

IP伝送による世界初の非圧縮HD国際生中継

はらだ けいじ^{†1} かわの てつお^{†2}

原田 啓司 / 川野 哲生

のぐち かずと^{†3} うおせ ひさお^{†4}

野口 一人 / 魚瀬 尚郎

2007年4月、NTT研究所は朝日放送株式会社と共同で、超高速なIPネットワークであるGEMnet2等を利用して1.5 Gbit/sの非圧縮HDTV映像の日米間での国際生中継実験を行いました。この実験に使用したHDTV over IPシステム i-Visto (Internet Video Studio System for HDTV production) の概要と実験の内容について紹介します。

^{†1}NTTネットワークサービスシステム研究所

^{†2}NTT未来ねっと研究所

^{†3}NTTサービスインテグレーション基盤研究所

^{†4}NTTアドバンステクノロジー

HDTV over IPシステム (i-Visto)

NTT研究所では、放送局や映像制作会社などで利用される高品質素材映像を対象にした次世代の映像配送技術の確立を目指し、IPネットワークを使って非圧縮HDTV映像をリアルタイムに配送するシステム i-Visto (アイビスト) の研究開発を進めてきました^{(1)~(3)}。

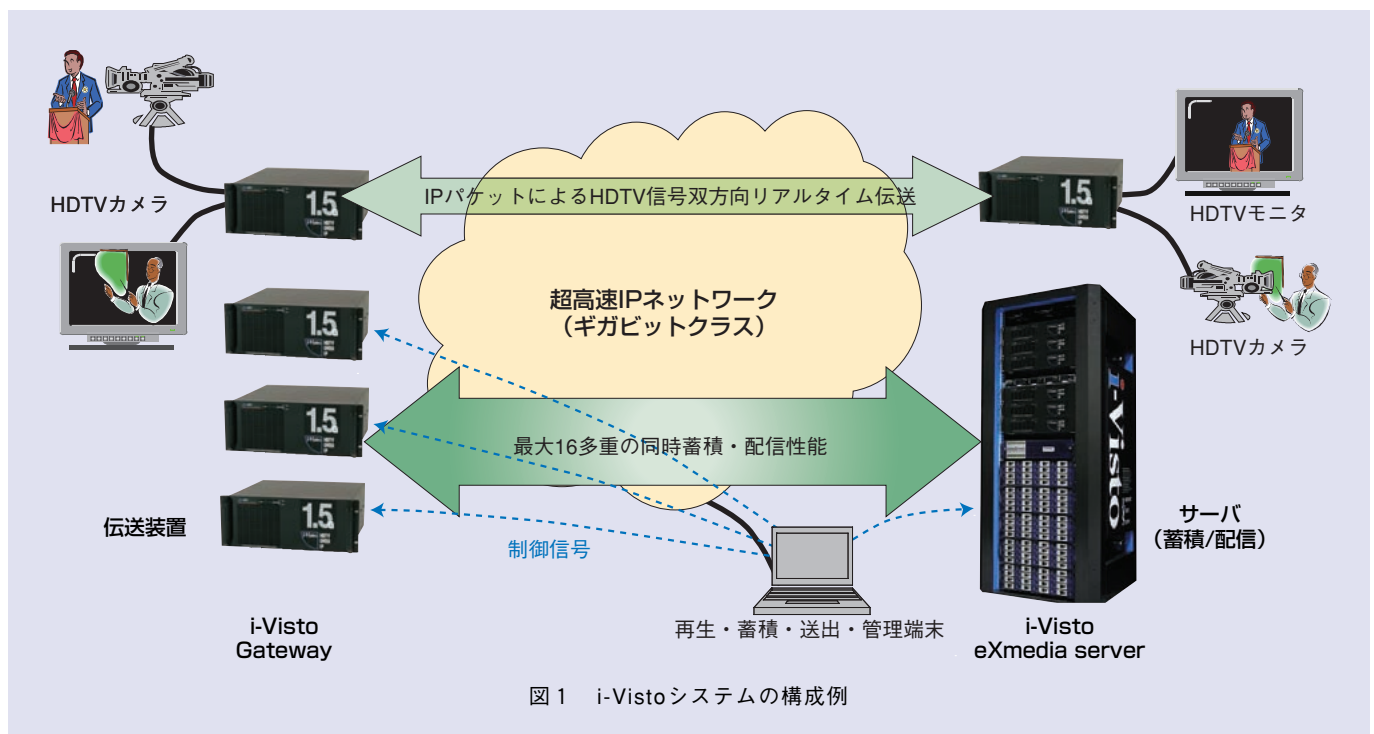
このシステムは、映像入出力装置 i-Visto Gateway (i-Visto GW) と

