

# 第1回 JUTM報告会

## パネルディスカッション2（運航管理）

# 最新の通信・計測技術 ～安全な運航を支えるためには～

### パネリスト

石黒 丈博 様（総務省）  
羽田 靖史 様（工学院大学）  
原 尚史 様（NTTドコモ）  
小松 明子 様（構造計画研究所）  
飯塚 国明 様（アミモン・ジャパン）

### モデレータ

三浦 龍（NICT）

# 小型無人機(ドローン)のための通信システム 各通信用途に対する適用技術の方向性の例

用途	主な既存技術	今後の技術(期待)	効果
制御	2.4GHz帯FHSS(+DSSS) 2.4GHz帯Wi-Fi	U24・U57・U169(免許) 920MHz帯FSK(共用) 4G・5Gセルラ(有料) 衛星(有料)	エリア拡大、長距離化、 目視外・見通し外への 拡大、高信頼化
コマンド			
テレメトリ			
画像伝送 (低品質)	2.4GHz帯Wi-Fi	2.4GHz帯Wi-Fi 920MHz帯FSK 4G・5Gセルラ(有料) 衛星(有料)	長距離化 見通し外への拡大(セ ルラ経由、マルチホッ プ)
画像伝送 (高品質)	2.4GHz帯Wi-Fi 5.8GHz帯アマチュア U57(免許)	U24・U57(免許) W56 4G・5Gセルラ(有料)	
位置取得 (屋外)	GPS、D-GPS、RTK-GPS、 GPS+GLONASS	マルチGNSS(GPS, GLONASS、Galileo...) 準天頂衛星	屋外自律飛行の高精 度化、高安定化
位置取得 (屋内)	超音波、SLAM(レーザ)	左記以外未定 (スードライト、IMES、Wi-Fi、ビーコン、UWB、 ...)	屋内自律飛行の実現
識別・共有 (空対空、 空対地)	なし (海外ではADS-Bも検討 中)	920MHz帯FSK/Lora(共用バンド) 400MHz帯(専用バンド?登録制?)	相互間での識別情報 の共有・把握、協調型 飛行への発展

※ U24, U57, U169: 無人移動体画像伝送システム(2.4GHz帯、5.7GHz帯、169MHz帯)

