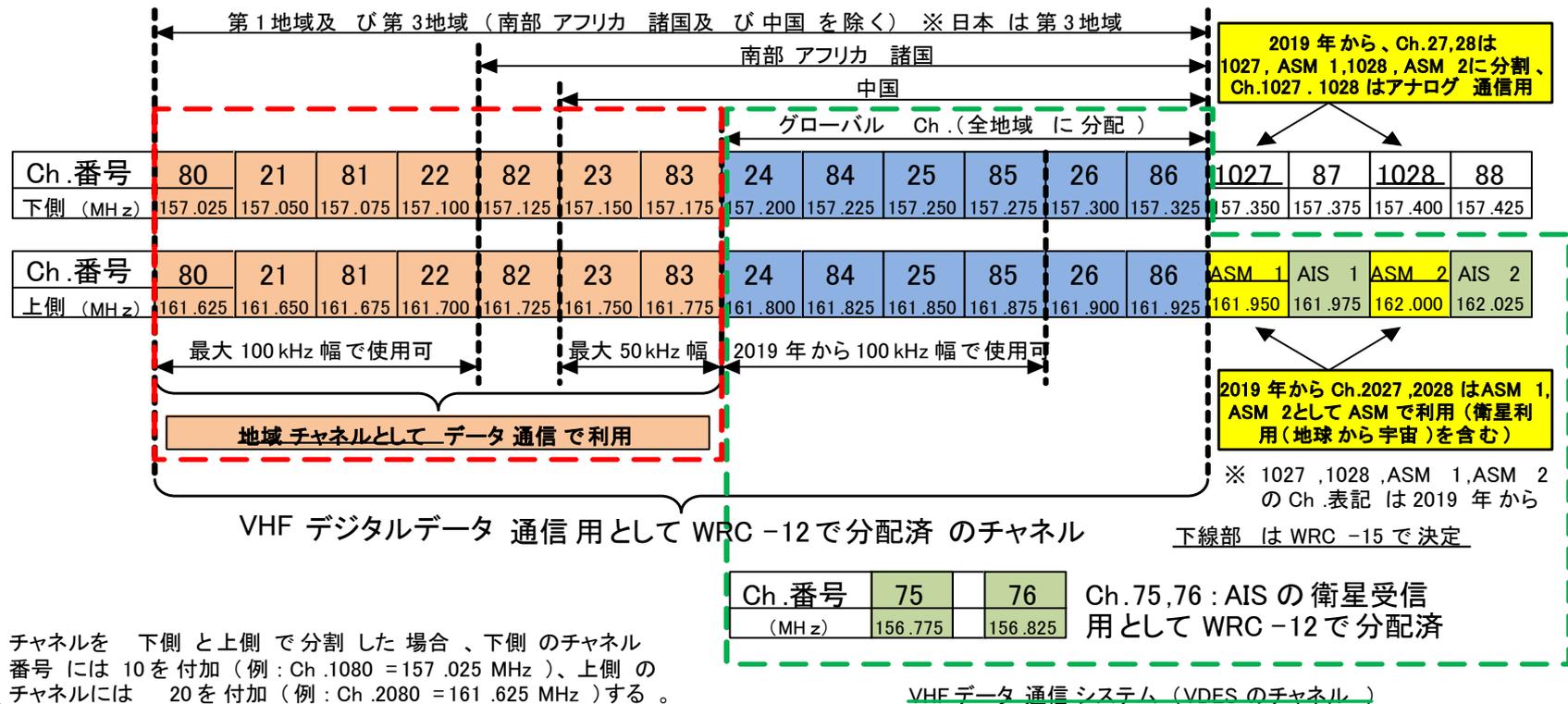


周波数の共用検討について

- 1 VDEシステムに関する周波数共用検討
- 2 デジタル船上通信システムに関する周波数共用検討

VDEシステムに関する周波数共用検討

150MHz帯デジタルデータ海上無線通信設備の周波数



54ch(ch1-ch28、ch60-ch88 参考資料1及び2参照)のうちch21-ch26及びch80-ch86は国際的にデジタルデータ通信として使用される。



- ・ch21-ch23、ch80-83は、地域ニーズに応じた利用が可能。
- ・ch24-ch26、ch60-ch86は、全世界共通の規格として利用することとして、現在、ITU等で検討されている。

■ 際標準規格 : ITU-R勧告M.1842-1 地域チャンネル(CH21-23、CH80-83)

※ 勧告原文ではCarrier powerと表記

		25 kHz		50 kHz	100 kHz
変調方式	$\pi/4$ DQPSK	4level GMSK		16QAM (16 multi carriers)	16QAM (32 multi carriers)
	$\pi/8$ D8PSK				
電波の型式	G1D	F1D	D7D	D7D	
周波数[MHz]	船舶局: 157.025 - 157.175、海岸局: 161.625 - 161.775 (Ch.80, Ch.21, Ch.81, Ch.22, Ch.82, Ch.23及びCh.83)				
空中線電力(※)	船舶局: 25 W以下、海岸局: 50 W以下				

		25 kHz	50 kHz	100 kHz
送信機	隣接チャンネル電力(※)	—	-23 dBm以下 (上下の25 kHzチャンネルに対する電力)	-23 dBm以下 (上下の25 kHzチャンネルに対する電力)
	隣接チャンネル電力比(※)	最低70 dB	—	—
受信機	隣接チャンネル選択度	最低70 dB		
	感度	船舶局: -107 dBm 海岸局: -107 dBm	船舶局: -103 dBm 海岸局: -106 dBm	船舶局: -98 dBm 海岸局: -103 dBm

■ 際標準規格 : ITU-R勧告M.2092-0 全世界的チャンネル(CH24-26、CH84-86)

