

經濟論叢

第163卷 第3号

經濟システムの転換と持株会社解禁	下谷政弘	1
教育投資と子供数	坂爪聡子	22
影響力の均衡としての組織	西脇暢子	41
「ファミコン」登場前の 日本ビデオ・ゲーム産業	藤田直樹	59
「実質在庫」削減システムの悪循環	崔容熏	77
《研究ノート》		
インターネット公開講義放送	定中細 道村井 素真 宏典人	98

平成11年3月

京都大學經濟學會

〈研究ノート〉

インターネット公開講義放送

定 道 宏
中 村 素 典
細 井 真 人

I はじめに

インターネットによるビデオ配信技術の最近の進展には目覚ましいものがあり、インターネットによる遠隔講義を生放送することも夢ではなくなったといえよう。

京都大学では、1997年春に学内に世界最大の ATM-LAN (主基幹ノード 40 Gbps, 末端 155 Mbps) キャンパスネットワーク (KUINS-II) が敷設され、研究室をはじめ、演習室、講義室においても、従来の KUINS-I (基幹ループ 410 Mbps, 末端 10 Mbps) に加えて、100 Mbps 以上の情報を享受できる環境が出来上がった。

経済学部では、平成7年度 (1995年度) に、組織情報通信システム講座の定道宏教授を中心に、ATM ネットワークによる学部内情報ネットワークシステムと MCMII (Multimedia Computer Managed Instruction System) の構築をした。

また、この新しい情報環境をいち早く取り入れ、インターネットによる遠隔講義放送システムを1997年6月に完成させ、3ヶ月間の実験期間を経て、1997年10月より、時計台下にある法経第2教室 (230席) のスタジオから、この教室で行われる全ての授業の生放送をインターネットで全世界に向けて開始した。

生放送の受信は、学外からの場合、経済学部のホームページ (URL: www.

econ.kyoto-u.ac.jp) のインターネット遠隔講義放送をクリックし、ジング (Xing) 社の StreamWorks Player で見る事が出来る。

以下では、このインターネット遠隔教育システムについて論じる。

II 遠隔教育のための情報通信技術

遠隔授業にとって重要なことは、受講場所を超越した「双方向性と視覚性のあるコミュニケーション」である。遠隔授業のための情報通信技術には、大別して、3つの方法がある。

まず第一は、最も高価ではあるが全国規模で行える強力な方法であり、通信衛星回線を用いて行う衛星放送方式である。この方式は、文部省によって1996年10月に始められたスペースコラボレーションシステム (SCS) で37大学を VSAT 局とする衛星テレビ会議に用いられている (詳しくは、www.nime.ac.jp)。

第二は、高価ではあるが最も簡単な方法であり、ISDN 回線またはデジタル専用線を用いて行うテレビ会議方式 (H. 261) である。この方式は、本店と支店間、または離れたキャンパス間などでの遠隔会議に用いられている。

第三は、最も安価で誰もが利用できる方法であり、インターネットを用いて行うビデオ放送方式である。代表的なビデオ放送サーバソフトには、ジングテクノロジー社の StreamWorks、リアルネットワークス社の RealServer などがある。

III インターネット遠隔講義実現のための通信技術

インターネットを利用する遠隔授業方式がコスト面において、またアクセス面においても、申し分無いが、品質面でのみ他に劣っている。その主たる原因が通信回線の速度と容量にある。

ところが、最近、1995年以降、キャンパス LAN を現行の 10 Mbps のイーサネットから 100 Mbps のファストイーサネットまたは 155 Mbps の ATM-

LANへ拡充する大学が急速に増えてきている。その結果、学内イントラネットの速度と大学間のインターネットの速度に大きなギャップが生じてきている。

インターネットを利用する遠隔講義をコマ落ちなく配送するには、画像圧縮方式がMPEG1では1.5Mbps、MPEG2では4Mbps程度確保されなければならない。ファストイーサネットまたはATM-LANの敷設を終えた大学では、遠隔講義を学内ネットワークで放送することに問題はないといえよう。しかし、大学間では、回線の速度と容量の制約から、コマ落ちのMPEG1の画像に甘んじなければならない。

