

テレビ会議とストリーミング配信を連動した 地域連携支援システムの構築

喜屋武 毅, 太田 泰史, 中野 裕司, 喜多 敏博, 松葉 龍一, 杉谷 賢一, 武藏 泰雄,
右田 雅裕, 辻 一隆, 島本 勝, 木田 健, 入口 紀男, 秋山 秀典

熊本大学総合情報基盤センター
860-8555 熊本市黒髪 2 丁目 39-1

概要

熊本大学総合情報基盤センターでは、熊本大学 LINK 構想の一環として、熊本県と熊本大学間の LINK ネットワークを構築した。本事業により整備されたサーバ群の中から、テレビ会議サーバとストリーミング配信サーバを連動した地域連携支援システムの構築を行った。テレビ会議サーバに接続している 1 台の端末とエンコーダ端末を組み合わせることでテレビ会議内容のライブストリームを可能にした。本システムの応用事例として「熊本大学地域貢献シンポジウム」でのシステム構成を紹介し、映像の劣化や音声の遅延に対する問題点とその解決法について議論する。

1 はじめに

通信技術や映像・音声の圧縮技術の目覚ましい発展によるネットワークのブロードバンド化およびマルチメディア端末の普及拡大により、どこでも誰でもインターネットでの映像ストリーミングの世界を体験できるようになってきた [1, 2, 3, 4]。このような状況下で、高等教育における教育研究情報の交流を促進する「開かれた大学教育・新しい知の創造」の一環として、本学では熊本大学 LINK (Local - Initiative - Network - Kumamoto (Knowledge)) 構想事業 [5] を行っている。そこで、熊本大学総合情報基盤センターでは、その基盤事業である「熊本県と熊本大学間ネットワーク (LINK ネットワーク) 構築」を担当し、熊本県と熊本大学のネットワークをサーバを介して接続し、本学の知を行政 - 市民 - 企業で循環 (LINK) させることにより、豊かな地域社会の現実に寄与できるシステムの構築を目指している。この一環として導入されたネットワーク接続サーバシステムは、基本的に熊本大学情報ネットワーク (KUIC) および熊本県総合行政ネットワーク (KSGN) 内に限定した幾つかのサーバから構成され、KUIC および KSGN の各々に対して、ファイアウォールを介して接続されている。KUIC

に対しては、本学の 10G ネットワークへ 100 Mbps で接続され、KSGN に対しては、専用光ファイバ回線を介して現在のところ 10 Mbps で接続されている。このように、両ネットワークからこれらのサーバ群に対して、安全かつ高速に接続できるようになっている。また、両ネットワークが直接接続されているわけではないため、直接データの往来は不可能であり、機密データの漏洩が極めて発生しにくい構造となっている。

本サーバ群の中で、我々は、テレビ会議システムとリアルタイム動画配信システムを連動した地域連携支援システムを学術情報ネットワーク (SINET) と熊本県との間で構築した。本稿は以下のように構成されている。第 2 章において LINK ネットワークの簡単な紹介をし、第 3 章で本題である「テレビ会議とストリーミング配信の連動」についてのシステム構築を述べ、第 4 章でその応用事例として、地域貢献シンポジウムについて述べる。第 5 章ではその事例での考察および評価を行い、最終章においてまとめを述べる。

2 LINK ネットワークの紹介

LINK ネットワークとは、KUIC と KSGN との間に各種サーバを配置し、両ネットワークへ様々なデジタルコンテンツを高速かつ安全に配信することのできるシステムで他の地域貢献事業の基盤となるものである。本システムは大きく分けると、4つのシステム構成になっており、それぞれ、ネットワーク接続サーバシステム、インターネット公開用サーバシステム、リアルタイム動画中継配信システム、デジタルコンテンツ作成支援システムである。

LINK ネットワークの中心となる部分であるネットワーク接続サーバシステムは、総合情報基盤センターのサーバ室に設置されており、全てのサーバのハードディスクは RAID 0+1 または RAID 5 により冗長化され、更に、同様に RAID 5 による冗長化が施されたバックアップ用ハードディスク装置により、定期的なバックアップがとられるようになっている。また、Netshelter/FW-P ファイアウォールや SW-HUB を含め、全システムに対して無停電電源装置による停電対策がなされている。図 1 にネットワーク接続サーバシステムの概略図を示す。



