

導出シリーズ 第32回 「望遠鏡の倍率の公式」

望遠鏡は遠くの物体(太陽系の惑星など)を大きく見るために発明された道具です。いろいろな種類の望遠鏡が作られてきました。代表的なものに、**ケプラー型望遠鏡**、**ガリレオ型望遠鏡**、**ニュートン型望遠鏡**の3種類の望遠鏡があります。

ケプラー型望遠鏡: 対物、接眼レンズともに凸レンズを使った構造の望遠鏡で、倒立像(上下左右逆向き)が得られます。

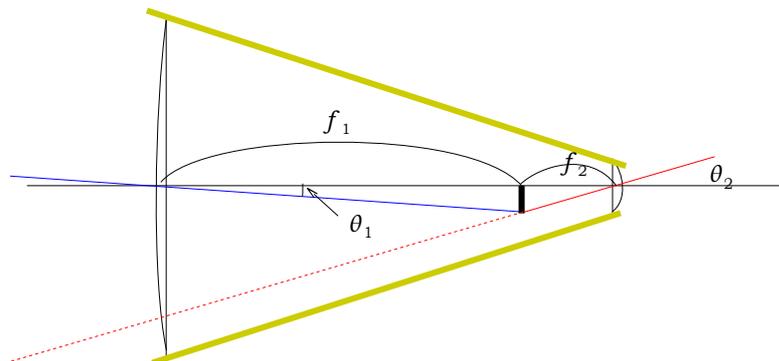
ガリレオ型望遠鏡: 対物レンズに凸レンズ、接眼レンズに凹レンズを使ったもので、正立像が得られます。

ニュートン型望遠鏡: レンズの色収差(波長により屈折率が異なるため、得られる像の色がにじんだ様になる現象)を避けるため対物レンズの代わりに凹面鏡を使うものです。

望遠鏡の倍率はどのように決まるのでしょうか。対物レンズ、接眼レンズの焦点距離が関係するのはだれでもわかるのですが...

[ケプラー型の望遠鏡]

対物レンズの焦点距離を f_1 、接眼レンズの焦点距離を f_2 とする。このとき、遠方にある物体(惑星としよう)の視角を θ_1 とする。惑星は遠方にあるので、対物レンズを通してできる惑星像(実像)は対物レンズの焦点の位置になる。この惑星の実像を接眼レンズで無限遠方にある惑星像として視角 θ_2 に拡大して見ることになる。なお、 θ_1 、 θ_2 ともに非常に小さい角である。



左側の遠方に惑星があり、視角が θ_1 でやってきた光は、対物レンズの焦点の位置に実像を作る。青色のコースは「レンズの中心を通る光は直進する」を使って描いたものである。これを接眼レンズで無限遠方に虚像を作りそれを見るとすると、接眼レンズの焦点の位置(正確に言えば焦点の位置よりわずかに内側)にその実像を置けばよい。そのコースを赤色のコースで示している。この虚像を見る視角が θ_2 である。

θ_1 、 θ_2 ともに非常に小さい角であるから、対物レンズでできた実像は非常に小さい。その大きさを d とすると、 $\theta_1 = \frac{d}{f_1}$...① が成立する。同様に、 $\theta_2 = \frac{d}{f_2}$...② が成立する。よつ

て、視角の倍率(望遠鏡の倍率)は $m = \frac{\theta_2}{\theta_1}$ だから、望遠鏡の倍率の公式は $m = \frac{f_1}{f_2}$ とあらわすことができる。

[ガリレオ型望遠鏡]、[ニュートン型望遠鏡]

なお、ガリレオ型望遠鏡、ニュートン型望遠鏡についても、同様の方法を用いて望遠鏡の倍率の公式 $m = \frac{f_1}{f_2}$ を導出することができる。