

インターネットを通じたシンポジウムのライブ放送

和田智仁*

A live webcast of a symposium through the Internet

Tomohito WADA*

Abstract

The Internet is now wide-spread and operating with an ever increasing bandwidth. With these innovations, “webcasts” that deliver live or delayed versions of video broadcasts are also becoming popular.

In February 2003, we provided a live webcast of the international symposium held at National Institute of Fitness and Sports. It was our first challenge to host a live webcast from our institute. This paper describes details of this webcast system and set-up for the purpose of providing a useful reference and clarifying problems for similar events which will be webcasted in the future.

The webcast system was composed of a video camera, encoders and a streaming server. A camera and two encoders were arranged at Mizuno Auditorium, the main venue of the symposium. Two PCs were used as encoders to encode the video images into two video formats and several bit rates of video streams. Encoders sent the encoded video stream to a stream server installed at the server’s room, and the server distributed the live video stream to audiences.

With this system, we could offer stable live video images continuously during the symposium. The total air-time of the webcast was over 17 hours, during which more than 400 on-line accesses to the webcast were made.

KEY WORDS: *webcast, streaming, live video, network broadcast*

1. はじめに

インターネットの普及と広帯域化を背景に、ネットワークを通じたオンデマンドビデオ放送やライブ放送などが普及しつつある。これらの放送は比較的小規模な設備で実現・利用できるとともに、インターネットに接続可能な世界中のどこからでも番組の提供とアクセスが可能であり、放送の実施者と利用者の双方にとって魅力は大きく、今後もより一層の普及が予想される。

近年のプロセッサの高性能化やストリーミング技術の熟成により、一般的なパーソナルコンピュータと放送用のソフトウェア(無償で手に入るものもある)、それにインターネット接続さえ用意すれば、簡易的なインターネット放送が一般の利用者でも実現できるようになった。しかし、不特定多数の視聴者を対象に安定した放送サービスを提供する必要がある場合には、放送内容、視聴者の規模、ネットワーク環境、放送システムなど様々な要因について検討し、その時点で利用可能な各

*スポーツ情報センター

種技術の中から最も適切と思われるものを採用し利用する必要があるため、放送の実施は容易とは言えない。特に大規模な視聴者を想定した放送や、長距離伝送を要する放送などに関しては、現在でも多くの実験的な放送を通じて関連する技術情報を蓄積している段階であると言える。このような状況では過去に行われた放送に関連する技術的情報が、それ以降に行われる放送のための有用な判断材料となり得る。

2003年2月、鹿屋体育大学において開催された国際シンポジウムの様子がインターネットを通じてライブ放送された。同大学から提供されたインターネットライブ放送はこれが初めての事例であった。本研究では、このインターネットライブ放送に用いられたシステムの詳細や放送の実施状況、さらに放送の利用状況や放送を通じて得られた知見などをまとめる。これによって、今後実施される同様の放送のために技術的あるいは経験的な情報を提供するとともに、今後の放送に向けた課題を明らかにすることを目的とする。

2. ライブ放送の概要

2003年2月14日から16日にかけて「21世紀のコ

ミュニティ・スポーツクラブとクラブライフの振興に関する国際シンポジウム」が鹿屋体育大学において開催された。会期中、主会場である水野講堂大ホール(収容人数560名)から、シンポジウムの様子がリアルタイムでインターネットを通じ放送された。放送では大ホールで行われた講演等の催しが合計17時間以上(休憩を含む)に渡って中継された。なお、このシンポジウムには国内外から延べ300名以上が参加した。

3. 放送システム

3.1 システム構成

放送では、カメラ、エンコーダ、ストリーミングサーバなどの機器を使用した。機器構成と接続を図1に示す。

エンコーダはカメラの映像と会場音声を取り込み、それを放送用のデジタルデータに変換しストリーミングサーバに送出するための機器である。今回の放送では視聴者の利便性を高めるためにReal Media[1]とWindows Media[2]の2形式での放送を行った。このためエンコーダとしては2台のPCを使用した。エンコード用ソフトウェアにはHelix Producer Plus (HPP), Windows Media Encoder

