

ティー・イー・エム 結像光学系設計 初級1 セミナー

2026年7月

チームオプト株式会社

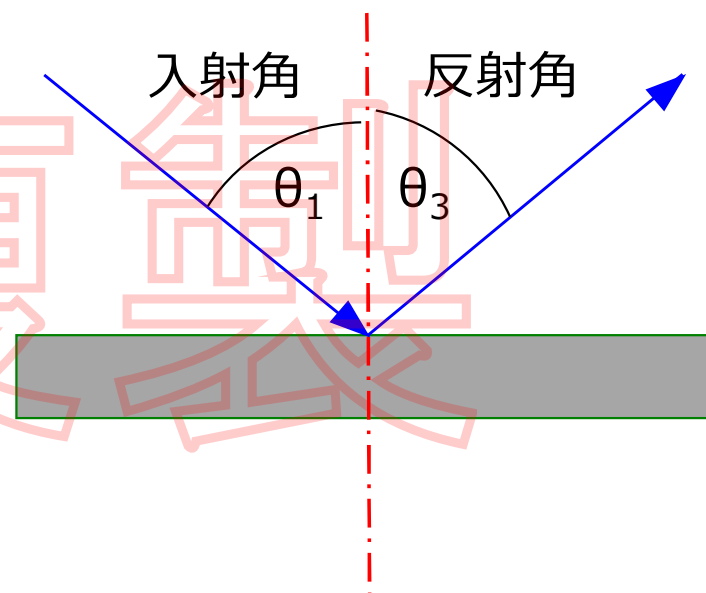
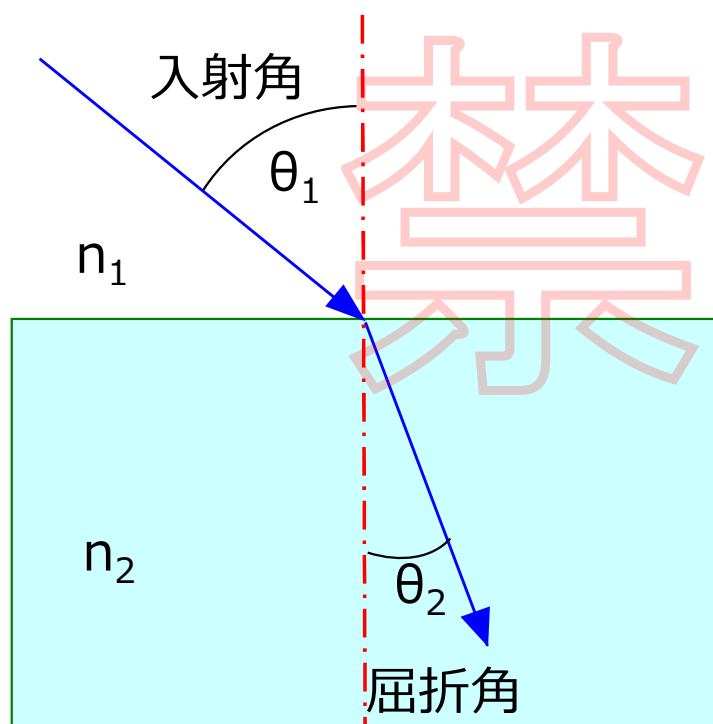
1 - 1 光の性質

