

(1)平成 19 年度の活動

生涯教育センター「ハートピア安八」天文台での観測も3年目となった。岐阜県立岐山高等学校地学物理部、岐阜県立大垣東高等学校理数科と本校地学部の3校の連携も本格化し、「ハートピア安八高校生観測チーム」(AstroHA)と命名された。県を超えた連携は、生徒が観測・解析しにくいテスト期間を避けて分担し、研究を継続できる大きなメリットがある。

8月に実施した岐阜県高山市清見での3校合同合宿では、好天に恵まれ、美しい天体写真を撮影することができ、空の暗い場所での流星観測・天の川を満喫することができた。

日常的にもハートピア安八天文台での星見会(観望会)には高校生も積極的にに関わり、星見会参加の親子連れと交流したり、観望用の機材の操作や天体の説明をして、天文台との連携を高めている。

また、超高層大気発光現象スプライトの観測は、SC64 フィルタを用いた分光観測を継続し、順調にイベントを記録している。SSH コンソーシアム高知に加盟し、他のSSH校と連携を深めつつある。



アンドロメダ銀河

天の川(以上合同合宿にて)

ア 研究発表の記録

- (ア) 日本地球惑星科学連合 2007 大会 高校生参加セッション「レッドスプライトは真実か」ポスター発表
- (イ) 第2回 SSH 東海地区フェスタ 2007 「食変光星のライトカーブと解析」口頭・ポスター発表
- (ウ) 日本理科教育学会第57回全国大会 「食変光星のライトカーブと解析」ポスター発表

- (I) 日本天文学会 2007 年秋季大会 ジュニアセッション  
「食変光星のライトカーブと解析」  
「トロヤ群小惑星ディフォブスの断面～小惑星 Deiphobus による恒星食よ  
り～」 ポスター発表
- (オ) AIT サイエンス大賞「食変光星のライトカーブと解析」口頭・ポスター発表
- (カ) 高文連自然科学専門部研究発表会「40 万倍の増光～ホームズ彗星を追って～」  
口頭・ポスター発表(予定)
- (キ) 日本天文学会 2008 年春季大会 ジュニアセッション  
「食変光星のライトカーブと解析」「ホームズ彗星を追って」  
「トロヤ群小惑星ディフォブスの断面～小惑星 Deiphobus による恒星食よ  
り～」 口頭・ポスター発表(予定)
- (ク) 高校生天体観測ネットワーク(Astro-HS)全国フォーラム  
「AstroHA 活動報告(仮題)」 口頭・ポスター発表(予定)

資料 生徒の作成した論文 1

### 「食変光星のライトカーブと解析」

#### 1. 概要

愛知県立一宮高等学校・岐阜県立岐山高等学校・大垣東高等学校が、公共天文台の大型望遠鏡を使用し、去年から、系外惑星のトランジット観測を目指し共同研究を開始した。トランジット観測の準備段階として、光度変化が比較的大きい食変光星を観測対象とした。今回は食変光星のライトカーブと解析について報告する。

食変光星とは明るさが変わる連星のことである。

#### 2. 目的

- (1) 食変光星の継続観測により、ライトカーブを作成する。
- (2) ライトカーブから変光周期を求め、連星系の物理量を推定する。

#### 3. 方法

##### (1) 観測

機 器：カセグレン式反射望遠鏡(西村製 D:700mm f:7000mm)(図2)  
冷却CCDカメラ(SBIG製 STL11000M-ABG)  
フィルター(SBIG製 CFW-8A)

場 所：岐阜県安八郡安八町の生涯学習センター「ハートピア安八」

日 時：2006年9月1日(22～25時)・2日(24～26時)、12月20日(18～23時)、  
2007年1月13日(19～23時)、10月5日(18～22時)

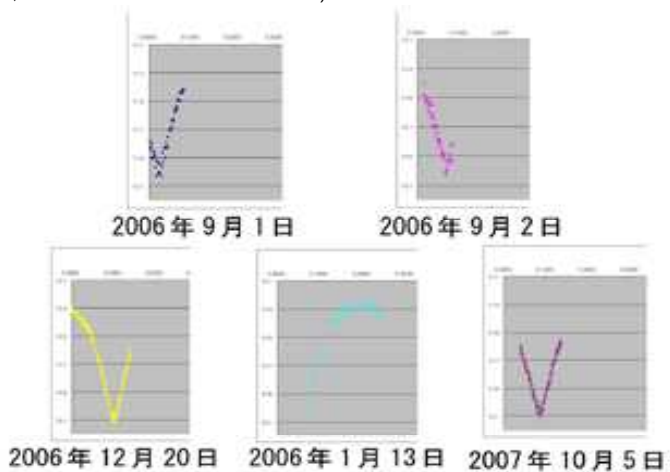
撮 影 : RV Psc(RA2000:01h19m41.1s, DE2000:+31 ° 12 05 )

