小
特
集

デジタルシネマ

3. 映画とデジタル技術

3-1 映画の特殊合成・今昔

渡 辺 儀 典[†]

キーワード：オプティカル合成、高解像度フィルムスキャナ、レーザフィルムレコーダ、MC-MILO

1. ま え が き

エジソン、ルミエール兄弟から始まった100年を越える映画の歴史にいま大きな技術革新が起きつつある。それはトーキー、カラーと並び映画製作のスタイルを変えるであろうもの、デジタル技術である。当初、主に特殊合成分野に使われて来たこの技術も、最近では撮影から映写までフルデジタルで処理できるまでになった。ここでは、映画製作のデジタル化を理解するうえで、特殊合成に分野を絞って話をしたいと思う。

2. デジタル以前

映画の特殊合成を行う場合、2つの撮影方式がある。1つが通常の撮影カメラを用いるプロダクションカメラ方式、2つ目が後処理で用いられる特別に設計された機材を使うプロセスカメラ方式である。プロダクションカメラ方式の場合は、特殊合成済の撮影ネガができる。プロセスカメラ方式では、主に撮影ネガを素材に特殊効果が加えられ、デュープネガとして出来上がる。それぞれの方式について代表的な例をあげる。

2.1 プロダクションカメラ方式

2.1.1 グラスワーク撮影

この方法は、カメラの前にガラスを置きそこに画や写真を巧みに配置することで、それらと実写をその場で合成するものである。实景の空を入れ替えたり、セットの屋根のない建物に屋根を加えたりと、実写の部分と画や写真を違和感なく組合せる技術である。カメラのファインダーを覗きながら、実写との位置、照明バランス、ピント、境界部分を巧みに調整する。これらの調整が不完全な場合は再撮影となる。

2.1.2 スクリーンプロセス方式

この方法は、被写体を撮影する時にその背景をスクリーンに投影された映像とし、前景の被写体と背景を合成するものである。背景となる映像は事前に撮影されている必要がある。背景をスクリーンに投影することをスクリーンの

奥側から行うか、撮影カメラ側から行うかにより、リアプロジェクション方式とフロントプロジェクション方式に分けられる。背景を投影する映写機と撮影カメラのシャッタは同期がとられている。

走る自動車の窓外風景などによく使われたリア方式は、背景をスクリーンに投影するための距離が必要なこと、前景被写体への照明がスクリーンへ影響を与えること、スクリーンを均一な明るさで映写することが難しいこと、の理由から、フロント方式に移り変わっていった¹⁾。

フロント方式は特殊なスクリーンを使用する。スコッチライトスクリーンと呼ばれる、これは細かいビーズ球からなる指向性を持つスクリーンで、投影光線をその入射方向にのみ反射する特性を持っている。交通標識でお馴染みのものである。このスクリーンに投影された光は映写機のレンズに戻ってくるので、そこにカメラのレンズがあれば投影された映像を撮影できることになる。実際にはハーフミラーで映写機をカメラ光軸方向と90度の位置にセットし、光学的に映写機とカメラのレンズを一致させている。この方法によると、前景被写体への照明はスクリーンに影響をあたえず自由にでき、スクリーンより奥側のスペースの必要もなくなる。移動撮影ができないことを除き、使い方によっては面白いものが撮れる²⁾。

図1 プロセスカメラ

[†]株式会社IMAGICA 映画本部 第二映画営業部

"Motion Film and Digital Cinema: Special Effects Cinematograph Past and Present" by Yoshinori Watanabe (IMAGICA Co. Ltd., Tokyo)

図2 実景マスキングなし

図3 実景マスキングあり（黒い部分に画が合成される）

図4 マット合成済（桜満開の川岸）

図5 雪山のマット画（黒い部分は実景が撮影されており、感光しないようにマスキングされている）

2.2 プロセスカメラ方式

2.2.1 マット合成

手間がかかり撮り直しがきかないプロダクションカメラ方式のグラスワーク撮影に換り用いられるようになったのが、プロセスカメラ方式（図1）を使ったマット合成である。撮影ネガを用いて、主に実景と画を合成するのに使われる。撮影カメラでの撮影時には、実景（図2）のなかで不必要な部分、ここをフィルムが感光しないようにマスキングする（図3）。この実写撮影済のネガフィルムを、未現像のまま合成処理をする部門へ持ち込む。合成部門では、この未現像のフィルムをプロセスカメラにセットし、露光済みの実景部分は感光しないようにマスキングする。実景撮影時にマスキングした未露光部分には、作画された画が合成される。テストピース用に余分に撮影されている部分で、実景部分と画のつながりが不自然でないように何回かテストし、違和感がなくなったところで完成である。現像後は実景と画が自然に合成される（図4）。フィルムのトーンに合った作画ができるかが仕上がりのポイントである（図5）。

2.2.2 オプティカル合成

映画の特殊合成で最も多く使用されて来たのが、このオプティカル合成である。オプティカルとは、光学系で行う様々なフィルム特殊合成作業の総称である。プロセスカメラにフィルムを投影できるプロジェクタを組合せたオプティカルプリンタが使われる（図6、図7）。プロジェクタには前景、背景等のいろいろな素材、そして不要な部分を遮光するた

