

3DIPTV マルチキャスト配信と 3D 機器

～道後温泉本館（『坂の上の雲』のまち松山）3D Live 中継～

FAシステムエンジニアリング株式会社（FASE）

中村康則（リーダー） なかむら やすのり

株式会社NHKメディアテクノロジー（NHK-MT）

寺田 茂 てらだ しげる

株式会社アスナ

河野通之 こうの みちゆき

独立行政法人情報通信研究機構（NICT）

木村和宏 きむら かずひろ 中村一彦 なかむら かずひこ

超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム（URCF）普及促進部会立体映像伝送作業班および独立行政法人情報通信研究機構（NICT）は共同で、CEATEC JAPAN 2009において、3D映像のハイビジョン映像伝送（IPTV*1）に関する展示・実証実験を行った。高画質のハイビジョン3Dライブ映像をリアルタイムに配信した実証実験は、3D映像のIPTV放送実現に向けた大きな実績となった。

超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム（以降URCF）普及促進部会立体映像伝送作業班、(株)NHKメディアテクノロジー、(株)アスナ、FAシステムエンジニアリング(株)の3社および独立行政法人情報通信研究機構（以降NICT）は共同で、平成21年10月6日（火）～10月10日（土）に幕張メッセで開催されたCEATEC JAPAN 2009において、NICT展示ブースにて3D映像のハイビジョン映像伝送（IPTVマルチキャスト配信）*2に関する展示・実証実験を行いました。今回は、この実証実験の成果を、3D機器構成や技術的背景を含めてご紹介いたします。

URCF立体映像伝送作業班は、2年前のCEATEC JAPAN 2008において、3D立体ハイビジョン映像を、愛媛県松山市「坂の上の雲」の町（松山）*3の道後温泉前から、「坊っちゃん列車」（写真1～3）の映像をライブ生中継でCEATEC会場の幕張まで2ストリーム完全同期のHDV画像30Mbpsユニキャスト伝送する実証実験を行い、連日1,000人を超える来場者を迎え、大成功のもと大きな反響を得る事が出来ました。単なる3D映像の展示ではなく、“生”の映像によるリアルタ

イムなライブの迫力と、“道後温泉”、“坊っちゃん列車”という観光地動的コンテンツという面白さが、来場者のみなさまの興味を引き、関心に繋がったのではないかと学び感じることが出来ました。2009年は、この実



写真1 坊っちゃん列車Live 3D映像



写真2 会場展示風景



写真3 道後温泉本館Live 3D映像

績を踏まえてさらに一步踏み込み、3DハイビジョンIPTVの放送実用化を想定し、世界初の3Dマルチキャストライブ配信実験に臨みました。

3DハイビジョンIPTVを視野に入れたマルチキャスト配信を実現するには、高画質でありながら低帯域、しかも、3D映像としての同期が完璧にとれた映像の伝送技術が不可欠です。そこで、今回の実証実験では、左目・右目の2つのストリームを“リアルタイム”に高精細Side By Side方式 (MT方式)*4の3D映像に変換する「3D Side By Side Encoder/Decoder」(写真4)を



写真4 3D Side By Side Encoder/Decoder

新たに用意しました。入出力にHD-SDI 1080系ハイビジョン信号を採用し、高精細画質と同期精度にこだわった本装置は、3Dハイビジョン放送品質機器として世界初の製品となります。放送用プロフェッショナル仕様で設計された本装置は、リアルタイム伝送を可能とする他、既存のHD VTRへの録画をも可能とし、放送に必要なニーズに幅広く応えます。今回の実験では、本装置がキーとなり、各拠点で活躍しました。実際の構成をご紹介します。

今回の展示・実証実験では、CEATEC会場を中継局と想定し、松山市の道後温泉本館「坂の上の雲」のまち松山の映像を3Dハイビジョンカメラで撮影し、NICTの研究開発用ネットワークJGN2plus**5を介してCEATEC会場で受けます。CEATEC会場では、「3D Side By Side Encoder/Decoder」を用いることにより