※ W56: 5.6GHz帯無線アクセスシステム

# 第三者上空・目視外飛行の電波リスク

他業務・都市雑音による被干渉・与干渉（弱い電波の足し算／強い電波への接近）

電波の遮蔽・減衰

電波妨害・ハッキング等のリスク

パイロード電子機器との内部干渉

GPS/GNSS誤差・妨害

- 都市部上空
- 都市部離発着場（ビルの谷間など）
- 長距離飛行

- 制御不能
- 経路逸脱
- ロスト
- 墜落・衝突
- 乗っ取り



# 電波が見通し外となるリスク

高度が高い間は  
電波が届きやすい

高度を下げると  
電波が切れやすい

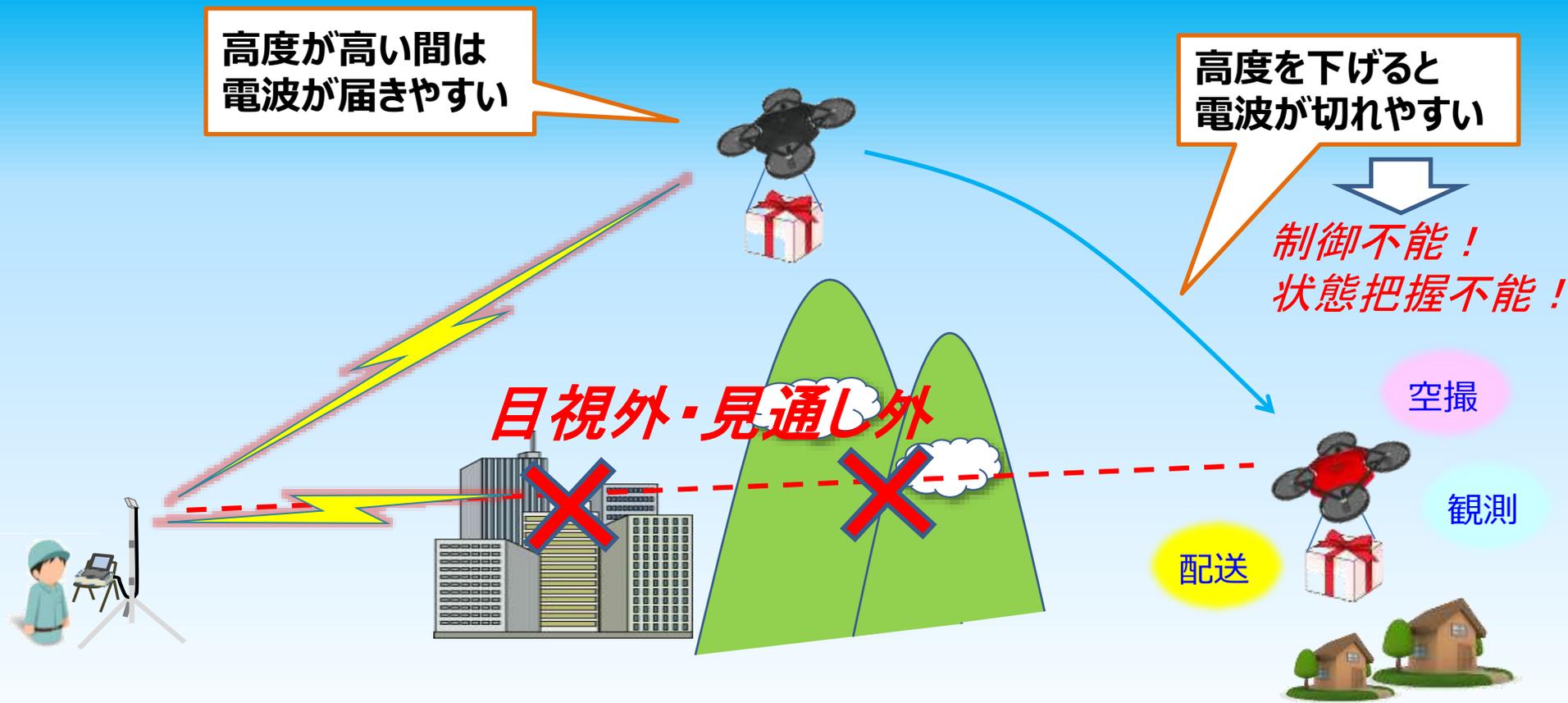
制御不能！  
状態把握不能！

