

平成25年度

広域通信エリアを確保するための
沿岸漁業用海岸局に必要な技術的条件
に関する調査検討会

報告書

平成26年3月

広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局
に必要な技術的条件に関する調査検討会

目 次

はじめに	4
1 調査検討の背景と目的.....	5
1.1 調査検討の背景.....	5
1.2 調査検討の目的.....	6
1.3 調査検討項目と概要.....	6
1.4 調査検討における実施体制.....	6
2 宮城県内の沿岸漁業用海岸局.....	7
2.1 東日本大震災による被災状況.....	7
2.2 漁業者ヒヤリング.....	8
2.2.1 ヒヤリング対象者.....	9
2.2.2 ヒヤリング結果.....	10
3 広域海岸局モデルの作成について.....	14
3.1 宮城県内沿岸漁業操業エリア調査.....	14
3.2 宮城県内沿岸漁業操業エリアマップ.....	15
3.3 広域通信エリア確保のための机上検討について.....	16
3.3.1 机上計算モデル.....	16
3.3.2 机上計算結果.....	20
3.3.3 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高.....	20
3.4 広域海岸局の配置モデルについて.....	28
3.4.1 広域海岸局に対する漁業関係者からの期待.....	28
3.4.2 宮城県内における広域海岸局モデル.....	28
3.4.3 集約方法.....	29
3.4.4 広域海岸局各モデルにおける課題.....	29
3.4.5 広域海岸局の構築及び運営に当たっての留意点.....	30
4 実証試験	32
4.1 目的	32
4.2 試験概要	32
4.3 試験手順	34
4.4 試験結果と考察.....	36
5 広域海岸局ネットワーク構成.....	47
5.1 海岸局ネットワークに利用可能なシステム.....	47
5.1.1 ネットワーク回線の種類.....	47
5.1.2 ネットワーク回線の特性.....	48
5.1.3 ネットワーク回線の総合評価.....	50
5.2 広域海岸局ネットワーク構成モデル.....	52

5.2.1	ネットワークのイメージ及び基本条件.....	52
5.2.2	広域海岸局に適したネットワーク回線.....	53
6	技術的条件.....	56
6.1	検討の前提条件.....	56
6.2	27MHzDSB 海岸局の技術的条件.....	57
6.2.1	27MHzDSB 海岸局の技術基準及び審査基準.....	57
6.2.2	広域海岸局の技術的条件.....	58
6.3	干渉検討.....	60
6.3.1	隣接無線局.....	60
6.3.2	同一周波数帯域無線局.....	61
6.4	電波防護指針.....	61
6.5	高出力化の条件.....	62
6.5.1	送信電力.....	62
6.5.2	使用送受信空中線.....	62
6.6	周波数の配置.....	64
6.7	周波数の有効利用.....	64
7	調査検討のまとめ.....	65
7.1	広域海岸局の技術的条件.....	65
7.2	広域海岸局のネットワーク化.....	65
7.2.1	主に有線系を使用した場合.....	65
7.2.2	主に無線系を使用した場合.....	65
7.3	調査検討項目の留意事項.....	66
7.3.1	広域海岸局の考え方について.....	66
7.3.2	宮城県モデル案について.....	66
7.3.3	干渉検討について.....	66
7.3.4	ネットワーク化について.....	66
おわりに	67
資料	68
資料 1	開催要綱.....	68
資料 2	構成員一覧.....	70
資料 3	調査検討会開催状況.....	71
参考資料 1	宮城県沿岸漁業種について.....	72
参考資料 2	漁業者ヒヤリング結果補足.....	73
参考資料 3	主な漁船漁業の操業海域と沿岸漁業操業エリアマップの対応.....	76
参考資料 4	広域海岸局構想図.....	79
参考資料 5	実証試験 系統図.....	82

参考資料 6	実証試験 船舶局・海岸局無線機器仕様.....	83
参考資料 7	実証試験 測定結果一覧.....	88
参考資料 8	スプリアス発射又は不要発射の強度 測定結果.....	91
参考資料 9	変調度 測定結果.....	92
参考資料 10	隣接周波数干渉検証.....	93
参考資料 11	27MHz 帯周波数周辺無線局.....	103
参考資料 12	広域海岸局周波数割当表案.....	104
用語集	105

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に起こった東日本大震災は、東日本太平洋側の地域に大きな被害をもたらしました。本震災において、情報通信関係では、通信設備の損壊、大規模な停電、膨大な通信需要の発生により、固定電話や携帯電話が広範囲にサービスを停止する等、国民生活や社会経済に大きな影響を与えました。総務省の統計では被災の規模として、固定電話において最大約 190 万回線、携帯電話・PHS において最大約 2 万 9 千の基地局が被災したとのことです。3 年経った現在、瓦礫処理がほぼ完了したことや高台移転の進捗など復興が着実に進んでいるニュースも多く見られるようになり、情報通信分野についても ICT を利活用した災害情報システムの高度化の検討が行われるなど、震災以前よりもよりよい情報通信社会環境が生まれようとしております。

一方、海上の分野については、漁船の回復、養殖漁業の再開など漁業産業自体の復興は耳にしますが、情報通信関係の状況についてはあまり知られていません。実際に、宮城県においては、漁業者の安心・安全のために通信を行う漁業用海岸局の 90% が被災し、いまだ本格復旧に向けて検討を進めている段階です。漁業用海岸局の本格復旧に当たっては、今回の震災を教訓として、漁業者が必要とする情報の伝達を迅速に伝えるシステムが漁業者から求められていますが、漁業用海岸局については、今回の被災地域に限らず漁船の減少など厳しい運営環境のところが全国的に多くあり、漁業者の安心・安全のために通信を確保するためには、統合などによる運営基盤の見直しが検討されている状況にあります。

このような状況の中、「広域通信エリアを確保するために必要な技術的条件に関する調査検討」では、漁業種ごとに主だった漁船漁業者とのヒヤリングを踏まえ、海岸局の復興のあり方や漁業者が必要とする伝送情報を取りまとめた上で、海岸局の統合モデルを作成し、そのために必要な技術的条件の検討を行いました。また、ネットワーク構築においては、海岸局運営の上で最大の課題となっている運用費用について考慮したネットワークモデルを示しました。

本調査検討会の結果が、震災で被災した漁業用海岸局の早期復興に繋がるとともに、今後の漁業用海岸局の統合を円滑に進めるにあたり有益なものとなれば幸いです。

最後に、遠い道程にも関わらず委員会に参加いただき貴重なご意見、ご提言をいただいた漁業者をはじめとした構成委員並びに調査検討会において、ご協力をいただいた多くの機関等の方々に心から謝意を表します。

平成 26 年 3 月

広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局
に必要な技術的条件に関する調査検討会

座 長 陳 強

1 調査検討の背景と目的

1.1 調査検討の背景

船舶にとって無線は、陸上との連絡及び海上を航行する船舶との連絡手段として欠かせないものであり、旧来は、中短波・短波・超短波といった周波数を使用して船舶との通信を行うために陸上に設置された海岸局を経由して会社や自宅と通信又は電報を行っていた。

特に我が国の漁業通信においては、戦前から無線の利用が活発であり、漁業専用の海岸局を設置して世界でも類を見ない独自のきっちりした無線運用を行い、水産王国日本を支えてきた経過にある。

しかし、近年では、沿岸漁業において養殖業が大きなウェイトを占める¹ようになってからは、船舶側では、携帯電話などの新たな通信システムが急速に普及し、通信の用途に応じて無線機器を使い分けしている状況となり、海上において使用される無線通信システムは多岐多様なものとなっている。

一方、陸側の沿岸漁業用海岸局(以下「海岸局」という)では、4年前から新たに27MHzDSBによるデータ伝送の通信システムが市場に導入され少しずつ普及されつつあるが、電波の到達エリアで使用可能な海域が限定されるものの家庭と連絡がとれるパーソナリティ的に使用可能な携帯電話等による通信が多くなっている。海岸局は、全国的な動きからみると漁船漁業の縮小に伴い隻数が減ったこともあって、1つの漁業協同組合単独で海岸局を運営維持することが困難となり、集約して広域エリアを少数の海岸局でカバーして漁船の安心・安全を守ることを維持する方式が今後増えてくるものと思われる。²

平成23年3月11日に起こった東日本大震災は、海上に対する通信施設にも多大な被害を与えた。特に沿岸海域においては、操業していた漁船は携帯電話が使用できなかったほか、海岸局も大きな被害を受けたため、情報の伝達や収集が困難を極める状態となったが、被災を免れた海岸局においては、非常用電源により無線設備を稼働させ、海上の漁船に対しての情報発信や交信が行われ、改めて天災時における自営通信の重要性が認識されたところである。震災から3年経ち、漁船は徐々に復興してきており、現在、漁港を含めた港湾復興に着手されている状況下にある。漁港復興に合わせて、被災した海岸局の本格復興が待たれるところであるが、本格復興に当たっては、今回の震災を教訓として漁業者への情報伝達を広域かつ迅速に伝えるシステムが求められている。

このような状況を踏まえ、点在する海岸局を少数の海岸局に集約しつつ、通信エリアを確保しながら漁船の安心・安全を守ることを維持するためには、既存方式にとらわれず、周波数有効利用に資する新たな技術的条件を検討することが必要となる。

¹農林水産省統計データ(平成25年12月1日現在)によると沿岸漁業の漁獲量が103万tに対して養殖業(海面及び内水面)は110tとなっている。

²平成19年度に実施した「沿岸漁業無線システムのネットワーク化に関する調査検討会」において、海岸局の統合について検討したものの東日本大震災において海岸局が被災したため白紙となった。

1.2 調査検討の目的

本調査検討では、多くの海岸局が被災し、いまだ復旧の途中にある宮城県内をモデルとして、点在する海岸局を集約し広域エリアで通信を確保する海岸局（以下「広域海岸局」という）の構築のために必要な技術的条件や、広域化におけるネットワークシステムを検討するものである。よって、主な漁業関係者からの意見を踏まえ、広域通信エリアの確保に必要な空中線電力、空中線等の技術的条件について、同一周波数帯を使用する他の海岸局及び隣接周波数帯を使用する他の無線局との周波数共用条件を含め検討を行うとともに、漁業者が必要とする災害等の情報及び当該情報を伝達するネットワークについても検討を行い、周波数の有効利用に資する広域海岸局の技術的条件を示すことを目的とした。

1.3 調査検討項目と概要

1.2 の調査検討の目的を果たすため、実施した調査検討の項目及びその概要を以下に示す。

（１）漁業者ヒヤリングの実施

漁船漁業者に対して操業エリア、被災時の状況及び海岸局に求める事項などのヒヤリングを実施した。

（２）宮城県内沿岸漁業操業エリアマップの作成

（１）のヒヤリング結果に基づき操業エリアマップを作成した。

（３）机上検討の実施

電波伝搬の計算方法を取り決め、操業エリアマップと照らした机上検討を行った。

（４）広域海岸局の配置モデルの作成

広域海岸局における海岸局の配置モデルを示し、推奨すべきモデル案を作成し提案した。

（５）実証試験の実施

（３）及び（４）の結果に基づき実証試験を行い、電波伝搬データを取得し、分析を行った。

（６）広域海岸局ネットワークモデルの作成

広域海岸局において適したネットワークモデルを作成した。

（７）技術的条件の検討

広域海岸局の構築に関する技術的条件策定に必要な項目について検討を行った。

1.4 調査検討における実施体制

調査検討を行うに当たって、漁業関係者からの意見を幅広くいただくため、漁業関係者を主体とした構成員（構成員については「資料２ 構成員一覧」参照）からなる調査検討会を設置し、各調査検討項目に対して助言をいただいた。

2 宮城県内の沿岸漁業用海岸局

2.1 東日本大震災による被災状況

平成 23 年 3 月 11 日に東日本太平洋沿岸部を襲ったマグニチュード 9.0 の巨大地震は、その地震の規模に比例して巨大な津波を引き起こし、北海道から関東の太平洋沿岸の漁船、港湾施設等に多大な被害をもたらした。漁港数も漁船数も多い宮城県では、ほとんどの漁港が壊滅的打撃を受け、被害漁港数は 142 漁港、漁船の被害は登録漁船の約 89% (12,023 隻) にもなる。

沿岸漁業用船舶局については、震災前の局数が 708 局であったが、震災等の影響により平成 25 年 6 月の始めまでに 451 局が廃止し 257 局まで減少した。その後、国による復興支援を受け平成 26 年 3 月 1 日現在では震災前の約 6 割 (438 局) まで復旧が進んでいる。

表 2-1 宮城県内の沿岸漁業用船舶局の復旧数

震災前の局数	震災後の局数	平成 26 年 3 月 1 日現在局数
708	257	438

* 無線局の廃止及び新たに免許申請を提出した理由が、震災によるものかどうか詳細な確認はしていないため推計の値

宮城県の海岸局については、震災以前は、中短波局 1 局、その他の 1W 局 11 局、合計 12 の海岸局があったが、唐桑局を除きすべて被災した。現在、亘理局が新設され、志津川局、寄磯局、表浜局、渡波局及び七ヶ浜局が仮復旧されているものの、牡鹿局はまだ未復旧の状態であり、今後、港湾整備に合わせて本格復旧に着手されるものと思われる。なお、宮城県海岸局 (石巻市)、女川局、雄勝局、網地島局、閉上局については既に廃止されている。

宮城県を含む東北管内海岸局の被害状況 (平成 26 年 3 月 1 日現在) を図 2-1 に示す。

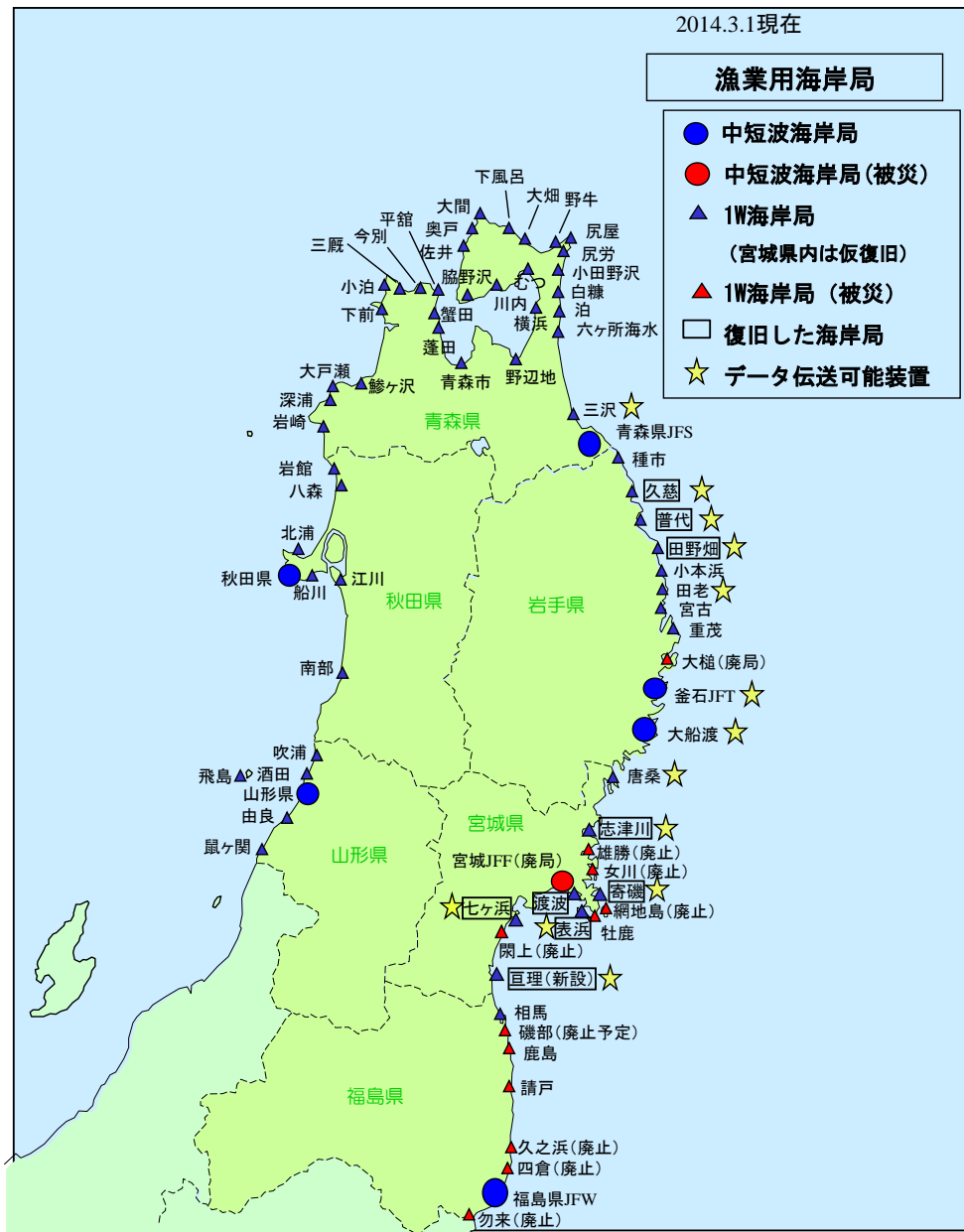


図 2-1 東北管内 海岸局 被害状況

2.2 漁業者ヒヤリング

広域海岸局のモデル構築に当たっては、漁業者が沿岸で操業する海域に対する通信エリアを確保することが前提となるため、漁業種別の操業エリアや漁業者が必要とする情報等について把握することが必要である。このため、広域海岸局の構想に関して漁船漁業者に対するヒヤリングを実施することとし、広域海岸局に対する意見のほか、操業範囲、船に搭載されている無線機器、日常での通信状況及び海岸局を含めた陸上との通信状況などについて調査を行った。

ヒヤリングに当たっては、漁業種別操業の代表者を漁業関係者から選定いただき対応いただけた漁業者に対し対面方式により実施した。代表者による対面方式のヒヤリングは、詳細な漁業現場での実情が把握できる一方、最大公約数的な意見ではないため、海岸局の賦課金や陸上との通信手段、漁業種別の操業実態やエリア以外の調査結果については、参考的な取り扱いとなるものもあることに留意する必要がある。

ヒヤリング調査項目については以下のとおりである。

- 操業距離
沿岸からの操業距離
- 無線機器の使用状況
27MHzDSB 他、各無線機の設置状況
- 海岸局との通信状況
平常時及び東日本大震災時における海岸局との通信状況
- 広域海岸局に関する事項
広域海岸局の設置場所、運用方法、通信情報など
- 海岸局の賦課金
現在の海岸局の賦課金及び広域海岸局における賦課金について

2.2.1 ヒヤリング対象者

選定した各ヒヤリング対象漁船漁業者（以下「ヒヤリング対象者」という）と漁業種及び、各ヒヤリング対象者の操業地区と宮城県沿岸域との地理的関係の概要を表 2-2、図 2-2 に示す。ヒヤリング対象者の操業地区は、仙台湾・牡鹿半島近辺・牡鹿半島以北であり、宮城県沿岸海域を網羅している。（「参考資料 1 宮城県沿岸漁業種について」）

表 2-2 ヒヤリング対象者の漁業種

ヒヤリング対象者	漁業種
仙台湾 1	刺し網漁業、せん漁業（かご・タコ壺等）、貝桁漁業（ホッキガイ、アカガイ等）、ランプ網漁業（シラス）
仙台湾 2	小型底曳き網漁業、小型定置網漁業、刺し網漁業、貝桁漁業、のり養殖業
仙台湾 3	小型底曳き網漁業、小型定置網漁業、刺し網漁業、のり養殖業
牡鹿近辺	沖合底曳き網漁業
牡鹿以北	刺し網漁業（秋サケ・タラ）、ランプ網漁業（シラス）、（サンマ流し網漁業：釧路）

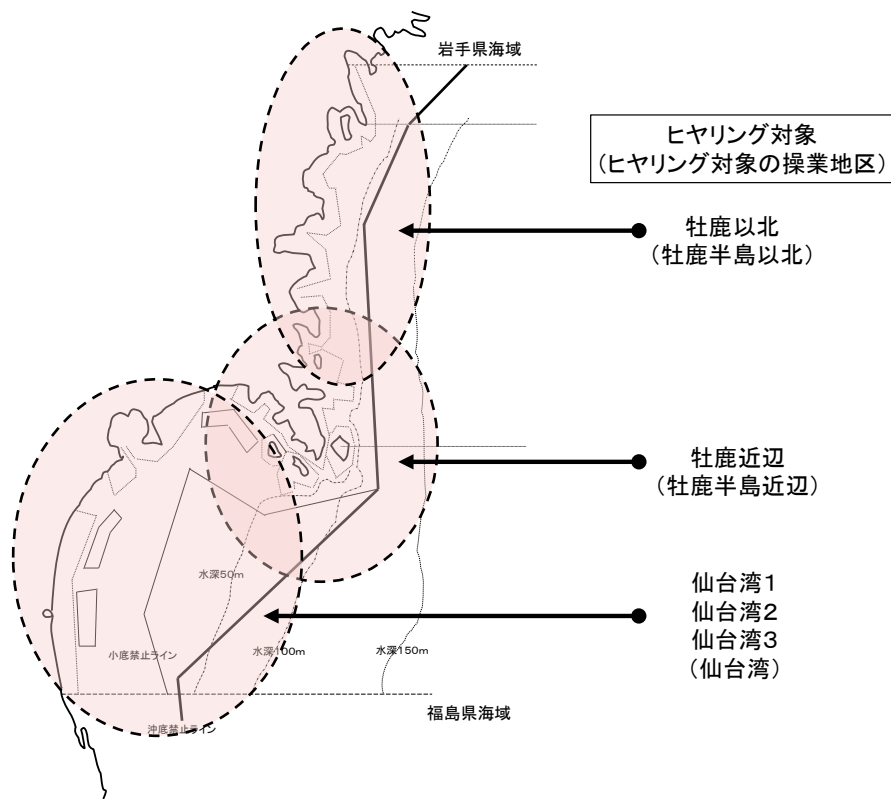


図 2-2 ヒヤリング対象者の操業地区と宮城県沿岸域との地理的關係概要

2.2.2 ヒヤリング結果

各ヒヤリング調査項目に対する結果を以下に示す。

(1) 操業距離

沿岸海域において、陸からの操業距離に関するヒヤリング結果を表 2-3 に示す。仙台湾については陸から約 37km、牡鹿近辺については牡鹿半島より 30km であり、また、牡鹿以北については、移動範囲が南北移動で 60km となっている。

表 2-3 操業距離

ヒヤリング対象者	操業距離
仙台湾 1	28km (15 海里) (※1)
仙台湾 2	37km (20 海里) (※1)
仙台湾 3	37km (20 海里) (※1)
牡鹿近辺	30km : 牡鹿半島からの距離 (※2)
牡鹿以北	60km : 唐桑から牡鹿の沿岸海域の移動距離

(※1) 1 海里=1.852km

(※2) 通常は日帰り操業だが、操業区域は大臣指定漁業として宮城県唐桑から千葉県野島埼沖まで

(2) 無線機器使用状況

無線機器の使用状況に関するヒヤリング結果を表 2-4 に示す。

27MHzDSB は操舵室を有する漁船に搭載されており、多くの漁船が、船間通信用のために 1 台、加入海岸局波の聴守や他の船舶の通信聴守を主な目的として 1 台の計 2 台を設置している。国際 VHF については、港湾工事（がれき処理）の作業請負業務という漁業以外での用途で設置しているという理由が多かった。また、牡鹿以北においては、アマチュア無線機器をほとんどの漁船が搭載しているという点も特徴として挙げられる。

表 2-4 無線機器使用状況

ヒヤリング対象者	27MHz DSB	27MHz SSB	40MHz	150MHz	国際 VHF	N-STAR	アマチュア	携帯電話
仙台湾 1	○						○	○
仙台湾 2	○ (※1)				○ (※2)			○
仙台湾 3	○ (※1)		○	○				○
牡鹿近辺	○	○	○	○	○ (※3)	○		
牡鹿以北	○ (※1)			○	○ (※3)	○ (※4)	○ (※5)	○

(※1) 船間通信用の他、加入海岸局波の聴守用や他の船舶の通信聴守用として 2 台設置

(※2) 港湾工事（がれき処理）の作業請負業務に主に使用

(※3) 一部の船舶

(※4) 6-9 月のさんま流し網漁業で使用

(※5) ほぼ全隻が搭載

(3) 海岸局との通信状況

27MHzDSB の平常時の使用状況及び東日本大震災時における無線の有用性の実態を中心に海岸局との通信状況について確認した。

平常時については、陸船間通信の利用はあまりなく、ほとんどが船間での利用である。一方、牡鹿以北のように、7 時から 16 時まで聴守体制のもと、船舶向けに気象・市況情報などの情報を定時的に送信している海岸局も存在する。

東日本大震災時においては、仙台湾のヒヤリング対象者からは、「小型船部会の総会に出席するため出漁していなかった」、牡鹿近辺のヒヤリング対象者からは、「陸上との連絡に衛星電話（N-STAR）を利用した」、また、牡鹿以北のヒヤリング対象者からは、「27MHzDSB

を設置している漁船は岩手県の大船渡海岸局から大津波情報の通信を受信し、さらに沖に退避した」とのことであった。

(海岸局との通信状況に関するヒヤリング対象者ごとのコメント内容は、「参考資料 2 漁業者ヒヤリング結果補足」を参照)

(4) 広域海岸局に関する事項

広域海岸局に対しての期待や必要とする海岸局からの通信情報等について調査した。広域海岸局の設置場所、広域海岸局からの通信情報、広域海岸局の運用方法、広域海岸局の事業実施主体の各項目に関するヒヤリング結果を表 2-5 に示す。

表 2-5 広域海岸局に関する事項

項目	ヒヤリング結果
設置場所に関して	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置場所は高台とし、また補助（予備）電源を備え付けるべき。 ・ 空中線電力も 1W からもう少しエリアが確保できる出力とする。 ・ 新たに設置される海岸局は全体で 3 つくらいあると良い。仙台湾については、亘理、塩釜、七ヶ浜を集約するなら亘理でもよい。
通信情報に関して	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気象情報（特に刻々と変わる台風情報が欲しい。2 から 3 回、定時に提供） ・ 震災時の情報（陸上の情報等） ・ 安否確認情報（一隻ずつ呼んで安否確認の定時連絡を時間を決めて行う）
運用方法に関して	<ul style="list-style-type: none"> ・ 24 時間いずれかの漁船は出ているため、24 時間ワッチ体制を望むが、24 時間ワッチ体制が困難ならば、夜の 1 時間から 2 時間程度対応してもらえることでも良い。 ・ 集約を前提に、漁業協同組合ごとに周波数や時間帯を決めた運用ができればよいのではないか。
事業実施主体（維持管理団体）に関して	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広域海岸局の構築・運営は、宮城県漁業協同組合が主体的に行う形がよいのではないか。

既存海岸局を 3 か所程度に集約して操業エリアをカバーできる出力とするという意見があったほか、必要とする海岸局からの通信情報については、気象情報・陸上の状況を含めた震災時の情報・安否確認情報が、いずれのヒヤリング対象者においても、海岸局から送信すべき情報として挙げられた。

(各項目のコメント内容の詳細は、「参考資料 2 漁業者ヒヤリング結果補足」を参照)

(5) 海岸局の賦課金

海岸局の賦課金の現状、及び広域海岸局導入に当たっての賦課金に関するヒヤリング結果を表 2-6 に示す。

表 2-6 海岸局の賦課金について

ヒヤリング対象者	海岸局の賦課金の現状について	今後の広域海岸局の賦課金について
仙台湾 1	加入料 ー 利用料 1,000 円/月	新たな無線局ができた場合、年 20,000 円又は倍額の利用料金であっても、情報提供等のメリットがあれば高いとは思わないと思う
仙台湾 2	加入料 10,000 円 利用料 1,250 円/月	組合員側の経費は、年 15,000 円～20,000 円なら受け入れられる
仙台湾 3	加入料 10,000 円 利用料 1,000 円/月	メンテナンスも考えれば、これまでの倍の 24,000 円程度なら可能と思う
牡鹿近辺	加入料 5,000 円 利用料 1,500 円/月	現在の利用料は安すぎる、3,000 円/月でも安いと思う
牡鹿以北	加入料 20,000 円 利用料 5,000 円/月	これまでの維持費 (60,000 円/年) の実績もあるが、加入組合員における魚種の許可状況により収益が異なることから一概に言えない

現在の賦課金は 1 ヶ月当たり 1,000 円から 1,500 円程度が一般的であるが、ヒヤリング対象者により許容できる幅に差異はあるものの、情報提供等のメリットがあれば、現在より少し高くなってもよいという意見が大勢である。

3 広域海岸局モデルの作成について

3.1 宮城県内沿岸漁業操業エリア調査

広域海岸局のモデルを構築するにあたり、宮城県漁業者が沿岸で操業するときの通信のために確保が必要なエリアについて、2.2 の漁業者ヒヤリング結果、並びに、「宮城県の主な漁船漁業の操業海域」³、「ロラン A 線と小型底曳き網漁禁止ラインで規定される仙台湾漁場の使い分け」⁴の資料より検討を行った。

宮城県沿岸海域（一部近海海域を含む）における主な漁船漁業の操業海域をおおまかな位置や広さで示した概念図を図 3-1 に示す。宮城県全体では、貝桁（かいけた）漁が沿岸域において、またいかつり漁が近海海域を操業エリアとしている。また、仙台湾では小底（小型底引き網漁業）や固定式さし網（刺し網漁業）の漁場が中心であり、秋さけ漁は牡鹿半島以北を操業エリアとしている。

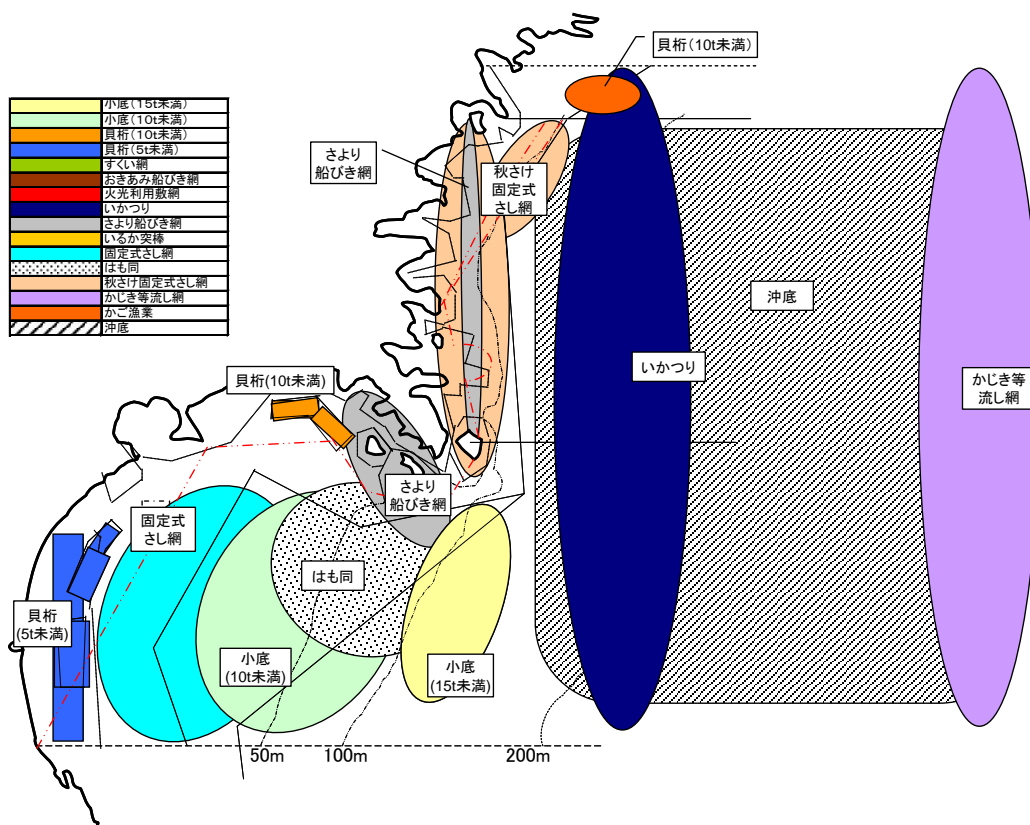


図 3-1 宮城県の主な漁船漁業の操業海域

出所) 宮城県農林水産部水産業振興課

³ 出所) 宮城県農林水産部水産業振興課

⁴ 出所) 漁業者ヒヤリング（仙台湾 1）にて受領

続いて、仙台湾漁場の使い分けを図 3-2 に示す。ロラン A 線と小型底曳き網漁禁止ラインにより規定される格子領域において、小底（小型底引き網漁業）と刺網（刺し網漁業）の漁場の使い分けが確認できる。

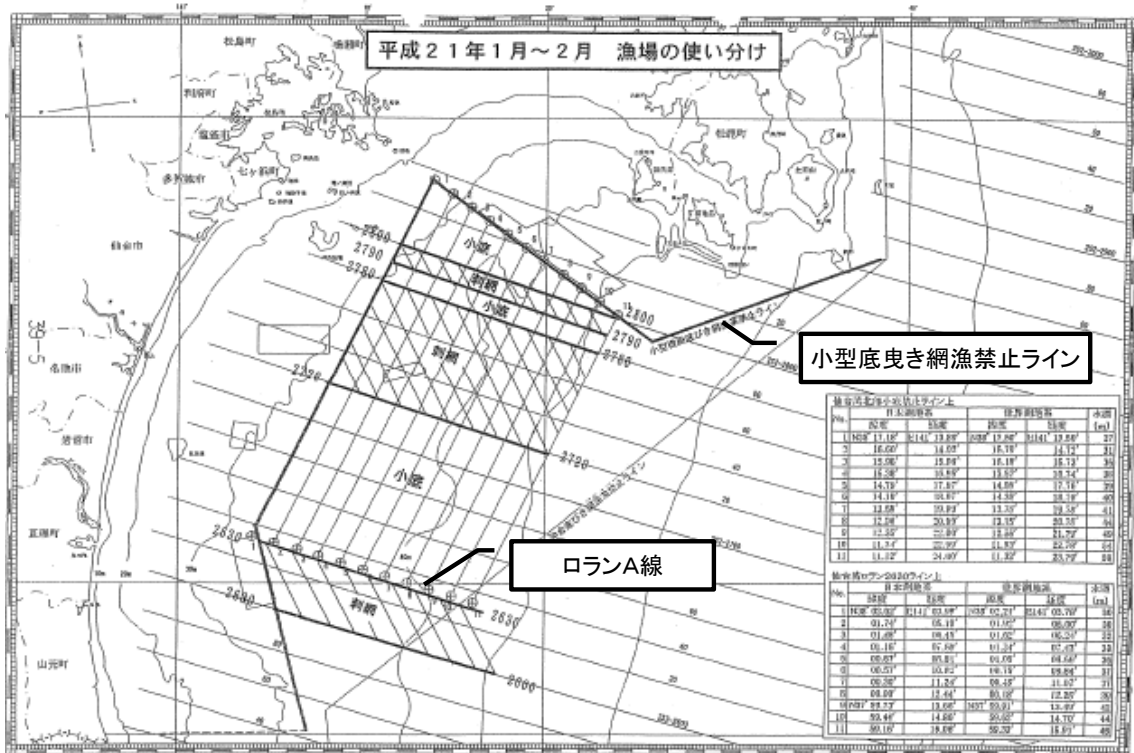


図 3-2 ロラン A 線と小型底曳き網漁禁止ラインで規定される仙台湾漁場の使い分け

出所) 漁業者ヒアリング(仙台湾 1)にて受領

3.2 宮城県内沿岸漁業操業エリアマップ

3.1 の宮城県内沿岸漁業操業エリア調査に基づき、宮城県内沿岸漁業操業エリアマップを図 3-3 に定める。図中の 3 つの領域 (1) (2) (3) に関しては以下のとおりである。

(1) の領域

陸前黒崎灯台(図 3-3 における A 点)を中心とする 30km 圏の円形エリア

(2) の領域

仙台湾北部の小型底曳き網漁禁止ライン・ロラン A 2800 ライン交点を通り(図 3-3 における B 点)、福島県境までの仙台湾沿岸海域を包含する矩形エリア

(3) の領域

(1) の領域の東端(図 3-3 における C 点)を頂点とし、牡鹿半島以北の岩手県境までの沿岸域を包含する矩形エリア

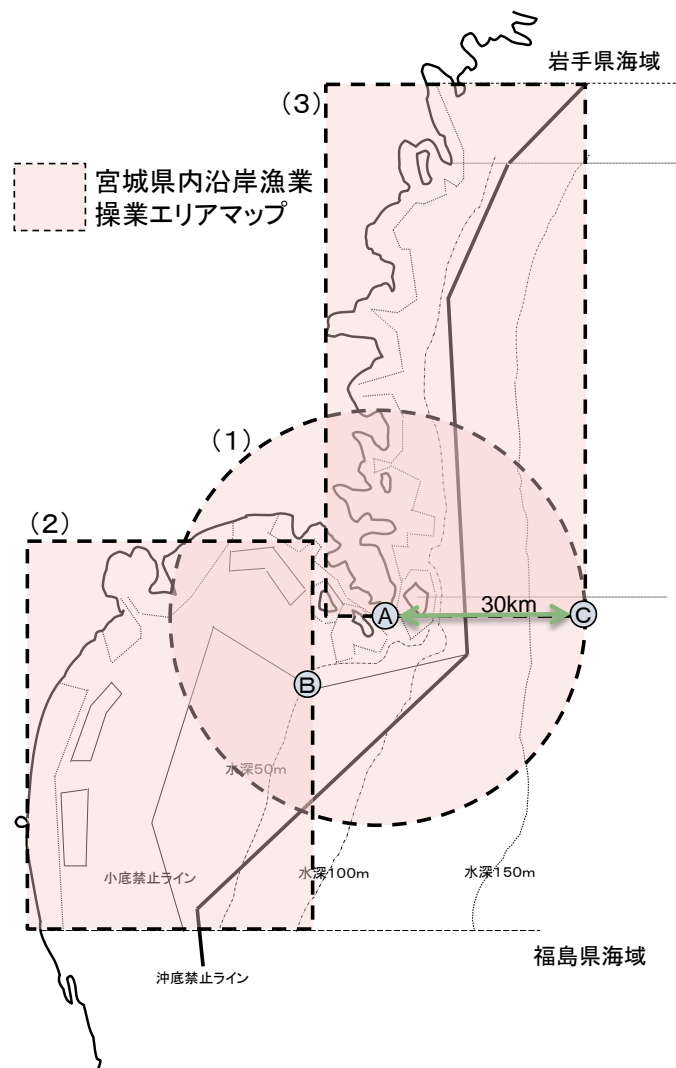


図 3-3 宮城県内沿岸漁業操業エリアマップ

(3.1 の漁場に関する情報と、宮城県内沿岸漁業操業エリアマップとの対応関係については「参考資料 3 主な漁船漁業の操業海域と沿岸漁業操業エリアマップの対応」を参照)

