

ブルーレイディスクによる ハイビジョン会議アーカイブシステムの検討

松井 洋 泰*

[要 旨]

過去に実施してきた関連技術の動向や技術調査結果等を基に、平成21年度に整備した「ハイビジョン会議システム」を用いて、ハイビジョン映像の記録をブルーレイディスクの規格を応用したアーカイブシステムに関する規格・仕様の調査、関連技術の検討を実施した。その結果、①ハイビジョン会議システムのアーカイブ用映像については、HDV方式を使用することで対応できることがわかった。②パソコン画面（VGA映像）を画像変換する際、多くの既存コンバーターはリフレッシュレートを60Hzで表示することから、スイッチャーのフレームスキャンコンバーター機能等を使用し59.94Hzへの変換をすることで、HDVを始めとするVTRのフォーマットとしてハイビジョン規格に対応させることができた。③信号変換時の遅延解消は、子画面作成等、スイッチャーでの合成処理や音量調節をHDVへの変換前に実施することで対応できた。④アーカイブシステムにおいて、インタラクティブな子画面の表示と2画面の切り替えの併用に対応したディスク制作は、BD-J及びBD-Liveの仕様を応用することで実現可能であることが確認できた。

1 はじめに

京都は、複数の大手映画会社の制作スタジオや世界的なゲームメーカー、アニメーション制作会社等、首都圏を除く地方都市としては他に例の無い規模の映像・コンテンツ産業が地場産業として存在し、関連する中小企業も数多く存在している。しかし、デジタル化等に関する最新技術やノウハウは首都圏への集中が進んでおり、地元京都の産業に技術やノウハウの蓄積が残らないという問題が出ている。

また、2011年を目処にした、完全な放送のデジタル化や一般家庭でのTV受像機のHD(ハイディフィニション、日本語のハイビジョンと同意語)化が進んでいるが、映像制作者においては、今日、撮影、編集機器のHD化だけでなく、具体的な映像供給媒体もさらにHD化して、DVDからブルーレ

イディスク制作にシフトし、その対応が求められるようになってきている。

現在、市販量産されているブルーレイディスクの制作環境の整備には、ある程度の高額な設備投資が必要であり、実際に中小規模の映像関連企業には負担が多く、またHD化に伴う映像素材の高品質化や映像技術、素材となる映像フォーマットの多様化、ネットワーク技術を伴うインターフェイス技術の高度化等、従来のDVD-Video制作に対応した技術だけではそれらに対応できない状況にある。

それらの解決を図るため、当センターにおいて平成19年度より実施してきた「次世代HDディスクの制作に関する研究(I)、(II)」の具体化事例として、企業での活用を前提としたハイビジョン映像供給メディアとして量産可能な、プレスに対応したブルーレイディスク制作に関する検討を実施すると共に、平成21年度、ハイビジョン映像の遠隔

* 企画連携課 主任研究員

配信と保存（アーカイブ）を目的に当センターに導入整備した、「ハイビジョン会議システム」（平成21年度「総務省ユビキタスタウン構想推進事業」地域ICT利活用推進交付金にて導入整備。概要は図1の概要図を参照）の中で、ハイビジョンアーカイブシステム構築に関して検討を実施した。

2 検討内容

今回ユビキタスタウン構想推進事業で整備した「ハイビジョン会議システム」の中で、講演会、セミナー中継されたハイビジョン映像の記録するための、ブルーレイディスクの規格を応用したアーカイブシステムについて以下の項目の検討を行った。

- a. ブルーレイディスクの映像変換技術に関する検討
 - a-1. ハイビジョン映像のHDVフォーマットを使用した変換の検討
 - a-2. パソコン映像のハイビジョン方式への変換に関する検討
 - a-3. スイッチャーによる子画面作成と合成、及び映像変換時の遅延処理に関する検討

