情報通信審議会 情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会

報告

諮問第 2046 号
「V-High 帯域における公共ブロードバンド移動通信システム及び狭帯域 IoT 通信システムに関する技術的条件」のうち
「公共ブロードバンド移動通信システムの周波数拡張及び狭帯域 IoT 通信システムの導入に係る技術的条件」

令和７年 12 月

陸上無線通信委員会

目次

Ⅰ．検討事項 1
Ⅱ．委員会及び作業班の構成 1
Ⅲ．検討経過 1
１　委員会 1
２　作業班 1
Ⅳ．検討概要 3
第１章　検討の背景 3
第２章　公共 BB 5
２．１　公共 BB の現状と課題 5
２．２　他の無線システムとの共用に関する検討 11
２．３　その他 15
２．４　公共 BB の技術的条件 15
第３章　VHF-IoT 17
３．１　VHF-IoT の概要等 17
３．２　VHF-IoT 間の共用に関する検討 23
３．３　他の無線システムとの共用に関する検討 28
３．４　その他 51
３．５　VHF-IoT の技術的条件 54
第４章　今後の検討課題 59
別表１　情報通信技術分科会　陸上無線通信委員会　構成員 60
別表２　V-High 帯公共 BB／狭帯域無線システム作業班　構成員 61
参考資料 62
参考資料１　既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件 63
参考資料２　共用検討対象システムにおける共用検討用パラメータ 73
参考資料３　公共 BB と上側隣接システムとの共用検討 88
参考資料４　VHF-IoT のキャリアセンスレベルの検討 94
参考資料５　VHF-IoT の送信時間制限の検討 98
参考資料６　VHF-IoT の帯域外電力に関する検討 102
参考資料７　VHF-IoT と下側及び上側隣接システムとの共用検討 105
参考資料８　VHF-IoT の同時送信に係る検討 122
参考資料９　公共 BB と VHF-IoT との共用検討 140
参考資料１０　公共 BB と VHF-IoT 間の D/U 実測特性 158

Ⅰ．検討事項

陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2046 号「V-High 帯域における公共ブロードバンド移動通信システム及び狭帯域 IoT 通信システムに関する技術的条件」（令和６年６月６日諮問）のうち、「公共ブロードバンド移動通信システムの周波数拡張及び狭帯域 IoT 通信システムの導入に係る技術的条件」について検討を行った。

Ⅱ．委員会及び作業班の構成

委員会の構成員は、別表１のとおり。

検討の促進を図るため、委員会の下に「V-High 帯公共 BB／狭帯域無線システム作業班」（以下「作業班」という。）を設置し、検討を行った。

作業班の構成員は、別表２のとおり。

Ⅲ．検討経過

１　委員会

① 第 86 回陸上無線通信委員会（令和６年６月 20 日）

公共 BB の周波数拡張及び VHF-IoT の導入の技術的条件に関する進め方について検討を行った。

② 第 95 回陸上無線通信委員会（令和７年 10 月９日）

作業班から委員会報告（案）について報告を受け、検討を行った。

③ 第 96 回陸上無線通信委員会（令和７年 12 月４日）

委員会報告（案）の意見募集結果を踏まえ、委員会報告を取りまとめた。

２　作業班

① 第１回（令和６年７月３日）

検討開始の背景、作業班の運営方針、前年度の調査検討会の検討結果、公共 BB 及び VHF-IoT の利用形態、今後のスケジュールについて説明が行われた。

② 第２回（令和６年８月７日）

公共 BB の共用検討（航空管制通信システム）及び VHF-IoT の要件整理について検討を行った。

③ 第３回（令和６年９月 20 日）

VHF-IoT の要件整理及び下側隣接システム（公共業務用無線システム、広帯域テレメータシステム、補聴援助用ラジオマイク）との共用検討について検討を行った。

④　第４回（令和６年 10 月 25 日）

VHF-IoT の要件整理及び上側隣接システム（航空管制通信システム）との共用検討について検討を行った。

⑤　第５回（令和６年 11 月 22 日）

VHF-IoT の要件整理及び下側隣接システム（ロボット用無線システム）との共用検討について検討を行った。

⑥　第６回（令和７年４月 23 日）

VHF-IoT の要件整理について検討を行った。

⑦　第７回（令和７年６月 10 日）

VHF-IoT の要件整理及び下側隣接システム（ロボット用無線システム、放送関係無線システム）との共用検討、測定法並びに電波防護指針への適合性について検討を行った。

⑧　第８回（令和７年７月 24 日）

VHF-IoT について、下側隣接システム及び上側隣接システムとの共用検討（同時送信に係るもの）について検討を行った。

⑨　第９回（令和７年９月３日）

公共 BB と VHF-IoT との共用検討について検討を行った。

⑩　第 10 回（令和７年 10 月２日）

委員会報告（案）をとりまとめ、陸上無線通信委員会に報告することとなった。

Ⅳ. 検討概要

第１章　検討の背景

我が国は、気象、地形、地質等の特有な地勢による地震、津波、風水害・土砂災害をはじめ、火山噴火等の自然災害が多発する国土にある。また、昨今の気候変動に起因する水害・土砂災害の頻発・激甚化をはじめとして、南海トラフ巨大地震・首都直下地震等の巨大地震の発生等も懸念されている。このような状況下、平時、ならびに災害発生時の通信手段として、携帯電話や無線 LAN、衛星通信などが広く普及、利用されている。

他方、先の能登半島地震における携帯電話網の通信途絶の事象など、大規模災害における通信網の強靭化が課題として挙げられる。災害緊急・復旧対応、あるいは、防災・減災、安心・安全等の施策として、国、地方自治体、あるいは、公共・公益性の高い機関等にあっては、情報伝達の多重化とともに、独自に組織の諸活動を担保できる災害に強い自営通信網の確保、運用は今後とも重要な位置付けにあると言える。

こうした状況の中、電波の特性上から長い通達距離の確保に有効な VHF 帯の活用のニーズがある。

V-High 帯域（170～222MHz）について、172.5～202.5MHz は災害等の現場において公共機関が機動的に映像伝送を実現するための無線通信システムである公共ブロードバンド移動通信システム（以下「公共 BB」という。）用に割り当てられている。令和２年度に利用主体の拡大や上空利用を可能とする制度改正を行ったが、近年の自然災害の頻発等も踏まえ、地方公共団体における災害発生時の通信確保等、更なる利用拡大のニーズがある。

また、207.5～222MHz は、マルチメディア放送用に割り当てられていたが、平成 28 年の当該放送の事業終了に伴い、空き周波数となったことから、放送用周波数の活用方策に関する検討分科会で検討を実施し、令和４年６月に公表された「V-High 帯域における実証実験等の結果とりまとめ」において、通信サービスの高度化に関する具体的なシステム（公共 BB や狭帯域 IoT 通信システム（以下「VHF-IoT」という。））の導入に向けた検討を進めることとの提言がなされた。

さらに、令和６年 11 月に公表した「周波数再編アクションプラン（令和６年度)」においては、「V-High 帯域における実証実験等の結果取りまとめ（令和４年６月)」及び「デジタル変革時代の電波政策懇談会報告書（令和３年８月)」も踏まえ、公共 BB の周波数拡張や、災害時に公共安全機関等が情報共有を図ることが可能な VHF-IoT の公共 BB と他システムとのガードバンド等に導入するための技術的条件を検討し、令和７年度中に制度整備を行うこととしている。

このような状況を踏まえ、V-High 帯域における公共 BB の周波数拡張及び VHF-IoT の導入に係る技術的条件の検討を行った。

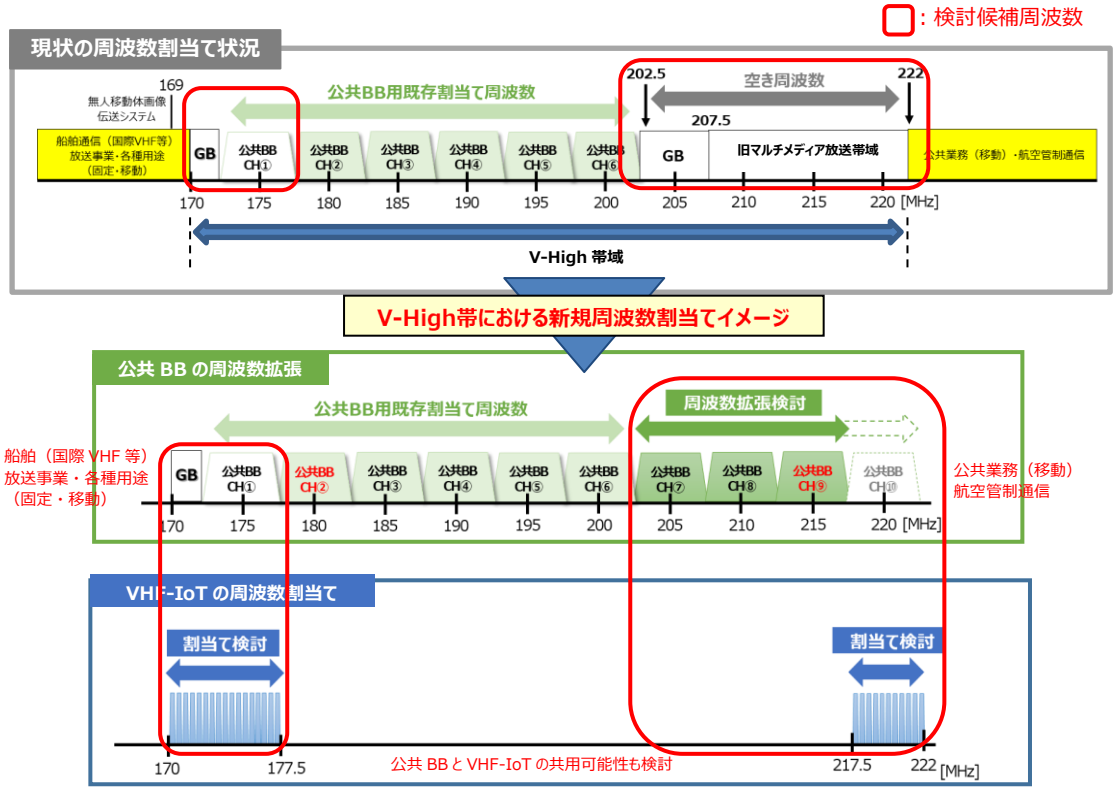


図 1　検討対象の周波数帯

第２章　公共 BB

２．１　公共 BB の現状と課題

（1）公共 BB の概要

公共 BB は、VHF 帯を活用した映像伝送等が可能な自営用ブロードバンド無線システムとして、公共機関（国・自治体・消防など）に専用に割り当てられ、利用されている。公共 BB における安心・安全の運用イメージ例（災害時の現在の活用に係る概念図）を、図 2 に示す。なお、本システムは、基本的に、可搬型基地局無線機、及び 1 局、あるいは複数局の移動局無線機から構成される。

VHF／200MHz 帯の特長である「広域」かつ「見通し外通信」に有効な伝搬特性を活かした「映像伝送路」を確保することで、より正確な被災害現場、あるいは緊急事案などの諸状況をリアルタイムに対策本部へ伝送、状況把握・情報共有が可能となり、避難指示、事案処置などの迅速な対応が求められる通信環境を提供する。例えば、平成 28 年 4 月に発生した熊本地震の際には、国土交通省九州地方整備局において、被災地の道路状況を確認するため、見通しが確保できない現場に設置され、状況把握に活用された。また、大規模地震・津波、豪雨等の災害に備え、公共 BB を利用した協同防災訓練をはじめ関係機関との連携強化などの取組が行われている[1]。

なお、送受信間の距離が長くなるような場合は、公共 BB による被災地の映像を衛星通信車等を経由して受信先へ伝送する運用としている。

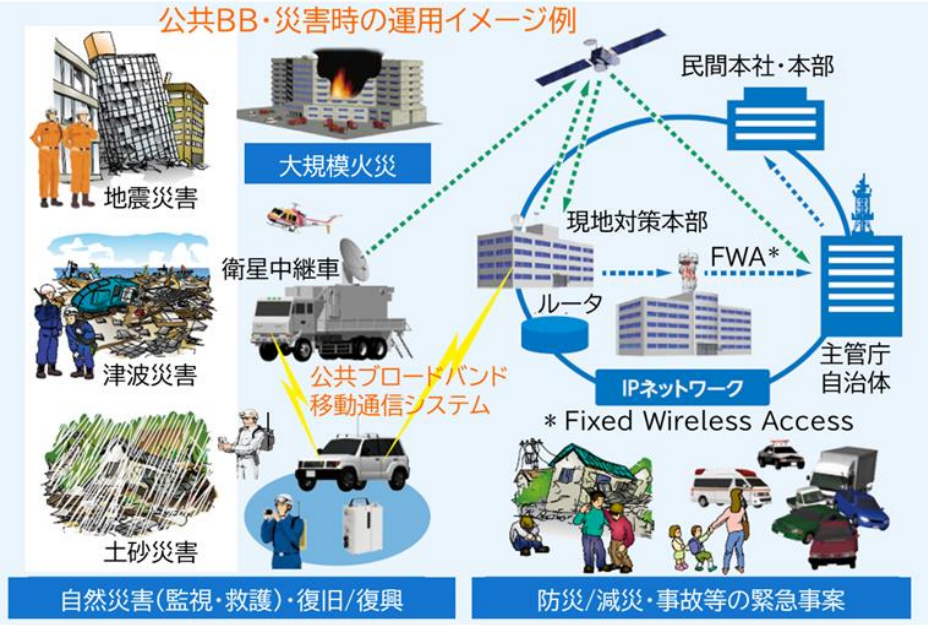


図 2　安心・安全の運用イメージ例（災害時の現在の活用）

（2）公共 BB の主な技術的特長

[1] 例えば、南海レスキュー実動訓練（参照：総務省近畿総合通信局「近畿の情報通信 2025」、p.1（2025 年 7 月 28 日版））

公共 BB の主な技術的特長を、表 1 に示す。

表 1　公共 BB の主な技術的特長

公共ブロードバンド移動通信システム（公共 BB）の主な技術的特長	
回線構成	1 対 1 通信、1 対 N 通信、多段中継通信（マルチホップにより柔軟に無線通信回線の構築が可能）
運用範囲	陸上、海上、上空
高速移動通信	車載移動運用等の高速移動時のような電波環境においても良好な通信が可能
見通し外通信	VHF 帯の特徴である電波の回り込みにより、見通しの取れない山間部や、樹木の遮蔽などが存在する環境においても利用可能
伝送距離	数百 m～最大 30km 程度の長距離伝送が可能(オプション:最大 120km)
大容量伝送	最大 10Mbps 程度の映像・データ・音声伝送を提供（上り 8Mbps/下り 2Mbps 程度）
多様なアプリ対応	テレビ会議通信アプリ、IoT センサ/Wi-Fi 等の接続が可能

(3) 公共 BB の主な諸元

公共 BB の主な諸元を、表 2 に示す。

表 2　公共 BB の主な諸元

項　目	移動局及び携帯局	基地局及び携帯基地局
周波数帯	170.0～202.5MHz	
通信方式	TDD 方式	
多重化方式／ 多元接続方式	下り回線：FDM 方式及び TDM 方式の複合方式、上り回線：OFDMA 方式 移動局間通信：OFDM 方式及び TDM 方式の複合方式並びに OFDMA	
変調方式 （1 次変調）	上り回線：BPSK、QPSK、16QAM、64QAM 下り回線：BPSK、QPSK、16QAM、64QAM	
占有周波数帯幅	4.9MHz 以下（5MHz/CH システム）	
空中線電力	5W 以下（上空：1W 以下[2]）	20W 以下
隣接チャンネル 漏えい電力	隣接 CH　：-21dBc 以下 次隣接 CH：-41dBc 以下	隣接 CH　：-30dBc 以下 次隣接 CH：-50dBc 以下
空中線利得	10dBi 以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）	

(4) 公共 BB の主な運用形態

公共 BB の主な運用形態（伝送速度と通信距離の関係）を、表 3 に示す。

[2] 陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

表 3　公共 BB の主な運用形態

運用形態	伝送速度[3]	通信距離
固定的運用 （可搬型基地局～移動局(半固定)）	3～8Mbps 程度	最大 30km 程度[4] （オプション：最大 120km[5]）
移動通信 （可搬型基地局～移動局(車載等)）	0.5～3Mbps 程度	最大 10km 程度
多段中継[6] （固定的又は移動通信）	数百 k～3Mbps 程度	長距離化・広域化する場合 （標準：～5 台接続）

公共 BB の主な利用イメージ例を、以下に示す。なお、その他、平時において、機器習熟や関係機関との連携強化のための防災訓練等で利用されている。

ア　映像伝送

災害現場・多様な業務エリアからの機動的な映像伝送。多段中継による通信距離の拡大が可能（図 3 参照）。

【特長】

- 移動中の車載カメラ映像や、遠隔地からの映像伝送が可能
- 人力による災害現場への機器搬入が可能であり、多様な災害現場における機動性の高い情報収集手段として活用が可能
- 多段中継機能を活用することで、陸上、海上、上空における映像・音声・データの長距離伝送が可能

[3] 伝送速度と映像品質の目安（参考）　0.5Mbps 程度：SD、0.5Mbps～3Mbps：HD、3Mbps～8Mbps：FHD～4K（4K:高精細圧縮対応）

[4] 民間標準規格 ARIB STD-T103 準拠

[5] 民間標準規格 ARIB STD-T119 準拠　（蓄積型時分割制御方式を採用）

[6] 同上

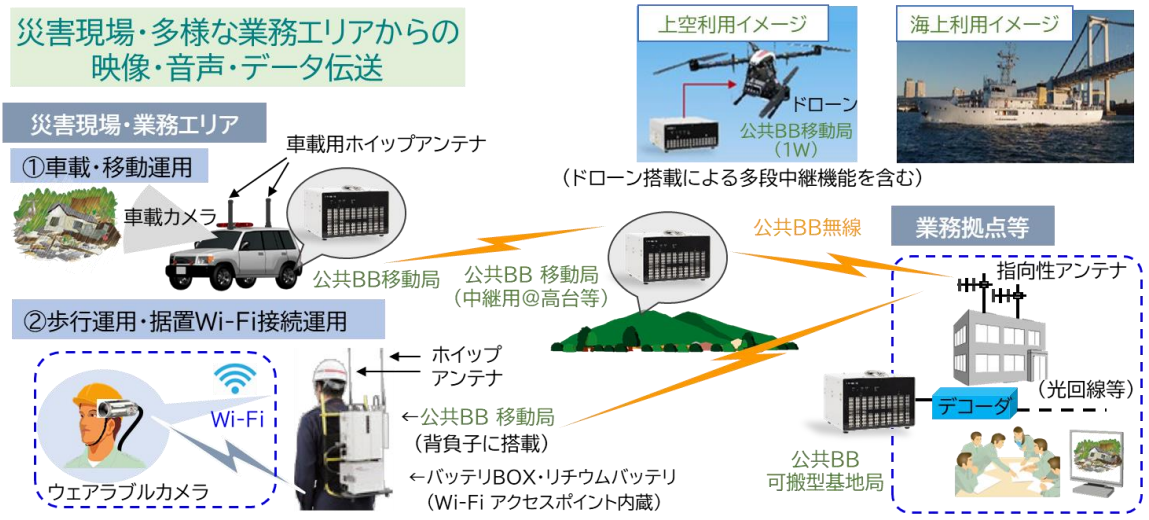


図 3　利用イメージ例（映像伝送利用、多段中継による通信距離の拡大）

イ　臨時バックアップ回線利用

災害時等における、臨時バックアップ回線として利用（図 4 参照）。

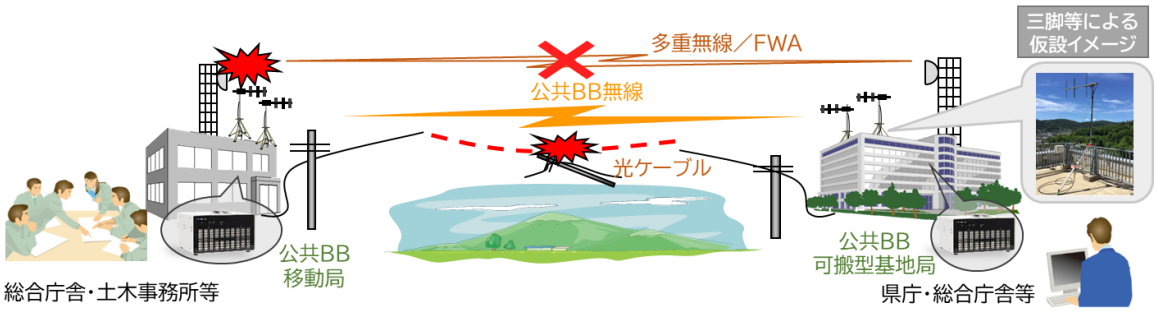
【特長】

・ 機動性の高い可搬型無線装置による運用、臨時中継回線として活用が可能
（自治体・消防・電力等の固定回線、公共安全モバイルシステム[7]、総合行政ネットワーク（LGWAN[8]）などの、臨時バックアップ回線としての利用を想定）

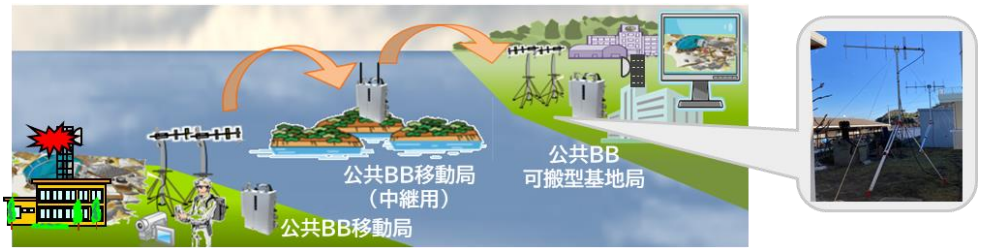
・ 三脚等による仮設アンテナ設置により、簡便に回線構築が可能
（マイクロ波帯 FWA のような精緻なアンテナ方向調整が不要）

[7] 携帯電話技術を活用した公共機関向けの通信システム

[8] LGWAN（Local Government Wide Area Network）：地方公共団体の組織内ネットワーク（庁内 LAN）を相互に接続する、行政専用のネットワーク



(a) 基幹回線（マイクロ多重・光回線等）切断時のバックアップ回線として利用



(b) 離島間のバックアップ回線として利用（1 周波による多段中継運用イメージ）

図 4　利用イメージ例（臨時バックアップ回線利用）

ウ　携帯電話圏外エリアや遠隔地からのインターネット回線接続

公共 BB を基幹回線として活用し、携帯電話網・インターネットと繋がらない環境（オフライン環境）においてインターネット回線へ接続（図 5 参照）。

【特長】

- 携帯電話圏外エリアや遠隔地に、公共 BB 経由で Wi-Fi アクセスポイントやメッシュ Wi-Fi[9]を設置し、拠点側のルーターを介してインターネットに接続が可能
- 汎用スマホ、タブレット端末、IP カメラ等のネットワーク機器が接続可能
- クラウドサービス利用により、Web 会議、メール、ファイル転送等のアプリ活用による業務が可能

[9] Wi-Fi アクセスポイントをメッシュ状に中継接続して、通信エリアを拡張する Wi-Fi システム

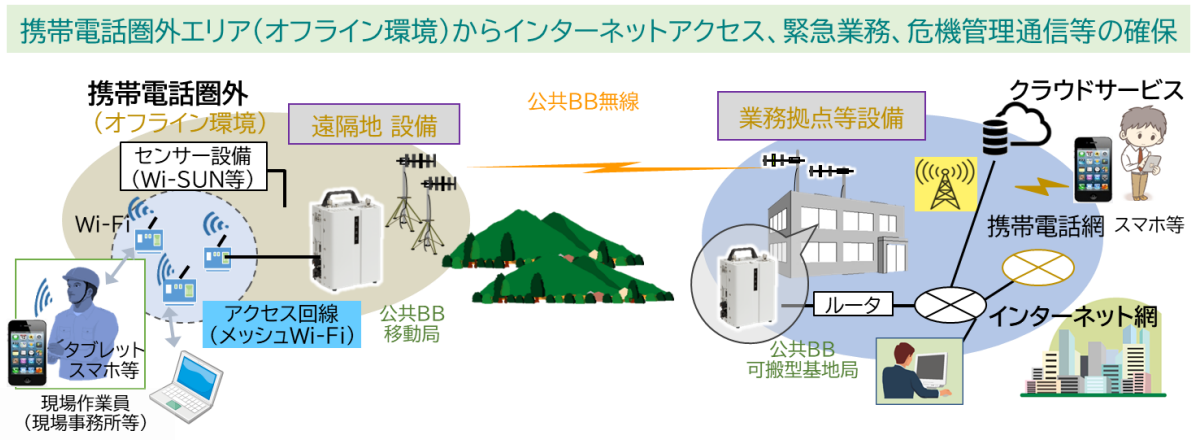


図 5　利用シーン例（携帯電話圏外エリアや遠隔地からのインターネット回線接続）

(5) 公共 BB の新たな利用ニーズ

公共 BB については、令和２年度に更なる利用促進のため、利用主体の拡大等に係る制度改正が行われ、指定公共機関などの利用が可能となった。

また、令和２年に検討が開始された「デジタル変革時代の電波政策懇談会」では、公共 BB の運用省庁から、以下のような意見があり、これを踏まえ、同懇談会の報告書（令和３年８月）において、更なる公共 BB の利用促進を図るためには、V-High 帯域の利活用方策などを踏まえ、新たな周波数帯（V-High 帯など）の利用可能性について検討を進める必要がある旨提言がされている。

＜デジタル変革時代の電波政策懇談会報告書（令和３年８月）抜粋＞

＜構成員等からの主な意見＞

- ➢ 携帯 TV 用システムの代替手段として活用可能と考えているが、利用可能なチャネルが限られていることから、より多くの周波数が確保されることが望ましい。
- ➢ 耐災害性やセキュリティの確保のほか、輻輳しない周波数の確保などを期待している。

こうした状況の中、自治体・消防機関のほか、公共・公益性の高い新たなユーザ（電力、交通・運輸、医療、林業分野など）から、公共 BB の技術的特長（見通し外通信、伝送距離、大容量通信等）を活かした新たなニーズが確認されており（参考：図 6）、公共 BB の割当て可能なチャネル数の確保が求められている。

事例：

- ・ 山岳地域や離島における、基地局や固定局回線の冗長化（都道府県、消防関係）
- ・ イベント会場等における、携帯電話輻輳時の映像伝送手段の確保（消防関係）

・ ビル街やトンネル等における携帯電話以外での映像及び通信手段の確保（消防関係、電力関係）
・ 携帯電話不感地帯における、ドローンを利用した映像伝送手段の確保（建設・土木関係）

また、本年度から開始された電波資源拡大のための研究開発「公共ブロードバンド移動通信システムの高度化に関する研究開発」においては、公共 BB 機器の小型化、高性能化、運用利便性向上等に関する技術開発が計画されており、今後の本研究開発成果を活用した高度化公共 BB の製品化により、更なる利用拡大が想定される。



図 6　想定される自営ブローバンド無線の利用分野（一例）

２．２　他の無線システムとの共用に関する検討

２．２．１　共用検討の条件

公共 BB の周波数帯に係る隣接周波数帯について、当該周波数帯及び隣接周波数帯における既存システムについて、共用検討を行った。

(1)　共用検討対象システム

V-High 帯及びその隣接周波数帯の周波数の使用状況を、図 7 に示す。公共 BB（拡張）の上側隣接周波数帯に、航空無線航行システムがある。また、公共 BB（現行及び拡張）と同一帯域については、VHF-IoT がある。

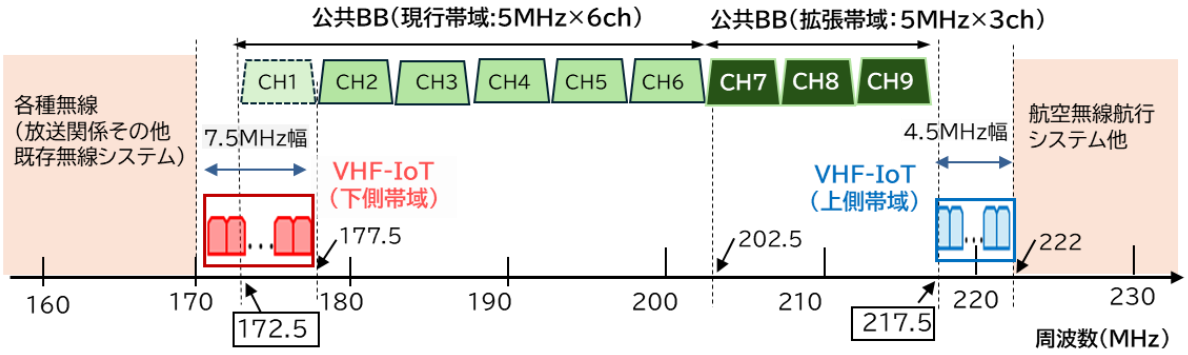


図 7　V-High 帯の周波数使用状況

ア　航空無線航行システム（222～230MHz 帯）

航空無線航行システムは、航空機の安全運航を確保するため、航空機局と航空局（地上）間を音声により結ぶ通信手段として使用している無線システムである（図 8 参照）。

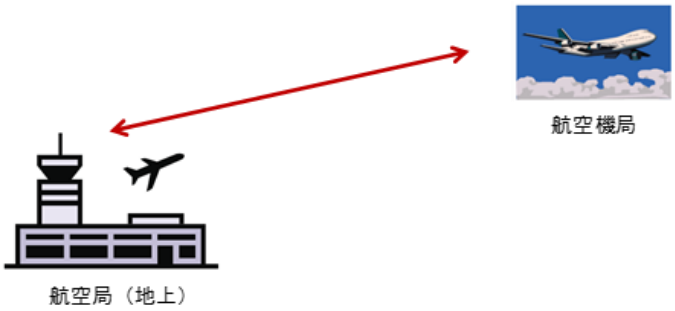


図 8　航空無線航行システムのイメージ

イ　VHF-IoT（170.0～177.5MHz、217.5～222.0MHz）

公共 BB と同一帯域を使用する、自営のデータ通信システムである（参照：第３章）。

２．２．２　共用検討パラメータ

共用検討に用いる、公共 BB のパラメータを、表 4 に示す。拡張帯域（202.5～217.5MHz）に対しても、基本的に、現行帯域（172.5～202.5MHz）の無線設備規則（第 49 条の 30）を踏襲する考え方としている（技術的条件の規定点：無線機出力端）。

また、既存の航空無線航行システムへの影響を考慮し、公共 BB からの干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さ

らに 30dB 減衰させることを前提とする（フィルタの実装形態等を踏まえ、基地局：-55dBm/100kHz、基地局以外：-60dBm/100kHz に相当する）。

表 4　公共 BB の共用検討パラメータ

項目＼局種等	基地局	移動局		携帯局（上空）
		可搬型基地局	可搬型基地局以外	
空中線電力	20W	5W		1W※1
周波数帯	172.5～202.5MHz（現行）、202.5～217.5MHz（拡張）			
隣接 CH 漏えい電力	隣接 CH:-30dBc 以下 次隣接 CH：-50dBc 以下	隣接 CH：-21dBc 以下 次隣接 CH：-41dBc 以下		
不要発射の強度の許容値	-25dBm/100kHz 以下	-30dBm/100kHz 以下		
干渉抑圧量	30dB（上側隣接システム）※2			
空中線利得	10dBi（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる）※3			
空中線高	30m	3m	1.5m	―※4
給電線損失	2dB	0dB		
許容干渉レベル	下側帯域：-101.8dBm/MHz、上側帯域：-104.0dBm/MHz[10]			

※1：陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

※2：隣接帯域における他の無線局へ干渉の影響を与えないよう、送信機からの干渉電力（不要発射の強度の許容値）に対する、フィルタの追加等による改善量に相当（現行の公共 BB においては、CH1 及び CH2 の使用にあたって、下側隣接システムの他の無線局へ干渉の影響を与えないよう、設置場所の選択、フィルタの追加等の必要な措置を講じられていることを付帯条件としている[11]）

※3：表中の値は、最大値を示す（移動局及び携帯局（上空）においては、主に空中線利得：2dBi(無指向性)の使用を想定）

※4：上空の場合については、空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算（自由空間伝搬損失式を適用）

なお、前述の各共用検討対象システムに係る共用検討パラメータについては、参考資料２のとおり。

２．２．３　他の無線システムとの周波数共用条件

[10] 出典：資料 72-1-2、情報通信審議会情報通信技術分科会資料（第 72 回会合）（2010 年 3 月 30 日開催）　許容干渉レベル：-101.8dBm/MHz(@170.0MHz)、-104.0dBm/MHz(@202.5MHz)

[11] 出典：電波法関係審査基準（平成 13 年総務省訓令第 67 号）　別紙２（第５条関係）無線局の目的別審査基準、第２ 陸上関係、２ 公共業務用無線局、(21) 200MHz 帯広帯域移動無線通信システムの無線局

公共 BB と航空無線航行システムとの共用検討結果を示す（公共 BB と VHF-IoT との共用条件は、第３章に示す）。

(1)　航空無線航行システムとの共用条件

公共 BB と航空無線航行システムとの共用条件について、以下の検討結果を得た（具体的な所要離隔距離の検討方法等については、参考資料３を参照）。

ア　公共 BB が与干渉の場合の航空無線航行システムとの共用条件

航空無線航行システム（航空局、航空機局）に対しては、公共 BB の不要発射が影響を与えることとなる。フィルタの追加等による干渉抑圧量:30dB の場合、航空無線航行システムの許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離は以下のとおり。

① 公共 BB 側の空中線利得:10dBi（最大値）の場合
公共 BB（基地局）の与干渉に対して、航空局及び航空機局との所要離隔距離は約 70m 以下、公共 BB（基地局以外）の与干渉に対して、航空局及び航空機局との所要離隔距離は約 50m 以下

② 公共 BB 側の空中線利得：2dBi（無指向性）の場合
公共 BB（基地局以外）の与干渉に対して、航空局及び航空機局との所要離隔距離は約 20m 以下

以上より、公共 BB と航空無線航行システム（航空局、航空機局）との近接運用にあっては、公共 BB からの与干渉に対して、公共 BB 側においてフィルタ等による改善量を確保することで、共用が可能と考えられる。

イ　公共 BB が被干渉の場合の航空無線航行システムとの共用条件

公共 BB に対しては、航空無線航行システムの不要発射が影響を与えることとなる。ここで、公共 BB と航空無線航行システム(占有周波数帯幅：6kHz)との共用条件については、狭帯域システムの与干渉による、公共 BB への影響は比較的小さく[12]、事実上影響は受けないことから、共用が可能と考えられる。

２．２．４　その他留意すべき事項

(1)　２．２．２に示したとおり、今回の検討で新たに割当可能性のある公共 BB の上隣接にある航空無線航行システムへの影響を考慮し、公共 BB 側において、下側帯域の場合と同様に、フィルタの追加等、必要な措置を講じることが適当である。

[12] 出典:資料 72-1-2、pp.25-26　情報通信審議会 情報通信技術分科会報告（第 72 回会合）（2010 年 3 月 30 日開催）

(2)　将来における V-High 帯域のシステムの周波数の利用状況や運用状況の変化に応じて、技術面や制度面でのさらなる見直しを行うことが望ましい。

２．３　その他

(1)　電波防護指針への適合性

電波を使用する機器については、電波法施行規則第 21 条の３に適合すること。

２．４　公共 BB の技術的条件

２．４．１　一般的条件

既存の公共 BB の技術的条件を適用すること。ただし、周波数帯については、以下のとおりとすることが適当である。

(1)　周波数帯

172.5MHz から 217.5MHz までであること。

２．４．２　無線設備の技術的条件

既存の公共 BB の技術的条件を適用すること。ただし、隣接チャネル漏えい電力及び不要発射の強度の許容値については、以下のとおりとすることが適当である。

(1)　隣接チャネル漏えい電力

170MHz を超え 222MHz 以下の周波数範囲において、次の値であること。なお、隣接チャネル漏えい電力の対象としている周波数範囲は、公共 BB の使用する周波数範囲の外側も含むものとする。

移動局：

許容値：-21dBc 以下（離調周波数 2.6MHz～7.4MHz の 4.8MHz 帯域）

許容値：-41dBc 以下（離調周波数 7.6MHz～12.4MHz の 4.8MHz 帯域）

基地局：

許容値：-30dBc 以下（離調周波数 2.6MHz～7.4MHz の 4.8MHz 帯域）

許容値：-50dBc 以下（離調周波数 7.6MHz～12.4MHz の 4.8MHz 帯域）

(2)　不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値については、測定を行う周波数帯に応じて、次のとおりであること。

表 5　不要発射の強度の許容値（移動局）

周波数帯	不要発射の強度の許容値
9kHzを超え150kHz以下	25μW/1kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1kHz以下とする。
150kHzを超え30MHz以下	25μW/10kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/10kHz以下とする。
30MHzを超え160MHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
160MHzを超え170MHz以下	-30dBm/100kHz以下
222MHzを超え230MHz以下	-30dBm/100kHz以下
230MHzを超え1GHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
1GHzを超えるもの	25μW/1MHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1MHz以下とする。

表 6　不要発射の強度の許容値（基地局・携帯基地局）

周波数帯	不要発射の強度の許容値
9kHzを超え150kHz以下	25μW/1kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1kHz以下とする。
150kHzを超え30MHz以下	25μW/10kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/10kHz以下とする。
30MHzを超え160MHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
160MHzを超え170MHz以下	-54dBm/100kHz以下
222MHzを超え230MHz以下	-25dBm/100kHz以下
230MHzを超え 1GHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
1GHzを超えるもの	25μW/1MHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1MHz以下とする。

２．４．３　測定法

既存の公共 BB の技術的条件を適用すること。

第３章　VHF-IoT

３．１　VHF-IoT の概要等

(1)VHF-IoT の概要

本章では、電波伝搬特性の上から長い通達距離の確保に有効な VHF 帯を活用する「VHF-IoT」の導入に向けた検討を行った。

当該帯域では、現行の公共 BB、及び後述する公共 BB の拡張帯域と隣接する下側及び上側帯域の異なるシステムとのガードバンド等を活用することにより、災害時等を始めとして、公共・公益性の高い複数組織が多地点で情報共有、あるいは、多地点間のセンサ情報収集等の IoT ネットワーク構築を図ることが可能な VHF 帯を利用した IoT 無線システムの導入を目的とする。ここでは、当該システムの技術的条件の検討、ならびに、当該システムを導入する際の隣接周波数帯を使用する無線システムとの共用条件の検討を行った。

VHF-IoT[13]の主な利用モデルとして以下を想定した。なお、令和５年度に実施された調査検討[14]のニーズ調査結果においても、これらのモデルへの期待が確認されている。

ア　IoT 無線としての利用

マルチホップ通信等で、既に規格化されている UHF 帯 Wi-SUN[15]システムを、VHF 帯域で利用することを想定した通信システム（利用例：スマートメータ、監視等）

イ　災害対応 IoT 無線としての利用

単一区間での長距離通信が可能で、音声、画像、低速の動画等の伝送用途として利用することを想定した通信システム（利用例：部隊活動利用、UAV 等機械制御等）

(2)ユースケースの概要

ア　IoT 無線利用

(ア)概要

既にスマートメータやモニタリングとして導入されている「Wi-SUN」に VHF 帯を導入することにより、電気・ガス・水道のメータリングのほか、高度道路交通システムなど、スマートシティやスマートグリッドを構築するさまざまなシステムにおいて、マルチホップ・メッシュネットワークを実現し、作業領域の無人化、

---

[13] 当初、アの名称を「IEEE 802.15.4g-SUN システム」、イの名称を「DR-IoT 通信システム」と称して個別に検討したが、技術条件のとりまとめにあたり、「VHF-IoT」として要件を統一した。

[14] 公共ブロードバンド移動通信システム等の V-High 帯域への周波数拡張の技術的条件に関する調査

[15] Wi-SUN（Wireless Smart Utility Network）：IEEE 802.15.4g 規格をベースに、屋外で利用可能な IoT・センサ通信システム向けの各種アプリケーションに対応した技術仕様。日本国内では、現在、920MHz 帯において特定小電力無線システムとして使用されている。その無線通信規格の標準化及び機器の認証は、Wi-SUN アライアンス（46 カ国 300 社以上の組織が加盟）により行われている。

業務効率化及び、防災活動などの支援を図る。ここで、IoT 無線（Wi-SUN システム）としての利用シーンについては、防災・減災分野をはじめ、広く電気・ガス・水道等のメータリングのほか、多様な分野・システムにおける利用が想定される（対象分野・利用イメージ例：図 9）。



図 9　IoT 無線利用（Wi-SUN システム）の対象分野・利用イメージ例

（イ）システムの特長

①マルチホップ・メッシュネットワークにより、不感地帯をカバー

・ビルなどの障害物が多く、また経年で障害物の状況が変化する都市部でのユースケース

・ビルや工場内などで、無線の届きにくい様々な環境下での状態管理等のユースケース

②高速通信（OFDM 対応で最大 2.4Mbps まで対応）

・様々なセンサデータを同時収集するユースケース（端末の制御やソフト更新も可能）

・映像を伴う遠隔監視（警備・安全、防災減災、オートメーション支援など）への利用

想定される利用分野（例）とシステム要件（空中線電力及び通信距離（想定））を、表 7 に示す。

表 7　IoT 無線利用における利用分野（例）

#	利用分野	空中線電力	通信距離 (1 ホップ当たり)
1	測量・計測（スマートメータ）	例えば、20mW	数十 m～数百 m を想定
2	モニタリング （現場の映像監視を含む） ①インフラ維持管理 （ドローンのユースケースを含む） ・ビルヘルス ・橋梁・鉄塔管理 ・街路灯管理（スマート街路灯） ・交通監視 ・鉄道監視（維持管理・安全対策） ・環境モニタリング ・発電設備監視 （太陽光及び風力発電設備など） ②防災 ・斜面防災 ・河川防災 ・火災・犯罪検知 ・機関間の基幹通信、自治体間、 自治体－避難所間の基幹通信 （自治体：防災行政無線同報系音声出力監視モニタなど） ・デジタルサイネージ等	例えば、20mW、250mW 又は 5W（設置環境等による）	例えば、以下を想定 市街地：数百 m～数 km 開放地：数 km～数十 km
3	工場内通信 （オートメーション等支援）	例えば、20mW	例えば、 数十 m～数百 m を想定

