

(c) 連結フレーム構成、IFFT、ガードインターバル付加処理部系統

図 3.1.6.1-1 伝送路符号化部系統

### 3.1.6.2 TS 再多重

#### 3.1.6.2.1 多重フレームの構成

再多重後のトランスポートストリーム (TS) は、 $n$  個のトランスポートストリームパッケージ (TS パッケージ) から成る多重フレームを基本単位として構成される。多重フレームを構成する TS パッケージ数を伝送モードとガードインターバル比について表 3.1.6.2-1 に示す。

多重フレームを構成する TS パッケージは、188 バイトに 16 バイトのヌルデータを付加した 204 バイトの TS パッケージであり伝送 TSP と呼ぶ。1 セグメント形式の場合には、伝送 TSP に対して、伝送クロックを  $1.0158\cdots\text{MHz}$  (1 セグメント形式の IFFT サンプル周波数) の 2 倍とすることにより OFDM フレーム長と一致する。また、13 セグメント形式の場合には、伝送クロックを IFFT サンプルクロックの 4 倍とすることにより、多重フレーム長は OFDM フレーム長に一致する。

多重フレームにおける伝送 TSP は、図 3.1.6.2-1 に示すように、OFDM 信号の X 階層 (X 階層は、A 階層、B 階層、C 階層のいずれかを示すものとする) で伝送される (TSPX) か、最終的に OFDM 信号としては伝送されないヌルパッケージ (TSPnu11) のいずれかに属する。多重フレーム上の伝送 TSP の配置は、図 3.1.6.2-2 に示すモデル受信機で再生される TS と同じとなるように予め決められる。

単位時間に伝送できるトランスポートストリームパッケージの数は各階層の伝送パラメータの設定に依存して多様な値をとるため、一般には、再多重部の入力 TS と出力の単一 TS の間で整合が取れない。これに対し適切な数のヌルパッケージを補完することにより、伝送パラメータの設定によらず、一定のクロックでトランスポートストリームのインターフェイスをとることができる。

多重フレーム長と OFDM フレーム長が一致しているため、受信機では OFDM 信号の同期からトランスポートストリームの同期を再生することができ、同期性能が強化される。

多重フレーム中の TS パッケージの配置を階層の「分離・合成動作」と関係つけることにより、受信側では、複数の階層に分割されて伝送された信号から送信側と同じ単一の TS を再生することができる。

このため、送信側ではモデル受信機の動作を定義することにより間接的に TS パッケージの配置を規定する。受信側ではモデル受信機と同等の動作によって、TS パッケージの位置情報なしに、TS を再生できる。

図 3.1.6.2-1 に再多重後のトランスポートストリームの例を示す。

表 3.1.6.2-1 多重フレームの構成

モード		1 多重フレームに含まれる TS パケット数			
		ガードインターバル比 1/4	ガードインターバル比 1/8	ガードインターバル比 1/16	ガードインターバル比 1/32
1 セグメント 形式	Mode 1	80	72	68	66
	Mode 2	160	144	136	132
	Mode 3	320	288	272	264
13 セグメント 形式	Mode 1	1280	1152	1088	1056
	Mode 2	2560	2304	2176	2112
	Mode 3	5120	4608	4352	4224

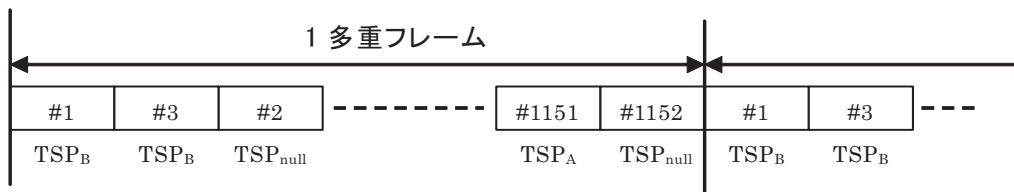


図 3.1.6.2-1 再多重されたトランスポートストリームの例  
(13 セグメント形式、モード 1、ガードインターバル 1/8 の場合)

### 3.1.6.2.2 多重フレームパターン構成のためのモデル受信機

多重フレーム上の TS パケットの配置は、図 3.1.6.2-2 に示すモデル受信機で再生される TS の構成に従う。なお、クロックは、FFT サンプルクロックを示している。

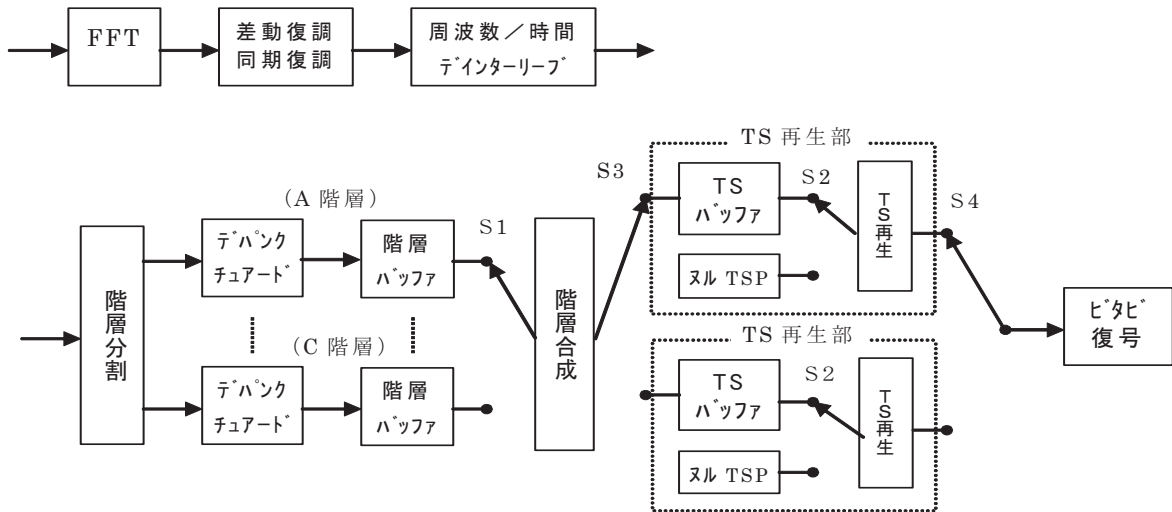


図 3.1.6.2-2 多重フレームパターン構成用モデル受信機

#### 3.1.6.2.2.1 階層分割部への入力信号

階層分割部への入力信号は、キャリア復調とデインタリーブ等の処理の後、セグメント番号の小さい順に、セグメント内では制御シンボルを除いた有効シンボルをキャリア周波数の低いほうから順番に並べたものである。図 3.1.6.2-3 に、2 階層 (DQPSK 1/2、5 セグメント使用、64QAM 7/8、8 セグメント使用)、1/8 ガードインターバル、モード 1 の場合の例を示す。

10FDM シンボル期間において、480 (96×5) キャリア分のデータが A 階層に入力され、続いて 768 (96×8) キャリア分のデータが B 階層に入力され、その後 1056 キャリア分の無効信号が続く。

無効信号は、OFDM フレーミング部で挿入されるパイロット信号に相当するサンプリングに加え、正味

の信号帯域に対して余分の FFT のサンプリング、および、ガードインターバルのサンプリングの総和に対応する。この動作が 1 OFDM フレーム期間に 204 シンボル分繰り返される。

なお、遅延調整は、差動復調処理または同期復調処理に要する時間が等しくなるように行われる。

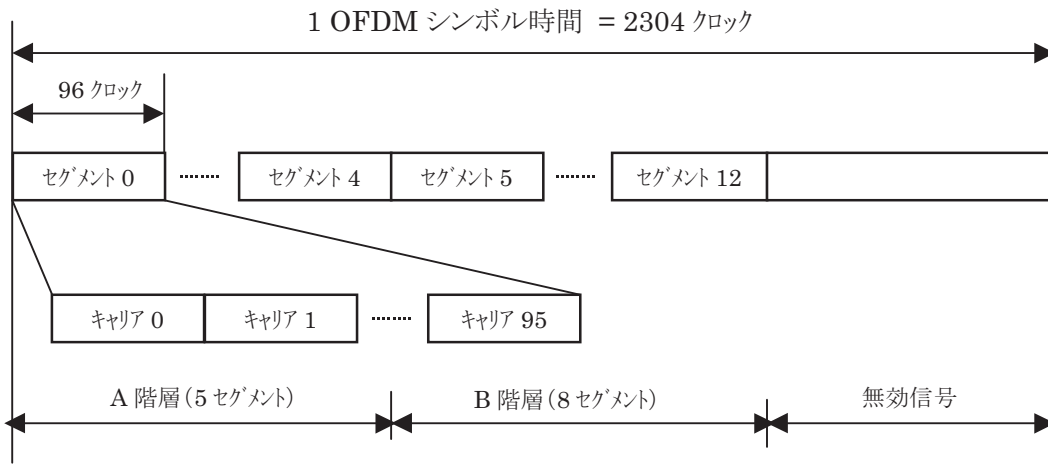


図 3.1.6.2-3 階層分割への入力信号の時間配置

### 3.1.6.2.2.2 階層分割部からビタビ復号入力までのモデル受信機の動作

各階層に分離された信号は、それぞれにデパンクチュアード処理され、階層バッファに蓄積される。各階層とも処理遅延時間は同じとし、モデル上は 0 と考える。

この時、1 多重フレームにおいて、X 階層に k 個目のデータが入力された瞬間に階層バッファに入力蓄積されるビット数  $B_{X,k}$  は次式のようにになる。

$$B_{X,k} = 2 \times ([k \times S_X \times R_X] - [(k-1) \times S_X \times R_X])$$

ここで、[ ] は少数切り捨て演算を表わし、 $R_X$  は X 階層の畳み込み符号の符号化率を表わす。また、 $S_X$  は X 階層の変調方式により表 3.1.6.2-2 の値を取る。

表 3.1.6.2-2  $S_X$  の値

変調方式	$S_X$
DQPSK/QPSK	2
16QAM	4
64QAM	6

階層バッファに、1TS パケット分 (408 バイト\*) のデータが入力された時点でスイッチ S1 を切り替え、TS 再生部の TS バッファにデータを転送する。ここで、データの転送は瞬時に行われるものとする。

\* 1 つの TS パケット (204 バイト) のデータを畳み込み符号化すると、畳み込み符号のマザーコードが 1/2 のため、408 バイトとなる。

TS 再生部では、TS パケット時間 (1 セグメント形式の場合は 816 クロック、13 セグメント形式の場合は 408 クロック) 毎に TS バッファをチェックし、1TS パケット分以上データが蓄積されている場合はスイッチ S2 を TS バッファ側に切り替えて 1TS パケット分のデータを読み出し、TS バッファにデータが無い場合にはスイッチ S2 をヌル TSP 側に切り替えてヌルパケットを送出する。

スイッチ S3 は、階層合成部の出力信号を 2 つの TS 再生部に交互に入力する切り替えを行う。モード 1 の場合、OFDM フレームの先頭で交互に切り替えられる。スイッチ S4 は信号を出力する TS 再生部の切り

替を行ない、スイッチ S3 の切り替え時より、すなわち OFDM フレームの先頭より、3 TS パケット時間遅れて、スイッチ S3 と同じ側に切り替える。

モード 2、モード 3 の場合は、それぞれ 1/2 OFDM フレームの周期 (102 OFDM シンボル周期)、1/4 OFDM フレームの周期 (51 OFDM シンボル周期) でスイッチ S3 及び S4 を切り替える。

### 3.1.6.3 外符号誤り訂正

外符号として、TSP 毎に短縮化リードソロモン符号(204,188)を適用する。

短縮化リードソロモン(204,188)符号は、リードソロモン(255,239)符号において入力データバイトの前に 51 バイトの 00<sub>HEX</sub>を付加し、符号化後に先頭 51 バイトを除去することによって生成する。

このリードソロモン符号の元としては、GF(2<sup>8</sup>)の元を用い、GF(2<sup>8</sup>)を定義する原始多項式には、次式  $p(x)$ を用いる。

$$p(x) = X^8 + X^4 + X^3 + X^2 + 1$$

また、(204,188)短縮化リードソロモン符号の生成多項式  $g(x)$  は次式とする。

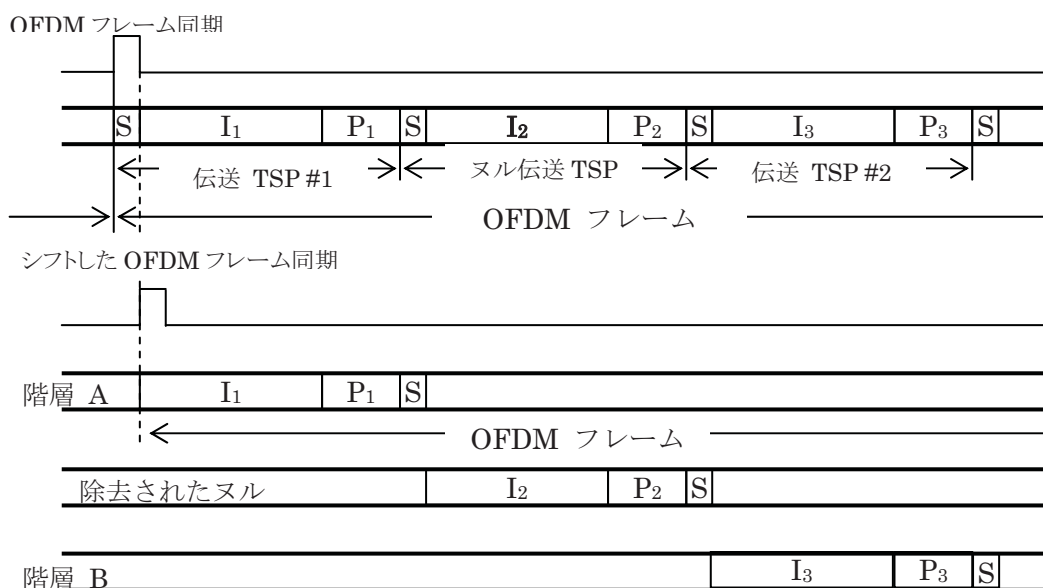
$$g(x) = (X - \lambda^0)(X - \lambda^1)(X - \lambda^2) \dots (X - \lambda^{15}) \text{ 但し、} \lambda = 02_{\text{HEX}}$$

### 3.1.6.4 階層分割

13 セグメント形式の場合、階層分割部は、再多重後の TS を、TS 同期バイトの次のバイトから同期バイトまでの 204 バイト (伝送 TSP) 単位で、指定された階層に分割する。同時に、ヌルパケットの除去を行う。個々の伝送 TSP が属すべき階層は編成情報に基づく階層情報で指定される。最大階層数は 3 とする。

またこのとき、OFDM フレーム同期は 1 バイト分シフトし、情報バイトの先頭となる。

2 階層分割の例を図 3.1.6.4-1 に示す。



S : 同期バイト、I:情報、P : パリティ

図 3.1.6.4-1 階層分割部の動作例

### 3.1.6.5 エネルギー拡散

図 3.1.6.5-1 に示す回路により生成される PRBS（擬似ランダム符号系列）を階層毎に同期バイトを除く信号とビット単位で排他的論理和を行う。

なお、レジスタ-の初期値は、”100101010000000”（D1～D14）とし、OFDM フレーム毎に初期化される。この際、OFDM のフレームの先頭は、伝送 TSP の同期バイトの次のバイトの MSB の位置とする。また、同期バイト部分においてもシフトレジスタは動作するものとする。PRBS の生成多項式  $g(x)$  は次式とする。

$$g(x) = X^{15} + X^{14} + 1$$

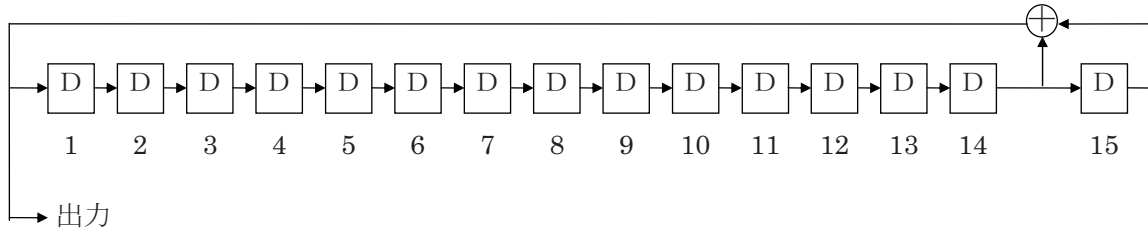


図 3.1.6.5-1 PRBS の生成回路

### 3.1.6.6 遅延補正

バイトインタリーブに伴う遅延補正は、各階層での遅延時間を送受合わせて同一とするためのもので、送信側で行われる。

各階層での補正量を表 3.1.6.6-1 に示す。表 3.1.6.6-1 に示すような伝送 TSP 数の遅延を設けることにより、バイトインタリーブによる送受の遅延量（11 伝送 TSP）を含めた遅延量が、1 フレームとなるように設定する。

階層伝送においては階層毎に異なる伝送パラメータ（セグメント数、内符号の符号化率、変調方式）が設定可能であるが、この場合、各階層における伝送ビットレートが異なり、送信側の内符号の符号化から受信側の復号までの伝送速度も異なってしまう。

従って、後述のバイトインタリーブにより生じる伝送 TSP の遅延量（11 伝送 TSP）も遅延時間に換算すると階層毎に異なってくる。

この階層間における相対的な遅延時間差を補償するため、バイトインタリーブに先立って、伝送ビットレートに対応した遅延補正を階層毎に行う。

表 3.1.6.6-1 バイトインタリーブに伴う遅延補正量

キャリア変調	畳み込み符号	遅延補正量 (伝送 TSP 数)		
		モード 1	モード 2	モード 3
DQPSK	1/2	$12 \times N-11$	$24 \times N-11$	$48 \times N-11$
	2/3	$16 \times N-11$	$32 \times N-11$	$64 \times N-11$
	3/4	$18 \times N-11$	$36 \times N-11$	$72 \times N-11$
QPSK	5/6	$20 \times N-11$	$40 \times N-11$	$80 \times N-11$
	7/8	$21 \times N-11$	$42 \times N-11$	$84 \times N-11$
16QAM	1/2	$24 \times N-11$	$48 \times N-11$	$96 \times N-11$
	2/3	$32 \times N-11$	$64 \times N-11$	$128 \times N-11$
	3/4	$36 \times N-11$	$72 \times N-11$	$144 \times N-11$
	5/6	$40 \times N-11$	$80 \times N-11$	$160 \times N-11$
	7/8	$42 \times N-11$	$84 \times N-11$	$168 \times N-11$
64QAM	1/2	$36 \times N-11$	$72 \times N-11$	$144 \times N-11$
	2/3	$48 \times N-11$	$96 \times N-11$	$192 \times N-11$
	3/4	$54 \times N-11$	$108 \times N-11$	$216 \times N-11$
	5/6	$60 \times N-11$	$120 \times N-11$	$240 \times N-11$
	7/8	$63 \times N-11$	$126 \times N-11$	$252 \times N-11$

Nはその階層が使用するセグメント数をあらわす

### 3.1.6.7 バイトインタリーブ

RS 符号で誤り保護され、エネルギー拡散された 204 バイトの伝送 TSP に対して、畳込みバイトインタリーブを行う。インタリーブの深さは 12 バイトとする。但し同期バイトの次のバイトは遅延無しの基準パスを通過するものとする。

バイトインタリーブ回路を図 3.1.6.7-1 に示す。

バイトインタリーブ回路において、パス 0 は遅延量 0 である。パス 1 のメモリ容量は 17 バイト（各々のパスは 12 バイト毎に選択されるため、パス 1 の遅延量は  $17 \times 12$  バイトとなる）、パス 2 のメモリ容量は  $17 \times 2 = 34$  バイト（遅延量は  $17 \times 12 \times 2$  バイトとなる）、…とする。また、入力と出力は 1 バイト毎に、パス 0、パス 1、パス 2、…、パス 11、パス 0、パス 1、パス 2、…と順次巡回的に切り替える。

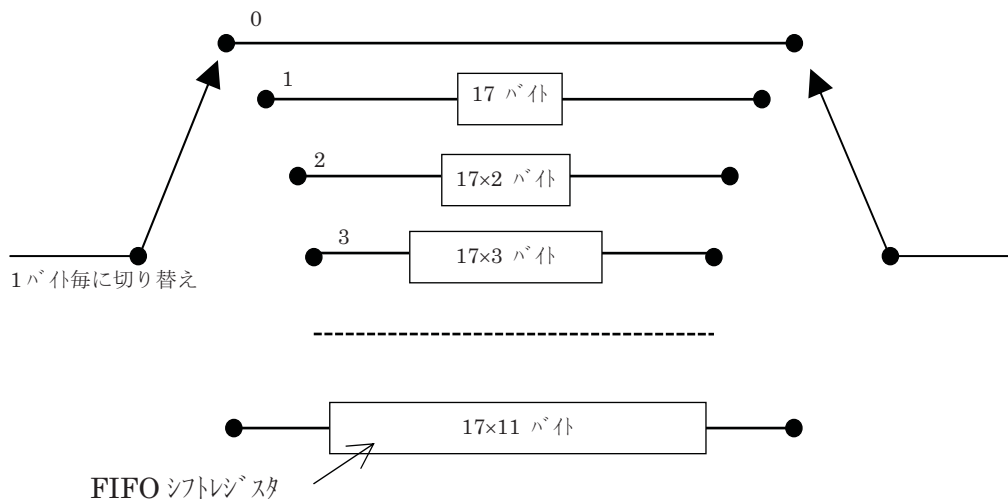


図 3.1.6.7-1 バイトインタリーブ

バイトインタリーブ、デインタリーブによる送受合計の遅延量は  $17 \times 11 \times 12$  バイト（11 TSP 相当）である。

### 3.1.6.8 内符号（畳込み符号）

内符号としては、拘束長  $k=7$ 、符号化率  $1/2$  を原符号とするパンクチュアード畳込み符号を用いる。この原符号の生成多項式は、 $G1=1710CT$ 、 $G2=1330CT$  とする。拘束長  $k=7$ 、符号化率  $1/2$  の原符号の符号化回路を図 3.1.6.8-1 に示す。

また、選択可能な内符号の符号化率と、そのときのパンクチュアー化された伝送信号系列を表 3.1.6.8-1 に示す。なお、パンクチュアー化パターンは、フレーム同期でリセットされるものとする。

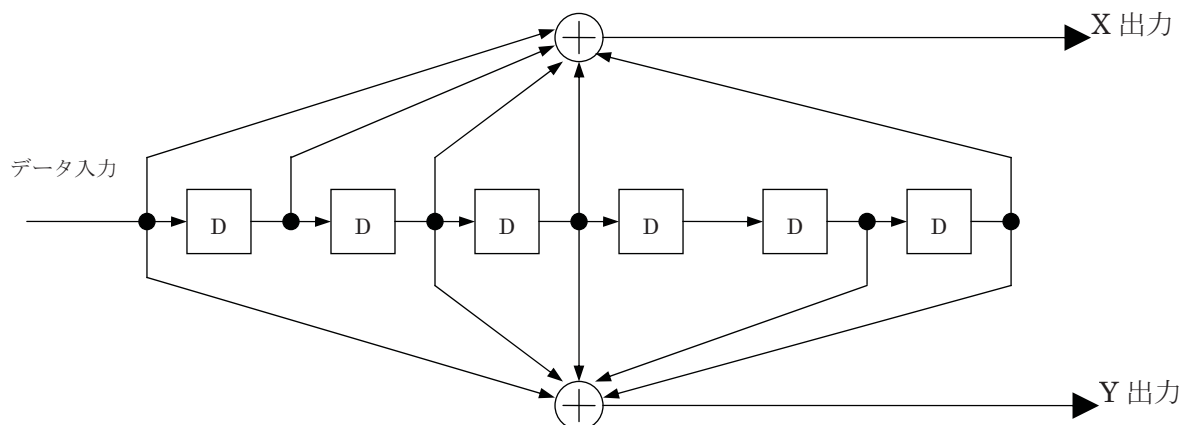


図 3.1.6.8-1 拘束長  $k=7$ 、符号化率  $1/2$  の畳込み符号の符号化回路

表 3.1.6.8-1 内符号の符号化率と伝送信号系列

符号化率	パンクチュアー化パターン	伝送信号系列
$1/2$	X : 1 Y : 1	$X_1, Y_1$
$2/3$	X : 1 0 Y : 1 1	$X_1, Y_1, Y_2$
$3/4$	X : 1 0 1 Y : 1 1 0	$X_1, Y_1, Y_2, X_3$
$5/6$	X : 1 0 1 0 1 Y : 1 1 0 1 0	$X_1, Y_1, Y_2, X_3, Y_4, X_5$
$7/8$	X : 1 0 0 0 1 0 1 Y : 1 1 1 1 0 1 0	$X_1, Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, X_5, Y_6, X_7$



### 3.1.6.9 キャリア変調

#### 3.1.6.9.1 キャリア変調部の構成

キャリア変調部は、図 3.1.6.9-1に示す通り階層について予め指定された方式によりビットインタリーブされ、変調マッピングされる。

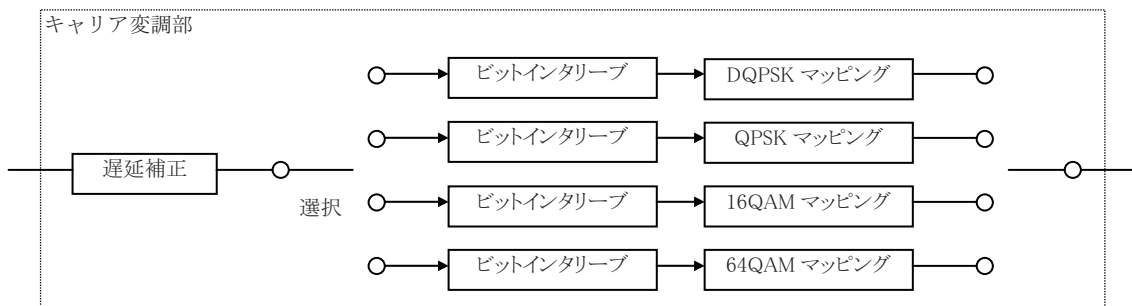


図 3.1.6.9-1 キャリア変調部の構成

#### 3.1.6.9.2 遅延補正

ビットインタリーブは、3.1.6.9.3 で詳細を示すように、送受で 120 キャリアシンボルの遅延が生じる。これに送信側で適当な遅延補正を付加することにより、送受で 2 OFDM シンボルの遅延となるように補正する。

表 3.1.6.9-1 ビットインタリーブに伴う遅延補正量

キャリア変調	遅延補正量 (ビット数)		
	Mode 1	Mode 2	Mode 3
DQPSK	$384 \times N - 240$	$768 \times N - 240$	$1536 \times N - 240$
QPSK	$384 \times N - 240$	$768 \times N - 240$	$1536 \times N - 240$
16QAM	$768 \times N - 480$	$1536 \times N - 480$	$3072 \times N - 480$
64QAM	$1152 \times N - 720$	$2304 \times N - 720$	$4608 \times N - 720$

Nはその階層が使用するセグメント数

3.1.6.9.3 ビットインタリーブ及びマッピング

3.1.6.9.3.1 DQPSK

入力信号を2ビット化し、 $\pi/4$ シフト DQPSK のマッピングを行い、複数ビットの I 軸データ及び Q 軸データを出力する。直並列変換後、図 3.1.6.9-2 に示す 120 ビットの遅延素子を位相計算部の入力に挿入し、ビットインタリーブを行う。図 3.1.6.9-2 に系統を、表 3.1.6.9-2 に位相計算を、図 3.1.6.9-3 にコンスタレーションを示す。

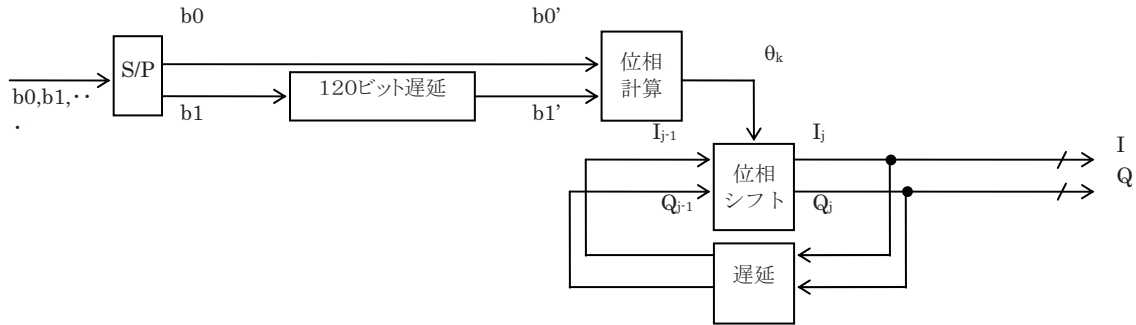


図 3.1.6.9-2  $\pi/4$ シフト DQPSK 変調系統図

表 3.1.6.9-2 位相計算

入力 $b0'$ $b1'$	出力 $\theta_j$
0 0	$\pi/4$
0 1	$-\pi/4$
1 0	$3\pi/4$
1 1	$-3\pi/4$

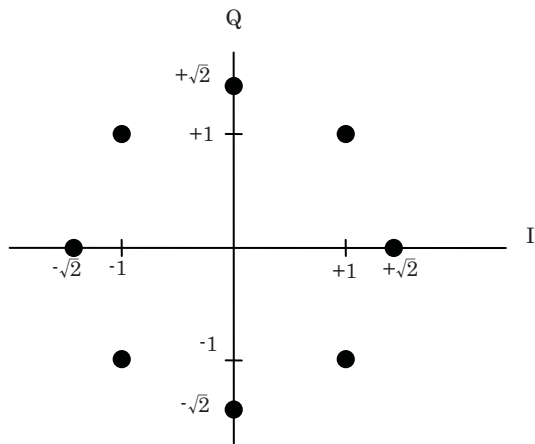


図 3.1.6.9-3  $\pi/4$ シフト DQPSK 位相図

位相シフトの関係を以下に示す。

$$\begin{pmatrix} I_j \\ Q_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_j & -\sin \theta_j \\ \sin \theta_j & \cos \theta_j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_{j-1} \\ Q_{j-1} \end{pmatrix}$$

但し、 $(I_j, Q_j)$ は出力シンボル、 $(I_{j-1}, Q_{j-1})$ は1 OFDM シンボル前のシンボルを示す。

### 3.1.6.9.3.2 QPSK

入力信号を2ビット化し、QPSKのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.1.6.9-4に示す120ビットの遅延素子を入力に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.1.6.9-4に系統を、図3.1.6.9-5にマッピングのコンスタレーションを示す。

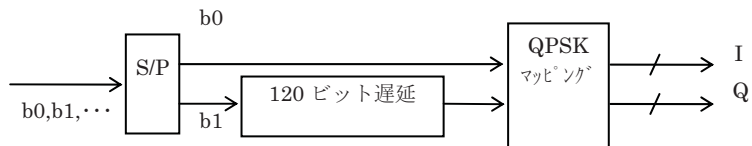


図 3.1.6.9-4 QPSK 変調系統図

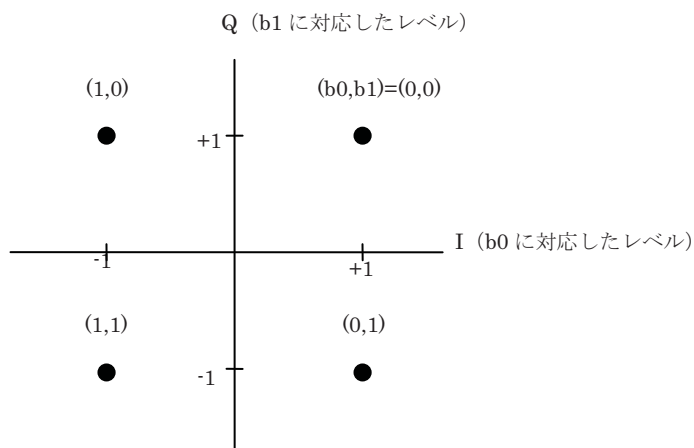


図 3.1.6.9-5 QPSK 位相図

3. 1. 6. 9. 3. 3 16QAM

入力信号を4ビット化し、16QAMのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.1.6.9-6に示す遅延素子をb1からb3に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.1.6.9-6に系統を、図3.1.6.9-7にマッピングのコンスタレーションを示す。

