

リオデジャネイロオリンピックにおけるNHKの8K SHV制作への取り組み

日本放送協会 放送技術局 SHV技術推進 副部長	いまい ぶんや 今井 文哉	日本放送協会 放送技術局 報道技術センター 中継部 副部長	かや せいじ 賀谷 誠治
SHV技術推進 副部長	いつき てつや 齋 哲也	報道技術センター 中継部 副部長	ひがし よしかず 東 嘉和
メディア技術センター 運行技術部 副部長	まつばら ふみお 松原 二三夫	報道技術センター 中継部	きたむら かずひさ 北村 和久
メディア技術センター クロスメディア部	えんどう そう 遠藤 宗	報道技術センター ニュースネットワーク部	かした てつ 梶田 哲
制作技術センター 制作・開発推進部 副部長	くまがい かずゆき 熊谷 和幸	報道技術センター ニュースネットワーク部	はしもと わたる 橋本 渉
制作技術センター 番組制作技術部 チーフエンジニア	おがた しんいちろう 緒形 慎一郎	日本放送協会 技術局 スーパーハイビジョン開発部	はら さとし 原 哲
制作技術センター 番組制作技術部	いたくら こうた 板倉 孝太	首都圏技術部 副部長	いで しんじ 井出 真司

1. はじめに

南米では初の開催となる第31回夏季リオデジャネイロオリンピックが、日本時間2016年8月6日（現地時間8月5日）に開会した。今大会期間中に日本選手団が獲得したメダル数は史上最多の41個を記録し、12時間の時差のある日本でも大いに盛り上がった。

NHKはこの大会の模様を、8K映像と22.2マルチチャンネル音声で、OBS（Olympic Broadcasting Services：オリンピック放送機構）と共同制作し、8月1日に開始されたばかりのBSによるSHV（Super Hi-Vision）試験放送で中継した。開会式のコンテンツは世界初の8K SHVによる中継放送番組となった。また、時間帯によっては、中継放送のほか録画放送も行った。

現地には日本から8K映像中継車2台と22.2マルチチャンネル音声制作車2台を持ち込み、2クルーで開会式、柔道、陸上、競泳、バスケットボール、サッカー、閉会式の各会場（以下、ベニュー）を回った。各ベニューでは制作した信号を光回線でIBC（International Broadcast Center：国際放送センター）へ伝送した。この信号をIBCから日本へ圧縮TS信号として伝送し、NHK放送センターのCS302スタジオで受信、NHKふれあいホールに仮設した8Kスタジオで制作した後に、SHV-TOC（SHV Technical Operation Center）から送出した。

日本国内では試験放送波を受信して一般の方に見ただけ「受信公開」を、全国のNHK放送局などで行った。また、TS信号を分岐したり、SHV-TOC出力を光回線で直接伝送するなどして、各地でもPV（Public Viewing）を

実施した。

以下に、各取組みの詳細を紹介する。

2. 8Kベニュー制作

リオデジャネイロオリンピックのコンテンツ制作は、NHKとOBSとの共同制作で行われ、開会式、柔道、競泳、陸上、バスケットボール、サッカー男子決勝、閉会式を世界で初めて8K SHVで制作した。プロダクションは2クルーで行い、ベニューを移動し「設営、コンテンツ制作、撤収」を繰り返し行った。

中継車は、最新の8K中継車2台と22.2ch音声制作車2台を日本から輸送してベニューに持ち込み、SHV機材約50tも全て日本から輸送した。1クルーのプロダクションスタッフは、制作スタッフ10名と技術スタッフ14名で構成した。



■写真1. 8K中継車



■写真2. 8K放送機材

中継車と放送機材、スタッフ（コーディネータを除く）も全てオールジャパン体制の制作であった。

制作した8K信号（非圧縮24Gbps）は、ダークファイバーでIBCへ光伝送し、IBCからはTS信号（280Mbps）を異ルート2回線でNHK放送センターまで伝送した。

リオデジャネイロオリンピックの8Kコンテンツは、2016年8月1日から始まったSHV試験放送で初めて生中継され、日本国内のPV会場でライブ上映した。また、世界のテレビ放送局に4K素材（8Kダウンコンバート）を配信した。

2.1 スケジュール

4月18日	中継車、音声制作車	リオへ発送
5月16日～18日	リオデジャネイロ会場下見	
6月9日	機材発送①	
6月29日	機材発送②	
7月12日	機材発送③	
7月25日	車両・機材	リオで受け取り
7月26日	中継車、音声制作車	インストール
7月26日	IBC・シアター機材	搬入
8月5日	開会式/クルー1	
8月6日～9日	柔道/クルー2	
8月9日～13日	競泳/クルー1	
8月13日～17日	陸上/クルー2	
8月17日～21日	バスケットボール/クルー1	
8月20日	サッカー男子決勝/クルー2	
8月21日	閉会式/クルー2	
8月22日～23日	機材撤収、日本へ発送	

2.2 8Kシステム

各ベニューでの制作は、8K中継車1台と22.2ch音声制作車1台、機材サポートトラック1台を持ち込んで運用した。中継車、音声制作車とも全長約12m車幅約2.5mで制作ルームが拡張する構造となっている。中継車には8K 55インチモニターが実装され、音声制作車には22.2chスピーカーが設置されており、優れた制作環境となっている。

カメラは、8Kカメラ3台（Ikegami SHK-810）と4Kスーパースローモーションカメラ2台（SONY、FOR.A）を使用した。

SHK-810カメラは、Super35サイズの3300万画素CMOSセンサーを搭載し、形状は現行HDカメラと同等の小型軽量カメラである。汎用的なPLマウント仕様とし、ハンディタイプから高倍率レンズまで使用可能でSMPTE光複合ケーブル1本で運用することができる。



■写真3. SHK-810 小型軽量カメラ

スーパースローモーションは、スポーツ番組には欠かせないツールとなっており、今回は4Kスーパースローモーションカメラで選手のプレーや技、表情を高速撮影した映像を8K信号にU/C（Up Converter）してリプレイ再生した。このほかに、SSDレコーダー（AstroDesign SR-8422）2台を使ってセレクトابلに映像を切り替えながら収録し、多角的なリプレイとプレーハイライトを再生した。

CGは、OBSから提供されたCG描画装置を使用して「スターティングリスト、リザルト」を、独自のCG装置を使って「競技名、会場名」などをスーパーした。いずれもHD映像を8KにU/Cしてスーパーインポーズした。

音声は、OBSが会場に設置したマイクをMADI（Multichannel Audio digital Interface）で分岐して受け取った。ただし、OBSのマイク設置は5.1chサラウンドを基準としており、22.2chの音響を作るには集音マイクが足りない。そこで、独自のマイクを客席内やカメラプラットフォームに設置して集音した音声を光ファイバーで送り、



■写真4. 中継車 制作室



■写真5. 音声制作車 ミキシング卓

カメラマイクも活用して22.2chの空間をミキシングした。

2.3 機材

- スイッチャー
 - クルー1 SHVS-110 (NEC 16入力)
 - クルー2 XVS-N8K (SONY 20入力)
- カメラ
 - SHK-810 (IKEGAMI DualGreen方式)
 - 4Kスーパースローモーションカメラ (SONY、FOR.A)
- レンズ
 - SK7.5x19.7 / SK20x35 / SK3x12 (FUJINON 8K)
 - XK6x12 / UA80x9 (FUJINON 4K)
 - 7x19.7 / 7x75 (CANON 8K)
 - CN7x17 / CN20x50 (CANON 4K)
- ディスクレコーダー

- SR-8422 SSDレコーダー (AstroDesign)
- AJ-ZS0500 EXP-P2レコーダー (PANASONIC)

○音声卓

- クルー1 mc² 66 MK2 (LAWO)
- クルー2 NT-900 (TAMURA)

2.4 撮影

これまでの8K制作は、「美しいルーズショットでその場にいるような臨場感」、「視聴者に見たいものを選択させる構図」、「カメラワーク・スイッチングを意識させない」ことが主流であった。今回は放送としてのスタンスを重視し、「ターゲットモニターは85インチに」、「見せたいものを描くトリミングとスイッチング」、「HD放送と違うSHVらしさ」、「22.2ch立体音響を活かした絵作り」をテーマとした。

