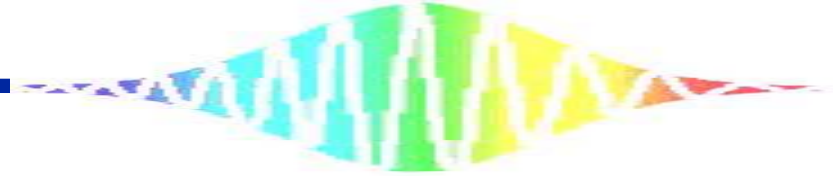


H25年前期輪講

光学のすすめ

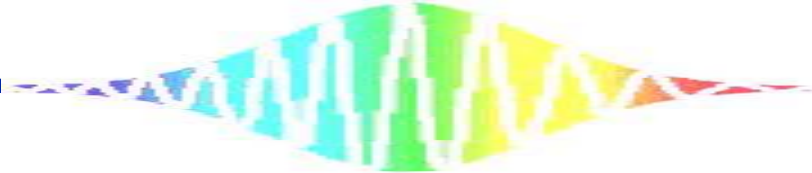
第3章 レンズによる結像

6.4 B4 浪花 義幸



目次

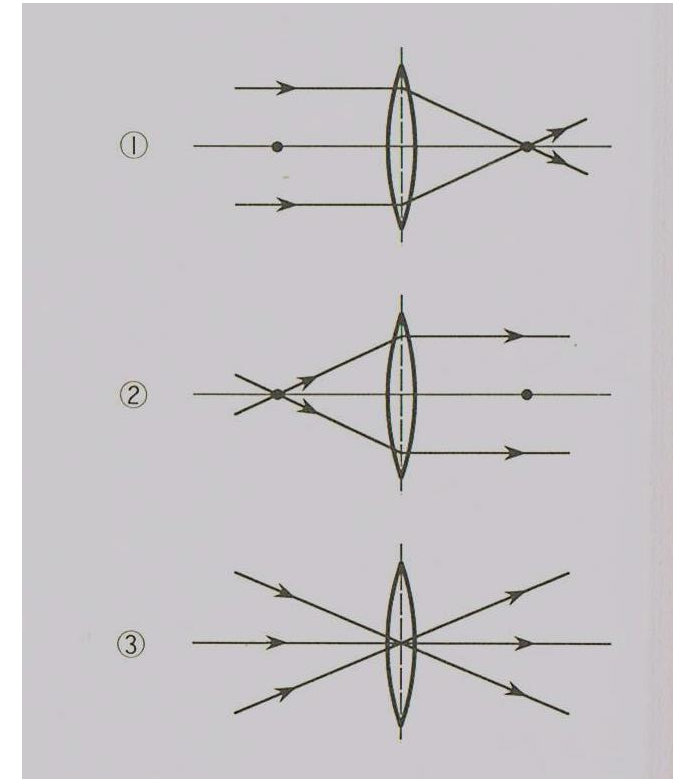
1. 結像の求め方
2. 結像の実際とルーペ
3. 光学機器のレンズ系
4. レンズの収差
5. レンズの絞り

