

マルチメディアコンテンツの作成と リアルタイム配信の講義への利用

岡 隆光*・迫田 健治**

Making multi-media contents and applying a real-time broadcast to distant learning

Takamitsu Oka * Kenji Sakoda **

1. はじめに

呉大学社会情報学部は、「学生一人ひとりの特性を伸ばし、高度情報社会で活躍できる人材の育成」を目標に教育研究活動を行ってきている。社会情報学科のコアを形成している社会情報学は、教育研究対象が広範囲に及び、極めて学際的・総合的な分野であり、様々な学問分野で得られた成果を有効に活用するためには情報技術を駆使する必要がある。このため、コンピュータネットワークが整備されており、このネットワークを介して利用できるマルチメディアコンテンツの作成やこれらのコンテンツを配信するシステムの構築が重要になっている。

社会情報学部では、「FDの推進とマルチメディア教材を用いた教授法の改善」のテーマの共同研究を発足させこれらの課題に取り組んできた。研究の主な項目は、(1) 教育支援サーバーの作成とコンテンツの充実、(2) ファカルティ・ディベロップメント (FD) の推進 (①FD研修会等への参加、②マルチメディア機材を利用した教授方法の改善、③シラバスの充実とその電子化、④シラバスとリンクした電子教材の開発、⑤ネットワークを用いた学生による授業評価方法の研究と実施) 等である。これらの取り組みにより、学生が主体的に「課題発見—情報収集—分析—情報発信」に取り組めるよう教育研究環境の整備が進められている。

この報告書では、著者達が共同研究の一部を担い、関わってきた事柄についてまとめることにする。主な内容は、大きく2つに分けることができる。1番目は、RealSystemを用いたストリーミングコンテンツの作成・配信システムに関することであり、マルチメディアコンテンツの作成に必要なパソコンの作成、コンテンツ配信用サーバーの作成、SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) を用いたコンテンツの作成、RealProducerによる動画の作成等である。2番目は、リアルタイム配信の講義への利用についてである。

* 呉大学社会情報学部／大学院社会情報研究科 (oka@ondo.kure-u.ac.jp)

** 呉大学社会情報学部 (sakoda@ondo.kure-u.ac.jp)

広島文化学園が運営する3つのキャンパス（郷原キャンパス：呉大学社会情報学部、阿賀キャンパス：呉大学看護学部・短期大学部、長束キャンパス：広島文化短期大学）は6 Mbps の ATM 方式で接続されている。今回は、1つのキャンパスで行われる講義を他の2キャンパスに送信し、また、この2つのキャンパスから映像・音声を受け取り、質疑応答に利用する試みについて報告する。

2. RealSystemを用いたストリーミングシステム

インターネットアクセスの広域化が進む中で、インターネットを利用した動画や音声の配信が盛んになりつつある。これらはインターネット放送とも呼ばれており、従来の放送と比較して、安価な設備で、しかも双方向の放送が容易であるという特徴がある。教育の現場においても、デジタル教材を作成し、学習したいときにいつでも利用できるビデオ・オン・デマンド型の配信や、講義をリアルタイムで配信する等利用され始めている。配信システムとして、例えば、RealNetworks 社の RealSystem iQ、Microsoft 社の Windows Media Technologies、そして Apple Computer 社の Quick Time 5 が有名であるが、私達は、RealSystem iQ を用いてストリーミングシステムを組み立てた。

さて、動画の作成から、パソコンで再生するまでの流れを次のようにまとめ、また図1の様に図示することができる。

- 1) ビデオ機器での撮影
- 2) パソコンに取り入れての編集、エンコードソフトを用いた動画の圧縮
- 3) ストリーム配信サーバーでのサーバーソフトを用いた配信
- 4) 再生するパソコンでのデコードソフトによる解凍、ディスプレイへの表示

