

400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張
及び高度化のあり方に関する調査検討
報告書

令和4年3月

400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張
及び高度化のあり方に関する調査検討会

目次

はじめに

第 1 章 調査検討の概要	1
1.1 調査検討の背景	1
1.2 調査検討の目的	1
1.3 調査検討項目	1
第 2 章 デジタル簡易無線の現状と課題	3
2.1 デジタル簡易無線とは	3
2.2 デジタル簡易無線局数の推移と需要動向	8
2.3 デジタル簡易無線の利用事例	11
2.4 デジタル簡易無線の課題とニーズ	13
第 3 章 周波数共用条件	15
3.1 アナログ簡易無線の帯域をデジタル簡易無線で共用する場合の共用条件	15
3.2 同一チャネルの共用条件	19
3.3 隣接チャネルの共用条件	19
第 4 章 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討	23
4.1 必要チャネル数の検討	23
4.2 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討	27
第 5 章 中継動作を行うデジタル簡易無線としてあるべきモデル	29
5.1 中継動作が望まれる例	29
5.2 利用モデル	30
5.3 システムの構成	31
第 6 章 中継動作により通話範囲の改善が期待されるモデルの実証試験	33
6.1 目的	33
6.2 概要	33
6.3 直接通信と中継機経由の通信比較試験	33
6.4 二周波半複信運用における上下周波数群入れ替え時の中継動作影響試験	33
6.5 混信を回避する機能の動作確認試験	34
6.6 選択的中継機能の動作確認試験	34
6.7 データ通信の中継動作確認試験	34
6.8 周辺地域における電界強度測定試験	34
第 7 章 中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討	35
7.1 対象とする局種	35
7.2 中継方式と通信方式	35

7.3 移動の範囲.....	37
7.4 二周波半復信方式の周波数離隔.....	37
7.5 中継に必要なチャンネル数と周波数割当て.....	38
7.6 電波の型式.....	39
7.7 識別信号.....	39
7.8 選択的中継機能.....	39
7.9 周波数共用条件.....	40
7.10 話中表示.....	40
7.11 運用上の制限.....	40
7.12 無人運用について.....	40
7.13 その他.....	41
第8章 提言.....	43
8.1 帯域拡張の需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件.....	43
8.2 中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件.....	45
資料編.....	47
資料1 開催要綱.....	47
資料2 構成員一覧.....	49
資料3 調査検討会開催状況.....	51
資料4 構成員からの発表の一部抜粋.....	53
資料5 必要チャンネル数の算出.....	61
資料6 デジタル簡易無線の利用状況測定.....	69
資料7 上空利用可能チャンネルの利用状況観測.....	73
資料8 デジタル簡易無線機のドローンでの活用に関するアンケート結果.....	77
資料9 実験試験局.....	79
資料10 干渉測定とシミュレーション.....	85
資料11 実証試験.....	101
資料12 公開実証試験.....	131
資料13 周波数共用条件検討に用いた各無線方式.....	135
資料14 デジタル簡易無線中継設備の共同利用について.....	137
資料15 関連する法令類一覧.....	139
資料16 参考文献等.....	141
資料17 用語集.....	143

はじめに

電波を用いた無線通信は現代の生活において欠かせない技術の一つであり、携帯電話の普及はその証左と言える。日常的な無線通信の目的は、基本的には遠方への電話やデータによる意思や情報の伝達であるが、携帯電話のように基地局を介したインターネットへの接続や1対1の電話通信のみならず、携帯電話ネットワークの圏外における通信や、近・中距離間を手軽な操作で頻繁に行う1対1ないしは1対多の通信の需要が著しい増加傾向を見せている。その用途は業務から趣味にわたり、例えば、各種業務における現場間、駐車場の誘導スタッフや警備スタッフ間の連絡に通信機器が使用されると共に、登山、スキー、ハンググライダー、マリンスポーツ等の広域にわたって繰り広げられるスポーツ愛好者にも無線通信機器が使用される。このような用途において、無線通信は時には命を守るために重要な役割を果たす場合もある。また、スポーツイベントや、展覧会、国際会議等のように、多くの人が集まるイベントが各地で開催されることが我が国では増えてきており、運営スタッフ間の連絡で多くの通信機器がさらに必要とされる状況である。さらに、近年においてはドローンやリモートコントロール機器の普及に伴い、低速ながらも確実な制御信号等の無線データ通信も求められるようになってきている。

以上のような使用状況を考慮すると、限られた周波数資源においてチャンネル数の増加が望まれると共に、広域な通信範囲の必要性や、複数の建物が介在する敷地内や大型ビル内における異なるフロア間の通信のような厳しい電波伝搬環境における無線通信の需要の増加を考慮する必要がある。

一方、簡易無線局は、比較的簡易な申請で開設できる無線局であり、無線従事者の資格を必要とせず5Wまでの高出力な電波の使用が可能である。その周波数はVHF帯～UHF帯であることからコンパクトなアンテナ設計が可能であり、さらに陸上の他、日本周辺海域や上空において電話やデータ通信が可能であることから、その応用範囲は広いと考えられる。

以上の状況を鑑み、本調査検討会においては、デジタル簡易無線におけるチャンネル数増大の要求、及び厳しい電波環境における通信の必要性を考慮し、占有周波数帯幅を抑えつつも通信品質を確保するための技術要件や、中継技術に関する技術的検討を行った。以上のデジタル簡易無線に関する本調査検討の内容が、我が国における豊かな経済活動や文化活動の促進につながるのであれば幸いである。

最後に、本調査検討会にご参加いただいた委員各位を始め、事務局、さらに各実験等にご参加、ご協力いただいた全ての皆様方に心から御礼申し上げます。

令和4年3月

400MHz帯デジタル簡易無線局の帯域拡張及び高度化のあり方に関する調査検討会
座長 熊本大学 大学院先端科学研究部 教授 福迫 武

第1章 調査検討の概要

1.1 調査検討の背景

簡易無線局は、簡易な事務や個人的な用務を行うため開設されており、小電力の自営系で最も普及している無線電話システムである。

簡易無線局の局数は、平成 21 年度末の約 70 万局が令和元年度末には約 132 万局とこの 10 年間でほぼ倍増しており、うち九州管内は約 10 万局と、これもほぼ倍増しており、関東、近畿、東海局に次ぐ局数である。

本検討会が対象とする 400MHz 帯のデジタル簡易無線局の普及状況は、総務省が実施する「電波の利用状況調査」令和 2 年度調査では、全国で約 98 万局、うち九州管内は約 7 万局(全国割合 7.4%)と、これも関東、近畿、東海に次ぐ局数となっている。

特に、平成 20 年 8 月に導入されたデジタル簡易無線の登録局は、全国では平成 21 年度の約 1.8 万局から令和元年度には約 62 万局と 30 倍以上増加し、うち九州管内は、平成 23 年度の約 3 千局から令和2年度には約 6 万局と約 20 倍に増加するなど全国的に増加傾向にあり、使用可能なチャンネル数が不足しているとの声も寄せられているところである。

1.2 調査検討の目的

本調査検討会では、近年の簡易無線局(登録局)の増加による将来の周波数の逼迫に対処するため、現行のアナログ簡易無線局の割当周波数を含む 400MHz 帯域へのデジタル簡易無線用周波数の拡張による割当てを想定し、平成 20 年の情報通信審議会一部答申「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」を踏まえ、デジタル簡易無線に関する需要動向、デジタル簡易無線を導入するために必要な技術的条件の調査検討、隣接する周波数帯の無線システム及びアナログ波との干渉検討等について再検証を行う。

また、デジタル簡易無線では、無線局の目的に則した通信はもとより IoT 分野でのデータ通信にも活用されており、現行システムでの遮蔽物等による通信途絶解消等のニーズに対応するための中継動作等によるシステムの高度化について、必要な調査及び技術的条件等に関する検討を行うことで更なる周波数の効率的利用に資することを目的に実施するものである。

1.3 調査検討項目

1.3.1 400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張

デジタル簡易無線局への拡張割当てに必要な技術的条件の検討を実施する。

(1) デジタル簡易無線局の現状と課題

構成員の情報等から用途、利点、欠点、課題、局数推移等を取りまとめる。

(2) デジタル簡易無線局に求められるニーズ

構成員の情報等からニーズを取りまとめる。

(3) デジタル簡易無線に関する需要動向

構成員の情報及び局数の推移から今後 10 年程度の需要動向を検討する。

(4) 周波数共用条件

『150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討報告書』平成 23 年 3 月の干渉検討を参考にシミュレーションと実機測定試験を実施する。

(5) 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件等

情報通信審議会小電力無線システム委員会報告(平成20年3月)第2章簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件を参考に必要となるチャンネル数を調査算出し、周辺他システムとの共用条件を確認する。

1.3.2 400MHz 帯デジタル簡易無線局の高度化のあり方

デジタル簡易無線の高度化の可能性について検討する。

(1) 中継動作を行うデジタル簡易無線としてあるべきモデル

デジタル簡易無線局に求められるニーズを受けて、中継動作のあるべきモデルについて、以下の項目を検討する。

(ア)対象とする簡易無線局(免許局/登録局)

(イ)中継方式

(ウ)選択的中継機能

(エ)周波数共用条件

(オ)その他

(2) 中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件

上記モデルを実現するために以下の項目を検討する。

(ア)通信方式(二周波半復信)

(イ)必要なチャンネル数

(ウ)中継用として望ましい周波数割当て(専用波/共用波、送受信波の離調周波数など)

(エ)識別信号

(オ)その他

(3) 中継動作により通話範囲の改善が期待されるモデルの実証試験

中継動作として好適なモデルを選定し、中継動作により通話範囲が確保しやすくなること及び中継動作の機能等について熊本市内で実証試験を実施する。

第2章 デジタル簡易無線の現状と課題

2.1 デジタル簡易無線とは

2.1.1 簡易無線

簡易無線局(免許局)は、申請者の簡易な事務又は個人的用務を行うために開設するものであって、次に掲げるものに該当しないものであること。(電波法関係審査基準)

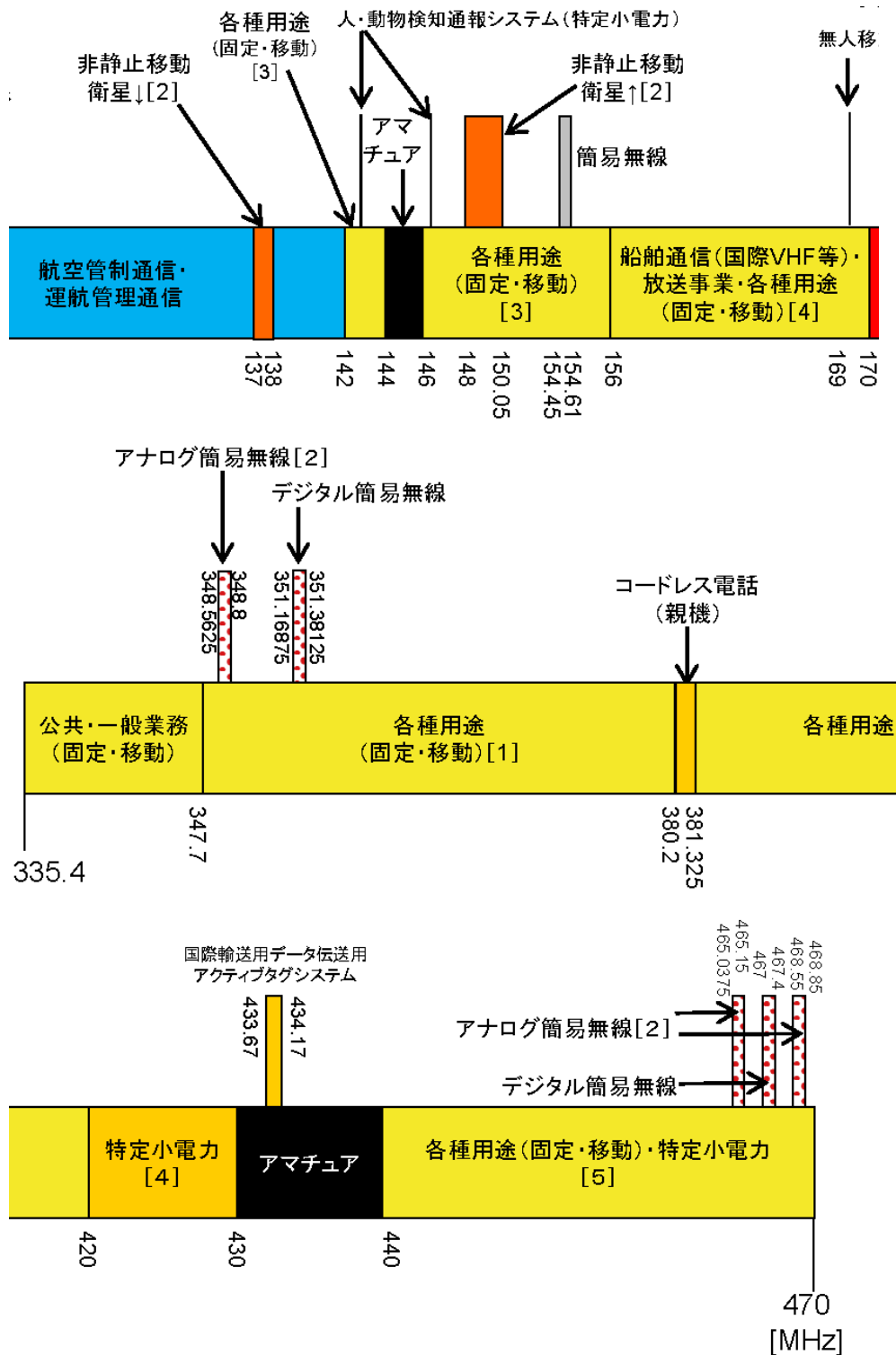
- (1) 電気通信業務を行うことを目的として開設するもの
- (2) 船舶又は航空機の安全航行を確保することを目的として開設するもの
- (3) 主として海上で使用することを目的として開設するもの(ただし、防波堤若しくはこれに準ずる外郭施設の内側の水域若しくは船舶内のみにおいて使用するもの又は 467MHz から 467.4MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数の電波を使用するものを除く。)
- (4) 主として上空で使用することを目的として開設するもの
- (5) 鉄道若しくは軌道用の客車若しくは貨車、索道用機器又は一般乗合乗用旅客自動車の安全運行を確保することを主たる目的として開設するもの
- (6) 専ら天災地変その他非常の事態に際し、人命及び財産保全又は治安の維持を確保することを目的として開設するもの
- (7) 防衛、警察、海上保安、検察、入国管理、公安調査、税関、検疫、麻薬取締り又は防災の業務遂行を確保することを目的として開設するもの
- (8) 航空運送事業の用に供する航空機(貨物のみを運送するものを除く)内において使用することを目的として開設するもの
- (9) 水防、道路、消防又は気象業務の遂行を確保することを主たる目的として開設するもの

簡易無線は無線従事者の資格を必要としない。

簡易無線の種類及び周波数を表 2-1、図 2-1 に示す。

表 2-1 簡易無線の種類

周波数帯	周波数	空中線電力	電波の型式	備考【】内は調査検討で用いる呼称
154 MHz 帯	154.45MHz～154.61MHz 20kHz 間隔の 9 波	5W 以下	F2D, F3E	【154MHz 帯 アナログ簡易無線】
	154.44375MHz～ 154.55625MHz 6.25kHz 間隔の 19 波	5W 以下	G1C, G1D, G1E, G1F, R2C, R2D, R3E, R3F, F1C, F1D, F1E, F1F	【154MHz 帯 デジタル簡易無線】
	154.5625MHz～ 154.61250MHz 6.25kHz 間隔の 9 波	5W 以下	G1C, G1D, G1F, R2C, R2D, R3F, F1C, F1D, F1F	【154MHz 帯データ伝送用 デジタル簡易無線】
348 MHz 帯	348.5625～348.7750MHz 12.5kHz 間隔の 18 波	1W 以下	F2B, F2C, F2D, F3C, F3E	【348MHz 帯 アナログ簡易無線】 使用期限は 令和 6 年 11 月 30 日まで.
	348.7875MHz,348.8000MHz 12.5kHz 間隔の 2 波	1W 以下	F2B, F2C, F2D, F3C	【348MHz 帯データ伝送用 アナログ簡易無線】 使用期限は 令和 6 年 11 月 30 日まで.
351 MHz 帯	351.168750～ 351.193750MHz 6.25kHz 間隔の 5 波 (陸上と上空用)	1W 以下	G1C, G1D, G1E, G1F, R2C, R2D, R3E, R3F, F1C, F1D, F1E, F1F	【351MHz 帯 デジタル簡易無線】
	351.200000～ 351.381250MHz 6.25kHz 間隔の 30 波 (陸上用)	5W 以下		
465 MHz 帯	465.0375～465.1500MHz 12.5kHz 間隔の 10 波	5W 以下	F2D, F3E	【465MHz 帯 アナログ簡易無線】 使用期限は 令和 6 年 11 月 30 日まで
467 MHz 帯	467.00000～467.40000MHz 6.25kHz 間隔の 65 波	5W 以下	G1C, G1D, G1E, G1F, R2C, R2D, R3E, R3F, F1C, F1D, F1E, F1F	【467MHz 帯 デジタル簡易無線】
468 MHz 帯	468.55～468.85MHz 12.5kHz 間隔の 25 波	5W 以下	F2D, F3E	【468MHz 帯 アナログ簡易無線】 使用期限は 令和 6 年 11 月 30 日まで



総務省 我が国の電波の使用状況の詳細 (令和 3 年 3 月 31 日現在) より
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/myuse/use/index.htm>

図 2-1 簡易無線の周波数帯

2.1.2 デジタル簡易無線

電波の有効利用を目的に、平成 20 年(2008 年)8 月の周波数割当計画の変更(総務省告示平成 20 年第四百六十三号)により新たにデジタル方式の簡易無線局の周波数の割当て(351MHz 帯 35 波、467MHz 帯 65 波)が行われ、デジタル簡易無線が制度化された。

それと同時に、アナログ方式の周波数を使用する 350MHz 及び 400MHz 帯の簡易無線局については、高まる電波利用ニーズへの迅速な対応やデジタル方式の無線システムの導入を推進するため、使用期限を令和 4 年(2022 年)11 月 30 日までとされた。

アナログ簡易無線局については速やかにデジタル方式の簡易無線局等への移行を完了し、電波の有効利用を図る必要があるところだが、新型コロナウイルス感染症による社会経済への影響等により、デジタル方式の簡易無線局等への移行に遅れが生じることが想定されることから、激変緩和措置として、企業等の中期経営計画の期間(3 年前後)等を念頭に、アナログ簡易無線局の周波数の使用期限を 2 年に限り延長(令和 4 年 11 月 30 日とする使用期限を令和 6 年 11 月 30 日に改正)することとされた。(令和 3 年(2021 年)9 月 1 日制度改正)

平成 24 年(2012 年)12 月に 154MHz 帯についても 28 波のデジタル方式の周波数割り当てが行われた。

デジタル簡易無線は、DCR(Digital Convenience Radio)の略称で呼ばれることがある。

デジタル変調方式には、 $\pi/4$ シフト QPSK、RZSSB、4 値 FSK の 3 方式が制度化されている。現在商品化されているのは 4 値 FSK 方式のものである。

呼出名称記憶装置により呼出名称が自動的に送信される。

2.1.3 免許局と登録局

簡易無線のうち、351MHz 帯デジタル簡易無線は登録局である。登録局は、無線局免許申請に比べ簡易な手続きで開設できる。そのほかの簡易無線局は開設に免許申請手続きが必要な免許局である。

デジタル簡易無線局で比較した場合、それ以外に表 2-2 のような特徴を有する。

表 2-2 デジタル簡易無線免許局と登録局の違い

区分	デジタル簡易無線局 (免許局)	デジタル簡易無線局(登録局)		
		無線設備の種別:3R	無線設備の種別:3S	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・無線局免許が必要 ・高出力(最大 5W) ・免許人以外での使用は不可 ・上空使用不可 ・免許状記載の通信相手のみ ・通信事項は「簡易な業務」(主に企業等における業務用通信) 	<ul style="list-style-type: none"> ・免許局と比べて簡単な「登録手続」にて利用可能 ・高出力(最大 5W) ・登録人以外でも使用可能(イベント等におけるレンタル機器として利用可) ・上空使用不可 ・上空使用可 ・通信相手に制限なし(異なる企業間での通信、個人によるアマチュア無線のような利用なども可) ・通信事項指定なし(企業等における業務通信から個人等におけるレジャー通信まで利用可) 		
チャンネル数	28 チャンネル(154MHz 帯) 65 チャンネル(467MHz 帯)	30 チャンネル	5 チャンネル	
空中線電力	最大 5W	最大 5W	最大 1W	
使用可能場所	陸上(154MHz 帯) 陸上・日本周辺海域 (467MHz 帯)	陸上・日本周辺海域	陸上・日本周辺海域・ 上空	
キャリアセンス機能	なし	あり		

2.1.4 デジタル簡易無線の種別

デジタル簡易無線には、 $\pi/4$ シフト QPSK、RZSSB、4 値 FSK の 3 方式が制度化されており、周波数帯、免許局/登録局、上空利用可/不可など多くの種類が存在する。

民間標準規格 ARIB STD-T98 では、異メーカー間での相互接続性を担保し利用者の混乱を避けるため、表 2-3 のような種別コードを規定している。同一のコードであればメーカーが異なっても規定された通信が可能であることを示す。ただし、当該規格に準拠しないデジタル簡易無線も存在する。

表 2-3 簡易無線の種別コード

無線局 の区分	免許局 (全国の陸上)	免許局 (全国の陸上及び 日本周辺海域)	登録局 (全国の陸上及び 日本周辺海域)	登録局 (全国の陸上及び 日本周辺海域並び にそれらの上空)
	154MHz 帯	467MHz 帯	351MHz 帯	
四分の π シフト 四相位相変調	1A	1B	1R	1S
実数零点単側 波帯変調	2A	2B	2R	2S
四値周波数偏 位変調	3A	3B	3R	3S

2.1.5 簡易無線の通信時間等

簡易無線は、複数のチャンネルを利用者全体で共用するものであることから、以下のような制度を設け、チャンネルの占有及び混信妨害を回避している。

2.1.5.1 簡易無線局の通信時間（無線局運用規則 第二百二十八条の二）

簡易無線においては、1回の通信時間は、5分をこえてはならないものとし、1回の通信を終了した後においては、1分以上経過した後でなければ再び通信を行ってはならない。ただし、遭難通信、緊急通信、安全通信及び法第七十四条第一項に規定する通信を行う場合及び時間的又は場所的理由により他に通信を行う無線局のないことが確実である場合は、この限りでない。

2.1.5.2 送信時間制限装置（総務省告示平成20年第四百六十七号）

送信時間制限装置は、連続して5分を超える電波の発射をしようとした場合に、自動的にその送信を停止し、その停止から1分以上経過した後でなければ送信を行わないものであること。

2.1.5.3 キャリアセンス（電波法施行規則 第十六条七号）

登録局においては、キャリアセンス機能を備え付けられていること。

キャリアセンスのレベルと動作（総務省告示平成20年第四百六十七号）

1 他の無線局の電波（受信機入力端において、受信機入力電圧が $7\mu\text{V}$ の値以上の電波に限る。）を受信した場合に、受信した周波数の電波と同一の周波数の電波の発射を行わないものであること。

2 1を経て電波の発射が行われた場合は、その発射時から連続する5分間は1を省略することができる。

2.1.6 本調査検討会の対象とするデジタル簡易無線

無線設備規則 第五十四条二に規定される簡易無線局のうち、

『四〇〇MHz帯の周波数の電波を使用する簡易無線局(三三五・四MHzを超え四七〇MHz以下の周波数の電波を使用する簡易無線局をいう。)]

を対象とする。すなわち以下の2種である。

351MHz帯デジタル簡易無線

467MHz帯デジタル簡易無線

測定及び実証試験等においては、四値周波数偏移変調のものを対象とする（その他の変調方式のものは入手困難なため）。ただし、技術的条件等の検討については実数零点単側波帯変調及び四分の π シフト四相位相変調についても対象とする。

2.2 デジタル簡易無線局数の推移と需要動向

2.2.1 簡易無線局数の推移

総務省の無線局統計情報から簡易無線局数の推移をまとめたものを図 2-2 に示す。

無線局統計情報では、簡易無線局の免許局(表 2-1 に示す 351MHz 帯以外のものの総数)と登録局(351MHz 帯デジタル簡易無線)の局数が集計されている。

登録局は制度化以降の平成 21 年度から局数の増加が続いていることがわかる。

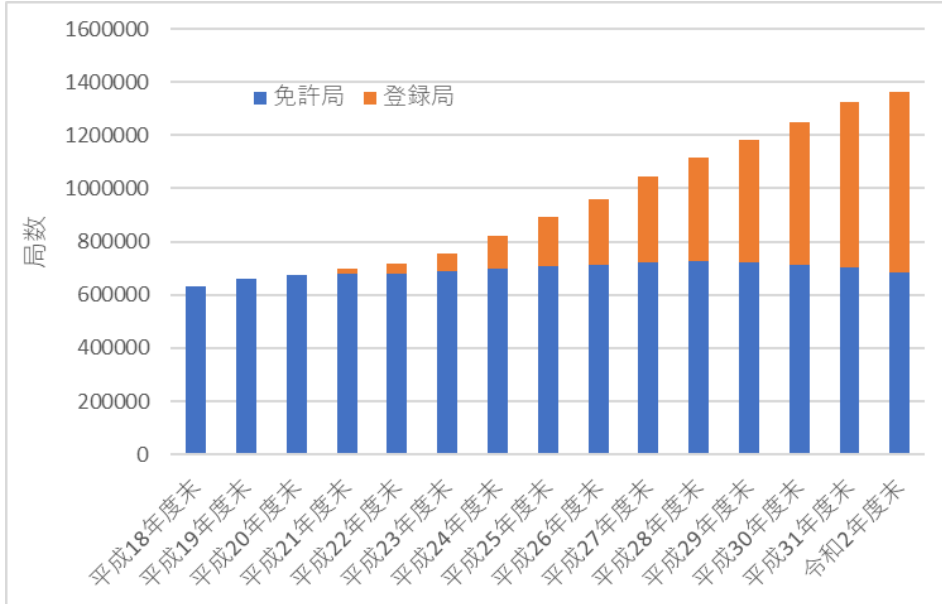


図 2-2 簡易無線局数の推移

2.2.2 デジタル簡易無線局数の推移

簡易無線局の登録局については、総務省の無線局統計情報による局数を利用し、免許局については、通信方式や周波数帯ごとに分類した局数の情報がないため、総務省の電波の利用状況の調査結果から、システムごとの局数を抽出してとりまとめたものを図 2-3 に示す。

なお、電波の利用状況の調査では、調査年度当初の無線局数をもとに調査を実施することから、調査検討では利用状況調査の局数を前年度末の簡易無線局の局数と同一として利用する。集計時点の違いによりごくわずかな差異が生じるが傾向把握、需要予測には大きな影響を与えない。

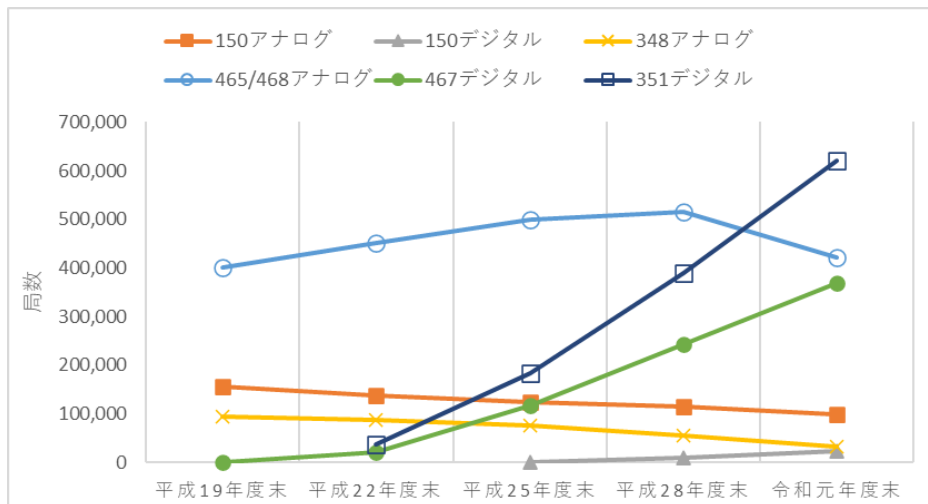


図 2-3 デジタル簡易無線局数の推移

2.2.3 デジタル簡易無線局数の需要予測

本調査検討の対象の 351MHz 帯デジタル簡易無線及び 467MHz 帯デジタル簡易無線について、今後の需要予測(無線局数)を以下の条件で行った。結果を図 2-4 及び表 2-4 に示す。

- (1) 今後も同様の伸び率で推移する(過去のデータを用いた回帰分析で推移を予測する)。
- (2) アナログ簡易無線からデジタル簡易無線への移行は以前から進んでおり、移行に伴う増加は令和 2 年以前の増加局数にも含まれている。移行期限が令和 4 年 11 月から令和 6 年 11 月に延期されたことに伴い、令和 6 年の期限前にこの移行需要が増加すること、令和 7 年以降に移行需要分がなくなることが想定される。しかし、令和 6 年の期限前の移行需要増加は、仮定によるもので根拠に乏しく、過大な需要を導出するおそれがあるため考慮しないこととした。
- (3) アナログ簡易無線の減少は、純粋な使用停止、簡易無線以外の通信方法への移行、デジアナ両用機からのアナログ停波を含むためデジタル簡易無線への移行数とは一致しない。このアナログ簡易無線からデジタル簡易無線への移行比率を調査又は推定することは困難であり、将来の需要予測に与える影響は大きくないと想定されることから、令和 7 年以降の移行需要分の減少は考慮しない。
- (4) 需要に影響を与える可能性がある以下のような大規模イベントは本調査検討では要素として考慮しない。
 - 令和 7 年大阪万国博覧会(大阪夢洲)
 - 令和 4 年バドミントン世界選手権(東京)
 - 令和 8 年第 20 回アジア競技大会(愛知県名古屋市)
 - 令和 12 年冬季オリンピック・パラリンピック競技大会(北海道札幌市、招致中)

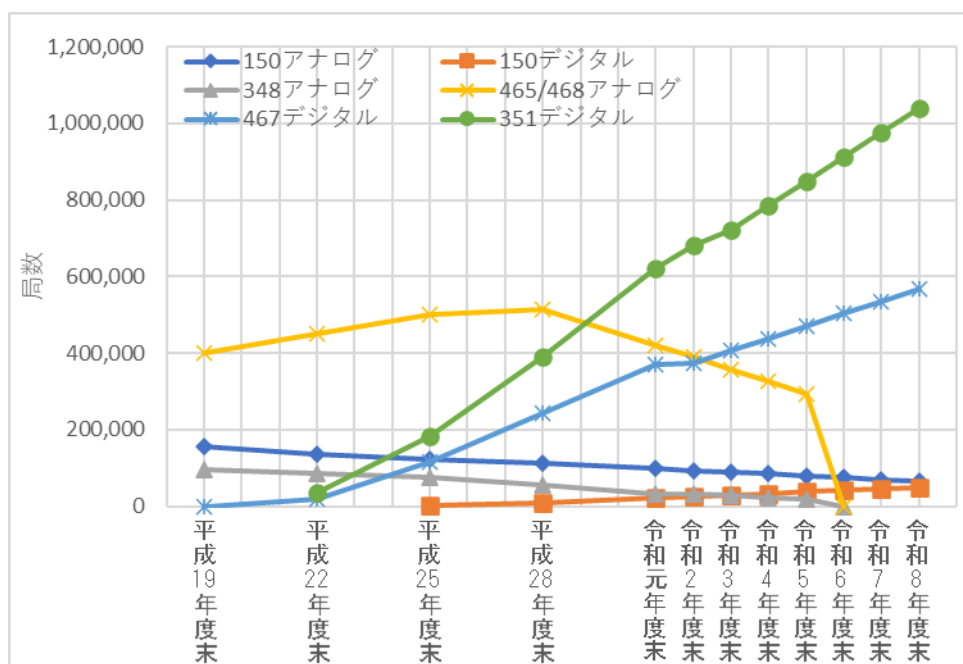


図 2-4 デジタル簡易無線数の需要予測(局数)

表 2-4 デジタル簡易無線局数の需要予測(局数)

局数の推移	西暦年	154 アナログ	154 デジタル	348 アナログ	465/468 アナログ	351 デジタル	467 デジタル
平成 19 年度末	2007	156,885		95,032	400,899		10
平成 22 年度末	2010	137,664		87,693	451,489	31,958	20,092
平成 25 年度末	2013	123,528	1,114	75,272	499,568	172,443	117,276
平成 28 年度末	2016	113,755	10,234	55,590	515,725	378,831	242,524
令和元年度末	2019	99,586	23,583	33,531	420,929	614,520	370,038
令和 2 年度末	2020	93,965	26,623	33,232	389,330	657,685	374,569
令和 3 年度末	2021	89,348	30,368	28,062	357,732	722,821	406,651
令和 4 年度末	2022	84,732	34,113	22,892	326,133	787,957	438,734
令和 5 年度末	2023	80,115	37,858	17,722	294,534	853,092	470,817
令和 6 年度末	2024	75,498	41,603	0	0	918,228	502,900
令和 7 年度末	2025	70,881	45,348			983,364	534,983
令和 8 年度末	2026	66,264	49,093			1,048,500	567,066

351MHz 帯デジタル簡易無線の需要予測回帰式は以下のとおりとなった。

$$y = 63640.2832x - 127959640b \quad \text{決定計数 } R^2 = 0.986225565$$

ただし、 $2009 \leq x \leq 2020$

467MHz 帯デジタル簡易無線の需要予測回帰式は以下のとおりとなった。

$$y = 32082.9333x - 64432956.8b \quad \text{決定計数 } R^2 = 0.950903529$$

ただし、 $2007 \leq x \leq 2019$

※いずれも x の値には西暦年を使用した(例:平成 19 年度末=2007)。 y :無線局数

2.3 デジタル簡易無線の利用事例

構成員から、デジタル簡易無線に関連する利用事例や現状について以下のように報告された。(資料編資料4)

2.3.1 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局・467MHz 帯デジタル簡易無線免許局共通

2.3.1.1 利用分野、業種

- 自治体関係
- 防災・警備等
- 製造工場等
- 建築・土木・建設業等
- 商業施設・ビル・施設管理等
- 物流倉庫等
- 販売・修理・小売店等
- 介護サービス
- 競技場(ゴルフ場)
- スタジオ
- ホテル・飲食店
- 鉄道会社
- 運送

イベント業
学校
消防団
沿岸漁業の小型船舶・大型船内
狩猟・害獣駆除
スキーパトロール
山岳活動
森林・林業
農業

2.3.1.2 用途

連絡手段
GPS 位置管理システムによる配車(運送)
森林・林業におけるICT化活用
農業ICTにおける利用

2.3.2 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局は、2.1.3 に挙げたような特徴から、前項以外に以下のよう
に報告された。

2.3.2.1 利用分野・業種

レンタル
パラグライダー
気球
ドローン
アウトドアスポーツ
プレジャーボート
趣味(アマチュア無線のような利用)

2.3.2.2 用途

趣味の通信(アマチュア無線のような交信)
ドローンからの拡声放送(無線機(受信機)、音声アンプとスピーカーを付けたドローンに地上
から音声を送信し拡声放送する)
長距離を自律飛行するドローンの位置、高度、速度等テレメトリデータの伝送及び制御信号の
伝送

2.4 デジタル簡易無線の課題とニーズ

構成員及び利用団体から、デジタル簡易無線に関連する課題とニーズについて以下のように報告された。

2.4.1 チャンネル数の不足

利用者の増大によりチャンネル数不足が発生しており混信等で使いにくい状況がある。特に351MHz帯デジタル簡易無線登録局ではキャリアセンスによる送信不能が発生する。(チャンネル増波のニーズ)

2.4.2 有線接続での中継利用周波数の離隔確保と干渉回避

有線接続による中継がエリア確保に有効な場合、周波数離隔がとれず中継送受信の干渉を回避することが困難。(中継用波のニーズ)

2.4.3 データ通信の共用性

簡易無線は音声主体のため、通信頻度や通信時間長の異なる画像伝送、データ伝送などが共用しにくく使いにくい。(データ通信用チャンネルのニーズ)

2.4.4 上空利用拡大への対応

自律飛行するドローンからのテレメトリデータ伝送利用の際、同一チャンネルを地上間通信でも利用した場合に、上空利用者との間では広範囲にキャリアセンスが動作するため相互に送信が困難となる。(上空利用専用波のニーズ)

2.4.5 その他

工事設計認証で空中線の型式と利得を明記するため新しい空中線への対応にコストと手間がかかる。(空中線申請の合理化・簡素化のニーズ)

大型施設、地下エリアなどでのエリア不足、広域通信におけるエリア不足が発生する。(空中線電力増大のニーズ)

免許申請から開設までに時間を要する。(免許申請内容の簡略化のニーズ)

同時通話ができず使いにくい。(送受ペア波による複信のニーズ)

免許局や一般業務用無線でもレンタルを使いたい。(レンタル無線局のニーズ)

第3章 周波数共用条件

デジタル簡易無線に新たな周波数を追加する際に必要な以下の共用条件について検討する。

- (1) 同一周波数帯をアナログ局と共用する場合の条件
- (2) 同一チャンネルの共用条件
- (3) 隣接チャンネルの共用条件

共用条件については、以下の検討結果が利用できる。

●『平成 10 年度 電気通信技術審議会答申 諮問第 94 号「400MHz 帯等を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」平成 10 年 6 月 29 日』

●『「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」に関する一部答申【平成 14 年 9 月 30 日付け情報通信技術分科会諮問第 2009 号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成 20 年 3 月 26 日』(以降、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と記す)

3.1 アナログ簡易無線の帯域をデジタル簡易無線で共用する場合の共用条件

3.1.1 周波数配置案

UHF 帯においてアナログ簡易無線の帯域にデジタル簡易無線を割り当てる場合、以下の 2 つの方式がある。

- (1) インターリーブ方式(12.5kHz 間隔のチャンネルの間に配置するもの)
 - (2) オフセット方式(12.5kHz 間隔のチャンネルから 3.125kHz ずらして配置し、1 つの 12.5kHz 帯域に 2 つの 6.25kHz 帯域を収めるもの)
- の 2 案が考えられる。

3.1.1.1 インターリーブ方式

12.5kHz 間隔のアナログ波チャンネルと同一の周波数及びその中間に 6.25kHz 間隔のデジタル波チャンネルを配置する方式。

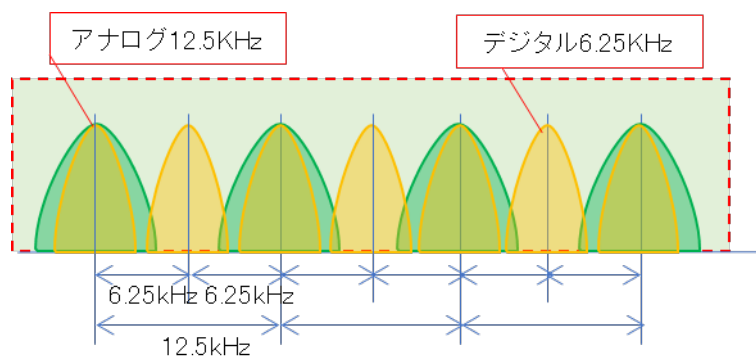


図 3-1 インターリーブ方式のチャンネル配置

3.1.1.2 オフセット方式

12.5kHz 間隔のアナログ波チャンネルの同一帯域内に 6.25kHz 間隔のデジタル波チャンネル 2 波を配置する方式。アナログ波チャンネルの中心周波数に対して±3.125kHz の周波数にデジタル波チャンネルを割り当てる。

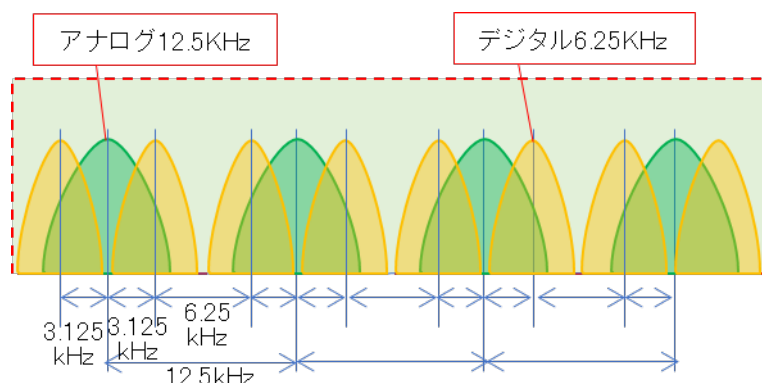


図 3-2 オフセット方式のチャンネル配置

3.1.2 周波数の配置方式案の比較

同一帯域の場合、オフセット方式の方がチャンネル数を多く取れ周波数利用効率が低い。

無線機の局部発振回路を構成する PLL 周波数シンセサイザにおいて、インターリーブ方式は、使用する周波数が 6.25kHz の整数倍となるため PLL 基準周波数は 6.25kHz でよい。一方オフセット方式は、使用する周波数が 3.125kHz の整数倍となるため PLL 基準周波数により細かい 3.125kHz が必要だが、技術的に困難なものではない。

以上より、UHF 帯においてアナログ簡易無線の帯域にデジタル簡易無線を割り当てる場合、オフセット方式での配置が望ましい。

3.1.3 干渉に関するシミュレーションと実機測定

資料編資料10に示すとおり、同一周波数帯をアナログ局と共用する場合に考えられる相互の干渉について、シミュレーション計算と実機測定を行った。結果を表 3-1 及び表 3-2 に整理する。

