

学校間ネットワークにおけるストリーミング コンテンツ支援用サーバの試作

宮崎 英一* ・ 青木 昌三* ・ 高井 忠昌* ・ 横川 勝正**
(技術教育) (人間環境教育) (技術教育) (附属坂出小学校)

*760-8522 高松市幸町 1-1 香川大学教育学部

**762-0031 坂出市文京町 2丁目 4-2 香川大学教育学部附属坂出小学校

A Trial Production of the Streaming Contents Server in the Educational Communication Networks

Eiichi Miyazaki, Masakazu Aoki, Tadayoshi Takai and Katumasa Yokokawa

* ** Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

** Sakaide Elementary School, Attached to the Faculty of Education, Kagawa University, 2-4-2,

要 旨 現在、学校教育の現場において情報教育の必要性は疑うべくもなく、本学部においても附属学校園との連携の下に、テレビ会議システムなどの各種情報処理ネットワークシステムの構築¹がなされている。この中でも、ストリーミングサーバは遠隔授業等にも応用可能であり、これを用いたさまざまな授業展開が考えられるが、これは専用のハードウェアシステムやソフトウェアを要求し、誰でもが簡単にシステムを構築するには問題があった。

そこで本研究では、HTTP プロトコルを介してクライアント側からサーバ側にビデオ画像の転送を行い、これをサーバ側で自動的にストリーミング形式に変換し、さらにストリーミング配信まで可能なストリーミングコンテンツ支援用サーバを試作した。このストリーミングサーバを利用すれば、教員だけでなく生徒、児童においてもビデオ情報を含んだコンテンツが提供可能になるため、今までのように学校単位や教室単位といった情報発信でなく、個人で情報が発信可能なため、自分が主役である強い実体験を得ることができ、教育実践力の一つとして、生徒のより強い関心や興味を引き出せると考えられる。

キーワード ストリーミング, データベース, マルチメディア, ビデオ画像, Web サーバ

1 はじめに

現在、携帯電話の広範囲な普及をはじめ、インターネットのインフラも含めた一般家庭への

情報環境の急速な発展にともない、教育現場においてもこの通信環境を利用した教育環境²が構築されはじめている。特に中学校現場においては、「情報」分野を専門とする技術教育のみに

関わらず、さまざまな教科において次々と新しいこれらの環境を利用した授業展開が提案³されている。特にインターネット環境が現在のよう
に普及する以前は、コンピュータやワードプロセッサに代表されるハードウェアやソフトウェアの基礎的な操作を学ぶ、コンピュータ・リテラシーという点に重点が置かれ、これらを目的とした授業の取り組みが数多く取り上げられてきた。

しかし情報機器の発達に伴い、これらの教育がもはや一般的になってきたこと、さらにインターネット環境の急速な普及にともない、コンピュータの主たる使用法は、従来からのスタンドアロン環境での使用から、ネットワークを利用した他のコンピュータや他のネットワークと接続されたインターネット環境下での使用^{4,5}に重点が移行し始めている。

そのため最近では、インターネットの検索エンジンを利用した「調べ学習」等が技術教育だけでなく、様々な分野で実際の授業に取り込まれている。さらにこれらの発展に伴い、WWWページ(一般的には「ホームページ」もしくは「インターネット」と呼ばれることが多い)の作成も、従来のワードプロセッサと同等のレベルで取り上げられるようになってきている。

しかし幾つかの学校関係のWWWページを参照し、これらWWWページを構成する中身を調べてみると、大部分が「テキスト」+「静止画像」で構成されており、中学校教育現場においては、「ビデオ画像」まで含めた構成でページを作成するには授業時間の不足は言うまでもなく、ハードウェア環境の不足も含めて、ストリーミング配信用サーバの準備やビデオ画像の圧縮変換等様々な点で問題点があることも事実である。

そこで本研究ではシステムのベースとなるストリーミングサーバを立ち上げ、さらにインターネットからのビデオ画像の閲覧だけでなく、ビデオ画像の配信、ビデオ画像のストリーミング変換、ビデオ閲覧用データベースへの登録⁶までもを自動的に実行可能なシステムを試作した。このシステムを用いることで、クライアント側にストリーミングサーバのようなハードウェア

