3. FM 音声放送方式の現状と将来

株式会社 FM 東京 技術部 浜 野 満

VHF FM 放送に今後登場を予測される新技術には、SCA 業務の関連や多 ch ステレオ放送用の音声多重方式がさまざまに控えており、マトリクス利用の 4 ch ステレオもすでに実用期に入ってきた。さらに高忠実度指向に伴う雑音低減回路や受信機の低ひずみ率検波器の開発も進み、またネット用に市外中継用の高規格ステレオ伝送路も完成に近づきつつある。

1. ま え が き

音声ラジオ媒体のうち、超短波 FM による放送システムは、現行の中波に比較したときソフト、ハードの両面で著しい特質をもっている。その最たるものが 1 波多重方式と信号の高忠実性であり、展開されるプログラム面も内容はすでに多様化の様相を呈して来ている。

今日、FM 放送によせられる種々の新提案のなかには、技術面からみて特殊な媒体に課せられる宿命的なものほか、単なるコマーシャルイズムの余塵に過ぎないケースも含まれ、それらの取捨選択にかなりの勇気が必要とする場面が民間放送では見受けられる。

こうした環境にある VHF FM 放送については、未完成の分野を広く残しているため、過去の電波運用から今日に至る年月が、一連の実験データのサンプルのような姿でもあり、今後を語る前提として実験局当時の原点にさか上るところから始めたい。

2. マルチキャスト方式

主 ch に対して副 ch に異種プロを放送可能な多重システムは、昭和 33 年 12 月、いわゆるクロスビー方式と呼ばれる FM-FM の実験からスタートした。

すでに米国では実用段階に入っていたものの、FM-FM については S/N やひずみの点で優れ、AM-FM はステレオの面でやや有利とみられていた。

FM マルチキャストの通信手段については、多重送信機の変調方式によるひずみやクロストークの問題等があり、加えて受信機側ではフィルタ方式や周波数変換方式の開発などが控えていた。実験当時の第 1 副 ch* は 43

kHz で、変調度の配分からみると主 ch とくらべた成分が約 15 dB も小さいため、43 kHz および第 2 副 ch 70 kHz の結合回路によるロスも含めると主 ch 成分より約 30 dB 低下することとなり、副 ch に主 ch 信号が落ち込んでクロストークを生じるなどの問題があった。その後、第 2 副 ch の 70 kHz を重畳して、音声多重の実用性を試みようとしてフィルタ方式により損失の少ない受信機を開発する寸前に、クロスビー方式を変更して米国の FCC パイロットトーン標準方式を採用することになった。

多重のメリットを延長させれば、逐次サブチャンネルを追加することが考えられ、主 ch と第 1 副 ch に加えて第 2 副 ch の増設により、ステレオプログラムとまったく別のプログラムが放送可能であり、米国においては SCA 業務として知られる異種プロが運用可能となった。

わが国でも当初の FM-FM からこの時点ではすでに AM-FM に変更され、第 1 副 ch は 38 kHz、第 2 副 ch は 67 kHz の FM で、45 年まで SCA 実験番組と 3 ch ステレオの実験放送が続けられた。

SCA チャンネルのプログラムには、東海大学望星通信講座を用いたが、SCA のみの品位向上を図るなら変調度は深いにこしたことはなく、プリアンファシスも $50\mu\text{s}$ より $150\mu\text{s}$ のときがひずみも少なく聞きやすかった。語り物とはとにかく、音声のピークレベルはアバレを持つため、実際は平均変調度を 30% 以下 $\pm 2.4\text{kHz}$ のデビエーションに押え、制限開始点を 50% の早目にするときが好結果を得られ、総じてプログラムは Hammond オルガンの演奏や弦楽器の合奏など、ソフトな BGM が適切であった。

この際、ステレオ ch 側では逆に、SCA からの妨害によってモンキーチャッタやバーディホイッスルの類を発生し、クロストークひずみにより音楽プログラムの品位低下は無視できない状況であった。

