

鮮明な画面教材と講師映像の2画面提示による 双方向マルチポイント接続型遠隔学習システムの構築

山本洋雄・丹野和美

キーワード

遠隔学習システム, 2画面方式, 双方向マルチポイント接続, CODEC, イン트라ネット

あらまし

教材はイントラネット回線を、講師の映像や音声はISDN回線を用いて送信することによる、双方向マルチポイント接続型遠隔学習システムを構築し実用化した。鮮明な写真や図面を含む教材を片方の画面に提示しながら、もう一方の画面に講師の表情や目線が写し出されるため、受講生にとって分かりやすく、臨場感のある授業が可能となった。また、各ポイント（教室）の装置一式をオールインワン方式にしたことにより、講師や受講生側の準備負荷を軽減すると共に、誤操作や操作忘れの防止が図れた。本システムは、各キャンパスを結んで行う、大学の遠隔学習システムに活用できるものとする。

1. はじめに

技術の進歩が激しく、社会構造も大きく変化している。そのため従来に比べて求められる業務知識も多岐に渡り、かつタイムリーでスピーディーな教育の実施が強く求められている。地理的に分散した場所による受講要求も多くなってきた。また、前提知識のバラツキも拡大しており、そのような状況にも応えられる高効果な学習システムが望まれている。e-Learningとして、インターネットを利用した学習システムも大きな成果を上げているが、⁽¹⁾リアルタイムでの遠隔教育も歴史は長く、多くの研究が行われており利用価値も高い^{(2)~(12)}。

大学においても多くのキャンパスを結び、かつ分かり易い遠隔学習システムの実現がe-Learningと共に望まれている。

CODEC（映像・音声圧縮システム）を用いた遠隔学習システムは、狭帯域で送受信するために動画像を高圧縮している。そのため、動画像の送受信には向いているが、鮮明な静止画の転送には適していない。黒板に書いた文字やOHPの画面は、見難くなり実用的ではない。鮮明でない教材と、映像を伴わない音声での授業は、受講生にとっては集中力の維持が難しいものとなる。

一方、画面表示液晶プロジェクトも年々性能が著しく向上しているが、1つの画面に静止画と動画像の2画面を表示する方式では、文字や図面が小さくなり鮮明ではなくなる。また、多人数でマルチポイントを接続する方式には、いろいろな課題がある。静止画と動画像を切替える方式もあるが、講義に集中すると切替えを忘れてしまうなど、講師の使い勝手はよくない。

そこで、従来の板書やOHP教材をPowerPointなどデジタル画像にしてファイル化し、講義時にはイントラネット／構内LAN等を利用したリアルタイム伝送により受講生側の画面に表示する。映像や音声はISDNなどの別回線で送って表示する。講師は講義の進捗に合わせて教材を順次表示するよう手元PCを操作しながら講義を行う。受講生側には、画面を2つ用意し、片方は教材としてPowerpointやExcelの鮮明な静止画面を提示する。もう一方は、講師の映像を表示して臨場感を持たせ、教育の効果向上に役立てる。併せて、各ポイントの設備をオールインワン方式にして操作性を向上させ、講師の負担軽減を図ると共に、誤操作の防止にも配慮した。このような双方向マルチポイント接続型遠隔学習システムを構築し実用化した。

2. システム構成

講師や実習機材の映像および音声はPictureTelの映像・音声圧縮システムCODECを使用し、ISDN回線により受講生側に送信する。そしてPowerPoint、Excel、Word、Web画面等の静止画については、CODECを使用すると画質が劣化するため、イントラネットを利用し鮮明な画質のまま受信可能なように送信する。この遠隔学習システムの全体の構成図を図2.1示す。

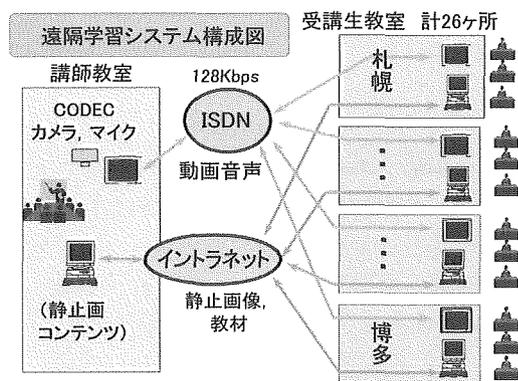


図2.1 遠隔学習システム構成図

図2.1に示したように、全国26箇所の教室で遠隔学習が同時に受講可能となるようにしている。通信費用の低減を図るためISDNは1回線とし、回線速度は128Kbpsとした。またイントラネットの回線速度は受信拠点規模によって大きく異なり、10Mbps～256Kbpsとなっている。イントラネットは教育専用ではなく、各種業務用データ伝送にも使用されているので、社内業務に支障を生じさせないように運用を図っている。例えば、ファイル送信用通信ソフトは各種あり、

