

地域振興用周波数の有効利用のための
技術的条件に関する調査検討会報告書

平成 28 年 3 月

地域振興用周波数の有効利用のための
技術的条件に関する調査検討会

目次

はじめに	1
1 調査検討の概要	2
1.1 調査検討の背景	2
1.2 調査検討の目的	3
1.3 調査検討項目	3
2 地域振興用無線システム	5
2.1 地域振興 MCA	5
2.2 地域コミュニティ無線	8
2.3 マリンコミュニティホーン	10
3 地域振興用無線システムのデジタル化	15
3.1 デジタル化モデルの検討	15
3.2 変調方式の選定	16
3.3 無線局諸元	17
3.4 デジタル地域振興 MCA とマリンコミュニティホーンの比較	18
3.5 需要調査	20
3.6 需要予測	25
3.7 デジタル化により利便性の向上が期待される機能	26
3.8 デジタル化による新たな利用シーン	29
3.9 アナログからデジタルへの移行	33
4 デジタル地域振興用無線システムの干渉	34
4.1 干渉モデル	34
4.2 同一チャネル干渉	35
4.3 隣接チャネル干渉	39
4.4 近接チャネル干渉	44
4.5 相互変調	47
5 実証試験	52
5.1 実証試験の目的	52
5.2 実証試験の方法	52
5.3 基地局設置場所、試験測定範囲	52
5.4 机上検討(デジタル・アナログの回線設計比較による検討)	53
5.5 信号強度測定結果(デジタル実験試験局とマリンコミュニティホーンの比較)	54

5.6 信号強度測定結果(海上での距離対信号強度)	55
5.7 信号強度測定結果(デジタル実験試験局 全データ)	56
5.8 測定値とエリアシミュレーションとの比較	57
5.9 信号強度ポイント比較	59
5.10 信号強度測定考察、結論	60
6 チャンネル配置と必要チャンネル数	61
6.1 地域振興用無線の周波数	61
6.2 デジタル方式におけるチャンネル配置の考え方	61
6.3 デジタル地域振興用無線システムの周波数配置案	62
6.4 収容局数	66
6.5 必要なデジタルチャンネル数	72
6.6 周波数割当ての検討	73
6.7 チャンネル割当てモデル例	76
7 地域振興用無線システムの海上利用	77
7.1 海上利用におけるシステム比較	77
7.2 デジタル地域振興 MCA の海上利用	79
8 地域振興用無線システムのデジタル化に関する技術的条件(案)	80
8.1 一般的条件	80
8.2 送信装置	82
8.3 受信装置	83
8.4 制御部	84
9 まとめ	85
9.1 デジタル化の検討	85
9.2 システムコスト	85
9.3 免許上の配慮	85
9.4 おわりに	86

資料	87
資料1 開催要綱	87
資料2 構成員一覧	89
資料3 調査検討会開催状況	90
参考資料	92
参考資料1 地域振興 MCA の諸元	92
参考資料2 地域コミュニティ無線の諸元	93
参考資料3 マリンコミュニティホーンの諸元	94
参考資料4 需要調査アンケートについて	95
参考資料5 デジタル地域振興用無線システムに関する需要予測（メーカーへのアンケート結果）	102
参考資料6 実験試験局について	103
参考資料7 実証試験について	105
参考資料8 公開実証試験について	108
参考資料9 トラヒックシミュレーションについて	112
参考資料10 モンテカルロシミュレーションによる干渉発生確率の計算	113
参考資料11 参照文献等	117
用語集	118

はじめに

無線通信の黎明期にはバルチック艦隊発見の連絡に火花放電をしましたが、今では周波数は極めて重要な資源です。総務省のホームページには、長波から短波、サブミリ波まで帯域を細分化した電波利用が示されています。ここから、本調査検討会の対象である地域振興用無線には極超短波(UHF)の 400MHz 帯が割り当てられていることがわかります。

UHF 帯を利用した無線は、タクシー無線、移動体衛星通信、列車無線、防災無線など様々な業種、業務の効率向上に寄与しています。しかし、便利さが高じて利用者が増えますと、周波数帯域は限られていることから、光の干渉に見られるようにそれぞれの通信品質が劣化してしまうので、その回避策として通信回線数が制限されることとなります。

一方、電波利用についても課題が出てきました。マリンコミュニティホーンの場合、無線機の製造中止により、漁業に携わる方々の業務に支障をきたし始めてきました。実際、青森県平内町漁業協同組合では次世代の海上無線が喫緊の検討課題となっています。

限られた周波数資源の有効利用と無線技術の改良と応用の必要性に直面して、東北総合通信局は「地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会」を発足しました。本調査検討会では、地域振興用無線のデジタル化により使用可能チャンネル数を増加し、その過程においてマリンコミュニティホーンを統合することを検討し、東北管内における地域振興用無線の需要を調査してチャンネル割当て案を策定しました。

以上の調査検討結果は、青森県陸奥湾における通話範囲測定、チャンネル干渉の机上検討とラボ試験などを通して実証しました。実証の成果は、漁業関係者をはじめとする一般の方々に公開実証試験で披露しました。車が道路を、船が海上を移動する様子 of 地図上表示や、無線機間のメッセージ伝送を実演することで利便性を実感していただき、音声通話のみならず GPS を使用した車両・船舶の位置管理やセンサを使用した海水温・潮流情報データ通信などの新たな機能による業務効率向上への期待にもつながったことと思います。

本調査検討会としましては、以上の経緯が各無線機メーカーによるデジタル地域振興用無線システムの開発に役立ち、それが産業の発展、地域の活性化、安心・安全に貢献することを願って止みません。最後に、ご多忙な中、調査検討会に参画いただきました産学官の構成員各位、そして、調査検討会の開催や実証試験の実施に多大なるご協力をいただきました青森県平内町役場様、青森県平内町漁業協同組合様に心より感謝申し上げます。

平成 28 年 3 月

地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会

座長 深瀬 政秋

1 調査検討の概要

1.1 調査検討の背景

一般業務用として利用されている無線システムのうち 400MHz 帯の周波数を使用した地域振興用無線システムは様々な用途に利用されており、中でも 367.45MHz から 367.7375 MHz 及び 385.45MHz から 385.7375MHz を利用した 4 波 1 ブロックを使用する地域振興用無線システムには、MCA 及び同報系の地域コミュニティ無線の 2 種類のシステムが導入されている。一方、東北管内では地域振興 MCA が多くの地域で普及しており、新たに地域振興用無線システムを導入する場合、周波数の割当てが厳しい状況となっている。

今般、業務用無線で使用する 150/260/400MHz 帯業務用移動無線について、周波数有効利用のため 4 値 FSK 変調方式等によるデジタル化を推進していくことが情報通信審議会の検討会で平成 26 年 5 月に答申されたところであり、地域振興用無線システムをデジタル化してチャンネル数を増やし、より多くのユーザが利用できる環境が望まれている。

地域振興用無線システムは、地域のニーズにおいて許容範囲内での占有帯域幅や変調方式が認められていることから様々なスペックが容認されている。このような多様性をもつ地域振興用無線システムのデジタル化にあたっては、様々な変調方式を検討して、現行システムとの共存を検討することが重要となってくる。

また、デジタル化した地域振興用無線システム(以下「デジタル地域振興用無線システム」という。)の更なる利活用方策も検討する必要がある。特に、他の無線システムによる代替等を求められているマリンコミュニティホーン(350MHz帯)のデジタル地域振興用無線システムへの移行の可否検討のため、デジタル地域振興用無線システムの海上利用における適用条件等についての検討を行う。

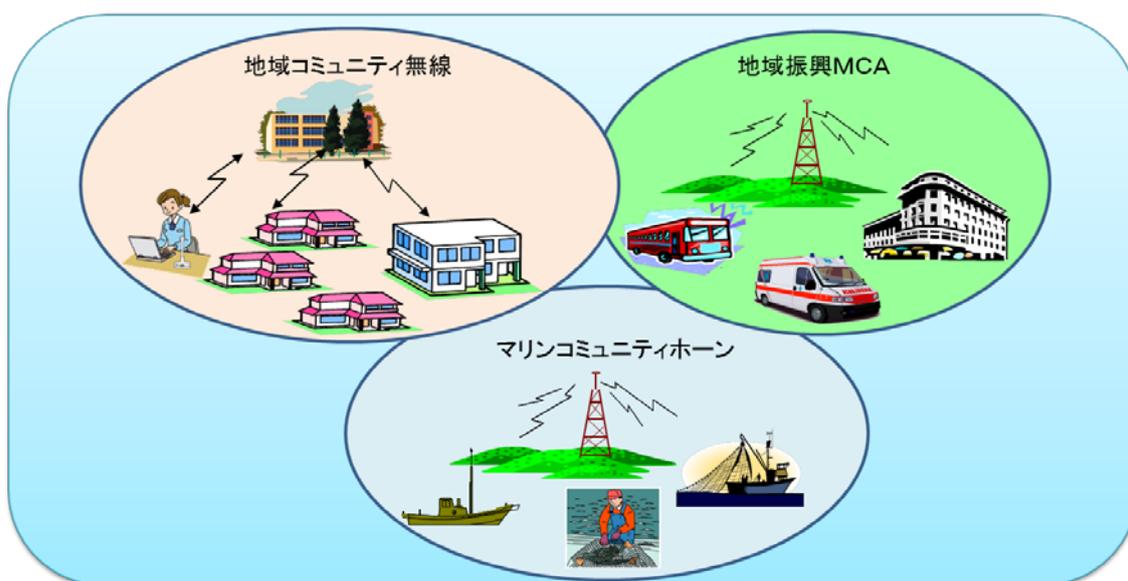


図 1-1 調査検討の対象システム

1.2 調査検討の目的

本調査検討では、地域振興用無線システムのデジタル化に係る技術的条件及びマリンコミュニティホーンの代替通信システムとしての海上利用における適用条件について調査検討を行い、異なる用途システムの共用条件の検証や効率的なデジタルチャネル配置案を策定し、周波数資源の有効利用を図るとともに、データ伝送等が容易となるデジタル地域振興用無線システムの利用を促すものである。

1.3 調査検討項目

(1) 地域振興用無線システムのデジタル化の検討

ア 地域振興 MCA、地域コミュニティ無線及びマリンコミュニティホーンの無線局諸元の抽出及び利用実態の把握を行い、地域振興用無線システムのデジタル化モデルを作成する。

イ 東北管内における地域振興 MCA、地域コミュニティ無線及びマリンコミュニティホーンの需要予測を行い整理し、必要なチャネル数の算定を行う。

(2) デジタル地域振興用無線システムの変調方式の選定

ア (1)で作成した地域振興用無線システムのデジタル化のモデルにおいてデジタル変調方式及び通信方式等の選定を地域振興 MCA、地域コミュニティ無線及びマリンコミュニティホーンごとに行う。

イ 選定したデジタル変調方式に基づき無線局の諸元を作成する。諸元の作成にあたっては電波法令のほか民間標準規格 RCR STD-40(地域振興用無線局の無線設備)を参考とする。

ウ マリンコミュニティホーンについては、地域振興用無線システムの適用条件及び海上利用の条件の検討を行う。

(3) 伝送モデルの机上検討及び他無線システムとの干渉評価

ア (2)で作成した無線局の諸元に基づき、机上において、アナログ・デジタルシステム間及びデジタルシステム相互間の干渉モデルを作成し、隣接周波数間干渉、同一チャネル間干渉の検討を行い、所要改善量を求め離隔距離を算出する。

この場合、変調方式や諸元が地域振興 MCA 及び地域コミュニティ無線において大きく異なる場合は、各組み合わせにおける検討を行う。

イ アで求めた、所要改善量に対するシステム間の共用条件について取りまとめる。

(4) 実証試験(青森県陸奥湾における電波伝搬試験)

ア 400MHz 帯デジタルシステムを用いてマリンコミュニティホーンを使用している地域(青森県平内町)をモデルとして電波伝搬試験を行う。

イ アの電波伝搬試験において、通達距離が現行システムより著しく落ちる場合は、改善対策を提案する。

ウ アの電波伝搬試験に併せ、本調査検討会の内容を公開(資料配布及び機器展示等)する。

(5) 周波数の配置案の検討

(3)及び(4)の検討結果をもとに、次の事項を考慮した上で周波数配置案を導き出す。

ア 用途、規模等を考慮した周波数配置

イ アナログ各システムとデジタルシステムとの共用条件

ウ 海上(湾内)利用のシステムを考慮した周波数配置

(6) デジタル地域振興用無線システムの海上利用における比較検討

デジタル地域振興用無線システムを海上利用に適用する場合に、現在、沿岸の電波利用環境にある各システム(海上通信システム、携帯電話、デジタル簡易無線局)とのメリット・デメリットを検討し、課題点を整理する。

(7) 地域振興用無線システムのデジタル化に関する技術的条件

地域振興用無線システムのデジタル化に関する技術条件をまとめる。

2 地域振興用無線システム

2.1 地域振興 MCA

2.1.1 地域振興 MCA とは

地域内の企業、団体などがお互いの連絡を密にすることにより地域全体を活性化させることを目的として、平成5年1月に郵政省から免許方針が出された無線システム。

「地域産業の振興を通じて地域住民の生活向上を図ること」を目的とした法人又は団体が、地域振興のために開設する陸上移動業務用の無線局で、中継動作を主体として行う基地局を中心としたMCAシステム。(図 2-1)



図 2-1 地域振興 MCA の概念図

通常、企業や一般団体には免許されず、免許主体については、電波法関係審査基準により表 2-1 のとおり定められている。

表 2-1 地域振興 MCA の免許主体及び構成員

免許主体	想定される構成員(会員)
〇〇地域産業振興協会	地域の企業、農協、商工会、市町村等
〇〇地域商工振興協会	地域の企業、商店、商工会等
〇〇山村振興協会	森林組合、市町村等
〇〇観光振興団体	観光協会、観光バス会社、旅館、ホテル、市町村、駐車場管理者等
〇〇地域福祉協会	医師会、福祉事務所、身体障害者個人等

※地域振興 MCA の諸元は参考資料1参照。

2.1.2 地域振興 MCA の現状

東北管内における地域振興MCAの無線局数は表 2-2 のとおり。

表 2-2 東北管内の地域振興 MCA 無線局数(平成 27 年 7 月現在)

	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	東北
基地局	4	6	5	4	5	8	32
陸上移動局	897	771	1179	799	639	2071	6356

2.1.3 地域振興 MCA のシステム数と加入者数の推移

地域振興 MCA のシステム数及び加入者数の推移は表 2-3、表 2-4、図 2-2 のとおり(電波の利用状況調査の調査結果)。

表 2-3 地域振興 MCA のシステム数

	H17.3.1	H20.3.1	H23.3.1	H26.3.2
全国	69	70	78	84
東北	19	21	26	30

表 2-4 地域振興 MCA の加入者数

	H17.3.1	H20.3.1	H23.3.1	H26.3.2
全国	10,320	11,023	13,390	16,165
東北	3,072	3,568	4,284	5,777

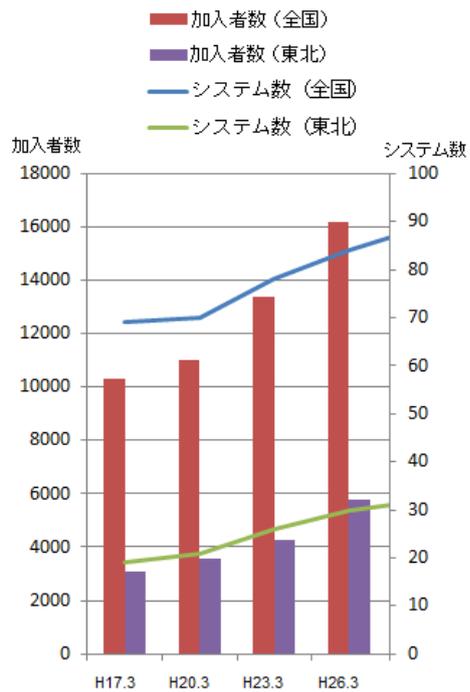


図 2-2 地域振興 MCA システム数・加入者数の推移

2.1.4 地域振興 MCA 機器の例

地域振興 MCA 機器の例を図 2-3 に示す。



基地局(中継局)



車載無線機



携帯無線機

図 2-3 地域振興 MCA 機器の例

2.2 地域コミュニティ無線

2.2.1 地域コミュニティ無線とは

地域コミュニティの活性化や地域の安心・安全の向上を図るため、平成 20 年 7 月に九州地方で導入が開始されたもの。

自治会等の地域コミュニティにおいて各種行事案内等の情報を地域の各世帯に設置した受信機に一斉に伝達することができるほか、市町村が整備する同報系の防災行政無線と接続することにより市町村役場からの防災情報等の提供も可能となるなど、防災行政無線を補完するシステムとしても期待されている。

免許に係る主な要件は以下の通り。

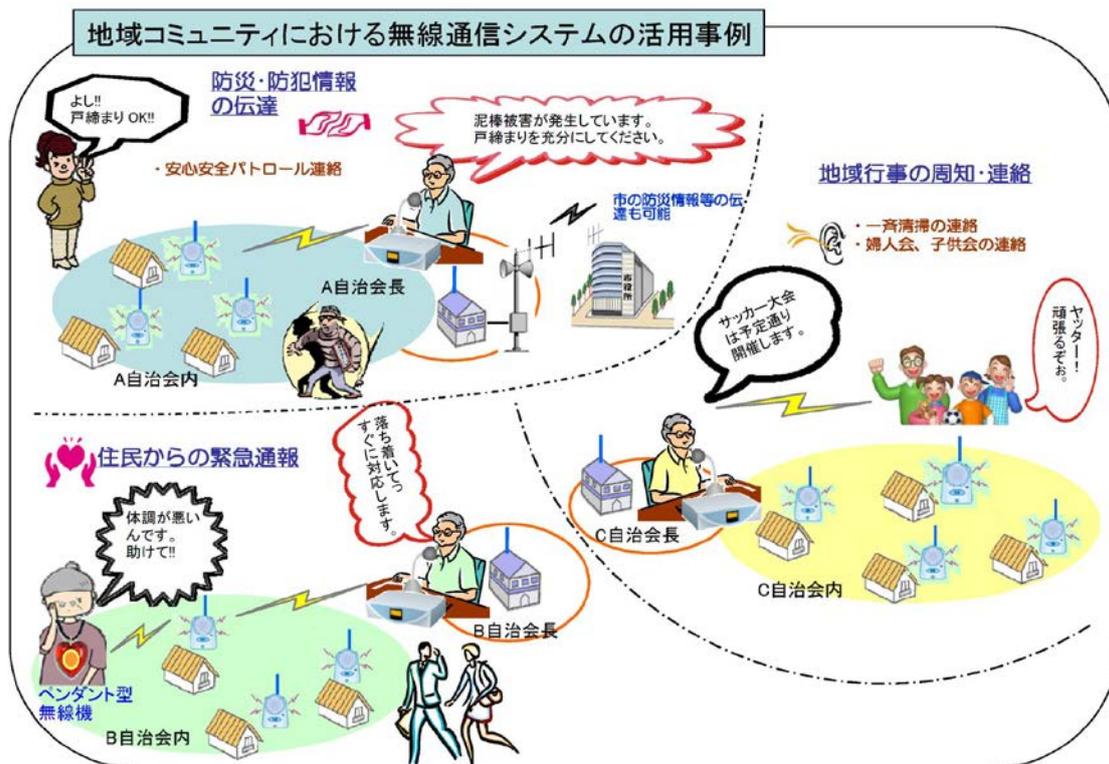
- | | |
|-----------|---|
| 1. 免許主体 | 市町村、自治会等、自治会等で構成される団体 |
| 2. 無線局の種別 | 基地局、陸上移動局及び受信設備 |
| 3. 無線局の目的 | 地域振興用 |
| 4. 電波の型式 | アナログ方式:F2D、F3E
デジタル方式:G1D、G1E、F1D、F1E |
| 5. 周波数 | 400MHz帯 |
| 6. 空中線電力 | 1W以下(基地局、陸上移動局) |
| 7. その他 | 市町村が開設する同報系防災行政無線
(MCA陸上無線システムを含む)との接続が可能。 |

※平成 23 年 4 月 1 日北陸総合通信局報道資料「地域コミュニティ無線局用に周波数を割当て」より

基地局を主体とした同報系システムであり、以下のような活用事例がある(図 2-4)。

- 学校からの生徒の下校連絡により、自治会長等から「今から子供達が帰ります。地域の皆様の見守りを御願います」との一斉同報を行うことにより、家にいる人が散歩がてら通学路を巡回
- 子供が帰宅しないとの情報を公民館長が送信、自治会長が通学路を巡回したところ、藪の茂った川で、一人で遊んでいるところを発見
- 警察から認知症の方が行方不明との連絡があり、公民館長が送信したところ、人相と着衣が似た方を見かけたとの情報が寄せられ、無事に保護
- 飼い犬が行方不明になっていることを送信したところ、地域から情報が寄せられ無事に発見
- 母の日に、小学生がお母さんへの手紙として「お母さんへの感謝の作文」を朗読
- 一人暮らしの高齢者を狙った悪質訪問販売等の情報提供
- 一人暮らしの高齢者は、自治会長の声が毎日聞こえると安心

※地域コミュニティ無線の諸元は参考資料2参照。



地域コミュニティのための情報通信システムに関する調査検討会報告書
 発行 総務省 九州総合通信局(平成20年5月)より

図 2-4 地域コミュニティ無線の活用事例

2.2.2 地域コミュニティ無線の現状と無線局数の推移

地域コミュニティ用無線局の基地局数及び陸上移動局数の推移は表 2-5、表 2-6、図 2-5 のとおり(電波の利用状況調査の調査結果)。

※地域コミュニティ用無線局は、平成20年に九州総合通信局が地域のニーズに応じて周波数利用計画の改正を行い、免許を可能としたシステムであり、その後、北陸、近畿、中国及び四国管内での免許を可能としたもの。

地域コミュニティ無線は、基地局を中心に戸別受信機等へ同報的に情報を提供する等、多様な形態があり、所属陸上移動局数＝加入数とはならない。

表 2-5 地域コミュニティ用無線局の基地局数

	H23.3.1	H26.3.2
全国	122	503
東北	0	0

表 2-6 地域コミュニティ用無線局の陸上移動局数

	H23.3.1	H26.3.2
全国	21	142
東北	0	0

※東北管内は、地域コミュニティ用無線局のニーズがなく、免許の実績は無い。

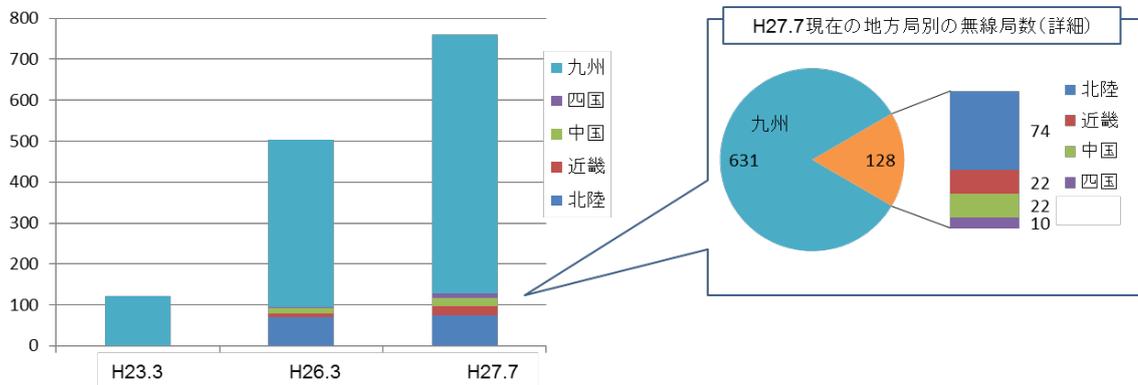


図 2-5 地域コミュニティ無線の無線局数推移

2.3 マリンコミュニティホーン

2.3.1 マリンコミュニティホーンとは

マリンコミュニティホーンは、昭和 63 年 9 月に「漁業地域情報システムの無線局」の免許方針に規定された海事用無線局であり、通称、マリンホーンと呼ばれている。

350MHz帯の電波を利用した各チャネル2周波のプレトーク方式による無線電話システムで、MCA方式を採用し、通話の秘密性が保たれ、グループ呼出、緊急時の一斉呼出が可能である。

免許を受けた団体が水産関連業務にかかわる日常業務連絡用として個別音声通話やグループ呼び出しを用いて利用されている。緊急時には、漁協本所等から緊急一斉呼び出しが可能である。

免許に係る主な要件は以下の通り。

1. 免許主体・利用者 (一般社団法人) 全国漁業無線協会
2. 無線局の種別 携帯基地局、携帯局、固定局
3. 無線局の目的 漁業用、レジャー用
4. 電波の型式 F2C、F2D、F2N、F2X、F3C 及び F3E
5. 周波数帯 350MHz 帯
6. 空中線電力 携帯局:5W 以下、 携帯基地局:25W 以下
7. 通話可能範囲 約 30km
8. 無線局免許 必要(有効期限 5 年)
9. 従事者資格 不要(携帯局)、基地局は必要(第 3 級陸上特殊無線技士)
10. 通信内容 音声通信

※水産関連業務に携わる者が業務連絡用として音声通話に利用している。

携帯基地局を中継局として各携帯局間の通話回線を構築する中継局通信方式である(図 2-6)。

回線の占有接続は、電話回線に使用されるDTMF信号を利用し、呼出又は応答信号により自動的に行われる。

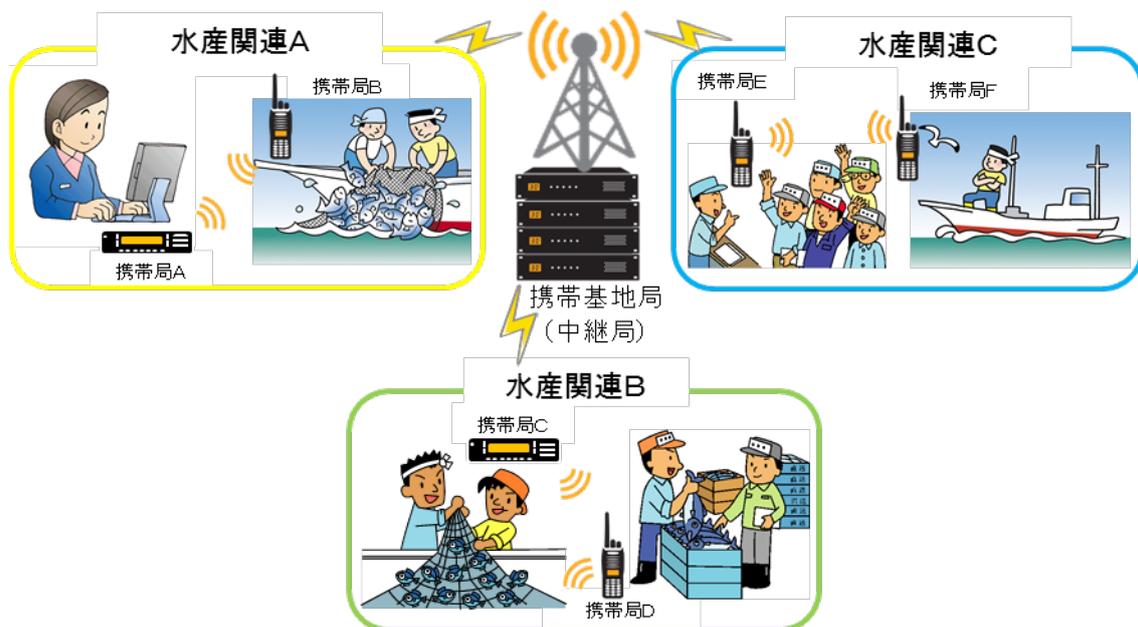


図 2-6 マリンコミュニティホーンの概念図

マリンコミュニティホーンは次の機能を有している。

- (1) 携帯基地局は自動的に中継する方式であり、指定された全ての周波数が同時に中継できる。
- (2) 携帯基地局は「一斉呼出」ができる。
- (3) 携帯基地局及び携帯局は、指定された周波数の全てが通話に使用できる。
- (4) 携帯基地局及び携帯局は、通話制限機能を有する。ただし、急を要する通報には設けない。
- (5) 制御信号はDTMF信号による。
- (6) 自局の通信に使用する周波数を自動的に選択する。
- (7) 周波数の占有状態の有無を、当該電波の入感により判断する。
- (8) 「個別呼出」の場合、呼出スイッチの操作により呼出信号を送出し、応答信号を受信した時通話が可能となる。
- (9) 「個別呼出」信号を受信した場合、同信号の送信終了を待って応答信号を送信し、通話が可能となる。
- (10) 「一斉呼出」及び「グループ呼出」の場合、呼出スイッチの操作により呼出信号を送信したあと、通話が可能となる。
- (11) 「急を要する通報」の信号を送信できるのは、指定された特別携帯局のみである。
- (12) 「急を要する通報」の呼出は、指定の呼出動作により呼出信号を、規定時間自動送信し規定時間経過後、自動的に通報が可能となる。
- (13) 「急を要する通報」の信号を受信した場合、可聴警報音の消音のみの機能が作動し、受信した全局が信号に続く「急を要する通報」を受信できる。
- (14) 一定時間、通話が無い場合は、終話と見なす自然終話方式である。

※マリンコミュニティホーンの諸元は参考資料3参照。

2.3.2 マリンコミュニティホーンの現状

東北管内のマリンコミュニティホーンは、青森県陸奥湾及び宮城県沿岸の2地区でサービスしていたが、東日本大震災の影響により宮城県沿岸の2地区は平成23年5月に廃止。

管内の無線局数は、平成23年度調査と比較して483局から357局(126局減)に減少し、全国でも同様の傾向にある(図2-7、電波の利用状況調査の調査結果)。

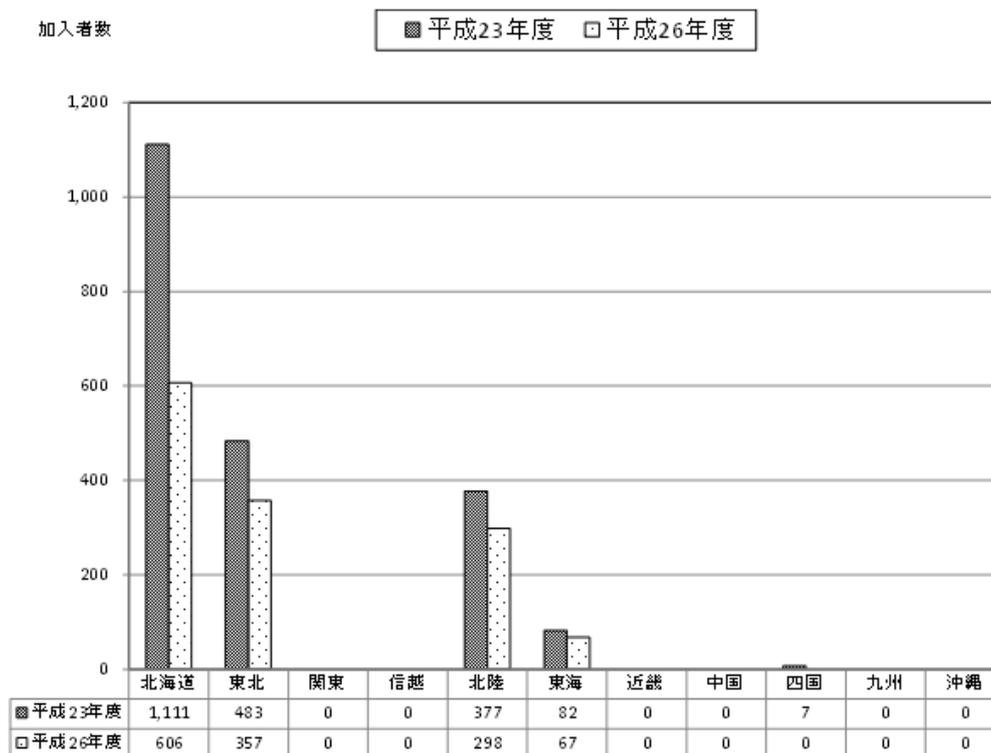


図 2-7 マリンコミュニティホーンの局数

2.3.3 マリンコミュニティホーンのシステム数と加入者数の推移

マリンコミュニティホーンの局数の推移は表2-7、表2-8、図2-8のとおり(電波の利用状況調査の調査結果)。

表 2-7 マリンコミュニティホーンのシステム数

	H17.3.1	H20.3.1	H23.3.1	H26.3.2
全国	25	17	17	12
東北	5	4	4	1

表 2-8 マリンコミュニティホーンの加入者数

	H17.3.1	H20.3.1	H23.3.1	H26.3.2
全国	3,142	2,363	2,060	1,328
東北	937	662	483	357

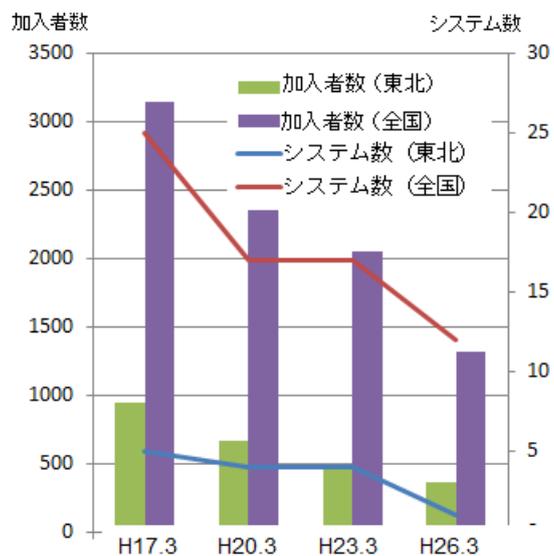


図 2-8 マリンコミュニティホーンの局数推移

2.3.4 マリンコミュニティホーン機器及び運用の例

マリンコミュニティホーン機器の例を図 2-9 に、運用の例を図 2-10 に示す。



図 2-9 マリンコミュニティホーン機器の例



車から



作業場から



船から



事務所から



家庭から

図 2-10 マリンコミュニティホーンの運用例

3 地域振興用無線システムのデジタル化

3.1 デジタル化モデルの検討

本調査検討では、地域振興 MCA、地域コミュニティ無線、マリンコミュニティホーンを統合した地域振興用無線システムのデジタル方式について検討する。

地域振興用無線システムでは、電波の型式、占有周波数帯幅の許容値、最大空中線電力及び用途は、各総合通信局及び沖縄総合通信事務所における地域周波数利用計画の策定にあたり、必要に応じて変更することができることになっており、地域振興 MCA で 12.5kHz チャネル 4 値 FSK 方式 2 スロット TDMA のデジタル方式を使用した実施例及び地域コミュニティ無線で 6.25kHz チャネル 4 値 FSK 方式 SCPC のデジタル方式を使用した実施例があるが、ここでは、前述の 3 つのシステムに共通して使用できる標準的なデジタルモデルを検討する。各システム諸元比較を表 3-1 に示す。

