

第5章 周波数共用検討

5.1 概要

5.1.1 目的と検討の流れ

26MHz帯ラジオ・ブイの導入に向けて、我が国においてこれと同一又は隣接する周波数を使用する他の無線通信業務との間の周波数共用検討を行い、使用条件等を整理する。共用検討の流れを図 5-1 に示す。

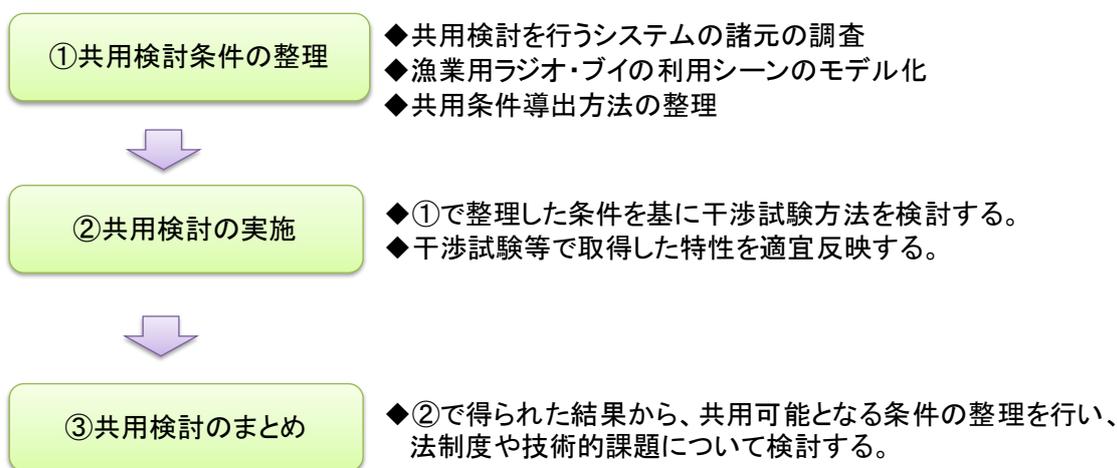


図 5-1 共用検討の流れ

5.1.2 共用対象周波数帯及び使用状況

(1) 使用周波数帯

検討対象となる周波数帯における周波数割当を表 5-1 に示す。周波数共用検討を行う対象は同一周波数帯としては、26100-26175kHz の海上移動業務となる。隣接周波数帯としては、25670-26100kHz の放送及び 26175-26200kHz の固定となる。

表 5-1 周波数割当表

国際分配 (kHz)			国内分配 (kHz)		無線局の目的
第一地域	第二地域	第三地域			
25670-26100 放送			25670-26100	放送 J15	放送用
26100-26175 海上移動 5.132			26100-26175 J24	海上移動	公共業務用 一般業務用
26175-26200 固定 移動(航空移動を除く。)			26175-26200	固定 移動(航空移動を除く。)	公共業務用 放送事業用

表 5-2 に同一周波数帯として周波数共用検討の対象となる海上移動業務の周波数表を示す。
対象となる周波数は海岸局に割り当てられている。

表 5-2 25/26MHz帯海上移動業務(無線電話)の周波数表

チャンネル番号	25/26MHz 帯			
	海岸局		船舶局	
	搬送周波数	割当周波数	搬送周波数	割当周波数
2501	26145	26146.4	25070	25071.4
2502	26148	26149.4	25073	25074.4
2503	26151	26152.4	25076	25077.4
2504	26154	26155.4	25079	25080.4
2505	26157	26158.4	25082	25083.4
2506	26160	26161.4	25085	25086.4
2507	26163	26164.4	25088	25089.4
2508	26166	26167.4	25091	25092.4
2509	26169	26170.4	25094	25095.4
2510	26172*	26173.4*	25097*	25098.4*

*これら周波数は、呼出周波数とする(無線通信規則第 52.221 号及び第 52.222 号参照)

当該周波数は、GMDSS(全世界的な海上遭難安全システム)のチャンネルであり、無線局の状況は表 5-3 の通りである。外国の無線局については ITUWeb サイトによるものであり、これ以外にも存在する可能性がある。

表 5-3 25/26MHz帯海上移動業務(無線電話)の無線局の状況

割当周波数	海岸局	船舶局
26146.4	PALO ALTO, CALIFORNIA RADIO USA	対になる周波数 について、394 局(日本)
26149.4	SLIDELL, LOUISIANA RADIO USA	
26152.4	不開示(日本) ARGENTINA RADIO ARG MOBILE, ALABAMA RADIO / WLO USA NORWEGIAN COASTAL RADIO, SOUTH NOR TIANJIN RADIO CHN	(主に遠洋を航 行する船舶の 一部)
26155.4	不開示(日本) HAWAII RADIO HWA	
26158.4		
26161.4	不開示(日本) NORWEGIAN COASTAL RADIO, SOUTH NOR STOCKHOLM RADIO S	
26164.4	宮崎県無線漁業協同組合連合会 ARGENTINA RADIO ARG OLYMPIA RADIO GRC	
26167.4	NORWEGIAN COASTAL RADIO, SOUTH NOR OLYMPIA RADIO GRC	
26170.4	STOCKHOLM RADIO S	
26173.4	ARGENTINA RADIO ARG	

5.1.3 干渉モデル

26MHz帯ラジオ・ブイの導入に際し、生じ得る干渉のモデルを図 5-2 に示す。最も影響が大きいと考えられるのが、26MHz帯ラジオ・ブイから船舶局への干渉(A)である。希望波は海岸局から遠距離を電離層反射で届く電波であり、船舶が 26MHz帯ラジオ・ブイの近傍を航行する時に強い妨害波を受ける。これについては次項以降で詳細に検討を行う。26MHz帯ラジオ・ブイから陸上の既存無線局(隣接周波数)への干渉(B)については 5.5.1 で検討を行う。漁船における 26MHz帯ラジオ・ブイからの電波の受信への干渉(C)については、それが漁業に与える影響について今後検討することが望ましい。

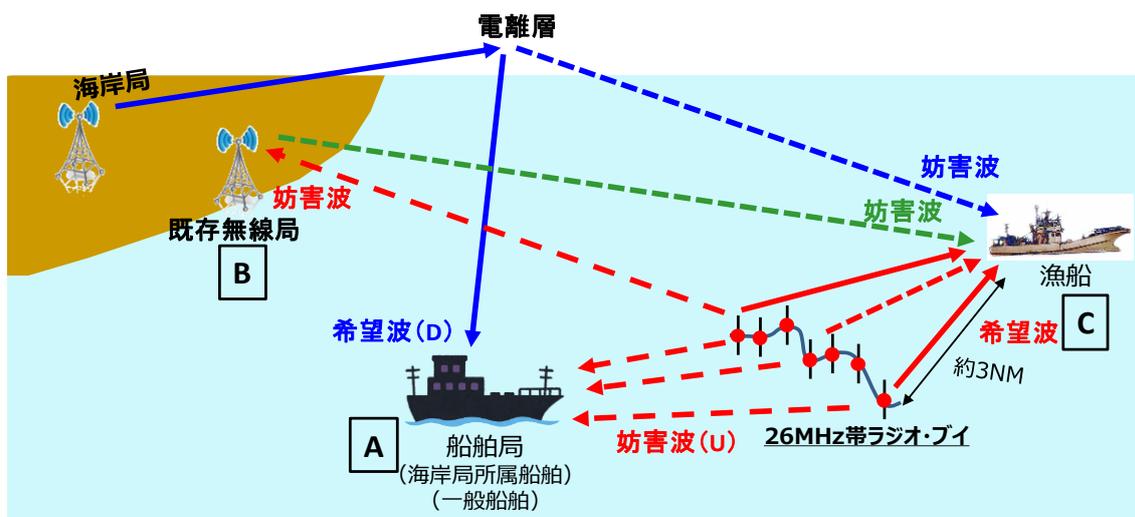


図 5-2 干渉モデル

5.1.4 共用検討対象システムの状況

前項の干渉モデル(A)における被干渉局の対象は既存海岸局所属の船舶局及び 2501-2510 チャンネルの免許を所有する船舶局である。後者の主要免許人に対し、2501-2510 チャンネルの利用についてヒアリングを行い、結果を表 5-4 に示す。