- b. オーサリング、ディスク制作技術に関する検討

3 結果及び考察

a. ブルーレイディスクの映像変換技術に関する検討

平成21年度に整備した「ハイビジョン会議システム」の中で、今年度から構築を目指したアーカイブシステムは、平成19年度より実施してきた関連技術の動向や技術調査結果等を基に、講演会、セミナー中継された映像2画面（講演者のカメラ映像とパソコン資料映像）の同時収録を可能とする映像の記録、保存を目的とした、ブルーレイディスクに関する映像変換技術を確立するための検討を行った。（写真1 端末・変換機・録画機等で構成されたアーカイブシステム）

a-1. ハイビジョン映像のHDVフォーマットを使用した変換の検討

ハイビジョン会議システム(PCS-XG80)からの2系統ある映像出力の内、主に通常ハイビジョンカメラ(本体付属カメラ及びコンポーネント入力による外部カメラ)で撮影した映像に関しては、もともとシステム自体、テレビ受像機を前提に設計

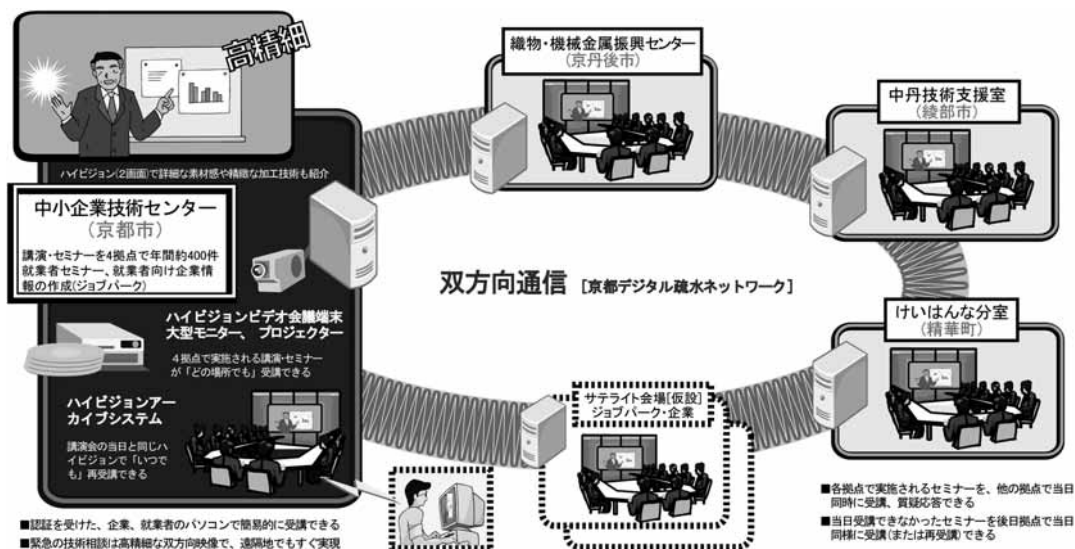


図1 「ハイビジョン会議システム」概要図



写真1 ハイビジョン会議システム端末 (PCS-XG80)・変換機 (ADVC-HD50、Mini Converter)・スイッチャー (V440-HD)・録画機 (HVR-M25A、PMW-EX30) 等で構成されたアーカイブシステム

されていることから、HDMIにより映像出力している。また、1画面のみ使用時は720/60p(設定変更で1080/60i)、2画面同時使用時は720/30p(1080、720は水平解像度、60、30は1秒間のフレームレートでpはプログレッシブ、iはインターレス表示方式の略)で、放送と同じハイビジョンTV信号の規格で本体より出力されており、それらをフォーマット変換しハイビジョン映像のまま録画する手法により、今回アーカイブシステムの構成を考えた。まずハイビジョン映像の変換機として市販品の中からHDデジタルビデオコンバーター(ADVC-HD50)を使用しテストしたところ、変換に伴う大きな画質劣化も見られず、特別深刻な問題も発生しなかった。なお、ここで使用したHDデジタルビデオコンバーターは、本来は家庭用の小型カメラの映像をパソコンで編集する際に使用することを前提として設計された機器であり、そもそも機器の性格や特徴としてTV信号への忠実な映像変換がテープへの書き戻しの際に必須であることから、この方式での変換が比較的容易に実現した理由として考えられる。なおアーカイブの際に使用する映像素材のテープでの記録及び、ブルーレイディスクレコーダーを用いた記録につい