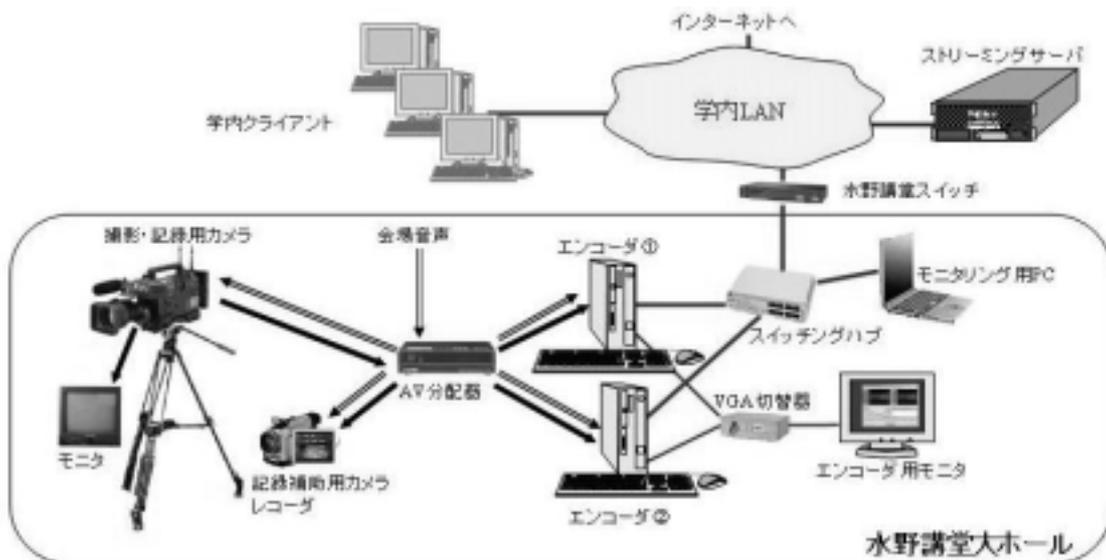


図1 システム構成図

表 1 使用計算機の仕様

	エンコード用 PC	サーバ
CPU	Pentium III 1GHz	SPARC64 GP 500MHz
メモリ	256MB	512MB
ネットワーク	100Base-TX	100Base-TX
ビデオデバイス	Osprey 100	-
オーディオデバイス	Crystal WDM Audio(オンボード)	-
OS	Windows 2000 Pro.	Solaris 7
使用ソフトウェア	Helix Producer Plus 9.0, Windows Media Encoder 7.01	Helix Universal Server 9.0.2

(WME) をそれぞれ使用した。エンコーダは、シンポジウム会場である水野講堂大ホールの最後尾座席付近に設置し使用した。エンコーダの仕様は表 1 に示す。

ストリーミングサーバは、エンコーダからのデータを受信し、同時にこれを視聴者に配信する。今回の放送では、講堂とは別棟となる研究棟の 6 階サーバ室に設置されたサーバ機を使用した。サーバ上ではストリーム配信ソフトウェアとして Helix Universal Server が動作している。Helix Universal Server は単体で Real Media や Windows Media など複数形式での動画配信を同時に行うことが可能である。使用したサーバは、同時に 60 接続まで可能なライセンスを所有している。サーバの仕様は表 1 に示す。

3.2 映像と音声の取得

映像の撮影には業務用カメラレコーダの Panasonic 社製 AJ-D400 を使用した。カメラは大ホール最後尾座席後ろの通路、ステージに対してほぼ中央の位置に設置した。レンズは 17 倍のズームレンズを使用し、広角側ではステージ全体を、望遠側では壇上者の顔のクローズアップまでを撮影できるようにした。