イ　災害対応 IoT 無線利用①（UAV 等機械制御（ドローン利用））

(ア)概要

・交通アクセスの悪い地域や被災地への物資の輸送やドローンによる被害状況の把握を目的とし、下記状況を踏まえた河川上空飛行や目視外飛行のための無線機器として利用を想定（利用イメージ例：図 10)。

・航空法の規定により、長距離目視外自動飛行時に操縦者は「視認」と「制御」が義務化されており、技術的に長距離制御用無線回線としての利用を想定。

・国土交通省では「ドローン物流における河川上空利用の促進」に係るプロジェクトが検討・提案されており、プロジェクトを実現するための通信手段の一つと位置付けられている。

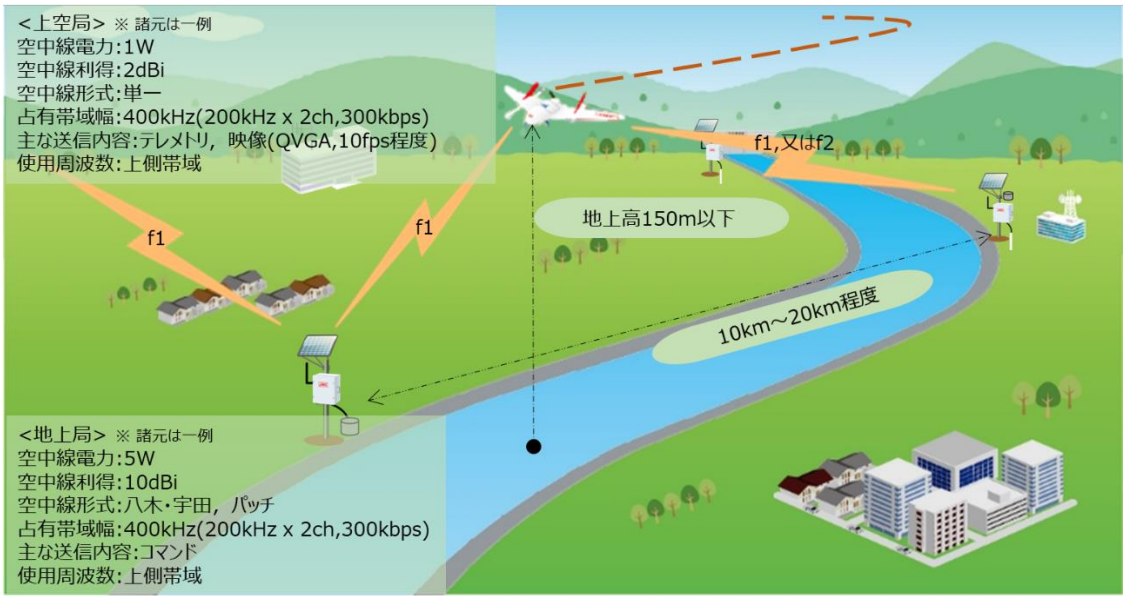


図 10　災害対応 IoT 無線利用（UAV 等機械制御（ドローン利用））の利用イメージ例

（イ）システムの特長

・VHF-IoT では、UAV 目視外飛行に必要な操縦用低解像度ビデオデータ（100kbps 程度）及び機体制御データ（10kbps 程度）のみを通信する（高解像度ビデオ等のリッチデータは機体に保存する等、別系統で回収）

・伝送速度（動画及び位置伝送）：200kHz×2 チャンネル（QVGA 約 10fps）で 300kbps

・空中線電力：上空で 1W 以下、地上局で 5W 以下（地上局間の距離：10～20km 程度を想定）

ウ　災害対応 IoT 無線利用②（部隊活動利用（通信装置））

（ア）概要

・災害対応時の職員コミュニケーション手段として活用する。すなわち、通信装置は、国、地方自治体、あるいは指定公共機関等の職員と、国や市役所などの対策本部等の施設間のデータ通信を実現する手段として利用する（利用イメージ例：図 11）。

（イ）システムの特長・要求条件

・VHF-IoT を使用して、災害対応時の職員コミュニケーション（情報共有）手段として、位置情報・音声・画像・映像、その他のデータ通信に活用する。

・ビデオと画像の伝送： 200kHz 又は 400kHz の帯域幅が必要となる。

・位置情報管理：12kbps 程度の低レートかつ、10 秒に 1 回程度の頻度で、位置情報の送信を行う。

・VHF 帯の特性を生かし、より長い通信距離を確保する上から、公共 BB と同等の最大出力 5W が求められる。

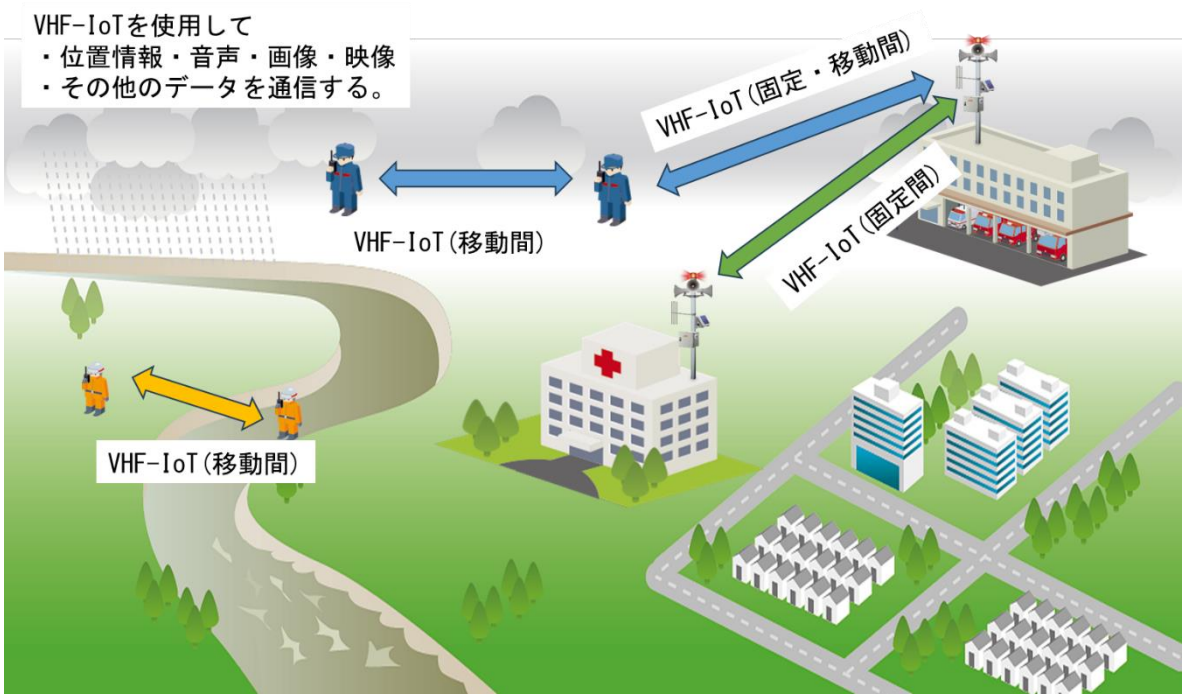


図 11　災害対応 IoT 無線利用（部隊活動利用（通信装置））の利用イメージ例

(3) システム要件

下側及び上側帯域に隣接する他の無線システムとの共用検討を行うに当たり、VHF-IoT のシステム要件を整理した。システム要件は以下とした。

ア　主なシステム要件

利用シーン、及び隣接システムとの与干渉・被干渉に係る共用検討等を踏まえ、主なシステム要件は、以下とした。ここで、下側帯域は、主に IoT 無線での利用を想定し、空中線電力は 20mW 又は 250mW 以下、空中線利得は 6dBi 以下、移動範囲は陸上（上空・海上利用はなし）とした。上側帯域は、主に部隊運用や UAV 制御での利用を想定し、空中線電力は 5W 以下（上空利用は 1W 以下）、空中線利得は 10dBi 以下、移動範囲は陸上、上空及び海上とした（表 8 参照）。

表 8　VHF-IoT の主なシステム要件

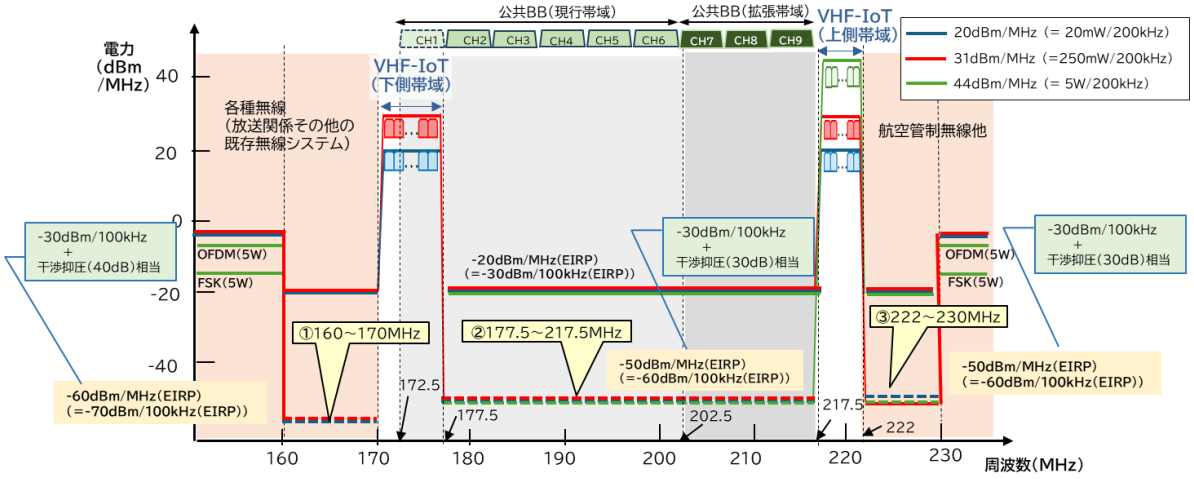
項　目	下側帯域	上側帯域
周波数帯	170.0～177.5MHz	217.5～222.0MHz
空中線電力	20mW 又は 250mW 以下 （上空・海上利用はなし）	5W 以下 （上空利用は 1W 以下）
占有周波数帯幅	200kHz×N [N=1～6] ※ （200、400、600、800、1,000、1,200kHz）	200kHz×N [N=1～2] ※ （200、400kHz）
データ伝送速度	2,400kbps 以下（FSK：600kbps 以下、OFDM：2,400kbps 以下）	600kbps 以下（FSK：300kbps 以下、OFDM：600kbps 以下）
変調方式又は多重方式	変調方式 FSK、多重方式 OFDM	
	FSK ： IEEE 802.15.4-2020 SUN FSK 19.3 項規定及び、IEEE 802.15.4aa-2022 SUN FSK 19.3 項規定に準じる OFDM： IEEE 802.15.4-2020 SUN OFDM 20.3 項規定に準じる	
通信フレームフォーマット	FSK ： IEEE 802.15.4-2020 SUN FSK 19.2 項規定に準じる OFDM： IEEE 802.15.4-2020 SUN OFDM 20.2 項規定に準じる	
受信感度	FSK ： IEEE 802.15.4-2020 SUN FSK 19.6.7 項規定に準じる OFDM： IEEE 802.15.4-2020 SUN OFDM 20.5.3 項規定に準じる	
空中線利得	6dBi 以下	10dBi 以下
	（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）	
キャリアセンス	有り	

※：単位チャネル=200kHz

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

イ　不要発射の強度

不要発射の強度の許容値について、他システムへの影響を考慮し、送信機の不要発射の強度の許容値（-30dBm/100kHz(EIRP)以下：図 12 の実線）に対して、フィルタの追加等により、さらに下側帯域は 40dB、上側帯域は 30dB 低減させることを前提としている（フィルタの実装形態等を踏まえ、それぞれ、-70dBm/100kHz(EIRP)又は -60dBm/100kHz(EIRP)に相当する：図 12 の破線）。なお、VHF-IoT は様々なアンテナを利用することが想定されるため、EIRP 値とすることとした（図 12 参照）。



（注）グラフの実線部分は、便宜上、いずれもチャネルの帯域幅や参照帯域幅に電力が均一に分布するとの仮定の下で、1MHzあたりの数値に換算。

図 12　VHF-IoT の不要発射の強度の許容値（スペクトラムマスク）

（4）　国際調和に関する取り組み

VHF-IoT は、デバイスの普及、ひいては製造コスト低減の観点から、国際標準への準拠が重要である。このため、本検討においては、IEEE 802.15.4-2020 において定義されている SUN FSK 及び SUN OFDM に、IEEE 802.15.4aa-2022 で新たに規定されたチャネル間隔及び変調パラメータを追加し、V-High 帯へ拡張したものを基本とした整理を行った。

VHF-IoT の導入については国際標準化団体から関心を集めており、本検討の過程で IEEE 802.15 WSN WG（Wireless Specialty Networks Working Group）から依頼を受け、2025 年 5 月に開催された IEEE 802 Wireless Interim の WNG（Wireless Next Generation）セッションにおいて、VHF-IoT の技術的条件に係る検討状況の紹介を行った[16]。この技術紹介を機に、国際的な議論が活発化し、現在 IEEE 802.15 WSN WG の TG4ad（Task Group NG-SUN PHY, Next Generation SUN PHYs）において VHF-IoT の標準化検討が進められている。このように、VHF-IoT の技術的条件の策定に際して、国際的に調和の取れた技術的条件を策定できるように取り組んだ。

３．２　VHF-IoT 間の共用に関する検討

３．２．１　周波数共用の考え方

VHF-IoT における周波数共用は、以下の考え方に基づく整理とした。各項目の具体的な検討については、３．２．２から３．２．４に示す。

・ 単位チャネルを基本としたチャネルプランとすることにより、柔軟な周波数利用を可能とした。

[16] IEEE 802.15 Documents: IoT for Public Protection and Disaster Relief (Public Safety Radio Communications Office, Radio Department, Ministry of Internal Affairs and Communications - MIC, Japan)

・ 単位チャネルを 1 又は 2 以上同時に使用する無線チャネルでのキャリアセンスを具備し、適切なキャリアセンスレベルの設定により、VHF-IoT 間の干渉抑制を可能とした。
・ 送信時間制限を規定することにより、時間軸上での公平なアクセス機会の確保を可能とした。

３．２．２　チャネルプラン

VHF-IoT では、柔軟な周波数利用を可能とするため、単位チャネルを定義し、これに基づくチャネルプランとして整理した。VHF-IoT（下側帯域）のチャネルプランを図 13 に、VHF-IoT（上側帯域）のチャネルプランを図 14 に示す。

・ IEEE 802.15.4 に準拠するシステムが動作し、単位チャネルを基準とするキャリアセンスを採用している 920MHz 帯陸上移動局を参考に、音声やテキストデータのみならず、画像や映像伝送を可能とする伝送速度を確保しつつ、多くの機器が利用されることを想定し、チャネルの利用効率を高くすることを考慮し、単位チャネルは 200kHz とする考え方とした。
  - チャネル幅は、山間部における監視カメラを用いた現場監視、ドローンを利用した河川管理、公共機関による活動等において、人や車両、障害物の存在の判別や現場状況を確認する際に用いる画像や映像の伝送を想定し、必要な伝送速度を勘案
  - VHF-IoT（下側帯域）では、必要に応じて、6 までの単位チャネルを束ねた無線チャネルを構成することを可能とする
  - VHF-IoT（上側帯域）では、必要に応じて、2 までの単位チャネルを束ねた無線チャネルを構成することを可能とする

・ 単位チャネルを基本としたチャネルプランの検討においては、以下の整理とした。
  - VHF-IoT（下側帯域）の下側隣接システムとの間及び VHF-IoT（上側帯域）の上側隣接システムとの間に、未割り当て領域（100kHz：ガードバンド（GB）相当）を設ける
  - VHF-IoT（下側帯域）の下側隣接システムとの間及び VHF-IoT（上側帯域）の上側隣接システムとの共用検討においては、不要発射レベルでの共用を前提としていることから、下側と上側帯域のバンドエッジの無線チャネル 2 チャネル分は不使用とする

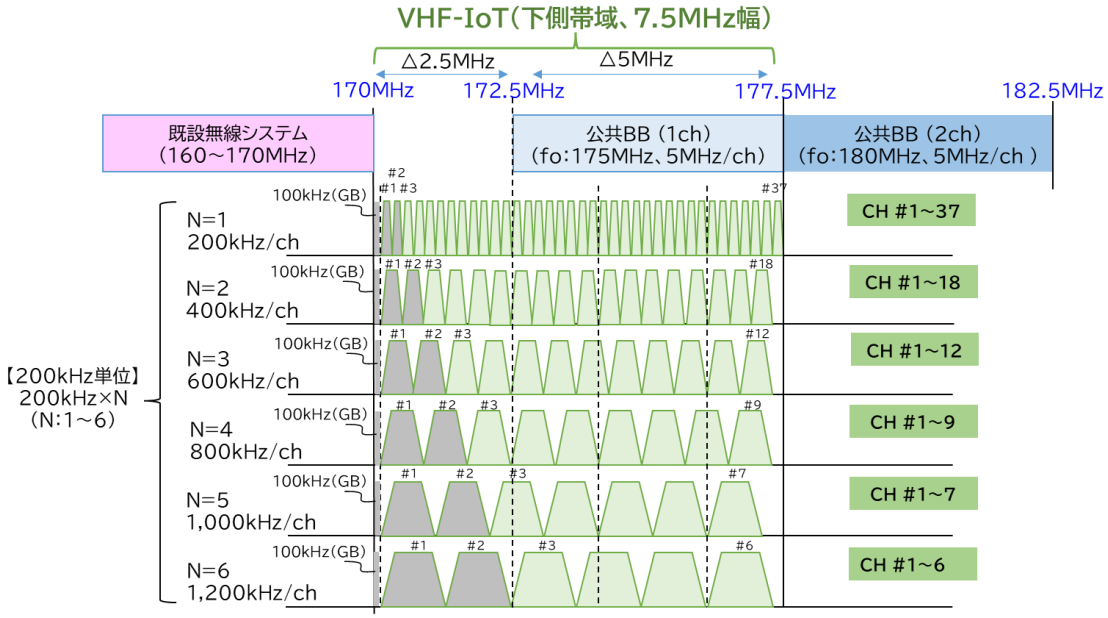


図 13　VHF-IoT（下側帯域）のチャネルプラン

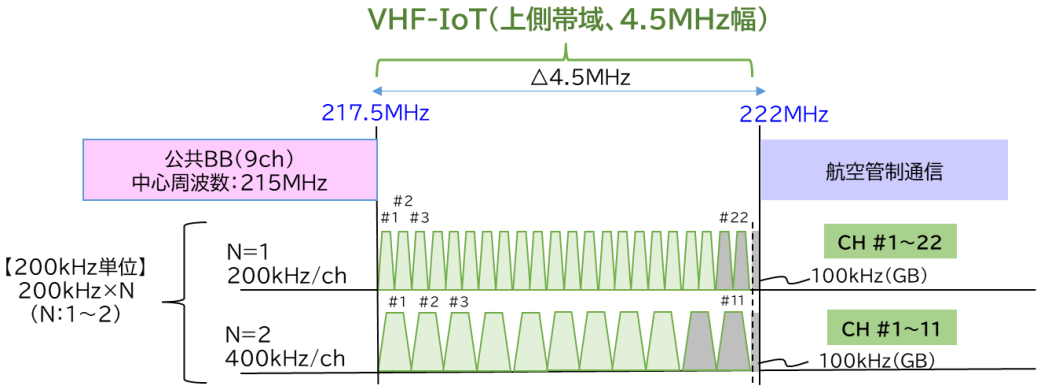


図 14　VHF-IoT（上側帯域）のチャネルプラン

３．２．３　キャリアセンス

VHF-IoT におけるキャリアセンスについては、IEEE 802.15.4 に準拠するシステムが動作し、単位チャネルを 1 又は 2 以上同時に使用する無線チャネルでのキャリアセンスを採用している 920MHz 帯陸上移動局の技術的条件を参考に整理した。

［参考］920MHz 帯陸上移動局のキャリアセンスに関する技術的条件（平成 31 年総務省告示 123 号より）

1. 受信入力点の値が給電線入力点において-80 デシベル以上である場合には、電波の発射を行わないものであること。
2. 受信帯域幅は、電波を発射しようとする無線チャネルの幅であること。

※　ただし、確認応答を行おうとする場合は、キャリアセンスを要しない。

これを踏まえ、VHF-IoT のキャリアセンスについては、下側帯域については以下（1)、上側帯域については以下（2）のとおり整理した（詳細については、参考資料４ 参照)。

（1）VHF-IoT（下側帯域）のキャリアセンスレベル

920MHz 帯陸上移動局と同一のキャリアセンスレベル（-80dBm）を基準とし、200kHz 単位チャネルにおける VHF-IoT 間の所要離隔距離の試算を行った。その結果、各ユースケース及び置局密度等を勘案し、VHF-IoT 間の周波数共用が可能であることを確認した。

VHF-IoT（下側帯域）のキャリアセンスの要件

1. 受信入力点の値が給電線入力点において-80 デシベル以上である場合には、電波の発射を行わないものであること。
2. 受信帯域幅は、電波を発射しようとする無線チャネルの幅であること。
※ ただし、確認応答を行おうとする場合は、キャリアセンスを要しない。

（2）VHF-IoT（上側帯域）のキャリアセンスレベル

VHF-IoT（下側帯域）と同一のキャリアセンスレベル（-80dBm）を基準とした VHF-IoT 間の所要離隔距離の試算を行った。上側帯域は、下側帯域に比べ、最大の空中線電力及び空中線利得が大きいことに加え、上空利用が可能な帯域であることから、同一の閾値では所要離隔距離が長く、システム共用が困難なケースがあることを確認した。そこで、下側帯域との諸元比較（空中線電力及び空中線利得の増加分：約 15dB）を考慮し、キャリアセンスレベルを-65dBm（=-80dBm+15dB）とした場合について、所要離隔距離の試算を行った。その結果、各ユースケース及び置局密度等を考慮すれば、VHF-IoT 間の周波数共用が可能であることを確認した。

VHF-IoT（上側帯域）のキャリアセンスの要件

1. 受信入力点の値が給電線入力点において-65 デシベル以上である場合には、電波の発射を行わないものであること。
2. 受信帯域幅は、電波を発射しようとする無線チャネルの幅であること。
※ ただし、確認応答を行おうとする場合は、キャリアセンスを要しない。

３．２．４　送信時間制限

VHF-IoT 間の周波数共用において、時間軸上での公平性を担保するため、送信時間制限を設けることとし、IEEE 802.15.4 に準拠するシステムが動作している 920MHz 帯陸上移動局の技術的条件を参考に整理した（表 9 参照)。

表 9 ［参考］920MHz 帯陸上移動局の送信時間制限に関する技術的条件（平成 31 年総務省告示 123 号より）

同時使用する単位チャネル数	キャリアセンス時間	送信時間制限	休止時間	1 時間あたりの送信時間総和	確認応答にかかる時間	
					開始時間	完了時間
1	128μs 以上	400ms 以内	2ms 以上※1	360s 以内※2	2ms 以内	50ms 以内
2 以上						5ms 以内
1 以上	5ms 以上	4s 以内	50ms 以上※3	―	―	―

※1 送信時間が 6ms 以下の場合に限り、休止時間を必要としない

※2 応答にかかる時間は総和に含めることを要しない

※3 4 秒以内に再送信を行う場合は、休止時間を設けずに送信を行うことができる

次に、VHF-IoT の送信時間制限については、以下の考え方に基づく整理とした。

- VHF-IoT においては、公共性の高い用途を主目的とするユースケースを想定しており、多様なシステムが混在する 920MHz 帯とは展開規模が異なることから、1 時間あたりの送信時間総和の制限は適用しない。
- キャリアセンス時間 5ms 以上の規定については、920MHz 帯におけるパッシブタグシステムとの共用を前提とした条件であるため、VHF-IoT には適用しない。

なお、IEEE 802.15.4-2020 SUN FSK のパケット構造に基づき、送信時間及び休止時間の試算を行った結果、大容量データ送信及び少量・間欠的なデータ通信の双方のユースケースにおいて、運用可能であることを確認した（詳細については、参考資料５ 参照）。VHF-IoT の送信時間制限に関する要件を、表 10 に示す。

表 10　VHF-IoT の送信時間制限に関する要件

同時使用する単位チャネル数	キャリアセンス時間	送信時間制限	休止時間	1 時間あたりの送信時間総和	確認応答にかかる時間	
					開始時間	完了時間
1	128μs 以上	400ms 以内	2ms 以上※	―	2ms 以内	50ms 以内
2 以上						5ms 以内

※ 送信総和の制限を設けないため、他通信の割込みが可能となるよう、送信時間 6ms 以下の場合の休止時間を不要とする規定は設けない。

３．３　他の無線システムとの共用に関する検討

３．３．１　共用検討の条件

VHF-IoT の周波数帯に係る隣接周波数帯について、当該周波数帯及び隣接周波数帯における既存システムについて、共用検討を行った。

(1)　共用検討対象システム

V-High 帯及びその隣接周波数帯の周波数の使用状況を、図 15 に示す。VHF-IoT の下側隣接周波数帯（160～170MHz）及び、上側隣接周波数帯（222～230MHz）については、それぞれ、既存の各種無線システムがある。また、VHF-IoT と同一周波数帯域については、公共 BB（現行（6CH）＋拡張（3CH））がある。共用検討対象システムを、表 11 に示す。

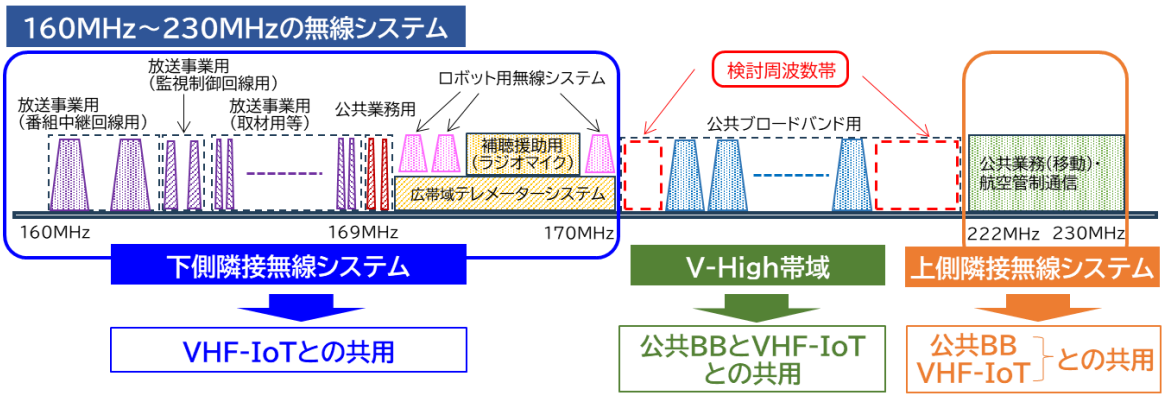


図 15　V-High 帯の周波数使用状況

表 11　共用検討対象システム一覧

無線システム
■同一周波数帯システム（170～222MHz）
(1) 公共 BB
■下側隣接システム（160～170MHz）
(1) 放送事業用連絡用無線システム
(2) デジタル STL/TTL
(3) 放送事業用ワイドバンド無線
(4) ロボット用無線システム
(5) 公共業務用無線システム
(6) 広帯域テレメータシステム
(7) 補聴援助用ラジオマイク
■上隣接システム（222～230MHz）
(1) 航空無線航行システム

下側及び上側隣接システムの概要を、以下に示す。

ア　公共 BB（172.5～202.5MHz（現行帯域）、202.5～217.5MHz（拡張帯域））

V-High 帯を利用する自営のブロードバンド通信システムである（第２章 参照）。

イ　放送事業用連絡用無線システム（～169MHz）

放送事業用連絡用無線システムは、報道取材や番組制作において使用されるものであって、取材内容等の伝達のほか、災害現場等においては取材中継要員の安全を守るための連絡（避難指示等）を行うためのものである[17]（図 16 参照）。

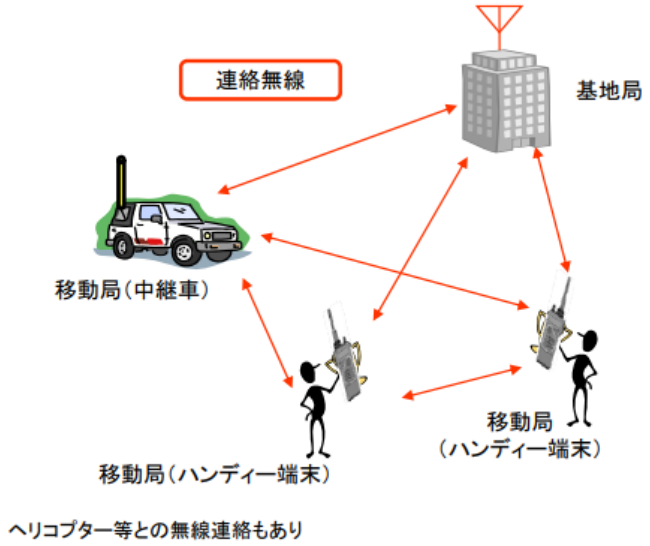


図 16　放送事業用連絡用無線システムのイメージ

ウ　デジタル STL/TTL（～169MHz）

デジタル STL/TTL は、放送波中継に代わる番組中継の手段として、放送局の演奏所と送信所を結ぶ番組中継回線（STL：Studio to Transmitter Link）又は送信所と送信所を結ぶ番組中継回線（TTL：Transmitter to Transmitter Link）のことをいう。このうち、ラジオ番組等を中継する音声 STL/TTL は、FM 放送事業者や AM 放送事業者のほか、コミュニティ放送事業者により使用されている[18]（図 17 参照）。

[17] 出典：資料 2028-AHG-2-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会 公共無線システム委員会 技術的条件作業班 既存放送業務との検討アドホックグループ検討用資料（平成 21 年 11 月 24 日）

[18] 出典：資料 111-3-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 111 回会合）（平成 27 年 7 月 17 日開催）

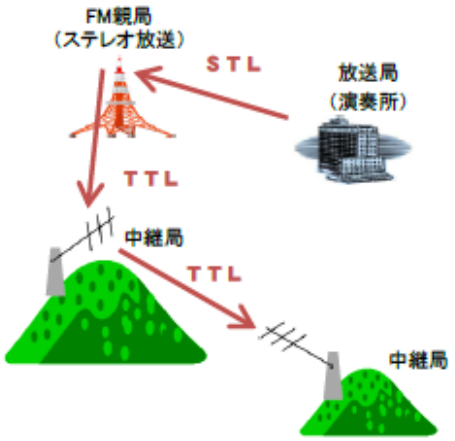


図 17　デジタル STL/TTL のイメージ

エ　放送事業用ワイドバンド無線（～167MHz）

放送事業用ワイドバンド無線は、番組制作用の音声素材を伝送している無線局であり、受信形態は基地受信、移動受信（中継車、携帯）、可搬受信と様々な運用がされている[19]（図 18 参照）。

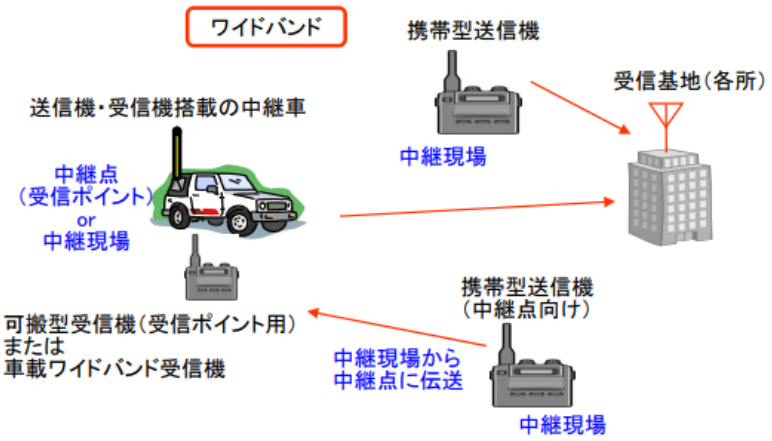


図 18　放送事業用ワイドバンド無線のイメージ

オ　ロボット用無線システム（169MHz 帯）

ロボット用無線システムは、ドローン・ロボット等に共用可能な周波数帯を利用した無線システム（無人移動体画像伝送システム：最大 1W 出力(上空は 10mW)）で、プロポにおける操縦用、画像伝送用及びデータ伝送用に使用される[20]（図 19 参照）。

[19] 出典：資料 2028-AHG-2-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会 公共無線システム委員会 技術的条件作業班 既存放送業務との検討アドホックグループ検討用資料（平成 21 年 11 月 24 日）

[20] 出典：資料 116-1-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 116 回会合）（平成 28 年 3 月 22 日開催）



図 19　ロボット用無線システムのイメージ

カ　公共業務用無線システム（169MHz 帯）

公共業務用無線システムは、各種業務の通信に使用されている。

キ　広帯域テレメータシステム（169MHz 帯）

広帯域テレメータシステムは、自動車や建設機械等の移動体の諸特性を計測する、工業計測用のテレメータ（最大 1W）である。主な使用者は、自動車、オートバイ、建設機械等の製造事業者等であり、通常は、研究所のテストコースや試験場等の特定の場所で使用されている[21] [22]（図 20 参照）。



図 20　広帯域テレメータシステムのイメージ

ク　補聴援助用ラジオマイク（169MHz 帯）

補聴援助用ラジオマイクは、話者が装着したマイクロホンから補聴器に音声信号

[21] 出典：資料 116-1-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 116 回会合）（平成 28 年 3 月 22 日開催）

[22] 出典：資料 46-1-2、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 19 年 1 月 24 日）

を伝送することで聴力を補うためのシステムで、ろう学校等において使用されるほか、聴覚障害者が個人で所有して、生活場面に応じて活用するものである[23]（図　21参照）。



図 21　補聴援助用ラジオマイクのイメージ

ケ　航空無線航行システム（222～230MHz 帯）

航空機の安全運航を確保するため、航空機と地上間（航空局）等を音声により結ぶ通信手段として使用している無線システムである（第２章 参照）。

３．３．２　共用検討パラメータ

共用検討に用いる、VHF-IoT のパラメータを、表 12 に示す。本共用検討においては、既存の上側及び上側隣接システムへの影響を考慮し、VHF-IoT からの干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さらに下側帯域は 40dB、上側帯域は 30dB 減衰させることを前提とする（フィルタの実装形態を踏まえ、それぞれ、-70dBm/100kHz(EIRP) 又は-60dBm/100kHz(EIRP) に相当する）。また、公共 BB（拡張帯域）に対しては、上側隣接帯域と同様の規定：-60dBm/100kHz 相当(フィルタの追加等による干渉抑圧を含む)) を適用する。

VHF-IoT の許容干渉レベルは、公共 BB における考え方[24]を参考として、環境雑音レベル程度とすることを主眼に、環境雑音レベルとして、ITU-R 勧告 P.372-9 における Curve A（City）を想定し、雑音電力の増加分を考慮して、Curve A よりも 3dB 低い値を用いることとした。

下側帯域（@170.0MHz）　：　-101.8dBm/MHz（-108.8dBm/200kHz）
上側帯域（@222.0MHz）　：　-105.1dBm/MHz（-112.1dBm/200kHz）

[23] 出典：資料 41-2　参考資料「ラジオマイクの高度化」(「ラジオマイクの高度化に向けた技術的条件」の審議開始について)（平成 18 年 8 月）

[24] 環境雑音レベルとして、ITU-R 勧告 P.372-9 における Curve A（City）を想定し、干渉自体による雑音電力の増加分を考慮して、Curve A よりも 3dB 低い値を用いる(-101.8dBm/MHz(@170.0MHz)、-104.0dBm/MHz(@202.5MHz))

VHF-IoT の空中線出力は、３．１ (2) のユースケースを踏まえ、20mW、250mW、1W（上空利用）、及び 5W の場合で検討を行った。

表 12　VHF-IoT の共用検討パラメータ

帯域等 / 項目	下側帯域	上側帯域	上側帯域・上空
空中線電力	20mW 又は 250mW 以下（海上・上空利用：なし）	5W 以下	1W 以下
周波数帯	170～177.5MHz	217.5～222MHz	
多重方式	SUN FSK の場合：なし　SUN OFDM の場合：OFDM		
変調方式	SUN FSK の場合：FSK　SUN OFDM の場合：規定しない		
隣接 CH 漏えい電力	隣接 CH：-20～-25dBc 以下、次隣接 CH：-3dBc 以下 ※1		
不要発射の強度の許容値	-30dBm/100kHz(EIRP)以下		
干渉抑圧量	40dB	30dB	
空中線利得	下側帯域：6dBi 以下、上側帯域：10dBi 以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）※2		
空中線高	3m	3m	―※3
給電線損失	0dB		
許容干渉レベル	-101.8dBm/MHz	-105.1dBm/MHz	

※1：参考資料６による

※2：表中の値は、最大値を示す（移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

※3：空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

なお、前述の各共用検討対象システムに係る共用検討パラメータについては、参考資料２のとおり。

３．３．３　他の無線システムとの周波数共用条件

VHF-IoT と上側及び下側隣接システムとの共用検討結果を示す。

(1)　VHF-IoT の与干渉について

ア　下側隣接システムとの共用検討結果

下側隣接システムに対しては、VHF-IoT の不要発射が影響を与えることとなる。フィルタの追加等による干渉抑圧量：40dB を考慮した場合、下側隣接システムの許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、VHF-IoT の空中線利得（6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件とした試算結果を、表 13 に示す。

表 13　VHF-IoT が与干渉の場合の下側隣接システムとの共用検討結果

被干渉：下側隣接システム			与干渉：VHF-IoT（下側帯域）	
システム	局種等		所要離隔距離[m]※1 空中線利得[dBi]	
			6	2
放送事業用連絡用無線システム	基地局		<1	<1
	移動局	車載器	24	17
		携帯機	20	14
		携帯機（上空）	20	14
デジタル STL/TTL	固定局	空中線利得：10dBi	9	6
		空中線利得：13dBi	12	9
放送事業用ワイドバンド無線	基地受信		50	
	中継車		18	13
	携帯機		14	11
ロボット用無線システム	地上・制御用		41	29
	地上・ロボット側		41	29
	上空・ロボット側		42	30
公共業務用無線	移動局		43	
広帯域テレメータシステム	計測用		<1	
	騒音用		<1	
補聴援助用ラジオマイク	屋内／屋外※2		43	
	屋内同士		<1	

※1：干渉抑圧量（40dB)を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

※2：建物の遮蔽損失は含まない

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

イ　上側隣接システムとの共用検討結果

上側隣接システムに対しても、VHF-IoT の不要発射が影響を与えることとなる。フィルタの追加等による干渉抑圧量：30dB を考慮した場合、上側隣接システムの許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、VHF-IoT の空中線利得（10dBi(最大値)）を条件とした試算結果を、表 14 に示す。

表 14　VHF-IoT が与干渉の場合の上側隣接システムとの共用検討結果

被干渉：上側隣接システム		与干渉：VHF-IoT（上側帯域）		
システム	局種等	局種等	空中線 利得[dBi]	所要離隔距離[m]※
航空無線航行システム	航空局（地上）	端末（地上）	10	<1
		端末（上空）		15
	航空機局（上空）	端末（地上）	10	15
		端末（上空）		15

※：干渉抑圧量（30dB)を考慮（-60dBm/100kHz（EIRP））

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

(2)　VHF-IoT の被干渉について

ア　下側隣接システムとの共用検討結果

VHF-IoT に対しては、下側隣接システムの不要発射が影響を与えることとなる。VHF-IoT の許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、VHF-IoT の漏えい電力（規定値、試算数値・実測値(実力値相当)）及び、VHF-IoT の空中線利得（6dBi(最大値)、2dBi（無指向性））を条件とした試算結果を、表 15 に示す。

表 15　VHF-IoT が被干渉の場合の下側隣接システムとの共用検討結果

与干渉：下側隣接システム				被干渉：VHF-IoT（下側帯域）			
システム	局種等		漏えい電力（スプリアス）	所要離隔距離[m]			
				空中線利得[dBi]			
				6	2	6	2
放送事業用連絡用無線システム	基地局		規定値	6,000			
			試算数値			600	450
	移動局	車載器	規定値	1,300			
			試算数値			150	120
		携帯機	規定値	520			
			試算数値			79	72
		携帯機（上空）	規定値	49,300			
			試算数値			910	580
デジタル STL/TTL	固定局	空中線利得：10dBi	規定値	8,100			
			試算数値			1,900	1,200
		空中線利得：13dBi	規定値	11,500			
			試算数値			2,600	1,700
放送事業用ワイドバンド無線	中継車		規定値	450			
			試算数値			120	94
	携帯機		規定値	200			
			試算数値			78	71
ロボット用無線システム	地上・制御用		規定値	1,070	820		
	地上・ロボット側		規定値	540	420		
	上空・ロボット側		規定値	43,900	27,700		
公共業務用無線	移動局		規定値	520	400		
広帯域テレメータシステム	計測用		規定値	550	430		
	騒音用		規定値	550	430		
補聴援助用ラジオマイク	屋内／屋外※		規定値	180	180		
	屋内同士		規定値	140	140		

