

平成 29 年 12 月 1 日

「小型無人機の飛行位置把握に係る無線システムの調査検討会」

作業グループ 4 中間報告資料 (案)

検討テーマ 4 : 他の無線局との周波数共用条件

検討メンバー 三浦委員、姉齒委員、◎中村委員

(◎はとりまとめ担当)

1. 検討の方法(案)

(1) 検討対象周波数帯と技術的条件 347.7MHz~420MHz

検討テーマ 1 で検討を行った技術的条件の検討結果で候補周波数帯として選定した 400MHz 帯について、既存無線システムとの周波数共用条件を検討する。

技術的条件の項目	内 容
周波数帯	347.7MHz~420MHz (本検討会の実証実験局 : 398MHz)
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	25kHz 以内 (無線設備規則 第 6 条、別表第 2 号)
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 μ W 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 μ W 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
変調方式	2 値 FSK
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（自律分散システムでのパケット衝突確率低減のため）
再送制御	なし（位置情報データの鮮度を保つため。古いデータは廃棄。）
電源	無線システム専用（機体電源とは別）

（２）検討対象周波数帯の既存システム

- ① 地方自治体、電力・ガス・運輸交通等の公共業務、一般私企業の各種業務
- ② アナログ簡易無線
- ③ デジタル簡易無線
- ④ コードレス電話
- ⑤ 衛星用非常位置指示無線標識 (EPIRB)
- ⑥ 特定小電力
- ⑦ デジタル空港無線、NTT 東西の加入者線災害対策臨時電話
- ⑧ 体内植込み型医療データ伝送装置 (特定小電力)
- ⑨ ラジオゾンデ及び気象用ラジオ・ロボット

（３）検討項目 1 飛行位置を把握できる機体数（同時運用機体数）

① 周波数 1 波あたりの収容台数の検討

検討テーマ 1 での検討結果より、データをアスキーデータ（テキスト）からバイナリーデータに変更して 1 機体からの 1 通信あたりの送信情報量を 560bit から 352bit に低減した。

所用通信速度を 19.2Kbps を予定しており、1 通信あたりの所要時間は約 18.3ms となり、送信時間制御値を満足し。最大 50 機の収容が可能となる。

【1 機体からの送信情報量】：352bit

バイナリデータ

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

小計 176bit (22B)

無線機：通信に必要なデータ（プリアンブル、同期コード、識別符号、CRC など）計 176bit

合計 352bit

【同一周波数での同時運用機体数】：50機（所用情報通信速度：19.2kbps）

$19,200 \div 352 \approx 54$ となり 50機以上を確保可能となる。

② キャリアセンスの必要性

自律分散システムでのパケット衝突確率低減のため必要。

【キャリアセンスとは】

電波を発射する場合に送信周波数チャンネルが空いているかを調べ、空いていればそのチャンネルに電波を発射するが、使用されている場合は、電波発射を中止する機能。

③ 送信時間制御

20ms 以下 休止時間 980ms 以上

【所要送信時間】

19.2kbps (情報速度) = 0.052ms/bit (1ビットの送信時間：周期)

$0.052\text{ms/bit} \times 352\text{bit} = 18.3\text{ms}$

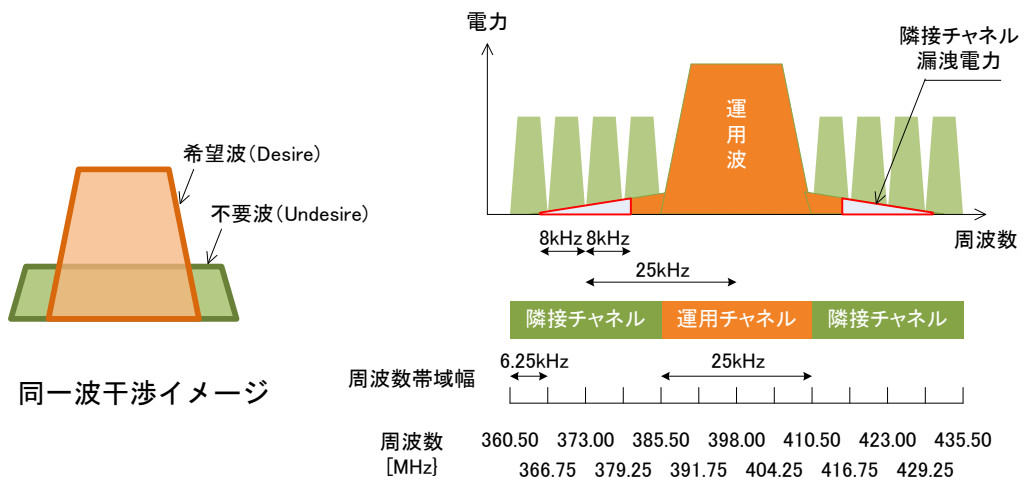
$18.3\text{ms} \times 50\text{機} = 915.2\text{ms}$

