

V-Low帯域の防災利用に関するワーキンググループ アドホックグループ報告（別冊）FM防災情報システ ムの技術的検討概要

令和3年10月21日
V-Low帯域の防災利用に関するWG
アドホックグループ

FM防災情報システムの技術的検討概要

1. FM防災情報システムの伝送品質の検討
2. 回線設計とサービスエリアの検討結果
3. FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

本検討（別冊）は、FM防災情報システムの導入検討を進めるため、現時点で考えられる条件を整理し、机上検討により暫定値として取りまとめたものである。
個々の項目については、実機等による検証や運用を想定したフィールドにおける電波伝搬特性の検証等を行うことが望ましい。

1.1 FM防災情報システムの伝送品質の検討

(1) FM防災情報システムの技術諸元 (案) (占有周波数帯幅、最大周波数偏移、最高変調周波数)

- ・占有周波数帯幅(B) 100kHz/モノラル ($B=2f_m \times 2f_d = 2 \times 40 + 2 \times 10 = 100\text{kHz}$)
- ・最大周波数偏移(f_d) $\pm 40\text{kHz}$ (暫定値)
- ・最高変調周波数(f_m) 10kHz (暫定値)

参考:FM放送 200kHzステレオ
(f_d) $\pm 75\text{kHz}$ 、(f_m) 15kHz

(2) 伝送品質の検討

- ・モノラル音声において、S/N30dBとする。(暫定値) 参考:FM放送S/N55dB
引用①: 電波法関係審査基準 一般則29.7MHzを超え300MHz以下その他..... S/N30dB
引用②: 電波法関係審査基準 29.7MHzを超え300MHz以下放送事業用その他... S/N30dB
引用③: アナログ防災行政無線の回線品質 S/N30dB

(3) FM受信機の受信入力レベルとS/N特性

- ・市販受信機の受信入力レベルとS/N特性は、モノラル受信とステレオ受信で特性が異なり、一般的にモノラル受信は、ステレオ受信に比べ十数dB低い入力レベルでS/N30dBを満足できるとされている。
- ・FM防災情報システムは、モノラル受信、占有周波数帯幅100kHzを想定しているため、市販受信機 (ステレオ受信200kHz) のモノラル100kHz受信動作やS/N30dBの受信入力レベル等について別途確認が必要。

(4) 市販受信機のS/N感度と最小受信入力特性

- ・ARIB TR-B11 「FM放送評価用受信機における設計マニュアル」によると受信機モデルにより特性のバラツキが確認されており、ステレオコンポやカーステレオは特性が良く、ラジカセや携帯型ラジオは、性能が劣ることが記載されている。
- ・平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」答申においても同様な報告がされている。これらのことから、市販受信機の性能について別途確認が必要。

(5) 受信アンテナの利得

- ・ARIB STD-B30 「地上デジタル音声放送用受信装置(望ましい仕様)」によるとVHF帯受信アンテナ利得について、受信形態 (移動受信、固定受信、携帯受信) により、バラツキが確認されており、屋外固定受信アンテナはプラス利得となっているが、その他の受信形態ではマイナス利得になっている。
- ・受信形態によってアンテナ利得が異なることから、受信形態やアンテナ利得を考慮し回線設計を行う必要がある。

1.2 FM防災情報システムの伝送品質の検討

(6) 所要受信機入力の検討 (表1)

項目	記号	単位	理論値	中雑音※	高雑音※	備考
等価受信帯域幅	B	kHz	200	200	200	
雑音指数	NF	dB	9	9	9	
熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	$K=1.38 \times 10^{-23}$, $T=298k$
外部雑音	Prne	dBm	-113.7	※	※	ITU-R P.372-11 Table4 Residential
総合雑音	Prn	dBm	-109.7	-91.9※	-77.7※	(注) 雑音レベルの実態再確認が別途必要
所要S/N	Sn	dB	30	30	30	暫定値
S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	$10\log(3fd^2B/2fm * 0.3^3)$ 30%変調時
所要受信機入力電力	Erp	dBm	-96.1	-78.3	-64.1	$Prn+Sn-I$
所要受信機入力電圧	Erv	dB μ V	18.7	36.5	50.7	(注)市販受信機の特性確認が別途必要

※平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」の雑音測定結果を総合雑音として引用し、中雑音区域については住宅地雑音電界強度23dB μ V/m、高雑音区域については車道走行雑音電界強度37.2dB μ V/mの値で算出した。そのため外部雑音については「\」と記載している。

(7) 所要電界強度の検討 (表2)

