

最近の技術から

HDTV 用ズームレンズ

大 島 茂

キヤノン(株)放送機器開発部 〒211 川崎市中原区今井上町 53

1. ま え が き

HDTV システムは、放送分野だけでなく、映画、産業、教育、出版などのさまざまな分野へと応用が広がっている。近年では、コンピューター・通信とも結び付いて、いわゆるニューメディアと呼ばれる領域に拡大しつつある。本稿では、HDTV 用ズームレンズの設計技術について、フォーカス方式の改良、色収差補正などを例にとり、近年の概要を説明する。

2. インナーフォーカス

ズームレンズの設計では、フォーカスによる収差変動を補正することが大きな課題の一つである。

従来、放送用ズームレンズのフォーカス方式は、最も物体側のレンズ群を繰り出す、いわゆる前玉繰り出し方式が一般的であった。しかし、ズームレンズの前玉はそれ自体で収差が十分に補正されているわけではなく、固有係数¹⁾は補正不足の傾向がある。強いパワーのバリエーターの残収差を打ち消す必要があるからである。したがって、前玉全体を繰り出す従来のフォーカス方式では、物体距離の変化により特性行列¹⁾が変化すると収差の変化が避けられなかった。

図1に、高性能望遠系ズームレンズに適したインナーフォーカス方式の例をあげる。前方K群は固定群で、移動群F群のみを繰り出して距離合わせを行う。このインナーフォーカス方式で、固定群Kと移動群Fとに適切な収差分担値をもたせることにより、収差変動を安定化することができる。そのためには、固定群Kに弱い発散性のパワーをもたせ、球面収差固有係数 I_0 、色収差固有係数 L_0 をともに負とする。一方、移動群Fは、当然ながら正のパワーであり I_0 、 L_0 をともに正の固有係数をもたせる。このように、収差分担値を配分することにより、繰り出し時にF群中の軸上光線高さが低くなることを利用して、近距離フォーカス時の球面収差および軸上色収差のアンダー傾向を低減することが可能となる。

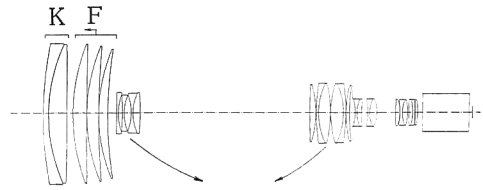


図1 望遠系ズームレンズのインナーフォーカス方式

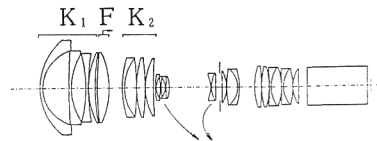


図2 広角系ズームレンズのインナーフォーカス方式

次に、広角系ズームレンズに適したインナーフォーカス方式の例を図2に示す。

広角系ズームレンズの場合、従来は最前方群を凹凸の2群で構成し、前方発散群を繰り出してフォーカスを行っていた。キヤノンで開発したインナーフォーカス方式では、最前方群を凹凸凸の3群で構成し、中央の正レンズを像面側に移動して、フォーカス合わせを行うものである。この場合にもやはり、物体距離によって変化する光線高さの差という自由度を利用して、収差変化を打ち消すことが可能となる。また、移動群が最も重い凹レンズ群ではなく、径の小さいレンズ群ですむため、操作がスムーズにできるというメリットもある。このフォーカス方式を採用した超広角ズームレンズを図3に示す。

3. 色収差補正

TV カメラでは、3原色に分解して撮像した後、合成を行うため、各原色像の画質が良くなければ高画質は得られない。このため、色収差の補正が重要となる。

軸上色収差の2次スペクトルの補正には、異常部分散性の強い蛍石が有効である。従来の放送用レンズにも蛍石は使われていたが、HDTV 用ズームレンズにはさらに多数枚の使用が必要となる。HDTV 用ズームレン



図 3 HDTV 用超広角ズームレンズ HV 5×8.5 B

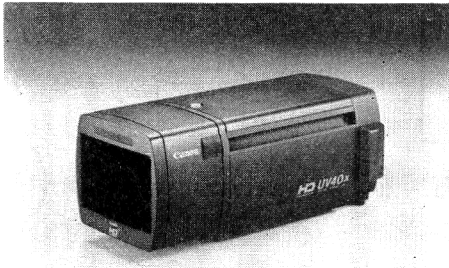


図 4 HDTV 用望遠ズームレンズ UV 40×15 B

ズの前玉に使用する蛍石は直径 200 mm に達する場合もある。

蛍石は屈折率が低いため、強いパワーの必要な変倍群には採用しにくい。このような部分には、近年開発されてきた、高屈折率の異常部分分散ガラス²⁾が効果を発揮する。

大口径の蛍石やこれらの新開発ガラスを積極的に取り入れることにより、40 倍ものズーム比をもつ高倍率 HDTV ズームレンズの開発が可能となった(図 4)。

このような高性能を必要とする HDTV レンズの製造過程では、使用する光学材料の精度も従来より厳しくする必要がある。最前方群の残存収差は変倍群以降の縦倍率で拡大される。高ズーム比レンズの場合、テレ端で 2 倍エクステンダーを使用すると、変倍群以降の縦倍率は 20 倍を越えることもある。このため、最前方群に使用する材料のアッペ数や屈折率のパラツキが拡大され、色収差や球面収差に影響を及ぼす。硝材に精密アニールを施したり、設計の段階から使用する硝材のメルトデータを調査し、それに基づいて設計を行うこともある。

4. カメラによる収差補正

撮像管カメラでは、電子ビームの偏向電圧に補正信号を重畳することにより、幾何学的な収差を補正することができる。このため、HDTV 用レンズは、ディストーションと倍率色収差の補正量をカメラに出力し、カメラ側で電氣的に補正できるようにしている。これらの補正データは、ズーム、フォーカス、アイリスの関数としてレンズ内部にメモリーされており、リアルタイムで、ズーム位置、フォーカス位置、絞り径を検出し、対応する収差量をメモリーから読み出して、マイクロプロセッサによる演算処理を行い、補正信号としてカメラに出力される。

5. インターフェースの規格化

HDTV カメラと HDTV 用レンズとの互換性を確保するために、放送局・カメラメーカー・レンズメーカーの間で、統一インターフェースが審議された。光学的な項目としては、カメラに内蔵される色分解光学系の硝材、軸上色収差基準、マウントのメカニカルな規定などが決められている。日本では放送技術開発協議会³⁾、ヨーロッパでは EBU⁴⁾ が中心となり、世界的な統一規格となっている。

6. おわりに

映像システムの高精細化にともない、HDTV 用レンズの高性能化がますます要求されてくるであろう。今後、高性能化とともに小型軽量化、高スペック化を実現するために、新しい設計手法を開発していく必要がある。

文 献

- 1) 山路敬三：“ズームレンズの光学設計に関する研究”，キヤノン研究報告，No. 3 (1964)。
- 2) 住田光学，オハラ，ホヤ，コーニングカタログなど。
- 3) “高精細度テレビジョン方式スタジオ機器の相互接続”，放送技術開発協議会。
- 4) “Specification for the Optical and Electrical Interface between Lens and Camera for HDTV CCD Cameras,” EBU G/LENSES, 1991.12.
- 5) “TV Optics II”，キヤノン放送機器事業部，1993.1.

(1993年9月30日受理)