

「有線テレビジョン放送事業用固定局における地上デジタル放送の 伝送に関する調査検討」報告書概要

1 調査検討の背景

C A T Vは、地域情報番組等の自主放送、区域内の地上波放送の同時再送信等を行い、地上波放送の難視聴解消にも役立っているが、地上波放送が2011年7月に従来のアナログ放送からデジタル放送に完全移行すること等から、設備のデジタル化が行われている。

しかし、現在C A T Vの放送中継用として離島や河川の横断などに利用されている23GHz帯有線テレビジョン放送事業用固定局（以下「C A T V用固定局」という。）に係る電波法関係審査基準（平成13年総務省訓令第67号）の技術的な基準値は、アナログ信号の伝送を想定したものであるため、地上デジタル放送等のデジタル信号を伝送するためには、回線の品質や混信の保護等に係る見直しが必要である。

このため、本調査検討会では、C A T V用固定局において地上デジタル放送等のデジタル信号をF D M - S S B方式で伝送するための基準値の策定を目的として検討を行った。

2 調査検討の進め方

(1) 空中線電力等

空中線電力、送信周波数の許容偏差等については、回線設計等により机上で検討した。

(2) 伝送の質、混信の保護

O F D M、64QAMについては、無線システムを含むC A T Vシステム全体をモデル化した疑似伝送路を構築して、C / Nの性能配分を行うことにより検討した。

また、256QAMについては、机上により性能配分を行うことにより検討した。

(3) 電波伝搬特性

ア 降雨減衰

実験試験局を使用する屋外試験（送信局：松山市梅津寺地区、受信局：松山市興居島地区、距離4.1km）により、C / N、ビット誤り率、降雨量等を計測し、無線回線の断時間率と降雨減衰特性を評価し、机上計算との整合性を確認した。

イ 海上伝搬

屋外試験により、C / N、ビット誤り率等を計測するとともに潮位データと比較し、海面反射が回線品質に与える影響（海上伝搬特性）について検証した。

3 基準値等一覧

審議項目	現在（アナログ信号伝送）の技術基準	審議結果	備考
1 電波型式	J7W、J8W、J9W	変更しない。	J7W、J9Wは、既に規定済みであるため、変更を必要としない。
2 指定周波数の計算	次の計算方法により計算し、四捨五入により100kHzの整数倍に整理すること。 $f_I = (f_H + f_L) / 2$ f_I ：指定周波数 f_H ：無線周波数帯における最高周波数 f_L ：無線周波数帯における最低周波数	変更しない。	
3 空中線電力	1W以下であること	変更しない。	5km程度の距離がある離島への放送中継において、伝送の質を確保するためには、現行と同様の空中線電力で対応が可能である。
4 空中線電力の算出	$P_p = P_t TV \times NTV + P_t FM \times NFM$ $P_t TV$ ：テレビジョン放送1ch当りの電力 NTV ：テレビジョン放送の伝送チャンネル数 $P_t FM$ ： $P_t TV \div 30$ NFM ：FM放送の伝送チャンネル数	$P_p = P_t DTV \times NDTV + P_t ATV \times NATV + P_t FM \times NFM$ $P_t DTV$ ：デジタルテレビジョン放送1ch当りの電力 $NDTV$ ：デジタルテレビジョン放送の伝送チャンネル数 注： $P_t DTV \times NDTV$ は、1ch当りの電力が異なるデジタルテレビジョン放送を同時伝送する場合は、電力及びチャンネル数から総電力を算出する。 $P_t ATV$ ：アナログテレビジョン放送1ch当りの電力 $NATV$ ：アナログテレビジョン放送の伝送チャンネル数 $P_t FM$ ： $P_t TV \div 30$ NFM ：FM放送の伝送チャンネル数	デジタルのみ伝送とデジタル及びアナログ混合伝送を想定し変更する。
5 占有周波数帯幅の許容値	$B = f_H - f_L$ B ：占有周波数帯幅の許容値 f_H ：テレビジョン放送を行うために必要な最高周波数 f_L ：テレビジョン放送を行うために必要な最低周波数	変更しない。	
6 占有周波数帯幅の計算方法	計算方法により求め、特に必要ある場合を除き端数を繰り上げ、1MHzの整数倍に整理すること。	変更しない。	
7 送信周波数の許容偏差	300×10^{-6} 以下であること	変更しない。	送信装置の電気的特性を考慮し、 300×10^{-6} 以下とすることが適当。
8 空中線	A 対向型空中線 直径30cm以上のパラボラアンテナと同等以上の利得又は指向特性を有するものであること。 B 多方向向け空中線 サービスエリアに応じた空中線の指向特性及び利得のものであること。	変更しない。	隣接伝送、（電線地中化の道路横断、鉄道横断等）での周波数の有効利用を考慮して、現行の条件と同様とすることが適当である。