区域	FM防災情報システム (仮案) (S/N30dB、受信高1.5m)	(参考)FM放送ステレオ (S/N55dB、受信高4m)	備考 (現行FM規格差)
低雑音区域	21dB μ V/m	48dB μ V/m (0.25~1未満mV/m)	-27dB
中雑音区域	39dB μ V/m	60~70dB μ V/m (1~3未満mV/m)	-21~-31dB
高雑音区域	53dB μ V/m	70~80dB μ V/m (3~10以下mV/m)	-17~-27dB

- ①基幹放送局の開設の根本的基準により、雑音区域毎（低、中、高）に放送区域の電界強度が定められている。
- ②所要受信機入力の検討結果（表1）から、アンテナ実効長補正等を加えた所要電界強度（仮案）を算出@100MHz
- ③ITU-R BS.412-9「Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF」において、モノラル放送の受信電界強度を34dB μ V/m@地上高10mと規定している。VHF帯の高換算10m→1.5mから-12.7dBで計算すると21.3dB μ V/mとなる。

1.3 FM防災情報システムの伝送品質の検討

(8) 電波伝搬特性の検討

FM防災情報システムは、防災行政無線の屋外拡声子局の設備を利用することから、送信高（支柱地上高：12.5m）、受信高（車両受信：地上高1.5m）の条件で、電波伝搬特性について検討した。

電波伝搬式は、球面回折損失を考慮した①ITU-R P.452と②自由空間損失の2つの計算式で検討し、図1のグラフで比較した。合わせて、送信高については低地送信となる7、10、12.5mの高さの違いについても比較計算した。

その結果、送信高7、10、12.5mの場合、低い送信条件で伝搬損失がより大きく、各送信高の違いは数dBとなっている。

一方、ITU-R P.452と自由空間伝搬損失の比較では、伝搬距離1kmで約20dBの差があり、距離が遠くなるにつれ、大地の球面回折損失が増加し、損失差が大きくなる結果となった。

屋外拡声子局については、音達効果を得るため居住密集地に多く配置されているが、電波伝搬の特性から見ると最適なロケーションとなっていないこともあり、実際に導入する際には、最適な電波伝搬となるよう見通しが確保できる送信地点や電波を遮る建造物等の影響を受け難い送信地点を選択するなど環境を考慮しカバーエリアの設計を行うことが重要である。

本検討は、低地送信を行うVHF帯（100MHz）での伝搬モデルからITU-R P.452を用いて検討を進めた。また、建造物の密集度が起因するクラッター損失については、様々な環境毎に電波伝搬特性と合わせて別途検証が必要である。

(参考) クラッター損失例:100MHz帯における建物占有面積率5%の時の伝搬損失8dB

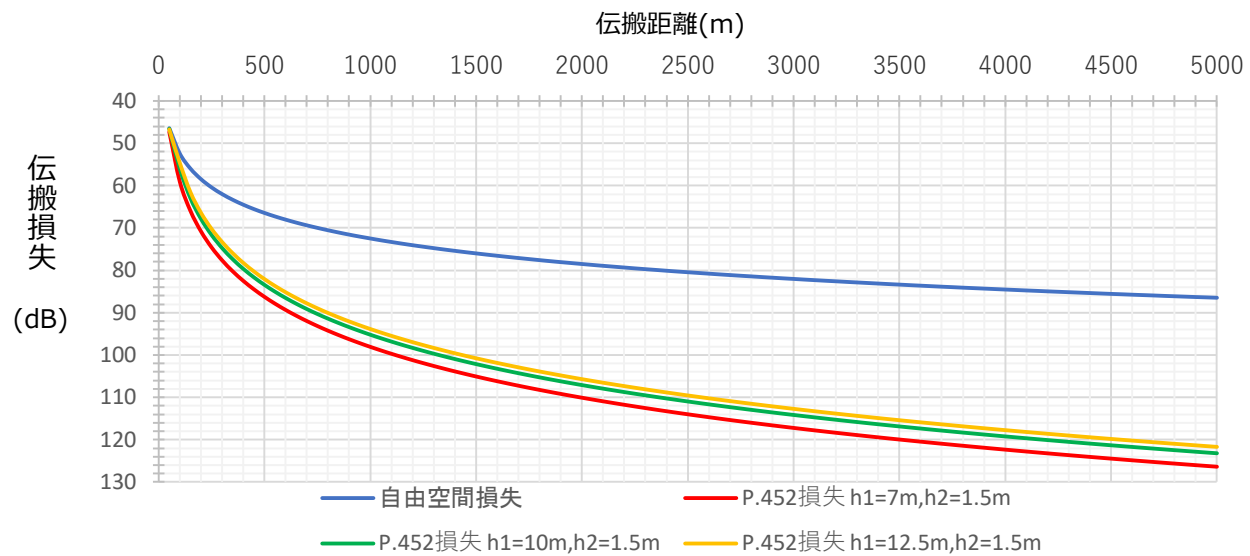


図1. ITU-R P.452及び自由空間伝搬損失特性

2.1 回線設計とサービスエリアの検討結果（概要）

(1) 回線設計

FM防災情報システムの送信条件を低雑音、中雑音、高雑音区域に区分し、電波伝搬特性（ITU-R P.452及び自由空間伝搬）、伝搬距離、必要な空中線電力を求める回線設計を行った。