ては、この方式により最終的に、そのまま簡易的なブルーレイディスク作成にも応用することとした。

また、今回、アーカイブシステムにHDVフォーマットを採用した主な理由としては、以前からの当センターでの調査研究のとおり、HDVはハイビジョン解像度、25MbpsビットレートのMPEG2ベースで、デジタル放送波のダイレクト録画の際にブルーレイディスクの規格で採用されているビデオフォーマットに近く、極力再エンコードによる画像劣化の無い状態で利用できる可能性があり、また、マスター映像の記録及び保存媒体(テープ)自体のランニングコストにも優れ、さらに既存設備として当センターに整備しているハイビジョン制作、編集のシステムでHDVフォーマットのまま扱える等、実質的に多数のメリットがあると判断したからである。

a-2. パソコン映像のハイビジョン方式への変換に関する検討

ハイビジョン会議システムにおいて、2画面送出の際に、パソコンからの映像出力素材としてVGA映像規格のXGA/30fps(ただし接続するパソコンの解像度等設定を見てシステムが自動変換する)を使用し、カメラからの映像と同様に複数の映像変換機を使用して、HDVフォーマットとして記録することを検討した。

ここではVGA→HDMI→HDV等の変換を試みたが、詳細部分の非互換性から、コンバーターへの入力の際にエラーが起きるという現象が生じた。その問題を回避するため、ハイビジョン信号(1080/60i)に変換するコンバーターを使用し、一端TV信号に変換してから解像度、周波数を合わせ、また複数の同様の機能を持った機器を使用して、再度変換する作業を試みたが、いずれのコンバー

ターもTVディスプレイでは1080iとして正しく映像が表示されているにも拘わらず、最終的に録画するビデオ機器（HVR-M25A、PMW-EX30等）への入力時にはエラー表示が起こるといった問題が生じた。その現象を調査、考察したところ、原因の1つは、数万円クラスの低価格なコンバーターは、規格に準拠した正確なTV信号として59.94Hzではなく60Hzで変換表示しており、録画機器側が正確なハイビジョン信号として認識できないことが理由として考えられた。

それらの解決策として、通常映像制作時に使用するスイッチャー(V440-HD)の、フレームシンクロナイザー機能（複数の信号の異なる画面を同期させる機能）、及びSDI映像変換機器（Mini Converter）の新たな追加組み合わせと調整により処理、対応できることがわかった。なお今回検証し、正常に稼動するアーカイブシステムの映像信号、変換機器及び方式については、以下の信号変換図のとおりである。（図2 映像信号変換図）

a-3. スイッチャーによる子画面作成と合成、及び映像変換時の遅延処理に関する検討

パソコン映像のハイビジョン方式への映像変換時に信号を同期させるためにスイッチャーを使用したが、同時に、スイッチャー本来の映像合成機能を使用して、ピクチャーインピクチャー（同一画面の中で補助的に子画面化することで2画面を同時表示させる手法）による子画面作成と合成についても試みることにした。

その結果、映像合成の際のサイズ調整により、2種類の画角の差（ハイビジョン映像16:9とパソコン画面4:3）の余白部分を利用し合成することで、ハイビジョン会議システムの端末のみでの合成に比べ、2画面の重なり部分の無い状態で、広範囲なPC画面の表示を実現することができた。

通常、HDVフォーマットに映像変換する場合、変換時に信号の圧縮が必要なことから、変換前と変換後とでは、映像と音声の遅延が発生することが知られている。今回検討したスイッチャーを使用

した合成の場合にも、HDVフォーマットに変換する前の映像を子画面の映像素材として利用しなければ、変換時の映像の遅延により、同一映像内の2画面の間にフレームのズレが生じる。そのことから、スイッチャーを使用した合成では、直接HDMIからHDVに変換する変換機（HDデジタルビデオコンバーター）は、使用できないことがわかった。それら遅延現象は音声に関しても同様であるため、解決策として、別途HDV変換前の子画面用の映像と音声素材を途中の機器（PMW-EX30）を使用し、HDV変換の前に分岐することで、ズレの無いピクチャーインピクチャーが実現可能なことが検証の結果

