

視聴覚メディア統合化へのアプローチ

— U ラーニングコンテンツへの応用を目指して —

小林 憲 夫

An Approach to Develop an Integrated Audiovisual Media System

Norio KOBAYASHI

キーワード：視聴覚機器、授業録画、e-Learning、VOD、マルチキャスト、HDTV、HDV

1 はじめに

視聴覚メディアは、従来から学校教育におけるその重要性を指摘され、図書館がその「窓口」として位置づけられてきた。本学でも図書館において、VHS、LD(レーザーディスク)、DVDの各メディアでの映像資料が整備され、学生や教員が自由に閲覧できるようになっている。もちろん視聴覚利用は図書館だけの領域ではない。授業における視聴覚教材の活用は年を追うごとに盛んになり、ビデオや写真を使った授業に対する学生の評価も高い。

しかしながら多くの場合、教室におけるAV(視聴覚)機器は単独に存在し、教員は教室ごとに講義資料を持参しなくてはならない。少なくとも現状では、図書館と比較して視聴覚利用という点で、教室はまだまだ整備されているとは言いがたい。これは、個人の利用を対象とする図書館と、多数の学生を相手に講義する教室というそれぞれの運用スタイルの違いが大きい。いずれにしても、授業展開の進展に応じて教室のAV設備をどのように運用するかが、今後ますます重要なテーマになることは明らかである。

さらに近年、大学において注目度が高まっているEラーニングの導入検討を行う場合、対面授業を主体とする大学の授業形態とどのように

適合させるかも大きな課題となっている。これは、コンピュータ・ネットワークという個人間の情報伝達・交換に適したインフラの性質との差異が存在するからである。しかしEラーニングをさらに発展させ、「正規」の対面授業以外の手段による単位取得のしくみまで模索するに到った場合にも、そのために全く新しい部門や設備を構築することは予算的にもシステムのことも困難である。その意味では、現段階で図書館の視聴覚設備の延長として教室のAV設備を運用し、さらにその延長線上にEラーニングを位置づけるという手法が、もっとも合理的に思われる。そのためには、各メディアを統合し一元的管理する手法を模索せざるを得ない。本論はその一環としてのシステム構築に関する試みを述べたものである。

2 図書館AVシステムの統合化

2.1 現状とその問題点

本学図書館には、視聴覚設備として旧来のVHS貸し出し設備(10台)、LD貸し出し設備(10台)、およびDVD貸し出し設備(8台)が存在する。しかしこのシステムは、それぞれのメディアに対する再生・上映設備が独立しており、相互に互換性はない。またメディアの導

入時期も異なっているため、検索キャビネットも別個である。そのため、希望の映画が図書館に存在するかを調べるには、VHS、LD、DVDとそれぞれのキャビネットをすべて横断的に調べなくてはならない。また複数のメディアにまたがった映画も存在するが、編集バージョンや言語、アスペクト比などが異なるため、選択に迷うことになる。その結果、例えばDVDで16：9ワイド画面の映画を再生しているにもかかわらず4：3のスクイーズで不自然なまま気付かず学生が鑑賞するという事態が日常的に発生している。

この原因は映像メディアの変化が不断に発生し、固定的なメディアで全作品をそろえることができないためである。しかしながら技術の進歩は映像の質的向上にもつながるため、いつまでも旧来のメディアに固執することはできない。こうしたメディアの変化に対応するには、映像自体を陳腐化に対応できる統一的なメディア（媒体）に移動（コピー）して蓄積しておくことが最善の方法であることは言うまでもない。だがここには著作権という壁が存在する。映画が対象である限り、その全体他メディアへの複製や変換しての蓄積は不可能である。

2.2 DVDチェンジャーの導入

本学図書館では、今後もDVDメディアによる映画の販売が当分は継続するとの見地から、映画の収集はすべてDVDで行うことを検討し、大量に購入したDVDの学生利用法を考える必要性が生じてきた。多くの大学ではDVDはあくまでも一枚ずつ窓口で貸し出し、それを視聴覚ブースで鑑賞するという方法を取っている。これでは学生の利用が増えるにしたがって窓口業務が煩雑になり、またDVDメディアの取り扱いが学生に任されているため、破損や損傷の可能性が高まるという問題がある。