図 1: ネットワーク接続サーバシステム

サーバ群は機能的に大きく別けて、動画配信サーバ、Webサーバ、e-Learningサーバ、テレビ会議サーバからなる。動画配信サーバは、リアルネットワークス社の Helix Universal サーバとマイクロソフト社の Windows 2000 サーバに内蔵されている Windows Media サービスの 2 台からなり、KUIC 及び KSGN 内のクライアントに対してライブ配信とオンデマンド配信をサポートしている。Webサーバに関しては、特に専用ハードウェアを設けることはせずに、e-Learningサーバ群で分散処理を行っている。現在 e-Learningサーバは、「WebCT」、「Internet Navigware」、「WebClass」の 3 台のサーバからなり、全ての e-Learningサーバは、独自の Webサーバの機能を有しており、そのロード状況を勘案して分散処理の比重を変更していく予定である。ここで導入された e-Learningサーバは、いずれも、いわゆる講義支援システムと呼ばれるもので、オンラインの遠隔教育だけでなく教室で行われる講義支援も考慮したシステムで、

コンテンツ登録、受講生の受講状況等の統計処理や管理、講義スケジュール管理、テストやアンケートの実施、レポート送付、会議室等の機能を有する。e-Learningサーバの導入に関しては、各種ソフトウェアのデモンストレーションをお願いした上で十分検討した結果、地域貢献事業という性質も考えて、これらの 3 つのソフトウェアを併用することが妥当であると考えた。WebCT は、世界的によく使用されている汎用的なもので、学内の学生、教職員と県の教職員について、事前登録の上の使用を前提とし、各事業からの自由なコンテンツ提供等、多数のコンテンツ作成者が存在する場合に適していると考えた。Internet Navigware は、県の教職員および一般県民が登録なしに、または自主登録の形式で、自由にコンテンツにアクセスできる場合など、一元管理された不特定多数の受講者に対するコンテンツ提供に適していると考えた。WebClass は、オープンソースソフトウェアを多く利用したもので、同時に導入したコンテンツ「INFOS 情報倫理」および「コンピュータ基礎講座」のプラットフォームとして最適であると考えた。なお、Webサーバソフトウェアに関しては、Apache を用いている。テレビ会議サーバは、LAN 上の IP ベースによるマルチメディア通信システムの標準規格である H.323 プロトコルを採用した「Click To Meet Express for School」テレビ会議サーバ [6] が導入されている。テレビ会議サーバの導入に関しては、学内と熊本県の範囲であれば、同時参加人数は 10 人程度までで、あまり準備なしにテレビ会議ができ、Web 予約可能、Web ブラウザやアプリケーションの連携が行えることに重点を置いて選択した。多地点接続 (MCU) 装置については、LINK ネットワークの構成と考え合わせ、セキュリティ的に問題がなく 2 つのネットワークから利用可能かについて事前調査を行った。導入した Click To Meet Express for School については、これらの条件を全て満足し、通常の PC 上の Web ブラウザの plugin をダウンロードする形式でインストールでき、最低限、PC に USB カメラとヘッドセットを用意すればテレビ会議に参加可能である。

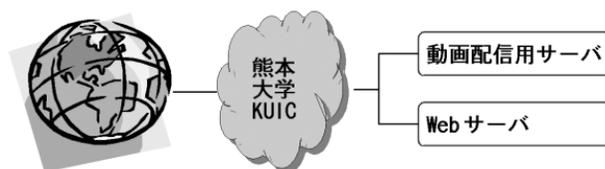


図 2: インターネット公開用サーバシステム

インターネット公開用サーバシステムは、図 2 のような構成で、KUIC を介してのみ外部からの接続が可能で Webサーバと動画配信サーバからなる。動画サーバは

Helix Universal サーバと Windows Media サービスを内蔵し、インターネット上のクライアントに対してライブ配信とオンデマンド配信をサポートしている。

3 システム構築

テレビ会議サーバと動画配信サーバを組み合わせたシステムはすでに開発・販売されている。例えば、図 3 での概略図のように、First Virtual Communications 社の Conference Server Ver.6 の追加オプション機能であるストリーミングメディア [7, 8] を利用すれば、テレビ会議サーバから会議内容を直接サードパーティ製エンコードシステムに転送し、それをストリーミング配信サーバからストリームすることが可能である。

