超音波吸収被写体に対して複数の超音波を発射させるもの(ポラロイドソナー AF)などにみられるように各 AF システムごとに考慮されてはいるが、まだ充分ではない。

5. む す び

このように、今までの AF システムは被写体に対する課題が残されているが、この課題解決に自然界に存在する AF 機能をもった生物をさらに生理光学的に検討することもひとつの方法であろう。

例えば、人間の眼の AF 機能のように、複数の AF 機構あるいは処理方式を有機的に結合することや測距視野の自由な変更などの機能が考えられ、また検出素子やフォーカスレンズについても新らたな解答が得られるものと期待される。

また最終的にはパターン認識を含むソフトウェアが組込まれるかも知れない。これはパンニングや動体を含む被写体あるいは高コントラストのものを部分的に含む被写体に有効であり、高度な脳をバックに持っている人間の眼とまでは行かなくても、現在の AF カメラでミスしているかなりの部分が組込まれたソフトに

より解消されるだろう。

もちろん実用化に際しては下記の点について評価する必要がある。

- (1) フォーカス分解能(ホームビデオカメラで 40 ゾーン, ENG で 80 ゾーン)
- (2) 静粛性(特にフォーカス駆動音)
- (3) 小形化適性
- (4) 低消費電力化
- (5) 耐久性
- (6) 不得意なパターンの少ないこと
- (7) コスト

本原稿の執筆に当っては当社担当部各位をはじめ、多くの方々に御意見、御協力を賜りましたことを深く感謝致します。

(昭和 57 年 1 月 18 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 渡部 勲: 視覚系の基本的な構造と性質, 写真工業, **32**, 2 (1974) 53-56
- 2) 畑田豊彦: 奥行き知覚, 写真工業, **32**, 11 (1974) 40-44
- 3) 石田順一, 藤村安志: 山登りサーボ方式によるテレビカメラの自動焦点調整, NHK 技術研究, **17**, 1 (1965) 21-37
- 4) 百瀬治彦: 自動焦点カメラ, テレビ誌, **33**, 5 (1979) 22-30

3. 光学ファインダー

中 村 莊 一, 笹 谷 俊 博[†]

1. ま え が き

ホーム用小形ビデオカメラが VTR の伸びに比例して大量に生産されるようになり、1981 年度は 90 万台以上の生産量に達する予想で、8 ミリシネカメラと数量の面でも横に並ぶ勢いをみせている。歴史的には、業務用ビデオカメラにおいて当初から電子ファインダーが使われてきたという事情があり、ホーム用小形ビデオカメラが市場に出まわるようになって、光学ファインダーも開発されるようになってきてはいるが、まだまだ電子ファインダーが圧倒的に多く使われている。

これまでに市場に出ているビデオカメラの光学ファインダーの多くは 8 ミリシネカメラで開発されたもの

の延長上のものであり、新しい試みのものは少ないようである。光学ファインダーが電子ファインダーの使い易さに対抗するためには、今ひとつ工夫が必要のように思われる。

ここでは現在市場にある光学ファインダー付レンズについて展望した後、最近日本光学で開発し、東京芝浦電気(株)から発売された IK 2500 ビデオカメラに採用された新しい焦点板使用の光学ファインダーについて概説する。

2. 光学ファインダーの種類と原理

ビデオで用いられる光学ファインダーを大別すると、撮像レンズ系と独立した形の光学ファインダーと、撮像レンズ系の光路の途中で光束を分割する分岐を設け、一部の光束をファインダーに導く、いわゆる一眼式ファインダー(図 1 参照)とに分けられる。

撮像レンズ系と独立した別ファインダーの場合、パララックスにより実際の撮像範囲とファインダーの視

[†] 日本光学工業株式会社 研究所
“3. Optical View Finder for Home-Use Color Television Camera”
by Soichi Nakamura and Toshihiro Sasaya (Nippon Kogaku K.K. Research Laboratory, Tokyo)

図1 一眼レフファインダー付ズームレンズ

野の違いがあらわれるという欠点がある。これに対して一眼式は、ファインダー視野がそのまま撮像される範囲を示している。前者はワク形ファインダー、ニュートンファインダー、逆ガリレオファインダー、アルバダファインダーが適用され、固定焦点レンズや2〜3倍の低倍ズームに用いられる。この中には、スチールカメラに使用しているような2枚の鏡を用いて像を重ね合わせ、一方の像の移動を前玉の回転と連動させる、いわゆる二重像合致式距離計をつけたものもある。後者の一眼式は、比較的ズーム比の大きいレンズ付のカメラに用いられている。