3.3 広域通信エリア確保のための机上検討について

3.3.1 机上計算モデル

海岸局から船舶局への電波伝搬路には、

- ① 海岸局・船舶局間の見通し距離内における直線経路の直接波及び海面反射波
 - ② 見通し距離外における海面回折による回折波
 - ③ 電離層反射波
- が挙げられる。

海岸局と船舶局間の伝搬損失の計算は、自由空間伝搬における見通し距離 (d_L) を次式により求め、海岸局と船舶局間の距離 (d) が見通し距離内にある場合は①の計算モデル式を用い、見通し距離外の場合は②の計算モデル式を用いることとした。①の計算モデル式においては直接波と海面反射波を考慮することとし、②の計算モデル式においては、見通し距離外となることから直接波は考慮せず、海面回折による回折波を考慮し検討を行った。

- $d_L = \sqrt{2ka}(\sqrt{h_b} + \sqrt{h_m})$
 d_L :見通し距離[m]
 k :等価地球半径係数 ($= \frac{4}{3}$)
 a :地球半径[m]
 h_b :送信アンテナ高[m]
 h_m :受信アンテナ高[m]

① 見通し距離内における直接波及び海面反射波 (2波モデル) での伝搬損失

図 3-4 に、見通し距離内における、海岸局から船舶局への直線経路をたどる伝搬である直接波及び海岸局から船舶局への海面反射をともなう経路をたどる伝搬である海面反射波の伝搬路の概念図を示す。



図 3-4 見通し距離内伝搬路:直接波及び海面反射波

見通し距離内における直接波及び海面反射波 (2波モデル) の伝搬路での伝搬損失の計算式は以下のとおりである。

- $L(d) = L_0(d) + L_D(d)$
 $L(d)$:見通し距離内における総伝搬損失[dB]
 $L_0(d)$:自由空間減衰[dB]
 $L_D(d)$:2波モデルによる減衰[dB]
- $E = P_t - 20 \log d + 74.8 \longrightarrow L_0(d) = 20 \log d - 74.8$
 E :受信電界強度 [dB μ V/m]
 P_t :送信電力[dBW]
 d :海岸局と船舶局間の距離[km] (出所: ITU-R 勧告 P.525-2)
- $L_D(d) = 10 \log \left\{ (1 - \gamma)^2 + 4\gamma^2 \sin^2 \left(\frac{2\pi h_b h_m}{\lambda d} \right) \right\}$

λ :波長[m]

γ :海面の反射係数 (=1 とする)

② 見通し距離外における海面回折による回折波での伝搬損失

図 3-5 に、見通し距離外における海面回折による回折波の伝搬路の概念図を示す。



図 3-5 見通し距離外伝搬路:海面回折による回折波

見通し距離外における海面回折による回折波の伝搬路での伝搬損失の計算式は以下のとおりである。

● $L(d) = L_0(d) + L_p(d)$

$L(d)$:見通し距離外における総伝搬損失[dB]

$L_0(d)$:自由空間減衰[dB]

$L_p(d)$:回折損失[dB]

● $L_p(d) = -\{F(X) + G(Y_b) + G(Y_m)\}$

距離の項 $F(X)$ 、アンテナ高の項 $G(Y)$ はそれぞれ次式で定義される。

$$F(X) = 11 + 10 \log X - 17.6X$$

$$G(Y) = 17.6\sqrt{Y - 1.1} - 5 \log(Y - 1.1) - 8 \quad (Y > 2)$$

$$= 20 \log(Y + 0.1Y^3) \quad (10K < Y \leq 2)$$

$$= 2 + 20 \log(K) + 9 \log(Y/K) [\log(Y/K) + 1] \quad (K/10 < Y \leq 10K)$$

$$= 2 + 20 \log(K) \quad (Y \leq K/10)$$

X, Y_b, Y_m は海岸局と船舶局間の距離 d 、送信アンテナ高 h_b 、受信アンテナ高 h_m を正規化したものであり、それぞれ次式で定義される。

$$X = d\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda a_e^2}} \quad Y_b = 2h_b\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda^2 a_e}} \quad Y_m = 2h_m\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda^2 a_e}}$$

β は地上特性と偏波に関するパラメータ、 K は大地表面アドミタンス補正係数である。

$$\beta = (1 + 1.6K^2 + 0.75K^4)/(1 + 4.5K^2 + 1.35K^4)$$

$$K^2 = 6.89\sigma k^{-2/3} f^{-5/3}$$

a_e :等価地球半径[km] (= $k \times$ 地球半径[km])

f :周波数[MHz] (出所: ITU-R 勧告 P.526-8)

σ :海水の導電率 (=5) (出所: ITU-R 勧告 P.527-3)

③ 電離層反射波

電離層反射による電波の到達距離の計算式は以下のとおりである。

$$\bullet \text{ MUF} = f_0 E \cdot \sec i_{110} = f_0 E \cdot \frac{1}{\cos i_{110}} = f_0 E \cdot \sqrt{1 + \frac{d^2}{4H^2}}$$

MUF: 反射が可能な送信周波数の最大値[MHz]

$f_0 E$: 電離層の臨界周波数[MHz] (=6 とする)

d : 電離層反射による電波の到達距離[km]

H : 電離層の高さ[km] (=110)

i_{110} : 高度 110km での電離層への入射角 (出所: ITU-R 勧告 P.533-11)

MUF=27MHz を代入すると、電離層反射による到達距離 d は 965km となる。本調査検討では沿岸域を対象としており電離層反射波が入らない不感地帯であるため、電離層反射波は考慮しないものとする。

なお、机上計算による伝搬損失の結果としての船舶局での最低受信電界強度=20[dB μ V/m] (出所: 電波法関係審査基準 別紙 1 第 6) を通信可能な閾値として設定した。

3.3.2 机上計算結果

3.3.1 の机上計算モデルを用いて到達距離を計算するために、海岸局の送信電力、空中線利得、空中線高に関して以下の組み合わせを設定した。

- 送信電力：1W（27MHzDSB 無線機器の現行送信電力）、5W 及び 10W の 3 パターンを設定。
- 空中線利得：2.14dBi（無指向性アンテナの空中線利得）及び 5.14dBi（市販されている指向性 3 素子アンテナの空中線利得）の 2 パターンを設定。
- 空中線高：10m、50m、100m、200m 及び 400m の 5 パターンを設定。

上記の送信電力、空中線利得、空中線高の組み合わせ及び船舶局の空中線高 5m のもとでの、到達距離に関する机上計算結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 到達距離の机上計算結果

（海岸局：空中線利得＝2.14dBi）

海岸局： 送信電力	海岸局： 空中線高	到達距離
1W	400m	40km
1W	200m	28km
1W	100m	20km
1W	50m	14km
1W	10m	6km
5W	400m	60km
5W	200m	42km
5W	100m	30km
5W	50m	20km
5W	10m	9km
10W	400m	70km
10W	200m	50km
10W	100m	35km
10W	50m	25km
10W	10m	11km

（海岸局：空中線利得＝5.14dBi）

海岸局： 送信電力	海岸局： 空中線高	到達距離
1W	400m	47km
1W	200m	33km
1W	100m	23km
1W	50m	16km
1W	10m	7km
5W	400m	70km
5W	200m	50km
5W	100m	35km
5W	50m	25km
5W	10m	11km
10W	400m	84km
10W	200m	59km
10W	100m	42km
10W	50m	29km
10W	10m	13km

3.3.3 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高

3.2 で設定した宮城県内沿岸漁業操業エリアマップに対して、0 で算出した机上計算結果を用いてカバーするために必要な送信電力、空中線利得及び空中線高を求めるために、机上計算で用いる海岸局地点を設定した。

机上計算で用いる海岸局地点の設定は、まず宮城県を 5 か所に均等に区切ることとし、区切る地区は唐桑地区、志津川地区、牡鹿地区、渡波地区、亘理地区とした。さらに、各地区内における海岸局地点を緯度経度で図 3-6 のとおり設定した。

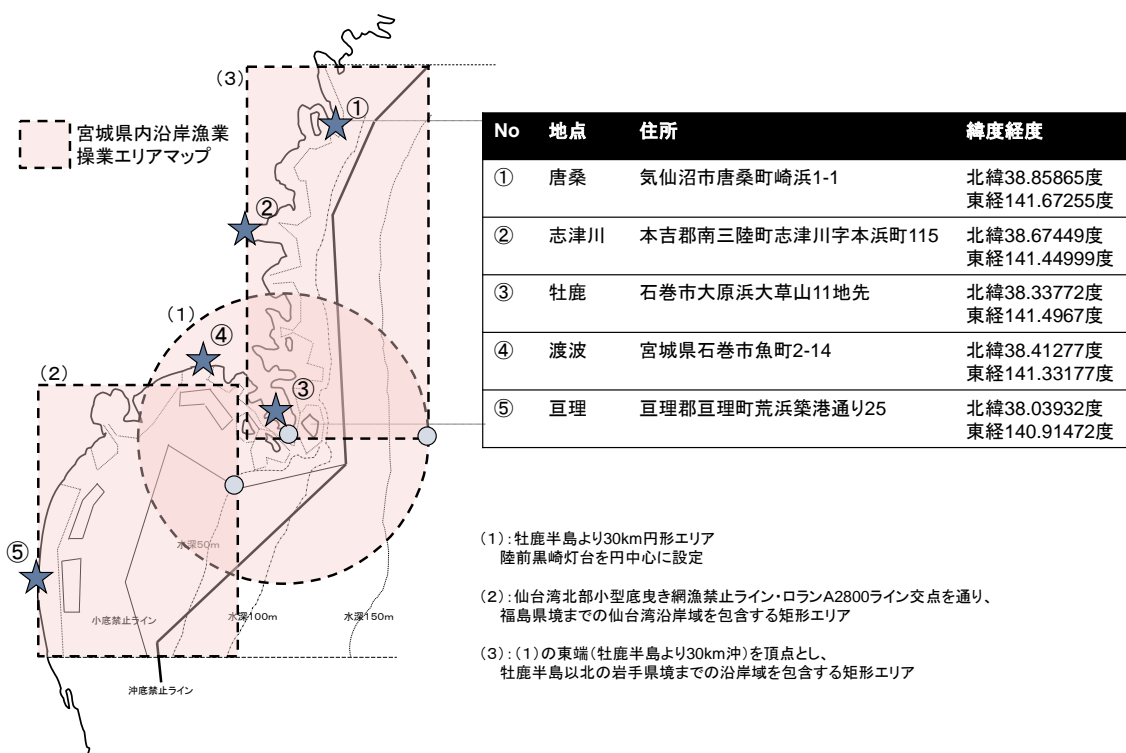


図 3-6 机上計算で用いる海岸局地点

次に、検討パターンを、仙台湾、牡鹿以北とも見渡せる牡鹿に中継局を設置することを前提条件として、(1) 海岸局 2 か所、(2) 海岸局 3 か所、(3) 海岸局 5 か所 ((1) (2) (3) とともに牡鹿中継局を含む) の 3 パターンとし、各パターンにおける宮城県内沿岸漁業操業エリアマップをカバーするために必要な送信電力、空中線利得及び空中線高を設定して検討を行った。なお、送信電力についてはまず 5W とし、宮城県内沿岸漁業操業エリアマップをカバーできない場合は 10W とすることとした。また、空中線高については、海岸局の地理的状況を勘案して設定した。

(1) 海岸局 2 か所の場合

海岸局地点を唐桑及び牡鹿中継局とし、送信電力、空中線利得及び空中線高の設定を以下とする。

- ・送信電力：5W
- ・空中線利得：5.14dBi
- ・空中線高：牡鹿 400m、唐桑 100m

表 3-1 の机上計算結果より、牡鹿からの到達距離=70km、唐桑からの到達距離=35km であり、これらの到達距離と宮城県内沿岸漁業操業エリアの関係を図 3-7 に示す。図 3-7 より、上記の送信電力、空中線利得及び空中線高の設定により宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーできることが分かる。なお、唐桑は空中線高：50m（到達距離=25km）の設定でもカバーできる。

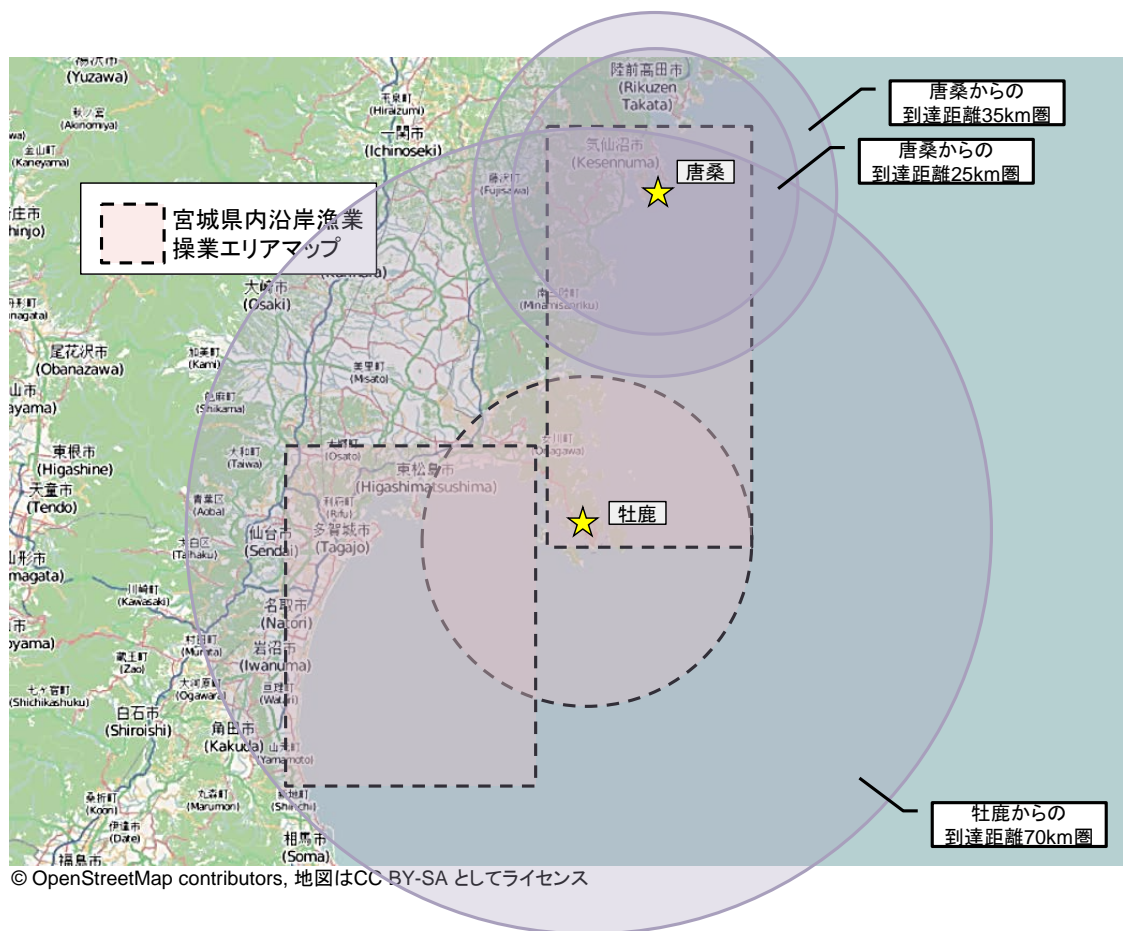


図 3-7 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局 2 か所の場合)

(2) 海岸局 3 か所の場合

海岸局地点を唐桑、亶理及び牡鹿中継局とし、送信電力、空中線利得、及び空中線高の設定を以下とする。

- ・送信電力：5W
- ・空中線利得：5.14dBi
- ・空中線高：牡鹿 200m、唐桑 100m、亶理 50m

表 3-1 の机上計算結果より、牡鹿からの到達距離=50km、唐桑からの到達距離=35km、亶理からの到達距離=25km であり、これらの到達距離と宮城県内沿岸漁業操業エリアの関係を図 3-8 に示す。図 3-8 より、上記の送信電力、空中線利得及び空中線高の設定により宮城県内沿岸漁業操業エリアをほぼカバーできることが分かる。なお、牡鹿の空中線高を400m とすれば亶理の稼働に関わらずカバーできるが、これは(1)の場合と同じである。

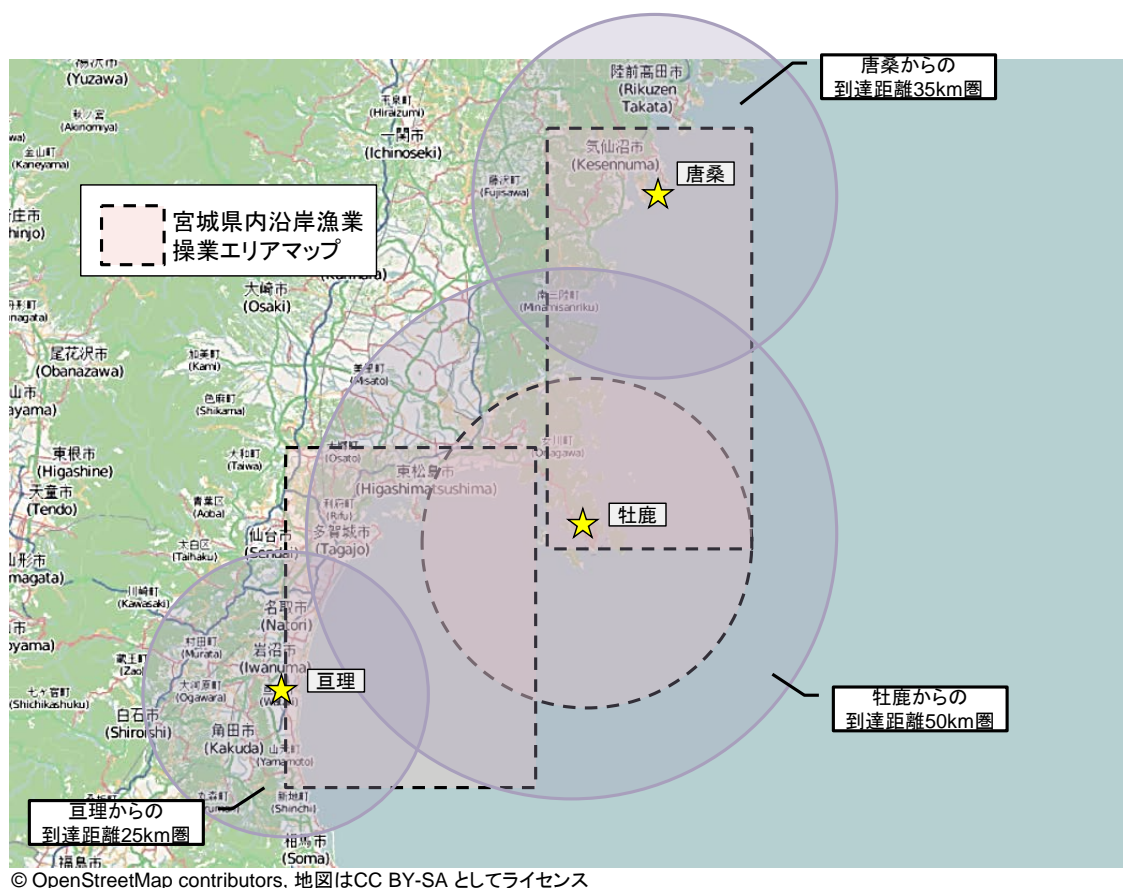


図 3-8 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局 3 か所の場合)

(3) 海岸局 5 か所の場合

海岸局地点を唐桑、亶理、志津川、渡波及び牡鹿中継局とし、送信電力、空中線利得及び空中線高の設定を以下とする。

- ・送信電力：5W
- ・空中線利得：5.14dBi
- ・空中線高：牡鹿 50m、唐桑 100m、亶理 50m、志津川 50m、渡波 50m

表 3-1 の机上計算結果より、牡鹿からの到達距離=25km、唐桑からの到達距離=35km、亶理からの到達距離=25km、志津川からの到達距離=25km、渡波からの到達距離=25kmであり、これらの到達距離と宮城県内沿岸漁業操業エリアの関係を図 3-9 に示す。図 3-9 より、上記の送信電力、空中線利得及び空中線高の設定では宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーできないことが分かる。

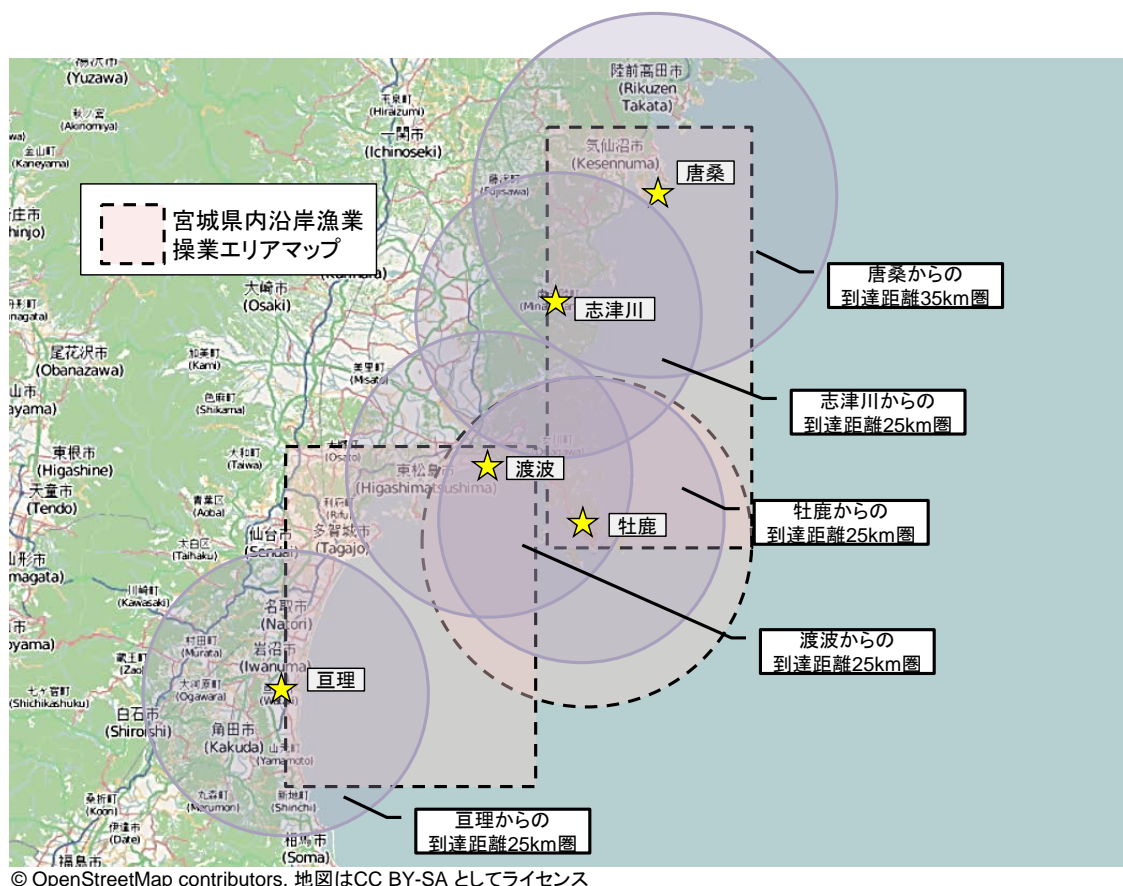


図 3-9 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局 5 か所の場合 その1)

続いて、送信電力、空中線利得及び空中線高の設定を以下とする。

- ・送信電力：5W
- ・空中線利得：5.14dBi
- ・空中線高：牡鹿 100m、唐桑 100m、亶理 100m、志津川 50m、渡波 50m

表 3-1 の机上計算結果より、牡鹿からの到達距離=35km、唐桑からの到達距離=35km、亶理からの到達距離=35km、志津川からの到達距離=25km、渡波からの到達距離=25kmであり、これらの到達距離と宮城県内沿岸漁業操業エリアの関係を図 3-10 に示す。図 3-10 より、上記の送信電力、空中線利得及び空中線高の設定により宮城県内沿岸漁業操業エリアを大方カバーできることが分かる。なお当該設定の場合には、志津川及び渡波に海岸局を設置しないとしても宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーする状況は変わらないこととなる。

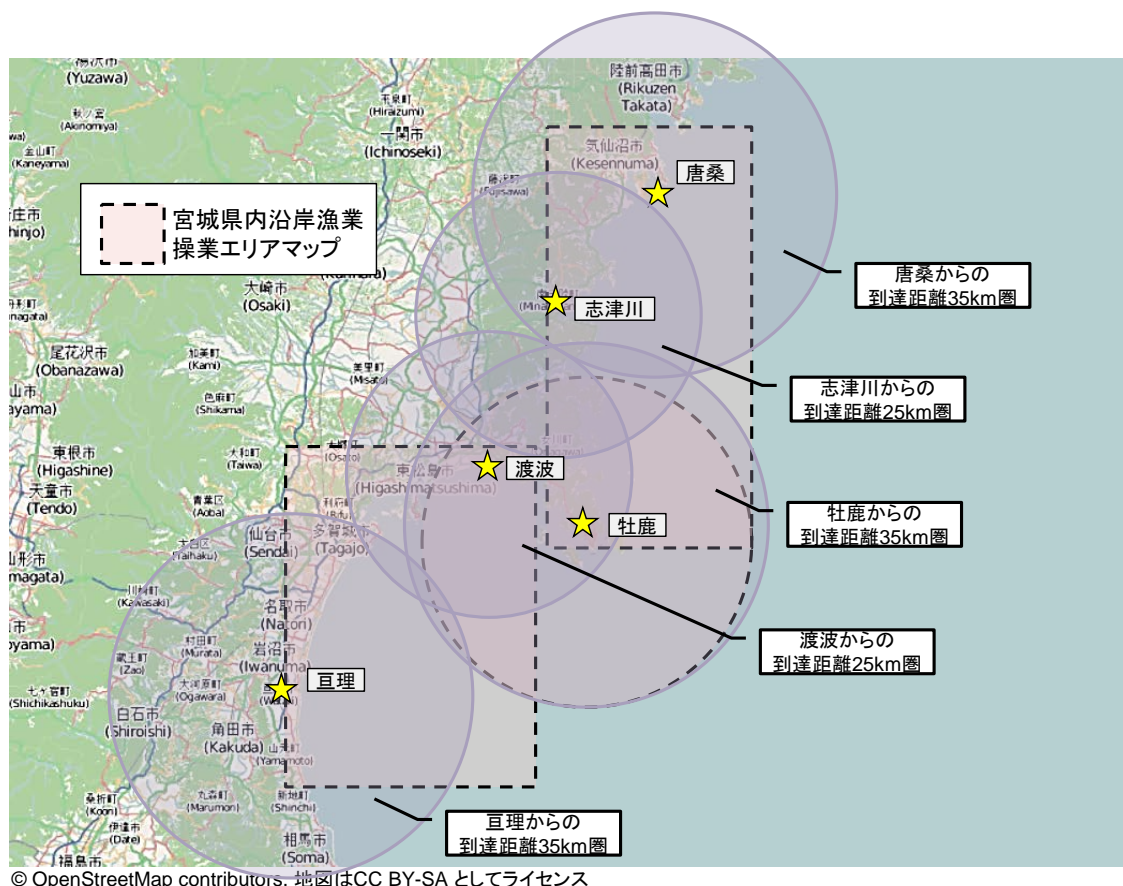


図 3-10 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局 5 か所の場合 その2)

牡鹿中継局の設置を前提として検討してきたが、仮に牡鹿中継局が設置されないとした場合に、送信電力 5W、空中線利得 5.14dBi の条件において、唐桑、志津川、渡波、亶理の空中線高をすべて 100m（到達距離=35km）としても、図 3-11 に示すとおり、県内沿岸漁業操業エリアをカバーすることはできないことが分かる。空中線高について、湾岸地域の平野部において 100m の高さを設けることは考えにくいいため、唐桑、志津川、渡波、亶理それぞれに山上中継局を設置しなければならない。

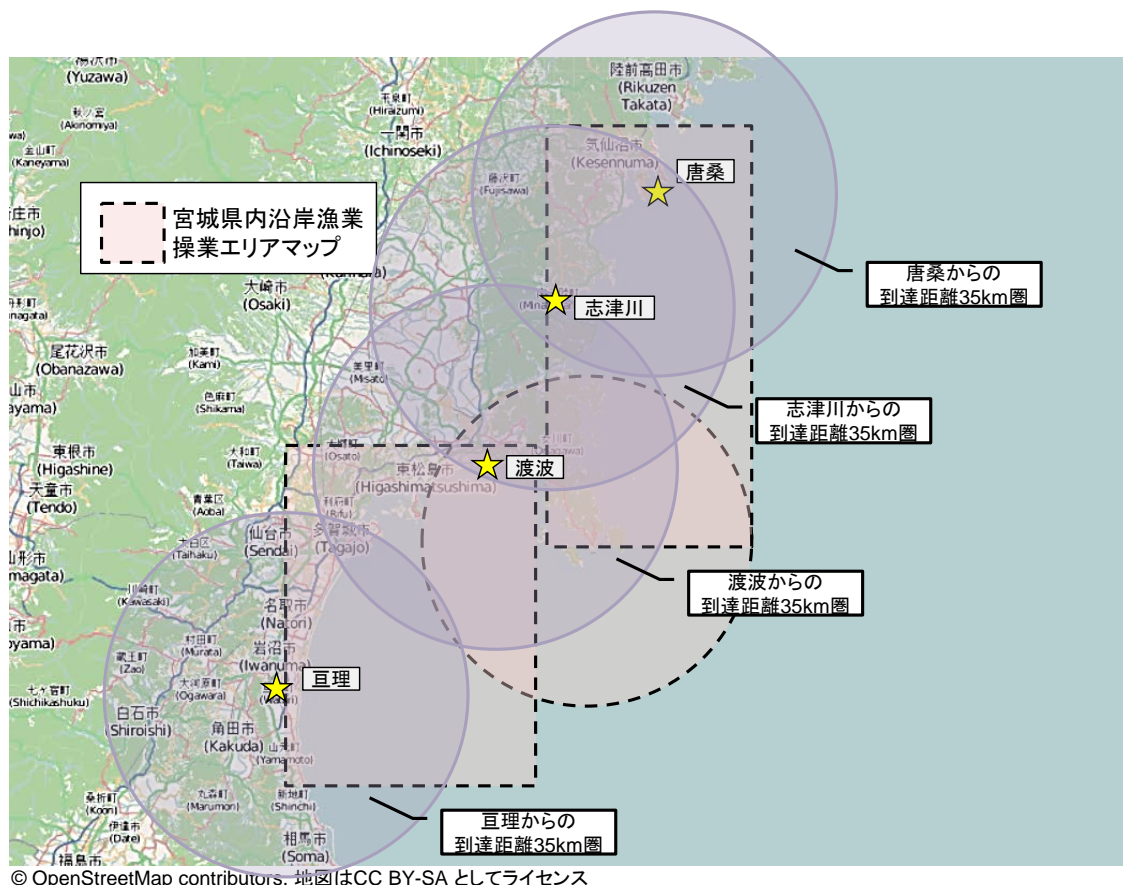


図 3-11 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(牡鹿中継局の稼働がない場合 その1)

さらに牡鹿中継局が無い状態で空中線利得 5.14dBi、唐桑、志津川、渡波、亶理の空中線高をすべて 100m（到達距離=35km）の条件下において空中線電力を 10W に上げた場合でも、図 3-12 に示すとおり、宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーすることはできないことが分かる。

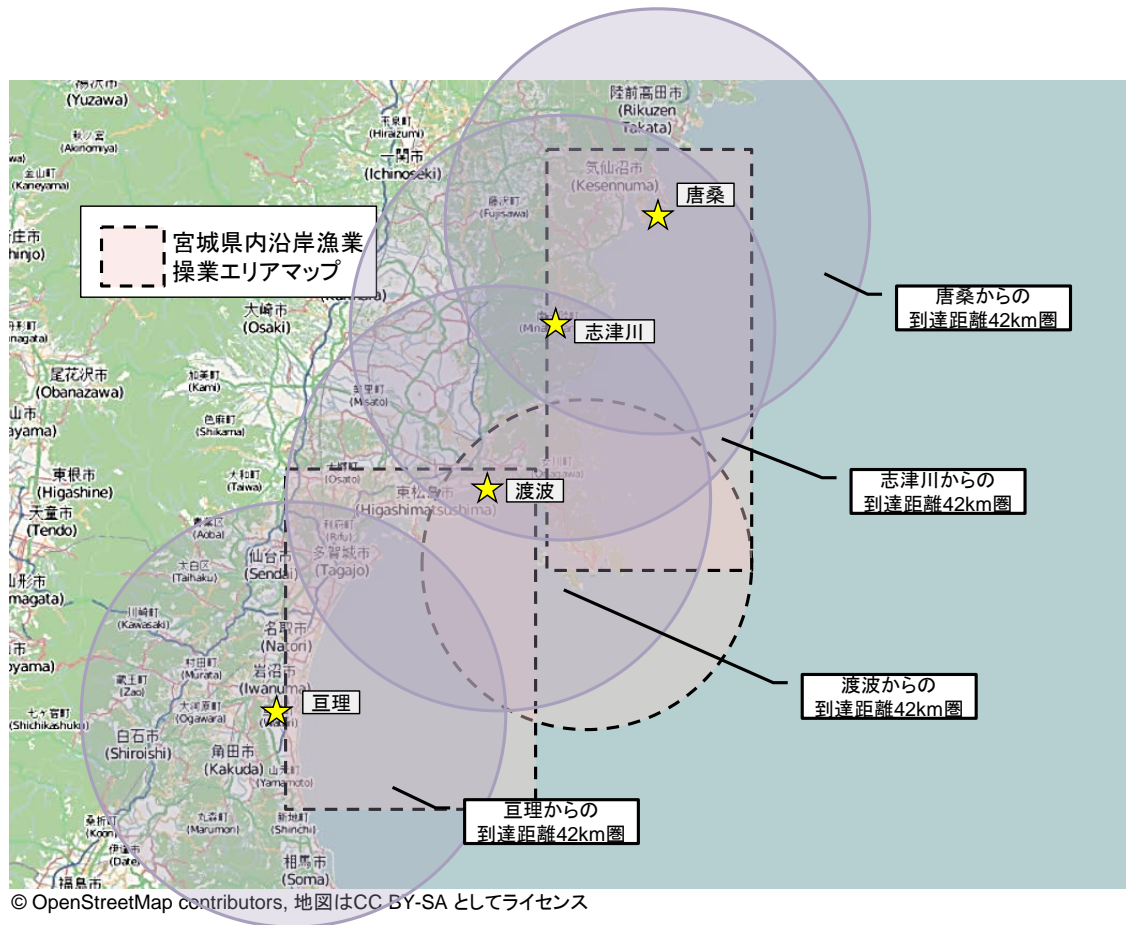


図 3-12 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(牡鹿中継局の稼働がない場合 その2)

以上、本机上計算の結果から、宮城県内沿岸漁業操業エリアマップをカバーするために必要な送信電力、空中線利得及び空中線高として、以下の組み合わせが、最適な構成の1つとして推奨される。

- ・送信電力：5W
- ・空中線利得：5.14dBi
- ・牡鹿地区に中継局を設置（空中線高は200m以上が望ましい）
- ・メイン、サブの通信所兼送信所として、南北それぞれ海岸局を設置（空中線高=50m以上）

3.4 広域海岸局の配置モデルについて

3.4.1 広域海岸局に対する漁業関係者からの期待

2.2の漁業者ヒヤリングにおいて、多種多様の通信機器が混在する中でも、海岸局は漁船漁業者にとって非常に重要なものとして捉えていることが分かった。回答結果からは、漁業者の操業時において対応する海岸局を強く望んでいる傾向となっており、そのためには、海岸局を集約して、漁業者が必要とする情報を提供することが必要との意見もあった。海岸局は漁船の航行及び操業安全のために重要なものであることから、海岸局の集約については、これらの漁業者ヒヤリングの意見を参考としつつ、広域海岸局の在り方について検討しモデル構築していくこととした。

宮城県内では通常時における陸船間通信や定時的に情報を送信している海岸局は、漁業者ヒヤリングにおいては一部の海岸局のみであり、漁業者が求めている海岸局の在り方からすると、漁船が操業中に運用できる海岸局を念頭に入れて広域海岸局を構築していく必要がある。そのためには、多くの海岸局及び県下の沿岸域に支所を有している宮城県漁業協同組合（以下「県漁協」という）が主導的に動くことへの期待が寄せられている。

宮城県内の海岸局は、県漁協とその他の漁協や業種別漁協により運営されている実情から考えると、広域海岸局の構築に当たっては、関係機関が協力しあって着手することが重要である。

以上のことを考慮すると、県漁協が主導して構築するシステムに関係機関が加入するスタイル又は無線利用者が新たに構築する無線共同体が海岸局を運営するという二つのスタイルが現実的であり望ましいと考えられる。

3.4.2 宮城県内における広域海岸局モデル

(1) 広域海岸局構築に当たっての漁業種別漁船漁業者からの共通意見

2.2の漁業者ヒヤリング結果から漁業種別漁船漁業者からの共通意見をまとめた。

- ① 操業中に通信可能な海岸局（安否確認など）
- ② 気象情報・災害情報等を提供可能な海岸局
- ③ 津波被害を考慮した場所への設置

(2) 広域通信エリア海岸局モデル構築に当たっての考え方

全国的な海岸局の集約化の方法としては、各県が指導用の海岸局を有して漁業協同組合と共同で運用しているケースが多く、遠洋船舶を対象とした中短波・短波海岸局の無線施設を利用して沿岸漁業を集約化している実態がほとんどである。

しかし、宮城県内の中短波・短波海岸局では、東日本大震災により宮城県漁業無線公社（JFF）が全壊し、福島県いわき市漁業用海岸局（JFW）に運用が委託されている実態から、中枢となる無線局が存在しないこととなっている。このような状況を考慮にいれながら広域海岸局の構築モデルを提案することとした。

宮城県内における広域海岸局については、宮城県の地理的条件を踏まえた効率的な集約方法を考えると以下の方法が考えられる。

- ① 既存海岸局の設置箇所を利用しつつ、広域通信エリアを確保するために中継局を設置する方法。中継局を介した通信は、集約した海岸局のうち中枢となる海岸局を選定し、運用を担うこととする。
- ② すべての海岸局を統合し、新たな場所に海岸局を設置して中継局を設置する方法。
- ③ 既存海岸局を地区的に集約して広域通信エリアを確保する方法。

