



オートフォーカス技術

—ビデオカメラ用を中心として—

坂野 誠

小西六写真工業(株)光学事業部コニカ生産センタ 〒192 八王子市石川町 2970

(1983年7月5日受理)

Auto Focus Techniques

Makoto BANNO

Hachioji Plant, Konishiroku Photo Industrial Co., Ltd.,

2970, Ishikawa-cho, Hachioji 192

1. 開発の経過と技術動向

1977年に、オートフォーカス付きレンズシャッターカメラが商品化されて以来さまざまなオートフォーカス方式が開発されてきている。いまではレンズシャッターカメラの8割はオートフォーカス化され、一眼レフカメラもピント検出機能を有するものが揃い、ビデオカメラなどのムービーカメラでもオートフォーカスが有用な機能として定着しつつある。この傾向は今後ますます強くなっていくと考えられる。Fig. 1にオートフォーカスの商品化の歴史をまとめる。

レンズシャッターカメラでは、被写体から来る光で距離を測るパッシブ方式と赤外光を被写体へ投射して反射されて来る光で距離を測るアクティブ方式がおもに採用されている。被写体の走査方式もミラーを回転して被写体を走査する可動方式や、多分割フォトダイオードなどを使った非可動方式など多様である。またフォーカス精度も深度範囲でカバーするものから実用的見地から切り切ったゾーン別フォーカス、さらには2点フォーカスというようなものまでさまざまである。レンズシャッターカメラのオートフォーカスは自動化、コンパクト化、低コスト化を同時に実現させるべく工夫がこらされている。

一眼レフカメラでは、レンズにオートフォーカス機能をもたせる方法、カメラにピント検出機能をもたせモータ内蔵レンズと組み合わせてオートフォーカス化する方

法、カメラにピント検出部とモータを内蔵させギヤ伝達でレンズを駆動してオートフォーカス化する方法の三つが考えられているが、既存の交換レンズに対するフォーカスエイド機能を重視した2番目に挙げた方式が主流となっている。

ビデオカメラでは、一眼レフ並の合焦精度とレンズシャッター並の低コストで、スチルカメラにない動的な制御に対応できるオートフォーカスが求められている。現在測距方式や焦点検出方式で実用化されているものもこれらの要請をすべて満たしているとはいえない。

前述したなかではスチルカメラのオートフォーカス方式については数多くの文献¹⁻⁸⁾があるので、ここではビデオカメラのオートフォーカスを中心にとめる。

2. オートフォーカスの原理

オートフォーカスとは、カメラ自体がピントを検出し自動的に合焦させる機能である。オートフォーカスの基本構成をFig. 2に示す。

ピント検出部は被写体までの距離、あるいは像の位置を検出する。信号処理部は、検出部からの微弱な信号を増幅し、検波や比較演算などの処理をしてフォーカス制御に必要なピント情報を作り出す。レンズ駆動部は、制御部からの指令に従ってレンズを所定の位置まで駆動し保持する。制御部は以上各部のシーケンスを統括するが、ズームレンズの焦点距離情報や露出情報などの付加情報と組み合わせてより使い勝手のよい制御を行なう場

Table 1 要素技術とデバイス例

構成	要素技術	デバイス例
ピント状態検出部	光 セ ン サ	フォトダイオード, ピンフォトダイオード, 多分割フォトダイオード, CCD, PSD
	光 源 光 分 割 フ ィ ル タ 集 光, 結 像	赤外発光ダイオード, 半導体レーザ ハーフミラー, プリズム 赤外透過フィルタ, 視感度補正フィルタ レンズ, マルチレンズアレー, 凹面鏡
信号処理部	超 音 波 セ ン サ	圧電素子, コンデンサマイク
	超 音 波 源	圧電素子
制御部	信 号 変 換	波形整形・電流電圧変換・A/D 変換・増幅用 IC
	ア ナ ログ 処 理 デ ジ タ ル 処 理 ノ イ ズ 除 去 イ ン タ ー フ ェ ー ス 電 源	アナログ演算・比較用 IC 論理演算用 IC フィルタ回路, フィードバック回路 インターフェース回路 安定化電源, パルス発生回路
レンズ駆動部	シ ス テ ム 設 計 ソ フ ト ウ ェ ア	プロセス制御用カスタム IC 4ビットマイコン, 8ビットマイコン
	ア ク チ ュ エ ー タ ー	直流小型モータ, コアレスモータ, パルスモータ, ソレノイド, スプリング
レンズ駆動部	速 度 制 御	ギヤ列, プーリ, PWM 制御 IC
	位 置 制 御 緩 衝	エンコーダ, フォトカプラ, ポテンショメータ すべり機構, 突当り検出スイッチ