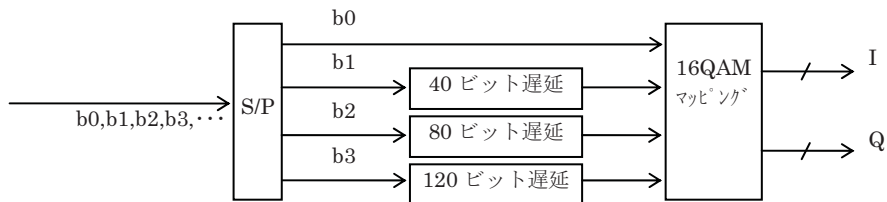


図 3. 1. 6. 9-6 16QAM 変調系統図

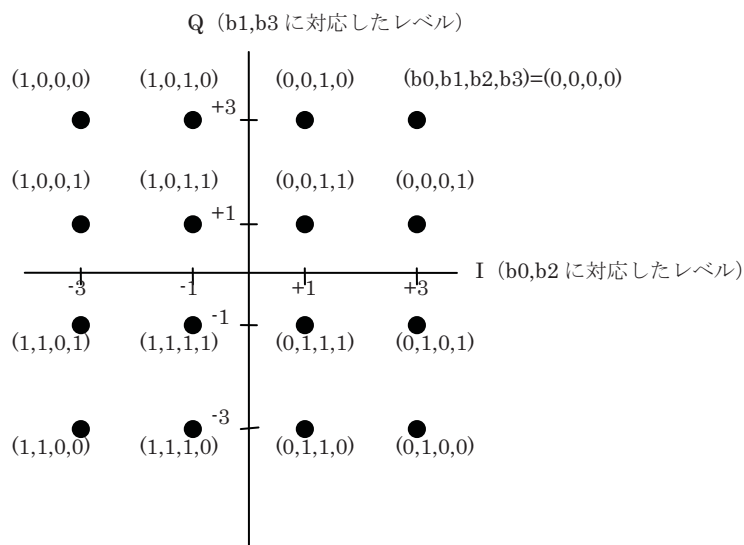


図 3. 1. 6. 9-7 16QAM の位相図

3. 1. 6. 9. 3. 4 64QAM

入力信号を6ビット化し、64QAMのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.1.6.9-8に示す遅延素子をb1からb5に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.1.6.9-8に系統を、図3.1.6.9-9にマッピングのコンスタレーションを示す。

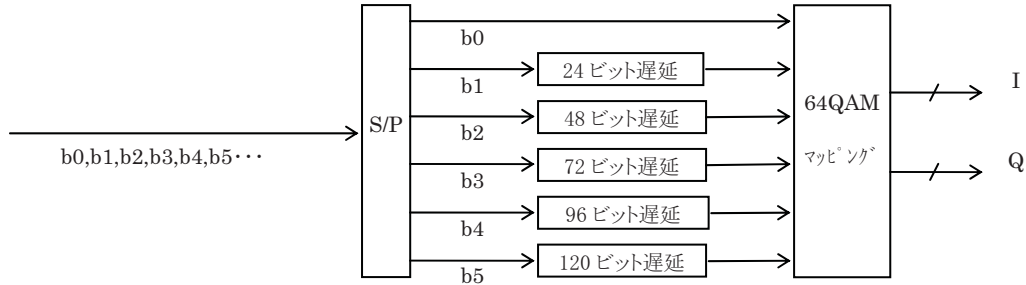


図 3. 1. 6. 9-8 64QAM 変調系統図

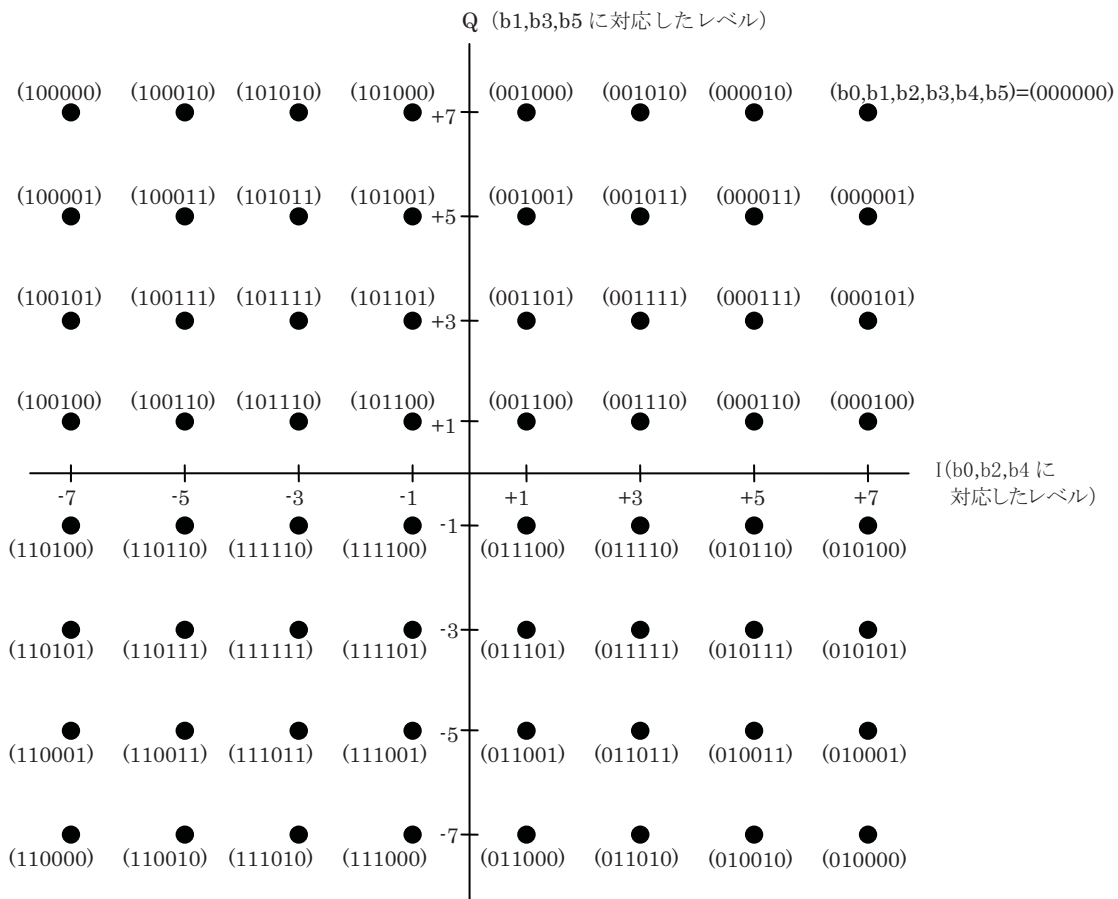


図 3. 1. 6. 9-9 64QAM の位相図

## 3.1.6.9.3.5

## 変調レベルの正規化

図 3.1.6.9-3、図 3.1.6.9-5、図 3.1.6.9-7、図 3.1.6.9-9 で示した各変調方式の位相図の点を  $Z$  ( $=I+jQ$ ) としたとき、表 3.1.6.9-3 に示すように送信信号のレベルを正規化する。

表 3.1.6.9-3 変調レベルの正規化

キャリア変調方式	正規化
$\pi/4$ シフト DQPSK	$Z/\sqrt{2}$
QPSK	$Z/\sqrt{2}$
16QAM	$Z/\sqrt{10}$
64QAM	$Z/\sqrt{42}$

## 3.1.6.9.4 データセグメント構成

データセグメントは、3.1.6.12項で示すOFDMセグメントのデータ部に相当し、Mode 1の場合は96キャリアシンボル、Mode 2の場合は192キャリアシンボル、Mode 3の場合は384キャリアシンボルより構成される。なお、図中の $S_{i,j,k}$ は、 $k$ 番目のセグメントのキャリアシンボルを表わす。また、 $i$ はOFDMセグメントにおいてキャリア方向に相当し、 $j$ はシンボル方向に相当するものとする。データセグメントの構成を図 3.1.6.9-10に示す。

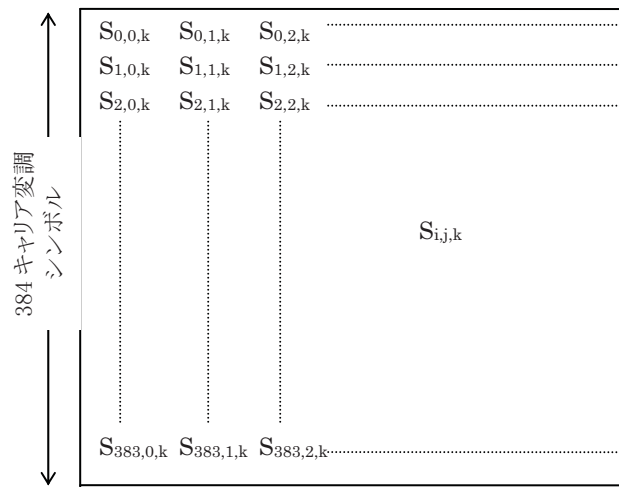
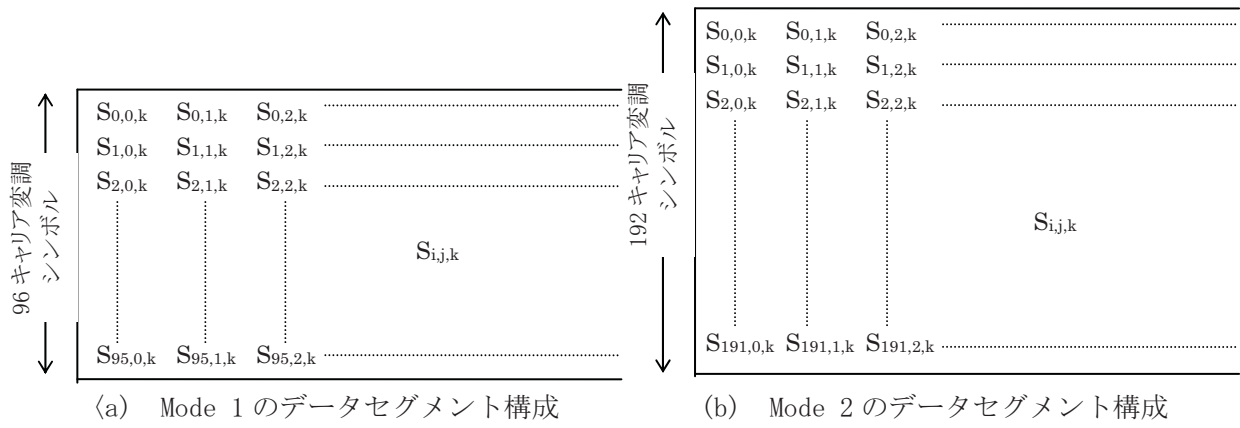


図 3.1.6.9-10 データセグメントの構成

3.1.6.10 階層合成

あらかじめ指定されたパラメータで伝送路符号化およびキャリア変調が施された各階層の信号を合成し、データセグメントに挿入するとともに、速度変換を行なう。なお、1セグメント形式の場合には、A階層のための速度変換のみの処理となる。

図 3.1.6.10-1に階層合成の構成を示す。

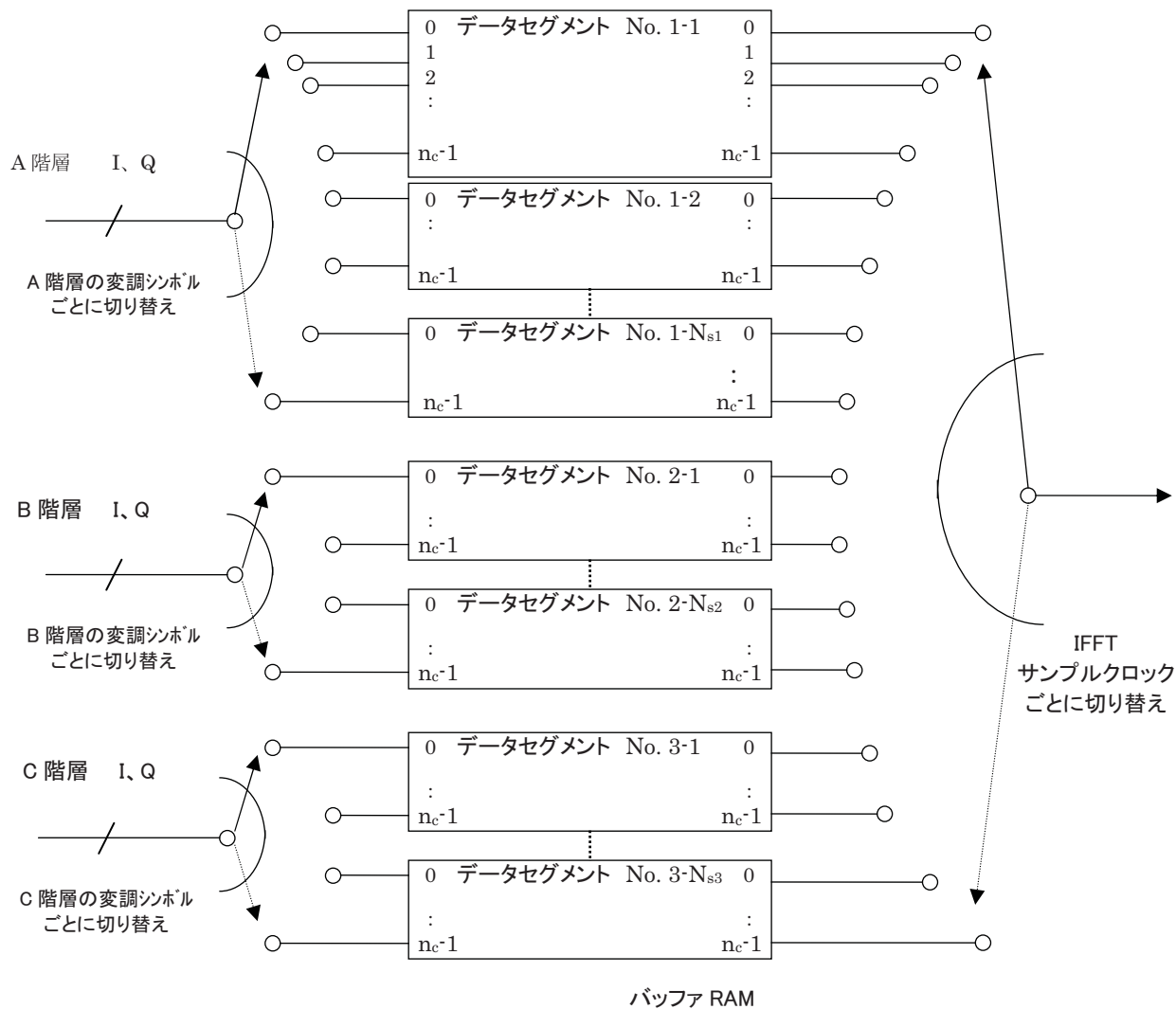


図 3.1.6.10-1 階層合成の構成

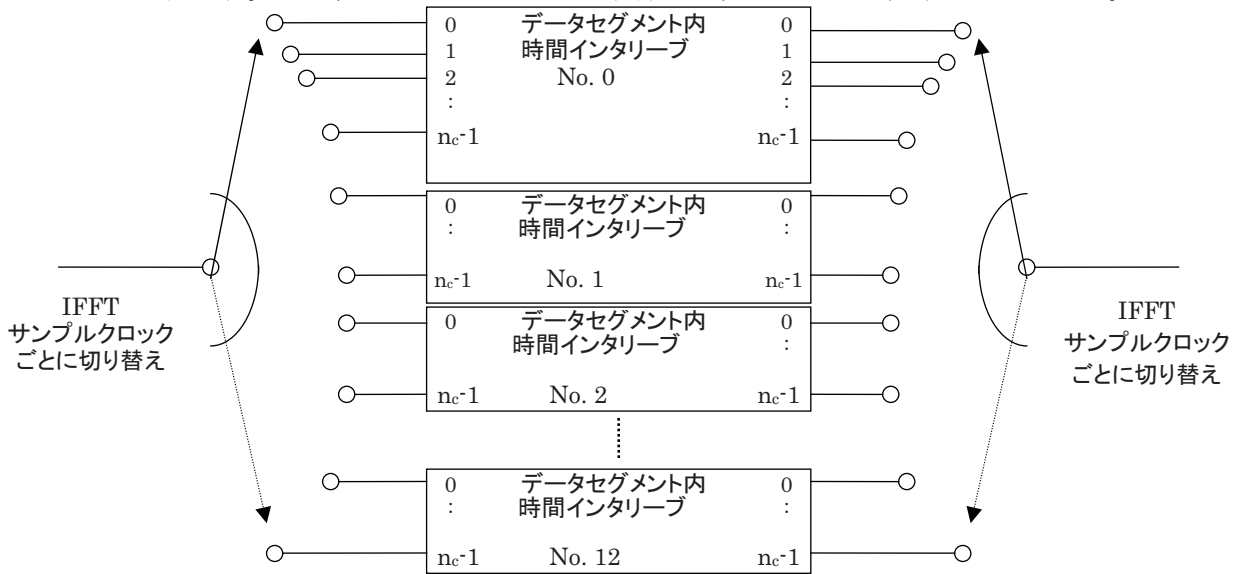
図において、 $n_c$  の値は96 (モード1)、192 (モード2)、384 (モード3) である。  
また、 $N_{s1} + N_{s2} + N_{s3} = 13$  である。



3.1.6.11 時間、周波数インタリーブ

3.1.6.11.1 時間インタリーブ

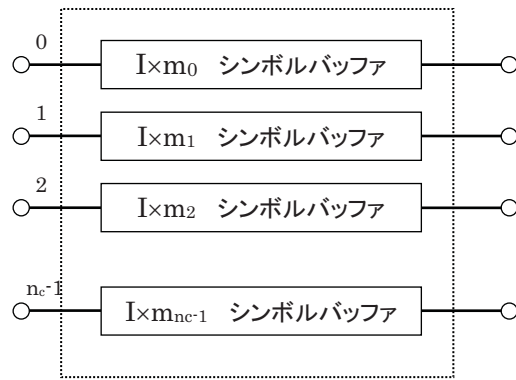
階層合成された信号に対して、図 3.1.6.11-1 に示すように、変調シンボル単位 (I、Q 軸単位) で時間インタリーブを行なう。なお、1 セグメント形式の場合には、セグメント番号 0 のみとなる。



ただし、 $n_c$  の値は 96 (モード 1)、192 (モード 2)、384 (モード 3) とする。

図 3.1.6.11-1 時間インタリーブの構成

図 3.1.6.11-1 におけるデータセグメント内時間インタリーブの構成を図 3.1.6.11-2 に示す。なお、図における”I”は階層単位で指定可能なインタリーブ長に関わるパラメータであり、表 3.1.6.11-1 に示す。



ただし、 $m_i = (i \times 5) \bmod 96$ 、 $n_c$  の値は 96 (モード 1)、192 (モード 2)、384 (モード 3) とする。

図 3.1.6.11-2 セグメント内時間インタリーブの構成

時間インタリーブの長さは、階層ごとに独立にパラメータ、I で指定される。この結果階層間で生じる遅延時間差に対しては、各階層に表 3.1.6.11-1 に示すシンボル数の遅延を送信側で補正して、送受合計の遅延量がフレームの整数倍となるように設定される。

表 3.1.6.11-1 時間インタリーブの長さおよび遅延補正量

モード 1			モード 2			モード 3		
長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数	長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数	長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数
0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	28	2	2	14	1	1	109	1
8	56	4	4	28	2	2	14	1
16	112	8	8	56	4	4	28	2

なお、この遅延補正は、時間インタリーブ前の信号に対して行われるものとする。

### 3.1.6.11.2 周波数インタリーブ

周波数インタリーブの構成を図 3.1.6.11-3 に示す。

セグメント分割において、部分受信部、差動変調部（キャリア変調が DQPSK に指定されたセグメント）、同期変調部（キャリア変調が QPSK、16QAM、または 64QAM に指定されたセグメント）の順に、データセグメント番号、0 から 12、が割り当てられる。

なお、階層構成とデータセグメントの関係については、各階層のデータセグメントは番号順に連続的に配置されるものとし、データセグメントの小さい番号を含む階層から、A 階層、B 階層、C 階層とする。

階層が異なる場合でも、同じ種類の変調部に属するデータセグメントにはセグメント間インタリーブが施される。

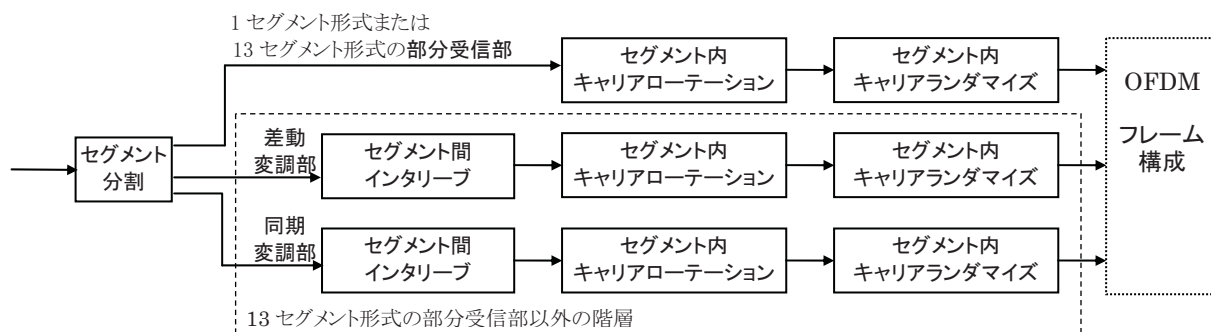


図 3.1.6.11-3 周波数インタリーブの構成

#### 「解説」

部分受信部に関しては、そのセグメントのみを受信する受信機を想定しているため、他のセグメントとのインタリーブであるセグメント間インタリーブは実施されない。

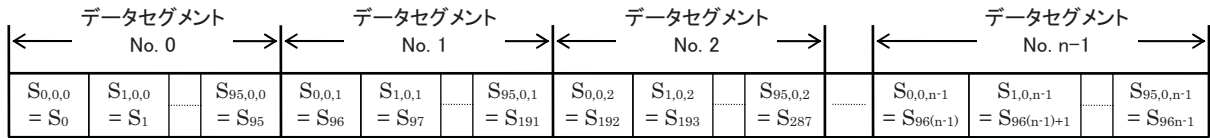
また、3.12章（フレーム構成）に示すように、差動変調部と同期変調部では異なるフレーム構造をとるため、セグメント間インタリーブはそれぞれのグループで実行される。

異なる階層に跨るセグメント間インタリーブは、周波数インタリーブの効果を最大化するために行われる。

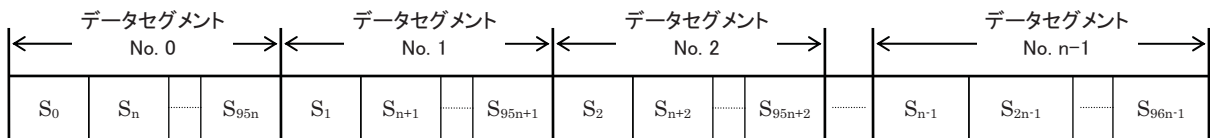
3.1.6.11.2.1 セグメント間インタリーブ (13 セグメント形式)

13 セグメント形式の場合、セグメント間インタリーブは、図 3.1.6.11-4 (a)、(b)、(c)に従って、差動変調 (DQPSK) 部および同期変調 (QPSK、16QAM、64QAM) 部についてそれぞれに行なわれる。

なお、図における  $S_{i,j,k}$  は図 3.1.6.9-10 のキャリアシンボルを、 $n$  は差動変調部および同期変調部に割り当てられたセグメント数を表わす。

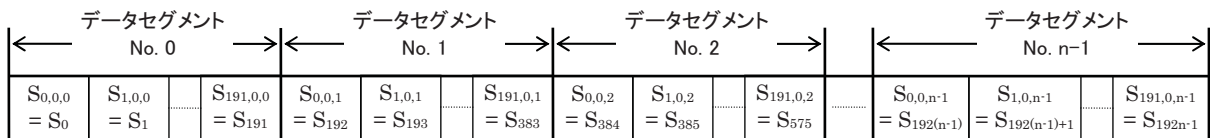


インタリーブ前のシンボル配置

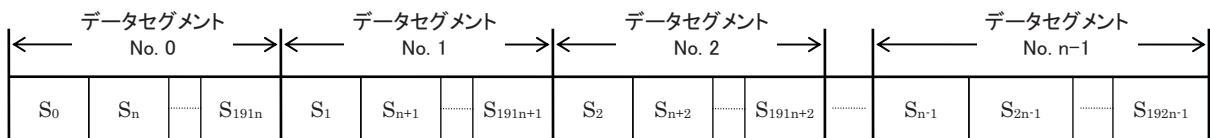


インタリーブ後のシンボル配置

(a) モード 1

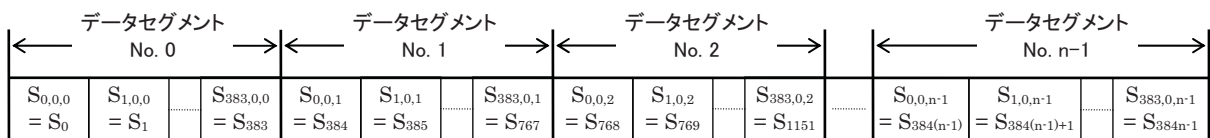


インタリーブ前のシンボル配置

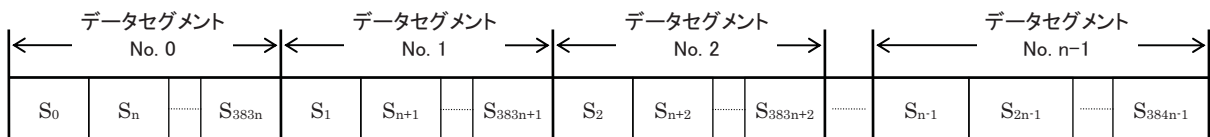


インタリーブ後のシンボル配置

(b) モード 2



インタリーブ前のシンボル配置



インタリーブ後のシンボル配置

(c) モード 3

図 3.1.6.11-4 セグメント間インタリーブ

### 3.1.6.11.2.2 セグメント内インタリーブ

図 3.1.6.11-5(a)、(b)、(c)に示すように、セグメント番号にしたがって各セグメント毎にキャリアローテーションを行った後、表 3.1.6.11-2 (a)、(b)、(c)に示すようにランダム化される。ここで、 $S'_{i,j,k}$  は、セグメント間インタリーブを行った後の  $k$  番目のセグメントのキャリアシンボルである。

なお、1セグメント形式の場合には  $k = 0$  となるため、キャリアローテーションは不要である。

表中の番号は、キャリアローテーション後のセグメント内キャリア番号を示す。表中の「前」で示される値のキャリアのデータが、セグメント内キャリアランダムマイズの結果、「後」に示されるキャリアのデータとなる。

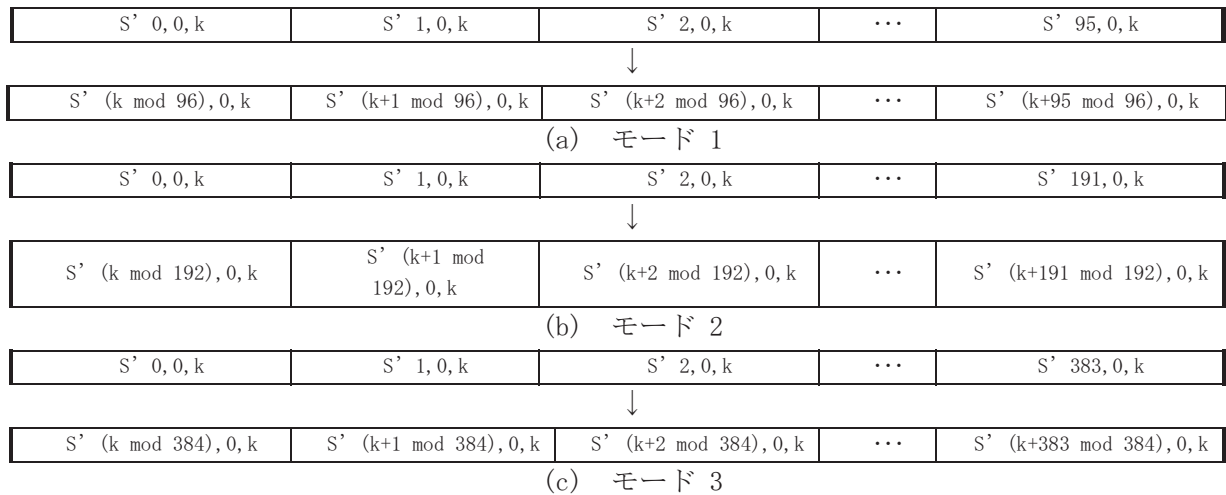


図 3.1.6.11-5 キャリアローテーション

次に、キャリア ランダマイズをモード1, 2, 3 について表 3.1.6.11-2 (a)、(b)、(c) に示す。  
 表は、キャリアローテーションを終えた時点におけるデータ（昇順のキャリア番号）に対して、キャリア ランダマイズの結果として割り当てられるキャリアを示している。

表 3.1.6.11-2 セグメント内キャリア ランダマイズ

(a) モード 1

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	80	93	63	92	94	55	17	81	6	51	9	85	89	65	52	15	73	66	46	71	12	70	18	13

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	95	34	1	38	78	59	91	64	0	28	11	4	45	35	16	7	48	22	23	77	56	19	8	36

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	39	61	21	3	26	69	67	20	74	86	72	25	31	5	49	42	54	87	43	60	29	2	76	84

前	74	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	83	40	14	79	27	57	44	37	30	68	47	88	75	41	90	10	33	32	62	50	58	82	53	24

(b) モード 2

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	98	35	67	116	135	17	5	93	73	168	54	143	43	74	165	48	37	69	154	150	107	76	176	79

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	175	36	28	78	47	128	94	163	184	72	142	2	86	14	130	151	114	68	46	183	122	112	180	42

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	105	97	33	134	177	84	170	45	187	38	167	10	189	51	117	156	161	25	89	125	139	24	19	57

前	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	71	39	77	191	88	85	0	162	181	113	140	61	75	82	101	174	118	20	136	3	121	190	120	92

前	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
後	160	52	153	127	65	60	133	147	131	87	22	58	100	111	141	83	49	132	12	155	146	102	164	66

前	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
後	1	62	178	15	182	96	80	119	23	6	166	56	99	123	138	137	21	145	185	18	70	129	95	90

前	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
後	149	109	124	50	11	152	4	31	172	40	13	32	55	159	41	8	7	144	16	26	173	81	44	103

前	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
後	64	9	30	157	126	179	148	63	188	171	106	104	158	115	34	186	29	108	53	91	169	110	27	59

## (c) モード 3

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	62	13	371	11	285	336	365	220	226	92	56	46	120	175	298	352	172	235	53	164	368	187	125	82

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	5	45	173	258	135	182	141	273	126	264	286	88	233	61	249	367	310	179	155	57	123	208	14	227

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	100	311	205	79	184	185	328	77	115	277	112	20	199	178	143	152	215	204	139	234	358	192	309	183

前	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	81	129	256	314	101	43	97	324	142	157	90	214	102	29	303	363	261	31	22	52	305	301	293	177

前	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
後	116	296	85	196	191	114	58	198	16	167	145	119	245	113	295	193	232	17	108	283	246	64	237	189

前	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
後	128	373	302	320	239	335	356	39	347	351	73	158	276	243	99	38	287	3	330	153	315	117	289	213

前	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
後	210	149	383	337	339	151	241	321	217	30	334	161	322	49	176	359	12	346	60	28	229	265	288	225

前	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
後	382	59	181	170	319	341	86	251	133	344	361	109	44	369	268	257	323	55	317	381	121	360	260	275

前	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
後	190	19	63	18	248	9	240	211	150	230	332	231	71	255	350	355	83	87	154	218	138	269	348	130

前	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
後	160	278	377	216	236	308	223	254	25	98	300	201	137	219	36	325	124	66	353	169	21	35	107	50

前	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263
後	106	333	326	262	252	271	263	372	136	0	366	206	159	122	188	6	284	96	26	200	197	186	345	340

前	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287
後	349	103	84	228	212	2	67	318	1	74	342	166	194	33	68	267	111	118	140	195	105	202	291	259

前	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311
後	23	171	65	281	24	165	8	94	222	331	34	238	364	376	266	89	80	253	163	280	247	4	362	379

前	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335
後	290	279	54	78	180	72	316	282	131	207	343	370	306	221	132	7	148	299	168	224	48	47	357	313

前	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
後	75	104	70	147	40	110	374	69	146	37	375	354	174	41	32	304	307	312	15	272	134	242	203	209

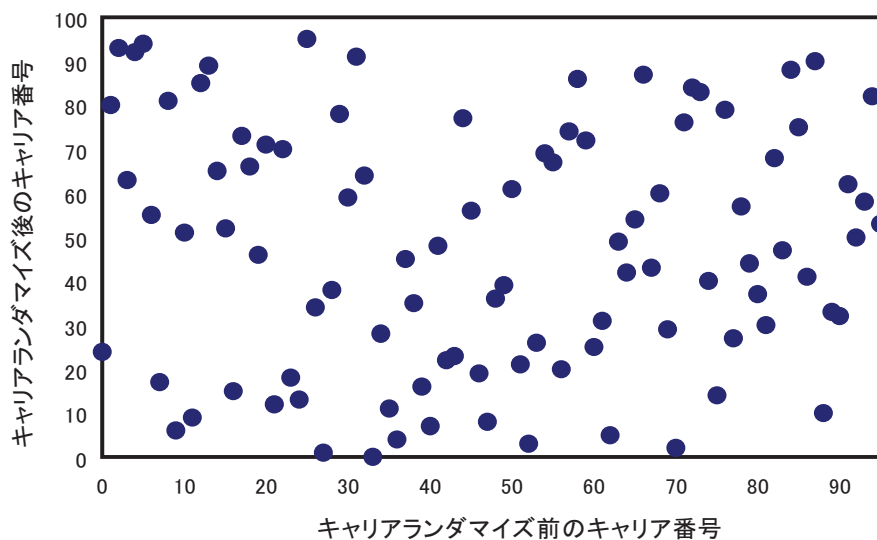
前	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383
後	380	162	297	327	10	93	42	250	156	338	292	144	378	294	329	127	270	76	95	91	244	274	27	51

## 「解説」

キャリアローテーションとキャリア ランダムイズは、キャリア配列の周期性を排除するために行われる。これにより、セグメント間インタリーブ後のキャリア配列周期に周波数選択性フェージングが一致