3.4.3 集約方法

以上の考え方にに基づき、集約モデルを以下のとおりとした。

(1) 常時運用集約型（「参考資料4 広域海岸局構想図（案1）」参照）

12局の海岸局を3～5か所程度に集約し、通信エリアをカバーするために適切な場所に中継所を設置する。また、非常時の一斉通信を行うことを想定して、集約した海岸局の中から中枢となる海岸局を選定する。中継所の場所は、仙台湾及び牡鹿半島以北の気仙沼方面の両海域をカバーする「牡鹿半島先端付近の高台の地域」が最適と考えられる。

中枢をなす海岸局は、出来る限り漁船の操業時間に合わせた人員配置等により他の海岸局が運用されていない時間帯をリモート回線により中継局を経て聴守する方法が適切であると考えられる。

(2) 1局集約型「参考資料4 広域海岸局構想図（案2）」参照

12局の海岸局を1局に統合して、広域通信エリアを確保するために中継所を複数設置して海岸局の運用を行う。また、1局集約型では、現在の海岸局の設置地域にこだわることなく、中継局との回線を考慮して、新たな場所に海岸局を設置する方法が可能となる。

(3) 現状集約型「参考資料4 広域海岸局構想図（案3）」参照

既存海岸局の配置を基準として、海岸局運用の意思がある海岸局を主体として集約する。また、ネットワーク化に当たっては、漁業者ヒヤリングから各海岸局によって運用方法は異なると考えられるため、海岸局相互間での調整を十分に行う必要がある。

3.4.4 広域海岸局各モデルにおける課題

(1) 常時運用集約型

3.4.1で無線共同体組織が望ましいことを述べたが、集約化に当たっては、何処が主体となって進めていくかが重要な課題となる。また、広域海岸局の運用費用についても集約化の具体的構図を検討して漁業者に対し過大な負担とならないよう構築していく必要がある。

そのためにも、集約化のスケジュールの前段として漁業関係者間の協力体制の確立が不可欠な課題となる。

(2) 1局集約型

1局集約型においては、(1)の各事項のほか、中継局が複数設置されることから、海岸局の運営費用に関して、人件費は抑えられるものの土地の借用費、設備の維持費、回線使用料など運用費用が(1)に比べて大きくなる可能性がある。

(3) 現状集約型

運用自体が各漁業協同組合(支所)に委ねられることが基本となるため、広域海岸局としての意義が薄れる可能性がある。また、ネットワーク化に関しても、提供情報を各漁業協同組合(支所)で共有していくことに対し調整が必要となる。このため、自治体の積極的な関与が不可欠となるほか、ネットワーク化されない場合は、現状の海岸局運営と同様となり、漁業者へのメリットがなくなる恐れがある。

3.4.5 広域海岸局の構築及び運営に当たっての留意点

(1) 広域海岸局の設置費用及び運営費用

広域海岸局の構築に当たっては、設備変更、中継局の設置費用の初期費用のほか、ネットワーク経費、中継局回線設備維持経費などの運用費用がかかる。特に毎年負担となる運用費用の経費を如何にして確保するかが、海岸局の維持運営において最も重要な課題となる。このため、漁業者からの賦課金だけでは、海岸局の運営が困難なことが予測され、その場合は、自治体や漁業協同組合から一定の支援が必要となることが考えられる。このためにも、広域海岸局の運営は、海岸局運営経費の協議や支援が受け入れやすく、主体的に動く組織母体を設置又は選定することが有益と考える。

(2) 広域海岸局の運用

聴守体制を確立するためには、「現状集約型」では、現状で海岸局に携わる要員配置が厳しい状況下にあることから、「常時運用集約型」又は「1局集約型」が理想と考えられる。

しかし、聴守体制の規模によっては、人件費が海岸局運営維持に対する大きな負担となるため、聴守体制については広域通信エリア海岸局の早期構築のためにも漁業者側と海岸局側で十分、協議と調整を行い航行及び操業の安全のためのルール作りを行い整えていくことが重要である。

このほか、遭難・緊急・安全通信の聴守(27524kHzのみの聴守)に限定すれば、海難救助を行う行政側の海岸局とリンクする回線を結び、聴守対応を行政側に委託する方法も考えられるが、この場合、中継局から行政側への回線経費や受信機(27524kHz信号受信ソフト)の開発経費等が別途必要となり、全国的にも例のないケースであることから困難性は

高く現実的とはいいがたい。

(3) 周波数の効率的利用

広域海岸局は、複数の海岸局で使用していた周波数を効率化できることから、周波数の更なる活用方法として、緊急連絡用として使用、又はネットワーク回線が災害等により断線した場合に非常用の陸間通信（海岸局間）として使用する方法などが考えられる。その他、普及し始めたデータ通信への更なる活用により海上通信の高度化への適用も考えられる。

一方、船舶局は海岸局に妨害を与えないように運用すれば 54 波利用可能であることから、広域海岸局の設置に伴い効率化された周波数を船舶間通信に利用する考え方は存在しない。

(4) 無線設備

広域海岸局に適用する無線機器について、新たな回路設計等が必要となる場合は、機器の開発に多くの期間を要する可能性があることから、できるだけ最小限の改修にとどめ、広域海岸局の導入に当たっては、無線機器が早期に市場に導入可能となるよう配慮する必要がある。

(5) まとめ

- 広域海岸局の構築に当たっては、漁船漁業者の意見を反映することが重要である。
- 広域海岸局のモデルとしては、1局集約型又は常時運用集約型が理想と考えられる。
- 海岸局の運用に当たっては、漁業者側と海岸局運営側で十分、協議と調整を行い取り決めることが肝要である。そのためにも、県漁協が主導して構築するシステムに関係機関が加入するスタイル又は無線利用者が新たに構築する無線共同体が海岸局を運営するという二つのスタイルが現実的であり望ましいと考えられる。

4 実証試験

4.1 目的

3.3 の広域通信エリア確保のための机上検討結果との対比及び実際の通達距離を検証するためフィールド環境での実証試験を行う。

4.2 試験概要

実証試験は、唐桑地区、牡鹿地区、亘理地区の 3 か所を基点として、通達距離の電界強度値及び明瞭度のデータを測定して机上検討の結果との対比を行うとともに、広域通信エリアの確保に必要な空中線電力、空中線利得等の技術的条件検討に当たっての基礎データの取得と取得データの評価及び考察を行った。

実証試験は、海岸局を 1W と 5W の合計 2 装置とし、船舶局を 1W1 装置の構成とする実験試験局により実施した。実験試験局の概要を表 4-1 に示す。実験試験局の無線機器系統図については、「参考資料 5 実証試験 系統図」を参照いただきたい。

表 4-1 実験試験局の概要

実験試験局	船舶局 27MHzDSB 実験試験局	海岸局 27MHzDSB 実験試験局	
		第一装置	第二装置
周波数	27.836 MHz	(同左)	(同左)
出力	1W	1W	5W
電波の型式	A3E	(同左)	(同左)
占有周波数帯幅	6 kHz 以内	(同左)	(同左)
スプリアス	○帯域外領域 (基本周波数±3kHz～基本周波数±15 kHz 以内) : スプリアス発射の強度 1 mW 以下 ○スプリアス領域 (基本周波数±15 kHz 以上) : 不要発射の強度 50 μW 以下	(同左)	(同左)
空中線型式	単一型 $\lambda/2$	第一空中線 : 単一型 $\lambda/2$ 第二空中線 : 3 素子八木	
空中線利得	2.14 dBi	第一空中線 : 2.14 dBi 第二空中線 : 5.8 dBi	
給電線損失	0.4 dB	(同左)	

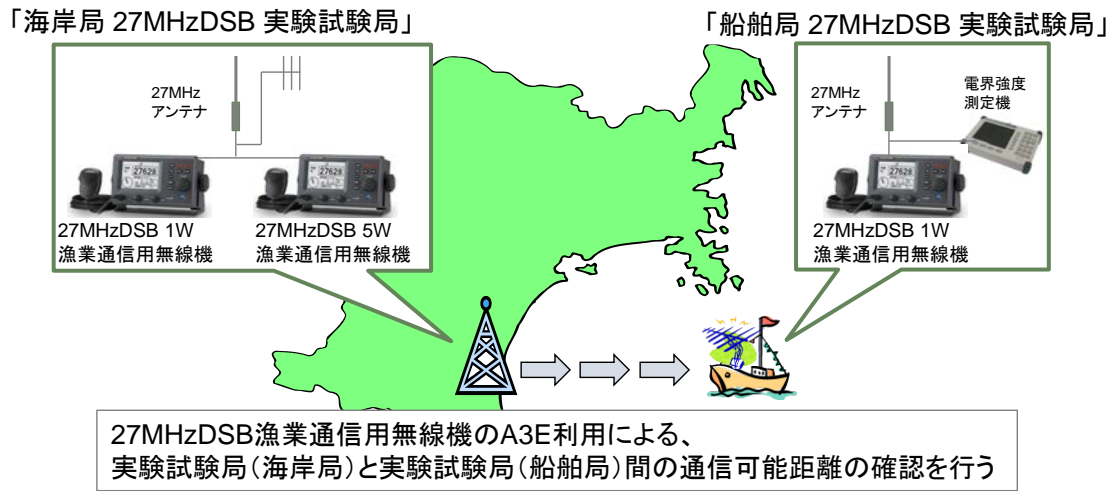


図 4-1 実証試験イメージ図

海岸局の試験場所である牡鹿地区、唐桑地区、亶理地区の3地点の位置と空中線の高さを図 4-2 に示す。なお、船舶局の空中線高は7m とした。

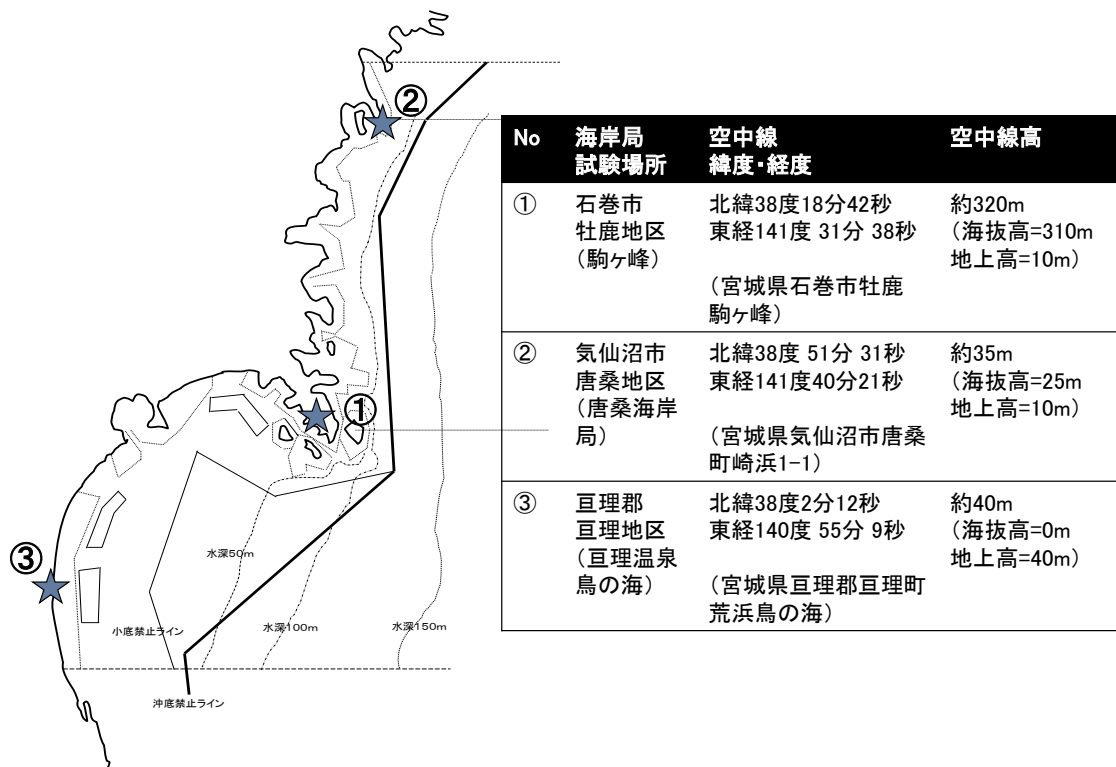


図 4-2 実験試験局(海岸局)試験場所

4.3 試験手順

実証試験の実施手順は次のとおりである。

- ① 船舶局をあらかじめ設定した各測定地点にまで移動させ、海岸局からキャリア送信信号を送信して船舶局側で電界強度を測定するとともに、海岸局から音声で変調をかけた信号を送信して船舶局側で明瞭度を測定する。
 - ② 船舶局から音声で変調をかけた信号を送信して海岸局側で明瞭度を測定する。
- 以上の手順を、表 4-2 の海岸局無線機パターンを切り替えて実施する。

表 4-2 海岸局無線機パターン

海岸局無線機パターン	無線機	アンテナ
パターン 1	1W	単一型 $\lambda/2$ ホイップアンテナ (※1)
パターン 2	1W	3 素子 八木アンテナ (※2)
パターン 3	5W	単一型 $\lambda/2$ ホイップアンテナ (※1)
パターン 4	5W	3 素子 八木アンテナ (※2)

(※1) アンテナ利得 2.14dBi

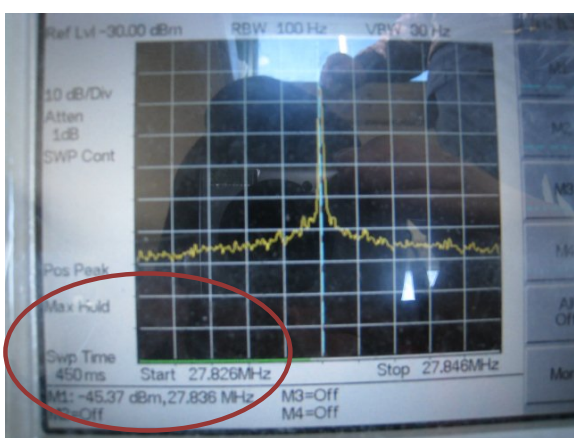
(※2) アンテナ利得 (H 面) $\pm 30^\circ$ 5.8dBi/ $\pm 60^\circ$ 3.4dBi/ $\pm 90^\circ$ 0.5dBi/ $\pm 120^\circ$ -5.5dBi

測定項目については、表 4-3 のとおりとし、電界強度の理論値と測定値の比較、明瞭度などの項目をとりまとめた。

表 4-3 測定項目等一覧

項目	内容
海岸局試験場所	牡鹿地区／唐桑地区／亘理地区
測定時刻	測定の開始時刻
船舶局位置	船舶局 GPS 測位結果
海岸局・船舶局間距離	海岸局測定場所と船舶局位置間の距離
海岸局→船舶局方位角	海岸局から船舶局方向の方位角
海岸局無線機パターン	無線機とアンテナの組み合わせは表 4-2 のとおり
電界強度理論値 (dB μ V/m)	海岸局無線機パターン、海岸局及び船舶局の空中線高、海岸局と船舶局間の距離より、3.3.1 の机上計算モデルを用いて算出した電界強度理論値
無線機入力理論値 (dB μ V)	電界強度理論値より計算 (※1)
スペアナ測定値 (dBm)	無信号時 (min・max・median) : 背景雑音
	信号受信時 (min・max・median) : キャリア送信
電界強度測定値 (dB μ V/m)	スペアナ測定値 (信号受信時・median) より計算 (※1) (電界強度理論値に対応する測定値)

項目	内容
無線機入力測定値 (dB μ V)	スペアナ測定値 (信号受信時・median) より計算 (※1) (無線機入力理論値に対応する測定値)
電界強度測定値・閾値比較	電界強度測定値と通信可能な閾値との比較
無線機入力測定値・閾値比較	無線機入力測定値と通信可能な閾値との比較
船舶局明瞭度	メリット (R) : 1~10 (※2)
	信号強度 (S) : 無線機 S メーターレベル (※3)
海岸局明瞭度	メリット (R) : 1~10 (※2)
	信号強度 (S) : 無線機 S メーターレベル (※3)



電界強度の測定 (max holdでの対象周波数に関する測定の例)



明瞭度/信号強度 (無線機Sメーターレベル)の測定

(※1) 電界強度、開放端 (無線機入力) 電圧、電力の間の変換式は以下のとおり。

- $0[\text{dB } \mu \text{ V/m}] = 20 \log(l_e)[\text{開放端 dB } \mu \text{ V}]$
- $0[\text{dB } \mu \text{ V/m}] = 20 \log(l_e) - 10 \log(4R) - 90[\text{dBm}]$
- $0[\text{開放端 dB } \mu \text{ V}] = -10 \log(4R) - 90[\text{dBm}]$

E : 電界強度[V/m]、 V_e : 開放端 (無線機入力) 電圧[V]、 V_t : 負荷端電圧[V]、 λ : 波長[m]、 $l_e = \lambda/\pi$: アンテナ実効長[m]、

P : 電力[W]、 R : 終端抵抗[Ω]、及び、 $E = V_e/l_e$ 、 $V_t = V_e/2$ 、 $P = V_t^2/R = V_e^2/4R = (El_e)^2/4R$ の関係式より。

(※2) メリットは、電波法無線局運用規則第13条 別表第2号に基づき、「5=非常によい」、「4=かなり良い」、「3=良い」、「2=かなり悪い」、「1=悪い」の5段階で評価する。

(※3) 参考として、信号強度表示器として無線機器に組み込まれている S メーターレベルも記録する。

S メーターは 10 段階で示され信号強度 (受信機入力レベル) に応じて数値が大きくなる。S メーター指示値と受信機入力レベルの対応を表 4-4 に示す。

表 4-4 S メーター指示値と受信機入力レベルの対応

S メーター指示値	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
受信機入力レベル [dB μ V]	12	17	21	25	33	44	62	78	96	111

4.4 試験結果と考察

各測定地区における測定地点及び各測定地点における測定結果は以下のとおりである。

(1) 牡鹿地区

牡鹿地区における測定地点は図 4-3 及び表 4-5 のとおりであり、測定結果を表 4-5 に示す。

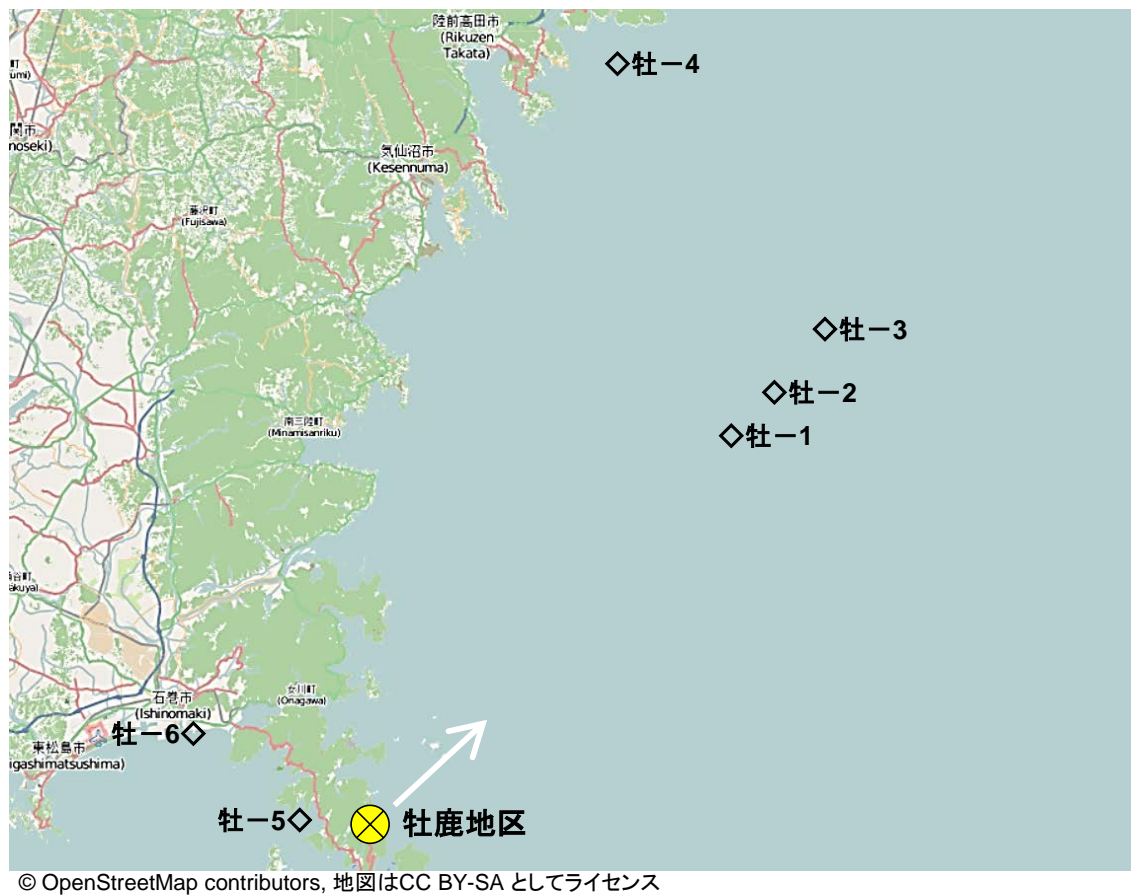


図 4-3 牡鹿地区と測定地点

(※) 図中矢印は、海岸局でのアンテナ（八木アンテナ）設置方向。45 度に設定。

表 4-5 牡鹿地区測定結果一覧

測定地点	説明	海岸局無線機パターン	電界強度理論値	無線機入力理論値	電界強度測定値	無線機入力測定値	電界強度測定値・閾値比較	無線機入力測定値・閾値比較	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
			(dB μ V/m)	(dB μ V)	(dB μ V/m)	(dB μ V)	(20dB μ V/m)	(20dB μ V)	メリット	信号強度	メリット	信号強度
牡-1	試験場所より55km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	15.39	26.21	19.83	30.65	×	○	3	4	3	3-4
		(2)1W・八木	19.06	29.88	33.22	44.04	○	○	5	5	5	5
		(3)5W・ホイップ	22.39	33.21	24.96	35.78	○	○	4	4	5	4
		(4)5W・八木	26.05	36.87	38.305	49.125	○	○	5	5	5	5
牡-2	試験場所より60km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	13.89	24.71	18.23	29.05	×	○	4	3	3	3
		(2)1W・八木	17.55	28.37	31.62	42.44	○	○	5	5	5	5
		(3)5W・ホイップ	20.88	31.7	23.06	33.88	○	○	5	4	5	3-4
		(4)5W・八木	24.54	35.36	36.82	47.64	○	○	5	5	5	5
牡-3	試験場所より70km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	11.21	22.03	12.255	23.075	×	○	3	2	2-3	2
		(2)1W・八木	14.87	25.69	27.21	38.03	○	○	5	5	5	5
		(3)5W・ホイップ	18.20	29.02	17.17	27.99	×	○	4	3	3	2-3
		(4)5W・八木	21.86	32.68	32.08	42.9	○	○	5	5	5	5
牡-4	試験場所より80km (陸前高田沖) ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	9.11	19.93	13.415	24.235	×	○	3	2-3	3	2-3
		(2)1W・八木	12.77	23.59	17.76	28.58	×	○	3-4	3	4-5	3
		(3)5W・ホイップ	16.10	26.92	18.535	29.355	×	○	4	4	4	2-3
		(4)5W・八木	19.76	30.58	23.405	34.225	○	○	4-5	4	4	3
牡-5	大原湾 (試験場所より8km) ※見通し:山岳遮蔽あり	(1)1W・ホイップ	48.85	59.67	40.165	50.985	○	○	5	5	5	5
		(2)1W・八木	41.21	52.03	29.015	39.835	○	○	4	4	5	4
		(3)5W・ホイップ	55.84	66.66	44.28	55.1	○	○	5	6	5	6
		(4)5W・八木	48.20	59.02	31.565	42.385	○	○	5	4	5	5
牡-6	渡波港 (試験場所より20km) ※見通し: 山岳・建物遮蔽あり	(1)1W・ホイップ	32.97	43.79	-3.86	6.96	×	×	-	0	-	0
		(2)1W・八木	25.33	36.15	-1.77	9.05	×	×	-	0	2	0
		(3)5W・ホイップ	39.11	49.93	-1.215	9.605	×	×	-	0	-	0
		(4)5W・八木	32.32	43.14	4.805	15.625	×	×	2	1	2	0

(※詳細は、「参考資料7:実証試験測定結果一覧」を参照)

見通し良好の最遠測定地点である 80km 離れた「牡-4」における電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 3 であり、1W・3 素子八木アンテナの場合のメリットは 3~4 に、さらに 5W・3 素子八木アンテナの場合のメリットは 4~5 に上がった。受信電界強度の測定値においても、1W・ホイップアンテナ使用時の受信電界強度が 13.415dB μ V/m であるのに対し 5W・3 素子八木アンテナ使用時では 23.405 dB μ V/m となり、9.99 dB 上昇している。これは、3 素子八木アンテナの空中線利得 5.8dBi とホイップアンテナの空中線利得 2.14dBi の差分 3.66dB 及び 1W と 5W の差分 6.99dB だけ船舶側の受信入力レベルが上昇したものと判断できる。

山岳遮蔽等の影響で見通し不良の測定地点については、8km 離れた大原浜「牡-5」ではメリット 4~5 と良好な結果となったが、20km 離れた渡波港「牡-6」では 5W・3 素子八木アンテナの場合のメリット 2 であり、また 1W・ホイップアンテナ等その他のパターンでは明瞭度の判定は出来なかった。

「牡-5」ではホイップアンテナの場合と 3 素子八木アンテナの場合の受信電界強度測定値の大小関係が例えば「牡-4」と比べて逆転しているが、これは海岸局から船舶局方向への方位角とアンテナ指向性が影響しているためである。海岸局から船舶局方向への方位角と海岸局でのアンテナ設置方向から求めたアンテナ指向角及び表 4-2 より、例えば「牡-4」の 3 素子八木アンテナの利得は 5.8dBi であるのに対して、「牡-5」では-5.5dBi、「牡-6」では 0.5dBi となる。

今回の実証試験では、駒ヶ峰を試験場所に選定したが、実際の海岸局又は中継局設置においては、アンテナを設置する場所における最適な指向方向とすることが必要である。

船舶局側における受信電界強度について、見通し距離内の測定地点における理論値と測

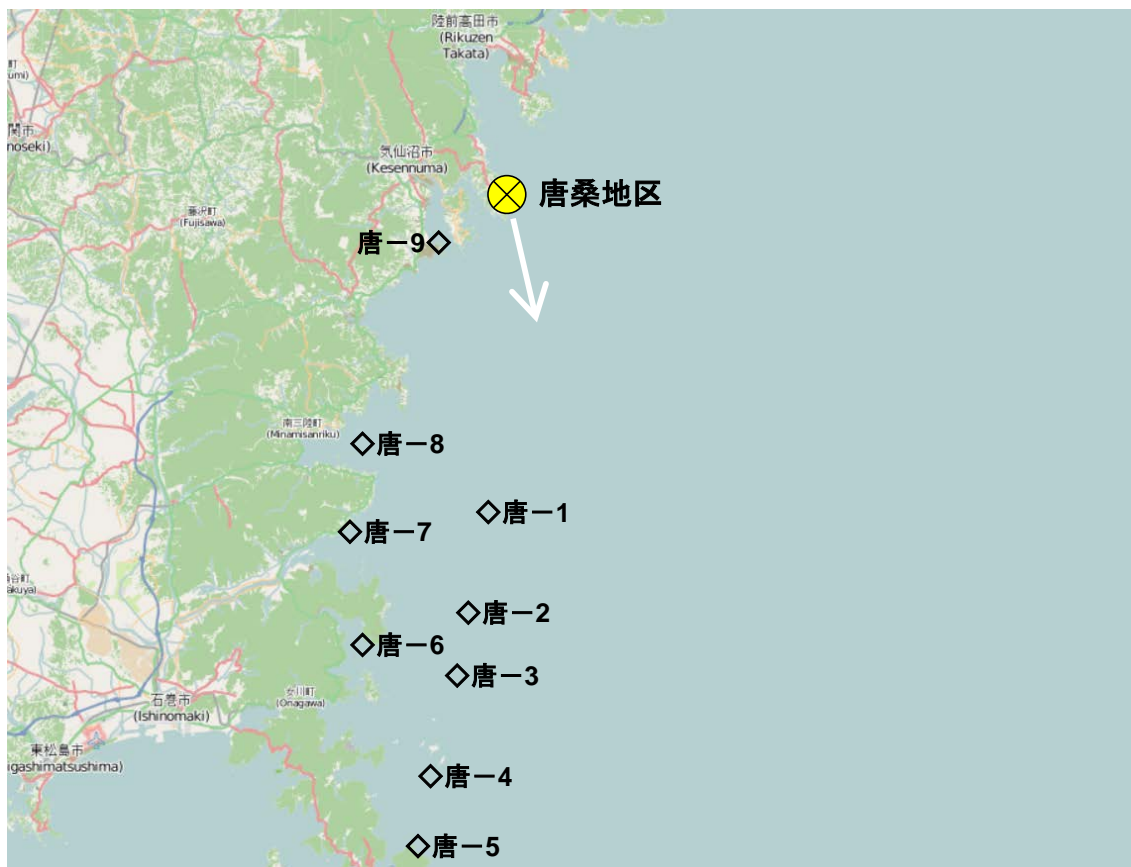
定値を比較すると、1W・ホイップアンテナを使用した場合、「牡-1」では理論値が 15.39dB μ V/m であるのに対して測定値は 19.83dB μ V/m となっており近似値を示している。これは他の測定地点にも共通する傾向がみられた。

測定結果のまとめ

- 見通し良好な測定地点かつ 5W・3 素子八木アンテナ主方向で最遠 80km までの良好な通信が確認できた。
- 見通し山岳・建物の測定地点は、8km 離れた大原浜「牡-5」ではメリット 4~5 と良好な結果となったが、20km 離れた渡波港「牡-6」ではメリット 2 であった。
- 「牡-2」と「牡-4」の比較による概算であるが、1W・ホイップアンテナと比較して、5W・3 素子八木アンテナでは約 20km 程度通信距離が改善される結果が得られた。
- 受信電界強度の理論値と測定値は近似値を示している。

(2) 唐桑地区

唐桑地区における測定地点は図 4-4 及び表 4-6 のとおりであり、測定結果を表 4-6 に示す。



© OpenStreetMap contributors, 地図はCC BY-SA としてライセンス



図 4-4 唐桑地区と測定地点

(※) 図中矢印は、海岸局でのアンテナ（八木アンテナ）設置方向。167.5 度に設定。

表 4-6 唐桑地区測定結果一覧

測定地点	説明	海岸局無線機パターン	電界強度理論値	無線機入力理論値	電界強度測定値	無線機入力測定値	電界強度測定値・閾値比較	無線機入力測定値・閾値比較	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
			(dB μ V/m)	(dB μ V)	(dB μ V/m)	(dB μ V)	(20dB μ V/m)	(20dB μ V)	メリット	信号強度	メリット	信号強度
唐-1	試験場所より30km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	6.71	17.53	20.075	30.895	○	○	3-4	4	4	4
		(2)1W・八木	10.37	21.19	22.035	32.855	○	○	4	4	5	4
		(3)5W・ホイップ	13.70	24.52	25.88	36.7	○	○	5	4	5	4
		(4)5W・八木	17.36	28.18	27.12	37.94	○	○	5	4	5	4
唐-2	試験場所より40km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-9.49	1.33	16.26	27.08	×	○	3-4	3	3	3-4
		(2)1W・八木	-5.83	4.99	18.32	29.14	×	○	4	4	4	4
		(3)5W・ホイップ	-2.50	8.32	21.73	32.55	○	○	5	4	3	3
		(4)5W・八木	1.16	11.98	23.235	34.055	○	○	5	4	3	3-4
唐-3	試験場所より45km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-11.03	-0.21	11.075	21.895	×	○	3	2	2-3	2
		(2)1W・八木	-7.37	3.45	14.01	24.83	×	○	3	3	3	2-3
		(3)5W・ホイップ	-4.01	6.81	15.325	26.145	×	○	5	3	3	2
		(4)5W・八木	-0.38	10.44	19.22	30.04	×	○	5	4	2-3	3
唐-4	試験場所より55km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-13.65	-2.83	5.975	16.795	×	×	2-3	1	3	1-2
		(2)1W・八木	-9.99	0.83	7.77	18.59	×	×	2-3	1-2	3	2-4
		(3)5W・ホイップ	-6.66	4.16	11.565	22.385	×	○	4	2	3	1-2
		(4)5W・八木	-3.00	7.82	13.095	23.915	×	○	5	3	3	2-3
唐-5	試験場所より60km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-14.79	-3.97	3.065	13.885	×	×	2	0	3	1
		(2)1W・八木	-11.13	-0.31	6.13	16.95	×	×	2	1	3	1-2
		(3)5W・ホイップ	-7.80	3.02	9.285	20.105	×	○	4	2	4	0-1
		(4)5W・八木	-4.14	6.68	10.585	21.405	×	○	4	2-3	4	1-2
唐-6	雄勝湾 (試験場所より43km) ※見通し:やや島影	(1)1W・ホイップ	-10.43	0.39	8.685	19.505	×	×	3	2	4	2
		(2)1W・八木	-9.17	1.65	14.05	24.87	×	○	4	3	4	3
		(3)5W・ホイップ	-3.44	7.38	14.535	25.355	×	○	4	3	4	2
		(4)5W・八木	-2.18	8.64	43.85	54.67	○	○	5	4	4	3
唐-7	追波湾 (試験場所より34km) ※見通し:やや島影	(1)1W・ホイップ	4.53	15.35	16.965	27.785	×	○	3	4	4	4
		(2)1W・八木	5.79	16.61	19.9	30.72	×	○	4	4	4	4
		(3)5W・ホイップ	11.52	22.34	23.29	34.11	○	○	5	4	4	4
		(4)5W・八木	12.78	23.6	25.22	36.04	○	○	5	5	4	4
唐-8	志津川湾 (試験場所より26km) ※見通し:やや島影	(1)1W・ホイップ	9.19	20.01	28.335	39.155	○	○	5	5	5	5
		(2)1W・八木	10.45	21.27	31.76	42.58	○	○	5	5	5	5
		(3)5W・ホイップ	16.18	27	34.19	45.01	○	○	5	5	5	5
		(4)5W・八木	17.44	28.26	37.015	47.835	○	○	5	6	5	5
唐-9	気仙沼湾 (試験場所より6km) ※見通し:やや島影	(1)1W・ホイップ	34.67	45.49	36.655	47.475	○	○	4-5	4-5	4	4
		(2)1W・八木	35.93	46.75	42.795	53.615	○	○	5	5	5	4-5
		(3)5W・ホイップ	41.66	52.48	42.565	53.385	○	○	5	5	5	4-5
		(4)5W・八木	42.92	53.74	44.04	54.86	○	○	5	5	4	4-5

(※詳細は、「参考資料7: 実証試験測定結果一覧」を参照)

見通し良好の最遠測定地点である 60km 離れた「唐-5」における電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 2 であり、5W・3 素子八木アンテナの場合はメリット 4 に上がった。受信電界強度の測定値においても、1W・ホイップアンテナの場合の受信電界強度が 13.885dB μ V/m であるのに対し 5W・3 素子八木アンテナの場合では 21.405 dB μ V/m となり、7.52 dB μ V/m 上昇した。

また、海岸局からの距離が 30km~55km 測定地点である「唐-1」から「唐-4」では、1W・ホイップアンテナの場合の明瞭度はメリット 2~4 であったが、5W・3 素子八木アンテナの場合はメリット 5 に改善された。

島影となり見通しが悪くなる唐桑から金華山沖までの各湾内「唐-6」から「唐-9」の測定地点では、1W・ホイップアンテナの場合の明瞭度はメリット 3~5 であったが、5W・3 素子八木アンテナの場合はメリット 5 と改善された。

なお海岸局での受信の明瞭度について、5W・3 素子八木アンテナの場合の 55km 離れた「唐-4」の地点における明瞭度はメリット 3 であり、60km 離れた「唐-5」の地点におけるメリット 4 より悪くなっているが、これは、測定時において中国語と思われる他の外国語の受信が同周波数で確認されており、電波の異常伝搬により外国波が混入したことが混信の

要因となり、明瞭度のみが低下したためと考えられる。実際の運用に当たっては、混信が生じた場合には他の周波数に切り替えられるよう、複数周波数のもとで運用することが望ましい。

船舶局側における受信電界強度について、見通し距離内の測定地点における理論値と測定値を比較すると、1W・ホイップアンテナを使用した場合、「唐-1」では、理論値が 6.71dB μ V/m であるのに対して測定値は 20.01dB μ V/m となっており、理論値と測定値の間に比較的大きな差異が生じた。これは他の測定地点にも共通する傾向がみられた。

測定結果のまとめ

- 見通し良好な測定地点かつ 5W・3 素子八木アンテナ主方向で最遠 60km までの良好な通信が確認できた。
- 見通し島影の唐桑から金華山沖までの各湾内「唐-6」から「唐-9」の測定地点でも、5W・3 素子八木アンテナの場合はメリット 5 の良好な通信が確認できた。
- 「唐-2」と「唐-5」の比較による概算であるが、1W・ホイップアンテナと比較して、5W・3 素子八木アンテナでは約 20km 程度通信距離が改善される結果が得られた。
- 受信電界強度の理論値と測定値の間に比較的大きな差異が生じている。

