

多地点接続遠隔講義システムのための 予約システムの構築と問題点

櫻田武嗣[†] 萩原洋一[†]

現在全国 18 大学の国立大学法人を結ぶ多地点接続の遠隔講義の構築と展開を行っている。このシステムのための予約システムの構築を行った。多地点を接続する場合には、MCU の予約管理サーバが構築される。しかしながら、これだけでは遠隔講義を実運用していく際に手間を減らすことができない。そこで我々はこの問題を解決するため、予約管理サーバを設計・構築した。これは MCU 予約管理サーバと連携し、遠隔講義を行う各拠点にあるテレビ会議端末、AV 機器などの自動制御を行うシステムである。本稿で述べるシステムを利用し、2009 年 2 月 23 日に全拠点を結んで遠隔講義を行った。運用を開始した段階のため、現在も安定稼働、より使いやすくなるための改良、調整を続けている。本システムは、利用者は Web から簡単な予約を行うだけで、後はシステム側が予約時間に自動的に立ち上げ、設定、接続を行うもので、利用者の負担を減らすことが可能である。また今回構築するシステムを利用して北海道から沖縄までの 18 国立大学法人 23 拠点を HD 品質で結び、実運用を行う例は過去に無く、高品質な映像、音声を生かした幅広い活用が今後期待される。

Construction and problems of reservation system for multi-point HD videoconference

TAKESHI SAKURADA[†] YOICHI HAGIWARA[†]

This paper describes the construction of a reservation system for multi-point HD videoconference. Our constructed videoconference system connects 18 Japanese national universities. Usually, a MCU and MCU reservation server is used for multi-connect videoconference. However, the machinery operation of the user side does not decrease with a reservation management server of MCU either. Thus we constructed new reservation management system. This reservation system can reduce a burden of a user, because the user can use it with simple operation for reservation from Web, and a videoconference terminal and AC equipments start automatically in reservation time and sets it. On February 23, 2009, an opening ceremony and remote lectures were held by this system with all nodes connected. This system is a beginning in Japan, as for the

[†]東京農工大学 総合情報メディアセンター
Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology
2-24-16, Naka-cho, Koganei-shi, Tokyo, JAPAN. 184-8588.

remote lecture using a high-definition picture connected Japanese universities from the north to the south. In the future, this system makes advantage of usage with high quality videos and sounds, and this system is expected using widely.

1. はじめに

近年大学間連携の流れが進み、複数の大学を結んだ遠隔講義が行われてきている。東京農工大学（以下、本学と記す）でも SCS(Space Collaboration System)[1,2]を利用して遠隔講義を行ってきた。SCS は衛星通信を利用するため、天候に左右されて通信が安定しないなどの問題を抱えている。また導入から 10 年以上が経過しているため、機器老朽化による故障が頻発し、安定的に遠隔講義を行うことは難しくなっていた。一方で、ネットワークの広帯域化が進み、ネットワークを利用した遠隔講義を行うことも可能となってきた。しかしながら、これらネットワークを利用した多くの遠隔講義システムは一つの大学内の離れたキャンパスを結ぶもの、数大学を遠隔講義の実験として結ぶものであり、SCS のように多くの大学が定常的に講義で利用するものではなかった。また、これまでの遠隔講義システムの画質はアナログテレビ程度の品質以下が大半であり、詳細な資料等を提示しながら高度な教育を行うには不十分なものであった。そこで我々は、多地点を高解像度映像で結ぶ遠隔講義システムを導入することとした。本論文ではこの多地点接続遠隔講義システムとそのための予約システムの構築について述べる。

2. 多地点接続遠隔講義システムの構築

2.1 従来の遠隔講義システムと問題点

これまでの多くの遠隔講義システムは、テレビ会議端末を用いたもので、CIF(352×288 画素)サイズの画像を伝送するものであった。アナログテレビ放送は NTSC の場合約 720×480 画素であり、これと比べても画像解像度は十分ではない。このため、高品位映像を遠隔講義で利用するために様々な取り組みがなされてきた。定常的に授業を行うことを目的にしたものでは、地域の大学間を結び、高品位な映像を用いる北陸地区双方向遠隔授業システム[3,4,5]がある。しかしながらこれは従来品のテレビ会議端末を利用した遠隔講義システムや他社製品との互換性が無い独自規格のものであった。

