

VHF帯加入者系デジタル無線システムの周波数共用に関する報告

2019.12.24

一般社団法人電波産業会
固定系無線将来展望調査研究会

1 VHF帯加入者系デジタル無線システムの周波数利用効率向上に向けた取り組み

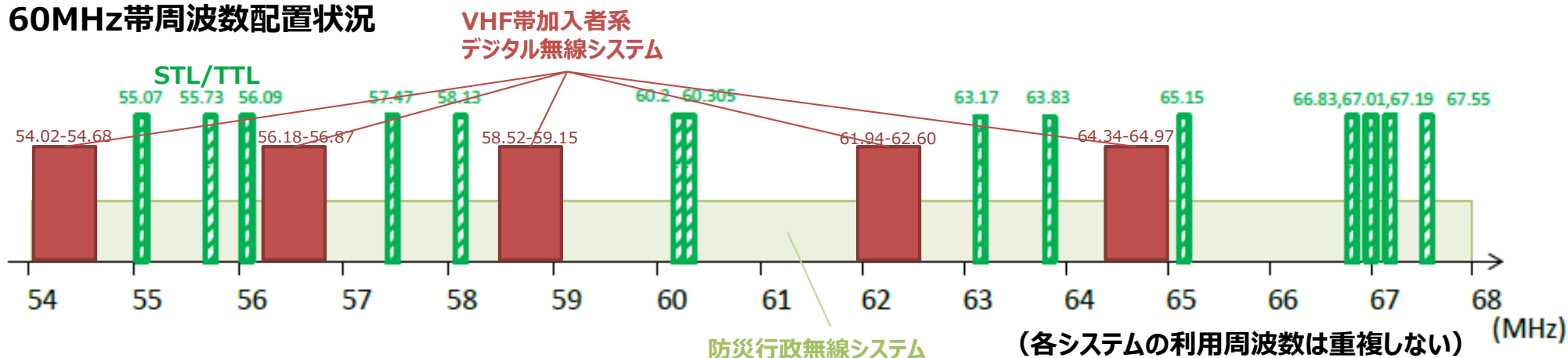
- VHF帯加入者系デジタル無線システム(以降”本システム”)狭帯域化しつつ複信方式にTDDを採用し、変調方式も多値化を進めることで、周波数のより効率的な利用が可能になる。
- また、空中線電力も1W,10Wの低出力モードを備えることで、回線設計上問題なければ積極的に不要電波を抑制することで、近隣システムへの与干渉量削減に寄与する。

項目	現行システム (アナログシステム)	本システム (デジタルシステム)	周波数利用効率に向けた取り組み
使用周波数	60MHz帯		-
偏波	垂直または水平		
変調方式	位相変調	QPSK/16QAM/ 64QAM/256QAM	最大回線容量増大
提供可能音声回線数	3	1~4 (通信環境に応じて可変)	
空中線電力	1/20W	1/10/20W	低出力モードを備えることで不要電波送出による与干渉量の抑制
複信方式	FDD	TDD	狭帯域化しつつTDD化することで周波数利用効率を向上
占有周波数帯幅	120kHz以下	110kHz以下	

2 共用検討を行うシステムの選定

- 本システムとの共用検討を行うシステムは、「防災行政無線システム「16QAM(15k)」 「QPSK」 「4FSK」 および、放送用デジタル/アナログSTL/TTL」（以降”近隣システム”）とする。

60MHz帯周波数配置状況



- 公共業務用
 - 防災行政無線システム「16QAM(15k)」
 - 防災行政無線システム「QPSK」
 - 防災行政無線システム「4FSK」
- 放送事業用
 - アナログSTL/TTL (2A,2B,2C,2D,2E)
 - デジタルSTL/TTL

本システムは、情報通信審議会 情報通信技術分科会(第111回) 放送システム委員会報告(諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」)に記載のシステムの近隣周波数帯を利用するシステムであるため、上記報告に記載の干渉検討対象システムを本システムの共用検討対象とした。

3 共用検討条件 (1)主な諸元

- 以下に示す本システム及び近隣システムの技術的条件の下で、所要D/Uおよび干渉軽減係数 (IRF) を算出し、それを満たすことを共用可能条件とする。

項目		本システム	近隣システム				
		VHF帯加入者系デジタル無線システム	アナログSTL/TTL 2A~2E	デジタルSTL/TTL	防災行政無線システム「16QAM(15k)」	防災行政無線システム「QPSK」	防災行政無線システム「4FSK」
送信系	空中線電力(W)	1/10/20	50※1	5※1	10※1	10※1	10※1
	占有周波数帯幅 (kHz)	110	100※1	96※1	13.7※3	7.1※1	14.6※1
	損失※6(dB)	4	3※1	3※2	1.2※3	1.2※4	1.2※4
受信系	等価受信帯域幅 (kHz)	90	395/183/330 /134/641※1	80※1	11.25※1	5.625※1	9.6※1
	所要受信機入力 (dBm)	-73	-65※5	-60※5	-87.9※5	-102.8※5	-98.4※5
	所要D/U(dB)	29	55※1	31.3※3	27.2※5	20.4※5	19.8※5
	損失※6(dB)	2.7	6※1	6※2	0.8※3	0.8※4	0.8※4

※1 「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討 報告書 (全編版)」信越総通局

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 (第111回) 資料111-3-2 放送システム委員会報告

※3 ARIB STD-T86

※4 ARIB STD-T115

※5 電波法関係審査基準

※6 ケーブルロス及びフィルタロス

3 共用検討条件 (2)スペクトラム特性(本システム)

- VHF帯加入者系デジタル無線システムの中心周波数及びスペクトラムマスクを示す。

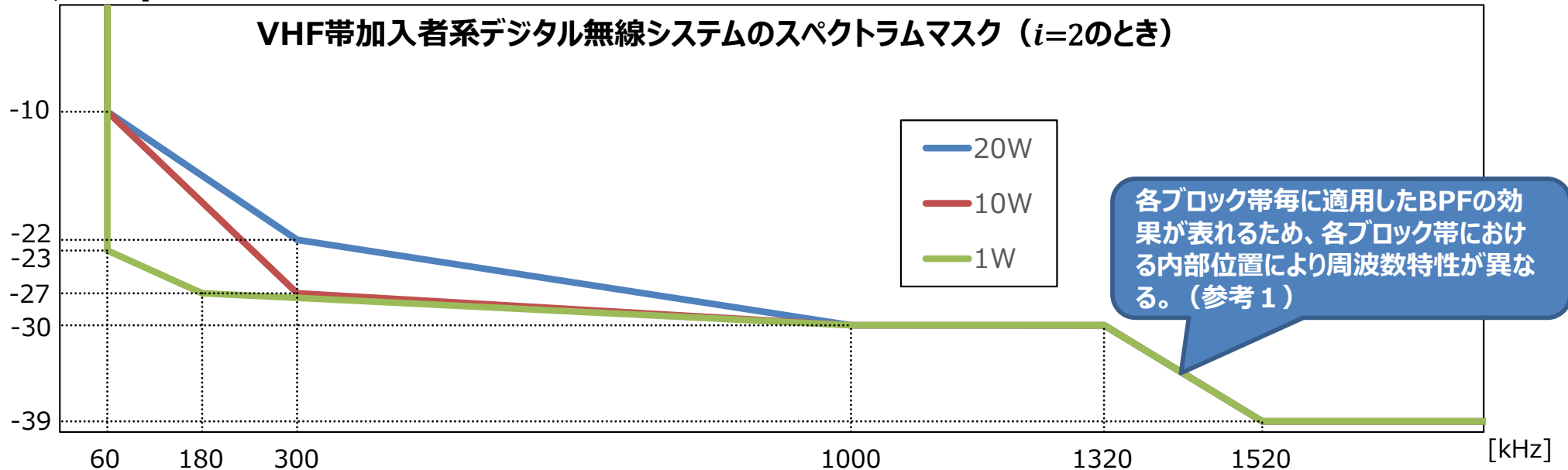
スペクトラムマスク

単位 : dBm/10kHz

中心周波数(MHz) $i=-2,-1,0,1,2$	
ブロック帯	
A帯	54.35 + 0.12 i
B帯	56.51 + 0.12 i
C帯	58.85 + 0.12 i
D帯	62.27 + 0.12 i
E帯	64.67 + 0.12 i