冷却温度 -10 ~ 0 、 3  
× 3ビニング、15秒露出、  
B・Vフィルター

( 2 ) 解析

ソフト : すばる望遠鏡画像解析ソフト「マカリ」  
ステライメージVer.5

撮影画像の1次処理(ダーク・フラット処理)  
比較・チェック星の選定  
ライトカーブの作成と変光周期の決定  
連星系の物理量推定



【各観測日のライトカーブ】

4 . 解 析

( 1 ) 比較星の決定

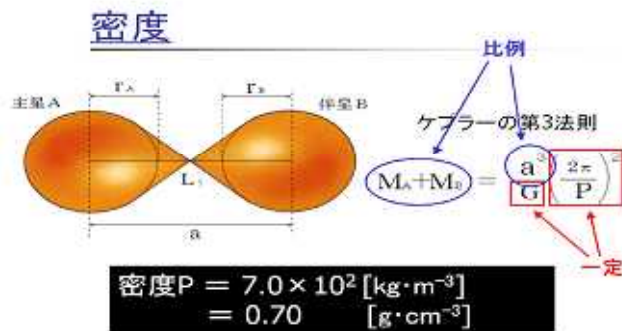
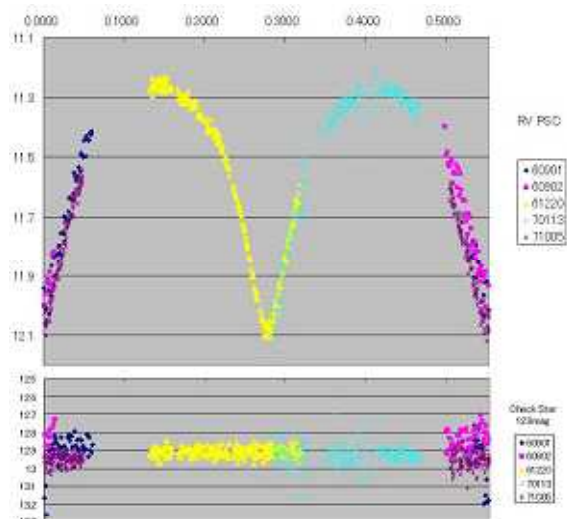
- ・ 測光したデータから変光星の等級を算出
- ・ 比較星は変光星付近の星を利用
- ・ 比較星が変光していないか確認

( 2 ) ライトカーブの作成と変光周期

- ・ 観測日ごとにライトカーブを作成
- ・ ライトカーブをスライドし、1周期分に
- ・ 1周期を 0.55399 日と決定
- ・ 発表されているライトカーブとほぼ一致する

( 3 ) 連星系の物理量推定

- ・ ライトカーブの形状からW UMa型の接触連星と判断
- ・ 主系列星と同等の恒星であると仮定し、B-Vの値(0.54)からスペクトル型・表面温度を推定
- ・ 恒星の平均密度はRV Pscがロッシュローブを満たすことを考慮して幅を持たせた



5 . 考 察

RV Pscが示すライトカーブは、主極小と副極小がほぼ同じであり、形状から2つの恒星がかなり近い距離で公転していると思われる。B-Vの値も変動が小さいことから、2つの恒星はほぼ同じ物理量であると考えた。この仮定のもと一般化したケプラーの第3法則を用いて算出したRV Pscの密度は主系列星のそれより小さい値を示している

6 . 今後の展望

- ・ 3校での共同研究を継続し、トランジット観測に挑戦する。

- ・観測結果は食の深さが0.9等であり、2つの星は横長の楕円体と予想される。
- ・分離タイプのKP AQLについてただ今観測解析中である。

## 7. おわりに

本研究において、若松謙一先生はじめ岐阜大学工学部宇宙測地研究室の先生方、岡山県立鴨方高校の大島修先生には観測から解析方法に至るまでご指導いただきました。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の館長様、船越先生、この場を借りてお礼申し上げます。

