

京都教育大学遠隔授業システムの概要とテスト運用

沖 花 彰 ・ 佐々木 真理

(京都教育大学)

(京都教育大学)

The distance educational system in Kyoto University of Education
and the trial works by using it.

Akira OKIHANA, Naomasa SASAKI

1999年9月30日受理

抄録：平成11年4月京都教育大学と附属学校園との間に ATM-LAN が敷設された。本稿ではこのネットワークを介して行われる遠隔授業システムについて報告する。

キーワード：遠隔授業システム，ATM-LAN，TV 会議

I はじめに

平成10年度補正予算で ATM ネットワークシステムが認められ、平成11年3月末に敷設が完了した。これまでは大学キャンパス内にのみ 100Mbps FDDI-LAN が敷設されていたが、今回基幹部を ATM-LAN に更新し、さらに数km離れた附属学校園4キャンパスとの間にそれぞれ 156Mbps 光専用回線及び 1.5Mbps ISDN 専用回線が敷設された¹⁾。教員養成系大学では大学と附属学校園との研究・教育面での有機的連携が重要視されているが、今回の計画の中にネットワークを利用した遠隔授業システムを盛り込み、様々な形での大学と附属学校園との連携を図っていく予定である。本報告では、まだテスト運用の域を出ていないが、このシステムの概要とこれまで行ってきた運用結果について述べる。

今回導入された遠隔授業システムは2種類に分かれる。1つは ATM-LAN を介した4画面通信のシステムで、これは大学と附属高校、附属桃山中学校、附属桃山小学校及び附属養護学校間で行われる本格的なシステムである。通信は 156Mbps 光専用回線を介して行われる。もう1つは 10Mbps イーサネット LAN を介する通常のパソコン TV 会議システムを用いたもので、大学と7附属学校園すべてに設置された。以下にそれぞれについて紹介する。

II ATMによる遠隔授業システム

1. システムの概要

遠隔授業システムは大学キャンパス内の教育実践研究指導センター遠隔授業室と、附属高校、附属桃山中学校、附属桃山小学校及び附属養護学校の各遠隔授業室に設置されている。それぞれの附属学校キャンパスは大学キャンパスから1.5～2km離れており、その間は 156Mbps のシングルモードの光専用回線で結ばれている。

ATM (Asynchronous Transfer Mode 非同期転送モード) ネットワーク方式はすべてのデータが53オクテットにセル化されて送られるので、高速転送が可能で、音声、画像を交えたマルチメディア通信に適している。本システムでは、大学と各附属学校の遠隔授業室に設置された画像コーデック装置を、通常データ通信とは独立した専用回線を介して ATM 交換機で結び、ATM ネットワーク方式でデータ通信が行われる。そのため、附属学校のインターネット利用と競合することなく、このシステムが利用できる。通信は、大学と各附属校との間の1対1通信に限られるので、大学側操作卓から附属学校を選択切り替えして行う。図1にデータの流れを示す。

(1) 画像データの流れ

各校それぞれ、2台の画像コーデック装置(1装置にエンコーダカード及びデコーダカード各1枚が装着)を有し、MPEG2 相当の高画質で圧縮された2映像が双方向で ATM-LAN により送受信される。画面転送は約30フレーム/秒(1画面の画素数720×480)で、1映像あたり約6Mbpsの帯域を必要とする。4画面通信なのでSCS(大学間衛星通信ネットワークシステム)の2波通信時に比べて倍の情報量が得られる。

図1に映像系の流れを実線で示す。ATM 経由で受信した2映像はデコーダで解凍され、自サイトのカメラ映像とともにAVマトリックススイッチャに入力される。マトリックススイッチャからの映像は、操作卓モニタ、各種大型モニタ及び送信出力に選択出力される。どの映像をどの画面に映し出すかはこのマトリックススイッチャをコントロールすることによって行われる。送信出力映像はマトリックススイッチャ出力後エンコーダで圧縮され、ATM 回線を介して相手サイトへ送られる。