の準備や、サーバ構築やビデオ画像の変換等のソフトウェアの専門的な知識がなくても、誰もがビデオ画像のストリーミング配信を行うことが可能になる。

またこのシステムにはインターネットを介してアクセスをおこなうが、この時に特別なソフトウェア(クライアントソフト)や専用のパーソナルコンピュータを準備する必要はない。WWWページの閲覧に使用するブラウザ(所謂、Internet Explorer や Netscape Navigator)、および「RealPlayer」⁷に代表されるビデオ閲覧用ソフトウェア、そしてインターネット環境、これらさえ準備できていれば直ちにストリーミング環境を利用することが可能になる。このため従来ではストリーミング画像を用いた授業展開を行うのに不十分な環境下であったとしても、このサーバを使用することであらたな授業を行うことも可能になると予想される。

2 ストリーミング配信

一般的に見て、通常のWWWページからのビデオ配信画像はダウンロード配信が行われることが多い。これはストリーミングサーバのような専用のサーバを準備する必要がないため、手軽に始められるという利点があるからである。しかし閲覧前にビデオ画像をクライアント側に一度ダウンロードする必要がある、特に容量の大きなビデオ画像ファイルを閲覧する場合にはこれが完了するまで、視聴者が閲覧を行うことができないとか、ビデオ画像ファイルを保存するだけのハードディスクの容量が必要になるといような問題点もある。

さらにクライアント側にビデオ画像をダウンロードするということは、ビデオ画像そのものが、閲覧者にコピーされてしまうということである。学校教育現場において、ビデオ配信に使用されることが多い学校内で撮影されたビデオ画像には、生徒や児童の顔が撮影されてしまう場合も多分にあると考えられる。

これらから、配信されたビデオ画像から個人が特定されてしまうという可能性も考慮にいれ

ると、不特定多数にビデオ画像がコピー可能な環境を構築するのはセキュリティ上問題が発生する可能性があることは否めない。よって本研究ではビデオ画像の配信に関してはダウンロード形式を採用せず、ストリーミング形式の配信⁸を採用した。

この形式は元来、有料コンテンツの配信に使用されることを目的とし、開発されたビデオ配信フォーマットであり、サーバからクライアントのコンピュータにビデオ画像のファイルをダウンロードをしながら同時にそのビデオ画像の再生を行うものである。このため、容量が大きなビデオファイルであっても、ダウンロード完了まで待つ必要がなく、バッファ時間程度の待ち時間でビデオ画像の再生が可能になる。またその性質上、クライアント側で再生されたビデオ画像は次々と消去されていき、クライアント側のコンピュータにビデオ画像が残ってしまうことはない。さらにはライブ放送のようにリアルタイムでビデオ画像の配信をおこなうには、あらかじめ放送時に配信用のビデオ画像を準備できないので、このストリーミング形式でないと配信不可能である。

しかしこの形式は、インターネット上でビデオ画像を配信するため、インターネット回線の帯域を広く要求し、もし帯域が不足するようであれば、配信されるビデオ画像は時間的に不連続な画像となり、十分な画像品質を保証することができないという問題点もある。一般的に家庭で使用されている DV カメラで撮影したビデオ画像は極めて広い帯域を要求し、このままでは一般的なインターネット回線環境下ではビデオ画像を配信することは困難である。

そこでストリーミング配信を行う場合には、

予めビデオ画像をインターネット回線の帯域に合わせて変換（圧縮）する必要がある。変換のパラメータの設定でファイルの容量は大きく変化するので一概にはいえないが、通常の変換レベルではファイルの容量が 1/10 以下に圧縮することも可能である。このため、配信したいビデオ画像に予めこの変換を施すことで、比較的狭い帯域でもビデオ配信が可能になる。