離調周波数(kHz)	空中線電力					
	1W		10W		20W	
0 ~ 60	19.59		29.59		32.59	
60 ~ 180	-21.00	-0.033 Δf	-5.75	-0.071 Δf	-7.00	-0.050 Δf
180 ~ 300	-26.34	-0.0037 Δf	-25.71	-0.0043 Δf	-18.57	-0.011 Δf
300 ~ 1000	-30.00					
1000 ~ 1560-120 i	-30.00					
1560-120 i ~ 1760-120 i	40.20		-5.4 i		-0.0450 Δf	
1760-120 i ~	-39.00					

[dBm/10kHz]



3 共用検討条件 (3)スペクトラム特性(近隣システム)

- 「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討報告書（全編版）」（信越総通局）に記載のスペクトラム特性（参考2に記載）をもとに今回の検討条件を設定した。

スペクトラム特性

単位：dBm/占有周波数帯幅

離調周波数(kHz)	アナログSTL/TTL	デジタルSTL/TTL	防災行政無線システム「16QAM(15k)」	防災行政無線システム「QPSK」	防災行政無線システム「4FSK」
0	47	37	40	40	40
10			10		0
30	27	-3	-30	-30	-30
50					
60					
80	-23	-33			

4 共用条件 (1)本システムがU波 (対 アナログSTL/TTL)

- 本システムがアナログSTL/TTLに対して与干渉となるときの干渉軽減係数(IRF)を与干渉側の送信出力毎に示す。

離調周波数 Δf (kHz)	U波空中線電力1WのIRF($i=-2, -1, 0, 1, 2$)				
	2A ($\Delta f > 252.5$)	2B ($\Delta f > 146.5$)	2C ($\Delta f > 220$)	2D ($\Delta f > 122$)	2E ($\Delta f > 375.5$)
0 ~ 60	-15.6	-12.2	-14.8	-10.9	-17.7
60 ~ 180	$25.03 + 0.033 \Delta f$	$28.38 + 0.033 \Delta f$	$25.81 + 0.033 \Delta f$	$29.73 + 0.033 \Delta f$	$22.93 + 0.033 \Delta f$
180 ~ 1000	$30.38 + 0.0037 \Delta f$	$33.72 + 0.0037 \Delta f$	$31.16 + 0.0037 \Delta f$	$35.07 + 0.0037 \Delta f$	$28.27 + 0.0037 \Delta f$
1000 ~ 1560-120 i	34.0	37.4	34.8	38.7	31.9
1560-120 i ~ 1760-120 i	$-36.17 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-32.82 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-35.39 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-31.47 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-38.27 + 5.4i + 0.045 \Delta f$
1760-120 i ~	43.0	46.4	43.8	47.7	40.9

離調周波数 Δf (kHz)	U波空中線電力10WのIRF($i=-2, -1, 0, 1, 2$)				
	2A ($\Delta f > 252.5$)	2B ($\Delta f > 146.5$)	2C ($\Delta f > 220$)	2D ($\Delta f > 122$)	2E ($\Delta f > 375.5$)
0 ~ 60	-15.6	-12.2	-14.8	-10.9	-17.7
60 ~ 300	$19.78 + 0.071 \Delta f$	$23.13 + 0.071 \Delta f$	$20.56 + 0.071 \Delta f$	$24.48 + 0.071 \Delta f$	$17.68 + 0.071 \Delta f$
300 ~ 1000	$39.75 + 0.0043 \Delta f$	$43.09 + 0.0043 \Delta f$	$40.53 + 0.0043 \Delta f$	$44.44 + 0.0043 \Delta f$	$37.65 + 0.0043 \Delta f$
1000 ~ 1560-120 i	44.0	47.4	44.8	48.7	41.9
1560-120 i ~ 1760-120 i	$-26.17 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-22.82 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-25.39 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-21.47 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-28.27 + 5.4i + 0.045 \Delta f$
1760-120 i ~	53.0	56.4	53.8	57.7	50.9

離調周波数 Δf (kHz)	U波空中線電力20WのIRF($i=-2, -1, 0, 1, 2$)				
	2A ($\Delta f > 252.5$)	2B ($\Delta f > 146.5$)	2C ($\Delta f > 220$)	2D ($\Delta f > 122$)	2E ($\Delta f > 375.5$)
0 ~ 60	-15.6	-12.2	-14.8	-10.9	-17.7
60 ~ 300	$24.03 + 0.050 \Delta f$	$27.38 + 0.050 \Delta f$	$24.81 + 0.050 \Delta f$	$28.73 + 0.050 \Delta f$	$21.93 + 0.050 \Delta f$
300 ~ 1000	$35.61 + 0.0011 \Delta f$	$38.95 + 0.0011 \Delta f$	$36.39 + 0.011 \Delta f$	$40.30 + 0.011 \Delta f$	$33.50 + 0.011 \Delta f$
1000 ~ 1560-120 i	47.0	50.4	47.8	51.7	44.9
1560-120 i ~ 1760-120 i	$-23.17 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-19.28 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-22.39 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-18.47 + 5.4i + 0.045 \Delta f$	$-25.27 + 5.4i + 0.045 \Delta f$
1760-120 i ~	56.0	59.4	56.8	60.7	53.9

注) Δf の最小値はU波がD波の等価受信帯域に入らない値に設定されることが通常。
グレイアウトされた値は等価受信帯域に入るため、実運用においては離調周波数として実質設定されない。

4 共用条件 (2)本システムがU波（対 デジタルSTL/TTL）

- 本システムがデジタルSTL/TTLに対して与干渉となるときの干渉軽減係数(IRF)を与干渉側の送信出力毎に示す。

離調周波数 Δf (kHz) ($\Delta f > 95$)	U波空中線電力								
	1W			10W			20W		
0 ~ 60	-8.6								
60 ~ 180	31.97	$+0.033\Delta f$		26.72	$+0.071\Delta f$		30.97	$+0.050\Delta f$	
180 ~ 300	37.31	$+0.0037\Delta f$		46.68	$+0.0043\Delta f$		42.54	$+0.011\Delta f$	
300 ~ 1000									
1000 ~ 1560-120 <i>i</i>	41.0			51.0			54.0		
1560-120 <i>i</i> ~ 1760-120 <i>i</i>	-29.23	$+5.4\ i$	$+0.045\Delta f$	-19.23	$+5.4\ i$	$+0.045\Delta f$	-16.23	$+5.4\ i$	$+0.045\Delta f$
1760-120 <i>i</i> ~	50.0			60.0			63.0		

注) Δf の最小値はU波がD波の等価受信帯域に入らない値に設定されることが通常。
グレイアウトされた値は等価受信帯域に入るため、実運用においては離調周波数として実質設定されない。

4 共用条件 (3)本システムがU波 (対 防災行政無線システム「16QAM(15k)」)

- 本システムが防災行政無線システム「16QAM(15k)」に対して与干渉となるときの干渉軽減係数(IRF)を与干渉側の送信出力毎に示す。

離調周波数 Δf (kHz) ($\Delta f > 60.625$)	U波空中線電力					
	1W		10W		20W	
0 ~ 60	5.1					
60 ~ 180	45.69	+0.033 Δf	40.44	+0.071 Δf	44.69	+0.050 Δf
180 ~ 300	51.03	+0.0037 Δf	60.40	+0.0043 Δf	56.26	+0.011 Δf
300 ~ 1000						
1000 ~ 1560-120 i	54.7		64.7		67.7	
1560-120 i ~ 1760-120 i	-15.51	+5.4 i	+0.045 Δf	-5.51	+5.4 i	+0.045 Δf
1760-120 i ~	63.7		73.7		76.7	

注) Δf の最小値はU波がD波の等価受信帯域に入らない値に設定されることが通常。
グレイアウトされた値は等価受信帯域に入るため、実運用においては離調周波数として実質設定されない。

4 共用条件 (4)本システムがU波 (対 防災行政無線システム「4FSK」「QPSK」)

- 本システムが防災行政無線システム「4FSK」「QPSK」に対して与干渉となるときの干渉軽減係数(IRF)を与干渉側の送信出力毎に示す。

防災行政無線システム「QPSK」

離調周波数 Δf (kHz) ($\Delta f > 57.8125$)	U波空中線電力								
	1W			10W			20W		
0 ~ 60	8.1								
60 ~ 180	48.70	+0.033 Δf		43.45	+0.071 Δf		47.70	+0.050 Δf	
180 ~ 300	54.04 +0.0037 Δf			63.41 +0.0043 Δf			59.27 +0.011 Δf		
300 ~ 1000									
1000 ~ 1560-120 i	57.7			67.7			70.7		
1560-120 i ~ 1760-120 i	-12.50	+5.4 i	+0.045 Δf	-2.50	+5.4 i	+0.045 Δf	0.50	+5.4 i	+0.045 Δf
1760-120 i ~	66.7			76.7			79.7		

