全国高等学校野球選手権大会 Internet ライブ中継 実験報告

知 念 賢 一[†], 吉 田 豊 一^{††},
山 口 英[†], 正会員 香 取 啓 志^{††}

An Experiment on Internet Live Feed of Baseball Games

Ken-ichi Chinen[†], Toyokazu Yoshida^{††}, Suguru Yamaguchi[†] and Keishi Kandori^{††}

Abstract Recently, the Internet has become a popular communication medium in which various kinds of information can be provided with world-wide coverage. Interactive information services through the Internet are also expected. The TV community is now trying to develop a new service model of TV broadcasting merged with interactive information services like the WWW over the Internet. In this paper, we report an experiment on a multimedia information service about a 14-day baseball championship as an attempt to merge the Internet with TV broadcasting. We designed a new feed system for the Internet since conventional systems are not suitable for feeding multimedia information to the Internet. This paper compares TV broadcasting and information services on the Internet, presents the design concept of our new feed system, and analyzes it through the experiment.

1. ま え が き

現在、マスメディアとしてのテレビジョン（以下、テレビと記す）は、同報性と広帯域性の2つの特徴を持ち、一方向であるものの、比較的安価な情報通信基盤として広く社会に普及している。一方、新たな情報通信基盤として Internet が登場した。Internet は利用者主導かつインタラクティブな通信が可能であること、全世界をカバーする領域に多様な情報を提供できること等、テレビにない特徴を持つ。近年、この2つのメディアを融合して豊かな情報提供を構築する動きが起きつつある。本実験では、Internet 上にテレビ放送を実現するひとつの試みとして、全国高等学校野球

選手権大会のライブ中継を Internet 上で実現した。

全国高等学校野球選手権大会（以下、「大会」と記す）は、「夏の甲子園」と親しまれる甲子園球場で行われる野球大会である。第78回大会は平成8年8月8日から21日までの14日間行われた。

Internet は映像用、音声用といった目的別の伝送路を用いず、映像・音声・データなどを任意の形式で組合せ、任意のタイミングで伝送することが可能である。反面、Internet には処理の複雑さや安定した帯域の確保が困難である等の欠点が存在する。Internet で野球中継を行うためには、これらの違いを考慮した中継方法を設計する必要がある。

本実験では Internet の現状にあわせて、World-Wide

キーワード：Internet, 野球中継, WWW, RealAudio

1996年12月9日受付, 1997年3月4日再受付

† 奈良先端科学技術大学院大学 (〒630-01 生駒市高山町 8916-5, TEL 0743-72-5342)

†† 朝日放送株式会社 (〒531-01 大阪市北区大淀南 2-2, TEL 06-458-5321)

† Nara Institute of Science and Technology (Takayamacho 8916-5, Ikoma-shi, Nara 630-01, Japan)

†† Asahi Broadcasting Corporation (Oyodominami 2-2, Kita-ku, Osaka 531-01, Japan)

Web (WWW) によって試合映像と得点等の情報を中継し、RealAudio¹⁾によって音声の中継した。本実験は大会の開催にあわせて 14 日間の長期的な中継を実施した。従来より nv, vat, StreamWorks²⁾を用いて音楽イベントの映像と音声のライブ中継実験が行われてきた³⁾。しかし、その多くが数時間程度の短期間の中継であり、連続 14 日間の音声および映像のライブ中継の例は極めて少ない。

以下、テレビ放送網と Internet の違い、その違いを吸収し Internet 上に野球大会をライブ中継するためのシステムの設計方針、そして実現したシステムとそのアクセス結果について述べる。

2. テレビ放送網と Internet の違い

テレビ放送網は、映像と音声のアナログ信号を高周波の電波によって伝送する情報通信基盤であり、視聴者までの特別な地上回線網を必要としない。また、広帯域伝送および同報性という特徴を持つ。さらに、固定の形式の情報を固定のタイミングで伝送する、伝送が一方方向であるなどの特徴をあわせもつ。

一方、Internet は多様なコンピュータネットワークを接続したネットワークであり、映像や音声等様々な種類の情報をデジタル信号で伝送する新たな情報通信基盤である。通信がデジタル信号によって構成されることから、データの形式や伝送タイミングの変更や要求への柔軟な対応が可能である。そして、Internet は双方向通信が可能であり、利用者主導の情報サービスやインタラクティブな情報サービスの構築が可能である。しかし、様々な帯域・方式のコンピュータネットワークを介した通信であることから、不規則な遅延が発生する、安定した帯域の確保が非常に困難などの欠点を持つ。また、インタラクティブな通信を行う場合、一般的に視聴者の数に応じて処理が複雑になり、負荷が増大する。

テレビ放送網は電波の届く範囲が視聴範囲であるが、Internet はネットワークを敷設する必要があるものの、電波の届かない地域での視聴も可能であり、より広域への情報提供が可能である。

以上をまとめると表 1 のようになる。Internet で野球中継を行うためには、これらの違いを考慮した中継方法を設計する必要がある。

3. 設計方針

本実験では Internet の利点や欠点を考慮して、全世界で視聴可能な野球中継を実現する。

Internet の欠点には、視聴者まで広帯域の伝送が期

表 1 テレビと Internet の違い
Difference between TV and the Internet.

