

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

報告書

平成26年3月

調査検討会報告書素案（技術的条件部分を除く）

目 次

はじめに	3
1 調査検討の背景と目的.....	4
1.1 調査検討の背景.....	4
1.2 調査検討の目的.....	5
1.3 調査検討項目と概要.....	5
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.....	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.....	16
3.3 広域通信エリア確保のための机上検討について.....	17
3.3.1 机上計算モデル.....	17
3.3.2 机上計算結果.....	19
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.....	26
3.4.1 広域海岸局に対する漁業関係者から期待.....	26
3.4.2 宮城県内における広域海岸局モデル.....	26
3.4.3 集約方法.....	27
3.4.4 広域海岸局各モデルにおける課題.....	27
3.4.5 広域海岸局の構築及び運営に当たっての留意点.....	28
4 実証試験	30
4.1 目的	30
4.2 試験概要	30
4.3 試験手順	32
4.4 試験結果と考察.....	34
5 広域通信エリア海岸局ネットワーク構成.....	44
5.1 海岸局ネットワークに対応可能なシステム.....	44
5.1.1 ネットワーク回線の種類.....	44
5.1.2 ネットワーク回線の特性.....	45
5.1.3 ネットワーク回線の総合評価.....	47
5.2 広域通信エリア海岸局ネットワーク構成モデル.....	48

5.2.1	広域通信エリア海岸局に適したネットワーク回線（有線系で実現する場合）	49
5.2.2	広域通信エリア海岸局に適したネットワーク回線（無線系で実現する場合）	50
6	技術的条件	52
6.1	技術的条件	52
6.2	技術的条件の課題	52
6.3	宮城県内の漁業用海岸局の復興モデルについて	52
	おわりに	53
	資料	54
	資料 開催要綱	54
	資料 委員一覧	56
	資料 調査検討会開催状況	57
	参考資料 宮城県沿岸漁種について	58
	参考資料 漁業者ヒヤリング補足	59
	参考資料 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	62
	参考資料 広域海岸局構想図	65
	参考資料 実証試験系統図	68
	参考資料 実証試験測定結果一覧	69
	参考資料 実証試験 船舶局・海岸局無線機仕様	72
	用語解説	76

はじめに

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、地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、沿岸漁業において養殖漁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、海上における通信システムも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「漁業用海岸局」という。）では、数年前にデータ伝送の通信システムが市場に導入されたものの、家庭とも連絡がとれるパーソナリティ使用の可能な携帯電話による通信が主流を占めている。海岸局は、全国的な動きからみると漁船漁業の縮小にともない隻数が減ったこともあって、単協で漁業用海岸局の運営維持を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、漁業用海岸局も大きな被害を受けたため（資料2参照）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を行われ、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。震災から約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、点在する海岸局を集約して広域エリアを少数の漁業用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の円滑な導入のためには、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。本調査検討は、多くの漁業用海岸局が被災して、未だ復旧の途中にある宮城県内の漁

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に対して養殖漁業（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。

業用海岸局をモデルとして点在する漁業用海岸局をとりまとめ、広域エリアで通信を確保する漁業用海岸局（以下「広域海岸局」という。）の構築のために必要技術的条件や広域化におけるネットワークシステムの検討をする。

1.2 調査検討の目的

本調査検討会では、主な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漁業用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て行うものである。

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について以下に示す。

（1）漁業者ヒヤリング

漁種別に船舶漁業者に対して操業エリア、被災時の状況及び漁業用海岸局に求める事項などのヒヤリングを実施した。

（2）操業エリアのマップ

（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

電波伝搬の計算方法を取り決めて、操業エリアマップと照らした机上検討を行った。

（4）広域海岸局のモデル

広域海岸局における漁業用海岸局の配置モデルを示し、推奨すべきモデル案を提案した。

（5）実証試験

（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）ネットワークモデルの検討

広域海岸局における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

調査検討を行うにあたって、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 委員一覧」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 日に東北地方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津波を引き起こし、北海道から関東の太平洋沿岸へ押し寄せ、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、ほとんどの漁港が深刻な被害を受け、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）にもものぼる。

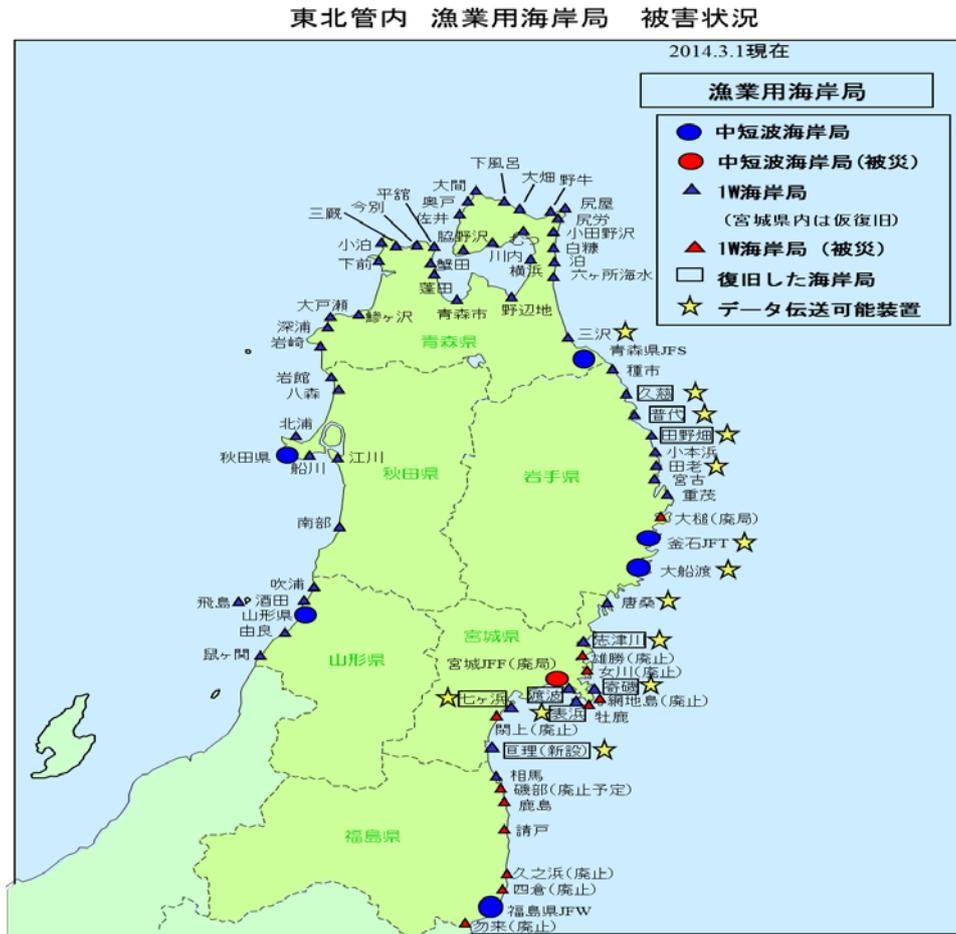
船舶局については、震災前の局数が 708 局であったが、震災等の影響により平成 25 年 6 月始めまでに 451 局が廃止し 257 局まで減少した。その後、国による復興支援などを受け平成 25 年 12 月末には震災前の約 6 割（432 局）まで復旧が進んでいる。

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 25 年 12 月末局数
708	257	432

海岸局については、被災した海岸局のうち、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、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。また、牡鹿局はまだ未復旧の状態であり、宮城県漁業用海岸局（石巻市）、女川局、雄勝局、網地島局、閑上局に当たっては、無線局が既に廃止されている。

宮城県内の被災前と被災後（平成26年3月現在）の状況は以下のとおりである。



2.2 漁業者ヒヤリング

広域海岸局のモデル構築にあたっては、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、漁業者に対して広域海岸局の構想に対してヒヤリングを行い、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て陸上との通信状況などについて情報をいただいた。

ヒヤリングに当たっては、漁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らとした漁業者に対し対面方式を用いて実施した。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種別の操業実態やエリア以外の調査結果は、あくまで参考的な取り扱いとなるものもあるので、この点は留意して取り扱う必要がある。

調査項目については以下のとおり。

- 操業距離
沿岸からの操業距離
- 無線機器使用状況
27MHzDSB 他、各無線機の設置状況
- 海岸局との通信状況（平常時・東日本大震災時）
平常時と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
海岸局の現在の賦課金、ならびに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

ヒヤリング対象は、漁業関係者より操業実態を説明できる漁業者を選定していただいた。以下に、各ヒヤリング対象の漁種、ならびに、各ヒヤリング対象の操業地区と宮城県沿岸域との地理的關係概要を示す。ヒヤリング対象の操業地区は、仙台湾・牡鹿半島近辺・牡鹿半島以北であり、宮城県沿岸域を網羅している。（「参考資料：宮城県沿岸漁種について」）

表 2-2 ヒヤリング漁種

ヒヤリング対象	漁種
仙台湾1	刺し網漁、せん漁業（かご・蛸壺・穴子壺等）、貝桁（ほっき、赤貝等）、ランプ（しらす漁）
仙台湾2	小型底曳き網、小型定置網、刺し網、貝桁、のり養殖
仙台湾3	小型底曳き網、小型定置網、刺し網、のり養殖
牡鹿近辺	沖合底曳き
牡鹿以北	刺し網漁（秋さけ・たら）、ランプ（しらす漁）、（さんま流し網漁：釧路）

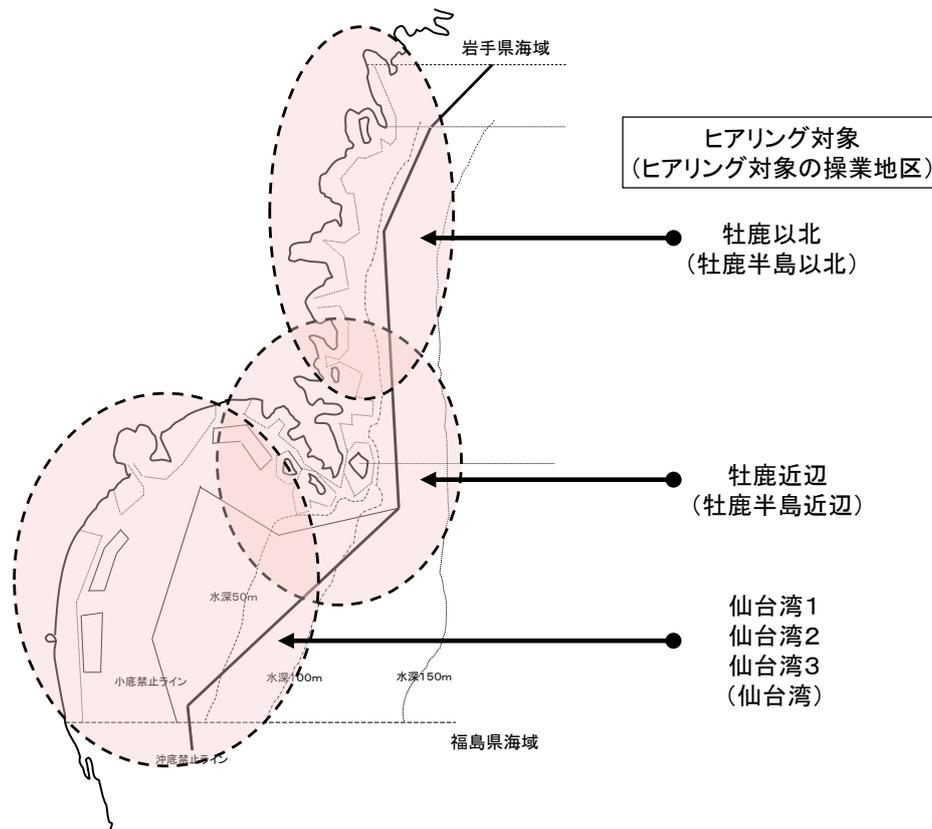


図 2-2 ヒヤリング対象の操業地区と宮城県沿岸域との地理的關係概要

2.2.2 ヒヤリング結果

各ヒヤリング調査項目に対するヒヤリング結果を以下に示す。

(1) 操業距離

漁業者が沿岸で操業するエリアの範囲を特定するための、沿岸からの操業距離に関する調査結果を以下に示す。仙台湾については約 30km、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、沿岸域での南北移動範囲が 60km となっている。

表 2-3 操業距離

ヒヤリング対象	操業距離
仙台湾1	24km(15 マイル)
仙台湾2	32km(20 マイル)
仙台湾3	32km(20 マイル)
牡鹿近辺	30km: 牡鹿半島からの距離。大臣指定漁業で操業区域は宮城県唐桑から千葉県野島崎沖までを操業範囲としているが通常は日帰り
牡鹿以北	60km: 唐桑から牡鹿の沿岸海域の移動距離

(2) 無線機器使用状況

無線機器の使用状況に関する調査結果を以下に示す。27MHzDSB は標準で搭載されている（また多くが、船間通信用の他、加入海岸局波の聴守機器や他の船舶の通信聴守用として2台設置している）。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外での用途が多い。また牡鹿以北において、アマチュア無線をほぼ全隻が搭載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	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機器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）の作業請負業務に使用

(※3) 一部の船舶

(※4) 6-9月のさんま流し網で使用

(※5) ほぼ全隻が搭載

(3) 海岸局との通信状況（平常時・東日本大震災時）

27MHzDSB の平常時の使用状況また東日本大震災時での有用性の実態確認を中心として、平常時ならびに東日本大震災時の海岸局との通信状況に関して確認した。

平常時については、陸船通信間の利用はほとんどなく船間での利用が殆どである。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・市況情報などの定時情報を送信している海岸局も存在する。

東日本大震災時については、まず仙台湾については、小型船部会の総会出席にて出漁していない。牡鹿近辺については、陸上との連絡に衛星電話（N-STAR）を利用、また牡鹿以北については、27MHzDSB 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、さらに沖に退避した、という調査結果を得た。

（海岸局との通信状況（平常時・東日本大震災時）に関する、ヒヤリング対象ごとのコメント内容は、「参考資料：漁業者ヒヤリング補足」を参照）

(4) 広域海岸局に関する事項

広域海岸局の実際の構築の前提となる、新たに設置する海岸局に対しての期待や海岸局から通信いただきたい情報等について確認した。以下に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示す。

設置場所については、全体で 3 つ程度（空中線電力も集約した海岸局で操業エリアがカバーできる出力とする）という意見であった。また、海岸局からの通信情報については、気象情報・震災時の情報（陸上の様子等）・安否確認情報が、いずれのヒヤリング対象においても、海岸局から通信いただきたい情報として挙げられた。

海岸局の設置場所に関して	<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 ではなく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。
海岸局からの通信情報に関して	<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（1 艘々々呼んで安否確認の定時連絡を時間を決めて行う）
海岸局の運用方法に関して	<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。
海岸局の事業実施主体（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、宮城県漁業共同組合が主体的におこなう形がよいのではないか。

（広域海岸局に関する、ヒヤリング対象ごとのコメント内容は、「参考資料：漁業者ヒヤリング補足」を参照）

(5) 海岸局の賦課金

現在の海岸局の賦課金の状況及び広域海岸局導入にあたっての賦課金に関するヒヤリング結果を以下に示す。現在の賦課金は大体 1,000～1,500 円/月程度が一般的であるが、ヒヤリング対象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、現在より高額になってもよいという意見が大勢である。

表 2-5 海岸局の賦課金について

ヒヤリング対象	海岸局の現行賦課金	復興海岸局の賦課金への意見・要望
仙台湾 1	加入料 — 利用料 1,000 円/月	新たな無線局ができた場合、2 万円また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感じないと思う
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

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構築にあたり通信エリアとして確保が必要な、宮城県漁業者が沿岸で操業する海域エリア（宮城県内沿岸漁業操業エリア）について、2.2の漁業者ヒヤリング結果、ならびに以下の資料より検討をおこなった。

- 宮城県の主な漁船漁業の操業海域
- 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

宮城県の主な漁船漁業（沿岸・近海）の操業海域を以下に示す。色付領域で示される各漁種の操業海域は、大体の位置や広さを示した概念図である。貝桁漁が沿岸域において、また、いかつり漁が近海域において宮城県全般に確認できる。また、仙台湾では小底（小型底引き網漁）や固定式さし網（刺網漁）の漁場が中心であり、牡鹿半島以北では秋さけ漁の漁場が確認できる。

