

# 「メディア統合」を展望した マルチキャスト映像ネットワークの構築

— 「誰もが放送可能な世界」は可能か？ —

稚内北星学園大学

丸山 不二夫

maruyama@wakhok.ac.jp

## はじめに

2001年2月、筆者は沖縄にいた。文部省の補助事業で、稚内北星学園大学（以降本学）と稚内の情報系の専門学校を結んで、遠隔授業の実験が行われたのだ。沖縄の学生たちは、PCに映し出される稚内の雪景色に歓声をあげていたが、筆者の感慨は別のところにあった。通常のOCNの1.5Mbpsの回線をトンネリングで通り抜けてきたmpeg4マルチキャスト・パケットたちは、沖縄の数十台のPCに、同時に音声と映像を伝えた。稚内にいる植田先生が、「携帯Java」の講義を始めた。

携帯電話のデモの小さな表示画面がアップされ、象のアニメーションが、沖縄の数十台のPCに、同時に、きれいに映し出された。学内では、こうした光景は見慣れていたつもりだったが、また、言葉では何度も何度も語ってきたつもりだったが、国内最長（たぶん）の遠隔授業には、新鮮な発見があった。

「これは、やはり、放送なんだ。」

## システム概要

本学では、2000年4月から、69台のIP/TV mpeg2ビデオサーバと230台以上のmpeg4ビデオサーバが、数ギガの帯域を持つ基幹ネットワーク上でIPマルチキャストを行うという、当時としては世界最大規模の映像ネットワーク環境を構築・運用してきた<sup>1), 2)</sup>。

本学の環境では、ネットワーク上の300台すべてのノードがmpeg2あるいはmpeg4のエンコーダを備えるとともに、すべてのノードがビデオ・サーバとしてmpeg2あるいはmpeg4のストリーム送出能力を持っている。また、ネットワーク上のビデオ・ストリームは、すべてIPマルチキャストで送出される。もちろん、すべてのノードはmpeg2とmpeg4双方のIPマルチキャスト・ストリームのデコード能力を持つ。

こうして、ネットワーク上の任意のPCから誰もが、理

論的にはネットワーク上のすべてのノードに対して、映像の「放送」が可能となる。IPマルチキャストを使っているので、ネットワーク上の300台すべてのノードに対する送出手も、サーバに負荷をかけることはない。

我々は、この環境を「誰もがテレビ放送可能な世界」と特徴付けている。同時に、IPをベースにしたこの映像ネットワークは、放送（Broadcast）だけではなく、Peer to PeerあるいはNarrowcastの映像コミュニケーションを保証し得る能力を持つのである。

図-1はネットワーク構成の概要を示したものであり、表-1に、本学の映像ネットワークのノードを構成するPCが持つ基本的な映像ネットワーク機能を示す。図-2は本学での利用の様子である。

「ライブマルチキャスト送信機能」とは、ビデオ・カメラなどからの入力をリアルタイムでエンコードして、ネットワーク上にマルチキャストで送り出す機能である。これによって、ビデオ・カメラだけでなく、地上波・BS・CS等のテレビやビデオ・DVD等からのビデオ出力をリアルタイムでネットワークに送り出すことができる。それに対して、「ファイルマルチキャスト送信機能」は、