Present Status and Futures on FM Sound Broadcasting System
by Mitsuru Hamano (FM Tokyo Inc., Tokyo)

* 第 1 副 ch と主 ch でステレオチャンネルを構成

3. FM 音声放送方式の現状と将来

ベルでは約 $-50\text{ dB} \sim -55\text{ dB}$ あり、昭和 44 年に行った無変調キャリアの 1 週間連続した送信の結果は、予測をはるかに越えた障害申告を一般受信者から受けている。

SCA 業務の運用における最大の問題点として、受信機の間周波増幅部の位相特性から、直線ひずみにもとづくクロストークの低減を重点的に吟味しなければならない。

同時に試みた 3 ch ステレオ放送については、SCA セクションをステレオ 2 ch と組合せ 3 通話回路を構成のうえ、新しい構想による音楽プログラムの伝送に用いた。両立性についてはモノラルからステレオはむろんのこと、3 ch ステレオのいずれも正確度を保つ必要があり、ソフトの制作過程において注意深く検討された。

音楽プログラムでは、ごく一般的な演奏会の実況をモデルとして、音源と鑑賞者とが対面する構図を基に、ステージ上の演奏グループを通常の 2 ch ステレオ同様に見立てたうえ、客席に広がる残響分や拍手などの間接音は 3 ch 目に当てる。こうした 3 ch ステレオの実際面の收音方法は、従来の 2 ch ステレオ收音技術を踏襲して行われるが、左右のチャンネル間を結ぶ直線上の音響構成に対して、3 ch は直接音の到達時間や位相差などの要素をふまえ、平面空間において音響的合成を図るための柱とした。

音楽プログラムの伝送に 3 ch の通話回路を必要とするか否かの議論はさておき、第 3 ch に直接音を当てない理由は、両立性の尊重と同時に、平面的な音響空間を演奏会場とした場合、客席の後方音源についての曖昧さを避ける逃げの手でもあった。

3 ch の回路を三角状の平面に配置した場合の合成音場とは別に、前方 3 ch 形式についても試みたが、このパターンは再生条件の不完全な場合も想定の上、2 ch ステレオ音場の中央に第 3 ch を配置すると、左右の空間的な広がり具合は 180° いっぱいに展開し、中央実像群の存在により前後の奥行きも厚く感じられるように改善される。

写真 1 FM 東海送信所

送信機の変調度配分では、ステレオ ch のパイロットを含めた 90% に第 2 副 ch 10% が規準であり、サービスエリアにも影響するうえから大幅な操作は困難のため、適切かつ良好な受信には、送信機のチューニングよりも受信機のフィルタ特性や検波の直線性に負うところが大きい。

事実上ステレオプログラムと SCA プログラムの相互妨害状態は、クロストークひずみもさることながら、より顕著な現象として 19 kHz パイロットの高調波と、第 2 副 ch との間に発生するビートが意外なほど強い。周波数は 9 kHz と 10 kHz の 2 種で、市販受信機の測定レ

写真 2 3ch 收音マイク (C-37A×2+77DX)
(正三角形の各辺は 80cm、ステージに面した 2 本は単一指向性、客席に近い 1 本は無指向性)

写真 3 SCA アダプター

3. 4 ch ステレオ放送

東海大学超短波実験局と同実用化試験局は、昭和45年のFM東京開局によって終了した、FM民間放送に最初に登場した新形式の番組はマトリクス方式を用いた4chステレオである。

マトリクスによる4chステレオは、振幅を巧みに操作した米国のシャイバー方式と、振幅に位相展開を加えた山水電気のQS方式に大別されよう。双方ともにマトリクス方式の限界的なセパレーションを3dBから20dBほどに向上させてはいるが、後者はスクエアの対向辺を約20dB、それぞれの対向chを30dBほどに全周波帯域にわたって向上させている。

