

# マルチメディアを用いた教育環境の構築とその評価\*

—— 分散型映像編集システムとそれを用いた教材制作 ——

The Architecture and Evaluation for Educational Environment with  
Multi-media

浜田 耕治      松本      章      花野 元哉      山本 正樹  
Koji Hamada      Akira Matumoto      Motochika Hanano      Masaki Yamamoto

## Abstract

Our goal is to create a multi-media aided environment in education. This paper describes the environment which is integrated with two environments consist of software and hardware. As one of software environments, a standard method for producing educational multi-media materials is established. As hardware environment, distributed real-time image editing system for producing and employing the multi-media materials is described. In practice, some educational materials are produced using this method and the system, and then the environment is evaluated by employing the materials in the lecture.

## 1. 緒言

我々は、効果的な講義を行うために映像を用いることが有効であることに注目し、マルチメディアを用いた教育環境について研究をおこなってきた。<sup>1) 2)</sup> 一般に、オリジナルな映像教材をつくるためには各メディアの特性を熟知した上で、編集システムを用いて映像リソースを編集することが重要である。しかしながら従来の映像編集システムでは、制作者は、ストーリーや画面構成の決定および多様な映像リソースからの映像検索に大部分の時間を消費するだけでなく、このシステムに習熟した編集者を必要とするなどの問題点があった。これらの問題点を解決するためには、個人でも教材制作が可能な環境および手法の開発が要求される。このためには、環境として最適な映像検索データベースをもち、効率のよい映像リソースの作成と編集を行うシステムの構築が必要であり、制作手法として系統的な教材制作の標準的手順の確立が不可欠である。

本論文は、制作環境として分散型の映像編集システム<sup>3) 4)</sup> および制作手法として系統的な手順の標準化<sup>5)</sup> について提案し、さらにマルチメディア教材を制作し教師付きのCAIツールとして実際に使用することによって、本システムおよび制作手順の有効性を検討したものである。

---

\*平成5年5月原稿受理  
大阪産業大学 短期大学部

## 2. 映像教材の利用分野

映像教材には主として次に示す3種類の利用分野が考えられ、それぞれ制作手法が異なる。

- ビデオテープによる自己学習教材
- CAI教材：コンピュータのグラフィック機能<sup>6)</sup>とCD-ROMやレーザー・ディスクなどの大容量ランダムディスクの組合せによる教師ありや、教師なしのCAIソフト
- サイエнтиフィック・ビジュアライゼーション：数値計算結果の可視化

いずれも、個人的に利用する目的を別にして、学生への教材として提供するためには単なる映像だけでは意味がなく、プレゼンテーションとしての視点すなわちシナリオにしたがった制作を前提としている。したがって、講義の流れに沿った映像構成が必要となるため、制作の前段階で内容と画面構成に対する十分な検討を行わなければならない。さらに、プレゼンテーションでは映像と音声間を時間的に同期をとることがきわめて重要である。このため、画像や音声の処理および編集を行なう機能を同一のシステム上に構成し、しかもそれらの機能を有機的に結合できるシステムが要求される。また、このシステムで制作した教材が講義の中で有効に用いられるためには、教師とシステム間に良好なユーザーインターフェイスが介在しなければならない。

## 3. 分散型映像編集システム

我々の目的の一つは、利用者自身の意図にあわせて容易に教材を制作、内容の変更および教材の活用ができる環境を整備することである。この目的を実現するため、各種の機能を有機的に結合可能な分散型映像編集システムの概念の設計を行い実際にシステムを構築した。