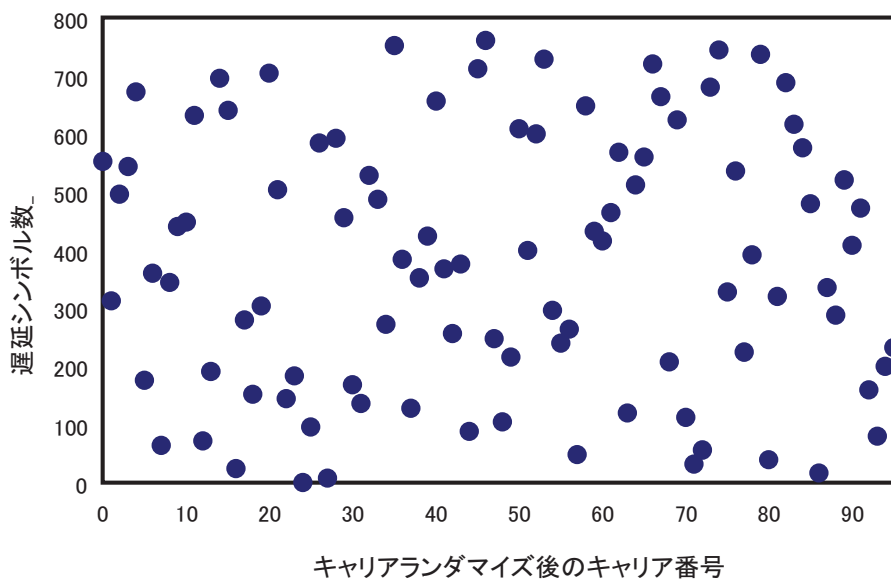
した場合、特定のデータセグメントのキャリアがバースト的に誤る現象が避けられる。

図 3.1.6.11-6 の(a) にモード 1 におけるキャリア ランダマイズの例を、(b)に時間インターリーブを含めたキャリア ランダマイズの例を示す。



(モード 1、セグメント番号 0、I=8)

(a) キャリア ランダム化前後のキャリア配列例



(モード 1、セグメント番号 0、I=8)

(b) 時間インターリーブ、キャリア ランダム化後の配列例

図 3.1.6.11-6 キャリア ランダム化例

3.1.6.12 フレーム構成

3.1.6.11 節までに示した各段階の処理により、データセグメントにおける伝送路符号化のデータ処理は全て終了している。本節では、このデータセグメントに各種パイロット信号を付加して行われる OFDM フレーム構成について規定する。

3.1.6.12.1 差動変調部の OFDM セグメント構成

差動変調 (DQPSK) 部の OFDM セグメントを図 3.1.6.12-1 に示す。(モード 1 の場合)  
キャリア番号

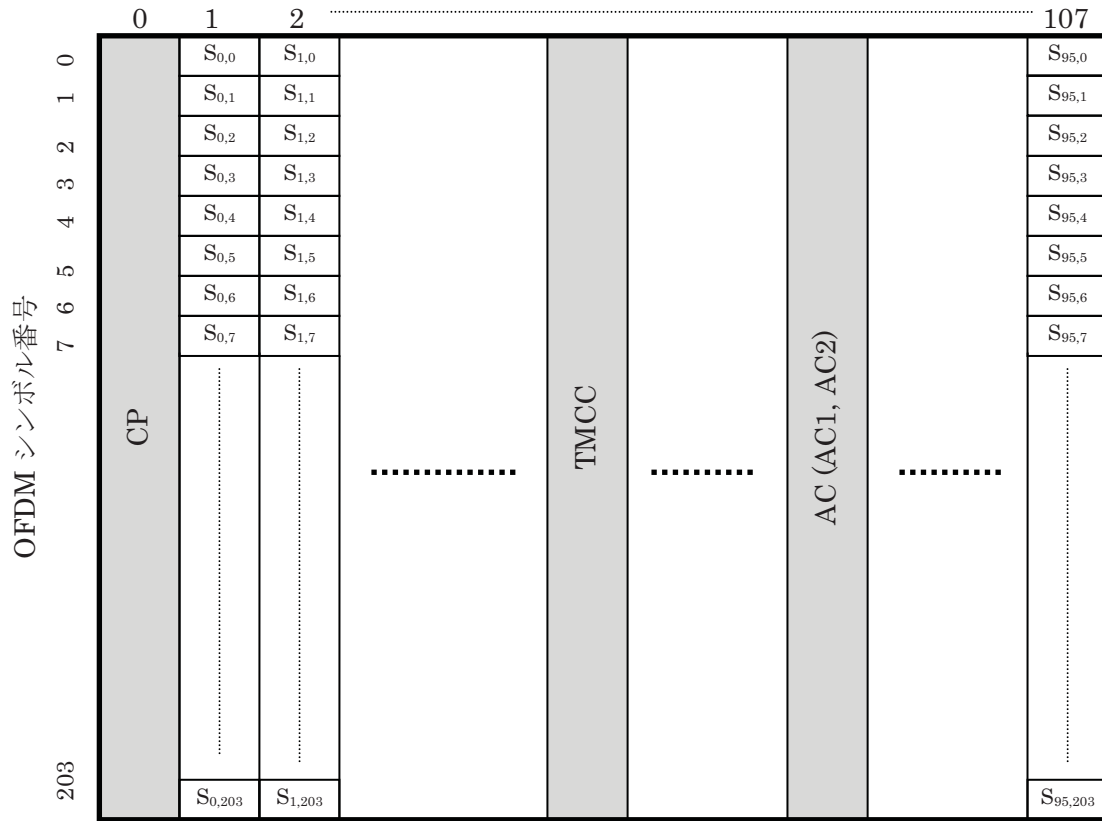


図 3.1.6.12-1 差動変調部の OFDM セグメント構成

但し、 $S_{i,j}$  は、インタリーブ後のデータセグメント内のキャリアシンボルを表わす。

また、CP (Continual Pilot) は連続キャリアであり、TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) は制御情報を伝送するための信号であり、AC (Auxiliary Channel) は付加情報を伝送するための拡張用信号である。

モード 1 のキャリア番号は 0 から 107 なのに対して、モード 2、モード 3 ではそれぞれ、0 から 215、0 から 431 である。



OFDM フレーム構成部で付加される各種の制御信号の配置を、各モードにおけるセグメント内のキャリア番号で、表 3.12-1 (a)、(b)、(c) に示す。なお、1セグメント形式の場合はセグメント番号0とする。

表 3.1.6.12-1 差動変調部の CP、TMCC および AC のキャリア配置

(a) モード 1 の CP、AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC1_ 1	10	53	61	11	20	74	35	76	4	40	8	7	98
AC1_ 2	28	83	100	101	40	100	79	97	89	89	64	89	101
AC2_ 1	3	3	29	28	23	30	3	5	13	72	36	25	10
AC2_ 2	45	15	41	45	63	81	72	18	93	95	48	30	30
AC2_ 3	59	40	84	81	85	92	85	57	98	100	52	42	55
AC2_ 4	77	58	93	91	105	103	89	92	102	105	74	104	81
TMCC 1	13	25	4	36	10	7	49	31	16	5	78	34	23
TMCC 2	50	63	7	48	28	25	61	39	30	10	82	48	37
TMCC 3	70	73	17	55	44	47	96	47	37	21	85	54	51
TMCC 4	83	80	51	59	47	60	99	65	74	44	98	70	68
TMCC 5	87	93	71	86	54	87	104	72	83	61	102	101	105

セグメント番号は、周波数軸上で、周波数の低いほうから順に並べられている (3.14節参照)。

(b) モード 2 の CP、AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC1_ 1	10	61	20	35	4	8	98	53	11	74	76	40	7
AC1_ 2	28	100	40	79	89	64	101	83	101	100	97	89	89
AC1_ 3	161	119	182	184	148	115	118	169	128	143	112	116	206
AC1_ 4	191	209	208	205	197	197	136	208	148	187	197	172	209
AC2_ 1	3	29	23	3	13	36	10	3	28	30	5	72	25
AC2_ 2	45	41	63	72	93	48	30	15	45	81	18	95	30
AC2_ 3	59	84	85	85	98	52	55	40	81	92	57	100	42
AC2_ 4	77	93	105	89	102	74	81	58	91	103	92	105	104
AC2_ 5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
AC2_ 6	111	136	138	113	180	133	111	137	131	111	121	144	118
AC2_ 7	123	153	189	126	203	138	153	149	171	180	201	156	138
AC2_ 8	148	189	200	165	208	150	167	192	193	193	206	160	163
AC2_ 9	166	199	211	200	213	212	185	201	213	197	210	182	189
TMCC 1	13	4	10	49	16	78	23	25	36	7	31	5	34
TMCC 2	50	7	28	61	30	82	37	63	48	25	39	10	48
TMCC 3	70	17	44	96	37	85	51	73	55	47	47	21	54
TMCC 4	83	51	47	99	74	98	68	80	59	60	65	44	70
TMCC 5	87	71	54	104	83	102	105	93	86	87	72	61	101
TMCC 6	133	144	115	139	113	142	121	112	118	157	124	186	131
TMCC 7	171	156	133	147	118	156	158	115	136	169	138	190	145
TMCC 8	181	163	155	155	129	162	178	125	152	204	145	193	159
TMCC 9	188	167	168	173	152	178	191	159	155	207	182	206	176
TMCC 10	201	194	195	180	169	209	195	179	162	212	191	210	213

(c) モード 3 の CP、AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AC1_ 1	10	20	4	98	11	76	7	61	35	8	53	74	40
AC1_ 2	28	40	89	101	101	97	89	100	79	64	83	100	89
AC1_ 3	161	182	148	118	128	112	206	119	184	115	169	143	116
AC1_ 4	191	208	197	136	148	197	209	209	205	197	208	187	172
AC1_ 5	277	251	224	269	290	256	226	236	220	314	227	292	223
AC1_ 6	316	295	280	299	316	305	244	256	305	317	317	313	305
AC1_ 7	335	400	331	385	359	332	377	398	364	334	344	328	422
AC1_ 8	425	421	413	424	403	388	407	424	413	352	364	413	425
AC2_ 1	3	23	13	10	28	5	25	29	3	36	3	30	72
AC2_ 2	45	63	93	30	45	18	30	41	72	48	15	81	95
AC2_ 3	59	85	98	55	81	57	42	84	85	52	40	92	100
AC2_ 4	77	105	102	81	91	92	104	93	89	74	58	103	105
AC2_ 5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
AC2_ 6	111	138	180	111	131	121	118	136	113	133	137	111	144
AC2_ 7	123	189	203	153	171	201	138	153	126	138	149	180	156
AC2_ 8	148	200	208	167	193	206	163	189	165	150	192	193	160
AC2_ 9	166	211	213	185	213	210	189	199	200	212	201	197	182
AC2_ 10	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
AC2_ 11	245	219	252	219	246	288	219	239	229	226	244	221	241
AC2_ 12	257	288	264	231	297	311	261	279	309	246	261	234	246
AC2_ 13	300	301	268	256	308	316	275	301	314	271	297	273	258
AC2_ 14	309	305	290	274	319	321	293	321	318	297	307	308	320
AC2_ 15	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
AC2_ 16	352	329	349	353	327	360	327	354	396	327	347	337	334
AC2_ 17	369	342	354	365	396	372	339	405	419	369	387	417	354
AC2_ 18	405	381	366	408	409	376	364	416	424	383	409	422	379
AC2_ 19	415	416	428	417	413	398	382	427	429	401	429	426	405
TMCC 1	13	10	16	23	36	31	34	4	49	78	25	7	5
TMCC 2	50	28	30	37	48	39	48	7	61	82	63	25	10
TMCC 3	70	44	37	51	55	47	54	17	96	85	73	47	21
TMCC 4	83	47	74	68	59	65	70	51	99	98	80	60	44
TMCC 5	87	54	83	105	86	72	101	71	104	102	93	87	61
TMCC 6	133	115	113	121	118	124	131	144	139	142	112	157	186
TMCC 7	171	133	118	158	136	138	145	156	147	156	115	169	190
TMCC 8	181	155	129	178	152	145	159	163	155	162	125	204	193
TMCC 9	188	168	152	191	155	182	176	167	173	178	159	207	206
TMCC 10	201	195	169	195	162	191	213	194	180	209	179	212	210
TMCC 11	220	265	294	241	223	221	229	226	232	239	252	247	250
TMCC 12	223	277	298	279	241	226	266	244	246	253	264	255	264
TMCC 13	233	312	301	289	263	237	286	260	253	267	271	263	270
TMCC 14	267	315	314	296	276	260	299	263	290	284	275	281	286
TMCC 15	287	320	318	309	303	277	303	270	299	321	302	288	317
TMCC 16	360	355	358	328	373	402	349	331	329	337	334	340	347
TMCC 17	372	363	372	331	385	406	387	349	334	374	352	354	361
TMCC 18	379	371	378	341	420	409	397	371	345	394	368	361	375
TMCC 19	383	389	394	375	423	422	404	384	368	407	371	398	392
TMCC 20	410	396	425	395	428	426	417	411	385	411	378	407	429

差動変調部セグメントのCPは、同期変調部のセグメントが周波数の低い方に隣接する場合に同期変調部のSPの代わりとなるもので、差動変調部セグメントの低域端に配置されている。受信機では、このCPを同期変調部セグメントの高域端SPとして同期検波が行われる。

TMCC、AC (AC1, AC2) のキャリアは、マルチパスによる伝送路特性の周期的なディップの影響を軽減するために、周波数方向にランダムに配置されている。AC パイロット信号の役割に加え、伝送制御の付加情報にも利用することができる。

なお、AC1 のキャリアは、同期変調部セグメントのAC1 のキャリアと同じところに配置されている。

### 3. 1. 6. 12. 2 同期変調部のOFDMセグメント構成

同期変調部 (QPSK、16QAM、64QAM 変調) のOFDMセグメントをモード 1 を例に図 3. 1. 6. 12-2 に示す。 $S_{i, j}$  は、インタリーブ後のデータセグメント内のキャリアシンボルを表わす。

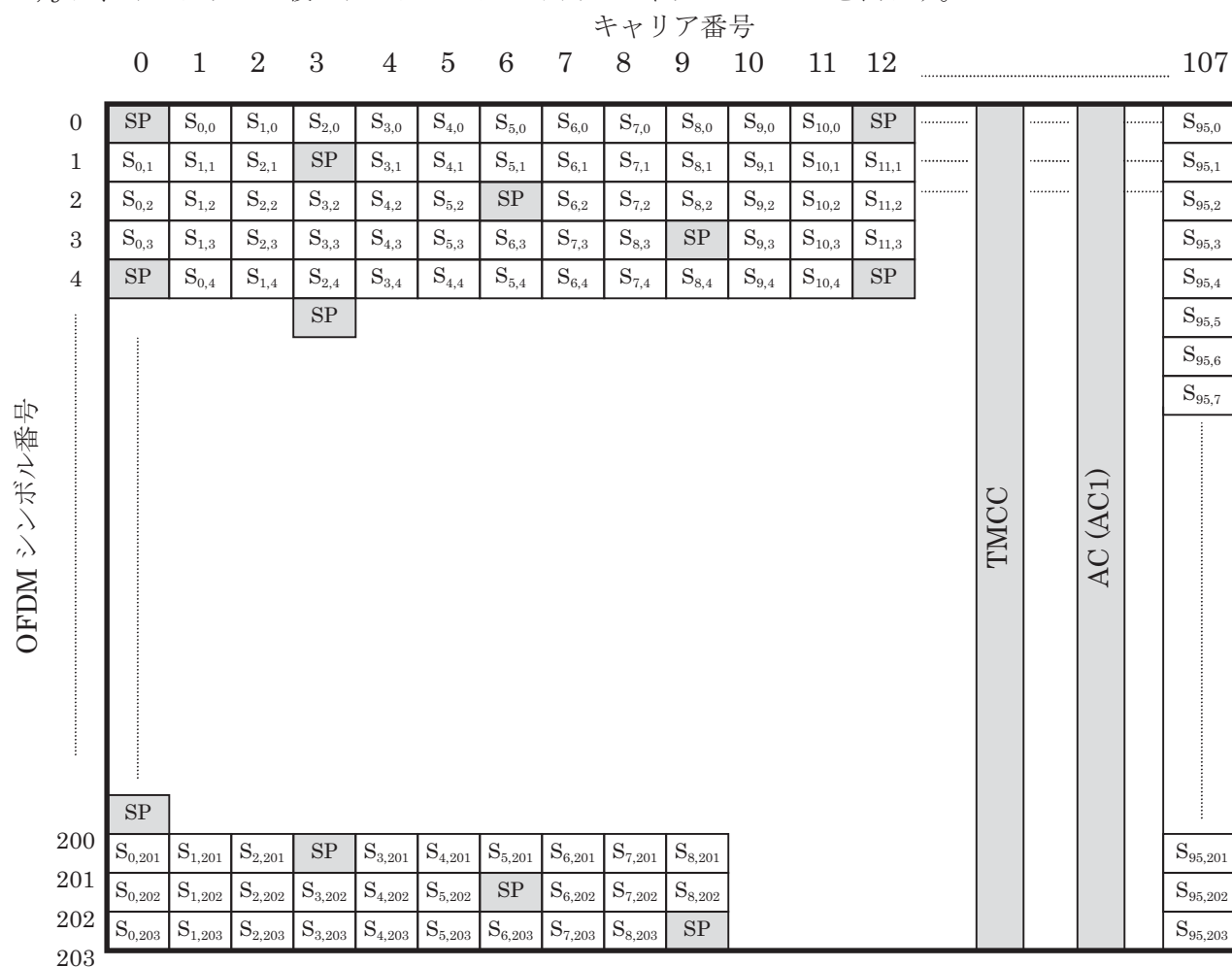


図 3. 1. 6. 12-2 同期変調部のOFDMセグメント構成

SP (Scattered Pilot) は、図に示すようにキャリア方向に 12 キャリアに 1 回、シンボル方向に 4 シンボルに 1 回挿入される。AC および TMCC のキャリア配置を表 3.1.6.12-2 に示す。なお、1 セグメント形式の場合はセグメント番号 0 とする。

同期変調部の AC1 は差動変調部の AC1 と同じキャリア配置となっている。なお、AC2 は差動変調部のみの信号であり、同期変調部には配置されない。

表 3.1.6.12-2 同期変調部の AC および TMCC のキャリア配置

(a) モード 1 の AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	53	61	11	20	74	35	76	4	40	8	7	98
AC1_2	28	83	100	101	40	100	79	97	89	89	64	89	101
TMCC 1	70	25	17	86	44	47	49	31	83	61	85	101	23

(b) モード 2 の AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	61	20	35	4	8	98	53	11	74	76	40	7
AC1_2	28	100	40	79	89	64	101	83	101	100	97	89	89
AC1_3	161	119	182	184	148	115	118	169	128	143	112	116	206
AC1_4	191	209	208	205	197	197	136	208	148	187	197	172	209
TMCC 1	70	17	44	49	83	85	23	25	86	47	31	61	101
TMCC 2	133	194	155	139	169	209	178	125	152	157	191	193	131

(c) モード 3 の AC および TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	20	4	98	11	76	7	61	35	8	53	74	40
AC1_2	28	40	89	101	101	97	89	100	79	64	83	100	89
AC1_3	161	182	148	118	128	112	206	119	184	115	169	143	116
AC1_4	191	208	197	136	148	197	209	209	205	197	208	187	172
AC1_5	277	251	224	269	290	256	226	236	220	314	227	292	223
AC1_6	316	295	280	299	316	305	244	256	305	317	317	313	305
AC1_7	335	400	331	385	359	332	377	398	364	334	344	328	422
AC1_8	425	421	413	424	403	388	407	424	413	352	364	413	425
TMCC 1	70	44	83	23	86	31	101	17	49	85	25	47	61
TMCC 2	133	155	169	178	152	191	131	194	139	209	125	157	193
TMCC 3	233	265	301	241	263	277	286	260	299	239	302	247	317
TMCC 4	410	355	425	341	373	409	349	371	385	394	368	407	347

TMCC、AC (AC1) のキャリアは、マルチパスによる伝送路特性の周期的なディップの影響を軽減するために、周波数方向にランダムとなるように配置される。AC 1 のキャリアは、差動変調部セグメントの AC1 と同じ位置に配置される。

3.1.6.13 パイロット信号  
 3.1.6.13.1 スキャッタードパイロット (SP)

スキャッタードパイロットは、図 3.1.6.13-1 により生成される PRBS (擬似ランダム符号系列) の出力ビット  $W_i$  に対し OFDM セグメントのキャリア番号  $i$  に相当する  $W_i$  により BPSK 変調する。 $W_i$  と変調信号の対応を表 3.1.6.13-1 に示す。

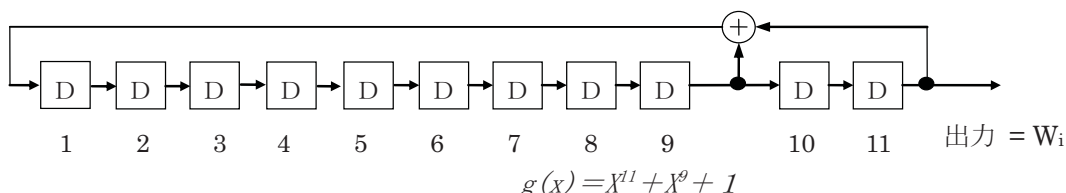


図 3.1.6.13-1 PRBS の生成回路

表 3.1.6.13-1 変調信号と  $W_i$  の値

$W_i$ の値	変調信号の振幅 (I, Q)
1	(-4/3, 0)
0	(+4/3, 0)

3.1.6.13.1.1 PRBS 生成回路の初期値 (13 セグメント形式)

変調信号を表に示す。PRBS 生成回路の初期値はセグメント毎に定義される。13 セグメント形式の場合の初期値をに示す。

表 3.1.6.13-2 PRBS 生成回路の初期値 (低次から) (13 セグメント形式)

セグメント番号	モード 1 の初期値	モード 2 の初期値	モード 3 の初期値
11	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
9	1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 0	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1
7	0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
5	0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1
3	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1
1	0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0	0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0
0	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0	0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1
2	0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 1
4	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1	0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1
6	1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0	0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1	1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0
8	0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0	0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0
10	1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1	0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1	1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0
12	0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1	0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0

注：上記表 3.1.6.13-2 の初期値は、全 1 を初期値としてセットして、左端のキャリア (セグメント 11 のキャリア番号 0) から右端のキャリアまで連続して発生させた場合と一致する。

3.1.6.13.1.2 PRBS 生成回路の初期値 (1 セグメント形式)

1セグメント形式の場合のレジスターの初期値は、当該セグメントの中心周波数が、6MHz の物理チャンネル帯域幅をチューニングステップ 1/7MHz 毎に番号付けしたサブチャンネル番号のどの位置に対応するかにより定義される。サブチャンネル番号の定義及びサブチャンネル番号とセグメントの関係の例を図 3.1.6.13-2 に示す。サブチャンネルは帯域幅 1/7MHz の仮想チャンネルである。図 3.1.6.13-2 には、中心サブチャンネル番号 22 の 1セグメントの例を示している。サブチャンネル 21, 22, 23 で 1セグメントを構成する。1セグメント形式の場合のセグメント単位の中心サブチャンネル番号とセグメントの Wi を生成するレジスターの初期値の対応表を表 3.1.6.13-3 に示す。

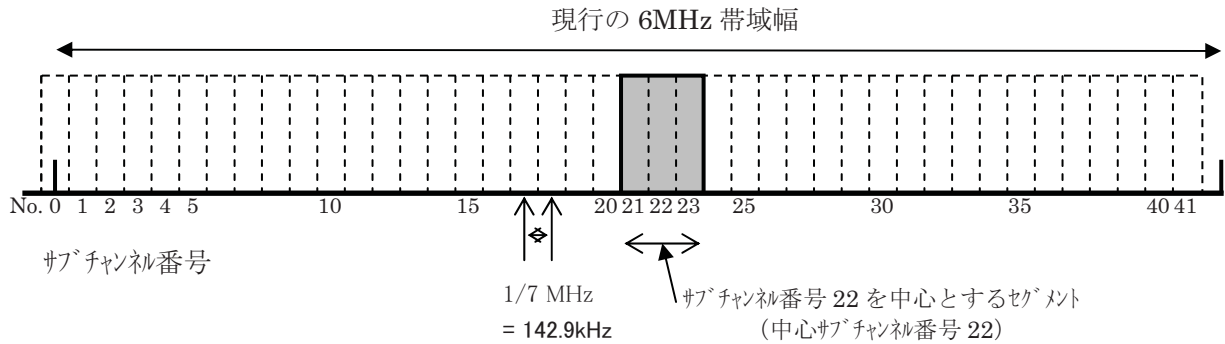


図 3.1.6.13-2 サブチャンネル番号の定義及びサブチャンネル番号とセグメントの関係

表 3.1.6.13-3 PRBS レジスターの初期値 (1セグメント形式)

1セグメントの 中心サブチャンネル番号	Mode 1 の初期値		Mode 2 の初期値		Mode 3 の初期値	
	D1	..... D11	D1	..... D11	D1	..... D11
41, 0, 1	1	1100100101	0	0011011110	1	11000111101
2, 3, 4	1	1111111111	1	1111111111	1	1111111111
5, 6, 7	1	1011100111	0	1101011111	1	110111100101
8, 9, 10	0	1101011111	1	10111100101	1	001010100000
11, 12, 13	0	1000101111	1	1001000010	0	11110001001
14, 15, 16	1	10111100101	1	001010100000	0	00100011001
17, 18, 19	0	01011111010	0	00010111000	1	111001110110
20, 21, 22	1	1001000010	0	1110001001	0	00100001011
23, 24, 25	0	0010000100	0	0000100100	1	111001111101
26, 27, 28	1	001010100000	0	0100011001	0	01101010011
29, 30, 31	1	111101110000	0	11001111001	1	101111010010
32, 33, 34	0	00010111000	1	111001110110	0	01100010010
35, 36, 37	1	0100100111	0	0101010001	1	11110100101
38, 39, 40	0	1110001001	0	0100001011	0	000100111100

### 3.1.6.13.2 コンティニューアルパイロット (CP)

連続キャリアは、挿入されるキャリア位置 (セグメント内キャリア番号) に従い、3.1.6.13.1 で示したスキュータードパイロットと同様、 $W_i$  の値に応じて BPSK 変調する。

変調信号を 表 3.1.6.13-1 に示す。なお、変調位相はシンボル方向に同一位相とする。

### 3.1.6.13.3 TMCC

TMCC は、3.1.6.15 項で示す情報を DBPSK 変調することで伝送される。差動基準  $B_0$  は、 $W_i$  に応じた値とし、TMCC の変調信号は差動符号化後の情報 0、1 に対して、 $(+4/3, 0)$ 、 $(-4/3, 0)$  の信号点をとるものとする。

差動符号化前の情報  $B_1$  から  $B_{203}$  に対し、差動符号化後の情報を  $B'_0$  から  $B'_{203}$  とした時、

$$\begin{aligned} B'_0 &= W_i && (\text{差動基準}) \\ B'_k &= B'_{k-1} \oplus B_k && (k=1, 203, \oplus \text{は排他的論理和を示す}) \end{aligned}$$

### 3.1.6.13.4 AC

AC は、付加情報を DBPSK 変調することで伝送される。なお、差動基準は TMCC と同様に OFDM フレームの先頭シンボルに配置され、 $W_i$  に応じた値の信号点をとるものとする。AC の変調信号は差動符号化後の情報 0、1 に対して、 $(+4/3, 0)$ 、 $(-4/3, 0)$  の信号点をとるものとする。付加情報がないときには、スタッフィングビットとして情報 1 を入れる。

尚、電波産業会 (ARIB) に対し、総務省、民放連、NHK より、「地上デジタルテレビジョン放送における緊急地震速報の速やかなる伝送に向けた検討」が依頼され、現在、AC を用いた伝送方式が検討されている。ISDB-Tmm の携帯端末向けマルチメディア放送においても、同方式を適用することが適当である。

また、将来、緊急地震速報の他に迅速な伝送を要することが生じた場合、必要に応じて、当該情報の AC を用いた伝送について検討することとする。

### 3.1.6.14 伝送スペクトルの構成

#### 3.1.6.14.1 OFDM セグメント配置 (13セグメント形式)

13セグメント形式の場合のOFDMセグメントの配置を図3.1.6.14-1で規定する。全帯域の中央部をセグメントNo.0の位置とし、この上下に順次セグメント番号が割り付けられる。階層伝送において、差動変調部はセグメントNo.0の上下に、同期変調部はさらにその上下に、セグメント番号に従って順次に配置される(図の中で、「部分受信部、差動変調部、および同期変調部」の表示はセグメント使用の1例である)。階層伝送において、部分受信に割り当てられるセグメント位置はNo.0のみである

また、セグメント12の右端キャリアに相当するPRBS出力ビット(図3.1.6.13-1を参照)を $W_r$ とすれば、上端の連続キャリアの変調信号は $W_r+1$ の値に応じてBPSK変調する。変調信号を表3.1.6.13-1に示す。

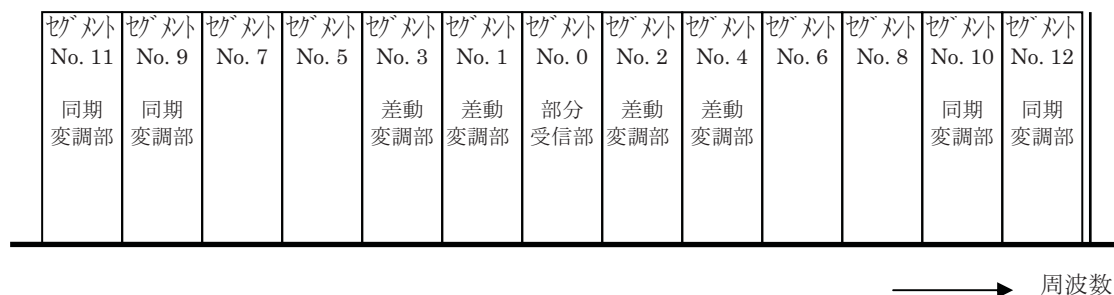


図 3.1.6.14-1 伝送スペクトル上のOFDMセグメントNo.と使用例(13セグメント形式)

帯域高域端の連続キャリアは、隣接するセグメントが同期変調部の場合に復調に必要なパイロットキャリアであり、方式上は常に配置される。



### 3.1.6.14.2 OFDM セグメント配置 (1 セグメント形式)

1 セグメント形式の場合の OFDM セグメントの配置を図 3.1.6.13-1 で規定する。

連結送信の場合を含め、セグメント 0 の右端キャリアに相当する PRBS 出力ビット (図 3.1.6.13-1 を参照) を  $W_r$  とすれば、上端の連続キャリアの変調信号は  $W_{r+1}$  の値に応じて BPSK 変調する。変調信号を表 3.1.6.13-1 に示す。

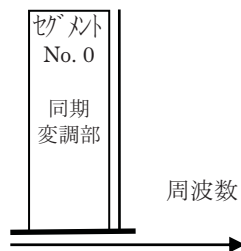


図 3.1.6.14-2 伝送スペクトル上の OFDM セグメント No. と使用例 (1 セグメント形式)

### 3.1.6.14.3 ガードインターバルの付加

ガードインターバルは、図 3.1.6.14-3 に示す通り、IFFT 後の出力データのうち、時間的に後端のガードインターバル長に相当するデータを、有効シンボルの前にそのまま付加する。

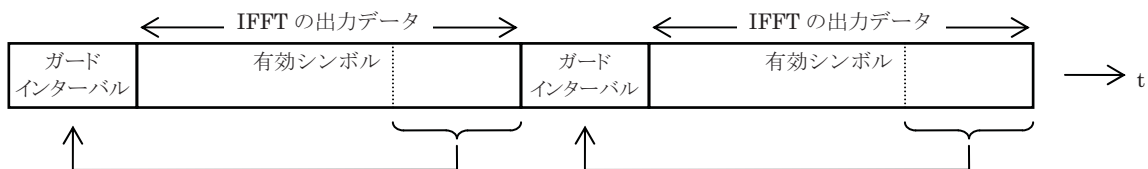


図 3.1.6.14-3 ガードインターバルの付加

### 3.1.6.15 TMCC 信号(Transmission and Multiplexing Configuration Control)

#### 3.1.6.15.1 ビット割り当て

TMCC キャリアの 204 ビット  $B_0 \sim B_{203}$  の割り当てを表 3.15-1 に示す。

表 3.1.6.15-1 ビット割り当て

$B_0$	差動復調の基準
$B_1 \sim B_{16}$	同期信号 ( $w_0=0011010111101110$ 、 $w_1=1100101000010001$ )
$B_{17} \sim B_{19}$	セグメント形式識別 (差動 111、同期 000)
$B_{20} \sim B_{121}$	TMCC 情報 (102 ビット)
$B_{122} \sim B_{203}$	パリティビット

#### 3.1.6.15.2 差動復調の基準

差動復調の振幅及び位相基準は、3.1.6.13.3 の  $W_i$  で与えられる。

#### 3.1.6.15.3 同期信号

同期信号は、16 ビットのワードで構成される。同期信号には、 $w_0=MSB0011010111101110_{LSB}$  とそれをビット反転した  $w_1=MSB1100101000010001_{LSB}$  の 2 種類あり、フレーム毎に  $w_0$  と  $w_1$  を交互に送出する。

#### 3.1.6.15.4 セグメント形式識別

セグメント形式識別は、そのセグメントが差動変調部であるか同期変調部であるかを識別するための信号である。3 ビットのワードで構成され、差動変調部の場合には「111」、同期変調部の場合には「000」が割り当てられる。