		25 kHz, 50 kHz, 100 kHz	
変調方式	$\pi/4$ QPSK, 8PSK	16QAM	
電波の型式	G1D	D7D	
周波数[MHz]	船舶局: 157.200 - 157.325、海岸局: 161.800 - 161.925 (Ch.24, Ch.84, Ch.25, Ch.85, Ch.26及びCh.86)		
空中線電力(※)	船舶局: 1 - 25 W、海岸局: 12.5 - 50 W		

		25 kHz	50 kHz	100 kHz
送信機	隣接チャンネル電力	0 dBc ($ \Delta f_c < 12.5$ kHz)	0 dBc ($ \Delta f_c < 25$ kHz)	0 dBc ($ \Delta f_c < 50$ kHz)
		-25 dBc (12.5 kHz $< \Delta f_c < 25$ kHz)	-25 dBc (25 kHz $< \Delta f_c < 50$ kHz)	-25 dBc (50 kHz $< \Delta f_c < 100$ kHz)
		-60 dBc (25 kHz $< \Delta f_c < 75$ kHz)	-60 dBc (50 kHz $< \Delta f_c < 100$ kHz)	-60 dBc (100 kHz $< \Delta f_c < 150$ kHz)
受信機	隣接チャンネル選択度	記載なし		
	感度	$\pi/4$ QPSK: -110 dBm 8PSK: -104 dBm 16QAM: -102 dBm	$\pi/4$ QPSK: -107 dBm 8PSK: -101 dBm 16QAM: -99 dBm	$\pi/4$ QPSK: -104 dBm 8PSK: -98 dBm 16QAM: -96 dBm

周波数の共用検討について

(平成28年度 海上通信システムの新たな利用における周波数共用のための技術的条件の調査検討会の報告書より)

VDE及びVDESと音声通信の共用条件を求めるため、下記の検討項目について机上検討を実施した。机上検討は、実験室内で実機を用いて行った。

(1) 同一チャネル干渉検討

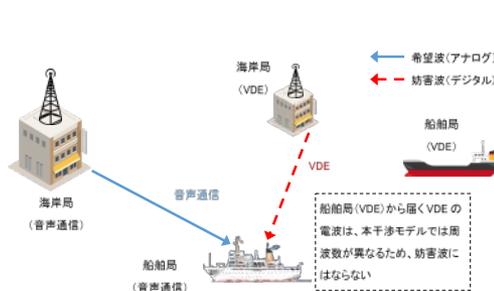
希望波に対し妨害波がどの程度の受信レベル(DU比)であれば通信が成り立つかを把握するとともに、通信が成り立つDU比から離隔距離を求める。(干渉モデル想定図1, 2)

(2) 隣接チャネル干渉検討

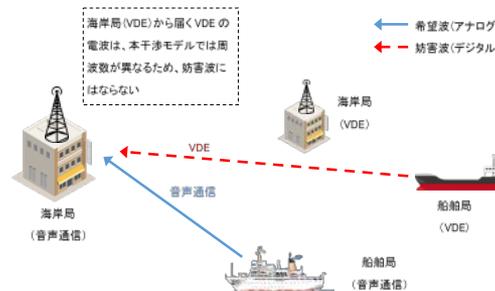
希望波に対し妨害波がどの程度の受信レベル(DU比)であるか、また、周波数がどれだけ離れていれば受信できるか(離隔周波数)を把握し、通信が成り立つDU比から離隔距離を求める。(干渉モデル想定図1, 2)

(3) スケルチオープン測定検討

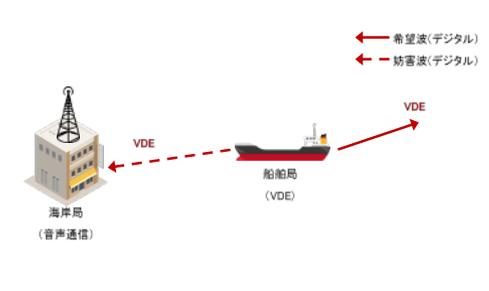
音声通信の待受中にVDE及びVDES装置からの電波が発射されることで、音声通信側に耳障りなノイズ音が発生し利便性が低下する可能性がある。この程度を確認するため、音声通信側のスケルチが開放されたときの値(オープン電力)を測定し、耳障りな音の有無(可聴)と離隔距離を求める。(干渉モデル想定図3)



干渉モデル想定図 1



干渉モデル想定図 2



干渉モデル想定図 3

- 妨害波としては、ITU-R勧告M.2092-0において規格が定められているVDEを用いる。
- 希望波(音声通信)と妨害波(VDE)の帯域幅及び変調方式の組み合わせは右の表のとおりである。

希望波(音声通信)と妨害波(VDE)の帯域幅及び変調方式の組み合わせ

	音声通信	VDE		
帯域幅	25 kHz	25 kHz, 100 kHz		
変調方式	FM	$\pi/4$ QPSK	8PSK	16QAM

周波数の共用検討結果について

(1)同一チャネル干渉検討、(2)隣接チャネル干渉検討及び(3)スケルチオープン測定検討の机上検討結果を示す。

机上検討結果(妨害波送信出力25Wの結果を抜粋)

((3)については中心周波数差が12.5 kHzのみ)