空中線電力や空中線利得については、値が大きい程伝搬距離が長くなりサービスエリアを広く確保することができるが、屋外拡声子局に影響を与えることなく併設することを考慮し、現実的に整備できる条件で検討した。

表3に結果概要、表5～表7に詳細回線設計とサービスエリアの伝搬距離（例）を示す。

【計算条件】

- ① 空中線電力は、ラジオギャップフィルターと同程度の規模を想定し、1～500mWまでとした。
これ以上の大きな電力とする場合は、併設する屋外拡声子局への影響や、他の市区町村への与干渉条件などを整理したうえで、必要に応じて検討することとした。
- ② 送信空中線については、物理的に比較的小さく取付けられる、ダイポールアンテナ、水平無指向ターンスタイルアンテナ、指向性3素子八木アンテナで検討した。
- ③ 受信空中線については、複数のモデルが想定されるが、今回はカーラジオ移動受信を想定し、マルチメディア放送の回線設計モデルと同様に-3dBd(-0.9dBi)の空中線とした。合わせて、受信給電線損失を0.5dBとした。
- ④ 都市部等における建造物遮蔽の影響を考慮し、クラッター損失(8dB@100MHz)を加味した条件でも検討を行った。

【検討結果概要】（表3）

	送信条件	ダイポール送信時の必要送信電力 (P.452 電力mW/自由空間 電力mW)					3素子八木送信時の必要送信電力 (P.452 電力mW)				備考
	距離(m)	400	600	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	
低雑音区域	1/-	-		1/-	10/1	20/1	-	-	1	5	
中雑音区域	5/-	-		20/1	250/1	-/10	-	10	100	-	
高雑音区域	50	250		500/10	-/50	-/100	10	250	-	-	

※送信高12.5m、受信高1.5mのモデル

2.2 回線設計とサービスエリアの検討 (例) (低雑音区域/ITU-R P.452)

(表 4)

【空中線高の条件】
 ・送信空中線高 12.5m
 ・受信空中線高 1.5m

項目	記号	単位	ダイポール0dBd				ターンスタイル-3dBd				3素子八木5.5dBd		
			400	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
距離		m	400	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	1.0	1.0	10.0	20.0	1.0	1.0	20.0	50.0	1.0	5.0	
			dBm	0.0	0.0	10.0	13.0	0.0	0.0	13.0	17.0	0.0	7.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	空中線利得	Gat	dB	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	0.9	0.9	10.9	13.9	-2.2	-2.2	10.8	14.8	6.4	13.4
受信系の特性	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	空中線利得	Gar	dB	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	
	外部雑音	Prne	dBm	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	
	雑音合計	Prn	dBm	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	
	雑音電圧	Prn	dB μ V	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	
	所要受信機入力電力	Er	dBm	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	
所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7		
所要電界強度		dB μ V/m	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8		
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	90.1	100.8	105.7	78.3	90.1	100.8	105.7	100.8	105.7
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	伝搬損失合計	TI	dB	78.3	90.1	100.8	105.7	78.3	90.1	100.8	105.7	100.8	105.7
判定評価	受信入力電力		dBm	-78.7	-90.5	-91.2	-93.1	-81.9	-93.7	-91.4	-92.3	-95.7	-93.6
	受信入力電圧		dB μ V	36.1	24.3	23.6	21.7	32.9	21.1	23.4	22.5	19.1	21.2
	回線マージン		dB	17.3	5.5	4.8	2.9	14.2	2.4	4.7	3.8	0.3	2.4
	受信電界強度		dB μ V/m	38.1	26.3	25.6	23.7	35.0	23.2	25.5	24.6	21.1	23.2

2.3 回線設計とサービスエリアの検討 (例) (中雑音区域/ITU-R P.452)

(表5)