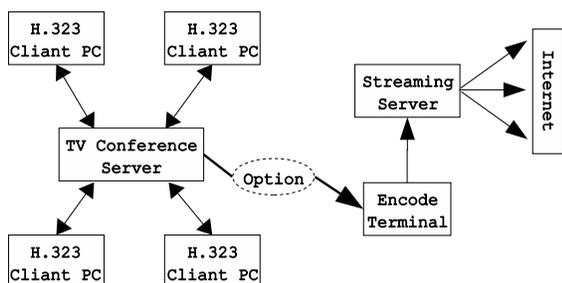


図 3: 市販のテレビ会議と動画配信システム

我々は独自に、より汎用的なシステムを目指して、テレビ会議に接続している 1 台の端末とエンコーダ端末を図 4 の概略図のように組み合わせることでテレビ会議内容のリアルタイムストリーミング配信が可能なシステムの第 1 段階を構築した。

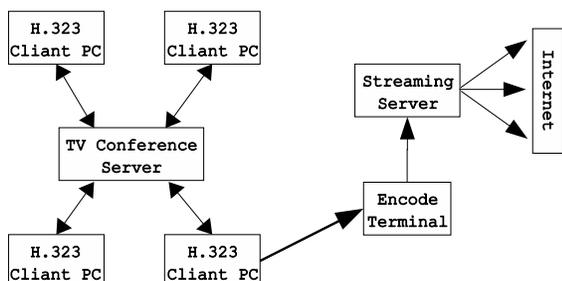


図 4: テレビ会議と動画配信システム

単なる会議内容のストリーム配信だけであれば、現段階で可能であるが、会場での聴衆者を含めた双方向コミュニケーションシステムとして第 2 段階を構成する上

で、映像の劣化や音声の遅延に対する細かい配慮が必要である。その詳細は、第 4 章での応用事例で説明する。

3.1 テレビ会議システム

ここで使用するテレビ会議ソフトウェアは、トーメンサイバービジネス社の Click To Meet Express for school [6] と呼ばれるもので、KUIC および KSGN ネットワークの範囲で、テレビ会議が行えるシステムである。クライアントは、簡単な USB カメラとヘッドセットがあれば、Web ブラウザ (OS はマイクロソフト社 Windows 2000, XP, ブラウザは Internet Explorer v5.5 sp2 以降が必要) で、専用のプラグイン (Webendpoint) をインストールすることで会議に参加できる。また、Web ブラウザ上で簡単に会議室の予約ができ、予約内容や確認事項をメールで配信することができる。更に同じ Web サイトの閲覧や、Windows NetMeeting (H.323) を併用することでアプリケーションやデータの共有が可能である。ただし、ユーザーライセンスによって、全ての会議を合わせて同時に参加できる人数は異なり、本システム中で使用したものは 10 名である。

3.2 ストリーミング配信

我々の LINK ネットワークシステムにおいて動画配信サーバは 2 台からなり、ソフトウェアとして “Windows media サービス” と “Helix Universal サーバ” を有する。ここで Helix Universal サーバについて本システムのライセンスは最大 200 ストリームである。しかし、今回はアクセス制限をかけたくなかったため、アクセス制限のない Windows Media サービスを利用した。Windows Media サービスはマイクロソフト社 Windows 2000 サーバに内蔵されており、Windows Media 形式 (Windows Media Audio (WMA), Windows Media Video (WMV), Advanced Streaming Format (ASF)) フォーマットのみライブ配信とオンデマンド配信をサポートしている。マルチキャスト配信も可能となっている。

3.3 テレビ会議とストリーミング配信の連動

我々はテレビ会議に参加している端末の 1 つからテレビ会議の内容を取り出すことを考えた。

まず、映像については当初、テレビ会議端末の VGA カード (GLADIAC 728, ELSA) のコンポジット出力をエンコーダ端末のビデオキャプチャカード (Osprey 500, ViewCast) で取り込み、付属のソフトウェアでトリミン

グを行った後，Windows Media エンコーダでエンコーディング処理を行った(図 5)．しかし，予想以上に映像がぼやけて鮮明さに欠けていた(図 7)．そこで，テレビ会議端末の VGA 映像出力をダウンコンバータ (PAL-MEDIA 3452, HIBINO) を使って S-VIDEO 映像に変換し，エンコーダ端末に入力することで(図 6)，より鮮明な映像を配信することが可能となった(図 8)．