		変調方式	$\pi/4$ QPSK			8PSK			16QAM		
			帯域幅 [kHz]		25	100	25	100	25	100	
(1)	測定周波数 [MHz]	中心周波数差 [kHz]	12.5	0	12.5	12.5	0	12.5	12.5	0	12.5
	157.150	DU比 [dB]	-0.5	3.5	-1.3	-0.5	3.4	-1.4	-0.7	3.6	-1.9
		離隔距離 [km]	8.82	11.97	8.3	8.82	11.88	8.24	8.69	12.6	7.93
	161.750	DU比 [dB]	-0.7	3.2	-1.5	-0.7	3.4	-1.3	-0.8	3.4	-1.1
		離隔距離 [km]	8.56	11.51	8.05	8.56	11.69	8.18	8.50	11.69	8.30
	(2)	測定周波数 [MHz]	中心周波数差 [kHz]	37.5	25	62.5	37.5	25	62.5	37.5	25
157.150		DU比 [dB]	62.1	56.9	59.6	62.1	56.8	59.2	61.2	55.7	58.5
		離隔距離 [km]	0.28	0.37	0.33	0.28	0.37	0.33	0.30	0.21	0.34
161.750		DU比 [dB]	64.3	57.2	58.0	64.3	57.2	58.2	66.4	56.0	57.0
		離隔距離 [km]	0.24	0.36	0.35	0.24	0.36	0.35	0.21	0.39	0.37
(3)		測定周波数 [MHz]	中心周波数差 [kHz]	12.5		12.5	12.5		12.5	12.5	
	157.150	オープン電力 [dBm]	-108		—	-108		—	-105		—
		離隔距離 [km]	52.75		—	52.75		—	47.59		—
	161.750	オープン電力 [dBm]	-107		—	-106		—	-105		—
		離隔距離 [km]	50.30		—	48.60		—	46.89		—

※「—」はスケルチオープン無し。

(1)同一チャネル干渉検討

妨害波を25 Wで送信する場合は、VDEの変調方式と帯域幅によって離隔距離が7.93 kmから12.6 kmとなった。海岸局が最大送信出力である50 Wで送信する場合は、VDEの変調方式と帯域幅によって離隔距離は10.13 kmから14.65 kmとなった。

(2)隣接チャネル干渉検討

妨害波を25 Wで送信する場合は、VDEの変調方式と帯域幅によって離隔距離は0.21 kmから0.39 kmとなった。海岸局が最大送信出力である50 Wで送信する場合は、VDEの変調方式と帯域幅によって離隔距離は0.26 kmから0.43 kmとなった。

(3)スケルチオープン測定検討

VDEの送信出力が25 W, 50 Wそれぞれの場合で、変調方式、帯域幅及び希望波と妨害波の中心周波数の差の条件によっては、スケルチがオープンし耳障りな音を確認した。

デジタル船上通信システムに関する 周波数共用検討

デジタル船上通信設備のITU-R勧告及び周波数

■ 国際標準規格:ITU-R勧告M.1174-3

※勧告原文ではERP(Effective Radiation Power)と表記

帯域幅	12.5 kHz, 6.25 kHz
変調方式	4値FSK
電波の型式	F1E
周波数	下図のデジタルシステム用チャネル
空中線電力(※)	2 W以下

【周波数】

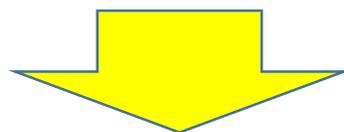
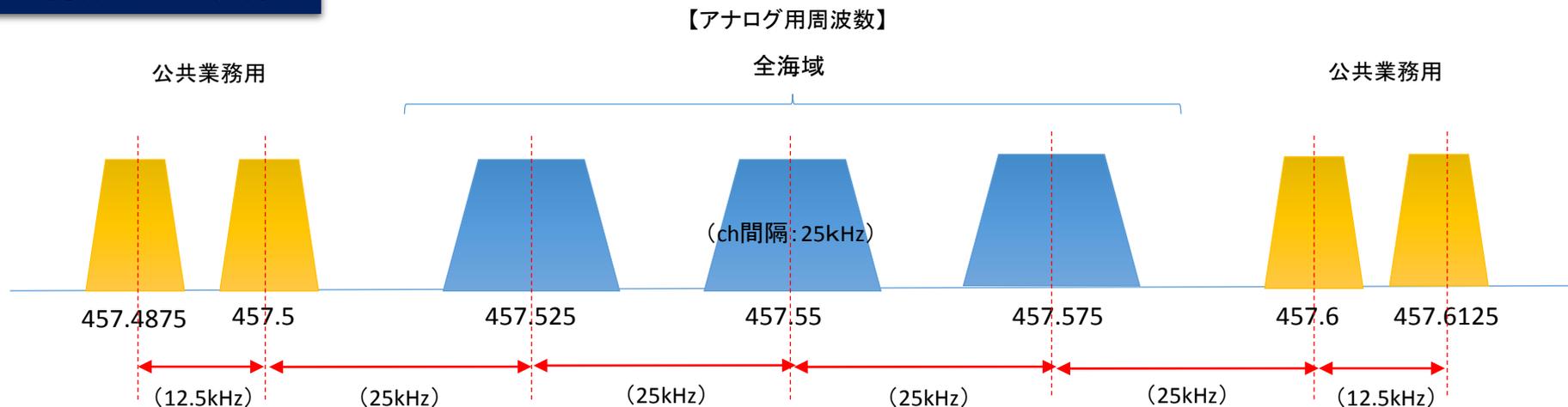
25 kHz channel		Lower channel		6.25 kHz channel		25 kHz channel		Upper channel		6.25 kHz channel	
Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz	Ch.	MHz
1	457.525	11	457.5250	102	457.515625	4	467.525	21	467.5250	202	467.515625
				111	457.521875					211	467.521875
				112	457.528125					212	467.528125
2	457.550	12	457.5375	121	457.534375	5	467.550	22	467.5375	221	467.534375
				122	457.540625					222	467.540625
				131	457.546875					231	467.546875
3	457.575	13	457.5500	132	457.553125	6	467.575	23	467.5500	232	467.553125
				141	457.559375					241	467.559375
				142	457.565625					242	467.565625
		14	457.5625	151	457.571875			24	467.5625	251	467.571875
				152	457.578125					252	467.578125
				161	457.584375					261	467.584375
		15	457.5750					25	467.5750		

