

ネットワークを用いた授業観察システムの開発

世羅 博昭*, 曾根 直人*, 松田 和典*
今倉 康宏**, 石村 雅雄***

学内にはギガビットイーサネットを基盤とする超高速キャンパスネットワークが整備され、附属学校とも 44Mbps の高速 ATM 回線で結ばれている。また IP ネットワークを利用した動画中継技術の開発も進み、テレビ会議や動画ストリーミングなどで実用化され始めている。そこで、超高速キャンパスネットワークを利用し、附属学校の授業風景を大学に居ながら観察できるシステムの開発に取り組んでいる。本稿では、既に本学で行われたいくつかの動画中継実験について報告し、開発中の授業観察システムについても述べる。

〔キーワード：テレビ電話，ストリーミング，H.323，MPEG4，遠隔授業観察〕

I. はじめに

インターネットや LAN の普及により、IP ネットワーク上で利用できるテレビ会議や動画中継が注目されている。本学においてもさまざまな装置を用いた動画中継に関する実験や取り組みが行われている。[1][2]

本稿では、本学で行われたいくつかの動画中継の試みとそこで用いられた装置について紹介を行う。また、授業観察システムとして構築中のシステムについて述べる。

II. 動画中継システム

2.1 テレビ会議 H.323

インターネットを利用したテレビ会議としてもっとも普及している規格は H.323 である。多くのソフトやハードが H.323 に準拠しており、インターネット（IP ネットワーク）を介して相互に接続し、動画や音声、データを交換することができる。また、MCU（多地点接続装置）を利用することで、複数拠点を結んだ会議も開くことができる。

H.323 に対応ソフトとして代表的なものは Windows に付属している NetMeeting がある。またハードウェア製品としてはポリコム社の ViewStation シリーズや SONY 社の PCS シリーズがよく知られている。本学にはこのうち SONY 社の PCS-I600 もしくは PCS-1 が大学および附属学校・園に配備されている。

2.2 ストリーミング

ビデオストリーミングは双方向で接続されるテレビ会議と異なり、基本的には 1 対多の放送型の利用になる。ストリーミング技術では、回線によるデータの損失を補償するために、あらかじめ一定量のデータをバッファリングすることから受信する映像には遅延が発生する。そのためリアルタイムでの意見交換などには向かないが、低コストで放送できるメリットがある。

2.2.1 Windows Media

Windows Media はマイクロソフト社のストリーミング技術であり、Windows であればマイクロソフト社からダウンロードできるエンコーダを使い、手軽にストリーミングを行うことができる。クライアントは Windows, Mac ともに無料で配布されている。

2.2.2 Real Video

RealNetworks 社が開発しているストリーミング技術であり、無料のエンコーダ、クライアントが配布されている。サーバも 1 年間の制限付ではあるが無料で利用できる。クライアントは Windows, Mac に加えて Linux 版も用意されており対応プラットフォームが多い。

2.2.3 Quick Time

Apple 社の開発するストリーミング技術であり、Mac OS X では broadcaster と呼ばれるエンコーダが無料で利用できる。またサーバも Mac OS X Server に付属するほか、OpenSource 版の Darwin Streaming Server が配布されており Linux, Solaris, Windows Server で動作する。クライアントの Quick Time は Mac, Windows ともに無料で利用できる。

* 情報処理センター

** 自然系（理科）講座

*** 学校改善講座

2.2.4 MPEG4

MPEG4は純粋には動画の圧縮規格であるが、携帯電話への動画配信などにも採用されるなどストリーミングにも利用されている。他のストリーミング方式は各社とも独自に開発しており、互換性が無いがMPEG4は標準規格であり、対応のクライアントではメーカーを問わずに再生できるため注目を集めている。

