

コラム

日韓HD生中継

徳永正巳*¹ 横山孝文*² 濱口 伸*²

*¹ 西日本電信電話(株)

*² (株)毎日放送

はじめに

2009年は「日韓文化交流10年」が大きな契機となって日韓首脳間で策定された「共同宣言」および「行動計画」に基づく協力関係年にあたることから、第60回の記念すべき年のさっぽろ雪まつりに、HBC広場を「HBC大韓民国広場」とし、ソウル市内に建つ「崇礼門(通称、南大門)」を大雪像にすることになった。

崇礼門は、ソウルで最古の木造建築であり、同国の「国宝第1号」に指定され、韓国の象徴の1つともなっていたが、2008年2月の放火によって石造りの城門を除いた大部分が焼失した。

また、雪まつりは2007年に韓国国内で実施されたアンケートで最も行ってみたい世界の祭で1位になったこともある。そのような事情から、韓国国内で雪まつり全体のPRをするとともに崇礼門が雪像で復活することについて、韓国の放送局において番組として取り上げる局があれば、中継車など機材を提供したいとの提案がHBC(北海道放送)からMBS(毎日放送)にあった。札幌から韓国までの映像伝送については、JGN2plusを用いて映像伝送する可能性を探ることとした。同時に、HBCとしては、韓国の放送局との付き合いはないとのことだったので、MBSと友好関係にある韓国の複数の局に話を持ちかけ放送実施の可能性を探ることになった。

その結果、韓国側の放送局としては、OBS(京仁テレビ、[図-1](#)参照)から実施について前向きに検討するとの回答を得ることができた。OBSは、2007年12月28日に開局した民間放送局であり、本社を京畿道富川市に置き、京畿道を中心とした2,400万人、877万世帯が視聴エリアとなっている。さらに、CATVによりソウル特別市、仁川広域市でも放送を視聴することが可能な放送局である。

ネットワークに関しては、JGN2plusから九州ギガポッププロジェクト(QGPOP)を経由して韓国釜山まで接続し、その後ソウルまでの韓国国内のネットワークに関しては、NIA(National Information Society Agency)へ協



図-1 OBS本社(韓国京畿道富川市)

力を要請して回線確保の可能性を探ることとした。

実施に向けた調整

韓国に向けて映像伝送を行うにあたっては、解決しなければならない問題が国内および韓国内に存在した。そのため関係各所と連携を密にしながら実施の可能性について探っていく必要があった。

▶ 韓国の放送局調整

HBCのリクエストに対して、韓国国内で雪まつりの映像を取り上げてくれる放送局を探ることになり、MBSと友好局にある複数局に話を持ちかけることになった。

結果として、OBS(京仁テレビ)が夕方の情報ワイド生番組「TO YOU」にて放送することとなった。「TO YOU」は、旅行・グルメ・社会情報などを扱う点では日本の情報番組とあまり変わらない番組であり、雪まつりのPRとともに崇礼門を雪像にするというテーマを扱うにはちょうどよい番組と考えられた。

さらに、OBSとの協議の中で、放送については事前と直前の2段階で告知を行うこととした。まず、事前

の告知として大雪像ができるまでの素材をHBCがテープで郵送しOBSにて編集、放送することにした。さらに、直前情報としてJGN2plusを用いて、札幌大通り公園七丁目のHBC韓国広場からの映像をOBSまで伝送することとした。

▶ 韓国内ネットワーク

日本から韓国へ向けてのネットワークに関しては、JGN2plusからQGPOPを経由して韓国釜山まで接続することとした。

釜山からソウル近郊のOBSまで、十分な帯域を持ったネットワークを用いる必要がある。そこで、韓国のNIAと協議し、韓国の研究ネットワークであるKORENを利用できることになった。

KORENのアクセスポイントはソウルにある。OBSへ直接映像伝送することはできない。そのため、KORENのアクセスポイントで映像を受け、そこでテープ等のメディアに変換、OBSへ陸送する方法も検討された。