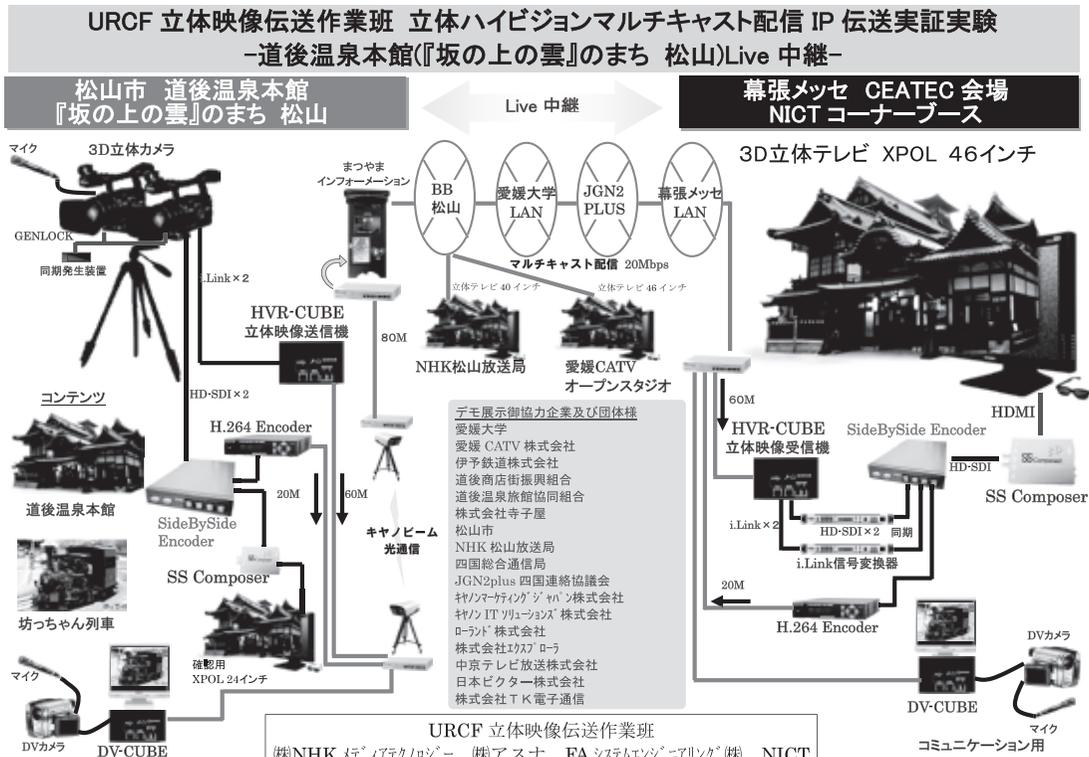


図1 道後温泉本館 (『坂の上の雲』のまち 松山)Live中継 構成図

リアルタイムに3D映像変換し、H.264でエンコードした後、マルチキャストで3D-IPTVとして配信します。配信された映像は、地域インフラ（BB松山）を経由して、NHK松山放送局、愛媛CATVで受信し、3Dテレビ（Xpol方式ハイビジョン立体モニタ）^{※6}に放送映像として上映しました（図1）。

道後温泉本館前に3Dカメラを設置しました（写真5）。

3Dとしての立体感が得られるよう、カメラの設置調整は重要です。設置を迅速且つ確実に行うために専用のカメラステージを用意しました。2台のカメラは、同期BOXでGENLOCKされ同期が取れています。カメラの出力は、その場で「3D Side By Side Encoder」によりSide By Side映像に合成され、「3D SS Composer」を介して3Dモニタに表示されます。「3D SS Composer」とは、HD-SDIによる高精細Side By Side映像を入力とし、Xpol方式ハイビジョン立体モニタに3D合成して表示するポータブルなコンバータです（写真6）。リアルタイム変換された3D映像を確認しながら3Dカメラマンが正確に調整します。今回のように観光地などの屋外からの中継を考えた場合、簡単な接続で、すぐに3D映像を確認できる、このような装置は大きな意味を持ちます。



