

KDDI 運航管理システム構築に向けた取り組み

KDDI株式会社

2019年 9月 5日

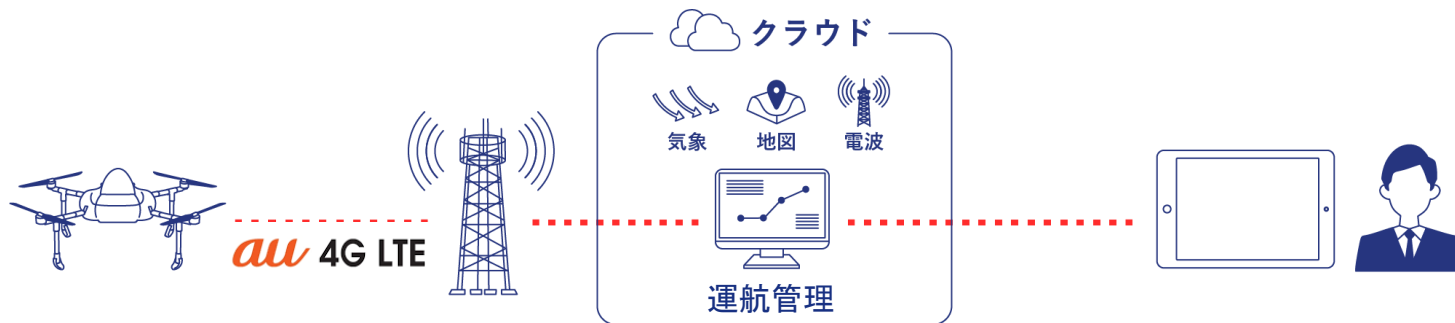
Tomorrow, Together おもしろいほうの未来へ。



KDDI スマートドローン

4G/5G + ドローン = スマートドローン

“モバイル通信”でクラウド連携、遠隔監視／制御を実現



クラウド連携

撮影データを直接クラウドに送信
気象等のクラウドデータで飛行判断

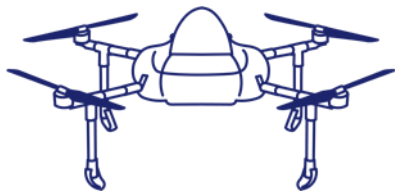
遠隔監視／制御

ドローンの位置や状態を遠隔で監視
飛行ルートやカメラを遠隔で制御

モバイル通信に対応したスマートドローンのソリューション
に必要な機能をプラットフォームとして提供



通信



機体



気象・地図



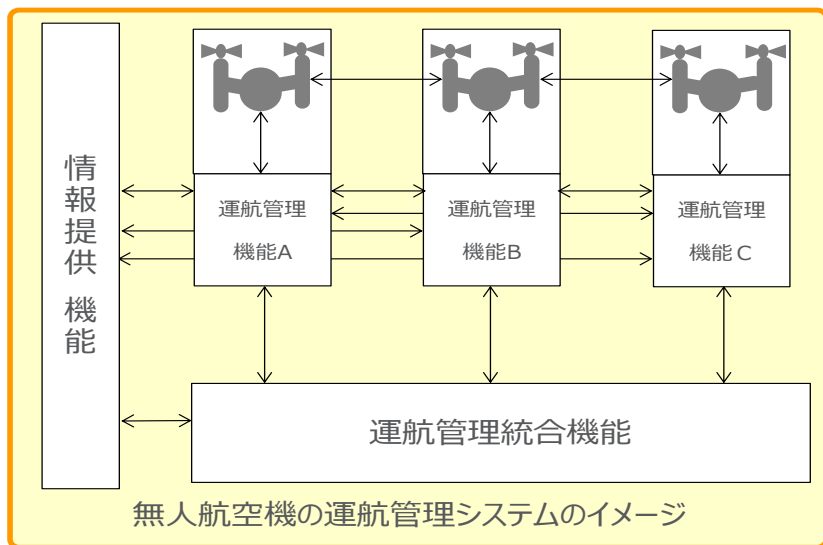
運航管理

運航管理システム開発(NEDOプロジェクト)

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト (DRESSプロジェクト) 警備をユースケースにセコム、テラドローンと運航管理システムの共同開発実施

【期間】 平成29年度～平成33年度の5年間

【概要】 21テーマ44実施者による情報提供機能との連携、同業分野コンペチターとの協業、また、自治体 福島との協力協定による物流、インフラ点検、災害対応分野で活躍する無人航空機及びロボット開発と、社会実装に向けたシステム構築及び飛行試験を実施



①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発

(1)性能評価基準等の研究開発 (H28-H29)

(2)省エネルギー性能等向上のための研究開発 (H29-H31)

②無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発

(1)無人航空機の運航管理システムの開発 (H29-H31)

運航管理システムは、情報提供機能、運航管理機能、運航管理統合機能から構成。無人航空機の安全な運航をサポートする各種機能・システムを開発。

(2)無人航空機の衝突回避技術の開発 (H29-H31)

無人航空機が地上及び空中の物件等を検知し、即時に当該物件等との衝突を回避し飛行するための技術を開発。

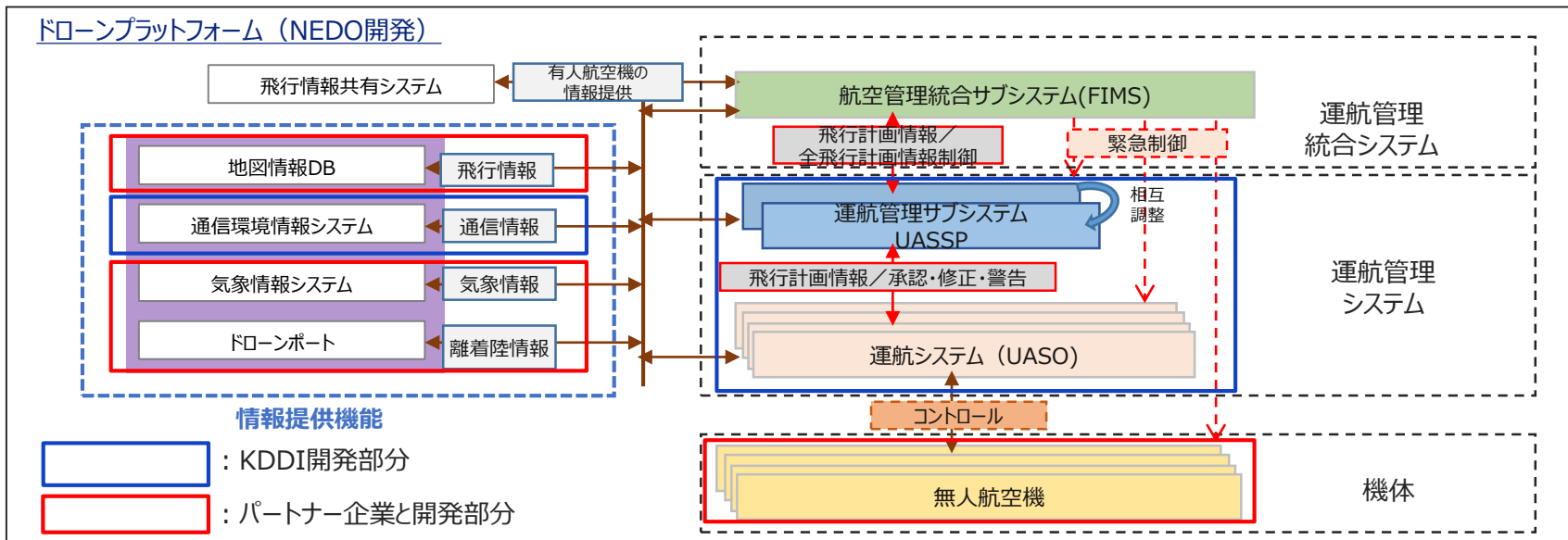
③ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進