SHVに限らず撮影で重要なのは、カメラポジションと配置構成である。会場内の既定のカメラポジションの中から全体が見渡せるマスターショットやプレーエリアに近いポジション、多角的で立体的な配置となるポジションをOBSと交渉し獲得することができた。

レンズは、標準レンズとワイド・高倍率レンズをそろえ、カメラポジションと映像効果を考えたレンズ構成とした。8Kレンズだけでは種類・数とも足りないため4Kシネマレンズも使用して撮影した。

フォーカス操作について、ビューファインダーが4Kとなり解像度が増したことでフォーカスアシスト機能が向上したことなどから、今回は全てカメラマンフォーカスを行った。大きなフォーカスエラーもなく、カメラマンが意図したフォーカシングができることの意義は大きかった。ただ



■写真6. 8Kカメラ (競泳ベースカメラ)
SHK-810+SK20x35 (箱型PLマウントレンズ)

夜間照明などの被写界深度が浅いルーズショットは、ビューファインダー上でフォーカスずれが認識できない課題も残った。

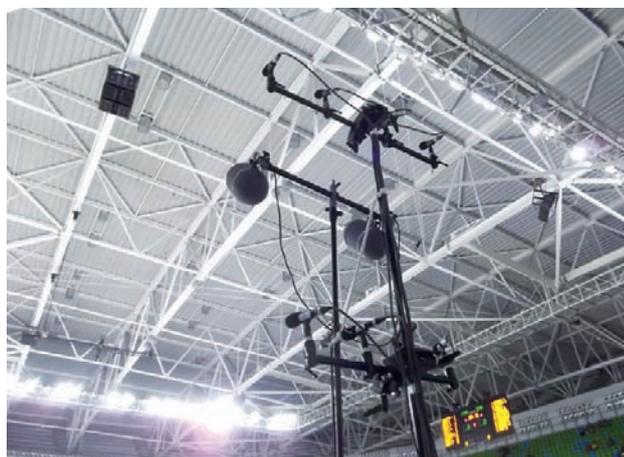
2.5 システム

8K中継車が完成したのは2015年10月であった。リオデジャネイロへ輸送する2016年4月までの約6か月間、機器整備やシステム検証、制作トレーニングを実施した。最新のカメラやシステム機器が全てそろったのは2016年6月となり、リオデジャネイロ現地において初めて全システムをインストールすることとなった。現地では、OBS倉庫で中継車へ機器インストールと動作チェックを行い、音声制作車とのトータルチェックを実施しベニューに搬入した。

システム規模は、8Kカメラ3台、4Kスーパースローカメラ2台、リプレイ用SSDレコーダー2台、2KCG作画PC2台、アーカイブ用P2レコーダー2台、2K-8K U/C8系統となった。OBSからHD国際信号Feedやグラフィックタイマーをもらい8K中継車にシステムアップした。

2.6 音声

会場内のマイクはOBSのマイク分岐と独自のワンポイントマイクを設置して集音した。「体全体が包まれる立体音響」、「深いディテール音と広がりを感じる迫力音響」で22.2chミキシングを行った。OBSマイクは、1本の光ファイバーで64チャンネル分のマイクをMADI分岐することでケーブル本数を少なくしシステムもシンプルにできた。MADIは6系統あったがOBS側で全て分岐できる余裕はなく、陸上のような広範囲でマイク本数の多いものは分岐マイクを選別する必要があった。また、フィールドやスタン



■写真7. ワンポイントマイク (バスケットボール会場)

ド内の既定のカメラポジションにワンポイントマイクを設置した。1か所で広範囲の集音を行うため、マイク本数は十数本となり形状も大きくなった。

音声制作車内は、競技音のミキシングとトータル音声管理・サポートを行うため2名体制で制作した。また、IBCの音声担当者からメッセージングアプリで視聴フィードバックを行い、2クルーの音声表現を統一し、クオリティコントロールを行った。

2.7 競技制作

○開会式

マラカナンスタジアムでの開会式では、メインスタンドに3台、右スタンドとバックスタンドに1台ずつ、フィールド上に1台の合計6台の8Kカメラで制作した。プロジェクトマッピングや右スタンドの「BOXシティ」と呼ばれるセットを使っているパフォーマンスが大きな特徴であった。フィールド上のハンディカメラで間近から撮影したことで、あたかもその場にいるかのような映像効果をもたらした。また、左右スタンド中段に設置したカメラのルーズショットは、入場行進選手や観客の動きや表情まで鮮明に描き、一体感のある表現であった。

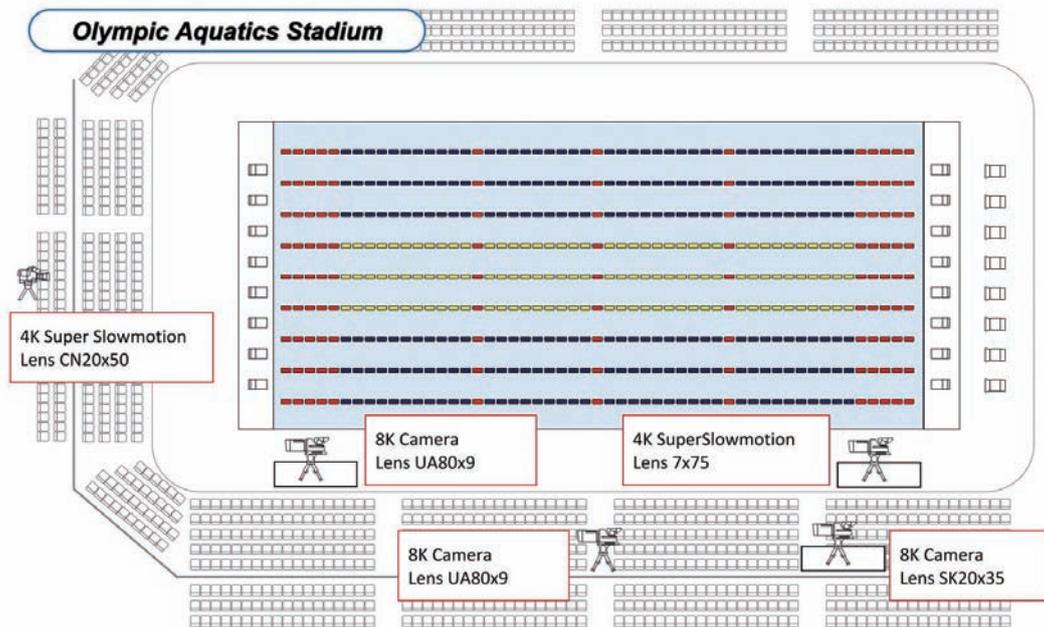
○競泳

オリンピックパークのアクアティックセンターで行われ、8Kカメラ3台と4Kハイスピードカメラ2台を使用した。選手がはじく水しぶきや流れる水面の鮮やかさと、客席の盛り上がりとがあいまった色彩豊かな美しい映像が好評だった。4Kスーパースローモーションは300コマ/秒で撮影し、水面に浮かび上がる選手の息づかいや表情をとらえ、体から流れ落ちる水玉まで映し出した。

音声は、数十本のフェーダーを上げ下げしながら水をかく音や水面を蹴る音をとらえ、スタンドの声援が折り重なった立体音響により、視聴者がプールサイドやスタンド席にいるような効果をもたらした。

○バスケットボール

8KとしてのPRポイントは、左右リング下に置いたカメラ映像で間近に迫ってくる迫力とスピード感である。4KシネマレンズCN7x17を使ったワイドショットを活かし、手前コートでのプレーをライブで届けた。奥コートから手前コートに走り込んでくる映像は、画面から飛び出してくるような印象であった。



■ 図1. 競泳のカメラレイアウト

コートを駆けるシューズの摩擦音とボールのバウンド音、選手・ベンチの声、そして客席の声援など豊富な音源を数十本のマイクで集音した。プレーや映像にマッチする空間バランスと立体定位を変えながらミキシングし、包み込まれる音響表現を行った。

○柔道

マットと同じ低い位置に畳を囲むように3台のカメラを設置し撮影した。スタンドからの俯瞰カメラと違い、選手に近い映像で目の表情や息づかいまできめ細かく描き、迫力と緊迫感漂う映像表現をねらった。

