コンポーネント符号化低レベルファミリーの 方式と画質

正会員 湯 山 一 郎[†], 正会員 矢 野 澄 男[†]

あらまし デジタルテレビのコンポーネント符号化の低レベルファミリーについて検討を行った。検討は各方式のキャリア配置、伝送可能領域、画質劣化要因について3次元周波数空間で解析し、静止画像について比較評価実験を行い、さらに2:1:1 FO (Field-Offset) 方式については動画像による評価実験も行った。画質評価の結果、前置・補間フィルタによる画質の差が大きく、実用的なハードウェアの規模を考慮すると最適なフィルタの特性が決まること、静止画像においては2:1:1 FO 方式が最も良い画質を得ること、動画像に対しても2:1:1 FO 方式は一般的な被写体の動きに対してEFP (Electronic Field Production) の画質レベルを満足することが明らかになった。

1. ま え が き

テレビ信号のデジタル化(符号化)に関して、CCIR (国際無線通信諮問委員会)ではスタジオ用規格として標準化周波数13.5 MHz, 4:2:2方式を主な内容とする符号化規格を勧告し、さらに小型化、経済化をはかってENG (Electronic News Gathering) 等に用いられるよう、低レベルファミリーの研究を要請している¹⁾。

低レベルファミリーでは、輝度および色信号に対する標準化構造を最適化して目標とする画質を得ること、スタジオ規格との相互変換が容易であることが必要である。

本論文では、各方式の画質の相互比較を行うことを目的としている。標準化構造と表裏の関係であるキャリアの時空間周波数上の配置が求まれば、各方式の基本的な特性が検討できる。そのため、2章でキャリアの配置について実用的な導出法を示し、3章で各方式の伝送可能帯域、画質劣化要因の検討を時空間周波数領域上で行った。伝送可能領域は、時空間周波数領域では1次元の場合と異なり一義的には定まらず、キャリアの配置とともに、前置・補間フィルタの特性によ

り決定される。そのため4章で各方式のフィルタの特性について検討を行い、各方式ごとに最適化した後、5章、6章で方式間の比較を評価実験を行い、その結果を示す。

2. 標準化構造とキャリア配置および 伝送可能領域

2.1 標準化構造とキャリア配置

標準化されたテレビ画像を水平・垂直・時間方向に関して繰り返す周期画像とみなす。そのスペクトルは、標準化構造の離散的フーリエ級数の係数が非零になる点を中心にベースバンドのスペクトルが繰り返しているものとして得られる。その意味で本論文では、この非零の点をキャリアと呼ぶ。このキャリアの配置を得ることにより、折り返しひずみなしに伝送可能なベースバンドの領域(伝送可能領域)の検討ができる。テレビ画像に対し K 点/画面幅、 L 点/画面高、 M 点/秒のピッチの格子を考え、標準化構造をこの格子の各点における標本点の有無で定義される3次元の周期数列 $\tilde{s}(k, l, m)$ で表現する。すなわち、

$$\tilde{s}(k, l, m) = \begin{cases} 1, & (k, l, m) \text{ 点が標本点の場合} \\ 0, & \text{その他の場合} \end{cases}$$

その離散的フーリエ級数(DFS)の係数を周期数列 $\tilde{C}(h, v, f)$ で表す。

$$\tilde{C}(h, v, f) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{k=0}^{K-1} \tilde{s}(k, l, m)$$

[†] NHK 放送技術研究所

"Picture-Quality for the Members of the Component-Coding Family Below 4:2:2" by Ichiro Yuyama and Sumio Yano (NHK Science and Technical Research Laboratories, Tokyo)

$$\cdot e^{-j2\pi \frac{k \cdot h}{K}} \cdot e^{-j2\pi \frac{l \cdot v}{L}} \cdot e^{-j2\pi \frac{m \cdot f}{M}} \quad (1)$$