※：建物の遮蔽損失は含まない

イ　上側隣接システムとの共用検討結果

VHF-IoT に対しては、上側隣接システムの不要発射が影響を与えることとなる。VHF-IoT の許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、VHF-IoT の漏えい電力（規定値）と空中線利得（6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件とした試算結果を、表 16 に示す。

表 16　VHF-IoT が被干渉の場合の上側隣接システムとの共用検討結果

与干渉：上側隣接システム			被干渉：VHF-IoT（上側帯域）		
システム	局種等	漏えい電力（スプリアス）	局種等	所要離隔距離[m] 空中線利得	
				10dBi	2dBi
航空無線航行システム	航空局（地上）	規定値	端末(地上)	2,900	1,800
			端末(上空)	24,400	9,700
	航空機局（上空）	規定値	端末(地上)	24,400	9,700
			端末(上空)	77,000	30,700

(3)　検討結果のまとめ

以上の検討結果より、VHF-IoT が与干渉の場合の隣接システムとの共用条件を表 17 に、VHF-IoT が被干渉の場合の隣接システムとの共用条件を表 18 に示す。

表 17　VHF-IoT が与干渉の場合の隣接システムとの共用条件まとめ

被干渉	共用条件（与干渉：VHF-IoT）
放送関係の無線システム※1（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 13 のとおり。 ・VHF-IoT 側におけるフィルタの追加等による干渉抑圧のほか、各システムの設置場所や運用形態等を考慮すれば共用が可能と考えられる。
ロボット用無線システム（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 13 のとおり。 ・VHF-IoT 側におけるフィルタの追加等による干渉抑圧のほか、各システムの設置場所や運用形態等を考慮すれば共用が可能と考えられる。
その他の無線システム※2（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 13 のとおり。 ・VHF-IoT 側におけるフィルタの追加等による干渉抑圧や各システムの利用形態を考慮することで、共用が可能と考えられる。
航空無線航行システム（上側帯域）	・所要離隔距離は、表 14 のとおり。 ・VHF-IoT 側におけるフィルタの追加等による干渉抑圧により、共用が可能と考えられる。

※1：放送事業用連絡用無線システム、デジタル STL/TTL、放送事業用ワイドバンド無線
※2：公共業務用無線システム、広帯域テレメータシステム、補聴援助用ラジオマイク

表 18　VHF-IoT が被干渉の場合の隣接システムとの共用条件まとめ

与干渉	共用条件（被干渉：VHF-IoT）
放送事業用連絡用無線システム（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおりであるが、周波数が離調するにつれて、漏えい電力の低減による所要離隔距離の短縮が考えられる（以下、他システムも同様）。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。
デジタル STL/TTL（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり(同上)。 ・デジタル STL/TTL の指向性アンテナは同システムの無線局に向けて設置されることから、VHF-IoT システムがデジタル STL/TTL の回線上に正対しなければ、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、実運用環境下においては指向性減衰等が考えられることから、共用が可能と考えられる。
放送事業用ワイドバンド無線（下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり(同上)。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。

ロボット用 無線システム （下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり（同上）。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、実運用環境下においては指向性減衰等が考えられることから、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。
公共業務用 無線システム （下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり（同上）。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。
広帯域テレメータシステム （下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり（同上）。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、また、広帯域テレメータシステムが使用される場所は、研究所のテストコースや試験場等の特定の場所であることから、共用が可能と考えられる。
補聴援助用 ラジオマイク （下側帯域）	・所要離隔距離は、表 15 のとおり（同上）。 ・両システム共に移動業務であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、また、補聴援助用ラジオマイクの運用シーン等（主に、ろう学校等の授業などに利用されている）を考慮すると、建物の遮蔽損失等も考えられることから、共用が可能と考えられる。
航空無線航行 システム （上側帯域）	・所要離隔距離は、表 16 のとおりであるが、周波数が離調するにつれて、漏えい電力の低減による所要離隔距離の短縮が考えられる。 ・両システム共に移動業務であり、時間と場所が限定的で、特に、航空機局との干渉は一時的な事象と想定されること、実運用環境下においては指向性減衰等が考えられることから、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。

３．３．４　同時送信台数の考え方

VHF-IoT が複数台同時に送信する場合について、共用検討システムへの干渉量をもとに検討を行う。なお、３．２．３に示したとおり、VHF-IoT のキャリアセンスレベルが下側帯域（-80dBm）と上側帯域（-65dBm）で異なることから、各帯域について検討を行った（詳細については、参考資料８ 参照）。

(1) 下側帯域

共用検討システムとの所要離隔距離 1m～50m について、複数台同時送信する VHF-IoT から共用検討システムへの干渉量と共用の可能性について検討した。

結果として、複数送信時の干渉量は 2 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 2 倍（3dB 増）を想定すればよい。そのため、所要離隔距離は、1m～50m（1 台時）→1m～71m（干渉量最大 2 倍）となり、所要改善量として最大 3dB 確保する必要があるが、VHF-IoT の機器の実装マージンや運用形態を考慮すれば十分確保が可能と考えられる。

よって、共用検討システムと VHF-IoT は設置場所や運用形態等を考慮することにより、共用が可能と考えられる。

(2) 上側帯域

共用検討システムとの所要離隔距離 1m と 15m について、複数台同時送信する VHF-IoT から共用検討システムへの干渉量と共用について検討した。

＜所要離隔距離 1m の場合＞

複数送信時の干渉量は 2 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 1.0100 倍（0.043dB 増）となる。そのため、同時送信時の場合は 1 台送信時の干渉量とほぼ変わらないため、共用検討システムと VHF-IoT の共用は特段問題ない。

＜所要離隔距離 15m の場合＞

複数送信時の干渉量は 5 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 4.6 倍（6.7dB 増）となる。そのため、所要離隔距離は、15m（1 台時）→32m（干渉量 4.6 倍）となるが、上側帯域の FSK 送信機(5W)の不要輻射レベルの実力値においても、実効的に約 13dB 程度の改善（低減）が見込まれることから、離隔距離 32m は 15m 以下に短縮される試算結果となる。

ここで、本試算結果について、ユースケースから見た運用形態を考慮すると、VHF-IoT（地上）にあっては、空港へは容易に立ち入ることはできず、山上に設置される航空局の周囲に異なる周波数を使用する VHF-IoT のグループが複数集まることは稀であり、航空機にも容易に近づくことはできない。また、VHF-IoT（上空）にあって

は、空港周辺の空域での飛行が制限されており[25]、山上に設置される航空局の構造物や航空機との間に 30m 以上の距離を保つルールがある[26]。よって、共用検討システムと VHF-IoT は設置場所や運用形態等を考慮することにより、共用が可能と考えられる。

３．３．５　公共 BB との周波数共用条件

VHF-IoT と公共 BB との共用検討結果（同一周波数及び隣接周波数共用条件）を示す。

(1)　VHF-IoT と公共 BB との同一周波数共用条件（公共 BB:CH1）

VHF-IoT と公共 BB との同一周波数共用条件について、両システム間の D/U 実測値による検討方法（手法 2）により、以下の検討結果を得た（詳細については、参考資料９ 参照)。

ア　VHF-IoT の与干渉／公共 BB の被干渉について

同一周波数干渉（D 波：公共 BB、U 波：VHF-IoT）における所要離隔距離について、両システムの空中線利得（VHF-IoT：6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)、公共 BB：10dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件として、公共 BB の変調方式（1 次変調：QPSK、16QAM、64QAM）ごとの試算結果を、表 19 に示す。

[25] 航空法 第 132 条の 85 第 1 項第 1 号
[26] 航空法 第 132 条の 86 第 2 項第 3 号、航空法施行規則 第 236 条の 79 第 1 項

表 19　VHF-IoT が与干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（同一周波数）

被干渉：公共 BB（CH1）			与干渉：VHF-IoT（下側帯域）			
局種等	変調方式（1 次変調）	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]			
			FSK		OFDM	
			空中線利得[dBi]			
			6	2	6	2
基地局	QPSK	10	900		840	
	16QAM		1,400		1,300	
	64QAM		2,000		1,900	
	QPSK	2		320		300
	16QAM			470		440
	64QAM			690		650
移動局 可搬型基地局	QPSK	10	280		260	
	16QAM		410		390	
	64QAM		610		570	
	QPSK	2		99		97
	16QAM			150		140
	64QAM			220		200
移動局 可搬型基地局以外	QPSK	10	240		220	
	16QAM		350		330	
	64QAM		510		480	
	QPSK	2		93		91
	16QAM			130		120
	64QAM			180		170
携帯局（上空）	QPSK	10	12,200		10,900	
	16QAM		24,300		21,700	
	64QAM		48,400		43,200	
	QPSK	2		2,000		1,800
	16QAM			3,900		3,500
	64QAM			7,700		6,900

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

以上の結果について、両システムで主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、実効的に、所要離隔距離の短縮が見込める結果にあり、公共 BB の上空利用にあっては、それぞれの空中線の垂直面指向性の俯角損失により、干渉の軽減が見込まれる。また、両システムが近い場所で運用された

場合であっても、公共 BB の受信電力が高く、良好な回線品質が確保されていれば、干渉の影響は許容されるものと想定される。

イ　VHF-IoT の被干渉／公共 BB の与干渉について

同一周波数干渉（D 波：VHF-IoT、U 波：公共 BB）における所要離隔距離について、両システムの空中線利得（VHF-IoT：6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)、公共 BB:10dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件として、VHF-IoT の変調方式(FSK、OFDM）ごとの試算結果を、表 20 に示す。

表 20　VHF-IoT が被干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（同一周波数）

被干渉：VHF-IoT（下側帯域）			与干渉：公共 BB（CH1）			
帯域等	変調方式又は多重方式	空中線利得 [dBi]	局種等		所要離隔距離 [m] 空中線利得[dBi]	
					10	2
下側	FSK	6	基地局		8,900	
	OFDM				7,300	
	FSK	2				4,100
	OFDM					3,400
下側	FSK	6	移動局	可搬型基地局	1,900	
	OFDM				1,600	
	FSK	2				900
	OFDM					700
下側	FSK	6		可搬型基地局以外	1,600	
	OFDM				1,300	
	FSK	2				800
	OFDM					600
下側	FSK	6	携帯局※	1W（上空）	100km 超	
	OFDM				100km 超	
	FSK	2				38,500
	OFDM					27,300
下側	FSK	6		5W（上空）	100km 超	
	OFDM				100km 超	
	FSK	2				86,100
	OFDM					60,900

※：陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

以上の結果について、両システムで主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、実効的に、所要離隔距離の短縮が見込める結果にあり、公共 BB の上空利用にあっては、それぞれの空中線の垂直面指向性の俯角損失により、干渉の軽減が見込まれる。また、両システムが近い場所で運用された場合であっても、VHF-IoT の受信電力が高く、良好な回線品質が確保されていれば、干渉の影響は許容されるものと想定される。

ウ　検討結果のまとめ

以上の検討結果より、VHF-IoT と公共 BB（CH1）との同一周波数共用条件を、表 21 に示す。

表 21　VHF-IoT と公共 BB との共用条件まとめ（同一周波数）

与干渉／被干渉	共用条件
与干渉：VHF-IoT 被干渉：公共 BB	・所要離隔距離は、表 19 のとおり。 ・VHF-IoT は、常時送信は行わないことから、両システム共に移動運用であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用可能と考えられる。
被干渉：VHF-IoT 与干渉：公共 BB	・所要離隔距離は、表 20 のとおり。 ・公共 BB は主に災害時等での利用が想定されており、VHF-IoT が同種の場面で近接利用される場合は、公共 BB からの干渉を許容する必要がある。他方、平時においては、公共 BB は常時接続を行わないシステムであることから[27]、共用可能と考えられる。

(2)　VHF-IoT と公共 BB との隣接周波数共用条件（公共 BB:CH2～CH9）

VHF-IoT と公共 BB との隣接周波数共用条件について、送信機の漏えい電力（規定値）による検討方法（手法 1-1)、送信機の漏えい電力（実測値(実力値相当)）による検討方法（手法 1-2）及び、両システム間の D/U 実測値による検討方法（手法 2）により、以下の検討結果を得た（詳細については、参考資料９ 参照)。

ア　VHF-IoT の与干渉／公共 BB の被干渉について

公共 BB に対しては、VHF-IoT の不要発射が影響を与えることとなる。フィルタの追加等による干渉抑圧量：30dB の場合、公共 BB の許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、手法 1-1 及び手法 2 により、両システムの空中線利得：最大値（VHF-IoT：6dBi(上側帯域)、10dBi(下側帯域)、公共 BB:10dBi）

[27] 出典：電波法関係審査基準（平成 13 年総務省訓令第 67 号） 別紙２（第５条関係）無線局の目的別審査基準、第２ 陸上関係、２ 公共業務用無線局、(21) 200MHz 帯広帯域移動無線通信システムの無線局

を条件とした試算結果を表 22 に、両システムの空中線利得：2dBi（無指向性）を条件とした試算結果を表 23 に示す。

表 22　VHF-IoT が与干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（隣接周波数、空中線利得：両システムとも最大値）

被干渉：公共 BB（QPSK）（CH2～CH9）				与干渉：VHF-IoT			
局種等		空中線利得 [dBi]	帯域等	空中線利得 [dBi]	所要離隔距離 [m] ※		
					手法 1-1（規定値）	手法 2（D/U 実測値）	
						FSK	OFDM
							離調周波数
							±2.5MHz 以内
							±2.5MHz 以遠
基地局		10	下側帯域	6	76	<1	170	<1
移動局	可搬型基地局				56	31	76	31
	可搬型基地局以外				55	31	72	31
携帯局（上空）					166	31	610	31
基地局		10	上側帯域	10	78	59	340	59
移動局	可搬型基地局				57	51	110	51
	可搬型基地局以外				55	50	95	50
携帯局（上空）					174	110	2,200	110
基地局		10	上側帯域（上空）	10	139	39	780	39
移動局	可搬型基地局				174	49	1,000	49
	可搬型基地局以外				174	49	1,000	49
携帯局（上空）					174	49	1,000	49

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

表 23　VHF-IoT が与干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（隣接周波数、空中線利得：両システムとも 2dBi）

被干渉：公共 BB（QPSK）（CH2～CH9）		与干渉：VHF-IoT					
局種等		空中線利得 [dBi]	帯域等	空中線利得 [dBi]	所要離隔距離 [m] ※		
					手法 1-1（規定値）	手法 2（D/U 実測値）	
						FSK	OFDM
							離調周波数
							±2.5MHz 以内
							±2.5MHz 以遠
基地局		2	下側帯域	2		<1	54	<1
移動局	可搬型基地局					5	49	5
	可搬型基地局以外					5	49	5
携帯局（上空）						5	96	5
基地局		2	上側帯域	2		<1	120	<1
移動局	可搬型基地局					18	67	18
	可搬型基地局以外					18	64	18
携帯局（上空）						18	350	18
基地局		2	上側帯域（上空）	2		7	130	7
移動局	可搬型基地局					8	160	8
	可搬型基地局以外					8	160	8
携帯局（上空）						8	160	8

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

以上の結果について、両システム間 D/U 実測値を考慮すれば、実効的に、所要離隔距離の短縮が見込まれる結果にある。ここで、両システムで主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、さらに、所

要離隔距離の短縮が見込まれる。また、公共 BB の上空利用にあっては、それぞれの空中線の垂直面指向性の俯角損失により、干渉の軽減が見込まれる。

■ VHF-IoT の同時送信による干渉量について

VHF-IoT の同時送信数と、公共 BB に対する干渉量の関係を、以下に示す（詳細については、参考資料９参照)。

① 下側帯域の場合

キャリアセンスによる VHF-IoT 同士の離隔距離及び、公共 BB との所要離隔距離の関係を考慮すると、7 台時が最大となり、この時の最大干渉量は 1 台分の 7 倍(8.5dB 増)となる。

② 上側帯域の場合

キャリアセンスによる VHF-IoT 同士の離隔距離、VHF-IoT と公共 BB 間の所要離隔距離及び、VHF-IoT の最大 CH 数を考慮すると、7 台時が最大となり、この時の最大干渉量は 1 台分の 7 倍(8.5dB 増)となる。

イ　VHF-IoT の被干渉／公共 BB の与干渉について

VHF-IoT に対しては、公共 BB の不要発射が影響を与えることとなる。VHF-IoT の許容干渉レベルを下回るための所要離隔距離について、手法 1-1、手法 1-2 及び手法 2 により、両システムの空中線利得：最大値（VHF-IoT：6dBi(下側帯域)、10dBi(上側帯域)、公共 BB:10dBi）を条件とした試算結果を表 24 に、両システムの空中線利得：2dBi（無指向性）を条件とした試算結果を、表 25 に示す。

表 24　VHF-IoT が被干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（隣接周波数）（空中線利得：両システムとも最大値）

被干渉：VHF-IoT		与干渉：公共 BB（空中線利得：10dBi）							
帯域等	空中線利得[dBi]	局種等		所要離隔距離[m]					
				手法 1-1（規定値）		手法 1-2（実測値）	手法 2（D/U 実測値）		
				隣接 CH 規定値	次隣接 CH 規定値（=隣接 CH 実力値相当※）	次隣接 CH 実力値相当※	離調周波数		
							±2.5MHz 以内		±2.5MHz 以遠
							FSK	OFDM	
下側	6	基地局		4,490	1,220	330	2,100	4,300	570
上側	10			6,410	1,740	470	2,400	5,000	650
上側(上空)				100k 超	31,270	3,130	5,500	100k 超	5,500
下側	6	移動局	可搬型基地局	1,690	460	120	440	890	120
上側	10			2,410	650	180	500	1,100	140
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
下側	6		可搬型基地局以外	1,420	380	104	370	750	100
上側	10			2,000	540	150	420	860	120
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
下側	6	携帯局（上空 1W）		100k 超	13,140	1,310	26,900	95,200	2,700
上側	10			100k 超	24,840	2,490	34,700	100k 超	3,500
上側(上空)				100k 超	24,840	2,490	34,700	100k 超	3,500
下側	6	携帯局（上空 5W）		100k 超	29,400	2,940	26,900	95,200	2,700
上側	10			100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500

凡例　“隣接 CH”：隣接チャネル漏えい電力、“次隣接 CH”：次隣接チャネル漏えい電力

※：実測値マージン(隣接 CH 及び次隣接 CH 漏えい電力に対する改善量)：20dB

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

表 25　VHF-IoT が被干渉の場合の公共 BB との共用検討結果（隣接周波数）（空中線利得：両システムとも 2dBi）

被干渉：VHF-IoT		与干渉：公共 BB（空中線利得：2dBi）							
帯域等	空中線利得[dBi]	局種等		所要離隔距離[m]					
				手法 1-1（規定値）		手法 1-2（実測値）	手法 2（D/U 実測値）		
				隣接 CH 規定値	次隣接 CH 規定値（=隣接 CH 実力値相当※）	次隣接 CH 実力値相当※	離調周波数		
							±2.5MHz 以内		±2.5MHz 以遠
							FSK	OFDM	
下側	2	基地局					1,000	2,000	260
上側	2	基地局					840	1,800	230
上側(上空)	2	基地局					8,800	31,000	880
下側	2	移動局	可搬型基地局				200	410	78
上側	2	移動局	可搬型基地局				180	260	74
上側(上空)	2	移動局	可搬型基地局				5,500	19,600	550
下側	2	移動局	可搬型基地局以外				170	350	74
上側	2	移動局	可搬型基地局以外				150	300	71
上側(上空)	2	移動局	可搬型基地局以外				5,500	19,600	550
下側	2	携帯局（上空 1W）		32,990	3,300	330	3,100	10,700	300
上側	2	携帯局（上空 1W）		32,990	3,300	330	2,500	8,800	250
上側(上空)	2	携帯局（上空 1W）		39,370	3,940	394	2,500	8,800	250
下側	2	携帯局（上空 5W）		73,860	7,390	739	6,800	24,000	680
上側	2	携帯局（上空 5W）		88,130	8,810	882	5,500	19,600	550
上側(上空)	2	携帯局（上空 5W）		88,130	8,810	882	5,500	19,600	550

凡例　“隣接 CH”：隣接チャネル漏えい電力、“次隣接 CH”：次隣接チャネル漏えい電力
※：実測値マージン(隣接 CH 及び次隣接 CH 漏えい電力に対する改善量)：20dB
（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

以上の結果について、両システム間の D/U 実測値を考慮すれば、実効的に、所要離隔距離の短縮が見込まれる結果にある。ここで、両システムで主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、さらに、所要離隔距離の短縮が見込まれる。また、公共 BB 送信機の実測値マージンのほか、公共 BB の上空利用にあっては、それぞれの空中線の垂直面指向性の俯角損失による干渉の軽減が見込まれる。

ウ　検討結果のまとめ

以上の検討結果より、VHF-IoT と公共 BB との隣接周波数共用条件を、表 26 に示す。

表 26　VHF-IoT と公共 BB との共用条件まとめ（隣接周波数）

与干渉／被干渉	共用条件
与干渉：VHF-IoT 被干渉：公共 BB	・所要離隔距離は、表 22 のとおりであるが、VHF-IoT 側におけるフィルタの追加等による干渉抑圧、ならびに、送信機の実測値マージンのほか、実運用環境下においては、さらに指向性減衰等による改善が見込まれる。 ・VHF-IoT は、常時送信は行わないことから、両システム共に移動運用であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。 ・VHF-IoT の同時送信の影響については、VHF-IoT のグループが複数集まることは稀であり、送信機の実力マージンや、両システム共に移動運用であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、共用が可能と考えられる。
被干渉：VHF-IoT 与干渉：公共 BB	・所要離隔距離は、表 24 及び表 25 のとおり。 ・両システム共に移動運用であることを踏まえると、継続的な被干渉が起こる可能性は低く、さらに、VHF-IoT がキャリアセンスレベルを超える干渉波を受信した際は、VHF-IoT の送信が制約されるものの、再送等を考慮することで、共用可能と考えられる。

３．３．６　その他留意すべき事項

(1) 本検討では、隣接する既存システムへの影響を考慮し、VHF-IoT に不要輻射を低減するためのフィルタの挿入等が求められる。不要発射の強度の許容値については、下側隣接帯域は-70dBm/100kHz、上側隣接帯域は-60dBm/100kHz の確保が求められており、VHF-IoT を技術基準適合証明や工事設計認証を受けた機器の対象とするためには、当該許容値を測定あるいは確認するための適切な手法を確立する必要がある。

(2) VHF-IoT は、既存無線システムへの影響や、公共 BB と近接運用する場合に干渉を受ける恐れがあることを踏まえ、VHF-IoT の使用に当たって運用者に対して周知啓発を行うともに、VHF-IoT を適切に管理できるよう制度面での検討を行う必要がある。

(3) 将来における V-High 帯域のシステムの周波数の利用状況や運用状況の変化に応じて、さらなる見直しを行うことが望ましい（再掲）。

３．４　その他

３．４．１　電波防護指針への適合性

電波法施行規則第 21 条の４では、電波のエネルギー量と生体への作用との関係が定量的に明らかにされており、これに基づき、システムの運用形態に応じて、電波防護指針に適合するようシステム諸元の設定に配慮する必要がある。

表 27 に示す電波防護指針の基準値に照らした適合性について以下のとおり検討を行った。

表 27　電波防護指針の基準値（抄）

周波数範囲	電界強度の実効値 [V/m]	磁界強度の実効値 [A/m]	電力密度 [mW/cm^2]	平均時間 [分]
30MHz～300MHz	27.5	0.0728	0.2	6

(1) 前提条件

ア　V-High 帯の電波防護基準値の算出

VHF-IoT の周波数は、下側帯域が 170MHz～177.5MHz 及び上側帯域が 217.5MHz～222MHz であり、表 27 より、電界強度等は以下のとおり。

電界強度：E（V/m）＝ 27.5
磁界強度：H（A/m）＝ 0.0728
電力束密度：S（mW/cm^2）＝ 0.2

イ　VHF-IoT の諸元

VHF-IoT の空中線利得、空中線電力及び最大 EIRP は表 28 のとおり。

なお、上側帯域の VHF-IoT （1W 型）は上空利用で固定局ではないことから、電波防護の対象外とする。

表 28　VHF-IoT の最大 EIRP 等

無線設備のタイプ	空中線利得	空中線電力	最大 EIRP
VHF-IoT（20mW 型）	6dBi	20mW	19dBm
VHF-IoT（250mW 型）	6dBi	250mW	30dBm
VHF-IoT（5W 型）	10dBi	5W	47dBm

ウ　電波の強度の算出式[28]

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} * K$$

S：電力束密度[mW/cm^2]

P：空中線入力電力[W]

G：送信空中線の最大輻射方向における絶対利得

R：算出に係る送信空中線と算出を行う地点との距離[m]

K：反射係数

すべての反射を考慮しない場合：K＝1

大地面の反射を考慮する場合

・送信周波数が 76MHz 以上の場合：K＝2.56

・送信周波数が 76MHz 未満の場合：K＝4

算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合は、算出した電波の強度に 6dB を加えること。

算出に係る送信空中線と算出を行う地点との距離 R は、

$$R = \sqrt{\frac{PGK}{40\pi S}}$$

と表すことになる。

(2) VHF-IoT の算出結果

VHF-IoT に関し、「ケース①：すべての反射を考慮しない場合」、「ケース②：大地面の反射を考慮する場合」及び「ケース③：ケース②の算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体

[28] 無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法（平成 11 年郵政省告示第 300 号（設備平成 11 年 4 月 27 日）より引用）

等の構造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合」のそれぞれについて、最も離隔距離が大きくなる送信空中線高が 2m の場合の算出結果は、表 29 のとおりとなる。

表 29　VHF-IoT が電波防護指針を満足する離隔距離の算出結果（送信空中線高:2m）

算出方式の項目比較		20mW 型	250mW 型	5W 型
等価等方輻射電力（周波数）		19dBm(170MHz)	30dBm(170MHz)	47dBm(220MHz)
設置条件	ケース①	6cm	20cm	1.41m
	ケース②	9cm	32cm	2.26m
	ケース③	18cm	64cm	4.51m

(3) VHF-IoT の防護指針への適合性

VHF-IoT のうち、20mW 型及び 250mW 型の離隔距離は表 29 に示すとおりであるが、利用シーンとして、例えばテレメータ用途であれば、スマートメータでは 30 分周期で 1 秒未満の電波発射時間、国土交通省のテレメータ装置（自立型）では 5 分周期で 1 秒未満の電波発射時間となるため、表 27 の指針で示される平均時間 6 分に比べて非常に短く、時間率を考慮すると、離隔距離 64cm は約 5cm 相当となり、特段支障はないと考えられる。

また、5W 型の離隔距離は表 29 に示すとおりであるが、利用シーンとして、例えばテレメータ用途であれば前述同様となり、部隊運用用途であれば、移動する無線局に該当するため電波法施行規則第 21 条の４の適用除外となる。また、ドローン遠隔制御用途においては、地上局はほぼ上空局からの映像データの受信が支配的で、送信時間率は 1%以下であるため、時間率を考慮すると離隔距離 4.51m は約 48cm 相当となり、かつ、送信時間制限により連続して送信することはないため、特段支障はないと考えられる。

ただし、送信時間が表 27 の指針で示される平均時間 6 分に比べて非常に短いと言えない場合、利用シーンとして、例えば、防災用途における自治体間や自治体－避難所間の拠点間通信では、安全施設を設けたりするなど、電波防護指針に適合するよう適切に処置することが必要である。

３．５　VHF-IoT の技術的条件

３．５．１　一般的条件

(1)　通信方式

単向通信方式、単信方式、複信方式、半複信方式、同報通信方式

(2)　多重方式・変調方式

多重方式を用いる場合は、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重）方式であること。

変調方式は、FSK（Frequency Shift Keying：周波数偏移変調）であること。多重方式に OFDM 方式を用いるものについては、特段規定しない。

(3)　周波数帯

170.0MHz から 177.5MHz まで及び 217.5MHz から 222MHz までであること。

(4)　単位チャネル

単位チャネルは、170.0MHz から 177.5MHz においては、中心周波数が 170.2MHz から 177.4MHz までの 200kHz 間隔の 37 チャネルとし、217.5MHz から 222.0MHz においては、中心周波数が 217.6MHz から 221.8MHz までの 200kHz 間隔の 22 チャネルとする。

(5)　無線チャネル

無線チャネルは、発射する電波の占有周波数帯幅がすべて収まるものであり、170.0MHz から 177.5MHz においては、単位チャネル又は必要に応じて６までの単位チャネルを束ねたチャネルで構成されるものとし、217.5MHz から 222.0MHz においては、単位チャネル又は必要に応じて２の単位チャネルを束ねたチャネルで構成されるものとする。

(6)　空中線電力

170.0MHz から 177.5MHz においては、250mW 以下とする。

217.5MHz から 222.0MHz においては、5W 以下とする。ただし、上空利用においては、1W 以下とする。

(7)　空中線利得

170.0MHz から 177.5MHz においては、6dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が 30dBm（6dBi の送信空中線に 250mW の空中線電力を加えたときの値であって、空中線電力の許容偏差を含む。）以下となる場合は、その低下分を 6dBi を超える送信空中線の利得で補うことができるものとする。

217.5MHz から 222.0MHz においては、10dBi 以下とする。ただし、上空利用を除き、等価等方輻射電力が 47dBm（10dBi の送信空中線に 5W の空中線電力を加えたときの値

であって、空中線電力の許容偏差を含む。）以下となる場合は、その低下分を 10dBi を超える送信空中線の利得で補うことができるものとする。上空利用にあっては、等価等方輻射電力が 40dBm（10dBi の送信空中線に 1W の空中線電力を加えたときの値であって、空中線電力の許容偏差を含む。）以下となる場合は、その低下分を 10dBi を超える送信空中線の利得で補うことができるものとする。

(8) システム設計条件

ア　無線設備の筐体

空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができない構造であること。

イ　キャリアセンス

（ア） 無線設備は新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実施した後、送信を開始すること。

（イ） キャリアセンスは、128μs 以上行うものであること。

（ウ） キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする無線チャネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において、170.0MHz から 177.5MHz にあっては -80dBm、217.5MHz から 222.0MHz にあっては-65dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。

（エ） 他の無線設備からの要求（送信しようとする無線チャネルについて、キャリアセンスを行ったものに限る。）に応答する場合であって、要求の受信を完了した後 2ms 以内に送信を開始し、当該要求の受信を完了した後 5ms 以内（一のチャネルのみを使用する場合は 50ms 以内）に完了する送信については、キャリアセンスを要さないこと。

ウ　送信時間制御

電波を発射してから送信時間 400ms 以内にその電波の発射を停止し、送信休止時間 2ms を経過した後でなければ、その後送信を行わないものであること。

(9)　混信防止機能

通信の相手方を識別するための符号（識別符号）を自動的に送信し、又は受信するものであること。

(10) 電波防護指針への適合

安全施設を設けるなど、電波防護指針に適合するものであること。

(11) 端末設備内において電波を使用する端末設備

ア　端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、

32 ビット以上の識別信号を有すること。

イ　特定の場合を除き、使用する電波の空き状態について判定を行い、空き状態の時のみ通信路を設定するものであること。

３．５．２　無線設備の技術的条件

(1)　送信装置

ア　無線チャネルマスク

隣接する単位チャネルへの漏えい電力について、空中線電力が 20mW 以下においては-25dBc 以下とし、空中線電力が 250mW を超える場合においては-20dBc 以下とし、空中線電力が 20mW を超え 250mW 以下においては次の定義式によるものであること。

定義式	ACPR[dBc]=(5/11)(Po -13)-25 以下　(13<空中線電力 Po≦24dBm)

隣接以遠の単位チャネルへの漏えい電力については、-35dBc 以下であること。

イ　周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。

ウ　占有周波数帯幅の許容値

(200×n) kHz 以下であること。(n：同時に使用する単位チャネル数。170.0MHz から 177.5MHz においては１から６までの自然数とし、217.5MHz から 222.0MHz においては１又は２であること)

エ　空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ　不要発射の強度の許容値

160.0MHz から 170.0MHz においては、等価等方輻射電力が 100kHz あたり-70dBm 以下、177.5MHz から 217.5MHz 及び 222.0MHz から 230MHz においては、等価等方輻射電力が 100kHz あたり-60dBm 以下であること。

上記以遠の周波数帯においては、変調に FSK 方式を用いる場合にあっては-23dBm 以下（ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm 以下）とし、変調に OFDM 方式を用いる場合にあっては-16dBm 以下（ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm 以下）であること。

(2)　受信装置

ア　副次的に発する電波等の限度

4nW 以下であること。

３．５．３　測定法

(1)　占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力は、スペクトルアナライザ等を用いて給電線入力点にて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5%となる周波数幅を測定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(2)　送信装置の空中線電力

平均電力を給電線入力点において測定すること。連続送信波によって測定することが望ましいが、バースト波にて測定する場合は、バースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を求め、送信時間率の逆数を乗じて平均電力を求めることが適当である。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(3)　送信装置の不要発射の強度

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定することとし、等価等方輻射電力で規定している帯域については、これに空中線利得や給電線損失を考慮した値とする。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定可能だが、この際はスプリアス領域発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(4)　隣接チャネル漏えい電力

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とし、規定の隣接する単位チャネル内の漏えい電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定する。また、バースト波にあってはバースト内の平均電力を求めること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(5)　受信装置の副次的に発する電波等の限度

スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。なお、精度を高めるために分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、副次発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(6)　送信時間制御

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を 0Hz（ゼロスパン）として測定する。送信時間が規定の送信時間以下であること及び送信休止時間が規定の送信休止時間以上であることを測定する。測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオトリガ機能等を使用し、送信時間と送信休止時間の掃引時間を適切な値に設定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(7)　キャリアセンス

ア　標準信号発生器から規定の電力を連続的に加え、スペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。

イ　上記の標準信号発生器の出力を断にして送信を開始するまでの時間が、規定の必須キャリアセンス時間以上であることを確認する。

ウ　また、標準信号発生器の出力断の時間が規定の必須キャリアセンス時間未満の場合は送信しないことを確認する。

なお、送信周波数として複数の単位チャネルを使用する場合は、無線チャネル内の任意の周波数において動作することを確認すること。

また、イにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断の時間を送信休止時間程度に設定した無変調波の繰り返しパルス信号等を用いることができる。また、ウにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断時間を必須キャリアセンス時間未満に設定した無変調の繰り返しパルス信号を用いることができる。

第４章　今後の検討課題

VHF-IoT の今後の普及促進に関する課題を以下に述べる。

１　VHF-IoT のキャリアセンスレベルについては、IEEE 802.15.4 に準拠し、現在広く利用されている 920MHz 帯のシステムを基準とした値を設定しているが、VHF 帯の伝搬特性や電波環境を踏まえ、機器が広く普及してきた際に VHF-IoT の通信に影響が出ることも想定されることから、運用状況をみながら、必要に応じて、キャリアセンスの閾値の見直しを行うことが適当である。

２　今後、さらなる国際調和を図るため、IEEE802.15 の規格化の動向をみながら、技術方式の高度化やチャネルの狭帯域化にも対応できるよう、必要に応じて、技術的条件を見直すことが適当である。

別表１　情報通信技術分科会　陸上無線通信委員会　構成員

（五十音順（主査及び委員を除く。敬称略））

氏　名		主　要　現　職
主　　査 専門委員	三次　仁	慶應義塾大学　環境情報学部　教授
委員	高田　潤一	東京科学大学　執行役副学長（国際担当）／環境・社会理工学院　教授
〃	藤井　威生	電気通信大学　先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター　教授
専門委員	飯塚　留美	一般財団法人マルチメディア振興センター　調査研究部　研究主幹
〃	井家上　哲史	明治大学　理工学部　教授
〃	伊藤　数子	特定非営利活動法人 STAND　代表理事
〃	今村　浩一郎	日本放送協会　放送技術研究所　伝送システム研究部　研究主幹
〃	太田　香	東北大学　大学院　情報科学研究科　教授
〃	岡野　直樹	一般社団法人電波産業会　専務理事
〃	加藤　康博	NTT 株式会社　技術企画部門　電波室長
〃	杉浦　誠	一般社団法人全国陸上無線協会　専務理事
〃	杉本　千佳	横浜国立大学大学院工学研究院　知的構造の創生部門　准教授
〃	田丸　健三郎	日本マイクロソフト株式会社　技術統括室　業務執行役員　ナショナルテクノロジーオフィサー
〃	豊嶋　守生	国立研究開発法人情報通信研究機構　ネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター　研究センター長
〃	生田目　瑛子	欧州ビジネス協会　電気通信機器委員会　委員
〃	藤野　義之	東洋大学　理工学部　電気電子情報工学科　教授
〃	松尾　綾子	株式会社東芝　防衛・電波システム事業部　小向工場　フェロー
〃	森田　耕司	一般社団法人日本アマチュア無線連盟　会長
〃	吉田　貴容美	日本無線株式会社　ソリューション事業部　マイクロ波通信技術部　衛星移動通信システムグループ　課長

別表２　V-High 帯公共 BB／狭帯域無線システム作業班　構成員

（五十音順（主任を除く。敬称略））

氏　名	現　職
【主任】藤井　威生	電気通信大学　先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
新井　勇太	（一社）日本民間放送連盟　企画部主事（第５回まで）
石原　周	（一社）日本民間放送連盟　企画部副部長（第６回から）
大野　和俊	日本放送協会　技術局計画部（第８回まで）
梶田　宗吾	（株）スペースタイムエンジニアリング　代表取締役
樫村　聡	沖電気工業（株）　社会インフラソリューション事業部コンポーネント 開発部開発第２チーム　エキスパート
加藤　数衛	自営無線通信研究所　代表・技術総括
金澤　昌幸	（株）国際電気　プロダクト本部　製品開発第二部　主任技師 （第６回から）
金子　順	国土交通省　航空局交通管制部管制技術課課長補佐（第４回から）
川島　修	（株）エフエム東京　技術局長
北沢　祥一	日本無人機運行管理コンソーシアム 電波調整ワーキンググループ共同主査（室蘭工業大学教授）
佐藤　秀清	防衛省　整備計画局サイバー整備課防衛部員（第８回から）
清水　良真	（一財）電波技術協会　調査研究部担当部長
杉澤　洋輝	（一社）日本コミュニティ放送協会　副代表理事
高井　峰生	大阪大学大学院情報科学研究科　招へい准教授
高田　佳紀	（一社）日本防災プラットフォーム　副代表
津和　隆志	ローム（株）　モジュール事業本部フォトニクス事業部課長
中村　元	防衛省　整備計画局サイバー整備課防衛部員（第７回まで）
仁井田　雅俊	（株）ニッポン放送　技術局放送技術部送信所長
野尻　英行	（一社）電波産業会　研究開発本部　担当部長
原田　博司	京都大学大学院情報学研究科　教授　理事補
増岡　誠也	（一財）テレコムエンジニアリングセンター 技適認証第二部　主任技師
松枝　宗	日本放送協会　技術局計画部（第９回から）
松波　聖文	日本無線（株） ソリューション事業部企画推進部 DX ビジネスグループ専任課長
山路　剛	国土交通省　航空局交通管制部管制技術課課長補佐（第３回まで）
結城　義徳	1FINITY（株）　5GSI＆ソフトウェア Div　シニアディレクター

参考資料

参考資料１　既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件
参考資料２　共用検討対象システムにおける共用検討用パラメータ
参考資料３　公共 BB と上側隣接システムとの共用検討
参考資料４　VHF-IoT のキャリアセンスレベルの検討
参考資料５　VHF-IoT の送信時間制限の検討
参考資料６　VHF-IoT の帯域外電力に関する検討
参考資料７　VHF-IoT と下側及び上側隣接システムとの共用検討
参考資料８　VHF-IoT の同時送信に係る検討
参考資料９　公共 BB と VHF-IoT との共用検討
参考資料１０　公共 BB と VHF-IoT 間の D/U 実測特性

参考資料１　既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件

－　平成21年4月28日諮問　諮問第2028号「公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件」に対する 答申－

公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

1 一般的条件

(1)通信方式

TDD （Time Division Duplex：時分割複信)方式

(2)多重化方式

ア 移動局（上り回線）

OFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access：直交周波数分割 多元接続）方式

イ 基地局（下り回線）

OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重）方式及びTDM（Time Division Multiplexing：時分割多重）方式の複合方式

(3)変調方式

ア 移動局（上り回線）

QPSK（Quadrature Phase Shift Keying：４相位相変調）、16QAM（16 Quadrature Amplitude Modulation：16 値直交振幅変調）又は64QAM（64 Quadrature Amplitude Modulation：64 値直交振幅変調）

イ 基地局（下り回線）

BPSK（Binary Phase Shift Keying：２相位相変調）、QPSK、16QAM又は64QAM

(4)認証・秘匿・情報セキュリティ

不正使用を防止するための移動局装置固有の番号付与、認証手順の適用、通信情報に対する秘匿機能の運用等を必要に応じて講じること。

(5)電磁環境対策

移動局と自動車用電子機器や医療用電子機器との相互の電磁干渉に対しては、十分な配慮が払われていること。

(6)電波防護指針への適合

電波を使用する機器については、電波法施行規則第21条の３に適合すること。

(7)移動局識別番号

移動局の識別番号の付与、送出の手順はユーザによるネットワークの自由な選択、ローミング、通信のセキュリティ確保、無線局の監理等について十分配慮して定められることが望ましい。