また他のストリーミング技術と異なり、低遅延な特徴を利用してテレビ会議のように利用することも可能である。

III. 実践例

ここでは、これまでに紹介した技術を利用したいくつかの試みを紹介する。

3.1 NetMeeting(H.323)

KNV(Kyoto Naruto Virtual University) Projectは平成15年度前期に開講された「教育実践研究方法論」で行われた京大との共同プロジェクトである。このプロジェクトでは、鳴門教育大学と京都大学の間でNetMeetingを利用した遠隔コミュニケーションを授業に取り入れることが行われた。(図1)

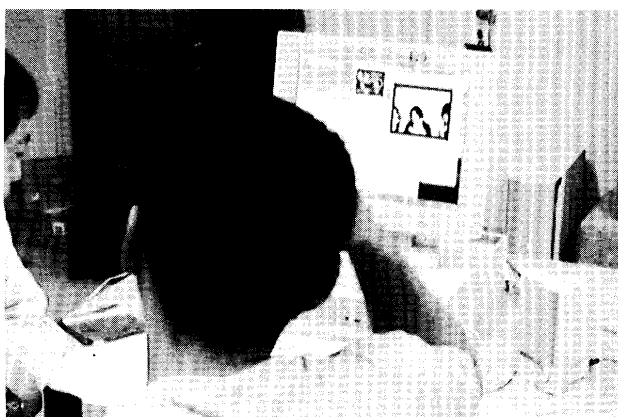


図1 NetMeetingを利用した遠隔コミュニケーション

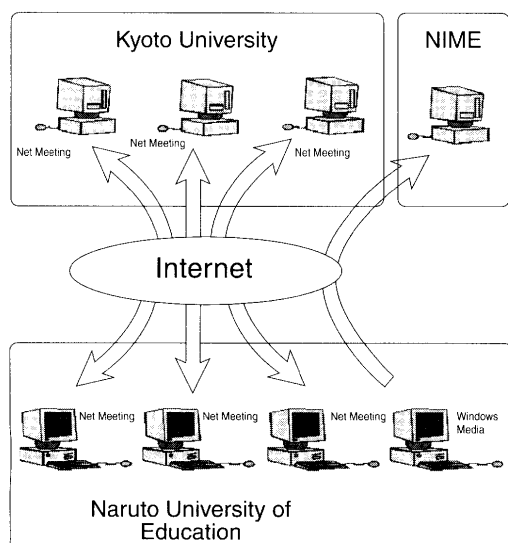


図2 KNVにおける動画中継システム構成

この授業では、学生は3班に分かれてそれぞれの相手とTV会議やチャット、ホワイトボードといったNetMeetingの機能を利用しながら行われた。さらにメディア教育開発センター(NIME)の共同研究者には鳴門教育大学でのNetMeetingの様子をWindows Mediaエンコーダを用いてビデオストリーミングとして配信した。

3つのNetMeetingが同時に京大との間でテレビ会議を行うために、回線の輻輳が心配されたが、実際は問題なく、スムーズにテレビ会議を行うことができた。図3に授業日の学外ルータのトラフィックの様子を示す。図3の16時から18時が授業時間に相当しているが、この時間におけるインターネット向けのトラフィックのピークはおよそ1.2Mbps程度である。当日はWindows Mediaは利用しておらず、トラフィックは主に3台のNetMeetingが発生したものと考えられる。したがってNetMeetingは1台あたり約400Kbps程度の帯域を使用していたと考えられる。

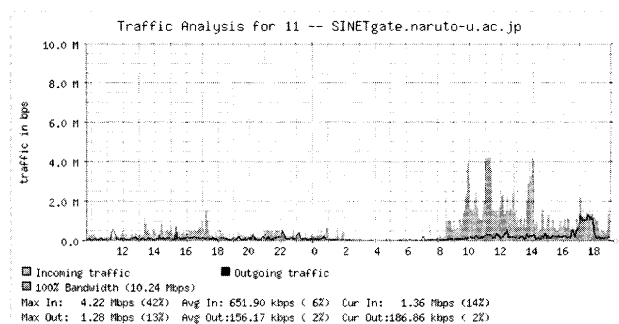


図3 2003年4月30日のトラフィック

NetMeetingはWindowsパソコンとカメラ、マイクがあれば気軽に利用できる。しかし、画像はCIF(322x288)に対応するものの、音声に関してはエコーキャンセラーなどの機能がないため、大人数での会議などに利用するのは難しい。KNVでも何度かハウリングを起こすことがあった。