従って、情報通信速度 19.2kbps であれば送信情報量および同時運用機体数を満足する。

(4) 検討項目 2 既存システムとの周波数共用

当該システムと検討対象周波数帯の既存システムとの与干渉、および被干渉の影響を検討する。

- ・ 同一波干渉による感度抑圧
- ・ 隣接波干渉による感度抑圧



隣接波干渉イメージ

影響が懸念される既存システムについて、無線設備規則等で規定される送信空中線電力、送信空中線利得から当該システムとの離隔距離を調査検討する。

参考とする法律、答申、資料等

- ・平成 10 年度 電気通信技術審議会答申 諮問第 94 号「400MHz 帯を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」平成 10 年 6 月 29 日？
- ・「小電力の無線システムの高度化に必要な技術条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術条件」に関する一部答申【平成 14 年 9 月 30 日付け情報通信技術分科会諮問第 2009 号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成 20 年 3 月 26 日
- ・地域振興用周波数の有効利用のための技術条件に関する調査検討会報告書 平成 28 年 3 月
- ・電波法
- ・電波法関係審査基準

(5) 検討項目 3 位置情報信号の受信機能：あり

- ① 当該システム(当該機)が上空において他のシステム(他機)からの位置情報信号を受信できる機能を有する。これにより将来、他のシステム(他機)との衝突回避機能を付加するなど機能拡張が可能となり得る。
- ② キャリアセンス
数キロ内の同一エリアにおいて、キャリアセンスがないと、受信機に対して十分な D/U 比が取れないので、先に送信している通信を優先できるようにキャリアセンス機能は必要と考える。どのくらいのエリアを同一エリアと見なすかが、今後の検討課題となる。

(6) 干渉検討パラメータ

送信空中線電力 送信空中線利得 所用受信電力等より伝搬距離(伝搬損失)を求めるための無線局パラメータを調査する。

所要パラメータ(当該システム技術条件および既存システム仕様)

与干渉局

送信周波数帯

送信空中線電力

送信給電線損失

送信空中線利得

指向性(与干渉局：最大値、被干渉局：最大値)

アンテナ地上高

偏波損失(損失最小“0dB”とする)

被干渉局

所要受信電力

所要D/U比(帯域内許容干渉レベル)

感度抑圧レベル(帯域外)

(7) 計算方法

以下の伝搬モデルを用いて、所要離隔距離の計算を行う。

- ① 自由空間
- ② 奥村-秦

【空間伝搬損失】

自由空間伝搬損失

$$L=10\log(4\pi d/\lambda)^2$$

奥村-秦モデル

ア 概要

離隔距離が 1km 以上かつ基地局アンテナ高が周囲の建物よりも十分に高い場合に適用される。

奥村-秦モデルの伝搬損失は次式で与えられる。

$$L_p=69.55+26.16\log f-13.82\log hb-a(hm)+(44.9-6.55\log hb)\log d$$

中小都市

$$a(hm)=(1.1\log f-0.7)hm-(1.56\log f-0.8)$$

大都市

$$a(hm)=8.29\{\log(1.54hm)\}^2-1.1 \quad (f\leq 400\text{MHz})$$

$$a(hm)=3.2\{\log(11.75hm)\}^2-4.97 \quad (400\text{MHz}\leq f)$$

ここで、

f : 周波数 [MHz] (150~1,500MHz)

hb : 基地局アンテナ高 [m] (30~20m) hm : 移動局アンテナ高 [m] (1~10m) d : 距離 [km] (1~20km)

イ 適用の根拠

ITU-R の勧告 (REC. ITU-R P. 1546 ANNEX 7 “Comparison with the Okumura-Hata method”) において、ANNEX 1-6 の推定法の妥当性を評価する際の基準式として本モデルによる伝搬損失推定値が用いられている。

【結合損および所用離隔距離】

- ① 与干渉量 (無線局パラメータより算出)
- ② 被干渉許容値 (無線局パラメータより算出)
- ③ 所用結合損 ②-①
- ④ 調査モデルによる結合損 (検討パラメータから算出)
帯域内：与干渉局(空中線電力-給電線損失+空中線利得) - 被干渉局 所要受信電力
帯域外：与干渉局 不要波(隣接チャネル漏洩電力→干渉雑音換算) - 被干渉局 許容雑音量
- ⑤ 所用改善量 ③-④
- ⑥ 所用離隔距離 (⑤から自由空間伝搬損失および奥村-秦モデルより算出)

