

# トロヤ群小惑星デイフォブスの断面

## ～小惑星 Deiphobus による恒星食より～

( Abstract )

Heartpia Anpachi high school student observation team "AstroHA" (Ichinomiya Senior High School in Aichi prefecture, Gizan Senior High School in Gifu prefecture, and Ogakihigashi Senior High School in Gifu prefecture) observed "the occultation of a star by asteroid Deiphobus of Troy", and Deiphobus occulted the star for 6.27seconds. We analyzed our data and the data received from JOIN(Japan Occultation Information Network).We estimated that the cross sectional shape of the asteroid was oval , although it was an approximate calculation. The size was 141 × 95km.

### 1、概要

愛知県立一宮高等学校、岐阜県立岐山高等学校、岐阜県立大垣東高等学校によるハートピア安八高校生観測チーム『AstroHA』はトロヤ群小惑星 Deiphobus ( デイフォブス ) による恒星食の観測を行い、6.27 秒間の減光を観測した。我々の観測および JOIN(Japan Occultation Information Network)より提供していただいた各地の観測データを解析し、小惑星の断面形状を推測することに成功し、近似計算ながら 141 × 95km の楕円形状を得た。

### 2、方法

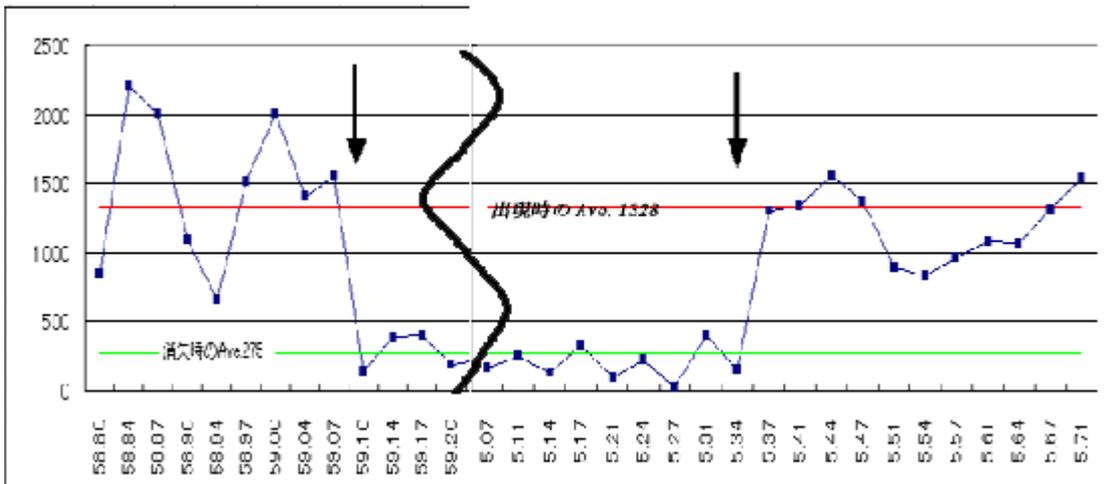
観測対象：トロヤ群小惑星(1867)デイフォブス(16.1 等)  
による HIP053416(8.50 等)の掩蔽現象  
観測日時：2007 年 5 月 13 日 19 時 30 分～52 分  
観測場所：岐阜県ハートピア安八天文台  
北緯 35 度 20 分 8 秒、東経 136 度 39 分 52 秒  
(世界測地系『ウオッチズ』による) 標高 18m  
観測機材：70 cm 反射望遠鏡 ( F 10 )(【図 1】)  
SONY XC-009  
(3CCD カメラ 1/15 秒蓄積、DV 録画)  
GPS 時計を TIVi に同期  
予報：佐藤勲氏、Preston 氏による予報を参考に観測



