テレビカメラ用レンズ

富士写真光機株式会社 阪 井 豊
キャノン株式会社 蟹 江 塩 見

放送局用テレビカメラに使用されるレンズとして、近年、高度の仕様、性能のズームレンズが開発されてきている、本稿では、ズームレンズの光学系、電気系の現状、傾向、今後の問題などについて概説する。

1. ま え が き

現在、放送局用カメラの主流となっているのは3プランビコンカメラである。3プランビコンカメラは、プリズム式3色分解光学系を採用して、コンパクトかつ高効率のカメラを実現したが、これに伴いレンズについても、在来レンズの流用ではなくバックフォーカスの長い専用設計のズームレンズが必要となった。もともとズームレンズはズーミングおよびトリミングの大きな特長を持ち、これがテレビにおける使用目的によく適合するものであるうえに、テレビの要求する広範囲の撮影条件(超望遠、広角、近接、低照度など)に対応する必要もあって、次々に高度の仕様、性能のレンズが開発されている。表1に代表的な1¼インチプランビコン用ズームレ

図1 ズームレンズの進歩 (○現在のレンズ(表1参照), ×約10年前のレンズ)

ンズを示す。この表からグラフを作り、10年位前のレンズと比較してみよう。ズーム比と広角端の水平画角とを

表1 1¼インチプランビコン用ズームレンズ

メーカー	型名	明るさ/焦点距離 (mm)	広角端の 水平画角 (度)	至近距離 (m)	前玉有効径 (mm)	内蔵エキ ステンダー	操作方式	重量 (kg)
富士写真光機	14×16.5	2.1~2.2/16.5~230	54.8	0.75	173	—	マニュアル	27.0
"	14×17	2.2~2.5/17~240	53.5	0.75	183	—	"	16.0
"	16×17	2.1~3.1/17~270	53.5	0.75	140	2×	"	20.2
"	22×25	2.2~3.2/25~550	37.8	2.5	174	2×	"	21.5
"	30×15	2.1~4.5/15~450	59.4	0.75	172	—	"	30.0
"	30×20	2.2~3.3/20~620	46.3	2.5	190	2×	"	25.7
キャノン	14×17	2.2/17~238	53.5	0.75	167.5	—	"	19
"	18×16	2.1~2.7/16~288	56.3	0.6	176.4	2×	"	22
"	25×25	2.2~3.8/25~625	37.8	2.5	165	2×	"	22
Angenieux	12×16	2/16~192	56.3	0.95	192	—	サーボ	24
"	15×18	2~3/18~270	50.9	0.64	142	1.5, 2, 2.5×	マニュアル	19.7
"	42×16	2~6.8/16~675	56.3	0.64	不明	—	サーボ	27.3
Schneider	15×16	2.1~3.1/16~240	56.3	0.4	130.5	—	マニュアル	17
"	30×20	2.1~6.3/20~600	46.3	0.85	130.5	—	"	16
"	30×33	2.1~6.3/33~1000	29.1	6.0	180	—	"	20

(注) 1) 1インチ用も同系のレンズが開発されている。2) エキステンダー、操作方式は各種仕様あり。

* "Lens for Television Camera" by Yutaka Sakai (Fuji Photo Optical Co., Ltd. Saitama) and Shiomi Kanie (Canon Co. Ltd., Tokyo)

とると図1のようになり、この間におけるズームレンズの進歩がおわかりいただけると思う。これはもちろんレンズ設計における設計理論、自動設計手法の確立などに負うところが大きいであるが、光学系に対する電気系、機械系のサポートも見逃してはならない。

なお、数年前より放送局の取材用カメラとして、ENG (Electronic News Gathering) カメラが多く使用されるようになってきた。ENG カメラはその性格上、小型軽量、機動性に重点が置かれているので、光学系も同様の要求に沿ったものが開発されている。

2. 光学系の現状と傾向

2.1 超高倍化

ズーム比については 10 倍が標準とされていたが、近接型でないもので 16~18 倍、次いで 22~30 倍という超高倍ズームが開発されてきた。最近では、近接型のズームでも 30 倍、42 倍という超高倍のものが現われている (図2, 写真1)。超高倍ズームの中にはダブルズーム¹⁾と呼ばれるものがある。これは、2 個のズーム部を持つもので、例えば図2のレンズでは第1ズーム部で