#### 3.1.6.15.5 TMCC 情報

TMCC 情報には、システム識別、伝送パラメータ切替指標、緊急警報放送用起動フラグ、カレント情報、ネクスト情報を伝送する。カレント情報は、現在の階層構成及び伝送パラメータを記述し、ネクスト情報には切り替え後の伝送パラメータ等を記述する。

ネクスト情報は、カウントダウン開始前の任意の時刻で設定、あるいは変更を行うことができるが、カウントダウン中は変更できないものとする。

TMCC 情報のビット割り当てを表 3.1.6.15-2 に示す。また、伝送パラメータ情報を表 3.1.6.15-3 に示す。

102 ビットある TMCC 情報のうち、現在 90 ビットが定義されているが、残りの 12 ビットは将来の拡張用としてリザーブする。このリザーブビットには、すべて「1」をスタッフィングする。

なお、1 セグメント形式の B 階層及び C 階層に関しては、13 セグメント形式との互換性を保つため、ビット割付上は確保することとする。但し、後述する通り、未使用の階層を意味する情報を割り付けるものとする。

表 3.1.6.15-2 TMCC 情報

ビット割り当て	説明		備考
B <sub>20</sub> ～B <sub>21</sub>	システム識別		表 3.1.6.15-4 参照
B <sub>22</sub> ～B <sub>25</sub>	伝送パラメータ切替指標		表 3.1.6.15-5 参照
B <sub>26</sub>	緊急警報放送用起動フラグ		表 3.1.6.15-6 参照
B <sub>27</sub>	カレント情報	部分受信フラグ	表 3.1.6.15-7 参照
B <sub>28</sub> ～B <sub>40</sub>		A 階層伝送パラメータ情報	表 3.1.6.15-8 参照
B <sub>41</sub> ～B <sub>53</sub>		B 階層伝送パラメータ情報	
B <sub>54</sub> ～B <sub>66</sub>		C 階層伝送パラメータ情報	
B <sub>67</sub>	ネクスト情報	部分受信フラグ	表 3.1.6.15-9 参照
B <sub>68</sub> ～B <sub>80</sub>		A 階層伝送パラメータ情報	表 3.1.6.15-3 参照
B <sub>81</sub> ～B <sub>93</sub>		B 階層伝送パラメータ情報	
B <sub>94</sub> ～B <sub>106</sub>		C 階層伝送パラメータ情報	
B <sub>107</sub> ～B <sub>109</sub>	連結送信位相補正量		表 3.1.6.15-12 参照
B <sub>110</sub> ～B <sub>121</sub>	リザーブ		すべて「1」

表 3.1.6.15-3 伝送パラメータ情報

説明	ビット数	備考
キャリア変調方式	3	表 3.1.6.15-8 参照
畳込み符号化率	3	表 3.1.6.15-9 参照
インタリーブ長	3	表 3.1.6.15-10 参照
セグメント数	4	表 3.1.6.15-11 参照

### 3.1.6.15.5.1 システム識別

システム識別用の信号に 2 ビット割り当てる。ISDB-T（地上デジタルテレビジョン放送システム）と互換の 13 セグメント形式には「00」、ISDB-T<sub>SB</sub>（地上デジタル音声放送システム）と互換の 1 セグメント形式には「01」とする。残りの値は、リザーブとする。システム識別の割り当てを表 3.15-4 に示す。

表 3.1.6.15-4 システム識別

B <sub>20</sub> B <sub>21</sub>	意味
00	地上デジタルテレビジョン放送システム
01	地上デジタル音声放送システム
10、11	リザーブ

### 3.1.6.15.5.2 伝送パラメータ切替指標

伝送パラメータを切り替える場合には、伝送パラメータ切り替え指標をカウントダウンすることにより、受信機に切り替えの通知とタイミングの通知を行う。通常は「1111」の値をとるが、伝送パラメータを切り替える場合には、切り替える 15 フレーム前からフレーム毎に 1 ずつ減算する。なお、「0000」の次は、「1111」に戻るものとする。切り替えタイミングは、「0000」を送出する次のフレーム同期とする。すなわち、新たな伝送パラメータは、「1111」に戻ったフレームから適用する。伝送パラメータ切替指標を表 3.1.6.15-5 に示す。

表 3.1.6.15-5 伝送パラメータ切替指標

B <sub>22</sub> B <sub>23</sub> B <sub>24</sub> B <sub>25</sub>	意味
1111	通常値
1110	切り替え 15 フレーム前
1101	切り替え 14 フレーム前
1100	切り替え 13 フレーム前
:	:
0010	切り替え 3 フレーム前
0001	切り替え 2 フレーム前
0000	切り替え 1 フレーム前
1111	新たな伝送パラメータを適用

表 3.1.6.15-2 のカレント情報並びにネクスト情報に含まれる伝送パラメータ及びフラグ（部分受信フラグ、キャリア変調方式、畳込み符号化率、インタリーブ長、セグメント数）のいずれか一つ以上を切り替える場合には、表 3.1.6.15-5 に示す 4 ビットの伝送パラメータ切り替え指標をカウントダウンする。緊急警報放送用起動フラグまたは連結送信位相補正量のみを切り替える場合には、伝送パラメータ切り替え指標のカウントダウンは行わない。

### 3.1.6.15.5.3 緊急警報放送用起動フラグ

受信機への起動制御が行われている場合には起動フラグを「1」とし、起動制御が行われていない場合には起動フラグを「0」とする。緊急警報放送用起動フラグの割り当てを表 3.1.6.15-6 に示す。

表 3.1.6.15-6 緊急警報放送用起動フラグ

B <sub>26</sub>	意味
0	起動制御なし
1	起動制御あり

### 3.1.6.15.5.4 部分受信フラグ（13セグメント形式）

部分受信フラグは、13セグメント形式において、伝送帯域中央のセグメントが部分受信用に設定される場合には「1」に、そうでない場合には「0」に設定される。ビット割り当てを表 3.1.6.15-7 に示す。部分受信用にセグメント No. 0 が設定される場合、その階層は、表 3.1.6.15-2 中の A 階層として規定される。ネクスト情報が存在しない場合、フラグは「1」に設定される。なお、1セグメント形式の場合は 0 とする。

表 3.1.6.15-7 部分受信フラグ

B27 / B67	意味
0	部分受信なし
1	部分受信あり

### 3.1.6.15.5.5 キャリア変調方式

キャリア変調方式の割り当てを表 3.1.6.15-8 に示す。

なお、未使用の階層、又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表 3.1.6.15-8 キャリア変調方式

$B_{28} - B_{30} / B_{41} - B_{43}$ $B_{54} - B_{56} / B_{68} - B_{70}$ $B_{81} - B_{83} / B_{94} - B_{96}$	意味
000	DQPSK
001	QPSK
010	16QAM
011	64QAM
100~110	リザーブ
111	未使用の階層

### 3.1.6.15.5.6 畳込み符号化率

畳込み符号化率の割り当てを表 3.1.6.15-9 に示す。

なお、未使用の階層、又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表 3.1.6.15-9 畳込み符号化率

$B_{31} - B_{33} / B_{44} - B_{46}$ $B_{57} - B_{59} / B_{71} - B_{73}$ $B_{84} - B_{86} / B_{97} - B_{99}$	意味
000	1/2
001	2/3
010	3/4
011	5/6
100	7/8
101~110	リザーブ
111	未使用の階層

### 3.1.6.15.5.7 インタリーブ長

時間インタリーブ長の割り当てを表 3.1.6.15-10 に示す。

なお、未使用の階層、又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表 3.1.6.15-10 インタリーブ長

$B_{34} - B_{36} / B_{47} - B_{49}$ $B_{60} - B_{62} / B_{74} - B_{76}$ $B_{87} - B_{89} / B_{100} - B_{102}$	意味
000	0 (Mode 1)、 0 (Mode 2)、 0 (Mode 3)
001	4 (Mode 1)、 2 (Mode 2)、 1 (Mode 3)
010	8 (Mode 1)、 4 (Mode 2)、 2 (Mode 3)
011	16 (Mode 1)、 8 (Mode 2)、 4 (Mode 3)
100	32 (Mode 1)、 16 (Mode 2)、 8 (Mode 3)
101~110	リザーブ
111	未使用の階層

表 3.1.6.11-1 の時間軸インタリーブにおける I の値を示す。

### 3.1.6.15.5.8 セグメント数

セグメント数の割り当てを表 3.1.6.15-11 に示す。

なお、未使用の階層、又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表 3.1.6.15-11 セグメント数

$B_{37} - B_{40} / B_{50} - B_{53}$ $B_{63} - B_{66} / B_{77} - B_{80}$ $B_{90} - B_{93} / B_{103} - B_{106}$	意味
0000	リザーブ
0001	セグメント数 1
0010	セグメント数 2
0011~1110	リザーブ
1111	未使用の階層

### 3.1.6.15.5.9 連結送信位相補正量

13セグメント形式と1セグメント形式の場合、連結送信位相補正量の割り当てを表 3.1.6.15-12 に示す。

連結送信において、受信するセグメントが上隣接セグメントの下端キャリアを基準信号として利用する場合、当該キャリアの位相をシンボル毎に補正するために使用する。連結送信でない場合も含め、位相補正がない場合は「111」とする。

表 3.1.6.15-12 連結送信位相補正量

$B_{107} B_{108} B_{109}$	意味 ( $\times 2\pi$ )
000	-1/8
001	-2/8
010	-3/8
011	-4/8
100	-5/8
101	-6/8
110	-7/8
111	0(位相補正なし)

### 3.1.6.15.6 伝送路符号化方式

TMCC 情報  $B_{20} \sim B_{121}$  は、差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (184, 102) で誤り訂正符号化する。以下に (273, 191) 符号の生成多項式を示す。

$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} \\ + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1$$

### 3.1.6.15.7 変調方式

TMCC キャリアの変調方式は DBPSK とする。

### 3.1.7 連結送信時の信号形式

#### 3.1.7.1 連結送信の構成

ISDB-Tmm 方式の連結送信は、複数のセグメント（1セグメント形式、及び、13セグメント形式）をガードバンドなしに同一送信点から送信することと定義する。ここでは、ISDB-T方式（ARIB STD B31）、及び、ISDB-Tsb方式（ARIB STD B29）との整合性を明確化するために、便宜上、以下に示すスーパーセグメントを定義する。

タイプAスーパーセグメント：1の13セグメント形式のOFDMフレーム（ISDB-T互換）

タイプBスーパーセグメント：14以下の1セグメント形式の連結フレーム（ISDB-Tsb互換）

本章では、最大14の1セグメント形式の連結送信（ISDB-Tsb方式準拠）と、上記スーパーセグメントの連結送信について規定する。

図3.1.7.1-1に、TS1、TS2、…、TS9の9個のTSを連結送信する例を示す。ここで、TS1とTS9から13セグメント形式、すなわち、タイプAスーパーセグメントが生成され、また、TS2～TS8からは1セグメント形式、更にそれらを連結してタイプBスーパーセグメントが構成される。3つのスーパーセグメントを連結し、IFFT/ガードインターバル付加処理を施してISDB-Tmm信号が生成される。3つのスーパーセグメントを連結する際に、中心周波数差に対する位相回転補償およびパイロット変調位相の不整合に対する位相補正を行う。

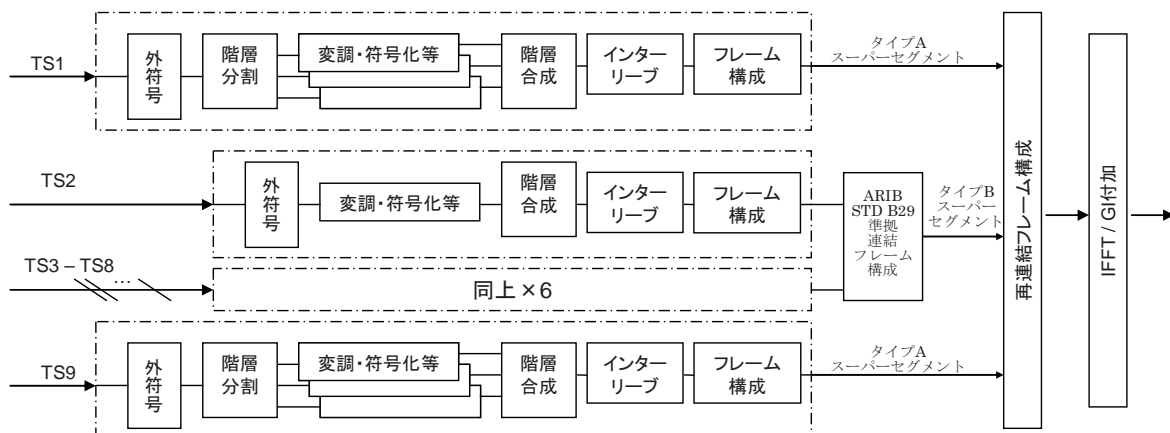


図 3.1.7.1-1 ISDB-Tmm の連結送信の例



### 3.1.7.2 連結送信時のCP キャリア

13セグメント形式、及び、1セグメント形式の単独送信では、図 3.1.7.2-1 に示すように、帯域上端にCP キャリアを1本追加し、同期変調セグメントの復調基準信号としている。1セグメント形式、及び、スーパーセグメントの連結送信においては、図 3.1.7.2-2 に示すよう、受信するセグメントから見て上隣接セグメントの下端のキャリアをCPとして準用することとし、連結される全帯域の上端に、3.1.6.13.2の規定に従ってCPを1本のみを追加することとする。

なお、CPとして準用する上隣接セグメントの下端キャリアは、必ずしもCPとは限らないことに留意が必要である。

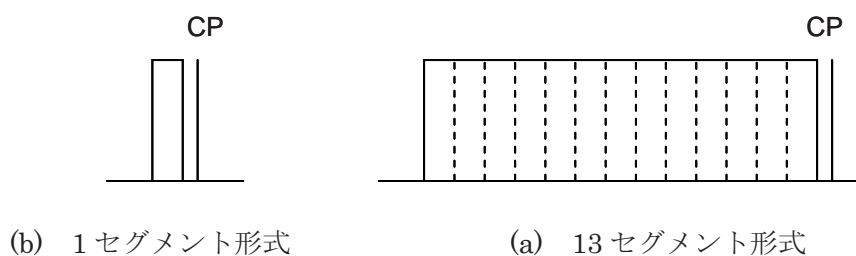


図 3.1.7.2-1 単独送信のCP キャリア配置

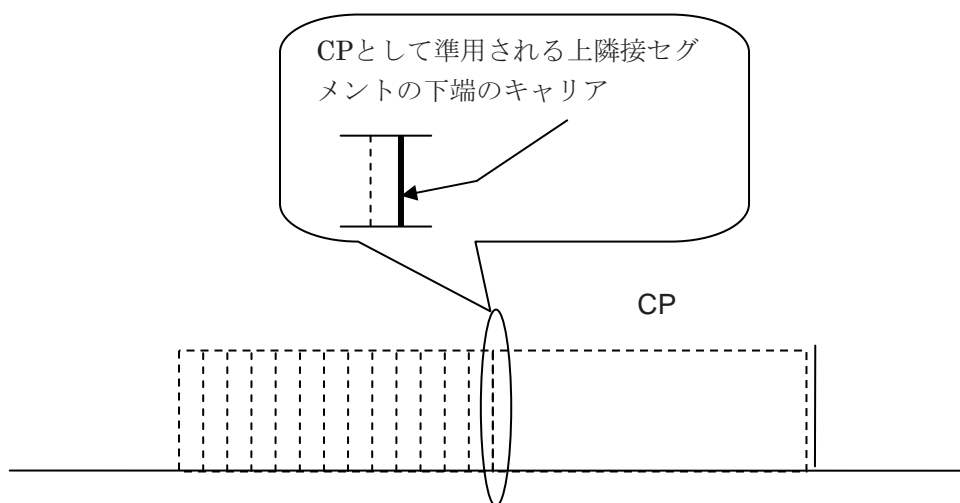


図 3.1.7.2-2 連結送信のCP キャリア配置

### 3.1.7.3 連結送信におけるセグメント信号の位相補正

#### 3.1.7.3.1 送信信号

##### 3.1.7.3.1.1 中心周波数差に対する位相補償

ISDB-Tmmの連結送信のベースバンド信号の直流成分に対応するRF周波数( $f_t$ )と復調するセグメント(13 or 1)のRF中心周波数( $f_r$ )の差に応じて決められる位相回転をシンボル毎に施して送信する。中心周波数の差 $\Delta f$ ( $f_r - f_t$ )をセグメントの個数で規定し、位相回転補償量 $\phi$ を表3.1.7.3-1のように定義する。なお、連結送信の帯域端のCPはこれを使用するセグメントと同じ位相回転補償量とする。

表 3.1.7.3-1 シンボル毎の送信側位相補償量 $\phi$  ( $\times 2\pi$ )

		中心周波数の差 $\Delta f$ ( $f_r - f_t$ )																	
モード	ターゲット バンド 比	-n	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
1	1/32	$-\frac{\text{mod}(3n,8)}{8}$	0	-5/8	-1/4	-7/8	-1/2	-1/8	-3/4	-3/8	0	-5/8	-1/4	-7/8	-1/2	-1/8	-3/4	-3/8	0
	1/16	$-\frac{\text{mod}(3n,4)}{4}$	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0
	1/8	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/32	$-\frac{\text{mod}(3n,4)}{4}$	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0
	1/16	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/32	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		中心周波数の差 $\Delta f$ ( $f_r - f_t$ )																	
モード	ターゲット バンド 比	+n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1/32	$\frac{\text{Mod}(3n,8)}{8}$	0	3/8	3/4	1/8	1/2	7/8	1/4	5/8	0	3/8	3/4	1/8	1/2	7/8	1/4	5/8	0
	1/16	$\frac{\text{Mod}(3n,4)}{4}$	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0
	1/8	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/32	$\frac{\text{Mod}(3n,4)}{4}$	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0
	1/16	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/32	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

送信側の位相回転周期は最長の場合8シンボル周期となり、累積の位相量は2フレームで $2n\pi$ となる。このため、TMCCの同期ワードが $W_0$ となるフレームの先頭シンボルにおいて位相回転量を0と規定する。

### 3.1.7.3.1.2 パイロット信号変調位相の不整合に対する位相補償

スーパーセグメントの連結時においては、CPとして準用される上隣接セグメントの下端キャリア（以下、準用CP）に対応するPRBS出力値 $W_i'$ 値（0, or, 1）と、当該セグメントからの連続キャリアCPに相当するPRBS出力値 $W_i$ （図3.13-1を参照）とが一致しない場合に、PRBS出力値 $W_i$ に不一致が生じたスーパーセグメント間の位相補正量の差が $\pi$ ラジアンになるように、スーパーセグメント単位で各スーパーセグメント全体の位相を補正する。

#### [解説]

13セグメント形式、及び、1セグメント形式の単独送信では帯域上端に連続キャリアCPを付加して伝送する。このとき、CPは当該セグメントのパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 $W_i$ に従ってBPSK変調される（3.1.6.14伝送スペクトルの構成を参照）。

一方、スーパーセグメントの連結送信では上隣接セグメントの下端のキャリアをCPとして準用する。

このとき、CPとして準用するキャリアで伝送されるパイロット信号は、連結された上隣接セグメントのパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 $W_i'$ に従ってBPSK変調されている。

スーパーセグメントの連結送信において、単独送信時のCPの変調位相を決定するPRBS出力値 $W_i$ と、CPとして準用するキャリアで伝送されるパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 $W_i'$ が異なる場合に、CPとして準用するキャリアのパイロット信号の変調位相が単独送信時のCPとして期待する変調位相と異なってしまふ。

スーパーセグメントの連結送信において、パイロット信号の変調位相に不整合が生じる場合に、スーパーセグメント単位で各スーパーセグメント全体の位相を補正することによって、パイロット信号の変調位相の不整合を解消する。

### 3.1.7.3.2 受信信号

受信するセグメント（1 or 13）が上隣接セグメント下端のキャリアを基準信号として利用する場合、受信セグメント位相と対応させるため、受信機において当該キャリアの位相をシンボル毎に補正する必要がある。位相補正量を、伝送モードとガードインターバル比をパラメータとして表 3.1.7.3-2に示す。

表 3.1.7.3-2 上隣接セグメントの下端キャリアに施すシンボル毎の補正量  $\Delta\phi$  ( $\times 2\pi$ )  
上隣接セグメントの形式

		上隣接セグメントの形式						
ガードインターバル比		1			13			
受信セグメントの形式	1	1/32	-3/8 (I)、-3/4(II)、-1/2 (III)			-5/8、-1/4、-1/2		
		1/16	-3/4、	-1/2、	0	-1/4、	-1/2、	0
		1/8	-1/2、	0、	0	-1/2、	0、	0
		1/4	0、	0、	0	0、	0、	0
	13	1/32	-5/8、-1/4、-1/2			-7/8、-3/4、-1/2		
		1/16	-1/4、	-1/2、	0	-3/4、	-1/2、	0
		1/8	-1/2、	0、	0	-1/2、	0、	0
		1/4	0、	0、	0	0、	0、	0

(I、II、III) はモードを表す。

### 3.1.7.3.3 TMCC 情報

受信機における補正量は、TMCC情報のリザーブ領域の3ビットを使用して受信機に伝送する(3.1.6.15.5.9参照)。

#### 【解説】

#### ・送信信号に対する位相補正

連結送信は、送信側で複数のセグメント信号をキャリアの直交関係を保って生成したOFDM信号から、希望するセグメント(1or13)のみを選択的に受信するための送信形態である。受信機では受信セグメントの中心周波数で受信するので、一般に、ベースバンド信号の直流成分に対応するRF周波数と受信側の中心周波数は異なっている。

このため、一括IFFTによって連結送信波を生成したとき、送信信号のベースバンド信号直流成分に対応するRF周波数 $f_t$ と受信セグメントの中心周波数 $f_r$ との差分 $\Delta f$ により、ガード期間に受信側の位相が進み、シンボルを正しく復調できない場合が生じる。送信信号に対する位相補正は、送信信号のベースバンド信号直流成分に対応するRF周波数を中心周波数とするセグメントに対するセグメントの相対位置を用いて、予め位相差を相殺するために行う。補正量は、補正後の位相差が $2n\pi$ となるように決められる。

#### ・受信信号に対する位相補正

連結送信信号ではセグメント間に位相差があるため、復調に上隣接セグメント下端のキャリアを使用する同期変調セグメントの受信については、上隣接セグメント下端のキャリア位相を補正しなければならない。

### 3.1.7.4 ISDB-Tmm の RF 信号フォーマット

1セグメント形式、及び、13セグメント形式の連結した ISDB-Tmm 信号の RF 帯における信号フォーマットを以下に規定する。以下は、周波数軸上左端の単位送信波 ( $b=0$ ) を位相基準したものの。

$$s(t) = \text{Re} \left\{ e^{j2\pi \cdot f_c \cdot t} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{b=0}^{S_1+S_{13}-1} e^{-j(\phi(b)n+\theta(b))} \sum_{k=0}^{N(b)-1} c(b,n,k) \cdot \Psi(b,n,k,t) \right\}$$

where

$$\Psi(b,n,k,t) = \begin{cases} e^{j2\pi \cdot \frac{\left(\sum_{i=0}^b N(i) - N(b) + k\right) - K_{fc}}{T_u} \cdot (t - T_g - n \cdot T_s)} & n \cdot T_s \leq t < (n+1) \cdot T_s \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$$\phi(b) = -2\pi \cdot \frac{T_g}{T_u} \left( \left( \sum_{i=0}^b N(i) - N(b) + K_c(b) \right) - K_{fc} \right)$$

$$\theta(b) = \begin{cases} \pi \sum_{i=1}^b (W_{0,i} \oplus W_{N(i-1),(i-1)}) & b > 0 \\ 0 & b = 0 \end{cases}$$

$n$  : シンボル番号

$S_1$  : 1セグメント形式の単位送信波の数

$S_{13}$  : 13セグメント形式の単位送信波の数

$b$  : 1セグメント形式及び13セグメント形式の単位送信波の番号 (周波数軸上左端の単位送信波を0とする)

$k$  : 単位送信波ごとのキャリア番号 (周波数軸上左端のキャリア番号を0とする)

$N(b)$  : 単位送信波  $b$  のキャリア総数

(ただし、 $b \neq S_1 + S_{13} - 1$  である単位送信波については、

1セグメント形式の場合、モード1: 108、モード2: 216、モード3: 432、

13セグメント形式の場合、モード1: 1404、モード2: 2808、モード3: 5616、

$b = S_1 + S_{13} - 1$  である単位送信波については、

送信波全体の周波数軸上右端にある CP を含めて

1セグメント形式の場合、モード1: 109、モード2: 217、モード3: 433、

13セグメント形式の場合、モード1: 1405、モード2: 2809、モード3: 5617)

$T_u$  : 有効シンボル期間長

$T_g$  : ガードインターバル期間長

(ただし、 $b \neq S_1 + S_{13} - 1$  である単位送信波については、

1セグメント形式の場合、 $T_u = 7N(b)/3 \times 10^{-5}$ 、

13セグメント形式の場合、 $T_u = 7N(b)/39 \times 10^{-5}$ 、

$b = S_1 + S_{13} - 1$  である単位送信波については、

1セグメント形式の場合、 $T_u = 7(N(b)-1)/3 \times 10^{-5}$ 、

13セグメント形式の場合、 $T_u = 7(N(b)-1)/39 \times 10^{-5}$ 、

キャリア間隔:  $1/T_u$ )

次ページに続く

- $T_s$  : シンボル期間長 ( $T_s = T_u + T_g$ )  
 $f_c$  : 送信波に含まれるいずれかの OFDM セグメントの中央の周波数  
 $K_{f_c}$  :  $f_c$  に対応するキャリア番号。(ただし、キャリア番号は、連結送信の場合を含め、送信波全体の周波数軸上左端のキャリア番号を 0 とし、送信波全体で連続した番号を用いて表す)  
 $K_c(b)$  : 単位送信波  $b$  の中央の周波数に対応するキャリア番号  
 (1 セグメント形式の場合、モード 1 : 54、モード 2 : 108、モード 3 : 216、  
 13 セグメント形式の場合、モード 1 : 702、モード 2 : 1404、モード 3 : 2808)  
 $W_{k,b}$  : 単位送信波  $b$  のキャリア番号  $k$  で伝送されるパイロット信号 (SP 又は CP) の変調位相を決定する PRBS の出力ビット  $W_i$  の値  
 $c(b, n, k)$  : 単位送信波  $b$ 、シンボル番号  $n$ 、キャリア番号  $k$  に対応する複素信号点ベクトル  
 $s(t)$  : RF 信号  
 $\phi(b)$  : 中心周波数差に対する位相補償量 (3.1.7.3.1.1 参照)  
 $\theta(b)$  : パイロット信号変調位相の不整合に対する位相補償量 (3.1.7.3.1.2 参照)

### 3.1.8 置局条件

#### 3.1.8.1 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 3.1.8.1-1 および表 3.1.8.1-2 に示す 2 通りとする。また、各ケースにおける伝送路モデル、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 3.1.8.1-3 に示すとおりとする。

表 3.1.8.1-1 標準とする受信条件

	受信形態	受信条件	アンテナ利得 (含フィーダ損) (相対利得)	アンテナ高
ケース 1	移動受信	自動車	-4dB	1.5m
ケース 2	携帯受信	屋外/屋内	-15dB	

表 3.1.8.1-2 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、 13 セグメント	1、2 または 3	1/4、1/8、	QPSK	1/2
ケース 2			1/16、または、 1/32	QPSK 16QAM	2/3 1/2

表 3.1.8.1-3 伝送路モデル、各種マージンの設定にあたって基準とすべき正受信率

	瞬時電界変動	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	typical urban 6 波モデル を採用	95%正受信率	50%正受信率
ケース 2		95%正受信率 (屋外)	
		70%正受信率 (屋内)	

#### 3.1.8.1.1 標準とする受信条件および伝送パラメータについて

ISDB-Tmm 方式の携帯端末向けマルチメディア放送の受信形態としては、携帯端末によるものが中心となるが、自動車における移動受信も想定される。本方式提案では表 3.1.8.1-1、表 3.1.8.1-2、表 3.1.8.1-3 に示す 2 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 (移動受信)

自動車等に搭載された端末により受信されるケースである。

現状の車載アンテナは、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、また、単一アンテナだけでなくダイバーシティを構成するなど技術的改善もなされている。これらを考慮の上、本方式提案においては、標準受信アンテナの特性として、相対

利得-3dB、フィーダ損 1dB に設定して置局条件を検討した。

また、安定した移動体受信が可能であること、また、多種多様なマルチメディアサービスが実施できる伝送容量をもつことが求められることを考慮し、標準とする伝送パラメータとしては、16QAM 畳み込み符号の符号化率 1/2 を選定した。なお、実際の運用においては、サービスエリアを確保の観点から、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、あわせて検討を行った。

ISDB-Tmm 方式は、1 セグメント形式と 13 セグメント形式の組み合わせで構成されるため、1 セグメント形式と 13 セグメント形式の双方について、所要電界強度、及び、混信保護比にの検討を行った。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ため、特に標準とするパラメータを定めなかったこととした。

移動受信時は、図 3.1.8.1-1 に示す通り、3 種類の電界変動が知られているが、ここでは、瞬時変動および短区間中央値変動を考慮することとした。移動受信時にはレイリーフェージングによる瞬時電界変動が想定されるが、このような伝送路のモデルとして広く用いられている Typical Urban 6 波モデル（以下、TU6）を用いて検討した。また、短区間中央値変動に対しても十分な受信率を確保するために、正受信率 95%とし電界分布統計値を基にマージンを設定した。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。



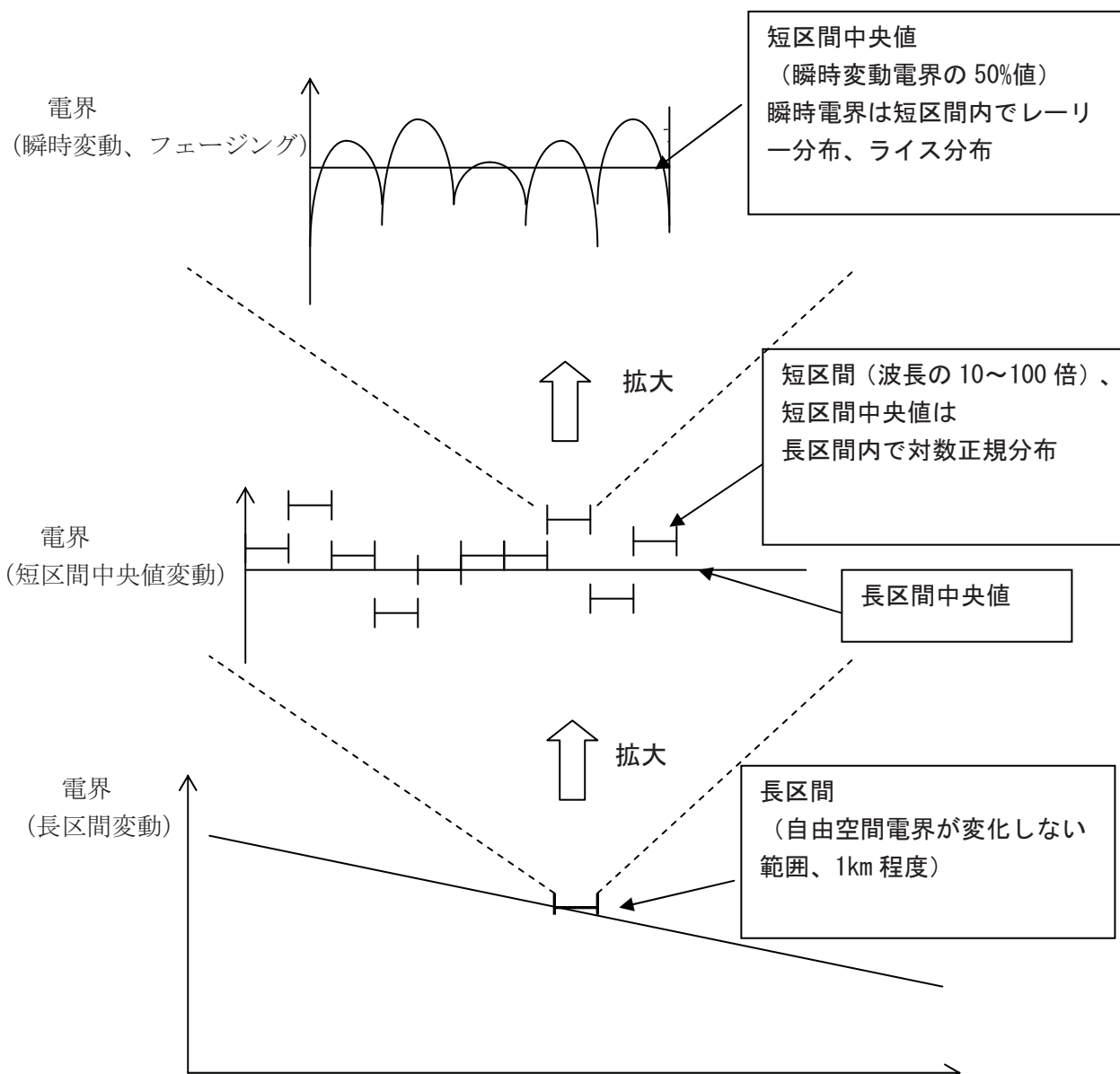


図 3.1.8.1-1 移動受信時の電界変動

(2) ケース 2 (携帯受信)

ISDB-Tmm 方式の携帯端末向けマルチメディア放送の受信形態として、主に想定されている受信形態である。

現状ワンセグ端末と同様に携帯電話機一体型などの端末形態が想定されるが、ここでは、サービス開始時期の受信機性能を想定し、標準とするアンテナ利得 (含フィーダ損) については-15dB (相対利得) として置局条件を検討した。

標準とする伝送パラメータは、移動受信と同一とした。

また、携帯受信といっても、電車や自動車などの移動体における受信も想定され、また、静止状態であっても周囲の環境変動の影響も考えられるため、ここでは、移動受信同様に、瞬時変動、及び、短区間中央値変動を考慮して検討した。なお、屋内での受信可否については、建造物の遮蔽程度や電波到来方向などの条件に大きく依存し、実際にはアンテナの位置を若干の微調し受信することを想定される。また、ギャップファイラー局による補完や外部アンテナの利用など、別手法により

受信改善も考えられる。このように不確定要素が多く、妥当なマージン量の定義が困難であることから、ここでは、仮に正受信率 70%に設定し、参考値として扱うこととする。

### 3.1.8.1.2 所要電界強度および混信保護比に適用すべき条件

#### 3.1.8.1.2.1 受信条件および伝送パラメータ

3.1.8.1.1 節に示したとおり、標準とする受信条件等については、2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、2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。

#### 3.1.8.1.2.2 サービス品質基準

3.1.8.1.1 節で述べたように、携帯端末向けマルチメディア放送はモバイル環境での受信を想定したサービスであることから、その回線設計、及び、混信保護比の算出の基準とするサービス品質基準は、SFP<sup>#1</sup> (Subjective failure point) (ITU Rec. BT 1368-7 6.1 Required average C/N for mobile reception) を採用することとする。具体的な評価方法としては、リアルタイム型放送サービスとして標準的な品質の映像 (200kbps) <sup>#2</sup>を対象とした 5%ESR<sup>#3</sup> (Erroneous Second Ratio) とし、試作機による室内実験により、所要 C/N、及び、所要 D/U を算出することとする。なお、ファイル伝送においてはアプリケーション FEC を施して伝送するが、コンテンツサイズ (~13MB) を想定した場合の受信成功率は 99%程度となるため、蓄積型放送としても十分なサービス品質が確保できている<sup>#4</sup>。

#### 3.1.8.1.2.3 都市雑音

回線設計に必要な都市雑音については、高雑音地域に相当する ITU-R Rec P. 372-9 「Radio noise」における Man-made noise の Environmental category の City (curve A) 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。

注 1: The SFP method corresponds to the picture quality where no more than one error is visible in the picture for an average observation time of 20 s.

