

經濟論叢

第163卷 第1号
定道 宏教授記念號

献 辞	渡 邊 尚	
インターネットを利用した 遠隔合同ゼミナールの実現	布 上 康 夫	1
パーソナルウェアの概念と機能	松 本 良 治	37
デジタルビデオ編集システム	広 田 雅 彦	51
輸出入統計データベースシステムの設計	宮 崎 耕	64
インターネット時代における グループウェア・メール	高 井 才 明	75
デジタルユニバーシティへの第一歩	細 井 真 人	99
国際会議とインターネット	中 村 素 典	112
定道 宏 教授 略歴・著作目録		

平成11年1月

京 都 大 学 經 濟 學 會

デジタルビデオ編集システム

——教育分野への適用考察——

広 田 雅 彦

I は じ め に

最近，企業において，紙に書かれたメディアに代わって，ビデオ映像を用いた製品説明，技術教育，会社案内などが盛んに用いられてきている。さらに，ビデオ映像が社内 LAN あるいはインターネットを介して配信されている。また大学においては，京都大学総合情報メディアセンター（経済学部）の例¹⁾に見られるように，授業の内容を学内 LAN 及びインターネットを介して受講者に配信する「遠隔講義システム」が行われるようになってきた。

一方，ビデオ映像に関する最近の技術的特徴として，以下の3点が挙げられる。

- ① DV 映像形式²⁾を採用し，外部機器との入出力に IEEE 1394 インターフェース³⁾を持った高精細デジタルビデオカメラ（DV カメラ）が多くのメーカーから発売されている。DV 画像は，MPEG 1 などの画像に比べ画質に優れ，かつ編集，加工も容易にでき，加工による劣化が殆ど無いという特長を持っている。
- ② PC の性能が向上し，IEEE 1394 インターフェイスボード⁴⁾を介して，

1) 京都大学 総合情報メディアセンター（経済学部）の例は，本格的，大規模な例である。詳細は，参考文献[1]を参照。

2) 業界標準規定。解像度720×480ピクセル，ビデオ信号が直接デジタル圧縮（圧縮率：1/5）され，専用の DV カセットテープ（標準，ミニの2種類）に格納される。

3) デジタルデータを転送するためのシリアルバス規格で映像データをリアルタイムに送受信（アシンクロナス転送）するのに適している（参考文献[2]）。

リアルタイムに DV カメラの映像を取り込み編集が出来るようになった⁵⁾。

③ ノンリニアビデオ編集機能を搭載した PC がメーカから販売された。

特に上記のように高性能 PC にデジタルビデオ編集機能を搭載したシステムは、従来の専用ワークステーションによるシステムに比べ、安価で高精細なビデオ映像処理ができる点が注目を集めており、ビデオ映像の制作現場では従来のリニア編集に代えて、PC によるデジタルビデオ編集を導入する所が出てきている。従来、ビデオ映像の制作は専門的な技術や高価な設備が必要なため、専門の会社に委託していることが多い。しかし、PC によるデジタルビデオ編集を用いることにより容易にビデオ制作が可能になってきた。