写真5 カメラの設置



写真6 3D SS Composer

撮影された3D映像は、JGN2plusを介して幕張のCEATEC会場まで伝送されます。高精細画質での3D映像を来場者の方にご覧いただけるよう、左目用のカメラ・右目用のカメラのそれぞれのHDVストリームを、そのまま同期を取りながら伝送します。合計60Mbpsのデータを左右の同期を取りながら伝送するのは非常に難しい技術です。HVR-CUBEと、JGN2plusの広帯域で安定したネットワーク環境によって実現することができました。CEATEC会場では、受信した2つのHDVストリームをHD-SDIにコンバータで変換した後、「3D LR Composer」（写真7）により3D合成し3Dモニタに表示します。「3D LR Composer」は左右2つのHD-SDI映像信号をインターリーブ合成し、Xpol方式の3Dモニタに表示するコンバータです。2つのハイビジョン映像から3D合成するため、Side By Side形式の3D表示よりも解像度が高く、迫力のある映像を作ることができます。



写真7 3D LR Composer

今回の実証実験では、3DハイビジョンIPTVの実現を最大のテーマとしています。先にも述べましたが、3D-IPTV実現のためには、上記のような60Mbpsを超えるような大容量の通信では現実味がありません。以下に効率よく低帯域且つ高画質な3D映像を伝送できるか、しかも多くの方に同時に視聴していただくためにマルチキャストで伝送できるかが課題となります。そこで、左右2つの映像を、「3D Side By Side Encoder」でリアルタイムに合成し、1つのハイビジョン映像に変換します。この段階で既に2つの映像の完全な同期を保証できます。この映像をH.264にリアルタイムでエンコードし、約12~20Mbpsにまで圧縮し、マルチキャスト配信します。今回は、実際にNHK松山放送局の1Fロビー（写真8）と愛媛CATVのオープスタジオ（写真9）にH.264の受信装置を設置しました。受信したSide By Sideの映像は「3D SS Composer」を用いて、Xpol形式のモニタに簡単に3D表示できます。多くの方に3Dライブ映像を体験していただくことができました。



写真8 NHK松山放送局1Fロビー



写真9 愛媛CATV 1Fオープスタジオ

CEATEC期間中の幕張会場では、台風の直撃などのハプニングがあったにも関わらず、連日2,000人に迫る来場者があり、3Dの“ライブ生中継” & “IPTV”に高い評価をいただくことができました。3Dによる展示・実演が花盛りの中、私どもの実証実験に評価をいただいたことは、高度な3D機器やネットワーク技術と共に、“コンテンツの面白さ”、“ライブ映像の迫力”にポイントがあったのではないかと強く感じます。逆に、魅力的なコンテンツの提供には、高い技術力と経験の積み重ねが重要であると痛感しました。事実、今回の実証実験においては、松山市のご協力の下、重要文化財である道後温泉本館前にカメラを設置しました。文化財に傷をつけるわけにはいかないので、道後温泉前から地域イントラネットワークである

松山BBまでは、直接ケーブルを敷設することができません。そこで、CANOBEAMという光通信装置を利用し、ワイヤレスで実効100MbpsのFull Duplexネットワーク環境を用意しました。松山BBとJGN2plusとの接続は愛媛大学をジョイントにして実現します。高速大容量で安定したネットワークであるJGN2plusを用いても、撮りたいコンテンツの直近まで、簡単にはネットワークを通すことができません。いわゆるラストワンマイルの問題です。我々URCF立体映像伝送作業班では、数多くのメーカーのご協力の下、最新のネットワーク機器を用いてこの問題に立ち向かい、松山の道後温泉から幕張のCEATEC会場までの回線を作り上げました(図2)。多くのネットワークインフラを介して、60Mbps超のデータを伝送するには、各ネット