GMDSS 無線設備として装備しているものの、4,6,8,12,16,22MHz帯等、様々な周波数帯があり、低い周波数帯を主に使用しており、本チャンネルの使用実績はほとんどないという内容であった。また、宮崎県無線漁業協同組合連合会は、26MHz帯は免許を受けているものの運用実績はないとのことであった。このように、使用実績は少ないものの、短波通信は、衛星通信が使用困難な場合の船舶の遭難救助時の最後の命綱となり得る点に留意が必要である。

表 5-4 ヒアリング結果

内容	免許人A	免許人B
対象船舶数	92	69
2501-2510 チャンネルの使用頻度	1 回/月(社内テスト)	1 回以下/年
2501-2510 チャンネルの使用場所	遠洋	距離数千 km
2501-2510 チャンネルの使用チャンネル	特になし	特になし
呼出周波数 26173.4 の使用状況	使用なし	使用なし
通信の相手方	実績なし	実績なし
通信内容	実績なし	実績なし
受信状況	低いレベル	実績なし
ブイによる 2501-2510 チャンネルの使用	混信しなければ問題なし	問題なし
3.9 秒の干渉の許容	短時間だから許容する ということはない	意見なし
ブイの音が入って良いチャンネル、 困るチャンネル	意見なし	意見なし

5.2 船舶受信機による干渉試験

既存免許人の協力の下、既存免許人船舶搭載の受信機に対して、簡易的な干渉試験を実施した。干渉試験において、電波伝搬状況から希望波の受信が得られない状況であったため、環境雑音に干渉波が入力される環境においての干渉試験を行った。

(1) 試験の実施日、場所

表 5-5 の日程・場所で実施することとした。

表 5-5 測定実施日・場所

項目	内容
日程	2019 年 11 月 21 日
場所	宮城県塩釜港内

(2) 試験項目と構成

試験項目とその内容を表 5-6 に示す。試験1では、供試機の持つ7チャンネルを干渉波、海岸局の3チャンネルを希望波とし、希望波と干渉波の3×7の21通りの組合せにおいてノイズ聴取を実施した。試験2では、より詳細に測定すべく、希望波に対する離調周波数をパラメータとしてノイズ聴取を実施した。周波数を離調する際、通常は希望波周波数を固定し、干渉波周波数をシフトするが、干渉波源となる供試機は任意の周波数に設定できないことから、希望波周波数(本試験では、受信中心周波数)を干渉波周波数から離調させることで、相対的に所望の離調関係を設定した。

表 5-6 試験項目と内容

	項目	内容
試験1	与干渉・被干渉のチャンネル設定におけるノイズ評価	供試機の7チャンネルと海岸局の3チャンネルの組合せに対してノイズ評価を実施
試験2	離調周波数に対するノイズ評価	希望波に対する離調周波数をパラメータとしてノイズ評価を実施

試験の構成を図 5-3 に示す。対象船舶から海越しに見通しが確保された、500m 離れた場所に供試機ブイを投入する。



図 5-3 試験の構成

(3) 試験方法

試験1

- ・対象船舶と 500m 離隔した 7 基のラジオ・ブイが海上にて送信開始
- ・対象船舶では、測定チャンネルに受信機の周波数を設定し、受信状態で待機
- ・7 基のラジオ・ブイは、10 分間に 3.9 秒間ずつ散発的に信号を送信するが、この送信タイミングを把握するラジオ・ブイ受信機を対象船舶に準備し、これを操作する作業員から聴取者に対して、受信タイミングを通知
- ・聴取者は 3.9 秒間聴取し、ノイズ状況を判定。判定基準は表 5-7 の通り
- ・このような試験を、海岸局 3CH とラジオ・ブイ 7CH の組合せ分、実施

試験2

- ・試験1と同様の試験を、受信機の周波数を海岸局以外の周波数に変えて実施
- ・受信機に設定する周波数は、ラジオ・ブイ CH の周波数に対して評価したい離調周波数分だけシフトして設定し、試験1と同様に聴取し判定

表 5-7 ノイズ判定基準

ノイズ	内容
無	ノイズ無し
小	若干のノイズあり。
中	ある程度のノイズはあるが問題なし。
大	ノイズが大きく、通話不可能

(4) 試験結果

試験1

海岸局(聴取)チャンネルと供試機チャンネルの各組合せにおけるノイズ判定結果を表 5-8 の通り整理した。この結果から、離隔距離 500m において、ブイの CH3 及び CH4 による影響によって、それぞれ 26155.4kHz 及び 26161.4kHz のチャンネルでノイズ大となった。

表 5-8 試験1の聴取結果

		供試機チャンネル						
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7
聴取チャンネル	26152.4kHz	無	小	小	無	無	無	無
	26155.4kHz	無	無	大	無	無	無	無
	26161.4kHz	無	無	無	大	小	無	無

試験2

供試機ブイの固定された7つの周波数に対して、(希望波に対する)受信周波数を変更することで測定したい離調関係を実現させ、各離調周波数に対するノイズ聴取結果をプロットした。その結

果を図 5-4 及び表 5-9 に示す。この結果から、離隔距離 500m においては離調周波数が-2.4kHz ~2.6kHz 程度内ではノイズ大となった。

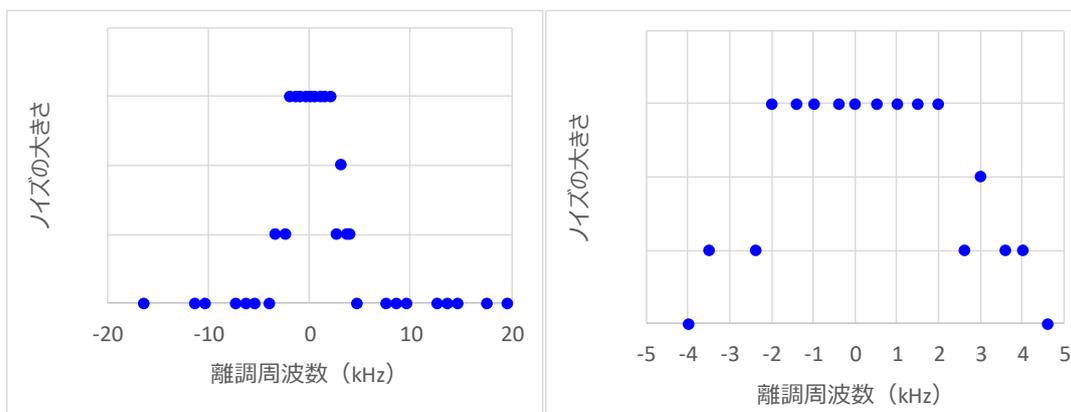


図 5-4 離調周波数に対するノイズの大きさ

表 5-9 試験2の結果(詳細値)

ブイCH	ブイ中心周波数 [kHz]	設定周波数 (搬送波周波数)	受信周波数 [kHz]	離調周波数 [kHz]	聴取結果
1	26145	26151	26152.4	-7.4	無
2	26150			-2.4	小
3	26155			2.6	小
4	26160			7.6	無
5	26165			12.6	無
6	26170			17.6	無
7	26175			22.6	無
1	26145	26154	26155.4	-10.4	無
2	26150			-5.4	無
3	26155			-0.4	大
4	26160			4.6	無
5	26165			9.6	無
6	26170			14.6	無
7	26175			19.6	無
1	26145	26160	26161.4	-16.4	無
2	26150			-11.4	無
3	26155			-6.4	無
4	26160			-1.4	大
5	26165			3.6	小
6	26170			8.6	無
7	26175			13.6	無
1	26145	26147.1	26148.5	-3.5	小
2	26150	26150.6	26152	-2	大
3	26155	26154.6	26156	-1	大
4	26160	26158.1	26159.5	0.5	大
5	26165	26163.6	26165	0	大
6	26170	26167.1	26168.5	1.5	大
7	26175	26171.6	26173	2	大
3	26155	26157.6	26159	-4	無
4	26160	26157.6	26159	1	大
5	26165	26160.6	26162	3	中
7	26175	26169.6	26171	4	小