これらのカメラは奥行きのある構図で選手に近いため、特に前後左右の速い動きに対してフォーカスやフォロー操作、サイズ修正が目立たないよう極力固定で見せるカメラワークにし、モーションシックネスにならないように注意した。

○陸上競技

陸上競技は、トラック種目とフィールド種目が同時に進行する。通常は複数の中継車で種目を切り替えて競技制作するが、今回は1台の中継車と1つの音声卓で制作した。1つの音声卓で22.2chのミキシングを行う場合、種目を切り替える際のミキシング操作や音声管理、収録系統が複雑でオペレーションも難しい。そこでトラック種目はライ

ブ制作、フィールド種目はSSD収録（22.2ch）による時差再生とした。また、フィールド種目は、22.2chMADIヘッドフォンで聴感モニタシラウドネスメータで視覚的な空間モニタを行った。

カメラ5台と少ない機材の中で、掛け持ちしながらトラック種目とフィールド種目をカバーし、シンプルなシステム構成と明確な運用ルールで制作を行った。

○サッカー男子決勝

サッカーは、ブラジルワールドカップやカナダ女子ワールドカップで培った制作手法、ノウハウを活かした。スタンドにはベースカメラとゴール裏ハイスタンドカメラ、ピッチ上には左右ゴール裏、リバースカメラの5台を設置し制作した。ブラジルの劇的なPK勝利となった決勝では、ルーズショットでスタジアム全体が熱狂歓喜する様子を描き、選手たちのテクニックをスーパースロー映像で美しく鮮明に表現した。終了の瞬間は、ゴール裏カメラで一番近い位置から歓喜し感動するシーンをとらえ、8Kの醍醐味を十分に表現できた。

○閉会式

あいにくの雨で強風のためHD国際信号のスパイダーカムやワイヤレスカメラ受信クレーンなどの使用が制限される閉会式となった。8Kカメラは、開会式とほぼ同じ位置に

設置した。前日夜までサッカー決勝を行っていたため、リハーサルを見ない中でのライブ制作となり、ショー進行や演出内容、細かな段取りが分からない状況だったが、立体感あるルーズショットやフィールドカメラの間近で迫力あるワイドショットを織り交ぜながら、色彩鮮やかに臨場感豊かな閉会式を制作した。

2.8 ロケ制作

8Kカメラ (HITACHI SK-UHD8060B) でリオデジャネイロ市内や観光地の様子、コンテンツ制作以外の競技などをロケーション撮影した。「THIS IS RIO」と「競技イメージ集」として5～10分のビデオクリップに編集し放送した。

なお、カメラはSSDレコーダー (AstroDesign HR-7517) を装着した一体型カメラとしてロケを行った。また、音声はアンブレラ型マイクなど十数本のマイクで集音し、8chデジタルレコーダー 3式で録音した。ロケ素材はIBCに持ち込み、RAWデータを現像しSSD編集を行い、22.2chにMA (Multi Audio) 処理した。

クルーはカメラマン、音声、ディレクター、コーディネータ、アシスタント5名の最少人数であった。治安の悪い街中で機材量が多いことや、競技会場ではベストなポジションは確保できない、入場制限もあるなど課題や苦労も多かった。



■写真8. SK-UHD8060B+HR-7517 一体型カメラ

3. 8K IBC

今回の8K IBCの主な業務は、各ベニューから光回線で伝送された非圧縮24Gbpsの8Kデュアルグリーン信号 (以下、8KDG信号) を受信し、その受信した8KDG信号のOBSへの分配対応、IBC内8Kシアターでの上映対応、そしてSHV試験放送が始まった日本への伝送対応である。

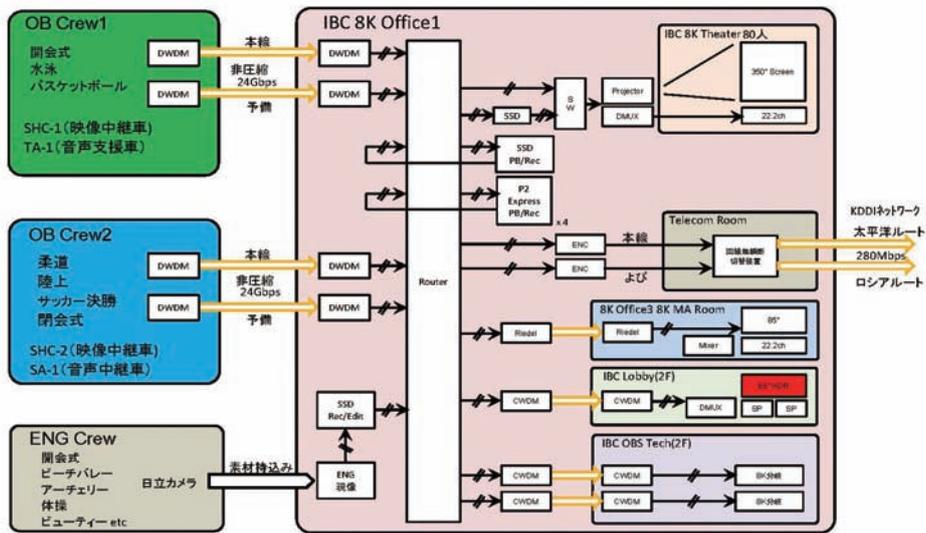
IBCの心臓部である各所分配用ルーター (入力16×出力16) が同期タイプであるため、ベニューからの信号にFS (Frame Synchronizer) を挿入しIBCリファレンス同期信号と同期をさせて信号系統を構築した。また、今回伝送し

た8KDG信号は非圧縮24Gbpsであるため、3G-SDI 信号換算で同軸が8本である。IBC内はほぼ3G-SDIでの回路構成とした。このため各ラック内配線などの同軸は特別に8束同軸を製作した。信号劣化とスペースファクタの両方を考慮し、1.5m、3m、5mは1.5cとし、10mは2.5cとした。これまでの1.5G-SDIだと倍の本数が必要になっていたが、この辺りは技術革新に感謝したい。また、日本への伝送路は1回線であったため、各ベニューからの8K競技中継が錯綜することもあった。その場合、8K IBC内のP2-Express収録機もしくはSSD収録機に一旦収録し、別途伝送した。また、音響管理は8K IBC内での伝送オペレーションの場所では十分な広さを確保できないため、別途MAルームを確保し22.2chの視聴環境を整備して、監視及びロケ素材のMA・完プロ作業を行った。MAルームまでは、RIEDEL社独自の装置を使用して8KDG信号を伝送し、光回線1本で8K映像と22.2chでのモニタ環境を整備した。また、RIEDEL社の連絡装置を使用し、各ベニューや日本との連絡系統を構築した。この連絡系統も前記の光回線1本の中に重畳されている。

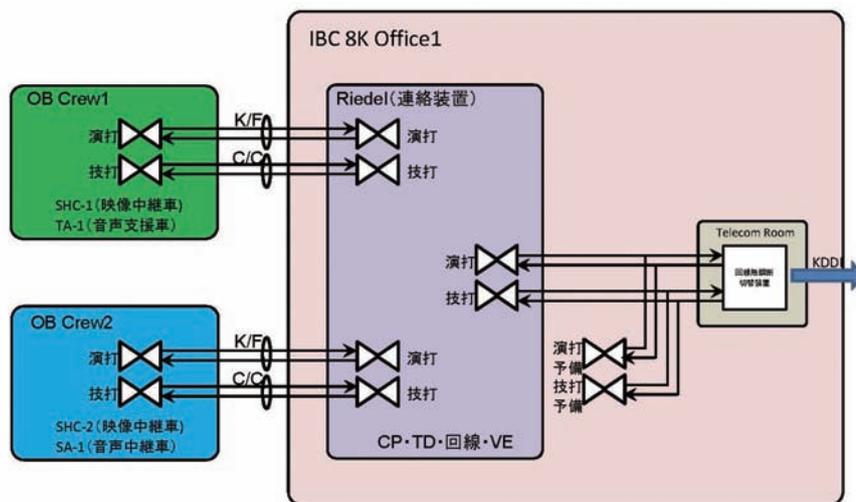
OBS分配は同じIBC内にあるOBSスペースへの伝送であったため、短距離伝送に用いる光伝送装置を使用した。伝送された8KDG信号は、地元のテレビ局TV Globoへ分配され、4KにD/C (Down Converter) された信号が時間差で複数のライツホルダーに配信されたそうである。