(2) 音声データの流れ

図1に音声系の流れを点線で示す。デコーダで受信された音声は一度エコーキャンセラで検知され、AVマトリックススイッチャに入力される。マトリックススイッチャからの出力は自サイトの大型モニタ内蔵スピーカへ送られる。自サイトの各種マイクからの音声はマイクミキサでモノラル化され、映像と同様エンコーダで符号化(MPEG1)され、ATM-LANで送信される。転送速度は384kbpsである。このうち、いわゆるエコーの部分はエコーキャンセラで受信音声部分と比較されキャンセルされる。画像の圧縮時に約0.5秒程度の遅延が起きるのでコーデック装置で音声を遅らせ画像と揃えて送信している。

(3) コントロール信号の流れ

本システムの特徴の一つに、自サイトのみならず相手サイトのカメラ操作が遠隔で行えるということがある。図1にコントロール系の流れを一点鎖線で示す。操作卓に設置されたコントロールパソコンからのRS232C信号及び受信された相手サイトからのコントロール信号はI/Fユニットに送られ、AVマトリックススイッチャ、音声アンプ、集音マイク切り替え器及びカメラリモコンをコントロールする。これによって映像選択、各種カメラコントロール、音量調節ができる。相手サイトへの操作はコントロールパソコンからエンコーダを介して転送速度

