2. 長野・冬季オリンピックにおける情報配信

2-1 3Dシアターとその伝送用機器

正会員 内藤 整[†], 正会員 松本修一[†]

1. ま え が き

3Dハイビジョンは、スポーツシーンを初めとする、立体視により臨場感を味わえるコンテンツを主な対象とし、イベント会場での中継表示、さらには一般家庭向け放送と、その利用形態は今後ますます広がっていくものと思われる。長野・オリンピックでは、期間中、競技会場の映像が長野市内および東京都内の3Dハイビジョンシアター（以下では、3Dシアターと呼ぶ）にリアルタイムで中継表示された。特に東京への中継はTAO（通信・放送機構）が中心となり、NAOC、KDD、CRL（郵政省通信総合研究所）、NTT、NHKによる共同実験として行われたものである。3Dシアターとは、映画館とスポーツ・コンサート会場の中間的存在であり、臨場感ある立体映像を楽しむことのできる施設である。オリンピックの3Dハイビジョン中継は世界初ということもあり、各シアターは連日、大勢の観客で埋め尽くされ、競技会場さながらの迫力ある映像が提供された。

本稿では、まず、長野・オリンピック用に開設された3Dシアターに関して説明し、中継を構成する技術を素材送出系、伝送系に分けて解説する。

2. 3Dシアター

今回のオリンピック期間中、3Dシ

図1 3Dシアター

アターは長野市内に2ヵ所、東京都内に2ヵ所設けられた。図1に示すように、各会場には巨大なスクリーンが設置され、スクリーン前面に向けて2台のハイビジョン用液晶プロジェクタからの左眼用映像、右眼用映像が重ねて投射され、視聴者は偏光メガネを通して立体映像を体感する。上記の表示系機材はNHKテクニカルサービス（以下、NTS）により提供された。

今回設置された3Dシアターに関し、液晶スクリーンサイズおよび期間中の来場者数を会場ごとに以下に示す。ただし、千代田放送会館の3Dシアターに限っては、2月9日のみの開催であり、その他の会場ではオリンピックの期間中、連日3D映像が提供された。

- ・オリンピックテーマ館（長野駅前）
250インチ、33,000人
- ・IBC内モニタールーム（長野市内）

150インチ、10,000人

- ・NHKスタジオパーク（渋谷）
120インチ、10,000人
- ・千代田放送会館（千代田区）
220インチ、200人

3. 素材の送出

今回、3Dシアター向けに収録された素材は、開会式、アイスホッケー男子、ノルディック複合、スピードスケート、フィギュアスケート、ショートトラックの6種類である。このうち、アイスホッケー男子に関しては、リアルタイムで得点スーパーなども含めた中継表示が行われ、それ以外に関してはVTRに収録後、別途VTR再生により送出された。

各競技会場に共通して、3Dハイビジョンの素材は図2に示す3Dハイビジョンカメラ（NTSが提供）により撮影される。3Dカメラは、撮像系を左

[†] 株式会社KDD 研究所

“2 Delivery of Nagano Olympic Winter Games Information, 2-1 3D Theater and Its Transmission Equipment” by Sei Naitoh and Shuichi Matsumoto (KDD R&D Laboratories Inc., Tokyo)

図2 3Dハイビジョンカメラ

図3 送出卓(3Dステーション内)

眼用、右眼用と2系統内臓しており、それぞれ人間の左眼、右眼の視点から映像をとらえる。カメラは1会場に2〜3台設置され、各カメラで撮影した素材はいったん会場外の中継車に送られる。

中継車において、リアルタイムに中継する競技の素材は、中継車から2系統の光回線を介して3Dステーション(長野市内、IBCに隣接)まで非圧縮で伝送され、それ以外の競技の素材はVTR(1インチあるいはD-6)に収録される。

3Dステーション内には、図3に示す映像送出卓があり、ここで中継車あるいはVTR出力からの素材を各3Dシアターに向けて送出する。

4. 伝送システム

図4に3Dステーションから3Dシアターまでの伝送経路を示す。

長野市内の伝送には光回線を使用した。送出卓から出力される左用、右用のハイビジョン信号に対し、長野IBC内の会場向けには、KDD提供の符号化装置HDC-45により45 Mb/s