NIAと協議する上でこの点も問題となったが、NIAがソウルーOBS間の回線を新たに準備してくれることになり、OBSへの直接伝送が実現した。

▶ OBSとの取り組み

OBS技術局と映像伝送に関する協議を行った。映像品質はHDを希望することだったので、国際間でHD映像伝送を検討することとした。

▶ 放送枠の調整

雪まつり当日は、HBCの放送スケジュールなどとも重なるため、当初は、会期の始まる前日に事前情報として収録し、韓国に映像伝送することを検討していたが、OBSからは、ディレクターとレポーターを派遣し雪まつり初日に会場から生中継できないかと要請があり、最終的にHBCも再調整の結果、初日の2月5日に生放送を実施することになった。

環境構築

雪まつり会場から韓国OBSまでHD生映像を伝送するためには、ネットワーク、IP映像伝送機器、放送システムそれぞれの観点でシステムを設計する必要がある。ここではそれぞれのレイヤで検討した設計を述べる。

▶ ネットワーク

HD生中継を行うためには、動画像と音声を送送するのに十分な帯域を持ったネットワークをHBCーOBS間で構築する必要がある。そこで、NIAと協議し、韓国

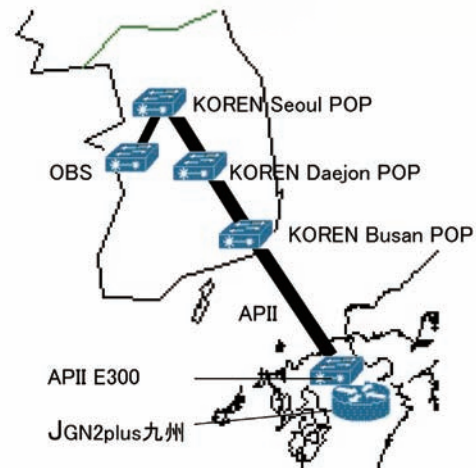


図-2 JGN2plus九州 NOC, 韓国 OBS 間のネットワーク構成図

の研究ネットワークであるKORENを利用することとした。そして、OBSをKORENに接続するための回線の準備をNIAに依頼し、韓国OBSとKORENソウルPOPはKT（Korea Telecom）の1Gbpsの広帯域な回線によって接続した。図-2にJGN2plus九州NOCからOBSまでのネットワーク構成を示す。なお、図において、OBSーKOREN Seoul POP間以外の回線はすべて10Gbpsである。また、一部韓国内ネットワークにおいて省略しているスイッチもある。

本実験では、IPv6マルチキャストによる配信も視野に入れていた。そのため、IPv6マルチキャストを実現できるネットワークを構築する必要があった。IPv6マルチキャストを実現するためには、HBCとOBS間に存在するルータすべてがIPv6マルチキャスト経路制御を実装していなければならない。しかし、本実験で利用する韓国の研究ネットワークKOREN内に存在するルータすべてがIPv6マルチキャスト経路制御を実装しているか不確定だった。また、日本内のJGN2plus NOCからOBS内に設置した各種装置の設定や運用をする必要があった。そのため、JGN2plus NOC内に存在する各種オペレーション用のセグメントをOBSにまで延ばさなければならない。以上のことから、本実験においては、日本のJGN2plus 堂島 NOCからOBS内までVLANを設定し、OBSまでセグメントを延ばすこととした。つまり、ルータを介することなく、JGN2plus 堂島 NOCからOBSまでL2のネットワークを延ばすこととした。そこで、JGN2plus 堂島 NOCからJGN2plus九州 NOC内スイッチ、APIIを収容しているE300までは、JGN2plus運用者らがVLANを事前に設定した。これによって、日本韓国間のAPIIリンクの日本側スイッチにおける韓国向けのポートまでのVLANの設定を事前に完了できた。次に、我々が

