3. ノンリニア編集・送出システムと放送局における運用

正会員 岡村 智之[†], 正会員 上田 博唯^{††},
正会員 浮ヶ谷 文雄^{†††}

1. ま え が き

放送局におけるノンリニア編集・送出システムの運用は、スタンドアローンでアナログコンボジットのビデオ信号を入出力する形態から、ビデオサーバを設置してノンリニア機器間をデジタル信号で接続するシステムへと変化をしている。放送局への導入を検討する立場から、ノンリニア編集・送出システムとその運用の問題点を検証してみた。

2. 放送局におけるノンリニア編集システムの運用

2.1 運用の利点

(1) ランダムアクセス

ノンリニア編集では、テープ編集のように実際に素材を転写して時系列的に並べる必要がない。どの位置に収録された素材にも均一にアクセスすることができる。使用する素材のスタート点のアドレスを指定すれば、そこからの再生が可能となる。カット編集であれば、実際にデータを書き換えることなく編集が行えるので、やり直しや細かいトリミングなどが容易となる。これは、ノンリニア EDL(Edit Decision List) 編集とも呼ばれるべきもので、EDL を作成すれば実際の映像をすべて見なくても編集が完成してしまう。しかし、編集者がいかに素材内容を把握しているといっても、作品のプレビューなしには終了とはいえない

い。また、ノンリニア編集においても、エフェクト加工を伴う場合は新たに素材データを生成せねばならない。したがって、ノンリニア EDL 編集と実際に編集済みデータを作る編集の両方を組合せて実用的な編集システムとなるので、これらのオペレーションをスムーズにできる作業環境をサポートする必要がある。

(2) マルチプログラム作成

ニュース編集など時間に急な運用では、1つのカセットをジャグリングして使うことも多い。ノンリニアサーバは、大きいデータ伝送レートを持つために、同一素材に対して複数のクライアントが同時にアクセスすることが可能である。原素材に限らず、編集の過程で作られる中間的な素材も共有することが可能である。1つのテーマを2人の編集者が同時に編集することや、同一の素材から2つの違うテーマの作品を仕上げる協調作業ができるようになる。ランダムアクセス性によって、同一素材の使い回しや、瞬時のオンエア素材の入れ替えなどが容易となる。ノンリニア機器は、従来の VTR カートマシンとスイッチャ、そして APC(Automatic Program Controller) のようなコントロール機能、を合わせ持っているので放送システムの諸分野に応用することができる。

(3) 素材管理

ノンリニア編集システムでは素材管理が容易となる。従来、素材情報の管理は、映像信号を記録しているテープとは別にバーコードやメモ用紙など他の記録手段を使って行っていた。素材のデジタル化を前提とするノンリニア編集システムでは、素材と付加情報を一体として扱うことができるので、ディスプレイ上で素材情報の検索を行い、物理的にテープを運ぶことなく素材にアクセスすることができる。アイコンを用いることにより GUI(Graphic User Interface) を用いたインタフェースが可能で、文字を読むことなく直感的に目的の素材にアクセスすることが可能とな

[†] 株式会社フジテレビジョン 技術開発室企画開発部

^{††} 日立電子株式会社 開発研究所

^{†††} 日立電子株式会社 映像事業部

“Non-linear Editing/Transmission and Application in Broadcasting Station” by Tomoyuki Okamura (Planning & Development Division, Engineering Department, Fuji Television Network, Inc., Tokyo), Hirotsada Ueda (Research & Development Laboratory, Hitachi Denshi, Ltd., Tokyo) and Fumio Ukigaya (Broadcast & Video Operations Division, Hitachi Denshi, Ltd., Tokyo)

る。そして、撮影や編集などの各段階での情報を一元管理することができる。

(4) オペレータのノンキャリア化

テープでの編集は、時系列の整理と編集データの作成・変更に手間がかかり、編集オペレータは熟練と経験を要した。ノンリニア編集では、元素材、ワークテープといった区別がなく、元素材の管理もできるので、素材を消してしまう危険も少ない。リトライが自由に可能なことから、ディレクタ自らの編集も可能となり、実際のオンエア用の素材を使ったアングスタディも並行して行うことができるため、編集オペレータの育成も容易となる。

