

デジタル上映:現場からの報告 デジタル・シフトのキョウカイをサマヨイながら

堀 三郎
Saburo Hori

連載:
フィルム・アーカイブ
の諸問題
第79回

デジタル・シネマは、我が国でも一昨年来シネマ・コンプレックスを中心に急速な普及を見ているが、名画座やアート・シネマを含む小規模な劇場、シネマテークや映画祭にとっても、新たな技術への対応は避けて通ることのできない課題となりつつある。本号では、DCI規格を含めて様々なフォーマットの運用に直面している上映の現場について、アテネ・フランス文化センターの堀三郎氏にレポートをお願いした。

映画にとって第三番目の革命が起きている。かつて映像専門の記録メディアであったフィルムは、やがて自身に音を忍ばせて最初の革命・トーキー革命を成功させた。さらにモノクロームからカラーに映像表現を拡張する革命を経て、ついにフィルム自身を電子メディアに置き換えて自身の消滅をも促し始めた。しかもその変化は観客に気付かれることなく「シネマ」の名のもとに静かに第三の革命を進行させている。この革命は10年以上前から「すでに始まっている」と言われてきたが、なかなかその全貌が明らかにならないできた。この静かな革命の渦中とも言える上映現場に関わるわれわれスタッフは、フィルム・シネマからデジタル・シネマへとシフトされてゆく境界を、漂うがごとく立ち尽くすこととなる。

もはやフィルムのオトがしないシズケサ……

2011年某月某日、某県に新設されたばかりのシネコンにて。

「今回の映画祭ではフィルム作品もありますので、準備については慎重に行いたく思います。ここ4ヶ月もの間10スクリーン以上もある

このシネコンで、35mmフィルムでの上映は一度もなくすべてデジタルでの上映でしたので……」とチーフマネージャー。

映画祭開催のための準備調査を目的としていたので映写室に案内してもらおうと、左右に映写機が並ぶシネコン特有の長い廊下には、映写技師の人影はなくデジタル・シネマ・プロジェクターが空冷ファンの運転音を響かせているだけだ。

「したがってフィルム上映に関するエキスパートは、正直言って私一人しか配置されておりませんので、映画祭準備も含めて閉会までの2週間あまりを不休で担当することになります」。

デジタル・シネマの普及が急速に進んでいるとは思ったが、一挙にここまでとは正直言って驚いた。このシネコンの場合は、各スクリーン毎に映写窓が2箇所あり、スクリーンに向かって右側にデジタル・プロジェクター、左に35mmフィルム映写機が並んで設置されている。したがって35mm映写機がとり外されているわけでもないのだが、実際の運用では全てがデジタルでの上映に置き換わっているのだ。

ほんの4、5年前まで、デジタル・プロジェクターは、画像データ配信実証実験のための機材を先行して設置しているといった趣だったので隔世の感と言わざるをえない。

デジタル・シネマとは

さて、映画館においてここまで急速に普及してきた「デジタル・シネマ＝DCI規格」とは何を指すのか。

デジタルで撮影した映画をフィルムで上映・・・NO。

フィルムで撮影した映画をデジタル化して上映・・・YES。

デジタルで撮影した映画をデジタルで上映・・・YES。

厳密に基準を設けた上映方式と流通モデルをデジタル・シネマと名付け、規格化(業界での標準化)が進められてきた。この規格の策定にあたっては、当初ハリウッド7大スタジオが(その後2社が参加し9社)デジタル・シネマ仕様決定のために2002年3月に合同会社(Digital Cinema Initiatives, LLC)を設立し、

デジタル・シネマ用マスター制作、配給、上映のための技術条件＝いわゆるDCI規格を策定する準備に入った。その後何度か仕様が更新されていくなかで、映画製作スタジオを中心としたローカル規格に過ぎなかったDCIの規定は、現在ではSMPTE(米国映画テレビ技術協会)の米国内規格に昇格しており、35mmフィルムに代わる映画の統一フォーマットを目指すことと、アンチ・パイラシー問題(コピー防止、海賊版流出防止)に取り組むこととなった。

