2. 単体機器のデジタル化と運用

2-1 デジタル VTR の最新動向

2-1-1 D1, D2, デジタルベータカム

坂 本 齊[†], 小 川 哲 夫[†]

1. ま え が き

デジタル VTR は、今から 7 年程前に放送業界の要望に応える形で世に初めて登場した。以来、着実に発展を続け、現在の放送業界には必要不可欠な存在となっている。

87 年に D1 方式のデジタル VTR が商品化されて以来、D1/D2/デジタルベータカムと 3 種類の方式のデジタル VTR の商品化が進められた。各方式の違いは、①記録信号方式、②使用テープ、③信号処理方式、④トラックパターン等に現れているが、それぞれが目的とする用途に対応した機能/性能を実現している。

一言でいえば、D1 はポストプロ用途のコンポーネント VTR、D2 は放送局用途のコンポジット VTR、デジタルベータカムはアナログ互換性を有する万能型

VTR ということができる。以下に、それぞれのフォーマットの特長と位置付けについて解説する。

2. D1-VTR

世界初のデジタル VTR の標準化は、その当時としては野心的ともいえるコンポーネント VTR の標準化から開始された。この標準化の大前提となったのは、それまでの NTSC, PAL, SECAM といった信号変調方式にとらわれない、525 圈/625 圈とも全く同一のフォーマットの実現であった。

1982 年に CCIR-601 号勧告として、「コンポーネント信号符号化パラメータ」が標準化された。いわゆる 4:2:2 フォーマットの勧告である。また、1986 年には CCIR-656 号勧告として、「コンポーネント信号インタフェース」が標準化され、D1-VTR へのデジタル信号規格が統一された。

表 1 D1, D2 信号処理概要

項 目	D 1		D 2	
	525	625	NTSC	PAL
セグメント数/フィールド	5	6	3	4
記録ライン数/フィールド	250	300	255	304
トラック数/フィールド	10	12	6	8
サンプルの分配トラック数	4	4	2	2
訂正符号	リードソロモン積符号		リードソロモン積符号	
外符号	RS (32, 30)		RS (68, 64)	RS (83, 79)
内符号	RS (64, 60)		RS (93, 85)	RS (84, 76)
シャプリングサイズ	セグメント		セグメント	
チャンネル符号	スクランブルド NRZ		M ²	

[†] ソニー株式会社 ブロードキャストカンパニー

“Digital Standalone Equipment and Its Operation ; Trends of Digital VTR ; D1, D2, Digital Betacam” by Hitoshi Sakamoto and Tetsuo Ogawa (Broadcast Products Company, Sony Corporation, Atsugi)

D1-VTRの記録フォーマットの標準化作業は、これらの勧告を受け、525/625両システムにおいて同等の性能・仕様を有するVTRを目指して開始され、1986年にCCIR-657号勧告として世界統一フォーマットが実現した。

両システム間で完全な両立性を保つためには、単位時間当たりのトラック数を同じにする必要があり、フレーム周波数30 Hz、25 Hzの最小公倍数である150の整数倍として600トラック/秒が選択された。表1に信号処理上の規格の概要を示す。

3. D2-VTR

D1-VTRがコンポーネントの特徴を活かし、ハイエンドプロダクション業界に広く使われているのに対し、放送業界では現行システムにそのまま適用できるコンポジットディジタルVTRの要求が強く、タイプ-C:Ω-VTRの後継機を目的としたD2-VTRの登場となった。トラック間にガードバンドを持たないアジマス記録が採用され、また、テープにメタルテープが採用された。テープ速度はΩ-VTRの244 mm/sに対し、131.7 mm/sに抑えられ、L-カセットで208分の記録を可能にしている。

表1に信号処理フォーマットの概要を示す。記録信号には最短波長を長くとり、低域成分および高域成分共に抑えられるM²変調信号が採用された。各フィールドの記録開始ラインはサブキャリヤの位相が一致するように選ばれている。この方法により、複数のフィールドの画像データが混じり合ってもサブキャリヤの位相の連続が保たれ、したがって、高速ピクチャサーチが可能となっている。

D2-VTRは、ソニーから1988年にDVR-10として発表され、その後、PAL機:DVR-10 P、L-カセット対応機:DVR-18/18 Pが、また、野外収録機としてD2-ポータブルVTR:DVR-2/2 Pが相次いで発売された。

ディジタルVTRの持つ優れたダビング特性、既存放送設備との親和性が認められ、1990年には民放連にて番組交換規程に選定され、放送局のスタンダードフォーマットとして定着した。