インターネット/イントラネット環境におけるビデオ配信技術の進展には目覚ましいものがある。インターネット用ビデオ配信サーバには、StreamWorks、RealServer、VDOLive、IP/TVなどがあり、イントラネット用ビデオ配信サーバには、MediaCenter、StarWorks、VideoShowerなどがある。

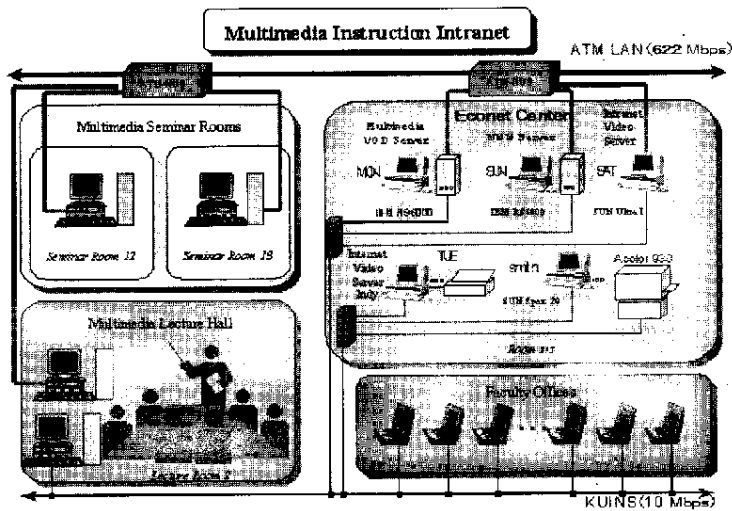
IV 遠隔講義放送のためのロードシェアシステム

現在利用可能な最新のビデオ配信サーバ技術を効率的にしかも効果的に組み合わせ、学内向け放送には高品質の画像を、学外向け放送には回線の品質に合った画像を配信するインターネット講義放送システムを構築することができる。

京都大学経済学部では、ATM-LANのキャンパスネットワークが敷設されたのを機に、1997年4月に時計台下にある法経第2教室をインターネット講義放送スタジオに改造し、法経北館3階にある経済学部の情報ネット室にビデオ配信サーバを設置した。6ヶ月間の試験放送期間を経て、1997年10月からインターネット講義放送を開始した。法経第2教室で行われるすべての授業がインターネットで生中継されるようになった。ただ、放送するか否かは、担当教官に委ねられている。

インターネット講義放送システムは、ビデオ配信サーバとして、学内向けにはパナソニック製のVideoShowerを用いてフル画面(720×480)、フルモー

図1 インターネット講義放送システムのネットワーク構成



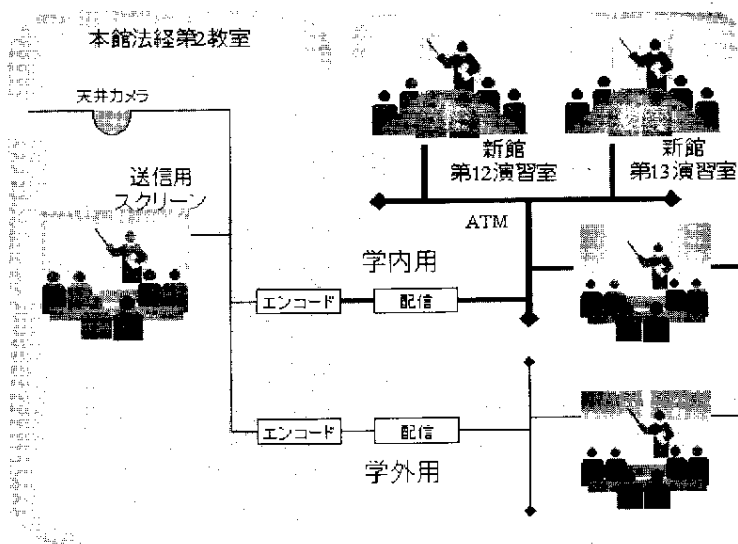
ション (30フレーム秒) で配信し、学外向けにはジグテクノロジー製の StreamWorks を用いて 1/4 画面 (352×240)、コマ落ち (28.8 Kbps 以上) で配信する「ロードシェアシステム」となっている。