3 システム構成

本研究で試作したシステムの概略を図 1 に示す。本研究では中学校教育現場での応用を考慮して、通常のパーソナルコンピュータの上にビデオ配信サーバを構築した。通常ならば、このような目的でサーバを構築する場合、ネットワークの堅牢性、ネットワーク関連のソフトウェアの豊富さ等の利点から LINUX のようなフリーの「PC - UNIX」を使用することが一般的である。しかし中学校教育の現場においてパーソナルコンピュータの使用目的を考慮した場合、教材作成に使用されるワードプロセッサや成績処理用の表計算ソフトウェアが主な使用目的であると考えられる。よって教育現場では、これらの目的に応じたソフトウェアの充実や過

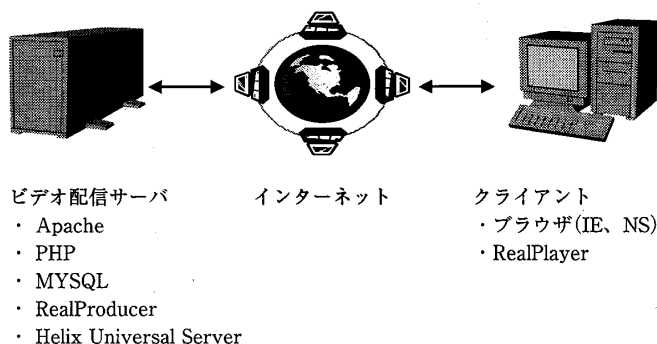


図 1 本システム概略図

表 1 ソフトウェア構成

項目	ソフトウェア	備考
1) WWW ページ配信	HTTP d	Apache/1.3.31 (Win32) PHP
2) データベース制御	PHP	PHP Version 5.0.2
3) データベース本体	MYSQL	MySQL 3.23.57
4) ストリーミング変換	RealProducer	RealProducer Basic version 10.0
5) ストリーミング配信	Helix Universal Server	Helix™ Universal Server version 9.0

去のソフトウェア資産の継続，さらにはインストールの簡単さ等の点から Windows 系の OS が使用されることが多い。

そこで本研究では，作成したサーバシステムの教育現場での普及を目指して Windows 2000 上にサーバを構築した。このため教育現場においても比較的簡単にサーバの構築が可能であると見込まれる。本研究で作成したサーバは大きく分類して，表 1 に示したように 5 種類の項目から構成されている。

1) WWW ページ配信

WWW ページ配信については，会社や学校といった集団からの情報発信はもとより，個人での WWW ページ配信も誰でもが簡単に行えるようになってきている。さらに，パーソナルコンピュータからの WWW ページの閲覧だけでなく，これらに対して携帯電話からのアクセスも当たり前のように行われている。よって現時点ではこの機能に関して，ハードウェアやソフトウェアの両面を含んで，システム全体として既に一般化していると言っても過言ではない。

本研究はそのなかでも，各サーバにおいて一般的に使用されることが多い「Apache」⁹を用いた。このソフトウェアはインターネットが一般に普及する以前から存在し，セキュリティホールが少ないこと，また存在したとしてもその対応が迅速なこと，またアクセス制限等の各種拡張機能を有すること等の利点を有している。よって本研究ではこのソフトウェアを用いて WWW ページの配信を行う。

2) データベース制御

また本研究では表 1 の項目 2) を用いて WWW ページからデータベースの制御を行う。この「PHP」¹⁰はスクリプト言語であり，これを用いることでインターネット上からデータベースの制御が可能になる。特にこの言語は，他の言語と比較してデータベースの制御を行う関数を多数実装しており，きめ細かいデータベースの制御が可能である。

これにより，ユーザがブラウザを介して入力

したデータをサーバ内のデータベースに取り込み，この結果を反映した動的な WWW ページの作成が可能になった。

3) データベース本体

現在，インターネットショッピングや検索エンジンの発展にともないコンピュータの使用目的においてデータベースの持つ役割が重要になってきている。これに伴い，様々なデータベースが開発されているが，本研究ではデータベースの高速性，「PHP」との親和性，豊富なドキュメントの整備等の点を考慮して「MySQL」¹¹を用いた。