5.3 ラボにおける干渉試験

5.3.1 概要

海岸局からの希望波を受信する船舶側に対して、供試機を妨害波とした場合における干渉試験を実施する。希望波のチャンネルに対して妨害波の離調周波数と入力レベルを変えた場合における影響を了解度による可聴評価を行い、共用可能な条件の検討に資する基礎的データを取得する。可聴評価により、許容可能な妨害波の入力レベル(許容干渉レベル)を導出し、離調周波数対許容干渉レベル(所要離隔距離)を求める。

5.3.2 試験方法

希望波として、船舶局で使用される 26MHz帯SSB 送信が可能な無線機を使用し、妨害波としてケーブル接続を可能とした供試機を使用する。それぞれの電波を有線接続して受信機に入力し、ラボで干渉試験を実施する。

(1)使用機器

表 5-10 に干渉試験で使用する機器の諸元を示す。

表 5-10 装置諸元

受信機		希望波送信機		妨害波送信機	
海岸局からの電波を受信する一般船舶を想定し、汎用の短波帯受信機とする。		船舶局で使用されている汎用品であり、海岸局と同様にSSB 送信可能な短波帯送信機とする。		実際の干渉状況を再現するため、ケーブル接続を可能とした供試機を使用する。	
メーカー 型番	日本無線 NRD-630	メーカー 型番	日本無線 JSS-2150	空中線電力	5W
周波数	1600kHz～ 29.99999MHz	周波数	1605.0～ 27500.0kHz	周波数	26145～ 26175kHz 任意
電波型式	J3E	電波型式	J3E	変調方式	FSK
受信感度 選択度 6dB帯域幅	3μV 以下 2.4～3kHz	送信出力	150W	送信時間	15 秒毎に 3.9 秒
					

(2) 機器構成

図 5-5 に干渉における機器構成を示す。なお、実フィールドにおける環境ノイズを模擬するために、ノイズ発生器を使用する。ノイズ発生器の諸元を表 5-11 に示す。

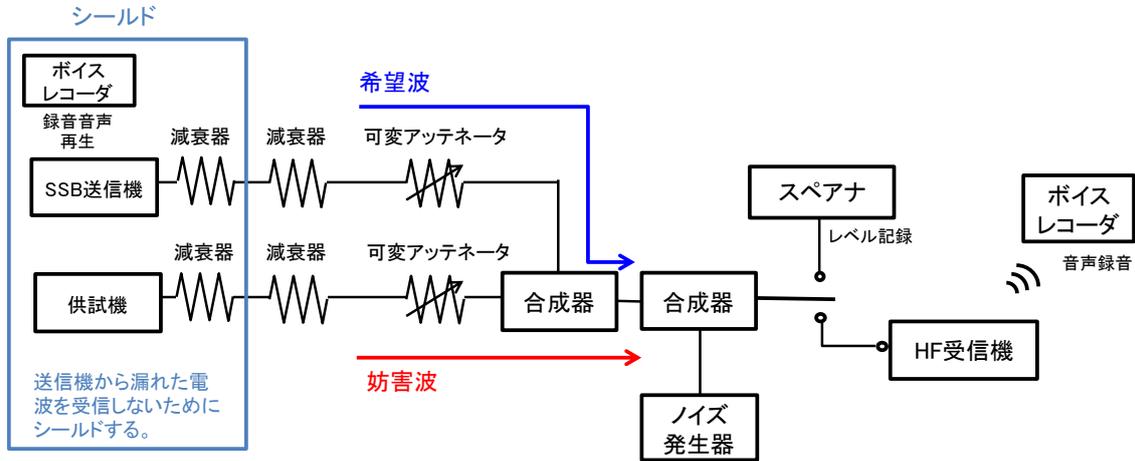


図 5-5 機器構成

表 5-11 ノイズ発生器諸元

項目	ノイズ発生器
メーカー	エヌエフ回路設計ブロック
型番	WF1973
周波数	0.01μHz～30MHz
ノイズ種類	ガウスノイズ
ノイズレベル	-140dBm/Hz(※)

※実フィールド試験における取得結果(図 6-17～6-19)参照

(3) 可聴評価

了解度を表 5-12 のように分類し、通信が可能な了解度をメリット 2 とする。

表 5-12 了解度

了解度	内容
メリット5	非常に良い。はっきりと聞こえる。了解できる。
メリット4	良い。若干ノイズがまじるがはっきりと聞こえる。困難なく了解できる。
メリット3	普通。ノイズや強弱があるが通信は可能。かなり困難だが了解できる。
メリット2	悪い。途切れ途切れになり聞き取れない割合が高い。かろうじて了解できる。
メリット1	非常に悪い。相手が送信していることは判るが内容が聞き取れない。了解できない。

←許容可能な了解度

干渉を受けない場合における希望波の了解度を以下の 2 種類とし、干渉試験を実施する。

①周辺のノイズを受けながら何とか通信している状態を想定し、**メリット 2**

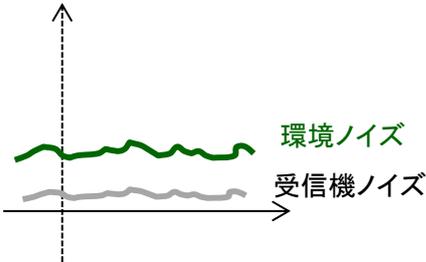
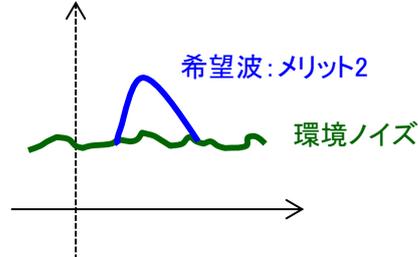
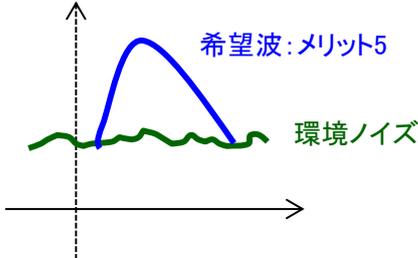
メリット 2 における希望波のレベルには幅があると考えられるが、ここではメリット 2 の中央値とする。(上限と下限の間)

②クリアな通信状態を想定し、**メリット 5**

メリット 5 における希望波のレベルには幅があると考えられるが、ここではメリット 5 の最小値とする。

(4) 試験手順

以下に干渉試験の手順を示す。

①希望波の調整	イメージ図
(a) 実フィールド試験で取得した環境ノイズのレベルを参考にして、ノイズ発生器でノイズを送信する。	 <p>環境ノイズ 受信機ノイズ</p>
(b) 送信機の搬送波周波数を 26154kHz に設定し、事前に録音した音声「ただいま試験中×3、こちらは(呼出符号)、本日は晴天なり×3」を再生する。	
(c) 音声を聞きながら、メリット 2 の中央値となるように可変アッテネータを調整する。その際には、スペクトラムアナライザで希望波レベルを記録する。	 <p>希望波:メリット2 環境ノイズ</p>
(d) 音声を聞きながら、メリット 5 の最小値となるように可変アッテネータを調整する。その際には、スペクトラムアナライザで希望波レベルを記録する。	 <p>希望波:メリット5 環境ノイズ</p>

②離調周波数対許容干渉レベルの取得(メリット 2)	
(a)①で調整したメリット 2 となる希望波を受信した状態で設定離調周波数となる妨害波を入力する。	<p>妨害波: 離調0Hz 希望波: メリット2 環境ノイズ</p>
(b) 妨害波の発射 5 秒前から録音した音声を再生し、3 回目の「ただいま試験中」と 3 回目の「本日は晴天なり」に干渉が入るようにする。	
(c) 可変アッテネータで妨害波の入力レベルを調整する。	
(d) 妨害波の入力レベルを上げていった時と下げていった時に許容可能な感度(メリット 2 の最小値)となる妨害波のレベルを記録する。その平均値を入力した際の音声を録音する。	
(e) 上記平均値の上下数 dB 程度の妨害波レベルにおける音声も記録する。	
(f) 離調周波数を変えて試験を繰り返す。	<p>妨害波: 離調1.5kHz 希望波: メリット2 環境ノイズ</p>
③離調周波数対許容干渉レベルの取得(メリット 5)	
②と同様に①で調整したメリット 5 となる希望波を受信した状態で試験を行う。	<p>妨害波: 離調0Hz 希望波: メリット5 環境ノイズ</p>