<p>9 C/N</p>	<p>一区间当たりの回線のC/Nは、降雨(注1)による減衰を考慮するものとして、次表に示す[C/N]₀の値以上であること(注2)</p> <table border="1" data-bbox="395 280 730 347"> <tr> <td></td> <td>基準値</td> </tr> <tr> <td>[C/N]₀</td> <td>45 dB(無評価値)</td> </tr> </table> <p>注</p> <p>1 許容時間率に対応した降雨とする</p> <p>2 [C/N]₀の値は、符号誤り率が1×10^{-4}となる時熱雑音に分配されたC/Nの値である。</p>		基準値	[C/N] ₀	45 dB(無評価値)	<p>一区间当たりの回線のC/Nは、降雨(注1)による減衰を考慮するものとして、次表に示す[C/N]₀の値以上であること(注2)</p> <table border="1" data-bbox="758 224 1324 436"> <tr> <td></td> <td></td> <td>基準値</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">[C/N]₀</td> <td>アナログ信号伝送</td> <td>45 dB (無評価値)</td> </tr> <tr> <td>デジタル信号伝送</td> <td>[C/N]₀₁ 注3</td> </tr> <tr> <td>アナログ及びデジタル信号伝送</td> <td>[C/N]₀₂ 注3</td> </tr> </table> <p>注</p> <p>1 許容時間率に対応した降雨とする。</p> <p>2 [C/N]₀の値は、符号誤り率が1×10^{-4}となる時熱雑音に分配されたC/Nの値である。</p> <p>3 別記により求める。</p> <p>別記</p> <p>1 デジタル信号を伝送する場合の[C/N]₀₁は、次式により算出する。</p> <p>なお、サブキャリアにおける各変調方式の所要受信C/N及び雑音帯域幅は次表のとおり。(以下、別記内で同様とする。)</p> <table border="1" data-bbox="758 761 1324 1075"> <thead> <tr> <th>サブキャリアの変調方式</th> <th>所要受信C/N (dB)</th> <th>受信機の通過帯域幅 (MHz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アナログ方式の変調方式</td> <td>45</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>OFDM</td> <td>27.3</td> <td>5.6</td> </tr> <tr> <td>64QAM</td> <td>29.4</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>256QAM</td> <td>40.2</td> <td>5.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>[C/N]₀₁ = Prmin01 - Prni01 Prmin01: FDM - SSB方式における最少受信機入力 (dBm) Prmin01 = 10 log [(10^Y × NXX)] Y = (PrniXX + [C/N]_{0XX}) / 10 PrniXX: 変調方式ごとの帯域内熱雑音電力 (dBm) PrniXX = 10 log BXX + F - 114 BXX: 変調方式ごとの雑音帯域幅 (MHz) F: 受信機の熱雑音指数 (dB)。以下同じ。 [C/N]_{0XX}: 変調方式ごとの所要受信C/N (dB) NXX: 変調方式ごとの伝送信号数。以下同じ。 Prni01: 受信機の熱雑音電力 (dBm) Prni01 = 10 log B + F - 114 B: 受信機の通過帯域幅 (MHz)。以下同じ。 B = (BXX × NXX)</p> <p>2 アナログ信号及びデジタル信号を伝送する場合の[C/N]₀₂は、次式により計算する。</p> <p>[C/N]₀₂ = Prmin02 - Prni02 Prmin02: FDM - SSB方式におけるデジタル・アナログ信号混在時の最少受信機入力 (dBm) Prmin02 = 10 log [(10^{Z1} × NNT) + (10^{Z2} × NXX)] Z1 = (PrniNT + 45) / 10 PrniNT: NTSC - VSB - AMの帯域内熱雑音電力 (dBm) PrniNT = 10 log 4.0 + F - 114 NNT: NTSC - VSB - AM信号の伝送信号数。 Z2 = (PrniNT + 45 - DXX) / 10 DXX: 変調方式ごとの運用レベル差 (dB) Prni02: 受信機の熱雑音電力 (dBm) Prni02 = 10 log B + F - 114</p>			基準値	[C/N] ₀	アナログ信号伝送	45 dB (無評価値)	デジタル信号伝送	[C/N] ₀₁ 注3	アナログ及びデジタル信号伝送	[C/N] ₀₂ 注3	サブキャリアの変調方式	所要受信C/N (dB)	受信機の通過帯域幅 (MHz)	アナログ方式の変調方式	45	4.0	OFDM	27.3	5.6	64QAM	29.4	5.3	256QAM	40.2	5.3	
	基準値																															
[C/N] ₀	45 dB(無評価値)																															
		基準値																														
[C/N] ₀	アナログ信号伝送	45 dB (無評価値)																														
	デジタル信号伝送	[C/N] ₀₁ 注3																														
	アナログ及びデジタル信号伝送	[C/N] ₀₂ 注3																														
サブキャリアの変調方式	所要受信C/N (dB)	受信機の通過帯域幅 (MHz)																														
アナログ方式の変調方式	45	4.0																														
OFDM	27.3	5.6																														
64QAM	29.4	5.3																														
256QAM	40.2	5.3																														
<p>10 許容断時間率</p>	<p>[C/N]₀が基準値以下となる時間率は、5×10^{-4}/年以下であること。</p>	<p>変更しない。</p>																														

