

## 4K映像アーカイブ構築に関する研究

染岡 慎一・山下 明博

Development of a 4K Video Archive on the Internet.

Shinichi SOMEOKA, Akihiro YAMASHITA

### 1. はじめに

被爆50年の年にあたる1995年。筆者（染岡）は日本において当時普及期であったインターネットを使用し、広島の様子を動画で発信するプロジェクトを実施した。<sup>1)</sup>

当時は、インターネット環境の脆弱さに加えて、コンピュータの性能が限られており、かろうじて動画であるとわかる低画質の短いコンテンツのダウンロードに長い時間を要した。特にニーズが高いと考えられた海外ユーザーからは2Mバイトの動画をダウンロードするのに6時間かかったというクレームの電子メールが届いたほどであった。

被爆60年に当たる2005年は日本においてブロードバンド環境の普及期にあたり、コンピュータの動画処理能力も向上した。2005年、当時発売されたばかりの2Kデジタルハイビジョンカメラ（SONY FX1 ,HDV 1080×1140 60p）を使用し、1995年に収録した動画と同じアングルの2K動画を作成し、10年間の動画比較を行うWebサイトを制作し、情報発信を行った。

2006年からはサンフレッチェ広島とのコラボレーションを開始し、多数の場内上映映像、Web用動画を作成したが、いずれも2K動画として収録された。地元放送局のカメラが2K化される2009年頃までの映像素材は他にはない貴重な素材である。<sup>2) 3)</sup> その後、2011年に地上波がデジタル放送へ移行し、2Kが標準映像となり、2014現在スマートフォンで高画質の2K映像を収録する事が可能である。

2011年、実験的に受像機が商品化された横解像度が約4,000ピクセルの映像は、4Kと呼ばれ、その後急速に商品開発が進められた。2014年には受像機が拡充するとともに家庭用規格の4Kカメラも発売された。

2014年現在、4K映像はカメラを再生機として使用し4Kモニターテレビで視聴する必要があるが、現在学内には4K視聴環境はない。一方、収録された4K動画はファイルの形で存在するため大容量のファイルサーバーに保存・蓄積する事ができる他、インターネットを使用した発信・共有も可能である。

本研究では2014年4月に本学に導入された4Kカメラを使用、学生による様々なプロジェクトで収録された4K動画を映像アーカイブとして構築・情報発信を行う手法について実践的に検討する。

## 2. 動画規格について

アナログ時代の動画の日本の規格はアメリカで採用されるNTSC (National Television System Committee 全米テレビジョン放送方式標準化委員会) を採用しており、当時のビデオテープ等に記録された動画はこの規格である。

当時の動画の縦横比は縦3 横4であり、1秒間に30枚の静止画の集まり (フレーム周波数が30Hz) で表示される。アナログ時代は走査線の集まりで画像を構成するためNTSCの規格である486本 (525本) の走査線で画像が構成される。NTSCを480/60i (60Hz, インターレース) と表記する480は画像の縦の解像度を示しており、デジタル時代で使用される横の解像度 (画素数) は640に相当する。

アナログ時代から開発が進められてきたハイビジョンは、従来のアナログ標準画質 (SD) に対して2倍の有効走査線数にあたる1,035本で構成される。ハイビジョン規格は、縦9 横16の比率の画面であり日本では1989年にBSアナログ波を使用して放送が開始された。

その後記、放送や録方式のデジタル化にともない縦1080×横1920の解像度 (フルハイビジョン) の規格として動画が取り扱われるようになり、今日では、横の解像度から2K動画と表現されるようになった。

デジタル動画は動画の圧縮方式により規格を分類する事ができ、MPEG-1 (H.261) では縦288×横352の解像度であり、MPEG-2 (H.262) ではDVDで使用される縦480×横720の解像度が使用されている。