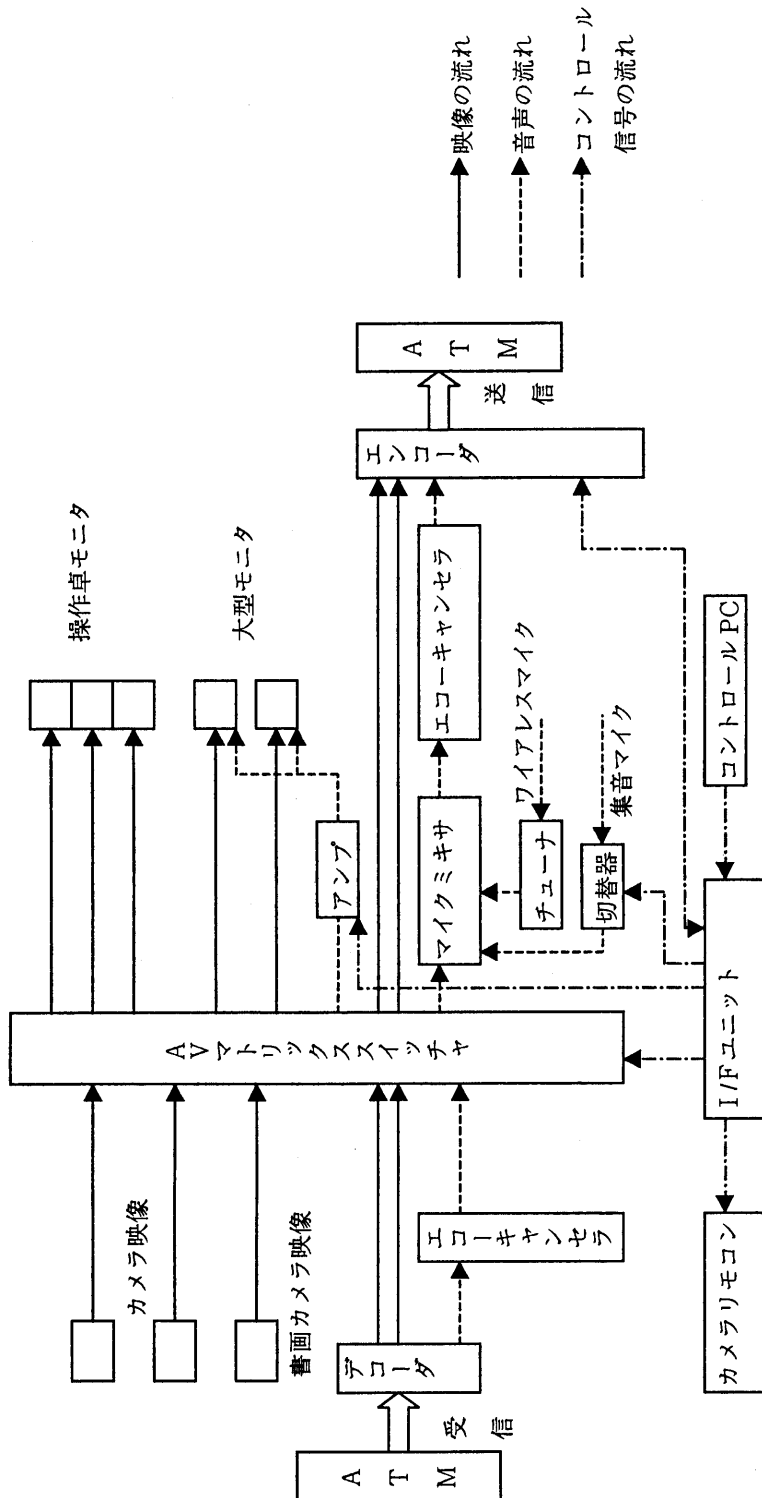


図1. データの流れ

4800bps で送信される。自サイトのみならず、相手サイトもコントロールできる。各種操作はコントロールパソコンのタッチパネルから簡便に行え、また携帯リモコンでも操作できる。

2. 教室内の AV 機器

遠隔授業室に設置された AV 機器とその配置は各校により若干異なるが、おおよそ共通している。図 2 に大学遠隔授業室の各 AV 機器の配置図 (a) 及び写真 (b) と附属桃山中学校遠隔授業室の写真 (c) を示す。

(1) 3 CCD カメラ

各部屋にそれぞれ教師用（教室後方より教師及び黒板を写す）及び生徒用（教室前方より受講生を写す）が、各 1 台設置されている。操作卓から自サイトからはもちろん、リモートで相手サイトからのアングル、ズーム操作が可能である。相手サイトからの操作と実際のカメラの動きのタイムラグは 1 秒程度である。このためリモート操作に若干慣れが必要である。各カメラにはプリセット機能が備わり、カメラのポジション、ズーム及びフォーカスが最大で 24 点プリセットできる。現在は教師用位置として左、中、右の 3 点、黒板用位置として左、中、右の 3 点、及びズームを少し引いて教師、黒板全体をとらえる全景、計 7 点を教師用カメラにプリセットしている。また、生徒用カメラには教室前右、中右、後右、前左、中左、後左及び教室全体をとらえる全景、計 7 点がプリセットされている。

(2) 大型モニタ

大学側には 70 インチ背面式プロジェクタ及び 42 インチプラズマディスプレイが教室前方左右に設置されている。プラズマディスプレイは容易に移動でき、用途に応じて教室内自由に設置できる。附属学校側には 70 インチ背面式プロジェクタ（附属養護学校のみ 42 インチプラズマディスプレイ）が教室前方に設置、投影型プロジェクタが天井吊り下げで教室前面スクリーンに映し出す形で設置されている。それぞれスピーカを内蔵し、音声出力はここから行われる。

(3) マイク

教師用はタイピン形ワイアレスマイクを使用する。大学の受講生用としてはワイアレスハンドマイクをまわしていく形で使用する。附属学校の場合、生徒がマイクをまわしたりスタンドマイクのところに行く形は想定せず、教室天井 6 箇所に集音マイクを設置し、その周辺の音声を集める方式をとっている。集音マイクのゲートは生徒用カメラのプリセットと連動しており、カメラの向いたポジションのマイクが 1 台選択され、ゲートが開き集音可能となる。

(4) 書画カメラ 1 台

教材提示用で、カメラ映像と選択切り替えて送信提示される。

(5) 教材提示用パソコン

パソコンの画面転送は画質劣化を防ぐためビデオ変換せず、通常の LAN を介して行う。

LiveHelp というソフトを用いている。画面共有機能を有し、教師の側で開いた画面はそのまま相手サイトの教材提示用パソコンの画面になる。パソコン画面の大型モニタへの出力は RGB 信号で送られるのでモニタ側で RGB/ビデオの切り替えで表示できる。