屈折と反射

屈折の法則

$$n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2$$

スネルの式

 n_1 : 媒質 1 の屈折率 n_2 : 媒質 2 の屈折率

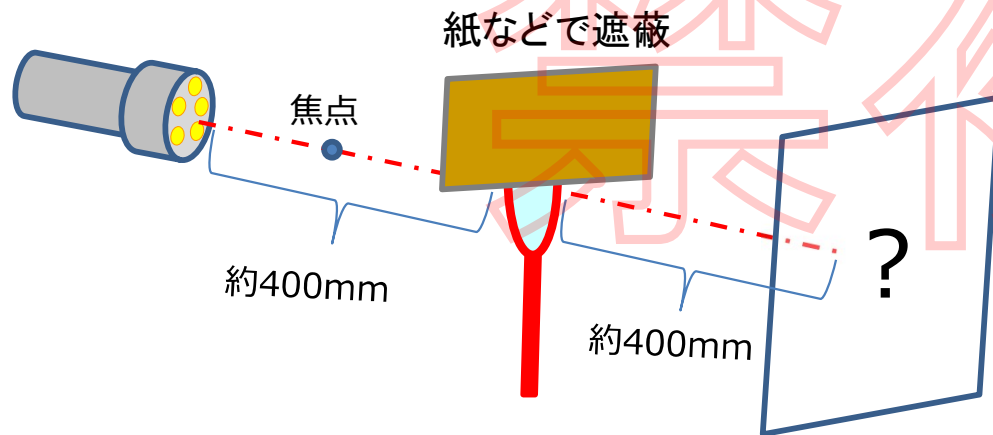
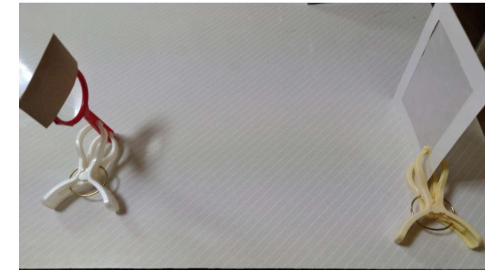
※境界面では屈折と反射が、ある割合で同時に起こっているが、光線の分岐を考えると複雑になってしまうので、ここでは屈折と反射を別々に描いている。

【実験】結像の観察（有限距離）

＜虫眼鏡を半分隠した場合＞

虚像・実像の実験②のように焦点から離してLEDを置き、虫眼鏡を半分隠してみた場合、A～Cのどれになるでしょうか。

LEDを焦点よりも離して置き、虫眼鏡の上半分を隠してみる。



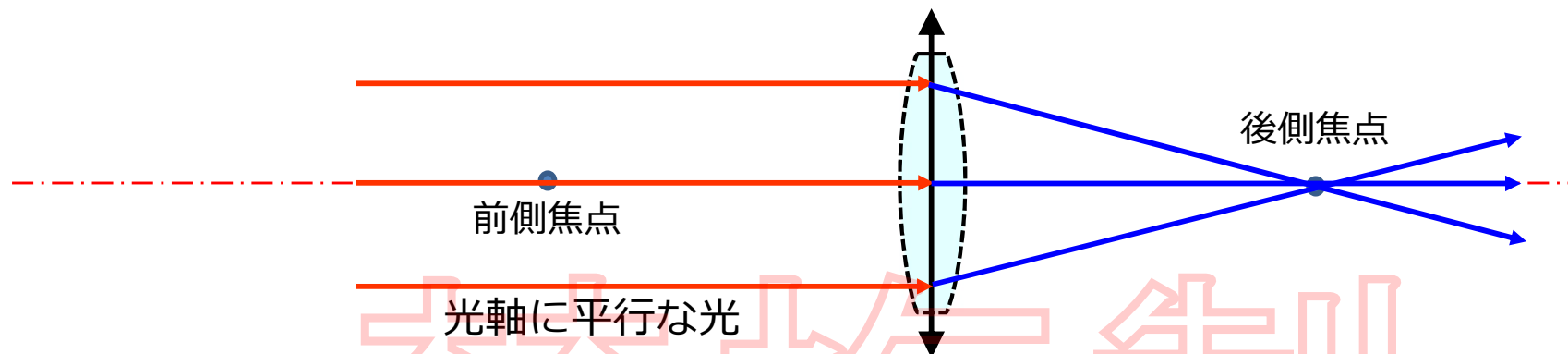
A.LEDを半分にしたような像が見える。
実像なので倒立している。

B.少し暗いが隠していないときと
同じ倒立像が見える。

C.LEDの像は見えず、光だけが
ぼわーっとして見える。
(位置をずらすと像がはっきりする)