このシステムは図1(a)に示すように、3つのシステムブロックからなる。

- (1)映像・音声データベースシステム
- (2)映像・音声リアルタイム・ネットワークシステム
- (3)ユーザー・システム

このシステムブロックは主として図1(b)~(d)の3つの編集モード（利用形態）と関連している。

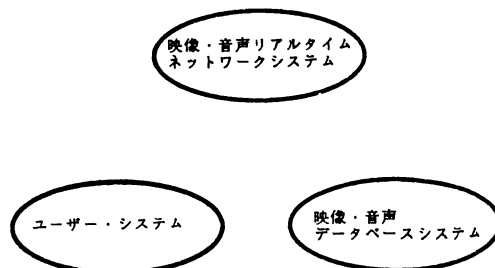


図1(a) 映像・音声編集システムの基本構成

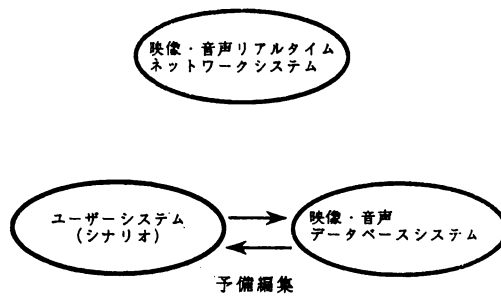


図1(b) 予備編集モード

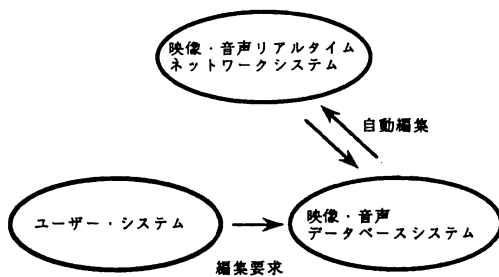


図1(c) 自動編集モード

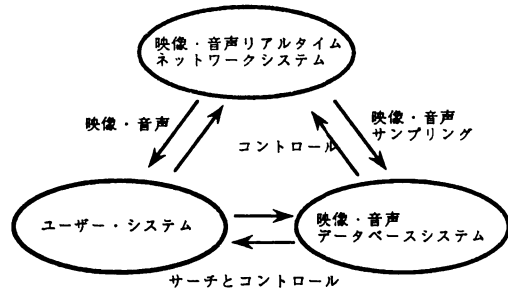


図1(d) リアルタイム編集モード

それぞれのシステムブロック間の関係は以下に示される3種類の編集モードによって異なっている。

### 3. 1 編集モード

#### (1)予備編集モード

このモードは従来のビデオ教材編集のように、あらかじめ作られたシナリオに沿って映像を編集する形態と類似している。しかし、図1(b)に示すように、映像・音声データベースの支援によって、ユーザが本格的な編集の前に十分に映像間および音声のマッチングなどのテストおよび評価を行えるところが異なっている。データベースはこの作業中に本編集用の編集作業手順ファイルを自動的に作成する。

#### (2)自動編集モード

図1(c)に示すように、編集作業手順ファイルに従って目的とするビデオ映像教材を自動編集するモードである。この手法は自動編集を中断し任意の時点から(1)の予備編集モードに切り替えられるのでシナリオの変更が可能である。データベースの支援があるため、編集の効率が低い。

#### (3)リアルタイム編集モード

このモードを用いれば図1(d)に示すように、あらかじめ用意した映像・音声データベースをもとに、実際の教室においてリアルタイムで編集できる。この場合、教室がいわばスタジオであり、教師がディレクターと編集者をかねた作業を行なうことになる。したがって、高度のリアルタイム性と良好なユーザーインターフェイスが要求される。

いずれのモードでも、本質的に分散されている各種の映像・音声リソースを系統的に扱えなければならない。このためリソースを以下のように分類した。

### 3. 2 リソースの分類

ここでは、リソースを図2に示すように0次から4次までの5種類に分類している。

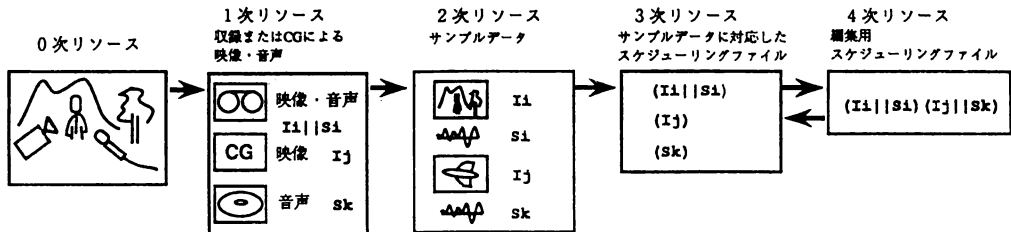


図2 リソースの分類

- 0次リソース 人物や自然の映像のように2度と同じリソースを作れないもの、あるいは作るために時間がかかるリソース。
- 1次リソース ビデオテープやレーザー・ディスク上にある0次リソースから作られたもの、またはリアルタイムで作成できるリソースである。
- 2次リソース 1次リソースをサンプリングしたリソースであり、光ディスクやハードディスクに記録される。
- 3次リソース 1次リソースに対応して2次リソースのインデックス、属性、タイムコード、編集点およびファイルポインタなどの管理ファイルからなる。このファイルには、ユーザが2次リソースを用いて予備編集し、さらに、1次リソースを用いて自動編集するのに必要な情報が含まれている。このリソースはホストシステム上にあり、ホストによって管理される。
- 4次リソース ユーザが3次リソースにしたがってチェーンされている2および1次リソースを利用するために作られるユーザのリソースであり、予備編集時に3次リソースへのアクセスを行なうためのファイルからなる。自動編集をするためには4次リソースを3次リソースとしてホストに登録しなければならない。

