

## Necessity and Possibility of 1080/24P Technology as a Substitute to Traditional Movie-Making System

Norio KOBAYASHI

### ABSTRACT

Nowadays, many people engaged in both video and film industry are paying attention to a ground-breaking video technology called the 1080/24P (1920\*1080 square pixels and 24 progressive frames per second) format. This is a happy compromise from a video technology being able to reach enough resolution with 1080/60i digital Hi-Vision (HDTV) format and a characteristic frame-rate of 24fs (frame per second) in the movie world. The 24 frame-rate is a somewhat strange ratio from the viewpoint of 30 frame-rate video world, but the 1080/24P technology has recently become a major topic. One of the reasons is represented by one magic word, "film-like". This paper will discuss the relationship between the word of "film-like" and the specific number of 24fs by examining historical facts, events and also technical backgrounds. I believe this information will show us an actual visual world and suggest the possibility of another way of making films.

## 映画技術の側面から見た1080/24Pの必然性と将来性

1. 論文要旨	57
2. はじめに	57
3. 映画の歴史	57
3.1. 黎明期	57
3.1.1. 映画を構成する三要件	57
3.1.2. 写真技術と投影技術	58
3.1.3. アニメーション技術	58
3.2. 16fsサイレント映画の登場	59
3.2.1. 連続高速撮影技術	59
3.2.2. 最初の撮影・上映システム	60
3.2.3. 撮影・上映コマ数の問題	60
3.2.4. コマ数とフリッカーの関係	61
4. 24fsの成立とその制約	62
4.1. トーキー以後	62
4.1.1. トーキーの発明	62
4.1.2. 16fsから24fsへ	62
4.1.3. トーキー化に揺れた映画界	63
4.2. 24fsの問題点とその解決	63
4.2.1. 画面サイズの拡大	63
4.2.2. ワイドスクリーンの定着	64
4.2.3. フレーム数とシャッター速度	65
4.2.4. ストップモーションでの「動き」	66
5. ビデオ技術と映画との接点	67
5.1. 1080/24Pの登場	67
5.1.1. 480/60iの世界	67
5.1.2. プログレッシブ表示	67
5.1.3. 1080/60iの世界	68
5.1.4. 1080/24Pの開発	68
5.2. 映画とビデオとのコンパチビリティ	69
5.2.1. テレシネ変換	69
5.2.2. スローモーション再生	70
5.2.3. フィルムを核とした変換システム	71
6. デジタルシネマと「フィルムライク」	71
6.1. 映画配給システムの変化	71
6.1.1. デジタルシネマ	71
6.1.2. デジタルプロジェクション方式の問題点	72
6.1.3. デジタルプロジェクターの特性	73
6.2. フィルムライクな映像とは	73
6.2.1. フィルムライクの定義	73
6.2.2. 画面情報に関する課題	74
6.2.3. 微妙な色合い＝ガンマ値の問題	74
6.2.4. ディテールの差異	75
6.2.5. 映画とビデオの感性の違い？	75
7. おわりに	76
8. 引用文献	76

# 映画技術の側面から見た1080/24Pの必然性と将来性

## 1. 論文要旨

現在1080/24P(またはHD24P)という技術が注目を浴びている。それはデジタルハイビジョン方式により十分な解像度を得たビデオテクノロジーと、毎秒24コマ(24fs=24 frame per second)という映画だけが持つフレームレートの世界を両立させる規格である。映像の世界において24fsは、ある意味では非常に中途半端な速度である。それにも拘らずなぜ、1080/24Pがこれほど注目されるのであろうか。その回答のひとつに「フィルムライク」という表現がある。フィルムライクという言葉にはどんな意味が存在するのだろうか。

こうしたさまざまな疑問に対して、一般的なビデオ技術の側からでなく、映画技術および映画表現の側から捉えなおすことにより、より具体的な理解と、映画・ビデオを含む映像技術および表現の将来を描くことが本論のテーマである。24fsはいかにして構築されたか、それは理想的な数値なのか、そして映画とテレビと軸とする現代の映像世界は24fsとどのように拘わっているかを考察することにより、映像技術の「現在」を正確に把握していきたい。それはまさしく、24P以外の選択肢による新しい映画作りの可能性への示唆にもなると考えるからである。

## 2. はじめに

多くの科学技術や発明に見られるように、映画においても、現在の規格は理論によって構築されたものではなく、多分に偶然と市場原理によって選択、あるいは生き残ってきたものである。現在、デジタルビデオの最新テクノロジーによって、映画のフォーマットに可能な限り近づける努力が行われ、製品化されて市場に出て

いる。これが1080/24Pと呼ばれるビデオ規格である。しかしそもそも24fsはなぜ成立したか、「映画」は映像技術のゴールとしてふさわしいものであるのか、そしてビデオの最新技術で実現し得る世界とはどのような差異が存在するのだろうか、これが本論における考察の原点である。

これらを論じるため、本稿では映画とビデオの歴史、技術そしてこれらに関連する事実(ファクト)の中からテーマに沿う部分を抽出した。さらに、映画とビデオが互いに補完しながら発展してきた動向、そして夫々における最新動向・技術を紹介している。現在では映画もビデオも、デジタル化により同一の土俵で語れるようになりつつあり、将来さらにこの動きが加速するのは間違いない。基本的にはメディア選択肢の拡大は歓迎すべきことだが、メディアに対する正しい認識を持たないと逆に混乱を招く。そのためにも、映画とビデオの差異あるいは共通性を検証し明確にする作業は不可欠であろう。

## 3. 映画の歴史

### 3.1. 黎明期

#### 3.1.1. 映画を構成する三要件

「映画はその生誕がわれわれに知られている唯一の芸術である」(ペラ・バラージュ)<sup>1)</sup>の言葉どおり、映画を中心とする映像技術は、その誕生から成長のプロセスがすべてこの100年間に起きた。しかしこの圧倒的な説得力を持つメディアは、その力ゆえにさまざまな誤解も生んでいる。24fsについて論じるとき、映画の発展のプロセスを改めて検証することは、映像の有するポテンシャルを正しく理解するためにも必要なことである。

映画の始まりは、リュミエール兄弟が発明・撮影したシネマトグラフ・リュミエールという

のが通説である。この時代は手回しの撮影機を使っていたためにコマ送りタイミングが安定せず、しかも撮影機と映写機に同じパーツを利用するという原始的なものであった。しかし撮影・投影プロセスが基本的に同一の工程を逆にたどったものである点は現在と同じで、スクリーン上映方式などいわゆる映画の基本要素を備えている点でも、すでに完成された形態を持っていた。

映画を構成する要素は大きく分けて以下の三種類あるといわれている<sup>2)</sup>。ここではまず映画の歴史をひもとき、映画のコマ数の推移についての確認を行う。

- 写真技術
- 投影技術
- アニメーション技術

### 3.1.2. 写真技術と投影技術

映画が成立するためには、映像を記録しスクリーンに投影するという両方の技術が必要である。写真技術とは、自然界の映像を人間の手によって「切り取り」、「再現」する仕組みであり、投影技術は不特定多数の観衆に対して「拡大投影」する仕組みである。投影することだけに限れば、17世紀における光を投射してその影（シルエット）などで表現するという「幻燈機」に投影技術の原型はすでに存在した。ジェスイット派の僧侶でドイツ生まれのアタナシウス・キルヒャーの著書「光と影の偉大な芸術」(1646年)には、幻燈初期の様子が描かれている<sup>3)</sup>が、これは暗室でランプの光を光源に、透明な板に描かれた絵を壁に投影している。

キルヒャーの著書が刊行されてまもなく、ボヘミアのガスパール・スコットは、実際に幻燈機を組み立て、さらに1665年、デンマークの数学者トマス・ワンゲルシュテインはこれをヨーロッパ各地に広めたという<sup>4)</sup>。日本でも「映し

絵」として、1800年ごろから見世物化している。これは「風呂」と呼ばれる木製幻燈機数台を使った、天然色で動きのあるものだった<sup>5)</sup>。

暗室内の画像を光学系によって拡大投影するという幻燈の原理の反対が、風景を暗室に取り込むカメラ・オブスキュラ（暗箱）である。16世紀には、ピンホールないしレンズにより外部からの入射光を倒立像として再現するカメラ・オブスキュラが完成していた。しかし映像学を論ずるときには、写真技術の完成によってその一歩とすることが多い。それは撮影装置がとらえた「視線の自動的な定着」と「対象の自動的な再現」という点である<sup>6)</sup>。写真技術は、19世紀前半にフランスのニエプスやダゲールによって開発され、ハリソンのゼラチン乳剤の発明(1863年)によって、今日の感光乳剤方式として完成した。この投射技術に写真という記録方式が加わり、映像を記録し投影するアイデアが実現することになる。

### 3.1.3. アニメーション技術

少しずつ変化のある絵を次々と連続的に提示し、あたかも絵に描かれているものが動いているように見せる技術がアニメーション技術である。「動き」の表現に対する憧憬は、はるか古代から存在していた。今から4500年以上昔の古代エジプトの壁画に、動きを表現するために描かれた連続絵がある。最も古いものでは一万年以上昔の壁画にも、牛の足を8本描いて動きを表現しようとしたものがあるという<sup>7)</sup>。1800年代には、ホーナーのゾートスコープ(1834年)やレイノーが開発したプラキシノスコープ(1876年)がアニメーションの商品化の先駆として登場した。

