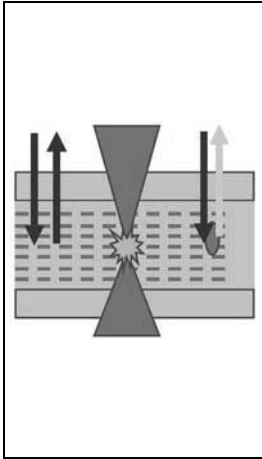


高水準な色収差の補正を可能とする BR 光学素子



キヤノン株式会社
石橋友彦

1. はじめに

キヤノンは 2015 年 9 月に一眼レフカメラ用交換レンズの EF35mmF1.4L II USM (図 1) を発売した。この製品には、既存の光学材料では実現しえなかった異常分散特性を有する「BR 光学素子 (Blue Spectrum Refractive Optics)」を採用し、色収差を高度に低減して、絞り開放から高い描写性能を実現している。

本稿では、従来材料よりも大きな異常分散特性を持つ材料を用いた色収差補正の仕組み及びカメラ用レンズへの応用と効果について説明する。



図 1 EF35mm F1.4L II USM

2. 原理

あらゆる媒質の屈折率は波長依存性を有しており、異なる波長の光がレンズに入射すると、波長ごとに焦点にズレが生じる¹⁾。これは分散特性と呼ばれ、媒質の構造や成分などによって異なる特性を発現する。カメラ用レンズにおいて高い結像性能を実現するためには、媒質の分散特性によって生じる色収差 (波長による結像位置のずれ) を低減しなくてはならない。そのためには、複数枚のレンズを組み合わせることで各レンズで生じる色収差を合成系として小さくすればよい。

媒質の波長分散特性を表す指標としてはアッペ数 ν_d 、部分分散比 $\theta_g F$ が用いられる。 n_λ を波長 λ における媒質の屈折率とし、フラウンホーファー線の d 線 (587.6nm)、F 線 (486.1nm)、C 線 (656.3nm)、g 線 (435.8nm) を用いると、アッペ数 ν_d 、部分分散比 $\theta_g F$ は

$$\nu_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C} \quad (1)$$

$$\theta_g F = \frac{n_g - n_F}{n_F - n_C} \quad (2)$$

と表される。一般的に、可視波長域においては短波長域ほど媒質の屈折率が高くなるため、 ν_d 及び $\theta_g F$ は正の値をとる。アッペ数 ν_d が大きいほど波長に対する屈折率の変化が小さい低分散であることを表し、値が小さいほど波長に対する屈折率の変化が大きい高分散であることを表す。また、薄肉レンズ (厚さ零の仮想的なレンズ) の屈折力 ϕ_j は、薄肉レンズ両面の曲率半径 r_1 、 r_2 を用いて、

$$\phi_\lambda = (n_\lambda - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3)$$