

## レンズ

### レンズの種類

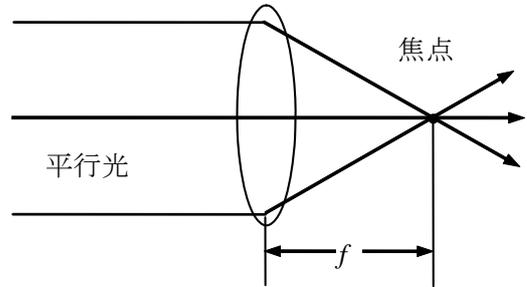
凸レンズ（両凸レンズ，平凸レンズ） 凹レンズ（両凹レンズ，平凹レンズ）

### レンズの用途

結像： カメラ，望遠鏡，顕微鏡，プロジェクタ.

集光： 太陽熱利用.

コリメート（平行光）： 懐中電灯，サーチライト.



レンズの焦点距離

### 凸レンズによる集光

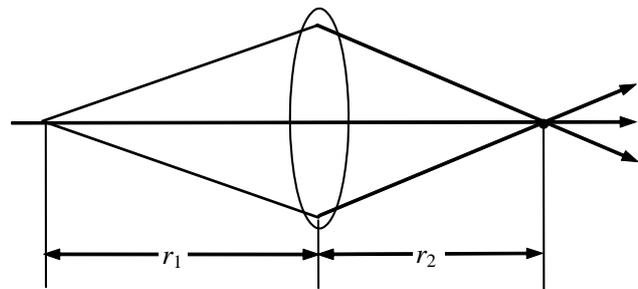
焦点距離：  $f$ （正：凸レンズ，負：凹レンズ）

レンズの直径：  $\phi$

レンズの明るさの逆数：  $F = \frac{f}{\phi}$

（カメラの絞り）

#焦点距離はレンズの屈折率が高いほど，レンズが厚い（曲率半径が小さい）ほど短くなる.



レンズによる結像

### 結像方程式

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}$$

ただし，発散光の時：  $d = r$

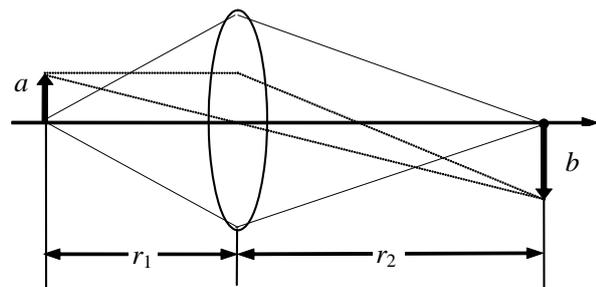
収束光の時：  $d = -r$

例

等倍結像：  $r_1 = r_2 = 2f$

集光：  $r_1 = \infty, r_2 = f$

コリメート：  $r_1 = f, r_2 = \infty$

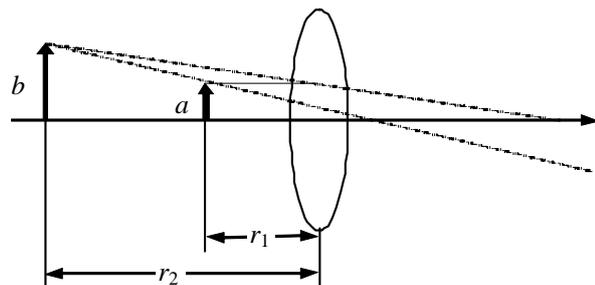


像の拡大1

像の拡大・縮小

像の横方向の拡大・縮小倍率  $M$

$$M = \frac{b}{a} = \frac{r_2}{r_1}$$



像の拡大2

## ホログラム

記録 :  $\frac{\lambda_1}{d} = f\lambda_1 = \sin \theta_{obj} - \sin \theta_{ref}$

再生 :  $m \frac{\lambda_2}{d} = mf\lambda_2 = \sin \theta_{out} - \sin \theta_{ill}$

組合せ :  $\sin \theta_{out} = m \frac{\lambda_2}{\lambda_1} (\sin \theta_{obj} - \sin \theta_{ref}) + \sin \theta_{ill}$

$f$  : 干渉縞の空間周波数[lp/mm]

$d$  : 干渉縞の周期[ $\mu\text{m}$ ]

$m$  : 回折次数 (整数)

$\lambda_1$  : 記録波長[ $\mu\text{m}$ ]

$\lambda_2$  : 再生波長[ $\mu\text{m}$ ]

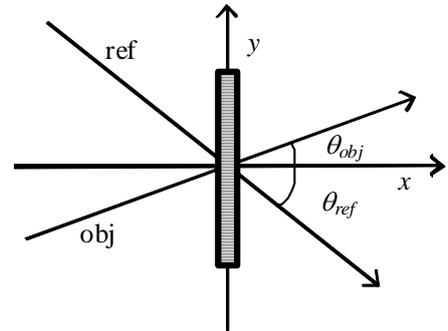
$\theta_{ref}$  : 参照(reference)光の角度

$\theta_{obj}$  : 物体(object)光の角度

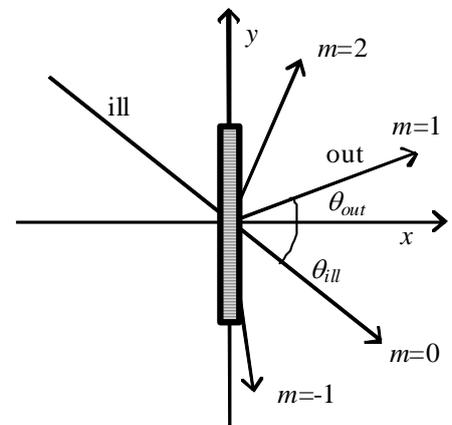
$\theta_{ill}$  : 照明(illumination)光の角度

$\theta_{out}$  : 出力(output)光の角度

角度 $\theta$ は、 $x$ 軸の正の方向を零度として反時計回りを正の角度とする。



ホログラムの記録



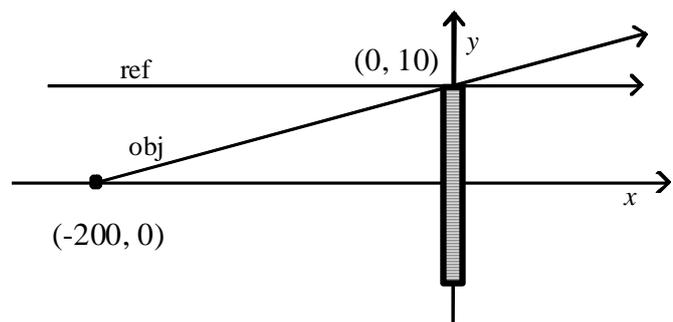
ホログラムの再生

例題 (平成 20 年度 問 4)

4.  $y$  軸上に原点を中心として幅 20mm のホログラムを置き、位置  $(-200, 0)$  に点光源 (物体 obj) を置く. 参照光を平行光 ( $\theta_{ref} = 0$ ) としてオンアクシスホログラムを記録した. 記録と再生の波長は  $0.5 \mu\text{m}$  である.

(a) ホログラムの上端  $(0, 10)$  での空間周波数 [本/mm] を求めよ.

(b) 照明光を平行光 ( $\theta_{ref} = 0$ ) として再生した. ホログラム上端での 2 次回折光の角度と像の現れる位置を求めよ.



オンアクシスホログラムの記録