項目		記号	単位	ダイポール0dBd				ターンスタイル-3dBd				3素子八木5.5dBd	
距離			m	400	800	1,500	800	400	800	1,500	800	800	1,500
周波数			MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	mW	5.0	20.0	250.0	200.0	5.0	50.0	500.0	250.0	10.0	100.0
			dBm	7.0	13.0	24.0	23.0	7.0	17.0	27.0	24.0	10.0	20.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	7.9	13.9	24.9	23.9	4.8	14.8	24.8	21.8	16.4	26.4
受信系の特性	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8
	外部雑音	Prne	dBm	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
	雑音合計	Prn	dBm	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9
	雑音電圧	Prn	dB μ V	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
	所要受信機入力電力 Prn+Sn-I	Er	dBm	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3
所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	
所要電界強度		dB μ V/m	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	90.1	100.8	90.1	78.3	90.1	100.8	90.1	90.1	100.8
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
	伝搬損失合計	TI	dB	78.3	90.1	100.8	98.1	78.3	90.1	100.8	98.1	90.1	100.8
判定評価	受信入力電力		dBm	-71.7	-77.5	-77.3	-75.5	-74.9	-76.7	-77.4	-77.7	-75.0	-75.7
	受信入力電圧		dB μ V	43.1	37.3	37.5	39.3	39.9	38.1	37.4	37.1	39.8	39.1
	回線マージン		dB	6.6	0.8	1.1	2.8	3.4	1.6	0.9	0.6	3.3	2.6
	受信電界強度		dB μ V/m	45.1	39.3	39.6	41.3	42.0	40.2	39.5	39.2	41.8	41.1

・送信空中線高 12.5m
・受信空中線高 1.5m

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」:住宅地雑音電界強度実測値23dB μ V/m (-91.9dBm) を中雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

2.4 回線設計とサービスエリアの検討 (例) (高雑音区域/ITU-R P.452)

(表6)

・送信空中線高
12.5m
・受信空中線高
1.5m

項目		記号	ダイポール0dBd					ターンスタイル-3dBd			3素子八木5.5dBd			
距離		m	400	600	800	400	500	400	600	400	400	800	400	
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	50.0	250.0	500.0	250.0	500.0	100.0	500.0	500.0	10.0	250.0	50.0	
			dBm	17.0	24.0	27.0	24.0	27.0	20.0	27.0	27.0	10.0	24.0	17.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	17.9	24.9	27.9	24.9	27.9	17.8	24.8	24.8	16.4	30.4	23.4
	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
受信系の特性	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	
	外部雑音	Prne	dBm	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
	雑音合計	Prn	dBm	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	
	雑音電圧	Prn	dB μ V	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	
	所要受信機入力電力	Er	dBm	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	
	所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	
	所要電界強度	Er	dB μ V/m	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	85.2	90.1	78.3	82.1	78.3	85.2	78.3	90.1	78.3	
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0	8.0	
	伝搬損失合計	Tl	dB	78.3	85.2	90.1	86.3	90.1	78.3	85.2	86.3	78.3	86.3	
判定評価	受信入力電力		dBm	-61.7	-61.7	-63.5	-62.8	-63.5	-61.9	-61.8	-62.9	-63.2	-61.1	-64.2
	受信入力電圧		dB μ V	53.1	53.1	51.3	52.0	51.3	52.9	53.0	51.9	51.6	53.7	50.6
	回線マージン		dB	2.4	2.5	0.6	1.4	0.6	2.2	2.3	1.2	0.9	3.1	-0.1
	受信電界強度		dB μ V/m	55.1	55.2	53.3	54.1	53.3	55.0	55.1	54.0	53.6	55.8	52.6

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」: 車道走行雑音電界強度37.2dB μ V/m (-77.7dBm) を高雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

2.5 回線設計とサービスエリアの検討 (例) (低・中・高雑音区域/自由空間)

(表7)

項目		記号	単位	低雑音ダイポール0dBd			中雑音ダイポール0dBd			高雑音ダイポール0dBd				
距離			m	800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	1,500	2,000
周波数			MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	mW	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.0	10.0	50.0	100.0	200.0	250.0
			dBm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	17.0	20.0	23.0	24.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	空中線角度損失	$\Delta \theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	10.9	10.9	17.9	20.9	23.9	24.9
受信系の特性	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
	空中線角度損失	$\Delta \theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8
	外部雑音	Prne	dBm	-113.7	-113.7	-113.7	※	※	※	※	※	※	※	※
	雑音合計	Prn	dBm	-109.7	-109.7	-109.7	-91.9	-91.9	-91.9	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7
	雑音電圧	Prn	dB μ V	5.1	5.1	5.1	22.9	22.9	22.9	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
所要受信機入力電力 Prn+Sn-I	Er	dBm	-96.1	-96.1	-96.1	-78.3	-78.3	-78.3	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	
所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	18.7	18.7	18.7	36.5	36.5	36.5	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	
所要電界強度		dB μ V	20.8	20.8	20.8	38.5	38.5	38.5	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	
伝搬特性	伝搬損失		dB	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	76.0	78.5
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	クラッタ損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	
	伝搬損失合計	TI	dB	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	84.0	86.5
判定評価	受信入力電力		dBm	-70.9	-76.4	-78.9	-70.9	-76.4	-68.9	-60.9	-59.4	-58.9	-61.4	-63.0
	受信入力電圧		dB μ V	43.9	38.4	35.9	43.9	38.4	45.9	53.9	55.4	55.9	53.4	51.8
	回線マージン		dB	25.1	19.6	17.1	7.4	1.9	9.4	3.2	4.7	5.2	2.7	1.2
	受信電界強度		dB μ V/m	45.9	40.4	37.9	45.9	40.4	47.9	55.9	57.4	57.9	55.4	53.9

