

VHF-LOW帯に適用可能な
携帯端末向けマルチメディア放送の
置局条件
中間報告

目 次

1	検討周波数帯	2
2	チャンネルプランを検討する上で標準とする伝送パラメータと受信条件	2
2.1	標準とする受信条件および伝送パラメータについて	3
2.2	所要電界強度および混信保護比に適用すべき条件	7
3	標準とする偏波面	9
3.1	既存FM放送への影響	9
3.2	既存のVHF帯航空無線航行業務への影響	10
3.3	携帯端末向けマルチメディア放送への影響	10
4	放送区域の定義	11
5	混信保護比	19
5.1	携帯端末向けマルチメディア放送同士の混信保護比	23
5.2	携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比	24
5.3	FM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への混信保護比	26
5.4	携帯端末向けマルチメディア放送からVHF帯航空無線航行業務への混信保護比	27
5.5	VHF帯航空無線航行業務から携帯端末向けマルチメディア放送への混信保護比	27
5.6	VHFの異常伝搬(スポラディックE層による外国波混信等)について	27
5.7	デジタル新型コミュニティ放送への適用について	28
6	携帯端末向けマルチメディア放送用受信機として留意すべき事項	28
6.1	IF周波数について	29
6.2	相互変調歪の検討	29

1 検討周波数帯

検討周波数帯は、VHF帯放送用周波数帯(90MHz~108MHz)とする。

2 チャンネルプランを検討する上で標準とする伝送パラメータと受信条件

チャンネルプランを検討する上で標準とする伝送パラメータおよび受信条件については、表2-1および2-2に示す3通りとする。また、各ケースにおける各種マージンの設定にあたって基準とすべき正受信率については、表2-3に示すとおりとする。

なお、参考として各受信形態に関し、QPSK、畳み込み符号1/2および、QPSK、畳み込み符号2/3における回線設計を示す。

表2-1 チャンネルプランを検討する上で標準とする受信条件

	受信形態	受信条件	受信アンテナ	アンテナゲイン (相対利得)	アンテナ高
ケース1	移動受信	自動車	1/4λ ^(注1)	-3dB	1.5m
ケース2	携帯受信	屋内/屋外	1/4λ ^(注1)	-15dB ^(注2)	
ケース3	固定受信	屋外固定アンテナ	1/4λ ^(注1)	-3dB	4m

注1: 混信等を検討する際に必要となるFM放送用受信アンテナは、平成10年電通技審答申「FM放送局の置局に関する技術的条件」(諮問第92号)に規定されているとおりとする。

注2: ARIB標準規格STD-B30「地上デジタル音声放送用受信装置」に記載されているVHF受信アンテナの種類と利得のうち、イヤホンアンテナの利得範囲の平均値とした。

表2-2 チャンネルプランを検討する上で標準とする伝送パラメータ

	セグメント 形式	モード	ガード インターバル比	変調方式	畳み込み符号
ケース1	1または3	1、2 または3	1/4、1/8、	QPSK	1/2
ケース2			1/16または	QPSK	2/3
ケース3			1/32	16QAM	1/2

表2-3 各種マージンの設定にあたって基準とすべき正受信率

	瞬時変動 (フェージングマージン)	短区間中央値変動 (場所率マージン)	時間率マージン
ケース1	99%正受信率	95%正受信率	50%正受信率
ケース2	なし	70%正受信率	50%正受信率
ケース3	なし	50%正受信率	99%正受信率

2.1 標準とする受信条件および伝送パラメータについて

携帯端末向けマルチメディア放送(ISDB-Tsb方式)は、自動車における移動受信のほか、携帯端末での受信、さらに地上デジタルテレビジョン放送と方式が共通であることから地上デジタルテレビジョン放送用受信機等による据え置き受信が想定されている。

このため、本方式提案では表2-1、2-2、2-3に示す3つの受信形態を基準として、置局条件を検討した。

(1) ケース1

携帯端末向けマルチメディア放送(ISDB-Tsb)の受信形態として、移動受信は主たる受信形態の1つである。その際の受信条件は、自動車での受信が想定される。

現状のアンテナは、ルーフトップにおけるホイップアンテナから、ガラスアンテナなど各種アンテナが使用されている。これらアンテナの中には、表2-1に示す-3dBを達成できていないものもある。しかし、現在においても一部ではダイバーシティアンテナを採用するなど、技術的改善も可能と判断し、本方式提案では使用する受信アンテナについては、 $1/4\lambda$ の無指向性アンテナを採用して、アンテナゲインは-3dBを基準とし、置局条件を検討した。

また、受信高については、自動車での受信を考慮し、1.5mとした。

なお、混信等を考慮する際に必要となるFM放送用受信アンテナは、平成10年電通技審答申「FM放送局の置局に関する技術的条件」(諮問第92号)に規定されている受信機一体型空中線(相対利得0dB:無指向性)を用いることとする。

伝送パラメータについては、放送方式において規定されているパラメータのうちもっとも移動受信に適したパラメータ、言い換えれば最も強いパラメータであるQPSK、畳み込み符号の符号化率 $1/2$ を想定することが考えられる。

しかし、所要電界強度や、特に混信保護比などを、最も耐性の強いパラメータのみで規定することにより、結果としてパラメータ選択の自由度を阻害する場合も想定される。事実、多種多様なマルチメディアサービスを実施する場合、伝送できる情報量の関係から上記パラメータ以外の使用も考えられ、事業的な自由度として残すべきである。

そこで、本方式提案では、使用するパラメータとしてもっとも所要CN比が大きくなる16QAM、符号化率 $1/2$ を基準として、置局条件を検討することとした。

なお、実際の運用パラメータにおいては、サービスエリアを確保する観点から、QPSK、符号化率 $1/2$ 、または $2/3$ を用いることも想定されることから、この場合の所要電界強度についてもあわせて検討を行った。

セグメント形式については、基本的に帯域換算により値を求めることとするが、混信保護比

の検討において、帯域幅の違いにより影響が異なる場合には、合わせて検討を行うこととした。また、モードおよびガードインターバルについては、回線設計や混信保護比に対して原理的に影響がないと考え、特に標準とするパラメータを定めなかったこととした。

なお、実際の置局において、SFN(同一周波数ネットワーク)を構成する場合などでは、局間距離などを考慮し、適切なモード、ガードインターバルの設定が必要である。

SFN適用にあたってのモードとガードインターバルに関する各種条件については、平成11年5月24日の地上テレビジョン放送等置局技術委員会一部答申の審議状況報告に記載されているとおりとする。

複数のセグメントをガードバンドなしに送信する、いわゆる連結送信については、お互いに直交関係にあるため隣接混信が生じないこと、また受信するセグメント帯域幅が1または3セグメントに限られ所要電界に差がないことから、今回の検討による所要電界および混信保護比の規定を用いる限り、その使用に問題はない。

移動受信時は、図2-1に示す通り、3種類の電界変動が知られている。

このうち瞬時変動および短区間中央値変動は移動受信時の受信率に直接かかわるものと考え、十分な正受信率が得られることを基本とした。それに対して、長距離の伝播により生じる電界低下(いわゆるフェージング)は、特にエリアのフリンジにおいて影響があると考えられるが、前述のマージンにより補完できる可能性もあることから、50%とした。