	テレビ放送網	Internet
伝送媒体	無 線	主に有線
同報性	同 報	な し
帯 域	広帯域	様 々
通信方向	一方方向	双方向
データ形式	固 定	任 意
タイミング	固 定	任 意
視聴範囲	比較的広域	広 域
普及度	高 い	低 い
コスト	安 価	高 い
構 造	単 純	複 雑

待できないこと、安定した帯域を確保できないことがある。映像や音声の情報量は大きいため、中継においては大きなトラフィックを生ずる。したがって、非常に遠隔地の視聴者や、公衆電話回線上からモデムによる Internet への接続等、狭帯域のネットワークを利用している視聴者では円滑に視聴できない可能性が存在する。本実験では、狭帯域の視聴者でも視聴可能な中継を目標とした。

野球中継の素材を大別すると、カメラで撮影した映像、アナウンサによる実況、そして、視聴者の観戦を助けるための、得点や打者等の試合情報がある。狭帯域を対象に中継システムの設計を考えると、音声の中継はすでに幾つかのシステムが 14.4 kb/s, 28.8 kb/s にあわせて実用化されており、それらを用いて実況音声の中継が可能である。一方、映像中継はいくつか実用化されているが、いまだテレビ放送の中継するほどの品質には至っていない。そこで、本実験では静止画像を連続的に送信して擬似的にライブ中継を実現するよう設計した。

具体的には、静止画像を提供するシステムとして WWW を用いた。WWW は Internet 上で広く利用されており、その代表的なクライアントのひとつである Netscape Navigator⁴⁾の機能を利用することにより、情報の自動更新が容易に行えるためである。この自動更新の機能を用いて、大会の静止画像と試合情報を試合の経過にあわせて更新した。音声の中継は、14.4 kb/s, 28.8 kb/s でのリアルタイム中継が可能であり、WWW との親和性が高い RealAudio を利用した。

4. 中継システム

本実験システムは Internet へ中継するシステム (Internet 中継サブシステム)、その前処理として映像や音声等のアナログ信号を Internet 中継サブシステ

図1 システムの構成
Structure of feed system.

ムへ伝送するシステム（アナログ中継サブシステム）、得点や打者の情報を生成するサブシステム（試合情報生成サブシステム）で構成される（図1）。本章では、それぞれのサブシステムについて述べる。

4.1 アナログ中継サブシステム

アナログ中継サブシステムは、映像や音声等のアナログ信号を大会会場から Internet 中継サブシステムへ中継する。本サブシステムへの入力、大会会場から中継されたカメラの映像と、実況音声である。そして、Internet 中継サブシステムのためにデジタル信号を出力する。

映像は大会会場からハイビジョンで得られる。本実験では信号の取り扱いを容易にするため、この映像を NTSC ダウンコンバータによって、NTSC へ変換した。そして、自然画像に向いた圧縮効率の良い JPEG 形式に変換する。JPEG 形式への変換は、NTSC 信号をフレームバッファへ取り込み、幅 160 ドット、高さ 90 ドットのサイズで取り出した。変換された各画像のサイズは約 3kB (Byte) から 4kB であった。3kB (24kb) は 28.8kb/s のネットワークでは 1.2 枚/秒、72 枚/分の速度での中継が可能であり、オーバーヘッドを考慮しても多くの画像の転送が期待できる。音声の RealAudio 形式への変換は、Progressive Networks 社製の専用装置 (RealAudio エンコーダ) を利用した。エンコーダの出力は RealAudio サーバへ送られる。

また、試合時以外の映像や音声を生成するために、フレームバッファと MD (ミニディスク) によるメッセージ出力装置を設けた。この装置の設置により、「試合終了」「試合中断」の旨のメッセージを提供するこ

とが可能になった。

4.2 試合情報生成サブシステム

テレビ放送網を用いた野球中継において、試合情報はテロップで提供される。そのため、テロップを作成するシステムに試合情報がデータベースとして保存されている。本実験では、そのデータベースから定期的に試合情報を取り出し、HyperText Markup Language (HTML) 形式⁵⁾⁶⁾へ変換した。この処理でデータベースから取り出した試合情報は、チーム名、選手名、攻守、得点、打順、走者、そして、ストライク・ボール・アウトの個数である。

4.3 Internet 中継サブシステム

本実験では 1 台の Sun Microsystems 社製 ULTRA 1 で WWW サーバおよび RealAudio サーバを運用して Internet ヘライブ中継を行った (表2)。

静止画像の繰返しによる映像と試合情報を、試合の経過にあわせて提供するため、JPEG 画像と試合情報で構成される自動更新のページを作成した (図2)。そして、視聴者の接続しているネットワークの帯域の差異を考慮して、更新間隔を 30, 60, 180 秒に設定した 3 つのページを設けた。また、各チームの学校紹介や、

表2 サーバシステム
A factor of server system.