以上の背景から、本論文では、デジタルビデオ編集システムの企業内技術教育や大学の教育システムへの適用可能性を、主として設備技術面から考察した。

II プロトタイプシステムによる考察

デジタルビデオ編集システムを実務への適用した場合の問題点と対応策を検討するために、プロトタイプシステムを組み評価を行った。

1 システム構成

図1に、プロトタイプシステムの構成を示す。このシステムは、大きく3つの部分(①ビデオ編集システム、②フォーマット変換部、③配信システム)に分かれる。

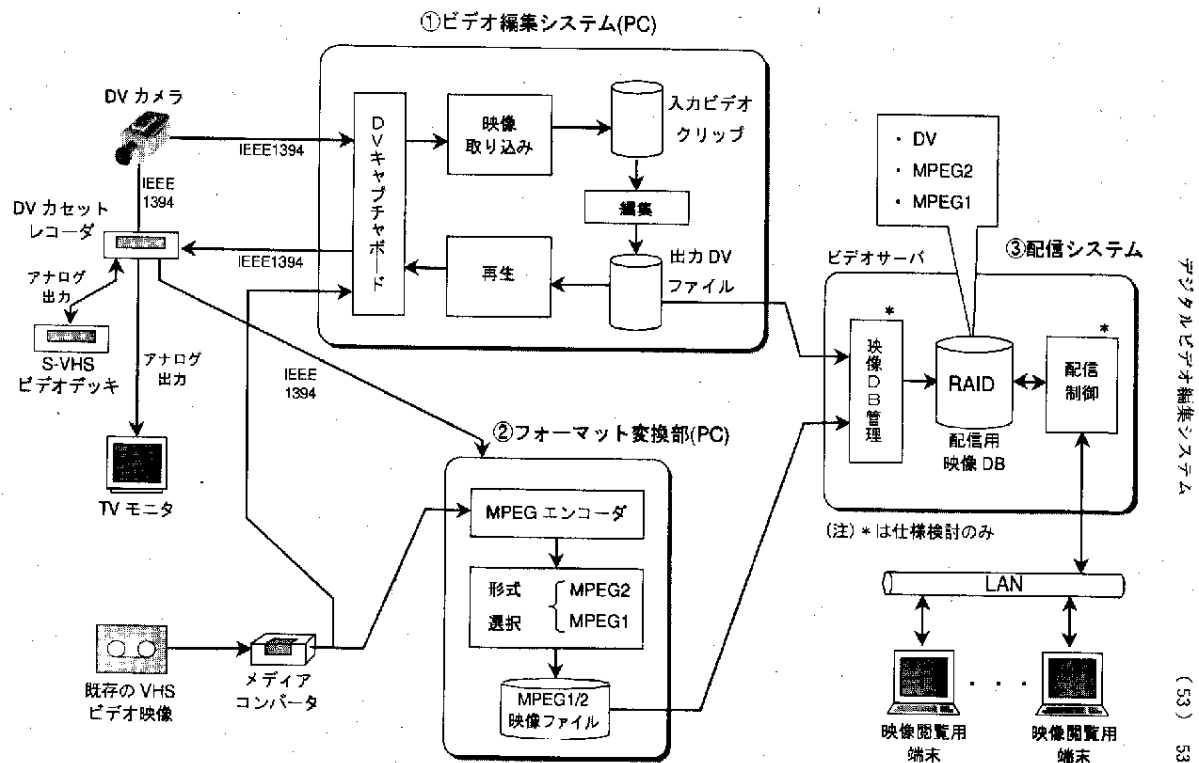
(1) ビデオ編集システムの構成

ビデオ編集システムの構成を表1に示した。特徴は処理性能を確保するために CPU に PentiumII/333 MHz, 主メモリ 128 MB を使用し、映像データの

4) ADAPTEC 社「A11A-8945 1394/Wide Ultra SCSI」やカノープス株式会社「DVRex-M1」などの製品がある。

5) ビデオ映像編集ソフトウェアとして、Adobe 社「Premiere 5.0」や Ulead 社「Media Studio Pro 5.0」などがある。

図1 プロトタイプシステムの構成



デジタルビデオ編集システム

表1 ビデオ編集システムの構成

項番	機能項目	内 容
1	CPU	PentiumII/333 MHz
2	メモリー	128 MB(SDRAM)
3	ハードディスク	システム格納用：Ultra DMA/33 IDE 4.3 GB 映像格納用：Ultra Wide SCSI 18.2 GB (9.1 GB ディスク2台), Ultra DMA/33 IDE 10.1 GB
4	ビデオボード	AGP, VRAM: 8 MB, 1024×768
5	DV映像キャプチャーボード	ADAPTEC社「AHA-8945」 解像度：DV形式 720×480
6	OS	Windows NT 4.0
7	編集ソフト	Adobe社「Premiere 5.0」

格納に使うハードディスクとして高性能の Ultra Wide SCSI ディスク（容量 18.2 GB：9.1 GB×2 セット）を使用した。DV 映像キャプチャーボードとして、ADAPTEC 社「AHA-8945」を使用、SCSI インターフェースも兼用した。ソフトウェア面では、OS として IEEE 1394 機器との相性の良い Windows NT 4.0 を採用し、編集ソフトとしては Adobe 社「Premiere 5.0」を使用した。