年代	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
方式	商 品 化 期						
測距方式							
パッシブ							
アクティブ							
超音波							
TTL方式							
コントラスト							
二重像合致							

Fig. 1 商品化の歴史

合もある。Table 1 に各部に使われている要素技術とデバイス例をまとめる。

3. オートフォーカス方式の分類

オートフォーカス方式の分類は、観点によって幾つも考えられる。レンズから被写体までの距離を測る測距方式か、焦点ずれを測る焦点検出方式か、あるいは被写体からの光を使うパッシブ方式か、光や音などを投射して反射光や反射音を利用するアクティブ方式か、あるいは被写体を機械的方法で走査する方式か非走査方式か、など幾通りもの分類が考えられる。Table 2 に最もよく行なわれている分類を示す。

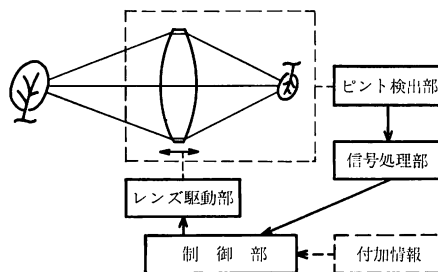


Fig. 2 オートフォーカスの基本構成

4. オートフォーカスの評価

オートフォーカスの評価項目としては、合焦精度、合焦可能被写体距離範囲、検出感度、検出エリア、パララックスの有無、苦手被写体の種類、応答の速さ・動作の円滑さといった作動性、合焦時の安定度、音ノイズの程度、消費電力といった項目が挙げられる。さらに大きさ、重さ、形状なども重要な評価項目の一つとなる。Table 3 に評価項目を掲げる。以下ではおもにオートフォーカスの光学的性能を中心に各方式を検討してゆくことにする。

Table 2 オートフォーカス方式の分類

測距方式	三角測距式	アクティブ方式—赤外方式	走査式
			非走査式
測距方式	反射遅延時間式—アクティブ方式—超音波式	パッシブ方式—像合致式	走査式
			非走査式
焦点検出方式	コントラスト方式—パッシブ方式		コントラスト方式
			周波数方式
	瞳分割方式—パッシブ方式	像合致式	
		変調方式	

Table 3 オートフォーカスの性能

分類	項目	内容
AF性能	合焦精度	合焦時の最大残留焦点ずれ量
	AF制御範囲	合焦可能な被写体距離範囲
	感度	(パッシブ)合焦可能な被写体輝度範囲 (アクティブ)合焦可能な被写体反射率(距離)
	検出エリア	画面に占める検出エリアの比率 ズーミングによる検出エリアの比率変化の有無
	パララックス	被写体距離による検出エリアの移動の有無
	苦手被写体	合焦困難, 合焦不能あるいは誤動作する被写体
	作動性	応答速度, 作動速度, 円滑さ, オーバーシュートの有無
	安定度	合焦状態の維持, ハンチングの有無
その他	音ノイズ	作動音の大小
	消費電力	消費電力の大小
	大きさ・重さ・形状	コンパクト性 異形状か否か

5. オートフォーカスの原理と技術問題

ビデオカメラ用のオートフォーカスに求められる光学的性能、とくに合焦精度と制御範囲として測距エリアを中心に考察する。合焦精度としては撮像管の解像力 R 、撮影レンズの焦点距離 f と開放 F 値から求まる許容焦点深度 $e = FR$ が目標となる。また最大の焦点ずれ量 E は最至近撮影距離を U とすると $E = f^2 / (U - f)$ で与えられる。無限遠から至近距離までを Fig. 3 に示すように焦点深度範囲で覆うとすれば、 $(E/2e)$ 分割点が検出

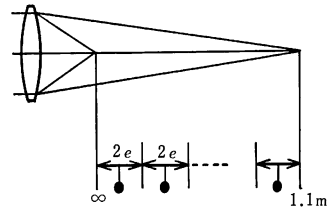


Fig. 3 深度による分割

できればよいことになる。

民生用として標準的な 2/3 インチ (画面サイズ 6.6 × 8.8 mm) カメラを例にとると、撮影レンズは焦点距離 $f = 11 \sim 70$ mm, 開放 F ナンバー 1.4 程度が標準的である。撮像管の解像力 $R = 8.8/250$ 程度と考えられるから焦点深度 $e \cong 0.05$ mm の無限遠から至近距離までの分割数は、至近距離を 1.1 m 程度とすると 45 分割となる。