2. 周波数共用検討結果の想定

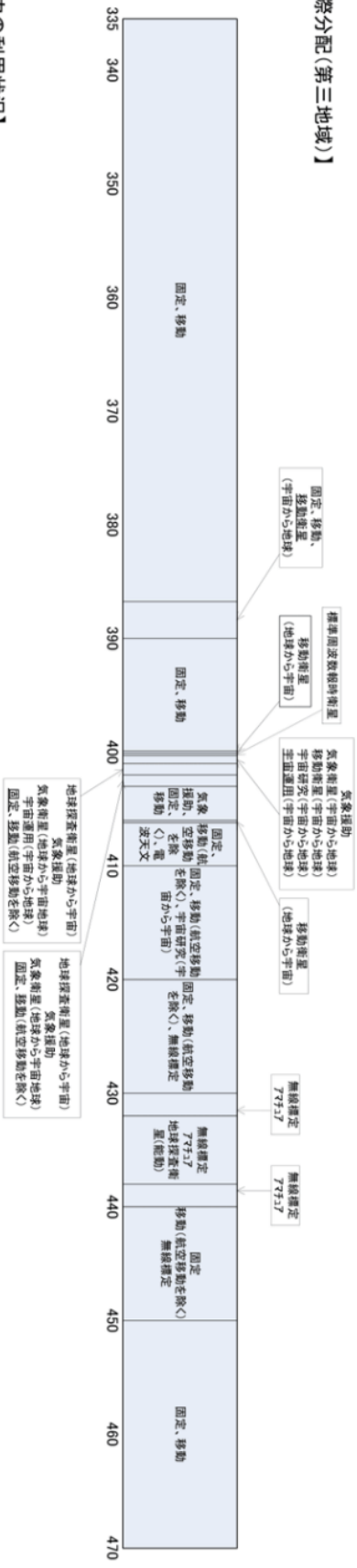
(以下、例文。今後の共用検討作業にて取り纏め)

既存無線システムに対し、与干渉で〇〇キロメートル程度、被干渉で△△キロメートルの離隔距離が必要となるが、固定局では必要に応じて運用調整等を行い、移動局では移動機業務相互間であることから、周波数共用が可能であることが想定される。

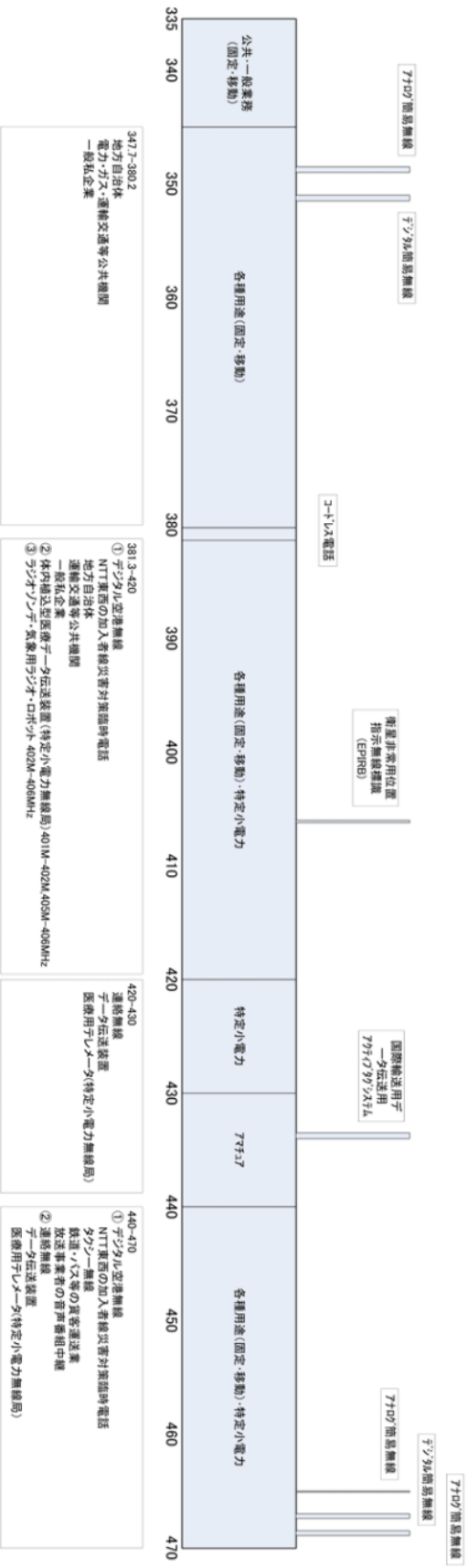
以上

400MHz帯周波数の使用状況

【国際分配(第三地域)】



【国内の利用状況】



※参考