FTPを使用するソフトは高速ではあるが大きな教材ファイルを配信するには、回線を占有し社内業務に支障をきたす恐れがある。そこで、本システムでは回線を占有せず、データ通信と併用できるMicrosoft NetMeetingを使用した。

鮮明な画面教材配信の仕組みについて図2.2に示す。講師用PCのメモリにあるPowerPointやExcel、Wordといった教材データは、サーバを介して0.5秒後には受講生に送信される。受講生側には、講師PC画面が高精細のまま画質劣化せずに到達する。なお、2画面方式での0.5秒の時間遅延は講義上ほとんど支障にはならない。

3. システムの特徴

受講生に対して、対面授業と同等以上に迫力のある臨場感に満ちた教育を実現するために、次のような特徴あるシステムにしている。

- (1) 教育実施上、音声は明瞭であるか否かは極めて重要である。従来のCODECの3.4Khzと比較すると、本システムは7.6Khzの音声帯域を確保しており、聞きやすく、長時間の講義での疲労感の少ないものとなった。
- (2) 鮮明な画面教材を送信するために、ビデオ信号などへのアナログ変換過程がなく、劣化の少ない方式を採用した。
- (3) 教材は講師側PCの操作から大きく遅延することなく送信できるよう、映像回線とは別のイントラネットを利用することとした。
- (4) 完全双方向であり講師、受講生間の質疑応答がリアルタイムに実施できる。
- (5) 教材データはイントラネットに接続された受講生のノートPCにも直接配信可能にした。個人個人への配信により、シミュレータ型教材などのインタラクティブ性の高い教材操作への対応も視野に入れている。

教材配信のしくみ

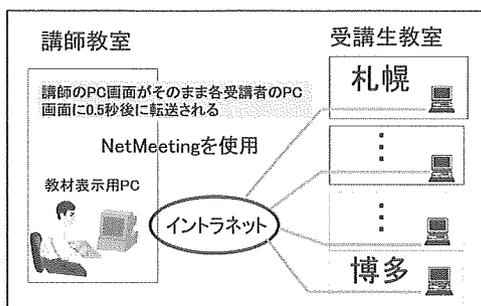


図2.2 鮮明な画面教材配信の仕組み

図3.1に受講生人数が20人以下である場合の、小規模人数授業風景を示す。教卓には教材の画面、書画装置、受講生教室を映すCODECの画面、実習教材を映すビデオカメラ用モニターがあり、講師は適時画面を切り替えて講義を行う。但し、上記の全ての機器を切り替えて実施しなければならないのではなく必要に応じて、通常1～2個程度を使用している。講師が講義に集中できるように、機器操作に関する負担を極力少なくした。工夫点としては、カメラ等をあらかじめ3脚に固定しておき、切り替えスイッチを押すだけで受講生に配信する画面の切り替えができるようにするなどである。従来はカメラの切り替えはDOCECの画面で切り替え、書画装置は操作パネルで操作し、液晶プロジェクタの表示は液晶プロジェクタの操作パネルで切り替える等、操作が煩雑であった。それを、操作系統を統一して単一のスイッチBOXで切り替え可能とした。

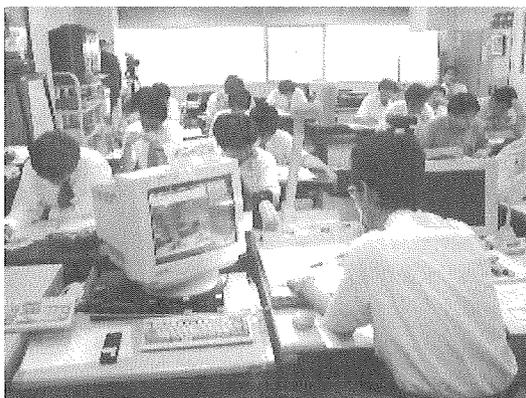


図3.1 小規模人数授業風景

図3.2に受講生人数が20人以上の大規模人数授業用映像／音声制御卓を示す。図3.3にはCODECを示す。講師用としてのCODECはPictureTelの680装置を採用した。特徴と