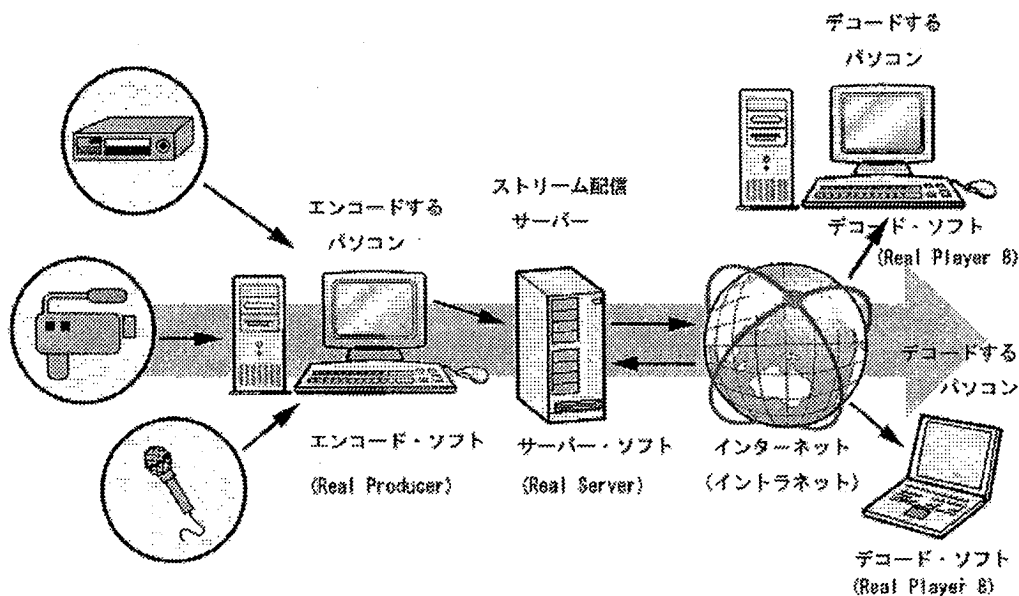


図1 RealSystem iQ (RealNetworks 社) の場合の全体構成図

ここで、ストリーミングについて簡単にふれることにする。Web を利用してサーバーからテキストや画像を取り込む場合、通常は、まとまったデータをパソコンに取り込んでから処理を行う「ダウンロード方式」をとっている。しかし、この方法で動画を取り込むと、時間が掛かりすぎて不都合である。その理由は、動画データはデータ量が大きいからである。ストリーミングとは、これを改善したものである。ストリーミングでは、ユーザーのパソコンに搭載されているバッファ（メモリ上にある一時的な記憶領域）にデータを順番に取り入れ、受け取ったデータをその場で再生する方式をとっている。データ通信中にエラーが発生した場合、そのデータを破棄する方法をとり、再送要求や順番の組み直しを行わない。このため、データの通信手順（プロトコル）として UDP (Use Datagram Protocol) や RTP (Real-Time Protocol) を用いている。このような方法で、56K Modem でも動画を受け取り、見る事が可能になるのである。

3. コンテンツ作成用のパソコンならびに配信用サーバー作成

私達は、コンテンツ作成用のパソコンと配信用サーバーを自作した。コンテンツ作成用のパソコンの主な構成は表1の通りである。

CPU	Intel 社、Pentium 4 2.2GHz
マザーボード	ASUS 社、P4T-E (Socket478P4、 Intel 850 Chipset)
メモリー	1GB (PC800)
ハードディスク	Maxtor 社、D740X (80GB) 2 個 (UltraATA/133、7200rpm)
RAID カード	Promise 社、FastTRAK TX2000 Raid 0 (Striping) に設定
グラフィックカード	Canopus 社、SPECTRA X20
画像取り込みボード	Canopus 社、DVStorm-RT Ospray 社、Ospray200
OS	Microsoft 社、Windows2000 Professional
動画編集用ソフト	Adobe 社、Premiere 6.0 Ulead Systems 社、Ulead Media Studio Pro 6.0
エンコーダソフト	RealNetworks 社、RealProducer Plus

表1 コンテンツ作成用のパソコン

コンテンツ作成用のパソコンの条件として、デジタルビデオカメラで取り入れている動画のノンリニア編集や、エンコードがストレスを感じることなくできることとした。特にハードディスクとして、転送速度が UltraATA/133、回転数が 7200rpm のものを採用し、さらに、ハードディスク 2 個で RAID を構成し、設定を Raid 0 (Striping) にして転送速度を高めた。パソコンの性能を調べるために、HDBEN330 を用いてベンチマークテストを行った。ハードディスクの、リード、ライト、コピーの 1 秒間の転送バイト (KByte/s) は、