これまでの遠隔講義システムでは、高品位映像に対応できないか、対応できたとしてもネットワーク帯域等の問題から独自規格のシステム以外に安定的に運用できないという問題があった。また遠隔講義の開始時刻前には、機器操作を学習した人間が遠隔講義を行う各拠点で機器操作を行わなくてはならない問題も現実にはあった。

2.2 新多地点接続遠隔講義システムの構築

新しい多地点接続遠隔講義システムでは、これまで SCS で行っていた遠隔講義と同

じスタイルで講義が行える必要があり、安定した接続が必要である。また資料や PC の画面などを高精細に遠隔地に伝送する必要がある。さらに今後ますます遠隔講義は行われると考えられるため、拡張に耐えられるように独自規格ではなく、業界標準とし、他のシステムとの接続性を確保する必要がある。我々はまず始めに全国の連合農学研究科を結ぶシステムの構築を行うこととした。連合農学研究科とは国立大学法人の農学部が連携協力して博士課程の教育研究を行う大学院で、本学、岩手大学、岐阜大学、愛媛大学、鳥取大学、鹿児島大学の 6 大学に設置されている(図 1)。それぞれの連合農学研究科は 2~4 の大学で構成され、構成大学は全国で合計 18 校となる。こ



図 1 今回の構築で接続する大学

れまでは SCS を利用し、岩手大学、岐阜大学、鳥取大学と本学の連合農学研究科が協力し、合計 12 校による講義を毎年開講していたが、今回新システムを構築して 18 校全てを接続する。

既に多くの大学や企業でポリコム、タンバーク、ソニー製の H.323 や SIP に準拠した SD 品質のテレビ会議端末が導入されている。大学における遠隔講義では、比較的大きな教室に映像・音声設備を整備して使用することが多い。このため映像・音声設備との作り込みが必要になる。機器の互換性の点、教室構築の点からテレビ会議専用端末をベースにシステムを構築する。

資料などを高品質で遠隔地で見せるためには HD 品質の映像を利用する。また講師映像と同時に PC 等の映像を高品質で伝送できるようにする。ベースとなるテレビ会議端末には、この点を満足する Polycom HDX-8006XLP を利用する。これは SD(従来のテレビ品質)、HD 品質の両方で他社製品混在の通信が可能であり、映像は 2 画面の HD 映像の送受信に対応(最大 720p/60fps、1080p/30fps に対応)、音声はステレオ 22kHz に対応している。

今回の構築は 18 大学の 23 拠点の接続である。このため多地点接続装置(Multipoint Control Unit、以下 MCU と記す)が必要となる。通常テレビ会議端末に内蔵可能なものは自局を含めて 4~6 拠点である(Polycom HDX-8006XLP では 4 拠点)。そこで今回は外付けの MCU として Polycom RMX2000-MPM+80 を使用する。この MCU は HD 対応テレビ会議端末を同時に 40 台まで接続可能である。将来同時接続台数が不足した場合には、アップグレードにより接続台数を増やし、それでも足りない場合は MCU をカスケード接続することにより同時接続数を確保する。映像、音声は HDX-8006XLP と同品質のものに対応している。

講義室のような大きな部屋では拡声装置が必要となるため、エコーやハウリングが起りやすい。従来はエコーキャンセラ、ハウリングサプレッサ、デジタルミキサを組み合わせて音声の回り込みに対処していたが、本構築では Polycom SoundStructure C8 を用いて各拠点 1 台で対処する。また大きな部屋であるため、HD カメラを 1 台増設して各拠点 2 台とし、講師、学生をそれぞれ撮影できるようにする。

テレビ会議端末は通常リモコンで操作を行うが、リモコン上のボタンが数十以上にもなり、操作に慣れていなければ使いこなすのは難しい。またテレビ会議システムの利用中に不用意にボタンを押してしまい、会議の接続が切断される、機器の設定が変わる、音声ミュートがかかるなどのトラブルが至るところで見られる。そのため、今回はテレビ会議システム端末付属のリモコンは使用せず、AMX NI-3100 コントローラを利用し、テレビ会議端末、カメラ操作や AV 機器(プロジェクタや大型モニタ、音声アンプ、マトリックススイッチャなど)をタッチパネルから操作できるようにする。タッチパネルを操作することでテレビ会議を用いないプロジェクタやマイクを使用するだけの通常の対面講義をすることもできる。