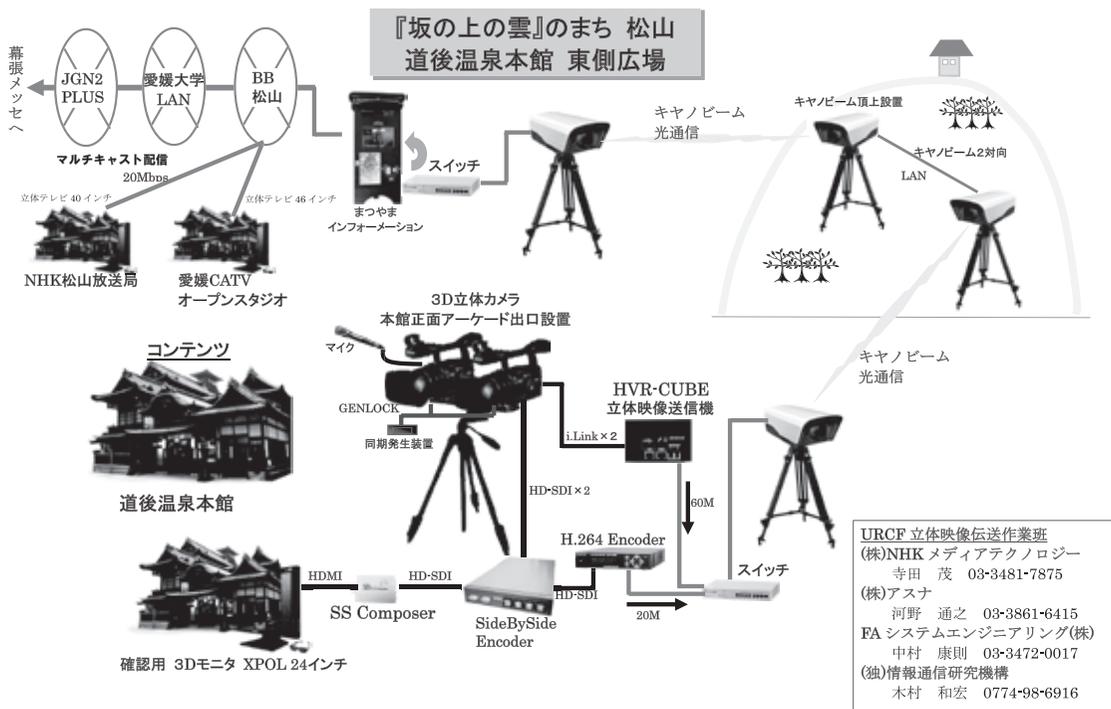


図2 立体カメラ設置側

ワーク空間の接続の調整において多くのノウハウを要します。また、屋外で3D撮影機材を設置し撮影するには、他の観光客の方にご迷惑にならぬよう、コンパクトに手軽な配線で素早く設置運用できることが要求されました。そんななか、「3D Side By Side Encoder」、「3D SS Composer」等の3D装置が威力を発揮しました。3D-IPTV放送実現のために、マルチキャスト配信は必須のテーマです。H.264エンコーダ、デコーダを用いて、画質と安定性のバランスを見ながらの調整を行いました。

このように、観光地コンテンツという、より放送に近い形でのライブソースを元に、「3D Side By Side Encoder/Decoder」や伝送系を含む、ハイビジョン3Dカメラから、3Dテレビ表示装置までのトータルソリューションをまとめた放送品質での実証実験は世界初の試みです。多くの方のご評価をいただき、大成功のうちに実験を終えられたことをご報告いたします。本イベントは多くの関係機関の御協力のもと、成し得た実証実験でした。本誌面を通じて感謝と御礼を申し上げます。