表 3-1 アナログ与干渉→デジタル被干渉のオフセット周波数

	オフセット周波数	
	計算結果	測定結果
D/U = -30dB	約 5.8kHz	約 5kHz
D/U = -40dB	約 6.3kHz	約 5.5kHz

表 3-2 デジタル与干渉→アナログ被干渉のオフセット周波数

	オフセット周波数	
	計算結果	測定結果
D/U = -30dB	約 8.5kHz	約 7.5kHz
D/U = -40dB	約 9.4kHz	約 8kHz

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と同様に、隣接チャネル共用条件を D/U=-30dB とした場合の所要オフセット周波数と、それよりも通信品質を確保した D/U=-40dB の場合の所要オフセット周波数である。

アナログ波がデジタル波に及ぼす影響：

計算結果と測定結果に大きな差は見られない。

デジタル波がアナログ波に及ぼす影響：

計算結果と測定結果に大きな差は見られない。

計算結果と測定結果の差は受信 BPF 特性の違いに依存すると考えられ、無線機の BPF の方が計算値よりも狭帯域な特性を有していると推察される。デジタル無線機は 4kHz 以下、アナログ無線機は 8.5kHz 以下となっており、話中検出範囲(キャリアセンス範囲)が異なる。

測定結果から、

デジタル機ではおよそ±2kHz

アナログ機ではおよそ±4kHz

の範囲となる。

試験結果より、変調方式が異なった信号に対しても話中検出が可能であると判断できる。

アナログ機とデジタル機で話中検出の範囲が異なるため、相互の周波数間隔によっては、アナログ機とデジタル機の話中検出動作に違いが生じることが推測される。

3.1.4 チャネル配置の違いによる考察

資料編資料10の干渉測定の結果及び話中検出測定の結果からインターリーブ方式とオフセット方式の場合の離隔関係となる値を抽出して表 3-3 及び表 3-4 にまとめた。(表中「X」は話中検出又はキャリアセンスが動作しなかったことを表す。)

表 3-3 アナログ与干渉→デジタル被干渉の干渉と話中検出

	インターリーブ方式		オフセット方式	
	アナログ 0kHz	アナログ 6.25kHz	アナログ 3.125kHz	アナログ 9.375kHz
467 干渉 D/U[dB]	11.5	-49.5	5	-63.5
467 話中検出レベル[dB]	-127	X	X	X
351 干渉 D/U[dB]	11	-58.5	2.25	-66
351 キャリアセンスレベル[dB]	-100	X	X	X

表 3-4 デジタル与干渉→アナログ被干渉の干渉と話中検出

	インターリーブ方式		オフセット方式	
	デジタル 0kHz	デジタル 6.25kHz	デジタル 3.125kHz	デジタル 9.375kHz
467 干渉 D/U[dB]	6	-9.5	6.5	-61
467 話中検出レベル[dB]	-121.5	-77.5	-118.5	X
351 干渉 D/U[dB]	5.75	-10	6	-64
351 話中検出レベル[dB]	-120.5	-78	-118	X

3.1.4.1 インターリーブ方式

同一周波数の場合

相互に話中表示が働くため混信は回避できる。(表 3-3 及び表 3-4 の緑色部分)

6.25kHz 離隔の場合、

デジタル局は干渉を受けずに使用できる

アナログ局は-10dB 程度の D/U でデジタル局から干渉を受けるが、デジタル局は話中表示が働かないためアナログ局の運用を認識できない。(表 3-4 黄色部分)

3.1.4.2 オフセット方式

3.125kHz 離隔の場合

デジタル局は同一チャンネルと同等の干渉を受けるが話中表示は働かず、無音のため干渉発生に気が付かない。(表 3-3 黄色部分)

アナログ局は同一チャンネルと同等の干渉を受けるが、デジタル局は話中表示が働かないためアナログ局の運用を認識できない。(表 3-4 無色部分)

9.375kHz 離隔の場合

相互に干渉を受けずに使用できる。(表 3-3 及び表 3-4 水色部分)

【参考】154MHz 帯簡易無線でのデジタル・アナログ共用

154MHz 帯簡易無線では、アナログ FM 方式(20kHz 間隔)の帯域に 6.25kHz の狭帯域デジタルを割り当てている。

一部は、表 3-5 のような関係になっており、前ページで検討した関係に近い組み合わせも多い。

この運用に関し、現状特段の問題点も提起されていないことから、干渉と話中表示(キャリアセンス)の課題は、運用方法によって解決しうるものと考えられる。

表 3-5 154MHz 帯簡易無線の周波数割り当て(一部)

デジタル [MHz]	アナログ [MHz]	離隔 [kHz]
154.4438	154.45	-6.25
154.45	154.45	0
154.4563	154.45	6.25
154.4625	154.47	-7.5
154.4688	154.47	-1.25
154.475	154.47	5
154.4813	154.49	-8.75
154.4875	154.49	-2.5
154.4938	154.49	3.75
154.5	154.51	-10
154.5063	154.51	-3.75
154.5125	154.51	2.5
154.5188	154.51	8.75
154.525	154.53	-5
154.5313	154.53	1.25
154.5375	154.53	7.5
154.5438	154.55	-6.25
154.55	154.55	0
154.5563	154.55	6.25

3.1.5 周波数共用条件

アナログ簡易無線の帯域をデジタル簡易無線で共用する場合は、デジタル簡易無線の周波数配置をオフセット方式とし、現行と同じキャリアセンス又は話中表示を具備することが望ましい。

3.2 同一チャネルの共用条件

アナログ FM 以外で、同一チャネルを共用する変調方式は、簡易無線に認められた以下のものの組み合わせとなる。

- 四分の π シフト四相位相変調 ($\pi/4$ QPSK)
- 実数零点単側波帯変調 (RZSSB)
- 四値周波数偏位変調 (4 値 FSK)

これらの変調方式はデジタル簡易無線の制度化以降変更されていないため、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告の検討結果が有効である。以下に、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告の同一チャネル共用条件検討結果の主眼点を示す。

表 3-6 は、簡易無線で使用可能な 4 つの変調方式について整理したものである。

表 3-6 簡易無線の同一チャネル共用条件 D/U [dB] (平 20 答申の小電力無線システム委員会報告 表 3-2 より)

妨害波 希望波	FM	QPSK	RZ SSB	4 値 FSK
FM	4	5	6	7
QPSK	13	12	12	10
RZ SSB	11	11	12	12
4 値 FSK	11	11	12	12

同一チャネル妨害波との間で、表中の D/U を満足することでチャネルの共用が可能となる。このように、同一チャネルの共用条件については、従来の考え方を踏襲することが適当である。

3.3 隣接チャネルの共用条件

簡易無線周波数帯域の周辺で利用されるシステムの変調方式の諸元も平 20 答申の小電力無線システム委員会報告を利用できる(資料編資料 13)。以下に平 20 答申の小電力無線システム委員会報告の隣接チャネル共用条件検討結果の主眼点を示す。

表 3-7 は、D/U 40 dB と周波数偏差 ± 1.5 ppm の条件による結果である。簡易無線と周辺システムに適用される共用条件の中で最も厳しい組み合わせになっている。

表 3-7 簡易無線と他システムとの隣接チャネル共用条件(平 20 答申の小電力無線システム委員会
報告 表 3-10 より)

隣接周波数共用条件を満たすオフセット周波数[kHz](検討条件: D/U=-40dB と±
1.5ppm)

妨害波 希望波		FM		QPSK				16QAM			M16 QAM	RZ SSB		4 値 FSK	
		12.5 kHz	20 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz	25kHz 32kbps	25kHz 36kbps	6.25 kHz	12.5 kHz	25kHz	25kHz	6.25 kHz	12.5 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz
FM	12.5kHz	11.60		12.48	13.62	19.22		11.78	14.62	19.92	19.12	11.38	11.62	10.68	12.35
	20kHz		15.80	17.59	19.71	23.81		17.49	18.91	24.21	22.91	13.69	14.21	15.09	14.14
QPSK	6.25kHz	12.08	14.89	6.60	9.27	14.50		5.80	8.27	14.40	12.50	5.80	6.97	6.47	9.99
	12.5kHz	14.52	17.21	9.37	12.33	17.58		8.97	11.53	17.78	15.58	8.77	9.93	9.18	12.49
	25kHz・ 32kbps	19.02	22.11	15.10	17.98	25.10		14.90	16.98	23.50	21.50	9.90	10.88	14.65	14.72
	25kHz・ 36kbps	19.42	22.31	15.80	18.78	24.80		15.80	17.78	24.50	22.50	9.90	10.88	14.90	14.78
16 QAM	6.25kHz	12.28	14.99	5.80	8.87	14.60		5.00	7.87	14.60	12.60	5.10	6.37	6.32	9.99
	12.5kHz	14.52	17.31	8.47	11.43	16.68		7.97	10.53	16.68	14.78	7.87	9.03	8.72	12.41
	25kHz	20.22	22.91	14.90	17.98	23.60		14.70	16.98	23.60	21.70	12.90	13.98	11.24	15.18
M16 QAM	25kHz	17.72	21.31	12.80	15.88	21.70		12.80	14.58	21.80	19.60	12.80	13.98	11.27	15.22
RZ SSB	6.25kHz	10.78	13.79	6.20	8.47	14.70		5.70	8.07	14.50	14.90	5.70	6.77	5.76	9.75
	12.5kHz	12.32	15.51	7.77	10.53	16.38		7.27	10.13	15.88	16.58	7.27	8.53	7.53	11.36
4 値 FSK	6.25kHz	10.78	14.11	6.12	8.99	14.82	15.01	5.74	8.23	14.82	12.26	5.87	7.55	6.12	9.61
	12.5kHz	11.13	13.83	9.61	12.29	17.59	---	9.31	11.40	17.60	15.66	7.59	9.28	8.70	11.63

※変調方式に付記されている周波数(6.25kHz 等)はチャネル間隔

簡易無線と他システムの周波数が隣接する場合、表 3-7 のオフセット周波数の離隔を確保すれば D/U=-40dB(隣接チャネル共用の基準レベル)となる。

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告によれば、簡易無線局が利用する周波数帯域を割り当てるにあたっては、簡易無線局と他の業務の周波数配置を考慮して、一定のガード・バンドを設けることが望ましい。

図 3-3 に、デジタル通信方式の簡易無線局と、他業務の無線システムとの境界においてガード・バンドを設けた場合の例を示す。図 3-3 は、デジタル通信方式の簡易無線局と既存の一般業務無線が連続して 6.25kHz 間隔でチャネルを配置し、境界上のチャネルをガード・バンドとすることで、異システム間では 12.5kHz 間隔となる場合を示す。

両システムを通じて連続して 6.25kHz 間隔で配置するような必要がない場合には、デジタル通信方式の簡易無線局のチャネル配置に 3.125kHz のオフセットを設定することで、異システムとの間では 9.375kHz 間隔としても支障ない。

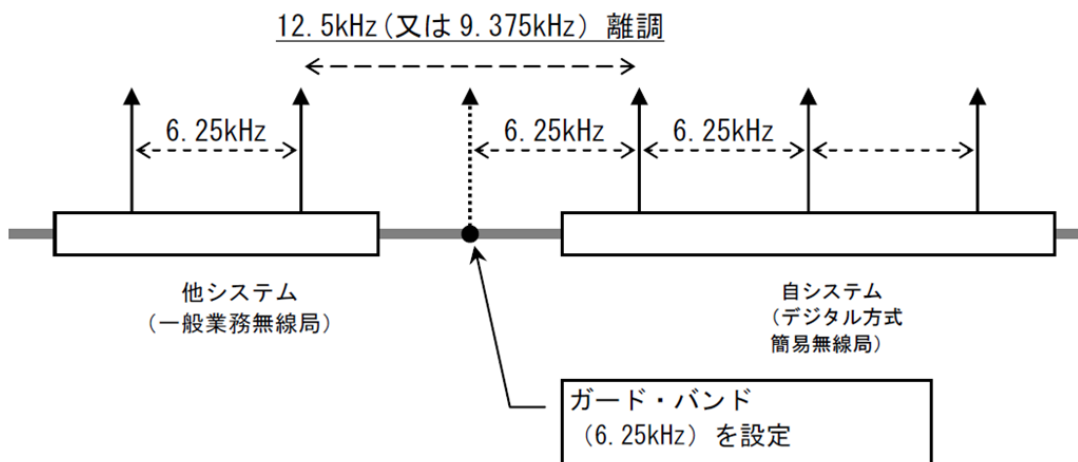


図 3-3 ガード・バンドの例(平 20 答申の小電力無線システム委員会報告より)

このように、隣接チャネルの共用条件については、従来の考え方を踏襲することが適当である。

第4章 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討

4.1 必要チャンネル数の検討

4.1.1 デジタル簡易無線の利用状況測定

資料編資料6のように神奈川県横浜市の工場敷地内で測定した。

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の最大アールン値は、0.06911 だった。

467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の最大アールン値は、0.04436 だった。

4.1.2 必要チャンネル数の算出

前項の測定結果を利用し、資料編資料5のように必要チャンネル数を計算した。キャリアセンスレベル、測定諸元の差など諸条件の違いについては、計算条件の中で対応した。

必要チャンネル数の算出は、利用が想定される局数で変わるため、現在の局数(令和3年度末の推定局数)、令和5年度末の推定局数、令和8年度末の推定局数を用いた計算を実施し、表4-1、から表4-6に算出の結果をまとめた。

表 4-1 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の必要チャンネル数(呼損率 20%)

	現在	令和5年度末 推定	令和8年度末 推定
呼損率 20%での必要チャンネル数	63	72	81
現行のチャンネル数	30	30	30
増波数	33	42	51

表 4-2 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の必要チャンネル数(呼損率 10%)

	現在	令和5年度末 推定	令和8年度末 推定
呼損率 10%での必要チャンネル数	72	81	99
現行のチャンネル数	30	30	30
増波数	42	51	69

表 4-3 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(高所等利用)の必要チャンネル数(呼損率 20%)

	現在		令和5年度末 推定		令和8年度末 推定	
	上空	高所	上空	高所	上空	高所
呼損率 20%での必要チャンネル数	2	5	2	5	3	6
現行のチャンネル数	5		5		5	
増波数	2		2		4	

表 4-4 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(高所等利用)の必要チャンネル数(呼損率 10%)

	現在		令和5年度末 推定		令和8年度末 推定	
	上空	高所	上空	高所	上空	高所
呼損率 10%での必要チャンネル数	3	6	3	7	3	8
現行のチャンネル数	5		5		5	
増波数	4		5		6	

表 4-5 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の必要チャンネル数(呼損率 20%)

	現在	令和 5 年度末 推定	令和 8 年度末 推定
呼損率 20%での必要チャンネル数	72	81	99
現行のチャンネル数	65	65	65
増波数	7	16	34

表 4-6 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の必要チャンネル数(呼損率 10%)

	現在	令和 5 年度末 推定	令和 8 年度末 推定
呼損率 10%での必要チャンネル数	90	99	117
現行のチャンネル数	65	65	65
増波数	25	34	52

簡易無線は、多数ユーザーによる周波数共用のシステムであり、その性質上、呼の衝突は避けられない。また、通信内容が簡易な業務であることから、通信品質の高い呼損率 10%ではなく、呼損率 20%を採用することが適当と考えられる。

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局は、

現在の局数で 33 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 42 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 51 チャンネルの増波が望ましい。

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(高所等利用)は、

現状は、音声通話を主に利用が進んでいることを前提に、現在の局数で 2 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 2 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 4 チャンネルの増波が望ましい。

更に、今後、ドローン等の長距離・高所等での利用やデータ通信利用の拡大が進展した場合には、従来のチャンネルとは別にスカイスポーツ以外の用途の高所等利用に適したチャンネルが必要と考えられ、令和 5 年度末の推定局数で 5 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 5 チャンネルの増波が望ましい。

467MHz 帯デジタル簡易無線免許局は、

現在の局数で 7 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 16 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 34 チャンネルの増波が望ましい。

4.1.3 チャンネル数増波に関する考察

増波する周波数については、以下の理由から現状の周波数と大きく離れないことが望ましい。

- 空中線は、その中心周波数±数%の範囲で必要な特性が得られるものが多い。
- PLL 局部発振回路は、発振周波数範囲が広がると性能維持が難しくなる。
- 高周波回路の通過帯域特性は、周波数範囲が広がると自動調整などの工夫が必要になりコストや性能に影響がある。

小型軽量や廉価なものが好まれる簡易無線において、現状の無線機の派生・更新による対応を考慮すると、上記のコストに係る技術事項は廉価になる方向が望まれる。具体的には、351MHz

帯デジタル簡易無線登録局の増波は現状周波数帯の±5MHz程度以内に、467MHz帯デジタル簡易無線免許局の増波も現状周波数帯の±5MHz程度以内とすることが望ましい。

また、増波する周波数帯域をアナログ局と共用する場合は、インターリーブ方式、オフセット方式ともに干渉が発生する可能性があることを考慮しての運用(受信状態の確認、柔軟なチャンネル選択等)が望まれる。

周波数割当ては、段階的に増波していく方法も考えられるが、増波の都度に伴う無線機の設計変更、技術基準適合等の再取得、民間標準規格の対応など製造事業者の負担が大きく、ユーザーにとっても都度の対応として機器更新・購入の負担が大きくなるため、上記の利用想定を考慮し、ある程度まとまった数の割当てが実施されることが望ましい。

増波するチャンネルのチャンネル番号、呼出チャンネルについては、いずれも民間標準規格によって定義されたものであり、利用者の利便性や製造事業者の作りやすさを考慮して制定されるが、現行の製品との互換性や分かりやすさが望まれる。

電波の型式は、チャンネル数増波に関して、特段変更はなく現行と同じでよい。

G1C, G1D, G1E, G1F, R2C, R2D, R3E, R3F, F1C, F1D, F1E, F1F(施行・告示平成6年第四百五号)

4.1.4 地域差の考察

今回の測定は、神奈川県横浜市で実施した。467MHz帯デジタル簡易無線免許局の局数を測定範囲の7区と熊本市で比較した(表4-7)。

表 4-7 467MHz帯デジタル簡易無線免許局の局数比較

	局数	面積 [km ²]	1 km ² あ たりの局 数	人口	1万人あ たりの局 数
熊本市中央区	413	25.45	16.2	185864	22.2
熊本市東区	168	50.19	3.3	189796	8.9
熊本市西区	115	89.33	1.3	90799	12.7
熊本市南区	249	110.01	2.3	131522	18.9
熊本市北区	108	115.34	0.9	139529	7.7
熊本市	1053	390.32	2.7	738744	14.3
熊本県	2407	7409	0.3	1739211	13.8
横浜市緑区	331	25.51	13.0	183397	18.0
横浜市旭区	425	32.73	13.0	244412	17.4
横浜市保土ヶ谷区	307	21.93	14.0	207461	14.8
横浜市神奈川区	852	23.72	35.9	247641	34.4
横浜市港北区	1168	31.4	37.2	358939	32.5
横浜市都筑区	652	27.87	23.4	213943	30.5
横浜市青葉区	478	35.22	13.6	310920	15.4
上記7区合計	4213	198.38	21.2	1766713	23.8

地勢(山や農地の多少)により単位面積あたりの局数は横浜市が多くなるが、市街地の多い熊本市中央区では測定範囲7区の中央値程度になっている。

人口比率で比較すると、地勢の影響が低減され、差が小さくなっている。

表 4-8 は、全国の 1 万人あたりの局数である。地勢や人口密度などによるものと考えられる差が出ている。ただし、いずれの地域でも、熊本市中央区の例のように商業地域や工業地帯などが多い地域では、チャンネルの不足が発生していることが考えられる。

表 4-8 全国の 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の局数(人口 1 万人あたり)

北海道	東北	関東	信越	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国
25.3	19.6	40.0	19.8	14.0	22.3	34.8	18.3	15.7	17.3	19.7	29.2

4.1.5 データ専用波に関する考察

デジタル簡易無線について音声通信方式で使わないデータ専用方式での利用ニーズがある。増波に必要なチャンネルの一部をデータ専用波として制度化する方法とユーザーへの周知によって利用区分を推奨する方法が考えられる。

制度化した場合、一方の方式のチャンネルがひっ迫し、他方のチャンネルが空いていても有効に利用することができず、周波数利用効率が低下する恐れがある。

音声通信もデータ通信も、簡易無線としての周波数共用の条件は同じであり、データ通信を専用波とすることは望ましくない。

信頼性が求められるデータ通信については、一般業務用無線局等による運用が推奨される。

したがって、データ通信に使用する周波数は、制度としては固定せず、ユーザーへの周知によって利用区分を推奨することが望ましい。

ユーザーへの周知方法は、民間標準規格への記載、無線機製品取扱説明書等への記載、企業、関連団体等のホームページへの記載などが考えられる。

4.1.6 高所等利用波に関する考察

現在、351MHz 帯デジタル簡易無線登録局には、高所等利用として 5 チャンネルが割り当てられており、資料編資料 7 の観測結果からスカイスポーツにおいて、5 チャンネル全てが頻りに利用されていることが推定される。平 20 答申の小電力無線システム委員会報告時には、スカイスポーツのほかビル等の高所利用を想定しており、4.1.2 に記載したとおり、今後、音声利用を主とした利用ニーズへの対応を図るためチャンネル増加が望ましい。

また、ドローン等におけるデジタル簡易無線局への利用については、2.3.1 及び 2.4.4 に記載のとおり自律飛行するドローンからのデータ伝送のほか、資料編資料 8 のアンケート結果のようにスカイスポーツ以外の利用も「興味あり」まで含めると大きな期待が寄せられている。

ドローン等における利用にあたっては、データ伝送が主になるほか、飛行中に送信困難にならないようキャリアセンス不要化の要望、送信時間の短時間化(数 10～数 100 ミリ秒)による共用等、従来のデジタル簡易無線とは異なる利用条件が想定されており、更に無人利用となるため 7.12 に後述する条件を満たすことが適当と考えられる。

本検討ではドローン等により適したシステムや制度の検討までは具体的に踏み込んでいないが、自律飛行等ではドローンから画像伝送が行われることが多く、5.7GHz 帯無人移動体画像伝送システムでは 5 チャンネルが確保されていることから、今後、ドローン等の利用拡大が進展した場合には、従来のチャンネルとは別にデジタル簡易無線によるテレメトリやテレコマンド用として同数のチャンネル確保が望ましい。

なお、351MHz 帯簡易無線登録局は現在でも上空でデータ利用が可能であり、これにより一定のニーズには対応可能と見込まれる。

4.2 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討

2.2 に記したとおり、デジタル簡易無線の需要は伸びている。

また、現状においてもチャンネル数の不足が運用面からも報告され(2.4.1)、チャンネル数の計算(資料編資料5)でも現在の局数における必要チャンネル数はすでに不足している。

したがって、4.1.2 に示したチャンネル数を増波することが望ましい。

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局は、現在の局数で 33 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 42 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 51 チャンネルの増波が望ましい。

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(高所等利用)は、現在の局数で 2 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 2 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 4 チャンネルの増波が望ましい。なお、今後、ドローン等の長距離・高所等での利用やデータ通信利用の拡大が進展した場合には、従来のチャンネルとは別に令和 5 年度末の推定局数で 5 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 5 チャンネルの増波が望ましい。

467MHz 帯デジタル簡易無線免許局は、現在の局数で 7 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 16 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 34 チャンネルの増波が望ましい。

チャンネル数の増波にあたって、その他の技術的条件は同じでよいが、4.1.3 に示した周波数の条件が考慮されることが望ましい。

第5章 中継動作を行うデジタル簡易無線としてあるべきモデル

5.1 中継動作が望まれる例

商業施設やホテル、工場、企業ビルなど、建物内での利用時に、構造物や什器などの遮蔽による不感地帯を解消するために利用される(図 5-1)。

地下駐車場や地下街、テーマパーク等の地下通路など地下施設での利用時に地面や構造物の遮蔽による不感地帯を解消するために利用される(図 5-2)。

通話エリア内にある構造物などの遮蔽による不感地帯を解消するために利用される(図 5-3)。

スキー場やゴルフ場など地形による不感地帯を解消するために利用される(図 5-4)。

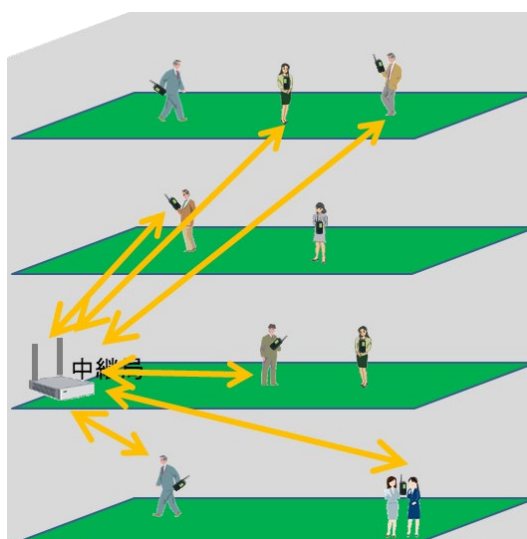


図 5-1 中継動作が望まれる例(ビル内等)

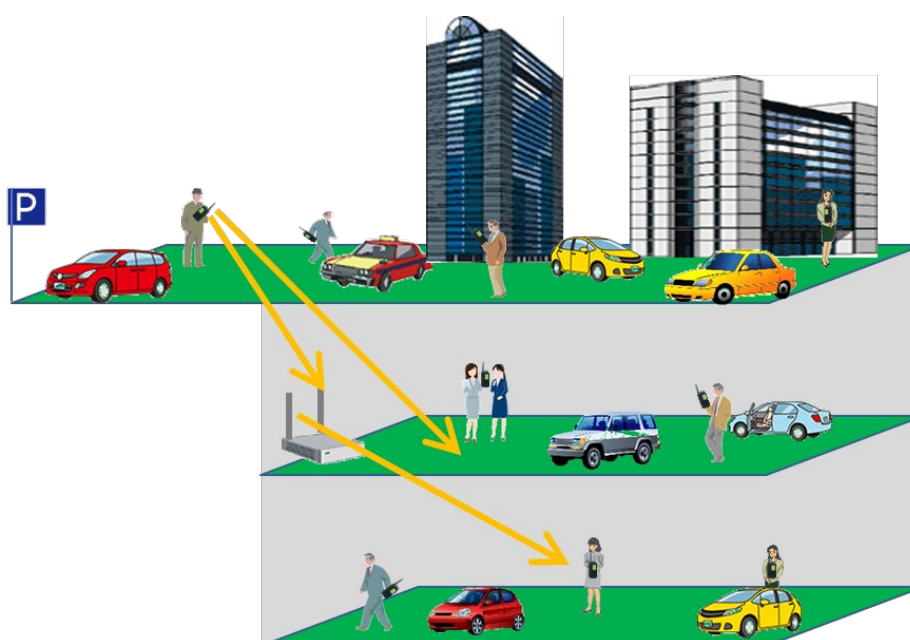


図 5-2 中継動作が望まれる例(地下駐車場等)

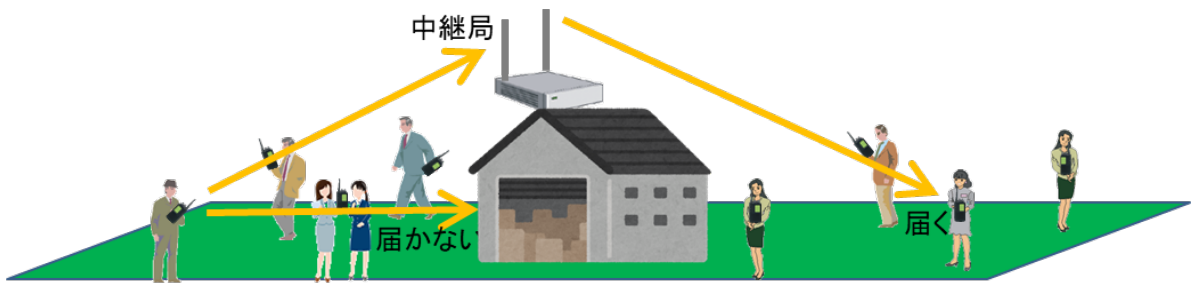


図 5-3 中継動作が望まれる例(構造物による遮蔽がある場合等)

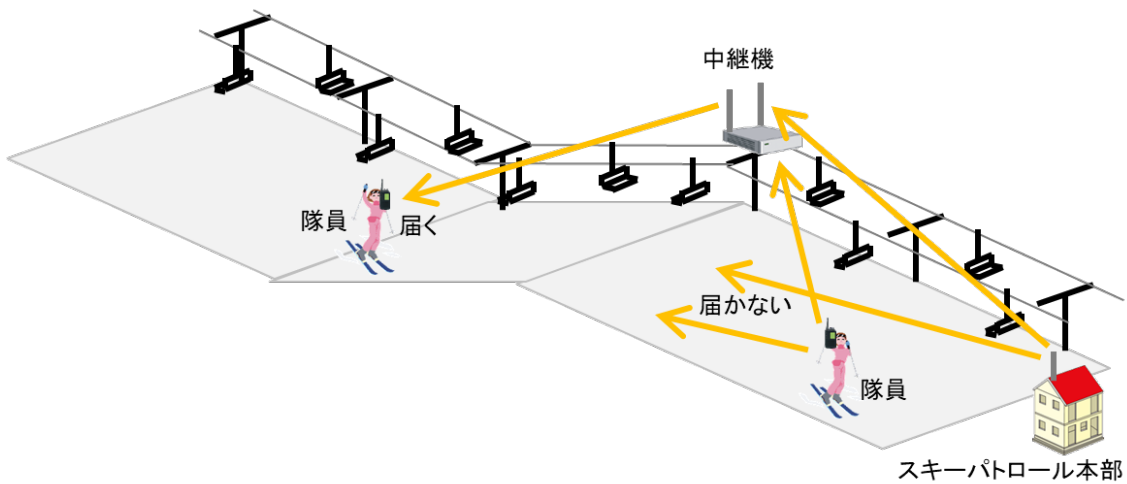


図 5-4 中継動作が望まれる例(地形による不感地帯がある場合等)

5.2 利用モデル

簡易無線局は多くの利用者でチャンネルを共用するという性質上、以下の利用モデルを想定する。

(図 5-5)

- ・地下、構造物、地形等による不感地帯を解消する。
- ・半固定型及び中継型を経由し移動型間で通信する。

半固定型及び中継型の設置にあたっては、必要な範囲外に伝搬しないよう、指向性アンテナを利用するなど配慮することが望ましい。

また、伝搬範囲の大幅な拡大を主目的とした利用は、伝搬の範囲を広げた結果としてチャンネルを共用する利用者が増加することになり、お互いに利用可能時間の低下を招くため、場所的又は時間的に問題がない場合を除き避けることが望ましい(図 5-6)。

以上については、現状の簡易無線の半固定局の設置運用でも一定のルールとして利用者に浸透しているものと考えられる。

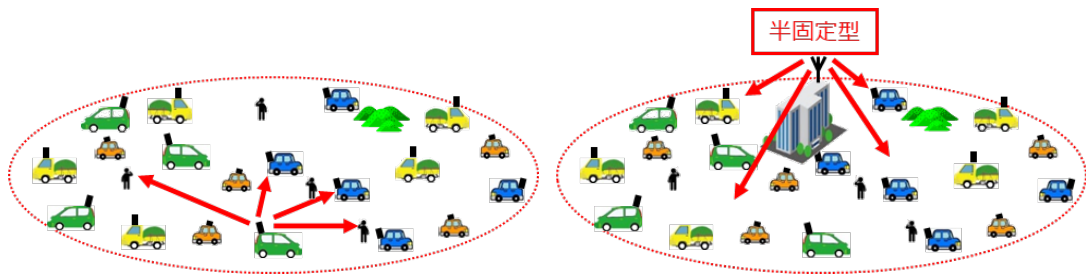


図 5-5 移動局間直接通信と半固定局対移動局の通信

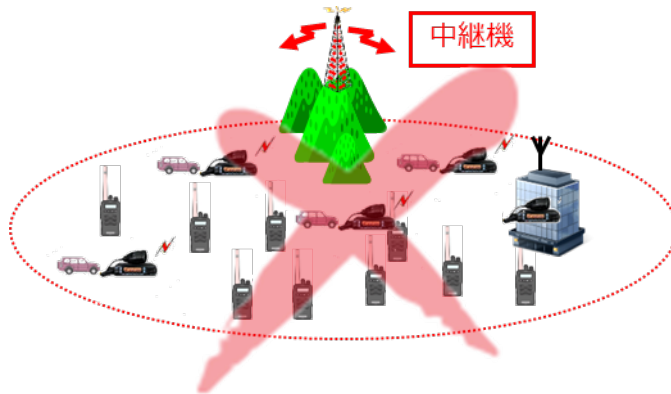


図 5-6 伝搬範囲の大幅な拡大を主目的とした中継利用は避けることが望ましい

5.3 システムの構成

現状の簡易無線は、以下のようなシステムが想定されている。

※電波産業会 ARIB STD-T98 より

(1) 半固定型を中心とした構成

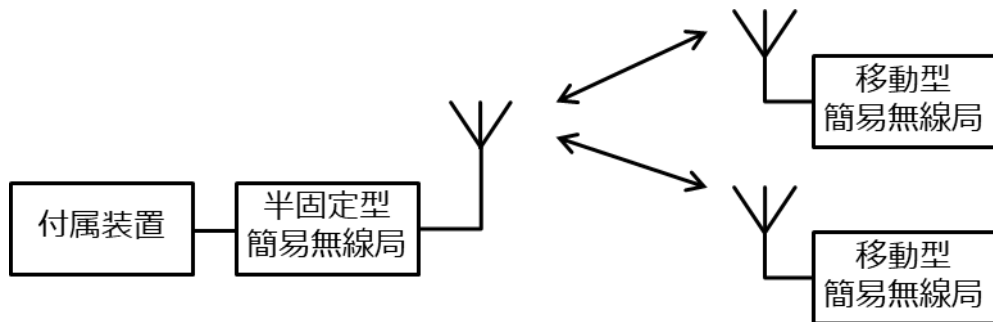


図 5-7 半固定型を中心とした構成

(2) 移動型間の直接通信のみの構成

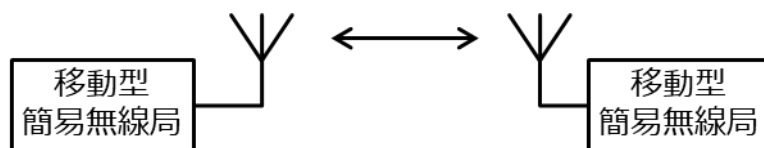


図 5-8 移動型間の直接通信のみの構成

中継動作を利用する場合は、以下のようなシステムが想定される。

(3) 中継型を中心とした構成

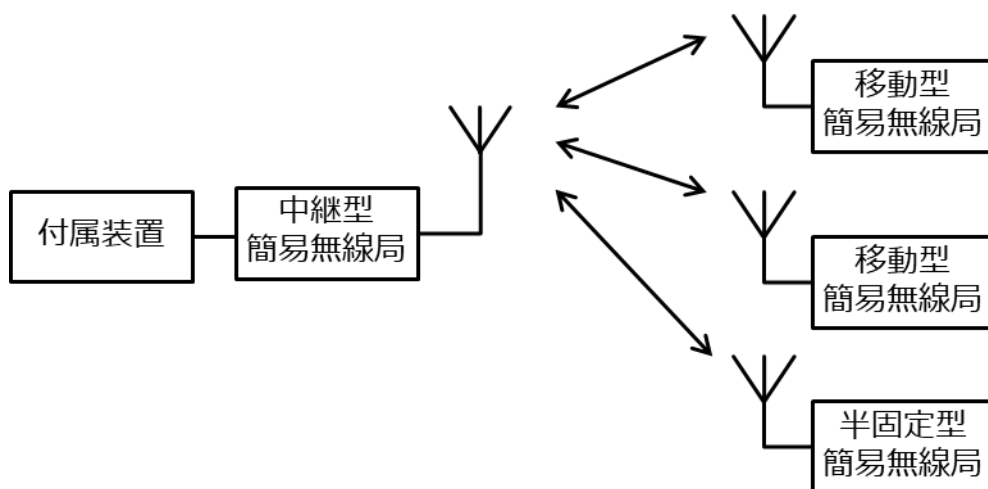


図 5-9 中継型を中心とした構成

この場合、中継型からも運用する場合と中継型は無人運用とする場合が考えられる。

無人運用の場合には、7.12 に示す機能を有する中継型簡易無線局が望ましい。

第6章 中継動作により通話範囲の改善が期待されるモデルの実証試験

試験詳細は、資料編資料11に記す。本項では概要とまとめを述べる。

6.1 目的

中継動作として好適なモデルを選定し、中継動作により通話範囲が確保しやすくなること及び中継動作の機能等について熊本市内で実証試験を実施して実証する。

6.2 概要

遮蔽物が多いビル内での通信エリア確保をモデルとし、熊本県熊本市のサクラマチクマモトにおいて、令和3年11月29日(月)から12月2日(木)の期間で以下の試験を実施し、中継機を用いたシステムによって通話範囲が確保しやすくなるとともにデータ通信の利用も可能となることが確認された。

- 移動局間の直接通信で通信不能な場所があることを確認する。
- 中継機を設置し、上記通信不能な場所でも移動局間通信が可能となることを確認する。
- 二周波半複信の中継において、上り周波数及び下り周波数の高群低群の関係は中継動作に影響がないことを確認する。
- 他局の信号がある場合に混信を回避する機能について確認する。
- 他局の信号を中継しないための選択的中継機能について確認する。
- データ通信の中継も可能であることを確認する。
- ビル外へ電波がどの程度輻射されているかを確認する。

6.3 直接通信と中継機経由の通信比較試験

移動局間の直接通信では通信できない場所の多くが、中継機の利用によって通信可能となることがわかった。ただし、中継機を利用しても通信できない場所も一部あり、中継機の設置場所によっては移動局間直接通信の場合よりも通信状況が劣化する場所もあり、中継機の設置に関しては状況の調査や回線設計など、十分な計画が必要であることがわかった。

今回の実証モデルは、商業エリア、ホール会議場、ホテルの複合建築物となっており、1システムで全体をカバーする場合、商業エリアに2か所、ホール会議場に3か所、ホテルに2か所、計7か所の中継機設置が想定される。このような場合、相互の干渉を避けるため7局の中継機を異なるチャンネルに設定する必要がある。

6.4 二周波半複信運用における上下周波数群入れ替え時の中継動作影響試験

二周波半複信の中継において、上り周波数及び下り周波数の高群低群の関係は、中継の利用上影響がないことが確認された。

中継用のペア波が割り当てられる場合は、周辺システムとの干渉を主眼にした検討でよい。

6.5 混信を回避する機能の動作確認試験

他局の信号がある場合に混信を回避する機能については7.10に例を挙げたが、実証試験ではその中から、中継機送信側周波数によるキャリアセンスモデルを用いて試験を実施した。

規定レベル以上の他局の信号がある場合には、中継機は子機の信号を受信しても中継送信せず、混信の回避が機能した。

7.10に掲げた方法は、この実証試験同様に効果を持つものと考えられる。

6.6 選択的中継機能の動作確認試験

他局の信号を中継しないための選択的中継機能について、ユーザコードによる選択及びユーザーリストによる選択を試験した。いずれの方法も中継動作を選択的に実施できた。

選択的中継機能については、7.8に示す方法があるが、いずれもこの実証試験同様に効果を持つものと考えられる。

6.7 データ通信の中継動作確認試験

データ通信の中継も可能であることをステータスメッセージ及び構内位置管理システムで確認できた。

文字情報、画像情報、位置情報、テレメトリ、遠隔制御など、より高度な利用が可能となることが期待される。

6.8 周辺地域における電界強度測定試験

ビル内に設置した中継機から屋外へ輻射される信号のレベルと範囲を確認した。

中継機の設置場所、設置条件によって、ビル外への輻射が大幅に異なることがあることがわかった。

簡易無線は周波数共用のシステムであることから、中継機の設置利用に際しては、所要通信範囲の検討のほかに、範囲外への輻射についても十分に計画検討することが望ましい。

第7章 中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件の検討

7.1 対象とする局種

利用が想定される用途は、主に業務用である。デジタル簡易無線免許局は、免許人が法人や団体である場合が多いことから、運用や設備を管理する体制が構築しやすい。また、通信の相手方が免許人所属や契約関係に限定されることから、通信の運用統制をとりやすい。

一方、デジタル簡易無線登録局では、個人単位や趣味としての利用が可能なおともあり、中継機の維持管理方法に課題がある。また、通信の相手方に制限がないため、中継機の利用範囲を制限しづらく通信運用の統制がとりにくい。

ビル内等での利用は、その伝搬特性から VHF 帯ではなく UHF 帯が多く用いられている。

以上のことから、中継動作を行うデジタル簡易無線は、467MHz 帯デジタル簡易無線免許局での制度化が望ましい。

免許の取得、無線従事者資格の要否、周波数共用の方法等、従来の簡易無線局と変わらないことから、局種としては、簡易無線局のままとすることが適当である。

7.2 中継方式と通信方式

現行のデジタル簡易無線は、SCPC (Single Channel Per Carrier) の FDMA (周波数分割多元接続) 方式であり、通信方式は主に単信である。

一般に、中継機では複信動作を行い、子機からの信号を自動的に再送信する。

デジタル簡易無線では小型軽量や廉価な無線機が好まれる。中継を実現するうえでは、現行のデジタル簡易無線機を基本とした子機が望ましい。したがって、中継機は、SCPC/FDMA 方式の子機の信号を複信中継するものが必要となる。SCPC/FDMA 方式を中継するためには FDD (周波数分割複信) 方式が用いられる。再生中継/非再生中継は規定しない。一般にデジタル方式の場合は、エラー訂正等の機能が利用できるため、再生中継方式が望ましい。

図 7-1 は、SCPC/FDMA 方式を FDD 方式による複信の中継機で中継する場合の動作である。

上り周波数 f_1 で送信された子機の信号は、中継機から f_2 で再送信される。子機は、 f_1 で送信、 f_2 で受信という二周波単信の動作を行い、中継機から送信された f_2 の信号を受信する。