ただし h, v, f は整数とし (h, v, f) は水平・垂直・時間周波数 h cpw (cycle per width), v cph (cycle per height), f Hz に対応する. (1) 式の計算を標本化構造が異なるごとに行うのは繁雑であり, 既知の標本化構造とキャリア配置の関係と DFS の性質により求めるほうが実用的である. いま, 標本化構造 $\tilde{s}$ がキャリア配置が既知である標本化構造 $\tilde{s}_1$ と, $\tilde{s}_1$ を水平・垂直・時間方向に各々 p, q, r 格子間隔平行移動したものとの和で表されるとする.

$$\tilde{s}(k, l, m) = \tilde{s}_1(k, l, m) + \tilde{s}_1(k-p, l-q, m-r)$$

であり, その対応する DFS の数列为 $\tilde{C}, \tilde{C}_1$ とすれば, DFS の線形性とシフトに対する性質により,

$$\tilde{C}(h, v, f) = [1 + e^{j2\pi(\frac{h \cdot p}{K} + \frac{v \cdot q}{L} + \frac{f \cdot r}{M})}] \cdot \tilde{C}_1(h, v, f) \quad (2)$$

と表される. $\tilde{C}_1(h, v, f)$ はキャリア点以外では零であるので, [] 内を $\tilde{C}_1$ のキャリア点で計算することにより, $\tilde{s}$ に対するキャリア配置が求まる.

2.2 キャリア配置と伝送可能領域

上記の方法を図1の2次元平面上の五の目格子標本化構造 $\tilde{s}$ について用いる. $\tilde{s}$ は●印の直交格子標本化構造 $\tilde{s}_1$ と, それを水平・垂直方向に各々1格子間隔平行移動した■印の標本化構造の和よりなる. 直交格子 $\tilde{s}_1$ に対するキャリア配置 $\tilde{C}_1$ は図2のように $(K/2 \times i, L/2 \times j)$ にキャリアが存在する. $p=q=1, f=0$ として, この各キャリア点で(2)式の [] 内を計算することにより, たとえば $(L/2, 0)$ 点では [] 内が零となりキャリアが消えて, 五の目格子に対する図3のキャリア配置が得られる. このキャリア配置から, 伝送可能領域の検討を行うことができる. 図3でベースバンド内で U にある信号成分は, $(K, 0), (0, L), (K/2, L/2)$ にあるキャリア C_h, C_v, C_d により各々 U_h, U_v, U_d に折り返される. A, B, C を原点 O と C_h, C_d, C_v の中点とすると, U と U_h, U と U_v は A および C における線対称性, U と U_d の間には B に関する点対称性がある. したがって U_h, U_v, U_d がベースバンドに折り返らないためには, A, C 点を越えず B 点に点対称な領域にベースバンドが制限されている必要があり, この領域が伝送可能領域となる. それ故, 図3の五の目格子では伝送可能領域は OABC で囲まれる三角形の領域に一義的には定まらず, 点線のようないくつかの異なる領域を設定でき, それに応じて画質も異なる.

図1 五の目格子の標本化構造
Line-offset sub-sampling structure.

図2 直交格子標本化構造のキャリア配置
Carrier configuration of orthogonal sampling structure.

図3 五の目格子標本化構造のキャリア配置と伝送可能領域
Carrier configuration and Nyquist Area of line-offset sampling.

表 1 検討を行った各方式
Members of digital component family.

	レベル	ファミリー	Y 信号の処理	C 信号の処理
A	8	4 : 2 : 2	13.5 MHz 直交サンプリング	6.75 MHz 直交サンプリング
B	6	4 : 1 : 1	13.5 MHz 直交サンプリング	3.375 MHz 直交サンプリング
C	6	4 : 2 : 0	13.5 MHz 直交サンプリング	6.75 MHz サンプリング後 線順次処理
D	4	3 : 1 : 0	10.125 MHz 直交サンプリング	3.375 MHz サンプリング後 線順次処理
E	4	2 : 1 : 1 FO	13.5 MHz サンプリング後 フィールドオフセットサブサンプル	6.75 MHz サンプリング後 フィールドオフセットサブサンプル
F	4	2 : 1 : 1	6.75 MHz 直交サンプリング	3.375 MHz 直交サンプリング
G	4	2 : 1 : 1 LO	13.5 MHz サンプリング後 ラインオフセットサブサンプル	6.75 MHz サンプリング後 ラインオフセットサブサンプル
H	NTSC		4 : 2 : 2 方式の画像を NTSC 信号に変換後 2H 形フィルタで復調	

レベルは 4 : 2 : 2 方式を 8 とした場合の相対ビットレートを示す.