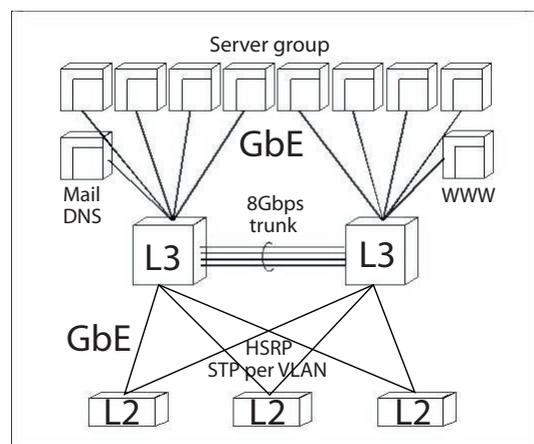


図-1 基幹ネットワーク構成

映像ネットワーク機能	Software / Hardware
1. mpeg4 ソフトエンコード機能	Toshiba MobileMotion
2. mpeg4 ライブマルチキャスト送信機能	Toshiba MobileMotion
3. mpeg4 ファイルマルチキャスト送信機能	Toshiba MobileMotion
4. mpeg4 ソフトデコード機能	Toshiba MobileMotion
5. mpeg4 ファイル生成機能	Toshiba MobileMotion
6. mpeg4 ファイル編集機能	Toshiba MobileMotion
7. mpeg2 ハードデコード機能	Optibase VideoPlex XPress
8. mpeg2 ハードエンコード機能	Optibase MPEG MovieMaker 200
9. mpeg1 ハードエンコード機能	Optibase MPEG MovieMaker 200
10. mpeg2 ライブマルチキャスト送信機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0
11. mpeg2 ファイルマルチキャスト送信機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0
12. mpeg2 VOD サーバ機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0
13. mpeg2 ファイル生成機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0
14. mpeg1 ファイルマルチキャスト送信機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0
15. mpeg1 ファイル生成機能	Cisco IP/TV Server Ver3.0

表-1 映像ネットワークの機能

エンコーダで生成された mpeg ファイルの内容を IP マルチキャストでネットワーク上に送り出す機能である。「エンコード機能」と「ファイル生成機能」が区別されているのは、そうした理由による。

## ● ネットワーク上の PC たち

本学の映像ネットワークを構成するノードは、基本的に 2 つのタイプの PC からなる。

1 つのタイプは、mpeg2/mpeg4 の双方に対応し、表-1 の 1～15 の映像ネットワーク機能をすべて備えた高機能タイプである。もう 1 つのタイプは、mpeg4 対応をメインとし、表-1 の 1～8 の機能を備えた標準タイプである。後者の標準タイプにおいても mpeg2 マルチキャストストリームの受信（表-1 の機能 8.）が可能である。

PC の概要に関しては図-3 を参照願いたい。

### 高機能タイプ PC とコンテンツ作成機能

高機能タイプの PC は、DV、AV のキャプチャ・ボード、mpeg2 のエンコーダ、デコーダ等、PCI のスロットを 6 つすべて使っているのだが、なかなか「相性」が合わず、現在のようなボードの配置を決めるまでには、「ハイテク」らしからぬ「試行錯誤」がずいぶんあった。

このタイプには、全台に 1 台ずつ、デジタル・ビデオカメラを装備した。本学は、かつての ATM 上の映像システム構築で 60 台のアナログ・ビデオカメラを保有しており、こうしたリソースを活用するため、アナログ・デジタル双方のビデオカメラの接続が可能になっている。

コンテンツの編集については、DV カメラから IEEE1394 (i.Link) と DV キャプチャ・カードを通じて、DV 形式の AVI ファイルで映像は取り込まれ、このファイルがノンリニアの編集ソフトに渡されることになる。これらのノードはすべて、ノンリニアの編集ソフト (AdobePremier) と 3DCG 作成用ソフト (LightWave3D) を備えており、作成した 3DCG を映像に取り込むこともできる。もちろん、ノ



図-2 実習室風景

ンリニアの編集では、DV カメラからの入力だけではなく、制作ブースで作成した AVI ファイルや既存の AVI ファイルの編集が可能である。Premier のノンリニア編集機能についてはよく知られているので、詳細は省略したい。

### 標準タイプ PC と mpeg4 編集ツール

標準タイプの構成は、高機能タイプから DV キャプチャ・カードと mpeg2 エンコーダ・カードを抜いたものと考えてよい。このタイプには簡単な CCD カメラが装備されている。二百数十台のこうしたタイプのマシンがすべて mpeg4 のファイル/ライブ双方のマルチキャスト送信機能を備えているだけでなく、mpeg4 の機能を活用したコンテンツの製作が可能となる。