自由空間伝搬損失のため距離減衰のみとし高さ条件は含まず

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」:住宅地雑音電界強度実測値23dB μ V/m (-91.9dBm) を中雑音区域に、車道走行雑音電界強度37.2dB μ V/m (-77.7dBm) を高雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

3.1 FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

(1) 所要D/Uの検討

所要D/Uについては、受信評価3以上となる希望波と妨害波との信号比を決めることになるが、今回のFM防災情報システムは市販FM受信機の受信帯域200kHz（IF帯域は200～300kHz程度）に、最大周波数偏移40kHz、占有周波数帯幅100kHz、モノラル信号で受信する条件から、所要D/Uの策定にあたっては、市販FM受信機による基本性能及び同一、隣接チャンネルの干渉特性を室内試験等により別途確認し導出する必要があるが、今回は、FM防災情報システムの導入検討を進めるため机上検討により暫定案を表8に算出した。

【非同期方式暫定案】（表8）

周波数差	所要D/U	FM放送	コメント
0kHz	10dB	36dB	・電波法関係審査基準の同一周波数の場合の混信保護比D/U10dB以上 （参考）S/N(30dB) -干渉雑音(3dB) -I(16.4dB)=10.6dBを求め、モノラル放送方式や実効選択度の性能に優れているカーラジオ受信が主であることを考慮し ≒10dBとした。
100kHz	6dB	33dB	・受信帯域200kHz内に重なる領域は、50kHzの1/4の干渉関係から6dBとした。
200kHz	-10dB	7dB	・GB100kHzとなることから、FM放送300kHz相当の-10dBとした。
300kHz	-25dB	-10dB	・GB200kHzとなることから、FM放送400kHz相当の-25dBとした。
400kHz	-25dB	-25dB	・GB200kHz以上となることから、FM放送400kHzの-25dBとした。

※ 運用条件の追記（案）

- ①同一自治体（同一免許人）内の自システム間の所要D/Uについては、自局内（同一免許人）で干渉改善の調整が可能であることや受信エリアの受信実態が運用上大きな問題が無い場合に限り、所要D/Uを最大6dBまで緩和して運用すること可能とする。
（例えば）エリア内で受信者がいない場所など。
- ②FM防災情報システム間で行う、同期放送については、所要D/Uは該当しない。