2.2 運用の問題点

(1) 画像圧縮の多段接続による画質劣化

ノンリニア機器は、記録媒体としてハードディスクや光磁気ディスク、半導体メモリなどを用いる。これらは、テープに比べて時間当たりのコストが高い。これを低減するために画像データの圧縮技術が用いられる。圧縮方式としては、フレーム内圧縮の JPEG 準拠の方式と、フレーム相関をとる MPEG-2 準拠の方式が一般的であるが、同じ JPEG 準拠、MPEG 準拠といっても、これらは異なるメーカー間で互換性がないのが現状である。A 社のシステムで圧縮したデータを B 社のシステムでは再生することができず、いったんベースバンドの映像信号に伸張した後、もう一度圧縮して処理をする必要がある。この場合、圧縮伸張の多段接続による画像劣化が問題となる。各々の圧縮は、その方式に独自のクォリティの配分をしており、これが多段接続された場合、クォリティ劣化の度合いの激しいところが生き残り、全体的にクォリティが劣化することになる。これを防ぐためには、現在のところ次の 3 つの手段しかない。

- ① できるだけ圧縮伸張を繰り返さないシステムを設計すること。
- ② 同一の圧縮方式を採用すること。
- ③ できるだけ圧縮による画像劣化の少ない圧縮方式を採用すること。

圧縮方式の規格統一に関しては、マルチメディア時代を迎え、コンピュータ業界からの参入などで放送機器業界全体の枠組みが変化しつつあることもあり、予断を許さない。

(2) キャプチャリング時間

ノンリニア機器を導入しても、素材の収録は現行のカムコーダや VTR で行われることが多い。その場合、テープからディスクなどの記録装置に記録（キャプチャリング）する作業が必要となる。この作業には

素材の実時間と同じ時間がかかる。テープ系の編集では、中身さえわかっているからすぐに作業を始めることができるが、この点ではノンリニアの方が時間がかかることになる。伝送やプレビューと同時にキャプチャリングを行う方法や、プレビューをしながら必要箇所だけをキャプチャして記録容量を少なくするなどの工夫がされている。

(3) ディスプレイ上での素材アクセス

オペレータが素材をどう認識するかという点が大きな問題である。今までは物理的なカセットとラベル、そして物理空間に配置された場所によって認識することができた。この方法は一覧性があり、経験豊富な編集マンがオペレーションする環境の中では効率的なシステムであった。ノンリニア媒体上に記録された素材は、人間が直接見ることができないので、検索ツールを必要とする。表形式になったものや、映像信号から作ったアイコンをベースにして素材を認識するケースが多い。これらもコンピュータが使っているヒューマンインタフェースをそのまま移植したという段階であり、テレビ制作者が培ってきた文化といかに融合させるかが今後の課題である。

2.3 ノンリニア編集システムの導入と運用の変化

(1) 時系列に支配されたシリーズ作業から平行作業へ

従来のテレビ制作は、出来上がり作品の時系列に従って作業が進んでいた。特にニュースなどのオンライン編集では素材の到着がまちまちであり、シーン 2 の素材が到着していてもシーン 1 の素材が未着の場合、編集に入れない場合がある。また、物理的なテープの制約から、複数の編集者が同時に 1 つの作品の作業を並行して行うことも困難であった。ノンリニア編集・送出システムを用いると、同時並行的に作業を進めることができる。これは、コンピュータで 1 つの CPU を使って作業をしていた環境から、複数の CPU を使ったマルチタスク処理のできる作業環境に変わるのによく似ている。従来のシステムは、ピークとオフピークの差が非常に激しい運用環境では、ピークに対応した機器を用意しなければならなかった。ノンリニアシステムでは、リソースを共有することによりピーク時に対応できるフレキシブルなシステムの構築が可能となる。撮影取材、素材プレビュー、粗編集、編集、完成品プレビューといった過程の順番を変え、あるいは同時並行して行うことができるようになり、テレビ制作者にも、新しい制作スタイルの確立が求められている。

(2) 制作情報と素材の結合による作業環境の変化

ノンリニア編集・送出システムでは、素材と情報をいっしょに取り扱い、例えばCM素材に内容、バージョン、オンエア日時、期限などの付加ができる。ネットワークを活用して情報と素材を共有することにより、時間や空間の壁を超えた共同作業も可能となる。イメージーションをかき立てる情報を、より多くの人に提供できるわけである。