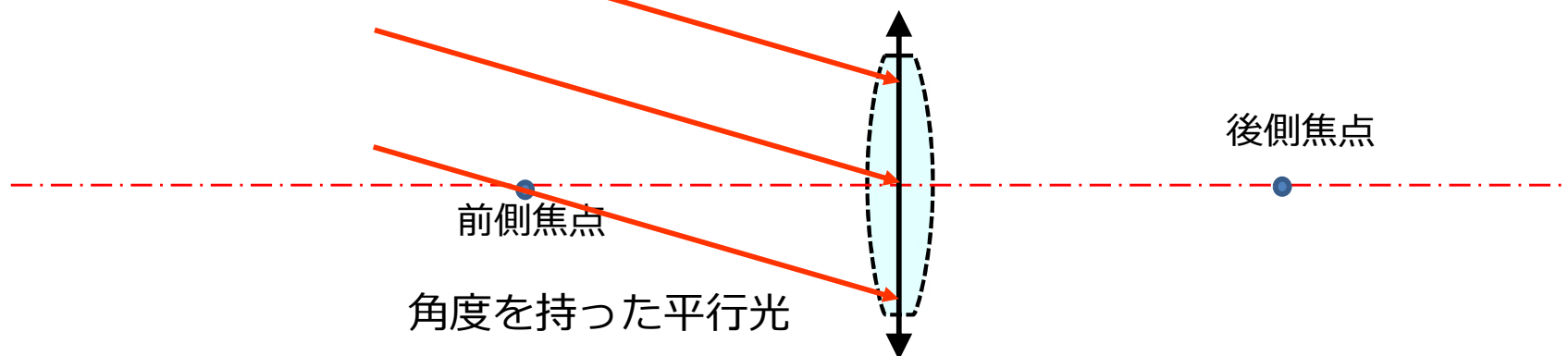
【演習1-3】 凸レンズの結像（物体無限遠）

○物体 無限遠の場合には、後側焦点に結像



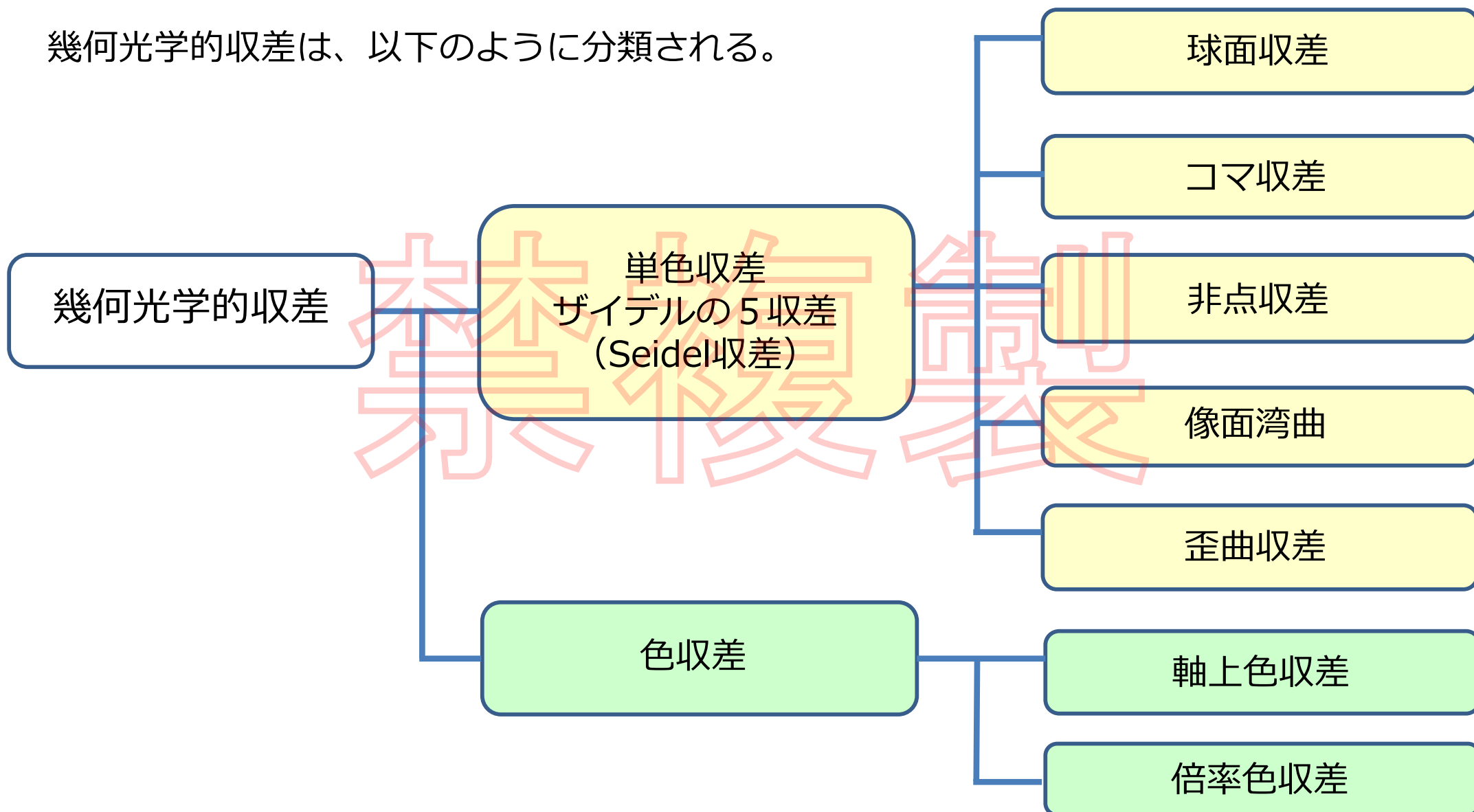
以下の凸レンズの結像の様子を描いてみましょう。

物体 無限遠



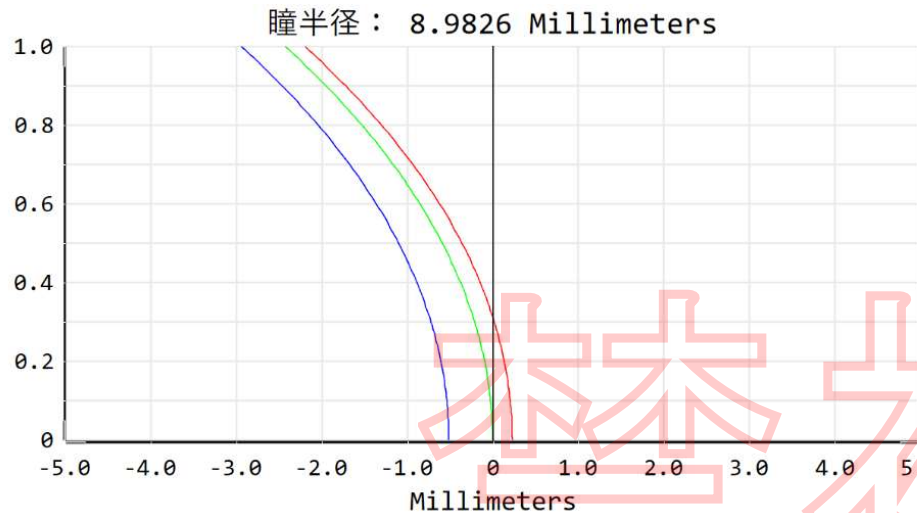
幾何光学的収差

幾何光学的収差は、以下のように分類される。

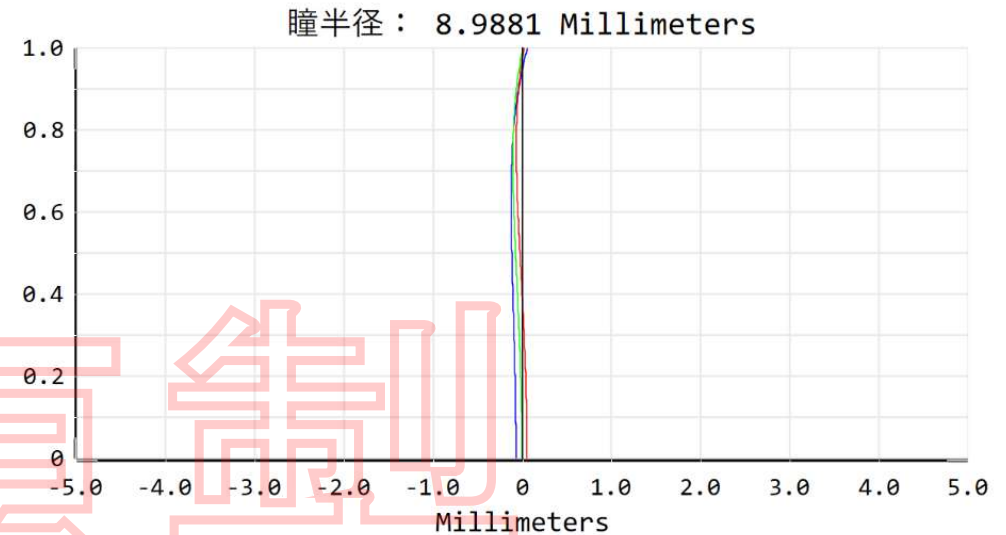


縦の球面収差の比較

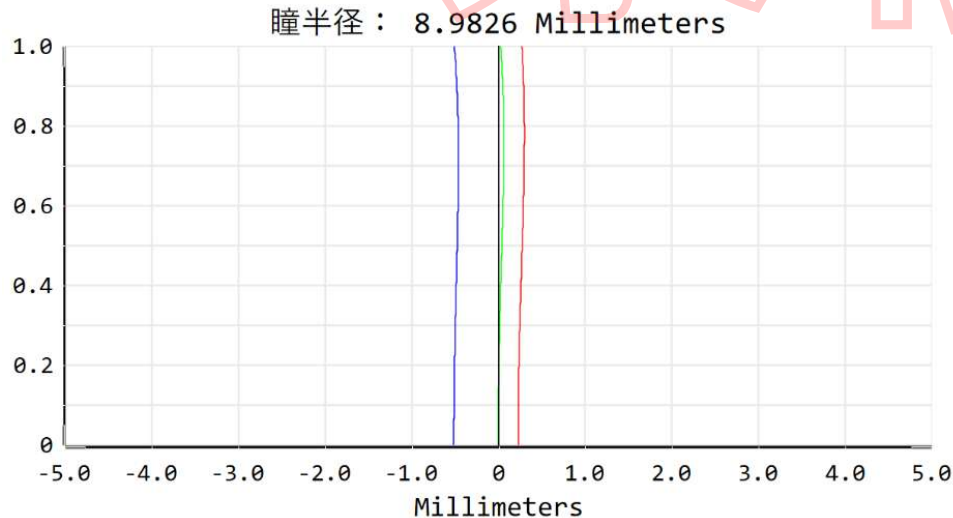
(a) 球面 単レンズ



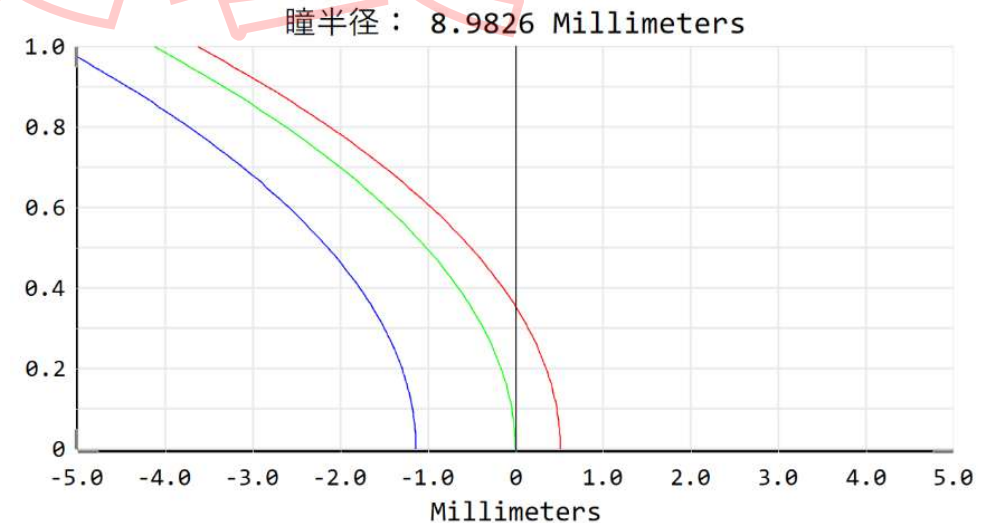
(c) 色消しレンズ ダブルレット



(b) 非球面 単レンズ