げます。

本年度から各TVメーカーよりフレーム（F）シーケンシャル（S）対応の3DTVが各種出荷されています。FS対応のComposerシリーズとして「3D FS-Composer」(写真10)を出荷しています。入力フォーマットが1080 60i、59.9iに対応した放送品質のハイビジョン版です。3DTVと3D Composerシリーズとの接続構成図(図3)をご参考ください。偏光メガネ方式とアクテ



写真10 3D FS-Composer

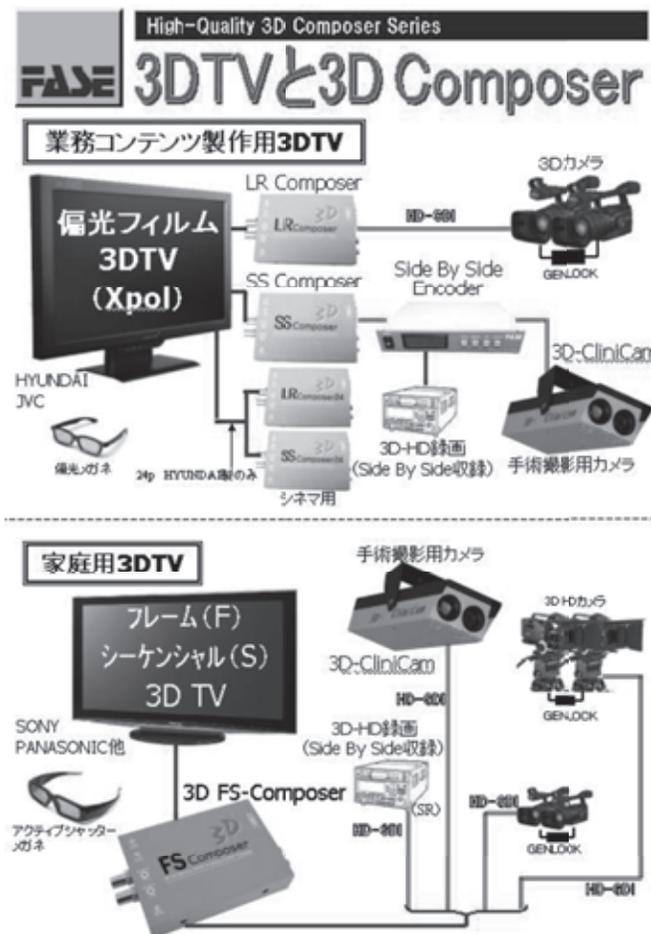


図3 3DTVと3D Composerシリーズとの接続構成図

3D Side By Side Encoder / Decoder 使用事例 (3D Composerシリーズ 含む)