なお前述したように、ソース側の解像度の規定はないので、低解像度の素材も強引にアップスケールすることでデジタル・シネマの基準に適合してしまう側面も同時に持ち合わせている。

さて、デジタル・シネマの送出解像度は、HDの解像度である、1920×1080(16:9＝1:1.78)の天地1080を損なうことなく生かしつつ、XGA解像度の横方向1024を2倍に拡張したサイズを取り込んだ、「2K＝2048×1080」と、その4倍の解像度を持つ「4K＝4096×2160」が策定されることになった。1秒間の描画フレームは24fpsと48fpsが採用されたことで、画像の動きにプルダウン処理を行わずに1:1処理ができる特性で余計なフレーム補完処理をせずにデジタル化できるので、フィルムの特性を生かした撮影素材や過去のフィルム映像資産も受け継ぎやすいフォーマットと言える。

デジタル・シネマの運用の現場

フィルムに比べてデジタル・シネマは、コピーによる世代劣化や経年変化が起きにくいことが知られているが、そうそうメリットばかりとは言えない。プロジェクターに送られる映像信号は、一旦シネマ・サーバーといわれるプレーヤーにデジタル・シネマ・パッケージ(DCP)という形式で蓄積される。複数のハードディスク(HDD)で構成されるサーバーによって並列処理の高速性を維持しながらデータ冗長性を特色とするRAIDシステムによって、HDDの故障の際のバックアップ機能を備えているのだが、残念なことにその容量が限られているのである。一般的には、シネマ・サーバー1台あたりで長篇劇映画換算で7本から10本程度が収録可能とされている(画像の動きや描

写密度でJPEG2000の圧縮容量が変化するので、一概に1分あたり何ギガバイト必要となるかは特定できない)。

映画館の興行プログラムは、モーニング、昼、夜、深夜そして、お客の入り具合に応じて他のスクリーンに移動することも考慮すると、シネマ・サーバーには、いつも多くのシネマ・データが蓄積されることになる。映画祭などイレギュラーなプログラムが割り込んでくると、本来蓄積しておきたいデータを一旦消去せざるを得なくなり、同じデータを再度インジェスト(データ注入)するのに、ほぼ上映時間と同じ時間が必要となるのである。さらにシネマ・サーバーが上映に使用されている時間帯は、事実上インジェストができないに等しいほど書き込みのスピードが低下するので、このデータ管理は相当に悩ましいことになってきている。

また、最近では日本国内でDCP制作されたデータは、ほぼ問題なくインジェストできるようになって来ているが、海外から来たDCPデータにファイル欠損があったり、DCPを統合する制作システムの違いやその制作システムがLinuxのOSかWindows OSベースのどちらで動いているかで、シネマ・サーバーにインジェストできない現象が起きることがある。これは、いわばOSとDCPパッケージング制作システム、サーバーとの間における方言のようなもので起きる障害と考えられている。35mmフィルムのようにどの国の映写機でも上映できるような世界標準に至っていない側面がまだまだあるようだ。

さて、インジェスト出来たからと言って安心はできない。前日の試写では、何の問題なく上映されたプログラムを、いざ本番での上映に臨むと、再生できなかったり、再生できても途中で字幕がズレはじめたり(字幕を本篇画像に焼き込まないケースでは、別のデータで字幕ファイルが供給され、本篇上映中にリアルタイム処理で字幕がオーバーレイされる)……挙げ句の果てに、映像が途中で停止してしまい、サーバーの再起動を試みても再生不能に陥る事故もある。これらは通常の興行であるのならば、お客様を別のスクリーンや次回鑑賞券の発券で対応することができるが、映画祭など上映が限られたプログラムでは、運営上相当な混乱を招く事故となる。しかしながら様々な事故経験を踏まえてこれらの問題は徐々に改善されてきているともいえる。