防災行政無線システム「4FSK」

離調周波数 Δf (kHz) ($\Delta f > 59.8$)	U波空中線電力								
	1W			10W			20W		
0 ~ 60	5.8								
60 ~ 180	46.38	+0.033 Δf		41.13	+0.071 Δf		45.38	+0.050 Δf	
180 ~ 300	51.72 +0.0037 Δf			61.09 +0.0043 Δf			56.95 +0.011 Δf		
300 ~ 1000									
1000 ~ 1560-120 i	55.4			65.4			68.4		
1560-120 i ~ 1760-120 i	-14.82	+5.4 i	+0.045 Δf	-4.82	+5.4 i	+0.045 Δf	-1.82	+5.4 i	+0.045 Δf
1760-120 i ~	64.4			74.4			77.4		

4 共用条件 (5)本システムがD波（対 本システム）

- 近隣システムが本システムに対して与干渉となるときに干渉軽減係数(IRF)を与干渉システム毎に示す。

離調周波数 Δf (kHz)	アナログSTL/TTL ($\Delta f > 95$)	デジタルSTL/TTL ($\Delta f > 93$)	防災行政無線システム 「16QAM(15k)」 ($\Delta f > 51.85$)	防災行政無線システム 「QPSK」 ($\Delta f > 48.55$)	防災行政無線システム 「4FSK」 ($\Delta f > 52.3$)
0 ~ 10	-8.2	-5.4	-12.1	-14.9	-11.8
10 ~ 30	-8.2	-5.4	17.9	55.1	28.2
30 ~ 50	-8.2	-5.4	57.9	55.1	58.2
50 ~ 60	11.8	34.6	57.9	55.1	58.2
60 ~ 80	11.8	64.6	57.9	55.1	58.2
80 ~	61.8	64.6	57.9	55.1	58.2

注) Δf の最小値はU波がD波の等価受信帯域に入らない値に設定されることが通常。

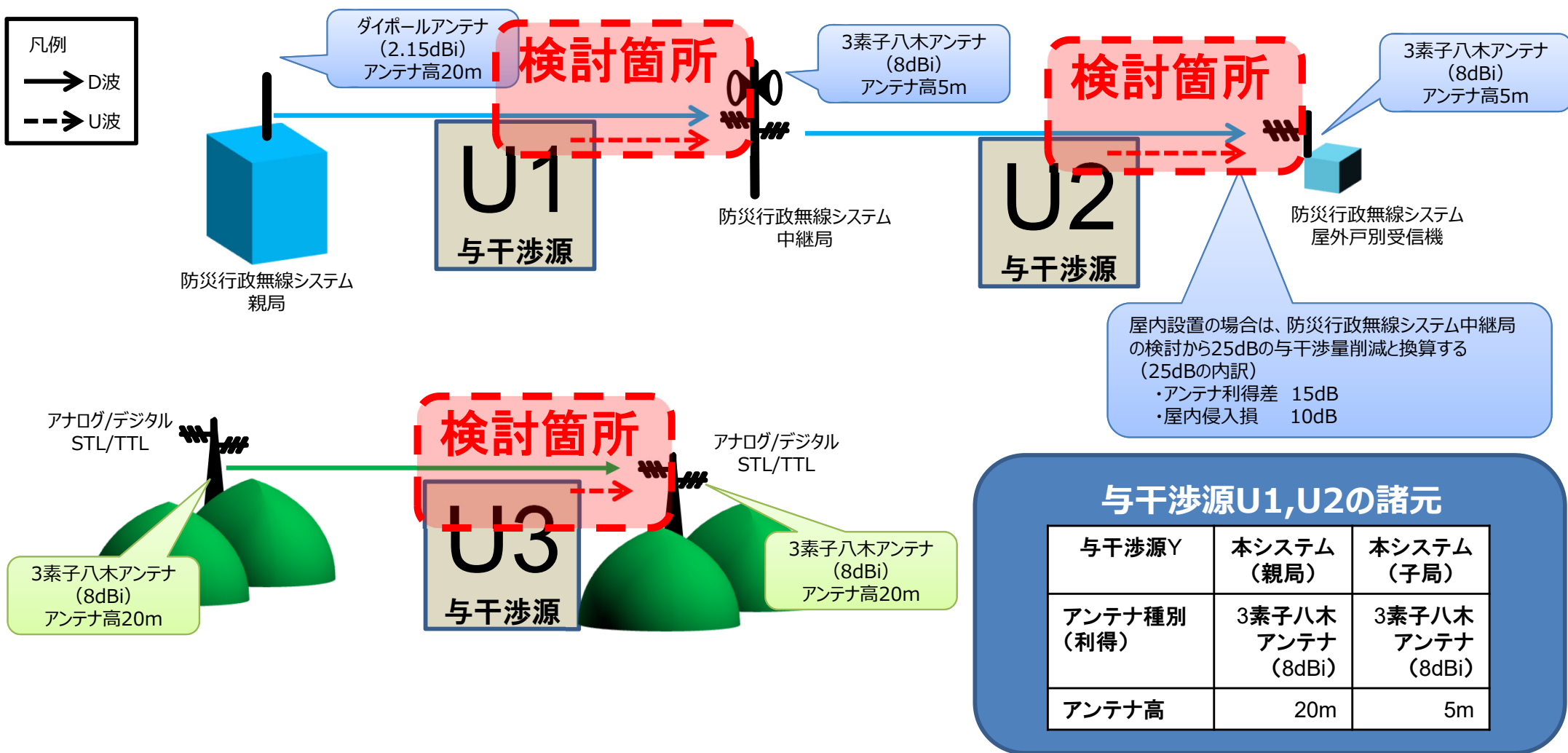
グレーアウトされた値は等価受信帯域に入るため、実運用においては離調周波数として実質設定されない。

5 IRFをもとにした離隔距離、離調周波数の算出について

- 以下では「4 共用条件」に記載のIRFを元に、「6 共用計算に用いた条件」に記載の(1) (2)共用検討モデルおよび(3)電波伝搬モデルを用いて離隔距離、離調周波数の例を算出する条件を示す。
- 「7 共用計算例」では、アンテナが同偏波かつ正対している最悪の状態で評価した最悪値を示す。
- 「8 共用計算例のまとめと結論」では、サイトエンジニアリングを用いることにより、現実的な値になることを示す。

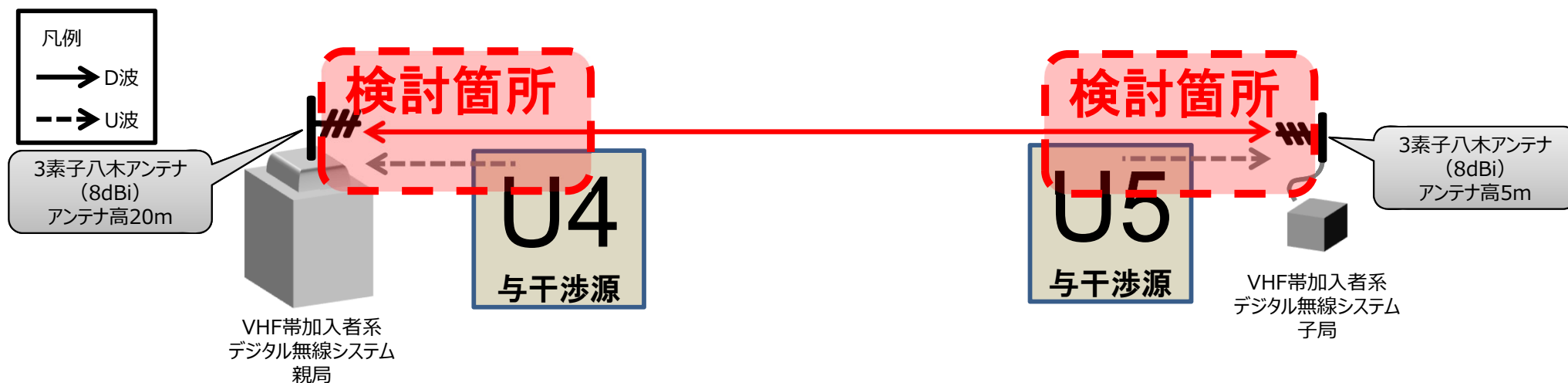
6 共用計算に用いた条件 (1)共用検討モデル(与干渉)

- 本システムが与干渉の場合の共用計算例のモデルは下記図の通り。
- 本共用検討においては、アンテナは異なるシステム間においても原則同偏波かつ正対している最悪条件下で評価する。（アンテナの特性および偏波の影響は参考4に記載）