3. 放送用ノンリニア送出システム

3.1 ニュース用ビデオサーバ

(1) ニュース用ビデオサーバの特徴

ニュース素材は素材尺はまちまちで数多く、取材対象によって様々の運用形態があるため、他の番組制作とは違った多機能化が求められる。

ニュース用ビデオサーバに求められる機能を以下にまとめる。

- ① 大量の素材量を扱えること。
- ② ピークとオフの差が激しく、一時に集中する運用に耐えること。
- ③ 素材を収録した瞬間から使える、いわゆる録って出し編集ができること。
- ④ 入出力のポート数が多いこと。
- ⑤ ファイル記録の形式がオープンエンドに対応できること。
- ⑥ 報道用アーカイブとの親和性が良いこと。
- ⑦ テープに比べてリーズナブルな初期コストとランニングコストであること。

上記を勘案すると理想的なサーバは、大容量で入出力ポートが多数あり、自由なランダムアクセスが可能なものということになる。現時点では、このようなサーバは存在したとしても非常に高価なものになってしまう。

そこで、現実的なシステムとして以下のような構成が考えられている。

- (a) 1次素材を記録するサーバと送出サーバを分離する。
- (b) 報道素材へのアクセスは日を追うごとに少なくなるので、1次サーバと2次サーバに分離する。

モデル図を図1に示す。

このようにして大規模なサーバシステムを構築することができるが、規模によってはそれぞれのサーバを統合した方が良い場合もある。

(2) ニュース用サーバの実例

我が国では平成7年に宮城テレビ放送と東京メトロポリタンテレビジョンの2局が、ビデオサーバを使っ

図1 現実的なビデオサーバの構築例

図2 ニュース用ノンリニア編集・送出システムの構成例

て直接放送するシステムを採用した。これらの局では主としてニュース番組の制作・放送に利用している。また、システム構成はおおむね図2のようになっている。

メディアレコーダ(MR, 含A/D圧縮エンコーダ)、ニュースカッター(NC, 含A/D圧縮エンコーダ)、エアープレイ(AP, 含D/A伸張デコーダ)と呼ばれる3種類のクライアントが、それぞれ複数台、ATMスイッチを介してサーバに接続される。MRは配信センタ、回線センタから送られてくる。あるいはVTRから供給される映像・音声をリアルタイムでデジタル圧縮してサーバに書き込む働きをする。NCはサーバの中にある映像・音声を取り出してノンリニア編集し、サーバに書戻す役割を果たす。APは放送スケジュールとして与えられるプレイリストに従って、サーバから映像・音声を順次読出して伸張し、オンエア部に送り出す。APはVTRへの収録、プレビュー、回線への出力等の目的にも利用される。またプレビューに関してはMR、NCもその機能を有している。

編集をフレーム単位で行うために、フレーム間相関を使わないJPEG圧縮が、5:1程度(30 Mb/s程度)

のデータレートで利用される。サーバのファイル容量は、数百ギガバイト(数十時間分)から1テラバイト強(百時間分)に達する。システム中の各クライアントの数は、上述の機能とシステムの運用目的、放送局の規模、人員等を勘案して決められる。MRは2台程度、NCは数～十数台、APは数台というのが現状の選択範囲となっている。クライアント同時動作可能数は、サーバの能力、ATMスイッチの能力、クライアント上で行う処理の内容、そしてシステムパラメータのチューニングなどによって決まるが、現状では7台前後が上限のようである。

今後の方向としては、ハードディスクの高密度化、高画質・高圧縮率の追及が行われ、より小さなスペースで十分な容量のサーバが実現されよう。そして、同時アクセス数を増大する方式などの開発により、多様なニーズに応えられるようになる。そうなれば、取材から編集、オンエア、そしてアーカイブまでの過程で生じる、映像・音声・文字・数値といったあらゆる情報をネットワークで一元管理できる新しい運用形態が急速に進展すると考えられる。

3.2 「録って出し」送出システム

ノンリニア機器では、終わりの確定していない素材を収録しながら必要なカットを編集送出する、いわゆる「録って出し」をすることが容易にできる。

記者会見が放送予定時間より1、2分早く始まった場合、開始時間を放送時間に合わせたり、CM中のゴールシーンなどを無理なくつなげることが可能となる。特にスポーツ番組では従来、パレーボールやテニスなどセット制で延長があるものなどは、複数のVTRを並べて対応していた。次のセットの展開によっては現在放送しているセットの内容を変える必要があるため、時間計算を行いながら録画しているVTRを再生に切り替えるといった複雑な操作が必要であった。これをノンリニア化すれば、素材尺の管理が容易となり、番組送出の自由度が増し、オン・ザ・フライの送出が可能となる。また、複数の映像を入力して、裏カメラの映像やスロー再生、タイムリーで瞬間を逃さないリプレイや、ハイライトシーンの送出が容易となる。