インターネット講義放送システムのネットワーク構成図は、図1に示す。

学内向けビデオ配信サーバ (VideoShower) は、法経北館にあるサーバ (SAT) に設置されていて、KUINS-II (ATM-LAN) で時計台下の法経第2教室にあるエンコーダパソコンに接続されている。エンコーダは、天井にあるドームカメラまたはプロジェクターの画像と音声をリアルタイムにフルサイズでエンコードし、サーバに MPEG1 形式で連続して保存する。VideoShower は、特別なストリーミング技術 (VideoNFS) を用いて他の教室 (たとえば、第12, 13演習室など) に配信する。他の教室または研究室などでは、Media Player で受信する。映像は鮮明で実用的である。

学外向けビデオ配信サーバ (StreamWorks) は、法経北館にあるサーバ (TUE) に設置されていて、KUINS-I で法経第2教室にあるエンコーダパソ

図2 遠隔講義に対応した法経第2教室



コンに接続されている。エンコーダは、VideoShowerの場合と異なり、1/4サイズでエンコードし、サーバに保存する。StreamWorksは、ストリーミング技術を用いてインターネット上に28.8 Kbps以上の伝送速度でインターネット上に配信する。大学または自宅などでは、StreamWorks Playerで受信する。受信速度が28.8 Kbpsでは、音声は良いが画面は静止画に近く満足できるものではない。実用的には、受信速度が128 Kbps以上であることが望ましい。

V 遠隔講義室のレイアウト

遠隔講義室はインターネットテレビ放送を行うスタジオである。大学における普通の教室には、黒板または白板、ワイヤレスマイク、携帯液晶プロジェクタのスクリーンが装備されているが、インターネットの出来るパソコンやビデオカメラなどインターネットテレビ放送に必要なマルチメディア機器は置かれ

ていない。そこで、普通の講義室を遠隔講義室にするには改造することが必要である。

遠隔講義室に必要なマルチメディア機器として、次のようなものを挙げる事が出来る。

- 1) 教室内を映すビデオカメラ（講師，スクリーン，受講生を映す）
- 2) 教材を提示するプロジェクタおよびスクリーン（送信画面）
- 3) 講義を受信する大学の教室内を映すプロジェクタおよびスクリーン（受信画面）
- 4) フロントスピーカ（送信用）およびリアスピーカ（受信用）
- 5) マイク（教師用，受講生用）
- 6) 操作卓（OHC，VTR，エンコーダパソコン，情報コンセント，タッチパネルなど）
- 7) 補助後方モニター（後方の受講生のためにスクリーンを映す）
- 8) ダウンライト（部屋を暗くしたときにノートをとるため）

1997年3月に、法経第2教室を図3のように改造し、インターネット遠隔講義放送の出来るマルチメディア機器を設置した。110インチの壁スクリーン2面とそれに対応する2台の高精細プロジェクタ，3個の天井ドームカメラ，2台の29インチ後方カラーモニター，4個のスピーカ，4本のワイヤレスマイクなどである。

操作卓は、図4に示される。操作卓には、天井カメラの制御，録画用・再生用VTR各1台，エンコーダ用パソコン2台，OHC，操作用タッチパネルなどが設置されている。

VI 簡単なタッチパネル操作

大学で遠隔講義を行う場合、一番問題になるのは人手である。授業は、通常、一人の先生で行われる。つまり、すべての操作は、先生自身がしなければならない。したがって、遠隔講義をする場合にも、それに必要なマルチメディア機