マシン	Sun ULTRA 1
CPU	ULTRA Sparc
OS	Solaris 2.5
WWW サーバ	Apache httpd 1.1.1.
RealAudio サーバ	RealAudio サーバ 1.0

図2 ライブ中継ページ
The live feed page.

選手紹介のページを別途用意し、自動更新ページからそれらのページへリンクした。

WWW における自動更新手法は server push, client pull 等の処理が存在する⁷⁾。server push は視聴者が観戦している間、サーバとクライアントの接続を保持する必要がある。本実験では要求が集中することから接続を長時間保持することは困難である。また、長期間接続を保持することは、サービスを提供するクライアント数に制限を課することになり、多くのクライアントからの要求が予想される本実験では適切ではない。これらの点から、本実験では更新処理に client pull を用いた。

client pull はクライアントが定期的にサーバへ資源を要求する処理で、要求のたびに接続を確立し、情報を転送する。要求のたびに接続を確立することから、server push に比べ処理は複雑になるが、接続時間は短くなり、多くのクライアントが短時間に自動更新可能である。

音声は RealAudio サーバによって、モノラル 28.8 kb/s で提供した。RealAudio は代表的な WWW クライアントで plug-in として実現されており、WWW クライアントから容易に再生が可能である。

5. 狭帯域ネットワークからの視聴

本実験の目標に、狭帯域のネットワークからの視聴を可能にすることがある。その確認のため、一般的な狭帯域のネットワークとして、公衆電話回線を通じての視聴を試行した。

公衆電話回線へモデム (28.8 kb/s) を接続し、Internet Service Provider を経由して、本実験の WWW サーバ、RealAudio サーバへ接続した。この接続では WWW, RealAudio のサービスが利用可能であり、公衆電話回線から視聴が可能であることが確認できた。

WWW サーバで提供される情報と RealAudio サーバの設定から、本実験で提供する映像と音声の帯域を試算すると 28.8 kb/s を越えている。このように 28.8 kb/s モデムで 28.8 kb/s 以上の帯域の通信が行えたのは、モデムの装備している圧縮機能が働いたためだと思われる。現在では多くのモデムに圧縮機能が装備されており、この試行は特別な例ではなく、一般的な例だと思われる。したがって、広く公衆電話回線から視聴できたと思われる。

以上の試行から、狭帯域のネットワークからの視聴が可能であることを確認できた。

6. アクセスの解析

本実験は、大規模な視聴が予測される野球大会を Internet にライブ中継した。本章では実験結果としてアクセスの解析結果について述べる。

6.1 期間全体のアクセスの傾向

WWW サーバのログよりアクセスを解析した。14 日間で 13382 ホストから約 628 万件のアクセスがあり、そのトラフィックは約 13 Gbytes に達した。相手ホストとそのドメインは日本の会社や学校（特に大学）が大部分を占めた（表3）。ホスト数の算出には重複を省いたが、代理サーバ（proxy server）らしきホストが多数含まれており、実際のホスト数（そしてクライ

表3 アクセスしたホストの分布
Hosts of access.

domain	host	access
.co.jp	933	2814836
.ac.jp	948	917439
.or.jp	7249	394200
.go.jp	139	311782
.com	263	227100
unresolved	2658	1210700
others	1192	405426
total	13382	6281483

図3 大会期間中のアクセスの変化
Accesses until final game.

図4 8月19日のアクセスの変化
Accesses at Aug. 19.