(6) 操作卓

操作卓にはモニタが3台備わり、提示画面と提示準備画面が表示できる。接続校、送信画面、表示画面の選択及びカメラ操作はすべてコントロールパソコンのタッチパネルで行える。またカメラ操作は赤外線リモコンで教室内のどこからでも行える。

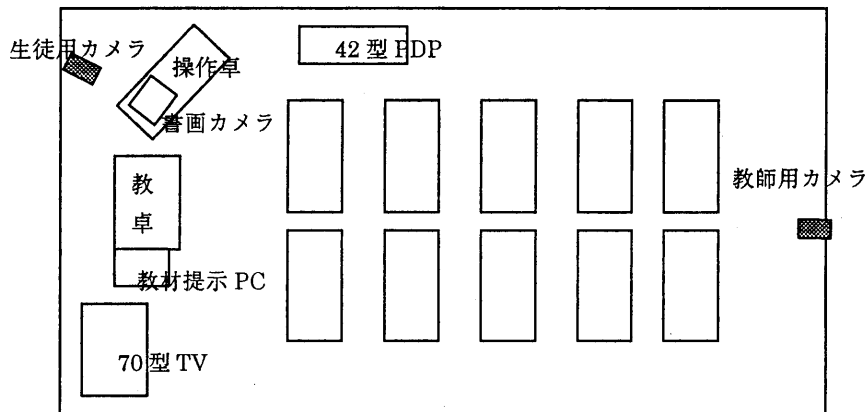


図 2 - a 大学遠隔授業室の配置図

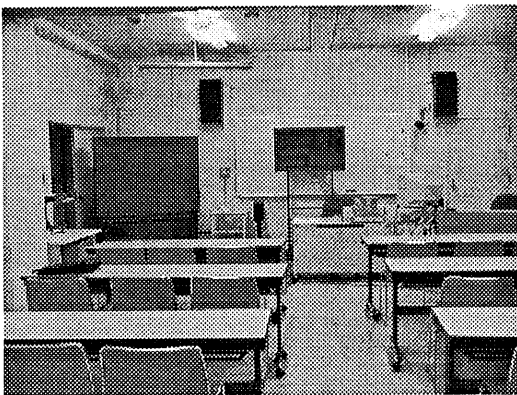


図 2 - b 大学遠隔授業室

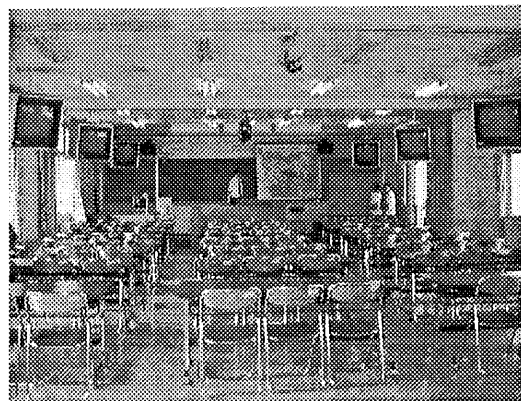


図 2 - c 附属桃山中学校遠隔授業室

Ⅲ イーサネット LAN による遠隔授業システム

ATM-LAN によるシステムは高画質の2映像送信2映像受信が双方向で行えるという利点をもつが、教室が限定されるという問題点をもつ。これは附属学校では大学のような専用教室をもたず、一般教室と併用しているため運用に大きな支障となる。また、通信情報が多く、太い帯域が必要となるが、10km程度離れた附属京都小学校、附属京都中学校との間にはそのような回線は敷設できない。そこで1.5Mbpsの専用回線でも十分可能な通常のパソコンTV会議システムを利用した遠隔授業システムを設置した。

1. システムの概要

イーサネット LAN で使用可能な通常のパソコンTV会議システム（NTT 社 PhoenixV）であるが、画素数352×288の画面（FCIF）が30フレーム/秒で1画面送信1画面受信できる。使用帯域は384kbpsである。国際標準規格のLANプロトコルH.323では128kbpsしか出ないが、メーカ独自プロトコルを用いて、その3倍の帯域を使用できるようにしている。その分他メーカ機種との互換性がない。このシステムの特徴はパソコン、カメラ、モニタをすべて移動可能とし、LANの口さえ有れば使用できるところにある。またISDN回線での使用も可能で、学外との通信も可能である。（その際128kbpsになるがH.320準拠で他メーカとの互換性がある。）以下に装備されたAV機器を示す。