このように、一方が複信動作、一方が単信動作を行う通信方式を半複信方式と呼ぶ。(電波法施行規則第二条十九)

f_1 及び f_2 の 2 周波を使用するため通信方式は二周波半複信となる。このため、単信である既存の簡易無線局をそのまま中継用に使用することはできない。

また、単信の既存簡易無線局と中継用の簡易無線局を同一周波数に混在させると、他局の信号を検出する話中表示が相互に機能しない場合があり混信妨害が発生し、チャンネル共有ができなくなるので望ましくない。このため、中継用周波数は、既存簡易無線局の周波数と同一にする(共用波)のではなく、新規の周波数として追加する(専用波)ことが適当である。

このほか、中継機の複信動作には、TDD (時分割複信) があるが、子機の装置も大幅に変更して対応する必要があり、占有帯域幅も広く必要となるなど、現行の簡易無線には適さない。

二周波を用いた複信通信も可能性として考えられるが、送受信間の干渉を防止するフィルタの構成等、技術的難易度が高いため簡易無線として現実的ではなく、本検討では取り扱わない。

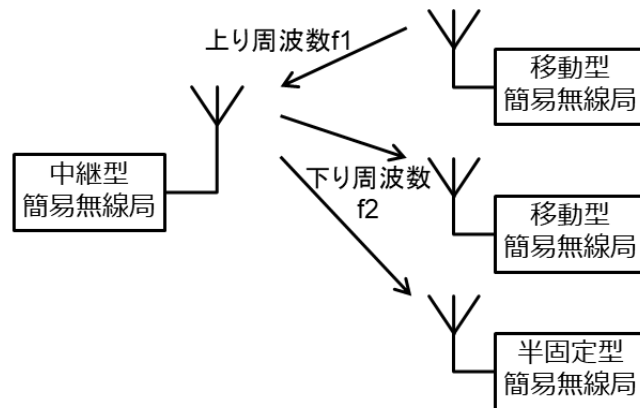


図 7-1 SCPC/FDMA を FDD 中継の二周波半複信システムとした構成

追加される半複信通信方式と中継用波(N波とする)を含め、467MHz帯デジタル簡易無線局の通信は表 7-1 のようになる。

表 7-1 半複信通信方式及び中継用波を追加した 467MHz帯デジタル簡易無線局の通信

	通信方式	送信周波数	受信周波数	システム動作
中継機 中継型 簡易無線局	二周波半複信方式	新下り N 波	新上り N 波	中継動作
	二周波単信方式	新下り N 波	新上り N 波	中継型を基地型として利用する場合 (中継動作と基地動作の併用)
	一周波単信	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	中継型が移動型と同じ動作をする場合
	単向通信方式	新下り N 波	—	中継システム傘下の 1 受信設備に通信を行う場合
	単向通信方式	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	—	中継型が移動型と同じ動作をする場合に 1 受信設備に通信を行う場合
	同報通信方式	新下り N 波	—	中継システム傘下の複数受信設備に通信を行う場合
	同報通信方式	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	—	中継型が移動型と同じ動作をするときに複数受信設備に通信を行う場合
子機 移動型 簡易無線局	二周波半複信方式	新上り N 波	新下り N 波	中継動作利用
	二周波単信方式	新上り N 波	新下り N 波	中継型を基地型として利用する場合 (中継動作と基地動作の併用)
	一周波単信	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	現行の動作
	単向通信方式	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	—	現行の動作
	同報通信方式	467.0~467.4MHz の 6.25kHz 間隔 65 波	—	現行の動作

7.3 移動の範囲

中継機は現行の基地型半固定局のように設置して利用する運用形態が想定される。ただし、船舶等で移動しながらの利用やイベント等での利用など、幅広い運用形態も考えられる。周波数の共用や混信を回避する仕組みを有しているため、移動の範囲は現行の 467MHz 帯デジタル簡易無線局と同じ「陸上及び日本周辺海域」とすることが望ましい。

7.4 二周波半復信方式の周波数離隔

7.4.1 帯域阻止フィルタの価格

FDD 中継で二周波半復信通信を行う場合、中継側では複信動作となるため、送信信号が受信機に影響を与えないようにフィルタが必要となる。

一般にフィルタは、帯域阻止フィルタ(BEF)が用いられる。共振回路の特性を利用するため、阻止周波数と通過周波数の離隔が小さいと価格が上昇する。

標準的な BEF を用いた空中線共用器の価格、質量、容積の例を表 7-2 に示す。価格比率は、5MHz 離隔品を 1 とした。その質量は約 7kg、大きさはおよそ 200mm×300mm×80mm である。帯域阻止フィルタの価格面及び設置や移動のための運搬等の面から少なくとも 2MHz 以上の離隔が望ましい。

表 7-2 空中線共用器の価格、質量、容積の例

離隔周波数[MHz]	価格比率	質量比率	容積比率
1	3.78	4.29	5.79
2	1.22	1.93	1.97
3	1.22	1.93	1.97
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	0.86	0.64	0.70
9	0.86	0.64	0.70
10	0.86	0.64	0.70

7.4.2 空中線の特性

空中線の特性は、良好な特性(VSWR1.2 以下)を求めると、一般的なもので中心周波数±2%程度(460MHz で 9.2MHz)となる。標準的な利用範囲の VSWR1.5 以下であれば±3%程度(同 13.8MHz)となる。二周波半復信方式においてはコストの面で送信と受信の空中線を共用することが一般的であるが、VSWR は一般的に 1.5 以下が望ましく、送受信の周波数差はこれを満足できる範囲内にする必要がある。

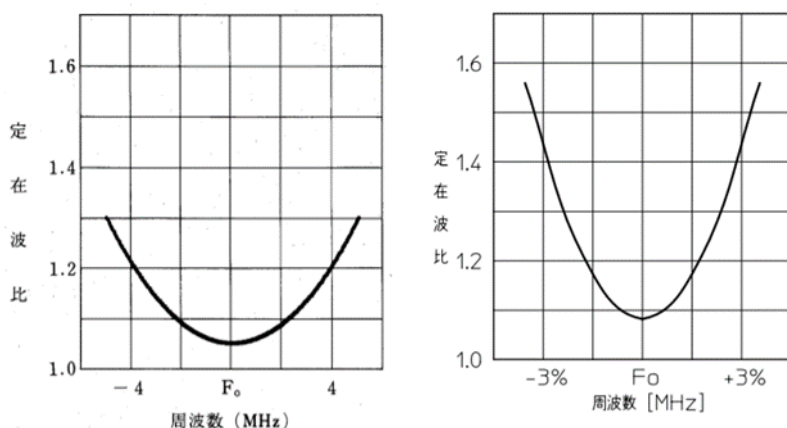


図 7-2 空中線の VSWR 特性例

7.4.3 無線機の性能

無線機の局部発振回路(PLL)や高周波フィルタ回路は、簡易無線を廉価に構成するため、帯域を狭める傾向がある。周波数範囲が狭いほど回路は構成しやすい。

7.4.4 二周波半複信方式の周波数離隔

以上を考慮すると、二周波半複信方式の周波数離隔は、2MHz～10MHz とすることが望ましい。

7.5 中継に必要なチャンネル数と周波数割当て

4.1.2 の検討から、467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の必要チャンネル数は、現在の局数で 7 チャンネル、令和 5 年度末の推定局数で 16 チャンネル、令和 8 年度末の推定局数で 34 チャンネルの増波が望ましい。中継機が使用可能になれば、新規需要の一部だけでなく、現行局も一部が中継システムに移行することが考えられる。

「150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討報告書」(平成 23 年 3 月 北陸総合通信局)の 22 ページでは、平成 35 年(令和 5 年)年度末の推定局数が、デジタル音声 15.7 万局に対してデジタル中継 3.9 万局であることから、この比率で外挿することが適当である。この結果、中継用波として必要なチャンネル数は、総チャンネル数 72/81/99 に対して 14/16/20 チャンネルとなる。

表 7-3 中継に必要なチャンネル数

	467MHz 帯デジタル簡易無線免許局		
	現在	令和 5 年度末 推定	令和 8 年度末 推定
呼損率 20%での必要チャンネル数	72	81	99
現行のチャンネル数	65	65	65
増波数	7	16	34
中継用波(ペア波)	14(7 ペア)	16(8 ペア)	20(10 ペア)

必要チャンネル数は、他免許人との周波数共用を条件に算出しているが、6.3 に示したように、複合建築物等では 1 システムで 7 チャンネルを使用する場合は想定される。また、システム内の複数のユ

ーザーグループ(共同利用による複数の免許人等)が同時に使用することも想定される。複数の中継機を使用するシステム間では周波数の共用が困難であり、多くのチャンネルを必要とする場合もある。周波数利用効率の高い、より高度な利用のためにも中継用波の適切なチャンネル数の割当てが望まれる。

周波数割当ては、段階的に増波していく方法も考えられるが、増波の都度に伴う無線機の設計変更、技術基準適合等の再取得、民間標準規格の対応など製造事業者の負担が大きく、ユーザーにとっても都度の対応として機器更新・購入の負担が大きくなるため、上記の利用想定を考慮し、ある程度まとまった数の割当てが実施されることが望ましい。

なお、「ペア波」は上りと下り周波数の組み合わせであり、2周波を必要とする。

離隔周波数を維持した上りと下り周波数は規定する必要があるが、どちらを高群あるいは低群の周波数にすべきかについて技術的に差異はない(資料編資料11《5》)。

中継動作は、混信妨害の判定を上り下りのどちらかで実施する場合などがあり、原則として組み合わせを決めたペアの周波数を使用することが望ましい。また、1周波単信運用の周波数との共用は避けることが望ましい。

簡易無線のチャンネル番号は民間標準規格によって定義されたものであり、利用者の利便性や製造事業者の作りやすさを考慮して制定されているが、増波するチャンネルの番号は、現行の製品との互換性や分かりやすさが望まれる。

7.6 電波の型式

中継動作を行う場合にあっては、電波の型式を変更する必要はないことから現行と同じでよい。

G1C, G1D, G1E, G1F, R2C, R2D, R3E, R3F, F1C, F1D, F1E, F1F(施行・告示平成6年第四百五号)

7.7 識別信号

デジタル簡易無線は「呼出名称記憶装置」に記憶した「呼出名称」を自動送信することが規定されている(設備9条の2、設備54条2、設備・告示平成20年第466号)。ただし、一般に中継時は子局の識別信号で運用される場合が多いため、デジタル簡易無線の中継は以下とすることが望ましい。

- 中継動作時は子局の信号をそのまま中継する。
- 中継機が自局から発呼する場合は、現行の簡易無線局同様、「呼出名称記憶装置」に記憶した「呼出名称」を自動送信する。

7.8 選択的中継機能

中継機の不要な送信を防止するため、免許人以外の局などの信号で中継送信しないよう、子機からの信号に含まれる、ユーザコード、選択呼出し機能、子機ID等のデータを利用して中継動作を制御する選択的中継機能を装備することが望ましい。

7.9 周波数共用条件

第 3 章の周波数共用条件に記載の共用条件と同じ。

7.10 話中表示

混信妨害を避けるため、他の局が当該チャネルを使用中の場合は送信を行わないことが求められる(無線局運用規則第十九条の二等)。一般に話中表示と呼ばれる信号受信時の表示が用いられている。

中継機を利用する場合、混信を避けるとともに、他の信号により中継ができないこと(できなかつたこと)を利用者に知らせる機能が求められる(時間的、場所的に混信の恐れがない場合を除く)。

以下のような方法が考えられるが、機器の構成、運用の方法等により利点欠点があり、構成の自由度を主眼に特に規定はしない。

- 中継送信に際し、送信側(下り)周波数の信号を確認するもの
- 子機と連携して、子機からの中継機アクセス要求信号送信の後、子機がいったん受信に戻り、その間に中継機が受信側(上り)周波数の信号有無を確認するもの
- 中継機に送信継続時間(1-2 秒程度、子機信号のフェージングによって中継機送信がバタつかないように設定し、子機からの信号が受信されなくなってから一定時間中継機の送信を継続するもの)を設け、子機は送信終了後に中継機の継続送信の有無を話中ランプ等で確認して中継の成否を判断するもの
- 中継機と子機で信号のやり取りを行い、通信開始時に中継送信の可否を子機に伝送するもの

7.11 運用上の制限

簡易無線局は通話時間が 5 分に制限されている(無線局運用規則第 128 条の 2)。また、これを遵守するために送信時間制限装置の装備も必要である(総務省告示平成 20 年第四百六十七号)。これらは、多くの利用者でチャネルを共用する簡易無線を公平に運用するために必要なものであり、中継機を経由した運用でも変わりはない。

中継機の送信継続時間を設定した場合、複数の子機からの信号がその時間内に次々と受信されると、中継機は送信を連続することになる。連続した送信は、中継機であっても上記送信時間制限装置の対象となるため、通話終了後は中継機の送信が終わるまで時間を置くなど運用には注意が必要である。

7.12 無人運用について

中継機は、無線機の近傍に操作者がいない無人運用も想定される。簡易無線は無線従事者資格のない利用者であることを考慮すると、無人運用の中継機には、以下の機能を有することが望ましい。

- (1) 自局の障害(送信装置の発振回路が正常な周波数を生成できない故障が生じた場合等)を検知し、自動的に電波の発射を停止する機能を有すること。
- (2) 制御簡易無線局(電波により中継機の遠隔制御ができる子機)の制御により中継動作を停止する機能を有すること。

- (3) 設定した呼出名称、ユーザコード、個別 ID 又は制御簡易無線局が送信する制御信号あるいはこれらの組み合わせの信号等を受信した場合に限り、中継送信を開始できる機能を有すること。
- (4) 5 分より短い時間を設定できる、連続送信を防止する機能を有すること。
上記の機能に加え、送信時間制限装置を備えるため、異常な信号を継続送信する事故を防止できる。

7.13 その他

7.13.1 高度な制御

多くの免許人とチャンネルを共有するための原則を遵守する限り、たとえば中継機や子機が空きチャンネルを自動的に走査して使用するような機能や、子機の收容能力を向上するためのマルチチャンネルアクセス方式等の構成を用いることによって、周波数利用効率の向上や呼損率の低い通信を目指すなど、より高度な簡易無線の利用が期待される。

7.13.2 中継設備の共同利用

中継設備を複数の免許人で共同利用することが考えられる。

「業務用無線通信システムに関する調査検討報告書」(平成 27 年 1 月 北海道総合通信局)に一般業務用無線局の中継設備の共用について記載されている(主に p104 及び p132~p137)。当該報告書は、業務用無線を対象とした検討報告にあることから、本調査検討では、デジタル簡易無線の視点で、特徴、有効性、及び要件を取りまとめた。詳細は、資料 14 に示す。

7.13.3 中継機能の実用化に向けた留意事項

現行、デジタル簡易無線については、民間標準規格 ARIB STD-T98 にて、異メーカー間の一定の相互接続性が規定されている実態を鑑み、中継機能についても、ユーザーの利便性からも、広く一定の相互接続性規定の検討が望まれる。

現在すでに利用されているデジタル簡易無線機については、新たに設定される中継用ペア波や 2 周波単信動作に対応していないことから、そのまま中継機能の子機として対応することはできず、製造事業者による開発又は変更が必要である。一般的なデジタル簡易無線機を想定した場合、中継機能への対応は、最低限で中継用ペア波と 2 周波単信動作への対応のみであるため、比較的容易なものと考えられる。ただし、利便性向上のための話中表示機能、空きチャンネル走査やマルチチャンネルアクセス方式など高度な機能を搭載する場合は、中継機の機能を含めて開発が必要と考えられる。いずれの場合も、民間標準規格 ARIB STD-T98 の無線伝送区間インタフェース範疇で可能である。

第8章 提言

簡易無線局は、無線従事者資格が不要、簡易な免許手続き、レンタル・リースが可能、不特定の通信の相手方との通信が可能といった利便性の高さから、利用範囲が拡大、需要が拡大している(第2章)。一方で、急激な需要増加により、当初計画していたチャンネル数では需要を賄えない状況が、調査(2.4)、測定及び計算(4.1)で確認でき、その需要動向を満たす増波のための周波数共用条件(第3章)及び技術的条件(4.2)を検討した。本調査検討結果として、400MHz帯デジタル簡易無線局の帯域拡張(需要動向を満たす増波)について、第4章に示した増波を提言する。具体的には、8.1に示した技術的条件の項目を改正することが適当である。

また、移動局間の通信が主体の簡易無線局にあって、遮蔽物等を回避して必要な通信範囲を確保する中継動作の利用が求められており(2.4.2)、中継のモデルを検討し(第5章)、動作を実証し(第6章)、実現に必要な技術的条件(第7章)を検討した。本調査検討結果として、400MHz帯デジタル簡易無線局の高度化のあり方(中継動作)について、簡易無線局による中継動作の実現を提言する。具体的には、8.2に示した技術的条件の項目を改正することが適当である。

※以下の文中、改正が適当とした項目を**赤太字下線付き**で表示した。

8.1 帯域拡張の需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件

1 一般的条件

1.1 無線周波数帯(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。四〇〇MHz帯の周波数の電波を使用する簡易無線局(三三五・四MHzを超え四七〇MHz以下の周波数の電波を使用する簡易無線局をいう。)

1.2 変調方式(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。変調方式は、実数零点単側波帯変調、四分の π シフト四相位相変調又は四値周波数偏位変調であること。

1.3 通信方式(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。通信方式は、単信方式、単向通信方式又は同報通信方式であること。

1.4 無線設備(設備第五十四条第二号、設備・告示平成20年第四百六十七号)

現行と同じとする。一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。ただし、電源設備、送話器、受話器その他総務大臣が別に告示するものについては、この限りでない。

1.5 周波数及び空中線電力(設備第五十四条第二号、設備・告示平成20年第四百六十七号) **(第4章で検討した周波数を追加する。)**

空中線電力は、現行と同じとする。5W以下。上空を利用する無線設備にあっては、1W以下。

1.6 チャンネル間隔(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。チャンネル間隔は、六・二五kHzであること。

1.7 送信時間制限装置(設備第五十四条第二号、設備・告示平成20年第四百六十七号)

現行と同じとする。総務大臣が別に告示する技術的条件に適合する送信時間制限装置を備え付けていること。

連続して5分を超える電波の発射をしようとした場合に、自動的にその送信を停止し、その停止から1分以上経過した後でなければ送信を行わない送信時間制限装置を備え付けていること。

1.8 呼出名称記憶装置(設備第九条の二と第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十六号)

現行と同じとする。電波の発射後、呼出名称記憶装置に記憶した呼出名称を自動的に送信するものであること。

1.9 キャリアセンス(設備第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十七号)

現行と同じとする。キャリアセンスを備え付けるものについては、総務大臣が別に告示するキャリアセンスの技術的条件に適合するものであること。

登録局においては、他の無線局の電波(受信機入力端において、受信機入力電圧が $7\mu\text{V}$ の値以上の電波に限る。)を受信した場合に、受信した周波数の電波と同一の周波数の電波の発射を行わないキャリアセンスを備え付けていること。

1.10 隣接チャンネル漏えい電力(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。

隣接チャンネル漏えい電力は、次のとおりであること。

(1) 実数零点単側波帯変調方式のものにあつては、一、七〇〇ヘルツの正弦波により変調を行い、空中線電力を定格出力の八〇パーセントに設定した場合において、送信する電波の周波数から六・二五kHz離れた周波数の(±)一・七kHzの帯域内に輻射される電力の平均値が平均電力より四五デシベル以上低い値であること。

(2) 四分の π シフト四相位相変調方式及び四値周波数偏位変調方式のものにあつては、変調信号の送信速度と同じ送信速度の標準符号化試験信号により変調した場合において、搬送波の周波数から六・二五kHz離れた周波数の(±)R(Rは、変調信号の伝送速度の四分の一の値とする。ただし、四値周波数偏位変調方式のものにあつては二kHzとする。)の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より四五デシベル以上低い値であること。

2 送信装置

2.1 周波数の許容偏差(設備第五条、別表第一号)

現行と同じとする。

変調方式	周波数の許容偏差(百万分率)
	400MHz帯
実数零点単側波帯変調	±1.5
四値周波数偏位変調	
四分の π シフト四相位相変調	±0.9

2.2 占有周波数帯幅の許容値(設備第六条、別表第二号)

現行と同じとする。5.8kHz 以下とすること。

2.3 スプリアス発射強度又は不要発射の強度の許容値 (設備第七条、別表第三号)

現行と同じとする。

ア 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値(別表第三号第 19 項)

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は $2.5\mu\text{W}$ 以下又は送信出力に対しては基本周波数の平均電力より 60dB 低い値とすること。ただし、送信出力が 1W 以下の場合には $25\mu\text{W}$ 以下とすること。

イ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(別表第三号第 19 項)

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は 2.5 μ W 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値とすること。ただし、送信出力が 1W 以下の場合は 25 μ W 以下とすること。

2.4 空中線電力の許容偏差(設備第十四条)

現行と同じとする。上限 20%、下限 50%以内とすること。

8.2 中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件

1 一般的条件

1.1 無線周波数帯(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。一五〇MHz帯の周波数の電波を使用する簡易無線局又は四〇〇MHz帯の周波数の電波を使用する簡易無線局(三三五・四MHzを超え四七〇MHz以下の周波数の電波を使用する簡易無線局をいう。)

1.2 変調方式(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。変調方式は、実数零点単側波帯変調、四分の π シフト四相位相変調又は四値周波数偏位変調であること。

1.3 通信方式(設備第五十四条第二号)

通信方式は、単信方式、半複信方式、単向通信方式又は同報通信方式であること。

(第 7 章の検討より「半複信方式」を追加する。)

1.4 無線設備(設備第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十七号)

現行と同じとする。一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。ただし、電源設備、送話器、受話器その他総務大臣が別に告示するものについては、この限りでない。

1.5 周波数及び空中線電力(設備第五十四条第二号、告示平成 20 年第四百六十七号)

(第 7 章で検討した中継用の周波数を追加する。)

空中線電力は、現行と同じとする。5W 以下。上空を利用する無線設備にあつては、1W 以下。

1.6 チャンネル間隔(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。チャンネル間隔は、六・二五kHzであること。

1.7 送信時間制限装置(設備第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十七号)

現行と同じとする。総務大臣が別に告示する技術的条件に適合する送信時間制限装置を備え付けていること。

連続して 5 分を超える電波の発射をしようとした場合に、自動的にその送信を停止し、その停止から 1 分以上経過した後でなければ送信を行わない送信時間制限装置を備え付けていること。

1.8 呼出名称記憶装置(設備第九条の二と第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十六号)

現行と同じとする。電波の発射後、呼出名称記憶装置に記憶した呼出名称を自動的に送信するものであること。

1.9 キャリアセンス(設備第五十四条第二号、設備・告示平成 20 年第四百六十七号)

現行と同じとする。キャリアセンスを備え付けるものについては、総務大臣が別に告示するキャリアセンスの技術的条件に適合するものであること。

登録局においては、他の無線局の電波(受信機入力端において、受信機入力電圧が $7\mu\text{V}$ の値以上の電波に限る。)を受信した場合に、受信した周波数の電波と同一の周波数の電波の発射を行わないキャリアセンスを備え付けていること。

1.10 隣接チャネル漏えい電力(設備第五十四条第二号)

現行と同じとする。

隣接チャネル漏えい電力は、次のとおりであること。

(1)実数零点単側波帯変調方式のものにあつては、一、七〇〇ヘルツの正弦波により変調を行い、空中線電力を定格出力の八〇パーセントに設定した場合において、送信する電波の周波数から六・二五kHz離れた周波数の(±)一・七kHzの帯域内に輻射される電力の平均値が平均電力より四五デシベル以上低い値であること。

(2)四分の π シフト四相位相変調方式及び四値周波数偏位変調方式のものにあつては、変調信号の送信速度と同じ送信速度の標準符号化試験信号により変調した場合において、搬送波の周波数から六・二五kHz離れた周波数の(±)R(Rは、変調信号の伝送速度の四分の一の値とする。ただし、四値周波数偏位変調方式のものにあつては二kHzとする。)の帯域内に輻射される電力が搬送波電力より四五デシベル以上低い値であること。

2 送信装置

2.1 周波数の許容偏差(設備第五条、別表第一号)

現行と同じとする。

変調方式	周波数の許容偏差(百万分率)
	400MHz帯
実数零点単側波帯変調	±1.5
四値周波数偏位変調	
四分の π シフト四相位相変調	±0.9

2.2 占有周波数帯幅の許容値(設備第六条、別表第二号)

現行と同じとする。5.8kHz 以下とすること。

2.3 スプリアス発射強度又は不要発射の強度の許容値(設備第七条、別表第三号)

現行と同じとする。

ア 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値(別表第三号第19項)

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は $2.5\mu\text{W}$ 以下又は送信出力に対しては基本周波数の平均電力より 60dB 低い値とすること。ただし、送信出力が 1W 以下の場合は $25\mu\text{W}$ 以下とすること。

イ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値(別表第三号第19項)

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は $2.5\mu\text{W}$ 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値とすること。ただし、送信出力が 1W 以下の場合は $25\mu\text{W}$ 以下とすること。

2.4 空中線電力の許容偏差(設備第十四条)

現行と同じとする。上限 20%、下限 50%以内とすること。

資料編

資料1 開催要綱

400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張及び 高度化のあり方に関する調査検討会 開催要綱

(名 称)

第1条 この調査検討会は「400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張及び高度化のあり方に関する調査検討会」(以下「調査検討会」という。)と称する。

(目 的)

第2条 全国及び九州地域において、近年の簡易無線局(登録局)の増加による将来の周波数逼迫に対処するため、現行のアナログ簡易無線局の割当周波数を含む 400MHz 帯域へのデジタル簡易無線用周波数の拡張割当てに関する需要動向調査及び技術的条件等の検討、並びに、中継動作によるシステムの高度化に必要な技術的条件の検討を行うことで更なる周波数の効率的利用に資することを目的に開催する。

(調査検討事項)

第3条 調査検討会は、前条の目的を達成するために、次の事項について調査検討を行う。

- (1) デジタル簡易無線局の現状と課題、求められるニーズ及び需要動向に関すること
- (2) 周波数共用条件に関すること
- (3) 需要動向を満たすデジタル簡易無線に必要な技術的条件等に関すること
- (4) 中継動作を行うデジタル簡易無線としてあるべきモデルに関すること
- (5) 上記で検討した内容を踏まえ、中継動作を行うデジタル簡易無線に必要な技術的条件に関すること
- (6) 上記(4)、(5)で検討した内容を踏まえ、中継動作により通話範囲の改善が期待されるモデルの実証試験に関すること
- (7) その他、第2条目的の達成に必要な事項

(構 成)

第4条 調査検討会は、九州総合通信局長の委嘱を受けた別紙に掲げる構成員をもって構成する。

(組 織)

第5条 調査検討会には、座長を置く。

- 2 座長は、構成員の互選により選出する。
- 3 座長は、構成員の中から副座長を指名することができる。
- 4 座長は、必要に応じて、構成員以外の関係者の出席を求め、その意見を聴くことができる。
- 5 座長は、調査検討会の審議を促進するため作業部会を設置することができる。
- 6 調査検討会の事務局は、九州総合通信局電波利用企画課及び外部請負者とする。

(運 営)

第6条 調査検討会は座長が召集し、主宰する。

- 2 調査検討会を召集するときは、構成員に対しあらかじめ日時、場所及び議題を通知する。
- 3 その他、運営に関する事項は調査検討会において定める。

(報 告)

第7条 座長は、調査検討会の調査検討が終了したときは、その結果を九州総合通信局長に報告する。

(開催期間)

第8条 調査検討会は、令和3年7月15日から前条の報告をするまでの期間とする。

附 則

この要綱は令和3年7月15日から施行する。

資料2 構成員一覧

400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張及び高度化のあり方に関する調査検討会構成員
(座長以下氏名五十音順、敬称略)

氏名	所属
座長 福迫 武	国立大学法人熊本大学大学院先端科学研究部 教授
加藤 数衛	株式会社日立国際電気モノづくり統括本部ソリューション本部 技術総括
北口 秀	アイコム株式会社設計統括部 参事
楠原 和広	アルインコ株式会社電子事業部 常務執行役員事業部長
椎木 裕文	日本電気株式会社第一都市インフラソリューション事業部防災ソリューショングループマネージャー
菅原 健	総務省九州総合通信局 無線通信部長
則武 潔	一般社団法人全国陸上無線協会 企画調査部長
川瀬 克行 ※1	パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社パブリックシステム事業本部システム開発本部ネットワークサービス事業センターネットワークソリューション1部 参事
廣川 源司 ※2	パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社パブリックシステム事業本部システム開発本部ネットワークサービス事業センターネットワークSE部 主務
松田 保	モトローラ・ソリューションズ株式会社プロダクト プロダクトマネージャー
宮地 徹	八重洲無線株式会社営業部営業三部 担当部長
山本 勝三	株式会社 JVC ケンウッド無線システム事業部国内システム開発部 参事

※1: 第1回調査検討会会議まで

※2: 第2回調査検討会会議から

資料3 調査検討会開催状況

回	開催日時	開催会場	議事
第1回	令和3年 7月15日(木) 13:30~17:00	熊本県熊本市 熊本城ホール 大会議室 A4 及び Teams web 会議	<ol style="list-style-type: none"> 1 開会 2 配布資料の確認 3 九州総合通信局長挨拶 4 構成員紹介 5 開催要綱について 6 座長の選出 7 議事 <ol style="list-style-type: none"> 7.1 調査検討会の実施内容とスケジュールについて 7.2 簡易無線の現状と課題 <ol style="list-style-type: none"> 7.2.1 簡易無線の現状について(全国陸上無線協会) 7.2.2 簡易無線局の利用事例とニーズ(アイコム株式会社) 7.2.3 UHF 簡易無線 DCR の利用事例とニーズについて(アルインコ株式会社) 7.2.4 デジタル簡易無線の利用事例・課題・ニーズ(株式会社 JVC ケンウッド) 7.2.5 「デジタル簡易無線の利用事例とニーズ」及び「デジタル簡易無線に対する課題とニーズ」について(株式会社日立国際電気) 7.2.6 「400MHz 帯デジタル簡易無線局の帯域拡張及び高度化のあり方に関する調査検討会(第1回)」における資料(八重洲無線株式会社) 7.2.7 簡易無線の現状と課題(事務局) 7.3 周波数共用条件の検討方針 7.4 その他 8 閉会
第2回	令和3年 10月15日(金) 13:30~17:00	熊本県熊本市 TKP 熊本カンファレンスセンター はなしょうぶ 及び Teams web 会議	<ol style="list-style-type: none"> 1 開会 2 配布資料の確認 3 構成員の変更について 4 第1回会議議事録の確認 5 議事 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 課題の取り扱いについて 5.2 干渉測定結果 5.3 周波数共用条件 5.4 需要を満たす技術的条件 5.5 中継のモデル 5.6 中継の技術的条件 5.7 実証試験方法 5.8 その他 6 閉会
実証試験の公開	令和3年 12月3日(金) 13:30~15:00	熊本県熊本市 熊本城ホール 大会議室 A3 及び Teams web 会議	<ol style="list-style-type: none"> 1 開会 2 九州総合通信局長挨拶 3 座長挨拶 4 実証試験の概要と中間報告 5 実証試験の公開(実演) <ol style="list-style-type: none"> ①中継機の利用による通信範囲の改善 ②混信を回避する機能 ③選択的中継機能 ④データ通信の中継 ⑤実験機材の展示 ⑥質疑応答 ⑦実験機材の展示、中継場所の展示
第3回	令和3年 12月3日(金) 15:05~16:20	熊本県熊本市 熊本城ホール 大会議室 A3 及び Teams web 会議	<ol style="list-style-type: none"> 1 開会 2 配布資料の確認 3 第2回会議議事録の確認 4 議事 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 簡易無線の利用事例と課題(モトローラ・ソリューションズ株式会社) 4.2 第1回メール審議の中間まとめ 4.3 報告書の構成案について 4.4 その他 5 閉会

回	開催日時	開催会場	議事
第4回	令和4年 1月24日(月) 13:30~16:00	熊本県熊本市 熊本城ホール 大会議室 A4 及び Teams web 会議	1 開会 2 配布資料の確認 3 第3回会議議事録の確認 4 議事 4.1 上空データ利用について 4.2 報告書案について 4.3 その他 5 閉会

調査検討会の様子



図 資料 3-1 会場の様子

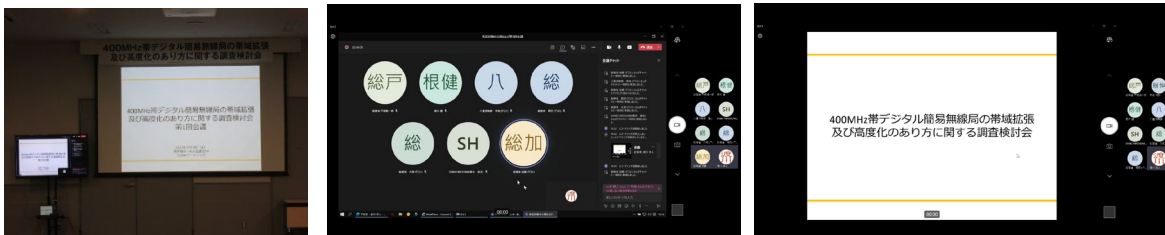



図 資料 3-2 会場内の画面表示とweb会議の画面

資料4 構成員からの発表の一部抜粋

《1》 一般社団法人全国陸上無線協会

350MHz帯デジタル簡易無線局の利用実態



全国陸上無線協会に設置する企画調査委員会では、急増する簡易無線局のニーズに応えるため、また今後予想されるCH不足による利用環境の悪化を防ぐ観点から、通話CHの増波の要望をするため簡易無線局の動向と利用環境を把握するための調査を実施した。

1 調査対象（利用分野別）

ア. 自治体関係 9社	イ. 防災・警備 3社	ウ. 製造工場 3社
エ. 建築・土木 4社	オ. 販売・修理 4社	カ. 介護サービス 2社
キ. 競技場（ゴルフ場）1社	ク. 学校 1社	（合計） 27社

2 簡易無線局の用途

簡易な業務連絡用、情報共有用として利用されており、利用分野は多義にわたる。
利用台数 事業の規模によるが100～200台程度、自治体の災害時用として所有、保管する台数は多くなる傾向 200～800台程度、また介護分野、防災・防犯分野、消防分野、レンタルリース分野における保有台数が多い。

利用頻度 毎日、短時間の利用が多く、利用頻度は利用分野により異なる。
工場、工事現場、介護の現場等での利用頻度は高い。

Copyright © RMK 2021. All rights reserved. Confidential & Proprietary

3 運用形態



1 対多数（すべての局との場合もある）
主に利用するCHは、低いCHから利用されているケースが多い。ほぼ全CHが利用されることもある。
事業活動別、グループ別にCH分けして利用されている。低いCHから混雑してきている。
利用する時間帯は平日の業務執務時間、自治体による利用は、定時連絡及び防災月間等のイベント時のみ（消防用途では夜間の場合もある）で使用頻度は低い。

4 混信等の有無

今回の調査では、全体的には混信の発生頻度は低く良好に使用されているが、そうした中で地方都市においても、簡易無線局が利用できない事例が報告された。具体的には、イベント会場の近辺とか、工事現場等、周辺の利用状況の影響により使用不可となる場合があった。（建設現場、工場利用）


特に、地域でのイベント開催時（国体、マラソン、万博等）、同業者（警備）が複数集まる行事では、運営スタッフの無線も重なり、ほとんど使用できない事例が報告された。

混信等により通信が出来なかった際の措置としては、CH変更、休止後再送信、利用を中止等を行っている。また、利用可能なCHが見つけれられないケースもあった。

（平成30年度企画調査委員会資料）

Copyright © RMK 2021. All rights reserved. Confidential & Proprietary


《2》 アイコム株式会社


「簡易無線の利用事例とニーズ」

(1) デジタル簡易無線の利用事例 ー少し変わった利用ー

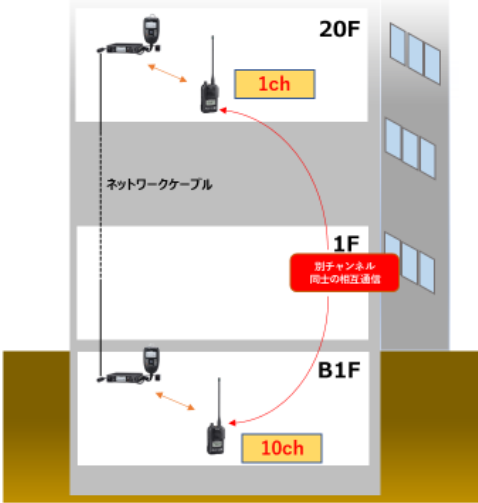
高層階ビル、大型の商業施設などでは地下エリアなどにより端末同士の直接波が届きにくい場所が存在し通信できないケースが出ておりました。


右図のような高層階ビルのケースでは地下エリアと地上階の通信を確保するため、ネットワーク対応型デジタル簡易無線を各エリアに設置し、ネットワーク接続を行い中継動作させることで各端末間の通信を実現しております。



車載型デジタル簡易無線（ネットワーク対応型）
IC-DU6505BN

Icom Inc.




「簡易無線の利用事例とニーズ」

(2) デジタル簡易無線に対する課題とニーズ

導入済みユーザー、導入検討前の提案先ユーザーからのヒアリングした課題及びニーズの記載となります。

1. チャンネル不足による電波干渉
 - (課題) イベント時、都心部利用時などにおけるチャンネル不足。
 - (ニーズ) 免許局の場合 +35ch、登録局の場合 +50ch程の増波があれば電波干渉の解決につながります。
2. 通信距離の課題
 - (課題) 大型施設、地下エリアなどでのエリア不足、広域通信におけるエリア不足。
 - (ニーズ) 出力向上によるエリア充足が実現できます。
3. 申請手続きの課題
 - (課題) 免許局において申請から開設までに時間を要する。
 - (ニーズ) 免許申請内容の簡略化（代表者員の押印等）、開設までの時間短縮ができれば、さらなる需要が見込めます。
4. 通話方式の課題
 - (課題) 簡易無線の通話エリアはあるが、同時通話ができない。
 - (ニーズ) 送信チャンネル、受信チャンネルの同時利用などで同時通話を実現したい。
5. データ通信の課題
 - (課題) 現在が音声のみの通信となっており、画像伝送、データ伝送などのユーザー要望には応えられていない。
 - (ニーズ) データ通信チャンネルの新設。

Icom Inc.

DCR (3R)の代表的な用途-2

・消防団、及び災害など非常時の連絡用備蓄

平時は運用頻度は低いが使用者数、備蓄数は非常に多い。

- ＊ 消防団は140MHzデジタルコミュニティ、420/440MHz特小、緩和された460MHz消防署活アナログを用途、管轄地域の地形や広さで使い分けるが3Rも多用
- ＊ 自治体が管内の町内会等に、避難所の管理や行方不明者の捜索連絡目的で貸与
- ＊ 法人・団体全般のBCP目的(無線を常用しない業種が専用に備蓄)

・車両・航空機・船舶などのメンテナンス基地内

乗り物内から外部の作業者とも通話ができる、と特小からの移行が目立つ。

・イベント関連(警備含む)

- ・ 祭礼の進行や雑踏の管理(実行委員会、氏子、地域PTAなど)、マラソンやVIP訪問時の沿道警備(警備会社が受託)、イベント期間中のみ短期運用。レンタルも多用。
- ・ 展示会や見本市のブース業者、映画、TVや商用ビデオ制作業者の連絡など常用ユーザーも多い。

・船舶

- ・ 沿岸漁業の小型船舶で僚船間の連絡。(秘話で漁場情報が他の船団に傍受されにくい)
- ・ 船内の簡易な連絡(船内全部のカバーは不要、局地的で良い。)

3

DCR (3R)の代表的な用途-3

・警備関連

大型特殊運搬車の誘導警備、建設現場の工期間だけの現場警備請負など。

・団体、学校、公共機関

キャンパスが大きい高校、大学、各種研究機関、図書館、地方自治体(備蓄ではない常用)など。

・イノシシ、鹿等大型獣類の狩猟・害獣駆除、アウトドアやスポーツ

- ・ 猟期の11月(北海道は10月)～2月(同1月)に山間部で使用、猟期以外の使用は無い。
- ・ トレッキング、ハイキング、登山者間、ガイドと事務所間の連絡も観光シーズン中心に運用。
- ・ 釣り、キャンプなどのアウトドア、仲間とのドライブや自転車のツーリングなど趣味を楽しむツールとしても、わずかながらニーズあり。
- ・ スポーツ競技団体も連絡に使用。

DCR (3R)の代表的な用途-4

・ライセンスフリー無線

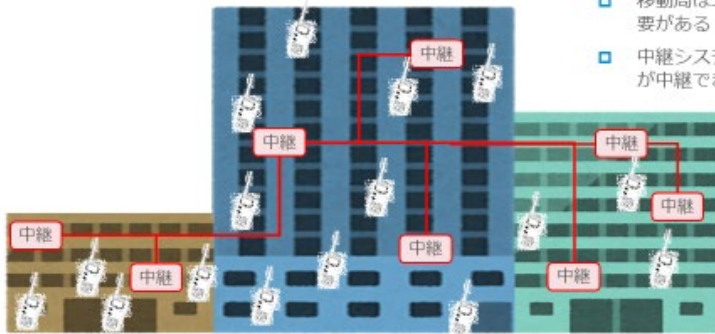
- ・ 遠距離通信を興味を中心に、アマチュア無線のように仲間と交信するユーザー。詳細は後述。郵政省時代に発給されていた27MHz市民無線の呼び出し符号に似せたコールサインを常用するのが特徴。アマチュア無線局を持つ者も多数開局している。

4

《4》 株式会社 JVC ケンウッド

デジタル簡易無線の利用事例③大型商業施設

- 大型商業施設の店舗スタッフ、警備員、管理スタッフなどの連絡用(3R)
- 移動局間直接通話が困難なため車載型無線機を設置し有線接続で相互中継するように構成
- デジタル簡易無線選定の理由(メリット)
 - 無線従事者資格が不要
 - 特定小電力無線よりエリアが広い
 - 一斉通報ができる(対携帯電話)
 - 即時性が高い(対携帯電話)



- デメリット・課題
 - チャンネル混信時の対応が難しい
 - 同一周波数帯(一番離れた1chと65chでも400kHzの離隔)のため中継送受信の周波数離隔がとれず、中継用無線機を離して設置する必要があり、エリア確保のための設置台数が増える(送受信の干渉防止フィルタ(BEF)や空中線共用器は実現困難)
 - 中継用車載機はそれぞれ離れたチャンネルを使用する必要があり、設備全体での使用チャンネル数が増える
 - 移動局はエリアごとに変更チャンネルを必要がある
 - 中継システムの制約によりメッセージ等のデータが中継できない

4

デジタル簡易無線の利用事例④スキー場

- スキー場のパトロール隊員、管理スタッフ等の連絡用(3R)
- 場所により移動局間直接通話が困難なため車載型無線機を中腹や山上に設置し有線接続で相互中継するように構成
- デジタル簡易無線選定の理由(メリット)
 - 無線従事者資格が不要
 - 特定小電力無線よりエリアが広い
 - 一斉通報ができる(対携帯電話)
 - 即時性が高い(対携帯電話)
- デメリット・課題
 - チャンネル混信時の対応が難しい
 - 同一周波数帯(一番離れた1chと65chで400kHzの離隔)により中継送受信の周波数離隔がとれず、送受信の干渉防止フィルタ(BEF)や空中線共用器は実現困難なため、ある程度の干渉を許容しつつ空間的に送受信空中線の結合損失を高くするなどの工夫が必要
 - 空間的に大きく離隔した2つの空中線が必要なため、設置条件をそろえることが難しくエリア確保困難
 - 中継用車載機は送受それぞれできるだけ離れたチャンネルを使用する必要があり、使用可能チャンネルに限られる
 - 音声系の有線接続のためGPSデータが伝送できない



5

2. 検討課題 (1)

(1) デジタル簡易無線の利用事例とニーズ

✓ 基本的に、デジタル簡易無線の利用形態・ニーズは、簡易な業務における音声通話、および小容量のデータ伝送 (IoT用途など)

① コロナ禍収束後の大規模イベントなど経済活動の多様な活性化分野



③ 森林・林業におけるICT化活用

- 少子高齢化社会の課題解決：
 - ・低廉・簡便な通信手段
 - ・生産管理データ伝送、作業員の安全管理 (GPS位置情報)



② 各種の簡易な業務における音声通話・データ伝送



建設分野、運輸、レジャー(ゴルフカート・スコア伝送)



Hitachi Kokusai Electric Inc. Proprietary & Confidential
Copyright © Hitachi Kokusai Electric Inc. 2021. All rights reserved.