諸元比較から、以下が必要条件となる。

- 通信方式は、2 周波複信方式、半複信方式、単信方式、1 周波単信方式若しくは同報通信方式に対応可能であること。
- MCA 方式に対応可能であること。
- 基地局はおよそ 367.4MHz から 367.8MHz の周波数に対応可能であること。
- 陸上移動局はおよそ 385.4MHz から 385.8MHz の周波数に対応可能であること。
- 送信出力は、10W、5W、1W に対応可能であること。

表 3-1 各システムの諸元比較

項目	地域振興 MCA	地域コミュニティ無線 (デジタル)	マリンコミュニティホーン
通信方式	2 周波複信方式、半複信方式、単信方式、1 周波単信方式若しくは同報通信方式又はこれらの組合せによるものであること。	1 周波単信方式若しくは同報通信方式又はこれらの組合せによるものであること。	2 周波単信方式の組合せであること。 (中継回線を構成することもできる。)
電波の型式	規定なし	G1D、G1E、F1D、F1E	F2C、F2D、F2N、F2X、F3C、F3E
周波数切替方式	回線制御方式は、特定のチャネルを持たない MCA 方式であること。	基地局、陸上移動局及び受信設備で回線を構成するものであること。ただし、陸上移動局は、通信の相手方となる免許人所属の基地局に併せて開設されるものであること。	通話チャネルでの接続制御
送信周波数	(基地局) 367.45MHz から 367.7375MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 24 波 (陸上移動局) 385.45MHz から 385.7375MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 24 波	367.453125 MHz から 367.490625MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数 7 波 367.621875 MHz から 367.690625MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数 12 波 385.453125 MHz から 385.490625 MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数 7 波 受信機入力端において D/U 23dB 以上及び伝送品質 BER= 1×10^{-2} 以上になるときは、同一周波数を繰り返し割当て、周波数の有効利用を図ること。	(携帯基地局) 358.525MHz から 358.5625MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 4 波 358.6375MHz から 358.6625MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 3 波 358.675MHz から 358.7MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 3 波 358.7125MHz から 358.975MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 22 波 (携帯局) 342.025MHz から 342.0625MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 4 波 342.1375MHz から 342.475MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 28 波
チャネル間隔	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz

項目	地域振興 MCA	地域コミュニティ無線 (デジタル)	マリンコミュニティホーン
空中線電力	(基地局)10W 以下 (陸上移動局)10W 以下	(基地局)1W 以下 (陸上移動局)1W 以下	(携帯基地局)25W 以下 (実効輻射電力 10W 以下) (携帯局)5W 以下
占有周波数帯幅 の許容値	8.5kHz	5.8kHz	8.5kHz
監視	通信所等(免許人又は免許人を構成 する団体の事務所)に基地局が正常に 動作していることを確認する監視装置 を置くこと		

3.2 変調方式の選定

地域振興用無線システムのデジタル化については、情報通信審議会におけるこれまでの「150/260/400MHz 帯業務用移動無線の周波数有効利用」の検討結果から、次の考え方を基本とする。

- (1) 各システムの変調方式は同一かつ回路構成が単純であること。
回路構成が単純で、多くのメーカーが製造可能となることにより、機器価格の低廉化が期待できる。
- (2) 地域振興 MCA 及びマリンコミュニティホーンの通信(周波数切替)方式は MCA 方式であること。
他の利用者との混信の回避及び周波数の有効利用が期待できる。
- (3) チャンネル間隔最小となる狭帯域方式を基本単位として検討する。
周波数の有効利用が期待できる。

表 3-2 に一般的なデジタル変調方式の特徴を示す。表 3-3 にはデジタル変調方式の比較を示す。

表 3-2 各変調方式の特徴

変調方式	特徴
アナログ(FM)	信号の周波数をアナログ信号で変化させて伝送する方式。アナログ方式のためモデムの利用でデータ伝送も可能。移動局間直接通信にも適する。周波数利用効率は低い。送信出力は一定のため送信出力段のコスト・効率で有利。
$\pi/4$ シフト QPSK	信号の位相を変化させて情報を伝送する方式。伝送速度がやや高い。マルチチャネルの周波数利用効率が低い。ピークファクタがやや大きいため送信出力段のコスト・効率で不利。
16QAM	2つの位相の異なる信号の振幅をそれぞれ変化させて合成し情報を伝送する方式。伝送速度が高い。マルチチャネルの周波数利用効率が低い。ピークファクタが大きいため送信出力段のコスト・効率で不利。
M16QAM	4つの位相の異なる信号の振幅をそれぞれ変化させて合成し情報を伝送する方式。伝送速度が高く、多重数が多いためマルチチャネルの周波数利用効率が最も高い。移動局間直接通信には不向き。ピークファクタが大きいため送信出力段のコスト・効率で不利。
RZ SSB	信号の振幅をアナログ信号で変化させて伝送する方式。アナログ方式のためモデムの利用で高速データ伝送も可能。移動局間直接通信にも適する。ピークファクタがやや大きいため送信出力段のコスト・効率で不利。
4 値 FSK	信号の周波数を変化させて情報を伝送する方式。伝送速度は他の方式に比べ遅い。マルチチャネルの周波数利用効率が低い。送信出力は一定のため送信出力段のコスト・効率で有利。

表 3-3 各変調方式の比較

変調方式	FM		π/4 シフト QPSK				16QAM			M16 QAM	RZ SSB		4 値 FSK	
	12.5	25 /20	6.25	12.5	25 (32k bps)	25 (36k bps)	6.25	12.5	25	25	6.25	12.5	6.25	12.5
チャンネル間隔[kHz]	12.5	25 /20	6.25	12.5	25 (32k bps)	25 (36k bps)	6.25	12.5	25	25	6.25	12.5	6.25	12.5
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
伝送速度の上限[kbps]	—	—	9.6	19.2	32	36	16	32	64	64	19.2	28.8	4.8	9.6
周波数利用効率	×	×	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
デジ・アナデュアル対応 ※	—	—	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○

※ アナログ・デジタルのデュアルモード無線機を比較的安価に提供できることにより、円滑なデジタル化移行の可能性を評価

以上の評価から、デジタル地域振興用無線システムの変調方式を「4 値 FSK」に選定する。
 なお、本調査検討会におけるラボ内検証試験及び実証試験等については、各種業務用無線などに普及している SCPC 方式にて検証した。

3.3 無線局諸元

本調査検討会における実証試験に適用する無線局の諸元を表 3-4 に、無線機の諸元を表 3-5 に示す。

表 3-4 本調査検討会における実証試験に適用する無線局の諸元

項目	諸元
変調方式	4 値 FSK
チャンネル間隔	6.25kHz
アクセス方式	SCPC
多重数	1
占有周波数帯幅	5.8kHz 以内
空中線電力	10W
周波数偏差	0.9ppm 以下
隣接チャンネル漏洩電力	32μW 以下
スプリアス発射又は不要発射の強度	60dBc 以下
等価受信帯域幅 ※	4kHz
外来雑音電力 ※	-129.0dBm
CNR @ BER=1% ※	16dB
所要受信機入力電圧 ※	11.6dB μV
NF ※	8.0dB
機器マージン ※	6.0dB

※ 電波法関係審査基準「陸上移動業務の局」の空中線電力の選定、伝送の質の審査の値による

表 3-5 本調査検討会における実証試験に適用する無線機の諸元

項目	内容
通信方式	2周波半複信方式
電波の型式	5K80F1E、5K80F1D、5K80F1C、5K80F1F (4値FSK SCPC)
周波数切替方式	MCA方式
中継方式	再生中継方式
送信周波数	(基地局)367.446875MHz から 367.740625MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数 48 波 (移動局)385.446875MHz から 385.740625MHz までの 6.25kHz 間隔の周波数 48 波
チャンネル間隔	6.25kHz
空中線電力	(基地局)10W 以下 (陸上移動局)10W 以下
占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz

3.4 デジタル地域振興 MCA とマリンコミュニティホーンの比較

3.4.1 機能比較

デジタル化モデルの地域振興 MCA(以下「デジタル地域振興 MCA」という。)とマリンコミュニティホーンの比較を表 3-6 に示す。

表 3-6 デジタル地域振興 MCA とマリンコミュニティホーンの比較

機能	デジタル地域振興 MCA	マリンコミュニティホーン
チャンネル制御方式	MCA	MCA
チャンネル制御信号	4 値 FSK	DTMF
無線従事者資格	システム管理者: 必要 利用者: 不要	システム管理者: 必要 利用者: 不要
養殖者自宅等からの運用	○	○
通話チャンネル設定の操作	不要 「チャンネル」を意識する必要がない	不要 「チャンネル」を意識する必要がない
他免許人とのチャンネル共用	なし	なし
一斉通信	○	○
グループ通信	○	○
個別通信	○	○
暗号化通信	○	×
緊急通報	○	○
GPS データ通信	○	×
メッセージ通信	○	×
データ通信	○	×

デジタル地域振興 MCA は、マリンコミュニティホーン的主要機能が使用可能である。更に、マリンコミュニティホーンをデジタル地域振興 MCA に統合することにより、メッセージ通信や GPS データ通信などの機能が使用可能となり、利便性の向上が期待される。

(1) チャンネル制御方式とチャンネル制御信号

マリンコミュニティホーンは、DTMF 信号による MCA 制御を行っている。デジタル地域振興 MCA は、デジタル信号による MCA 制御であり、3.4.2 のようにアクセス時間に違いがある。

(2) 無線従事者資格

両システムともシステム管理者には無線従事者資格が必要だが利用者は不要。

(3) 養殖者自宅等からの運用

マリンコミュニティホーンでは、養殖者自宅や移動中の車両など陸上からの利用もある。デジタル地域振興 MCA については、陸上・海上いずれからの運用も可能となる。

(4) 通話チャンネル設定の操作及び他免許人とのチャンネル共用

両システムとも免許人専用の周波数が免許され、他免許人の運用により使用不能になることがない。また、通話を行うにあたり、チャンネル(周波数)を意識する必要がなく、使用チャンネルはシステムが自動的に割当てするため、切替えなどの操作は必要ない。チャンネルが使用中であるかどうかを確認する必要がなく、システムが割当てする周波数に空きがない場合には、呼がキャンセルされる。

(5) 通話機能(一斉通信、グループ通信、個別通信)

両システムとも一斉通信、グループ通信及び個別通信が利用できる。

(6) 暗号化通信

マリンコミュニティホーンは暗号化機能(秘話通信機能)が利用できず、広帯域受信機等で交信が傍受可能である。デジタル地域振興 MCA はデジタル方式の暗号化機能により音質劣化なく暗号化が可能であり交信を傍受される恐れがない。

(7) 緊急通報

マリンコミュニティホーンには緊急一斉通信がある。デジタル地域振興 MCA はメッセージデータによる緊急状態の通報や緊急音声通信が行える。

(8) データ通信機能(GPS データ通信、メッセージ通信、データ通信)

デジタル地域振興 MCA はデジタル機能としてデータ通信機能が利用できる。

3.4.2 アクセス時間と方法

無線通信システムの運用において、発着信動作のレスポンスは利用者の使い勝手の面から重要な要素である。

マリンコミュニティホーンと調査検討に用いたデジタル地域振興 MCA とのアクセス操作方法とアクセス時間の比較を表 3-7 に示す。

デジタル化によってアクセス時間と方法の利便性向上が期待される。

表 3-7 デジタル地域振興 MCA とマリンコミュニティホーンとのアクセス時間と方法の比較

項目	デジタル地域振興 MCA	マリンコミュニティホーン
アクセス操作手順例	相手番号・グループ番号をセット ↓ PTT 押下 ↓ CH 割当て成功音鳴動 ↓ 通話開始	相手番号・グループ番号をセット ↓ 「呼出」ボタン押下 ↓ CH 割当て成功音鳴動 ↓ PTT 押下で通話開始
制御方法	デジタル	DTMF
アクセス時間 (操作開始から通話開始までの時間)	約 0.5 秒	約 3~4 秒(主に DTMF 信号 12 ケタ以上の伝送時間)
交信の方法	PTT 押下による単信通信	PTT 押下による単信通信
終話の方法	送話を終えると同時に待ち受け状態に戻る	送話を終え無操作の状態です約 10 秒後に待ち受け状態に戻る

3.4.3 マリンコミュニティホーンの代替システム

それぞれのシステムにメリット、デメリットがあるが、マリンコミュニティホーン的主要な機能はデジタル地域振興 MCA で網羅されており、加えて表 3-6 に示すように漁業の業務で利用可能なデジタルの機能がある。したがって、マリンコミュニティホーンの代替システムとしては、デジタル地域振興 MCA が望ましい。

3.4.4 免許上の相違点

①免許の主体

電波法関係審査基準では、地域振興 MCA の免許主体は地域振興団体であることを求めている。マリンコミュニティホーンの代替として使用するためには、漁業協同組合単独にも免許されることが望ましい。

②無線局種

地域振興 MCA は基地局及び陸上移動局となっている。マリンコミュニティホーンでは海上移動が必須であるため、携帯基地局及び携帯局として免許されることが望ましい。マリンコミュニティホーンからの移行も含め、デジタル地域振興 MCA の海上における利用促進が期待される。

3.5 需要調査

デジタル地域振興 MCA の必要なチャネル数の算出及び効率的な周波数配置の検討に必要なデータ取得のため、当該システムの利用が見込まれる機関等を対象に需要調査を実施した。

調査にあたっては、対象とする機関を4つのカテゴリーに分類し、それぞれに応じたアンケート調査を実施した。

なお、需要調査の詳細については参考資料4参照。

3.5.1 調査対象機関

(ア) 地域振興 MCA を利用している団体(東北管内)

回答数:30 件

(イ) 現在マリンコミュニティホーンを利用している団体

回答数:5 件

(ウ) マリンコミュニティホーンの利用をやめた団体

回答数:7 件

(エ) 新たに利用を検討する団体(東北管内の漁業関係機関)

回答数:37 件

3.5.2 調査結果

(ア) 地域振興 MCA を利用している団体(東北管内)

調査項目	結果
現在保持する陸上移動局の無線局数	30 件の回答中 19 団体(63%)が 200 局以下であった。
今後 3 年間で見込まれる保有無線局の計画	29 件の回答中、減少する予定は 11 団体(38%)であった。また、増加する予定も 11 団体(38%)であり、そのうち 8 団体が現保有局数の 50%~100%増加予定という回答であった。その他、増減の予定なしという回答が 7 団体であった。
無線局数減少理由(複数回答可)	「IP 無線への移行を予定(又は想定)」という理由が最も多く 10 団体であった。次いで「会員数の増加が見込めないから」が 8 団体であった。
無線局数増加理由(複数回答可)	「会員数の増加が見込まれるから」という理由が最も多く 11 団体であった。次いで「無線局数の増加を予定しているから」が 8 団体であった。
システム増の要望	無線局数増加予定と回答した 11 団体中、システム追加を検討している団体は 6 団体、無線局数増減予定なしと回答した 7 団体中、システム追加を検討している団体は 2 団体であった。
デジタル方式への移行検討	23 件の回答中、「技術的条件が整備されてから検討する」という回答が最も多く 12 団体であった。次いで「未定」が 9 団体。「早期に移行を検討している」という回答は 1 団体。その他「IP 無線に移行したい」という回答が 1 団体であった。
その他の意見	主な意見として以下があった。 ・マリンコミュニティホーンとしての使用を認めて欲しい。 ・デジタルとアナログの共用無線機が必要。

200 局以上の無線局を運用している団体や無線局増加を予定している団体は、チャンネル数が不足しつつあると予想される。

IP 無線に移行を予定している業種は、運送業など、業務範囲が県外まで広がり地域振興 MCA の通話範囲外となってしまう場合があると考えられる。

一方、工事現場内や工事現場と事務所間で通話を行う建設業、お年寄りの送迎状況を連絡するデイサービス福祉など、中規模エリアで十分な通話範囲の業種は他の通信手段に移行する見通しは少なく、業種の市場成長性が大きいいため、利用者が増加すると考えられる。今後 3 年は、増加する無線局数が減少する無線局数を上回り、総合では緩やかに増加すると予想する。

したがって、技術的条件が整備され、地域振興 MCA がデジタル化されることにより、今後、需要が増加すると見込まれる。

(イ) 現在マリンコミュニティホーンを利用している団体

調査項目	結果
現在保持するマリンコミュニティホーンの無線局数	5件の回答中、50局未満が2団体(40%)、50局以上400局未満が3団体(60%)であった。
主な漁業の種類と操業範囲 (複数回答可)	「養殖」という回答が3団体で、操業範囲は1~3.5km。 「刺し網」という回答が3団体で、操業範囲は1~10km。 「定置網」という回答が2団体で、操業範囲は5km。 「沖合底曳き」という回答が1団体で、操業範囲は60km。 その他、「いか釣り」という回答が2団体で、操業範囲は1~20km。「一本釣り」という回答が1団体で、操業範囲は30km。
基地局と漁船間の通信可能範囲	5件の回答中、4団体の回答は、20km、30km、40km、70kmであった。その他1団体は、「ホタテ養殖が主であるため、遠方で通話することは無い」という回答であった。
今後3年間のマリンコミュニティホーン利用見込み	5件の回答中、「減少が見込まれる」という回答が3団体。「増減はない見込み」という回答が2団体。
無線局数減少理由 (複数回答可)	「会員の増加が見込めないから」という回答が2団体。「会員の減少が見込まれるから」という回答が2団体であった。 その他、「無線機の製造中止とサポート終了」、「携帯電話の普及」という理由をあげる団体があった。
新たな無線システムへの移行検討	5件の回答中、「未定」という回答が3団体、「早期に移行を検討したい」という回答が1団体、「技術的条件が整備されてから検討する」という回答が1団体であった。
その他の意見	主な意見として以下があった。 ・携帯電話は、エンジン音や風切り音などの騒音に弱い、1対1通話しかできない、電池がもたない、手袋をしたまま操作したいが操作性が悪い、などの理由で、必ずしも満足して使用しているのではない。 ・海上で使用するため高い防水性が必要であるが、陸上で使用する端末と同程度の低コストを希望する。 ・一斉同報は災害時に必要であり、不可欠。

通信範囲が40km程度以下の漁業者に対して、デジタル地域振興MCAは通信可能範囲内であり、有効である。また、マリンコミュニティホーンは、使用するにあたって無線従事者資格が不要であり、複数の無線機への一斉通話が可能であることから、利便性が高いが、無線機の製造が中止となり、やむなく携帯電話を使用するユーザも少なくないと考えられる。

したがって、地域振興MCAがデジタル化され、マリンコミュニティホーンと同等以上の海上利用が可能となれば、マリンコミュニティホーンからの移行を検討する団体が増加すると見込まれる。

(ウ) マリンコミュニティホーンの利用をやめた団体

調査項目	結果
過去に利用されていたマリンコミュニティホーンの無線局数	7件の回答中、50局未満が5団体(70%)、「不明」が2団体(30%)であった。
主な漁業の種類と操業範囲 (複数回答可)	「養殖」という回答が4団体で、操業範囲は0.5~25km。 「刺し網」という回答が4団体で、操業範囲は2~10km。 「定置網」という回答が2団体で、操業範囲は2~5km。 「沖合底曳き」という回答が2団体で、操業範囲は10~100km。 その他、「まき網」、「船曳」などの回答があり、その操業範囲は30km以下であった。
過去のマリンコミュニティホーンの基地局と漁船間の通信可能範囲	7件の回答中、5kmという回答が1団体、30kmという回答が1団体、「不明」という回答が5団体であった。
利用を止めた理由 (複数回答可)	「携帯電話の利用が便利だから」という回答が最も多く4団体であった。次いで「会員(組合員)数が減り運営が困難になった」という理由が3団体であった。 その他、「携帯電話と比較して、単信通話や送信時間の制限があるマリンコミュニティホーンは不便」、「20年ほど前に導入したがバッテリーの持続時間が短くクレームになった」、「廃業による」という理由をあげる団体があった。
沿岸における現在の通信手段 (複数回答可)	「携帯電話」が7団体、「27MHz帯1WDSB」が5団体であった。
新たな無線システム(デジタル方式)の利用について	7件の回答中、「検討しない」という回答が3団体、「未定」という回答が2団体、「技術的条件が整備されてから検討したい」という回答が1団体であった。 その他「通信手段は携帯電話が中心となりつつある」という回答が1団体。
その他の意見	全団体が回答なし。

マリンコミュニティホーンを止めた理由の多くは「携帯電話の利用が便利だから」という結果であり、「単信通話」や「送信時間制限」を不便と感じる団体にとって、無線システムのデジタル化は導入を検討する動機となり難いと予想される。

一方、技術的条件が整備されれば利用を検討するという団体も1団体あることから、地域振興MCAがデジタル化されれば、新たに利用を検討する団体もあると考えられる。

(エ) 新たに利用を検討する団体(東北管内の漁業関係機関)

調査項目	結果
主な漁業の種類と操業範囲 (複数回答可)	「養殖」という回答が19団体で、操業範囲は1~5km。 「刺し網」という回答が21団体で、操業範囲は1~25km。 「定置網」という回答が19団体で、操業範囲は1~10km。 「沖合底曳き」という回答が6団体で、操業範囲は10~100km。 その他、「採介藻漁業」、「延縄」などの回答があり、その操業範囲は30km以下であった。
沿岸における現在の通信手段 (複数回答可)	「携帯電話」が33団体、「27MHz帯1WDSB」が23団体であった。 その他、「国際VHF」が3団体、「衛星電話」が1団体。
新たな無線システムの利用検討	37件の回答中、「未定」という回答が11団体(30%)、「検討する」という回答が10団体(27%)、「技術的条件が整備されてから検討したい」という回答が8団体(22%)、「検討しない」という回答が8団体(22%)であった。
その他の意見	主な意見として以下があった。 ・GPSやデータ通信といったデジタル無線の機能に必要性(魅力)を感じる。 ・コストが最も重要であるが、この点がクリアされれば検討したい。

通信範囲が40km程度以下の漁業者に対して、デジタル地域振興MCAは通信可能範囲内であり有効である。

携帯電話は通信料が必要であり、27MHz帯1WDSBはデータ通信が使用し難いなどのデメリットがあるが、デジタル地域振興MCAではそのような問題はない。

したがって、地域振興 MCA がデジタル化され、携帯電話や 27MHz 帯 1WDSB にない利便性を PR すれば、導入を検討する団体が増加すると見込まれる。

3.5.3 まとめ

調査対象とした 4 つのカテゴリーの何れも新たな無線システムに対する興味を持っており、潜在的な需要が存在することがわかった。下記のような特長をユーザに PR することでデジタル地域振興 MCA の普及促進が期待できる。

- デジタル化により使用可能チャンネルが増加し、更には海上での利用も可能となる。
- 通話可能範囲は、現状のアナログ地域振興 MCA と比較して同等かそれ以上である。
- デジタル化により騒音下や弱信号時の通話明瞭度が向上し、通話が聞き取りやすくなる。
- GPS 位置管理やメッセージ通信など、デジタル特有のデータ通信機能が使用可能となる。
- 一斉通話、グループ通話、個別通話、暗号化通話など、状況に応じた通話が利用しやすくなる。
- 携帯電話と異なり、通信料がかからない。

また、海上で使用されることを考慮した防水設計、乱暴に扱っても壊れない堅牢性、低価格、サポート体制の充実など、メーカーに求められる条件をクリアすることにより、手軽で使い易いシステムとしてユーザに認知され、更に需要増加に繋がると考えられる。

3.6 需要予測

3.6.1 地域振興 MCA の需要

「電波の利用状況調査」等の結果より、地域振興 MCA の加入者数の推移をもとにした今後の需要予測を図 3-1 に示す。



図 3-1 地域振興 MCA の加入者数推移と需要予測

全国の加入者数の3年毎の伸び率(2005年～2014年)は平均1.17倍、なお東北管内の加入者数の3年毎の伸び率は更に多く平均1.24倍となっている。

また、3.5 需要調査の結果から、業務範囲が県外まで広がり IP 無線への移行を計画している団体はあるものの、地域振興 MCA の通話範囲内で業務を行うことのできる建設業やデイサービス福祉など、市場の成長とともに利用者の増加が見込まれる業種もある。

更に、地形などの理由で携帯電話の整備が行き届かない地域では、通話エリアを容易に細かく構築できる地域振興 MCA の需要が見込まれ、平時及び非常時の通信手段としての利用が想定されることから、東北管内における2020年の需要増加を53%/6年とする。

なお、地域振興 MCA がデジタル化され、海上利用が可能になるとマリンコミュニティホーンからの移行や明瞭度の高い音声通信、データ通信機能などに魅力を感じ、デジタル地域振興用無線システムを利用するなど、更に需要の増加が想定されるが、使用区域は沿岸のため、陸上で使用している無線局への影響は非常に小さいことから、周波数の共用が可能と考えられる。

3.7 デジタル化により利便性の向上が期待される機能

デジタル地域振興 MCA において利便性の向上が期待される機能例を紹介する。

3.7.1 発信者名表示機能

送信時に発信者番号と発信者名(テキスト)を送出する機能。受信した無線機はそのテキストを表示できる(図 3-2)。呼出名称や人名などを表示でき、通話相手を認識しやすい。



図 3-2 発信者名表示機能

3.7.2 暗号化機能

デジタル演算処理により、通信内容を暗号化する機能。音声通話の場合、正しい暗号鍵でなければ音声にならない(図 3-3)。通話内容を傍受されたくない場合に利用される。



図 3-3 暗号化機能

3.7.3 ステータスメッセージ機能

番号だけを送るメッセージ。番号に関連する意味(文字)は、あらかじめ無線機に定義される(図 3-4)。主に移動局の状態(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 3-4 ステータスメッセージ機能

3.7.4 ショートメッセージ機能

外部機器を接続した無線機から、自由文テキストを送信でき、受信したメッセージは、移動局無線機の表示器に表示される(図 3-5)。主に移動局への指令の際、文字を併用して確実に伝達する用途などに利用される。



図 3-5 ショートメッセージ機能

3.7.5 GPS データ機能

GPS 受信機を接続した移動局から位置情報を送る機能(図 3-6)。船、車、人などの位置管理に利用される。

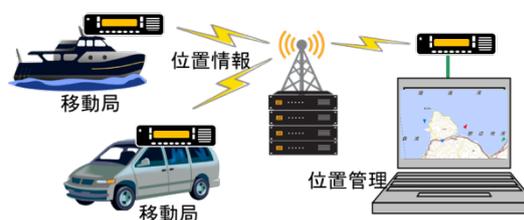


図 3-6 GPS データ機能

3.7.6 データ伝送機能(ベアラモード)

無線機に RS-232C インタフェースを設けることで、無線機間でのシリアル伝送を実現する機能(図 3-7)。無線機に 0x00~0xFF (16 進数を「0x」で表記)のバイトデータ列を入力すると送信され、受信側の無線機から同じ順序のバイトデータ列が出力される。画像伝送やリモコン制御、テレメトリなどに利用される。



図 3-7 データ伝送機能(ベアラモード)

3.7.6.1 画像伝送

ベアラモードを利用して静止画を送信する機能。監視室からのポーリングに反応して静止画を圧縮し伝送する(図 3-8)。遠隔監視に利用される。



図 3-8 画像伝送機能

3.7.6.2 センサデータ等伝送

ベアラ機能等を応用してセンサデータ等のデータを集めるシステム(図 3-9)。双方向のため、接点駆動や機器制御も可能。遠隔監視・制御に利用される。

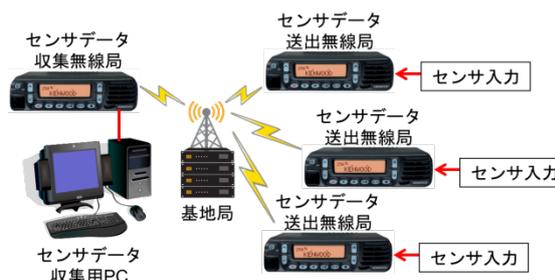


図 3-9 センサデータ伝送機能

3.7.7 緊急発呼機能

無線機の操作や転倒状態の検出により、緊急事態であることを簡易に送信し、他の無線機に知らせる機能(図 3-10)。事故等の通報、単独作業者の緊急事態の通報等の用途に利用される。受信した無線機は警報音を鳴動するなど認識されやすくする動作をする。GPS 機能との併用なども可能。



図 3-10 緊急発呼機能

3.7.8 通話品質

デジタル化モデルでは、音声圧縮にボコーダを使用している。高圧縮のコーデック技術により低速デジタルでの音声通話を実現しているが、不可逆圧縮であるため忠実度が損なわれ音楽やモデム音は伝送できない特徴がある。

デジタル音声処理により、通話時の騒音低減が可能となり明瞭度が向上する。また、デジタル通信の特性によりアナログのようにS/Nが悪化して受話音に雑音が重畳することが少ないため、通話品質の改善が期待できる(図 3-12)。

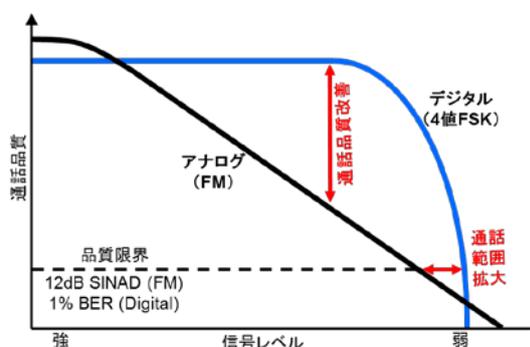


図 3-11 デジタルとアナログの信号強度と通話品質のイメージ

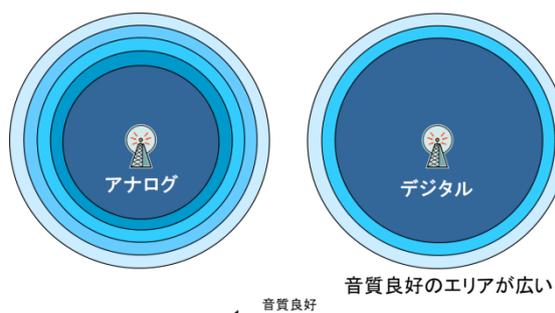


図 3-12 デジタルとアナログの音質良好エリアのイメージ

3.8 デジタル化による新たな利用シーン

デジタル化により、音声だけでなくGPS やメッセージ文などのデータ通信を混在して使用することが可能となる(図 3-13)。

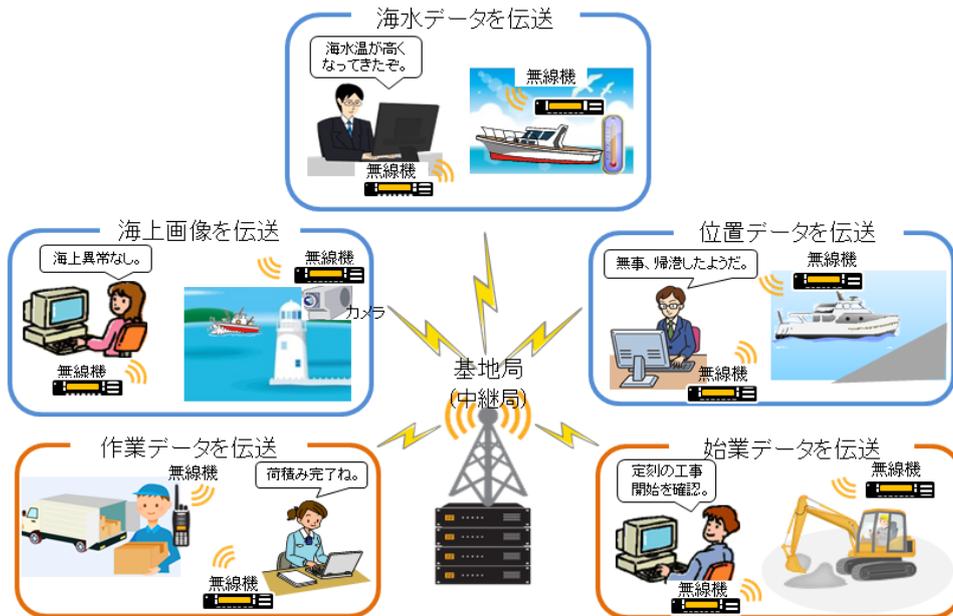


図 3-13 デジタル化による新たな利用シーンのイメージ

以下に、データ通信の利用シーン例を示す。

3.8.1 海水温度等の情報収集

事務所で、船舶がいる位置の海水温度等を把握し、漁業への影響を察知する。
図 3-14 に海水温度等の情報収集の利用イメージを示す。

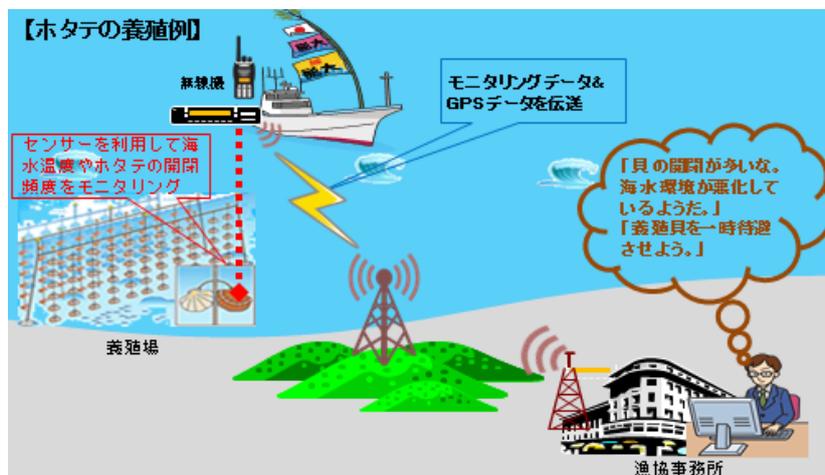


図 3-14 海水温度等の情報収集の利用イメージ

- 船舶に設置した無線機に海水温度等のセンサを取付け、乗船者の簡単な操作で、そのときの海水温度等の情報データと GPS データを事務所に送信する。
- 海水温度等の情報データと GPS データを事務所に設置した無線局で受信し、PC 画面に表示することにより、海上位置ごとの海水温度等を把握する。
- 必要に応じて、音声通話にて海水温度等を組合員に通知することも可能。
※海水温度等の情報データ及び GPS データのデータ量は大きくなく、10 分間隔程度の送信であれば、移動局の収容局数に影響しない。