(1) カメラ

パソコン添付の小型カメラは画質が落ちるので外部ビデオカメラを使用する。またカメラとパソコンは無線で結ばれ、パソコンから数100m離れたカメラ映像を取り込み送信できる。アンテナを窓に設置すれば屋外での教育活動なども相手サイトに提示できる。

(2) マイク

集音マイクを使用し、教室内のどの位置からでも集音できる。

(3) モニタ

携帯用の高輝度プロジェクタを有する。

(4) 教材提示

Netmeetingを使用し、パソコン画面の画面共有、アプリケーション共有が可能で、教材を提示したり、双方から書き込みが可能である。

Ⅳ テスト運用結果

平成11年前期に行ったテスト運用の結果について報告する。

1. これまでに行った遠隔授業・会議は以下の通りである。なお校名は略記した。また通信の向きは講義側から受講側（又は観察側）を表している。

- ・開所式 5月14日(金) 16:00-19:00 高校・養護・桃小 ↔ 大学 参加約40名
ATM-LAN 遠隔システム, TV 会議システム
- ・システム説明 6月4日(金) 16:00-17:30 桃中・幼稚園 ↔ 大学 約10名
ATM-LAN 遠隔システム, TV 会議システム
- ・観察・参加研究(事前指導) 6月25日(金) 16:40-18:00 京小 → 大学 10名
TV 会議システム
- ・障害児教育部会 7月2日(金) 15:00-17:00 大学 → 養護 36名
ATM-LAN 遠隔システム
- ・理科教育部会 7月3日(土) 14:30-16:30 京中 → 大学 14名
TV 会議システム
- ・中等技術科教育(授業) 8月2日(月) 9:30-12:30 桃中 → 大学 26名
ATM-LAN 遠隔システム
- ・教育実習観察 ATM-LAN 遠隔システム (図3にそのときの大学での写真を示す)
 - 9月10日(金) 10:45-11:35 高校 → 大学
 - 16日(木) 9:45-10:35 桃中 → 大学
 - 13:20-14:10 桃中 → 大学
 - 17日(金) 9:45-10:35 桃中 → 大学
 - 14:40-15:30 高校 → 大学
 - 20日(月) 10:45-11:35 桃中 → 大学
 - 21日(火) 10:50-11:35 桃小 → 大学
 - 22日(水) 9:45-10:30 桃小 → 大学
 - 11:40-12:30 高校 → 大学
- ・技術・家庭科(授業) 11月5日(金) 14:00-15:30 大学 → 桃中 22名
ATM-LAN 遠隔システム

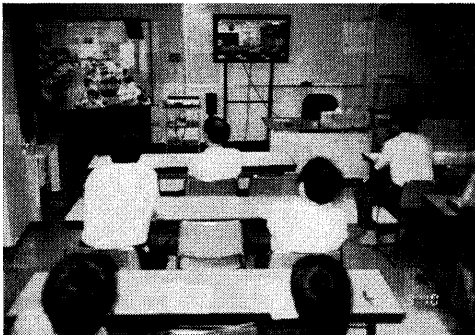


図3-a 大学での教育実習観察の様子



図3-b 大学から附属カメラを操作している様子

2. 利用者からのアンケート結果について

利用後、以下のようなアンケートを取った。個々の利用では母数が少ないので、ATM-LANシステムとTV会議システムに分けて、各利用の回答をまとめて報告する。それぞれ以下の質問に対して「そう思う」「やや思う」「わからない」「あまり思わない」「思わない」の5段階に分けて選択回答してもらった。図4から6に、システムに対して積極的な評価を左に、消極的な評価を右にして5段階分布で示した。(例えば(1)fでは「思わない」が左で「そう思う」が右になる。)表の白棒がATM-LANシステム利用で、黒棒がTV会議システム利用である。