8Kシアターの面積は175㎡ほど確保し、プロジェクター方式350インチスクリーン及び22.2ch音響のスピーカーを設置した。座席数は90席を用意した。上映期間は8月4日から8月21日までの18日間で、8月5日からのリオデジャネイロオリンピック開幕までは、ロンドン・ソチオリンピックの8Kハイライトを20分程度にまとめて上映した。開幕以降は、可能な限り競技生中継の上映を行った。それ以外の時間には開会式ハイライトや競技ハイライトを上映したほか、ニュース取材クルーが撮影した中継競技以外の競技素材 (体操・アーチェリー・ビーチバレー) やリオデジャネイロ市内の代表的な景観のまとめを上映した。また、OBSからの要請で各国・各社のVIP対応のため、急きょ上映を行うこともあった。上映期間中の来場者数は6,487人、総上映時間は127時間 (生競技中継時間は85時間) となり、IBC内でも8Kに対する関心が高くなったと感じた。

今回のオペレーションでは8K IBC担当として、技術ディレクター1名、システムエンジニア2名、音声エンジニア2名、回線エンジニア2名、8Kシアター担当として、技術ディレ



■ 図2. 8K IBC伝送概念図



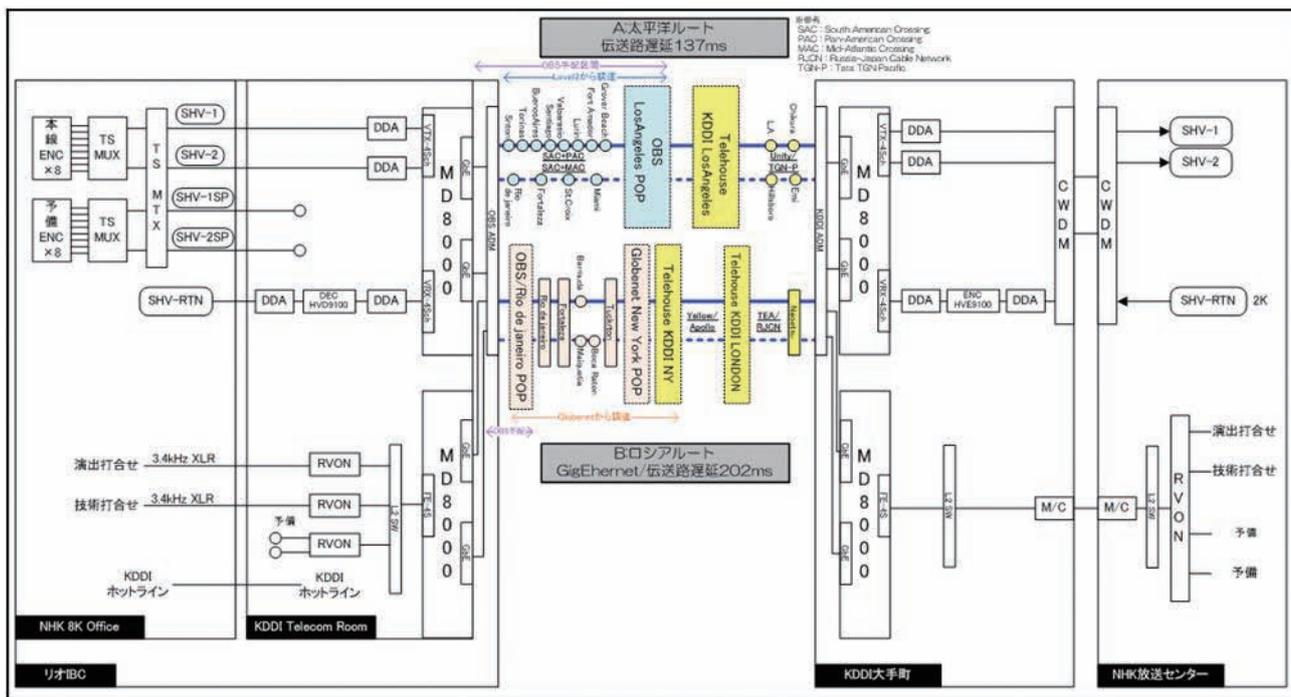
■ 図3. SHV連絡系統概念図



■ 写真9. 8K IBC



■ 写真10. MAルーム



■ 図4. 回線構成図



■ 写真11. 8Kシアタースクリーン



■ 写真13. 8Kシアター入口



■ 写真12. 8Kシアター来場者

クタ1名、システムエンジニア1名、音響エンジニア1名、MA担当として音声エンジニア1名、ニュース取材担当として撮影エンジニア1名、音声エンジニア1名の技術要員で対応した。7月下旬に現地入りしてからの業務は朝から晩まで長時間にわたったが、事前の準備から本番に至るまで各々各人が能力を最大限発揮し、互いの業務をカバーしあったことが、今回のオペレーションの成功につながったと確信している。



4. 8K信号伝送

8K信号の伝送について、回線概要を図5に示す。
本章では伝送区間ごとの詳細な伝送について説明する。

4.1 ベニューからIBCへの伝送

各ベニューからの信号は、DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing：高密度波長分割多重) 装置を用いてIBCまで非圧縮 (24Gbps) で伝送した。今回使用したDWDM装置は、8本の3G-SDI信号をそれぞれ異なる波

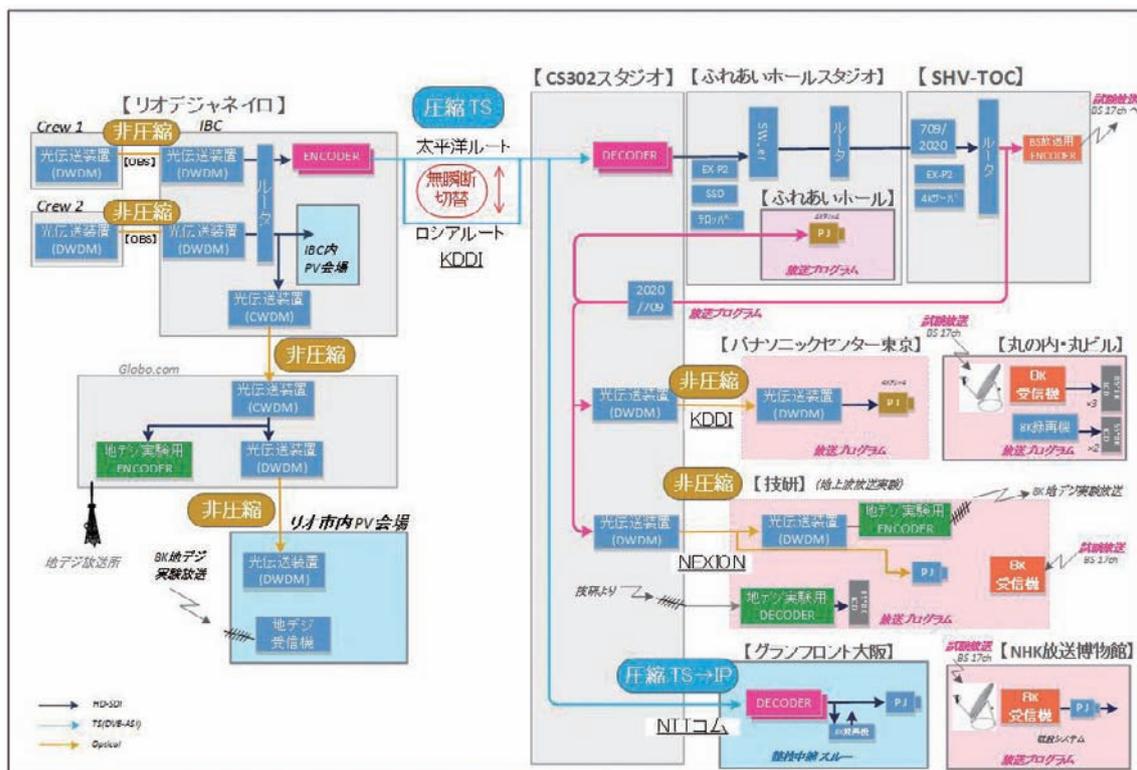


■写真14. IBC伝送装置の設置状況

長の光信号に変換し多重することで、1本の光回線でSHV映像音声信号を伝送することを可能とする。各ベニューからはOBSが提供するダークファイバー 2本により、本線と予備の2系統の信号を伝送した。IBCに近いオリンピックパーク内のベニュー (柔道・バスケットボール会場のカリオカアリーナ、水泳会場のアクアティックセンター) は数kmしか離れておらず、光入力信号が過大となるため、光ATT (Attenuator) を用いて減衰させた。一方、陸上競技の会場であるオリンピックスタジアムや開閉会式の会場であるマラカナンスタジアムは数十km離れた会場であったため、DCF (分散補償ファイバー) を用いて信号特性を補正し、光アンプで信号レベルを調整して、DWDM装置で伝送した。