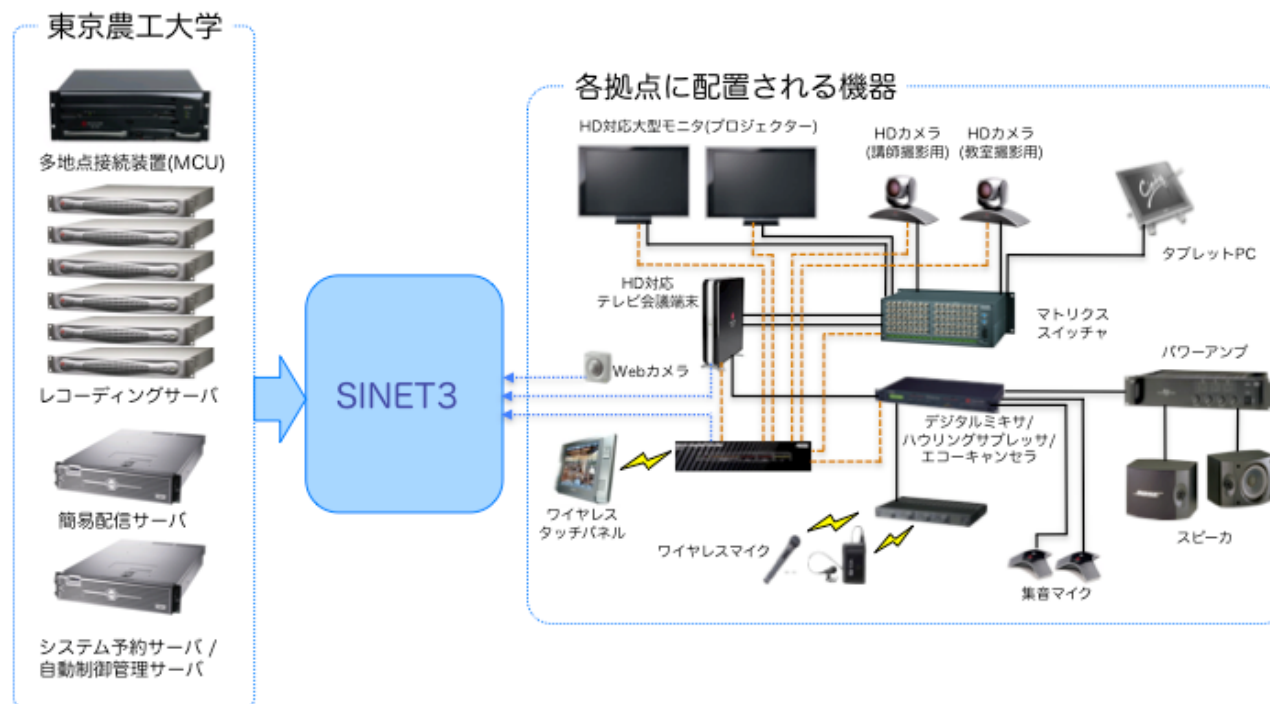


図2 各拠点に配置する機器

各大学の拠点に配置する機器を図2に示す。部屋の大きさや受講人数により映像表示装置やスピーカなどの設備が異なるため、これらは各大学によって構成が異なる。映像表示装置には、HD品質対応のプロジェクタまたは大型モニタを各拠点に2面配置し、講師(学生)映像とPC画面出力等の資料映像を同時に送受信、表示可能とする。

3. MCU 予約サーバの問題点と予約管理システムの構築

3.1 MCU 管理サーバの利用

通常 MCU を使用して多地点接続する場合には、MCU 内に仮想会議室を作成し、その仮想会議室にテレビ会議端末を接続させる必要がある。接続箇所が常に同じであれば、あらかじめ仮想会議室を作成しておき、常にそこにテレビ会議端末を接続すればよいが、今回は各連合農学研究科内での講義(会議)、複数の連合農学研究科を結んでの遠隔講義、全大学を結んでの遠隔講義等の様々な用途で使用するため、接続箇所