(1) 受信状況について

- a. 画像は鮮明であった。
- b. 画面の人物はわかりやすかった。
- c. 画面に提示された文字はわかりやすかった。
- d. 音声は明瞭であった。
- e. 音声の音量は適切であった。
- f. 画像と音声のズレは気になった。
- g. 目や首が疲れた。

画面、人物の鮮明度が両システムで9割以上が肯定的であったのに対し、文字の鮮明度はやや評価が低かった。特にTV会議では否定的な意見が3割あった。これはテスト利用時カメラで資料を写すという形をとったため、教材提示にはパソコンの画面共有などを積極的に活用する必要がある。音声については2-3割程度否定的であった。これについてはハンドマイクからの音声は問題ないが、附属の生徒を集音マイクで収録する事、TV会議で教室全体の声を拾うことがうまくいかなかったためである。これについてはまとめて再度述べる。画面と音声のズレはTV会議で3割程度が感じている。疲労度についてはATM-LANで2割程度見られた。2画面同時に見ながら授業を聞くのは結構大変なことのようである。

(2) 遠隔授業の印象

- a. 授業(会議)として臨場感や現実感があった。
- b. 授業(会議)として充実感が得られた。

遠隔授業では臨場感が足りないとよく言われるが、7割以上が評価はよかった。ATM-LANによる充実感がやや劣るのは教育実習観察の際十分に附属生徒の声が聞こえなかったためであると思われる。

(3) 遠隔授業への期待度

- a. これからも遠隔授業に参加したい。
- b. 附属学校の授業をこの装置で見てみたい。
- c. 附属学校の学校の先生・児童・生徒達とこの装置で話してみたい。