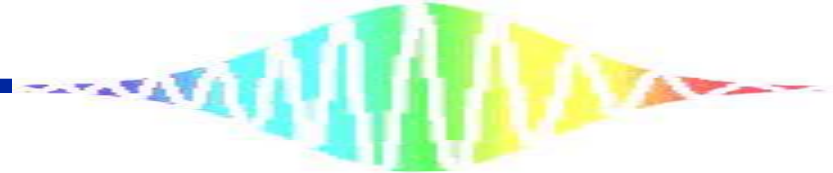


1.結像の求め方

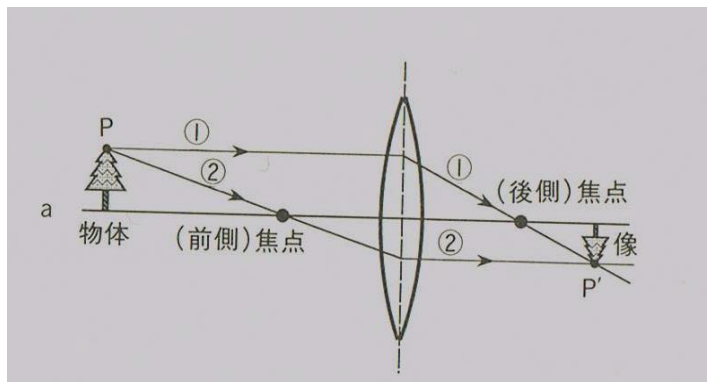
レンズを通過する光線の3つの性質

- ①光軸に平行な光線は焦点を通る
- ②焦点を通る光線は光軸に平行となる
- ③レンズの中心を通る光線はまっすぐに進む

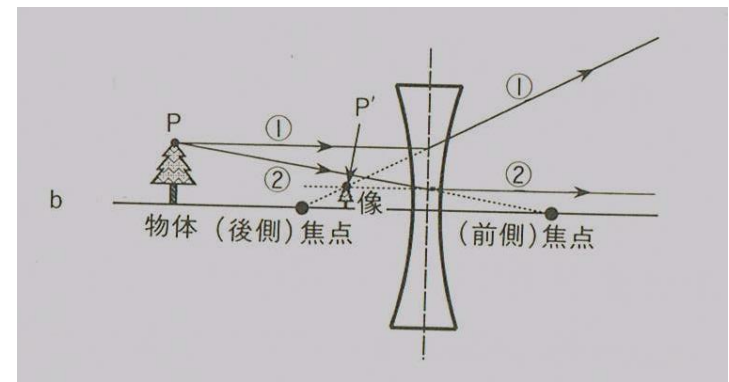




・ 作図による像の求め方

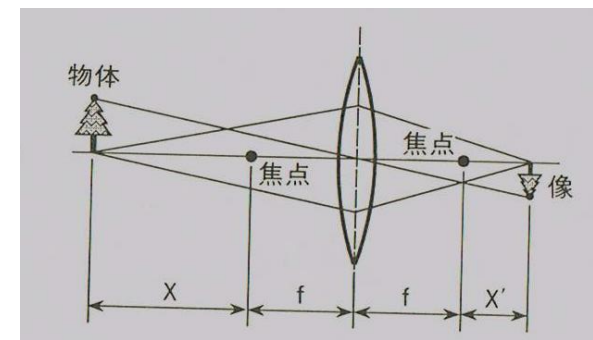
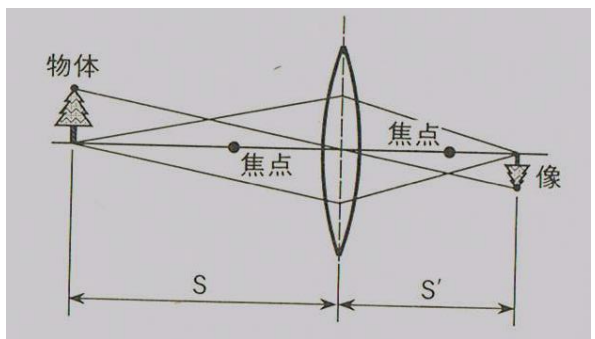


凸レンズの場合



凹レンズの場合

・ 結像公式を用いての求め方

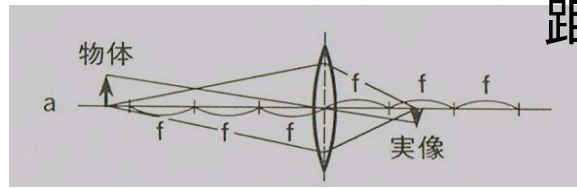


$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{f} = \frac{1}{s'} \quad \text{倍率 } m = \frac{s'}{s}$$

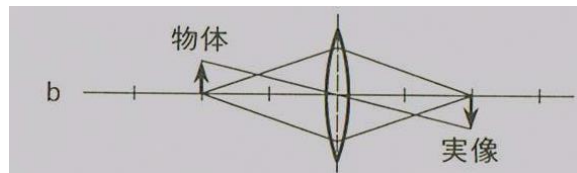
$$x \cdot x' = f^2 \quad \text{倍率 } m = \frac{f}{x} = \frac{x'}{f}$$