【図 1】70cm 反射望遠鏡

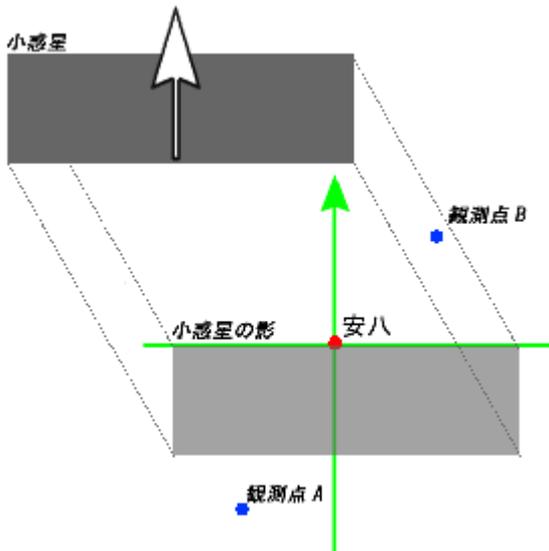
### 3、観測結果

録画したビデオの 1 フレームずつを測光した結果が次のグラフである (【図 2】)。観測対象のカウント値が 1300 前後から 250 前後まで変化する、明らかにノイズによるものではない減光を観測することができた。あまり平均化すると時間の精度が損なわれるため 2 フレームずつを蓄積した。よって時間の誤差は ±0.066 秒である。観測結果である減光時間 6.27 秒に対しては十分な精度を持ったデータであると言える。



【図2】測光値のグラフ

減光開始時刻	19h45m59.10s
減光終了時刻	19h46m05.37s
減光時間	6.27s
誤差	± 1/15 秒



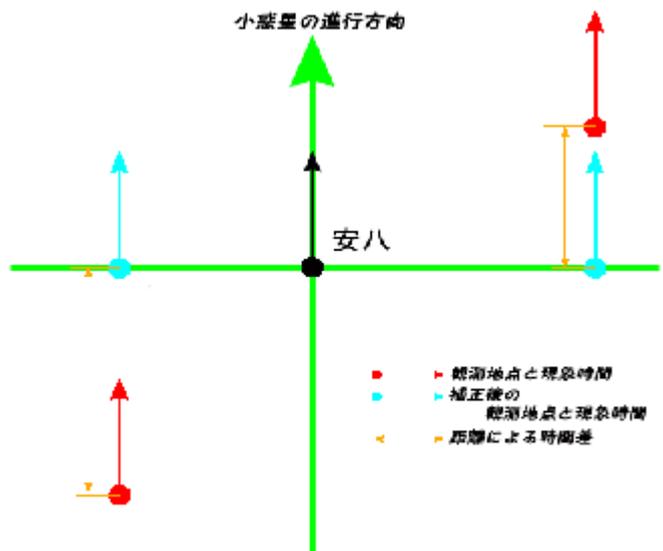
【図3】仮定した小惑星の移動

4、

**小惑星の形状計算（地球を平面と仮定）**

観測データをもとに、小惑星の形状を算出する。次のような手順で解析を行った。例として、小惑星が長方形と仮定した場合を示してみる。

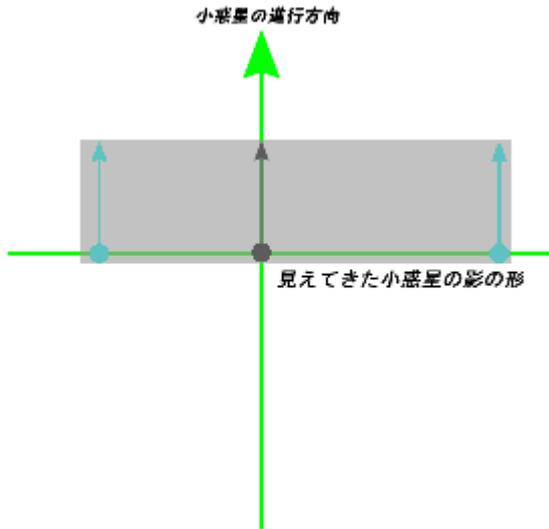
左の図（【図3】）のような現象が起きた場合、恒星の減光は観測点A、安八、観測点Bの順に観測される。減光開始・減光終了の時刻はもちろん観測地点によって異なる。



