

# フラッシュメモリ/HDD搭載型汎用ビデオサーバArmadiaの開発

岡村宏・山本哲也

## 要旨

放送局を主とした送出用途において、従来のVTRに代わり、IT技術をベースとしたビデオサーバが主流になってきています。今回NECでは、純国産となる本格的放送用ビデオサーバを開発し、市場投入しました。その開発概要と特長を紹介します。

## キーワード

●フラッシュメモリディスク ●HDD ●MXF ●MPEG2

## 1. はじめに

放送局における送出用途では 図1 に示すような従来の素材受け渡しにテープを用いた送出システムに代わり、 図2 に示すような素材データの流通にファイルを使用するシステム（ファイルベースシステム）へ移行しつつあります。この流れの中で放送システムの各システムはIT技術をベースとした

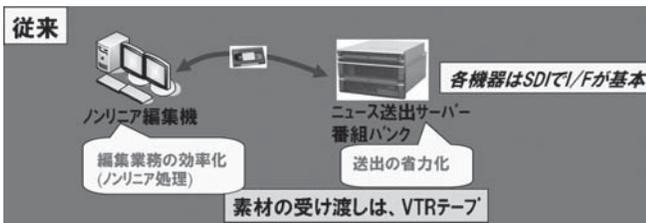


図1 従来のシステム



写真 RS-1000 (左) SS-1000 (右)

ネットワークでつながり、その中で放送素材はファイルをベースとしたやり取りに移行するようになります。例えば、報道や制作で編集された素材データはファイル化されネットワークを介して共有ストレージに蓄積され、最終的には送出用のビデオサーバにネットワークを介して送られ送出されるようになります。NECでは、このファイルベースシステムの中核に位置するビデオサーバを開発しました。本稿では、ビデオサーバArmadia本体RS-1000（写真左）、ストレージユニットSS-1000（写真右）の開発概要と特長を紹介します。

## 2. 開発の背景

ファイルベースシステムを構成するビデオサーバ・編集機は国内・外のメーカーから発表されていますが、各機器の映像圧縮形式が統一されておらず、各機器間を接続するのに必要なデータフォーマットも統一されていない状況がありました。また、ストレージ機器に対する技術的な要求（高信頼性・高速応答性・長寿命など）が高いなどの問題がありました。これらの理由で、今までファイルベースシステムを構成することが困難な状況がありました。

Armadiaは、映像圧縮形式に編集機との相性が良いMPEG2圧縮方式を採用し、機器間のデータハンドリングに用いる

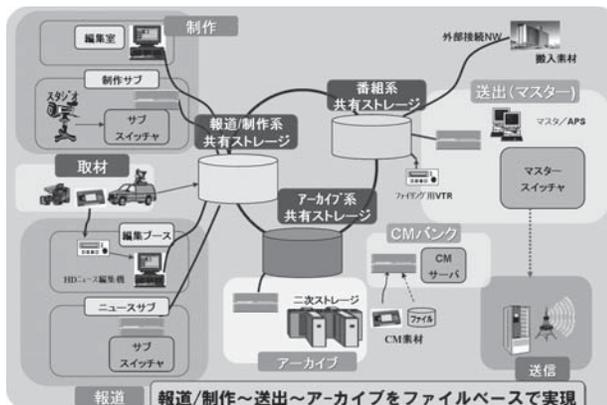


図2 ファイルベースシステム

データ規格には標準規格であるMXF (Material eXchange Format) を採用しました。MPEG2方式以外の映像圧縮形式に関しては、ソフトウェアトランスコーダを用いてMPEG2方式に変換することにより対応しました。

ストレージに関しては、長寿命・信頼性・高速アクセス性を実現する半導体メモリを用いたRAID5のフラッシュメモリディスクドライブ (FMD) と大容量・信頼性・高速アクセス性を実現する安価なHDDを用いたRAID6のSAS HDDディスクドライブを採用しています。

これらの対応により、NECではファイルベース化システム実現に必要なすべての技術的要求に応えることを目的にArmadiaの開発を行ってきました。

### 3. 技術課題

Armadia開発において、ビデオサーバRS-1000の課題は、第一に通常再生時の安定性を確保すること、第二にスロー再生・早送りなどの特殊再生の応答性を確保すること、第三にサーバベースのCPU性能を最大限に発揮し、1台最大8I/Oのビデオ収録・再生の運用を実現すること、第四にビデオ収録・再生動作に影響を与えないようにファイル転送のスピードを制御することにあります。更に、ファイル転送に関しては、規格が成熟しきっていないMXF形式の他社互換性を確認することが課題でした。