(1)デジュール・スタンダード (H29-H33)

(2)デファクト・スタンダード (H29-H32)

スマートドローンプラットフォーム開発

運航管理システム開発と並行して各業界 商用ソフトウェアサービスを構築



各業界の皆様と商用サービス開発

ソリューションソフトウェア (商用開発)

点検

警備

農業

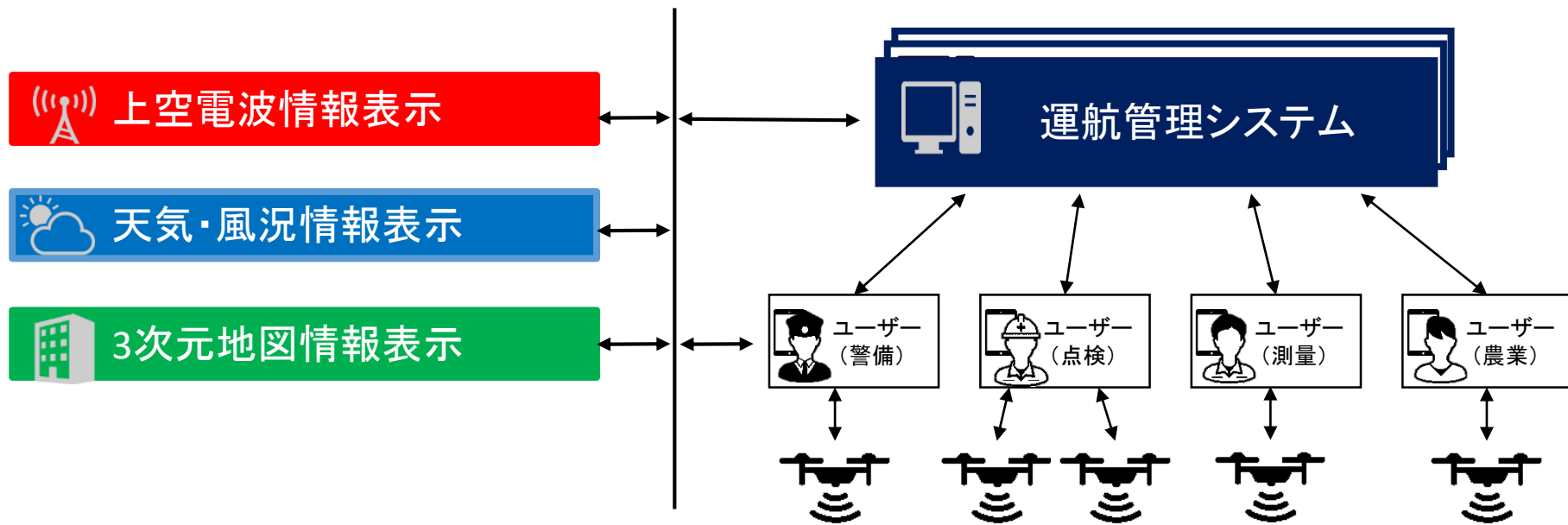
測量

配達

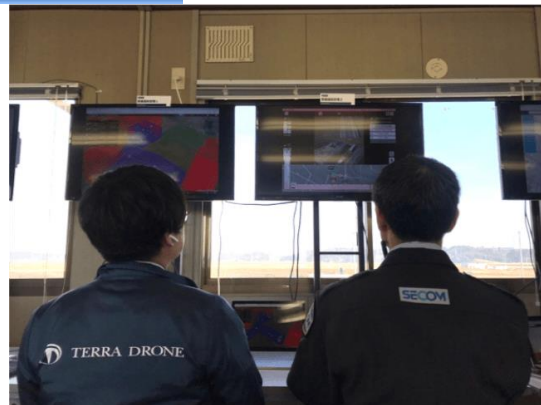
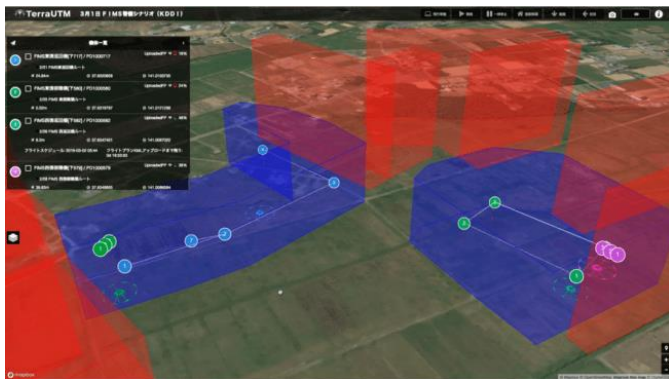
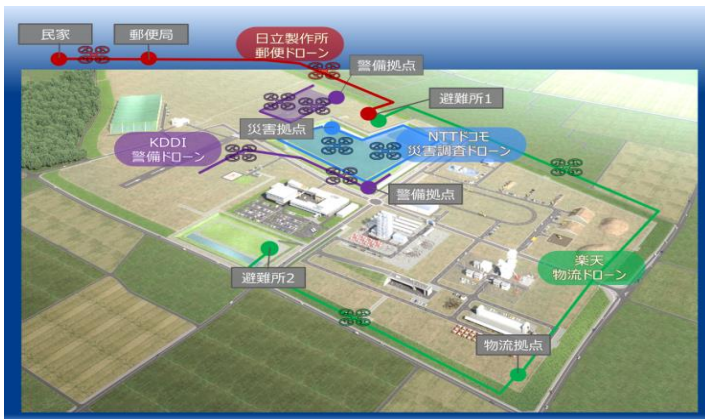
空撮