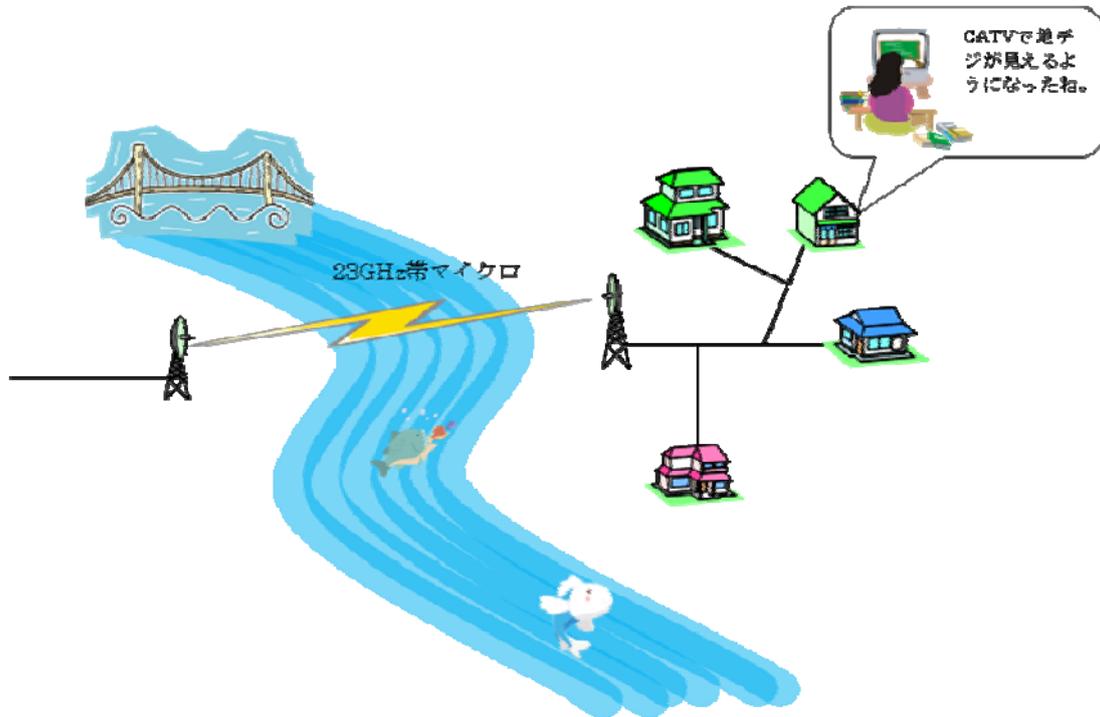
<p>11 C/Nの計算</p>	<p>一区間当たりのC/Nの値の計算は、次によること。ただし必要に応じ、計算許容差又はその他の要因を考慮できることとする。</p> $C/N = P_t - L_p - L_f - r + G_{at} + G_{ar} - P_{rni}$ <p>P_t : 空中線電力(dBm) L_p : 伝搬損失(dBm) 注 1 「別紙1 無線局の局種別審査基準」第1の別図第19号により求めた値を使用する。 2 「別紙1 無線局の局種別審査基準」第1の別図第26号により第1フレネルゾーンの深さを求め、見通し図からみて、第1フレネルゾーンのクリアランスがとれているかどうか調べる。 L_f : 給電線損失(dBm)。(分波器、ろ波器(高調波除去装置を除く。)共用回路等の損失を含み、工事設計書に記載された値による。) r : 降雨減衰量(dB) $r = r \cdot t$ (dB) r : 降雨量の地域分布による係数 「別紙1 無線局の局種別審査基準」第1の別図第35号に掲げる回線近傍の0.0075%1分間降雨によって、図1により求める。 t : 0.0075%1分間降雨量1.66mm/分の降雨減衰量(dB) 図2により算出する。 G_{at} : 送信空中線の絶対利得(dB) G_{ar} : 受信空中線の絶対利得(dB) P_{rni} : 受信機の熱雑音電力。 $P_{rni} = 10 \log B + F - 114$ (dBm) B : 受信機の通過帯域幅(MHz) F : 受信機の雑音指数(dB)</p>	<p>変更しない。</p>	<p>デジタル信号の伝送に係る降雨減衰量については、現行の規定によることが適当であると考えられる。なお、回線設計にあたっては、従来と同様、スパン毎に強い降雨が観測されることを考慮して回線設計を行うことが好ましい。</p>										
<p>12 断時間率の計算</p>	<p>$P = \prod_{i=1}^n P_i$ n : 無線区間数 P_i : 降雨によるi番目の無線区間において、C/Nの基準値以下となる時間率 当該区間の降雨減衰マージンから、図1及び図2により求める。</p>	<p>変更しない。</p>											
<p>13 C/I</p>	<p>A 標準状態においては、次の標準値を満足すること。 55dB以上であること。 B 降雨による減衰を考慮した場合は、次の標準値を満足すること。 52dB 注 注 各ベースバンドチャンネルごとの値</p>	<p>A 標準状態においては、次の標準値を満足すること。 55dB以上であること。 B 降雨による減衰を考慮した場合は、次の標準値を満足すること。</p> <table border="1" data-bbox="756 1413 1214 1626"> <thead> <tr> <th>サブキャリアの変調方式</th> <th>標準値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アナログ方式の変調方式</td> <td>52dB 注</td> </tr> <tr> <td>OFDM</td> <td>42dB 注</td> </tr> <tr> <td>64QAM</td> <td>42dB 注</td> </tr> <tr> <td>256QAM</td> <td>48dB 注</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 各ベースバンドチャンネルごとの値</p>	サブキャリアの変調方式	標準値	アナログ方式の変調方式	52dB 注	OFDM	42dB 注	64QAM	42dB 注	256QAM	48dB 注	
サブキャリアの変調方式	標準値												
アナログ方式の変調方式	52dB 注												
OFDM	42dB 注												
64QAM	42dB 注												
256QAM	48dB 注												