図6 オプティカルプリンタの仕組み

図7 オプティカルプリンタ

図8 背景素材

図12 オプティカル合成済（銀座に大男出現）

図9 前景ブルーバック素材

図10 マスク素材1

図11 マスク素材2

めのマスクがセットされる。(図8～図12)。それらの素材を組合せ、必要な部分のみを1こまずつ撮影することを繰り返し、1本のデュープネガを作る。素材フィルムを安定させ、画揺れをなくすため、高精度のレジストレーションビン（位置決めピン）を持つムーブメントが必須で、また、高解像度のレンズと微粒子なデュープネガフィルムが使われる。カメラのシャッターは可変で、フェードイン・アウト、オーバラップが多彩にできる。

人間が空を飛ぶといった動きのある被写体前景と背景を合成する場合は、ブルーバック撮影をする。背景をブルーにしたステージで撮影された現像済みの撮影ネガから、3色分解した白黒素材を作り、それらの組合せと白黒現像を調整することで、ハイコントラストの白黒マスクを作る。このような工程でマスクを作るため、ブルーバックは適正かつ均一に撮影されている必要があった。合成の仕上がり具合は、いかに良いマスクができるかにかかっていた。合成途中の確認はフィルムを現像するまでわからないので、非常に手間と時間がかかる。ただし撮影前の準備、撮影時の注意を怠らなければ、オプティカル合成でも満足いく合成結果が得られる。

3. デジタル時代

半導体技術のめざましい進歩により、グラフィックス機能を持ったコンピュータが普及してきたことで、プロダクションカメラ方式やプロセスカメラ方式で行われて来た特殊合成も、コンピュータを使ったデジタル画像処理に移り変わってきた。

その一番の理由は、合成の仕上がりを見ながら作業を進められることにある。デジタル以前では、合成の結果はフィルムを現像してみないとわからない。

合成途中の確認など経験を基に想像するしかなかった。まさに職人技である。それがモニターで確認しながら画作りができるのであるから、こちらに移行するのは当然である。いろいろなアイデアを試すことができるということであ

る。何でもできる可能性を秘めたデジタル画像処理であるが、映画の場合は以下のいくつかのポイントがある。

3.1 フィルムI/O

特殊合成をデジタルで画像処理する場合、まず必要になるのは映画フィルムを高解像度でデジタルサイズすることである。

大スクリーンに拡大映写されることから、デジタル合成処理のないカットと違和感なく見せるには、高解像度が必須となる。映画フィルムをデジタルデータに変換するには、映画専用フィルムスキャナを使う。映画フィルム用

高解像度フィルムスキャナIMAGER XE (IMAGICA)(図13)を例にとると、最大解像度4K(4,096×3112)、階調RGB各14ビット、出力画像フォーマット 16/8ビットのSGI・TIFF形式、10bit logのKodak-Cineon形式との仕様になる。35mmネガフィルムを、通常アカデミースタンダード、2Kサイズ(1,828×1,332)、8ビットデータ(約7.3MB/コマ)へ変換するのに、1コマあたり4秒でスキャン出来る。1ピクセルの大きさは約12 μ mとなる。スキャンされたデータは、順次ワークステーションのハードディスクに送り込まれる。そして、ハードディスクから大容量テープメディ

図16 空舞台 (難民収容所)

図19 真ん中 人々

図17 下手 人々

図20 一番手前 芝居

図18 上手 人々

図21 難民収容所の群集成済

(下手から上手へカメラ移動、各素材は全て同一の動きをしている)

図13 IMAGER XE

図14 レーザフィルムレコーダ

アであるEXABYTE, DLT, DTFにコピーされ、デジタル画像処理担当部門に渡る。

特殊合成等の画像処理が終わったデジタルデータは、映画フィルムに戻されなければならないが、これにはフィルムレコーダが使われる。スキャニングと逆の要領でフィルムに焼き付けられる。フィルムレコーダにはCRT方式とレーザ方式の2種類がある。CRT方式では、デジタルデータをCRT管面に順次RGBに3色分解された白黒画像として投影し、RGBの各フィルタをそれに合わせて3回切り変えて1コマを収録する。レーザ方式(図14)では、RGB3色のレーザビームに分解し、ダイクロックミラーで1本のビームにして1コマを収録する。レーザ方式にはCRT方式と比べ以下の利点がある。第一にレーザ光の特徴として、フレアを低く抑さえたまま強い露光がかけられるため、ダイナミックレンジの広い濃度域を確保できる。第二に、レーザ光は単一波長であるから、レコーディングフィルムの分光感度の重なり(クロストーク)が少ない波長を選択することで、色の混ざりのない、彩度の高い鮮やかな色を再現

することができる。第三に、CRTに比べレーザは強力なパワーにより低感度微粒子のデュープ用フィルムが使えることから、粒状性、鮮鋭度に優れたフィルム画像が得られる。レコーディングに要する時間もCRT方式の5倍以上にスピードアップされている。