測距エリアとしては画面の中央部 10~40% 程度がレンズシャッターカメラや一眼レフカメラで採用されており、目安として適当であろう。

以上を前提に各方式を検討する。

5.1 三角測距型光線アクティブ方式

方式の一例を Fig. 4 に示す。赤外発光ダイオード A から発する赤外光を投射レンズ L_1 を通して被写体側へ投射し、被写体 O で反射する光が受光レンズ L_2 によってセンサ S に集光される。この位置と L_2 の光軸との距離 δ を検出し、受光レンズ L_2 の焦点距離 f_2 と投射レンズ L_1 と受光レンズ L_2 との光軸間距離 l (基線長) とから被写体距離 U を次の式で求めその U に対応する合焦位置へ撮像レンズを移動するようにフォーカシングを駆動する方式である。

ここで

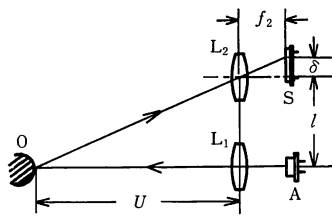


Fig. 4 赤外方式の原理
A: 発光ダイオード, S: 受光素子,
L1: 投射レンズ, L2: 受光レンズ

$$U = l \left(\frac{f_2}{\delta} \right) \quad (1)$$

検出部Sとしては **Fig. 5(a)** の2分割フォトセンサをフォーカスリングの回転と連動させて L2 の像面を走査させ、両センサ出力が一致する点から δ を見いだす方式や、**Fig. 5(b)** のフォトセンサを可動スリットで覆い、出力の出るスリット位置から δ を見いだすスリット走査式と、**Fig. 5(c)** の多分割フォトセンサあるいは PSD (position sensitive device) のどこに結像したかで求めるセンサ固定式がある。また発光側のダイオードAを L1 のピント上を移動させて走査する方式もある。ビデオカメラ用としては **Fig. 6** の方式で実用化されている。

この方式の合焦精度 e は、反射光の集光位置 δ の検出分解能 r から求められる。**Fig. 7** に示す三角形の相似

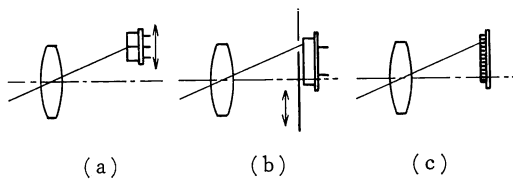


Fig. 5 検出部の例

- (a) 2分割フォトセンサ, (b) スリット走査,
- (c) 多分割フォトセンサ

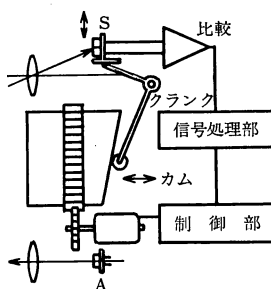


Fig. 6 赤外方式の応用例 (外光式)

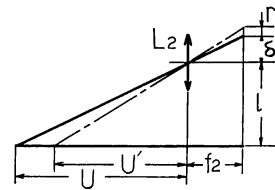


Fig. 7 測距精度と素子分解能

関係から、被写体距離 U と分解能 r 分はずれたときの被写体距離 U' は次式となる。

$$\frac{l}{U} = \frac{\delta}{f_2}, \quad \frac{l}{U'} = \frac{(\delta+r)}{f_2} \quad (2)$$

U と U' に対応するレンズのくり出し量を d と d' とすると撮影レンズの焦点距離 f が U に比べ十分小さいという条件の下で次式のようになり、分解能 r に対応する焦点ずれ量 e は $d-d'$ で求まる。すなわち、

$$d = \frac{f^2}{U}, \quad d' = \frac{f^2}{U'}, \quad e = d - d'$$

したがって、

$$e = \frac{r f^2}{f_2 l} \quad (3)$$

$f_2 \cong f/2$, $l \cong f$ 程度とすると合焦精度 e を得るには $e/2$ の分解能が必要ということになる。

投射光束が十分絞られていて、すべて反射光に寄与するとしても、被写体距離の2乗に反比例して信号強度は減衰し、さらに被写体の赤外反射率や自然に存在する赤外光ノイズの影響から測距範囲は遠距離側に限界がある。この限界はパルス発光と同期検波による発光強度の増加とノイズ除去で伸ばすことができる。現状では10 m程度が限界である。

