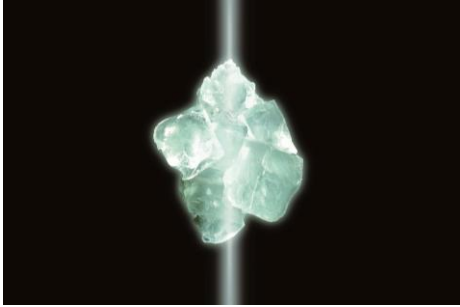


人工蛍石結晶採用レンズの発売から 50 周年

キヤノンが、人工蛍石結晶を採用したカメラ用交換レンズ「FL-F300mm F5.6」を 1969 年に世界で初めて一般消費者向けに発売し、2019 年で発売 50 周年を迎えます。人工蛍石は、カメラ用交換レンズのみならず、放送用レンズや天体望遠鏡レンズなど、幅広い光学製品で活用されています。



人工蛍石結晶



キヤノン初の人工蛍石採用カメラ用交換レンズ「FL-F300mm F5.6」(1969年5月発売)

蛍石は、高温で熱したとき、夏の夜に舞う蛍のように美しく発光することから名付けられたフッ化カルシウム (CaF₂) の結晶です。蛍石を光学ガラスと組み合わせることで色収差の補正を理想に近い形で行えるようになることは古くから知られていましたが、天然に産出される結晶体は小さく、写真用レンズとしての実用は不可能とされてきました。

キヤノンは、通常の光学ガラスでは得られなかった鮮やかで繊細な描写を実現するために、蛍石の有効性にいち早く着目し、1966年8月、蛍石採用の高性能レンズ開発を目指して「キヤノン F 計画」を始動し、高性能レンズの研究開発に取り組んできました。

天然石を原料にして人工蛍石結晶を合成する技術は 1950 年ごろに発明され、すでに光学材料用途の道が開かれていたものの、蛍石に代表されるフッ化物結晶は、真空環境下で 1000℃以上の高温で結晶を育成しなければならず、高純度の大型結晶の量産化には装置や製造プロセスなど、多くの課題を解決しなければなりませんでした。

キヤノンの研究者たちは、「蛍石そのものを自らの手で開発し、高性能レンズを開発する」という熱い思いの下、1967年3月に初めて電気炉内で蛍石の人工結晶を取り出すことに成功し、1968年2月には人工蛍石結晶の製造技術を確立しました。さらに、それまでの光学ガラスのような研磨ができないデリケートな素材に、通常の 4 倍の時間をかけて研磨する特殊加工技術を開発し、1969年5月にキヤノン初となる人工蛍石を採用したカメラ用交換レンズ「FL-F300mm F5.6」を発売しました。以降、現在に至るまで人工蛍石はキヤノンの高性能レンズを設計する一つの手段として用いられています。

また、キヤノンは、1974年12月、培った人工蛍石結晶の量産技術を事業化するべく、オプトロン(現キヤノンオプトロン)を設立しました。キヤノンオプトロンは、人工蛍石結晶の量産化で培った高温真空技術や温度制御技術に磨きをかけながら、さまざまな光学用結晶材料を開発し、2006年7月に米国のスミソニアン天文台に直径 40cm 近い大型の人工蛍石結晶を含む大小 12 枚のレンズを納品し、100 億光年かなたからの信号観測に活用されるなど、銀河の謎解明へ貢献しています。

キヤノンは、これからも光学技術を中心に映像技術に磨きをかけ、幅広いユーザーの期待に応える技術や製品を提供していきます。また、魅力的で信頼性の高い製品づくりに挑戦し続けることで、光学技術発展の一翼を担い、社会へ貢献していきます。

<蛍石の特性について>

光は水や透明なものにぶつかると、屈折する性質があります。レンズはその性質を利用して透過する光に焦点を結ばせます。ところが屈折する度合いは、色によって異なり、たとえば波長の短い青色は波長の長い赤色よりも急角度に屈折します。そのため同じ光源から発せられた光も、レンズの中で色ごとに分かれてしまい、それぞれの焦点位置が異なってしまいます。これにより、「色収差」と呼ばれる色のにじみが発生します。