図2 TV-Variogon 2.1~6.3/20~600 (Schneider 社)
カム図の説明

【上半部】 第1ズーム部が実線のように移動して変倍する。この間第2ズーム部は停止している。(点線)

【下半部】 第1ズーム部が停止し、第2ズーム部が移動して引続き変倍を行う。

写真1 1インチピンビコン用フジノン 30×11,
1.6/11~330

15 倍、第2ズーム部で2倍、総合で30倍のズーム比を得ている。

超高倍ズームでは、望遠側の明るさと大きさ・重量とのバランス、軸上色収差の補正などの問題が設計上特に考慮を要するところである。

2.2 焦点距離範囲の変換

(1) 内蔵エクステンダー式

リレーレンズの中間にガリレオ式望遠鏡を挿入する方式で、最も普及している。1.5~3 倍程度の倍率を得ることができ、切替操作が簡単で、外付け式にくらべ性能も良好である。前玉有効径は一定なので、 F 値は倍率分だけ大きく(暗く)なる。

(2) フロントコンバーター式

ズームレンズの前にガリレオ式望遠鏡(広角の場合は逆にして縮小)をつける。 F 値は変らないが、非常に大型になるのが欠点である。

(3) フォーカシングレンズ交換式²⁾

現在発表されているものは、Taylor Hobson 社の Varotal MRL (Multi Role Lens, 1 インチ用で、2/16~160, 2/13~130, 2/26~260 に変換可能) で、技術的に興味を持たれるレンズである。

(4) リレーレンズ交換式³⁾

特許はいろいろ出ているが、実用例はほとんど見当たらないようである。

2.3 広角化

広角レンズは、迫力ある描写と、狭い場所での撮影に有利な点とに特長がある。したがって、同じスタジオ内で多数の場面を撮影する場合などにも有効に使用できる。標準的な画角のレンズでは、1 $\frac{1}{4}$ インチ用の場合、広角端焦点距離がほぼ画面対角線に等しい 20~21 mm であるが、最近ではこれが 16~17 mm に短くなっている。

広角化するためには、ズームレンズは近接型の構成をとることが多く、フォーカシングレンズが複雑になるため、焦点距離の割に大きさ、重量が増大するので、この対策が必要である。また、わい曲が大きくならないよう光学設計上の配慮をしておかねばならない。

2.4 近接撮影

(1) 近接型ズーム

フォーカシングレンズを2群に分割して、その1群を繰出す方式(図2)で、最近接時に望遠端では普通 4.5×6 cm 程度の物体を写すことができる。最近接時にも画質が低下しないように設計されている。

(2) マクロズーム

レンズの一部を移動させてマクロ撮影ができるようにしたものであり、マクロ時にはズーミングするとピント

(a) 広角側マクロ

(b) 全域マクロ

F:フォーカシングレンズ
V:バリエーターレンズ
C:コンペンサターレンズ
R:リレーレンズ

図3 マクロズーム

図4 パターンプロジェクター

がずれてしまうが原理上やむをえない。図3(a)はコンペンサターを移動させる方式で、スペースの関係から広角側のみ可能である。図3(b)はリレーレンズ方式で、全域でマクロ可能だが、エクステンダー内蔵などの場合は適用に問題がある。

2.5 パターンプロジェクター⁴⁾

カメラの調整時には、テストパターンを撮影してレジストレーション、白バランスなどを調整するが、ここでレンズにテストパターンが内蔵されていれば運用上大変便利である。このためにパターンプロジェクターが開発された。その構造は図4のようであり、リレーレンズの中間に設けた光路切換ミラー（またはハーフミラープリズム）によってテストパターンの像を像面上に作る。パターンプロジェクターでは、光源の色温度、照度むら、パターンの寸法精度、グレイスケールの精度などに高精度が要求され、切換操作による光軸位置の再現性も重要

写真2 キャノンダイアスコプシステム

である。今後は、カメラのコンピューターコントロールが進んで上記諸項目の調整が自動的に行われるようになるから⁵⁾、パターンプロジェクターにもいっそうの高精度が必要となってくるものと思われる。

