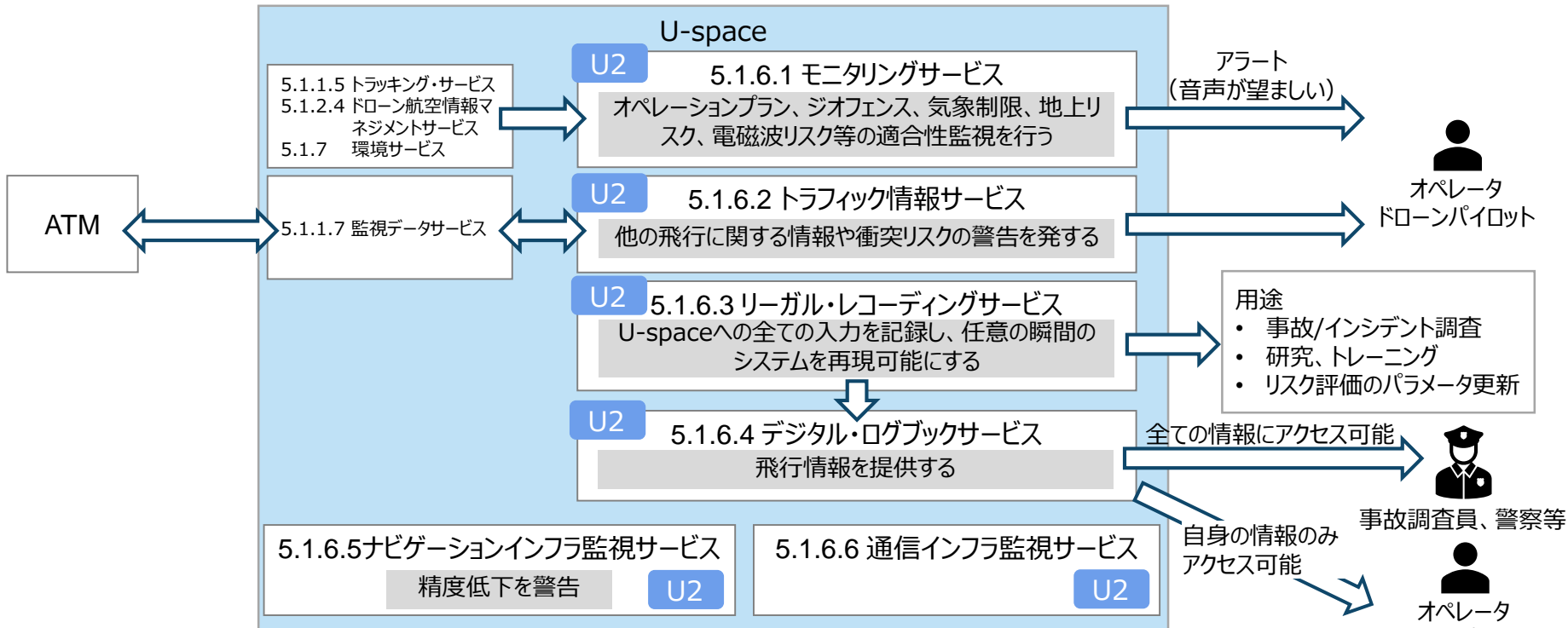
事故報告を義務づける規則(EU)2015/1018への変更内容を提案

変更対象の章	変更内容	
Annex I: 航空オペレーション AIR OPERATION	1.1 フライト準備:	・ドローンナビゲーションソフトウェアへの不正なデータ入力（4D軌道、ジオアウェアネス更新）
	1.2 航空機準備:	・ドローンの不適切な組み立て（ソフトウェアを含む）
	1.3 離陸、着陸:	・離着陸時の障害物や人からの距離の不保持
	1.4 その他のフェーズ	・失速警報、スティックシェイカー、スティックプッシャー、自動保護、ジオアウェア操縦を含む飛行範囲保護の作動がなかったこと ・オートメーションモードやリモートパイロットに提供されるフライトデッキの情報を誤って解釈し、航空機や乗員、その他の人を危険にさらした、またはさらした可能性があること ・意図した軌道または割り当てられた軌道からの逸脱
	1.5 その他の事象	・拡張見通し（EVLOS）操作の場合の観測者との通信喪失 ・見通し（VLOS）操作の場合の視覚的コンタクトの喪失 ・割り当てられたカテゴリー（X、Y、Z）に対応しない空域で飛行するドローン
	3. U-spaceサービスとU-space運行管理間の相互作用	・危険なクリアランス ・UTMユニットとの通信が長時間途絶える ・異なるUTMユニットからの相反する指示により、分離が失われる可能性があったもの ・UTMサービスの指示からの意図的な逸脱で、RPAS、その乗員（もしあれば）、他のRPASまたは航空機に危険を及ぼした、または及ぼす可能性があったもの
	4. 緊急事態と他のクリティカルな状況	・緊急事態に対処するために、リモートパイロットが正しい非正常手順または緊急手順を適用しなかったこと ・リモートパイロットの疲労が、安全に飛行任務を遂行する能力に影響を与えた、または与える可能性があったもの
6. セキュリティ	・コントロールが困難、酩酊、暴力的、または手に負えないペイロードが飛行を危険にさらす場合 ・密航者の発見 ・通信C2チャンネルのハッキング	