いずれの項目でもおおむね肯定的で、この遠隔授業システムに対する期待感が感じられる。

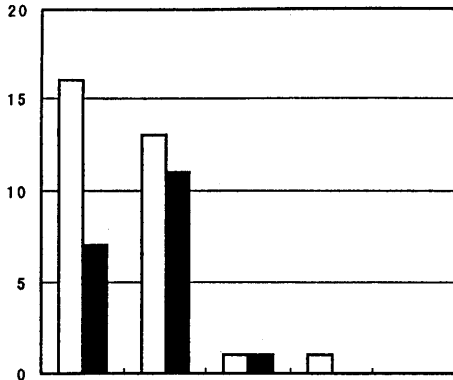


図4-a 画面の鮮明度

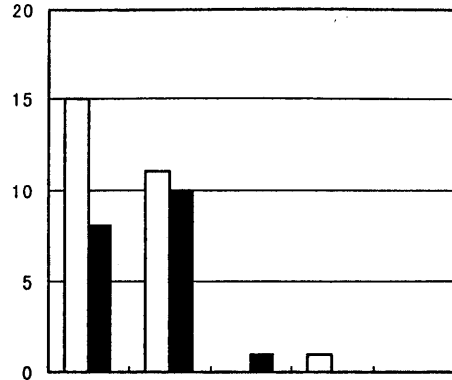


図4-b 人物の鮮明度

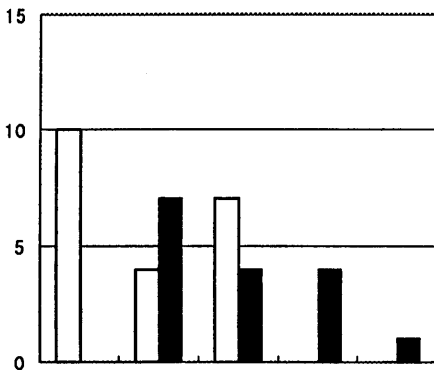


図4-c 文字の鮮明度

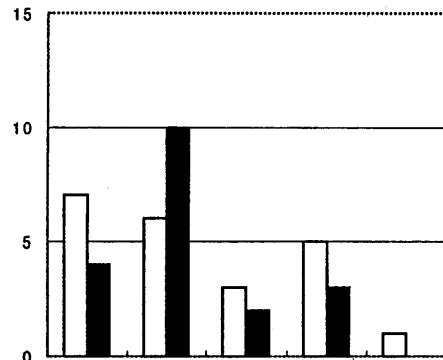


図4-d 音声の明瞭度

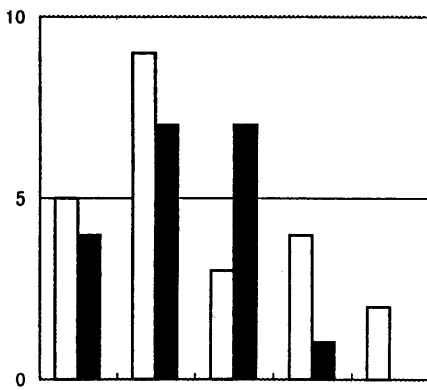


図4-e 音量の適正度

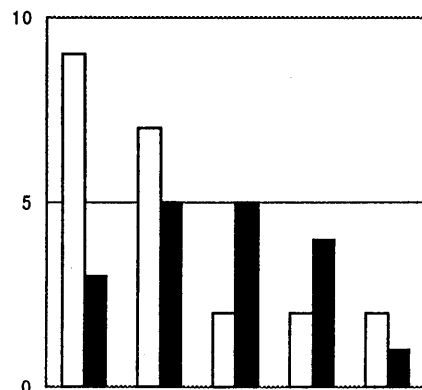


図4-f 画像と音声のズレ

積極的評価 ← → 消極的評価

積極的評価 ← → 消極的評価

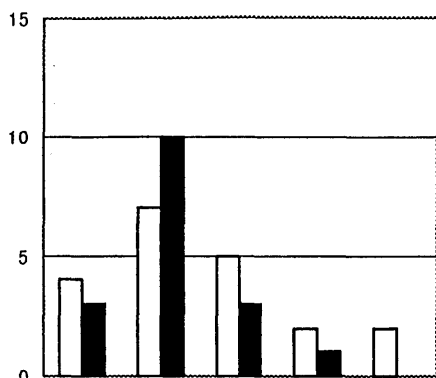


図4-g 目や首の疲れ

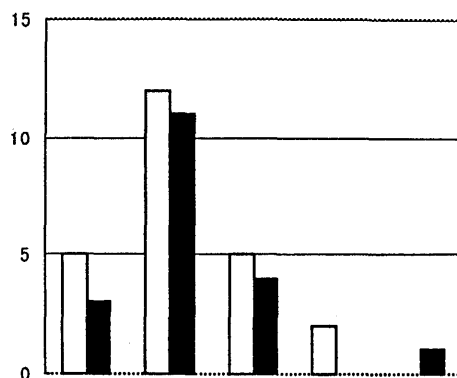


図5-a 臨場感、現実感

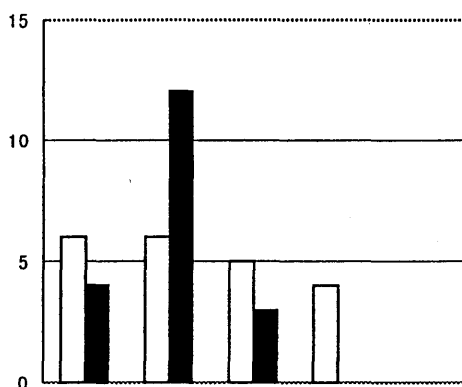


図5-b 充実感

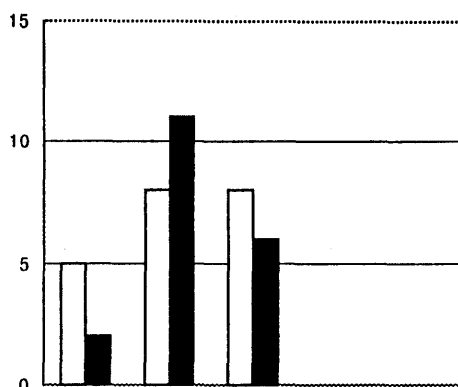


図6-a 参加したい

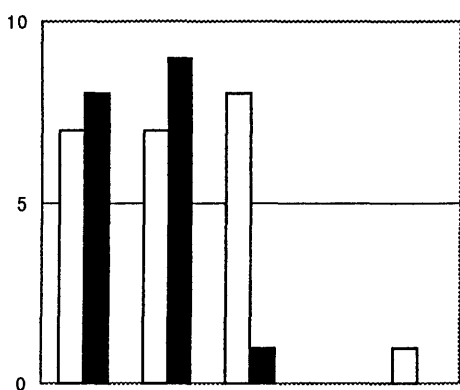


図6-b 授業を見たい

積極的評価 ← → 消極的評価

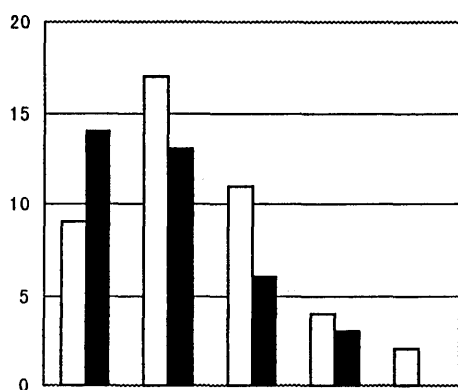


図6-c 先生、生徒と話したい

積極的評価 ← → 消極的評価

V まとめ

上記両システムはそれぞれ相補的で、ATM-LANを用いたほうは性能が優れているが、機動的でない。イーサネット LAN を用いたものは性能は劣るが機動的である。それぞれの特徴を生かし活用していきたい。まだ本格的な運用というにはほど遠く、またどれだけ対面式の講義に代用できるか、さらに乗り越えられるか半信半疑な教官も多い。