4.2 IBCから日本への伝送

リオデジャネイロIBCから日本までの国際区間は、JC (Japan Consortium) と同じくKDDIの2K回線を使用した。伝送路はロサンゼルスを経由する太平洋ルートとニューヨーク・ロンドンを経由する大西洋ロシアルートとの異経路二重化構成とし、無瞬断切替機能を有する構成とした。国際区間はIBCにてH.264方式で280Mbpsに圧縮し、140Mbps×2本のTS信号をKDDIに渡して伝送した。2本のTS信号



■図5. リオデジャネイロオリンピックSHV回線概要

の到達時間差は50msec以内とすることを条件としたが、実際の遅延差は10msec程度で常時安定していた。

期間中に片系が断となることはあったが、無瞬断切替え機能により、運用に影響は及ばなかった。また、回線断となった系統もプロテクション機能により即座に復旧されたため、常に異経路二重化構成を保つことができ、非常に安定した運用を実現できた。

4.3 NHK放送センター内分配

KDDIから受け取ったTS信号をNHK放送センター内のスタジオ（CS302スタジオ）でデコードし、仮設8K制作スタジオのふれあいホールスタジオやPV会場へ分配した。ふれあいホールスタジオで制作した信号をSHV-TOCへ伝送し、SHV試験放送初の8K中継番組として送出した。

CS302スタジオでは、SHV試験放送の系統を構築するとともに、局内のモニタ設備や4Kネット配信用の設備への分配も行った。また、国際回線を監視するためのTSアナライザやデコーダ監視装置など監視系統を構築し、安定運用に努めた。



■写真15. CS302スタジオ モニタ設備

4.4 国内PV会場への伝送

PV会場への伝送は、専用回線で配信する方法と試験放送波を直接受信する方法があるが、グランフロント大阪、パナソニックセンター東京、NHK放送技術研究所、NHKふれあいホールの4か所には専用回線で配信した。グランフロント大阪は、TS信号をIP信号に変換しイーサネット専用回線で配信した。また、パナソニックセンター東京とNHK放送技術研究所へはダークファイバーを使用し、SHV-TOCから分岐された放送波スルー信号をDWDMに

て非圧縮伝送した。NHKふれあいホールへは局内光ケーブルを使用し、CWDM（Coarse Wavelength Division Multiplexing：低密度波長分割多重）を用いて非圧縮伝送した。PV会場への回線は本線予備の冗長化構成とし、回線障害時にはPV会場にて本線・予備を手動で切り替える系統とした。

全国のNHK放送局、NHK放送博物館、丸の内の丸ビルなどでは、BS17chの試験放送波を受信して、PVを行った。

4.5 4Kへの取組み

4Kネット配信用にCS302スタジオにD/Cと4Kエンコーダを設置して、8Kライブ信号を4K利用する系統を構築し、Hybridcastやインターネットサービスを通して各家庭の4Kテレビで視聴できるようにした。

また、トライアルの一環として、現地にて取材した4K素材を専用のIP回線を使用して、IBCからNHK放送センターへファイル伝送した。XAVCファイル（600Mbps）は大容量であったが、日本人メダリストのインタビューを中心に伝送し、SHV試験放送において放送することができた。



■写真16. 4Kファイル伝送 受信側の様子

5. 8K仮設スタジオ

5.1 スタジオ概要

NHK ふれあいホールの3階ギャラリースペースに、リオデジャネイロから伝送されてくる競技信号（8K映像・32ch音声）を受信し、SHV試験放送に送出する映像・音声を制作する8Kスタジオを仮設した。

映像制作の主な機能は、リソース切替やスーパー付加、音声制作の主な機能は、32ch音声のミキシング、アナウンスコメントやBGMの付加などで、一般的な2Kの受けスタジオと同様の機能となっている。今回は上記システムに付



随して、各競技を1時間のハイライトとして当日放送するために、スタジオ結合の編集システムも構築した。

5.2 スタジオ機能概要

仮設スタジオでは大きく分けて3つの作業を実施した。①現地から伝送された信号の生送出する作業、②伝送された信号を一旦収録し、放送時間に合わせて送出する時差再生送出する作業、③収録した素材を必要な時間尺に編集し、完プロ制作を行う作業である。

5.3 映像システム

映像設備は、8Kリソースを16系統入力可能なスイッチャ (SW'er) と、入力256×出力256の3G-SDIルーターを基幹に構成した (図6)。

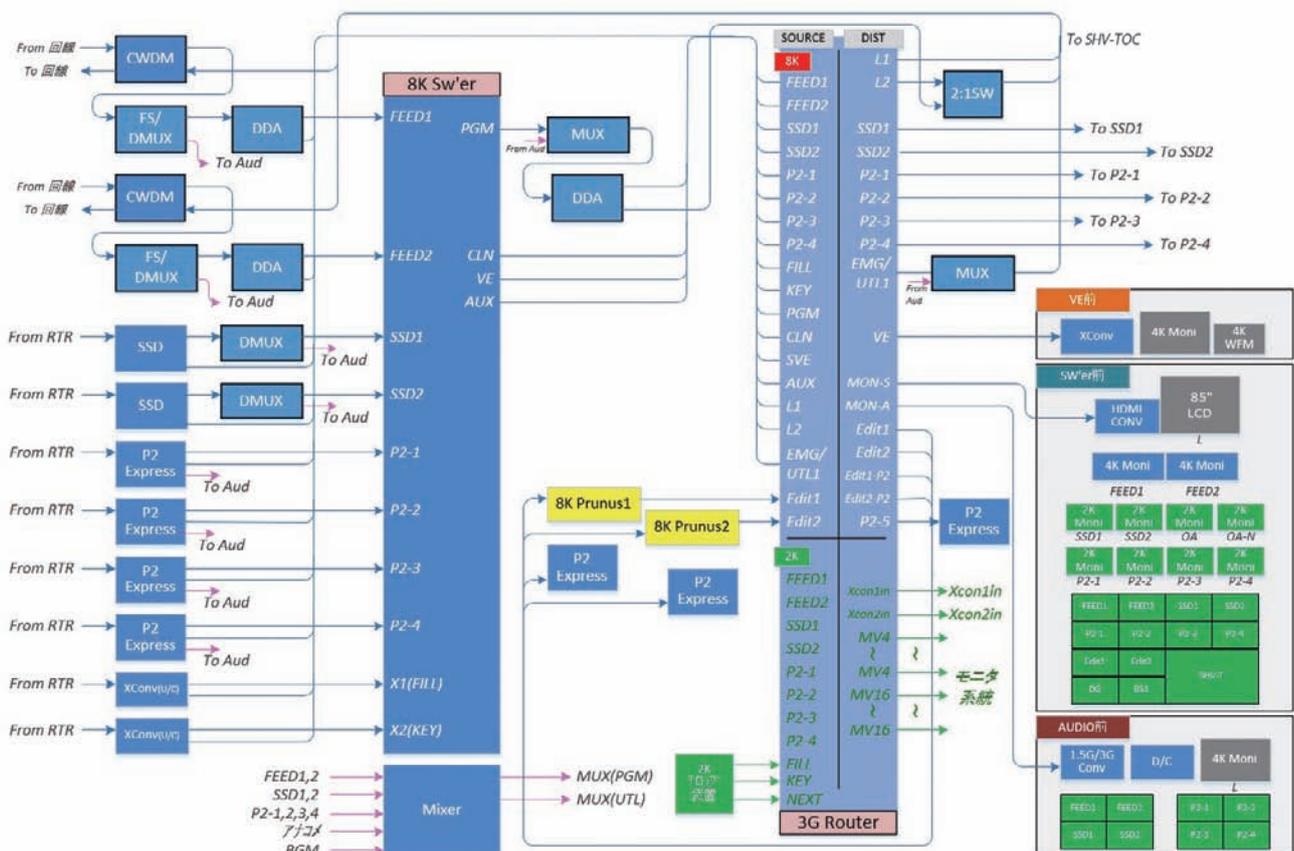
それぞれの入力は、現地から伝送されてくる信号を本線予備で2系統、非圧縮SSDレコーダーが2系統、P2レコーダーが4系統、さらにテロップとしてNHKで使用している2Kのテロップ装置のFill・Key出力をそれぞれ8KにU/CしてSW'erに入力した。