図 5: 直接カード出力した映像を入力

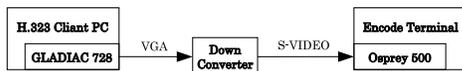


図 6: 映像をダウンコンバータを介して入力



図 7: 直接カード出力した映像をエンコードしたもの



図 8: ダウンコンバータを介した映像をエンコードしたもの



図 9: Dual CPU のデスクトップ表示の映像をエンコードしたもの

また，考察にて詳しく述べるが Dual CPU 端末を用いた場合，デスクトップ表示の映像を Windows Media エンコーダが VRAM からデジタルデータとして直接取得するため，原理的に映像の劣化はエンコーダルーチン内部の処理でしか発生しない．エンコーダ内部に変更を加えることはできないため，實際上，Dual CPU 端末を用いた場合の映像品質を越えることはほぼ不可能であるため，これを基準として図 9 にそのキャプチャー映像を示す．図 7，図 8，図 9，のそれぞれの映像は，左上は人物像で，右上はそれぞれ，200pt, 150pt, 100pt, 72pt, 48pt, 36pt, 26pt, 12pt の文字映像であり，左下は RGB の映像で，右下は白黒の映像をキャプチャしたものである．わかりやすいように右下の白黒ラインの映像の一部 15×5(pixel)(図 7 の枠) を 5 倍に拡大したものを図 10，図 11，図 12 示した．



図 10: 図 7 の一部拡大図



図 11: 図 8 の一部拡大図



図 12: 図 9 の一部拡大図

更に，拡大した映像(図 10，図 11，図 12)を NTSC で使用されている YIQ カラーモデルに基づいた式，

$$\begin{aligned} (\text{gray scale}) &= 0.299 \times (\text{R 成分}) \\ &+ 0.587 \times (\text{G 成分}) \\ &+ 0.114 \times (\text{B 成分}) \end{aligned}$$

を用いてグレースケールに変換したものを， x 軸方向の分布として表したものが図 13 である．横軸を x 軸方向の pixel 数，縦軸をグレースケールにとってある．ただし，それぞれの画像のキャプチャーの方法の違いにより色合いが変わっているので，白側・黒側のベースラインの差が見られる．図 13 で確認できるように VGA カードから直接エンコーダに入力したものよりも，ダウンコンバータを介した方がより画像が鮮明になることがわかる．Dual CPU 端末については考察で述べる．

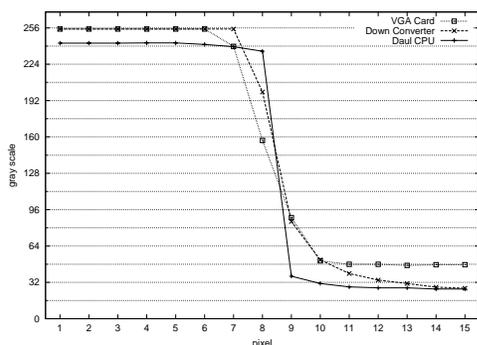


図 13: グレースケール分布

また、テレビ会議システムからは自分の音声は戻ってこない。従ってテレビ会議全体の音声を得るためには、テレビ会議端末から出力される音声だけでなく、自らの音声も取得しなくてはならない。端末内蔵のサウンドカードの設定でマイクで入力された自分の音声を直接スピーカーに出力することも可能な場合もある。会議場の使用等を考えると備え付けの音響システムを利用することで、マイク音声とテレビ会議室の音声を音響アンプでミキシングして、映像と同時に音声の配信を行う方が有利であり、本システムでは教室用のワイヤレスマイク用音響アンプに含まれるミキサーを使用した。

本システムを活用することで以下のことが可能となる。

- 複数の主要拠点同士で双方向の映像と音声通信を行う会議をリアルタイムでストリーミング配信することで、より多くの場所での模様を知ることができる。
- 会議をストリーミングデータとして保存して後から VOD (Video On Demand) で視聴することができ、会議の議事録として、会議に参加できなかった、または、リアルタイムで視聴できなかった人々へ配信することが可能となる。更に、プレゼンテーションの資料等を組み合わせて同時配信も可能である。

4 応用事例 (LINK シンポジウム)