しては、外部マイクが接続可能なため、講師教室の音響設備の音声をミキシングして接続出来ることが挙げられる。これは受講生が多い場合、マイクを3～4人に1本の割合で用意しないと質問の音声が他の受講生に聞こえないという問題の解決に非常に有効である。教育の中心となる拠点には、20人以上の多人数を対象とした遠隔学習／講演会／会議等が実施可能なように、映像／音声制御卓を新規に開発し設置した。図3.4に音声／映像制御卓のパネルの一部を示す。

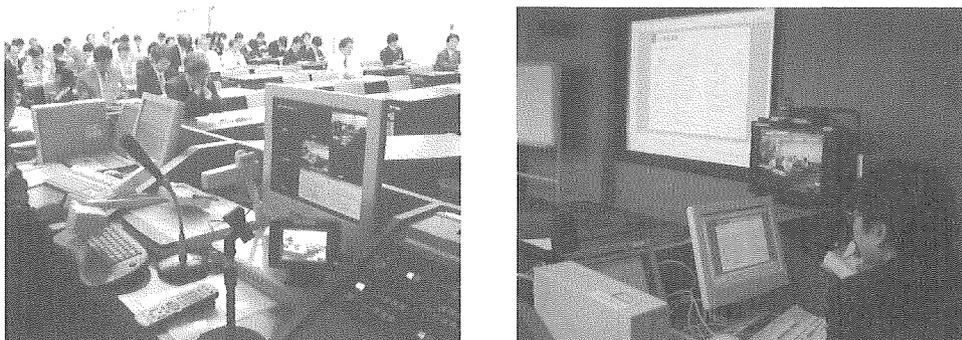


図3.2 大規模人数授業用映像／音声制御卓

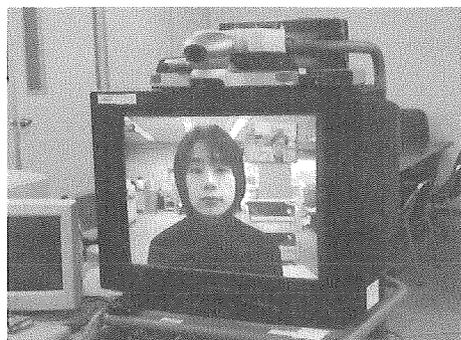


図3.3 picture Tel 680 CODEC

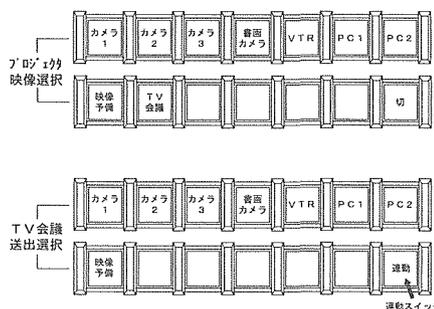


図3.4 音声／映像制御卓

9種類の入力信号は9画面モニタに常時表示されている。そして講師は表示に必要な映像を選択してCODECおよび大型スクリーンに投影する。通常は、右下の連動スイッチ（矢印）を押しておけば、大型スクリーンとCODECへの送出映像は同じものとなる。ビデオへの録画の都合等で、大型スクリーンとCODECへの送出映像を区別したい場合は、スイッチにより選択が可能である。有線マイクは20本、ワイヤレスマイクは5本、ビデオカメラは3台を用意した。

図3.5に受講生用装置を示す。図3.5の受講生用装置のCODECは、小型デスクトップ型PCに組み込んでいる。教材受信はノートPCを使用している。

受講生用としては価格が安く、移動が簡単なオールインワンタイプの装置を設計した。CODECはPictureTel LIVE200Pを採用し、PCに挿入する1枚のCODECボードとマイク、簡単なビデオカメラ、スピーカで構成している。本装置で動画／音声をISDN回線で受信

する。低価格ではあるが音声は7.6Khz帯域をカバーしており、質問等はクリアな音声で講師に到着する。なお、本装置にはキャストがついており移動が簡単である。また、受講人数が多い場合は、液晶プロジェクタ等を利用して大型画面に表示する。表示画面は講師画面と教材画面の2画面になる。書画装置や実物教材を使用する説明が必要のない場合の授業は、講師画面は必ずしも教材画面と同じ大きさである必要はない。PC入力を持つ大型TVが有れば良い。