初めての8K生放送スタジオであり、ほとんどの機材が長時間の使用実績がないものであった。さらに予備機が乏しい状態での運用であったため、ほぼすべてのシステムをジャック盤経由とすることで迅速なバックアップができる環境とした。

さらに、障害の早期発見を実現するためVE (Video engineer) 卓の監視システムを充実させ、8K映像、32ch (22.2ch



■写真17. 仮設スタジオ (映像エリア)



■図6. 映像システム

+5.1ch+2ch) 音声を容易に確認できる環境を整えて万全な体制で業務を行った。幸い大きなトラブルはなく、安定した送出を実現できたが、2K、4K、8Kの混在システムは複雑なオペレーションであった。

5.4 音声システム

現地から送られてくる32chの音声信号のレベル管理や音質補正、チャンネルごとのノイズ対処、さらにサイマル放送のための3つの音声フォーマット(22.2ch/5.1ch/2ch)のラウドネス調整(-24LKFS)など、トータルコントロールが的確に実現できる音声システムを構築し(図7)、SHV試験放送に臨んだ。

メイン機器の22.2ch音声卓は、国産のタムラ製NT900を使用し、系統接続には同軸ケーブル1本で64回線の音声信号を扱うことができるMADI信号を中心に構成した。

仮設MIXスペース(17.3m²)はそのままでは反響が多いため、パーテーションやカーテン、カーペット等で吸音処理を施した上で、Musik社製の10cm小型スピーカーを設置した(LFEはGenelec7050)。確実な監視のために、開発段階の32ch音声レベルメーターやラウドネスメーターも使用し、万全なシステムで安定した放送を実現した。

5.5 編集システム

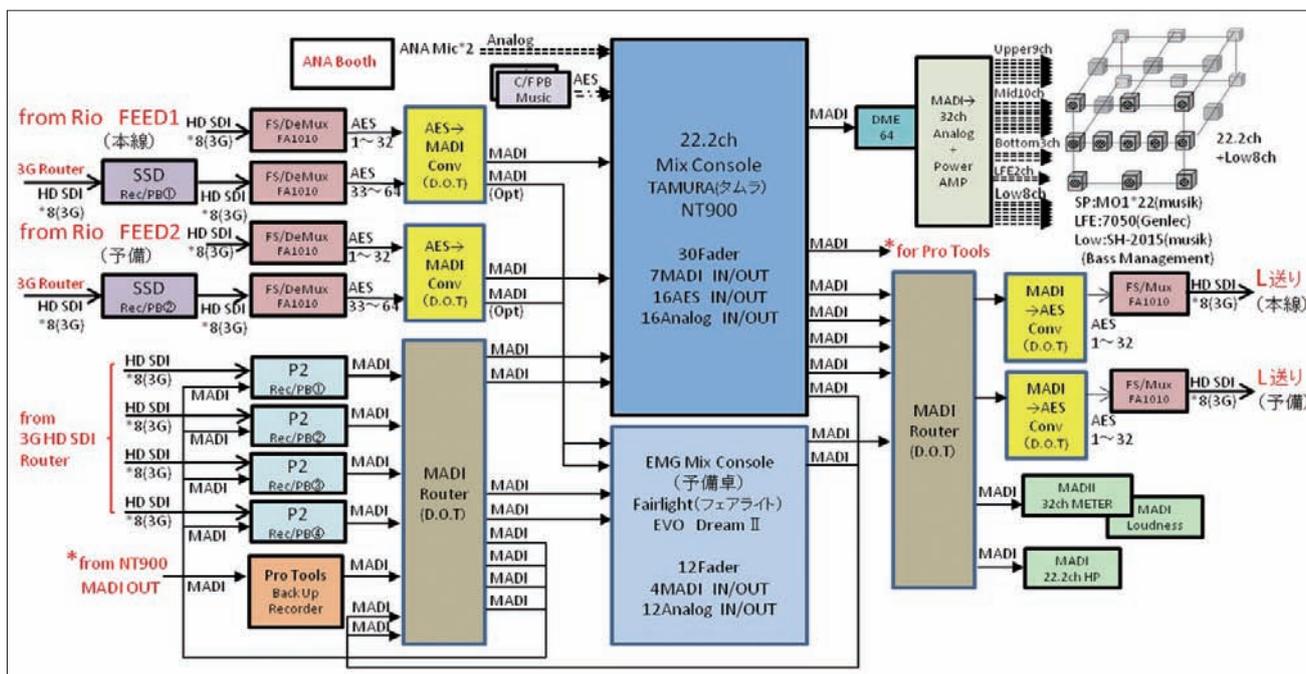
編集システムは、8Kダイレクト編集機として製品化を進めている8K Prunus(さくら映機製)を使用した。入出力ともに8KDG信号、32chエンベディッド音声のインターフェースを有しているため、変換器などを介さないシンプルなシステム構成とすることができた。

編集は時間尺調整とスーパーやBGMの付加といった簡単なものであったが、当日の夕方放送という限られた時間でのハイライト制作においては大きな威力を発揮した。

初めての本番使用であったため、動作の安定度に不安はあったが、放送に支障を来すようなトラブルはなく、



■写真18. 仮設スタジオ(音声エリア)



■図7. 音声システム



今回のオペレーションでは十分な役割を果たすことができた。

6. SHV-TOC

SHV-TOCは世界初の4K・8K送出用TVマスターコントロールルームである。SHV試験放送は通常10時～17時で放送を行う。

リオデジャネイロオリンピックは日本時間2016年8月6日の開会式から8月22日の閉会式まで、1日の放送時間を拡大してSHV-TOCより送出した（一部の競技は閉会式後にも放送）。

図8にSHV-TOCのシステム概略系統とオリンピック放送時の試験放送システムを示す。

6.1 LIVE中継番組

開会式・閉会式のほか、LIVE中継で編成される競技はリオデジャネイロオリンピック用国内スタジオ（8K仮設スタジオ）を本線、回線受けスタジオ（CS302スタジオ）を予備としてSHV-TOCに入力し、生放送を行った。

6.2 収録番組

生放送した競技のハイライト番組や生放送できなかった競技は8Kで収録・編集・完プロ化され、SHV-TOCに設置

されている8K録再機から送出した。また、メダル獲得者のインタビュー番組「メダリストInterviews」は、リオデジャネイロの現場で4K収録し、ファイル伝送された素材を日本で編集・MA・完プロした上で、4K送出サーバからU/Cし8Kに変換して送出した。

6.3 試験放送のシステム系統概要

オリンピック番組は試験放送用チャンネルで8K放送した。番組は情報管理制御装置に登録された時刻に基づき、8K-MTX (Matrix) で選択され、DSK (Down Stream Keyer) 経由で8Kエンコーダへ入力された。

