



時 平成27年7月20日(月) 10時~17時  
場 大阪教育大学 天王寺キャンパス 西館1階ホール

# 第五回 天文高校生集まれ!

## 第五回天文高校生集まれ!!

内容：高校生の天文関連活動や研究成果などの発表と交流

参加対象：高校生と顧問教員、指導者、保護者

※発表をする生徒・教員・保護者以外の参加も大歓迎です

定員：160名まで

参加費：無料

お申込、お問合せ：[tenmon-hs5@quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp](mailto:tenmon-hs5@quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp)

7月6日締切

主催：高校生天文活動発表会実行委員会

後援：大阪教育大学、日本天文学会、天文教育普及研究会

高校生天体観測ネットワーク(Astro-HS)、東亜天文学会

ホームページ：<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/tenmon-hs/>

# 第5回高校生天文活動発表会～天文高校生集まれ～

## プログラム

2015年7月11日  
高校生天文活動発表会実行委員会

2015年7月20日 於大阪教育大学 天王寺キャンパス 西館ホール

9:30 受付

9:50 開会行事 実行委員長挨拶  
会場地挨拶

### セッション1

- 10:00 ①黒点の大きさと磁場の強さ (京都府立洛東高等学校) ..... 4  
10:15 ②太陽フレアの発生する黒点群について (滋賀県立米原高等学校)  
10:30 ③2つの系外惑星のトランジット観測 (奈良県立青翔高等学校)

### 特別セッション

- 10:45 ④お盆のような月の輝きに迫る (ハートピア安八ジュニア天文倶楽部) ..... 10  
11:00 ⑤SQMによる夕方のグラデーション測定Ⅱ (愛知県一宮市立南部中学校)  
11:15 ⑥SQM専用フード作り/SQM-L専用フードの設計と製作～理恩(り)のモデルの評価～  
(愛知県立一宮高等学校・一宮市立向山小学校)

### セッション1 (続き)

- 11:30 ⑦岩橋善兵衛への挑戦～伏見の夜空の明るさ調査～ (京都府立桃山高等学校) ..... 16

### ポスター発表紹介

- 11:45 ポスター発表紹介  
P1 皆既月食による本影内のRVB光量分布 (愛知県立一宮高等学校) ..... 18  
P2 分光観測による3彗星の比較 (奈良県立青翔高等学校)  
P3 流星電波観測によるしぶんぎ座流星群の活動 (兵庫県立三田祥雲館高等学校)  
P4 小惑星カミラの自転周期 (兵庫県立三田祥雲館高等学校)  
P5 太陽の自転周期と黒点の寿命 (兵庫県立三田祥雲館高等学校)  
P6 変光星アルゴルの研究 ～デジカメによる多色測光～ (金光学園中学・高等学校)  
P7 惑星の投影を考慮したプラネタリウムの投影機およびドームの計画 (神戸市立工業高等専門学校)  
発表のない学校の学校紹介 (3校×2分=6分)  
兵庫県立大学附属高校、大阪電気通信大学高等学校、善正高校

12:10 昼食 (ポスターセッションを含む)

13:20 会場へ集合案内

### セッション2

- 13:25 ⑧いて座新星2015No.2のスペクトルに見られたP Cygプロファイル(国立米子工業高等専門学校) ..... 34  
13:40 ⑨分光分析による連星の運動の解析 (兵庫県立龍野高等学校)  
13:55 ⑩流星と火球の研究 ～火球の正体に迫る～ (金光学園中学・高等学校)  
14:10 ⑪「夏の星座」「冬の星座」の立体模型の作製 (京都府立城陽高等学校)  
14:25 ⑫枯渇彗星 PHAETHON の調査 (佐野日本大学高等学校)  
14:40 休憩・記念写真撮影・ポスターセッション  
15:45 特別講演:「究極の電波望遠鏡で見る星の誕生」講師 大阪府立大学 大西利和先生  
16:45 質問・討論タイム・コメンテーターから・閉会行事  
16:55 解散

## 参加者のみなさまへ

※発表をされなくても生徒が参加されている学校・個人は学校紹介をお願いいたします。  
(パワーポイントを作成していただければ、投影いたします。)

### ☆口頭発表

最初に学校紹介1分；講演＋質疑（生徒の質問を中心に考えています）12分、コメント2分（研究者のコメントです）  
今回は、生徒諸君の質問を充実させたいので、あらかじめ他校の予稿を熟読し、質問を用意しておくようご指導ください。  
予稿のpdfは <http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/tenmon-hs/abstract2015.pdf> にあります。

☆口頭発表 11分で鉦1つ、12分で鉦2つ、15分で鉦連打です。

☆ポスター紹介 2分で鉦1つ。2分程度のパワーポイントを用意していただきますようお願いいたします。

ポスターセッションは、別室で行います。ボードを用意しますので、そこに掲示していただきます。

（セロテープやマグネットなどで）ポスターはA0版の大きさまで掲示できます。

口頭発表の学校も、必ずポスターをご持参ください。

受付で、データの入っているUSBメモリをお渡しください。

プレゼン用パソコンは持ち込み可能ですが、発表を円滑に行えるようにデータをUSBメモリに入れてご持参ください。  
学校紹介も同様にしたいと思います。

昼食はご持参ください。学食は休日なので営業していません。

昼食は指定する部屋でお済ませください。ホール内は飲食禁止です。

飲料は近くに自販機があります。お弁当は大学の門の外（歩5分）にあるコンビニで購入できます。

休憩時の飲み物などサービスはありません。

ゴミ分別回収にご協力ください。

☆名札は各自ご用意ください。

☆予稿は各校で発表会のHPからダウンロードして印刷の上、会場へお持ちよりください。

---

## 黒点の大きさと磁場の強さ

上籠 俊輝、木谷 有沙（高3）、野上 隼紀、遠藤 陸央（高2）深見 涼（高1）  
【京都府立洛東高等学校】

---

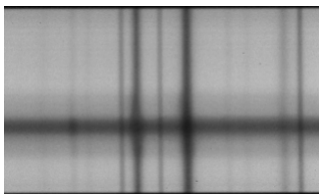
### 1. はじめに

2014年8月19日に太陽の黒点の磁場強度を調べるために、直径の異なる7つの黒点を観測し、66個の高分散スペクトルデータが得られた。スペクトルを調べたところ、黒点の直径と磁場による吸収線の幅に比例関係があることがわかったので報告する。