6 共用計算に用いた条件 (2)共用検討モデル(被干渉)

- 本システムが被干渉の場合の共用計算例のモデルは下記図の通り。
- 本共用検討においては、アンテナは異なるシステム間においても原則同偏波かつ正対している最悪条件下で評価する。(アンテナの特性および偏波の影響は参考4に記載)



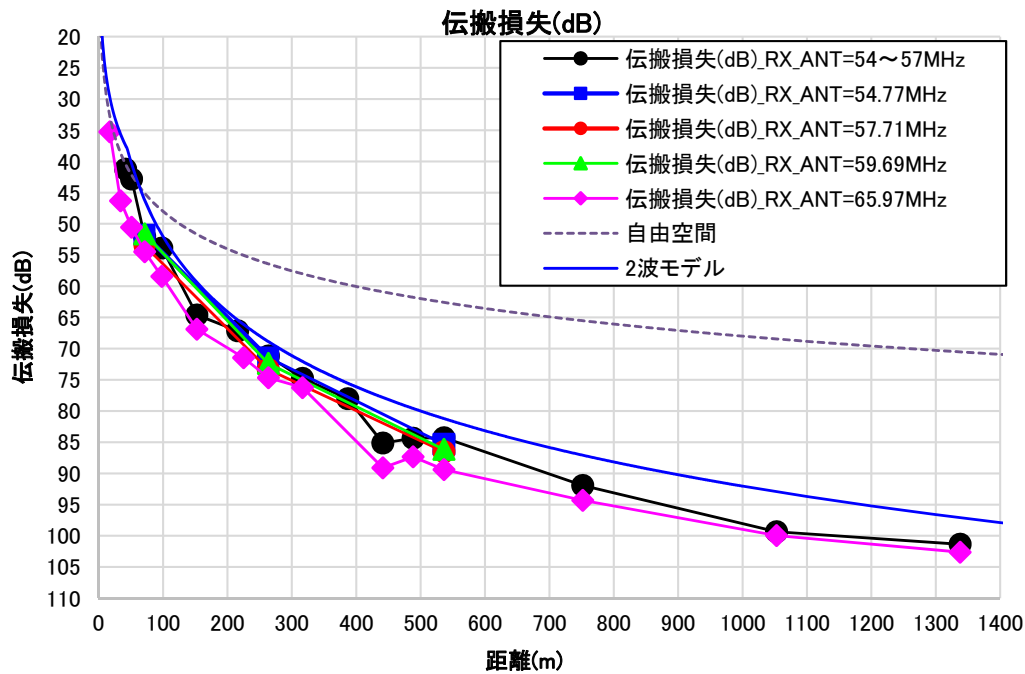
与干渉源U4, U5の諸元

	アナログおよびデジタル STL/TTL	防災行政無線システム (親局)	防災行政無線システム (中継局)
アンテナ種別 (利得)	3素子八木アンテナ (8dBi)	ダイポールアンテナ (2.15dBi)	3素子八木アンテナ (8dBi)
アンテナ高	20m	20m	5m

6 共用計算に用いた条件 (3)電波伝搬モデル(1/2)

- 60MHz帯の電波伝搬評価を実施したところ、大地反射の2波モデルの伝搬推定法が有効であることを確認した。そのため、本共用検討にて用いる電波伝搬モデルは大地反射の2波モデルとする。

VHF帯加入者系デジタル無線システムによる電波伝搬特性結果

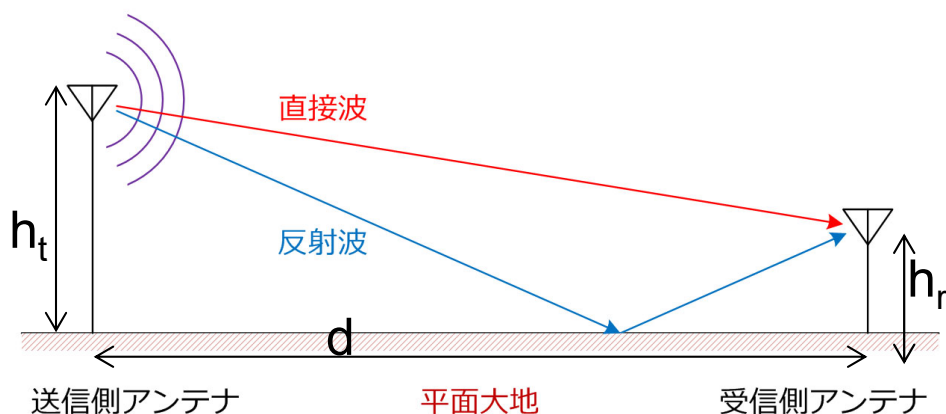


- TXアンテナ高、RXアンテナ高ともに5mとして実測値と理論値を計算,比較した。
- 2波モデルの計算値は実測の伝搬損失値を超えることなく、かつ近い値を示している。



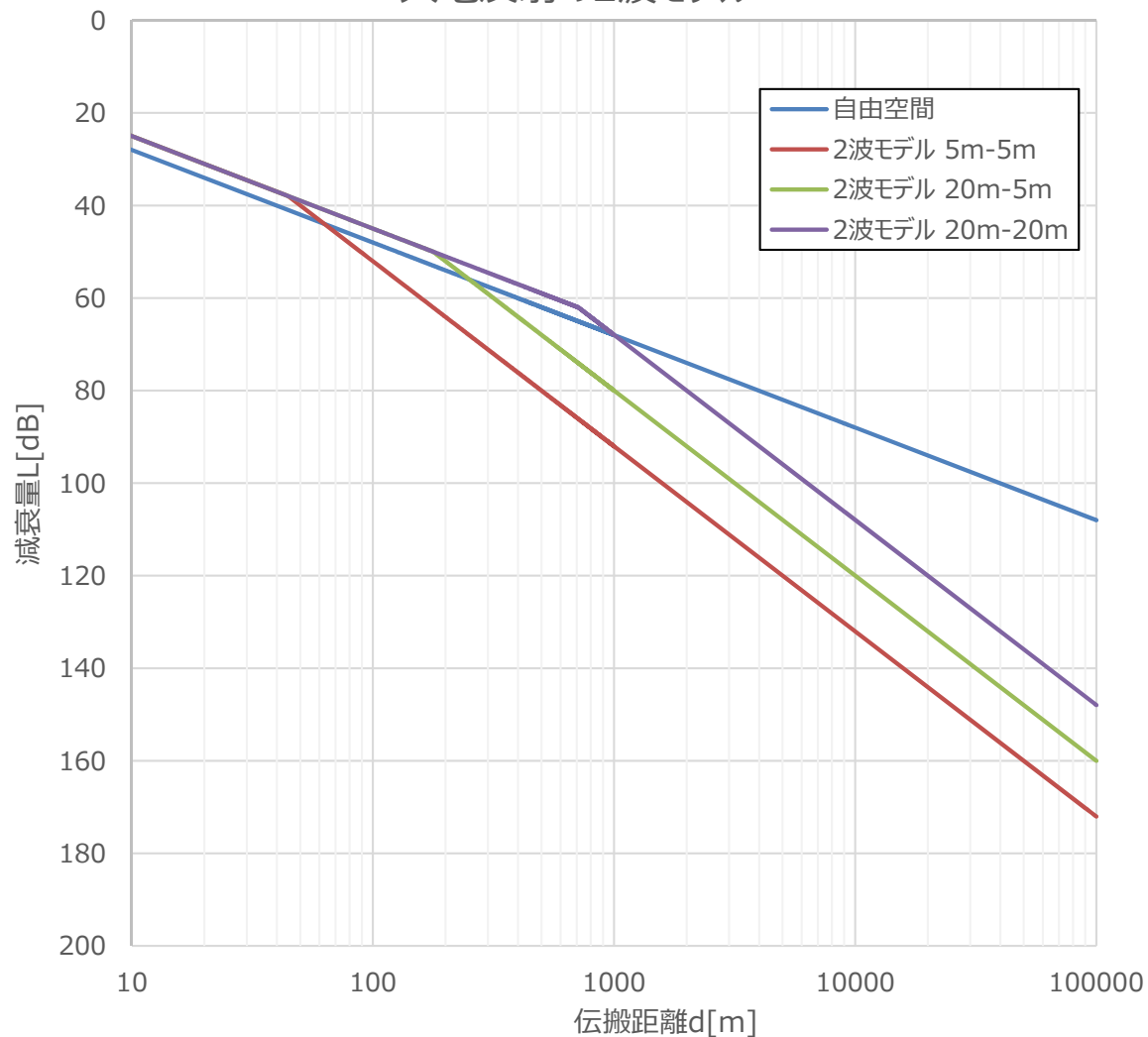
6 共用計算に用いた条件 (3)電波伝搬モデル(2/2)