 アナログシステム用チャネル

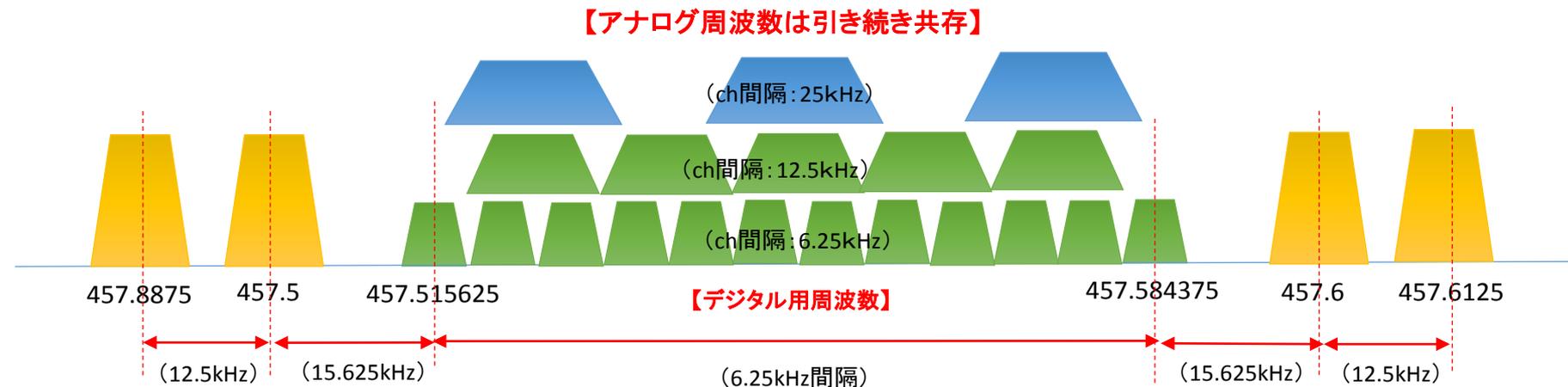
 デジタルシステム用チャネル

デジタル船上通信設備の周波数配置(457MHz帯)

■ 現行の周波数利用

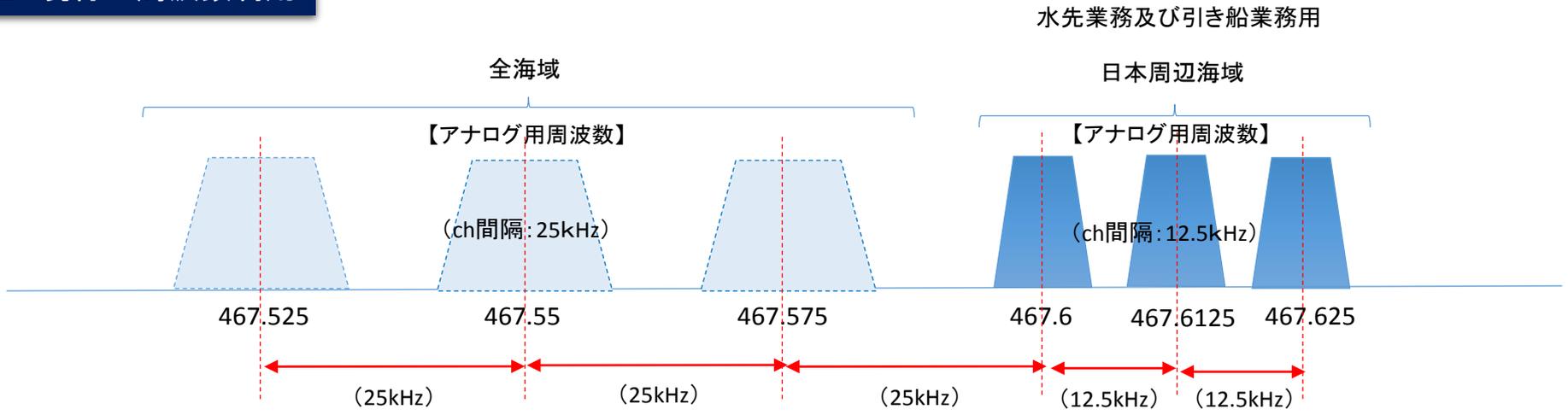


■ 変更後の周波数利用

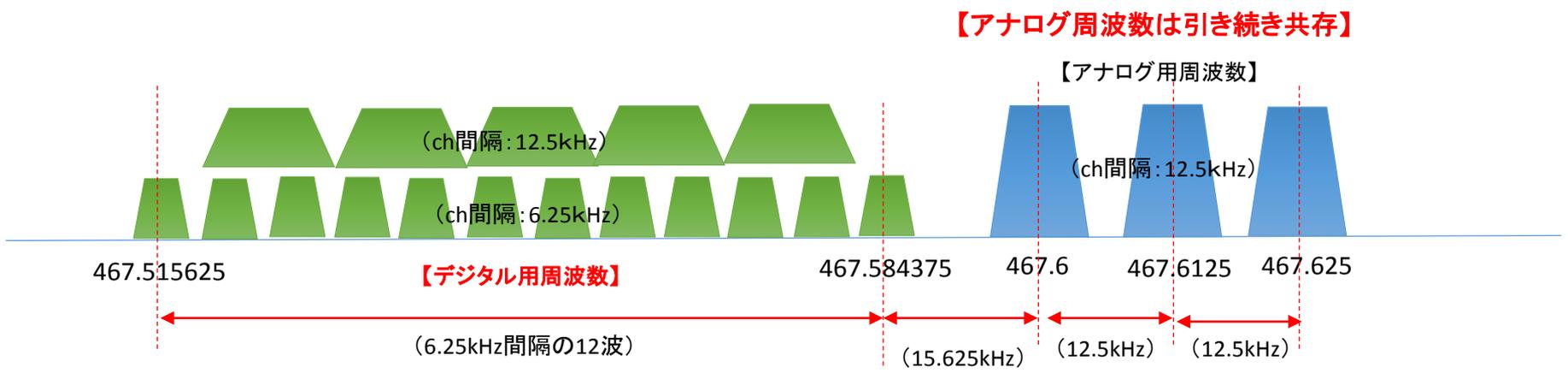
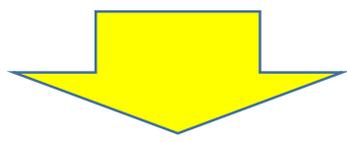