<p>14 C / I の計算</p>	$1 / [C / I] = \prod_{i=1}^m 1 / [C / I_i]$ $C / I_i (dB) = D / U_i + R$ <p>m : 妨害波の数 C / I_i : i 番目の妨害波による搬送波対干渉雑音比 (dB) D / U_i : 希望波対 i 番目の妨害波受信電力比 (dB) R : 希望波と妨害波の方式又は周波数差によって干渉が軽減される度合いを示す係数であって、表 3 により求める。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>表 3 (注) FDM-SSB 方式相互間及び FDM-SSB 方式と他の方式との干渉軽減係数については、FDM-SSB 方式が平坦なスペクトル特性であること、FDM-SSB 方式の熱雑音に対する S/N 改善量が 0dB であることを考慮し、各方式のフィルタ特性等に応じて適切と認められる値を設定することとする。</p> </div> $D (dBm) = P_t - L_p - L_f + G_{at} + G_{ar} - r$ $U_i (dBm) = P_t - L_{p_i} - L_{f_i} + G_{at_i} + G_{ar_i} - r + DR$ <p>P_t : 妨害波送信空中線電力 (dBm) L_p : 妨害送信点と当該受信点間の伝搬損失 (dB) L_f : 妨害側及び当該受信側給電線損失 (dBm) G_{at} : 妨害波送信空中線の当該受信点方向に対する絶対利得 (dB) G_{ar} : 当該受信空中線の妨害波送信点方向に対する絶対利得 (dB) r : 降雨減衰量 (dB) r = r · t (dB) r : 降雨減衰量の地域分布による係数 「別紙 1 無線局の局種別審査基準」第 1 の別図 35 号に掲げる回線近傍の 0.0075% 1 分間降雨量によって、図 1 により求める。 t : 0.0075% 1 分間降雨量 1.66mm / 分の降雨減衰量 (dB) 図 2 により算出する。 DR : 降雨減衰差 (次式により算出する。) DR = r · / 270 (0° 90°) DR = r / 3 (90° 180°) : 当該受信空中線とのなす角度 (度)</p>	<p>変更しない。</p>	<p>現行の規定どおり、干渉波軽減係数の具体的数値については、個別に審査することとした。</p>
<p>15 海上電波伝搬の影響</p>	<p>(記載なし)</p>	<p>変更しない</p>	<p>今回の試験では、海上伝搬に起因する信号の劣化は認められなかったことから、特段の規定をする必要はないと考えられる。</p>

