

# ドローンの運用コンセプト（ConOps）に関する調査報告

## Part 1 FAA UTM ConOps Version 2.0

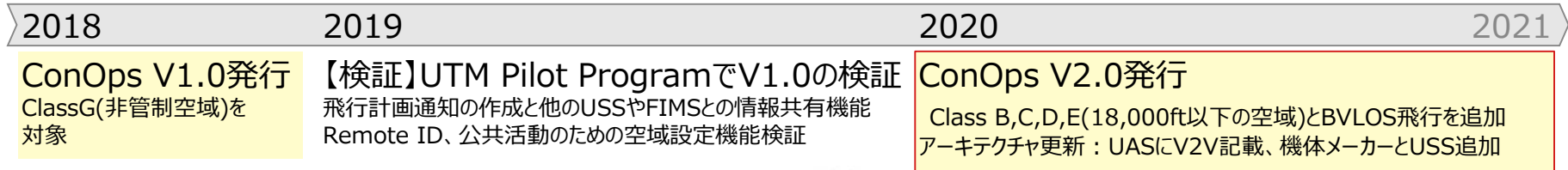
2022年12月

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

- **UTM ConOps 概要**
- **FAA UTM Concept of Operations V2.0**
  - **UTMサービスの範囲**
  - **想定するUTMアーキテクチャ**
  - **UTMの機能とアサインメント**
  - **空域の安全性、セキュリティ、公平性を実現するレイヤーアプローチ**
  - **その他（セキュリティ）**
  - **オペレーショナルシナリオ**

# UTM ConOps 発行の歴史

2022年11月現在、2020年発行のV2.0が最新のConOpsである。  
より複雑な運用を目指して現在検証が進められていて、2022年末に新たなバージョンを発行予定である。



Risk-based development and test approach along four distinct TCL

## 2022

**【検証】BEYOND ProgramでV.2.0の検証(2020/10～)**

**ConOps V3.0発行 (2022年末)**

集団上空の飛行、夜間運用を追加  
 アーキテクチャ更新：FAAがUTM認証と、接続可能なUTMを識別する機能を持つ



UTM: Unmanned/Uncrewed Aircraft System (UAS) Traffic Management  
 USS: UAS Service Supplier  
 FIMS: Flight Information Management Service

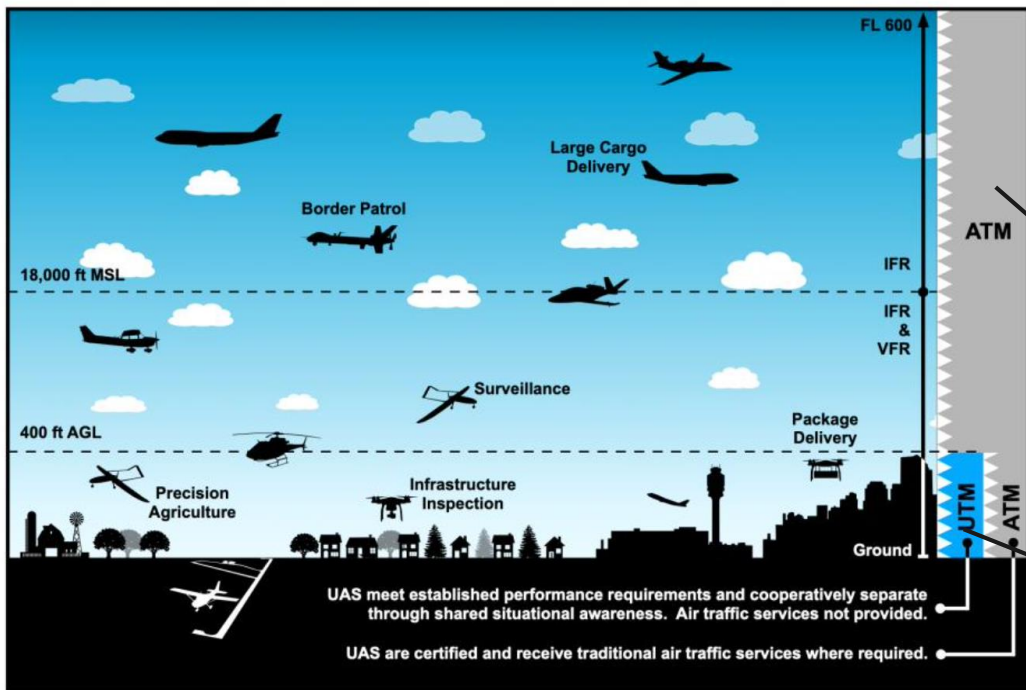
BVLOS: Beyond Visual Line of Sight(目視外飛行)  
 UAS: Unmanned Aircraft System  
 FAA: Federal Aviation Administration

UTMに関する技術開発を目的とした技術要件情報を官民共同で検討し、FAAが発行したものである。

	米国
発行日および発行者	2020/03/02, FAA Office of NextGen
最新バージョン	<a href="#">FAA UTM ConOps v2.0</a>
執筆関係者	FAAとNASAが作ったUTM Research Transition Team内に、（1）コンセプトとユースケース、（2）データ交換と情報アーキテクチャ、（3）感知と回避、（4）通信とナビゲーションの4つのワークグループ（WG）を持ち、FAAとNASAおよび産業界から参加
“ConOps”の定義	包括的な運用概念として、ビジョンを提示するとともに、UTMが適切に役割を果たすための <b>運用および技術要件</b> を記述したものの。
提供目的	政府および業界の関係者とビジョンを共有し、UTMの実装に関わる多くの関係者や利害関係者の間で、 <b>ソリューションの開発に役立つ情報を提供する</b>

# FAA UTM ConOps におけるUTMサービスの範囲

400フィート (AGL) 以下の非管制空域 (クラスG) および管制空域 (クラスB、C、D、E) 環境における、より複雑なオペレーションを対象としている。



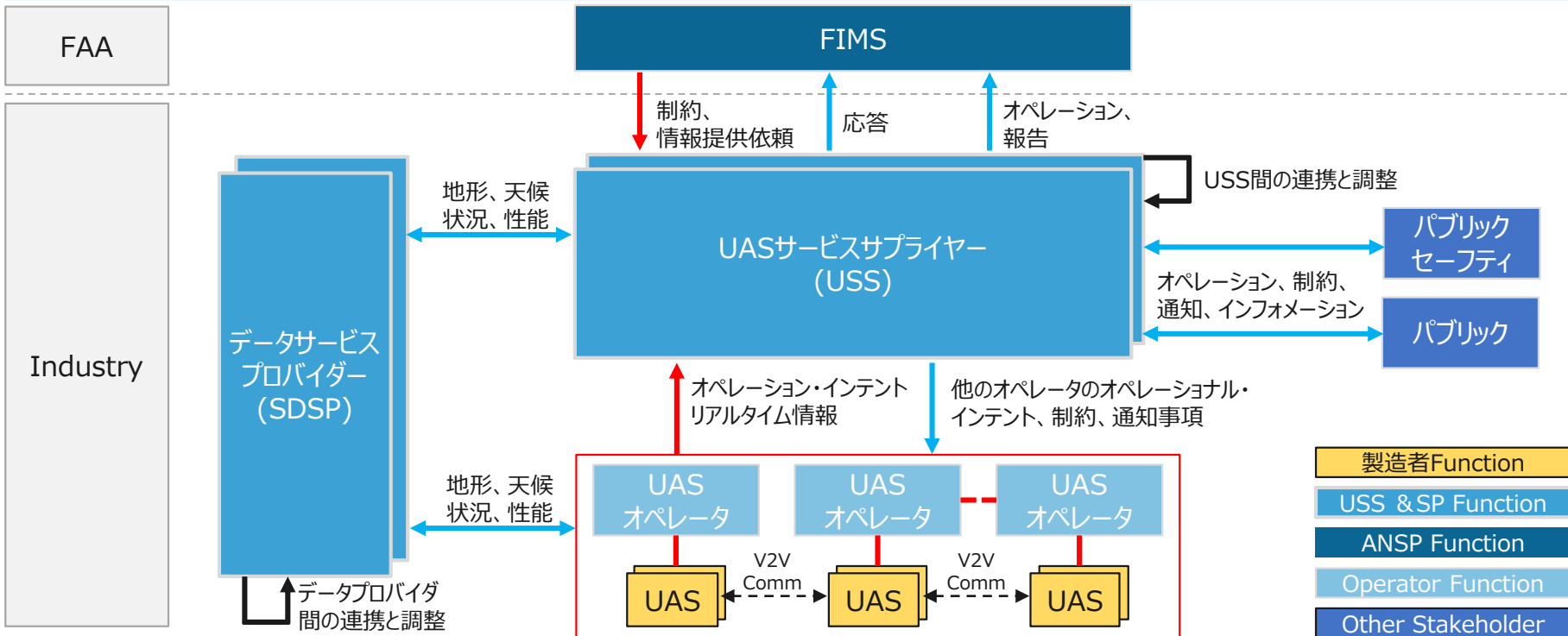
UASは認定され、必要な場合は従来のAir traffic serviceを受ける。

UASは確立された性能要件を満たし、運航意図の共有により協調的に分離する。  
Air traffic serviceは提供されない。

Figure 4. Operational context of UTM services

# 想定するUTMアーキテクチャ

UTMは協調的なシステムであり、互いに航行意図を共有、衝突回避するために関係者間でのコミュニケーションを分散型情報ネットワークで実現する。UASオペレータはサードパーティのUASサービスサプライヤーを利用することも、独自のサービスセットを利用することも可能。



