

## 月の公転軌道の規則性について

千葉市立有吉中学校  
第3学年 川口 守李

### 1 研究の動機

昨年度の自由研究では、月の満ち欠けの原理を探るために、プラスチックボールに影を映すシミュレーション実験を行った。その際、地球と月が常時、等距離であるという条件で実験を行ってしまっただけで、新月から上弦の月、上弦の月から満月、満月から下弦の月、下弦の月から次の新月の4期間のそれぞれの間(の日数)は等しくならなかった。

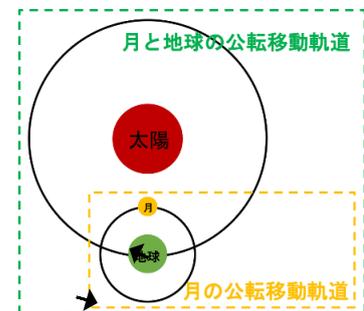
そこで、新月～上弦の月の前日、上弦の月～満月の前日、満月～下弦の月の前日、下弦の月～次の新月の前日の4期間のなかで、日数の多い期間が膨らむ楕円状の月の軌道ではないか、と仮説をたてた。また、月の軌道が一番膨らむ場所は何らかの規則性があるのではないかと考えた。

### 2 研究の前提内容

(1) 地球は太陽の周りを約365日かけて公転しており、月は地球の周りを約27.3日かけて公転している。また、月が地球の周りを約27.3日で公転している間に地球は太陽の周りを約2.2日で公転するため、月の満ち欠け周期は約29.5日である。

(2) 月の公転軌道は、地球の公転を考えずに月の軌道だけを考えた「月の公転移動軌道」と、地球の公転と月の公転の両方を加味した「月と地球の公転移動軌道」の二種類が考えられる。

本研究では、「月の公転移動軌道」を求めようとしているが、これを直接求めるには、地球と月の距離を実測する必要が出てしまう。そこで、「月と地球の公転移動軌道」を検証することにより、「月の公転移動軌道」の規則性を研究した。



[資料1] 太陽、地球、月の公転軌道

### 3 研究の内容

- (1) 「月の公転移動軌道」と、「月と地球の公転移動軌道」が、どのように連動しているかを調べる必要があると考え、「月の公転移動軌道」が基本の形、すなわち完全な円のときの「月と地球の公転移動軌道」の形を調べた。 (実験Ⅰ)
- (2) 2014年1月1日から2019年12月25日(新月ごとに数えると74期間)の月の満ち欠けデータを分析した。 (実験Ⅱ)
- (3) 実験Ⅱで月の満ち欠けデータ分析を行った74期間のうち、3期間(BC期間、BD期間、BE期間)の月の観測写真の月の直径を計測したデータを実験Ⅱの結果と比較し、検証した。 (実験Ⅲ)

### 4 研究の結果とまとめ

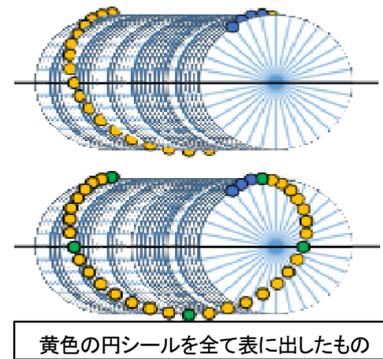
本研究は、「月と地球の公転移動軌道」を検証することで、その動きに連動すると見られる「月

の公転移動軌道」の規則性を求めようとした。実験Ⅱより、「月の公転移動軌道」の規則性を発見することができ、実験Ⅲで検証実験をすることもできた。

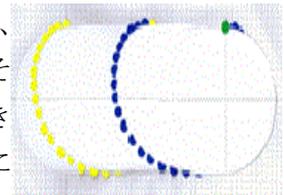
### (1) 実験Ⅰ (予備実験)

「月の公転移動軌道」が完全な円のとき (常に地球と月の距離が一定のとき)の「月と地球の公転移動軌道」の形を研究した。

実験方法として、「月の公転移動軌道」に見立てた円の紙を中心から32等分し、黄色 (青色) の円シールを32等分の位置の淵に、一枚一枚ずらしながら貼っていき、その円の紙をずらして重ねた。すると、右の図のようになった。黄色と青色のシールを全て表に出したものが、その下の図である。この結果より、「月の公転移動軌道」が完全な円のときの「月と地球の公転移動軌道」が、常に一定の形のスパイラル状の軌道になることがわかった。

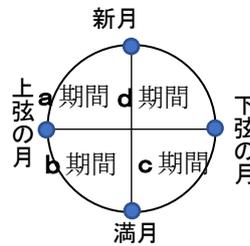


黄色の円シールを全て表に出したもの



### (2) 実験Ⅱ (本実験)

2014年1月1日から2019年12月25日の6年間の月の満ち欠けデータを、新月ごとにA期間 (2014年1月1日新月～2014年1月30日) からBV期間 (2019年11月27日新月～2019年12月25日) の74期間に分け、それをさらに、a期間 (新月～上弦の月の前日)、b期間 (上弦の月～満月の前日)、c期間 (満月～下弦の月の前日)、d期間 (下弦の月～次の新月の前日) の4期間に分け、一番日数の多い場所を分析した。右表は、a、b、c、d期間のなかで、一番日数の多い場所を黄色で示した表である ([資料2])。その結果、約1年1ヶ月の周期で、時計回り方向 (d期間周辺 → c期間周辺 → b期間周辺 → a期間周辺) の順に月の軌道の膨らむ場所が変化していくという規則性が見つかった。

