2章 制作技術

2-1 撮影技術：デジタル時代の変遷と不変

畠野栄一郎[†]

キーワード：デジタルシネマカメラ，超音波距離測定，アナモフィックレンズ，新たな職種

1. まえがき

フィルムは記録から芸術的表現へと発展した。そして撮影に関わる機材の進化は新たな創造を湧きたてた。

24駒で撮影できるHDデジタルカメラが登場してから早18年。解像度がHD (High Definition Video) で始まったデジタルシネマカメラが今や4Kになり、フィルムで上映していた映画館はプロジェクタへと様変わりした。撮影に関わる機材の変化は目まぐるしく、新たな技術と製品が現れたかと思えば消えていく。そんな時勢ではあるが、だからこそ止まって覧古考新するのも良いように思える。

2. デジタルシネマカメラ

2.1 初めのEシネマ

アナログ全盛期の頃、ビデオカメラでフィルムルックな表現への挑戦は幾度となく繰り返されてきた。

1983年、テレビ放送がNTSC全盛期の頃、池上通信機からフィルムカメラを考慮したテレビカメラが登場した。機種名を「EC-35」と言い(図1)、2/3インチのダイオードガンブランビコンを3本使用した撮像管カメラは、形状や操作性にダイナミックレンジなど、さまざまな点において当時のフィルムカメラを反映すべく設計されていた。

「EC-35」のECとは「Electronic Cinematography Camera」の略でEシネマとも言われていた。

まさに映画がフィルムからデジタルに変わる、そんな時代を予見させられるカメラであった。

2.2 移り行くDシネマ

2000年にBSでデジタルハイビジョン放送が始まった頃、ソニーが「HDW-F900 (CineAlta)」の発売を皮切りにパナソニックから「AJ-HDC27F (VARICAM)」が相次いで登場した。その形状はテレビ放送の取材などで使用されるENG (Electronic News Gathering) と同型で、撮像素子は

図1 1983年に登場した「EC-35」(提供：池上通信機)

色分解プリズムに配列された3板式2/3インチ16:9 CCD (Charged-Coupled Devices) センサを使用していた。映画用レンズはPL (Positive Lock) マウントが主流であったため、新たにデジタルシネマカメラ用2/3インチレンズが各社から発売された。

2006年から2008年頃に掛けてソニーのCineAltaシリーズから登場した「F-23」や「F-35」は従来の形を一新し映画撮影を意識した形状となり、フィルムカメラで使用されているアクセサリなどの互換性や運用性も向上した。

「F-23」の撮像素子は放送用ENGカメラと同様の3板式2/3インチ16:9 CCDセンサで、レンズマウントも放送用としては標準的なB4マウントになる。

「F-35」の撮像素子は、映画用フィルムのスーパー35mm (24.92mm × 18.67mm) に相当する23.62mm × 13.28mmの単板式CCDセンサで、レンズマウントはPLマウントを採用することで映画撮影用レンズを使用することが可能となった。

記録方式は共にHDフォーマットなのでDCI (Digital Cinema Initiatives) の仕様を満たしていないが、当時のデジタルシネマカメラは上映用フィルムへのプリントが主な目的としていたので経済的にも現状に沿った技術で

[†] 協同組合日本映画撮影監督協会/一般社団法人日本映画テレビ技術協会
"Production Technology; Capture Technology; Transition and Immutability of Digital Age" by Eiichiro Hatano (Japanese Society of Cinematographers (J.S.C.), Tokyo/Motion Picture and Television Engineering Society of Japan, Inc., Tokyo)

あった。

海外でも同時期からデジタルシネマカメラの開発が活発となり、HD解像度からオーバ2Kや高速度カメラなどさまざまなモデルが登場した。その多くは形状や操作性にスペックなど、次世代の映画撮影用デジタルカメラを目指しており、撮像素子も国内ではHD解像度が全盛期の頃、海外ではオーバ2Kの開発が活発となっていた。