映画フィルムで撮られた画像をデジタルデータへ変換し、それを再び映画フィルムへ戻すフィルムI/Oは、質の高いデジタルデータを得るための重要な要素となる。オーバオールで色と濃度の品質管理ができていてこそ、デジタル画像処理した特殊合成も劇場の観客に自然に受け入れられるのである。

3.2 デジタル画像処理

放送ビデオ機材のデジタル化に始まり、2Dはもちろんのこと、複雑な3D合成まで可能になった今日のデジタル画像処理。本物と見間違ふような3DCGIオブジェクトも、映画のデジタル画像処理の場合は、実景と合成するための素材のひとつとして扱われる。これら高解像度のデジタルデータを扱う映画の特殊合成の場合、ハイエンド合成システムとして専用機を用いるものと、汎用ワークステーションを用いるものの2つに分けられる。専用機としては、DOMINO (QUANTEL)、汎用ワークステーションでは、SGIのOnyx2を用いたInferno (Discreet) が主なものである。こういった高価なハイエンドシステムは、ポストプロダクションに設置されており、重い高解像度のデータもこのような作業環境下においては、合成途中のプレビューを繰り返しつつ作業することが可能である。例えば、数多くの素材を複雑に組合せるような多重合成に威力を発揮する。

従来、ポストプロダクションのハイエンドシステムで行われて来たデジタル合成であるが、最近のPC技術の目覚ましい進歩と高解像度の映像を扱える合成ソフトの種類の増加・低価格化で、MacやWindows NTといったデスクトップ環境でも映画の特殊合成が出来る時代になった。ソフトとしては、After Effects (Adobe) が代表的なものである。PCベースであるため、リアルタイムプレビューができないとの制約はあるが、ある期間内で完成度を上げていくという流れの中で映画の特殊合成作業は進むので、このようなPCベースでも仕上がりの質でハイエンドに劣るということはない。

ハイエンド、PCとあるが、映画の特殊合成におけるデジタル画像処理の利点は、ピクセル単位の色修正にある。部分的なペイント処理、特定色の色補正が可能なことで、合成後、違和感の残る合成境界部分のなじみを自然に見えるように調整できる。平板に見えがちで、合成カットと見分けがついた時代から、現実と非現実が見分け難い上手な嘘のつける時代になった。

デジタル画像処理ツールがより絵筆に近くなって来た今日、これらを使いこなすには、より画ごころを持ったセンスが必要とされるようである。

図15 MC-MILO

3.3 特殊機材

映画のポストプロダクションのデジタル化が進みつつあるが、どうしても特殊合成には時間がかかる。撮影素材がより後処理・合成に適したものであれば、効果的にデジタル画像処理も進められる。特に、素材撮影時の位置データ、立体座標を画像処理する際応用できれば、3DCGIとの合成も違和感なく自然なものになる。撮影済の画像から立体座標を算出するマッチムーブソフトもあるが、カメラレンズ特性を加味し、リアルタイムで正確な立体座標を出力するには特殊機材が必要である。

モーションコントロールカメラシステム「MC-MILO」(図15)は、そのような機能を持つ特殊機材である。堅牢なレールの上を走るコンピュータ制御のカメラロボットであるMC-MILOは、移動に伴うカメラのブレもなく、複雑なカメラワークを高速で行うことができる。コンピュータで制御されているから、一度プログラムされたカメラワークは何度でも繰り返せるので、限られた人数のエキストラを使って群集シーンを成立させたいといった場合も、このシステム

を使えば簡単にできる(図16~21)。そして、撮影時のカメラと被写体の位置をXYZ座標でリアルタイムに出力、各種CGアプリケーションとのデータ入出力に対応する。変わった使い方としてはこんな方法もある。撮影済の動きのある被写体素材から被写体の位置をマッチムーブソフトでトラッキングし、その位置データをカメラの動きへ変換する。このデータを使って、MC-MILOで動きのない止まった被写体を撮影すると、2つの素材は見かけ上同じ動きをしているように見えるので、簡単に合成できることになる。

難しいと思われていたアイデアも、このような特殊機材を使うことで実現できる。

4. む す び

映画の特殊合成について話してきたが、デジタル技術が映画の世界にも取入れられるようになって、映像表現の可能性は飛躍的に広がった。撮影から映写までフルデジタル処理との流れも意外と早く来るかもしれない。フィルムを化学処理・現像して画像を得る時代から、デジタルデータをデータ変換していろいろなフォーマットの画像を得る、いわば「デジタル現像」の時代に進みつつある。これから、どんな予期せぬ映画が見られるのか楽しみな21世紀となった。

(2001年3月29日受付)

〔文 献〕

- 1) “映画製作のすべて”, pp.191-192, 写真工業出版社 (1999)
- 2) “映画製作のすべて”, pp.187-188, 写真工業出版社 (1999)

わたなべ よしのり
渡辺 儀典 1984年、千葉大学工学部画像工学科卒業。同年東洋現像所(現、IMAGICA)入社。オプティカル合成、モーションコントロール撮影に従事。1996年より、フィルムI/O、デジタル画像処理のテクニカルコーディネーターに従事。担当作品「GTO」「回路」「大河の一滴」、他。