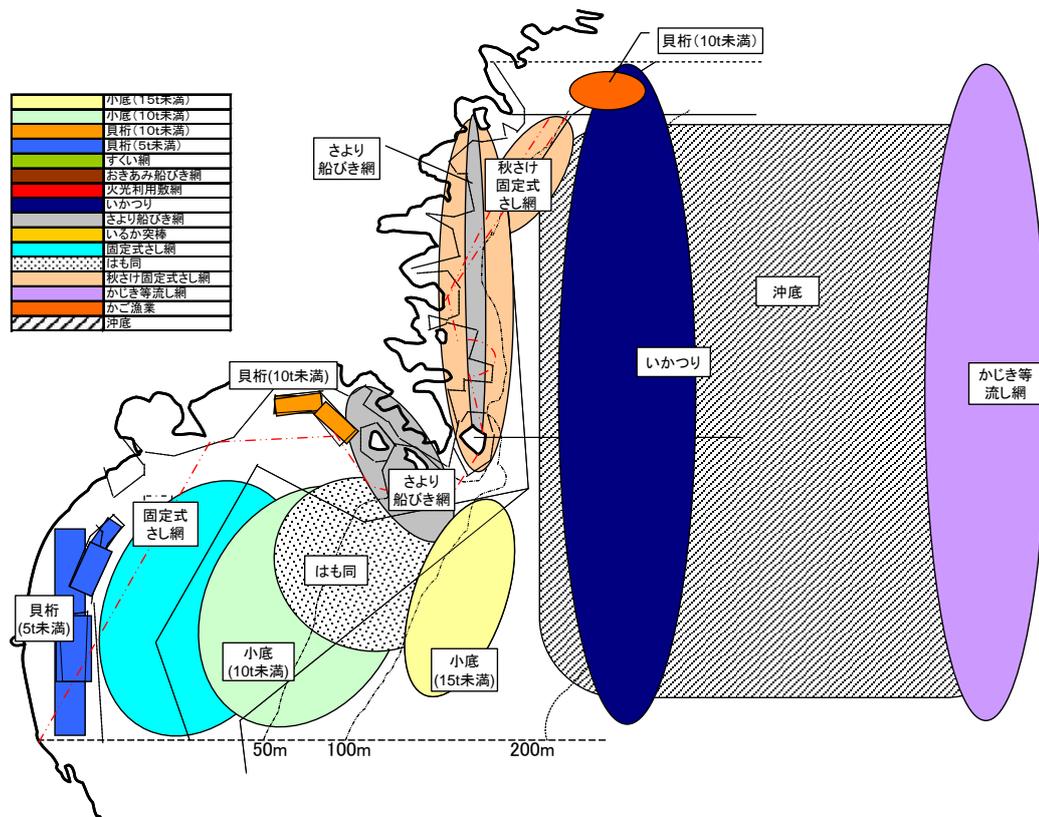


図 3-1 宮城県の主な漁船漁業(沿岸・近海)の操業海域

(* 出所: 宮城県農林水産部水産業振興課)

続いて、漁業者ヒヤリングにおいて入手した仙台湾漁場の使い分けを以下に示す。仙台湾において、ロラン A 線と小型底曳き網漁禁止ラインにより、使い分けがおこなわれている漁場の全体領域が規定され（図上、格子領域）、また、図上太線のロラン A 線により、各漁種の使い分けの領域が規定されている。漁種としては、宮城県の主な漁船漁業（沿岸・近海）の操業海域でも確認できたように、小底（小型底引き網漁）と刺網漁の使い分けが確認できる。

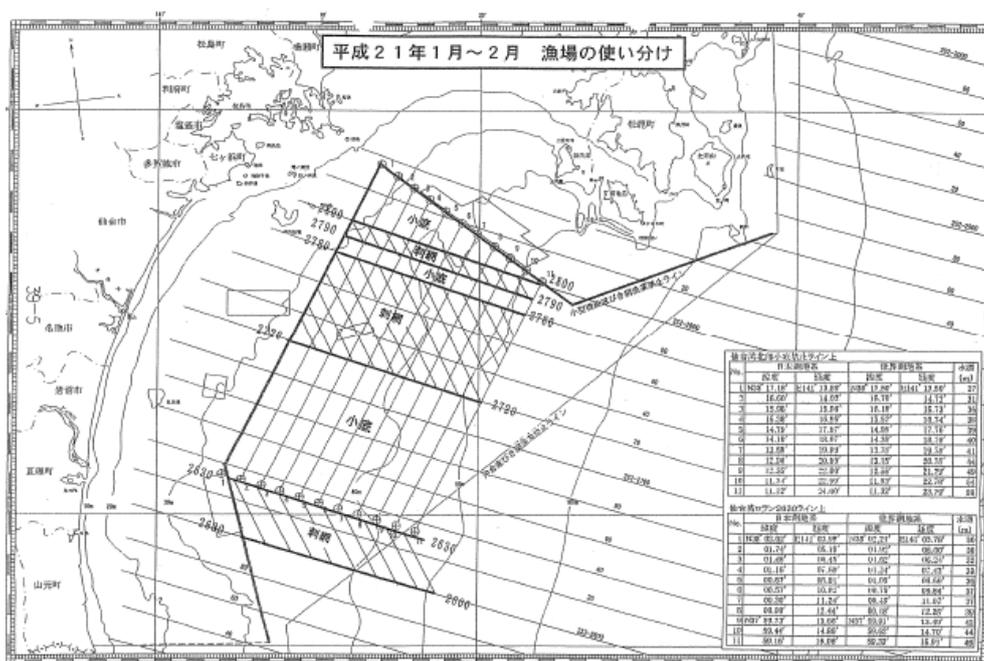


図 3-2 ロラン A 線と小型底曳き網漁禁止ラインで規定される仙台湾漁場の使い分け

(*出所：漁業者ヒヤリング（仙台湾 1）にて受領）

以上、2.2の漁業者ヒヤリング結果ならびに、宮城県の主な漁船漁業（沿岸・近海）の操業海域と仙台湾漁場の使い分けより、宮城県内沿岸漁業操業エリアの設定方針を以下に示す。

表 3-1 宮城県内沿岸漁業操業エリアの設定方針

沿岸地域	操業エリア設定方針
(1) 牡鹿近辺	牡鹿半島より 30km 円形エリア
(2) 仙台湾	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を包含するエリア。(仙台湾北部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、福島県境までの仙台湾沿岸域を包含する矩形エリア)
(3) 牡鹿以北	牡鹿近辺の円形エリア東端（牡鹿半島より 30km 沖）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

3.2 宮城県内沿岸漁業操業エリアマップ

3.1 で検討した宮城県内沿岸漁業操業エリアの設定方針に基づく、宮城県内沿岸漁業操業エリアマップを以下に示す。

(1) 牡鹿近辺の設定方針における、牡鹿半島より 30km 円形エリアの円中心には、陸前黒崎灯台 (N38.2729, E141.5186) を設定した (図中の A 点)。

(2) 仙台湾の設定方針における、仙台湾北部小型底曳き網漁禁止ライン・ロラン A2800 ライン交点は図中の B 点である。

(3) 牡鹿以北の設定方針における、牡鹿近辺の円形エリア東端 (牡鹿半島より 30km 沖) は図中の C 点である。

(「参考資料：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」に、前記の漁場に関する資料と宮城県内沿岸漁業操業エリアマップとの対応関係を示す)

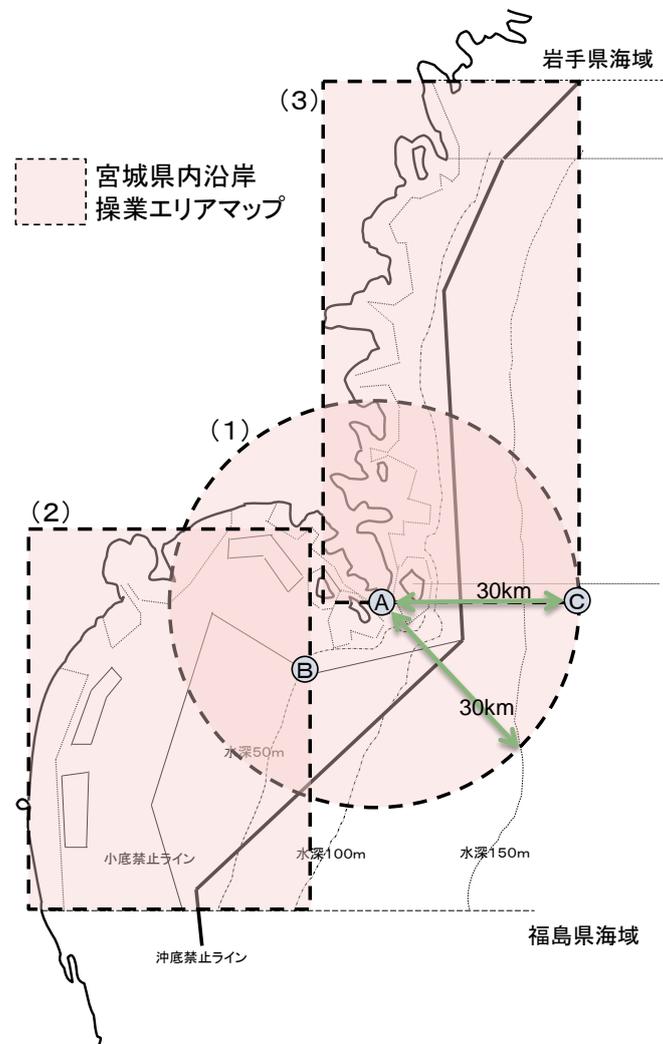


図 3-3 宮城県内沿岸漁業操業エリアマップ

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ならびに海面反射波、②見通し距離外における海面回折を含む回折波、また、③電離層の内、E層（90～130km）の高さに突発的に出現する電子密度の高い層であるスプラディック E 層による電離層反射波（おおよそ 20MHz 以上から VHF 帯の周波数を反射し異常伝搬現象（長距離通信）を起こす場合がある）が挙げられる。

③については、夏季におけるスプラディック E 層による「反射」（異常伝搬）によって、27MHz 帯周波数は 1000～2000km 以上の遠方まで届くことがあるが、本調査検討における対象である沿岸域からは大きく超過する。よって、机上計算モデルにおいては、①見通し距離内における直接波ならびに海面反射波、②見通し距離外における海面回折を含む回折波を電波伝搬路とし、伝搬損失を計算するものとする。

以下に、①見通し距離内における直接波ならびに海面反射波、②見通し距離外における海面回折を含む回折波、における伝搬損失の計算式を示す。

① 見通し距離内における直接波ならびに海面反射波（2 波モデル）での伝搬損失

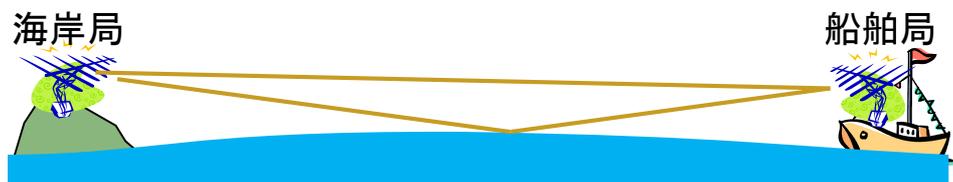


図 3-4 見通し距離内伝搬路:直接波ならびに海面反射波

- $L(d) = L_0(d) + L_D(d)$
 $L(d)$:見通し内距離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]
- $E = P_t - 20 \log d + 74.8 \quad \rightarrow \quad L_0(d) = 20 \log d - 74.8$
 E :受信電界強度 [dB(μ V/m)]
 P_t :送信電力[dB(W)]
 d :海岸局と船舶局間距離[km]
 (出典 : ITU-R 勧告 P.525-2)
- $L_D(d) = 10 \log \left\{ (1 - \gamma)^2 + 4\gamma^2 \sin^2 \left(\frac{2\pi h_b h_m}{\lambda d} \right) \right\}$
 γ :海面の反射係数 (=1 とする)
 (出典 : 細矢良雄「電波伝搬ハンドブック」)

② 見通し距離外における海面回折を含む回折波での伝搬損失



図 3-5 見通し距離外伝搬路(海面回折を含む)

- $L(d) = L_0(d) + L_P(d)$

$L(d)$: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]

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

$$X = d\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda a_e^2}}$$

$$Y = 2h\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda^2 a_e}}$$

$$K_{V^2} = 6.89\sigma k^{-2/3} f^{-5/3} \quad (\doteq 0.12)$$

σ : 海水の導電率 (=5 とする) (出典: ITU-R 勧告 P.527-3)

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

$$G(Y) = 17.6\sqrt{Y-11} - 5 \log(Y-1.1) - 8 \quad (Y > 2)$$

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

$$= 2 + 20 \log(K) + 9 \log(Y/K) \{\log(Y/K) + 1\}$$

$$(K/10 < Y \leq 10K)$$

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

(出典: ITU-R 勧告 P.526-8)

海岸局・船舶局間の距離に応じて伝搬損失の計算方法を①、②で切り替えるための、見通し限界点距離の算出方法を以下に示す。

- $d_L = \sqrt{2ka}(\sqrt{h_b} + \sqrt{h_m})$

d_L : 見通し限界点までの距離

$k = \frac{4}{3}$: 地球等価半径係数

a : 地球半径

h_b : 送信アンテナ高

h_m : 受信アンテナ高

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受信電界強度 ≥ 20 [dB μ V/m] (ITU-R 勧告より) を通信可能な閾値として設定する。海岸局から発射された電波が伝搬損失の結果より船舶局での受信電界強度 < 20 [dB μ V/m]となる海岸局・船舶局間の距離が到達距離となる。

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する。

- 海岸局：送信電力について：1W (27MHz 帯 DSB 無線機器の現行送信電力)・5W (新規設計無しに簡易な改修で実現できる送信電力)・10W の3パターンを設定。
- 海岸局：空中線利得について：2.14dBi (27MHz 帯 DSB 無線機器の現行空中線利得)・5.14dBi (市販で利用されている素子アンテナの利得) の2パターンを設定。
- 海岸局：空中線高について：10m・50m・100m・200m・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のもとでの、到達距離に関する机上計算結果を以下に示す。(海岸局から発射された電波が伝搬損失の結果より船舶局での受信電界強度 < 20 [dB μ V/m]となる海岸局・船舶局間の距離)

(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

図 3-6 海岸局の送信電力・空中線利得・空中線高の組み合わせにおける到達距離の机上計算結果

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、3.3.2 で算出した机上計算結果を用いて、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・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する。

机上計算で用いる海岸局地点の設定は、まず宮城県を均等化区画で区切ることで、唐桑地区、志津川地区、牡鹿地区、渡波地区、亶理地区の 5 箇所を設定し、さらに緯度経度を特定するために、各地区内における地点を以下で設定した。