音声は、会場音声（ホール PA の音声）をラインケーブルで取得し放送に使用した。ただし、今回のシンポジウムでは会場音声出力を同時通訳の



図 2 大ホールに設置されたカメラとエンコーダ

ために使用することとなっていたため、実際には同時通訳を実施した業者から、会場音声をラインケーブルで渡してもらった。

カメラからの映像と会場音声は 2 台のエンコーダで使用するために、AV 分配器（maspro 社製 VSP4）を使ってそれぞれの信号を分配した。

3.3 エンコーディング方式

学内外の様々な通信環境からの接続を考慮し、今回の放送では各エンコーダで同時に複数の帯域幅のストリームを生成し、これを放送に使用した¹。この技術を使えば 1 台のエンコーダと 1 つの URL (Web ページ上のリンク) によって帯域が異なる複数のストリームを提供可能であり、視聴者のプレーヤはサーバとの通信速度に適したスト

¹RealNetworks では SureStream テクノロジー、Microsoft では MBR (マルチビットレート) ストリーミングと呼んでいる。

表2 エンコーディング方式

エンコーダ	配信対象	実効ビットレート (bps)		フレーム数 (fps)	備 考
		ビデオ	音 声		
Helix Producer Plus	28k Dial-up	13.5	6.5	12	Audio mode: Voice Video mode: Normal Motion Video Video codec: Real Video9
	64k Single ISDN	41.5	8.5		
	128k Dual ISDN	84	16		
Windows Media Encoder	ISDN(64k)	29.2	16	12	Audio mode: 16kbps, 22kHz, mono Audio codec: Windows Media Audio V8 Video codec: Windows Media Video V8
	ローカル再生と ISDN (128kbps)	77.2	16		

リームを自動的に選択できる。今回 HPP では実効20kbps, 50kbps, 100kbps, WME では実効50kbps, 100kbps のストリームを生成した。エンコーディング方式の詳細は表2 に示す。学外からの接続とエンコーダ・サーバの負荷を考慮して、設定した帯域は全体的に小さめのものとした。

今回の放送ではビデオの画面サイズは全て320 × 240pixel とした。また、会議中の映像は動きが少ないことが予想されたため、ビデオのフレームレートは毎秒12フレームとした。音声は、会場音声 1ch のみの放送であったためモノラル放送とした。

なお、上述の設定で行った予備実験においては、各エンコーダの CPU 使用率は HPP が 80% ~ 93%, WME が 50% ~ 55% 程度、メモリの使用量はそれぞれ135MB, 115MB 程度であった。当初の計画では WME でも HPP 同様、3 帯域へのエンコードを行う予定であったが、WME では音声を同時に複数帯域にエンコードできず、このために音声を 16kbps にエンコードした場合に実効20kbps の低帯域ストリームは実質的に生成できなかった。そこで、WME においては2 帯域へのエンコードのみとした。

3.4 ポータルページ

放送を受信するためのポータル (入り口) ページとして、スポーツ情報センターの Web サーバ上にライブ放送紹介のページを設置した (図3)。視聴者はこのページ上のリンクを辿ることで放送