被写体側に投射される発光面の像の重心を測距するため、検出素子の走査方向に像が欠けると測距誤差を生じる。走査に垂直な方向では誤差を生じない。外光式では像が一定のためズミングでエリアは変化する。AF系基準視野光軸と撮影レンズ光軸がずれているため近距離ではとくにパララックスの影響が大きい。投射角1度で光軸ずれが44 mm、焦点距離 $f=70$ mm のときのパララックスの様子を **Fig. 8** に示す。この例では被写体距

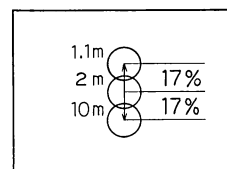


Fig. 8 パララックス

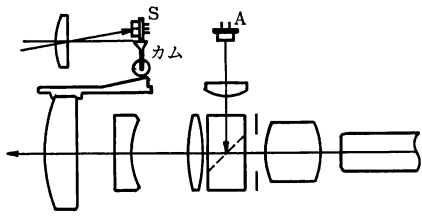


Fig. 9 赤外方式の応用例(半 TTL 式)
A: 発光ダイオード, S: 受光素子

離 2m を中心に無限側と至近側が上下に振り分けられるように計算した。これを改善するために撮影レンズを投光系と併用する半 TTL 方式も実用化されており一例を Fig. 9 に示す。

5.2 二重像合致式三角測距方式

像信号を検出する多分割素子上に、基線長 l だけ離れた焦点距離の等しい ($f_1=f_2$) 二つのレンズ L_1 と L_2 によって被写体の像を結ばせ、被写体が無限遠にあるときの両像位置を基準として、被写体距離が有限となったときの基準位置からの像ずれ量 δ を、二重像が合致するまでの素子列方向の像ずらし量から求め、赤外方式同様(1)式に従って被写体距離 U を算出し、その距離までフォーカスリングを駆動する方式である。Fig. 10 に原理図を示す。

反射ミラー角を変化させて被写体を走査し像合致させる方式と、CCD 上に 2 重像を形成し電気的に像合致させる非可動方式とが実用化されている。

合焦精度は赤外方式同様、像ずれ量検出の分解能 r に依存する。測距エリアやパララックスも赤外方式と同様である。

この方式は被写体からの自然光を利用しているため、無限遠の被写体まで測距でき赤外方式のような限界はないが、反面パッシブ方式すべてにいえることであるが暗くなって被写体からの光量が減ると測距に時間がかかったり測距できなくなることもある。また測距の原理上被

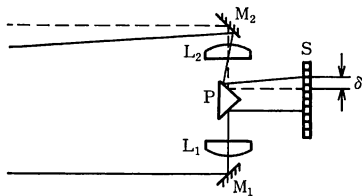


Fig. 10 二重像合致式三角測距の原理図
 L_1, L_2 : 結像レンズ, M_1, M_2 : ミラー, P: 直角プリズム, S: 多分割センサ

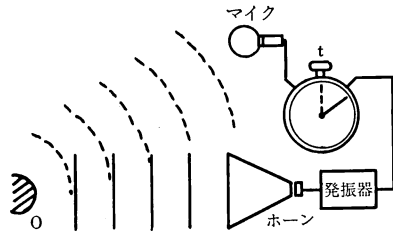


Fig. 11 超音波方式の原理図

写体の濃淡パターンを手掛りに像合致検出を行なうため素子列方向にコントラストがないものや素子の解像力以上の高周波パターンであると測距が困難になる。

5.3 超音波方式

5.1 節, 5.2 節とも三角測距であったのに対し, Fig. 11 に示すように、超音波を被写体に向けて送波してから、被写体からの反射波を受波器で検知するまでの時間 t を計時し、そのときの音速 V との積から被写体距離 U を求める時間測距方式である。このときは、

$$U = \frac{tV}{2} \tag{4}$$

このときのレンズのくり出し量 d は次式となる。

$$d = \frac{f^2}{U} = \frac{2f^2}{tV} \tag{5}$$

合焦精度 e は計測時間の分解能 r から次式となる。

$$e = \left(\frac{2f^2}{t^2V}\right)r = \left(\frac{f^2}{2U^2}\right)rV \tag{6}$$