2003年に発売された Thomson Grassvalley (現：Grassvalley) の「Viper FilmStream Camera」(通称：Viper) は、形状やレンズマウントも一般的な放送用カメラであったが、3板式2/3インチ920万画素HD-DPM + CCDセンサ(DPM: Dynamic Pixel Management)の有効画素数は1920×4320 pixelsと特殊なセンサで、メカニカルシャッターによる読み出し方法など外見に似つかわしくないスペックであった。

同年に発表された DALSA (現：Teledyne DALSA Corporation) の「Origin」は撮像素子が34 mm×17 mmの単板型ベイヤーパターンで、総画素数は4046×2048 pixelsとすでに4K解像度のデジタルシネマカメラが登場していた。

2004年にPanavisionがソニーと共同開発した「GENESIS」はレンズやアクセサリなど使用はPanavisionの専用設計だが、撮像素子は「F-35」と同じ23.62 mm×13.28 mmの単板型CCDを使用している。

2005年、ARRIがデジタルシネマカメラに参入した「D-20」の撮像素子は、映画撮影用ネガフィルムのスーパー35 mmサイズに相当する24.9 mm×18.15 mmの単板型ベイヤーパターンで有効画素数は2880×2160 pixelsになる。

そして2007年にRED (Red Digital Cinema Camera Company) がDALSA以来の4Kデジタルシネマカメラとして「RED ONE」を発売した。撮像素子は24.4 mm×13.7 mmの単板型ベイヤーパターンで、総画素数は4900 mm×2580 mmのスーパー35サイズになる。

その後DALSAは2008年に撤退し、RED以外で4K解像度のデジタルシネマカメラが登場するのは2012年頃からになる。

2.3 光学ファインダから電子ファインダへ

映画用デジタルカメラの開発が始まった当初、多くがフィルムカメラと同様の回転ミラーシャッターによる光学ファインダ(OVF)のデジタルシネマカメラを模索していた。撮影者にとってとは画作りする上でも重要なファインダは慣れ親しんだということもあり光学ファインダを切望する声も多かったが、その構造故から現在回転ミラーシャッターによる光学ファインダのデジタルシネマカメラはARRIFLEXの「ALEXA SXT Studio」のみとなった(図2)。

電子ファインダ(EVF)は今やカラーが当たり前だが、当初はモノクロであったため早期のカラー化が切望された。これは撮影時に色が判別できないということもあるが、小

図2 回転ミラーシャッターによる光学ファインダを搭載した電子ファインダにも交換可能な「ALEXA SXT Studio」
(提供：ナックイメージテクノロジー)

さなモニタを覗くというストレスもあった。その後液晶化により色彩の判別は付くようになったが、新たな問題としてフォーカスの認識がしづらくなった。モノクロが必ずしも判別しやすいというわけではなかったが、それにもましてということになる。また、液晶の電子ファインダはカメラを左右に動かすと遅延が生じる。遅延と言っても動き始めのズレがしだいに追いつくと言った何とも気持ちの悪い現象である。近年はかなり改善されたが、それでも程度によっては演出的タイミングの齟齬や、延いてはストレスにもなる。

現在は有機ELによる電子ファインダも出始め、色域、フォーカス、即応性などにも期待されている。

だがこれは解像度が2Kまでのことで、4K解像度となるとHD解像度の電子ファインダではフォーカスの判断が極めて難しくなる。

2.4 ハイレゾリューションの焦点距離計測

フィルムでの撮影では劇映画に限らず被写体に対して適切な距離をメジャーで計測してきた。そして知識と経験による目測でも的確に計測する、言うなれば職人的技を有する仕事である。だがHDカメラで映画を撮影する頃より、それまでの知識や経験だけでは適切に焦点距離を求めることが難しく、より精度の高い計測が必要となってきた。4Kでの撮影でもメジャーによる計測と長年の感覚で距離を測りフォーカスを送るという手法は行われているが、必ずしも従来の手法で的確に計測ができるわけではなく、モニタやフォーカスアシストの機能なども駆使しなければ、的確な焦点距離を計測することが困難となってきた。撮影に使用される機材に超音波で距離を測定する装置があり(図3)、海外ではこの装置を使用することで対策を講ずる傾向もある。