5

2. 検討課題 (1)

④ その他: 農業ICTにおける利用について

✓ 例えば、農業ICTにおけるRTK-GNSSシステム (Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite System) を利用して、自動走行を行うロボットトラクターに対して、より安定した走行を実現するために必要となる位置補正情報データを実質、連続的に送信する無線システムについては、引き続き、**業務用デジタル新波**での運用が適当であると考えます。

(簡易無線局の専有的な運用の防止、本来の簡易無線局の共通波・共同利用の観点)

● **業務用デジタル新波 (参考)**

■ 400MHz デジタル周波数(データ伝送用) 【10波】

周波数 (MHz)	電波の型式	占有周波数帯幅の許容値 (MHz)	最大空中線電力(W)	用途	使用地域	備考
352.08750	F1D, G1D	5.8	50 (+1)	各種業務用	全国	H27年12月からの使用可能基地局用及び陸上移動用
352.09250						
352.10000						
352.10825						
352.11250						
352.20750						
352.29375						
352.30000						
352.30625						
352.31250						

■ 150MHz デジタル周波数 【7波】

周波数 (MHz)	電波の型式	占有周波数帯幅の許容値 (MHz)	最大空中線電力(W)	用途	使用地域	備考
153.12500	F1E, G1E, F1D, G1D	5.8	50 (+1)	各種業務用	全国及び熊本県防務圏及びいわらの上空	H28年6.13の運用可能基地局用、熊本県防務圏内、陸上移動局及び陸上移動局用地上移動局
153.21875						
153.32500						
153.33125						
153.33750						
153.34375						
153.35000						

※1) 利用形態や使用地域等を踏まえ審査により指定される



Hitachi Kokusai Electric Inc. Proprietary & Confidential
Copyright © Hitachi Kokusai Electric Inc. 2021. All rights reserved.

6

簡易無線の利用事例 1

- イベント管理（イベント施設、ホール、スタジアムなど）
 - スタッフ同士での連絡、イベントの進行用途など
 - 所属施設固定の場合と、イベントによって場所を移動するケースあり
- 工事・建設現場
 - 現場でのスタッフ同士の連絡、車の誘導など
- ビル施設管理、警備業
 - 施設内でのスタッフ間の連絡、非常時の避難誘導用など
- ホテル業
 - 施設の管理、清掃、お客様のサポートのためのスタッフ内での連絡
- 倉庫（物流、食品）
 - 荷物搬入・搬出・管理のためのスタッフ間での業務連絡

運用場所移動の場合あり



特定場所での運用



簡易無線の課題

- 混雑・混信による使い勝手の低下 > 増波のニーズ
 - 「即時に」「大人数と情報共有・指示できる」がメリットなのに、すぐに通話に入れない場合がでてくる
 - CH占拠によるお客様同士の摩擦
 - CH変更のしにくさ（MCAのように中央集中管理ではないため）
 - 東京湾岸地域で顕著。2020年末の台数で3Rは64ch程度必要と見積もっていた（当社独自調べ）
- 通話範囲が不確定・不足 > 中継局のニーズ
 - 必要以上に飛ぶ場合もあり、また必要なところに電波が届かない場合もある
 - （例：入り組んだビルや、高層ビルの上階と下階、尾根を挟んだレジャー施設など）
 - 特に、同一グループ内でも、一部の無線機に電波が入らない場合多数
- データ通信への音声通信波の混信 > データ専用CHのニーズ
 - インフラに依存しないテレメトリやIoTデータシステム向けの通信ツールとして根強い需要
 - データ専用・推奨と合わせて、音声波の影響を軽減できるCHを10CH程度確保したい



学校教育施設

見守り

- 防災訓練や安全管理に ⇒ 防災訓練時の誘導に。日ごろ携帯して巡回し、異常発見時の連絡にも。
- 運動会や文化祭など行事の進行に ⇒ 運営スタッフ全員への連絡が一斉に。
- スクールバスの運行に ⇒ 道路状況を伝えたり、学校からの連絡を受けるのも、走行中に可能。
GPSによる運行管理

STR 業務用通信機

不感地帯の解消

- ホテル、旅館などの商業施設内での音声通信において、遮へい物により電波の届かない不感地帯がどうしても発生する。
- 中継局による不感地帯を改善する方法の検討が必要となる。
- 現状のチャンネルプランを利用した中継システム
2台の無線機を用意し、AチャンネルとBチャンネルで音声をクロスさせ半複信動作でカバーエリアを拡張する。
- 送信波と受信波が異なった周波数の中継システム（特小の中継）
現状のバンドプランではできない為、新しいバンドプランの検討が必要となる。

STR 業務用通信機

資料5 必要チャンネル数の算出

デジタル簡易無線に必要なチャンネル数を検討するため、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と同じ手順で必要チャンネル数を算出した。

《1》 考え方

デジタル簡易無線システムにおける無線チャンネル数算出について、一般に陸上移動通信の使用形態には、以下の 3 とおりが考えられるとされている。

- (a) 移動機相互の通信
- (b) 一つの基地局と移動機間の通信
- (c) 複数の基地局の中から最寄りの基地局を選択して通信するもの

このうち、(c) は実現するために必要な機材規模が大きいため簡易無線の範疇から逸脱する。また、(a) では双方の移動機のアンテナ高が低いため、電波が遠距離まで到達せず、必要な無線チャンネル数の算出に与える影響は少ない。そこでここでは、(b) の「一つの基地局と移動機間の通信」を想定モデルとして必要な無線チャンネル数の算出を行う。また、このときゾーン方式による周波数の空間的再利用を行い、所要チャンネル数の低減を図る。

デジタル簡易無線の簡易業務型のチャンネル数算出に当っては、首都圏にて現在運用を行っている簡易無線局の利用率測定データを収集し、これから無線局 1 局あたりの呼量を算出する。一つの基地局と移動機間の通信モデルを想定し、ある一つの基地局が構成するゾーンの面積とその中に含まれる無線局を想定し、単位ゾーンあたりの呼量を算出する。これを用いてアラン損失負荷表から単位ゾーンあたりの必要チャンネル数を算出する。

同一チャンネル妨害特性(同一周波数干渉特性)の所要 C/I から、周波数の繰り返しゾーン数 N を出し、必要チャンネル数を算出する。

《2》 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の無線チャンネル数について

① 1 局当りの平均呼量算出

- (1) 既存運用の無線局データについては、神奈川県内での測定実験結果(資料6《3》)から、351MHz 帯デジタル簡易無線局 1 局当りの平均呼量を算出した。本測定は、本目的のため工場敷地内に一時的に設置した受信局にて実施したため、表 資料 5-1 に示した測定諸元は簡易無線の典型的な運用モデルにおける諸元とは必ずしも一致しない。測定では受信機入力電圧が、受信キャリアセンスレベル=7 μ V(平 20 答申の小電力無線システム委員会報告時はキャリアセンスレベル 2 μ V が一般的だったがデジタル簡易無線登録局の制度化により 7 μ V となったため今回はこの値を使用)を超える時間を測定した。
- 測定は令和 3 年 9 月 13 日から 21 日まで約 1 週間実施した。

表 資料 5-1 デジタル簡易無線局の利用率測定諸元

周波数	351/467 MHz
移動局送信電力	5 W
送信アンテナ利得	2.14 dBi
送信アンテナ高	1.5 m
送信給電線損失	0 dB
受信アンテナ利得	2.14 dBi
受信アンテナ高	25 m
受信給電線損失	2.0 dB
アレスタ損	0 dB

- (2) 最繁時集中率の呼量に与える影響を考慮し、1 日の中で最も呼量の多い時間帯における、受信キャリアセンスレベルを超える時間(チャンネル占有時間)を抽出した。
その結果、1 時間当りの時間(受信検出レベルを超える検出時間)は 248.8 秒だった。
- (3) 1 時間当りの呼量は $248.8 \text{ 秒} / 3600 \text{ 秒} \doteq 0.0691 \text{ [erl]}$
- (4) この結果から秦の式を用いて基地局から最も遠い距離にある移動局までの距離を求めると 2.96 km となる。なお、秦式で求められる伝搬損中央値から、受信機入力電力の平均値への換算は、受信機入力電力の中央値 = 受信機入力電力の平均値 $\times \ln 2$ で行った。これから、本測定では面積 $\pi (2.96 \text{ km})^2 \doteq 27.5 \text{ km}^2$ に存在する移動局から電波が受信されたといえる。(表 資料 5-4)
- (5) 前項のエリアを含む神奈川県横浜市の 7 区(緑区、旭区、保土ヶ谷区、神奈川区、港北区、都筑区、青葉区)の 467MHz デジタル簡易無線免許局数は、4213 局(令和 3 年 8 月時点)。これに令和 2 年度末時点での 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局と 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の比率を掛けて 7 区の登録局数を 6997 局と推定。7 区の合計面積は 198.38 km^2 。
- (6) したがって、単位面積あたりの局数は $6997 / 198.38 \doteq 35.3 \text{ [局/km}^2\text{]}$ 。
- (7) 測定したチャンネルにおける対象エリア内の局数は、 $35.3 \text{ [局/km}^2\text{]} \times 27.5 \text{ km}^2$ (半径 2.96 km の円の面積) $\doteq 969 \text{ 局}$ 。
- (8) 現在運用中の 351MHz 帯デジタル簡易無線(種別 3S)の全チャンネル数は 30 CH。
- (9) したがって、測定したチャンネルにおける対象免許局数は $969 \text{ 局} / 30 \text{ CH} \doteq 32.3 \text{ [局/CH]}$ 。
- (10) 1 局当りの呼量は $0.0691 \text{ [erl]} / 32.3 \text{ [局]} \doteq 0.00214 \text{ [erl/局]}$ となる。

② 繰り返しゾーンの算出

- (11) 同一チャンネル共用条件の検討から、静特性では $C/I = 11.5 \text{ dB}$ 、レイリーフェージングに対するマージンを 4.5 dB 確保する。したがって、 $C/I = (11.5 + 4.5) = 16 \text{ dB}$ 。
- (12) 上記から所要 $CIR = \Lambda_{th} = 16 \text{ dB}$ であるので、固定劣化を含む機器マージンを考慮した所要平均 CIR である Λ_m は、固定劣化マージン $= \Lambda_m / \Lambda_{th} = 6 \text{ dB}$ を考慮すると $\Lambda_m = 22 \text{ dB}$ となる。

表 資料 5-2 に無線チャンネル数を算出するときに用いる、デジタル簡易無線局のモデル諸元を示す。

表 資料 5-2 デジタル簡易無線局のモデル諸元

周波数	351/467 MHz
基地局送信電力	5 W
送信アンテナ利得	2.14 dBi
送信アンテナ高	25.0 m
送信給電線損失	3.5 dB
受信アンテナ利得	2.14 dBi
受信アンテナ高	1.5 m
受信給電線損失	0 dB
アレスタ損	0.6 dB

距離伝搬定数 α は、秦の式から式(資料 5-1)として与えられる。これから基地局アンテナ地上高 $h_b = 25$ m のとき、 $\alpha = 3.57$ が得られる。

$$\alpha = \{44.9 - 6.55 \times \log_{10}(h_b)\} \div 10 \dots \dots \dots \text{(資料 5-1)}$$

一方、所要 CIR (dB) と繰り返しゾーン数 N には、「移動通信の基礎」(電子情報通信学会)の(8. 2)式、(8. 3)式、(9. 15)式から、

$$CIR = 10 \times \alpha \times \log_{10}(\sqrt{3N} - 1)$$

なる関係があるので、所要 CIR = 22 dB を満たす繰り返しゾーン数 N は、9 となる。

③ 令和 8 年度末の 1 セル当りの想定局数算出

(13) ゾーンの熱雑音による劣化率 $F_{1a} = 5$ % とすると、ゾーン周辺の劣化率 $F_{1f} = 16$ % となる。距離伝搬係数 $\alpha = 3.57$ 、陸上移動電波伝搬の中央値変動の標準偏差 $\sigma_0 = 6.5$ dB とすると、所要 CNR マージン Γ_m / Γ_{th} は 7 dB となる。

(14) 表 資料 5-2 に示したデジタル簡易無線局のモデル諸元から、ゾーンの半径 R を求める。基準感度が 0 dB μ V で CNR マージン Γ_m / Γ_{th} は上記から 7 dB であるので、受信機入力 of 平均電圧が 7 dB μ V となる伝搬距離 R を秦式から求めると、 $R = 4.9$ km となる。

(15) 令和 8 年の普及台数は 2.2.3 から 1,039,214 局とした。

(16) 工業都市モデル(測定実験を行った神奈川県緑区地区を想定)における、半径 4.9 km の 1 ゾーンを想定する。実面積は 62.1 km²。(実面積とは、一辺が 4.9km の六角形の面積である)

(17) 令和 8 年の工業都市の局数は、(単位局数) \times (実面積) \times (令和 8 年の局数 / 現在の局数) = $35.3 \times 62.1 \times (1,039,214 / 614,520) = 3706$ 局

(18) 単位実面積当りの局数 3706 局 / $(62.1 \text{ km})^2 \doteq 59.6$ [局/km²]

④ 総チャンネル数

(19) 1 ゾーン局数: 3706 局 (前項から)

(20) 1 ゾーン呼量: $3706 \times 0.002141 \text{ erl} \doteq 7.9$ erl

(21) 上記呼量から呼損率を考慮した単位ゾーン当りの所要チャンネル数は、アーランの損失式負荷表(アーラン B 式)から、

呼損率 20 % 時のチャンネル数は、 9 CH

呼損率 10 % 時のチャンネル数は、 11 CH

(22) 総チャンネル数

(繰返しゾーンは 9 ゾーン)
呼損率 20 %時の総チャンネル数は、81 CH
呼損率 10 %時の総チャンネル数は、99 CH
(表 資料 5-3)

《3》 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の無線チャンネル数について

- (1) 351MHz デジタル簡易無線登録局の場合と同様に、467MHz 帯デジタル簡易無線局の利用率測定を実施した。
- (2) 最繁時集中率の呼量に与える影響を考慮し、1 日の中で最も呼量の多い時間帯における、受信キャリアセンスレベルを超える時間(チャンネル占有時間)を抽出した。
その結果、1 時間当りの時間(受信検出レベルを超える検出時間)は 159.7 秒だった。
- (3) 1 時間当りの呼量は $159.7 \text{ 秒} / 3600 \text{ 秒} \doteq 0.04436 \text{ [erl]}$
- (4) 基地局から最も遠い距離にある移動局までの距離を求めると 2.96 km。面積 $\pi (2.96 \text{ km})^2 \doteq 27.5 \text{ km}^2$ に存在する移動局から電波が受信されたといえる。
- (5) 前項のエリアを含む神奈川県横浜市の 7 区(緑区、旭区、保土ヶ谷区、神奈川区、港北区、都筑区、青葉区)の 467MHz デジタル簡易無線免許局数は、4213 局(令和 3 年 8 月時点)。7 区の合計面積は 198.38 km^2 。
- (6) したがって、単位面積あたりの局数は、 $4213 / 198.38 \doteq 21.2 \text{ [局/km}^2]$ 。
- (7) 測定したチャンネルにおける対象エリア内の局数は、 $21.2 \text{ [局/km}^2] \times 27.5 \text{ km}^2$ (半径 2.96 km の円の面積) $\doteq 583 \text{ 局}$ 。
- (8) 現在運用中の 467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の全チャンネル数は 65CH。
- (9) したがって、測定したチャンネルにおける対象免許局数は $583 \text{ 局} / 65 \text{ CH} \doteq 9.0 \text{ [局/CH]}$ 。
- (10) 1 局当りの呼量は $0.04436 \text{ [erl]} / 9.0 \text{ [局]} \doteq 0.004944 \text{ [erl/局]}$ となる。
- (11) 繰返しゾーンについては 351MHz デジタル簡易無線登録局の場合と同様 $N=9$ とした。
- (12) 令和 8 年の普及台数は 2.2.3 から 567,066 局とした。
- (13) 令和 8 年の工業都市の局数は、(単位局数) \times (実面積) \times (令和 8 年の局数 / 現在の局数) $= 21.2 \times 62.1 \times (567,066 / 370,038) = 2022 \text{ 局}$
- (14) 単位実面積当りの局数: $2022 \text{ 局} / 62.1 \text{ km}^2 \doteq 32.5 \text{ [局/km}^2]$

① 総チャンネル数

- (15) 1 ゾーン局数: 2022 局 (前項から)
- (16) 1 ゾーン呼量: $2022 \times 0.004944 \text{ erl} \doteq 10.0 \text{ erl}$
- (17) 上記呼量から呼損率を考慮した単位ゾーン当りの所要チャンネル数は、アーランの損失式負荷表(アーラン B 式)から、
呼損率 20 %時のチャンネル数は、11 CH
呼損率 10 %時のチャンネル数は、13 CH
- (18) 総チャンネル数
(繰返しゾーンは 9 ゾーン)
呼損率 20 %時の総チャンネル数は、99 CH
呼損率 10 %時の総チャンネル数は、117 CH
(表 資料 5-3)

《4》 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局（上空及び高所利用）の無線チャンネル数について

① 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局（上空利用）の無線チャンネル数について

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と同様に簡易無線型のデータを参考に上空利用における無線チャンネルを算出する。

1 局当りの平均呼量は《2》と同様に 0.00214 [erl/局]とした。ただし、全数が同時運用することはなく、稼働率を 1/2 (50%)とした。

上空利用型はイベント毎に集中すると考えられ、全国同時開催エリアは 4 エリアとした。利用者は居住地から遠距離で開催されるイベントには参加せず、居住地域に隣接する平均 4 管区の地域で開催するイベントにしか参加しないとすると全国は 31 管区であるから、利用頻度は、1/8 となる。ただし、隣接チャンネル運用を考慮し、繰り返しは 2 とした。

利用局数は、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告では、将来局数を 5000 局とし、351MHz 帯デジタル簡易無線局の将来局数を 150000 局としていることから、登録局の現在の局数(令和 3 年度末推定局数)、令和 5 年度末推定局数、令和 8 年推定局数のそれぞれに 5000/150000 を乗じて算出した。

エリア内台数 = 将来局数(台) / 2(稼働率) / 4(エリア) / 8(利用頻度)

令和 8 年度末時点での所要チャンネル数は、アーランの損失式負荷表(アーラン B 式)から、

呼損率 20 %時のチャンネル数は、3 CH

呼損率 10 %時のチャンネル数は、3 CH

(表 資料 5-5)

② 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局（高所利用）の無線チャンネル数について

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と同様に簡易無線型のデータを参考に高所利用における無線チャンネルを算出する。

1 局当りの平均呼量は《2》と同様に 0.00214 [erl/局]とした。

高所利用型は、送信アンテナ高が高い地点での利用であり、電波が遠距離まで到達するため近距離での周波数の繰り返し利用は出来ないとした。

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告では、地上高 30m 以上を高所とし、30m を超えるビルを約 1%と想定し、平成 22 年時点で 80 台が高所利用のエリア内にて稼働すると考えた。

今回の検討では、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告の 80 局に、351MHz デジタル簡易無線局数の増加率を乗じた。すなわち、

令和 3 年度末の推定局数 ÷ 平成 22 年度末の局数 $(80 \times 721,013 \div 36,441 = 1,583)$

令和 5 年度末の推定局数 ÷ 平成 22 年度末の局数 $(80 \times 848,293 \div 36,441 = 1,862)$

令和 8 年度末の推定局数 ÷ 平成 22 年度末の局数 $(80 \times 1,039,214 \div 36,441 = 2,281)$

を令和 3 年、5 年、8 年の将来局数とした。

令和 8 年度末時点での所要チャンネル数は、アーランの損失式負荷表(アーラン B 式)から、

呼損率 20 %時のチャンネル数は、6 CH

呼損率 10 %時のチャンネル数は、8 CH

(表 資料 5-5)

③ 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(上空及び高所利用)の無線チャンネル数について

上空利用と高所利用とは、ともに送信アンテナ高が高く、遠距離まで電波が到達するため周波数の再利用が出来ない。そこで上空利用型簡易無線システムにおける所要チャンネル数は、上空利用と高所利用それぞれの所要チャンネル数の和となる。

表 資料 5-3 デジタル簡易無線の必要チャンネル数の算出

		令和3年度末		令和5年度末		令和8年度末	
		351 登録局	467 免許局	351 登録局	467 免許局	351 登録局	467 免許局
最多呼量時の1時間1チャンネルあたりの使用時間	秒	248.8	159.7	248.8	159.7	248.8	159.7
上記から算出される呼量	erl	0.069111	0.044361	0.069111	0.044361	0.069111	0.044361
キャリアセンスレベル	μV	7	7	7	7	7	7
キャリアセンスレベル	dBμV	16.90196	16.90196	16.90196	16.90196	16.90196	16.90196
秦式で求められる伝搬損中央値から受信機入力電力の平均値への換算	dBμV	15.31022	15.31022	15.31022	15.31022	15.31022	15.31022
秦式による測定エリア半径	km	2.956492	2.956492	2.956492	2.956492	2.956492	2.956492
上記から算出されるエリア面積	k m ²	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
神奈川県7区(緑区、旭区、保土ヶ谷区、神奈川区、港北区、都筑区、青葉区)の面積	k m ²	198.38	198.38	198.38	198.38	198.38	198.38
神奈川県7区(緑区、旭区、保土ヶ谷区、神奈川区、港北区、都筑区、青葉区)の免許・登録局数	局	6997	4213	6997	4213	6997	4213
単位面積あたりの局数	局/k m ²	35.27069	21.23702	35.27069	21.23702	35.27069	21.23702
測定エリア内局数	局	969	583	969	583	969	583
測定バンドのチャンネル数	ch	30	65	30	65	30	65
1チャンネルあたりの局数	局	32.3	9.0	32.3	9.0	32.3	9.0
1局あたりの呼量	erl	0.002141	0.004944	0.002141	0.004944	0.002141	0.004944
同一チャンネル共用条件の検討から、静特性 C/I = 11.5 dB	dB	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
レイリーフェージングに対するマージン	dB	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
所要 C/I	dB	16	16	16	16	16	16
固定劣化を含む機器マージン	dB	6	6	6	6	6	6
固定劣化を含む機器マージンを考慮した所要平均 CIR である Λm	dB	22	22	22	22	22	22
繰返しゾーン数	ゾーン	9	9	9	9	9	9
ゾーンの熱雑音による劣化率 F1a	%	5	5	5	5	5	5
ゾーン周辺の劣化率 F1f	%	16	16	16	16	16	16
距離伝搬係数 α		3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
陸上移動電波伝搬の中央値変動の標準偏差 σ0	dB	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
所要 CNR マージン Γm / Γth	dB	7	7	7	7	7	7
現簡易無線局数	局	614520	370038	614520	370038	614520	370038
将来普及台数(平成22年、令和8年)	局	721,013	406,651	848,293	470,817	1,039,214	567,066
エリア実面積(一辺が半径大の六角形の面積)	k m ²	62.12546	62.12546	62.12546	62.12546	62.12546	62.12546
上記1ゾーン面積内の将来局数	局	2570.932	1449.902	3024.778	1678.684	3705.549	2021.857
単位実面積当たりの局数	局	41.38291	23.33829	48.68821	27.02087	59.64622	32.54474
1ゾーンの呼量	erl	5.503546	7.168985	6.475084	8.300189	7.932398	9.996995
呼損率20%時の1ゾーンに必要なチャンネル数	CH	7	8	8	9	9	11
呼損率10%時の1ゾーンに必要なチャンネル数	CH	8	10	9	11	11	13
呼損率20%時の総チャンネル数	CH	63	72	72	81	81	99
呼損率10%時の総チャンネル数	CH	72	90	81	99	99	117

表 資料 5-4 秦の式による測定エリア半径の計算

受信機入力電圧	Pt	15.3	dBμV	Pr=Pt-(Lp+Lf)+(GaT+GaAr)
空中線電力	Pt	150.0	dBμV	
空中線電力	Pt	5.0	W	
伝搬損失	Lp	136.969	dB	Lp = 69.55 + 26.16logf-13.82loghb-(1.1logf-0.7) hm -(1.56logf-0.8) + (44.9-6.55loghb) logd -T
周波数	f	470	MHz	
基地局空中線の実効高	hb	25	m	
移動局空中線高	hm	1.5	m	
通信区域の距離	d	2.956	km	
伝搬損失の補正值	T	0	市街地	市街地(ビル、2階以上の家屋の密集地で、都市内、大きな町内、建物と茂った高い樹木の混合密集した地域など。)T=0 郊外地(移動局近傍に妨害物はあるが、密集していない地域、樹木、家屋の散在する村落、街道筋など。)T=2 (log (f/28))^2+5.4 開放地(電波到来方向に高い樹木、建物などの妨害がなく、開けている地域。目安として前方300-400mが開けているような畑地、田畑、野原など。)Te = 4.78 (logf)^2 - 18.33logf + 40.94
給電線損失	Lf	2	dB	
送信空中線の絶対利得	GaAt	2.14	dBi	
受信空中線の絶対利得	GaAr	2.14	dBi	

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(上空利用)の必要チャネル数の算出

		令和3年度末	令和5年度末	令和8年度末
1局あたりの呼量	erl	0.002141	0.002141	0.002141
将来普及台数	局	20484	26265	32779
エリア内の将来局数	局	320	410	512
1ゾーンの呼量	erl	0.685152	0.878515	1.096397
呼損率20%時の1ゾーンに必要なチャネル数		2	2	3
呼損率10%時の1ゾーンに必要なチャネル数		3	3	3
呼損率20%時の総チャネル数		2	2	3
呼損率10%時の総チャネル数		3	3	3

表 資料 5-5 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局(高所利用)の必要チャネル数の算出

		令和3年度末	令和5年度末	令和8年度末
1局あたりの呼量	erl	0.002141	0.002141	0.002141
将来普及台数	局	1583	1862	2281
エリア内の将来局数	局	1583	1862	2281
1ゾーンの呼量	erl	3.388698	3.985948	4.882893
呼損率20%時の1ゾーンに必要なチャネル数		5	5	6
呼損率10%時の1ゾーンに必要なチャネル数		6	7	8
呼損率20%時の総チャネル数		5	5	6
呼損率10%時の総チャネル数		6	7	8

《5》 呼損率表について

必要チャネル数の計算には、アールン B 式を用いた呼損率表を用いた。

アールン B 式:

$$B = \frac{\frac{a^n}{n!}}{1 + \frac{a}{1!} + \frac{a^2}{2!} + \dots + \frac{a^n}{n!}}$$

n : チャネル数[チャネル]

a : 呼量[アールン]

B : 呼損率

必要チャンネル数(回線数)を求めるためには、アーラン B 式をチャンネル数について変形する必要があるが困難なため、チャンネル数と呼量から求められる呼損率を表 資料 5-6 のような呼損率表とし、呼量と所要呼損率をもとに表によってチャンネル数を求める方法をとった。

表 資料 5-6 呼損率表の例

回線数\呼量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0.5	0.666667	0.75	0.8	0.833333	0.857143	0.875	0.888889	0.9	0.909091
2	0.2	0.4	0.529412	0.615385	0.675676	0.72	0.753846	0.780488	0.80198	0.819672
3	0.0625	0.210526	0.346154	0.450704	0.529661	0.590164	0.637546	0.675462	0.706395	0.732064
4	0.015385	0.095238	0.206107	0.31068	0.398343	0.469565	0.527345	0.574635	0.613809	0.646663
5	0.003067	0.036697	0.110054	0.199067	0.284868	0.3604	0.424719	0.479008	0.524908	0.563952
6	0.000511	0.012085	0.052157	0.117162	0.191847	0.264922	0.33133	0.389752	0.440516	0.484515
7	7.3E-05	0.003441	0.021864	0.062749	0.120519	0.185055	0.248871	0.308165	0.361585	0.409041
8	9.12E-06	0.000859	0.008132	0.03042	0.070048	0.121876	0.178822	0.23557	0.289158	0.338318
9	1.01E-06	0.000191	0.002703	0.01334	0.037458	0.075145	0.122101	0.173141	0.2243	0.273208
10	1.01E-07	3.82E-05	0.00081	0.005308	0.018385	0.043142	0.078741	0.121661	0.167963	0.214582
11	9.22E-09	6.94E-06	0.000221	0.001926	0.008287	0.022991	0.047717	0.081288	0.120821	0.163232
12	7.68E-10	1.16E-06	5.52E-05	0.000642	0.003441	0.011365	0.027081	0.051406	0.083087	0.119739

資料6 デジタル簡易無線の利用状況測定

《1》 測定方法

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告では、必要チャネル数の算出のため、現状の簡易無線の運用を首都圏で測定した。

本調査検討でも同様に、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告と同じ神奈川県横浜市の工場敷地内で測定を実施した。

測定の諸元は表 資料 6-1 のとおり。

表 資料 6-1 利用状況測定 of 諸元

周波数	351/467 MHz
移動局送信電力	5 W
送信アンテナ利得	2.14 dBi
送信アンテナ高	1.5 m
送信給電線損失	0 dB
受信アンテナ利得	2.14 dBi
受信アンテナ高	25 m
受信給電線損失	2.0 dB
アレスタ損	0 dB

351MHz デジタル簡易無線登録局の 2ch と 29ch 、467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の 2ch と 64ch を測定した。

受信機入力電圧が、受信キャリアセンスレベル=7 μ V(平 20 答申の小電力無線システム委員会報告時はキャリアセンスレベル 2 μ V が一般的だったがデジタル簡易無線登録局の制度化により 7 μ V となった)を超える時間を測定した。

測定は令和 3 年 9 月 13 日から 9 月 21 日まで約 1 週間実施した。

《2》 構成

図 資料 6-1 のように受信機 4 台を同時に動作させ、100ms ごとに信号の有無を記録した。

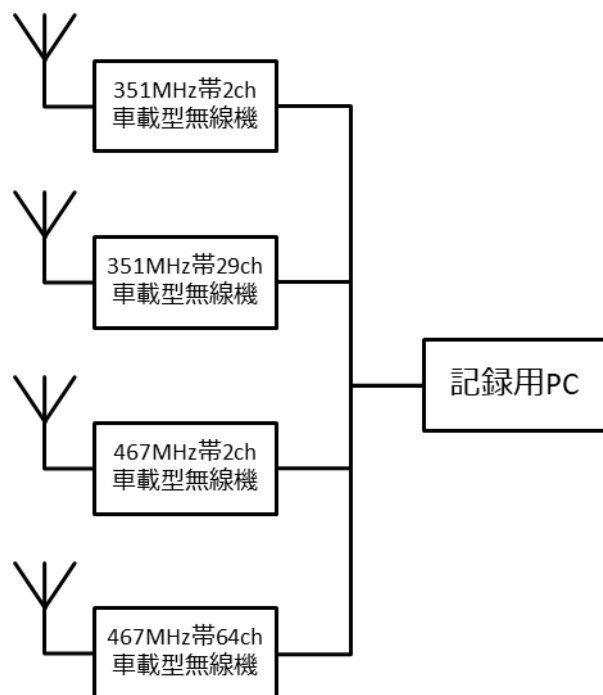


図 資料 6-1 利用状況測定構成

《3》 結果

351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の最大アーラン値は、0.06911 だった。

467MHz 帯デジタル簡易無線免許局の最大アーラン値は、0.04436 だった。

図 資料 6-2 は、1 日のアーラン値の変化の例である。

この例では主に業務時間帯に利用頻度が多くなっていることがわかる。

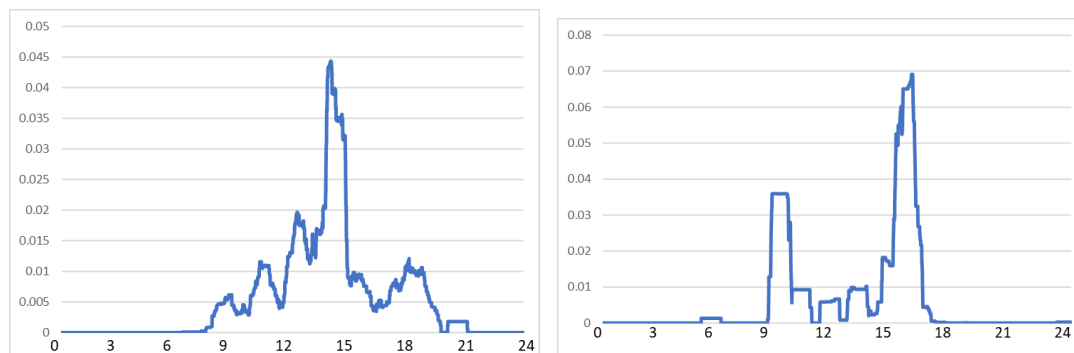


図 資料 6-2 1 日のアーラン値の変化例

《4》 測定の様子



図 資料 6-3 利用率測定の様子(左がアンテナ、右が受信機)

資料7 上空利用可能チャンネルの利用状況観測

《1》 目的

平 20 答申の小電力無線システム委員会報告では、上空利用が可能な周波数についての検討で、利用モデルとしてスカイスポーツを提示しており、351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の制度化により 5ch の上空利用可能なチャンネルが制定された。現状を把握するため、電界強度の観測によりどの程度電波が利用されているか推定する。

《2》 観測方法

スカイスポーツ大会等で 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局の上空利用可能な 5ch の電界強度を観測し、キャリアセンスレベル(7 μ V、約 17dB μ V、約-96dBm)を上回る時間を計測する。

《3》 構成

図 資料 7-1 のように受信機 5 台を同時に動作させ、1 秒ごとに RSSI 値を記録した。観測に使用した機器の諸元は表 資料 7-1 のとおり。実際に使用される想定 of 諸元をモデル諸元とし、観測構成の諸元との差をキャリアセンスレベルで換算して集計した。

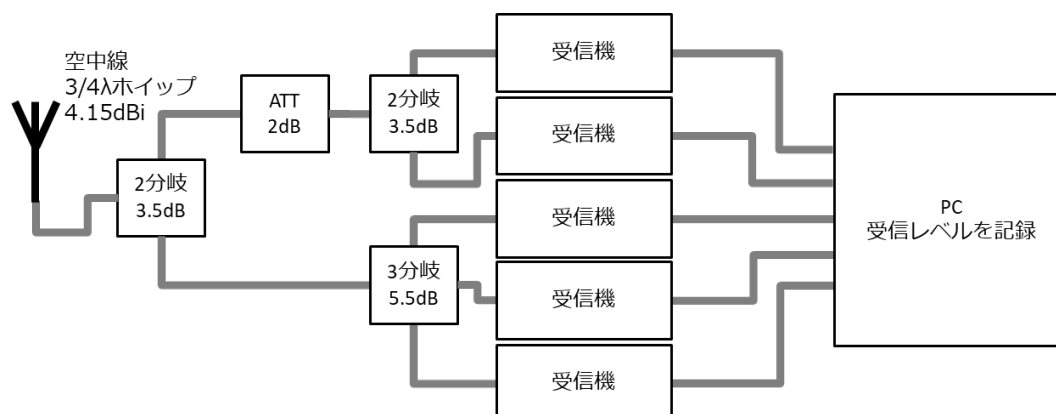


図 資料 7-1 観測に使用した機器の構成

表 資料 7-1 観測構成の諸元

項目	モデル諸元	観測諸元
空中線利得	2.15dBi	4.15dBi
給電線損失	0dB	2dB
系損失	0dB	9dB
キャリアセンスレベル	7 μ V	0.4 μ V
	-96dBm	-105dBm

《4》 観測事例 1 の結果

令和 3 年 12 月に静岡県富士宮市で開催されたパラグライダー大会の近傍で観測した。会場では多くのパラグライダーが飛行していた。

パラグライダーが飛行を開始した 9 時過ぎから 13 時頃(飛行するパラグライダーは多かった)まで電界強度を観測した(図 資料 7-2)。

全てのチャンネルでキャリアセンスレベルを上回るケースが観測され、頻繁に利用されていることが推定される。

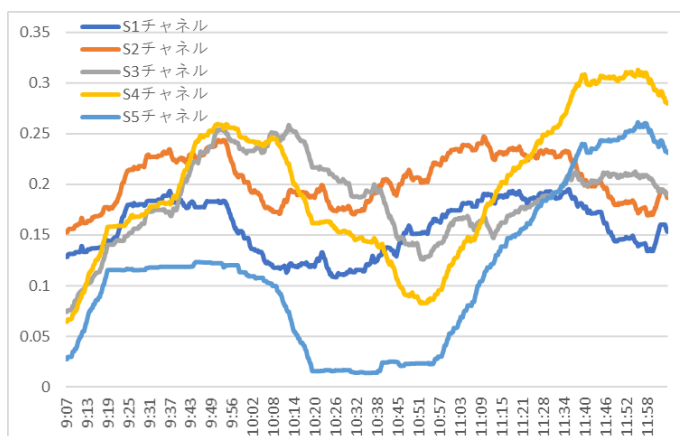


図 資料 7-2 観測事例1の結果(アールン値)

《5》 観測事例 2 の結果

令和 3 年 12 月に栃木県栃木市で開催された気球大会の近傍で観測した。20 機ほどの気球が同時に飛行する競技が行われていた。競技開始の 10:20 頃から競技終了の 11:45 頃まで電界強度を観測した(図 資料 7-3)。全てのチャンネルが利用されていることが推定される。

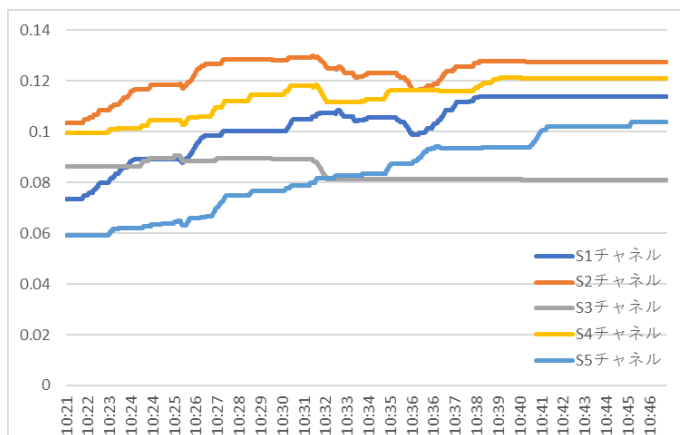


図 資料 7-3 観測事例 2 の結果(アールン値)

《6》 観測事例 3 の結果

令和 4 年 1 月に静岡県富士宮市で開催されたハンググライダー大会の近傍で観測した。同エリア内でパラグライダーの地元クラブ等による飛行が行われていた。8 時半過ぎから 13 時頃まで観測を実施した(図 資料 7-4)。9 時前くらいからパラグライダーが飛び始めた。10 時ごろには多くのパラグライダーが飛行していた。ハンググライダーの競技は 11 時半ごろスタートした。12 時ごろには 20 機弱のハンググライダーが飛行していた。