- 本共用検討にて用いる電波伝搬モデルの理論式と特性を記載する。



$$\begin{cases} L = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{2\pi d} \right)^2 & d < \frac{2\sqrt{2}\pi h_t h_r}{\lambda} \\ L = \frac{h_t^2 h_r^2}{d^4} & d \geq \frac{2\sqrt{2}\pi h_t h_r}{\lambda} \end{cases}$$

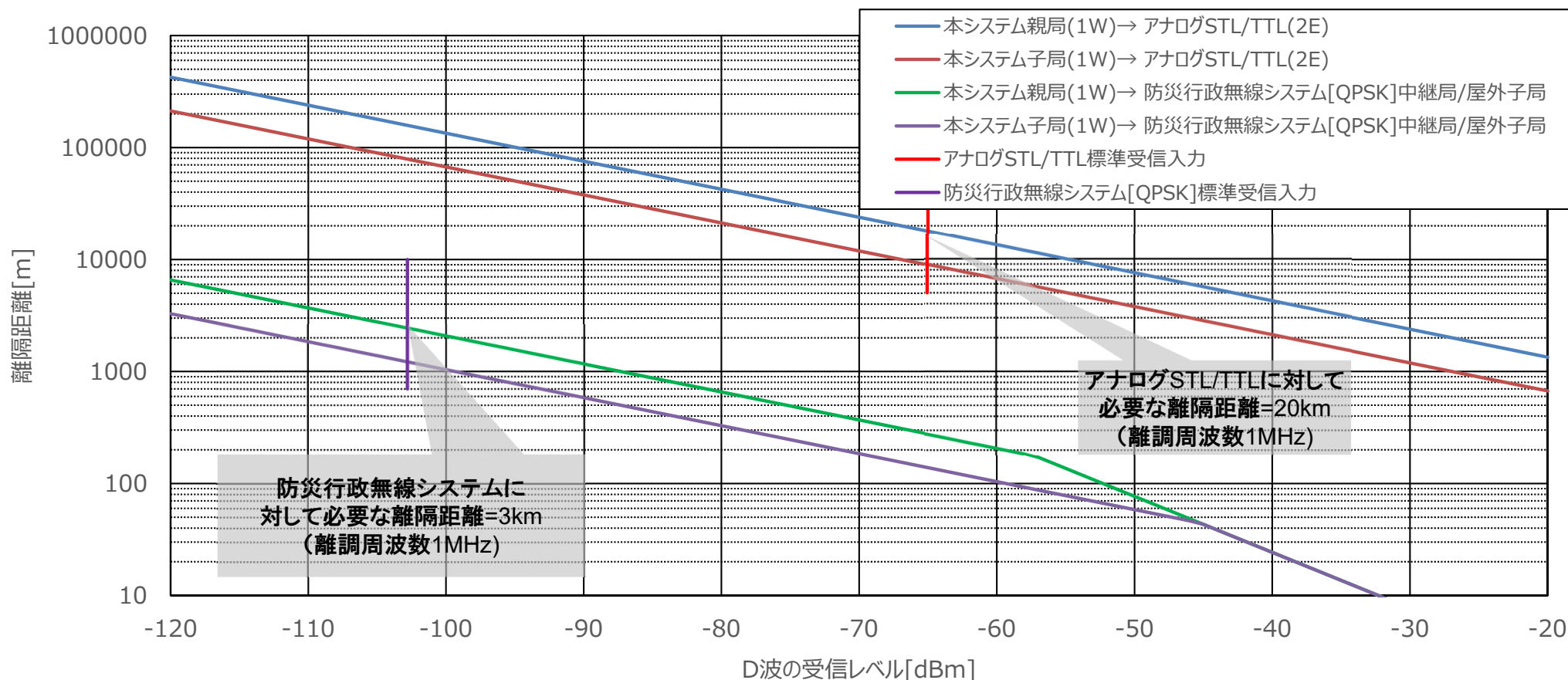
大地反射の2波モデル



7 共用計算例 (1)本システムが与干渉+離調周波数1MHz

- 本システムが与干渉の場合、最も影響を受けるアナログSTL/TTL(2E)と防災行政無線システム「QPSK」の組合せを抽出した。
- 離調周波数1MHz確保できた場合、本システムの出力には依存せず、**STL/TTL**に対して**離隔距離20km以上**、**防災行政無線システム**に対して**離隔距離3km以上**が必要となる。

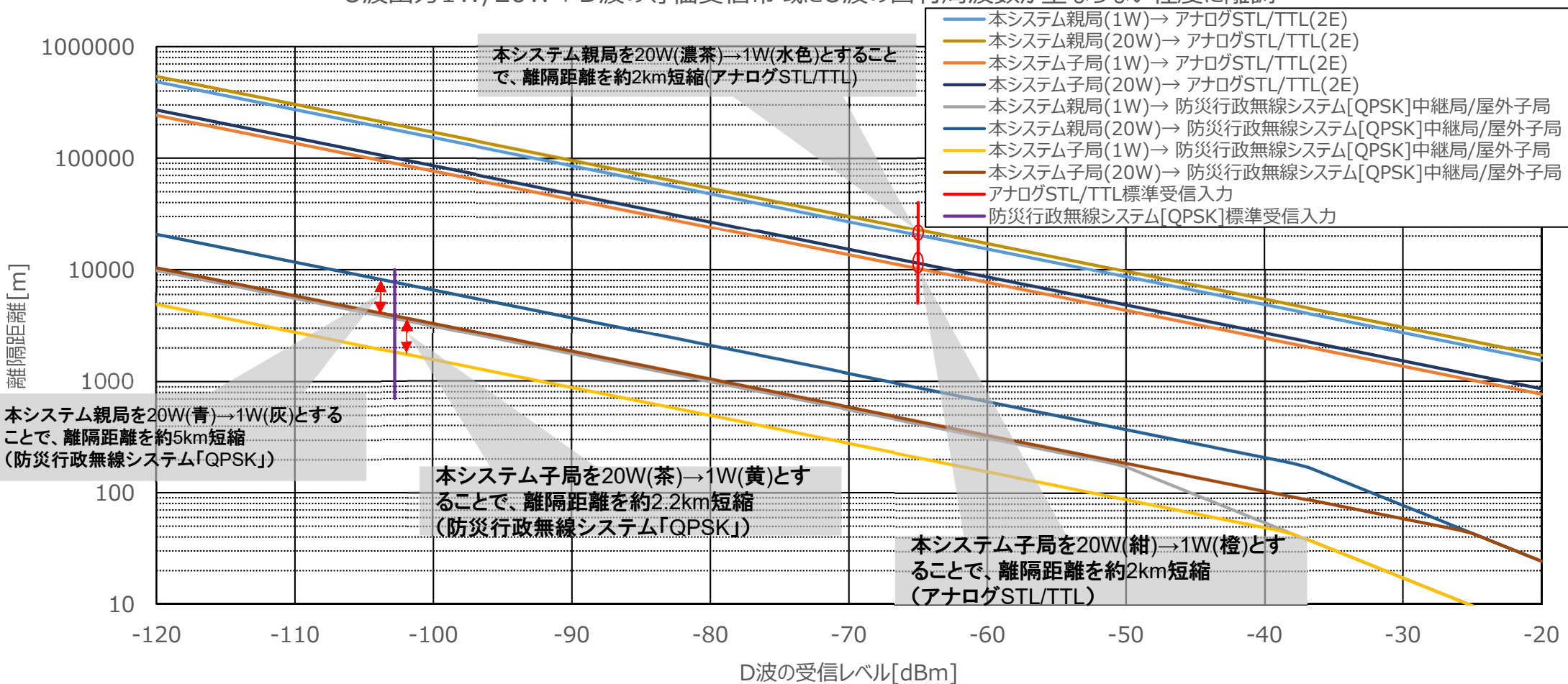
U波出力1W (U波出力には依存しない) + 離調周波数1MHz



7 共用計算例 (2)本システムの出力抑制の効果

- 本システムが与干渉側の時、最も影響を受けるアナログSTL/TTL(2E)と防災行政無線システム「QPSK」の組合せを抽出した。
- STL/TTL,防災行政無線システムの等価受信帯域に本システムの占有周波数帯が重ならず接する周波数配置の場合、本システムの出力を20Wから1Wに抑制することで、離隔距離がSTL/TTL,防災行政無線システムともに約2~5kmの離隔距離短縮が期待できる。