# UTMの機能とアサイメント

USSが提供するサービスにはオペレータに適用される規制や政策に対応するために、**政府による認定が必要なものがある。**

	UTM機能	責任	サポート
分離	UAS同士の分離	UAS オペレータ	USS
	低高度有人航空機とUASの分離		
ハザードからの回避	悪天候回避		
	地形の回避		
	障害物の回避		
アドバイザー	気象情報		
	UASハザードの影響を受ける空域利用者への警告		
	ハザード情報 (例：障害物、地形など)		
	UAS特有のハザード情報 (例：送電線、UAS禁止区域など)		

	UTM機能	責任	サポート
ステータス	UTMでの運用状態	USS	UAS オペレータ
	フライト情報のアーカイブ	UAS オペレータ	USS
	フライト情報の状態		
計画意図許可	オペレーションプランの策定	UAS オペレータ	USS
	オペレーション・_intentの共有（飛行前、飛行中）		
	オペレーション・intentの交渉		
	管制空域の認可	FAA	
	飛行の制御	UAS オペレータ	
	空域の割り当てと制約の定義	FAA	USS

# 空域の安全性、セキュリティ、公平性を実現するレイヤーアプローチ

空域管理は安全性、セキュリティ、空域利用の公平性のためにレイヤーアプローチが前提になっている。

1

パフォーマンス認証

2

管制空域での空域許可

3

ストラテジックなトラフィック・マネジメント

4

セパレーション/コンフリクトマネジメント

5

コンテンジェンシー・マネジメント

6

空域の制約及びUVR

7

UAS搭載設備、地上設備の利用による衝突回避

8

リモート・アイデンティフィケーション



目的	指定した運航エリアでの飛行性能を満たす能力の証明
被認証者	UASオペレーター
評価者	FAA
対象	UASオペレーターが利用するシステム全体（航空/地上設備、USS/SDSPサービス、人員、訓練、手順など） 個々の機器ではない
評価内容	オペレーターが意図された空域内でCNS*の性能基準を満たすことができるか
認証の緩和	<b>低リスクのオペレーション</b> （例：VLOS、地方、低交通密度、地上の人口・資産が少ない）の場合、 <b>オペレーターは基準への適合を自己宣言し</b> 、USSはその宣言の策定を支援し、 <b>FAAの直接監督を緩和することが可能</b> である。

パフォーマンス認証が与えられると、UASオペレーターは、境界が明確に定義された地理的なエリアであるAuthorized Area of Operation (AAO) 内でフライトが可能になる。

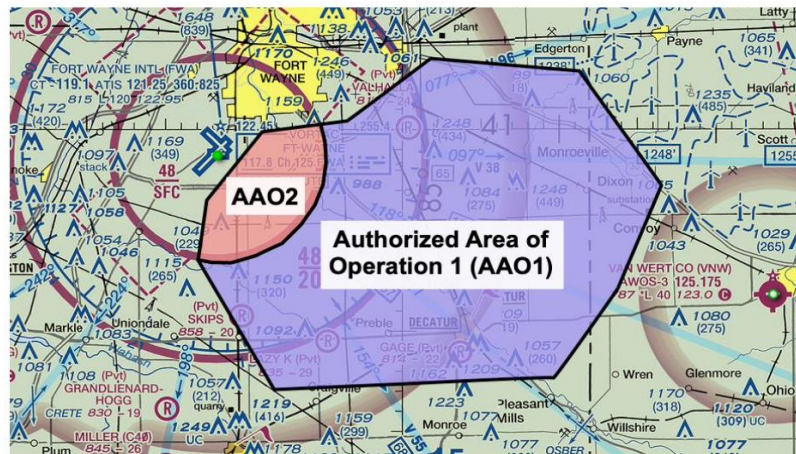


Figure 5. Examples of multiple authorized areas of operation for a UAS Operator

\*CNS: Communications, Navigation, and Surveillance

## 飛行許可が必要なエリア

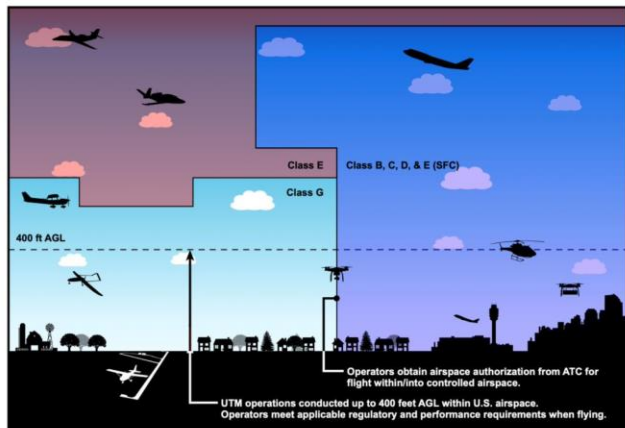


Figure 2. UTM Operations in context of airspace classes

class B, C, D, Eにおいて  
FAAの許可が必要となる

## 飛行許可取得方法

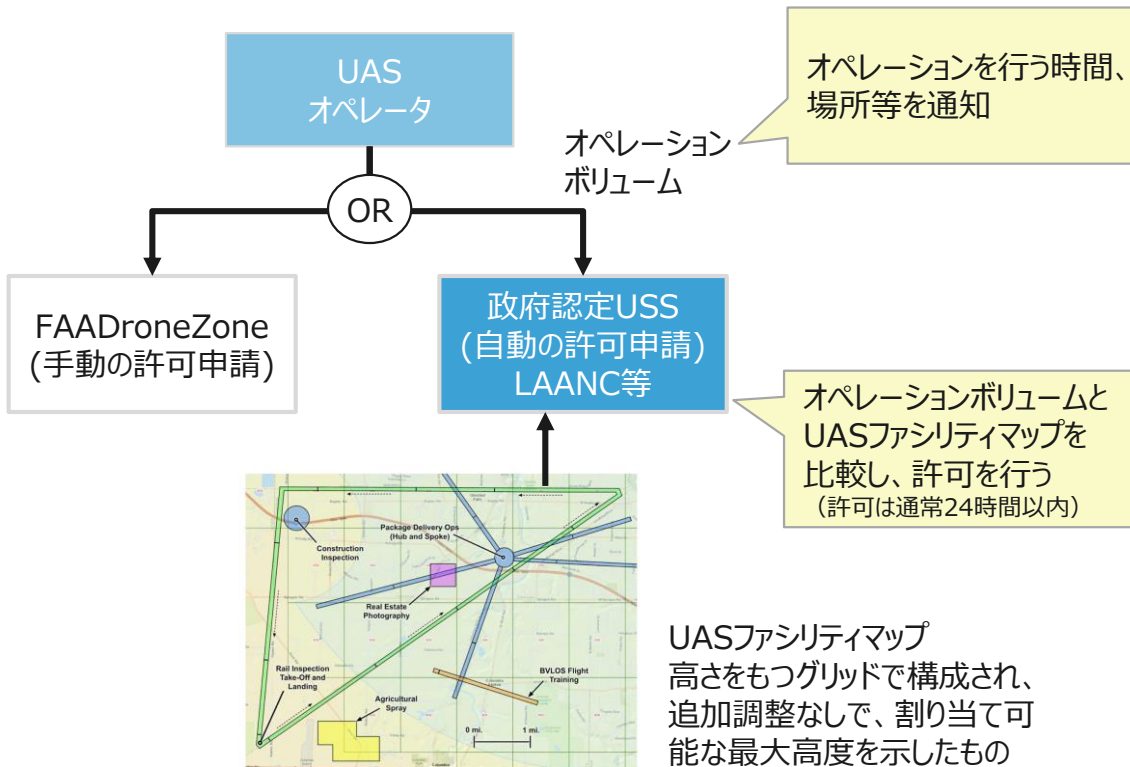


Figure 7. BVLOS and VLOS operations relative to Class B boundaries and UASFM grids

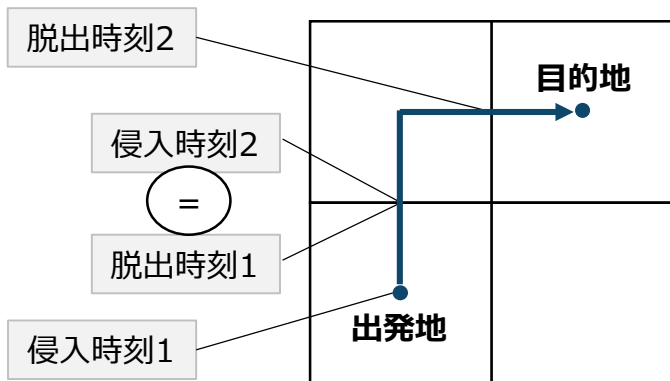
# オペレーション・ボリューム

## オペレーション・ボリューム

侵入時刻と脱出時刻を指定した空域の4次元ブロック

### オペレーション・ボリュームのセグメント化

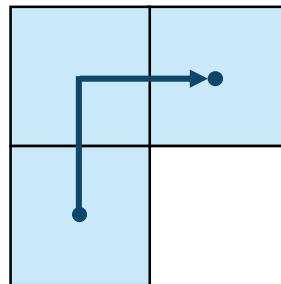
オペレーション・ボリュームを高さ方向、時間を含めセグメント化することで、オペレーションが重複する可能性を減少させることができる。



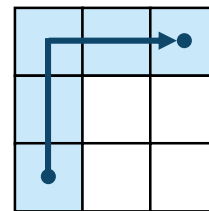
### UAS性能に応じたオペレーション・ボリューム・セグメントの大きさ

UASの性能は、オペレーション・ボリューム・セグメントの大きさを決定する。高性能なUASは、低い性能のUASと比較して、小さいボリューム内で飛行することができる。