私達の学校ではこの13年間、京都大学大学院理学研究科附属花山天文台で太陽の高分散分光観測による実習を続けてきた。今年は8月18日～21日の4日間観測実習を行った。

### 2. 観測について

観測は、花山天文台の太陽館にある口径70cmのシーロスタット望遠鏡に附属する高分散分光器（波長分解能50万・スリット幅100 $\mu$ ・スリット長が太陽面上で約5万km）を使用した。



分光器で得られたスペクトルはCCDカメラでFITS画像として保存された。使用した波長域はFeI6301、6302を中心とする6299 $\text{\AA}$ ～6304 $\text{\AA}$ の範囲である。65枚のスペクトル画像が8月19日日本時間10時00分から11時06分の間に得られた。この2つの吸収線は磁場の影響を受けて幅が広がる（ゼーマン効果）。

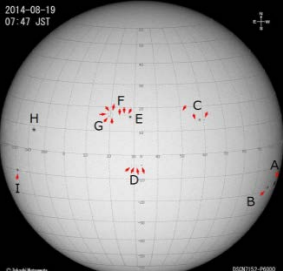
↑得られたスペクトル画像の一例

### 3. 解析

得られたスペクトル画像は国立天文台提供のマカリを利用してスペクトルトレースに変換（数値化）された。

地球大気起源の吸収線を利用して分散方向の1ピクセルあたりの波長の測定を行ったところ、0.0039 $\text{\AA}$ /ピクセルの値を得た。スペクトル画像のスリット方向のピクセルあたりの太陽表面での実長を調べた。H $\alpha$ モニターに記録されているスリットの形と太陽像を比較して、太陽面でのスリット長が50000kmとわかった。これをスペクトル画像でのスリット方向ピクセル数で割り、43km/ピクセルを得た。

黒点	黒点直径km	太陽面経緯度
A	11830	78W 5N
B	15880	75W 30N
C	7970	28W 2S
D	5520	2W 20N
E	13830	2W 0
G	3400	8E 2S
H	15250	42E 2S
I	4698	60E 12N



表は観測時の黒点の緯度経度 画像は観測日の太陽（明治大学天文部0Bの松本孝さん提供）

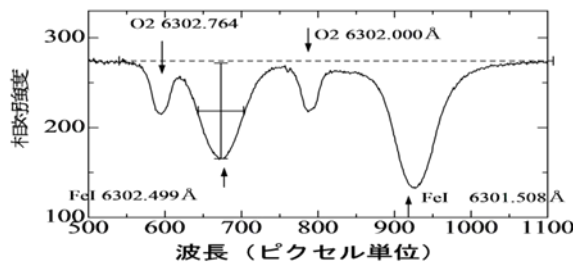
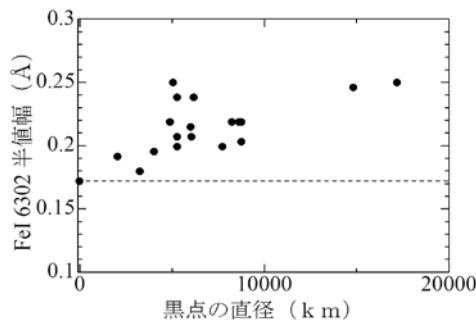


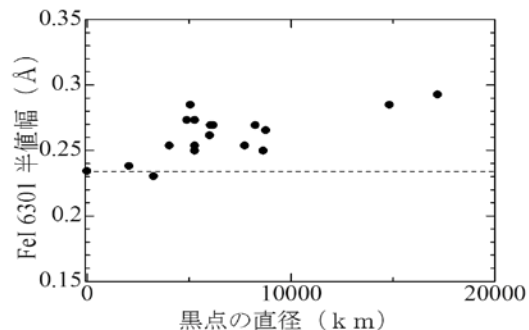
図1 吸収線の線幅（半値幅＝FWHM）の測定方法

線幅は半値幅 (FWHM) を測定した。スペクトル中の一番明るいところをコンティニュームとした。吸収線の中央の一番深いところの明るさとコンティニュームとの中間値の幅を半値幅と呼ぶ

#### 4. 考察



暗部 FeI 6302のFWHMと黒点の直径の関係



暗部 FeI 6301のFWHMと黒点の直径の関係

↑ 図2

↑ 図3

黒点の暗部の直径と線幅を調べた図2 (FeI6302)と図3 (FeI6301)を比較するとほぼ同様な一時直線になっている。先輩の研究(米坂ら 2004)と図2図3との比較で黒点の直径が5000kmで0.9キロガウス、10000kmで1.1キロガウス、15000kmで1.3キロガウス、20000kmで1.6キロガウス程度の磁場を持つことが分かった。

一方、半暗部では、磁場強度は黒点の大きさにあまり関係なくばらつきが大きいことが大きいことがわかった。

#### 5. 結論

暗部では、黒点の直径と磁場強度の関係は、比例関係にあると考えられる。半暗部では、黒点の直径と磁場強度に明確な関係が見られなかった。

#### 6. 謝辞

京都大学名誉教授 黒河宏企先生および京都大学大学院理学研究科附属花山天文台研究員の石井貴子先生に指導をいただきました。TAの学生さんには適切な指導をいただきました。花山天文台のスタッフの皆様には、観測の便宜を図っていただきました。この研究は平成26年度京都府高等学校フロンティア事業の援助を受けました。