動画の種類表記は、アナログ時代の縦解像度からデジタル時代の横解像度を使用した表記が用いられるようになり、2011年頃から現行のフルハイビジョンの4倍の解像度 (横4,098×縦2180 :DCI規格, 横3,840×縦2160:QFHD規格) を持つ動画規格が登場し、横解像度が約4千ピクセルであることから4Kと呼ばれるようになった。

本報告では4K動画のアーカイブ化に関する技術的なアイデアを報告するが、アナログ時代の標準 (SD) は横解像度が720ピクセルであることから 0.7K、現行の標準規格となったフルハイビジョンが1920ピクセルであることから 2Kと表現する。

## 3. 4Kカメラの導入と撮影・編集

2014年4月、本学に2台の4Kカメラ (SONY AX 1, SONY AX 100) が導入された。学内には4Kモニターはまだ導入されておらず学内で直接4K映像を視聴する事はできないが、4Kカメラで撮影した素材は4K映像データとして保存する事が可能である。

4月26日、エディオンスタジアム広島で開催されたJ1リーグ公式戦、サンフレッチェ広島対鹿島アントラーズ戦の撮影用カメラとして2台の4Kカメラを使用した。(写真1)

AX1, AX100とも4Kモードでは合焦速度が遅く、現在使用している編集機の能力の限界から30pで撮影を行ったため、プレーヤーやボールの動きプレ気味の動画となる傾向が強かった。サムネイル写真を見ると、撮影された映像の立体感が素晴らしく4K映像時代となれば3D (視差を設けた2動画撮影, 両眼別投影) 映像はもはや不要である。

一方、AX100の4Kモードで撮影中、カメラを早くパンすると縦棒がパン方向に傾く現象が確認された。2014年現在、AX100では4K映像の内部プロセッサの動画処理能力が追いついておら



写真1 4Kカメラの導入

ず、2014年6月のファームウェアバージョンアップでも解消されなかった。

2K映像の4面分4倍の処理能力が求められる4Kに対応した編集環境は2014年現在でも最高スペックの編集環境が求められる。筆者が使用しているハードウェアは、2011年に導入した DELL XPS9100であるが、CPUを Intel Core i7 980X Extreme Edition (6コア, 12スレッド, 3.33GHz) にグレードアップし、メモリーを12Gバイトに増設したモデルである。

編集ソフトウェアは grass Valley社製、Edius Pro 7を使用した。6月までは4K映像の処理にコマ落ちが確認されたが、2014年7月25日のアップデート (Ver.3.71b) により4K映像のハンドリングは改善され出力動画の質も向上した。

2014年8月現在、4K映像の収録・編集環境は過渡期であり、現在の2Kの感覚で収録・編集ができるようになるまでにはさらに数年かかると考えられる。さらに、2014年現在4Kカメラそのものが普及しておらず、2005年に2Kカメラを導入した時期と同様、2014年に残される4K映像は大変貴重である。

筆者らがサンフレッチェ広島とのコラボレーションにより収録している映像はピッチ横の試合撮影用カメラ3台とサポーターカメラ1台の構成で、全て2K (HDV) のDVテープ収録であった。編集時にテープキャプチャーを行い動画ファイル化するが2K収録時の1試合あたりのファイル容量は、平均約40Gバイトであった。2014年8月現在、SONY AX1, AX100と従来のHDV, DVテープ収録のカメラ (SONY FX1) の3台で試合を収録し、サポーター収録カメラとしてCanon EOS 70Dを使用している。2台は4K (30p) と他の2台は2K (60p) であり、カメラの半分が4K化されているが、その状態で全てをファイル化すると1試合あたり約100Gバイトとなる。テープと異なりカードメディアで収録する映像はファイルとして動画を保存する必要があり、膨大なデータをどのように保存し、長期間維持し続けるが課題でありその方法を検討する必要がある。