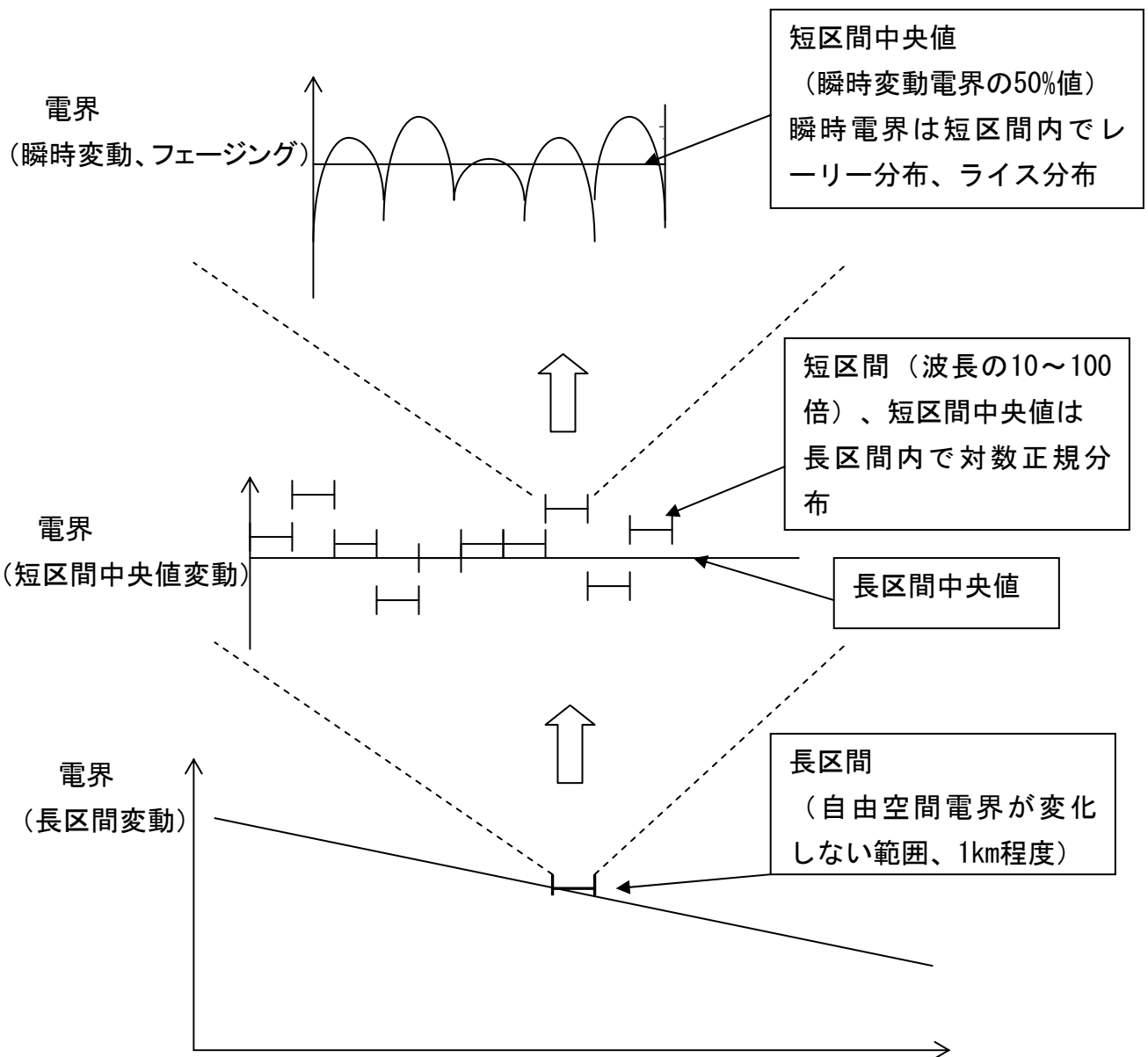


図2-1 移動受信時の電界変動

(2) ケース2

携帯受信は、現在のアナログラジオ放送においても、また災害時の情報確保の観点から重要な受信形態であると考えられる。

現在の小型携帯ラジオにおいては、イヤホンアンテナが用いられている。本方式提案が検討対象とする携帯端末向けマルチメディア放送は、FM放送が使用している周波数帯(76MHz~90MHz)と近い周波数帯(90MHz~108MHz)が使用されるため、今後技術的改善は期待できるものの、受信形態が大きく変わることは現時点において考えられにくい。そこで、置局にあたっての標準アンテナの性能として、イヤホンアンテナを基準とすることとした。なお、今後の技術的改善等により、同性能を有した内蔵アンテナの使用も考えられる。

イヤホンアンテナのアンテナゲインについては、人体の接触の程度など状況に応じて大きく変化するが、イヤホンアンテナ単体でのゲインを想定して-15dBとした。

通常の携帯受信に関しては、移動受信時に生じるレイリーフェージングによる瞬時電界変動を想定する必要はないが、屋内での受信など厳しい受信環境も考える必要がある。ただ、屋内では据え置き型受信やギャップフィルア等の装置を設置すること等、別手法により受信可能とすることができることから、屋外における携帯受信の置局条件の検討を行った。

なお、伝送パラメータについては、移動受信と同様16QAM、符号化率1/2を基準として置局条件を検討した。

正受信率に関しては、自動車での移動受信に比べて、アンテナの位置など若干の微調が可能と考える。そのため、場所率マージンは70%の正受信率を確保することとした。

なお、屋内での携帯受信についても考慮する場合、屋内での正受信率の考え方についても、屋外と同様の値を適用することとする。ただし、屋内での携帯受信に関する回線設計においては、壁の通過損を見込む必要がある。壁の通過損は、ITU-Rレポート(ITU-R Special Publication "Terrestrial and Satellite Digital Sound Broadcasting", 1995)によれば、VHFで平均8dB、標準偏差4dBとされている。そこで、屋内で70%の正受信率を確保するためには、

$$8\text{dB} + 0.53\sigma = 10.1\text{dB}$$

のマージンを追加することが必要である。

(3) ケース3

本方式提案は、ISDB-Tsb方式を使用することから、地上デジタルテレビジョン放送方式と共通のセグメント構成を用いるなどの理由により、地上デジタルテレビ受信機と共用される

可能性がある。また、現在の据え置き型アナログラジオ放送受信機(サラウンドシステムに搭載されているものも含む)に携帯端末向けマルチメディア放送受信機能が搭載される可能性もある。そのため、携帯端末向けマルチメディア放送を固定受信することも想定することとした。

固定受信では、通常屋外に八木アンテナを設置することを基本としているが、携帯端末向けマルチメディア放送で使用される周波数はVHF帯であることから、地上デジタルテレビジョン放送のUHF帯とアンテナ共用が困難である。そこで本置局条件の検討にあたっては、 $1/4\lambda$ (アンテナゲイン-3dB)のアンテナを屋外に別途設置することを基準とした。

固定受信においては、移動・携帯受信に比べ、表2-3に示すとおり多くのマージンが不要となるため、伝送容量が大きく取れる64QAM、畳み込み符号7/8等のパラメータを想定することも可能である。ただ、本放送に使用されるVHF帯放送用周波数帯(90MHz~108MHz)は18MHz帯であり、この帯域を全国の複数ブロックに割り当てるため、1つのブロックで移動・携帯向けセグメントと、固定向けセグメントを別々に割り当てることは困難であると想定される。そこで、本方式提案では、固定受信においても移動受信と同様16QAM、符号化率1/2を基準として置局条件を検討することとした。