マトリクス4chの最大メリットは、2chの伝送路のまま4ch情報が送れる点で、いわゆる4-2-4のエンコードとデコードにより、現状のFMステレオ放送技術規準には何ら抵触せずに運用できる。

当初のプログラム制作では、3ch収音の経験技術を活用した結果、幸いにも後方音源のキャンセルなどは起きずにすんだが、4-2エンコードのままで再生すると、左右の広がり程度において普通の2chよりも狭くなるとか、中央部に音像の重なる気配などもあり、現場の2chエンコードテープの作業には難儀させられた。

しかし昨今のマトリクス技術では空間の音場合成と共に、音源の再現性にきわめて確実味を増すため、2ch音源とその残響成分などを利用して、2chを4ch音場化する“シンセサイザ”機能や“バリオマトリクス”の回路技術が開発されている。

QSエンコードについては、360°方向の音を円音場のうでで認定するさい、前後関係を位相配分し、左右関係

写真5 QSエンコーダ

は振幅比によって配分し、演算によって音源の位置付けを確度高く行っている。デコードにおいては、これの逆演算を行えば良いわけだが、単なるマトリクス回路の通過では360°のそれぞれの方向に音は戻っても、隣接する再生音とのセパレーションは明確でないため、ゲインコントロールのロジックやマトリクス可変によって、全方向に対して20dB以上の対向セパレーションを確保し、360°音像定位を安定化している。

昭和45年の開局からほどなくしてスタートした「QS-ゴールデンステージ」は、当初4chプログラムの不足から独自に素材を収録のうえ制作に当たることとなり、先に述べた3chステレオ収音の技法に基づいて、前方2chを直接音源に、後方2chを間接音あるいは効果用収音目的に使い、プログラムの種類により位相差とレベル差の使い分けで4ch空間を合成した。

最近のデータによると、ステレオプログラムの伝送形態として4-2-4、4-3-4、4-4-4それぞれの評価は、いづれも差こそあれ僅少な点が見逃せない。

マトリクスシステムによる4chステレオでは、ディスクリートの場合における第2副chや第3副chの付加はなく、従来から行われている2ch用の演奏機器と放送設備以外に、別の新たな装置に投資する必要がない。加えて副chの重量によるエリアの縮小とならない等、多くの経済効率のうえから有利と見られている。

4. ドルビー放送

すぐれた雑音低減装置として、ドルビーシステムは市販高級テープ録音機のほとんどに採用されるようになって来た。業務用にはA形を、一般用にはB形を当て、特にB形はFM放送のS/N改善を目的に考案されている。

昭和47年10月、B形エンコードされたステレオプログラムテープが、実験的な提供番組形態により初めてFM放送の波にのった。ドルビーデコーダはまだ普及以前の段階にあるとみて、一般受信におけるプログラムの

写真4 4ch収音マイク (MS方式のステレオマイク2本を背中合せに組んだワンポイントの4ch収音)

写真 6 RCA リミッタ (ドルビー付)

両立性に配慮したため、放送時間は通常の時間帯をさけて午前3時より1時間の特別番組として行われた。

この実験の趣旨は、FM のパイロットーン方式によるステレオ放送が、モノラルのサービスエリアと比較したい、サブチャンネルの重畳によるエネルギー配分の結果、約 22 dB の S/N 劣化をよぎなくされるための救済策として、その効果の程度を確かめ、かつ PR する目的であった。

B 形の最も有効な使用方法では、新時定数と組合せて 12 dB 以上の S/N 改善とされており、これに見合ったエリアの拡大とプログラムの忠実な伝送が謳われている。