【図4】時間差の補正

るが、小惑星を長方形と仮定したため、減光時間はどの観測地点でも同じ長さである。

ここで観測された減光時間に小惑星の速さをかけることによって、減光時間を小惑星の影の長さとして表現することができる(【図4】中・赤矢印)。さらに、観測地点間の距離による現象時刻のズレを小惑星の速さを用いて補正する(【図4】中・オレンジ)。それによ



【図5】小惑星の影

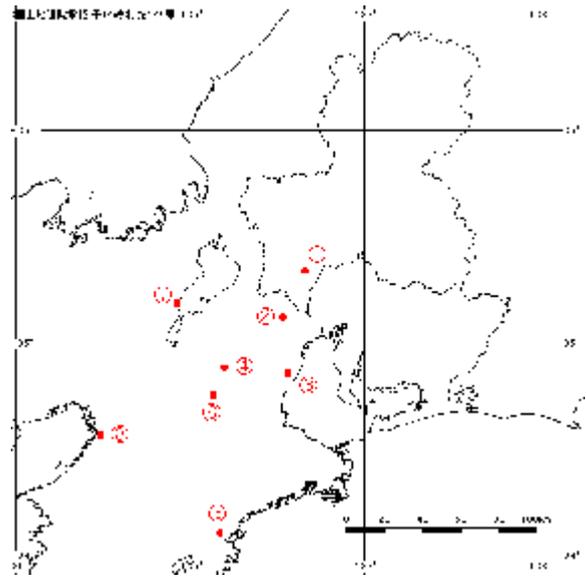
て、観測地点が小惑星の進行方向に対して垂直な一直線上にあった場合の減光開始・減光終了時刻を得ることができる(【図4】中・水色矢印)。

その結果から地上に投影された小惑星の形が検出される(【図5】)。実際の計算では影の長さの補正によってもう少し複雑になるがおおまかな流れは以上のとおりである。

実際の算出過程を以下に示す。

### 、地表面での Deiphobus の速度の算出

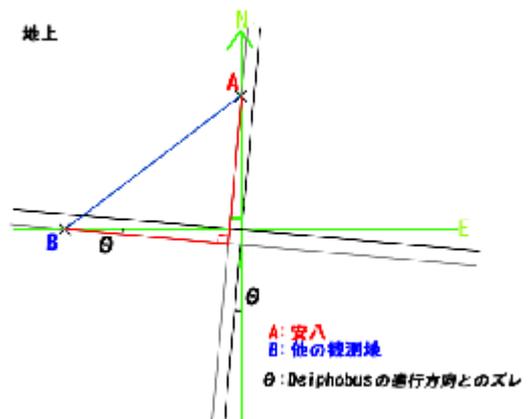
まず、Preston 氏の小惑星予報にある Parallax(視差), Hourly dRA, dDec(1 時間での赤経・赤緯の変化)のデータから、天球上の1時間あたりの速度( $^{\circ}/h$ )と地心距離 4.58AU を算出し、Deiphobus の速さと進行方向を求めた。進行方向は、ステラナビゲータを用いて赤経方向と赤緯方向の動きを、水平方向と垂直方向に切りなおし、その傾きを地表面に投影した。



【図6】観測地の位置

### 、各観測地の位置関係

次に、各観測地の位置関係について整理する。各観測地の東経・北緯をまとめ、安八との経緯度の差を測る。さらに、地表面を平面と仮定し、三平方の定理より各観測地と安八の間の距離を求め、Deiphobus 進行方向(真北から東



【図7】方角の切り直し

に 5.064 °)およびその垂直方向に切りなおした。(【図7】)