また、想定するマージンについては、地上デジタルテレビジョン放送の固定受信に合わせ、場所率50%、時間率99%とした。

2.2 所要電界強度および混信保護比に適用すべき条件

2.1に示したとおり、標準とする受信条件等については、3つのケースを想定している。

回線設計および混信保護比の検討にあたっては、16QAM、符号化率1/2を基準として、3つのケースについてそれぞれ検討を行い、最も厳しい値を採用することとする。

これにより、今回検討を行う置局条件を用いる限りにおいて、表2-2に示したQPSK、符号化率1/2など、16QAM、符号化率1/2以上の受信特性をもつ伝送パラメータにより放送されれば、表2-3に示す正受信率以上で受信可能となる。

なお、回線設計に必要となる都市雑音については、高雑音地域に相当するITU-R Rec P. 372-8におけるType A (Business area)を想定する。

VHFの回線設計を行う場合には、都市規模別に都市雑音を想定することが行われている。しかし、自動車での移動受信を想定すると、自ら発生する雑音等の影響があり、郊外においても高雑音条件にて受信していることが考えられる。

固定受信においては、より低い雑音条件での受信も想定されるが、先に示したとおり、回線設計においては最も厳しくなる値を用いることを基本としているため、今回の検討においては、高雑音地域のみを想定することとした。

3 標準とする偏波面

隣接チャンネル混信対象となる既存のFM放送、VHF帯航空無線航行業務に対し、最もマージンの少なくなるよう対象局所、対象システムの偏波面と交叉した偏波面を使用することが望ましい。

ただ、FM放送は移動受信、携帯受信で多く利用されていることやVHF帯航空無線航行業務についても移動受信が基本となることを考えると、偏波面による効果を見積もることができない。そこで、本方式提案では受信アンテナにおける交叉偏波識別度と指向性減衰量の合計値は0dBとする。

なお偏波について、垂直偏波に関しては、ブリュースター角の存在、海上伝播時の問題等が知られているが、VHF帯での垂直偏波の使用を妨げるものではない。

また、水平偏波と垂直偏波の電界強度分布が異なる事も考えられるが、移動受信の場合には受信高が低く、周囲環境により偏波面が回転するため、移動受信用アンテナの交叉偏波識別度がほとんどないことを考え、伝搬上電界強度計算時に水平偏波と垂直偏波を別に扱う事はしない。

3.1 既存FM放送への影響

携帯端末向けマルチメディア放送の導入に伴い、既存FM放送に妨害を与えないことが基本である。このため、受信機の入力において、後述する混信保護比を満足することが必要である。

ただ携帯端末向けマルチメディア放送としては、より広いエリアを確保することが期待されているため、混信保護比を満足する条件の中で最大の電力を送信することが望まれる。

(1) 隣接伝送に関する検討

既存のFM放送に対して、隣接チャンネルに携帯端末向けマルチメディア放送を割り当てる場合には、隣接混信保護比を確保することが必要である。なお、隣接混信保護比はFM放送と携帯端末向けマルチメディア放送との周波数差やFM放送信号の受信機入力レベル等により、その値が変わることが想定されるため、それぞれの周波数差、入力レベルに応じた混信保護比を確保することが必要となる。

FM放送のエリア内において混信保護比を確保しつつ、最大の電力で携帯端末向けマルチメディア放送を行うためには、エリア内のDU比の変動を極力抑えることが良いと考える。このため、混信保護比が確保できない場合には、FM放送と携帯端末向けマルチメディア放送を同一送信点から送信することが望まれる。

既存のFM放送の送信点と携帯端末向けマルチメディア放送の送信点が水平方向に大きく異なる場合は、両アンテナから受信点までの距離が異なる場所において、電界強度の差がでてしまう。その結果、そのような場所を含むエリア内において混信保護比を満足させるためには、送信電力比を大きな値、すなわち携帯端末向けマルチメディア放送の送信電力を小さくすることが必要となる。

このため、エリアにおいて混信保護比を満足させつつ、より大きな電力を送信するためには、同一送信点からの送信が望まれる。

同一送信点から送信する場合においても、送信アンテナのパターンが大きく異なる場合、ヌル点が生じる場所が異なり、電界強度の差が生じるため、送信アンテナのパターンを一致させることが望ましい。

なお、物理的にアンテナを設置できない場合やヌル点をあわせることが重要となる場合には、個別のケースとして検討を行うことが必要である。

(2) 同一チャンネルに関する検討

既存FM放送との同一チャンネル混信は、携帯端末向けマルチメディア放送とFM放送とが使用する周波数帯が異なることから、検討対象としない。

3.2 既存のVHF帯航空無線航行業務への影響

携帯端末向けマルチメディア放送の導入に伴い、既存のVHF帯航空無線航行業務に妨害を与えないことも基本である。VHF帯航空無線航行業務は移動受信が基本となるため、偏波面による効果を見積もることはできない。このため、後述する混信保護比をそのまま満足することが必要である。

ただ携帯端末向けマルチメディア放送としては、より広いエリアを確保することが期待されているため、VHF帯の地上アナログテレビ放送の周波数割当状況も加味しながら、最も妨害を与えない条件を検討し、最大の電力を送信することが望まれる。

3.3 携帯端末向けマルチメディア放送への影響

携帯端末向けマルチメディア放送用の受信アンテナは無指向性アンテナを想定し、その地上高も低くなることから、偏波面による効果を見積もることが出来ない。

そのため、後述する混信保護比をそのまま適用することが必要である。

4 放送区域の定義

放送区域内における所要電界強度は、1セグメント形式の場合には、毎メートル0.71ミリボルト(57dB μ V/m)以上とする。

また、3セグメント形式の場合には、毎メートル1.25ミリボルト(62dB μ V/m)以上とする。

ただし、電界強度は地上高4mにおける値を示す。

2章で示した3つのケースにおいて、それぞれの回線設計の例を表4-1に示す。

各ケースにおける回線設計の結果、最悪の値(最大の所要電界)を所要電界とした。

表4-1 回線設計例

項目	記号	単位	移動受信			携帯受信(屋外)			固定受信		
			100	100	100	100	100	100	100	100	100
周波数 (MHz)		MHz									
変調方式			QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM
内符号			1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2
1 所要 C/N(訂正後に QEF)	C/N	dB	4.9	6.6	11.5	4.9	6.6	11.5	4.9	6.6	11.5
2 装置化劣化		dB	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3 干渉マージン		dB	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4 マルチパスマージン		dB	—	—	—	1	1	1	1	1	1
5 フェージングマージン(瞬時変動補正)		dB	9.4	9.4	8.1	—	—	—	—	—	—
6 受信機所要 C/N	C/N	dB	18.3	20	23.6	9.9	11.6	16.5	9.9	11.6	16.5
7 受信機雑音指数	NF	dB	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8 雑音帯域幅(1セグメント)	B	kHz	429	429	429	429	429	429	429	429	429
9 受信雑音電力	Nr	dBm	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7
10 外来雑音電力	No	dBm	-98.1	-98.1	-98.1	-110.1	-110.1	-110.1	-99.1	-99.1	-99.1
11 全受信雑音電力	NT	dBm	-97.9	-97.9	-97.9	-108.2	-108.2	-108.2	-98.9	-98.9	-98.9
12 受信機入力終端電圧	Vin	dBuV	29.2	30.9	34.5	10.5	12.2	17.1	19.8	21.5	26.4
13 受信アンテナ利得	Gr	0	-3	-3	-3	-15	-15	-15	-3	-3	-3
14 アンテナ実効長	λ/π	dB	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
15 フィーダー損、機器挿入損	L	dB	1	1	1	1	1	1	2	2	2
16 最小電界	Emin	dBuV/m	39.5	41.2	44.8	32.8	34.5	39.4	31.1	32.8	37.7
17 時間率補正	T%	dB	0	0	0	0	0	0	6	6	6
18 場所率補正(中央値変動補正)	L%	dB	9.1	9.1	9.1	2.9	2.9	2.9	0	0	0
19 壁の通過損(70%値)		dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 所要電界(h2=1.5m)	E	dBuV/m	48.6	50.3	53.9	35.7	37.4	42.3			
21 h2=1.5m から 4m 変換		dB	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3			
22 所要電界(h2=4m)	E	dBuV/m	50.9	52.6	56.2	38.0	39.7	44.6	37.1	38.8	43.7
23 1セグメントから3セグメントへの換算		dB	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
24 3セグメントの所要電界(h2=4m)	E	dBuV/m	55.7	57.4	61.0	42.8	44.5	49.4	41.9	43.6	48.5