3. 低レベルファミリーの各方式

低レベルファミリーの方式については、次のことを考慮して規格を考える必要がある。

- (1) 放送に使用できる画質を確保できること。
- (2) 小型カメラ、VTR 等に実装可能なハードウェアの規模であること。
- (3) スタジオ用規格との変換が容易であること。
- (4) 国際間番組交換や帯域圧縮の規格と共用できることが望ましいこと。

表 1に今回検討を行った各方式を示す．なお理解を容易にするため，水平方向の周波数表示を MHz で行う．525 本，2:1 インタレース方式では 13.5 MHz が 858 cpw に相当する．

- (1) 4:2:2方式

図4に4:2:2方式のキャリアの配置を示す。静止画では水平・垂直平面で6.75 MHz, 525/2 cphで囲まれる矩形領域、動画では垂直・時間平面のインタレースにより生じるキャリア $I(0, 525/2, 30)$ からの折り返しを避けて、三角形の領域の実線で囲まれた三角柱が伝送可能領域となる。しかし525/2 cph近傍の垂直の高域成分 X は I により $(0, 0, 30)$ 点近傍に折り返し30 Hzのフリッカを生じ、現在のテレビ系ではこの成分の除去を視覚の時間方向に関するローパスフィルタの特性に依存しているため、525/2 cph近傍の垂直高域信号は伝送できない。したがって、伝送可能領域は図4の点線の領域と考えるのが妥当である。このことは他の方式でも全く同様であるが、各方式については方式相互間の比較の便宜のため図4の実線領域に対応する領域で示す。

図 4 4:2:2 方式の輝度信号のキャリア配置と伝送可能領域
Carrier configuration and Nyquist Area of 4:2:2.

- (2) 3:1:0 方式

輝度信号は水平軸上のキャリアが 10.125 MHz にあるため水平帯域は約 5 MHz 弱に制限されるが、現行方式に対しては充分広く、問題はない。一方、2つの色信号はフィールド内でライン毎に線順次伝送しており、色信号帯域は水平で 1.6 MHz、垂直には 525/8 cph に制限される。3:1:0 方式は全体として現行アナログ信号の規格にマッチングした方式であり、劣化は主として色信号の垂直方向へのにじみと彩度の低下として現れる。

- (3) 2:1:1方式

2:1:1方式は4:2:2方式と比較して単に水平方向のサンプリング周波数を1/2に落した方式であるので、方式相互の変換が容易である。色信号について

は、水平に 1.6 MHz、垂直に 525/2 cph の帯域があり、現行方式と比較して問題はない。輝度信号については水平方向に 3.375 MHz までしかないが、一般に用いられている受像機では水平帯域が 3 MHz 程度までしか表示できないものが多いため、ENG 用としては用いられる可能性がある。このように 2:1:1 方式では輝度信号の水平帯域が不足するため、サンプリングにオフセットをつけて水平帯域を増加させることを考える。オフセットサンプリングを用いる有効性は次の 2 点による。

(a) 図 2 の直交格子のキャリア配置では水平、垂直の帯域に比べて斜め方向の帯域が $\sqrt{2}$ 倍になっているが、画像が空間的に等方性を持つならば斜め方向に過剰な帯域を割当てている。