2.結像の実際とルーペ

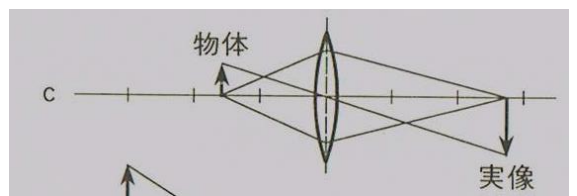
物体とレンズの
距離をxとする



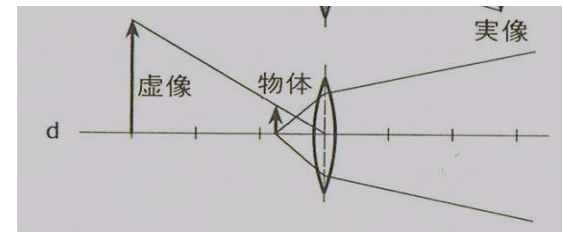
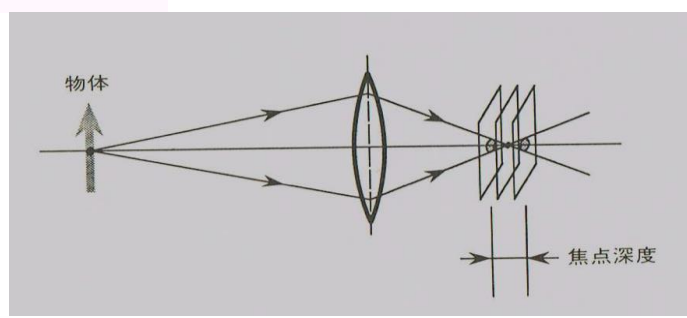
$2f > x$