(1) 所要CN比(対ガウス雑音)

ガウス雑音のみの状態で、ビタビ訂正後の誤り率が 2×10^{-4} となる値を計算機シミュレーションにより求めた値である。

すべての変調方式・符号化率の所要C/Nを表4-2に示す。

表4-2 所要CN比

変調方式	畳み込み符号 符号化率	
	1/2	2/3
QPSK	4.9 dB	6.6 dB
16QAM	11.5 dB	—

(2) 装置化劣化

装置化によって見込まれる等価CN比劣化量

(3) 干渉マージン

他の干渉(スプラディックE層による外国波混信等)による等価CN比の劣化に対するマージン。2dB見込む。

(4) マルチパスマージン(携帯受信、固定受信)

マルチパス妨害による等価CN比劣化に対するマージン。1dB見込む。

(5) フェージングマージン(移動受信)

移動受信による電界の瞬時変動によるCN比劣化に対するマージン。

表4-3に示すフェージング下での所要CN比は、屋内実験により誤り率が 2×10^{-4} となる値から、装置化劣化分を補正した値を示す。

表4-3 所要CN比(dB)

(モード3、ガード1/16、フェージングモデル:GSM typical urban)

所要C/N	ガウス雑音	最大ドップラー周波数 f_d		
		2Hz	7Hz	20Hz
QPSK,1/2	4.9	14.3	10.8	10.4
16QAM,1/2	11.5	19.6	17.4	19.1

(注) $f_d=20\text{Hz}$:VHFローチャンネルで200km/h

表4-4 移動受信のフェージングマージン(瞬時電界変動マージン)

	VHF_Low (~20Hz)
QPSK,1/2	9.4 dB
16QAM,1/2	8.1 dB

(6) 受信機所要CN比

= (1)所要C/N + (2)装置化劣化 + (3)干渉マージン + (4)マルチパスマージン
+ (5)フェージングマージン

(7) 受信機雑音指数NF

VHF 5dBとした。

(8) 雑音帯域幅B

1セグメント信号の伝送帯域幅 429kHz

(9) 受信機熱雑音電力 N_r

$$= kTB(NF) = 10 \times \text{LOG}(kTB) + NF \quad (\text{dB})$$

$k = 1.38 \times 10^{-23}$: ボルツマン定数

$T = 290 \text{ K}$: 17° C

(10) 外来雑音電力 N_0

ITU-R Rec P. 372-8 TypeA : business area man-made noiseから1セグメントの帯域幅の外来雑音電力(ロスレスアンテナ)を求め図4-1に示す。

$$N_0 = (\text{図4-1の値}) - ((15)\text{フィーダー、機器挿入損}) + (\text{受信アンテナ絶対利得})$$

なお、(受信アンテナ絶対利得) = (受信アンテナ利得 G_r) + 2.2

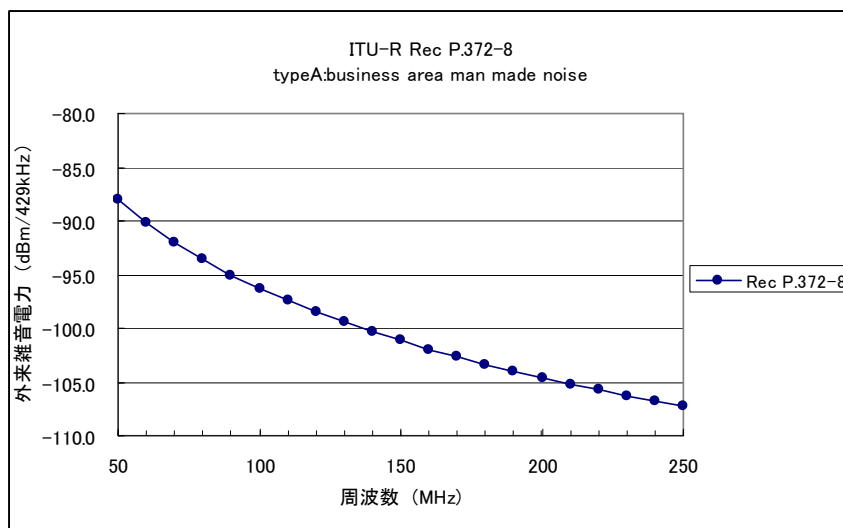


図4-1 外来雑音電力 (ITU-R Rec P. 372-8 TypeA : business area man-made noise)

(11) 全受信雑音電力 N_t

= (9) 受信機熱雑音電力 N_r と (10) 外来雑音電力 N_0 の電力和

$$= 10 \times \text{LOG}(10^{**}(N_r/10) + 10^{**}(N_0/10))$$

(12) 受信機入力終端電圧 V_{in}

= ((6) 受信機所要 C/N) + ((11) 全受信雑音電力) + (75 Ω の dBm から $\text{dB}\mu$ の変換値)

$$= C/N + N_t + 108.8$$

(13) 受信アンテナ利得Gr

ホイップアンテナ、ロッドアンテナ等を仮定し-3dBとした。

なお、携帯受信の場合は、イヤホンアンテナを仮定し-15dBとした。

(14) アンテナ実効長 λ/π

$$= 20 \times \text{LOG}(\lambda/\pi) \quad (\text{dB})$$

(15) フィーダー損、機器挿入損 L

使用する周波数帯がVHF(90MHz~108MHz)であるため、1dBとした。

なお、固定受信については、アンテナから受信機までのフィーダー長が想定されることから2dBとした。

(16) 最小電界 E_{\min}

$$\begin{aligned} &= ((12)\text{受信機入力終端電圧}) - ((13)\text{受信アンテナ利得}) - ((14)\text{アンテナ実効長}) \\ &\quad + ((15)\text{フィーダー損、機器挿入損}) - (\text{不整合損}) + (\text{終端損}) \\ &= V_{in} - G_r - 20 \times \text{LOG}(\lambda/\pi) + L - 20 \times \text{LOG}(\text{SQRT}(75\Omega/73.1\Omega)) + 6 \end{aligned}$$

(17) 時間率補正50%→99%

時間率補正については、ITU-R Rec P.1546-2に記載されている値を採用する。

ITU-R Rec P.1546-2では、送信地上高を標準的な送信高と考えられる150m~300mの場合において、送受信間距離70kmでの電界強度が、時間率50%のときと1%のときでは、その差が約6dBであることから、時間率補正值は6dBとした。

