

答申（案）

諮問第 2023 号

「放送システムに関する技術的条件」

のうち

「超高精細度テレビジョン放送システムに関する技術的条件」

のうち

「超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件」

諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」のうち「超高精細度テレビジョン放送システムに関する技術的条件」のうち「超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件」についての一部答申

超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件については、以下のとおりとする。

1. 適用範囲

この技術的条件は、11.7GHz を超え 12.75GHz 以下の周波数を使用する衛星基幹放送及び 12.2GHz を超え 12.75GHz 以下の周波数を使用する衛星一般放送に適用する。

2. 技術的条件

提案された方式について要求条件との整合性が確認できたことから、HDR に関連する映像フォーマット、映像符号化方式等の技術動向や標準化の状況を考慮し、以下のとおり技術的条件をとりまとめた。

2. 1. 符号化映像フォーマット

HLG 方式および PQ 方式の映像信号特性（特に伝達関数。省令では「ガンマ補正」と称している。）を HDR-TV 用に追加規定する。HDR-TV は、ITU-R 勧告 BT. 2020 に準拠する広色域表色系及び 10 ビット量子化とセットで、高精細度テレビジョン放送システム及び超高精細度テレビジョン放送システムの解像度の映像フォーマットに適用する。

符号化映像フォーマットのパラメータは、表 1 及び表 2 に示すものとする。

表 1 符号化映像フォーマット

パラメータ	1080/60/I	1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P	4320/120/P
画面アスペクト比	16:9					
ライン当たり 有効サンプル数	1,920		3,840		7,680	
フレーム当たり 有効ライン数	1,080		2,160		4,320	
符号化	Y', C'_B, C'_R (非定輝度)					
サンプリング構造	4:2:0					
画素アスペクト比	1:1 (正方画素)					
フレーム周波数 [Hz]	30/1.001, 30	60/1.001, 60	60/1.001, 60	120/1.001, 120	60/1.001, 60	120/1.001, 120
フィールド周波数 [Hz]	60/1.001, 60	—				
走査方式	飛越走査	順次走査				
SDR-TV	画素ビット数	8-bit, 10-bit		10-bit		
	カラーメトリ・伝達関数	Rec. ITU-R BT. 709, IEC 61966-2-4(xvYCC), Rec. ITU-R BT. 2020		Rec. ITU-R BT. 2020		
HDR-TV	画素ビット数	10-bit				
	カラーメトリ	Rec. ITU-R BT. 2020				
	伝達関数	HLG方式, PQ方式 (表 2参照)				

表 2 HDR-TVの伝達関数

HLG 方式	PQ 方式
$E' = r\sqrt{L} \quad (0 \leq L \leq 1)$ $E' = a \cdot \ln(L - b) + c \quad (1 < L)$ <p>ただし、rは基準白レベルに対する映像信号レベルであり $r=0.5$ とする。Lは基準白レベルで正規化したカメラの入力光に比例した電圧とし、E'は映像信号のカメラ出力に比例した電圧とする。a、b、cは定数であり、以下のとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">$a = 0.17883277$</p> <p style="text-align: center;">$b = 0.28466892$</p> <p style="text-align: center;">$c = 0.55991073$</p>	$E' = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}} \right)^{m_2} \quad (0 \leq L \leq 1)$ <p>ただし、Lはカメラの入力光に比例した電圧とし、$L=1$が表示輝度 10,000 cd/m²に対応するものとする。E'は映像信号のカメラ出力に比例した電圧とする。m_1、m_2、c_1、c_2、c_3は定数であり、以下のとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">$m_1 = 2610/4096 \times \frac{1}{4} = 0.1593017578125$</p> <p style="text-align: center;">$m_2 = 2523/4096 \times 128 = 78.84375$</p> <p style="text-align: center;">$c_1 = 3424/4096 = 0.8359375 = c_3 - c_2 + 1$</p> <p style="text-align: center;">$c_2 = 2413/4096 \times 32 = 18.8515625$</p> <p style="text-align: center;">$c_3 = 2392/4096 \times 32 = 18.6875$</p>

2. 2. 映像符号化方式

HDR-TVの映像符号化は、HEVC規格Main10プロファイルに準拠するものとする。

2. 2. 1 映像ビットストリームにおける伝達関数の識別

映像ビットストリームにおける伝達関数の識別は、表 3 に示す VUI (Video Usability Information)の transfer_characteristics の値によって行う。