#### 4. ビデオアーカイブス広島1995,2005

筆者が最初に動画をインターネット上で発信する試みに取り組んだのは広島・長崎が被爆50年にあたる1995年であった。当時のコンピュータ（パソコン、ワークステーション）は動画の再生、制作のために十分な能力を備えておらず、インターネット環境も貧弱であった。そのような環境の元、広島大学、広島市立大学のスタッフらと協力して被爆50年の平和記念式典の生中継動画を5ヶ国の同時通訳音声と併せて世界配信を行った。<sup>4)</sup>

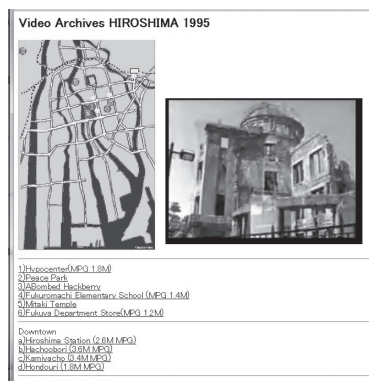


写真2 Video Archives HIROSHIMA 1995.

CSI HIROSHIMA Live Projectの企画として筆者を中心として取り組んだのが"Video Archives HIROSHIMA 1995"<sup>5)</sup>であった。

サイトでは、原爆ドーム、爆心地、平和公園内の原爆の子の像等のモニュメント8ヶ所、袋町小学校（当時）等広島市内のヶ所を撮影・取材し動画とともに発信した。1995年は動画そのものをパソコンで再生する事が難しく、ワークステーション用のMpegファイル、動画サイズ240 x 320 (5fps)のサイズ約1分前後でファイルサイズが2Mバイト程度の動画を基準として作成・発信した。(写真2)

2Kカメラを導入した2005年は被爆60年の年であり、被爆50年の1995年同様、世界の注目が集まった年であった。この年は、学生により、1995年の動画と同じアングルの動画を2Kで再現する企画が実施された。<sup>5)</sup>

2005年当時はブロードバンド普及期であったが、ネット経由での2K (1080X1920) 映像のリアルタイム再生はまだ難しく、動画サイズ348 x 512 (15fps, ビットレート850Kbps), 5分で45Mバイトの動画を配信していた。(写真3)



写真3 Video Archives HIROSHIMA 2005.

2005年当時の動画処理にはハードウェアとしてカノープスRXCEED、動画処理ソフトとしてEDIUS (Ver.3)を使用した。RXCEEDは、シングルコア時代であった当時のハードウェアを4

コアに独自拡張し、EDIUSのマルチコア対応機能をフル活用して2K動画の処理を実現した。2011年の地デジ化の6年前、アナログ時代であった当時は2Kを表示できるハイビジョンモニターそのものが普及しておらず、2Kの再生環境も当初は収録された映像をカメラで再生できるだけの限定されたものであったが、2010年頃には再生モニターの普及・上映環境の問題も解消した。

2005年から収録・編集を開始した2K映像は、基本的にはファイルの形でPCのハードディスク等に収納されている。2014年4月、Windows XPのサポート終了にともない、大量のPCが破棄されたがその中には2005年に導入されたビデオ編集機（RXCEED）も含まれていた。PCの破棄に際してはデータのバックアップ等を行うが、一部のPCはバックアップの管理そのものが不十分であり、バックアップのための起動そのものができないというケースもあった。2005年に導入したNASも活用できるが、NASそのものにも耐用年数があり、故障する機種もでるため、ファイルデータとしての動画の保管は大変困難である。

2005年に収録した2K映像はDVテープが残されていたため2014年の仕様（1080 x 1920）で再キャプチャ可能であったが、1995年の8ミリビデオ（アナログ）は再生機自体が存在せず再キャプチャができなかった。DVテープもいずれは再生機器が無くなる事が予想され、ファイルとして残されたデータを100年と言う単位でいかに安定的に未来に残せばよいのか課題である。