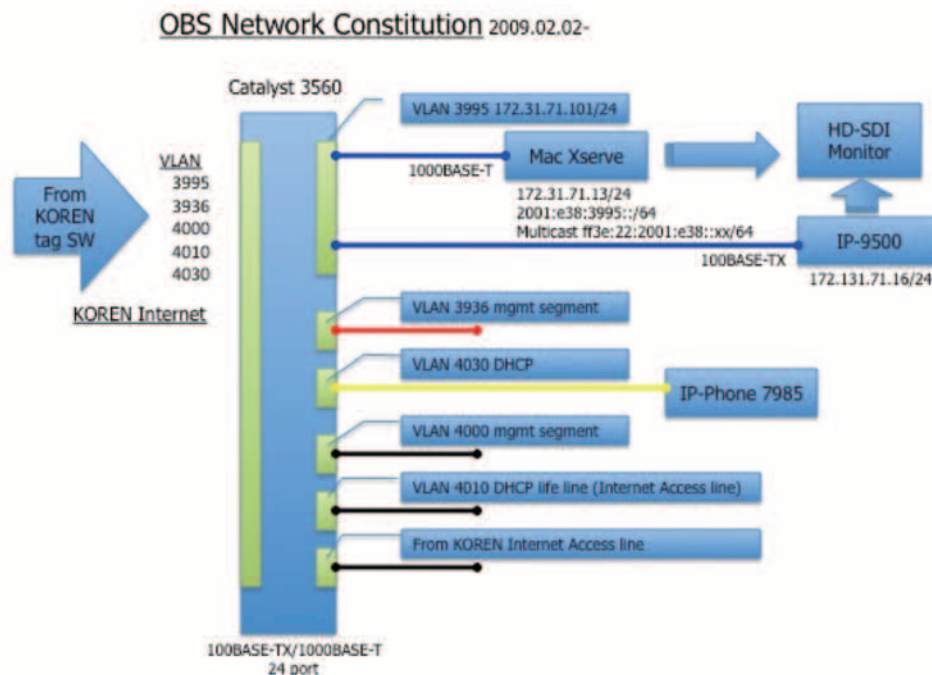


図-3 OBS VLAN 構成図

訪韓する以前に、事前にメールで連絡を取り、日本側が想定しているネットワークを NIA の研究者、KOREN のネットワーク運用者に伝えた。具体的には、VLAN が必要であること、OBS に VLAN をサポートしている L2 スイッチが必要であることを伝えた。それによって、NIA の研究者、KOREN のネットワーク運用者が自律的に Cisco3560 を用意し、OBS に設置、OBS から KOREN まで疎通することを確認してくれた。また、チャットによって、ネットワーク構成の詳細な情報に関して情報共有を図った。JGN2plus 堂島 NOC から OBS まで延ばす必要のある VLAN を Busan KOREN POP から Seoul KOREN POP を経由し OBS に設置した L2 スイッチまで KOREN 運用者に設定してもらった。

以上のように、事前に札幌から韓国までのネットワーク設計に必要な情報共有を実施することで、韓国側に準備する必要のある機材 (L2 スイッチ) 等のチェックと設定をしてもらうことができ、現地に到着してすぐにネットワーク機器の接続作業を進めることができた (図-3 参照)。また、日本内の JGN2plus ネットワークにおいて何らかの障害が発生すると、OBS から JGN2plus ネットワークへの接続性が失われてしまう。その場合、OBS と日本側との間で連絡を取るのが困難になると予想された。そこで、KOREN 運用者に依頼し、KOREN のネットワークを OBS まで VLAN で延ばしてもらった。

▶ IP 伝送機材

HD 生中継を実現するには、IP 伝送機材には以下の要

素が求められる。

- 長時間安定して動作すること。
- 映像 ENC/DEC 遅延がなるべく短いこと。特にスタジオと中継現場がお互い会話するいわゆる掛け合いを実施する場合、遅延が 500msec を超えると経験上スムーズな掛け合いが難しくなる。
- 映像品質が高いこと。
- 放送機器との接続は HD-SDI (High Definition Serial Digital Interface) で行うこと。HD-SDI は放送機器間の接続に用いられる標準的なインタフェース仕様である。これ以外のインタフェースの場合にはなんらかの変換を行う必要性が生じるため好ましくない。