従来の技術規準ではプリエンファシスを $50\mu\text{s}$ に定めてあり、この状態で放送される全周波数帯からみて、10 kHz は +14 dB、1 kHz では 5.3 dB の上昇となるため、10 kHz を 100% 変調するには 1 kHz で 54% 以下に抑えねばならない。それでもなおダイナミックレンジの大きいプログラムを変調すれば、ピークレベルは最大周波数偏移を越えるため、運用上の平均変調度を 50% にしたうえ、オーバモジュレーションの防止にリミッターアンプを使用して高調波成分に制限を加えた。

今回の実験番組では、 $50\mu\text{s} + \text{B 形} = 5.3\text{ dB}$ の改善と計算されたが、ドルビーシステムの完全なマッチングに必要なレベル (ドルビーレベルと呼ばれる) 調整を行えた場合に限り S/N は向上したことになる。

受信側に B 形デコーダを付加しない場合は、高音域に相当の強調を感じるため、予備知識を持たないときは違和感をまねがれ難い。したがって特別のアダプタを少数の受信者に自己負担でまかなわせ、多数のエリア内の受信者に違和感を伴うプログラムを押しつけるのは不都合と思われる。

なお B 形の有効利用として、SCA セクションにおけるモンキーチャッタなど、 S/N の劣化を補う意味で付加するならば、約 9 dB の改善を得られるとしており、こうした特定のサービス業務においては、特殊回路を組み込んだ受信機を最初から製作供給することによって、両立性は保たれる。

5. dBX システム

雑音低減の効果はドルビーシステムと同様に、すこぶ

3. FM 音声放送方式の現状と将来

る優れており、機能面は音の周波数特性をコントロールするドルビーに対して、dBX では振幅の変化を巧妙に捕えて S/N の向上を図っている。双方ともに圧縮と伸長の掛け算、割り算を行う点では変りはない。

ここに dBX を取上げた理由は、現状の放送プログラムを対象としたものではなく、FM 音声多重の将来構想から、米国と同様に SCA 業務を開始したい、当然表面化するであろうクロストーク問題について、その改善策をさぐるうえでの試案検討のためである。

米国の SCA 運用状況としては、主 ch でモノラル放送を行い、第 2 副 ch に SCA 業務を付加している場合と、主 ch と第 1 副 ch でステレオ放送が行われ、第 2 副 ch では SCA のある場合に分けられ、前者については問題ないが、後者の実状は録音テープから判断しても明らかにステレオ ch にクロストークひずみを検知できる。

その妨害度はほぼ -70 dB 前後と推定されるが、これを軽減するには受信機内部の相互変調ひずみや検波ひずみを少なくするうえに、67 kHz 除去フィルタの綿密な調整を必要としてきた。

しかし現在製造されている FM 受信機については、ほとんどが MPX 復調に PLL 回路を採用してきたため、67 kHz 搬送波の除去フィルタを用いずとも、広帯域にわたって高分離度と低ひずみ率のステレオ復調がもたらされ、スイッチング方式の改良でビート妨害の類は皆無に近いものも見受ける。FM 受信機の普及台数のうち、新形に相当する機種比率は 10% 以下と想像されるので、それらの旧形に類する受信機を含めた性能調査から実施することにした。

市販された各メーカーの FM 受信機から、特に昭和 45 年以後 3 年間の製品にしばって収集し、室内実験に取り掛った。収集された FM 受信機の性能面では、SCA トラップ付から PLL-IC をすでに採用した新機種まで、普及品から高級品に至る各種を取り揃えた。

測定にさいしては発振器による信号とデモ用テープとに分けたが、テープソースとしては録音ずみの素材の音響ピークレベルの大小により、 $M \rightarrow S_2$ あるいは $S_2 \rightarrow M$ 等の妨害度にかんがりの変化を来たすと考え、前もって数種類のプログラムを選び、データの誤差を少なくするように努めた。

プログラムは大別して放送の同録テープと、スタジオで語りを収録したテープに分けられる。前者はレコード音楽を用いた番組のため、レコード制作時に充分の振幅制限を加えて平均化を図っているところへ、さらに放送時にも制限増幅器を通過させることで、顕著なピークレベルは飛出す余地がなくなる。後者では語りの音声の中に、VU 計では現れない相当に大きいピークを含んだま