アント数)はさらに多いものと予想される。また、国内だけでなく、海外からもアクセスがあった。

アクセスは日が進むにつれ増加した。アクセスの変遷を図3に示す。ログは秒単位で計測していること、処理が集中した場合には処理が1秒を越える場合もあることから、計測誤差が生じることを考慮して10分毎に算出した。処理の集中の目安となるピーク値を算出すると、アクセスのピーク値は約1万5千件/10分、トラフィックのピークは約35 Mbytes/10分であった。

6.2 1日のアクセスの傾向

大会期間中最もアクセスの多かったのは8月19日であった。8月19日は準々決勝が4試合あり、期間後半中、最も中継時間の長かった日である。この8月19日のアクセスを図4に示す。試合開始とともにアクセスが急激に増加し、試合終了とともにアクセスが減少した。

7. 考 察

Internet上の多くのホストから多くのアクセスを得た。一般に、WWWサーバはアクセス数を目安に利用の程度を判断するが、本実験で提供したWWWのページは自動更新であったため、通常に比べアクセス数が増加している点を考慮する必要がある。しかし、その点を考慮しても多くのアクセスが得られた。

相手ホストは日本の会社や学校(特に大学)が大部分を占め、土曜日(8月10, 17日)、日曜日(8月11, 18日)はアクセスが少ない。この結果はWWWとRealAudioを快適に利用できるサイトは企業や学校に分布することを示し、現在の日本のInternetの普及を反映したものと思われる。また、海外からのアクセスもあり、広範囲に野球中継ができた。そして、公衆電話回線を通じてのアクセスを試行し、狭帯域のネットワークを通じた視聴が可能であることを確認した。

これらの点から、自動更新のWWWページとRealAudioによって、Internet上に野球中継を実現可能であることが明らかになった。

本実験では1台のマシンを用いて、WWWサーバとRealAudioサーバを運用することができたが、本格的な大規模運用を考えると、負荷や障害の面から1台での運用は不充分であると思われる。今後は複数台のサーバを用意して、協調してサービスを提供する機構を設計する必要がある。

コンピュータネットワークを通じて動画を中継するシステムは、すでに実用化されているものの、Internet全域は動画を通信できるほどの広帯域のネットワークではない。残念ながら本実験では静止画の中継であったが、今後の技術開発とコスト低下による広帯域ネットワークの普及によって、動画を中継できるシステムを導入することが可能になると期待される。

8. む す び

本実験では長期的にInternetへ野球中継を行った。Internetは従来のテレビ放送網とは伝送路や経路、そしてデータ形式が異なり、Internetにあわせた中継システムの設計が必要であった。本実験で設計したシステムでは、現状のInternetにあわせてWWWで映像と試合情報を、RealAudioで実況音声を提供した。

その結果、Internet上に野球中継が実現できることを明らかにした。また、中継期間中の14日間で約13 Gbytesのトラフィックに達するアクセスがあり、Internet上の野球中継には大きな負荷の集中と、膨大なトラフィックが生じ、耐久性の高いシステムが必要

であることが明らかになった。

本実験は全国高等学校野球連盟、朝日新聞社の御協力によって実現できました。全国高等学校野球連盟、朝日新聞社および関係者各位の御理解と御協力で深く感謝いたします。

〔参 考 文 献〕

- 1) Progressive networks, the home of realaudio. <http://www.realaudio.com/>.
- 2) Xing - streamworks now! <http://www.xingtech.com/>

ちねん けんいち

知念 賢一 1992年、琉球大学工学部電気工学科卒業。奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。同後期課程在学中。インターネットアーキテクチャ、情報サービスの研究に従事。

よしだ とよかず

吉田 豊一 1983年、電気通信大学電気通信学部電波通信学科卒業。同年朝日放送入社。1988年、MITメディアラボ研究員。現在、朝日放送技術局開発部に所属。インターネットの研究に従事。

- sw_now.html.
- 3) 新美誠，村井純。坂本龍一の武道館コンサート - インターネットサテライトマルチキャスト通信の実験 -。bit, pp.14-22 (Mar. 1996)
 - 4) Welcome to netscape. <http://www.netscape.com/>.
 - 5) T. Berners-Lee and D. Connolly: "Hypertext Markup Language - 2.0, RFC1866", (Nov. 1995)
 - 6) The HTML Editorial Review Board. Html 3.2 features at a glance. May 1996. <URL:<http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/Wilbur/features>>.
 - 7) An exploration of dynamic documents. http://home.netscape.com/assist/net_sites/pushpull.html.

やまぐち すぐる

山口 英 1986年、大阪大学基礎工学部情報工学科卒業。同大学大学院前期課程修了。同後期課程を退学し、同大学情報処理教育センター助手に着任。奈良先端科学技術大学院大学情報科学センター助手、同助教授を経て、同大学情報科学研究科助教授。インターネットアーキテクチャ、コンピュータセキュリティの研究に従事。工学博士。

かんどり けいし

香取 啓志 1977年、早稲田大学理工学部通信工学科卒業。同年、朝日放送入社。1985年、米国MITメディアラボ研究員としてVideo Workstationの開発に従事。現在、朝日放送技術局開発部に所属。HDCGの“Networking” (NCSA), TV番組“Future Media Live”, “インターネット特番”, APEC大阪でのNews on demand等を制作。正会員。