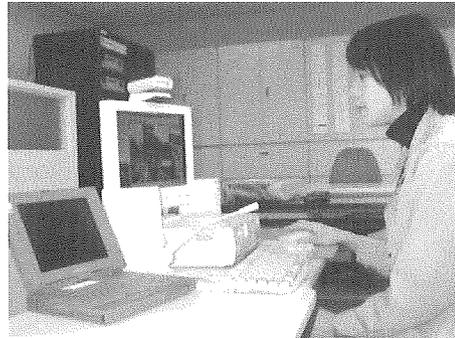


図3.5 受講生用措置

4. 教育効果を上げるための考慮事項

遠隔学習システムは、場所が分散している多くの受講生にリアルタイムに教育できるメリットは大きい。しかし、教育効果が対面授業より劣らないように配慮しなければならない点も多い。次に、教育効果を上げるよう考慮した事項について述べる。

① 講師の表情の劣化を少なくするよう伝送する。

講師の顔は画面の25%位に抑え、良く動く部分の被写体面積を少なくする。

② 背景は単一色で青色の布などにする。

背景を明るい色にするとカメラのアイリスがそちらにアジャストされ、講師の顔が暗くなってしまう。実験を重ねた結果暗めの青が、より良いバランスで講師の表情を表示できることがわかった。

③ 画面の中に動くものを置かないようにする。

画面の中で動くものが多いと送信に必要なデータ量が増し、画面が最後まで送れなくなるために不鮮明となる。

(上記の①から③に関しては、映像の伝送は各画面の差のデータのみを送り、一回の伝送での送信データ量を減らすという圧縮方式の性質を考慮した事項である。)

④ 照明は蛍光灯を避け、単色光にする。

⑤ 照明用の電源周波数により、カメラのシャッター速度を切り替える。

(シャッター速度が電源周波数の倍数になると、蛍光灯のチラツキなどで圧縮効率の低下が起こるため)

⑥ 講師を撮影するカメラを近くに置き、講師の視線が自然にカメラに向くようにする。

(視線がそばを向いていると、受講生の集中力が失われるため)

⑦ 文字は大きく、キーワード主体にする。(16ポイント以上にする)

⑧ レジュメは事前配布しておく。また冊数は少なくし表紙をつける。ページをつけ説明時には、何ページを説明しているのか、講師は明確にして講義を進める。

⑨ 可能であれば、受講生を前にして講義を行うのではなく、小さな専用の部屋、ボックスで講義を行う方が良い。(講師が動きまわらず、映像が鮮明になることや、音声聞きやすくなるため)

⑩ 講義では受講生と適宜、質疑応答をし、インタラクティブに行うようにする。ただし、

あまり頻繁に生徒を指名すると前列に座る生徒がいなくなるので、教室の雰囲気を勘案し実施する。
などなどである。

5. 従来システムでの課題と本システムで解決した点

現行システムと同じく ISDN を使用した CODEC とイントラネットを使用した静止画コンテンツ配信システムを組み合わせた 2 画面方式を1999年に構築した⁽¹³⁾。そのシステムを、ここでは従来システムと称する。CODEC は PictureTel LIVE100を使用していた。また、コンテンツ配信ソフトには Detabeam の Farsite を使用していた。このシステムには以下のような問題点があった。

5.1 従来システムの問題点

- (1) 教材コンテンツを事前に受講生の PC に送信しておく必要があった。ファイルの容量が大きい場合、回線の速度および混雑の程度にもよるが10MB のコンテンツで10~20分程度の時間を要した。
- (2) ファイル実体を送信するため、受講生の PC 用 IP アドレスをあらかじめ把握する必要があった。
- (3) 双方向であったが、双方向機能の一部制限制御が出来なかった。受講生側 PC の操作により全国の PC の画面が変わってしまうトラブルが発生した。
- (4) 受講生が増加すると、受講生数に比例して高性能な PC を講師側に用意する必要があった。
- (5) 外部マイクが使用できないため多人数の講義の場合、拡声装置のスピーカの音声を CODEC のマイクで拾うという原始的な方法で集音していた。このため音声が不明瞭になったり、ハウリングを起こすこともあった。

従来の遠隔学習システムの問題点に対し、今回下記の改善を図り解決した。

5.2 本システムで改善した点

- (1) 鮮明な画面教材はファイルそのものを送信する方式ではなく、表示画面の画像データをリアルタイムに送信できるデータ会議ソフト、Microsoft NetMeeting を採用した。
- (2) 講師の IP アドレスのみを受講生に連絡しておけば良く、受講生側の IP アドレスを把握しておく必要がない方法を採用した。
- (3) システムは完全双方向であるが、時として不便な場合がある。例えば講師が Excel について説明している際に受講生が勝手に Excel を操作してしまう等、授業に支障が生ずる場合がある。必要に応じ講師が受講生側の双方向操作を抑止制御できるようにした。
- (4) データの実体ではなく、画面を画像データとして受講生に送信するため、講師用の PC のデータ処理負担が減少した。そのため受講者端末数が増加しても、サーバ能力の増強が必要無くなった。
- (5) 外部音声入力が可能になったため、講堂や大教室等の既設の音声拡声装置を利用でき