デジタル・シネマの導入……VPFスキームの登場

DCIに準拠したデジタル・シネマの装置とは、映像・音響データを取り込み・送出する

DCPシネマ・サーバーとそれをスクリーンに投影する2Kあるいは4Kのシネマ用に特化したプロジェクター(DLP=DMD素子デバイスあるいはSXRD=LCOS素子)、およびそれに付随する音響、電気設備となる。このうち35mm上映で使用していた音響設備であるドルビー・プロセッサ(CP650など)、アンプ、スピーカーなどのシステムはそのまま使用するとしても、シネマ・サーバー、デジタル・シネマ・プロジェクターの導入費用に1千万円程度が必要とされているのである(ランプ光量の大きさや2Kや4Kの解像度の差、3Dへの対応での機材対応をするかでどうかで導入コストに差がある)。

10スクリーンあるシネコンにとつては、合計1億円規模の投資であり、しかも配給素材としてはまだまだ35mmフィルムが供給されてくる現状がある。劇場側としてはさして大きなメリットがないと思われデジタル化がなかなか進まない環境が続いていた。

その初期導入コストを下げて、デジタル・シネマへの移行を大きく前進させようとアメリカでVPF(Virtual Print Fee)という金融スキームが編み出された。これは、簡単にいうと……

- 1) デジタル機材の導入費用をリース金融会社が劇場に代わってメーカーに全額支払う。
- 2) メーカー側は、デジタル・シネマ・システムを映画館側に保守サービスも含めて供給する。
- 3) リース会社は、VPFサービス(運用代理店)を通じてリース料の回収を行う。
- 4) このリースの利用者を「映画館」と「配給会社」と位置づけ、映画館側から1/3・配給会社側に2/3のリース料を按分課金する。

興行収入を劇場から受け取る立場の配給会社が、なぜ映画館に新設されるデジタル機材のリース料を負担する仕組みにしているのか。

配給時においての35mm映画フィルムを大量に焼いて費用負担している配給会社にとって、デジタル化によってこの費用が大きく減額される経済的メリットがでる。反対に映画館側にとっては、フィルム映写のような習熟が必要な専門的なスタッフの雇用を削減できるメリットも生まれるのである。それぞれの経済効果を按分してこの費用負担の割合を算出している。しかも、大量にフィルムをプリントする必要がなくなることや、35mmプリントの保管や流通にかかる環境負荷を大きく抑制することにつながることになる。

さて、VPFによるデジタル・シネマ導入は、

いいことばかりなのか。

もともと大量のフィルムを配給・上映するケースをモデルとしたVPFスキームなため、ミニシアター向きの特殊なジャンル・シネマやアート・シネマでこの方法を利用しようとするすると相対的に売り上げに対してかなりの費用が必要となってしまうことが明らかになってきた。つまり2、3本の35mmフィルムを丁寧に配給することではいいのではないかと……。

ところが、もともとデジタル・シネマ導入を加速させるビジネス・スキームであるVPFの契約条項には、デジタル・シネマ導入の際に35mmフィルム・プロジェクターの取り外しを条件に掲げているVPFサービスもある。時間が経つに従って、映画館から映写機が取り外され、映写機メーカーも製造を停止し、やがて現像所がフィルム・プリント作業から撤退する日も近いのではないかとも言われている。

フィルム上映の機会が失われることは、明らかに映画鑑賞の多様性を損なうことにつながっていくことになる。

デジタル・シネマの波打ち際で出会う素材

一般的な35mm映写機は、通常1秒間24コマで進行している(例外的には、ヨーロッパ圏などでは25コマのモードに切り替えて上映されることもある)。

1秒間に24枚の画像がパラパラ漫画のように次々とめくられるように上映されていると思われがちだが、実際は回転シャッターで1コマの画像を遮ってフィルムの給送を行うストロークと、静止しているフィルム画像を空のシャッターで遮るストロークが交互に連続している。

つまり……A画像/空シャッター/A画像/給送シャッター/B画像/空シャッター/B画像/給送シャッター……という繰り返して動作している。これは1秒間に24コマで給送してしまうと、光のまばたき(フリッカー)が多くて鑑賞に堪えないからだ。そこで、実際には1秒間に48枚の画像(同じコマを2回)を映し出している。