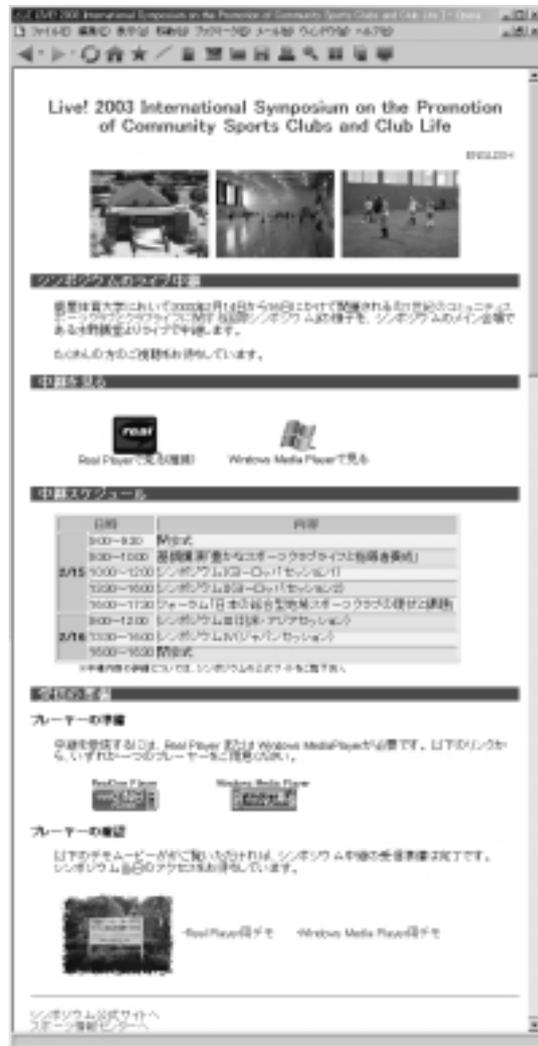


図3 ポータルページ

を受信する。ポータルページには日本語版と英語版を用意した。当然ながら、シンポジウムの公式 Web サイトからもポータルページへのリンクを張ってもらった。また、スポーツ情報センター Web サイトにおいてもライブ放送の告知を行った。

ポータルページでは、放送スケジュールの紹介とともに受信方法についても説明した。さらに、シンポジウム放送以前に利用者が自身のコンピュータでの受信が可能であることを確認できるように、ストリーミングサーバ上には各エンコーディング方式でのサンプル映像を用意した。

4. ライブ放送の実施

ライブ放送実施時に必要となる作業は、カメラ操作、音声レベルの調整、エンコーダの操作、放送のモニタリング、などであった。以下、それぞれについて述べる。

4.1 カメラ操作

放送期間中、カメラ操作は大学院生のシンポジウムスタッフが担当した。カメラ操作には3人が交代であった。撮影に使用したカメラは業務用のもので、ピント・露出の調整にはマニュアル操作が必要であった。全ての大学院生はカメラ操作が初めてであったため、撮影前には操作方法などについて一通り説明を行った。今回の放送では撮影条件が限定されていることもあって、スタッフが操作に慣れるのにはそれ程時間はかからなかった。

4.2 音声レベルの調整

ストリーミング放送においては、音声の品質が大変重要となる。映像に多少の乱れがあったとしても、音声途切れなければ視聴者は放送の内容を理解できる。音声の品質を保つために、今回は会場で使用されるマイクの音声を放送に直接利用した。これによって発話者の音声をより鮮明に放送できた。

なお、マイク音声を直接放送に使用した場合においても、発話者の交代などによって音量レベルが常に変化するため、それを実時間で調整することが望ましい。今回のシンポジウムでは同時通訳の専門業者が同時通訳用にレベル調整を行った後の会場音声を放送に使用できた。このため、放送音声は常に音量レベルが安定する結果となった。音量レベルが統一されていることによって、実際の会場で聞く音声よりも、会場で受信した放送音声をヘッドフォンで聞いた方が聞き取りやすいと感じる場面も多くあった²。

今回の放送では拍手や歓声といった会場全体の音声を取得するためのマイク等は使用しなかった。しかし、これらの音は登壇者のマイクを通じて適度に放送音声に含まれていたようであった。

4.3 エンコーダの操作

放送時におけるエンコーダの操作としては、シンポジウム開始に伴う放送開始の操作、休憩時のBGM再生操作³、シンポジウム終了時の放送停止操作が必要となった。

エンコーダに関しては、一旦放送が始まると特段に必要な操作はなかったが、不慮の事態に備えて放送中には不定期にエンコードの様子やCPUの負荷などを確認した。

4.4 放送のモニタリング

サーバの遠隔監視と放送のモニタリングは、会場に持ち込んだノートPCで行った。具体的には、Helix Universal Serverのモニタ機能を利用し、サーバ負荷やクライアント接続数の監視を行うとともに、RealMedia, Windows Mediaの各方式でストリーミングサーバからの放送を受信し、放送内容を確認した。