#### 7. 文献

米坂聡一郎、和田光男、畑中滋生2004 日本天文学会2004 第6回ジュニアセッション予稿集 p42

# 太陽フレアの発生する黒点群について

滋賀県立米原高等学校 地学部

大輪紗也加 山田祐輝

## 1. 動機

ベルギー王立天文台算出の黒点相対数には、図1のような約1ヶ月の周期的な増減が見られる。そこで、黒点群や太陽フレア（以下、フレアとする）は、発生位置に何らかの規則性があると考えた。

今回は、いまだによく分かっていなかったフレアの発生経度について調査した。

## 2. 目的

本研究では、大規模フレアや多くのフレアが発生する黒点群の経度を調べることを目的とした。

## 3. 方法

研究1では自分たちの観測データを用いた。研究2では不足したデータを補うために太陽・太陽圏観測衛星 SOHO の観測データを用いた。

また、研究2には、「フレア発生回数」に注目して進めた研究と、後述の「得点」というものを中心に進めた研究がある。前者を研究2-1、後者を研究2-2とした。

### — 研究1

1. 米原高校にて太陽を Ca II-K 線の波長で撮影した2011年～2015年までの画像を、画像処理ソフト RegiStax を用いて処理を行い鮮明なものにする。
2. 撮影した太陽の画像は、SOHO の画像をもとに、画像の上下が太陽の南北になるように回転して修正した。
3. プログラミング言語 IDL を用いて、太陽面の中心から緯線方向に $\pm 30^\circ$ 、経線方向に $\pm 50^\circ$ 画像を切り抜く。  
その1自転周期分(約一か月分)を横に並べて太陽表面を帯状に表す展開図を作成する。
4. 展開図をもとに、太陽表面のフレアや黒点群の位置を調べる。

### — 研究2

1. SOHO のデータ(X線等級Cクラス(小規模)以上のフレアを起こした黒点群の緯度、経度、黒点数、大きさ、Hale分類とフレアのX線等級)を、1998年～2015年まで借用する。
2. それぞれのデータを表計算ソフト Excel でグラフなどにして、データの分析を行う。
3. フレアの発生位置とそれぞれのデータの関係性を調べる。

## 4. 仮説

私たちは研究を始めるにあたって、「大規模フレアや多くのフレアが発生する黒点群の経度には偏りがある」という仮説を置いた。

## 5. 結果

### — 研究1

今回の研究目的は、フレアの発生する黒点群の経度を調べることだが、米原高校での観測期間が短く、フレアは計7回しか観測できなかった。そこで、単に大きな黒点群の位置を調べた。展開図は図2のようなものを48枚作成した。展開図で経度 $10^\circ$ 毎にいくつの大きな黒点群が存在するかを調べたところ、図3のようなグラフになり、経度約 $80^\circ$ と約 $200^\circ$ 付近に大きな黒点群が多く発生していると分かる。

### — 研究2-1

まず、研究1の展開図のように太陽表面全体におけるフレア発生回数の分布を調べた。調べたすべてのフレアの発生緯度、経度、回数から図4を作成した。次に、フレア発生回数の経年変化を調べた。Mクラス(中規模)フレアの発生経度、回数、年から図5を作成した。図6のようにXクラス(大規模)フレアでも同じものを作成した。フレアは第23太陽周期では、約 $40^\circ$ と約 $120^\circ$ と約 $300^\circ$ 付近に多く発生していると分かる。第24太陽周期では、約 $120^\circ$ と約 $200^\circ$ と約 $300^\circ$ 付近に多く発生していると分かる。

### — 研究2-2

ここで用いた「得点」とは、X線等級で表されたフレアの放射するX線量を数値として取り扱うために設定した基準である。今回はA、Bクラスのフレアのデータは使用しなかったため、C1.0を1、M1.0を10、X1.0を100とした。まず、得点の経年変化を調べた。調べたすべてのフレアの発生経度、得点、年から図7を作成した。多発経度は、図5、6と同じであるといえる。

## 6. 考察

### — 研究1

図3から約 $80^\circ$ と約 $200^\circ$ 付近に大きな黒点群が多く発生していると考えたが、単に大きな黒点群が大規模フレアを起こす訳ではないと知り、この結果には意味がないと考えた。

— 研究 2-1

図 4 からは、発生回数の分布には偏りが見られないと考えた。

図 5、6 からは、フレアの多発経度が第 23 太陽周期と第 24 太陽周期の間で、約 40° と約 120° 付近から、それぞれ約 120° と約 200° 付近に移動していると考えた。

300° 付近は両周期ともに多くのフレアが発生していると考えた。

また、単に約 40° と約 120° と約 200° と約 300° 付近で多くのフレアが発生しているとも考えた。

— 研究 2-2

図 7 からは、図 5、6 と同様に発生経度の移動、あるいは一定の発生経度があると考えた。

7. 結論

フレアの発生回数が多い黒点群や得点の高い黒点群は、多発経度が第 23 太陽周期と第 24 太陽周期の間で移動している、あるいは、ある一定経度を多発経度としている。