次のような編集ツールを、すべてのマシンが備えている。

- (1) mpeg4 簡易編集ツール：映像中のカット位置を自動検出して、編集位置を高速に検索しながら mpeg4 ファイルのつなぎ合わせ、切り取りが可能ツールである。
- (2) シンクロコンテンツ作成ツール：mpeg4 の映像再生に同期して、指定した時間に指定したページを Web ブラウザに表示することが可能な mpeg4 コンテンツを生成するツールである。こうした機能は、ネットワーク上で講義をするコンテンツを作る場合には、非常に便利である。
- (3) オーサリングツール：mpeg4 の特徴であるオブジェクトを使用したインタラクティブなコンテンツを作成するツールである。mpeg4 では映像のほか、静止画や文字を、「シーン記述言語」で動作定義することによって、動画・静止画・テキストを組み合わせて、複数のオブジェクトからなるインタラクティブなコンテンツが作成できる。

## ● ユーザ・インタフェースの統一 「共通番組表」

システム的设计にあたり以下の 2 点に重点を置いた。

- ネットワーク上のすべてのノードに映像送出のサーバ機能を持たせて、文字通り、誰もが自由にどこからでもビデオ・ストリームの送出を可能にすること。
- 放送中あるいは放送予定の情報を公開して、他のユー



図-3 映像の送出と受信

ザが作成したストリームに対するアクセスを容易にすること。

こうしたシステムの設計思想に基づいて、映像ネットワークの統一的なユーザ・インタフェースとして作られたのがストリーム共有ツールの「共通番組表」である。番組を登録するにも、番組を放送するにも、番組を受信するにも、ユーザはサーバないしはネットワーク上で特別の権限を持つ必要はない。映像送出は自由であるが、匿名での送出は認めていない。

番組表は、それぞれのビデオ・サーバのノード上で動作する多数の「番組表クライアント」と、1つの「番組表サーバ」から構成される。番組表クライアントは番組表のブラウザであると同時に、そこから番組を選択するチャンネルの役割を果たす。番組表サーバは、放送予定の時間等のストリーム情報を動的に割り当てられるチャンネル情報と組にして「番組表」の形でネットワーク上に公開する。

以下、番組表クライアントと番組表サーバの役割を簡単に示す。

- 番組表クライアントから番組表サーバに対して、放送希望者は番組情報を登録する。
- 番組表サーバは、番組の登録に対して、クライアントにIPマルチキャスト・アドレスを割り当てる。
- 番組表サーバは、登録された番組を放送開始（予定）時刻でソートされた「番組表」として作成し、ネットワーク上でクライアントに対して公開する。
- 番組表クライアントは、サーバが公開した番組リストを取得して、番組表として表示する。
- 番組表クライアント上で番組を選択すると、ストリームのビューアが起動される。
- 番組表クライアントは、番組開始時刻になれば、自らのマシン上でビデオ・サーバを起動し、割り当てられたアドレスでコンテンツの送り出しを開始する。見かけは地味だが、番組表は、本学の映像ネットワー

クにおいて最も重要でユニークな役割を担っているのである。番組表の詳細と改善点については、文献3)を参考にして欲しい。

## ● ネットワーク構築のコンセプト 「誰もがテレビ放送可能な世界」

ここでは、我々がどのようにして「誰もがテレビ放送可能な世界」というコンセプトを形成してきたかを述べてみたい。

すでに、1995年に我々は、VODサーバと数十台のUNIXワークステーションとを直接ATMスイッチに接続して、mpeg2の映像配信を行うシステムの構築を開始した。1996年3月に完成したこのシステムを動機付けたのは、いわゆる「インターネットの爆発」であった。メディアの統合に興味を持っていた我々は、WWWをテキストに加えて画像、小規模の音声・動画といったさまざまなメディアをグローバルな規模で低帯域のネットワーク上で統合したものと考えたのである。1995年の本学の試みは、高帯域のネットワークによってビデオを含む映像情報をもインタラクティブに統合することが、ローカルな規模であれば可能であることを示そうとするものであった。