変更対象の章		変更内容
Annex II: 航空機の技術的条件、整備及び修理に関する事象 OCCURRENCES RELATED TO TECHNICAL CONDITIONS, MAINTENANCE AND REPAIR OF THE AIRCRAFT	2. 設計	<ul style="list-style-type: none"> ・製品、部品、または機器に関する故障、誤動作、欠陥、またはその他の事象で、安全でない状態になった、またはなる可能性のあるもの
	3. 整備と継続的な耐空性管理	<ul style="list-style-type: none"> ・重大な欠陥の誤った評価、またはMEL（最小機器リスト）および技術日誌の手順への重大な非遵守 ・フライトレコーダシステム（フライトデータレコーダシステム、データリンクレコーダシステム、コックピットボイスレコーダシステムなど）に影響を及ぼす重大な故障、信頼性の問題、記録品質の再発の問題、またはフライトレコーダシステムの保守性を確保するために必要な情報の欠如
Annex III: 航空サービスおよび施設に関する事象 OCCURRENCES RELATED TO AIR NAVIGATION SERVICES AND FACILITIES	1. 航空機に関連する事象	<ul style="list-style-type: none"> ・Detect and avoid Resolution Advisory ・航空機が適用される航空運行管理（ATM）またはU-spaceの規制から逸脱したこと <ul style="list-style-type: none"> - 該当する公表されたATMまたはU-Spaceの手順からの航空機の逸脱 - 空域への無許可の侵入を含む空域の侵害 - 適用される規制によって義務付けられている、航空機のATMまたはU-space関連機器の運搬および操作からの逸脱
	2. サービスまたは機能の低下または全損	<ul style="list-style-type: none"> ・ATM または U-spaceサービスを提供できないこと、または、ATM または U-space機能を実行できないこと ・サービスの安全な提供に直接的な悪影響を及ぼした、または及ぼしうるATMまたはU-spaceシステムのセキュリティの不具合 ・リモートパイロットまたは他のATSユニットとの通信の長期的な損失
Annex IV: 飛行場と地上業務に関する事象 OCCURRENCES RELATED TO AERODROMES AND GROUND SERVICES	1. 飛行場の安全管理 1.1. 航空機・障害物関連の発生状況	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機、乗員またはその他の者に危険を及ぼした、または及ぼすおそれのある飛行場操縦エリア上の異物

モニタリング

モニタリングサービスは、トラッキングサービスから派生した機能であり、サービスの誤作動、外部ソースからの入力誤りを検出し、オペレータ/パイロットへ警告を行い、コンティンジェンシー・プランに基づいた対応を促す。