8. 課題

今回の結論をより正確なものにするため、より長期間の調査やほかの視点からの考察をする。

また、フレアの発生要因の一つである黒点群の磁場についても調べる。

9. 謝辞

今回の研究に当たり、以下の先生方にお世話になりました。心より感謝申し上げます。

京都大学花山天文台 北井 礼三郎 先生  
石井 貴子 先生

10. 参考文献

○「天文年鑑 2014 年度版」

編：天文年鑑編集委員会 出版：誠文堂新光社

○「SolarMonitor」

URL:<http://www.solarmonitor.org/>

11. 図表

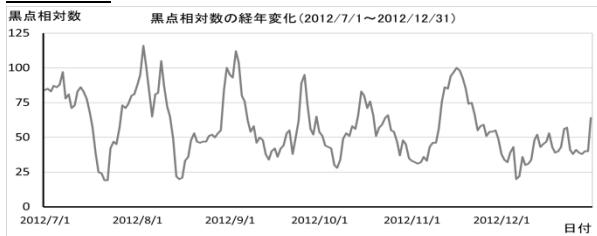


図 1

2012. 8. 16~9. 11

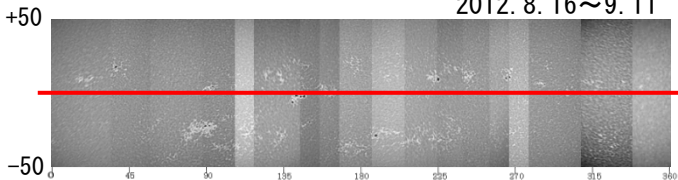


図 2: 赤線は平均日面中央緯度で+6.97

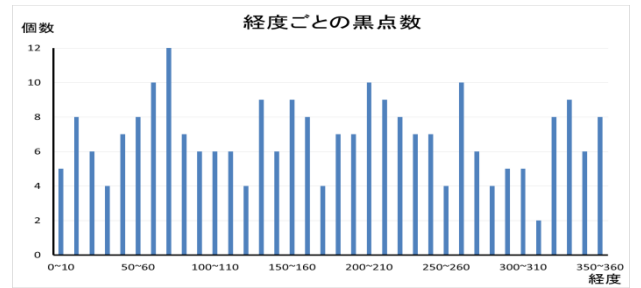


図 3

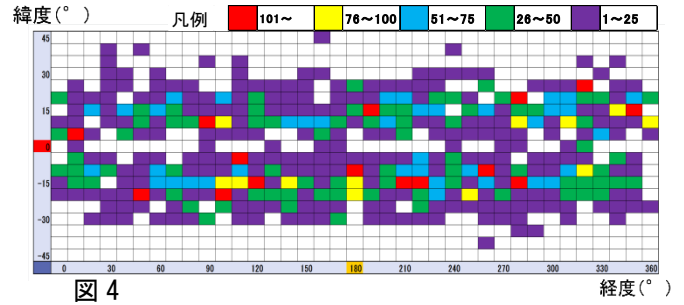


図 4

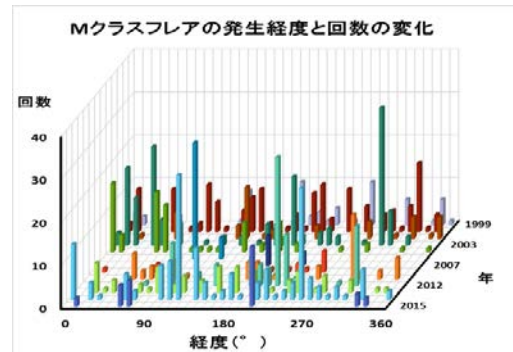


図 5

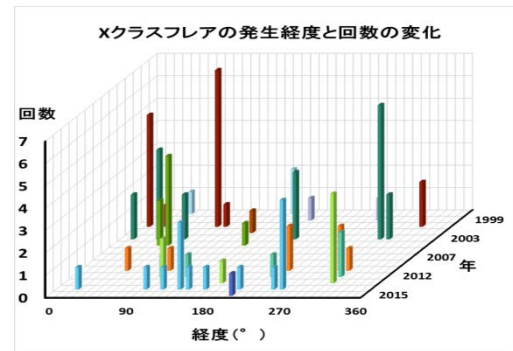


図 6

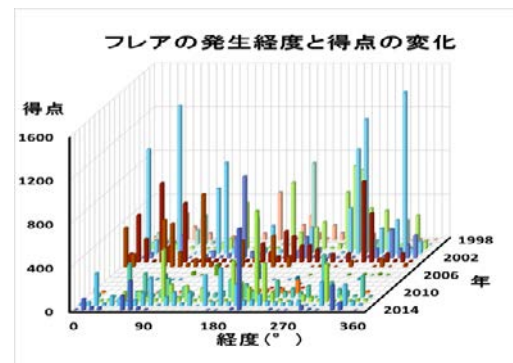


図 7

---

## 2つの系外惑星のトランジット観測

田中雅也、名倉寛人、山口祐暉、山下裕司（高3）【奈良県立青翔高等学校】

---

### 要 旨

我々は、TrES-1とHAT-P-43という2つの系外惑星をもつと考えられている恒星について、岡山県美星天文台でトランジット法による観測を行った。その結果から光度曲線を作成すると、いずれの恒星についても系外惑星のトランジットによる減光が確認できた。更に、その減光率と母星である恒星のスペクトル型（または色指数）等からそれぞれの系外惑星の半径を推定したところ、TrES-1bは $8.7 \times 10^4 \text{km}$ 、HAT-P-43bは $1.2 \times 10^5 \text{km}$ という値が求まった。また、太陽系外から見た地球のトランジットについてもシミュレートした。

### 1. はじめに

2014年4月17日、NASAの宇宙望遠鏡ケプラーのデータを分析する科学者チームは、493光年先にある赤色矮星の生命居住可能領域内を、地球によく似た惑星が公転していると発表した。このニュースに興味を持った我々は、自分達で系外惑星の存在を確かめてみようと思った。系外惑星の主な観測方法としては、ドップラーシフト法とトランジット法があるが、ドップラーシフト法では高分散分光観測を行う必要があるため、小型望遠鏡でも手軽に行えるトランジット法を用いることにした。

観測は岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で行い、対象天体はExoplanet Transit Database (<http://var2.astro.cz/ETD/>) より、観測夜にトランジット予報の出ているものの中から選んだ。観測は2夜行えたが、最初の2014年7月11日には比較的減光が大きく先行研究も進んだTrES-1を、2回目の2014年12月5日にはHAT-P-43を選んだ。

### 2. 目的

我々の研究の目的は、主として以下の2点である。

- (1) TrES-1およびHAT-P-43について連続的に測光観測を行い、その結果より光度曲線を作成する。
- (2) (1)で作成した光度曲線と母星である恒星の物理的特徴より、トランジットを起こした系外惑星の半径を計算により求める。