それぞれ 61,797、51,979、22,051 であり、動画を快適に扱う最低値 10,000 を遙かに超えている。

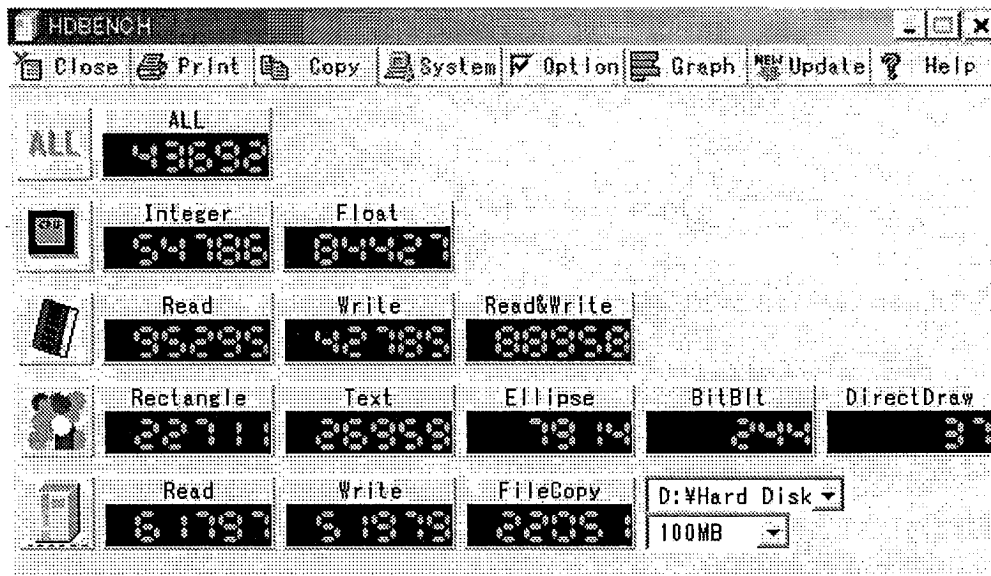


図2 HDBEN によるベンチマークテスト

この自作パソコンにより、デジタルビデオカメラからの動画を Canopus 社製の DVStorm-RT（ノンリニア編集用ボード）を用いてパソコンに取り入れ、Adobe 社製の Primeire でノンリニア編集をストレスを感じることなく行うことができた。また、ビデオを再生し、アナログの画像信号を S-端子から Ospray 社の Ospray200 を用いてパソコンに取り入れ、RealNetworks 社の RealProducer Plus で快適にエンコードすることができた。

次に、配信用サーバーについて述べることにする。配信用サーバーの主な構成は表 2 に示すとおりである。特徴として、CPU に 2nd キャッシュが 512K の Intel 社の Pentium 3

CPU	Intel 社、Pentium 3 1.4GHz Dual
マザーボード	Rioworks 社、TDVIA (VIA Apollo Pro 266T Chipset) Promise ATA/100 IDE RAID コントローラオンボード Raid 0 (Striping) に設定
メモリー	1GB (PC133、Registered ECC)
ハードディスク	Seagate 社、Barracuda ATA 80GB 2 個 (UltraATA/100、7200rpm)
グラフィックカード	Matrox 社、Millennium G550 Dual head
OS	RedHat 社、RedHat Linux 7.3
サーバー用ソフト	RealNetworks 社、RealServer Basic

表2 配信用サーバー

1.4GHz を2個搭載したことである。CPU を2個にしたことでクライアントパソコンからの同時アクセスに対応することができ、サーバーとしての安定性が増した。また、Pentium 3 は Pentium 4 や Xenon と比較して発熱量が少ないのも Pentium 3 を採用した理由である。ハードディスクは Promise ATA/100 IDE RAID コントローラを用いて Raid 0 (Striping) に設定し高速化を図った。OS には RedHat 社の RedHat Linux 7.3 を採用したが、これは、画像配信ソフトである RealNetworks 社の RealServer Basic をスムーズに動かすのに便利だからである。

4. SMILを用いたコンテンツの作成

SMIL はマルチメディアファイルを統合するための言語であり、インターネット関連の仕様を策定している W3C (World Wide Web Consortium) により勧告された規格である。2001 年 8 月に「SMIL2.0」が正式勧告され、現在、注目を浴びている言語の一つである。我々が利用する RealSystem では、RealText、RealPix、RealVideo、RealAudio、JPEG、GIF、Macromedia Flash 等のクリップソースを統合している。