まの状態で録音されている。

当面の実験の主眼は、あくまで S_2 の重量にさいして、Mにおける妨害度合の確認であり、クロストーク改善の過程において S_2 の品質を幾分犠牲にしても、なお M のグレードを優先して従来通り維持することが前提とされた。

したがって測定面では、M中心の妨害度を重点に、クロストークひずみとキャリアのビートの分析から始め、M- S_2 とも変調時から一方のみ変調して他方は無変調のままとか、次に両方ともに無変調でキャリアの状態を見るなどの組合せにより、互いの ch に対して落ち込み度合いを測った。

このさい特に $S_2 \rightarrow M$ では S_2 プログラムに含まれる高調波成分の影響から M の被害を最小に食い止めるため、 S_2 のダイナミックレンジを相当に制限する必要がある。

測定機種によりクロストークは $-59\text{ dB} \sim -70\text{ dB}$ ほどに検知され、一部の機種では 9 kHz よりも 10 kHz ビートの妨害度が大きいものが見受けられた。この点は先

に述べた 19 kHz パイロット信号の3倍と4倍の高調波が、第2副chの 67 kHz と干渉して生じるビートで、変調度のチューニングとは無関係に、搬送波の有無に起因するトラブルのため容易に押え切れない。

解決策の近道としては、受信機のステレオ復調回路に PLL-IC を用いるのが最適である。PLL の動作は電圧制御された発振器の周波数を 76 kHz と定め、これを $1/2$ 分周して 38 kHz を作り、一部を MPX 復調の 38 kHz スwitching 用とし、さらに $1/2$ 分周した 19 kHz によりコンポジット信号中のパイロットにロックするから、他の不要な信号の発生する余地はなくなるはずである。

しかし実際には、VCO の制御電圧が完全に DC 成分のみでなく、また入力と VCO とに位相ずれを生じていると、 38 kHz はわずかな AC 成分のためゆすられてひずみ、結果的に検波の非直線ひずみからビート発生ケースも引き起こしてしまう。したがって PLL の調整精度や検波回路によって妨害の度合も意外と変化するため、現在では受信機性能だけに依存する解決方法はとれない。

したがって特別の手段として着目したのが dBX の対数圧縮方式である。ビート成分は変調度のいかにかわらず、キャリアの存在する限り発生するから、その低減法はキャリアレベルの低下以外にはないが、レベル低減により S/N 劣化でエリアの縮小とならないように条件を設定して行った。

結果は、FCC 方式同様に、 67 kHz の変調度 10% 、最大周波数偏移 8 kHz 、最大変調周波数 7.5 kHz において、対数圧縮方式により S/N を 14 dB 向上させた点から、変調度のみ下げて元の水準の S/N と一致した時点が変調度 $2\% \pm 1.5\text{ kHz}$ となり、一応初期の目的は達成した。このとき受信機のクロストークは平均 -85 dB である。またビート妨害の軽減状況を写真7に示す。

第2副chの多重については、運用の開始はまったく未定のため、開放されて以後受信機も新しく製造に入るから特定の付加装置を最初から組み込んでおけよう。第2副chのdBXエンコードにより、ステレオchの品位が高忠実指向に耐え得るかどうかは、なお今後のきびしい評価に待ちたい。

6. PCM 伝 送

高規格のステレオ音声回線を望む声はFM放送の開始以来徐々に高まったが、昭和47年のCCITTにおける 15 kHz 回線の設置勧告に伴い、電々公社とNHKの協力によって今回実現の運びとなった。これにより一挙に全国的なステレオ伝送路の完成を見るわけではないが、ともかく大都市間のステレオプログラム中継を可能にしたことは画期的な出来事である。