一眼式の光分岐の方法には、ハーフプリズムで取り出すものと、本体光学系の一部の光をミラーで取り出すものがある。コストの問題さえ許せば、ハーフプリズム方式の方が組立精度上の安定性はある。このビームスプリッターの位置は、接眼も含めた光学系全体の射出瞳位置、すなわちアイポイントに共役な位置となっているから、そのビームスプリッター蒸着面の有効な大きさは、射出瞳（アイリング）の径に比例した小面積となる。

図2 スプリットイメージプリズム

通常このビームスプリッターの透過と反射の割合は4:1のものが利用される。この面積は開放時の光束径に比べれば充分小さく、絞り開放時での、このビームスプリッターによる撮像系へ向かう光量

図3 スプリットプリズムによる測距原理

ロス是一般に6%程度である。

このような一眼式ファインダーには通常、距離計機構がつく。もちろんズーム比が小さく焦点距離範囲が短いものは被写界深度の関係から省略されるものもある。一眼式ファインダーで最も多く使用されるスプリット式は、図2に示すような2つの半円くさび状プリズムを逆勾配に配置したもので、2つのプリズムの交点がピン

ト面となる。ピントがずれると、図3のように上下のプリズムを通る光線の像が、互いに逆方向に屈折されて像がずれて見える。

接眼レンズの焦点距離を f_e 、プリズムの頂角を α 、焦点板の屈折率 n 、ビームスプリッター以降のレンズの焦点距離を f_m 、ファインダーマスターレンズの焦点距離を f_o 、ファインダーリレーレンズの倍率を β 、そして目の分解能を ϵ_s とすると、測距精度は、

$$\Delta_s = \frac{f_e f_m^2}{2(n-1)\alpha f_o^2 \beta} \epsilon_s$$

となる。 ϵ_s は目の副尺視力¹⁾0.0001を用いることができる。

3. マイクロマット式焦点板つきファインダー

電子ファインダーに対して、これまでの一眼式光学ファインダーの欠点としては次のことがらがあげられていた。

- (1) 空中像ファインダーなので、視度合わせが不完全なまま空中像でピント合わせをしてしまうことがあり、ピンボケ写真をつくってしまう。
- (2) スプリットプリズムでは、画面の中心部だけで、しかも縦線のある被写体でないとピント合わせがしづらい。
- (3) 単管カラーカメラ特有の、ストライプフィルター構造により生ずるモアレ発生の警告ができない。

マイクロマット付光学ファインダー（東芝ではクリーンフィットファインダーと名付けている）は、以上の欠点を改善する方向で検討がなされたものである。

1方向でしか測距できないというスプリットイメージの欠点をなくした焦点板として、図4のような微細な四角錐をしきつめたマイクロプリズム焦点板がある。原理的にはスプリットイメージと同じであるが、ピントのずれに対して4方向に像がずれる。測距を画

図4 マイクロプリズム

面のどこでも行えるように全面マイクロプリズムとすると、ぼけ像が汚くなり見づらい。

一方、全面マットを用いると、ぼけ像はきれいになるが、測距には副尺

視力を用いることができず、ぼけ²⁾の分解能 ϵ_M (~ 0.0004) となり、測距精度がおちる。

マット式で測距精度を上げるには、マットの拡散性を良くしてやればよいのだが、そうするとマットの粒状性が目立つようになり、ファインダー視野も著しく暗くなってしまう。

マイクロマット焦点板は、空中像でピント合わせをするおそれをなくすためマット構造としたが、測距精度を上げて視野が暗くならないように、光の拡散角度を一定とした。すなわち、一定の傾角をもつ錘体を一面に敷設することにより、光束を有効に活用することができるわけである。しかし、単にマイクロプリズムを全面に敷きつめたり、大きさを小さくしたものではなく、そのピッチ、形状はストライプフィルターに似させた構造にし、モアレの検出を可能にしている。また、そのなかで、傾角、接眼焦点距離等を適切に決めることにより、十分な測距精度が得られる設計になっている。

マット式焦点板の測距精度は、ファインダー系のFナンバーを F 、マット面の素通し成分を基準として、認知可能な拡散光線までの角度を φ とすると(図5)、測距精度は、

$$\Delta_M = \frac{f_e f_m^2}{2\varphi f_o^2 \beta} \epsilon_M \quad (F \leq 0.5/\varphi)$$