(d) 球面単レンズ（物体有限）



最適化ウィザード

最適化ウィザードで必要な入力を行い、「適用」をクリックした後、
「メリットファンクションエディタ」を確認した例

「開始行」を3行目からに指定したので、3行目に『DMFS』（ピンクの行）、それ以降に、自動生成されたオペランドが入力されている。

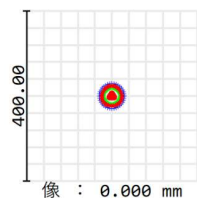
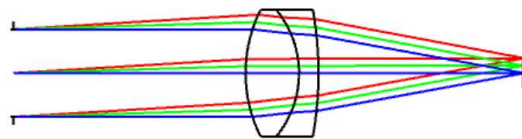
▲	タイプ	コメント										
1	EFFL ▼		2					50.000	1.000	50.003	5.727E-04	
2	REAB ▼	4	2	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	6.442E-03	3.479E-03	
3	DMFS ▼											
4	BLNK ▼	シーケンシャル評価関数: RMS 波面 セントロイド GQ 3 リング 6 アーム										
5	BLNK ▼	空気とガラスの境界条件はありません。										
6	BLNK ▼	視野 1 のオペランド。										
7	OPDX ▼		1	0.000	0.000	0.336	0.000			0.000	0.097	-0.023 4.148E-03
8	OPDX ▼		1	0.000	0.000	0.707	0.000			0.000	0.155	-0.194 0.489
9	OPDX ▼		1	0.000	0.000	0.942	0.000			0.000	0.097	0.333 0.901
10	OPDX ▼		2	0.000	0.000	0.336	0.000			0.000	0.097	0.445 1.612
11	OPDX ▼		2	0.000	0.000	0.707	0.000			0.000	0.155	-0.293 1.116