×2に圧縮した上で伝送し、長野駅前のオリンピックテーマ館向けには、NTT提供の符号化装置により600 Mb/s×2で符号化した上で伝送した。

長野-東京間の伝送には衛星回線を使用した。衛星にはN-starを使用し、送信側となる長野3Dステーション内には地球局(左眼用回線の地球局はNTT、右眼用回線の地球局はCRLが提供)が設置された。東京での受信は、左眼用、右眼用ともにCRLの高度衛星放送実験車載局にて行われ、中継会場に合わせて受信地球局を移動させた。東京都内の2会場に対しては、衛星回線の伝送容量に適合するよう、KDD提供の符号化装置HDC-45により45 Mb/sに圧縮した上で伝送した。

各受信会場に共通して、左眼用、右眼用の圧縮信号は別々に復号化され、2本のハイビジョン信号としてプロジェクタに入力される。ここで問題になるのは、2本のハイビジョン信号間の時間的なずれである。光区間に関しては、2系統の伝送遅延差は無視できるレベルであるが、衛星区間に関しては、使用する中継器の違い、変復調器の個体差に起因する遅延差が大きく、受信側で復号画像をそのまま再生したのでは、3D映像としての品質を大きく損なう可能性がある。そこで、復号化された左眼用、右眼用のハイビジョン信号をいったん同期装置に入力し、遅延差を取り除いた上で表示システムへの入力とした。

本伝送システムにおいて、3Dハイビジョン画像情報の45 Mb/s×2への圧縮には、KDDがHDTV素材伝送用に開発した符号化装置HDC-45を使用した。3Dステーション内に設置された本符号化装置を図5に示す。

HDC-45は、以下の技術を採用した非MPEGの圧縮符号化装置であり、ハイビジョン信号を44.736 Mb/sで伝送可能である。

- ・動き補償フレーム間/フィールド内適応型DCT符号化
- ・DCT係数単位の適応モード判定
- ・画面分割符号化による情報量の平滑化

図4 伝送経路図

図5 3D-HDTV 符号化装置

- ・量子化キューブによる3次元量子化構造
- ・動き適応型雑音除去ポストフィルタ

5. むすび

長野・オリンピックの3Dシアターに関して説明した上で、3Dハイビジョン中継を構成する技術を素材送出系、伝送系に分けて説明した。

今回紹介した、3Dハイビジョン中継を構成する技術要素は、いずれも次世代の映像アプリケーションとして3Dハイビジョンを世間に広める役割を担う。3Dハイビジョン中継のうち、今回説明したイベント用途の中継に関しては、今後も、スポーツイベントなどで多く実用されていくものと予想され、3Dシアターもより身近なものになると考えられる。

最後に、3Dハイビジョンに対し、今後期待される研究要素を以下に示す。

- ・撮影技術の高度化（人間の視覚に関する医学的な配慮）
- ・伝送の効率化（左右画像間の相関を利用した3D映像符号化）
- ・視聴環境の改善（メガネの着用が不要な表示技術など）

（1998年4月1日受付）

ないとう せい
内藤 整

1994年、早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1996年、同大学大学院修士課程修了。同年、KDDに入社。現在、(株)KDD研究所にて、主に動画像符号化の研究に従事。正会員。

まつもと しゅういち
松本 修一

1979年、北海道大学大学院修士課程修了。同年、KDDに入社。以来、研究所にて、HDTV、SDTVの高能率符号化方式の研究・開発に従事。現在、(株)KDD研究所画像通信グループグループリーダー。工学博士。正会員。

2-2 ビデオオンデマンドによる競技映像の検索

木ノ原 誠 司^{†*}

1. ま え が き

長野・オリンピックにおけるビデオオンデマンド(VOD)システムはオリンピック史上初のハイテク映像システムであり、MPEG-2でデジタル化された高品質な競技映像を、ほぼリアルタイムでサーバに蓄積し、ATMネットワークを介して遠隔の端末から自由に競技映像等を検索することができた。