## 8. 参考資料

- ・永井和男の食変光星観測のページ [http://homepage3.nifty.com/nga\\_star/index-j.htm](http://homepage3.nifty.com/nga_star/index-j.htm)
- ・すばる望遠鏡画像解析ソフト『マカリ』
- ・天体画像処理ソフト「ステライメージVer.5」
- ・大分大学 教育福祉科学 天文研究室
- ・JAXA(宇宙航空研究開発機構)
- ・StarLightProject.exe <http://www.midnightkite.com/binstar.html>
- ・ウィキペディア
- ・Durham University Department of Physics Astro Lab  
<http://www.dur.ac.uk/physics.astrolab/eclipsing/eclipsing.html>

資料 生徒の作成した論文 2

**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～(抜粋)**  
( 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 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、約 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『ウォッチズ』による) 標高 18m  
観測機材：70 cm 反射望遠鏡 ( F 10 ) (【図 1】)  
SONY XC-009 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。時間の誤差は  $\pm 0.066$  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。

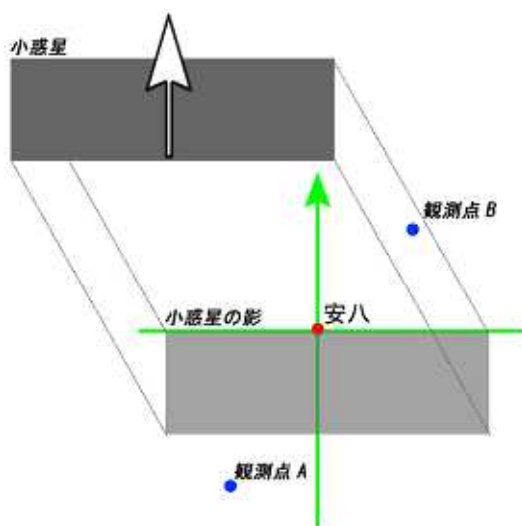
## 4、小惑星の形状計算 (地球を平面と仮定)

観測データをもとに、小惑星の形状を算出する。小惑星が長方形と仮定した場合を示す。

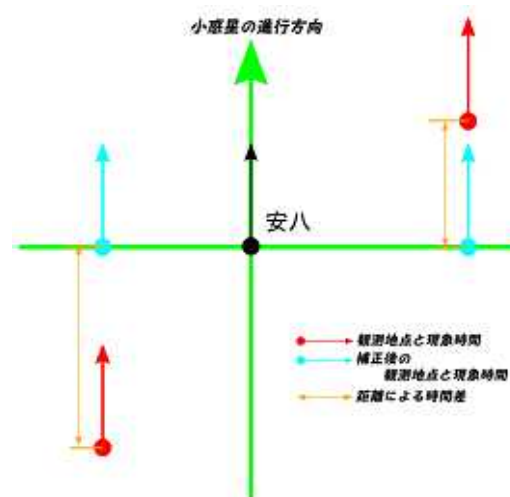
【図 2】のような現象が起きた場合、恒星の減光は観測点 A、安八、観測点 B の順に観測される。減光開始・減光終了の時刻は観測地によって異なるが、小惑星を長方形と仮定したため、減光時間は同じである。

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。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 3】)。それによって、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。

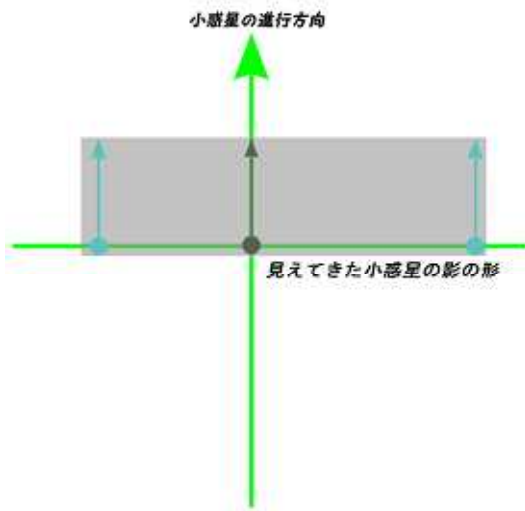
その結果から地上に投影された小惑星の形が検出される(【図 4】)。実際の計算では影の長さの補正によってもう少し複雑になるがおおまかな流れは以上のとおりである。