デジタル船上通信設備の周波数配置(467MHz帯)

■ 現行の周波数利用



■ 変更後の周波数利用



アナログ船上通信システムの周波数（電波法関係審査基準）

■ 船上通信設備用

周波数 (MHz)	電波の型式	占有周波数帯幅の許容値 (kHz)	最大空中線電力 (W)	使用区域	備考
457.525	F3E	16	2	全海域	二周波単信方式又は複信方式の場合は付表による。 注1
457.55					二周波単信方式又は複信方式の場合は付表による。
457.575					
467.525					
467.55					
467.575					
467.6		注2			
467.6125					
467.625					

注1 この周波数の指定に当たっては、「この周波数の使用は、日本沿岸海域においては、水先業務及び引き船業務に使用する無線局に混信を与えない場合に限る。」とする旨付款を付すものとする。

2 この周波数の使用は、日本沿岸海域で水先業務及び引き船業務を行う場合に限る。

付表

船上レピーター (MHz)	移動機 (MHz)
457.525	467.525
457.55	467.55
457.575	467.575

【無線局の免許数等：総数3604局】

(H29.9)

周波数 (MHz)	無線局総数	船上通信局	船舶局	特定船舶局	免許人数
457.525	2561	1387	1157	17	529
457.55					
457.575					
467.525	0	0	0	0	0
467.55	0	0	0	0	0
467.575	0	0	0	0	0
467.6	1043	1037	6	0	56
467.6125					
467.625					

※ 現在、467.525～467.575MHzのアナログ無線の利用はないことから、今後の周波数の有効利用や利用環境の構築を図る観点から、当該周波数帯は、今後、導入するデジタル無線の専用周波数帯とし、アナログ無線への割当てを行わないことが適当と考えられる。

同一周波数帯における周波数の共用検討について

(平成28年度 海上通信システムの新たな利用における周波数共用のための技術的条件の調査検討会の報告書より)

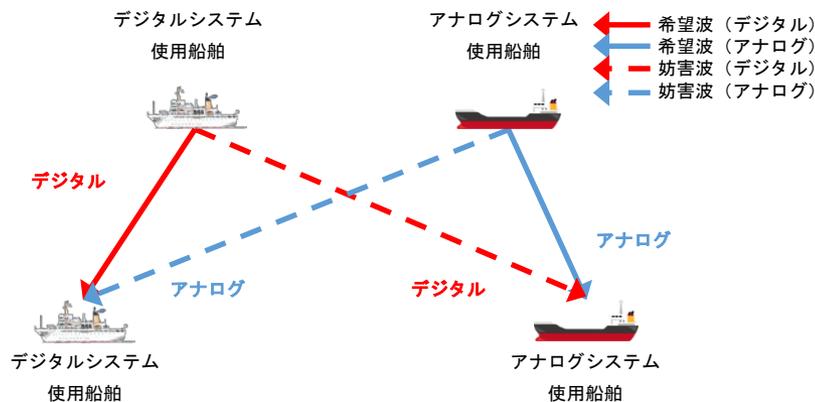
デジタルシステムとアナログシステムの共用条件を求めるため、下記の検討項目について机上検討を実施した。

(1) 同一チャネル干渉検討

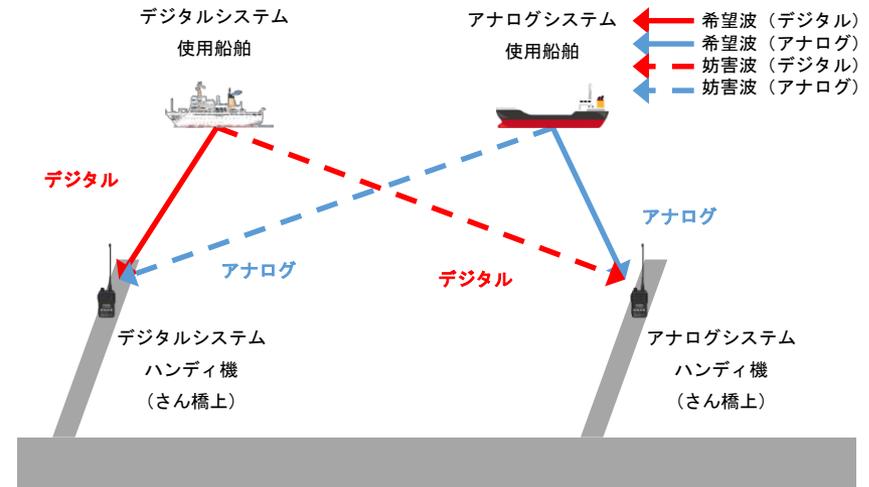
同一チャネル(一部でも帯域が重なるチャネル)にて、希望波に対し妨害波がどの程度の受信レベル(DU比)であれば通信が成り立つかを把握し、DU比から離隔距離を求めた。アナログシステムの変調方式はFM、帯域幅は25 kHz、デジタルシステムの変調方式は4値FSK、帯域幅は6.25 kHz及び12.5 kHzを考慮した。干渉モデルは船舶間と陸船間を考慮した。

(2) 隣接チャネル干渉検討

隣接チャネル(帯域が重ならない最も近いチャネル)にて、希望波に対し妨害波がどの程度の受信レベル(DU比)であれば通信が成り立つかを把握し、DU比から離隔距離を求めた。アナログシステムの変調方式はFM、帯域幅は25 kHz、デジタルシステムの変調方式は4値FSK、帯域幅は6.25 kHz及び12.5 kHzを考慮した。干渉モデルは船舶間と陸船間を考慮した。