安全な飛行を実現するために、環境に関する情報を提供する。環境の情報の収集と維持にはコストがかかる。

5.1.7.1 気象情報

ドローンに必要な気象情報の収集・提供
超ローカルの気象情報も含む

5.1.7.2 地形情報

ドローン運用に必要な地形図、建物、障害物の収集

5.1.7.3 人口密度マップ

地上リスク評価のための人口密度マップ

5.1.7.4 電磁波コンフリクト情報

電磁波の障害に関する情報の収集

5.1.7.5 ナビゲーション範囲情報

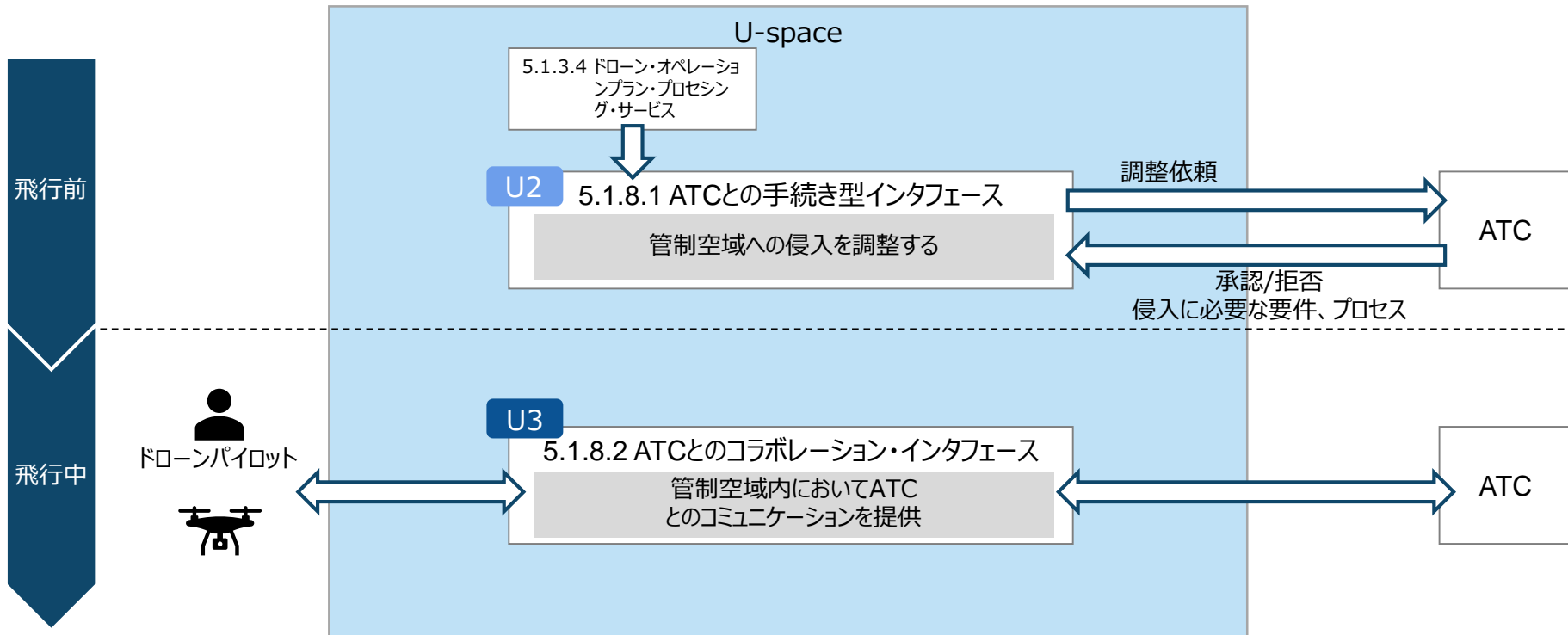
地上・衛星のナビゲーション範囲に関する情報提供

5.1.7.6 通信範囲情報

通信範囲に関する情報提供

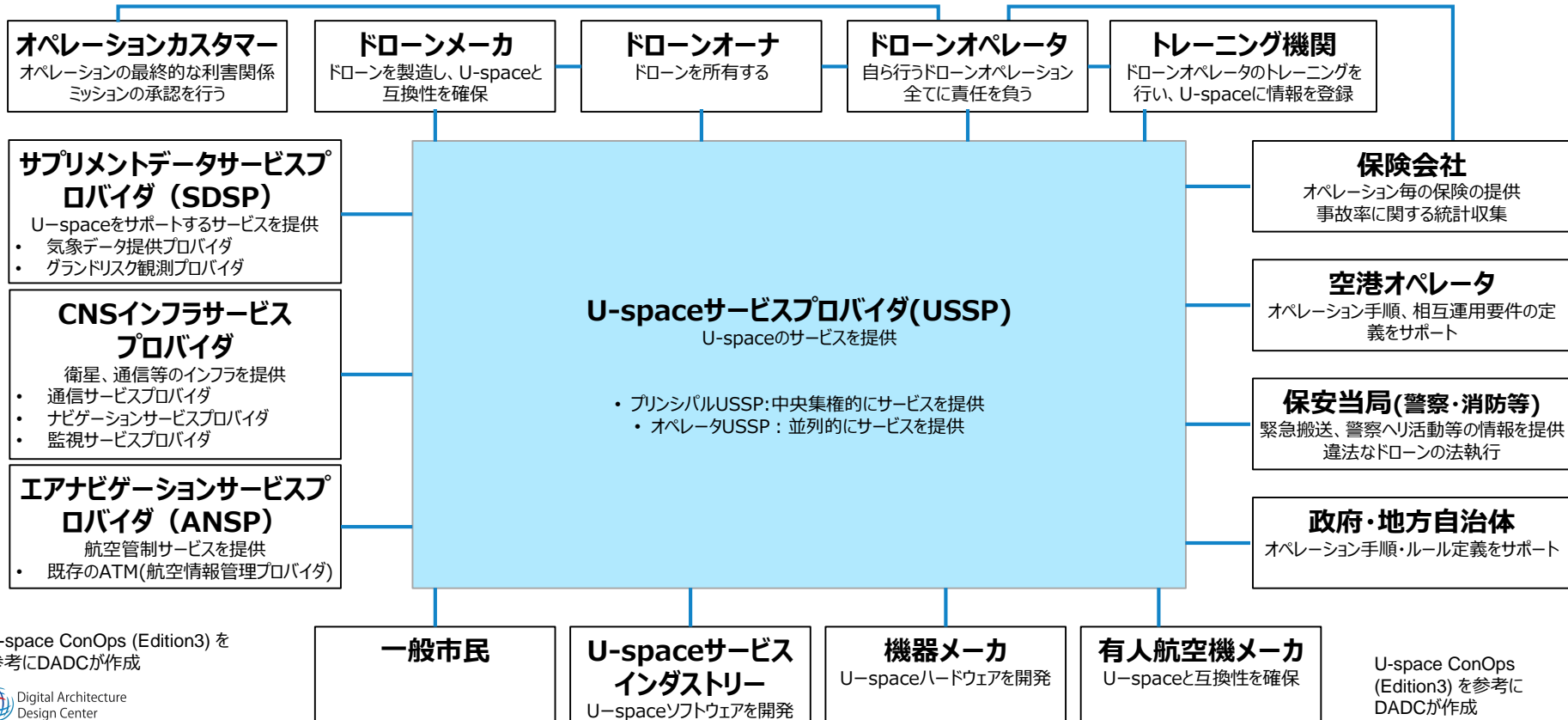
*全てU2以降で提供される

有人航空機の管制空域内に侵入する際には、ATC（Air Traffic Control）とのコミュニケーションを提供する。



U-spaceに関連するステークホルダー

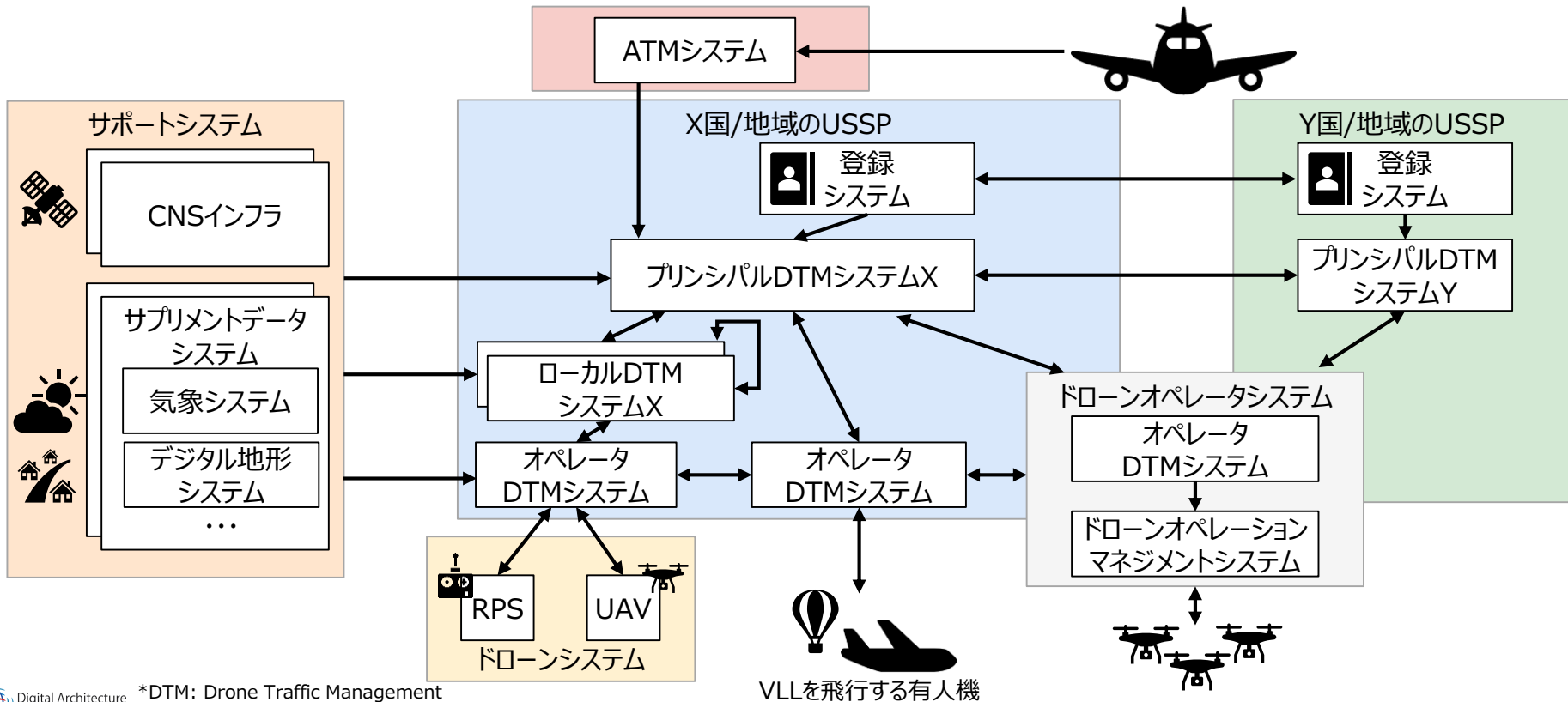
U-spaceサービスが**複数のステークホルダーに提供される**ことにより、ドローンの安全な運行が実現される。
U-spaceサービスプロバイダの担い手についてはU-space ConOps では明示していない。