(b) 視覚の特性では水平、垂直に対して斜め方向の解像度は 10~20% 低下²⁾しており、斜め方向の解像度を落して伝送しても主観的な劣化は少ない。

オフセットサンプリングとしては種々の方式があるが、フィールド間およびライン間でオフセットをつける 2 つの方式について検討を行った。

(4) 2:1:1 FO (フィールドオフセットサブサンプリング)

図 5 に 2:1:1 FO の輝度信号に対する標本化構造、図 6 にそのキャリア配置を示す。標本化構造は、フィールド毎に水平・垂直両方向にオフセットされている。したがって、その伝送可能領域は 1 章で述べた五の目格子に対する考察を 3 次元空間で行うことにより図 6 の実線で囲われた領域であることがわかる。す

図 5 2:1:1 FO 方式の標本化構造
Sampling structure of 2:1:1 FO.

なわち 2:1:1 FO 方式は時間軸および水平・垂直の空間軸に関し等方性を有し、その各軸上の伝送領域は 4:2:2 方式と等しく水平に 6.75 MHz、垂直に 525/2 cph、時間方向に 30 Hz となる。しかし水平・垂直方向とも精細度のある画像が動いている場合には、そのスペクトルが伝送可能領域の外に出て、ぼけによる画質劣化を生じる。

(5) 2:1:1 LO (ラインオフセットサブサンプリング)

図 7 は 2:1:1 LO の標本化構造を示したもので、各フィールド内で水平・垂直両方向にオフセットされ

図 6 2:1:1 FO 方式のキャリア配置と伝送可能領域
Carrier configuration and Nyquist Area of 2:1:1 FO.

図 7 2:1:1 LO 方式の標本化構造
Sampling structure of 2:1:1 LO.

図 8 2:1:1 LO 方式のキャリア配置と伝送可能領域
Carrier configuration and Nyquist Area of 2:1:1 LO.

ており、そのキャリア配置は図 8 で示される。すなわち、インタレースによるキャリア I の他に、サブサンプリングによるキャリア S_1 , S_2 が $(6.75, 525/4, 0)$, $(6.75, 525/4, 30)$ に生じる。そのため伝送可能領域としては図中の(イ)や(ロ)を考えることができる。(イ)は水平に 6.75 MHz 、垂直には $525/4 \text{ cph}$ を原点とする三角形の領域を伝送でき、また時間軸方向すなわち動きの伝送には劣化を生じない。(ロ)は水平帯域を落す代償に垂直方向の帯域を増加させた領域となっている。

なお、図 6、図 8 のキャリア配置を得るに当たっては、図 2、図 3 にそのキャリア配置を示した●印の標本化構造が $1/30$ 秒毎に繰り返され、それとそれを平行移動した■印の標本化構造の和として 2 章の方法により求めた。

4. 前置・補間フィルタの検討

3 章で検討した伝送可能領域を得るためには、その形状に合った特性の前置・補間フィルタが必要である。フィルタが理想フィルタでない場合、折り返しひずみを生じるが、標本化周波数の $1/4$ の周波数を中心に点対称な振幅特性をもつフィルタを用いると、サブサンプリングを繰り返しても折り返しひずみが増加しない³⁾。Tonge⁴⁾ はその性質を持つフィルタで、さらに Maximally Flat (MF と略す) な特性⁵⁾ を有するフィルタの係数を求めている。フィルタの次数を上げることにより理想フィルタに近づくが、ハードウェアの規模が大きくなり、また高次の係数が小さくなってディ

表 2 線順次フィルタの係数
Coefficients of line-sequential filters.

次数 M	所要ライン数	h_1	h_2	h_3	h_4
0 次	3	$\frac{1}{2}$			
1 次	7	$\frac{9}{16}$	$-\frac{1}{16}$		
2 次	11	$\frac{150}{512}$	$-\frac{25}{512}$	$\frac{3}{512}$	
3 次	15	$\frac{1225}{2048}$	$-\frac{245}{2048}$	$\frac{49}{2048}$	$-\frac{5}{2048}$
2 次改	11	0.3	-0.06	0.01	

$$g = h_1(z + z^{-1}) + h_2(z^3 + z^{-3}) + h_3(z^5 + z^{-5}) + h_4(z^7 + z^{-7}),$$

$$z: 1H \text{ DL}$$

図 9 色線順次処理におけるフィルタと画質
Characteristics of filters for line-sequential processing.