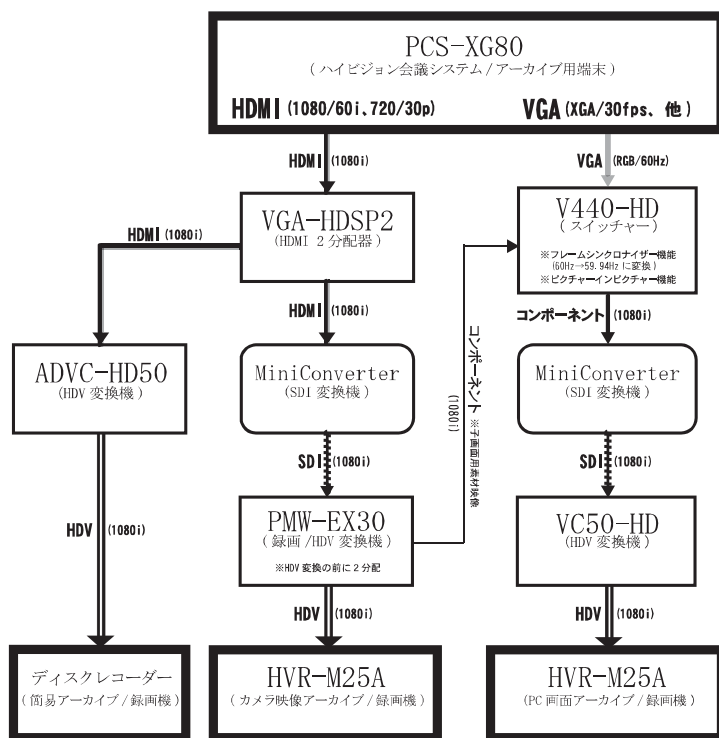


図2 映像信号変換図

確認できた。さらに信号経路の違いから、音量の差（HDMIに乗っている音声と、ライン出力の音量の差）も生じていたため、最終的には録画機側のマニュアル音量調整機能を使用し、それぞれの映像素材に対して音量を一定量にあわせ調整した。

さらにアーカイブシステム自体の簡易バックアップ機能も兼ねて、配信先のシステムに臨時的に追加することができ、容易にアーカイブが可能な方式として、ハイビジョン会議システムの端末に付属するディスクレコーダーに、端末の2画面レイアウト表示機能を使用して直接、前項a-1で紹介した、HDデジタルビデオコンバーター（ADVC-HD50）を使用し作成する方法も検証した。この方法で簡易的に作成したディスクは、表示機能自体にインタラクティブな操作性は伴わないため、カメラ映像、PC映像を事前に（ハイビジョン会議システムの端末から直接）選択することで、本来のアーカイブ録画に準ずる形で、ハイビジョン映像として作成することが可能であった。（前項、図2の映像信号変換図中の左側参照）

ハイビジョン会議アーカイブシステムに関しては、今後、素材となる映像フォーマット及び、最終的にブルーレイディスクとして保存するための映像変換技術等について、より使い勝手が良くなるよう検討中である。

b. オーサリング、ディスク制作技術に関する検討

オーサリングとは、この場合、ディスク作成時に映像変換等を実施した映像データをもとに、音声と映像の関連付けやインタラクティブな操作を可能にするためのメニュー作成、画像切替機能の付加を与えるための作業等を実施する、ディスク編集の工程のことである。ここでは、ブルーレイディスク規格を応用して、2画面を同時に任意に

切替ながらの視聴を可能にする記録方式について検討を試みた。

現在、ブルーレイディスクの規格の中に、ピクチャーインピクチャーで子画面を表示、非表示する仕様が策定されており、その機能を使用することで本編とは別の映像を子画面として同時に（同期した状態で）表示させることができる。また、DVDと同様、マルチアングル機能（同期した複数画面の表示切替機能）も規格として定められており、それらのブルーレイに規格されている2種類の映像を同時に切り替えてインタラクティブに見られる機能について、アーカイブシステムのディスク仕様に盛り込む必要性から仕様等を調査した。その結果、現在のブルーレイディスクでは、表示切替が可能な子画面表示機能と、マルチアングル機能を併用する際、両方同時にディスクからの読み取ることは不可能であり、想定外のため定義されていないと考えられる。