(3) 亘理地区

亘理地区における測定地点は図 4-5 及び表 4-7 のとおりであり、測定結果を表 4-7 に示す。

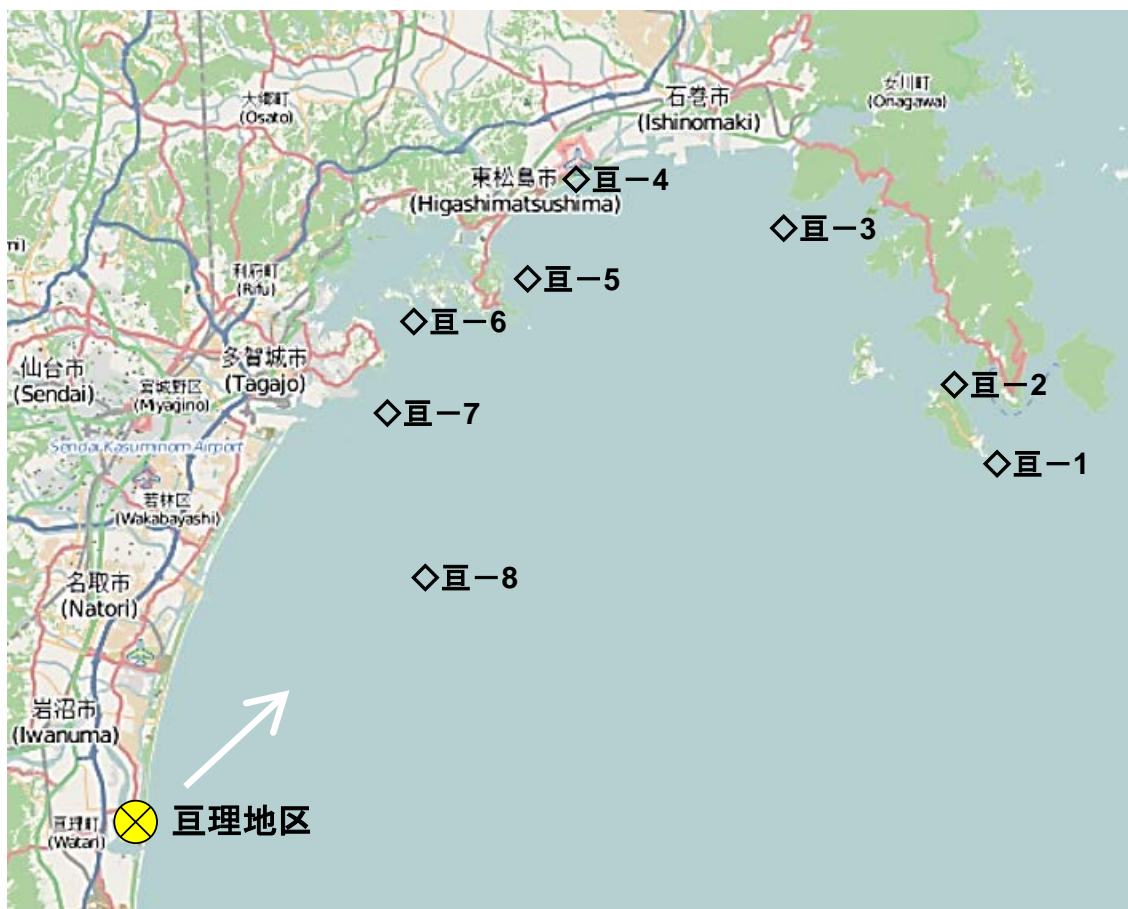


図 4-5 亘理地区と測定地点

(※) 図中矢印は、海岸局でのアンテナ（八木アンテナ）設置方向。45 度に設定。

表 4-7 亘理地区測定結果一覧

測定地点	説明	海岸局無線機 パターン	電界強度理論値		無線機入力		電界強度測定値		無線機入力測定値		電界強度測定値・閾値比較		(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
			(dB μV/m)	(dB μV)	(dB μV/m)	(dB μV)	(dB μV/m)	(dB μV)	(20dB μV/m)	(20dB μV)	メリット	信号強度	メリット	信号強度		
亘-1	金華山網地島先端 (試験場所より56km) ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-12.96	-2.14	7.27	18.09	×	×	2-3	2	2	2				
		(2)1W・八木	-9.3	1.52	13.655	24.475	×	○	3	3	3	3				
		(3)5W・ホイップ	-5.97	4.85	12.565	23.385	×	○	3	3	2-3	3				
		(4)5W・八木	-2.31	8.51	18.185	29.005	×	○	4-5	4	4	4				
亘-2	金華山網地島裏 (試験場所より56km) ※見通し:島影	(1)1W・ホイップ	-12.96	-2.14	測定なし	測定なし	-	-	-	0	-	0				
		(2)1W・八木	-9.3	1.52	測定なし	測定なし	-	-	1-2	0-1	1	1				
		(3)5W・ホイップ	-5.97	4.85	測定なし	測定なし	-	-	2	1	1	1				
		(4)5W・八木	-2.31	8.51	測定なし	測定なし	-	-	3	3	3	1				
亘-3	石巻湾沖 (試験場所より53km) ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-12.01	-1.19	13.72	24.54	×	○	3	3	3	3				
		(2)1W・八木	-8.35	2.47	20.615	31.435	○	○	4-5	4	3	4				
		(3)5W・ホイップ	-5.02	5.8	19.92	30.74	×	○	4-5	4	3	4				
		(4)5W・八木	-1.36	9.46	25.31	36.13	○	○	5	5	4	5				
亘-4	石巻湾宮古島裏 (試験場所より45km) ※見通し:島影	(1)1W・ホイップ	-9.87	0.95	10.325	21.145	×	○	3	3	3	2-3				
		(2)1W・八木	-6.21	4.61	18.295	29.115	×	○	4	4	4-5	4				
		(3)5W・ホイップ	-2.88	7.94	18.7	29.52	×	○	4	4	4	4				
		(4)5W・八木	0.78	11.6	25.47	36.29	○	○	5	5	5	5				
亘-5	試験場所より40km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	-8.33	2.49	16.74	27.56	×	○	3-4	3	3	3-4				
		(2)1W・八木	-4.67	6.15	23.745	34.565	○	○	5	4	5	4-5				
		(3)5W・ホイップ	-1.34	9.48	21.73	32.55	○	○	4-5	4	5	4-5				
		(4)5W・八木	2.32	13.14	28.58	39.4	○	○	5	5	5	5				
亘-6	試験場所より35km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	5.19	16.01	18.74	29.56	×	○	4	4	4	4				
		(2)1W・八木	8.85	19.67	26.235	37.055	○	○	5	5	5	5				
		(3)5W・ホイップ	12.18	23	24.85	35.67	○	○	5	5	4	5				
		(4)5W・八木	15.84	26.66	31.845	42.665	○	○	5	5	5	5				
亘-7	試験場所より30km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	7.87	18.69	23.715	34.535	○	○	4-5	4-5	4	4-5				
		(2)1W・八木	11.53	22.35	29.25	40.07	○	○	5	5	5	5				
		(3)5W・ホイップ	14.86	25.68	29.98	40.8	○	○	5	5	5	5				
		(4)5W・八木	18.52	29.34	35.165	45.985	○	○	5	5-6	5	5				
亘-8	試験場所より23km ※見通し:良好	(1)1W・ホイップ	12.48	23.3	28.9	39.72	○	○	5	5	4-5	5				
		(2)1W・八木	16.14	26.96	35.79	46.61	○	○	5	5-6	5	5-6				
		(3)5W・ホイップ	19.47	30.29	35.19	46.01	○	○	5	5	5	5				
		(4)5W・八木	23.13	33.95	41.845	52.665	○	○	5	6	5	6				

(※詳細は、「参考資料7: 実証試験測定結果一覧」を参照)

見通し良好の最遠測定地点である 56km 離れた「亘-1」における電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 2~3 に対して、5W・3 素子八木アンテナの場合のメリットは 4~5 に上がり、空中線高、アンテナ指向角の条件に近い唐桑地区の測定地点「亘-4」とほぼ一致する結果が得られた。受信電界強度の測定値においても、1W・ホイップアンテナの場合の受信電界強度が 7.27dB μV/m であるのに対し 5W・3 素子八木アンテナの場合には 18.185 dB μV/m となり、10.915 dB 上昇した。

島影による見通し不良の測定地点については、「亘-1」と同じく 56km 離れた「亘-2」においては、1W・ホイップアンテナの場合の明瞭度の判定は出来なかったが、5W・3 素子八木アンテナの場合のメリットは 3 であった。また、45km 離れた石巻湾宮古島裏「亘-4」では、「亘-1」と比較して距離が短く半島の山岳高が高くないことから遮蔽物による影響があまりない伝搬路であり、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 3、5W・3 素子八木アンテナの場合にメリット 5 と良好な結果が得られた。

また、牡鹿地区において山岳遮蔽等の影響で見通し不良の測定地点であり、5W・3 素子八木アンテナの場合のメリット 2 であった渡波港「亘-6」に関しては、亘理からは見通し良好な地点となり、ほぼ等距離にある測定地点「亘-3」の 5W・3 素子八木アンテナの場合のメリットは 5 と良好な結果が得られた。

船舶局側における受信電界強度について、見通し距離内の測定地点における理論値と測

定値を比較すると、1W・ホイップアンテナを使用した場合、「亘-8」では、理論値が 12.48dB μ V/m あるのに対して測定値は 28.9dB μ V/m となっており、理論値と測定値の間に比較的大きな差異が生じた。これは他の測定地点にも共通する傾向がみられた。

測定結果のまとめ

- 見通し良好な測定地点かつ 5W・3 素子八木アンテナ主方向で最遠 56km までの良好な通信が確認できた。
- 見通し島影の測定地点は、最遠 56km の「亘-2」でもメリット 3、45km 離れた石巻湾宮古島裏「亘-4」ではメリット 5 の良好な通信が確認できた。また、牡鹿地区において見通し山岳・建物でメリット 2 であった「牡-6」について、亘理から見るとほぼ等距離の「亘-3」でメリット 5 の良好な通信が確認できた。
- 「亘-1」と「亘-6」の比較による概算であるが、1W・ホイップアンテナと比較して、5W・3 素子八木アンテナでは約 20km 程度通信距離が改善される結果が得られた。
- 受信電界強度の理論値と測定値の間に比較的大きな差異が生じている。

(4) 受信電界強度の理論値と測定値の差異について

船舶局側における受信電界強度について、見通し距離内かつ遮蔽物のない見通し良好な測定地点における理論値と測定値を比較すると、1W・ホイップアンテナを使用した場合、牡鹿地区における「牡-1」では、理論値が 15.39dB μ V/m であるのに対して測定値は 19.83dB μ V/m となっており近似値を示している。一方、例えば唐桑地区における「唐-1」では、理論値が 6.71dB μ V/m であるのに対して測定値は 20.01dB μ V/m、同様に亙理地区における「亙-8」では、理論値が 12.48dB μ V/m あるのに対して測定値は 28.9dB μ V/m となっており、いずれも理論値と測定値の間に比較的大きな差異が生じている。これは他の測定地点にも共通する傾向がみられた。

3.3.1 の机上計算モデル上の差異は、牡鹿が 320m、唐桑及び亙理が約 40m である空中線高によるものであるが、各空中線高において 3.3.1 の机上計算モデルの減衰量と単純な自由空間伝搬の減衰量を比較した結果を図 4-6 に示す。送受信地点間高低差が小さい、いわゆる海岸局空中線高が低い方が、海面反射による減衰がより大きく効いていることが分かる。

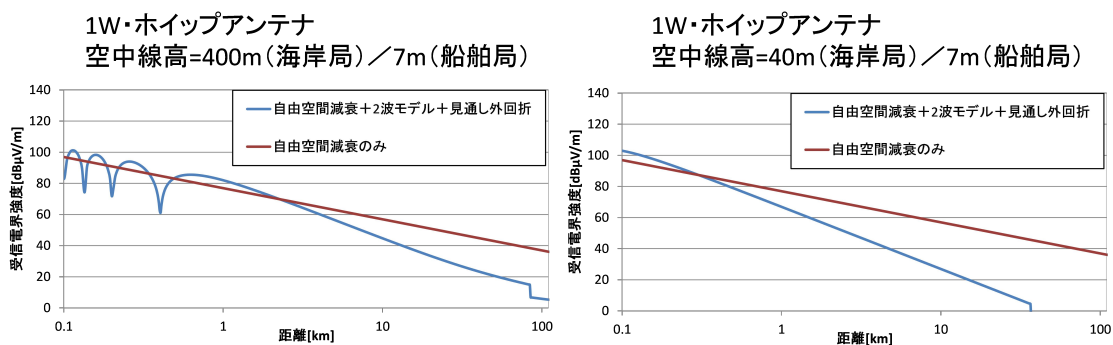


図 4-6 電波伝搬のモデルと減衰量の関係

海面による反射は、空中線高と移動体との位置関係による入射角、波浪状況により異なる。3.3.1 の机上計算モデル上の反射係数は最悪条件として鏡面反射=1 としているが、今回の試験における海面の反射係数は、「牡-1」では理論値が 19.51dB μ V/m、測定値が=19.83dB μ V/m であり、「唐-1」では理論値が 23.05dB μ V/m、測定値は 20.01dB μ V/m、「亙-8」では理論値が 25.47dB μ V/m、測定値は 28.9dB μ V/m となっていることから平均反射係数を 0.96 と考えれば、理論値及び測定値は漸近することとなる。

(5) 牡鹿地区、唐桑地区及び亶理地区からの最遠通信距離圏と操業エリアマップの関係

牡鹿地区、唐桑地区及び亶理地区からの最遠通信距離圏と操業エリアマップの関係を図4-7に示す。

今回の実証試験においては、5W・八木アンテナを使用した場合、最遠距離 80km の牡鹿地区、最遠距離 60km の唐桑地区及び最遠距離 56km の亶理地区の各地区でメリット 4 以上の通信が可能となる結果が得られ、操業エリアマップを十分にカバーできることが証明された。ただし、牡鹿地区における渡波港「牡-6」の測定結果のように遮蔽物とアンテナ指向性が大きく影響するため、実際の海岸局又は中継局設置においては、アンテナを最適な方向に向けて設置することが必要である。

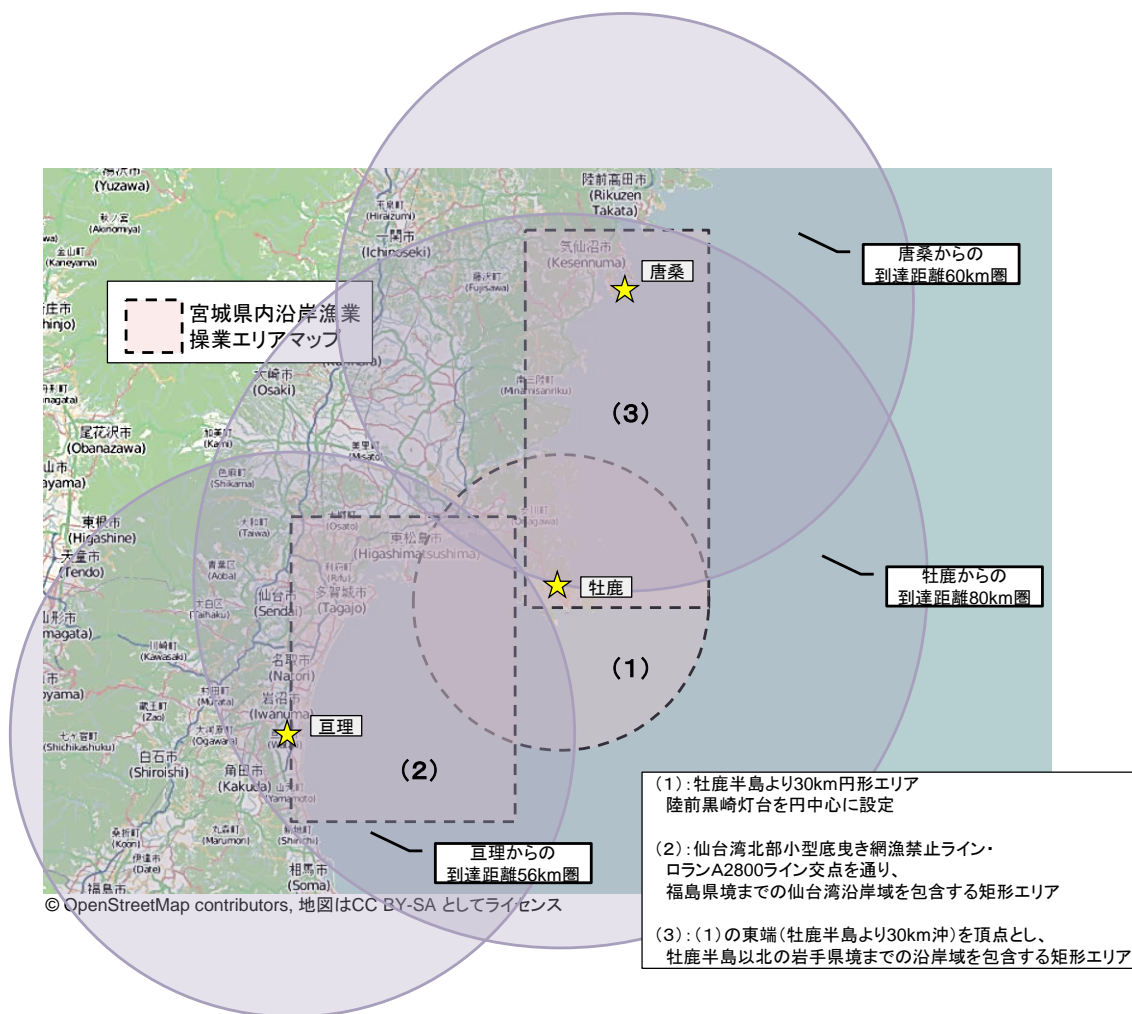


図 4-7 最遠通信距離圏と操業エリアマップの関係

5 広域海岸局ネットワーク構成

5.1 海岸局ネットワークに利用可能なシステム

海岸局で使用されるネットワーク回線は、情報を伝送するため人の配置された通信所と電波を送信する送信所間を中継するネットワーク（以下「連絡回線」という）と、連絡回線以外に他の機関とも回線を接続するネットワーク（以下「ネットワーク回線網」という）の2つに大別できる。広域海岸局のネットワーク構成を検討するに当たっては、双方について検討していく必要があるため、本項では、2.2.2 の漁業者ヒヤリングの結果及び市場のネットワーク状況を考慮しながらネットワーク構成についてまとめる。

5.1.1 ネットワーク回線の種類

連絡回線及びネットワーク通信網とも無線系又は有線系の通信システムを利用することとなるため、各系について海岸局に適応可能なシステムについて検討を行った。

(1) 無線

無線系については、全国の海岸局ネットワーク事例から見ると VHF 帯、UHF 帯、マイクロ波帯を使用した自営の無線回線又はマイクロ波帯を使用した防災行政無線回線を利用しているケースがある。一般的な回線網を考えれば、衛星を利用した回線、電気通信事業用エントランス回線、近年普及が始まったセンサーを利用したネットワーク回線網なども考えられる。ただし、センサーを利用したネットワーク回線網については多数の端末を閉じられた地域内で構成することを主体として構築しているため、広域海岸局のネットワーク構成からは外すこととした。

表 5-1 に検討の対象とすべき無線系のネットワーク回線の種類とその概要を示す。

無線系は、自前で設備施設を行う「自営回線」と、電気通信事業者の中継網を利用する「電気通信事業用回線」に分類し、さらに、「自営回線」は、「固定回線」と「可搬型中継回線」に分けた。「可搬型中継回線」は、広域海岸局の構成には広域エリアを効率的に少ない中継所であるべく安価にネットワーク化する必要があることから、通達距離を数十 km 確保可能な「FWA（無線アクセス：Fixed Wireless Access）」とした。「電気通信事業用回線」は、「携帯電話回線」と「衛星通信回線」に分けた。

表 5-1 ネットワーク回線の種類(無線)

区分	ネットワーク	概要
自営回線	固定回線	<ul style="list-style-type: none">・ 固定した地点間の通信を行う無線回線・ 多地点間を広い範囲で結ぶために、中継局を介して回線構成を組むのに適する。・ 伝送距離や伝送容量に応じて使用周波数帯が異なる。
	FWA	<ul style="list-style-type: none">・ 地点間の通信をある程度固定して使用する無線回線・ アンテナや機器が小型であるため、固定回線よりも容易にネットワークを構築できる。・ 固定回線と同様、伝送距離や伝送容量に応じて使用周波数帯が異なる。

区分	ネットワーク	概要
電気通信事業用回線	携帯電話回線	<ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話事業者が構築している通信網を利用して構築する拠点間ネットワーク ・低通信量を低費用で利用したい、有線ネットワーク運用を主体とするときのバックアップ回線、有線が施設不可能エリアでの回線等の用途で用いられる。
	衛星通信回線	<ul style="list-style-type: none"> ・電気通信事業者の提供する通信衛星を使用して構築する拠点間ネットワーク ・広域エリアのカバーが可能であり、多地点間で自由に回線を設定しながら情報を交換する n 対 n 通信が容易にできる。

(2) 有線

有線は、電気通信事業者と契約を結び自局専用の回線とする「専用回線」と電気通信事業者の回線を 1 ユーザーとして借用する「電気通信事業用回線」に大別した。全国の海岸局ネットワーク事例から見ると、連絡回線として専用回線を用いているケースはあるものの有線系で広域ネットワーク化を図っている事例はあまり多くない。電気通信事業者回線については、IP 通信網として飛躍的に伸びており、暗号化技術等を用いて構築される拠点間の仮想的な専用ネットワークである VPN (Virtual Private Network) を選択した。

表 5-2 に、有線系のネットワーク回線の種類とその概要を示す。

専用線は、2 地点間の伝送路を直接結び途中に交換機を置かない回線とし、「電気通信事業用回線」は、閉域網である中継網又は非閉域網であるインターネットに分類した。閉域網については、最低通信速度が保証される帯域保証の有無によりサービス内容が異なることからさらに分類して検討することとした。

表 5-2 ネットワーク回線の種類(有線)

区分	ネットワーク	概要
専用回線	<ul style="list-style-type: none"> ・一般専用サービス ・高速デジタルサービス ・超高速デジタル伝送サービス等 	<ul style="list-style-type: none"> ・1 対 1 の拠点間を占有の通信回線により構築するネットワーク ・電話回線がすでに開通しているエリアであればほとんどの地域で利用可能で安定した通信品質が得られる。 ・定額制のためデータ量の多い通信を取り扱う場合に適している。 ・通信速度や拠点環境等により、電話用メタリック・ケーブル、光ファイバ、xDSL (※1) 等が用いられる。
電気通信事業用回線	<ul style="list-style-type: none"> (閉域網：帯域保証有) ・IP-VPN ・広域イーサネット 	<ul style="list-style-type: none"> ・拠点間で閉域網である電気通信事業者の中継網上に構築される帯域保証をもつ VPN
	<ul style="list-style-type: none"> (閉域網：帯域保証無) ・閉域網ベストエフォート VPN 	<ul style="list-style-type: none"> ・拠点間で閉域網である電気通信事業者の中継網上に構築される帯域保証をもたない VPN。
	<ul style="list-style-type: none"> (非閉域網：帯域保証無) ・インターネット VPN 	<ul style="list-style-type: none"> ・拠点間で非閉域網であるインターネット上に構築される帯域保証をもたない VPN。

(※1) 電話用のメタリック・ケーブル加入者線を利用した高速のデジタル伝送方式 (ADSL 等)

5.1.2 ネットワーク回線の特性

5.1.1 のネットワーク回線の種類で示した回線の特性について、信頼性、概算費用 (初期費用・運用費用)、品質、保守、無線局の運用 (無線従事者の要否)、並びに、長所・短所の項目に分類して検討を行った。

(1) 無線

無線系のネットワーク回線の特性について検討結果を表 5-3 に示す。

表 5-3 ネットワーク回線の特性(無線)

区分 ネットワーク /項目	自営回線 固定回線	FWA	電気通信事業用回線 携帯電話回線	衛星通信回線
信頼性	高。災害等への高信頼性	高。固定回線と同等	中。災害時には通信制限の可能性あり	高。災害等への高信頼性
概算費用	・初期費用：数千円/拠点間 (無線設備に関する概算) ・運用費用：0 (※1)	・初期費用：300~900 万/拠点間 (無線設備に関する概算) ・運用費用：0 (※1)	・初期費用：5 万/拠点 ・運用費用：1 万/拠点・月 (※2)	・初期費用：10 万/拠点 ・運用費用：7 万/拠点・月 (※3)
品質	帯域保証有り	帯域保証有り	帯域保証無し	帯域保証無し
保守	要	要	不要	不要
無線局の運用 (無線従事者)	要	要	不要	不要
長所	・長距離伝送 ・災害等への高信頼性 ・運用通信費なし	・固定回線に比べると設置が容易で初期費用低 ・運用通信費なし	有線が施設できないエリアにおいて初期・運用費用ともに低く抑えられる	・長距離伝送 ・災害等への高信頼性
短所	・初期費用高 ・保守が必要	・固定回線に比べると通信距離は短い ・保守が必要	大災害時には通信制限の可能性あり	・携帯電話回線や帯域保証無しの有線回線に比べると割高 ・豪雨には弱い

(※1) 通信費は不要。電波利用料及び機器及び設備導入に伴うメンテナンス費用は別途必要。メンテナンス費用については契約の内容により変動するため、本報告書では取り扱わない。

(※2) NTT ドコモ FOMA 網使用サービス（ルータ設置費用を含む。通信量は月間約 128Mbyte 以下）の場合の概算費用の事例。

(※3) JSAT Exbird データプラン（上り下り最大 128~400kbps）の場合の事例。初期費用には別途、機器レンタル及び導入設置工事に関する費用が必要。

(2) 有線

有線系のネットワーク回線の特性を表 5-4 に示す。

表 5-4 ネットワーク回線の特性(有線)

区分 ネットワーク /項目	専用回線 高速デジタルサービス 等	電気通信事業用回線 IP-VPN、広域イーサネット	閉域網ベストエフォート VPN	インターネット VPN
信頼性	高	高	高	中・小程度
概算費用	・初期費用：なし ・運用費用：15 万/拠点間・月 (※1)	・初期費用：5 万/拠点 ・運用費用：10 万/拠点・月 (※2)	・初期費用：5 万/拠点 ・運用費用：2 万/拠点・月 (※3)	・初期費用：3 万/拠点 ・運用費用：1.5 万/拠点・月 (※4)
品質	帯域保証有り	帯域保証有り	帯域保証無し	帯域保証無し
保守	不要	不要	不要	不要
無線局の運用 (無線従事者)	不要	不要	不要	不要
長所	・長距離伝送 ・信頼性・品質高 ・費用は距離・容量に比例	・長距離伝送 ・信頼性・品質高 ・運用費用は専用線より低	・運用費用低 ・信頼性高	運用費用低
短所	運用費用高	運用費用高	帯域保証は無い	インターネットのため、信頼性は中・小、また帯域保証は無い

(※1) NTT デジタルサービス (HSD。拠点間回線距離 100km・通信速度 128kbps) の場合の概算費用の事例。

(※2) NTT Arstar Universal One サービス（バーストプラン通信速度 10M）の場合の概算費用の事例。

(※3) NTT Arstar Universal One サービス（ベストエフォートプラン）の場合の概算費用の事例。

(※4) KDDI インターネット VPN パッケージサービスの場合の概算費用の事例。

5.1.3 ネットワーク回線の総合評価

5.1.2 での無線系及び有線系の各ネットワークの特性を踏まえた総合評価を行った。

(1) 総合評価の方針

① 信頼性

信頼性の評価についての基準は以下の4段階に分けることとした。

- 1 平常時及び災害時とも信頼性がかなり高い
- 2 平常時及び災害時とも信頼性が高い
- 3 平常時の信頼性は高いが災害時の信頼性は低下する場合がある
- 4 平常時は一定の信頼性をもつが災害時の信頼性は低下する

信頼性の順位づけについては、東日本大震災の影響を主な指標として定めることとした。震災時において有線系回線が大きな被害を受け、災害時の連絡は自営回線が役に立った教訓から固定回線と FWA を最も高い信頼性があるとした。衛星通信回線は、震災時は非常に有益であったが、豪雨等による影響を受ける場合があることから、固定回線と FWA に順じる基準とした。

② 初期費用及び運用費用

初期費用及び運用費用については、おおよその額を算出し費用がかからないものから順位づけをした。

③ 品質

品質については、無線系は通信で使用できる周波数帯域の確保の有無、有線系はデータ容量の通信帯域の確保の有無で区別した。

無線系のうち自営回線は指定周波数ごとに占有周波数帯幅が決められていることから「帯域保証有り」とし、電気通信事業回線については、トラヒック量に依存することから「帯域保証無し」とした。自営回線については、周波数の割当てが可能であることが前提で評価していることに留意する必要がある。

有線系のうち専用回線は電気通信事業者の回線を占有して使用する契約のもと使用していることから「帯域保証有り」となる。一方、電気通信事業回線は、運用費用に応じてそれぞれサービスが保障されるため、ここでは、IP-VPN・広域イーサネットのみが「帯域保証有り」のサービスを受けられることとなっている。

④ 保守

保守は回線に対する保守の有無を判断したものであり、自営回線以外は電気通信事業者の保守に依存することとなることから「不要」とした。ただし、専用回線のように電気通信事業者との契約内容によっては一部の保守を使用者が負担するケースもあることに留意する必要がある。

⑤ 無線従事者

自営回線以外は使用者が無線局免許を受けることはないため無線従事者は不要となる。

(2) 総合評価結果

以上の総合評価の方針より評価のとりまとめを表 5-5 に示す。

表 5-5 ネットワーク回線の総合評価

区分1	無線			有線				
区分2	自営回線		電気通信事業用回線	専用回線	電気通信事業用回線			
ネットワーク	固定回線	FWA	携帯電話回線	衛星通信回線	高速デジタルサービ	IP-VPN、広域イーサネット	閉域網ベストエフォート VPN	インター
項目					ビス等	ネット	ネット	ネット VPN
信頼性	1	1	4	2	3	3	3	4
初期費用 (円)	6 (数千円/拠点)	5 (数百万円/拠点)	3 (5万/拠点)	4 (10万/拠点)	1 (0)	3 (5万/拠点)	3 (5万/拠点)	2 (3万/拠点)
運用費用 (円/年)	1 (0)	1 (0)	2 (12万/拠点)	4 (84万/拠点)	6 (180万/拠点間)	5 (120万/拠点)	3 (24万/拠点)	2 (18万/拠点)
品質	帯域保証有り	帯域保証有り	帯域保証無し	帯域保証無し	帯域保証有り	帯域保証有り	帯域保証無し	帯域保証無し
保守	要	要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
無線局運用	要	要	不要	不要	不要	不要	不要	不要

*初期費用及び運用費用の欄の金額はあくまでも概算の費用でありネットワークの種類ごとにおける費用の比較を行うための参考値である。

① 信頼性

信頼性については、無線系では固定回線、FWA、衛星通信回線が適切と考えられ、有線系では、専用回線、IP-VPN・広域イーサネット、閉域網ベストエフォート VPN が適切と考えられる。衛星通信回線、閉域網ベストエフォート VPN については、帯域保証は無いが、現在の海岸局の通信内容から容量の大きいデータ伝送は必要ないため問題にならないと考えられる。

② 初期費用及び運用費用

無線系では携帯電話回線、有線系ではインターネット VPN 回線が適当であると考えられるが、海岸局は原則として漁業者の賦課金によって成り立つものであり、その面からも運用費用を重視して考えた場合は、無線系は自営回線が適当であると考えられる。

なお、自営回線においては、通信費は不要であるが電波利用料が発生すること、機器及び設備管理に関するメンテナンス費用がかかることには留意する必要がある。メンテナンス費用については契約の内容により変動する。

③ 品質

現在の海岸局の通信内容から容量の大きいデータ伝送は必要ないと考えられるため帯域保証の有無は問題とはならないものと考えられるが、トラヒックの増大による影響がある回線は安心・安全の観点から避けるべきものである。よって、帯域保証有としている固定回線、FWA、専用回線、IP-VPN・広域イーサネット、また閉域網ベストエフォート VPN が適当であると考えられる。

④ 保守

自営回線以外の回線は保守が不要であり手間がかからないため適当であると考えられる。

⑤ 無線従事者

自営回線以外の回線は無線従事者の配置が不要であり適当であると考えられる。ただし、自営回線において、自治体等と共同して運用する場合は、既に有資格者を有している可能性があることに留意する必要がある。

5.2 広域海岸局ネットワーク構成モデル

5.2.1 ネットワークのイメージ及び基本条件

3.4の広域海岸局の配置モデルを踏まえて、宮城県をモデルとして広域海岸局のネットワーク構成モデルを検討した。ネットワークのイメージについて図 5-1 に示す。

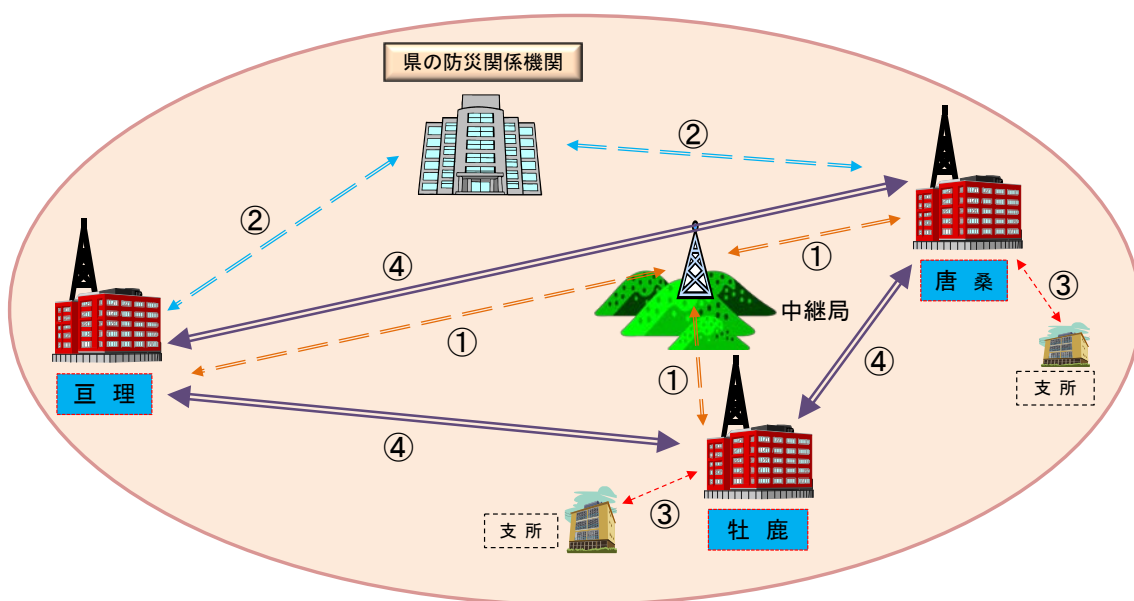


図 5-1 広域海岸局ネットワークイメージ

モデルの基本的考え方は、3.4の広域海岸局の配置モデルから3局（唐桑、牡鹿、巨理）間のネットワークをまず構成した（①）。次に2.2.2の漁業者ヒヤリングの結果から、災害情報の伝達を行うため災害情報は県の防災関係機関とのネットワークを構成し（②）、当該情報を無線局の統制を行う中継局から中継局を経て船舶側へ伝達するものとした。3局以外に支所の設置を行う場合は、唐桑、牡鹿を親局としてネットワークを構成するものとした（③）。ネットワーク回線が災害等により断線した場合を想定して、東日本大震災時に2182kHzの緊急波で海岸局間の通信を行ったように、非常時においては中継局を介さずとも隣接海岸局と無線による通信を行えることとした（④）。

以上の他、災害時の情報や船舶からの遭難通信など安心・安全に係る通信の観点よりできる限り信頼性の高い回線の選択、東日本大震災時で教訓となった自営系無線の優先性、また運用費用についてはできる限り安価な方法を選択することもネットワーク構成モデルに反映することとした。

上記のネットワーク及び基本条件に対して、5.1 で検討した各種ネットワーク回線の評価結果を適用して検討した。

5.2.2 広域海岸局に適したネットワーク回線

広域海岸局に適したネットワーク回線の検討に当たっては、主に有線系を使用した場合と主に無線系を使用した場合に区分けして検討することとした。

(1) 主に有線系を使用した場合

① 海岸局ネットワーク回線

3局(唐桑、牡鹿、亘理)間のネットワークについては、運用費用の面では、インターネット VPN に優位性があるが、信頼性が他の回線と比較して劣ることとなる。信頼性が高くかつ運用費用の比較的低い閉域網ベストエフォート VPN が適当であると考えられる。

② 県の防災関係機関との回線

①と同様の理由により閉域網ベストエフォート VPN 回線が適当であると考えられる。

③ 支所との回線

安心・安全に係る通信は中枢局で対応可能なものであるため、信頼性を重視する必要性は比較的薄い。このため、運用費用の低い回線を選択することとし、有線系の場合はインターネット VPN 回線が、無線系の場合は携帯電話回線が適当であると考えられる。

④ 非常災害時における臨時回線

非常災害時においては、東日本大震災の教訓から自営無線回線が適当であると考えられる。中継局の倒壊やネットワーク回線が断絶した場合を想定して、27MHzDSB 周波数の利用や通信する海岸局方向にアンテナ方向を簡易に設定可能な FWA の利用が適当であると考えられる。

以上のとりまとめを表 5-6 に示す。

表 5-6 対象回線に対する推奨ネットワーク(主に有線系を使用した場合)

対象回線	推奨ネットワーク (主に有線系を使用した場合)
①海岸局ネットワーク回線	閉域網ベストエフォート VPN
②県の防災関係機関との回線	閉域網ベストエフォート VPN
③支所との回線	インターネット VPN 又は携帯電話回線
④非常災害時における回線	27MHzDSB 又は FWA

上記の結果における大まかな運用費用は以下となる。

亘理・牡鹿・唐桑 3 拠点間及び宮城県情報管理室・危機管理センターの間のネットワークを「閉域網ベストエフォート VPN」で実現したときの運用費用概算
 =96 万円 (24 万円/年×4 拠点)
 (海岸局・支所間は支所数により変動するためここでは考慮しない)

(2) 主に無線系を使用した場合

① 海岸局ネットワーク回線

3局(唐桑、牡鹿、亘理)間のネットワークについては、運用費用の面では、携帯電話回線又はFWAに優位性があるが、携帯電話回線は信頼性が他の回線と比較して劣ることとなる。信頼性が高くかつ運用費用の比較的低いFWAが適当であると考えられる。また、固定回線については初期費用が非常に高いため不適と考えられるが、全国的に見た場合、既存の固定回線である県の防災無線網を活用している事例もあることから、当該回線を利用することにより、初期費用もかからず、運用費用を低く回線網を構築できるほか、非常災害情報も提供可能となる。基幹網として県の防災無線回線を利用し、県防災中継固定局から最寄りの海岸局までのアプローチ回線にはFWAを利用することが適当であると考えられる。

② 県の防災関係機関との回線

①により、県の防災関係機関との回線も同時に実現される。

③ 支所との回線

安心・安全に係る通信は中枢局で対応可能なものであるため、信頼性を重視する必要性は比較的薄い。このため、運用費用の低い回線を選択することとし、有線系の場合はインターネットVPN回線が、無線系の場合は携帯電話回線が適当であると考えられる。

④ 非常災害時における臨時回線

非常災害時においては、東日本大震災の教訓から自営無線回線が適当であると考えられる。中継局の倒壊やネットワーク回線が断絶した場合を想定して、27MHzDSB周波数の利用や通信する海岸局方向にアンテナ方向を簡易に設定可能なFWAの利用が適当であると考えられる。

以上のとりまとめを表5-7に示す。

表 5-7 対象回線に対する推奨ネットワーク(主に無線系を使用した場合)

対象回線	推奨ネットワーク (主に無線系を使用した場合)
①海岸局ネットワーク回線	基幹網は県の防災無線回線、県防災中継固定局から最寄りの海岸局までのアプローチ回線はFWA
②県の防災関係機関との回線	上記海岸局ネットワーク回線により同時に実現される
③支所との回線	インターネットVPN又は携帯電話回線
④非常災害時における回線	27MHzDSB又はFWA