我々は、学生の自学を支援するマルチメディアコンテンツ「社会情報論」を作成した。このコンテンツは3つの部分、社会情報論の授業風景の動画、動画の進行にあわせて変化するスライド、及び目次からなっており、スタートしてからストップするまでの時間は、15分30秒である。図3には、3つの部分の画面構成が示してある。ここで、これら3つの

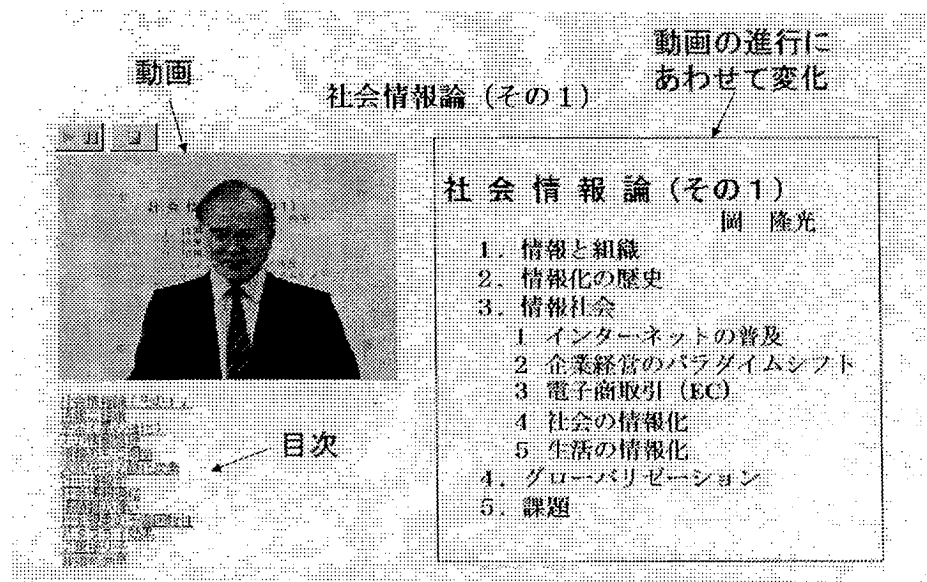


図3 マルチメディアコンテンツ「社会情報論」の画面

部分は同期が計られており、例えば目次のある項目をクリックすると、動画とスライドが項目に該当するところへ移動するようになっている。この作品のファイル構成は、HTML 文書 (sample.html)、SMIL 文書 (sample.smi)、RealText (link.rt)、RealVideo

(Social-Inf-360-240.rm)、及び 13 枚のスライド (jpg ファイル) である。

付録 1、付録 2、付録 3 には、それぞれ sample.html、sample.smi、link.rt のソースが記載されている。これらの内容の概略は次の通りである。sample.html には、スタートボタン、ストップボタン、利用する画面の大きさ (横 1000 × 縦 500) が指定してあり、sample.smi には、動画 Social-Inf-360-240.rm (大きさ横 360 × 縦 240、長さ 15 分 30 秒) と同期が計られている 13 枚のスライド (横 567 × 縦 425) の情報が示してある。また、link.rt には、動画及びスライドと同期が計られた目次 (13 項目) についての記載がなされている。

「社会情報論」は、長さ 15 分 30 秒のものではあるが、目次をクリックすることにより自分が学びたいところの画面に移ることができるので、学習を進める上で非常に便利な作りになっている。また、このファイルを配信用サーバーに格納することにより、学生が見たい時にいつでも見ることができ、自主的な学習を支援することができる。

5. RealProducer による動画の作成

デジタルビデオカメラで撮影した画像や、VHS ビデオテープに収録された画像をパソコンに保存する場合、ファイルの容量を減らすために画像を圧縮 (エンコード) してから保存すると便利である。エンコード前後のファイルの大きさを比べると、例えば 1 分間の動画の場合、エンコードしない AVI ファイルの容量は約 220MB、MPG2 にエンコードしたファイルでは約 32MB、RealVideo (rm) 形式にエンコードしたファイルでは約 7.9MB であり、rm ファイルは AVI ファイルの約 30 分の 1 の容量である。