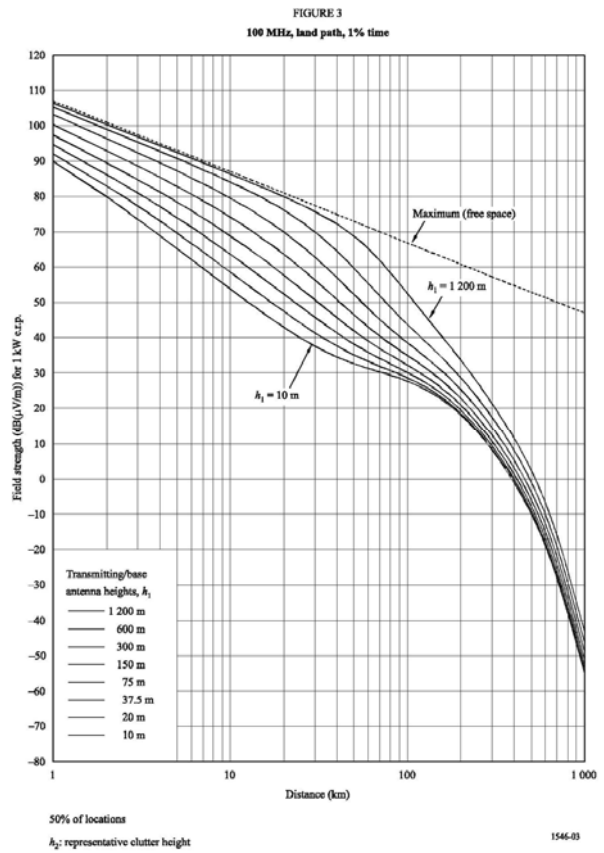
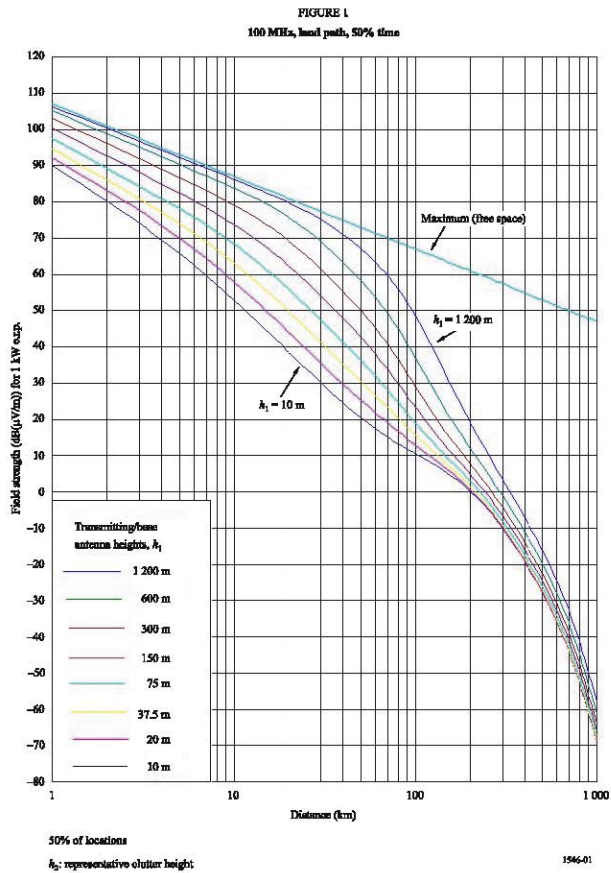


図4-2 ITU-R Rec P.1546-2の時間率50%のときと1%のときの伝播特性

(18) 場所率補正

移動受信では、置局用の電界(予測電界、自由空間電界など)が、一定と考えられる地域(1長区間)でも、地形や建物の影響で、短区間中央値も変動する。一般に、短区間中央値は長区間内でガウス分布する。ITU-R Rec P.1546-2によると、その短区間中央値の分布の標準偏差 σ は、 $\sigma = 5.5$ dBとなっている(注)。

移動受信の場所率補正として50から95%への補正值(1.65 σ)を見込み、9.1 dB とする。

一方、携帯受信は、50%から70%への補正值(0.53 σ)として、2.9 dBとする。

(19) 壁の通過損

携帯受信で屋内受信も想定する場合は、壁の通過損を考慮する必要がある。

ITU-Rレポート(ITU-R Special Publication “Terrestrial and Satellite Digital Sound Broadcasting”、1995)によれば、VHFで平均8dB、標準偏差4dBとされている。

また、携帯受信時の場所率70%であることから、

$$8\text{dB} + 0.53\sigma = 10.1\text{dB}$$

(20) 所要電界(h2=1.5m)

$$= ((16)\text{最小電界}E_{\min}) + ((17)\text{時間率補正}) + ((18)\text{場所率補正})$$

(21) 受信高補正(1.5m → 4m)

地上高1.5mから4mへの補正值については、ITU-R Rec P.1546-2から周波数100MHz、郊外の条件において、表4-5のとおり算出することができる。

よって、1.5mから4mへの補正值を、2.3dB(9.8-7.5)とする。

表4-5 受信地上高別の電界差(50%値の比較)

	地上高 4 m	地上高 1.5 m
地上高10 mの 電界との差	-7.5 dB	-9.8 dB

(22) 所要電界(h2=4m)

$$= ((16)\text{最小電界}E_{\min}) + ((17)\text{時間率補正}) + ((18)\text{場所率補正}) + ((21)\text{受信高補正})$$

(23) 1セグメント信号から3セグメント信号への換算

雑音帯域幅の換算値

$$= 10 \times \text{LOG}(3/1)$$

$$= 4.8 \text{ dB}$$

(24) 3セグメント信号の所要電界(h2=4m)

$$= ((22) \text{ 所要電界}(h2=4m)) + ((23) \text{ 1セグメント信号から3セグメント信号への換算})$$

5 混信保護比

混信保護比については、以下のとおりとする。

なお、この値は、16QAM、符号化率1/2の混信保護比である。

表5-1 混信保護比

希望波	妨害波	周波数差	混信保護比
FM放送波	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	隣接	図5-1 図5-3
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	隣接	図5-1 図5-3
マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	FM放送波	隣接	-23 dB
マルチメディア放送波 (3セグメント形式)		隣接	-28 dB
マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	32 dB
		隣接	図5-4
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	同一チャンネル	27 dB
		隣接	図5-4
マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	37 dB
		隣接	図5-4
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	同一チャンネル	32 dB
		隣接	図5-4