合焦精度は U の 2 乗に反比例するので分解能が一定なら最至近で精度は決定される。

超音波としては 50~70 kHz が使われている。波長は 5 mm 程度となり、発振器の径と同じオーダーとなり回折が無視できず、指向性を強める工夫が必要となる。発振器径 D 、波長 λ のときの回折角 θ は次式で求まる。

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\lambda}{D}\right) \tag{7}$$

たとえば D を 30 mm, λ を 5 mm としたとき約 10 度くらいとなるが振動板の形状を工夫して 1/2 程度まで改善できるという。また音波も距離によるエネルギーの減衰が起きる。超音波の場合赤外光に比べ指向性が悪いため、被写体にあたるエネルギーが距離の 2 乗に反比例し、反射する波も 2 乗に反比例して減衰するので、信号強度は距離の 4 乗に反比例して減衰する。したがって減衰した微弱信号の検出に工夫を要する。また音速 V は気温 $T(^{\circ}\text{C})$ に依存して変化するため、温度補正も必要である。この V は次式で与えられる。

$$V = 331.45 + 0.607 T \text{ (m/s)} \tag{8}$$

測距エリアは指向角が大きいため全画面測距になる。したがって遠距離ほど被写体周囲の物体による影響が大きくなる。

5.4 TTL 周波数検知方式

ビデオカメラの撮像素子から得られる画像信号そのものから特定空間周波数成分の信号強度を抽出すると、同一被写体に対する信号強度は合焦時に最大となり焦点ずれが大きくなるにつれて減少してゆく。そこでフォーカシングレンズを少し移動させ、移動の前後での信号強度の上下によって合焦点の方向を見だし、ピークに達するまで山登りをするという方式が生まれる。Fig. 12 に原理説明図、Fig. 13 に実施例を示す。

レンズの収差を無視すれば点像の焦点ずれ E によるぼけ像の直径 D はそのときの絞り値を F とすれば $D = E/F$ で与えられる。このときに信号強度がゼロとなるカットオフ周波数 ν は次式で与えられ、これ以上焦点ずれが大きくなると擬解像の領域に入り正しく山登りするための信号勾配が得られなくなる。

$$\nu = \frac{1}{D} = \frac{F}{E} \quad (9)$$

したがって大きな焦点ずれを検出するには低周波の信号強度を見る必要があるが、合焦点近辺でピークがつかみにくくなる。したがって良好な合焦精度が得られかつ焦点ずれ検出範囲もある程度広い周波数を設定する必要

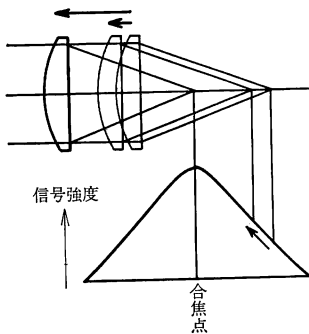


Fig. 12 TTL 周波数検知方式の原理図

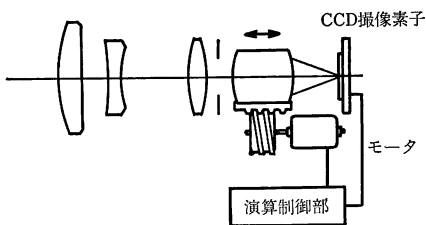


Fig. 13 TTL 周波数検知方式の応用例

がある。最小錯乱円径の10倍程度相当の周波数をカットオフするハイパスフィルタを用いて高周波成分の信号強度を得るものが実用化されており、ちょうど画像の輪郭を検出することに対応している。

検出エリアは画面上の信号抽出領域を制限することで任意に比率が設定でき、ズームによる変化や被写体距離によるパララックスも生じない。

合焦精度はレンズの絞り値に依存して変化する。すなわち許容錯乱円径を維持する方式のため、明るい所では深度が深く、暗い所では浅くなる。

TTL方式の場合、フォーカシングレンズは第1レンズ群に限らない。Fig. 13 に示す例ではリレーレンズ群がフォーカシングに使われ、機構の簡素化が図られている。

5.5 TTL 像合致方式

一眼レフカメラでは、スプリットイメージで得られる二重像を合致させるのと同じ原理のオートフォーカスカメラが実用化されている。同じ原理をビデオカメラに応用する場合を考察する。