### 3. 方法

トランジット観測は、岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で実施した。その観測及びデータ解析の手順は、以下の通りである。

- (1) 望遠鏡に冷却CCDカメラとRcフィルターを取り付け、目的の天体と比較星を含むライトフレーム、フラットフレーム、ダークフレームなどの画像を取得した。比較星の選出は、天文データベースAladin (<http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>) により、目的の天体と等級の近いものを選んだ。
- (2) 「マカリ」（国立天文台・(株)アストロアーツ）により、一次処理を行った。
- (3) 引き続き「マカリ」を用いて、開口測光により目的の天体と比較星の明るさを測り、比較星に対する目的の天体の相対的な明るさを求めた。
- (4) (3)のデータより、「Microsoft Excel」を用いて光度曲線を作成し、それによりトランジット中の減光率を求めた。
- (5) (4)の減光率が母星である恒星に対する系外惑星の断面積比であるとして、次式により恒星に対する系外惑星の半径比を求めた。

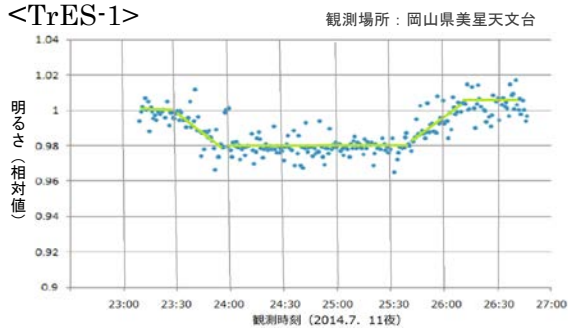


$$L = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} \quad \text{変形して、} \quad r = R\sqrt{L} \quad (L: \text{減光率} \quad r: \text{系外惑星の半径} \quad R: \text{恒星の半径})$$

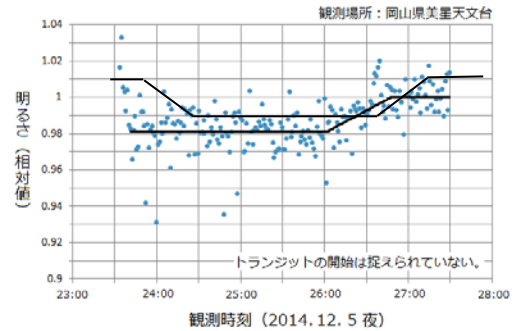
(6) 母星である恒星のスペクトル型 (または観測によって求めた色指数) と光度階級などから恒星の半径を推定し、これと (5) の半径比を用いて系外惑星の半径を求めた。

#### 4. 結果

<TrES-1>



<HAT-P-43>



#### 5. 考察 (1) 度

曲線を作成すると、いずれも系外惑星のトランジ

ットによる減光が確認できた。

また、トランジット中の減光率は、TrES-1は $2.2 \pm 0.47\%$ 、HAT-P-43は $1.9 \pm 1.3\%$ と求めた。

(2) 3の(5)の式で、母星である恒星に対する系外惑星の半径の比を計算すると、TrES-1bは $0.15R$  ( $0.13R \sim 0.16R$ )、HAT-P-43bは $0.14R$  ( $0.08R \sim 0.18R$ )となった。

(3) 前出のAladinによると、TrES-1のスペクトル型はK0Vである。また、Allen's Astrophysical Quantities によると、K0型の主系列星の半径は $0.85R_{sun}$  ( $R_{sun}$ : 太陽半径) であるから、TrES-1bの実半径は、 $r = 0.15 \times 0.85R_{sun} = 8.7 \times 10^4 \text{ km}$  ( $7.8 \times 10^4 \sim 9.7 \times 10^4 \text{ km}$ ) となる。これは木星半径の1.2倍 (1.1~1.4倍) に相当することがわかった。

(4) HAT-P-43については、観測実施日にBフィルターおよびVフィルターを取り付けて取得した画像から、B等級は14.07等、V等級は13.58等と測定できた。よって色指数B-Vは0.49等となり、主系列星と考えると、前出のAllen's Astrophysical Quantities より、半径は $1.2R_{sun}$ と推定できる。よって、HAT-P-43bの実半径は、 $r = 0.14 \times 1.2R_{sun} = 1.2 \times 10^5 \text{ km}$  ( $6.5 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^5 \text{ km}$ ) となり、木星半径の1.6倍 (0.9~2.1倍) に相当することがわかった。

(5) The Extrasolar Planets Encyclopaedia (<http://exoplanet.eu/catalog/>) によると、TrES-1bの半径は木星の1.099倍、HAT-P-43bの半径は木星の1.283倍となり、いずれも我々の値の方が10~25%大きい、誤差の範囲に収まっている。

#### (6) 太陽系外から見た地球のトランジット

太陽と地球の半径比は109:1なので、3の(5)の式で減光率を求めると0.0084%となる。地球軌道の円周は $9.42 \times 10^8 \text{ km}$ なので、1年に1度のトランジットの継続時間は、

$$9.42 \times 10^8 : 365.25 \times 24 = 140 \times 10^4 : X \quad X = 13 \text{ 時間}$$

よって、我々の方法で太陽系外から地球のトランジットを観測することは不可能であると考えられる。

#### 6. まとめ

今回の2つの系外惑星は、それらの公転周期から考えると、いずれもホットジュピターに相当することがわかった。今後は、スーパーアースを持つ候補天体のトランジット観測についても試みたいと思う。

**謝辞** 本研究を行うにあたり、大阪教育大学の福江教授、松本准教授にご指導を頂きました。また、美星天文台の綾仁台長、前野研究員、兵庫県立大学西はりま天文台 (現京都産業大学) の新井研究員には、観測についてご指導を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