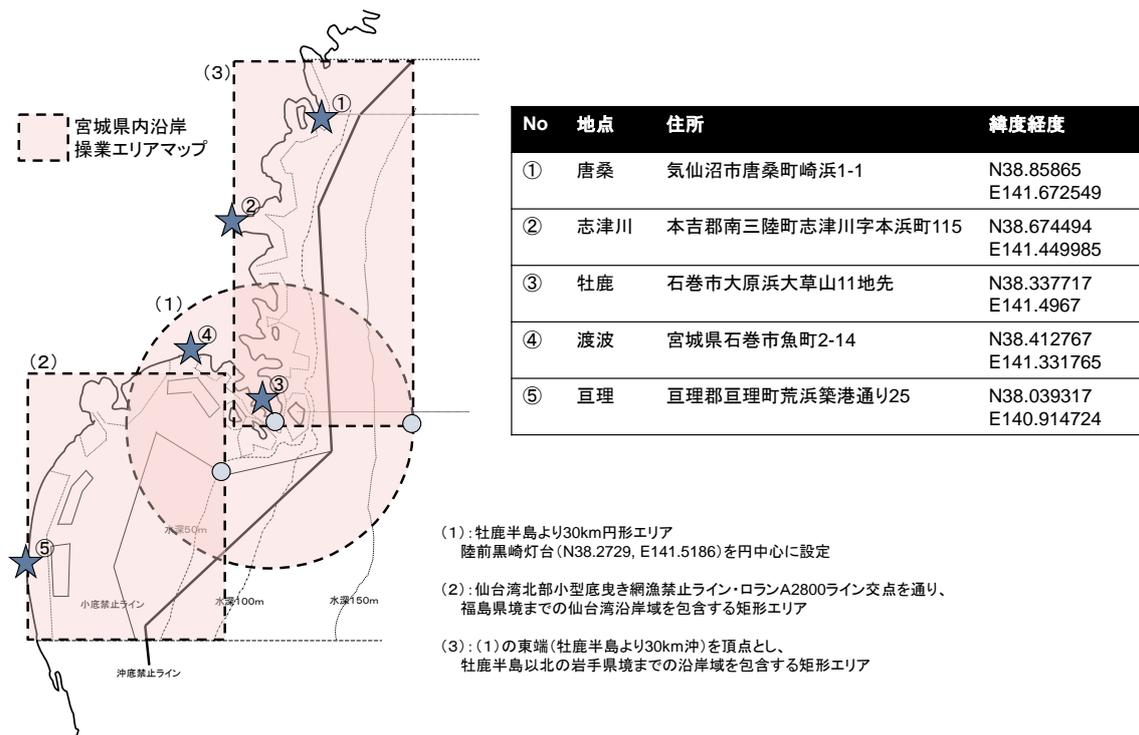


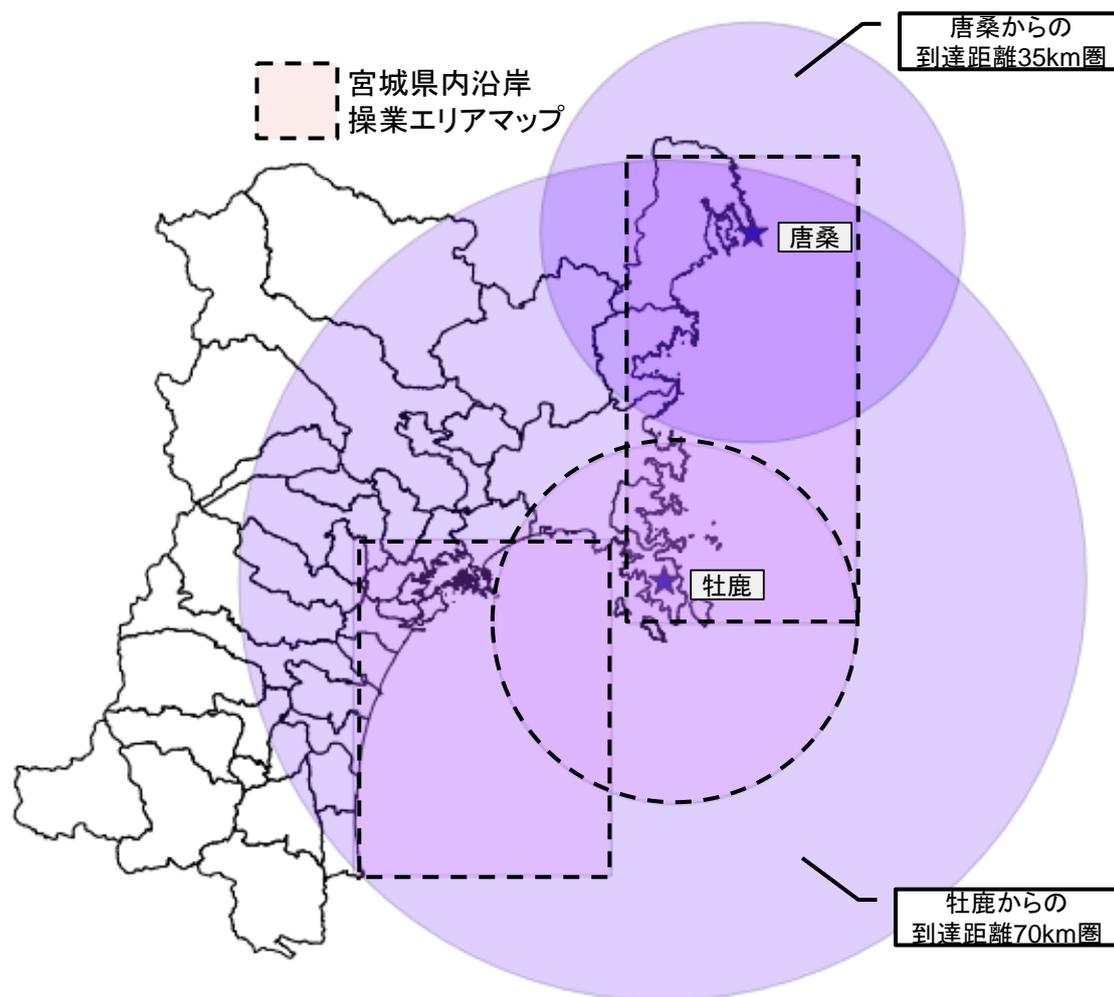
図 3-7 机上計算で用いる海岸局地点

以下に、海岸局が 1 カ所（+牡鹿を中継局）、3 カ所（内 1 カ所は牡鹿中継局）、5 カ所（内 1 カ所は牡鹿中継局）の各場合における、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・空中線高を示す。

(1) 海岸局 1 カ所（+牡鹿を中継局）の場合

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

とすると、3.3.2 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 となり、宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーできる。（なお、唐桑は空中線高：50m（到達距離=25km）でもカバーできる）



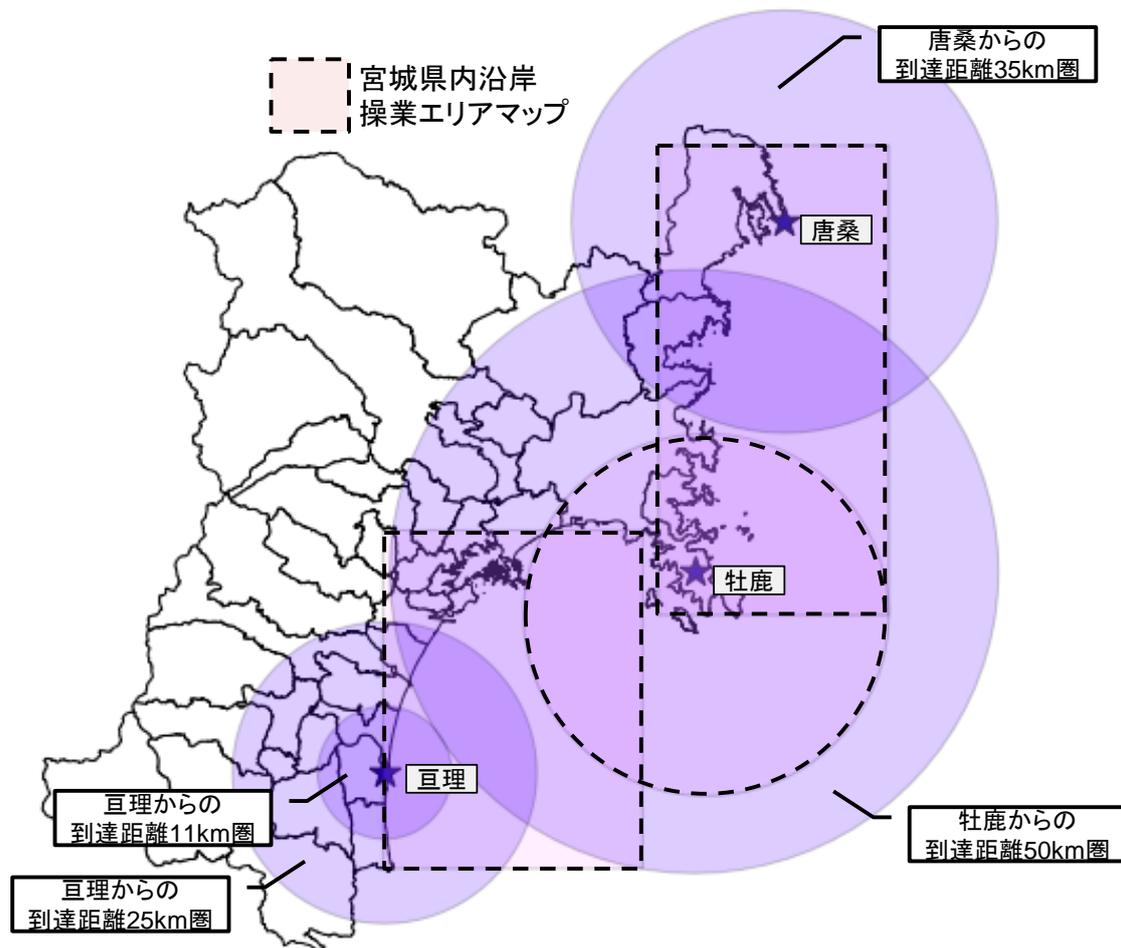
(出展) 地図情報：国土地理院基盤地図情報行政区画25000／GIS：QuantumGISを使用して作成

**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1カ所
(+牡鹿を中継局)の場合)**

(2) 海岸局3カ所(内1カ所は牡鹿中継局)の場合

- ・空中線出力：5W、空中線利得：5.14dBi
- ・牡鹿の空中線高：200m
- ・唐桑の空中線高：100m
- ・亘理の空中線高：50m

とすると、3.3.2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、亘理からの到達距離=25kmとなり、宮城県内沿岸漁業操業エリアをほぼカバーできる。(牡鹿の空中線高：400mとすれば、亘理の稼動に関わらずカバーできるが、(1)の場合と同じ)



（出展）地図情報：国土地理院基盤地図情報行政区画25000／GIS: QuantumGISを使用して作成

**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3カ所
（内1カ所は牡鹿中継局）の場合）**

（3）海岸局5カ所（内1カ所は牡鹿中継局）の場合

まずはじめに、

- ・空中線出力：5W、空中線利得：5.14dBi
- ・牡鹿の空中線高：50m
- ・唐桑の空中線高：100m
- ・巨理の空中線高：50m
- ・志津川の空中線高：50m
- ・渡波の空中線高：50m

とすると、3.3.2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、下図のカバー状況となり、この組み合わせでは宮城県内沿岸漁業操業エリアをカバーできない。

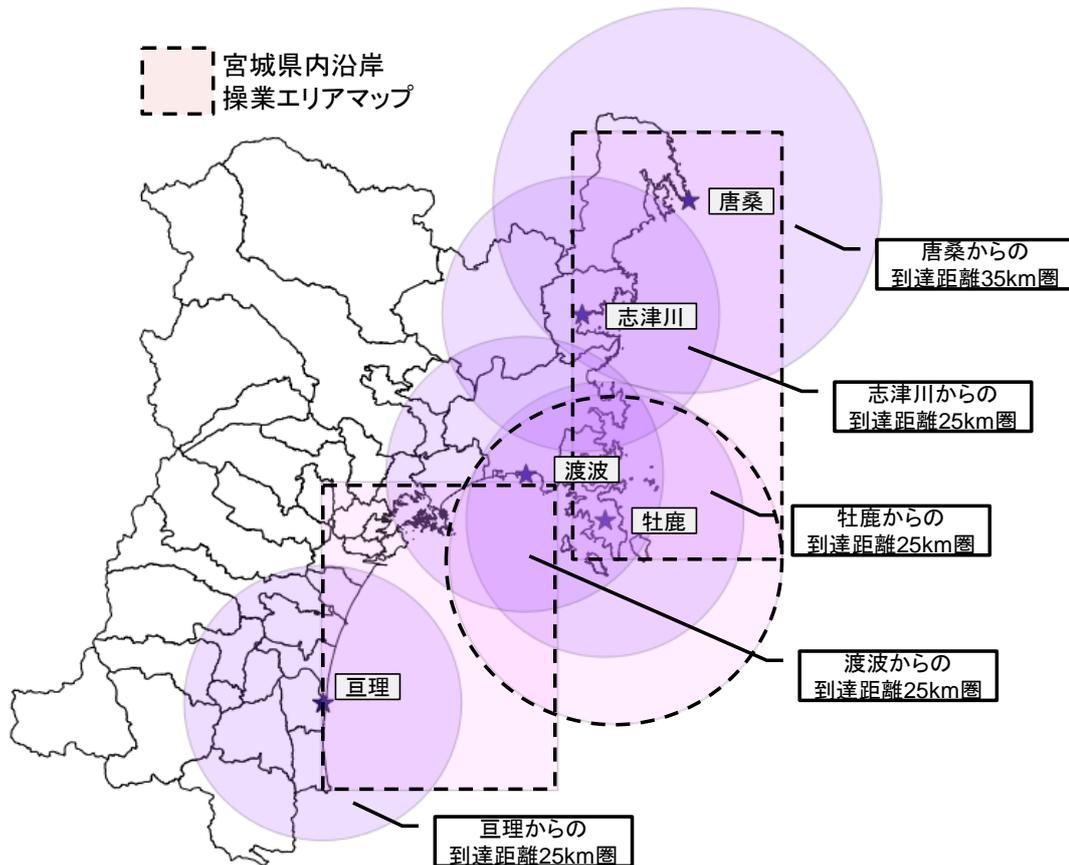


図 3-10 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局5カ所(内1カ所は牡鹿中継局)の場合 その1)

次に、

- ・空中線出力：5W、空中線利得：5.14dBi
- ・牡鹿の空中線高：100m
- ・唐桑の空中線高：100m
- ・亶理の空中線高：100m
- ・志津川の空中線高：50m
- ・渡波の空中線高：100m

とすると、3.3.2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、下図のカバー状況となり、宮城県内沿岸漁業操業エリアは大体カバーされることとなる。なお、この場合には、志津川・渡波が稼働無しとしても宮城県内沿岸漁業操業エリアに対するカバー状況は同じである。