U-space ConOps (Edition3) を
参考にDADCが作成

ハイレベルオペレーショナルアーキテクチャ

安全性と経済的な持続可能性の観点から、一元的な提供と分散的に提供するのが効果的なのか、サービスごとの分析が必要。検証・実証を通して、この設計選択肢を決めていくことが重要。





U-space ConOps Edition3 から Edition3.1(2022年10月公開)への アップデート内容



Edition3.1として2022年11月時点でウェブサイトに公開されているものは2022年10月の公開当初はEdition4であった。内容は同じである。

欧州の規制の織り込みとUAM統合の影響がEdition3.1の特徴である。

	Edition3.1	Edition3 (参考)
作成PJ	CORUS-XUAM (CORUSの後継、同じコンソーシアム)	CORUS PJ
位置づけ	大規模実証段階	探索的研究プロジェクトであり、検証前
改訂の目的	①欧州の規制の取り込み ②UAM影響の研究結果取り込み ③第3版の陳腐化	欧州のU-spaceの運用概念の作成。 CORUSプロジェクトの最終バージョンで、 第1版、2版のコメントの反映
スコープ (差分のみ)	操縦士搭乗機体の管理 (初期UAM) パーティポートのような地上インフラ	—
進化想定	実装レベルを5段階 (基礎～2023⇒初期実装2023～2030⇒一般化 2030～2040⇒先進化2035～2045⇒完全統合) に分割 (別ペー ジ)	U1,U2,U3,U4の段階的進化 具体的な時期の言及なし
利用例	U-spaceサービスが各運用・空域でどのように使われるかの具体例の提示が 追加された	—
法規制との関係	2019/945,947 2019/947のAMC&GM 2021/664,665,666 2021/664,665,666のAMC&GM (案) の織り込み	2019/945,947内容にフォロー
今後の予定	第3.1版へのコメントを受け付け、23年初頭に第4版を公開予定	

最終的に航空機と完全に統合されることを目指した進化が明示された。そのためU-space空域がICAOの空域クラスとして認識されるという前提を置いている点が、Edition3とも米国とも異なる点である。

	～2023 基盤機能	2023～2030 初期機能	2030～2040 一般化	2035～2045 先進化	時期不明 航空機と完全統合
飛行規則	ドローン規制(※1)	U-space規則(※2) 2023年1月26日発効	UFR規則がU-space内の 利用者に適用 (案)		
U-space空 域の状況		少ない ポイント間のコリドーの設定	500ftまで拡大 500ft以上はコリドーが設 定	数千ftまで拡大 Crewed aircraftのU- spaceの空域・サービス利 用が増加する	広い範囲に設定 業務用途の航空機の大半 が無搭乗となる 機体による自律的な回避 が可能
管制空域で の運航		USPの要求に基づきATC が一時的な飛行を認める	日常的にU-spaceのCNS を用いてATCが管理		
非管制空域		AIP(※3)による情報提供	ほとんどのドローン運用が VLLでなされる		
U-space サービス	レジストリ設定サービス ジオウェアネスサービス 関係当局とは手動調整と 認可	運航計画・許可サービス Strategicな干渉解消サー ビス (“First to file早い 者勝ち”形式)	タクティカル干渉解消サー ビスが一般的 デマンドキャパシティマネジ メントサービス	タクティカル段階で利用する サービスが一般的になる	U4が配備
前提 (時期 未定)	乗客の輸送を伴う業務はリスクが高いが手続きは同じ サービスが提供される時期は複雑さによって異なる UASの自立度は高まる 必要な装備品のコストは低下し、有人機のコストは許容範囲内になる 無人操縦の割合が有人操縦を上回るようになる			U-space空域は最終的にICAO空域クラスとして認識される UAMインフラは運用ニーズを満たすために段階的に構築される すべてのオペレーションに対応するため空域設計が変更される 商業的な機密保持と一般への情報提供のバランスは今後変化しうる U-spaceサービスの提供は競争領域である。	