注: 連結送信を行っている場合、その各セグメント相互間においては隣接の混信保護比を考慮する必要はない。

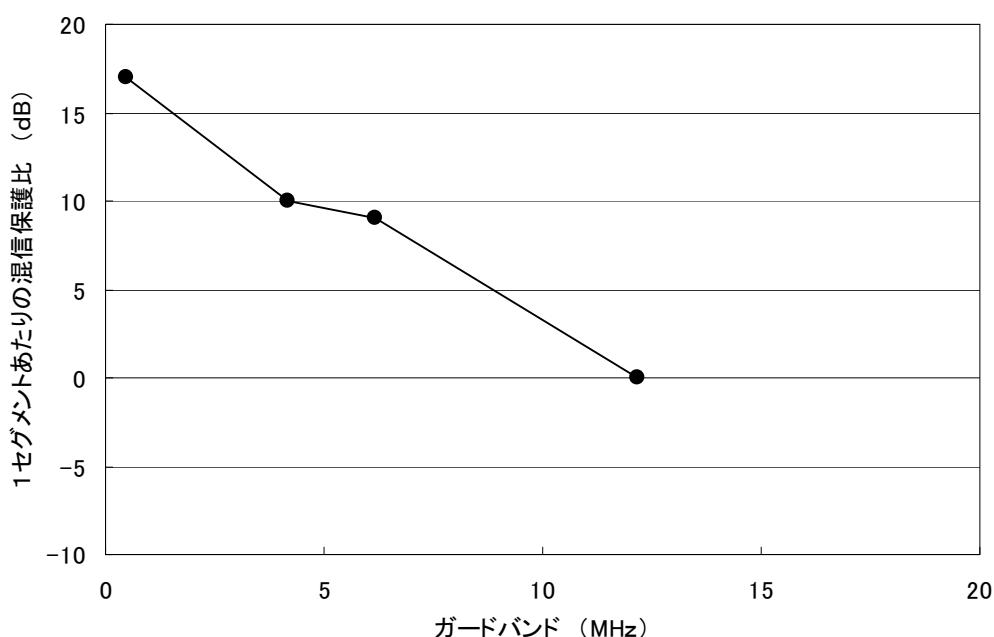


図5-1 携帯端末向けマルチメディア放送(1セグメント)からFM放送への隣接混信保護比

表5-2 携帯端末向けマルチメディア放送(1セグメント)からFM放送への隣接混信保護比

ガードバンド	0.457 MHz	4.171 MHz	6.171 MHz	12.171 MHz以上
混信保護比	17 dB	10 dB	9 dB	0 dB

(注) ガードバンドは、図5-2に示すとおりFM信号搬送波周波数から携帯向けマルチメディア放送の帯域最下端までの値を示す。

図5-1および表5-2の混信保護比は、1セグメントあたりの電力比で表している。したがって、図5-2に示すように、携帯向けマルチメディア放送波がNセグメントの場合に満たすべきDU比は、次式のようにになる。

$$D/U(\text{dB}) = (\text{図5-1の混信保護比}) - 10 \times \text{LOG}_{10}(N)$$

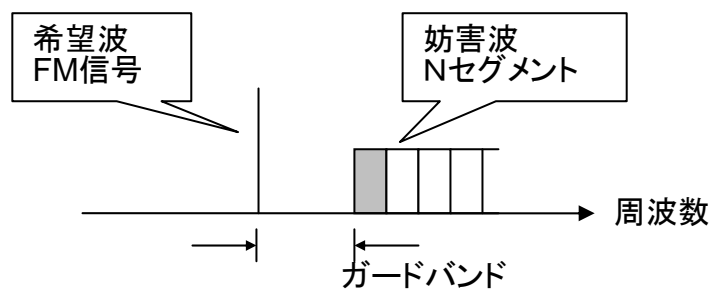


図5-2 希望波と妨害波の配置図

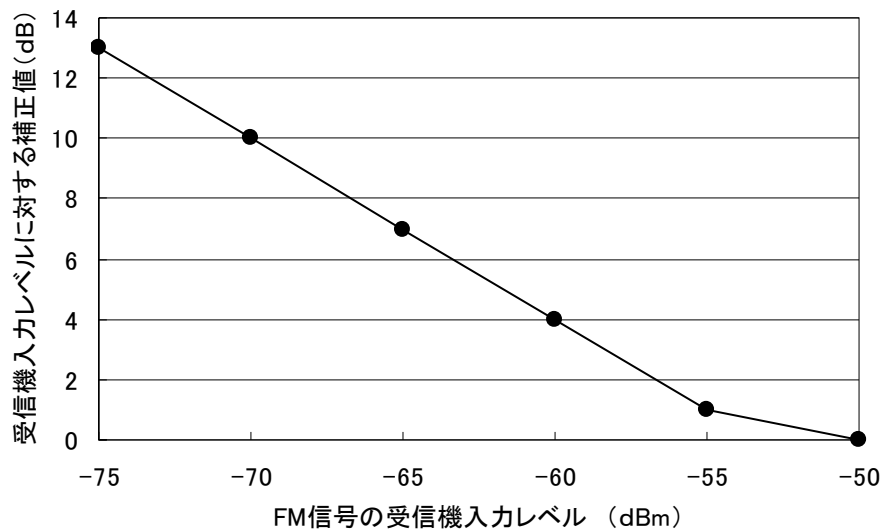


図5-3 FM信号の受信機入力レベルに対する
携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比の補正值

表5-3 携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比の補正值

入力レベル	-75 dBm以下	-70 dBm	-65 dBm	-60 dBm	-55 dBm	-50 dBm以上
補正值	13 dB	10 dB	7 dB	4 dB	1 dB	0 dB

(注) 携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比は、FM放送信号の受信機入力レベルに従って、図5-3、表5-3に示すとおりその値を補正する。

例えば、図5-1および表5-2において、ガードバンド6.171MHzの混信保護比は9dBであるが、FM信号の受信機入力レベルが-60dBmであれば、混信保護比を4dB補正して5dB(9dB-4dB)にする。

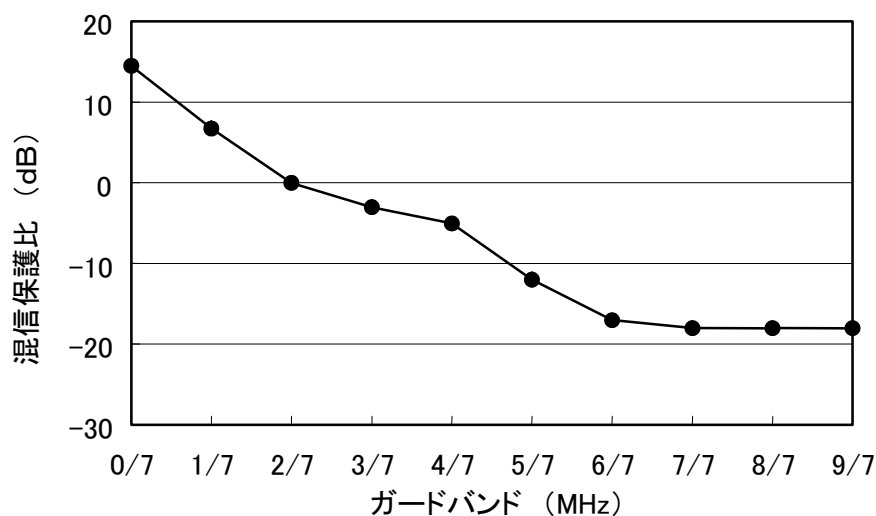


図5-4 携帯端末向けマルチメディア放送信号同士の隣接混信保護比

表5-4 携帯端末向けマルチメディア放送信号同士の隣接サブチャンネル干渉の混信保護比

ガードバンド	0/7 MHz	1/7 MHz	2/7 MHz	3/7 MHz	4/7 MHz	5/7 MHz	6/7 MHz	7/7 MHz 以上
混信保護比	15 dB	7 dB	0 dB	-3 dB	-5 dB	-12 dB	-17 dB	-18 dB

