

第9回光学シンポジウム

TCL センサーモジュールを用いた
ビデオカメラ用オートフォーカス

坂野 誠

小西六写真工業(株) 〒192 八王子市石川町 2970

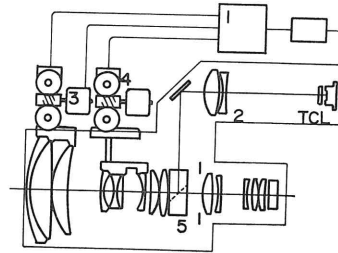


図2 応用例 (日本ビクター GZ-S5 搭載)

1. 演算制御部, 2. AF 光学系, 3. AF 駆動部,
4. f 情報入力, 5. ハーフミラー.

TCL センサーの構成と焦点検出原理を図1に示す。焦点ずれ量 x は, A, B 系列の CCD に形成される2重像の横ずれ量 Δ と各像を形成する主光線のなす角 θ とから, $x = \Delta / (2 \tan(\theta/2))$ で与えられる。

AF の構成は, センサーで検出した焦点ずれ量を, 演算制御部でフォーカスレンズの移動量に換算し, その移動量に達するまで, 駆動部を制御する構成で, ズームレンズの場合, 焦点距離 f によって, 同一移動量に対する焦点ずれ量が異なるため, 換算には f 情報入力が必要となる。

ビデオカメラ用 AF の性能評価項目としては, 合焦精度, 検出エリア, AF 制御可能被写体距離範囲, 低照敏感度, 低コントラスト検出限界, AF 制御速度, 制御の円滑さ安定性という制御性, 消費電力, 音ノイズ, 大きさ, 重さ, 外観といった項目が挙げられ, なかでも, 制御性や音ノイズは, 連続撮影, 同時録音のため重要である。またこれらの項目は相互に関連しており, 各項目間のバランスを考慮して目標値を設定する必要がある。

光学系としては, TCL の2重像形成に必要な開口径が, 露出制御によるアイリス径変化の影響を受けないよう, ズーム系とアイリスの間からハーフミラー等で AF 光学系へ光束を分割する構成となる。

画面に占める検出エリア比率を設定する場合, 検出素子幅が 4.6 mm と固定であるので, AF 光学系と撮像光学系の焦点距離比を変え, 拡大系とすることで比率をコントロールする。この拡大率を M とすると, 撮像面換算で検出エリアは $1/M$, 焦点検出精度は $1/M^2$, 焦点ずれ検出可能範囲も $1/M^2$ に縮小されることになる。した

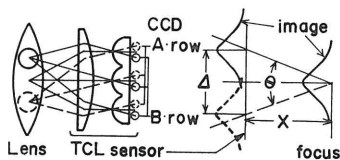


図1 TCL センサーの構造と焦点検出原理

がって, 検出エリア比率は焦点ずれ検出可能範囲が, AF 時に発生しうる最大焦点ずれ量を包含する範囲で, かつ十分な焦点検出精度が達成されるよう設定する必要がある。

合焦範囲 ϵ_I の設定は, 撮像系の焦点深度 ϵ_D , 撮像面換算のフォーカス制御精度 ϵ_F と焦点検出精度 ϵ_S を総合して行なわれる。これらの間には $\epsilon_I \approx \epsilon_D > \epsilon_F > \epsilon_S$ の関係が成り立つことが望ましい。この関係はたんに光学的な合焦精度のみならず, 合焦時のフォーカスの安定性やフォーカス制御の円滑さに係っており, この関係が崩れると, オーバershoot, ハンティング等の現象が発生する。

図2に, 1/2 インチ撮像管用 $8 \sim 48 \text{ mm F} 1.4$ 最至近撮影距離 1.1 m のズームレンズに応用した例を示す。この例では検出エリア比率を 30% とするため, AF 光学系の拡大率を 2.5 倍としている。TCL センサーの焦点検出精度は $\pm 0.05 \text{ mm}$ 程度で, 焦点ずれ検出限界は $\pm 36 \text{ mm}$ である。AF 光学系の拡大率により, それぞれ $1/6.25$ に縮小され, 撮像面換算の焦点検出精度 $\epsilon_S \approx 0.01 \text{ mm}$, 焦点ずれ検出可能範囲は 5.7 mm となる。この光学系では, 無限遠被写体に対し, フォーカスが 1.1 m にあるとき, 最大焦点ずれ量 2.5 mm が発生する。駆動制御のため 1.1 m から無限遠突当りまでを 250 分割の回転角検出を行なっているので, フォーカス制御精度 $\epsilon_F \approx 0.01 \text{ mm}$ となっている。撮像管の垂直解像度を 250 TV 本と仮定すると, 画面縦幅 4.8 mm と $F 1.4$ とから焦点深度 $\epsilon_D = 4.6 / 250 \times 2 \times 1.4 \approx 0.05 \text{ mm}$ となり, 先に示した関係を満足する設計となっている。これにより, 十分な合焦精度と AF 制御可能被写体距離範囲を有しパララックスのない, 良好な制御性を有す AF を達成している。