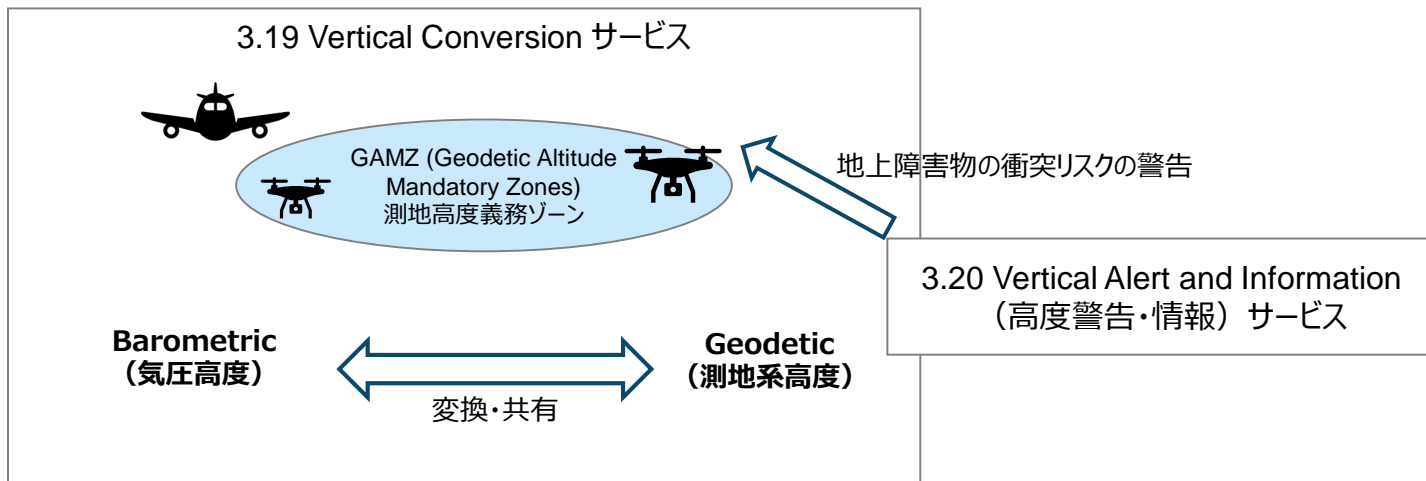
Edition3とEdition3.1 のサービス名差異

UAMとの統合のために高度関連のサービスが追加された。またRegulationとの整合性のためにサービス名称が変更・統合された。

Edition3.1	Edition3	2019/947&945との関係	2021/664,665&666との関係
Vertical Conversion Service	無し		
Vertical Alert and Information Service	無し		
Registration	Registration (e-registration)	947 Article 14	
	Registration Assistance		
Network Identification	e-identification	Partial match with remote identification	664 Article 8 Network Identification
	Position report submission subservice		664 Article 8 Network Identification
Geo-awareness	Geo-awareness	Partially: 947 Article 15	664 Article 9 Geo-awareness service
	Geo-fence provision(includes Dynamic Geo-fencing)		
Flight Authorisation service	Operation Plan processing		Partly covered in Article 10 UAS flight authorisation service
Strategic Conflict Prediction	Strategic Conflict Resolution		Article 10 UAS flight authorisation service
Strategic Conflict Resolution			Article 10 UAS flight authorisation service
Tactical Conflict Prediction	Tactical Conflict Resolution		
Tactical Conflict Resolution			
Incident/Accident reporting	Incident / Accident reporting		Partially covered by Article 15(d)
	Citizen Reporting Service		

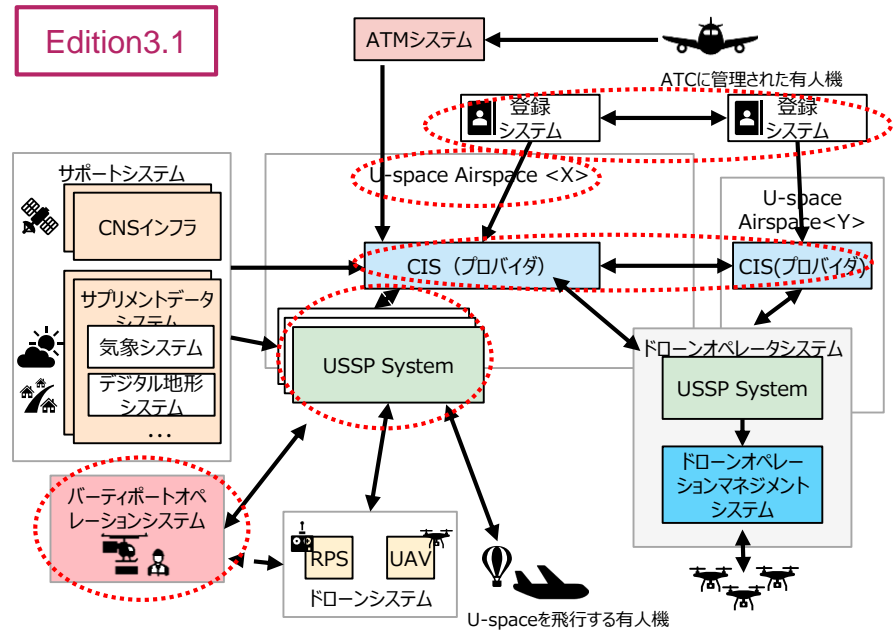
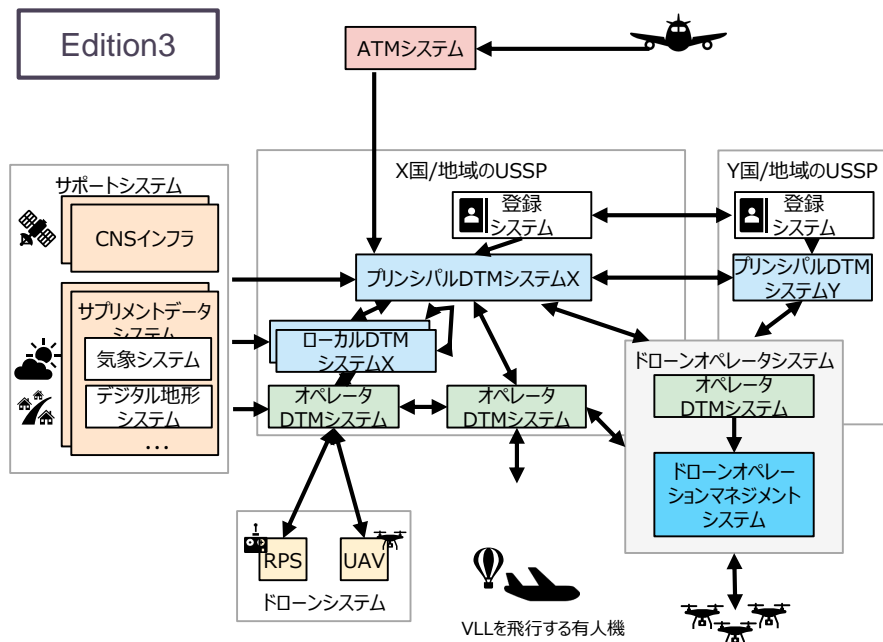
Vertical Conversion (高度変換) サービス