ジタル信号の丸め誤差より小さくなるため、非現実的である。以下にハードウェアの規模を考えながら Tonge の求めたフィルタを中心に検討を行った。

4.1 線順次処理に用いられるフィルタ

表 2 に色信号の線順次処理に用いたフィルタの係数を示す。必要とされるライン数および高次の係数の値から、3 次フィルタ程度までを検討の対象とした。MF フィルタの条件を外すと 15 ラインの情報を必要とする 3 次 MF フィルタの特性に近い特性のフィルタを 11 ラインの情報を使って構成できる。このフィルタを 2 次改として表 2 に示す。これらのフィルタを用いた場合、フィルタによる画質の差がどの程度になるかを予備的に 3:1:0 方式を対象として評価実験を行って調べた⁶⁾。その結果、図 9 に示すように 3 次 MF フィルタと 2 次改フィルタは同程度の画質であり、それらに比べて 0 次 MF フィルタの画質は $6H$ から見た場合 0.5 ランク程度平均評点で悪いことが認

められた。そのため以後方式の検討に際しては、3:1:0方式、4:2:0方式とも前置・補間フィルタとして2次改フィルタを用いた。

4.2 サブサンプリングに用いたフィルタ

2:1:1 LO方式や2:1:1 FO方式に用いるフィルタについては、その伝送可能領域にフィルタの特性を合せるためには、2章で示したように本来3次元での検討が必要であるが、ハードウェアの規模および静止画像に対する画質確保の関点から2:1:1 LOにおけるフィールド内処理の2次元フィルタについて検討した。図10は、2次元対称フィルタの係数を示し、

$$\begin{array}{ccccc} & & 1 & & \\ & 1 & -9 & -9 & \\ & -9 & 81 & -9 & \\ 1 & 1 & 1 & 81 & 81 & 1 \\ & -9 & 81 & -9 & \\ & 1 & \times \frac{1}{4} & -9 & 1 & \times \frac{1}{256} \end{array}$$

(a) 0次 (b) 1次

図10 2次元対称MFフィルタの係数
Coefficients of asymmetrical maximally-flat two-dimensional filters.

$$\begin{array}{ccccccc} -3 & 6 & -3 & -2 & 4 & -2 & \\ 1 & 15 & 15 & 1 & 1 & 7 & 7 & -2 \\ -3 & 6 & -3 & -2 & 4 & -2 & & 1 \\ & \times \frac{1}{32} & & & \times \frac{1}{16} & & & \end{array}$$

(a) (b)

$$\begin{array}{ccccccc} 15 & -15 & -15 & 15 & & & \\ -25 & -60 & 190 & -60 & -25 & & \\ 16 & 50 & 190 & 50 & 16 & & \\ -25 & -60 & 170 & -60 & -25 & & \\ 15 & -15 & -15 & 15 & & & \\ & \times \frac{1}{512} & & & & & \end{array}$$

(c)

図11 2次元フィルタの係数
Coefficients of two-dimensional filters.

図12 2:1:1 LOにおけるフィルタと画質
Picture-quality and two-dimensional filters of 2:1:1 LO.

次数を上げれば図8の(イ)の三角形の領域に帯域制限を行う理想フィルタになるが、ハードウェアの規模から低次のフィルタしか用いられないため理想フィルタに比べ特性もブロードで、(b)の1次フィルタでは垂直の帯域が約75 cph (-3 dB)しかとれない。そのため図8の(ロ)のように水平帯域を狭め、その代償として垂直方向を改善することを考える。2:1:1 LOに用いるフィルタとして、図11の3種類のフィルタと最も簡単な2次元フィルタとして図10の(a)のフィルタにより比較を行った。図11の(a)は水平および斜め方向にMFな特性を有し、(b)は(a)から水平方向帯域を4.53 MHz (-3 dB)に改善したもの、(c)は5ライン*11サンプル型で斜め方向の特性はMF、水平方向は5.33 MHzの帯域をもつ。図12は、これらのフィルタの比較評価実験結果で0次フィルタでは不充分であること、(c)のように水平帯域を伸ばすことが必ずしも画質向上に結びつかないことを示している。2:1:1 FOについては、垂直方向の伝送帯域の余裕があるので水平、斜めともMF特性をもつ図11(a)を用いた。

