

天体観測～starlit sky observation～

物理2班

【キーワード】 望遠鏡 SE-AT100N、月、クレーター、Makali'i

1. 動機・方法

月にできるクレーターについて撮影した画像から月のクレーターの深さと直径を求めてみたいと考えた。

- (a) 木星と月の望遠鏡観測
- (b) 月のクレーターの深さの測定と実際のクレーターとの比較
- (c) クレーターの直径と深さの関係の研究。



月(部分) シャッター:1/2000秒 ISO:3200 f1.4 倍率:195倍
木星 シャッター:0.62秒 ISO:200 f8 倍率:195倍

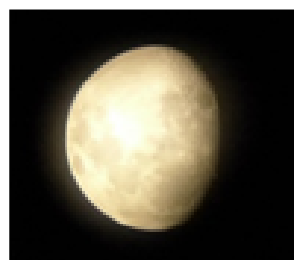
2. 実験

実験A 望遠鏡による観測

反射望遠鏡(Sky Explorer SE-AT100N、主鏡径100mm,焦点距離450mm)とデジタルカメラ(DMC-LX7)を使って、月と木星の観察をそれぞれ行なった。倍率は、22.5倍、45倍、71倍、195倍で観察を行い、カメラの設定はマニュアルモードでISOは200~3200、シャッタースピードは1/2000秒~1秒の間で行い、適切な撮影条件を調べた。

【結果】

月は全体を捉えるには22.5倍、シャッタースピード1/2000秒程度で撮影すると適当に撮影することができた。195倍ではクレーターの影など細かいところまで観察できた。木星は195倍で衛星をとらえることができたが、細かいところまでは見られなかった。

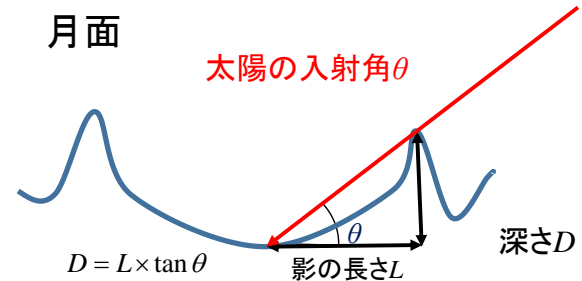


月(全景) シャッター:1/2000秒 ISO:3200 f1.7 倍率:22.5倍

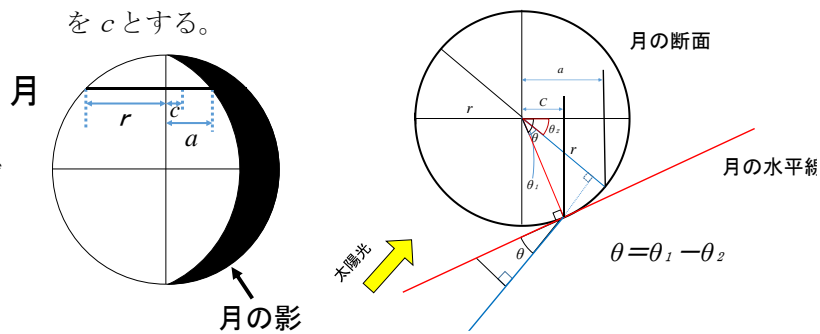
実験B 月のクレーターと深さの測定

ティコのクレーターの深さを測定し、実際の深さと比較してみる。

I 影の長さ L と太陽の入射角 θ からクレーターの深さ D を求める。また、クレーターの形を下の図と仮定する。



II 太陽の入射角 θ を求める。月の断面の半径を r 、角度 θ_2 の三角形の底辺を a 、角度 θ_1 の三角形の底辺を c とする。



画像解析ソフト「マカリ」で実験Aの月(全景)の画像を解析することで r, a, c が求められる。

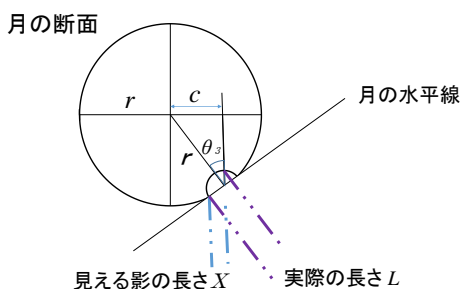
$$r = 1250\text{km}, a = 875\text{km}, c = 117\text{km}$$