注 2: 携帯端末向けマルチメディア放送コンテンツとしては、映像だけでなく、音声、データからなる様々な形態が想定されるが、SFP 基準がもっとも厳しくなるリアルタイム型サービスにおける映像コンテンツの標準値を対象とした。

注 3: The ESR5 criterion is fulfilled if, in a time interval of 20 seconds, there is at most one second with packet uncorrectable errors.

注 4: LDPC 符号におけるパケットエラー率とダウンロード成功率のシミュレーション結果 (符号化率 4/5 の場合) による。

### 3.1.8.2 標準とする偏波面

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、使用を妨げるものではない。航空無線や自営通信などの隣接業務への影響を軽減する手段や、放送波中継ギャップフィルターの送受アイソレーションを確保する方法として、互いに異種偏波を用いる方法も有効と考えられる。携帯端末向けマルチメディア放送の偏波面については、運用にて選択可能でありことが望ましい。

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。

### 3.1.8.3 放送区域の定義

放送区域内における所要電界強度は、13セグメント形式の場合において、毎メートル1.12ミリボルト(61dB $\mu$ V/m)以上、1セグメント形式の場合には、毎メートル0.32ミリボルト(50dB $\mu$ V/m)以上とする。また、13セグメント形式と1セグメント形式を複数連結した場合においては、それぞれの所要電界強度の総和とする。

ただし、電界強度は地上高4mにおける値を示す。

3.1.8.1節で示した2つのケースにおいて、それぞれの回線設計の例を表3.1.8.3-1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 3.1.8.3-1 回線設計例

項目	記号	単位	移動受信 (自動車)			携帯端末受信 (屋外)			携帯端末受信 (屋内)		
			QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM
周波数 (MHz)		MHz	215			215			215		
変調方式			QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM	QPSK	QPSK	16QAM
外符号			1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2
1 所要 C/N (ESR5 of TU6 channel)	C/N	dB	7.9	10.9	13.0	7.9	10.9	13.0	7.9	10.9	13.0
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 受信機所要 C/N	C/N	dB	11.9	14.9	17.0	11.9	14.9	17.0	11.9	14.9	17.0
5 受信機雑音指数	NF	dB	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6 雑音帯域幅 (1セグメント)	B	kHz	429	429	429	429	429	429	429	429	429
7 受信機熱雑音電力	Nr	dBm	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7	-112.7
8 外来雑音電力	N <sub>0</sub>	dBm	-107.3	-107.3	-107.3	-118.3	-118.3	-118.3	-118.3	-118.3	-118.3
9 全受信雑音電力	NT	dBm	-106.2	-106.2	-106.2	-111.6	-111.6	-111.6	-111.6	-111.6	-111.6
10 受信機入力終端電圧	Vin	dB $\mu$ V	14.5	17.5	19.6	9.1	12.1	14.2	9.1	12.1	14.2
11 受信アンテナ利得	Gr	dBd	-3.0	-3.0	-3.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
12 アンテナ実効長	$\lambda/\pi$	dB	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0
13 ファイダー損、機器挿入損	L	dB	1.0	1.0	1.0						
14 最小電界	E <sub>min</sub>	dB $\mu$ V/m	31.5	34.5	36.6	37.0	40.0	42.1	37.0	40.0	42.1
15 場所率補正 (中央値変動補正)	L%	dB	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	1.5	1.5	1.5
16 壁の通過損 (70%値)		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	10.1	10.1
17 所要電界 (h2=1.5m, 1seg)	E	dB $\mu$ V/m	36.3	39.3	41.4	41.8	44.8	46.9	48.7	51.7	53.8
18 h2=1.5m から 4m 変換		dB	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
19 所要電界 (h2=4m, 1seg)		dB $\mu$ V/m	38.9	41.9	44.0	44.4	47.4	49.5	51.3	54.3	56.4
20 1セグメントから I3セグメントへの換算		dB	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
21 所要電界強度 (h=4m, 13seg)	E4	dB $\mu$ V/m	50.0	53.0	55.1	55.6	58.6	60.7	62.4	65.4	67.5

(1) 所要C/N (Typical Urban 6波モデル)

試作受信機 (13 セグメント形式) を用いた室内実験の結果を表 3.1.8.3-2 に示す。今回、TU6 環境において  $f_d=10\text{Hz}$ 、 $20\text{Hz}$ 、 $40\text{Hz}$  の 3 通りについて 5%ESR 値を測定したが、表 3.1.8.3-2 はこれらの最悪値を示す。1 セグメント形式の場合も同等性能と想定されるが、周波数選択性フェージングの影響を受けやすくなることを考慮し、更に 0.5dB のマージンを加えた値を所要 C/N とした。

表 3.1.8.3-2 所要 C/N 測定値 (TU6)

変調方式	畳み込み符号 符号化率	
	1/2	2/3
QPSK	7.4 dB	10.4 dB
16QAM	12.5 dB	-

$F_d=10\text{Hz}$ 、 $20\text{Hz}$ 、 $40\text{Hz}$  のうちの最悪値

$F_d=20\text{Hz}$  : VHF High 帯において 100km/h に相当する。

(2) 装置化劣化

装置化によって見込まれる等価 C/N 劣化量で 2dB を見込む。

(3) 干渉マージン

隣接システム等による等価 C/N の劣化に対するマージンで 2dB とした。

(4) 受信機所要C/N

= (1)所要 C/N + (2)装置化劣化 + (3)干渉マージン

(5) 受信機雑音指数NF

VHF 5dB とした。

(6) 雑音帯域幅B

1 セグメント信号の伝送帯域幅 429kHz

(7) 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

$T = 290 \text{ K}$  :  $17^\circ \text{ C}$

(8) 外来雑音電力 $N_0$

ITU-R Rec P. 372-9 Man-made noise Environmental category City (curev A) 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 3.1.8.3-1 に示す。

$N_0 = (\text{図 3.1.8.3-1 の値}) - (\text{フィード損失、機器挿入損}) + (\text{受信アンテナ絶対利得})$

なお、(受信アンテナ絶対利得) = (受信アンテナ利得 Gr) + 2.14

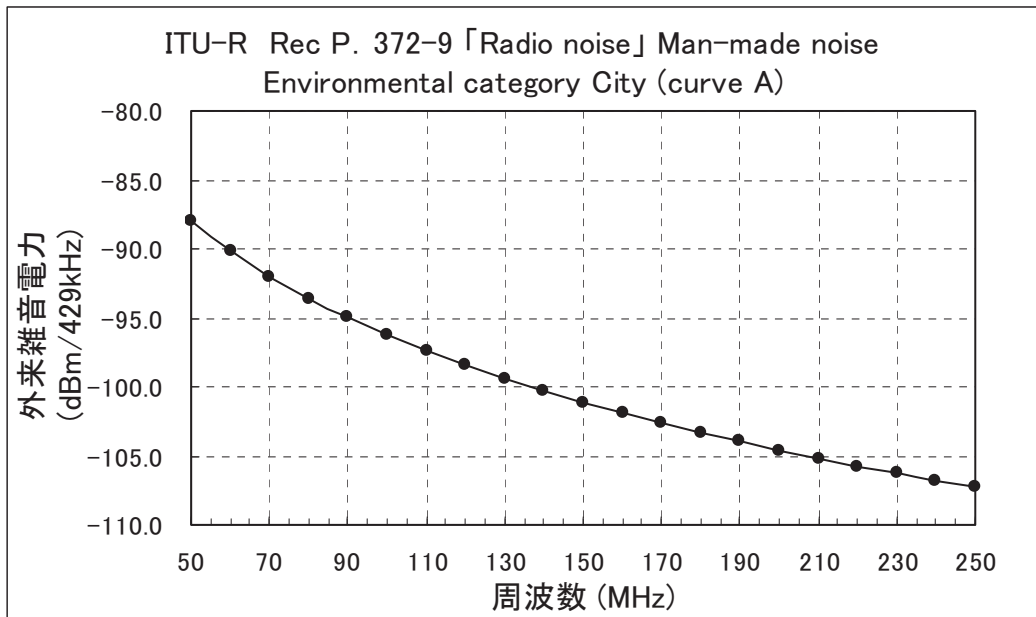


図 3.1.8.3-1 外来雑音電力 (ITU-R Rec P. 372-9 「Radio noise」 Man-made noise Environmental category City (curve A))

(9) 全受信雑音電力  $N_t$

$$= (7) \text{ 受信機熱雑音電力 } N_r \text{ と } (8) \text{ 外来雑音電力 } N_0 \text{ の電力和}$$

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

(10) 受信機入力終端電圧  $V_{in}$

$$= ((4) \text{ 受信機所要 } C/N) + ((9) \text{ 全受信雑音電力}) + (75 \Omega \text{ の dBm から dB}\mu \text{ の変換値})$$

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

(11) 受信アンテナ利得  $G_r$

- ・ 移動受信

自動車等のルーフトップにおけるホイップアンテナやロッドアンテナ等による受信を仮定し、-3dB (相対利得) とした。

- ・ 携帯受信

携帯電話機一体型の端末においてホイップアンテナ等による受信を仮定し、-15dB (相対利得) (含フィーダ損) とした。

(12) アンテナ実効長  $\lambda/\pi$

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

(13) フィーダ損、機器挿入損  $L$

- ・ 移動受信

車載アンテナを想定し 1dB とした。

- ・ 携帯受信

(11) 受信アンテナ利得  $G_r$  (-15dB (相対利得)) に含む。

(14) 最小電界 $E_{min}$

$$= ((10) \text{受信機入力終端電圧}) - ((11) \text{受信アンテナ利得}) - ((12) \text{アンテナ実効長}) \\ + ((13) \text{フィーダ損、機器挿入損}) - (\text{不整合損}) + (\text{終端損}) \\ = V_{in} - G_r - 20 \times \text{LOG}(\lambda/\pi) + L - 20 \times \text{LOG}(\text{SQRT}(75\Omega/73.1\Omega)) + 6$$

(15) 場所率補正

移動受信、及び、携帯受信では、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対数正規分布することが知られている。ここでは、地上デジタル音声放送の置局に関する技術的条件（平成11年11月29日答申）に記載のVHF High帯のフィールド実験結果（映像情報メディア学会技術報告（ITE Technical Rep.、Vol. 23、PP. 23-28、BF0' 99-21(1991, 1)）に基づき、その短区間中央値の分布の標準偏差を2.9dBとした。

これにより、移動受信、及び、携帯受信（屋外）の場合の場所率補正は、50から95%への補正值（ $1.65\sigma$ ）として4.8 dB、また、携帯受信（屋内）（参考値）については、50%から70%への補正值（ $0.53\sigma$ ）として、1.5dBとした。

(16) 壁の通過損

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

(17) 所要電界（ $h_2=1.5\text{m}$ ）

$$= ((14) \text{最小電界 } E_{min}) + ((15) \text{場所率補正})$$

(18) 受信高補正（ $1.5\text{m} \rightarrow 4\text{m}$ ）

地上高1.5mから4mへの補正值については、ITU-R Rec P. 1546-3から周波数215MHz、郊外の条件において、表3.1.8.3-3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、2.6dB（12.7 - 10.1）とする。

表 3.1.8.3-3 受信地上高別の電界差

	地上高 4m	地上高 1.5m
地上高10mの 電界との差	-10.1dB	-12.7dB

(19) 所要電界（ $h_2=4\text{m}$ ）

$$= ((14) \text{最小電界 } E_{min}) + ((15) \text{場所率補正}) + ((18) \text{受信高補正})$$

(20) 1セグメント信号から13セグメント信号への換算

雑音帯域幅の換算値

$$= 10 \times \text{LOG} (13/1)$$

$$= 11.1 \text{ dB}$$

(21) 13セグメント信号の所要電界 (h2=4m)

$$= ((19) \text{ 所要電界 (h2=4m) }) + ((20) \text{ 1セグメント信号から13セグメント信号への換算})$$



### 3.1.8.4 携帯端末向けマルチメディア放送システム間の共用条件

#### 3.1.8.4.1 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 3.1.8.4-1 混信保護比

希望波	妨害波	周波数差	混信保護比
ISDB-Tmm 13 セグメント形式	ISDB-Tmm	隣接	図 3.1.8.4-1
	MediaFLO	隣接	図 3.1.8.4-2
ISDB-Tmm 1 セグメント形式	ISDB-Tmm	隣接	図 3.1.8.4-3
	MediaFLO	隣接	図 3.1.8.4-4
ISDB-Tmm	ISDB-Tmm	同一	24.8dB

注 1: 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。

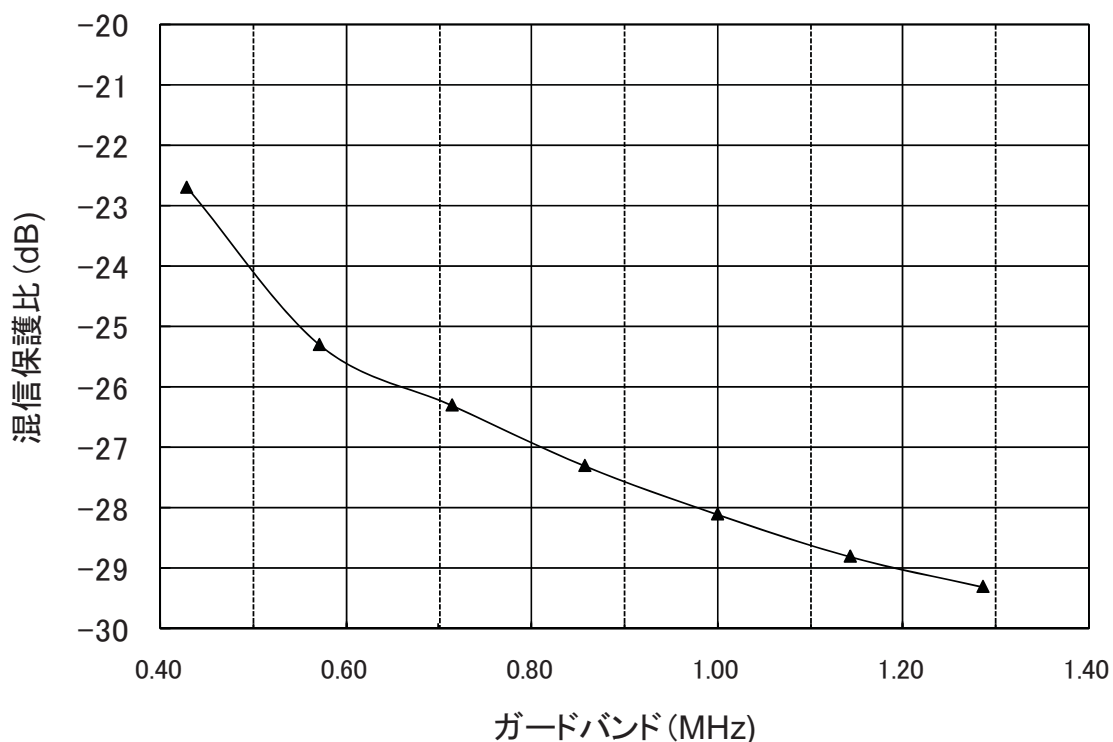


図 3.1.8.4-1 ガードバンド対混信保護比 (ISDB-Tmm to ISDB-Tmm (13セグメント形式))

図 3.1.8.4-1 のガードバンドは、下側セグメントの帯域上端の CP を除く下端セグメント最上端キャリアと上側セグメントの最下端キャリアのキャリア間隔を示す。また、希望波、妨害波が 13 セグメントの場合の混信保護比を表しており、希望波 M セグメント、妨害波が N セグメントの場合は、次式で換算する。

(図 3.1.8.4-1 の混信保護比)  $+10\log(M/13) - 10\log(N/13)$

M: 希望波のセグメント数

N: 妨害波のセグメント数

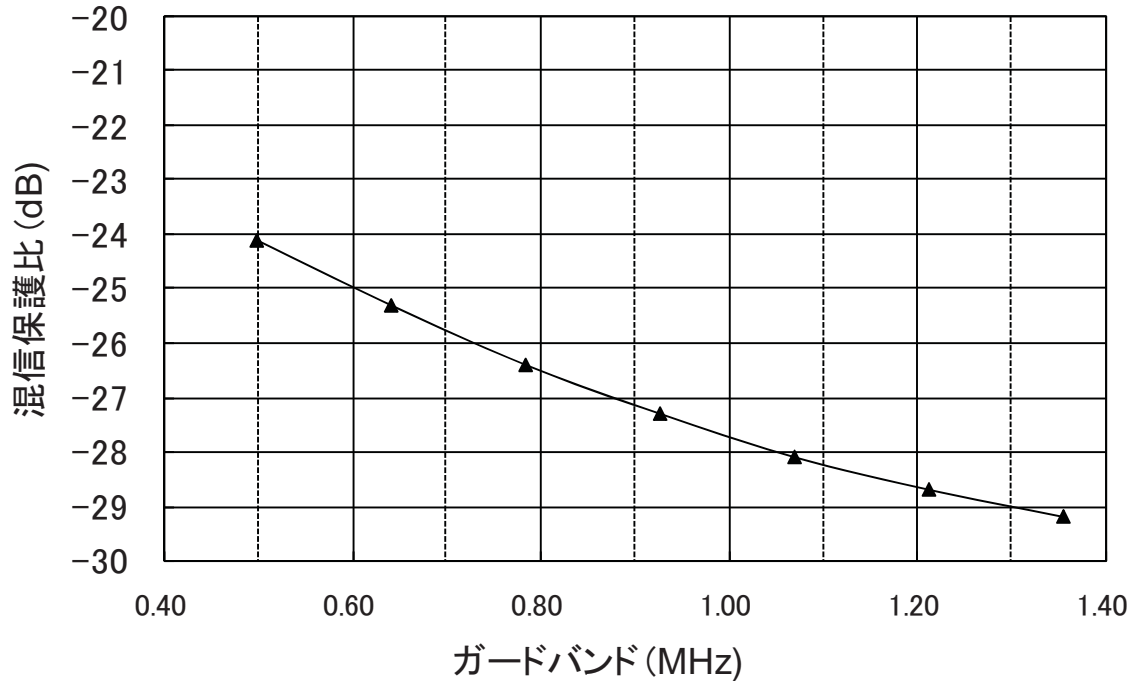


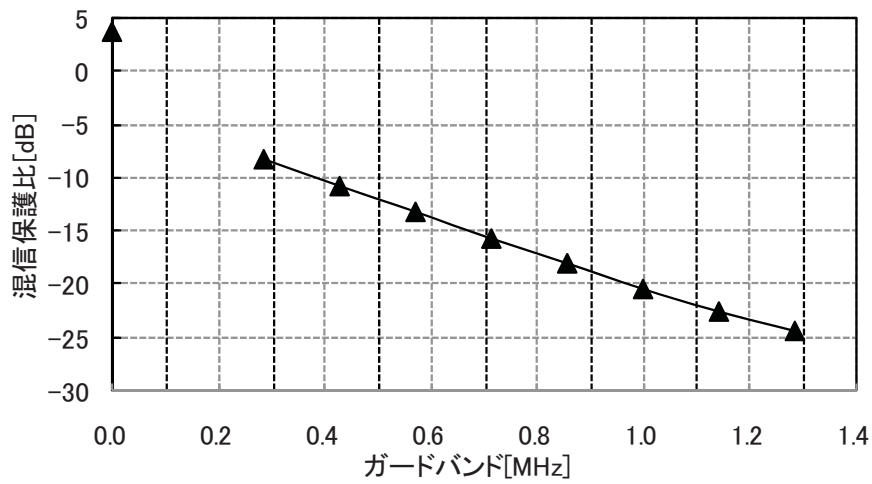
図 3.1.8.4-2 ガードバンド対混信保護比 (MediaFLO to ISDB-Tmm (13セグメント形式))

図 3.1.8.4-2 のガードバンドは、図 3.1.8.4-1 同様に、13セグメント形式の ISDB-Tmm (帯域上端の CP を除く) の最上 (下) 端キャリアと、占有周波数帯幅 (5.55MHz) の MediaFLO 信号の最下 (上) 端キャリアのキャリア間隔を示す。また、希望波 (ISDB-Tmm) のセグメント数が 13、妨害波が占有周波数帯幅 5.55MHz の MediaFLO 信号のときの混信保護比を表しており、妨害波の占有周波数帯幅が 6.475MHz、或いは、7.400MHz の場合は、次式で換算する。

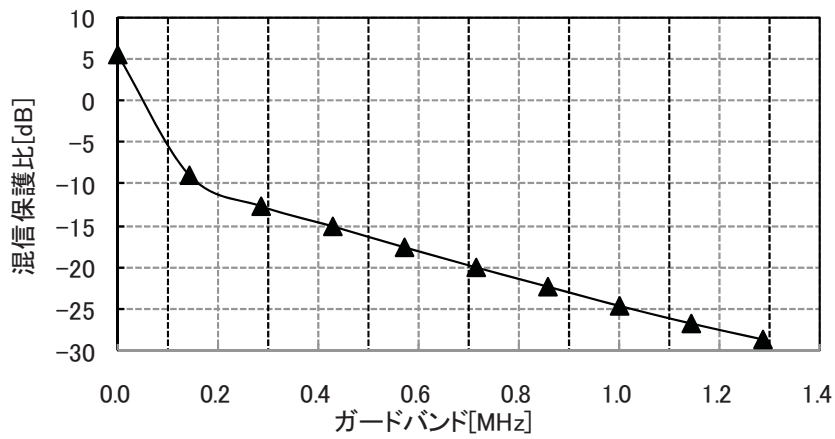
(図 3.1.8.4-2 の混信保護比)  $+10\log(M/13) - 10\log(N/5.55)$

N: 妨害波の占有周波数帯幅 (Unit MHz)

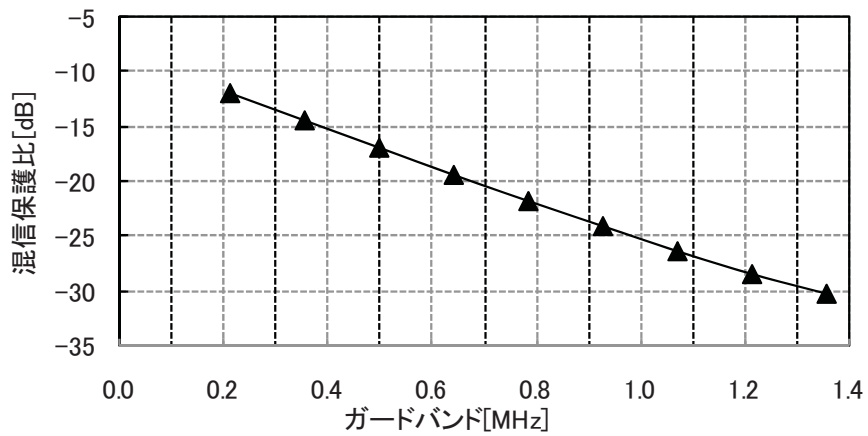
M: 希望波 ISDB-Tmm のセグメント数



(a) 16QAM (1/2)

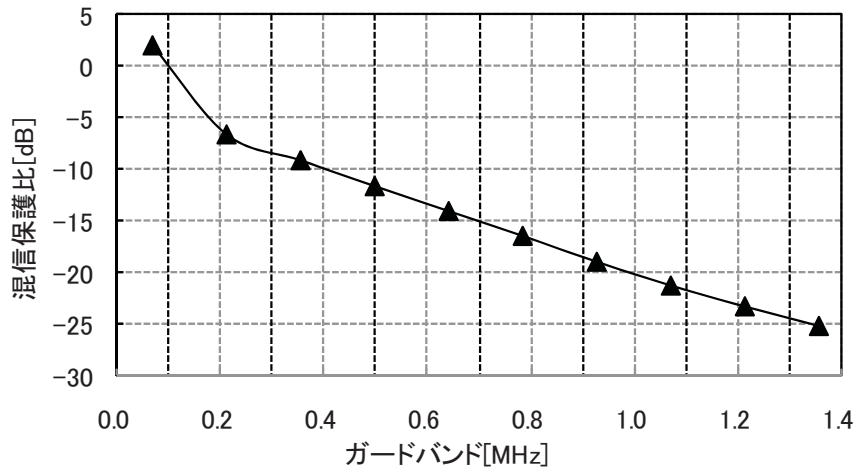


(b) QPSK (2/3)

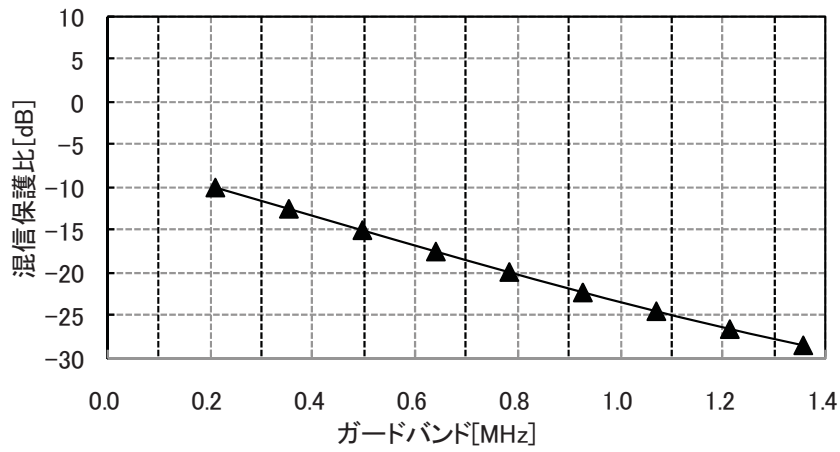


(c) QPSK (1/2)

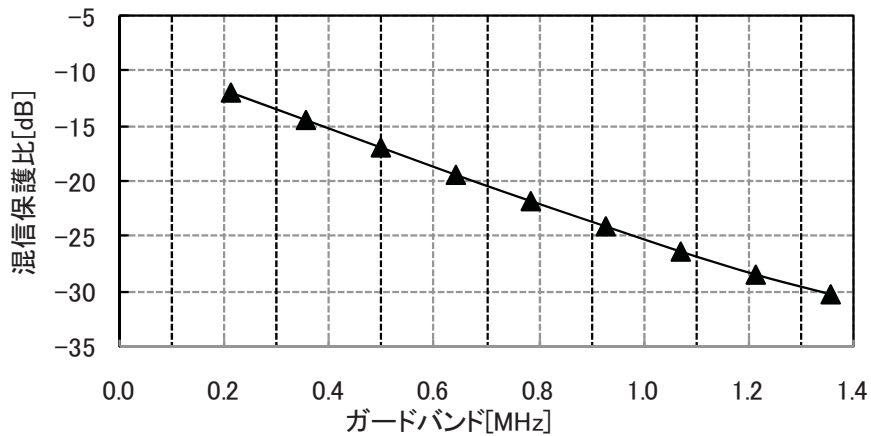
図 3.1.8.4-3 ガードバンド対混信保護比 (ISDB-Tmm to ISDB-Tmm (1セグメント形式))  
 ガードバンド定義、及び、希望波、妨害波の帯域換算は図 3.1.8.4-1 と同様とする。



(a) 16QAM(1/2)



(b) QPSK(2/3)



(c) QPSK(1/2)

図 3.1.8.4-4 ガードバンド対混信保護比 (MediaFL0 to ISDB-Tmm (1セグメント形式))  
 ガードバンド定義、及び、希望波、妨害波の帯域換算は図 3.1.8.4-2 と同様とする

#### 3.1.8.4.1.1 携帯端末向けマルチメディア放送同士の隣接混信保護比

ケース1（移動受信）、ケース2（携帯受信）の場合、希望波及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、瞬時電界変動マージン、及び、短区間中央値変動95%マージンを見込む必要がある。

携帯端末向けマルチメディア放送においては、開設計画の認定制度の導入が検討されている。これは、国が設置計画を定めるのではなく、事業者の創意工夫により柔軟に送信所の設置場所やその仕様選定を可能にする制度である。このような制度の下では、隣接するマルチメディア放送システム同士が必ずしも同一場所から同一諸元で出力されるとは限らないため、一般的に隣接干渉波の変動は無相関と想定して検討する必要がある。

地上デジタル音声放送の置局に関する技術的条件（平成11年11月29日答申）にて、デジタル信号同士の測定結果として希望波、及び、妨害波が瞬時変動したときのD/Uの99%値を10dBとされている。ここでは、この結果を引用し、瞬時電界変動マージンを10dBとした。

また、短区間中央値変動については、回線設計における場所率マージンの算出時と同様に、電界分布が標準偏差2.9dBの対数正規分布に従うとし、希望波と妨害波が互いに無相関との前提からその差分の標準偏差が $2.9 \times \sqrt{2}$ dBとなることから、場所率マージンを $1.65 \times 2.9 \times \sqrt{2} = 6.8$ dBとした。

希望波としてISDB-Tmm（1セグメント形式）とISDB-Tmm信号（13セグメント形式）の2通りについて、妨害波としてISDB-Tmm信号とMediaFLO信号の2通りについて、試作受信機を用いて5%ESRにおける所要D/U（ARIB B31相当マスク）を求めた結果を図3.1.8.4-5～図3.1.8.4-8に示す。

これらの値に上述の瞬時電界変動マージン10dBと場所率マージン6.8dBを加えた値を混信保護比とした。

図3.1.8.4-9に希望波入力レベルを変化させたときの5%ESR所要D/Uの測定結果を示す。図3.1.8.4-5～図3.1.8.4-8の所要D/Uの測定結果は希望波入力レベル-60dBmの値であるが、図3.1.8.4-9により希望波入力レベルによらず所要D/U値はほぼ一定の値であることが確認できることから、表3.1.8.4-1の混信保護比は希望波入力によらず適用可能とした。