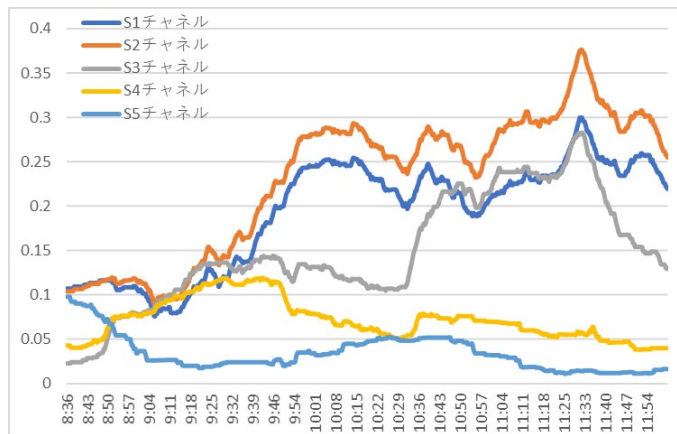


図 資料 7-4 観測事例 3 の結果(アーラン値)

《7》 考察

ハングライダー、パラグライダー、気球などのスカイスポーツにおいて、上空利用可能な 351MHz 帯デジタル簡易無線登録局が実際に利用されていることが推定できた。観測結果のアーラン値から、チャンネルの利用頻度はきわめて高いものと考えられる。

スカイスポーツでの利用は、1500m 以上の高度を飛行することもあるため、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告での想定どおり周波数の繰り返し利用は困難であることが想定される。

《8》 観測の様子



図 資料 7-5 観測の様子(測定機材)



図 資料 7-6 観測の様子(スカイスポーツの様子)

資料8 デジタル簡易無線機のドローンでの活用に関するアンケート結果

アンケート実施者： 日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)
 アンケート期間： 令和3年12月24日～令和4年1月17日
 アンケート対象： 日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)会員
 及び(一社)日本産業用無人航空機工業会(JUAV)会員
 回答数： 68者(※)デジタル簡易無線部分への回答者数
 (回答者内訳)
 ドローンメーカー 10者
 ドローンサービス提供者 47者
 無線機メーカー 5者
 その他: 大学・研究機関等 6者

※ アンケートの設問は他の無線システムに関するものもあり、以下はデジタル簡易無線に関する設問・回答の一部を抜粋したものである。

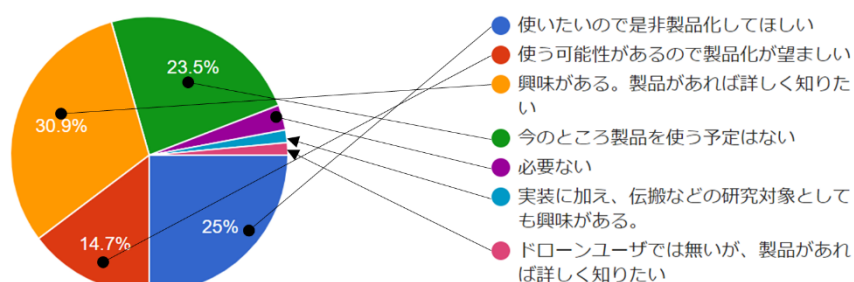
Q9～Q11は以下に示すデジタル簡易無線機のドローンでの活用について質問させていただきます。

デジタル簡易無線は、主に地上での音声通話の用途で使用されています。一部の周波数は上空利用も可能なため、現在、パラグライダー等の音声通話で利用されていますが、更にドローンでの利用(主としてデータ通信)ニーズを調査しています。

- 周波数・局種：350MHz帯・登録局
- 主なスペック
 - 帯域幅：5.8kHz
 - 出力：1W(空中線電力)
 - ch数：5ch(現在、パラグライダー等で音声通話に利用中)
 - 伝送速度：(例)4.8kbps(4値FSK)
 - 伝送距離：最大50～60km(見通し・理想状況)
- キャリアセンス機能：有り
- 無線従事者資格：不要

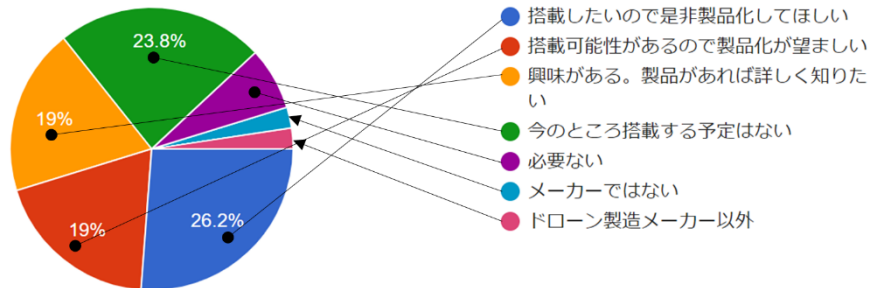
Q9【デジタル簡易無線機】ドローンのユーザー様に質問させていただきます。デジタル簡易無線機のドローンへの活用について意見をお聞かせください。

68件の回答



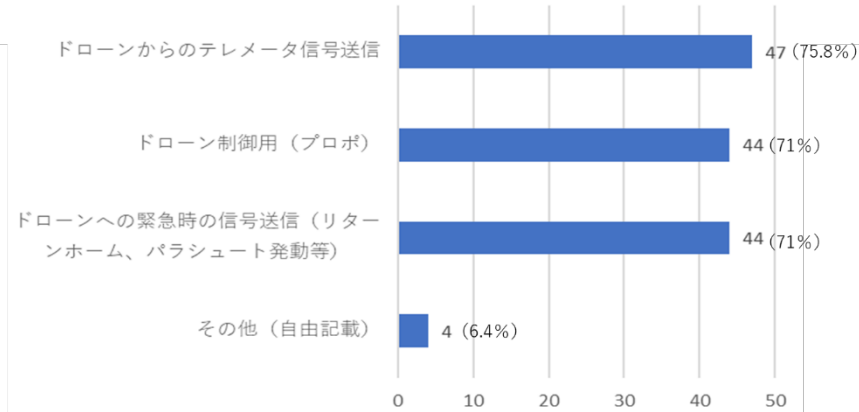
Q10 【デジタル簡易無線機】ドローン機体製造メーカー様に質問させていただきます。デジタル簡易無線機のドローンへの活用について意見をお聞かせください。

42件の回答



Q11 【デジタル簡易無線機】皆様に質問させていただきます。デジタル簡易無線機をドローンに活用する場合、考えられる用途をお聞かせください。【複数回答可】

62件の回答



- 【その他回答内容】
- ・音声伝送
 - ・帯域幅よりも伝送レート等でのパラメータが解りやすいと思われます
 - ・有人機からの音声通信
 - ・スピーカー搭載ドローンへの音声伝送用途での活用

資料9 実験試験局

《1》 実験試験局の諸元

表 資料 9-1 実験試験局の諸元

呼出名称	けんうっどくまもと かんいじっけん 1	けんうっどくまもと かんいじっけん 2 けんうっどくまもと かんいじっけん 3	けんうっどくまもと かんいじっけん 4 けんうっどくまもと かんいじっけん 5 けんうっどくまもと かんいじっけん 6 けんうっどくまもと かんいじっけん 7
タイプ	中継型	車載型	携帯型
空中線電力	5 W	5 W	5 W
周波数	465.0375 から 465.1500MHz までの 12.5kHz 間隔の 10 波 468.5500 から 468.6625MHz までの 12.5kHz 間隔の 10 波		
変調方式	4 値 FSK		
電波型式	5K80F1D / 5K80F1E		
空中線利得	2.15 dBi	2.15 dBi	2.15 dBi
空中線	1/4λ スリーブアンテナ	1/4λ マグネットホイップ アンテナ	1/4λ ヘリカルホイップアンテナ
給電線	5D-SFA 5m	5D-2V 5m	なし
給電線等損失	共用器損失 TX:1.5dB RX:1.5dB 給電線損失 0.6 dB	1.2 dB	—
空中線地上高	約 8 m(2 階フロア) 約 12 m(3 階フロア) (各床面高は約 2 m)	床面高約 1m (室内設置時)	1.5m(床面高)
電源	リチウムイオン電池	AC/DC スwitching 電源 AC 100 V 入力	リチウムイオン電池
電源電圧	DC +13.6 V	DC +13.8 V	DC +7.4 V
通信方式	二周波単信、 二周波半複信 (復信動作)	一周波単信、二周波単信、二周波半複信(単信動作)	
中継方式	再生中継方式	—	—
移動の範囲	熊本県熊本市内		
免許の期限	令和 4 年 3 月 31 日		

《2》 空中線共用器の諸元等

表 資料 9-2 空中線共用器の諸元

項目	仕様
低群側周波数 F _l	465.03125 MHz~465.15625 MHz
高群側周波数 F _h	468.54375 MHz~468.66875 MHz
挿入損失(低群側)	1.5 dB 以下
挿入損失(高群側)	1.5 dB 以下
減衰量(低群側)	70 dB 以上(F _h に於て)
減衰量(高群側)	70 dB 以上(F _l に於て)

項目	仕様
特性インピーダンス	50Ω
定在波比(低群側)	1.3以下(FIに於て)
定在波比(高群側)	1.3以下(Fhに於て)
伝送許容電力	50W
接続端子	N-J型
周囲温度範囲	-10℃～+50℃
外形寸法 WxHxD[mm]	360x100x230(突起物含まず)
質量	14.5kg以下

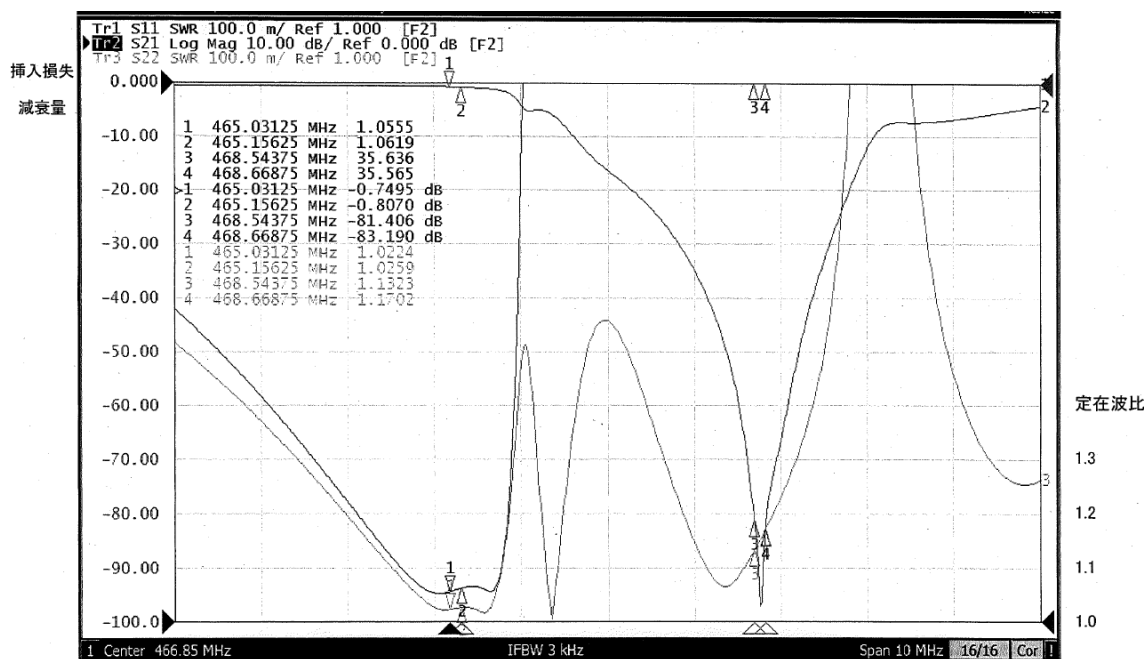


図 資料 9-1 空中線共用器の低群側特性

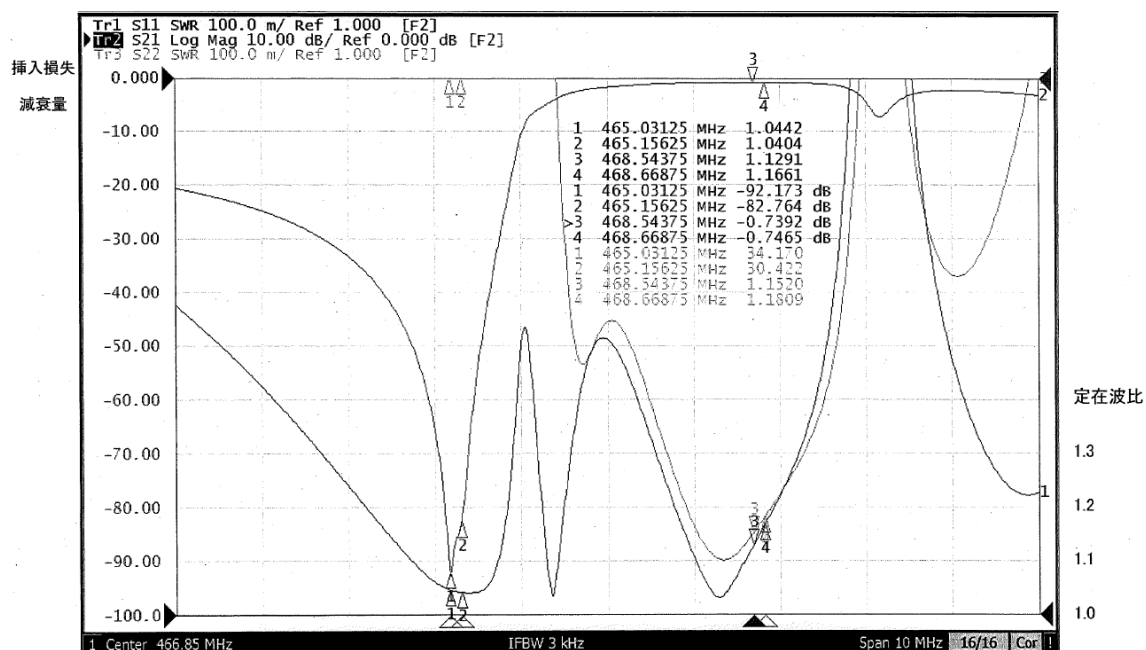


図 資料 9-2 空中線共用器の高群側特性

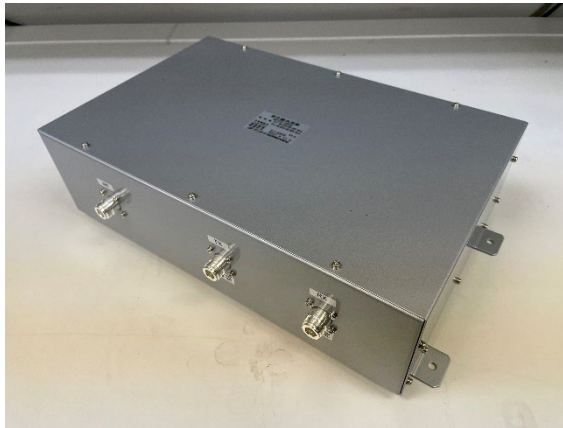
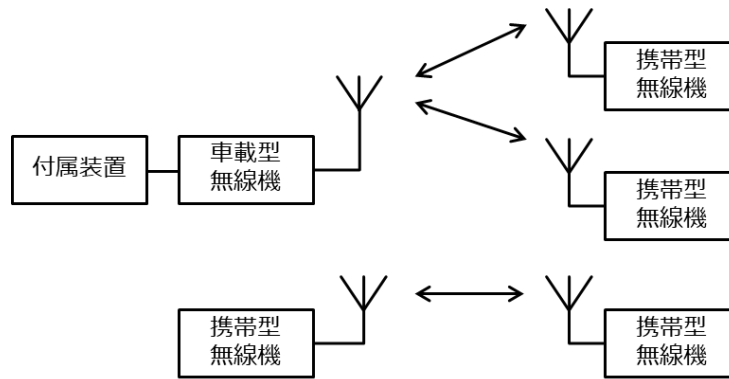


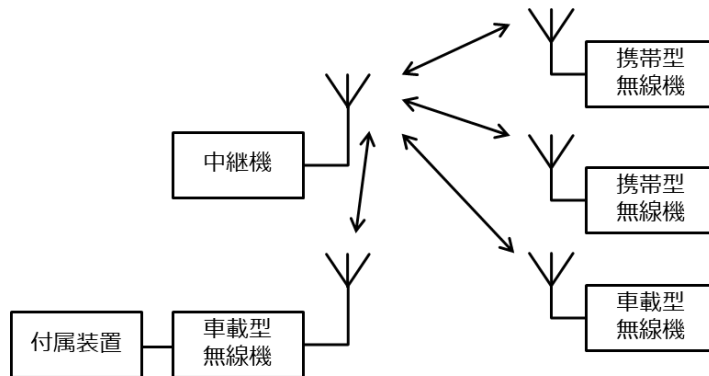
図 資料 9-3 空中線共用器の外観

《3》 実験試験局の全体構成

携帯型無線機及び車載型無線機の間で相互に通信ができる構成

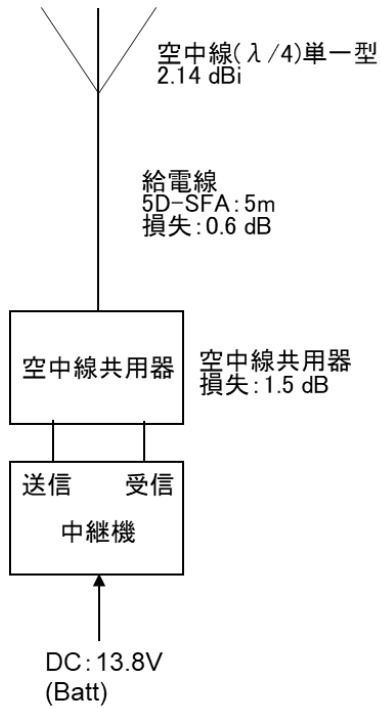


中継機を中心とし、中継動作により携帯型無線機及び車載型無線機が相互に通信できる構成

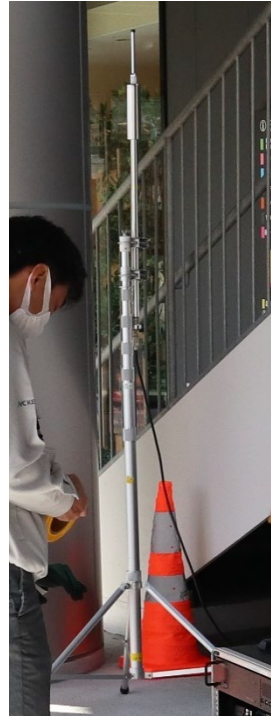


《4》 実験試験局の構成（中継型）

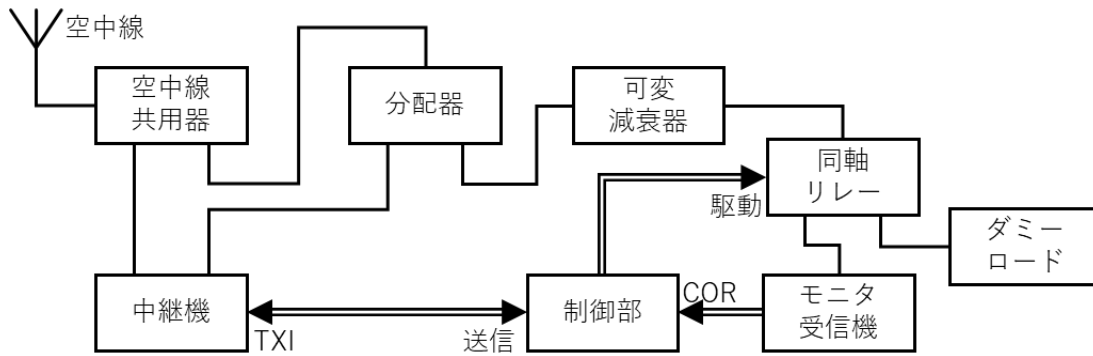
中継動作試験時の構成

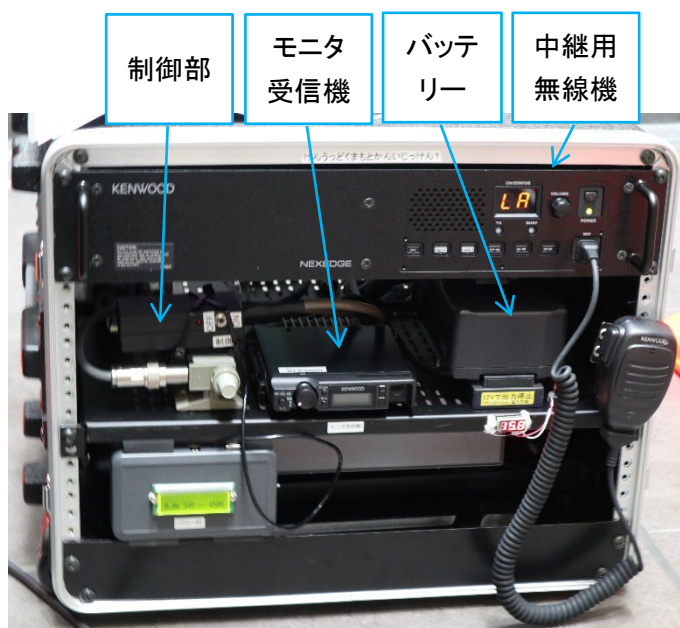


空中線の様子



混信を回避する機能試験時の構成





《5》 実験試験局の構成（車載型）

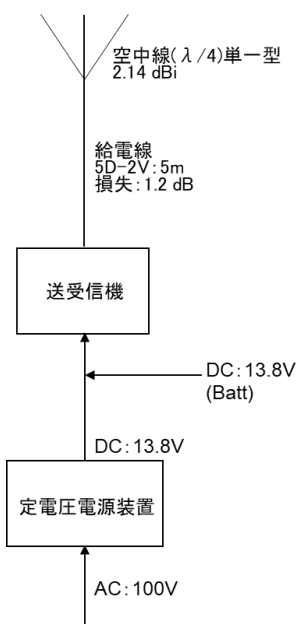


図 資料 9-4 車載型無線機と定電圧電源装置

《6》 実験試験局の構成（携帯機）

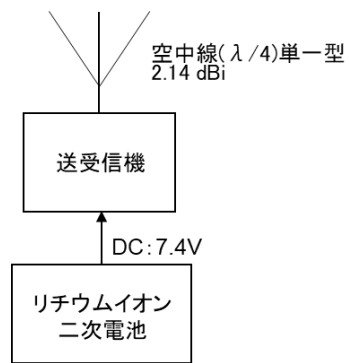


図 資料 9-5 携帯型無線機

資料10 干渉測定とシミュレーション

アナログ簡易無線の帯域等をデジタル簡易無線で共用利用する場合の相互の干渉を検討するため、『150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討』(平成 22 年度北陸総合通信局主催、以降『150 デジタル簡易無線の調査検討』という)を参考にシミュレーションと実機試験を実施する。

デジタル簡易無線登録局を想定した 351MHz 帯の携帯機及び車載機、デジタル簡易無線免許局を想定した 467MHz 帯の携帯機及び車載機について以下の測定及びシミュレーションを実施する。

- アナログ方式(電波の型式 8K50F3E)、デジタル方式(電波の型式 5K80F1E)による相互の干渉シミュレーション
- 使用する実機の感度特性測定
- 実機によるベンチ測定(妨害波は SSG 及び実機)
- 実験機の送信 C/N 測定(妨害波の無線機と SSG)
- 話中検出特性試験

※SSG:標準信号発生器

《1》 シミュレーション計算

本試験では、アナログ受信機及びデジタル受信機の妨害信号による D/U 特性をシミュレーション計算する。

① 計算条件

アナログ(与干渉)→デジタル(被干渉)

希望波:6.25kHz 4 値 FSK(デジタル簡易無線と同等で PN9 系列を使用した変調)

妨害波:12.5kHz FM(400Hz の正弦波信号で周波数偏移±1.75kHz)

デジタル(与干渉)→アナログ(被干渉)

希望波:12.5kHz FM(1kHz の正弦波信号で周波数偏移±1.75kHz)

妨害波 6.25kHz 4 値 FSK(PN9 系列を使用した変調状態)

※MATLAB(計算プログラム)によるアナログ FM 波形生成時、IDC 回路のリミッタ特性やオーディオフィルタ特性の設定が困難だったため、一般的な 400Hz による変調とした。

デジタルの変調は、一般に PN9 の希望波に対して相関性のない PN15 を妨害波として用い、平 20 答申の小電力無線システム委員会報告等でも PN15 を使用している。今回は、後述の実機測定の実験機材の制限により PN15 が出力できなかったため、「150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討報告書」(平成 23 年 3 月北陸総合通信局)の検討手法に準じ PN9 系列で実施した。

② 計算方法

妨害波のスペクトル特性より求められるオフセット周波数に対する漏えい電力比と、希望波の受信機における所要 C/N を用いて、オフセット周波数に対する D/U の計算を行う。

③ 結果

計算の結果を図 資料 10-1 に示す。

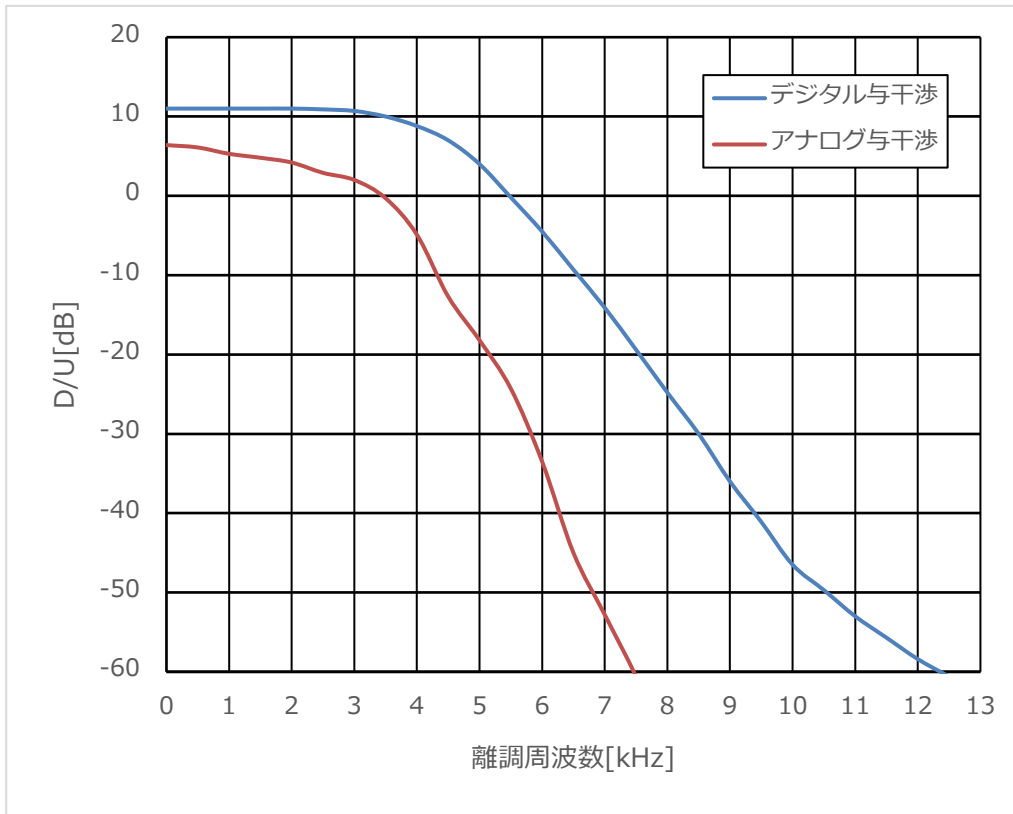


図 資料 10-1 アナログ受信機及びデジタル受信機の D/U 特性の計算結果

所要 D/U におけるオフセット周波数:

アナログ与干渉→デジタル被干渉の場合

D/U=-30dB 時、約 5.8kHz

D/U=-40dB 時、約 6.3kHz

デジタル与干渉→アナログ被干渉の場合

D/U=-30dB 時、約 8.5kHz

D/U=-40dB 時、約 9.4kHz

となった。

計算に使用したアナログ波の波形を図 資料 10-2 に、デジタル波の波形を図 資料 10-3 に示す。

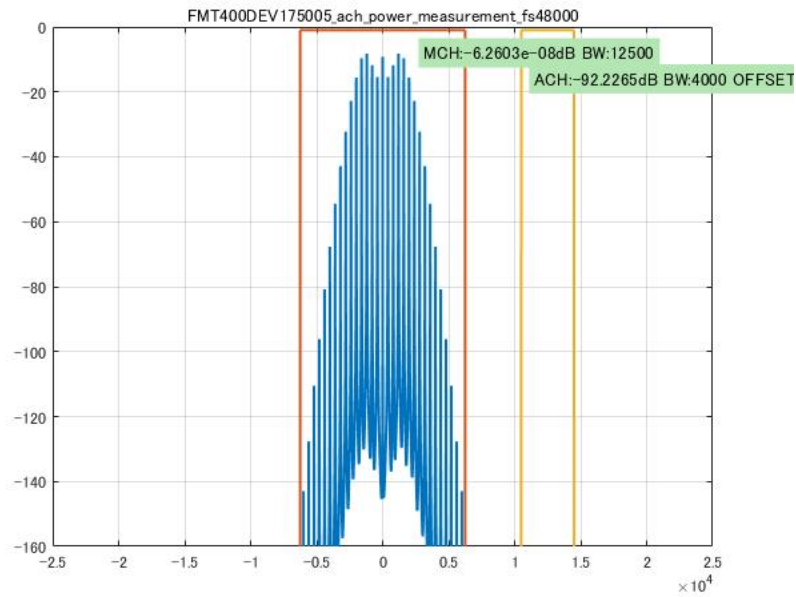


図 資料 10-2 計算に使用したアナログ波の波形

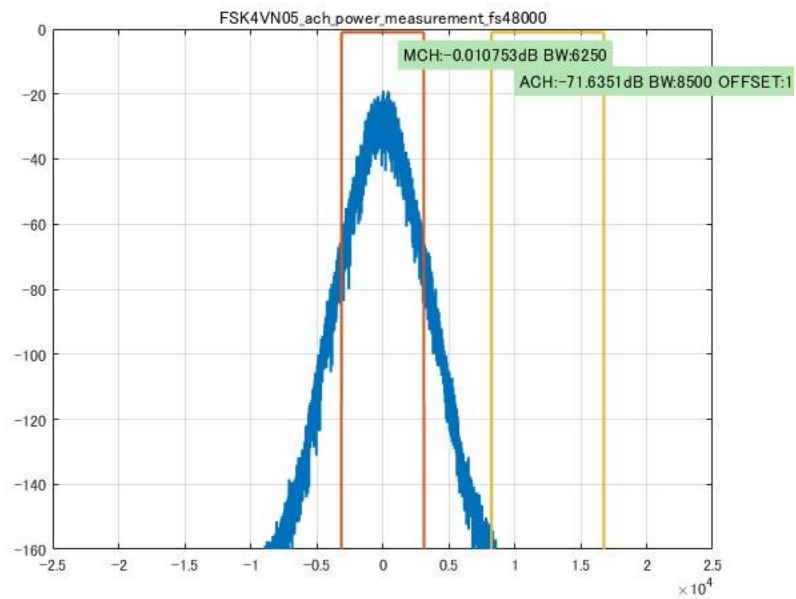


図 資料 10-3 計算に使用したデジタル波の波形

《2》 受信感度特性試験

供試無線機の基本性能を確認するため、静特性での受信感度特性を測定する。

① 供試無線機

351MHz 帯の携帯機及び車載機、467MHz 帯の携帯機及び車載機。

② デジタル測定方法

受信入力電圧に対するビットエラーレート(BER)による。

SSG は符号長 511 ビット周期の PN 系列を使用した 4 値 FSK 変調状態とし、受信入力電圧を変化させたときの受信機のビット誤り率を記録する。

③ アナログ測定方法

受信入力電圧に対する SINAD による。

SSG は 1kHz の周波数で±3.5kHz の周波数偏移(70%変調度)の状態とし、受信入力電圧を変化させたときの受信機の SINAD を記録する。

試験周波数: 351.29375MHz(16ch)、467.1875MHz(31ch)

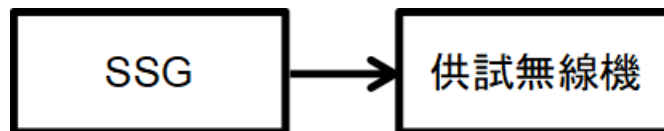
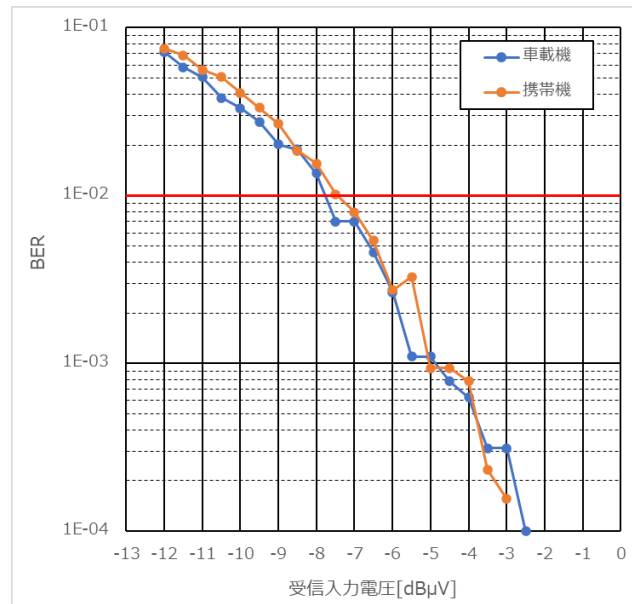


図 資料 10-4 受信感度特性測定構成

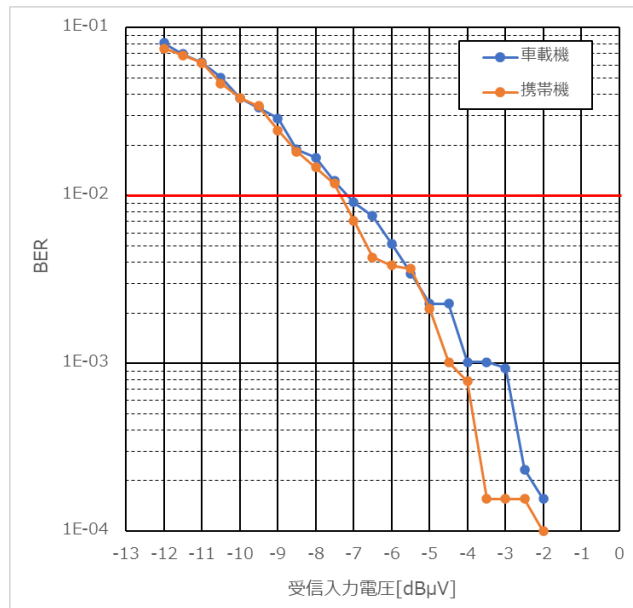
④ 結果(351MHz デジタル、静特性)



規格感度=0 dB μV (BER 1%時)
 車載機の受信感度 (BER 1%時) = 約 -7.5 dB μV
 携帯機の受信感度 (BER 1%時) = 約 -8 dB μV

図 資料 10-5 受信感度特性測定の結果(351MHz デジタル、静特性)

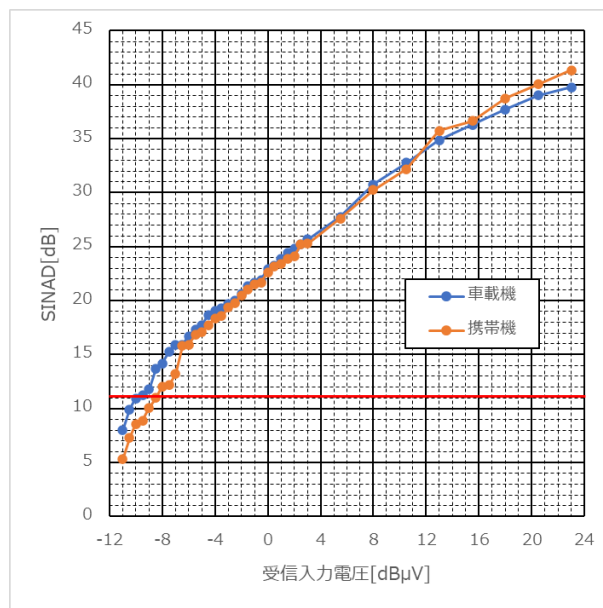
⑤ 結果(467MHz デジタル)



規格感度=0 dB μ V (BER 1%時)
 車載機の受信感度 (BER 1%時) = 約 -7 dB μ V
 携帯機の受信感度 (BER 1%時) = 約 -7 dB μ V

図 資料 10-6 受信感度特性測定の結果(467MHz デジタル)

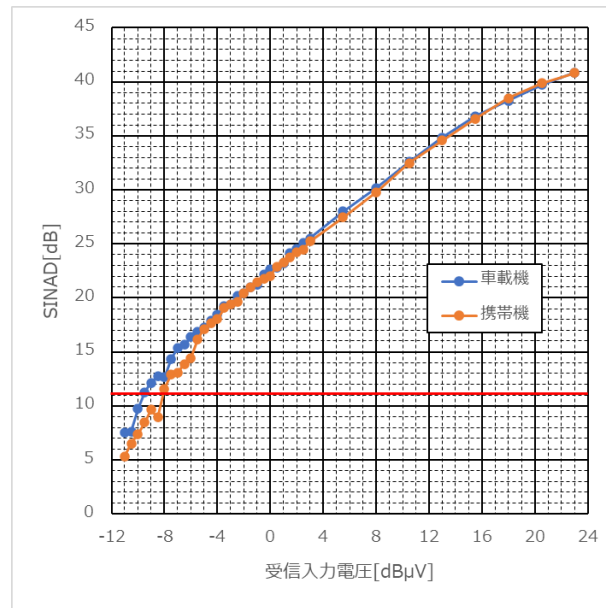
⑥ 結果(351MHz アナログ)



車載機の受信感度 (12dB SINAD) = 約 -10 dB μ V
 携帯機の受信感度 (12dB SINAD) = 約 -9 dB μ V

図 資料 10-7 受信感度特性測定の結果(351MHz アナログ)

⑦ 結果(467MHz アナログ)



車載機の受信感度 (12dB SINAD) = 約 -10 dB μ V
 携帯機の受信感度 (12dB SINAD) = 約 -8 dB μ V

図 資料 10-8 受信感度特性測定の結果(467MHz アナログ)

《3》 受信信号レベルと離調周波数に対する D/U の測定

供試無線機の妨害耐性特性(中心周波数をずらした妨害波の受信入力電圧)を測定する。
 妨害波を SSG とした場合と妨害波を実機無線機とした場合で測定する。

① 供試無線機

350MHz 帯の携帯機及び車載機、460MHz 帯の携帯機及び車載機

② アナログ(与干渉)→デジタル(被干渉)測定方法

希望波は、6.25kHz 4 値 FSK(デジタル簡易無線と同等で PN9 系列を使用した変調)で規格感度(0dB μ V)+3dB とし、希望波から Δ F (Δ F の範囲は 0kHz~ \pm 1MHz)だけ離れた妨害波を加え、BER が 1%となるときの妨害波のレベルと希望波のレベルの比を D/U として記録する。

妨害波は、400Hz の正弦波信号で周波数偏移 \pm 1.75kHz の信号とする。

③ デジタル(与干渉)→アナログ(被干渉)測定方法

希望波は、12.5kHz FM(1kHz の正弦波信号で周波数偏移 \pm 1.75kHz)で 12dB SINAD とするために必要な受信入力電圧より 3dB 及び 30dB 高い希望波を加えた状態とする。

希望波から Δ F (Δ F の範囲は 0kHz~ \pm 1MHz)だけ離れた妨害波を加え、12dB SINAD となるときの妨害波のレベルと希望波のレベルの比を D/U として記録する。

妨害波は、PN9 系列を使用した 4 値 FSK 変調の信号とする。

試験周波数: 351.29375MHz、467.1875MHz

④ 結果(希望波=351MHz デジタル)

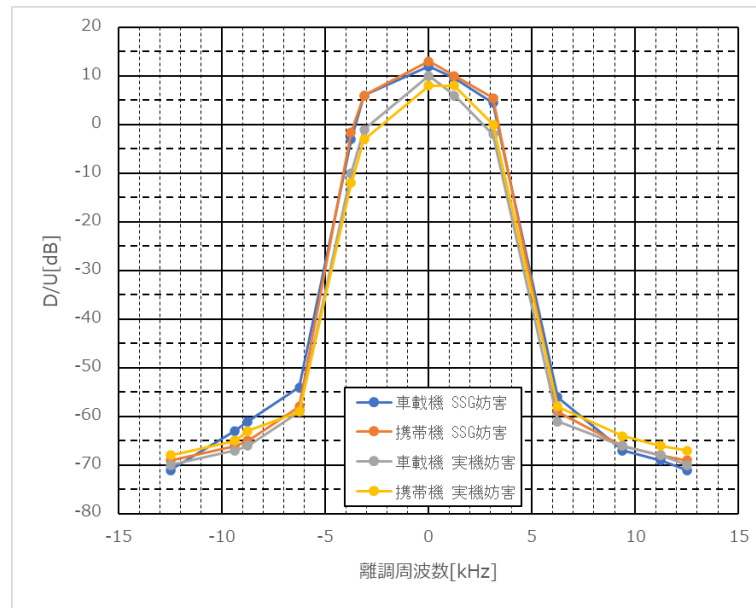


図 資料 10-9 離調周波数に対する D/U の測定結果(351MHz デジタル)

⑤ 結果(希望波=467MHz デジタル)