今回のテレビ会議とストリーミング配信を組み合わせたシステムの構築の発端にもなった「熊本大学 地域貢献シンポジウム」[9]を平成 15 年 6 月 24 日 (火) に開催した。以下にそのとき用いたシステムの概要を示す。

テレビ会議に参加した主要拠点は以下の 3 ヶ所である (図 14)。

- 熊本大学 大学教育機能開発総合研究センター B-401 教室 (メイン会場)

- 熊本県庁 TV 会議室 (県庁内会場)
- 熊本大学 学長室 (サテライト会場)



図 14: 熊本大学 地域貢献シンポジウム

テレビ会議システムにおいては上述の Click To Meet Express for school の“4 人同時表示タイプの会議室”を用いた。テレビ会議にはメイン会場において講演者用、会場用として 2 台のデスクトップ端末が参加し、県庁内会場とサテライト会場でそれぞれ 1 台ずつノート端末が参加した。デスクトップ端末のビデオキャプチャカードに S-VIDEO 端子ケーブルで 1 台ずつ撮影用 DV カメラを接続した。また、ノート端末に IEEE1394 で DV カメラで接続すると映像のエンコーディングで CPU に負担をかけるので、安定性を考えて USB ビデオキャプチャアダプタで映像を入力した。

サテライト会場からはシンポジウムの最初と最後の一部の時間だけの参加だが、メイン会場と県庁内会場の間で交互に発表し、質疑応答を行った。メイン会場における音響を最優先するために会場に設置されていた音響設備を利用した。つまり、備え付けのワイヤレスマイク用音響アンプの入出力端子と、講演者用テレビ会議端末の音声入出力端子を接続した。これでワイヤレスマイクの音声を直接会場に流せるとともに、テレビ会議システムから他会場の音声も会場にスピーカーで流すことが可能となった。また、メイン会場においてシンポジウム聴衆者からの質問も想定して、もう一つワイヤレスマイクを用意して音響アンプにミキシングすることにした。県庁内会場では端末に直接マイクとスピーカーを接続し、サテライト会場ではヘッドセットを利用した。これでメイン会場では通常の講演会を行う形式で音響を取り扱うことができた。

エンコーダ用端末と接続するテレビ会議端末として、音声の入力を行わないのでメイン会場撮影用の DV カメ

ラと接続した端末を利用した。もう一つの理由はスタッフサイドだけが操作できるという点である。他のテレビ会議端末の音声だけを利用するだけでいいので直接音声をエンコーダ用端末に出力することも可能であったが、音響アンプからの出力を利用した方が音質的に鮮明だったのでそちらを利用した。テレビ会議端末の VGA 出力をダウンコンバータに入力し、およそ 4 分の 1 画面にトリミングした映像を S-VIDEO で出力し、ビデオキャプチャカードに入力した後、付属ソフトウェアでテレビ会議の映像領域のみを 360 pixel × 324 pixel でトリミングした。その映像を Windows Media エンコーダで 3 種類のビットレート、351 Kbps, 143 Kbps, 113 Kbps にエンコードしたデータを Windows Media サーバにプルした。

本シンポジウムでは 3 会場、DV カメラ 4 台、4 本のマイクで構成されているが、最大で 4 人が同時に発表を

行った。ただし、メイン会場の 2 名は 2 本のワイヤレスマイクをミキシングした音声を 1 台のテレビ会議端末に入力し、2 台別々の DV カメラで撮影した。

以上が上記シンポジウムで使用したシステムである。図 15 はそのシステムの配線の概略を表しており、表 0.2 で使用した主要機器を示している。

表 0.2: システムに使用した主要機器

機器	型式
テレビ会議デスクトップ端末	FMV-W600
テレビ会議ノート端末	FMV-7186MR3
ダウンコンバータ	PALMEDIA 3452
エンコーダ用デスクトップ端末	FMV-W600
ビデオキャプチャカード	Osprey 500
撮影用 DV カメラ	DCR-PC101 DCR-PC110 DCR-PC210 DCR-TRV900
USB ビデオキャプチャアダプタ	AD-VOD302
音響アンプ (ワイヤレス)	SRP-X360P