目視外・見通し外

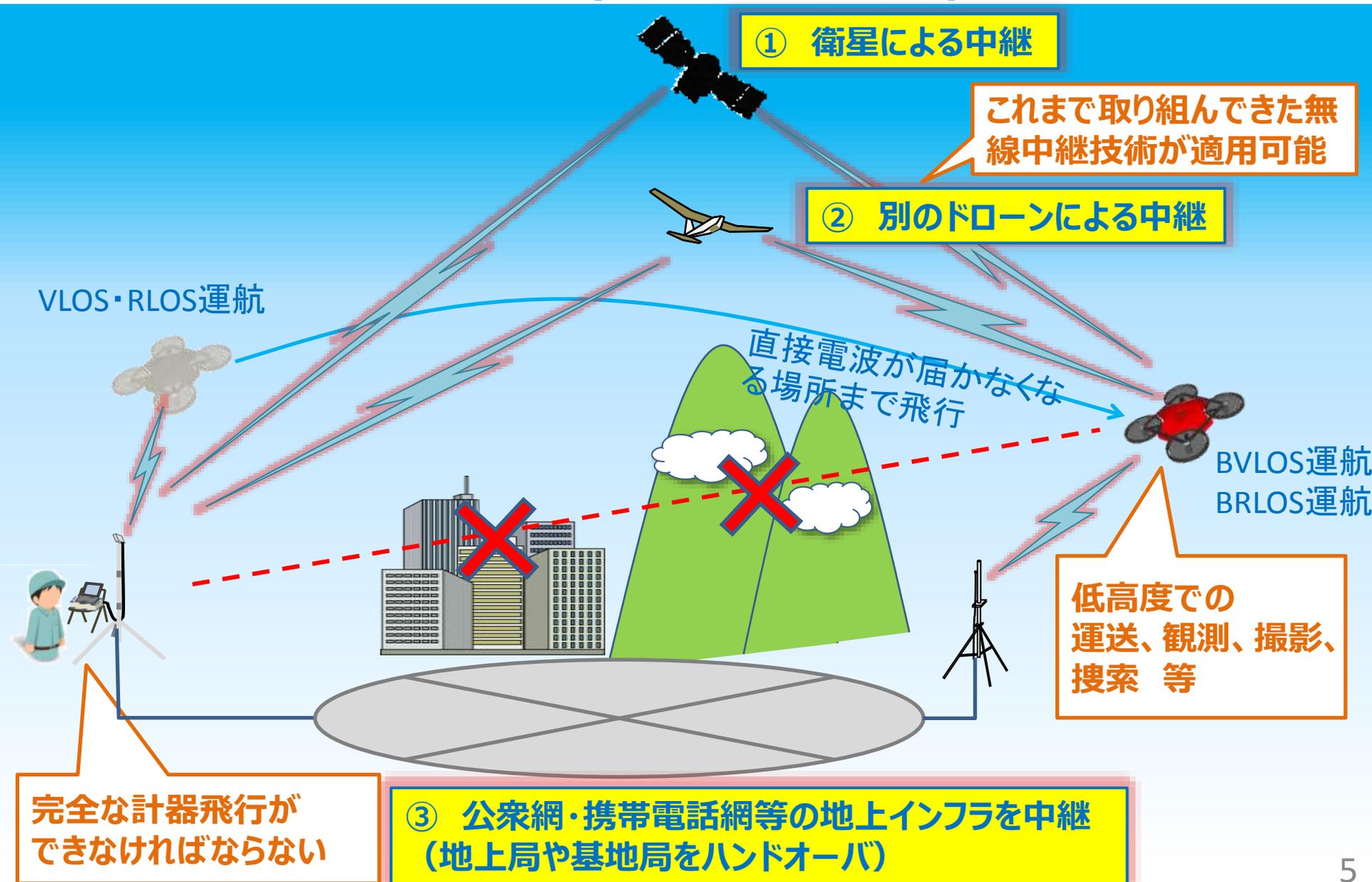
空撮

観測

配送



# 直接電波見通し外での無線リンク維持の技術 (同一操縦者による)



# 目視外・見通し外でドローンを操る

## ～169MHz帯⇔920MHz帯切り替え実験～

※内閣府ImPACTによる成果です。

### 想定シナリオ

920MHz 帯電波の減衰・遮蔽・干渉

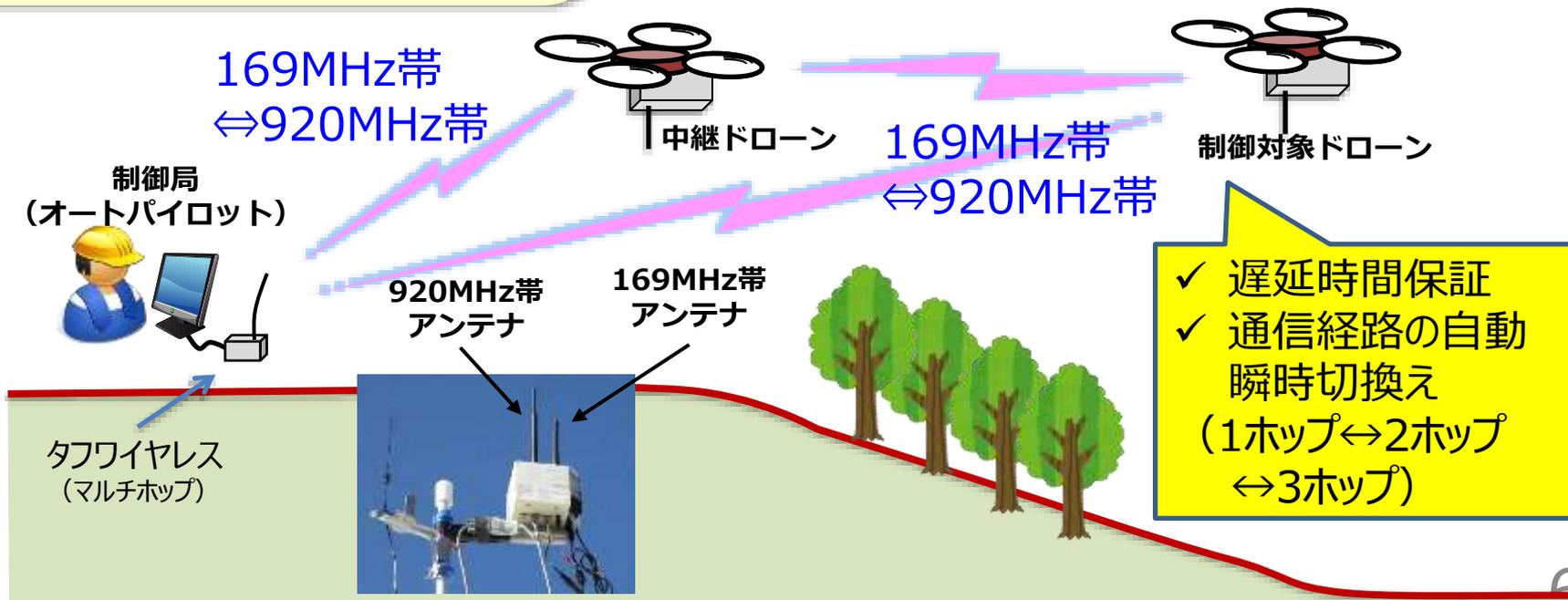


169MHz 帯に切り替え飛行を継続、  
帰還、あるいは着陸



問題が解決したら920MHz 帯に戻す

169MHzマルチホップ中継制御飛行  
(2017年6月@東北大学)