(8)移動局送信装置の異常時の電波発射停止

次の機能が同時に独立してなされること。

ア 基地局が移動局の異常を検出した場合、基地局は移動局に送信停止を要求すること。

イ 移動局自身がその異常を検出した場合は、異常検出タイマのタイムアウトにより移動局自身が送出を停止すること。

(9)その他

(2)及び(3)にかかわらず、他の技術的条件に合致する限り、多重化方式又は変調方式については、他の方式とすることもできる。

2 無線設備の技術的条件

無線設備の種別は以下のとおりと想定する。

・移動局（自律通信モード基地局を含む）

・基地局

(1)送信装置

ア 周波数の偏差

移動局：5×10^{-6}以内

基地局：5×10^{-6}以内

イ 占有周波数帯幅

5MHzシステム： 4.9MHz以下

ウ 空中線電力

移動局 ： 5W以下

基地局 ：20W以下

エ 空中線電力の許容偏差

移動局：+50%、-50%

基地局：+50%、-50%

オ 隣接チャネル漏洩電力

170MHzを超え207.5MHz以下の周波数範囲において、次の値とする。注１

移動局：

許容値：-21dBc以下（離調周波数2.6MHz～7.4MHzの4.8MHz帯域）

許容値：-41dBc以下（離調周波数7.6MHz～12.4MHzの4.8MHz帯域）

基地局：

許容値：-30dBc以下（離調周波数2.6MHz～7.4MHzの4.8MHz帯域）

許容値：-50dBc以下（離調周波数7.6MHz～12.4MHzの4.8MHz帯域）

注１：ここで、隣接チャネル漏洩電力の対象としている周波数範囲は、公共ブロードバンド移動通信システムの使用する周波数範囲の外側をも含んでいる。

カ 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値については、測定を行う周波数帯に応じて、次のとおりとする。

表 30　不要発射の強度の許容値（移動局）

周波数帯	不要発射の強度の許容値
9kHzを超え150kHz以下	25μW/1kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1kHz以下とする。
150kHzを超え30MHz以下	25μW/10kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/10kHz以下とする。
30MHzを超え160MHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
160MHzを超え170MHz以下	-30dBm/100kHz以下
207.5MHzを超え215MHz以下	-30dBm/100kHz以下
215MHzを超え 1GHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
1GHzを超えるもの	25μW/1MHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1MHz以下とする。

表 31　不要発射の強度の許容値（基地局）

周波数帯	不要発射の強度の許容値
9kHzを超え150kHz以下	25μW/1kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1kHz以下とする。
150kHzを超え30MHz以下	25μW/10kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/10kHz以下とする。
30MHzを超え160MHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。

160MHzを超え170MHz以下	-54dBm/100kHz以下
207.5MHzを超え215MHz以下	-25dBm/100kHz以下
215MHzを超え 1GHz以下	25μW/100kHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/100kHz以下とする。
1GHzを超えるもの	25μW/1MHz以下。ただし、空中線電力が1W以下の送信設備にあっては、50μW/1MHz以下とする。

キ 送信空中線絶対利得

移動局：10dBi以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）

基地局：10dBi以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）

ク その他

搬送波を送信していないときの漏洩電力、筐体輻射の電力についても考慮すること。

(2)受信装置

ア 副次的に発する電波等の限度

移動局：

9kHz≦周波数帯＜150kHz： -54dBm/1kHz以下

150kHz≦周波数帯＜30MHz： -54dBm/10kHz以下

30MHz≦周波数帯＜1000MHz： -54dBm/100kHz以下

1000MHz≦周波数帯＜2505MHz： -47dBm/1MHz以下

2505MHz≦周波数帯＜2535MHz： -70dBm/1MHz

2535MHz≦周波数帯： -47dBm/1MHz以下

基地局：

9kHz≦周波数帯＜150kHz： -54dBm/1kHz以下

150kHz≦周波数帯＜30MHz： -54dBm/10kHz以下

30MHz≦周波数帯＜1000MHz： -54dBm/100kHz以下

1000MHz≦周波数帯＜2505MHz： -47dBm/1MHz以下

2505MHz≦周波数帯＜2535MHz： -61dBm/1MHz以下

2535MHz≦周波数帯： -47dBm/1MHz以下

イ その他

受信感度、スプリアスレスポンス、隣接チャネル選択度、相互変調特性についても考慮すること。

3 測定法

測定法については、国内で適用されている測定法に準じることが適当であるが、今後、国際電気標準会議（IEC）等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

(1) 送信装置

ア　周波数の偏差

無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて測定（バースト波にあってはバースト内の平均値)する。複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの測定値のうち周波数偏差が最大となる値を周波数の偏差とすることが適当である。ただし、同一の基準周波数に位相同期している等が証明された場合には一の空中線端子にて測定することができる。

また、波形解析器等専用の測定器を用いる場合は変調状態として測定することができる。

イ　占有周波数帯幅

標準符号化試験信号（符号長511ビット2値疑似雑音系列等。以下同じ。）を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれの全電力の0.5%となる周波数幅を測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値のうち最大となる値を占有周波数帯幅とすることが適当である。

ただし、空中線端子ごとに発射する周波数が異なる場合は、各空中線端子を校正されたRF結合器等で結合し、全ての空中線端子からの信号を合成して測定することが適当である。

ウ　空中線電力

標準符号化試験信号を入力信号端子に加えたときの平均電力を、高周波電力計を用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を空中線電力とすること。

また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて測定する場合は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分に長い期間における平均電力を測定し、その測定値に送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナ（個々の空中線の電力及び位相を制御することによって空中線の指向特性を制御するものであって、一の空中線の電力を増加させた場合、他の空中線の電力を低下されることによって、複数空中線の総電力を一定に制御する機能を有するもの。以下同じ。）の場合にあたっては、空中線電力の総和が最大になる状態にて測定すること。

エ　隣接チャネル漏洩電力

標準符号化試験信号を入力信号とし、バースト波にあっては、規定の隣接チャネル帯域内の電力についてスペクトルアナライザ等を用い、掃引速度が1サンプル点あたり1個以上のバーストが入るようにし、ピーク検波、マックスホールドモードで測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を隣接チャネル漏洩電力とすること。連続波にあっては、電力測定受信機又はスペクトルアナライザを用いて規定の隣接チャネル帯域の電力を測定し、それぞれの測定値の総和を隣接チャネル漏洩電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

オ　不要発射の強度

スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可能な限り9kHzから110GHzまでとすることが望ましいが、当面の間は9ｋHzから第10次高調波までとすることができる。標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅に設定することが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

帯域外領域についても、上記に準じて測定すること。

(2) 受信装置

ア　受信感度

標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、規定の品質（ビット誤り率（BER））になるときの空中線端子で測定した最小受信電力であり静特性下において許容値（基準感度）以下であること。この場合において、パケット誤り率（PER）からビット誤り率へ一意の換算ができる場合は、パケット誤り率を測定し換算式を明記することにより、ビット誤り率とすることができる。（以下同じ。）

イ　スプリアスレスポンス

標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、標準信号発生器のレベルを技術基準で定められる希望波レベルとする。一の無変調妨害波を技術基準で定められる妨害波レベルとして、周波数を掃引し、規定の品質（規定のビット誤

り率以下）以上で受信できることを確認する。

ウ　隣接チャネル選択度

　標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、標準信号発生器のレベルを技術基準で定められる希望波レベルとする。別の標準信号発生器から隣接する搬送波周波数に配置された変調波を隣接妨害波とし技術基準で規定される妨害波レベルとして、規定の品質（規定のビット誤り率以下）以上で受信できることを確認する。

エ　相互変調特性

　標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、標準信号発生器のレベルを技術基準で定められる希望波レベルとする。別の標準信号発生器から3次相互変調の関係にある電力が等しい妨害波として隣接チャネル周波数の無変調波と次隣接チャネル周波数の変調波の2つの妨害波を技術基準で規定される妨害波レベルとして、規定の品質（規定のビット誤り率以下）以上で受信できることを確認する。

オ　副次的に発する電波等の限度

　スペクトルアナライザを用いて測定する。スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、測定帯域幅に設定することが適当である。また、複数の空中線端子を有する場合は空中線ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を、副次的に発する電波等の限度とすること。

－　平成28年12月9日諮問　諮問第2039号「公共ブロードバンド移動通信システムの高度化に関する技術的条件」に対する 答申－

１　海上利用に係る技術的条件

既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件のうち、移動局に係る技術的条件を適用する。

２　多段中継利用に係る技術的条件

２．１　周波数チャネル分割制御方式

既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件のうち、移動局に係る技術的条件を適用する。ただし、占有周波数帯幅の許容値、空中線電力並びに隣接チャネル漏えい電力に係る隣接チャネル及び次隣接チャネルの範囲については、次のとおりとする。

（１）占有周波数帯幅の許容値

分割数に応じて次のとおりとする。

表 32

分割数	占有周波数帯幅の許容値
2	2.45MHz
3	1.64MHz
4	1.23MHz
5	0.98MHz
6	0.817MHz
7	0.7MHz
8	0.613MHz
9	0.545MHz

（２）空中線電力

分割数に応じて次のとおりとする。ただし、複数の送信空中線を使用する場合には、それぞれの空中線系に供給する電力の合計値とする。

表 33

分割数	空中線電力
2	2.5W以下
3	1.66W以下

4	1.25W以下
5	1W以下
6	0.833W以下
7	0.714W以下
8	0.625W以下
9	0.555W以下

（３）隣接チャネル漏えい電力の値は同じとするが、隣接チャネル及び次隣接チャネルの範囲は分割数に応じて次のとおりとする。

表 34

分割数	離調周波数		参照帯域幅
	隣接 (MHz)	次隣接 (MHz)	(MHz)
2	2.5	5	2.4
3	1.666667	3.333333	1.6
4	1.25	2.5	1.2
5	1	2	0.96
6	0.833333	1.666667	0.8
7	0.714286	1.428571	0.686
8	0.625	1.25	0.6
9	0.555556	1.111111	0.534

２．２　セグメント分割制御方式

既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件のうち、移動局に係る技術的条件を適用する。ただし、空中線電力については、次のとおりとする。

（１）空中線電力

分割数に応じて次のとおりとする。ただし、複数の送信空中線を使用する場合には、それぞれの空中線系に供給する電力の合計値とする。

表 35

分割数	空中線電力
2	2.5W以下
3	1.66W以下
4	1.25W以下
5	1W以下

6	0.833W以下
7	0.714W以下
8	0.625W以下
9	0.555W以下

２．３　蓄積型時分割制御方式

既存の公共ブロードバンド移動通信システムの技術的条件のうち、移動局に係る技術的条件を適用する。

３　基地局に関する技術的条件

海上利用及び多段中継利用における基地局及び携帯基地局の技術的条件は、既存の公共ブロードバンド移動通信システムの基地局と同一とするとともに、移動局側が２．１から２．３のうちどの方式を用いるかによって、既存の公共ブロードバンド移動通信システムの基地局の技術的条件である占有周波数帯幅の許容値や空中線電力、隣接チャネル漏えい電力の値及び隣接チャネル及び次隣接チャネルの範囲について、それぞれの値を分割数で除した値とする。

４　測定法

既存の公共ブロードバンド移動通信システムの測定法を適用する。

参考資料２　共用検討対象システムにおける共用検討用パラメータ

共用検討対象システム（同一周波数帯域、下側隣接帯域及び上側隣接帯域）における共用検討用パラメータ（与干渉／被干渉に関する条件）を整理した。共用検討対象システムの一覧を、表 36 に示す。

表 36　共用検討対象システムの一覧

無線システム
■同一周波数帯システム（170～222MHz）
(1)公共 BB
(2)VHF-IoT
■下側隣接システム（160～170MHz）
(1)放送事業用連絡用無線システム
(2)デジタル STL/TTL
(3)放送事業用ワイドバンド無線
(4)ロボット用無線システム
(5)公共業務用無線システム
(6)広帯域テレメータシステム
(7)補聴援助用ラジオマイク
■上隣接システム（222～230MHz）
(1)航空無線航行システム

１　同一周波数帯システム

(1)　公共 BB

公共 BB における共用検討用諸元を、表 37 に示す。

表 37　公共 BB 共用検討用諸元

項目＼局種等	基地局	移動局		携帯局（上空）
		可搬型基地局	可搬型基地局以外	
空中線電力	20W 以下	5W 以下		1W 以下[29]
周波数帯	172.5～202.5MHz（現行帯域）、202.5～217.5MHz（拡張帯域）			
隣接 CH 漏えい電力	隣接 CH:-30dBc 以下 次隣接 CH：-50dBc 以下	隣接 CH:-21dBc 以下 次隣接 CH：-41dBc 以下		
不要発射の強度の許容値	-25dBm/100 kHz 以下	-30dBm/100kHz 以下		
干渉抑圧量	30dB（上側隣接システム）[30]			
空中線利得	10dBi 以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）※1			
空中線高	30m	3m	1.5m	—※2
給電線損失	2dB	0dB		
許容干渉レベル	下側帯域：-101.8 dBm/MHz、上側帯域：-104.0dBm/MHz[31]			

※1：表中の値は、最大値を示す（移動局及び携帯局（上空）においては、主に空中線利得：2dB（無指向性）の使用を想定）

※2：空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

■適用条件：

・拡張帯域(202.5～217.5MHz)に対しても、基本的に、現行帯域(172.5～202.5MHz)の無線設備規則（第 49 条の 30）を踏襲する考え方としている（技術的条件の規定点：無線機出力端)。

・上側隣接帯域における、不要発射の強度の許容値の規定については、周波数拡張の幅（3CH 分(15MHz)）を考慮し、規定帯域幅（境界）を、「207.5～215MHz」

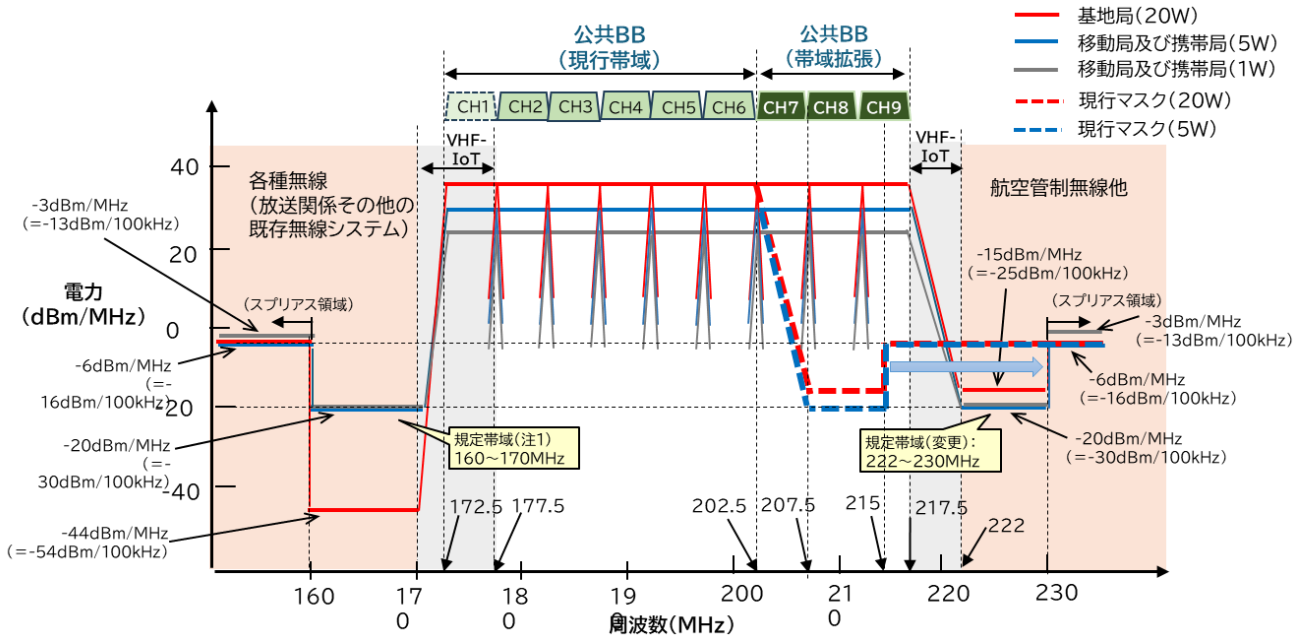
[29] 陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

[30] 隣接帯域における他の無線局へ干渉の影響を与えないよう、送信機からの干渉電力（不要発射の強度の許容値）に対する、フィルタの追加等による改善量に相当する。現行の公共 BB においては、CH1 及び CH2 の使用にあたって、下側隣接システムの他の無線局へ干渉の影響を与えないよう、設置場所の選択、フィルタの追加等の必要な措置を講じられていることを付帯条件としている（出典：電波法関係審査基準（平成 13 年総務省訓令第 67 号）別紙２（第５条関係）無線局の目的別審査基準、第２ 陸上関係、２ 公共業務用無線局、（21）200MHz 帯広帯域移動無線通信システムの無線局）

[31] 出典：資料 72-1-2、情報通信審議会情報通信技術分科会資料（第 72 回会合）（2010 年 3 月 30 日開催）　公共 BB 許容干渉レベル：-101.8dBm/MHz（@170.0MHz)、-104.0dBm/MHz（@202.5MHz）

（現行）→「222～230MHz（=215+15)」へ変更する。公共 BB の不要発射の強度の許容値（スペクトルマスク）を、図 22 に示す。

・既存の上側隣接システム（航空無線航行システム）と円滑な周波数共用を図るため、公共 BB からの干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値（規定値）に対して、さらに 30dB 減衰させることを前提とする（移動局及び携帯局に対して、フィルタの実装形態等を踏まえ、-60dBm/100kHz に相当する）。



（注1）隣接システムの無線局へ干渉の影響を与えないよう、設置場所の選択、フィルタの追加等の必要な措置を講じられていること。
（現行制度では、 CH1及びCH2の使用に当たって、フィルタの追加等の必要な措置を講じられていることを付帯条件としている（免許局））

（注2）グラフの実線部分は、便宜上、いずれもチャネルの帯域幅や参照帯域幅に電力が均一に分布するとの仮定の下で、1MHzあたりの数値に換算

図 22　公共 BB の不要発射の強度の許容値（スペクトルマスク）

(2)　VHF-IoT

VHF-IoT における共用検討用諸元を、表 38 に示す。

表 38　VHF-IoT 共用検討用諸元

項目＼帯域等	下側帯域	上側帯域	上側帯域・上空
空中線電力	20mW 又は 250mW 以下 （海上・上空利用：なし）	5W 以下	1W 以下
周波数帯	170～177.5MHz	217.5～222MHz	
多重方式	SUN FSK の場合：なし　SUN OFDM の場合：OFDM		
変調方式	SUN FSK の場合：FSK　SUN OFDM の場合：規定しない		
隣接 CH 漏えい電力	隣接 CH：-20～-25dBc 以下、次隣接 CH：-3dBc 以下※3		
不要発射の強度の許容値	-30dBm/100kHz(EIRP)以下		
干渉抑圧量	40dB	30dB	
空中線利得	下側帯域：6dBi 以下、上側帯域：10dBi 以下（ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる。）※1		
空中線高	3m	3m	―※2
給電線損失	0dB		
許容干渉レベル	-101.8dBm/MHz	-105.1dBm/MHz	

※1：表中の値は、最大値を示す（移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

※2：空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

※3：参考資料７による

■適用条件：

・VHF-IoT の許容干渉レベルは、公共 BB における考え方(注) を参考に、環境雑音レベル程度にすることを念頭に、環境雑音レベルとして、ITU-R 勧告 P.372-9 における Curve A（City）を想定し、雑音電力の増加分を考慮して、Curve A よりも 3dB 低い値を用いることとした。

下側帯域（@170.0MHz）　：　-101.8dBm/MHz（-108.8dBm/200kHz）

上側帯域（@222.0MHz）　：　-105.1dBm/MHz（-112.1dBm/200kHz）

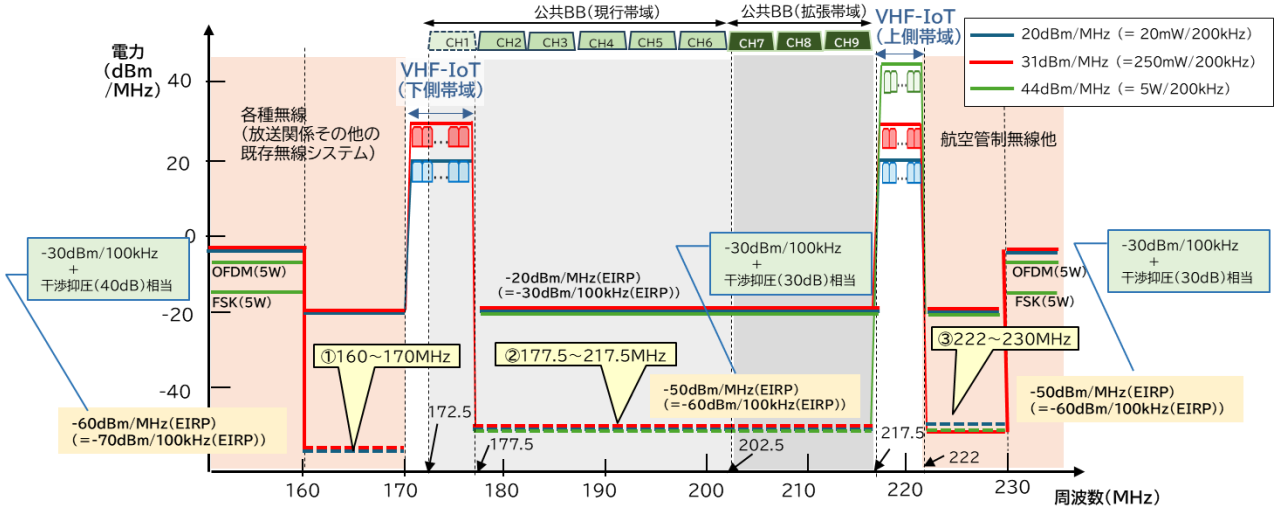
注：公共 BB における許容干渉レベルの考え方[32]

環境雑音レベルとして、ITU-R 勧告 P.372-9 における Curve A（City）を想定し、干渉自体による雑音電力の増加分を考慮して、Curve A よりも 3dB 低い値を用いる（-101.8dBm/MHz(@170.0MHz)、-104.0dBm/MHz(@202.5MHz)）。

[32] 出典:資料 72-1-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 72 回会合）（2010 年 3 月 30 日開催）

・VHF-IoT の不要発射の強度の許容値（隣接システムに対する最大不要発射レベル）については、以下の考え方とした。VHF-IoT のスペクトルマスクを、図 23 に示す。ここで、VHF-IoT から隣接周波数帯(図中①～③)への干渉電力は、不要発射の電力（規定値：-30dBm/100kHz(EIRP)）が支配的になる。また、隣接周波数帯（①～③）については、フィルタの追加等により、不要発射の強度の許容値に対して、さらに、下側帯域：40dB、上側帯域：30dB 減衰させることを前提とする（フィルタの実装形態等を踏まえ、それぞれ、-70dBm/100kHz(EIRP)又は-60dBm/100kHz(EIRP)に相当する）。

・公共 BB（拡張）に対しては、上側隣接帯域と同様規定（-60dBm/100kHz 相当(フィルタの追加等による改善量を含む)）を適用する。



（注）グラフの実線部分は、便宜上、いずれもチャネルの帯域幅や参照帯域幅に電力が均一に分布するとの仮定の下で、1MHzあたりの数値に換算。

図 23　VHF-IoT のスペクトルマスク

2　下側隣接システム

V-High 帯の下側隣接システムの諸元等については、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を進めることとした。

(1)　放送事業用連絡用無線システム

放送事業用連絡用無線システムにおける共用検討用諸元を、表 39 に示す[33]。

[33] 出典：資料 111-3-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 111 回会合）（平成 27 年 7 月 17 日開催）

表 39　放送事業用連絡用無線システム 共用検討用諸元

項目＼局種等		基地局	移動局		
			車載機	携帯機	携帯機(上空)
空中線電力		50W 以下	5W 以下		
周波数帯（TX/RX）		168MHz 帯/166MHz 帯	166MHz 帯/168MHz 帯		
占有周波数帯幅		5.8kHz			
隣接 CH 漏えい電力		-55dB(-8dBm)以下	-52dB(-15dBm)以下		
不要発射の強度の許容値	帯域外領域（～62.5kHz）	2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値　（表 40 及び表 41 による）			
	スプリアス領域（62.5kHz～）	2.5μW 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値　（表 40 及び表 41 による）			
空中線利得		10.2dBi	4.65dBi	2.15dBi	
空中線高		50m	3m	1.5m	―
給電線及びフィルタ損失		7.5dB	1dB	0dB	
許容干渉レベル		-106.1dBm/MHz	-100.7dBm/MHz		

表 40　放送事業用連絡用無線システムの帯域外電力(車載機)[34]

スプリアス規定帯域	漏えい電力（送信機端）		
	規定値（dBm/4kHz）	換算数値（dBm/MHz）	試算数値(dBm/MHz)
帯域端±6.25kHz	-8	16	0.5
帯域端±50kHz	-13	11	-7.5
帯域端±150kHz	-13	11	-18.8
帯域端±1MHz	-13	11	-22.8

注：送信電力スペクトル特性の値による（換算数値：10×log（1MHz／4kHz）=24dB、試算数値：サンプルの読取り数値）

[34] 出典：同資料　参考資料 7　表 83

表 41　放送事業用連絡用無線システムの帯域外電力(携帯機)[35]

スプリアス規定帯域	漏えい電力（送信機端）		
	規定値（dBm/4kHz）	換算数値（dBm/MHz）	試算数値(dBm/MHz)
帯域端±6.25kHz	-15	9	-10.4
帯域端±50kHz	-23	1	-18.8
帯域端±150kHz	-23	1	-28.8
帯域端±1MHz	-23	1	-33.8

注：送信電力スペクトル特性の値による（換算数値：10×log（1MHz／4kHz）=24dB、試算数値：サンプルの読取り数値）

■適用条件：

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、放送事業用連絡用無線システムのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアス電力（帯域端±1MHz）を適用した。

(2) デジタル STL/TTL

デジタル STL/TTL における共用検討用諸元を、表 42 に示す[36]。

表 42　デジタル STL/TTL 共用検討用諸元

局種等 / 項目	固定局
空中線電力	5W 以下
周波数帯（TX/RX）	160MHz 帯（160～169MHz）
占有周波数帯幅	96kHz
隣接 CH 漏えい電力	隣接 CH:-37dB(0dBm)以下、次隣接 CH：-48dB（-11dBm）以下
不要発射の強度の許容値（スプリアス帯域外電力）	表 43 による
空中線利得	10dBi、13dBi※1
空中線高（検討モデル）	20m、50m※2
給電線損失	2dB
許容干渉レベル	-87.5dBm/MHz

[35] 出典：同資料　参考資料 7　表 84

[36] 出典：資料 111-3-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 111 回会合）（平成 27 年 7 月 17 日開催）

※1：STL/TTL システム間等の干渉検討条件（委員会資料[37]）を踏まえ、10dBi に加え、13dBi の条件を追加した

※2:共用検討では自由空間伝搬損失として試算（空中線高は試算パラメータに含まれない）

表 43　デジタル STL/TTL の帯域外電力[38]

スプリアス規定帯域	漏えい電力（送信機端）	
	規定値（dBm/MHz）	試算数値(dBm/MHz)
帯域端±50kHz	-9.6	-22.1
帯域端±150kHz	-20.6	-33.6
帯域端±3MHz	-30.6	-33.8
帯域端±5MHz	-40.6	-43.8
帯域端±10MHz 以上	-60.6	-60.8

注：送信電力スペクトル特性及び送受信ろ波特性の値による

■適用条件：

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、デジタル STL/TTL のスプリアス領域が支配的になることから、スプリアス電力（帯域端±150kHz）を適用した。

(3) 放送事業用ワイドバンド無線

放送事業用ワイドバンド無線における共用検討用諸元を、表 44 に示す[39]。

[37] 出典：同資料、参考資料 8　図 1

[38] 出典：同資料　参考資料 7　表 6、表 7

[39] 出典：資料 111-3-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 111 回会合）（平成 27 年 7 月 17 日開催）

表 44　放送事業用ワイドバンド無線 共用検討用諸元

項目＼局種等		基地受信	移動局	
			中継車	携帯
空中線電力		—（注）	50W 以下	5W 以下
周波数帯（TX）		160～170MHz（164～167MHz）		
占有周波数帯幅		100kHz		
不要発射の強度の許容値	帯域外領域（～250kHz）	2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値　（表 45 及び表 46 による）		
	スプリアス領域（250kHz～）	2.5μW 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値　（表 45 及び表 46 による）		
空中線利得		10.5dBi	2.14dBi	-0.85dBi
空中線高		50m	3m	1.5m
給電線及びフィルタ損失		1.7dB	1dB	0dB
等価受信帯域幅		120kHz		
想定外来雑音（許容干渉量）		-106.1dBm/MHz	-100.7dBm/MHz	
受信レベル		28.5dBμV(-84.5dBm)/120kHz（=-75.3dBm/MHz）		

注：本システムの基地受信は、受信専用となることから、被干渉の検討対象から除外

表 45　放送事業用ワイドバンド無線の帯域外電力(中継車)[40]

スプリアス規定帯域	漏えい電力（送信機端）		
	規定値（dBm/100kHz）	換算数値（dBm/MHz）	試算数値(dBm/MHz)
帯域端±150kHz	-13	-3	-3
帯域端±250kHz	-13	-3	-3
帯域端±1MHz	-13	-3	-23

注：送信電力スペクトル特性の値による（換算数値：10×log（1MHz／100kHz）=10dB、試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏えい電力を 20dB 低いとして試算

[40] 出典：同資料　参考資料 7　表 86

表 46　放送事業用ワイドバンド無線の帯域外電力(携帯)[41]

スプリアス規定帯域	漏えい電力（送信機端）		
	規定値（dBm/100kHz）	換算数値（dBm/MHz）	試算数値(dBm/MHz)
帯域端±150kHz	-23	-13	-13
帯域端±250kHz	-23	-13	-13
帯域端±1MHz	-23	-13	-33

注：送信電力スペクトル特性の値による（換算数値：10×log（1MHz／100kHz）=10dB、試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏えい電力を 20dB 低いとして試算

■適用条件：

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、放送事業用ワイドバンド無線のスプリアス領域が支配的になることから、スプリアス電力（帯域端±1MHz）を適用した。

(4)　ロボット用無線システム

ロボット用無線システムにおける共用検討用諸元を、表 47 に示す[42]。

表 47　ロボット用無線システム 共用検討用諸元

項目＼局種等		地上		上空
		制御側	ロボット側	ロボット側
空中線電力		1W 以下		10mW 以下
周波数帯（TX）		169MHz 帯		
占有周波数帯幅		300kHz		
隣接 CH 漏えい電力		-45dB(-15dBm)	-45dB(-15dBm)	-45dB(-35dBm)
不要発射の強度の許容値	帯域外領域	100μW（-10dBm）以下		
	スプリアス領域	50μW（-13dBm/100kHz）以下※		
空中線利得		5.12dBi		
空中線高		10m	3m	0～250m
給電線損失		1dB		0dB
許容干渉レベル		55dBμV/m		

[41] 出典：同資料　参考資料 7　表 87

[42] 出典：資料 116-1-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 116 回会合）（平成 28 年 3 月 22 日開催）

※：参照帯域幅は、次の一般則を参照し 100kHz とした（以降のシステムも同様）。
無線設備規則　別表第三号２(1)に規定される一般則（162.0375MHz を超え 335.4MHz 以下、1W 以下の場合）：帯域外領域=100μW 以下、スプリアス領域=50μW 以下（参照帯域幅=100kHz（スプリアス領域の周波数：30MHz を超え 1GHz 以下））

■適用条件：
・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、ロボット用無線システムのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアスの電力を適用した。

(5) 公共業務用無線システム

公共業務用無線システムにおける共用検討用諸元を、表 48 に示す[43]。

表 48　公共業務用無線 共用検討用諸元

局種等 / 項目	移動局
空中線電力	1W 以下
周波数帯	169MHz 帯
占有周波数帯幅	16kHz
不要発射の強度の許容値	帯域外：100μW（0dBm/MHz）
空中線利得	2.14dBi
空中線高（検討モデル）	2m
給電線損失	0dB
許容干渉レベル	-127dBm/16kHz（=-109dBm/MHz）

■適用条件：
・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、公共業務用無線システムのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアスの電力を適用した。

(6) 広帯域テレメータシステム

広帯域テレメータシステムにおける共用検討用諸元を、表 49 に示す[44]。

[43] 出典：資料 116-1-2、情報通信審議会 情報通信技術分科会資料（第 116 回会合）（平成 28 年 3 月 22 日開催）
[44] 出典：北海道総合通信局　テレメータ・テレコントロールの高度利用に関する調査検討報告書（平成 28 年 1 月）

表 49　広帯域テレメータシステム 共用検討用諸元

項目＼局種等		計測用	騒音用
空中線電力		1W 以下	0.03W 以下
周波数帯		169MHz 帯	
占有周波数帯幅		400kHz	30kHz
受信帯域幅		400kHz	30kHz
隣接 CH 漏えい電力		-45dB（-15dBm）以下	-45dB（-30.2dBm）以下
不要発射の強度の許容値	帯域外領域	100μW（-10dBm）以下	
	スプリアス領域	50μW（-13dBm/100kHz）以下※1	
空中線利得（送受信）		0dBi	
空中線高		5m※2	
給電線損失		0dB	
許容干渉レベル		55dBμV/m （-66.8dBm/400kHz）	55dBμV/m （-66.8dBm/30kHz）

※1：参照帯域幅は、前述のシステムと同様に 100kHz とした（スプリアス領域の周波数：30MHz を超え 1GHz 以下）

※2：利用形態（試験場等の特定の場所において自動車や建設機械等に設置）を鑑み、空中線高を 5m とした

■適用条件：

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、広帯域テレメータシステムのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアスの電力を適用した。

（7）補聴援助用ラジオマイク

補聴援助用ラジオマイクにおける共用検討用諸元を、表 50 に示す[45]。

[45] 出典：資料 46-1-2、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 19 年 1 月 24 日）

表 50　補聴援助用ラジオマイク 共用検討用諸元

項目＼局種等		ワイド方式	ナロー方式
空中線電力		10mW	
周波数帯		169MHz 帯	
占有周波数帯幅		80kHz	30kHz
隣接 CH 漏えい電力		125kHz 離調にて-60dB （-50dBm）（±40kHz 幅）	50kHz 離調にて-60dB （-50dBm）（±15kHz 幅）
不要発射の強度の許容値	帯域外領域	2.5μW（-26dBm）	
	スプリアス領域	2.5μW（-26dBm/100kHz）※1	
空中線利得（送受信）		2.14dBi	
空中線高		2m※2	
給電線損失		0dB	
所要 S/N		25dB	
所要 D/U		10dB	
許容干渉レベル		屋外/屋内　：　-124.2dBm/30kHz（=-109dBm/MHz） 屋内同士　：　-53.2dBm/30kHz※3	

※1：参照帯域幅は、前述のシステムと同様に 100kHz とした（スプリアス領域の周波数：30MHz を超え 1GHz 以下）

※2：利用形態を鑑み、空中線高を 2m とした

※3：屋内同士の共用検討条件については、過去の委員会報告書[46]より、諸条件を以下のように類推した：

・許容干渉レベル：補聴援助用ラジオマイクの最低受信レベル（最大通信距離（30m）の受信レベル）に対して、所要 D/U=10dB だけ低いレベル（送受信距離による電界強度の測定結果より、許容干渉レベル＝-53.2dBm/30kHz）。

・最悪条件：公共業務用無線システムを参考に、-124.2dBm/30kHz（=-109dBm/MHz）（ただし、建物の遮蔽損失を含まず））

■適用条件：

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、補聴援助用ラジオマイクのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアスの電力を適用した。

[46] 出典：同資料　参考資料 7、図 7-1

３　上側隣接システム

V-High 帯の上側隣接システムの諸元等については、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を進めることとした。

(1)　航空無線航行システム

航空無線航行システムにおける共用検討用諸元を、表 51 に示す[47]。

表 51　航空無線航行システム 共用検討用諸元

項目＼局種等		航空局	航空機局
空中線電力（搬送波電力）※1		400W(100W)以下	40W(10W)以下
周波数帯（TX）		225MHz～　(検討：222MHz～)※2	
占有周波数帯幅		6kHz	
隣接 CH 漏えい電力		ー	
不要発射の強度の許容値	帯域外領域	ー	
	スプリアス領域※3	-60dB 以下 (-10dBm/100kHz 以下)	-60dB 以下 (-20dBm/100kHz 以下)
空中線利得		2dBi	
空中線高		30m※4	ー
給電線損失		0dB	
受信感度		-103dBm	
所要 S/N		10dB	
許容干渉レベル		-115dBm/6kHz（=-92.8dBm/MHz）	

※1：搬送波電力＝送信電力（ピーク）÷4

※2：本検討では、現状の周波数割当てを踏まえ、周波数帯を「222MHz～」として進めることとした

※3：基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値とし、参照帯域幅は、無線設備規則別表第三号 2(1)に規定される一般則を参照し 100kHz とした（スプリアス領域の周波数：30MHz を超え 1GHz 以下）

※4：空中線高は、航空局 30m（給電線損失なし）の条件で試算し、上空の場合は、空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した(自由空間伝搬損失式を適用)

■適用条件：

[47] 出典：マルチメディア放送システムの共用検討に係る調査検討会作業部会 TG2 報告（平成 21 年 3 月 18 日）

・VHF-IoT との共用検討において、VHF-IoT への与干渉電力については、両システムの周波数関係により、航空無線航行システムのスプリアス領域が支配的になることから、スプリアスの電力を適用した。

参考資料３　公共 BB と上側隣接システムとの共用検討

公共 BB とシステムと上側隣接システム（航空無線航行システム）との間で共用検討を行い、以下の結果を得た。

１　公共 BB が与干渉の場合の航空無線航行システムとの共用条件

公共 BB が与干渉の場合について、以下の上側隣接システムとの所要離隔距離を示す。

【検討対象システム（被干渉）】

① 航空無線航行システム

１．１　共用検討の考え方

(1)　航空無線航行システムのバンドに最も近い、公共 BB の 9CH と、222MHz(バンドエッジ)との共用検討を実施した。

(2)　公共 BB から航空無線航行システムへの干渉電力は、不要発射の強度の許容値が支配的になることから、隣接システムについては、当該干渉電力によって共用検討する考え方とした。

(3)　公共 BB からの与干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さらに 30dB 減衰させることとした（移動局及び携帯局に対して、フィルタの実装形態等を踏まえ、基地局：-55dBm/100kHz、基地局以外：-60dBm/100kHz に相当する）。

(4)　所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失）。

(5)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、公共 BB の空中線利得が最大値（10dBi）の場合が最大値（最悪条件）となる。（なお、例えば、公共 BB の移動局や携帯局（上空）において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、8dB のマージンを有することに相当する。）

本検討では、空中線利得：2dBi(無指向性)を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

１．２　共用検討モデル

図 24 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

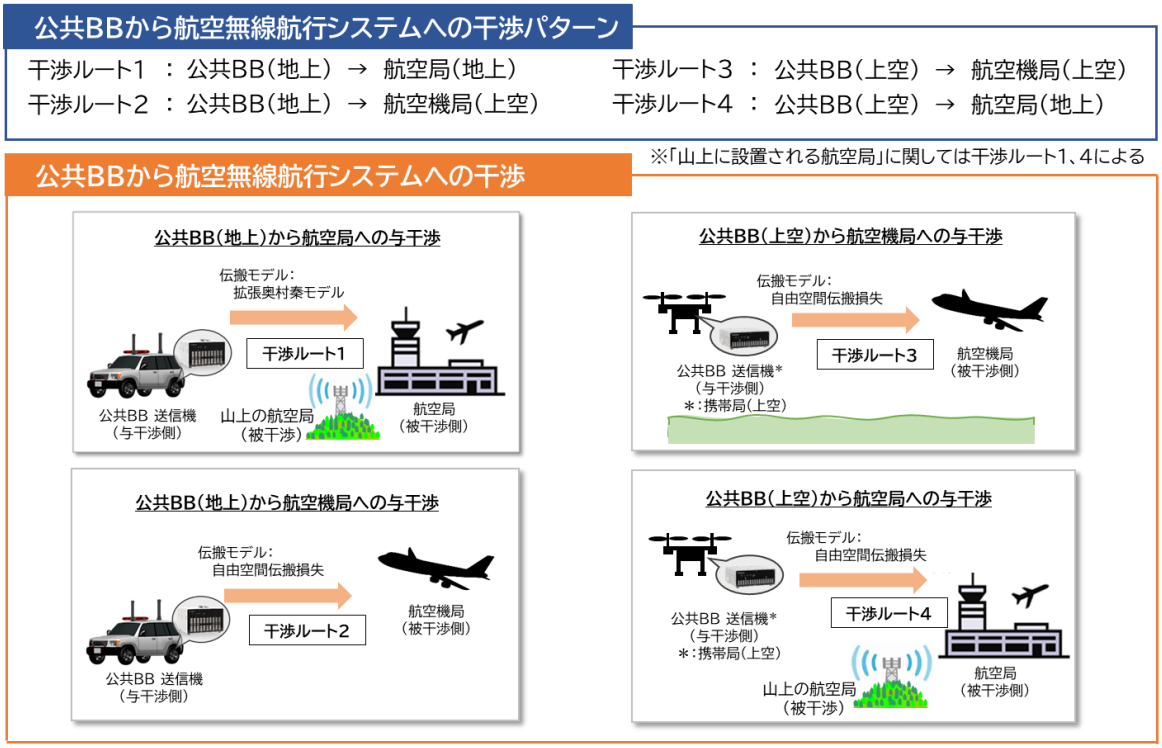


図 24　公共 BB が与干渉の場合の航空無線航行システムとの共用検討モデル

1．3　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、公共 BB が与干渉の場合の航空無線航行システムとの所要離隔距離の試算を行った結果を、表 52 及び表 53 に示す。

表 52　所要離隔距離の試算結果（被干渉：航空無線航行システム（航空局））

与干渉：公共 BB			被干渉：航空無線航行システム 航空局（地上）		伝搬モデル	干渉ルート#
局種等			空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※		
基地局			10	67	拡張奥村秦式	#1
移動局	可搬型基地局		10	47	拡張奥村秦式	#1
	可搬型基地局以外		10	47	拡張奥村秦式	#1
			2	<1		
携帯局(上空)			10	47	自由空間伝搬損失	#4
			2	19		