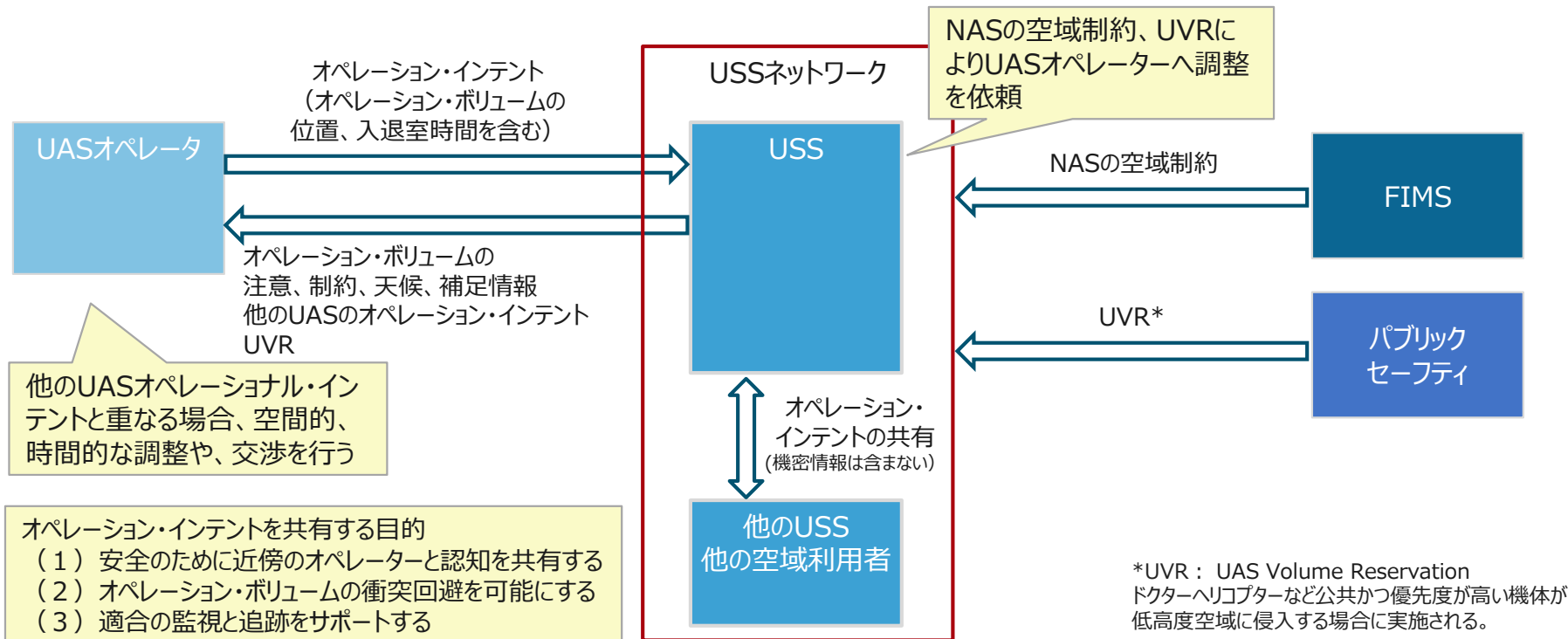
UAS性能 低



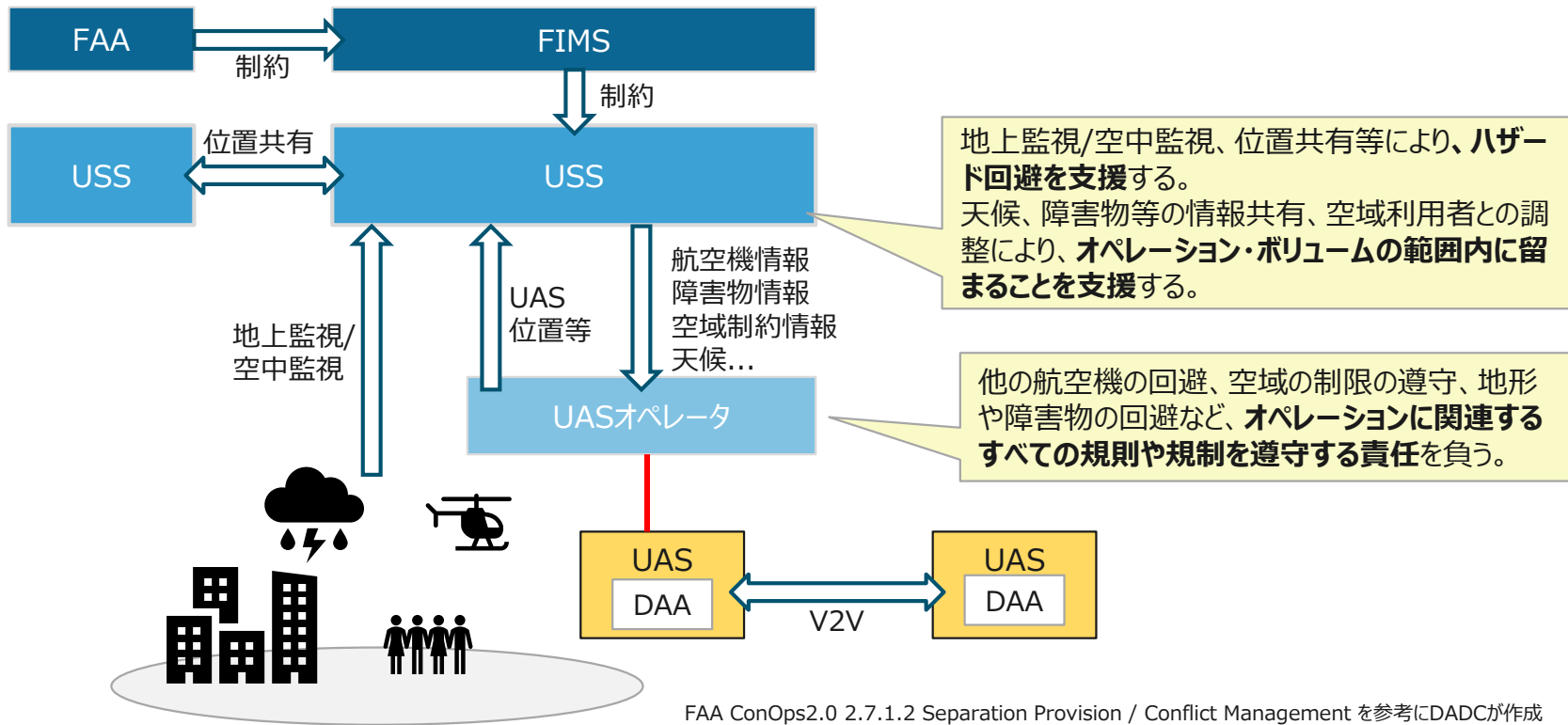
UAS性能 高

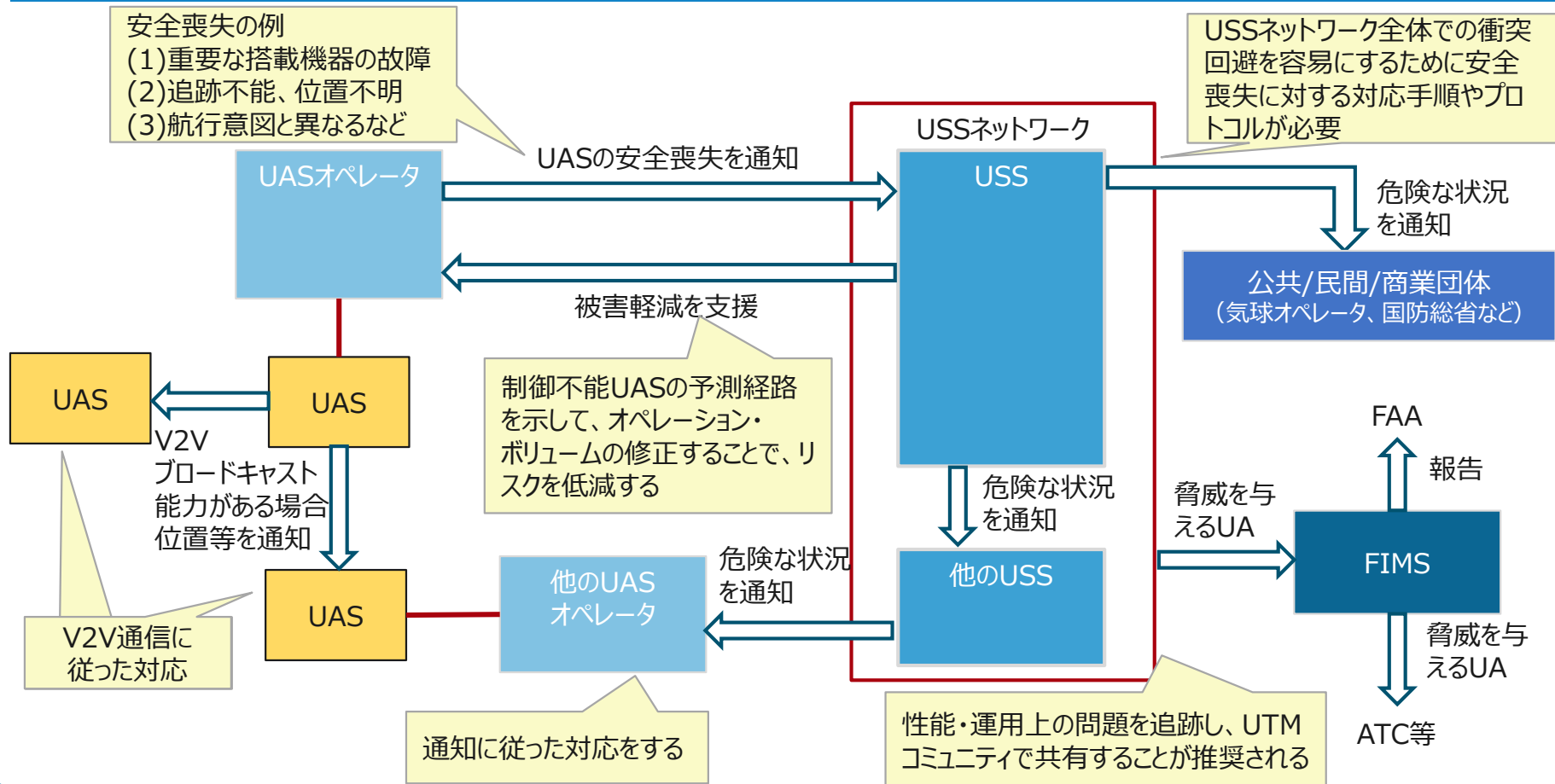


オペレーション・\_intentの共有、戦略的衝突回避、空域制約評価、気象予測、などのUTMの主要なサポート機能は、**タクティカルな衝突回避の必要性を減らし、気象や空域制約による飛行中の意図変更の可能性を低減**する。