5.3.3 試験結果

(1) 離調周波数対許容干渉レベル

表 5-13 に希望波と妨害波間の各離調周波数における希望波レベル、妨害波レベル及び D/U (希望波レベルと妨害波レベルの比)を示す。メリット 2 の希望波のレベルは-103dBm である一方、ノイズレベルを帯域換算すると-106dBm であることから、メリット 2 は、S/N が非常に低いものとなっている。また、D/U も非常に低いものとなっている。これは、デジタル信号のエラー率による評価ではなく、可聴評価であり、相当の信号音や雑音の中でも音声を聞き分けることが可能である上、日頃からノイズに埋もれた微弱な音声を聞いている者のレベルで判断していることが理由と考えられる。

表 5-13 試験結果

離調周波数 [kHz]	メリット5				メリット2				ノイズレベル [dBm/Hz]
	希望波レベル [dBm]	妨害波レベル [dBm]	帯域内妨害波 [dBm]	D/U [dB]	希望波レベル [dBm]	妨害波レベル [dBm]	帯域内妨害波 [dBm]	D/U [dB]	
-5	-86	-24	-57	-62	-103	-36	-69	-67	-140
-4.5	-86	-24	-56	-62	-103	-36	-70	-67	-140
-4	-86	-23	-56	-63	-103	-37	-71	-66	-140
-3.5	-86	-23	-55	-63	-103	-39	-72	-64	-140
-3	-86	-24	-56	-62	-103	-41	-74	-62	-140
-2.5	-86	-27	-57	-59	-103	-44	-75	-59	-140
-2	-86	-41	-62	-45	-103	-65	-79	-38	-140
-1.5	-86	-57	-66	-29	-103	-75	-82	-28	-140
-1	-86	-68	-66	-18	-103	-93	-88	-10	-140
-0.5	-86	-67	-62	-19	-103	-98	-93	-5	-140
0	-86	-59	-60	-27	-103	-104	-94	1	-140
0.5	-86	-56	-62	-30	-103	-105	-97	2	-140
1	-86	-50	-60	-36	-103	-92	-94	-11	-140
1.5	-86	-51	-56	-35	-103	-79	-90	-24	-140
2	-86	-26	-56	-60	-103	-62	-82	-41	-140
2.5	-86	-27	-59	-59	-103	-43	-73	-60	-140
3	-86	-25	-58	-61	-103	-42	-75	-61	-140
3.5	-86	-25	-58	-61	-103	-41	-74	-62	-140
4	-86	-23	-54	-63	-103	-39	-72	-64	-140
4.5	-86	-22	-55	-64	-103	-36	-70	-67	-140
5	-86	-21	-54	-65	-103	-36	-69	-67	-140

図 5-6 に各離調周波数における許容 D/U をグラフに示す。メリット 2 とメリット 5 の許容 D/U が異なる理由としては、メリット2の希望波及び妨害波レベルはノイズレベルと接近しており、ノイズの影響を大きく受けたことが原因と考えられる。

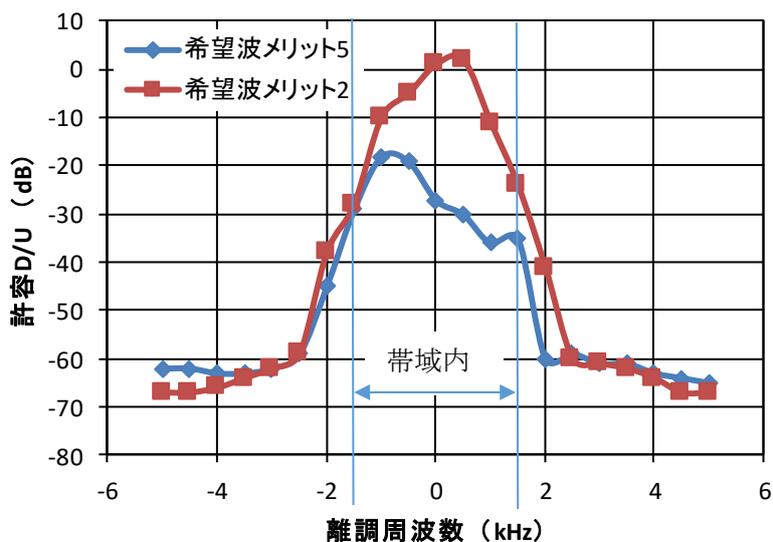


図 5-6 離調周波数対許容 D/U

(2) 離調周波数対所要離隔距離

既存海岸局からの希望波の受信レベルは、周辺のノイズを受けながら何とか通信している状態を想定し、メリット 2 の中央値である -103dBm とする。希望波の受信レベルに対し、各離調周波数における許容 D/U となる妨害波レベルを算出し、妨害波の離隔距離を導出する。

図 5-7 に各離調周波数における妨害波の離隔距離を示す。離隔距離は実フィールド試験における受信レベル距離特性(図 6-13)から算出した。

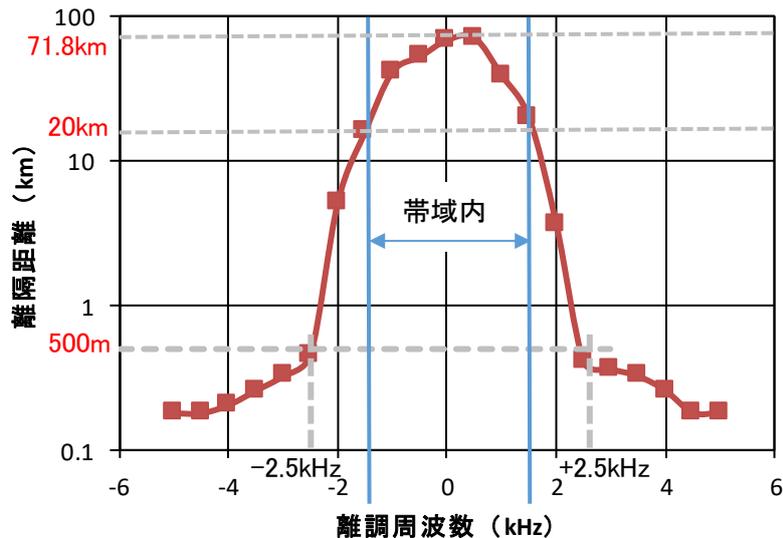


図 5-7 離調周波数対離隔距離

5.4 共用条件の検討

5.4.1 離調周波数及び離隔距離

図 5-7 より、帯域内共用における離隔距離は、71.8km、帯域端における離隔距離は約 20km となった。離調周波数 $\pm 2.5\text{kHz}$ 以内は、離調に伴い、離隔距離が大きく減少しているが、 $\pm 2.5\text{kHz}$ を超えると離隔距離の減少が小さくなる。 $\pm 2.5\text{kHz}$ における離隔距離は約 500m となる。

5.4.2 共用可能性の高い周波数配置の検討

図 5-8 に示す国内の海岸局から $\pm 2.5\text{kHz}$ 以上の離調を確保可能な周波数については、国内の海岸局からの受信に干渉を与えにくいことから、干渉検討対象を国内の無線局に限れば共用可能性が高いと考えられる。ただし、外国の海岸局からの受信について、ブイから 71.8km 以内で干渉を与えることに留意する必要がある。

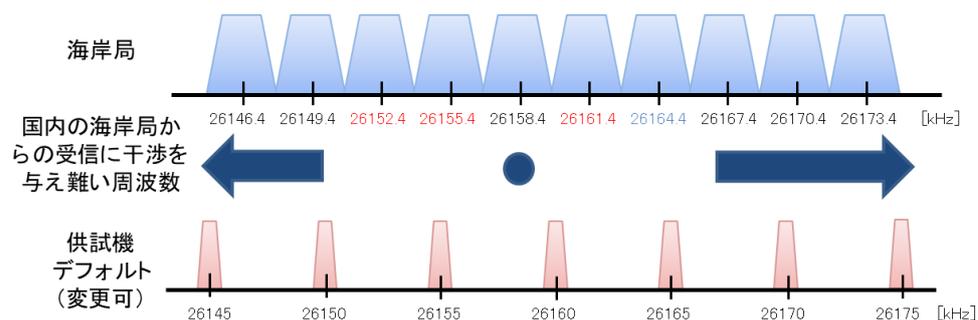


図 5-8 国内の海岸局からの受信に干渉を与え難い周波数

供試機の周波数は変更可能である。このため、極力多数のラジオ・バイを使用可能とするため、共用可能な可能性が高い周波数において、図 5-9 に示すように、周波数間隔を極力狭くし、極力多くの周波数ポイントを確保することが考えられる。