運航管理システムプラットフォーム

各アプリケーションが接続可能な運航管理システムを構築することで、
様々なドローン適用領域への活用を目指す



福島RTF 統合システム連携 実証実験

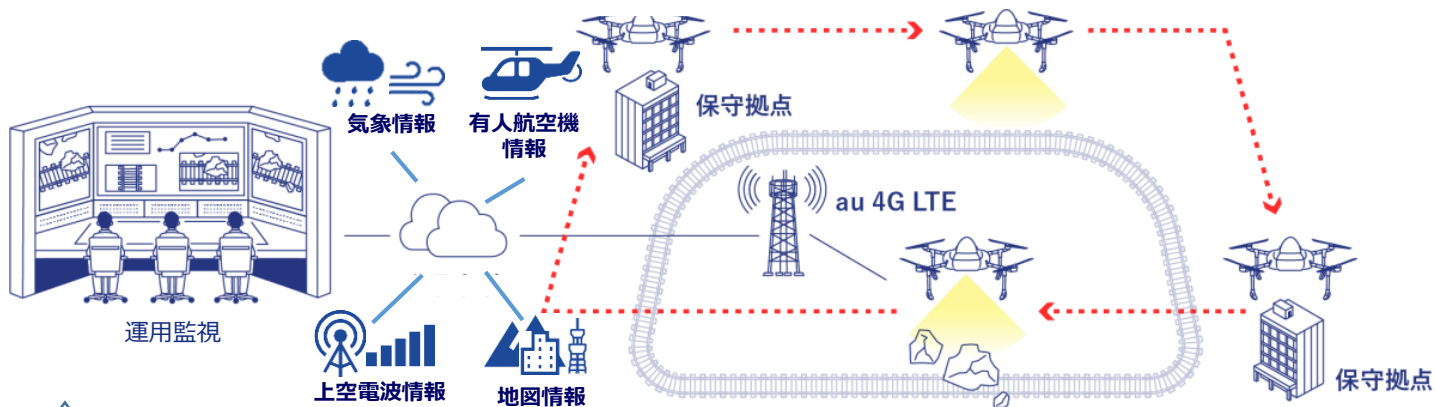


運航管理画面赤枠：FIMS進入禁止空域 青枠：UASSP飛行設定空域

KDDI スマートドローン 広域監視ソリューション

- 運航管理システムを活用し、LTEによる広域監視ソリューションを提供
- 補助者なし目視外飛行の実現に向けて、フェールセーフ機能を含め安全性を担保

鉄道における災害点検時の設備一次確認への適用事例



遠隔ルート設定

災害状況に合わせ、
遠隔で飛行ルートを設定

遠隔飛行指示

遠隔で飛行開始指示

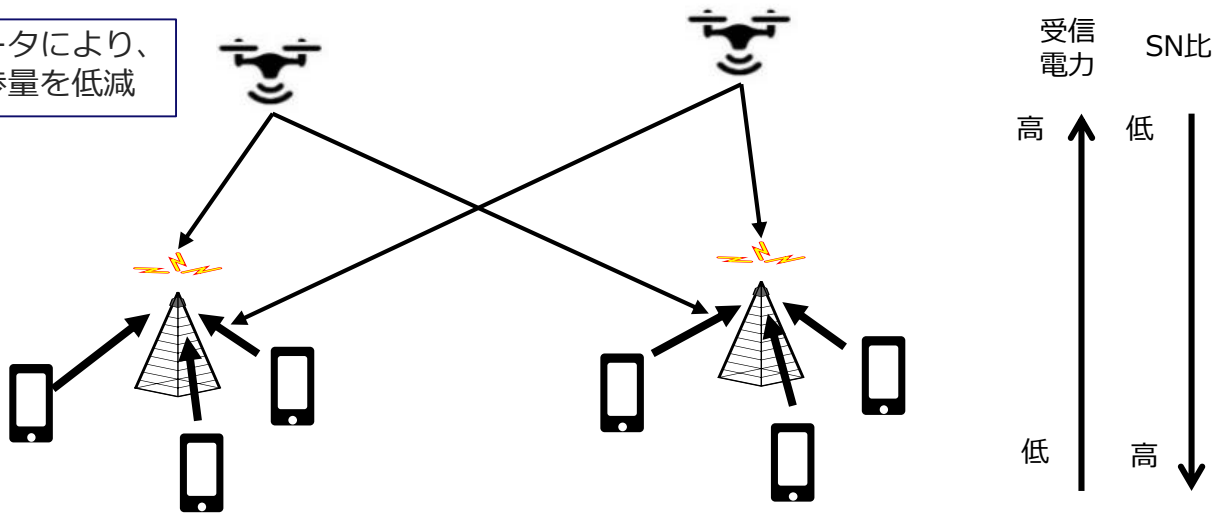
遠隔監視

ドローン映像を遠隔で確認

第三者申請受け入れに向けた影響評価

- 第三者からの上空電波利用申請を見据え、既存システムへの影響把握のため、送信電力制御機能による干渉シミュレーション評価を実施。

送信電力制御パラメータにより、
上空電波利用時の干渉量を低減



地上高と上空エリアにおける電波伝搬の違いによる影響

シミュレーション諸元

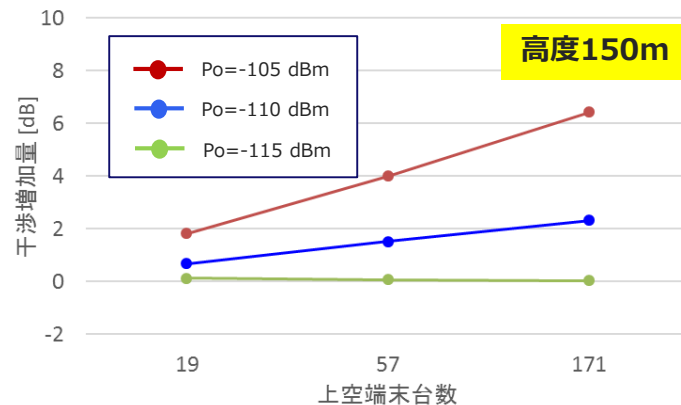
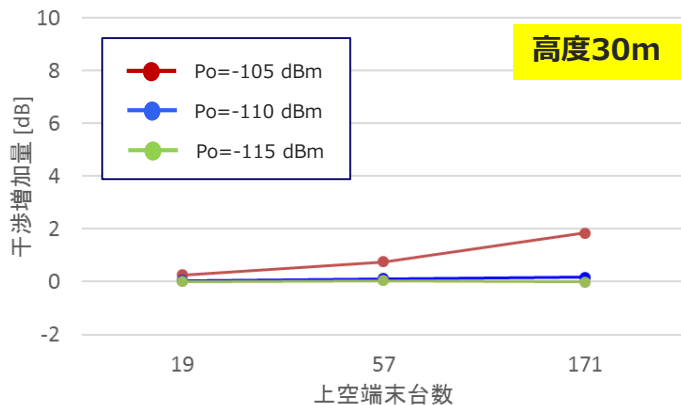
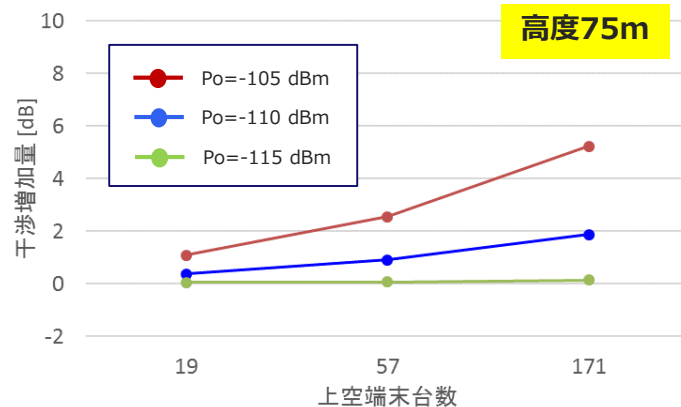