これは元来は UNIX 上において大規模なデータベースとして開発されてきたが，最近では Windows 系の上でも元来の性能を発揮できるようになってきている。以前のバージョンではパーソナルコンピュータの環境下において，日本語の使用に問題が発生する場合もあったが，最近のバージョンではこの問題点は解決されており，問題なく使用可能である。

4) ストリーミング変換¹²

最近では携帯電話でさえもビデオ受信が可能になり，インターネット環境下においてビデオ配信も一般的な機能として普及してきた。ただし，一般家庭で使用している DV ビデオのフォーマットでそのままビデオ配信が行われる訳ではない。最近では光インターネットに代表されるネットワークのブロードバンド化に伴い，ビデオ配信の帯域も向上しているが，一般のネットワーク環境下ではこれらの高速な回線を利用しても，DV ビデオをそのまま流せるだけの帯域は確保できない。

このため，インターネット上からビデオ配信を行うためには，狭い帯域でもビデオ画像の配信が可能のように，予めビデオ画像のデータ圧縮を行う必要がある。現時点では「RealProducer」や「QuickTime」を初め様々なソフトウェアが開発されている。本研究では後で説明するストリーミング配信用サーバと親和性が高いこと，ストリーミング変換を自動的に行うのに必要な

表2 変換前後のファイル比較

項目	変換前	変換後
拡張子	.mpg	.rm
フォーマット	Mpeg1	rm
ファイル容量	50MB	25.3MB
ビットストリーム (kbps)	1399	700
時間	5分	5分

スクリプトからのバッチ処理が可能で、フリーであること等からこの「RealProducer」¹³を採用した。

ここで実際にこのソフトウェアを使用してビデオ画像の変換を行った例を表2に示す。ファイルのビットストリームを圧縮することで、ファイル容量が変換前の約50%まで圧縮されていることがわかる。この結果、ストリーミング変換を行うことで、インターネット回線の帯域が細くなっても、ビデオ画像の配信に有利なことが示された。

5) ストリーミング配信

現時点では大部分のWWWサーバ（例えば、本研究で採用しているのもそうであるが、）単独でも、ビデオ画像の配信が可能である。しかしこれは上記で述べたように、あくまでもダウンロード再生であり、ストリーミング配信には専用のサーバが必要である。現時点では「Darwin Streaming Serve」, 「Windows Media Service」および「Helix Universal Server」等多数存在¹⁴するが、本研究では「Helix Universal Server」¹⁵を採用した。これはライブ配信も勿論可能であるが、フリーな環境下においてもオンデマンドな再生が可能なことで採用を決定した。

よって、本研究で試作したシステムは、

- ・ WWW サーバ
- ・ データベースサーバ
- ・ ストリーミングサーバ

の3種類を組み合わせたものであり、この各種サーバをインターネットを介して制御を行うプログラム部分を本研究で作成している。ここで作成した制御プログラムによるサーバの一連の

動作を表3に示す。

4 基礎実験

ここでは、本研究で試作したストリーミング配信サーバを用いて、その動作確認を行った。図2に、このシステムの表紙を示す。このページがシステムの基本となり、ここからサーバに登録された配信画像の一覧、キーワードによる検索、配信画像の新規登録、修正、削除が行え

表3 サーバの制御フロー

番号	ビデオ配信サーバ	クライアントマシン
1	ビデオ登録画面提供	
2		ビデオ画像アップロード
3	ストリーミングビデオ変換 (mpeg、avi → rm)	
4	rm ファイルを保存	
5	ram ファイル作成	
6	ram ファイル内に rm ファイルのアドレス記述	
7	データベース登録	
8	ビデオ選択画面表示	
9		ビデオ選択
10	ビデオ配信開始	
11		ビデオ閲覧

