

# 望遠鏡 / ビームエキスパンダによる結像

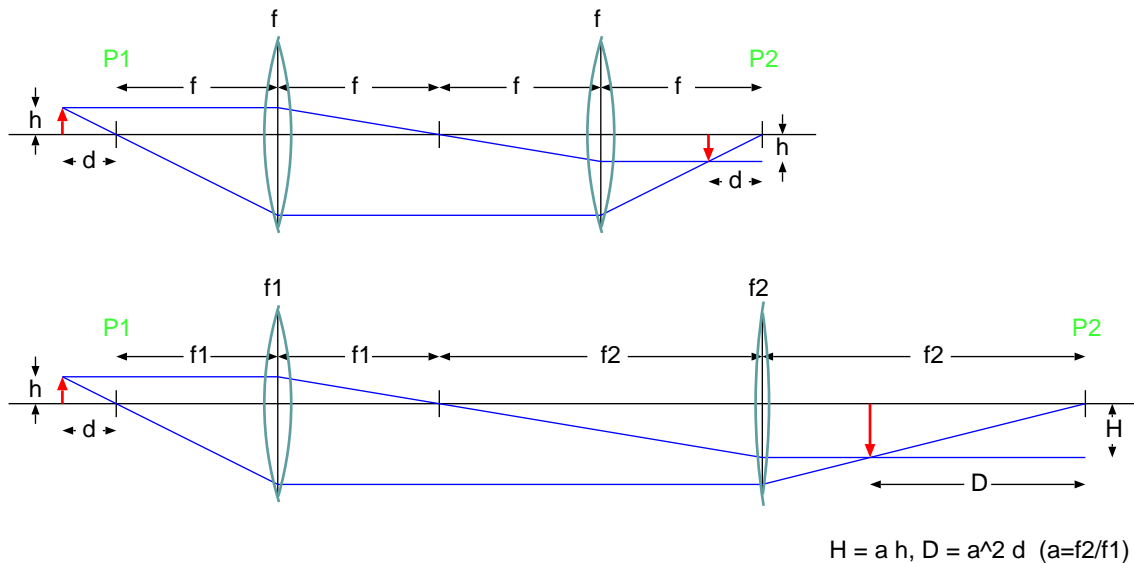
mm@ils

2010年1月13日

書いてあること

よく知られていることのような気はするが、2枚の凸レンズを焦点距離の和だけ離しておいた光学系（いわゆるケプラー望遠鏡とかビームエキスパンダとか）による結像の物体と像の位置の関係は完全な比例関係になる（縦倍率が一定・横倍率ももちろん一定だけど）。

## 1 作図



左のレンズ（焦点距離  $f_1$ ）から左に  $f_1$  の位置  $P_1$  にある物体の像は右のレンズ（焦点距離  $f_2$ ）から右に  $f_2$  の位置  $P_2$  にできる。物体の位置を  $d$  だけずらしたとき像の位置のずれは  $D = \alpha^2 d$  となる。ここで  $\alpha = f_2/f_1$ （つまり  $\alpha$  は横倍率）。特に  $f_1 = f_2$  のときは縦・横倍率ともに 1 となる。つまり物体に対してレンズ系を動かしても像の位置は変わらない。

## 2 応用？

計測用の顕微鏡として上の図の左のレンズが対物レンズ、右のレンズを結像レンズとし、像面にイメージセンサ等を置いた配置を考える。物体（試料）に凹凸があり、ピント面を動かす必要があるとき、物体とレンズの位置関係は固定したままイメージセンサの移動のみでピントを合わせても横倍率は変化しないし、イメージセンサの移動量は倍率の 2 乗倍拡大されているので微動機構が簡略化できる。またイメージセンサの移動量から容易に物体の縦方向の大きさを算出できる。