5. 放送の利用状況

5.1 アクセス状況

各サーバのログから得たシンポジウム放送の受信数、およびポータルページの閲覧数を表3に示

²ホール音響の音声調節は、学生スタッフが担当していた。

³休憩中は会場音声がなくなるため、代替音声としてBGMを放送した。BGMには著作権フリーの音楽CDを利用した。

表3 利用者数の推移

	放送へのアクセス数		ポータルページ閲覧数	
	学内	学外	学内	学外
14日	-	-	38 (10)	28 (21)
15日	64 (13)	65 (14)	86 (23)	38 (17)
16日	89 (17)	188 (46)	89 (23)	155 (80)

括弧内はアクセスのあった IP アドレス数
モニタリング用 PC 等からのアクセスは除く

す。ログからは放送期間中、学内外から述べ400件を超えるアクセスがあったことが確認できる。表中の括弧内の数字はアクセスのあった IP アドレス数をカウントしたもので、アクセスを行った PC の総数にほぼ近い数字であると考えられる。IP アドレス数から、二日間で述べ90台程度の PC からのアクセスがあったことがわかる。

また、表からは放送2日目(16日)に学外からの利用者が急増していることが確認できる。今回のシンポジウムでは、放送に関する事前の案内が十分ではなかったため、初日に放送を知ったシンポジウム参加者からの情報によって、翌日に学外からのアクセスが増えたものと考えられる。

5.2 サーバとの接続

学内で確認した範囲においては、RealMedia, Windows Media とともに実効100kbps のストリームを、パケットロスもほとんどなく正常に受信できた。学外からの接続についても週末のため上流回線が混雑しなかったこともあって、実効100kbps のストリームを安定して受信できたとの報告があった。

放送への同時接続数は最大でも25程度であった。このため、処理能力的にも帯域的にも使用したサーバで十分対応できた。

5.3 学内における放送の受信と利用

シンポジウム期間中、水野講堂1階の講演者控室とポスター発表会場となった体育館にて放送を PC で受信し、周辺の参加者に提供した。利用者からは、会場から離れてもホール内の様子がわかり大変便利であると好評だった。

放送の利用はシンポジウムに参加できない学外

の人々が主であろうと予測していたのだが、参加者にとってもこのような点で放送の利用価値があったようだ。

6. 考察

6.1 放送の準備

今回の放送に向けて行った準備作業の内容を表4に示す。試験環境の構築など実質的な作業は、放送の約1ヵ月前から開始した。

エンコーダについては、当初ノート型 PC を使用して DV 形式のビデオからのエンコードを行う予定であったが、DV のデコードのために処理能力が不足し、リアルタイムのエンコードを正常に行うことができなかった。このため、デスクトップ PC に PCI タイプのビデオキャプチャカードを装着し、アナログ形式のビデオをキャプチャしエンコードした。

1月下旬にはサーバとエンコーダの連携を評価するための試験放送を実施した。試験放送を数日間連続して行ったところ、キャプチャカードのうちの1枚が不定期に動作不良を起こすことを発見できた。このために本番では不良カードを使用せずに済んだ。

放送システムに不具合が生じ部品の購入などが必要となった場合には、時間がかかることも予想される。今回は予備の機器があり、放送に支障を来すことはなかったが、このようなケースを想

表4 放送までの準備作業

12月中旬	ネットワーク工事の実施(新スイッチ設置のため、光コネクタを交換)
1月上旬	エンコーダの評価試験開始
	サーバの設定変更、評価
1月下旬	エンコーダの決定、試験放送
	サンプル映像の作成
2月4日	ポータルページの設置
2月7日~12日	ネットワーク設定の変更(ファイアウォール関連)
	水野講堂での試験撮影
2月14日	機器の設置、試験放送(会場より)
2月15,16日	放送