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（基地局：-55dBm/100kHz、基地局以外：-60dBm/100kHz）

注：所要離隔距離 が 1m 未満は、“<1”として表記した

表 53　所要離隔距離の試算結果（被干渉：航空無線航行システム（航空機局））

与干渉：公共 BB			被干渉：航空無線航行システム 航空機局（上空）	伝搬モデル	干渉ルート#
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m] ※		
基地局		10	67	自由空間伝搬損失	#2
移動局	可搬型基地局	10	47	自由空間伝搬損失	#2
	可搬型基地局以外	10	47	自由空間伝搬損失	#2
		2	19		
携帯局(上空)		10	47	自由空間伝搬損失	#3
		2	19		

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（基地局：-55dBm/100kHz、基地局以外：-60dBm/100kHz）

１．４　公共 BB（地上）から山上に設置される航空局への影響について

公共 BB（地上）から山上に設置される航空局に対する干渉モデル（干渉ルート 1）の概要を図 25 に、所要離隔距離の試算結果を表 54 に示す。

表 54　所要離隔距離の試算結果（被干渉：航空無線航行システム（航空局@山上））

与干渉：公共 BB			被干渉：航空無線航行システム 航空局（山上）	伝搬モデル	干渉ルート#
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※		
基地局		10	67	拡張奥村秦モデル	#1
移動局	可搬型基地局	10	47	拡張奥村秦モデル	#1
	可搬型基地局以外	10	47	拡張奥村秦モデル	#1
		2	<1		

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（基地局：-55dBm/100kHz、基地局以外：-60dBm/100kHz）

注：所要離隔距離 が 1m 未満は、“<1”として表記した。

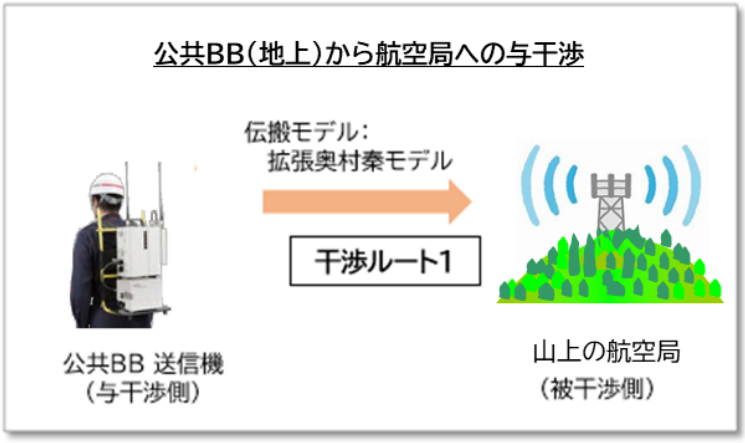


図 25　公共 BB（地上）から山上の航空局への干渉モデル（干渉ルート 1）

２．　公共 BB が被干渉の場合の航空無線航行システムとの共用条件

公共 BB と航空無線航行システム(占有周波数帯幅：6kHz)との共用条件については、過去の委員会報告書[48]により、狭帯域システムの与干渉による、公共 BB への影響は比較的小さく、事実上影響は受けないことから、共用が可能と考えられる。

【委員会報告書 抜粋】
第２章 周波数共用条件
2.3 隣接システムとの共用検討
(1)下側隣接システムとの共用検討の概要
(b)被干渉
干渉検討したシステムにおいて、最も占有帯域幅の広い広帯域テレメータにおいても占有帯域幅が 400kHz であり、干渉検討したシステムいずれも、公共ブロードバンド移動通信システムと比較して狭帯域のシステムといえる。これらのシステムの帯域外領域とスプリアス領域の境界は帯域幅の 2.5 倍と考えると最大 1MHz であり、周波数差が 1MHz 以上あれば、下側隣接システムからの公共ブロードバンド移動通信システムの被干渉は何れもスプリアス領域における干渉となる。
ここで、狭帯域システムのスプリアス不要輻射は一般的に狭帯域となり、公共ブロードバンド移動通信システムとして OFDM 方式を想定すれば、公共ブロードバンド移動通信システムが受ける被干渉は狭帯域干渉となり、その影響は比較的小さいと考えられる。また、公共ブロードバンド移動通信システムがシングルキャリア方式であった場合に関しては、被干渉の影響が OFDM 方式と同程度になることを条件に共用可能と想定される。

[48] 出典:資料 72-1-2、pp.25-26　情報通信審議会 情報通信技術分科会報告（第 72 回会合）（2010 年 3 月 30 日開催）

なお、所定の共用条件をもとに、公共 BB と航空無線航行システムとの所要離隔距離の試算を参考として行った。以下に試算条件及び試算結果を示す。

【参考】

(1) 共用検討の考え方

ア 航空無線航行システムのバンドに最も近い、公共 BB の 9CH と、222MHz(バンドエッジ)との共用検討を行った。

イ 図 26 に示す共用検討モデル（干渉ルート 1～4）により、干渉検討を行った。

ウ 所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。また、本検討では、公共 BB の移動局及び携帯局において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性)）を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

(2) 共用検討モデル

図 26 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

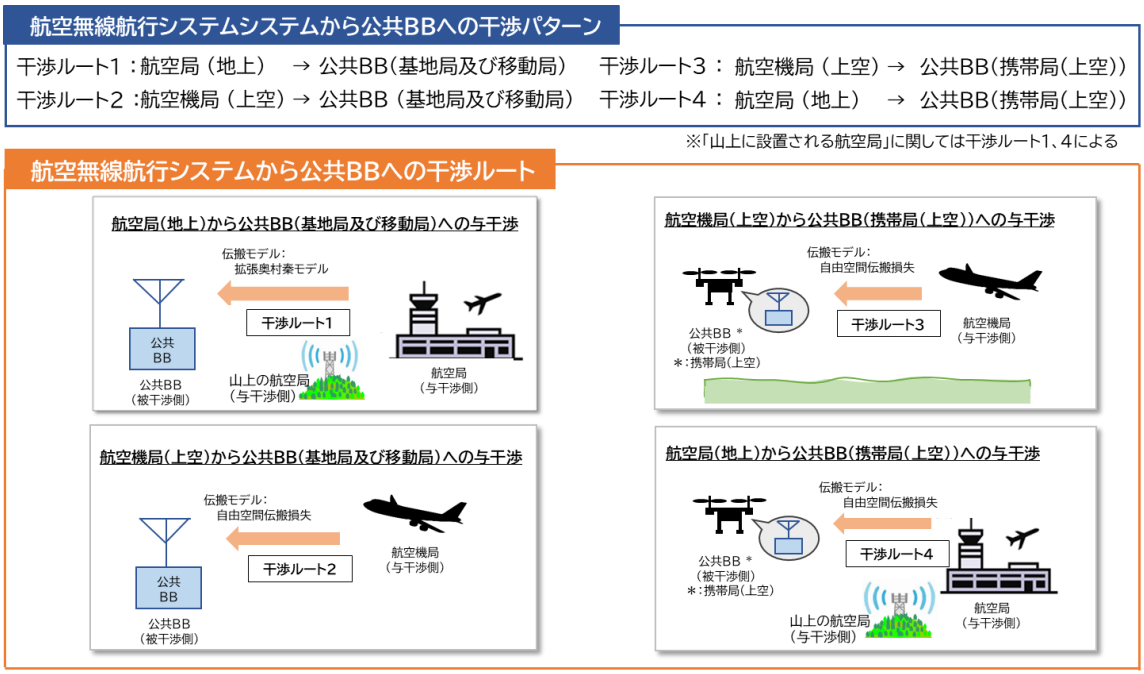


図 26　公共 BB が被干渉の場合の航空無線航行システムとの共用検討モデル

(3) 共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、所要離隔距離の試算を行った結果を、表 55 及び表 56 に示す。

表 55　所要離隔距離の試算結果（与干渉：航空無線航行システム（航空局））

被干渉：公共 BB			与干渉：航空無線航行システム 航空局(地上)	伝搬モデル	干渉ルート#
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]		
基地局		10	10,500	拡張奥村秦式	#1
移動局	可搬型基地局	10	2,800	拡張奥村秦式	#1
		2	1,700		
	可搬型基地局以外	10	2,300	拡張奥村秦式	#1
		2	1,400		
携帯局(上空)		10	69,300	自由空間伝搬損失	#4
		2	27,600		

表 56　所要離隔距離の試算結果（与干渉：航空無線航行システム（航空機局））

被干渉：公共 BB			与干渉：航空無線航行システム 航空機局(上空)	伝搬モデル	干渉ルート#
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]		
基地局		10	17,400	自由空間伝搬損失	#2
移動局	可搬型基地局	10	21,900	自由空間伝搬損失	#2
		2	8,800		
	可搬型基地局以外	10	21,900	自由空間伝搬損失	#2
		2	8,800		
携帯局(上空)		10	21,900	自由空間伝搬損失	#3
		2	8,800		

参考資料４　VHF-IoT のキャリアセンスレベルの検討

920MHz 帯陸上移動局の技術的条件（キャリアセンスレベル：-80dBm）を参考に、VHF-IoT におけるキャリアセンスレベルを検討するにあたり、VHF-IoT 間の所要離隔距離の試算による評価を行った。

１　下側帯域

VHF-IoT（下側帯域）のユースケースならびに空中線等の技術的条件に基づき、図 27 に示す組み合わせについて、VHF-IoT（下側帯域）間の所要離隔距離の試算を行った。

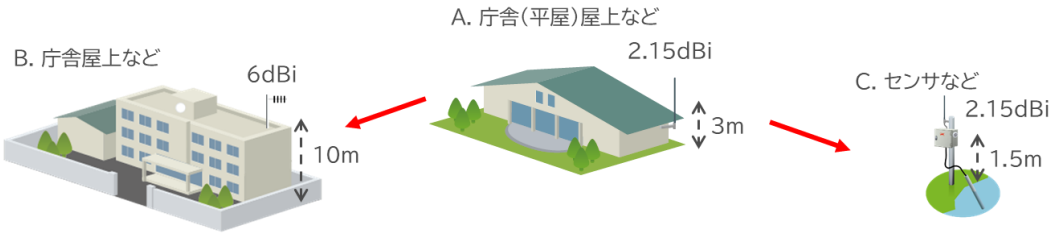


図 27　VHF-IoT（下側帯域）の検討モデル

920MHz 帯陸上移動局の技術的条件（キャリアセンスレベル：-80dBm）を参考に、200kHz 単位チャネル、最大空中線電力での、VHF-IoT（下側帯域）間の所要離隔距離の試算結果を表 57 に示す。この結果より、各ユースケースならびに VHF 帯運用における置局密度等を勘案し、共用可能であることを確認した。

表 57　VHF-IoT（下側帯域）間の所要離隔距離（キャリアセンスレベル：-80dBm）

検討条件	A→B	A→C
① 送信空中線電力 [dBm]	24	24
② 送信：空中線利得 [dBi]	2.15	2.15
③ 受信：空中線利得 [dBi]	6	2.15
④ キャリアセンスレベル [dBm/200kHz]	-80	
⑤ 隣接チャネル漏えい電力 [dBc]	隣接チャネル：-20、次隣接チャネル：-35	
⑥ 不要発射 EIRP [dBm/200kHz]	-27	
閾値を満足する伝搬損失 [dB]	A→B	A→C
主波 = ①+②+③-④	112.15	108.3
隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	92.15	88.3
次隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	77.15	73.3
3 以上離れたチャネル = ⑥+③-④	59	55.15
所要離隔距離 [m]	A→B 拡張秦(郊外)	A→C 拡張秦(郊外)
主波	1,400	430
隣接チャネル	360	120
次隣接チャネル	140	73
3 以上離れたチャネル	59	47

2　上側帯域

VHF-IoT（上側帯域）のユースケースならびに空中線等の技術的条件に基づき、図 28 に示す組み合わせについて、VHF-IoT（上側帯域）間の所要離隔距離の試算を行った。

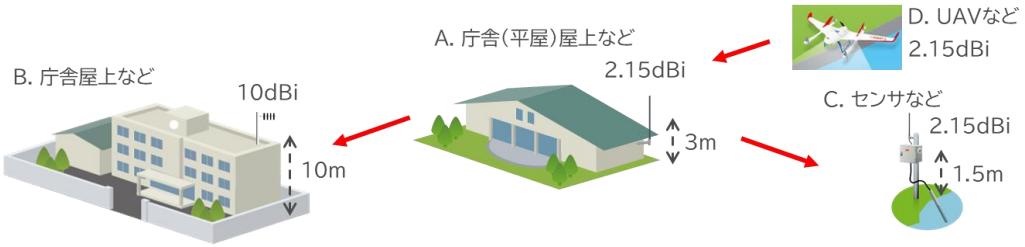


図 28　VHF-IoT（上側帯域）の検討モデル

下側帯域と同様、920MHz 帯陸上移動局の技術的条件（キャリアセンスレベル-80dBm）を参考に、200kHz 単位チャネル、最大空中線電力での、VHF-IoT（上側帯域）間の所要離隔距離の試算結果を表 57 に示す。空中線電力・利得が大きいことに加え、上空利用が可能な帯域であることから、同一の閾値では所要離隔距離が長く、システム共用が困難なケースを確認した。

表 58　VHF-IoT（上側帯域）間の所要離隔距離（キャリアセンスレベル：-80dBm）

検討条件	A→B	A→C	D→A
① 送信空中線電力 [dBm]	37	37	30
② 送信：空中線利得 [dBi]	2.15	2.15	2.15
③ 受信：空中線利得 [dBi]	10	2.15	2.15
④ キャリアセンスレベル [dBm/200kHz]	-80		
⑤ 隣接チャネル漏えい電力 [dBc]	隣接チャネル：-20、次隣接チャネル：-35		
⑥ 不要発射 EIRP [dBm/200kHz]	-27		
閾値を満足する伝搬損失 [dB]	A→B	A→C	D→A
主波 = ①+②+③-④	129.15	121.3	114.3
隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	109.15	101.3	94.3
次隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	94.15	86.3	79.3
3 以上離れたチャネル = ⑥+③-④	63	55.15	55.15
所要離隔距離 [m]	A→B 拡張秦(郊外)	A→C 拡張秦(郊外)	D→A 自由空間伝搬
主波	3,500	870	57,000
隣接チャネル	930	240	5,700
次隣接チャネル	350	96	1,100
3 以上離れたチャネル	63	44	63

下側帯域との諸元比較（空中線電力及び空中線利得の増加分：約 15dB）を考慮し、上側帯域キャリアセンスレベルを-65dBm（=-80dBm+15dB）とした場合の、所要離隔距離を試算した結果を表 59 に示す。この結果より、地上局は下側帯域と同等となり、共用可能であることを確認した。また、上空局も主波の影響は避けられないが、隣接チャネル以降では共用可能であることを確認した。

表 59　VHF-IoT（上側帯域）間の所要離隔距離（キャリアセンスレベル：-65dBm）

検討条件	A→B	A→C	D→A
① 送信空中線電力 [dBm]	37	37	30
② 送信：空中線利得 [dBi]	2.15	2.15	2.15
③ 受信：空中線利得 [dBi]	10	2.15	2.15
④ キャリアセンスレベル [dBm/200kHz]	-65		
⑤ 隣接チャネル漏えい電力 [dBc]	隣接チャネル：-20、次隣接チャネル：-35		
⑥ 不要発射 EIRP [dBm/200kHz]	-27		
閾値を満足する伝搬損失 [dB]	A→B	A→C	D→A
主波 = ①+②+③-④	114.15	106.3	99.3
隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	94.15	86.3	79.3
次隣接チャネル = ①+②+③-④+⑤	79.15	71.3	64.3
3 以上離れたチャネル = ⑥+③-④	48	40.15	40.15
所要離隔距離 [m]	A→B 拡張秦(郊外)	A→C 拡張秦(郊外)	D→A 自由空間伝搬
主波	1,300	330	10,000
隣接チャネル	350	96	1,000
次隣接チャネル	140	66	180
3 以上離れたチャネル	27	11	12

参考資料５　VHF-IoT の送信時間制限の検討

920MHz 帯陸上移動局の技術的条件（400ms 以内の送信時間制限など）を参考に、VHF-IoT における送信時間制限を検討するにあたり、VHF-IoT の想定ユースケースの整理及び IEEE 802.15.4-2020 SUN FSK での試算に基づく評価を行った。

本検討では、IEEE 802.15.4-2020 において定義されている SUN FSK 及び SUN OFDM に、IEEE 802.15.4aa-2022 で新たに規定されたチャネル間隔及び変調パラメータを追加し、V-High 帯へ拡張したものを基本としており、検討対象とした無線チャネル幅と伝送速度の関係を表 60 に、無線チャネル幅とユースケースの整理結果を表 61 に示す。

表 60　検討対象とした無線チャネル幅と伝送速度の関係

同時使用する単位チャネル数		1	2	3	4	5	6
無線チャネル幅		200kHz	400kHz	600kHz	800kHz	1,000kHz	1,200kHz
伝送速度 [kbps]	SUN FSK	4.8	100	200	―	400	―
		10	150	300		600	
		20	200				
		40	300				
		50					
		100					
		150					
	SUN OFDM	12.5	25	―	600	―	1,200
		25	50		1,200		2,400
		50	100				
		100	200				
		150	300				
		200	400				
		300	600				

表 61　無線チャネル幅とユースケースの整理

無線 チャネル幅	ユースケース	
	タイプ	例
200kHz	少量･間欠的データ通信	データの発生が定期的又は間欠的な数値情報の送信 ● センサによる監視・管理（水位計によるテレメトリングなど） ● 部隊運用（位置情報、文字情報の伝達）
200kHz	大容量データ通信（最大ペイロード※パケットを用いて効率的通信が可能なユースケース）	高頻度な数値情報・画像（低解像度）・映像（超低解像度）の送信 ● センサによる監視・管理（画像による河川監視など） ● 部隊運用（周辺画像情報の伝達）
400kHz		画像（中解像度）・映像（低解像度）の送信 ● センサによる監視・管理（映像を用いた機械設備の監視など） ● 部隊運用（周辺映像情報の伝達） ● UAV 等の機械制御（ビデオデータならびに機体制御データの伝達）
600kHz 以上		画像（高解像度）・映像（中解像度）の送信

※：パケット内のヘッダを除く実データのサイズ

これらに基づき、VHF-IoT の送信時間制限については、920MHz 帯陸上移動局における技術的条件の VHF-IoT への適用妥当性を検討することによる整理とした。具体的には以下の検討を行った。

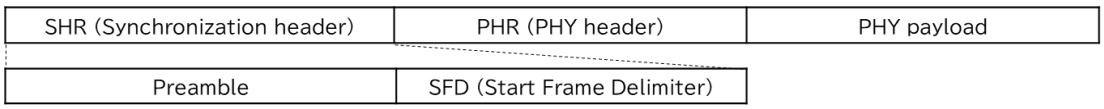
- 少量・間欠的データ通信と大容量データ通信を用いるユースケースに分類し、以下の試算を実施することで、送信時間制限の適用妥当性を評価した。
  - 画像・映像データ等、多量のデータを効率的に送信可能であるかを確認するため、VHF-IoT パケットの最大ペイロード（2,047bytes）送信に要する送信時間を試算した。
  - 高受信感度化による長距離通信を目的とした低伝送速度通信では、400ms の送信時間制限内にユースケースで想定されるペイロードサイズを送信可能であるかを試算した。
- VHF-IoT 同士の共用にあたり、送信を終えた無線局が次の送信を開始する前に、別の無線局が送信を開始できるだけの休止時間の試算を実施した。

大容量データ通信ユースケースの検討に際し、SUN FSK で SUN の物理層最大ペイロード(2,047bytes)を送信する際のパケットサイズを表 62 に示す。

表 62　SUN FSK における最大ペイロードを送信する際のパケットサイズ

パケットサイズ [octets]				
SHR		PHR	Max PHY payload size	Total size
Preamble	SFD			
4 ～ 64	2	2	2,047	2,055(最短) ～ 2,115(最長)

[参考] SUN FSK のパケット構造 (IEEE 802.15.4-2020 Figure 19-1 及び Figure 19-3)



このパケットサイズに対し、1 つの単位チャネルから構成される無線チャネルを用いた場合の、各伝送速度における送信時間を表 63 に示す。この結果から、50kbps※以上を用いれば 400ms の送信時間制限内に最大ペイロードを送信完了可能であり、大容量データ通信ユースケースで利用可能であることを確認した。

表 63　各伝送速度における最大ペイロードを送信する際の送信時間

伝送速度 [kbps]	4.8	10	20	40	50	100	150
最短送信時間 [ms]	3,425	1,644	822	411	328.8	164.4	109.6
最長送信時間 [ms]	3,525	1,692	846	423	338.4	169.2	112.8

※：送信時間の試算では SUN FSK のパケット構造のみを参照したが、SUN OFDM はパケットヘッダが SUN FSK よりも短いため、同様に 50kbps 以上を用いれば送信時間制限内に送信を完了可能であると考えられる。

少量・間欠的データ通信ユースケースの検討にあたり、ネットワーク各階層におけるパケット送信のためのオーバヘッドを表 64 に、各伝送速度における 400ms で送信可能なアプリケーションペイロード（正味のデータ）サイズの試算結果を表 65 に示す。この結果より、多くの少量・間欠的データ通信ユースケースで送信される位置情報データのサイズは、精度要件により 50～80bytes の範囲となるため、最低伝送速度が 4.8kbps、パケット送信に伴うオーバヘッドが最大の最悪ケースでも 400ms 以内に位置情報データを 1 つ送信可能であり、時間的公平性を鑑みて大容量データ通信ユースケースと同様の送信時間制限を踏襲しても、少量・間欠的データ通信ユースケースに問題が発生しないことを確認した。

表 64　ネットワーク各階層におけるパケット送信のためのオーバヘッド

オーバヘッド [bytes]				
PHY	MAC(Long/Short address)	Network (IPv4/IPv6)	Session (TCP/UDP)	Total
8～68	11～23	20～40	8～20	47（最小）～151（最大）

表 65　各伝送速度における 400ms で送信可能なアプリケーションペイロード

伝送速度[kbps]	4.8	10	20	40
400ms 以内に送信可能なデータ[bytes]	240	500	1,000	2,000
送信可能なアプリケーションペイロード [最大値 bytes]	193	453	953	1,953
送信可能なアプリケーションペイロード [最小値 bytes]	89	349	849	1,849

VHF-IoT 同士の共用にあたり、送信を終えた無線局が次の送信を開始する前に、別の無線局が送信を開始できるだけの休止時間の規定が必要である。図 29 に示す検討モデルにしたがい、休止時間 ≧ キャリアセンス時間 + 1ms (Rx-to-Tx turnaround time)となるよう 920MHz 帯陸上移動局における技術的条件（休止時間：2ms）を踏襲する整理とした。ただし、同一無線局が送信後に連続して通信することを防ぎ、他の無線局に公平に通信機会を与えるよう、920MHz 帯における送信時間 6ms 以下の場合の休止時間を不要とする規定は設けない整理とした。

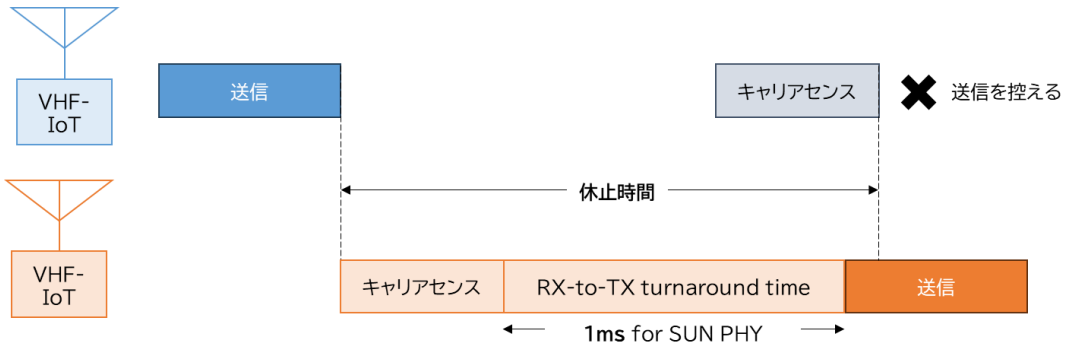


図 29　VHF-IoT の休止時間検討モデル

参考資料６　VHF-IoT の帯域外電力に関する検討

VHF-IoT の無線局が送信する電波の、「スプリアス領域（～160MHz、230MHz～）における不要発射の強度」及び、「隣接チャネル漏えい電力」に係る検討結果を示す。

１　検討の考え方

（1）スプリアス領域（～160MHz、230MHz～）における不要発射の強度の許容値

共用検討を行っている隣接システムの帯域以外の、スプリアス領域（～160MHz、230MHz～）における不要発射の強度の許容値について、既存の法令等を参考に、VHF-IoT としての要件を検討する考え方とした。

（2）隣接チャネル漏えい電力

OFDM の社会実装・普及による VHF-IoT の多様なユースケースへの対応等を見据え、装置の実証評価結果を踏まえた量産性の観点、ならびに、他の自営システムの規定等を参考に、空中線電力値ごとに規定する考え方とした。

２　検討結果

（1）スプリアス領域（～160MHz、230MHz～）における不要発射の強度の許容値

FSK 及び OFDM に係る参照法令を、表 66 に示す。FSK については一般則（別表第 3 号の 2）を、OFDM については、多重伝送路に対する規格（無線設備規則　別表第 3 号の 4）を準用することが望ましいと考えられる。

表 66　FSK 及び OFDM に係る参照法令

変調方式 又は 多重方式	参照法令	
	規定 （無線設備規則　第 7 条関係）	スプリアス領域における不要発射の 強度の許容値※
変調方式 FSK	● 別表第 3 号の 2 基本周波数帯：162.0375 を超え 335.4MHz 以下	● 空中線電力が 1W を超え 50W 以下： 基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値（5W 出力で-23dBm 以下） ● 空中線電力が 1W 以下： 50μW 以下（-13dBm 以下）
多重方式 OFDM	● 別表第 3 号の 4 基本周波数帯：30MHz を超え 470MHz 以下(多重通信路)	● 空中線電力が 1W を超え 25W 以下： 25μW 以下（-16dBm 以下） ● 空中線電力が 1W 以下： 50μW 以下（-13dBm 以下）

※：参照帯域幅は、無線設備規則別表第 3 号の 2（2）に規定する値を準用（下表参照）

表 67　参照帯域幅の規定

スプリアス領域の周波数帯	参照帯域幅
9kHz ＜ f ≦ 150kHz	1kHz
150kHz ＜ f ≦ 30MHz	10kHz
30MHz ＜ f ≦ 1GHz	100kHz
1GHz ＜ f	1MHz

以上の参照法令をもとに検討した、周波数帯と不要発射の強度の許容値の関係を、表 68 に示す。ここでは、隣接周波数帯も併記した（ただし、干渉抑圧フィルタの減衰量は含まず）。

表 68　VHF-IoT における不要発射の強度の許容値

周波数範囲		不要発射の強度の許容値	
		FSK	OFDM
9kHz～150kHz		-23dBm/1kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/1kHz 以下）	-16dBm/1kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/1kHz 以下）
150kHz～30MHz		-23dBm/10kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/10kHz 以下）	-16dBm/10kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/10kHz 以下）
30MHz～160MHz		-23dBm/100kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/100kHz 以下）	-16dBm/100kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/100kHz 以下）
隣接システム周波数帯	160MHz～170MHz	-30dBm/100kHz（EIRP）以下	
	177.5MHz～17.5MHz	-30dBm/100kHz（EIRP）以下	
	222MHz～230MHz	-30dBm/100kHz（EIRP）以下	
230MHz～1GHz		-23dBm/100kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/100kHz 以下）	-16dBm/100kHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/100kHz 以下）
1GHz～		-23dBm/MHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/1MHz 以下）	-16dBm/MHz 以下 （ただし、空中線電力が 1W 以下については-13dBm/1MHz 以下）

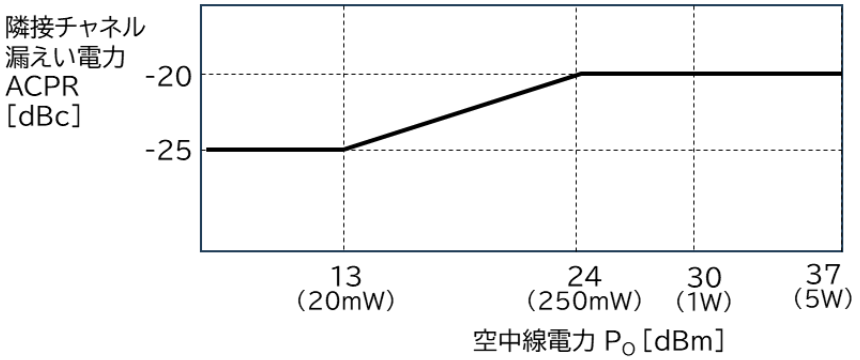
（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

(2) 隣接チャネル漏えい電力

装置の実証評価結果を踏まえた量産性の観点、ならびに、他の自営システムの規定等を参考に、空中線電力ごとに検討した、VHF-IoT の隣接チャネル漏えい電力の仕様を、表 69 に示す。

表 69　VHF-IoT の隣接チャネル漏えい電力

項　目	仕　様
隣接チャネル 漏えい電力	空中線電力が 20mW 以下：-25dBc 以下 空中線電力が 20mW 超から 250mW 以下：定義式（下図）による 空中線電力が 250mW を超える場合：-20dBc 以下
次隣接チャネル 漏えい電力	-35dBc 以下



● 隣接チャネル漏えい電力(ACPR)の定義式:

$$ACPR[dBc]=\begin{cases} -25\text{以下} & : P_o \leqq 13\text{dBm} \\ (5/11)(P_o-13)-25\text{以下} & : 13 < P_o \leqq 24\text{dBm} \\ -20\text{以下} & : 24\ \text{dBm} < P_o \end{cases}$$

図 30　空中線電力と隣接チャネル漏えい電力の関係（VHF-IoT）

参考資料７　VHF-IoT と下側及び上側隣接システムとの共用検討

VHF-IoT とシステムと下側及び上側隣接帯域を使用する他の無線システム（以下「隣接システム」という。）との共用検討を行い、以下の結果を得た。

１　VHF-IoT が与干渉の場合の下側隣接システムとの共用条件

VHF-IoT が与干渉の場合について、以下の下側隣接システムとの共用検討結果（所要離隔距離）を示す。

【検討対象システム（被干渉)】

① 放送事業用連絡用無線システム　⑤ 公共業務用無線システム
② デジタル STL/TTL　⑥ 広帯域テレメータシステム
③ 放送事業用ワイドバンド無線　⑦ 補聴援助用ラジオマイク
④ ロボット用無線システム

１．１　共用検討の考え方

(1)　下側隣接システムのバンドエッジ（170MHz）との共用検討を実施した。
(2)　VHF-IoT から下側隣接システムへの干渉電力は、不要発射の強度の許容値が支配的になることから、隣接システムについては、当該干渉電力(-30dBm/100kHz(EIRP)、空中線利得を含む）によって共用検討する考え方とした。
(3)　VHF-IoT からの与干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さらに 40dB 減衰させることとした（移動局及び携帯局に対して、フィルタの実装形態等を踏まえ、-70dBm/100kHz(EIRP)に相当する)。
(4)　所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失)。
(5)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、VHF-IoT の空中線利得が最大値（下側帯域：6dBi）の場合が最大値（最悪条件）となる。(なお、例えば、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性)）を考慮した場合は、4dB のマージンを有することに相当する。)

本検討では、VHF-IoT において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性))を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

１．２　共用検討モデル

図 31～図 37 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

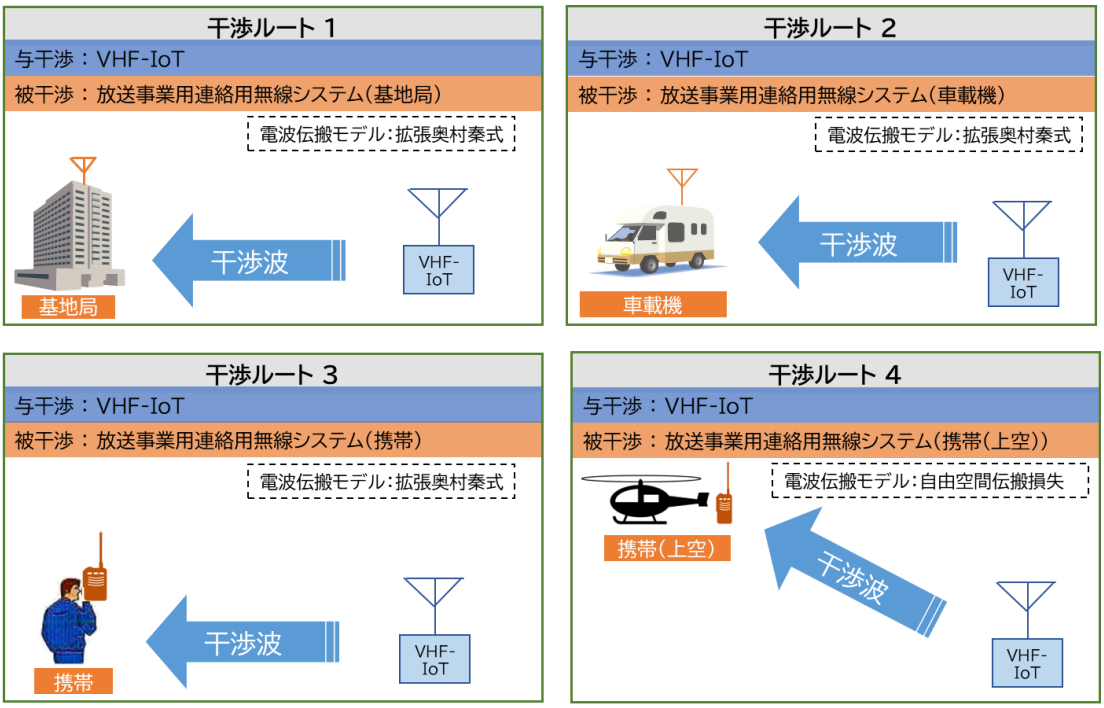


図 31　VHF-IoT が与干渉の場合の放送事業用連絡用無線システムとの共用検討モデル

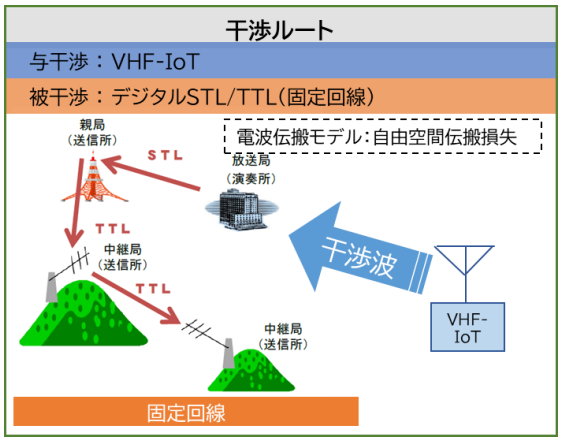


図 32　VHF-IoT が与干渉の場合のデジタル STL/TTL との共用検討モデル

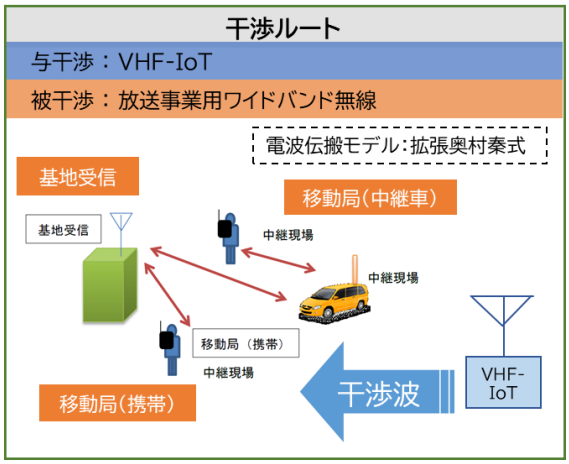
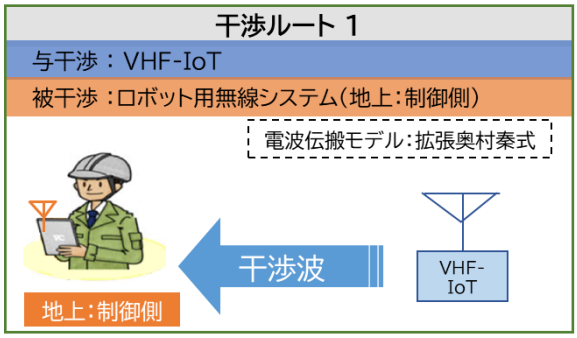
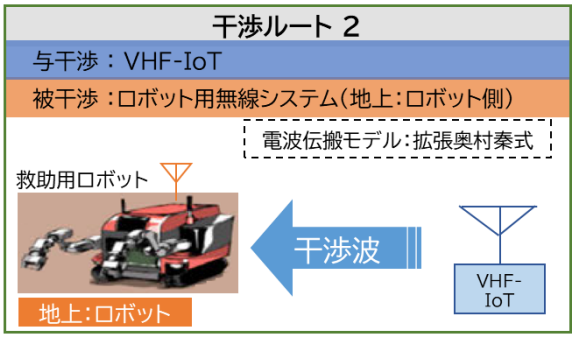


図 33　VHF-IoT が与干渉の場合の放送事業用ワイドバンド無線との共用検討モデル





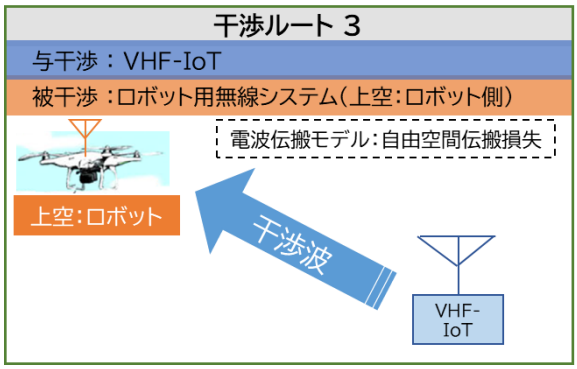


図 34　VHF-IoT が与干渉の場合のロボット用無線システムとの共用検討モデル

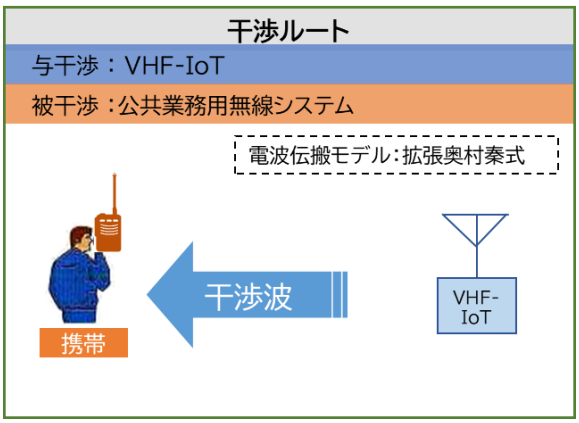


図 35　VHF-IoT が与干渉の場合の公共業務用無線システムとの共用検討モデル

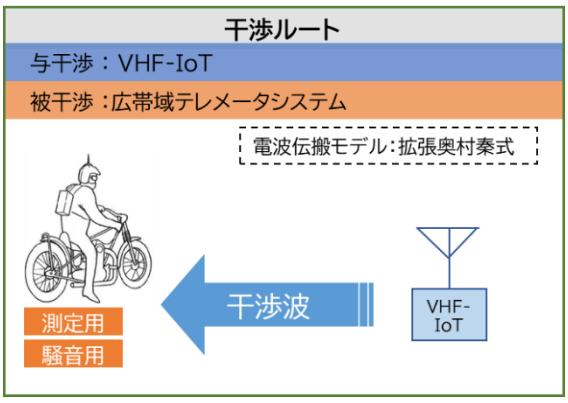


図 36　VHF-IoT が与干渉の場合の広帯域テレメータシステムとの共用検討モデル

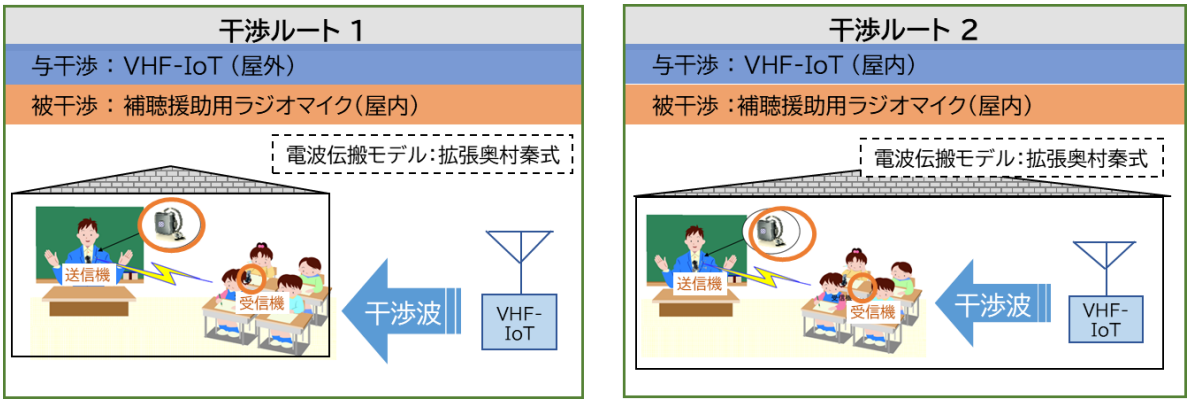


図 37　VHF-IoT が与干渉の場合の補聴援助用ラジオマイクとの共用検討モデル

１．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、VHF-IoT が与干渉の場合の下側隣接システムとの所要離隔距離の試算を行った結果を、以下に示す。