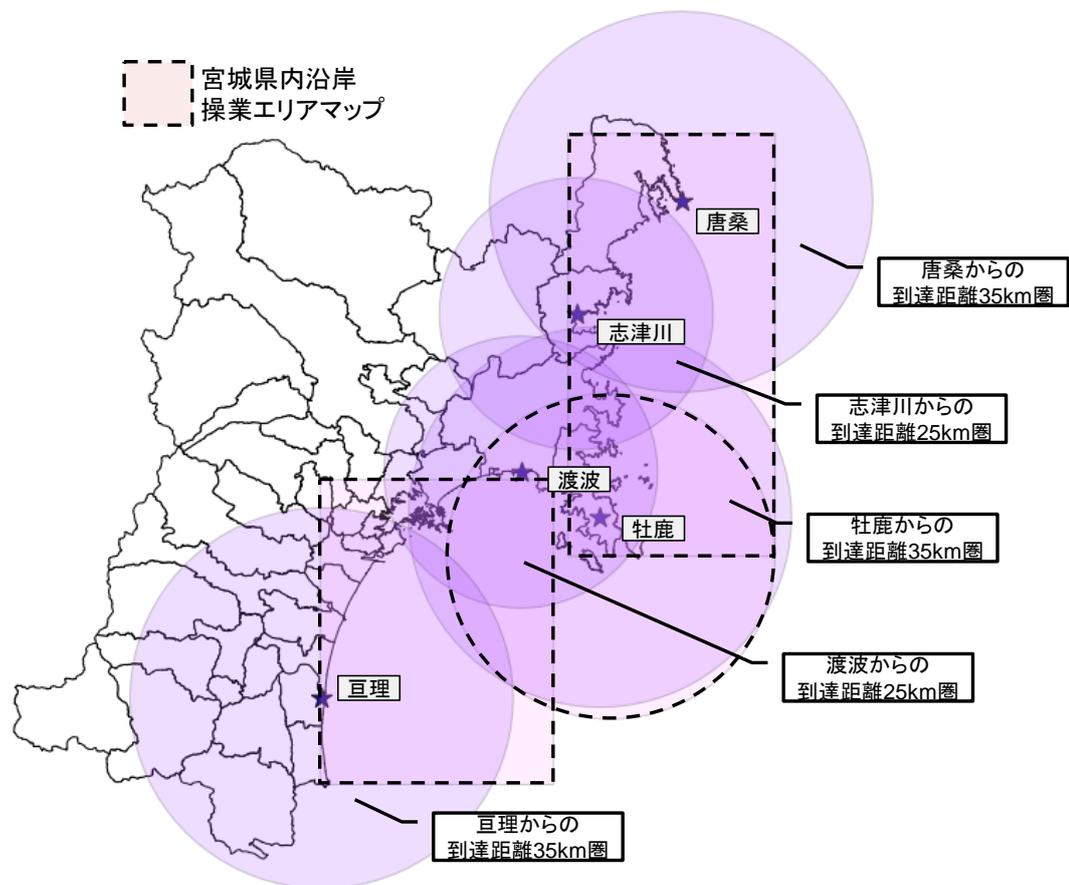
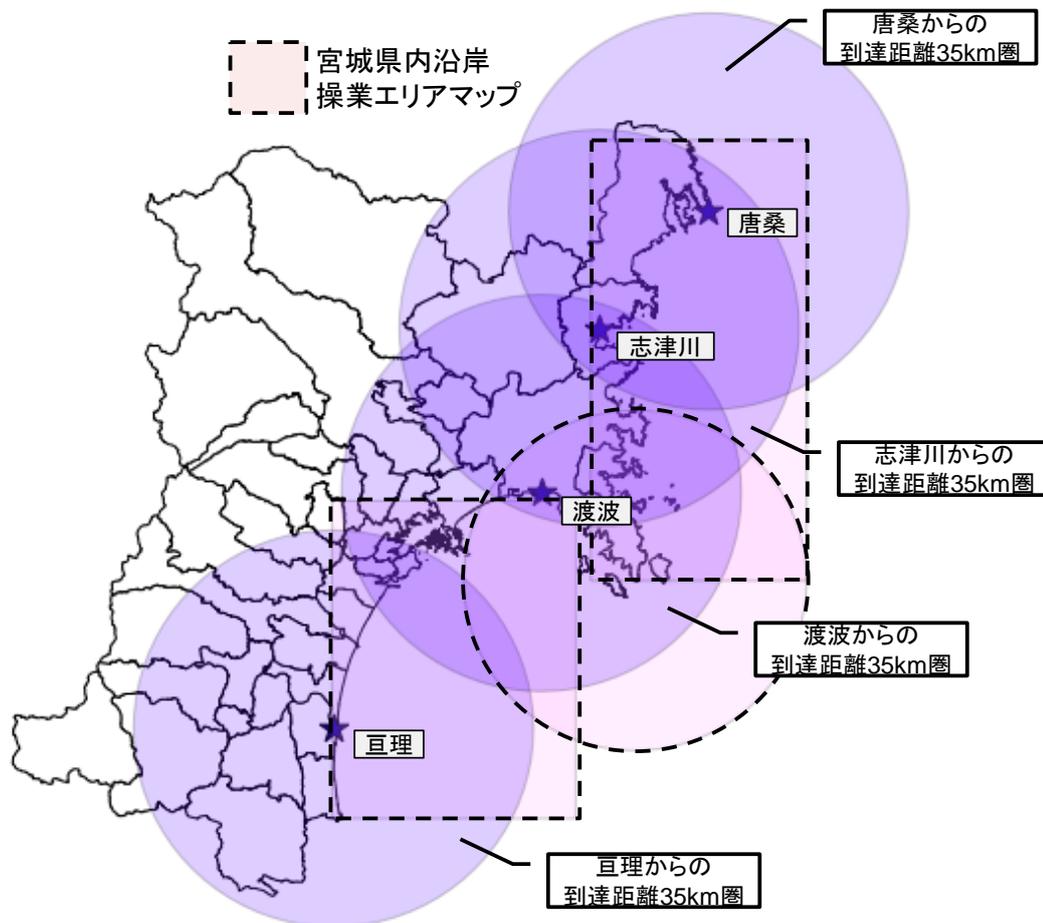


図 3-11 操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高(海岸局5カ所
(内 1カ所は牡鹿中継局)の場合 その2)

なお、もし牡鹿の稼働が無いとすると、空中線出力：5W／空中線利得：5.14dBi として、唐桑、志津川、渡波、亶理の空中線高を全て 100m（到達距離＝35km）としても、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。



(出展)地図情報: 国土地理院基盤地図情報行政区画25000/GIS: QuantumGISを使用して作成

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(牡鹿の稼働がない場合)

以上、本机上計算の結果からは、操業エリアマップに基づく必要な送信電力・空中線利得・空中線高として、

- 空中線出力：5W、空中線利得：5.14dBi
- 牡鹿を中継局として稼働（空中線高=100～200m）
- 加えて、牡鹿でカバーできない宮城県内沿岸漁業操業エリアを補完する形で、南北それぞれ1海岸局を稼働（空中線高=100m）

という組み合わせが、1つの最適な構成として推奨される。

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漁業用海岸局は、漁船漁業者にとって非常に重要なものであるとの回答が得られた。回答結果からは、海岸局が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も伺え、そのためには、漁業用海岸局を集約して、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。漁業用海岸局は漁船漁業を営む漁業者の航行及び操業安全のために必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。

宮城県内では通常時における陸船間通信や定時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、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、多くの漁業組合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、県漁協と単協による運営が行われており、広域海岸局の構築に当たっては、両者が協力しあって着手することが重要である。このことから、漁業者全体の理解を得やすくするために無線利用者による無線共同体なる新たな組織を構築して海岸局の運営に当たるといった方向が望ましいと考える。

3.4.2 宮城県内における広域海岸局モデル

(1) 広域海岸局構築にあたっての漁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 津波被害を想定した場所への設置

(2) 広域通信エリア海岸局モデル構築にあたっての考え方

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、東日本大震災の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、中核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が提案された。

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。中継局を用いた通信は、集約した海岸局のうち中核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、新たな場所に漁業用海岸局を設置して中継局を設置する方法。
- ③ 既存漁業用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、構築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 広域海岸局構想図（案1）」参照）

12局の漁業用海岸局を3～5箇所程度に集約し、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、集約した漁業用海岸局の中から中核となる海岸局から選定する。中継所の場所は、仙台湾、牡鹿半島以北の気仙沼方面にかかり、宮城県海域をカバーするものとしては、「牡鹿半島先端付近の高台の地域」が最適と考えらる。

中核をなす海岸局は、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 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の複数個所に中継所を設置して海岸局の運用を行う。また、1局集中型では、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、新たに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 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。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、ネットワーク化にあたっては、相互の海岸局で十分調整が必要となる。

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、集約化にあたっては、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、広域海岸局の運用コストについても集約

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や関係漁業組合間の協力体制の確立が前段として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となることから、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、回線使用料などランニングコストが（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あたっては、設備変更、中継局の設置費用の初期費用やネットワーク経費、中継局回線維持経費など少なからずランニングコストがかかり、この経費を如何にして確保するか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、広域海岸局は、無線共同体を設置して海岸局運営経費の協議や支援が受け入れやすい、無線共同体の設置が有益と考える。

（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配置要員が厳しい状況下においては厳しく、「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。このため、聴守体制については、無線共同体において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り、しいては、広域通信エリア海岸局の早期構築につながるものと考えまる。

このほか、遭難・緊急・安全の聴守（27524kHzのみの聴守）に限定すれば、海上保安庁海岸局とリンク回線を結び、聴守対応を委託する方法も考えられるが、この場合、中継局から保安庁への回線経費や受信機（27524kHz信号受信ソフト）の経費等が別途必要となり、全国的に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えない。

（3）広域海岸局が使用する周波数

広域海岸局は、複数の海岸局で使用していた使用周波数を効率化できることから、余った周波数については、緊急連絡用としての使用、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として陸間通信（海岸局間）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、船舶への空いた周波数の適用については、27MHz 帯 DSB はフリーシンセサイザー化により 54 波指定しており、海岸局に妨害を与えないように運用すれば、空いているチャンネルで船間通信を行うことが可能となっていることから、船舶側への利用は考えられない。

（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ります。広域海岸局の導入に当たって、早期に無線機器が市場に導入可能なように配慮していく必要がある。

（5）まとめ

- 広域海岸局の構築にあたっては、漁船漁業者が求めるものとするのが重要である。
- 広域通海岸局の構築にあたっては、無線共同体の設置が理想的と考えられる。
- 広域海岸局のモデルは、1 局集約型及び常時運用集約型が理想と考えられる。
- 海岸局の運用にあたっては、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。

4 実証試験

4.1 目的

実証試験においては、実際のフィールド環境において試験を行い、机上検討の結果との対比とともに、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あたっての基礎情報となる、実測データの取得と評価・考察をおこなう。

4.2 試験概要

実験試験局（船舶局）に「船舶局 27MHz 帯 DSB 実験試験局」を設置し、試験場所となる実験試験局（海岸局）に「海岸局 27MHz 帯 DSB 実験試験局」を設置する。実験試験局の概要を以下に示す。（系統図については、「参考資料：実証試験系統図」を参照）

表 4-1 実験試験局の概要

実験試験局	船舶局 27MHz 帯 DSB 実験試験局	海岸局 27MHz 帯 DSB 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（音声通話）	(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）：スプリアス発射の強度 50 μW 以下	(同左)	(同左)
変調方式	副搬送波 MSK	(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 エレ八木	
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)	

実験試験局（船舶局）を海上遠方に移動していき、あらかじめ設定した各計測地点において、実験試験局（海岸局）から「海岸局 27MHz 帯 DSB 実験試験局」の A3E（音声）を用いて通信した時の、実験試験局（船舶局）での音声通信明瞭度、電界強度を測定する。

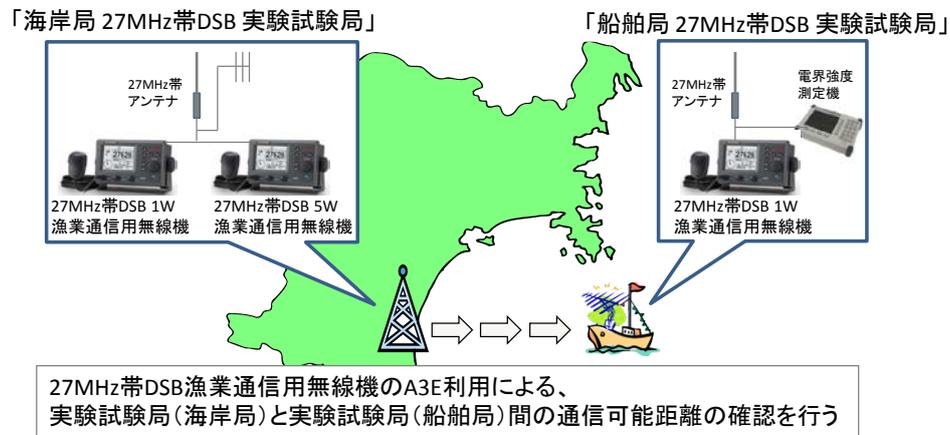


図 4-1 実証試験概要

実験試験局（海岸局）となる試験場所は、牡鹿地区、唐桑地区、亶理地区、の3地点とした。以下に、試験場所3地点の位置と空中線の高さを示す。なお、全試験場所において、実験試験局（船舶局）の空中線高は7mとした。

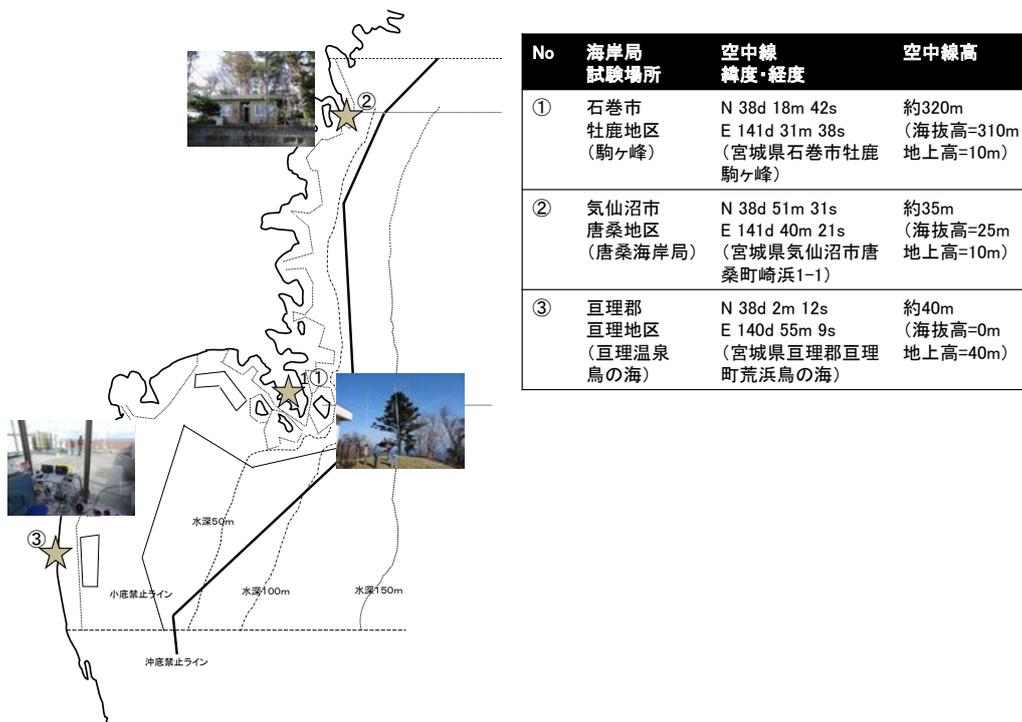


図 4-2 実験試験局(海岸局)試験場所

4.3 試験手順

各実験試験局（海岸局）試験場所における試験手順を以下に示す。

- ① 船舶局は、各海岸局試験場所における船舶局測定予定地点に移動。
- ② 各測定地点において、以下の海岸局無線機パターンに対して、海岸局から船舶局への A3E 通信による船舶局での音声明瞭度と電界強度、船舶局から海岸局への A3E 通信による海岸局での音声明瞭度を測定する。

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 エレ 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 エレ 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

測定結果は、各試験場所・測定地点・海岸局無線機パターンごとに、船舶局での音声明瞭度と電界強度、電界強度の理論値と測定値の比較、などの項目を含む、以下の測定結果一覧としてとりまとめる。

表 4-3 測定結果一覧項目

項目	内容
海岸局試験場所	牡鹿地区／唐桑地区／亶理地区
船舶局測定地点	各海岸局試験場所における各船舶局測定地点番号
説明	測定地点の位置や海岸局・測定地点間の見通しに関する説明
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→船舶局方向の方位角
海岸局無線機パターン	1W・5W×単一型 $\lambda/2$ ・3 エレ八木
電界強度理論値 (dB μ V/m)	海岸局無線機パターンと、海岸局・船舶局の空中線高と距離から算出した電界強度理論値
無線機入力理論値 (dB μ V)	電界強度理論値から算出した無線機入力理論値
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 (電界強度理論値に対応する測定値)
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 (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) : 1~5 (※1)
	信号強度 (S) : 無線機 S メーターレベル (※2)
海岸局明瞭度	メリット (R) : 1~5 (※1)
	信号強度 (S) : 無線機 S メーターレベル (※2)



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) メリットは以下の 5 段階で評価する。

- 5 = はっきりと聞こえる
- 4 = 若干ノイズがまじるがはっきりと聞こえる
- 3 = ノイズや強弱があるが通信は可能
- 2 = 途切れ途切れになり聞き取れない割合が高い
- 1 = 相手が送信していることは判るが内容が聞き取れない