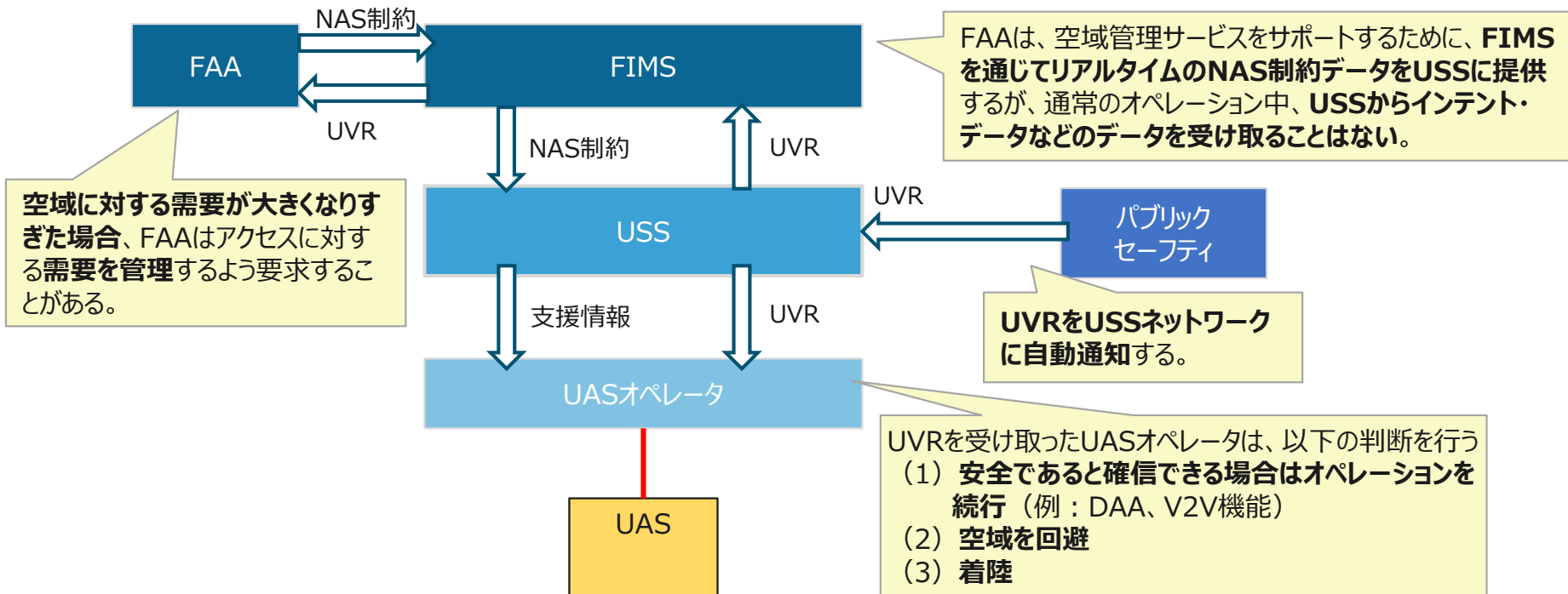
セパレーションを支援するために、**UASオペレータはUSSに常時接続し、リアルタイムに情報共有が必要となる。高密度または不均一なトラフィックが存在するエリアでのオペレーションを希望するUASオペレーターは、DAA (Detect and Avoid / 衝突回避) 技術の装備を要求される場合がある。**





# 空域の制約及びUVR

FAAは空域管理をサポートするため、**FIMSを通じて、NAS\*制約データをリアルタイムにUSSへ提供**する。  
UVRが有効になった場合、USSネットワークに自動通知され、USS経由で情報を取得したUASオペレータはDAAやV2Vによる衝突回避、空域を回避、着陸のいずれかを行う



\*NAS: National Airspace System

オペレーショナルシナリオV2-3 低高度におけるUASと有人航空機の相互作用  
にて説明のため、省略

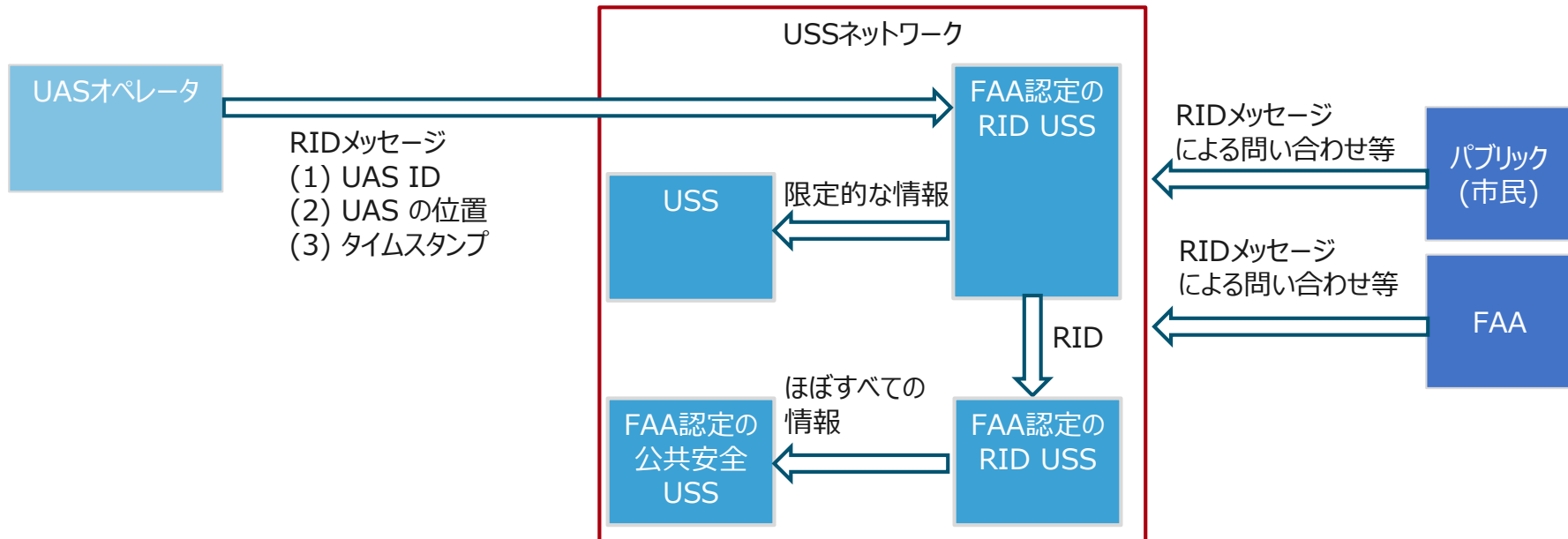


## ダイレクトブロードキャスト

特定の宛先や受信者を指定せずに、一方向にのみデータを送信。  
データはブロードキャスト範囲内の誰でも受信することができる。

## ネットワークパブリッシング

インターネットサービスまたは連邦サービスにデータを送信。  
クライアントは公開されたデータにアクセスし、UASのIDや追跡情報を取得することができる。

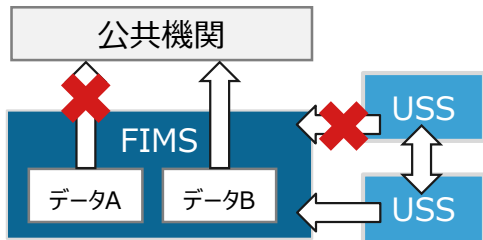


# その他（セキュリティ）

セキュリティのリスク管理は、空域へのアクセスを必要とする UTM コミュニティのニーズと、ステークホルダーの利益・資産の保護とのバランスを取ることが重要。

情報交換のために、**航空関係者を相互接続するグローバル・レジリエント航空情報ネットワーク（GRAIN）の構築**を目的とし、ICAOと協力し、**国際的な航空のトラストフレームワーク(IATF\*)構築**のために、**サイバーセキュリティネットワーク、IDポリシー**を定義。

## アクセスコントロール



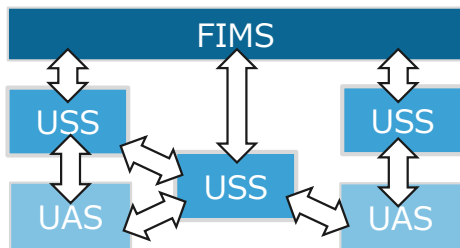
IATFのポリシーに準拠して発行されたIDを使用して、必要性、資格、アクセスレベルに基づいて情報が提供される