気圧高度で飛行する機体と測地系の高度で飛行する機体と同じ空域に混在するため、測地高度が義務付けられるゾーンとそれぞれの高度を変換し共有するサービスが新たに加わった。



アーキテクチャの変化

地域の分割がX国のUSSPからU-space Airspaceに変化したことにより、U-space空域に関係なく必要とされる登録システムは枠外に移動した。U-space規則に沿った書き方の改訂が行われている。



ATM: Air Traffic Management
 CIS: Common Information Service
 CNS: Communication, Navigation, Surveillance
 DTM: Drone Traffic Management

USSP: U-space Service Provider
 RPS: Remote Pilot Station
 UAV: Unmanned Aerial Vehicle
 VLL: Very Low Level

○ = V3からV3.1の過程で変更となった箇所

アーキテクチャの変化 (想定される変更理由)

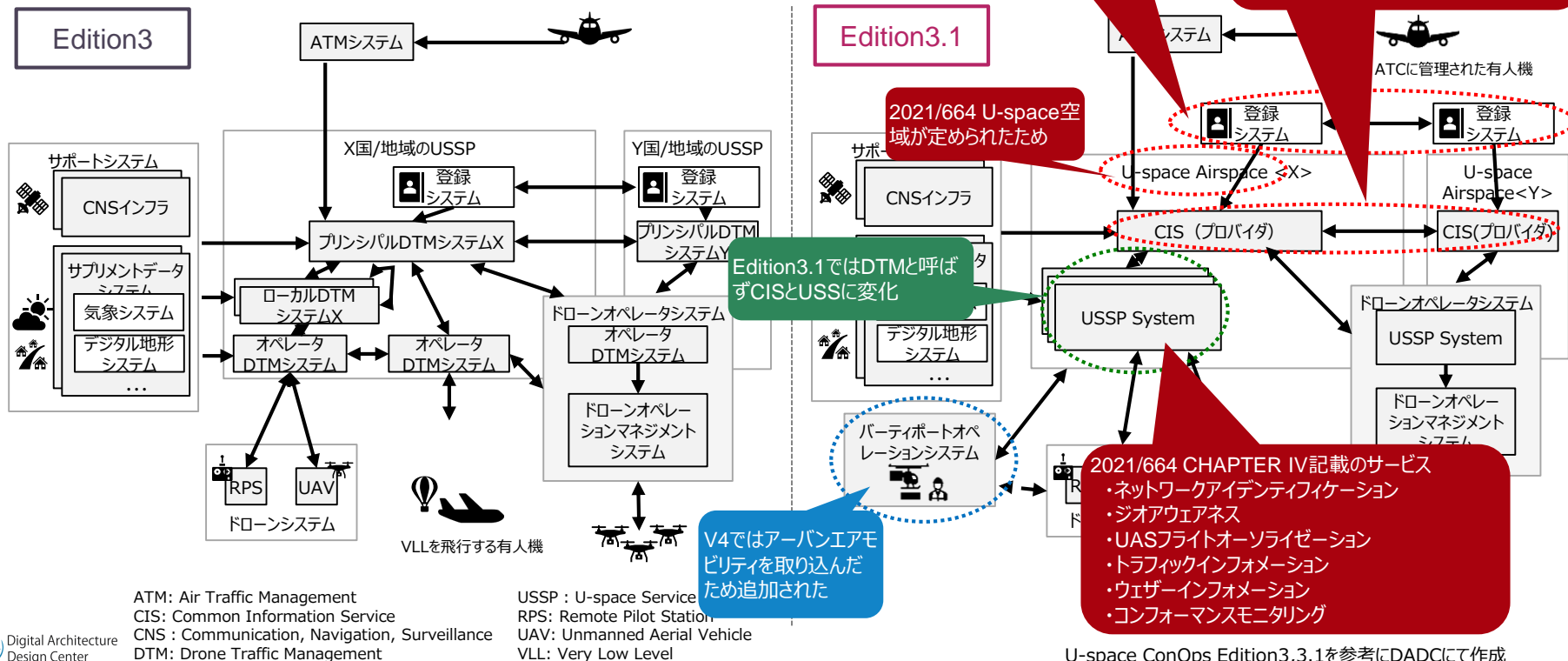
① 欧州の規制の
取り込み

② UAM影響の
研究成果取り込み

③ 第3版の陳腐化

2019/946 Article14
加盟国が登録システムを確立し
維持することが定められたため

2021/664 Article5記載のサービス
・加盟国からU-space空域の定義
・ATCからU-space空域の動的な再構
成の情報





Appendix



U-spaceサービス一覧 (Edition3)