2.5 デジタル時代のアナモフィックレンズ

HDの放送が始まった頃、アスペクト比がビスタビジョンと変わらないことからシネマスコープが話題になるよう

図3 レンズ上部に装備した超音波距離計測装置
(提供：ナックイメージテクノロジー)

図4 Mscopeのモードを実装した『ARRIFLEX D-21』
(提供：ナックイメージテクノロジー)

になった。

ビスタビジョンとはアスペクト比が日本でも採用しているアメリカン・ビスタの1.85:1で、HDTVの1.78:1 (16:9) とほぼ同じになる。対してシネマスコープのアスペクト比は2.39:1と横に長い。この横長の画面を撮影するには上下をトリミングするかアナモフィックレンズを使用する。

アナモフィックレンズとは画面の横方向を圧縮するレンズで、特殊な光学系の持ち味はこのレンズならではの表現を醸し出す。

アナモフィックレンズで圧縮するアスペクト比は通常4:3だが、キヤノンは2004年に2.35:1を16:9のアスペクト比に変換するアナモフィックコンバーター (ACV-235) を発売した。このコンバーターはレンズとカメラの間に取り付けるリアコンバーターで、2/3インチのHDカメラとHD用レンズで画素を損なわず横に広い映像を撮ることができる。

2008年にはARRIFLEXが「D-21」でアナモフィックレンズをHD撮影に使用できる「Mscope」を発表した (図4)。

「Mscope」とは、4:3のアスペクト比を損失なく16:9のHD解像度に変換するシステムになる。

図5 4:3のアナモフィックレンズに対応するソニー『VENICE』
(提供：ソニービジネスソリューション)

その方法は、4:3のアナモフィックレンズで圧縮した映像を同期した16:9のHD解像度に奇数と偶数のラインに分割して、ポストプロダクションで再合成することで、アナモフィックレンズで撮影した4:3の映像に戻す方法になる。

デジタルシネマの撮影やワークフローはHDが標準的だった当時シネマスコープの作品で、スペックを追求した技術はその特異な方法が故に普及するには至らず、垂直解像度が低下しても経済的にはトリミングの方法が採用されやすかった。

日進月歩のデジタル技術は、アナモフィックレンズの撮影やトリミングによるアスペクト比の選択にも幅が出るまでになった。また、光学系ファインダーでアナモフィックレンズの圧縮されたイメージを認識するには経験を必要としていたが、電子ファインダーの技術によりフレームの認識が容易になり、解像度を維持した撮影もし易くなった (図5)。

3. デジタル時代のイノベーション

3.1 記録メディアの変化

国内のHDデジタルカメラによる映画撮影で機材の管理や運用などの技術支援は、通常VE (Video Engineer) が担当していた。知識として上映用フィルムや映画の撮影技術なども必要なのだが、不足する知識や経験は撮影パートや現像所などがそれを補い、またはその知識を有するVEが補うなど、相互補完によって撮影が行われていた。

だが国内外を問わず多くは映画の撮影パートのみで行っており、準備の段階で操作などを最低限にすることでビデオカメラに不慣れでも撮影を容易にすることができた。これはワンマンオペレーションで撮影ができるカメラであったからだが、それが故に一切を撮影者に委ねることで撮影助手のアシストが阻害されることとなった。後に映画での撮影と同様、撮影助手のアシストによる分業が可能となり、それに伴う操作の簡素化も求められるようになった。