(注) ガードバンドは、図5-5に示すとおり下側セグメントの帯域上端のCPを除く値を示す。

図5-4および表5-4の混信保護比は、1セグメント信号どうしの電力比で表している。したがって、図5-5に示すように希望波がMセグメント、干渉波がNセグメントの場合に満たすべきDU比は、次式のようになる。

$$D/U(\text{dB}) = (\text{図5-4の混信保護比}) + 10 \times \text{LOG}_{10}(M/N)$$

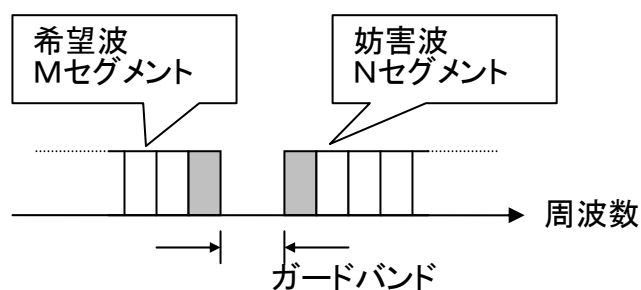


図5-5 希望波と妨害波の配置図

5.1 携帯端末向けマルチメディア放送同士の混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送からの妨害により1セグメント形式の携帯端末向けマルチメディア放送のビット誤り率が 2×10^{-4} (内符号訂正後の誤り率)となるDU比は、表5.1-1に示すとおりである。

表における同一チャンネル混信は、中心周波数差が0、1/7MHz、2/7MHzの場合を指す。

表5.1-1 携帯端末向けマルチメディア放送波同士の干渉実験結果

	同一	隣接(ガードバンド、MHz)							
		0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7以上
16QAM 1/2	11 dB	-6 dB	-12 dB	-21 dB	-24 dB	-26 dB	-33 dB	-38 dB	-39 dB

以下に、本実験結果をもとに、ケース1、2、3の干渉DU比の検討を行う。

(1) ケース1の検討

ケース1では移動受信を想定しているため、希望波および妨害波ともレイリーフェージングによる瞬時電界変動が生じている。そのため、混信保護比を求める際に、瞬時電界変動による99%マージンおよび短区間中央値変動95%マージンを見込む必要がある。

瞬時電界変動および短区間中央値変動ともに、周波数が異なることから、変動は無相関と想定される。

本方式提案では、希望波、妨害波がともに携帯端末向けマルチメディア放送波の場合において、お互いに無相関のレイリーフェージングによる瞬時電界変動が生じているときのDU比を求めることとする。

まず瞬時電界変動の99%時間率でのDU比は、本提案4.1節の回線設計でも使用した8.1dBとする。

一方、短区間中央値変動については、4.1節(回線設計)の(18)場所率補正で述べたとおり、標準偏差5.5dBの正規分布となる。

無相関の場合の差の分布は、分散が2倍となることから、標準偏差が7.8dB(5.5×1.414)の正規分布となる。従って、95%では、 $1.65\sigma = 12.9\text{dB}$ となる。

以上より、ケース1では、表5.1-1の各値に21.0dB(8.1dB+12.9dB)のマージンを

加算する。

(2) ケース2の検討

ケース2では屋外での携帯受信を想定している。

混信保護比を求める際は、短区間中央値変動70%のマージン(0.53 σ)を加えるだけでよい。そのため、ケース1と同様の計算により、4.1dBのマージンを加算する。

(3) ケース3の検討

ケース3では場所率補正がないことから、表5.1-1の値をそのまま用いることとする。

(4) 各ケースの混信保護比

上記3つのケースのマージンを加算した結果の干渉DU比を表5.1-2に示す。表中に網掛けした値が最悪値であり、それを表5-4に示す混信保護比とした。

なお、希望波が3セグメント、妨害波が1セグメントの場合、希望波の電力が3倍必要となることから、4.8dB加算する。また、希望波が1セグメント、妨害波が3セグメントの場合には、妨害波の電力が3倍となることから、4.8dB減じる。

また、連結送信の場合には、各セグメント間の直交性が保たれていることから、相互間において隣接チャンネル混信保護比を考慮する必要はない。

表5.1-2 携帯端末向けマルチメディア放送波同士の干渉DU比

	同一	隣接(ガードバンド、MHz)							
		0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7以上
ケース1	32 dB	15 dB	7 dB	0 dB	-3 dB	-5 dB	-12 dB	-17 dB	-18 dB
ケース2	15 dB	-2 dB	-8 dB	-17 dB	-20 dB	-22 dB	-29 dB	-34 dB	-35 dB
ケース3	11 dB	-6 dB	-12 dB	-21 dB	-24 dB	-26 dB	-33 dB	-38 dB	-39 dB

5.2 携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、76MHzから90MHzに割り当てられているFM放送への混信についても留意して、混信保護比を確保しつつ、最大の電力で携帯端末向けマルチメディア放送を行う必要がある。

携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比は、干渉実験の結果、表

5.2-1に示すとおり、変調度100%時においてSN比50dBが確保できるDU比を採用する。この条件は、FM置局条件の変調度30%のときの受信機出力SN比40dBとほぼ等価であり、置局条件を満足することになる。さらに、FM放送信号の受信機入力レベルの違いによりDU比が大きく変わることから、表5.2-2に示す受信機入力レベルに応じた混信保護比補正值を設定する。

マルチメディア放送システムの共用条件に係る調査検討会の干渉実験では、ラジカセタイプやポケットラジオ、車載受信機等の市販FM受信機11台に対して、FM放送と携帯端末向けマルチメディア放送とのガードバンドやFM放送信号の受信機入力レベル等をパラメータとして実施している。

この実験結果によれば、受信機によるDU比のばらつきが大きいことが報告されており、今回の混信保護比は、各ガードバンドにおける最悪値を採用している。また、FM放送信号の受信機入力レベルが低下すると、全受信機においてDU比が大きく改善されることも報告されているため、入力レベルに応じた補正值を設定した。具体的には、FM放送信号の受信機入力レベルに応じて、表5.2-1の混信保護比からその補正值を減じることになる。なお、この補正值についても、受信機によるばらつきがあるため、最悪値を採用している。

今回の混信保護比は1セグメントあたりのDU比となっているが、実験では携帯端末向けマルチメディア放送を13セグメント連結した条件で実施し、その最下端の1セグメントとのDU比を測定している。そのため、連結セグメント数が増加した場合は、そのセグメント数分の電力比を混信保護比からそのまま減じることができる。たとえば、ガードバンドが6.171MHzであり、3セグメント連結送信の場合、9dBから4.8dB減じて4dBとなる。

表5.2-1 携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比

ガードバンド	0.457 MHz	4.171 MHz	6.171 MHz	12.171 MHz以上
混信保護比	17 dB	10 dB	9 dB	0 dB

表5.2-2 携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比の補正值

入力レベル	-75 dBm以下	-70 dBm	-65 dBm	-60 dBm	-55 dBm	-50 dBm以上
補正值	13 dB	10 dB	7 dB	4 dB	1 dB	0 dB

5.3 FM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への混信保護比

FM放送からの妨害により1セグメント形式の携帯端末向けマルチメディア放送のビット誤り率が 2×10^{-4} (内符号訂正後の誤り率)となるDU比は、マルチメディア放送システムの共用条件に係る調査検討会の干渉実験では、表5.3-1に示す値となっている。

この干渉実験は、携帯端末向けマルチメディア放送(1セグメント)をVHF1チャンネルのサブチャンネル3~5の位置に配置し、FM放送波が89.9MHzに配置された条件(ガードバンド0.457MHz)での結果である。サブチャンネル番号の定義を、図5.3-1に示す。