映像蓄積配信サーバ i-Visto eXmedia server (i-Visto XMS) から構成されます。i-Visto XMSは最大16本の非圧縮HDTV映像の蓄積・配送ができる超高速サーバです。2007年3月に、基本システムの開発を完了し、非圧縮HDTV映像のリアルタイム伝送、非同期蓄積型配送の双方を実現した世界初のHDTV over IP素材配送システムを完成させました。図1に、i-Vistoシステムの代表的な構成を示

ます。

i-Visto GW

i-Visto GWはLinux OSで動作する汎用のPCサーバで、HD-SDI/SD-SDI (HD/SD Serial Digital Interface) を接続する映像インタフェースカードと10 Gbit/s、2.4 Gbit/s、GbE等のネットワークインタフェースカードから構成されます。ソフトウェアにより非圧縮HDTV映像信号を最



短5ミリ秒でIPパケットに変換、またはIPパケットに変換された映像信号を非圧縮HDTV映像信号に最短10ミリ秒で復元する機能を持ちます。この装置により、HDTVカメラやVTRからの映像信号をIPネットワークを通して、遠隔地のモニターや編集機材に出力することが可能となり、またi-Visto XMSの入出力装置としての役割を担っています。

この装置の特徴である10 Gbit/sネットワークインタフェースカードは、10 Gigabit Ethernet (10GbE) と9.953 Gbit/sのOC-192c POSの双方の通信プロトコルに対応しており、1台で複数の映像の送受信が可能となっています。また、タイムスタンプの挿入機能、高精度なパケットシェーピング機能等の高度なトラフィックマネジメントが可能になっています。

また広く一般に普及しているGigabit Ethernet (GbE) 2回線での双方向伝送機能や遠隔からの監視制御機能を備え、DVB-ASI等の圧縮系の映像信号のIP伝送にも対応しています。

i-Visto XMS

i-Visto XMSは、マルチレート対応の映像ストレージサーバシステムであり、非圧縮HDTV映像を最大16本同時に蓄積配信可能なサーバ本体(XMS)、XMSからの再生の制御を行う再生制御端末、XMSへの蓄積を制御する蓄積制御端末、XMSから送出システムへ映像を送出するための送出制御端末、XMSの状態を管理する管理端末から構成されます。サーバ本体(XMS)は、汎用的なPCサーバとPCサーバ間を接続するInfinibandスイッチで構成され、Fibre Channelにより、高速かつ高信頼な市販のRAIDシステムと接続されています。

非圧縮HD国際生中継実験

2007年4月、このi-Vistoシステムの放送局の番組制作と放送業務への適用性の検証を主目的として、NTT研究所は大阪の主要放送局である朝日放送と共同で、ボストンからの生中継の実証実験を行いました。2007年の4月のボストンの大きな話題といえば、プロ野球の松坂選手が移籍したMLB (Major League Baseball) のレッドソックスです。朝日放送は、朝の情報番組である『おはよう朝日です』のスポーツコーナーにおいて4月20～24日までの5日間(計4回)にわたってボストンからのIPネットワークによる世界初の生中継(掛け合い)放送を実施しました。

生放送のTV番組における主要な2つの業務である「生中継(掛け合い)」と「素材送り・編集」を放送局の番組制作スタッフの指揮により、失敗の許されない生放送の本番で実施するという非常に緊張感のある実証実験となりました。

ネットワーク構成

ボストンでの実証実験「GYRO Trial」のネットワーク構成図を図2に示します。GYROは松坂投手が投げたとされる「魔球」で、日本の放送局の先進的なチャレンジに対する大きな期待を込めてネーミングされました。

朝日放送は、前述したi-Visto GW装置を大阪の放送局とボストンの中継基地との両方に設置し、日本、米国それぞれのアクセスラインを構築しました。

NTT研究所は日米の学術研究機関と連携し、JGN2^{*1}、GEMnet2、米国のInternet2およびNoX (Northern Crossroads)の複数のIPネットワー

クを相互接続することにより、日米間の高速IPネットワークを構築するとともに、全区間でのJumbo frame (MTU 9 000バイト) 通過を可能としました。

日本国内は、NTT堂島のJGN2のアクセスポイントから10 Gbit/sのJGN2バックボーンを經由してNTT大手町でGEMnet2と相互接続しました。大手町ではGEMnet2の2.4 Gbit/s国際接続リンクを經由してシアトルにある日米研究機関の相互接続点Pacific Northwest GigapopにてInternet2のAbilene Networkに10 Gbit/sで接続しました。