るようになった。そのため“ハウリング”や音声の“こもり”が少なくなった。

6. まとめ

鮮明な画面教材を片方の画面に提示し、もう一方の画面に講師の映像を表示することによる、双方向マルチポイント接続型教育システムを構築し実用化した。受講生からは、「教材画面が鮮明で提示スピードが速くなった。」また、「音声が大変にクリアーに聞こえるようになった。」との感想を得ている。講師や遠隔地の受講生からは、「装置をオールインワン化したことにより準備時間が軽減された。」「誤操作を起こしにくくなった。」との声も寄せられた。今後、システムとしての評価をアンケートや学習成績などで定量的に把握し、真に効果のある学習システムにしていく予定である。大学でも同様のシステムの需要があるが、企業内教育に比べると、汎用性と簡単な操作性が求められる。また、コンテンツ作成支援も非常に重要である⁽¹⁴⁾。教材蓄積型のe-Learningシステムと、本システムのようなリアルタイム型のシステムと組み合わせると、より使い勝手の良い方式に発展させていきたい。

参考文献

- (1) 不破 泰, 師玉 康成, 和崎 克己, 中村 八東「信州大学インターネット大学院計画について」教育システム情報学会誌, Vol. 19, No. 2, pp.112-117 (2002)
- (2) 大元 誠, 園田 貴章, 山下 宗利, 角和 博, 近藤 弘樹「テレビ会議システムによる遠隔授業」教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp.306-311 (1999)
- (3) 望月 要, 大西 仁, 永岡 慶三, 中村 直人, 宮寺 庸造, 横山 節雄「遠隔学習における協調成立のための諸要因」教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp.312-317 (1999)
- (4) 永岡 慶三, 望月 要, 大西 仁, 仁科 エミ, 高橋 秀明, 佐々木 正實「遠隔教育へのバーチャルスタジオ利用における講師の教授法改善の試み」教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp.318-322 (1999)
- (5) 山崎 敏範, 赤熊 俊二「テレビ会議システムを利用する中学校理科落雷実験」教育システム情報学会誌, Vol. 15, No. 4, pp.323-327 (1999)
- (6) 河村 壮一郎「テレビ会議システムを用いた遠隔教育実施例とその評価」日本教育工学会論文誌, 23(1), pp.59-65 (1999)
- (7) 星野 敦子, 加藤 直樹, 村瀬 康一郎, 森田 政裕「ISDNを利用した遠隔講座システムの評価と費用分析」日本教育工学会論文誌, 23 (Suppl.), pp.89-94 (1999)
- (8) 水野 りか, 大下 眞二郎「画像情報ネットワーク・システムを用いた遠隔教育でのインターネット併用の効果と可能性」教育システム情報学会誌, Vol. 17, No. 1, pp.30-40 (2000)
- (9) 鈴木 弘, 若林 良二, 武藤 憲司, 島田 一雄「遠隔教育のための講師と資料の映像合成自動化(その2)」2001年電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ大会講演論文集 (2001)
- (10) 東新 哲, 山城 新吾, 前迫 孝憲, 丹羽 次郎「双方向遠隔授業における討論の導入に関する一検討」日本教育工学会雑誌, 25(2), pp.139-148 (2001)
- (11) 吉田 幸二, 古市 昌一, 黒田 正博, 市村 洋, 水野 忠則, 酒井 三四郎「企業内教育におけるモチベーションを高める遠隔教育の実践とその評価」教育システム情報学会誌, Vol. 18, No. 2, pp.189-199 (2001)
- (12) 水野 りか, 藤田 知加子「共通教育における遠隔教育システムの活用と利用推進のための

- オンライン・マニュアルの作成と配信」信州大学教育システム研究開発センター紀要, No.8, pp.109-121 (2002)
- (13) 丹野 和美, 榊原 征二, 中井 克彦, 山本 洋雄, 中山 実, 清水 康敬「ISDNとインターネットを併用した双方向遠隔教育システムの構築」電子情報通信学会, 信学技報, ET-98-39, pp.63-68 (1998)
- (14) 上村 喜一「公募によるPCを併用した遠隔講義に関連する研究の推進」信州大学教育システム研究開発センター紀要, No.8, pp.89-92 (2002)