# 飛ぶモノどうし、お互いの位置を知る

## ～飛しょう体間位置情報共有システム「ドローンマッパー」～

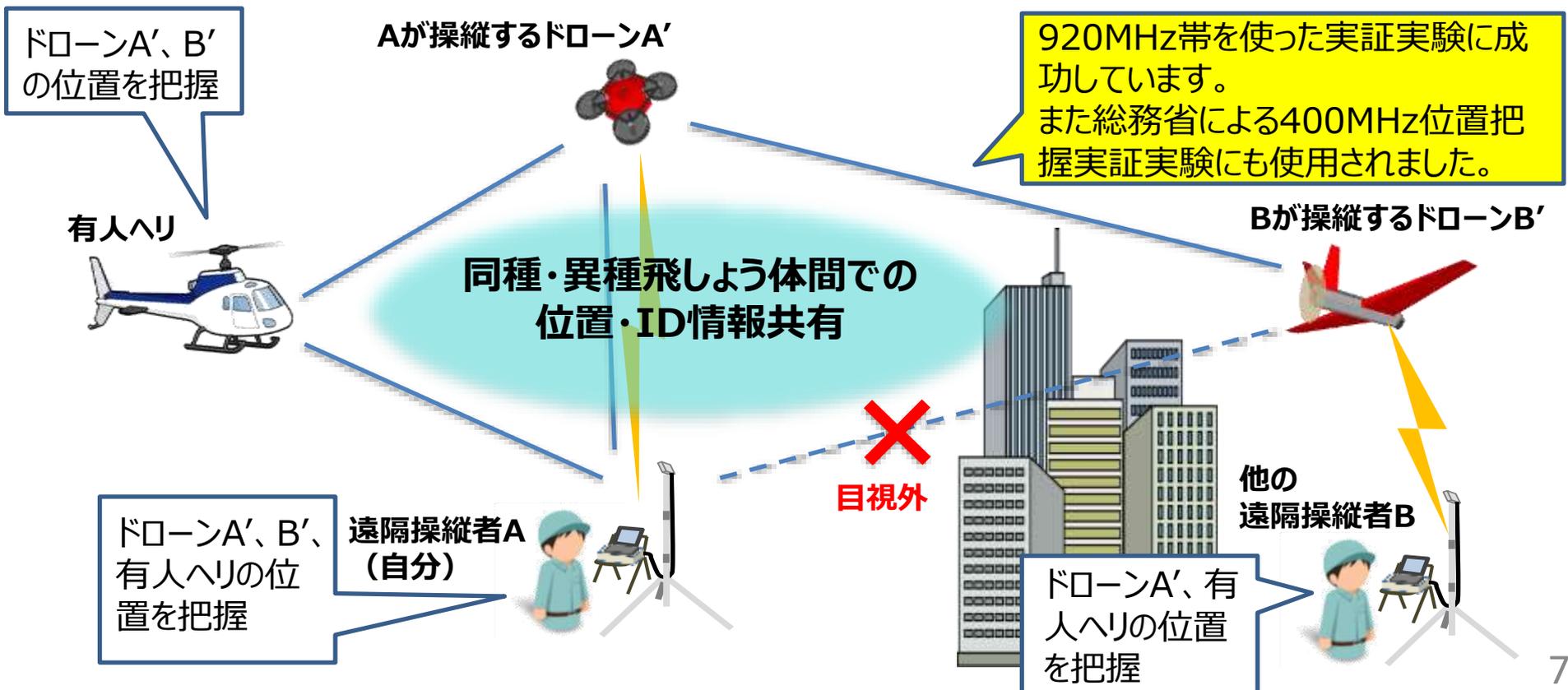
※内閣府ImPACTによる成果です。

### 目的

数kmの範囲で無人機どうし、あるいは有人ヘリとの間で位置情報を共有し、将来の衝突回避・運行管理に向けた基盤をめざす

### 特徴

- 放送型プロトコルで通信手順を単純化
- 2ホップ先までカバー、見通し外も検知可能
- 国際規格化が承認された技術を採用 (IEEE802.15.8)



# ドローンマッパー（DM） 端末外観・寸法例

ドローン搭載用ユニット（920MHz帯小型端末）



タブレット端末への表示例



有人ヘリとの初期通信実験  
(2017年9月、テラドローン、中日本航空と連携)

※内閣府ImpACT、NEDOプロジェクトによる成果です。