图 3 法经第 2 教室

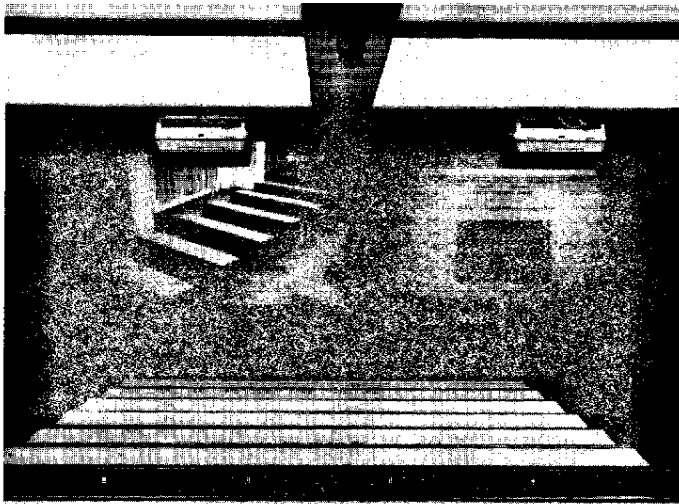


图 4 法经第 2 教室操作桌

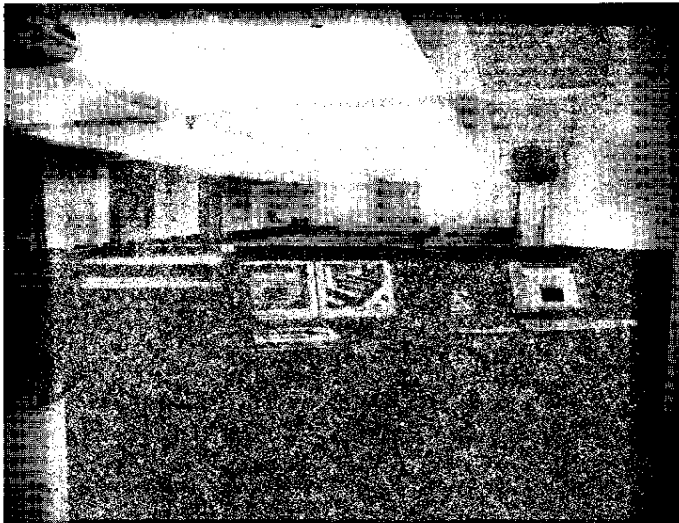
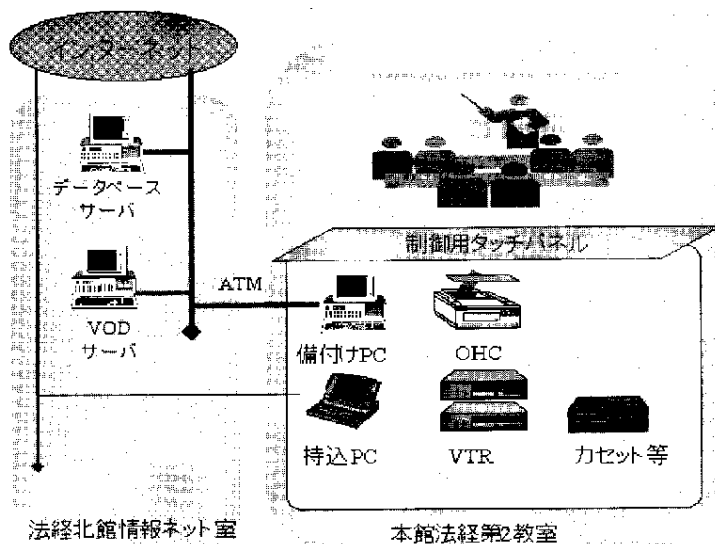


図5 マルチメディアに対応した法経第2教室と操作卓



器の操作を容易に、かつ、迅速に出来るようなものでなければならない。そのためには、キャッシュカードで現金を引き出すときのように、タッチパネルで簡単に操作できるようなものでなければならない。