このような状況に対応すべく開発されたのが、キャノンダイアスコプシステム（写真2）で、従来タイプにくらべ大幅な性能向上が図られているのみならず、各スタジオの色温度に合致させる RGB 光量調節機能をも有する等、運用面での便宜をも考慮している。

2.6 ENG 用レンズ

機動性をフルに発揮することを要求される ENG カメラ用レンズには、当然のことながら小型、軽量、省電力が要求される。この目的を達成させるため構造部材をアルミ鋳物からマグネ鋳物に変えたり、プラスチック材の導入を図る等、グラム単位の軽量化につとめている。

また一方では、標準レンズとしても従来の 10 倍から 12 倍、13 倍、14 倍へと高倍率に移行し、さらに内蔵エクステンダーをそろえるよう仕様も向上して来ている。

さらに、レンズ本体の開発に止まらず、ワイドコンバーター、テレコンバーター、外付けエクステンダー等、豊富なオプションを備えたシステムレンズに移行して来ている。

1 インチ、1 $\frac{1}{4}$ インチ用カメラにくらべて種類も非常に多く、各メーカーの特長を出すべくカメラ仕様もバリエーションに富んでいるため、各機種に適合するレンズの開発は、コスト面を含めて、われわれにとっては頭痛の種となっている。

カメラの自動化と相まって、ENG レンズにパターンプロジェクターを組込む動向が出て来ている。

16 mm フィルムカメラから ENG カメラへの移行に伴って、手持の 16 mm 用レンズを使用するには、平行光学系を用いた C マウント、またはアリマウントカメラを使用するか、プリズム使用のカメラには C マウント変換アダプターを使用すると良い。ただし後者の場合には明るさも $F2.8$ 位となり、像反転のために余分なプリズムが必要となり、重量の点から見てもあまりお勧めできないように思われる。さらに最近では、高品位な画質を

表 2 ENG 用 2/3 インチズームレンズ

メーカー	型 名	明るさ	焦点距離 (mm)	至近距離 (m)	前玉有効 径 (mm)	内蔵エキ ステンダ	操 作 方 式	重 量 (kg)	広 角 端 水平画角 (度)
キ ャ ノ ン	10×10	1.6~1.7	10~100	0.9	φ62		アイリスサーボ ズームサーボ フォーカスマニュアル	1.56	46
"	10×8.5	1.8~1.9	8.5~85	0.5	φ74		"	2.68	54.7
"	13×9	1.6~1.7	9~118	0.8	φ72.4		"	1.74	52
"	13×9IE	1.6~1.7	9~118	0.8	φ72.4	2×	"	1.94	52
富士写真光機	10×10	1.9	10~100	1.0	φ75		"	1.7	47.5
"	12×9	1.7~1.9	9~108	0.8	φ71		"	1.8	52
"	14×10E	1.9~2.4	10~140	0.8	φ62	2×	"	1.95	47.5
"	17×9E	1.7~2.3	9~153	0.9	φ80	2×	"	2.25	52
"	22×12.5E	1.6~2.0	12.5~275	2	φ135	2×	"	11.5	38.5
"	22×12.5E	2.0~2.8	12.5~275	1.8	φ98	2×	"	3.8	38.5
Angeneieux	15×9.5	1.8~2.6	9.5~143	0.6	φ64		アイリスサーボ 他 マニュアル	920g	49.7
"	25×10	1.4~2.8	10~250	0.9			アイリスサーボ ズームサーボ フォーカスフレキ	4.3	46
Schneider	10×10	1.8	10~100	1	φ66		マ ニ ュ ア ル	1	46
"	20×12	1.4~2.8	12~240	1.5	φ98		アイリスサーボ ズーム, フォーカスフ レキ	5.2	39.5

得るため、35 mm 用の単レンズ使用の要望も出て来ている。この場合も前述の 16 mm 用レンズと同様、変換アダプターを使用するか、平行光学系を使用したカメラの開発が必要となる。各社の ENG 用レンズを表 2 に示す。