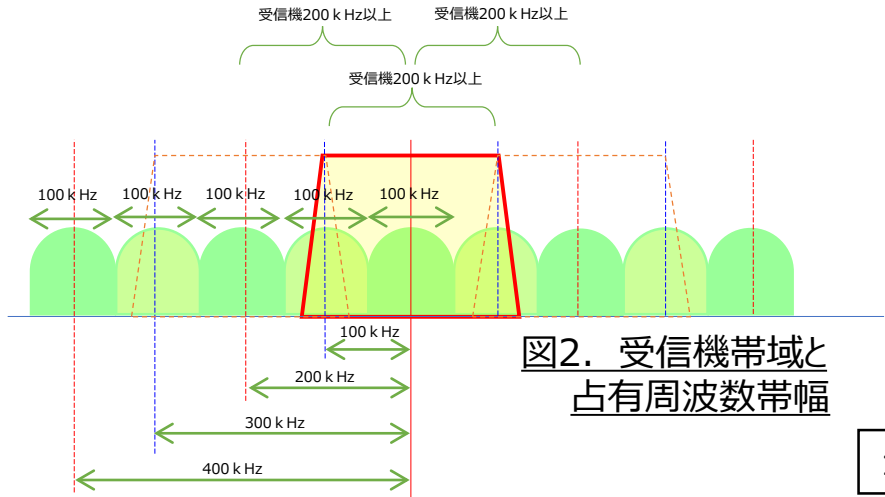


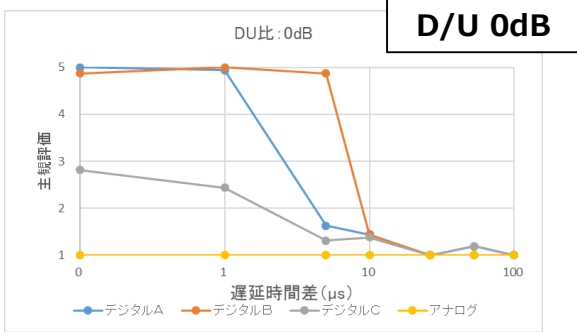
図2. 受信機帯域と占有周波数帯幅

3.2 FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

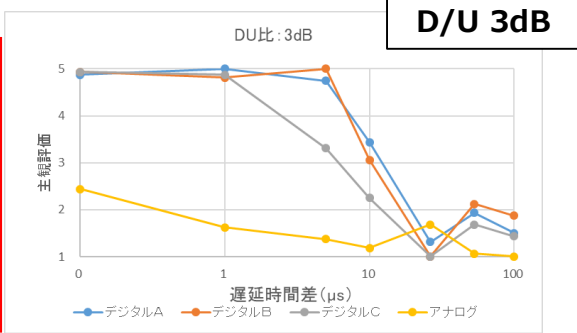
(2) FM同期放送変調器の違いによる評価 (ステレオ放送の例)

同期システム	周波数偏差/安定度	備考
デジタル変調器 A ※1	0.0Hz	GPS制御
デジタル変調器 B ※1	0.0Hz	GPS制御
デジタル変調器 C ※1	2Hz以下	GPS制御
アナログ変調器 ※2	±1ppm(実測87Hz)	制御なし

遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	5.0	4.9	2.8	1.0
1	4.9	5.0	2.4	1.0
5	1.6	4.9	1.3	1.0
10	1.4	1.4	1.4	1.0
26.3	1.0	1.0	1.0	1.0
53	1.2	1.0	1.2	1.0
100	1.0	1.0	1.0	1.0

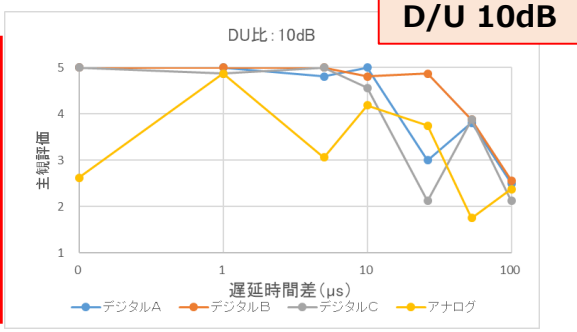


遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	4.9	4.9	4.9	2.4
1	5.0	4.8	4.9	1.6
5	4.8	5.0	3.3	1.4
10	3.4	3.1	2.3	1.2
26.3	1.3	1.0	1.0	1.7
53	1.9	2.1	1.7	1.1
100	1.5	1.9	1.4	1.0



【コメント】
 ・試験結果から、ステレオ信号非同期方式はD/U10dB以上あれば、評価3程度を確保。モノラル方式ではさらに評価改善が期待できる。
 ・GPS独立同期方式を採用することで、受信評価は各段に改善される。

遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	5.0	5.0	5.0	2.6
1	5.0	5.0	4.9	4.9
5	4.8	5.0	5.0	3.1
10	5.0	4.8	4.6	4.2
26.3	3.0	4.9	2.1	3.8
53	3.8	3.9	3.9	1.8
100	2.5	2.6	2.1	2.4