タッチパネルの設計で考慮すべき点を列挙すれば、次のようになる。

- 1) メインスイッチの ON/OFF ですべてのマルチメディア機器の電源を制御する。
- 2) ビデオテープの出し入れ、ジョイスティックによるカメラ操作以外は、すべてタッチパネルで行う。
- 3) 遠隔講義放送画面として、カメラまたは右スクリーンの画像を放送中に随時切り替え可能とする。
- 4) 持ち込みパソコンを2台まで接続可能とする。

実際の授業では、テレビで見る放送大学講義のようにカメラを教卓に向けて固定させて行うことも出来るが、時折、教室内の受講生の様子や白板の内容な

図6 スクリーン用モニタ

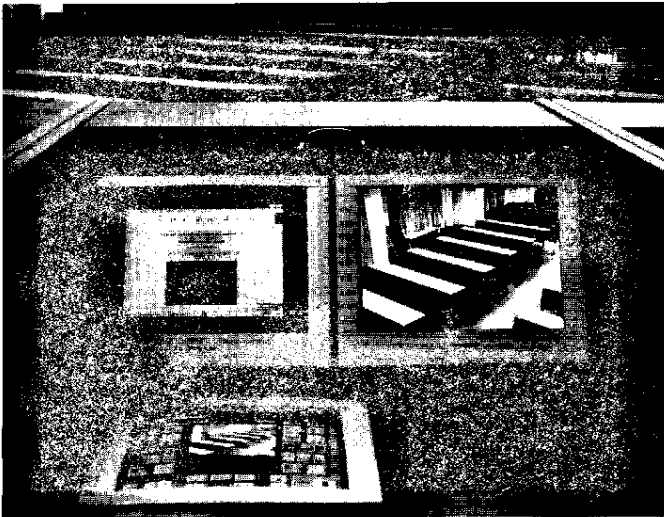
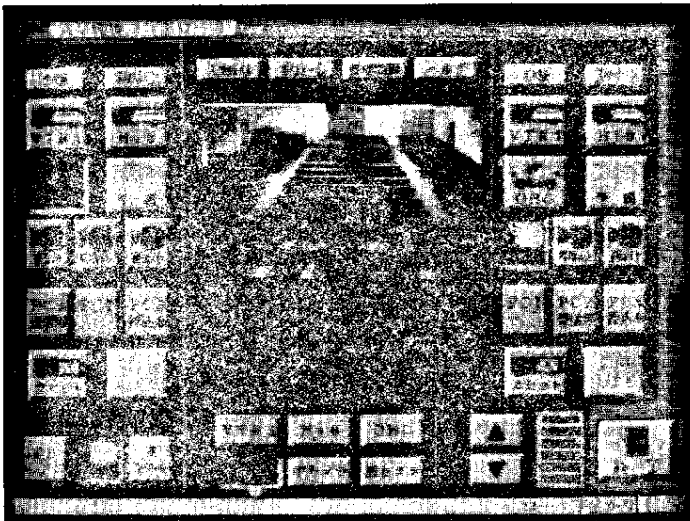


図7 タッチパネル



どを放映するには、カメラ操作が不可欠となる。それは、誰か受講生の一人に担当してもらわなければならない。

VII 公開インターネット遠隔講義放送の開始

経済学部では、インターネット遠隔講義放送システムを1997年6月に完成させ、3ヶ月間の実験期間を経て、1997年10月より、時計台下にある法経第2教室(230席)のスタジオから、この教室で行われる全ての授業の生放送をインターネットで全世界に向けて開始した。

生放送の受信は、学外からの場合、経済学部のホームページ(URL: www.econ.kyoto-u.ac.jp)の「インターネット遠隔講義放送」をクリックし、StreamWorks Playerで見ることが出来る。

既に放送済みの過去の講義は、デジタルファイルとして教材データベースサーバ(MON)に蓄積され、ホームページ上に公開されているので、クリックするだけで受講することが出来る。これを、レクチャーオンデマンドとも呼ぶことにしよう。画像のスムーズさが気にならないのであれば、56 Kbps モデムで自宅から受講することも出来る。