定すると十分な時間の余裕を持って準備にはとりかかる必要があると言える。

6.2 機器の設置

放送前々日に行われた機器の設置に際しては、講堂ホール内のネットワーク配線と電源の確保が問題となった。

ネットワークについては使用予定の情報コンセントが導通不良のため利用できないことが判明したため、急遽、空調機械室のスイッチングハブから大ホールまでを Ethernet ケーブルで直接接続せざるを得ず、ケーブルの総延長は40m 程度になった。

電源については、最寄りの電源コンセントが、電源容量の大きいプレゼンテーション用の大型プロジェクタに使用されていたため、安全のため別系統となる大ホール入り口横の倉庫のコンセントを利用した。電源の系統は見た目ではわからないため、施設課の担当者に配線図から確認してもらう必要があった。

結果として、機器の設置に際しては大きな手間と時間を割くことになった。会場で使われる他の機器との関連もあり難しいところでもあるが、事前のネットワークケーブルの導通や実効帯域の確認、電源容量の確認などは大変重要であると感じた。

6.3 エンコーダに関して

放送実施中、エンコーダの CPU 負荷が会場の明るさによって変化していることに気がついた。一般に、暗い映像の方が明るい映像に比べ5～10%程度 CPU 負荷が高かった。これは暗い映像中に発生した(暗部)ノイズがエンコード処理に影響したものと思われる。エンコーダの性能評価時には予想できなかった点であった。

クライアント側のプレーヤが表示した映像の画質については、今回の放送では Windows Media の方が若干優れているように感じられた。これは、固定画角の映像において、背景など画面中の変化のない部分が Windows Media では時間の経過に伴ってより詳細に表示されたためである。音声につい

ては、それぞれの方式での差異はあったものの優劣をつけるほどの差は感じられなかった。

6.4 発表資料の提示について

放送中に、シンポジウム参加者の携帯電話を通じて学外の視聴者から「発表用のスライド(プロジェクタの画面)がよく見えるように撮影してほしい」という要望があった。放送が登壇者を中心とした画像であったため、画面から発表用資料が十分に確認できないとの苦情であった。

この件からは、遠隔講義や遠隔授業など内容を伝えることがより重要である放送においては、教材の提示が大変重要となることを改めて考えさせられた。発表用資料の提示については、データ容量や映像鮮明さなどを考慮すると SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)[3] 等を用いた、ストリーミング映像とは別の手法を用いた方がよいと考えられる。今後の放送においてはこれらの利用も検討したい。

7. まとめ

今回の放送では、鹿屋体育大学から行われた初のインターネットライブ放送であったこともあり、検討事項や実際の作業が大変多く、特に放送前の数週間は作業に追われることになった。ライブ放送ではやり直しがきかないために、全ての作業を慎重に行う必要もあった。幸いシンポジウム開催までに全ての準備は終了し、当日は問題なく放送を実施できた。視聴数は当初の予想よりも多く、視聴者からの評判もよかった。これらのことより今回の放送は成功したと言えるだろう。

情報化の進展により、ネットワークを通じた放送の受信環境も大学・企業から家庭に至るまで、徐々に整いつつある。これにともなって今後各種の行事などに関する放送を行う機会も増加すると予想される。ネットワークを利用した放送を今後も定期的かつ継続的に行っていくためには、会場内の配線といった放送用環境のインフラの整備はもちろん、技術情報の蓄積、放送スタッフの確保と人材育成などがより重要になるものと思われる。

謝辞

放送に際してはシンポジウムのスタッフ, 大学院生, 事務官など多くの方々にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考 URL

- [1] Jp.RealNetworks.com:
<http://www.jp.realnworks.com/>
- [2] Windows Media – デジタルメディアの発信源:
<http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/>
- [3] W3C Synchronized Multimedia Home page:
<http://www.w3.org/AudioVideo/>