が一定ではない。また MCU の無断利用や会議に意図しない参加者が入り込むことを防ぐ意味でも固定の仮想会議室は望ましくない。そのため毎回 MCU 内に仮想会議室を作成し、テレビ会議端末を接続する必要がある。このような MCU を管理する製品には、日立電線ネットワークス Conference@Adapter や Princeton Technology Meeting Organizer などがある。これらは Web インタフェースから利用時間、テレビ会議端末接続先を入力して利用するものである。今回の構築は複数の大学、組織に及ぶため、権限別に設定出来る項目、どれくらい先まで予約できるかについて設定できる必要がある。複数の大学間で行う遠隔講義は、単位も取得できる講義であり、1箇所でも接続ができない場所があってはならない。そのため、そのような遠隔講義は最優先で予約を受け付ける必要が出てくる。これまでの MCU を管理する製品は会社などの1つの組織での利用が考えられていたため、このような予約の優先付けが難しかった。優先付けを行う場合には、予約が重複した際に関係部署と調整するような組織を作り、運用でカバーする形となっていた。しかしながら複数の大学間でそのような組織をつ

くことは容易ではないため、今回は Princeton Technology Meeting Organizer をカスタマイズし、権限別に設定できる項目とどれくらい先まで予約できるかをユーザごとに設定可能にした。これにより全国規模の合同遠隔講義は早期予約が可能といった運用が可能となる。

3.2 MCU 予約サーバの問題点と予約管理サーバの構築

通常の遠隔講義システムの導入では、テレビ会議端末の導入、MCU 管理サーバの導入で終わってしまうことが多い。しかしながらこれでは、実際に遠隔講義を行う場合、遠隔講義実施時間に各拠点のテレビ会議端末、モニターや音響設備の電源を入れ、入力切り替えなどを行う必要がある。これではシステムの使い方を学習した人が各拠点にいないとはならないことになり、これまでと変わりが無い。

予約時間になれば遠隔地の拠点の電源を投入し、設定を行い、テレビ会議を接続し、遠隔講義ができる状態まで自動的に行われれば便利である。各拠点にタッチパネルコントローラとして配置した NI-3100 コントローラはネットワークから制御が可能である。そこでこれを利用し遠隔制御を行う仕組みを構築した。システム利用の流れを図3に示す。

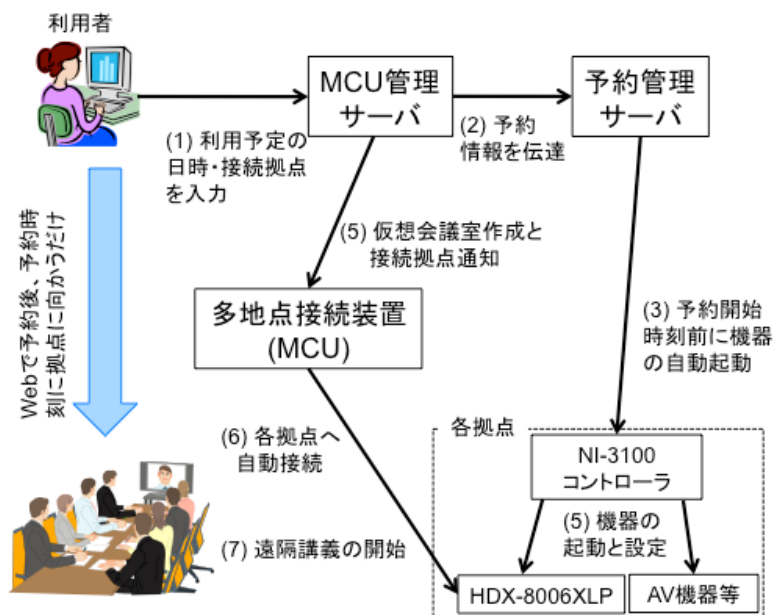


図3 システム利用の流れ

予約管理サーバは常時 MCU 管理サーバを監視しており、MCU 管理サーバに予約が入られると予約管理サーバ内のデータベースに予約情報を蓄積する。予約時間の3分前になると予約管理サーバが接続予定の各拠点のテレビ会議端末や AV 装置を起動する。MCU 管理サーバは MCU 内に仮想会議室を作成する。会議開始時刻に MCU 管理サーバは MCU 側からテレビ会議端末に対して接続を行う。接続が確立しない場合は一定時間繰り返し接続を試みる。予約終了時間1分後には、MCU 管理サーバは MCU 内の仮想会議室を削除し、テレビ会議接続を終了する。また予約管理サーバは各拠点のテレビ会議端末の電源や AV 機器のシャットダウン処理を行って電源を切る。これらの自動化により講師や学生は予約時間に講義室に向かうだけでテレビ会議が接続され、遠隔講義ができる状態となっている。あらかじめ Web にてシステムの予約をしておくだけでよいため、各拠点に人を手配することなく遠隔講義の準備が可能である。