3.3 CMバンク

CM素材の送出に関しても、ノンリニア編集・送出システムが応用されつつある。従来のCMバンクは、スポンサーから持ち込まれる複数のマザーテープをもとに、これらを送出順に並べ直すためのダビング作業、いわゆる一本化を行う必要があった。このテープの、一本化作業後の送出順の変更は多大な作業を必要

図3 ノンリニアCMバンクのシステム構成例

とした。このため、CM素材の受付を放送3日前(一例)締め切らねばならないなど、営業活動や番組編成への制約になっていた。

これに対しノンリニアビデオサーバでは、ランダムアクセスの特徴を生かして、素材は自由な場所に格納でき、差し替えなどもCM進行データの操作だけで実行できるので、各種の事態への対応をオンエア直前まで柔軟に行うことができる。近い将来には半導体メモリを用いた完全固体化ビデオサーバも実用的な価格レンジに入ると考えられ、そうなれば機械系の故障という問題からも開放される。

編集等の2次加工の必要のないCMバンクの場合は、MPEG-2の映像圧縮方式が有効である。編集済みの素材を登録して送出するのが目的であるために、フレーム間相関を用いた高画質・高圧縮率を活用できるという判断による。実際、JPEG方式の半分以下の10～15 Mb/sのデータレートで実用的な画質が得られる。

図3に、ノンリニアCMバンクのシステム構成の概要を示す。サーバは多数のハードディスクがRAIDという方式で冗長性をもって多重化されているので、一部のディスクが故障しても問題なく動作を継続できる。さらにハードディスクは電源を切らずに差し替え可能な構成となっているので、問題を生じたディスクの交換なども、システムを停止せず、運用を続けながらメンテナンスすることができる。さらに、制御PCとサーバが二重化されており、ハードディスク以外の障害が発生した場合にも、予備側に切り替えることで運用は維持される。

ノンリニアCMバンクはコンピュータ主体のシステムであるため、従来なかったような機能を実現し統合化することも容易である。例えば、CM素材を登録すると同時に、コンピュータの画像認識機能を動作させてシーンの変化点を検出することができる。この変

化点ごとのフレーム画像は、ファイリング卓のハードディスク上に記録され、イーサネットを介して共有されるので、すべての卓においてCM素材を代表画像の並びとしてビジュアルに一覧表示することができ、この機能を活用することにより、各卓におけるオペレーションを誤操作の起きにくい安全なものとして、プレビュー目的の多くを、より素早いものへと代替することもできる。

4. む す び

ノンリニア編集・送出システムは、編集だけにとどまらず映像制作全体に影響を及ぼしていくと考えられる。画像を圧縮して処理することによりコンピュータで処理が可能となった。今後、圧縮技術の進歩により高圧縮の画像でも画質のクオリティが向上し、CPUの高性能化や記録装置の低廉化により非圧縮でのノンリニアも実用となる。サーバから直接読出して送出をするような、スイッチャを用いないAPCの構築も考えられる。CMの配信もサーバに直接送り込むことになる。各社のサーバがネットワーク接続されることにより、遠くにある映像素材も瞬時に利用できるようになる。

映像制作から2次分配に至るまでのトータルデジタル化の流れの中で、制作システムがコンピュータ技術を生かしたデジタル化へ進み始めたといえる。

(1996年5月30日受付)

おかむら ともゆき

岡村 智之 1979年、京都大学工学部電子工学科卒業。同年、(株)フジテレビジョンに入社。放送技術センター、製作技術センターを経て、現在、技術局企画開発部にて、ノンリニア報道制作システムおよび次世代放送システムの開発を担当。正会員。

うえだ ひろふみ

上田 博唯 1973年、大阪大学大学院工・通信修士課程修了。同年、(株)日立製作所中央研究所入社。画像処理・認識技術、マルチメディアシステム、ヒューマンインタフェース等の開発に従事。1994年より、日立電子(株)開発研究所第三研究部部長。ノンリニア映像システムの開発を担当。工学博士。正会員。

うきが やふみお

浮ヶ谷文雄 1975年、東京電機大学大学院博士課程修了。同年、日立電子(株)に入社。回路設計用CADの研究、放送用カラーカメラの開発・設計に従事。現在、同社映像事業部次長。工学博士。正会員。