米国内のInternet2 / Abileneの利用に関して、Washington大学のWellings氏、Harvard大学のDonnelly氏をはじめとする多くの学術研究ネットワークの研究者の協力を得て、10 Gbit/sのネットワークをシアトルからボストンまで短期間で構築することができました。今回の取り組みでは、実証実験の企画の確定からネットワーク構築、実運用(オンエア)までが1カ月余りというタイトなスケジュールにもかかわらず、冗長経路までを考慮した高品質かつ堅牢なIP中継ネットワークが米国の研究情報ネットワークにおいても迅速に構築できたことが成功の大きな鍵となったと考えています。

非圧縮HDによる生中継

通常、海外からの中継映像は衛星回線によって圧縮されて送られていますが、光ファイバを使った高速なIPネットワークを介して中継することによって米国からでも100ミリ秒以下の遅延で送ることができるため、放送局

*1 JGN2: (独)情報通信研究機構が運用している次世代のネットワーク関連技術やアプリケーション開発のためのオープンなテストベッドネットワーク環境。

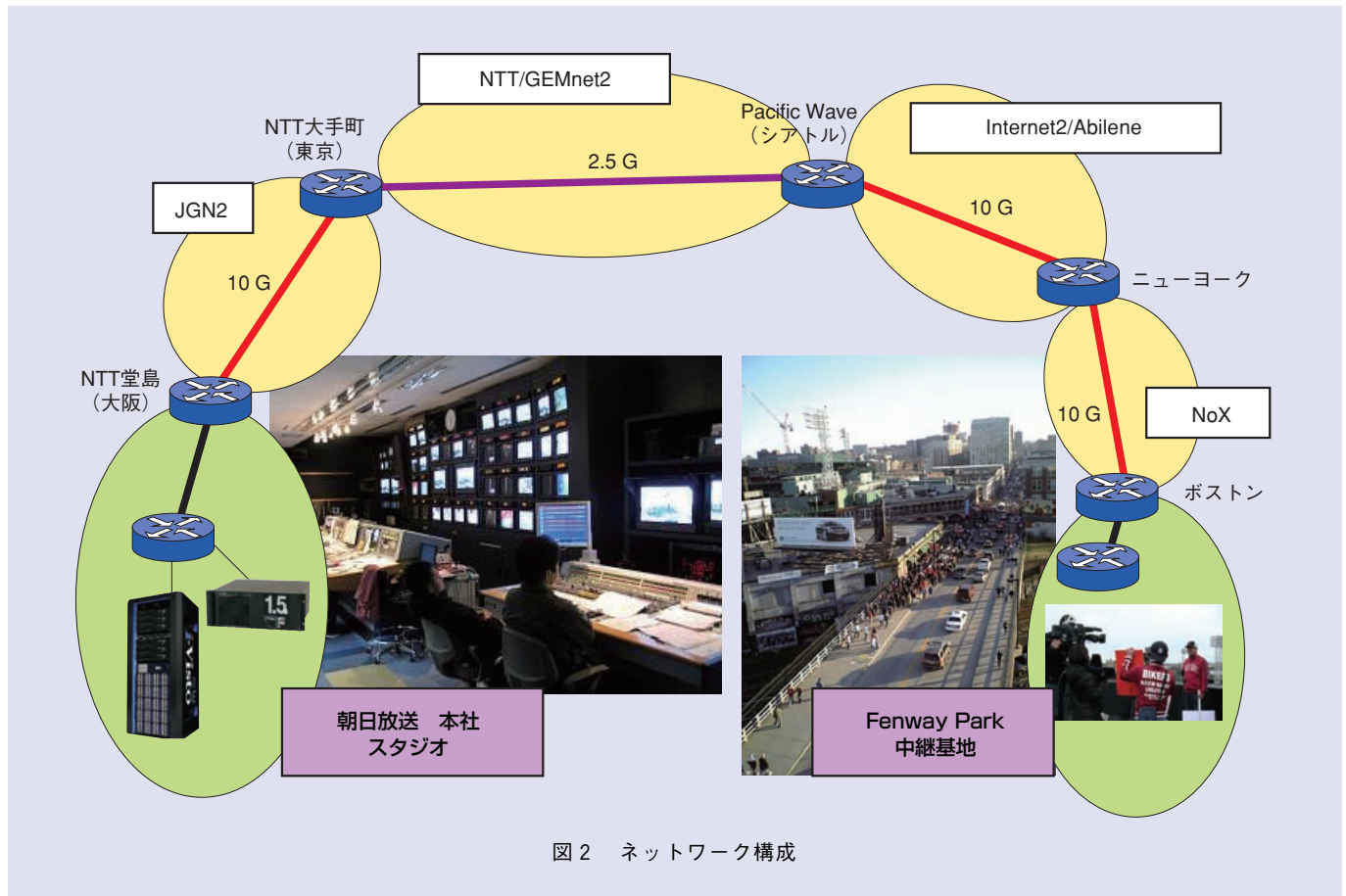


図2 ネットワーク構成

と中継先の間で全く違和感なく会話ができます。今回の実験では、日米間の距離を耳と目で感じできなかったことから、まるで国内で生中継を行っているかのような環境を実現できました。現地ポストンから生レポートを行った野球解説者の湯船敏郎氏、大阪のスタジオで番組の進行をされた宮根誠司氏他出演者の方々、そして番組視聴者の皆様に最新のHDTV over IP伝送技術による次世代の国際中継映像をお送りすることで、驚きと感動をお届けすることができたと考えています。