# お盆の様な月の輝きに迫る

ハートピア安八ジュニア天文倶楽部

田島 怜一郎(中1)【岐阜市立岐阜中央中学校】、橋口 健太(中1)【山県市立伊自良中学校】

## 要旨

お盆のように縁まで明るい月の輝きに興味を持ち、研究を始めた。紙やすりなどを使った実験の結果と月を反射モデルなどで比較した結果、月の反射は粒子が深い凹凸をもって堆積することで生み出されることが分かった。

## 1、はじめに

今回の研究の目的は以下の3つである。

- 1 (撮影と測光方法の習得) 月を撮影し写真から明るさを測る。
- 2 (検証実験の実施) 月の表面に見立てた紙やすりなどの試料で、反射実験を行う。
- 3 (原因究明) 両者を比べ、「お盆のような月」の原因を探る。

## 2、月の表面の測光(観測結果)と月に周辺減光がない理由(仮定)

画像処理ソフトを使い、月の測光をした。月の画像はハートピア安八天文台の口径15cm屈折望遠鏡で、一昨年撮影したものを利用した。測光地点は、地球高度と太陽高度の $22.5^\circ$  ずつの等高線の交差した所で、地形に特徴がある(クレーターなど)場所は避けた。図1がその結果である。縦軸が明るさ、横軸が測光ポイントで、全てのポイントで明るさが同じことから、月には周辺減光がないといえる。

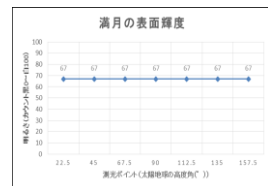


図1 月の測光結果

- (1)物質の組成(石の種類)
  - (2)物質の色(石の色)
  - (3)月の地形(クレーター、山、谷)
  - (4)反射面の粒子の形状と大きさ
- 周辺減光がない原因として、(4)だけが否定要素がないため、原因は(4)と仮定した。

## 3、月面レゴリスを見立てた反射実験

月面はレゴリスでおおわれ、その殆どは、角ばった1mm程度の微粒子だということが分かった。これを参考に実験に使う試料をサンドペーパー、粗い砂とした。実験装置(図2)は、光源と照度計センサーが、水平・高度角が自由に動くよう製作した。実験試料の比較対象として白色コート紙も選んだ。高度角は $22.5^\circ$  ずつ動かし、変角光度分布を測定した。また、誤差軽減のために様々な工夫をした。



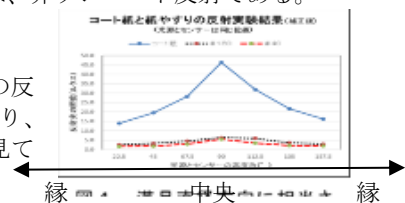
図2 自作反射実験装置

## 4、鏡面反射と拡散反射

実験と並行して、反射についても調べた。反射には、鏡面反射と拡散反射があり、拡散反射には、ランバート反射とオーレン・ネイヤール反射がある。月は、非ランバート反射である。

## 5、反射実験結果

図4に示したとおり、サンドペーパーの反射は周辺減光が目立たず、月の反射を表しているように見えるが、反射モデルではランバート反射が残っており、厳密には月と異なる。その一方、粗い砂はグラフ、反射モデルの両方から見て月と同じである。



## 6、考察・結論

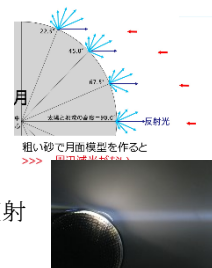
粗い砂では、月の反射を再現できた。粒子が深く、凹凸をもって堆積することで月の反射は再現できる。

結論として、以下の2つを得た。

- (1) お盆の様な月の輝きは、拡散が強い乱反射で説明できる。また、これには角ばった粒子の形状よりも堆積の様子のほうが関係していると思われる。

## 7、追加実験

剣山に光をあてる反射実験を追加実験として行った。(右写真) その結果、月の反射は反射面が深い凹凸をもって堆積することで生み出されることが検証された。



## 8、参考文献

- ・天文年鑑 2014 (誠文堂新光社)
- ・最新・月の科学 渡部潤一 (NHK ブックス)
- ・光の百科事典 谷田貝豊彦ほか3 (丸善出版) ほか3冊

# SQMによる夕方のグラデーション測定 II

一宮市立南部中学校1年 富田 小冬

## 1.目的

夕方の時間変化と共に、空がどのように暗くなり、星がいつ頃から観測できるか、また一昨年行った秋の計測と昨年の夏の計測の結果を比較し季節による違いを調べる。

## 2.計測

一宮高校の屋上で計測、空は晴天であった。9月13日、7月15日の2回計測。角度の目盛りのついた三脚にSQMと一眼レフカメラを固定し、太陽の沈んだ方角の高度20°, 40°, 60°, 80°を5分毎に測り撮影。