3. 光学系の特性と問題点

3.1 MTF

テレビ用レンズでは、4 MHz 相当の空間周波数 (1¼ インチ用では 12.5 本/mm) で MTF は 80% 以上であることが望ましい。しかし、ズームレンズでは、各構成部分がそれぞれ大きな収差を持っており、これを巧みに打消して全体として収差を小さく補正しているので、全焦点距離、絞開放、全画面位置において 80% をクリアすることは非常に困難である。超高倍、近接など、諸元上の要求からこの傾向が強くなる。

富士写真光機では昨年、1¼ インチ用 14×16.5 および 1 インチ用 14×12.5 の高性能レンズを発表したが、これらは全焦点距離範囲において高い MTF を得ている他、軸上 2 次色収差なども良好に補正されており、レンズ性能アップの要求に対するひとつの回答であると考えている。

3.2 軸上 2 次色収差

2 つの波長の光に対し軸上色収差が補正されているとき、その焦点位置の基準波長からの差を 2 次色収差といい、青・赤チャンネルについては焦点距離の 0.1% 程度

(n_C, n_d, n_F, n_g は、それぞれのスペクトル線に
対するガラスの屈折率)

図 5 光学ガラスの分散特性

である。高倍ズームで望遠側の焦点距離の長いものでは、これは無視できない。例えば、焦点距離を 500 mm とすると、2 次色収差は 0.5 mm となり、青・赤チャンネルではズーミングによりピント移動が生じて、トラッキングがとれなくなる。実技でもコントラスト、解像度の低下や、ぼけの汚れなどが発生する。2 次色収差は図 5 で $\Delta P / \Delta v$ に比例するから、一般ガラスの分布直線上にない左下の×印位置にある材料を組合せることにより、これを小さくすることができる。実際にこれらの材料を使用して望遠側の性能を向上させたズームレンズが実用化されている。

3.3 像のわい曲

図 6 像のわい曲

わい曲は、テレビ表示で $\pm 1\%$ 以内であることが望ましい。また、人間の感覚は絶対値よりも変化に敏感であるから、ズームによるわい曲の変化は図 6 (ii) の方が目立ちにくい。ところがズームレンズは広角端では負(樽形)、望遠端では正(系巻形)のわい曲を持ち、広角端から少し望遠側に寄ったあたりで急激に変化する傾向があり、わい曲だけを無理に補正しようとすると非点収差が悪化して周辺像質が劣化してしまうので、設計上の難しさがある。しかし最近のレンズは広角端の画角が広がる傾向にあるので、わい曲に対し積極的に対策をとって行く必要があろう。

3.4 分光透過率

カラーテレビカメラは青チャンネルの感度で全体の感度が制約される。したがって、レンズに対しても短波長側で透過率の高いことが要求される。ズームレンズでは各部分ごとに色消しをする必要があるため、高分散ガラスが多数使用されるが、この種のガラスは 400 nm より若干長い波長から透過率低下がはじまるものが多いため、問題となる場合がある。対策としては、設計側では極力レンズエメント数を少なくすること、高分散ガラスに短波長側透過率を改良したガラスを使用することなどの方法を講じている。また、短波長側透過率の良いコーティングをつけることも必要である。

3.5 周辺照度

レンズの画角を 2ω とするとき、周辺照度はレンズにけられの無い場合 $\cos^4 \omega$ に比例して低下する ($\cos^4$ 則)。一般のスチルカメラ用レンズでは、周辺照度は絞開放時に画面隅部で 20% が必要とされているが、テレビでは撮像管の特性上、周辺照度低下が目立ちやすいので、できるだけ多くするようにしなければならない。ズームレンズでは、広角側では瞳のわい曲収差のために、周辺では中心より多くの光束を通過させることができるので、 $\cos^4$ 則よりは周辺照度低下を少なくできる。しかし、望遠側では、必要な前玉有効径が大きくなるので、周辺照度は前玉有効径との兼ね合いで決定されることが多い。

3.6 ゴースト、フレア

レンズ内部での反射光が像面に到達して結像するものをゴースト、そうでないものをフレアという。レンズ面間の相互反射のうち、最も単純な 2 面間反射光の数 N は、レンズの全面数を n とするとき、