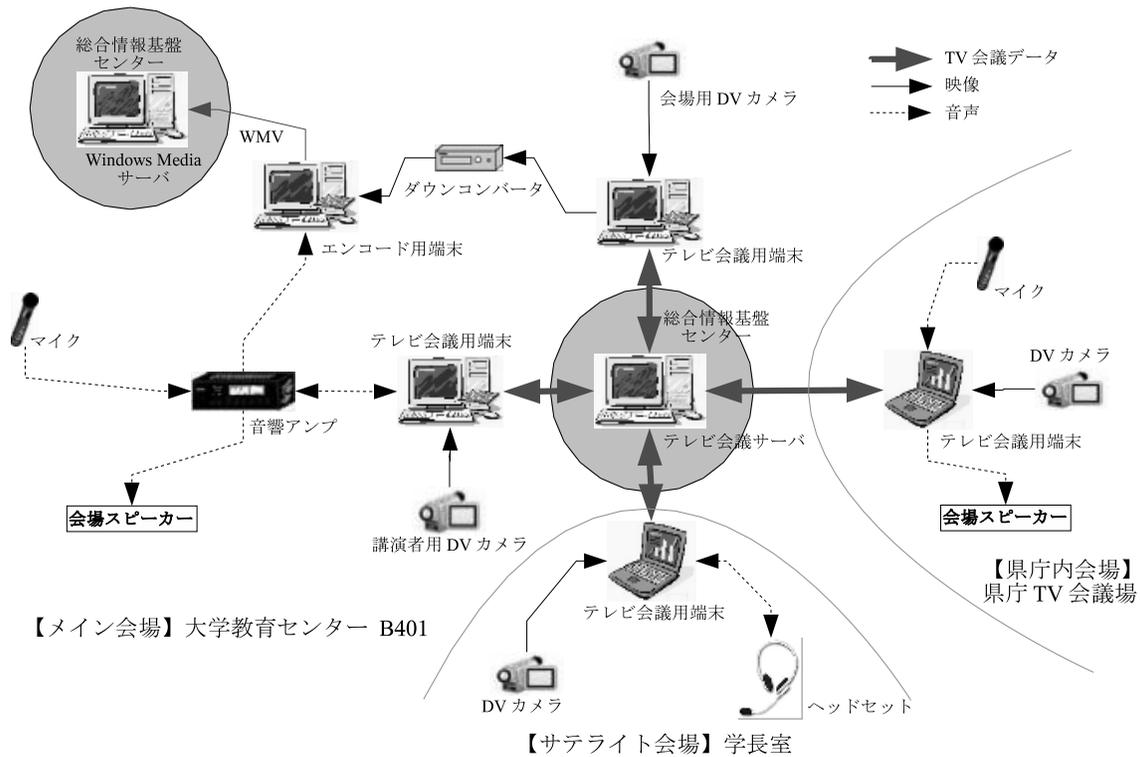


図 15: 地域連携支援システムの応用事例の概略

5 考察・評価

テレビ会議サーバと動画配信サーバを連動するにあたり、クライアント端末と動画配信サーバの間にエンコード端末を介して構築している。システム構築する初期段階では、表 0.3 の Single CPU 端末で構築してみたが、第 4 章の応用事例で述べたように、撮影用 DV カメラ

をエンコード端末で同時並行で用いると CPU の使用率が 100 % に達し、安定したパフォーマンスが望めない状況であったために、1 台の端末での構築は断念した。しかし、地域貢献シンポジウムの後に Dual CPU 端末 1 台でクライアント端末およびエンコード端末を構成することの実験を試みた結果、安定した並行処理が可能であることが判明した、実験に用いた Dual CPU 端末と

Single CPU 端末のスペック比較は表 0.3 である .

表 0.3: Dual CPU 端末と Single CPU 端末のスペック

	Dual CPU 端末	Single CPU 端末
CPU	Athlon MP 2000+	Pnetium4 2.0 GHz
Memory	1GMB	512 MB
VGA	GeForce4 Ti4800SE	Radeon 7000
OS	Windows XP	Windows XP

第 3 章で述べたように , Dual CPU 端末を用いたシステムの場合には , ダウンコンバータを用いることなく , 直接的にデスクトップ表示の VGA 信号を Windows Media エンコーダでキャプチャリングするため , テレビ会議サーバからの映像データの劣化は殆んど見られなかった (図 9) . このシステムにおいて映像の鮮明さは , 先に示した図 7 , 図 8 と比較しても明らかであり , 図 13 においても他の 2 つの勾配に比べて急であることから画像のぼやけ方は最も少ないことがわかる . Dual CPU の場合 CPU やビデオカードの負担がかなり大きくなるので , 今後は CPU や VGA カードの選択を考慮し , より鮮明で安定したシステム作りを進めていこうと考えている .