3.8.2 不審船の監視

事務所から不審船の侵入を監視する。

図 3-15 に不審船監視の利用イメージを示す。

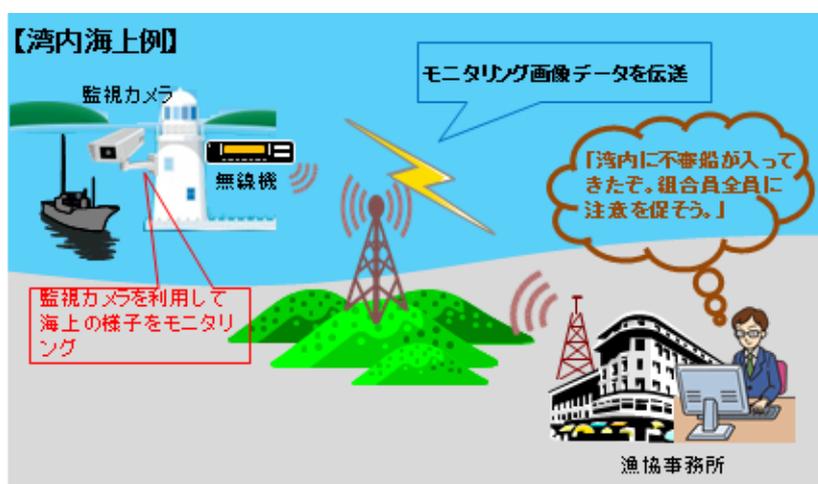


図 3-15 不審船監視の利用イメージ

- 海上を見渡せる場所に不審船監視用カメラ及び画像データ送信用無線機を設置し、定期的に海上の静止画像データを事務所に送信する。
- 画像データを事務所に設置した無線機で受信し、PC 画面に画像として映すことにより、不審船の侵入を監視する。
- 不審船を発見した場合、音声通話にて船舶に通知することも可能。
※画像データはデータ量が大きいいため、取得周期や画質によって移動局の収容局数が少なくなる可能性がある。

3.8.3 漁船の出港帰港通知

漁船が出港及び帰港したことを、簡単な操作で事務所に連絡する。

図 3-16 に漁船出港帰港通知の利用イメージを示す。

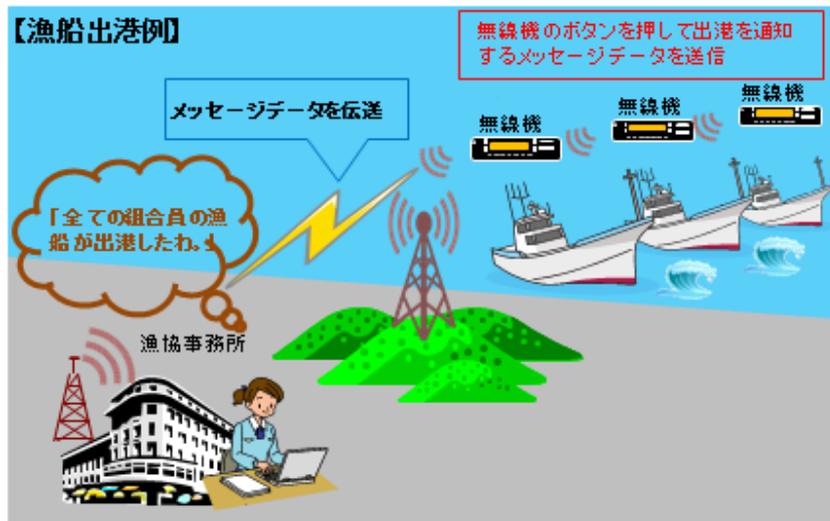


図 3-16 漁船出港帰港通知の利用イメージ

- 漁船の出港時及び帰港時に、乗船者が無線機のボタンを押すなどの簡単な操作により、出港や帰港を通知するメッセージ文データを事務所に送信する。
 - メッセージ文データを事務所に設置した無線局で受信し、無線機の LCD や PC 画面にメッセージ文として表示することにより、どの船が出港、帰港したかを管理する。
- ※メッセージ文データのデータ量は送信する文字数によって変わるが、出港、帰港程度の情報であれば、移動局の収容局数に影響しない。

3.8.4 宅配便積荷の管理

事務所で、宅配便配送者が全ての荷物を運搬車に積んだことを管理する。

図 3-17 に宅配便積荷管理の利用イメージを示す。



図 3-17 宅配便積荷管理の利用イメージ

- 宅配便配送者が荷物を運搬車に積み込むとき、バーコードリーダーで荷物情報を読み取り、読み取った荷物情報を無線機が積荷データとして宅配便事務所に送信する。
- 積荷データを宅配便事務所に設置した無線局で受信し、PC画面に積荷管理表として表示することにより、配送分全ての荷物が運搬車に積まれたことを管理する。
- 必要に応じて、音声通話にて配送者に積み残しの有無を連絡することも可能。
※積荷データのデータ量は管理する情報量によって変わるが、荷物の番号程度の情報であれば、移動局の収容局数に影響しない。

3.8.5 工事状況の管理

工事現場で工事を開始、終了したことを、作業者が無線機のボタンを押すなどの簡単な操作により、事務所に連絡する。

図 3-18 に工事現場状況管理の利用イメージを示す。

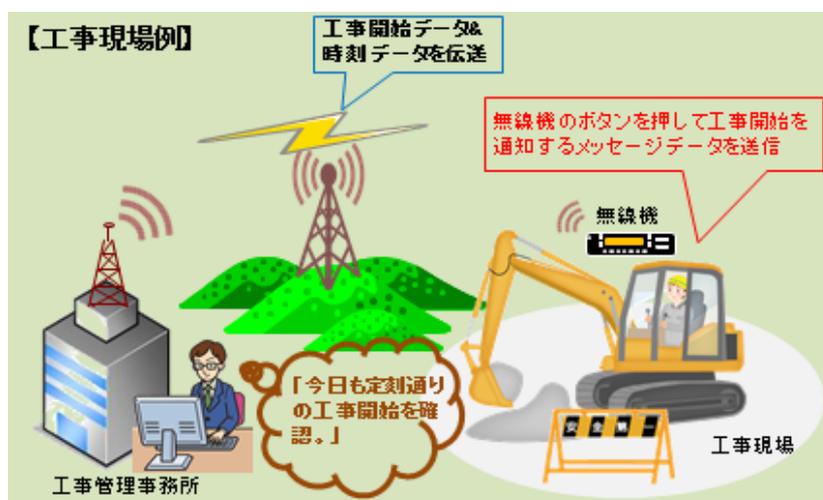


図 3-18 工事現場状況管理の利用イメージ

- 工事開始時及び工事終了時に、作業者が無線機のボタンを押すなどの簡単な操作により、工事の開始や終了を通知するデータと時刻データを事務所に送信する。
- 工事開始・終了データと時刻データを事務所に設置した無線局で受信し、PC画面に工事管理表として表示することにより、工事が定刻どおり行われたかを管理する。
※工事開始・終了データ及び時刻データのデータ量は大きくなく、移動局の収容局数に影響しない。

3.9 アナログからデジタルへの移行

アナログ地域振興用無線システムの管理者及び利用者にとっては、デジタル化への移行方法が課題となる。資金面、運用面、工事面から以下のように移行を行うことが想定される。

①一括で移行する方法

デジタル基地局を別周波数で設置し、利用者のアナログ無線機をデジタル無線機に一斉に移行する。費用負担、業種の異なる利用者の移行時期調整など難度が高いが旧周波数を直ちに空けられるメリットがある。

②利用者グループごとに移行する方法

デジタル基地局を別周波数で設置し、利用者のグループ単位でアナログ無線機をデジタル無線機に移行する。最も多い方法と考えられる。移行期間が長引くと多くの周波数を占有する期間が長くなるデメリットがある。

③周波数帯域を増やさない方法

使用中のアナログチャンネルのうちいくつかをデジタル用に割当て、デジタル基地局を同一周波数帯域の中に設置し、利用者のグループ単位でアナログ無線機をデジタル無線機に移行する。トラヒックが低いシステムで可能な方法。新たな周波数を必要としないため周波数が逼迫した地域で有効。移行時期の間でトラヒックが変動するため、システムの使用チャンネルを柔軟に変更できるシステムが要望される。

④設備導入に係る公的な支援について

漁業経営の厳しい現状を考慮すると、基地局、車載型無線機(漁船搭載型を含む。)及び携帯型無線機の導入にあたっては、漁業者にとっては新たな費用負担となることから、水産庁等の支援制度等を活用して、できる限り漁業者負担を軽減することが考えられる。その場合、国の支援以外に地元負担が前提となっているので、前広に地元市町村、都道府県に協議する必要がある。

移行方法の選択は、システムの規模、資金面、運用方法等を考慮して利用者に合った方法を選択することが望まれる。

4 デジタル地域振興用無線システムの干渉

4.1 干渉モデル

デジタル地域振興用無線システムにおいては、

- ① 地域振興 MCA 基地局⇒他の地域振興 MCA 移動局
- ② 同上 ⇒地域コミュニティ無線受信機
- ③ 地域振興 MCA 移動局⇒他の地域振興 MCA 基地局
- ④ 同上 ⇒地域コミュニティ無線受信機
- ⑤ 地域コミュニティ無線基地局⇒地域振興 MCA 基地局
- ⑥ 同上 ⇒地域振興 MCA 移動局

という関係で図 4-1 のような干渉が想定されるため、以下の 4 種類の干渉について検討する。

- (1) 同一チャンネルの干渉
- (2) 隣接チャンネルの干渉
- (3) 近接チャンネルの干渉
- (4) 相互変調の干渉

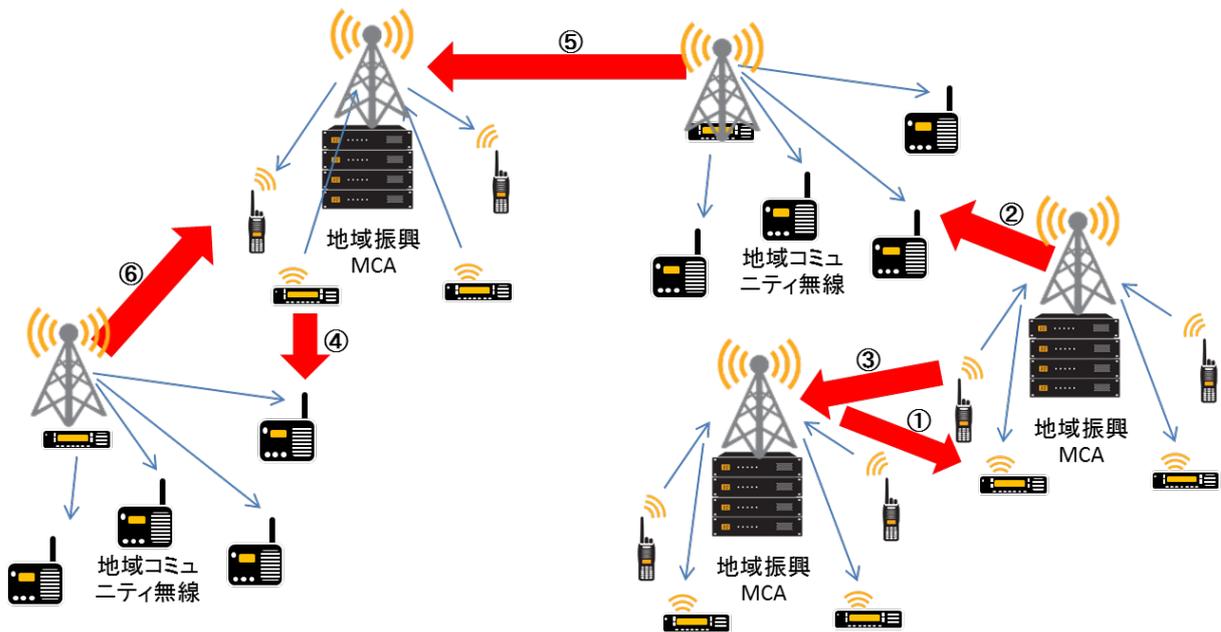


図 4-1 デジタル地域振興用無線システムにおける干渉モデル

4.2 同一チャネル干渉

4.2.1 机上検討

周波数を有効に利用するためには、同じ周波数(チャネル)を別の地域で繰り返し利用することが必要である(図 4-2)。距離や地形により、他の地域の電波が届いてしまうと混信妨害になる。

受信したい電波(希望波=Desired Signal)に対して邪魔をする電波(妨害波=Undesired Signal)がどれだけのレベル(D/U 比)であれば受信できるかを把握する。

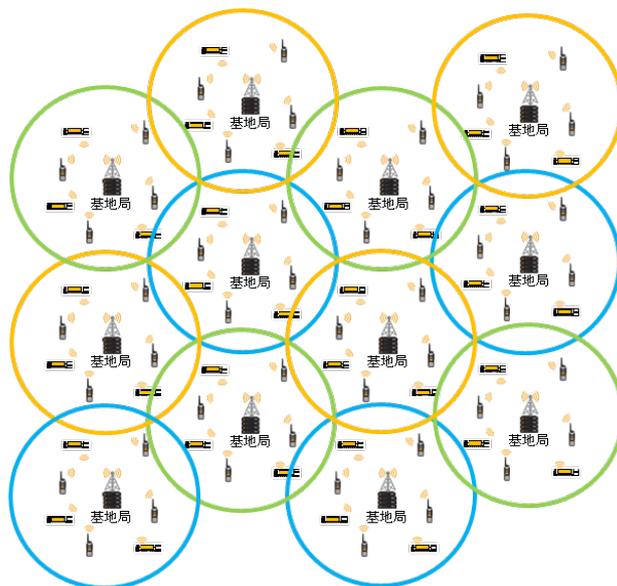


図 4-2 同一チャネルの繰り返し利用イメージ

4.2.2 同一チャネル周波数共用条件

4.2.2.1 所要 D/U

表 4-1 は、各変調方式間の同一チャネル周波数共用条件(希望波を基準感度+30dB にセツトし、SINAD= 12 dB 又は BER=1%となる D/U[dB])をまとめたものである。この値に各種マージンを見込んだ D/U を確保することで同一の周波数を繰り返し使用することができる。

表 4-1 同一チャネル周波数共用条件 (D/U[dB])

妨害波 希望波		FM		QPSK				16QAM			M16 QAM	RZ SSB		4 値 FSK	
		12.5 kHz	20k Hz	6.25 kHz	12.5 kHz	25k Hz 32k bps	25k Hz 36k bps	6.25 kHz	12.5 kHz	25k Hz		6.25 kHz	12.5 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz
FM	12.5kHz	4	/	5	3	3	/	9	6	3	3	6	6	7	4
	20kHz	/	2	3	3	3	/	3	3	3	3	3	3	3	3
QPSK	6.25kHz	13	9	12	8	6	/	11	9	6	6	12	9	10	8
	12.5kHz	14	13	11	11	9	/	11	11	9	9	12	12	10	11
	25kHz・ 32kbps	12	12	11	10	10	/	10	10	10	10	12	12	10	10
	25kHz・ 36kbps	12	12	10	10	10	/	10	10	10	10	12	12	10	10
16QAM	6.25kHz	18	13	15	13	11	/	16	13	11	11	16	13	16	13
	12.5kHz	19	18	16	16	13	/	16	16	13	14	16	16	16	16
	25kHz	19	18	15	15	15	/	15	15	15	15	15	15	15	15
M16QAM		18	18	17	17	17	/	17	17	17	17	17	17	17	17
RZ SSB	6.25kHz	11	6	11	8	6	/	12	8	6	5	12	9	12	11
	12.5kHz	12	10	12	11	9	/	12	11	8	8	12	12	12	12
4 値 FSK	6.25kHz	11	6	11	8	6	5	12	9	6	5	12	8	12	9
	12.5kHz	9	9	10	10	7	---	10	10	7	7	11	10	10	10

『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』より

デジタル(4 値 FSK) (6.25kHz) 同士の場合の D/U=12dB に、固定劣化を含む機器マージン 6dB (電波法関係審査基準「陸上移動業務の局」の伝送の質審査基準より)を加え、フェージングマージンとして場所率マージン(短区間中央値変動)4dB を加える。所要 D/U は、
12dB+6dB+4dB=22dB
となる。

電波法関係審査基準「陸上移動業務の局」の混信妨害の審査には、『54MHz を超え 470MHz 以下の電波を使用する狭帯域デジタル通信方式等の場合』の『同一周波数の場合～の受信機入力における所要 D/U は 22dB 以上』という記載があり、この審査基準をもとに同一周波数を割当てすることで、前出の D/U も満足できることがわかる。

4.2.2.2 ゾーン構成による検討

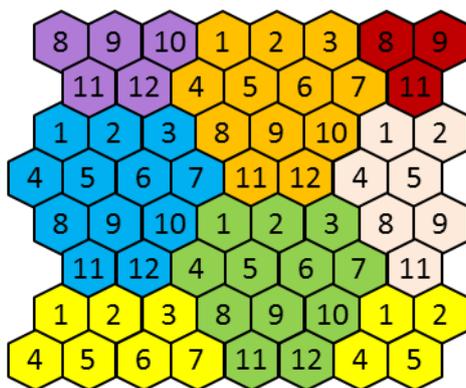
正六角形ゾーンによる周波数の繰返し利用を検討する。電波法関係審査基準に準拠して、所要 D/U=22dB を使用する。

所要 D/U $\Lambda=22$ dB のとき、正六角形ゾーンの繰返し数 N は、

$$\Lambda = 34.4 \log_{10}(\sqrt{3N} - 1) \quad (\text{移動通信 進士昌明編 丸善株式会社 式(7.18)})$$

より N=12 となる。

ゾーン構成による共用条件としては、正六角形ゾーンの繰返し数 12 による周波数割当てを行う場合(図 4-3)、同一地域に最大 n システムを設置し 1 システムあたり 4 チャンネル使用すると、48n チャンネルが必要となり現実的でない。地域振興 MCA は、携帯電話等のように面的に全ての地域をカバーする必要がない性質のシステムであることから、ゾーン構成による共用検討はなじまないことがわかった。



N=12の六角形ゾーンの繰返し

図 4-3 N=12 の六角形ゾーンの繰返し

4.2.2.3 共用条件

同一チャンネル周波数共用条件は、基地局間距離を確保する等で所要 D/U を満たすこととするのが望ましい。

ここで、所要受信機入力電圧を 11.6dB μ V(電波法関係審査基準の伝送の質の審査基準値)、所要 D/U=22dB としたときの許容妨害波レベルは-10.4dB μ V(-123.4dBm)となる。この関係となる基地局間の参考距離(図 4-4)計算結果を表 4-2 に示す。この距離よりも離隔距離を確保することで同一周波数の再利用が可能となるが、現実には地形・条件が異なるため、個々について検討が必要となる。

調査検討では、モデルとして、奥村秦郊外地の計算結果を用いることとする。

表 4-2 同一チャンネル周波数共用条件(基地局間の最低離隔距離参考計算結果)

計算方法	妨害基地-移動局の距離[km]	希望基地が所要受信機入力となる距離[km]	必要な基地局間距離[km]
奥村秦開放地	118	46	164
奥村秦郊外地	57	18	75
奥村秦市街地	39	10	49
主な条件	空中線電力 10W 送信空中線利得 6.15dBi 送信空中線高 50m 受信空中線利得 2.15dBi 受信空中線高 1.5m		

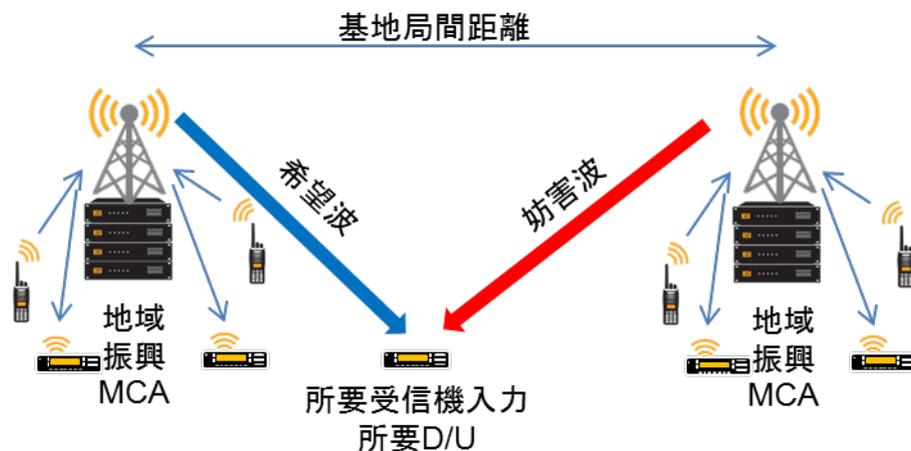


図 4-4 所要 D/U を確保するための基地局間距離

4.2.3 ラボ内検証試験(同一チャネル干渉)

サンプル無線機の同一チャネル干渉特性を測定し、机上検討の妥当性を確認する。

4.2.3.1 測定方法

同一チャネル干渉測定の構成を図 4-5 に示す。

- (1) 希望波信号レベルを基準感度+30dB (30dB μ V = -83dBm) に設定する。希望波信号は 4 値 FSK PN9 符号。
- (2) (妨害波がデジタルの場合) 妨害波信号を 4 値 FSK PN15 符号とし、希望波と同一周波数に設定する。
(妨害波がアナログの場合) 妨害波信号をアナログ(FM) 400Hz 信号 1.5kHz デビエーションとし、希望波と同一周波数に設定する。
- (3) 妨害波を BER が 1% となるレベルに調整し、そのレベルを記録する。
- (4) 希望波レベルと妨害波レベルの値から D/U を算出する。

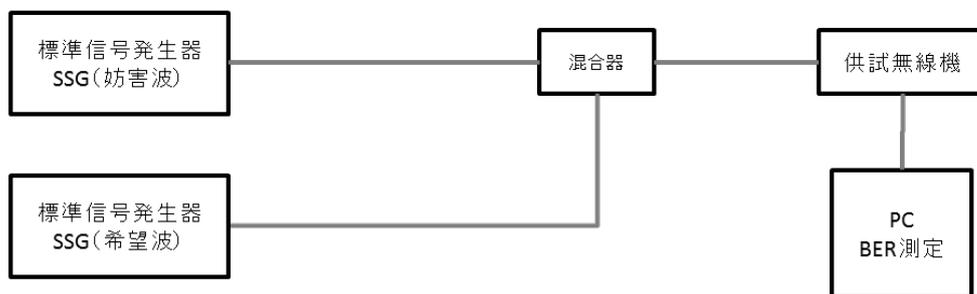


図 4-5 同一チャネル干渉測定の構成

4.2.3.2 ラボ内検証試験(同一チャネル干渉)結果

測定結果を表 4-3 に示す。同一チャネル共用値(表 4-1)の値を表の「答申」に記載した。

試験結果は、答申の値以下で満足しており、4.2.2 で計算した基地局間距離を確保していれば、実力的にも周波数共用が可能であることがわかる。

表 4-3 同一チャネル干渉の D/U[dB]測定結果

希望波	妨害波	周波数 [MHz]	基地 ①	基地 ②	車載 ①	車載 ②	携帯 ①	携帯 ②	答申
デジタル	デジタル	385	11	11	11	11	11	10	12
デジタル	デジタル	367	11	11	11	11	11	11	12
デジタル	アナログ	385	11	11	11	11	11	11	11
デジタル	アナログ	367	11	11	11	11	11	11	11

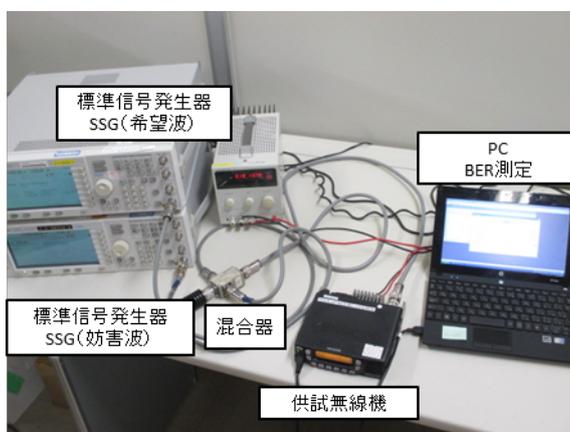


図 4-6 同一チャネル干渉測定の様子

【参考】

4 値 FSK デジタルを希望波とした場合、D/U はほぼ 11dB となっている。これは、妨害波レベルが希望波よりも 11dB 以上低ければ受信できることを表わしている。D/U は、値が小さければ妨害に強いことを意味する。

図 4-7 は、同一チャネル干渉のイメージで、4 値 FSK デジタル信号と同一の周波数にアナログ (FM) の信号が存在する場合である。妨害波の方が弱い場合は、表 4-3 の D/U を満たす(小さい)場合、希望波を受信できる。

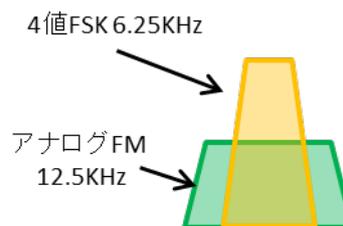


図 4-7 同一チャネル干渉

4.3 隣接チャネル干渉

4.3.1 机上検討

地域振興用無線システムの周波数(チャネル)は連続している。同一地域や隣接する地域で隣接チャネルを使用すると、受信機や送信機の特性により受信に影響を受ける。干渉を避けるためには、妨害波の信号強度を下げる、妨害波の周波数を離すことが必要である。

受信したい電波(希望波=Desired Signal)に対して邪魔をする電波(妨害波=Undesired Signal)がどれだけのレベル(D/U比)であれば、また周波数がどれだけ離れていれば受信できるかを把握する。

4.3.2 隣接周波数共用条件

表 4-4 は、各変調方式間の隣接周波数共用条件(希望波を基準感度+30dBにセットし、D/U=-40dBの妨害波を与えた時 SINAD= 12 dB(又は BER=1%)となる離隔周波数[kHz])をまとめたものである。

表 4-4 隣接周波数共用条件 (離隔周波数[kHz])

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 32 kbps	25kHz 36 kbps	6.25 kHz	12.5 kHz	25 kHz		6.25 kHz	12.5 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz
FM	12.5 kHz	11.60	/	12.37	13.62	19.22	/	11.67	14.62	19.92	19.12	11.27	11.62	10.57	12.35
	20 kHz	/	15.80	17.59	19.71	23.81	/	17.49	18.91	24.21	22.91	13.69	14.21	15.09	14.14
QP SK	6.25 kHz	11.97	14.89	6.20	9.10	14.31	/	5.40	8.10	14.21	12.31	5.40	6.80	6.07	9.82
	12.5 kHz	14.52	17.21	9.20	12.33	17.58	/	8.80	11.53	17.78	15.58	8.60	9.93	9.01	12.49
	25 kHz 32 kbps	19.02	22.11	14.91	17.98	25.10	/	14.71	16.98	23.50	21.50	9.71	10.88	14.46	14.72
	25 kHz 36 kbps	19.42	22.31	15.61	18.78	24.80	/	15.61	17.78	24.50	22.50	9.71	10.88	14.71	14.78
16 QAM	6.25 kHz	12.17	14.99	5.40	8.70	14.41	/	4.60	7.70	14.41	12.41	4.70	6.20	5.92	9.82
	12.5 kHz	14.52	17.31	8.30	11.43	16.68	/	7.80	10.53	16.68	14.78	7.70	9.03	8.55	12.41
	25 kHz	20.22	22.91	14.71	17.98	23.60	/	14.51	16.98	23.60	21.70	12.71	13.98	11.05	15.18
M16QAM		17.72	21.31	12.61	15.88	21.70	/	12.61	14.58	21.80	19.60	12.61	13.98	11.08	15.22
RZ SSB	6.25 kHz	10.67	13.79	5.80	8.30	14.51	/	5.30	7.90	14.31	14.71	5.30	6.60	5.36	9.58
	12.5 kHz	12.32	15.51	7.60	10.53	16.38	/	7.10	10.13	15.88	16.58	7.10	8.53	7.36	11.36
4 値 FSK	6.25 kHz	10.67	14.11	5.72	8.82	14.63	14.82	5.34	8.06	14.63	12.07	5.47	7.38	5.72	9.44
	12.5 kHz	11.13	13.83	9.44	12.29	17.59	---	9.14	11.40	17.60	15.66	7.42	9.28	8.53	11.63

『「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』より

4.3.3 周波数配置によって干渉が発生する場合

表 4-4 の周波数離隔を満足する最小周波数ステップ 3.125kHz のチャンネル間隔をまとめたものを表 4-5 に示す。

黄色に塗られた部分は、地域振興用無線システムに使用される各変調方式の組み合わせの中で、双方のチャンネル間隔を合計して 2 で割った値よりも大きいところである。

表 4-5 周波数配置案 (チャンネル間隔[kHz])

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 32 kbps	25kHz 36 kbps	6.25 kHz	12.5 kHz	25 kHz		6.25 kHz	12.5 kHz	6.25 kHz	12.5 kHz
FM	12.5 kHz	12.5		12.5	15.625	21.875		12.5	15.625	21.875	21.875	12.5	12.5	12.5	12.5
	20 kHz		20	18.75	21.875	25		18.75	21.875	25	25	15.625	15.625	15.625	15.625
QP SK	6.25 kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5 kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	12.5	9.375	12.5
	25 kHz 32 kbps	21.875	25	15.625	18.75	28.125		15.625	18.75	25	21.875	12.5	12.5	15.625	15.625
	25 kHz 36 kbps	21.875	25	15.625	21.875	25		15.625	18.75	25	25	12.5	12.5	15.625	15.625
16 QAM	6.25 kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	6.25	6.25	12.5
	12.5 kHz	15.625	18.75	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	15.625	9.375	9.375	9.375	12.5
	25 kHz	21.875	25	15.625	18.75	25		15.625	18.75	25	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
M16QAM		18.75	21.875	15.625	18.75	21.875		15.625	15.625	21.875	21.875	15.625	15.625	12.5	15.625
RZ SSB	6.25 kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625		6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5 kHz	12.5	15.625	9.375	12.5	18.75		9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5
4 値 FSK	6.25 kHz	12.5	15.625	6.25	9.375	15.625	15.625	6.25	9.375	15.625	12.5	6.25	9.375	6.25	12.5
	12.5 kHz	12.5	15.625	12.5	12.5	18.75	---	9.375	12.5	18.75	18.75	9.375	9.375	9.375	12.5

『「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』より

例えば 4 値 FSK (6.25kHz) の希望波を受信するためには、アナログ (FM) (12.5kHz) の妨害波は、表 4-4 より相互の割当て周波数が所要の周波数の許容偏差に係る補正值を含め 10.67kHz 離れている必要があり、最少周波数ステップ 3.125kHz を考慮すると表 4-5 のように 12.5kHz 離れた割当てとすることが必要である。

図 4-8 のようにブロック A に 4 値 FSK、ブロック B にアナログ (FM) が配置された場合、チャンネル間隔は 9.375kHz となり、前述の必要な離隔周波数が確保できない。必要な離隔周波数が確保できない場合は、妨害波の電力の一部が受信帯域に入るため干渉が発生する。

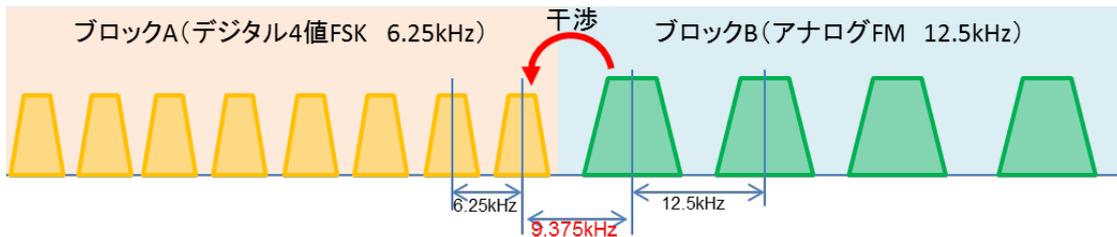


図 4-8 デジタル(4 値 FSK)とアナログ(FM)との干渉

表 4-5 で黄色く塗られた組み合わせでは、ブロックが隣接した場合に必要な周波数離隔が確保できないため、割当て検討の際には考慮が必要となる(図 4-9)。

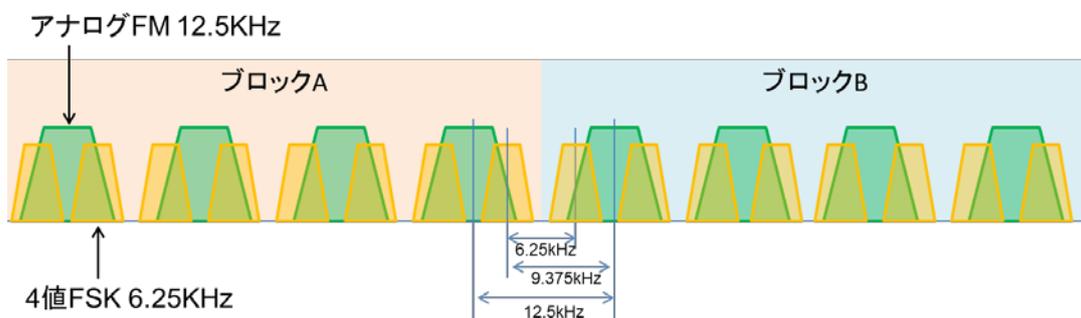


図 4-9 デジタル(4 値 FSK)とアナログ(FM)のブロック間での離隔周波数

4.3.4 ラボ内検証試験(隣接チャネル干渉)

サンプル無線機の隣接チャネル干渉特性を測定し、机上検討の妥当性を確認する。

4.3.4.1 測定方法

隣接チャネル干渉測定の構成を図 4-10 に示す。

- (1) 希望波信号レベルを基準感度+30dB(30dB μ V = -83dBm)に設定する。希望波信号は 4 値 FSK PN9 符号。
- (2) (妨害波がデジタルの場合)妨害波信号を 4 値 FSK PN15 符号とし、レベルを希望波+40dBm(-43dBm、D/U=-40dB)に設定する。
(妨害波がアナログの場合)妨害波信号をアナログ(FM) 400Hz 信号 1.5kHz デビエーションとし、レベルを希望波+40dBm(-43dBm、D/U = -40dB)に設定する。
- (3) 妨害波周波数を BER が 1%となる周波数に調整し、上側、下側それぞれの周波数を記録する。
- (4) 希望波周波数と妨害波周波数の差を算出する。