このようにリソースを階層的に扱うことによって、高度な編集機能を持つシステムを系統的に構築できる。これらのリソースは分散型コンピュータシステムによって同期制御される。

### 3. 3 システムハードウェアの概要

各システムのハードウェア<sup>7) 8)</sup>は、図3に示すように、2次リソースのデータ用のトランスピュータチャンネルおよび映像・音声用のアナログチャンネルの2種類のチャンネルによって結合されている。図で示されていないが別の複数個のトランスピュータで構成される1および2次リソース管理システムによって、データベースシステム内のすべてのデバイスが制御される。

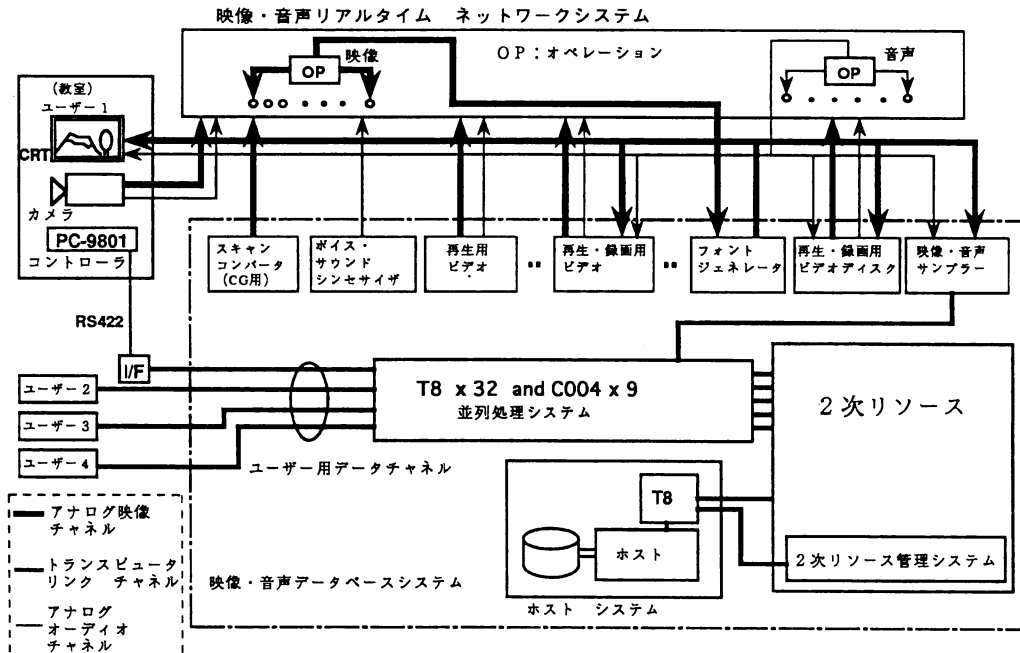


図3 編集システムのデータチャンネル

このような分散型アーキテクチャを採用することによって、各種リソースを階層的かつ、系統的に扱えるようになる。さらに、このシステムはトランスピュータの高度な並列処理能力をシステムに組み込んでいるため、リソースの追加および削除が容易なフレキシビリティの高いシステムとなっている。このため、インターフェイスの良好なCAIシステムの研究・開発環境ともいえる。

#### 4. 映像教材の制作手法の標準化

本編集システムは、従来に比べてより効率的に映像教材を制作し分析できる環境といえるが、編集に至るまでに基本シナリオの作成など多くの労力を必要とする作業が存在する。ここでは、この労力を低減するための制作手法を提案する。制作に必要なすべての手順は図4に示される(a)から(g)の作業ブロックに分割される。制作者が行う各ブロックの作業を以下に示す。

- (a)最初に講義のねらいおよび方法を検討する。
- (b)基本シナリオと講義に必要な図を幾通りか作成する。
- (c)シナリオおよび映像教材の1次リソースとなる図は講義で実際に使用する過程で最適なものが選ばれる。この選定は、講義の中で学生からのアンケートによって得られた改善点を基本シナリオに逐次フィードバックすることで行われる。
- (d)完成した基本シナリオに従ってコンテ（時間割など制作に必要な指示が記入されたもの）を作成する。つぎに図5に示される例のように、コンテに(c)で選定された図の略図を加えた映像教材用の絵コンテを決定する。ここでの略図は1次リソースを作成する際に参考される。