3.2 PCS-1600(H.323)

PCS-1600はSONY社製のH.323準拠テレビ会議システムであり、本学では情報処理センターのほか各附属学校・園にも設置されている。通常はPCS-1600同士を直接接続して対面で会議を行うが、情報処理センターにあるMCU(多点接続装置)を利用すれば、最大6拠点までのH.323端末を同時に接続することが可能となる。(図4)

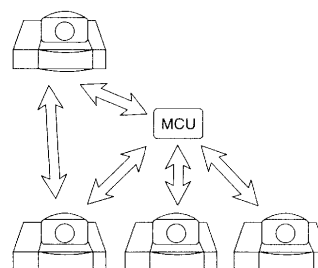


図4 H.323端末の接続

PSC-1600 では附属中学校とテレビ会議で利用したほか、JICA のプロジェクト「タイ教育用情報技術開発能力向上プロジェクト」において本学とタイ王国のバンコクセンター間にてテレビ会議を行うなどすでに一部実用的に利用されている。

PCS-1600 は相手を映すためのテレビと LAN があれば利用可能であり、教室などへ移動して利用することも可能である。PCS-1600 は IP ネットワーク上では最大 1Mbps の帯域を利用できる。附属学校・園と大学間のネットワークは 1Mbps で接続にも十分余裕があるため、一般のテレビなみの画像品質でテレビ会議が可能である。しかし、1 台で約 90 万円になるためコストが高く、後継機種の PCS-1 では若干低価格化されたが約 70 万ほど必要となる。

3. 3 Ruff Systems(DV over IP)

DV over IP は家庭用の DV カメラで撮影した映像をそのまま IP ネットワーク越しに遠隔地に転送することが可能であり、画像の圧縮などの余分な操作を行わずに転送するため、低遅延かつ高画質な画像を届けられることができる。そのため、高速ネットワークの整備されている大学や研究機関では遠隔授業などへの利用が始められている。

2003 年 6 月 20 日に附属中学校と情報処理センターを DV over IP で結ぶ実験を行った。附属中学校と大学間は 44Mbps の ATM 回線で結ばれているため、30Mbps の帯域を利用する DV over IP も対応できるはずであったが、実際に実験を開始したところ画像が安定せず利用できなかった。これは附属中学校側に設置している ATM ルータの処理能力が不足しており、DV over IP のデータを十分に処理できず、実験を始めると CPU の負荷が 100% になっていたことが原因と考えられる。

情報処理センターでは、附属中学校のルータを更新し、処理能力を向上させる予定である。ルータ更新後に再度実験を行い有効性を確認したい。

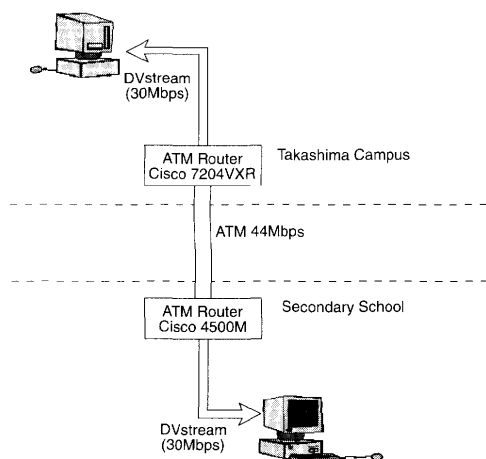


図 5 DV over IP の実験

高島キャンパス内の学内 LAN であれば、100Mbps までの通信に対応するため、DV over IP の通信にも余裕をもって対応できる。DV over IP を利用するためには、DV カメラおよび対応ソフトウェアが必要である。