4 利用シーン

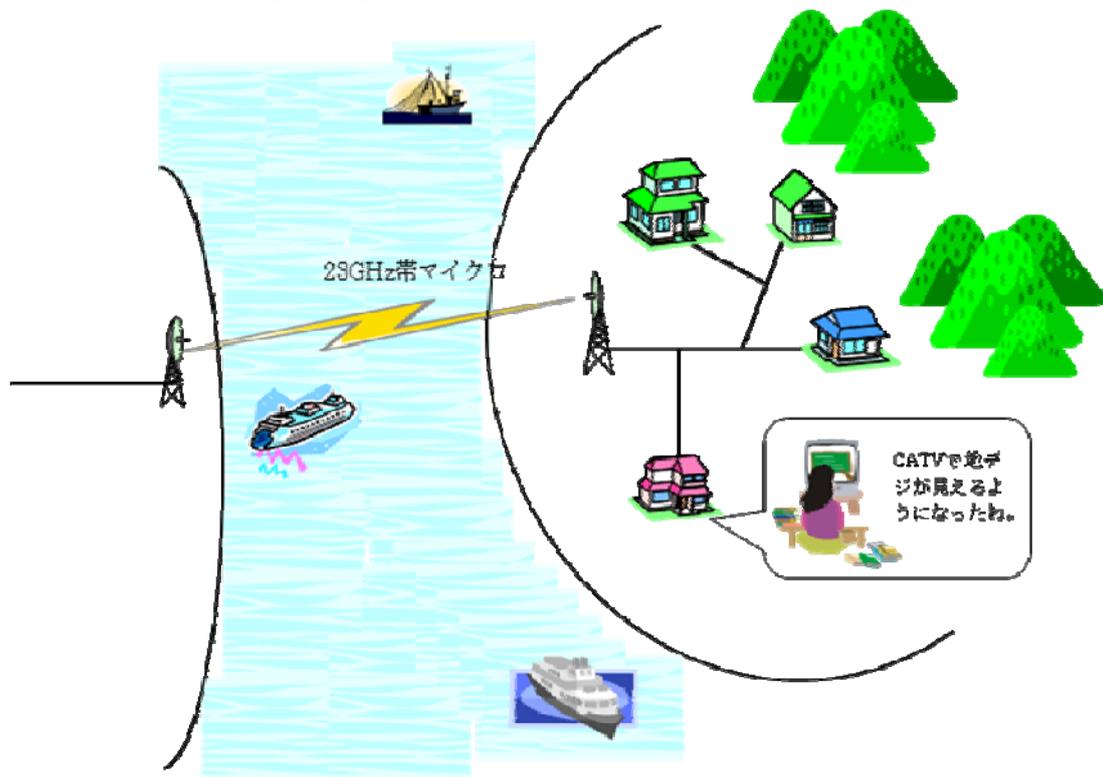
(1) 河川等の横断

河川等に阻まれて有線の敷設ができず、橋への迂回をするためには多大な経費が必要となる場合の利用が想定される。



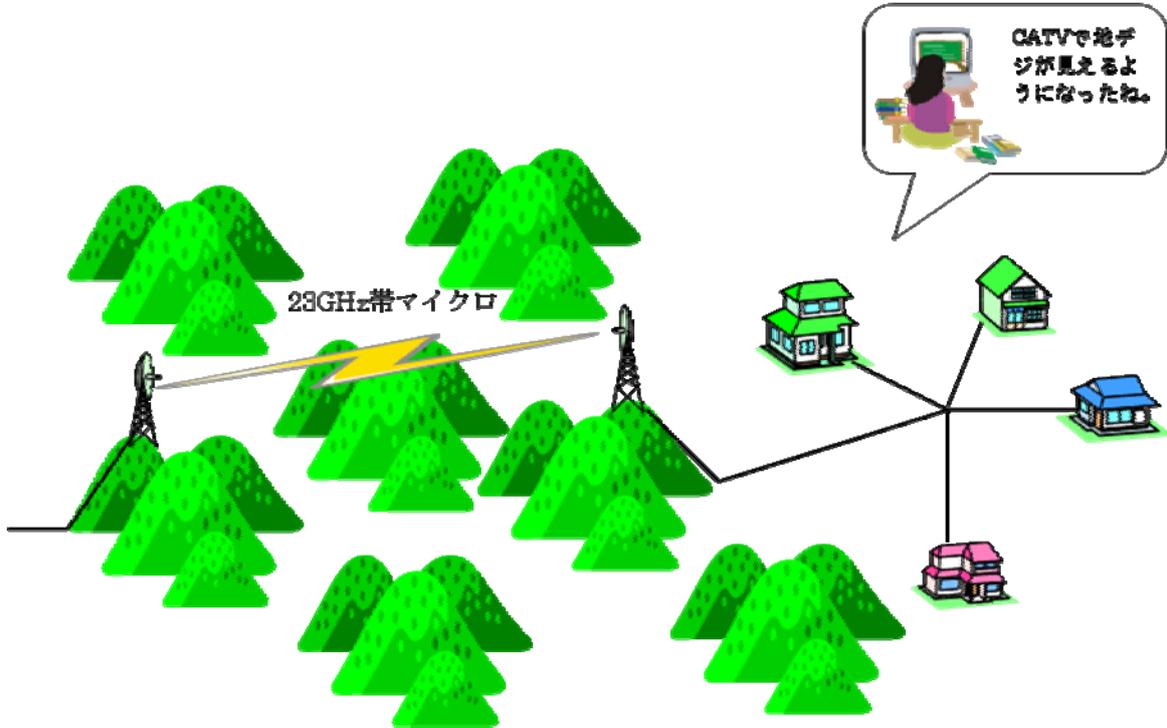
(2) 離島への伝送

離島への番組伝送のためには、海底ケーブルの敷設が必要で多大な経費が必要となる場合の利用が想定される。



(3) 山間地での利用

山に囲まれ、有線の敷設よりも無線での番組中継が効率的な場合、また、難視聴共聴設備において、地デジ受信のため、受信点の移設が必要な場合の伝送にも利用が想定される。



(4) 集合住宅等での利用

電線類地中化が終了し、新たな有線の地下埋設が困難な地域において、CATVの受信要望があった場合や、地上デジタル放送開始により新たなビル陰難視地域となった場合の利用が想定される。集合住宅の棟内は既存のビル共聴設備等の同軸使用することも、アンテナをベランダ等に設置しての戸別受信も可能である。