今回のテスト運用ではシステム全体として十分活用しうるものであることは検証できたが、個々にはまだ改善すべき課題は残されている。例えば、ATM-LAN システムの大きな特徴として期待される授業観察については、まず附属側で先生が生徒を指し示して答えさせるとき、観察側で迅速にその生徒を探し、カメラをその位置に持っていくことが難しい点や附属生徒の音声を十分に集音することができていないことが挙げられる。これについては授業時の座席表をあらかじめ大学側に配布しておく、生徒は立って答えさせるなど運用上の工夫が必要だと思われる。またシステムのにも複数の集音マイクを用いてステレオ録音し、答える生徒の位置を判別する技術面での改良も模索する必要がある。その一方で現場で参観するのに比べ、生徒を前から観察できること、観察しながら大学側で自由に議論ができることなど、現地に出向かなくてもよいという物理的な利点だけでなく、今後の観察実習のあり方を大きく改善する利点も分かってきた。

TV 会議システムを利用した運用については画面の鮮明度など十分長時間の授業に適用できることがわかった。ただ、補助教材としてパソコン共有機能を使ったりしないと 1 画面の通信では限界がある。こういうシステムに慣れるためには教師側の補助教材活用のスキルの向上が求められる。

実際に運用していく点で問題はマンパワーで、どの場合も必ず講義者とは別に操作員が必要となる。TA (ティーチングアシスタント)、学生ボランティアなどを活用して運用したいと考えているが具体的には決まっていない。

また講義をする側の訓練も重要である。とにかくカメラに向かって講義することに我々は慣れていない。その姿勢は遠隔授業の場合、直接受講側に影響する。教師がいかに受講者に臨場感を持たせる講義を行えるかも大きな課題である。

京都教育大学の遠隔授業はまだ始まったばかりである。活用範囲は限りなく広がっている。大学一附属間のみならず、他大学との連携、地域への授業提供、さらには海外との相互授業も可能にさせるシステムである。今後の積極的活用を期待したい。

最後に本システムの構築は富士通、JVC 三船謙二氏ら業者の方々とともに行ったことを付記する。

参考文献

- 1) 「京都教育大学 ATM ネットワークシステムの概要」 沖花 彰
情報処理センター年報 (平成10年度版) (1999.10) pp.1-5