DV over IP 対応ソフトウェアは今回の実験で利用した商用の Ruff Systems (東京エレクトロン) 以外にもフリーソフトの DVTS などがある。

3. 4 Quality Meeting

平成 15 年度のふれあいサイエンスにおけるパソコン利用は会場の都合から、教育用端末室およびマルチメディア実習室の 2 部屋に分かれて行った。ふれあいサイエンスでは、パソコンとインターネットを利用し、調査やプレゼンテーションの作成を行い、最後に調べた結果をプレゼンテーションする。発表は二つの会場を MPEG4 中継システムで結び、プロジェクターにお互いの部屋の様子を映し出しながら発表、質疑を行った。(図 6、図 7)

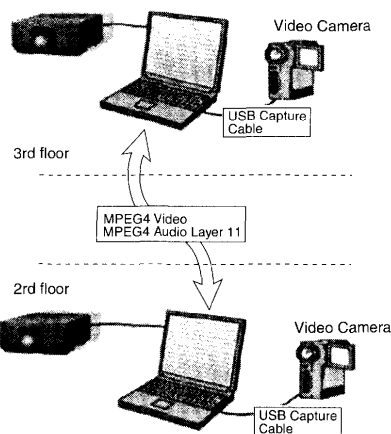


図 6 Quality Meeting による双方向通信

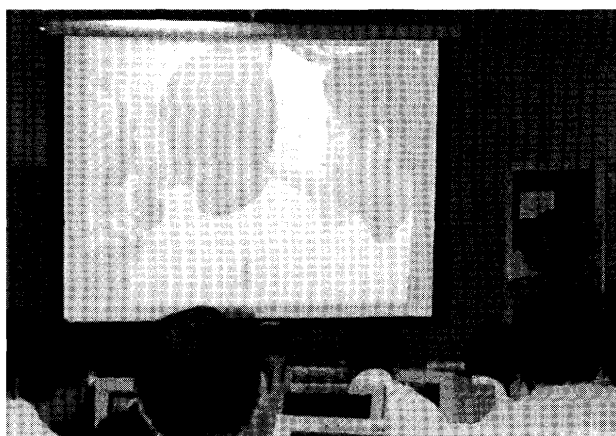


図 7 QualityMeeting による中継の様子

中継に利用した MPEG4 システムは KDDI 研究所製の Quality Meeting を利用した。この製品は Windows 上で動作するソフトであり、取り込んだ画像を MPEG4 にエンコードし送受信することができる。今回は USB のキャプチャーケーブル経由でビデオ画像の取り込みを行った。

このシステムは2台のパソコンを用意すれば、双方向での通信が可能となり、テレビ会議のような利用が可能となる。

Quality Meeting は一般のテレビ会議システムとは異なり画像のエンコードには MPEG4 を利用する。このシステムの特徴としては、

- 高解像度 (VGA) への対応
- 低遅延
- マルチキャスト対応
- 幅広いネットワーク帯域への対応

などが挙げられる。

多地点接続が必要ない場合は Quality Meeting は非常に優れた特徴を持っており、授業観察に適した方式と考える。

IV. 授業観察システムの構築

附属学校での授業風景を大学から観察できることを目的とした「遠隔授業観察システム」の開発を目指している。このシステムでは、大学院の「教育実践研究」において利用することを想定しており、

- 高品質な画像および音声
- 低遅延
- 遠隔地からのカメラ、音声の調整

などの機能が必要である。H.323 を用いるテレビ会議システムはこれらの機能をほぼ満たすが、画質に関しては最良ではない。我々がテストを行ったシステムのうち画質のもっとも良い中継方式は DV over IP であり、

- DV テープと同じ画質、音質
- MPEG のようなフレーム間圧縮を行わないため低遅延

などの特徴から授業観察システムに適している。しかし附属との実験を行ったところ現状のネットワーク設備ではルータの処理速度の問題から附属学校との間で DV over IP のデータを転送するのは困難であることが判明した。そこで、授業観察システムには既に各附属学校・園に整備されている H.323 端末と新たに MPEG4 の画像中継装置導入し利用する。特に MPEG4 による中継は一般のテレビ会議方式である H.323 と比べて、