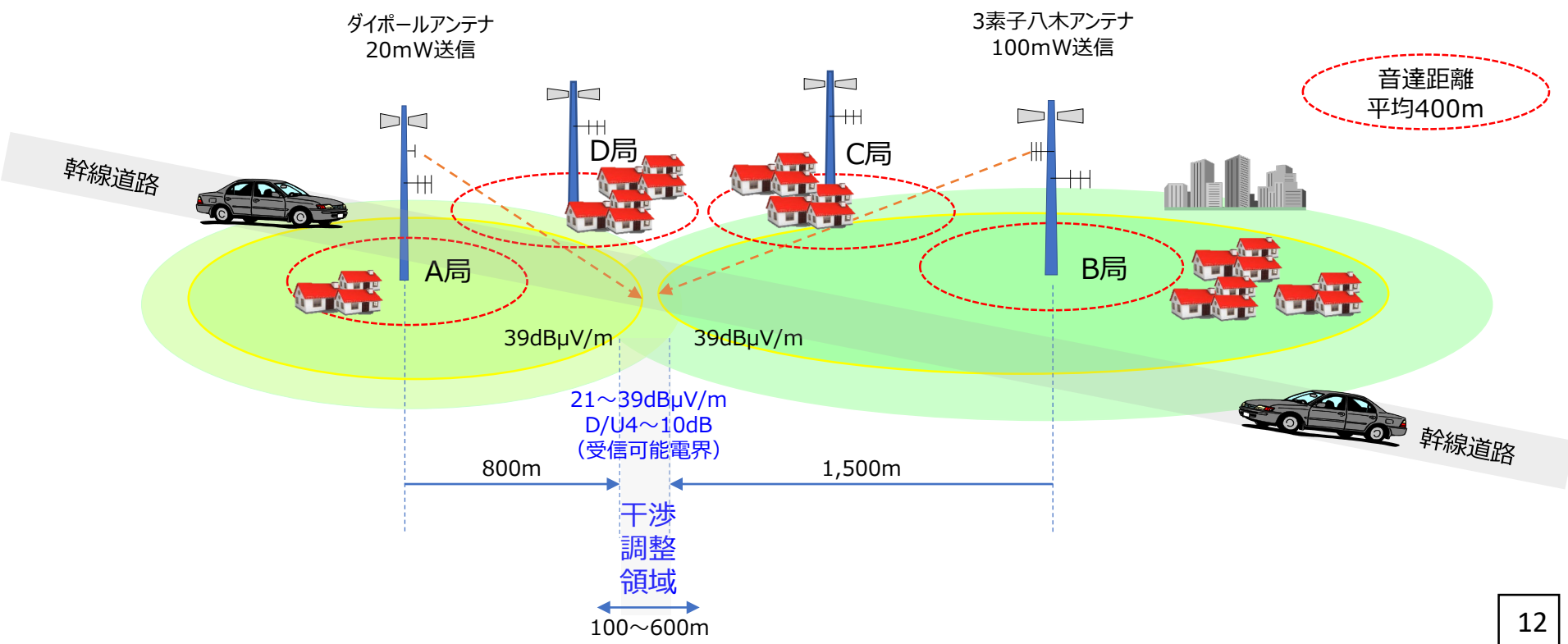
(出典) 平成30年度 総務省技術試験事務『F M同期放送の導入に関する技術的条件の調査検討』報告書(NHKアイテック)より

 : 非同期方式

3.3 FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

(3) エリア検討のイメージ (中雑音区域、非同期方式例)

- A～D局については、屋外拡声子局から平均音達距離400mで防災行政無線の同報サービスを実施。
- A局とB局について、FM防災情報システムを同一周波数で送信。
- C局とD局については、FM防災情報システムを送信しない周辺屋外拡声子局。
- FM防災情報システムを受信する範囲が、中雑音区域の場合電界強度39dB μ V/m (仮案) の放送エリアを設計。
- 電界強度39dB μ V/m未滿の範囲でも環境雑音が低ければ21dB μ V/m (仮案) までの範囲は受信可能。
- この場合、他局からの電波とのD/Uが4～10dB (仮案) 以上確保できれば受信可能。
- 干渉調整領域については、送信偏波面、送信諸元 (空中線電力や送信空中線形式等)、同期方式の採用等の工夫で調整。