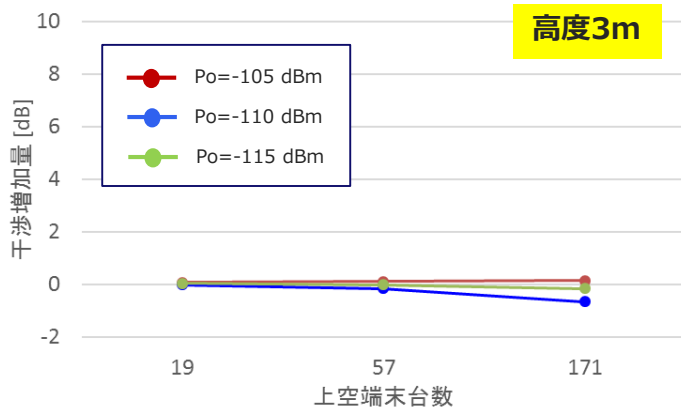
- 報告書※に記載の条件に準拠
- 伝搬計算について
 - ラージスケールのみ考慮しており、クラスタ模擬による瞬時変動などは未考慮
 - 瞬時変動が無いため、ドップラー変動は未考慮
 - 端末は固定であり、移動やそれによるHOは未考慮
 - アンテナパターンは、地上方向80°分が不明であったため、3GPP標準モデルを結合したものを使用
- システムレベル模擬について
 - ULについてのみシミュレーションを実施
 - Wrap-aroundは無し
 - トラヒックモデルは、FTPモデル3 + 制御トラヒック
 - 受信成功確率は乱数で90%とする
 - 再送は未考慮
 - アンテナ数は基地局、端末ともに 1
 - **電力制御パラメータ α と P_o については、以下を使用**
 $\alpha=1.0$, $P_o=-105$, -110 , -115 dBm

※ 平成30年度技術試験事務0049-0289 「携帯電話等の上空での利用における適切な送信電力制御機能適用による地上の携帯電話等の通信への干渉影響低減効果等に関する調査」

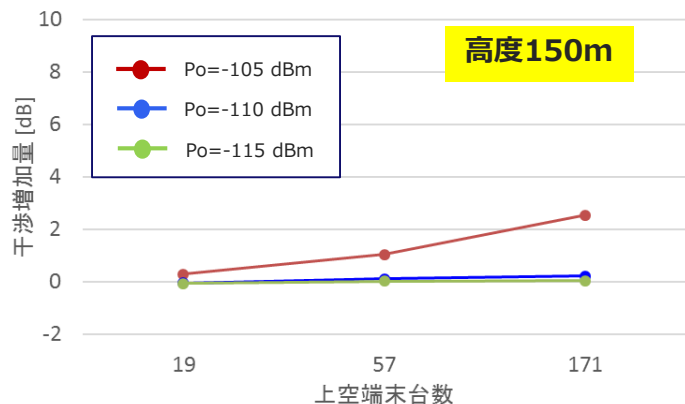
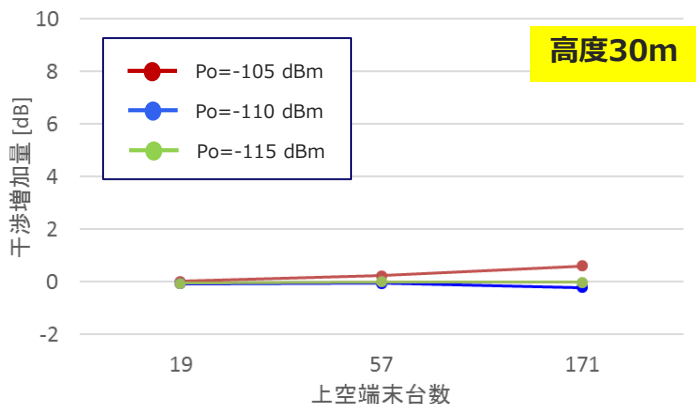
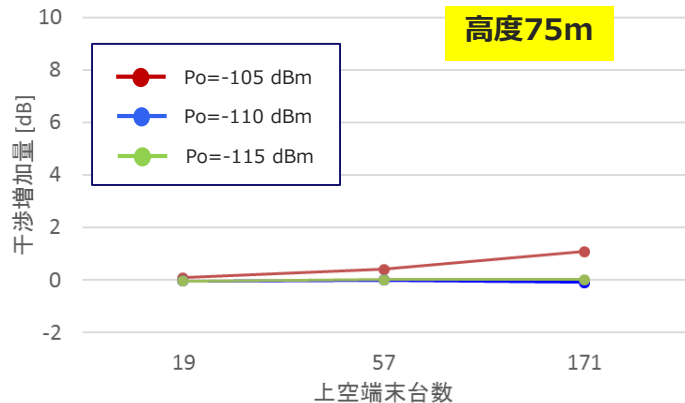
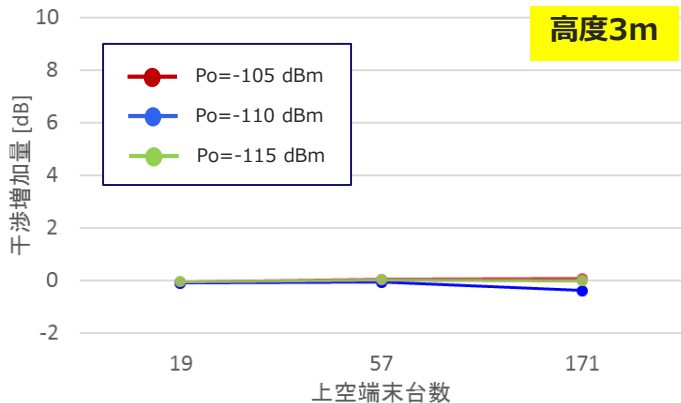
シミュレーション諸元