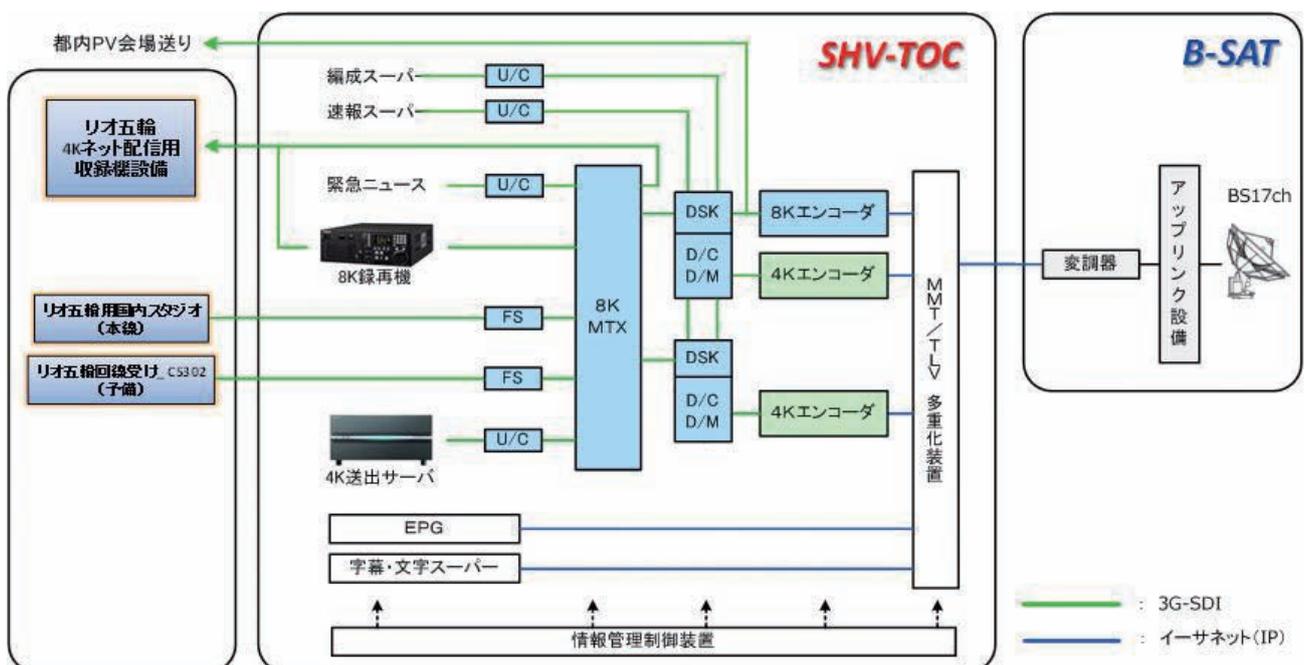
入力映像信号はH.265/HEVC (High Efficiency Video Coding) 方式で、また、入力音声信号はMPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) 方式で圧縮・符号化し、MMT (MPEG Media Transport) 形式で多重化装置へ渡された。

多重化装置ではEPGや字幕等が多重され、TLV (Type Length Value) 方式で送出し、B-SAT (株式会社放送衛星システム) で変調され、BS17chを使用して放送された。

SHV試験放送は全国のNHK放送局とPV会場で視聴された。

6.4 4K NOD配信

リオデジャネイロオリンピックはNOD (NHK On Demand)



■図8. SHV-TOC試験放送系統

でも8KをD/Cした4Kで配信された。

NOD用の素材収録はSHV-TOCの放送同録系統を流用し、情報管理制御装置で同録指定されたLIVE中継番組を収録するための仮設系統を構築して対応した。

7. SHV試験放送受信公開

8月1日からスタートしたSHV試験放送は、高度BSデジタル放送という新しい方式の衛星放送であり、従来のBSデジタル受信機では受信できず、受信には新方式に対応した受信機が必要である。

NHKでは、全国の放送局に、高度BSデジタル放送の運用規定に準拠する新開発のSHV専用受信機、HDR (High Dynamic Range) 対応の85インチ8Kモニタ、22.2マルチチャンネル音響設備 (一部の局はステレオ) の整備を行い、放送開始日よりSHV試験放送の受信公開を行っている。

リオデジャネイロオリンピックの期間は、より多くの視聴者に臨場感あふれる映像と音声で競技を楽しんでもらえるよう、渋谷のNHK放送センターに併設されたNHKふれあいホール、東京駅前の丸ビル「MARUCUBE」などに

も仮設会場を設け、全国の約60か所で、SHV試験放送の受信公開によるPVを開催した。PV会場でオリンピック放送を視聴した方からは、「ここまで大画面で高画質の映像を初めて見た」「音が後ろや横から聞こえてきて、現地で見ているような感覚を味わうことができた」と好評であった。



■写真21. NHK京都放送局



■写真22. NHK福井放送局



■写真19. SHV受信機写真



■写真20. 85インチモニタと22.2ch音響設備



■写真23. NHK水戸放送局



■写真24. NHK名古屋放送局



■写真26. MARUCUBE



■写真25. NHKふれあいホール

8. 国内PV会場と概要

8.1 国内PV概要

国内PV会場は、東京5か所、大阪1か所の計6か所で、今までにNHKが行った国際的なスポーツイベントのPVとしては最大の規模となった。国内PV全体のシステム構築は、8K機材を効率的に使うとともに、各PV会場へ光回線で配信するシステムとSHV試験放送を直接受信す

るシステムを使い分けて構築した。国内PVシステムは、図5（リオデジャネイロオリンピックSHV回線概要）を参照。

国内PV会場の概要と入場者数は、表1のとおりである。

8.2 PV会場の特徴

●NHKふれあいホール

NHKふれあいホールのスクリーンは、520インチとPV会場の中で最も大きく、8K SHVの迫力ある映像が体感できた。上映方法は、エッジブレンディング機能を活用した、4Kプロジェクター4台による8K上映を初めて実施した。従来から使用してきた8Kプロジェクターの明るさは約4,000lmであったが、今回使用した4Kプロジェクターは1台で10,000lm、4台使用することで40,000lmとなり、従来の約10倍の明るさであった。投影映像が明るくなったことにより、鮮やかな色彩と映像の明暗が忠実に映し出され、8Kの特徴と魅力を余すことなく表現できた。4Kプロジェクター4台のブレンディングによる上映では、スクリーンが520インチの大きさであるがゆえ、調整に苦労した（8.3技術的な課題で詳述）。

■表1. 国内PV会場の概要と入場者数

会場	席数	スクリーン	投影機	伝送/エアー	入場者数
NHK放送博物館	70席	200インチ	8Kプロジェクター (DLA-SH7NLG)	放送受信	3,658
NHKふれあいホール	235席	520インチ	4K×4プロジェクター (PT-RQ13KJ)	伝送 (非圧縮)	5,548
NHK放送技術研究所	234席	300インチ	8Kプロジェクター (DLA-SH7NLG)	伝送 (非圧縮)	918
丸ビル (MARUCUBE)	入場自由	85インチ 55インチ	3台 (LV-8500N) 2台 (DM-3814,Pana)	放送受信 P2再生	42,430
パナソニックセンター東京	入場自由	240インチ	4K×4プロジェクター (PT-RQ13KJ)	伝送 (非圧縮)	17,918
グランフロント大阪	216席	350インチ	8Kプロジェクター (DLA-SH7NLG)	伝送 (圧縮 IP)	4,569

入場者数合計 75,041

●パナソニックセンター東京

パナソニックセンター東京は、国際展示場駅から東京ビッグサイトへの途中にあり、展示場の来場者、通勤するサラリーマン、夏休みの家族連れなど、多くの人々が来場した。スクリーンは240インチとやや小型であったが、NHKふれあいホールと同様、4Kプロジェクター4台により映像の明るさと色の鮮やかさが際立っていた。



■写真27. パナソニックセンター東京の客席
左上が4Kプロジェクター4台

●丸ビル (MARUCUBE)

丸ビル1階MARUCUBEでは、リオデジャネイロオリンピックの期間中SHV試験放送の受信公開を行った。試験放送波の受信は、丸ビルから既設のBS共聴分配設備を利用させていただき、事前に所要C/N比が得られることの確認を行った。会場は人通りの多い公共のスペースであることから、大がかりな作業は夜間に行い、8月6日(土)の開会式に間に合うよう8月3日(水)から2晩かけて大規模な設営を行った。会場の中心には「8Kタワー」を設置し、85インチSHVモニタ+受信機と枠型スピーカーを組み合わせたセットを2式組み込んだ。また、会場内の別のエリアには、85インチSHVモニタ+受信機とトルボーイスピーカーシステムを組み合わせた「8Kシアター」を設置し、22.2ch立体音響が体験できるようにした。

今回、実際の試験放送波を受信し展示することで、来場者には8K放送の実現イメージを持ち帰っていただくことができた。また、期間中に何度か降雨減衰による受信公開の中断があったが、このことで改めて現実の放送サービスに近い形でのSHV PVであることが再認識できた。通りすがりに立ち寄った来場者の中でも4K/8Kという言葉の認知度は思いのほか高く、現状の「4K対応テレビ」との違い

