

## 月面クレーターの深さの測定

図1のように、月の中心を原点とする直交座標系（ $x$ ， $y$ ， $z$ ）をとる。太陽は $y$ 軸の方向にあり、観測者（地球）は $y z$ 平面内にいるものとする。原点と観測者を結ぶ線と $z$ 軸の成す角を $d$ とする。また、月面上のクレーターの位置を、図1中の角度 $\phi$ と $\theta$ で表すものとする。

図2のように、観測者が撮影した写真上のクレーターの影の見かけの長さを $L$ とし、クレーターの深さを $H$ とすると、 $L$ ， $H$ ， $\phi$ ， $\theta$ ， $d$ には、以下の式[1]のような関係が成り立つ。

$$H = \frac{L}{\sqrt{(\cos \phi \sin \theta)^2 + \left(\frac{\cos \phi}{\tan \phi} \cos d + \cos \phi \cos \theta \sin d\right)^2}} \quad [1]$$

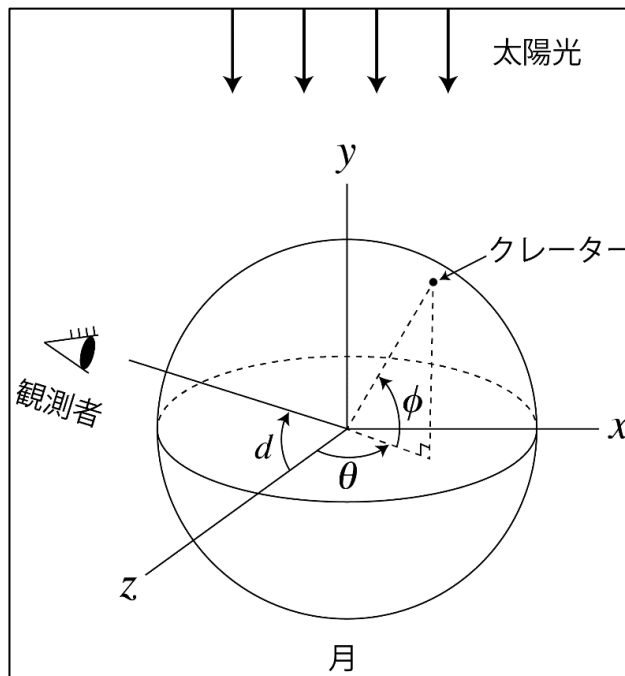


図1：太陽と観測者、クレーターの位置関係

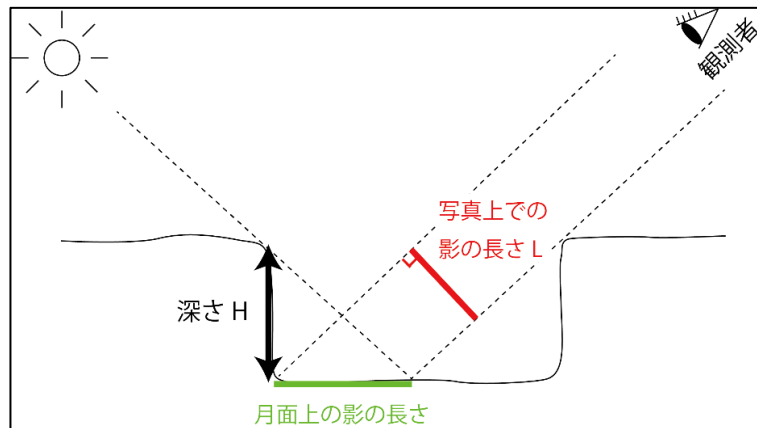


図2：クレーターの深さ H と写真の影の長さ L

別紙の月の写真（図 A）と、その上に  $(\phi, \theta)$  を描いたもの（図 B）を利用して、クレーターの影の見かけの長さ  $L$  からクレーターの深さ  $H$  を推定してみよう。次の（1）～（5）の手順で計算すること。

- （1） 図 A をもとに、深さを計算するクレーターを決めなさい。クレーターの名前や特徴については、次の URL にあるデータを参考にしてよい。

- ・ <https://ja.wikipedia.org/wiki/月のクレーターの一覧>
- ・ <https://astropics.bookbright.co.jp/craters-on-the-moon>

- （2） 図 A の写真上でのクレーターの影の見かけの長さ  $L$  を求めなさい。  $L$  は経線（ $\theta$  が一定の線）に沿って測りなさい。

- ・ 写真上での 1mm は何 km か。写真上の 1000km のスケールを定規で測って求めなさい。

答え \_\_\_\_\_ km

- ・ 写真上のクレーターの影の見かけ長さは何 mm か測定しなさい。

答え \_\_\_\_\_ mm

- ・ 影の見かけの長さは何 km か求めなさい。

答え  $L =$  \_\_\_\_\_ km

- （3） クレーターの位置  $(\phi, \theta)$  を、図 B を利用して読み取りなさい。

答え  $\phi =$  \_\_\_\_\_ $^{\circ}$ ,  $\theta =$  \_\_\_\_\_ $^{\circ}$

- （4）  $\phi, \theta, d$  について、次の値を求めなさい。ただし、この写真の場合、 $d=135.5^{\circ}$  とする。

答え  $\cos \phi =$  \_\_\_\_\_,  $\tan \phi =$  \_\_\_\_\_

$\sin \theta =$  \_\_\_\_\_,  $\cos \theta =$  \_\_\_\_\_

$\sin d =$  \_\_\_\_\_,  $\cos d =$  \_\_\_\_\_

- （5） 計算式[1]に（2）～（4）の結果を代入して、クレーターの深さ  $H$ (km)を求めなさい。

答え  $H =$  \_\_\_\_\_ km

- （6） 上の（5）で求めた  $H$  は、（1）の月面クレーターのカタログに記載されている値と比べて同じくらいの値になっているか。もし大きく違っているとすると何が原因か、考えてみよう。