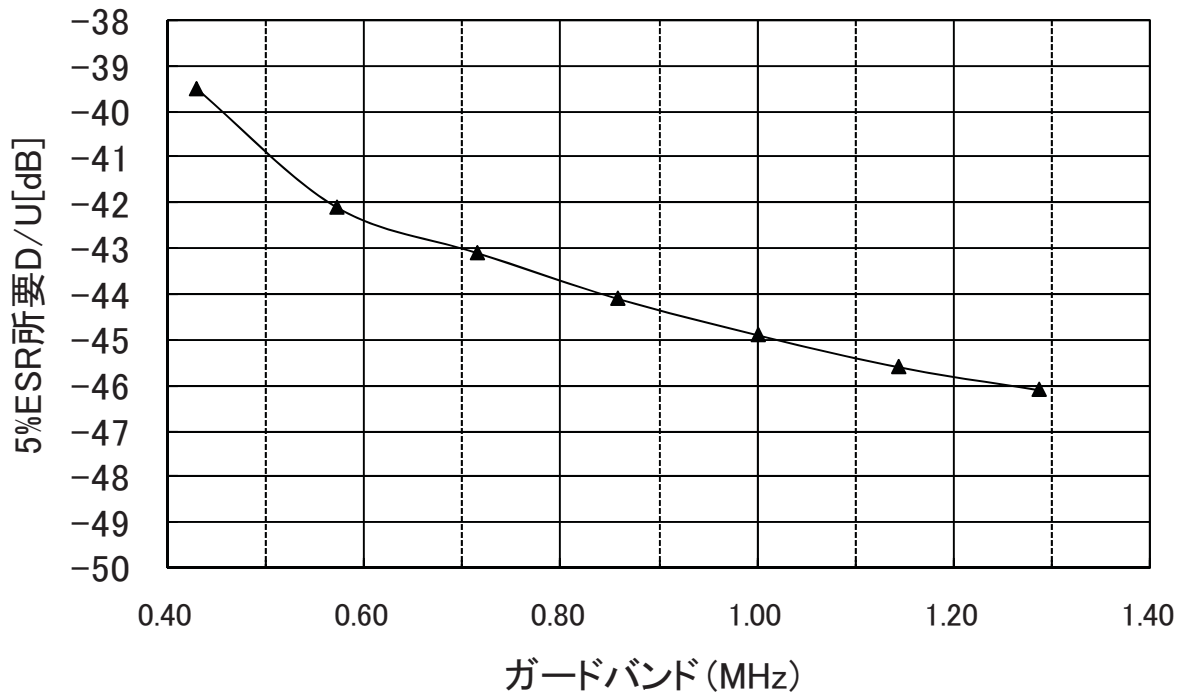


図 3.1.8.4-5 5%ESR 所要 DU 対ガードバンド (ISDB-Tmm to ISDB-Tmm (13 セグメント形式))

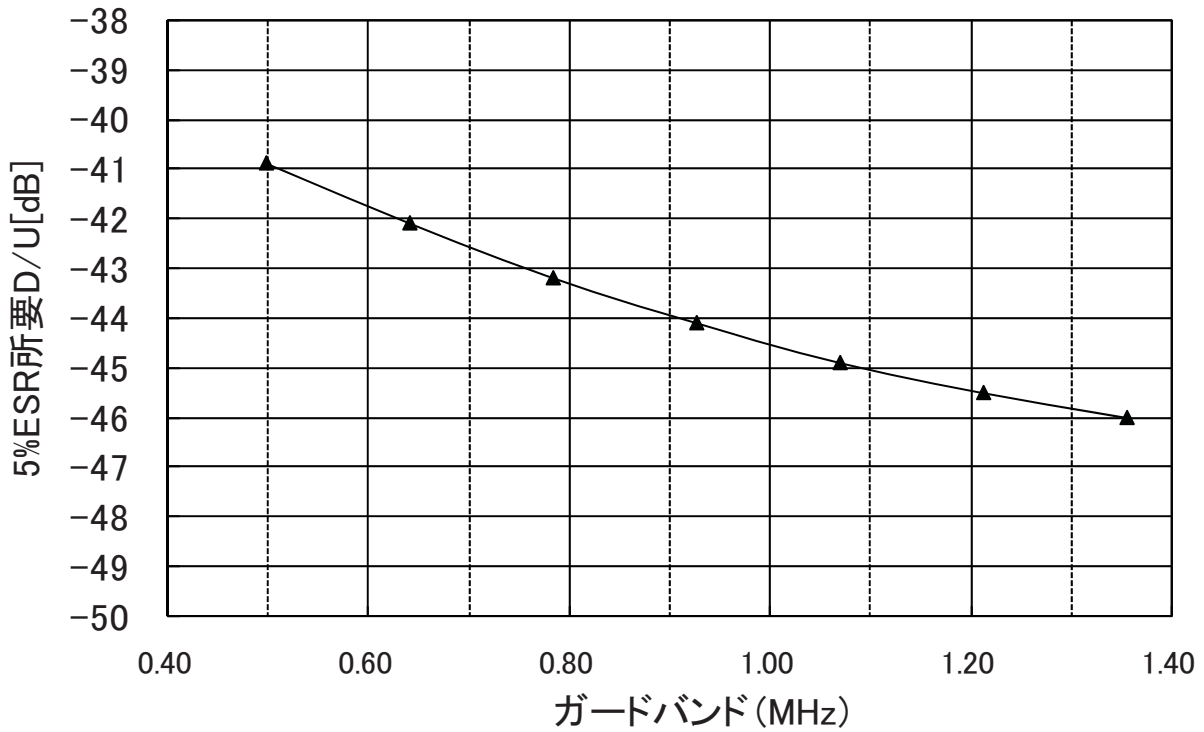
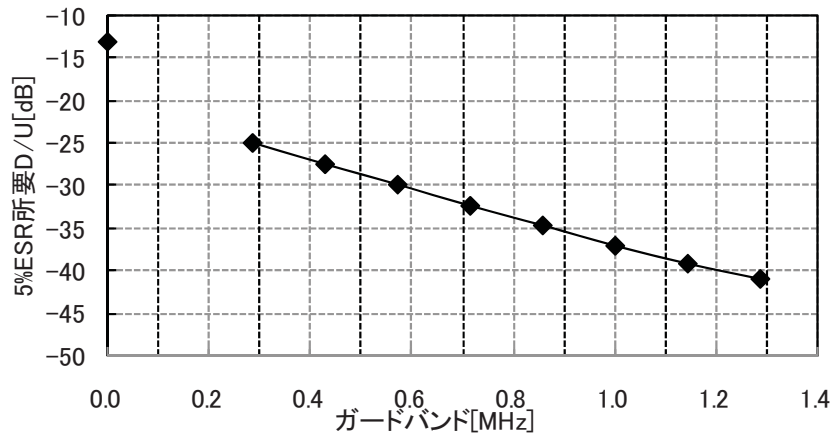
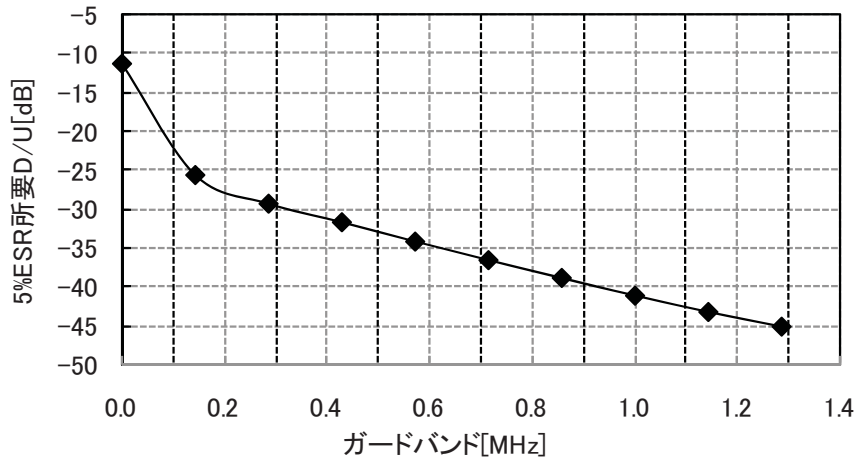


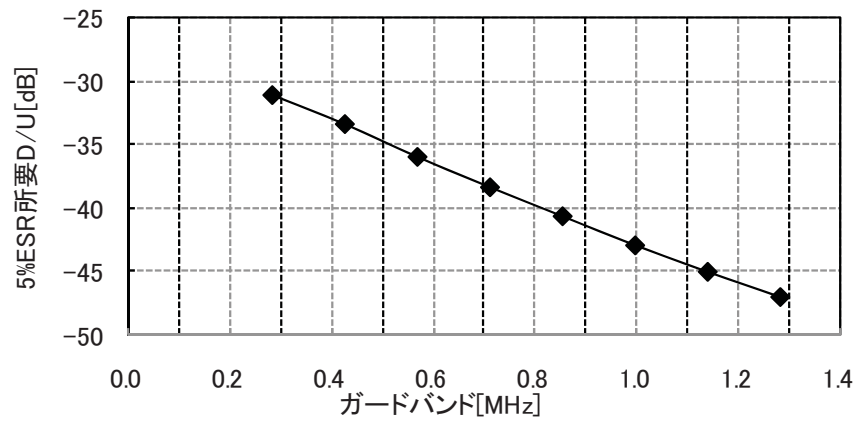
図 3.1.8.4-6 5%ESR 所要 DU 対ガードバンド (MediaFLO to ISDB-Tmm (13 セグメント形式))



(a) 16QAM (1/2)

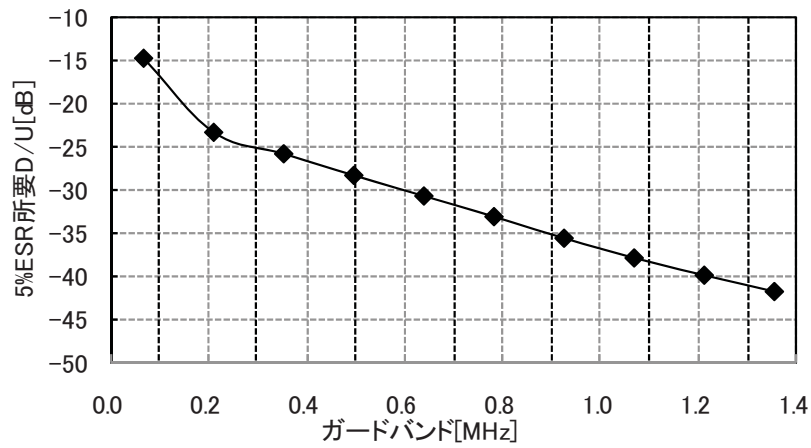


(b) QPSK (2/3)

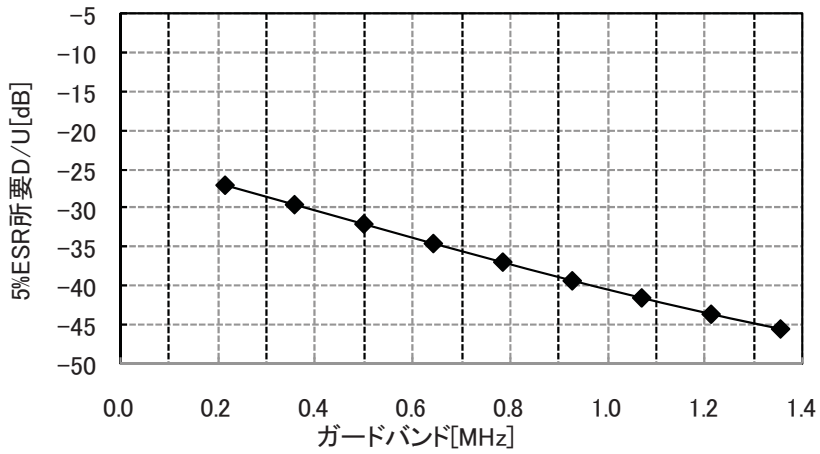


(c) QPSK (1/2)

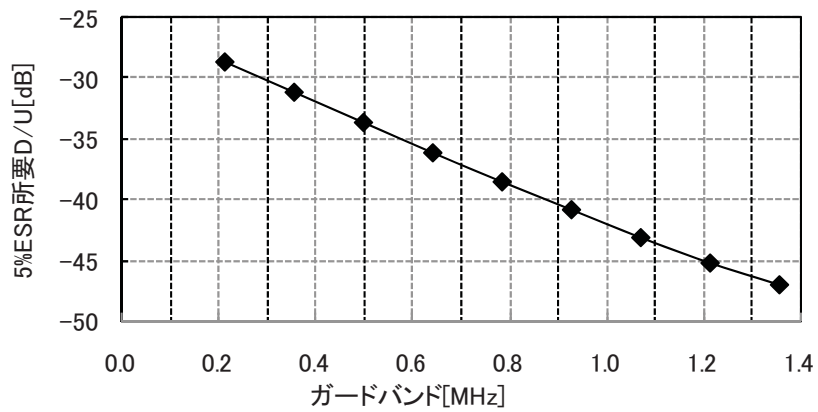
図 3.1.8.4-7 5%ESR 所要 D/U 対ガードバンド (ISDB-Tmm to ISDB-Tmm (1セグメント形式))



(a) 16QAM (1/2)



(b) QPSK (2/3)



(c) QPSK (1/2)

図 3.1.8.4-8 5% ESR 所要 D/U 対ガードバンド (MediaFLO to ISDB-Tmm (1セグメント形式))



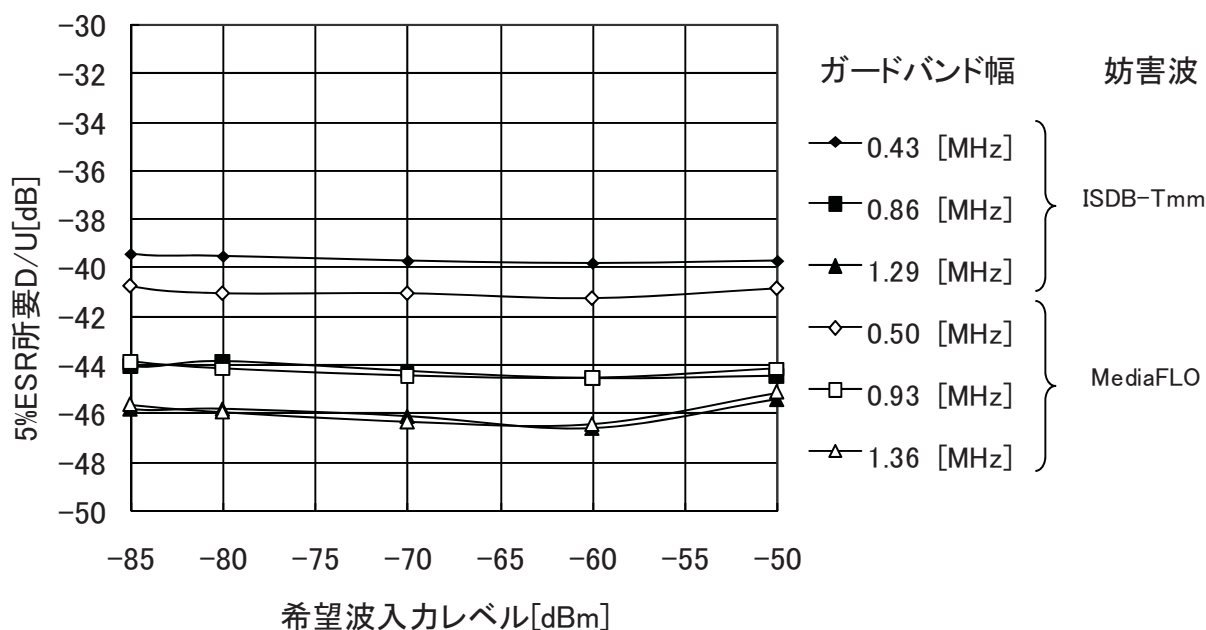


図 3.1.8.4-9 希望波入力レベル対 5%ESR 所要 D/U (13 セグメント形式)

### 3.1.8.4.1.2 同一チャンネル混信保護比

VHF High における携帯端末向けマルチメディア放送においては、全国 SFN が想定されている。ここでは、周辺中継局からの到来波がガードインターバル外となる場合の混信保護比を検討した。

3.1.8.4.1.1 節と同様に、希望波及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、瞬時電界変動マージン、及び、短区間中央値変動 95% マージンを見込む必要がある。

AWGN 環境下における 5%ESR 基準所要 C/N の室内実験結果を表 3.1.8.4-2 に示す。3.1.8.4.1.1 と同様に、希望波、及び、妨害波が無相関であると考えられるため、16QAM、符号化率 1/2 の所要 C/N に瞬時電界変動マージン 10dB と場所率マージン 6.8dB を加えた値を混信保護比とした。

表 3.1.8.4-2 所要 C/N 測定値 (AWGN)

変調方式	畳み込み符号 符号化率	
	1/2	2/3
16QAM	8.0 dB	-
QPSK	2.6 dB	4.3 dB

13 セグメント形式における 5%ESR 基準所要 C/N

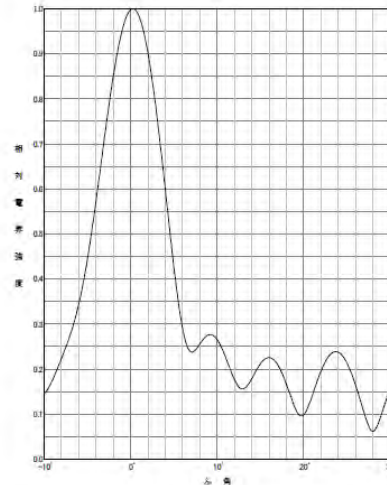
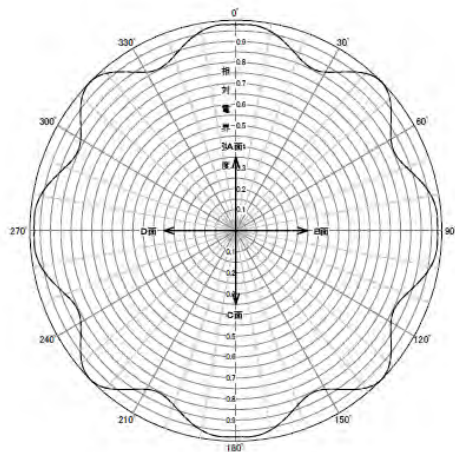
### 3.1.8.4.2 マルチメディア放送システム間の所要混信保護比等

#### 3.1.8.4.2.1 D/U 分布

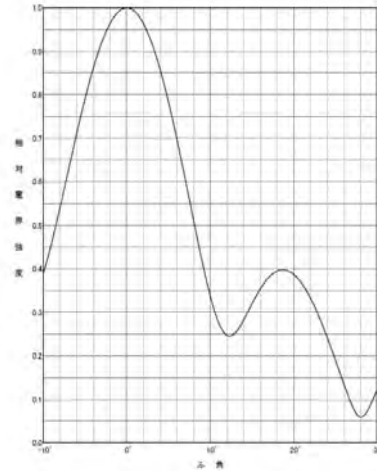
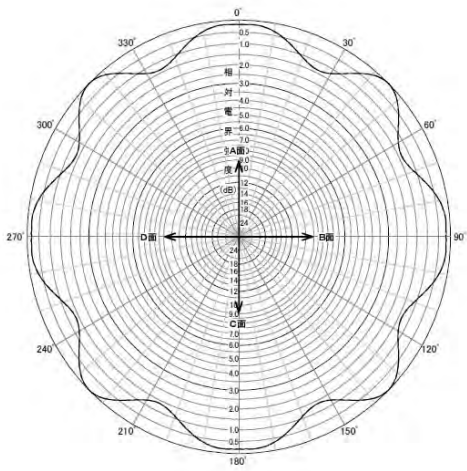
携帯端末向けマルチメディア放送においては、開設計画の認定制度の導入が予定されている。これは、従来の放送用周波数使用計画による置局とは異なり、事業者の創意工夫により柔軟な送信所の設置場所の選定を可能にする制度である。このような制度の下では、隣接するマルチメディア放送システム同士が必ずしも同一場所から同一諸元で放送を行うとは限らない。そこで、表 3.1.8.4-3 に示すように規模の異なる3つのモデル送信局を想定し、これらが地理的に異なる地点に置局される場合のD/U分布シミュレーションを行い、どの程度の混信保護比等が必要かの検討を行った。

表 3.1.8.4-3 送信局モデル

	大規模局	中規模局	小規模局
出力	10kW	1kW	100W
送信高	300mAGL	100mAGL	35mAGL
アンテナ構成	2DP8 段	2DP4 段	3el Yagi 2 段
パターン	水平: omni	水平: omni	水平: omni
利得	6dBd	4dBd	3.5dBd
フィーダ損	1dB	1dB	1dB
セル半径	33km	7.5km	2km



(a) 大規模局 (2 ダイポール 8 段 4 面)



(b) 中規模局 (2 ダイポール 4 段 4 面)  
 図 3.1.8.4-10 アンテナパターン

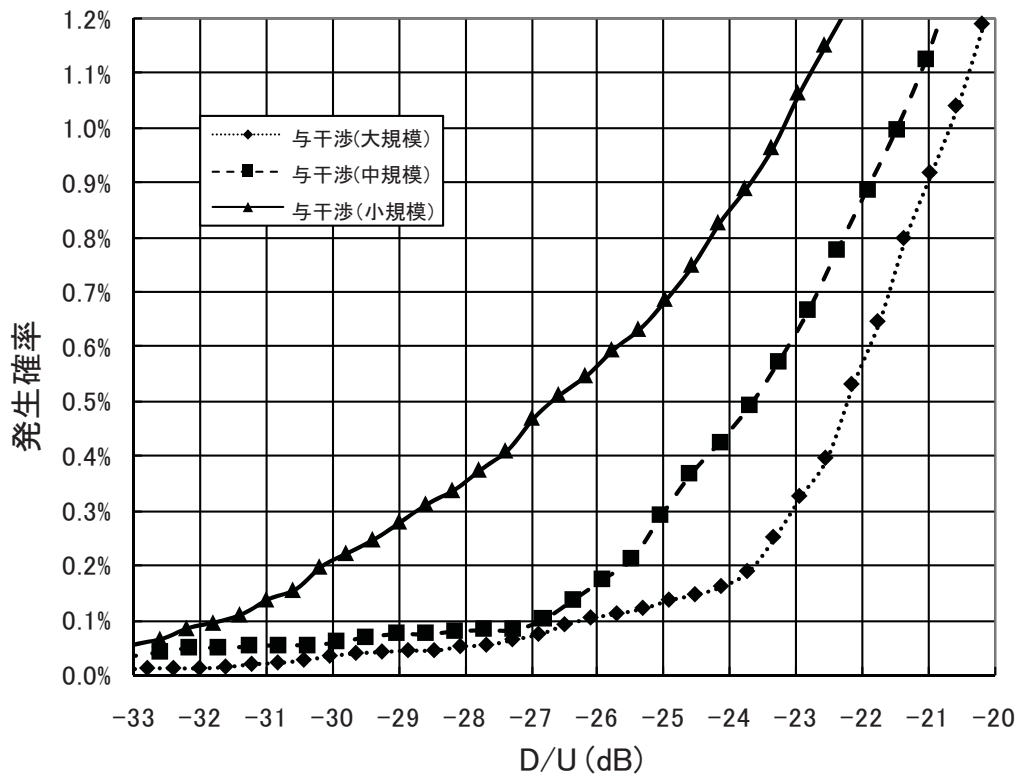


図 3.1.8.4-11 大規模局が被干渉局となる場合

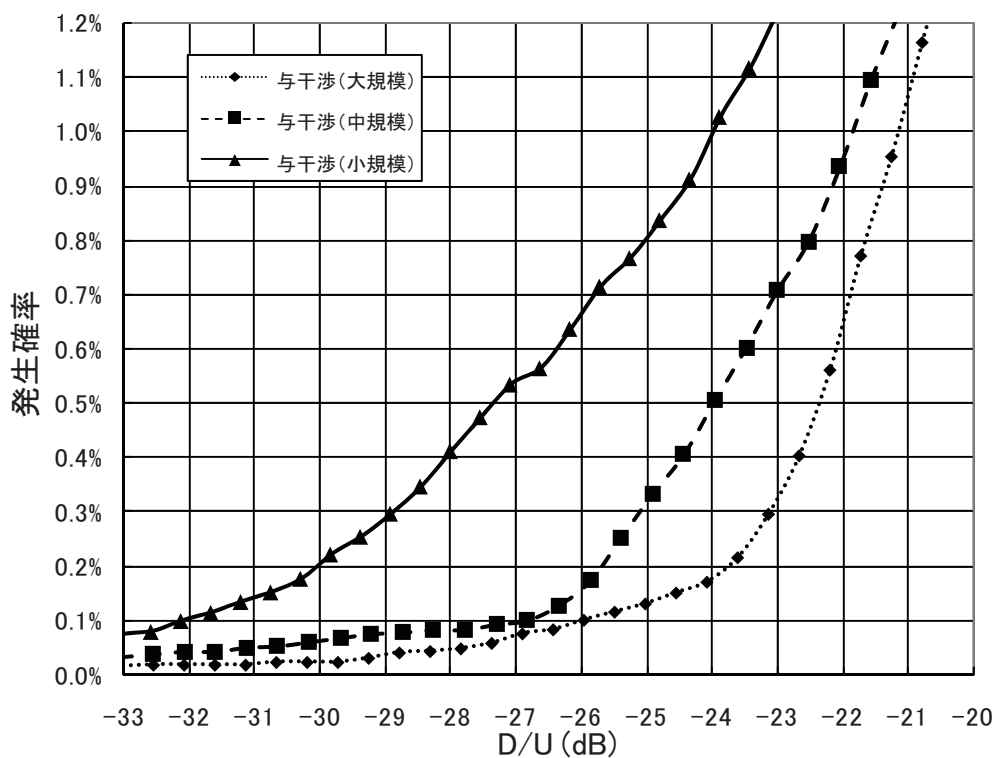


図 3.1.8.4-12 中規模局が被干渉局となる場合

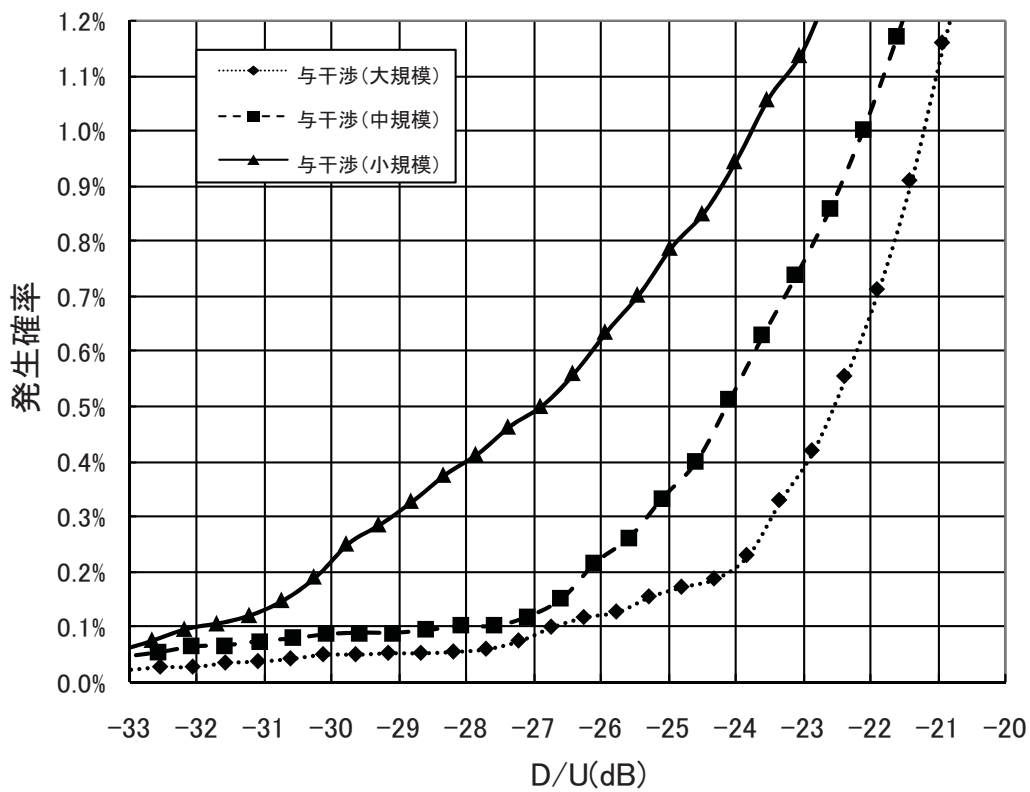


図 3.1.8.4-13 小規模局が被干渉局となる場合

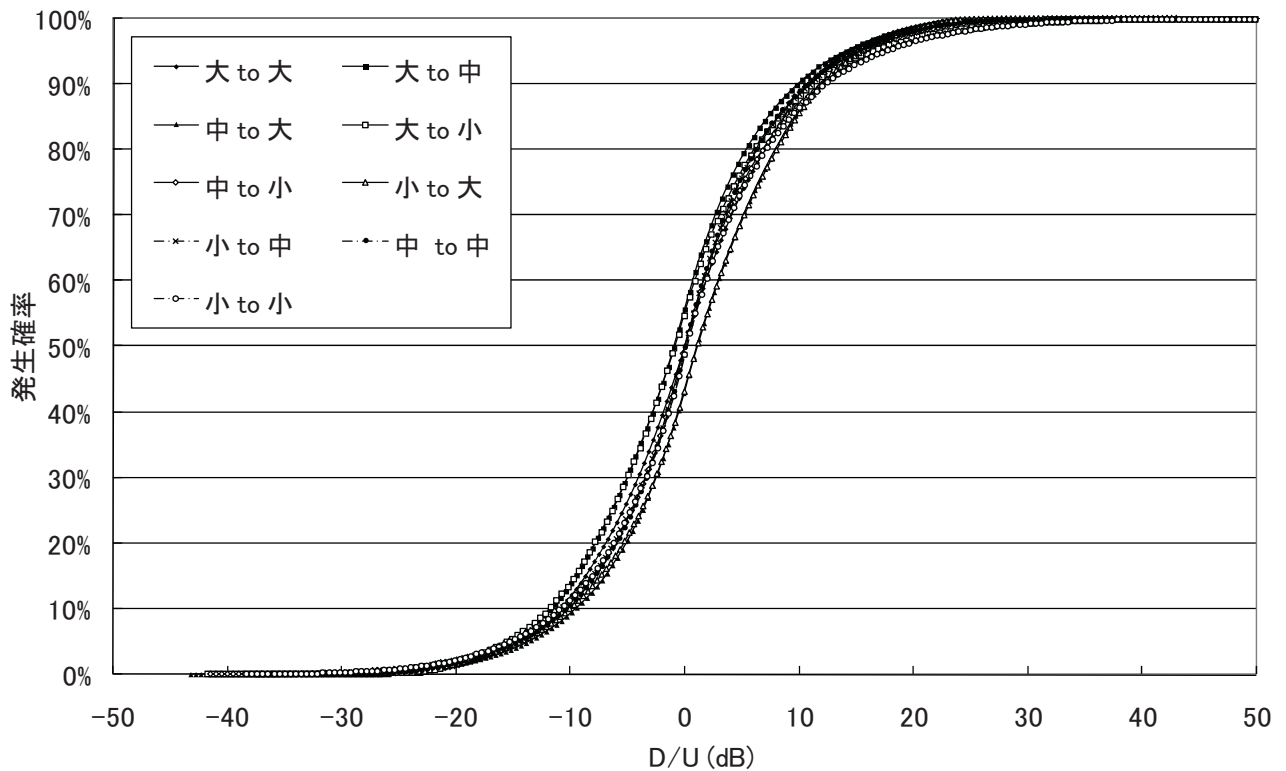


図 3.1.8.4-14 D/U 分布図 (全体)

図 3.1.8.4-11～図 3.1.8.4-14 の結果では、中規模局（被干渉）のエリアで小規模局（与干渉）の電波が干渉するケースで条件が最も厳しくなっている。干渉発生確率がそれぞれ 1.0%及び 0.5%の場合に必要な混信保護比ならびにガードバンドを表 3.1.8.4-4 に示す。干渉発生確率が 1.0%の場合、ISDB-Tmm(13 セグメント)間にはガードバンドが 0.49MHz 以上、MediaFLO と ISDB-Tmm (13 セグメント)のシステム間ではガードバンドが 0.49MHz 以上必要となる。

表 3.1.8.4-4 干渉発生率と所要ガードバンド

干渉発生確率	所要混信保護比	ガードバンド
1.0%	-24dB	約 0.49MHz (ISDB-Tmm <sup>注</sup> → ISDB-Tmm <sup>注</sup> )
		約 0.49MHz (MediaFLO → ISDB-Tmm <sup>注</sup> )
0.5%	-27.4dB	約 0.86MHz (ISDB-Tmm <sup>注</sup> → ISDB-Tmm <sup>注</sup> )
		約 0.94MHz (MediaFLO → ISDB-Tmm <sup>注</sup> )

注：13 セグメント形式

ところで、ISDB-Tmm 方式は、1 つ以上の 13 セグメント形式を含み、また、1 セグメント形式と 13 セグメント形式を任意に組み合わせられる方式である。1 セグメント形式は 13 セグメント形式に比べ、干渉に弱い、隣接するマルチメディア放送システム側に 13 セグメント形式を割り当てることが可能であることから、13 セグメント方式にて規定することが適当である。なお、仮に、隣接するマルチメディア放送システム側に 1 セグメント形式を割り当てざるを得ない場合でも、最端のセグメントのみを混

信妨害に強い変調符号化率（例えば、QPSK(1/2)）にしたり、サイトエンジニアリングやキャップフィルター補完などで干渉レベルを緩和することも可能である。

#### 3.1.8.4.2.2 マルチメディア放送システム間の所要混信保護比等

隣接周波数の放送波からの干渉は、回線設計上、放送エリア内として受信可能と想定される場所であっても、条件によって受信障害が生じる恐れが出るものであることから、干渉発生確率は出来る限り低いものとするのが望ましい。

干渉発生確率と混信保護比については、図 3.1.8.4-14 のとおり干渉発生確率を小さくするにつれ、所要の混信保護比は小さくなる。また、混信保護比とガードバンドについては、図 3.1.8.4-1、2 及びメディアフローへの干渉についての混信保護比（図 3.2.7.4.1-1） のとおり混信保護比を小さくするにつれ、所要のガードバンドが大きくなる。このため、干渉発生確率を小さくすればするほど、所要のガードバンドが大きくなるのが分かる。

また、干渉発生確率が 0.5%～1.0%程度となるガードバンド幅は、方式の組み合わせによって、最大で 1 MHz 弱となっているが、更にガードバンド幅を広くしても使用出来ない周波数帯域が大幅に大きくなり、周波数利用効率が落ちる割には干渉発生確率はあまり減少しない。