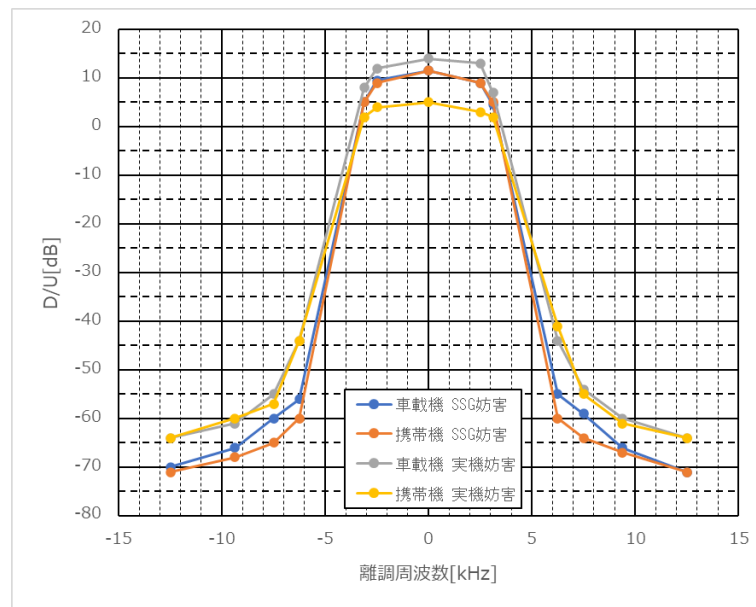


図 資料 10-10 離調周波数に対する D/U の測定結果(467MHz デジタル)

⑥ 結果(希望波=351MHz アナログ)

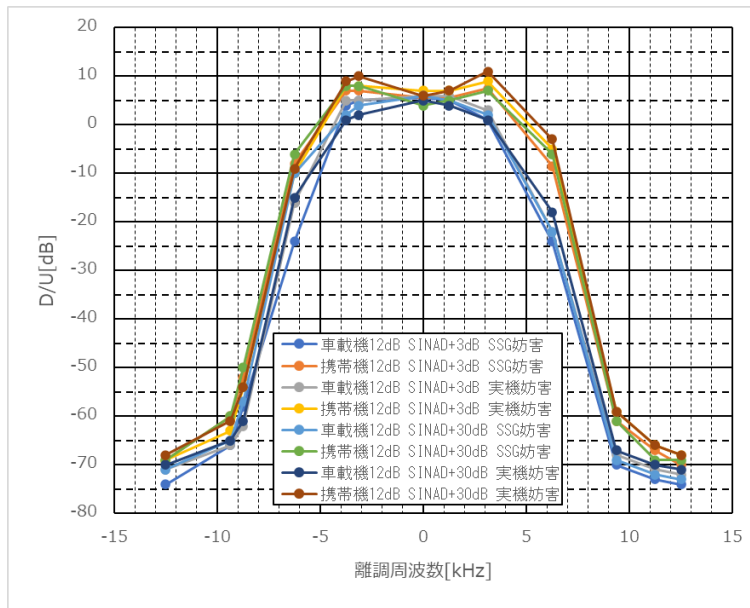


図 資料 10-11 離調周波数に対する D/U の測定結果(351MHz アナログ)

⑦ 結果(希望波=467MHz アナログ)

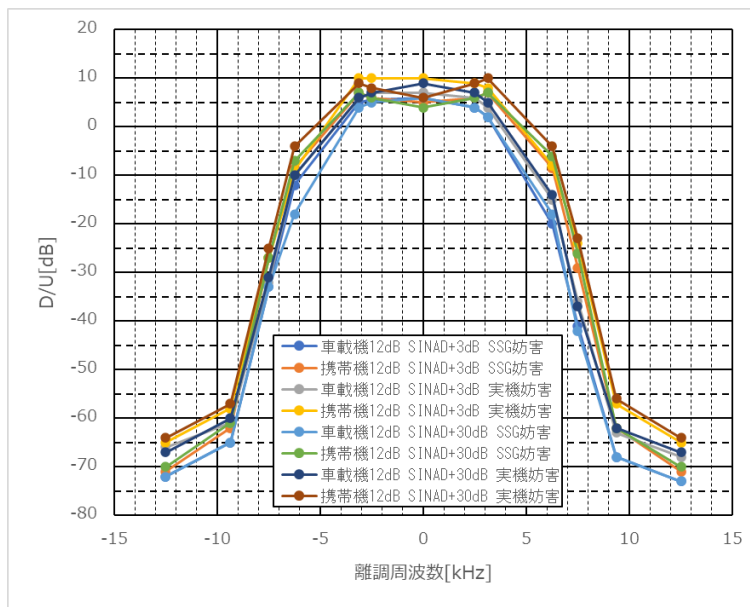


図 資料 10-12 離調周波数に対する D/U の測定結果(467MHz アナログ)

《4》 妨害波 C/N の測定

離調波による干渉特性は、妨害波の当該周波数におけるノイズ発射が影響するため、妨害波として使用した SSG 及び無線機の送信 C/N を測定する。

① 供試無線機及び SSG

350MHz 帯の車載機、460MHz 帯の車載機、SSG。

② 測定方法

信号のオフセット周波数に対する 1Hz 当たりの C/N 特性(dBc/Hz)を測定する。
SSG 又は送信機と Signal Source Analyzer を図 資料 10-13 のように接続する。

信号源の設定: 以下の 2 種類で実施する。

FM: 400Hz の正弦波信号で周波数偏移±1.75kHz の信号

4 値 FSK: PN9 系列を使用した 4 値 FSK 変調の信号

試験周波数: 351.29375MHz、467.1875MHz

Signal Source Analyzer の設定:

掃引周波数幅: 100Hz~5MHz

Y 軸スケール: 10dB/div

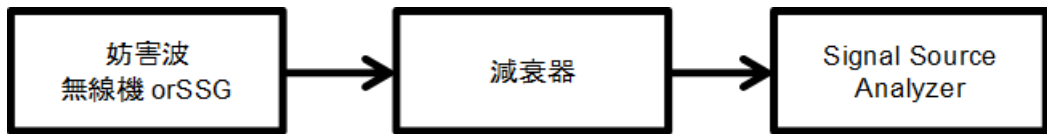


図 資料 10-13 妨害波 C/N の測定構成

③ 結果 (351MHz アナログ SSG)

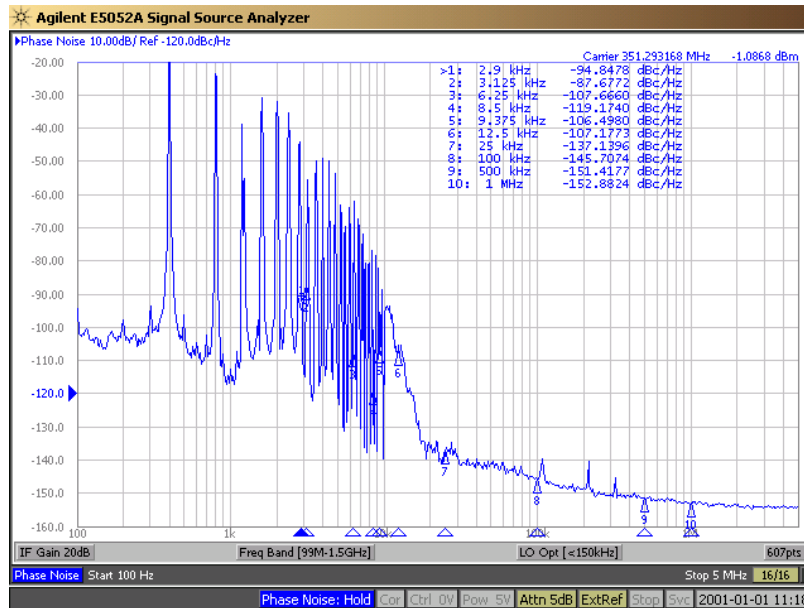


図 資料 10-14 妨害波 C/N 測定の結果 (351MHz アナログ SSG)

④ 結果(467MHz アナログ SSG)

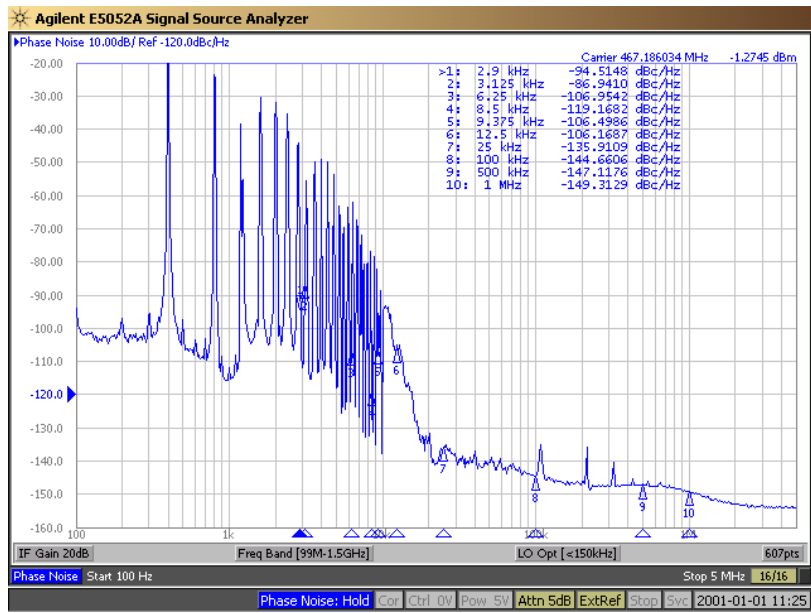


図 資料 10-15 妨害波 C/N 測定の結果(467Mhz アナログ SSG)

⑤ 結果(351MHz アナログ無線機)

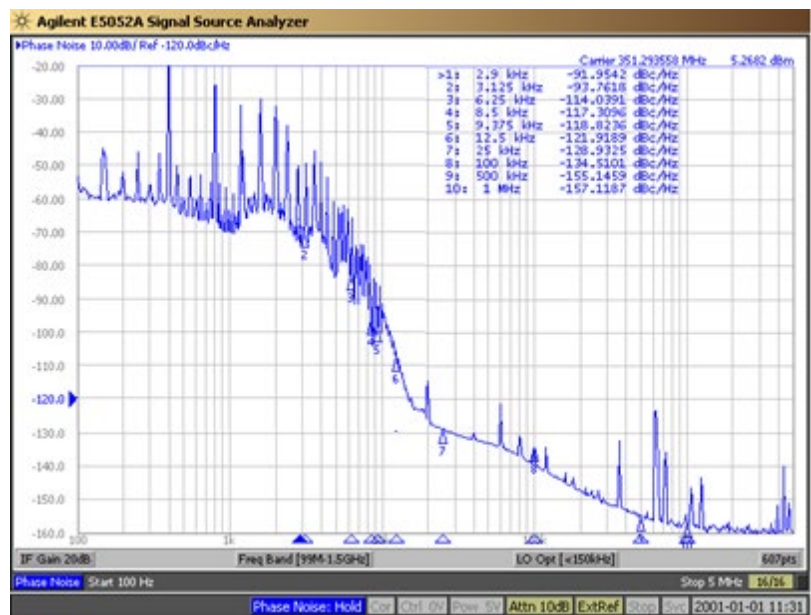


図 資料 10-16 妨害波 C/N 測定の結果(351Mhz アナログ無線機)

⑥ 結果(467MHz アナログ無線機)

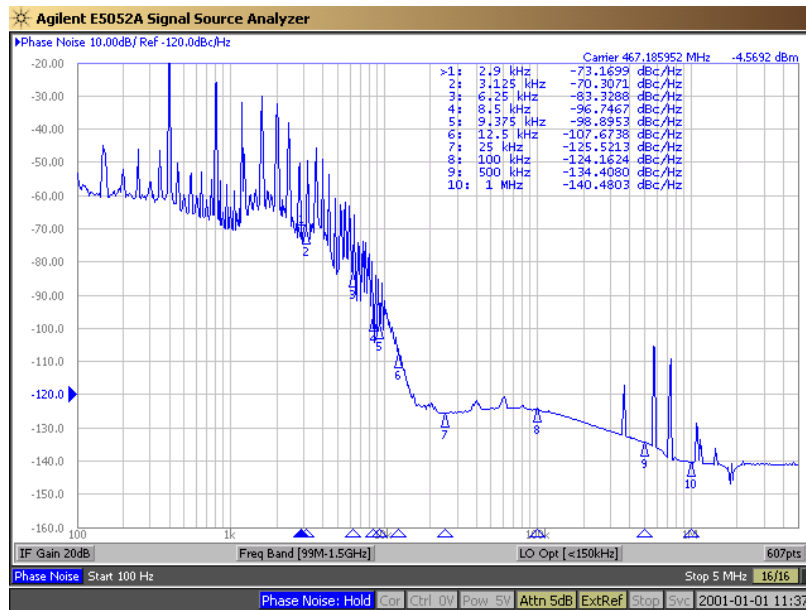


図 資料 10-17 妨害波 C/N 測定の結果(467Mhz アナログ無線機)

⑦ 結果(351MHz デジタル SSG)

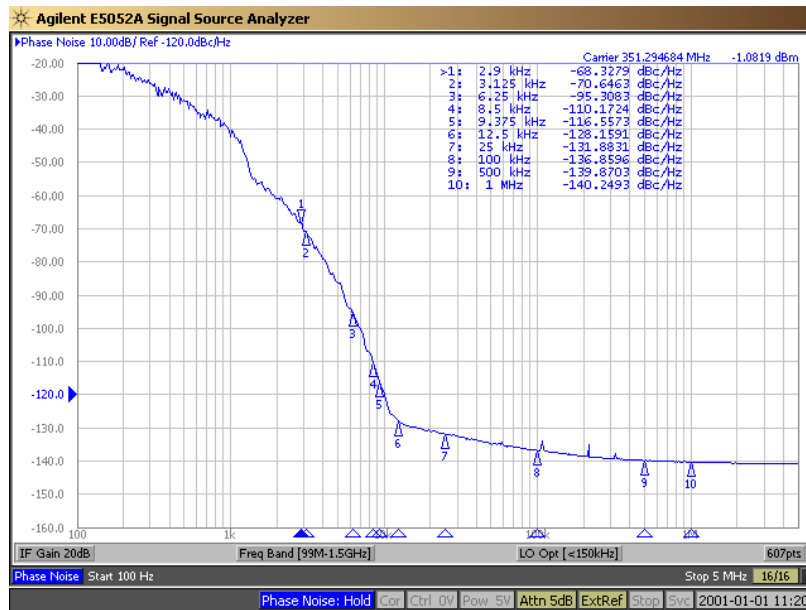


図 資料 10-18 妨害波 C/N 測定の結果(351Mhz デジタル SSG)

⑧ 結果(351MHz デジタル無線機)

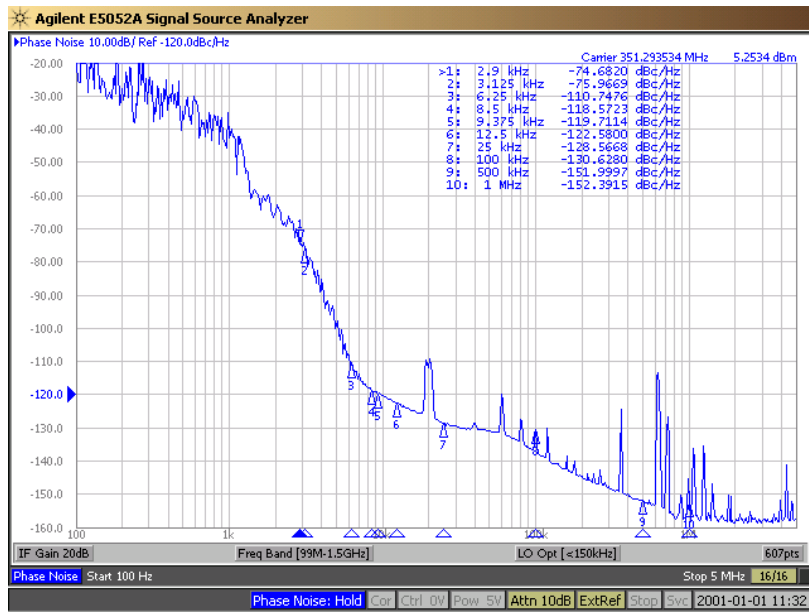


図 資料 10-19 妨害波 C/N 測定の結果(351MHz デジタル無線機)

⑨ 結果(467MHz デジタル SSG)

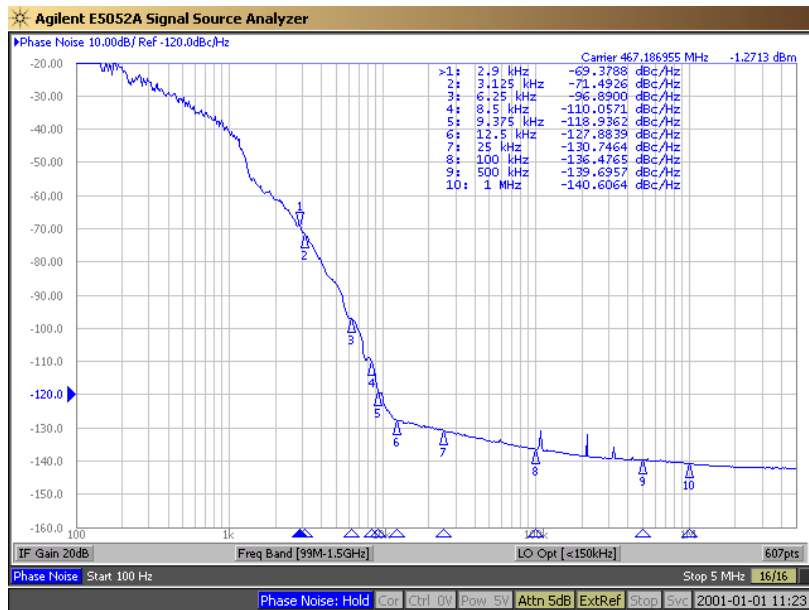


図 資料 10-20 妨害波 C/N 測定の結果(467MHz デジタル SSG)

⑩ 結果(467MHz デジタル無線機)

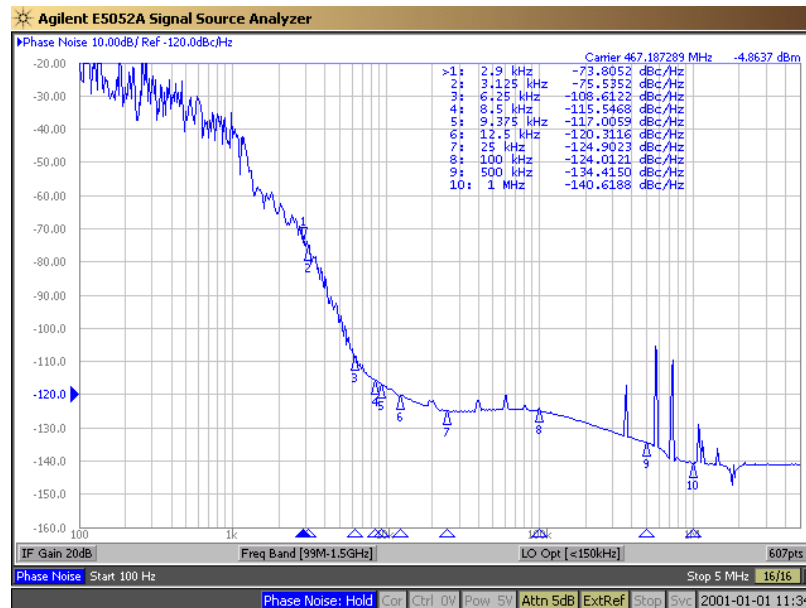


図 資料 10-21 妨害波 C/N 測定の結果(467MHz デジタル無線機)

《5》 話中検出特性試験

受信周波数から離調した異なる電波型式の信号によって話中表示やキャリアセンスが受ける影響を把握するため、話中表示機能の動作を測定する。

① 供試無線機

350MHz 帯の携帯機及び車載機、460MHz 帯の携帯機及び車載機

② 測定方法

供試無線機に入力する信号の周波数を変化させて、受信機の話中(Busy)表示が点灯する(キャリアセンスがある場合は作動する)受信機入力レベルを記録する。

標準信号発生器 SSG と供試無線機を右下図のように接続する。

受信入力電圧を上げて行き、話中表示が点灯する受信入力電圧を記録する。SSG の周波数は、受信周波数に対して±12.5kHz の範囲で変化させる。

SSG の設定:FMは無変調、4値FSKはPN9系列を使用した変調状態。

③ 結果(351Mhz)

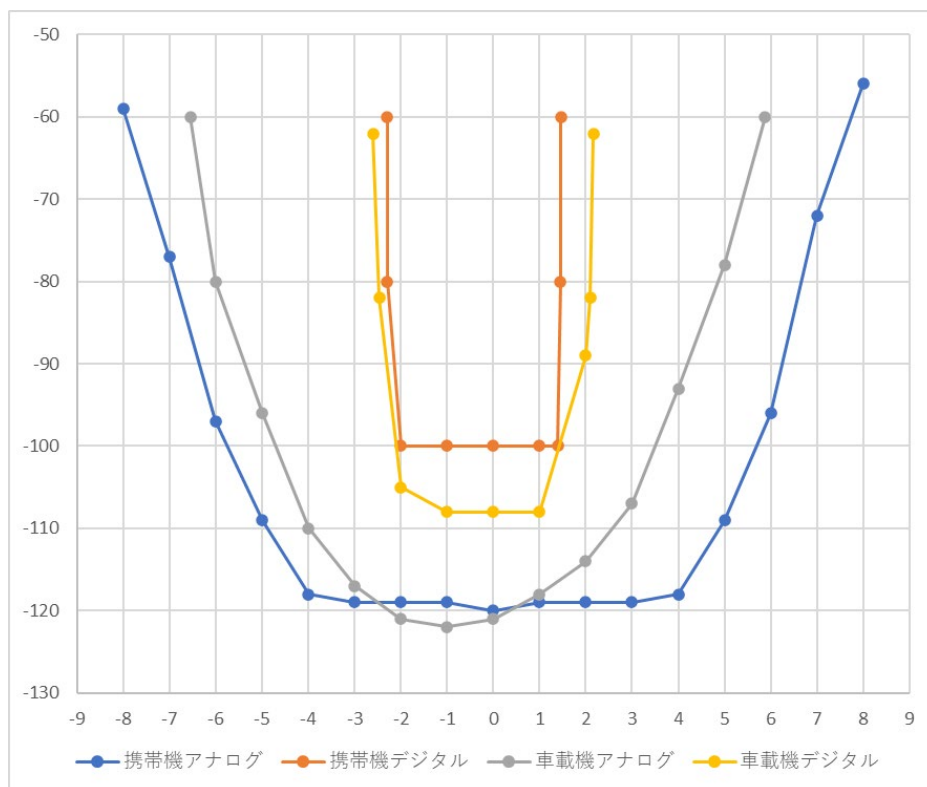


図 資料 10-22 話中検出特性試験結果(351MHz)

キャリアセンスレベルは $7\mu V$ ($16.9\text{dB}\mu V$, -96.1dBm) 以下だが、機種によりマージンが異なっている

④ 結果(467Mhz)

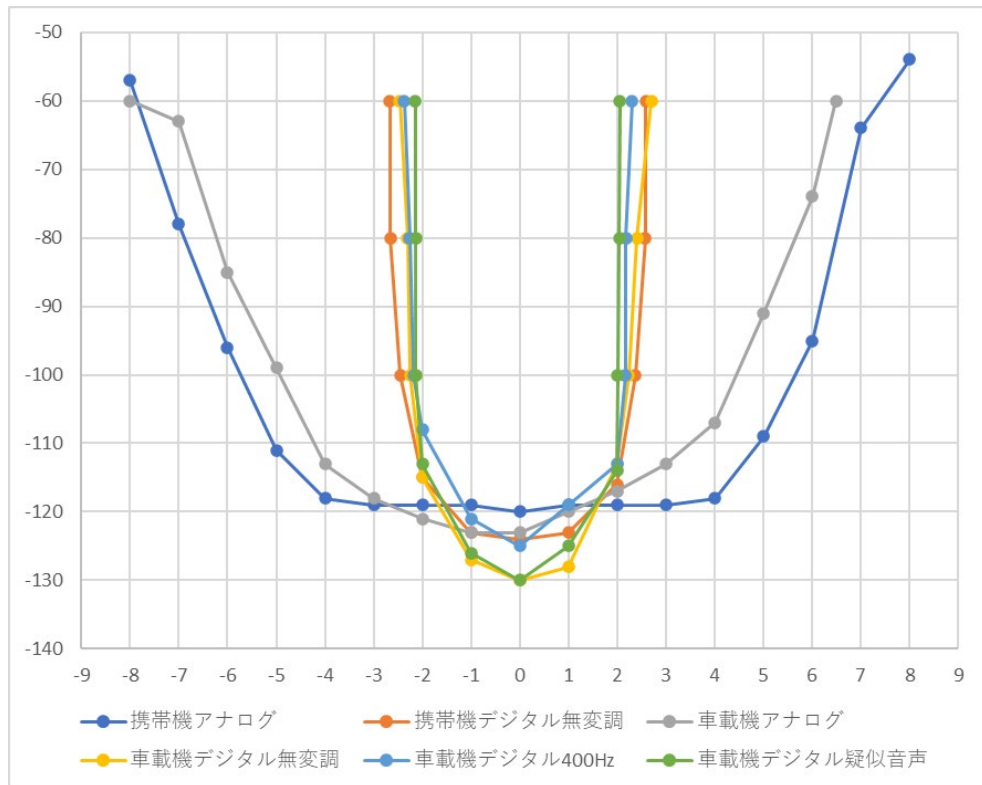


図 資料 10-23 話中検出特性試験結果(467MHz)

アナログの変調方式を
 無変調
 400Hz トーン 1.75kHz デビエーション
 疑似音声+10dB レベル
 で試したが、結果は同等だった。

《6》 測定の様子



図 資料 10-24 干渉測定の様子

資料11 実証試験

《1》 実証試験の目的

中継動作として好適なモデルを選定し、中継動作により通話範囲が確保しやすくなること及び中継動作の機能等について熊本市内で実証試験を実施して実証する。

《2》 実施概要

モデル＝遮蔽物が多いビル内での通信エリア確保のモデル

場所＝大規模複合商業施設(熊本県熊本市のサクラマチクマモト)

期間＝令和3年11月29日(月)～12月2日(木)

内容＝

移動局間の直接通信で通信不能な場所があることを確認する。(11月29日実施)

中継機を設置し、上記通信不能な場所でも移動局間通信が可能となることを確認する。(11月30日実施)

二周波半複信の中継において、上り周波数及び下り周波数の高群低群の関係は中継動作に影響がないことを確認する。(12月2日実施)

他局の信号がある場合に混信を回避する機能について確認する。(12月2日実施)

他局の信号を中継しないための選択的中継機能について確認する。(12月2日実施)

データ通信の中継も可能であることを確認する。(12月2日実施)

ビル外へ電波がどの程度輻射されているかを確認する。(12月1日実施)



図 資料 10-1 サクラマチクマモトの外観模型

《3》 直接通信と中継機経由の比較試験

① 方法

移動局間の直接通信で通信不能な場所があることを確認する

各フロアに数か所の通信試験場所を選定し相互間の通話試験を実施し、通話可否、RSSIを記録する。

中継機を設置し、前記通信不能な場所でも移動局間通信が可能となることを確認する

中継機を中継機設置候補場所に設置し、前項の通信試験場所から中継機経由での通話試験を実施し、通話可否、RSSIを記録する。

通話可否は、メリット評価によって行う。一般的なメリット評価に加え、0 入感しないを設定した。

(表 資料 11-1)

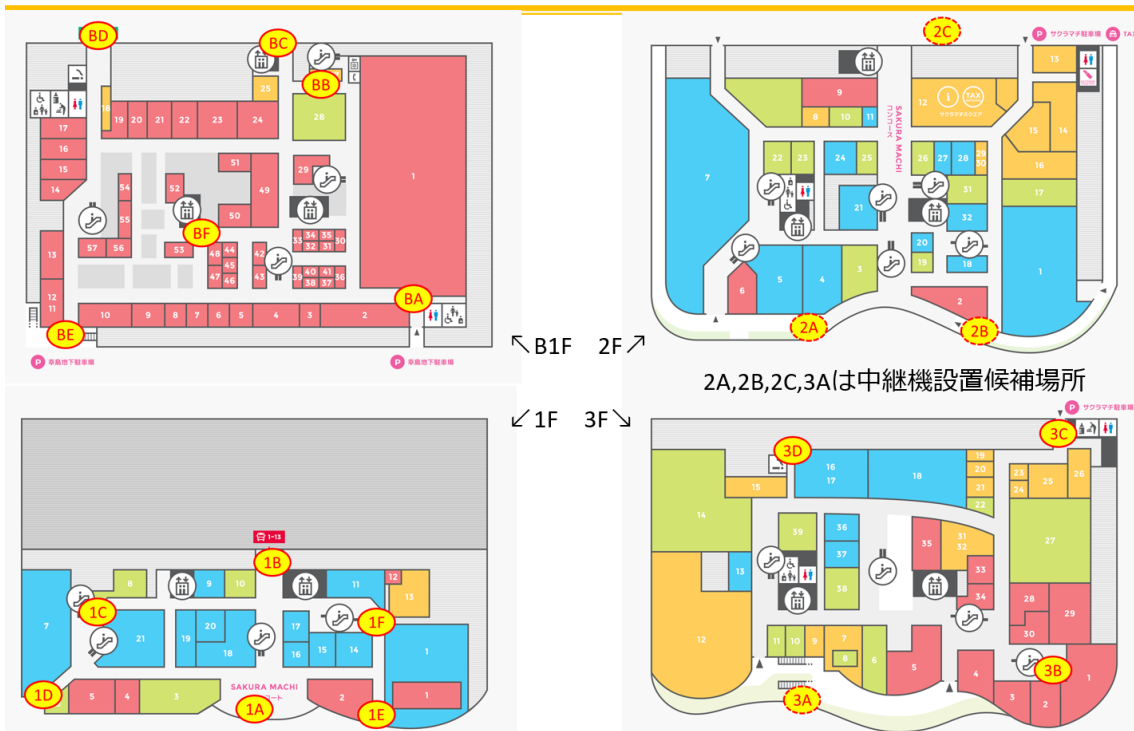
表 資料 11-1 メリット評価の方法

メリット	評価	内容	通信可否
5	非常に良い	はっきりと聞こえる。 理解できる。	通信できる
4	良い	ボコーダ音声にわずかに違和感を生じる。 困難なく理解できる。	通信できる
3	普通	ボコーダ音声崩れる、短い途切れが生じる。 かなり困難だが理解できる。	通信できる
2	悪い	音声途切れ途切れになり聞き取れない割合が高い。 再送を要求するなどしてかろうじて理解できる。	通信できる
1	非常に悪い	相手が送信していることは判るが内容が聞き取れない。 理解できない。	通信できない
0	入感しない	相手が送信していることがわからない。 理解できない。	通信できない

② 通信試験場所

地下1階(B1F)、1階(1F)、2階(2F)、3階(3F)、4階(4F)、5階(5F)、屋上(RF)に図のような試験場所を設定した。試験状況により通信場所を選定するためすべての場所を試験するものではない。

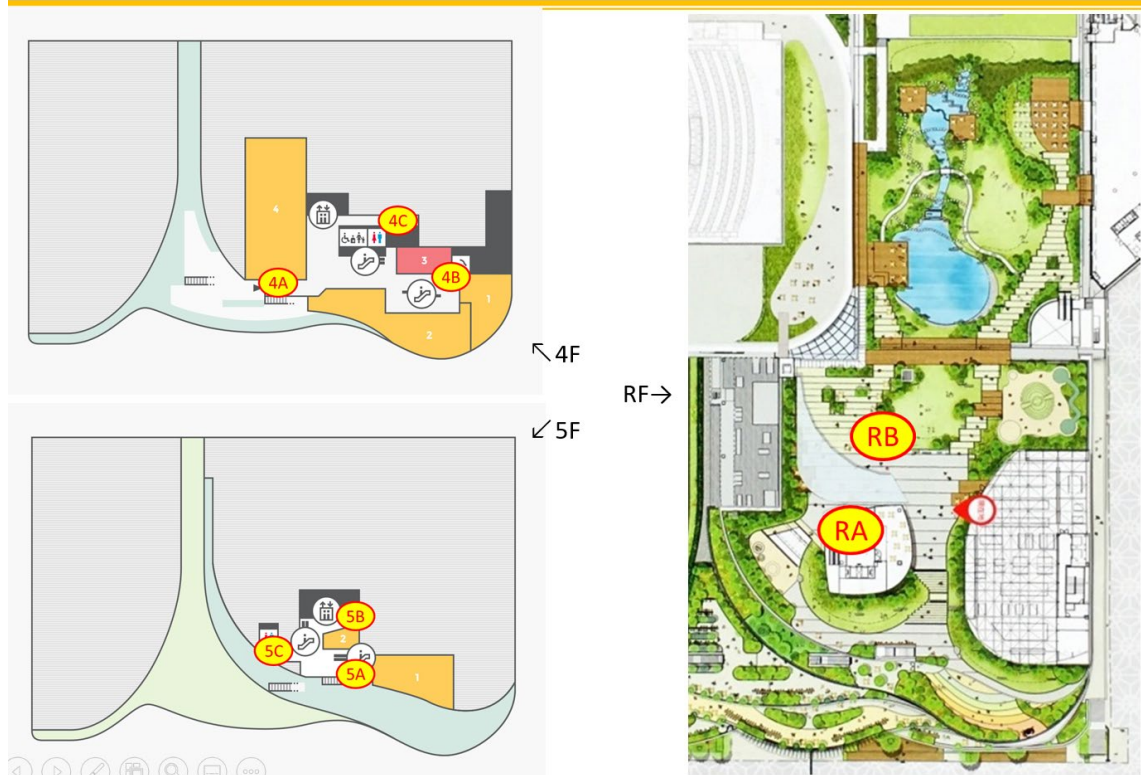
通信試験場所 (B1F~3F) [破線表示 ● は中継機設置候補場所]



サクラマチクマモト フロアマップ (<https://sakuramachi-kumamoto.jp/floorguide>) より加工

図 資料 11-2 通信試験場所(サクラマチクマモト B1F~3F)

通信試験場所候補（4F～RF）



サクラマチクマモト フロアマップ (<https://sakuramachi-kumamoto.jp/floorguide>) より加工
 図 資料 11-3 通信試験場所(サクラマチクマモト 4F～RF)

③ 結果(移動局間の直接通信で通信不能な場所)

表 資料 11-2 のようなメリット値となった。

赤■で示した組み合わせは通信できなかった

表 資料 11-2 移動局間直接通信の結果

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	5	5	5	5	5
BB	5	4	5	0	0
BC	4	3	1	5	5
BD	0	0	0	0	0
BE	1	4	0	1	1
BF	5	5	5	5	4
1A	5	5	5	5	5
1B	5	5	5	5	5
1C	5	5	5	5	5
1D	5	5	5	5	5
1E	5	5	5	5	5
1F	5	5	5	5	5

④ 結果(2C の場所の中継機を経由して移動局間通信が可能となる場所)

表 資料 11-3 のようなメリット値となった。

場所 BE 以外は良好に通信ができるようになった。

表 資料 11-3 中継機経由での通信結果(中継機設置場所=2C)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	5	5	5	5	5
BB	5	5	5	5	5
BC	5	5	5	5	5
BD	5	5	5	5	5
BE	0	0	0	0	0
BF	5	5	5	5	5
1A	5	5	5	5	5
1B	5	5	5	5	5
1C	5	5	5	5	5
1D	5	5	5	5	5
1E	5	5	5	5	5
1F	5	5	5	5	5

	直接通信できない組み合わせが中継機経由で通信できるようになった場所。
	直接通信のときよりも通信品質が向上した場所。
	直接通信のときよりも中継機経由だと通信品質が低下した場所。
	直接通信できない組み合わせで、中継機経由でも通信できなかった場所。
	直接通信できる組み合わせで、中継機経由だと通信できなくなった場所。

⑤ 結果(3A の場所の中継機を経由して移動局間通信が可能となる場所)

表 資料 11-4 のようなメリット値となった。

場所 BB 及びび以外は良好に通信ができるようになった。

表 資料 11-4 中継機経由での通信結果(中継機設置場所=3A)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	5	5	5	5	5
BB	1	1	1	1	1
BC	5	5	5	5	5
BD	5	5	5	5	5
BE	5	5	5	5	5
BF	5	5	5	5	5
1A	5	5	5	5	5
1B	5	5	5	5	5
1C	5	5	5	5	5
1D	5	5	5	5	5
1E	5	5	5	5	5
1F	5	5	5	5	5

	直接通信できない組み合わせが中継機経由で通信できるようになった場所。
	直接通信のときよりも通信品質が向上した場所。
	直接通信のときよりも中継機経由だと通信品質が低下した場所。
	直接通信できない組み合わせで、中継機経由でも通信できなかった場所。
	直接通信できる組み合わせで、中継機経由だと通信できなくなった場所。

⑥ 結果(信号レベル RSSI を含めた比較)

直接通信(上段:RSSI [dBm]、下段:メリット、「×」は入感なし)は表 資料 11-5 のようになった。

表 資料 11-5 移動局間直接通信での通信結果詳細

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	-105 5	-100 5	-105 5	-112 5	-115 5
BB	-110 5	-115 4	-110 5	× 0	× 0
BC	-113 4	-120 3	-120 1	-95 5	-100 5
BD	× 0	× 0	× 0	× 0	× 0
BE	-115 1	-115 4	× 0	-120 1	-120 1
BF	-95 5	-100 5	-95 5	-110 5	-115 4
1A	-70 5	-70 5	-70 5	-70 5	-70 5
1B	-76 5	-85 5	-75 5	-77 5	-85 5
1C	-82 5	-95 5	-90 5	-95 5	-90 5
1D	-75 5	-75 5	-75 5	-75 5	-80 5
1E	-75 5	-75 5	-75 5	-70 5	-75 5
1F	-75 5	-75 5	-75 5	-88 5	-85 5

2C での中継時(上段:RSSI [dBm]、下段:メリット、「×」は入感なし)は表 資料 11-6 のようになった。

表 資料 11-6 中継機経由での通信結果詳細(中継機設置場所=2C)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	-115 5	-115 5	-115 5	-115 5	-115 5
BB	-96 5	-90 5	-81 5	-70 5	-70 5
BC	-96 5	-90 5	-81 5	-70 5	-70 5
BD	-96 5	-96 5	-96 5	-96 5	-96 5
BE	× 0	× 0	× 0	× 0	× 0
BF	-101 5	-101 5	-101 5	-101 5	-101 5
1A	-96 5	-90 5	-81 5	-70 5	-70 5
1B	-96 5	-90 5	-81 5	-70 5	-70 5
1C	-96 5	-93 5	-93 5	-93 5	-93 5
1D	-96 5	-92 5	-92 5	-92 5	-92 5
1E	-96 5	-90 5	-87 5	-87 5	-87 5
1F	-96 5	-90 5	-89 5	-89 5	-89 5

3A での中継時(上段:RSSI [dBm]、下段:メリット、「×」は入感なし)は表 資料 11-7 のようになった。

表 資料 11-7 中継機経由での通信結果詳細(中継機設置場所=3A)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	-97 5	-97 5	-97 5	-97 5	-97 5
BB	-120 1	-120 1	-120 1	-120 1	-120 1
BC	-114 5	-114 5	-114 5	-114 5	-114 5
BD	-114 5	-114 5	-114 5	-114 5	-114 5
BE	-94 5	-94 5	-94 5	-94 5	-94 5
BF	-75 5	-75 5	-75 5	-75 5	-75 5
1A	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5
1B	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5
1C	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5
1D	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5
1E	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5
1F	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5	-69 5

⑦ 中継による改善量

2C での中継時(上段:RSSI [dB]の改善量、下段:メリットの改善量、()表記は、入感していなかったものが表記の信号レベルで入感するようになったもの、×は、入感していたものが入感しなくなったもの、－は、中継の有無によらず入感しなかったもの)

表 資料 11-8 中継による改善量(中継機設置場所=2C)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	-10 0	-15 0	-10 0	-3 0	0 0
BB	14 0	25 1	29 0	(-70 dBm) 5	(-70 dBm) 5
BC	17 1	30 2	39 4	25 0	30 0
BD	(-96 dBm) 5	(-96 dBm) 5	(-96 dBm) 5	(-96 dBm) 5	(-96 dBm) 5
BE	× -1	× -4	－ 0	× -1	× -1
BF	-6 0	-1 0	-6 0	9 0	14 1
1A	-26 0	-20 0	-11 0	0 0	0 0
1B	-20 0	-5 0	-6 0	7 0	15 0
1C	-14 0	2 0	-3 0	2 0	-3 0
1D	-21 0	-17 0	-17 0	-17 0	-12 0
1E	-21 0	-15 0	-12 0	-17 0	-12 0
1F	-21 0	-15 0	-14 0	-1 0	-4 0

3A での中継時(上段:RSSI [dB]の改善量、下段:メリットの改善量、()は、入感していなかったものが表記の信号レベルで入感するようになったもの)

表 資料 11-9 中継による改善量(中継機設置場所=3A)

	4A	5A	5C	RA	RB
BA	8	3	8	15	18
	0	0	0	0	0
BB	-10	-5	-10	(-120 dBm)	(-120 dBm)
	-4	-3	-4	1	1
BC	-1	6	6	-19	-14
	1	2	4	0	0
BD	(-114 dBm)	(-114 dBm)	(-114 dBm)	(-114 dBm)	(-114 dBm)
	5	5	5	5	5
BE	21	21	(-94 dBm)	26	26
	4	1	5	4	4
BF	20	25	20	35	40
	0	0	0	0	1
1A	1	1	1	1	1
	0	0	0	0	0
1B	7	16	6	8	16
	0	0	0	0	0
1C	13	26	21	26	21
	0	0	0	0	0
1D	6	6	6	6	11
	0	0	0	0	0
1E	6	6	6	1	6
	0	0	0	0	0
1F	6	6	6	19	16
	0	0	0	0	0

⑧ 中継機経由の通信の音質及び遅延

通信品質に問題がない条件において、移動局間の直接通信と中継機経由の通信の音質及び遅延を運用状態で比較した。

結果、音質に変化は生じなかった。また、単信運用(通信相手と交互に送信するもの)において、遅延を感じることはなかった。通信相手を近傍に置き、受信音が聞こえる状態で送信を行うと、直接通信時の遅延より中継機経由時の遅延が大きくなることが確認された。