なお、ビデオ編集システムに接続された入出力機器は表2に示した通りである。

(2) フォーマット変換部

ネットワークを介して（編集済）DV形式映像を配信する場合、ネットワークの帯域幅として端末1台当たり約 3.6 MB/秒（28.8 Mbps）必要とするため、帯域幅の狭いネットワークでは転送ができなくなることから、ネットワークの帯域幅に応じて圧縮をする必要がある。この役割を行うのがフォーマット変換部である。圧縮映像形式として MPEG を採用し、変換装置としてにソニー株式会社製 PC：PCV-S 610 を使用した。この PC に内蔵されている MPEG 2 リアルタイムエンコーダにより、DV 映像端子およびアナログ映像

表2 入出力機器一覧

項番	入出力機器名	説明
1	DV カメラ (SONY: DCR-TRV 900)	資料、授業内容など撮影、結果は DV テープに格納されると同時に IEEE 1394 にも出力される。
2	DV カセットレコーダ (松下電器: NV-DV 10000)	PC からの最終編集出力結果を、接続された TV モニタにて確認しながら、カセットテープに記憶する。同時に S-VHS ビデオデッキのテープに収録可能。DV カメラと IEEE 1394 ケーブルで接続してオフライン編集可能。
3	TV モニタ	最終編集出力結果の映像品質を確認するための TV。
4	S-VHS ビデオデッキ (松下電器: NV-SB 800 W)	最終編集出力結果を S-VHS テープに出力する。既存の VHS 映像を DV カセットレコーダに取込むことが可能。
5	メディアコンバータ (SONY: DVMC-DAI)	メディアコンバータを用い、既存のアナログ映像を DV 映像に変換する。

表3 映像の変換形式

録画モード		転送レート	解像度	必要情報量 (60分当り)	最長収録時間
MPEG 2	High	8 Mbps (1 MB/秒)	720×480	3.6 GB	1 時間11分
	Normal	6 Mbps (0.75 MB/秒)	720×480	2.7 GB	1 時間35分
	Low	4 Mbps (0.51 MB/秒)	480×480	1.8 GB	2 時間23分
MPEG 1		1.4 Mbps (0.175 MB/秒)	352×240	0.6 GB	6 時間50分

端子からの入力映像を、表3に示す映像形式に変換することが出来る(参考文献 [3])。なお、稼動 OS は Windows 98 となっている。

(3) 配信システム

ビデオ編集システムにより作成されたビデオ映像、およびフォーマット変換部により圧縮変換されたビデオ映像を、映像 DB 管理によりビデオサーバの大容量記憶装置 (RAID) に格納する。端末側から要求のあったビデオ映像が配信制御によりネットワーク (100 Base T LAN) を介して端末側に送信され

る。なお、「映像 DB 管理」および「配信制御」の部分は仕様の検討のみを行い、実際の制作はしてはいない。

2 ビデオ編集システム

ビデオ編集の処理過程は次のようになる。

① DV カメラによる撮影→②ビデオ映像を PC に取込む→③ PC 上で編集、最終出力を PC 上のハードディスクに格納する→④ PC 上の最終出力映像を再生確認しながら、カセットテープ (DV カセットあるいは SVHS テープ) に最終映像を格納する。(最終映像はハードディスクとカセットテープの両方に格納されることになる。)

この過程の中で、評価項目として、次の4点が挙げられる。以下に順に考察する。

①映像取り込み、および最終出力映像再生の性能 (コマ落ちがないこと)、②最大録画可能時間、③編集機能内容および編集処理時間、④最終出力映像の品質

(1) 映像取り込み、映像再生の性能

DV カメラからの映像取込み時および最終出力映像の再生時は、IEEE 1394 インターフェースを用いてリアルタイム処理が行われる。DV 映像の場合、3.6 MB/秒の処理性能が保証されないとコマ落ちを生じる。Pentium II 333 MHz/メモリ 64 MB 以上の環境においては、性能はハードディスク性能に依存するという結果を得た。本プロトタイプで使用した Ultra Wide SCSI ディスクでは、読み・書きの実測値で 11 MB/秒以上の性能が確保されており問題はなかった。一方 SCSI ディスクに比べて安価な IDE ハードディスクの場合、Bus Master 方式の Ultra DMA ディスクでは、読み込み：11 MB/秒、書き込み：8 MB/秒が確保され、Bus Master 方式でアクセスすれば問題はなかった。最近の安価なノンリニアビデオ編集機では IDE ハードディスクを採用したものが出ている。