項目	値		
セルレイアウト	19セル正規配置モデル、3セクタ構成		
周波数	800MHz、2GHz		
基地局	帯域幅	10MHz(800MHz帯)、20MHz(その他周波数帯)	
	送信電力	10W(800MHz帯)、20W(その他周波数帯)	
	局間距離 (ISD)	200m(都会)、500m(地方都市)、1732m(ルーラル)	
	アンテナ高※1	40m	
	アンテナ特性	利得：17dBi (アンテナパターンは情通審の値※1を使用)	
	アンテナチルト角	23度(都会)、11度(地方都市)、6度(ルーラル)	
端末	端末合計台数	855台 (= 45台/セル×19セル)	
	(19セル全体での) 上空端末台数	19台 (=セクタ当り1/3台)、57台 (=セクタ当り1台)、171台 (=セクタ当り3台)	
	高度	地上端末	1.5m
		上空端末	3m、30m、75m、150m
	最大送信電力	200mW	
上空端末用送信電力制御	3GPP リリース15準拠		
トラフィックモデル	FTP model 3※2		
伝搬損失モデル※3	地上端末	3GPPモデル：UMa(都会)、RMa(地方都市)、RMa(ルーラル)	
	上空端末	3GPPモデル：UMa-AV(都会)、RMa-AV(地方都市)、RMa-AV(ルーラル)	

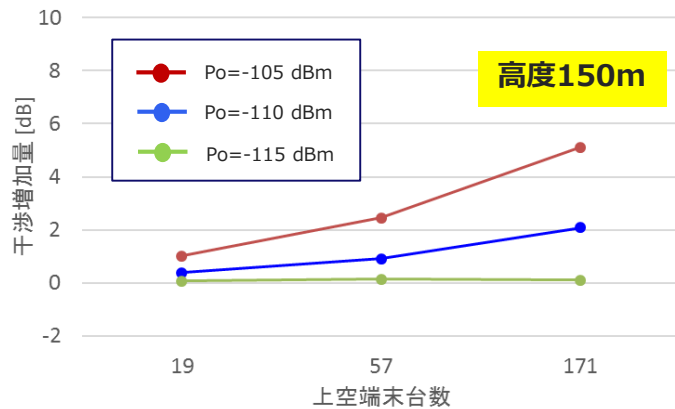
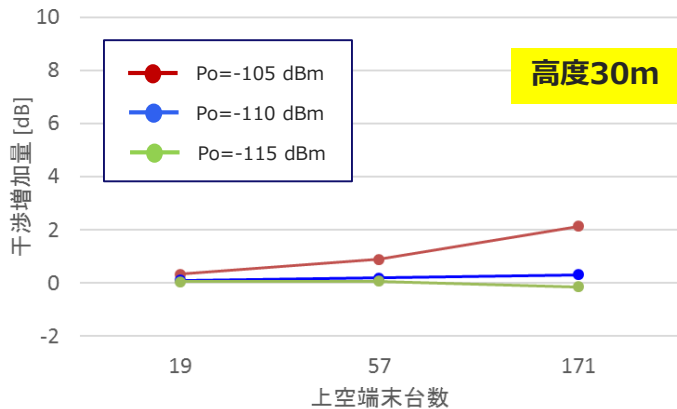
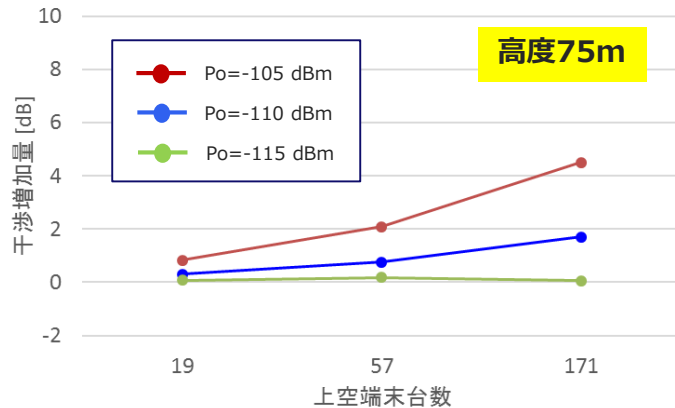
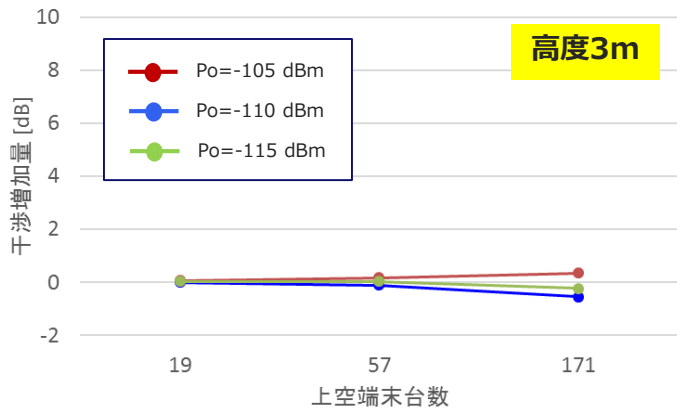
シミュレーション結果 (800MHz帯@都会 (UMa))