自動的にシステムが起動・終了するのは便利だが、講義や会議の場合は現実には予定した時刻になかなか終わらない場合が多い。そこで、予約時間を簡単に延長できる仕組みを構築した。講義や会議に集中していると、終了予定時刻が近づいても分からないことが多いため、終了予定時刻の前に会議が間もなく終了する旨のアナウンスを自動的に流す。各拠点に設置のタッチパネルから「講義延長」のボタンを押すことで、一定時間その講義の予約時間を延長できるようにした。延長は接続されている拠点に次の予約が入っていない限り何度でも可能である。

4. 講義録画・簡易配信のと予約との連携

本構築では遠隔講義を収録配信するための仕組みも構築する。収録のための機器として Polycom RSS-2000 レコーダを利用し、ビデオコーデック変換・配信用のサーバを構築して簡易配信を行う。通常レコーダはテレビ会議端末のリモコンから録画・停止等を行うが、本構築では MCU 管理ソフトで会議予約時に Web 画面で録画を選択しておけば、予約された講義を録画するようにした。レコーダは HD 品質 2 画面録画に対応するが、その場合 1 台で 1 つの講義しか録画できない。各連合農学研究科が同時に別々の講義を録画する可能性があるため 6 台用意する。レコーダが均等に使用されるようにするため、予約時に MCU 管理サーバ側でどのレコーダがその講義を録画するかをランダムに割り付けるように MCU 管理サーバのカスタマイズを行った。

レコーダは MCU 管理サーバによって自動的に録画を開始、終了する。録画終了時にレコーダはビデオコーデック変換サーバへ録画データを送信する。ビデオコーデック変換サーバでは、送られてきた録画データを様々な環境で閲覧できるようにするため、WMV 形式から mp4 形式へ変換する。レコーダで 2 画面別々に録画されていたものをこの変換時に 1 つの画面に並べてレイアウトする。簡易配信はこの変換で解像度とビットレートを下げた mp4 形式のデータを配信サーバへ転送する。配信サーバ側で

は、予約時刻、予約講義名から簡易検索できるようにファイルを登録する。利用者は配信サーバ上の検索画面から映像を選択し、ストリーミングビデオを受信することができる。

5. 構築・運用開始にあたっての問題点

実際の構築では多くの問題が発生した。各大学のファイアウォールの運用方針が異なるため、それぞれで合意ができるポート範囲などが決定できない、用意されたネットワーク配線のミスがある、機器設定の問題などがあり通信が当初はなかなか確立できなかった。

各大学の要望もあり、待機時に省電力化を図るため、外部からの電源立ち上げなどの制御に必要な最低限の機器だけ常時電源を入れる形とした。このため起動してからシステムが利用できる状態になるまでに時間がかかるという問題が起きた。特にハウリング、エコーキャンセラのために用いた Sound Structure は高機能ではあるが電源投入から3分程度起動に時間がかかる。このため映像などがすべて表示された状態でも、Sound Structure が起動し終わるまで音声は鳴らないという状態となり、導入当初に利用者が戸惑う場面が見られた。現在は、利用者に立ち上げにかかる時間について事前に説明をしているため、混乱は起きていないが、起動時間の短縮ができるかを今後調査する必要がある。

また実際に運用を開始すると、節電のため休み明けは建物ごとブレーカが切られており、システムが自動起動しないという場面があった。この場合拠点のシステムが予約システムによって自動起動しないため、タッチパネルから拠点のシステムを起動する必要がある。拠点のシステムが起動しても MCU 管理サーバ側からの接続試行が一定回数を超えている場合は自動的にテレビ会議が接続できない状態になってしまう。この問題に対応するため、タッチパネル上に予約確認と再接続の項目を追加した。タッチパネル上から予約確認を行うと予約管理サーバへ接続され、タッチパネルの ID からどの拠点からのリクエストなのかを判断する。予約管理サーバは MCU 管理サーバに接続し、リクエストのあった拠点が参加すべき仮想会議室の ID を検索する。該当する仮想会議室の ID があった場合には、タッチパネル側に仮想会議室 ID を転送する。利用者は予約があれば再接続のボタンが表示されるのでそれを押すことで遠隔講義に参加可能となる(図4)。この復旧の仕組みは、間違っただけでテレビ会議を切断してしまった場合の再接続方法としても利用できる。