デジタル簡易無線では、送信時、音声を蓄積して符号化し、80ms のデータフレームに搭載して送信する。受信側では受信したデータフレームを検査解析して符号を音声にして出力する。この一連の処理のため、100ms から 200ms 程度の遅延が生じる。(図 資料 11-4)

中継機では、受信した 80ms のデータフレームごとに検査(データエラーの検査及び訂正処理)、解析(選択的中継機能動作等)して再送信するため、最短でも 80ms の遅延が発生する。(図 資料 11-5)

したがって、中継機経由の通信では、直接通信時に加えて 80ms 以上の遅延が生じる。

上記程度の遅延の範囲の場合、並べて比較すれば違いを認識できるが、単信運用においては一般に問題とならない。

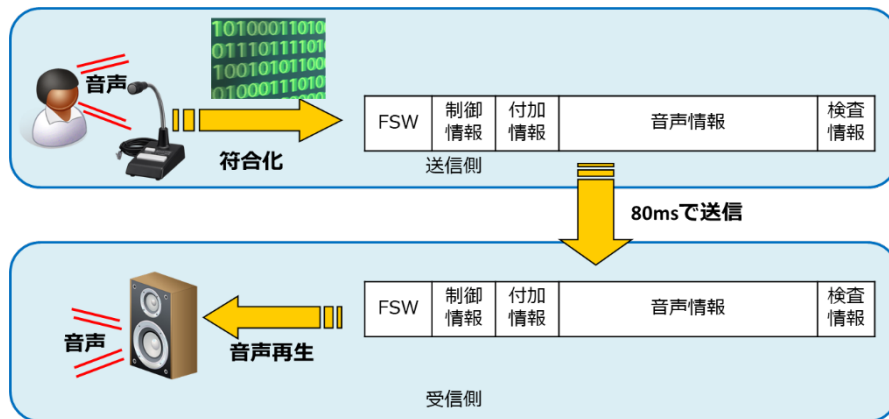


図 資料 11-4 デジタル簡易無線の遅延の概念図

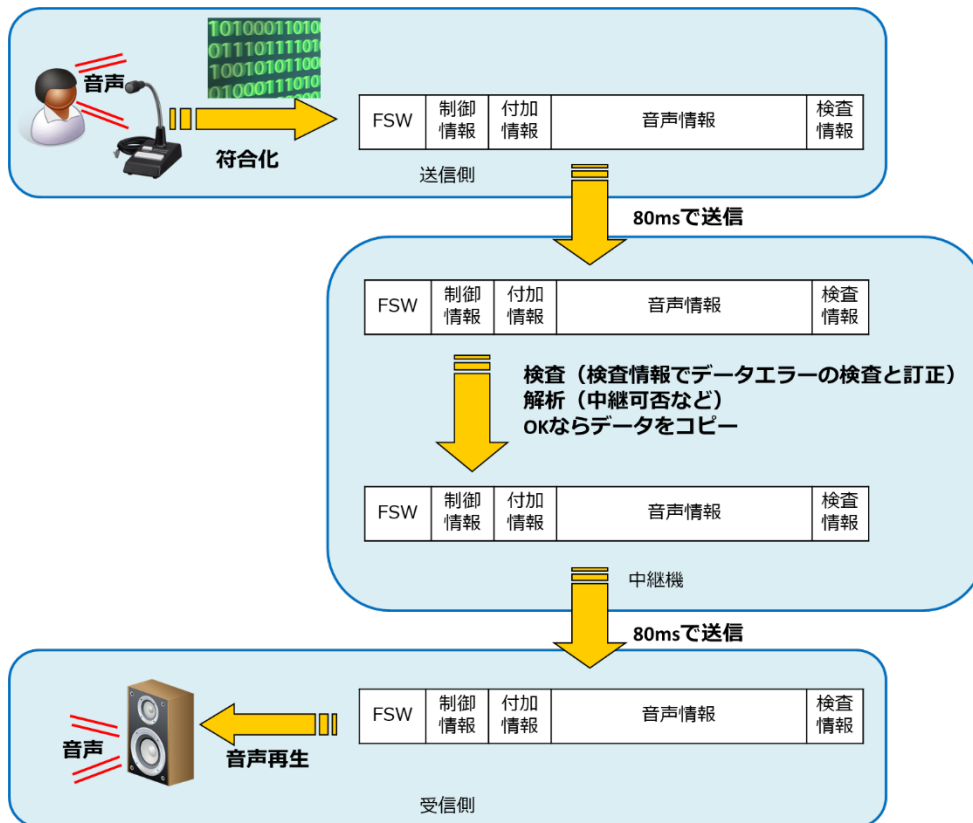


図 資料 11-5 デジタル簡易無線中継時の遅延の概念図

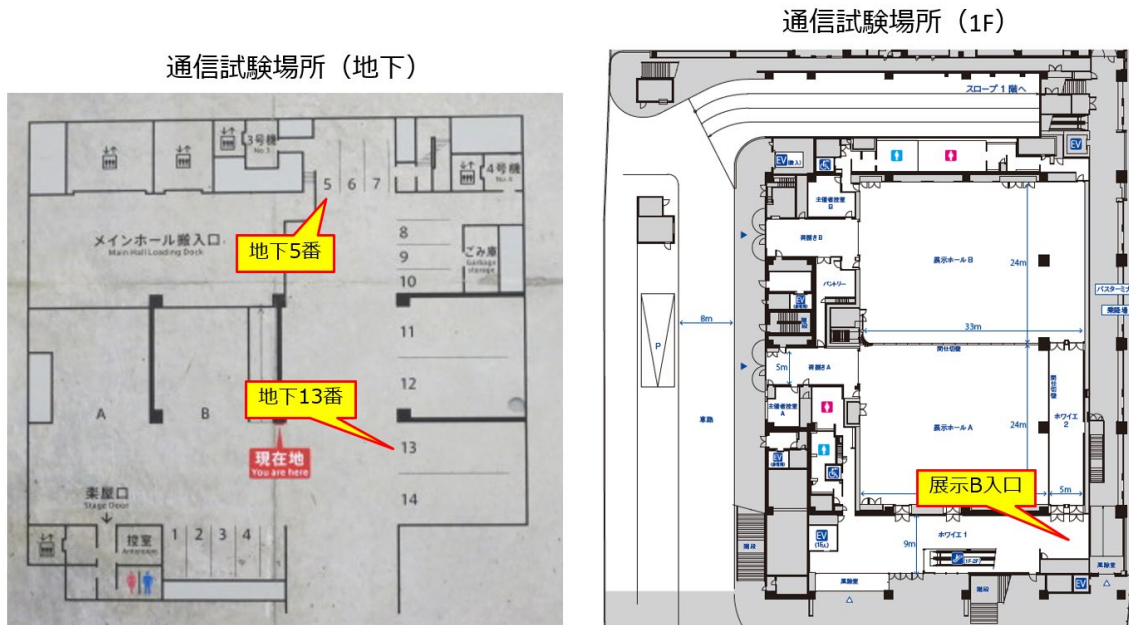
《4》 熊本城ホールでの通信試験

建物構造の異なる熊本城ホールでも通信試験を実施した。

中継機の設置ができなかったため、中継機設置場所の候補地に移動局を配置し、その通信可否から、中継機経由での通信の可能性を検討した。

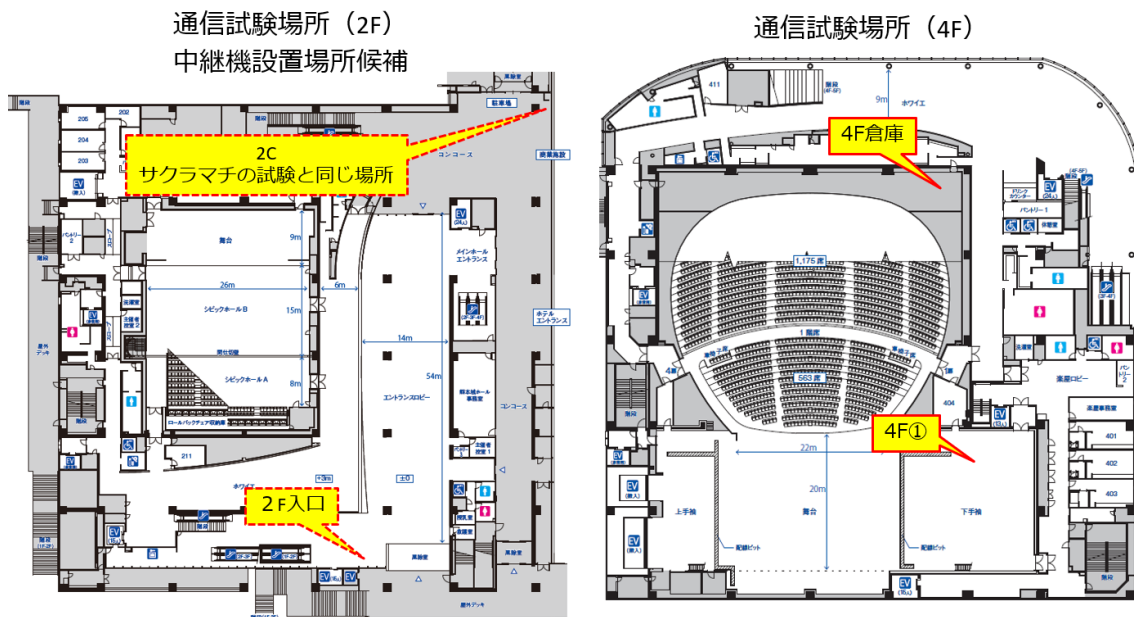
① 通信試験場所

図 資料 11-6、図 資料 11-7、図 資料 11-8 のような場所で実施した。



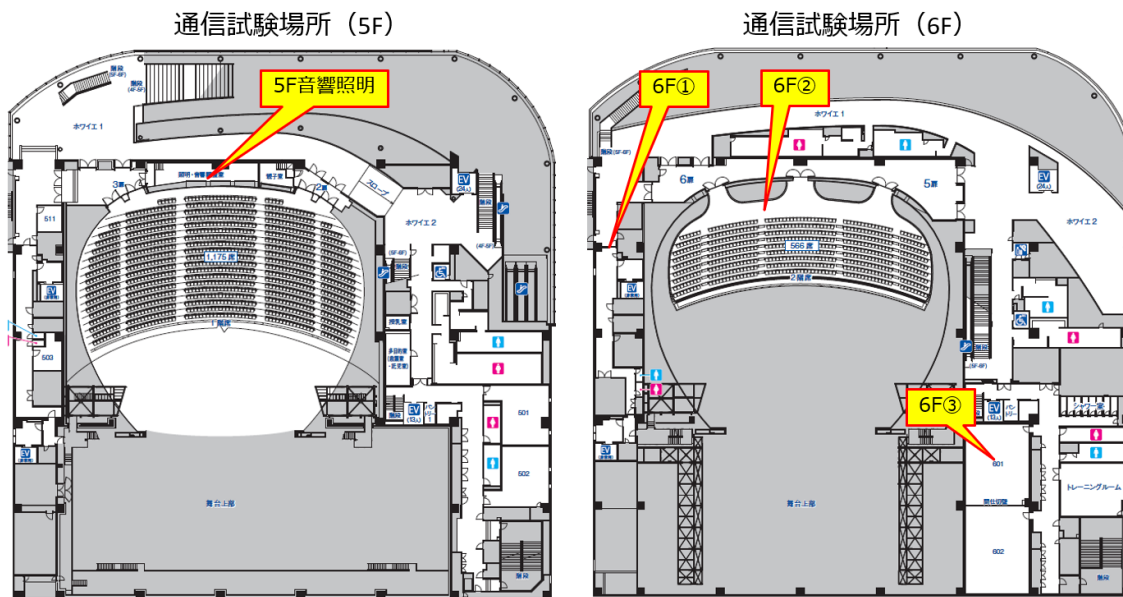
熊本城ホール施設案内 (<https://www.kumamoto-jo-hall.jp/facility/>) 平面図より加工

図 資料 11-6 熊本城ホールの通信試験場所 (地下、1F)



熊本城ホール施設案内 (<https://www.kumamoto-jo-hall.jp/facility/>) 平面図より加工

図 資料 11-7 熊本城ホールの通信試験場所 (2F、4F)



熊本城ホール施設案内 (<https://www.kumamoto-jo-hall.jp/facility/>) 平面図より加工

図 資料 11-8 熊本城ホールの通信試験場所(5F、6F)

② 上層階と下層階での移動局間直接通信の結果

表 資料 11-10 移動局間直接通信の結果(熊本城ホール)

上層階 下層階	展示 B 入口	6F①	6F②	6F③	5F 音響照明	4F①	4F 倉庫
地下 5 番	5				0	2	0
地下 13 番	5				0	2	0
展示 B 入口		5	5	4		5	

③ 2C の場所に中継機の設置を想定した場合

表 資料 11-11 中継機設置を想定した結果(中継機設置場所=2C)

上層階 下層階	展示 B 入口	6F①	6F②	6F③	5F 音響照明	4F①	4F 倉庫
地下 5 番	5				1	2	1
地下 13 番	5				2	2	2
展示 B 入口		5	5	5		5	

④ 2F 入口の場所に中継機の設置を想定した場合

表 資料 11-12 中継機設置を想定した結果(中継機設置場所=2F 入口)

上層階 下層階	展示 B 入口	6F①	6F②	6F③	5F 音響照明	4F①	4F 倉庫
地下 5 番	5				5	5	5
地下 13 番	5				5	5	5
展示 B 入口		5	5	5		5	

- 直接通信できない組み合わせが中継機経由で通信できるようになると想定される場所。
- 直接通信のときよりも通信品質が向上すると想定される場所。
- 直接通信のときよりも中継機経由だと通信品質が低下すると想定される場所。
- 直接通信できない組み合わせで、中継機経由でも通信できないと想定される場所。
- 直接通信できる組み合わせで、中継機経由だと通信できなくなると想定される場所。

中継機の候補地 2 か所の移動局との通信メリット評価をもとに、中継機を設置した場合の改善効果を評価した。

2F 入口に中継機を設置することで、今回の試験場所全てで通信が可能になる。

《5》 周波数配置による違いの確認試験

二周波半複信の中継において、上り周波数及び下り周波数の高群低群の関係は中継動作に影響がないことを確認する。

上りに高群周波数、下りに低群周波数の場合、
上りに低群周波数、下りに高群周波数の場合、
いずれも同程度の通信品質であることを確認する。

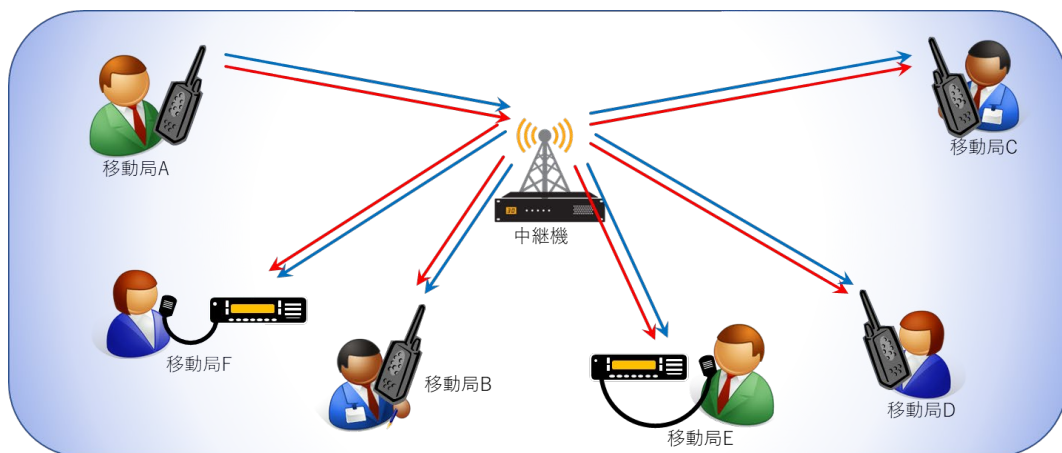


図 資料 11-9 周波数配置の違いの確認試験

以下の周波数で確認した。

上り周波数＝低群 465.0375 MHz、下り周波数＝高群 468.6625 MHz（離隔 3.6250MHz、免許された周波数で離隔最大）

上り周波数＝高群 468.6625 MHz、下り周波数＝低群 465.0375 MHz（離隔 3.6250MHz、免許された周波数で離隔最大）

上り周波数＝低群 465.1500 MHz、下り周波数＝高群 468.5500 MHz（離隔 3.4000MHz、免許された周波数で離隔最小）

上り周波数＝高群 468.5500 MHz、下り周波数＝低群 465.1500 MHz（離隔 3.4000MHz、免許された周波数で離隔最小）

【結果】

受信レベル、最小感度、中継品質に有意な差は見られなかった。

《6》 混信を回避する機能の動作確認試験

他局の信号がある場合に混信を回避する機能について確認する。



図 資料 11-10 混信を回避する機能の動作確認試験

今回の実証実験では、中継機送信側周波数によるキャリアセンスモデルを用いて試験する。

中継機の送信側周波数に一定レベル(今回は、簡易無線のキャリアセンスレベル $7\mu\text{V}$ (約 $16.9\text{dB}\mu\text{V}$ 、 -96.1dBm)を参考に、およそ $4.5\mu\text{V}$ (約 $13\text{dB}\mu\text{V}$ 、 -100dBm)以上の信号がある場合に中継動作をしない構成とする。

構成は下図のとおり。

設定レベル以上の強度の他局等の信号が送信側周波数にある場合、モニタ受信機がそれを受信し、「信号有り」の情報(COR)を出力する。

モニタ受信機は、送信空中線と同一のものを使用する構成とする。

CORを検出した制御部は中継機に対して送信禁止(TXI)信号を出力する。

中継機は、TXIが入力されている間は、f2で子機の信号を受信しても送信しない。

モニタ受信機の空中線を中継機の送信空中線系と共用するため、分配器を用い、中継機の送信信号をモニタ受信機に与えないよう、制御部で同軸リレーを制御して分配器からの信号をダミーロードに消費させる。

COR 検出レベルを調整するため、可変減衰器を挿入してモニタ受信機への信号レベルを調整する。

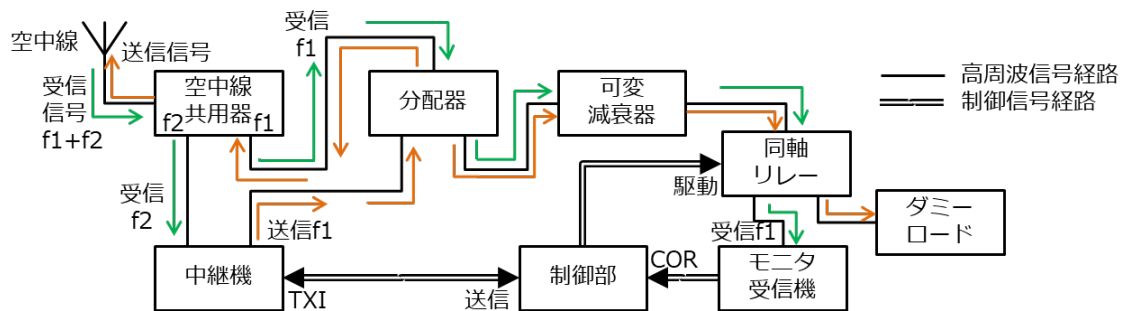


図 資料 11-11 中継機送信側周波数によるキャリアセンスモデルの構成

【結果】

- 空中線に設定レベル(約 $4.5 \mu V$ 、約 $13dB \mu V$ 、約 $-100dBm$)以上の強度の下り周波数の信号が入力されると、中継機は子機の信号を受信しても中継送信しなかった。(中継機では受信音声は再生された)
- 設定レベル以下の強度の信号あるいは無信号の場合には、中継機は子機の信号を中継した。
- 下り周波数の信号は、アナログ FM の信号でも同様な動作になった。
- 中継機が子機からの信号を中継送信中に設定レベル以上の強度の下り周波数の信号が入力されても中継動作を継続した。
- 子機側での送信終了時、中継機が中継送信をした場合は、送信保持時間(約 1 秒に設定)分送信が継続されるため、子機の話中表示がその間点灯した。
- 中継機が中継送信をしなかった場合、子機側での送信終了時に話中表示が点灯しなかった。

《7》 選択的中継機能の動作確認試験

他局の信号を中継しないための選択的中継機能についてユーザコードによる選択及びユーザーリストによる選択の 2 種類を確認する。

① ユーザコードによる選択

ユーザコードは、電波産業会 ARIB STD-T98(以降 T98)に規定されたコードスケルチ機能。

多くの利用者でチャンネルを共用する簡易無線において、自グループ以外の通話音声聞こえることは大変煩わしい。T98 では、これを解消するため、0~511 の 512 種のユーザコードを規定している。送信側はそのうちの 1 つを設定して送信する。受信側は自局に設定されたユーザコードと同じコードを受信した場合のみ受信音を出力する。ただし、受信側で「0」を設定した場合は、どのようなコードを受信しても受信音を出力する。

ユーザコードは、送信信号(80ms 長データフレーム)にほぼ常時搭載される情報のため、信号が途切れたり、途中から受信を開始した場合でもすみやかに制御ができる特徴がある。

受信側に複数のコードを設定することもでき、送信受信でコードを分けることができるなど、より高度な応用が可能になっている。同様な仕組みは、北米等の業務無線(LMR)で選択的中継機能に多く用いられている。

ユーザコードを選択的中継機能に適用する場合、子機側のユーザコード制御に関しては現行の T98 に準拠していれば特段の変更は要さない。

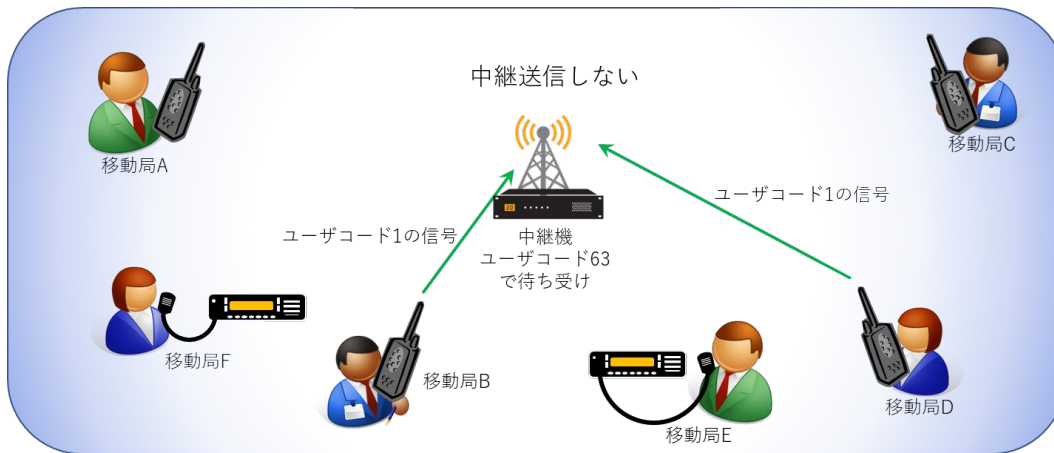


図 資料 11-12 選択的中継機能(ユーザコードによる選択)動作試験

中継機の待ち受けユーザコードを 63 に設定する。

移動局 B、移動局 D をそれぞれ中継機とは異なるユーザコード 1 に設定する。

移動局 B、移動局 D の信号は中継されないことを確認する。

【結果】

- 中継機が待ち受けているユーザコード(63)と異なるユーザコード(1)を設定した移動局 B 及び移動局 D の信号は中継されなかった。
- 中継機が待ち受けているユーザコード(63)と同一のユーザコードを設定した移動局 A、移動局 C、移動局 E 及び移動局 F の信号は中継された。

② ユーザリストによる選択

ユーザリストは、北米等の業務無線(LMR)で選択的中継機能に多く用いられている機能。

子機無線機には、個別 ID(使用者内で重複しない個別の番号)を設定する(参考:電波産業会 ARIB STD-B54*[※]の場合、1~65519 の番号が設定できる)。中継機内部には、利用できる子機の個別 ID リスト(ユーザリスト)を設定する。

中継動作時、中継機は子機の個別 ID を判別し、ユーザリストにある子機しか中継しない。

北米では、課金利用の中継システムがあり、利用可否管理を細かく行う必要からこのような機能ができた。子機無線機を回収して設定を変更することなく、中継機側のみで利用可否を細かく制御できる利点がある。半面、子機数が多い場合はリストの管理に手間がかかる。また、個別 ID 情報はスーパーフレーム(参考:電波産業会 ARIB STD-B54 の場合、80ms 長データフレーム 4 個で 1 つの情報を構築する仕組み)に搭載されることが多く、信号が途切れたり、途中から受信を開始した場合には、判断に必要な情報が取得できるまで時間がかかり、中継動作に遅延が生じることがある。

電波産業会 ARIB STD-T98 は、柔軟な設定が可能な規格となっていることから、多くの機種が個別 ID と同様な機能を実現している。今後、その機能を選択的中継機能に適用することで、容易に実用化が可能であると想定される。

※:ARIB STD-B54: 放送事業用 4FSK 連絡無線方式 (資料16 参照)

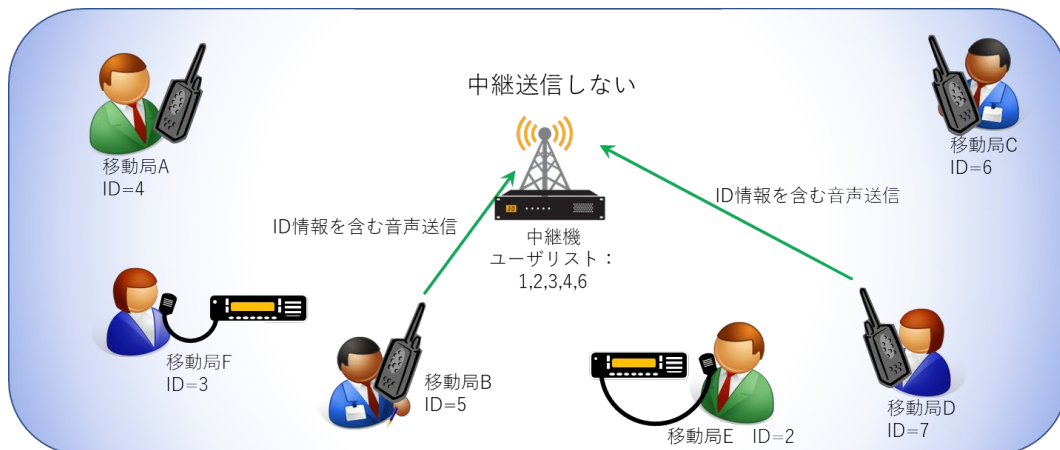


図 資料 11-13 選択的中継機能(ユーザリストによる選択)動作試験

移動局に ID(移動局 A=4、移動局 B=5、移動局 C=6、移動局 D=7、移動局 E=2、移動局 F=3)を付与し、中継機にユーザリスト(1、2、3、4、6)を設定する。

ユーザリストに登録されていない移動局 B(ID=5)、移動局 D(ID=7)の信号は中継されないことを確認する。

【結果】

- 中継機に設定されているユーザリスト(1、2、3、4、6)に含まれない移動局 B(ID=5)、移動局 D(ID=7)の信号は中継されなかった。
- 中継機に設定されているユーザリスト(1、2、3、4、6)に含まれる移動局 A(ID=4)、移動局 C(ID=6)、移動局 E(ID=2)、移動局 F(ID=3)の信号は中継された。

《8》 データ通信の中継動作確認試験

データ通信の中継も可能であることを確認する

① ステータスメッセージでの確認

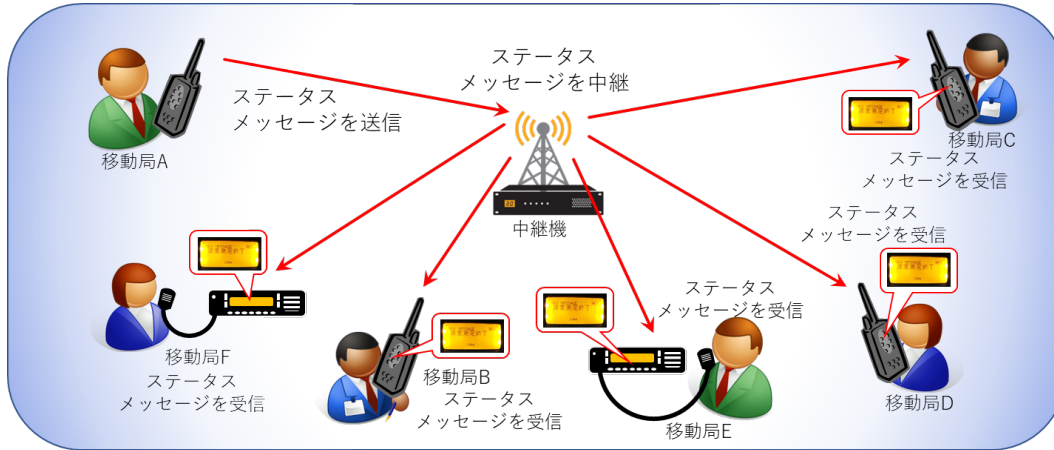


図 資料 11-14 データ通信の中継動作(ステータスメッセージ)確認試験

【結果】

- 移動局 A から一斉通信で送出した「2 調査測定開始」のメッセージが中継機で中継され、他の移動局で一齐に受信され、「調査測定開始」のメッセージが無線機表示部に表示された。
- 同様に、いずれの移動局からのメッセージ送信も中継機で中継され、他の移動局で受信できた。



図 資料 11-15 受信したステータスメッセージの表示例

※ステータスメッセージ機能

あらかじめ全無線機に、ステータス番号と7文字のメッセージを登録しておき、操作してメッセージを送ると、着信側無線機には、番号だけが伝送され、対応するメッセージを表示器に表示する機能。移動局の状態(移動中・作業中・作業開始など)を伝送する用途に利用される。



図 資料 11-16 ステータスメッセージ機能

② 構内位置管理システムで確認

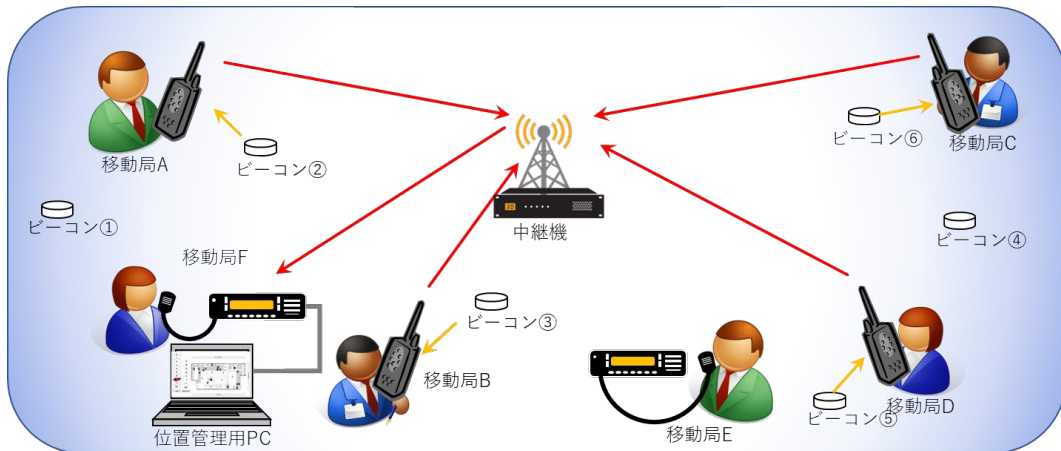
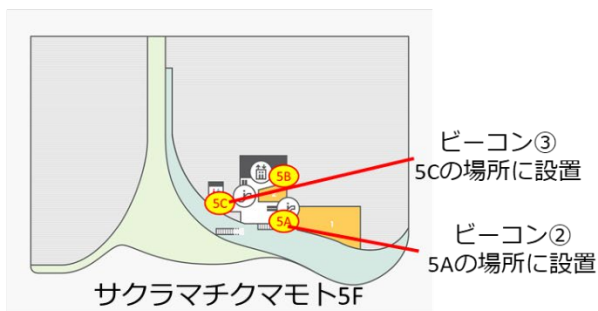


図 資料 11-17 データ通信の中継動作(構内位置管理)確認試験

フロア内に BLE ビーコンを設置する。設置されたビーコン情報を移動局無線機で受信し、受信したビーコン情報を無線通信で位置管理する無線機に中継機を経由して伝送する。この仕組みを用いた構内位置管理が中継機経由で実現できることを確認する。

ビーコン配置の位置関係は図 資料 11-18 のとおり。

- ビーコン①～④を設置
- 中継機は2Cの場所に設置
- 移動局Fは、熊本城ホール3Fの小会議室F2に設置

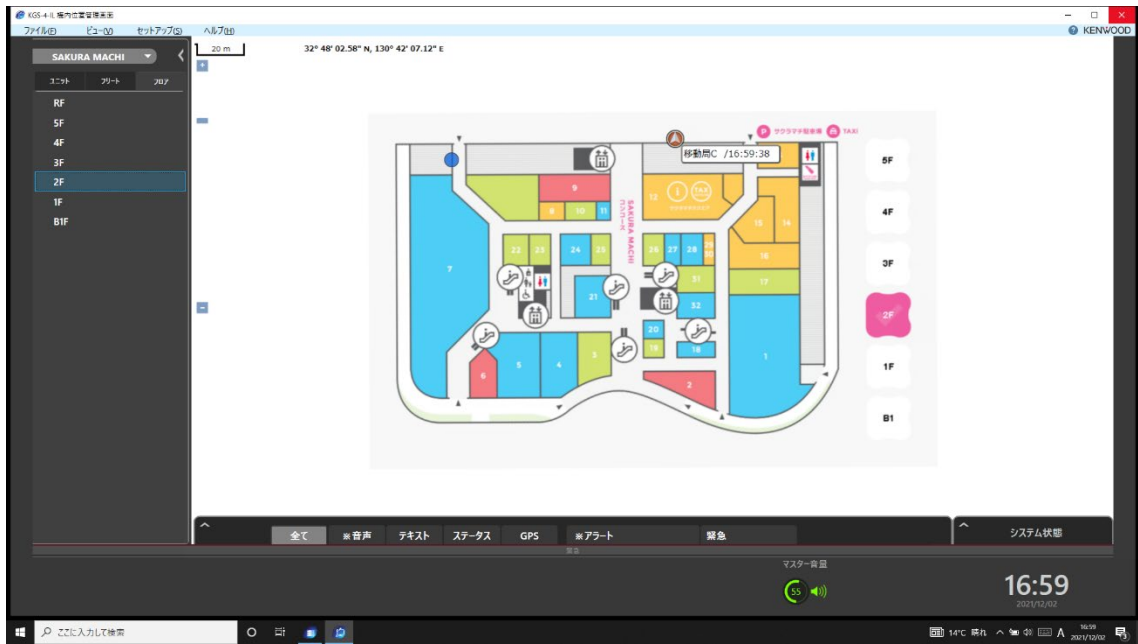


サクラマチクマモト フloorマップ (<https://sakuramachi-kumamoto.jp/floorguide>) より加工
 熊本城ホール施設案内 (<https://www.kumamoto-jo-hall.jp/facility/>) 平面図より加工

図 資料 11-18 構内位置管理の位置関係

【結果】

- 移動局 B がビーコン①の近傍からビーコン②の近傍に移動すると、無線機からビーコン受信情報が送信され、その信号が中継機で中継されて、位置管理をする移動局 F で受信され、位置管理 PC のフロア図上のビーコン①の位置に表示されていた移動局 B がビーコン②の位置に表示された。
- 移動局 C がビーコン③の近傍からビーコン④の近傍に移動すると、無線機からビーコン受信情報が送信され、その信号が中継機で中継されて、位置管理をする移動局 F で受信され、位置管理 PC のフロア図上のビーコン③の位置に表示されていた移動局 C がビーコン④の位置に表示された。
- 同様に、移動局 A、D からのビーコン受信情報も中継機で中継され、移動局 F で受信でき、位置管理 PC 上のフロア図に移動局 A、B、C、D の位置が表示された。



サクラマチクマモト フロアマップ (<https://sakuramachi-kumamoto.jp/floorguide>) より加工

図 資料 11-19 構内位置管理システムの画面例

《9》 ビル外への輻射測定試験

ビル内に設置した中継機から屋外に対して輻射される信号のレベルと範囲を確認する。中継機を 2C の場所に設置した場合と 3A の場所に設置した場合について測定する。設置した中継機から電波を発射し、車両に搭載した受信機で信号強度を測定し、GPS 位置情報とともに記録する。

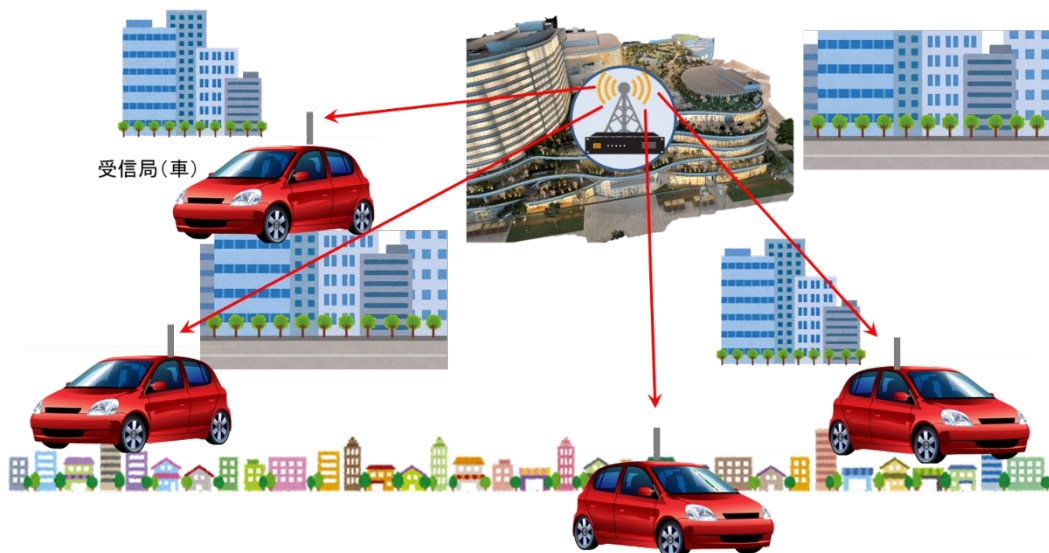


図 資料 11-20 ビル外への輻射測定試験

① 伝搬シミュレーション

測定範囲を設定するため、伝搬シミュレーションを実施した

(i) 2C に設置した場合のシミュレーション

実際の建造物は考慮せず、地形や地勢(市街地、開放地など)のみを考慮した。諸元は、表資料 11-13 のとおり。

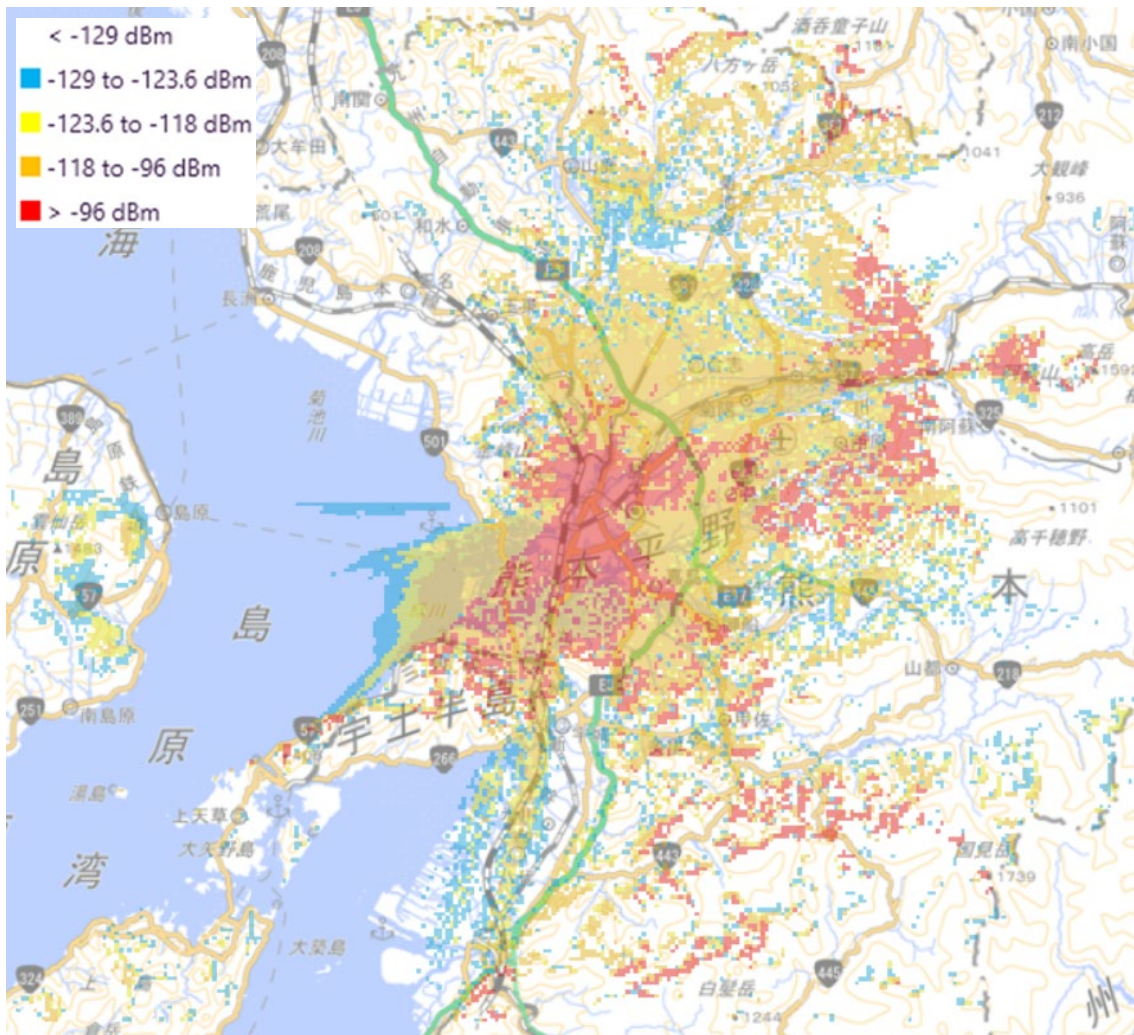
レベルによる色分けは、

- -129dBm: 電波法関係審査基準に規定される外来雑音電力レベル
- -123.6dBm: 電波法関係審査基準に規定される伝搬の質を維持するための混信レベル
- -118dBm: 電波法関係審査基準に規定される伝搬の質を維持するための希望波レベル
- -96dBm: キャリアセンスレベル(7 μ V)