図 7 コーティング特性

図 8 射出瞳

$$N = nC_2 = \frac{n(n-1)}{2}$$

となり、例えば $n=30$ とすると $N=435$ と非常に大きな数となる。ズームレンズでは、ズームにより多数の反射光の結像位置が次々と変るため、ズーム全域でまったくゴーストが発生しない設計は不可能である。他には撮像管の光電面・フェースプレート反射、色分解プリズム・鏡胴の内面反射などが影響してくる。対策としては、レンズの面には反射率のきわめて低い多層膜コート(図 7)をつけ、色分解プリズム、鏡胴には遮光溝、塗装などを施している。

3.7 射出瞳位置

射出瞳は絞りがその後のレンズによって結像された像であり、すべての光はあたかもこの射出瞳から出てくるかのように進行して像面に達する。色分解光学系に光が入射するとき、周辺光に関して図 8 の θ が大きな値をとるとカラーシェディングを生ずる。これは、 $\theta=1^\circ$ に対し分光特性曲線の横ずれで 0.2~0.7 nm 程度である⁶⁾。理想的には $\theta=0^\circ$ すなわち射出瞳位置は無限遠が望ましいが、実際にはバックフォーカス、エキステンダー内蔵などの条件から短くなるレンズもでてくる。経験的には射出瞳位置が 200 mm 以上であれば一応問題はないようである。

3.8 色分解光学系

放送局用テレビカメラの色分解系としては、プリズム式とリレーレンズ式とがあるが、プリズム式が主に使用されている。そして、近年、プリズム式色分解系においては High Index Prism と称して、プリズム系に使用しているガラス材質を従来のもの(屈折率 $n_d=1.516$ BK 7)から高屈折率のもの(例えば $n_d=1.702$ BaFD

図9 プリズム系と撮像管の配置

15) に変えた色分解系が出現し話題になった。

ここでは、従来型プリズム (BK タイプと以下呼ぶ) と High Index Prism (HI タイプと以下呼ぶ) とを、形態および性能等の面から比較し解説する。なお、比較対象としては現状の 2/3 インチ 撮像管用 $F/1.4$ のプリズム系である。

(1) 形態面での比較

図9は通常使用しているプリズム系と撮像管との配置を示すもので、Rch と Bch との成す角 θ は 16° ほど HI タイプの方が小さく、また、撮像管の長さを 112 mm とした場合には、 a および b の寸法はおおの 4 mm および 18.5 mm HI タイプの方が短くなっている。

これは、プリズム材質の屈折率を高くしたことによって臨界角 (全反射する最小角) が小さくなったことと、空気換算光路長 (プリズム系の機械長/屈折率) が短くなったことによる。

一方、プリズム系のガラス重量に関しては数 g ほど HI タイプの方が軽い。

以上のことから、形態面においては HI タイプの方がカメラの高さを低くでき、さらにカメラの底から光軸までの寸法を若干小さくできることから、ENG 等には有利であると思う。

(2) 光学性能面での比較

光学ガラスにおいては、通常、高屈折率の硝種ほど短波長域での吸収が多く、HI タイプもこの例に漏れず Bch 領域で 10% 強の吸収があり、この落ちを補うため Bch の特性を長波長側へシフトする手段も考えられるが、この場合には色再現上、彩度の低下を伴う。

また、バイアスライトにおいても、安藤⁷⁾らの報告にもあるように、プリズム系内の air gap 面での全反射の

問題から BK タイプなみの性能を確保することは困難である。さらに、プリズム外周部に塗布する黒色塗料も、プリズムと塗料との屈折率の関係から、BK タイプなみの効果が得られないうえ、プリズム自体が BK タイプよりも小型化されていることから、ゴーストおよびフレアーに関しても若干見劣りする。

すなわち、分光特性、バイアスライト、ゴーストおよびフレアー等の面では BK タイプの方が勝る。

一方、これらの色分解系に用いるレンズに関しては、HI タイプの必要最小バックフォーカスが 30 数 mm で BK タイプの場合にはこれより 5 mm ほど長くすれば良いことから、それぞれに装着するレンズ間においては性能上同等となる。しかしながら、すでに所有している 1 インチレンズを変換マウントを介して使用する場合には、1 インチ用レンズが BK タイプを想定した収差補正になっているため、HI タイプと組合せると性能の低下が生じる。

