

高速回線と Mbone ツールを用いた遠隔講義

前田 香織 相原 玲二^{††} 川本 佳代[†]
寺内 睦博[†] 河野 英太郎 西村 浩二^{††}

広島市立大学 情報処理センター ††広島大学 総合情報処理センター
†広島市立大学 情報科学部

あらまし

ネットワークの高速化によりマルチメディア通信環境の教育利用、特に遠隔講義の試みが始まっている。本研究ではそのために必要とされる環境の特徴を調べることである。最初に広島市立大学と広島大学の間で行なわれた ATM (Asynchronous Transfer Mode) 方式による高速回線と Mbone (Multicast Backbone) で使われる映像、音声、掲示板ツールを組合せて用いた遠隔講義について報告する。3回の実験例におけるシステム構成の比較、転送データ量の測定やアンケート結果から、通常の講義と同程度の質を保つために必要なネットワーク環境や教材提示ツールに要求される条件などについて考察する。

キーワード 遠隔講義, 高速ネットワーク, マルチメディア通信, ATM, Mbone

Distance Education using High Speed Network and Mbone Tools

Kaori Maeda Reiji Aibara^{††} Kayo Kawamoto[†]
Mutsuhiro Terauchi[†] Eitaro Kohno Kouji Nishimura^{††}

Information Processing Center Hiroshima City University
†Faculty of Information Sciences Hiroshima City University
††Information Processing Center Hiroshima University

Abstract

Spreading the high speed network, the multimedia environment is being used for educational purposes. Distance teaching is a typical example of them. In this paper, we first report the three experiments of the distance teaching by using the high speed ATM (Asynchronous Transfer Mode) network and the Internet collaboration (video, audio and whiteboard combined), often used in the Mbone (the Multicast Backbone). We compared the system configurations, measured the number of the transferred cells and sent out the questionnaires through these experiments. From these results, we consider the necessary condition of the network environment, and displaying tools of the courseware for the distance teaching.

key words

Distance Teaching, High Speed Network, Multimedia Communication, ATM, Mbone

1 まえがき

高等教育機関における情報通信インフラストラクチャ整備が進み、組織内の基幹部分は100Mbps以上、組織間接続の基幹部分も数Mbps～数10Mbpsとなり、高速通信回線が手軽に利用可能となっている。ATM(Asynchronous Transfer Mode)方式による高速回線網や衛星回線を利用したマルチメディア通信環境の教育利用の試みも始まっている。リアルタイム、双方向性をもつ利用として遠隔講義が試行されているが、講義に必要な環境条件などに関する検討は十分とは言えない。この検討のため広島市立大学と広島大学間で高速回線(ATMによる67Mbps回線)とMbone(Multicast Backbone)ツール[1]による遠隔講義の3回の実験を行なった。本稿では3回の実験のシステム構成の比較、転送データ量の比較や受講者のアンケートなどから、遠隔講義に必要なネットワーク環境、教材提示ツールなどの条件について考察する。

2 遠隔教育の現状

マルチメディア通信環境を教育に利用する試みとして、遠隔教育に対する取り組みが行なわれている。通信衛星を利用した実験として放送教育開発センターの衛星リフレッシュ教育実験[2]や東京工業大学の衛星通信遠隔教育システム[3]がある。これらの実験で用いられたテレビ映像のみを利用した情報伝送では教材提示の解像度が不十分で教材効果が小さくなる懸念がある。また講師と受講者の間での情報共有も難しい。このような問題を解決するため専用の遠隔講義用システムの開発も行なわれている[5][6]。しかし大がかりな機器類やソフトウェアを必要とするため利用が限定される。パーソナルコンピュータ(以下、PC)を用いた比較的安価な遠隔講義システムとして移動体通信PHS(Personal Handy phone System)を用いた慶應大学矢上キャンパスでの双方向授業[4]の試みがある。この場合PCやPHSの制約から描画に要する時間が大きくリアルタイム性に欠け、講義としての教育効果が難しくなるなどの問題点は避けら

れない。

一方、マルチキャスト拡張機能がインターネット上に実現された国際的な実験ネットワークMboneでは遠隔会議や講演会の中継実験が続けられている。この実験で用いられるテレビ会議システムなどのツール(以下、Mboneツール)はLBLなどで開発されたフリーウェアでUNIXマシンを中心に使用される(一部はPCでも可能)。これらは遠隔講義のためのツールとして利用可能であるが、今までの中継実験では一般のインターネット上ではネットワーク環境の制約から画質や音声の品質が十分とは言えない。