しかし、Windows 上でのリアルタイム処理での問題点として、映像の取込み／再生処理中に、マウス操作などで別のアプリケーションの起動を指示すると割込みが発生し、取込み／再生処理が中断され、リアルタイム性が失われ大幅なコマ落ちが発生する。従って、取込み／再生処理中は他のアプリケーションの起動操作は行えないことが操作上の制限になる。これを解決するには、映像取込み／再生のドライバーソフトを割込み禁止で走らせるか、あるいはリアルタイム性を与える環境を作ることが必要になるが、どちらも Windows NT 自体の修正を伴うので、実現はかなり難しいと思われる。

(2) 最大録画可能時間

企業の製品説明や技術教育用映像の場合30分程度、また、大学の講義収録の場合90分程度の収録時間が必要になる。従って、システムとしては最大90分の収録時間が必要になり、DV 形式を採用する場合、出力映像格納用に 20 GB のハードディスク容量が必要になる。ただし、入力映像の格納領域も必要で、これを合わせると記憶領域として 40 GB 以上が必要になる。ただし、いくつかのビデオ映像ファイルをライブラリとして蓄積するためには、さらに大きな容量のディスク領域が必要となり、このため RAID などの大容量外部記憶装置を導入する必要がある。しかし、次節(3)で述べる通り Windows には、現在、最大ファイルサイズが 2 GB という制限がある。さらに、1台で 20 GB 以上のハードディスクは現在でも入手しにくいので、1ファイルとすることは難しい。このため、編集ソフトによる対策を活用してこの制限を回避することが必要である。

(3) 編集機能と編集処理時間

a) 編集機能

必要な編集機能としては次の4種類に分類できる。：①入力したビデオ映像(クリップと呼ばれる)のトリミング(不要シーンの削除)、②クリップの再配置、③1つのクリップから他のクリップに切替る際の効果の挿入、④タイトル文字や静止画などの挿入

表4 編集処理時間

項番	項 目	CPU : 333 MHz		CPU : 450 MHz	
		プレビュー	出力処理	プレビュー	出力処理
1	クリップ5コ	1分23秒	5分58秒	1分3秒	5分25秒
2	クリップ5コ+効果	30分41秒	37分31秒	27分1秒	24分15秒

編集ソフトウェアとして Adobe 社の Premiere 5.0 J を使用したが、以上の4つの編集機能は完備されており、実用面では十分であった。ただし、ビデオ編集の専門知識がない人が使用する場合、次のような操作面での改善が必要である。：①使用環境の設定画面の指定項目は出来るだけ削減する（DV 映像を前提とすれば可能）。②専門家を対象にした機能が多く含まれているため、対象業務に適した運用マニュアルなどを別途作成する。

b) 編集処理時間

編集処理は大きく、① 編集結果を確認するプレビューと② 最終出力処理とから成り立っている。編集処理で時間がかかるのは、クリップに効果やタイトルを挿入したりする部分で、この場合は該当個所の映像コマを一つずつ（30コマ/秒）作成し直すことになるからである。DV 映像形式で一貫している場合、単純にクリップの並べ替えだけであれば、元の映像をそのまま入力することになるため性能面では問題にならない。

60秒のクリップを5つ用意し、次のような編集を行った場合の編集処理時間を表4に示す。

項番1：5つのクリップを順番に並べ、効果の指定は行わない。総映像時間：300秒。

項番2：5つのクリップを30秒ずつオーバーラップさせ、オーバーラップ部分に効果を指定（前項aの編集機能の項番③の処理）、総映像時間：180秒、効果部分の総時間：120秒。