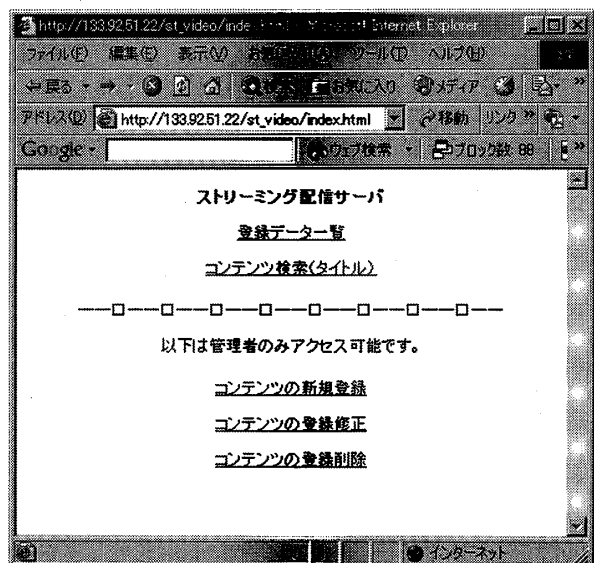


図2 サーバの表紙ページ

るようになっている。

ここから『登録データ一覧』を選択すると図3のページが開かれる。ここでは本サーバに登録されたビデオ画像の一覧が示される。ここで同図に示すように、「タイトル」がストリーミングビデオにリンクされており、ここをクリックすると、ストリーミングビデオ閲覧ソフト（RealPlayer）が自動的に起動し、ストリーミングビデオの配信が開始される。

次に配信データの新規登録について、図4に示す。ここにあるように、「Form」を用いてビデオ画像のデータの入力を行う。この時、最下段の入力欄にビデオ画像のファイル名を入力している。ここで作成したシステムにおいては、登録可能なビデオのフォーマットは一般的な「AVI」形式および「mpeg 1」形式が正式対応になっている。これ以外のビデオフォーマットでも可能な場合もあるが、ファイルサイズに伴う問題からエラーが発生することもあったため、この2種を正式対応とした。

配信されるビデオ画像のデータがサーバ側に登録されると、続いて自動的にストリーミング用の形式にフォーマット変換（圧縮）が実行される。その結果を図5に示す。この変換時間は、サーバの計算能力（CPU パワー）が直接影響する。本研究で作成したサーバのCPUは5世代前の能力（PentiumII, 800MHz）であり、3分程度のビデオ画像（画素：320×240, mpeg 1形式）を変換するのにアップロードの時間も含めて30分程度の時間が必要とされる。

本研究では、変換時間が長くなるが、変換後の画質向上とファイル容量を少なくするという相反する性質を満足させるために、「2パス」方式で変換を行っている。これは同一ファイルに対して変換操作を2回行い、ビットストリームの最適値を検出する手法である。このため、通常よりも変換時間が長く要求される場合が多く発生している。

ここでは変換が完了するまで、このページを閉じることができない。勿論、バックグラウンドで処理を行い、並列的な処理を行うことも可能であるが、そうすると今度は、クライアント