## ログの保存

オペレーターは、安全/セキュリティのために、FAAが規定するデータ保存/共有要件を満たす必要がある

データ例：オペレーション・\_intent、4D位置情報、経路変更、予定外のイベント記録（例：不正UAS）など

## 真正性の確保とネットワークの信頼性



IATFに準拠したUAS IDやオペレーターIDの利用により、複数システムの相互接続に対するRIDメッセージの完全性および真正性を保証する

悪意ある第三者およびFAAのシステムへの不法アクセスを防止するためにIATFネットワークポリシーに従ったサイバーセキュリティアーキテクチャを構築する

# オペレーショナルシナリオ

シナリオ	タイトル	概要
V2-1	非管制空域と管制空域での通常のUTMオペレーション	プランニング、オペレータ・メッセージング、衝突回避、エアスペース・オーソライゼーションなどを含む様々なサービスをUTMを経由して利用する商用VLOS/BVLOSオペレーションについて解説する。
V2-2	UVR*とそれに伴う オペレーションへの影響	医療事故患者を回収するために着陸するドクターヘリに、公共安全サービスを提供するUSSの設置について説明する。サービスを提供するUSSは、UVR*の通知を作成し、USSネットワークとFAAに配信する。UVRの影響を直接受けるオペレーションを計画または実施しているオペレータは、安全な飛行を維持するために適切な行動をとる。また、他のオペレーションへの間接的な影響も調査する。
V2-3	低高度におけるUASと有人航空機の相互作用	USSネットワークによる情報共有、V2V通信の協調、DAA技術などを含む、UASオペレータと低高度有人航空機オペレータが互いに状況を把握するための様々な方法を解説する。
V2-4	UTMによるUASの遠隔識別の活用 (ネットワーク型RID)	市民と公共安全機関が、それぞれ住宅上空で発生したUASオペレーションについて情報を収集する方法を解説する。 市民はRID USSのサービスを利用し、公安機関はFAAのサービスを利用して関連するRID情報を取得する。
V2-5	連邦公安当局によるUTM情報提供のリクエスト (ブロードキャスト型RID)	公共安全機関が、RID情報をクエリとして、一般には入手できないオペレータ情報を入手する方法を解説する。 公共安全機関は、連邦公共安全USSのサービスを利用して、USSネットワークとFAAにRID情報に関連する情報を問い合わせる。

\*UVR: UAS Volume Reservation

クリーブランド・ホプキンス国際空港 (KCLE) 空港の南西四分円では、建設点検、鉄道点検、荷物配送、不動産撮影、農薬散布、目視外飛行トレーニングといった複数のオペレーションが管制空域、非管制空域で予定されている。

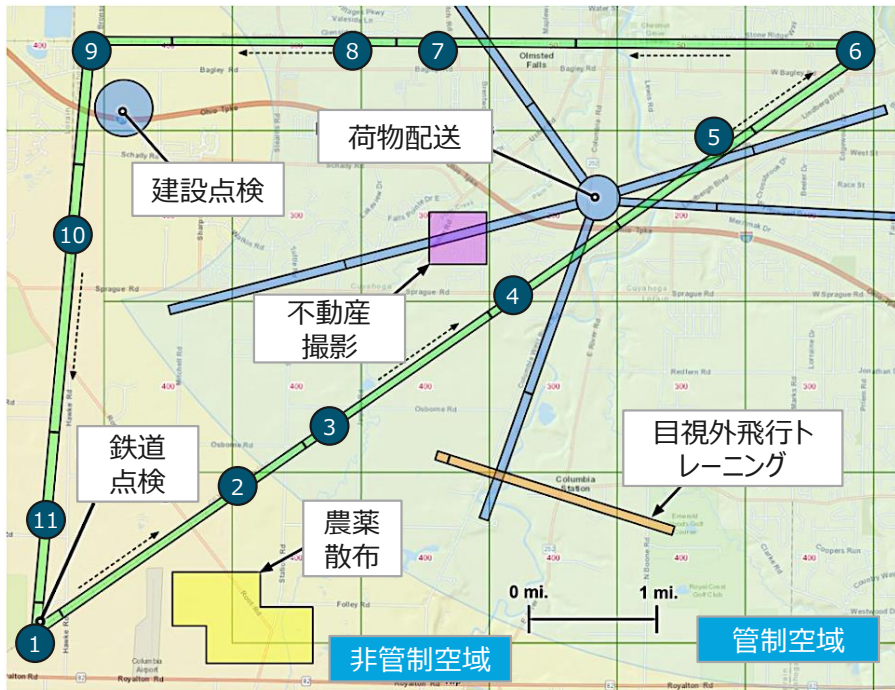


Figure 7. BVLOS and VLOS operations relative to Class B boundaries and UASFM grids

各UASオペレータはパフォーマンス認証取得が必要

鉄道点検のオペレーションは11のオペレーション・ボリューム・セグメントに分割

セグメント化により衝突回避のための調整を減らすことに寄与

管制空域を飛行する場合、空域許可が必要

鉄道検査、荷物配送、不動産撮影、目視外飛行トレーニングは空域許可が必要

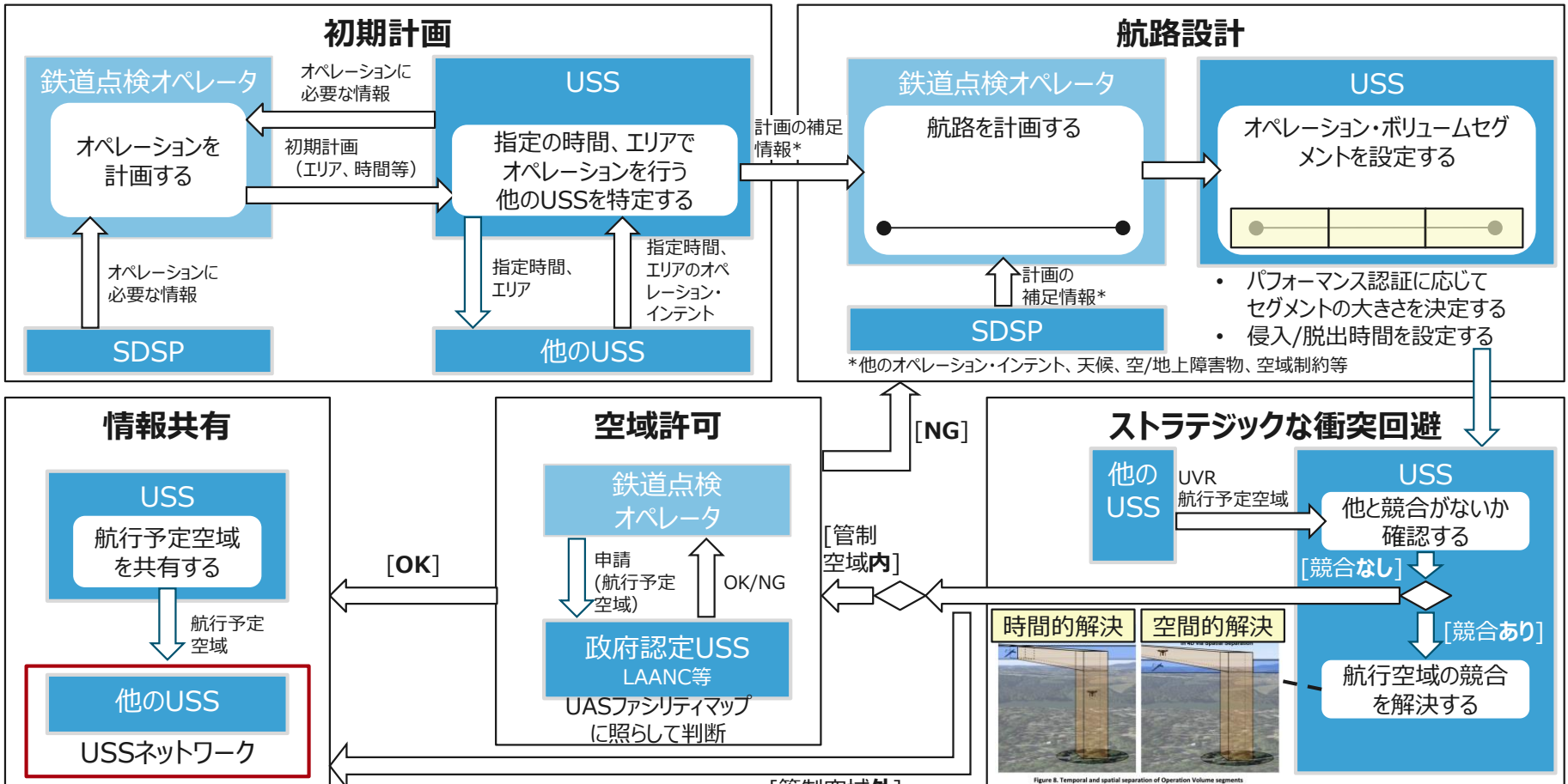
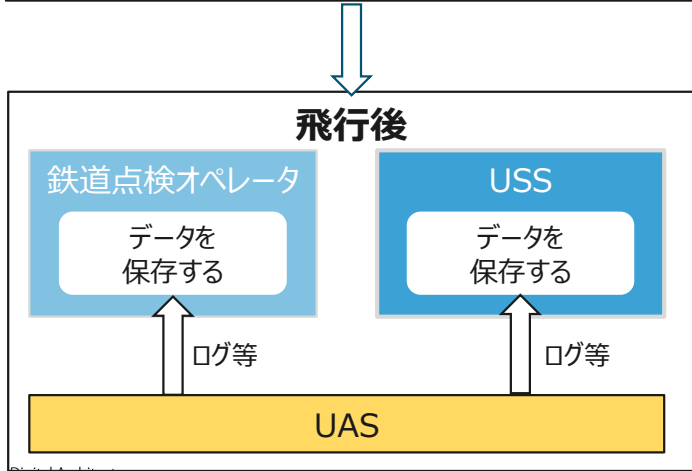
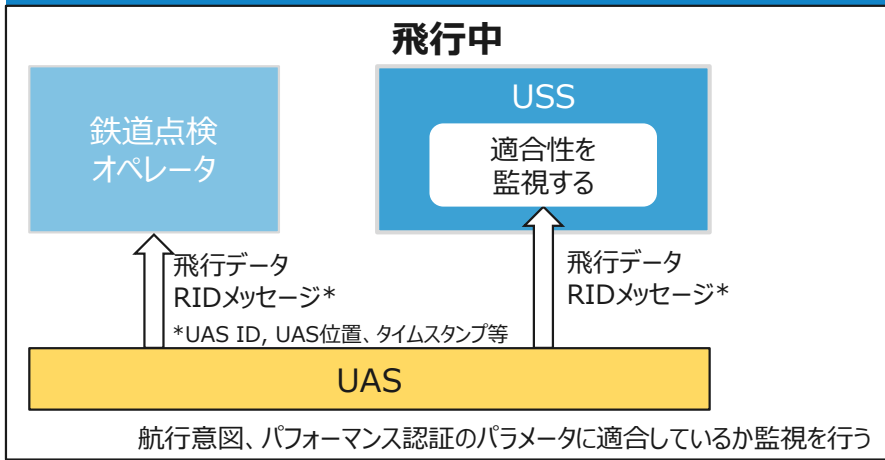
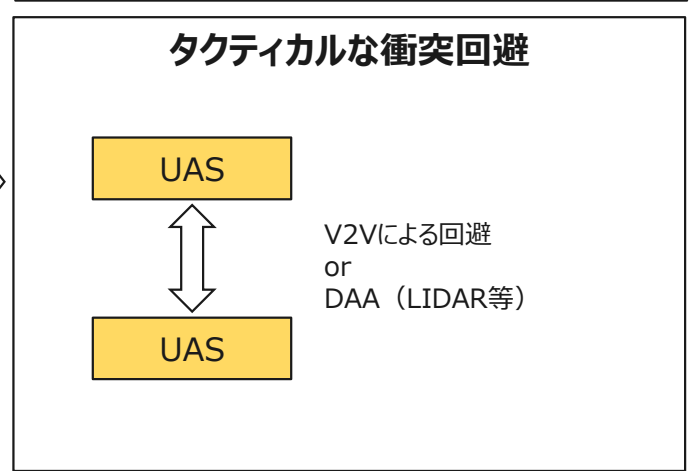
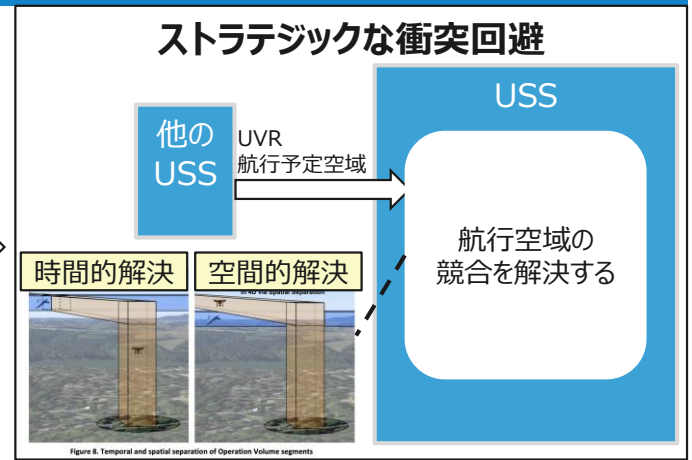