5. 静止画像に対する各方式の比較評価実験

5.1 評価実験方法

各方式に対する画質比較をシミュレーション画像により行った。原画は撮像管の特性を考慮して水平方向は帯域内が平坦に、垂直方向はガウス型の特性をもたせた後、2ライン型のアパーチャ補正をして525ライン、13.5 MHz相当サンプリングの画像を作成した。この画像をもとに計算機シミュレーションにより各方式の画像を作成、CRT上に表示して評価実験を行った。評価の対象とした画像は輝度、色信号に高域成分の多い画像を含む3種類である。評価実験はCCIR

図13 各方式と画質
Picture-quality of members of lower-family.

Rec. 500 に準拠し、4:2:2 方式を基準として各方式の画質を 5 段階劣化尺度により求めた。

5.2 評価実験結果

図 13 は 3 種類の画像に対する各方式の画質の評価結果を示し、これから次のことが認められる。

(1) レベル 6 のグループでは 4:1:1 方式、4:2:0 方式とも視距離による差が小さい、すなわち、これらの方式は視距離 $4H$ を許容する方式であるといえる。4:2:0 方式より、4:1:1 方式の方が画質は若干良い。

(2) レベル 4 のグループでは 2:1:1 FO が最も良い画質であり視距離 $6H$ では 4:2:2 方式と比較して劣化は 0.5 ランク程度である。3:1:0 方式が 2:1:1 FO につぐ評価を得ている。

(3) 2:1:1 LO 方式は前述のフィルタを使う限りでは 2:1:1 方式より良い評価を得ることはできない。

6. 動画像に対する 2:1:1 方式の画質評価

3 章の伝送可能領域の検討から 2:1:1 FO 方式以外は時間方向の帯域制限を受けず、動画に対する劣化を生じないので、2:1:1 FO 方式に対する動画像の評価をハードウェアにより行った。

実験は、下記の 2 種類の信号を信号源として用い、それぞれ輝度信号のみを用いて、モノクロームとして処理し、原画に対する画質を 5 段階劣化尺度により求めた。

信号源(A) 動画像評価用 VTR テープ (1 インチ VTR に収録) より、輝度信号を $2H$ 楕円フィルタで分離

(B) EFP 用カメラ (3 管ハンディをアナログコンポーネント VTR に記録)

信号源(A)は高能率符号化方式の検討のため、電波技術審議会で制作された、26 種類の精細な静止画から激しい動きを含む画像まで各種の動画像を 1 インチ VTR に収録した評価用テープであり、実際の放送番組では稀にしか生じない動きも含めて、ほとんどの動き態様をスタジオカメラの画質レベルで網羅している。しかし、信号方式として NTSC 方式であること、また EFP レベルでの評価を行いたいため、信号源(B)による評価も行った。信号源(B)の内容は、実際の放送に使用する目的で行った VTR ロケーションの素材テープから 10 種類の動きを伴うシーンを選んだ。

また、信号(B)については、カメラの周波数特性が前置フィルタの役目を果たすことを期待して、前置フ

ィルタを省略した場合についても実験を行った。

6.1 評価実験結果

図 14、図 15 に信号源(A)、(B)の各シーンに対する評価実験結果を示す。信号源(A)に対する平均評価値は 4.2、最も悪いシーンでも 3.5 を確保できた。信号源(B)に対しては、前置フィルタのある場合 4.2、なしの場合 4.4 の平均評価値を得ることができた。このように一般画像では被写体の動きに目が完全には追従しないため、視覚の動画像に対する特性は静止画像に対する特性より低下して原画との差を検知しにくくしている。この評価結果から 2:1:1 FO 方式は動画像に対しても使用可能と考えられる。