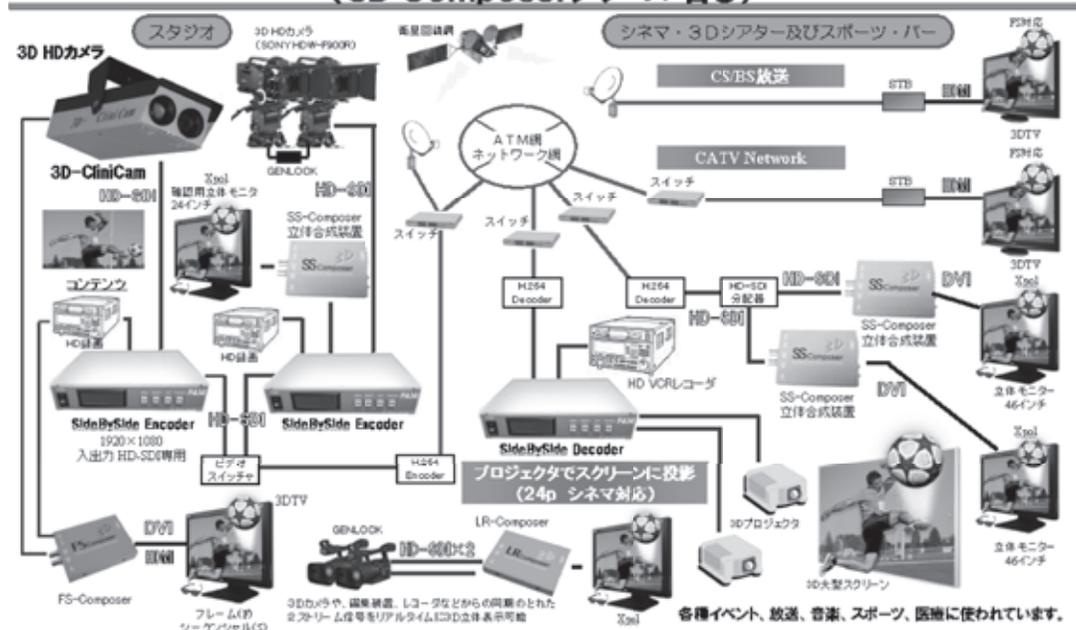


図4 各種3D対応機器 高画質放送品質利活用の機器接続構成図

イブシャッターメガネ方式との接続構成図等を示しています。

また、各種3D対応機器を3D-IPTVとして高画質放送品質利活用の機器接続構成図が図4です。併せてご参考ください。各種有料放送（CS、BS、CATV等）のSide By Side方式の事例を示しています。

今後、我々URCF立体映像伝送作業班メンバーでは、装置の小型化や、機動性のあるカメラの製作、安定感のある映像伝送手法の研究・開発と共に、より魅力的なコンテンツの創作、撮影手法の研究などを継続して行いたいと考えます。

<用語解説>

*1 IPTV

IPTVとは、IP(Internet Protocol)を利用して、デジタルテレビ放送を配信するサービスのこと。近頃ではスマートテレビとも言われる。

IPTVでは、ブロードバンド接続されたネットワークインフラを介して、配信・視聴される。技術的には、IPv4、IPv6マルチキャストプロトコルが使用されるが、本実験ではIPv6マルチキャストを用いた。ブロードバンドの特性を活かし、VOD(Video On Demand)の実現と関連付けられることが多い。

*2 マルチキャスト配信

マルチキャスト配信とは、ネットワーク技術のひとつで、コンピュータネットワーク網において、複数の端末に同時に同じデータを配信する技術。通常のコンピュータ通信で用いられる1対1の通信(ユニキャスト)に比べ、1回の送信で複数箇所に同時に送れるため、ネットワーク負荷を軽減させることができる。

*3 「坂上の雲」のまち松山

司馬遼太郎氏の代表作の一つで、松山にゆかりの深い小説「坂上の雲」。松山市では、この物語の舞台となった明治時代の再評価を土台に、3人の主人公(正岡子規、秋山好古・真之兄弟)の持つ、「若さ・明るさ」、「集め・比較すること」、「リアリズムと合理性」、「励む・励ます」の4つのテーマを基本理念として、松山全域をフィールドミュージアム(屋根の無い博物館)として捉え、一体的に整備し、「松山らしさ」を演出するとともに、全国に情報発信している。

*4 高精細Side By Side(MT方式)

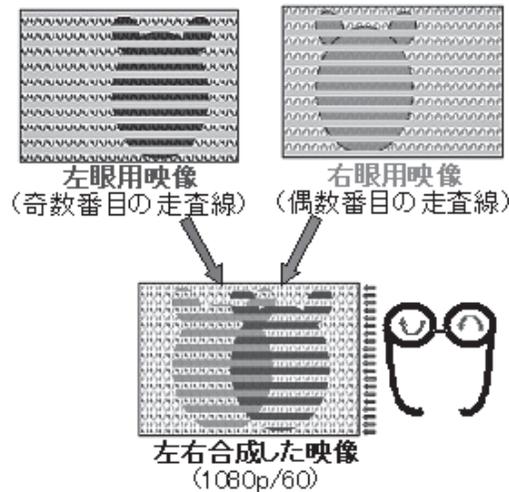
高精細Side by Side方式とは、3D立体映像を表示させるための技術のひとつで、画像の横幅を1/2に縮めた(圧縮した)うえで、2つの映像を画面の左右に並べてMT方式にて1つの高精細ハイビジョン画像に合成したものを言う。MT方式は(株)NHKメディアテクノロジーが開発した方式である。