表 3 VUIのtransfer_characteristics

値	特性	備考
1	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1) \quad \text{for } 1 \geq L_c \geq \beta$ $V = 4.500 * L_c \quad \text{for } \beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT. 709
11	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1) \quad \text{for } L_c \geq \beta$ $V = 4.500 * L_c \quad \text{for } \beta > L_c > -\beta$ $V = -\alpha * (-L_c)^{0.45} + (\alpha - 1) \quad \text{for } -\beta \geq L_c$	IEC 61966-2-4
14	$V = \alpha * L_c^{0.45} - (\alpha - 1) \quad \text{for } 1 \geq L_c \geq \beta$ $V = 4.500 * L_c \quad \text{for } \beta > L_c \geq 0$	Rec. ITU-R BT. 2020, 10-bit
16	$V = \left(\frac{c_1 + c_2 * L_o^n}{1 + c_3 * L_o^n} \right)^m \quad \text{for all values of } L_c$ $c_1 = c_3 - c_2 + 1 = 3424 \div 4096 = 0.8359375$ $c_2 = 32 * 2413 \div 4096 = 18.8515625$ $c_3 = 32 * 2392 \div 4096 = 18.6875$ $m = 128 * 2523 \div 4096 = 78.84375$ $n = 0.25 * 2610 \div 4096 = 0.1593017578125$ <p>for which L_o equal to 1 for peak white is ordinarily intended to correspond to a reference output luminance level of 10 000 candelas per square metre</p>	PQ 方式 (SMPTE ST 2084 に規定)
18	$V = a * \ln(12 * L_c - b) + c \quad \text{for } 1 \geq L_c > 1 \div 12$ $V = \text{Sqrt}(3) * L_c^{0.5} \quad \text{for } 1 \div 12 \geq L_c \geq 0$ $a = 0.17883277, b = 0.28466892, c = 0.55991073$	HLG 方式 (ARIB STD-B67 に規定)

2. 2. 2 多重化層における識別

MPEG-2 TS 方式による多重化においてはビデオデコードコントロール記述子 (ARIB STD-B10 に規定)、MMT 方式による多重化においては映像コンポーネント記述子 (ARIB STD-B60 に規定) をそれぞれ拡張し、VUI による識別と同様に伝達特性を識別可能とする。

(1) MPEG-2 TS 方式による多重化における識別

MPEG2-TS 方式による多重化における識別は、表 4 に示す拡張されたビデオデコードコントロール記述子によって行う。

表 4 ビデオデコードコントロール記述子

データ構造	ビット数	ビット列 表記
video_decode_control_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
still_picture_flag	1	bslbf
sequence_end_code_flag	1	bslbf
video_encode_format	4	bslbf
transfer_characteristics	2	bslbf
}		

ビデオデコードコントロール記述子の意味：

still_picture_flag (静止画フラグ)：これは1ビットのフィールドで、「1」の場合は、このコンポーネントが静止画 (MPEG-I ピクチャ) であることを示す。「0」の場合は、このコンポーネントが動画であることを示す。

sequence_end_code_flag (シーケンスエンドコードフラグ)：これは1ビットのフィールドで、このコンポーネントがビデオエンコードフォーマットで示される映像フォーマットの終了点において、シーケンスエンドコード (MPEG-2 Video 規格の場合。MPEG-4 AVC 規格およびHEVC 規格の場合はエンド・オブ・シーケンスNALユニット。以下同様。) を送信するストリームであるか否かを示す。「1」の場合は、その映像ストリームはシーケンスエンドコードが送信されるストリームであることを示し、「0」の場合は、シーケンスエンドコードが送信されないストリームであることを示す。

video_encode_format (ビデオエンコードフォーマット)：これは4ビットのフィールドで、表 5 に従い、このコンポーネントのエンコードフォーマットを示す。

表 5 ビデオエンコードフォーマット

ビデオエンコードフォーマット	記述
0000	1080/P
0001	1080/I
0010	720/P
0011	480/P
0100	480/I
0101	240/P
0110	120/P
0111	2160/60/P
1000	180/P
1001	2160/120/P
1010	4320/60/P
1011	4320/120/P
1100 - 1111	ビデオエンコードフォーマットの拡張用

transfer_characteristics (伝達特性) : これは 2 ビットのフィールドで、表 6 に従って映像信号の伝達特性を識別する。

表 6 伝達特性

伝達特性の値	意味
00	VUI の transfer_characteristics = 1, 11 または 14 (Rec. ITU-R BT.709-5, IEC 61966-2-4 または BT.2020)
01	VUI の transfer_characteristics = 16 (SMPTE ST 2084)
10	VUI の transfer_characteristics = 18 (ARIB STD-B67)
11	映像伝達特性を指定しない