また、IPv6 マルチキャストをサポートしている場合、受信側は複数のデコーダを同時に接続することが可能になるため、上位の放送システムとの接続には都合がよい。

今回は札幌 HBC、韓国 OBS での国際間オペレーションが行われるが、韓国の放送局では IP を用いた伝送は利用を検討し始めた段階で、構築の経験はまだないのが実情であった。そこで、以下の複数の方法で HBC、OBS 間を接続した。

1. Mac で動作する QuallImage/422HD を用いた ProRes 4:2:2 伝送 (電通国際情報サービス製)
 コーデック : Apple ProRes 422 (10bit カラー深度, 4:2:2 クロマサンプリング, Full HD 1920 × 1080 ピクセル, 1フレームオンリー)

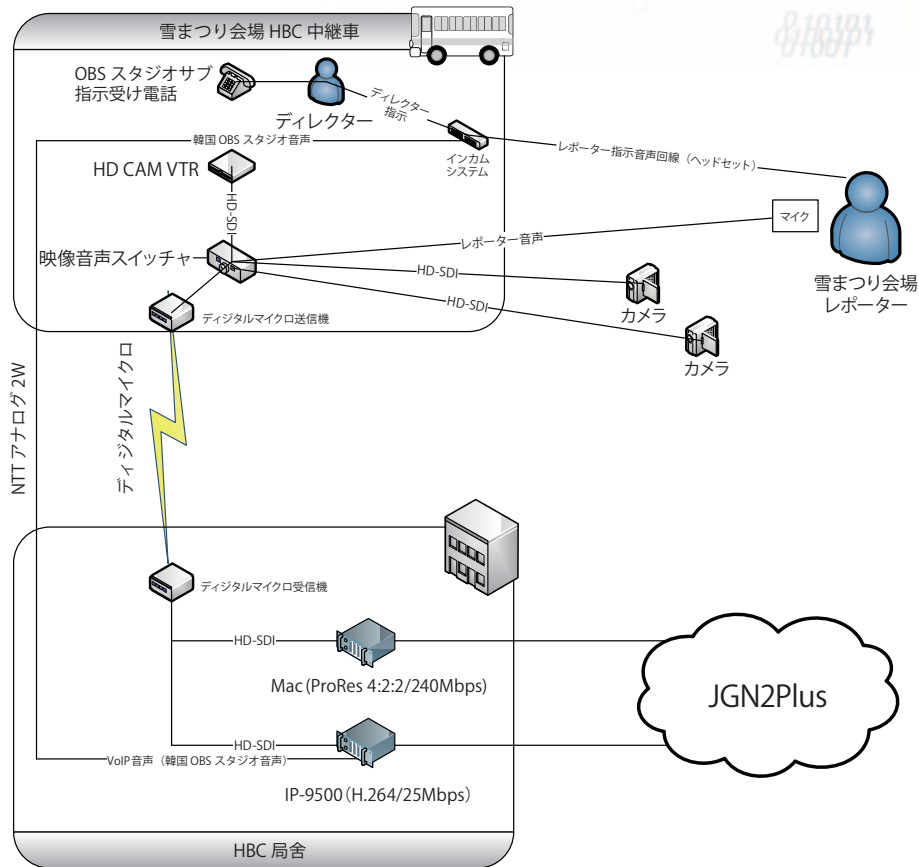


図-4 雪まつり会場 - HBC 概略図

遅延: 約 200msec

帯域: 240Mbps

2. IP-9500 による H.264 伝送(富士通製)

コーデック: H.264

遅延: 約 500msec

帯域: 27Mbps

1は電通国際情報サービスが開発中のもので、放送局の制作現場で用いられている Final Cut Studio2 (Apple社製編集ソフトウェア) に組み込まれている ProRes 422 コーデックを用いて HD 映像伝送するソフトウェアである。約 240Mbps の帯域が必要になるが、放送局内で用いられる高品質の HD 映像を IP 伝送することが可能である。2は富士通が開発した IP 映像伝送機器で、H.264 コーデックを用いて高圧縮な HD 映像を伝送するターンキーシステムである。これらの性質の異なる2つの IP 映像伝送システムを用いることで、現用・予備の伝送システムという意味だけではなく、映像品質や遅延の比較などを行い今後のノウハウの蓄積になるよう設計を行った。