多数のドローンが飛行するための主なサービスはU2で提供される。
より高密度な飛行におけるコンフリクト解消のためのサービスはU3で提供される。

	U1	U2	U3
1.識別・追跡 Identification and Tracking	1.1 登録 Registration 1.3 eアイデンティフィケーション e-Identification	1.5 トラッキング Tracking 1.2 登録補助 Registration assistance	1.4 ポジションレポート Position report submission 1.7 監視データ Surveillance data
2.空域管理 Airspace Management/Geo-Fencing	2.3 ジオアウェアネス U-space Geo-awareness	2.4 ドローン航空情報 Drone aeronautical information management	2.5 ジオフェンシング提供 Geo-fencing provision
3.ミッション管理 Mission Management	3.1 オペレーションプラン作成支援 drone operational plan preparation assistance	3.3 オペレーションプランプロセッシング drone operation plan processing service	3.2 リスク分析支援 risk analysis assistance 3.5 ダイナミックキャパシティマネジメント Dynamic capacity management
4.コンフリクト解消 Conflict Management		4.1 ストラテジックコンフリクト解消 Strategic conflict resolution service	4.2 タクティカルコンフリクト解消 Tactical conflict resolution
5.緊急事態管理 Emergency Management	5.1 緊急事態管理 Emergency management service	5.2 インシデント、アクシデント報告 Accident and incident reporting	5.3 市民通報 Citizen reporting service
6.監視 Monitoring	6.1 モニタリング Monitoring	6.2 トラフィック情報 Traffic information	6.5 ナビゲーションインフラ監視 Navigation Infrastructure monitoring 6.6 通信インフラ監視 Communication infrastructure monitoring 6.3 法的記録 Legal recording 6.4 デジタル飛行日誌 Digital logbook
7.環境 Environment	7.1 天候情報 Weather information	7.2 地形情報 Geospatial information	7.3 人口密度マップ Population density map 7.4 電磁波コンフリクト情報 Electromagnetic interference information 7.5 ナビゲーション範囲情報 Navigation coverage information 7.6 通信範囲情報 Communication coverage information
8.ATCとのインターフェース Interface with ATC		8.1 航空管制との手続きI/F Procedural interface with ATC	8.2 航空管制との協力的I/F Collaborative interface with ATC

空域X,Y,ZとU-spaceサービスの関係(Edition3)

U-space
サービス

U1

U2

U3

空域X,Y,Zでは可能となる運用タイプや、アクセス制限が異なる。空域の特徴に応じて、提供されるサービスが増え、複雑な運用が可能となる考え方である。

	空域X low risk 例：農地、海上	空域Y higher risk 例：国立公園上空	空域Z highest risk
U-space提供サービス (利用可能になった場合に 利用が義務化されるサービス)	1.1 登録 1.3 e-identification 2.3 ジオアウェアネス 2.4 ドローン航空情報	2.5 ジオフェン シング情報提供 5.2 事故報告 7.1 天候情報	3.3 ドローン運用計画処理 4.1 ストラテジックコンフリクト解消サービス 4.2 タクティカルコンフリクト解消サービス 1.4 位置情報提供 5.2 緊急マネジメント 6.1 モニタリング 6.3 法廷記録 6.4 デジタルログブック 8.1 ATCとのI/F
主な運用タイプ	VLOS	VLOS/BVLOS	
アクセス制限	なし	あり 運用計画承認が必要	
技術的要件	なし	A remote piloting station connected to U-space A UAS capable of position report submission	Position report submission for the aircraft with enough performance to enable tracking
パイロット要件	なし	訓練が必要	U-spaceに常時接続が必要 The pilot continuously connected to U-space
特徴	地上・空中リスク低	交通量が多い 人口密度が高い 立ち入り制限をしたい	高密度な運用

U-space ConOps(Edition3) の前提となる規則

- 本ConOpsはEU規制によって導入された概念的な要素を考慮して構築されている
- 2019年6月に発表された以下の規則に沿っている

- **施行規則(EU) 2019/947 無人航空機運用のための規則と手順**

運用分類 (Open, Specific, Certified) :

操作のリスクレベルと適切なリスク評価と軽減アプローチの組み合わせにより

Open, Specific, Certifiedに分類

- **委任規則(EU) 2019/945 無人航空機システムおよび第三国での運用**

機体分類 (C0~C4) :

Openカテゴリで運用するドローンは、技術的にC0、C1、C2、C3、C4の5つのクラスに分類

U-spaceの運用カテゴリ

ドローンの運用カテゴリをリスクに応じて「**Open**」、「**Specific**」、「**Certified**」に分類(施行規則(EU)2019/947)。
Openの一部は、U-spaceによる空域情報提供、追跡識別が必要。また、**SpecificとCertifiedは、U-spaceによる運行管理が必要。**

Certified - High Risk

高リスクな飛行が可能

i. 密集した人の上空の飛行 ii. 人の輸送を伴う飛行 iii. 危険物の運送を伴い、事故の際に第三者に高いリスクをもたらす可能性がある飛行
運航者認可、機体認証及び操縦者技能証明がいずれも必要と判断されるなど、有人機並みのリスク対策が必要であるが、その詳細は検討中

Certified Category



Includes
carriage of people and
dangerous goods

Specific - Increased Risk

高度と重量制限なし・BVLOS

Openよりリスクの高い飛行が可能。

ただし、リスクアセスメント (SORA) を行い、潜在リスクが高い場合は緩和策として装置の追加やU-spaceサービスの利用を含む運用の変更を行う必要がある

Specific Category



Mass and height
No limitations

Type of flight
includes BVLOS

Open Category



Mass <25 kg

Max height 120m AGL

Type of flight VLOS

Open - Low Risk

25kg以下・120m以下・VLOS

高度120mまでの目視内 (VLOS) 飛行は、運航の認可なしに飛行可能。

事前の運用許可、及び運用開始前のUAS運用者による運用宣言が不要。

ただし、機体クラスに応じた運用制限がある。

A2 close to people

A1 over people



Standard scenarios
SORA
SAIL 6
SAIL 5
SAIL 4
SAIL 3
SAIL 2
SAIL 1

A3 far from people



Openカテゴリの定義

Openを運用の制限、機体要件、リモートパイロットへの要件、技術的要件等に応じてサブカテゴリ(A1～3)に分類。**機体のリスクが高いほど要件を厳しくしている**