少しずつ変化している画像を連続して早映しすると、静止している画像があたかも動いているように知覚される。映画の基本原理である人

間のこうした視覚・知覚特性は、理論でなく経験によって得られたものであった。当初こうした現象は「残像効果」が原因とされていた。残像とは目に光の刺激がなくなっても感覚が残存することであり、残像説は紀元前60年、ローマの詩人・哲学者・科学者ティトウス・ルクレティウス・カレウスが「自然の天性」で唱え<sup>8)</sup>、プラトーの研究論文「残像の持続」(1829)で定説となる。彼はこの論文の中で、「一秒間に起こった一つの動きを表す16枚の絵が一秒の間に次々と示されれば、視覚の残像効果によってそれは一体と感じられ、元の動き同様のものを知覚する<sup>9)</sup>」と述べている。

プラトーがこの理論の元に製作したフェナキスティスコープは、回転するスリットによって複数の画像を連続アニメーションとして見せるものである。プラトーはこの装置によりアニメーション技術の先駆者とされ、映像史の最初のページに記される。しかしこのフェナキスティスコープは、スリットを通して瞬間的に視覚された画像が暗転時も維持される理由を残像効果によって説明できても、画像が動く証明にはならない。

現在では、映画が動いて見えるのは「仮現運動」(apparent movement)によるものということがわかっている。仮現運動とは、1900年代初期にゲシュタルト心理学派の創始者ウェルトハイマーやコフカ、コルテらの、行動科学派の心理学者によって研究され発表された学説である。すなわち一定の条件下であれば、静止している物体でも動いているように知覚する機能を人間は有するという。これは最適運動または $\phi$ (ファイ)現象と名づけられたが、後に別種の仮現現象が発見されてからは $\beta$ 運動と名づけられるようになった<sup>10)</sup>。

## 3.2. 16fs サイレント映画の登場

### 3.2.1. 連続高速撮影技術

$\beta$ 運動の原理が理解されるにつれてアニメーションの再生技術も次々に進化するようになる。1834年のウィリアム・ホーナーのゾートロープ、そして1877年のエミル・レイノーのプラキシノスコープで単独としてのアニメーション視覚装置は限界を迎え、写真、動き、投影というそれぞれの技術を連携させてひとつのシステムにする期待が高まった。

1878年、イードウェアード・マイブリッジは、サンフランシスコにおいて12台のカメラを横に並べ、走る馬の瞬間的な姿を連続的に撮影した。マイブリッジはこの像を、円盤上に画像を貼り付けそれを回転させることにより動画を再生するプラキシノスコープと呼ばれた装置を使って動画としたという。また1887年、マレイは分解撮影のための最も進んだカメラ、クロノフォトグラフを完成した。これは一台のカメラと紙フィルムを使った連続撮影装置だったが、これらいずれも映像を再生することより動きの解析が目的であった<sup>11)</sup>。

しかし映画のように連続した撮影を行うには、当時のガラス乾板を利用した写真方式は非常に扱いにくく流用は不可能であった。その後、フォックス・タルボット、スコット・アーチャー、リチャード・マドックスらの感光材料の改良によって、写真の撮影時間が次々に短縮され、ようやく1989年アメリカのジョージ・イーストマンが、セルロイドベースを使った帯状のフィルムを完成させる。このフィルムは70mm幅のフィルムに直径6cmほどの円形画像を100枚撮影できるというもので、カメラごとイーストマン社に現像に出すシステムになっていた<sup>12)</sup>。

1888年にトーマス・エジソンおよび助手のイクソンは、このコダックカメラ用フィルムを使って動画を記録し、スクリーンに投影する研

究を開始した。エジソンは70mm幅のフィルムを半分に切ったが、さらにこのフィルム送りを確実なものにするためフィルムに穴（パーフォレーション）を空けた。パーフォレーション間隔は撮影画像（コマ）ひとつ当たり4つであり、自らが制作した撮影装置に合わせたものだが、これ以降35mm幅4パーフォレーション（35/4P）は、映画の標準規格となった。

またエジソンは、写真を一枚ずつ撮影し画像として定着させるためと、撮影された画像をアニメーションとして認識させるために、独自の「掻き落とし」機構を開発したという。掻き落とし機構とは、フィルムを送りながら1コマ1コマを撮影し連続した静止画像をコマ単位で記録する装置であり、この機構をパーフォレーションによりフィルム送りと連動させることにより、確実な撮影タイミングを実現している。これは現在のフィルムによる映画撮影・上映方式と全く同じシステムである<sup>13)</sup>。

### 3.2.2. 最初の撮影・上映システム

投影技術はプロジェクション技術と呼ばれ、スクリーンに映像を投影することである。1894年にエジソンの助手ディクソンは、「キネトスコープ」(Cinetoscope)を開発・公開した。カメラはキネトグラフと呼ばれ、再生装置はキネトスコープと呼ばれた。しかしキネトスコープは、当初考えられていた掻き落とし機構やスクリーン上映方式を採用せず、円盤を回転させそのスリットからもれた光によってフィルム上を照射して動画を再生する、スタンドアロンタイプの無人上映装置であった。

エジソンのキネトスコープが発明され米国や欧州各地で上映されて以降、これに触発されて映画の開発に取り組んだのが、フランスのリヨンで写真乾板製造会社を営んでいたリュミエール兄弟である。1895年に彼らは現在の映画カ

メラとプロジェクターの基本的構造をすべて備えたシネマトグラフ・リュミエールを発表し、同年12月28日にパリで有料の映画会を開催している。これほど短期間に新しい発明ができたのは、当時フランスにはすでにクロノフォトグラフィ（Chronophotographie）と呼ばれる動く写真映像装置が存在し、それを改良したからである<sup>14)</sup>。1893年には、フランスですでにレオン・ブーレイによりシネマトグラフという映写機も開発されており、そのためリュミエール兄弟は「リュミエールのシネマトグラフ」という名称にしたのである。これらの先駆的発明とリュミエール兄弟の発明とを区別するポイントは、ミンシンの送り機構にヒントを得たとされる、フィルム掻き落とし装置であった。

シネマトグラフ・リュミエールは、スクリーンに上映させるために大容量光源ランプを使い、パーフォレーションに連動したフィルム掻き落とし装置を持ち、基本的には今日の映画撮影・投影システムと同じであった。しかし彼らは、当初カメラ、プロジェクター、生フィルム、配給プリントを他社に販売しなかったため、彼らの規格による映画システムは世界的に普及しなかった。一方、このスクリーン映写方式のメリットを理解したエジソンは、「世界初の映画」という栄誉は逃したものの、すぐさまアーマットと提携しスクリーン映写方式のヴァイタスコープ(Vitascope)を商品化した<sup>15)</sup>。このヴァイタスコープは1897年に日本でも上映された。欧州では、パテ、ゴーモンらがそれぞれのカメラ・プロジェクターを発表し、エジソン規格の35/4Pは今日の標準となったのである。

### 3.2.3. 撮影・上映コマ数の問題

映画の開発者たちにとって、毎秒当たり撮影するコマ数をいくつに定めるかは大きな問題であった。フィルムの使用量という経済的問題と

ともに、毎秒あたりいくつの撮影コマ数を安定して搔き落とし走行させられるかというフィルム送りの機械的精度の制約もあったからだ。また当時のフィルムはまだ感度が低く、コマ数を上げるとその分だけ露出時間が減り光量の少ない場所での撮影が困難になる問題があった。米国映画界が、雨が少なく気候の良いハリウッドに映画制作地を移したのはこの理由である。

1890年代のドイツで映画の開発に取り組んだマックス・スクラダノフスキーは、当初8コマ(8 fs)で映画撮影を始めた。エジソンのキネトスコープは42 fs といわれているが、これは動きの問題以外に、後述するフリッカーの現象が狙いだったと思われる。すでに述べたように、プラトーは毎秒16コマ以上なら画像は動いて見えると論じているが、この数字はまったく科学的論証はなされておらず、たぶんに経験的学説であったと思われる。リュミエールのシネマトグラフのコマ数も同じ毎秒16コマであった<sup>16)</sup>。リュミエールが手本にしたクロノフォトグラフィーはコマ数の定義は行われていなかったから、フィルムの経済性や感度など実用性を考慮した上での選択であったのだろう。

1926年、SMPE (American Society of Motion Picture Engineers=後の SMPTE) は、「映画カメラのフレームレートについてのカメラのクランキングは、撮影時一秒钟16コマ」<sup>17)</sup>と決めた。手回しのカメラ、投影機ともギアのついたハンドクランク(手回し)で、1秒間2回転(1回転8コマ)で毎秒16コマを実現したようである。これらを考えると、カメラと投影機を一体として開発されたシネマトグラフ・リュミエールのコマ数値がもとになり、サイレント映画の毎秒のコマ数はこの16コマ(16 fs : frame per second)が事実上の標準となったのは確実であると思われる。

### 3.2.4. コマ数とフリッカーの関係

コマ数による動きの滑らかさとは別に、フリッカー(画面のちらつき)の問題がある。現在の映画は毎秒24 fs であるが、この場合一秒钟に24回画像が表示されると同時に、24回シャッターで遮られた黒い画面が表示されている。つまり24 Hz でスクリーンが明滅していることになる。この明滅は、人間の目にとっては画面のちらつきと感じられ、不快な気持ちになる。これがフリッカーである。フリッカーを感じると映像自体の動きもギクシャクとした印象になるが、実際にはフリッカーは仮現運動による動きとは関係なく、すでに述べたように動き自体は16 fs 以上であれば問題はない。