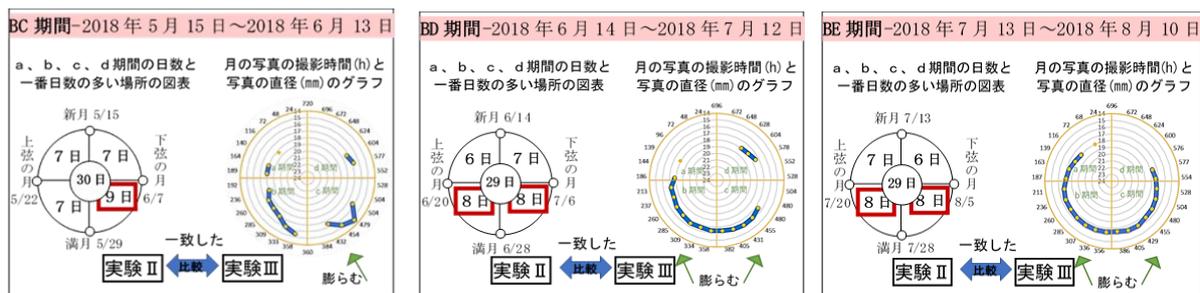


期間	a	b	c	d
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O				
P				
Q				
R				
S				
T				
U				
V				
W				
X				
Y				
Z				
AA				
AB				
AC				
AD				
AE				
AF				
AG				
AH				
AI				
AJ				
AK				
AL				
AM				
AN				
AO				
AP				
AQ				
AR				
AS				
AT				
AU				
AV				
AW				
AX				
AY				
AZ				
BA				
BB				
BC				
BD				
BE				
BF				
BG				
BH				
BI				
BJ				
BK				
BL				
BM				
BN				
BO				
BP				
BQ				
BR				
BS				
BT				
BU				
BV				

[資料2] 月の見え方をまとめた結果

### (3) 実験Ⅲ (検証実験)

実験Ⅱで月の満ち欠けデータ分析を行った74期間のうち、BC期間 (2018年5月15日新月～2018年6月13日)、BD期間 (2018年6月14日新月～2018年7月12日)、BE期間 (2018年7月13日新月～2018年8月10日) の3期間の実際の月をビデオカメラの写真モードで撮影した。そして、パソコンソフトの描画ツールを利用して、観測写真上の月の直径を計測し、実験Ⅱの結果と比較して検証した。写真の月の直径が小さいとき、「月と地球の距離が長く楕円状の軌道の一番膨らむ場所」と考えられるため、a期間、b期間、c期間、d期間の4期間、それぞれの期間の写真計測データをグラフ化し、軌道の膨らむ場所を推測した。次ページの表は、実験Ⅱの月の満ち欠けデータ分析と実験Ⅲの月の写真計測のデータの比較である。



実験Ⅱのa、b、c、d期間のなかで、一番日数の多い場所(上図の8日)と実験Ⅲで月の軌道が膨らむ場所を比較した結果、場所是一致的。よって、新月から上弦の月の前日、上弦の月から満月の前日、満月から下弦の月の前日、下弦の月から次の新月の前日の4期間のなかで日数の多い期間が膨らむ楕円状の軌道であると推測された。

#### (4) 研究のまとめ

実験Ⅰより、「月の公転移動軌道」が完全な円のとときの「月と地球の公転移動軌道」は(スパイラル状の)常に一定の形状の軌道であることが分かった。

実験Ⅱより、「新月から上弦の月の前日」「上弦の月から満月の前日」「満月から下弦の月の前日」「下弦の月から次の新月の前日」の4期間のなかの日数の多い期間が変則的であること(楕円状の軌道になること)が分かった。

よって、「月の公転移動軌道」が完全な円ではなく楕円である場合の「月の公転移動軌道」は、月と地球の公転移動軌道で膨らんだところと同じところが膨らむ、スパイラル楕円状の軌道になると推測される。

今回の研究により、約1年1ヶ月の周期で、時計回り方向(下弦の月から次の新月の前日周辺→満月から下弦の月の前日周辺→上弦の月から満月の前日周辺→新月から上弦の月の前日周辺の順)に月の軌道の膨らむ場所が変化していくという、月の公転軌道の明確な規則性を発見した。

#### (5) 昨年度の自由研究の解決

昨年度の自由研究で考察した「月の満ち欠けの満ち欠ける割合が一定ではなく、新月前後には一気に満ち欠けが進む」という点について、本研究の実験Ⅰにより、理由が明確化された。

実験Ⅰのスパイラル状の図において、月に見立てた円シールと次の円シールの間隔は等間隔にならず、新月から満月にかけて間があいていき、満月から次の新月の前日にかけて徐々に間が狭くなった。つまり、月の満ち欠けが新月前後に一気に満ち欠けが進むのは、間隔が狭くなったのが原因と推測される。

### 5 今後の課題

今後の研究では、一生懸命に数学や物理を勉強して、現在の自分の知識では求められなかった「月の公転移動軌道」を研究してみたい。また、十分な確証を得るために、月の観測写真のデータをBC期間、BD期間、BE期間の3期間(約3か月)でなく、1年以上のデータで再度、検証実験を行いたい。

### 6 指導と助言

昨年度より、多くのデータを用いて検証することができた。また、昨年度からの継続研究を生かし、月の満ち欠けの速さが一定ではないことが立証された。今後の研究にも期待したい。

(指導教諭 岩崎 直城)