本学図書館はこの問題を解決する方策として、

DVDチェンジャー導入を決定した。この方式では、DVDをあらかじめセットしておけば外部からのコントロールにより自動的にメディアを抽出し、プレイヤーにローディングされ学生側のディスプレイに映像表示が行われる。しかしながら操作自体は図書館員が行うため、学生からの視聴受付からDVDディスクの選択まで職員の仕事となり作業自体は増加する。またDVDプレイヤー数がそのままディスプレイ数となり一対一の構成となることも従来と変わらず、その他の用途に利用できない専用端末となる点も同じである。

さらにこのDVDチェンジャーは、パソコンから視聴可能とはいえ、チェンジャーのDVDドライブを直接コントロールする方式であるため、チェンジャーから見れば一対一の構成となっており、チェンジャー側のDVDドライブ台数（最大11台）がそのままパソコン端末台数となる。したがって新規購入される24台のパソコンのうち、11台をDVD視聴専用端末として設定すると残りは普通のパソコンとしてしか利用できない。これでは24台設置する意味がほとんどないことになる。24台のパソコンが同時にDVDを視聴することはできなくても、視聴用として利用できないパソコンの存在を解消するには、メディア統合を実現するしか方法はないと考えた。

2.3 統合化の試み

メディアの統合は、メディアの種類に関わらずひとつの形式に統一することであり、そのためには複製・蓄積が必要である。しかしこれは著作権法に違反する行為であるため、実行はできない。もうひとつの意味でのメディアの統合は、ソースの形式に関わらず利用者端末をひとつにすることである。すなわちこの意味での統合とは、ひとつの端末で図書館が保有するあらゆる種類の映像を表示させることであり、その

表示端末がパソコンであればコンピュータとしてのアプリケーション利用も可能にすることである。さらにこれら端末についてソース側との一対一対応を否定するには、データをパソコン内部に持たずネットワーク配信を行うのが最善となる。

したがって、図書館におけるメディア統合とはすなわち、ソース側の種類に関わらず全てのデータをネットワーク経由で希望の端末に配信する仕組みを構築することに他ならない。通常のC/S（クライアント・サーバシステム）と呼ばれるネットワーク配信技術においては、データ配信はサーバが担当する。しかしこれを先に述べたDVDチェンジャーに適用することはできない。サーバへのDVD映像の蓄積は公衆送信という著作権侵害となるからである。そこでサーバに蓄積せずにネットワーク配信可能な「ストリーミング」方式で配信する方法を模索することにした。

この方法は下図に示すように、DVDチェンジャーで再生した画像をそのまま端末に転送するのではなく、一旦ストリーミングファイル形式に変換（エンコード）し、それをネットワークで配信してから受信用パソコンでデコード（復調）し表示する方式である。ネットワークを経由するため専用の端末は必要なく、エンコ

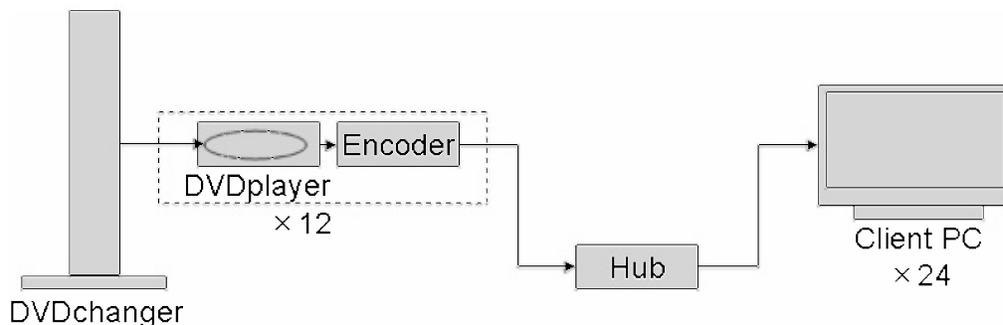
ードソフトを備えるパソコンであれば任意にビデオ・オン・デマンドを構成できる。本システムではDVDチェンジャー一台に12台のDVDプレイヤーとハードウェアエンコーダを装備し、24台のパソコンから優先12台が任意の映画を鑑賞できる構造とした。