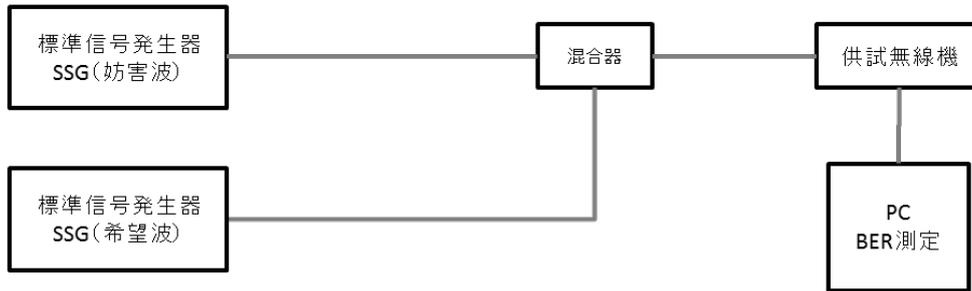


図 4-10 隣接チャネル干渉測定構成

4.3.4.2 ラボ内検証試験(隣接チャネル干渉)の結果

測定結果を表 4-6 に示す。隣接チャネル共用条件(表 4-4)の値を「答申」欄に記載した。

試験結果は、答申の値の範囲内に入っており、実力的にも表 4-4 の値を用いて隣接チャネル干渉を評価できることがわかる。

表 4-6 隣接チャネル干渉の必要離隔周波数[kHz]測定結果

希望波	妨害波	周波数 [MHz]	基地① 下側	基地① 上側	基地② 下側	基地② 上側	車載① 下側	車載① 上側	車載② 下側	車載② 上側	携帯① 下側	携帯① 上側	携帯② 下側	携帯② 上側	答申
デジタル	デジタル	385	-5.025	5.475	-5.225	5.275	-5.525	5.375	-5.625	5.275	-5.525	5.575	-5.625	5.575	±5.72
デジタル	デジタル	367	-5.025	5.275	-5.025	5.275	-5.525	5.375	-5.625	5.275	-5.525	5.575	-5.625	5.575	±5.72
デジタル	アナログ	385	-5.025	5.575	-5.025	5.475	-5.325	5.275	-5.325	5.175	-8.925	5.175	-9.225	5.375	±10.67
デジタル	アナログ	367	-5.025	5.475	-5.025	5.575	-5.325	5.275	-5.325	5.175	-7.625	5.175	-9.225	5.275	±10.67



図 4-11 隣接チャネル干渉測定の様子

【参考】

4 値 FSK デジタルを希望波とした場合、妨害波もデジタルの場合は、約 5.5kHz という結果となった。これは、約 5.5kHz 周波数に差があれば、相互に使用できることを表わしている。

図 4-12 は、隣接チャネル干渉のイメージである。4 値 FSK デジタル信号が近い周波数で並んだ場合である。図 4-12 のように周波数が近くなると、相互に使用帯域の一部が重なりあい、その信号によって干渉が発生する。お互いの周波数が離れて行くと重なる部分が少なくなり、影響が小さくなる。このお互いの周波数が表 4-6 の離隔周波数を満たす場合、希望波を受信できる。

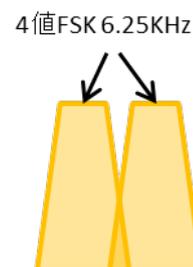


図 4-12 隣接チャネル干渉

4.4 近接チャネル干渉

4.4.1 机上検討

電波法関係審査基準では、狭帯域デジタル変調方式の近接チャネル干渉を図第 37 の 2 (図 4-13) で評価する。このグラフは、希望波信号レベルを 0dB (基準感度+6dB)、10dB、20dB にしたときに BER が 1% となるとき妨害波レベルをプロットしたものである。伝送の質を確保するため、この妨害波レベルを上回らない工事設計を求めている。近接チャネル干渉は隣接チャネルから数 MHz 程度までの妨害信号を評価する。

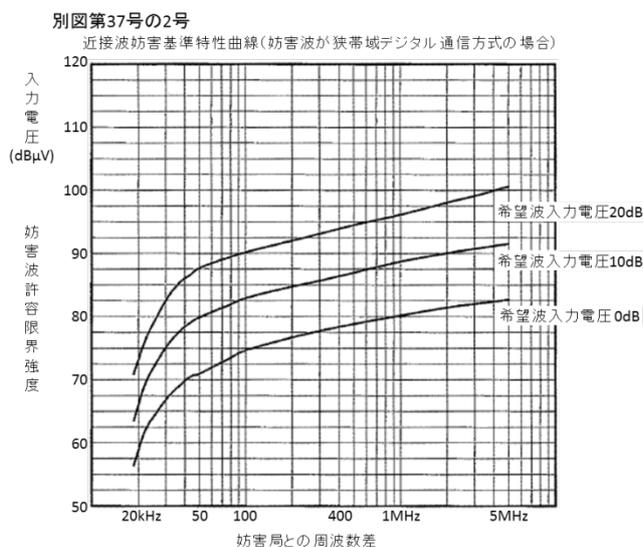


図 4-13 電波法関係審査基準の近接チャネル干渉評価基準 (図第 37 の 2)

4.4.2 近接チャネル干渉の発生確率

複数の基地局を同一地域で割当てする場合、移動局の移動範囲が重複するため、他方の基地局に接近することがあり、50kHz 程度以内の近接チャネル干渉の基準を担保できない。

ただし、近接チャネル干渉の発生確率は、0.002%程度となり(参考資料10)、呼損率 3% に対して十分に低く無視できる値であるから、隣接するブロックを使用しても実用上の問題は極めて稀である。したがって、同一地域に隣接するデジタルグループの割当ては可能である。

4.4.3 ラボ内検証試験(近接チャンネル干渉)

4.4.3.1 測定方法

近接チャンネル干渉測定構成を図 4-14 に示す。

- (1) 希望波信号レベルを $0\text{dB}\mu\text{V}$ 、 $6\text{dB}\mu\text{V}$ 、 $10\text{dB}\mu\text{V}$ 、 $20\text{dB}\mu\text{V}$ に設定する。希望波信号は 4 値 FSK PN9 符号。
- (2) (妨害波がデジタルの場合) 妨害波信号を 4 値 FSK PN15 符号とし、妨害波のレベルを BER が 1%となるレベルに調整してそのレベルを記録する。
(妨害波がアナログの場合) 妨害波信号をアナログ(FM) 400Hz 信号 1.5kHz デビエーションとし、妨害波のレベルを BER が 1%となるレベルに調整してそのレベルを記録する。
- (3) 妨害波の周波数を、以下の離隔で測定する。
6.25kHz, 12.5kHz, 18.75kHz, 25kHz, 31.25kHz, 37.5kHz, 43.75kHz, 50kHz, 100kHz, 200kHz, 500kHz, 1MHz, 2MHz, 5MHz, 10MHz, 20MHz

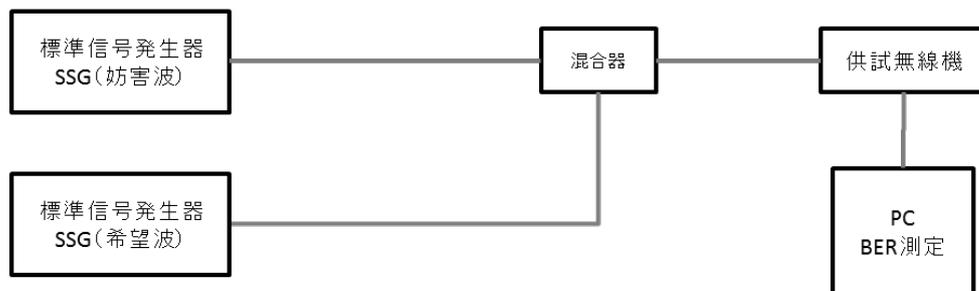


図 4-14 近接チャンネル干渉測定構成

4.4.3.2 ラボ内検証試験(近接チャンネル感度抑圧)の結果

電波法関係審査基準 図第 37 の 2 の値を重ねた測定結果を図 4-15 に示す。

各入力レベル時において、審査基準値を 10dB 程度のマージンをもって満足していることがわかる。

調査検討の無線設備においても審査基準値が問題なく適用できることが確認された。

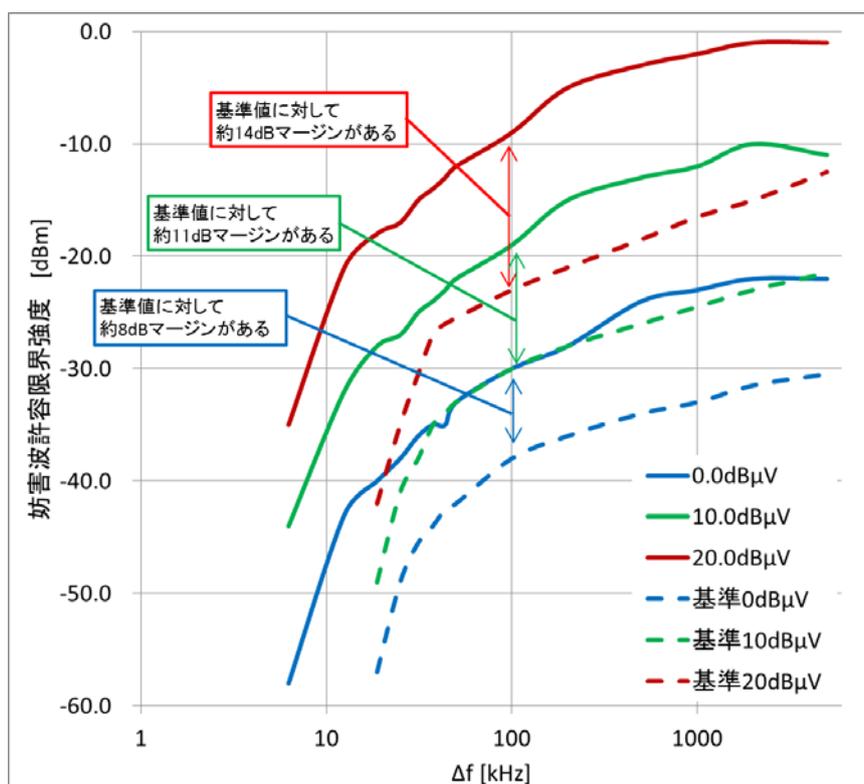


図 4-15 近接チャンネル干渉測定結果



図 4-16 近接チャンネル干渉測定の様子

【参考】

図 4-17 は、近接チャンネル感度抑圧のイメージである。4 値 FSK デジタル信号希望波の近傍周波数に強力な信号がある場合である。強力な妨害波により受信機の性能が影響を受け、受信感度が抑圧を受けて低下する。妨害波レベルが低くなると抑圧の度合いも少なくなる。この妨害波がどのレベルまで強くなっても受信が可能かを示す値が、図 4-15 のグラフの妨害波許容限界強度(縦軸)である。例えば、希

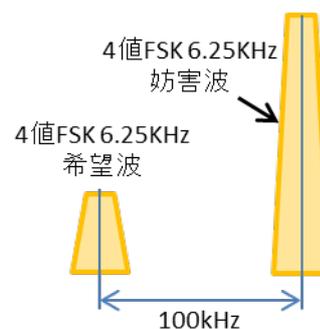


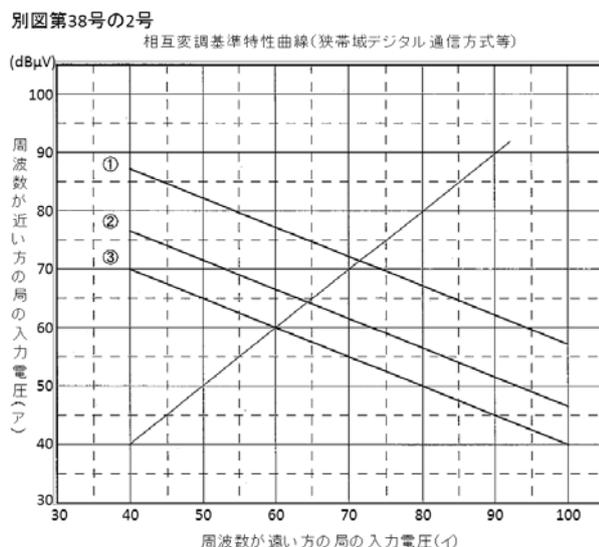
図 4-17 近接チャンネル干渉

望信号が $0\text{dB}\mu\text{V}$ のとき、測定結果では 100kHz 離れた妨害波が -30dBm ($83\text{dB}\mu\text{V}$) の強さまでは希望波が受信できることを表わしている。

4.5 相互変調

4.5.1 机上検討

電波法関係審査基準では、狭帯域デジタル変調方式の相互変調を図第38の2(図4-18)で評価する。このグラフは、 $f = 2f_i - f_j$ (f は希望波の周波数、 f_i は周波数が近い方の妨害波の周波数、 f_j は周波数が遠い方の妨害波の周波数)の関係で発生する3次の相互変調において希望波信号レベルを基準感度+3dBにしたときにBERが1%となるとき妨害波レベルをプロットしたものである。伝送の質を確保するため、この妨害波レベルを上回らない工事設計を求めている。



- ①: 16QAM (防災)のもの
- ②: $\pi/4$ QPSK (TDMA) 及び 4FSK(TDMA) のもの
- ③: $\pi/4$ QPSK (SCPC)、4FSK(SCPC) 及び RZ SSB のもの

図 4-18 電波法関係審査基準の相互変調の評価基準(図第38の2)

4.5.2 相互変調の周波数関係と発生確率

MCA 基地局は、同時に複数の周波数を送信するため、相互変調の要因となりやすい。例えば A~L の 12 チャンネルが図 4-19 のように 3 つのグループに分かれている場合、3 次相互変調が発生するチャンネルの関係は表 4-7、表 4-8 のようになる。例えば、チャンネル E と H に送信信号があった場合、 $2E-H=B$ 、 $2H-E=K$ という関係で B と K のチャンネルに相互変調が発生する(図 4-20)。チャンネル E、F、G に送信信号があった場合、 $E+F-G=D$ 、 $F+G-E=H$ 、 $E+G-F=F$ という関係で D と H のチャンネルに相互変調が発生する(F は送信中の自チャンネルのため影響はない。図 4-21)。

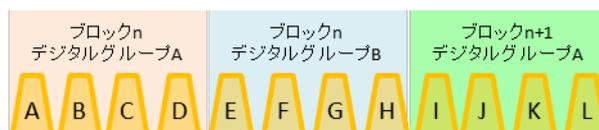


図 4-19 チャンネル配置

表 4-7 $2fi - fj$ の周波数関係で発生する相互変調

送信するチャンネル	相互変調が発生するチャンネル($2fi - fj$)
EF	D, G
FG	E, H
GH	F, I
EG	C, I
FH	D, J
EH	B, K



図 4-20 $2fi - fj$ の周波数関係で発生する相互変調の例

表 4-8 $fi + fj - fk$ の周波数関係で発生する相互変調

送信するチャンネル	相互変調が発生するチャンネル($fi + fj - fk$)
EFG	D, H
EFH	C, G, I
EGH	D, F, J
FGH	E, I

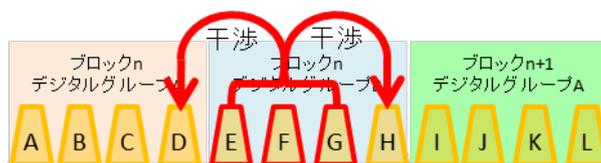


図 4-21 $fi + fj - fk$ の周波数関係で発生する相互変調の例

表 4-7、表 4-8 からわかるとおり、3次相互変調は、自グループ内のチャンネル及び隣接するグループのチャンネルに発生する(自基地局により発生する相互変調は、D/Uが確保されるため問題とならない。)

ただし、相互変調の発生確率は、0.02%程度以下となり(参考資料10)、呼損率3%に対して十分に低く無視できる値であるから、隣接するブロックを使用しても実用上の問題は極めて稀である。したがって、同一地域に隣接するデジタルグループの割当ては可能である。

4.5.3 ラボ内検証試験(相互変調)

4.5.3.1 測定方法

相互変調干渉測定構成を図 4-22 に示す。

- (1) 希望波信号レベルを最小受信感度+3dB に設定する。希望波信号は PN9 符号。
- (2) 妨害波信号を PN15 符号とし、妨害波アの周波数を希望波+X kHz、妨害波イの周波数を希望波+2X kHz に設定する。X は、6.25kHz、20kHz、400kHz、1MHz、2MHz、5MHz の離隔でそれぞれ測定する。
- (3) 妨害波イのレベルを Y dB μ V に設定し、妨害波アのレベルを BER が 1%となるレベルに調整してそのレベルを記録する。Y を 40dB μ V、50dB μ V、60dB μ V、70dB μ V、80dB μ V、90dB μ V、100dB μ V としてそれぞれ測定する。

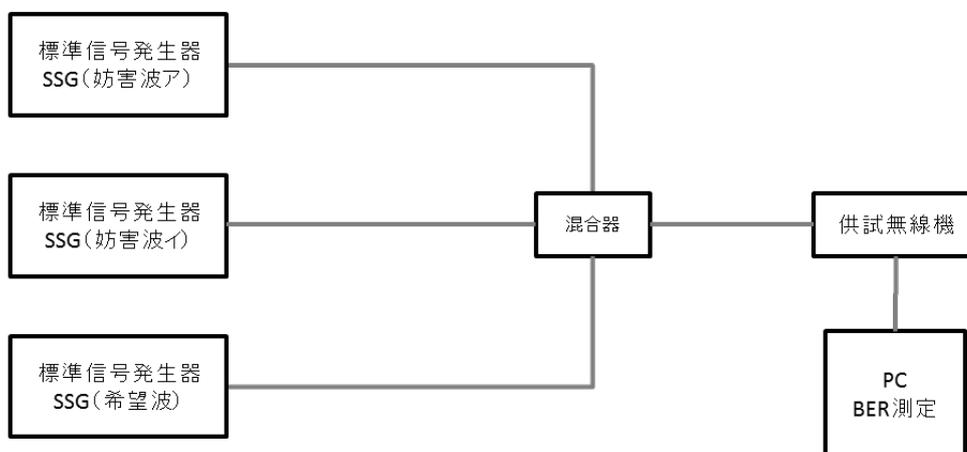


図 4-22 相互変調の干渉測定構成

4.5.3.2 ラボ内検証試験(相互変調)の結果

電波法関係審査基準 図第 38 の 2 の③の値を重ねた測定結果を図 4-23 に示す。試験結果は審査基準値より大きな値で満足していることがわかる。調査検討の無線設備においても審査基準値が問題なく適用できることが確認された。

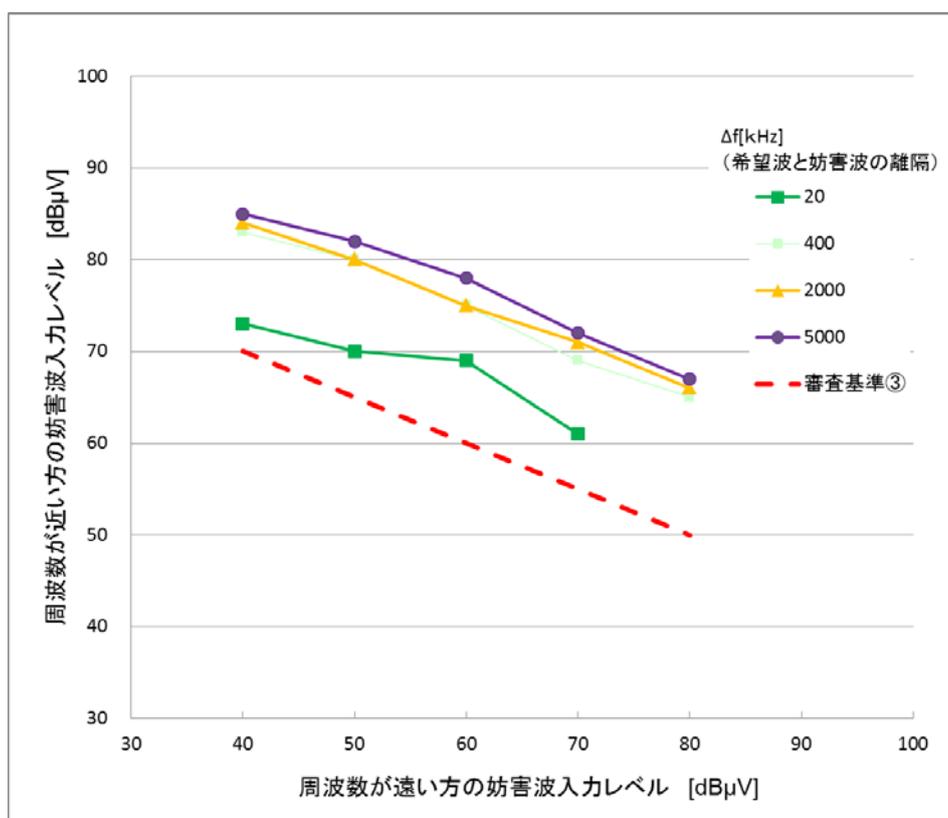


図 4-23 相互変調の干渉測定結果

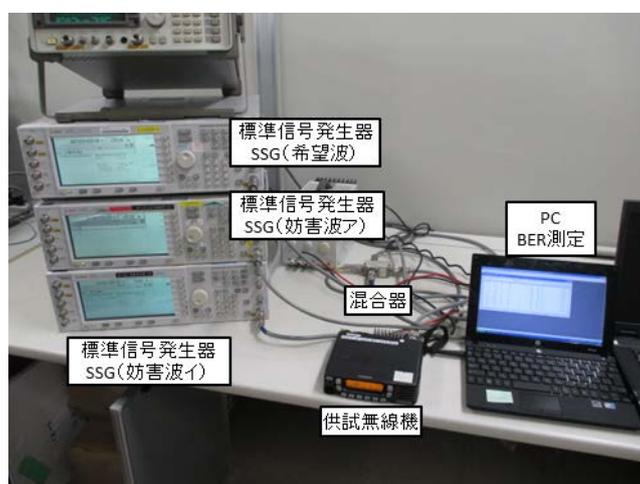


図 4-24 相互変調の干渉測定の様子

【参考】

図 4-23 のグラフは、審査基準の曲線よりも試験結果が上側及び右側にあれば、より高レベルの妨害波に耐え、基準値を満足していることを意味する。

図 4-25 は、相互変調のイメージである。4 値 FSK デジタル信号希望波に並んで強力な妨害波信号が 2 つある場合である。強力な 2 つの妨害波が受信機に入ると信号が混合されて希望

波と同じ周波数に信号が生成され影響が生じる。妨害波レベルが低くなると生成される信号も弱くなり影響が少なくなる。この妨害波がどのレベルまで強くなっても受信が可能かを示す値が、図 4-23 のグラフである。例えば、希望波に近い方(2MHz)の妨害波レベルが $80\text{dB}\mu\text{V}$ のとき、遠い方(4MHz)の妨害波レベルが $50\text{dB}\mu\text{V}$ までは希望波が受信できることを表わしている。

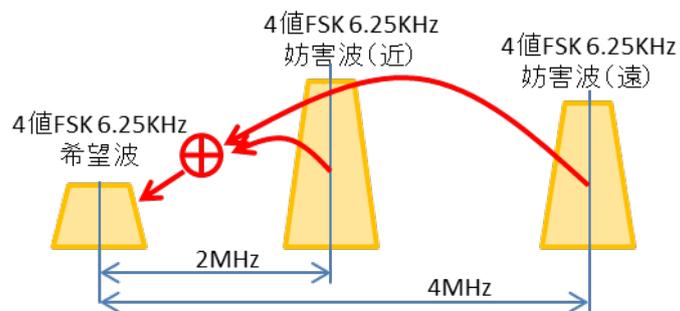


図 4-25 相互変調

5 実証試験

5.1 実証試験の目的

- マリンコミュニティホーンの代替としてデジタル地域振興 MCA を利用した場合、その伝搬特性によりマリンコミュニティホーンと同等の通話エリアが確保できることを確認する。
- 400MHz 帯デジタルシステムを用いてマリンコミュニティホーンを使用している地域(青森県平内町及び陸奥湾)をモデルとして電波伝搬試験を行う。

5.2 実証試験の方法

- 青森県東津軽郡平内町水ヶ沢山に基地局を設置して送信
- 陸奥湾沿岸を走行する車両及び陸奥湾内を航行する船舶に移動局を設置し、受信信号強度を測定
- 比較のため、数か所を選定し、現行マリンコミュニティホーンの受信信号強度を測定
- 実施日＝平成 27 年 8 月 25 日～26 日、9 月 8 日～10 日

5.3 基地局設置場所、試験測定範囲

青森県東津軽郡平内町水ヶ沢山のマリンコミュニティホーン設備に隣接して基地局を設置。試験範囲は、陸奥湾を中心に周辺陸上を含める(図 5-1)。



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
図 5-1 実証試験の基地局設置場所と試験測定範囲

5.4 机上検討(デジタル・アナログの回線設計比較による検討)

現状のマリンコミュニティホーン(アナログ(FM))とデジタル地域振興 MCA(デジタル(4 値 FSK))の回線設計で受信 S/N、C/N が所要 S/N、C/N となる限界距離を算出比較した(表 5-1)。

比較では、デジタル化によっても同等以上のエリア確保が期待できる結果となった。

表 5-1 マリンコミュニティホーンとデジタル地域振興 MCA の回線設計比較

	アナログ (FM)	デジタル (4 値 FSK)
送信周波数 f[MHz]	367.6	367.6
送信出力 W[mW]	10000.0	10000.0
送信出力 W[dBm]	40.0	40.0
送信側フィーダー損失 Lt[dB]	1.0	1.0
送信側フィルタ損失[dB]	1.0	1.0
送信アンテナ利得 Gt[dBi]	6.65	6.65
実効放射電力 P[dBm]	44.7	44.7
伝送距離 d[km]	17.3	25.4
送信基地局アンテナ高 Hb[m]	330.0	330.0
受信移動局アンテナ高 Hm[m]	1.5	1.5
奥村泰モデル(郊外)による伝搬損失[dB]	137.2	143.2
中央値から実効値への変換係数[dB]	1.6	1.6
受信アンテナ利得 Gr[dBi]	2.15	2.15
受信側フィーダー損失 Lr[dB]	0.0	0.0
受信側フィルタ損失[dB]	0.0	0.0
場所率マージン[dB] ※1	3.0	3.0
人体との相互作用によるアンテナ利得損失[dB] ※2	2.1	2.1
受信電力 Pr [dBm]	-97.1	-103.1
(受信開放電圧 V0[dB μV])	15.9	9.9
ボルツマン定数 k[W/(Bz・K)]	1.38×10^{-23}	1.38×10^{-23}
ボルツマン定数 k[dBm/(Bz・K)]	-198.6	-198.6
標準温度 T0[dBK]	24.8	24.8
信号帯域幅 B[kHz] ※1	8.0	4.0
信号帯域幅 B[dBHz]	39.0	36.0
受信機雑音指数 F[dB] ※1	8.0	8.0
受信機熱雑音 Ni=kT0BF[dBm]	-126.8	-129.8
外来雑音 Nb[dBm] ※1	-126.0	-129.0
受信機外来雑音 Nb+Gr-Lr[dBm]	-123.9	-126.9
受信器総合雑音電力 Nr[dBm]	-122.1	-125.1
(受信機総合雑音[dB μV])	-9.1	-12.1
所要 S/N,C/N[dB] ※1	25.0	22.0
受信 S/N,C/N[dB]	25.0	22.0

※1: 電波法関係審査基準「陸上移動業務の局」の空中線電力の選定、伝送の質の審査の値の数値を使用した。

※2: ARIB STD-B54 の参考 1 「人体によるアンテナ利得損失の算出方法」の値を使用した(ただし、VHF 帯)。

5.5 信号強度測定結果(デジタル実験試験局とマリンコミュニティホーンの比較)

図 5-2 にデジタル実験試験局の結果を、図 5-3 にマリンコミュニティホーンの結果を示す。デジタル実験試験局の試験結果は、比較のためマリンコミュニティホーン測定点の近傍地点を抜粋した。

マリンコミュニティホーンと実験試験局の信号強度には顕著な差異はみられない。

ただし、回線設計上、アナログ(FM)は-97dBm まで、デジタル(4 値 FSK)は-103dBm まで通話エリアとなるため 6dB 分デジタル(4 値 FSK)の通話エリアが広いことになる。

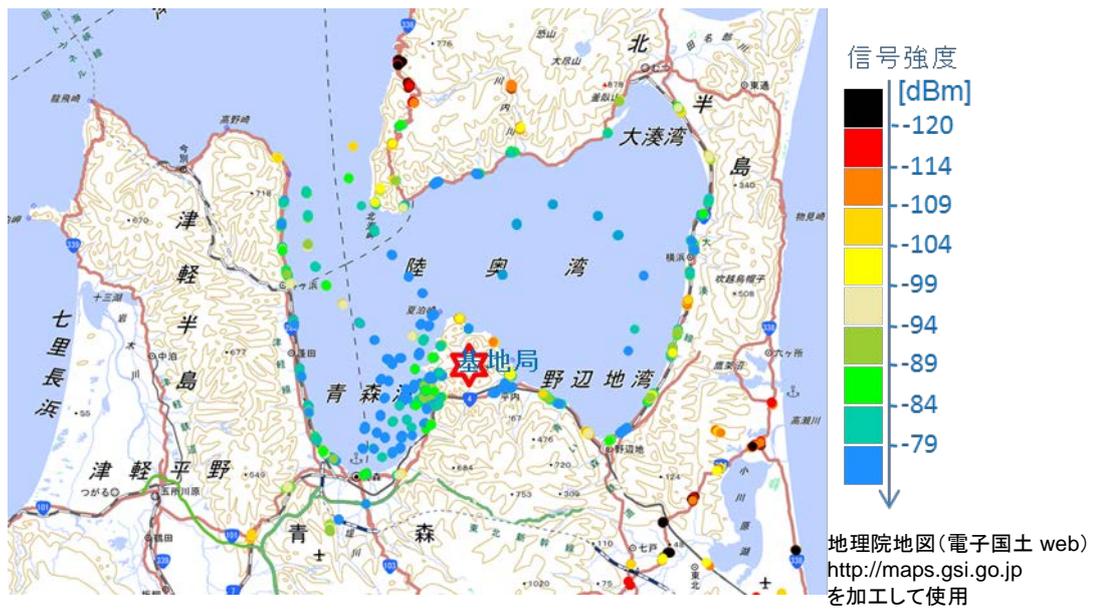


図 5-2 信号強度測定結果(デジタル実験試験局)

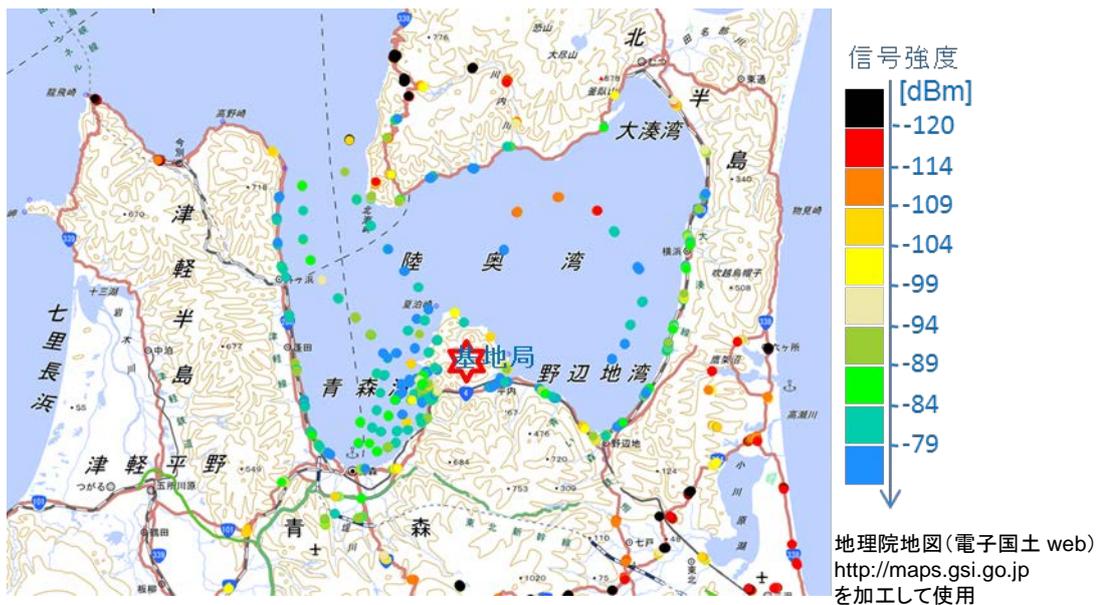


図 5-3 信号強度測定結果(マリンコミュニティホーン)

5.6 信号強度測定結果(海上での距離対信号強度)

5.6.1 測定結果

海上伝搬2波モデルと球面大地回折の理論計算グラフに、海上領域での測定結果を方角にかかわらず距離対信号強度にして重ねたものを図 5-4 に示す。

測定値(緑色のプロット。1点が1地点の測定値を表わす。)は、同じ距離であっても信号強度にばらつきが大きいことがわかる。これは、同じ伝搬距離であっても方角の違いにより伝搬地形や周囲環境に差があるためと考えられる。なお、本試験では受信信号電力を試験装置受信機のRSSI表示機能によって測定したことから、測定範囲上限の-80dBmより強い信号は測定できないため-80dBm以上のレベルは取得データがない。

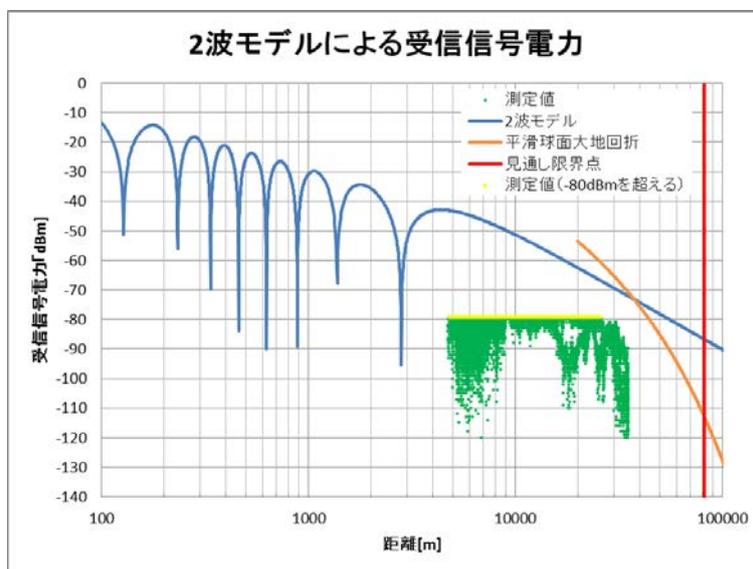


図 5-4 信号強度測定結果(海上での距離対信号強度)