Figure 8. Temporal and spatial separation of Operation Volume segments



[先の航行に影響がある場合]  
例：ドクターヘリによるUVRの発生等

[直近の航行に影響がある場合]  
例：不審なUAS等



## UVRとそれに伴う オペレーションへの影響 (概要)

患者を近くの医療施設に搬送する必要が発生したため、ドクターヘリを出動させる必要性が発生した。  
ドクターヘリをサポートする公共安全USSがUVRを通知したため、鉄道点検、荷物配送のオペレーションに影響が発生。

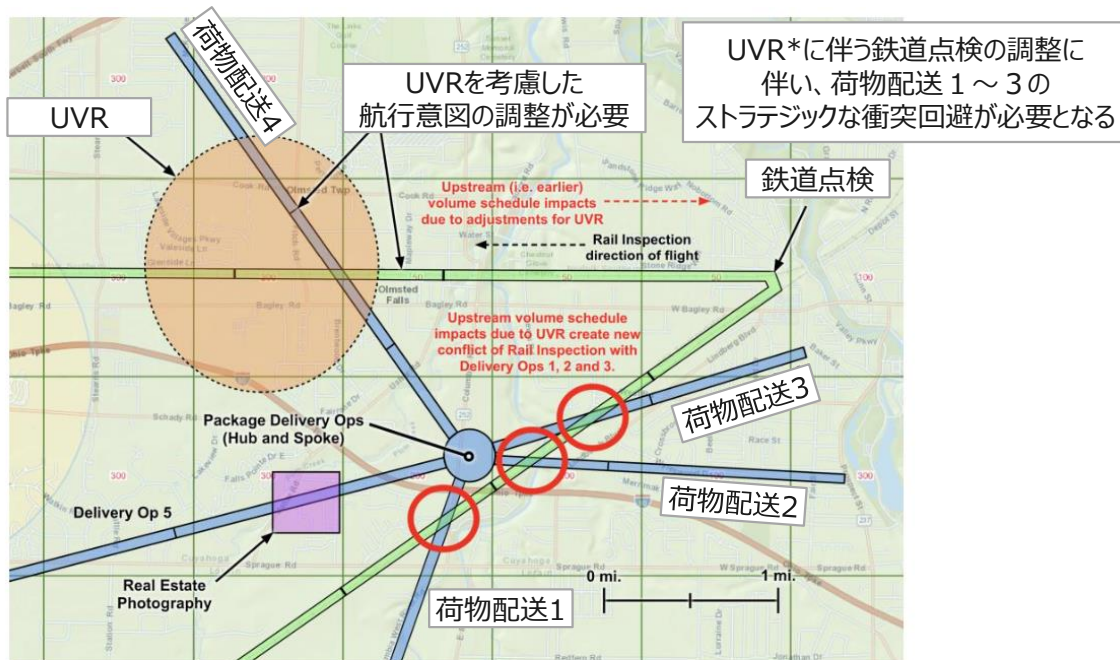
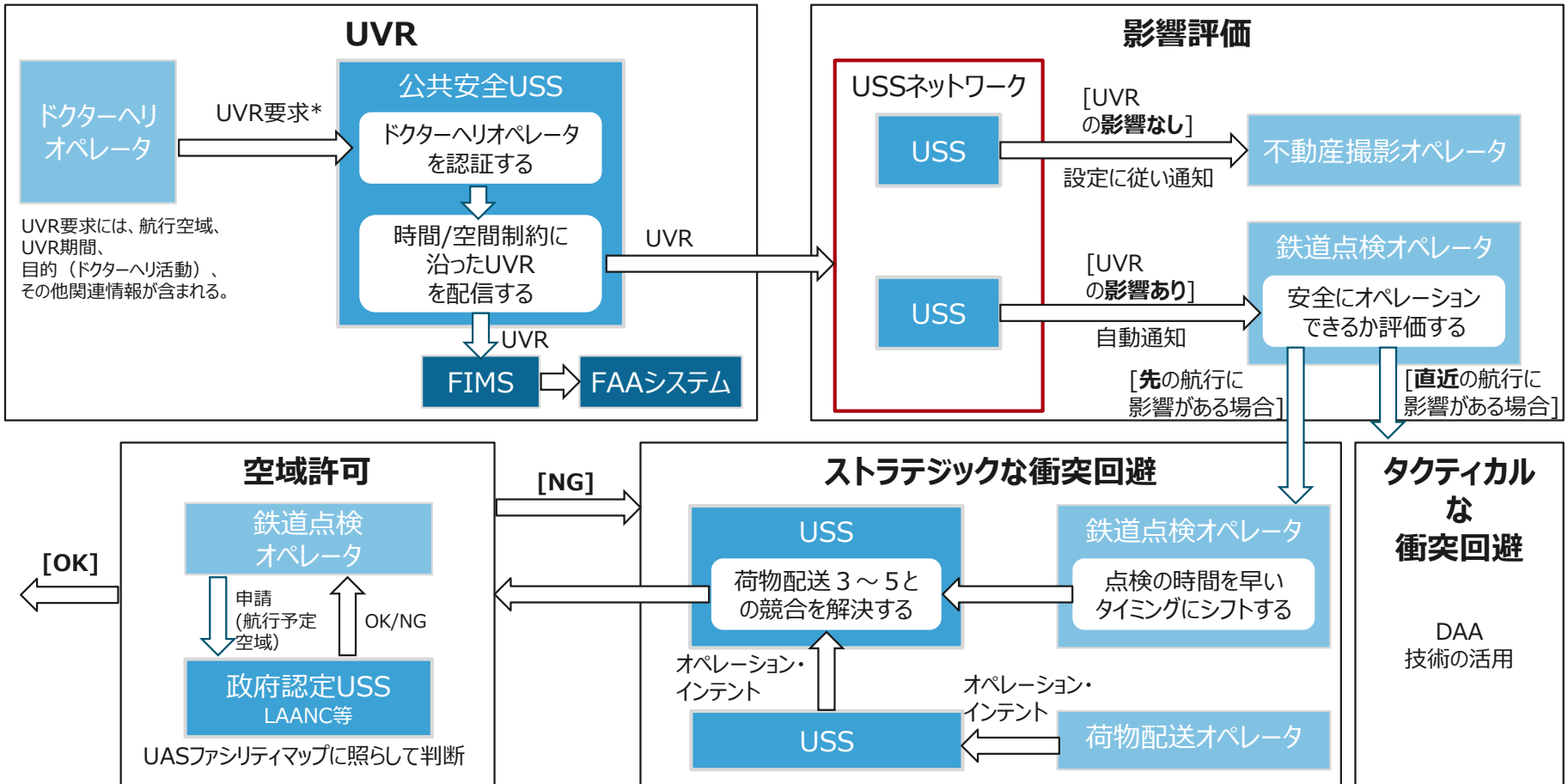