素材映像ファイルの伝送・編集

次に、生中継の実証実験に前後して行われた素材送り・編集の実験について紹介します。全体のシステム構成を図3に示します。

現地ではP2^{*2}メディアを搭載した

取材用カメラを使用し、DVCproHD^{*3}形式で収録しました。この映像をポストンの中継基地に設置された簡易なノートPCのノンリニア編集機に取り込み、大阪の朝日放送に設置したトランスコーダを経由してi-Visto XMSへ非圧縮の映像として蓄積しました。トランスコーダは、DVCproHD圧縮フォーマットを非圧縮HDTV標準フォーマット(HD-SDI)へデコードするのに使用しました。さらに、i-Visto XMSへ蓄積した非圧縮HDTV映像を、大阪のポストプロダクション(ポスプロ)でIPネットワークを使って取り出し、番組用に編集を行いました。ここで編集された映像は放送用の幕間や背景映像としても頻繁に利用されました。

通常のワークフローではVTR収録した素材テープを放送局やポスプロに持ち込むか、もしくは生中継前の回線の

空き時間を利用してのスタジオへの素材中継作業が必要となります。しかし、このシステムでは同一のネットワーク上に接続された米国の編集端末と日本の素材映像蓄積サーバ(XMS)間でのファイル転送を送出側である中継先の作業タイミングで自由に実施でき、放送局・ポスプロ側でも並行して任意の時間と場所で編集作業を行うことができます。

実証実験の結果として、取材から編集までテーブルレスでの環境を構築することができ、素材編集作業の時間短縮だけでなく、IPネットワーク上のファイル共有により、カメラからノンリニア編集機まで、素材映像の品質を