このようなことなどから周波数の有効利用の観点から考慮すると、混信保護比及びガードバンド幅は干渉発生確率が 1%の時の値を採用することが適当である。前節の結果から所要混信保護比は-24dB、ISDB-Tmm 間のガードバンド幅は 0.49MHz、ISDB-Tmm と MediaFLO 間のガードバンド幅は 0.77MHz とすることが適当である。なお、マルチメディア放送システムは取り得る周波数帯幅が離散値であることから具体的に周波数配置した場合、端数が生じるが、これをガードバンドに加えることにより、干渉発生確率を更に低減することができる。

#### 3.1.8.5 隣接業務との共用条件

マルチメディア放送システムと自営通信システムとの共用検討、及び、マルチメディア放送システムと航空無線システムとの共用検討の結果より、ISDB-Tmm方式の携帯端末向けマルチメディア放送システムのスペクトラムマスク、及び、空中線電力の制限値に関しては3.1.2.5の記載の通りとする。また、スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値については3.1.2.6に記載の通りとする。

## 3.2 MediaFLO

### 3.2.1 要求条件との整合性

MediaFLO方式の携帯端末向けマルチメディア放送システムについて、要求条件との整合性について検討した結果、すべて満足することが確認された。詳細は以下の通り。

表 3.2.1-1 要求条件と技術方式の整合性比較

#### 1 システム

項目	要求条件	整合性
サービスの高機能化 ／多様化	①「映像・音響・データ」、「リアルタイム・ダウンロード」といったサービスを自由に組み合わせることが可能であること。 ②多様で柔軟な高機能サービスを可能とすること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>映像／音響のリアルタイム型放送サービスはもろろんの事、蓄積型放送サービスを利用したファイル配信IPデータを放送波で配信するIPデータサービスが提供可能である。</li> <li>蓄積型放送サービスでは、任意の符号化ファイルを送送することを可能とし、受信端末に蓄積後、様々な利用が実現できる。周波数帯域を最大限に活用するため、時間帯やニーズに合わせて柔軟に上記のサービスを組み合わせて配信することができる。</li> </ul>
番組選択性	①複数番組を放送する場合に容易な番組選択を実現するため、これを支援する情報が伝送可能であること。 ②番組の切替に要する時間はできる限り短いこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI (System Information) を用いて EPG 情報を伝送する事が可能であり、提供されている全ての番組の中から容易に番組選択ができる。</li> <li>高速チャネル切替を考慮した物理レイヤおよびCSF(チャネルスイッチングフレーム)設計により、平均2秒程度で番組の切替が可能である。</li> </ul>
サービス拡張性	①将来の新たなサービスへの拡張性を有すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>多様なサービスの柔軟な編成や番組数の変更及び番組伝送レ</li> </ul>



		<p>一トの設定変更にも対応できるため、より幅広いサービス形態の拡張が期待できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>制御信号の拡張ビットを利用し、システムの拡張が可能である。また、リッチメディアフォーマットへも対応できるようになっている。</li> </ul>
緊急警報放送等	①非常災害時における対象受信機への起動制御信号及びメッセージの迅速な放送について考慮されていること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常災害時、制御信号によってメッセージを受信機へ通知する仕組みがある。メッセージはエンコーダの処理遅延の影響を受けないため、受信機へ迅速へ伝達することができる。(※映像、音声による通知も可能。) また、受信機は制御信号を定期的に監視することによってメッセージの起動受信が可能である。</li> </ul>
受信の形態	①携帯及び移動受信が可能であること。なお、移動受信とは列車、自動車、歩行等により地上を移動しながら受信することという。	<ul style="list-style-type: none"> <li>変調方式および誤り訂正の符号化率が、移動受信形態に適合するよう多数用意されており、最適なものを選択可能である。</li> <li>低速においては外符号、また高速においてはターボ符号及びFDMパイロットデザインによって優れた誤り率特性を得ることが可能である。</li> </ul>
実時間性	①リアルタイム放送の場合、できるだけ遅延時間が短いこと。また、緊急警報放送等の迅速性が重要な場合は、遅延時間を最小化する工夫がなされていること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>提供するサービスの QoS 条件に応じて優先度を設定することにより、例えばストリーミングサービスなどの実時間性を要求されるサービスに優先的に帯域を割当てる事によって、遅延時間を制御することが可能である。</li> <li>緊急警報放送メッセージはエンコーダの処理遅延の影響を受けないよう制御信号による伝送の仕組みがあり、受信機へ迅速へ伝達することができる。(※映像、音声による通知も可</li> </ul>

		能。) また、制御信号には所要 C/N の少ない送信パラメータを選択することで、メッセージ受信確率を向上させることが可能である。
インターオペラビリティ	①他メディア等との互換性が、出来る限り考慮されていること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>IP マルチキャストをそのまま放送波で配信する IP データサービスの利用により各種通信メディアとの相互連携が可能である。</li> <li>既に米国において商用サービスが開始されており、同じ方式間におけるインターオペラビリティが実現可能である。</li> </ul>
著作権保護	①放送コンテンツの利用及び記録に関して制御できる機能をもつこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>限定受信方式とコピー制御により、放送コンテンツの利用及び記録に関して制御が可能である。</li> </ul>
使用周波数	①周波数帯は、90-108MHz 帯 (V-LOW) 及び 207.5-222MHz 帯 (V-HIGH) を使用する。 ②「全国向け放送」については、V-HIGH を、「地方ブロック向け放送」及び「新型コミュニティ放送」については、V-LOW を使用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数帯は全国向け放送に割当てられている 207.5-222MHz 帯 (V-HIGH) を使用する。</li> </ul>
伝送帯域幅	①割り当てられた周波数内での運用が可能なこと	<ul style="list-style-type: none"> <li>チャンネル幅 5, 6, 7 及び 8MHz に対応できるよう帯域幅をそれぞれ 4.625, 5.55, 6.475 及び 7.4MHz とし、割当て周波数に応じて最適な帯域幅、もしくははその組み合わせでの運用が可能である。</li> </ul>
周波数の有効利用	①周波数利用効率が高いこと。 ②サービスエリアにおいて、基本的には、同一周波数の利用 (SFN) によりあまねくカバーを達成する置局が技術的に可能となる方式であること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報ビットレートや誤り訂正能力に応じた伝送パラメータが多数用意されており、カバレッジと伝送レートのトレードオフにより最適なものを選択可能である。</li> <li>伝送路符号化方式としてマルチパスに強い OFDM 方式を採用し</li> </ul>

			ているため、SFNの実現が可能である。
2 技術方式			
	搬送波	<p>①混信及び都市雑音による受信障害に強いこと。</p> <p>②他のサービスに干渉妨害を与えず、かつ他のサービスからの干渉妨害に強いこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>強力な誤り訂正方式とインターリーブを採用しているため、所要C/Nを小さくすることができる。したがって、送信電力を下げることで既存アナログサービスへの妨害を与えないようにすることができる。また、既存サービスからの妨害や混信・都市雑音に対しても所要C/Nが小さいことで強い方式となっている。</li> </ul>
伝送路符号化方式		<p>①フェージング、マルチパス、フラッタに強い伝送方式であること。</p> <p>②安定な移動受信が可能であること。</p> <p>③上記①、②を満足するために、送信電力が有効に使える技術方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>伝送路符号化方式としてOFDM方式を採用し、ガードインターバル、各種インターリーブを併用しているため、フェージング、マルチパス、フラッタに強い伝送方式である。</li> <li>誤り訂正方式として第3世代及び3.9世代移動通信システムに広く採用されている強力な誤り訂正能力を有するターボ符号（最強符号化率1/3）と外符号の連接符号や各種変調方式により所要C/Nを小さくでき、送信電力で所要のサービスエリアをカバーすることができる。</li> </ul>
	伝送容量	①周波数有効利用、隣接チャネルへの妨害などを考慮した上で、できるだけ高い伝送ビットレートを確保できること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチパス耐性に優れたOFDM方式、及び、強力な誤り訂正と周波数/時間インターリーブ方式を採用しており、SFN構築が可能であり、帯域利用効率を高くできる。</li> </ul>
	多重化方式	<p>①複数番組やデータ放送等の多様なサービスの提供、自在な番組編成、広範囲な伝送レートの設定等の柔軟性があること。</p> <p>②新しいサービスの導入等の拡張性があること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数帯域を最大限に活用するため、時間帯やニーズに合わせ、柔軟に多様なサービスを組み合わせることで配信したり、各サービスのQoSに応じて帯域や遅延などを制御することが可能</li> </ul>

	<p>③番組選択の容易性と多様な受信形態に適応する操作性があること。</p>	<p>である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI 情報により新サービスの導入が可能である。</li> <li>• SI を用いて EPG 情報を伝送する事が可能であり、容易な番組選択操作性をもつ多様な受信形態に適応した各種の受信機の実現が期待できる。</li> </ul>
<p>映像入力フォーマットおよび符号化方式</p>	<p>①国際標準に一致または準拠した方式を用いること。 ②将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 映像符号化方式として国際標準の H. 264/MPEG-4 AVC を採用している。</li> <li>• H. 264/MPEG-4 AVC は様々な映像フォーマットへの対応が可能である。</li> </ul>
<p>音声入力フォーマットおよび符号化方式</p>	<p>①国際標準に一致または準拠した方式を用いること。 ②将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 音声符号化方式は、国際標準の HE-AAC v2 等を採用している。</li> <li>• 高音質 2 チャンネルのみならず、マルチチャンネルステレオなど多様な音声フォーマットへの対応が可能である。</li> </ul>
<p>データ符号化方式</p>	<p>①多様なデータサービスに柔軟に対応する符号化方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• モノメディア符号化においては、JPEG, PNG, GIF, MPEG4 file などをサポートしており、付加データ機能によってデータタイプの追加が可能である。</li> </ul>
<p>アクセス制御方式</p>	<p>①十分に秘匿性を保ち、不正アクセスに対して十分な技術的対策がとられていること。 ②視聴者に対して利用条件/利用方法を明確に提示でき、視聴者が扱いやすい方法であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 十分なコンテンツ保護を実現するための暗号アルゴリズムを採用している。</li> <li>• ECM、EMM 等の情報により、視聴者に対して利用条件/利用方法を視聴者が扱いやすい方法で明確に提示できる。</li> </ul>

### 3 放送品質

画質	①サービスに応じて画像のビットレートを変化できること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービスの QoS に応じて柔軟に最大ビットレートを設定することができ、毎秒可変することが可能である。</li> </ul>
音質	①サービスに応じて音声のビットレートを変化できること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービスの QoS に応じて柔軟に最大ビットレートを設定することができる。</li> </ul>
伝送品質	①サービス内容に応じ、情報ビットレートや誤り訂正能力等の伝送パラメータの変更がスムーズにできること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>制御信号に含まれる情報により情報ビットレートや伝送パラメータの変更を行うことができる。</li> </ul>

### 4 受信機への対応

受信機への対応	<p>①簡単な操作を支援するための制御信号等が備わっていること。</p> <p>②障害者、高齢者、青少年などの受信に配慮した技術的工夫がなされていること。</p> <p>③受信機の低廉化が図られる技術的工夫がなされていること</p> <p>④受信機の省電力化に寄与できる技術的工夫がなされていること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SIを用いてEPG情報を伝送する事が可能であり、提供されている全ての番組の中から容易に番組選択ができる。</li> <li>字幕・文字スーパー、ペアレンタルコントロールの機能を利用することが可能である。</li> <li>伝送路符号化方式としてOFDM方式を採用しているため、複数の携帯端末向けマルチメディア放送方式の受信機とのワンチップ化が可能となり、国際市場というより大きな市場を想定することで、結果として実装におけるスケールメリットを享受することが可能になる。</li> <li>時間領域及び周波数領域の両方で省電力化が実現できるような物理レイヤが設計されており、受信機は該当論理チャネルのみに受信する部分復調が可能である。さらに信号品質や外符号化率に基づいて各フレームを受信するなどの省電力の工夫を行うことができる。</li> </ul>
---------	--	--

5 方式公募にあたっての前提条件との整合性

公募に当たっての前提条件	整合性
<p>放送方式に係わる工業所有権について、送信機・受信機の製造を行うものに対し、適切な条件の下に、非排他的かつ無差別に権利の実施が許諾されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主要の技術要素は社団法人電波産業会（ARIB）規格、及び、ISO/IEC規格、ITU勧告、IETF標準、米国電気通信工業会（TIA）規格として規定されている。ARIB規格、ISO/IEC規格、ITU勧告、IETF標準、TIA規格共に、そのIPRポリシーに従い、適切な条件の下、非排他的かつ無差別に権利の実施が許諾される。</li> </ul>
<p>送信機・受信機の製造を行うもの・サービスの提供を行うもの等に対し、必要な技術情報が開示されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• メディアフローはITU-R勧告BT.1833の一方式として承認され、TIAより以下の関連規格が公開されている。 TIA-1099-A・TIA-1102-A・TIA-1103-A・TIA-1104・TIA-1120・TIA-1130・TIA-1132・TIA-1146・TIA-1178</li> <li>• また、ARIBでの標準化を前提としており、送信機・受信機の製造を行うもの・サービスの提供を行うもの等に対し、必要な技術情報が開示される。</li> </ul>
<p>2011年7月に技術的に実現可能な放送方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007年3月より米国において商用サービスが開始されており、現時点において既に実現可能な技術である。</li> </ul>
<p>日本の国際競争力強化に資する放送方式であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• メディアフローは北米においてデファクトスタンダードとなっている方式であるため、海外のメディアに対してインターネットオペラビリティを確保することで、日本国内メーカーの国際的な競争力強化につながる。</li> </ul>

### 3.2.2 周波数の条件

#### 3.2.2.1 適用周波数帯域

VHF 周波数帯の 207.5-222MHz を対象とする。

#### 3.2.2.2 占有周波数帯幅

占有周波数帯幅は 4.625, 5.55, 6.475 及び 7.4MHz のいずれかとする。

(理由)

$$B = (\Delta f)_{SC} \times N_{FFT}$$

B : 帯域幅 (MHz)

$(\Delta f)_{SC}$  : サブキャリア間隔 (kHz) (表 3.1.2-1 参照)

$N_{FFT}$  : FFT サイズ

表 3.2.2-1. サブキャリア間隔

サブキャリア間隔 : $(\Delta f)_{SC}$ (kHz)					
モード	FFT サイズ : $N_{FFT}$	帯域幅 : B (MHz)			
		4.625	5.55	6.475	7.4
1k	1024	4.517	5.420	6.323	7.227
2k	2048	2.258	2.710	3.162	3.613
4k	4096	1.129	1.355	1.581	1.807
8k	8192	0.565	0.677	0.790	0.903

#### 3.2.2.3 送信周波数の許容誤差

送信周波数の許容偏差は以下の通りとする。ただし、電波伝搬の特性上閉鎖的な区域を対象とする放送局については 500Hz とする。

	上位局がない場合	上位局がある場合
送信周波数の許容偏差 [Hz]	$B \times 1000 / N_{FFT}$	$B \times 10000 / N_{FFT}$

B : 帯域幅 (MHz)

$N_{FFT}$  : FFT サイズ

(理由)

この許容偏差は SFN 時に生じるキャリア間干渉の許容量からサブキャリア間隔の 0.1%程度に抑える必要がある。表 3.2.2-2 の通りメディアフローにおいては FFT モードと帯域幅によってサブキャリア間隔が異なるため、各サブキャリア間隔に応じて規定した。また、リピーター等、上位局のある場合については許容周波数偏差を個別に規定することとした。

### 3.2.2.4 IFFT サンプル周波数と許容偏差

本方式の OFDM に使用する IFFT サンプル周波数は表 3.2.2-2 の通りとする。

表 3.2.2-2. IFFT サンプル周波数

帯域幅 : B (MHz)	IFFT サンプル周波数 (MHz)
4.625	4.625
5.55	5.55
6.475	6.475
7.4	7.4

また、許容偏差は以下の通りとする。

$$\text{許容偏差} = \pm [(2 \times \text{周波数の許容偏差}) / B] \text{ [ppm]}$$

B : 帯域幅 (MHz)

(理由)

許容偏差は、FFT サンプル周波数の誤差により、帯域端キャリアの周波数偏差の許容値以内となることを条件に定められている。



### 3.2.2.5 送信スペクトルマスク

Bを帯域幅とすると、B=5.55MHzの場合における送信スペクトルマスクについては、無線設備規則 第37条の27の10第4項を準用する。図3.2.2.5-1にMediaFLO方式マルチメディア放送の送信スペクトルマスク(B=5.55MHzの例)を示す。また、スペクトルマスクのブレイクポイントは表3.2.2.5-1とする。尚、202.5MHzにおける空中線電力については、上記の送信スペクトルマスク規定に加え、表3.2.2.5-2に記載の空中線電力の上限規定を満足することとする。

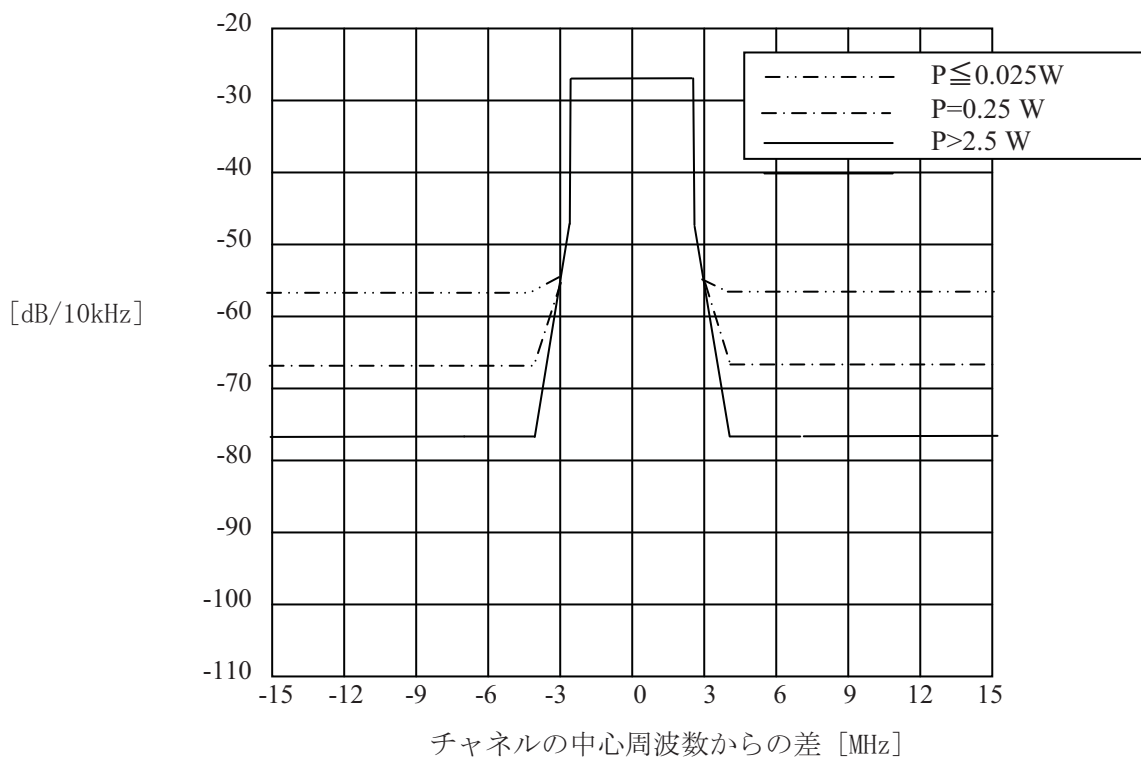


図 3.2.2.5-1 MediaFLO 方式マルチメディア放送の送信スペクトルマスク  
(B=5.55MHz の例)

表 3.2.2.5-1 送信スペクトルマスクのブレイクポイント(B=4.625、5.55、6.475 もしくは 7.4MHz)

搬送波の周波数からの差 [MHz]	平均電力 P からの減衰量 [dB/10kHz]	規定の種類
$\pm (3*13/14*B/5.55+0.25/126)$	$-10\log(5550*8000/8192/10*B/5.55)$	上限
$\pm (3*13/14*B/5.55+0.25/126+1/14)$	$-(20+10\log(5550*8000/8192/10*B/5.55))$	上限
$\pm (3*13/14*B/5.55+0.25/126+3/14)$	$-(27+10\log(5550*8000/8192/10*B/5.55))$	上限
$\pm (3*13/14*B/5.55+0.25/126+22/14)$	$-(50+10\log(5550*8000/8192/10*B/5.55))^*1$	上限

\*1 空中線電力が  $0.025*B/5.55W$  を超え  $2.5*B/5.55W$  以下の無線設備にあつては  $-(73.4+10\log P)$  dB/10kHz、空中線電力が  $0.025*B/5.55W$  以下の無線設備にあつては  $-57.4$  dB/10kHz とする。

注 複数波同時増幅を行う無線設備の隣接チャネル間については、上表にかかわらず、平均電力 P からの減衰量  $-10\log(5550*8000/8192/10*B/5.55)$  dB/10kHz を上限とすることができる。

表 3.2.2.5-2 : 202.5MHz における空中線電力の上限規定

空中線電力[W/MHz]	202.5MHz における空中線電力の上限 [dBW/10kHz]
$P > 1,000 / 6$	-62.4
$1,000 / 6 \geq P > 100 / 6$	$10\log(P)-20-65$
$100 / 6 \geq P$	-72.4

(理由)

- ・ 適用周波数帯域である VHF 帯の 207.5MHz ~ 222MHz に隣接する航空無線業務、及び、自営通信業務との共用検討の結果、並びに、マルチメディア放送システム間の共用検討の結果を踏まえ、標準テレビジョン放送のうちデジタル放送又は高精細度テレビジョン放送を行う放送局の無線設備と同等の送信スペクトルマスクとした。尚、202.5MHz においては、上記に加え、更に空中線電力の上限規定を設けた。
- ・ B=5.55MHz の場合の送信スペクトルマスクについては、標準テレビジョン放送のうちデジタル放送又は高精細度テレビジョン放送を行う放送局の無線設備の場合と同一とし、それ以外の場合は、干渉電力密度が B=5.55MHz と同等となるように規定した。

### 3.2.2.6 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

無線設備規則 第一章第二節第七条 別表第三号 5(5) 標準テレビジョン放送（デジタル放送を除く。）、標準テレビジョン音声多重放送、標準テレビジョン文字多重放送、及び、標準テレビジョン・データ多重放送を行う放送局の送信設備（11.7GHz から 12.2GHz までの周波数の電波を使用するものを除く。）の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値、及び、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値を適用する。スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値を表 3.2.2.6-1 に示す。

表 3.2.2.6-1 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
42W を超えるもの	1mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 60dB 低い値	1mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 60dB 低い値
1.68W を超え 42W 以下のもの		25 $\mu$ W 以下
1.68W 以下	100 $\mu$ W 以下	

注 1：帯域外領域及びスプリアス領域の境界の周波数

境界の周波数： $f_c \pm 2.5BN$

\* 「BN」とは、帯域外領域及びスプリアス領域の境界の周波数を算出するために用いる必要周波数帯幅をいう。この場合における必要周波数帯幅とは占有周波数帯幅の許容値とする。

\* 「 $f_c$ 」とは、中心周波数（必要周波数帯幅の中央の周波数）をいう。

注 2：参照帯域幅

参照帯域幅：100kHz

\* 「参照帯域幅」とは、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値を規定するための周波数帯域幅をいう。

(理由)

- ・ 適用周波数帯域である VHF 帯の 207.5MHz ～ 222MHz に隣接する航空無線業務、及び、自営通信業務との共用検討の結果、並びに、マルチメディア放送システム間の共用検討の結果を踏まえ、現行の標準テレビジョン放送等と同等とした。

### 3.2.3 情報源符号化方式

#### 3.2.3.1 映像符号化

携帯端末向けマルチメディア放送では、様々な映像入力形態が想定されることから、映像符号化方式としては、映像入力フォーマットを規定せず、映像符号化方式のみ規定することとする。

映像符号化は、国際的な標準規格であるITU-T Rec. H. 264 | ISO/IEC 14496-10 に準拠する。

(理由)

- ・国際的な、あるいはインターネットを含む通信・放送のメディア間のインターオペラビリティを確保し、コンテンツの相互交換を容易にするため国際標準規格を用いることが望ましい。
- ・上記方式は、携帯端末向け放送サービスの受信機に容易に実装可能であり、符号化効率が優れ、周波数の有効利用ができる。
- ・将来、携帯端末の画面サイズ拡大や高解像度化が予想され、この放送サービスの長期的な持続的発展を考慮し、また周波数の有効利用の観点から、映像符号化の適用できる範囲を広く担保しておくことが望ましい。
- ・運用にあたっては、本方式のサービスがより魅力的になるような符号化パラメータを設定することが望ましい。

##### 3.2.3.1.1 映像符号化方式

映像符号化は、ITU-T Rec. H. 264 | ISO/IEC 14496-10に規定されている方式を用いる。表3.2.3.1.1-1に示す制約条件に記載しないパラメータについては、上記国際標準の規定に従うものとする。

表3.2.3.1.1-1 符号化パラメータの制約条件

項目	制約条件
信号形式	YCbCr 4:2:0
量子化ビット数	8 bit
走査方式	プログレッシブ
最大画像サイズ	表3.2.3.1.1-2による
最大ビットレート	表3.2.3.1.1-2による
カラー記述	ITU-R BT.1361 (BT.709) に準拠

表3.2.3.1.1-2に示すように、BaselineまたはMainプロファイルに準拠した条件で符号化することとし、レベルは1、1.1、1.2、1.3、2、2.1、2.2、3のいずれかとする。

表3.2.3.1.1-2 プロファイルとレベル

プロファイル	レベル	最大画面サイズ[マクロブロック数] (対応する典型的な水平画素数×垂直 ライン数)	最大ビットレート (ITU-T Rec. H. 264   ISO/IEC 14496-10 規定値)
Baseline また は Main	Level 1	99 (176×144)	64kbps
	Level 1.1	396 (352×288)	192kbps
	Level 1.2	396 (352×288)	384kbps
	Level 1.3	396 (352×288)	768kbps
	Level 2	396 (352×288)	2Mbps
	Level 2.1	792 (352×480)	4Mbps
	Level 2.2	1620 (720×480)	4Mbps
	Level 3	1620 (720×480)	10Mbps

### 3.2.3.1.2 H. 264 | MPEG-4 AVC の運用ガイドライン

ITU-T Rec. H. 264 | ISO/IEC 14496-10 では、レベルに応じて、最大画面サイズとフレームレート（単位時間当たりのマクロブロック数）が定められており、リソースのフォーマット、受信表示装置及びその処理等を考慮し、運用するレベルと符号化映像フォーマットを定めることが望ましい。

#### 3.2.3.1.2.1 想定する映像フォーマット

想定する映像フォーマットと対応するシンタックスを表3.2.3.1.2.1-1に示す。SQVGA, QVGAにおける16:9画面は、画素アスペクトは4:3画面と同じとし、垂直画素数を減らした画面サイズとする。

表 3.2.3.1.2.1-1 想定する映像フォーマット

フォーマット	画面サイズ	アスペクト比	seq_parameter_set_rbsp( )		vui_parameters( )	
			pic_width_in _mbs_minus1	pic_height_i n_map_units_ minus1	aspect_ratio_ info_present_ flag	aspect_ratio_ info
SQVGA	160x120	4:3	9	7 ※	1	1
SQVGA	160x90	16:9	9	5 ※		1
525QSIF	176x120	4:3	10	7 ※		3
525QSIF	176x120	16:9	10	7 ※		5
QCIF	176x144	4:3	10	8		2
QVGA	320x240	4:3	19	14		1
QVGA	320x180	16:9	19	11 ※		1
525SIF	352x240	4:3	21	14		3
525SIF	352x240	16:9	21	14		5
CIF	352x288	4:3	21	17		2
525HHR	352x480	4:3	21	29		3
525HHR	352x480	16:9	21	29		5
VGA	640x480	4:3	39	29		1
525 SD	720x480	4:3	44	29		3
525 SD	720x480	16:9	44	29		5

※ 画面幅あるいは高さが 16 で割り切れない場合、有効サンプルの右側あるいは有効ラインの下側に架空の映像データ（ダミーデータ）を付加し、実際には 16 の倍数のサンプル数あるいはライン数で符号化処理される。デコーダではダミーデータを除いた有効サンプルあるいは有効ラインの映像信号として出力される。

### 3.2.3.1.2.2 フレームレート

フレームレートは、VUI Parameters の変数を用いて、 $\text{フレームレート} = \text{time\_scale} / \text{num\_units\_in\_tick}$  で計算することとする。フレームスキップを制限しないこととする。ただし、運用する映像フォーマットに対し、各レベルにおける最大のフレームレート [Hz] は表 3.2.3.1.2.2-1 に示す通りとする。

表 3.2.3.1.2.2-1 各レベルにおける最大フレームレート [Hz]

	1	1.1	1.2	1.3	2	2.1
SQVGA (4:3)	15	30	30	30	30	30
SQVGA (16:9)	24	30	30	30	30	30
525QSIF (4:3)	15	30	30	30	30	30
525QSIF (16:9)	15	30	30	30	30	30
QCIF	15	30	30	30	30	30
QVGA (4:3)	-	10	15	30	30	30
QVGA (16:9)	-	12	24	30	30	30
525SIF (4:3)	-	7.5	15	30	30	30
525SIF (16:9)	-	7.5	15	30	30	30
CIF	-	7.5	15	30	30	30
525HHR (4:3)	-	-	-	-	-	30
525HHR (16:9)	-	-	-	-	-	30
VGA	-	-	-	-	-	-
525 SD	-	-	-	-	-	-
525 SD	-	-	-	-	-	-

	2.2	3
SQVGA (4:3)	30	30
SQVGA (16:9)	30	30
525QSIF (4:3)	30	30
525QSIF (16:9)	30	30
QCIF	30	30
QVGA (4:3)	30	30
QVGA (16:9)	30	30
525SIF (4:3)	30	30
525SIF (16:9)	30	30
CIF	30	30
525HHR (4:3)	30	30
525HHR (16:9)	30	30
VGA	15	30
525 SD	15	30
525 SD	15	30

### 3.2.3.1.2.3 カラー記述

カラー記述は、Rec. ITU-R BT.1361 (Rec. ITU-R BT.709) に準拠する。VUI Parametersにおいて、video\_signal\_type\_present\_flag = 0あるいはcolour\_description\_present\_flag = 0の場合、colour\_primaries, transfer\_characteristics, matrix\_coefficientsのすべての値は2 (Unspecified)となるが、デコーダ側ですべての値を1 (Rec. ITU-R BT.709)と等価であると解釈することとする。

### 3.2.3.1.3 チャンネル・スイッチ・フレーム

チャンネル・スイッチ・フレーム (CSF) は、ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10の規格に準拠した3種類のNALユニットを利用する。デコーダ復号動作をリセットすることのできるIDRピクチャを、低い解像度にし、短い周期で送出することにより、チャンネル切り替えを短時間にするとともに誤りからの回復を速やかに行う。チャンネル・スイッチ・フレームは、ビットストリーム上に順番に並ぶ3種類のNALユニットから成る。それらを表3.2.3.1.3-1に示す。

表 3.2.3.1.3-1 チャンネル・スイッチ・フレームのための  
NAL ユニットと RBSP シンタックス

NAL ユニットの種類	RBSP syntax structure	nal_unit_type	C
Sequence parameter set	seq_parameter_set_rbsp()	7	0
Picture parameter set	pic_paramete_set_rbsp()	8	1
Coded slices of an IDR picture	slice_layer_without_partitionin g_rbsp()	5	2, 3

NAL : Network Abstraction Layer (ネットワーク抽象層)

RBSP : Raw Byte Sequence Payload (圧縮された生データ)

C : Categories

#### 3.2.3.1.3.1 チャンネル・スイッチ・フレームのパラメータ

チャンネル・スイッチ・フレームは、ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10において次のように設定する。

- CSF の Sequence parameter set は pic\_order\_cnt\_type を 0 とする。
- CSF の Sequence parameter set は gaps\_in\_frame\_num\_value\_allowed\_flag を 0 とする。
- IDR picture の Syntax element pic\_order\_cnt\_lsb は 0 ではない。IDR 画像の表示順番は前にデコードした画像の表示順番と異なる。デコード順として、IDR 画像の表示順番は次にデコードする順番の画像の表示順番より少なくする。

- IDR 画像の Syntax element frame\_num は 0 ではない。IDR の frame\_num はその前にデコードされた画像の frame\_num と異なり、nal\_ref\_idc は 1 とする。デコード順として nal\_ref\_idc が 1 である次の画像の frame\_num は  $(\text{frame\_num} + 1) \% \text{MaxFrameNum}$  とする。( % : 剰余記号)
- 可変数である PrevRefFrameNum は CSF frame\_num より 1 少ない値にする。

### 3.2.3.1.3.2 チャンネル・スイッチ・フレームの復号

ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 の 8 項に記載されている I スライスのデコード処理がチャンネル・スイッチ・フレームのデコードに使われる。要求しているチャンネルにおいて、チャンネル・スイッチ・フレームより以前にある出力順をもついかなる画像もデコーダーには入力されない。次に続く画像のデコード処理は、デコード順の変更はない。IDR 画像のデコードの後には、IDR 画像の前にデコードされたいかなる画像からの内部予測は無く、引き続く画像は順番どおりデコードされる。