(※2) 参考値として、信号強度である無線機 S メーターレベルも記録する。

- 6 段階の目盛があり信号強度が大きくなるにしたがい値も大きくなる。

4.4 試験結果と考察

(1) 牡鹿地区

牡鹿地区とその測定地点、ならびに各測定地点における測定結果を以下に示す。

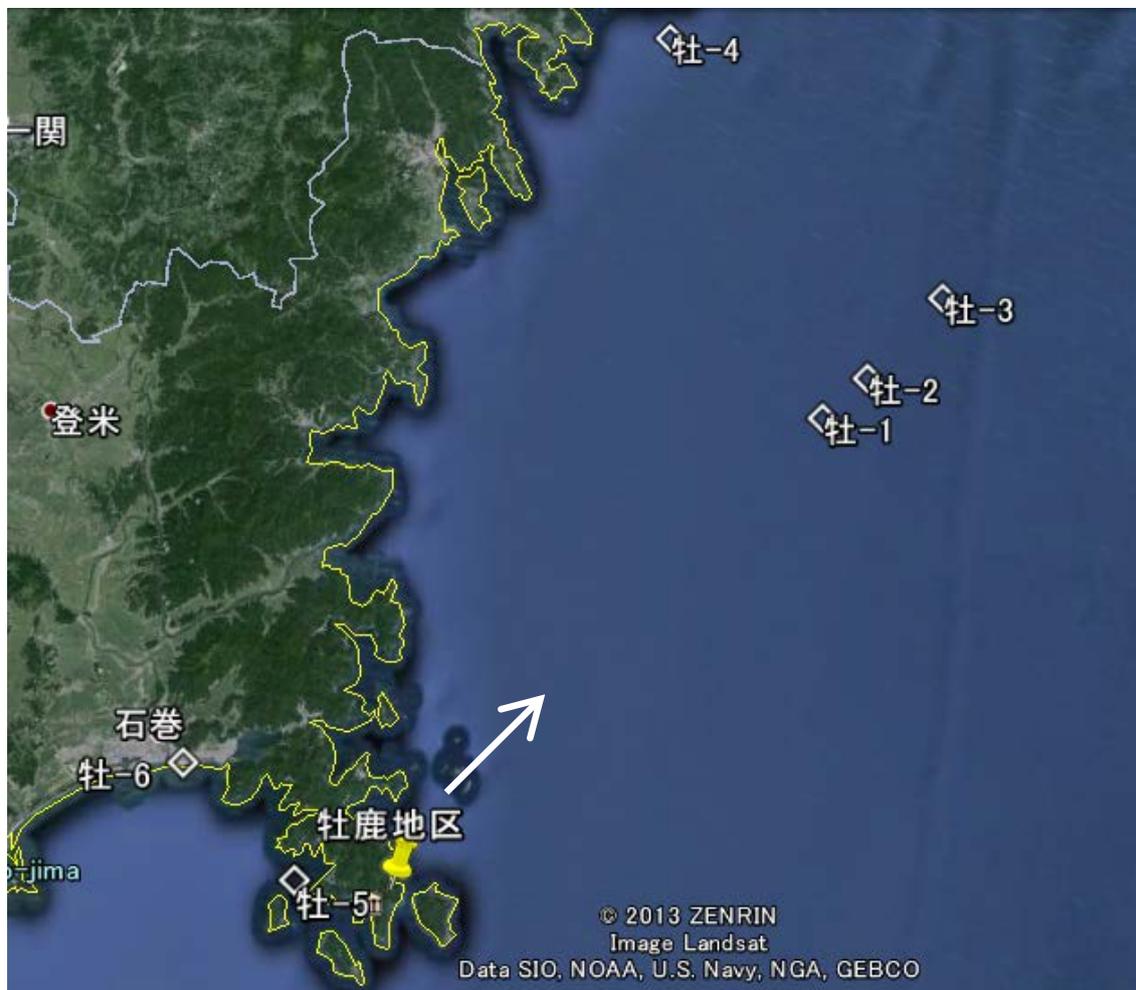


図 4-3 牡鹿地区と測定地点

(※) 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 4-4 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 (dB μ V/m)	無線機入力 理論値 (dB μ V)	電界強度測 定値 (dB μ V/m)	無線機入力 測定値 (dB μ V)	電界強度測定 値・閾値比較 (20dB μ V/m)	無線機入力測 定値・閾値比較 (20dB μ V)	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
									メリット	信号強度	メリット	信号強度
社-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
社-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
社-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
社-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
社-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
社-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：実証試験測定結果一覧」を参照)

海岸局空中線高が320mであり、船舶局空中線高を7mとしたとき電波の見通し距離は計算上84.6kmになる。区間距離を80kmとして、海岸局から27.836MHzで1W・ホイップアンテナで発射される電波が船舶局無線機への入力では理論計算上で約19.93dB μ Vとなる(船舶局もホイップアンテナを使用の場合)。

船舶局無線機の受信感度は、SINAD=20dBになる無線機入力の開放端電圧が20dB μ V以下と規定されており、SINAD=20dBは明瞭度80%程度、メリット3程度になる。

牡鹿地区における最遠の測定地点である80km(「牡-4」)離れた海上での電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット3であり、理論値とも一致する。無線機のSメーターによる信号強度が2~3と変動しているが、海面反射によるフェージングと考えられる。

同地点にて、海岸局からの電波を1W・八木アンテナで受信したときのメリットは3~4に、さらに5W・八木アンテナで受信したときのメリットは4~5に上がった。八木アンテナの利得5.8dBiとホイップアンテナの利得2.14dBiの差分3.66dB、ならびに海岸局無線機出力1Wと5Wの差分6.99dBだけ船舶局無線機入力レベルが上昇し、メリットが良くなったものと判断する。受信電界強度の測定値も13.42dB μ V/m(1W・ホイップアンテナ)から23.405dB μ V/m(5W・八木アンテナ)に上昇している。

一方、見通し不良の測定地点である大原浜(「牡-5」。海岸局より8km/山岳遮蔽あり)と渡波港(「牡-6」。海岸局より20km/山岳・建物遮蔽あり)について、大原浜はメリット4~5と良好な結果となったが、渡波港は理論値としては十分通信可能となっているが、実際は、5W・八木アンテナにおいてもメリット2となっており、また他の測定地点と比較して、ホイップアンテナの場合と八木アンテナの場合の受信電界強度測定値の差異が小さ

くなっているが（または一部値の大小関係が逆転している）、これは海岸局→船舶局測定地点への方位角と八木アンテナの指向性によるものである。八木アンテナの利得は、例えば「牡-4」では 5.8dBi であるのに対して、「牡-5」（大原浜）では-5.5dBi、「牡-6」（渡波港）では 0.5dBi であり、海岸局アンテナの設置方位角の設定により改善の余地がある。

今回の試験では海岸局場所として駒ヶ峰を用いているが、実稼働における海岸局場所選定とアンテナ設置方位角設定にあたっては見通しとアンテナ指向性を考慮の上、選定・設定が必要である。

(2) 唐桑地区

唐桑地区とその測定地点、ならびに各測定地点における測定結果を以下に示す。



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 4-5 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 (dB μ V/m)	無線機入力 理論値 (dB μ V)	電界強度測 定値 (dB μ V/m)	無線機入力 測定値 (dB μ V)	電界強度測定 値・閾値比較 (20dB μ V/m)	無線機入力測 定値・閾値比較 (20dB μ V)	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
									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：実証試験測定結果一覧」を参照)

空中線高が 35m であり、船舶局のアンテナ高を 7m としたとき電波の見通し距離は計算上 35.3 km になる。

唐桑地区における最遠の測定地点である 60 km (「唐-5」) 離れた海上での電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 2 であるが、5W・八木アンテナの場合にメリット 4 となっている(電界強度測定値は 10.56dB μ V/m と閾値 20 dB μ V/m を下回っているが、無線機入力測定値は 21.41 dB μ V と閾値 20 dB μ V を上回っている)。電波の見通し距離の倍近い距離でもメリット 4 となったのは、海面の反射波が入感したものと考えられる。

また、60km 以下の測定地点である「唐-1」から「唐-4」(海岸局からの距離 30km~55km) については、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 2~4、5W・八木アンテナの場合にメリット 5 となっている。

なお海岸局での受信明瞭度について、55km 離れた海上(「唐-4」)からの電波の測定結果が 5W・八木アンテナでメリット 3 であり、60km (唐-5)での測定結果であるメリット 4 より下がっている。これは混信波により明瞭度が低下したためである。信号強度は 55km のほうが上がっている。強い混信波は中国語と思われる言語と他の外国語があり、遠方からの電波が電離層反射により到達したものと考えられる。この電離層反射による混信は季

節により避けられないものであり、実際の運用にあたっては、混信が強い場合において他チャンネルに切り替えられるよう、複数チャンネルのもとで運用することが望ましいと考えられる。

見通しがやや島影となる、唐桑から金華山沖までの各湾内の測定地点（「唐-6」から「唐-9」）。最遠で43kmの「唐-6」雄勝湾）については、1W・ホイップアンテナの場合にメリット3~5、5W・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。

（3）亶理地区

亶理地区とその測定地点、ならびに各測定地点における測定結果を以下に示す。

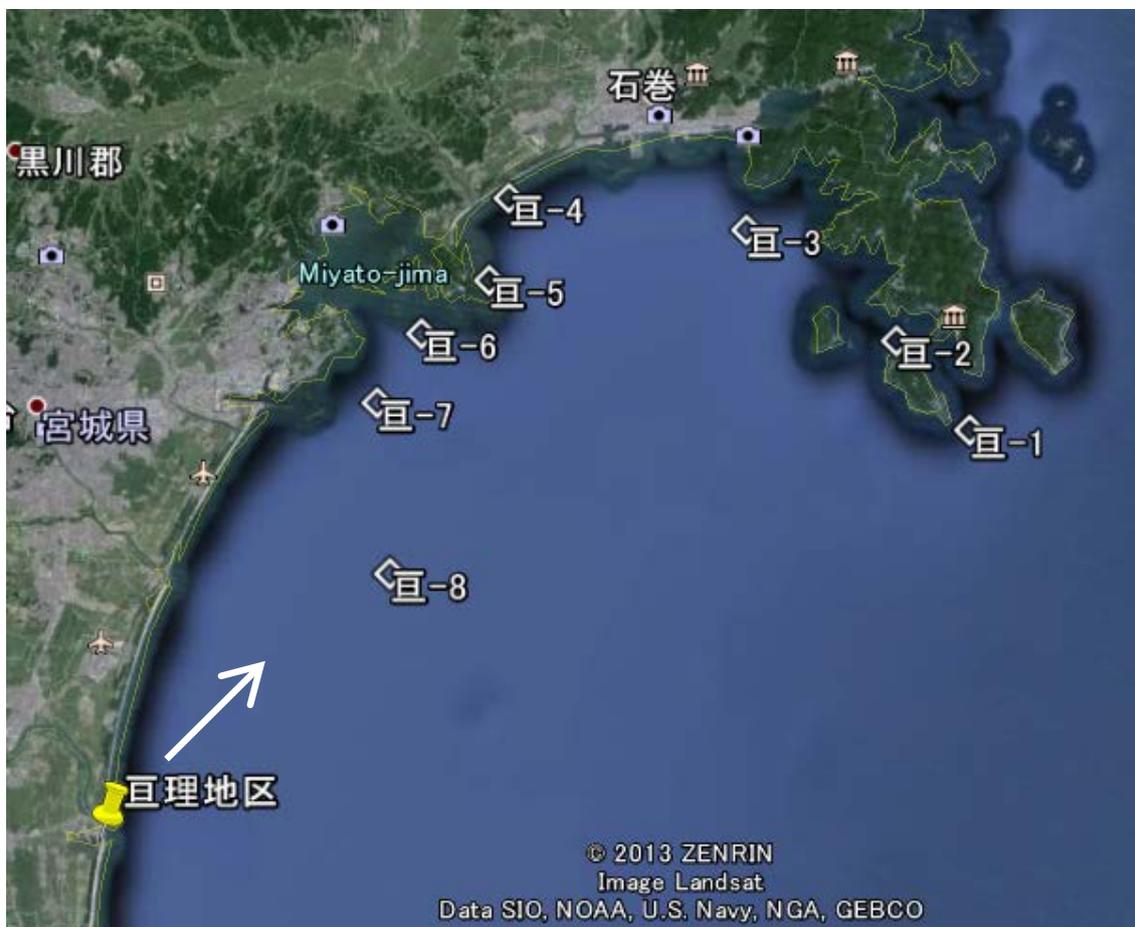


図 4-5 亶理地区と測定地点

（※） 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 4-6 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 (dB μ V/m)	無線機入力理論値 (dB μ V)	電界強度測定値 (dB μ V/m)	無線機入力測定値 (dB μ V)	電界強度測定値・閾値比較 (20dB μ V/m)	無線機入力測定値・閾値比較 (20dB μ V)	(船舶局)明瞭度		(海岸局)明瞭度	
									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	52.865	○	○	5	6	5	6

(※詳細は、「参考資料：実証試験測定結果一覧」を参照)

空中線高が 40m であり、船舶局のアンテナ高を 7m としたとき電波の見通し距離は計算上 37km になる。

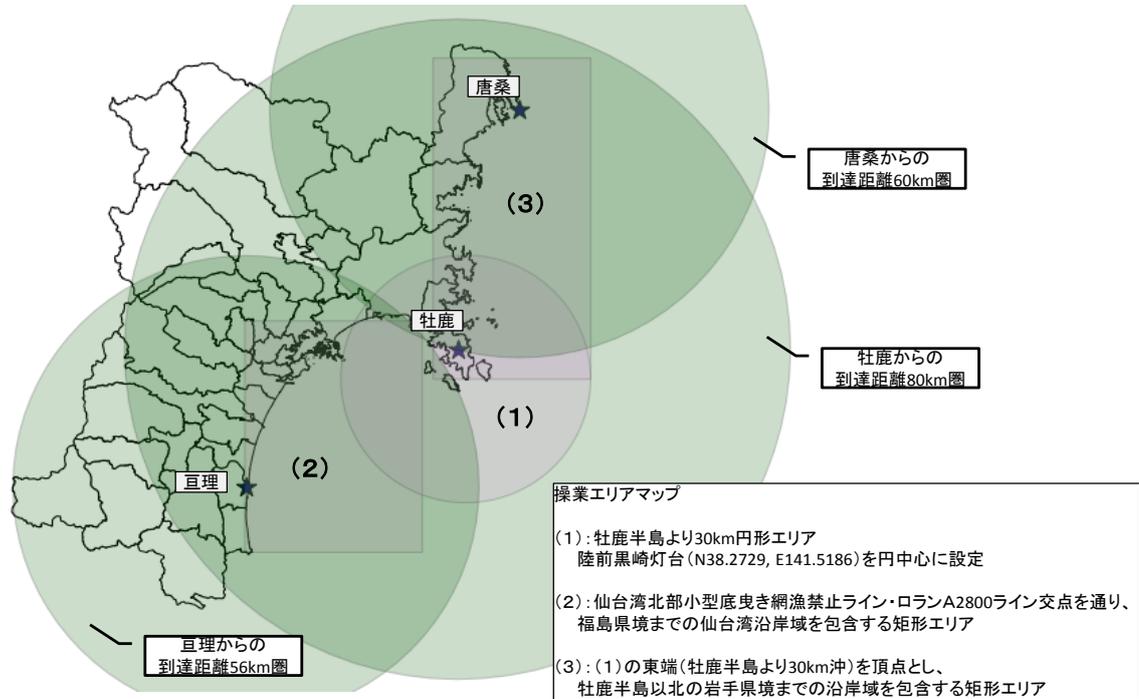
亘理地区における最遠の測定地点である 56 km (亘-1) 離れた海上での電波の測定結果は、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 2~3、5W・八木アンテナの場合にメリット 4~5 となっており、大体同じ条件である唐桑地区の測定ポイント「唐-4」とほぼ一致する結果が得られた。

同じ 56km でも海岸局からみて金華山網地島裏の島影に入った測定地点「亘-2」については、1W・ホイップアンテナでは受信できず、5W・八木アンテナの場合にメリット 3 とかなり減衰した。これは島による反射波を含む電波の遮蔽が大きいためである。

その他、見通し島影となる「亘-4」(石巻湾宮古島裏。海岸局より 45km 地点)においては、1W・ホイップアンテナの場合にメリット 3、5W・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。

（4）全般

今回実証試験の条件のもとでの、牡鹿地区・唐桑地区・亶理地区でのメリット4以上の通信良好な最遠距離（5W・八木アンテナを使用）は、それぞれ80km・60km・56kmである。牡鹿地区・唐桑地区・亶理地区からの最遠通信距離圏と宮城県内沿岸操業エリアマップの関係を以下に示す。