(1)　放送事業用連絡用無線システム

VHF-IoT が与干渉の場合の放送事業用連絡用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 70 に示す。

表 70　所要離隔距離の試算結果（被干渉：放送事業用連絡用無線システム）

被干渉：放送事業用連絡用無線システム			与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※ 空中線利得[dBi]		
			6	2	
基地局		10.2	<1		拡張奥村秦式
移動局	車載機	4.65	24	17	拡張奥村秦式
	携帯機	2.15	20	14	拡張奥村秦式
	携帯機(上空)	2.15	20	14	自由空間伝搬損失

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

(2)　デジタル STL/TTL

VHF-IoT が与干渉の場合のデジタル STL/TTL との所要離隔距離の試算結果を、表 71 に示す。

表 71　所要離隔距離の試算結果（被干渉：デジタル STL/TTL）

被干渉：デジタル STL/TTL		与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
固定局	10	9	6	自由空間伝搬損失
	13	12	9	自由空間伝搬損失

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

(3)　放送事業用ワイドバンド無線

VHF-IoT が与干渉の場合の放送事業用ワイドバンド無線との所要離隔距離の試算結果を、表 72 に示す。

表 72　所要離隔距離の試算結果（被干渉：放送事業用ワイドバンド無線）

被干渉：放送事業用ワイドバンド無線			与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等		空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※		
			空中線利得[dBi]		
			6	2	
基地受信		10.5	50		拡張奥村秦式
移動局	中継車	2.14	18	13	拡張奥村秦式
	携帯機	-0.85	14	10	拡張奥村秦式

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

(4)　ロボット用無線システム

VHF-IoT が与干渉の場合のロボット用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 73 に示す。

表 73　所要離隔距離の試算結果（被干渉：ロボット用無線システム）

被干渉：ロボット用無線システム		与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m] ※		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
地上：制御用	5.12	41	29	拡張奥村秦式
地上：ロボット側		41	29	拡張奥村秦式
上空：ロボット側		42	30	自由空間伝搬損失

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

(5)　公共業務用無線システム

VHF-IoT が与干渉の場合の公共業務用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 74 に示す。

表 74　所要離隔距離の試算結果（被干渉：公共業務用無線システム）

被干渉：公共業務用無線システム		与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m] ※		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
移動局	2.14	43		拡張奥村秦式

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

(6)　広帯域テレメータシステム

VHF-IoT が与干渉の場合の広帯域テレメータシステムとの所要離隔距離の試算結果を、表 75 に示す。

表 75　所要離隔距離の試算結果（被干渉：広帯域テレメータシステム）

被干渉：広帯域テレメータシステム		与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
騒音用	0	<1		拡張奥村秦式
計測用	0	<1		拡張奥村秦式

※：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

(7) 補聴援助用ラジオマイク

VHF-IoT が与干渉の場合の補聴援助用ラジオマイクとの所要離隔距離の試算結果を、表 76 に示す。

表 76 所要離隔距離の試算結果（被干渉：補聴援助用ラジオマイク）

被干渉：補聴援助用ラジオマイク		与干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m] ※1		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
屋外/屋内※2	2.14	43		拡張奥村秦式
屋内同士	2.14	<1		拡張奥村秦式

※1：干渉抑圧量（40dB）を考慮（-70dBm/100kHz(EIRP)）

※2：建物の遮蔽損失は含めず

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

２ VHF-IoT が与干渉の場合の上側隣接システムとの共用条件

VHF-IoT が与干渉の場合について、以下の上側隣接システムとの共用検討結果（所要離隔距離）を示す。

【検討対象システム（被干渉)】

② 航空無線航行システム

２．１ 共用検討の考え方

(1) 上側隣接システムのバンドエッジ（222MHz）との共用検討を実施した。

(2) VHF-IoT から下側隣接システムへの干渉電力は、不要発射の強度の許容値が支配的になることから、隣接システムについては、当該干渉電力(-30dBm/100kHz(EIRP)、空中線利得を含む）によって共用検討する考え方とした。

(3) VHF-IoT からの与干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さらに 30dB 減衰させることとした（移動局及び携帯局に対して、フィルタの実装形態等を踏まえ、-60dBm/100kHz(EIRP)に相当する)。

(4) 所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失)。

(5) 所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、VHF-IoT の空中線利得が最大値（上側帯域：10dBi）の場合が最大値（最悪条件）となる。(なお、例えば、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、8dB のマージンを有することに相当する。)

本検討では、VHF-IoT において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性))を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

２．２　共用検討モデル

図 38 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

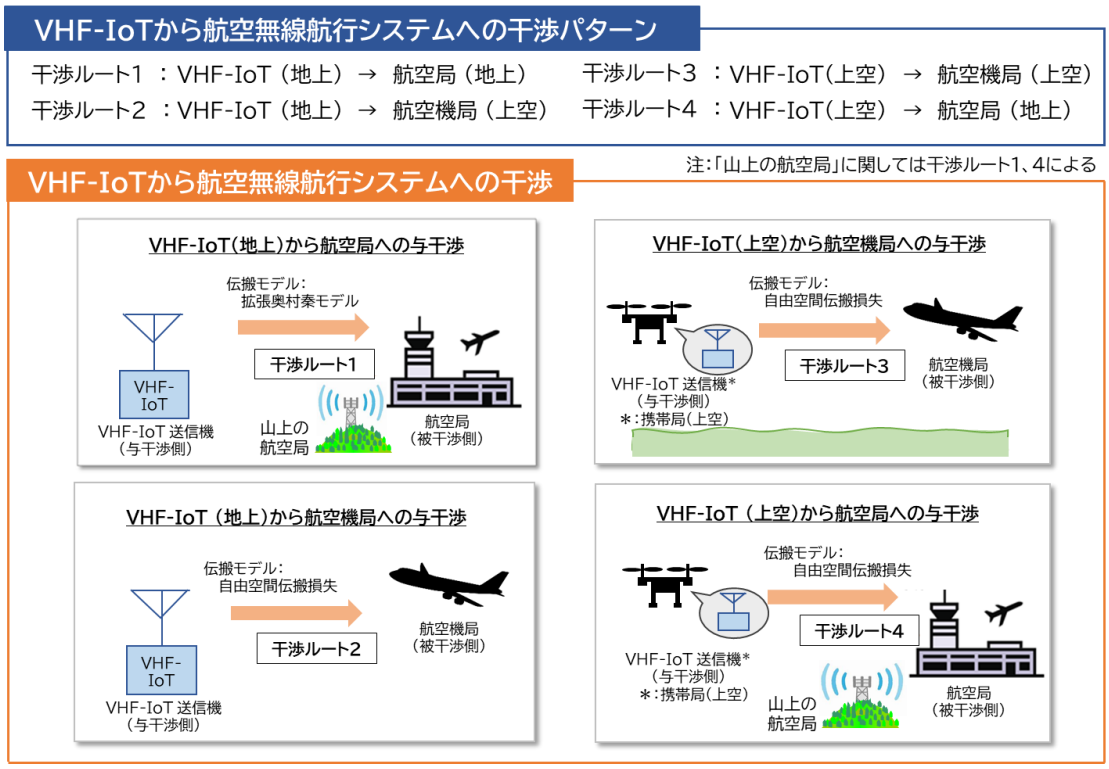


図 38　VHF-IoT が与干渉の場合の航空無線航行システムとの共用検討モデル

２．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、VHF-IoT が与干渉の場合の上側隣接システムとの所要離隔距離の試算を行った結果を、以下に示す。

(1)　航空無線航行システム

VHF-IoT が与干渉の場合の航空無線航行システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 77 に示す。

表 77　所要離隔距離の試算結果（被干渉：航空無線航行システム）

（ａ）VHF-IoT（地上）からの与干渉

被干渉：航空無線航行システム		与干渉：VHF-IoT（地上）		伝搬モデル	干渉ルート＃
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]※			
		空中線利得[dBi]			
		10	2		
航空局（地上）	2	<1		拡張奥村秦式	＃1
航空機局（上空）	2	15		自由空間伝搬損失	＃2

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

（ｂ）VHF-IoT（上空）からの与干渉

被干渉：航空無線航行システム		与干渉：VHF-IoT（上空）		伝搬モデル	干渉ルート＃
局種等	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m] ※			
		空中線利得[dBi]			
		10	2		
航空局（地上）	2	15		自由空間伝搬損失	＃4
航空機局（上空）	2	15		自由空間伝搬損失	＃3

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

３　VHF-IoT が被干渉の場合の下側隣接システムとの共用条件

VHF-IoT が被干渉の場合について、以下の下側隣接システムとの共用検討結果（所要離隔距離）を示す。

【検討対象システム（与干渉)】

① 放送事業用連絡用無線システム
② デジタル STL/TTL
③ 放送事業用ワイドバンド無線
④ ロボット用無線システム
⑤ 公共業務用無線システム
⑥ 広帯域テレメータシステム
⑦ 補聴援助用ラジオマイク

３．１　共用検討の考え方

(1)　下側隣接システムのバンドエッジ（170MHz）との共用検討を実施した。

(2)　隣接システムからの与干渉電力等のパラメータは、過去の情報通信審議会等における検討モデル、及び規定値等を踏襲して検討を進めることとした。ここで、過去の情報通信審議会報告書を参照、引用するにあたり、「規定値」のほか、「試算数値又は実機想定値」が示されている場合は、当該値を適用して、検討した。

(3)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、VHF-IoT の空中線利得が最大値（下側帯域：6dBi）の場

合が最大値（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、4dB のマージンを有することに相当する。）

本検討では、VHF-IoT において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

３．２　共用検討モデル

図 39～図 45 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

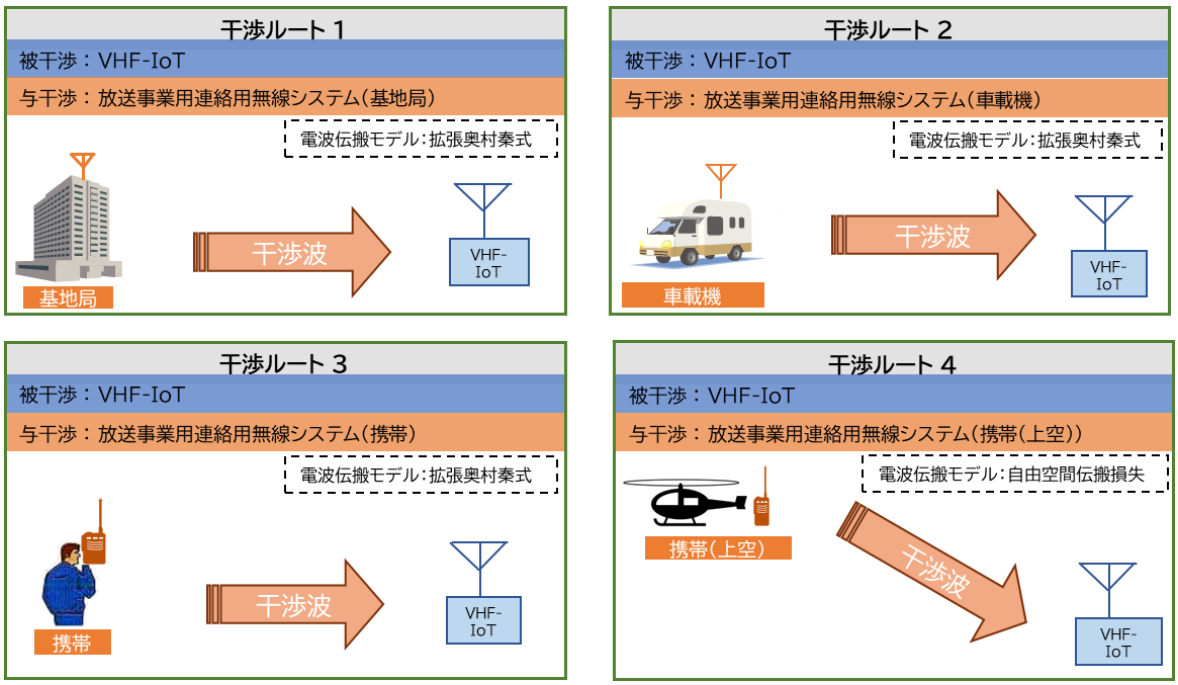


図 39　VHF-IoT が被干渉の場合の放送事業用連絡用無線システムとの共用検討モデル

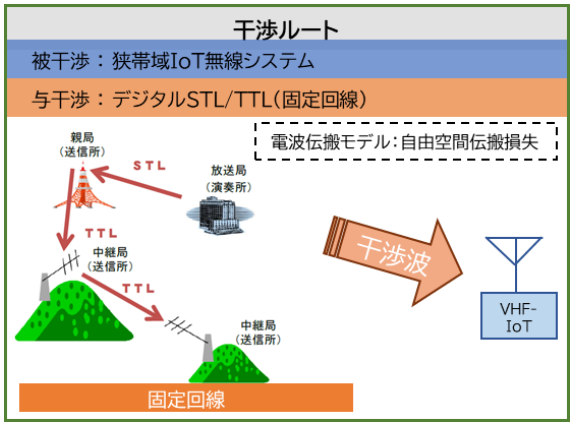


図 40　VHF-IoT が被干渉の場合のデジタル STL/TTL との共用検討モデル

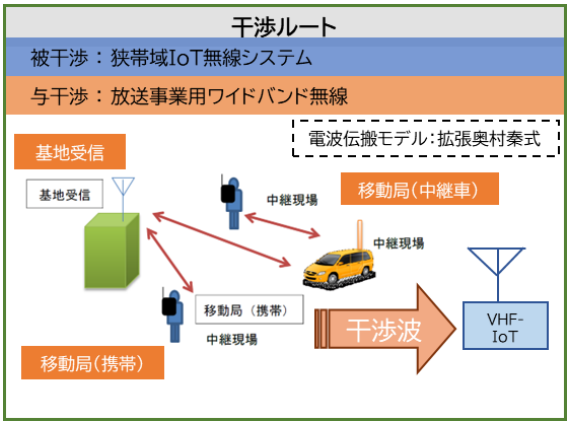


図 41　VHF-IoT が被干渉の場合の放送事業用ワイドバンド無線との共用検討モデル

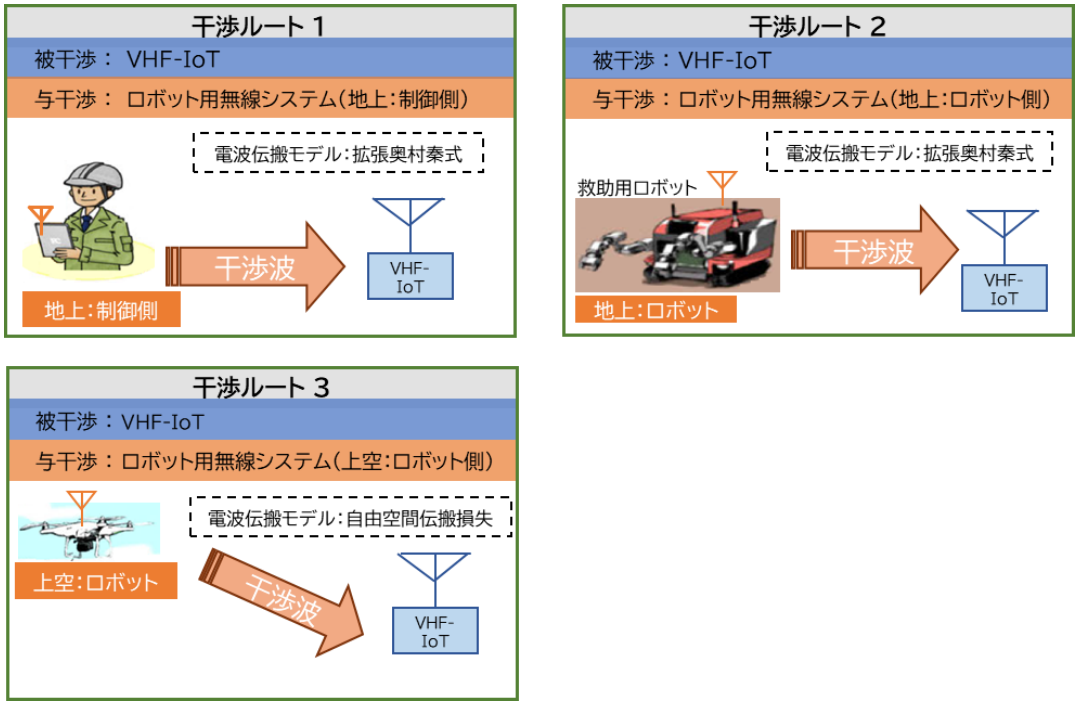


図 42　VHF-IoT が被干渉の場合のロボット用無線システムとの共用検討モデル

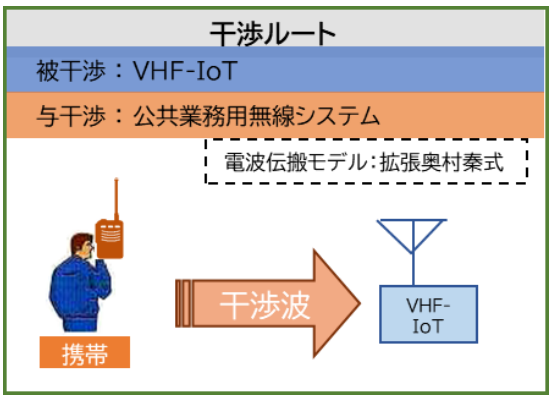


図 43　VHF-IoT が被干渉の場合の公共業務用無線システムとの共用検討モデル

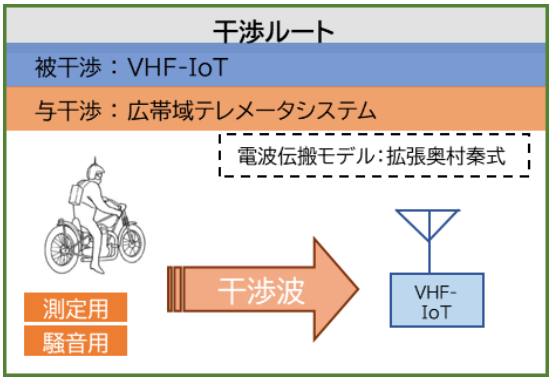


図 44　VHF-IoT が被干渉の場合の広帯域テレメータシステムとの共用検討モデル

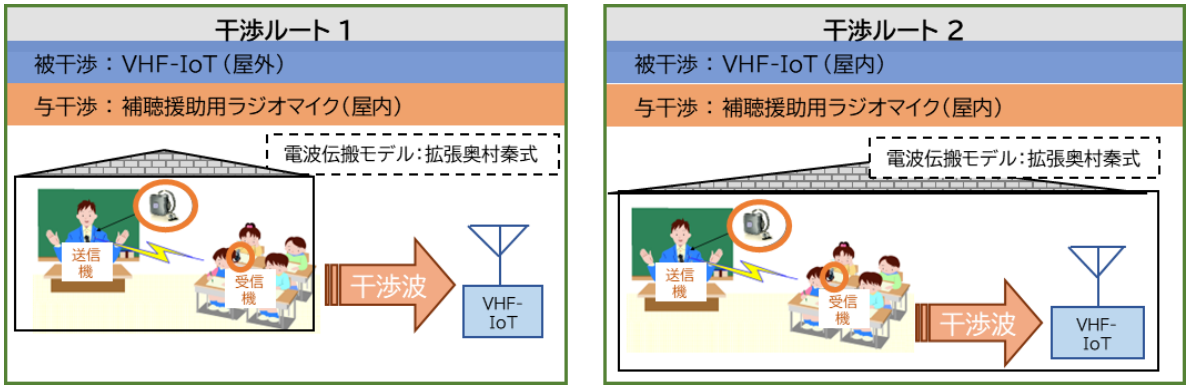


図 45　VHF-IoT が被干渉の場合の補聴援助用ラジオマイクとの共用検討モデル

３．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、VHF-IoT が被干渉の場合の下側隣接システムとの所要離隔距離の試算を行った結果を、以下に示す。

(1)　放送事業用連絡用無線システム

VHF-IoT が被干渉の場合の放送事業用連絡用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 78 に示す。

表 78　所要離隔距離の試算結果（与干渉：放送事業用連絡用無線システム）

与干渉：放送事業用連絡用無線システム			被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等		スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
			空中線利得[dBi]		
			6	2	
基地局		規定値	6,000		拡張奥村秦式
		試算数値	600	450	
移動局	車載機	規定値	1,300		拡張奥村秦式
		試算数値	150	120	
	携帯機	規定値	520		拡張奥村秦式
		試算数値	79	72	
	携帯機(上空)	規定値	49,300		自由空間伝搬損失
		試算数値	910	580	

(2)　デジタル STL/TTL

VHF-IoT が被干渉の場合のデジタル STL/TTL との所要離隔距離の試算結果を、表 79 に示す。

表 79　所要離隔距離の試算結果（与干渉：デジタル STL/TTL）

与干渉：デジタル STL/TTL		被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
固定局（空中線利得：10dBi）	規定値	8,100		自由空間伝搬損失
	試算数値	1,900	1,200	
固定局（空中線利得：13dBi）	規定値	11,500		自由空間伝搬損失
	試算数値	2,600	1,700	

(3)　放送事業用ワイドバンド無線

VHF-IoT が被干渉の場合の放送事業用ワイドバンド無線との所要離隔距離の試算結果を、表 80 に示す。

表 80　所要離隔距離の試算結果（与干渉：放送事業用ワイドバンド無線）

与干渉：放送事業用ワイドバンド無線			被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等		スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
			空中線利得[dBi]		
			6	2	
移動局	中継車	規定値	450		拡張奥村秦式
		試算数値	120	94	
	携帯機	規定値	200		拡張奥村秦式
		試算数値	78	71	

(4)　ロボット用無線システム

VHF-IoT が被干渉の場合のロボット用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 81 に示す。

表 81　所要離隔距離の試算結果（与干渉：ロボット用無線システム）

与干渉：ロボット用無線システム		被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
地上：制御用	規定値	1,070	820	拡張奥村秦式
地上：ロボット側	規定値	540	420	拡張奥村秦式
上空：ロボット側	規定値	43,900	27,700	自由空間伝搬損失

(5)　公共業務用無線システム

VHF-IoT が被干渉の場合の公共業務用無線システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 82 に示す。

表 82　所要離隔距離の試算結果（与干渉：公共業務用無線システム）

与干渉：公共業務用無線システム		被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
移動局	規定値	520	400	拡張奥村秦式

(6)　広帯域テレメータシステム

VHF-IoT が被干渉の場合の広帯域テレメータシステムとの所要離隔距離の試算結果を、表 83 に示す。

表 83　所要離隔距離の試算結果（与干渉：広帯域テレメータシステム）

与干渉：広帯域テレメータシステム		被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
騒音用	規定値	550	430	拡張奥村秦式
計測用	規定値	550	430	拡張奥村秦式

(7)　補聴援助用ラジオマイク

VHF-IoT が被干渉の場合の補聴援助用ラジオマイクとの所要離隔距離の試算結果を、表 84 に示す。

表 84　所要離隔距離の試算結果（与干渉：補聴援助用ラジオマイク）

与干渉：補聴援助用ラジオマイク		被干渉：VHF-IoT		伝搬モデル
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]		
		空中線利得[dBi]		
		6	2	
ワイド方式（屋内同士）	規定値	180	140	拡張奥村秦式
ナロー方式（屋内同士）	規定値	180	140	拡張奥村秦式

4　VHF-IoT が被与干渉の場合の上側隣接システムとの共用条件

VHF-IoT が被与干渉の場合について、以下の上側隣接システムとの共用検討結果（所要離隔距離）を示す。

【検討対象システム（与干渉)】

① 航空無線航行システム

4．1　共用検討の考え方

(1)　上側隣接システムのバンドエッジ（222MHz）との共用検討を実施した。

(2)　隣接システムからの与干渉電力等のパラメータは、過去の情報通信審議会等における検討モデル、及び規定値等を踏襲して検討を進めることとした。ここで、過去の情報通信審議会報告書を参照、引用するにあたり、「規定値」のほか、「試算数値又は実機想定値」が示されている場合は、当該値を適用して、検討した。

(3)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、VHF-IoT の空中線利得が最大値（下側帯域：10dBi）の場合が最大値（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合は、8dB のマージンを有することに相当する。）

本検討では、VHF-IoT において、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi（無指向性））を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

４．２　共用検討モデル

図 46 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。

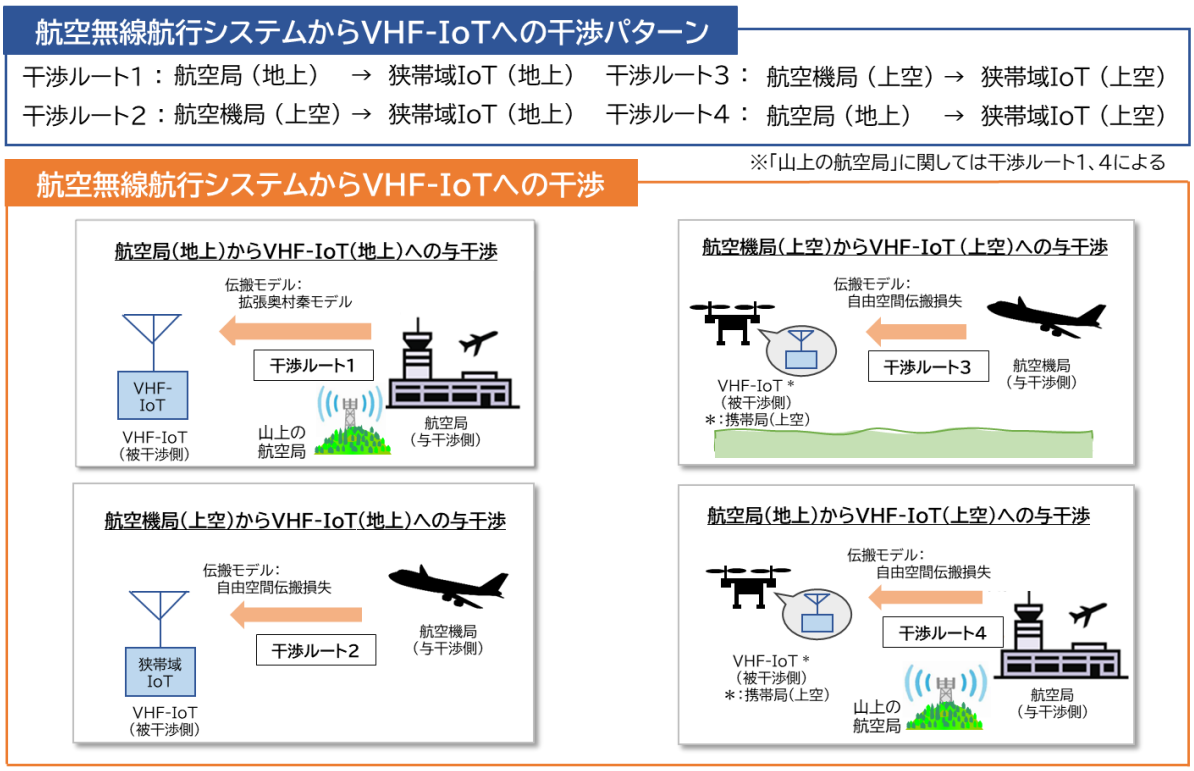


図 46　VHF-IoT が被干渉の場合の航空無線航行システムとの共用検討モデル

４．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、VHF-IoT が被干渉の場合の上側隣接システムとの所要離隔距離の試算を行った結果を、以下に示す。

(1)　航空無線航行システム

VHF-IoT が被干渉の場合の航空無線航行システムとの所要離隔距離の試算結果を、表 85 に示す。

表 85　所要離隔距離の試算結果（与干渉：航空無線航行システム）

（ａ）VHF-IoT（地上）への被干渉

与干渉：航空無線航行システム		被干渉：VHF-IoT（地上）		伝搬モデル	干渉ルート＃
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]			
		空中線利得[dBi]			
		10	2		
航空局（地上）	規定値	2,900	1,800	拡張奥村秦式	＃1
航空機局（上空）	規定値	24,400	9,700	自由空間伝搬損失	＃2

（ｂ）VHF-IoT（上空）への被干渉

与干渉：航空無線航行システム		被干渉：VHF-IoT（上空）		伝搬モデル	干渉ルート＃
局種等	スプリアス電力の条件	所要離隔距離[m]			
		空中線利得[dBi]			
		10	2		
航空機局（上空）	規定値	24,400	9,700	自由空間伝搬損失	＃3
航空局（地上）	規定値	77,000	30,700	自由空間伝搬損失	＃4

参考資料８　VHF-IoT の同時送信に係る検討

VHF-IoT の同時送信に係る検討結果を示す。

１．下側帯域

(1)　共用検討システム

①放送事業用連絡用無線システム

②デジタル STL/TTL

③放送事業用ワイドバンド無線

④ロボット用無線システム

⑤公共業務用無線

⑥広帯域テレメータシステム

⑦補聴援助用ラジオマイク

(2)　前提条件

ア　最密となる周波数配置

VHF-IoT にはキャリアセンスがあるため、不要発射の関係となる周波数を使用した場合が最も近距離で同時送信が可能となる。

イ　VHF-IoT が 1 対向のキャリアセンス離隔距離

不要発射の強度の許容値(-30dBm/100kHz)の電波が伝搬し、VHF-IoT のキャリアセンスレベル(-80dBm)を下回る距離 r は 79m である。

ウ　共用検討システムとの所要離隔距離

下側帯域の共用検討システムと VHF-IoT の所要離隔距離 L が 1m～50m であるとして検討を行う。(所要離隔距離は３．３．２参照)

(3)　VHF-IoT が 1 台の場合

VHF-IoT が 1 台の場合の干渉量を基準とする。

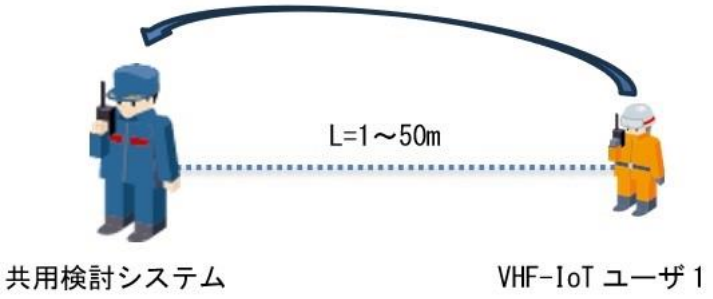


図 47 VHF-IoT が 1 台の場合（下側帯域）

(4) VHF-IoT が 2 台の場合

所要離隔距離 L が 1m の時、VHF-IoT ユーザ同士は R=79m 離れないと同時送信できないため、共用検討システムと VHF-IoT ユーザ 2 は 78m 離れることとなり、2 台の VHF-IoT から共用検討システムへの干渉量は 1 台の 1.0002 倍となる。

所要離隔距離 L が増加すると、共用検討システムは VHF-IoT ユーザ 2 へ近づいていき、r=79m の半分である L=39.5m の時に干渉量は 1 台の 2 倍となる。

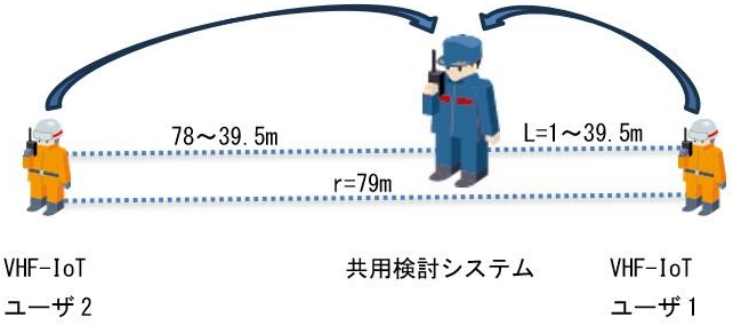


図 48 VHF-IoT が 2 台の場合（下側帯域、L=1m～39.5m）

所要離隔距離 L が 39.5m～50m の場合、共用検討システムと 2 台の VHF-IoT のそれぞれが等距離に配置される状態が最大の干渉量となり、1 台の 2 倍となる。

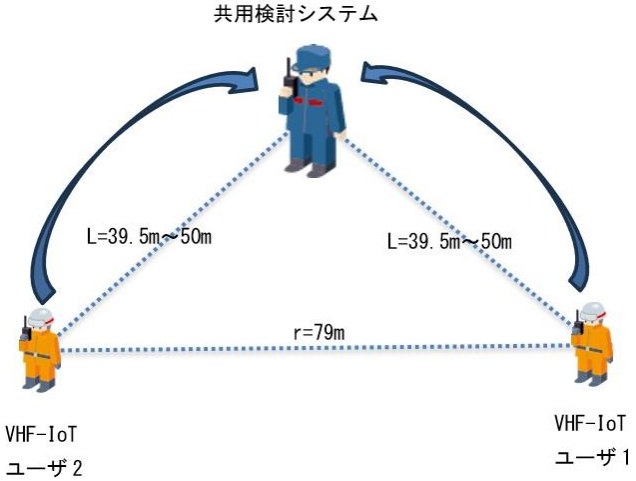


図 49 VHF-IoT が 2 台の場合（下側帯域、L=39.5m～50m）

よって、VHF-IoT が 2 台の場合の干渉量は 1 台の 1.0002 倍～2 倍となる。

(5) VHF-IoT が 3 台、4 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増していく。(R 算出式については別添を参照)

VHF-IoT が 3 台の場合の干渉量は 1 台の 1.0002 倍～1.9422 倍となる。

(R=2×r×{(32-1)/12}(1/2)×sin(π/3)=112m)

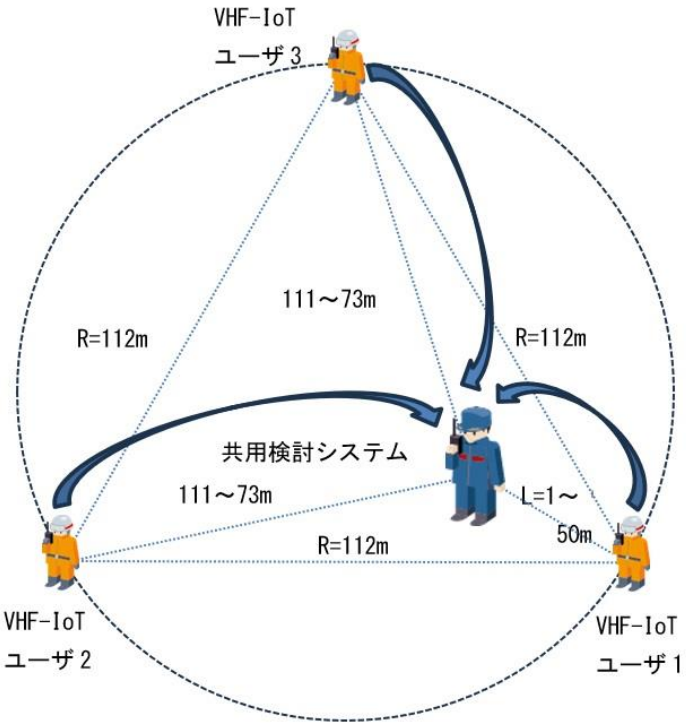


図 50 VHF-IoT が 3 台の場合（下側帯域）

VHF-IoT が 4 台の場合の干渉量は 1 台の 1.0002 倍～1.6952 倍となる。

(R=2×r×{(42-1)/12}(1/2)×sin(π/4)=125m)

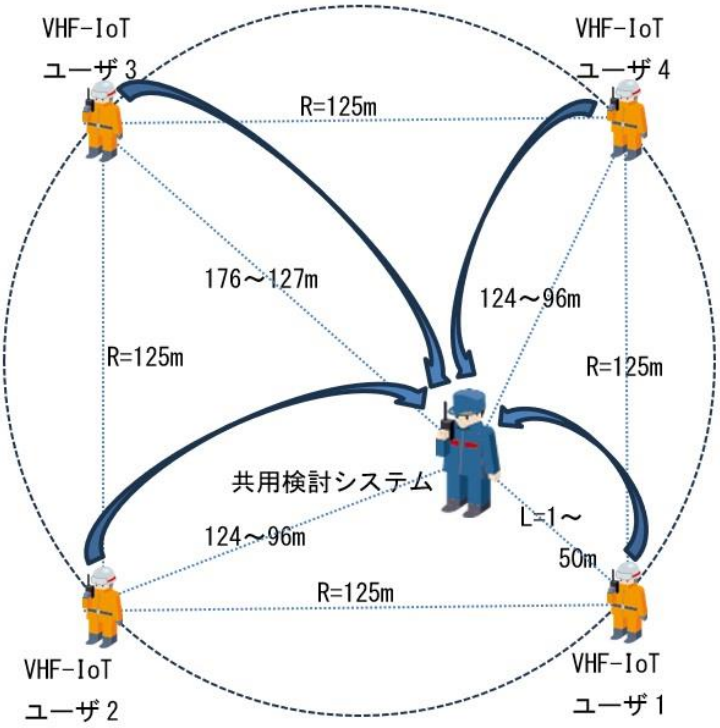


図 51 VHF-IoT が 4 台の場合（下側帯域）

R の増加で距離減衰が増加し、VHF-IoT から共用検討システムへの干渉量が減少している。

(6) まとめ

VHF-IoT から共用検討システムへの干渉量を同時送信数から検討した結果を示す。

表 86 VHF-IoT の同時送信検討結果（下側帯域）

同時送信台数	干渉量の増加（基準：1 台送信）
2 台	1.0002 倍～2 倍（0dB～3dB 増）
3 台	1.0002 倍～1.9422 倍（0dB～2.9dB 増）
4 台	1.0002 倍～1.6952 倍（0dB～2.3dB 増）

複数送信時の干渉量は 2 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 2 倍（3dB 増）を想定すればよい。

そのため、所要離隔距離は、1m～50m（1 台時）→1m～71m（干渉量最大 2 倍、別表参考８－１参照）となり、所要改善量として最大 3dB 確保する必要があるが、VHF-IoT の機器の実装マージン（FSK 送信機の実測値による想定マージン：13dB（-43dBm/100kHz））や運用形態（部隊運用は FSK での利用が想定されている）を考慮すれば十分確保が可能と考えられる。

よって、両システムの設置場所や運用形態等を考慮することにより、共用が可能と考えられる。

別表参考８－１　干渉量増加を考慮した所要離隔距離

無線機種別	1台送信時	複数台送信時	
	所要離隔距離	干渉量増加	所要離隔距離
公共業務用無線	43m	2倍	61m
広帯域テレメータシステム(計測用)	1m	1.0002倍	1m
広帯域テレメータシステム(騒音用)	1m	1.0002倍	1m
補聴援助用ラジオマイク(屋内/屋外)	43m	2倍	61m
補聴援助用ラジオマイク(屋内同士)	1m	1.0002倍	1m
ロボット用無線システム(地上・制御用)	41m	2倍	58m
ロボット用無線システム(地上・ロボット側)	41m	2倍	58m
ロボット用無線システム(上空・ロボット側)	42m	2倍	59m
放送事業用連絡用無線システム(基地局)	1m	1.0002倍	1m
放送事業用連絡用無線システム(車載機)	24m	1.1904倍	26m
放送事業用連絡用無線システム(携帯)	20m	1.1149倍	21m
放送事業用連絡用無線システム(携帯(上空))	20m	1.1149倍	21m
デジタルSTL/TTL(空中線利得:10dBi)	9m	1.0165倍	9m
デジタルSTL/TTL(空中線利得:13dBi)	12m	1.0321倍	12m
放送事業用ワイドバンド無線(基地受信)	50m	2倍	71m
放送事業用ワイドバンド無線(中継車)	18m	1.0871倍	19m
放送事業用ワイドバンド無線(携帯機)	14m	1.0464倍	14m

２．上側帯域

(1) 共用検討システム

①航空管制通信システム

(2) 前提条件

ア 最密となる周波数配置

VHF-IoT にはキャリアセンスがあるため、不要発射の関係となる周波数を使用した場合が最も近距離で同時送信が可能となる。

イ VHF-IoT が 1 対向のキャリアセンス離隔距離

不要発射の強度の許容値(-30dBm/100kHz)の電波が伝搬し、VHF-IoT のキャリアセンスレベル(-65dBm)を下回る距離 r は 11m である。

ウ 共用検討システムとの所要離隔距離

上側帯域の共用検討システムと VHF-IoT の所要離隔距離 L が 1m と 15m であるとしてそれぞれ検討を行う。(所要離隔距離は３．３．２参照)

(3) 所要離隔距離 L=1m

ア VHF-IoT が 1 台の場合

VHF-IoT が 1 台の場合の干渉量を基準とする。

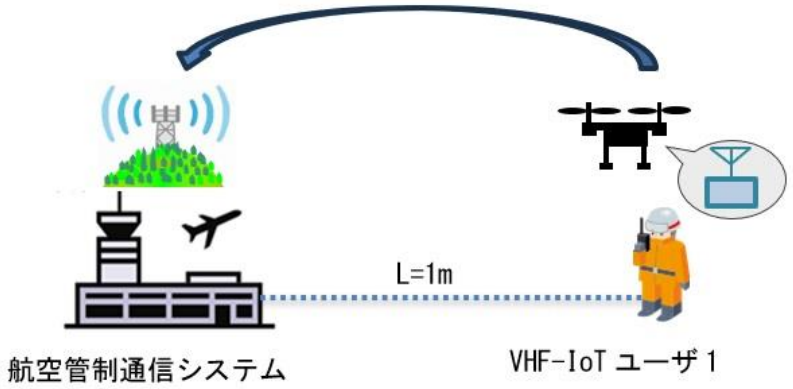


図 52 VHF-IoT が 1 台の場合（上側帯域、L=1m）

イ VHF-IoT が 2 台の場合

所要離隔距離 L が 1m の時、VHF-IoT ユーザ同士は r=11m 離れないと同時送信できないため、航空管制通信システムと VHF-IoT ユーザ 2 は 10m 離れることとなり、2 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 1.0100 倍となる。