2. サービス概要

VODシステムは、長野市がオリンピックを契機に市民のため、インターネットや映像コンテンツ作成等の設備を持ったマルチメディア情報センターとして構築を進めてきた「フルネットシステム(NTT, 日本アイ・ビー・エム(株), 松下電器産業(株)の3社JVで構築)」の中核をなすシステムであり、オリンピック時にはNAOCの運営のもと、選手・役員、メディア関係者、一般の方々を対象として提供された。

オリンピック期間中は競技等のすべての国際映像をリアルタイムでサーバに蓄積し、オリンピック関連施設等に設置したタッチパネル形式の専用端末からネットワークを介して国、競技、選手名などをキーにして、見たい映像をオンデマンドで呼び出すことができた。

映像コンテンツとしては長野・オリンピックの競技映像の他、スイスのローザンヌにあるオリンピックミュージアムから借りた過去のオリンピック映

図1 オリンピック時の運用イメージ

図2 オリンピック時のサービス利用状況

像、長野市の紹介映像などの提供を行った。

NTTグループはこのVODシステム全体の構築を行うとともに、オリンピック時の運用までを一元的に担当した。図1にオリンピック時の運用イメ

ージを示す。オリンピックでVODサービスを提供することは初めての試みであり、その利用実績と合わせ、ハイテクオリンピックの演出に大きく貢献した。図2にオリンピック時のサービスの利用状況を示す。

[†] NTT 信越支社

* 現在、NTT ヒューマンインタフェース研究所

“2-2 Access to Olympic Games Information Utilizing Video On Demand System” by Seishi Kinohara (NTT Shin-etsu Branch, Nagano)

図3 端末操作画面例

3. システム概要

3.1 端末

73台の専用端末を長野市内外のオリンピック関連施設、公共施設等に設置した。各端末からはタッチパネル等簡単な操作により、見たい映像をサーバから瞬時に呼び出すことができた。

図3に端末操作画面の例を示す。

3.2 サーバ

サーバは、1セット準備し、MPEG-2、6 Mb/sの高画質動画像を約500時間蓄積することが可能であり、オリンピックという特殊な事情を考慮して、全端末が同時にアクセスできるだけの多重度を確保した。

また、ライブオンデマンド機能（リアルタイムエンコーディング機能）に

より、まさに競技中の映像をリアルタイムで視聴できるとともに、高速再生処理用エンコードを導入することにより、通常のVTRのように巻き戻し、早送りなどの多彩な操作を行うことができた。

3.3 ネットワーク

長野オリンピックで提供されるVODサービスは、高画質の映像を再現する必要があることから、データ圧縮方式としてMPEG-2、6 Mb/s方式を採用した。VOD用ネットワークは、スムーズな映像の提供とレスポンスを考慮して12 Mb/sの伝送帯域を確保した。

そこで条件に合う最適なネットワークサービスを投資額、機能面、後利用の有無も含めて総合的に検討した結果、ATMメガリンクサービス（ATM専用線サービス）をオリンピック時のVOD用ネットワークとして採用することにした。

ATMメガリンクサービスの最大の特徴は、波長多重による光ファイバ1心双方向通信と、スターカプラによる複数分岐を実現する「ATM-PDS（Passive Double Star）方式」である。

図4 オリンピック時のVOD端末設置場所およびネットワーク

この方式を採用することにより、アクセス系光ファイバ等の基盤設備を節減することができた。

オリンピック時の VOD 端末設置場所およびネットワーク構成は、図 4 に示す通りであり、ATM ネットワークを使ってフルネットセンターに設置した VOD サーバと、市内外のオリンピック関連施設に設置した端末を接続した。

また、端末設置場所に設置する回線終端装置 ONU (Optical Network Unit) と端末とは、メタリックケーブルによる 25 Mb/s の端末インタフェースで接続した。

NTT 側装置としては、市内 4 カ所のビルに ATM-SLT (Subscriber Line Terminator) を、市外臨時ビルには ATM-RU (Remote Unit) を設置した。なお、市内会場でも伝送距離と伝送損失の面から、必要により端末設置場所の近隣ビルに RU を設置し、品質の確保を図った。市外会場へはオリンピック基盤設備として整備した FA-2.4 G 伝送方式 (2.4 Gb/s 伝送方式) に重畳し伝送した。