3 遠隔講義実験

3.1 実験概要

多方面から遠隔教育(遠隔講義)システムに対する取り組みが行なわれているにも拘らず、それぞれの実験では実践のみに終わっていることが多い。本研究では遠隔教育に必要なシステム構成やネットワーク環境などの条件について定量的にまとめるために以下のような実験を3回行なった。

実験は広島市立大学と広島大学の間で行なわれ、いずれもATMによる高速回線網であるNTTマルチメディア共同利用実験網を用いた(回線の利用可能帯域は67Mbps)。講師、受講側双方から音声、動画像を送り、さらに教材画面を講師側から教室側に送る。第1回実験では受講者側のマシンは1台でその画面は教室既設のWS用画面転送システム(特定のWSの画面を複数のモニタに一斉同時転送するシステム)により受講者の全モニタに転送され、受講者は各自のモニタ上で講師の様子や教材を見ながら講義を受ける。第2回目はマルチキャストを用いて受講者側には2台のマシンを設置した。このうち1台はWSで音声、画像を送受信する。もう1台はPCで受講者へのPC用画面転送システム用のマシンである。1回目と同様、受講者は各自のモニタ上で講師の様子や教材を見ながら講義を受ける。質問は第1回目、2回目とも専用マイクを用いて行なう。第3回目は単にモニ



図 1: 遠隔講義の画面

タのみを1人1台ずつ使うのではなく、マルチキャスト機能により受講者も1台ずつWSを使い、双方向、リアルタイムに音声、映像の通信できる環境で講義が進められた。3回とも講師は教室側に設置されたカメラ（遠隔操作可能）により学生の様子をみながら、あらかじめ用意した教材を用いて講義を進める。図1は講義中の画面の様子である。講義に使ったツール類の詳細を以下に示す。

- 画像 vic (Video Conference)
- 音声 vat (Visual Audio Tool)
- 教材提示 wb(White Board), **wbimport**
あらかじめ wbimport で教室側に資料を送ってキャッシュし、講義中は wb を用いて資料のページめくり、ポインタ機能による説明部分の指示や説明補足の書き込みが可能である。また、wb は講師、学生とも双方向で書き込み可能な共有ボードとしても使用する。
- 遠隔カメラ制御
Netscape + カメラ制御プログラム
講師は教室に設置された遠隔操作可能なカメラを制御し、自由に学生の様子を見ること

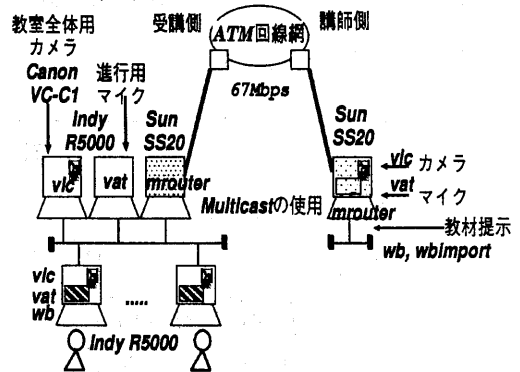


図 2: 第3回遠隔講義システム概要図

ができる。カメラ操作は本実験のために作成した制御用の UNIX のシェルスクリプトと Netscape を用いて行なわれ、ボタン機能で上下、左右の視線方向やズームなどの変更が自由に可能である。

それぞれの実験内容の詳細は表1に示し、実験システムの概要を第3回目の構成を図2に示す。

	第1回	第2回	第3回
対象者	大学1年生 (芸術学部)	社会人	大学3年生 (情報科学部)
講義内容	電子メールのしくみ	インターネットの現状	電子メールのしくみ
受講者のバック グラウンド	情報処理教育を2ヶ月 受け、基本的なコン ピュータ操作、ネット ワーク利用が可能	ほとんどの受講者が コンピュータ操作、 ネットワーク利用が 初めて	情報処理教育を半年、 受け、その後もコン ピュータ実験の 経験あり
講義方向	広島市大 → 広島大	広島市大 → 広島大	広島大 → 広島市大
映像用 ツール	vic	vic	vic
映像の符合化方式	h.261	h.261	h.261
Max. 帯域/frame rate			
講師 → 教室	510Kbps/8fps	510Kbps/8fps	400Kbps/10fps
教室 → 講師	128Kbps/8fps	128Kbps/8fps	128Kbps/8fps
音声用 ツール	vat	vat	vat
音声の符合化方式	PCM2	PCM	PCM
の転送レート	71Kbps	78Kbps	78Kbps
教材提示ツール	wb/wbimport	wb/wbimport	wb/wbimport
カメラ遠隔操作	可	可	可
マルチキャスト機能	未使用	使用	使用
画像転送システム	利用	利用	未使用
受講者のツール操作	不可	不可	可
講師側使用マシン	Sun SS20 (75MHz x2, 128MB)	Sun SS20 (75MHz, 96MB)	Sun SS20 (75MHz x2, 128MB)
講師側使用 OS	Solaris 2.5	Solaris 2.5	Solaris 2.5
受講側使用マシン	Sun SS20 (75MHz, 128MB)	Sun SS20 (75MHz x2, 128MB) AT 互換機 (Pentium133MHz, 24MB)	Sun SS20 (75MHz, 128MB) Indy R5000 x 50 (150MHz, 64MB)
受講側使用 OS	Solaris 2.5	Linux 2.0.12 Solaris 2.5	IRIX 5.3 Solaris 2.5