## 5. ビデオアーカイブス広島2014<sup>6)</sup>

被爆70年となる2015年を前に、1995年、2005年に実施したプロジェクトと同様のプロジェクトとして2014年版の企画を6月より開始した。

2014年企画は、原爆ドームや平和公園内の一部の比較映像の再現とあわせて、保存の是非の議論が始まりつつある「被爆建物」の4K映像を収録し、2014年現在のインターネットインフラを通じて高画質配信を行うものである。

編集された4K映像の配信するためには、ftpを経由して直接4Kファイル（mp4ファイルを配信する方法の他、YouTubeが4K対応しており両者の配信方法について検討を行った。

テストコンテンツの撮影を2014年5月25日、SONY AX1（QFHD,30p）で行った。コンテンツは2005年6月に撮影した原爆ドーム映像を参考に、この比較映像として使用できるよう同一ア



写真4 Video Archives HIROSHIMA 2014.

ングルでの撮影を行った。編集したコンテンツをWindows Media形式 2160×3840（QFHD）、24fpsで書き出した結果、5分24秒で393Mバイトのファイルが出力された。EDIUS Ver.7.31より通常のmp4（H.264）の出力が可能となったが、同じコンテンツを出力したところファイルサイズが一気に巨大化し、1Gバイトのファイルとなった。

QFHDのmp4動画ファイルはPC等で直接閲覧するためのコーデックが普及しておらず、実際のネット発信ではWindows Mediaファイルを使用する事とした。YouTubeは4Kモード

を持っているため制作したWindows Mediaファイルをアップロードしたところ、4K対応の動画発信が可能となった。<sup>7)</sup>

2014年8月現在、原爆ドーム、原爆の子の像と被爆建物である広島陸軍被服支廠の3コンテンツの収録、情報発信を行っている。(写真4)

## 6. ドローンを使用した空撮システムの導入<sup>注1)</sup>

ラジコンヘリコプター等、無人で遠隔操作により空中を進むことができる無人航空機 (UAV : Unmanned Air Vehicle ) は、ドローン (Drone) と呼ばれ、軍事用、農薬散布等の業務用をはじめとして、趣味の玩具の世界まで様々な用途に使用されている。

複数のローターを持ち、ジャイロセンサーやGPSを使用することにより安定した飛行が可能なマルチコプターは特別な技術がなくても操縦が可能であり、カメラを搭載したドローンによる空撮が徐々に普及し始めた。

さらに、小型・軽量で耐衝撃性を備えた高画質ウェアラブルカメラを搭載することにより簡単に高画質空撮を行う事ができるようになった。

2013年までは撮影システムを構築するために特別な技術、ノウハウが必要であったが、DJI社より専用のジンバル (撮影時にドローン本体の揺れや振動を吸収するアクティブサスペンション) とあわせて4ローター、小型マルチコプターが比較的安価に発売され、日本においても空撮が行われるようになった。

筆者が導入したドローン (DJI Phantom2) は、遠隔操作にWiFiを使用し、日本国内の電波法に抵触しない機材として発売されている。日本国内における飛行禁止条項については、航空法第九十九条第二項"空港周辺の一定範囲内上空 (制限表面) の上空"を無許可で飛行してはならない"を順守する必要がある。また、機体の墜落や、プロペラ等への衝突により負傷等の懸念があるため、飛行時の安全確保は重要である。2014年現在、ネット上ではドローン空撮に関する様々な情報をブログ等で確認できるが、山梨県の株式会社0の空撮に関するページ<sup>8)</sup>が具体的詳細な情報を公開している。

7月12日、ドローン本体にウェアラブルカメラを直接固定しテスト撮影を行った。<sup>9)</sup>



写真5 ドローンを使用した空撮

空撮では、ドローンの振動や傾きを吸収するアクティブサスペンション (ジンバル) が必須であるが、カメラの直接固定撮影では振動とともに飛行高度によって激しく変化する気流の影響を強く受けるため、ブレの激しい映像となった。

8月13日ジンバルを装着した撮影を行った。<sup>10)</sup> ジンバルを装着した映像は安定しており、上空の風の変化にも対応するため、業務仕様の映像を撮影する事が可能であった。(写真5,写真6)