▶ 放送システム

生中継を円滑に行うためには以下の要素が必要である。

- 中継現場からスタジオへの生中継映像
- スタジオからの送り返し音声
- スタジオサブからの中継指示音声

今回は、OBS からの希望で、雪まつり会場からの生中継の中に事前取材した VTR を含めて番組を構成する必要があった。そこで、図-4 のようなシステムを構成した。

会場内の複数のカメラ (計 5 台) と VTR の切り替えなど映像制作全般は、ディレクターの指示が必要であることから、雪まつり会場の HBC 中継車内で行った (図-5 参照)。中継車と HBC 局舎間はデジタルマイクロなど既存の HD 映像伝送を利用した。一方 JGN2Plus は HBC 局舎に引き込み、IP 映像伝送機器は HBC 局舎内に設置、HBC 中継車の映像を接続した (図-6 参照)。また、OBS スタジオからの送り返し音声は IP-9500 に VoIP を利用した音声伝送機能を用いて韓国より伝送、HBC 中継車まで NTT アナログ 2W 専用線を用いて中継車に接続した。韓国 OBS スタジオサブからの中継指示音声は、HBC 中継車と韓国 OBS 間で国際電話で実施した。



図-5 HBC 中継車外観



図-6 HBC 韓国広場(札幌大通り公園七丁目)

日時	時間	状況
2月5日	14:00	現場打合せ(14:00~15:00の間でレベル通し予定)
	14:30~15:00	ドライリハ
	15:00	リハーサル兼素材
	16:20	本番(13分程度を予定)

表-1 OBS 対応中継車スケジュール

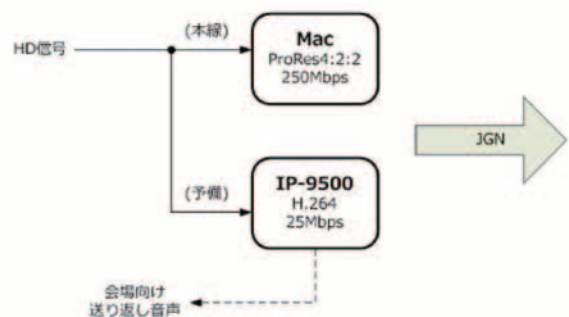


図-7 HBC 内概略図

実構築とオペレーション

2月5日の本番中継のスケジュールに合わせ、2月1日からHBC、2日にはOBSに入り、HD映像伝送装置の構築と検証を行った。

▶ 札幌での実構築とオペレーション

2月1日より2月3日にかけて、HBC局舎側の構築を行った。2月3日の夕方にはIP-9500を用いたテスト映像をOBSへ送信開始した。一方、Macを用いた映像伝送は、韓国側でIPv6マルチキャストがうまく通らない問題が発生し、難航したが、本番までに問題を解決することができた。

雪まつり初日となる2月5日、札幌大通り公園七丁目のHBC韓国広場から韓国OBSへのHD映像伝送は、HBCの生放送の合間をぬってリハーサルおよび本番を行う必要があるとともに日本と韓国との放送番組の制作手法の違いを確認しながら、本番に備える必要があった。それらを考慮し、表-1の内容とスケジュールで実施した。

まず現場からOBS現場ディレクターとHBC制作技術スタッフの間でのドライリハを行い制作手法をスタッフ間で確認を行った。

次にリハーサルに関して、札幌の Reporter と韓国のスタジオ内で掛け合うなど本番と同様の内容をOBSに伝送、それをOBSで収録し、本番の生放送が何らかのトラブルなどで困難と判断した場合、その収録素材を用いて番組制作を行うこととした(図-7,8参照)。OBSスタジオとの掛け合いに関しては、富士通IP-9500のVoIP機能をマイナスイオン音声として利用した(図-9参照)。