いや、SHV普及へのロードマップ、今後の課題などについての質問や意見を伺うことができた。



■写真28. 8Kシアターと8Kタワー

●グランフロント大阪 (ナレッジシアター)

グランフロント大阪は、駅から徒歩3分のところにあり、PVを実施したナレッジシアターは舞台公演や音楽イベントなどに使える多目的ホールである。サッカーワールドカップブラジル大会や紅白歌合戦でPVを実施した実績ある会場で、350インチのスクリーンを設置し、プロジェクターや映像・音声機器を持ち込んで設営した。8K SHV信号は、現地から伝送されたTS信号で、会場でデコードして上映するとともに、時差の関係で深夜に伝送される場合は収録して昼に上映するという方法をとった。またこれ以外に、8Kコンテンツの再生も行った。上映期間は、8月6日～14日と他の会場より短い期間であったが、この9日間で約4,500人の来場者で賑わった。

8.3 技術的な課題

PV全体システムとシステム構築を行う上で、いくつか課題があった。コンテンツの内容により、SDR/HDR、音声モードが異なり、放送波受信では受信機で自動判別できるが、SHV-TOC出力を光回線で受けるPV会場の場合、これらのモードは自動判別することができなかった。ほとんどのコンテンツがSDR/22.2chで、HDRコンテンツは数がそれほど多くないため、そのまま上映し、5.1ch音声のコンテンツはPV会場のPA卓で対応した。

4Kプロジェクター4台のブレンディングによる上映は、投影映像が明るくなり8Kの特徴が忠実に上映できたが、ブレンディングのための調整に苦勞した。特にNHKふれ



あいホールでは520インチの吊り下げ式大スクリーンとホール内の空調環境により、スクリーンに微妙な“たるみ”が生じ、中央部分を中心にブレンドのつなぎ目が一部位見えたり、フォーカスがぼける現象があった。スクリーン位置の微調整や空調の吹き出し口を変えるなどの対策を行い改善したが、今後運用面でのノウハウを蓄積してクオリティーの高いPVを実施していきたい。

受信公開の会場では、降雨減衰により映像を上映できない時間帯があったが、簡易8K再生機で別のコンテンツをスタンバイするなどの検討をしていきたい。

8.4 今後に向けて

リオデジャネイロオリンピック期間中、国内PV 6会場の入場者数は約7万5千人、NHK各放送局への来場者を含めると約21万4千人と多くの方に8K SHVの魅力を感じてもらった。来場者からは、「映像が鮮明で迫力がある」、「スタジアムの中にいるようで臨場感がある」、「とても明るい」という意見をいただいた。

一方、「試験放送を受信しているのか」、「どのような信号で上映しているのか」、「現地からはどうやって信号を送っているのか」など、技術的な質問もいただいた。今回

寄せられた意見や質問を参考に今後のPVをより充実させ、8K SHVの普及を推進していく。

9. 4Kネット配信

9.1 概要

NHKでは、高画質なデジタルサービスを提供するため、リオデジャネイロオリンピックの8K超高精細映像を活用した4K高精細映像を、ハイブリッドキャストにて合計8イベントのライブ配信及び見逃し配信を実験的にサービス提供した。



■図9. Hybridcastアプリケーションイメージ

■表2. 配信実施イベント一覧

8月6日(土) 開会式	4K見逃し動画	見逃し動画配信中
8月7日(日) 柔道ハイライト (女子48キログ級、男子60キログ級)	4K見逃し動画	見逃し動画配信中 (「ひかりTV」ではご覧いただけません)
8月8日(月) 柔道(女子52キログ級、男子66キログ級)	4Kライブ配信 4K見逃し動画	午前3時25分～ 見逃し動画配信中
8月11日(木) 競泳決勝ハイライト	4K見逃し動画	見逃し動画配信中 (「ひかりTV」ではご覧いただけません)
8月14日(日) 競泳(男子1500m自由形ほか)	4Kライブ配信 4K見逃し動画	午後0時30分～ 見逃し動画配信中
8月17日(水) 陸上(男子3000m障害ほか)	4Kライブ配信 4K見逃し動画	午後9時55分～ 見逃し動画配信中
8月21日(日) サッカー 男子 決勝	4Kライブ配信 4K見逃し動画	午前5時20分～ 見逃し動画配信中
8月22日(月) 閉会式	4K見逃し動画	見逃し動画配信中

9.2 配信システム

映像素材は、リオデジャネイロIBCからSHV試験放送向けに伝送された8K信号を国内で4K信号にD/Cし、HEVCコーデックにリアルタイムエンコードしたものを利用した。

4Kハイブリッドキャスト受信機向けにエンコーダの出力をセグメント化し、暗号化処理を施した上でMPEG-DASHフォーマットにパッケージング処理することでライブ配信、見逃し配信を実施した。

■表3. 配信フォーマット

TS Bitrate	27Mbps
Video Resolution	2160 × 3840 pixels
Video Frame Rate	59.94p
Video Encode Format	HEVC Main10 Profile
Video Bitrate	25Mbps
Adaptive Bitrate Number	1
Audio Encode Format	MPEG2 AAC LC
Audio Bitrate	192kbps
Audio Channels	Stereo
Packaging Format	MPEG-DASH
Segment Length	10sec

配信にあたっては、オリジナルの画質を保ちながら、できるだけ多くの家庭で安定的に再生できるように配信ビットレートの調整を重ねた。

今回のサービスではシングルビットレートでの映像配信を行ったが、今後はアダプティブビットレートに対応するなど、より多くの環境で安定的な再生を実現するための検証を重ねていく必要がある。

また、映像のロードやシークにかかる時間の短縮などユーザビリティを向上させるためのブラッシュアップを重ねていく。

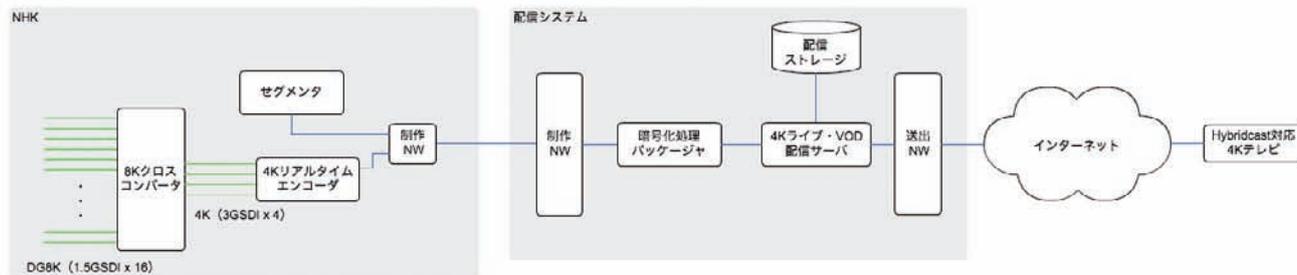
9.3 今後に向けて

NHKでは、これまでもHD画質の映像配信やデータ連携など、ハイブリッドキャストを活用したデジタルサービスを積極的に展開してきた。SHV試験放送の開始によって、従来の放送を超えた映像画質への需要が高まることが予想される。このような視聴者の要求に応えるため、4K、8Kといった高画質の映像配信の研究・開発を継続的に進めていく。

10. おわりに

各現場の担当者が8K SHV・22.2マルチチャンネル音響ならではの魅力や迫力を存分に発揮してみせようという気概を持って仕事にあたり、「その場にいるかのようなリアル感」「きめ細かく色鮮やかな映像」「見せたいものを描く映像表現」「体全体を包む、深く広がり迫力ある立体音響」を実際に送り届けることができたと自負している。

オリンピックの今大会のスローガンは「Um Mundo Novo (新しい世界)」であった。NHKもオリンピックとともに8K SHVによる試験放送という新しい世界に足を踏み入れた。まだまだ機材的や運用的に未成熟な側面があるのは否めないが、すでに試験放送が開始されており、放送しながら「新しい世界」をつくりあげていく必要がある。今後も魅力的なコンテンツ制作を継続し、8K SHVの世界を発展させていきたい。



■図10. 配信システム概要図