視距離 $4H$ からの観察によると、2:1:1 FO 方式に対して厳しい画像は、精細度の高い絵柄がゆっくりパンニングする画像であり、その場合、二重像妨害(コマ繰り返し方式などで画像エッジが二重に表示さ

図 14 2:1:1 FO 方式の動画像に対する画質
Picture-quality of 2:1:1 FO for NTSC test tape.

図 15 EFP 用カメラに対する 2:1:1 FO の画質
Picture-quality of 2:1:1 FO for EFP signals.

れる現象)による30 Hzのフリッカよりは、動きによる画像のぼけが画質に影響していると思われた。

そのため、今回用いたフィルタでも一定の評価が得られているが、さらに折り返しを許容して水平方向の帯域をのばしたフィルタを用いることで、画質改善の可能性はある。

7. む す び

前記の評価実験結果をまとめると、2:1:1 FO (フィールドオフセットサブサンプリング) は、静止画においてスタジオ規格に比べても劣化は約0.5ランク程度であり、また動画像に対してもEFP (Electric Field Production) レベルの画質を確保できる見通しを得られた。さらに2:1:1方式がスタジオ用規格4:2:2方式とバイナリーな関係にあることは、単に画質の面だけでなく3:1:0方式よりシステム化の点で優れている。これらのことから、2:1:1方式が低レベルファミリーの規格として適当と考えられる。今回の検討は標準化構造一定の条件で行った。そのため、時空間フィルタの帯域外になるような稀に現れる動きのシーンでは劣化を生じることがある。このためには、標準化構造を可変にすることが許されるなら2:1:1 FO と他の2:1:1方式を切り替えることにより、動画、静止画のいずれの場合でもさらに良い評価を得ることが期待できる。レベル6のグループは画質的には優れているがビットレートの低減率が小さく(3/4)、レベル6に別の規格をたてるよりは4:2:2

方式のVTR等ハードウェアの小型化によった方がよいと考えられる。以上の結果から、低レベルファミリーとして2:1:1 FO方式が有望との技術的見通しを得た。

最後に、この研究の機会を与えていただいたNHK放送技術研究所 沢辺次長、杉本テレビ方式研究部長、日下視覚情報研究部長、ご指導いただいた石田主任研究員(現在技術本部チーフエンジニア)、西沢テレビ方式副部長に深く感謝する。評価実験に当たって、適切な助言と協力をいただいた長谷川(敬)主任研究員、中央研修所の諸氏に感謝の意を記す。

(昭和60年3月6日受付、昭和60年5月27日最終受付)

【参 考 文 献】

- 1) CCIR REC, AA/11 (MOD. F) (1981)
- 2) G. C. Higgins: "Visual Acuity as Measured with Various Orientation of Parallel Line Test Object", J. O. S. A, **38**, 9 (1948)
- 3) J. H. Scott, G. J. Phillips: "Digital Video Multiple Sub-Nyquist Coding", BBC RD., **21** (June, 1977)
- 4) G. J. Tonge: "The Sampling of Television Image", IBA Report, **112** (May, 1981)
- 5) 滝保夫: "伝送回路", 共立出版 (1960)
- 6) 湯山一郎, 矢野澄男: "コンポーネント符号化における低レベルファミリーの画質", テレビ学技報, TEBS 89-2, pp. 21-26 (May, 1983)
- 7) 村上仁己ほか: "ディジタルTV 高能率符号化方式特性評価用動画像テスト信号", テレビ学技報, IE 74-1, pp. 1-6 (Dec., 1984)
- 8) J. O. Limb, R. F. W. Pease: "Exchange of Spatial and Temporal Resolution in Television", B. S. T. J., **50**, 1, pp. 191-201 (Jan., 1971)