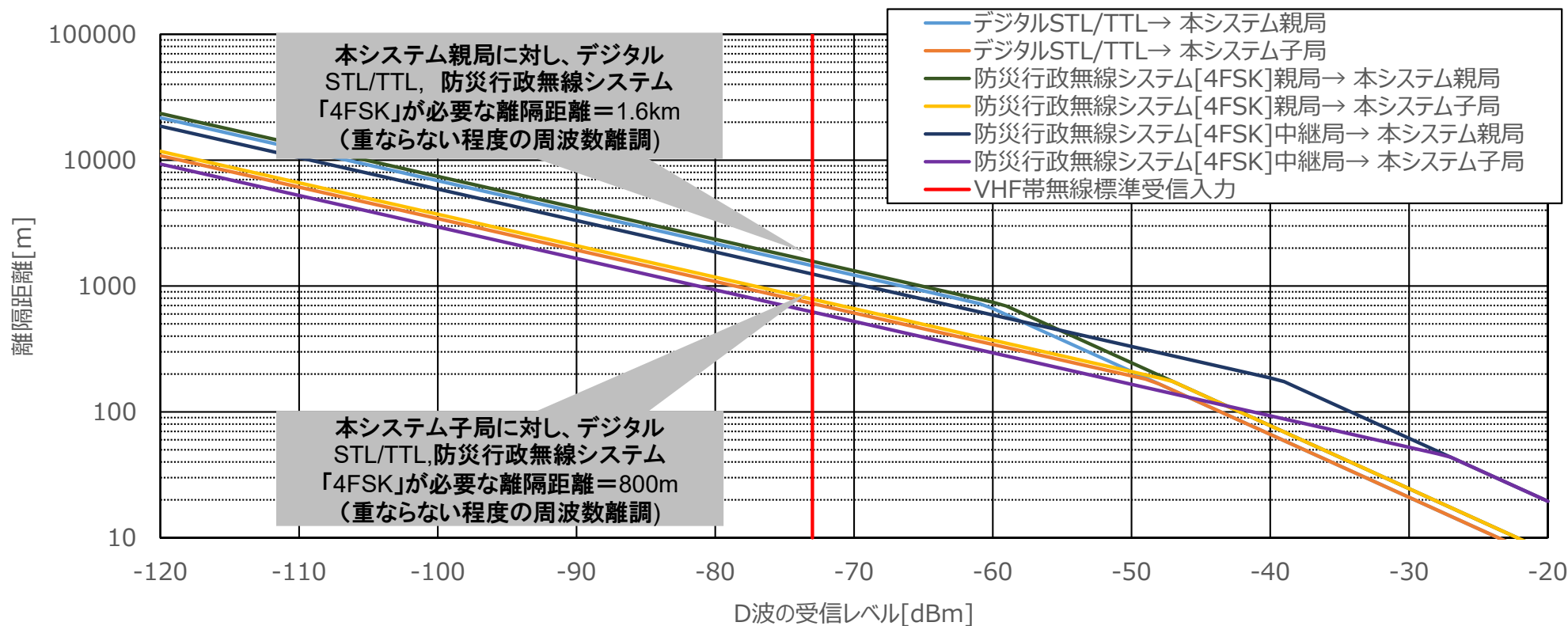
U波出力1W/20W + D波の等価受信帯域にU波の占有周波数が重ならない程度に離調



7 共用計算例 (3)本システムが被干渉

- 今後、新たに設置される際にはデジタル化されていることを想定してデジタルSTL/TTL、および本システムへの影響が最も大きい防災行政無線システム「4FSK」の2システムを抽出した。
- 本システムの等価受信帯域にSTL/TTL,防災行政無線システムの占有周波数帯が重ならない程度に接する周波数配置の場合、本システムの親局であれば1.6km以上、子局であれば800m以上の離隔距離が必要となる。

D波の等価受信帯域にU波の占有周波数が重ならない程度に離調



8 共用計算例のまとめと結論

- 共用検討モデルにおける所要離隔距離、離調周波数をまとめた。また、サイトエンジニアリングの例として4手法を組み合わせ実施した場合の所要離隔距離を示す。(サイトエンジニアリングの例は参考5)
- 実際には、例えば本システムの出力を抑制して離調周波数を小さくするなど、様々な条件下でより詳細な検討が必要となる。

共用計算の条件の変更項目	①アンテナの偏波面を異偏波へ変更	②離調周波数1.5MHz確保+BPFフィルタ適用※1	③狭帯域チャンネルフィルタ追加※1,2	④アンテナ方向調整(80度以上)
改善量(dB)	10	9	40	10

※下記表において、アナログSTL/TTLおよび防災行政無線システムは、複数の種類のうち最も離隔距離、離調周波数が大きい種類の数値を記載

与干渉	被干渉	改善量を考慮した所要離隔距離および所要離調周波数											
		共用検討モデル		①適用		①、②適用		①、③適用		①、④適用		①、②、④適用	
		距離	周波数	距離	周波数	距離	周波数	距離	周波数	距離	周波数	距離	周波数
本システム親局(1W)	アナログSTL/TTL※3	18km	1MHz	10km	1MHz	6km	1.5MHz	1km	1MHz	-	-	3.5km	1.5MHz
本システム子局(1W)	アナログSTL/TTL※3	9km	1MHz	5km	1MHz	3km	1.5MHz	500m	1MHz	-	-	1.7km	1.5MHz
本システム親局(1W)	防災行政無線システム中継局	2.5km	1MHz	1.4km	1MHz	850m	1.5MHz	100m	1MHz	-	-	500m	1.5MHz
本システム子局(1W)	防災行政無線システム中継局	1.3km	1MHz	700m	1MHz	450m	1.5MHz	70m	1MHz	-	-	250m	1.5MHz
デジタルSTL/TTL	本システム親局(1W)	1.5km	100KHz	800m	100KHz	-	-	-	-	300m	100KHz	-	-
デジタルSTL/TTL	本システム子局(1W)	800m	100KHz	400m	100KHz	-	-	-	-	250m	100KHz	-	-
防災行政無線システム親局	本システム親局(1W)	1.6km	50KHz	900m	50KHz	-	-	-	-	350m	50KHz	-	-
防災行政無線システム子局	本システム子局(1W)	800m	50KHz	450m	50KHz	-	-	-	-	250m	50KHz	-	-
防災行政無線システム中継局	本システム親局(1W)	1.3km	50KHz	700m	50KHz	-	-	-	-	400m	50KHz	-	-
防災行政無線システム中継局	本システム子局(1W)	700m	50KHz	350m	50KHz	-	-	-	-	200m	50KHz	-	-

※1 本システム親局が与干渉の場合のみ、②と③は同時に利用しても効果が重複しない。

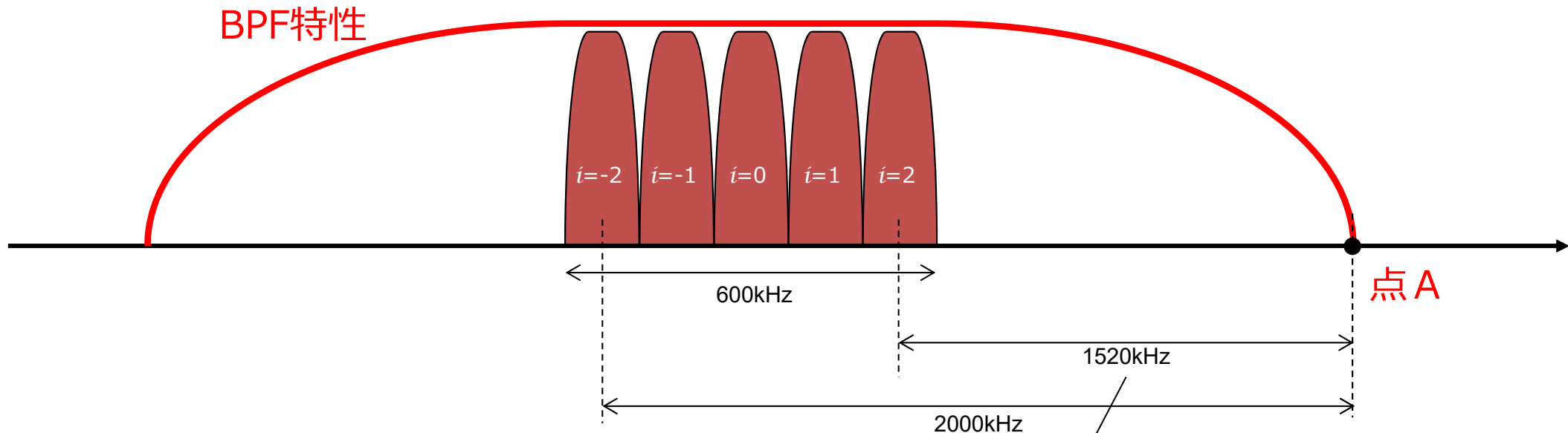
※2 「参考6. 狭帯域チャンネルフィルタ検討」記載のフィルタ

※3 更に、通信距離に応じてフェージングマージンを考慮する必要あり

結論 • VHF帯加入者系無線システム(1W/10W/20W)と近隣システム(放送用アナログ/デジタルSTL/TTL、防災行政無線システム(16QAM、QPSK、4FSK)とでは、運用条件により最大50dBの改善が見られることから、共用は可能である。