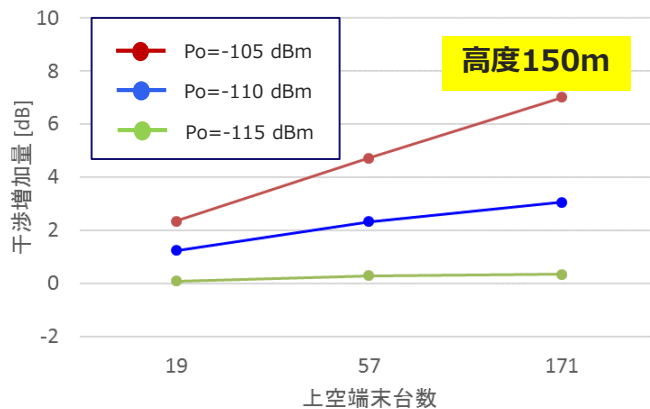
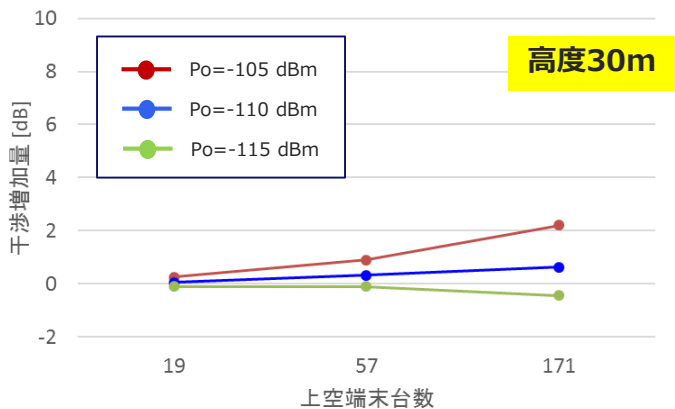
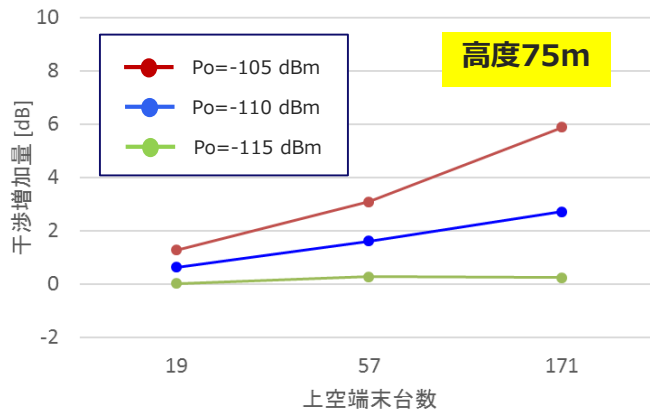
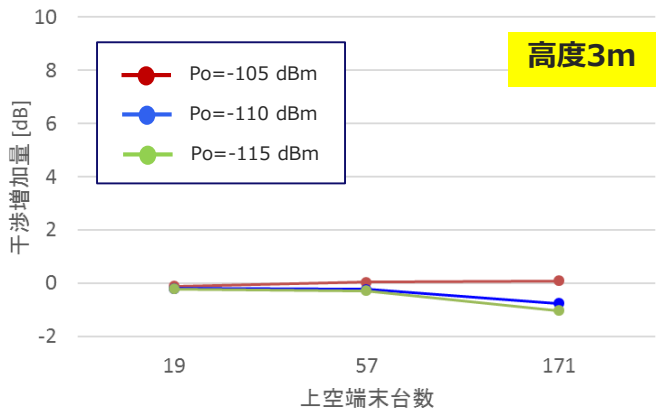
シミュレーション結果 (800MHz帯@地方都市(RMa))



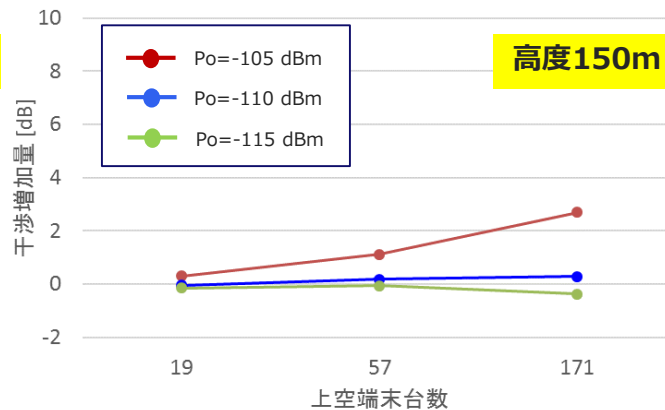
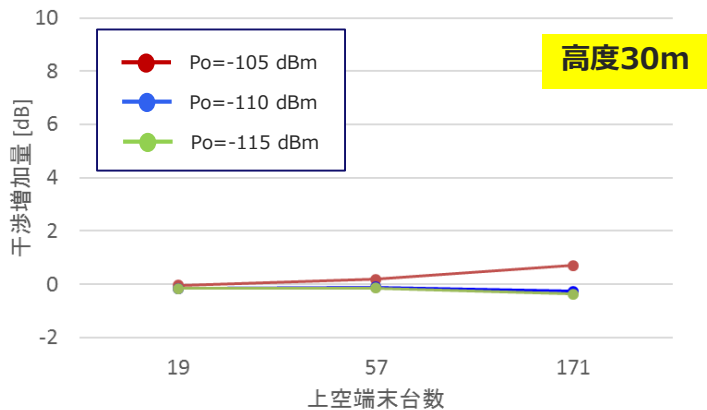
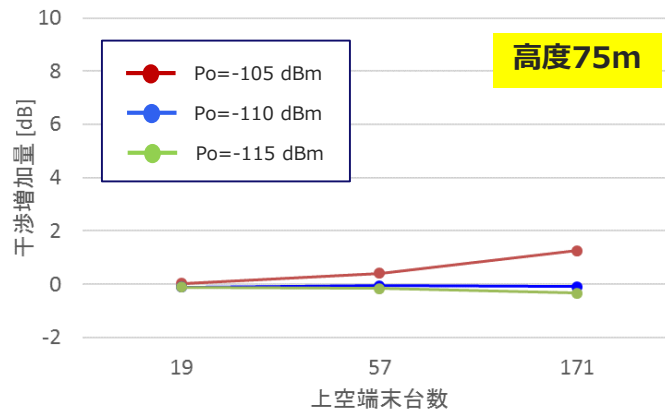
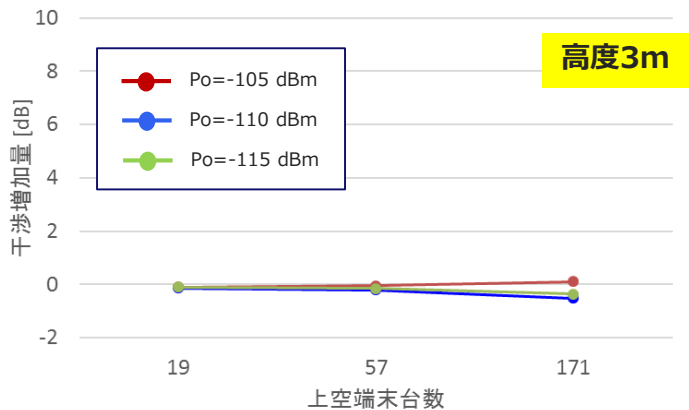
シミュレーション結果 (800MHz帯@ルーラル(RMa))