Figure 11. Example of direct and indirect impacts to operations by UVR

\*UVR: UAS Volume Reservation





## 低高度におけるUASと有人航空機の相互作用（概要）

コロンビア空港周辺は有人航空機に加え、UASオペレーションも定期的に行われている。このシナリオでUASと有人航空機が空域を安全に共有できるように互いの状況を認知する、① **UASによる有人航空機の機上検知**、② **UASと有人航空機の地上からの検知**、③ **UASと有人航空機に搭載した連携装置**、④ **有人航空機の自主的なUTMへの参加(パッシブ)**、⑤ **有人航空機の自主的なUTMへ参加(アクティブ)**を紹介。

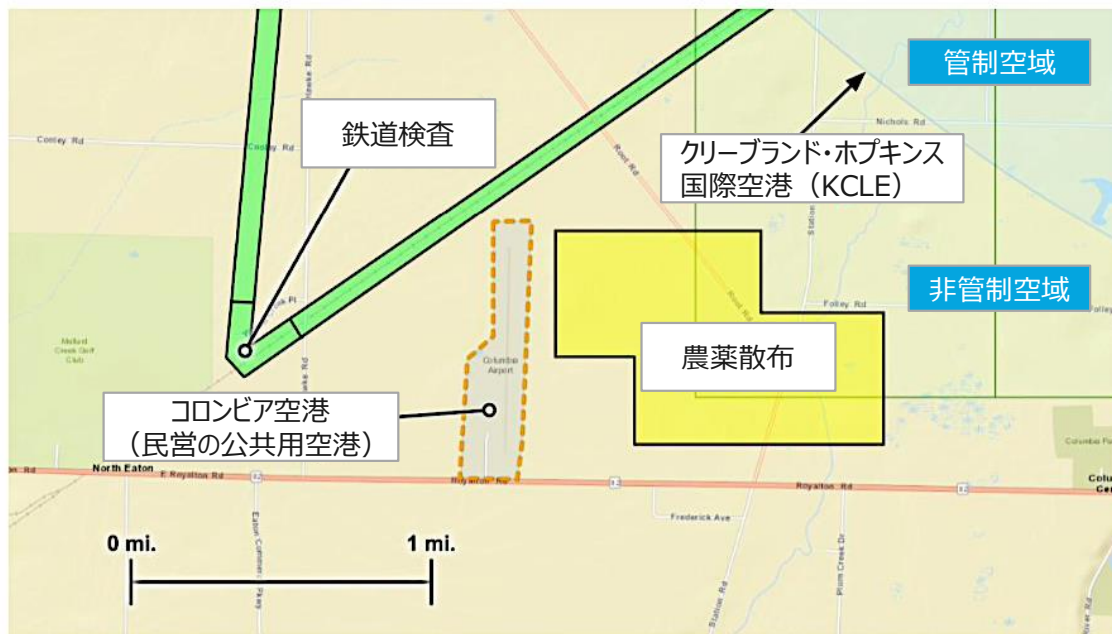
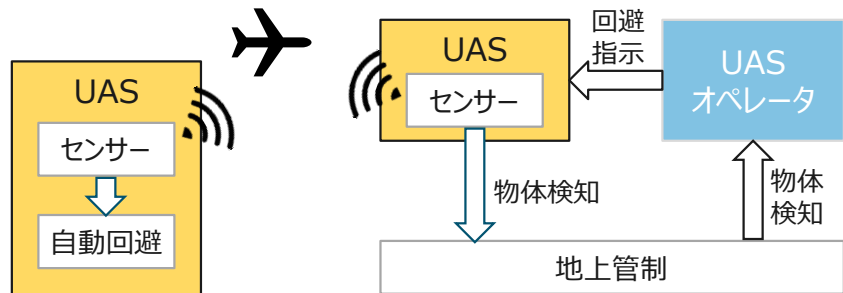


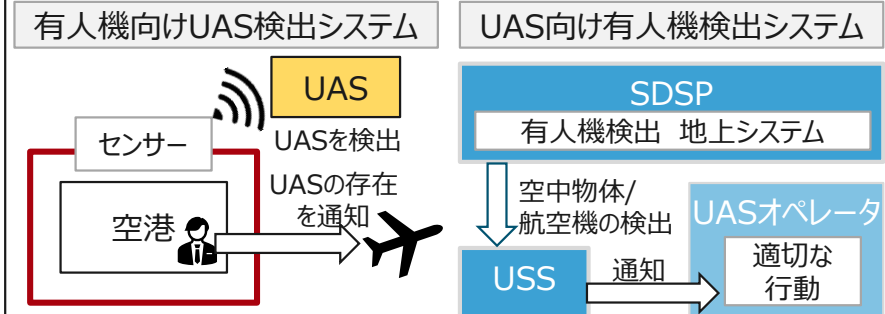
Figure 12. UAS operations near Columbia Airport

# 低高度におけるUASと有人航空機の相互作用

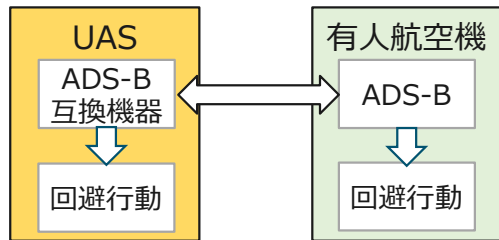
## オプション1 UASによる有人航空機の機上検知



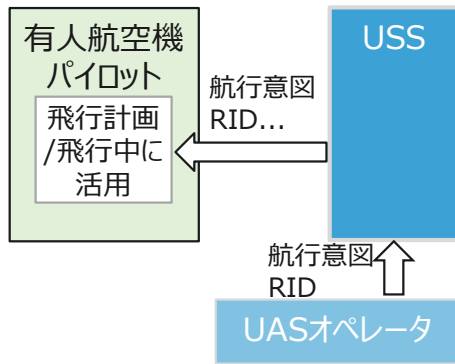
## オプション2 UASと有人航空機の地上からの検知



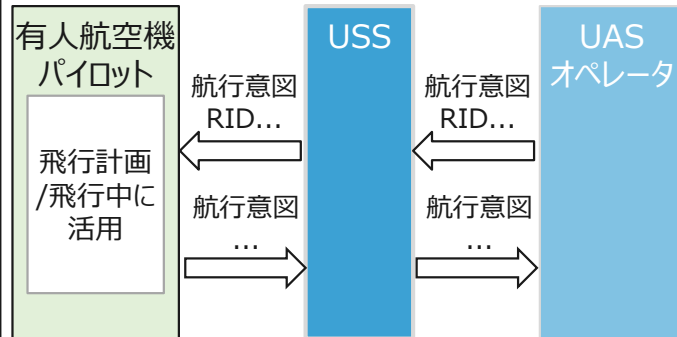
## オプション3 UASと有人航空機に搭載した連携装置



## オプション4 有人航空機の自主的なUTMへの参加(パッシブ)



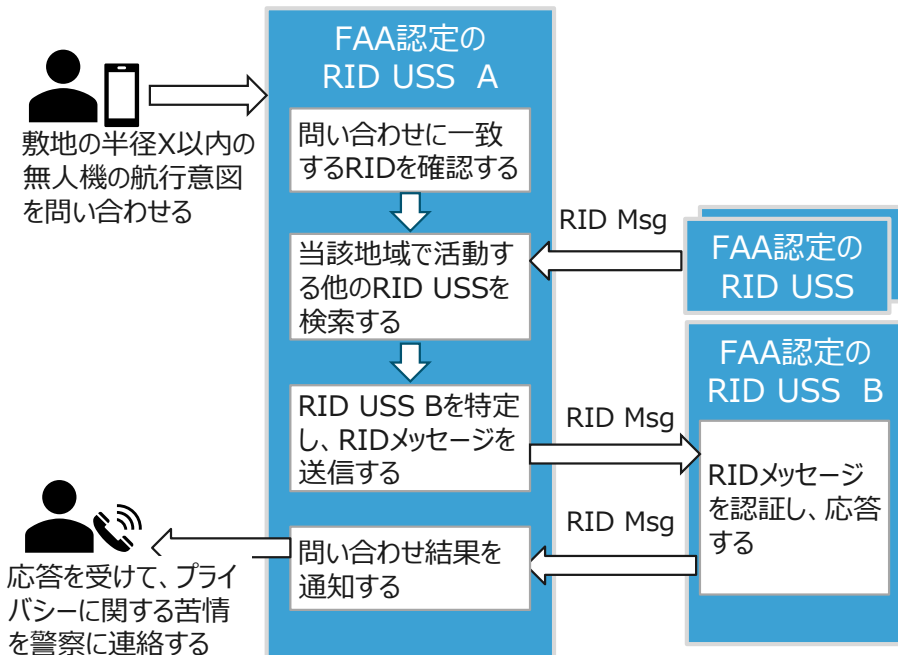
## オプション5 有人航空機の自主的なUTMへ参加(アクティブ)