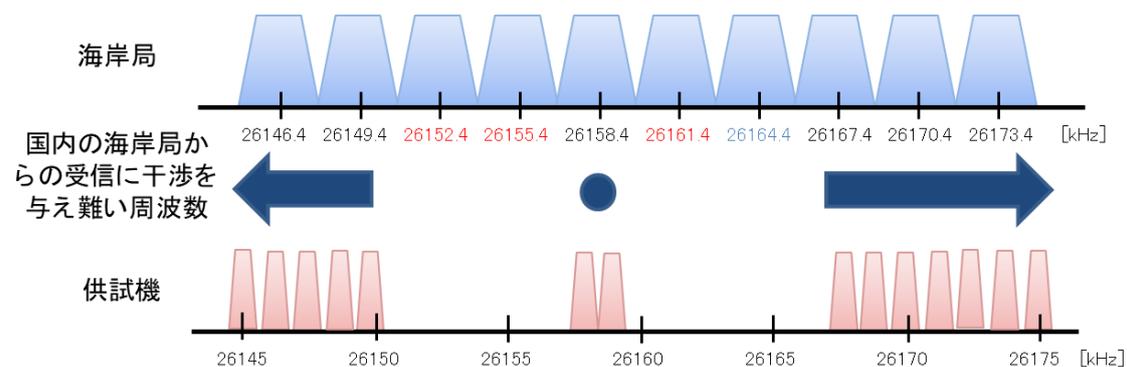


図 5-9 多数のラジオ・バイを使用可能とする周波数ポイント

海岸局に対し、インターリーブ配置にした場合のチャンネル配置を図 5-10 に示す。この場合、外国の海岸局からの受信について、バイから離隔距離が 20km に短縮され、干渉発生確率が低下することから、周波数共用の可能性が高くなると考えられる。

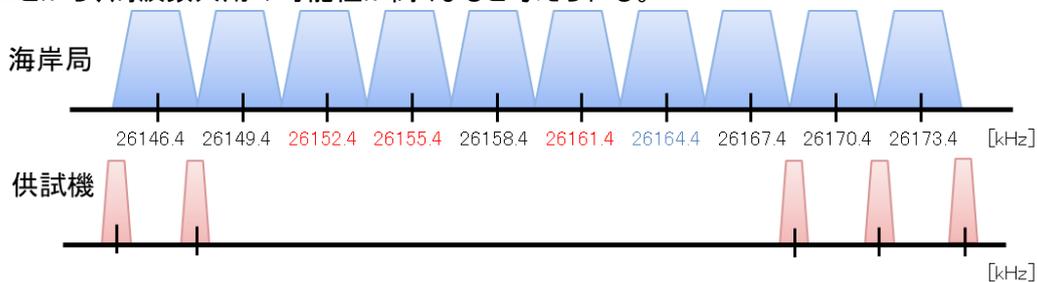


図 5-10 インターリーブ配置

5.4.3 運用エリア制限による共用可能性

供試機のデフォルト周波数のうち、共用可能な離調周波数が確保されず、離隔距離が必要となる 26150kHz、26155kHz 及び 26165kHz(図 5-11 参照)において、既存免許人は、26MHz帯を運用エリア(図 5-12 参照)の比較的遠方で運用を想定していることから、ラジオ・ブイの運用エリアを日本沿海や遠洋に制限することで、71.8km 以上の離隔距離の確保が可能であり、周波数共用が可能と考えられる。

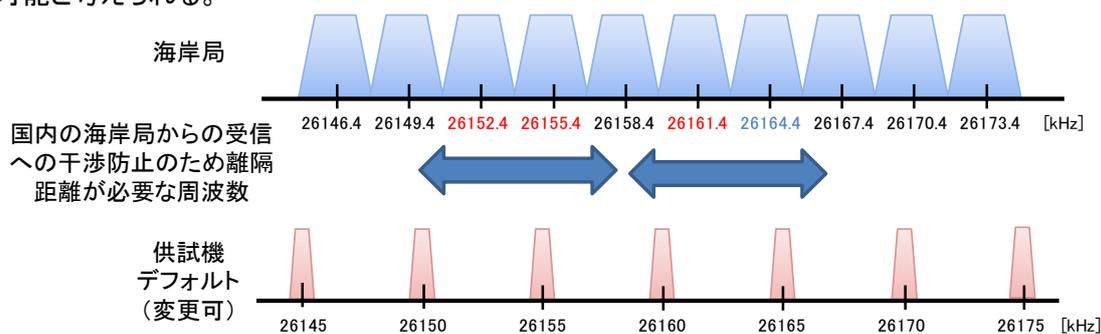


図 5-11 国内の海岸局からの受信への干渉防止のため離隔距離が必要な周波数

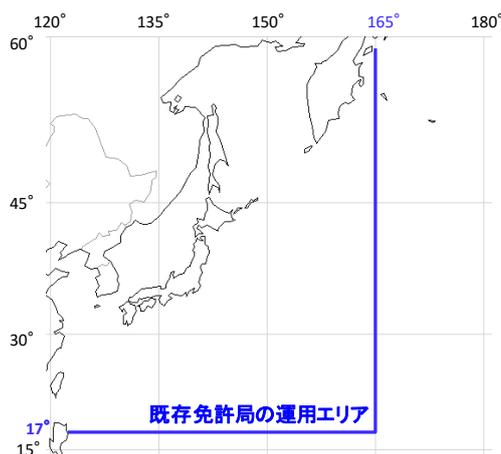


図 5-12 既存免許局の運用エリア

5.4.4 干渉発生確率の算出

ラジオ・ブイの運用エリアの制限による周波数共用が困難な場合においても、広大な海洋において、ラジオ・ブイと船舶局が離隔距離以内に接近する確率は低く、かつ、ラジオ・ブイ、海岸局ともに短い通信時間であることから、実際に干渉が発生する確率は低いと考えられる。

このため、既存船舶局受信機に対する 26MHz帯ラジオ・ブイからの干渉の発生確率を計算する。本計算においては検討対象エリアの広さ(10⁶km² オーダー)に対して、検討すべき距離精度(100m オーダー)が高く、このようなワイドレンジなスケールを対象にモンテカルロ手法(ランダム生起手法)を用いると、与被干渉間の距離が短くなる発生頻度(離隔距離が短い位置関係の出現確率)が極端に少ないため、計算時間が非常に長くなることが想定された。従って、本検討ではシンプルな計算モデルにおいて、安全サイドの条件を付けて干渉発生確率を算出した。

(1)被干渉局からの距離に対する与干渉局の存在確率

図 5-13 に示す一辺距離 d の正方形計算エリアに、それぞれランダム配置される被干渉局と与干渉局を考える。両点は計算エリア内でそれぞれランダム生起することから、図 5-14 のように x, y それぞれの方向に確率密度が一様な分布となる。ここで簡単のため x 方向を考えると、与干渉局・被干渉局の2点それぞれの確率密度が一様分布となるため、被干渉局からの距離 d において与干渉局が存在する確率密度は一様分布同士の差の分布、つまり図 5-15 のような三角分布となり、以下の式で示される。 y 方向も同様となる。

$$h(z) = \begin{cases} \frac{d - z}{d^2} & -d \leq z \leq 0 \\ \frac{z - d}{d^2} & 0 \leq z \leq d \end{cases} \quad (z=x, y)$$

