

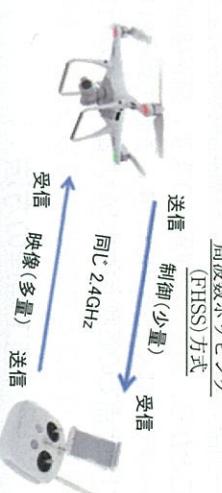
## UAVに使用される無線の留意点について(1)

### ① UAVで使用される無線

UAVは地上からの無線システムで制御監視されていますが、小さな機体の中に多くの電子回路とともに複数の無線機器を配置しており、機体内部で発生しているノイズや外部からの干渉等の影響を受けることもあります。測量や点検等で使用されるUAVには、一般的に図-1のような無線機が搭載されることもあり、技術的難易度の高い無線機器と言えます。

- ①操縦制御、カメラ制御 2.4GHz帯
- ②データテレメトリー 920MHz帯
- ③映像伝送 1.2GHz帯(アナログ), 2.4GHz帯(デジタル), 5GHz帯(デジタル/アナログ)
- ④GNSS受信 1575.42MHz(GPS), 1601MHz(GLONASS)等

図-2 時分割複信による通信



### ② 時分割複信による通信

シリコン)を混在させるときにはTDD(Time Division Duplex: 時分割複信)を使って、機体が送ってくるデータ量の多い映像信号の隙間をついてデータ量の少ない操縦信号を地上から機体へ送り、互いに干渉しない工夫がされています(図-2)。

### ③ UAV無線の電波伝播(マルチパスフェージング)

UAVの無線は波長の短い周波数を使っており、空中を飛行する機体と地上では三次元空間の移動体通信ですからマルチパスフェージングが発生します。マルチパスフェージングとは地上とUAVとの電波の伝送路が一つではなく、地面や構造物に反射して遅延した複数の電波も到達するため、これらが互いに干渉して電波が強くなったり弱くなったりすることを言います。UAVが移動するたびにマルチパスが変化するため無線通信が必要です(図-3)。

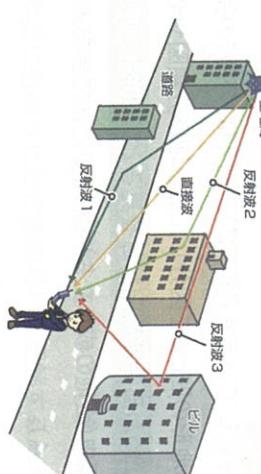


図-3 マルチパスフェージング

### ④ UAV無線の電波伝播(フレネル)

波長の短い無線は見通し内通信が原則ですが、電波は線で結んだようにながるのではなく、フレネルゾーン(図-4)という回転椭円体をした空間でエネルギー伝達が行われます。UAVは空中にいますから高度がありますが、操縦者の基地局は地上にあるため、地上から発射される電波のフレネルゾーンを地面や建物、森などが阻害する場合は電波エネルギーが損なわれ、通信距離が出ないなどの障害が発生しますので留意が必要です。

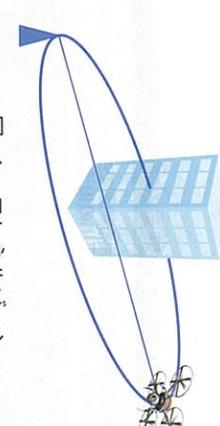


図-4 フレネルゾーン

操縦やデータテレメトリングに使用される電波法で規定された小電力データ通信システムや特定小電力システムを使う場合は無資格無申請で使用できますが、映像を伝送する無人移動体画像伝送システムのような出力の大きい無線機の場合は免許が必要な場合もあります。操縦用には2.4GHzで周波数拡散方式の一つであるFHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)方式が多く採用されています。FHSS方式は2.4GHz帯を1ミリ秒以下の短い時間で周波数をランダムに変更しながら通信する方式であり、混信に強いのが特長です。2.4GHz帯に操縦信号(アップリンク)と映像信号(ダウ

このためWhipアンテナを垂直に立てた状態では上方への通信が死角となります。地上側ではUAVが頭上にあります。一方、機体のアンテナは長距離通信目的のため通常水平方向にビームが出るように取り付けられているため、真下の通信は不利になります。したがって、UAVが地上局の真上にある場合は通信不良になることもありますので留意が必要です。

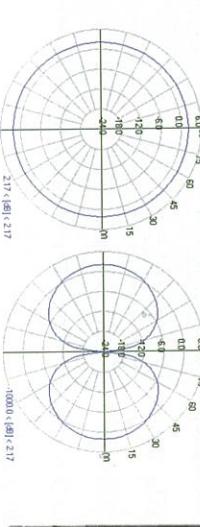


図-5 アンテナの放射特性

### ⑤ GNSSは不安定

UAVはGNSS(Global Navigation Satellite System)に依存して航行する場合がありますが、姿勢を制御するジャイロセンサーとの組み合わせにより自機位置を確認しながら飛行しますが、GPS等は衛星無線機ですから機体内で発生する雑音にも敏感であり、GPSアンテナの配置には考慮が必要です。また、市街地や山間部など、電波を遮蔽するものがあるとGPS衛星からの受信状態は監視しておかなければなりません。また、市街地での運用ではGPS衛星からの電波がビルなどで反射して、マルチパスフェージングが発生することにより測定精度が劣化する場合もありますので留意が必要です。



### ⑥ GNSS受信

UAVはGNSS(Global Navigation Satellite System)に依存して航行する場合がありますが、姿勢を制御するジャイロセンサーとの組み合わせにより自機位置を確認しながら飛行しますが、GPS等は衛星無線機ですから機体内で発生する雑音にも敏感であり、GPSアンテナの配置には考慮が必要です。また、市街地や山間部など、電波を遮蔽するものがあるとGPS衛星からの受信状態は監視しておかなければなりません。また、市街地での運用ではGPS衛星からの電波がビルなどで反射して、マルチパスフェージングが発生することにより測定精度が劣化する場合もありますので留意が必要です。

### ⑦ まとめ

UAVは無線で制御監視されていますが、無線は不安定な通信回線であり干渉も受けますから機器システムを通信してはいけません。常に無線の状態を監視しておくことが肝要であり、無線や電波伝播の基礎を知っておくことは重要です。一般社団法人日本ドローン無線協会では定期的にドローンの電波セミナーを開催しています。<http://jdrior.jp/> 次回は市街地における2.4GHz帯の操縦電波の問題について説明します。