をもとに行った。

表 資料 11-13 シミュレーションの諸元(2C)

項目	内容
位置	北緯 32 度 48 分 1 秒 東経 130 度 42 分 11 秒 サクラマチクマモト 2 階
送信空中線高	地上高 8m
送信空中線	2.15dBi スリーブアンテナ
空中線電力	5W
送信空中線系損失	2dB(共用器+給電線)
受信空中線高	地上高 1.5m
受信空中線	2.15dBi ホイップアンテナ
受信空中線系損失	0dB



地理院地図(電子国土 Web)から加工
 図 資料 11-21 伝搬シミュレーション結果(2C)

(ii) 3A に設置した場合のシミュレーション

実際の建造物は考慮せず、地形や地勢(市街地、開放地など)のみを考慮した。諸元は、表資料 11-14 のとおり。

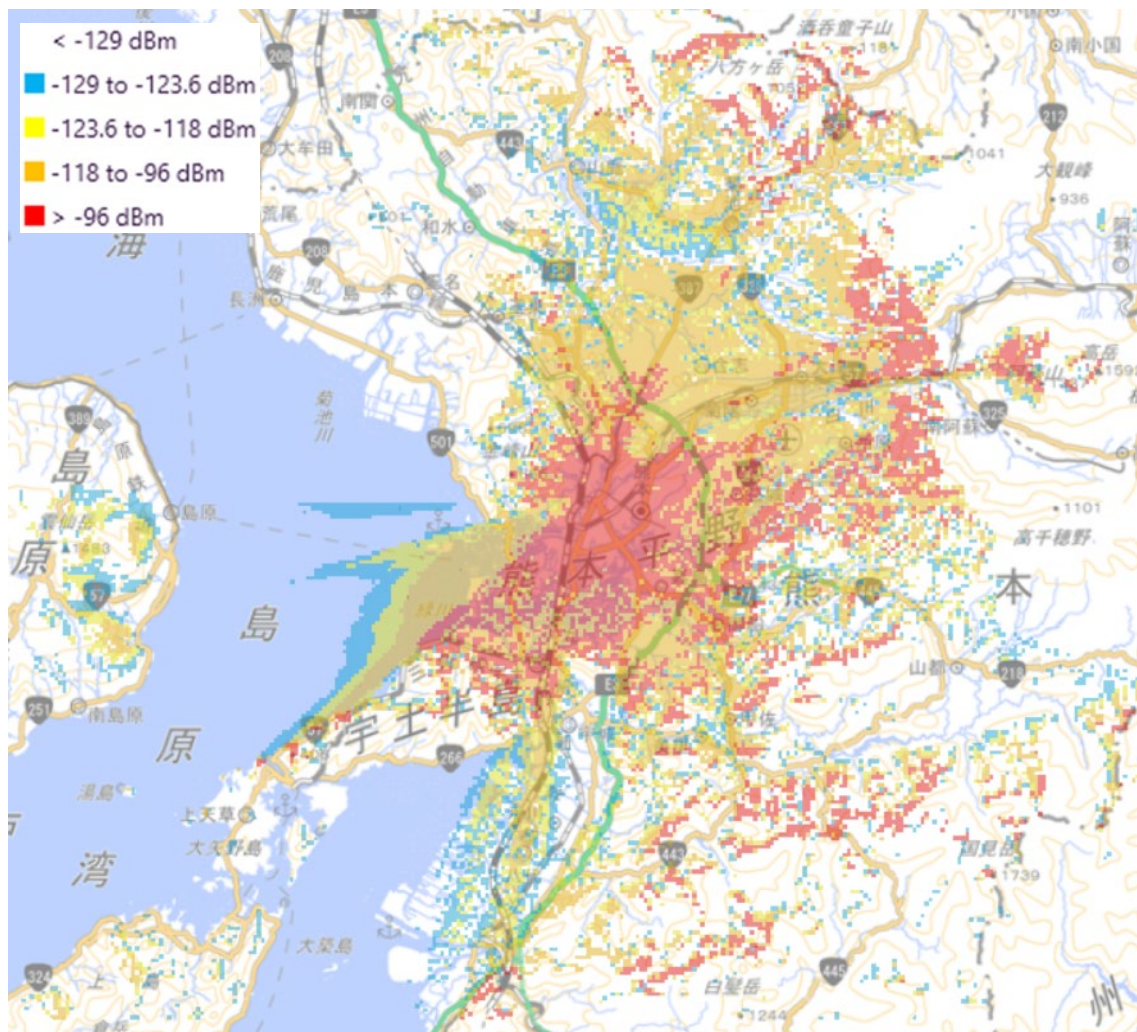
レベルによる色分けは、

- -129dBm: 電波法関係審査基準に規定される外来雑音電力レベル
- -123.6dBm: 電波法関係審査基準に規定される伝搬の質を維持するための混信レベル
- -118dBm: 電波法関係審査基準に規定される伝搬の質を維持するための希望波レベル
- -96dBm: キャリアセンスレベル(7 μ V)

をもとに行った。

表 資料 11-14 シミュレーションの諸元(3A)

項目	内容
位置	北緯 32 度 48 分 1 秒 東経 130 度 42 分 15 秒 サクラマチクマモト 3 階
送信空中線高	地上高 12m
送信空中線	2.15dBi スリーブアンテナ
空中線電力	5W
送信空中線系損失	2dB(共用器+給電線)
受信空中線高	地上高 1.5m
受信空中線	2.15dBi ホイップアンテナ
受信空中線系損失	0dB



地理院地図(電子国土 Web)から加工
 図 資料 11-22 伝搬シミュレーション結果(3A)

② 測定方法

シミュレーションで強く長距離伝搬している方向を主として測定を実施した。

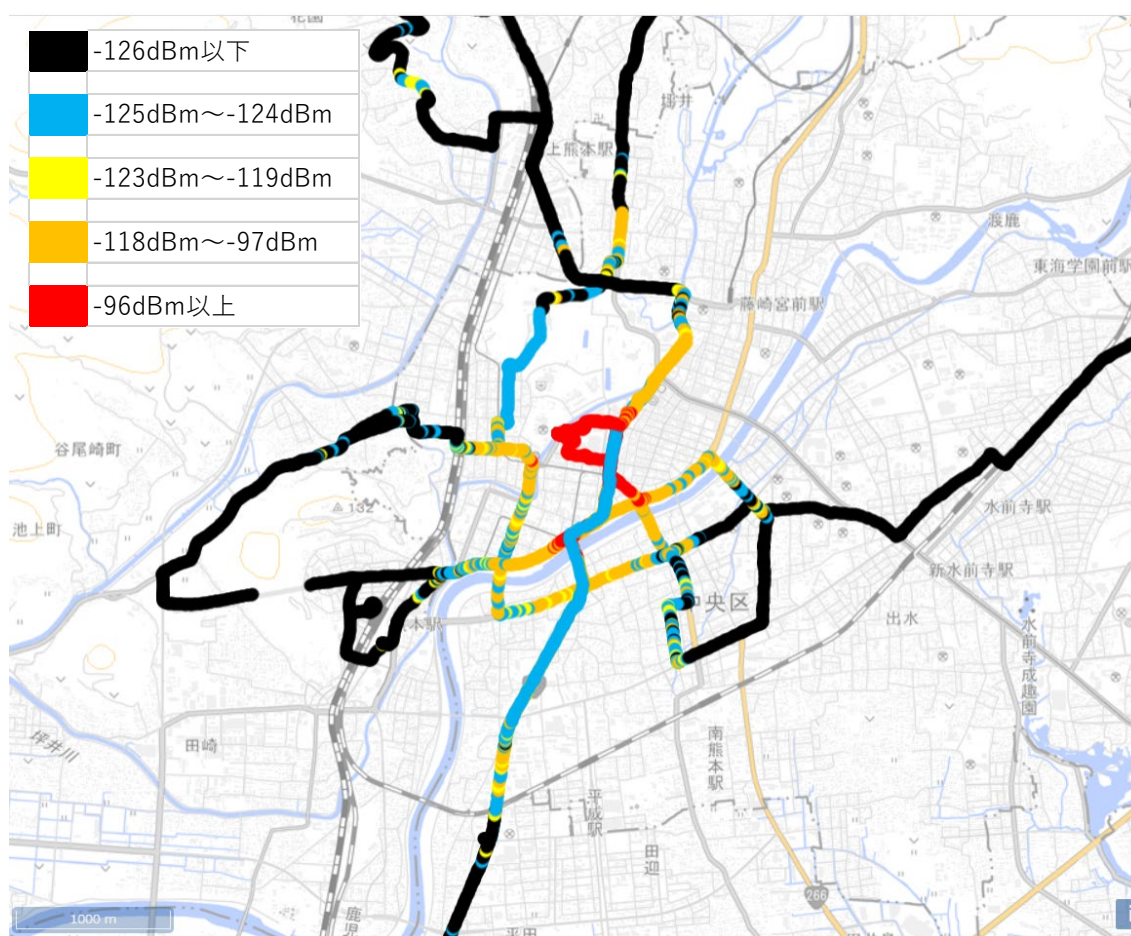
4 台の車両を使用し、

- (1) 南西方向(天草方面)
- (2) 南南西方向(新幹線沿いに八代方面)
- (3) 北方向(菊池市方面)
- (4) 西方向(阿蘇山方面)

を測定した。

③ 結果

(i) 2C の場所に中継機を設置した場合



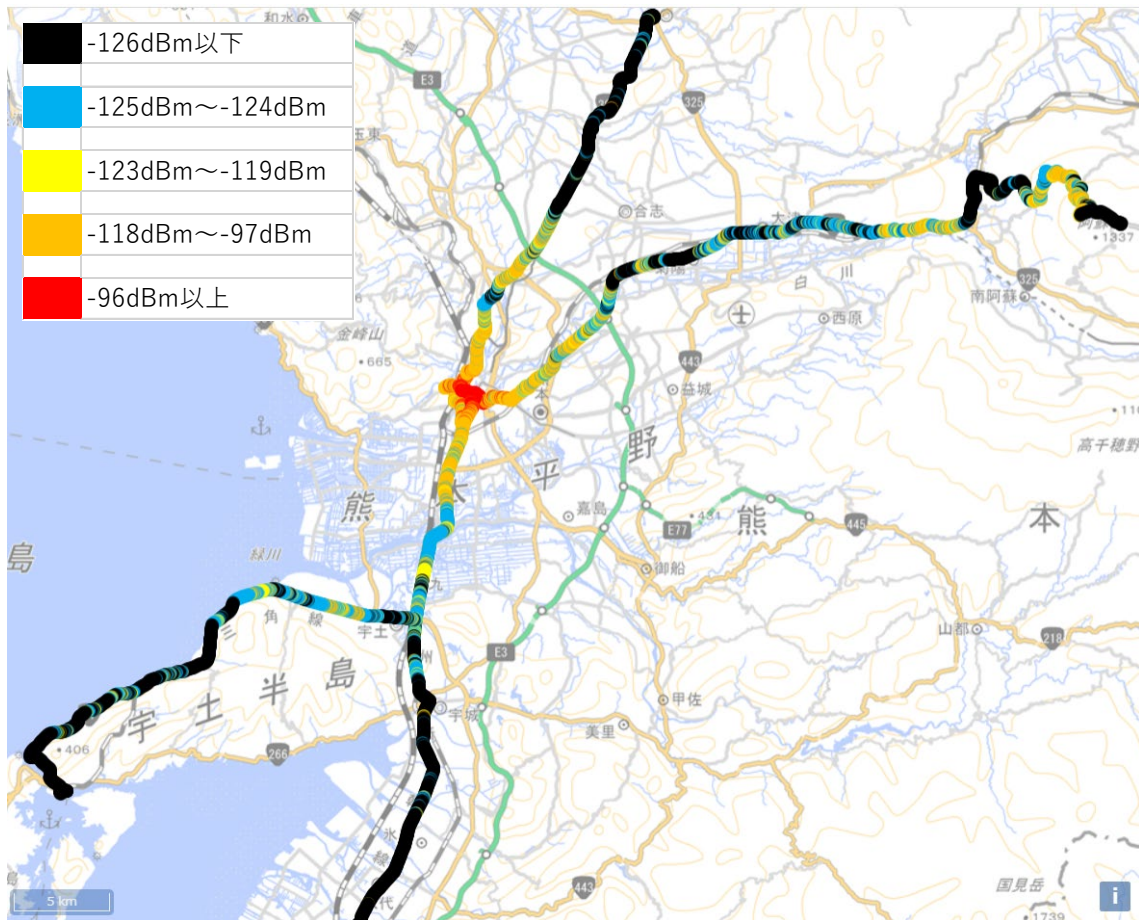
地理院地図(電子国土 Web)から加工

図 資料 11-23 ビル外への輻射測定結果(2C)

シミュレーションに対して、きわめて狭い範囲の伝搬となっていることがわかった。

建物中央付近への設置により、建物外へのふく射が建物によって遮蔽されているためと考えられる。

(ii) 3A の場所に中継機を設置した場合



地理院地図(電子国土 Web)から加工
図 資料 11-24 ビル外への輻射測定結果(3A)

シミュレーションに対して、信号レベルは下がっているが広い範囲に伝搬していることがわかった。

建物外部(テラス)への設置により、屋外へのふく射が建物によって遮蔽されにくかったためと考えられる。

【参考】中継機設置場所3Aからの眺望



図 資料 11-25 中継機設置場所 3A からの眺望

中継機設置場所 3A の環境は、図 資料 11-25 のようになっている。目の前は公園スペースがあり、ビルも離れている。この構造が遠方へのふく射の要因と考えられる。

④ 実証試験の様子

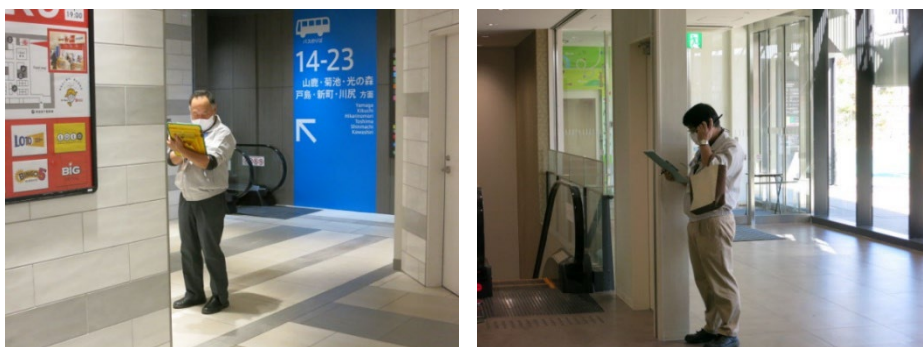


図 資料 11-26 サクラマチクマモトで通信試験をする作業者

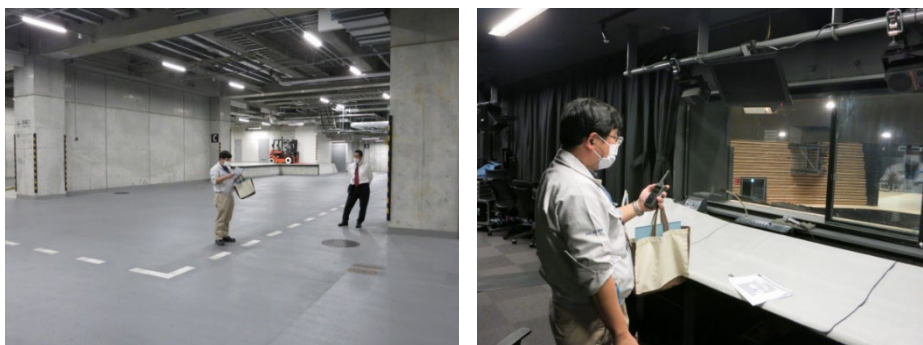


図 資料 11-27 熊本城ホールで通信試験をする作業者



図 資料 11-28 中継機設置場所 3A の様子



図 資料 11-29 ふく射測定車両の様子

資料12 公開実証試験

《1》 概要

調査検討会構成員及びオブザーバを対象に実証試験の内容をデモンストレーションした。
以下の内容を実施した。

1. 開会
2. 九州総合通信局長挨拶
3. 座長挨拶
4. 実証試験の概要と中間報告
5. 実証試験の公開(実演)
 1. 中継機の利用による通信範囲の改善
 2. 混信を回避する機能
 3. 選択的中継機能
 4. データ通信の中継
 5. 実験機材の展示
 6. 質疑応答
 7. 実験機材の展示、中継場所の展示

《2》 公開実証試験の様子

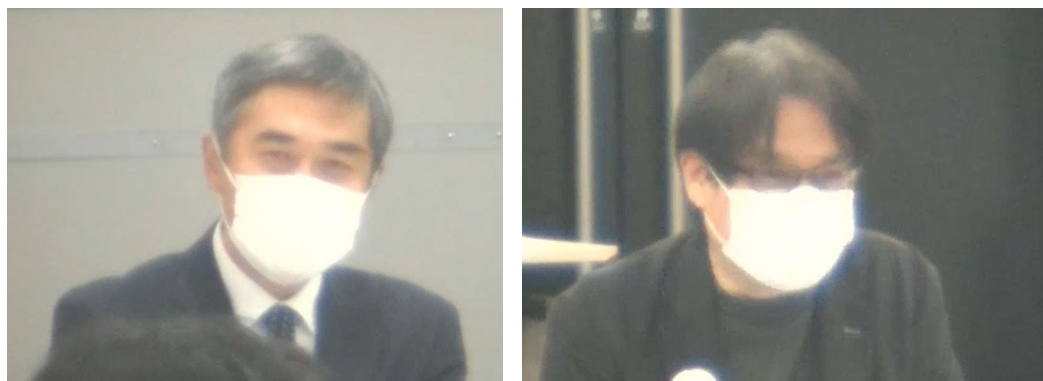


図 資料 12-1 ご挨拶をされる九州総合通信局布施田局長(左)と熊本大学福迫教授(右)



図 資料 12-2 実証試験実演のライブ映像(直接通信と中継経由の通信可否)



図 資料 12-3 実証試験実演のライブ映像(データ通信)



図 資料 12-4 実証試験の公開会場の様子(左)と中継型試験機材の展示の様子(右)

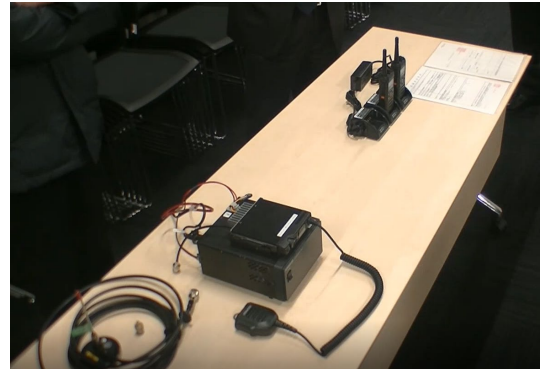
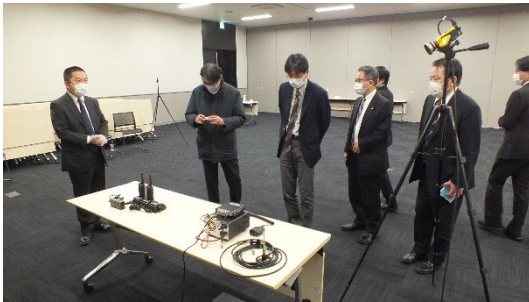


図 資料 12-5 携帯型・車載型試験機材の展示の様子

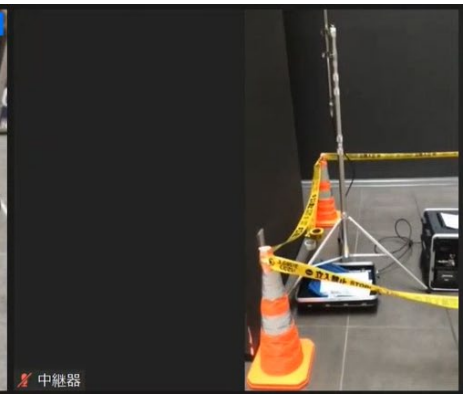


図 資料 12-6 中継型試験機材の様子

資料13 周波数共用条件検討に用いた各無線方式

周波数共用条件検討に用いた各無線方式の主要諸元を示す。

表 資料 12-1 周波数共用条件検討に用いた各無線方式の諸元

変調方式	FM		$\pi/4$ シフトQPSK				16QAM			M16 QAM	RZ SSB		4 値 FSK	
チャンネル間隔	12.5 kHz	25kHz /20kHz	6.25 kHz	12.5 kHz	25kHz	25kHz	6.25 kHz	12.5 kHz	25 kHz	25 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz
アクセス方式	SCPC	SCPC	SCPC	TDMA	TDMA	TDMA	SCPC	TDMA	TDMA	TDMA	SCPC	TDMA	SCPC	TDMA
多重数	1	1	1	2	4	4	1	2	4	6	1	2	1	2
送信占有周波数帯幅	8.5kHz	16kHz	5.76kHz	11.52 kHz	24.3kHz	24.3kHz	5kHz	10kHz	24kHz	18.3kHz	3.4kHz	6.8kHz	4kHz	8kHz
伝送速度 / 情報帯域	0.3~3.0kHz	0.3~3.0kHz	9.6 kbps	19.2 kbps	32 kbps	36 kbps	16 kbps	32 kbps	64 kbps	64 kbps	0.3~3.4kHz	0.3~3.4kHz	4.8 kbps	9.6 kbps
ロールオフ率	-	-	0.2	0.2	0.5	0.35	0.25	0.25	0.5	0.2	-	-	0.2	0.2
等価受信帯域幅	8.5kHz	16kHz	4.8kHz	9.6kHz	18kHz	18kHz	4kHz	8kHz	16kHz	16kHz	3.4kHz	6.8kHz	4kHz	8kHz
CNR @BER=1% 又は SINAD/NQ	12.0dB	20.0dB (SINAD)	10.0dB	10.0dB	10.0dB	10.0dB	13.9dB	13.9dB	13.9dB	13.9dB	12.0dB (SINAD)	12.0dB (SINAD)	11.3dB	11.3dB
NF	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB	8.0dB
機器マージン	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB	6.0dB
基準感度	6.0 dB μ V	6.0 dB μ V	0 dB μ V	3.0 dB μ V	6.0 dB μ V	6.0 dB μ V	3.0 dB μ V	6.0 dB μ V	9.0 dB μ V	9.0 dB μ V	0 dB μ V	3.0 dB μ V	0 dB μ V	3 dB μ V

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」に関する一部答申【平成 14 年 9 月 30 日付け 情報通信技術分科会諮問第 2009 号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成 20 年 3 月 26 日の「資料編」表 3-1 より抜粋転載。

赤枠の方式は、UHF 帯簡易無線に用いられているもの。

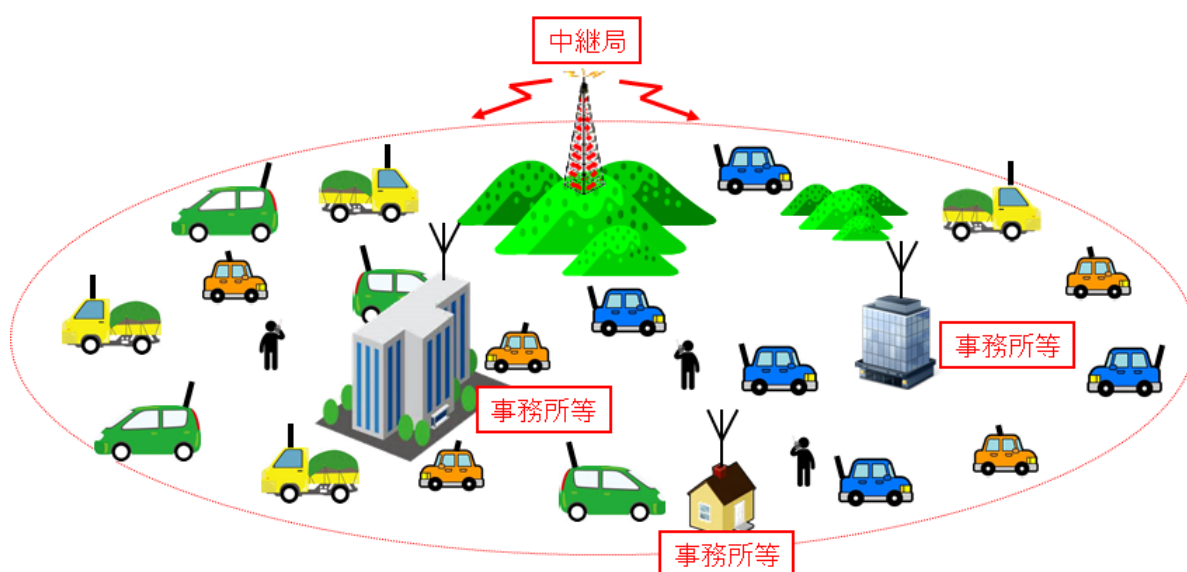
資料14 デジタル簡易無線中継設備の共同利用について

《1》 共同利用型中継システム

一般に中継設備は複信無線機や共用器等が必要なことから高額になる傾向がある。設置場所や利用頻度により、重複する通話エリアにおいて複数の利用者で中継設備を共同利用型とすれば、利用者間で設置・保守等の費用を分割でき、負担が少ない。

共同利用に際しては、費用負担、修理保守負担、利用制限、所有権等について利用者間で明確にしておく必要がある。

ただし、デジタル簡易無線免許局では異なる免許人の局との通信はできない。業務上必要な場合は、免許人の間で契約等を締結し、無線局免許状の通信の相手方に指定する手続きが必要。



中継局を複数の免許人で共用

(黄色トラック、オレンジ色タクシー、青色ハイヤー、緑色運送、黒色の人の5社で共同利用)

図 資料 14-1 共同利用型中継システムのイメージ

《2》 共同利用型中継システムの機能

共同利用型中継システムは、中継システムを複数の利用者で利用するものであり、中継の機能動作自体に違いはない。ただし、自利用者グループ以外の通話は、わずらわしいだけでなく、業務の障害となりうるため聞こえなくすることが望ましい。そのうえで、相互に妨害を与えずに運用する必要から、以下のような機能を備えることが望ましい。なお、これらの機能の使用要否については、個々のシステム要求仕様により決定されるものであり、また、これら以外の機能や組み合わせを否定するものではない。

表 資料 14-1 共同利用型中継局に望ましい機能(例)

目的	機能	備考
共同利用している免許人の通信のみ中継する	ユーザリスト機能	リスト登録のある局のみ中継局を利用可能。
共同利用している免許人の通信のみ中継する	ユーザコード機能	ユーザコードが一致する局のみ中継する。
同一免許人の通信のみ受信音を出す	ユーザコード機能	中継機は、複数のユーザコードを待ち受け、一致したもののみ同じユーザコードで中継する。 子機はユーザコードが一致する下り信号のみ受信音を出す。
同一免許人の通信のみ受信音を出す	選択呼出機能 (グループ呼出)	中継機は選択呼出し機能の情報をそのまま中継する。 共同利用者間でグループ番号を規定することで、利用者間の区別だけでなく、利用者内のグループ分けも可能になる。 設備管理者等から全利用者への一斉通報が可能。 複数利用者にまたがるグループも設定可能
他の利用者が利用中は送信不可にする	キャリアセンス機能	子機は下り周波数でキャリアセンスし、信号検知中は送信不可にする。

※選択呼出機能:

デジタル音声通信の付加情報としてグループ番号を送信し、待ち受けているグループ番号(一般に複数待ち受けが可能)と一致した場合に受信音を出す機能。

資料15 関連する法令類一覧

本調査検討の対象としている467MHz デジタル簡易無線免許局及び351MHz デジタル簡易無線登録局に関連する法令類をまとめた。

簡易無線に関する直接の規定のみであり、簡易無線を含む無線一般のものは含まれない。

「概要」の中で簡易無線や簡易無線局とあるのは、467MHz デジタル簡易無線免許局、351MHz デジタル簡易無線登録局のこと。

法令類	条項	概要
電波法施行規則	第三条十六	簡易無線業務の定義
	第四条 1 二十五	簡易無線局の定義
	第八条 2 十一	簡易無線局は免許の有効期限を局種で合わせる制度の対象外
	第九条の三	簡易無線局に係る無線設備の変更等
	第十三条 1	簡易無線局の周波数及びその空中線電力は、別に告示する。
	第十六条十二	登録の対象とする無線局
	第十八条 1 一	登録局の開設区域
	第三十三条 六、七	簡易無線は簡易な操作の対象
	第三十四条の六	簡易無線局は主任無線従事者の講習を要しない無線局
	第三十八条 1 六、3	簡易無線局で備付けを要する業務書類
	第四十一条の二の六 二十三	簡易無線局は定期検査を行わない
	第五十一条の十五	簡易無線局に関する総務大臣の権限を所轄総合通信局長に委任する
	別表第一号の三	簡易無線局の無線設備の工事設計の変更で許可を要しない軽微な事項を規定
	無線設備規則	第九条の二 1
第五十四条 二		簡易無線の無線設備を規定 ①変調方式②通信方式③筐体④周波数及び空中線電力⑤チャンネル間隔⑥送信時間制限装置⑦呼出名称記憶装置⑧キャリアセンス⑨隣接チャンネル漏えい電力
第五十七条の二の二		RZSSB 無線設備の規定から簡易無線を除外
第五十七条の三		デジタル送信装置の条件から簡易無線を除外
第五十七条の三の二		狭帯域デジタル無線設備の条件から簡易無線を除外
別表第一号 6、注 50		簡易無線局の周波数の許容偏差を規定
別表第二号 第 37		簡易無線局の占有周波数帯幅を規定
別表第三号 19		簡易無線の不要発射等規定
無線局運用規則	第四章(第百二十五条～第百三十七条)	簡易無線局の運用について規定
	第百二十八条の二(上記に含まれる)	簡易無線の通信時間について規定
無線局免許手続規則	第二条 1 二、9	簡易無線局の免許の単位
	第四条	書類様式は別表第二号の三第1
	第十五条 1 六	簡易無線局の工事落成の予定期日は記載省略できる
	第十五条の二の二 2	簡易無線局の申請手続きの簡略について規定
	第十五条の三	簡易無線局の申請手続きの簡略について規定(型式検定及び適合表示無線設備の工事設計書の記載)
	第十五条の四	簡易無線局の申請手続きの簡略について規定(適合表示無線設備の免許手続き)
	第十六条の三	簡易無線局の添付書類の提出の省略について規定
	第二十一条	簡易無線局の複数の免許を1つにまとめる場合を規定
	別表第二号の三第1	簡易無線局の事項書と工事設計書の様式

無線局の開設の根本的基準	第二条五	簡易無線業務用無線局の定義
	第七条	簡易無線局開設の根本的基準
特定無線設備の技術基準適合証明に関する規則	第二条 四の五、四ノ六	簡易無線局は特定無線設備
平成 06 年 7 月 21 日郵政省告示第四百五号	電波法施行規則第十三条 第一項の規定に基づく簡易無線局の周波数及び空中線電力	周波数 空中線電力 電波の型式 を規定
平成 20 年 8 月 29 日総務省告示第四百六十九号	無線局免許手続規則第二条第九項の規定に基づく簡易無線局であって二以上の送信装置を含めて単一の無線局として申請することができるもの	デジアナデュアル機を 1 つの無線局として免許申請できることを規定
平成 20 年 8 月 29 日総務省告示第四百六十六号	無線設備規則第九条の二 第一項の規定に基づく呼出名称記憶装置を装置しなければならない簡易無線局及びその呼出名称記憶装置の技術的条件	呼出名称記憶装置の技術的条件 データフレームの構成など詳細に規定
平成 20 年 8 月 29 日総務省告示第四百六十七号	無線設備規則第五十四条 第二号の規定に基づく簡易無線局の無線設備の一の筐体に収めることを要しない装置、発射可能な周波数及び空中線電力、送信時間制限装置及びキャリアセンスの技術的条件	登録局のキャリアセンスについて規定
平成 13 年 1 月 6 日総務省訓令第六十七号	電波法関係審査基準	
	P12 第 6 章の 2 登録局の登録等の審査	登録、包括登録の審査
	p27 別表 1	簡易無線の通信事項のコード
	p253 別表 1 第 13 号	簡易無線局の周波数、電波の型式、占有周波数帯幅の許容値、空中線電力、用途、仕様区域
	p277 の 7 別表 2 93	無線局の目的、免許の主体及び開設の理由並びに通信事項
	p345 別表 3 識別信号の指定基準 20 簡易無線局	呼出名称(免許局)
	p371 別表 3 識別信号の指定基準 表 4	呼出名称の指定基準(登録局)
	p501 別紙 1 無線局の局種別審査基準第 16	簡易無線免許局の審査基準
	p933 別紙 2 無線局の目的別審査基準 第 2 陸上関係 4 その他	外国人が開設できる

資料16 参照文献等

平成 10 年度 電気通信技術審議会答申 諮問第 94 号「400MHz 帯等を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」平成 10 年 6 月 29 日

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」に関する一部答申【平成 14 年 9 月 30 日付け 情報通信技術分科会諮問第 2009 号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成 20 年 3 月 26 日

「150MHz 帯アナログ簡易無線局用周波数におけるデジタル方式との周波数共用に関する調査検討報告書」(平成 23 年 3 月 北陸総合通信局)

「業務用無線通信システムに関する調査検討報告書」(平成 27 年 1 月 北海道総合通信局)

無線局統計情報

総務省情報通信統計データベース電波・無線分野

電波の利用状況調査

総務省電波利用ホームページ

一般社団法人電波産業会 ARIB 標準規格

ARIB STD-T98 デジタル簡易無線局の無線設備 第 1.4 版 2014.12.16 改定 2008.09.25 発行

ARIB STD-B54 放送事業用 4FSK 連絡無線方式 第 2.0 版 2013.03.19 改定 2011.09.16 発行

移動通信の基礎 社団法人電子情報通信学会

奥村善久、進士昌明監修

資料17 用語集

用語	説明
16QAM	16 Quadrature Amplitude Modulation の略称。 16 値直交振幅変調。 位相が直交する 2 つの搬送波を合成した搬送波によってデジタルデータを伝達する変調方式。
4 値 FSK	4 値 Frequency Shift Keying (四値周波数偏位変調) の略称。 送信電波の周波数を変化させ、4 つの状態を作ることで 00/01/10/11 のビット情報を送信する方式。
BER	Bit Error Rate の略称。 データ伝送品質の評価尺度のひとつで、 ビット誤り率 = 誤った受信ビット数 / 伝送した全ビット数 で表される。
C/I	CI 比の略 (CIR)。Carrier to Interference Ratio、搬送波対干渉波比。 搬送波 (Carrier) と干渉波 (Interference) との比率。
C/N	CN 比の略 (CNR)。CN 比は、Carrier to Noise ratio、搬送波対雑音比。 搬送波 (Carrier) と雑音 (Noise) との比率。
ch	チャンネル。 本書では、等間隔で並んだ無線通信用周波数を表す。
D/U	希望波 (Desired Signal) と妨害波 (Undesired Signal) の比率。
IP 無線	携帯電話網等のデータ通信機能を利用したプレストーク (PTT) 方式の移動体通信サービス。
MCA 方式	Multi-Channel Access 方式の略称。 無線回線の使用効率を向上させるため、各無線局に複数のチャンネルを共通して装備し、空いているチャンネルを使って交信するシステム。中核となる制御局が自動的に空きチャンネルを割当てる。
PN9	PN とは Pseudo random Noise の略称で疑似ランダムノイズを意味する。 9 は PN9 パターンを発生するビットシフト回路の段数で、PN9 パターンは 2 の 9 乗のデータ長 ($2^9 - 1 = 511$) で繰り返すパターン。
PN15	PN とは Pseudo random Noise の略称で疑似ランダムノイズを意味する。 15 は PN15 パターンを発生するビットシフト回路の段数で、PN15 パターンは 2 の 15 乗のデータ長 ($2^{15} - 1 = 32767$) で繰り返すパターン。
PTT	Press To Talk 又は Push To Talk の略称。 音声を送信する時に操作するスイッチ。
RSSI	Received Signal Strength Indicator の略称。 受信信号強度。
RZSSB	RZSSB (Real Zero Single Side-Band) 方式は、送信部に AM 変調の一種である SSB 方式を用い、受信部は FM 方式をデジタル処理することで実現する変調方式 (実数零点単側波帯変調)。
SCPC	Single Channel Per Carrier の略称。 音声やデータ等の情報信号を伝送する。 各チャンネルのそれぞれに一つのキャリアを割当てる方式。
SDM	Short Data Message の略称。 ショートメッセージ機能を表す。

TDMA	Time Division Multiple Access の略称。 時分割多元接続。電波をタイムスロットに分割し無線局に割当てて多元接続を行う技術。
$\pi/4$ シフト QPSK	1 シンボル毎に 45 度($\pi/4$ ラジアン)位相の異なる 4 値位相変位変調(QPSK, Quadrature Phase Shift Keying)を用いてデジタルデータを伝達する変調方式(四分の π シフト四相位相変調)。
アーラン B 式	通信トラヒックの呼損率を求めるために用いられる数式。
アクセス時間	本書では、発信局がフレームの先頭を送信開始してから、着信局にフレームの先頭が届くまでの時間を表す。
移動局	船舶局、遭難自動通報局、船上通信局、航空機局、陸上移動局、携帯局その他移動中又は特定しない地点に停止中運用する無線局をいう。
エリアシミュレーション	地形、気象などの条件を考慮し、電波が伝搬されるエリア(地域)を模擬的に演算する手法。
簡易無線	多くの人が様々な簡易な業務に使用できる無線局であり、無線従事者の資格は必要ない。
干渉	本書では、受信機が妨害波信号により希望波信号の受信に影響を受ける現象を表す。
希望波	無線機が受信しようとしている電波。
給電線	送信機からアンテナに高周波電力を伝送又はアンテナから受信機に高周波電力を伝送するための伝送線路(電線)。
狭帯域	占有周波数帯幅の狭い電波型式。本書では、チャンネル間隔 6.25kHz のものを表す。
業務用無線	あらゆる業種に用いられる自営陸上移動通信の総称で、公共業務用と一般業務用に大別される。
共用器	単一の空中線で送受信を同時に行うための装置。電力の大きな送信波が微弱な受信波に与える影響を抑えるため、受信装置と空中線間に、送信に用いる周波数の電力を減衰させるフィルタ及び受信周波数の送信雑音を減衰させるフィルタを備えている。
近接チャンネル干渉	隣接チャンネルよりも離れた周波数の妨害波による感度抑圧。
空中線	アンテナのこと。
呼損率	通信回線(設備)の容量不足によって、通信又は通話がつかない割合。
再生中継方式	受信した信号を復調してから再送信する中継方式。 本書では、受信した信号を復調し、デジタルフレームのエラー検出・訂正を行ってから異なる周波数で再送信する、二周波複信動作の再生中継方式を表す。中継局が二周波複信動作を行い、移動局が二周波単信動作を行うことで二周波半複信通信となる。
周波数利用効率	有限の電波資源(周波数資源)を割当てて使用する効率。
情報通信審議会	総務大臣の諮問に応じて、情報の電磁的流通及び電波の利用に関する政策に関する重要事項を調査審議し、総務大臣に意見を述べ、郵政事業及び郵便認証司に関する重要事項を調査審議し、関係各大臣に意見を述べる組織。
信号レベル	実験又は測定で無線機に供給される信号のレベル。
スペクトラムアナライザ	横軸を周波数、縦軸を電力又は電圧とする二次元のグラフを画面に表示する計測器。
相互変調	希望波信号を受信しているときにおいて、二以上の強力な妨害波が到来し、それが、受信機の非直線性により、受信機内部に希望波信号周波数又は受信機の間周波数と等しい周波数を発生させ、希望波信号の受信を妨害する現象をいう。

単信	一方が送信している間もう一方は受信を行い、伝送方向が切替えられる通信方式。半二重通信(Half Duplex)。
中継局	基地局と陸上移動局との間及び陸上移動局相互間の通信を中継するため陸上に開設する移動しない無線局をいう。
同一チャンネル干渉	受信チャンネルと同一チャンネルの妨害波による干渉。
トラヒック理論	通信回線の通信容量を算定する理論。サービス拒絶確率・待ち時間・資源の利用効率などを取り扱う。
半複信	一方が単信方式、もう一方が複信方式である通信方式。
フェージング	無線通信で届く電波の強度が何らかの理由により変動すること。無線局の移動や時間経過により、障害物や大気中の電離層による反射などが変化し、時間差をもって到達した電波の干渉に変化が発生することで起きる。
複信	双方が同時に送信できる通信方式。全二重通信(Full Duplex)。
妨害波	希望波に妨害を与える電波。
マルチチャンネルアクセス	複数の無線局が複数の無線チャンネルを共同使用することで、電波帯域を有効利用する技術。
免許人	無線局の免許を受けた者。
隣接チャンネル干渉	受信チャンネルの隣のチャンネルの妨害波の側帯波スペクトル(隣接チャンネル漏洩電力)による干渉。

令和4年3月

400MHz帯デジタル簡易無線局の帯域拡張
及び高度化のあり方に関する調査検討
報告書

事務局：九州総合通信局無線通信部電波利用企画課
〒860-8795
熊本県熊本市西区春日2丁目10番1号