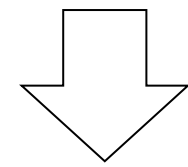
$2f = x$



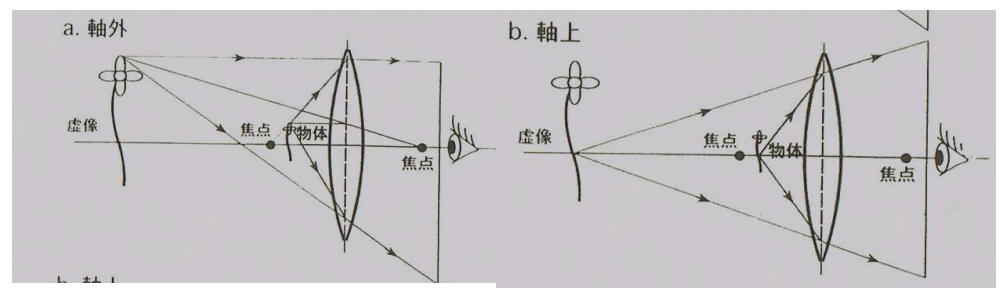
$f < x < 2f$



$0 < x < f$



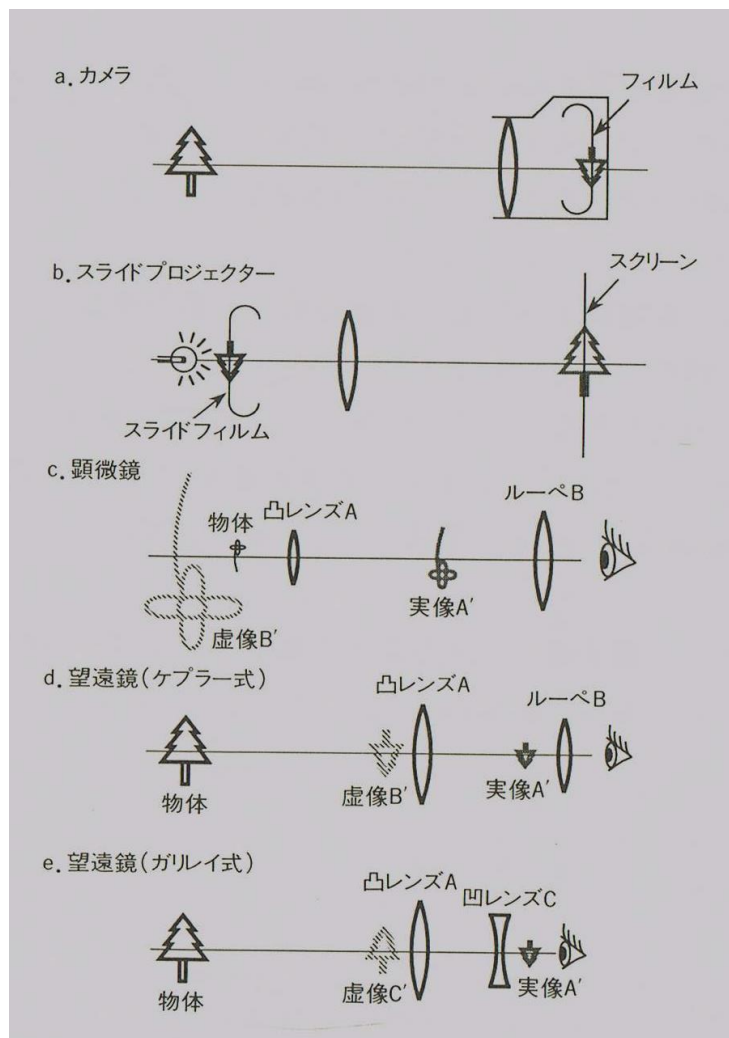
ルーペの原理



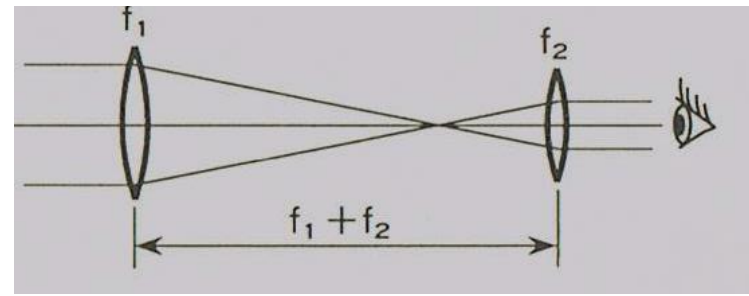
ルーペ倍率 = $\frac{250}{f}$

明視距離 \Rightarrow 250mm

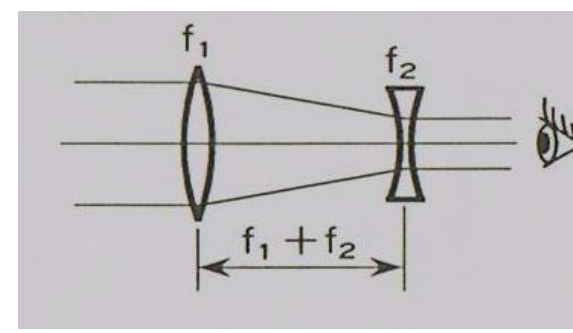
3. 光学機器のレンズ系



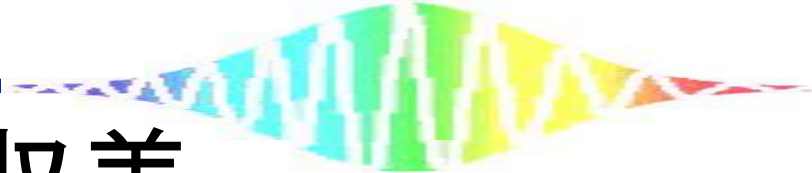
ケプラー式望遠鏡



ガリレイ式望遠鏡

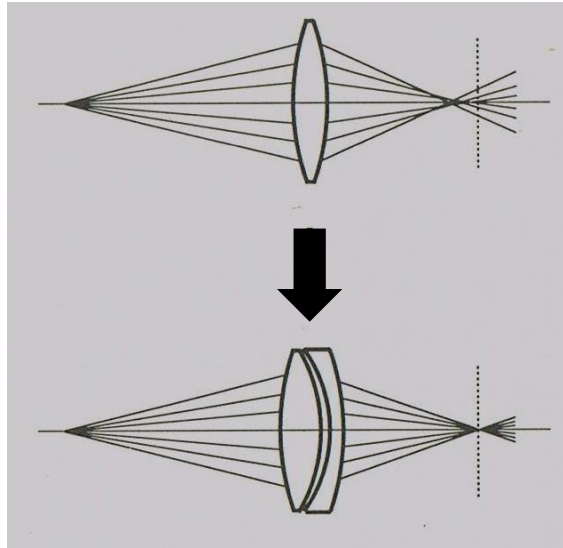


合成焦点距離：
$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right) - \frac{D}{f_1 \cdot f_2}$$