(1)の主に有線系を使用した場合の結果における大まかな運用費用は掛からないものの、メンテナンス費用は掛かる場合がある点に留意する必要がある。

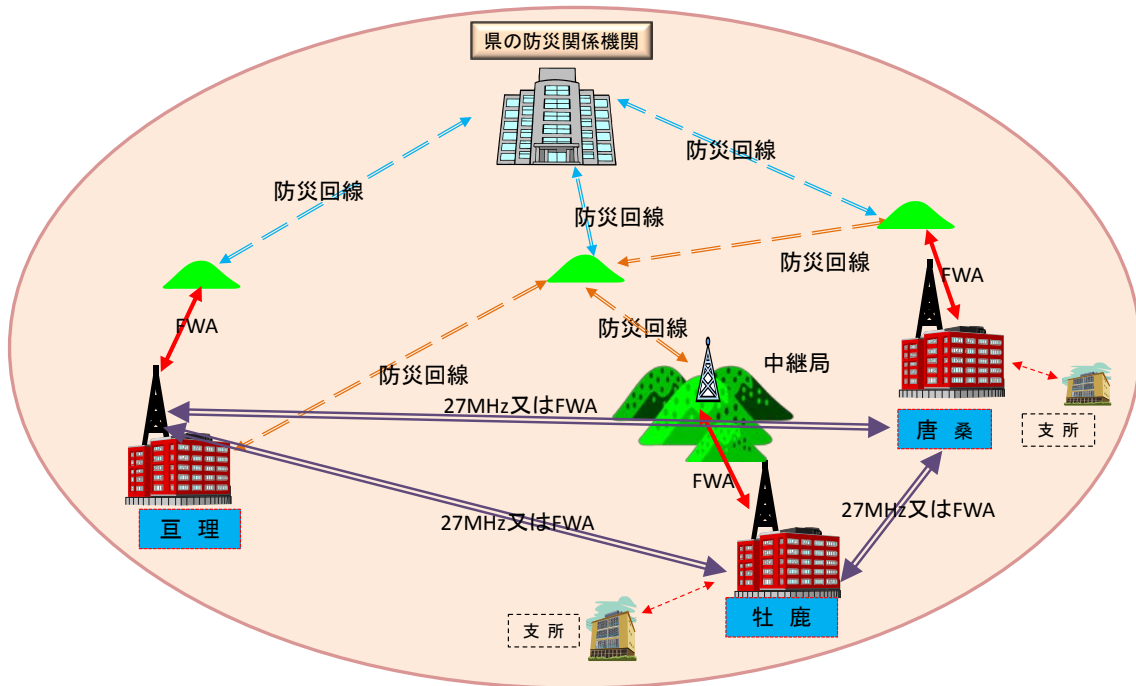


図 5-2 広域海岸局ネットワークイメージ(主に無線系を使用した場合)

6 技術的条件

本章においては、広域海岸局に利用する 27MHzDSB 無線機器の技術的条件及びそれを利用したシステムモデルについて、本調査検討で構築した宮城県モデルをベースにまとめた。

6.1 検討の前提条件

本調査検討では、既存する海岸局を集約して、少数の海岸局により効率的に周波数を利用しつつ、漁船に対して遭難通信や災害情報など安心・安全に関わる情報を伝達することを主な目的としており、平常時の通信の相手方である漁船側のシステムに対しては検討の対象とはしない。これは、既存海岸局の集約化において、個人又は個人企業に係るシステムまで対象とした場合は、費用と時間が膨大にかかり、漁業者の理解が得られにくいこと、また早期の海岸局集約化が困難になると考えるためである。

海岸局のシステムに関しては、陸上移動通信のように大きな市場をもたない海上通信においては、製造事業者に対して多大な負担を強いることとなり、強いては特注で高額な無線システムを海岸局運営者に提供することとなるため、漁業者側の負担が重くなる。これは、厳しい漁業経営の状態から海岸局を健全に運営していくために広域海岸局を目指す方向性と合致しないものとなる可能性がある。よって、漁業者負担をなるべく少なくし、市場流通の可能性のあるシステムとするべきである。

また、他の無線局への混信の配慮に関しては、高出力化等により電波伝搬距離は伸びる一方、隣接周波数や同一周波数帯域を使用する無線局に対しては混信妨害を与える確率が上がるため、広域海岸局と他無線局の配置モデルを検討する中で、被干渉側との調整に多大な労力と時間を要することとなる。よって、既存無線局の電波利用環境については影響を及ぼさず広域海岸局を設置する方向を検討するべきである。

技術的条件の検討の前提条件を以下にまとめる。

- ① 検討の対象は海岸局のシステムとし、実証試験結果を踏まえつつ、広域海岸局に必要な技術的条件とする。
- ② 海岸局のシステムは、対費用、導入期間の関係から新たに機器の開発を求めるものではなく、既存無線設備を前提とした簡易な改修で済む、市場流通の可能性のあるシステムとする。
- ③ 他の無線局への混信の配慮においては、既存無線局の電波利用環境についてなるべく影響を及ぼさず広域海岸局を設置する方向を検討する。
 - 他の無線局等への混信への配慮から、電波の質については、既存電波法に合致するものとし、実効輻射電力については、既存環境に対して影響を与えないよう考慮するものとする。
 - 同一周波数帯域無線局との干渉については、他の海岸局への影響を考慮した適正な周波数間隔を設けた周波数配置とする。

6.2 27MHzDSB 海岸局の技術的条件

6.2.1 27MHzDSB 海岸局の技術基準及び審査基準

電波法令により海岸局に適用される 27MHzDSB の技術基準は表 6-1 のとおりである。

表 6-1 電波法令により海岸局に適用される 27MHzDSB の技術基準

項目	規定値等	該当条文
周波数許容偏差	20Hz 以内	無線設備規則第 5 条 別表第 1 号
占有周波数帯幅	6kHz	無線設備規則第 5 条 別表第 2 号
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	50mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 40dB 低い値	無線設備規則第 7 条 別表第 3 号
スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	50 μ W 以下	無線設備規則第 7 条 別表第 3 号
空中線電力の許容値	10%以下、下限 20%未満	無線設備規則第 1 4 条
変調度	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロホンへの通常の音声強度（50 ホン基準とする。）において 70 パーセント以上 ・変調装置の総合歪及び雑音は 1,000 ヘルツの周波数で 70 パーセント変調をしたとき、当該装置の全出力とその中に含まれる不要成分との比が 20 デシベル以上でなければならない。 ・送信装置の総合周波数特性は、350 ヘルツら 2,700 ヘルツで変調周波数において、6 デシベル以上変化しないものでなければならない。ただし、これに達しうる効果と同等以上の効果を上げる性能を有すると認められる場合は、この限りでない。 ・変調周波数は、マイクロホンの出力端子に加えるものとする。 	無線設備規則第 4 0 条第 2 項、第 3 項、第 4 項

また、電波法関係審査基準（平成13年総務省訓令第67号）により海岸局に適用される27MHzDSBの主な審査基準は表6-2のとおりである。

表 6-2 訓令により海岸局に適用される27MHzDSBの審査基準

項目	基準値等	根拠訓令
指定空中線電力	1 W	地域周波数割当計画策定基準
最低所有空中線電力	A3E、H3E 20dB μ V/m その他 17dB μ V/m	無線局目的別審査基準
S/N基準	入力 21dB 出力 15dB	同上
空中線	原則、垂直偏波	同上
DSWR	20%	同上

27MHzDSBについては、ARIB-STDのような民間規格はなく、以上の技術基準、審査基準の仕様以外は、民間企業の仕様に基づくものとなっている。

6.2.2 広域海岸局の技術的条件

6.1の前提条件に基づき、広域海岸局の技術的条件の求め方としては、広域通信エリアをカバーするのに必要な空中線電力において電波の質及び他の無線局への影響を考慮して技術的条件を検討した。

（1）周波数偏差

海岸局は、遭難通信を受信し相手船舶局と通信をするため非常に厳しい周波数偏差が求められているものであり、空中線電力に関わらず周波数偏差は維持すべきものであり、現行規定どおりとすることが望ましい。

（2）占有周波数帯幅

新たな変調方式、伝送方式を加えるわけではないため占有周波数帯幅は現行規定どおりとすることが望ましい。

（3）空中線電力の許容値

空中線電力を上げることにより許容値を変更すべきではないものであるため、現行規定どおりとすることが望ましい。

（4）最大空中線電力

3.3及び4のとおり、操業エリアマップをカバーするために、空中線電力を5Wに上げて机上計算及び実証試験を行っている。

前提条件 6.1③より、干渉が発生する可能性がある場合に他の無線局との干渉を避けるためには、現在の電波利用環境を維持することが望ましい。現在、27MHz 帯周波数においては SSB 変調方式を用いた無線設備として 25W があり、この出力を基本として電波利用環境を検討すると、SSB の電波型式である J3E での送信出力は、尖頭電力値 25W となっている。この値を DSB の電波型式 A3E に換算すると電波法無線設備規則第 12 条別表第 4 号から、 $25/4=6.25W$ となり、DSB では 6.25W に相当することとなる。よって、DSB では SSB25W に対して 6.25W が最大出力となる。

また、前提条件 6.1②については、既存無線設備を流用することにより送信出力 5W は実現可能であるが（DSB の送信出力 5W を実現するには、出力回路は変調最大時に最大 20W の電力を扱う必要があるが、送信出力 5W は 40MHzDSB で実現されており、送信回路及び電源回路等の変換効率による熱損失を考慮された構造になっている）、5W を超える送信出力を実現するには、送信回路の見直し（使用する素子、電圧）、変換効率による放熱設計等の新規設計、使用する電源電圧により電源回路の新規設計及び送信出力の増加による出力回路の耐電力・電圧を上げる必要があり、新規設計が発生することに伴い、時間と費用を要する。

これらの前提条件を満足するため、最大空中線電力は 5W までとすることが望ましい。

（５）帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値

電波の質については、6.1 において、他の無線局等に対する混信への配慮から既存電波法に合致するものであることとしていることから、現行規定どおりとすることが望ましい。

* 本実証試験で使用した 27MHz5WDSB 無線機器の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度及びスプリアス領域における不要発射の強度の測定結果は「参考資料 8 スプリアス発射又は不要発射の強度 測定結果」のとおりであり、現行の規定を満足する値が得られた。

（６）変調度

変調度については、音声入力に関して特段、新たな方式を設けるものでないことから現行規定どおりとすることが望ましい。

* 実証試験で使用した 27MHz5WDSB 無線機器の変調度は、「参考資料 9 変調度 測定結果」のとおりであり、現行の規定を満足する値が得られた。

（７）受信装置の条件

今回の調査検討は、通信エリアを拡大するためのものであり、規定を変更する必要はなく現行規定どおりとすることが望ましい。

* 海岸局側の受信入力値については、4 の実証試験の結果からも、指向性空中線を使用することにより向上するものと考えられる。

6.3 干渉検討

6.3.1 隣接無線局

(1) 現在の電波利用環境との比較

27MHzDSB 近辺の周波数は「参考資料 11 27MHz 帯周波数周辺無線局」のとおりである。現在の電波利用環境を維持する前提のもとで可能な最大空中線電力は、6.2.2(4)より 6.25W である。さらに、電界強度を単に比較した場合は、通常用いられている絶対利得のアンテナを用いた式、

$$E(\text{V/m}) = \frac{\sqrt{30GP}}{d}$$

ここで、 E ：電界強度(V/m)、 G :空中線絶対利得(dB)、 P :空中線電力(W)、 d :距離(m)

から、仮に DSB が定格出力 5W、空中線利得 6dB を使い、SSB が定格出力 25W、通常使用している空中線利得 2.14dB のアンテナを用いてそれぞれ 1km の距離における電界強度を比較した場合、上記式を dB で表すと次式となる。

$$E(\text{dB } \mu \text{ V/m}) = 10\log 30 + G + 10\log P + 20\log d(\text{km}) - 60\text{dB}(\text{km 換算}) + 120\text{dB}(\mu \text{ V/m 換算})$$

ここで、 E ：電界強度(dB μ V/m)、 G :空中線絶対利得(dB)、 P :空中線電力(W)、 d :距離(km)

この式から DSB は 107.73dB μ V/m であるのに対して SSB は 110.84dB μ V/m となり、高利得空中線を使用したとしても、現在使用されている電波利用環境に変更を及ぼさないこととなる。

(2) スプリアス領域における不要発射の影響

隣接周波数帯においては、被干渉側での受信機入力への影響を考えれば、スプリアス領域における不要発射の強度が現行規定を満足できなければ、各無線システムの受信フィルタの特性を考慮した個別の干渉検討が必要となる。6.2.2(5)のとおり、スプリアス領域における不要発射の強度は現行規定の許容値内であり、5W までの出力であれば現行の規定値を満足していると認められるので、隣接無線局への影響は現状の電波利用環境と変化ないものと考えられる。

(3) 高利得空中線による影響

広域海岸局においては、指向性空中線を用いて、通信エリアとなる海上側に指向方向を向けることとしており、陸上側における電界強度の値は現状よりも小さくなることを想定している。よって、アンテナの指向方向を海上側に向けることを条件として、他の無線局への影響は小さくなるものと考えられる。

(4) 海岸局特有の環境における影響

広域海岸局が設置される地理的環境や、数十メートルの空中線地上高や建物敷地内で電波を送信する状態を考慮すれば、27MHz 帯付近の周波数を用いて陸上で使用する無線局とは必然条件として離隔距離は取れる状態となる。また、海岸局の敷地内において隣接で使用している無線局が近接して使用するケースはほとんど存在しないものと考えられる。

6.3.2 同一周波数帯域無線局

同一周波数無線局の検討においては、通信の相手は船舶局であり、電波法関係審査基準（平成13年1月6日総務省訓令第67号）において船舶局に対する周波数の指定条件として「海岸局の運用に支障を与えない場合に限る」とあることから、隣接する海岸局に対する干渉を考慮すればよいこととなる。

本調査検討では、隣接する海岸局に対して干渉を与えない条件を検討するために、隣接する周波数において5W及び1Wを同時に送信した場合の影響について、屋内検証を行った。検証内容及び結果は、「参考資料10 隣接周波数干渉検証」のとおりである。

「参考資料10 隣接周波数干渉検証」の結果からは、5W送信時において3波（32kHz）程度の間隔をあければ、隣接周波数間干渉の影響が少ない結果が得られた。

なお、海岸局間の距離は実際の海岸局の配置状況から通常最低でも十数kmは離れて設置されるものであるが、「参考資料10 隣接周波数干渉検証」においては、3.5km程度⁵に隣接した場合の最悪状態を想定して行ったものであり、実際の設置については検証結果よりも影響は少なくなると考えられる。ただし、指向性のある高利得送信空中線を使用する場合は、指向方向に隣接海岸局が存在する場合は影響のある可能性も否定できないため、指向方向については十分配慮した対応が必要である。

このほか、同一海岸局において、27MHzSSB無線機器と27MHzDSB無線機器を同時に設置した場合においては近接妨害が考えられるため、従来同様、設置場所は無線局の運用において近接妨害を回避する対策が必要である。

6.4 電波防護指針

電波防護指針については、

- ① 人体の存在しない空間の電磁界を評価
- ② 対象である電磁放射源と人体の相互関係を評価
- ③ 対象人体内部の電磁現象を直接評価

の3つに大きく分けられるが、

③における吸所指針については、海岸局で使用する当該設備の内、送受信機は建物の構内に設置されるものの、アンテナは通達距離をできる限り伸ばす観点から建物の屋上又は

⁵ 「参考資料10 隣接周波数干渉検証」における測定系減衰34dBに関する、自由空間減衰のもとでの換算距離

屋外に建てられた鉄柱に設置するものであり、人体に対して 20cm 以内に近づいて電波を放射することはあり得ないため、対象外となる。

①,②については、「根拠法令 平成 11 年総務省告示第 300 号「無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法」にしたがい計算した電界強度 E は 2.57[V/m]となり、基準値である $824/f=29.94$ [V/m] ($f=27.524$ MHz) 以下であり、基準に適合している。

電界強度 E の計算式は以下のとおりである。

$$E = \sqrt{3770 \times S} \quad (\text{電力束密度から電界強度への変換})$$

$$S = K(P \times 10^{G/10} / 40\pi R^2) \quad (\text{給電線損失は } 0[\text{dB}] \text{ とする})$$

$$R = \sqrt{h^2 + L^2}$$

E :電界強度[V/m]

S :電力束密度[mW/cm²]

K :大地反射計数 (=4)

P :送信電力[W] (=5 とする)

G :空中線利得[dB] (=6 とする)

h :空中線の地上高-2[m] (=21-2=19 とする)

L :空中線の真下から対象地点までの距離[m] (=0 とする)

6.5 高出力化の条件

6.5.1 送信電力

今回の実証試験においては、最大空中線電力を 5W として行ったが、5W を超える出力の場合は、使用する素子や電圧などを考慮した送信回路の見直し及び変換効率による放熱設計等の新規設計、また使用する電源電圧により電源回路や空中線電力の増加による出力回路の耐電力・電圧を上げるための新規設計が必要となる。また、5W を超える場合、新規設計となることから、他の無線局への干渉について詳細に検討を要する必要がある、場合によっては、フィルタの開発も必要となる。

このことから、開発期間や費用の観点から、早期の市場投入の現実性は厳しいものと考えられるため、高出力化については 5W までとすることが現実的な選択枝と考える。

6.5.2 使用送受信空中線

広域海岸局は広範囲に操業エリアをカバーするため高出力化する観点から、指向性を有する空中線により実効輻射電力を上げ通達距離を延ばすことが望ましいと考える。

6.3.1 で述べたとおり、高出力化する場合においては、使用する空中線は、陸上側での無線局の影響を小さくするため、現在の垂直ホイップ型アンテナを指向性のある空中線とし、陸上側での影響を減衰させるものとするのが望ましい。

SSB 及び DSB とも周波数帯は同一で電力換算比も考慮する必要がないことから単なる見

通しにおける電界強度を下式により簡略的に算出すると、

$$20\log d + P_e + D_{TO} + D_{RO}$$

d : 距離

D_{TO} : 送信空中線の垂直面指向係数 (今回は考慮せず)

D_{RO} : 測定空中線の垂直指向係数 (今回は考慮せず)

$$P_e = 10\log P_t + G_A + L_f$$

P_t : 空中線電力

G_A : 送信空中線利得

L_f : 給電線損失 (給電線損失は同一として考慮せず)

27MHzSSB (空中線電力 : 25W 空中線利得 2.14dBi) については 16.11dB、27MHzDSB (空中線電力 : 5W 空中線利得 6dBi (今回の実証試験値)) については 12.98dB であり、理論的には広域海岸局側の空中線利得は 9dBi までであれば、27MHzSSB よりも電界強度値は下回ることとなるため、他の無線局の影響を考慮して広域海岸局に要する空中線は 9dBi 以下の空中線利得のものとすることが望ましい。

また、従来の無指向性アンテナ (ホイップ) に比べて、指向性アンテナでは、海上側の主方向に対して、後方陸上側の無線局に対する影響は減衰することとなる。

参考として図 6-1 に、3 素子八木アンテナとカージオイドアンテナのアンテナパターンを例を示す。この例では、海上側主方向に対する後方陸上側の減衰が、3 素子八木アンテナで 13dB 以上、カージオイドアンテナで 14dB 以上となっている。

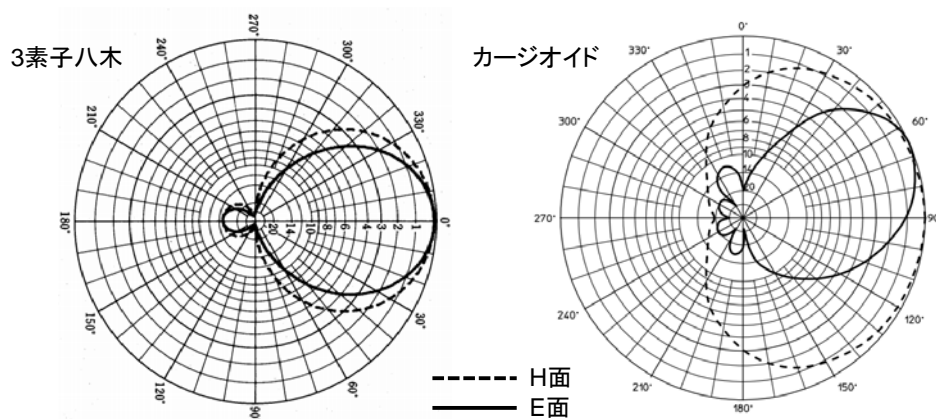


図 6-1 指向性アンテナパターンの例

出所) <http://www.antenna-giken.co.jp/>

なお、海岸局側の視点から見た場合は、27MHz における指向性空中線は波長の関係から大きくならざるを得ないため、鉄柱の強度や強風対策を考慮した場合、複数の空中線を設

置するよりも、カージオイドのような半値幅の広い空中線を使用して単数の空中線で対応することが望ましい。

6.6 周波数の配置

6.3.2 で述べたとおり、海岸局同士が近接した場合の隣接周波数間干渉については、3 波（32kHz）の周波数間隔をあければ、隣接周波数間の影響は少なくなるものと考えられる。この検討結果のもと、設定した広域海岸局設置時の周波数割当案は、「参考資料 12 広域海岸局周波数割当表案」のとおりであり、SSB 専用周波数帯を除き、26824kHz を基準として配置した案となっている。

6.7 周波数の有効利用

広域通信エリア海岸局については、エリアに複数存在する海岸局を集約して使用する周波数を減らして周波数の有効利用を図るものであり、今回の宮城県のモデルケースの場合、3 か所に集約した場合は、6 波使用（唐桑局、志津川局、寄磯局、表浜局、渡波局、七ヶ浜局）していたものが 3 波使用となる。集約化に伴う周波数の更なる活用方法としては、近県の海岸局として使用するか、データ伝送周波数への活用による海上通信の高度化、非常災害時における緊急時の海岸局間通信など地域の要望に応じて有効に活用できるよう割り当てを検討することが望ましい。

7 調査検討のまとめ

本調査検討について、広域海岸局に必要な技術的条件及びネットワーク化について、表 7-1 のとおりまとめた。

7.1 広域海岸局の技術的条件

表 7-1 広域海岸局の技術的条件のまとめ

項目	適用	備考
周波数配置	周波数間隔を 32kHz (3 波) として使用する	
空中線電力	最大空中線電力 5 W	
使用空中線	指向性空中線の適用	海上側に向ける条件付

周波数偏差、占有周波数帯幅、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度、スプリアス領域における不要発射の強度、変調度、受信装置の条件について現行法令を遵守。

7.2 広域海岸局のネットワーク化

7.2.1 主に有線系を使用した場合

- ① 海岸局間及び災害情報を提供する県の防災関係機関とのネットワーク回線は、信頼性が高く運用費用が低い「閉域網ベストエフォート VPN」が適当であると考えられる。
- ② 支所を設置するとした場合は、安心・安全に係る通信は中枢局で対応可能であり信頼性を重視する必要性は比較的薄いため、運用費用が低い「インターネット VPN」か「携帯電話回線」が適当であると考えられる。
- ③ 非常災害時に中継局回線の遮断した場合の海岸局間の通信には、「27MHzDSB」周波数の利用や、通信する海岸局方向にアンテナ方向を簡易に設定可能な「FWA」の利用が適当であると考えられる。

7.2.2 主に無線系を使用した場合

- ① 海岸局間及び災害情報を提供する県の防災関係機関とのネットワーク回線は、初期費用がかからず運用費用が低いことより、基幹網として県の防災無線回線を利用することが適当であると考えられる。また、県防災中継固定局から最寄りの海岸局までのアプローチ回線には「FWA」を使用することが適当であると考えられる。
- ② 支所を設置するとした場合は、安心・安全に係る通信は中枢局で対応可能であり信頼性を重視する必要性は比較的薄いため、運用費用が低い「インターネット VPN」か「携帯電話回線」が適当であると考えられる。
- ③ 非常災害時に中継局回線の遮断した場合の海岸局間の通信には、「27MHzDSB」周波数の利用や、通信する海岸局方向にアンテナ方向を簡易に設定可能な「FWA」の利用が適当であると考えられる。

7.3 調査検討項目の留意事項

本調査検討を踏まえて広域海岸局を実際に実現するに当たっての留意事項を以下に記述する。

7.3.1 広域海岸局の考え方について

1.1 で述べたとおり、広域海岸局を検討する背景は、現在、単独での漁業協同組合による運営が困難なため全国的に統合化の検討が進んでいる状況を考察したものである。よって、既存の海岸局を現状のままとした上での高出力化（5W）は、周波数の有効利用に馴染まないことから高出力化は適用すべきでないと考ええる。

7.3.2 宮城県モデル案について

本調査検討におけるモデル案については、地元漁船漁業者の意向を踏まえ、通信エリアの確保、そのための技術的条件、低い運用費用による必要な情報伝達のネットワーク化等について述べたものであり、実際の海岸局の統合に当たっては、無線設備の設置場所や漁業関係者が同意したネットワークの構成、海岸局の運営形態等によって異なってくるものである。よって、実際の海岸局統合化においては、当該モデル案を参照としつつも、漁業関係者で十分協議して広域海岸局を構築していくべきものである。

7.3.3 干渉検討について

本調査検討は、広域海岸局における周波数配置、高出力化（5W）及び指向空中線の適用について提言したものであり、実際の広域海岸局の免許に当たっては、統合化すべき都道府県での通信エリアの確認や海岸局の設置場所の選定に関与して、県境に海岸局を設置する場合等、D/U比の確保など他の無線局と干渉検討が必要であることに留意する必要がある。

7.3.4 ネットワーク化について

本調査検討におけるネットワークについては、2.2 の 漁業者ヒヤリングの結果を踏まえて、低い運用費用、かつ、災害に適応したネットワーク回線として提言しているものであるが、実際のネットワーク化については、伝達情報の種類や海岸局からの船舶の伝達方法など海岸局の運用方針に委ねられるものである。特に災害情報の伝達については、県や市町村の協力が不可欠であり、その点を関係者で十分協議していく必要がある。

また、本調査検討では、主に有線系と無線系を使用する場合に分けてモデルを提案したものであるが、有無線一体でのネットワークを否定したものではなく、各都道府県での統合化モデルによって適切な構成を組むことが望ましい。

おわりに

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災は私達に漁業無線の重要性を改めて認識させました。

大震災当初、情報伝達が非常に困難であった時、海上と陸上との唯一の情報伝達手段として漁業無線の重要性が改めて認識されるとともに、ともすれば、これまであまり重要視されてこなかった海上防災情報伝達体制の早急な整備も重要な課題として提起されました。

ご承知のとおり、あの震災により宮城県の漁業無線は壊滅しました。今まで、その役割を果たしてきた社団法人宮城県漁業無線公社と宮城県漁業協同組合の無線施設の一切が失われてしまったのです。

幸いにも遠洋・沖合漁船への漁業無線業務は、青森・福島両県のご支援と両県漁業海岸局のご協力を得て再開することができましたが、沿岸漁船を対象とした施設は、無線関係業界のご厚意による支援を受けて簡易な設備の設置が始まったばかりであり機能的にも、いまだ十分な状況にはありません。

このような状況下にあって、総務省のご配慮により宮城県沿岸をモデルとした「広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局に必要な技術的条件に関する調査検討会」が設置されたことは誠に時宜を得たものでありました。

この度、関係者の精力的な研究・討議を経て「宮城県漁業海岸局のあり方」として提案されたモデルは宮城県沿岸の漁業用無線体制の再構築の理想的な道標として大いなる期待を抱かせるものです。

このモデルを具現化して宮城県沿岸漁業海岸局を整備することは、日常の漁業活動や防災時における沿岸及び海上での安心・安全を確保する上で大変重要であり、本県関係者が一丸となって実現すべきものと確信するものです。

一日も早い具現化を切に望むものです。

最後になりましたが、宮城モデル作成の機会を与えていただいた東北総合通信局の皆様、そして取りまとめにご尽力いただいた陳強東北大学教授を始めとする調査検討会関係者の皆様に深甚なる敬意と感謝を表しご挨拶とします。

平成 26 年 3 月

広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局
に必要な技術的条件に関する調査検討会

副座長 川村 亨

資料

資料 1 開催要綱

「広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局に必要な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、「広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局に必要な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

東北地方の太平洋沿岸に配置された沿岸漁業用海岸局(以下「海岸局」という。)は、東日本大震災により壊滅的な打撃を受けており、いまだ復旧されていない海岸局が多数ある。特に宮城県においては、11局中10局の海岸局が被災し、応急的な復旧しか見通しが立たない状況となっており、沿岸漁業に従事する船舶の無線局から発する遭難・緊急・安全通信(以下「遭難通信等」という。)が海岸局で受信できない場合があることが危惧されている。

このような状況及び漁業関係者からの意見を踏まえ、少数の海岸局により広域通信エリアを確保して遭難通信等を確保することとし、広域通信エリアの確保に必要な空中線電力、空中線利得等の技術的条件について、同一周波数帯を使用する他の海岸局及び隣接周波数帯を使用する他の無線局との周波数共用条件を含め、検討を行う。

3 調査検討事項

- (1) 操業漁船の通信確保のためのエリアマップの策定
- (2) エリアマップにおける海岸局及び中継箇所等の設置場所の検討
- (3) (2)の設置場所から電波を送信する場合の技術的条件の検討
- (4) 技術的条件に基づく実証試験
- (5) 他の無線局(隣県海岸局等)への干渉調査
- (6) 防災情報等の伝達手法の検討
- (7) 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) 副座長は、座長の補佐を行う。
- (4) 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26年3月28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

「広域通信エリアを確保するための沿岸漁業用海岸局
に必要な技術的条件に関する調査検討会」構成員

<15名／五十音順：敬称略>

おいかわ 及川	ひとし 一志	志津川漁業無線通信士会 会長
おのでら 小野寺	たかし 俊	福島県無線漁業協同組合福島県漁業無線局
かわむら ○川村	とおる 亨	公益財団法人宮城県水産振興協会 理事長
がんべ 雁部	ひろあつ 宏 充	渡波漁船漁業協同組合 代表理事組合長
こだま 児玉	のぶお 信夫	牡鹿漁業協同組合 代表理事組合長
こばやし 小林	のりみつ 徳光	宮城県 農林水産部水産業振興課 課長
そうま 相馬	かつひこ 勝彦	日本無線株式会社東北支社 船舶課 課長
たにみち 谷 道	ゆきお 幸雄	一般社団法人全国船舶無線協会 常務理事
ちん ◎陳	きょう 強	国立大学法人東北大学大学院 教授
まる 磨	ゆうじ 有司	宮城県漁業協同組合 指導総務本部指導部 部長
みうら 三浦	りいち 理 市	唐桑無線漁業協同組合 代表理事組合長
みかた 三方	まさひと 雅 仁	創造技研株式会社 代表取締役
みやざき 宮崎	たけし 健 志	古野電気株式会社船用機器事業部東北支店 支店長
やの 矢野	きょうじ 京 次	一般社団法人全国漁業無線協会 専務理事
わたなべ 渡辺	さとし 敏	宮城県漁業協同組合七ヶ浜支所 主任

◎ 座長

○ 副座長

資料3 調査検討会開催状況

No	開催日時	開催会場	出席者
第1回	平成25年7月4日 14:00～16:00	仙台第2合同庁舎4階会議室	構成員：14名（内、代理1名） 随員：4名 事務局：7名 オブザーバ：3名
第2回	平成25年9月20日 14:00～16:00	宮城県水産技術総合センター2階会議室	構成員：13名（内、代理3名） 随員：5名 事務局：6名 オブザーバ：4名
第3回	平成25年12月13日 13:00～15:00	宮城県水産技術総合センター2階会議室	構成員：13名（内、代理3名） 随員：5名 事務局：6名 オブザーバ：3名
第4回	平成26年2月19日 15:00～17:00	東北大学サイバーサイエンスセンター本館5階大会議室	構成員：12名（内、代理2名） 随員：4名 事務局：5名 オブザーバ：3名
第5回	平成26年3月14日 15:00～16:30	仙台第2合同庁舎12階会議室	構成員：13名（内、代理4名） 随員：3名 事務局：6名 オブザーバ：8名

参考資料 1 宮城県沿岸漁業種について

沿岸漁業は、陸から近い海で魚介類を獲る漁業で、定置網漁業や刺し網漁業などがある。以下に、宮城県の代表的な沿岸漁業種を示す⁶。

○ 小型底曳き網漁業

底魚をとるため、浮きと沈子を取り付けた網を水中に入れ船を進ませて海底を引き回す漁法。網口を広げる装置を取り付けたものは「板びき」とも呼ばれる。漁業法では、15トンより小さな船を小型底曳き網漁業といい、それ以上に大きい船で操業するものを沖合底曳き網漁業という。

○ 小型定置網漁業

マグロ・イワシ・サバなど毎年一定の時期に、餌をさがしたり、産卵のために沿岸にやってくる習性を利用して、魚の通り道をさえぎるようにながい網を張り、魚が逃げないように仕掛けした身網に誘導して漁獲する漁法。水深27mより深いところのものを大型定置網、それより浅いところのものを小型定置網と呼ぶ。

○ 刺し網漁業

魚の泳ぐところをさえぎるように網を張り、網目に魚を刺させたり、絡め取ったりする漁法。ヒラメ・カレイ類、マダラ、メバル、アイナメなど対象とする。

○ せん漁業

筒・箱・壺・カゴ等を漁獲対象種の生息する場所に設置し、その中に水産動物を誘い入れて捕らえる漁法。

○ 貝桁漁業

「けた」と呼ばれる爪のついた鉄製の枠に袋網を付けた漁具を船で曳き、海底の砂泥を掘り起こして底棲の貝類等を採捕する漁法。

○ ランプ網漁業（火光利用敷網漁業）

4月～5月頃、仙台湾の沖合などで水中に網を張り、その上に集魚灯をつけてイカナゴの群を集めてから網を引き揚げて漁獲するもの。

⁶ 出所 <http://www.jf-miyagi.com/html/gyogyou.html>（宮城県漁業協同組合・みやぎの漁業紹介）より作成

参考資料 2 漁業者ヒヤリング結果補足

海岸局との通信状況（平常時及び東日本大震災時）に関する、ヒヤリング対象者ごとのコメント内容を以下に示す。

（1）海岸局との通信状況

ヒヤリング対象者	平常時	東日本大震災時
仙台湾 1	<ul style="list-style-type: none"> ・昔は定時に、海岸局あて出漁報告していたが、今は、陸船通信間の利用はほとんどなく、船間での利用がほとんど ・漁業種毎に利用する船間周波数が決まっているが、周波数を変え時折大型船の航行情報のやり取りすることもある 	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時は、小型船部会の総会に出席するため秋保町に出向いていたため出漁していない
仙台湾 2	<ul style="list-style-type: none"> ・陸船間での無線利用はほとんどなく、船間での利用がほとんど ・陸船間の連絡は携帯電話を使用 	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時は、小型船部会の総会に出席するため秋保町に出向いていたため出漁していない(※)
仙台湾 3	<ul style="list-style-type: none"> ・陸船間での無線利用はほとんどなく、船間での利用がほとんど ・陸側に人がいないのは分かっているので連絡もしない 	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時は、小型船部会の総会に出席するため秋保町に出向いていたため出漁していない ・携帯電話は、支所や家庭の陸側は通じなかったが、船間では通じた
牡鹿近辺	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸局の利用はほとんどなく、船間通信利用 ・27MHz 1W 海岸局は通信エリアが狭く県北部から戻ってきた場合、網地島・田代島を過ぎてやっと届くかどうかという感じ。小竹浜の尾崎山の陰になって届きにくい ・小型船舶との通信は、27MHz、40MHzそれぞれで周波数を取り決めて行っている 	<ul style="list-style-type: none"> ・陸上とは衛星電話（N-STAR）で連絡をとった
牡鹿以北	<ul style="list-style-type: none"> ・船間通信は 150MHz 等でおこなっている ・海岸局は 7 時から 16 時まで聴守体制を行っており、船舶向けに気象・市況情報などの定時情報を送信している 	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時は、一斉に船を沖に出したが、27MHz DSB 無線を整備している船は大船渡海岸局から「大津波」の通信を受信し、さらに沖に

ヒヤリング 平常時 対象者		東日本大震災時
		退避した。一方、無線を持たない2トンクラスの船舶は避難するのに苦労した

(※) 沖に出て3日間港に戻れず、陸上の状況がわからず不安な時を過ごした船舶もあった。震災直後の港では、1隻が沖に退避したが、その後、福島沿岸に打ち上げられ犠牲になった。他の船は係船中に被害を受けた。

(2) 広域海岸局に関する事項

ヒヤリング対象者	復興海岸局の必要性	復興海岸局への要望	海岸局から通信いただきたい情報
仙台湾1	必要	<ul style="list-style-type: none"> 震災時でも無線局が運用できる安全な場所に設置（現在の様に所属漁協に設置された海岸局でなくても問題なし） 24時間とまでは言わないが、呼びかけたら直ぐに応答してもらえる様、専任者配置 	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報（特に刻々と変わる台風情報が欲しい。波浪警報等は出漁前にTV等で確認するのでそれほど必要ではない） 震災時の情報（陸上の様子等）を希望 安否確認情報
仙台湾2	必要	<ul style="list-style-type: none"> 小型底曳き網漁、早朝から17時までの操業時に連絡ができると良い セリの時間帯に対応するための情報が得られると助かる 	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報などの定時連絡にしっかり提供されるなら海岸局の必要性はある。1日1回だけでなく、2から3回、定時に提供されるならいい。 安否確認情報
仙台湾3	必要	<ul style="list-style-type: none"> 復興海岸局は、仙台湾の亘理、塩釜、七ヶ浜を集約するなら、亘理でもいいと思う 七ヶ浜は地形的に条件が悪く電波が飛ばないので、空中線を高くできない限り効率が悪い 亘理や塩釜にでも1か所に集約して、空中線を高いところに設置し、定時連絡してもらうことでもいい 組合ごとに、周波数や時間帯を決めた運用ができればいいのではないか 	<ul style="list-style-type: none"> ワッチ体制を整え、1艘々々呼んで安否確認や気象情報の定時連絡を時間を決めて行うなら良い 海岸局が常にワッチして、安否確認や何かあった時に連絡が取れて救助活動に役立つ 24時間ワッチ体制が困難なら、夜の1時間から2時間程度対応してもらえるなら良い

