

# 月の運動を求める

佐藤 博紀 土井 康太 福武 功志朗

## 要約

私たちは、5月21日に金環日食があると聞いて、金環日食と皆既日食の違いは月と地球の距離にあると思い、月の軌道の変化について研究した。目的として、月と地球の距離の変化と、その距離から月はどのような軌道で動いているのかという2つを調べることだ。

研究方法はデジタルカメラで約1か月間（悪天候の日を除く）月を撮影し、「easy access」を用いて月の大きさを調べる。その大きさから月と地球の距離をもとめる。

結果、月の大きさが周期的に変わっていることがわかった。

結論として、月と地球の距離は周期的に近づいたり遠ざかったりしているということがわかった。

## Abstract

We conducted research about the moon's orbit after viewing the gold ring solar eclipse which occurred on May 21<sup>st</sup>, 2012. There are two types of solar eclipse, the gold ring solar eclipse and total solar eclipse. We studied the difference between these two and found out that the distance between the earth and moon varies. Consequently, we also studied about the movement of the moon on its' orbit.

Our method was to use a digital camera to take the picture of the moon every day in a one month period, except on bad weather days, and applied these pictures to software called "easy access" to find out the size of the moon, observed from the earth. We computed the distance between the moon and earth using this result.

As a result, we knew that the apparent size of the moon varies periodically, sometimes nearer sometime further.

キーワード	金環日食	皆既日食	月の軌道
	the gold ring solar eclipse	total solar eclipse	moon orbit

## 1. 動機

2012年5月21日に金環日食があった。この金環日食は、東京（島嶼部を除く）では173年ぶり、大阪では282年ぶり、名古屋では932年ぶりに観測された金環日食になった。金環日食は月の視直径が太陽より小さく、月の外側に太陽がはみ出して細い光輪状に見える場合をいう。日食には皆既日食というものもある。これは、月の視直径が太陽より大きく、太陽の全体が隠される場合をいう。同じ日食でも、このような違いが生じることに興味を持った。よって、このことにつ

いて考えていくことにした。

## 2. 目的

元々の月の直径（実際の大きさ）は変化せず一定である。しかし、金環日食と皆既日食が起こることから、月の視直径（見かけの大きさ）は変化している。地球から太陽までの平均距離は約1億5000万kmとあまりに遠いので、太陽の視直径はほとんど変化していない。よって、月と地球の距離は変化していると考えた。

家庭用のデジタルカメラを使用して、月と地球の距

離を計測することが可能であるか検証し、月と地球の距離がどの程度変化しているのか計測する。

### 3. 研究方法

金環日食のあった5月21日を含む4月24日から6月8日の約1か月間、月を観測した。観測にはデジタルカメラ (OLYMPUS SZ-20 16MP) を使用した。デジタルカメラは最大ズーム (12.5倍) にして、月の余分な光を抑えて月の輪郭をはっきり出すために、しぼりをしぼり、撮影した。撮影場所は自宅のベランダで、撮影時間は月が昇りきり、よく見える時 (時間はバラバラ) に撮影を行った。また、デジタルカメラの精度を一定にするため、月の画像を撮影してキャリブレーションを行った。天候の影響で毎日の観測は出来なかったが12日分の観測結果が得られた。



図1. キャリブレーション

その撮影した画像中の月の直径を「easy access」(※1)というフリーソフトを使用して計測した。「easy access」は画像中の円を検出して、その画像における中心の座標や直径を計測してくれるソフトである。まず、「easy access」に画像を読み込ませ、マウスで円のマーカーを画像中の円に合わせる。すると、自動で円を検出して中心の座標や直径を計測してくれる。ここで得られる直径の数値は画像中における円の直径の割合を示す。

この数値から月と地球の距離を計算する。月と別の画像を用意し、この画像中の円の直径の数値を「easy access」で計測する。画像の対象の直径、画像を撮影した距離も計測する。月の直径は既知の数値で3474km

とする。

これらの数値を比で計算して月と地球の距離を出す。

$$\begin{aligned} & \text{画像を撮影した距離} \times \text{他の画像の数値} \\ & \div \text{画像の対象の直径} \\ = & \text{月と地球の距離(xkm)} \times \text{月の画像の数値} \\ & \div \text{月の直径(3474km)} \end{aligned}$$

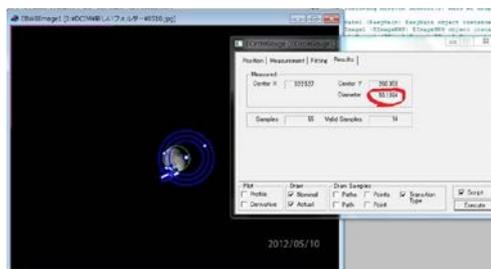


図2. easy access

### 4. 結果と考察

観測を行い、得ることが出来た12日分のデータを計算すると、月と地球の距離は359800km~399700kmになった。その結果を日付順に並べて表にした。そこから、月と地球の距離は日毎に変化していることが確認できた。