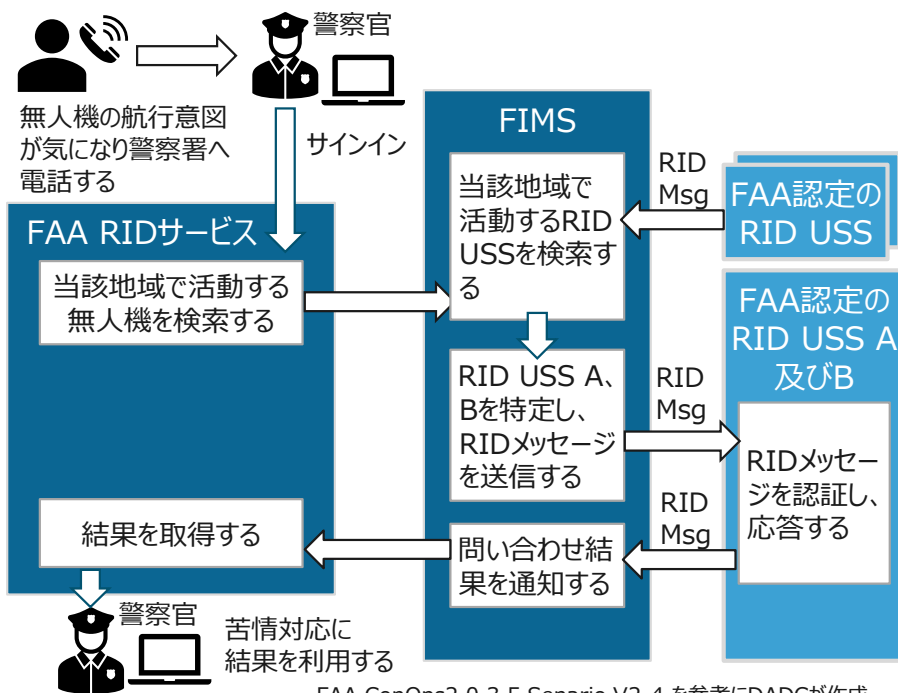
# UTMによるUASの遠隔識別の活用

オハイオ州ストロングスビルの個人邸で大規模なパーティー中に、参加者は、敷地の近くを低空飛行する未知のUAに気づき、①RID情報を一般市民がRID USSに直接問い合わせを行うまたは、②警察がRID情報をFAA経由でRID USSに問い合わせを行うシナリオ。

①RID情報を一般市民がRID USSに直接問い合わせを行う



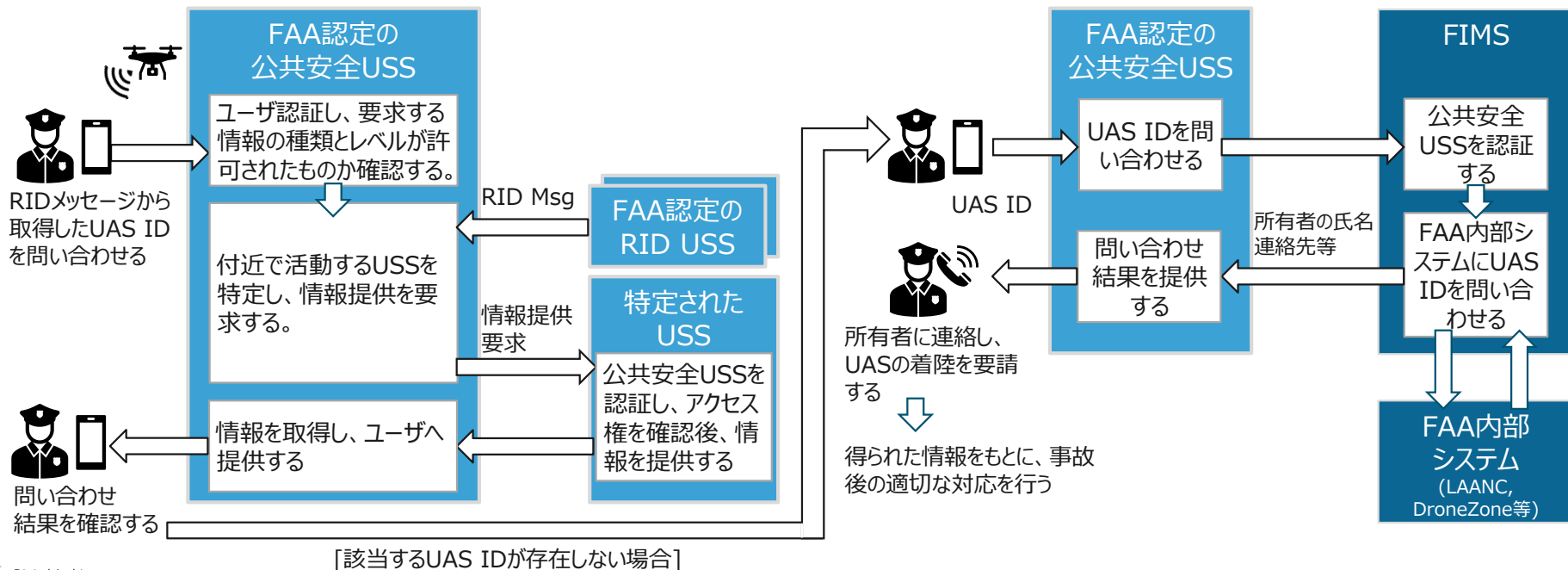
②警察がRID情報をFAA経由でRID USSに問い合わせを行う



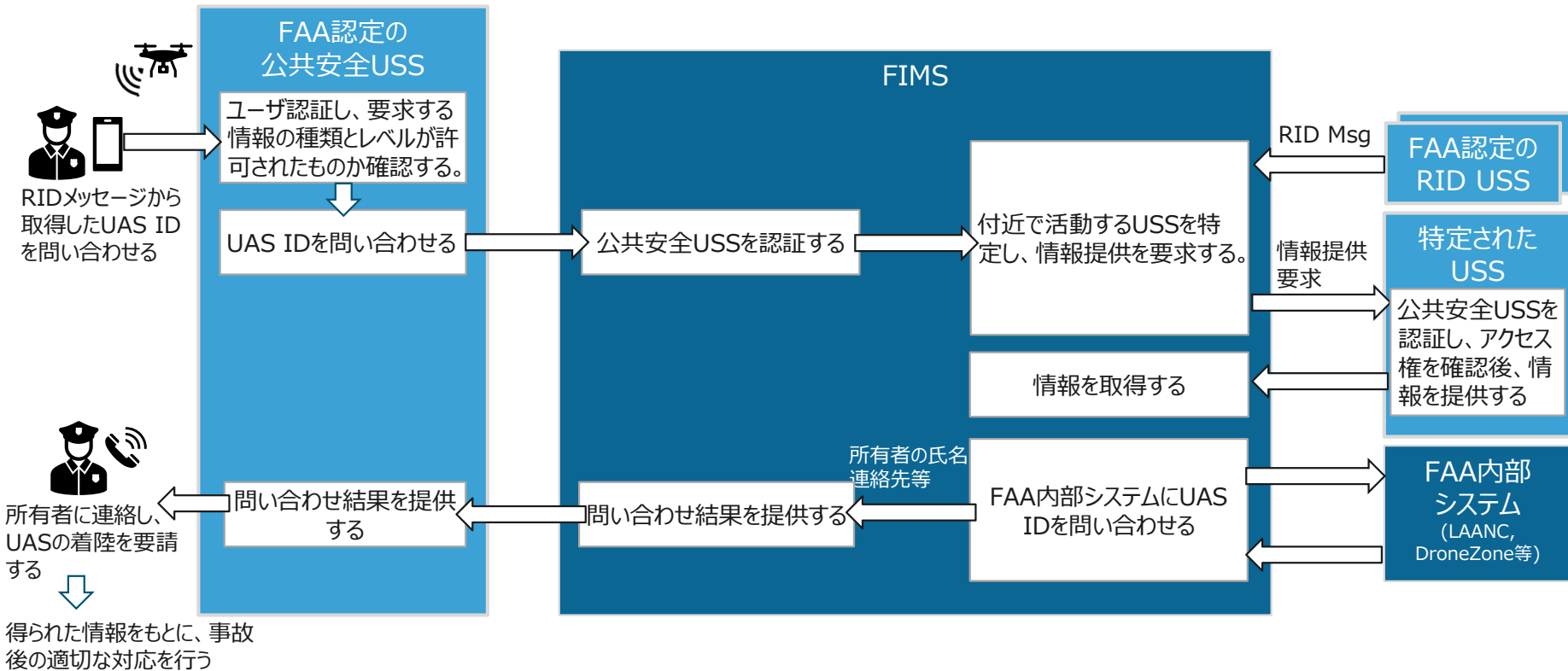
# 連邦公安当局によるUTM情報提供のリクエスト

大統領候補の野外集会が開催される。この会場付近は一時飛行規制が敷かれている。この範囲内で、無人機が発見され、UAからブロードキャストされるRIDメッセージから①FAAとUTMに直接問い合わせを行う方法と、②FAAとFAA経由でUTMに問い合わせを行うシナリオ。

## ①ブロードキャストされたRIDからFAAとUTMに問い合わせを行う



## ② FAAとFAA経由でUTMに問い合わせを行う



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](mailto: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**