別の問題として、予約の時刻入力がある。現在予約は MCU 管理サーバに入力するが、入力単位は分である。一つの大学で利用している場合には、講義と講義の間には休み時間があるので問題はない。しかしながら複数の大学を結ぶ場合、それぞれの大学の時間割が異なるため、大学によっては休み時間なく遠隔講義が始まることが起こ

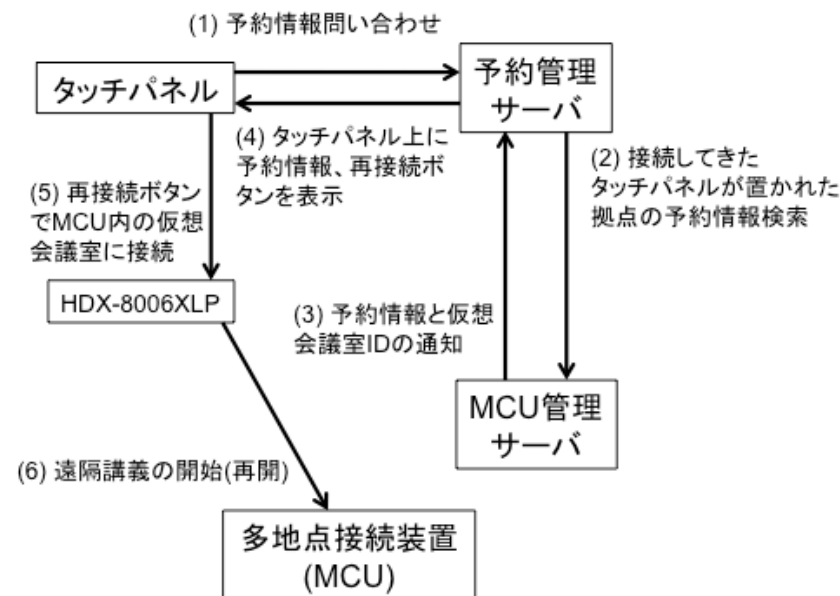


図4 予約接続復旧の流れ

りうる。例えば 15:00 で終わる遠隔講義と 15:00 から始まる遠隔講義が同じ教室で続く場合は 15:00 が両方の予約に存在してしまうので定義できない。14:59 で終了、15:00 から開始とするなどとする必要がある。この問題は運用で回避できるが、直感的ではないので今後検討をして行く必要がある。

6. おわりに

本稿では多地点接続遠隔講義システムとそのための予約システムの構築について述べた。多地点接続遠隔講義システムは、全国 18 国立大学法人を HD 品質の高解像度映像、高品質な音声で結ぶもので、2009 年 2 月 23 日に全拠点を結んでシステム開式と遠隔講義を行った(図5)[6]。運用を開始した段階のため、現在も安定稼働、より使いやすくするための改良、調整を続けている。

本稿で述べたシステムは、MCU 管理サーバに加えて、予約管理サーバを構築することで、利用者は Web から簡単な予約を行うだけで、後はシステム側が予約時間に自動的に立ち上げ、設定、接続を行う。そのため、利用者の負担を減らすことが可能である。また今回構築するシステムを利用して北海道から沖縄までの 18 国立大学法

人 23 拠点を HD 品質で結び、実運用を行う例は過去に無く、高品質な映像、音声を生かした幅広い活用が今後期待される。



図5 全大学を結んだ開設式と遠隔講義

参考文献

- 1) 近藤 喜美夫: 衛星による大学間コラボレーションシステム(SCS)の開発と評価, メディア教育開発センター, NIME 研究報告第 18 号, ISSN 1880-2192 (2006).
- 2) スペース・コラボレーション・システム URL: <http://www.nime.ac.jp/SCS/>
- 3) 田中 一郎, 堀井 祐介, 高嶋 勝之: 北陸地区双方向遠隔授業システム試行運用から見えてきたこと, PC カンファレンス 2006 (2006).
- 4) 長谷川 忍: リアルタイム型遠隔講義におけるデザインパターン, システム技術分科会, サイエントフィック・システム研究会 (2007).
- 5) 長谷川忍, 但馬陽一, ニツ寺政友, 安藤, 敏也: 多様なメディアを利用した同期型遠隔講義環境の構築・実践, メディア教育研究, 投稿研究資料, メディア教育開発センター, Journal of Multimedia Aided Education Research 2006, Vol.2, No.2, pp.79-91 (2006).
- 6) 多地点制御遠隔講義システム導入用サイト URL: <http://jets.med.tuat.ac.jp/>