平成9年度後期には、(1)定道教授担当の情報処理概論、西村教授担当の保険論の一部講義を学内・学外にリアルタイムに配信し、(2)野澤教授の退官最終講義(平成10年3月21日)および定道教授の退官最終講義(平成11年3月6日)をインターネットで生放送し、それぞれ映像をサーバ上に蓄積した。

定道教授の情報処理概論と西村教授の保険論の講義では、学内用としてはVideoShowerを利用したフルスクリーンMPEG1 CODECの講義映像を、学外用としてはStreamWorksを利用した講義映像をリアルタイム配信した。VideoShowerでエンコードしたファイルはファイルサーバに蓄積し、オンデマンド用コンテンツとして公開している。

野澤教授退官記念講義では、京都大学側がStreamWorksを利用して講義をリアルタイムに配信するとともに、福井県立大学側がCU-SeeMeを利用し返

図 8 京都大学遠隔講義のホームページ

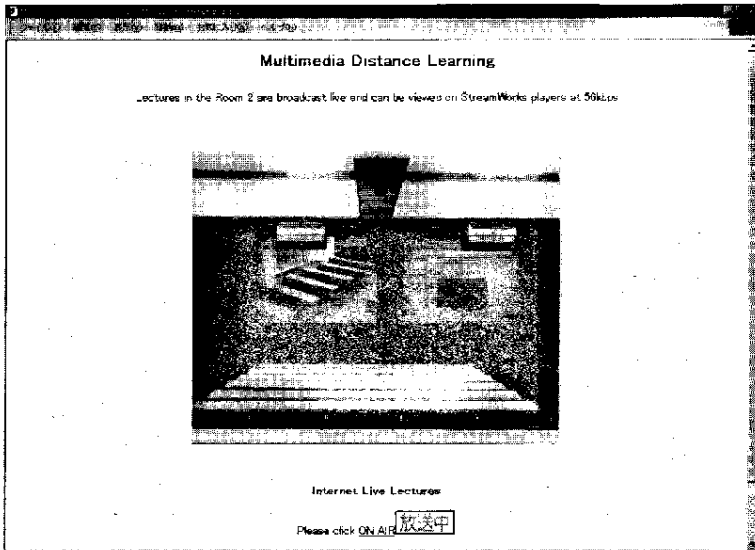
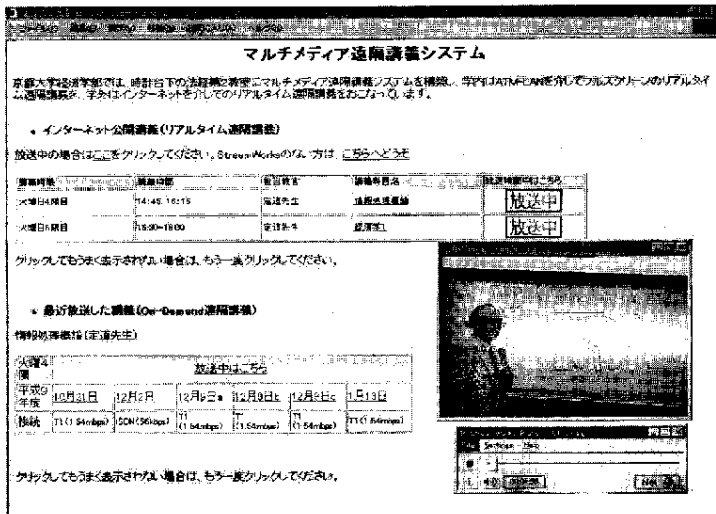


図 9 情報処理概論のホームページ



信をおこない、双方向の講義をおこなった。また、ビデオ録画した講義は、MPEG1に編集・エンコードし、ファイルサーバに蓄積し、オンデマンド用コンテンツとして公開している。