実はこの考え方は、テレビ放送方式も含めてデジタル・シネマでも踏襲している。

テレビ放送の場合は、1秒間に30フレーム(NTSCの場合は、29.97fps)となるが、画像を書き換える垂直ブランキング(シャッターに相当)を挟んで1フレームを2回送出して60回=60Hz(厳密にはNTSCの場合は、59.94Hz)の書き換えを行うことで、前述のフリッカーを低減させている。1フレームを2回送出と表現したが、実際には画像伝送スピードや当時の画像処理能力の限界もあり、1フレームを描画するのに処理時間が必要であったために、「飛び越し走査」=奇数の走査線(奇数のフ

フィールド領域)を描画したのちに偶数の走査線(偶数フィールド領域)を書き込む=インターレースが考案されて現在に至っている。つまり横に細かく簾のように切られた映像を「一度にまとめて描画(順次走査)」するのが困難なために、飛び飛びに描画することにしたわけだ。もちろん、走査線をまたがるような微細な部分(ロールアップクレジットなどの細かな文字)ではフリッカー現象が見られるが、画面全体でのフリッカーが起きにくいことを目的とした方式となっている。またこの方式は、実は撮影の段階からすでに「飛び越し走査」を行って記録しているために、縦解像度間引き後(半分)の画像を1秒間に60フィールド分を連続で記録作成していることになり1フレームを構成する2フィールドの画像はそれぞれ連続している時間軸上の連番記録になっている。このことによりフィールド単位で編集したときには、カット変わりなどで異なった画像が同一のフレームに入り込んでくることが起きる。また連続した時間軸上の映像を、フレーム単位ではなく倍数のフィールド単位で記録しているため、ある意味映画的な1秒間24コマの表現方法(動き方)から見て、違和感を持つ場所に位置しているといえるのだ(垂直方向に半分の解像度の画像を1秒間で60枚描画しているのだ)。

さて、デジタル・シネマで主流とされる24Pフォーマットだが、35mm映写機とフィルムの関係に似た側面を持っている。フィルムのように1秒間24コマ(フレーム)で記録されデジタル化された映像を、上映時には1フレームを2回送出(しかも順次走査=プログレッシブ)することでフリッカーとインターレースによって起こる画質劣化を防いでいる。これはデジタル・シネマに特化した新しい技術と回路により実現できた成果といえる。しかしながらまだまだプロジェクターに到るまでの全ての信号伝送経路がプログレッシブに対応している機材ばかりでないこともあって、1フレームを2回に分けて飛び越し描画する24PSF(プログレッシブ・セグメント・フレーム)が便宜的に考案されている。一見インターレースに似ている描画方法だが、始めから1枚で完成されたフレームを分割描写しているので、インターレースで撮影記録された画像のような違和感は生じない方法となっている。

電子化されたシネマの世界は(デジタル・シネマの外の様々な過渡的なeシネマも含めると)様々なフォーマットで溢れていて、われわれは波打ち際に漂流してきた素材を吟味する仕事に終始することになる。

多様なフォーマット：実際に使うことが多いメディア(テープ)を解像度とフレーム数から覗いてみる

■デジタル・ベータカム：SD＝スタンダード・ディフィニション テープ幅1/2インチ NTSC(720×483)縦長非正方形画素、フレーム周波数59.94

PAL(720×576) 横長非正方形画素、フレーム周波数50

ビデオ信号自体にあらかじめ1/2の圧縮をかけて記録している。

16:9(レター・ボックスの1:2.35も含む)アスペクトに関しては、全体の解像力を損なわないためにスクイーズ処理(上下の黒マスク部分を残さずに縦方向に伸張)することがあり、上映表示装置側で逆に横方向に伸張して補正する。全体の解像度は、人間の目が色の解像度に対してセンシティブでない性質に着目して、解像度フルスケールを4とした場合に輝度Yを基準値4、輝度色差Cbを2、Crを2とする、4:2:2として全体の情報量を2/3に圧縮している。