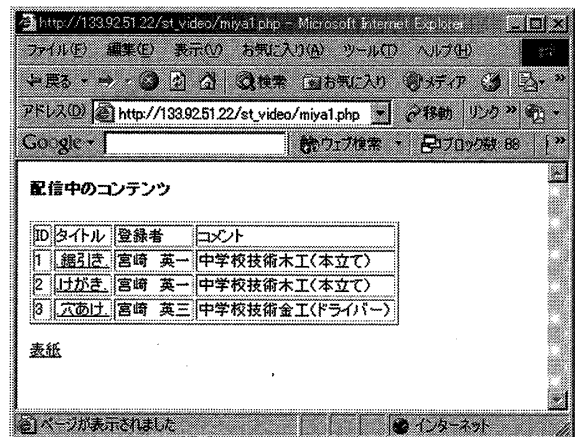


図3 配信ファイル表示



図4 新規配信ファイル登録

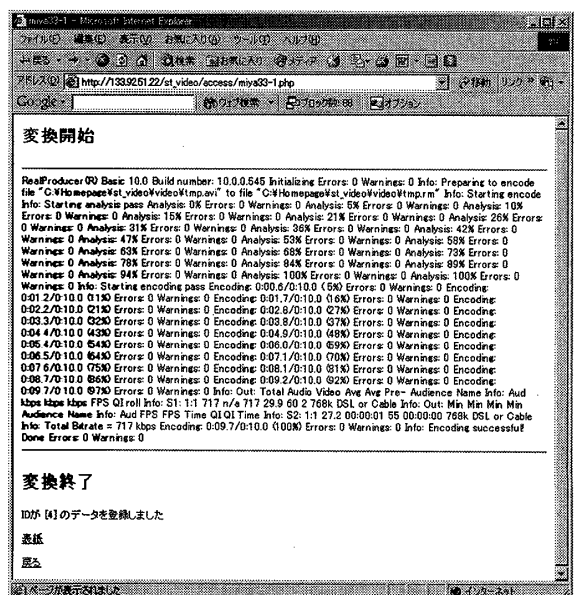


図5 ストリーミング配信ファイル変換

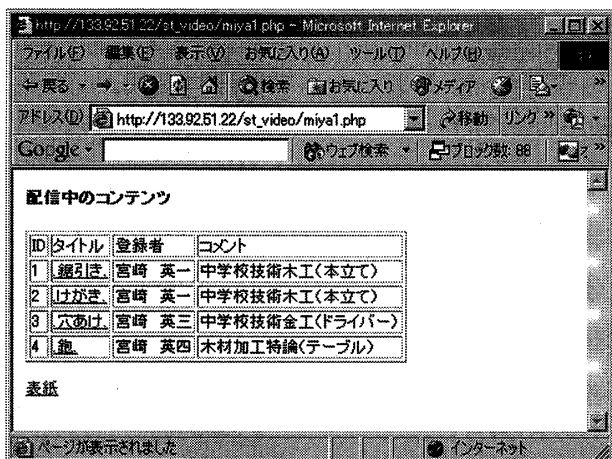


図6 登録完了

に変換終了を知らせることが出来なくなるとい
う問題が発生してくる。よってここでは、操作
上多少不便であるが、変換が終了するまでがブ
ラウザを閉じることが出来ないという仕様にな
っている。

ビデオ画像のストリーミング変換が問題なく
終了すれば、図6に示すようにID4に『鉋』
といタイトルで、新しいビデオ画像が登録され
ている。ここで先に示したように『タイトル』
のリンクをクリックすれば、図7に示すように
ビデオ画像の閲覧が可能になる。

5 さいごに

本研究では、一般的に使用されるパーソナル
コンピュータを用いてインターネットを介して
ビデオ画像の登録、閲覧が可能なストリーミ
ングサーバを試作した。このシステムはWEB デ
ータベースをシステムの核としており、これにス
トリーミングサーバの機能を付加したものであ
る。このためユーザは自分が使用しているコン
ピュータに特別なソフトウェアを新にインス
トールする必要が無く、普段使い慣れたブラウ
ザを介してサーバにアクセスが可能になる。

さらにこのサーバは、クライアントから入力
されたビデオ画像 (AVI, mpeg 1) を自動的に
ストリーミング形式 (rm) 形式に変換する。こ
のためユーザはストリーミングサーバはおろか、
ストリーミング変換についても、専門的な知識
がなくてもこれらの環境を利用することが可能
になった。よってこのシステムを教育現場で用
いることで誰でもが気軽にストリーミング環
境を使用することが可能になった。今後は実際
にこのシステムを教育現場で使用し、より実用
に耐えられるよう向上させる予定である。