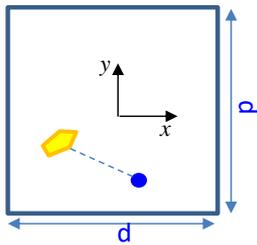


図 5-13 計算エリア

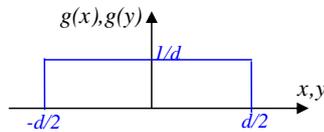


図 5-14 一様分布

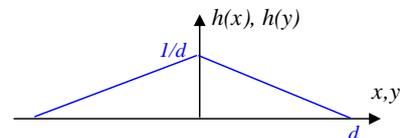


図 5-15 三角分布

(2)計算エリアの設定

被干渉局の運用エリアは図 5-16 左の赤線の以北・以西であるが、運用エリアの面積を図 5-16 左の青点線範囲のように同程度以下に捉える。このことで被干渉局の存在密度を上げ、被干渉局にとって干渉上安全となるよう考慮する。この海域面積と同じ面積を有する正方形の一辺の長さ d は約 4600km となる(同図右)。なお、以降ではこの計算エリアにおいて干渉発生確率を算出する。

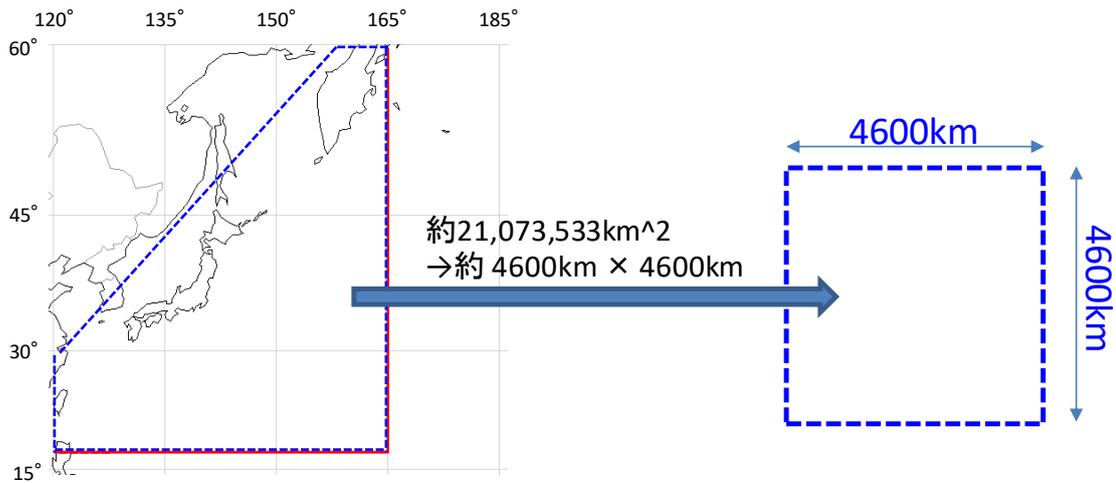


図 5-16 計算エリア

(3) 累積確率 $F(d)$ の算出

(1)の確率密度関数と(2)の計算エリアから、被干渉局からの距離 d に対して与干渉局が存在する累積確率 $F(d)$ を数値解析的に算出した。その結果を図 5-17 に示す。同図右から、例えば被干渉局から 1km 以内に与干渉局が存在する確率は 0.000015% となる。

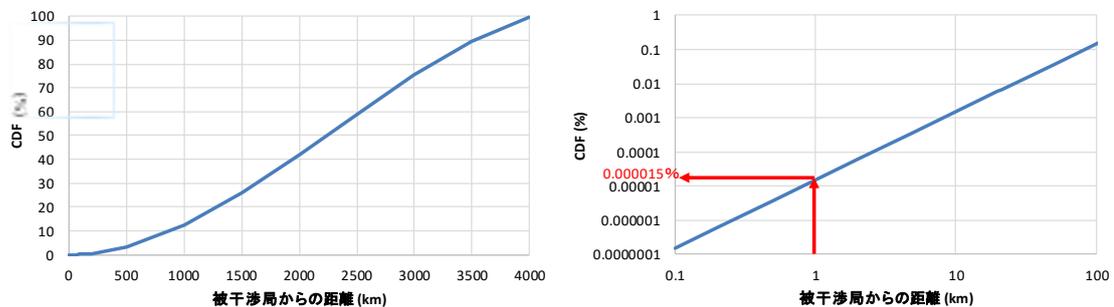


図 5-17 被干渉局からの距離 d に対する与干渉局が存在する累積確率

(4) 干渉発生確率 (既存免許人運用エリアにおける近海マグロ漁船のはえ縄漁を想定)

以下では、(3)までのモデルに対して干渉面での安全を配慮しつつ、与干渉局や被干渉局の実際の条件を導入して干渉発生確率へ拡張していく。実際の条件として、最も干渉条件が厳しいと考えられる、既存人免許人運用エリアにおける近海マグロ漁船のはえ縄漁を想定する。

・被干渉局が計算エリア内に存在する1日平均数: M

表 5-14 から、 $M=83$ とする。

表 5-14 Mの根拠

項目	値	単位	備考
被干渉局数	137	局	既存免許人HPより
年間稼働率	0.6	—	報道情報より(2012/11/6付 日本経済新聞)
1日平均被干渉局数	83	局	上記より

・与干渉局が計算エリア内に存在する1日平均数:N

表 5-15 から、N=1555 とする。

表 5-15 Nの根拠

項目	値	単位	備考
1隻当たりの年間航海回数	12	回	近かつ協様より(「年間8~15回」の平均)
1航海当たり漁の日数	19	日	近かつ協様より(「1航海当たり12~25回」の平均)
ブイ年間稼働日数	228	日	上記より(12回×19日/回)
近海延縄ラジオ・ブイ数の想定されるポテンシャル	2490	台	表4-5より
1日平均ラジオ・ブイ存在数	1555	台	上記より(2490×228日÷365日)

なお、近海まぐろはえ縄の漁業操業区域と主要な漁場は、図 5-18 に示すそれぞれ緑線内及び赤線内である。上記の与干渉局数の算出にあたっては、干渉検討において安全に配慮し、与干渉源となる近海まぐろはえ縄漁船のラジオ・ブイが全て計算エリア(同図青点線内)に存在すると想定した。

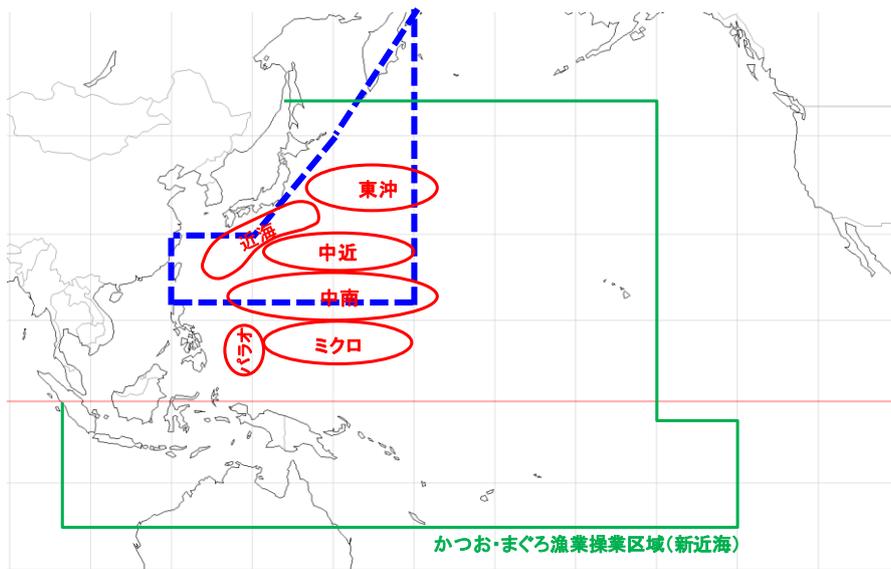


図 5-18 近海まぐろはえ縄漁の操業区域と主な漁場

・与干渉局送信時間と被干渉局受信時間の衝突確率: T

与干渉局であるラジオ・ブイの送信確率は、1日のブイ稼働時間と、その稼働時間における送信確率(供試機ブイは10分間に 3.9 秒間だけ電波の発射)の積から算出する。被干渉局の一日当たりの受信時間は既存免許人より開示された情報を使用(非開示)し、表 5-16 から両局の時間衝突確率 T は以下となる。

$$T=0.013 \times \gamma (\%)$$

表 5-16 時間衝突確率の根拠

項目	値	単位	備考
1日当たりのブイ稼働時間	11.5	時間	表2-4より(「待機3~5時間」から4時間、「投縄3~5時間」から2時間、「揚縄10~12時間」から5.5時間、の和)
ラジオ・ブイ送信確率	0.66	%	供試機の仕様より(10分間に3.9秒間送信)
1日当たりの通話時間	γ	時間	(非開示情報)
ラジオ・ブイ送信時間と被干渉局通信時間の衝突確率	$0.013 \times \gamma$	%	上記の積