(2) MMT 方式による多重化における識別

MMT 方式による多重化における識別は、表 7 に示す拡張された映像コンポーネント記述子によって行う。

表 7 映像コンポーネント記述子の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Video_Component_Descriptor () {		
descriptor_tag	16	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
video_resolution	4	uimsbf
video_aspect_ratio	4	uimsbf
video_scan_flag	1	bslbf
reserved	2	bslbf
video_frame_rate	5	uimsbf
component_tag	16	uimsbf
video_transfer_characteristics	4	uimsbf
reserved	4	bslbf
ISO_639_language_code	24	bslbf
for (i=0; i<N; i++) {		
text_char	8	uimsbf
}		
}		

映像コンポーネント記述子の意味：

video_resolution（映像信号解像度）：この 4 ビットのフィールドは、映像信号の垂直方向の解像度を表し、表 8 に従って符号化される。

表 8 映像信号解像度

映像信号解像度の値	意味
0	映像信号解像度を指定しない
1	180
2	240
3	480 (525)
4	720 (750)
5	1080 (1125)
6	2160
7	4320
8 - 15	将来使用のためリザーブ

video_aspect_ratio（映像信号アスペクト比）：この 4 ビットのフィールドは、映像信号のアスペクト比を表し、表 9 に従って符号化される。

表 9 映像信号アスペクト比

映像信号アスペクトの値	意味
0	映像信号アスペクト比を指定しない
1	4:3
2	16:9 パンベクトルあり
3	16:9 パンベクトルなし
4	> 16:9
5 - 15	将来使用のためリザーブ

video_scan_flag (映像スキャンフラグ) : 映像信号がインターレース信号の場合は '0' とし、プログレッシブ信号の場合は '1' とする。

video_frame_rate (映像信号フレームレート) : この 5 ビットのフィールドは、映像信号のフレームレートを表し、表 10 に従って符号化される。

表 10 映像信号フレームレート

映像フレームレートの値	意味
0	フレームレートを指定しない
1	15
2	24/1.001
3	24
4	25
5	30/1.001
6	30
7	50
8	60/1.001
9	60
10	100
11	120/1.001
12	120
13 - 31	将来使用のためリザーブ

component_tag (コンポーネントタグ) : これは 16 ビットのフィールドである。コンポーネントタグは、コンポーネントストリームを識別するためのラベルであり、MH-ストリーム識別記述子内のコンポーネントタグと同一の値である。(ただし、MH-ストリーム識別記述子が MPT 内に存在する場合。)

video_transfer_characteristics (映像信号伝達特性) : この 4 ビットのフィールドは、映像信号の伝達特性を識別し、表 11 に従って符号化される。

表 11 映像信号伝達特性

映像信号伝達特性の値	意味
0	映像信号伝達特性を指定しない
1	VUI の transfer_characteristics = 1 (Rec. ITU-R BT. 709-5)
2	VUI の transfer_characteristics = 11 (IEC 61966-2-4)
3	VUI の transfer_characteristics = 14 (Rec. ITU-R BT. 2020)
4	VUI の transfer_characteristics = 16 (SMPTE ST 2084)
5	VUI の transfer_characteristics = 18 (ARIB STD-B67)
6 - 15	将来使用のためリザーブ

ISO_639_language_code (言語コード) : この 24 ビットのフィールドは、コンポーネント (音声、あるいはデータ) の言語及びこの記述子に含まれる文字記述の言語を識別する。言語コードは、ISO 639-2 に規定されるアルファベット 3 文字コードで表す。各文字は ISO 8859-1 に従って 8 ビットで符号化され、その順で 24 ビットフィールドに挿入される。

例： 日本語はアルファベット 3 文字コードで「jpn」であり、次のように符号化される。

「0110 1010 0111 0000 0110 1110」

text_char (コンポーネント記述) : これは 8 ビットのフィールドである。一連のコンポーネント記述のフィールドは、コンポーネントストリームの文字記述を規定する。

(3) 上記以外の規定

高度衛星デジタル放送方式を準用する。