リュミエールのシネマトグラフをはじめ初期の映画プロジェクターは、毎秒16コマをそのまま映写していたので画面上には16 Hz のフリッカーが発生し、ちらちらして非常に見にくいものであった。このフリッカーは、コマ数を増やしていくと感じられなくなる。フリッカーを感じなくなる明滅の周波数である臨界融合頻度=CFF (Critical Flicker Frequency) は、明るさに対してリニアな特性ではないため一般的な定義はできないが、映画の上映条件では約50 Hz である。

映画をスクリーンに投影する場合は画面サイズが大きいため、フリッカーがあると映画に集中できず不快になってしまう。フリッカーから開放されるには毎秒50コマ以上で撮影すれば良いことになるが、これではフィルムの使用量が倍増するばかりでなく、コマあたりの露出時間も短くなる。この課題を解決したのはブロスである。ブロスは1903年に、1コマを映写する間にシャッターで光源を2~3度遮る方法を考案し、1コマを2~3回続けて映写することにより事実上のコマ数倍増を実現し、フリッカーの解消に成功した<sup>18)</sup>。

この技術は現在でもまったく同じであり、24 fsで撮影されたフィルムは、映写するとき1コマを2度に分けて映写し48コマとすることでフリッカーレスの映像を実現している。しかし結局は同じ画像を二回表示しているわけであり、この映写方式がフィルム映像の独特の動きに影響していることは明らかである。例えばパン(panning)では、スムーズな移動が行われずコマ落としになったようなぎこちない動画となり、48コマ再生技術は「フィルムライク」な味をかもし出すひとつの理由となっている。

#### 4. 24 fsの成立とその制約

##### 4.1. トーキー以後

###### 4.1.1. トーキーの発明

1899年、エジソンが世界最初の映画をスクリーンに上映したとき、助手のディクソンはフォノグラフ(蓄音機)と同期させ、映像と同時に音声も再生したと記している。エジソンが自ら開発したフォノグラフを、写真技術と組み合わせた発想は自然の成り行きであったかもしれないが、映画はその誕生時にはサウンドを伴っていたのである。その後エジソンが5年後にキネトスコープを商品化した時には、スクリーンもサウンドもないシステムになっていた。しかしサイレント時代は、映画は無声であったが決して無音ではなく、ピアノによるライブ演奏という「映画音楽」がついていた。もちろんその理由はかならずしも映画芸術の観点からというわけではなく、リュミエール兄弟が映画上映時にピアノ伴奏を用いたのは、当時かなり大きかった映写機の動作音をごまかし、ムードを高めるためであったといわれる<sup>19)</sup>。

1926年、ワーナー・ブラザース社の「ドン・ファン」が、トーキー映画の「はしり」として封切られた。この映画ではトーキーになっていたのは歌の部分だけであったが、観客から圧倒的

な支持を受けたのである。気を良くしたワーナーはこの後1927年に「ジャズ・シンガー」(Jazz Singer)でアル・ジョンソン主演の本格的なトーキー映画を発表して、一挙に会社をメジャーの仲間入りさせるほどの大ヒットを飛ばした。当時は「言葉をしゃべったら、アメリカ映画の国際性は失われてしまう」とチャプリンだけが抵抗したといわれる<sup>20)</sup>。

初期のトーキーには二種類、ディスク式のアフレコトーキーと、フィルム式トーキーがあった。トーキー初期の段階で採用された、ウェスタン・エレクトリック社のバイタフォン(vita-phone)と呼ばれるディスク式音響システムは、映像とサウンドを別々のメディアで録音・再生し、手動で同期をとるシステムであったので、ずれることが頻繁にあった<sup>21)</sup>。「先ず口の動きと声が一致しない。口を結んだ後に高笑いの声がしたり、雑音と聴き取り難いトーキーに客はただあきれのばかりであった<sup>22)</sup>。

日本でのトーキー化の試みは、サウンド部分にレコードを使ったディスク式トーキーからスタートし、数分のトーキー映画を上映する会社が1913年から1917年まで存在した。フィルム式トーキーの発達により、日本映画でも1931年ごろより本格的なトーキー化が進行しはじめたが、すでに弁士が上手なしゃべりで映画の場面を説明するというスタイルが定着しており、音の悪いトーキーを見るぐらいであれば弁士のほうがましだという風潮はかなり根強く、1940年ごろまで残ったようである<sup>23)</sup>。

###### 4.1.2. 16 fsから24 fsへ

1930年代半ばの、フィルムに直接音声を記録できるサウンド・オン・フィルムのシステムにより、現在のシステムとほぼ同じサウンド再生技術が登場した。この方法は、フィルムに映像と並べてサウンド・トラックと呼ばれる録音帯



域を設け、映写機側で映像と同時にサウンドを読み取り再生するものである。記録方式はフィルム上に直接画像として記録する光学記録で、フィルムのコピー時にサウンドもコピーできる便利なものである。最初は音圧の変化をフィルム濃度の変化として記録する濃淡型 (density type) であったが、これはフィルムの現像管理が難しいため、現在は光学トラック不透過部の面積の変化で音声波形を表現する面積型 (area type) になった<sup>24)</sup>。

一方録音時は、フィルムに直接サウンドを記録できないので、35/4Pのフィルムと同じ媒体に磁性体を塗布して同期録音することにした。撮影フィルムとサウンドフィルムとを同軸のモーターで回せば、ずれは発生しない。しかしここで問題が持ち上がった。カメラの回転数が遅すぎて光学録音のハードウェアに対応できないのである。米国では電流は1秒間60サイクル(60 Hz)であり、カメラと録音機を同期させるシンクロナスモーター(電源周波数に比例して回転するモーター)はこの基準に従って回転していた。すなわちカメラを16 fs で走行させた場合  $16 \times 60 \text{ (Hz)} = 960 \text{ 回転/分 (rpm)}$  の回転速度だが、これでは満足な音質にならない。

そこでフィルム速度を24 fs にしてシャフトスピードを1440 rpm まで上げ、1.4 KHz まで記録可能とした。その結果24 fs (1.5 ft/min) が新しい映画撮影・再生の基準として採用されるようになったのである。これはまさしく60 Hz を採用している米国の電氣的国情から来るものであったが、結果的にトーキーの技術的なパイオニアである米国の基準に沿う形で、24 fs が新しい標準として採用された<sup>25)</sup>。24 fs の成り立ちは、映像の品質上の要請ではなくトーキー時代とともに始まったサウンドの品質上の要請なのである。

#### 4.1.3. トーキー化に揺れた映画界

しかしこのトーキーは従来の映画館に莫大な出費を強いた。音響装置を備えることは、当時としては大変な設備投資となったからである。

「昭和六(1931)年ごろよりトーキー化される日本映画も多くなり、トーキーを上映しなければ時代から取り残される。映画館も発声機を備えるのに莫大な費用を必要とする。館主の最も苦境に立たされたときである。そのためには、音楽部の廃止、伴奏もレコードを使用、やがては説明者の解雇、当然起こるストライキ、個人経営の小さな映画館は安い国産の発声機を備えるのに精一杯であった。そこへゆくと封切館はアメリカのウェスタン発生器を備えトーキー上映の万全の装置を施した。さすが外国の発声機の威力は確かであった。」<sup>26)</sup>

映画が娯楽産業として完全に定着したのは1920年代であるという<sup>27)</sup>。それとともに映画館の数も急速に増え、米国でハリウッドが誕生したのもそのころである。日本映画事業総覧(1930年版)によれば、当時の日本の映画常設館は1244(内地)、年間観客動員数は大人だけで112,430,000人に達していた。映画館が本格的に「普及」し始めてから10年程度にもかかわらず、トーキー化への対応は映画業界にとって非常に大きなエポックとなり、映画館の大規模な淘汰が起きている。今日の映画の浸透度を考えると、トーキー化以上の圧倒的な差別化ができない限り、莫大な設備更新コストの必要なデジタルシネマへの移行が難しいことも理解できる。

#### 4.2. 24 fs の問題点とその解決

##### 4.2.1. 画面サイズの拡大

映画初期の1907年、映画技術アカデミーによって画面サイズは1:1.33(0.735×0.980 inch=Full-screen 35mm silent aperture) と決められた。しかしトーキー時代になりサウン

ドトラックのスペースをフィルム面にとる必要が生じたため、1932年 SMPEA (Society of Motion Picture Engineers of America) は、新たなアカデミーアパーチャー規格 (The sound of Academy aperture=0.631×0868 inch) を発表した<sup>28)</sup>。これはミリ換算で21.936×18.672mm で、撮影サイズはさらに小さくなった。他方1950年代に入りテレビが普及し始め、映画はその存在を脅かされるようになる。映画観客数が減り、年に500本以上であった制作本数が6割に激減し、1957年には新興の RKO が倒産するなどまさに危機的状況に瀕していた<sup>29)</sup>。これに対し、映画界業界が目指したのがスクリーンサイズの大型化、それもテレビでは得られない横長化であった。

画面のサイズは初期のころでも200インチ以上であり、大画面への映写が映画の特徴ともなっていた。米国の20世紀フォックス社は、フランスのアンリ・クレティアン博士の考案した拡大映写と立体音響装置を組み合わせてシネマスコープ (Cinemascope) と名付け、第一回作品として1953年「聖衣」を公開した。これはアナモフィック (Anamorphic) と呼ばれるレンズにより、35mm フィルムに左右方向を圧縮した画像を撮影し、上映時には逆に水平方向に拡大することで1:2.35の横長画面サイズを実現した<sup>30)</sup>。シネマスコープは「シネスコ」という通称で呼ばれている。