- 水ヶ沢山基地局は、海岸から5km以上離れており、受信信号電力が急激に減衰する距離に海面がないため、反射波による干渉は観測されなかった。
- 水ヶ沢山は、夏泊半島の中央部にあり、周辺も高台になっていることから、半島の海岸道路や半島近傍を中心に信号強度が弱くなっている。

5.6.2 水ヶ沢山基地局周囲の地形

図 5-5 は、水ヶ沢山基地局から 10km 離れた海上船舶局との伝搬経路である。

いずれの方向にも高台や山があり、半島の近傍や、方向によっては遠方でも、伝搬経路に地形の影響が生じることがわかる。

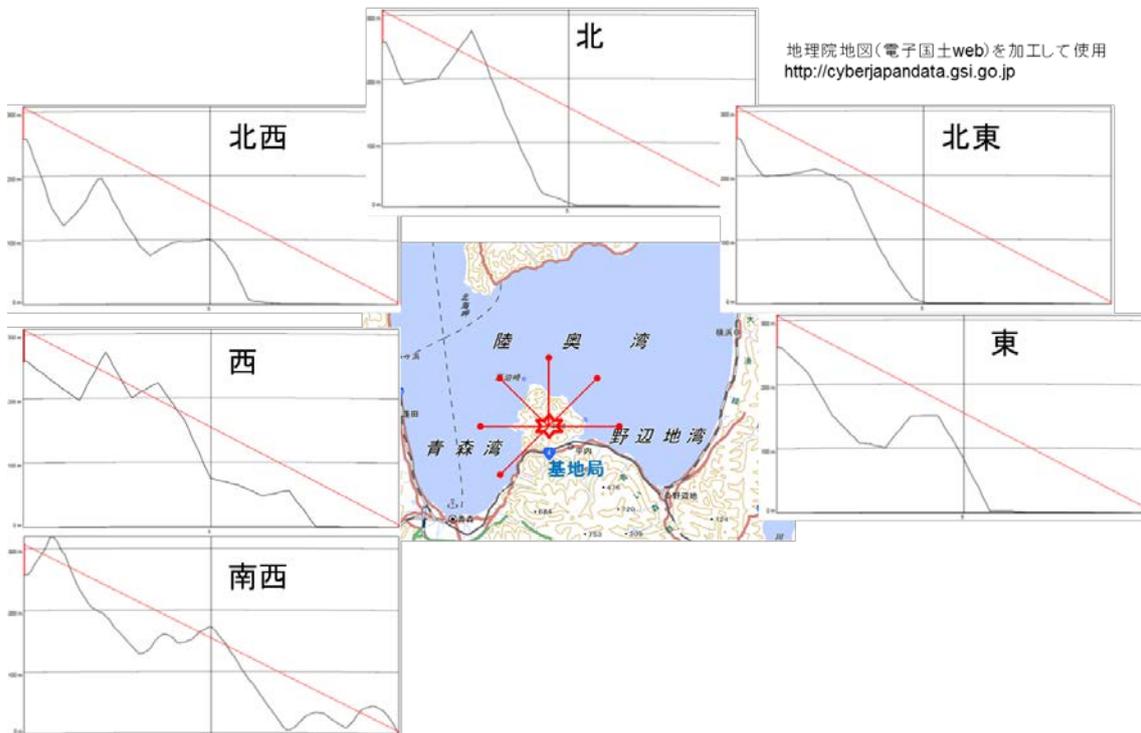


図 5-5 水ヶ沢基地局周囲の地形

5.7 信号強度測定結果(デジタル実験試験局 全データ)

デジタル実験試験局の全測定データをプロットしたものを図 5-6 に示す。

陸奥湾内及び沿岸部に問題なく伝搬していることがわかる。夏泊半島の周囲は、地形の影響により信号強度が弱い。山や地形の影となる部分(陸奥湾出口先、津軽半島西側など)では、信号強度が弱くなっている。



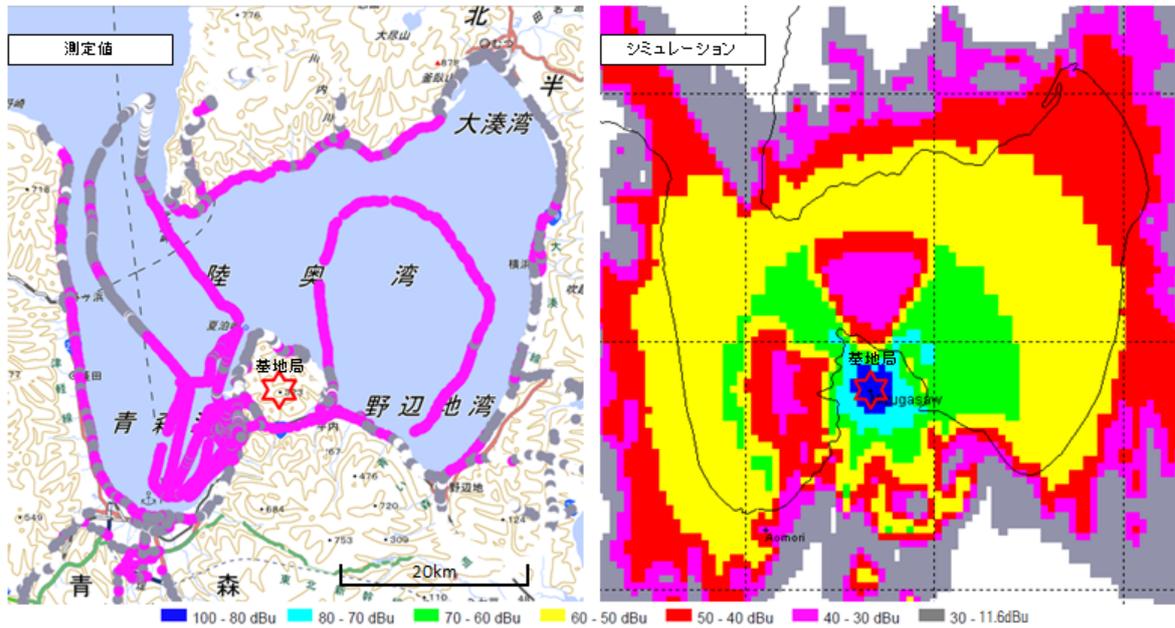
地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-6 信号強度測定結果(デジタル実験試験局 全データ)

5.8 測定値とエリアシミュレーションとの比較

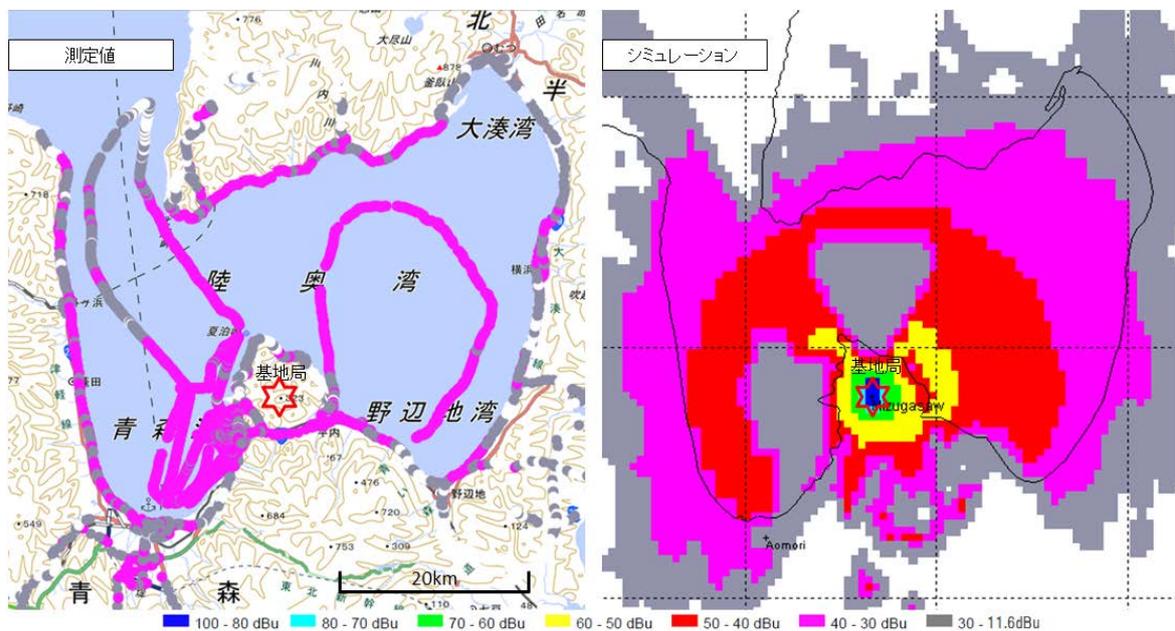
図 5-7 に測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル開放地)、図 5-8 に測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル郊外)を示す。

いずれも回線設計上の通話エリア(11.6dB μ V以上)のみをプロットしている。シミュレーションツールの色に合わせるため、図 5-6 の結果とはプロット色を変えている。シミュレーションは、地形及び平均的な建物や樹木の状態を元に計算しており、建物や樹木の密集度や個々の大きさなど実際の状況による減衰は考慮していない。

奥村秦モデル開放地と比較すると測定値が低く、奥村秦モデル郊外と比較するとおおむね同様のレベルであった。



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-7 測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル開放地)



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 5-8 測定値とエリアシミュレーションの比較(奥村秦モデル郊外)

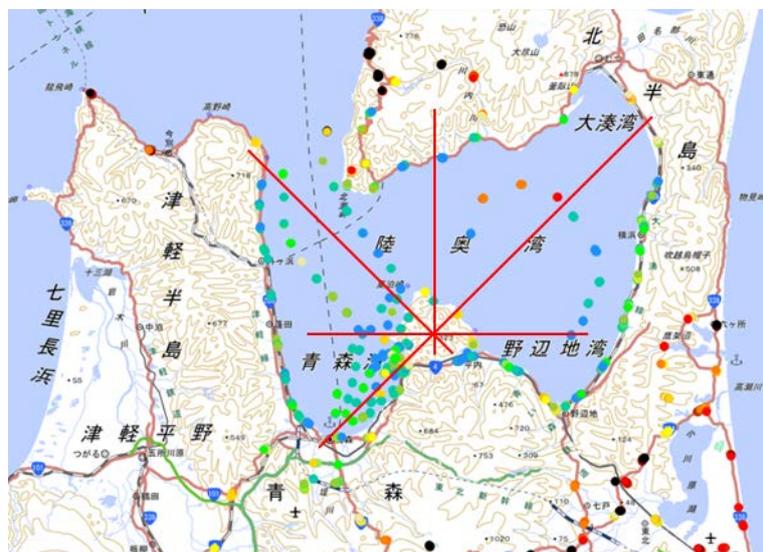
5.9 信号強度ポイント比較

測定の結果から方位と距離がほぼ同じものを抽出し、デジタル(4値FSK)と現行マリンコミュニティホーンを比較したものを表 5-2 に、比較した方位を図 5-9 に示す。

例えば、南西方向に約 4480m の地点では、マリンコミュニティホーンが-102dBm に対して、デジタル実験試験局が-104dBm と、ほぼ同じ信号強度が得られた。同様に他の方位でもマリンコミュニティホーンとデジタル実験試験局は、ほぼ同等の信号強度となっている。

表 5-2 測定結果の比較(デジタル(4 値 FSK)対マリンコミュニティホーン)

方位	方位角[度]	距離[m]	信号強度[dBm]	
			アナログ(FM)	デジタル(4 値 FSK)
南西	225	4480	-104	-102
西	271	4940	-81	-81
北西	315	7320	-82	-77
北西	317	28200	-84	-83
北	357	9820	-78	-78
北	3	21460	-84	-82
北東	44	48250	-107	-102
北東	46	6160	-89	-78
東	77	28610	-105	-105



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用

図 5-9 比較した方位

5.10 信号強度測定考察、結論

- デジタル実験試験局の信号強度は、現行マリンコミュニティホーンと比較してほぼ同等であった。
- 水ヶ沢山基地局からは、陸奥湾全域が見通せ、青森市内も含め広範囲に使用できることがわかった。
- 水ヶ沢山は、夏泊半島の中央部にあり、周辺が高台になっていることから、半島の海岸道路や半島近傍では信号強度が弱くなっている。
- 2波モデルについては、実証日程、取得データ量等々の関係から、十分な考察に至っていない。
- シミュレーションとの比較では、実測値は奥村秦モデル郊外に近い傾向が認められた。

デジタル(4値FSK SCPC)方式を海上用途で使用した場合、通話エリアはアナログ(FM方式)と同等に確保できる実証結果であった。

6 チャネル配置と必要チャネル数

6.1 地域振興用無線の周波数

現状の地域振興用無線の周波数は、表 6-1 のように 2 周波のペアが 4 つで 1 つのブロックを構成しており、割当ては原則としてブロック単位で行われる。

367.4500MHz～367.7375MHz(385.4500MHz～385.7375MHz)の連続した 12.5kHz 間隔のチャンネルになっている(計 24 ペア波)。以降本節において「チャンネル」は、原則として 2 周波のペア波を意味する。

表 6-1 地域振興用無線の周波数

周波数ブロック	基地局 周波数 (MHz)	陸上移動局 周波数 (MHz)
1 ブロック	367.4500	385.4500
	367.4625	385.4625
	367.4750	385.4750
	367.4875	385.4875
2 ブロック	367.5000	385.5000
	367.5125	385.5125
	367.5250	385.5250
	367.5375	385.5375
3 ブロック	367.5500	385.5500
	367.5625	385.5625
	367.5750	385.5750
	367.5875	385.5875
4 ブロック	367.6000	385.6000
	367.6125	385.6125
	367.6250	385.6250
	367.6375	385.6375
5 ブロック	367.6500	385.6500
	367.6625	385.6625
	367.6750	385.6750
	367.6875	385.6875
6 ブロック	367.7000	385.7000
	367.7125	385.7125
	367.7250	385.7250
	367.7375	385.7375

備考 1 基地局と陸上移動局の周波数は、周波数ブロックを対で指定する。ただし、特に必要があると認めるときは、基地局と陸上移動局の周波数を適宜組み合わせ使用することができる。

備考 2 周波数の選定にあたっては、隣接局の割当て状況に留意すること。
※電波法関係審査基準より

6.2 デジタル方式におけるチャンネル配置の考え方

既存の 12.5kHz 間隔のチャンネル配置に 6.25kHz 間隔の狭帯域デジタル方式におけるチャンネルを配置するにあたり、下記を条件とする。

- ・周波数の利用効率が高いこと
- ・既存アナログ方式や 12.5kHz 間隔のデジタル変調方式との干渉を最小に抑えること
- ・システム間の干渉を最小に抑えること

6.3 デジタル地域振興用無線システムの周波数配置案

6.3.1 2つの配置案

デジタル地域振興用無線システムの周波数配置案としては、

- 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。

①インターリーブ方式

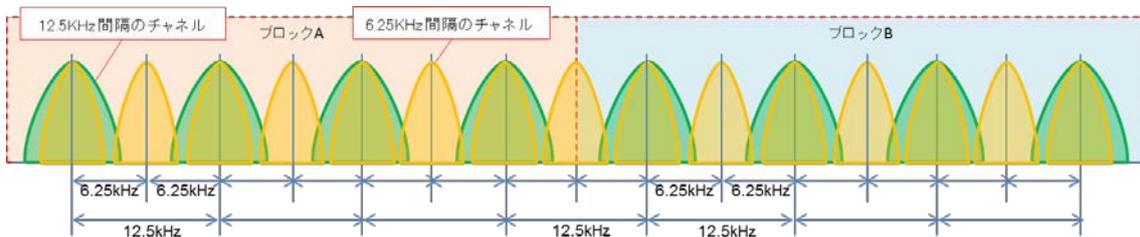


図 6-1 インターリーブ方式のチャンネル配置

②オフセット方式

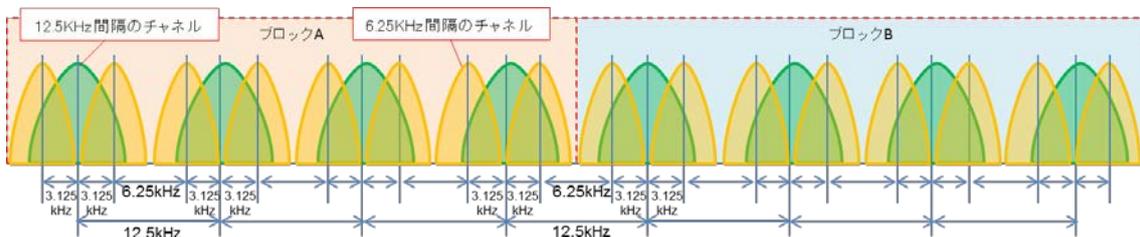


図 6-2 オフセット方式のチャンネル配置

6.3.2 周波数の配置方法案の比較

周波数の配置方法案の比較を表 6-2 に示す。

- オフセット方式の方が、チャンネル数が多く周波数利用効率が高い。
- オフセット方式の方が、6.25kHz 間隔の 1 チャンネルを使用した時に干渉する 12.5kHz 間隔のチャンネル数が少ない。
- オフセット方式の方が、12.5kHz 間隔の 1 チャンネルを使用した時に干渉する 6.25kHz 間隔のチャンネル数が少ない。
- オフセット方式の方が、干渉条件が均一となる。
- オフセット方式は無線機の PLL 周波数シンセサイザのステップ周波数を小さくする必要はあるが、実現可能であり問題ない。
- インターリーブ方式はブロック境界にチャンネルが配置され、12.5kHz 間隔の変調方式とのブロック配置が困難(図 6-3)。

以上より、オフセット方式での配置が望ましい。

表 6-2 周波数の配置方法案の比較

項目	インターリーブ方式	オフセット方式
全チャンネル数	47	48
6.25kHz 間隔の 1 チャンネルと同一チャンネル干渉となる 12.5kHz 間隔のチャンネル数	1 又は 2	1
12.5kHz 間隔の 1 チャンネルと同一チャンネル干渉となる 6.25kHz 間隔のチャンネル数	2 又は 3	2
無線機 PLL の周波数ステップ	6.25kHz	3.125kHz

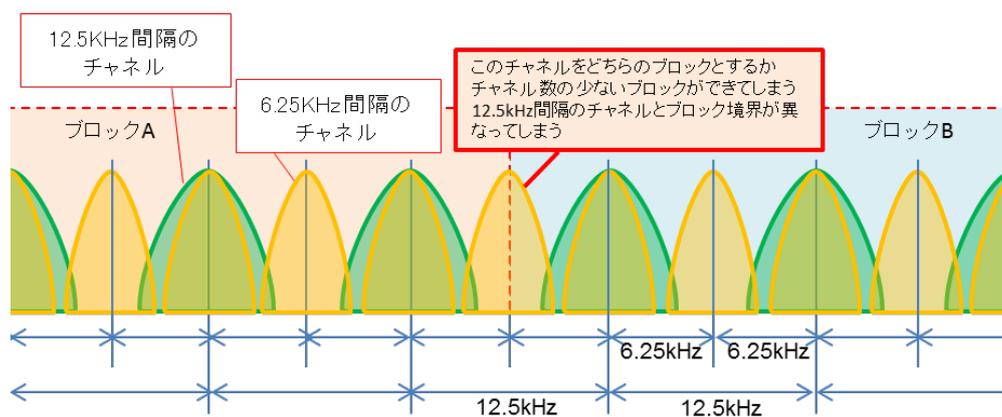


図 6-3 ブロック境界のチャンネル

6.3.3 ブロック分割案とチャンネル配置方法案

4チャンネルごとのブロックに区切って周波数割当てを行う方針は、同一周波数の繰返し利用及び地域独自の割当て計画が行いやすい。

したがって、チャンネル間隔6.25kHzのデジタル方式における周波数配置はオフセット方式とし、各ブロックを2つのグループに分割して4チャンネル単位で割当てる表6-3のチャンネル配置を提案する。

表 6-3 デジタル地域振興用無線システムの周波数配置案

周波数ブロック	現行アナログ 基地局 周波数(MHz)	現行アナログ 陸上移動局 周波数(MHz)	デジタル グループ	6.25kHz デジタル 基地局 周波数(MHz)	6.25kHz デジタル 陸上移動局 周波数(MHz)
1 ブロック	367.4500 367.4625	385.4500 385.4625	1 ブロック A デジタル グループ	367.446875	385.446875
				367.453125	385.453125
				367.459375	385.459375
				367.465625	385.465625
	367.4750 367.4875	385.4750 385.4875	1 ブロック B デジタル グループ	367.471875	385.471875
				367.478125	385.478125
				367.484375	385.484375
				367.490625	385.490625
2 ブロック	367.5000 367.5125	385.5000 385.5125	2 ブロック A デジタル グループ	367.496875	385.496875
				367.503125	385.503125
				367.509375	385.509375
				367.515625	385.515625
	367.5250 367.5375	385.5250 385.5375	2 ブロック B デジタル グループ	367.521875	385.521875
				367.528125	385.528125
				367.534375	385.534375
				367.540625	385.540625
3 ブロック	367.5500 367.5625	385.5500 385.5625	3 ブロック A デジタル グループ	367.546875	385.546875
				367.553125	385.553125
				367.559375	385.559375
				367.565625	385.565625
	367.5750 367.5875	385.5750 385.5875	3 ブロック B デジタル グループ	367.571875	385.571875
				367.578125	385.578125
				367.584375	385.584375
				367.590625	385.590625
4 ブロック	367.6000 367.6125	385.6000 385.6125	4 ブロック A デジタル グループ	367.596875	385.596875
				367.603125	385.603125
				367.609375	385.609375
				367.615625	385.615625
	367.6250 367.6375	385.6250 385.6375	4 ブロック B デジタル グループ	367.621875	385.621875
				367.628125	385.628125
				367.634375	385.634375
				367.640625	385.640625
5 ブロック	367.6500 367.6625	385.6500 385.6625	5 ブロック A デジタル グループ	367.646875	385.646875
				367.653125	385.653125
				367.659375	385.659375
				367.665625	385.665625
	367.6750 367.6875	385.6750 385.6875	5 ブロック B デジタル グループ	367.671875	385.671875
				367.678125	385.678125
				367.684375	385.684375
				367.690625	385.690625
6 ブロック	367.7000 367.7125	385.7000 385.7125	6 ブロック A デジタル グループ	367.696875	385.696875
				367.703125	385.703125
				367.709375	385.709375
				367.715625	385.715625
	367.7250 367.7375	385.7250 385.7375	6 ブロック B デジタル グループ	367.721875	385.721875
				367.728125	385.728125
				367.734375	385.734375
				367.740625	385.740625

6.3.4 多重方式デジタル地域振興用無線システムのチャンネル配置方法案

TDMA/FDD 方式のデジタル地域振興用無線システムの場合は、表 6-4、図 6-4 のようなチャンネル配置を提案する。

表 6-4 デジタル地域振興用無線システムの周波数配置案(多重方式含む)

デジタルグループ	SCPC 6.25kHz		2 多重 12.5kHz	
	基地局 周波数 (MHz)	陸上移動局 周波数 (MHz)	基地局 周波数 (MHz)	陸上移動局 周波数 (MHz)
1 ブロック A デジタル グループ	367.446875	385.446875	367.4500	385.4500
	367.453125	385.453125		
	367.459375	385.459375	367.4625	385.4625
	367.465625	385.465625		
1 ブロック B デジタル グループ	367.471875	385.471875	367.4750	385.4750
	367.478125	385.478125		
	367.484375	385.484375	367.4875	385.4875
	367.490625	385.490625		
2 ブロック A デジタル グループ	367.496875	385.496875	367.5000	385.5000
	367.503125	385.503125		
	367.509375	385.509375	367.5125	385.5125
	367.515625	385.515625		
2 ブロック B デジタル グループ	367.521875	385.521875	367.5250	385.5250
	367.528125	385.528125		
	367.534375	385.534375	367.5375	385.5375
	367.540625	385.540625		
3 ブロック A デジタル グループ	367.546875	385.546875	367.5500	385.5500
	367.553125	385.553125		
	367.559375	385.559375	367.5625	385.5625
	367.565625	385.565625		
3 ブロック B デジタル グループ	367.571875	385.571875	367.5750	385.5750
	367.578125	385.578125		
	367.584375	385.584375	367.5875	385.5875
	367.590625	385.590625		
4 ブロック A デジタル グループ	367.596875	385.596875	367.6000	385.6000
	367.603125	385.603125		
	367.609375	385.609375	367.6125	385.6125
	367.615625	385.615625		
4 ブロック B デジタル グループ	367.621875	385.621875	367.6250	385.6250
	367.628125	385.628125		
	367.634375	385.634375	367.6375	385.6375
	367.640625	385.640625		
5 ブロック A デジタル グループ	367.646875	385.646875	367.6500	385.6500
	367.653125	385.653125		
	367.659375	385.659375	367.6625	385.6625
	367.665625	385.665625		
5 ブロック B デジタル グループ	367.671875	385.671875	367.6750	385.6750
	367.678125	385.678125		
	367.684375	385.684375	367.6875	385.6875
	367.690625	385.690625		
6 ブロック A デジタル グループ	367.696875	385.696875	367.7000	385.7000
	367.703125	385.703125		
	367.709375	385.709375	367.7125	385.7125
	367.715625	385.715625		
6 ブロック B デジタル グループ	367.721875	385.721875	367.7250	385.7250
	367.728125	385.728125		
	367.734375	385.734375	367.7375	385.7375
	367.740625	385.740625		

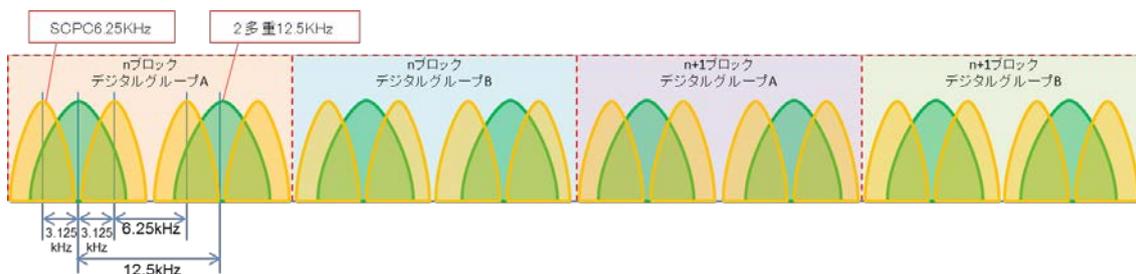


図 6-4 デジタル地域振興用無線システムのチャネル配置案(多重方式)

6.4 収容局数

6.4.1 トラヒックシミュレーション

必要なチャネル数を検討するために、デジタル地域振興 MCA の無線局収容台数をトラヒック理論により計算する(参考資料9)。

6.4.1.1 サービス条件

音声通信のサービス条件は表 6-5 のように設定する。

表 6-5 音声通信のサービス条件

項目	サービス条件	説明
最繁忙時通話回数 (1局当たり)	0.7 回/時間	収容された無線局が最繁忙時、平均的にどの程度送信するかを確率的に表した数字
1 回の平均通話時間	35 秒	上記送信時、1 通話でチャネルを占有する平均時間
通話呼損率	3%以下	収容された無線局が送信しようとしたとき、割当てられるチャネルがなく、通話ができない状態となる確率

『デジタル方式 MCA システム 研究開発報告書 平成 4 年 12 月 財団法人電波システム開発センター デジタル方式 MCA システム開発部会』を参考に設定。アナログ MCA 無線での運用実績から条件を設定しており、実運用に近い。値は、デジタル MCA システムでのサービス目標値となっている。参考文献は待ち時間の発生するシステムであるが、上記項目のみを参考値として採用した。

デジタル地域振興 MCA では、データ通信を高度に活用することが想定される。その想定事例でサービス条件を設定する。

① センサデータ利用

養殖業等では、漁場の環境を監視する用途が想定される。水温、潮流、波高、酸素濃度、日照などを計測し、無線を通してデータを伝送するセンサデータが利用できる。音声通信と併用する場合、センサデータを収容局数全体の 10%が使用し、GPS データはセンサデータの無線機を含めすべての無線機が利用するものとして表 6-6 のサービス条件を想定する。

低頻度データ利用としては 200 バイトを 12 分に 1 回送る頻度(測定値の観察や推移データ取得が目的などの用途)を想定し、GPS データは、6 分に 1 回送る頻度で想定する。

高頻度データ利用としてはセンサデータの伝送データ量のみが 4K バイトになった場合(日照、波高、河川水位、生体活動状況など変化が早く、すみやかな対応が必要な用途)を想定する。

なお、データ送信時間は、検討モデルでの値を使用している。

表 6-6 センサデータ利用時のサービス条件

適用	項目	サービス条件	説明
音声 + 低頻度 データ	GPS	送信回数	10 回/時間
		1 回の送信時間	0.4 秒
	センサ データ 伝送	送信回数	5 回/時間
		1 回の通信容量	200 バイト(2.16 秒)
	利用率	収容数の 10%	
音声 + 高頻度 データ	GPS	送信回数	10 回/時間
		1 回の送信時間	0.4 秒
	センサ データ 伝送	送信回数	10 回/時間
		1 回の通信容量	4K バイト(19.84 秒)
	利用率	収容数の 10%	

②画像伝送利用

農業、観光協会、養殖業等では、遠隔監視のために画像伝送を利用することが想定される。天候、混雑状況、波浪、不審船などを監視する場合、静止画を用いることができる。無線システムは音声通信と併用するため、画像伝送を収容局数全体の 10%が使用し、GPS データは画像伝送用無線機を含めすべての無線機が利用するものとして表 6-7 のサービス条件を想定する。

画像伝送は、15 秒の画像データ送信を 5 分に 1 回行う頻度を想定し、GPS データは 4 分に 1 回送る頻度で想定している。この想定では、表 6-6 の音声 + 高頻度データと同程度の呼量となる。

表 6-7 画像伝送利用時のサービス条件

項目	サービス条件	適用
通話呼損率	0.03 以下	全体
最繁時通話回数(1 局当たり)	0.7 回/時間	音声
1 回の平均通話時間	35 秒	
GPS(低)送信回数	15 回/時間	GPS
GPS(低)1 回の送信時間	0.4 秒	
画像伝送送信回数	12 回/時間	画像伝送
画像伝送用無線機の割合	10%	
画像伝送 1 回の送信時間	15 秒(1.5K バイト)	

6.4.1.2 収容局数

条件より呼損率 3%時のチャンネル数と収容局数の関係を表 6-8 に示す。サービス条件から、音声、音声 + 低頻度データ、音声 + 高頻度データの組み合わせの場合を算出した。

設定したサービス条件では、4 チャンネル使用時、呼損率 3%での収容局数は、

「音声のみ利用モデル」=184 局

「音声 + 低頻度データ利用モデル」=153 局

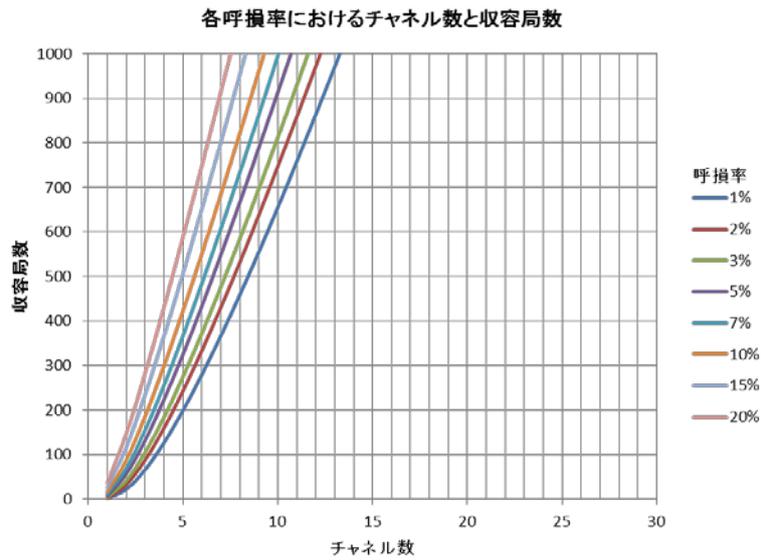
「音声 + 高頻度データ利用モデル」=93 局

となった。

それぞれの組み合わせにおける呼損率、収容局数、チャンネル数のグラフを図 6-5、図 6-6、図 6-7 に示す。呼損率を大きく許容すれば収容局数は多くなる。

表 6-8 呼損率 3%時のチャンネル数と収容局数

チャンネル数	音声のみ	音声+低頻度データ	音声+高頻度データ
1	4	3	2
2	41	34	20
3	105	86	53
4	184	153	93
5	275	227	139
6	373	309	188
7	477	394	241
8	585	484	295
9	697	577	352
10	812	672	410
11	929	769	469
12	1049	867	530
13	1170	968	591
14	1293	1069	653
15	1417	1172	716
16	1543	1276	779



項目	条件
最繁忙時通話回数(1局当たり)	0.7回/時間
1回の平均通話時間	35秒

図 6-5 各呼損率におけるチャンネル数と収容局数(音声のみ)

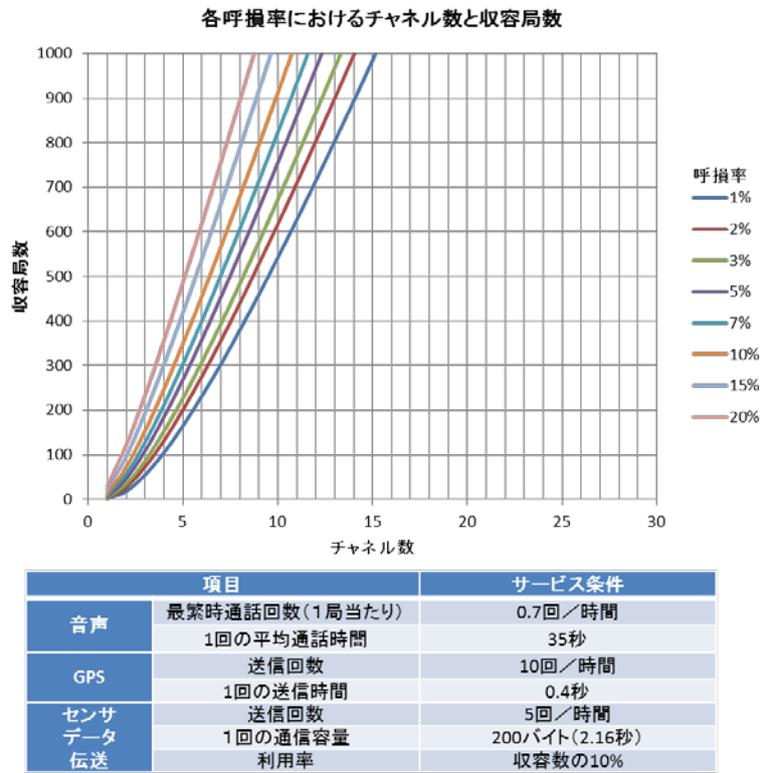


図 6-6 各呼損率におけるチャンネル数と収容局数(音声+低頻度データ)