	日没	天文薄明
9月13日	18:05	19:30
7月15日	19:07	20:51
4月25日	18:33	20:11

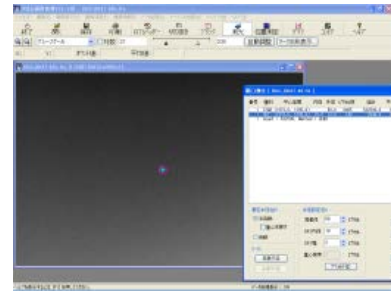


図1:マカリィによる測光

## 3.測光方法

マカリィで半自動、半径50pxで中心の1ヶ所を測光、背景を差し引かないオブジェクト総計を記録した。

## 4.SQMのグラフ

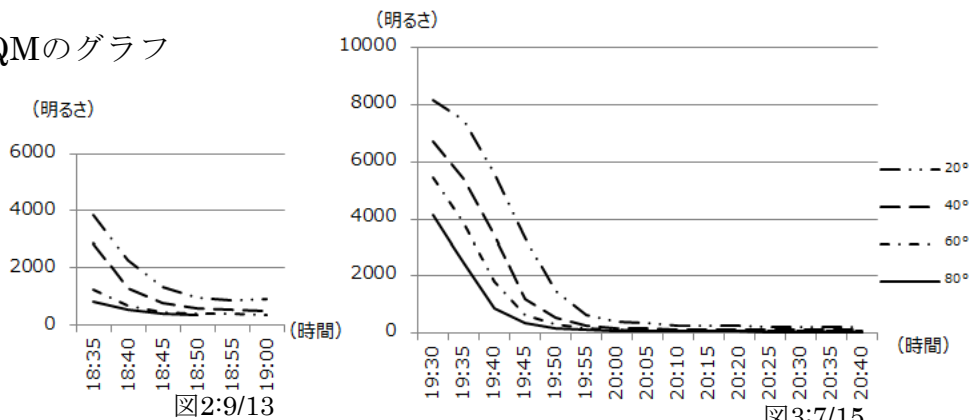


図2:9/13

図3:7/15

## 5.測光後のグラフ

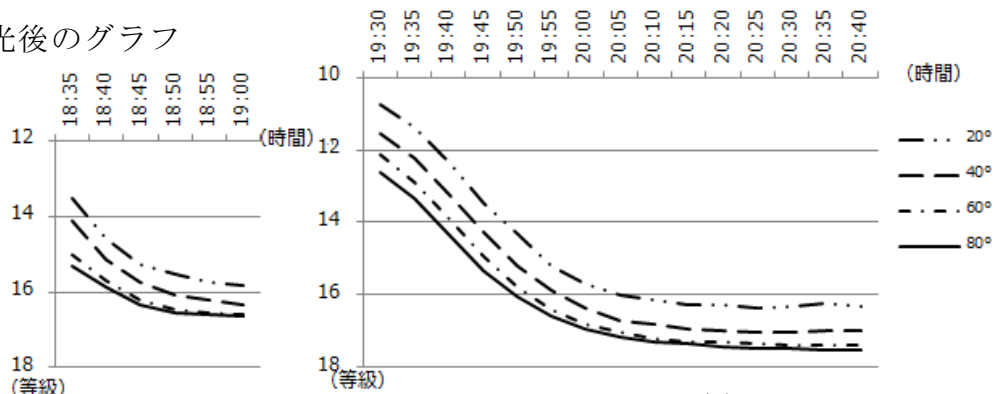


図4:9/13

図5:7/15

## 6.半球模型の製作

地平線下の太陽の動きを知るために半球の模型を製作した。図6の中央斜めの線は秋分の日(9月23日)の太陽の通り道。20°分右にずれた線は7月15日の太陽の通り道を表している。秋分の日と7月15日の太陽の通り道は球面(天球)上では平行になっている。図6を開いたものが図8で太陽の通り道が歪んでいることが分かる。

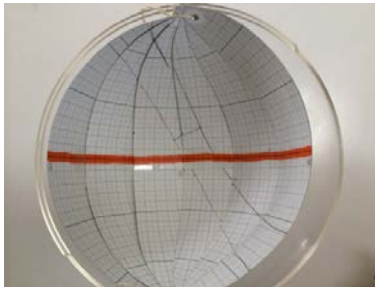


図6:半球の模型

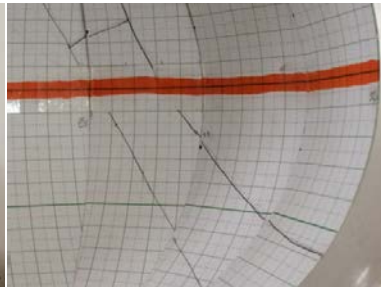


図7:図6を拡大した物

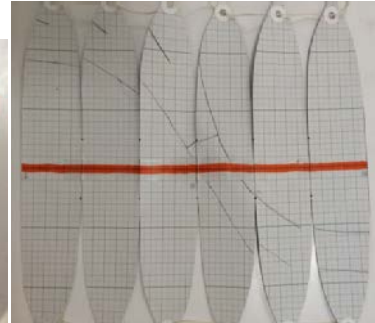


図8:図6を開いたもの

## 7.考察

9月13日18:45頃のグラフから高度20°はまだ明るい、高度80°はカメラ、SQMの値共にグラフが水平に近付き、星が見える明るさに達している。



日没から45分経つと星が観測できる明るさに達する

7月15日20:05頃のグラフから高度20°はまだ明るい、高度80°はカメラ、SQMの値共にグラフが水平に近付き、星が見える明るさに達している。



日没から60分経つと星が観測できる明るさに達する

45分と60分を角度に変換し模型に当てはめた結果、秋は地平線下9°、夏は11.5°となった。これに大気がレンズになって起きる太陽の『うきあがり現象』の0.5°を加えると秋は地平線下9.5°、夏は12°となる。

## 8.今後の展望

- ・秋と夏の地平線下の角度が違う原因を調べる。
- ・現在、計測後の測光などを行っている春の数値をグラフ化して模型に当てはめる。(今回はrawで撮ってRGBの各明るさも測る。)

## 9.使用ソフト

- ・ステライメージ6.5
- ・すばる画像処理ソフト・マカリィ

## 10.謝辞

愛知県立一宮高等学校 高村裕三朗先生  
地学部の皆さん  
ご指導いただきありがとうございました。

# SQM 専用フード作り

愛知県一宮市立向山小学校 4年 富田理恩

## 1.はじめに

SQM (図:1) を使って駅の夜空の明るさを測った。駅ビルの東側の「JR 尾張一宮駅」と、西側の「名鉄一宮駅」では、JR 側の方が人や店が多く道路も広いので明るくなるだろうと予想していたが、名鉄側の方が明るい結果になった。(図2) JR 側が暗くなった理由は、駅前が広くて街灯どうしのすき間があるからだと思った。反対に寂しい感じの名鉄側が明るくなったのは、狭い場所に街灯がぎゅうくつに立っているからだと考えた。