サブ カテゴリ	要件 運用の制限	機体要件		リモート パイロットへの要件			技術的要件	オペ レータ 登録	
		機体クラス (次ページで説明)	最大離陸 重量						
A1 (Over people)	第三者上空飛行可能 ただし群衆上空は除く	C0	<250g	1-サー マニュアル の 理解	-	-	・飛行速度 <19m/s ・最大高度制限	不要	
	第三者上空飛行禁止 意図せず飛行した場合は すぐに離脱すること	C1	<900g (または 80J)				-		・飛行速度<19m/s ・最大高度制限 ・制御通信のバックアップ必要
A2 (Close to people)	第三者からの 安全距離を 30m以上 とること	C2	<4kg		オンライン トレーニング 受講	自己 トレーニング 実施 知識テスト 合格	-	・飛行速度<3m/s ・水平離隔距離30m	必要
A3 (Far from people)	住宅地、商業地、工業 地、レクリエーション地域から の 安全距離を150m 以上 とること	C3	<25kg		オンライン テスト 合格			・水平離隔距離150m	
		C4		-	・Automated飛行禁止(pre- programmed trajectoryのみ)				



Specificカテゴリの定義

SORAによるリスク評価を行い適切にリスク軽減がなされていることを管轄当局が認めた場合、飛行できる

以下のいずれかの運用形態に合致する場合、以下の要件を満たせば**Specific**カテゴリに分類される

運用形態

Openカテゴリ以上のリスクがある
(以下のいずれかの) 場合

- ・目視外(BVLOS)飛行
- ・高度120m以上の飛行
- ・25kg以上のドローン
- ・4kg以上のドローンで都市部で飛行
- ・CEマークのない機体
- ・物件投下
- ・群衆上空の飛行

要件

パイロットは16歳以上

オペレーターの登録

オペレーターが**SORA** (Specific Operations Risk Assessment) 等によるリスク評価を実施し、管轄当局から運用許可(operational authorisation)を得る、または

STS-01(都市部VLOS),STS-02(地方部BVLOS)の**標準シナリオ**に従いUASオペレータが宣言(declaration)を出す、または、

Light UAS operator certificate(LUC)をUASオペレータが所持している、または認可を受けた模型飛行機クラブ及び協会での飛行

参考：「EASAにおける無人航空機の規則」、東京大学 鈴木真二、https://www.jttri.or.jp/collo210921-pre02_1.pdf

Specificカテゴリのリスクアセスメント SORA

Specificカテゴリでは、JARUSによって規定されたSORAの手法に従い、リスク分類を実施する。

- **SORAはSpecificカテゴリの運用におけるリスク分類の主要な方法**
- **JARUSによって規定されている**
- **地上リスクと空中リスクの評価を行っている**
 - **地上リスク：**
一人、財産、重要なインフラがUAにコンフリクトするリスクに関連し、人口密度、運用の種類（VLOS, BVLOS）、UAのサイズに関する運用環境を考慮
 - **空中リスク：**
一空域内の有人航空交通の密度と構成から得られる、有人航空機に遭遇する確率（つまり有人機との接触を空中リスクとしている）
 - **リスクの評価方法**
地上リスククラス（GRC）と空中リスククラス（ARC）の値を求めて、組み合わせ、最終評価（SAIL）を決定。値が高いほど潜在リスクが高い。
- **U-space ConOpsへのSORA統合議論**
 - SORAはSpecificカテゴリの申請時にドローンオペレーターと官庁間の情報交換の手法として考案されており、計画プロセスの重要な要であるが、SORAは開発・検証中であり、使い勝手は実証されていない（例：複数のドローン運用が同時に行われることによるリスクには未対処）。そこでU-Spaceとの統合議論が進んでいる。

Certifiedカテゴリの定義

有人航空機並みに高リスクなオペレーションに対し、有人航空機並みの対策をとることで飛行できる

要件 以下の要件に合致する場合、Certifiedカテゴリに分類される

機体の設計、製造、整備および、運用用途が以下のいずれかを目的とするもの

- (a) ドローンの寸法が3m以上あり、**assemblies of people**上空を飛行する
- (b) **人を輸送**する
- (c) **危険物の輸送**を伴い、事故の際に第三者に高いリスクをもたらす危険性があり、リスクを軽減するために高い堅牢性が要求される

所管当局によるリスク評価の結果、

- ・ドローンの認証
- ・オペレータの認証
- ・該当する場合はリモートパイロットの免許

がなければ運用のリスクを軽減できないと判断した場合

Openカテゴリの機体クラス(CEマーキング)

Openカテゴリのサブカテゴリの基準となる規則(委任規則(EU)2019/945)

C1~C3はU-spaceによるドローンへの空域情報提供および識別、追跡が必要

要件 クラス	最大離陸重量 又は衝突エネルギー、最大寸法	最大飛行 速度	最大高度	予想される故障等への リモートパイロットの 対応	動力源	ジオ アウェアネス 機能	remote identification システム	その他
C0	<250g	19m/s	離陸地点上空 120m	自分で対応	電動	-	-	-
C1	<900g (or <80J)		離陸地点上空 120mまたはリ モートパイロット が制御できるシ ステムを持つこ と	リンク喪失時の 対応機能、また は緊急時の飛 行終了機能を持 つこと		必須	ダイレクト型 : 必須 ネットワーク型: 任意	灯火、 バッテリー 残量警告 等
C2	<4kg	3m/s						
C3	<25kg and <3m	-	-	自分で対応	-			
C4	<25kg	-	-	-	制約 なし	-	-	-

本資料の内容についてのご質問などがございましたら
下記連絡先までお問い合わせください

独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA)
デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC)
自律移動ロボットプログラム
空モビリティプロジェクト
dadc-drone@ipa.go.jp



Digital Architecture
Design Center

デジタルアーキテクチャデザインセンター
<https://www.ipa.go.jp/dadc>

IPA Better Life
with **IT**