ストレージユニットSS-1000における課題は、安定した応答性を維持しつつ高信頼性と長寿命の実現にあります。

### 4. 技術開発のポイント

第3章で挙げた技術課題を実現するために、次の点を中心に開発を行ってきました。

- (1) 安定した再生を確保するためオンエアポートには、ストレージの応答が多少遅れても再生に影響が及ばないように前方向のデータキャッシュ機能を設けました。
- (2) スロー再生・早送りなどの特殊再生の応答性を確保するため、再生フレーム前後のデータをキャッシュする機能を設けるとともに、外部制御コマンドを受け再生制御を行う再生制御ソフトウェアのチューニングを行いました。
- (3) 1台で8I/Oのビデオ入出力を実現するために、サーバベースとビデオの入出力を行うユニット (ENCボード、DEC

ボード) との間を4レーンのPCI-e I/Fでつなぐことにより十分なデータ伝送容量を確保しました。

(4) ファイル転送動作においては、上記のビデオ収録・再生の動作に影響を与えないように、CPU負荷、ストレージ負荷などをモニターし、システムが過負荷にならないようにファイル転送の転送速度を制御するQoS制御機能を持つ専用のファイルシステムソフトウェアを開発しました。

(5) データ転送においては、各社採用が進んだMXF形式データを詳細に分析し、他社製品との互換性確認を実施しています。これにより他社とのデータ互換性を確立しました。

(6) ストレージユニットに関しては、長寿命を実現するため、独自メモリ管理アルゴリズムを搭載したフラッシュメモリディスクを新規に開発しました。また、安定した応答特性を実現するために、Open系ストレージユニットであるiStorage Dシリーズをベースとしたディスクアレイコントローラソフトウェアにビデオ記録再生用途向け専用チューニングを施しました。

### 5. 諸元

#### (1) RS-1000

ビデオサーバ本体のRS-1000は 図3 に示す通り、OSにWindows Server 2003 for Embedded Systemsを採用し、外部機器とのファイル転送用にGbitEthernetNIC、ストレージユニットとのI/Fには4Gb FC-HBA、映像・音声の収録・再生を行うENC/DECユニットへは、サーバベースから4レーン