参考1 バンドパスフィルタについて

- 本システムにおいて、各帯域ブロック毎にバンドパスフィルタ（BPF）を利用して**周波数特性の改善**を図った。その結果、選択するブロック内の利用するチャンネル周波数位置により周波数特性が異なる。



スプリアス領域において、周波数的に離すことによりBPFの特性が支配的になるため、利用するチャンネルによりスペクトラムマスクは異なる。

参考2 引用したスペクトラム特性

- 「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討 報告書（全編版）」信越総通局 に記載のスペクトラム特性を以下に示す（赤字は読み取り値）

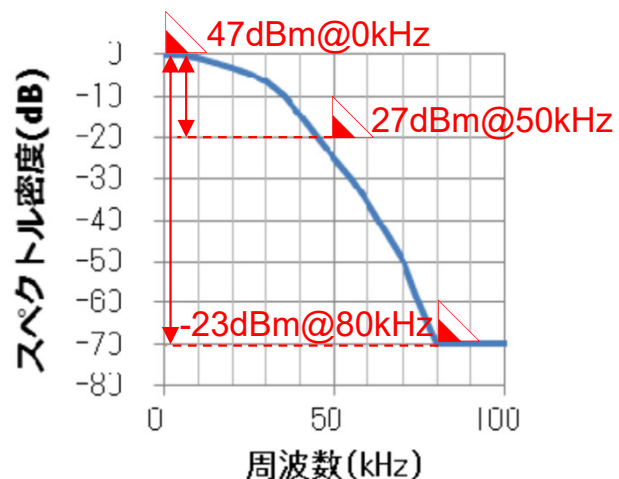


図1 アナログ STL

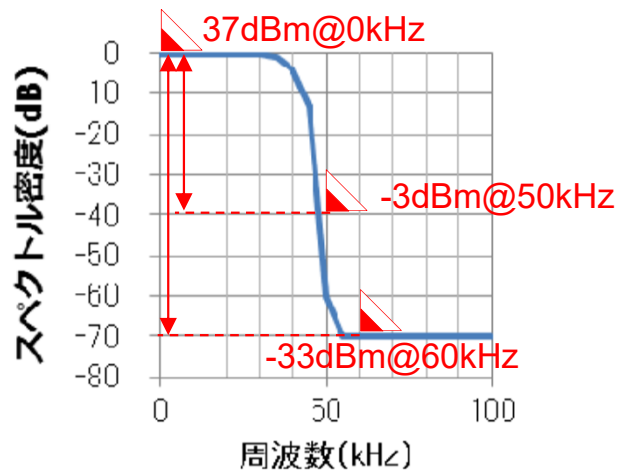


図2 デジタル STL

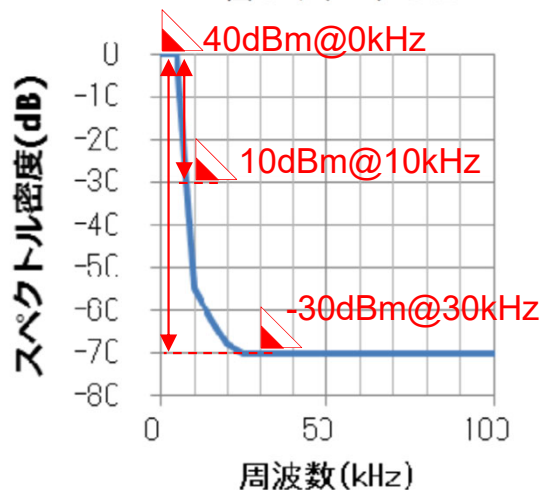


図4 防災行政無線(16QAM)

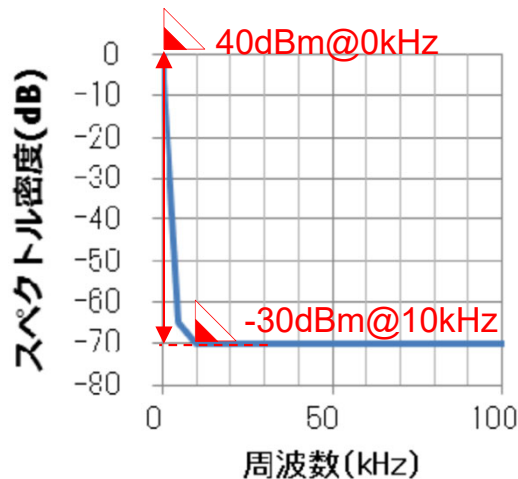


図5 防災行政無線(QPSK)

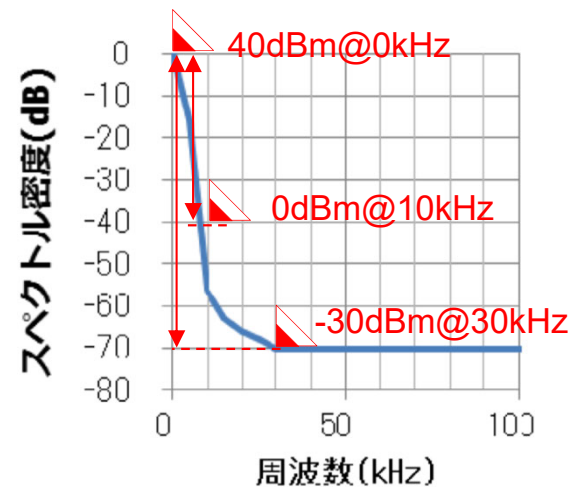


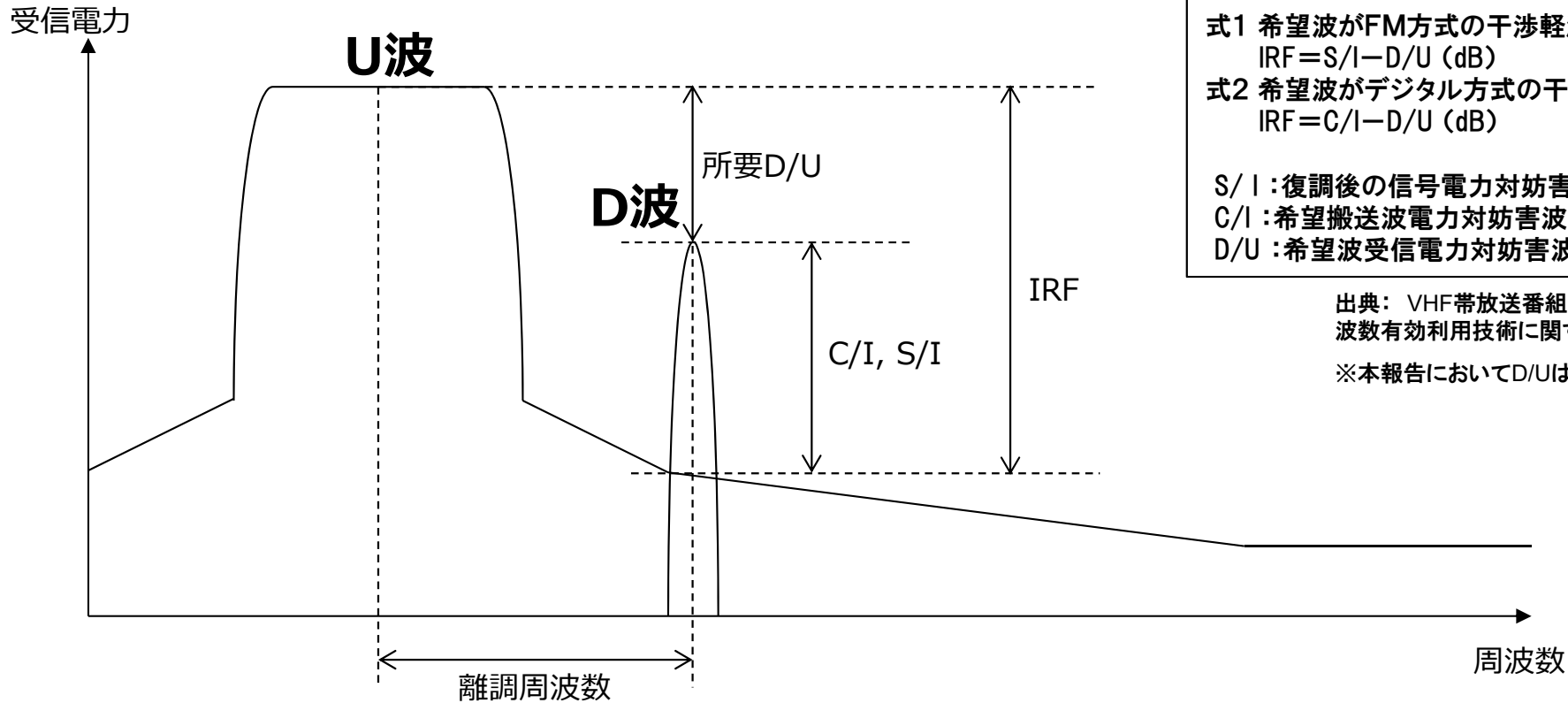
図6 防災行政無線(4値 FSK)