以上述べたように、現状においては High Index Prism は形態面では有利な面を有している一方、光学性能面では不利な面が多い。しかしながら、ENG 等では形態面も非常に大切な要素なので、性能面での向上が今後の課題であろう。

4. 電気系の現状と問題点

4.1 オートアイリス

受光素子を使用した方式は一部安価なカメラに見られるが、ほとんどの場合、ビデオ信号を使用したオート方式である。白黒カメラの場合、ビジコンのターゲット電圧を自動制御し、映像出力を一定に保つ方式もあるが、カラーカメラの場合、レンズ側の絞り機構を制御するオート方式が一般的である。ビデオ信号の検波には、(1) ピーク検波、(2) 平均値検波あるいは、(3) その中間等いろいろあるが、使用条件でどちらが良いか簡単には決められない。しいていえば中間の平均値検波寄りが無難のようである。

検波後の系としては、(1) ゲート方式 (含電動式)、(2) 位置制御式に大別される、

ゲート方式はビデオ検波出力信号レベルと基準レベルとをヒステリシスを持ったコンパレータまたはリニアアンプで比較し、絞り機構を不感帯内に安定静止させる方式である。精度は、いかに不感帯幅を狭くするかにかかっているが、絞り機構の位置検出器 (例: ポテンシオメーター) がいらないため、小型安価にできる利点がある。位置制御方法は、基準レベルとの誤差を増幅し位置制御信号に置きかえ、絞りと連動している位置検出素子としてサーボを構成し制御を行うものである。

どちらの方式にしても精度を上げるためにはループゲインを高めることが必要であるが、レンズ系特性および検出部の時定数（積分定数）に関連してハンチングやオーバーシュートの問題が発生する。特に検出部がレンズと分離しているカメラの場合、レンズ側特性の差（レンズの大小、機構の差、メーカーの違い等）がカメラに内蔵された検波増幅部との組合せて、ハンチングやオーバーシュートが発生することが多い。

これを解決するためには、検出部も含めて系全体を安定化するように調整する必要があるが、レンズ側としては、光学的な性能を優先するため、さまざまな仕様のレンズについてメカ特性を同一にすることは不可能で、この特性をループのどこかで電氣的に補償する必要がある。そのために、カメラ・レンズ間の信号渡しをビデオ信号渡しとすることは、レンズ内でやや複雑になるが、確実な方式のひとつと考えている。

4.2 オートズーム

一定スピードで駆動する方式のものもあるが、通常はスピードコントロール付のものが多い。安価なものとしては単純にモーター印加電圧を変えてスピードコントロールする方式がある。このタイプはフィードバック機構をもたないため負荷変動の影響を受け易く、また速度比も10倍前後しかとれない場合が多い。放送用という精度上、一般にサーボ方式が多く用いられている。

サーボ方式には、位置制御、スピード制御等があるが、圧倒的にスピード制御が多いようである。制御範囲は全ストロークで0.5~300 secが要求されているため、速度検出器としてタコジェネレーター、制御アンプとしては2,000倍程度の高ゲインが必要とされる。

最近の大型高倍率のズームレンズのスピード制御における問題としては、

- (1) 広角端、望遠端での電氣的・機械的を含めたストッパーの開発
- (2) ズームの立上り
- (3) 高ゲインのためアンプの温度ドリフト対策

等があるが、項目(2)、(3)はある程度ズームの操作部を含めて解決されてきている。ズームはスローからファーストまで幅広く使用されるので、アイリスの絞り機構の動作特性のような操作性が望まれる(図10)。項目(1)については非常に難しい問題であり、映像を通して見たとき、より自然な動きになるよう開発が進められている。

以上、ズームコントロールの特性を改良することには今後とも努力が必要であるが、モーターを使用するサーボには過大なラッシュ電流が流れるために大きなパワーが必要であり、特に小型・省電力化を指向する小型カメラ用レンズにおいては、カメラとレンズとを含めた系と