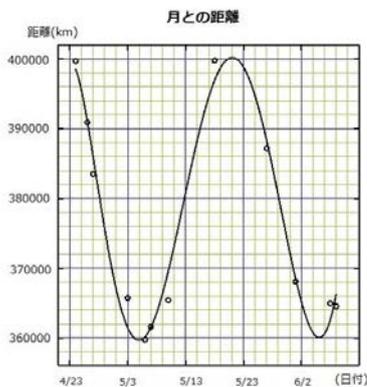
計測した月の距離							
日付	4月24日	4月27日	4月28日	5月3日	5月5日	5月6日	5月7日
距離(km)	399,700	390,900	383,500	365,700	スーパームーン	359,800	361,600
	5月10日	5月18日	5月21日	5月27日	6月1日	6月7日	6月8日
	365,400	399,800	日食	387,200	368,100	365,000	364,500

表1. 月と地球の距離の計算結果

前述のとおり2012年5月21日は金環日食があった。また、2012年5月5日はスーパームーンであった。スーパームーンというのは、満月もしくは新月の時に普段より最も大きく明るく見える月の姿、その現象のことである。

次に、「VFGraph」(※2)というグラフ描画ソフトを使

用して、計算した数値を6次関数で近似してグラフにした。グラフから、ちょうど5月5日のスーパームーンの日には地球に最も近く、5月21日の金環日食の日には最も遠くであったという結果が得られた。このことから、スーパームーンは月が地球に近づいたことにより月の視直径（見かけの大きさ）が大きくなって起こった。金環日食は月が遠ざかったことにより月の視直径が小さくなって、太陽の視直径の方が大きくなり、太陽がはみ出して細い光輪状に見えて起こった。つまり、皆既日食は月が近づいて月の視直径が大きくなって、太陽の視直径の方が小さくなり、太陽の全体が隠されて起こると言える。



グラフ 1. 月と地球の距離の計算結果の近似

「VFGraph」を使用して、スーパームーンと金環日食の日の結果をグラフから読み取り、暦象年表に記載された数値と比較した。スーパームーンの日計測値は358700km、暦象年表の数値は358300kmであった。誤差が少なく、非常に近い数値になっている。金環日食の日計測値は400200km、暦象年表の数値は405800kmであった。スーパームーンの時と比べると誤差がある。

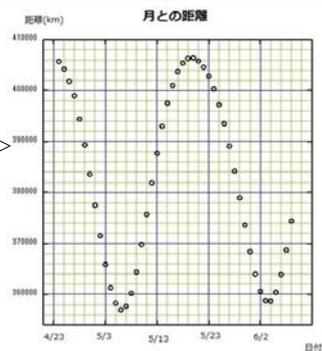
	5 / 5	5 / 2 1
暦象年表	358,300km	405,800km
計測値	358,700km	400,200km

表 2. 暦象年表の数値と計測値の比較

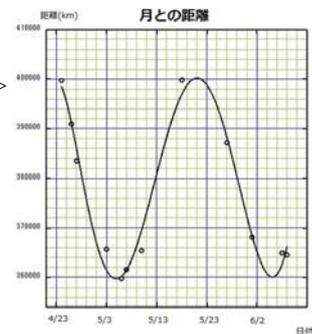
グラフでも暦象年表の数値と測定値を比較した。す

ると、全体的に見てグラフの形が似ている。月と地球の距離が近いところはグラフの数値が近い。ところが、距離が遠いところはグラフの数値が少し異なっている。これは、月が地球から遠いとき（5月中旬～下旬）のデータ数が不足していることが原因であると考えられる。もしこの頃のデータがもう少しあれば、かなり暦象年表の数値のグラフに近づくであろう。しかし、全体的に見ると測定値は一定の精度を得られている。

< 暦象年表 >



< 計測値 >



グラフ 2. 暦象年表の数値と計測値の比較

また、グラフで見ても分かるように、月と地球の距離は遠い近い遠い近いと、遠いときと近いときを繰り返している。これはこの後も続くと考えられる。よって、月と地球の距離は周期的に変化していると言える。

## 5. まとめ

家庭用のデジタルカメラを使用して月と地球の距離を計測するという、簡単な道具と方法で、誤差はあったものの一定の精度のある観測、測定が行えた。

今後の課題として、今回の研究の計測結果を元に、月の公転軌道を式で求めていく。また、観測データの

数を十分なものにして、この計測方法で、月と地球の距離が遠い場合も計測可能であることを確認する。

## 6. 謝辞

本研究にご協力いただきました元国立天文台岡山天体物理観測所所長の前原英夫先生、TAの佐藤健一先生、サディア先生に深く感謝申し上げます。

## 7. 参考文献等

### ※1. easy access

フリーソフト 作者：(株)アド・サイエンス

<http://www.vector.co.jp/soft/winnt/art/se405249.html>

### ※2. VFGraph

フリーソフト 作者：野村パソコン教室

<http://www.vector.co.jp/soft/winnt/edu/se493814.html>

### ○月のきほん

白尾元理 著 誠文堂新光社 出版

### ○暦象年表

国立天文台ホームページ