ネットワーク経由とは言え、DVDプレイヤーと端末パソコンは一対一であり、それ以外は他の端末で再生中の映画を「覗き見る」ことしかできない。専用デコードソフトが必要であるため、再生可能パソコンを限定できる。ストリーミング配信のためサーバ蓄積も行わない。こうした特長により、著作権的な制約をクリアしながらDVDディスクの損傷を防止し、さらに端末パソコンの自由な利用も実現できた。実際の図書館納入システムでは、さらに後述するシンクライアント方式と指紋認証を組み合わせた極めて高度で複雑な構成を行ない、次章に述べる授業録画DBシステムとの統合に照準を合わせたものとなっている。

3 授業録画データの統合化

3.1 授業録画システムの概要

駒沢女子大学では、2003年度から授業録画システムの導入を行っている。このシステムは、本来は授業に出られなかった学生が、その回の



駒澤学園図書館 新DVD視聴システム概念図

駒澤学園図書館 新DVD視聴システム概念図

授業内容を復習することができるという目的であった。したがって講義をそのままビデオに録画しているだけのシステムであり、後編集はもちろんのこと、教授法の工夫なども実施されていない。こうして採録された講義ごとの録画ビデオはライブラリー化され、希望する学生に随時貸し出し授業の復習や自習に活用できるように整備されている。

本システムは下図のように、単に授業内容をベタ撮りするだけの単純なものであり、記録媒体も旧来の VHS テープにアナログ記録しているに過ぎない。当初は講義期間終了後にはこれらのテープは破棄され、毎年更新される予定となっていた。しかしここで収集されたコンテンツは、復習のためという目的だけでなく、駒沢女子大学の資産として有効に活用できるのではないかと考えられるようになった。

そこで授業内容をそのまま記録するビデオ録画装置を、特色 GP に対応する教育効果の改善への方策として位置づけようとする機運が高まり、2004年度から従来の五教室に加えてさらに三教室にビデオ録画装置を追加し運用を開始することになった。

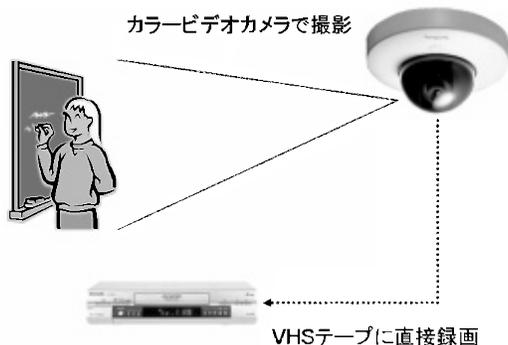
このときに問題となったのが、ビデオ録画の

解像度である。カラービデオカメラの解像度は35万画素であり、それをコンポジット信号でVHSテープに記録した場合、小さい板書文字は解像度的に読めない状態になる。またテープの特性としてのランダムアクセス性の不足、および一回に一人しか見ることができない回転率の悪さも大きな問題である。