サーバ側回線は、「端末回線多重サービス」を利用し、150 Mb/s のアクセス回線に 12 Mb/s の VP (Virtual Path) を 11 多重することにより、7 本のアクセス回線で全端末を収容することができた。

Best 3 アクセス件数 長野駅: 38748 回, IBC 19695 回, オリンピック村 15976 回
視聴時間 オリンピック村 2393 時間, 長野駅 2174 時間, IBC 1213 時間
人気番組 開会式 512 時間, 閉会式 341 時間, フィギュア・エキシビジョン 258 時間

図 5 VOD サービス端末アクセス数の推移

4. サービス利用状況

VOD サービスは1月24日から2月25日までのほぼ1ヵ月にわたりサービスを行ったが、図5に示すように、総アクセス回数は13万5千回を、総視聴時間は1万1千時間を超え、当初の予想を大幅に上回る利用があった。

5. む す び

以上、本サービスは期間中大きなトラブルもなく運用され、国内外から高い評価を受けたことをサービス提供者

一同として誇りに思うと同時に、本サービスを構築するに当たり開発、保守、運用、映像編集等にご尽力していただいた関係各位に深謝いたします。

(1988年3月24日受付)

木ノ原誠司

1980年、北海道大学工学部卒業。同年、日本電信電話公社入社、横須賀電気通信研究所に配属。ファクシミリ&ビデオテックス通信網の研究&開発、経営企画本部で社内ネットワーク構築の企画等を経て、1997年よりNTT信越支社にて長野オリンピック先端技術導

入企画を担当。現在、ヒューマンインタフェース研究所勤務。

2-3 新しいメディアとしてのインターネット利用

稲富 滋[†]

1. ま え が き

1996年7月から8月にかけて開催されたアトランタ・オリンピックは、史上初めてインターネットを本格活用した夏の大会となり、ネット上数々の記録を打ち立てた。長野オリンピック冬季競技大会組織委員会（以下、NAOC）から委託を受け、インターネットの活用について検討を開始した当初から「アトランタの成功」を背景に、冬のオリンピック初の公式ウェブサイトに期待も大きいものであった。

オリンピックのような知名度の高いイベントのサイトをデザインすることは、限られた予算で招待者に最高のもてなしを期待されながら、実は招待客の人数の決まらないパーティを企画するのに似ている。発行部数や電波の到達距離によって大まかな招待客の数を自ら決めることのできる、既存メディアと相違するところである。変動要因としては、アトランタ経過後1年半のインターネット利用者の増加数、夏季大会に比較した規模の差、パソコンの普及率、世界各地からのアクセスの分散度合いなどであるが、幸いIBMはオリンピック以外でも様々な世界的イベント、例えば、テニスのグランドスラム大会、マスターズ・ゴルフトーナメント、コンピュータと人間との試合で有名になったチェスの中継など、毎年開催されるこれらのウェブサイトへのアクセス傾向分析データを持ち、結果的に北米大陸からの数が予想を下回ったものの、このデータから割り出された予測値が大変役に立つこととなった。

[†] 日本アイ・ビー・エム株式会社

“2-3 Utilization of Internet as New Media”
by Shigeru Inatomi (Japan IBM Co., Ltd., Tokyo)

図1 公式ホームページ：長野オリンピック開始以前の活用

システム的には、ウェブの編集室の関係から、ステージングサーバを長野市内に設置し、メインサーバは環境が整った東京に置き、この間を高速回線で接続した。また、世界各地に同一コンテンツを持つミラーサーバを設置し、全体のネットワークをIBMグローバル・サービスに任せる体制を採ることとした。結果的には、このサーバ配置と「長野」向けに開発したアクセス負荷自動分散機構、ウェブページのグローバル自動更新機能が思った以上に機能し、理論値で「長野」の1日5500万ビットの6～7倍のアクセスにも対応可能と、シドニーに向けて更に自信を深めることができた。

2. オリンピックは1年以上前に始まった

NAOCは、様々な方法で、「長野」の事前PRに努めたが、インターネットも当初はウェブサイトそのもののアクセス数を増やすことよりも、基本的情報の積み上げと既存メディアへ

のアピールを目的に、中継サービスを主体に1年前、300日、200日など事前プロモーションイベントの一部にも活用された。秋口からは公式ウェブサイト独自のコンテンツ充実を目指した。