アナモフィック方式は、従来のフィルムをそのまま使って横長の画面を得られるため、映画館での設備更新も低コストで押さえられるメリットがある。しかし画面の解像度がかなり落ちるという問題点も同時に抱えた。そこで米国パラマウント社は、特殊撮影部長のフレッド・ウォラーが「人間の視界をすべて覆いつくす」画面を実現するために3台のカメラとプロジェクターを連動させて撮影・上映するシステムを

考案し、上下7メートル左右19メートルのスクリーンに上映した。このシステムには、シネマ+パノラマの意味であるシネラマ (Cinerama) という名称が付けられた。

大画面化はこれにとどまらない。大画面化の解像度不足を根本的に解消するためには非圧縮 (スフェリカル) 式のワイドスクリーンしかないと考えた米国のパナビジョン社は、トッド A・O というフォーマットを開発した。トッド A・O とは Richard Todd and the American Optical Company の頭文字から取ったパテントであり、35mm 標準4P パーフォーレーションで幅のみ65mm にしたフィルムを使い、アスペクトレシオを1:2.1にしたものである。これにサウンドトラック6チャンネルを付けて70mm 幅の上映プリントとなる。上映館側での大幅な設備更新が必要となるが、65mm のネガ面積による解像度は圧倒的で、アナモフィックレンズによる歪みからも開放された明るい画面はその迫力にふさわしいものであった。70mm 映画は究極の映画ともいわれ、1960年代は日本でも各県の主張都市の主な映画館には70mm の映写装置が設置されるほどに普及したが、劇場側の経費増に加えて制作側でもコスト面から作品の供給が続かず、この方式は主流とはなり得なかった<sup>31)</sup>。

#### 4.2.2. ワイドスクリーンの定着

現在の横長テレビサイズの由来となったビスタビジョン (Vista Vision) は、1954年に米パラマウント社が開発した1:1.85比のワイドスクリーン方式である。ビスタビジョンは従来の方式と大幅に異なり、フィルムを横方向に走らせて従来の二コマ分のフレームに一コマを撮影し、その画像を一般の垂直駆動型の画面に縮小して焼付け、拡大映写することで鮮明な大型画面を得る技術である。オリジナルサイズは標準の二

倍になり、シネスコ比率で考えれば実に四倍に達する。この方式で撮影された「ホワイト・クリスマス」(1954)は鮮明な画面で好評だったが、フィルムを横方向に使用する複雑な方式は一般には受け入れられなかった。

ビスタビジョンは現在では利用されていないが、この縦横比率は人間の視野角度(垂直角75度、水平角160度)に近いので画面規格の名称として残ることになった。現在の多くの映画は、ワイドスクリーンと呼ばれる横長画面サイズで撮影されている。ワイドスクリーンには、米国を中心にフォーマットされているアスペクトレシオ1:1.85と欧州で一般的な1:1.66の二種類がある。この方式の欠点は、画面サイズ自体は横長であるのにフィルム送りが従来と同じ4Pであるため、コマとコマの間に無露光部分が発生してしまう点である。この無駄は、アカデミーサイズ対比で56%とも言われる<sup>32)</sup>。このフォーマットをテレビに流す場合は、左右切捨てた3:4(1:1.33)のフレームにトリミングされるので、解像度はさらに犠牲になる。

しかし現在のほとんどの劇映画は、前もってテレビ局に放映権を販売し、その資金で制作費の一部を補う方法を取っている。二次使用のテレビフォーマットにも対応しなくてはならない。そこで登場したのがスーパー35である。スーパー35は、画面サイズの大きいサイレントフレームを使用して非圧縮レンズで撮影し、その後フレームの上下をマスクングしてアスペクトレシオ1:2.21で上映する。アスペクト比がシネマスコープと同等なので、70mmフィルムにもブローアップ(拡大焼付け)可能であり、映画館側の投資も少なく、さらにテレビ用にはマスクングしないオリジナルのフレームを使える。フィルムの化学的進歩やレンズの光学的発達により可能となったフォーマットだが、画面サイズによる構図の違いを意識しながら撮影するの

は難しい。最近ではDVDが16:9のアスペクトレシオに対応しているために、テレビサイズでは映画用コンポジションの中央部分をトリミングして映画の印象を変えないよう配慮している。

#### 4.2.3. フレーム数とシャッター速度

フレーム数とシャッター速度の関係は、混乱して用いられている例が多い。24fsとは1/24秒のシャッタースピードではない。フィルムは、撮影時に搔き落とし機能により1コマ送られて停止し、露出が行われた後に再度フィルムが送られる。この1コマずつ送られては停止する回数が16fsでは1秒に16回であり、24fsでは1秒に24回である。露出はフィルムの前を回転する円盤状のシャッターによって行われるが、この円盤の開角度の大きさに露出値が決まる。一般的なシャッター開角度180度のカメラの場合は、1コマの露出時間は1/48秒である。すでに述べたように、上映時には1コマを二回写すので結局1/24と同じ投影時間になるが、露出時間は1/24ではない。この点が、フィールド値=シャッター速度のビデオカメラとの違いであり、ビデオの1/60と大差ないことがわかる。

シャッター速度が開角度で決まるということは、撮影コマ数が24fsのままでもシャッター開角度を狭くすれば高速シャッターが実現できることになる。120度では1/72、30度では1/288、これにフィルムカメラの特技である高速度撮影(高速コマ送り)を組み合わせるとさらにシャッター速度は速くなり、500fs時には開角度30度で1/6000、15度のできるカメラであれば実に1/12000という途方もない速度になる。ただしビデオカメラと同様に、画面表示のコマ数とシャッタースピードが違いすぎると、画面の動きがぎこちなくなる。また露光が減るので撮影条件も過酷になる。シャッター開角度は160~180度までが自然な描写の範囲のようである。

スクリーンに投影する映写機もカメラと同様の円盤シャッターが使われるが、開角度は90度である（開角度を大きくすると画面が明るくなるので、実際にはそれ以上であることが多い）。上映は正確に24 fs であるから、スクリーンへの投影時間は1/96秒ということになる。円盤の上に90度の開角を対称的に反対側にも開けると、カメラのように円盤一回転で1コマフィルムを送る機構で、1/96秒の映像を1/24秒間に二回投影できる。前述したようにこれは24 fs でフリッカーを解消させるための工夫である。

後述するが、ビデオは1/60秒で撮影した画像を二枚組み合わせて一枚のフレーム（コマ）にする、飛び越し走査である。ブラウン管への表示は「走査」を行うので、走査線は水平方向に左上から右下に向かって走り、その後1.3/1000秒間暗転して新しい走査が最初から繰り返される。すなわちテレビでは画像は短時間とはいえ順々に表示され、暗転時間は1.3/1000秒が1秒間に60回（合計0.078秒）繰り返されるが、フィルム上映では画像は全体が一度に表示され、暗転時間は1/96秒が1秒間に48回（合計0.5秒）となる。つまり半分が暗転状態である。パソコンのディスプレイは全画素表示なのでフィルム上映に近いが、暗転時間はテレビ同様短い。さらにフィルムは、同じ画面を二回表示するために視覚的な残像効果は強まる。テレビとフィルムとの印象の違いは、こうした表示方法の差異によってもたらされる。

#### 4.2.4. ストップモーションでの「動き」

ではシャッター開角度を狭くすることによる動きの不自然さとは何であろうか。これがまさに「ブレ」の意味なのである。シャッター開角度を狭くしてシャッター速度を早くすると、当然ブレは減るが動きがフリッカー的にギクシャクし始める。それはブレが、動きの連続性を保

障する要素になっているからである。このブレの意味を理解する上で役立つのが、特殊撮影におけるストップモーション（stop-motion）と、ゴーモーション（go-motion）の違いである。

ストップモーションとは、人形を少しずつ動かしながらコマ撮りしたものを連続再生して動きを演出する技術で、フランスのジョルジュ・メリエスにより映画登場初期から開発され、1930年代のウィリス・オブライエンを経て1970年代にレイ・ハリーハウゼンで頂点を極めた。ストップモーションは非常に手間のかかる技術であるが、マペットや着ぐるみなど他の技術と比べて自由度が高い点が評価されていた。

しかしこの技術には致命的な欠点があった。それが「フリッカー現象」である。映画は24 fs を1コマ二度繰り返して映写することでフリッカーをなくしているが、ストップモーションでは24コマ撮影しても、動きのあるシーンではぎくしゃくした感じになってしまうのである。線画によるアニメーション（漫画）では目立たないこのぎごちなさが、リアルな人形を使ったコマ撮りでは明確に知覚され、ストップモーションであることが一目瞭然になってしまう。これは各コマが静止画であるため、48コマ上映が繰り返し投影により1/24表示になってしまうからである。

なぜ実写ではこのようないきごちなさが出ないのであろうか。これは映画を注意深く見ていると理解できる。人形が静止しているときは問題ないが、動き始めたときにフリッカー現象が発生する。つまり「動き」が実写と異なるからである。実写では1/48秒撮影のため動きがブレて撮影され、このブレが繰り返し映写を有効にさせてフリッカーを低減させているのだ。そこでストップモーションにブレを加えて動いているように見せるという発想が生まれた。これが