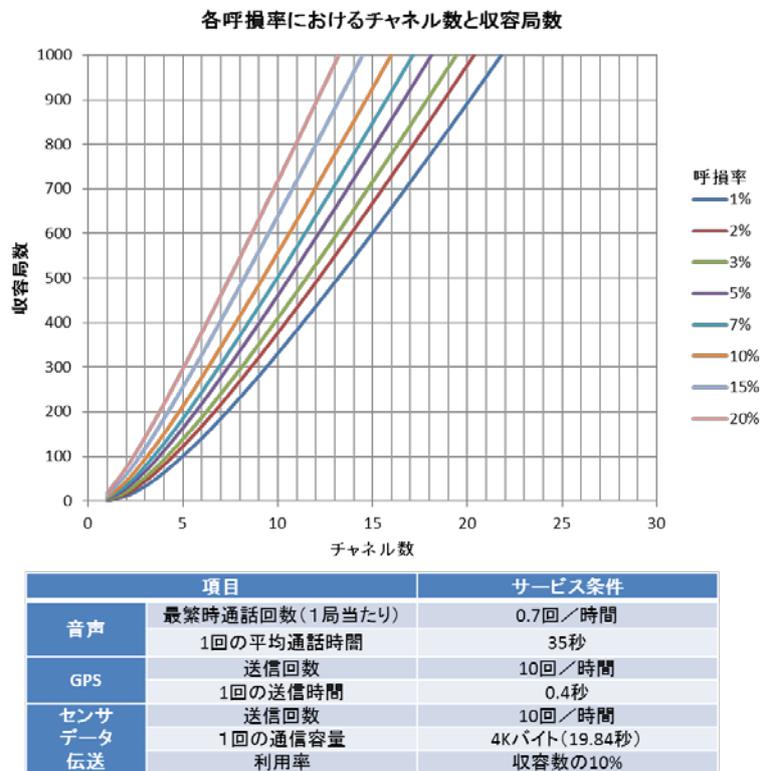


図 6-7 各呼損率におけるチャンネル数と収容局数(音声+高頻度データ)

6.4.2 収容局数の考え方

音声通信のみの場合、4チャンネルで184局の収容局数となる。データを高頻度で併用することで、収容局数は93局と半減する。この場合のデータ通信頻度は、サービス条件より、すべての移動局が6分に1回の頻度でGPS位置情報を送信し、収容局数の10%(9台)の無線機が6分に1回の頻度で4Kバイトのセンサデータを伝送するというシステムの利用例である。

デジタル地域振興MCAの利用者は、地域の企業、農協、商工会、市町村、商店、森林組合、観光協会、観光バス会社、旅館、ホテル、駐車場管理者等、医師会、福祉事務所、身体障害者個人等が想定される。これらの利用者がシステムを共用するため、データ通信の利用頻度も利用者によって異なり、すべての利用者が高頻度でデータ通信を利用することは考え難い。また、マリコミュニティホーンからの移行により利用が想定されるGPS位置管理は高頻度で利用する必要性は低く、センサデータ伝送についても収容全局による利用とは考えにくい。

呼損率が一定の場合、1局あたりのトラヒック＝通話(送信)回数×通話時間×利用率(単位時間あたりの平均)が増えれば収容局数は減少(図6-8)し、通信内容が違ってもトラヒックが同じなら収容局数は同じとなる。

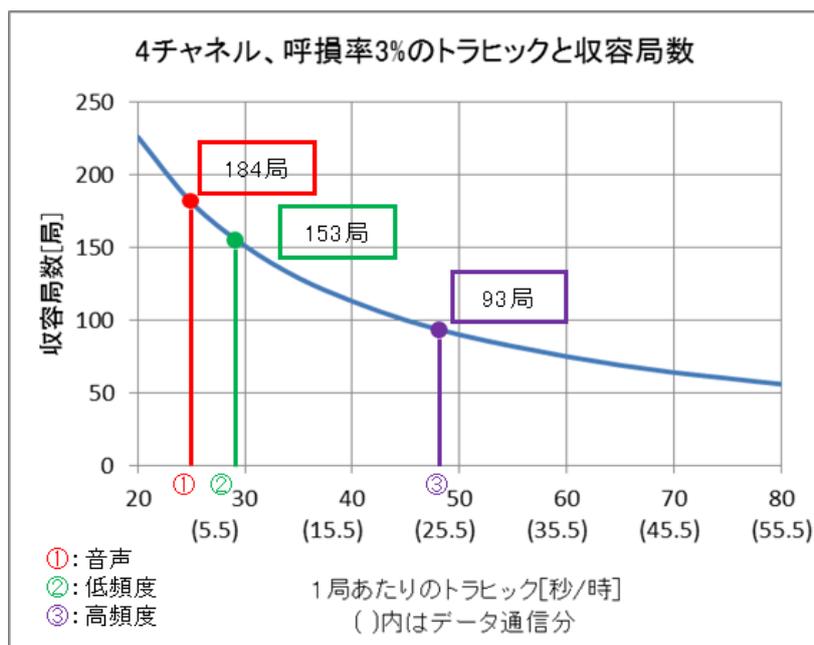


図 6-8 1局あたりのトラヒックと収容局数の関係(4チャンネル、呼損率3%)

図6-8において、4チャンネル使用時の「音声のみ利用モデル」は収容局数184局であり、1局あたりのトラヒックは約24.5秒/時である。「音声+低頻度データ利用モデル」は収容局数153局であり、1局あたりのトラヒックは約29.5秒/時である。「音声+高頻度データ利用モデル」は収容局数93局であり、1局あたりのトラヒックは約48.5秒/時である。

表 6-9 は、データ通信のトラヒック量である。いくつかの通信種類を組み合わせたトラヒック合計値が 1 局あたりのトラヒック量となる。例えば、GPS①とセンサデータ①を音声と併用した場合のトラヒックは、

音声 24.5+GPS①4.00+センサデータ①1.08=29.58 秒/時
となり、この場合の収容局数は 153 局となる(図 6-8)。同様に
音声 24.5+GPS①4.00+センサデータ②19.84=48.34 秒/時
となり、この場合の収容局数は 93 局となる(図 6-8)。

データ通信のデータ量、送信間隔は、アプリケーションにより異なる(表 6-10)。

このようにデータ通信を利用する場合、併用する種類や用途によってトラヒック量に違いが生じる。

デジタル地域振興 MCA では、音声通信のみの利用から高頻度のデータ利用まで様々な用途が想定されるが、平均して「音声+低頻度データ利用モデル」を標準と考える。

トラヒックシミュレーションは、一定の条件のもとでのシミュレーション値であるため、システムにおける実際のトラヒックが想定でき、標準と大きく異なる場合には、収容局数又は使用チャネル数を調整するなど個別に評価・検討されることが望まれる。

表 6-9 通信の種類とトラヒック量の例

種類	送信回数 [回/時]	時間 [秒]	利用率 [%]	トラヒック [秒/時]	(参考)	
					低頻度	高頻度
GPS①	10	0.4	100	4.00	◎	◎
GPS②	60	0.4	100	24.0		
センサデータ①	5	2.16	10	1.08	◎	
センサデータ②	10	19.84	10	19.84		◎
SDM(ショートメッセージ)	0.5	0.64	100	0.32		
画像伝送①	3	15	10	4.50		
画像伝送②	6	35	10	21.0		
音声	0.7	35	100	24.5	◎	◎
合計[トラヒック]					29.58 (153局)	48.34 (93局)

表 6-10 データ通信の主な用途と送信間隔の例

データ機能	用途		およその データ送信間隔
GPS データ通信 データ量=小	バス、タクシー、コンクリートミキサーなど	事業サービス提供のために常時最新の位置情報を把握する必要がある業種	1分~3分
	運送、配送、一般業務など	およその位置の把握でよく、必要に応じて個別に最新の位置情報をポーリングすることでよい業種	5分~15分
センサデータ データ量=測定内容、精度により数B~数KB程度	水温、潮流、波高など	急激に変化しない測定	10分~60分
	日照、降雨、風速、河川水位、生体活動量、給餌監視など	短時間に变化するものの測定	1分~5分
画像データ データ量=画質により1.5KB~20KB程度	立ち入り、鳥獣被害など	すみやかに対応が必要なものの監視	3分~5分
	天候、混雑状況、工事等進捗など	変化が遅く、即時対応が不要なものの観察	10分~30分
SDM(ショートメッセージ) データ量=数B~100B程度	行先指示、業務指示など	文字併用で指示することで効率があがる業務	30分~120分

6.4.3 マリンコミュニティホーンとデジタル地域振興 MCA の収容局数比較

マリンコミュニティホーンの審査基準値は、1 チャンネルごとの収容局数を示しており必要に応じてチャンネル数を調整することが可能となっている。デジタル地域振興 MCA の場合 4 チャンネルのグループ単位での割当てが基本となるが、現状のマリンコミュニティホーン免許状況を見ると、ほとんどが 4 チャンネル又は 8 チャンネルの割当てとなっており、実質的に 4 チャンネルのグループ単位での割当てとなっている。したがって、システム移行後は地域振興 MCA と同様に 4 チャンネルのデジタルグループでの割当てを基本に行うことが適当である。

【参考】マリンコミュニティホーンの収容局数(電波法関係審査基準)

チャンネル数	収容局数	チャンネル数	収容局数
1	55	9	450
2	100	10	500
3	150	11	550
4	200	12	600
5	250	13	650
6	300	14	700
7	350	15	750
8	400	16	800

6.5 必要なデジタルチャンネル数

6.5.1 算定の条件

- ◆チャンネルは、オフセット方式の狭帯域化とし、表 6-3 のチャンネル配置とする。
- ◆周波数は、D/U=22dB 以上を確保できる場合は繰返し使用できる。
- ◆地域振興 MCA の需要増加は 53%/6 年とする(図 3-1)。
- ◆新規に導入されるシステムはすべてデジタル方式とする。
- ◆デジタル方式の 4 チャンネル(1 デジタルグループ)の収容局数は 153 局とする。
- ◆チャンネル数は、6.25kHz のデジタルチャンネル数で検討する(アナログ 12.5kHz の 1 チャンネルはデジタル 2 チャンネルとして計算する。)

6.5.2 チャンネル数の算出

- アナログ方式 1 ブロック 4 チャンネルの収容局数 200 局がデジタル方式 4 チャンネルに移行すると収容局数は 153 局となる。

※デジタル移行しても使用される周波数割当て幅は半減せず、アナログ方式の 1.3 倍のチャンネル数が必要

$$24\text{ch} \times 200 \text{局} / 153 \text{局} = 31.3\text{ch} \Rightarrow \text{プラス 8 チャンネルが必要}$$

- 全体の需要増加率は 53%/6 年となることから新たな 16 チャンネルが必要となる。

今後の需要増加分のチャンネル増が想定されるが、既設システムのデジタル化移行による狭帯域化で生じたチャンネルを利用することで、現状の周波数帯域に収容可能と考えられる(図 6-9)。

デジタル化移行に際しては、システムにより新規チャンネルを必要とする場合があるため、デジタル移行を円滑に促進するためにも割当ての配慮が望まれる。

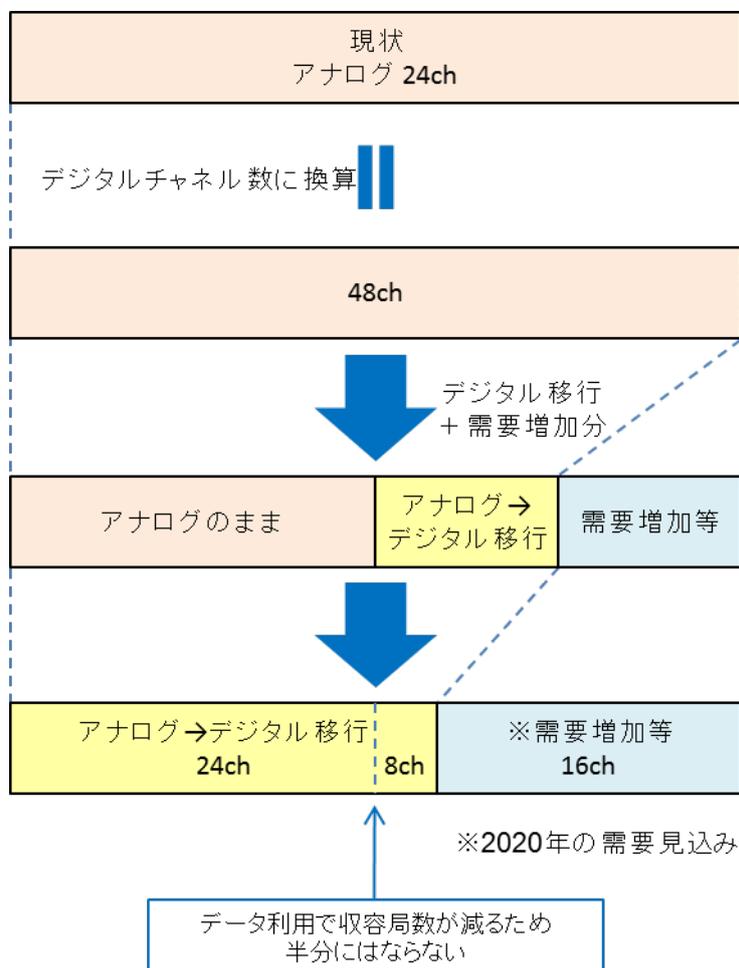


図 6-9 必要なチャンネル数

6.6 周波数割当ての検討

6.6.1 同一チャンネル周波数の繰返し割当て

D/U=22dB を確保することで同一周波数の繰返し割当てが可能である。

(4.2.2 同一チャンネル周波数共用条件)

6.6.2 隣接チャンネル干渉の考慮

隣り合うブロックでデジタル(4 値 FSK)とアナログ(FM)を使用すると、チャンネル間隔が 9.375kHz となり、隣接チャンネル共用条件(最小離隔周波数=10.67kHz)を満たさない。

したがって、同一地域にデジタル(4 値 FSK)とアナログ(FM)を配置する場合は、割当て検討の際に考慮が必要である。

(4.3.2 隣接周波数共用条件)

6.6.3 近接チャンネル干渉の考慮

電波法関係審査基準の混信妨害の審査によるもので良い。

複数の基地局を同一地域で割当てする場合、移動局の移動範囲が重複するため、他方の基地局に接近することがあり、近接チャンネル干渉(50kHz 以内)の基準を担保できない。

ただし、近接チャンネル干渉の発生確率は極めて低いため、同一地域に隣接するデジタルグループの割当ては可能である。

(4.4.2 近接チャンネル干渉の発生確率)

6.6.4 相互変調の考慮

電波法関係審査基準の混信妨害の審査によるもので良い。

3次相互変調は、自グループ内のチャンネル及び隣接するグループのチャンネルに発生する(自基地局により発生する相互変調は、D/U が確保されるため問題とならない)。

ただし、相互変調の発生確率は極めて低いため、同一地域に隣接するデジタルグループの割当ては可能である。

(4.5.2 相互変調の周波数関係と発生確率)

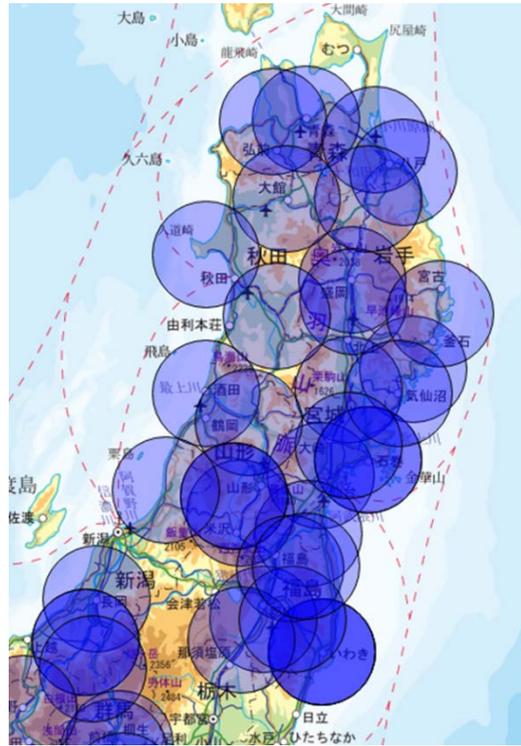
6.6.5 周波数割当ての現状

図 6-10、図 6-11 は、免許情報から地域振興 MCA を所在地ごとにプロットしたものである。免許情報では具体的な基地局位置は不明のため、位置を市町村役場の住所とし、円の半径は約 40km とした(表 4-2 の奥村秦郊外地において必要な基地局間の距離の $1/2=37.5\text{km}$ より)。

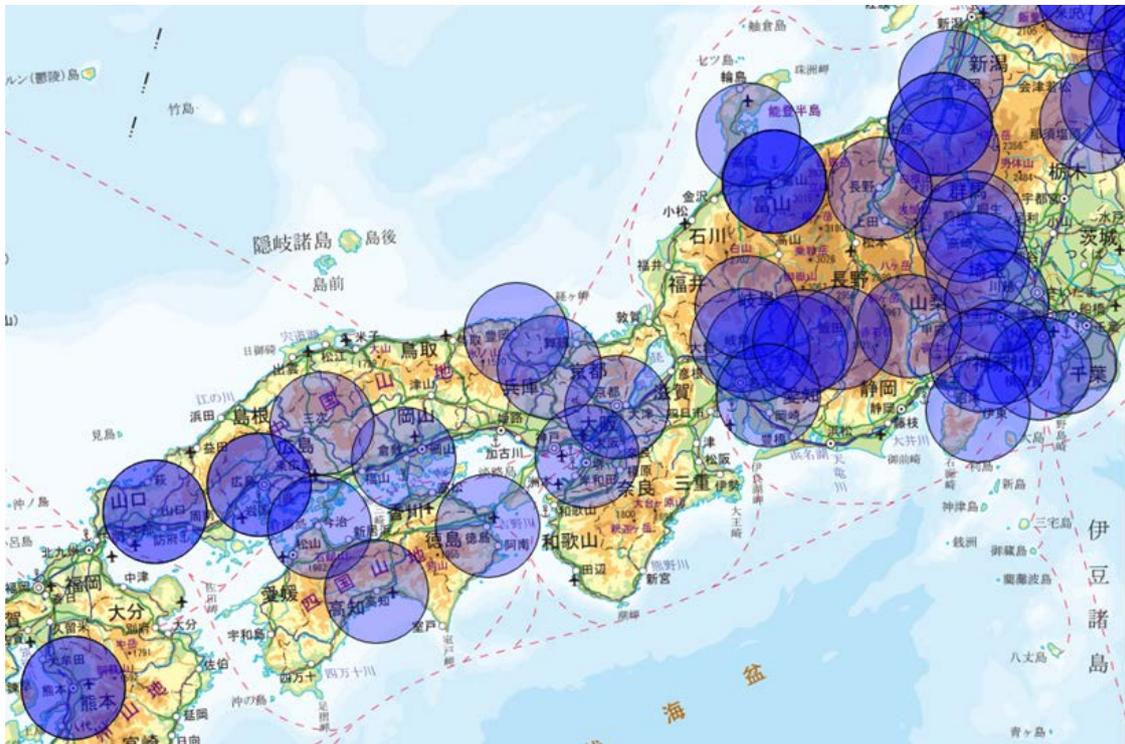
円が重なる場合(重なったところは青色が濃くなっている。)は、必要な基地局間の距離が確保できず相互に同一チャンネル周波数を使用できないことを示している。

福島県、関東、愛知県には、7つの円が重なっているエリアがある。このエリアでは7種類の周波数を必要とする。

実際の通話範囲は、地形や基地局諸元により異なるため、この図だけでは判断はできないが、周波数割当ての6ブロックが全て使用され、周波数に空きがない場所が存在する可能性があることがわかった。



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 6-10 地域振興 MCA の免許状況(東日本)



地理院地図(電子国土 web) <http://maps.gsi.go.jp> を加工して使用
 図 6-11 地域振興 MCA の免許状況(西日本)

6.7 チャネル割当てモデル例

周波数のブロック、グループの割当てについては、各総合通信局の計画となるが、想定される組み合わせについて、割当て案を表 6-11 に例示する。

想定する変調方式は、6.25kHz デジタル MCA、12.5kHz アナログ MCA、12.5kHz デジタル TDMA MCA、6.25kHz デジタル地域コミュニティ、12.5kHz アナログ地域コミュニティ。

本モデルについては、干渉条件は解決されている状況を前提とする。

表 6-11 チャネル割当てモデル例

ブロック	低群周波数	高群周波数
ブロック1	12.5kHz アナログ MCA 基地	12.5kHz アナログ MCA 移動
ブロック2	12.5kHz アナログ MCA 基地	12.5kHz アナログ MCA 移動
ブロック3	6.25kHz デジタル MCA 基地 6.25kHz デジタル MCA 基地	6.25kHz デジタル MCA 移動 6.25kHz デジタル MCA 移動
ブロック4	6.25kHz デジタル MCA 基地 6.25kHz デジタル MCA 基地	6.25kHz デジタル MCA 移動 6.25kHz デジタル MCA 移動
ブロック5	12.5kHz アナログ地域コミュニティ基地 12.5kHz デジタル TDMA MCA 基地	12.5kHz アナログ地域コミュニティ基地 12.5kHz デジタル TDMA MCA 移動
ブロック6	6.25kHz デジタル地域コミュニティ基地 6.25kHz デジタル地域コミュニティ基地移動	6.25kHz デジタル地域コミュニティ基地 6.25kHz デジタル地域コミュニティ基地移動

ブロック1、2には、12.5kHzアナログ MCA が免許されている地域を想定し、デジタル地域振興 MCA は空いているブロック3、4に割当てると、グループ A/B を利用して、4 免許人に割当てできる。ブロック1から4は、2 周波半複信のシステムであるが、1 周波単信又は同報のシステムは、2 周波方式のシステムとは混在させないことが望ましいため、ブロック5、6に、1 周波単信又は同報のシステムを割当てている。このようにブロックやグループで通信方式の異なるシステムを分離することで、移動局用周波数をコミュニティ基地局に割当てたり、基地局用周波数を移動局に割当てたりすることが可能となる。なお、MCA システムにおいて基地局周波数の対向波により移動局間直接通信を行う場合は干渉軽減の観点から原則として基地局エリア外運用とすることが望ましい。

7 地域振興用無線システムの海上利用

7.1 海上利用におけるシステム比較

海上におけるシステム比較を表 7-1 に示す。対象とするものは、小型船舶等で利用可能なマリンコミュニティホーン、デジタル地域振興 MCA、27MHz 帯無線電話、40MHz 帯無線電話、マリン VHF、国際 VHF (船舶共通通信システム)、400MHz 帯無線電話、UHF デジタル簡易無線、携帯電話及び衛星携帯電話である。

(1) 27MHz 帯無線電話

小型漁船の無線電話システムとして、昭和 30 年 7 月に 1W DSB、昭和 35 年 11 月に SSB を制度化。1W DSB は、小型、軽量で操作が簡易なことから、沿岸漁業用無線システムとして最も普及している。

(2) 40MHz 帯無線電話

沿岸漁業やレジャー船での無線需要に対応するために、昭和 58 年 6 月に制度化し、海岸局に有無線接続装置を設置することにより、公衆回線に接続可能であり、船舶から捜索救助機関や診療機関等の陸上施設との直接連絡が可能。

(3) マリン VHF

沿岸海域のみを航行するプレジャーボート等の船舶への無線の普及を図るため平成 3 年 12 月に制度化。国際 VHF の周波数の一部を使用した無線電話システム。船舶相互間、レジャー用の海岸局との通信の他、航行警報、気象情報の受信、緊急時の海上保安庁との通信、大型船舶との通信も可能。

(4) 国際 VHF (船舶共通通信システム)

「国際 VHF」は 150MHz 帯を使用し、船舶の安全航行のための通信として全世界的に利用されているシステム。

「国際 VHF (船舶共通通信システム)」は小型船舶等が任意に設置することができる安価な国際 VHF 機器を利用したシステム。

(5) 400MHz 帯無線電話

モーターボート、ヨット等のプレジャーボートの船舶での無線利用の普及を図るため、昭和 61 年 6 月に制度化し、主として、(社)小型船舶安全協会が利用。27MHz 帯、40MHz 帯の無線機器の設置が船体構造上困難なもの、27MHz 帯に対するエンジン雑音が大きい船舶に有効。

(6) UHF デジタル簡易無線

簡易な業務に使用できる業務無線。無線従事者資格が不要で、UHF デジタル簡易無線は平成 26 年 10 月 1 日から海上での使用が認められた。350MHz の登録局と 467MHz の免許局がある。

表 7-1 海上利用におけるシステム比較

	マリンコミュニティホーン	デジタル地域振興MCA	27MHz帯無線電話	40MHz帯無線電話	マリンVHF	国際VHF(船舶共通通信システム)	400MHz帯無線電話	UHFデジタル簡易無線	携帯電話	衛星携帯電話※
周波数(MHz)	342~360	367~385	26~27	39~40	156~162	156~162	357	350/467	700/800/1500/1700/2000/2500	Sバンド(基地局~衛星) Cバンド(移動局~衛星)
割当てチャネル数	最大 16	標準 4 加入者数による	漁業用 89	漁業用 84	最大 20	最大 16	最大 4	30/65	—	—
主な通信の相手方	加入者等	加入者等	漁船所属漁業海岸局等	漁船プレジャーボート所属漁業海岸局等	プレジャーボート所属海岸局等	一般商船海岸局等	プレジャーボート所属海岸局等	個人所属漁業協同組合等	加入船一般加入電話海上保安庁等	加入船一般加入電話海上保安庁等
音声通信	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
データ通信	×	○	×	×	×	×	×	○	○	○
FAX通信	×	○	○	×	×	×	×	○	○	○
緊急時の通信(対海上保安庁)	×	×	○(巡視船)	○(一部の海岸局:公衆網)	○(巡視船)	○(巡視船)	×	×	○(公衆網)	○(公衆網)
運営管理者(免許人)	全国漁業無線協会	地域振興団体等	漁業協同組合等	漁業協同組合等	マリナー等	漁業協同組合個人等	全国小型船舶安全協会	漁業協同組合個人等	電気通信事業者	電気通信事業者
主な利用者	漁業者等	漁業者等	漁業者等	漁業者レジャー目的の個人等	レジャー目的の個人等	漁業者レジャー目的の個人等	レジャー目的の個人等	漁業者レジャー目的の個人等	個人等	船舶運航者等
無線従事者の資格	不要	不要	SSB:2級海上特殊 DSB:3級海上特殊	3級海上特殊	3級海上特殊	2級海上特殊(又は3級海上特殊)	3級海上特殊	不要	不要	不要
最大空中線電力	5W	10W	SSB 25W DSB 1W	5W	5W	25W(又は5W)	5W	5W	—	—
通達距離(通話エリア)	約 30km	約 30km	SSB 約 90km DSB 約 50km	約 50km	約 10~30km	約 10~50km	約 30km	約 30km	海岸から約 10~30km	日本周辺海域
通信制限時間	2分間(1通話)	システムによる	制限なし	制限なし	5分間(1通話)	制限なし	制限なし	5分間(1通話)	制限なし	制限なし
端末価格	~10万円程度	10~15万円程度	~30万円程度	~35万円程度	~10万円程度	2~5万円程度	~10万円程度	2~5万円程度	5~10万円程度	~100万円程度(船舶利用の場合)
利用料(月額)	—	—	—	—	—	—	—	—	5000円~8000円程度	4900円~15000円程度

【参考】:「海上無線通信の現状」平成 20 年 4 月 24 日海上における船舶ための共通通信システムの在り方及び普及促進に関する検討会資料を参考とした。

※衛星携帯電話はアジア圏や全世界をサービスエリアとした各種システムがあるが、本比較においては、小型船舶等を対象とし、日本周辺海域をカバーする衛星を一例とした。

7.2 デジタル地域振興 MCA の海上利用

5章の試験結果によるとデジタル地域振興 MCA(4 値 FSK 方式)については、海上利用に際して技術的な問題はない。デジタル地域振興 MCA の海上利用が可能になれば、マリンコミュニティホーンの移行も可能となるなど、地域振興 MCA の用途も広がり、システムの普及とデジタル化移行の推進が期待できる(図 7-1)。

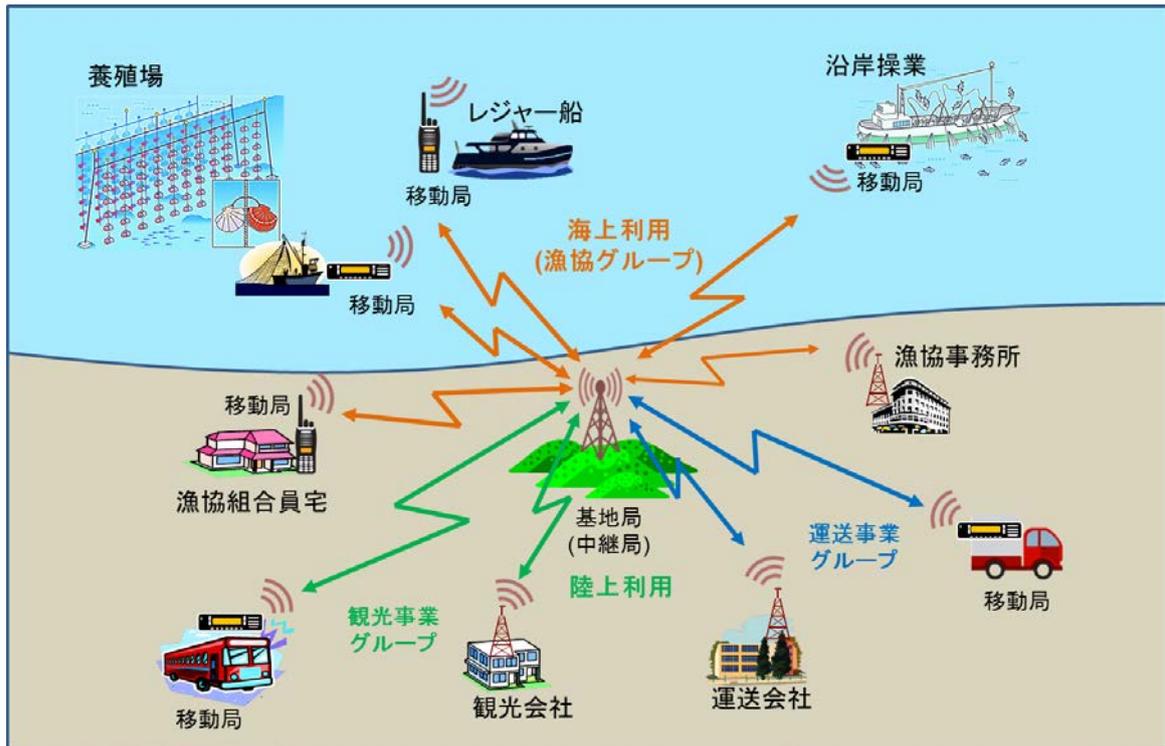


図 7-1 デジタル地域振興 MCA の海上利用イメージ

8 地域振興用無線システムのデジタル化に関する技術的条件(案)

地域振興用無線システムのデジタル化に関する技術的条件については、普及している変調方式及び通信方式を対象とし、次のとおり提案する。

8.1 一般的条件

(1) 通信方式

原則として、二周波複信、半複信又は二周波単信方式とする。ただし、必要に応じ、一周波単信又は同報通信方式を使用することができる。

(2) 電波型式

F1C、F1D、F1E、F1F、F7W、G1C、G1D、G1E、G1F、G7W とする。

(3) 変調方式

四値周波数偏位変調(4値FSK)又は四分の π シフト四相位相変調($\pi/4$ シフトQPSK)とする。

(4) 周波数

チャンネル間隔 6.25kHz のデジタル方式における周波数配置はオフセット方式とし、既存の周波数に割り当てる場合は、例として表 8-1 に示す一の群に属する周波数を使用することが望ましい。なお、二周波方式の場合の局種区分及び周波数の組み合わせは、原則として同表によることが望ましい。

表 8-1 周波数配置(例)

デジタルグループ	チャンネル間隔が 6.25kHz のもの		チャンネル間隔が 12.5kHz のもの	
	基地局周波数(MHz)	陸上移動局周波数(MHz)	基地局周波数(MHz)	陸上移動局周波数(MHz)
1 ブロック A デジタル グループ	367.446875	385.446875	367.4500	385.4500
	367.453125	385.453125		
	367.459375	385.459375	367.4625	385.4625
	367.465625	385.465625		
1 ブロック B デジタル グループ	367.471875	385.471875	367.4750	385.4750
	367.478125	385.478125		
	367.484375	385.484375	367.4875	385.4875
	367.490625	385.490625		
2 ブロック A デジタル グループ	367.496875	385.496875	367.5000	385.5000
	367.503125	385.503125		
	367.509375	385.509375	367.5125	385.5125
	367.515625	385.515625		
2 ブロック B デジタル グループ	367.521875	385.521875	367.5250	385.5250
	367.528125	385.528125		
	367.534375	385.534375	367.5375	385.5375
	367.540625	385.540625		
3 ブロック A デジタル グループ	367.546875	385.546875	367.5500	385.5500
	367.553125	385.553125		
	367.559375	385.559375	367.5625	385.5625
	367.565625	385.565625		
3 ブロック B デジタル グループ	367.571875	385.571875	367.5750	385.5750
	367.578125	385.578125		
	367.584375	385.584375	367.5875	385.5875
	367.590625	385.590625		
4 ブロック A デジタル グループ	367.596875	385.596875	367.6000	385.6000
	367.603125	385.603125		
	367.609375	385.609375	367.6125	385.6125
	367.615625	385.615625		
4 ブロック B デジタル グループ	367.621875	385.621875	367.6250	385.6250
	367.628125	385.628125		
	367.634375	385.634375	367.6375	385.6375
	367.640625	385.640625		
5 ブロック A デジタル グループ	367.646875	385.646875	367.6500	385.6500
	367.653125	385.653125		
	367.659375	385.659375	367.6625	385.6625
	367.665625	385.665625		
5 ブロック B デジタル グループ	367.671875	385.671875	367.6750	385.6750
	367.678125	385.678125		
	367.684375	385.684375	367.6875	385.6875
	367.690625	385.690625		
6 ブロック A デジタル グループ	367.696875	385.696875	367.7000	385.7000
	367.703125	385.703125		
	367.709375	385.709375	367.7125	385.7125
	367.715625	385.715625		
6 ブロック B デジタル グループ	367.721875	385.721875	367.7250	385.7250
	367.728125	385.728125		
	367.734375	385.734375	367.7375	385.7375
	367.740625	385.740625		