表5.3-1 FM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への干渉実験結果

	DU比
16QAM、1/2	-44 dB

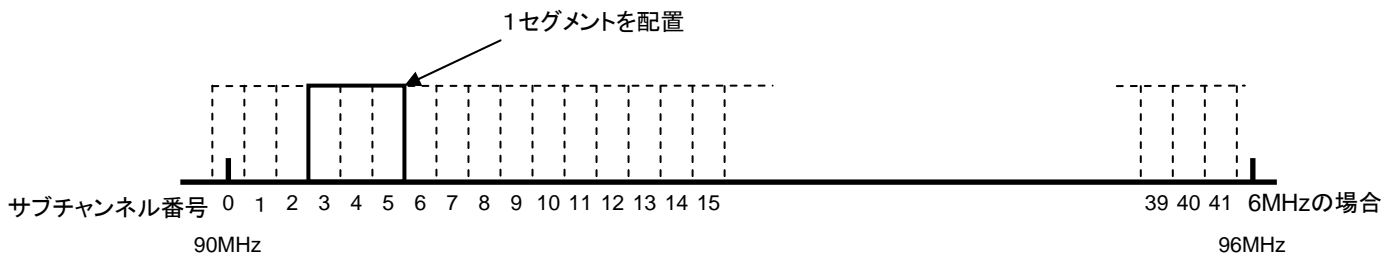


図5.3-1 サブチャンネル番号の定義

本値をもとに、5.1節と同様の考え方により、ケース1、2、3のマージンは、それぞれ21.0 dB、4.1 dB、0 dBとなる。

各ケースのマージンを加算した結果の干渉DU比を表5.3-2に示す。

なお、3セグメント形式の場合には、希望波の電力が3倍必要となることから、4.8 dB減算する。

表5.3-2 各ケースにおけるFM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への干渉DU比

ケース	干渉DU比
ケース1	-23 dB
ケース2	-40 dB
ケース3	-44 dB

5.4 携帯端末向けマルチメディア放送からVHF帯航空無線航行業務への混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、108MHzから117.975MHzに割り当てられているVHF帯航空無線航行業務への混信についても留意して、混信保護比を確保しつつ、最大の電力で携帯端末向けマルチメディア放送を行う必要がある。

VHF帯航空無線航行業務との混信保護比については、別途実験等により確認する。

5.5 VHF帯航空無線航行業務から携帯端末向けマルチメディア放送への混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、108MHzから117.975MHzに割り当てられているVHF帯航空無線航行業務からの混信についても考慮する必要がある。

VHF帯航空無線航行業務との混信保護比については、別途実験等により確認する。

5.6 VHFの異常伝搬(スプラディックE層による外国波混信等)について

VHFにおいては、異常伝搬の影響が懸念される。表4-1の回線設計では、他の電波の干渉マージンとして2dBを見込んでいる。

干渉妨害として最も懸念されるのが、スプラディックE層による外国波混信(以下、Es混信)であるが、2006年映像情報メディア学会冬季大会「スプラディックE層による混信波の年間測定」で報告されているように、Es混信の電界強度は、最悪月において99%時間率電界強度が40dB μ V/m、95%時間率電界強度が35dB μ V/mとなっている。

さらに、表5.6-1のNHK放送技術研究所の実験結果によれば、FM放送波からの同一チャンネル妨害において、等価CN比劣化量が2dBとなるときの携帯端末向けマルチメディア放送信号(16QAM、符号化率1/2、1セグメント)(C)とFM妨害波(I)とのCI比は、約16dBとなっている。

以上より、Es混信による影響が発生しても99%時間率で受信可能となる電界強度は56dB μ V/m(40+16)となり、4.1節の所要電界強度57dB μ V/mとほぼ同じ値である。よって、回線設計で干渉マージン2dBを見込んでいるため、Es混信による新たなマージンは設定する必要はない。

表5.6-1 FM放送波から携帯端末向けマルチメディア放送波へのFM干渉CI比
(NHK放送技術研究所の実験結果)

伝送パラメータ	FM放送波の変調内容別のCI比 (dB)		
	ニュース音声	音楽(演歌)	音楽(ポップス)
QPSK(1/2)	6.4	8.4	8.4
QPSK(2/2)	13.1	14.4	14.3
16QAM(1/2)	13.9	15.9	15.6

(実験手法)

- ビット誤り率が 2×10^{-4} (内符号訂正後の誤り率)となる条件で、ISDB-Tsb(1セグメント)信号とFM放送波のCI比を変化させて所要CN比を測定
- その結果を等価CN比劣化量に換算

5.7 デジタル新型コミュニティ放送への適用について

本方式は、広域ブロックを放送区域とした放送以外に、狭い地域を対象とした新型コミュニティ放送にも適用することを想定している。

新型コミュニティ放送は、送信出力も小さく、放送区域が狭いことが想定されるため、受信形態としてはケース1の自動車等による移動受信というよりは、ケース2の携帯受信、ケース3の固定受信が中心になると考えられる。

よって、新型コミュニティ放送については放送区域等の面から受信形態が限定されるのであれば、ケース2、ケース3の受信形態をベースとした混信保護比を別途規定して置局検討を実施することも今後の課題として考えられる。その結果、1つの地域に対して多くの事業者が周波数を割り当てることや小出力で所定のカバーエリアを実現することも可能になる等、周波数有効利用につながると期待される。

6 携帯端末向けマルチメディア放送用受信機として留意すべき事項

携帯端末向けマルチメディア放送用の受信機における第1IF周波数は、ARIB標準規格STD-B30「地上デジタル音声放送用受信装置」に記載されているとおり、57MHz付近とすることが望ましい。また、FM放送波の2次歪を除去するため、初段にトラッキングフィルタなどを具備することが望ましい。

なお、受信機内で発生するFM放送波の3次歪による妨害を避けるため、VHFの90MHzから108MHzの周波数帯の使用にあたっては、近隣のFM放送波の使用周波数を検討することが望まれる。

6.1 IF周波数について

携帯端末向けマルチメディア放送は、導入周波数としてVHF帯放送用周波数帯(90MHz～108MHz)が予定されている。現在、地上デジタルテレビジョン放送用受信機では、第1IF周波数として57MHzが使用されている。

携帯端末向けマルチメディア放送用受信機においても、IFにダウンコンバートするためのローカル周波数が他の携帯端末向けマルチメディア放送用受信機(または受信部)や、地上デジタルテレビジョン放送用受信機、FM放送受信機に妨害を与えないことが望まれる。

現在地上デジタルテレビジョン放送用受信機で用いられているIF周波数57MHz付近を用いた場合、これら妨害を回避できることから、この周波数を用いることが望まれる。

なお、ダウンコンバートにおいては、上側ローカル周波数によりIF周波数に変換する。

また、IF周波数の2倍の周波数差(受信する周波数より114MHz上側)に信号が存在する場合(VHFハイチャンネル帯を使用する携帯向け放送波)には、イメージ妨害が考えられる。この帯域の信号を十分に抑えるため、受信部の初段においてトラッキングフィルタ等を挿入することが望まれる。

6.2 相互変調歪の検討

FM放送波による2次歪については、現行のアナログテレビ用チューナにおいて、初段にトラッキングフィルタを具備し除去していることから、同様のフィルタを地方ブロック向けマルチメディア放送用受信機においても具備することが望ましい。

また、90MHz付近に携帯端末向けマルチメディア放送を置局する場合、近接するFM局からの妨害が想定される。

さらにFM放送信号による3次歪は、FM放送周波数帯が76MHzから90MHzであることから、90MHzから104MHzに落ち込む可能性がある。そこで、携帯端末向けマルチメディア放送のチャンネルプラン、置局検討時においては、FM放送波の周波数関係を加味することが望ましい。