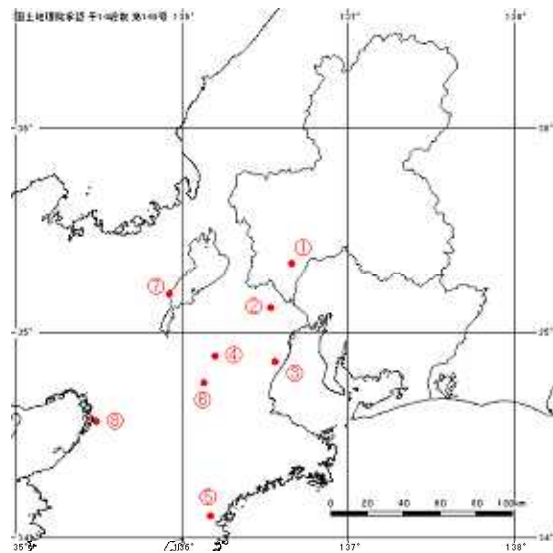
【図 2】



【図 3】



【図4】



【図5】

実際の算出過程

**、地表面での Deiphobus の速度の算出**

Preston 予報にある Parallax , Hourly dRA , dDec のデータから、天球上の1時間あたりの速度 (°/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地表面に投影した。

**、各観測地の位置関係**

各観測地(【図5】)の東経・北緯をまとめ、安八との経緯度の差を測る。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 進行方向およびその垂直方向に切りなおした。

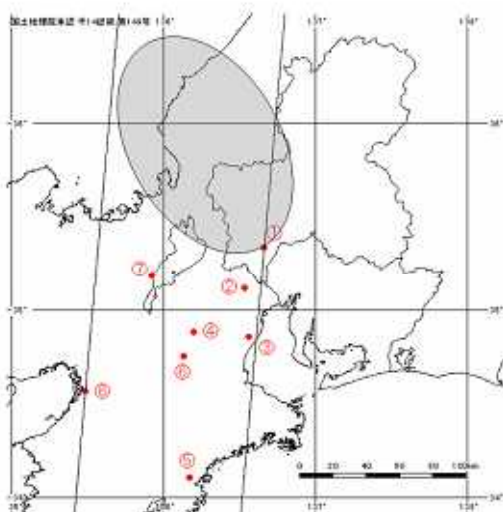
**、地表面に落ちた Deiphobus の影の形状の算出**

(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



【図6】

としてグラフを作成した。こうして Deiphobus の地表面に落ちた影の形状を読み取ることができる。現象当時、Deiphobus の影は地表面に【図6】のように落ちていたと考えられる。

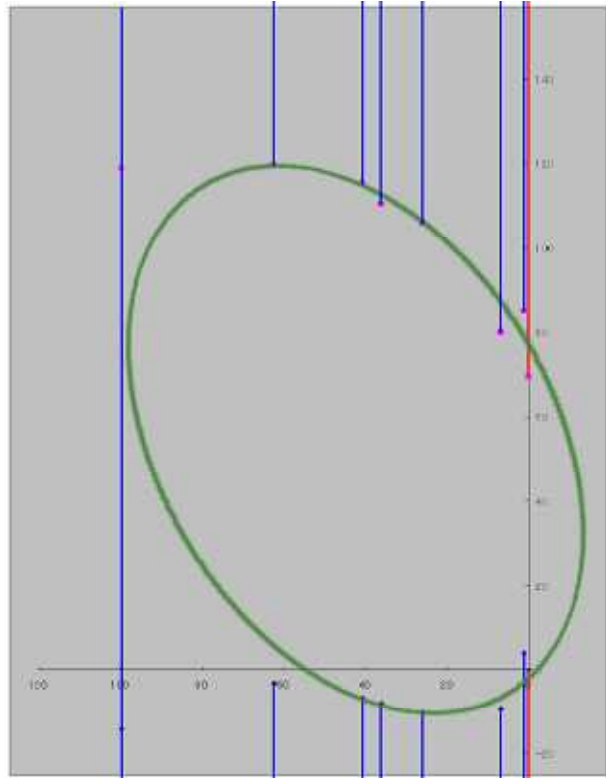
**、Deiphobus 断面図の算出**

得られた影の形状から 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 ° ) をかけることによって補正をかける。

補正後の断面図が右である。

141 × 95km の楕円形状 を得た。



## 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

ウォッチズ フラー先生 (英文)

### ・使用ソフト

ステライメージ Ver5    Photoshop5.5    MicrosoftExcel2003

### (2)今後の展望

今年度グループの名前も決まり、本格始動した「ハートピア安八高校生観測チーム」は、高校生が希望すれば天文台での学術観測に参加できる、全国でも珍しい活動と思われる。今後ともハートピア安八天文台や他校との連携を深め、この活動を発展させていきたい。

来年度から準備をして 2009 年の皆既日食には、是非地学部や AstroHA の仲間と一緒に出かけ、学術的に価値のある観測をしたいと思う。学校での観測も並行して実施して、本校独自のテーマの探求も深め、科学技術に関心の高い生徒を育てたい。