オフィスオートメーション学会関西大会もインターネット上で全国に配信され、大阪商業大学、大阪経済大学、岐阜聖徳学園大学で受信された。

平成10年度には、経済学I、情報処理概論のすべての講義を、学外にリアルタイムに配信し、サーバ上にも蓄積した。また、経済学Iの講義は、インターネットを介して、岐阜聖徳学園大学経済情報学部学術情報センター内でリアルタイムに受信された。

定道教授の経済学Iと情報処理概論では、講義を学外用としてはStreamWorksを利用して配信するとともに、ビデオ録画した講義は、MPEG1に後日編集・エンコードしファイルサーバに蓄積し、オンデマンド用コンテンツとして公開している。また、オンデマンド用コンテンツとして、講義ノートも講義放送ファイルとともに公開することを検討している。

京都大学経済学部では、平成10年12月現在で、約40本の講義コンテンツをWWW上で公開している。WWW上で講義ファイルを簡単に選択できるようにCGIスクリプトを用いてStreamWorksと連携し、講義ファイルをオンデマンドで利用できる。

講義ファイルへのアクセスは1998年の1年間で、3300件程度である。内訳は、経済学部内からは52パーセント、経済学部を除く京都大学内からは16パーセント、学外からは37パーセントである。

アクセス数は、公開講義放送中である午後の講義時間帯が一番多く、次に講義終了後の夜間の時間帯が多い。

VIII おわりに

1998年10月26日に大学審議会によって答申された「21世紀の大学像と今後の改革方策について」(全226ページ)の中で、遠隔授業について次のような言及

図10 経済学I, 情報処理概論のホームページ

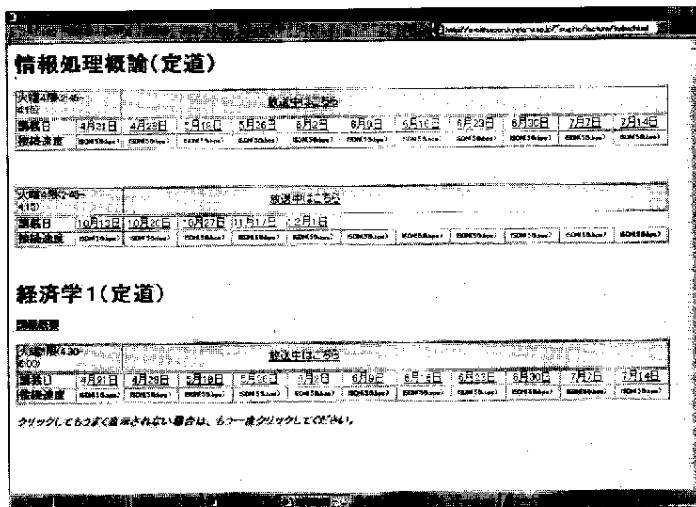
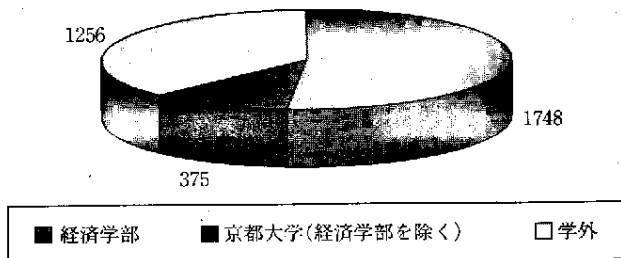


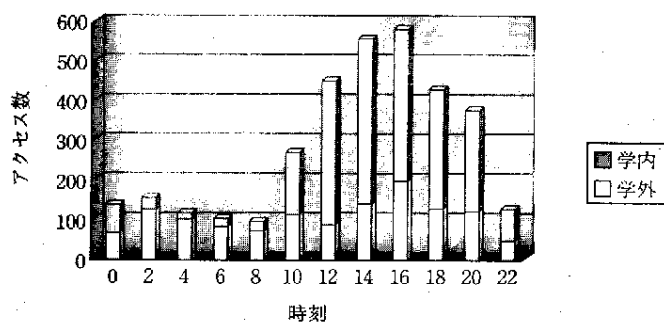
図11 遠隔講義放送ドメイン別アクセス内訳
サイト別遠隔講義放送アクセス数(StreamWorks)