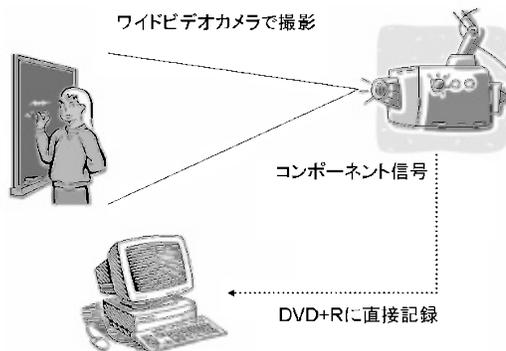
3.2 授業録画システムの発展

こうした問題点を解決するため、2004年度に増設した三教室のビデオ録画システムには、以下の新しい技術的改善を盛り込んだ。そのひとつが、従来のSDTVのアスペクト比(4:3)に対してワイドアスペクト比(16:9)で撮影できるカメラの導入である。ワイドアスペクトにより、黒板の左右撮影領域を拡大することができ、カメラを固定しても十分な板書領域の撮影が可能となった。さらにSDTV規格の解像度を最大限に生かすため、カメラからのコンポーネント信号(Y, Pr, Pb)をダイレクトにデジタルビデオ信号に変換してDVD+RにDVDビデオ記録する方式を完成させた(下図)。詳細は2004年度の駒沢女子大学研究紀要に記したとおりである。

このシステムの特別な点は、DVDビデオ記



ビデオ録画システムの基本構成
ビデオ録画システムの基本構成



ビデオ録画システムの発展形
ビデオ録画システムの発展形

録するデバイスとしてパソコンを選択したことである。一般的には操作の簡単な家電であるDVDレコーダを利用するのが適当であろうが、ハードウェア・リアルタイムエンコーダを実装したパソコンを利用したのは、システムの将来性を考慮してのことである。パソコンをネットワークに接続することにより、リアルタイムもしくはバッチ的にデータをサーバに転送するシステムの構築が容易になり、サーバに蓄積された画像をデータベースとして利用した、いわゆるビデオ・オン・デマンド（以下VOD）の実現が可能となるのである。

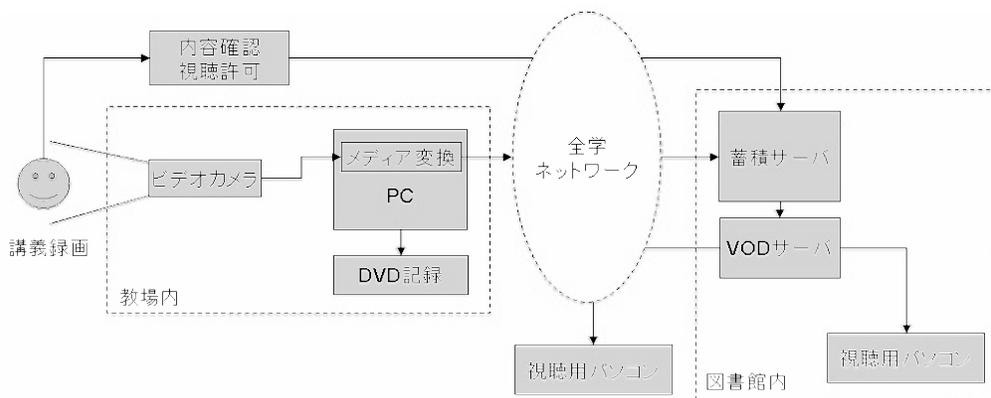
VODはe-Learningにも展開可能な技術であるが、VODを実施する場合には別の問題が生じてくる。VODにはそれだけで授業内容が理解できるように専用に設計されたコンテンツが必要であるが、本学のシステムは単に授業内容をそのままベタで撮影しただけで、教授法の見直しや後編集は一切行われていない。デジタル化することによりランダムアクセスを可能としても、講義内容をそれだけで理解させるコンテンツを完成させることはできない。e-Learningコンテンツに専用設計が求められるのはそ

のためである。

3.3 マルチキャスト対応と自前教科書

すでに述べたように、本学の授業録画システムは授業のベタ録画である。したがって無音部分や教科書を読むなど映像として説得力の不足する箇所も多い。もちろんこれに編集を加えれば完成度は高まるが、費用と時間の面から困難である。そもそもコンテンツの利用範囲が限定される本学のような小規模な大学には、後編集工程を用意することなどまったく意味のないことである。「小さな大学」を目指すには、授業録画システムに手を加えるのではなく、授業録画コンテンツと別のものを組み合わせることで付加価値を増すという手法を目指すべきであろう。