写真 7(a) FCC 方式時の 9 kHz , 10 kHz レベル

写真 7(b) dBX エンコード時の 9 kHz , 10 kHz レベル

写真 8 PCM レコーダ

いままでの市内ケーブルによる中継では、電話局を1局通過するだけの線路ロス約8dB ほどがステレオ音楽の伝送用可能範囲である。これ以上は不可能であり、まして市外中継にいたっては周波数特性の等化や S/N の確保よりも、長距離の時間差によるステレオ位相ずれのため、本格的な FM 放送の中継は行われていない。

今回のプログラム符号化伝送のメリットは、50 Hz～15 kHz の音声信号を完全なステレオで遠方に送れることと、13 ビットで約 78 dB のダイナミックレンジを得られる点にある。これは現在の放送設備からみれば、調整卓の入力増幅器から送信機終段までの性能に匹敵する。

残された問題は、公社端局と放送局間を結ぶ回線に高規格のアナログ用路線が布設されていないと、現状では PCM 伝送範囲も期待したほどは広がらないことである。電話回線は最近とみに細線化されて 3 kHz の通過で設計が行われるため、0.3 mm 以上のケーブルは見当らなくなったから、今後アナログ用として管轄電話局と放送局間に改めて 0.6～1.2 mm のベアケーブルを必要とする。なお PCM の活用方法としては、市外中継以外にも市内各所の音楽演奏会場より、随時良質のプログラムを伝送することができればメリットは倍増しよう。

試験期間を経て営業運用の開始も間近い PCM は、伝送中における障害のため、データの損傷や欠除にも対策は立てられており、バースト訂正用の 1 ビットも含まれてはいるが、それ以上のフレーム障害については今後の課題である。放送プログラムの生中継を完全な状態で送るには、レコード盤再生時のスクラッチノイズも無視できないほど苛酷な条件を認識のうえ処理する必要がある。先般行われた東～阪の伝送実験によれば、主観評価の

結果は充分満足すべき品質であったと判定されている。

その他、最新形 PCM 録音機は、符号構成を 14 ビットに増やし、サンプリングも 47.25 kHz となっており、公社方式との互換性は望めないが、いずれも記録用としては放送業務用の NTSC 方式 VTR を使用できる。

7. 放送方式の改善と交換

以上の実績に基づいた FM の新放送方式に関しては、今後の発展として音声多重と高忠実性の 2 面が想定される。

多重ではテレビ音質のステレオ化に対抗して、FM の 4 ch ステレオは当然実現の速度をはやめるであろうし、ドーレン方式にみられる複数の副 ch 設置や、副 ch に他の副 ch を 90° 移相して直交変調するなどのシステムも実用性を高めつつある。

また第 2 副 ch を FCC 同様に 67 kHz とするかにしても決定的要素とはおしく、ドーレンの推奨するところの、SCA 周波数を新しい構想で 19 kHz の 6 倍の 114 kHz として、ビート妨害を解消しようとするなどは、現行の技術基準と合わせて考えながらもすこぶる興味深いものがある。

独立した回路によりディスクリートの 4 ch ステレオに対して、マトリクス方式の 4 ch は当面の音楽プログラム用に効果を発揮しており、送り手、受け手ともに簡便かつ経済的に有利な伝送方法のため、米国でも QS 方式、SQ 方式ともに FM 局の採用が増加しつつある。この点は FCC の 4 ch 裁定が、わが国の 4 ch ステレオ状況に今後重大な影響を及ぼすと思われ、合わせてプログラムソースの豊富な供給にこそ、マトリクス 4 ch 躍進のすう勢はかかっている。

こうした新しい技術で送り側の多重化は徐々に開発されているが、平行して解決を要するのは受け側の持つさまざまな条件で、サービスエリア、受信機性能、付加装置等、どれひとつをとっても容易な問題ではない。