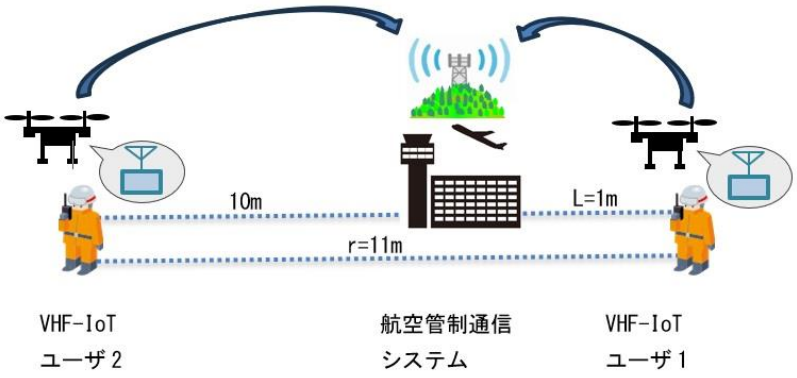


図 53 VHF-IoT が 2 台の場合（上側帯域、L=1m）

ウ　VHF-IoT が 3 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(32-1)/12}(1/2)×sin(π/3)=15.6m)

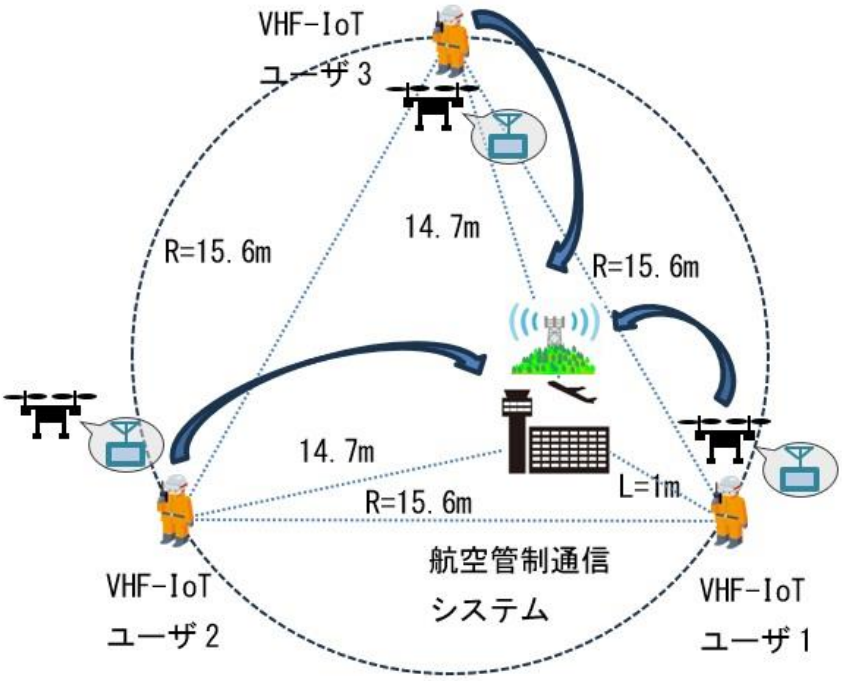


図 54 VHF-IoT が 3 台の場合（上側帯域、L=1m）

R の増加で距離減衰が増加し、VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量が減少するため、3 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 1.0093 倍となる。

エ　VHF-IoT が 4 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(42-1)/12}(1/2)×sin(π/4)=17.3m)

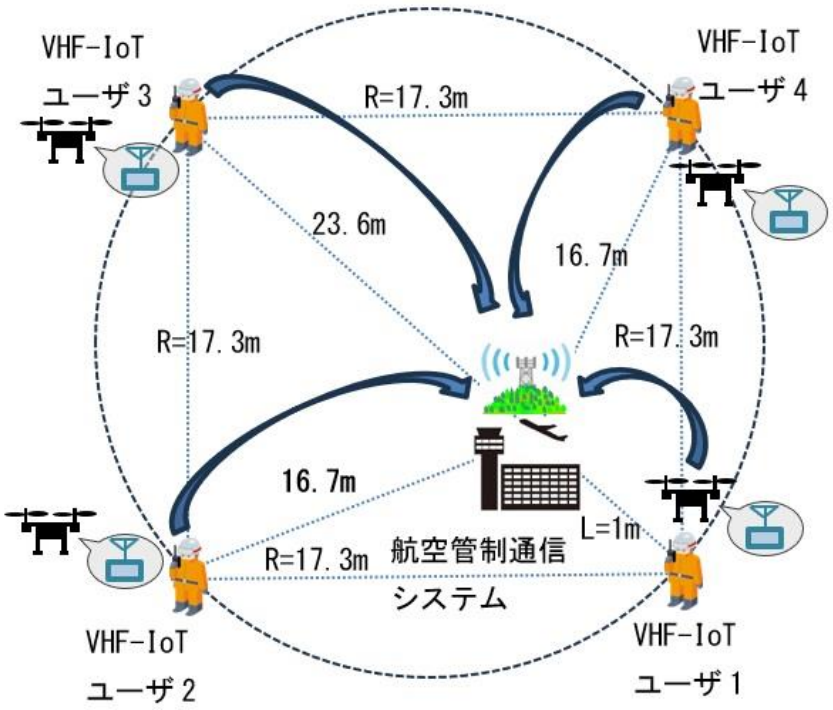


図 55 VHF-IoT が 4 台の場合（上側帯域、L=1m）

R の増加で距離減衰が増加し、VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量が減少するため、4 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 1.0090 倍となる。

台数増加による干渉量減少傾向が確認できたため、所要離隔距離 L=1m の検討は 4 台までとする。

オ　まとめ

VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量を同時送信数から検討した結果を示す。

表 87 VHF-IoT の同時送信検討結果（上側帯域、L=1m）

同時送信台数	干渉量の増加（基準：1 台送信）
2 台	1.0100 倍（0.043dB 増）
3 台	1.0093 倍（0.040dB 増）
4 台	1.0090 倍（0.039dB 増）

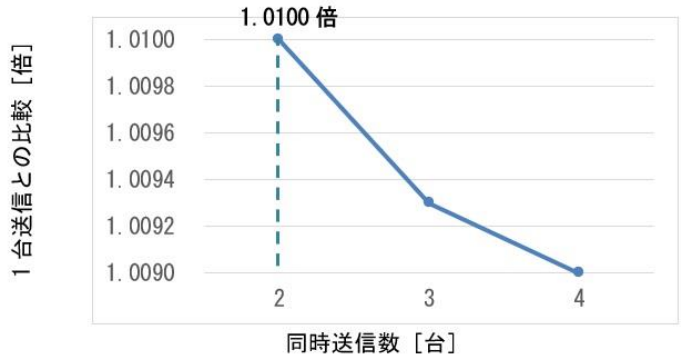


図 56 VHF-IoT の同時送信検討結果（上側帯域、L=1m）

複数送信時の干渉量は 2 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 1.0100 倍（0.043dB 増） となる。

そのため同時送信時のばあいは 1 台送信時の干渉量とほぼ変わらないため、特段問題はない。

(4) 所要離隔距離 L=15m

ア VHF-IoT が 1 台の場合

VHF-IoT が 1 台の場合の干渉量を基準とする。

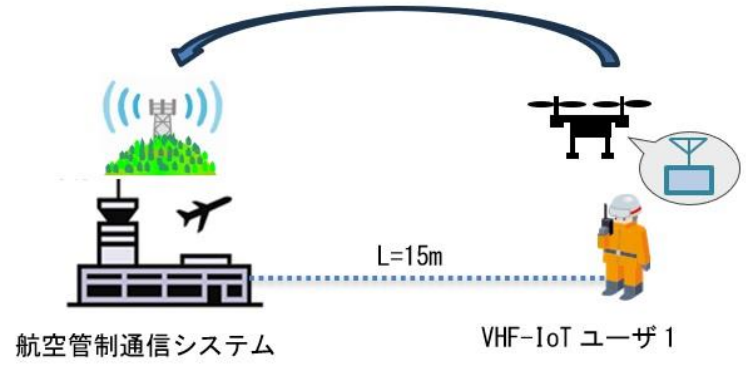


図 57 VHF-IoT が 1 台の場合（上側帯域、L=15m）

イ VHF-IoT が 2 台の場合

航空管制通信システムと VHF-IoT ユーザが等距離に配置される状態が最大の干渉

量となり、2 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 2 倍となる。

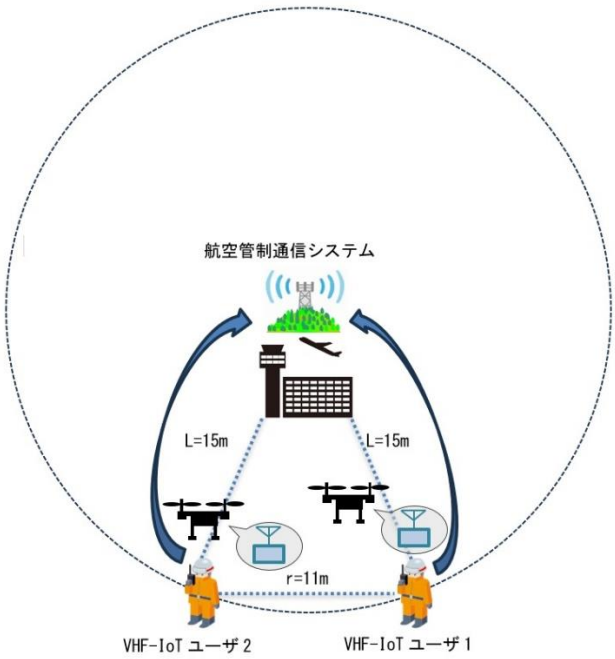


図 58 VHF-IoT が 2 台の場合（上側帯域、L=15m）

ウ　VHF-IoT が 3 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

（R=2×r×{(32-1)/12}(1/2)×sin(π/3)=15.6m）

航空管制通信システムと VHF-IoT ユーザが等距離に配置される状態が最大の干渉量となり、3 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 3 倍となる。

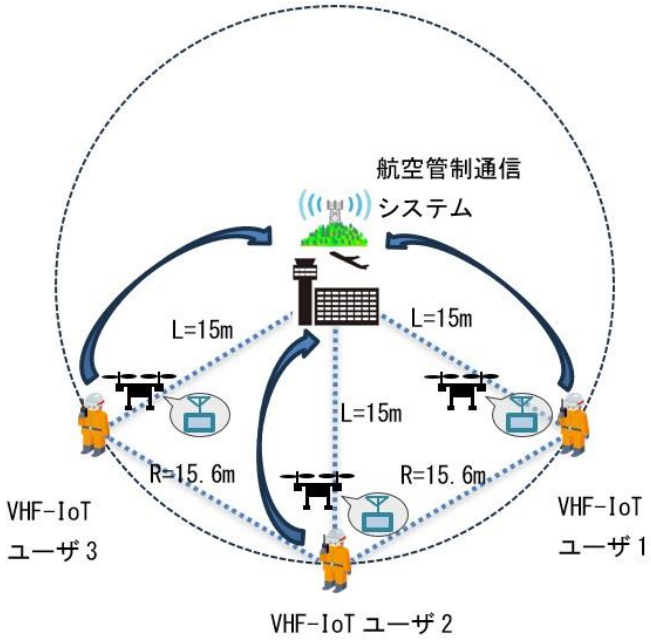


図 59 VHF-IoT が 3 台の場合（上側帯域、L=15m）

エ　VHF-IoT が 4 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(42-1)/12}(1/2)×sin(π/4)=17.3m)

航空管制通信システムと VHF-IoT ユーザが等距離に配置される状態が最大の干渉量となり、4 台の VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量は 1 台の 4 倍となる。

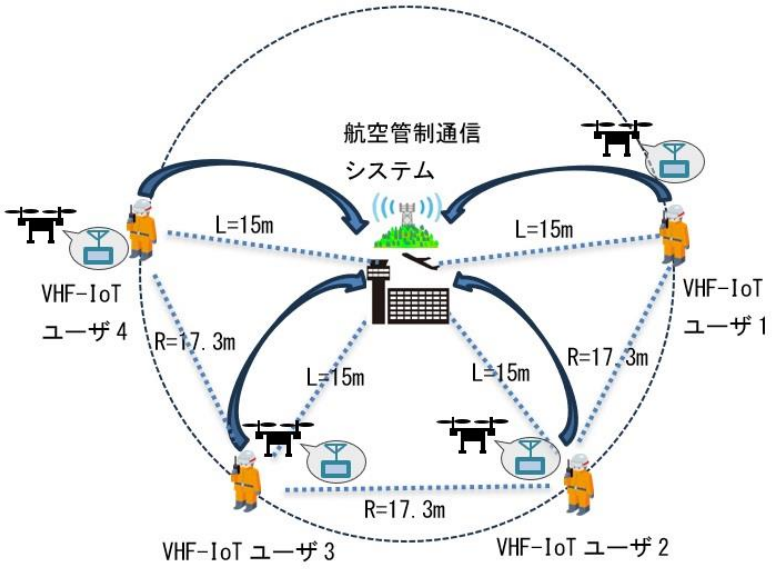


図 60 VHF-IoT が 4 台の場合（上側帯域、L=15m）

オ　VHF-IoT が 5 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(52-1)/12}(1/2)×sin(π/5)=18.3m)

VHF-IoT ユーザの台数と R が増したため半径 15m の同心円状に VHF-IoT ユーザを配置できなくなった。VHF-IoT ユーザが R の間隔で同心円状に配置される状態が最大の干渉量となり、その同心円の半径は 15.6m となる。

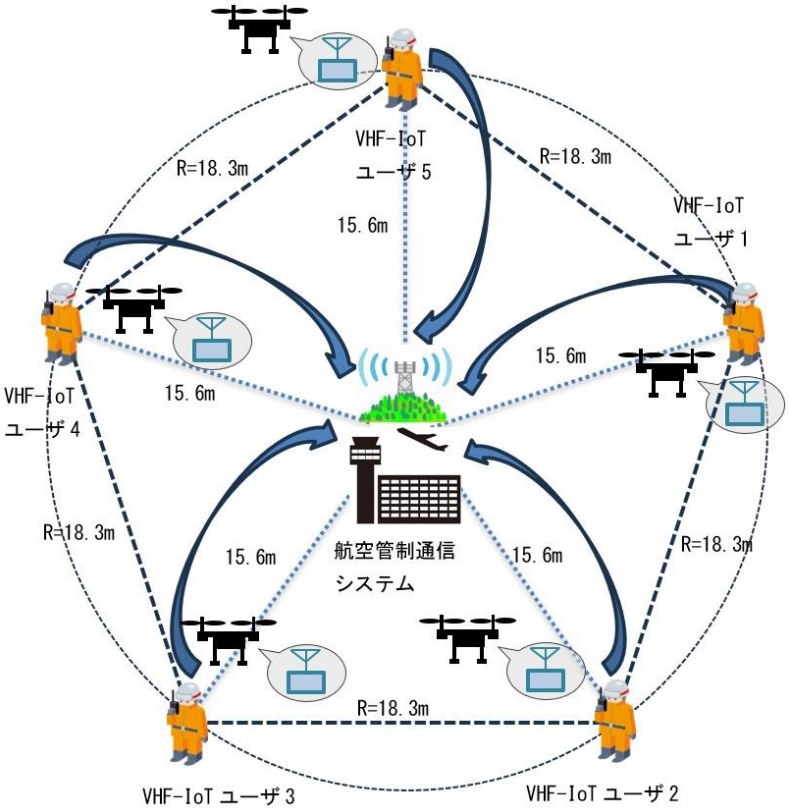


図 61 VHF-IoT が 5 台の場合（上側帯域、L=15m）

同心円の半径が 15m から 15.6m になったことから VHF-IoT が 5 台の場合の干渉量は 1 台の 4.6 倍※となる。

※6.7dB(4.6 倍)=7dB(5 倍)

-{(15.6m の自由空間伝搬損失 43.2dB)

-(15m の自由空間伝搬損失 42.9dB)}、@222MHz

カ　VHF-IoT が 6 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(62-1)/12}(1/2)×sin(π/6)=18.8m)

VHF-IoT ユーザの台数と R が増したため半径 15m の同心円状に VHF-IoT ユーザを

配置できなくなった。VHF-IoT ユーザが R の間隔で同心円状に配置される状態が最大の干渉量となり、その同心円の半径は 18.8m となる。

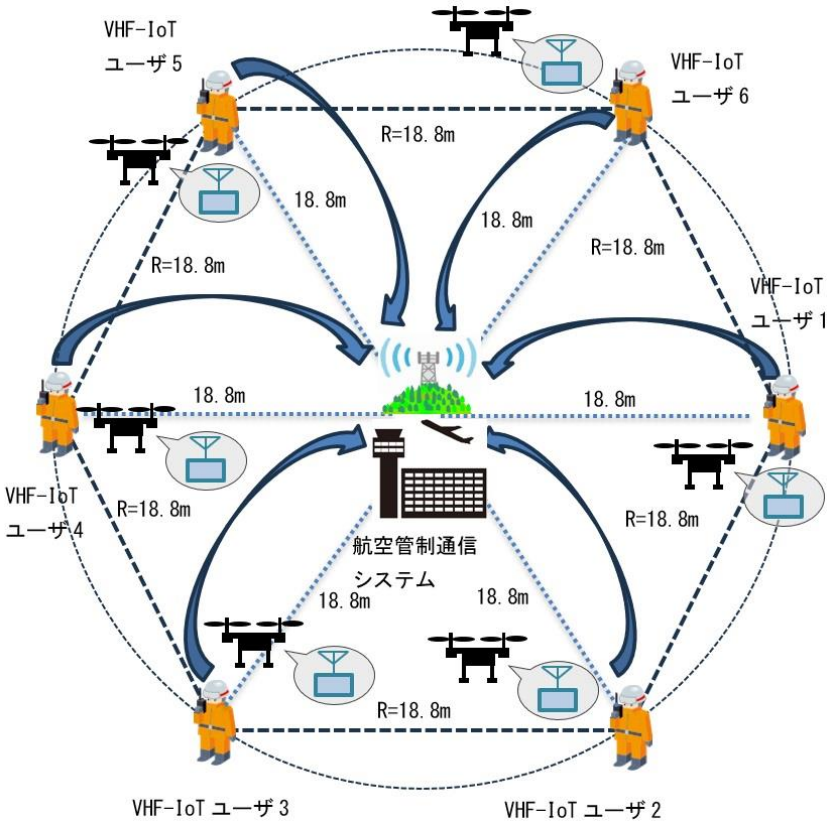


図 62 VHF-IoT が 6 台の場合（上側帯域、L=15m）

同心円の半径が 18.8m になったことから VHF-IoT が 6 台の場合の干渉量は 1 台の 3.8 倍※となる。

※5.8dB(3.8 倍)=7.8dB(6 倍)

-{(18.8m の自由空間伝搬損失 44.9dB)

-(15m の自由空間伝搬損失 42.9dB)}、@222MHz

キ　VHF-IoT が 7 台の場合

VHF-IoT の台数が増えると、受信する不要発射の強度が増えるため、VHF-IoT のキャリアセンスレベルを下回る距離 R が増す。

(R=2×r×{(72-1)/12}(1/2)×sin(π/7)=19.1m)

VHF-IoT ユーザの台数と R が増したため半径 15m の同心円状に VHF-IoT ユーザを配置できなくなった。VHF-IoT ユーザが R の間隔で同心円状に配置される状態が最大の干渉量となり、その同心円の半径は 22m となる。

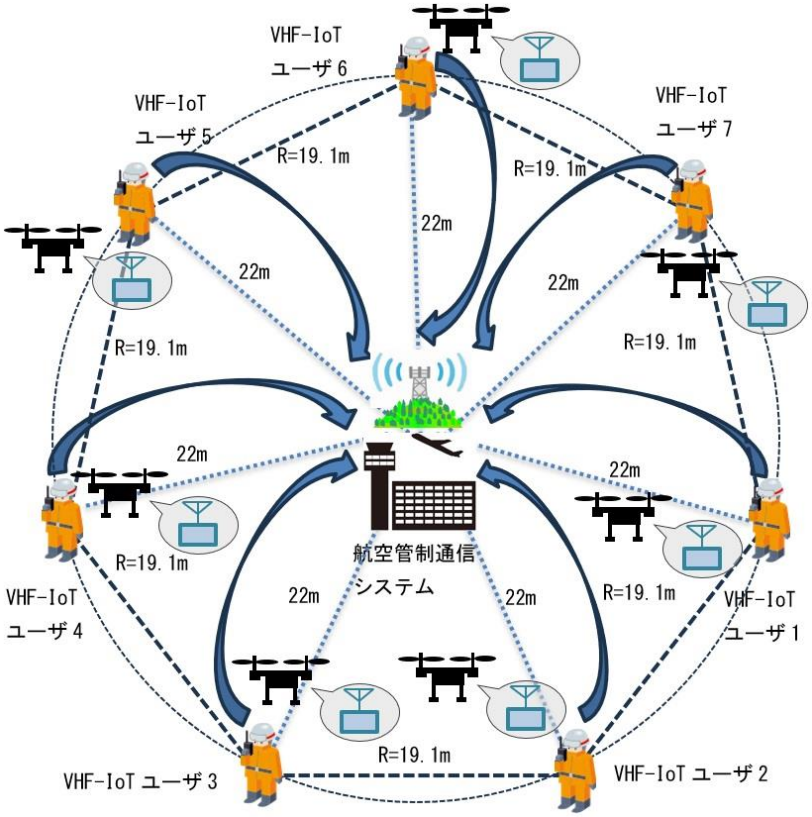


図 63 VHF-IoT が 7 台の場合（上側帯域、L=15m）

同心円の半径が 22m になったことから VHF-IoT が 7 台の場合の干渉量は 1 台の 3.3 倍※となる。

※：5.2dB(3.3 倍)=8.5dB(7 倍)

-{(22m の自由空間伝搬損失 46.2dB)

-(15m の自由空間伝搬損失 42.9dB)}、@222MHz

ク　まとめ

VHF-IoT から航空管制通信システムへの干渉量を同時送信数から検討した結果を示す。

表 88 VHF-IoT の同時送信検討結果（上側帯域、L=15m）

同時送信台数	干渉量の増加（基準：1 台送信）
2～4 台	2～4 倍（3dB～6dB 増）
5 台	4.6 倍（6.7dB 増）
6 台	3.8 倍（5.8dB 増）
7 台	3.3 倍（5.2dB 増）

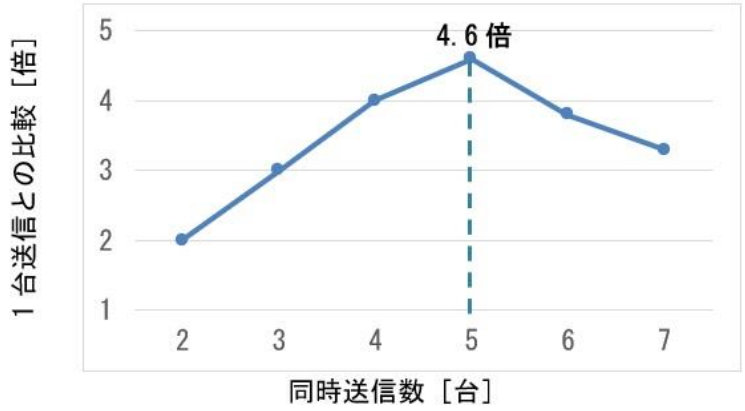


図 64 VHF-IoT の同時送信検討結果（上側帯域、L=15m）

複数送信時の干渉量は 5 台同時送信の場合が最も大きくなり、複数台同時送信時の最大干渉量は 1 台分の 4.6 倍（6.7dB 増）となる。そのため、所要離隔距離は、15m （1 台時）⇒32m（干渉量が 4.6 倍）となるが、上側帯域、FSK 送信機(5W)の不要輻射レベルの実力値においても、規定値（案）に対して、これまで提示している下側帯域と同様な実効的に、約 13dB 程度の改善（低減）が見込まれることから離隔距離 32m は、15m 以下に短縮される試算結果となる。

また、この試算結果に関し、ユースケースから見た運用形態を以下に整理する。

■VHF-IoT（地上）

・空港へ容易に立ち入ることはできない

・山上局の周囲に異なる周波数を使用する VHF-IoT のグループが複数集まることは稀である

・航空機へ容易に近づくことはできない

■VHF-IoT（上空）

・空港の周辺の空域での飛行が制限されている[49]

・山上局の構造物や航空機との間に 30m 以上の距離を保つルールがある[50]

以上により、両システムの設置場所や運用形態等を考慮することにより、共用が可能と考えられる。

[49] 航空法 第 132 条の 85 第 1 項第 1 号

[50] 航空法 第 132 条の 86 第 2 項第 3 号、航空法施行規則 第 236 条の 79 第 1 項

別添　R 算出式

１．R 算出式

$$R = 2 \times r \times \{(n^2 - 1) / 12\}^{(1/2)} \times \sin(\pi / n)$$

R ： 狭帯域 IoT 間の離隔距離
r ： 狭帯域 IoT が 1 対向のキャリアセンス離隔距離
n ： 狭帯域 IoT の局数

２．R 算出式の導き方

A_1A_2 の局間距離が r となる場合について、A_2 局から A_1 局が受信する干渉波電力（キャリアセンスレベルと同等の電力）を自由空間伝搬損失から求める。



図 65 A_2 局から A_1 局が受信する干渉波

$$\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi r)^2} \quad \cdots ①$$

P：干渉波送信電力（帯域外輻射電力）
Gr：受信アンテナ利得（等方性アンテナ）
λ：波長

次に、正多角形の頂点に位置する(n-1)局から A_1 局が受信する干渉波電力を局間距離の自由空間伝搬損失による電力加算により求める。

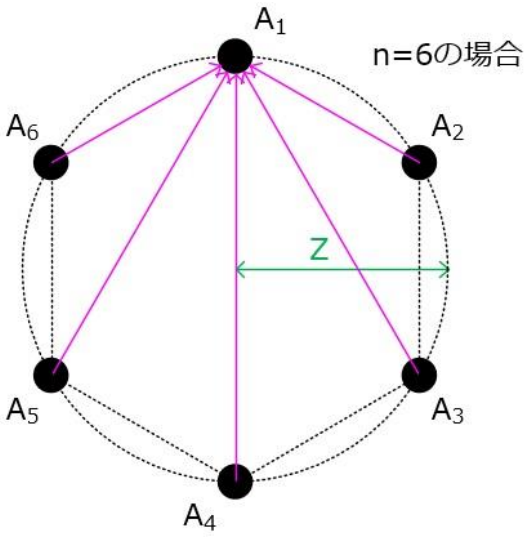


図 66 (n-1)局から A_1 局が受信する干渉波（n=6 の場合）

$$\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi A_1A_2)^2}+\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi A_1A_3)^2}+\cdots+\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi A_1A_n)^2}$$

$$=\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi)^2}\sum_{k=2}^{n}\frac{1}{(A_1A_k)^2} \qquad \cdots ②$$

$A_1A_2, A_1A_3, \cdots, A_1A_n$：局間距離

これに外接円半径 Z の場合の正多角形の対角線の逆二乗和の定理

$$\sum_{k=2}^{n}\frac{1}{(A_1A_k)^2}=\frac{n^2-1}{12}\times\frac{1}{Z^2}$$

を用いると②式は次式になる。

$$①=\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi)^2}\times\frac{n^2-1}{12}\times\frac{1}{Z^2} \qquad \cdots ②'$$

複数の狭帯域 IoT が最も密に同時送信できるのは、A_1 局が他の 1 局から受信する干渉波電力（①）と、A_1 局が(n-1)局から受信する干渉波電力（②'）が等しくなる時であり、この時の Z は次式になる。

$$①=\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi r)^2}=\frac{PG_r\lambda^2}{(4\pi)^2}\times\frac{n^2-1}{12}\times\frac{1}{Z^2}=②'$$

$$\frac{1}{r^2}=\frac{n^2-1}{12}\times\frac{1}{Z^2}$$

$$Z^2=\frac{n^2-1}{12}r^2$$

$$Z=r\sqrt{\frac{n^2-1}{12}}$$

以上より、正多角形の一辺＝狭帯域 IoT 間の離隔距離 R は、正弦定理から次式で求められる。

$$R = 2 \times Z \times \sin(\pi / n)$$
$$= 2 \times r \times \{(n^2 - 1) / 12\}^{(1/2)} \times \sin(\pi / n)$$

参考資料９　公共 BB と VHF-IoT との共用検討

公共 BB と VHF-IoT との間で共用検討（同一周波数共用検討(公共 BB:CH1)、隣接周波数共用検討(公共 BB：CH2～CH9)）を行い、以下の結果を得た。

ここで、公共 BB と VHF-IoT 間の共用条件については、同一帯域内の自システムとして、所要離隔距離の短縮化の可能性を主眼に、以下の手法により、所要離隔距離の検討を行う考え方とした。

手法 1-1：　送信機の漏えい電力（規定値）による検討方法

手法 1-2：　送信機の漏えい電力（試算数値・実測値(実力値相当)）による検討方法

手法 2　：　両システム間の D/U 実測値（参考資料 8）による検討方法

公共 BB 及び VHF-IoT の周波数配置の関係を、図 67 に示す。

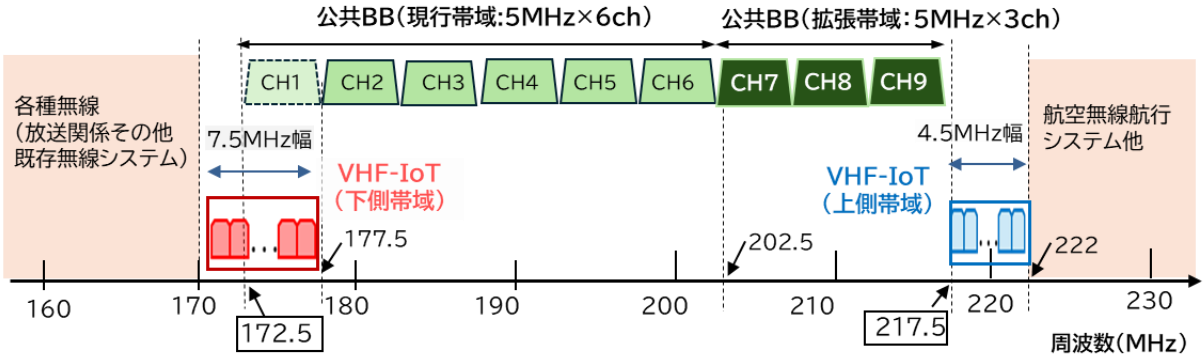


図 67　公共 BB 及び VHF-IoT の周波数配置の関係

１　公共 BB と VHF-IoT との同一周波数共用条件（公共 BB：CH1）

公共 BB と VHF-IoT との同一周波数共用条件（所要離隔距離）について示す。

１．１　公共 BB が被干渉の場合の VHF-IoT との同一周波数共用条件

１．１．１　共用検討の考え方

(1)　公共 BB と VHF-IoT 間の同一周波数共用条件については、同一帯域内の自システムとして、前述の手法 2（条件：両システム間の D/U 実測値）により所要離隔距離を検討する考え方とした。

ここでは、公共 BB(希望波(D 波))の受信電力を一般的に運用されている「-70dBm」とし、近端からの VHF-IoT（U 波)の同一周波数干渉波入力電力（下側帯域：最大 250mW）に対し、所要 D/U モデルを想定し、公共 BB の所要回線品質（BER=1×10^{-6}）が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。また、干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要 D/U 値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して、3dB 減とした。D/U 実測値（D 波:公共 BB、U 波：VHF-IoT）による、所要離隔距離の検討条件（同一周波数干渉）を、表 89 に示す。

表 89　D/U 実測値による同一周波数検討条件（D 波：公共 BB、U 波：VHF-IoT）

区分			試算条件
被干渉条件（公共 BB）	変調方式（1 次変調）		QPSK、16QAM、64QAM
	空中線利得		10dBi※1、※2
	給電線損失		基地局：0dB、移動局及び携帯局：0dB
	空中線高		基地局：30m、移動局（可搬型基地局）：3m、移動局（可搬型基地局以外）：1.5m、携帯局（上空）：ー※3
	受信入力電力		-70dBm 想定
与干渉条件（VHF-IoT）	空中線電力		下側帯域：250mW(max)
	多重方式		SUN FSK の場合：なし SUN OFDM の場合：OFDM
	変調方式		SUN FSK の場合：FSK SUN OFDM の場合：規定しない
	空中線利得		下側帯域：6dBi※1、※2
	給電線損失		0dB
	空中線高		3m（下側帯域：上空なし）
試算条件※5	所要 D/U	FSK	12dB（QPSK）、18dB（16QAM）、24dB（64QAM）
		OFDM	11dB（QPSK）、17dB（16QAM）、23dB（64QAM）
	干渉雑音電力※4	FSK	-85dBm（QPSK）、-91dBm（16QAM）、-97dBm（64QAM）
		OFDM	-84dBm（QPSK）、-90dBm（16QAM）、-96dBm（64QAM）

※1：ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる

※2：表中の値は、最大値を示す（両システムの移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

※3：空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

※4：等価干渉雑音電力＝受信入力電力（-70dBm）－所要 D/U 値－3dB

※5：空中線利得を含まず

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

(2)　公共 BB の CH1 との共用条件を検討するため、当該バンドの中央（175MHz）に着目して共用検討を実施した。

(3)　所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失）。

(4)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、

所要離隔距離については、両システムの空中線利得が最大値（公共 BB：10dBi、VHF-IoT：6dBi（下側帯域））の場合が最大（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、上記に対して、8 又は 4dB のマージンをそれぞれ有することに相当する。）

本検討では、空中線（空中線利得：2dBi(無指向性)）を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

１．１．２　共用検討モデル

図 68 に示す共用検討モデル（D 波:公共 BB、U 波：VHF-IoT）により、所要離隔距離の試算を行った。

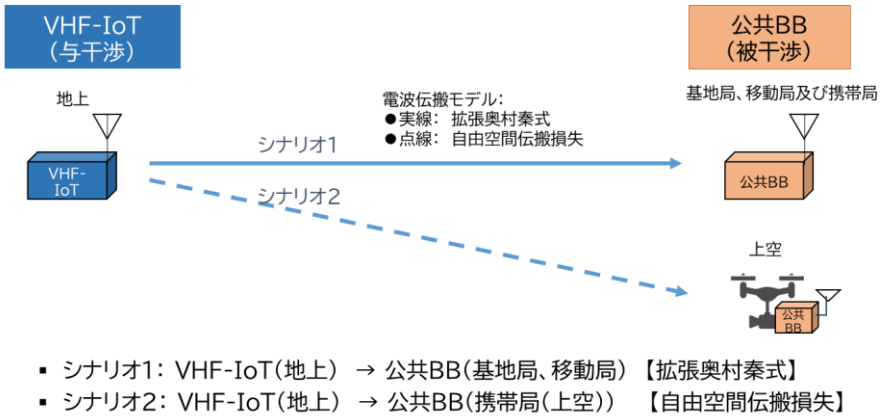


図 68　共用検討モデル（D 波:公共 BB、U 波：VHF-IoT）

１．１．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、D/U 実測値による同一周波数共用条件（所要離隔距離）について、両システムの空中線利得（VHF-IoT：6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)、公共 BB：10dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件として試算した結果を、表 90 に示す。

表 90　所要離隔距離の試算結果（同一周波数干渉、D 波：公共 BB、U 波：VHF-IoT）

被干渉：公共 BB（CH1）			与干渉：VHF-IoT（下側帯域）			
局種等	変調方式（1 次変調）	空中線利得[dBi]	所要離隔距離[m]			
			FSK		OFDM	
			空中線利得[dBi]			
			6	2	6	2
基地局	QPSK	10	900		840	
	16QAM		1,400		1,300	
	64QAM		2,000		1,900	
	QPSK	2		320		300
	16QAM			470		440
	64QAM			690		650
移動局 可搬型基地局	QPSK	10	280		260	
	16QAM		410		390	
	64QAM		610		570	
	QPSK	2		99		97
	16QAM			150		140
	64QAM			220		200
移動局 可搬型基地局以外	QPSK	10	240		220	
	16QAM		350		330	
	64QAM		510		480	
	QPSK	2		93		91
	16QAM			130		120
	64QAM			180		170
携帯局（上空）	QPSK	10	12,200		10,900	
	16QAM		24,300		21,700	
	64QAM		48,400		43,200	
	QPSK	2		2,000		1,800
	16QAM			3,900		3,500
	64QAM			7,700		6,900

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

１．２　公共 BB が与干渉の場合の VHF-IoT との同一周波数共用条件

１．２．１　共用検討の考え方

(1)　公共 BB と VHF-IoT 間の同一周波数共用条件については、同一帯域内の自システムとして、前述の手法 2（条件：両システム間の D/U 実測値）により所要離隔距離

を検討する考え方とした。

ここでは、VHF-IoT（希望波(D 波)）の受信電力を「-70dBm」とし、近端からの公共 BB （U 波)の同一干渉波入力電力（5W（上側・上空：1W））に対し、所要 D/U モデルを想定し、VHF-IoT の所要回線品質（PER=10%）が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。また、干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要 D/U 値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して、3dB 減とした。D/U 実測値（D 波：VHF-IoT、U 波:公共 BB）による、所要離隔距離の検討条件（同一周波数干渉）を、表 91 に示す。

表 91　D/U 実測値による同一周波数検討条件（D 波：VHF-IoT、U 波：公共 BB）

区分			試算条件
被干渉条件（VHF-IoT）	多重方式		SUN FSK の場合：なし SUN OFDM の場合：OFDM
	変調方式		SUN FSK の場合：FSK SUN OFDM の場合：規定しない
	空中線利得		下側帯域：6dBi※1、※2
	給電線損失		0dB
	空中線高		3m（下側帯域：上空なし）
	受信入力電力		-70dBm 想定
与干渉条件（公共 BB）	空中電電力		基地局：20W、移動局：5W、携帯局（上空）：1W※6
	変調方式（1 次変調）		QPSK
	空中線利得		10dBi※1、※2
	給電線損失		0dB
	空中線高		基地局：30m、移動局（可搬型基地局）：3m、移動局（可搬型基地局以外）：1.5m、携帯局（上空）：－※3
試算条件※5	所要 D/U	FSK	2dB（FEC なし）
		OFDM	-1dB（FEC あり：想定値）
	干渉雑音電力※4	FSK	-75dBm（FEC なし）
		OFDM	-72dBm（FEC あり：想定値）

※1： ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる

※2： 表中の値は、最大値を示す（両システムの移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

※3： 空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

※4： 等価干渉雑音電力＝受信入力電力（-70dBm）－所要 D/U 値－3dB

※5： 空中線利得を含まず

※6： 陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

(2)　公共 BB の CH1 との共用条件を検討するため、当該バンドの中央（175MHz）に着目して共用検討を実施した。

(3)　所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失）。

(4)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、両システムの空中線利得が最大値（公共 BB：10dBi、VHF-IoT：6dBi（下側帯域））の場合が最大（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、上記に対して、8 又は 4dB のマージンをそれぞれ有することに相当する。）

本検討では、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性)）を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

１．２．２　共用検討モデル

図 69 に示す共用検討モデル（D 波：VHF-IoT、U 波:公共 BB）により、所要離隔距離の試算を行った。

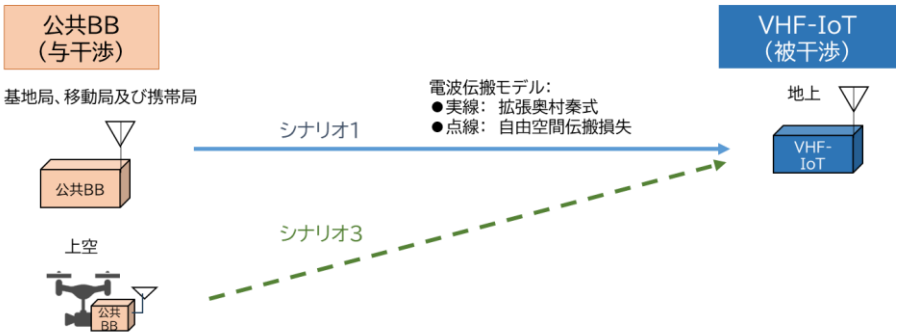


図 69　共用検討モデル（D 波：VHF-IoT、U 波:公共 BB）

１．２．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、D/U 実測値による同一周波数共用条件（所要離隔距離）について、両システムの空中線利得（VHF-IoT：6dBi(最大値)、2dBi(無指向性)、公共 BB:10dBi(最大値)、2dBi(無指向性)）を条件として試算した結果を表 92 に示す。

表 92　所要離隔距離の試算結果（同一周波数干渉、D 波：VHF-IoT、U 波：公共 BB）

被干渉：VHF-IoT（下側帯域）			与干渉：公共 BB（CH1）			
帯域等	変調方式又は多重方式	空中線利得[dBi]	局種等		所要離隔距離 [m] 空中線利得[dBi] 10	2
下側	FSK	6	基地局		8,900	
	OFDM				7,300	
	FSK	2				4,100
	OFDM					3,400
下側	FSK	6	移動局	可搬型基地局	1,900	
	OFDM				1,600	
	FSK	2				900
	OFDM					700
下側	FSK	6		可搬型基地局以外	1,600	
	OFDM				1,300	
	FSK	2				800
	OFDM					600
下側	FSK	6	携帯局※（上空）	1W	100km 超	
	OFDM				100km 超	
	FSK	2				38,500
	OFDM					27,300
下側	FSK	6		5W	100km 超	
	OFDM				100km 超	
	FSK	2				86,100
	OFDM					60,900