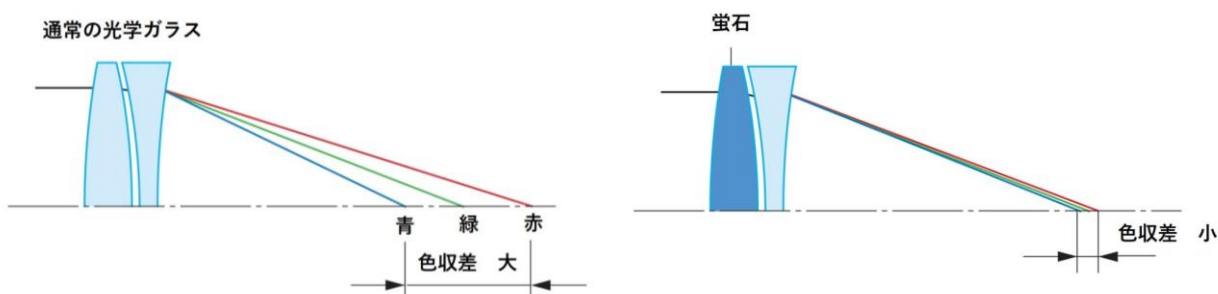


望遠レンズによる色収差のイメージ

■■■部 枝の輪郭に色収差

色収差は、凸レンズと凹レンズでは反対向きに発生するため、分散の小さい凸レンズと分散の大きい凹レンズを組み合わせることで光線の進行方向を一つにそろえて、収差を相殺し、2つの波長（赤・青色光など）の焦点を一致させることで補正します。しかし、色収差を補正するために組み合わせたレンズでも、焦点付近を見ると、赤と青の波長の間である、緑の焦点にずれが生じます。このわずかな残存色収差を、二次色収差または二次スペクトルと呼びます。この色収差の抑制に効果を発揮するのが「蛍石」です。

蛍石レンズは光学ガラスと比較して、「屈折率が著しく低い」、「低分散および異常部分分散特性をもつ」、「赤外・紫外部での透過性がよい」などの特徴を備えています。通常の光学ガラスにはないこの特徴を生かして蛍石の凸レンズを作り、色消しをすれば二次スペクトルは極めて小さくなるため、赤・緑・青の焦点がほぼすべて合致し、光の焦点は一点に集まり、色収差の大幅な抑制を実現することができます。



蛍石を用いた色収差の除去について

焦点距離が長いことにより二次スペクトルの影響を大きく受ける超望遠レンズでは、この蛍石の性能が大いに発揮されるため、「EF400mm F2.8L IS III USM」「EF600mm F4L IS III USM」（いずれも2018年12月発売）などの最新レンズにおいて、キヤノンは蛍石を採用しています。蛍石を採用した超望遠レンズシリーズは描写の繊細さ、コントラストの高さに、世界中のフォトグラファーから高い支持を集めています。

<蛍石を採用する EF レンズについて>

蛍石レンズを採用した EF レンズは、これまでに 28 機種を発売し、現在、11 機種を生産しています (2019 年 11 月 7 日時点)。



EF400mm F2.8L IS III USM



EF600mm F4L IS III USM

製品名	発売年月	蛍石枚数
EF100-300mm F5.6L	1987 年 6 月*	1
EF300mm F2.8L USM	1987 年 11 月*	1
EF50-200mm F3.5-4.5L	1988 年 6 月*	1
EF600mm F4L USM	1988 年 11 月*	1
EF500mm F4.5L USM	1992 年 3 月*	1
EF1200mm F5.6L USM	1993 年 7 月*	2
EF400mm F2.8L II USM	1996 年 3 月*	1
EF100-400mm F4.5-5.6L IS USM	1998 年 11 月*	1
EF300mm F2.8L IS USM	1999 年 7 月*	1
EF500mm F4L IS USM	1999 年 7 月*	1
EF400mm F2.8L IS USM	1999 年 9 月*	1
EF600mm F4L IS USM	1999 年 9 月*	1
EF70-200mm F4L USM	1999 年 9 月	1
EF400mm F4 DO IS USM	2001 年 12 月*	1
EF70-200mm F4L IS USM	2006 年 11 月*	1
EF200mm F2L IS USM	2008 年 4 月	1
EF800mm F5.6L IS USM	2008 年 5 月	2
EF70-200mm F2.8L IS II USM	2010 年 3 月*	1
EF300mm F2.8L IS II USM	2011 年 8 月	2
EF400mm F2.8L IS II USM	2011 年 8 月*	2
EF500mm F4L IS II USM	2012 年 5 月	2
EF600mm F4L IS II USM	2012 年 5 月*	2
EF200-400mm F4L IS USM エクステンダー1.4X	2013 年 5 月	1
EF100-400mm F4.5-5.6L IS II USM	2014 年 12 月	1
EF70-200mm F4L IS II USM	2018 年 6 月	1
EF70-200mm F2.8L IS III USM	2018 年 9 月	1
EF400mm F2.8L IS III USM	2018 年 12 月	2
EF600mm F4L IS III USM	2018 年 12 月	2

※生産終了

*赤字部分は 2020 年 2 月 10 日に訂正

<ご参考>

2019 年 11 月 13 日 (水) から 15 日 (金) までの 3 日間、幕張メッセ (千葉市美浜区) で開催される国内最大の放送・映像制作機器の展示会「2019 年国際放送機器展 (Inter BEE 2019)」のキヤノンブースにおいて、人工蛍石結晶を展示します。