この方式は瞳分割方式とか位相検出方式と呼ばれている。Fig. 14 に示すようにレンズの射出瞳から来る光を二つに分割しそれぞれによってできる像を CCD などの多分割素子で検出する。Fig. 15 に示すように検出素子に対して結像位置が前ピンか合焦か後ピンかによって、素子上に破線と実線で示す二つの像の上下の位置関係が

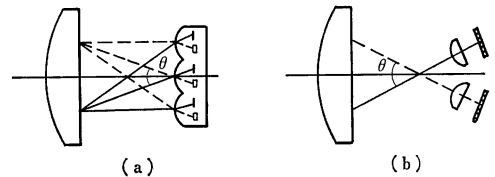


Fig. 14 TTL 像合致方式の瞳分割例 (a) マルチレンズによる分割, (b) レンズによる分割

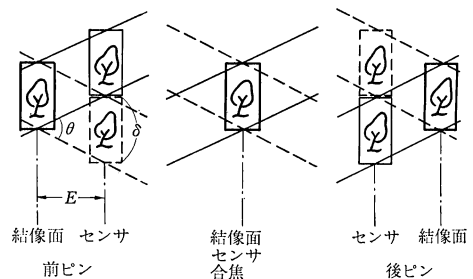


Fig. 15 像ずれと結像位置関係の説明図

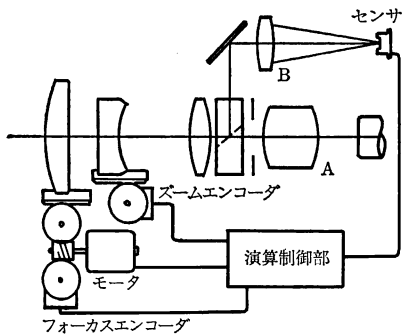


Fig. 16 TTL 像合致方式の応用例
A: リレーレンズ, B: 補助レンズ

変化する。二つの像を合致させるのに必要な横ずれ量 δ と 2 分割された光束の主光線のなす角 θ とから、焦点ずれ量 E は δ/θ で求まり、合致に必要な横ずれの方向から焦点ずれの方向も求まる。

この方式では焦点ずれの絶対量に比例したずれ量が検出可能なことからそれに対応するくり出し量だけフォーカシングレンズをくり出せば、1 回の検出だけで合焦近辺へ持ち込むことが可能となる。また二重像の横ずれ量が検出の対象であるため、ピントずれによる像ぼけに影響されにくく焦点ずれの検出範囲はかなり広い。

検出精度 e は像ずれ量検出の分解能 r と θ とから r/θ で与えられる。実用化されているものでは焦点ずれの検出範囲が素子の位置から約 15~30 mm 程度まで、検出精度は $\pm 0.05 \sim \pm 0.1$ mm 程度である。

周波数検知方式が急峻なエッジの検出に優れているのに対し、この方式は連続的に濃度変化のある被写体のとき精度が高くなる⁴⁾。

応用例を Fig. 16 に示す。応用例は絞りの前からハーフミラーで光束を分割し、リレーレンズ A の上部にある補助レンズ B で撮像素子と等価な位置にある検出素子に導き、この素子から得られる二重像信号の演算結果に基づいてフォーカシングレンズを制御するものである。補助レンズ B の焦点距離を f_B としリレーレンズ A の焦点距離を f_A とすると、これらの焦点距離の比率 $m = f_B/f_A$ を変えることで合焦精度を $1/m^2$ 倍高めることができ、高精度なシステムを構成することができる。検出エリアも m の設定で調整することができパララックスなどもない。フォーカシングレンズの焦点距離を f_1 、撮影レンズの使用状態での焦点距離を f とすると、焦点ずれ量 E に対応するレンズのくり出し量 d は次式で与えられる。

