

## 9. まとめ

本調査検討においては、災害対応や物流分野（宅配）等での見直し外における小型無人機の飛行位置等をリアルタイムに把握するために、長距離伝送に適した 400MHz 帯の周波数を利用した新たな飛行位置把握システムの導入に向けて、ニーズ調査を踏まえた基本的なシステム構成や技術的条件、及び、近接する無線システムとの周波数共用の検討を行うとともに、本システムの利用方法の提言を行った。

### 9.1 飛行位置把握システムのシステム構成及び技術的条件

飛行位置表示システムに適した、主なシステム要件、及び、技術的条件を、以下にまとめる。

表 9-1 主なシステム要件

システム要件	設計	備考
飛行位置情報等を計測する機能	GPS	
計測した情報（信号）を送送する機能	ドローンマッパー方式 (IEEE802.15.8、分散同報型)	
必要な飛行位置情報の内容（運航安全管理に最低限必要な情報）	機体識別符号（ID）、日付時刻、緯度、経度、海拔高度、機体種別	
一機体からの送信情報量	端末 ID(32)、位置情報(8)、時刻(17)、緯度(28)、経度(28)、高度(16)、速度(10)、方向(10)、機体種別(8)、予備(19)：計 176bit (22B)	バイナリデータ 無線機全体として 352bit 送信時間 18.3ms
飛行位置を把握できる範囲（所要の通信距離）	地上受信機から半径 10km 程度まで	火山災害の場合侵入規制ラインが 4～5Km となるため 10Km 程度の通信が確保できることが望ましい
飛行位置を把握できる機体数（同時運用機体数）	同一範囲内において同一周波数で 10機以上 50 機程度までを想定。	火山災害や大規模地震や水害などの場合中に入れないので周辺の数か所から観測する可能性があるため複数機を想定した。
飛行位置情報データフォーマット	CSV 形式	
飛行位置情報の更新回数	毎秒 1 回	
飛行位置を計測できる機体速度	時速 100km 以上	GPS デバイス仕様による
飛行位置情報の誤差	10m 以下	
飛行位置情報の送信から地上でパソコン等の地図上に表示するまでの遅延時間	遅延時間は 1 秒以下	バースト信号の衝突による遅延は含めない。

表 9-2 技術的条件

項目	内 容	備 考
周波数帯	347.7MHz～420MHz の範囲において選定	
通信方式	同報	
周波数の許容偏差	±100 万分の 4 以内	(無線設備規則 第 5 条、別表第 1 号)
占有周波数帯幅の許容値	20kHz 以内	(無線設備規則 第 6 条、別表第 2 号) *1
スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値： 25 μW 以下 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値： 25 μW 以下	(無線設備規則 第 7 条、別表第 3 号)
空中線電力及びその許容偏差	空中線電力：200mW 以下	許容偏差：上限 20%、下限 50% (無線設備規則 第 14 条)
隣接チャンネル漏えい電力	変調信号の送信速度が毎秒 8 キロビットを超えるものにあつては、搬送波の周波数から 25kHz 離れた周波数の (±) 8kHz の帯域内に輻射される電力が、搬送波電力より 60dB 以上低い値であること。	(無線設備規則 第 57 条の 3)
送信空中線利得	3dBi 以下	搭載アンテナは 0dBi
変調方式	2 値 FSK	汎用性の高い 2GFSK 方式を採用
送信時間	20ms 以下	
休止時間	980ms 以上	
電気通信回線設備に接続可能	位置情報送信装置がもつ小型 PC の LAN インターフェースにより、接続可能とする。	
キャリアセンスの必要性	あり	送信パケットのスロット管理を併用した自律分散システムによりパケット衝突確率低減を図るため。
再送制御	なし	位置情報データの鮮度を保つために古いデータは廃棄。

※1 「無線設備規則 第 6 条 別表第 2 号」の該当する現行規定 (第 13) は、1:4kHz、2:8kHz、3:16kHz の 3 種の規定となっていることより、占有周波数帯幅の許容値 20kHz 以内については規定の追加が必要である。以下に例示する。