『DMFS(Default Merit Function Start)』はユーザ定義収差の領域と、Zemaxで自動生成されるリストの間を隔てるオペランド。

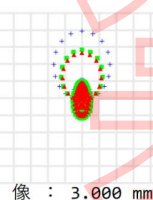
(7) 最適化前後のデータ比較

最適化ウィザードによる最適化前

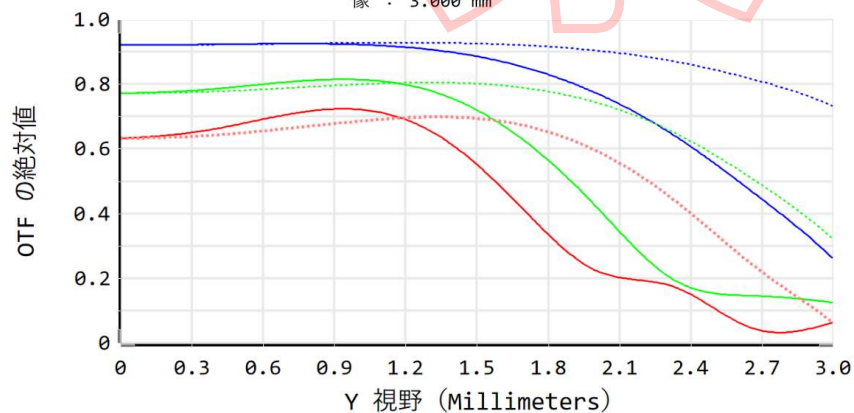
焦点距離： 50.3mm
絞り～第1面： 47.8mm
W.D.： 42.3mm
全長： 105.0mm



像： 1.500 mm

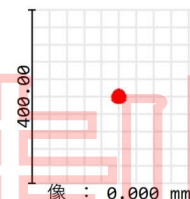
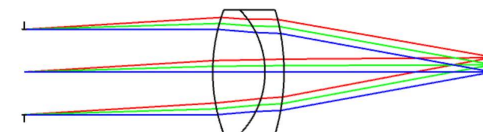


像： 3.000 mm

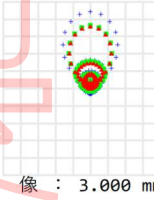


最適化ウィザードによる最適化後

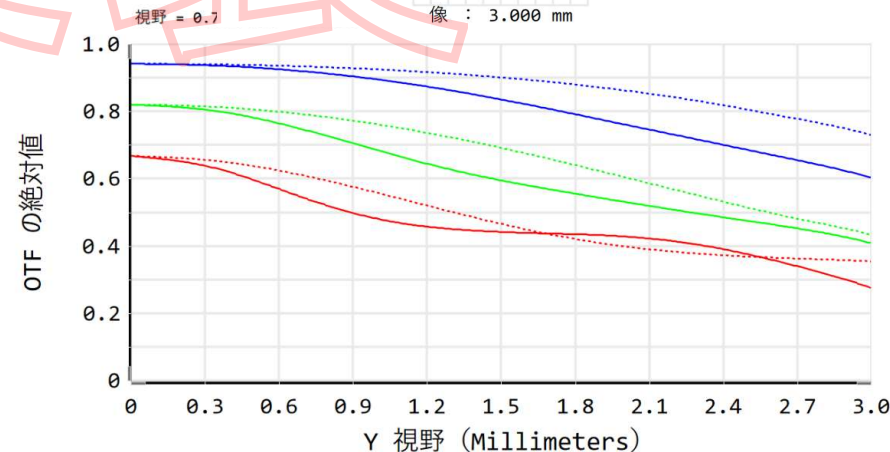
焦点距離： 50.0mm
絞り～第1面： 40.0mm
W.D.： 43.8mm
全長： 98.9mm



像： 1.500 mm



像： 3.000 mm



スポットが小さくなり、MTFもかなり向上している。

像側テレセントリックになっているが、スポットも大きめで、軸外のMTFもあまり良くない。