### 、地表面に落ちた Deiphobus の影の形状の算出

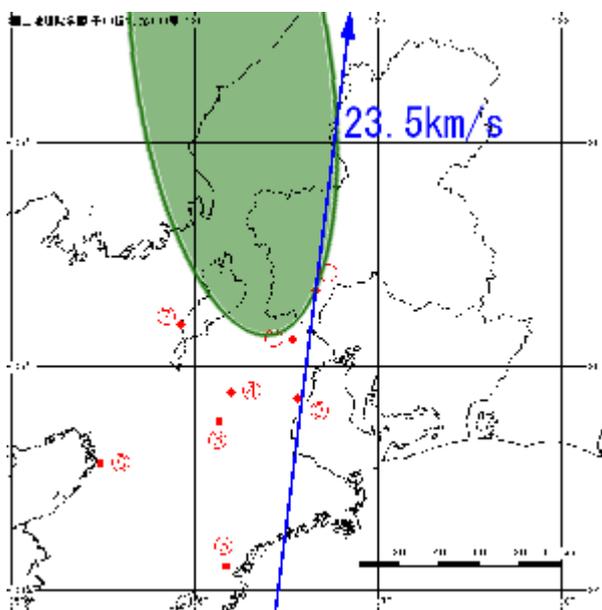
(Deiphobus 進行方向の距離差) ÷ (Deiphobus の速さ)より時間差を求め、各観測地が Deiphobus の進行方向に対して垂直な一直線上にあった場合の減光開始・減光終了の時刻を求める。

以上のような計算から得られた減光開始・減光終了時刻のデータを、安八の減光開始時刻を原点とし、Deiphobus の速さをかけて、距離で表した。そして、

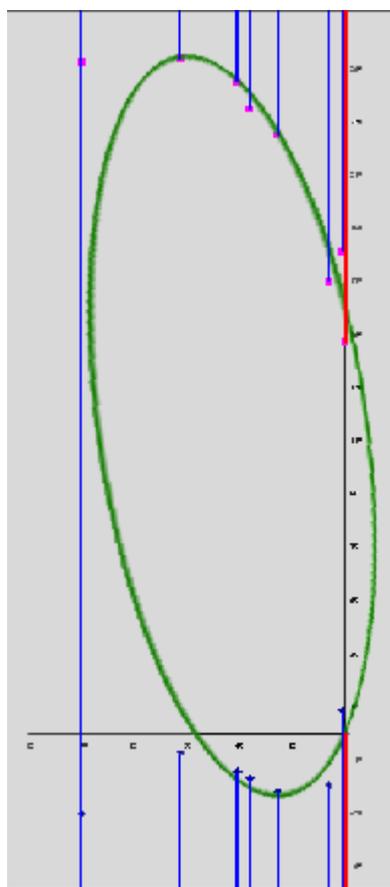
X 軸 : Deiphobus 進行垂直方向  
Y 軸 : Deiphobus 進行方向

としてグラフを作成した。

グラフの直線の空いている部分から Deiphobus の地表面に落ちた影の形状 (緑色) を読み取ることができる(【図8】)。また、現象当時、Deiphobus の影は地表面に下図(【図9】)のように落ちていたと考えられる。