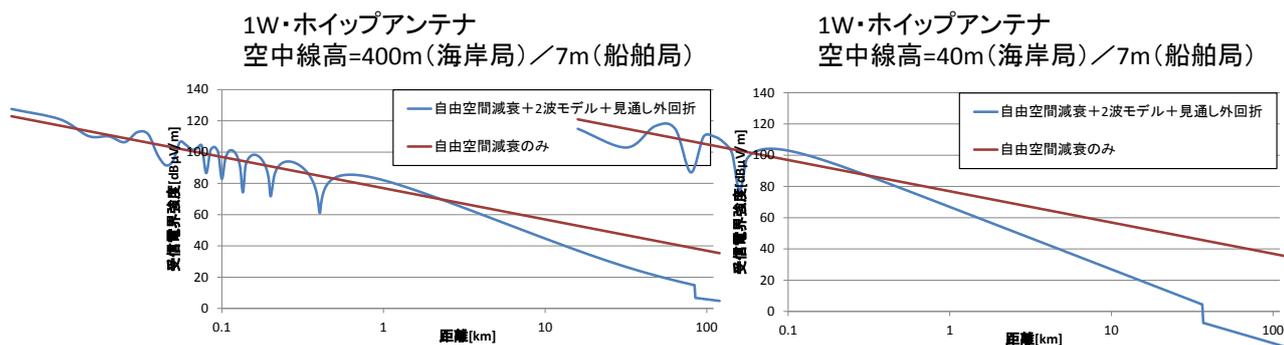
上図の通り、牡鹿地区・唐桑地区・亶理地区の今回実証試験の条件のもとでの最遠通信距離圏で宮城県内沿岸操業エリアマップは十分にカバーできる。ただし、牡鹿地区における測定地点の1つである渡波港（「牡-6」。海岸局より20km／山岳・建物遮蔽あり）において、理論値としては十分通信可能であるものの、実際は、1W・ホイップアンテナでは通信不能、5W・八木アンテナにおいてもメリット2となるような、海岸局からの見通しとアンテナ指向性が影響する地点も存在する。今回の試験では牡鹿地区の海岸局場所として駒ヶ峰を用いているが、今後の実稼働における海岸局場所選定とアンテナ設置方位角設定にあたっては、見通しとアンテナ指向性を考慮の上、選定・設定が必要である。

(5) その他補足

船舶局受信電界強度の理論値と測定値について、見通し距離内かつ見通し良好な測定地点において比較すると、例えば牡鹿地区における「牡-1」（1W・ホイップアンテナの場合）では、理論値=15.39dB μ V/m に対して測定値=19.83dB μ V/m とほぼ近い値を示している。

一方、例えば唐桑地区における「唐-1」（1W・ホイップアンテナの場合）では、理論値=6.71dB μ V/m に対して測定値=20.01dB μ V/m、また例えば亘理地区における「亘-8」（1W・ホイップアンテナの場合）では、理論値=12.48dB μ V/m に対して測定値=28.09dB 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ている。これは牡鹿・亘理・唐桑の他の測定地点にも全体的に共通する傾向である。

牡鹿と唐桑・亘理の間の理論モデルパラメータ上の差異は海岸局空中線高であるが（牡鹿=320m、唐桑・亘理=約40m）、それぞれの空中線高のもとでの今回理論モデルと単純な自由空間減衰モデルによる減衰を見通し距離内において比較すると、送受信地点間高低差が小さい（海岸局空中線高が低い）方が、今回理論モデルで考慮している2波モデルにおける海面反射による減衰がより大きく効いている。



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。理論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」の理論値=19.51dB μ V/m・測定値=19.83dB μ V/m、「唐-1」の理論値=23.05dB μ V/m・測定値=20.01dB μ V/m、「亘-8」の理論値=25.47dB μ V/m・測定値=28.09dB μ V/m であることから、平均反射係数を0.96と考えれば、理論値・測定値は漸近することとなる。

5 広域通信エリア海岸局ネットワーク構成

5.1 海岸局ネットワークに対応可能なシステム

広域通信エリア海岸局のネットワーク構成を検討するにあたり、本項では、現在利用可能なネットワーク回線とその特性ならびに評価についてまとめる。

5.1.1 ネットワーク回線の種類

ネットワーク回線の実現手段には大きく無線と有線がある。以下、無線・有線に関する、現在利用可能で代表的なネットワーク回線の種類を示す。

(1) 無線

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	比較的距離が離れた山上等に基地局(中継局)を設置する場合の無線中継に適している。空中線鉄塔や局舎施設等強固で災害対策が施されるため高い信頼性が求められる無線中継に適している。60MHz帯・150MHz帯・260MHz帯・400MHz帯・6.5GHz帯・7.5GHz帯・12GHz帯などの周波数から、中継距離や伝送容量(多重回線)に応じて選ぶことができ(伝送速度は数十kbps3~200Mbps)、中継距離は最大20km~50km程度と比較的長距離。
	FWA (無線アクセス: Fixed Wireless Access)	比較的距離が近い山上等に基地局(中継局)を設置する場合の無線中継に適している。パラボラアンテナの直径が30cm~1.2mと小型・軽量であるため容易に設置できる。中継距離は5GHz帯で40km、18GHz帯で概ね10km程度で、上記固定回線に比べて整備経費等が安価。伝送速度は6~156Mbps。
電気通信 事業用 回線	携帯電話回線	中継回線として電気通信事業者の中継網を、対象拠点から電気通信事業者中継施設までのアクセス回線に携帯電話回線を用いる。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	電気通信事業者の提供する通信衛星を介した拠点間のネットワークを構成する回線。広域エリアのカバー可能、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、回線設定が迅速に行える、地上災害に強い、といった特徴を持つが、豪雨には弱い。

(2) 有線

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(～33.6kbps) 高速デジタルサービス(64kbps～6Mbps) 超高速デジタル伝送サービス(45Mbps～1Gbps～)等 	<p>拠点間を1対1で専有された通信回線によりネットワークを構成する。常に安定した品質が得られる、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場合に利用できる、一般的には料金は高いが定額制なので通信量が多いと割安、といった特徴をもつ。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、またxDSL(※1)が用いられることもある。</p>
電気通信事業用回線	(閉域網:帯域保証有) ・IP-VPN ・広域イーサネット	<p>暗号化技術等を用いて電気通信事業者の中継網(閉鎖網)上に構成する、拠点間の仮想的な専用ネットワーク(virtual private network)。閉域網を使うネットワークの中でも、帯域保証(※2)のあるものと無いものに分類され、「IP-VPN」「広域イーサネット」は帯域保証ありのネットワークである。</p>
	(閉域網:帯域保証無) ・閉域網ベストエフォートVPN	<p>暗号化技術等を用いて電気通信事業者の中継網(閉鎖網)上に構成する、拠点間の仮想的な専用ネットワーク(virtual private network)で帯域保証はないネットワーク。</p>
	(非閉域網:帯域保証無) ・インターネットVPN	<p>暗号化技術等を用いてインターネット上に構成する拠点間の仮想的な専用ネットワーク(virtual private network)で帯域保証はないネットワーク。</p>

(※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)

(※2) 通信速度の最低限が保証されている通信サービス。常に保証された最低速度以上の速度で通信が行われる。高価である代わりに、質の高いサービスが受けられる。通信の切断や遅延により業務に大きく支障が出る場合に使用されている。

5.1.2 ネットワーク回線の特性

5.1.1 で言及した無線・有線ごとの各ネットワーク種別について、その特性を以下に示す。

(1) 無線

表 5-3 ネットワーク回線の特性(無線)

区分 項目/ネットワーク	自営回線		電気通信事業用回線	
	固定回線	FWA	携帯電話回線	衛星通信回線
長所	<ul style="list-style-type: none"> 長距離伝送 災害等への高信頼性 運用通信費なし 	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ多重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も初期・運用費用ともに低く抑えられる	<ul style="list-style-type: none"> 長距離伝送 災害等への高信頼性(豪雨には弱い)
短所	初期費用が高い	マイクロ多重に比べると通信距離は短い	<ul style="list-style-type: none"> 回線容量に制限(但し今回の用途に対しては十分) 大災害時には停止の可能性はあり 	携帯電話回線や帯域保証無しの有線回線に比べるとやや割高
信頼性	高。災害等への高信頼性	高。マイクロ多重に比べると劣るが信頼性は高い	中。災害時には停止の可能性はあり	高。災害等への高信頼性
コスト	<ul style="list-style-type: none"> 初期費用:数千万/拠点間 運用費用:0(※1) 	<ul style="list-style-type: none"> 初期費用:300～900万/拠点間 運用費用:0(※1) 	<ul style="list-style-type: none"> 初期費用:5万/拠点 運用費用:1万/拠点・月(※2) 	<ul style="list-style-type: none"> 初期費用:10万/拠点 運用費用:7万/拠点・月(※3)
品質	専有にて帯域保証	専有にて帯域保証	帯域保証無し	帯域保証無し
保守	定期的な保守が必要	定期的な保守が必要	利用者の回線保守は不要	利用者の回線保守は不要
無線局の運用(無線従事者)	要	要	不要	不要

調査検討会報告書素案（技術的条件部分を除く）

(※1) 通信費はかからないが、機器・設備導入に伴うメンテナンス費用は別途かかることとなる。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。

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

(※3) 事例：JSAT Exbird データプラン（上り下り最大 128～400kbps）の場合。初期費用には別途機器レンタル・導入設置工事に関する費用あり。

(2) 有線

表 5-4 ネットワーク回線の特性(有線)

区分	専用回線	電気通信事業用回線		
項目/ネットワーク	高速デジタルサービス等	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
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(今回の通信 量程度ではインターネット VPNと費用に大差はない) ・信頼性高	運用費用低い
短所	特に短所なし	特に短所なし	帯域保証はない	インターネットのため、信頼 性は中・小、また帯域保証 はない
信頼性	高	高	高	中・小程度
コスト	・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	専有にて帯域保証	帯域保証	帯域保証無し	帯域保証無し
保守	利用者の回線保守は不要	利用者の回線保守は不要	利用者の回線保守は不要	利用者の回線保守は不要
無線局の運用 (無線従事者)	不要	不要	不要	不要

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

(※2) 事例：NTT Arcstar Universal One サービス（かつ、バーストプラン 10M）の場合の概算費用

(※3) 事例：NTT Arcstar Universal One サービス（かつ、ベストエフォートプラン）の場合の概算費用

(※4) 事例：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

5.1.3 ネットワーク回線の総合評価

5.1.2 での各ネットワークの特性を踏まえた総合評価を以下に示す。

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		
項目/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ス等	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	1	2	4	2	3	3	3	4
コスト (初期)	6 (数千万/拠点)	5 (数百万/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)
コスト (運用/年)	1 ^(※1) (0)	1 ^(※1) (0)	2 (12万/拠点間)	4 (84万/拠点)	6 (180万/拠点)	5 (120万/拠点)	3 (24万/拠点)	2 (18万/拠点)
品質	帯域保証	帯域保証	帯域保証無し	帯域保証無し	帯域保証	帯域保証	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

(※) 信頼性・コスト（初期）・コスト（運用/年）における数値は、各項目単位に、最も優れていると評価したネットワークを「1」として、以降、他ネットワークに対する相対評価での順位ランク値である。

(※1) 通信費はかかからないが、機器・設備導入に伴うメンテナンス費用はかかることとなる。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。

信頼性を要する地点間に採用する回線の候補としては、固定無線、FWA、衛星通信回線、専用線、IP-VPN・広域イーサネット、閉域網ベストエフォートVPN、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では無いが、回線容量と今回広域海岸局で想定される通信量のもとでは問題とはならないものと考えられる）

上記の回線候補の内、運用費用・メンテナンス費用の観点で見たときの候補とその優先順序は、有線の場合には閉域網ベストエフォートVPN、無線の場合にはFWA、衛星携帯電話、と想定される。

5.2 広域通信エリア海岸局ネットワーク構成モデル

はじめに、0を踏まえた、広域通信エリアネットワークイメージを以下に示す。

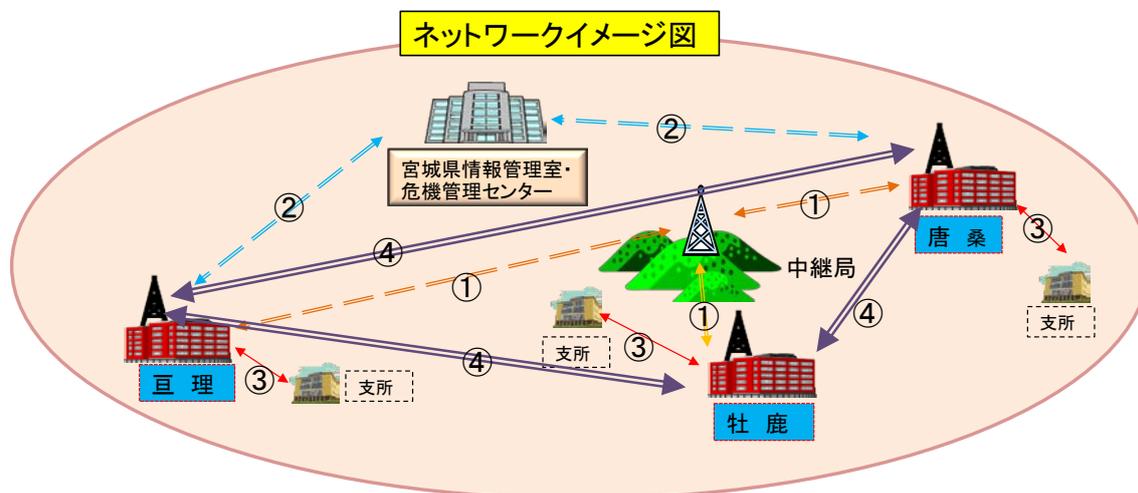


図 5-1 広域通信エリアネットワークイメージ

基本条件としては以下の通りである。

- 中継局を通して3局（唐桑、牡鹿、亶理）のネットワークを構成する。(①)
- 災害情報の伝達は中枢局から中継局を経て伝達するものとする。(②)
- 支所の設置がある場合は、唐桑、牡鹿、亶理を親局としてネットワークを構成するものとする。(③)
- 非常時においては中継局を介さずとも隣接局と無線による通信を行えるようにする。(④)
- できる限り、信頼性の高い回線を選択するものとする。
- 運用費用については、できる限り安価な方法とする。(第2回調査検討委員会より)

上記の広域通信エリアネットワークイメージに対する、5.1で検討した各種ネットワーク回線の適用評価結果を以下に示す。

5.2.1 広域通信エリア海岸局に適したネットワーク回線（有線系で実現する場合）

広域通信エリアネットワークの基本条件における対象回線ごとの、推奨ネットワーク（有線系で実現する場合）を以下に示す。³

表 5-6 広域通信エリアネットワーク対象回線に対する推奨有線系ネットワーク

対象回線	推奨されるネットワーク（有線系で実現する場合）
海岸局ネットワーク回線 （①の回線）	信頼性・運用コストより、「閉域網ベストエフォート VPN」を用いることが適切と考えられる。
県との連絡回線 （②の回線）	信頼性・運用コストより、「閉域網ベストエフォート VPN」を用いることが適切と考えられる。
支所との回線 （③の回線）	ミッションクリティカルな回線ではないため、「インターネット VPN」か「携帯電話回線」で十分に要件は満足するものと考えられる。
非常災害時における回線 （④の回線）	非常災害時の中継局を介さない隣接局との通信には 27MHz 漁業通信用無線機や指向方向が手動で可変可能な FWA の利用が適切と考えられる。

上記のネットワーク回線の選択のもとで、亘理・牡鹿・唐桑 3 拠点および宮城県情報管理室・危機管理センター全体のネットワーク回線の運用費用の概算は以下となる。

亘理・牡鹿・唐桑 3 拠点間およ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）

³ 有線系については、災害時は不適切であることが、東日本大震災の教訓とされている。

5.2.2 広域通信エリア海岸局に適したネットワーク回線（無線系で実現する場合）

続いて、広域通信エリアネットワークの基本条件における対象回線ごとの、推奨ネットワーク（無線系で実現する場合）を以下に示す。

表 5-7 広域通信エリアネットワーク対象回線に対する推奨無線系ネットワーク

対象回線	推奨されるネットワーク（無線系で実現する場合）
海岸局ネットワーク回線 （①の回線）	海岸局と最寄りの県防災行政無線基地局・中継局までのアプローチ回線として「FWA」を用いる。海岸局間のネットワークは、このアプローチ回線として導入の「FWA」、ならびに県防災行政無線多重回線空きチャンネルを中継回線として構成される。
県との連絡回線 （②の回線）	上記①により県防災行政無線との接続も構成される。
支所との回線 （③の回線）	ミッションクリティカルな回線ではないため、「インターネット VPN」か「携帯電話回線」で十分に要件は満足するものと考えられる。
非常災害時における回線 （④の回線）	非常災害時の中継局を介さない隣接局との通信には 27MHz 漁業通信用無線機や指向方向が手動で可変可能な FWA の利用が適切と考えられる。