ゴーモーションである。

ゴーモーションは、コンピュータ制御などのモーターで人形に故意に振動を与え、コマ撮りしたフィルムに微妙なボカシを付けることで滑らかに見せる仕掛けである<sup>33)</sup>。これによりフリッカーの発生は解消された。ゴーモーションは「ドラゴンズレイヤー」(Dragon's Layer: 1981)でその効果を遺憾なく発揮した。しかし残念ながらそのときにはすでに、70年代末から急速に普及してきたCG (computer graphic) 技術により、時間とコストそして合成に莫大な手間のかかるストップモーション技術そのものが過去のものとなっていたのである。

## 5. ビデオ技術と映画との接点

### 5.1. 1080/24P の登場

#### 5.1.1. 480/60i の世界

ここで述べている480というのは、SD (Standard Definition=標準解像度) テレビ画面の実表示される走査線数である。世間的に用いられている呼称は525という表現だが、これは規格上の数値であり、実際にはテレビでは四隅がケラレて表示されないため、480が有効走査線数となる。すなわち525と480は同じ規格を別の観点から見たものである。同様に、デジタルハイビジョン (HDTV=High Definition TV) における1125と1080の関係も同じであり、現在ではテレビの表示サイズはSDTVとHDTVの二種類に分類される。

テレビジョン技術は、電源周波数に大きく依存している。そのために米国や日本の60 Hz 地域では30フレーム/60フィールドとなり、欧州の50 Hz 地域では25フレーム/50フィールドの規格になった。正確には現在のテレビ仕様はNTSC (北米・日本)、PAL (欧州)、SECAM (フランス) の三種類あり、それぞれ走査線の数やフィールド数が異なる。ハリウッドを中心

に発展してきた映画との比較を明確にするために、ここでは60 Hz 地域である NTSC に限った説明を行うことにしたい。

NTSC (National Television Standard Committee) の規格は、525本の走査線による30フレーム60フィールドのインタレース (interlace=飛び越し走査) である。水平解像度は規格がないので、330本 (放送品質) から500本以上 (DVおよびDVD品質) にいたるまでが存在する。記録方式の違いもしくは伝送帯域の幅、さらには受信機の性能によって大きく異なるのが実態である。また前述した画面のケラレによる映像情報ロスを考慮すると、実際には解像度はさらに劣化するが、ここではそれは無視する。

インタレースは、ひとつのフレームを1ラインずつ間引くことにより構成される二つのフィールドを60分の1秒のタイミングで順次画面表示する方式である。これにより、フレーム数は1秒間30枚にもかかわらず、画面表示は1/60秒となりフリッカーを低減できる。しかしひとつのフレームを間引いて分離しているために、フィールド単位の解像度は半分 (実際は残像効果があるので見かけ上の解像度は90%) となり、しかも走査線にまたがる情報 (細かい水平線や文字など) がちらついて見えるという問題が存在する。垂直方向の物理的な有効解像度は走査線数から480本となり、60 fps のインタレースであるため480/60i と呼ばれている。

#### 5.1.2. プログレッシブ表示

プログレッシブ (progressive: 順次走査) はインタレースの反対概念である。テレビの基本フォーマットはインタレースであり、プログレッシブ表示ではない。しかし60iを維持しながら、各フィールドで不足している部分を何らかの方法により補うことができれば、秒60コマを完全に表示 (プログレッシブ表示=60P) できる

ことになる。この方法は正確には順次走査ではなく、単にインタレースで生じた走査線間の欠落情報の「補完」である。最も簡単な方法は、バッファメモリを使って連続するフィールド情報を重ねて表示する処理であるが、これは結局同一フレームの二度表示になることが多く、フォーカスが甘くなったような映像となる。

最新の手法では、フィールド単位に前後の相関を比較すると同時に独自のアルゴリズムでフィールドの欠落情報を補完(新しく作り上げる)して、フィールド単位でフレーム化するプログレッシブ方式が採用されている。これはまさに60Pと呼ぶのにふさわしい。この欠落補完処理の差により各テレビメーカーの画像の違いが生じるわけで、フレームバッファの要領、データ処理時間の速度、補完アルゴリズム(垂直方向水平方向の両方か片方かも含む)などが影響する。また動きの早い部分と遅い部分との計算方法が異なるので、どちらを重視するかなどのパラメータ指定が必要な場合が多い。

プログレッシブ表示は特性的には走査線数が完全に生かされるため、525/60P(もしくは480/60P)ということになる。表示画面サイズは、デジタル表示の場合480×640ピクセルのVGA画素に相当し、MPEG-2フォーマットではMP@ML(Main Profile at Main Level)がこれに適合する。コンピュータでは画面表示は走査線方式でなく全画素書き換え方式で、書き換えサイクルは電源周波数の60 Hz以上のためフレーム数は60fsが可能である。したがって、NTSC表示はそのままコンピュータディスプレイにも適用できる。ただしコンピュータのディスプレイは色表示特性がテレビとはかなり異なり、色再現性は決して理想的とは言えない。

### 5.1.3. 1080/60iの世界

1080/60iはデジタルハイビジョン(HDTV)

の規格であり、D4規格とも呼ばれる。D4はインタレース表示となっており、画像表示側においてもSDTVのようなプログレッシブ処理は行われない。基本水平解像度は1920本で、これを撮影するHDCAMビデオカメラはCCD撮像素子数200万画素、デジタルフレーム記録のビットレート185Mbpsである。HDTVはSDTV(35万画素)に比べて6倍の解像度に相当する。

HD用にコンバートされた映画の画質は、従来のSDTV放送用に変換された映画と比べるとはるかに鮮明であり、諧調表現も8ビットで優れている。スクリーンサイズ120インチ(16:9表示時)までの表示であれば、解像度的には映画館で鑑賞するのと近い。さらにデジタルハイビジョンは、もっとも理想的な1080/60Pという規格も用意されているが、実用上は1080/60iですでに十分な解像度であり、この規格に対応する端子(D5)を装備している家庭用テレビは商品化されていない(AVアンプには対応機種が存在する)。伝送レートが現在のビットレートの倍になることもあり、商品化は疑問である。

デジタルハイビジョンは、現時点では衛星放送(BS)によってしか受信できない。その場合、MPEG-2エンコードによりビットレートは25.8Mbps(AAC5.1サラウンド音声含む)まで圧縮され、デコーダを装備したHD対応テレビで受信するかもしれない。D-VHSビデオデッキで録画する(HSモード)ことができる。1080/60iはフレーム記録する場合に2フィールドでひとつのフレームとして記録するので、データ量は1080/30Pと同じとなる。すなわちHDCAMは1080/30フレーム記録1080/60i再生とも表現できるのである。

### 5.1.4. 1080/24Pの開発

1080/24Pはその文字のごとく、1920×1080画素のHDフォーマットを使って毎秒24フレー

ムをプログレッシブ記録する。1080/24P規格は、1986年末にルーカスフィルムのジョージ・ルーカスからSONYに出された要望によって開発されており、ポストプロダクション(編集・合成・加工)においての操作を容易にするためのものであった。ローレンス・J・ソープによれば、米国ポストプロダクション業界では、フィルムがなおもその業務の大半を占めており、テレビ放送のデジタル化(DTV)に対して、フィルムのフォーマットから各種フォーマットへの変換プロセスをそのままデジタル移行できるシステムを模索していたのである<sup>34)</sup>。

すなわち1080/24Pは、デジタル・プロセッシングに熱心な映画監督と、DTVへの移行に直面していた米国のテレビ業界との両方からの要請により開発されたものであり、24fsのシネマ用フィルムをビデオで再現しようという「野心」がそのベースにあったわけではない。したがって、フィルムの表現にするために24Pが選択されたのでない以上、24Pゆえにフィルムのであるかどうかの議論は無意味ということになる。だが現実には、フィルムによる撮影にビデオが取って代わるという要請に基づいている以上、「フィルム撮影部分とのつながりの良い映像」を撮影する必要が存在し、映像を左右するファクター(映像シャープネス、トーン、カラー、ラティチュードの各調整)を高度なデジタル・プロセッシング技術で操作できるようになっている<sup>35)</sup>。

1080/24Pはビットレート148Mbpsで、1080/60iに比べればデータ量は単純比較で20%低減できる。HDCAMでも1080/24P対応のビデオカメラHDW-F900はSサイズカセットで50分の録画が可能で、1080/60i対応ビデオカメラHDW-700Aの40分記録に対して有利である。これらの点を勘案すれば、24Pの採用はビデオにとってフィルム代替目的のゴールではなく、

逆にスタートラインであったことがわかる。24Pで撮影すればフィルム同様2-3ブルダウンドでSDTVの60iに対応できるし、50iのPAL規格にも対応できる。1080/60Pの存在にもかかわらず映画業界が24Pに固執するのは、このように現状の制作プロセスからの移行容易性が唯一の理由である。そこで、現在の映画ビジネスがどのようにフィルムコンテンツを流通させているかを次章で述べる。

## 5.2. 映画とビデオとのコンパチビリティ

### 5.2.1. テレシネ変換

フィルムで撮影された映像を、そのままテレビに流すことはできない。それはフィルムが24fsで記録されているのに対し、テレビ(ビデオ)は30fsで記録・表示するからである。そのために、映画の24fsをSMTPE規格の29.97fps(30fs)に変換しなくてはならない。この変換はテレシネと呼ばれ、フィルム4コマ分から5コマ(10フィールド)分のビデオ信号を生成する処理となる。正確に表現すれば、テレビはフィールド単位で表示されるため、フィルム4コマを10フィールドに置き換えることになる。具体的には、最初の1コマを2つのフィールドに記録し、次の1コマを3つのフィールドに記録、3コマ目を2つのフィールドに記録して4コマ目を3つのフィールドに記録する処理を行う。これを「2-3ブルダウンド」と呼ぶ。