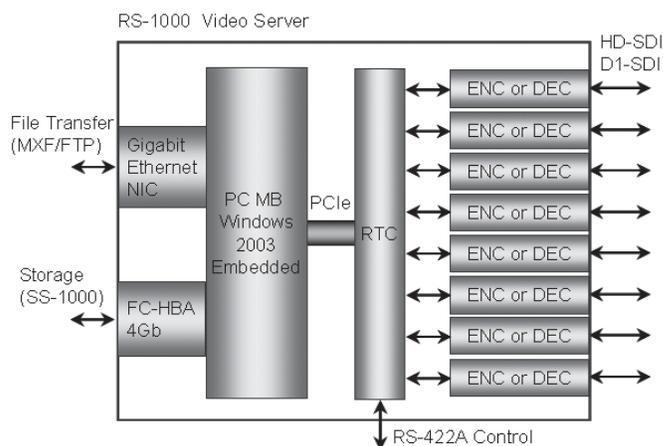


図3 RS-1000の構成

表1 RS-1000 主要諸元

項目	詳細
映像信号形式	信号規格 : SMPTE-292M準拠のHD-SDI信号(BNC) SMPTE-259M準拠のD1-SDI信号(BNC) フォーマット : 1080i(HD), 480i, 512i(D1 NTSC), 576i, 608i(D1 PAL) 音声重量 : SMPTE-299Mに準拠したEmbedded Audio ANCデータ : SMPTE-291MIに準拠したV Ancillary Data
音声信号形式	信号規格 : AES3id準拠のシリアルデジタル信号(BNC) サンプル : 48kHz/24bits チャンネル数 : 1unit当り、8ch入力(ENC)または8ch出力(DEC)
タイムコード	信号規格 : SMPTE-12Mに準拠したLTC信号(BNC)
ユニット数	ENC/DEC合わせて最大8ユニット
シリアル制御	信号規格 : RS-422A ANSI/SMPTE 207M (Sony 9pin Serial) プロトコル : VDCP 及び NECネイティブプロトコル
GPI出力	信号規格 : オープンコレクタ(Dsub 15pinコネクタ)
リファレンス信号	信号規格 : NTSC/PAL ブラックバースト信号または3値シンク信号
画像CODEC	符号化方式 : MPEG2 GOP方式 : I frame only / Long GOP(15) クロマ : 4:2:2 / 4:2:0 データレート : I-Only: 60~100Mbps / Long GOP: 18~50Mbps (HD) I-Only: 30, 40, 50Mbps / Long GOP: 8~50Mbps(SD)
音声CODEC	符号化方式 : 非圧縮PCM 可変速範囲 : -2~+2倍速(1/32 StepでScrub音声) -32~+32倍速(Repeat音声) フェード処理 : データ不連続部分に自動フェード処理
ANC (V ANCのみ)	検出範囲 : ライン番号設定で検出範囲を限定する。 最大処理データ : 10 Packets / 2,550Bytes - 1field内最大
タイムコード	入力信号ソース : LTC端子入力からのSMPTE-12M信号 ANC-TCで重畳されるSMPTE-RP188信号

のPCI-e I/Fを配し、外部制御装置とのI/Fも兼ねるRTCユニットを経由してデータのI/Oを行います。主要諸元を表1に示します。

入出力可能な映像信号形式は、SMPTE-292M準拠のHD-SDI信号、SMPTE-259M準拠のSD-SDI信号です。入出力可能な音声信号形式は、AES3id準拠のシリアルデジタル信号またはSMPTE-299Mに準拠したEmbedded Audio信号です。次に、映像符号化形式は、MPEG2 I-Only/ Long-GOP形式を取り扱います。HD-SDI信号符号化時は、I-Onlyは60~100Mbps、Long-GOPは18~50Mbpsの符号化レートが選択可能です。SD-SDI信号符号化時は、I-Onlyは30、40、50Mbps、Long-GOPは8~50Mbpsの符号化レートが選択可能です。音声符号化形式は非圧縮PCMを採用しています。用途に合わせて、ビット幅は24bitsまたは16bits、音声チャンネル数は2、4、6、8chを選択可能です。

(2) SS-1000

ストレージユニットSS-1000は図4に示す通り、ディスクアレイコントローラを中心に、RS-1000とのI/Fには4Gb FC-HBA、内部ディスクドライブとは3GbpsのSAS I/FでI/Oを行います。障害発生情報は100Base TXのEthernetポートからSNMP形式で出力します。主要諸元を表2に示します。I/Oユニットに、ディスクアレイコントローラを2個実装することにより内部ディスクドライブとSASインタフェースを2重化可能です。ディスクドライブは12個のユニットを実装可能です。また、基本ユニットに最大5台まで拡張ユニットを接続可能です。RS-1000とのI/FはFiber Channel (4Gb)を2ポート実装しています。ディスクドライブとのI/FはSAS形式で、1ポートを実装しています。メンテナンス用の

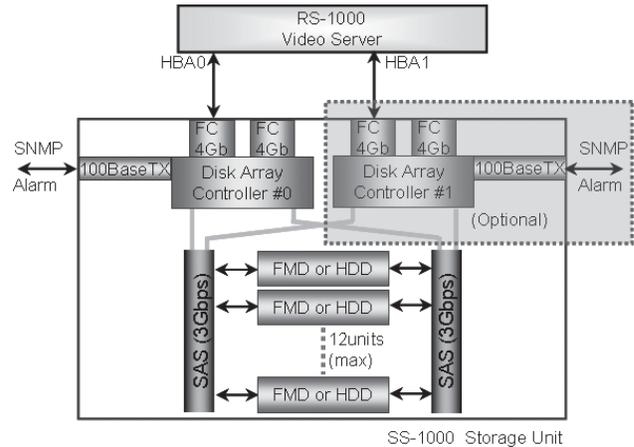


図4 SS-1000の構成

表2 SS-1000 主要諸元

項目	詳細
I/Oユニット	コントローラユニット : 1 ユニット標準(最大2ユニット) 2 ユニット構成の場合フェイルオーバーソフトウェア SPSが必要 ディスクドライブ : 12 ユニット / シヤシー 拡張シヤシー : 基本シヤシーに最大5台の拡張シヤシー接続可能
Host I/F	信号規格 : Fibre Channel (4Gb) コネクタ : LC optical 入出力数 : 2ポート(×2 ユニット / オプション)
Disk Enclosure I/F	信号規格 : SASコネクタ コネクタ : Mini SAS / SFF8088 入出力数 : 1ポート(×2 ユニット / オプション)
Network I/F	信号規格 : 100/10BaseT コネクタ : RJ45型コネクタ 入出力数 : 2ポート(×2 ユニット / オプション) SNMP、メンテナンス用