私達は、地域情報学科開設記念並びに呉市制 100 周年協賛事業講座である地域総合学の講義風景をデジタルビデオカメラで撮影し、RealProducer Plus でエンコードして rm ファイルを作成した。これらの講義の継続時間は、1 回あたり約 90 分であり、rm ファイルにエンコードした後は、約 700MB の容量になった。これは、CD-ROM 1 枚に収まる程度の容量である。エンコードする際に、画面の大きさを 416 × 312 ドット、クライアントのネットワーク速度を 56KModem、Corporate LAN、512DSL/Cable Modem の 3 種類の速度が共存する Multi-rate Sure Stream for RealServer G2 に設定した。地域総合学の講義は全部で 30 回行われ、講義終了後その都度エンコードし、配信用サーバーにアップロードした。

次に、RealNetworks 社のストリーミングサーバー「RealServer Basic」のインストール手順等について述べる。

- (1) RealNetworks 社のホームページからバイナリーファイル (rs802-linux-20-libc6-i386.bin) をダウンロードし、ライセンスファイル (6413-xx-xx-xxxxxxxxxxxxxxxxx.lic) を添付したメールを受け取り、Linux7.3 をインストールした配信用サーバーの同一のディレクトリに保存する。
- (2) rs802-linux-20-libc6-i386.bin のパーミッションを変え (chmod 700)、所有権も変える (chown root.root)。
- (3) # ./rs802-linux-20-libc6-i386.bin と入力し、ファイルを展開する。

- (4) 質問に順次答え、Admin Username、Admin Password、Monitor Password、Encoder Username、Encoder Password、PNA Port (7070)、RTSP Port (554)、HTTP Port (80)、Admin-Port (乱数で振られた数) をそれぞれ入力する。ここで括弧内は Default の数である。これらの設定ファイルは rmserver.cfg に保存されてる。
- (5) ライセンスファイルをインストール先の License ディレクトリ (例えば /usr/local/rmserver/License) にコピーする。
- (6) rmserver.cfg があるディレクトリ (例えば /usr/local/rmserver) に移り、rmserver.cfg を実行 (# Bin/rmserver rmserver.cfg) し、ストリーミングサーバーを起動する。

我々は、無料のストリーミングサーバー「RealServer Basic」を利用しており、毎年ライセンスの更新手続きを行っている。また、ストリーミングサーバーへの最大同時接続数は25に限られている。

このストリーミングサーバーの Content ディレクトリ (例えば /usr/local/rmserver/Content) に作成したマルチメディアコンテンツをアップロードすることにより、学生が学習したいときにいつでも利用できるビデオ・オン・デマンド型の配信が可能になる。次に示す図4、図5は、それぞれ、「呉大学動画ライブラリ」と「地域総合学」の目次のページである。

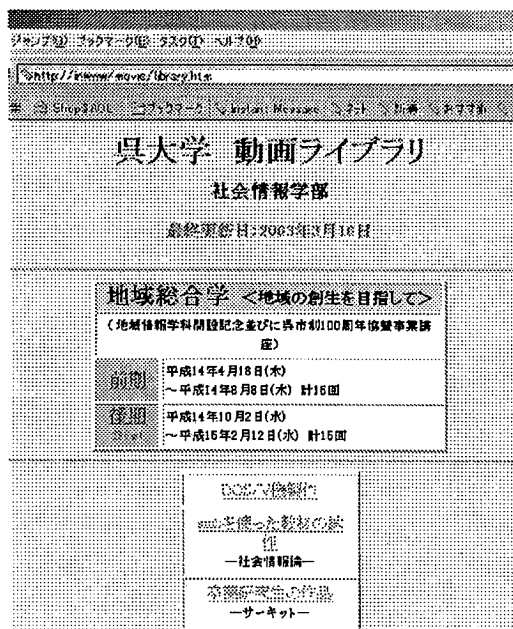


図4 呉大学動画ライブラリ

回	日時	題目	講師
1	10月2日(水)	コミュニティ教育について	呉大学・呉大学短期大学部 学長 坂田 正二
2	10月9日(水)	呉市消防局の消防活動	呉市消防局 次長
3	10月16日(水)	呉市立工業高等学校の教育活動	王子製紙(株)呉工場 工場長
4	10月23日(水)	中国木材(株)の教育活動	中国木材(株) 社長
5	10月30日(水)	呉市立総合資料館の教育活動	(株)神田造船 設計部 副部長
6	11月13日(水)	呉市立総合資料館の教育活動	熊野町役場 企画課
7	11月20日(水)	呉市立総合資料館の教育活動	県立広島女子大学 教授
8	11月27日(水)	呉市立総合資料館の教育活動	(株)三和スター 社長
9	12月4日(水)	呉市立総合資料館の教育活動	呉中央水産(株) 社長