『ATM上のネットワーク・マルチメディアは、仮想的には多様なメディアを単一のメディアに統合し得る、いわば「ユニ・メディア」として我々の前に登場する。すべての情報が単一のメディアを通じてアクセス可能となるばかりではなく、我々自身がこのメディア上で多様な形態で自由に情報を発信することができる<sup>4)</sup>。』

ATMネットワーク上ではモーションJPEGを利用して双方向の映像コミュニケーションも可能であった。しかし、我々が強く望んでいたにもかかわらず、できあがったシステムはマルチキャストの能力を欠いていた。そのネットワークの下では、「双方向の映像コミュニケーション」はTV電話／TV会議といった「通信」の変種ではあっても「放送」ではなかった。

『肉肉な見方をすれば、我々は最高速のネットワークと最新の画像圧縮技術と最高速のグラフィック性能を用いて、そしてなによりも多額の費用を投じて、ようやく家庭用テレビに追いつこうとしているだけなのであるが、この生まれたばかりの「ユニ・メディア」はその双方向性によって一方向のブロードキャストであるテレビの世界を理論的には完全に包含し得るのである<sup>5)</sup>。』

1995年のシステムでは、テレビは準備できたが放送局は貧弱であった。システムには、1つのmpeg2エンコーダと1つのVODサーバしかなかった。理由は簡単である。mpeg2エンコーダは非常に高価で1台2,000万円もした。また、マルチキャストのないネットワークでは、ビデオ・サーバは高い性能が求められ、きわめて高価であった。

エンコーダがシステム全体で1台しかないということ

には、大きな副作用があった。システムに1台しかないエンコーダは、何か特別なものに、一般のユーザには疎遠なものになってゆく。こうして我々は、コンテンツの不足に悩まされることになった。

たくさんのエンコーダ+たくさんのサーバ+マルチキャスト、こうしたシステムを、しかも、できるだけ安く構築すること。次のシステムの構想は、比較的早くまとまった<sup>5)</sup>。

## ●コンテンツの「不在」は、どう克服されるか？

2000年に開学した本学の「情報メディア学部」は、21世紀を特徴付ける大きな変化を「メディア統合」の発展として捉えるとともに、「メディア統合」に向かう社会が提起するさまざまな分野の問題に答えることを大学設置の第一の目的に掲げた。

こうした大学の設置目的にそって、我々は学部内に「メディアとソフトウェア」「メディアと表現」「メディアと社会」という3つの「系」を設定した<sup>6)</sup>。

いわば、「コンピュータとそのネットワーク」という視角から、「メディアとしてのネットワーク」という視角への転換は、メディアの世界が「コミュニケーションと情報の共有」という基軸をもって運動していることを、我々に強く印象付けた。

こうした認識は、映像ネットワークとコンテンツ製作の位置付けを、以前とは大きく変化させた。「メディアと表現」という系の設定は、大学でのコンテンツ製作の位置付けを大きく高めたのである。アートを専攻する教員が採用され、多くの表現系科目が新設されるとともに、情報系とアート系の境界領域にもいくつかの科目が置かれた。

映像製作の面では、夏の集中講義での在京キー局のプロデューサを招いての「ドキュメンタリ製作講座」、大手広告代理店のクリエイターを招いての「CM製作講座」が、学生の強い関心を引き付け、コンテンツ製作熱は大いに盛り上がった。2つの講座を通じて、この夏だけで20本以上のビデオ・コンテンツが作られた。現在、これらの学生の製作したコンテンツを学内で常時配信する準備を進めている。