その観点において、自前教科書との組み合わせはまさに正鵠を射ていると思われる。自前教科書の本来の目的は、授業の内容と進行に沿った専用のテキストを制作することにより、学生の負担の軽減と理解度の向上を目指すものである。2005年度後期より自前教科書は無償となり、学生の負担軽減は達成され、同時に著作権などの問題点も解消された。残る課題は印刷のオンデマンド化による小部数多品種印刷の実現、す



VOD 授業録画データベースシステム

VOD 授業録画データベースシステム

なわちオン・デマンド・プリンティングだけという状態で、これも2006年度中には達成される見込みである。

自前教科書と授業録画の二本立てによる教科構成を全学的に展開しているのは、現在のところ本学のみであり、e-Learning への発展も可能な新しいメディア教育モデルとして注目度の高い内容であると自負している。2005年度中には教場内でDVD 記録する方式から、ネットワーク経由で図書館内にある専用サーバに、ネットワーク経由で自動的に送信され蓄積される方式へと変更し、VOD など多角的に利用できる条件を整備する予定である(下図参照)。これに伴い、保存メディア形式も現行の MPEG2 から、より圧縮率の高い MPEG4 の WMV (Windows Media Video) もしくは H.264/AVC など、最新技術を導入するべく関係情報を収集中である。

また同時に複数の視聴者に配信するマルチキャストでは、通常スプリッタ (splitter) と呼ばれる複数の専用中継サーバを利用するが、本システムでは管理上コンテンツの蓄積先は一箇所としたいと考え、ひとつのサーバから可能な限り多くのストリームを配信する VOD サーバ方式を検討している。視聴用のパソコンはソフトウェアのみで VOD 再生できる端末を想定し、図書館内および学内任意の箇所からアクセス可

能なネットワーク配信を実現する。この場合セキュリティの最大のポイントはログインする個人の認証であり、現在稼動中の IC カードによる認証では本人特定という面で不安が払拭できないため、指紋認証方式の導入を模索中である。これも e-Learning への発展、単位履修などへの適用を視野に入れてのものである。

4 教室の視聴覚設備との統合

4.1 視聴覚設備の統合

図書館のメディア統合化の方向性が見えたところでの、次の課題は各教室に設置されている視聴覚機器の「整理」である。視聴覚機器は従来からの VHS 出力を大型テレビに上映するパターンを基本とし、以下の四種類に分類ができる。この分化の理由は主に設備の導入時期によるもので、その結果教室毎に機器の種類とメーカーが混在し、メンテナンス上も非常に問題の多い構成となっている。したがって視聴覚設備の当面の目標は機種の一統であるが、設備されている教室が少ない点も見逃すことはできない。

また語学系の授業では、過去においては LL 教室を利用していたが、学生数の偏在と設備の陳腐化に追いつかず現在ではこれらの教室は使用せず、ラジカセを持ち込んでカセットテープを聞かせるという旧態然のメソッドに依って

教室に設置されている視聴覚設備分類			
入力装置	メディア種類	表示装置	その他
VHS ビデオデッキ	VHS テープ (SVHS 含む)	大型 CRT テレビ	スクリーン
		三管プロジェクタ	
		LED プロジェクタ	
VHS+DVD デッキ	VHS もしくは DVD	LED プロジェクタ	

既存メディアの種類	統合メディア	ファイル形式
VHS、DVD、SVHS、D-VHS、CD	DVD へ統合	MPEG2
CD、カセットテープ、MD、オープンリール	CD へ統合	WAV

る。これらを全体的に考えると、映像系においてはDVDビデオ(DVD-Rを含む)を軸に、音声系においてはCD-ROM(CD-Rを含む)を軸に、それぞれメディアの集約は可能であると思われる。既存の映像資料のDVD化、もしくはカセットテープのCD化を容易に実現できる「メディア変換設備」さえ整備可能であれば、この二種類のメディアを再生できる環境を全教室に設置することにより、教室依存のない授業環境の整備が可能となるに違いない。