$$\cos \theta_1 = \frac{c}{r} = \frac{117}{1250} = 0.0962 \quad \theta_1 = 85^\circ$$

$$\cos \theta_2 = \frac{a}{r} = \frac{875}{1250} = 0.700 \quad \theta_2 = 46^\circ$$

$$\theta = \theta_1 - \theta_2 = 85 - 46 = 39^\circ \quad \tan \theta = 0.8098$$

III 実際の影の長さ L を求めるために図より見える影の長さ x として計算を行う。



「マカリ」より、 x が求められる。5.30 km

$$\sin \theta_3 = \frac{c}{r} = 0.0962$$

$$\cos^2 \theta_3 = 1 - \sin^2 \theta_3 \quad \cos \theta_3 = 0.9907$$

$$L = \frac{x}{\cos \theta_3} = \frac{5.30}{0.9907} = 5.35$$

実際の影の長さは 5.35km となる。

IV、II と III で求めた値より、

$$D = L \times \tan \theta = 5.35 \times 0.8098 = 4.3 \quad \text{クレーターの深さは 4.3km となった。}$$

[結果]

測定したクレーターの深さ…4.3km

ティコのクレーターの深さ…4.8km 差…0.5km

多少の誤差は生じたがこの方法でクレーターの規模を計算できることが分かる。より精度をよくするには多数の画像を分析することが必要だと思われる。

実験 C クレーターの直径と深さの関係を調べる

小鉄球(67g)・大鉄球(2.9×10^3 g)・ビー玉(7.0g)・白球(30g)

砂で土台を作りその表面をならす。そして、4種類の物体を一定の高さから落下させ砂の上にできたクレーターの直径



および深さを測定する。そして深さと直径の関係性を推測する。結果はつぎのようになった。

表①：4種類の物体の直径および深さ

		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
小鉄球 (67g)	直径(cm)	6.0	5.8	5.7	5.5	6.1	5.8
	深さ(cm)	1.5	1.8	1.4	1.4	1.8	1.6
大鉄球 (2.9×10^3 g)	直径(cm)	9.5	8.5	8.0	8.6	8.8	8.7
	深さ(cm)	2.6	2.5	2.3	2.5	2.3	2.4
ビー玉 (7.0g)	直径(cm)	3.2	3.0	3.4	3.5	2.9	3.2
	深さ(cm)	1.2	0.8	0.8	1.0	0.9	0.9
白球 (30g)	直径(cm)	5.3	5.9	5.4	5.6	5.3	5.5
	深さ(cm)	1.5	1.5	1.5	1.6	1.1	1.4

それぞれのクレーターの深さと直径には表②のような傾向が見られた。

表②：深さと直径の関係

	力学的エネルギー [J]	深さ [cm]	直径 [cm]
小鉄球	2.0×10^{-1}	1.6	5.8 3.6倍
大鉄球	8.7×10^{-1}	2.4	8.7 3.6倍
ビー玉	2.0×10^{-2}	0.9	3.2 3.6倍
白球	9.0×10^{-2}	1.4	5.5 3.9倍

深さが大きいと直径が大きくなり、直径の約 3.7 倍であった。ただし月のクレーターについて調べてみると表②のような関係が見られなかった。クレーターのいくつかの種類にわけると深さと直径に相関がみられるかもしれない。

4. 参照サイト

- ・「マカリ」 <https://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja>
- ・「月面クレーターの深さと直径の関係」

著者 A.T T.T M.S N.T H.T T.T