となる。

焦点板に小さな錘体を敷きつめた場合 φ は、 $(n-1)\alpha$ に等しくなり、測距精度は、

$$\Delta_m = \frac{f_e f_m^2}{2(n-1)\alpha f_o^2 \beta} \epsilon_m$$

となる。最小識別分解能 ϵ_m は、接眼レンズを通して見た錘体底辺の視角の半分が、2点識別分解能 ϵ_R より小さい場合には、ぼけの最小識別分解能 ϵ_M とな

図5 マットによる測距原理

る。一方、 ϵ_R の数倍程度の場合には、ぼけ+マイクロプリズム的效果が期待できるために測距精度が上り、 ϵ_M と ϵ_s との中間となる。

マイクロマットの場合、この領域を使い、かつ傾角 α を通常のスプリットより大きくとることによって十分な測距精度を保証している。つまり、主としてぼけの検出による測距能力と、目の分解能で分解できるぎりぎりのマイクロプリズム構造による輪郭強調が働き、スプリットプリズム以上の測距能力をもたせている。また通常のスプリットやマイクロプリズムであらわれ易いかげりは、構造が小さいために眼で感知できないものとなっている。

以上のように、このマイクロマット距離合わせ機構をもつ光学ファインダーは、これまでの光学ファインダーの欠点を一掃し、光学ファインダーのもつファインダー像がカラーで確認できること、消費電力が節約できること等々、電子ファインダーにない特長をひき出すことが可能になったと自負している。

従来の光学ファインダー、マイクロマット焦点板付光学ファインダーとの比較は表1のとおりである。この中で特に強調したいのは、暗いシーンでの距離合わせである。従来、この点では電子ファインダーがすぐれているというのが定説であったが、実際に比較してみると次の点が体験で得られた。すなわち、撮影限界の暗いシーンでは、電子ファインダーは白黒スクリーンのため、合わせようとする被写体とそれ以外のコントラストがつかなくなり、きわめてピント合わせがしづらいことがわかった。それ故、構図をきめることが困難となる。これに対してマイクロマット式光学フ

表1 各種ファインダーの比較

	マイクロマット 光学ファインダー	従来の光学 ファインダー 一眼式	電子ビュー ファインダー
①ファインダー像	カラー マイクロマ ット上の結像	カラー 空中像	白黒 ブラウン管上 の結像
②ピント合わせ	ぼけ+光学的 な輪郭強調	スプリット イメージ	ぼけ
③ファインダー内 の測距位置	全視野	中心部	全視野
④視度調整不良に よるピンボケ	なし	あり	—
⑤測距できる被写 体のパターン	すべてのパ ターンで可能	縦縞パターン 測距容易、そ の他の形状明 暗の少ないパ ターンは測距 しづらい	すべてのパ ターンで可能
⑥暗いシーンにお けるピント合わ せの容易順	①	③	②
⑦撮像画面にお けるモアレの検出	可 能	不 可 能	可 能

ファインダーは、ファインダー画面はやや暗いものの、カラーで写すべき被写体をはっきり認識でき、またピント合わせの精度が高いことと相まって、同じ暗いシーンでも予想以上の合焦性能を示した。

4. 将来の展望

光学ファインダーは、①電子ファインダー³⁾に見られる映像のモニター機能がない、②ハーフミラーでの光量ロスのため、カメラの感度が少し低下する、という欠点はあるものの、測距、構図の決定では電子ファインダーをしのぐメリットをもつマイクロマット形式の光学ファインダーは、今後注目されていくことと思われる。

CCD、MOS形カメラや1/2インチ撮像管カメラになると、カメラ自体の小形化が可能になり、そのときにはもっと短い光学ファインダーの要求も出てくることと思うが、その場合でも、基本的な考えは同様に議論でき、おのおののディメンジョンを変更するだけで同じような機能をもつファインダーは可能である。固

体撮像素子カメラそしてVTR内蔵形カメラとなったときには、光学ファインダーによる消費電力の節約と軽量化は、さらに魅力的なものとなるだろう。

5. むすび

ここでは特にふれなかったが、光学ファインダー付レンズでは、ハーフプリズム等が入ることによるゴースト発生に関する問題、ハーフプリズムの偏光特性の画質に及ぼす影響、その他、諸々の改善すべき事項は多いが、省略させていただいた。筆者不慣れなため、いろいろな思い違いや偏見があるかもしれないので、お気づきの点は指摘いただければ幸いである。

(昭和56年12月28日受付)

〔参考文献〕

- 1) 荻原 郎：目の生理学，医学書院（1966）47-77
- 2) 山崎康雄：カメラ技術ハンドブック，写真工業出版社（1980）77-114
- 3) 戸田菊雄：光学ファインダー付テレビ・カメラ，映画テレビ技術，3（1978）32-35