図10 スローズーム時の操作部の改善

図11 オートフォーカス機構

して総合的に仕様が決められるべきものである。

4.3 オートフォーカス

今日まで種々考案試作されているが、テレビ用としては実用化されていないのが現状である。スチルカメラ業界では、最近オートフォーカス付のカメラが開発され話題になっているが、使用されるレンズは2/3インチ換算で10mm弱と広角タイプであり、至近より無限遠まで3~5分割程度あれば充分であるのに対し、放送用レンズでは被写体深度が浅くなるため、はるかに多くの分割が必要であり、高精度が要求される。受光素子の合致精度、リニアリティ改善などを含めた技術面、実用面における解決すべき問題がなお多いと思われる。

図11にオートフォーカス機構の一例を示す。

5. む す び

テレビカメラ用レンズの光学系、電気系に関する現状、特性等について概説した。テレビカメラ用レンズは、ズーム比、焦点距離などの諸元においてはほとんど

実用上限界に近いところに達していると思われる。今後は、カメラの高性能化、コンピュータコントロール化などに対応する高性能の光学系、電気系の開発、あるいは運用上の要求に対応する機械系の小型軽量化、高精度化などの面に重点が置かれることになるだろう。

終りに、本稿中電気系の項は、富士写真光機株式会社工作部 土屋主道君および色分解光学系の項はキャノン株式会社光機開発部関口威君の執筆になることを記し、謝意を表する次第である。
(昭和54年3月15日受付)

(参 考 文 献)

1) K. Macher: Neues Konstruktionsprinzip für Vari-

- objektive mit grossem Brennweitenbereich, Fernseh und Kino-Technik, **28**, 1 (1974) 3-6
- 2) K. Macher: Television Zoom Lenses of Modular Construction, SMPTE, **86**, Sept. (1977) 636-641
- 3) 高島喜一: 可変変倍ズームレンズ, 写真工業, **9** (1978) 106-109
- 4) 加納武彦, 丸林 宏, 森川脩一: ズームレンズに内蔵したテストパタンプロジェクター, NHK 技研月報, **2** (1972) 34-39
- 5) 村上敬之助, 和久井孝太郎: カラーカメラのコンピューター制御, テレビ誌, **28**, 4 (1974) 304-308
- 6) 加納顕一, 川崎 満, 牛山靖一: プランビコンカラーカメラの撮像特性と分解光学系の設計, 画像技術, **11** (1972) 19-30
- 7) 安藤邦郎, 阪井 豊: 最近のテレビカメラ光学系, テレビ学会方式回路研資, **39-3** (1977) 1-15

— 今 月 の 表 紙 —

BVT-2000

デジタルタイムベースコレクター

ソニー株式会社*

ソニー BVT-2000 は、ソニーヘリカル型 VTR BVH-1000 シリーズの S/N 向上に合せ、A/D コンバーターを 9 bit へ、またダイナミックトラッキング (ノイズレスサーチモード) のカラー信号処理を考えサンプリング周波数を $4 \times f_{sc}$ とし、補正範囲も $12H_{p-p}$ とした高級タイムベースコレクターです。

特 長

- ・補正範囲 $12H_{p-p}$
- ・BVH-1100 と組合わせることにより、リバース方向の 1/4 倍速から、フォワード方向の 2 倍速まで DT 再生が可能です。
- ・9 ビットデジタルシステム
- ・サブキャリア周波数の 4 倍のサンプリング周波数を使用。
- ・ ± 10 倍速以内であればカラー信号として外部基準信号に同期。
- ・デジタルドロップアウト補償 (DOC) 内蔵
- ・ケーブル補償内蔵
- ・DG・DP を $\pm 8\%$, $\pm 8^\circ$ の範囲で補償

- ・カラーノイズレデューサー内蔵
- ・BVH-1100 との接続はマルチケーブル 1 本で行うことができます。

* ソニー株式会社 ビデオ事業本部 営業部
 営 業 部 ☎243 神奈川県厚木市旭町 4-14-1
 TEL (0462) 20-5932 (代表)
 大阪営業所 ☎550 大阪市西区新町 1-34-21 エイダイビル
 TEL (06) 532-3337 (代表)