(A) 船舶間の干渉モデル



(B) 陸船間の干渉モデル

同一周波数帯内における周波数の共用検討結果について

(1)同一チャネル干渉検討及び(2)隣接チャネル干渉検討の机上検討結果を示す。

(1)-(A) 同一チャネル干渉検討(船舶間)での離隔距離 [km]

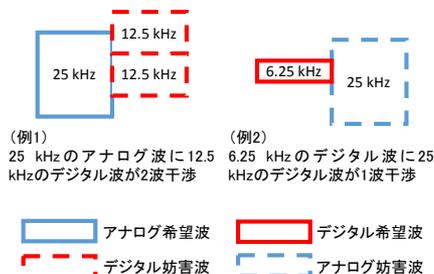
妨害波 \ 希望波		妨害波	4値FSK						
		FM	6.25 kHz				12.5 kHz		
		25 kHz	1波	2波	3波	4波	1波	2波	3波
FM	25 kHz	—	1.93	2.30	2.54	2.73	2.30	2.54	2.73
4値FSK	6.25 kHz	4.59	—	—	—	—	—	—	—
	12.5 kHz	4.59	—	—	—	—	—	—	—

(1)-(B) 同一チャネル干渉検討(陸船間)での離隔距離 [km]

妨害波 \ 希望波		妨害波	4値FSK						
		FM	6.25 kHz				12.5 kHz		
		25 kHz	1波	2波	3波	4波	1波	2波	3波
FM	25 kHz	—	1.53	1.82	2.01	2.16	1.82	2.01	2.16
4値FSK	6.25 kHz	3.63	—	—	—	—	—	—	—
	12.5 kHz	3.63	—	—	—	—	—	—	—

(2) 隣接チャネル共用条件の離隔周波数 [kHz]

妨害波 \ 希望波		妨害波	4値FSK	
		FM	6.25 kHz	12.5 kHz
FM	25 kHz	—	15.09	14.14
4値FSK	6.25 kHz	14.11	—	—
	12.5 kHz	13.83	—	—



(1)同一チャネル干渉検討(A)船舶間

アナログシステムに対するデジタルシステムの干渉は妨害波の重なりによって離隔距離は1.93 kmから2.73 km、デジタルシステムに対するアナログシステムの干渉は4.59 kmとなった。

(1)同一チャネル干渉検討(B)陸船間

アナログシステムに対するデジタルシステムの干渉は妨害波の重なりによって離隔距離は1.53 kmから2.16 km、デジタルシステムに対するアナログシステムの干渉は3.63 kmとなった。

(2)隣接チャネル干渉検討

離隔周波数は帯域幅によって13.83 kHzから15.09 kHzの値となり、どれもチャネル配置上の隣接チャネルの中心周波数の差より小さい値であった。

以下の理由から、机上検討の値を最悪値として共用条件を示すこととし、実環境における実証試験は不要という結論とした。

- 国際VHFよりも直進性の高い400 MHz帯の周波数を使用している
- 船舶内で利用するか、又は湾内での利用のいずれかであり、数十km離れて使用する形態ではない
- 実際には障害物やマルチパスの影響があり、机上検討以上に離隔距離が必要となることは考えられないこと
- ITU-R勧告M.1174-3では、アナログ方式とデジタル方式の共用が認められていること

国際的にはアナログシステムとデジタルシステムを共用することが認められているものの、我が国においては、湾内地域で水先業務や港湾管理用等で利用するケースがあり、運用者が同一でなく無線局間の干渉妨害が生じるケースが考えられる。

デジタル通信とアナログ通信の輻輳を可能な限り、低減するため、技術面及び運用面における対策が必要である。

技術面での対策案

- ITU-R勧告M.1174-3では、従来の25 kHzアナログシステムも継続して使用することができ、混信防止のために下表の技術の利用が勧告されている。

ITU-R勧告M.1174-3で勧告された技術

システム	勧告された技術	効果
アナログ	<ul style="list-style-type: none">• CTCSS(Continuous Tone Coded Squelch Systems)• DCS(Digital Coded Squelch)	これらの技術を使用することで、特定の相手方が送信する信号のみを受信することが可能となり、デジタルシステムからの混信による耳障りなノイズを抑えることが可能
デジタル	<ul style="list-style-type: none">• DCS(Digital Coded Squelch)	この技術を使用することで、特定の相手方が送信する信号のみを受信することが可能
デジタル及びアナログ	<ul style="list-style-type: none">• LBT(Listen Before Talk)	運用中チャンネルが使用中かどうかを検出し、そのチャンネルが空いている場合のみ送信可能とするため、干渉緩和技術として推奨

- 現在のアナログ通信設備では、他のアナログ通信設備との間で通信の輻輳を軽減するため、事前に指定されたトーン周波数を使用したCTCSS(トーンスケルチ型選択呼出装置)を一般的に利用されている。
- デジタル通信設備についても、ITU-Rの勧告を踏まえ、現行のアナログ通信のCTCSSと同様にDCS(デジタルコードスケルチ)やキャリアセンス機能(LBT)を具備することにより、アナログ通信との間やデジタル通信との間の輻輳を軽減することが望ましい。

【DCSとキャリアセンスの比較】

船上通信は、船上内の通信が主となり、また船舶毎に運用者(免許人)が異なることが多く、船舶間においてはある程度距離があり、他船からの電波が到来してもCTCSSやDCSの機能で通信の輻輳を防止することが可能と考えられる。また、他船からの電波の強さは、自船舶内の電波の強さに比べ低いことが想定され、自船舶内の通信であれば所要のD/U比を確保することにより、互いの通信が可能と考えられる。