*5 JGN2plus

独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) が運営する、超高速・高機能研究開発テストベッドネットワーク。JGN (Japan Gigabit Network) から、JGN2へと発展し、平成20年4月よりJGN2plusとして、研究活動が行われている。全国59のアクセスポイント間で、IPv4/v6のQoS(品質保証)のとれた、高品質な超高速ネットワークが実現されている。

*6 Xpol™方式ハイビジョン立体モニタ

Xpol™方式ハイビジョン立体テレビには、走査線の一本おきに逆の特性の偏光フィルターが貼ってあるため、偏光眼鏡を掛けて右眼用と左眼用の映像が走査線の1本おきに交互にはめ込まれた映像を見れば、分離された左右用の映像をそれぞれ左右の眼で同時に見ることができるため、疲れが少ない理想的な立体 (3D) 映像が得られる特徴がある。偏光眼鏡を外して、そのまま通常のハイビジョン放送を受信すれば、普通のハイビジョンテレビとなる。



< 3D 機器説明 >

写真4 3D Side by Side Encoder

2つのカメラで撮影した2系統のハイビジョン立体映像は、高精細Side By Side方式 (MT方式) で、水平方向に圧縮し合成することで1つのハイビジョン映像となる。この映像は通常のハイビジョン信号として記録することが出来るので、既設のハイビジョンVCR1台で立体映像の収録やLIVE伝送が可能である。XPOL 3Dモニタに接続すれば、3D映像をリアルタイムにラ

イブ表示、入出力はHD-SDI専用である。

- ・MT方式：株式会社NHKメディアテクノロジーが開発したSide By Sideの圧縮方式
(対応画像フォーマット： SMPTE292M準拠 HD-SDI 1080系ハイビジョン信号
1080i/60、1080sF/30、1035i/60、1080i/59.94、1080sF/29.97、1035i/59.94、1080i/50、1080p/30、1080p/29.97、1080p/25、1080p/24、1080p/23.98、1080sF/24、1080sF/23.98)