写真6 ドローンを使用した空撮画像

#### 7. 4K映像アーカイブ構築に関する今後の課題

2014年4月、導入された2台の4Kカメラを使用して膨大な4K映像が撮影された。この4か月間で本報告で取り上げた収録映像ファイル（サンフレッチェ広島のとコラボレーションによるJリーグ戦撮影映像は2K映像も含む）は570Gバイトに達しており、ローカルドライブの世界でも適切な保存が困難になりつつある。

2014年現在では大容量ドライブを装着したNASの利用、リムーバブルドライブの活用等が有効であると考えられる。このために導入した3Tバイトのリムーバブルディスクの活用を検討しているが、あくまでも一過性の対応であり、数十年後というスパンで考えるとさらに新しい技術の登場を待たなければならない。ビデオアーカイブプロジェクトで情報発信を行う場合、2014年現在では、YouTubeを使用する方法が有効であり、実際に運用中である。

今後は増え続ける動画ファイルの取り扱いを検討するとともに、撮影の可能性を三次元に拡大するドローンを使用した撮影の4K対応等、新たなに登場する技術を積極的に取り入れたアーカイブス・データベースの構築を検討したい。

#### 引 用

- 1) 染岡慎一,1996,インターネットの教育利用に関する研究2-WWW, Mboneで伝えたヒロシマ'95-,安田女子大学紀要第24号,p.199～p.207.
- 2) 染岡慎一,2007,大学による地域振興～ビッグアーチを盛上げろ,NETT (North East Think Tank of Japan) ,No.59,p.20～p.21.
- 3) 荒金正和, 調真希, 下田真奈美, 杉山紗希江, 中村祥子, 林田隆太郎, 山下千里,2010,Jリーグチームと大学生の連携に関する研究—学生の主体性と活動の継続性を生み出すための二つの鍵—,北九州市立大学 都市政策研究所 2009年度 地域課題研究,p.29-9.35.
- 4) CSI HIROSHIMA Live Project , <http://www.supercsi.jp/csi/hiroshima-live/index.html>

- 5) Video Archives HIROSHIMA 1995 , <http://www.supercsi.jp/csi/hiroshima-live/video/index.html>
- 6) ビデオアーカイブ広島2014 ,<https://www.facebook.com/videoarchiveshiroshima>
- 7) 4K video : HIROSHIMA : Atomic Bomb Dome 原爆ドーム , <http://youtu.be/ZXDzsNIvYY>
- 8) 空撮に関する資料, [http://www.04u.jp/aerial0d\\_index.html](http://www.04u.jp/aerial0d_index.html)
- 9) 20140712テスト撮影映像（ジンバル無）, <http://youtu.be/b-wbCsvLA0o>
- 10) 20140813撮影（ジンバル有）, <http://youtu.be/oBeu7ivZScA>

注1) 2014年8月現在, 筆者が使用しているウェアブルカメラ (GoPro HEri3+ シルバーエディション) は, 1080pの2K仕様である。GoPro HERO3+ ブラックエディションは4K撮影が可能であるが15fpsという制限がある。4Kアーカイブ用の動画品質を満たす空撮システムを実現するためには, 十分な性能のウェアブルカメラの登場を待つか, 現有する一番軽量のSONY AX100を持ち上げるドローンの導入が必要である。

#### Summary

4K is 4 times resolution of the present standard 2K movies. In this study, two 4K cameras (SONY AX1, SONY AX 100) were used.

The Video archive HIROSHIMA project is undertaken from 1995. 4K movies were introduced in 2014 project. In this project, 4K video archives as been built and the Internet dispatch of 4K movies were considered.

Another side, these 4K cameras were used in J-League SANFRECCE HIROSHIMA home games, and promotional movies were created. Smooth 4K movies edit has been performed by 6 core computer. In this study, it was also be investigated for the use of a aerial shooting system using a drone.

[2014. 9. 25 受理]