図5 地域総合学の目次

我々は、ビデオ・オン・デマンド型の配信で活躍しているストリーミングサーバー「RealServer Basic」を、遠隔授業に利用することを試みた。鮮明な画像、良質な音声を送ることはできたが、画像や音声が届くのに時間がかかった(約10秒)。このため、質問へ応答するのが難しく、「RealServer Basic」は遠隔授業には不向きであることが分かった。

6. リアルタイム配信の講義への利用

今回紹介する事例は、呉大学短期大学部（呉市阿賀南）で行われた講演会の模様を呉大学社会情報学部（呉市郷原）及び広島文化短期大学（広島市安佐南区長東西）へ送信すると同時に、両キャンパスからの映像・音声を呉大学短期大学部へ送り質疑応答等に利用するコンピュータシステムについてである。

呉大学では、2002 年度より新しいコンピュータネットワークを形成し、上記 3 つのキャンパスを接続する 1 つの大きな通信網を作り上げた。各キャンパスは、呉大学社会情報学部を中心とし、6Mbps の ATM 方式で接続されている。従って、呉大学短期大学部と広島文化短期大学との通信は、呉大学社会情報学部を経由して行われる。キャンパス内の回線は通常の講義で利用する環境を前提としたため特別な回線を設けず既存 LAN（100Mbps）を利用した。

映像および音声の送受信には、インターネット電話・テレビ会議システムなどに利用されている ViGO を使用した。この製品は、ネットワークインターフェイスを備えていないためパソコンなどの通信機能を持った機器を間に挿入する必要があるが、映像・音声のデータ圧縮解凍を独自に行うため、間に入るパソコンの性能によって通信品質が左右され難いというメリットがある。また、サイズが小さく持ち運びが容易であることや価格が比較的安価であることも採用の決め手となった。以上の機器の配置をまとめたものを図 6 に示す。