条件：・ソフトウェア：Premiere 5.0 J、CPU：PentiumII 333 MHz/450

MHz, メモリ: 128 MB

このように効果を入れると処理時間は激増する。(本ケースでは、プレビューが約30倍, 出力時間が5~6倍)。

c) 性能向上策

性能向上対策としては、① CPU の高速化と②入出力処理の高速化が有効になる。①の場合、CPU そのものを高速にする他に、マルチ CPU を使用する方法がある。例えば、2 CPU にした場合、25%の編集時間の短縮が得られた。②の方法は高速ディスクを使用することであるが、SCSI ディスク場合、コントローラを複数枚使用してストライピングを行うことも有効である。

d) 2 GB のファイルサイズ制限

Windows のファイルサイズ制限が 2 GB となっているため、2 GB を超えるファイルの作成は物理的に不可能である。このため、単純に映像を出力した場合、2 GB で打切られ、収録時間も 9分30秒までになってしまう。このため、編集ソフトは「シームレス再生」⁶⁾などの対策を施し、この制限を回避している。この対策は自由度が大きいので、今後はこの形式での標準化が進むと思われる。しかし、この場合、1つの映像作品が複数のファイルから構成されることになり、ファイルの管理が煩雑になる。従って、この形式をサポートする編集ソフトは現状では少ない。

(4) 最終出力映像の品質

DV 形式映像はデジタル映像であるため、IEEE 1394 による取込みや、編集によっても殆ど画像の劣化は見られなかった。この点は、DV 形式映像の大きな利点であると言える。

(5) テープ出力、オフライン編集

編集済みの映像を DV カセットテープや S-VHS テープに出力し、保管す

6) シームレス再生: 2 GB に分割された複数のクリップを時間的に遅延なく、シームレスに入力・再生することにより 2 GB の壁を回避する。その他、カノーブス株式会社の製品で採用している「参照 AVI 方式」などがある。

ることも出来る。会社案内や製品説明のように、ショールームでユーザに見せる場合には有効である。

また、前掲の図1に示したようにDVカメラとDVカセットレコーダをIEEE 1394ケーブルで接続し、簡易に編集することが出来る。

3 フォーマット変換部

DV映像は2項で述べた通り、高精細、編集が容易という利点と引き換えに大きな格納領域と配信には広帯域を必要とする。特に大学における講義では90分の収録時間が必要なため、映像の圧縮は必須と思われる。プロトタイプで採用したPCV-S 610では前掲の表3に示したとおり、解像度と収録時間に合わせて4種類の中から適切なものを選択できる。例えば90分の講義ではMPEG 2/6 Mbpsの選択が可能で、この場合ファイル容量としては4GBに減少する。

4 配信システム

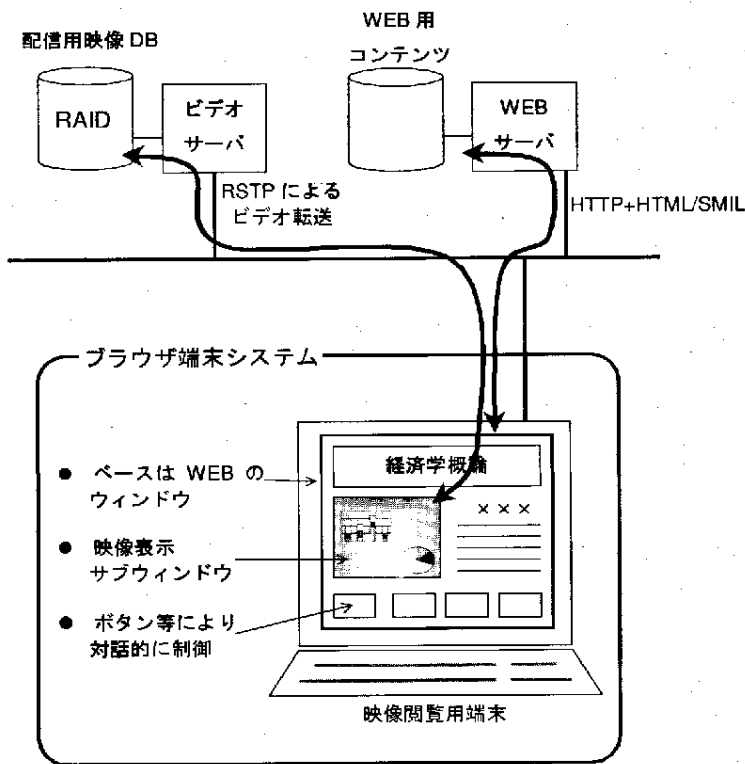
(1) リアルタイム配信

編集された映像コンテンツが、映像DB管理を経由して最終的には、ビデオサーバのRAID記憶装置に格納される。配信システムで重要な点は、ネットワーク帯域幅の確保と映像を見る端末に対しリアルタイム性を保証することである。このための方策としては、例えば、図2に示したように、RTSP (Real Time Streaming Protocol) などのプロトコルをサーバと端末間で採用することにより、サーバと複数端末間の最適配信制御処理を実現する方法が考えられる。