HDビデオテープは当初8ビットで高圧縮だったが国内では受け入れられていた。記録フォーマットは「シネガンマ」

または「ハイパーガンマ」と称するITU-R709をベースに映画撮影用ネガフィルムのラチチュードに近づけた、いわゆるシネライクなビデオガンマが主流であった。だが、海外では必ずしも受け入れられる状況ではなく、ストレージメディアによる10ビット非圧縮のデータ記録が主流で、「Viper」はHDフォーマットであったがRGB 4:4:4/10ビットのLogデータをストレージメディアに記録していた。

3.2 デジタルネガの管理

デジタルシネマカメラでネガフィルムのように撮影できたのは「Viper」のLogデータに「RED ONE」のRawデータ。そしてLogとRawの両方を記録できたのが「D-20/21」と限られていた。だが、HDビデオテープが10ビット低圧縮記録になると新たなデジタルネガとなるLogが登場し、HDビデオテープでもネガフィルムのように撮影することができるようになった。

2010年頃、上映がフィルムからデジタルシネマプロジェクタに変わると記録メディアもビデオテープからストレージやメモリーカードへと変わり、LogデータやRawデータはオーバ2Kで記録するようになった。だが、管理や運用などの取り扱いはビデオテープと違い、新たな知識やルールが必要となった。

HDビデオテープは長年の信頼や取り扱いの容易さから記録されたオリジナルテープでポストプロダクションの作業が行われていた。だが、ストレージやメモリーカードはその信頼度からオリジナルデータでポストプロダクションの作業は行わず、撮影済み記録データを保存用と作業用に複製し作業用データでポストプロダクションの作業を行い、撮影で使用した記録メディアは複製が問題なく完了したことを確認できしだい消去している。

この複製を業界内ではクローンと呼称し国内外を問わずこの作業は慣例となっていて、国内では日本フィルムラボ協会からも記録データの取り扱いについて方針が出される。

クローンの作成に使用するメディアは国内外で違いがあり、海外ではLTO (Linear Tape Open) など使われているが、国内ではHDDやSSDなどのストレージメディアが一般的である。作業はPCによる専用ソフトで行うのが一般的だが、海外では専用のユニットを使用している(図6)。

3.3 色のコミュニケーション

デジタルシネマカメラは色域やダイナミックレンジが広がることでLogデータやRawデータというデジタルネガで撮影をするようになったが、それに伴いネガフィルムのような現像処理が必要となり、デジタルネガの現像処理や色調の調整をポストプロダクションでカラーグレーディングという作業により行うのだが、カラーグレーディングの作業には膨大な時間を要し経済的にも効率が悪い。そこで作業の軽減やRGBの基本的な色補正情報を交換するコミュニケーションの必要性からASC (American Society of Cinematographers) はASC-CDL (CDL: Color Decision

図6 データマネジメントユニットのCodex社製「Vault」
(提供：ナックイメージテクノロジー)

List) という仕様を作成し推奨している。ASC-CDLはカラーマネジメントを目的としないシンプルな仕様になっている。だがシンプルが故に色域や色温度の設定に色空間がRec.709であるなど、運用性においても課題が残る。

カラーコミュニケーションとしてのASC-CDLに対して、AMPAS (Academy of Motion Picture Arts and Sciences) のACES (Academy Color Exchange Specification) は撮影から上映まで映像制作全体のカラーパイプラインとした規格になる。

この規格により多種の入力デバイスと多種の出力デバイスの不一致を統一した管理、運用が可能となった。例えば、合成用CGの制作で撮影監督の立ち合いがなくても意図を汲み取り反映することが可能となり、出力デバイスの色空間がITU-R709とDCI-P3の違いによるカラーグレーディングの作業も不要になる。また、ACES規格の定義された色空間には従来の撮影用ネガフィルムや上映用ポジフィルムの色情報をマッピングすることができるので、フィルムルックなイメージに上げることができる。また、マッピングの方法を変えることでテレシネルックにすることも可能となるなど、従来では不可能なトーンの表現も可能となった。