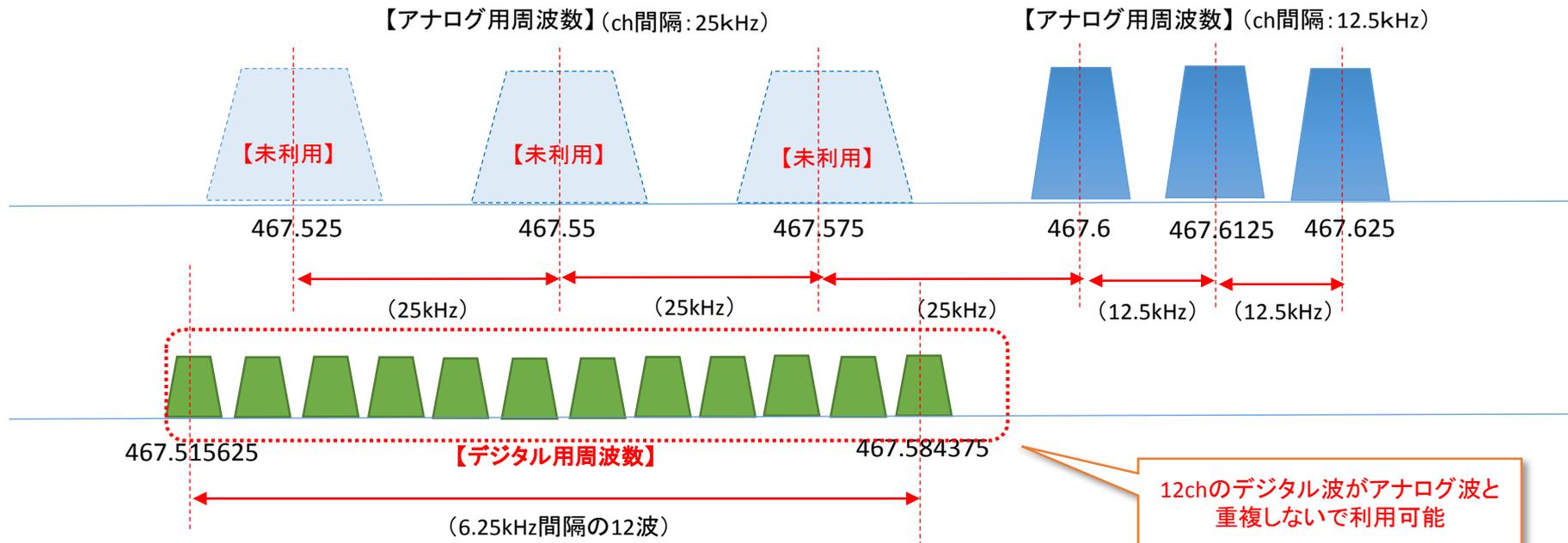
また、キャリアセンスを具備した場合は、近傍の他船内の通信を検知し電波を発射しないため、自船舶内の通信の確実な確保が可能となる。一方で自船舶内の通信であっても他船からの電波の強さにより送信できなくなるケースが考えられ、現行のアナログ通信の利用環境に比べ、新たに導入するデジタル通信の利用環境が劣化するなど、デジタル通信の導入が促進されにくくなることも考えられる。

上記のDCSやキャリアセンス機能の効果を踏まえ、混信や通信の輻輳を低減できる機能を活用することが望ましい。

運用面での対策案

- アナログ通信設備とデジタル通信設備の共用のためには離隔距離を確保する必要があるが、我が国においては、湾内地域で水先業務や港湾管理用等で利用するケースがあり、運用者が同一でなく無線局間の干渉妨害が生じるケースが考えられる。そのため運用者が離隔距離に関して十分理解して運用するなどのガイドライン等を策定することが望ましい。
- また、現行の国内のアナログ通信設備の利用状況を踏まえれば、467MHz帯(467.525~467.575MHz)の利用がないことから、デジタル方式の導入に当たっては、467MHz帯を使用していくことがアナログ無線への干渉がなく、かつ、デジタル通信の確保が可能である。(今後のデジタル無線の利用環境を考えると、467MHz帯(467.525~467.575MHz)の周波数は、アナログ無線に割当てないことが適当と考えられる。)
- なお、外国の船舶においては、467MHz帯でアナログ無線が使用されることにも留意する必要がある。

【467MHz帯の周波数利用(例)】



隣接周波数帯における周波数の共用検討について

【諮問第2009号（平成14年9月30日）

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち

「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」の一部答申（平成20年3月26日）

○ 上記の審議会答申内容を踏まえ、隣接ch漏洩電力を-55dBとした場合(D/U=-40dB)の周波数共用条件は以下のとおりである。

■ 隣接チャネル共用条件の離隔周波数(kHz)※1

希望波 \ 妨害波		FM		4値FSK	
		12.5kHz	25kHz ※2	6.25kHz	12.5kHz
FM	12.5kHz	11.60		10.57	12.35
	25kHz ※2		15.80	15.09	14.14
4値FSK	6.25kHz	10.67	14.11	5.72	9.44
	12.5kHz	11.13	13.83	8.53	11.63

※1 離隔周波数は、希望波レベルを基準感度+30dBとし、妨害波信号レベルをDU比-40dBに設定して12dB SINADとなる中心周波数差を求めたものである。

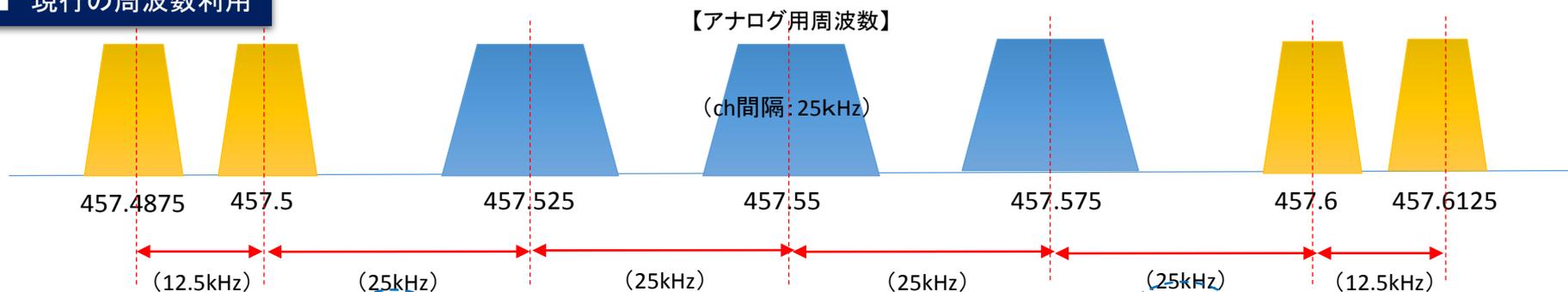
※2 引用した情通審の資料は、FMの帯域が20kHzであるが、占有周波数帯幅が16kHzと同じであり、25kHzに読み替えるものとする。