(5) チャンネル間隔

チャンネル間隔は、表 8-2 のとおりであること。

表 8-2 チャンネル間隔

変調方式	チャンネル間隔
$\pi/4$ シフト QPSK	(1) 一の搬送波当たり 6.25kHz であること((2)を除く。) (2) 時分割多重方式における一の搬送波当たりに多重する数が二の場合、又は送受信を同一の搬送周波数により行う時分割複信方式(半複信方式のものを含む。以下この表において単に「時分割複信方式」という。)の場合、又は時分割多元接続方式の一の搬送波当たりのチャンネルの数が二(ただし、時分割複信方式の場合は一とする。)の場合にあつては、12.5kHzであること。
4 値 FSK	同上

※無線設備規則 第 57 条の 3 の 2

(6) 中継

基地局には中継機能を付加することができる。また、必要に応じ、陸上移動局も中継を行うことができる。ただし、中継の方式は規定しない。

(7) 周波数切替方式

原則としてマルチチャンネルアクセス方式とする。

(8) 使用環境条件

規定しない。

8.2 送信装置

(1) 空中線電力

空中線電力とは、通常の動作中の送信装置から空中線系の給電線に供給される電力であつて、その定格値は 10W 以下とする。

(2) 空中線電力の偏差

空中線電力は、定格空中線電力の、+20%、-50%の範囲内にあるものとする。

※無線設備規則 第 14 条

(3) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値は、表 8-3 によること。

表 8-3 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
1W を超え 50W 以下	2.5 μ W 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値	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
1W 以下	25 μ W 以下	25 μ W 以下

※無線設備規則 第 7 条

(4) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、表 8-4 によること。

表 8-4 周波数の許容偏差(単位:百万分率)

局種及び条件	チャンネル間隔が 6.25kHz のものの 周波数の許容偏差	チャンネル間隔が 12.5kHz のものの 周波数の許容偏差
固定局及び陸上局	±0.9 注 1 ±0.2	±1.7 注 1 ±0.5
陸上移動局又は携帯局であって、 平均電力が 1W 以下のもの	±1.5 注 2 ±0.7+A	±3
陸上移動局又は携帯局であって、 平均電力が 1W を超えるもの	±0.9 注 2 ±0.7+A	±1.7 注 2 ±1.2+A

注 1: 移動局の周波数基準となる基地局の場合。

注 2: 移動局の周波数基準を基準基地局(注 1)に追従させて使用する無線局についての規定であり、A は基準基地局の周波数の偏差とする。

※無線設備規則 第 5 条

(5) 隣接チャンネル漏えい電力

隣接チャンネル漏えい電力は、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チャンネル間隔分離れた周波数の ±R の帯域内に輻射される電力が表 8-5 のとおりであること。

表 8-5 隣接チャンネル漏えい電力

変調方式	R	隣接チャンネル漏えい電力
$\pi/4$ シフト QPSK	変調信号の伝送速度の 1/4	1W 以下の無線局: 搬送波電力より 45dB 以上低い値 1W を超える無線局: 搬送波電力より 55dB 以上低い値又は 32 μ W 以下
4 値 FSK	2kHz	同上

※無線設備規則 第 57 条の 3 の 2

(6) 占有周波数帯幅の許容値

占有中は数帯幅の許容値は表 8-6 のとおりとする。

表 8-6 占有周波数帯幅の許容値

チャンネル間隔	占有周波数帯幅の許容値
6.25kHz	5.8kHz
12.5kHz	11.5kHz

※無線設備規則 第 6 条

8.3 受信装置

(1) 局部発振器の周波数変動

局部発振器の周波数変動については規定しない。

(2) 副次的に発する電波等の限度

副次的に発する電波等の強度は、4nW 以下であること。

※無線設備規則 第 24 条

(3) 規格感度

規格感度は表 8-7 のとおりとする。

表 8-7 規格感度

変調方式	チャンネル間隔が 6.25kHz のものの規格感度	チャンネル間隔が 12.5kHz のものの規格感度
$\pi/4$ シフト QPSK	0dB μ V	3dB μ V
4 値 FSK	同上	同上

※電波法第七条第一項第二号及び第三号の審査に適用する受信設備の特性 昭 61.5.27 告示 第 395 号

(4) 実効選択度におけるスプリアス・レスポンス

規格感度より 3dB 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、妨害波を加えたとき、ビット誤り率が百分の一となるときのその妨害波入力電圧と規格感度との比が 53dB 以上であること。

※同告示 第 395 号

(5) 実効選択度における隣接チャンネル選択度

規格感度より 3dB 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、チャンネル間隔の周波数分離れた符号長 32,767 ビットの 2 値擬似雑音を繰り返す信号で変調された妨害波を加えた場合において、ビット誤り率が百分の一となるときのその妨害波入力電圧と規格感度との比が 42dB 以上であること。

※同告示 第 395 号

(6) 実効選択度における相互変調特性

規格感度より 3dB 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、希望波からチャンネル間隔の 2 倍の周波数分離れた変調のない妨害波及びチャンネル間隔の 4 倍の周波数分離れた変調のない妨害波を加えた場合において、ビット誤り率が百分の一となるときのその妨害波入力電圧と規格感度との比が 53dB 以上であること。

※同告示 第 395 号

8.4 制御部

(1) マルチチャンネルアクセス用制御装置

マルチチャンネルアクセス方式を使用する場合に使用するマルチチャンネルアクセス用制御装置は、特定の制御チャンネルを使用しないものであること。その他の条件については規定しない。

9 まとめ

9.1 デジタル化の検討

本調査検討では、デジタル地域振興用無線システムの利用拡大のため、地域振興用無線システムのデジタル化に係る技術的条件及びマリンコミュニティホーンの代替通信システムとしてデジタル地域振興 MCA の海上利用における適用条件について調査検討を行い、異なる用途システムの共存やデジタル化に向けた効率的な周波数配置案を策定し、周波数資源の有効利用を図ることを目的として検討を進め、下記の結論を得た。

(1) 地域振興用無線システムのデジタル化の検討

- 地域振興用無線システムのデジタル化の検討モデルは、4 値 FSK SCPC 方式を選定した。
- デジタル地域振興用無線システムの周波数配置を提案し、今後必要となるチャンネル数を求めた。
- デジタル地域振興用無線システムの技術的条件(案)を作成した。

(2) デジタル地域振興用無線システムの海上利用の検討

- マリンコミュニティホーンをデジタル地域振興 MCA に移行する場合、海上伝搬を含めて技術的問題がないことが確認された。
- 実証試験によって、海上伝搬に問題がないこと、マリンコミュニティホーンと同等の通話エリアが確保できることが確認された。

(3) 干渉の評価と共用条件

- 同一チャンネル周波数干渉の机上検討及びラボ内検証試験を行い、共用条件を求めた。
- 隣接チャンネル干渉の机上検討及びラボ内検証試験を行い、共用条件を求めた。
- 近接チャンネル干渉の机上検討及びラボ内検証試験を行い、共用条件を求めた。
- 相互変調の机上検討及びラボ内検証試験を行い、共用条件を求めた。

9.2 システムコスト

デジタル地域振興用無線システムの普及には、コスト(システムの価格・工事費用等及び利用料金)が重要と考えられる。また、利用者からの要望に応じ、利便性の向上が期待できる機能を廉価に提供できることも期待されている。これらは、主に無線機やシステムを製造する製造事業者の努力により実現されるものである。廉価な製品開発、他システムとの共通化などによる価格の低減など、利用者の要望を満たす低廉なシステムの提供が望まれる。

9.3 免許上の配慮

3.4.4 で述べたとおり、無線局種を携帯基地局及び携帯局として免許されるなど、海上移動が可能となるよう配慮されることで、マリンコミュニティホーンからの移行も含め、デジタル地域振興用無線システムの海上における利用促進が期待される。

9.4 おわりに

本調査検討の結果が有効に活用され、水産業も含めた地域産業の発展を支援する高度な通信システムとしてデジタル地域振興用無線システムが利用されていくことを期待する。

資料

資料1 開催要綱

「地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会」開催要綱

1 名称

本調査検討会は、「地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会(以下「検討会」という。)」と称する。

2 目的

一般業務用として利用されている無線システムのうち 400MHz 帯の周波数を使用した地域振興用無線システム(以下「地域振興用無線システム」という。)は様々な用途へ利用されており、その中でも 367.45MHz から 367.7375MHz 及び 385.45MHz から 385.7375MHz を利用した 4 波 1 ブロックを使用する地域振興用無線システムには、MCA 方式の他に同報系システムである地域コミュニティ無線が導入されている。とりわけ、東北管内では地域振興 MCA が多くの地域で普及しており、新たに地域振興用無線システムを導入する場合、周波数の確保が厳しい状況となっている。

今般、業務用無線で使用する 150/260/400MHz 帯業務用移動無線については、周波数の有効利用を図るため 4 値 FSK 変調方式等によるデジタル化の推進が、平成 26 年 5 月、情報通信審議会で答申されたところであり、地域振興用無線システムをデジタル化してチャンネル数を増やし、より多くの利用者が地域振興用無線システムを利用できる環境が望まれている。地域振興用無線システムは、地域のニーズや用途に応じて占有帯域幅や変調方式等様々なスペックが容認されている。このような多用途をもつ地域振興用無線システムのデジタル化にあたっては、地域のニーズに対応するためにも様々な変調方式を検討し、現行システムとの共存を検討することが重要となってくる。

また、他の無線システムによる代替等を求められているマリンコミュニティホーン(350MHz 帯)の地域振興用無線システムへの移行の可否を判断するため、必要となる地域振興用無線システムの携帯業務への適用条件及び海上利用の条件等についての検討を行う必要がある。

このことから、地域振興用無線システムの利便性を更に高めるため、デジタル化に係る技術的条件及びマリンコミュニティホーンを地域振興用無線システムに適用させるために必要な技術的条件について調査検討を行い、周波数の有効利用に資することを目的とする。

3 調査検討事項

- (1) 地域振興用無線システムのデジタル化の検討
- (2) デジタル地域振興用無線システムの変調方式の選定
- (3) 伝送モデルの机上検討
- (4) (3)の机上検討から導き出された結果を検証する実証試験
- (5) 周波数の配置の検討

- (6) 地域振興用無線システムの海上移動業務での利用検討
- (7) (1)から(6)までの検討結果を踏まえ技術的条件の取りまとめ
- (8) 他無線システムとの干渉評価
- (9) その他関連事項

4 構成

- (1) 検討会は、東北総合通信局長が委嘱する委員により構成する。
- (2) 座長及び副座長は、東北総合通信局長が指名する者とする。

5 運営

- (1) 検討会は、座長が開催し、主宰する。
- (2) 座長は、必要に応じて関係者を招聘することができる。
- (3) 座長は、技術的な詳細検討のため、下部組織にワーキンググループの設置を命ずることができる。
- (4) ワーキンググループの構成は、座長の指示を受けた者とする。
- (5) 副座長は、座長の補佐を行う。
- (6) その他、運営に関する事項は座長が定める。

6 開催期間

第1回調査検討会開催の日から平成28年3月30日までとする。

7 事務局

検討会の事務局は、東北総合通信局無線通信部企画調整課に置く。

以上

資料2 構成員一覧

「地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会」構成員

【五十音順、敬称略】

	団体名	役職	氏名
座長	国立大学法人弘前大学	教授	ふかせ まさあき 深瀬 政秋
副座長	学校法人八戸工業大学	准教授	しばた こうじ 柴田 幸司
	平内町水産商工観光課	課長	おうさか しげよし 逢坂 重良
	株式会社日立国際電気映像・通信事業部	技師長	かとう かずえ 加藤 数衛
	一般社団法人全国陸上無線協会東北支部	支部長	きくち やすひろ 菊池 安博
	日本無線株式会社東北支社	企画推進担当部長	さいとう ひとし 斉藤 等
	アイコム株式会社ソリューション事業部	参事	さくらい みのる 櫻井 稔
	八重洲無線株式会社仙台オフィス	課長代理	すぎもと ようじ 杉本 陽司
	青森県農林水産部水産局水産振興課	課長	のろ きょうせい 野呂 恭成
	平内町漁業協同組合指導部	部長	はまた まさかつ 濱田 昌勝
	創造技研株式会社	代表取締役	みかた まさひと 三方 雅仁
	一般社団法人全国漁業無線協会	専務理事	やの きょうじ 矢野 京次

(構成員 12名)

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	平成27年 7月3日(金) 15:00~17:00	宮城県仙台市ヒューモスファイヴビル8階大会議室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会 2. 配布資料の確認 3. 開催要綱の承認 4. 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1) 調査検討会の概要及びスケジュールについて (2) 地域振興MCAの概要について (3) 地域コミュニティ無線の概要について (4) マリンコミュニティホーンの概要について (5) デジタル化モデルの検討と無線システムの諸元について (6) 干渉モデルの検討とラボ内検証の方法について (7) 実証試験の概要について (8) その他 5. 閉会
第2回	平成27年 8月24日(月) 13:45~15:45	青森県平内町勤労青少年ホーム「視聴覚室」(青森県東津軽郡平内町大字小湊字小湊 79-3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会 2. 配布資料の確認 3. 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1) 第1回調査検討会議事録案 (2) デジタル地域振興用無線システムに必要なチャネル数の算定について (3) デジタル地域振興用無線システムの変調方式の選定について (4) 他無線システムとの干渉検討とラボ内試験の実施方法について (5) 実証試験の実施方法について (6) 実証試験の公開について (7) その他 4. 閉会
第3回	平成27年 10月16日(金) 14:00~15:45	平内町漁業協同組合 会議室(青森県東津軽郡平内町浅所字浅所 91-56)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会 2. 配布資料の確認 3. 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1) 第2回調査検討会議事録案 (2) デジタル地域振興用無線システム需要調査の結果 (3) ラボ内試験の結果 (4) 実証試験の結果 (5) その他 4. 閉会
第4回	平成27年 12月16日(水) 13:30~15:30	宮城県仙台市ヒューモスファイヴビル8階大会議室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会 2. 配布資料の確認 3. 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1) 第3回調査検討会議事録案 (2) デジタル地域振興用無線システム需要調査の結果(新たに利用を検討される機関) (3) チャネル配置と必要チャネル数 (4) 報告書ドラフト案 (5) その他 4. 閉会
第5回	平成28年 3月4日(金) 15:30~17:00	宮城県仙台市ヒューモスファイヴビル8階大会議室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会 2. 配布資料の確認 3. 議事 <ol style="list-style-type: none"> (1) 第4回調査検討会議事録案 (2) 報告書(案)について (3) その他 4. 閉会



第 1 回調査検討会



第 2 回調査検討会



第 3 回調査検討会



第 4 回調査検討会



第 5 回調査検討会

参考資料

参考資料1 地域振興 MCA の諸元

表 S1-1 地域振興 MCA の諸元

項目	諸元
通信方式	2周波複信方式、半複信方式、単信方式、1周波単信方式若しくは同報通信方式又はこれらの組合せによるものであること。
電波の型式 ※1	規定なし
周波数切替方式	回線制御方式は、特定のチャンネルを持たない MCA 方式であること。
送信周波数	(基地局) 367.45MHz から 367.7375MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 24 波 (陸上移動局) 385.45MHz から 385.7375MHz までの 12.5kHz 間隔の周波数 24 波
チャンネル間隔	12.5kHz ※1
空中線電力 ※1	(基地局) 10W 以下 (陸上移動局) 10W 以下
空中線電力の許容偏差	定格空中線電力の、+20%、-50%の範囲内 (無線設備規則・第 14 条)
周波数偏差の許容値	±3ppm(1W 超) ±4ppm(1W 以下) ただし、実数零点単側波帯変調方式又は狭帯域デジタル通信方式は、チャンネル間隔が 6.25kHz のもの (基地局) ±0.9 {±0.2} (陸上移動局 1W 超) ±0.9 《±0.7 + A》 (陸上移動局 1W 以下) ±1.5 《±0.7 + A》 チャンネル間隔が 12.5kHz のもの (基地局) ±1.7 {±0.5} (陸上移動局 1W 超) ±1.7 《±1.2 + A》 (陸上移動局 1W 以下) ±3 チャンネル間隔が 25kHz のもの (基地局) ±1.2 {±0.5} (陸上移動局 1W 超) ±1.2 《±0.7 + A》 (陸上移動局 1W 以下) ±3 { }内の値は、基準局の場合に限る。 《》内の値は、周波数追従機能を使用する場合に限る。この場合、Aは、基準局の周波数の偏差とする。
隣接チャンネル漏洩電力	-60dBc
占有周波数帯幅の許容値 ※1	8.5kHz
スプリアス発射又は不要発射の許容値	2.5 μW(1W 超) 25 μW(1W 以下) (無線設備規則・別表第 3 号 2(1))
利用方法	音声、ショートメッセージ、ページング、同報通信など
監視	通信所等(免許人又は免許人を構成する団体の事務所)に基地局が正常に動作していることを確認する監視装置を置くこと。

※1 電波の型式、占有周波数帯幅の許容値、最大空中線電力、用途及び備考は、各総合通信局及び沖縄総合通信事務所における地域周波数利用計画の策定に当たり、必要に応じて変更することができる。

参考資料2 地域コミュニティ無線の諸元

表 S2-1 地域コミュニティ無線の諸元

項目	諸元
通信方式	1周波単信方式若しくは同報通信方式又はこれらの組合せによるものであること。
電波の型式 ※1	アナログ方式:F2D、F3E デジタル方式:G1D、G1E、F1D、F1E
回線構成	基地局、陸上移動局及び受信設備で回線を構成するものであること。ただし、陸上移動局は、通信の相手方となる免許人所属の基地局に併せて開設されるものであること。
送信周波数	<p>アナログ方式: 367.4500 MHz、367.4625 MHz、367.4750 MHz、367.4875 MHz 367.6000 MHz、367.6125 MHz、367.6250 MHz、367.6375 MHz 385.4500 MHz、385.4625 MHz、385.4750 MHz、385.4875 MHz 385.6000 MHz、385.6125 MHz、385.6250 MHz、385.6375 MHz 385.6500 MHz、385.6625 MHz、385.6750 MHz、385.6875 MHz 受信機入力端において D/U 20dB 以上及び S/N 30dB 以上になるときは、同一周波数を繰り返し割り当て、周波数の有効利用を図ること。</p> <p>デジタル方式: 367.453125 MHz、367.459375 MHz、367.465625 MHz、367.471875 MHz 367.478125 MHz、367.484375 MHz、367.490625 MHz、367.621875 MHz 367.628125 MHz、367.634375 MHz、367.640625 MHz、367.646875 MHz 367.653125 MHz、367.659375 MHz、367.665625 MHz、367.671875 MHz 367.678125 MHz、367.684375 MHz、367.690625 MHz、385.453125 MHz 385.459375 MHz、385.465625 MHz、385.471875 MHz、385.478125 MHz 385.484375 MHz、385.490625 MHz 受信機入力端において D/U 23dB 以上及び伝送品質 BER=1 送品質以上になるときは、同一周波数を繰り返し割り当て、周波数の有効利用を図ること。</p>
チャンネル間隔	アナログ方式:12.5kHz デジタル方式:6.25kHz ※1
空中線電力 ※1	(基地局)1W 以下 (陸上移動局)1W 以下
空中線電力の許容偏差	定格空中線電力の、+20%、-50%の範囲内 (設備規則・第 14 条)
周波数偏差の許容値	<p>±3ppm(1W 超) ±4ppm(1W 以下)</p> <p>ただし、実数零点単側波帯変調方式又は狭帯域デジタル通信方式は、チャンネル間隔が 6.25kHz のもの (基地局) ±0.9 {±0.2} (陸上移動局 1W 超) ±0.9 {±0.7 + A} (陸上移動局 1W 以下) ±1.5 {±0.7 + A}</p> <p>チャンネル間隔が 12.5kHz のもの (基地局) ±1.7 {±0.5} (陸上移動局 1W 超) ±1.7 {±1.2 + A} (陸上移動局 1W 以下) ±3</p> <p>チャンネル間隔が 25kHz のもの (基地局) ±1.2 {±0.5} (陸上移動局 1W 超) ±1.2 {±0.7 + A} (陸上移動局 1W 以下) ±3</p> <p>{ }内の値は、基準局の場合に限る。 《》内の値は、周波数追従機能を使用する場合に限る。この場合、Aは、基準局の周波数の偏差とする。</p>
隣接チャンネル漏洩電力	-60dBc
占有周波数帯幅の許容値 ※1	アナログ方式:8.5kHz デジタル方式:5.8kHz
スプリアス発射又は不要発射の許容値	2.5μW(1W 超) 25μW(1W 以下) (無線設備規則・別表第 3 号 2(1))

※1 電波の型式、占有周波数帯幅の許容値、最大空中線電力、用途及び備考は、各総合通信局及び沖縄総合通信事務所における地域周波数利用計画の策定に当たり、必要に応じて変更することができる。

参考資料3 マリンコミュニティホーンの諸元

表 S3-1 マリンコミュニティホーンの諸元

項目	諸元
通信方式	2 周波単信方式
電波の型式	F2C、F2D、F2N、F2X、F3C 及び F3E
回線接続方式	通話チャンネルで接続制御
送信周波数	携帯局 送信:342.025~342.5875MHz 受信:358.525~359.0875MHz 携帯基地局 送信:358.525~359.0875MHz 受信:342.025~342.5875MHz (最大 8 波の指定された周波数)
チャンネル間隔	12.5kHz
空中線電力	携帯局:5W 以下 携帯基地局:25W 以下 但し、実行輻射電力 10W 以下
空中線電力の許容偏差	指定電力の+20%、-50%
周波数偏差の許容値	±3ppm
隣接チャンネル漏洩電力	-60dBc
占有周波数帯幅の許容値	8.5kHz
スプリアス発射又は不要発射の許容値	2.5 μW 以下

参考資料4 需要調査アンケートについて

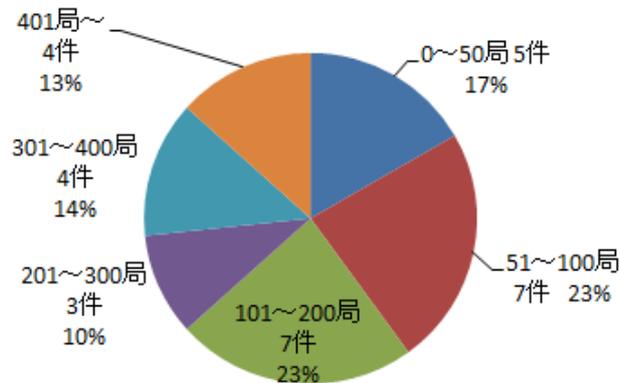
地域振興 MCA を利用している団体(東北管内)、現在マリンコミュニティホーンを利用している団体、マリンコミュニティホーンの利用をやめた団体、新たに利用を検討する団体(東北管内の漁業関係機関)に対して実施したデジタル地域振興用システム(MCA)の需要調査アンケート結果は以下のとおり。

(1) 地域振興 MCA を利用している団体からの回答(東北管内 30 団体)

Q1 現在保持する陸上移動局の無線局数について

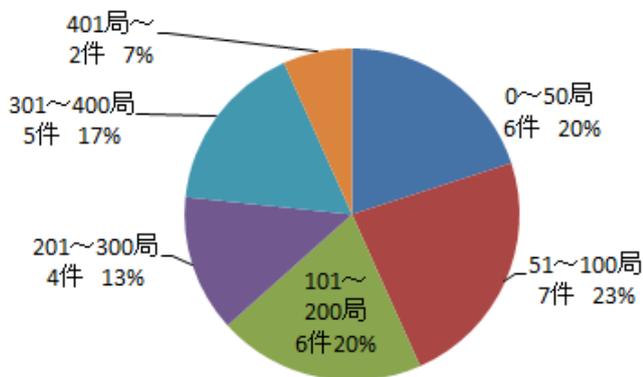
(ア) 免許を受けている局数

免許を受けている局数	団体数
50 局未満	5
51~100 局	7
101~200 局	7
201~300 局	3
301~400 局	4
401 局以上	4



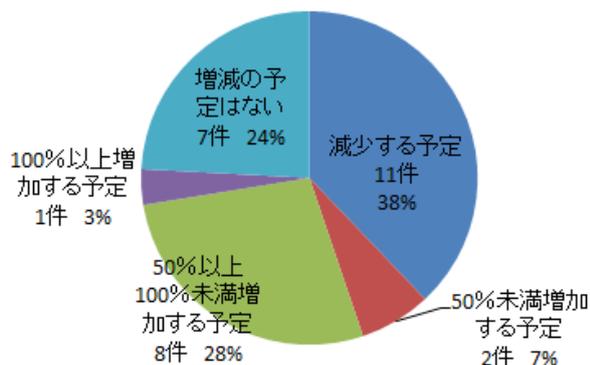
(イ) 実運用局数

実運用局数	団体数
50 局未満	6
51~100 局	7
101~200 局	6
201~300 局	4
301~400 局	5
401 局以上	2



Q2 今後 3 年間で見込まれる保持する無線局に関する計画

無線局数増減	団体数
減少する予定	11
50%未満増加する予定	2
50%以上 100%未満増加する予定	8
100%以上増加する予定	1
増減の予定なし	7



Q3 無線局数減少理由(Q2で「減少する予定」と回答した11団体)

無線局数減少理由(複数回答可)		団体数
会員数の増加が見込めないから		8
無線局数の削減を予定しているから		1
新たな設備投資を控えているから		1
その他	IP無線への移行を予定(予想)しているから	3
	混信があり、円滑に運用できないから	1

Q4 無線局数増加理由(Q2で「増加する予定」と回答した11団体)

無線局数増加理由(複数回答可)		団体数
会員数の増加が見込まれるから		11
無線局数の増加を予定しているから		8
新たな設備投資の計画があるから		1
その他	無線局を単独で使用でき、利用価値があるから	1

Q5 システム増の要望

無線局数増加予定と回答した11団体中、システム追加を検討している団体は6団体、無線局数増減予定なしと回答した7団体中、システム追加を検討している団体は2団体であった。

Q6 デジタル方式への移行

保持する無線局のデジタル方式移行時期		団体数
早期に移行を検討している		1
技術的条件が整備されてから検討する		12
未定		9
その他	デジタル方式への移行は行わず、IP無線等に移行したい	1

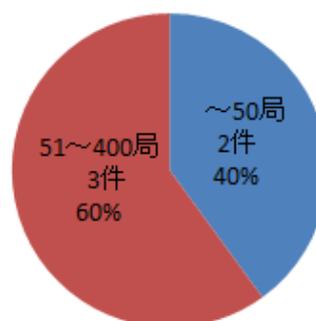
Q7 その他の意見

- ・中継局間のネットワーク接続を可能にして欲しい。
- ・デジタル/アナログ対応の端末機器が必要。
- ・中継器使用料の低廉化が必要。
- ・地域振興 MCA とマリンコミュニティホーンの統合を希望する。

(2) 現在マリンコミュニティホーンを利用している団体からの回答(5 団体)

Q1 マリンコミュニティホーンの無線局数について

利用されている局数	団体数
50 局未満	2
51~400 局	3



Q2 主な漁業の種類と操業範囲について

	漁業の種類	港からの距離
A 漁協	刺し網漁業	10km
	定置網漁業	5km
B 漁協	養殖漁業	1km
	刺し網漁業	10km
	定置網漁業	5km
	沖合底曳き漁業	60km
C 漁協	いか釣り漁業	20km
	養殖漁業	2km
	刺し網漁業	3km
D 漁協	一本釣り漁業	30km
E 漁協	いか釣り漁業	20km
	一本釣り漁業	30km
	養殖漁業	3.5km

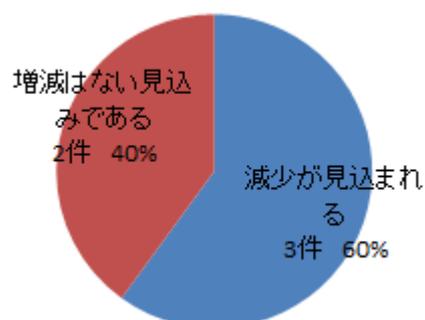
Q3 マリンコミュニティホーンの利用状況について

(ア) 現在の通信可能範囲

	現在の通信可能範囲
A 漁協	40km 程度
B 漁協	70km 程度
C 漁協	20km 程度
D 漁協	30km 程度
E 漁協	ホタテ養殖が主であるため、遠方で通話することは無い

(イ) 今後 3 年間で見込まれる保持する無線局に関する計画

無線局数増減	団体数
減少が見込まれる	3
増加が見込まれる	0
増減はない見込みである	2



Q4 無線局数減少理由(Q3-(イ)で「減少が見込まれる」と回答した3団体)

無線局数減少理由(複数回答可)		団体数
会員(組合員)数の増加が見込めないから		2
無線局利用会員(組合員)の減少が見込まれるから		2
他の無線システムへの移行を予定しているから		0
その他	無線機の製造中止とサポートが終了しているから	1
	携帯電話が普及しているから	1

Q5 無線局数増加理由(Q3-(イ)で「増加が見込まれる」と回答した団体)

無線局数減少理由(複数回答可)		団体数
会員(組合員)数の増加が見込まれるから		0
無線局利用会員(組合員)の増加が見込まれるから		0
その他		0

Q6 新たな無線システムへの移行について

マリンコミュニティホーンのデジタル方式移行時期	団体数
早期に移行を検討したい	1
技術的条件が整備されてから検討する	1
移行は検討しない	0
未定	3
その他	0

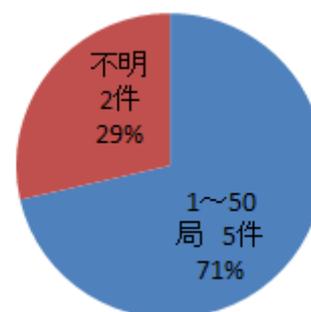
Q7 その他の意見

- ・携帯電話は、エンジン音や風切り音などの騒音に弱い、1対1通話しかできない、電池がもたない、手袋をしたまま操作したいが操作性が悪い、などの理由で、必ずしも満足して使用しているのではない。
- ・海上で使用するため高い防水性が必要であるが、陸上で使用する端末と同程度の低コストを希望する。
- ・一斉同報は災害時に必要であるため、不可欠である。

(3) マリンコミュニティホーンの利用をやめた団体からの回答(7 団体)

Q1 過去に利用されていたマリンコミュニティホーンの無線局数について

利用されていた局数	団体数
50 局未満	5
不明	2



Q2 主な漁業の種類と操業範囲について

	漁業の種類	港からの距離
A 漁協	養殖漁業	10km
B 漁協	刺し網漁業	5km
	沖合底曳き漁業	10km
C 漁協	養殖漁業	1km
	刺し網漁業	2km
	定置網漁業	2km
	まき網漁業	8km
	海女漁	1km
D 漁協	養殖漁業	0.5km
	沖合底曳き漁業	50~100km
E 漁協	養殖漁業	15km
F 漁協	刺し網漁業	10km
	船曳漁業	30km
	一本釣り漁業	80km
G 漁協	刺し網漁業	10km
	定置網漁業	5km
	一本釣り漁業	10km

Q3 マリンコミュニティホーンの利用状況について

(ア) 過去の通信可能範囲

	過去の通信可能範囲
A 漁協	30km 程度
B 漁協	不明
C 漁協	5km 程度
D 漁協	不明
E 漁協	不明
F 漁協	不明
G 漁協	不明

(イ) マリンコミュニティホーンの利用を止めた理由

マリンコミュニティホーンの利用を止めた理由(複数回答可)		団体数
会員(組合員)数が減り運営が困難になったから		3
無線機のメーカー製造が停止されたから		0
無線機の保守のための部品確保が困難になったから		0
携帯電話の利用が便利だから		4
その他	携帯電話と比較して、単信通話や送信時間の制限があるマリンコミュニティホーンは不便だから	1
	20年ほど前に導入したが、バッテリーの持続時間が短くクレームになったから	1
	廃業による	1

Q4 沿岸における現在の通信手段について

通信手段(複数回答可)	団体数	通信可能距離
27MHz 帯 1WDSB	5	5~50km
150MHz 帯国際 VHF	0	—
携帯電話	7	5km
アマチュア無線	1	不明
その他	0	—

Q5 新たな無線システム(デジタル方式)への移行について

新たな無線システムの利用		団体数
検討してみたい		0
技術的条件が整備されてから検討したい		1
検討しない		3
未定		2
その他	通信手段は携帯電話が中心となりつつある	1

Q6 その他の意見

全団体なし。

(4) 新たに利用を検討する団体(東北管内の漁業関係機関 37 団体)

Q1 主な漁業の種類と操業範囲について

漁業の種類 (複数回答可)	団体数	平均操業距離
養殖漁業	19	3.2km
刺し網漁業	21	8.7km
定置網漁業	19	5.7km
沖合底曳き漁業	6	31.6km
いか釣り	5	33.2km
さんま棒受	5	470km
籠漁業	5	15km
延縄漁業	5	22km
採介藻漁業	8	7.3km
遊漁船	1	20km

Q2 沿岸における現在の通信手段について

通信手段(複数回答可)	団体数	通信可能距離
27MHz 帯 1WDSB	23	3~50km
150MHz 帯国際 VHF	3	15~40km
携帯電話	33	1~40km
衛星電話	1	—

Q3 新たな無線システムの利用について

新たな無線システムの利用	団体数
検討してみたい	10
技術的条件が整備されてから検討したい	8
検討しない	8
未定	11
その他	0

Q4 その他の意見

主な意見は以下のとおり。

- ・緊急時に無線は必要であり、必ず装備する。
- ・GPS やデータ通信といったデジタル無線の機能に必要性(魅力)を感じる。
- ・新しい規格が制度化されれば利用を検討したい。
- ・コストが最も重要であり、この点がクリアされれば検討したい。
- ・3年前、27MHz 帯 DSB を新規に導入しており、別のシステムへの更新は考えづらい。

参考資料5 デジタル地域振興用無線システムに関する需要予測 (メーカーへのアンケート結果)

400MHz帯業務用移動デジタル無線機の国内製造・販売メーカー(5社)に対して実施したデジタル地域振興用無線システム(MCA)の需要予測アンケート結果は以下のとおり。

(1) 出荷見込み台数(全国)