音声に関しては , Click To Meet Express for school のテレビ会議システムでは自分の声はテレビ会議システム全体の音声として戻ってこないが , メイン会場では 1 台の音響アンプでマイクとテレビ会議の音声を入出力を行っているため , メイン会場以外のサブ会場の音声が遅延して帰ってきた . つまり , メイン会場の音声の経路は

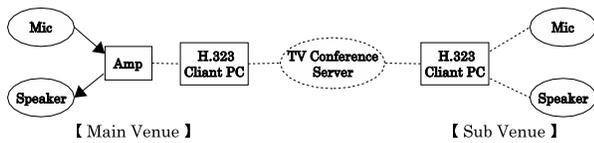


図 16: メイン会場の音声の経路 1

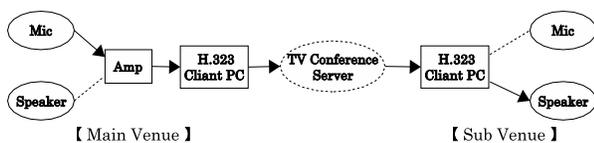


図 17: メイン会場の音声の経路 2

となっており , メイン会場でもサブ会場でも音声の異常は感じられず , 通常の講演会の状況を再現できた . 一方 , サブ会場の音声の経路は

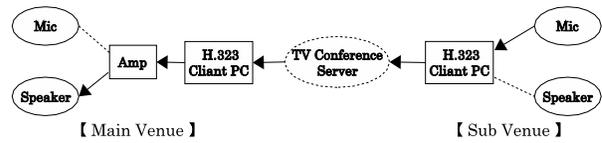


図 18: サブ会場の音声の経路 1

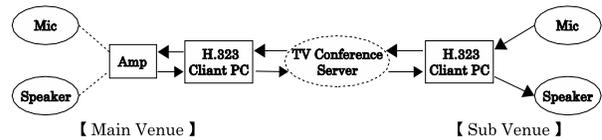


図 19: サブ会場の音声の経路 2

となり , 図 19 のようにサブ会場の音声はメイン会場の音響アンプで折り返して戻ってきて , テレビ会議サーバを 2 度通ってしまうことにより遅延が起こった . そのため県庁内会場側で講演を行う間 , スピーカーの音量を下げることで対処した . メイン会場での音響システムは図 20 となっているが , 音響アンプでマイクの音声のみをテレビ会議端末へ出力できれば問題を解決できる .

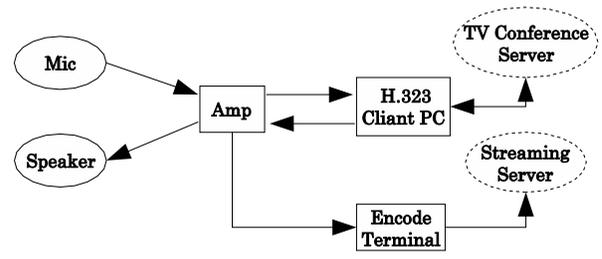


図 20: メイン会場で使用した音響システム

しかし , 実際に会場の音響設備を改変することは難しく , 今後の汎用性を考えた場合 , もう 1 台の音響アンプを持ち込むことで図 21 のような音響システムを使用する方がよりよいと思われる . その評価は今後の実験に期待される .

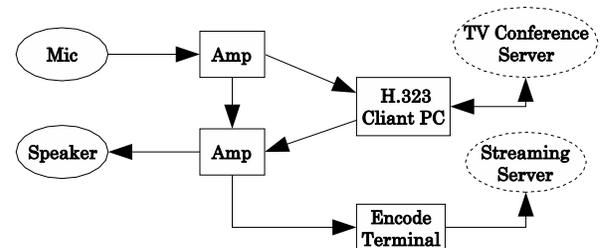


図 21: 今後 , 改良していく音響システム

また、全てヘッドセットのみを使用すれば問題はないが、今回の場合スピーカーからマイクへの折り返しによる音声の遅延が多少あった。これは、マイクとスピーカーの設置位置を考慮することと、より指向性の優れたマイクを使用することで改善されると思われる。今後の課題である。