3.4 新たな職種

デジタルシネマカメラで撮影が始まった当初は、カラーグレーディングの作業負担からカラーリストとのグレーディングに関する情報のコミュニケーションが必要となり、そのため撮影監督 (DP: Director of photography) はデイリーグレーディングをカット毎に行っていたが必ずしも効率的ではなかった。また、データに関する取扱いなど新たな技術的な問題を解決するには専門知識を有する技術者の必要性が出てきた。

・DIT (Digital Imaging Technicians: ディー・アイ・ティーまたはディット) は、撮影からポストプロダクションまでの全行程で統括した技術責任者で、撮影機

図7 収録メディアと保存メディア（出典：文献¹⁾）

材に関する技術的支援やデータの管理、そして中核となるのがオンセットデイリーでカラーパイプラインでのオンセットグレーディングや技術的ワークフローの管理運用となる。

・DM (Data Manager) は、データの管理やオンセットデイリーの作業も行う。

・DL (Data Loader) は、データの管理のみとなる。

これら新たな職種となるDITやDM/DLは、映画以外にもコマーシャル(CM)やプロモーションビデオ(PV)、そしてテレビやネットのドラマ制作でも活動している。

国内では経済的な観点からも最重要視するのがクローンの作成で、DITのみの場合も珍しくなく、またVEがその役割を果たすこともある(図7)。

4. 照明機材の多様性

タングステンの照明機材は撮影現場でお目に掛るのも珍しくなり、今やHMI (Hydrargyrum Medium-arc Iodide) や蛍光管に加えてLEDの照明機材が主流となった。撮影用照明の蛍光管は大きさや色温度などが多種多様で狭い場所でも仕込む事ができ、影を抑えられ柔らかく拡散した光はベースライトとしても重宝された。LEDは放射熱が少なく色温度を変化させられるモデルが多く、蛍光管と同様フラットなタイプの他にフレネルレンズを使用したフォーカス調整の可能なモデルもある。

蛍光管とLEDはその用途が似ており、光の強さや広がりや性質などの違いが新たな選択の幅となった。だが、タングステンとは違う新たな照明機材は色偏差がメーカーや経年変化にも大きく影響され、蛍光管やLEDの照明機材には色温度や色偏差の調整機能が装備されているモデルもある。

タングステンでは色温度のコンバージョンフィルタで対応できたが、HMIなど調整機能が装備されていないモデルには色温度に加え色偏差のコンバージョンフィルタによる、タングステンにない調整が必要となった。

5. むすび

デジタルシネマカメラが登場して以来、その形や使用には紆余曲折があったが、フィルムで撮影していた頃の仕様に近づくことでよりシンプルに、そして踏襲されてきた技術を生かせるようになる。だが電子化故の便利さは、カメラ周りが機材やケーブルで複雑な造形となり、撮影現場では多様化する作業に多彩なデバイスをマッチングするためのパイプラインは絡まった糸を解すようなものだ。デジタルとは便利なようで不便となり、不便とされていたアナログはとてもシンプルに見える。この先手に余るような状況となれば次は「AI」、なんてことも満更ではないかもしれない。

(2018年5月31日受付)

【文 献】

- 1) 橋本伸夫：「CMファイルベース時代の新職種「データ・マネージャ」と「データ・ローダー」」，映画テレビ技術誌，736，pp.26-27 (Dec. 2013)
- 2) Using ASC CDL in a Digital Cinema workflow
- 3) ARRIFLEX D-21/D-21 HD

はたのえいいちろう
畠野栄一郎 1984年、東放学園専門学校卒業。在学中より照明助手を両立。同年7月、ビデオエンジニアとして、(株)協和企画に入社。2001年、(株)プラネット・ビジョン(商号変更)を退社後、撮影技術全般に従事する。