年度	H29	H30	H31	H32	H32
出荷台数	2,000	3,000	4,000	5,000	7,500

注)見込み台数は、アンケート結果から想定される最大数を計上。

【コメント】

●普及が見込まれる利用シーン等

- ・東日本大震災をきっかけに自営通信系は防災無線や地域振興用無線を中心として災害時の活用として見直され利用ニーズが増加傾向となっている。
- ・現時点でまだまだ不十分の整備状況であり今後もこの傾向は続くと思われる。
- ・東北地方は山間部及び人口離散地域が多く公衆網の整備の行き届かないところも多い。本システムのように所望エリアを容易に細かに構築することができるシステムは需要が見込まれる。特に入り組んだ海岸部及び海上は公衆網での通信ができないエリアも多いため平時及び非常時の通信手段として需要が見込まれる。
- ・自営無線を使用しているユーザは、携帯電話にない一斉同報機能等のニーズがある。
- ・道の駅等の施設は幹線道に面し、駐車場やトイレ施設等が整備されており、災害時には避難場所としての利用が想定されることから運用・活用のポテンシャルがある。
- ・災害対策用など住民等における簡便な連絡手段や被災現場との情報交換手段として活用。
- ・従来の陸上利用に加え、沿岸部での海上利用が加わることで、利用価値が向上する。

(2) 予想価格

※価格はアンケート結果の平均値

	価格	備考
基地局(一式)	1,000万円	空中線を含み設置工事費を含まず。
移動局(車載型)	12万円~15万円	空中線を含み設置工事費を含まず。
移動局(ハンディ)	10万円	空中線,充電池,充電器を含む。

注1) 基地局の設置工事費は設置場所の条件及び空中線鉄塔の規模等により大幅に変動する。

注2) 移動局についても、付属品(充電器)等により価格は変動する。

【参考】 デジタル地域振興 MCA 開設費用の一例(目安)

(前提条件)

- ①アンテナ地上高 30m:(空中線柱の設置工事費等=1千万円)
- ②移動局(車載型):100台(1台当たりの単価=15万円) ※設置工事費込み
- ③移動局(ハンディ):50台(1台当たりの単価=10万円)

●開設費用=1千万円(基地局)+1千万円(工事費)+1.5千万円(車載型)+0.5千万円(ハンディ)=4千万円

参考資料6 実験試験局について

(1) 実験試験局の諸元

表 S6-1 実験試験局の諸元

呼出名称	けんうっどでじたるじっけん 3511 けんうっどでじたるじっけん 3512 けんうっどでじたるじっけん 3513 けんうっどでじたるじっけん 3514	けんうっどでじたるじっけん 3515 けんうっどでじたるじっけん 3516 けんうっどでじたるじっけん 3517 けんうっどでじたるじっけん 3518	けんうっどでじたるじっけん 3519 けんうっどでじたるじっけん 3520 けんうっどでじたるじっけん 3521 けんうっどでじたるじっけん 3522
タイプ	中継型	車載型	携帯型
送信出力[W]	10	10	5
周波数	367.596875MHz、367.603125MHz、367.609375MHz、367.615625MHz、 367.621875MHz、367.628125MHz、367.634375MHz、367.640625MHz、 385.596875MHz、385.603125MHz、385.609375MHz、385.615625MHz、 385.621875MHz、385.628125MHz、385.634375MHz、385.640625MHz		
チャンネル間隔	6.25kHz		
変調方式	4 値 FSK		
電波型式	5K80F1D / 5K80F1E		
空中線利得	6.15dBi、4.15、2.14dBi	6.15dBi、4.15、2.14dBi	2.15dBi
空中線	3 段コリニア 5/8λ ホイップ 1/4λ スリーブ 1/4λ ホイップ	3 段コリニア 5/8λ ホイップ 1/4λ スリーブ 1/4λ ホイップ	1/4λ ホイップ
給電線等損失	共用器損失 TX:1.5dB RX:1.5dB 給電線損失 0.7、0.8、1.4、2.6dB	0.7、2.5dB	—
空中線地上高	7m	1.5m	1.2m
電源電圧	DC+13.6V	DC+13.8V	DC+7.2V
通信方式	一周波単信、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 非常送タイプ MCA 方式	—	—

(2) 実験試験局の基本性能

表 S6-2 実験試験局(中継型)の性能

項目	規格/指定事項	単位	3511	3512	3513	3514
周波数	367,640,625	[Hz]	367,640,700	367,640,690	367,640,650	367,640,670
	±0.9 以内	[ppm]	0.20	0.18	0.07	0.12
空中線電力	10	[W]	10.0	10.0	10.0	10.0
	+20/-50 以内	[%]	0	0	0	0
占有周波数帯幅	5.80 以下	[kHz]	3.48	3.52	3.48	3.48
隣接チャンネル 漏えい電力	-52(32μW)以下	[dB]	-75.2	-75.3	-74.8	-73.0
	-52(32μW)以下	[dB]	-75.5	-75.2	-74.7	-72.8
受信感度		[dBm]	-113	-114	-114	-113

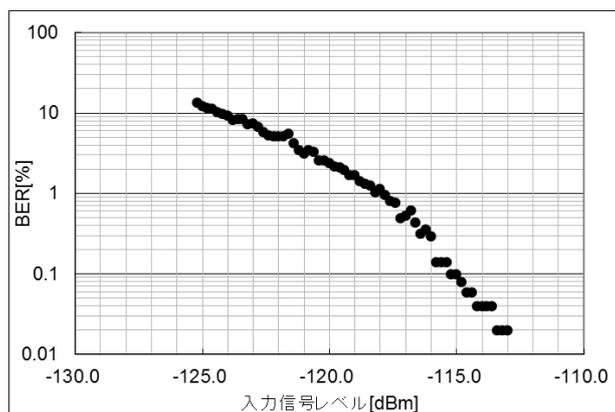
表 S6-3 実験試験局(車載型)の性能

項目	規格/指定事項	単位	3515	3516	3517	3518
周波数	367,640,625	[Hz]	367,640,560	367,640,590	367,640,600	367,640,600
	±0.9 以内	[ppm]	-0.18	-0.10	-0.07	-0.07
空中線電力	10	[W]	10.0	10.0	10.0	10.0
	+20/-50 以内	[%]	0	0	0	0
占有周波数帯幅	5.80 以下	[kHz]	3.48	3.48	3.48	3.48
隣接チャネル漏えい電力	-52(32μW)以下	[dB]	-74.5	-74.5	-74.6	-74.2
	-52(32μW)以下	[dB]	-74.7	-74.5	-74.3	-74.5
受信感度		[dBm]	-118	-119	-118	-118

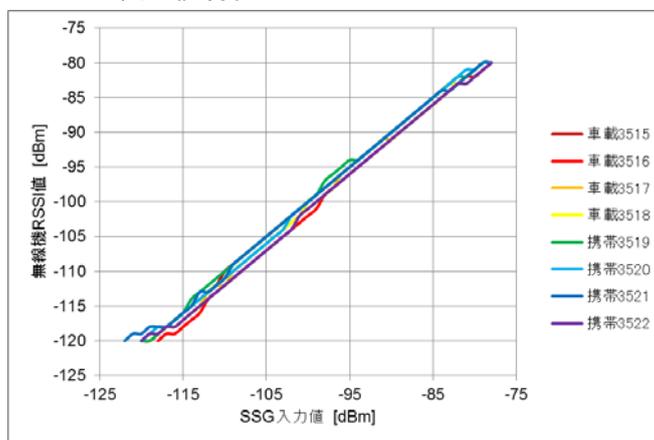
表 S6-4 実験試験局(携帯型)の性能

項目	規格/指定事項	単位	3519	3520	3521	3522
周波数	367,640,625	[Hz]	367,640,530	367,640,630	367,640,610	367,640,580
	±0.9 以内	[ppm]	-0.26	0.01	-0.04	-0.12
空中線電力	5	[W]	5.0	5.0	5.0	5.0
	+20/-50 以内	[%]	0	0	0	0
占有周波数帯幅	5.80 以下	[kHz]	3.48	3.48	3.45	3.48
隣接チャネル漏えい電力	-52(32μW)以下	[dB]	-73.6	-73.2	-72.4	-73.2
	-52(32μW)以下	[dB]	-74.0	-73.2	-72.7	-73.4
受信感度		[dBμV]	-117	-117	-117	-116

(3) 受信入力レベルと BER 特性例



(4) 受信信号レベルと RSSI 表示値特性



参考資料7 実証試験について

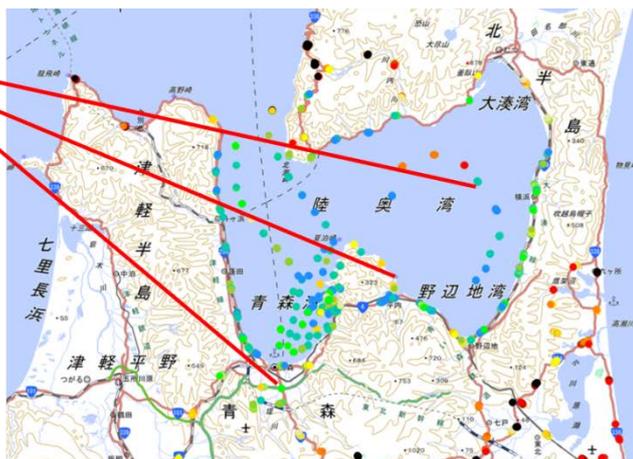
(1) 雑音測定結果

都市ノイズ(環境雑音)が試験に影響のないレベルかどうかを確認するため、スペクトラムアナライザで雑音を測定した。

各地点での差異は大きくなかった。試験に影響する雑音は確認されなかった。

場所	ノイズ
陸奥湾内海上	-165dBm/Hz ※1
平内町漁協前海上	-165dBm/Hz ※1
青森市街	-163dBm/Hz

※1 測定限界(使用したスペクトラムアナライザのノイズフロアは-165dBm/Hz)

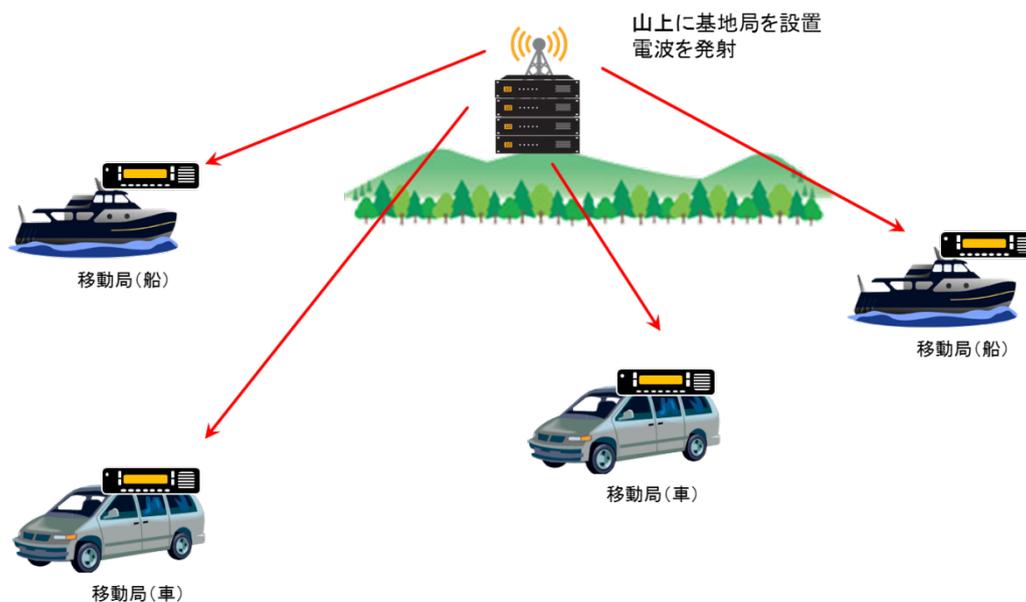


地理院地図(電子国土web)を加工して使用
<http://cyberjapandata.gsi.go.jp>

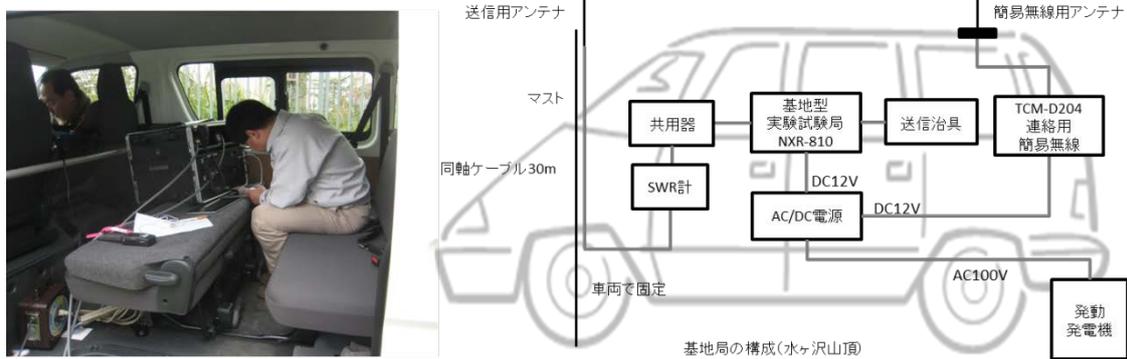
(2) 実験試験局の全体構成

山上に基地局を設置して電波を発射

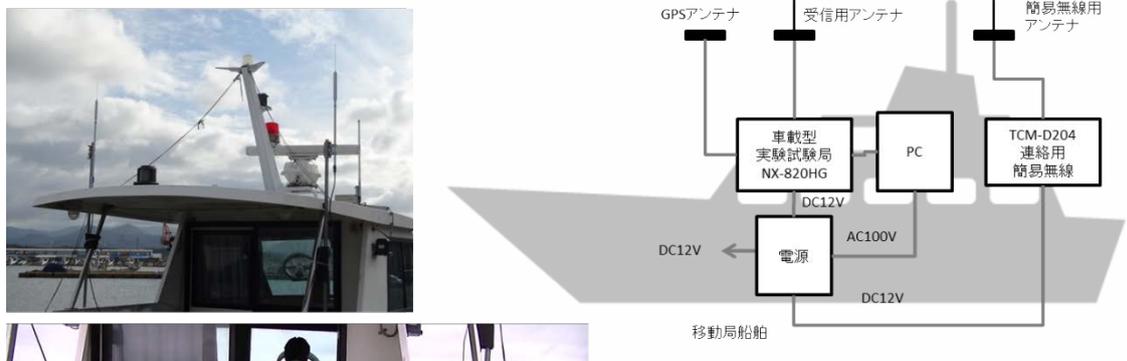
移動局で信号強度を測定する。



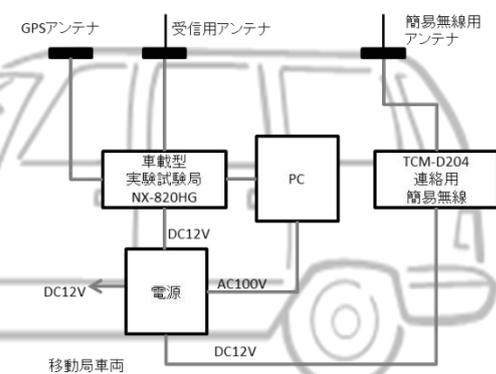
(3) 実験試験局の構成 (基地局)



(4) 実験試験局の構成 (船)



(5) 実験試験局の構成（車）



参考資料8 公開実証試験について

(1) 目的

他の無線システムによる代替等を求められているマリンコミュニティホーン(350MHz帯)の地域振興用無線システムへの移行の可否判断及びデジタル化による利便性の向上適否を判断するため、主に現行マリンコミュニティホーンの利用者及び関係者に対して、実証試験の様態を公開する。

(2) 日時及び会場

日時 平成27年10月16日(金) 10時30分～14時00分

会場 青森県東津軽郡平内町浅所字浅所 91-56 平内町漁業協同組合及びその近辺

(3) 公開スケジュール

10時30分～12時00分 報道機関及び一般参加者向け公開

13時00分～14時00分 調査検討会構成員向け公開

(14時00分～15時30分 第3回調査検討会会合)

(4) 公開内容

(1) 通話動作確認(デジタル音質体験等)

(2) 利便性向上が期待される機能

(3) 試験機器の展示



(5) 主催等

主催: 地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会

実験: 株式会社 JVC ケンウッド

協力: 青森県平内町役場

青森県平内町漁業協同組合

(6) 参加者

漁業関係者、役場関係者、無線機メーカー等、約50名

(7) 結果

4 値 FSK デジタル方式による通話は、アナログ無線と比較して音質がクリアであること、背景ノイズ下において音声は明瞭に聞き取れること、メッセージ伝送や GPS 位置管理など特徴的な機能を利用できることが実証された。また、チャンネル制御方式として MCA 動作が可能であることを実動作で示した。

(8) 公開実証試験参加者アンケートの結果

(1) 実施概要

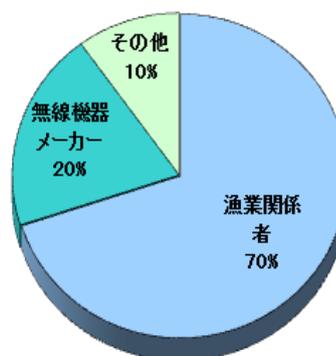
公開実証試験に参加して頂いた方へ、公開実証試験についてのアンケートを行った。

アンケート回答者数:20 名

(2) アンケート結果

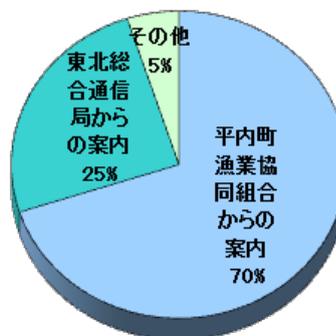
問1. お勤め先の業種をお答えください。

選択項目	人数
漁業関係者	14
無線機器メーカー	4
その他 (県庁)	2



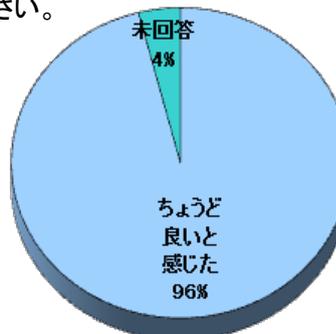
問2. 本公開実証試験を何でお知りになりましたか？

選択項目	人数
平内町漁業協同組合からの案内	14
東北総合通信局からの案内	5
その他 (新聞報道)	1



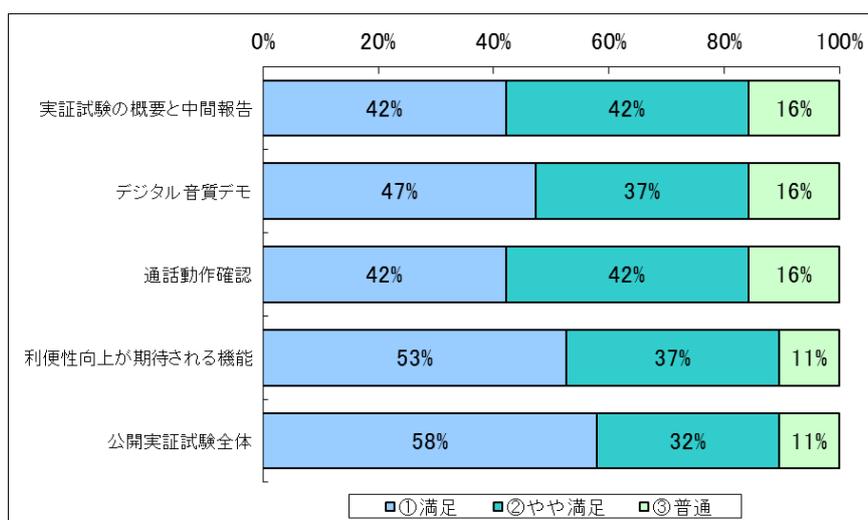
問3. 本公開実証試験の時間配分についてお答えください。

選択項目	人数
ちょうど良いと感じた	19
未回答	1



問4. 本公開実証試験の内容についてお答えください。

	①満足	②やや満足	③普通	④やや不満	⑤不満
実証試験の概要と中間報告	8	8	3	0	0
デジタル音質デモ	9	7	3	0	0
通話動作確認	8	8	3	0	0
利便性向上が期待される機能	10	7	2	0	0
公開実証試験全体	11	6	2	0	0



問5. 現在、業務で無線機をお使いの方で、不便に感じていることや、こうしてほしいなど、ご意見・ご要望・ご感想などがありましたら、自由にご記入願います。

- ・ 塩害に強い機械を作ってほしい。
- ・ 海中に転落した場合の緊急メッセージは送信可能か。防水機能はどうか。
- ・ 取付の値段はいくらか。現在マリンホーンは古くなってきているので、何かになると心配しております。

(3) アンケート結果まとめ

漁協関係者からの参加者が多く、ユーザ視点からの意見や要望が多く寄せられ、「塩害に強い無線機」、「防水性」、「低価格」など、メーカーとして取り組むべき課題が明確となった。

本公開実証試験を通してデジタル化時の音質も多くの参加者の理解が得られ、新たな利便性向上が期待できる機能にも大きな関心があると思われる。

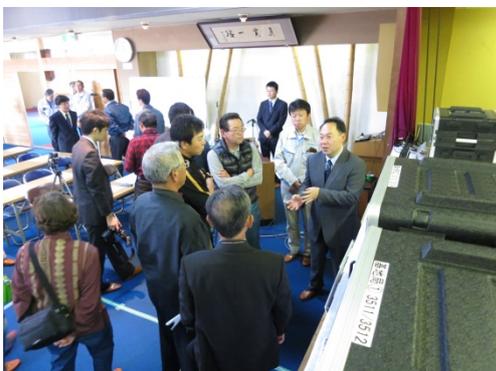
(9) 公開実証試験の様子



深瀬座長あいさつ



説明会の様子



試験機材の説明



公開実証試験の実施



試験車両



試験船舶



基地局空中線



試験機材

参考資料9 トラヒックシミュレーションについて

計算方法

デジタル地域振興 MCA における収容局数の計算は、トラヒック理論に基づいて行う。チャンネル数と呼損率をパラメータとして、移動局の送信頻度、送信時間から収容局数を算出する。

収容局数の計算は、アールン B 式を用いた。

$$B = \frac{\frac{(Na)^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{(Na)^i}{i!}}$$

B:呼損率： 収容された無線局が送信しようとしたとき、割当てられるチャンネルがなく、通話ができない状態となる確率のこと。システムのつながりやすさ、サービス品質を表す。

N:加入者数： デジタル地域振興 MCA の加入者数、つまり移動局数。この数値が収容局数となる。

n:無線チャンネル数： 通話に利用できる回線数。チャンネル数が多ければ多くの通話を接続できるため、収容局数は増大する。

a:呼量： 単位時間あたりの平均通話回数×平均通話時間のこと、つまり単位時間あたりのトラヒック量。無次元の数値だが単位として「アールン」が用いられる。

デジタル地域振興 MCA では、1 時間を単位時間として、送信回数を通話回数とした。データ通信の場合も同様だが、収容局数の一部だけが使用する場合は、呼量にその割合を乗じている。

式より、呼量が増えれば収容局数は減少、呼損率を小さくすれば収容局数は減少、無線チャンネル数が少なくなれば収容局数は減少という関係がある。

アールン B 式は、サービスが拒絶された場合に待ち状態にならずサービス要求が消滅する、即時式のサービスに適用される。検討のモデルとした MCA は、特定の制御チャンネルを持たない方式とし、チャンネルは全て通話に使用でき、移動局は基地局からの通知により空きチャンネルへ移行できる。空きチャンネルがない状態も通知されるため、その状態での送信動作は即時呼損となるためアールン B 式が適用できる。

参考資料10 モンテカルロシミュレーションによる干渉発生確率の計算

(1) 干渉発生確率の算出

以下の干渉について発生確率を計算する。

○近接チャンネルの干渉

同一地域で次隣接グループを使用した場合の①基地局受信機に発生する干渉、②移動局受信機に発生する干渉

○相互変調の干渉

同一地域で隣接するグループを使用した場合の①基地局受信機に発生する干渉、②移動局受信機に発生する干渉

確率算出方法:

モンテカルロシミュレーションを用いて確率を算出する(原理は ITU-R SM.2028-1 による)。

モンテカルロシミュレーション用ソフトウェア SEAMCAT を用い、必要条件を設定してシミュレーションを行う。

地域振興 MCA に必要な確率条件は、シミュレーション値に乗ずる。

条件は表 S10-1、表 S10-2、表 S10-3 のとおり。

表 S10-1 基地局の諸元

基地局諸元項目	諸元	備考
空中線電力	10W	
空中線利得	6.15dBi	
空中線高	330m	
給電線等損失	2dB	
隣接チャンネル漏洩電力	-55dBc	設備規則・第 57 条の 3
受信感度	-113dBm	昭和 61 年告示第 395 号
所要 C/N	22dB	電波法関係審査基準
同一チャンネル抑圧	22dB	電波法関係審査基準
隣接チャンネル感度抑圧	40dB	4.3.2 の共用条件の D/U=-40dB を使用
近接チャンネル感度抑圧	71dB	図 4-13 の希望波 0dB 周波数差 50kHz
相互変調	60dB	図 4-18③
MCA チャンネル数	4 チャンネル	
MCA 割当てチャンネル	ランダム	
受信頻度	35 回/時間・チャンネル	
受信時間	35 秒/回	

表 S10-2 移動局の諸元

移動局諸元項目	諸元	
空中線電力	10W	
空中線利得	2.15dBi	
空中線高	1.5m	
給電線等損失	0dB	
隣接チャネル漏洩電力	-55dBc	設備規則・第 57 条の 3
受信感度	-113dBm	昭和 61 年告示第 395 号
所要 C/N	22dB	電波法関係審査基準
同一チャネル抑圧	22dB	電波法関係審査基準
隣接チャネル感度抑圧	40dB	4.3.2 の共用条件
近接チャネル感度抑圧	70dB	図 4-13 の希望波 0dB 周波数差 50kHz の値を使用
相互変調	60dB	図 4-18③
送信頻度	0.7 回/時間	
送信時間	35 秒/回	
受信頻度	14 回/時間	
受信時間	35 秒/回	

表 S10-3 シミュレーション条件

シミュレーション条件	内容
伝搬損失計算条件	奥村秦・郊外地

(2) 近接チャネル干渉の発生確率

同一地域で隣接グループを使用した場合の干渉発生確率

干渉発生確率 = {SEAMCAT(1 台常時送信常時受信)

× 隣接チャネルになる確率

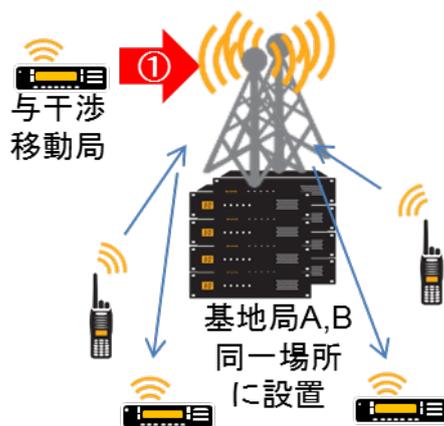
× 与干渉局が送信している確率

× 被干渉局が受信している確率}

× 4 台分

① 与干渉移動局により基地局受信機に発生する干渉

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	100	0.31	0.0021

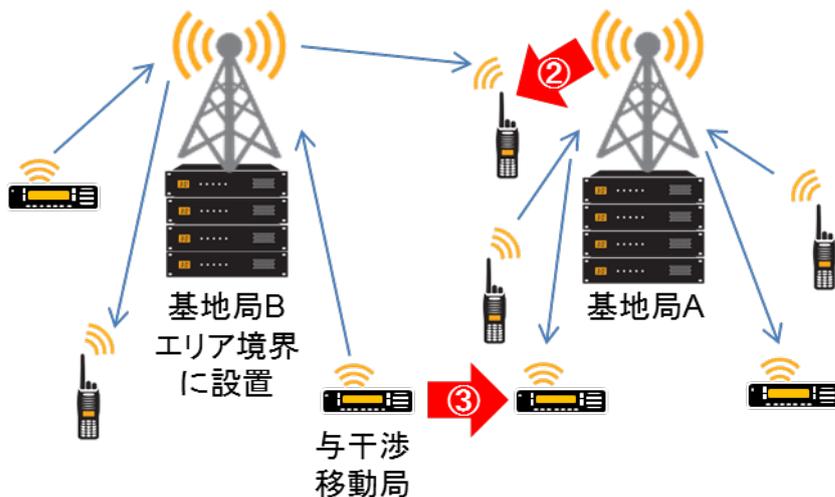


②与干渉基地局により移動局受信機に発生する干渉(基地局間離隔=37km)

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	34.0	0.26	0.0024

③与干渉移動局により移動局受信機に発生する干渉(基地局間離隔=37km)

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	34.0	0.00	0.0000



(3) 相互変調の発生確率

同一地域で隣接するグループを使用した場合の干渉発生確率

干渉発生確率 = {SEAMCAT(1台常時送信常時受信)

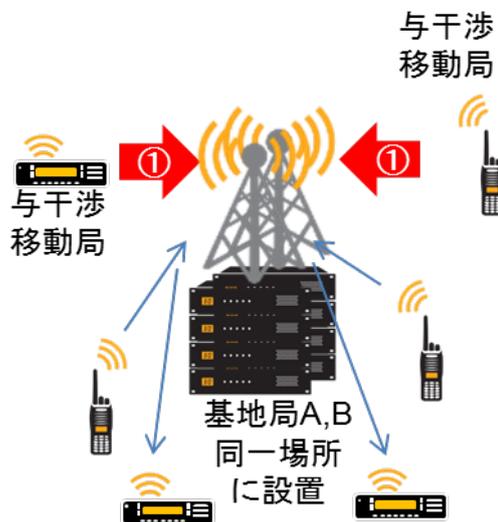
× 4台分

× 与干渉局 2台以上が同時送信する確率

× 被干渉局が受信している確率}

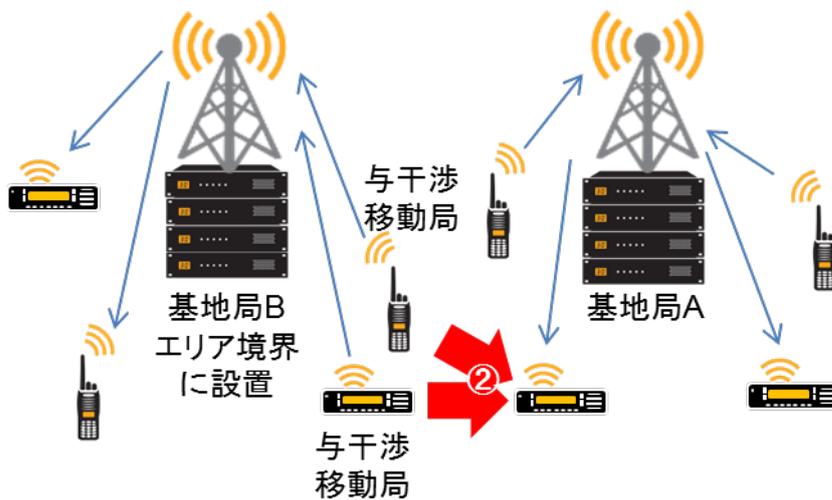
① 基地局受信機に発生する干渉

IM 関係成立率[%]	送信中確率[%]	受信確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
68.75	0.68	100	2.66	0.0122



② 移動局受信機に発生する干渉

IM 関係成立率[%]	送信中確率[%]	受信確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
68.75	0.68	34.0	1.40	0.00223



参考資料11 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』

- 総務省 過去の電波の利用状況調査の調査結果及び評価結果
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/ref/research/tool/result/index.htm>

- 電波法関係審査基準

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 (4 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/N	C/N 比の略。 C/N 比は、Carrier to Noise ratio の略称。 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。
CTCSS	Continuous Tone-Coded Squelch System の略称。 無線送信機の変調信号に連続した単一周波数の AF 信号(トーン)を重畳して送信し、無線受信機で、この AF 信号を検出することで、スケルチを動作させる方式。トーンスケルチとも呼ばれる。
DCS	Digital Coded Squelch の略称。 デジタルスケルチ。トーンスケルチと同様、特定の信号を待ち受けるために用いられる。毎秒 134.4 ビットの周波数偏移変調されたデジタルデータを音声に重畳して繰り返し送信する方式。
DTMF	Dual Tone Multi Frequency の略称。 低群・高群 2 つの低周波信号を合成して 0~9、A、B、C、D、*、# のコードを伝送する方式。
D/U	希望波 (Desired Signal) と妨害波 (Undesired Signal) の比率。
GPS データ	GPS (Global Positioning System) によって得られた位置情報データ。
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 無線	Multi-Channel Access の略称。 無線回線の使用効率を向上させるため、ユーザ側の各無線局に複数のチャンネルを共通して装備させ、それぞれの局が空いているチャンネルを使って交信するシステム。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。
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。
RS-232C	シリアル通信ポートのインタフェース規格。

用語	説明
RSSI	Received Signal Strength Indicator の略称。 受信信号強度。
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り当てる方式。
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り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。
アールン 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、通信又は通話がつながらない割合。
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)を割り当てて使用する効率。

用語	説明
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。
スクランブル	デジタル無線通信において、音声通信又はデータ通信するときに、コード番号に従ってデータを暗号化、又は複合化することにより、コード外の音声をミュートする機能。
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。
同一チャネル干渉	受信チャネルと同一チャ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。
ボコーダ	人の声をコードブック化して定義し、送信側では入力信号をコードブックと比較して、その定義番号を伝送、受信側では、受け取った定義番号からコードブックの音を生成する音声コーデック方式。波形符号化に比べて、低ビットレートでデータを送ることができる。
マルチチャネルアクセス	複数の無線局が複数の無線チャ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。
マリンホーン	小型漁船相互間、漁船と陸岸の関係者等の間で手軽に通信が行えるハンディ型の400MHz帯無線通信システム。主に船体構造上無線設備設置が困難なもの、電源設備を持たないもの等の通信手段として使用されている。
免許人	無線局の免許を受けた者。
陸上移動局	無線局の種別の一つ。車載型や携帯型など移動して運用する無線機を用いる。
隣接チャネル干渉	受信チャネルの隣のチャネルの妨害波の側帯波スペクトル(隣接チャネル漏洩電力)による干渉。

平成 28 年 3 月

地域振興用周波数の有効利用のための
技術的条件に関する調査検討会

事務局： 東北総合通信局 無線通信部企画調整課
〒980-8795
仙台市青葉区本町 3-2-23 仙台第 2 合同庁舎
電話 022-221-0702
FAX 022-221-0607
HP <http://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/>