・干渉チャネル使用確率: Ch

供試機ブイは 7 チャネルを有する。従って干渉チャネル使用確率 C は 1 チャネル当たり以下の通りとなる。

$$Ch=1/7$$

・干渉発生確率

1つ被干渉局から距離dにおいて1つの与干渉局が存在する累積確率 F(d)に対して、以下の条件を考慮し、

被干渉局が計算エリア内に存在する1日平均数 : M

与干渉局が計算エリア内に存在する1日平均数 : N

与干渉局送信時間と被干渉局受信時間の衝突確率 : T

干渉チャネルの確率 : Ch

干渉発生確率 I(d)は次式のようになる。

$$I(d) = 1 - \left[1 - T \times Ch \times \sum_{n=1}^N \left\{ {}_N C_n \times F(d)^n \times (1 - F(d))^{N-n} \right\} \right]^M$$

上式の計算結果を図 5-19 に示す。

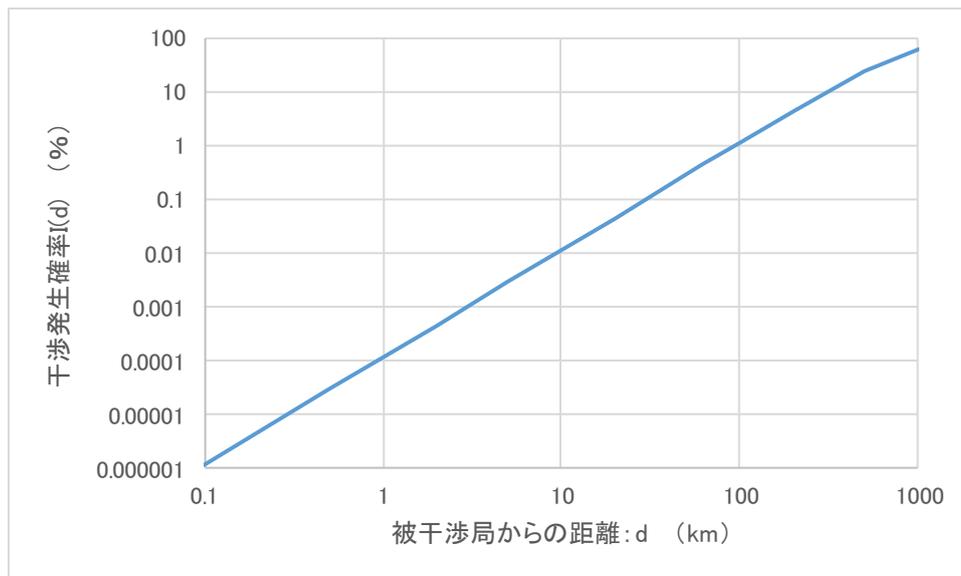


図 5-19 干渉発生確率

干渉試験 5.3.3 の結果から離隔距離を必要とするチャネル組合せにおける干渉発生確率は表 5-17 の通りである。

表 5-17 各離隔距離における干渉発生確率

	被干渉 26152.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26150kHz	0.00024%	1.42km	-2.4kHz

	被干渉 26155.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26155kHz	0.59%	71.8km	-0.4kHz

	被干渉 26161.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26160kHz	0.053%	21.3km	-1.4kHz

なお、干渉発生確率の算出条件においては下記の点で干渉に対して厳しく、安全側に配慮している。

- ・計算エリアを運用エリアより小さく考えている
⇒被干渉局の密度を高くしている
- ・近海はえ縄漁船の漁場が計算エリアに全て含まれ、かつ、近海での操業が許認可されているはえ縄漁船の全てで 26MHz帯ラジオ・ブイを使用するとしている。さらに、ラジオ・ブイ数として導入ポテンシャルの最大数を考慮している。
⇒与干渉局の密度を高くしている
- ・運用エリアにおいては HF帯が用いられるが、26MHz帯以外に 4MHz帯、6MHz帯、8MHz帯、12MHz帯及び 16MHz帯があるところを、26MHz帯のみが使用されると考えている
⇒被干渉局の使用時間を長くしている

(5)干渉発生確率(全海域における一般商船に対する、遠洋マグロはえ縄漁を想定)

上記した(1)~(4)と同様の考え方で、当該周波数帯を受信する一般商船に対する干渉発生確率を算出する。算出条件は表 5-18 の通りであり、これら条件を基に被干渉局からの距離に対する干渉発生確率を算出した結果を図 5-20 に示す。また、同図から各離隔距離(1.42km, 21.3km, 71.8km)における干渉発生確率は表 5-19 の通りであり、限りなくその確率が低いことが分かる。

表 5-18 一般商船に係る算出条件

	項目	値	単位	備考
計算エリア	計算エリア一辺の長さ	13,500	km	全海洋面積(約3億6106万km ²)の半分の面積を有する正方形の一辺の長さより
M	被干渉局数	479	局	総務省HP「無線局等情報検索」より(25MHz帯船舶局免許の数)
	年間稼働率	98	%	既存免許人ヒアリング結果(「運航状況:98%」)より
	一日平均被干渉局数	469	局	
N	ブイ年間稼働日数	256	日	水産庁様(「操業パターンのイメージ」から4パターン平均(8.5か月))
	ブイポテンシャル	2500	局	表4-5(はえ縄漁のうち近海マグロ縄漁業以外の総和)より
	一日平均与干渉局数	1753	台	
T	1日当たりのブイ稼働時間	11.5	時間	表2-4より(「待機3~5時間」から4時間、「投縄3~5時間」から2時間、「揚縄10~12時間」から5.5時間、の和)
	ラジオ・ブイ送信確率	0.66	%	供試機の仕様より(10分間に3.9秒間送信)
	被干渉局の1日当たりの通話時間	0.00046	時間	既存免許人ヒアリング結果(年間1回以下、1回10分程度)より
	時間衝突確率	0.00000059	%	
Ch	干渉チャンネル使用確率	0.14	—	7CHのうち1CH

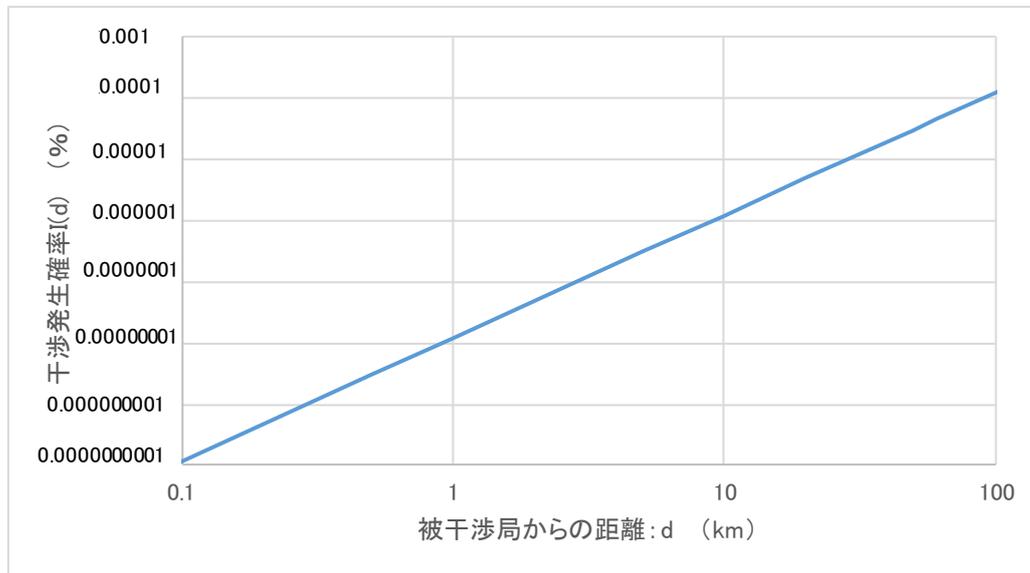


図 5-20 一般商船に係る干渉発生確率

表 5-19 一般商船に係る各離隔距離における干渉発生確率

	被干渉 26152.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26150kHz	0.000000024%	1.42km	-2.4kHz
	被干渉 26155.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26155kHz	0.000062%	71.8km	-0.4kHz
	被干渉 26161.4kHz		
	干渉発生確率	離隔距離	離調周波数
与干渉 26160kHz	0.0000054%	21.3km	-1.4kHz