表 1: 実験内容

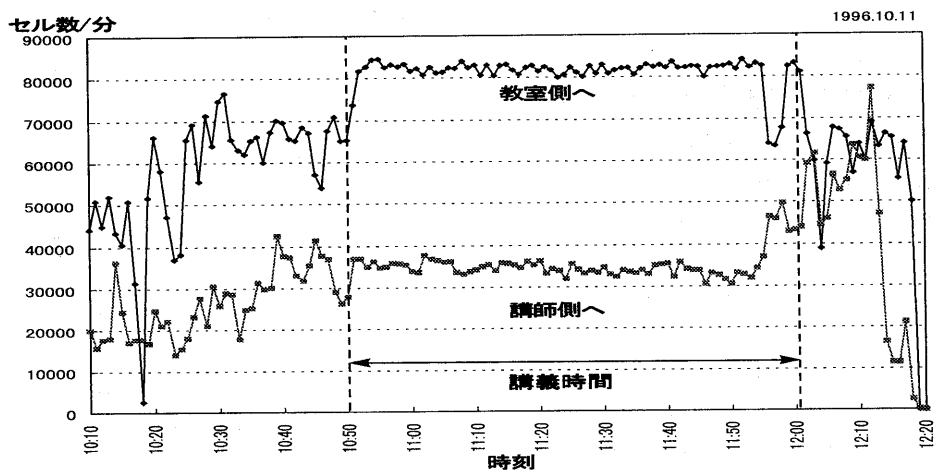


図 3: 転送セル数

3.2 遠隔講義実施結果

前章で述べた使用ツールによって、画像、音声、教材を送りながら講義を進めたが、その際必要とした回線帯域は図3から最高でも800Kbpsを越えないことが分かる。その際の受講者の音声や画像の印象はアンケート調査(回答者総数122人)よると図4のような結果となり、今回のようなテーマに関する講義の場合は講義に支障をきたすような印象をもった者は非常に少なかった。このことから現在ATMなどによるネットワーク構築において高速性に焦点があたっているが、かならずしも高速な帯域が要求されるわけではなく、1Mbps程度の回線でもかなり効果の高い遠隔講義やビデオ会議などの実施が可能であることがわかった。実際、これ以上の高速転送レートで音声や画像を転送しても、現在のマシンでは画像の描画や音声の再生などのCPUへの負荷が大きいので、講義の実施が困難であった。ただし今回の実験の回線のように専用に帯域が保証されていることは重要である。

講義全体の感想として学生は各自がもっていた想像上のテレビ会議が実際に目の前の画面上で体験できたことの影響は大きく、現状のネットワークやコンピュータの性能を実感するには効果的であった。遠隔地の講師によって講義の臨場感がどれくらい伝わるかは遠隔講義において重要なポイントとなるが、講師がその場にいることと遠隔地にいることに対する違和感をそれほど感じることがないという結果が同様のアンケートから得られている。

3.3 考察

遠隔講義において必要とされる環境について高速回線とMboneツールを利用した場合に教育効果を落さないための目安として画像、音声の品質について以下のようにまとめた。

