

---

# 小惑星「クレオパトラ」を追い

木村祐太、山崎 蓮、豎山智博（2年）、田中聡真（1年）

【福岡県立小倉高等学校科学部 SS 天文研究会】

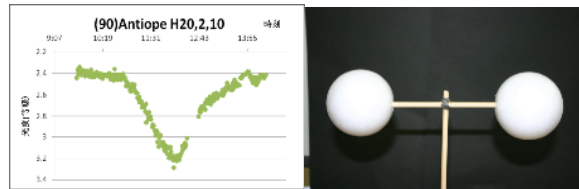
---

## 要 旨

小惑星 216 Kleopatra は、光度変化が 1 等級以上であることから、かなり細長い形をしていると考えられている。しかし M 型小惑星（鉄とニッケルに富む）であるためそのような形になるには質量が大きすぎるという疑問がある。そこで私たちは 2 重小惑星と仮定しても物理的には成り立つことを計算で確認し、ライトカーブから 2 つに別れていないことも確認した。その上でどうやってこの 2 重小惑星が形成されたのかを考えた。

### 1. はじめに

私たちのグループは、2 つの小惑星が相互に万有引力の影響を受けて回転をしている 2 重小惑星の研究を行っている。まず最初に、(90)Antiope の食のライトカーブ観測に成功して、この小惑星の密度を計算する成功した。（右グラフ）そして次の目標として (216) Kleopatra の形状を考察することを目標とした。

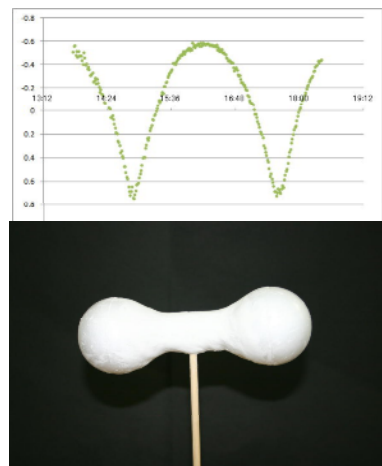


### 2. 方法

#### クレオパトラのライトカーブ観測

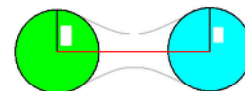
2008 年度は、クレオパトラは光度変化が極大の時期であり、1.2 等級以上の光度変化をしていた。そこで 5 月上旬より観測を開始して、9 月まで観測を続けた。そして 7 月に光度変化の幅は極大を迎え、1.3 等級の光度変化が見られた。右は 2008 年 7 月 10 日に観測されたものである。このことより、次の 3 つのことが言える。

1 点目はこの時期は自転軸が観測方向に対して垂直になっていること。2 点目は光度変化が常に起こっており 2 重小惑星のように 2 つが離れて分布していないこと。3 点目は、極大と極小の間で、見かけの断面積が 3 倍近く変化することが挙げられる。私たちは右のような小惑星のモデルを考えた。



## 2重小惑星と仮定して密度を求める

上のライトカーブより、クレオパトラの自転周期は5.39時間であることが確認される。現在わかっている長軸の直径217km、短軸の直径86kmをもとに、短軸の半径を使い小惑星の半径をそれぞれ $R = 4.3 \times 10^4 \text{ m}$ すると、2つの小惑星の中心間の距離は一番長い部分から $2R = 8.6 \times 10^4 \text{ m}$ を引いた、 $1.31 \times 10^5 \text{ m}$ となる。よって、クレオパトラの原型は、半径 $R$ の2重小惑星がさらに、 $1.31 \times 10^5 \text{ m}$ の半分の $r = 6.6 \times 10^4 \text{ m}$ の半径で相互に回転していると仮定できる。



これらを元に2重小惑星と仮定した密度を計算すると、 $5.4 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ を計算することが出来る。クレオパトラはM型小惑星であるために鉄やニッケルを豊富に含んでいるために、この密度は妥当な数字である。もし仮にこの密度より大きい場合は引力の方が遠心力より大きく、2つはくっついていることになる。

## 3. 結果

クレオパトラは2重小惑星で、接合部が無くてもお互いその関係を保つことが可能である。2つの小惑星が2重小惑星として誕生した後に、次の2つの要因で接合していったと考えられる。1点目はそれぞれの小惑星の表面の土砂が異動したことが挙げられる。2点目は周辺の塵が接合部に集まることでこのようないびつな小惑星になったと考えられる。

## 4. 考察

2重小惑星が接合した理論的な背景を考えてみた。1点目の要因が起こる背景には潮汐力が考えられる。この潮汐力によって相互回転の内側と外側に表面の不安定な岩石が集まったと考えられる。(90)のアンティオペのライトカーブでも食が起きていない部分で光度変化が起こるのは、この要因でそれぞれの小惑星が楕円形になっているためである。2点目の周辺の塵が接合部に集まってくる様子は、コンピュータシュミレーションで確認できた。(シュミレーションは「10進BASIC」を使用する)



## 5. まとめ

接近した2重小惑星はやがて接合して細長い形状に進化すると考えられる。今後も2重小惑星や細長い小惑星を観測して、シュミレーションを繰り返しながら、この進化のメカニズムを解明したい。

## 参考文献

小惑星に関するデーター <http://www.psi.edu/pds/resource/lc.html>

観測について ライトカーブ研究会のホームページ <http://www.toybox.gr.jp/mp366>