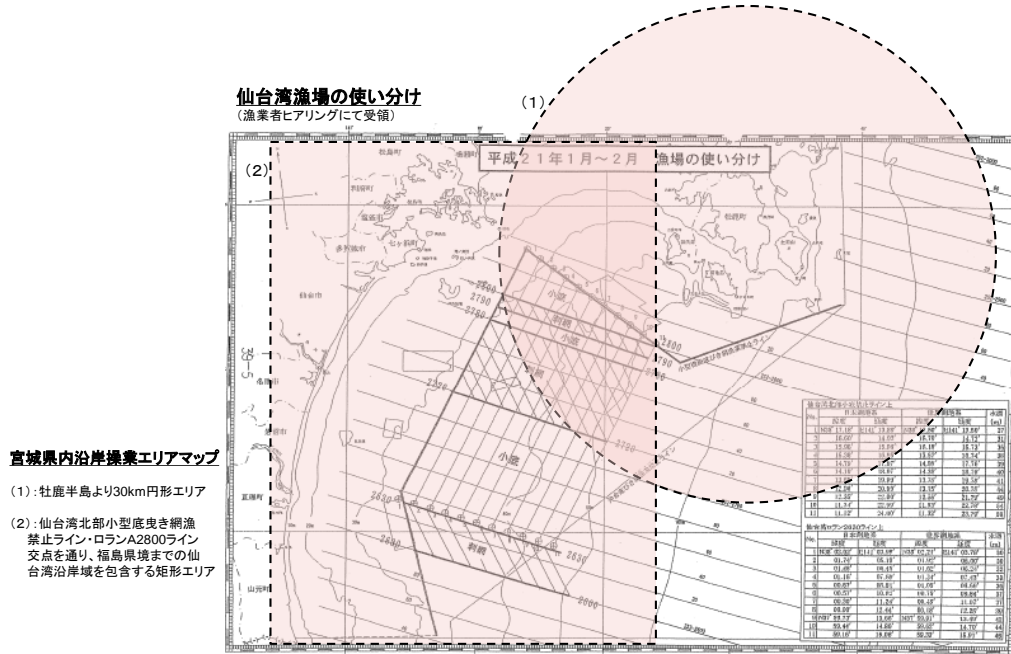
ヒヤリング対象者	復興海岸局の必要性	復興海岸局への要望	海岸局から通信いただきたい情報
牡鹿近辺	必要	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな海岸局は、設置場所は高台とすべき。補助（予備）電源を備え付けるべき ・基地局（海岸局）は3つくらいあると良い。宮城県漁協に作って貰えばよいのではないか ・普段はあまり必要ではないが、災害時や海難などの時に一斉送信してもらえるとありがたい ・空中線電力は1Wではなくもう少しエリアが確保できる出力とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・台風などの気象情報や災害時の情報が欲しい ・最近はゲリラ的な雨や風があるので、そういった情報も欲しい
牡鹿以北	必要	<ul style="list-style-type: none"> ・唐桑沿岸及び金華山の漁場をカバーできるサービスエリアを確保できれば最適。 ・金華山の付近の海岸局と唐桑海岸局がネットワーク化され、漁場と唐桑海岸局間の通信が確立すると良い 	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの気象・市況情報などの定時情報のサービスに加え、安否確認できる体制が必要

(※) 参考情報

- ・相馬では、船から漁を終えることや帰る時間帯などを海岸局に伝え、海岸局から各組合員へ伝えているようだ
- ・岩手県内の多くの海岸局では気象情報や市況情報を提供しており、調査船の情報を提供しているところもある

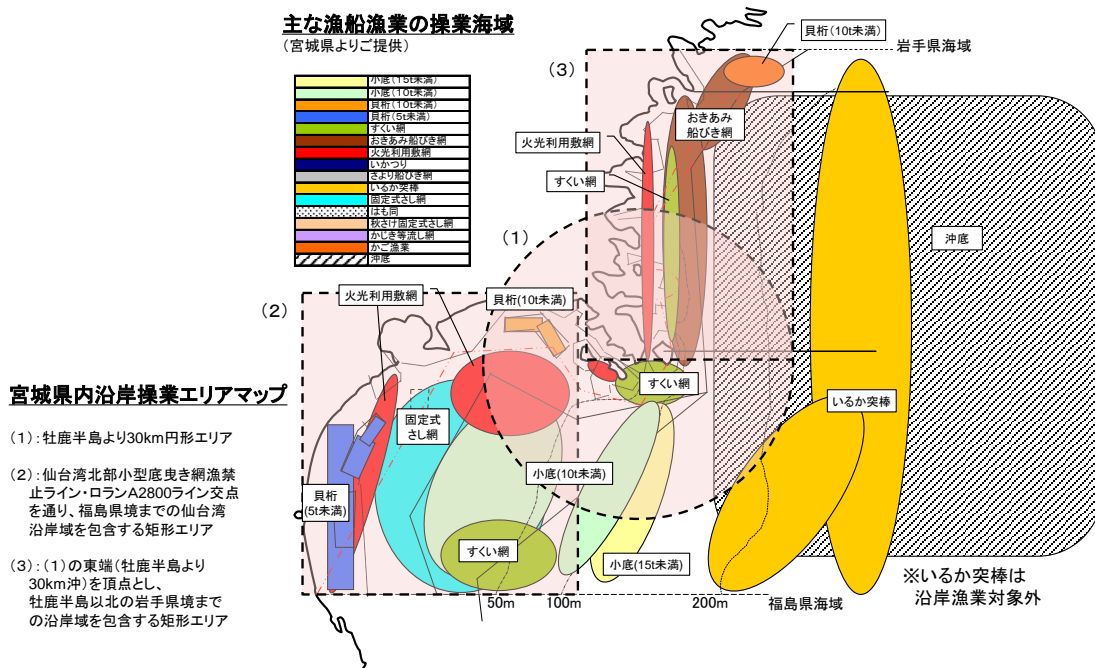
参考資料 3 主な漁船漁業の操業海域と沿岸漁業操業エリアマップの対応

- 「仙台湾漁場の使い分け」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図



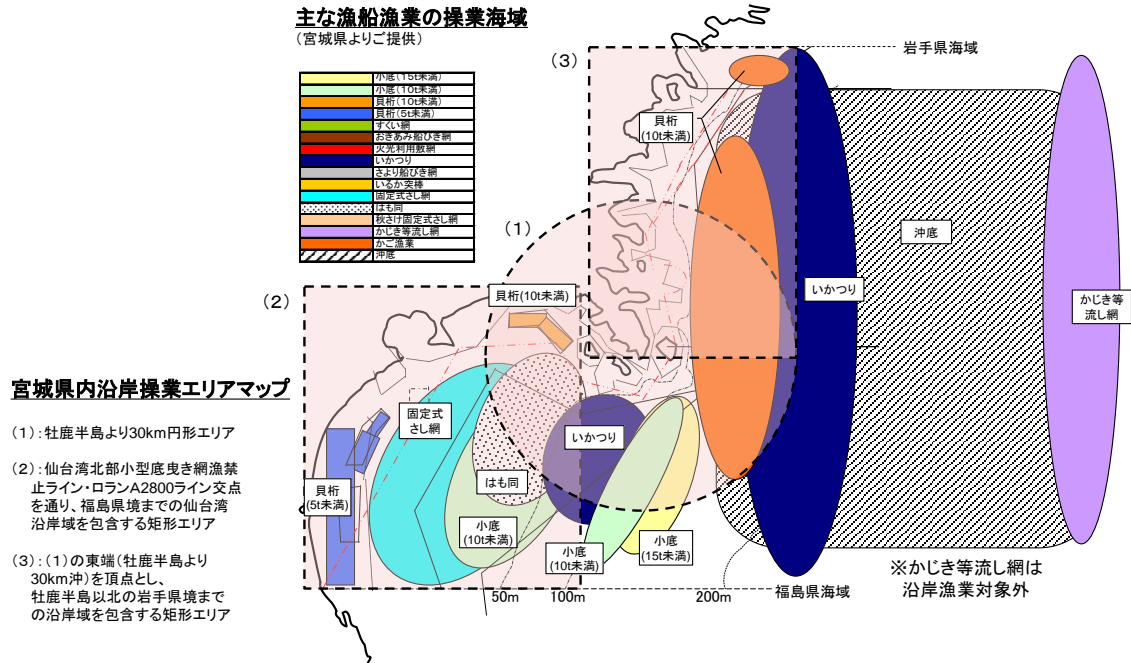
出所) 地図: 漁業者ヒヤリングにて取得

- 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図 (春季)



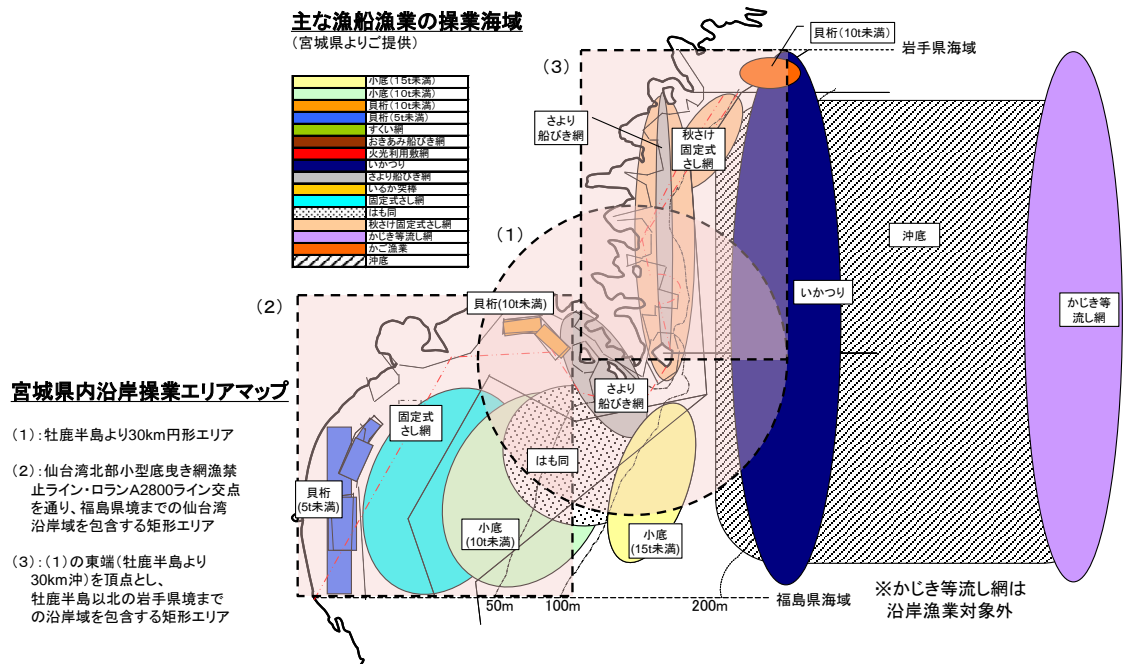
出所) 地図: 宮城県農林水産部水産業振興課

● 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図（夏季）



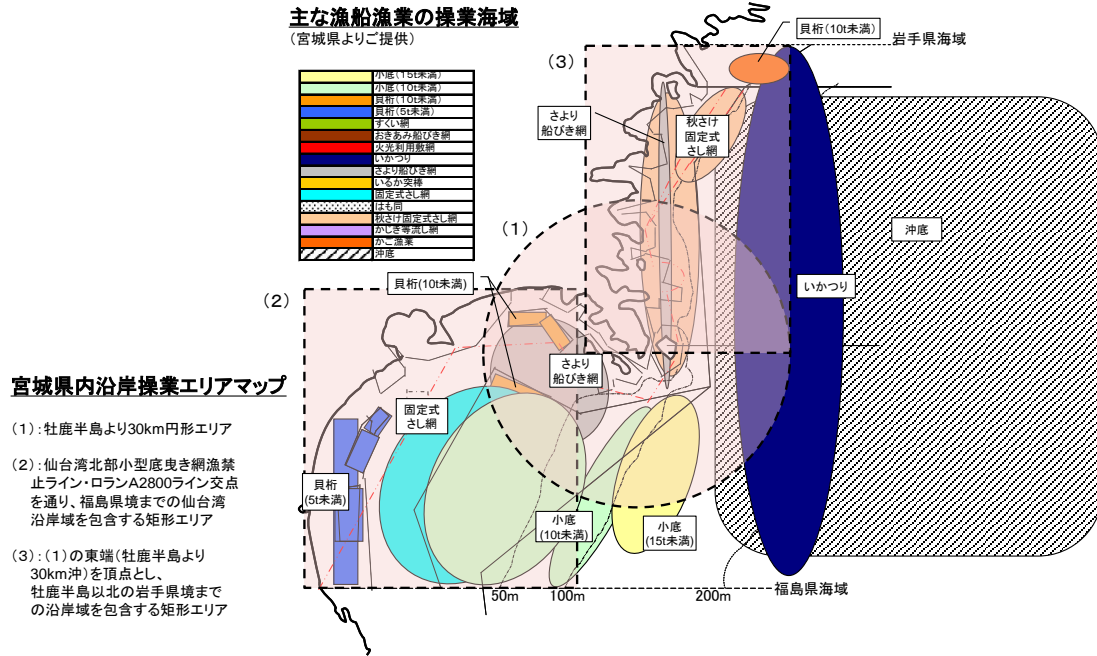
出所) 地図：宮城県農林水産部水産業振興課

● 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図（秋季）



出所) 地図：宮城県農林水産部水産業振興課

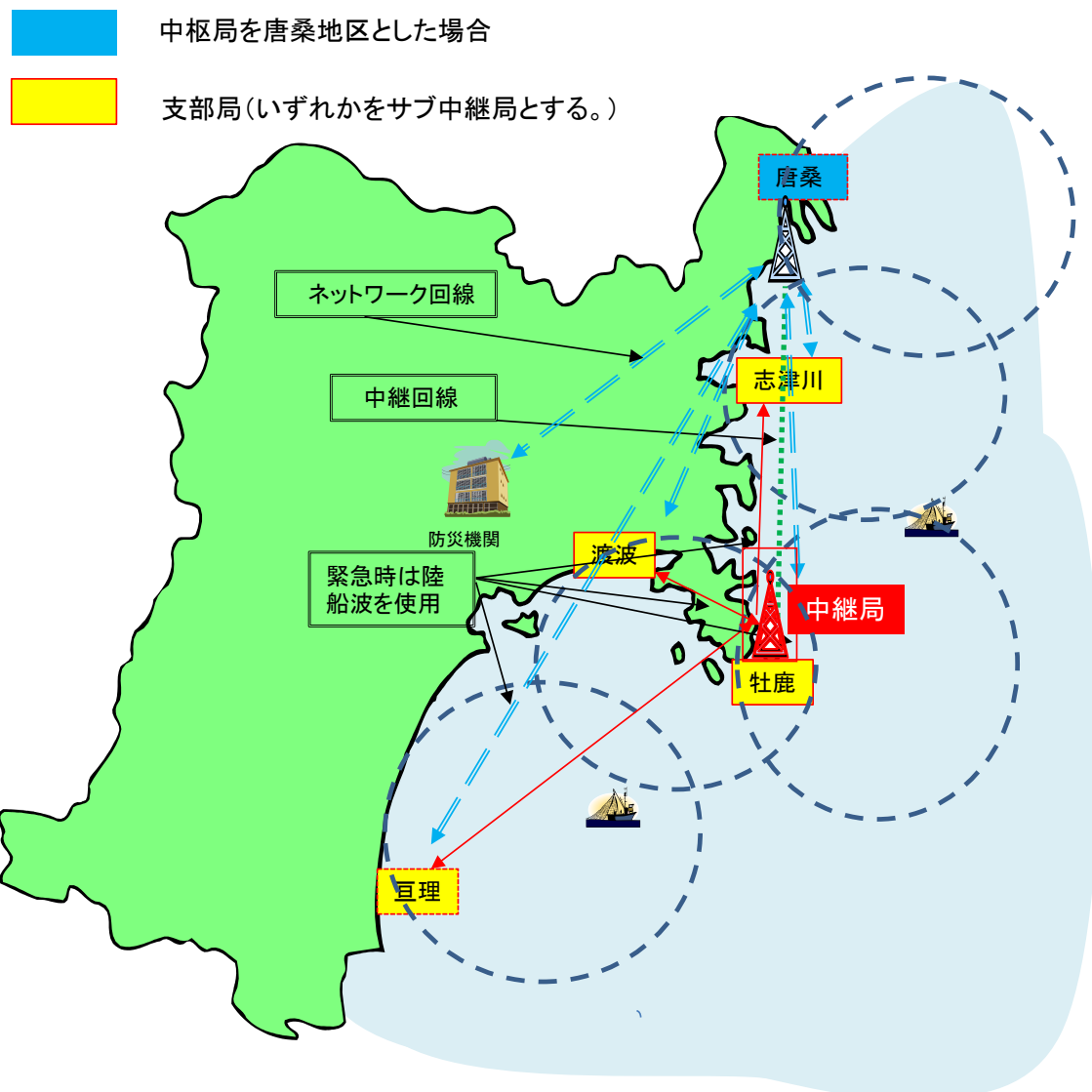
- 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図（冬季）



出所) 地図：宮城県農林水産部水産業振興課

参考資料 4 広域海岸局構想図

(1) 案 1 : 常時運用集約型

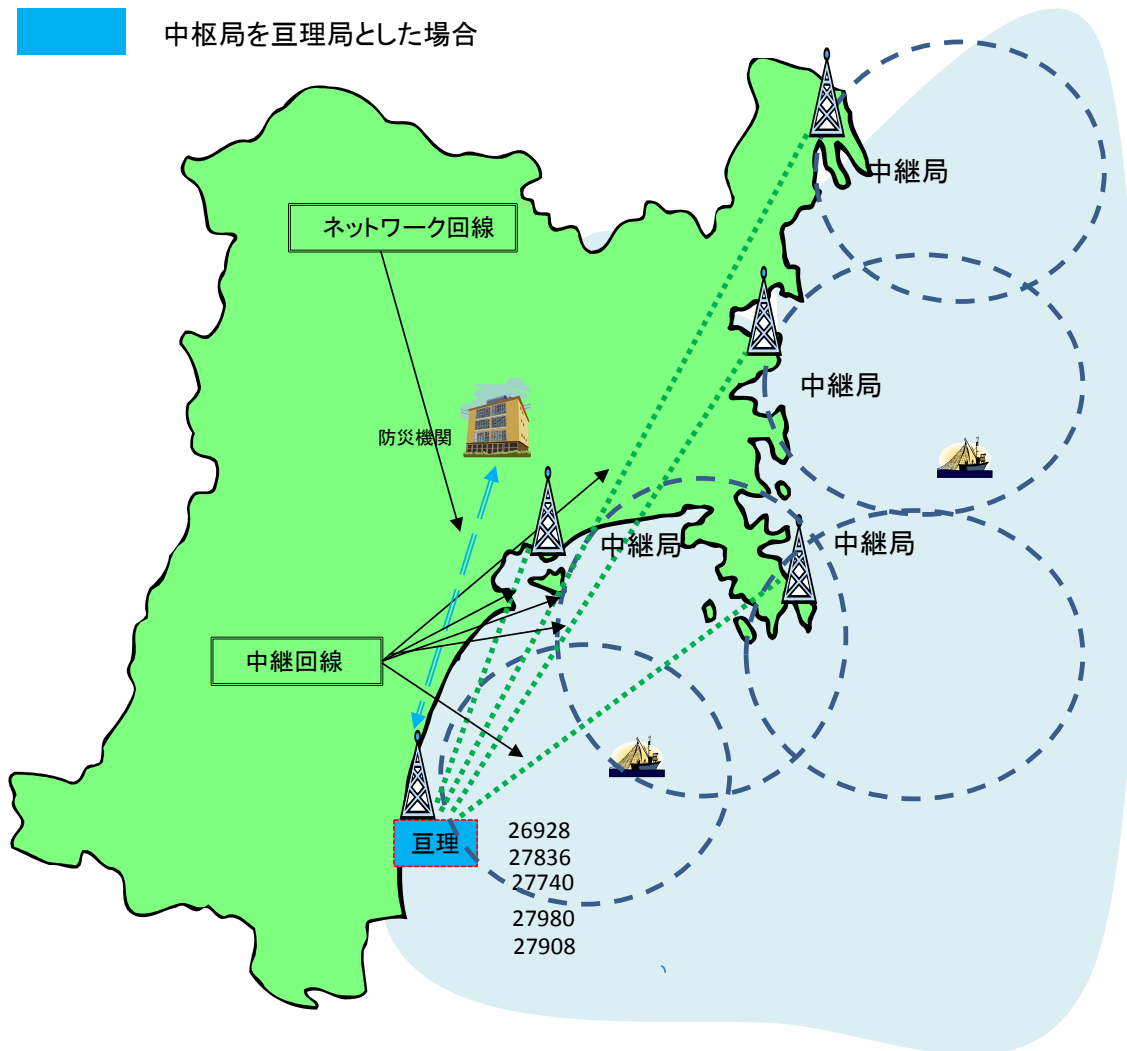


・中枢局を1か所に設置、通信エリアをカバーするために数か所設置。中枢局を置き、緊急時・非常時は統括局として運用。サブ中枢局として支部局の中から1局を選択

・空いた周波数の活用方法として、陸船共通連絡波や緊急時の海岸局間通信方法がある。

(2) 案2：1局集約型

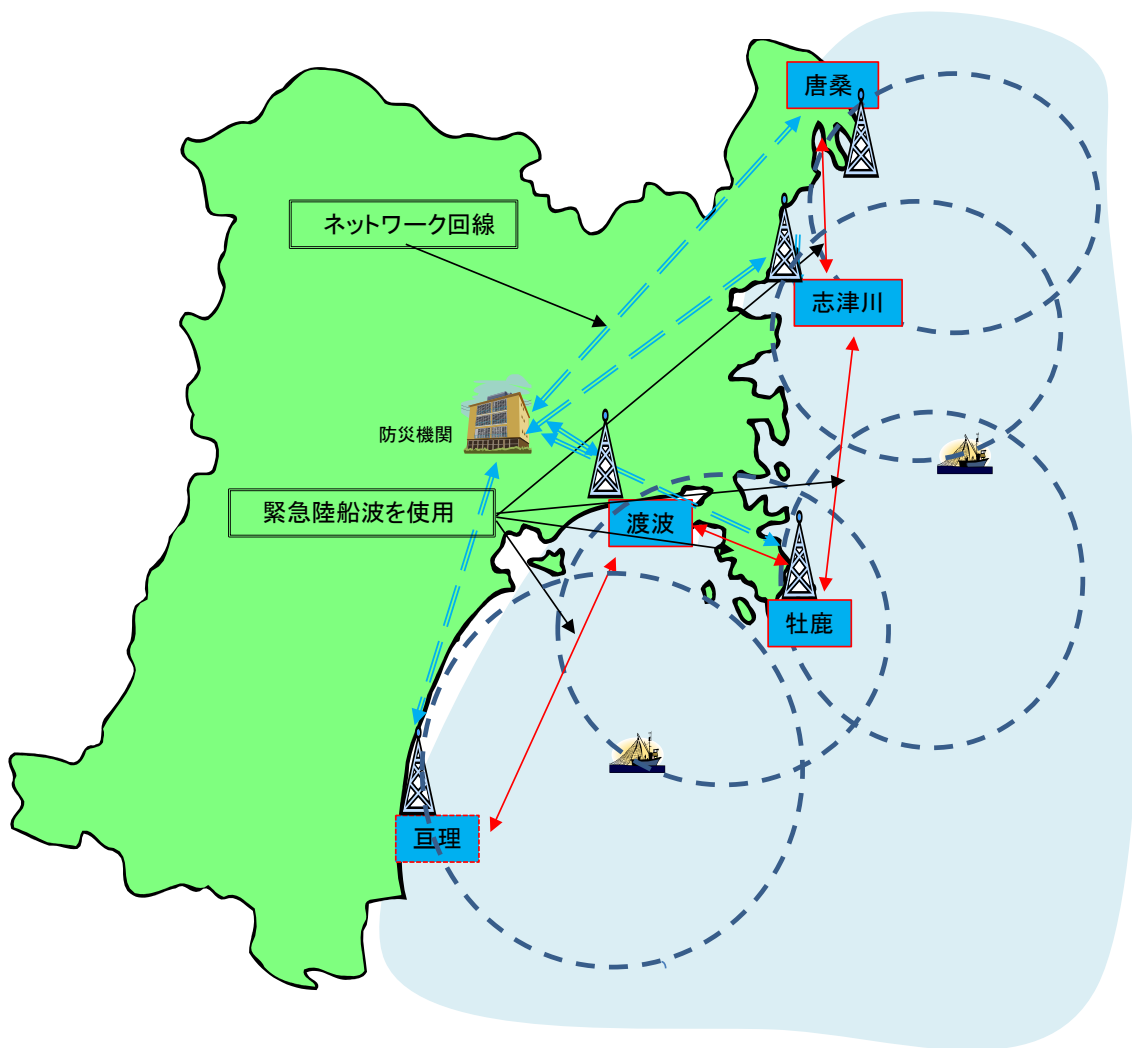
■ 中樞局を亘理局とした場合



- ・海岸局を1か所に集約。必要に応じて中継局を設置する(図では、5か所)。
- ・空いた周波数の活用方法として、陸船共通連絡波や緊急時の海岸局間通信方法がある。

(3) 案3：現状集約型

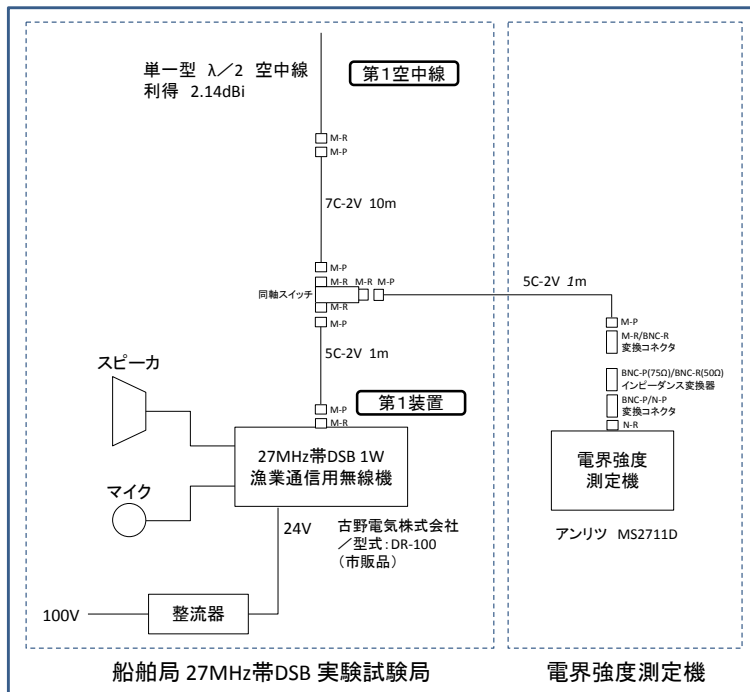
■ 支部局



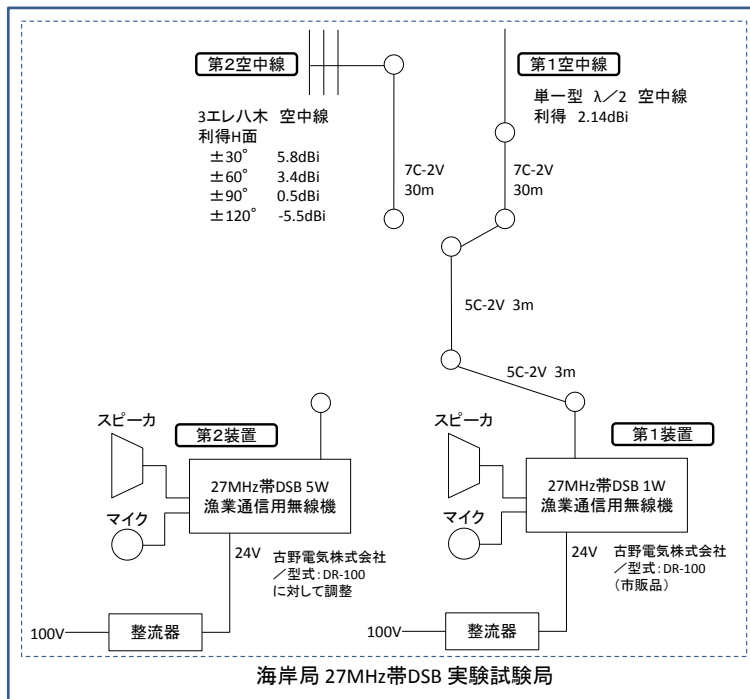
・現状の海岸局を集約する。それぞれの海岸局が独自で運用するため中継局は設けない。
・空いた周波数の活用方法として、陸船共通連絡波や緊急時の海岸局間通信方法があるが、ネットワークの必要性について各海岸局間で検討する必要性あり。

参考資料 5 実証試験 系統図

(1) 船舶局



(2) 海岸局



参考資料 6 実証試験 船舶局・海岸局無線機器仕様

(1) 27MHzDSB 1W 無線機器仕様

① 総合

- ・通信方式 フレック方式 (単信)
- ・周波数範囲 26.760 ~ 27.988 MHz
- ・周波数切換 5 秒以内 (手動一挙動)
- ・チャネル数 漁業用最大 54 波
- ・電波型式 A3E/A2D
- ・空中線インピーダンス 75 Ω 送受信共用
- ・表示器 5 型モノクロ LCD、320×240 ドット

② 送信部

- ・空中線電力 1W
- ・発振方式 PLL シンセサイザ方式
- ・基準発振周波数 24.576MHz
- ・周波数偏差 20Hz 以内
- ・占有周波数帯幅 6kHz 以内
- ・スプリアス強度 1mW 以下 (帯域外領域)
- ・不要輻射の強度 50 μW 以下 (スプリアス領域)
- ・変調方式 低電力段変調方式
- ・変調度 70%~100%
- ・総合周波数特性 6dB 以下 (350 ~ 2700Hz)
- ・総合歪・雑音 20dB 以上 (1kHz、70%変調)

③ 受信部

- ・受信方式 ダブルスーパーヘテロダイン方式
- ・中間周波数 第1: 73.692MHz、第2: 36kHz
- ・局部発振周波数 第1: 受信周波数+73.692MHz (PLL シンセサイザ方式) 第2: 73.728MHz
- ・感度 10 μV 以下 (1kHz、30%変調、S/N20dB)
- ・通過帯域幅 5 kHz 以上 (6dB 低下)
- ・スプリアスレシオンス 40dB 以上
- ・隣接チャネル選択度 50dB 以上
- ・定格出力 1W/4 Ω

④ 本体電源電圧 DC24V 受信時: 13W 送信時: 30W (程度)

(2) 27MHzDSB 5W 無線機器仕様

① 総合

- ・通信方式 フレック方式 (単信)
- ・周波数範囲 26.760 ~ 27.988 MHz
- ・周波数切換 5 秒以内 (手動一挙動)
- ・チャンネル数 漁業用最大 54 波
- ・電波型式 A3E/A2D
- ・空中線インピーダンス 75 Ω 送受信共用
- ・表示器 5 型モノクロ LCD、320×240 ドット

② 送信部

- ・空中線電力 5W
- ・発振方式 PLL シンセサイザ方式
- ・基準発振周波数 24.576MHz
- ・周波数偏差 20Hz 以内
- ・占有周波数帯幅 6kHz 以内
- ・スプリアス強度 1mW 以下 (帯域外領域)
- ・不要輻射の強度 50 μW 以下 (スプリアス領域)
- ・変調方式 低電力段変調方式
- ・変調度 70%~100%
- ・総合周波数特性 6dB 以下 (350 ~ 2700Hz)
- ・総合歪・雑音 20dB 以上 (1kHz、70%変調)

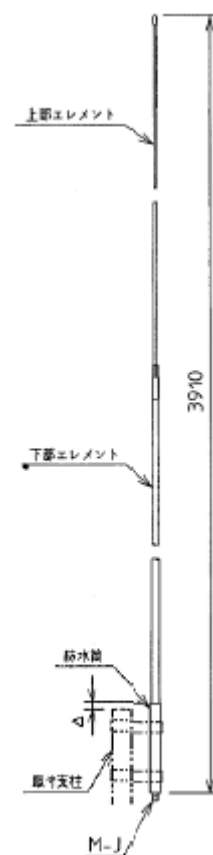
③ 受信部

- ・受信方式 ダブルスーパーヘテロダイン方式
- ・中間周波数 第1 : 73.692MHz、第2 : 36kHz
- ・局部発振周波数 第1 : 受信周波数+73.692MHz (PLL シンセサイザ方式) 第2 : 73.728MHz
- ・感度 10 μV 以下 (1kHz、30%変調、S/N20dB)
- ・通過帯域幅 5 kHz 以上 (6dB 低下)
- ・スプリアスレスポンス 40dB 以上
- ・隣接チャンネル選択度 50dB 以上
- ・定格出力 1W/4 Ω

④ 本体電源電圧 DC24V 受信時 : 10W 送信時 : 46W (程度)

(3) 27MHz 単一型 $\lambda/2$ ホイップアンテナ仕様

- ・ 型名 FAB-27G (安島電気株式会社)
- ・ 周波数 $27.25 \pm 0.5\text{MHz}$
- ・ インピーダンス 75Ω
- ・ 定在波比 2.0 以下 ($f_0 \pm 500\text{kHz}$)
- ・ 利得 2.14dBi
- ・ 最大入力 30W
- ・ 絶縁抵抗 給電素子 DC500V で $500\text{M}\Omega$ 以上
- ・ 耐電圧 給電素子 AC1000V 1 分間加えて異常がないこと
- ・ 耐風速 瞬間最大風速 60m/s に耐える事
- ・ 適合接栓 M 型
- ・ 重量 約 1.4kg (本体のみ)
- ・ 外観図 右掲

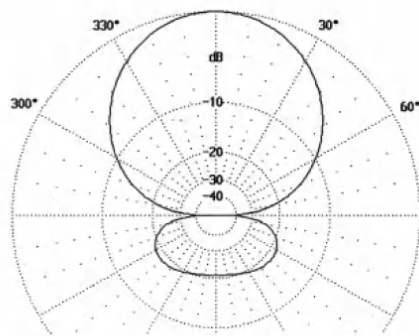


(4) 27MHz 3素子八木アンテナ仕様

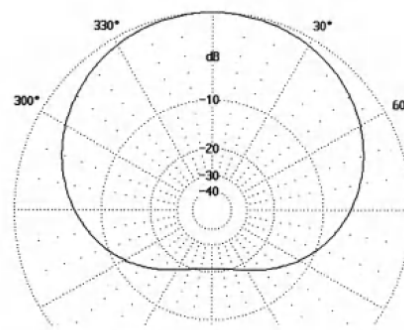
- ・放射特性 カードイット放射特性
- ・アンテナ構成 3素子八木型アンテナ
- ・周波数 25MHz~28MHz 指定(27.5MHz)
- ・偏波 垂直偏波
- ・利得 5.8dBi 平均
- ・F/B 比 16dB 平均
- ・電力半値角幅 (平均) E-面 : 65° H-面 : 130°
- ・インピーダンス 75Ω
- ・VSWR 1.5 : 1 以下
- ・入力コネクタ MJ (放射器 : ハラントランス付)
- ・耐電力 100W
- ・据付パイプ据付 (参考 φ76mm 使用)
- ・質量 約 17kg
- ・耐風速 (受風力) 60m/s(130kg・f, 1.3KN)
- ・放射パターン

(H-面)

±30°	5.8dBi
±60°	3.4dBi
±90°	0.5dBi
±120°	-5.5dBi

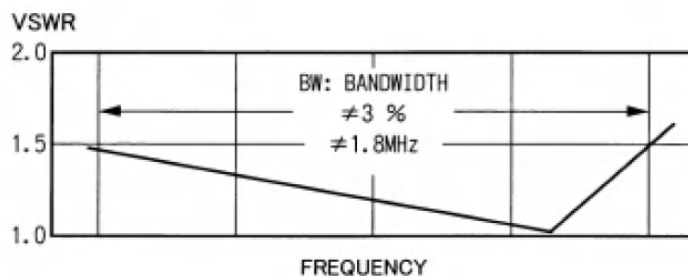


放射パターン, E-面

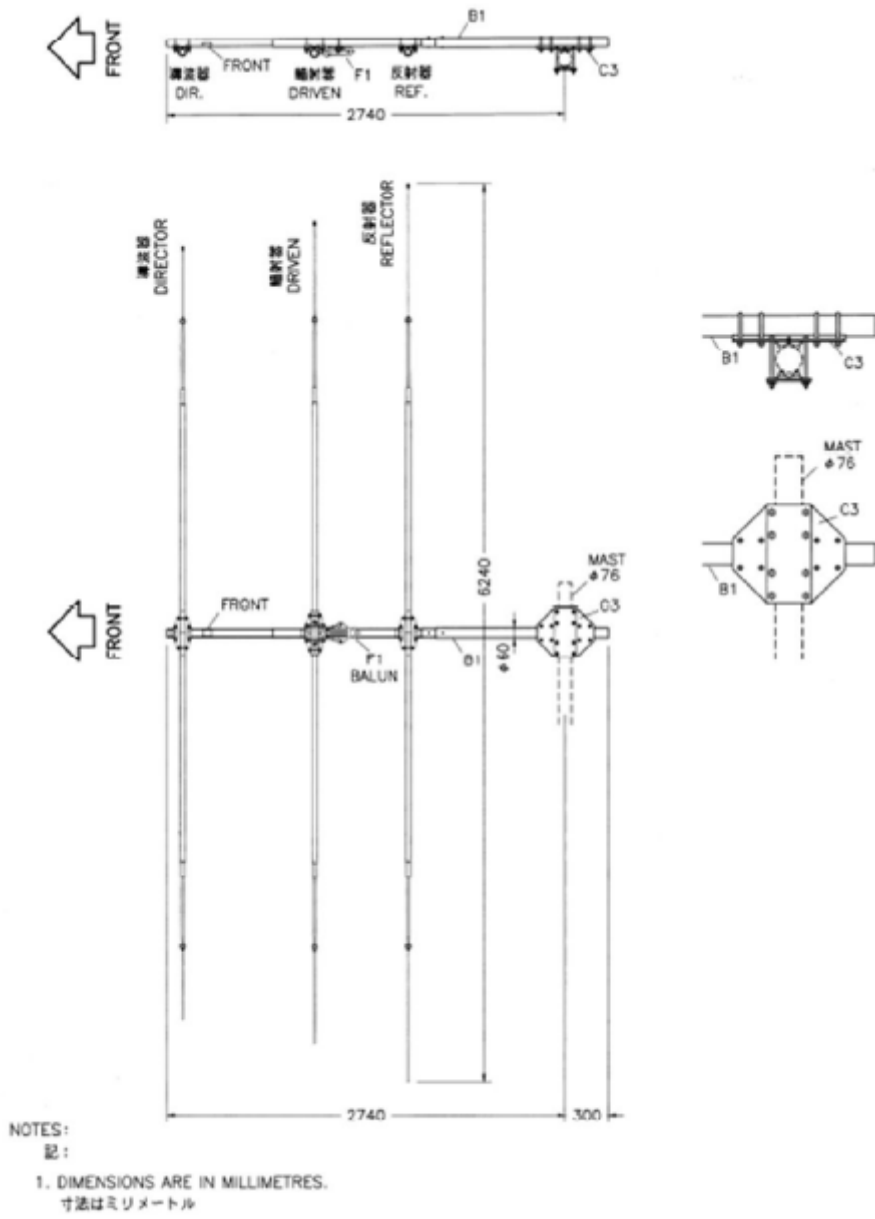


放射パターン, H-面

- ・VSWR(27M)