上記のネットワーク回線の選択のもとで、亘理・牡鹿・唐桑 3 拠点および宮城県情報管理室・危機管理センター全体のネットワーク回線の運用費用の概算は以下となる。

亘理・牡鹿・唐桑 3 拠点間およ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、海岸局と最寄りの県防災行政無線基地局・中継局までのアプローチ回線として「FWA」を用い、以降の中継回線は県防災行政無線多重回線空きチャンネルを用いて構成するときの運用費用としては、通信費は不要であり運用費用はかからないが、機器・設備導入に伴うメンテナンス費用がかかることとなる。

メンテナンス費用については契約の内容によってコストは変動する。

メンテナンス回数は、無線局の定期検査が 5 年に 1 回行われることから、最低 5 年に 1 回の契約は必要となる。

（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）

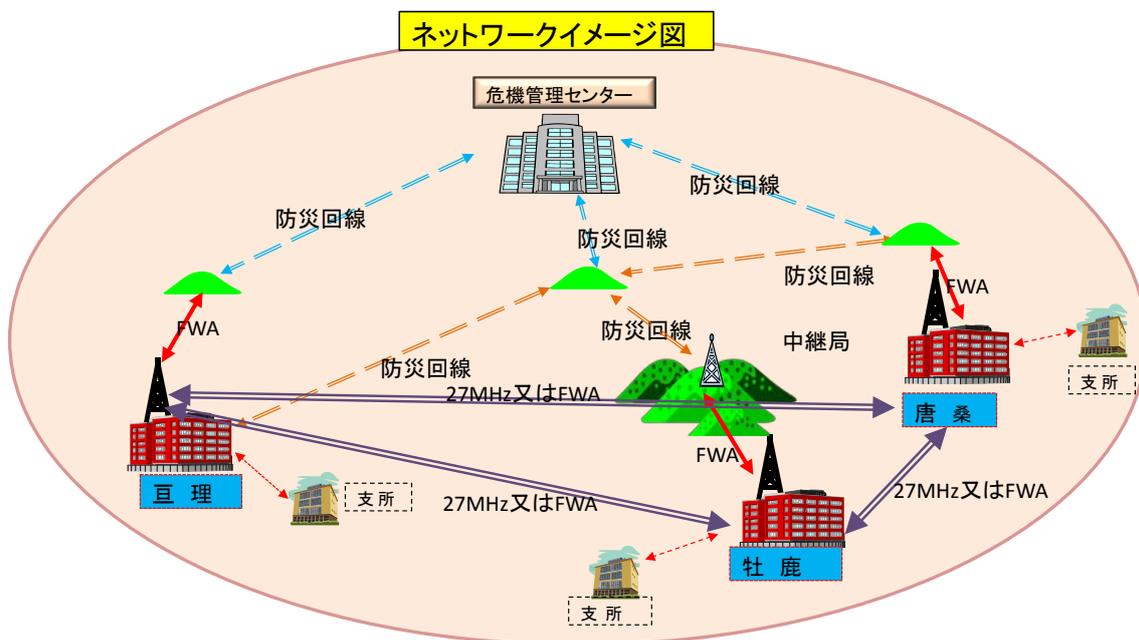


図 5-2 広域通信エリアネットワークイメージ(無線系で実現する場合)

6 技術的条件

6.1 技術的条件

6.2 技術的条件の課題

6.3 宮城県内の漁業用海岸局の復興モデルについて

おわりに

資料

資料 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、未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 委員一覧

「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工事協会 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 調査検討会開催状況

参考資料 宮城県沿岸漁種について

参考資料 漁業者ヒヤリング補足

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

表 0-1 海岸局との通信状況（平常時・東日本大震災時）

ヒヤリング対象	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。

広域海岸局に関する、ヒヤリング対象ごとのコメント内容を以下に示す。

表 0-2 広域海岸局について

ヒヤリング対象	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が良い 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と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 箇所に集約して、空中線を高いところに設置し、定時連絡し 	<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と良い

		<p>てもらうことでもいい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 	
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+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

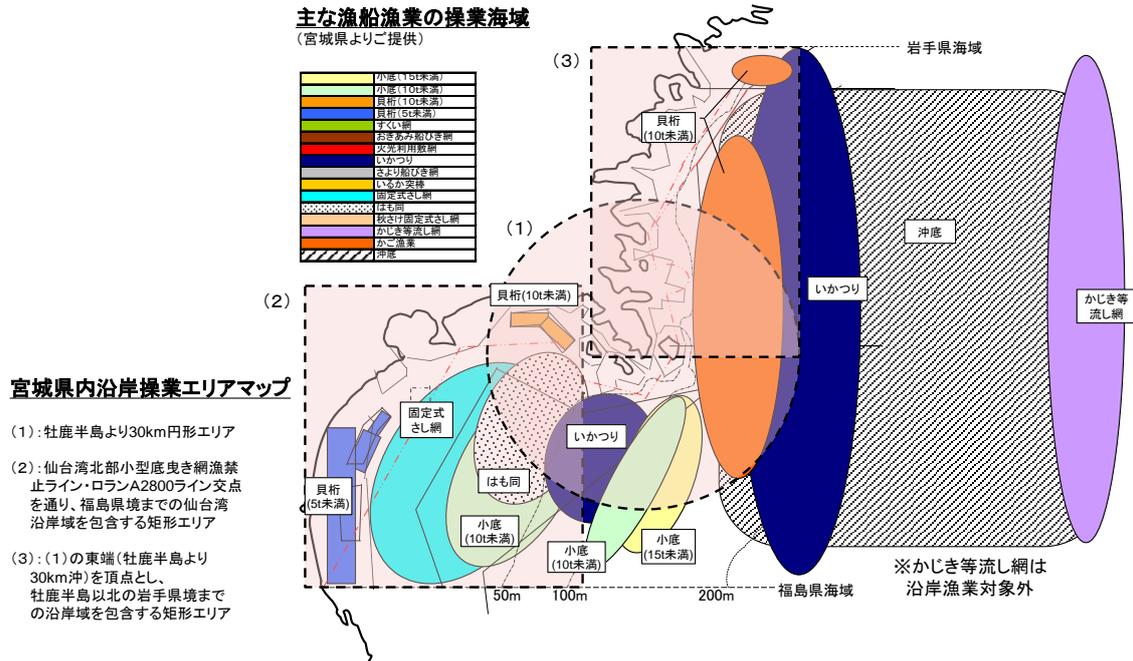


図 0-3 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図(夏季)

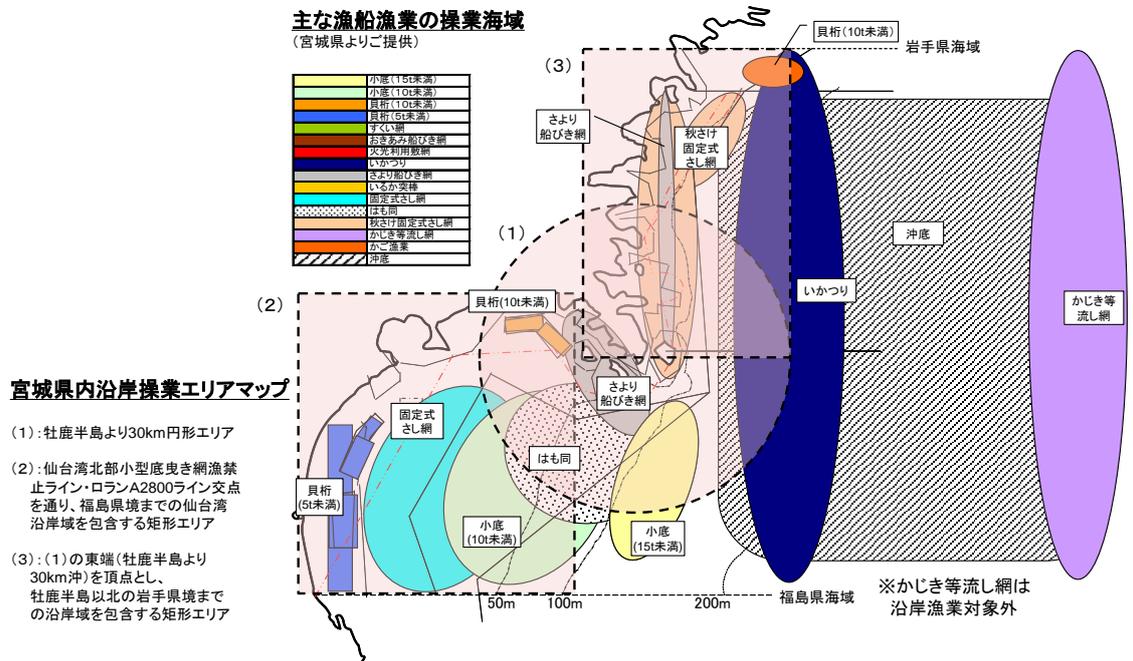


図 0-4 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図(秋季)

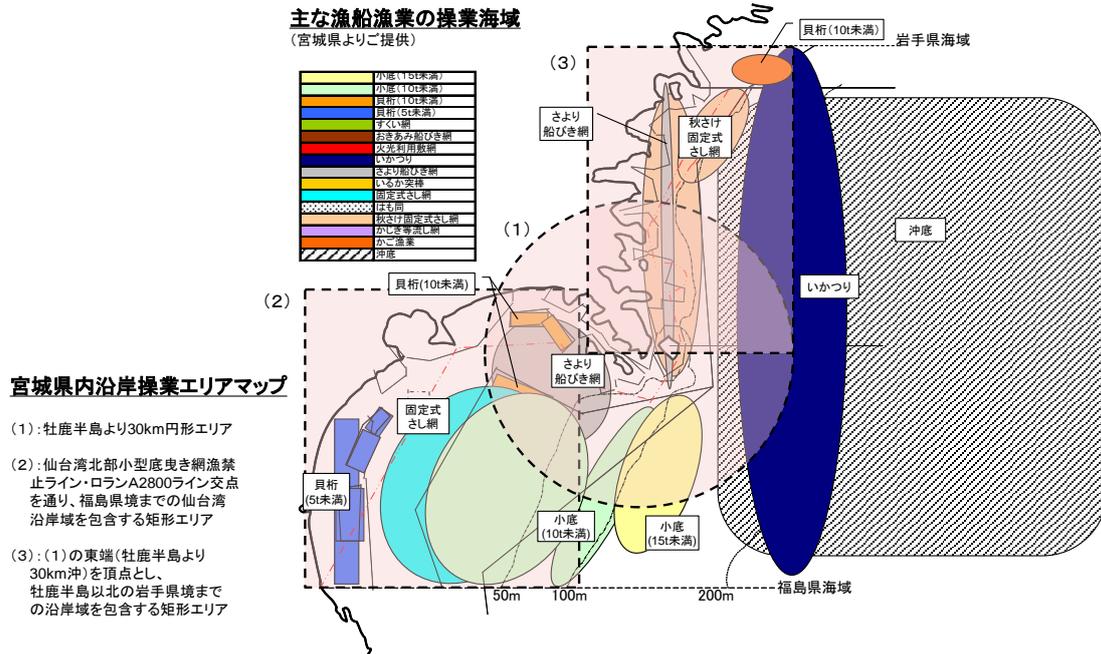


図 0-5 「主な漁船漁業の操業海域」と「宮城県内沿岸操業エリアマップ」の関係図(冬季)