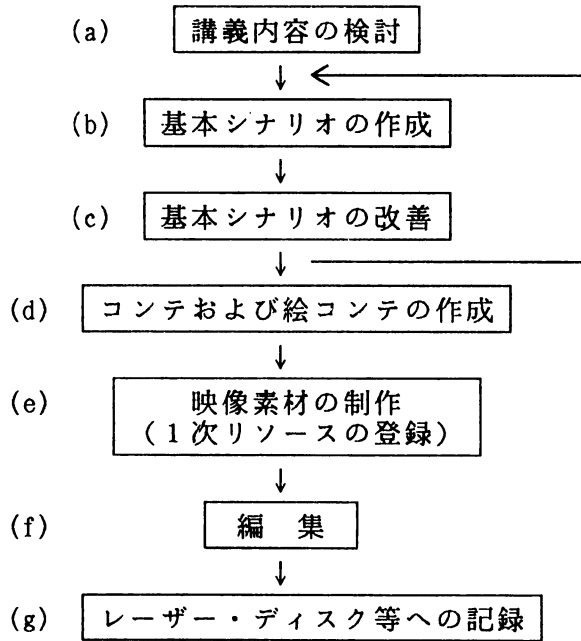


図4 映像教材制作手順

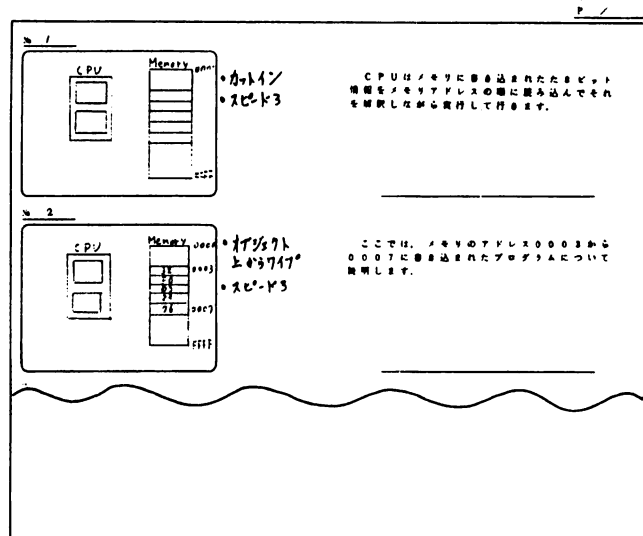


図5 絵コンテの様式

- (e)完成した基本シナリオに従って、1次リソースを作成しデータベースに登録する。
- (f)本システムの持つ予備編集、自動編集およびリアルタイム編集の3種類の機能を用いて編集を行う。
- (g)レーザー・ディスク等、使用目的に適したメディアに1次リソースが記録され、教材は完成する。

この制作手順は、多数の映像教材を実際に制作した結果を反映しており、ほぼ標準的な手順となることが確認できている。

## 5. マルチメディア教材の使用法

第4章で示された手法に従って制作された教材は、手順(c)～(g)でデータベースに登録されるので、教室からの遠隔制御によって容易に利用できる状態にある。この操作はレーザー・ディスクに記録された1次リソースを教室からパソコン(PC-9801)によって制御することで行われる。また、本システムの持つリアルタイム編集機能は、現在インタラクティブな講義のツールすなわちCAIツールとして活用されている。この機能を用いれば、教師は講義の進行に合わせて、映像をスケジューリング(4次リソースを作成)できる。スケジューリングの履歴はデータベースに登録されるので、授業の展開方法の研究・分析の基礎資料となる。

## 6. 調査と検討

先に述べたような優れた教育環境を構築するための分散型映像編集システムと、標準化された映像教材制作手法の有効性を検討するために、我々は、実際にマルチメディア教材を制作し、講義の中で本システムを使用することによって、どの程度教育効果を上げることができたかを調査した。教材は、コンピュータ・プログラミングに関するものであり、調査は、命令の実行、とメインプログラムとサブルーチン、を題とする2種類の教材を用いて行われた。実験では映像を用いて講義を行った場合と、用いない場合の理解度の差を調べるためにアンケートを取り、同時に講義に要した時間について調査した。アンケートは、表1に示す各項目の理解度をイエスあるいはノウの二者択一で答える方法で行なわれ、項目の説明が終わった時点で各項目ごとに直ちにアンケート用紙のイエスまたはノウのどちらかの欄にチェックを入れた。対象者は102名である。調査結果を表2、表3に示す。同じ内容の講義を行った場合、理解度はほぼ同じ程度であるが、講義時間は、映像教材を用いた場合大幅に短縮できている。