(2) ブラウザ端末化

端末側で映像を見る場合、映像とともに映像の説明文や参考資料を併用すると、学習効果が向上する。すなわち、説明文や参考資料などは映像とは別にWEBサーバなどに格納し、ブラウザ画面の中に、映像と説明文や参考資料とを同期を取って送信するようにする(図2)。例えば、全体のフレームは

図2 対話型ビデオ配信システム

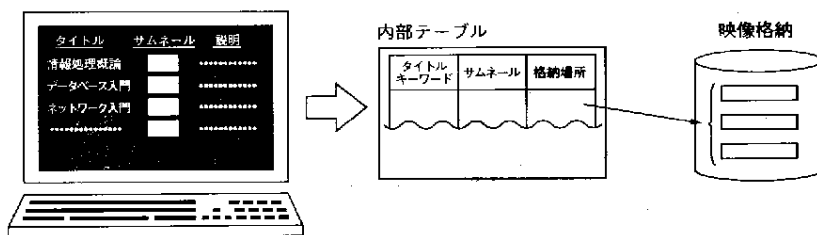


HTTP, HTML により送信, 映像は(1)で述べた RSTP プロトコルにより送信し, 参考資料と映像を SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language 参考文献 [4]) により同期をとり表示させる方法が考えられる。

5 映像ファイルの管理

映像ファイルが多くなった場合, ファイルの管理や端末からの選択し易さをサポートするために映像ライブラリのデータ管理が必要になる。従来は映像ファイルはファイル名のみでの管理であり, 検索(選択)もこれのみに頼って

図3 簡易型映像データ管理



いた。映像ファイルの内容を表すインデックス・キーワードで検索できるように、図3のような簡単な管理方式を検討した。映像ファイルの本数がそれ程多くなければ、問題ないを考える。

III 教育システムへの適応

(1) 遠隔講義システムへの適用

まず構成、設備面で、DV映像システムをそのまま遠隔講義システムに持ち込むのは、現在の時点では、次の2点で難しいと思われる。：①Windows下でのファイル容量の制限2GBがあり、また、90分の講義で20GBになる映像ファイルの管理が困難である。②映像転送速度が3.6MB/秒と大きく、広帯域のネットワーク設備を要する。一つの解決案として、DV映像で編集まで行ったあと、比較的画質良いMPEG2形式に変換しこれを配信する方式が考えられる。さらに、帯域幅の小さいインターネットの場合、さらに圧縮率の高いMPEG1や他の形式に変換すればよい。このように変換機構と組み合わせ、設備環境に合わせて検討をしていく必要がある。さらに、操作性を含めた実務面での検証が必要がある。

(2) 企業内業務への適用

会社案内の制作や技術教育資料の制作は、映像収録時間が30分程度であるため、DV映像システムをそのまま適用することは可能であると考え。特に既存のビデオ映像をDVに変換する手だてもあり、編集により画質劣化も少な

く、設備価格が安価な利点もある。また、テープに出力して活用することも考えられる。

IV おわりに

以上、主として設備面を中心に DV 映像のデジタル編集システムの業務適応性を考察した。現時点では、Windows 下でのファイル容量の制限や、ネットワークを介してのリアルタイム配信、などいくつかの解決すべき問題があるが、今後とも、DV 映像を扱う DV カメラなどの映像関連技術や OS の対応も含めたマルチメディア技術が進み、近い将来解決する手だて見出されるものと思われる。今後とも、この分野の動向をフォローアップしていきたい。

参考文献

- [1] 定道 宏「インターネット遠隔講義システム」(第15回・全国四系列(経営学・商学・会計学・経営情報学)教育会議), 1998年9月, 8-11ページ。
- [2] 稲田元彦『入門 IEEE 1394 規格』技術評論社, 1998年6月。
- [3] ソニー株式会社「SONY パーソナルコンピュータ PCV-S 610 製品カタログ」1998年11月。
- [4] Synchronized Multimedia Integration Language 1.0 Specification
<http://www.w3c.org/TR/REC-smil>