■ 周波数配置案(隣接チャネル共用条件: kHz)

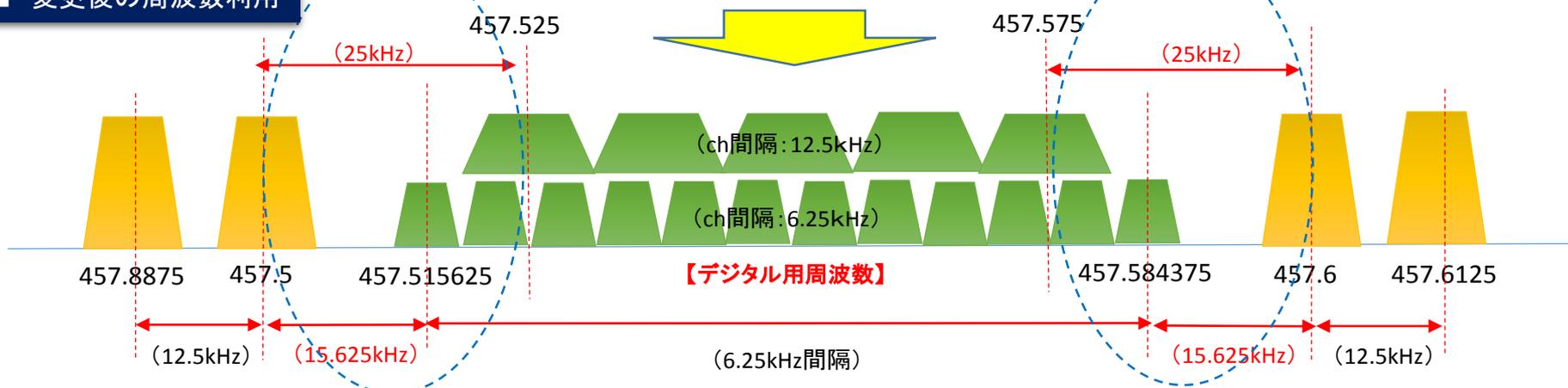
希望波 \ 妨害波		FM		4値FSK	
		12.5kHz	25kHz ※2	6.25kHz	12.5kHz
FM	12.5kHz	12.5		12.5	12.5
	25kHz ※2		25	15.625	15.625
4値FSK	6.25kHz	12.5	15.625	6.25	12.5
	12.5kHz	12.5	15.625	9.375	12.5

隣接周波数帯における周波数の共用検討結果について

■ 現行の周波数利用



■ 変更後の周波数利用



【検討結果】

デジタル用周波数配置において、ch間隔6.25kHzのもの及びch間隔12.5kHzのものの中心周波数と隣接の既存FM無線との中心周波数の差は、15.625kHz以上を確保しており、いずれも過去の情報通信審議会の答申内容(※)である隣接するFM無線との共用条件である離調周波数(12.5kHz以上)を確保できることから、当該周波数の配置において、**隣接の異なる既存無線システムと周波数共用は可能**と考えられる。

なお、467MHz帯においても、現在、隣接する12.5kHz以内の周波数を使用する既存無線システムの利用はない。

※ 「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方針に係る技術的条件」の一部答申(平成20年3月26日)

周波数の共用検討結果(まとめ)について

■ VDEシステムに関する周波数共用検討

	共用検討結果
同一周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーション検討の結果、船舶局(25 W)の場合、VDEの変調方式や帯域幅により、アナログ音声通信との必要な離隔距離は、7.93 kmから12.6 kmであり、海岸局(最大50 W)の場合に必要な離隔距離は10.13 kmから14.65 kmとなり、<u>周波数の共用は困難。</u> ・ 現在、既存アナログ音声通信の周波数移行を実施(H32.3.31に完了予定)しており、アナログ音声通信の<u>周波数移行により、同一周波数の利用は解消。</u>
隣接周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーション検討の結果、船舶局(25 W)の場合、VDEの変調方式や帯域幅により、アナログ音声通信との離隔距離は、0.21 kmから0.39 kmであり、海岸局(最大50 W)の場合で離隔距離は0.26 kmから0.43 kmとなり、<u>運用上、周波数共用は可能。</u>

■ デジタル船上通信システムに関する周波数共用検討

	共用検討結果
同一周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ シミュレーションの結果、デジタル無線設備とアナログ無線設備との必要な離隔距離は船舶間で最大4.59 km、陸船間で最大3.63kmとなった。 ・ 船上通信設備の利用は、船舶内で利用するか、又は湾内での利用のいずれかであり、比較的近距離通信であり、また、実際には障害物やマルチパスの影響があり、必要な離隔距離が短くなることが考えられることから、<u>運用上、周波数の共用は可能。</u> ・ <u>通信の輻輳等を軽減するため、DCSやキャリアセンス機能を具備することが望ましい。</u>
隣接周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隣接周波数帯を使用するシステムへの影響については、<u>使用周波数間の離調周波数(12.5kHz以上)を確保することにより、周波数共用は可能。</u>