調査から我々の提案したマルチメディア教育環境が、十分実用的であることが確認できた。すなわち本システムは、

- (a)レーザー・ディスクによる映像のランダムアクセスができる。
- (b)映像がデータベース化されているので、映像の検索が容易であり、学生とのインタラクティブな授業を確保できる。
- (c)分散型システムであるので、教室側からのアクセスに対する映像の応答が速い。
- (d)分散型システムであるので、教室にはコンパクトなシステムを設置するだけであり、学生に違和感を与えない。

など教育環境に必要な基本的な条件を満たしている。

さらに、本システムはマルチユーザーシステムであり、複数のユーザが多様な映像情報を含んだ階層的なデータベースを扱うことができる。磁気テープなど大容量メディアからサンプリングされたランダムアクセス可能なリソースを用いることになり、多大な時間が必要な予備編集作業をマルチユーザで行なうことができるので、編集効率が向上する。一方、現在のシステムは教師側の端末にマルチメディア対応でないコンピュータを用いているためユー

ザーインターフェイスが十分でない。このため現在マッキントッシュの優位性に注目し、これを用いたユーザーインターフェイスを開発中である。さらに映像を有効に講義で活用するためのシーンの構成方法および図の適切な表示時間など、基本的な未解決の点を解明するため調査検討中である。

表1 アンケート内容

項目	内 容
1	Aレジスタの働き
2	命令レジスタ
3	入出力ポートの働き
4	サブルーチンを使った場合のプログラムの流れ

表2 項目1、2、3に関する調査結果（命令の実行）

	グループ1 映像無し	グループ2 映像有り	グループ3 映像有り
講義時間（分）	1 8	1 2	1 1
項目1（人）			
YES	2 6 (79)	2 8 (82)	2 1 (60)
NO	7 (21)	6 (18)	1 4 (40)
項目2（人）			
YES	2 6 (79)	3 0 (88)	2 9 (83)
NO	7 (21)	4 (12)	6 (17)
項目3（人）			
YES	2 6 (79)	2 9 (85)	2 3 (66)
NO	7 (21)	5 (15)	1 2 (34)

YES ……理解した NO ……理解せず ( )内は%を示す

表3 項目4に関する調査結果（メインプログラムとサブルーチン）

	グループ1 映像無し	グループ2 映像無し	グループ3 映像有り
講義時間（分）	6	7	3
項目4（人）			
YES	2 7 (82)	2 8 (82)	2 4 (69)
NO	6 (18)	6 (18)	9 (26)
回答無し			2 (5)

YES ……理解した NO ……理解せず ( )内は%を示す



## 7. まとめ

分散型の編集システムを構築し映像教材の制作手法を提案した。本編集システムを用いてオリジナルな教材を制作し実際に使用することによって、本システムがマルチメディアに対応した教育環境として適していることを確認できた。また提案した制作手法を用いれば、講義の内容を検討することと並行してシナリオ作成ができ、さらに講義中に使われた図を1次リソースとして映像データベース化できるので、良質な教材を制作できるばかりでなく時間および労力を低減できる。本手法によって制作された映像教材を使用した結果、本手法は教師自ら映像教材を制作するための標準的な手順の一つとなることが確認された。調査に用いた教材はやや概念的な内容ではあるが、調査の結果、適切な環境のともではマルチメディア教材がインタラクティブな教育に有効なツールになると期待できる。最後に、本研究の一部は、大阪産業大学産業研究所の平成4年度個人研究特別助成金の援助を受けて行われたものである。

## 参考文献

- 1) 山本、他：トランスピュータを用いた視覚教材作成システム（FVS）、第一回日本OUG国際会議、1988.
- 2) 川島、他：有限要素法教育ビデオのねらいと制作法、日本機械学会第4回計算力学講演会、1991.
- 3) M. Yamamoto, et al.: Distributed Realtime Image Editing System Using Transputer, Third International Conference on Applications of Transputers, Glasgow, UK, 1991.
- 4) 松本、他：教室における映像プレゼンテーションの環境について、情報処理学会第44回全国大会、1992.
- 5) 浜田、他：教師付きの映像教材の制作手法（I）、情報処理学会第44回全国大会、1992.
- 6) 花野、他：一般工学教育のためのビジュアル・インタラクティブシステム、D & D92conference, 日本機械学会、1992.
- 7) INMOS Ltd.: 製品案内、1989.
- 8) コンカレント・システムズ：製品案内、1989.