4.2 パソコンとの統合化

視聴覚機器は、AV(オーディオ・ビジュアル)と総称されるように、信号の種類は本来統一されており、メディアさえ一本化できれば設備の統合は比較的容易である。しかしパソコンとなると話は異なる。コンピュータは内部信号がデジタルであり、映像信号はアナログコンポーネント(RGB)もしくはデジタル(DVI)で送られる。その解像度は機種によって異なるが、SXGA(1240×1024ドット)が一般的であり、ビデオ信号解像度である640×480ドットとは大きな差が存在する。この点で、ビデオとパソコンとの統合には困難性が付きまとう。

最近の動向としては、パソコンにDVDドライブを搭載し、ビデオ映像も含めてパソコン経由でプロジェクタから投影する方式への統合が進行している。単に「可能」であるだけなら問題ないが、パソコンのビデオカードの色再現性の不足やRGB信号を表示するデータプロジェクタと呼ばれるビジネス用製品の色調の乏しさ(コントラストの低さと黒浮きの問題)は、映像品質の大幅な低下を招いてしまう。またワイドアスペクト16:9へ移行しつつある映像コンテンツに対し、パソコンの3:2画面サイズは上下方向に無駄が多く生じ、コンパチビリティ面での差異はますます拡大していると言わざるを得ない。

またパソコン画面を投影するデータプロジェクタが明るさを前面に押し出しているLED方式を採用しているのに比し、ビデオ映像を投影するシネマプロジェクタ(シアター系、ホーム系と呼ばれる)はコントラストを重視したDLP(Digital Light Processor)方式に移行している。その結果、データプロジェクタは平均3000ルーメン以上の輝度を持ち、オフィス内の明るい場所でも画像確認可能な水準となっている。そしてシネマプロジェクタは1000ルーメン以下で室内を完全に暗くして上映するスタイルへと二極分解している。これらを統合することは、客観的に見ても難しいように思える。

4.3 オンデマンド視聴覚システムへの発展

様々な条件を考えた結果、視聴覚およびパソコンとの統合化における問題点が、パソコン画面を表示するシステムにビデオ映像を載せようとする点にあることが明確になってきた。その最大の理由は、パソコン画面の解像度が高いためである。そこでデジタルテレビの最新技術であるHDTV(High Definition TV)に注目することにした。HDTVは1920×1080ドットの解像度を持つデジタルビデオ(MPEG 2-TS)信号の映像である。これは明らかにパソコン並みの解像度であり、この仕様を採用すればビデオ映像にパソコン信号を載せるという従来の逆の発想が実現できる。

奇しくも、パソコンの画面サイズはSXGA+と呼ばれる1440×1024ドットをはじめ、1600×1024、あるいは1920×1200ドットのUXGA+にいたるまでワイドアスペクト化がトレンドとなっており、これらの動向を勘案するとHD解像度はパソコンにとっても無理のない仕様であることがわかる。ただしパソコンの画面を表示するには、完全にHDTVの画素を持つ「フルHD」と呼ばれる解像度が必要となる。パソコンは画素リサイズを行うと表示情報が大幅に失わ

れるからである。

残念ながら HD 解像度の機器はまだ高価で、LED ディスプレイおよび PDP ディスプレイでフル HD 仕様は60インチクラスが最大で150万円である。一般にハイビジョン対応と呼ばれる家庭用テレビでは1024×768ドットレベルのため、本システムには利用できない。また教室は奥行きがあり、画面对角線長の7倍までという適正視聴距離を考えると60インチで10mまでとなり、必然的に80インチ以上を表示できるフロントプロジェクターが必要になる。データプロジェクターで映像上映に耐えうるコントラストを出せる機種は、DLP を使った製品に限られる。理論的には、DLP 素子、4000ルーメン以上の輝度、フル HD 解像度（ワイドアスペクト）を持つプロジェクターが存在すれば、AV 機器とパソコンとの統合は可能となる。しかしこうした製品はまだ発売されておらず、素子の開発状況および価格的な問題から考えて、大学への導入は2年後になると思われる。