・外觀図



参考資料 7 実証試験 測定結果一覧

(1) 測定結果一覧 (牡鹿地区)

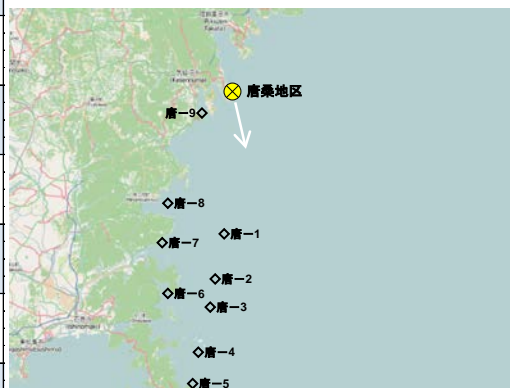
測定地点	説明	測定日時	船舶局位置	海岸局一船舶局間距離	海岸局一船舶局方位角
牡-1	試験場所より55km ※見通し:良好	11/6 10:02	N 38d 39m 41s E 141d 58m 5s	55km	44d 33m
牡-2	試験場所より60km ※見通し:良好	11/6 10:52	N 38d 41m 33s E 142d 0m 56s	60km	45d 04m
牡-3	試験場所より70km ※見通し:良好	11/6 11:32	N 38d 45m 21s E 142d 5m 51s	70km	45d 03m
牡-4	試験場所より80km(陸前高田沖) ※見通し:良好	11/6 14:15	N 38d 59m 6s E 141d 49m 47s	80km	19d 18m
牡-5	大原湾(試験場所より8km) ※見通し:山岳遮蔽あり	11/5 15:00	N 38d 19m 10s E 141d 26m 9s	8km	276d 22m
牡-6	渡波港(試験場所より20km) ※見通し:山岳・建物遮蔽あり	11/5 16:25	N 38d 24m 39s E 141d 19m 37s	20km	302d 17m

© OpenStreetMap contributors, 地図はCC BY-SA としてライセンス
 (※) 図中矢印は、海岸局でのアンテナ(八木アンテナ)設置方向。45度に設定。

測定地点	海岸局無線機パターン	電界強度理 論値 (dB μV/m)	無線機入力 理論値 (dB μV)	スペアナ測定値 無信号時 (dBm)			スペアナ測定値 信号受信時 (dBm)			電界強度測 定値 (dB μV/m)	無線機入力 測定値 (dB μV)	電界強度測定 値・理論比較 (20dB μV/m)	無線機入力測 定値・理論比較 (20dB μV)	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
				min	max	median	min	max	median					メリット	信号強度	メリット	信号強度
牡-1	(1)1W・ホイップ	15.39	26.21	-120.61	-103.51	-112.06	-85.36	-82.88	-84.12	19.83	30.65	×	○	3	4	3	3-4
	(2)1W・八木	19.06	29.88				-71.26	-70.2	-70.73	33.22	44.04	○	○	5	5	5	5
	(3)5W・ホイップ	22.39	33.21				-79.75	-78.23	-78.99	24.96	35.78	○	○	4	4	5	4
	(4)5W・八木	26.05	36.87				-66.96	-64.33	-65.645	38.305	49.125	○	○	5	5	5	5
牡-2	(1)1W・ホイップ	13.89	24.71	-123.24	-105.43	-114.335	-86.62	-84.82	-85.72	18.23	29.05	×	○	4	3	3	3
	(2)1W・八木	17.55	28.37				-73.03	-71.63	-72.33	31.62	42.44	○	○	5	5	5	5
	(3)5W・ホイップ	20.88	31.7				-82.30	-79.48	-80.89	23.06	33.88	○	○	5	4	5	3-4
	(4)5W・八木	24.54	35.36				-67.29	-66.97	-67.13	36.82	47.64	○	○	5	5	5	5
牡-3	(1)1W・ホイップ	11.21	22.03	-123.30	-103.30	-113.3	-93.18	-90.21	-91.695	12.255	23.075	×	○	3	2	2-3	2
	(2)1W・八木	14.87	25.69				-78.10	-75.38	-76.74	27.21	38.03	○	○	5	5	5	5
	(3)5W・ホイップ	18.20	29.02				-87.92	-85.64	-86.78	17.17	27.99	×	○	4	3	3	2-3
	(4)5W・八木	21.86	32.68				-72.81	-70.93	-71.87	32.08	42.9	○	○	5	5	5	5
牡-4	(1)1W・ホイップ	9.11	19.93	-123.33	-95.52	-109.425	-91.68	-89.39	-90.535	13.415	24.235	×	○	3	2-3	3	2-3
	(2)1W・八木	12.77	23.59				-87.78	-84.60	-86.19	17.76	28.58	×	○	3-4	3	4-5	3
	(3)5W・ホイップ	16.10	26.92				-86.45	-84.38	-85.415	18.535	29.355	×	○	4	4	4	2-3
	(4)5W・八木	19.76	30.58				-81.78	-79.31	-80.545	23.405	34.225	○	○	4-5	4	4	3
牡-5	(1)1W・ホイップ	48.85	59.67	-122.20	-98.75	-110.475	-64.36	-63.21	-63.785	40.165	50.985	○	○	5	5	5	5
	(2)1W・八木	41.21	52.03				-75.56	-74.31	-74.935	29.015	39.835	○	○	4	4	5	4
	(3)5W・ホイップ	55.84	66.66				-59.96	-59.38	-59.67	44.28	55.1	○	○	5	6	5	6
	(4)5W・八木	48.20	59.02				-72.74	-72.03	-72.385	31.665	42.385	○	○	5	4	5	5
牡-6	(1)1W・ホイップ	32.97	43.79	-121.90	-99.30	-110.6	-116.62	-99.00	-107.81	-3.86	6.96	×	×	-	0	-	0
	(2)1W・八木	25.33	36.15				-108.66	-102.78	-105.72	-1.77	9.05	×	×	-	0	2	0
	(3)5W・ホイップ	39.11	49.93				-108.76	-101.57	-105.165	-1.215	9.605	×	×	-	0	-	0
	(4)5W・八木	32.32	43.14				-101.47	-96.82	-99.145	4.805	15.625	×	×	2	1	2	0

(2) 測定結果一覧 (唐桑地区)

測定地点	説明	測定日時	船舶局位置	海岸局一船舶局間距離	海岸局一船舶局方位角
唐-1	試験場所より30km ※見通し:良好	11/8 11:13	N 38d 35m 29s E 141d 37m 21s	30km	188d 20m
唐-2	試験場所より40km ※見通し:良好	11/8 11:27	N 38d 30s 8s E 141d 36m 21s	40km	188d 21m
唐-3	試験場所より45km ※見通し:良好	11/8 11:59	N 38d 27m 27s E 141d 35m 51s	45km	188d 21m
唐-4	試験場所より55km ※見通し:良好	11/9 7:48	N 38d 22m 6s E 141d 34m 51s	55km	188d 21m
唐-5	試験場所より60km ※見通し:良好	11/9 7:33	N 38d 19m 26s E 141d 34m 22s	60km	188d 21m
唐-6	雄勝湾(試験場所より43km) ※見通し:やや島影	11/9 8:41	N 38d 29m 1s E 141d 31m 4s	43km	198d 07m
唐-7	追波湾(試験場所より34km) ※見通し:やや島影	11/9 9:28	N 38d 34m 30s E 141d 31m 10s	34km	202d 57m
唐-8	志津川湾(試験場所より26km) ※見通し:やや島影	11/9 10:12	N 38d 39m 00s E 141d 31m 50s	26km	208d 04m
唐-9	仙仙沼湾(試験場所より6km) ※見通し:やや島影	11/9 11:56	N 38d 51m 00s E 141d 36m 45s	6km	244d 06m



© OpenStreetMap contributors, 地図はCC BY-SA としてライセンス
(※) 图中矢印は、海岸局でのアンテナ(八木アンテナ)設置方向。167.5度に設定。

測定地点	海岸局無線機パターン	電界強度理論値 (dB μV/m)	無線機入力理論値 (dB μV)	スペアナ測定値 無信号時 (dBm)			スペアナ測定値 信号受信時 (dBm)			電界強度測定値 (dB μV/m)	無線機入力測定値 (dB μV)	電界強度測定値・閾値比較 (20dB μV/m)	無線機入力測定値・閾値比較 (20dB μV)	(船舶局) 明瞭度		(海岸局) 明瞭度	
				min	max	median	min	max	median					メリット	信号強度	メリット	信号強度
唐-1	(1) 1W・ホイップ	6.71	17.53	-124	-102.47	-113.235	-85.43	-82.32	-83.875	20.075	30.895	○	○	3-4	4	4	4
	(2) 1W・八木	10.37	21.19				-83.29	-80.54	-81.915	22.035	32.855	○	○	4	4	5	4
	(3) 5W・ホイップ	13.70	24.52				-79.12	-77.02	-78.07	25.88	36.7	○	○	5	4	5	4
	(4) 5W・八木	17.36	28.18				-78.16	-75.5	-76.83	27.12	37.94	○	○	5	4	5	4
唐-2	(1) 1W・ホイップ	-9.49	1.33	-125.32	-96.93	-111.125	-89	-86.38	-87.69	16.26	27.08	×	○	3-4	3	3	3-4
	(2) 1W・八木	-5.83	4.99				-87.4	-83.96	-85.63	18.32	29.14	×	○	4	4	4	4
	(3) 5W・ホイップ	-2.50	8.32				-83.31	-81.13	-82.22	21.73	32.55	○	○	5	4	3	3
	(4) 5W・八木	1.16	11.98				-81.91	-79.52	-80.715	23.235	34.055	○	○	5	4	3	3-4
唐-3	(1) 1W・ホイップ	-11.03	-0.21	-125.13	-102.33	-113.73	-94.91	-90.84	-92.875	11.075	21.895	×	○	3	2	2-3	2
	(2) 1W・八木	-7.37	3.45				-91.46	-88.42	-89.94	14.01	24.83	×	○	3	3	3	2-3
	(3) 5W・ホイップ	-4.01	6.81				-90.02	-87.23	-88.625	15.325	26.145	×	○	5	3	3	2
	(4) 5W・八木	-0.38	10.44				-85.48	-83.98	-84.73	19.22	30.04	×	○	5	4	2-3	3
唐-4	(1) 1W・ホイップ	-13.65	-2.83	-124.51	-109.66	-117.085	-99.1	-96.85	-97.975	5.975	16.795	×	×	2-3	1	3	1-2
	(2) 1W・八木	-9.99	0.83				-98.16	-94.2	-96.18	7.77	18.59	×	×	2-3	1-2	3	2-4
	(3) 5W・ホイップ	-6.66	4.16				-93.54	-91.23	-92.385	11.565	22.385	×	○	4	2	3	1-2
	(4) 5W・八木	-3.00	7.82				-92.44	-89.27	-90.855	13.095	23.915	×	○	5	3	3	2-3
唐-5	(1) 1W・ホイップ	-14.79	-3.97	-126.62	-114.74	-121.68	-102.11	-99.66	-100.885	3.065	13.885	×	×	2	0	3	1
	(2) 1W・八木	-11.13	-0.31				-99.62	-96.02	-97.82	6.13	16.95	×	×	2	1	3	1-2
	(3) 5W・ホイップ	-7.80	3.02				-96.28	-93.05	-94.665	9.285	20.105	×	○	4	2	4	0-1
	(4) 5W・八木	-4.14	6.68				-95.46	-91.27	-93.365	10.585	21.405	×	○	4	2-3	4	1-2
唐-6	(1) 1W・ホイップ	-10.43	0.39	-128.37	-102.94	-115.655	-96.35	-94.18	-95.265	8.685	19.505	×	×	3	2	4	2
	(2) 1W・八木	-9.17	1.65				-91	-88.8	-89.9	14.05	24.87	×	○	4	3	4	3
	(3) 5W・ホイップ	-3.44	7.38				-90.84	-87.99	-89.415	14.535	25.355	×	○	4	3	4	2
	(4) 5W・八木	-2.18	8.64				-86.32	-83.88	-85.1	43.85	54.67	○	○	5	4	4	3
唐-7	(1) 1W・ホイップ	4.53	15.35	-125.62	-102.49	-114.055	-88.92	-85.05	-86.985	16.965	27.785	×	○	3	4	4	4
	(2) 1W・八木	5.79	16.61				-85.42	-82.68	-84.05	19.9	30.72	×	○	4	4	4	4
	(3) 5W・ホイップ	11.52	22.34				-82.66	-78.66	-80.66	23.29	34.11	○	○	5	4	4	4
	(4) 5W・八木	12.78	23.6				-80.34	-77.12	-78.73	25.22	36.04	○	○	5	5	4	4
唐-8	(1) 1W・ホイップ	9.19	20.01	-125.32	-104.3	-114.81	-77.46	-73.77	-75.615	28.335	39.155	○	○	5	5	5	5
	(2) 1W・八木	10.45	21.27				-72.56	-71.82	-72.19	31.78	42.58	○	○	5	5	5	5
	(3) 5W・ホイップ	16.18	27				-70.8	-68.72	-69.76	34.19	45.01	○	○	5	5	5	5
	(4) 5W・八木	17.44	28.26				-67.58	-66.29	-66.935	37.015	47.835	○	○	5	6	5	5
唐-9	(1) 1W・ホイップ	34.67	45.49	-124.81	-102.55	-113.68	-67.8	-66.79	-67.295	36.655	47.475	○	○	4-5	4-5	4	4
	(2) 1W・八木	35.93	46.75				-61.35	-60.96	-61.155	42.795	53.615	○	○	5	5	5	4-5
	(3) 5W・ホイップ	41.66	52.48				-62.22	-60.55	-61.385	42.565	53.385	○	○	5	5	5	4-5
	(4) 5W・八木	42.92	53.74				-63.74	-62.08	-62.91	44.04	54.86	○	○	5	5	4	4-5

(3) 測定結果一覧 (巨理地区)

測定地点	説明	測定日時	船舶局位置	海岸局一船舶局間距離	海岸局一船舶局方位角
巨-1	金華山網地島先端 (試験場所より56km) ※見通し・良好	11/12 11:15	N 38d 14m 1s E 141d 30m 54s	56km	66d 42m
巨-2	金華山網地島裏 (試験場所より56km) ※見通し・島影	11/12 11:35	N 38d 17m 18s E 141d 28m 4s	56km	59d 40m
巨-3	石巻湾沖 (試験場所より53km) ※見通し・良好	11/12 12:40	N 38d 21m 14s E 141d 21m 59s	53km	47d 55m
巨-4	石巻湾宮古島裏 (試験場所より45km) ※見通し・島影	11/13 8:50	N 38d 22m 35s E 141d 11m 58s	45km	32d 58m
巨-5	試験場所より40km ※見通し・良好	11/13 10:30	N 38d 19m 48s E 141d 11m 5s	40km	35d 28m
巨-6	試験場所より35km ※見通し・良好	11/13 11:10	N 38d 18m 4s E 141d 8m 13s	35km	32d 58m
巨-7	試験場所より30km ※見通し・良好	11/13 11:27	N 38d 15m 48s E 141d 6m 20s	30km	32d 57m
巨-8	試験場所より23km ※見通し・良好	11/13 11:49	N 38d 10m 12s E 141d 6m 50s	23km	49d 02m



© OpenStreetMap contributors, 地図はCC BY-SA としてライセンス
 (※) 図中矢印は、海岸局でのアンテナ(八木アンテナ)設置方向。45度に設定。

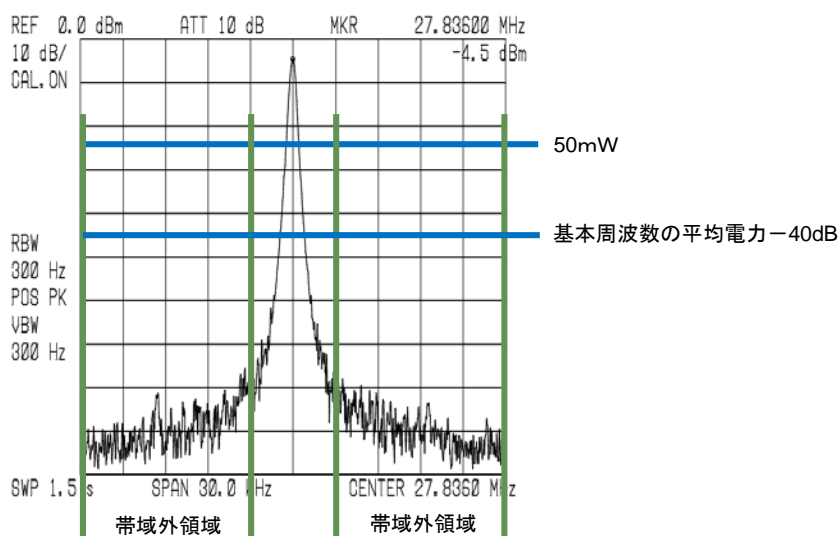
測定地点	海岸局無線機パターン	電界強度理論値		無線機入力理論値			スペアナ測定値 無信号時			スペアナ測定値 信号受信時			電界強度測定値		無線機入力測定値		電界強度測定値・閾値比較		無線機入力測定値・閾値比較		(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
		(dB μV/m)	(dB μV)	min	max	median	min	max	median	min	max	median	(dB μV/m)	(dB μV)	(20dB μV/m)	(20dB μV)	メリット	信号強度	メリット	信号強度				
巨-1	(1) 1W・ホイップ	-12.96	-2.14	-126.16	-105.36	-115.76	-99.52	-93.84	-96.68	7.27	18.09	x	x	x	x	2-3	2	2	2	2				
	(2) 1W・八木	-9.3	1.52				-92.18	-88.41	-90.295	13.655	24.475	x	o	o	3	3	3	3	3					
	(3) 5W・ホイップ	-5.97	4.85				-94.49	-88.28	-91.385	12.565	23.385	x	o	o	3	3	2-3	3	3					
	(4) 5W・八木	-2.31	8.51				-87.74	-83.79	-85.765	18.185	29.005	x	o	o	4-5	4	4	4	4					
巨-2	(1) 1W・ホイップ	-12.96	-2.14	測定なし	測定なし	-	測定なし	測定なし	-	測定なし	測定なし	-	-	-	-	-	0	-	-	0				
	(2) 1W・八木	-9.3	1.52				測定なし	測定なし	-	測定なし	測定なし	-	-	-	1-2	0-1	1	1	1					
	(3) 5W・ホイップ	-5.97	4.85				測定なし	測定なし	-	測定なし	測定なし	-	-	-	2	1	1	1	1					
	(4) 5W・八木	-2.31	8.51				測定なし	測定なし	-	測定なし	測定なし	-	-	-	3	3	3	3	1					
巨-3	(1) 1W・ホイップ	-12.01	-1.19	-121.27	-100.54	-110.905	-91.52	-88.94	-90.23	13.72	24.54	x	x	o	3	3	3	3	3					
	(2) 1W・八木	-8.35	2.47				-84.01	-82.66	-83.335	20.615	31.435	o	o	o	4-5	4	3	4	4					
	(3) 5W・ホイップ	-5.02	5.8				-84.9	-83.16	-84.03	19.92	30.74	x	o	o	4-5	4	3	4	4					
	(4) 5W・八木	-1.36	9.46				-79.58	-77.7	-78.64	25.31	36.13	o	o	o	5	5	4	5	5					
巨-4	(1) 1W・ホイップ	-9.87	0.95	-121.46	-110.42	-115.94	-96.41	-90.84	-93.625	10.325	21.145	x	o	o	3	3	3	2-3	2-3					
	(2) 1W・八木	-6.21	4.61				-88.06	-83.25	-85.655	18.295	29.115	x	o	o	4	4	4	4-5	4					
	(3) 5W・ホイップ	-2.88	7.94				-85.86	-84.64	-85.25	18.7	29.52	x	o	o	4	4	4	4	4					
	(4) 5W・八木	0.78	11.6				-78.94	-78.02	-78.48	25.47	36.29	o	o	o	5	5	5	5	5					
巨-5	(1) 1W・ホイップ	-8.33	2.49	-121.69	-107.76	-114.725	-88.58	-85.84	-87.21	16.74	27.56	x	o	o	3-4	3	3	3	3-4					
	(2) 1W・八木	-4.67	6.15				-81.61	-78.8	-80.205	23.745	34.565	o	o	o	5	4	5	4-5	4-5					
	(3) 5W・ホイップ	-1.34	9.48				-83.25	-81.19	-82.22	21.73	32.55	o	o	o	4-5	4	5	4-5	4-5					
	(4) 5W・八木	2.32	13.14				-77.03	-73.71	-75.37	28.58	39.4	o	o	o	5	5	5	5	5					
巨-6	(1) 1W・ホイップ	5.19	16.01	-124.64	-105.76	-115.2	-86.94	-83.48	-85.21	18.74	29.56	x	o	o	4	4	4	4	4					
	(2) 1W・八木	8.85	19.67				-78.91	-76.52	-77.715	26.235	37.055	o	o	o	5	5	5	5	5					
	(3) 5W・ホイップ	12.18	23				-80.5	-77.7	-79.1	24.85	35.67	o	o	o	5	5	4	5	5					
	(4) 5W・八木	15.84	26.66				-73.13	-71.08	-72.105	31.845	42.665	o	o	o	5	5	5	5	5					
巨-7	(1) 1W・ホイップ	7.87	18.69	-122.1	-104.34	-113.22	-81.52	-78.95	-80.235	23.715	34.535	o	o	o	4-5	4-5	4	4-5	4-5					
	(2) 1W・八木	11.53	22.35				-76.53	-72.87	-74.7	29.25	40.07	o	o	o	5	5	5	5	5					
	(3) 5W・ホイップ	14.86	25.68				-75.76	-72.18	-73.97	29.98	40.8	o	o	o	5	5	5	5	5					
	(4) 5W・八木	18.52	29.34				-70.88	-66.69	-68.785	35.165	45.985	o	o	o	5	5-6	5	5	5					
巨-8	(1) 1W・ホイップ	12.48	23.3	-127.08	-109.21	-118.145	-76.42	-73.88	-75.05	28.9	39.72	o	o	o	5	5	4-5	5	5					
	(2) 1W・八木	16.14	26.96				-69.84	-66.46	-68.16	35.79	46.61	o	o	o	5	5-6	5	5-6	5-6					
	(3) 5W・ホイップ	19.47	30.29				-69.64	-67.88	-68.76	35.19	46.01	o	o	o	5	5	5	5	5					
	(4) 5W・八木	23.13	33.95				-63.1	-61.11	-62.105	41.845	52.665	o	o	o	5	6	5	6	6					

参考資料 8 スプリアス発射又は不要発射の強度 測定結果

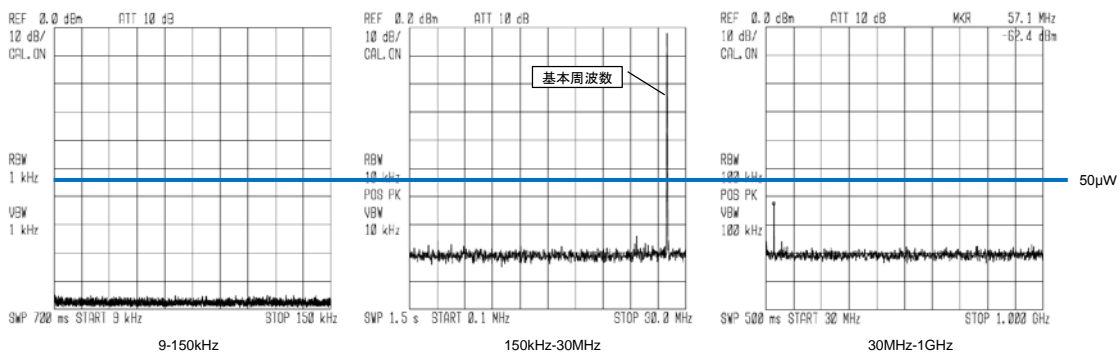
測定方法は、「TELEC-T210（無線設備の特性試験方法：海上用 DSB 試験項目：スプリアス発射又は不要発射の強度）」にしたがい実施した。

送信出力=5W/測定周波数=27836kHzのもと、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度は、50mW以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より40dB低い値。スプリアス領域における不要発射の強度は50μW以下となっており、規準値を満足している。

(1) 帯域外領域におけるスプリアス発射



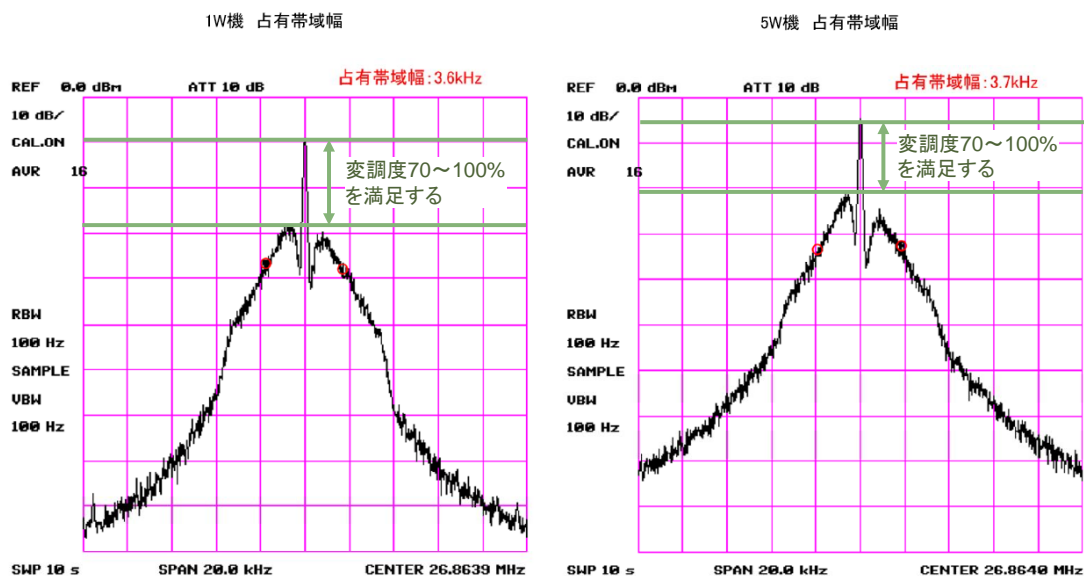
(2) スプリアス領域における不要発射



参考資料 9 変調度 測定結果

測定方法は、TELEC-T210（無線設備の特性試験方法：海上用 DSB）試験項目：変調度、にしたがう。

送信出力=1W 及び 5W / 測定周波数=27836kHz のもと、変調度は 70~100% であり、規準値を満足している。



変調条件: 60%変調レベル+10dBUPの疑似音声入力により測定

参考資料 10 隣接周波数干渉検証

ある周波数をメイン送信周波数と定め、メイン送信周波数において送信電力を 5W で送信し、かつ、隣接の周波数を使用した場合の影響について検討を行った。検証条件は以下のとおりである。

(1) 測定周波数

連続した等間隔の周波数とするため、上下 5 波まで測定可能な 26864kHz をメイン送信周波数として測定した。

(2) 測定概要

メイン周波数を送信電力 5 W で送信している状態において、既存の無線局の運用を想定して隣接する周波数の電波を送信電力 1 W で同時に発射し、隣接する周波数への影響を調査する（メイン及び隣接周波数については下表を参照）。

中心周波数 kHz	離隔周波数 kHz	送信電力
26904	40	1W
26896	32	1W
26888	24	1W
26880	16	1W
26872	8	1W
26864	0	(メイン) 5W
26856	-8	1W
26848	-16	1W
26840	-24	1W
26832	-32	1W
26824	-40	1W

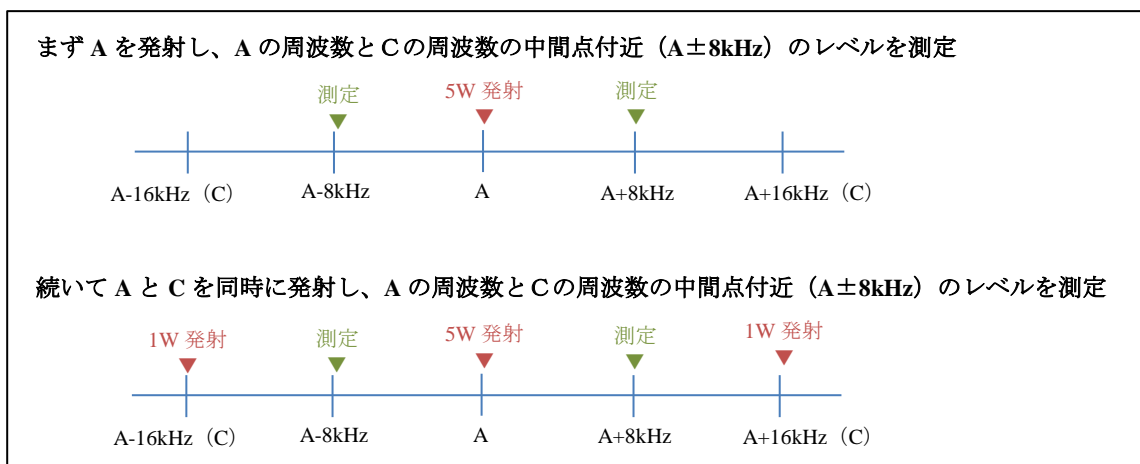
隣接周波数の影響については、1W 送信時のみの状態と 5W を送信した場合の状態を比較する。比較ポイントは 5W 波と 1W 波間の中間をポイントとしつつ、両波周波数間の定在波の影響をスペクトラムアナライザで確認する。

測定は、影響がなくなると思える隣接周波数まで測定する。

(3) 測定手順

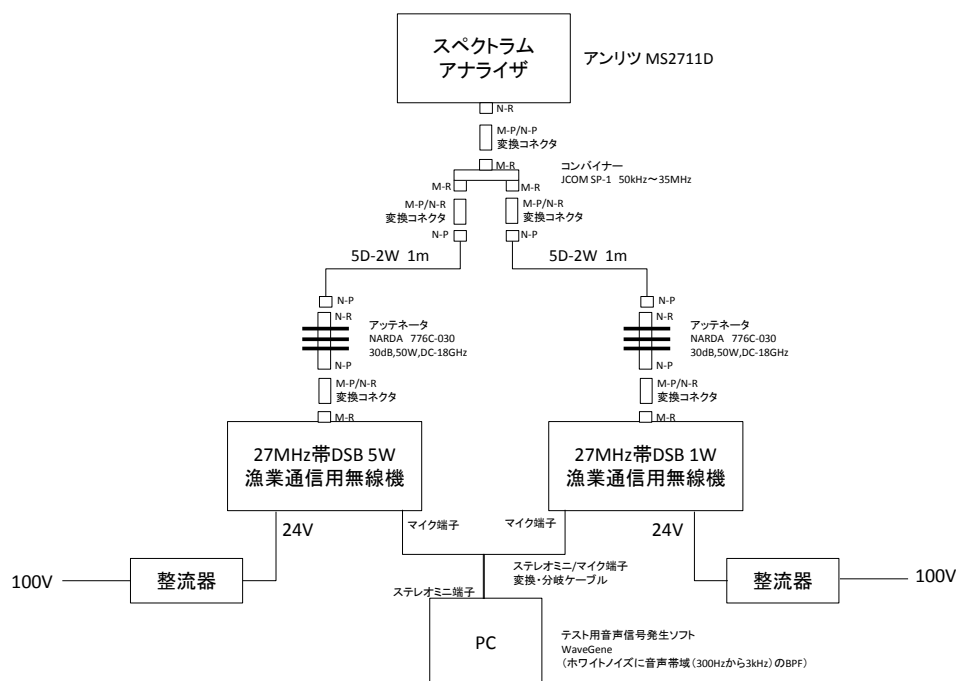
測定手順は以下のとおりである。

- ① 定常雑音レベルを測定
- ② メイン周波数 A (中心周波数 26864kHz、占有周波数帯幅 6kHz) を発射し、A から±3kHz の電界値を測定
- ③ 隣接する周波数 B (A からの離調周波数±8kHz) を発射し、A から±3kHz の電界値を測定
- ④ A の周波数と B の周波数を同時に発射して、A から±3kHz の電界値の変化を測定。その際に変調波形への影響も確認する。
- ⑤ 以上の手順で、隣接周波数 C (A からの離調周波数±16kHz) の時の A から±8kHz の電界値、隣接周波数 D (A からの離調周波数±24kHz) の時の A から±16kHz の電界値、と測定していく。(下図参照：離調周波数 C の場合)



(4) 測定設定項目概要

- 系統図は以下のとおりである。5W・1W 無線機双方に対してアッテネータ（30dB）で減衰し測定した。



- 測定系の損失は以下のとおりである。

測定系部位		損失
アッテネータ	NARDA 社 776C-030 30dB,50W,DC-18GHz	30dB
同軸ケーブル	5D-2W 1m 46dB/km (メーカー規格) より 0.05dB/m	0.05dB
変換コネクタ	N型コネクタ	ほぼ 0dB
	M型コネクタ (HF帯で 0.2dB/個。コンバイナー部以外に 1個使用)	0.2dB
コンバイナー	結合損失 3dB+M型コネクタ損失 0.2dB×2個=3.4dB	3.4dB
インピーダンス差	無線機出力 (75Ω) とアッテネータ (50Ω) の差による損失	0.33dB
	(計)	33.98dB

- スペクトラムアナライザの設定は以下のとおりである。

RBW=100Hz/VBW=30Hz/ATT=40dB/Max hold

また、変調入力の設定は、TELEC-T210（無線設備の特性試験方法・海上用 DSB）における変調入力の設定「変調入力の設定は、正弦波の 1,000Hz で変調して変調度が 60%となる変調入力信号レベルを求め、同じレベルの擬似音声信号を加える」を参考に、テスト信号発生ソフト（WinGene⁷）を用いて実施した。なお、擬似音声信号はホワイトノイズに音声帯域（300Hz から 3kHz）の BPF を設定した。

⁷ <http://www.ne.jp/asahi/fa/efu/soft/wg/wg.html>

(5) 検証結果

測定検証結果を以下に示す。

① 5W 波（中心周波数 A : 26864kHz） + 1W 波（中心周波数 B : A+8kHz） 発射時の A+3kHz ポイントの測定

（単位：dBm）	A+3kHz	B-3kHz	B	B+3kHz
5W 波単体発射	-36.70			
1W 波単体発射		-40.57	-3.43	-40.62
5W・1W 波同時発射	-35.44	-40.03	-3.84	-40.5

- A+3kHz のレベルは、5W 波単体発射時の-36.70dBm に対して、1W・5W 波同時発射時には-35.44dBm と約 1dB 増加している。
- 1W 波（中心周波数 B 及び±3kHz）のレベルは、1W 波単体発射時と 5W・1W 波同時発射時ではほぼ変化なし。

② 5W 波（中心周波数 A : 26864kHz） + 1W 波（中心周波数 C : A+16kHz） 発射時の A+8kHz ポイントの測定

（単位：dBm）	A+8kHz	C-3kHz	C	C+3kHz
5W 波単体発射	-47.53			
1W 波単体発射		-39.93	-3.99	-40.24
5W・1W 波同時発射	-46.52	-39.13	-3.98	-40.6

- A+8kHz のレベルは、5W 波単体発射時の-47.53dBm に対して、1W・5W 波同時発射時には-46.52dBm と約 1dB 増加している。
- 1W 波（中心周波数 C 及び±3kHz）のレベルは、1W 波単体発射時と 5W・1W 波同時発射時ではほぼ変化なし。

③ 5W 波（中心周波数 A : 26864kHz） + 1W 波（中心周波数 D : A+24kHz） 発射時の A+16kHz ポイントの測定

（単位：dBm）	A+16kHz	D-3kHz	D	D+3kHz
5W 波単体発射	-50.95			
1W 波単体発射		-40.74	-4.1	-41.91
5W・1W 波同時発射	-49.83	-40.21	-3.98	-40.59

- A+16kHz のレベルは、5W 波単体発射時の-50.95dBm に対して、1W・5W 波同時発射時には-49.83dBm と約 1dB 増加しているが、スプリアス発射の強度規格値(50 μ W=-13dBm 測定系の損失 34dB 換算で-47dBm) は満足している。
- 1W 波（中心周波数 D 及び±3kHz）のレベルは、1W 波単体発射時と 5W・1W 波同時発射時ではほぼ変化なし。

④ 5W 波（中心周波数 A : 26864kHz） + 1W 波（中心周波数 E : A+32kHz） 発射時の A+24kHz ポイントの測定

(単位 : dBm)	A+24kHz	E-3kHz	E	E+3kHz
5W 波単体発射	-54.22			
1W 波単体発射		-39.40	-4.96	-40.11
5W・1W 波同時発射	-53.60	-40.89	-5.47	-41.80