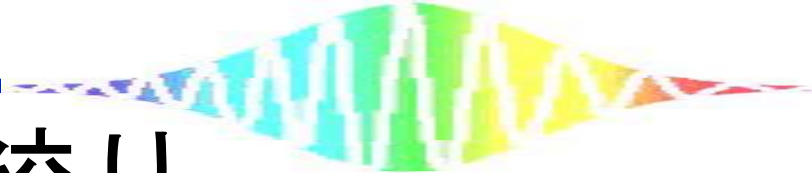
4. レンズの収差

サイデルの5収差	球面収差：軸上の1点からでた光が1点に集まらない収差	
	コマ収差：軸外の1点からでた光が1点に集まらず非対称になる収差	
	非点収差：軸外の1点からでた光線による子午像点と球欠像点のずれる収差	
	像面湾曲：平面の物体の像面が湾曲する収差	
	歪曲収差：像の大きさによる横倍率の違いによって、方形の物体が方形に結像しない収差	
色収差	軸上色収差：光の波長によって像の位置が異なる収差	
	倍率色収差：光の波長によって像の倍率が異なる収差	

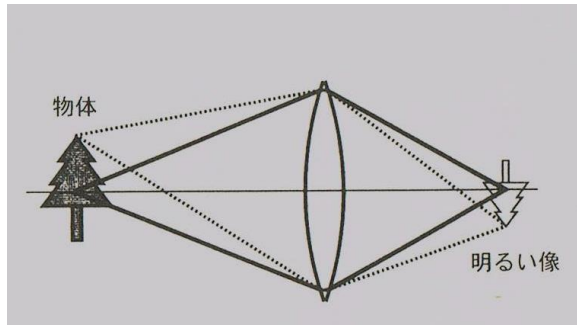


収差補正

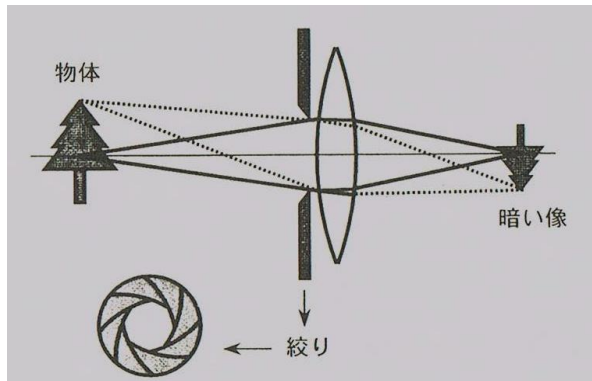
- ・ 凸レンズと凹レンズの組み合わせ
- ・ 非球面レンズなど



5. レンズの絞り



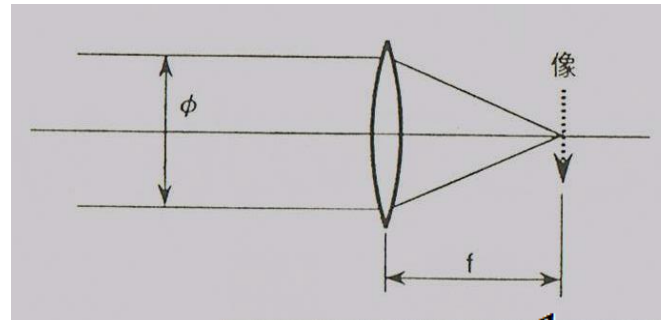
絞り無し



絞り有り

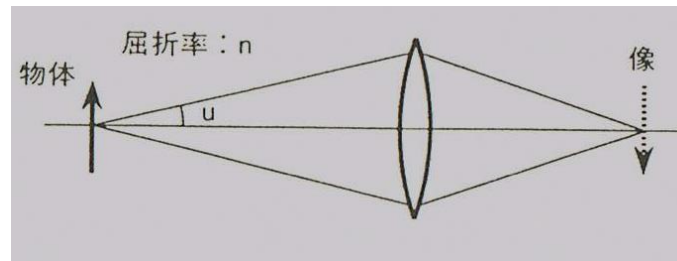
像の明るさを表す指標

- ・ Fナンバー
- ・ 開口数



小さい方が
明るくなる

$$F \text{ ナンバー} = \frac{1}{\phi}$$



大きい方が
明るくなる

$$\text{開口数(NA)} = n \times \sin u$$