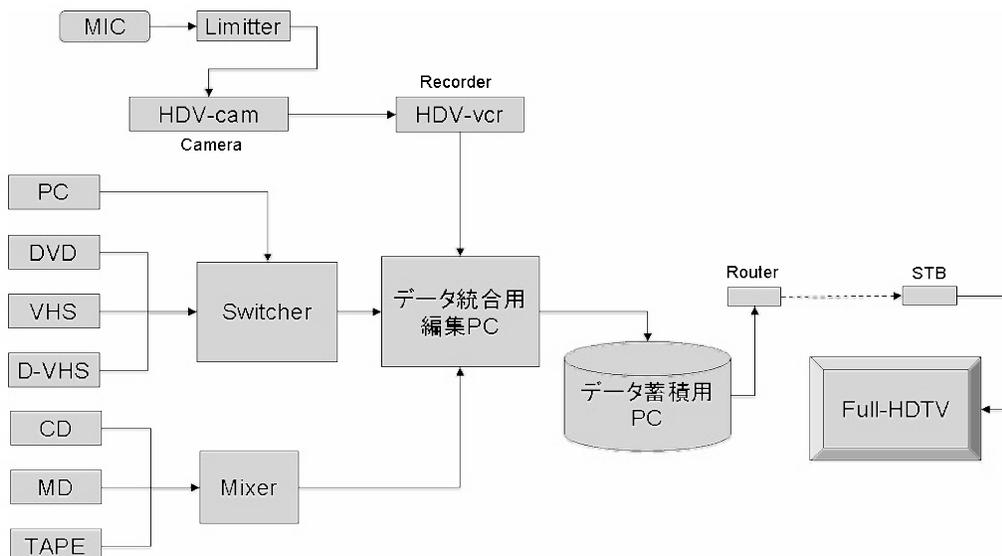
いずれにしても理論的には、フル HD の導入

が AV/PC 統合を可能にする。これに併せて授業録画システムも HDV (1440×1080ドット) 仕様に変更し、大幅に設置コストを下げるとともに画質を向上させることを計画している。これらをまとめたのが、以下の概念図である。2005 年秋には試験的にワンセットを大学内に設置し、実用化を目指して進行中である。

5 今後の計画

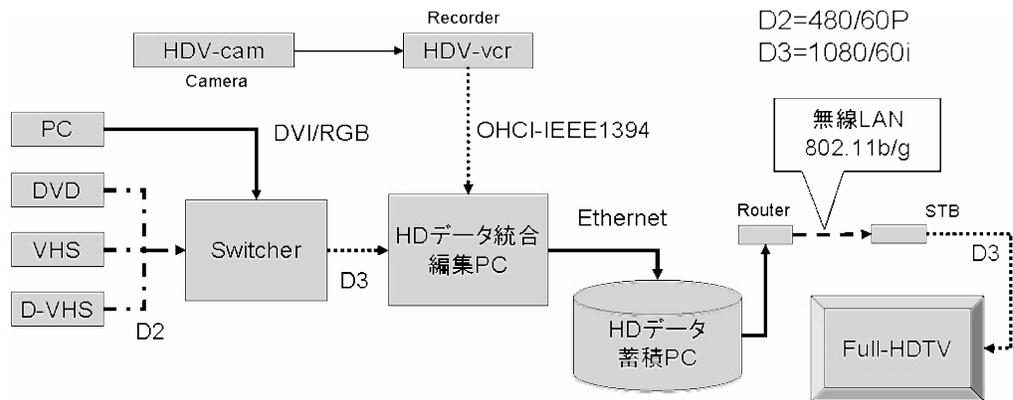
5.1 学内のマルチメディア統合化

図書館 AV システムの統合から始まった学内設備の一元化は、授業録画システムの高度化とオンデマンド化に伴って利用されるネットワークをさらに活用する、講義用メディア統合へと発展する。このキーテクノロジーが HD であり、同時に更新する講義録画システムも HDV への移行もこれにより可能となる。この HD 化に伴う最大の問題点は、大幅に増大するトラフィック負荷をどのように低減するかである。フル HD は HD/SDI 圧縮仕様でも256 Mbps 以上、HDV の場合も25 Mbps となり、100 Mbps を最