がある。

- (1) 「遠隔授業」により修得することが出来る単位数の上限についても、現行の30単位から拡大を図り、60単位まで認め得るよう大学設置基準を改正することが必要である (p. 79)。
- (2) 外国では情報通信ネットワーク上でのみ授業が展開される、いわゆる

図12 遠隔講義放送時刻別アクセス内訳
学内・学外アクセス数の時間別推移



「バーチャル・ユニバーシティ」といった新しい形態も現れはじめており、我が国においても、今後その制度的な面も含めた検討が必要になると考えられる (p. 34)。

- (3) その際、テレビ会議システム等の活用により、社会人が企業の会議室等で大学の授業を双方向で受講したり、大学院については密度の濃い研究指導を受けることが出来るようにするなど、……大学の授業の将来的可能性を広げるものとして積極的に推進する必要がある (p. 90)。

以上は、大学および大学院の将来像についてであるが、小学校から高校に至るまで同じことが言える。

ところで、全国公立の小中高校3万8千校の教育方法が21世紀から大きく変わろうとしている。インターネットを取り入れたマルチメディア教育である。

米国では、2000年までに全米のすべての小学校でインターネットを利用した授業が行えるよう情報スーパーハイウェイの敷設が進められている。我が国では、米国より3年遅れて、2003年までに全国の公立小学校をインターネットで接続する計画である。小学校では、2002年度から新学習要項が実施され、自由教科科目が導入される。英語を教えても良く、インターネットを利用した授業を行っても良いことになる。高校では、2003年度から新学習要項が実施され、情

報教育が強化される。

北海道の小学校と沖縄の小学校が遠隔授業で双方向に合同授業を行ったり、中学校間または高校間などで交換授業を行ったりすることになるであろう。

インターネット遠隔教育システムは双方向の遠隔授業であり、インターネットを利用しているから任意の相手と任意の時に通信コストを気にすることなく合同授業を行うことができる。ここで紹介したインターネット遠隔講義室を作れば、明日からでも時空を超えて合同授業を実現することができるのである。

遠隔教育システムは、従来は高価な専用システムが必要とされていたが、インターネットを利用した遠隔教育システムの実用性を実証した意義は大きいと思われる。今後は、SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) を利用した講義映像と補助教材ファイルの同期配信への発展が期待される。

また、アメリカのスタンフォード大学がオンライン・ディグリー・コースを開講しているように、遠隔教育サービスを整備して、インターネットを介して優秀な学生を獲得することが大学間で競争になってきている。京都大学経済学部では遠隔教育システムの本格運用が始まったので、遠隔講義による単位の認定制度の整備が早急に求められよう。

参考文献

- [1] Hiroshi Sadamichi, "A Multimedia Computer Managed Instruction System, the 2nd International Conference on OA & Information Management," *Office Automation*, Vol. 17 No. 4-2, 1996. 11, pp. 92-95.
- [2] Mahito Hosoi, Motonori Nakamura, Hiroshi Sadamichi, Yoshio Miyazaki, "A Load-share System Configuration for Distance Learning — In Case of Economics Department of Kyoto University —," *Kyoto University Economic Review*, Vol. 66, No. 1/2, 1996. 4/10, pp. 1-6.
- [3] Dale Harris, Andy DiPaolo, *Advancing Asynchronous Distance Education Using High-Speed Networks*, IEEE Transactions on Education, 1996. 8.
- [4] 細井真人「デジタルユニバーシティへの第一歩——京都大学経済学部の場合

——」『経済論叢』第163巻第1号，1999年1月。

- [5] 大学審議会「21世紀の大学像と今後の改革方策について——競争的環境の中で個性が輝く大学——（答申）」平成10年10月26日。