- マシンの性能:
SS20(75MHz, メモリ96MB)程度
- 回線帯域(占有分): 800Kbps

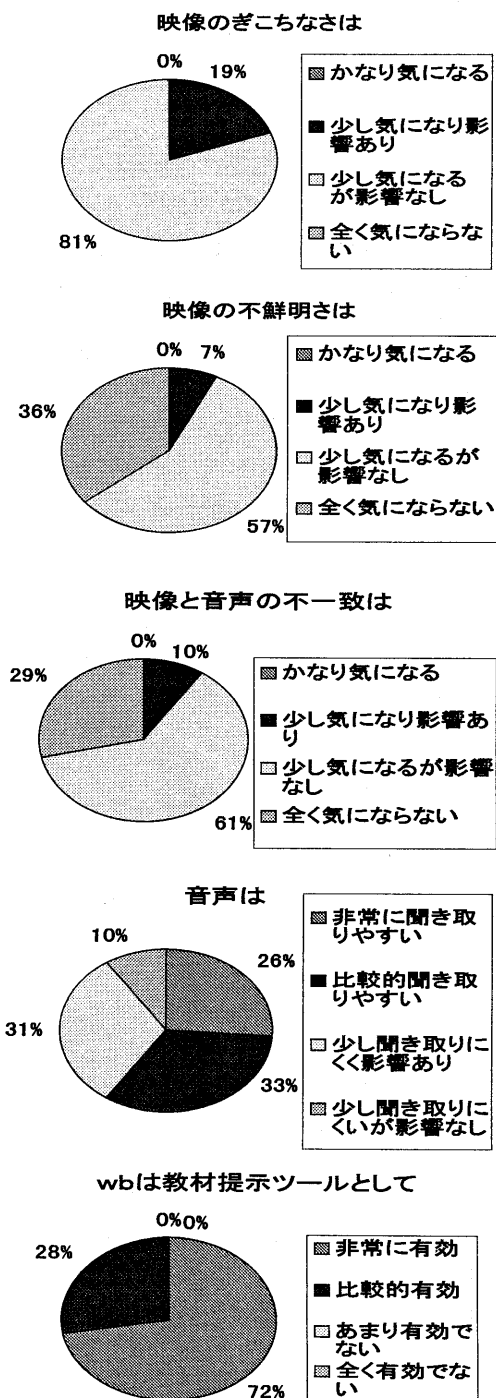


図4: アンケート結果

- 画像品質
 - 符合化形式 h.261
 - フレーム数 8fps
 - 帯域 400Kbps
- 音声品質
 - 符合化形式 PCM or PCM2
 - 帯域 70~80Kbps

講義中の講師の映像は臨場感を伝えるために受講者側へ流す必要はあるが、教育効果を落さない講義のためには教材提示ツールがキーポイントとなる。講師、受講者双方からの書き込み機能やポインター機能は必須の条件である。今回の実験で用いた wb では PostScript 形式ファイルの読み込み、表示が可能なので、かなり品質の高い画面を提示することができた。双方からの書き込みも可能で、アンケートの結果からも評価は高く、かなり有用なツールと言える。しかし PostScript 処理時のマシンへの負荷は高く、今回の実験において、SS20 であっても教材画面をリアルタイムに表示することは困難で、事前にラスタメモリへのキャッシュは必須であった。Indy においてはその作業に 1 時間近くを費やすという状況であった。この点も含め wb には以下のような課題が残る。

- ラスターイメージの張り付け
- 他のウィンドウのダイナミックな張り付け
- 日本語の文字入力

4 むすび

本稿では広島市立大学と広島大学の間で行なわれた遠隔講義実験について報告した。ATM による高速網と Mbone ツールを用いて実験を行ない、3 回の講義を通して教育効果を落さない遠隔講義に必要な環境についてまとめた。今回の実験では個別に開発されたツールの組合せにより遠隔講義を行なったが、動画と音声の送受及び教材提示機能をもつトータルなツールが必要であろう。ただし、現状の教材提示ツールの機能的な問題が改善されたとしても、遠隔講義を行なうためには教材をプレゼンテーションツールなどを用いてオンライン

形式で作ることやツールの操作に慣れることなど講師側の対応も必須である。今後高速ネットワークや高性能マシンなどの普及により、遠隔教育への期待は高まるが、単に地理的、時間的制約をカバーするためにだけでなく、遠隔教育によってより教育効果が高まる講義テーマについても検討しなければならない。

謝辞

日頃より適切なご助言を頂く広島市立大学情報科学部 大槻説乎教授に感謝します。本研究の一部は広島市立大学特定研究「インターネットを利用したマルチメディア通信の教育利用」並びに NTT マルチメディア通信の共同利用実験プロジェクト「仮想空間におけるコミュニケーション」の支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] 前田香織, 相原玲二, 吉田典可: “インターネットの環境におけるマルチメディア通信の教育利用”, 工学教育 Vol.44 No.3, pp.32-36, 1996 年 5 月.
- [2] 衛星通信リフレッシュ教育, 放送教育開発センター研究報告 92, 1996 年.
- [3] 清水康敬: “衛星通信を利用した遠隔教育”, 電子情報通信学会技術研究報告 IN96-20 ~30, 1996 年 6 月.
- [4] http://www.nkgw.elec.keio.ac.jp/nakagawa_lab./YWH/
- [5] 于冬, 久我信一, 三部靖夫: “Web を利用した遠隔講義システムでの端末間連動と教材同期表示”, 電子情報通信学会技術研究報告 ET96-42, 1996 年 7 月.
- [6] 若原俊彦 他: “ATM ネットワークを用いた遠隔講義システム構成法の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告 OFS96-31, 1996 年 9 月.