### 3.2.3.2 音声符号化

#### 3.2.3.2.1 音声入力フォーマット

音声入力フォーマットは以下の通りとする。

(1) 入力標本化周波数

入力標本化周波数は、32 kHz、44.1 kHz および 48 kHz とする。

(2) 入力量子化ビット数

入力量子化ビット数は、16 ビット以上とする。

(3) 入力音声チャンネル数

入力音声チャンネル数の最大入力音声チャンネル数は、5 チャンネル+1 チャンネル（低域強調用チャンネル）とする。

(理由)

- 番組制作において、標本化周波数は国際的に上記 3 種類の周波数が使用されることが多い。
- 入力量子化ビット数は 16 ビットを超える音響機器も普及しつつあり、将来の拡張性を考慮して 16 ビット以上とした。
- 入力チャンネル数は音響機器として普及しつつある 5.1 チャンネルのサラウンド音声を表現できることが望ましい。

#### 3.2.3.2.2 音声符号化方式

音声符号化方式は、国際的な標準規格である MPEG-2 AAC Audio (ISO/IEC 13818-7)、MPEG-4 HE-AAC (ISO/IEC 14496-3:2001/Amd.1)、HE-AAC v2 (ISO/IEC 14496-3:2005/Amd2:2006) および MPEG Surround (ISO/IEC 23003-1) の規定に準拠する。



### (1) 機能

入力したベースバンドの PCM 音声信号を圧縮符号化し、MPEG-2 もしくは MPEG-4 で規定されたエレメントリーストリームを出力する。

### (2) 技術規格

音声符号化の技術規格は、MPEG-2 AAC Audio(ISO/IEC 13818-7)、MPEG-4 HE-AAC(ISO/IEC 14496-3:2001/Amd.1)、HE-AAC v2 (ISO/IEC 14496-3:2005/Amd2:2006)および MPEG Surround (ISO/IEC 23003-1) で規定されている方式に準拠する。

### (3) 符号化標本化周波数

入力標本化周波数 (32kHz、44.1kHz、48kHz) に加えて 16kHz、22.05kHz、24kHz とする。

### (理由)

- ・国際間、およびインターネットを含む通信・放送のメディア間のインターオペラビリティを確保し、コンテンツの相互交換を容易にするため国際標準規格を用いることが望ましい。
- ・上記方式は、携帯端末向け放送サービスの受信機に容易に実装可能であり、符号化効率が優れ、周波数の有効利用ができる。
- ・また、携帯端末向け放送サービスとして求められる、様々な要求条件を満たすことができる。  
たとえば、携帯端末のイヤホン、ヘッドホンで高品質な音声を聴く、また車内や室内でサウンドのマルチチャンネル音声を聴く、さらにマイノリティ向けの副音声を聞くなど、様々な場面のサービスを音声符号化パラメータの設定により実現することができる。
- ・標本化周波数はインターネットやポータブル音響機器などで普及している低ビットレート符号化の状況を考慮した。
- ・運用にあたっては、本方式のサービスがより魅力的になるような符号化パラメータを設定することが望ましい。

## 3.2.3.3 データ符号化

データ放送は IP データサービスや蓄積型放送サービスとして実現できる。データ符号化として用いる技術方式はインターネットなどでも利用されている様々な規格を使用できることとする。

### 3.2.3.3.1 データ符号化方式

基本的なモノメディア符号化方式として例えば JPEG, PNG, MNG, GIF, MPEG4file などがある。マルチメディア符号化方式では XML ベースの符号化方式に準拠する方式や、リッチメディア形式である Flash、ECMAScript などを使用する。

使用できるデータ符号化の形式は MIME タイプを用いて指定することができる。MIME タイプはインターネットの技術を標準化する組織である IETF (Internet Engineering Task Force) の規定 RFC より参照することができる。

(理由)

- ・インターネットでは社会的なニーズによって新たな符号化方式が生み出され、機能を拡張した豊かなサービスが展開されている。このような環境の下で、今後、データ放送も技術的に進展すると予想されるので、放送としてもそのような環境を確保するため、データ符号化方式を柔軟に導入できるようにする必要がある。
- ・新規に登場するモノメディア符号化方式やマルチメディア符号化方式は、携帯端末に備わる機能を用いてダウンロードし、インストールすることが可能である。
- ・実際に実施する場合、その時点の社会的ニーズと技術的進展などに柔軟に対応できることが望ましい。

#### 3.2.3.3.2 メタデータ符号化方式

コンテンツを効果的に視聴できるようにするサービスとしてメタデータを用いることが有効である。メタデータの符号化方式には、MPEG-7、TV-Anytime Forum、SMPTEなどで国際的に規格化されている方式を用いる。

(理由)

- ・メタデータは、ダウンロードした後のコンテンツに対して作用することから、放送信号あるいは通信経路で受信機に導入できる。
- ・現在メタデータ符号化は未だ放送では本格的に利用されていない状況であるが、実施する場合、その時点の社会的ニーズと技術的進展などに柔軟に対応できることが望ましい。

### 3.2.4 アクセス制御方式

#### 3.2.4.1 OpenCA

メディアフローシステムでは、サイマル・クリプトをサポートする OpenCA フレームワークを適用する。これにより、複数の異なる鍵管理システム (KMS: Key Management System) を用いる CAS システムを同じヘッドエンド内で運用し、端末により異なる KMS を選択することが可能となる。

OpenCA の基本概念を図 3.2.4.1-1 に示す。

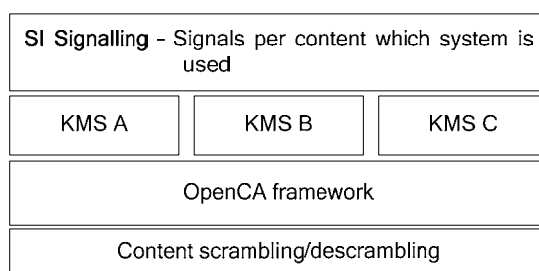


図 3.2.4.1-1 OpenCA フレームワークの概念

(理由)

- 最新の鍵管理システム (KMS) をダウンロード等により適用することで、常に最高のセキュリティレベルを確保することが可能となる。
- 迅速に最新のビジネスモデルの実現が可能である。
- 特定のセキュリティベンダーに依存せず、事業者毎に異なる鍵管理システムの選択が可能である。
- 複数の鍵管理システムを同時に利用するサイマルクリプトの運用が可能。特定の鍵管理システムの脆弱性が問題になった場合でも、他のシステムへの波及を抑えることが可能である。

### 3.2.4.2 限定受信方式

図 3.2.4.2-1 に限定受信方式のアーキテクチャを示す。

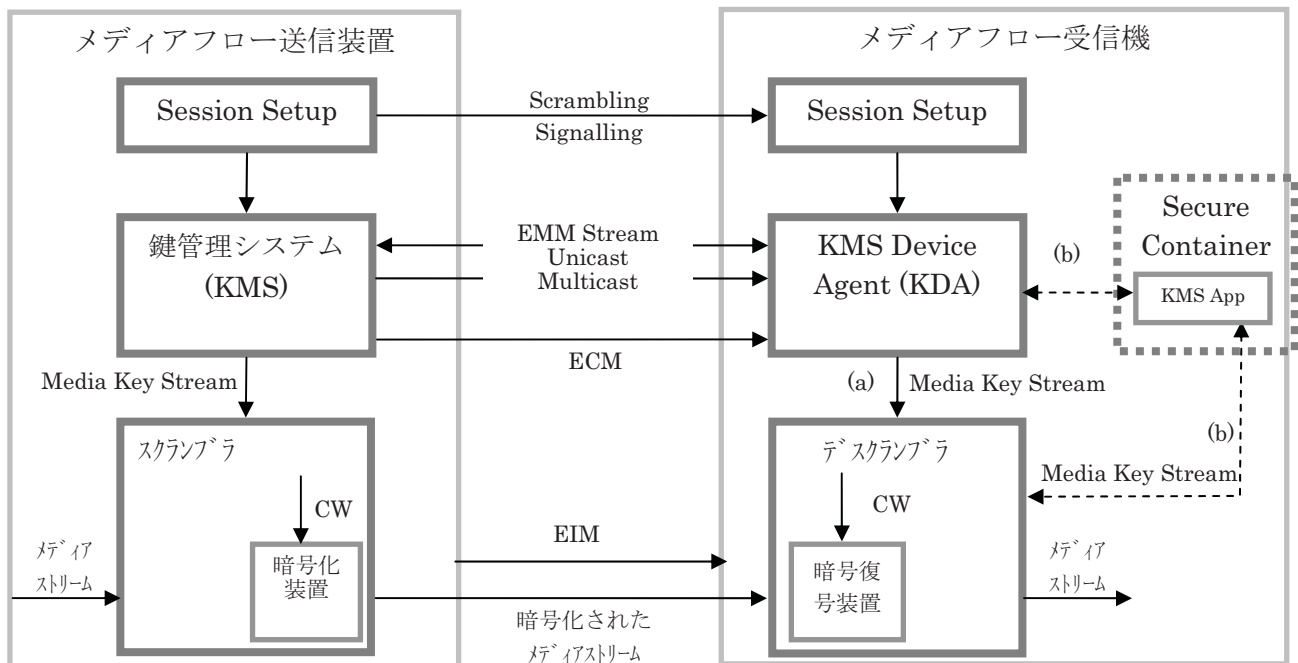


図 3.2.4.2-1 限定受信方式のアーキテクチャ

メディアフロー受信機内の KMS デバイスエージェント (KDA) は、各 KMS が定める固有のプロセスに基づき復号鍵を生成する。その機能概要は以下の通り。

- (1) EMM (Entitlement Management Message) をメディアフロー放送波または通信経由で受信する。
- (2) 受信された EMM に基づき受信機の認証を行う。この場合、必要により Secure Container 内の KMS 固有のアプリケーションを用いる。
- (3) 選択したサービスに対する ECM (Entitlement Control Message) をメディアフロー放送波から受信する。
- (4) 受信された ECM から復号鍵 (CW=Control Word) を生成する。この場合、必要により Secure Container 内の KMS 固有のアプリケーションを用いる。(機能構成により、図中の経路 (a) または (b) を用いてデスクランブラに復号鍵 (CW) が与えられる。)
- (5) 復号鍵 (CW) をデスクランブラに適用し、ストリームの復号を行う。

上記の階層構造を示したのが図 3.2.4.2-2 である。

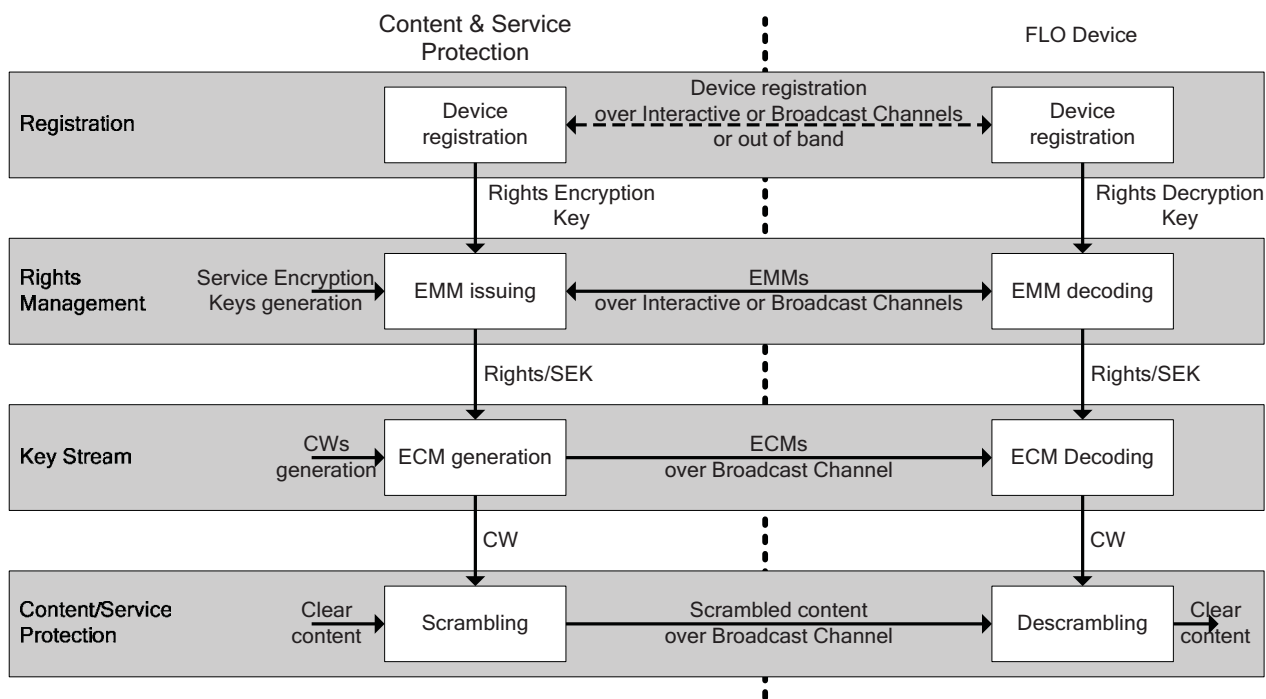


図 3. 2. 4. 2-2 限定受信方式の階層構造

各階層についての説明は以下の通りとする。

① 登録 (Registration)

主として通信回線を利用してメディアフロー受信端末の登録を行うプロセス。具体的な手順は鍵管理システム (KMS) に依存する。

② 権利管理 (Rights Management)

個別情報 EMM (Entitlement Management Message) を用いて、メディアフロー受信端末にコンテンツ/サービスへのアクセス権限を与える。EMM は通常、サービス加入 (購入) の後に、メディアフロー放送波または通信により配布される。EMM は、通常 ECM にアクセスするために必要な SEK (Service Encryption Key; ISDB ではワーク鍵 Kw に相当) および契約情報により構成される。

EMM のフォーマットと内容は KMS に依存する。

③ 鍵ストリーム (Key Stream)

本階層では、放送波を用いて ECM (Entitlement Control Message) を送信することにより、メディアフロー受信端末に暗号鍵 (CW) (ISDB ではスクランブル鍵 Ks に相当) を配信する。ECM は暗号鍵 (CW) に加え、利用条件等の付加情報を含む。

ECM は暗号化されたコンテンツを含むスーパーフレーム毎に存在するので、結果として暗号化コンテンツと復号鍵の同時配信が容易に実現できる。

ECM のフォーマットと内容は KMS に依存する。

④ コンテンツ/サービス保護 (Content/Service Protection)

コンテンツ/サービスを暗号鍵 (CW) で暗号化する。攻撃からサービスを保護するため暗号鍵は頻繁に変更する。

### 3.2.4.2.1 スクランプルサブシステム

マルチメディア放送は、通信と連携したサービスが行われることも考慮に入れることが適当である。このため、通信との共用性を考慮し、スクランブルサブシステムは告示第 40 号別表第 1 別記第 1 に記載されている MULTI2 に加え、通信分野において広く用いられている 128 ビット暗号も利用可能とすることが適当である。新たにスクランブルサブシステムに適用可能とする具体的な暗号化アルゴリズムの選定に関しては、以下の 3 つの観点を考慮した。

① 暗号化技術動向として国際標準化状況

ISO/IEC、IETF、IEEE、ETSI 等の標準化機関における標準化動向を参考とすることとした。

② 第三者機関等による暗号強度評価・実装評価結果

公開されている暗号強度評価・実装評価結果<sup>12</sup>を参考とすることとした。

③ 暗号解析技術の向上を踏まえた事業の継続性確保

暗号アルゴリズムの解析は、計算機能力の向上によるものと暗号アルゴリズムの構造を利用した解析技術の進展によるものがある。前者は、どのような暗号アルゴリズムもほぼ同じ影響を受けるが、後者は、暗号アルゴリズムの構造が異なる場合、暗号解析技術の進展は同様の構造を持たない暗号の場合は直接影響を受けないことがある。

このため、暗号アルゴリズムの選定においては、異なる構造から選択することが有効である。暗号アルゴリズムの構造としては、ブロック暗号とストリーム暗号に大別でき、さらに、ブロック暗号は、SPN 構造、Feistel 構造があることから、構造の異なるブロック暗号およびストリーム暗号からそれぞれ選択することとした。

その結果、スクランブル方式は告示第 40 号別表第 1 号別記第 1 に記載されている MULTI2 及び以下の 3 方式から選択可能とすることが適当である。

・ AES<sup>3</sup> (SPN 構造の 128 ビットブロック暗号)

➤ 国際標準化状況

ISO/IEC 18033-3 をはじめとし、IETF RFC5426, 5292, IEEE802.11i など多数あり

➤ 選定理由

AES は ISO 標準のブロック暗号であり、現在情報通信分野で非常に広く使用されているという実績を有する。SPN 構造を有する AES は、アルゴリズムの安全性に関して十分に検討されており、処理速度もブロック暗号の中で高速である。これら理由により AES を選定した。

---

<sup>1</sup> [http://www2.nict.go.jp/tao/kenkyu/CRYPTREC/fy15/cryptrec20030425\\_spec01.html](http://www2.nict.go.jp/tao/kenkyu/CRYPTREC/fy15/cryptrec20030425_spec01.html)

<sup>2</sup> <http://www.kddilabs.jp/kcipher2/kcipher2.htm>

<sup>3</sup> FIPS PUB 197 <http://csrc.nist.gov/CryptoToolkit/tkencryption.html>

- Camellia<sup>4</sup> (Feistel 構造の 128 ビットブロック暗号)
  - 国際標準化状況  
ISO/IEC 18033-3 をはじめとし、IEFT RFC3713, 4312, 4132, ETSI 102 822-5 など多数あり
  - 選定理由  
Camellia は ISO 標準のブロック暗号であり、現在情報通信分野で広く使用されているという実績を有する。Feistel 構造を有する Camellia は、アルゴリズムの安全性に関して十分に検討されており、処理速度もブロック暗号の中で高速である。これら理由により Camellia を選定した。
  
- KCipher-2<sup>5</sup> (ストリーム暗号)
  - 国際標準化状況  
ISO/IEC 18033-4 改定草案に含む
  - 選定理由  
近年、ストリーム暗号に関する技術進歩は著しく、様々なアルゴリズムが提案されている。その中で、線形フィードバックシフトレジスタを用いたストリーム暗号は、安全性・性能に関して古くから十分に検討されている。そのため、線形フィードバックシフトレジスタを用いた最新のアルゴリズムの中から、ISO 標準化中であり、最高レベルの処理速度を有する KCipher-2 を選定した。

各スクランブル方式の暗号利用モードを図 3.2.4.2-3 に示す。

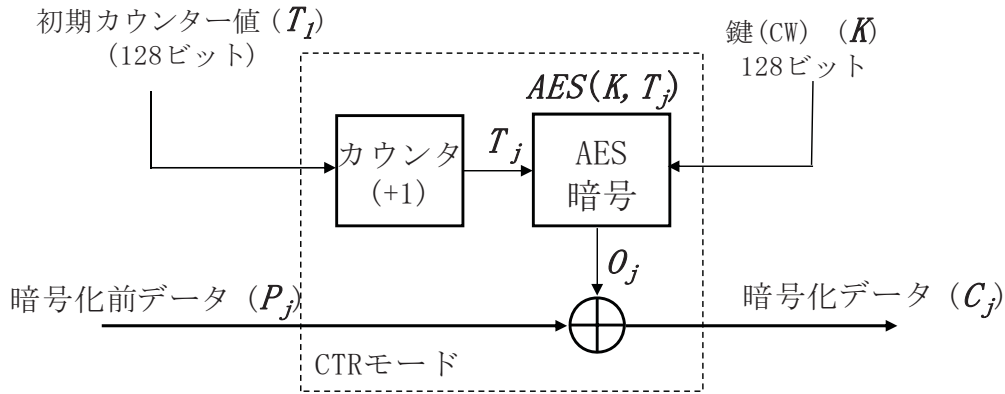
## (2) スクランブルの範囲

スクランブルの範囲は、ストリームパケット全体を暗号化する。

---

<sup>4</sup> ISO/IEC 18033-3 又は [http://www.cryptrec.go.jp/cryptrec\\_03\\_spec\\_cypherlist\\_files/PDF/06\\_01jspec.pdf](http://www.cryptrec.go.jp/cryptrec_03_spec_cypherlist_files/PDF/06_01jspec.pdf)

<sup>5</sup> <http://www.kddilabs.jp/kcipher2/kcipher2.htm>

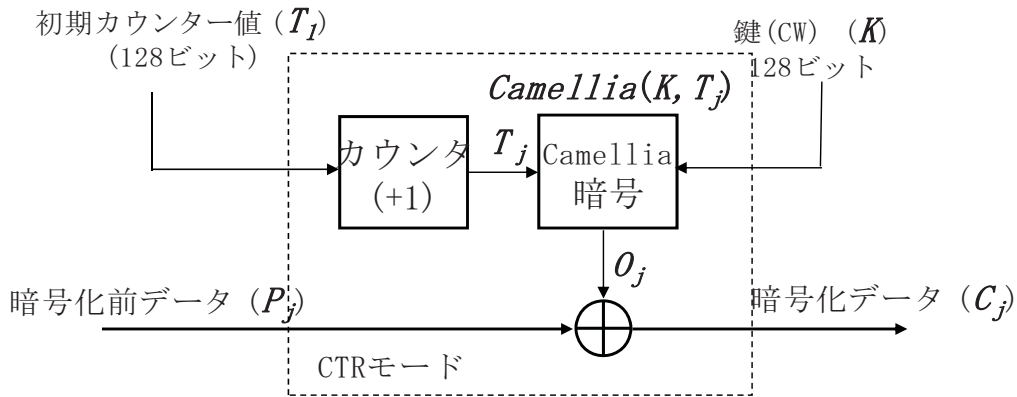


$$T_j = T_{j-1} + 1 \quad j = 2, 3, \dots n;$$

$$O_j = AES(K, T_j) \quad j = 1, 2, \dots n;$$

$$C_j = P_j \oplus O_j \quad j = 1, 2, \dots n-1;$$

$$C*_n = P*_n \oplus MSB_u(O_n) \quad (u \leq 128)$$



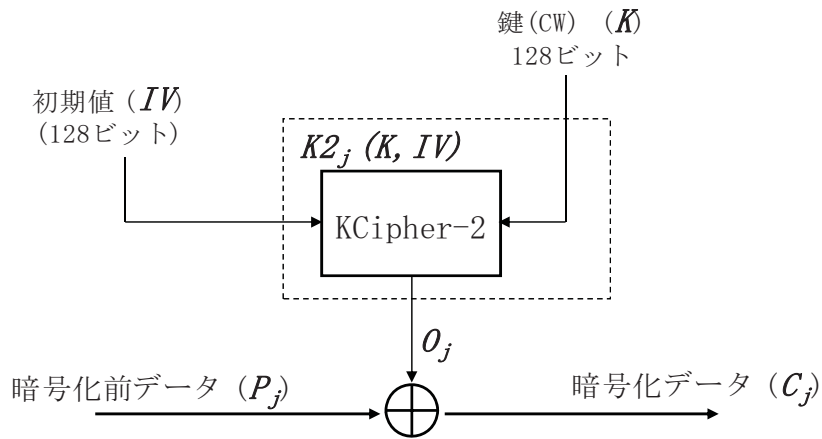
$$T_j = T_{j-1} + 1 \quad j = 2, 3, \dots n;$$

$$O_j = Camellia(K, T_j) \quad j = 1, 2, \dots n;$$

$$C_j = P_j \oplus O_j \quad j = 1, 2, \dots n-1;$$

$$C*_n = P*_n \oplus MSB_u(O_n) \quad (u \leq 128)$$



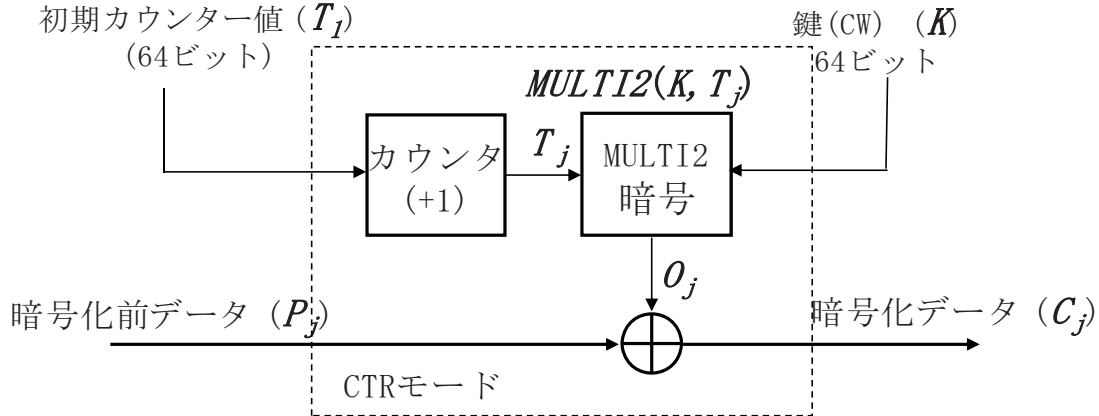


$$O_j = K2_j(K, IV) \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$C_j = P_j \oplus O_j \quad j = 1, 2, \dots, n-1;$$

$$C*_n = P*_n \oplus MSB_u(O_n) \quad (u \leq 64)$$

$$\left( \begin{array}{l} |O_j| = |C_j| = |P_j| = 64 \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ |O_n| = 64 \quad j = 1, 2, \dots, n-1; \end{array} \right)$$



$$T_j = T_{j-1} + 1 \quad j = 2, 3, \dots, n;$$

$$O_j = MULTI2(K, T_j) \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$C_j = P_j \oplus O_j \quad j = 1, 2, \dots, n-1;$$

$$C*_n = P*_n \oplus MSB_u(O_n) \quad (u \leq 64)$$

図 3.2.4.2-3 各スクランブル方式の暗号利用モード (AES、Camellia、KCipher-2、MULTI2)

### 3.2.4.2.2 EMM

EMM (Entitlement Management Message) は、放送受信契約者個人またはグループに対して放送受信の承認や権利を与えるための情報を伝送する。

EMM はメディアフロー放送波または通信を使って配信するが、それ以外の配信方法を排除するものではない。EMM の受信処理においては、通例、受信機の認証、許可および要求されたコンテンツまたはサービスに対する契約確認が行われる。

EMM のフォーマットは個々の KMS に固有であり、ここでは規定しない。

### 3.2.4.2.3 ECM

#### 3.2.4.2.3.1 ECM の構成

ECM (Entitlement Control Message) は、ストリームをスクランブルするために用いた暗号鍵(CW)を受信機が復元するための情報を伝送する。ECM は、当該 Flow にかかわるストリーム 0 で伝送する。また、スクランブルされた Flow に対する利用条件情報を含む。

ECM は、スクランブルされたストリームを伝送する MLC の各スーパーフレームに最低 1 個含まれる。ECM は、当該 MLC のストリーム 0 で伝送され、同じ MLC のストリーム 1 とストリーム 2 のデスクランブルを可能とする。ECM の最大数は、MLC に含まれる Flow 数 × 利用されている KMS の数となる。

ECM の構成を表 3.2.4.2-1 に示す。

表 3.2.4.2-1.: ECM の構成

Field Name	Field Type	説明
MESSAGE_ID	UINT(8)	0x01
CA_SYSTEM_ID	UINT(16)	KMS プロバイダーの ID (globally unique)
OPERATOR_ID	UINT(16)	事業者 ID (KMS プロバイダーが管理)
CW_SEQUENCE_ID	UINT(16)	Flow ID に対応する CW(暗号鍵)の ID. 3.2.4.2.5.2 EIM の項参照。
ECM_MESSAGE_BODY	Variable	

ストリーム 0 における ECM のマッピング例を図 3.2.4.2-4 に示す。

この例では、鍵管理システム  $KMS_A$  は MLC 内の 2 つのストリームに対してそれぞれ個別の ECM を用い、別の鍵管理システム  $KMS_B$  は ECM を 1 つ用いている。

EIM (Encryption Information Message)については 3.2.4.2.5.2 で規定する。

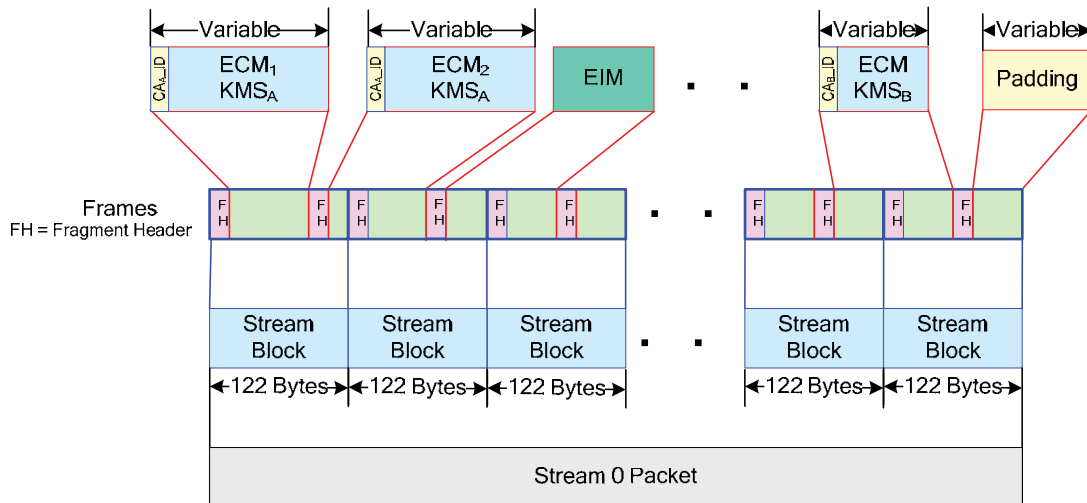


図3.2.4.2-4. ECMの伝送

#### 3.2.4.2.4 暗号化区間とスーパーフレーム

暗号化区間(crypto-period)は暗号鍵(CW)が有効な区間を定義する。暗号化区間はスーパーフレームの整数倍である。つまり、特定のFlowに対して、各スーパーフレーム内では単一の暗号鍵(CW)が用いられる。同じ暗号化区間内では、当該Flowの暗号鍵(CW)を送るECMは、連続するスーパーフレームにおいて同一であって良い。

#### 3.2.4.2.5 リアルタイムサービス

##### 3.2.4.2.5.1 暗号化と送信

リアルタイムサービスのスクランブルは、トランスポート層にて行われる。暗号化プロセスはスーパーフレーム毎に初期化される。

ストリームパケットは、パケット単位で、送信前に暗号鍵(CW)によりスクランブルされる。

受信機がスクランブルされたストリームを受信する場合には、まず、当該ストリームを伝送するMLCのストリーム0で伝送されるECMから暗号化された暗号鍵(CW)を取得し、次に、関連するEMMを用いて暗号鍵(CW)を復号する。スクランブルされたデータは本暗号鍵(CW)を用いて復号され、フレーミング層に送られる。

##### 3.2.4.2.5.2 EIM (Encryption Information Message)

ストリームのスクランブルに関する情報は、異なるKMSでも共通である。このKMSに依存しない共通情報を伝送するために定義されたのがEIM (Encryption Information Message)であり、各MLCのストリーム0で伝送される。

MLC内に複数のFlowがあり、同じ暗号鍵(CW)でスクランブルされている場合には、このEIMを用いることにより、MLCにECMを1つ伝送すれば良い。EIMは、それが伝送されるMLCに対してのみ有効である。

EIM は表 3.2.4.2-1 に示す情報を含む。

表 3.2.4.2-2. EIM の構成

Field Name	Field Type	説明
MESSAGE_ID	UINT(8)	0x05
List of EIM_records {		
FLOW_ID	UINT(20)	
RESERVED	UINT(4)	
CW_SEQUENCE_ID	UINT(16)	該当 ECM 規定の CW_SEQUENCE_ID と同値
EVEN_ODD_INDICATOR	UINT(1)	付表(1)参照
FLOW_CIPHER_TYPE	UINT(6)	暗号アルゴリズム。付表(2)参照
MORE_FLOW_NEXT	UINT(1)	付表(3)参照
}		

付表(1) EVEN\_ODD\_INDICATOR

Value	Meaning
0	The Stream Packet is scrambled with Even CW
1	The Stream Packet is scrambled with Odd CW
All other values are reserved.	

付表(2) FLOW\_CIPHER\_TYPE

Value	Meaning
0	UNSCRAMBLED
1	AES_CTR_128
All other values are reserved.	

付表(3) MORE\_FLOW\_NEXT

Value	Meaning
0	There is no more EIM_record
1	There is another EIM_record
All other values are reserved.	

図 3.2.4.2-5. に EIM の利用例を示す。この例では、MLC の中に含まれる音声 (FLOW\_ID<sub>2</sub>) と映像 (FLOW\_ID<sub>1</sub>) が異なる暗号鍵 (CW) でスクランブルされ、2 つの異なる鍵管理システム (KMS<sub>A</sub> と KMS<sub>B</sub>) が使われている。このため、ストリーム 0 には、KMS 毎に、音声と映像にそれぞれ対応する 2 つの ECM が必要となる。

この時、EIM には 2 つのレコード (Record<sub>1</sub>、Record<sub>2</sub>) が含まれ、このうち前者は "FLOW\_ID<sub>1</sub>" を有する Flow (この場合は映像ストリーム) 復号するためには、"CW\_SEQUENCE\_ID<sub>1</sub>" を含む ECM の取得が必要なことを示す。また、ECM に含まれる {CA\_SYSTEM\_ID, OPERATOR\_ID} の組合せから、KMS<sub>A</sub> と KMS<sub>B</sub> のそれぞれに対応する適切な ECM の選択を行う。