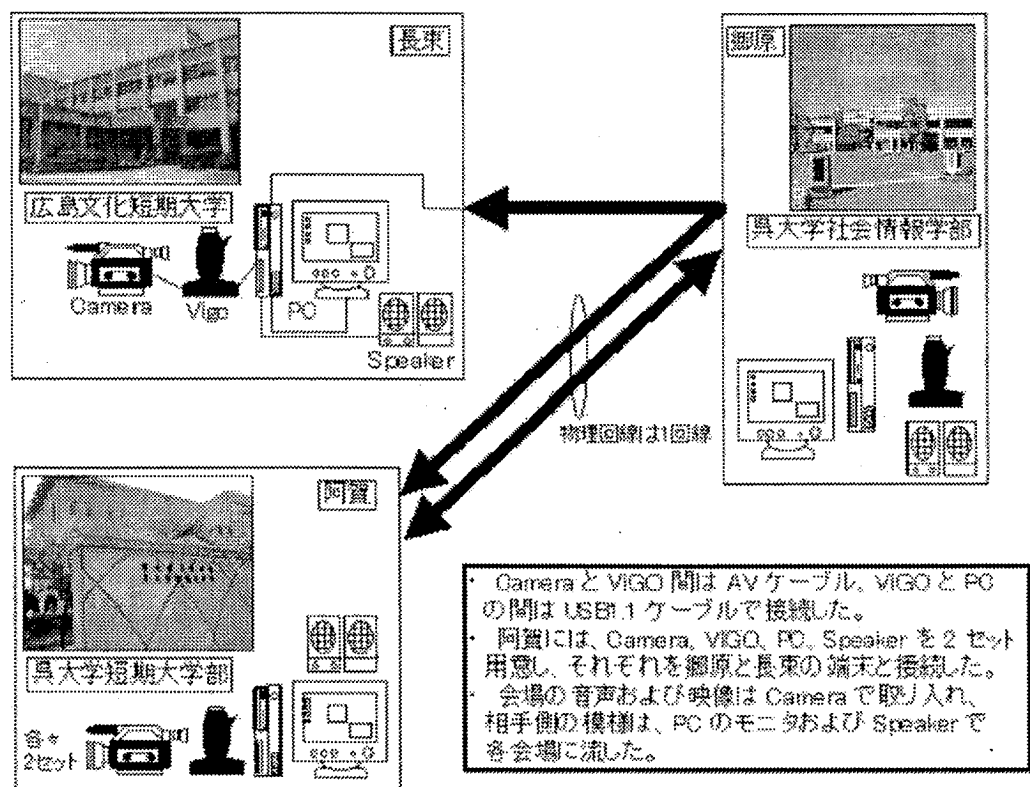


図6 ネットワーク構成と機器配置図

(1) 実施

講演会が実施された約 90 分に渡って映像及び音声を双方向でやり取りした。

帯域は、片側 256Mbps、全体で約 1Mbps とした。事前のテストケースでこれ以上の帯域を確保しても画質の向上が認められず、場合によっては画質が悪化したためである。

映像は一般に市販されているビデオカメラで撮影し、AV ケーブルを介して ViGO へ送った。尚、音声もビデオカメラのマイクで取り入れた。ViGO でエンコードされた音声と映像は、USB1.1 のケーブルでパソコンに送られ、そこからカテゴリ 5 のツイストペアケーブルを利用した学内 LAN へ送出される。各会場でスペースが許す場合は、パソコンの RGB 端子よりプロジェクターに接続し、スクリーンに投影させる措置をとった。同時に、ビデオカメラで撮影した映像と音声はテープにも収録し、後日ストリーミング配信で学内から閲覧できるように加工された。

(2) 今後の課題

今回のケースでは、次のような問題点が挙がった。

①音質の問題

登壇者の手元にマイクを置かず、ビデオカメラに付属するマイクで音声を取り入れた。実際に使用したものは指向性マイクであった為、壇上での音は比較的クリアに伝達されるが、登壇者が移動した場合や登壇者以外（例えば司会者）の音声はやや聞き取り難くなったり全く聞こえなくなるといった現象が起こった。また、複数のマイクが共鳴し合うなど聞き苦しい点もあった。使用目的や場所に応じたマイクの選択や音声の調整が必要である。

②映像の問題

映像は概ね良好であったが、小さな文字の識別や動いている部分の劣化などの課題が残った。幾つかのテストケースを実施した際、カメラの種類によって画質が変化することが判明した。講義での使用には板書内容の識別など、より鮮明な画質が求められるため、帯域やカメラの性能等を考慮する必要がある。

③スタッフ連携の問題

講演会中継の最中、機材を実際に操作する技術担当者間で連絡を必要とする場面が何度かあった。今回のケースでは、携帯電話などの手段を用いて意志の疎通をはかったが、即時対応が要求される場面では対応の遅れなどの課題が残った。

7. 終わりに

我々は、社会情報学部で行っている共同研究「FDの推進とマルチメディア教材を用いた教授法の改善」の中で取り組んできた、マルチメディアコンテンツの作成に必要なパソコンの作成、コンテンツ配信用サーバーの作成、SMIL を用いたコンテンツの作成、RealProducer による動画の作成、リアルタイム配信の講義への利用の現状について報告してきた。ストリーミングサーバーへのアクセス状況は、毎日数十件であり、我々の取り組

みは、現在のところ順調に進んでいるといえる。これからの課題として、品質の高いマルチメディアコンテンツを効率良く作成して行くことが挙げられる。マルチメディアコンテンツの作成には多くの時間を費やすので、マンパワーが必要である。このため、我々は、大学院生の協力を力を借りて作成に力を入れて行く所存である。我々の取り組みが、学生の「課題発見－情報収集－分析－情報発信」に役立てば幸いである。

最後になりましたが、我々は、社会情報学部 of 諸先生方に大変お世話になり、この報告書をまとめることができました。ここに感謝の意を表します。また、リアルタイム配信の講義への応用では、(株)マイティネットの上甲博正さん、(株)日立製作所中国支社の面谷友介さんにお世話になりました。ここに感謝の意を表します。呉大学共同研究推進資金（FDの推進とマルチメディア機器を利用した授業の改善、教材開発の研究）の援助を受けたことに感謝します。