これら各種リハーサルの結果を踏まえて、ネットワーク・機器構成の状況を最終的に判断し、本番の生中継対応に備えた。

中継ではOBSスタジオと雪まつり会場 Reporter の掛け合いから始まり、Reporter による単独レポート、VTR2本を組み合わせた計10分の番組構成が検討された(図-10参照)。この構成を軸に日韓番組制作手法の違いを考慮しながら番組の再構成をする必要があった。

そのため、札幌に入ったOBSディレクターとHBC社

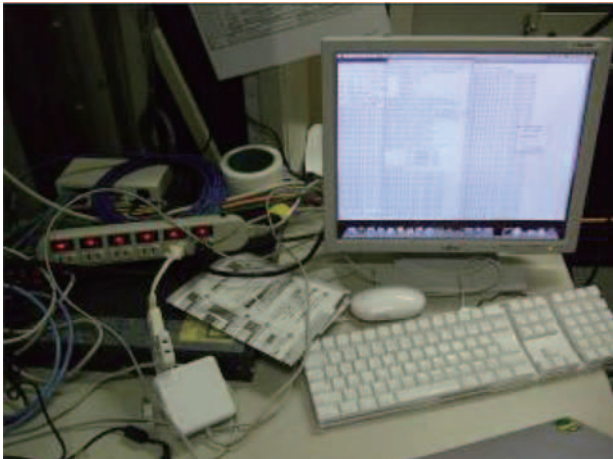


図-8 Mac 操作卓

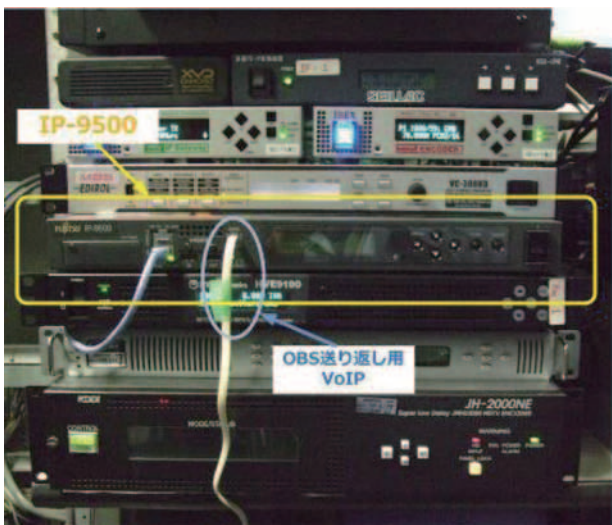
図-10 雪像前生中継の風景
(左から OBS リポーター・HBC 事業局長・フロア D 兼通訳)

図-9 IP-9500 本体と VoIP 接続



図-11 OBS オペレーション環境

会情報・制作技術・メディアおよび MBS にて、番組構成を細かく詰めていった。

その結果、当初予定していた VTR 部分を 2 本から 3 本に増やすとともに、カメラ位置およびカメラワーク、OA 時間など再構成を行い、放送時間も約 13 分とした。

結果的に回線、映像システムともに非常に安定しており、本番の生中継（13 分 20 秒）は問題なくオンエアできた。

▶ 韓国 OBS オペレーション

映像伝送オペレーションは基本的に OBS に構築したネットワーク環境が整い次第、IRC で各拠点で情報共有をしながら、オペレーションを実施した。

また、朝夕の連絡や、細かい情報のやりとりは、本番当日は IP Phone を使って実施、IP Phone を使えたので OBS に居ながらにして、日本とのリアルタイムな情報のやりとりができ、スムーズなオペレーションができた。

OBS 側のオペレーション環境は、ネットワーク環境を

構築したラック室に机と椅子を準備してもらい（図-11 参照）、ネットワーク機器と離れることもなく、また、映像も隣の調整室で見ればすぐに確認することができる環境で実施できた。