【参考】 FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

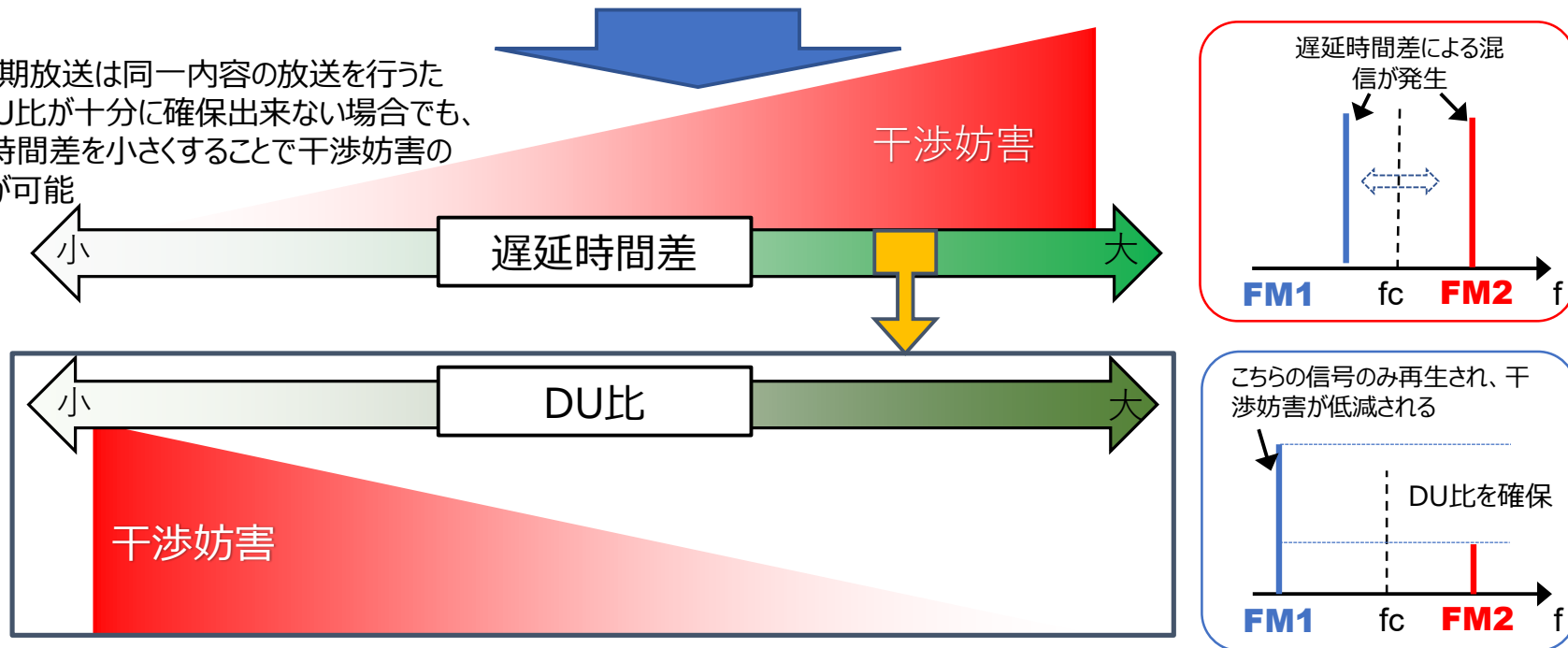
同一周波数を使用するFM同期放送

(出典)情報通信審議会放送システム委員会
FM同期放送作業班報告より

DU比と遅延時間差

FM同期放送では、受信点で遅延時間差が生じて、2局の受信レベルの差（DU比：2局のうち、小さい方の電力を妨害波とみなす。）が一定以上あれば、干渉妨害は生じない。
また、FM同期放送は同一内容の放送を行うため、DU比が十分に確保できない場合でも、遅延時間差を小さくすることで、干渉妨害の軽減が可能となる。

FM同期放送は同一内容の放送を行うため、DU比が十分に確保出来ない場合でも、遅延時間差を小さくすることで干渉妨害の軽減が可能



【参考】 FM防災情報システムの所要D/Uとサービス品質の検討

同期放送の音質評価（同期評価テーブル）

(出典)情報通信審議会放送システム委員会
FM同期放送作業班報告より

FM同期放送に必要な技術的条件（搬送周波数差2Hzかつ最大周波数偏移差1kHz）及び目標となる技術的条件（搬送周波数差0.2Hzかつ最大周波数偏移差1Hz）のそれぞれについて、遅延時間差と混信保護比の条件を整理し、同期評価テーブルとして取りまとめた。→**令和元年情報通信審議会答申**

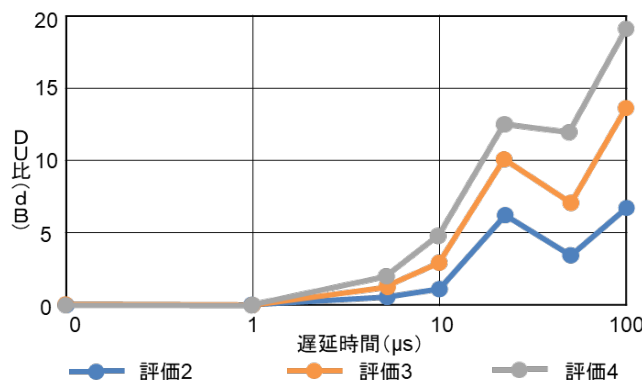
目標 周波数差0.2Hz
最大周波数偏移量差1Hz

基準 周波数差2Hz
最大周波数偏移量差1kHz

【同期放送の3つの要点】

- ① D/Uと遅延時間の最適管理
- ② 搬送波周波数の差を最小管理
- ③ 最大周波数偏移差を最小管理

遅延時間差 (μsec)	混信保護比 (dB)		
	主観評価2	主観評価3	主観評価4
0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0
5	0.4	1.3	2.3
10	1.1	2.8	4.8
26.3	6.3	10.0	12.8
53	3.4	7.1	12.0
100	7.0	13.1	19.4



遅延時間差 (μsec)	混信保護比 (dB)		
	主観評価2	主観評価3	主観評価4
0	0.0	0.3	1.7
1	0.0	0.7	1.9
5	1.1	2.6	4.4
10	2.0	4.6	7.6
26.3	9.5	11.8	13.8
53	5.0	7.6	10.7
100	8.3	13.5	20