また、映像製作を通じた大学間の交流も進んでいる。発端は、前述のプロデューサが指導する夏の「ドキュメンタリ製作講座」に、京都精華大学の4年生5人をTA(ティーチング・アシスタント)として招待したのがきっかけである。彼ら(彼女ら)は、映像製作で全国的な賞を受賞して高い評価を受けている学生たちである。我々教員が伝え得る以上のことを、同世代の「先輩」たちはうちの学生に伝えてくれたと思う。2001年の秋には、夏の講座で優れた作品を製作した稚内の学生を5人選抜し

て京都に送り、京都精華大との「共同映像製作合宿」を行って、5本のコンテンツを製作してきた。こうした大学間、あるいは学生間の交流を、今後も積極的にすすめていきたいと考えている。

映像製作は、本学の情報メディア学部の教育の中心的なコンテンツの1つになりつつある。皮肉な眼で眺めれば、現状では、自前のコンテンツの数は、まだ本学の映像サーバの数以下である。しかし、こうした状況は急速に改善されるだろう。

## ●メディアの近未来

「誰もが放送可能な世界」が技術的には可能であっても、そうした世界が現実的に可能であるためには、誰もが放送を担い、誰もが放送されるべきコンテンツを作り得ることが必要である。

この間の我々の取り組みは、一面では「誰もがコンテンツを作り得る」ということを示そうとしたものにほかならない。ただ、「誰もが放送可能な世界」が我々のローカルな実験場からグローバルな世界に広がったとき、果たしてそのような世界が我々にとってポジティブな意味を持つのかという問題はまだ残されている。想定され得るあらゆるネガティブな兆候にもかかわらず、現時点で我々が判断を留保しているのは、この問題が「コミュニケーションと情報の共有」の未来像をどう描くのかという問題と結びついているからである<sup>7)</sup>。

ブロードバンドの恩恵を受けることの最も少ない地域で、大規模な映像ネットワークシステムが出現し、映画館が一軒もない町の学生の間にかつてなく映像製作熱が高まる。一見、矛盾しているように見えるが、そうではないと筆者は考えている。我々を動かしているのは、高速のネットワークが、稚内と東京の差を案外小さいものに変えるだろうという、ある意味ではつつましく現実的な近未来の「予感」なのである。

### 参考文献

- 1) 日経システムプロバイダ誌：本邦初の「公開システム商談」  
[http://cad.nikkeibp.co.jp/cgi-bin/cad\\_pre.pl?07](http://cad.nikkeibp.co.jp/cgi-bin/cad_pre.pl?07)
- 2) ネットワンシステムズニュースリリース：世界最大のIP/TVシステム、  
[http://www.netone.co.jp/newsrelease/news/20000222\\_Wakkanai.html](http://www.netone.co.jp/newsrelease/news/20000222_Wakkanai.html)
- 3) 丸山不二夫：ビデオ・ストリームの共有とP2P, 2001年：WIT2001論文集(ソフトウェア科学会), <http://www.wakhok.ac.jp/~maruyama/wit2001.pdf>
- 4) 丸山不二夫：ATMネットワーク上のマルチメディア教育環境の構築, 1995年度：春情報処理学会,  
<http://www.wakhok.ac.jp/~maruyama/sys95/ips95/ips95.html>
- 5) 丸山不二夫：ATM Multicastの利用について, 1997年度：情報処理教育研究集会(室蘭工業大学),  
<http://www.wakhok.ac.jp/~maruyama/atm/multicast/index.htm>
- 6) 丸山不二夫：メディア統合の進展と情報教育の課題, 1998年度：情報処理教育研究集会(九州工業大学),  
<http://www.wakhok.ac.jp/~maruyama/fukuoka98/index.html>
- 7) 丸山不二夫：高帯域 network のもとでのMediaの統合と分散, 1997年度：分散システム運用技術シンポジウム'97(情報処理学会),  
<http://www.wakhok.ac.jp/~maruyama/rep3/rep3.html>

(平成14年1月29日受付)