※：陸上から 3 海里以遠は 5W 以下

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

２　公共 BB と VHF-IoT との隣接周波数共用条件（公共 BB:CH2～CH9）

公共 BB と VHF-IoT との隣接周波数共用条件（所要離隔距離）について示す。

２．１　公共 BB が被干渉の場合の VHF-IoT との隣接周波数共用条件

２．１．１　共用検討の考え方

(1)　公共 BB と VHF-IoT 間の隣接周波数共用条件については、同一帯域内の自システムとして、前述の手法 1-1（条件：送信機の漏えい電力（規定値））に加え、所要離隔距離の短縮化の可能性を主眼に、手法 1-2（条件：送信機の漏えい電力（試算数値・実測値(実力値相当)）及び、手法 2（条件：両システム間の D/U 実測値）を追加し、所要離隔距離を検討する考え方とした。

ここで、手法 2（条件：両システム間の D/U 実測値）における検討条件については、公共 BB（希望波(D 波)）の受信電力を一般的に運用されている「-70dBm」とし、近端からの狭帯域 IoT 無線（U 波）の干渉波入力電力（下側帯域：250mW、上側帯域：5W）に対し、所要 D/U モデルを想定し、公共 BB の所要回線品質（BER=1×10^{-6}）が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。また、干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要 D/U 値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して 3dB 減とし、VHF-IoT から公共 BB への与干渉軽減手段（フィルタの挿入等による干渉抑圧量：30dB）を考慮して、所要離隔距離を算出した。手法 2 に関する共用検討条件を、表 93 に示す。

表 93　D/U 実測値による隣接周波数検討条件（D 波：公共 BB、U 波：VHF-IoT）

区分			試算条件
被干渉条件（公共 BB）	変調方式（1 次変調）		QPSK、16QAM、64QAM
	空中線利得		10dBi※1、※2
	給電線損失		基地局：0dB、移動局及び携帯局：0dB
	空中線高		基地局：30m、移動局（可搬型基地局）：3m、移動局（可搬型基地局以外）：1.5m、携帯局（上空）：ー※3
	受信入力電力		-70dBm 想定
与干渉条件（VHF-IoT）	空中線電力		下側隣接帯域：250mW(max)、上側隣接帯域：5W(max)
	多重方式		SUN FSK の場合：なし SUN OFDM の場合：OFDM
	変調方式		SUN FSK の場合：FSK SUN OFDM の場合：規定しない
	空中線利得		下側隣接帯域：6dBi、上側隣接帯域：10dBi※1、※2
	給電線損失		0dB
	干渉抑圧量		30dB
	空中線高		3m（上空：ー※3）
試算条件※5	所要 D/U	FSK	-40dB（QPSK）、-34dB（16QAM）、-28dB（64QAM）
		OFDM	【周波数離隔：±2.5MHz 以内】 -14dB（QPSK）、-8dB（16QAM）、-2dB（64QAM） 【周波数離隔：±2.5MHz 以遠】 -40dB（QPSK）、-34dB（16QAM）、-28dB（64QAM）
	干渉雑音電力※4	FSK	-33dBm（QPSK）、-39dBm（16QAM）、-45dBm（64QAM）
		OFDM	【周波数離隔：±2.5MHz 以内】 -59dBm（QPSK）、-65dBm（16QAM）、-71dBm（64QAM） 【周波数離隔：±2.5MHz 以遠】 -33dBm（QPSK）、-39dBm（16QAM）、-45dBm（64QAM）

※1： ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる

※2： 表中の値は、最大値を示す（両システムの移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

※3： 空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）

※4： 等価干渉雑音電力＝受信入力電力（-70dBm）－所要 D/U 値－3dB

※5： 干渉抑圧量及び空中線利得を含まず

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

(2)　公共BBのCH2～CH9との共用条件を検討するため、当該バンドエッジ(177.5MHz、217.5MHz）に着目して共用検討を実施した。

(3)　VHF-IoT から公共 BB への干渉電力は、不要発射の強度の許容値が支配的になることから、不要発射の強度の許容値（規定値：-30dBm/100kHz(EIRP)以下）を条件とした（空中線利得を含む（下側帯域：6dBi 以下、上側帯域：10dBi 以下））。

(4)　VHF-IoT から公共 BB への与干渉軽減手段として、フィルタの追加等により、送信機の不要発射の強度の許容値に対して、さらに 30dB 減衰させることを前提とする（フィルタの実装形態を踏まえ、それぞれ、-60dBm/100kHz(EIRP)に相当する）。

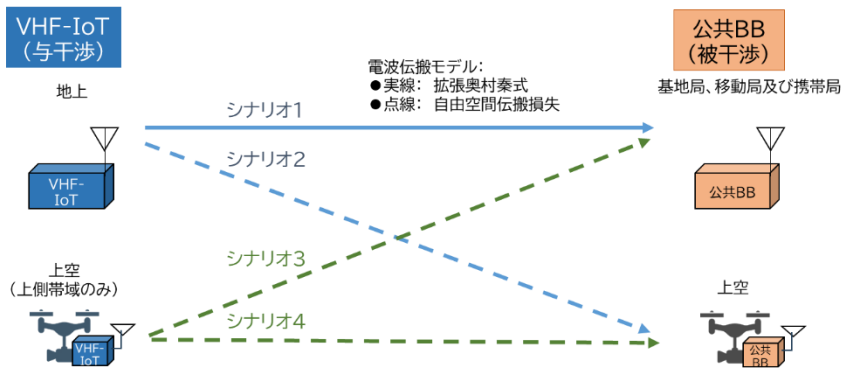
(5)　所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失）。また、公共 BB においては、被干渉が想定される周囲環境においても、他の変調方式に比して、最低限の通信の確保が容易な条件を想定し、QPSK の場合を最悪条件として試算した。

(6)　所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、両システムの空中線利得が最大値（公共 BB：10dBi、VHF-IoT：6dBi（下側帯域）又は 10dBi（上側帯域））の場合が最大（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、上記に対して、4 又は 8dB のマージンをそれぞれ有することに相当する。）

本検討では、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性)）を考慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

２．１．２　共用検討モデル

図 70 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。



- シナリオ1: VHF-狭帯域IoT(地上)　→ 公共BB(基地局及び移動局)【拡張奥村秦式】
- シナリオ2: VHF- IoT(地上)　→ 公共BB(携帯局(上空))　【自由空間伝搬損失】
- シナリオ3: VHF- IoT(上空@上側帯域)→ 公共BB(基地局及び移動局)【自由空間伝搬損失】
- シナリオ4: VHF- IoT(上空@上側帯域)→ 公共BB(携帯局(上空))　【自由空間伝搬損失】

図 70　公共 BB が被干渉の場合の VHF-IoT との共用検討モデル

２．１．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、手法 1-1 及び手法 2 により、両システムの空中線利得：最大値（VHF-IoT：6dBi(上側帯域)、10dBi(下側帯域)、公共 BB:10dBi）を条件とした所要離隔距離の試算結果を表 94 に、両システムの空中線利得：2dBi（無指向性）を条件とした試算結果を表 95 に示す。

表 94　所要離隔距離の試算結果（被干渉：公共 BB、空中線利得：両システムとも最大値）

被干渉：公共 BB（QPSK）（CH2～CH9）				与干渉：VHF-IoT			
局種等		空中線利得 [dBi]	帯域等	空中線利得 [dBi]	所要離隔距離 [m] ※		
					手法 1-1（規定値）	手法 2（D/U 実測値）	
						FSK	OFDM
							離調周波数
							±2.5MHz 以内
							±2.5MHz 以遠
基地局		10	下側帯域	6	76	<1	170	<1
移動局	可搬型基地局				56	31	76	31
	可搬型基地局以外				55	31	72	31
携帯局（上空）					166	31	610	31
基地局		10	上側帯域	10	78	59	340	59
移動局	可搬型基地局				57	51	110	51
	可搬型基地局以外				55	50	95	50
携帯局（上空）					174	110	2,200	110
基地局		10	上側帯域（上空）	10	139	39	780	39
移動局	可搬型基地局				174	49	1,000	49
	可搬型基地局以外				174	49	1,000	49
携帯局（上空）					174	49	1,000	49

※：干渉抑圧量（30dB)を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離隔距離の試算結果は、“<1”と表記

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

表 95　所要離隔距離の試算結果（被干渉：公共 BB、空中線利得：両システムとも 2dBi）

被干渉：公共 BB（QPSK）（CH2～CH9）			与干渉：VHF-IoT				
局種等		空中線利得 [dBi]	帯域等	空中線利得 [dBi]	所要離隔距離 [m] ※		
					手法 1-1（規定値）	手法 2（D/U 実測値）	
						FSK	OFDM
							離調周波数
							±2.5MHz 以内
							±2.5MHz 以遠
基地局		2	下側帯域	2		<1	54	<1
移動局	可搬型基地局	2	下側帯域	2		5	49	5
移動局	可搬型基地局以外	2	下側帯域	2		5	49	5
携帯局（上空）		2	下側帯域	2		5	96	5
基地局		2	上側帯域	2		<1	120	<1
移動局	可搬型基地局	2	上側帯域	2		18	67	18
移動局	可搬型基地局以外	2	上側帯域	2		18	64	18
携帯局（上空）		2	上側帯域	2		18	350	18
基地局		2	上側帯域（上空）	2		7	130	7
移動局	可搬型基地局	2	上側帯域（上空）	2		8	160	8
移動局	可搬型基地局以外	2	上側帯域（上空）	2		8	160	8
携帯局（上空）		2	上側帯域（上空）	2		8	160	8

※：干渉抑圧量（30dB）を考慮（-60dBm/100kHz(EIRP)）

（注）1m 未満の所要離距離の試算結果は、“<1”と表記

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

２．２　VHF-IoT の同時送信数と干渉量の関係

２．２．１　検討の概要

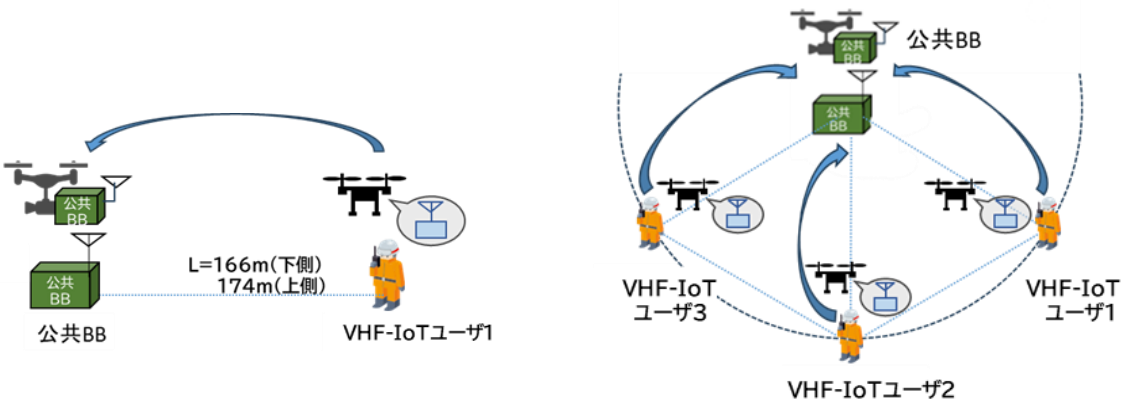
VHF-IoT は、キャリアセンス機能を具備するため、不要発射の関係となる周波数を使用した場合が最も近距離で同時送信が可能となる。VHF-IoT の同時送信数と干渉量の関係について、以下の条件を想定し検討した。検討モデルの概要を、図 71 に示す。

(1)　VHF-IoT の不要発射の強度の許容値（フィルタの追加等により、-60dBm/100kHz (EIRP) 又は-70dBm/10kHz(EIRP)に相当)の電波が伝搬し、VHF-IoT のキャリアセンスレベル(下側帯域：-80dBm、上側帯域：-65dBm)を下回る距離（R）を、下側帯域：79m、上側帯域：11m として検討を行う。

(2)　公共 BB と VHF-IoT の所要離隔距離（L）を、下側帯域：166m、上側帯域：174m として検討を行う。

(3)　VHF-IoT の最小 CH 幅（200kHz）におけるチャネル数を、同時送信の上限とする（下側帯域：37CH、上側帯域：22CH)。

(4)　VHF-IoT が 1 台の場合の公共 BB に対する干渉量を基準として、キャリアセンスによる VHF-IoT 同士の距離を考慮した同時送信時の与干渉電力（総和）が、最大となる、VHF-IoT の台数 N を求める考え方とする。



（ａ）VHF-IoT が 1 台の場合　　（ｂ）VHF-IoT が N 台の場合

図 71　VHF-IoT の同時送信数の検討モデルの概要

２．２．２　検討結果

(1)　下側帯域については、キャリアセンスによる VHF-IoT 同士の距離（79m）と所要離隔距離（166m）の関係を考慮すると、7 台時が最大となり、最大干渉量は 1 台分の 7 倍(8.5dB 増)となる。

(2)　上側帯域については、チャネル数の上限（200kHz 幅で 22 チャネル）の範囲で、キャリアセンスによる VHF-IoT 同士の距離（11m）と所要離隔距離（174m）の関係を考慮すると、最大 7 台となり、最大干渉量は 1 台分の 7 倍(8.5dB 増)となる。

２．３　公共 BB が与干渉の場合の VHF-IoT との隣接周波数共用条件

２．３．１　共用検討の考え方

(1)　公共 BB（CH2～CH9）と VHF-IoT 間の隣接周波数共用条件については、同一帯域内の自システムとして、前述の手法 1-1（条件：送信機の漏えい電力（規定値））に加え、所要離隔距離の短縮化の可能性を主眼に、手法 1-2（条件：送信機の漏えい電力（試算数値・実測値(実力値相当)））及び、手法 2（条件：両システム間の D/U 実

測値）を追加し、所要離隔距離を検討する考え方とした。

ここで、手法 2（条件：両システム間の D/U 実測値）における検討条件については、VHF-IoT（希望波(D 波)）の受信電力を「-70dBm」(注) とし、近端からの公共 BB（U 波)の干渉波入力電力に対し、所要 D/U モデルを想定し、VHF-IoT の所要回線品質（PER=10%）が得られる干渉雑音レベルを求め、所要離隔距離を算出した。また、干渉波(U)による等価的な干渉雑音電力は、所要 D/U 値から定まる値に対して、雑音電力の増加分を考慮して 3dB 減とした。手法 2 に関する共用検討条件を、表 96 に示す。

注： SUN-FSK の受信感度（約-90～-80dBm 程度[51]）に対してマージンを 10～20dB 見込んだ-70dBm を想定

表 96　D/U 実測値による隣接周波数検討条件（D 波：VHF-IoT、U 波：公共 BB）

区分			試算条件
被干渉条件（VHF-IoT）	多重方式		SUN FSK の場合：なし SUN OFDM の場合：OFDM
	変調方式		SUN FSK の場合：FSK SUN OFDM の場合：規定しない
	空中線利得		下側隣接帯域：6dBi、上側隣接帯域：10dBi※1、※2
	給電線損失		0dB
	空中線高		3m（上空：ー※3）
	受信入力電力		-70dBm 想定
与干渉条件（公共 BB）	空中線電力		基地局：20W、移動局：5W、携帯局（上空）：1W※6
	変調方式（1 次変調）		QPSK、16QAM、64QAM
	空中線利得		10dBi※1、※2
	給電線損失		基地局：0dB、移動局及び携帯局：0dB
	空中線高		基地局：30m、移動局（可搬型基地局）：3m、移動局（可搬型基地局以外）：1.5m、携帯局（上空）：ー※3
試算条件※5	所要 D/U	FSK(FEC:無)	-20dB（±2.5MHz 以内)、-40dB（±2.5MHz 以遠）
		OFDM(FEC:有)	-9dB（±2.5MHz 以内)、-40dB（±2.5MHz 以遠）
	干渉雑音電力※4	FSK(FEC:無)	-53dBm（±2.5MHz 以内)、-33dBm（±2.5MHz 以遠）
		OFDM(FEC:有)	-64dBm（±2.5MHz 以内)、-33dBm（±2.5MHz 以遠）

※1： ただし、空中線電力の低減や給電線損失を補う分の増加は認められる

※2： 表中の値は、最大値を示す（両システムの移動局及び上空利用においては、主に空中線利得：2dBi（無指向性）の使用を想定）

[51] 出典：IEEE 802.15.4-2020、19.6.7 Receiver sensitivity

※3： 空中線高は考慮せず、無線局間の絶対距離にて伝搬損失を試算した（自由空間伝搬損失式を適用）
※4： 等価干渉雑音電力＝受信入力電力（-70dBm）－所要 D/U 値－3dB
※5： 空中線利得を含まず
※6： 陸上から 3 海里以遠は 5W 以下
（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

(2) 公共 BB から VHF-IoT への与干渉電力は、周波数配置の関係から、以下の漏えい電力が支配的となる。ここでは、当該与干渉電力の値をもとに、所要離隔距離を試算した。なお、過去の情報通信審議会等報告書等の参照、引用に際し、「規定値」のほか、「実測値又は規定値に対する実測値マージン」が示されている場合は、当該値を適用して検討した。共用検討に用いた、公共 BB の与干渉電力（規定値及び実測値マージン[52]）を、表 97 に示す。

表 97 公共 BB の与干渉電力（規定値及び実測値マージン）

公共 BB の該当チャネル	支配的な要因	適用値
CH2、又は CH9(拡張帯域)	隣接 CH 漏えい電力	規定値：-30dBc（基地局） -21dBc（移動局及び携帯局） 実測値マージン（規定値に対する改善量）：-20dB
CH3、又は CH8(拡張帯域)	次隣接 CH 漏えい電力	規定値：-50dBc（基地局） -41dBc（移動局及び携帯局） 実測値マージン（規定値に対する改善量）：-20dB
CH4、又は CH7(拡張帯域)	スプリアス電力	規定値：-25dBm/100kHz（基地局） -30dBm/100kHz（移動局及び携帯局）

(3) 所要離隔距離を試算する電波伝搬モデルは、過去の情報通信審議会等における検討モデルを踏襲して検討を行った（拡張奥村秦式又は、自由空間伝搬損失）。

(4) 所要離隔距離の試算に使用した各システムの諸元は、参考資料２による。ここで、所要離隔距離については、両システムの空中線利得が最大値（公共 BB：10dBi、VHF-IoT：6dBi（下側帯域）、10dBi（上側帯域））の場合が最大（最悪条件）となる。（なお、例えば、主に使用が想定される空中線（2dBi(無指向性)）を考慮した場合は、上記に対して、4 又は 8dB のマージンをそれぞれ有することに相当する。）

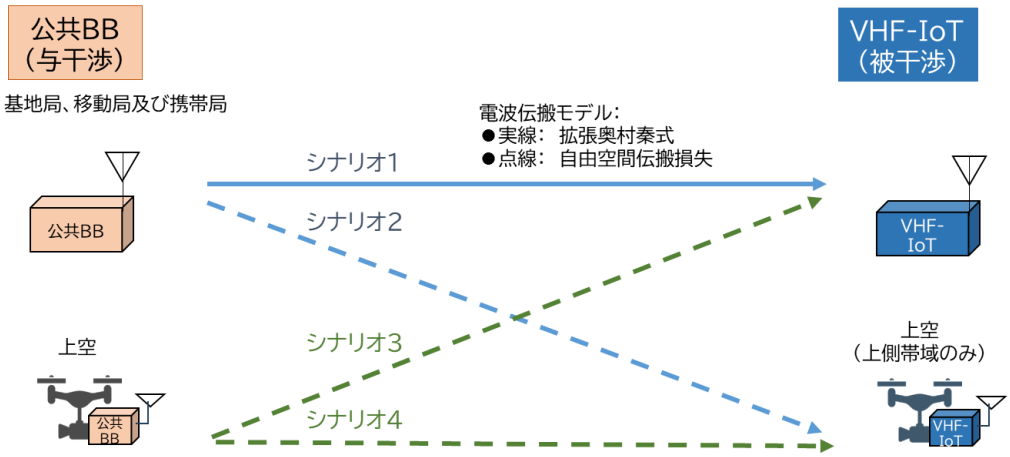
本検討では、主に使用が想定される空中線（空中線利得：2dBi(無指向性)）を考

[52] 出典: 信越総合通信局、中山間地域における公共 BB の有効利用を図るための上空利用に関する調査検討報告書（令和 2 年 3 月）

慮した場合の、実効的な所要離隔距離についても検討した。

２．３．２　共用検討モデル

図 72 に示す共用検討モデルにより、所要離隔距離の試算を行った。



- シナリオ1: 公共BB(基地局及び移動局) → VHF-IoT(地上) 【拡張奥村秦式】
- シナリオ2: 公共BB(基地局及び移動局) → VHF-IoT(上空) 【自由空間伝搬損失】
- シナリオ3: 公共BB(携帯局(上空)) → VHF-IoT(地上) 【自由空間伝搬損失】
- シナリオ4: 公共BB(携帯局(上空)) → VHF-IoT(上空) 【自由空間伝搬損失】

図 72　公共 BB が被干渉の場合の VHF-IoT との共用検討モデル

２．３．３　共用検討結果

上記の共用検討モデルに基づき、手法 1-1 及び手法 2 により、両システムの空中線利得：最大値（VHF-IoT：6dBi(上側帯域)、10dBi(下側帯域)、公共 BB:10dBi）を条件とした、所要離隔距離の試算結果を表 98 に、両システムの空中線利得：2dBi（無指向性）を条件とした試算結果を、表 99 に示す。

表 98　所要離隔距離の試算結果（与干渉：公共 BB、空中線利得：双方とも最大値）

被干渉：VHF-IoT		与干渉：公共 BB（CH2～CH9）（空中線利得：10dBi）							
帯域等	空中線利得[dBi]	局種等		所要離隔距離[m]					
				手法 1-1（規定値）		手法 1-2（実測値）	手法 2（D/U 実測値）		
				隣接 CH 規定値	次隣接 CH 規定値（=隣接 CH 実力値相当※）	次隣接 CH 実力値相当※	離調周波数		
							±2.5MHz 以内		±2.5MHz 以遠
							FSK	OFDM	
下側	6	基地局		4,490	1,220	330	2,100	4,300	570
上側	10			6,410	1,740	470	2,400	5,000	650
上側(上空)				100k 超	31,270	3,130	5,500	100k 超	5,500
下側	6	移動局	可搬型基地局	1,690	460	120	440	890	120
上側	10			2,410	650	180	500	1,100	140
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
下側	6		可搬型基地局以外	1,420	380	104	370	750	100
上側	10			2,000	540	150	420	860	120
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
下側	6	携帯局（上空 1W）		100k 超	13,140	1,310	26,900	95,200	2,700
上側	10			100k 超	24,840	2,490	34,700	100k 超	3,500
上側(上空)				100k 超	24,840	2,490	34,700	100k 超	3,500
下側	6	携帯局（上空 5W）		100k 超	29,400	2,940	26,900	95,200	2,700
上側	10			100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500
上側(上空)				100k 超	55,610	5,560	34,700	100k 超	3,500

凡例　“隣接 CH”：隣接チャネル漏えい電力、“次隣接 CH”：次隣接チャネル漏えい電力

※：実測値マージン(隣接 CH 及び次隣接 CH 漏えい電力に対する改善量)：20dB

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

表 99　所要離隔距離の試算結果（与干渉：公共 BB、空中線利得：双方とも 2dBi）

被干渉：VHF-IoT		与干渉：公共 BB（CH2～CH9）（空中線利得：2dBi）							
帯域等	空中線利得[dBi]	局種等	所要離隔距離[m]						
			手法 1-1（規定値）		手法 1-2（実測値）	手法 2（D/U 実測値）			
			隣接 CH 規定値	次隣接 CH 規定値（=隣接 CH 実力値相当※）	次隣接 CH 実力値相当※	離調周波数			
						±2.5MHz 以内		±2.5MHz 以遠	
						FSK	OFDM		
下側	2	基地局				1,000	2,000	260	
上側	2	基地局				840	1,800	230	
上側(上空)	2	基地局				8,800	31,000	880	
下側	2	移動局 可搬型基地局				200	410	78	
上側	2	移動局 可搬型基地局				180	260	74	
上側(上空)	2	移動局 可搬型基地局				5,500	19,600	550	
下側	2	移動局 可搬型基地局以外				170	350	74	
上側	2	移動局 可搬型基地局以外				150	300	71	
上側(上空)	2	移動局 可搬型基地局以外				5,500	19,600	550	
下側	2	携帯局（上空 1W）	32,990	3,300	330	3,100	10,700	300	
上側	2	携帯局（上空 1W）	32,990	3,300	330	2,500	8,800	250	
上側(上空)	2	携帯局（上空 1W）	39,370	3,940	394	2,500	8,800	250	
下側	2	携帯局（上空 5W）	73,860	7,390	739	6,800	24,000	680	
上側	2	携帯局（上空 5W）	88,130	8,810	882	5,500	19,600	550	
上側(上空)	2	携帯局（上空 5W）	88,130	8,810	882	5,500	19,600	550	

凡例　“隣接 CH”：隣接チャネル漏えい電力、“次隣接 CH”：次隣接チャネル漏えい電力

※：実測値マージン(隣接 CH 及び次隣接 CH 漏えい電力に対する改善量)：20dB

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

参考資料１０　公共 BB と VHF-IoT 間の D/U 実測特性

公共 BB と VHF-IoT との共用（同一周波数共用及び、隣接周波数共用）を想定し、両システム間の与干渉/被干渉実験（離調周波数－D/U 特性の実測）を行い、以下の結果を得た。

１　D/U 測定の概要

VHF-IoT と公共 BB とは周波数を共用（同一周波数共用及び、隣接周波数共用）することから、同一帯域内の自システムとして、両システム間の D/U 値（離調周波数－D/U 特性）を実測した。公共 BB 及び VHF-IoT の周波数配置の関係を、図 73 に示す。

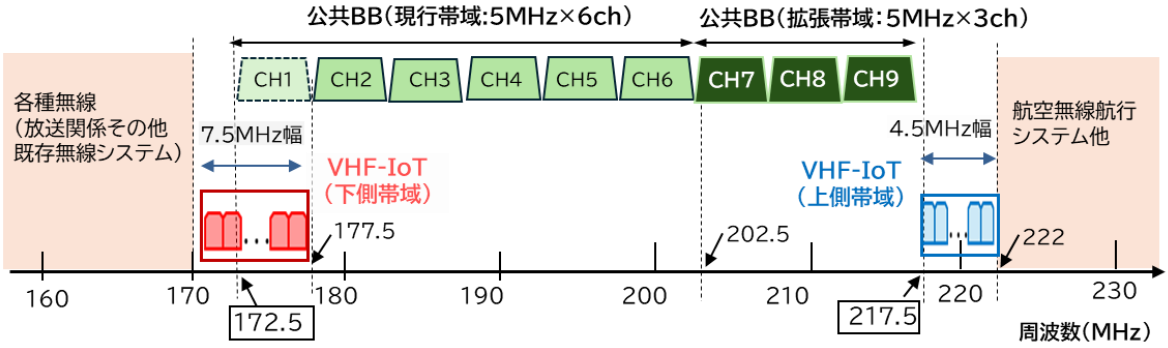


図 73　公共 BB 及び VHF-IoT の周波数配置の関係

２　D/U の実測結果

２．１　公共 BB が希望波（D 波）の場合（D 波:公共 BB、U 波：VHF-IoT）

(1)　測定条件

D 波（公共 BB）　受信入力電力：-70dBm、所要回線品質 BER：1×10^{-6}

（変調方式（1 次変調）：QPSK、誤り訂正：有[53]）

U 波（VHF-IoT）　空中線電力：5W、変調方式等：FSK、OFDM（400kHz/CH）

（注）干渉抑圧フィルタを含まず

(2)　測定方法

D 波（公共 BB@CH2）の隣接 CH の帯域内で、U 波（VHF-IoT）の中心周波数を可変し、離調周波数－D/U 特性を測定

(3)　測定結果

下側帯域で測定した D/U 特性と、この結果をもとに上側帯域に換算した D/U 特性波を、それぞれ図 74 及び図 75 に示す。

[53] 畳み込みターボ符号（符号化率：1/2）

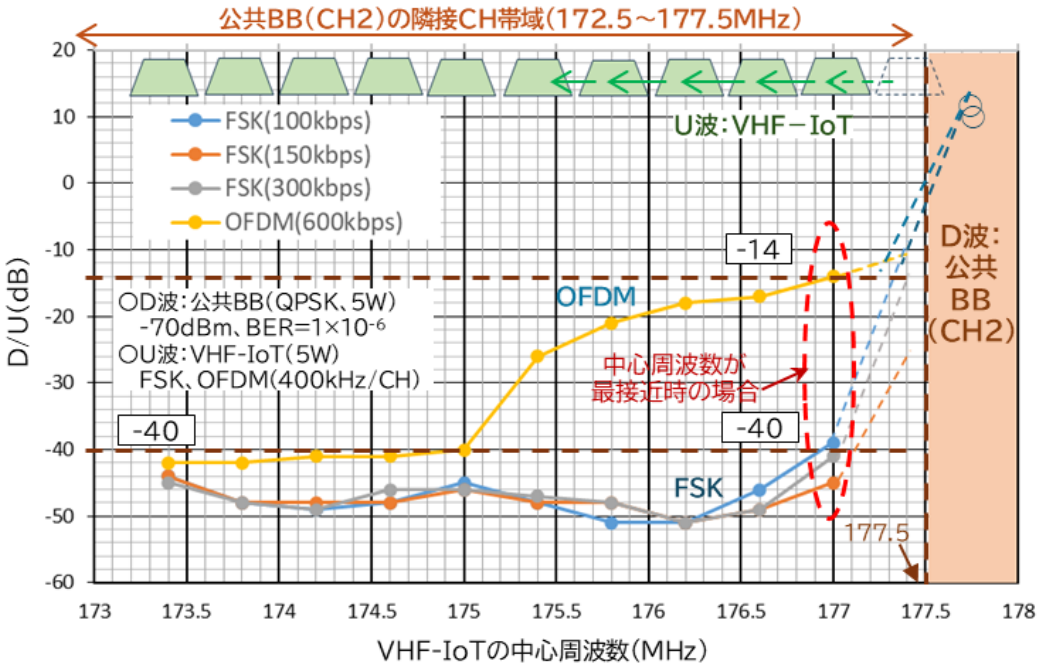


図 74　公共 BB の D/U 特性（下側隣接帯域：実測値）

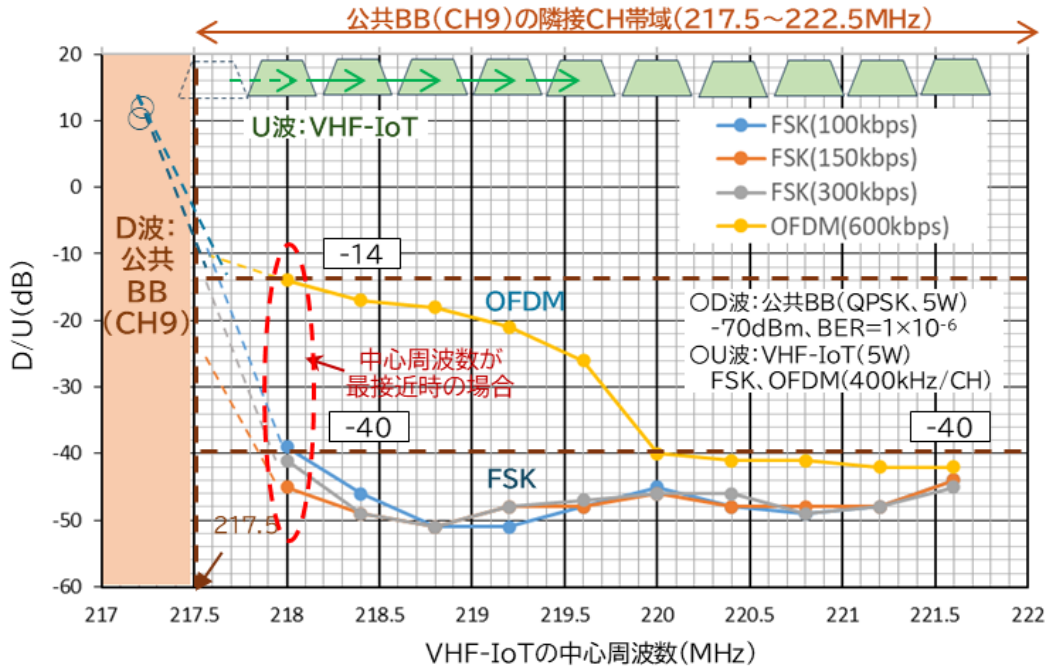


図 75　公共 BB の D/U 特性（上側隣接帯域：換算値）

以上の結果より、公共 BB（CH2 及び CH9@QPSK の場合）の隣接 CH における周波数が重ならない離調周波数において、D/U=-40dB 以下（VHF-IoT：FSK）、-14dB 以下（VHF-IoT：OFDM）が得られた。なお、公共 BB の 1 次変調方式が 16QAM 及び

64QAM の場合は、変調方式に対応する所要 CNR に相当する値を考慮した、D/U=-34dB 及び-28dB（VHF-IoT：FSK)、-8dB 及び-2dB（VHF-IoT：OFDM）となる。

また、公共 BB のバンドエッジから 2.5MHz 以上の離調周波数に対しては、実効的に D/U=-40dB 以下が確保される。

(4) 同一周波数干渉時の D/U 値

前述の D/U 実測結果より、同一周波数干渉時の D/U 値を、表 100 に示す。

表 100 公共 BB の D/U 実測値（同一周波数干渉）

D 波	U 波（VHF-IoT）	D/U（dB）
公共 BB （1 次変調：QPSK）	FSK（100kbps、400kHz 幅）	11
	FSK（300kbps、400kHz 幅）	12
	OFDM（600kbps、400kHz 幅）	11

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

公共 BB（1 次変調：QPSK の場合）と周波数が完全に重なる離調周波数において、D/U=12dB 以下(VHF-IoT:FSK)、11dB 以下(VHF-IoT:OFDM)が得られた。なお、公共 BB の 1 次変調方式が 16QAM 及び 64QAM の場合は、変調方式に対応する所要 CNR に相当する値を考慮した、D/U=18dB 及び 24dB（VHF-IoT：FSK)、17dB 及び 23dB（VHF-IoT：OFDM）となる。

２．２ VHF-IoT が希望波（D 波）の場合（D 波:VHF-IoT、U 波：公共 BB）

(1) 測定条件

D 波（VHF-IoT） 受信入力電力：-70dBm、所要回線品質 PER：10%

（変調方式等：FSK、OFDM、CH 幅：400kHz/CH、誤り訂正：なし）

U 波（公共 BB） 空中線電力：5W、変調方式（1 次変調）：QPSK

(2) 測定方法

U 波（公共 BB@CH2）の隣接チャネルの帯域内で、D 波（VHF-IoT）の中心周波数を可変し、離調周波数－D/U 特性を測定。

(3) 測定結果

下側帯域で測定した D/U 特性と、この結果をもとに上側帯域に換算した D/U 特性波を、それぞれ図 76 及び図 77 に示す。

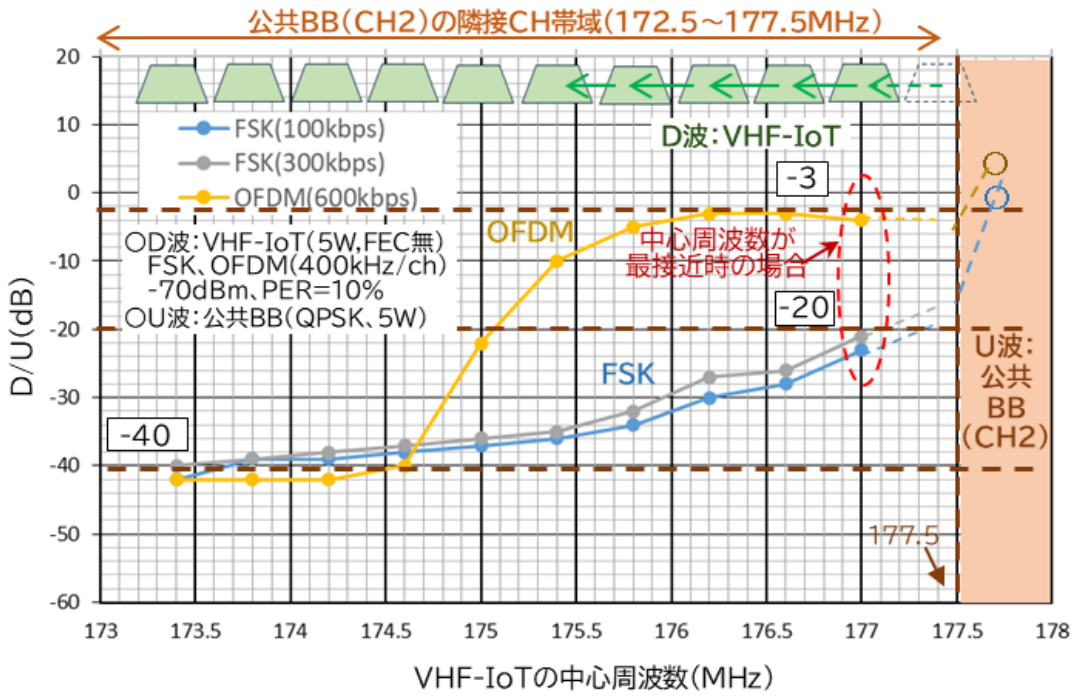


図 76　VHF-IoT の D/U 特性（下側隣接帯域：実測値）

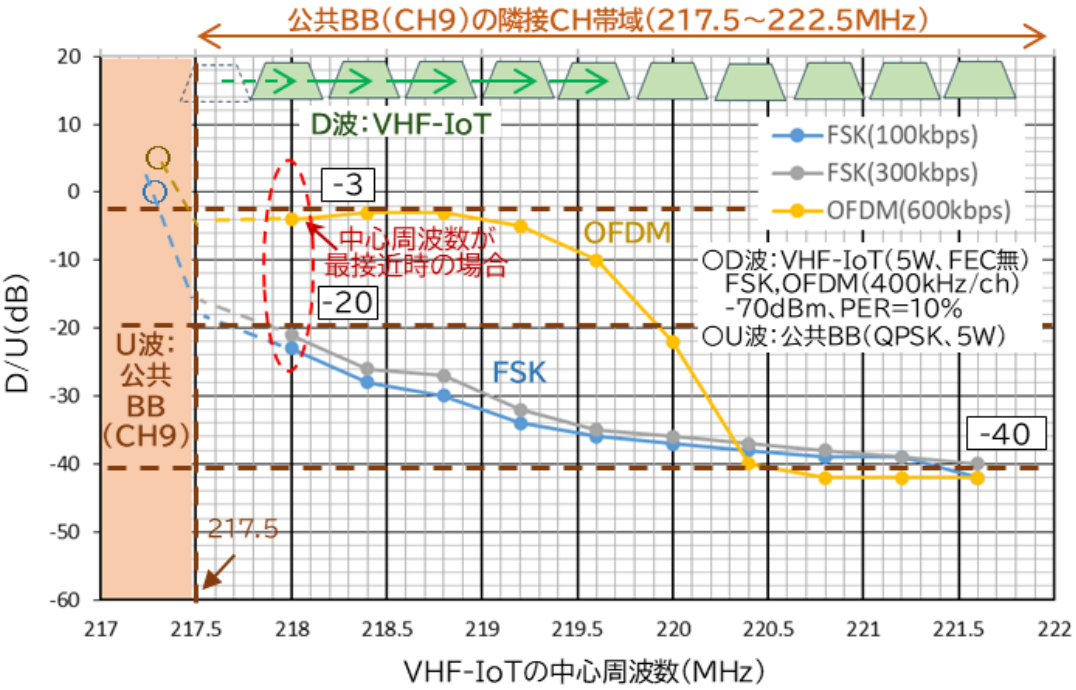


図 77　VHF-IoT の D/U 特性（上側隣接帯域：換算値）

以上の結果より、公共 BB（CH2 及び CH9）の隣接 CH における周波数が重ならない離調周波数において、D/U=-20dB 以下(VHF-IoT:FSK)、-3dB 以下(VHF-IoT:OFDM)が得られた。ここで、OFDM では、実運用では、誤り訂正（FEC）の適用を想定し

ているため、実効的にさらに数 dB 程度以上の改善量が期待される（例えば 6dB 程度[54]の FEC 利得を見込むと、D/U=-9dB（=-3dB-6dB）以下が期待される）。

また、公共 BB のバンドエッジから 2.5MHz 以上の離調周波数に対しては、実効的に D/U=-40dB 以下が確保される。

(4) 同一周波数干渉時の D/U 値

前述の D/U 実測結果より、同一周波数干渉時の D/U 値を、表 101 に示す。

表 101 VHF-IOT の D/U 実測値（同一周波数干渉）

D 波（VHF-IoT）	U 波	D/U（dB）	備考
FSK（100kbps、400kHz 幅）	公共 BB （1 次変調：QPSK）	1	FEC なし
FSK（300kbps、400kHz 幅）		2	FEC なし
OFDM（600kbps、400kHz 幅）		5	FEC なし

（注）ここで、FSK、OFDM については、それぞれ、VHF-IoT の変調方式、多重方式を示す

公共 BB（U 波)に対して、D/U=2dB 以下(VHF-IoT：FSK)、5dB 以下(VHF-IoT：OFDM)が得られた。OFDM では、実運用では、誤り訂正（FEC）の適用を想定しているため、実効的にさらに数 dB 程度以上の改善量が期待される（例えば、6dB 程度の FEC 利得を見込むと、-1dB（=5dB-6dB）が期待される）。

[54] SUN FSK の受信感度の規定における FEC 有/無の差（6dB）を参考とした（参照：IEEE 802.15.4-2020 項 19.6.7）