例示：「4: 変調信号の送信速度が毎秒 16 キロビットを超え 20 キロビット以下のもの 20kHz」

## 9.2 飛行位置把握システムと近接する無線システムとの周波数共用

本システムが利用する周波数を 400MHz 帯として、以下の既存システムとの周波数共用検討を行った。

- 1) 地方自治体・公共業務用無線・一般業務用無線
- 2) アナログ簡易無線
- 3) デジタル簡易無線
- 4) 地域振興用無線
- 5) コードレス電話
- 6) 移動衛星・標準周波数報時衛星
- 7) 気象衛星
- 8) 体内植込型医療用データ伝送用【NICS】
- 9) 体内植込型医療用データ伝送用【MEDS】
- 10) 体内植込型医療用遠隔計測用【MITS】
- 11) ラジオゾンデ
- 12) 気象用ラジオ・ロボット
- 13) 気象衛星
- 14) 衛星非常用位置指示無線標識 (EPIRB)
- 15) デジタル空港無線
- 16) 連絡無線
- 17) データ伝送装置医療用テレメータ
- 18) テレメータ、テレコントロール、
- 19) 小電力セキュリティシステム無線 (防犯・非常通報)
- 20) 無線電話 (特定小電力トランシーバー)
- 21) 無線呼出 (ポケベル)
- 22) アマチュア
- 23) 国際輸送用データ伝送用アクティブタグシステム
- 24) アナログ簡易無線

検討結果より、400MHz 帯においては、小型無人機の飛行位置把握のための無線システムの利用周波数として、既存システムと同一の周波数を用いることは困難であることが分かった。400MHz 帯における本システムの周波数は、使用実態から他の無線設備と周波数の共用が困難なシステムの周波数を避けた隣接の周波数において、相手側システムが基地局の場合はその運用状況に配慮しつつ必要に応じて両者間で運用調整を行う事により、共用することが可能と考えられる。

### 9.3 飛行位置把握システムの利用方法の提言

ニーズ調査結果及び実証試験による実現可能性の検討も踏まえ整理した、飛行位置把握システムの利用方法を、以下にまとめる。

表 9-3 飛行位置把握システムの利用方法

用途	利用シーン	想定ユーザー
①テレメトリ通信のバックアップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テレメトリ通信が届かない距離の目視外飛行時の代替</li> <li>・ 山間部や海上等、携帯電話網のカバレッジ外での飛行時のテレメトリ代替</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 無人航空機の運航者</li> </ul>
②運航管理システムへのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GCS 経由でのアクセスに代わり、本システムから必要情報等を取得</li> <li>・ 無人航空機専用空域を提供するサービス等における空域管理者へのアクセス(対 GCS とは別の通信手段)</li> <li>・ 都市部/遠隔地等に依らず使用</li> <li>・ 目視内/目視外に依らず使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 無人航空機の運航者</li> <li>・ 無人航空機の運航管理事業者<sup>※1</sup></li> </ul>
③周辺を飛行する無人航空機・有人航空機等の位置把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目視外飛行時に周辺を飛行する無人航空機・有人航空機の接近を把握、必要に応じ警告</li> <li>・ 災害時に被災エリアで使用される無人航空機・有人航空機の位置把握や空域調整</li> <li>・ 都市部/遠隔地に依らず使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 無人航空機の運航者</li> <li>・ 官公庁、自治体等<sup>※2</sup></li> </ul>
④周辺を飛行する無人航空機の識別	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 飛行中の無人航空機の識別情報(所有者、認証情報等)を取得</li> <li>・ 目視内/目視外に依らず使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 官公庁、自治体等</li> </ul>

※1 運航管理システムにより、複数の無人航空機の運航者が運用する無人航空機の飛行計画や飛行情報等を管理する事業者

※2 官公庁や自治体が、関係する空域の無人航空機や有人航空機の飛行情報の収集や共有等を行う場合を想定

①②の用途については表中に記載の通り、無人航空機のテレメトリ通信でも実現可能であり、現在主に使用されている 2.4GHz 帯や 920MHz 帯の特定小電力無線システムや、実用化試験局として使用されつつある携帯電話網等による実現も想定されるが、こうしたテレメトリの通信手段に対し、本システムは、これらのカバレッジ外を運航する場合の使用、あるいはテレメトリ通信手段の冗長・バックアップとして利用されることが想定される。ニーズ調査の結果より、無人航空機の通信手段は二重化等の冗長構成も検討されており、長距離通信が可能な本システムがその一端を担うことが期待される。

③④の用途については、現在のところ実現可能なシステム等はないことから、本システムの早期の実用化を目指すとともに、他の検討中のシステムや制度設計と連携して普及展開を図ることが期待される。

こうした基本的な利用方法を中心に、ニーズ調査の中でも要望された、無人航空機が墜落した場合の位置発信機能等を組み合わせて利用することが想定される。