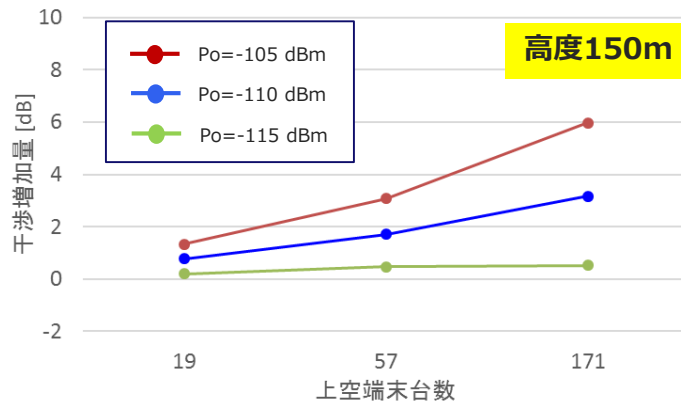
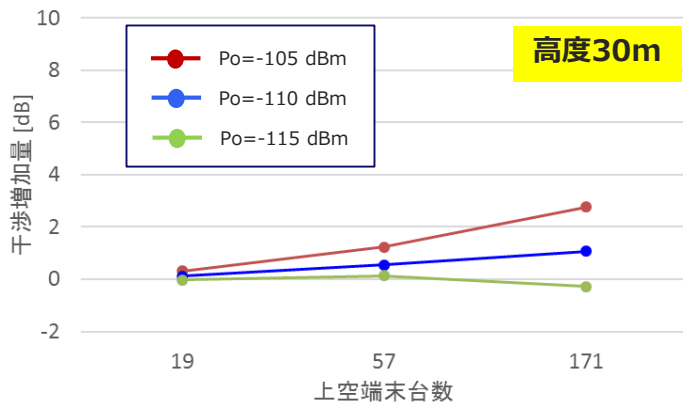
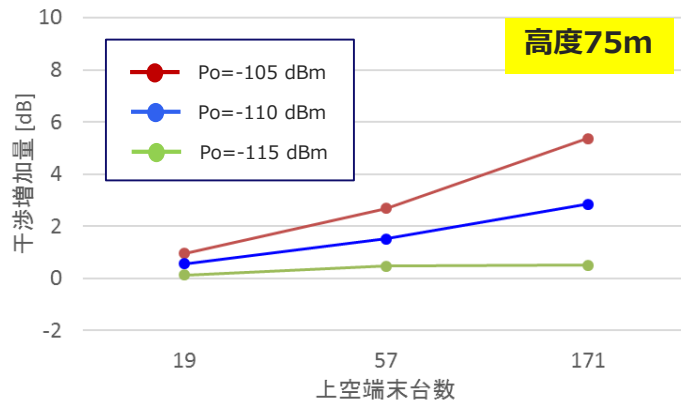
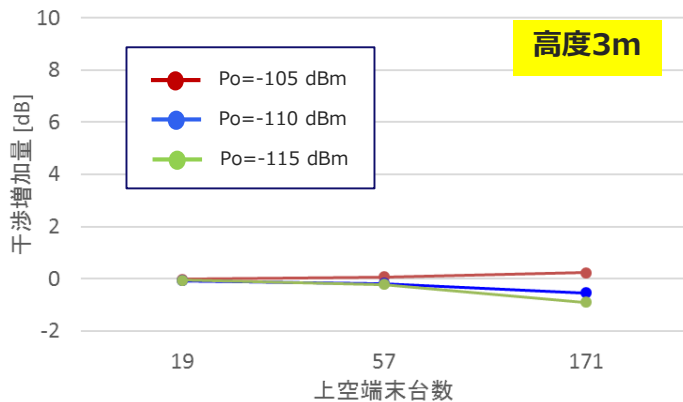
シミュレーション結果 (2GHz@都会 (UMa))



シミュレーション結果 (2GHz帯@地方都市 (RMa))



シミュレーション結果 (2GHz@ルール (RMa))



2GHz帯ルーラルにおけるスループット評価(高度：150m)

- 報告書記載の2GHz帯ルーラルの150mにおけるスループットを計算
 - 上空端末台数は、19台・57台・171台の3パターンで実施し、その中の最大値を記載
- スループットは（総送信ビット数÷キューにトラヒックがあった時間）で計算
 - 送信ビット数には、制御トラヒック分はカウントせず、FTPトラヒックのみをカウント
- ラップアラウンドをしていないため、19セルの中の外側を除いた7セルに接続する端末を対象とした
 - 外側のセルでは干渉電力量が低くスループットが高く計算されてしまう可能性があるため