1コマの2つのフィールドへの記録はフィルムの繰り返し投影と同じであり、さらに奇数と偶数フィールドへの振り分けは1フレームを構成することにもなるので、一応整合性は取れる。しかし5フィールド目と6フィールド目には違ったコマが記録されているので、フレーム単位で考えると画像が乱れる要因となる。インタレース表示画面は2つのフィールドでフレームが完成されるから、異なるコマが組み合わされるの

は好ましくない。ただし DVD では、映画がフィルムフレーム単位で記録されている場合、プログレッシブ表示対応の60P 表示可能テレビであれば、24コマをフレームごとに2-3プルダウン(4コマを10フレームに変換)して、本来のフィルムフレームに近い画像再生ができる。走査線表示方式とは言え、フレーム単位でテレビに表示することから、この点をしてフィルムライクと呼ぶこともある。

2-3プルダウンの場合は、2フィールド表示と3フィールド表示が交互に行われるため、夫々の合計表示時間は $2/60=1/30$ 秒と $3/60=1/20$ 秒となる。フィルム映写の $2/96=1/48$ に比べて長い時間同じ画面が表示されているわけである。1/16 fs 以上であるから仮現現象に影響はないが、プログレッシブ表示のテレビで早い動きの場面をよく見ていると、1/30 fs と1/20 fs とが交互に表示されるせいで「画像のブレ」を強く感じることもある。フィルムよりテレビでフィルムライクが強調されるというアナロジが起きるのだ。

フィルムの場合でも最初から30 fs で撮影すれば、テレビの規格である60i にそのまま流すことができる。テレビ用の劇映画にはそのように撮影されるものもあったが、この場合は映画館での上映は不可能となる。映画でもテレビでも流せるという今日的配給形態を考えたとき、24 fs のフィルムをベースに2-3プルダウンでビデオ化するテレシネ変換は、映画側からのアプローチとして合理的な選択であったと言えるのではないだろうか。

#### 5.2.2. スローモーション再生

現時点では、フィルムがビデオと根本的に異なるポイントはこれだけである。スローモーション再生とは、フィルムを高速で撮影して再生時に通常の速度にすることで実現する技術で、

4.2.2ですでに述べたように、フィルムであれば機械的精度の許す限りの速度でコマ送りを早めて撮影することで、いくらでも高速の撮影は可能である。さらに、シャッター開角度の変化によるシャッタースピードの高速化を加えれば、例えば500 fs 開角度15度で撮影したフィルムを通常再生した場合、1/12000秒の瞬間の世界を1/20以上の速度でゆっくりと見られる。高速度撮影されたフィルムにはすべての情報が取り込まれているので、低速で再生しても各コマにきちんと情報が記録された美しい品質が期待できる。しかしビデオではそうはいかない。

パナソニックのヴァリカム (Varicam) は、最高60P で映像を撮影できるように設計されており、通常の24 fs の場合は60フレームに2-3プルダウンで24フレーム分を記録し、ハイスピード撮影には60フレームに記録する実質フレーム数を増やすことで実質的なコマ数を増やす。再生時にフレームレート変換という技術を使って1フレームを繰り返せば、その分スローモーション再生ができる。テレビは30 fs 再生なので、理屈では60フレームをそのまま30 fs 変換すれば2倍、24 fs 変換すれば2.5倍のスローモーションになる。しかし画像が荒れるので、実際には40 fs (毎秒40コマ) が美しくスローモーション再生できる限度である。つまりせいぜい $40/24=1.7$ 倍程度しか実現できない。

これ以外のビデオ装置では、定速撮影・再生が基本となっており、スローモーションにするにはフレーム再生時間を引き延ばすという単純な方法しかない。シャッタースピード1/2000秒で撮影してもフレーム数を増やすことはできないので、フレーム数は最高60止まりである。このままでは瞬間的な画面がゆっくり表示されているだけで、フレーム間の情報欠落はそのまま情報が増えず、フィルムのように美しい連続したスローモーションは不可能である。スロー



モーション再生＝フィルムの超高速撮影は、ビデオでは絶対不可能な世界なのである。

### 5.2.3. フィルムを核とした変換システム

これまで30fsにこだわったのは、NTSCスタンダードの世界を論じてきたからである。しかしながら世界には複数のテレビフォーマットが存在し、映像コンテンツをテレビも含む世界中のマーケットに配信（販売）するためには、いずれのフォーマットにも対応する必要がある。PAL（SECAMも同じ）フォーマットは、欧州の電源周波数が50Hzのために、毎秒25フレームの50iである。24fsのフィルムは25P（秒25コマ）で再生すれば、再生速度を4%遅くするだけでそのまま欧州仕様のテレビ用として使える。これらの点を考慮すると、24fsという単位はPAL変換にとっても都合が良い。業界関係者の言葉を借りれば『マジックナンバー24』なのである。したがって24fsは、ビジネスとして低コストでマーケットを広げることのできる単位であり、変更に対する抵抗が大きいことも十分に理解できる。

以上に述べた24fsならではの変換方式は、すべてフィルム素材を基礎にしたマーケット拡大・流通の努力の成果であった。しかしこれはあくまでもフィルムを中心とした文化がもたらしたシステムであり、画像品質から演繹されたわけではない。米国でテレビ用劇映画をフィルムで撮影するケースが圧倒的に多いのは、テレビでデビューした監督が将来的には映画を目指すという、米国の映像業界事情が存在するからである<sup>36)</sup>。そのために24fsが標準であり、テレビの60iはあくまでも傍流なのである。

ではもしも、ビデオのフレームレートである30Pで撮影するシステムがあったとしたらどうであろうか。撮影された素材はもちろんそのままDTV480/60P（この場合は1フレームを2回表

示してフリッカーを減少させる）放送に流すことができ、従来の480/60i放送にも対応できる。欧州の50i表示にはフレーム数を20%間引く6-5プルダウンとも言うべき方法で変換するとして、問題は映画フィルムとの互換性である。映画館のフィルム映写機に対応するにはT to F（Tape to Film）変換を行う必要があるので、30Pから24fsへフレームをかなり間引かなくてはならない。つまり、映画館が現在のようなフィルム映写機による上映方式を採用している限り、30Pでのビデオ記録は主流となりえないのである。

## 6. デジタルシネマと「フィルムライク」

### 6.1. 映画配給システムの変化

#### 6.1.1. デジタルシネマ

現在の映画は、合成やCGなどあらゆる特殊技術が組み合わされており、そのためフィルムをいったんデジタル化してから処理を行なうのが一般的である。そして1080/24Pにより、フルデジタルで撮影から編集を一貫して処理し、フィルムを一切使わない制作方法も可能となった。この制作方法はデジタルシネマ（Digital Cinema）と呼ばれる。しかし映画館がフィルム上映方式であるため、最終的にフィルムにプリントする作業が必要であった。これではデジタルシネマとして中途半端である。

そこで最近では、最終段階の上映までデジタルデータのまま扱う方式が模索されるようになった。この場合、デジタルビデオで撮影されたハードディスクで編集された完成作品は、そのままハードディスク（HDD）に収められたデジタルデータとして映画館へ配給され、従来の映写機と異なるデジタルプロジェクター（Digital Projector）装置で直接スクリーンに投影される。デジタルプロジェクターは、デジタルデータを直接映像信号に変換して映写する装置で、

多くの場合DLP (Digital Light Processing) 素子を使っていることから、DLPプロジェクターが代名詞になっている。

1999年春のショーウェスト (全米映画館オーナー協会の年次総会) で、ジョージ・ルーカスは「スターウォーズ・エピソード2は、デジタルシネマで撮影・配給・上映するデジタルシネマで行う」と発言し、1999年夏には、ニューヨークとロサンゼルス映画館で「スターウォーズ・エピソード1」(Star Wars Episode I, 1999) がデジタルプロジェクターで上映された。この作品はフィルムで撮影された作品であったので、デジタルプロジェクターで上映するため、上映用35mmフィルムをテレシネでHDビデオ信号に変換しHDDに収録して使用した。この結果、フィルム映写とデジタルプロジェクターとに差はないと評価され、デジタルシネマに世界中の注目が集まった<sup>37)</sup>。

デジタルシネマの大きなメリットは、フィルムコピーによる画質の劣化から開放されるということである。解像度の劣化もなく、カラーバランスやフォーカスなど、フィルム管理上神経を使う部分がすべてストレスフリーとなるのがデジタルの大きな魅力である。現在は撮影後のオリジナルネガフィルムは、マスターポジ、デュープ用ネガ、そして上映用のプリントフィルムへと最低でも3回コピーされる。これにより画質の劣化は、解像度や粒状性ばかりでなく、カラーバランスや画面の明るさまで影響する非常に莫大なものである。Tape to Tapeのデジタルダビングは、プロセス処理の容易さに加えてオリジナルのデータ劣化がないという点がメリットとなる。

#### 6.1.2. デジタルプロジェクション方式の問題点

デジタルシネマでは、デジタルプロジェクターによるスクリーン投影が前提となるので、撮

影方式が24Pであろうと30Pであろうと関係ないシステムを構築できる。これは24fsにこだわる映画業界にとって大きなエポックになるはずであった。しかし三年たった今も、世界中で合計94館(2002年6月末時点)日本ではまだ10館程度と、デジタルプロジェクター導入の映画館はそれほど増えていない。デジタルプロジェクターがまだ高価であることに加え、一度に全作品がデジタルデータ配給方式へ変わらぬ限りフィルム配給の作品への対応も必要であることも大きい。