■DVCAM：SD＝スタンダード・ディフィニション テープ幅1/4インチ

デジタル・ベータカムと同じくNTSCとPALの記録が可能。

ビデオ信号自体にあらかじめ1/5の圧縮をかけて記録している。

デジタル・ベータカムに比べてテープメディア・コストが安価で小型化されている。その反面デジタル・ベータカムに比べて高圧縮であるため、色の解像度をさらに圧縮してNTSCの場合は4:1:1としている。

■HDV：HD＝ハイ・ディフィニション テープ幅1/4インチ

専用のテープもあるが、DVCAMテープと同じテープに記録できる。

HDV 1080i方式では、基本的に1440×1080画素、秒間59.94/50フィールド(NTSC/PAL)のインターレース映像をMPEG-2で圧縮して記録する。映像の24p記録も存在するが再生機材に制約がある。映像のドロップアウトが起きることもあり、障害が顕著な場合にはHDCAMにダビングして再生することもある。

■HDCAM：HD＝ハイ・ディフィニション テープ幅1/2インチ

ベータ・カムやデジベと似たケースにテープが収まっている。

59.94i/50i/23.976P/23.976PSF/24P/25Pなど、ほとんどのフレーム周波数を記録することができる。内部記録は1440×1080画素であり、入力時および出力時に1920×1080で出力するので、なんどもダビングを繰り返すと画質劣化が生じることもある。解像度フルスケール

を4とした場合に輝度Yを基準値4、輝度色差Pbを2、Prを2とする、4:2:2として全体の情報量を2/3に圧縮しているコンポーネント方式を採用している。HD-SDI(シリアル・デジタル)出力端子を持つVTRで、デジタル・シネマ・プロジェクターの外部入力につなげることが可能。音声は4chまで記録可能。

■HDCAM-SR：HD＝ハイ・ディフィニション テープ幅1/2インチ

ベータカムやデジベ、HDCAMと似たケースにテープが収まっている。

59.94i/50i/23.976P/23.976PSF/24P/25Pなど、ほとんどのフレーム周波数を記録することができる。内部記録は1920×1080画素であり、入力時および出力時に1920×1080で出力するので、画質劣化があまり生じない。なお、テープ表面の記録磁性体は蒸着方式ではなく塗布方式となっており磁性強度を増している。倍速記録を使用した場合、映像データレート880Mbit/sで高画質RGB4:4:4を記録可能。HD-SDI(シリアル・デジタル)×2ch(デュアル出力)端子を持つVTRによって4:4:4フルスケールのままデジタル・シネマ・プロジェクターの外部入力につなげることが可能。音声は12chまで対応しているので、デコードせずに5.1ch/7.1chにディスクリットで対応できる。

■その他

HDDにビデオ出力ボードを取り付けたテープレス装置(ProRes422HQ記録・再生)やHDCAM-SRフォーマットのテープレス記録レコーダーなどがリリースされた。

2011年3月11日の東日本大震災によるテープ製造工場の被災を受けて全世界に向けてHDCAM/HDCAM-SRテープの供給が実質6ヶ月間に渡って滞ったこともあり、テープレス化は今後大きく進むものと予想されている。

そして次にくるテーマ……誰がどうやってデジタルを保存するのか

磁性体に記録するビデオテープは、長年に渡っての保存が難しいといわれている。経年のうちに磁性体が同じ方向に向き始める初期化や磁性体を保持しているベース面の化学的劣化もあるだろう。しかし、一方でテープレス化は一時的に保存するHDDなどでの信頼性が数年に留まっており、定期的な書き換えが必要とされている。公開時に大きな興行収入を上げた作品でも、やがて出資者の利益の配分を終えると維持管理が終息してしまいデータの書き換えはおろか、散逸も予測される。遠い将来、別の地平にデジタルの波打ち際ができ、そこを逍遙する好事家に拾われることを願うしかないのだろうか。■
(アテネ・フランセ文化センター制作担当チーフ)