- 高画質
- マルチキャストを使った放送に対応
- 低価格

などの点において優れていると判断したためである。ただし、ふれあいサイエンスで用いた Quality Meeting はパソコンの操作が必要になるため、手軽に利用することが難しい。そこで授業観察システムではビクターより発売された MPEG4 対応の中継機器 DM-NC40 を利用することにした。この装置は H.323 の専用端末よりも低価格で

販売されており、システムのコストを抑えることができる。また、カメラやマイクは別途用意する必要があるが、これまでも授業観察用にビデオカメラを利用して録画していたことを考えるとテープの代わりにネットワーク越しにデータを転送することに相当する。

音声に関しては小型のピンマイクとトランスミッターを利用することで、授業者の声は完全に拾うことができる。その反面、授業者以外の声は聞こえないという問題が発生する。相手側カメラのリモートコントロールは PCS-1600 は新しいファームウェアにバージョンアップすることで利用可能になる。DM-NC40 はコントロール用の RS232C 信号をリモート側に転送することができるため、リモートコントロール可能なカメラ (Canon VC-C4 など) を接続すれば、遠隔操作可能になる。

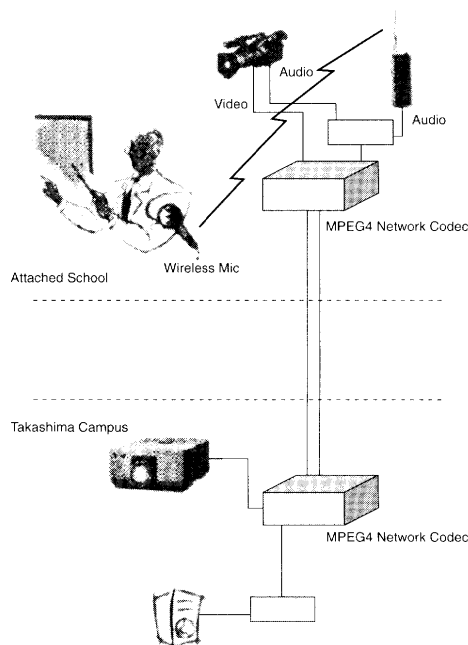


図8 授業観察システムの構成

V. ま と め

本学にはテレビ会議システムをはじめ多くの動画中継システムが導入されている。これまでは設備を常設して設置できなかったこともあり実験的な利用にとどまっているが、今後はこれらのシステムを実用的な方向での利用を推進する必要がある。情報処理センターではセンター会議室にプロジェクターを設置し、テレビ会議を常にご利用できるように環境を整える計画である。また平成15年度には附属幼稚園にもテレビ会議端末が導入された。これにより、すべての附属学校・園にテレビ会議端末が導入されたことになる。さらに MPEG4 画像中継装置も対向分だけではあるが導入することができた。今後はこれらの機材の利用を促進し、附属学校・園と大学との間でより一層の交流が広がることを期待する。

謝 辞

本稿中で事例として紹介させていただいた「KNV」ならびに「ふれあいサイエンス」関係者、および Ruff Systems の実験に協力いただいた日商エレクトロニクス、住商エレクトロニクス、東京エレクトロン、鳴門教育大学附属中学校大泉 計教諭に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 益子典文, 曾根直人, 渡邊公規, 佐古秀一: ライブストリーム映像配信による理科授業場面の中継実験と学生の理解特性ーリアリティー向上のための講義の工夫とその評価ー, 科教研報, 2001 年 9 月 Vol.16 No.1 pp.37-42
- 2) 島宗 理, 曾根直人: PHS を活用したネットライブ配信: 教育支援への利用の可能性と限界, 鳴門教育大学学校教育研究センター紀要 2001 年 第 16 号 pp.173-178