高忠実性の向上では、放送側設備の性能改善はむろん行われようが、現行の送信基準時定数によってもたらすプログラムの品位について、制限増幅器の使用による音声信号の圧迫感、あるいはダイナミックレンジの低下、これに対して変調度を低減することで S/N の劣化を招くなど、現在の時点になって初めて生じて来たかすかな不満は 50 μ s に起因するとも考えられる。

一方では各種情報のディジタル化に伴い、PCM 伝送は FM 放送のステレオプログラム中継回線用に登場してきたが、符号化の機能とその高忠実性を完全に生かすためには、いずれ音響エネルギーの導入部であるマイクロホンの出力からディジタル化して行くことになる。

以後、放送側の編集処理上はさまざまな難関も予想されるものの、最終的に PCM 放送から PCM 受信ともなれば、高品質の音声放送には理想的なシステムであろうが、送受とも設備再投資を要する限り普及の難関は少なくない。したがって、数々の新放送方式の採用については、送り側のみの一時的な実施は現状の受信機普及率からみて不可能に近いので、今後新たな電波媒体として SHF-FM のような形態が浮上したさいに、送受を含めたトータルの新システムは期待されよう。

8. む す び

VHF FM 放送における技術展開は、ソフト、ハードともに革新の波に洗われて一刻の間も気を許せない有様となっており、生活情報の媒体でありながら聴取側の技術的要求は常に高度である。その特異な現象が放送方式の新らたな提案などに続々登場してくるが、これら新方式の恩恵とは別に、受信側の両立性や経済負担の行方にも慎重な心遣いを望みたい。 (昭和52年3月30日受付)

今月の表紙

FUJINON TV ZOOM LENS

R30×16 EP

富士写真光機株式会社*

- ・ 30倍ズームレンズ (16~500 mm) にエクステンダー2倍を組み込んだもので、60倍ズームレンズとして使用することができます。
- ・ 焦点距離は 16 mm から 1,000 mm (エクステンダー2倍使用の時) までの広範囲の撮影ができます。これを 1.25 インチカメラ用レンズに換算すると、約 20~1,240 mm に相当します。
- ・ 最大口径比は 1: 1.8 で Tele 端 500 mm での絞り値のおちこみは、超高倍率 30 倍ズームレンズにもかかわらず、最小限 F2.6 におさえであり、長焦点レンズとしては他にない最も明るいレンズです。
- ・ レンズ本体に組み込まれたエクステンダーを使用した場合でも、色収差を最小限にするため、高度な設計技術により大口径特殊光学素材を使用し、又富士独得の EBC のコーティングの実施でゴースト、フレアー等が少なく、優れたコントラストの画像が得られます。
- ・ テストパターンとエクステンダーの交換はリモートボタンを押すだけで、簡単に操作できます。またエクステンダー交換と同時に絞り値も自動的に調整される機構が組み込まれていますので、絞り調整の手間が省けます。

〔新製品 30×シリーズ〕

		焦点距離	FNo.	MOD	操作	倍率	重量
1"	R30×16RP-2	16-500	1.8	2.5m	押引	30	22.5
	R30×16EP	16-500 (1000)	1.8	2.5m	押引 EXT内蔵	(30) (×2)	24
1 1/4"	P30×20RP-2	20-620	2.2	2.5m	押引	30	22.5
	P30×20EP	20-620 (1240)	2.2	2.5m	押引 EXT内蔵	(30) (×2)	24

日本映画テレビ技術協会の発明賞に輝く FUJINON ZOOM LENS の主要なレンズ面には、13層以上の多層膜コーティング E. B. C. (Electron Beam Coating) が施されています。従って複雑なレンズ構成から発生するつぎの諸問題をほとんど解決しています。

- ・ ゴースト、フレアーの減少
- ・ 分光透過率の向上
- ・ シャープな画像
- ・ カラーバランスの良い画質

* 業務部 〒330 埼玉県大宮市植竹町 1-324
電話 0486-63-0111 (代)