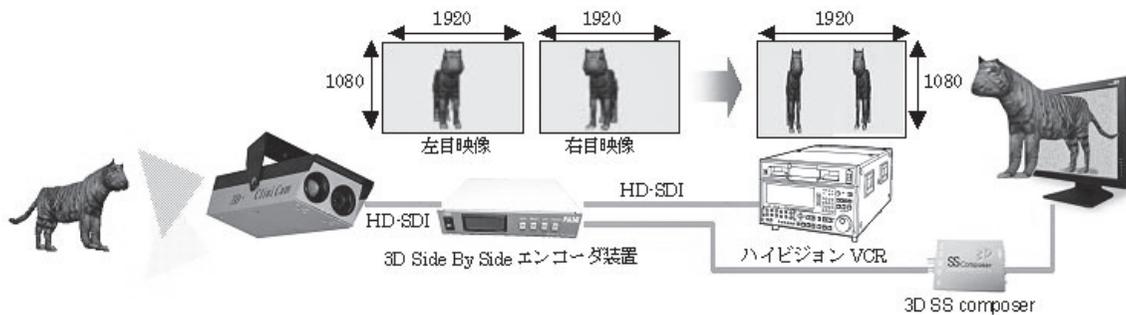


写真4 Side by Side Decoder

Side by Sideデコーダで2画面圧縮映像（Side by Side映像）を、元のハイビジョン映像に分離する。

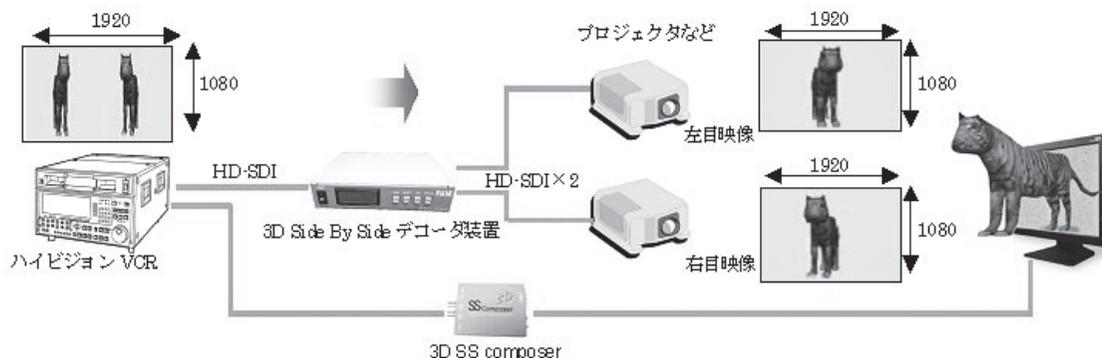


写真6 3D SS Composer

3D SS Composerは、2画面圧縮方式（LチャンネルおよびRチャンネル映像が1つのハイビジョン映像に左右圧縮して記録した方式）で構成されたHD-SDIの立体映像をFull HDのXPOLディスプレイに表示するコンバータである。対応するHD-SDIフォーマットは、1080 60iおよび1080 59.94i（自動判別）の4:2:2フォーマットで、DVI-Dディスプレイには1080 60p（59.94p）で出力する。

写真7 3D LR Composer

3D LR Composerは、LチャンネルおよびRチャンネルの2つのHD-SDIで構成された立体映像をFull HDのXPOLディスプレイに表示するコンバータである。対応するHD-SDIフォーマットは1080 60iおよび1080 59.94i（自動判別）の4:2:2フォーマットで、DVI-Dディスプレイには1080 60p（59.94p）で出力する。

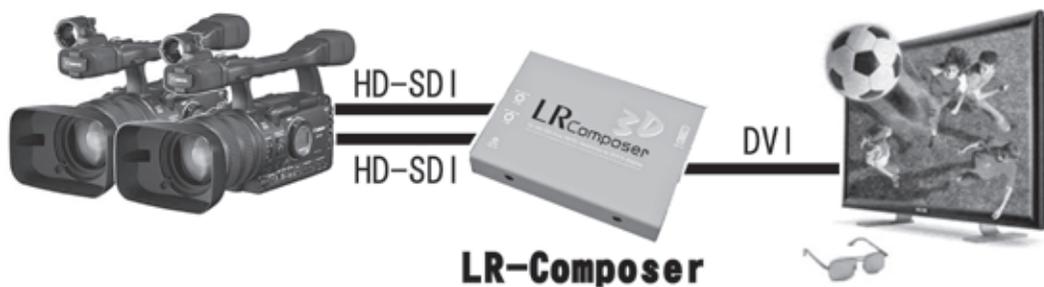


写真10 3D FS-Composer

3D FS-Composerは、2つのL/R入力映像をフレーム（F）シーケンシャル（S）3DTVにハイビジョン3D映像としてコンバートする装置である。ご使用になるフレーム（F）・シーケンシャル（S）3DTVをサイドバイサイドに設定することで3D映像が楽しめる。また、

3Dハイビジョンカメラや3DHD録画機（HD-SDI×2本）の出力信号をF・S対応3DTVに3D高精細映像を表示するための信号変換用コンバーターである。入力フォーマットは1080 60iおよび1080 59.94i（自動判別）の4:2:2フォーマット。