読み取り方法

中心周波数(0kHz, 左端)にて規定の出力 (ex. アナログSTLの場合50W=47dBm) が送出されている場合に、代表的な離調周波数における出力 (dBm) を中心周波数の差分から読み取る。

参考3 所要D/U, IRFについて

- 各種パラメータの関係を図示する。技術的条件を満たす所要D/UおよびIRFを導出する。



干渉軽減係数(IRF)の定義
干渉軽減係数については、次式により求めるものとする。

式1 希望波がFM方式の干渉軽減係数(IRF)

$$IRF = S/I - D/U \text{ (dB)}$$

式2 希望波がデジタル方式の干渉軽減係数(IRF)

$$IRF = C/I - D/U \text{ (dB)}$$

S/I : 復調後の信号電力対妨害波による雑音電力比 (dB)

C/I : 希望搬送波電力対妨害波電力比 (dB)

D/U : 希望波受信電力対妨害波受信電力比 (dB)

出典：VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討 報告書(資料編)

※本報告においてD/Uは所要D/Uと読み替える

参考4 共用計算に用いた条件：アンテナ特性(1/2)

- 検討対象システムは防災行政無線システムの親局及び戸別受信機以外は全て3素子八木アンテナを採用しており、一般的なアンテナ特性からアンテナ方向の角度差が90~180度の際に10dB改善する。

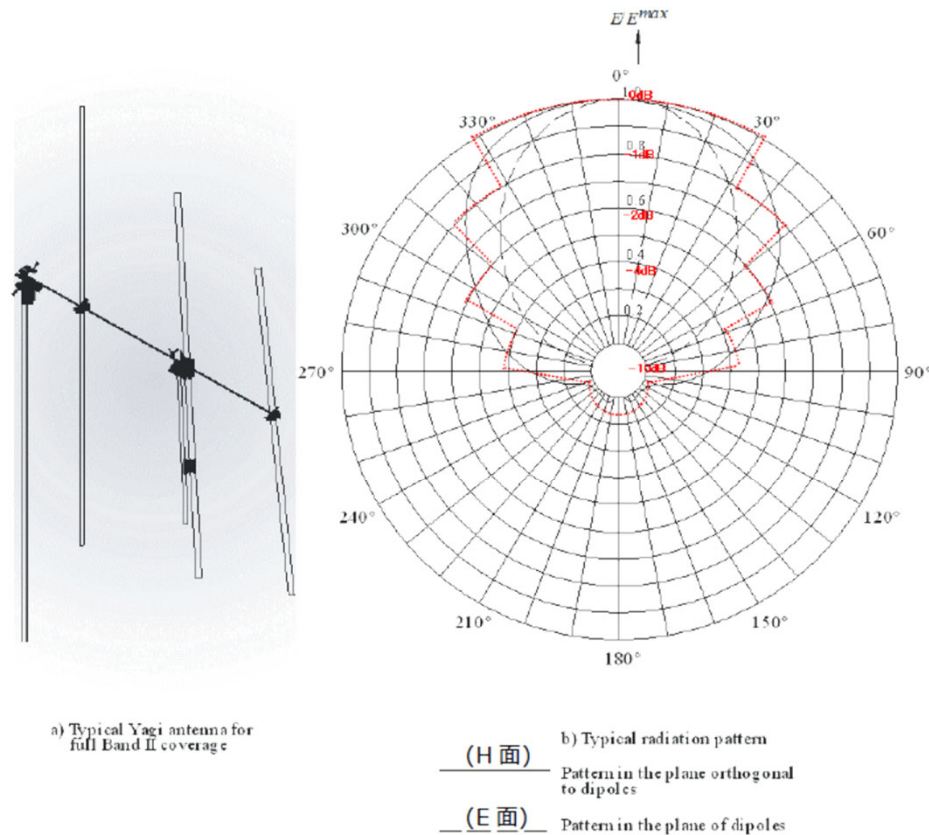


表 6.4-2 3素子八木アンテナの空中線指向特性

空中線の放射角	減衰量(dB)
$0^\circ \leq \theta < 30^\circ$	0
$30^\circ \leq \theta < 45^\circ$	- 1
$45^\circ \leq \theta < 60^\circ$	- 2
$60^\circ \leq \theta < 80^\circ$	- 4
$80^\circ \leq \theta < 180^\circ$	- 10

図 6.4-4 3素子八木アンテナの空中線指向特性※

※ITU-R BS.1195 より抜粋

BS.1195-18

参考4 共用計算に用いた条件：アンテナ特性(2/2)

- 与干渉側と被干渉側でアンテナを異なる偏波面で利用する場合は10dB程度改善する。

■ 交差偏波識別度(XPD)

電波の偏波面(電界と平行な面)には、常に方向が一定な「直線偏波」と、回転しながら進む「円偏波」があります。直線偏波のうち、偏波面が大地に対して垂直なものを「垂直偏波」といい、大地に対して水平な電波を「水平偏波」といいます。また、円偏波は回転方向によって右旋円と左旋円があります。

偏波面はアンテナの構造によって決まり、理論上は垂直偏波の電波を水平偏波のアンテナでは受信できません。また、右旋円の電波を左旋円のアンテナでは受信できません。逆も同じです。

実際のアンテナでは同一偏波での受信に比べて10～20 dB程度の低下(アイソレーション)となります。

この特性を交差偏波識別度(XPD: Cross Polarization Discrimination)といい、偏波面で通信エリアを分離するときには重要な数値です。

なお、円偏波を直線偏波のアンテナで受けた場合、逆に直線偏波を円偏波のアンテナで受けた場合は、それぞれ同一種アンテナで受信したときの1/2(-3 dB)の受信電力となります。XPDが3 dBであるともいえます。

※ RFワールドNo.14「続・はじめての無線機測定」

参考5 サイトエンジニアリングに向けた施策

- VHF帯加入者系デジタル無線システムにおける、サイトエンジニアリングに向けた施策、および期待できる効果について記載する。

項目	内容	期待できる効果
送信出力の抑制	1Wおよび10W出力のモードを用意し、十分な受信レベルが期待できるエリアでは送信出力を抑制。	離調周波数1MHz未満の領域で最大13dB(離調周波数60kHz)の効果。(P. 4)
アンテナの偏波面の変更	共用相手と異なる偏波面を採用することで与干渉量を抑制。	約10dBの効果。(P.24)
アンテナ方向の調整	指向性アンテナの方向を調整することで与干渉量を抑制。	最大約10dBの効果。(P.23)
アッテネータの挿入	十分な受信レベルが期待できるエリアではアッテネータを挿入することで与干渉量を抑制。	離調周波数300kHz以上で効果大。ex.)8dB挿入で離調周波数1320kHzが60kHz相当になりうる(1W時)。(P.4)
狭帯域チャンネルフィルタの挿入	大型のチャンネルフィルタを挿入して帯域外漏洩電力を抑制。	離調周波数が353kHzで30dB程度。(P.26)



参考6 狭帯域チャネルフィルタ検討

- VHF帯加入者系デジタル無線システムのみを通過させる狭帯域バンドパスフィルタを設計した結果、離調周波数がそれぞれ353kHz,420kHz程度で約30dB,40dBの改善が見込める。