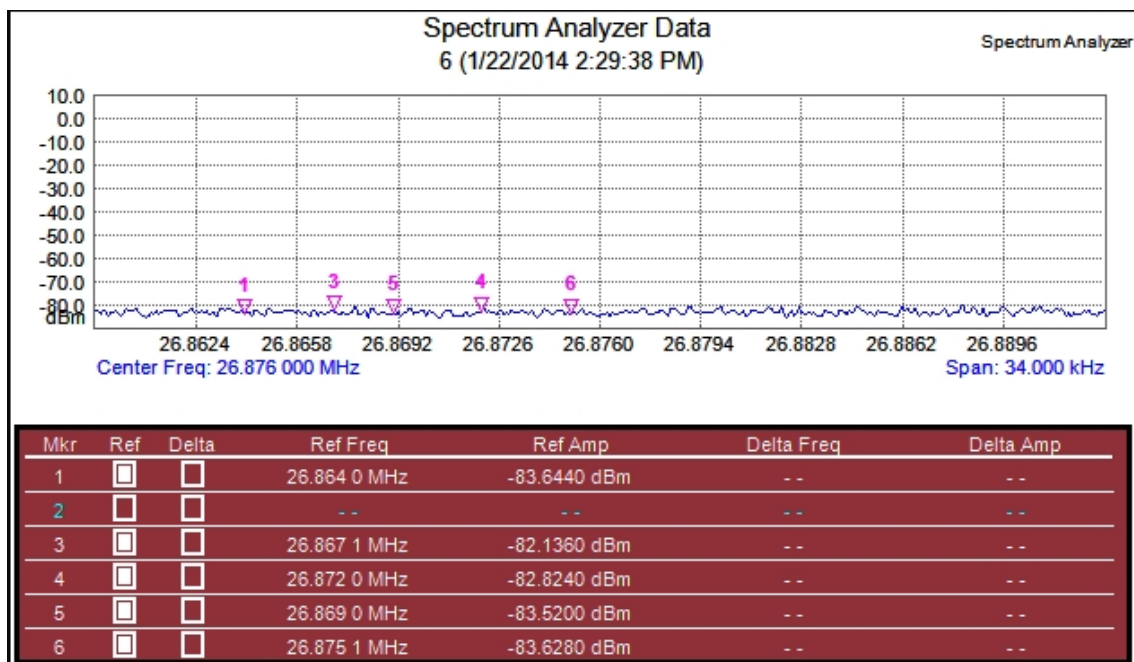
- 上記③の測定結果に対する評価と同様である。

以上、今回の隣接周波数干渉検証結果からは、隣接する周波数間の離調周波数 32kHz（周波数間隔 24kHz）を設定すれば、干渉影響は発生しないものと考えられる。

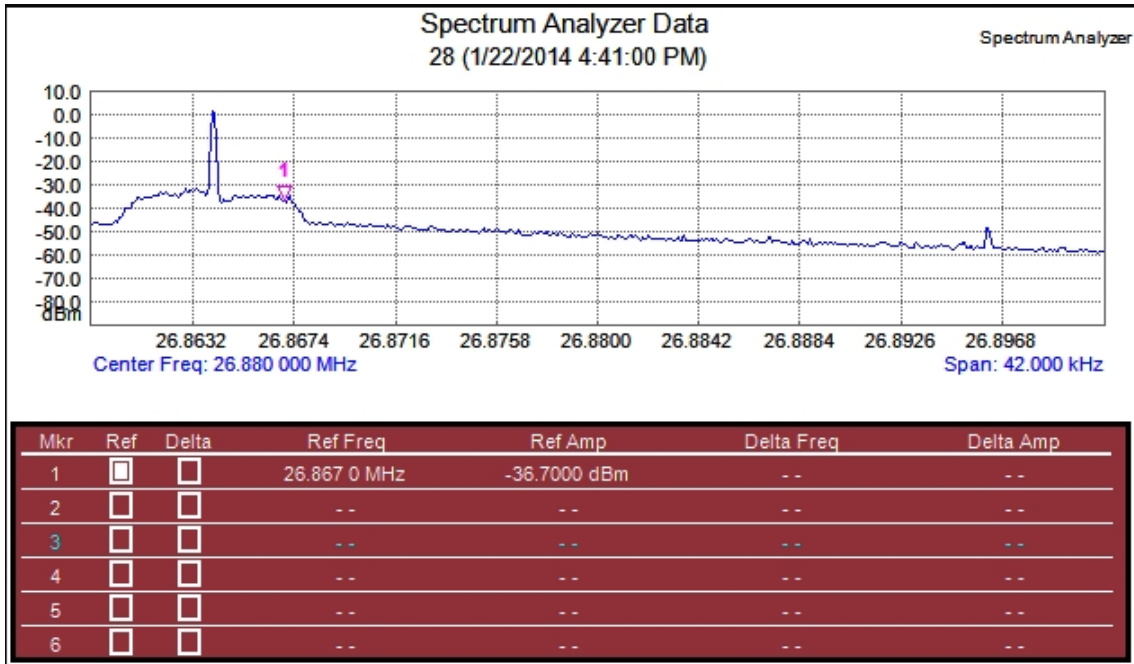
【参考】測定結果スペクトラム

隣接周波数干渉測定結果スペクトラムを以下に示す。

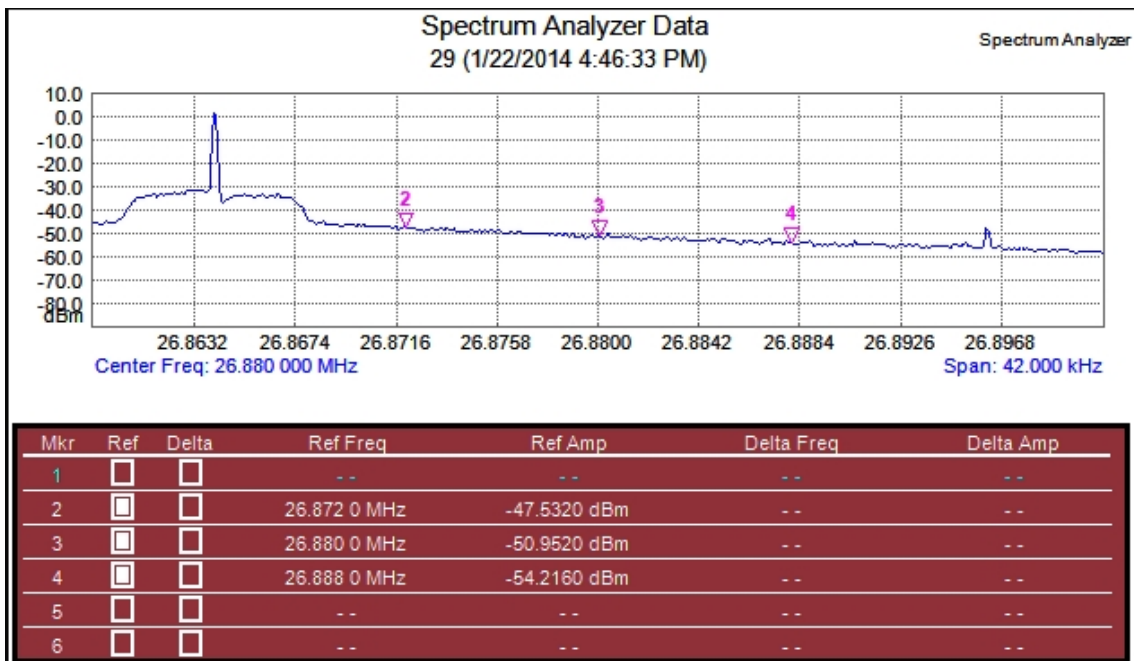
- 定常雑音レベル



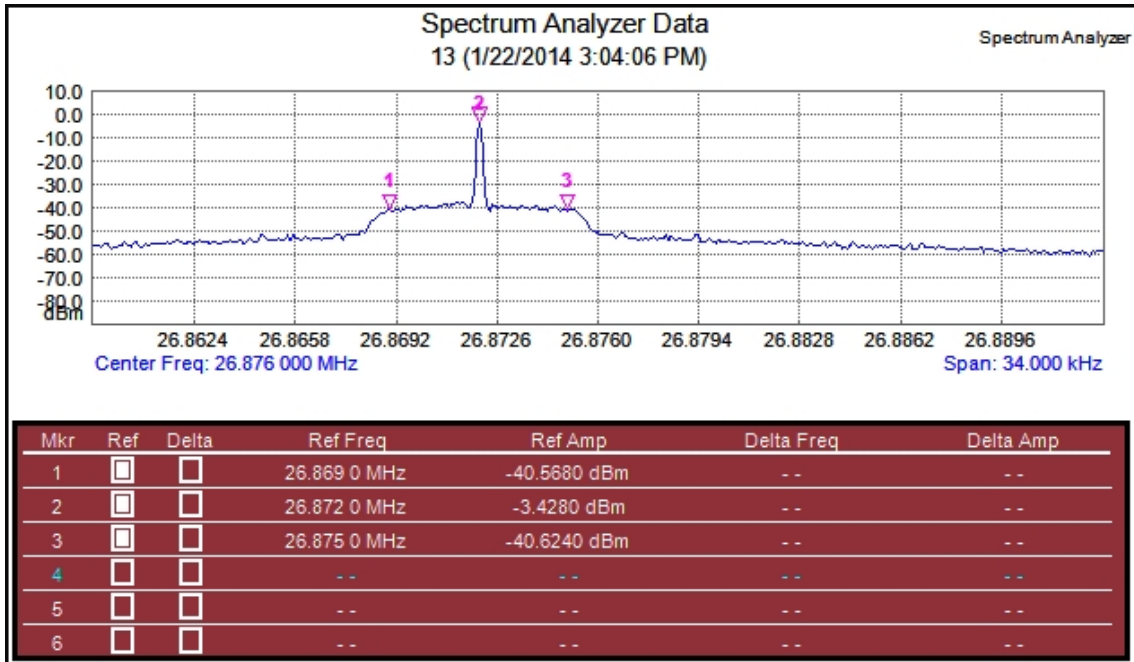
- 5W 波单体発射 (中心周波数 A : 26864kHz)



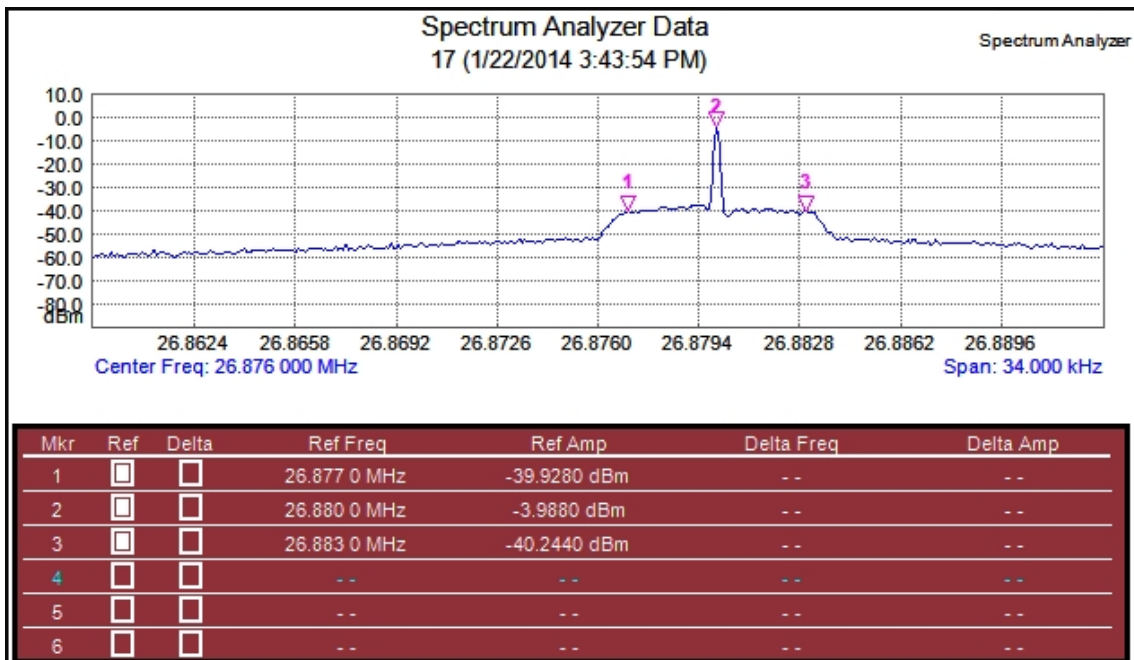
- 5W 波单体発射 (中心周波数 A : 26864kHz)



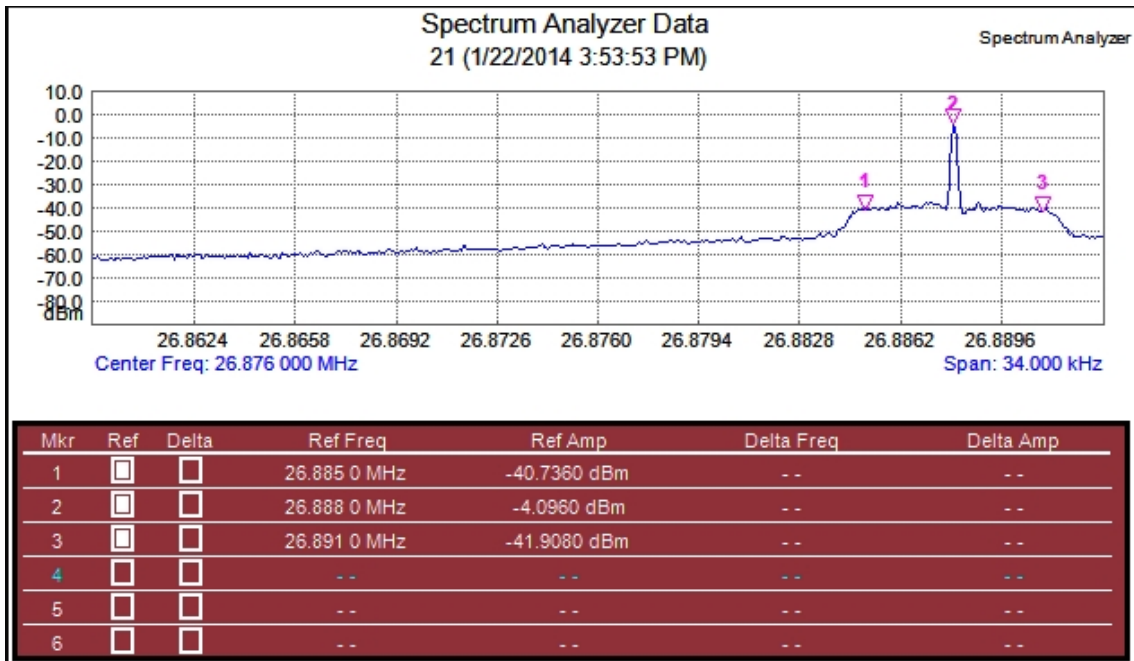
- 1W 波单体発射 (中心周波数 B : 26872kHz)



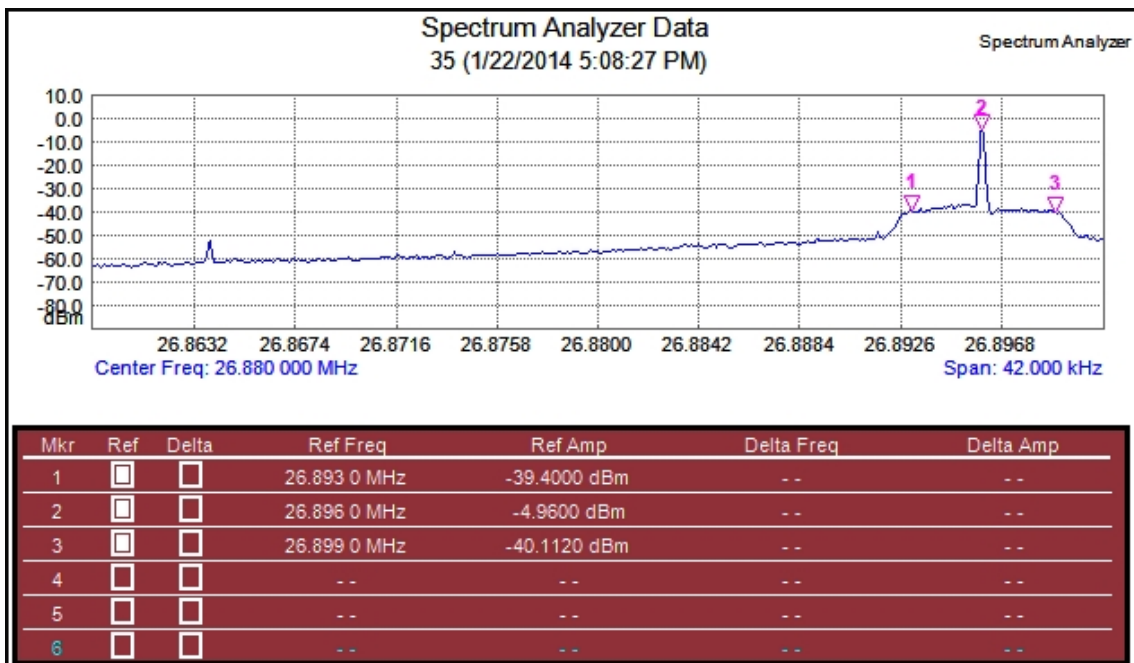
- 1W 波单体発射 (中心周波数 C : 26880kHz)



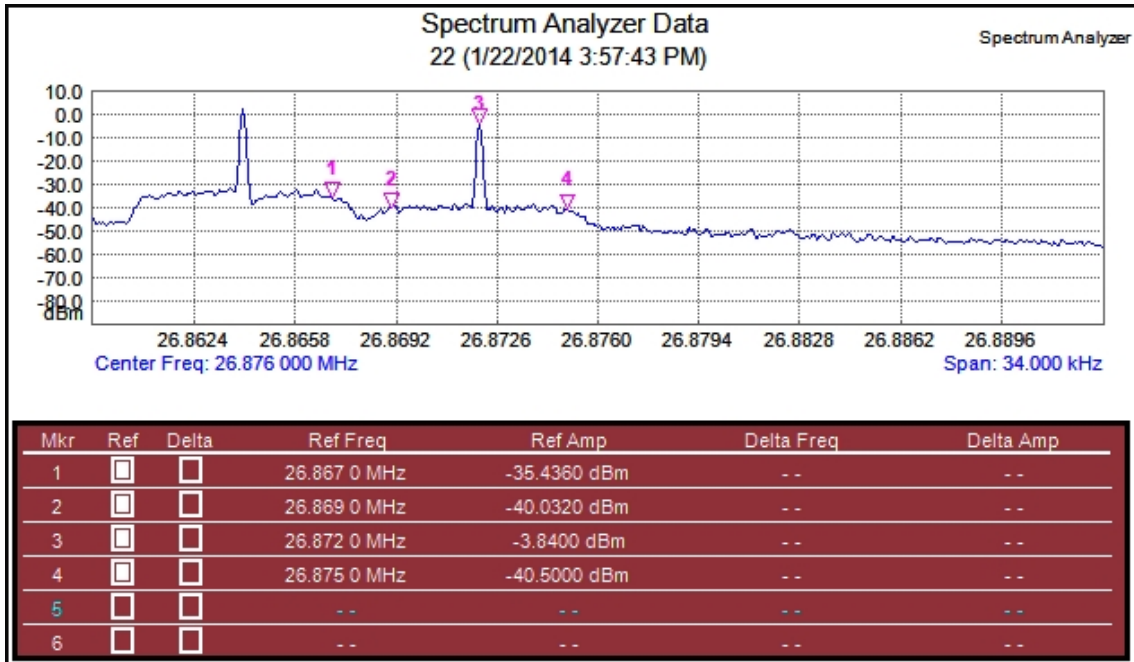
- 1W 波单体発射 (中心周波数 D : 26888kHz)



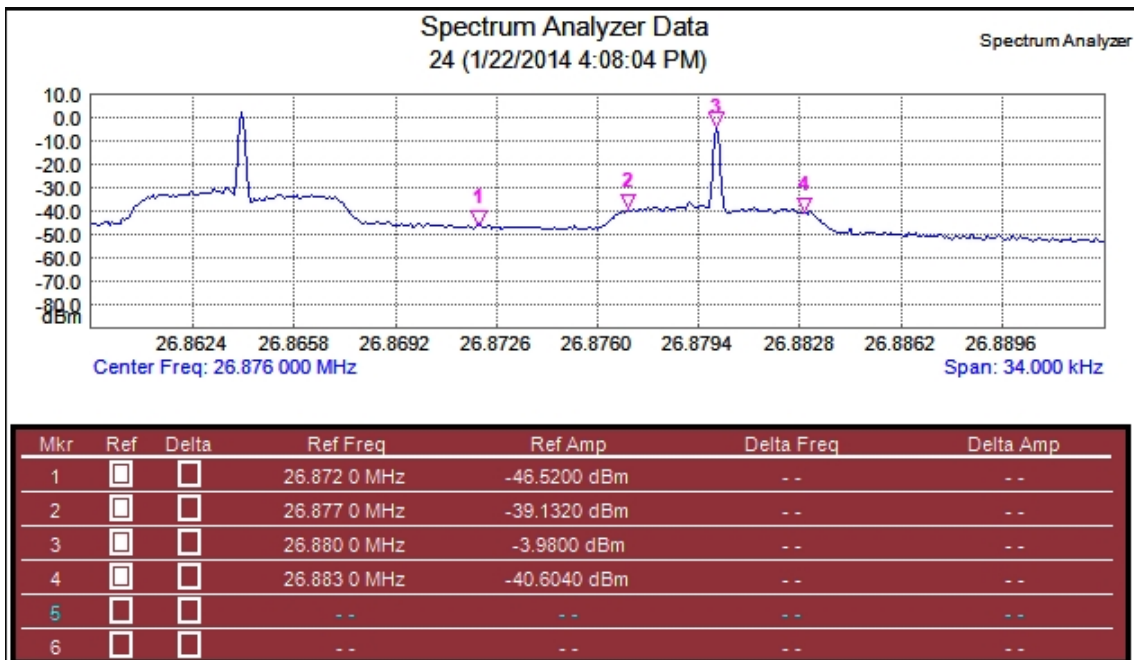
- 1W 波单体発射 (中心周波数 E : 26896kHz)



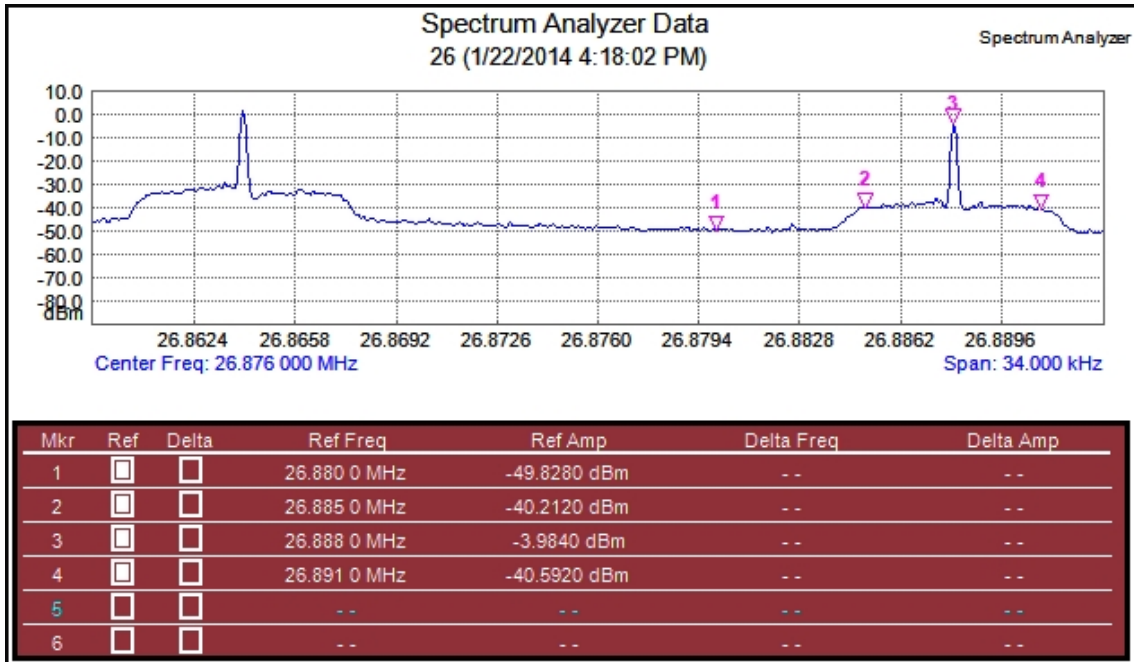
- 5W（中心周波数 A：26864kHz）・1W（中心周波数 B：26872kHz）波同時発射



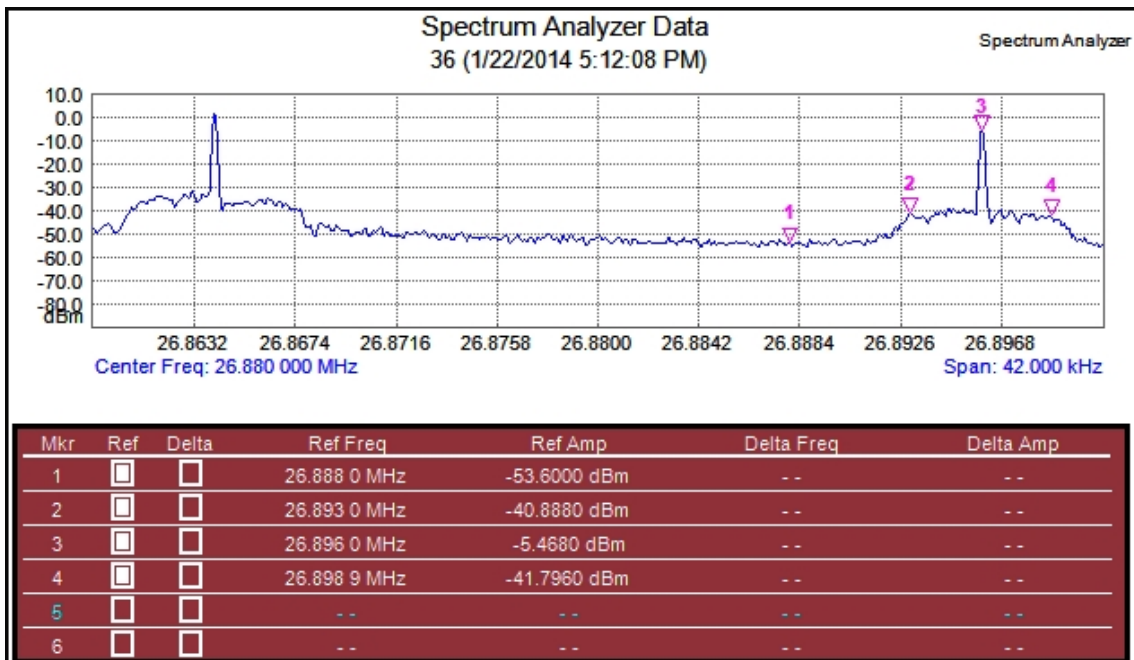
- 5W（中心周波数 A：26864kHz）・1W（中心周波数 C：26880kHz）波同時発射



- 5W（中心周波数 A : 26864kHz）・ 1W（中心周波数 D : 26888kHz）波同時発射



- 5W（中心周波数 A : 26864kHz）・ 1W（中心周波数 E : 26896kHz）波同時発射



参考資料 11 27MHz 帯周波数周辺無線局

27MHz 帯周波数周辺無線局 (26760-27987kHz 近辺の周波数)

周波数	用途	使用区域	在局数	条件
26200kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26216kHz	"	"	0	
26224kHz	"	"	0	
26235kHz	"	"	0	
26241kHz	各種業務用	全国	0	
26260kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26265kHz	貨客運送事業用	全国	0	
26272kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26322kHz	"	"	0	
26333kHz	貨客運送事業用	全国	10	
	鉄道技術研究用	"	0	
26342kHz	グライダー練習用	"	174	
26350kHz	貨客運送事業用	"	0	
26354kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26366kHz	貨客運送事業用	全国	0	
	鉄道技術研究用	"	0	
26372kHz	地方行政用	"	2	
	コンテナ荷役用	近畿	0	
26384kHz	"	関東、東海、近畿	0	
26400kHz	"	近畿	2	放送事業用無線局有
26410kHz	電気事業用	全国	0	
26416kHz	電気通信事業運営用	"	0	
26422kHz	コンテナ荷役用	近畿	0	
26428kHz	貨客運送事業用	全国	10	
	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26434kHz	貨客運送事業用	全国	10	
	鉄道技術研究用	"	0	
	海上運送事業用	"	0	
26446kHz	気象用	"	8	国家行政無線局有
26452kHz	コンテナ荷役用	近畿	0	
26458kHz	"	"	0	
26464kHz	"	"	0	
26470kHz	"	関東、東海、近畿	0	
26495kHz	"	"	0	
26522kHz	各種業務用	全国	0	
26526kHz	"	"	0	
26538kHz	"	"	0	
26546kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26562kHz	"	近畿	0	
26574kHz	放送事業用	全国	305	
26580kHz	コンテナ荷役用	近畿	0	
26588kHz	"	"	0	
26596kHz	"	関東、東海、近畿	0	
26604kHz	"	近畿	0	
26612kHz	"	"	0	
26626kHz	各種業務用	全国	0	
26627kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
26678kHz	"	"	0	
26708kHz	山岳遭難対策用	全国	0	
26709.5kHz	"	"	0	
26736kHz	コンテナ荷役用	関東、東海、近畿	0	
27104KHz	漁業用	*	0	
27284kHz	"	日本周辺海域及び日本沿岸海域	0	
27300kHz	"	"	0	
27304kHz	"	"	0	
27923kHz	"	"	5	航空事業製造用有
27971kHz	"	"	0	
30.65kHz	放送事業用	全国(沖縄を除く)	38	
31.73kHz	貨客運送事業用		0	

(*) 北緯 42 度の線以南及び東経 140 度の線以东の日本周辺海域及びその上空、北緯 30 度の線以北、東経 125 度の線以东及び東経 135 度の線以西の日本周辺海域及びその上空

参考資料 12 広域海岸局周波数割当表案

波数	周波数(kHz)	割当海岸局所在地	広域海岸局用
1	26760	北海道、関東、信越	↑
2	26768	北海道、関東、信越	指定せず
3	26776	東北、中国、四国	↓
4	26824	全国	◎
5	26832	北海道、関東、信越	○
6	26840	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	○
7	26848	北陸、東海、近畿、九州	○
8	26856	北海道、関東、信越	◎
9	26864	北海道、関東、信越	○
10	26872	北陸、東海、近畿、九州	○
11	26880	北海道、関東、信越	○
12	26888	全国	◎
13	26896	全国	○
14	26912	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	○
15	26920	北陸、東海、近畿、九州	○
16	26928	東北、中国、四国	◎
17	26936	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	○
18	26944	全国	○
	27294.5		
	↓	SSB専用周波数	指定せず
	27478.5		
19	27524		遭難・緊急波
20	27532	北陸、東海、近畿、九州	○
21	27540	北海道、関東、信越	↑
22	27548	北陸、東海、近畿、九州	指定せず
23	27556	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	↓
	27564	スポーツレジャー用	
24	27572	北陸、東海、近畿、九州	↑
25	27580	北海道、関東	指定せず
26	27628	全国	↓
27	27636	北海道、関東	◎
28	27644	東北、中国、四国	○
29	27652	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	○
30	27660	北陸、東海、近畿、九州	○
31	27688	北海道、関東、信越	◎
32	27676	全国	○
33	27724	全国	○
34	27732	東海、九州	○
35	27740	東北、中国、四国	◎
36	27748	東北、中国、四国	○
37	27756	北海道、関東、信越	○
38	27764	北陸、東海、近畿、九州、沖縄	○
39	27772	北海道、関東、信越	◎
40	27780	全国	○
41	27828	北海道、関東、信越	○
42	27836	東北、中国、四国	○
43	27852	東北、中国、四国	◎
44	27860	全国	○
45	27884	全国	○
46	27892	全国	○
47	27908	全国	◎
48	27916	全国	○
49	27932	全国	○
50	27940	全国	○
51	27956	全国	○
52	27964	全国	↑
53	27980	全国	指定せず
54	27988	全国	↓

◎：3波（32kHz）の周波数間隔を空けて指定した場合の基準波 10 波

○：基準波によらず指定する場合の指定可能波 31 波

用語集

○ 海岸局

船舶局又は遭難自動通報局と通信を行うため陸上に開設する移動しない無線局。

○ 大臣指定漁業

漁業法（漁業生産についての基本的な制度を定めた法律。漁業権・入漁権・指定漁業・漁業調整などについて規定する）に基づき、農林水産大臣の許可を受けなければ行えない漁業。サケ・マス漁業、マグロはえなわ漁業など。

○ 衛星電話（N-STAR）

N-STAR とは、サテライトホンあるいはサテライトマリンホンと呼ばれている NTT ドコモの衛星携帯・船舶電話サービスであるワイドスターⅡのための静止軌道衛星の名。ワイドスターⅡは N-STAR を使い、日本周辺 200 海里（370km）までのエリアをカバーする衛星携帯電話であり、普通の携帯電話の基地局がない海上や山奥などでも衛星の方角に障害物がなければサービスを利用できる。⁸

○ 国際 VHF

国際的に周波数が定められた 150MHz 帯の周波数を使用する無線システム。当該機器を搭載したすべての船舶と通信でき、使用チャンネルに応じて遭難、緊急、安全通信の他、入出港の連絡、船位通報、航行の安全、船舶相互間通信に利用されている。

○ ロラン（LORAN : LOng-RAnge Navigation）

船舶の広域電波航法システムの一つ。等時間差曲線（双曲線）ロラン航法システム。主局と従局から同期したパルス波を放射し、二定点からの距離の差を測定することで現在位置を把握する航法である。実際のシステムには旧型のロラン A と新型のロラン C がある。⁹

ロラン A

GPS やロラン C と比較して精度が劣り、かつ、有効範囲が狭いため日本国内では平成 9 年に廃止。

- ・周波数：1750～1950kHz
- ・チェーン：主局と従局は各 1 か所
- ・手法：主従双方から同期したパルス波を放射し、到着時間差で測定する
- ・距離：有効 700 海里（1296km）、夜間 1400 海里（2593km）
- ・精度：1/4 海里（463m）～1/2 海里（926m）、夜間 1 海里（1852m）～5 海里（9km）

⁸ 出所) <http://www.wdic.org/>

⁹ 出所) 同上

ロランC

GPS の普及に伴い利用頻度は減少。新島局が平成 26 年 2 月 1 日に廃止され日本国内で運用されているのは慶佐次局の 1 局のみとなっている。

- ・周波数：100kHz
- ・チェーン：主局 1、従局 2～4
- ・手法：主従から同期したパルス波を発射し、到着時間差と位相差で測定する
- ・距離：有効 1400 海里(2593km)～2300 海里(4260km)、夜間 2300 海里(4260km)
- ・精度：30m～500m

○ 直接波

送信アンテナから受信アンテナに向けて直接伝播する電波。

○ 海面反射波

送信アンテナから受信アンテナに向けて海面で反射されて伝播する電波。

○ 電離層反射

大気圏上空(高度約 60km から 500km の間)にある電離層で電波が反射されることをいう。VHF 以上の高い周波数(短い波長)の電波は、電離層を通り抜けてしまうので通常、電離層反射は行われない。

○ 中短波・短波

中短波とは、電磁波のうち 1,606kHz をこえ 4,000kHz 以下の周波数の電波。

短波とは、3MHz をこえ 30MHz 以下の周波数の電波。

○ ホイップアンテナ

指向性無くどの角度でも電波を受信・送信することができるアンテナのこと。ホイップとは英語でムチを意味する単語であり、携帯電話や小型ラジオなどの移動性の高いものについていることが多い。¹⁰

○ 八木アンテナ

八木・宇田アンテナ(やぎ・うだアンテナ)とは八木秀次、宇田新太郎によって開発されたアンテナの一種であり、素子の数により調整できる指向性アンテナ。主にテレビ放送、FM 放送の受信用やアマチュア無線などに利用される。¹¹

¹⁰ 出所) <http://www.kddi.com/yogo/>

¹¹ 出所) <http://ja.wikipedia.org/>

○ 混信

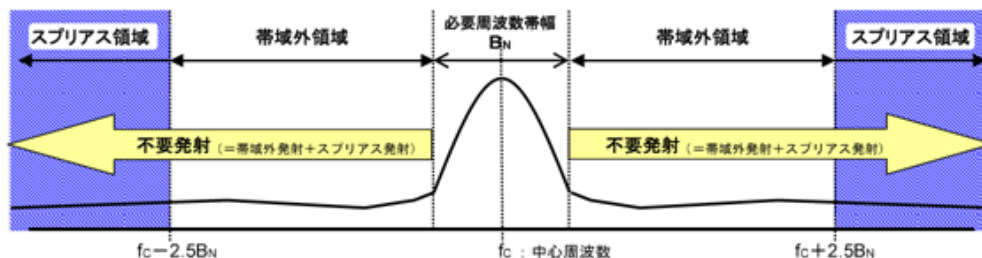
他の無線局の正常な業務の運行を妨害する電波の発射、輻射又は誘導。

○ 実効輻射電力

空中線に供給される電力に、与えられた方向における空中線の相対利得を乗じたもの。

○ 帯域外領域におけるスプリアス発射、スプリアス領域における不要発射

無線通信規則（RR）において定められた不要発射のことで、帯域外領域におけるスプリアス発射とは、必要周波数帯を超えてスプリアス領域の間において発射される電波に含まれる不要な周波数成分をいう。スプリアス領域における不要発射とは、帯域外領域を超えて発射される電波に含まれる不要な周波数成分をいう。



出所) 総務省 総合通信基盤局, 無線設備の「スプリアス発射の強度の許容値」の見直し, 平成 17 年 12 月.

○ 電波防護指針

電波利用において人体が電磁界（周波数範囲は 10kHz から 300GHz までに限る）にさらされるとき、その電磁界が人体に不要な生体作用を及ぼさない安全な状況であるために、推奨される指針であり、電磁界強度等に関する数値、電磁界の評価方法及び電磁界照射を軽減する防護方法から構成される。

○ ベストエフォート

ベストエフォートとは、各種通信サービスにおいて、その場の状況や状態により提供される通信速度や品質等の性能が変化するようなサービス形態のことをいう。速度保証やコントロールを行わないため、回線の混雑などで通信速度が遅くなってしまうことがある。¹²

○ VPN (Virtual Private Network)

暗号化技術等を用いて構築される拠点間の仮想的な専用ネットワーク。

¹² 出所) <http://www.kddi.com/yogo/>

○閉域網ベストエフォート、インターネット VPN、IP-VPN・広域イーサネット

「閉域網ベストエフォート」は、電気通信事業者の保有する広域 IP 通信網を経由して構築されるベストエフォートの VPN であり、「インターネット VPN」はインターネットを経由して構築されるベストエフォートの VPN である。

一方、「IP-VPN」は、電気通信事業者の保有する広域 IP 通信網を経由して構築される VPN であり、「広域イーサネット」はイーサネット（Xerox 社と DEC 社（現在は Hewlett-Packard 社の一部門）が考案した LAN 規格）で使用されているスイッチングハブを組み合わせて構築した 100km 単位の大型ネットワークであり広域 LAN などとも呼ばれる。「IP-VPN」「広域イーサネット」ともにサービス品質の保証がある。

一般に費用では「インターネット VPN」が優れ、品質や信頼性では「IP-VPN」「広域イーサネット」が優れているとされる。

○ ARIB-STD

一般社団法人 電波産業会（ARIB）において策定される、通信・放送分野における電波利用システムに関する標準規格。標準規格は、周波数の有効利用及び他の利用者との混信の回避を図る目的から定められる国の技術基準と併せて、無線設備や放送設備の適正品質、互換性の確保等、また無線機器製造者、電気通信事業者、放送機器製造者、放送事業者及び利用者の利便を図る目的から策定される民間の任意基準を取りまとめて策定される民間の規格。

○ DSB (Double Side Band)

搬送波（通信において情報を送るための信号）の振幅を信号波の大きさに比例して変調したとき、搬送波を軸に信号周波数だけ高い成分と低い成分が生じる。このとき搬送波の搬送波に対して信号周波数だけ高い成分を USB (Upper Side Band) といい、低い成分を LSB (Lower Side Band) と呼ぶ。これらの両側波帯を含んで送信する方式。

○ SSB (Single Side Band)

DSB の両側波帯波のうちから USB 又は LSB の成分のみ（単側帯）を抽出して送信する方式。DSB 方式と比べて、占有周波数帯域幅がほぼ半分で済む、省電力といった特徴をもつ。