6 まとめ

熊本大学総合情報基盤センターでは、熊本大学 LINK 構想事業の一環として、熊本県と熊本大学間のネットワーク (LINK ネットワーク) の構築を進めている。この LINK ネットワークは幾つかのサーバ群から構成されており、今回、この中からテレビ会議サーバとストリーミング配信サーバを組み合わせた地域連携支援システムを構築した。このシステムを活用し、画像処理の方法を工夫することで、LINK ネットワーク内に限ってではあるが、複数の会場で双方向の通信が可能となり、遠隔地会議が実現した。そして更に、その模様をリアルタイムでストリーミング配信することにより、より多くの端末で会議内容を知ることが出来る。また、会議をストリーミングデータとして保存することで、VOD として会議の不参加者やリアルタイムで視聴できなかった人々にも配信でき、会議の議事録としても重要である。

本システムは既存製品をそのまま用いているわけではないため、種々のカスタマイズが可能で、例えば、テレビ会議のライブ中継において、中継する部分を自由にトリミングしたり、会場や会議の構成に合わせて、音声の品質等の優先度を変更できる。映像に関しても、色々な構成が選択可能で、特に、考察で述べた Dual CPU を用いた構成では、実質的にテレビ会議の画面の取得時の映像劣化をほぼ無くすことができた。

応用事例として「熊本大学 地域貢献シンポジウム」において、3 会場でテレビ会議システム「Click To Meet Express for school」を利用して会議を実施し、4 台のテレビ会議端末と 4 台の DV カメラとマイク 4 本を使って最大時 4 人同時会議を行った。この点においては従来通りのヘッドセットの使用よりも、講演者の使いやすさは向上している。メイン会場を最優先とする本システムにより、講演者が通常の講演会に劣ることのない環境でイベントを進められる点においては、メイン会場最優先タイプのテレビ会議には最適である。更に、その模様をエンコーダ端末により処理し、Windows Media サーバによってストリーミング配信した。現在はその会議の模様を Web 上にてストリーミング配信を行っている [9]。

本事例を行った結果、幾つかの問題点、改善点が見え

てきた。映像に関してはテレビ会議端末とエンコーダ端末をダウンコンバータで接続して改善したものの、実験により Dual CPU 端末を使用することによって、テレビ会議とエンコーディングを同時に行い、より鮮明な映像が配信可能なことがわかった。今後の汎用性を考慮して、コンパクトで静かな Dual CPU 端末を作成したい。また、音声に関しては、サブ会場において遅延が起こるので、よりよい遠隔地会議を運営するためにも今後の実験、改良を進めたい。

7 謝辞

「熊本大学 地域貢献シンポジウム」の運営に関して、多大に貢献して下さった熊本大学 事務局 生涯学習係の鈴木 和久氏、「熊本大学 地域貢献特別支援事業」のホームページやシンポジウムの資料を作成して下さい下さった清水 百合子さん、龍 富美子さんに感謝の意を述べたい。

参考文献

- [1] 石田 雅, 大野 健一, 鈴木 輝博, 穠山 知文, 木村 晃: テレビ会議システムを利用した遠隔講義・学習の試み, 学術情報処理研究誌, No.5, 51, 2001
- [2] 柳原 広昌: インターネットを利用した遠隔会議: スタンフォード大学との接続実験, MNC Communications, Issue 4, 2001
- [3] 石田 雅, 大野 健一, 鈴木 輝博, 穠山 知文, 木村 晃: 遠隔講義支援システムの構築について, 学術情報処理研究誌, No.6, 61, 2002
- [4] 最首 和雄: テレビ会議システムとインターネットストリーミング, <http://www.anne.mi.meisei-u.ac.jp/kazu/telconf.doc>
- [5] 熊本大学 地域貢献特別支援事業 <http://www.link.kumamoto-u.ac.jp/>
- [6] Click To Meet Express for school http://www.tomen-g.co.jp/visual/ctm_ex/
- [7] First Virtual Communications: IP ネットワークで実現する H.323 ベースのビデオ会議 http://www.jp.cuseeme.com/doc/document/whitepaper_deplyIP.PDF, 2001
- [8] First Virtual Communications: ストリーミングメディア, <http://www.fvc.com/>
- [9] 熊本大学 地域貢献シンポジウム <http://www.link.kumamoto-u.ac.jp/sympo/broadcast/>