メディア統合蓄積型オンデマンドHD視聴覚システム概念図

メディア統合蓄積型オンデマンド HD 視聴覚システム概念図



メディア統合蓄積型オンデマンドHD視聴覚システム映像信号系統図

メディア統合蓄積型オンデマンド HD 視聴覚システム映像信号系統図

大とするネットワークにとって非常に厳しい条件となる。

すなわちこれらの統合化システムは、超高圧縮に伴う品質的なデメリットを抑止するためには、データ内容に応じたステップごとのメディア形式の適用がポイントである。光ケーブルを使用したギガビット・イーサネットの積極導入と、WMVのHD仕様(720P/5Mbps)を上回る圧縮アルゴリズムの検討が求められる。現時点ではSONY社のHD圧縮アルゴリズムを使用し以下のシステムを構成中であるが、今後の技術動向によりさらにクオリティを追求していく予定である。

5.2 無線LANによる配信課題

学園のインフラ整備事業を契機に、キャンパス内のネットワーク環境整備によるメリットのひとつであるIP電話を積極的に導入しようとする構想もあるが、学内に無線LAN環境を構築する以上、それを電話だけでなく情報配信さらには授業にも利用したいと考えている。しかし現状では、無線は転送速度の点はともかくアクセスタイミングが60ミリ秒程度であるため、動画の転送は駒落ちが生じる。30fpsを実現するには、少なくとも30ミリ秒以上が

必要である。圧縮アルゴリズムの選定以外にこうした無線アクセス特有の課題はまだ存在する。

またHDないしHDVを導入する場合でも、蓄積はともかくオフラインでのデリバリーをどうするかが未解決である。現在HD品質を記録するメディアとしては、DVHS(デジタルVHS)もしくは次世代DVDしか存在しないが、前者はテープ記録であるためランダムアクセス性が悪く再生装置もマイナーである。後者にいたっては、Blue RayとDVD-HDの二陣営が対立して一本化されておらず事実上利用できない状況となっている。さらにHD対応のMPEG-TS形式は、現時点では再生ソフトが標準化されていないためパソコンでの再生はできない。そのため学外で上映などを行う場合には、HDV対応編集システムからIEEE1394接続でハイビジョンHDDレコーダ(I/Oデータ社のREC PODなどに)に蓄積し、それを相手先のHD対応チューナを持つディスプレイへ接続し、IEEE1394で再生をコントロールする方法をとっている。

6 まとめ

すでに述べたように、今後のネットワークおよび伝送システムを検討する際は、SDからHDへと急速に映像系が移行していく事と併せて煮詰める必要がある。フルHD対応の家庭用平面ディスプレイも登場し、コンピュータデータ（通信）系とビデオ（放送）系のハードウェアは数年以内に統合されるに違いない。これこそまさしく多様なメディアを併用する大学教育にとって大きな恩恵となる。しかし大学の講義への適用に際しては、本稿で論じたような配信システムとそれに対応する圧縮アルゴリズムの重要性がさらに高まる。今後の推移・動向を注意深く見定めつつさらに研究を進めたい。

参考文献

HDTVの特徴および仕様については、拙文「映画技術の側面から見た1080/24Pの必然性と将来性」（2002年、駒沢女子大学研究紀要9号、PP55-78）を参照されたい。

授業録画システムについては、同じく拙文「統合e-Learningシステムの開発」（2004年、駒沢女子大学研究紀要11号、PP41-53）を参照されたい。