$\alpha=1.0$ での最大スループット

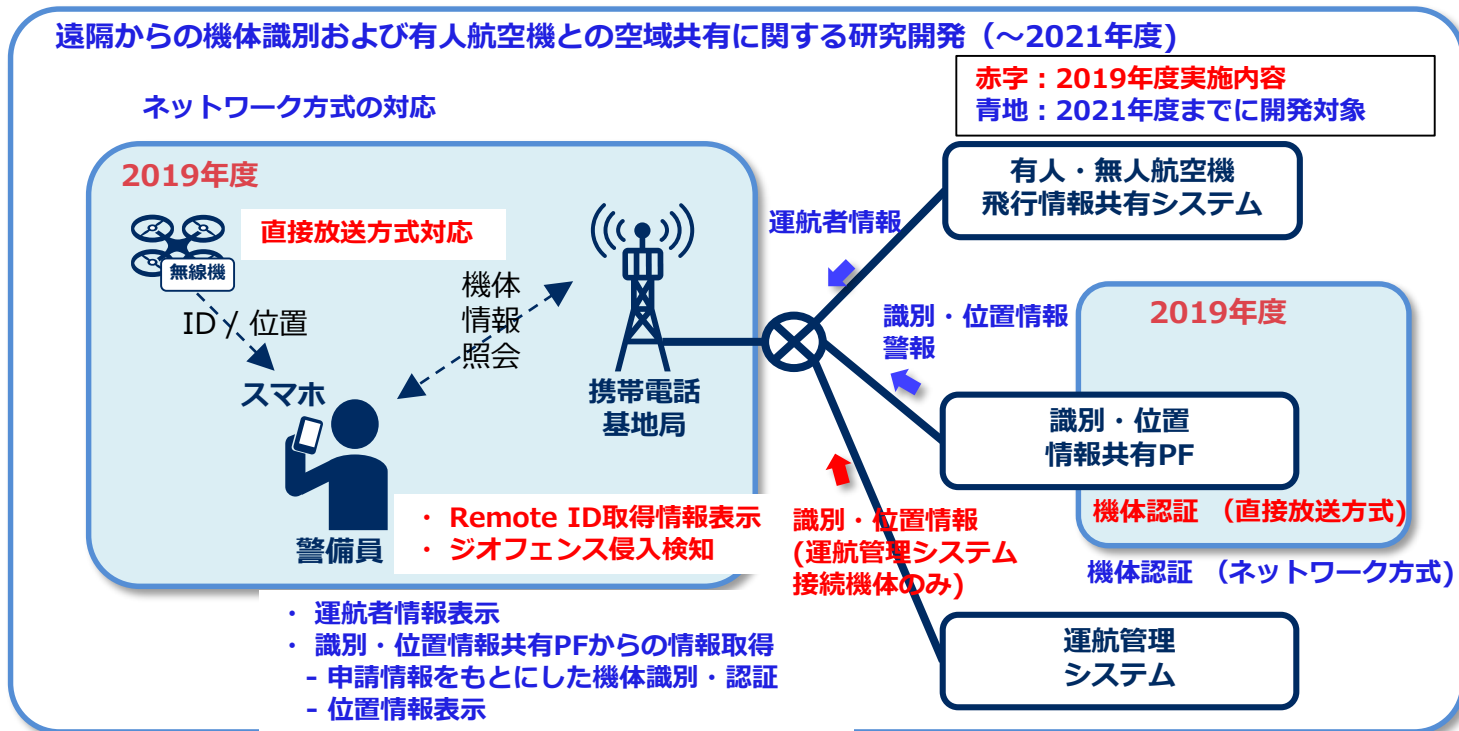
上空端末のPo	最大スループット
-105dBm	22.0 Mbps
-110dBm	9.1 Mbps
-115dBm	3.8 Mbps
-120dBm	0.7 Mbps
-125dBm	0.0 Mbps
-130dBm	0.0 Mbps

上空電波利用時における既存システム影響評価のため、システムシミュレーションを実施

- $\alpha=1.0$ 、 $P_o=-105\text{dBm}$ の環境下において、上空電波利用時の P_o を -115dBm と設定した場合、2GHz、800MHzにおいて、上空電波利用の影響を排除可能
- パフォーマンス評価の結果、 $P_o=-115\text{dBm}$ の最大スループットが3.8Mbpsとなり、映像伝送を含めたドローンのサービス性に問題が起こる可能性があるため、エリア環境により、 $P_o=-110\text{dBm}$ の設定も考慮要
- $P_o=-110\text{dBm}$ の場合、上空電波の影響をすべて排除することは難しいため、**ドローンの運航管理システムにより、上空エリアの利用上限台数を制限することで、既存システムへの影響を制御することが必要**

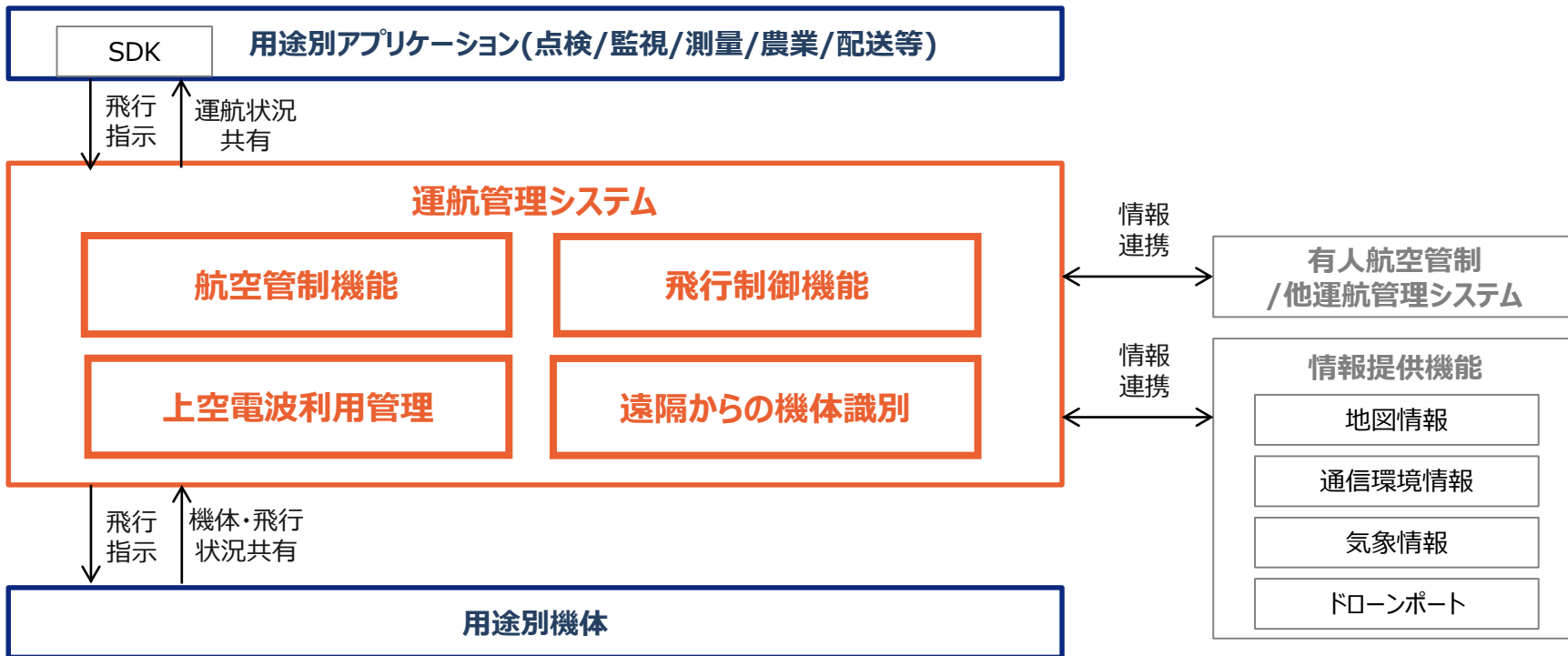
遠隔識別IDへの運航管理システム活用

- パブリックセーフティ用途としての機体の遠隔識別についても、運航管理システムとセルラー通信が連動することが可能



当社運航管理システムの構築方針

- 運航管理システムを統合的なプラットフォームとして構築し、2020年内に制度化を予定しているユーザーから携帯事業者へのWEB申請の運用に活用する予定



Tomorrow, Together

KDDI

おもしろいほうの未来へ。

au