特にNAOCが焦点をあてていた子供たちのためにキッズプラザを開設、小中高校生向けの内容、例えば、選手村副村長になった「河野孝典さん」の部屋、クイズ、世界各地から寄せられた文章を集めて作ったスノーレット物語ゲームなどが人気を集めた。11月頃からは、公式競技結果取り込みのための準備作業が本格化した。アトランタの経験からも、大会期間中のアクセスの70%は競技結果であり、これを効率良く、他の関連情報とのリンクを保ちながら、競技終了後短時間のうちにウェブ上のあらかじめデザインされた場所に、写真、記事などとあわせて表示することが課題のひとつであった。さらに、年末にかけて日英両国語のコンテンツに加え、フランス語によ

図2 キッズプラザ

るニュース提供も開始された。

3. 既存メディアとの協力

NAOC 公式ホームページでは約 90 の組織、団体からコンテンツの提供を受けたが、なかでもメディアからのコンテンツはウェブの魅力向上に大いに役立ったものと確信している。

長野・オリンピック公式新聞の記事は、印刷物として毎日大会関係者に配布されたが、同じ記事がネット上でも提供された。これは新聞、インターネットとメディアを問わず、記事の価値そのものをより多くの人々に伝えたいという関係者の理解によって実現することができた。CBS などを含む世界の放送会社 8 社から提供された 70 本のショートビデオを、NAOC 公式ホームページ上でオンデマンドで提供した。これには、中国、オーストラリア、ドイツ、イタリア各国がそれぞれ自国の期待の選手へのインタビュー、

それぞれが取材した長野の様子などが自国語で紹介され、興味深いものになった。ミシェル・クワンの来日前の痛々しい足の様子、曙関が説明する相撲の歴史、長野の小学校で教えるドイツ語の授業風景、小澤征爾へのインタビューなど、視点の異なるプロのシナリオに、プロの撮影、ナレーション、インタビューはインターネットとはいえ、コンテンツ素材の善し悪しがウェブサイトの質そのものも大きく左右することの証左といえる。

期間中臨時に開局した長野・オリンピック公式 FM ラジオ放送も、放送施設とネットワークで直接接続し、そのまま NAOC 公式ホームページで流すことができた。日英仏 3 カ国語による放送であったが、他国に駐在する日本の方にも楽しんでもらえたと思う。

ORTO が提供する国際映像は CATV と PC 上で設定した画像取り込み、編集機を直接接続し、競技映像

を中心に 10 秒に 1 枚の静止画を切り出し、掲載した。少ない枚数ではあったが、競技の臨場感をそのまま伝え、特に、カーリングでのハウス真上からのショット、投げ終わった後の選手の真剣な眼差しなど、静止画ならではの迫力を楽しむことができる。

期間中、セントラル・スクエアでの表彰式の前後に企画された NAOC 文化プログラム、ピース・アピール・オークションも、テレビ放映と時間帯を分けてインターネットによるライブ中継を連日行った。

パラリンピックでは、34 競技中 27 競技を延べ 82 時間にわたって、ライブ中継を行ったが、この様子は現在も開会式を含め、各競技の内容すべてオンデマンドで見ることができる。長野オリンピックを含めてしばらくの間、それぞれの公式ホームページに残るので、ゆっくり楽しんでもいただければ幸いである。

数字上の記録はほぼ予想の範囲であり、当初寄せられた期待にも充分応えられたという自負はあるが、何よりも期間中我々の編集室を尋ねてくれたサマランチ会長や、世界中から編集スタッフへ寄せられた 30 万通を越す励ましの言葉が何よりも嬉しかった。

(1998 年 4 月 2 日受付)

いなとみ しげる
稲富 滋

タウンホームページ」「モンゴルラリー」などを企画、1997 年からオリンピック、パラリンピック公式ホームページの責任者。

1970 年、日本アイ・ピー・エム(株)入社。製造装置工業担当営業を経て、1982 年、米国 IBM へ出向。帰国後、ネットワーク製品サービス企画を担当。1996 年のインターネット・ワールドエキスポでは「小錦の部屋」「三島由起夫サイバーミュージアム」「ホーム