さらに、たとえ映画館側が費用を捻出して購入したとしても、現状ではフィルムを必要としなくなった利益は配給側に入ってしまう構造になっているため、映画館側がコスト増を吸収できない。さらに映画料金値下げなど、観客側へのデジタルプロジェクターの認識を促進させるような方策も取れない。かつて、サイレント時代からトーキー時代へと移行する時期にも、映画上映システムの大変革が起きたが、その時代と匹敵するほどデジタルシネマが映画界全体に与える影響は大きい。

しかも映画の未来にはそれほど希望的な状況があるわけではなく、映画館と言うシステムの存在意義も問われている時代である。観客にとっても「画質の差がない」デジタルプロジェクターを支持するためには、具体的なメリットがない限り難しい。こうした要素を考慮すると、上映館における世界的な世代交代にはかなり時間がかかる可能性がある。しかしいったんデジタルプロジェクターを導入すれば、それ以降のビデオ信号のバリエーションに追従することは容易であるから、フレーム数に関係なく映画は上映できる。結局、1080/24Pのメリットを最大限に生かすデジタルシネマのプロセスが完成された時点で、1080/24Pが必然のフォーマットではなくなる可能性も生まれるのである。

### 6.1.3. デジタルプロジェクターの特性

従来の映写機とデジタルプロジェクターは、メディアの種類が異なるだけでなく投影の原理自体が全く異なる。映写機はポジフィルムをスクリーンに投影する方式であるため、フィルム特性の忠実な表現が機能であり、輝度とレンズ性能がポイントとなる。映画館でのスクリーン輝度は、35mmフィルムサイズで白ピーク時に中心が40カンデラ ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) 程度と言われており、ブラウン管 ( $6.5\sim 5\text{cd}/\text{m}^2$ ) に比べてかなり明るい。一方デジタルプロジェクターは、デジタル情報から映像を新しく作り出すわけであり、照度、コントラスト、解像度など全ての画像要素に関して映写機との比較がなされることになる。

映画用フィルム撮影とテレビ用のフィルム撮影でよく言われるのが、コントラスト・レシオである。カラーフィルムの露光域は、7絞り (7 Stops=1:128) とされてきたが、最近ではフィルム技術の改善により10絞り (10 Stops) すなわち1:1024も可能となっている。デジタルに換算すると実に10ビットである。しかしながらスクリーンに上映する場合には、7Stops 前後までしか表現できないと言われ、8ビットデジタルで十分に対応できる範囲となる。一方、テレビではブラウン管の特性により5Stops が限界とされ、テレビ用にダウンコンバートする場合にはこの範囲になるように調整されている<sup>38)</sup>。したがって映画上映用のデジタルプロジェクターは、コントラスト比が少なくとも1:256、理想的には1:1000が必要とされる。

解像度については、すでに述べたように、フィルムの実サイズはアカデミーアパーチャアで約22mm×18.7mmであるから、フィルムの粒子(画素)を1 $\mu$ (1/1000mm)とすれば、総画素数は411,400,000画素となる。しかしこれは理論値であり、実際には撮影レンズの解像度や

デュープ時の劣化を考える必要がある。特殊効果用にフィルムをデジタル化するコダック社のコンタクトスキャナが3565×3112画素で総画素数は11,094,280であるから、この4Kと呼ばれる解像度が妥当な線であろう。対して1080/24Pは200万画素であるから、解像度では到底フィルムに及ばない。スーパー35のように画面サイズの60%弱しか使用しない場合でも600万画素にはなるので、デジタルプロジェクターの多くが1080/24Pにあわせた100万画素レベルの解像度であることを考えると、目の肥えた観客ならばデジタルシネマの画像先鋭度の不足がわかるはずである。デジタルシネマコンソーシアムがこの点に注目して、2kP=400万画素の映像を追及している<sup>39)</sup>。

残りは輝度の問題である。現在のビデオプロジェクターの輝度レベルの10000ANSIルーメンは、フィルム映写機のそれに比べるとまだ不十分で、大スクリーンでの映写にはあと50%以上の輝度向上が必要である。しかしこの問題は、技術の発展が解消してくれるであろう。また24Pの利点であるデータ量の少なさも、デジタルプロジェクター上映方式では、データはHDDで配給されるためそれほど重視されない。

## 6.2. フィルムライクな映像とは

### 6.2.1. フィルムライクの定義

デジタルシネマの普及が、映画館と配給元との関係あるいは鑑賞料金というビジネス的な面で規定されるとしても、それ以外の要素は存在しないのであろうか。テレビは家庭で、映画は映画館で、という住み分けがなされていた時代は、ビデオと映画との「観客の奪い合い」が存在した。しかし映画を家庭で鑑賞する機会が増え、映画界もそれをビジネスの一環として積極的に利用するようになった。さらに解像度的にフィルムと同様の再現が可能であるデジタルハ

イビジョン時代に突入した今、もはや技術的には映画ならではの意味はなくなったように見える。

テレビ（ビデオ）では得られない映画ならではの感覚特性は、しばしば「フィルムライク」という表現で述べられている。この言葉は非常に抽象的で具体性を欠いており、使用者によって都合の良いように用いられている。したがって時代によってこの言葉の意味するところは変わってきたし、それは受け取り手によっても変化した。一体フィルムライクとは何か、そして反対概念であるべきビデオライクという表現は存在するのであろうか。すでに述べた歴史的、技術的な視点以外での、フィルムの持つ優位（差異）性と言われるものを以下にまとめてみた。

- 映画はビデオに比べて画面情報量が多い
- 映画はビデオに比べて微妙な色合いの再現性が優れている
- 映画はビデオに比べてディテールがよく出る
- 映画はビデオに比べ作品の持つ感性が深い

#### 6.2.2. 画面情報に関する課題

テレビと映画の画面サイズと解像度の違いは、これまでさまざまな表現力の差異を生んできた。従来のSDテレビは480×640画素の3：4画面であり、さらにテレビの世界ではアナログ時代が長かったこともあり、放送局などのモニター画面は14インチ程度と小さい。そのため引きの画面が少なくアップを多用するなどの構図上の制約が伴う。すなわち、小さいものは十分に表現できないのである。映画のように、大画面で投影され構図の自由度が大きいメディアとは、この面でかなり異なるといわざるを得ない。また「放送」はきわめて時間に規定される業界であり、ドラマなどでも時間の制約が強く内容に影響を与え、結果として特殊なテレビ映像文化を形成してきた。

しかしながら、アップの多用と冗長な画面構成であるといわれるテレビ映像の特徴は、家庭用テレビ受信機の解像度不足が大きく作用していると考えられる。近年家庭用のテレビが大型化・高画質化している現状と、ビデオ編集プロセスのデジタル化による高画質維持の容易性に伴い、見かけ上の解像度が大きく向上してきており、ビデオ撮影における構図の自由度はかなり増した。480/60iの規格を最大限発揮する環境が整えば、かなり高い表現力を有するはずである。現実には、紀行やドキュメンタリーなどにおける俯瞰をはじめとする引きのショットが増大している傾向がそれを裏付けていると思われる。

#### 6.2.3. 微妙な色合い＝ガンマ値の問題

かつてテレビは5 Stops 表現が限度であるといわれたが、デジタルビデオは通常では24ビットカラー、すなわち8ビット階調では256色の表現が可能である。これはフィルム露出では8 Stopsに相当するので十分に映画レベルになる。しかし映画ではフィルムの選択や現像のコントロールによって10 Stops以上の階調を撮影できるので上映時も操作する必要はないが、テレビ（ビデオ）では階調表現基準が異なるため、この階調がうまく再現されない。これをフィルムとの最大の差異と指摘する人が多い。

この階調の表現カーブを「ガンマ値」(Gamma curve)と呼び、デフォルトはリニア（直線的）である。しかし最明部から最暗部までのガンマを直線的に表現しないで、例えば暗い部分に階調のウェイトをシフトさせれば暗部のディテールは十分に表現できる。ただしその場合は明るい部分の階調が犠牲になる。そこで、明るい部分が多い画面ではこの階調を逆にシフトさせて明るい部分のディテール再現性を高めればよいのである。ガンマ値を映像の内容に応

じてダイナミックに変化させる処理を行えば、8ビットであっても実質的にそれ以上の諧調を表現できる。

フィルムに表現を近づけるために、パナソニックではガンマ値を変化させる技術を開発した。パナソニックはガンマ値を信号処理回路で自動的に補正し、1024階調の表現力を持たせるようにして、「リアルガンマ」と名付けた。映像シーンに応じて最適な諧調数とサブフィールドの制御を行うことで、暗いシーンでの諧調不足やノイズ感、黒つぶれなどを大幅に改善することに成功している。実は人間の目も明るさに応じて自動的に感度を変化させており、この仕組みは人間の目の特性に近いともいえるのである。

#### 6.2.4. ディテールの差異

ビデオはディテールを強調しがちで、エッジが立った不自然な画面になると言われている。それは解像度の不足を補うだけではなく、テレビの特性に負うところが多い。ブラウン管は高い周波数の信号に対する再現性が非常に劣っている。そのために3~5KHz付近に信号のピークを人為的に作り出して鮮鋭感を演出する必要が生じている。このピークを「エッジ」と呼ぶ。この輪郭の強調間がビデオの最大の特徴であったのはブラウン管の特性ゆえであり、それが映画との違いを目立たせていた。しかしこのエッジも、ブラウン管以外の表示装置が台頭するに及んで、もはや必然なものではなくなりつつある。実際にデジタルハイビジョンには十分な解像度とコントラストがあるために、エッジ処理はほとんど行われていない。