我々が OBS 入りした時点で KOREN が準備した Catalyst 3560G に事前設計した各 VLAN が設定された状態で稼働していたので、各 VLAN の疎通確認から実施した。

また同時に、KOREN の承諾を得て Catalyst 3560G のコンソールを借りることで、VLAN のポートアサイン、ポート設定等、細かい設定を確認と実施。

OBS 側で見える（オペレーションできる）ネットワーク機器はこの Catalyst 3560G のみで、日本～韓国の中継 SW は KOREN 側で設定を完了しており、日本から伸びてきている VLAN の疎通確認は OBS 内オペレーション場所の確保と同時に完了。

続いて、映像伝送装置、IP Phone、Internet 回線の接続に入る。



図-12 韓国 OBS で用意してもらった Fujitsu IP-9500



図-13 Mac Xserve ProRes 422 と操作卓

接続機器は、各装置並行して実施し、最初に IP Phone の接続を完了させ、HBC と IP Phone で連絡を取りながら映像伝送装置の疎通確認に入る。

次に Internet Access, Fujitsu IP-9500 (図-12 参照), Mac Xserve ProRes 422 (図-13 参照) の順に接続し、映像伝送(受信)確認に入る。

Internet Access は日本からのコネクティビティと、日本側との接続がうまくいかなかったときのために、KOREN から Internet コネクティビティをお借りし、2 段階で構成。

日本側は DHCP でアドレス取得後、無事接続性を確認。

KOREN からお借りしたコネクティビティは IPv4 Global Address をいただき、途中 DNS Address の情報を KOREN からいただきながら、無事に接続性を確認。

Fujitsu IP-9500 映像伝送装置は、OBS で準備していた物を借りて、2 月 3 日夕方には HBC からのテスト映像受信を実施した。

IP-9500 に今回の実験に使う IP Address (IPv4) を設定し、映像は HD モニタ(調整室)に表示。

一方 Mac の RroRes 4:2:2 の受信は難航した。IPv6 マルチキャストの受信を開始しようとする、韓国国内のネットワークに問題があり受信がうまくできない状況が続いた。2 月 5 日の本番が近い、IPv4 ユニキャストを用いた伝送試験も開始、2 月 4 日に IPv4 ユニキャストを用いた札幌からの映像を受信できた。2 月 4 日夕方に韓国国内のネットワーク設定を変更することで IPv6 マルチキャストを用いた受信にも成功したが、本番前日であったため十分な動作試験時間をとることができなかった。そこで、本番では IPv4 ユニキャストを用いて伝送を行った。

まとめ

JGN2plus の仮想化ネットワークを利用し、ProRes 422 ソフトウェア・コーデックを使用した HD 映像の伝送実験を実施、高品質なテレビの国際生中継を行うことができた。今回の実験では、札幌からソウルまで HD 生映像を IP 伝送するという実験で、韓国国内初の取り組みであるとともに、ProRes 422 を利用した IP ネットワーク経由での生中継は世界初となった。

OBS では、今回の実験を IPTV の新しい技術ととらえているようで、韓国国内のニュースにおいても 4 分間をかけてこの取り組み全体の紹介を行っていた。

また、放送直後に OBS 視聴者から、「スタジオの映像より中継の映像の方がキレイだった！」と意見がきたということで、韓国の放送業界にも大きな刺激を与えることができたのではないかと感じている。

(平成 21 年 8 月 31 日受付)

徳永正巳 | tokunaga@masa3.net

1983 年浪速工業高校卒業。同年、電信電話公社入社後、1988 年に日本電信電話(株)、1999 年に西日本電信電話にてインターネットインフラネットワーク開発、運用、創出に従事。

横山孝文 | yokop@mbs.co.jp

1990 年福山大学工学部卒業。電機メーカー、新聞社を経て、1997 年、(株)毎日放送入社。インターネットコンテンツ開発などに従事し、現在に至る。2005 年大阪市立大学大学院創造都市研究科修士課程修了。

濱口 伸 | shin-h@mbs.co.jp

1998 年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。同年、(株)毎日放送入社。インターネットシステム開発などに従事。