

# デジタルカメラの写真から算出する月までの距離の誤差要因

ハートピア安八ジュニア天文倶楽部：  
伊藤 大朗（高2）【岐阜県立岐阜高等学校】

## 要旨

約5年前にアジア太平洋地域において皆既日食を伴う日食が観測された。当時私はそのデータを用いて月までの距離の算出を行った。月日が流れ、知識量が当時に比べて格段に成長し再度この問題に挑みたいと思い研究を行った。異なったアプローチをいくつか行い、その結果、撮影データの同時性に疑念があるという結論に至った。

### 1. 目的

月までの距離の算出値の誤差要因を考察する。

### 2. 部分日食の2点観測

2016年3月9日の日本とタイの2地点で撮影された日食写真を使用する。日本における撮影地(以下J)は東京都小笠原村母島で牧野亜紀氏撮影の画像をお借りした。タイにおける撮影地(以下T)はパタニ県でタイ国立天文台(NARIT)の日食撮影キャンペーンでのHakam Chedo氏撮影の画像をお借りした。

### 3. 算出方法及び結果

#### a. 算出方法

##### イ. 視差 $P(^{\circ})$ の算出

図1のような日食画像の重ね合わせを行い、見かけ上の月の中心のずれをPaint.netにてピクセル単位で測定しその10回の平均値をとり式1に代入する。カメラの画角 $(^{\circ})$ :データの横幅の半分(px)= $P(^{\circ})$ :見かけ上の月の中心のずれ(px)  
…式1

対応する値を代入して  $1.61:2,144=P:859.75$  より $P=0.645(^{\circ})$ を得た。

##### ロ. 日本、タイの二点間距離L(km)の算出

地球の中心を原点とし、2観測点(日本、タイ)の三次元座標をとる。その観測点間の距離を三平方の定理より導く。これによって得られた値は  $L=5,444\text{km}$ である。

#### b. 正弦定理での解法

前発表では、Earth viewというツールを用いて、月から見た日本、タイの見かけの距離を計測し、正弦関数を用いて月-地球間距離を算出したが、この方法には正弦関数の適用に必要な条件である直角三角形が成立していないということや、月の中心からどこまでの距離を求めているのかが分からないといった問題があった。

そこで $\triangle MJT$ で正弦定理を利用し、次のイ~ホの手順によって図2に示したMJの長さ、つまり月までの「測心距離」を求める。

イ. 3-a-ロで求めた2観測地点の三次元座標を用いて当該2点を通過する直線TJの方程式を導く。

ロ. 地球(真球と仮定し、半径は6,371.012(km)とする)の図3に掲載したJにおける接平面Sの方程式を導く。

ハ. 3-b-イ、ロよりの成す角 $c$ を算出する。

ニ.  $c$ にこのときの月の高度 $h$ を足し、 $\triangle MJT$ を決定する

ホ.  $\triangle MJT$ に対して正弦定理を適用する。

このようにしてMJは、421,219kmという結果となった。

### 4. 考察

今回の算出値は真の値である354,111(km)から乖離した。そこで次のイ~ハに起因する影響を検証する。

イ. 有効数字不足に起因するパタフライ効果の検証。

ロ. 撮影の同時性に起因する視差値における誤謬の検証。

ハ. 視差や二点間距離の計算ミスや、論理破綻の検証。

上記のイにて検証した結果、安全側に見ても1000(km)以内の差に収まっていた。また、上記のロにて真の値を用いて視差を逆算した結果、 $0.767^{\circ}$ であることが分かった。これは約30秒の撮影時刻の差に起因するものである。

ハにおいては現在検証中である。

### 5. 結論

現段階における結論は、研究に用いたデータの同時性に疑念が残るといったもので、その時刻の差が約30秒である可能性があるというものに帰着した。

### 6. 参考文献及び謝辞

誠文堂新光社「天文年鑑2020年版」p.205 アstroアーツ「ステラナビゲータ10」

前研究:日本天文学会第19回ジュニアセッション

「デジタルカメラの部分日食写真から求める月までの距離の誤差要因と精度」

以前より本研究活動にご協力いただいたハートピア安八天文台の船越浩海様、撮影データを提供して下さった、牧野亜紀様、Hakam Chedo様にはこの場を借りて深く御礼申し上げます。



図1 日本とタイの撮影データの重ね合わせ



図2 日本・タイ・月の位置関係

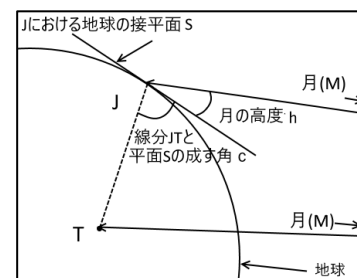


図3  $\angle J$ の算出