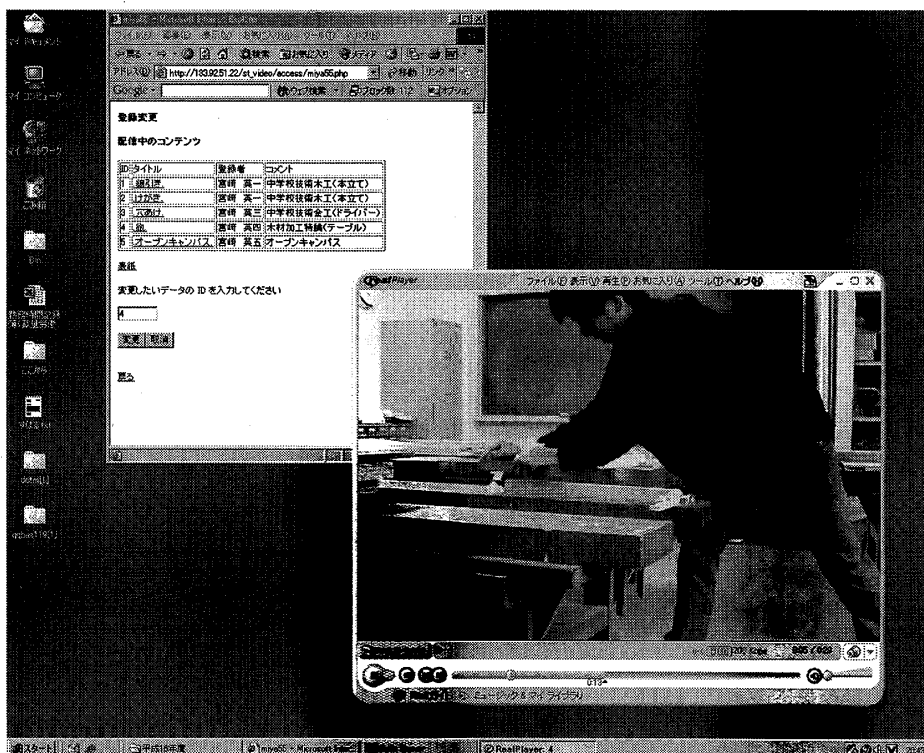


図7 配信画面

参考文献

- 1) 松下文夫・服部哲郎・安西一男・西原浩, テレビ会議装置と校内テレビ放送ネット 松下文夫・服部哲郎・安西一男・西原浩, テレビ会議装置と校内テレビ放送ネットワークを利用した遠隔教育システムの構築に関する研究, 香川大学教育実践総合研究, No.1, pp.99-108, 2000
- 2) 松下文夫・黒田勉, 香川大学教育実践総合研究, No.9, pp.73-78, 2004
- 3) 坂出市立坂出中学校, 分かる授業づくりを目指したコンピュータ等の活用, 平成16年度香川県中学校教育研究会情報教育研究部会教育研究大会, 2004
- 4) 技・家ノート「情報とコンピュータ」, 開降堂
- 5) 技・家ハンドブック「技術分野」, 開降堂
- 6) 宮崎英一・政岡克己・高井忠昌, 技術教育における木製作品 Web データベース・サーバの構築, 香川大学教育実践総合研究, No.9, pp.25-36, 2004
- 7) <http://japan.real.com/radiopass/?&src=ZG.jp.idx>
- 8) ストリーミングコンテンツデザインガイド, 林岳里, 翔泳社, 2002
- 9) <http://www.apache.org/dist/httpd/binaries/win32/>
- 10) <http://www.php.net/downloads.php>
- 11) <http://www.softagency.co.jp/MySQL/downloads/mysql/4.0.html>
- 12) 宮崎 英一, ストリーミング配信におけるビデオ画像劣化評価の考察, 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部, Vol.53, No.1, pp.41-56, 2003
- 13) ブロードバンドコンテンツ配信実践制作ガイド, エ・ビスコム・テック・ラボ, 毎日コミュニケーションズ, 2002
- 14) 宮崎英一, Turbolinux 8 Workstation における Helix Universal Server Basic を用いたストリーミングサーバの構築, 香川大学情報処理センター年報, 第11号, pp.46-60, 2003
- 15) Helix Universal Server Advanced Book, 佐藤めぐみ, BNN, 2003

謝辞

本研究は平成16年度学部研究開発プロジェクト「学校間ネットワークにおけるストリーミングコンテンツ支援用サーバの試作」の一部として行われました。謹んでお礼申し上げます。