参考文献

1. RealNetworks 社編集、2000「RealServer 管理ガイド」RealNetworks 社
2. 小泉昌弘 2002、「SMIL で作るストリーミングコンテンツ」(株) SCC
3. 安藤伸彌 2002、「SMIL で魅せるストリーミングコンテンツ」AI エーアイ出版
4. 林岳里 2002、「ストリーミングコンテンツデザインガイド」翔泳社
5. 櫻井智明、平明弘 2002、「実践ブロードバンド Streaming」オーム社
6. <http://www.hyperdyne.co.jp/~oohashi/work/redhat/realserver/rmserver.shtml>

付録1 sample.html

```
<html>
  <head> <title> 社会情報論 (その 1) </title> </head>
  <body>
    <center> <h1>社会情報論 (その 1) </h1> </center>
    <object id="media" classid="CLSID:CFCDA03-8BE4-11CF-B84B-0020AFBCCFA"
      width="50" height="30">
      <param name="src" value="sample.smi">
      <param name="console" value="Clip1">
      <param name="controls" value="PlayButton">
      <param name="AutoStart" value="TRUE">
      <embed controls="PlayButton" console="Clip1"
        type="audio/x-pn-realaudio-plugin"
        src="sample.smi"
        width="50" height="30" autostart="true"> </embed>
    </object>
    <object id="media" classid="CLSID:CFCDA03-8BE4-11CF-B84B-0020AFBCCFA"
      width="50" height="30">
```

```

        <param name="src" value="sample.smi">
        <param name="console" value="Clip1">
        <param name="controls" value="StopButton">
        <param name="AutoStart" value="TRUE">
        <embed controls="StopButton" console="Clip1"
              type="audio/x-pn-realaudio-plugin"
              src="sample.smi"
              width="50" height="30" autostart="true"> </embed>
    </object> <br>
<center>
    <object id="media" classid="CLSID:CFCDAA03-8BE4-11CF-B84B-0020AFBCCFA"
          width="1000" height="500">
        <param name="src" value="sample.smi">
        <param name="console" value="Clip1">
        <param name="controls" value="ImageWindow">
        <param name="AutoStart" value="TRUE">
        <embed controls="ImageWindow" console="Clip1"
              type="audio/x-pn-realaudio-plugin"
              src="sample.smi"
              width="1000" height="500" autostart="true"> </embed>
    </object>
</center>
</body>
</html>

```

付録2 sample.smi

```

<smil>
  <head>
    <layout>
      <root-layout width="1000" height="500" background-color="white"/>
      <region id="jpeg" top="0" left="360" width="567" height="425"/>
      <region id="avi" top="0" left="0" width="360" height="240"/>
      <region id="links" top="240" left="0" width="360" height="360"/>
    </layout>
  </head>
  <body>
    <par>
      <text id="txt" src="link.rt" dur="00:15:30" region="links"/>
      <video id="movie" src="Social-Inf-360-240.rm" clip-begin="00:00:20" fill="freeze"
            region="avi"/>
    </par>
  </body>
</smil>

```

```

<seq id="slides">
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
</seq>
</par>
</body>
</smil>

```

付録3 link.rt

```

<window type="generic" height="360" width="360">
  <font charset="x-sjis" face="osaka" color="black" size="-1"> <br/>
    <a href="command:seek(00:00:00.0)" target="_player">社会情報論（その1）</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:00:40.0)" target="_player">情報と組織</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:02:10.0)" target="_player">宇宙（星の進化）</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:02:27.0)" target="_player">人の情報処理</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:03:00.0)" target="_player">情報のもつ側面</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:03:50.0)" target="_player">大気中の2酸化炭素</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:04:08.0)" target="_player">社会情報学</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:04:40.0)" target="_player">社会情報過程</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:05:05.0)" target="_player">価値観の違い</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:06:25.0)" target="_player">社会現象の予測困難性</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:10:40.0)" target="_player">バタフライ効果</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:12:30.0)" target="_player">2重振り子</a> <br/>
    <a href="command:seek(00:13:20.0)" target="_player">非線形効果</a>
  </font>
</window>

```