$$d = \left(\frac{f^2}{f_1^2} \right) E \quad (10)$$

この f の検出用としてズーム位置検出センサが付加されている。

6. 各方式の比較

Table 4 に各方式の大まかな比較をまとめてみる。表に見るようにどの方式もそれぞれに長所と短所をもっている。しかし焦点検出方式はパララックスやエリアの変

Table 4 オートフォーカス方式の比較

性能 方式	測 距 方 式			焦 点 検 出 方 式	
	赤 外 方 式	像 合 致 式	超 音 波 式	周 波 数 式	像 合 致 式
合 焦 精 度	一 定	一 定	距 離 依 存	絞 り 値 依 存	一 定
AF 制 御 範 囲	遠・近距離に限界あり 1~10m	近距離に限界あり 1~ ∞ m	遠・近距離に限界あり 1~7 m	原理的に限界なし 1~ ∞ m	原理的に限界なし 1~ ∞ m
感 度	被写体距離・反射率依存	低輝度限界あり	被写体距離・反射率依存	低輝度限界あり	低輝度限界あり
検 出 エ リ ア	焦点距離依存 15%以下	焦点距離依存 30~5%	焦点距離依存 100~20%	一 定 30%程度	一 定 30%程度
パ ラ ラ ッ ク ス	あ り	あ り	あ り	な し	な し
苦 手 被 写 体	低赤外反射率被写体	ローコントラスト被写体	周辺障害物	ローコントラスト大ぼけ被写体	ローコントラスト被写体
消 費 電 力	大	小	大	小	小
大 き さ ・ 重 さ	やや大	やや大	大	コンパクト	コンパクト
外 観	受光部付加	測距窓付加	大口径ホーン付加	良 好	良 好
製 品 例	オリンパス VX-303	キヤノン VC-10	松下 VZ-C 70	日立 VKC-3000	ビクター GZ-S 5

Table 5 オートフォーカス性能向上の工夫

項目	事象	解決策
誤動作防止	ピント検出不能時	(イ) 前回の AF データ保持 (ロ) 過焦点位置へ移動
	ピント誤検出時	(イ) 複数回の検出結果の平均化 (ロ) フォーカスリング駆動範囲規制
作動の円滑化	合焦近辺での揺動除去	(イ) 複数回の平均化制御 (ロ) 合焦ゾーン設定 (ハ) 絞り値に応じて合焦ゾーン制御 (ニ) 合焦近辺でフォーカスリング駆動速度減速
	起動時の衝撃緩和	(イ) 常時起動直前電圧印加 (ロ) 起動時徐々に加速
緩衝および破壊防止	フォーカスリング突当り	(イ) 突当り検出で駆動停止 (ロ) 駆動ギヤすべり機構 (ハ) エンコーダにより駆動範囲規制

化もなく被写体距離によらず像の位置が検出できる点で望ましい。なかでも連続的に濃度変化のある被写体の像位置を精度よく検出でき大きなピントずれにも対応できる像合致方式はすぐれた方式と考えられる。いずれにせよ使う立場としては各方式の得意不得意を理解して、その方式にふさわしいオートフォーカスシステムを組み上げることが必要である。

ここでオートフォーカスの作動の円滑化や安定化のためにとられている幾つかの工夫を Table 5 にまとめておく。多くはノウハウ的なものであり、商品化できるシ

ステムを構成するには不可欠な要素でもある。

7. まとめと考察

スチルカメラ用として開発されたオートフォーカス方式がビデオカメラにも採用され実用化されているが、スチルカメラとビデオカメラの大きな違いは前者が1コマずつ確認してから撮っていくのに対し、後者はパンニングやズーミング、さらに合焦の過程など画面の変化をも撮っていく点である。すなわち不得手な被写体に出会う確率も高いということである。現状では不得手な被写体に対しときの誤動作を回避するか、めだたなくするのがせいぜいである。今後とも新しいオートフォーカス方式が開発され性能の改善が行なわれていくと考えられるが、オートフォーカスカメラをより効果的に使うための工夫も必要となるだろう。ビデオカメラによりふさわしいオートフォーカス方式が開発され、さらに工夫を具備したシステムが開発されることを期待したい。

最後に本解説を執筆するにあたり、貴重なご助言とご助力をいただきました小島忠氏に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 小倉磐夫：現代のカメラとレンズ技術（写真工業出版社，1982）p. 90.
- 2) 小倉磐夫：写真工業，1月号（1983）119.
- 3) 山本 晃：写真工業，12月号（1982）21.
- 4) 小倉磐夫：写真工業，5月号（1983）99.
- 5) 池田利久，原 正和：ビデオサロン，5月号（1983）20.
- 6) 山本 晃：カメラ・レンズ百科（写真工業出版社，1983）p. 143.
- 7) オートフォーカス技術とその応用，No. 659（日本工業技術センターセミナー，1982）.
- 8) オートフォーカス技術の開発動向と応用，No. 731（日本工業技術センターセミナー，1983）.