そこで、ブルーレイディスク規格の範囲内で、本編映像の切り替えと同時に子画面の表示、非表示の選択等、インタラクティブな映像再生ができる新たな制作方法について別途検討したので、その概要を報告する。

実現性の高い再生機能の応用としてテストした方法は、BD-J（Profile 1.0、1.1で策定されたブルーレイディスクの規格。Javaスクリプトによるプログラミングで再生時にインタラクティブ性の高い機能を使用できる。）により、ディスク内に別途用意した子画面のデータを、予め定義してある再生機本体内のメモリエリアに転送し、BD-Live（Profile 2.0で策定されたブルーレイディスクの規格。ネットワーク機能の必須化によりディスク再生時に最新データをサーバーよりダウンロード等が可能となる。）の規格と機能を応用して、先ほど事前に本体に転送したその子画面データを、メモ

リエリアをネットワーク上のサーバーにある子画面再生用のデータに見立てて、ストリーミングデータの表示と同様の方法により再生できないか等を試み、その可能性を検討した。

上記オーサリングによる、サンプルディスクを作成し、市販のブルーレイディスク再生機により検証した結果、アングル切替と同時に、表示されていないアングルの子画面を同時に表示させることが可能となった。

併せて、アーカイブしたディスクを、より有効に使用してもらう観点から、異なる機器による再生時の互換性についても検証した。複数の再生機により再生の可否を検証した結果、この方式では、ブルーレイディスク規格の中で実用化が始まってまだ間もない機能(BD-Live Profile 2.0)を使用するため、市場に供給の始まった規格上は対応している再生機であっても、メーカー等の仕様によっては正確に表示しないケースも存在することがわかった。また同時に、古い世代のプレーヤー機器(Profile 2.0以前の、Profile 1.0、1.1機器)により再生すると互換性が低くなることも併せて確認した。それらは今後、新規モデルの普及や、各プレーヤー機器メーカーのバージョンアップ等の改正により、互換性が向上していくものと考えられる。

また、オーサリング時の別の問題点として、Profile 2.0では、プレーヤー機器の本体内のメモリエリアが最低1GB以上と定義されているため、この方法の実施に当たっては、収録した映像自体が長尺である場合、使用する子画面映像データのサイズが、その機器のメモリサイズ内で対応できるか、また仮に対応できない場合、例えばデータを分割した場合でも、転送を確実に実施できるか等、状況に応じては、仕組み自体に課題が発生する可能性もある。

それら互換性低下の解決策として、事前にブルーレイディスクの映像素材としてデータ変換する前の段階で、事前編集により映像素材を作成し、オーサリング作業としてはアングル追加機能に特化して実現する方法についても今後検証を行っていく予定である。

4 まとめ

ブルーレイディスクによるハイビジョン会議アーカイブシステムの検討結果は以下のとおりである。

- ① ハイビジョン会議システムのアーカイブ用映像については、HDV方式を使用することで対応できることがわかった。
- ② パソコン画面(VGA映像)を画像変換する際、多くの既存コンバーターはリフレッシュレートを60Hzで表示することから、スイッチャーのフレームスキャンコンバーター機能等を使用し59.94Hzへの変換をすることで、HDVを始めとするVTRのフォーマットとしてハイビジョン規格に対応させることができた。
- ③ 信号変換時の遅延解消は、子画面作成等、スイッチャーでの合成処理や音量調節をHDVへの変換前に実施することで対応できた。
- ④ アーカイブシステムにおいて、インタラクティブな子画面の表示と2画面の切り替えの併用に対応したディスク制作は、BD-J及びBD-Liveの仕様を応用することで実現可能であることが確認できた。

(謝辞)

当研究の実施に当たり、オーサリングソフトウェアメーカーである、ダイキン工業(株)の関係諸氏には、技術・資料提供をいただき、謝意を表します。