ネットワークI/Fは100/10Baseのポートを2ポート実装しています。

## 6. 特長

### (1) RS-1000

1) 1台で最大8I/Oのビデオ入出力が可能です。1台で中小規模の送出・報道サーバシステムを対応可能です。

2) IT系インタフェースを採用し、ストレージユニットの拡張性に優れています。リアルタイムのビデオ処理系を専用ハードウェアで処理することにより、IT系負荷を抑えストレージ・ネットワークをOpen系で構成可能です。また、豊富なOpen系リソースを活用できるため拡張性に優れています。

3) 自社製ファイルシステムソフトウェアを開発しました。この開発によりHDD/FMDそれぞれがベストパフォーマンスを発揮することを可能にしました。また最適化チューニングにより複数の大容量ビデオデータの格納と配信をリアルタイムに実現可能にしました。

4) FTPにより転送される素材交換のフォーマットとしてMXFを採用しました。これにより、ビデオサーバに接続するノンリニア編集機などの素材交換を容易にしました。また、ファイルベース運用の普及で必要性が増してきた字幕データなどの補助信号の後結合を可能にするANCデータ差し替え機能もサポートしています。

### (2) SS-1000

1) ビデオ記録再生用途に専用チューニングされた高速レスポンスディスクアレイドコントローラを採用しています。これは、Open系ストレージユニットとして定評のあるiStorage Dシリーズをベースにソフトウェアをビデオ記録再生用にチューニングし、リアルタイムビデオ処理に欠かせない広帯域性と遅延保障付き高速レスポンスを実現しています。

2) SSDの一種であるフラッシュメモリ型ディスクFMDを新規開発しました。このディスクはメカニカル機構が存在しないため、壊れにくくシーク時間が一定で長期運用を可能にします。映像符号化レート50Mbpsの場合、収録時間は1ユニットで38時間、拡張ユニットを5台追加することにより230時間まで拡張可能です。

3) SAS HDDも搭載可能です。大規模なストレージを安価

に実現したい場合にSAS HDD 147/300GBを選択できます。15,000rpm高速回転型でレスポンスも速くRAID6によって高安定・高速ストレージを構築可能にします。映像符号化レート50Mbpsの場合、収録時間は1ユニット（300GB選択時）で76時間、拡張ユニットを5台追加することにより460時間まで拡張可能です。

4) 高信頼性・高速レスポンスを実現するRAIDテクノロジーを採用しています。FMDと比較してHDDは故障率が高く、また応答遅延などの故障とはいえ間欠障害がまれに発生しますが、HDDにRAID6を採用することによりデュアルパリティ構成となるため、ディスク故障から復旧までの縮退時間における信頼度を高め、更に1台のドライブが間欠故障で大きく遅延しても残りのドライブで即応答を可能にします。

5) 内部に2BUS SASインタフェースを採用しています。内部のFMD/HDDドライブインタフェースであるSASは二重化可能で、バスロックなどが発生しても予備系に切り替わり、運用を継続します。

## 7. おわりに

以上述べたように、ビデオサーバArmadiaは放送システムのファイルベース化の中核として高信頼性と高速レスポンス性を両立するサーバとしてシステム安定化を実現しました。また、サポートする映像圧縮形式の拡張や周辺ソフトウェアの機能拡張を実施し、ビデオサーバとしての使いやすさや安定性を更に推進します。また今後は、放送業界だけでなくCATV市場などの多様な市場での使用を考慮した拡張性の高いビデオサーバの開発を目指します。

\*Windowsは米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標です。

### 参考文献

- 1) MXFによる放送ワークフローの変革 TheFileBaseBook NEW ME - DIA 2009年7月号 別冊

## 執筆者プロフィール

岡村 宏  
放送・制御事業本部  
放送映像事業部  
エキスパートエンジニア

山本 哲也  
放送・制御事業本部  
放送映像事業部  
マネージャー