4. デジタルベータカム™

デジタルベータカムは、放送用として全世界で広く使われているアナログコンポーネントVTR「ベータカム」との上位再生互換を実現した新しいスタイルの多用途ディジタルVTRである。

アナログテープ再生互換の他に、画像の帯域圧縮や

新トラッキング方式等の新技術の総合的な開発導入によって、高画質のコンポーネントディジタル記録と低コストのテープ/ヘッド系の両立が可能となった。

すなわち、カムコーダからポストプロ用のスタジオ機まで4:2:2信号の録再が可能となり、同時に運用コストや操作性や外形等は従来のアナログベータカムと同等なレベルを維持することが可能となった。

表2に信号処理概要を、図1にテープフォーマットを示す。1フィールドは6トラックで構成され、各トラックでは4つのオーディオセクタを中央に配置している。オーディオの両側にトラッキング信号エリアを設け、2種類のパイロット信号を記録する。

長手トラックとしては、コントロール/タイムコード/キューの3つがあり、それぞれの形状はベータカムのコントロール/タイムコード/オーディオ2chと同一にしてある。ディジタルフォーマットでは、オーディオ1chの部分はヘリカルトラックエリアとなり、記録面積として有効に活用される。

録再のチャンネルコーディングとしては、パーシャルレスポンスクラス4を用い、さらに、ビタビ復号器の適用と新開発のメタルテープの導入により大幅なS/Nの向上が達成された。

次に、ビットリダクション技術について説明する。編集用VTRに要求される条件として、

- ① ダビング時のエンコード、デコードで劣化が少ないこと
- ② 可変速再生が可能なこと

表2 デジタルベータカム信号処理概要

	625/50	525/60
テープ幅	12.65 mm	
テープ種類	メタル	
テープ厚	14 μm	
演奏時間	124 min	
ビデオ		
入力信号	Y/B-Y/R-Y	
サンプリング周波数	13.5 MHz / 6.75 MHz	
1ラインの記録サンプル数	720	720
1フィールドの記録ライン数	304	256
オーディオ		
サンプリング周波数	48 kHz	
量子化ビット数	20 b	
エラーコレクションコード	リードソロモン	
インナーチェックバイト数	14 B	14 B
アウターチェックバイト数	12 B	10 B
記録データレート	126 Mb/s	128 Mb/s
最短記録波長	0.6 μm	0.7 μm

図 1 デジタルベータカムテープフォーマット

図 2 記録信号処理用 LSI ブロック図

- ③ フィールド単位での編集が可能なこと
- ④ 高速サーチ時のバースト的な再生で画像復元可能なこと
- ⑤ ヘッドクログ時にも適切なコンシールが可能なこと

これらの条件を満足し、かつ IC 化に適する方法としてフィールド内約 2:1 の DCT 画像圧縮を採用し、かつ最適な固定長化を行うことにより、高画質とサーチ画質の両立を可能とした。

さらに、セットの小型化と低消費電力化のため、エンコーダ/デコーダをそれぞれ 1 チップ IC で実現することが必須である。図 2 の構成により、ビットリダクションブロックとエラーコレクションエンコーダブロックを 1 つの LSI 中に収めることが実際に可能となる。またアナログ再生互換機能に関しては、既存の TBC 回路技術を発展させてドラム径の差による時間軸シフトを吸収し、特別に負担なしに実現している。

さらに当然のことながら、入出力の種類として最新

の D1 シリアルインタフェースから伝統的なアナログコンポジットまで、極めて広範囲の環境に対応している。フォーマットとしても、コンポジット/コンポーネントどちらのオペレーションでも不都合が出ないように各種 ID をテープ上に記録し対応している。

(1994 年 2 月 3 日受付)

さかもと ひとし
坂本 斉 昭和 43 年、東京都立大学工学部卒業。同年、ソニー(株)に入社。以来、カセット方式 VTR (U マチック) のフォーマット開発、放送用ヘリカル VTR (タイプ C) の開発および設計、コンポジットデジタル VTR (D2) およびデジタルベータカム VTR の商品化設計等に従事。

おがわ てつお
小川 哲夫 昭和 46 年、東北大学工学部通信工学科卒業。同年、沖電気工業(株)に入社。デジタル伝送方式の研究開発に従事。昭和 55 年、ソニー(株)入社。以来、デジタル VTR の標準化、デジタル信号処理、商品化に従事。