5.5 隣接システムとの共用検討

5.5.1 隣接システムの状況

検討対象の周波数帯における無線局情報を表 5-20 に示す。この中で実験試験局は検討対象外とし、無線呼出局に対して共用検討を行う。

表 5-20 無線局情報

	種別	免許人	型式/周波数/空中線電力	設置場所又は移動範囲
上隣接	無線呼出局	株式会社大観荘	3K00A2B※ / 26195 kHz / 1W	福岡県筑紫野市
		(個人)	2K50A2B / 26195 kHz / 1W	石川県輪島市
上下隣接	実験試験局	情報通信研究機構	100KP0N / 1000kHz~30MHz / 10kW 200KM0N / 1000kHz~30MHz / 10kW 200KP0N / 1000kHz~30MHz / 4kW	北海道天塩郡豊富町

5.5.2 上隣接に係る検討

図 5-21 のようなチャンネル配置において、最も周波数が高いラジオ・ブイのチャンネルから無線呼出局のチャンネルへの与干渉の検討を行った。表 5-21 に共用検討を行う計算条件及び結果を示す。

検討の結果、離隔距離は 153m となった。無線呼出局は陸上の施設内で使用され、ラジオ・ブイは沿岸・近海に存在すると想定されることから、実質的に離隔距離は確保されると考えられる。

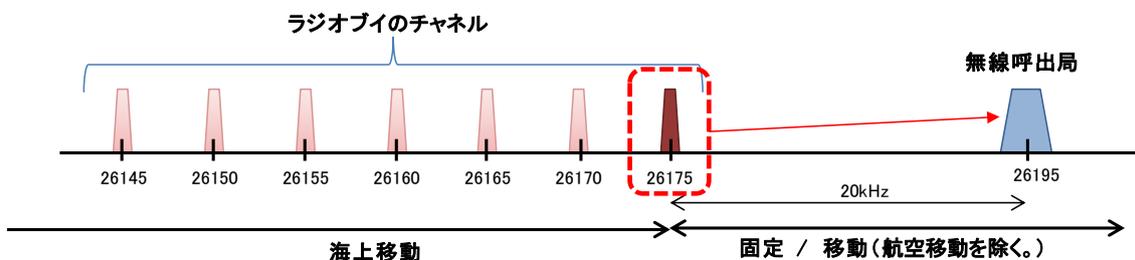


図 5-21 チャンネルの関係

表 5-21 計算条件及び結果

項	項目	値	単位	備考	
1	ラジオブイ	EIRP	19.5	dBm	供試機実力値
2		離調による減衰	70	dB	10kHz離調の値
3	無線呼出局	所要SN	12	dB	電波法関係審査基準 別紙1 第6 3(1)より※
4		雑音(N)	-97.0	dBm	電波法関係審査基準 別紙1 第6 3(2)より※
5		所要入力	-85.0	dBm	3項+4項
6		混信保護比	10	dB	電波法関係審査基準 別紙1 第6 4(1)より※
7		許容干渉波入力	-95.0	dBm	5項-6項
8	要求伝搬損失	44.5	dB	1項-2項-7項	
9	所要離隔距離	153	m	8項となる自由空間伝搬損失の距離(26195kHz)	

5.5.3 下隣接に係る検討

26100kHz を超え 26145kHz 以下の周波数を使用する国内の海上移動業務の無線局は 26126kHz の海岸局 1 局のみであり、離調も確保されていることから、周波数共用は可能と考えられる。

5.6 共用可能な周波数配置

5.4.4 の検討のとおり、ラジオ・ブイの運用エリアの制限による周波数共用が困難な場合においても、広大な海洋において、ラジオ・ブイと船舶局が離隔距離以内に接近する確率は低く、かつ、ラジオ・ブイ、海岸局ともに短い通信時間であることから、実際に干渉が発生する確率は 0.6%未満であった。陸上移動業務においては、干渉確率が 3%以下である場合に周波数共用可能と判断することが一般的であることから、海上移動業務においても、26145kHz~26175kHz の周波数全体

について、周波数共用の可能性がある。

ただし、前述のとおり、海上移動業務における短波通信は、4,6,8,12,16,22MHz帯等、様々な周波数帯が併用されている一方で、衛星通信が使用困難な場合の船舶の遭難救助時の最後の命綱となり得る点に留意が必要である。このため、26MHz帯ラジオ・ブイのニーズが、遭難救助調整に使用される周波数の $\pm 2.5\text{kHz}$ （所要離隔距離：約 500m）以上の離調が確保できる周波数で収容可能な場合には、5.4.3 の検討のとおり、周波数使用区域を制限すること等により、遭難救助調整への影響を極力避けることが望ましい。この結果、図 5-22 のような周波数配置が考えられる。

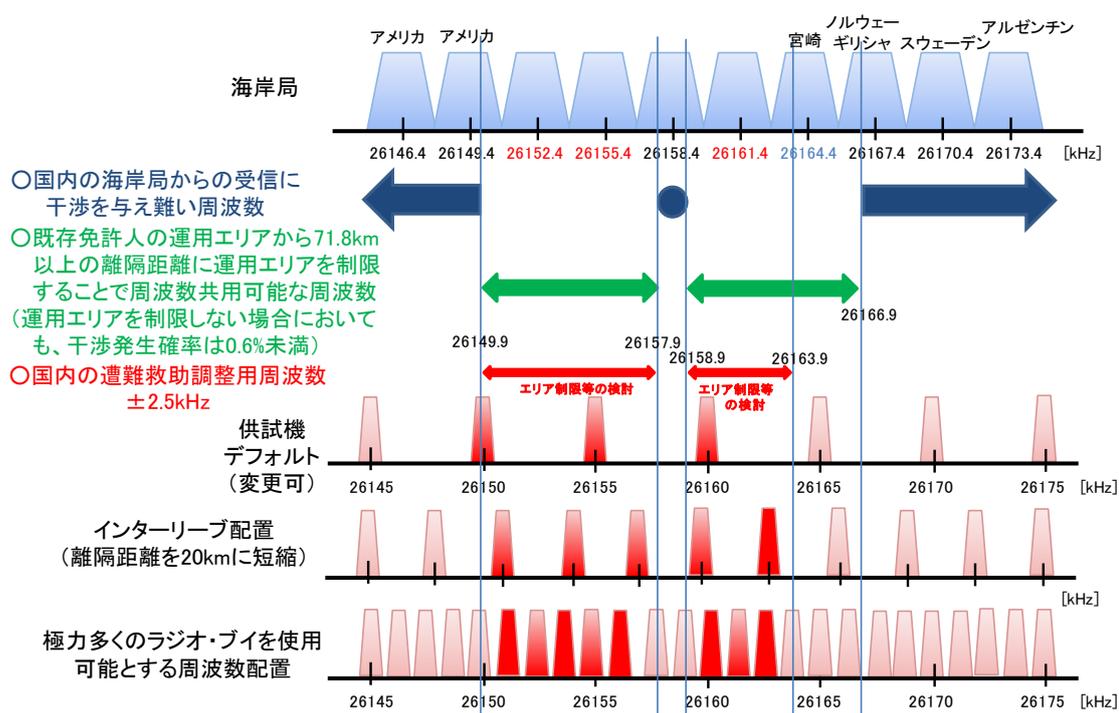


図 5-22 共有可能な周波数配置