*2 P2(ピーツー)：半導体メモリーを利用した業務用ビデオ用記憶媒体の1つ。
*3 DVCproHD：業務用HDTV映像の圧縮方式の1つ。

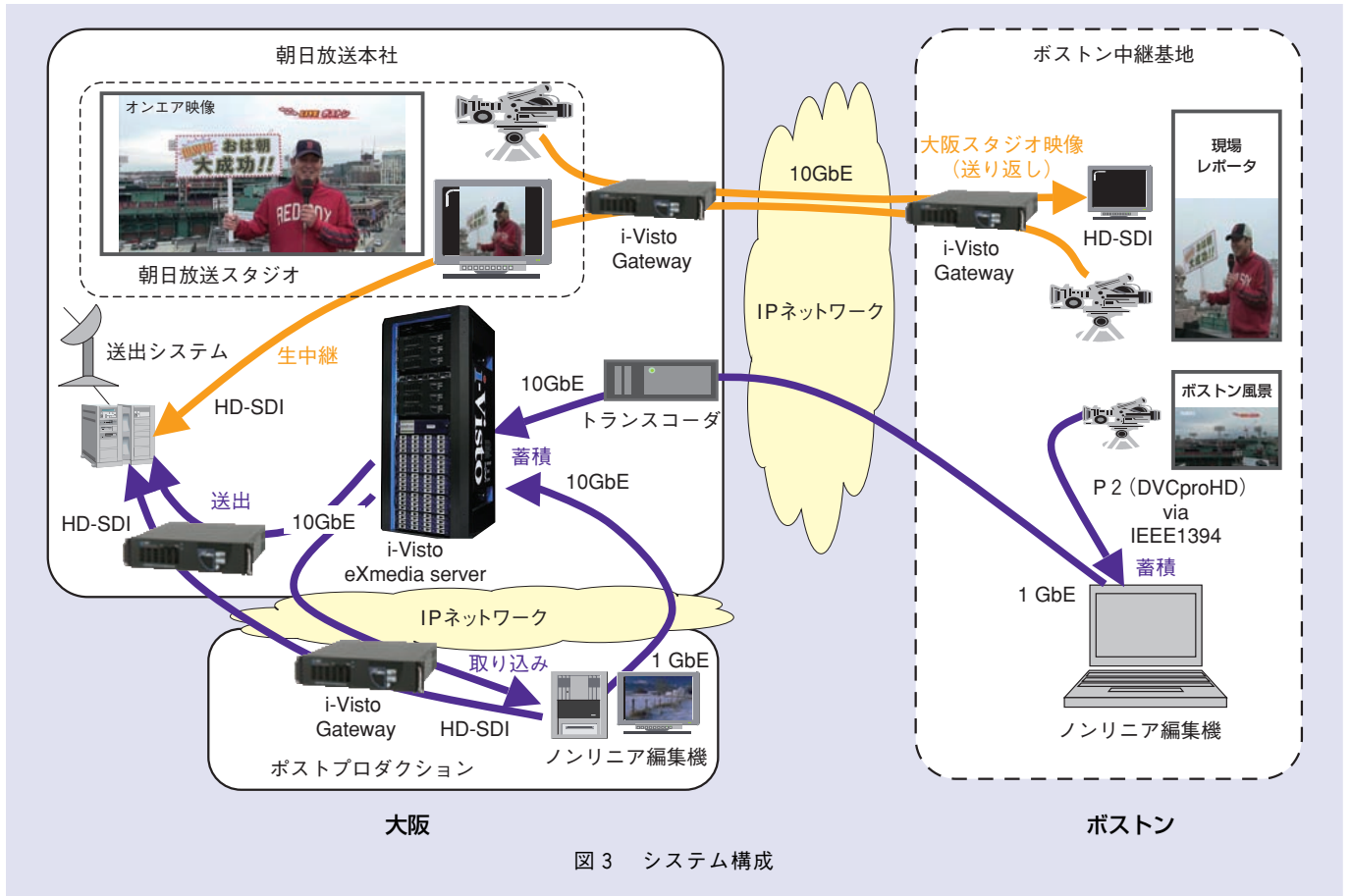


図3 システム構成

劣化させることなく、ほぼ実時間で撮影した素材映像を即編集、オンエアに利用できることを実証しました。

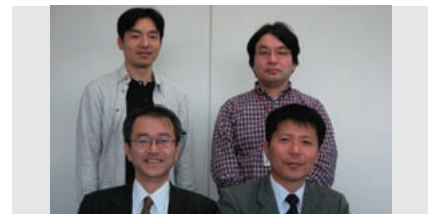
今後の展開

今回のボストンとの生中継実験では5日間、計4回のオンエアをトラブルなく安定して実施することができ、国際間のTV生中継においても、衛星や専用線に代わってIPネットワークを使った伝送システムが放送用途に対応できることが確認できました。また、従来は主としてテープによって行われていた素材送り・編集の業務フローを、映像ファイルとIPネットワークを使ったサーバシステムにより、効率化できることを確認しました。本実験は完全なIPネットワーク上で実施された世界初の非圧縮HDTV国際生中継（オンエア）として、朝日放送およびNTTか

ら関連の学会、各種報告会等で発表・報告されています。また、このシステムは本実験および引き続き行われたさまざまなフィールドトライアルの結果を踏まえ、機能追加、改良を行っており、2007年度末よりお客さまへの提供を開始する予定です。

参考文献

- (1) 小倉・君山・釘本・川野：“非圧縮HDTV 10本を同時に送受信できる映像サーバの開発と収録実験,” NTT技術ジャーナル, Vol.17, No.12, pp.34-37, 2005.
- (2) 持田・川野：“10ギガビットネットワークにおける非圧縮HDTV映像多重伝送技術「i-VistoゲートウェイXG」,” NTT技術ジャーナル, Vol.17, No.2, pp.46-49, 2005.
- (3) 君山・八田・原田・川野・野口：“IPネットワークを使ったハイビジョン映像素材配送実験,” NTT技術ジャーナル, Vol.19, No.11, pp.83-86, 2007.



(後列左から) 川野 哲生/ 魚瀬 尚郎
(前列左から) 原田 啓司/ 野口 一人

i-Vistoシステムは、ボストンからのHD生中継をはじめ、参議院選挙や夏の高校野球中継など放送番組制作の現場でのフィールドトライアルを通じて実運用性の検証を進めてきました。これからも、グローバルなIPネットワークによる国境のない映像素材流通環境の発展に貢献していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所
第一推進プロジェクト
高速リンクシステムDP
TEL 0422-59-2555
FAX 0422-59-3494
E-mail harada.keiji@lab.ntt.co.jp