参考資料 広域海岸局構想図

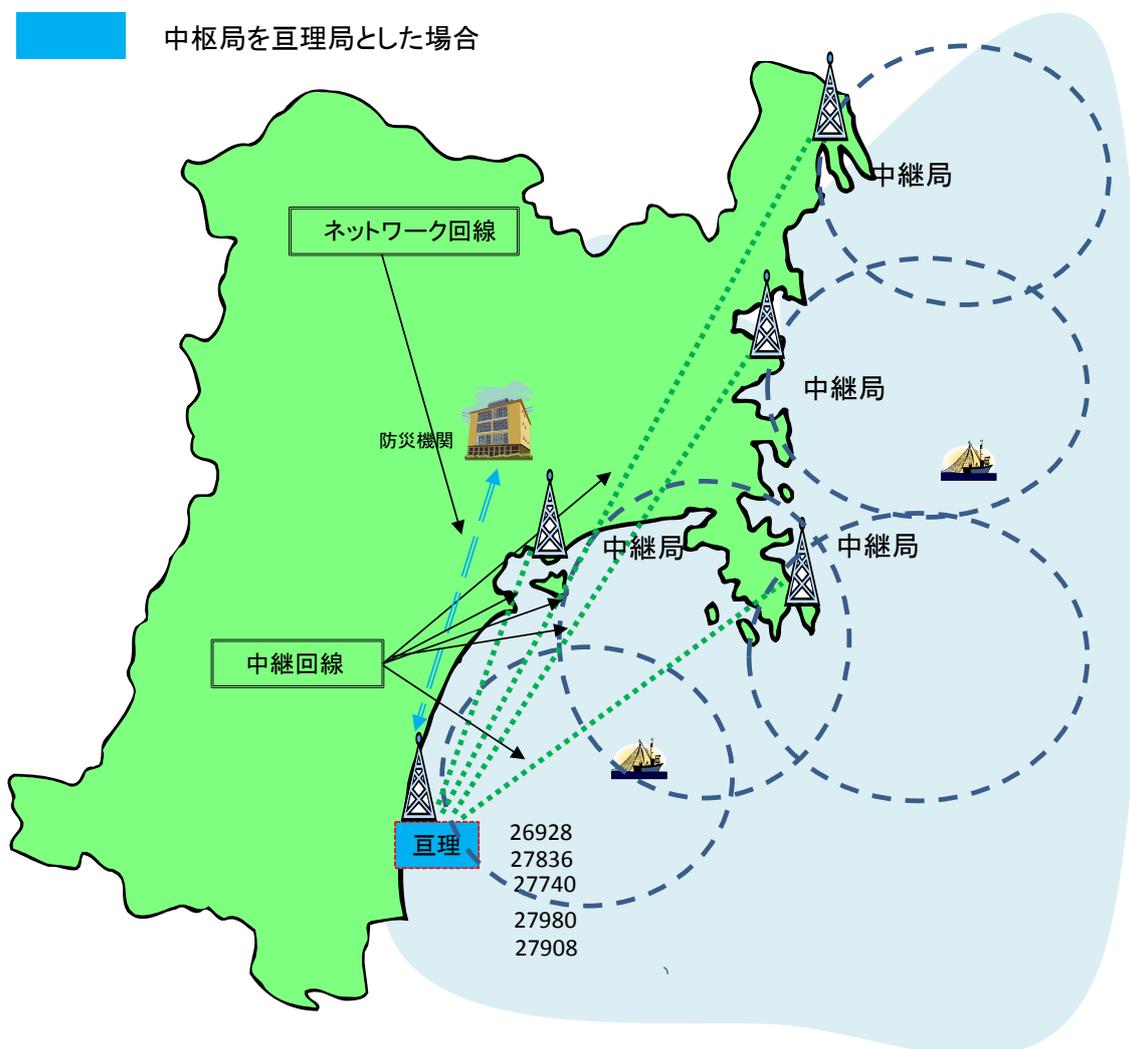
- 案1：常時運用型



・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。

● 案2：1局集中型

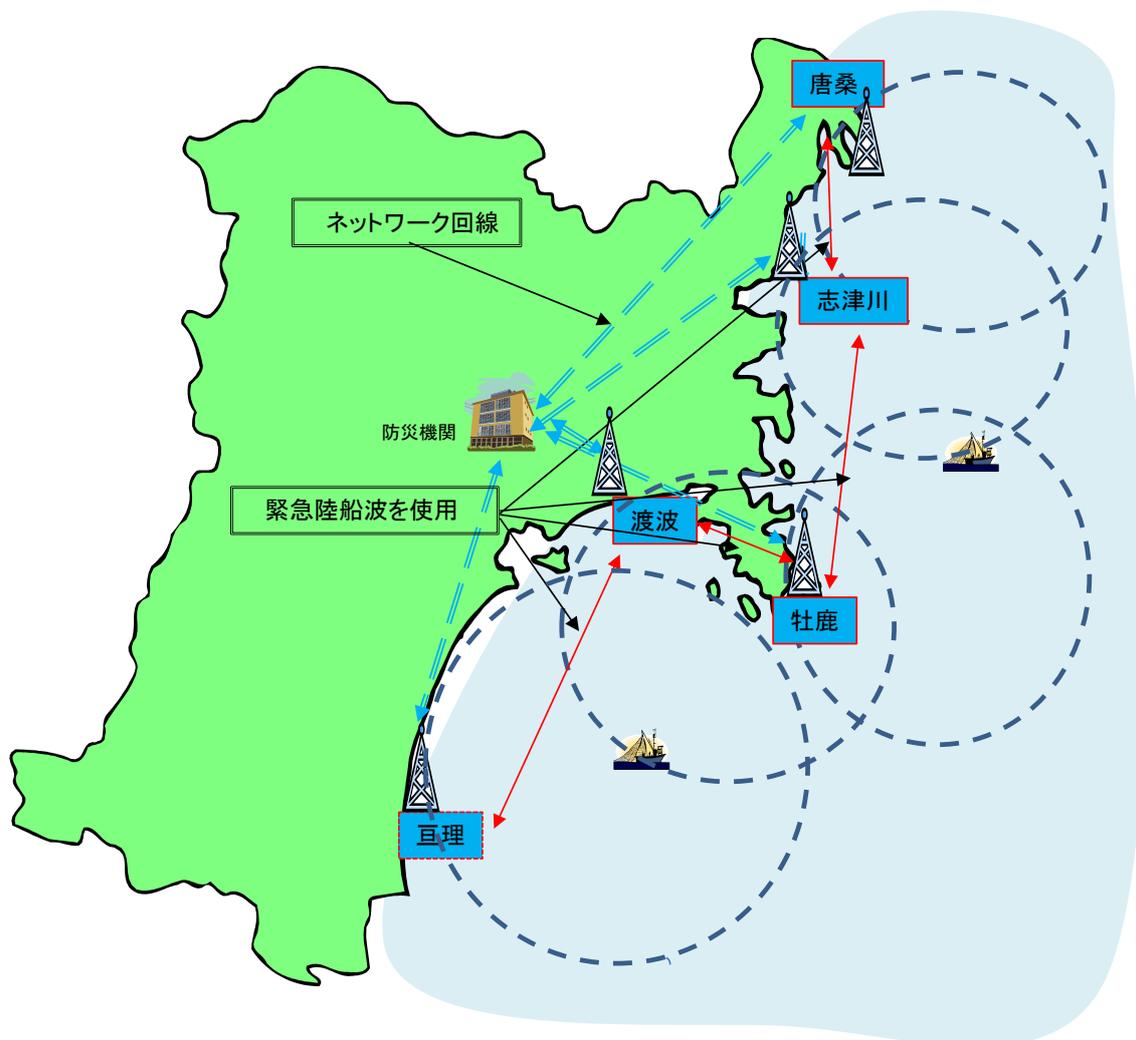
■ 中継局を巨理局とした場合



- ・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。

● 案3：現状集約型

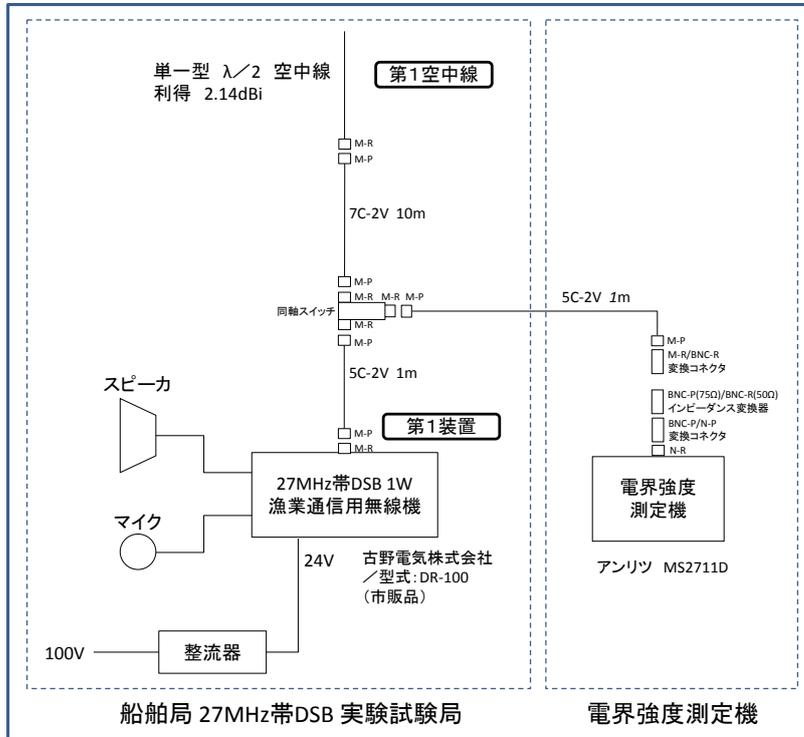
■ 支部局



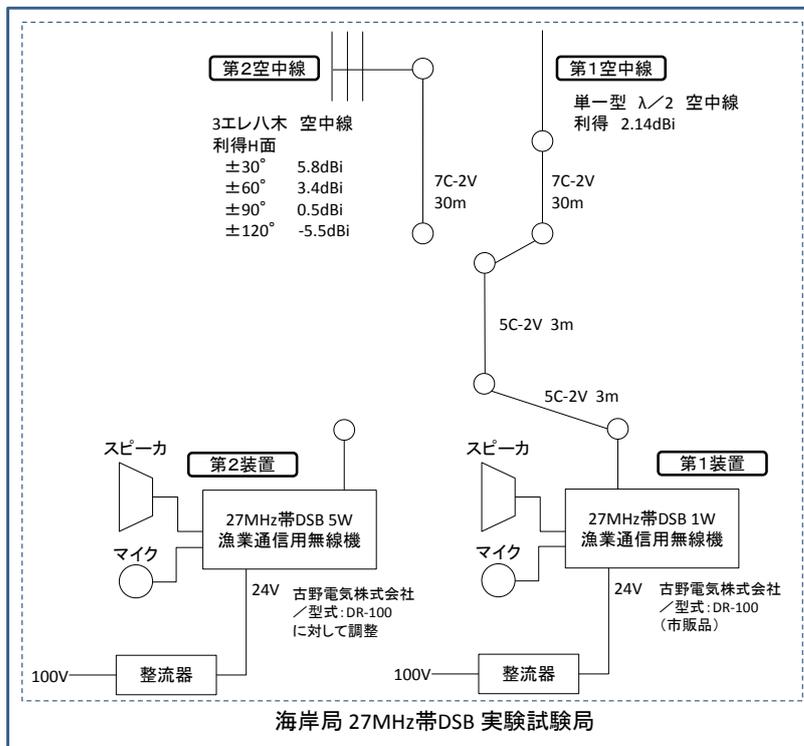
- ・現状の海岸局を集約する。それぞれの海岸局が独自で運用するため中継局は設けない。
- ・空いた周波数の活用方法として、陸船共通連絡波や緊急時の海岸局間通信方法があるが、ネットワークの必要性について各海岸局間で検討する必要性あり。

参考資料 実証試験系統図

● 船舶局



● 海岸局



参考資料 実証試験測定結果一覧

● 測定結果一覧（牡鹿地区）

試験場所	測定地点	説明	測定日時	船舶局位置	海岸局-船舶局間距離	海岸局-船舶局方位角	
牡鹿地区 (駒ヶ峰)	社-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	
	海岸局 アンテナ 方位角 =45d	社-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
		社-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
		社-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
		社-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
		社-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



(※) 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。

試験場所	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
牡鹿地区 (駒ヶ峰)	社-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				-78.75	-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
海岸局 アンテナ 方位角 =45d	社-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
	社-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
	社-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
社-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	31.565	42.385	○	○	5	4	5	5	
社-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	

調査検討会報告書素案（技術的条件部分を除く）

● 測定結果一覧（唐桑地区）

試験場所	測定地点	説明	測定日時	船舶局位置	海岸局-船舶局間距離	海岸局-船舶局方位角	
唐桑地区 (唐桑 海岸局)	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	
	海岸局 アンテナ 方位角 =167.5d	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	気仙沼湾(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	



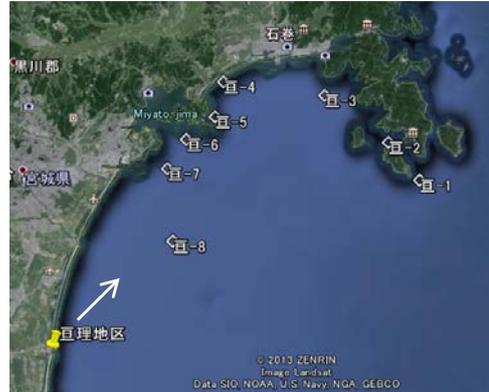
(※)図中矢印は、海岸局でのアンテナ(ハムアンテナ)設置方向。167.5度に設定。

試験場所	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・理論値比較 (20dB μV/m)	無線機入力測 定値・理論値比較 (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	
唐桑地区 (唐桑 海岸局)	唐-1	(1)1W・ホイップ	8.71	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
海岸局 アンテナ 方位角 =167.5d	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	-83.86	-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	-128.62	-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	-86.1	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	31.76	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	-66.08	-65.91	44.04	54.86	○	○	5	5	5	4-5	

調査検討会報告書素案（技術的条件部分を除く）

● 測定結果一覧（亶理地区）

試験場所	測定地点	説明	測定日時	船船局位置	海岸局一船船局間距離	海岸局一船船局方位角
亶理地区 (亶理温泉島の海) 海岸局アンテナ方位角	亶-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
	亶-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
	亶-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
	亶-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
	亶-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
	亶-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
	亶-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
	亶-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



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

試験場所	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			スペアナ測定値 信号受信時			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
亶理地区 (亶理温泉島の海) 海岸局アンテナ方位角	亶-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	×	×	2-3	2	2	2
		(2)1W・八木	-9.3	1.52				-92.16	-88.41	-90.295	13.655	24.475	×	○	3	3	3	3
		(3)5W・ホイップ	-5.97	4.85				-94.49	-88.28	-91.385	12.565	23.385	×	○	3	3	2-3	3
		(4)5W・八木	-2.31	8.51				-87.74	-83.79	-85.765	18.185	29.005	×	○	4-5	4	4	4
	亶-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
		(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
		(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	1
亶-3	(1)1W・ホイップ	-12.01	-1.19	-121.27	-100.54	-110.805	-91.52	-88.94	-90.23	13.72	24.54	×	○	3	3	3	3	
	(2)1W・八木	-8.35	2.47				-84.01	-82.66	-83.335	20.615	31.435	○	○	4-5	4	3	4	
	(3)5W・ホイップ	-5.02	5.3				-84.9	-83.16	-84.03	19.92	30.74	×	○	4-5	4	3	4	
	(4)5W・八木	-1.36	9.46				-79.56	-77.7	-78.64	25.31	36.13	○	○	5	5	4	5	
亶-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	×	○	3	3	3	2-3	
	(2)1W・八木	-6.21	4.61				-88.06	-83.25	-85.655	18.295	29.115	×	○	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	×	○	4	4	4	4	
	(4)5W・八木	0.78	11.6				-78.94	-78.02	-78.48	25.47	36.29	○	○	5	5	5	5	
亶-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	×	○	3-4	3	3	3-4	
	(2)1W・八木	-4.67	6.15				-81.61	-78.8	-80.205	23.745	34.565	○	○	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	○	○	4-5	4	5	4-5	
	(4)5W・八木	2.32	13.14				-77.03	-73.71	-75.37	28.58	39.4	○	○	5	5	5	5	
亶-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	×	○	4	4	4	4	
	(2)1W・八木	8.85	19.67				-78.91	-76.52	-77.715	26.235	37.055	○	○	5	5	5	5	
	(3)5W・ホイップ	12.18	23				-80.5	-77.7	-79.1	24.85	35.67	○	○	5	5	4	5	
	(4)5W・八木	15.84	26.66				-73.13	-71.08	-72.105	31.845	42.665	○	○	5	5	5	5	
亶-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	○	○	4-5	4-5	4	4-5	
	(2)1W・八木	11.53	22.35				-76.53	-72.87	-74.7	29.25	40.07	○	○	5	5	5	5	
	(3)5W・ホイップ	14.86	25.68				-75.76	-72.18	-73.97	29.96	40.8	○	○	5	5	5	5	
	(4)5W・八木	18.52	29.34				-70.88	-66.69	-68.785	35.165	45.985	○	○	5	5-6	5	5	
亶-8	(1)1W・ホイップ	12.48	23.3	-127.08	-109.21	-118.145	-76.42	-73.68	-75.05	28.9	39.72	○	○	5	5	4-5	5	
	(2)1W・八木	16.14	26.96				-69.84	-66.48	-68.16	35.78	46.61	○	○	5	5-6	5	5-6	
	(3)5W・ホイップ	19.47	30.29				-69.64	-67.88	-68.76	35.19	46.01	○	○	5	5	5	5	
	(4)5W・八木	23.13	33.95				-63.1	-61.11	-62.105	41.845	52.665	○	○	5	6	5	6	

参考資料 実証試験 船舶局・海岸局無線機仕様

● 27MHz 帯 DSB 1W 漁業通信用無線機仕様

(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 75Ω 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 50Hz 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 50μW 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 10μV 以下（1kHz、30%変調、S/N20dB）
- ・通過帯域幅 5kHz 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/4Ω

(4) 本体電源電圧 DC24V 受信時：13W 送信時：30W（程度）

● 27MHz 帯 DSB 5W 漁業通信用無線機仕様**(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）

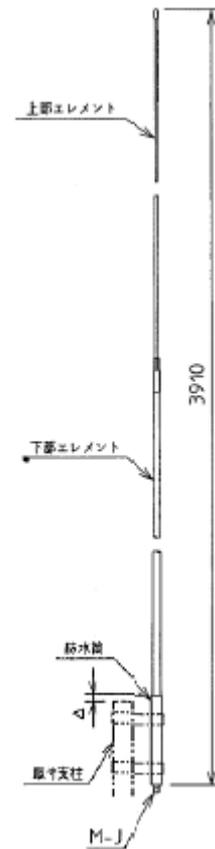
(3) 受信部

- ・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）

● 27MHz 帯 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

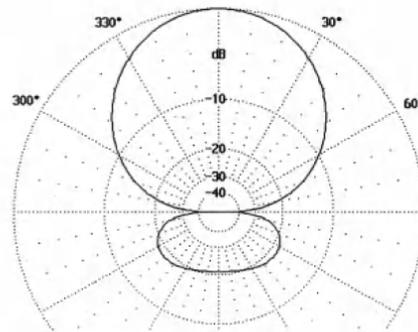


● 27MHz 帯 3エレ八木アンテナ仕様

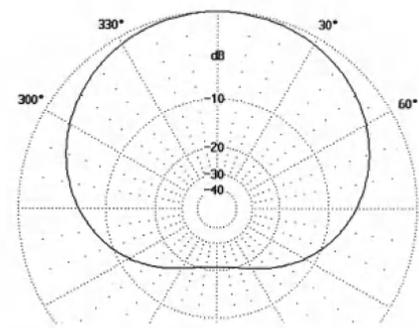
- ・放射特性 カードイット放射特性
- ・アンテナ構成 3エレメント八木型アンテナ
- ・周波数 25MHz～28MHz 指定(27.5MHz)
- ・偏波 垂直偏波
- ・利得 5.8dBi 平均
- ・F/B 比 16dB 平均
- ・電力半値角幅（平均） E-面：65° H-面：130°
- ・インピーダンス 75Ω
- ・VSWR 1.5 : 1 以下
- ・入力コネクタ MJ（放射器：バラントランス付）
- ・耐電力 100W
- ・据付パイプ据付（参考 φ76mm 使用）
- ・質量 約 17kg
- ・耐風速（受風力） 60m/s(130kg・f, 1.3KN)
- ・放射パターン

(H-面)

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

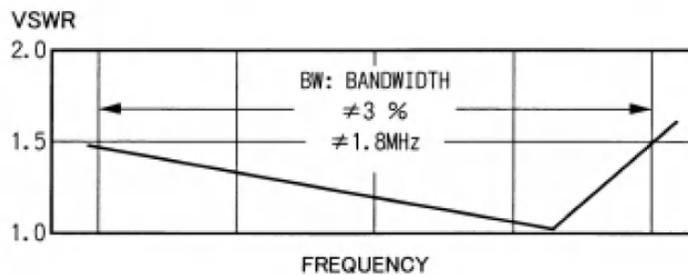


放射パターン, E-面



放射パターン, H-面

・ VSWR(27M)



・外観図