【図9】観測地に落ちた影



【図8】地表面の影の形状

グラフ中、赤い線が安八のデータ、青の線は左より、山西郁也氏・大北佳秀氏・海部奈緒子氏、石田正行氏、田中利彦氏、内山雅之氏、田名瀬良一氏、渡部勇人氏・浅井晃

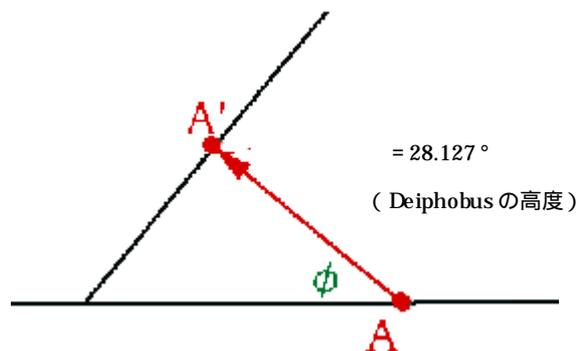
氏・伊藤正彦氏、伊藤敏彦氏から提供していただいたデータである。

### 、Deiphobus 断面図の算出

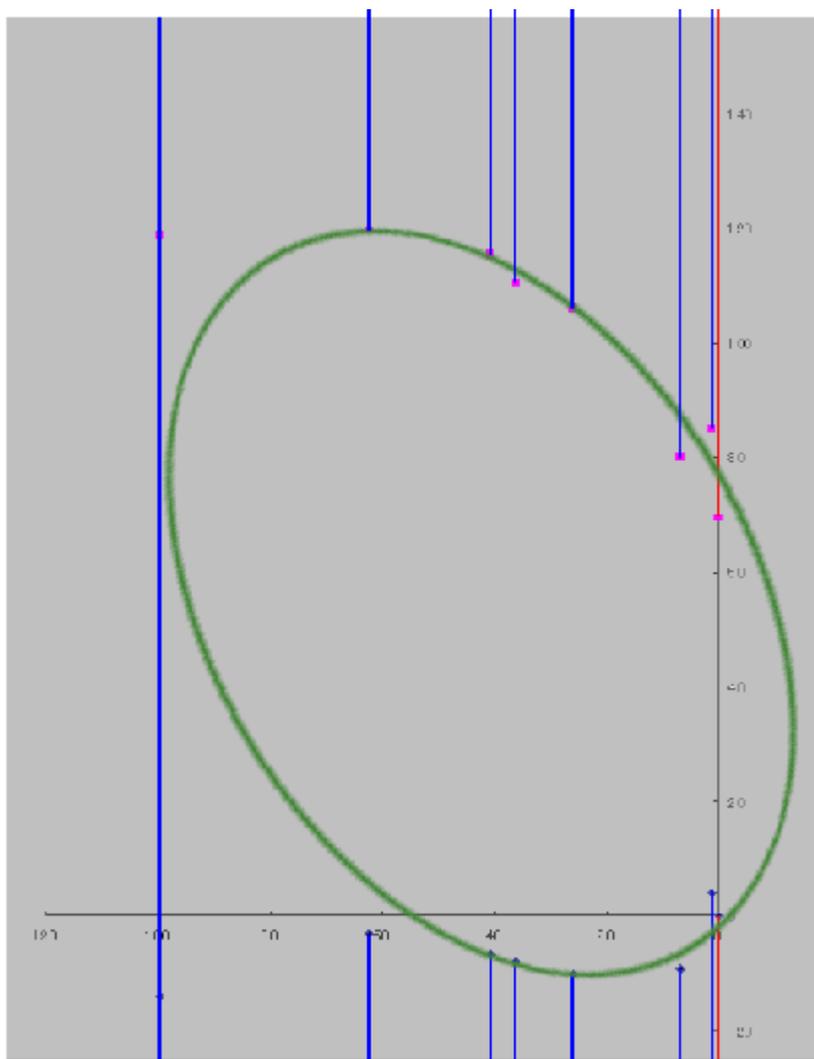
得られた地表面に落ちた影の形状から Deiphobus の断面の形状を求めることができる。Deiphobus 進行方向への影の長さに  $\sin$  ( = 観測時の Deiphobus の高度 :  $28.127^\circ$  ) をかけることによって補正をかける (【図 10】)。

補正後のグラフが下のものである(【図 11】)。影の長さに補正をかけたものは、Deiphobus の断面の形状に等しい。

141 × 95km の楕円形状 を得た。



【図 10】影を断面図に補正



【図 11】Deiphobus の断面図

## 5、今後の展望

機会があれば、Deiphobus の測光観測を追跡調査として行い、そのデータおよび今回の考察から、自転軸などについても検討してみたい。

## 6、謝辞

この研究を進めるに当たり、岐阜大学の若松謙一教授、せんだい宇宙館 早水勉氏、国立天文台 相馬充氏にご指導をいただきました。また観測施設の使用に際してご配慮いただきましたハートピア安八館長梶井芳景氏、船越浩海氏、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

## 7、データ提供、参考、使用ソフト

### ・データ提供

石田正行 氏    伊藤敏彦 氏    田名瀬良一 氏    内山雅之 氏  
渡部勇人 氏    浅井 晃 氏    伊藤正彦 氏    田中利彦 氏  
山西郁也 氏    大北佳秀 氏    海部奈緒子 氏  
(メーリングリスト『JOIN』)

### ・参考

ウォッチーズ フラー先生 (英文)

### ・使用ソフト

ステライメージ Ver5    Photoshop5.5    MicrosoftExcel2003