映画ではこうした強調間は全く存在しないため、ビデオ撮影した映像にわざとぼかしを加えるなどの処理を行っている作品もあり、フィルムライクという表現の微妙さを感じさせる。しかしむしろボケの違いは、撮像画面サイズの違

い起因するレンズ焦点距離が原因になっていると思われる。35mmフィルムの画面对角線は30mm程度である。それに比べてHDCAM用のCCD(撮像素子=フィルムと同じ役割)は2/3インチ(16mm)であり、半分程度しかない。すなわち同じレンズで撮影すると、ビデオではフィルムに比べて2倍の焦点距離になる。フィルムと同じ画角を求めるには焦点距離が半分のレンズが必要になり、パンフォーカスになってしまう。フィルムライクなボケ味がこうした焦点距離の問題に起因するものであれば、解決策は1080/24PのHDCAMのCCDサイズを大きくすることしかない。

#### 6.2.5. 映画とビデオの感性の違い?

ビデオでも24コマで撮影したいという要求は、それが80年の歴史を持つフォーマットだからと言う理由だけではなく、テレビ屋と映画屋の永遠の争いとみる考え方がある。『テレビ屋(ビデオ側)が技術的な視点で、「一秒24コマより60iのほうが画面は滑らかだ」というのに対し、映画屋はコマ数を感覚から考えていて「映画とは情念を表現するものなので一秒24コマが欠かせない」と答える。これは映像をスペックとしてみるか、人の感情に語りかけるメディアとして捕らえるかの差である。』<sup>40)</sup> こうした考え方はかなり根強く、居間のテレビで見る映像はどうしても日常的になるのに対し、暗い環境で多くの人と一緒に見る映画には非日常を求める傾向があるという。非日常的なこうした環境では、動きは荒いが秒24コマは印象に残るコマ数であり、映画とは情念を伝えるのに適したメディアであるという結論もしばしば見られる。

しかしよく考えてみれば、これはテレビと映画との視聴環境の比較であり、ビデオと映画とのメディア自体の対比ではない。環境が規定するメディアとしての特性と、メディアが本来持

つ物理的特性とは別個のものである。24コマ論争では、人間が映像を見るとき環境の与える影響と映像そのものの議論とが混同する傾向にある。吉田直哉は『「映像の母は暗闇である」という言葉は、過去の映像の見物様式からの連想であり、本質を突いているわけではない。』<sup>41)</sup>と述べている。そもそも映像を暗闇で見るということすら、単に映画の技術的な必要性もしくは再生メカニズムの制約から生まれたものであって、映像の本質とは無縁なのである。

## 7. おわりに

映画のビデオの差異とは何か？ これを突き詰めてみると結局はコマの数の差でしかないといういささか滑稽な結論になった。しかしその背景となる文化・習慣、そして鑑賞環境にまで思いを馳せると、そのニュアンスはかなり異なる。映画は、その本来の性質よりもその上映環境によって強く性格づけられている。『もともと映画は、写真術の延長線にあった技術改良の成果として誕生した。その写真は元来カメラ・オブスキュラ（暗箱）と言われるように、密室の娯楽であった。撮る方も密室なら、観る場所も暗くした密室であった。ということになると、それはまたプラトンの「洞窟」にほかならなかった。イドラを見る場所は、洞窟でなければならない。そして、それは「瞑想」のための密室（キューブ、角形）ということになる。』<sup>42)</sup>という議論は、映画がまさに密室の芸術であったが故に可能だったのである。

しかし現在、映画が家庭の明るいオープンな環境でも簡単に上映でき、たとえ一人でも鑑賞することのできる状況となり、さらには映画館にも劣らぬような100インチ以上の大画面でデジタルハイビジョン画質が映し出されるという時代になっている。こうした開放的な空間での映画は、必然的にそのコンテンツや表現にも変

化が生まれてくるのが自然であろう。映画館はその密室性ゆえに愛されるのではなく、理想的なサウンド・デザインを実現できる「所与の仮想空間」として機能していることで観客は足を運び、映画会社はその制作費用をビデオやDVD販売に大きく依存する戦略に突き進んでいる。日本の洋画ファンが、かつてのフランス映画から米国製のスペクタクルやアクション作品を愛するようになるのもうなずけるのである。

1950年代から商業映画に見切りをつけ、テレビの仕事ばかりするようになったロベルト・ロッセリーニは次のようにTVの可能性を述べている。「現代社会では、人間は人間を知る膨大な必要があります。（中略）TVの観客は映画の観客とは根本的に異なります。映画の観客は大衆心理を抱えています。TVでは、1000万人の個人からなる1000万人の観客に次から次へと向かうのです。したがって、話題は際限なく親しいものなり、際限なく説得的なものとなります。<sup>43)</sup>」

今後映画がそのアイデンティティを保つためには、その暗闇の中に自分自身の心の奥を密かに投射させる対象としてではなく、自分と他人とのコミュニケーションの一部に容易に転嫁させる共有体験としての自己確認ツールの道を歩まざるを得ないだろう。その線上で考えるなら、もはや24 fps (24P) にこだわる何の理由もない。それはマルチメディアの大波に呑み込まれ始原の痕跡を抹消されるに任せるのではなく、波に乗って波頭の彼方にある新たな映像芸術の可能性へ向けた先駆的な旅立ちとなろう。

## 8. 引用文献

- 1 佐々木基一訳「映画の理論」（学藝書林，ベラ・バラージュ著）1992年，P21
- 2 岡田晋「映像学・序説」（九州大学出版会）1981年，P23

- 3 「日本映画の歴史第一巻, 映画の誕生」(日本図書センター) 1998年, P10
- 4 岡田晋「映像学・序説」(九州大学出版会) 1981年, P33
- 5 八木信忠「日本映画の歴史第一巻, 映画の誕生」(日本図書センター) 1998年, P20
- 6 岡田晋「映像学・序説」(九州大学出版会) 1981年, P25
- 7 「週刊ザ・ムービー1961」(デアゴスティーニ・ジャパン) 1998年, P58
- 8 岡田晋「映像学・序説」(九州大学出版会) 1981年, P28
- 9 月尾嘉男訳「映画の考古学」(フィルムアート社, C.W. ツェーラム著) P24
- 10 本明寛・清原健司「新版心理学序説」(金子書房) 1973年, P204
- 11 岡田晋「映像学・序説」(九州大学出版会) 1981年, P28
- 12 八木信忠「製作のすべて—映画制作技術の基本と手引き」(写真工業出版社) PP5-11
- 13 同上, PP5-11
- 14 吉田善重・山口昌男・木下直之編「映画伝来」(岩波書店) 1995年, PP104~107
- 15 「日本映画の歴史第一巻, 映画の誕生」(日本図書センター) 1998年, P14
- 16 八木信忠「製作のすべて—映画制作技術の基本と手引き」(写真工業出版社), P9
- 17 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P28
- 18 八木信忠「製作のすべて—映画制作技術の基本と手引き」(写真工業出版社), P10
- 19 「週刊ザ・ムービー1960」(デアゴスティーニ・ジャパン) 1998年, P122
- 20 井上一馬「アメリカ映画の大教科書(上)」(新潮選書) 1998年, PP173-175
- 21 「週刊ザ・ムービー1970」(デアゴスティーニ・ジャパン) 1998年, P27
- 22 「トーキーの時代」講座日本映画3(岩波書店) 1986年, P212
- 23 同上, P213
- 24 八木信忠・橋本勝次「製作のすべて—映画制作技術の基本と手引き」(写真工業出版社), P156
- 25 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P28
- 26 「トーキーの時代」講座日本映画3(岩波書店) 1986年, P213
- 27 石田一「図説モンスター 映画の空想生物たち」(河出書房新社) 2001年, P15
- 28 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P180
- 29 佐藤正明「映像メディアの世紀」(日経BP社) 1999年, P353
- 30 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P183
- 31 熊本大学・映画文化史講座編「映画 この百年」(熊本出版文化会館) 1995年, P333
- 32 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P181
- 33 石田一「図説モンスター 映画の空想生物たち」(河出書房新社) 2001年, P80
- 34 ローレンス・J・ソープ「24P カメラで撮影する理由」TV テクノロジー, (IMAS Publishing) 2002年7号, PP18~19
- 35 同上, PP18~19
- 36 「池波正太郎の映画教室」(ごま書房) 1995年, P71
- 37 伊藤ニ良「デジタルビデオのことが知りたい」ビデオサロン8月号(玄光社) 2002年, P53
- 38 石渡均訳「映画撮影術」(フィルムアート社, ポール・ウィーラー著) 2002年, P70
- 39 青山友紀「4KX2K 超高精細デジタルシネマへの接近」別冊ニューメディア(株式会

- 社ニューメディア) 2002年, PP53-55
- 40 伊藤ニ良「デジタルビデオのことが知りたい」ビデオサロン8月号(玄光社)2002年, P53
- 41 吉田直哉「脳内イメージと映像」文芸春秋社, 1998年, P26
- 42 吉田善重・山口昌男・木下直之編「映画伝来」(岩波書店)1995年, P6
- 43 西村安弘訳「ロッセリーニ 私の方法」フィルムアート社