図 1



図 2

上のような考察を夜空の明るさ発表会で発表したところ、星空公団の小野間さんから「同じビルで出口が違うだけなので同じ空を測ってはいはず。それは空の明るさじゃなくて、街灯の明るさを測っているのでは。」と教えてもらった。

## 2.方法

夜空明るさだけを測る為に、街灯の影響を受けない専用フードを作った。(図:3)

- ・長方形の箱の上部に SQM の窓と同じ大きさの 29mm の穴を開ける
- ・箱の中を黒くぬる
- ・穴からどれだけ下げたかの目盛を付ける
- ・SQM を固定するゴムを通す
- ・実際に使用する時は、手前から光が入らないように布をかける



図 3

## 3.結果

### ・室内

遠めの電気を点けた時と、電気を消した時の天井を測定。SQM をフードの一番上から 5mm ずつ下げる。5mm 下げたところでグラフの線が曲がっているのがわかる。(図4)そこで、4cm の位置に SQM を固定して 0.7 等明るく補正をする事にした。

### ・公園

夜の公園で実際に SQM にフードを付け、街灯の真下から 1m ずつ遠ざかりながら測定した。目の高さに二等辺三角形の三角定規を構えて三角測量で街灯の高さを計算したところ 5m60cm であった。街灯から 4.5m 離れた位置でぎょう角 45°になったが、グラフを見ると 4.5m より後は、ひか

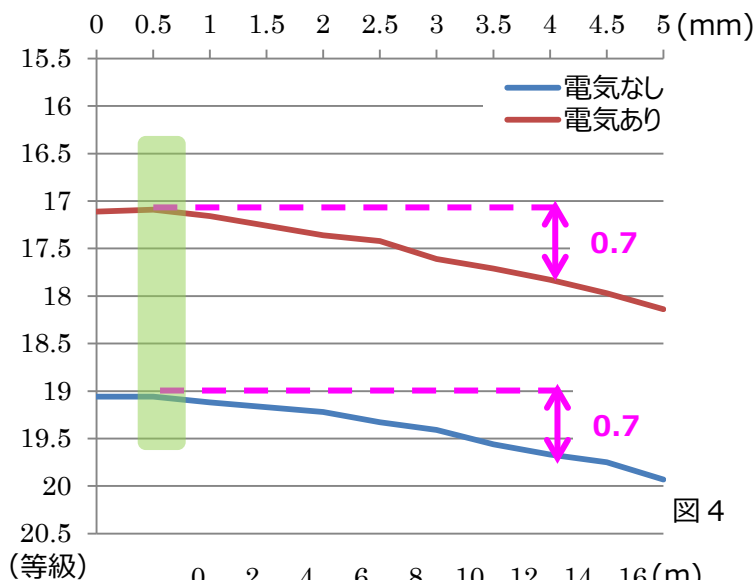


図 4

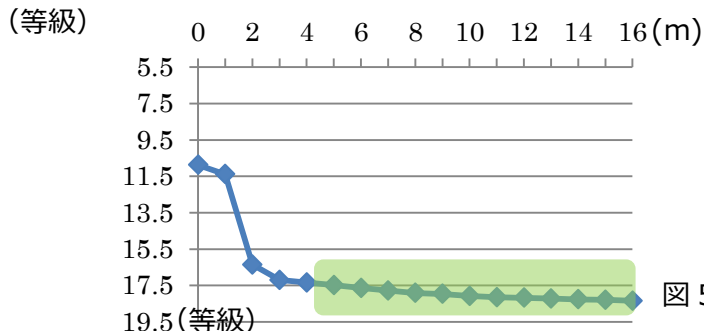


図 5

なだらかになっている。(図5)この結果から、ぎょう角45°より遠くの時0.7明るく補正をし、ぎょう角45°より近い時は測定をあきらめる事にした。

#### ・駅

フード使って補正した数値と、フードなしの数値の差は0.7等になる計算なので、自宅の数値の差は0.7等代で、フードが役に立っている事がわかる。(図6)反対に、駅はできるだけ光源をさけて、フードを使って測っても、数値の差は大きく、一番大きいものになると3.71等になっている。これは複数の光源のえいきょうを受けていることを表している。そこでJRと名鉄でそれぞれ一番暗く一番光源のえいきょうが少ないと思われる、JR側サークルK前と名鉄側交差点中央を比べると、どちらも18.13等になった。

#### ・フードの改良

小野間さんに「フードの穴とSQMの窓の間で光が跳ね返って数値に影響があるのでは？」とアドバイスをもらい、間に2枚厚紙を入れた。(図7)



図7

#### ・学校

図8の方法で街灯の高さを計算し、学校の街灯から離れながら明るさを測った。(図9)グラフを見ると16m以降はほぼ平らになっている。

#### 4.考察

光源からの距離が16m未満の時は補正をする。今後の追加測定で補正値を求める。

#### 5.謝辞

愛知県立一宮高等学校の高村先生、地学部の皆さん  
ご指導ありがとうございました。

	測定場所	フードあり	補正後	フードなし	差
JR	出口すぐ街灯	16.42	17.12	12.8	3.62
	2つ目のます	16.47	17.17	13.8	2.67
	木の方	17.11	17.81	13.69	3.42
	交差点中央	17.01	17.71	15.24	1.77
	サークルK前	17.43	18.13	14.24	3.19
	いちい銀行前	17.26	17.96	13.73	3.53
	駅前広場	17.32	18.02	14.46	2.86
名鉄	点字ブロック付近	15.61	16.31	12.3	3.31
	花だん	16.58	17.28	12.87	3.71
	タクシー乗り場前	16.86	17.56	13.46	3.4
	交差点 中央	17.43	18.13	14.58	2.85
	ローソン前	17.18	17.88	14.25	2.93
	タクシー乗り場中央	16.86	17.56	15.03	1.83
自宅	駐車場	18.86	19.56	18.14	0.72
	ガソリンスタンド側	18.73	19.43	17.95	0.78

図6

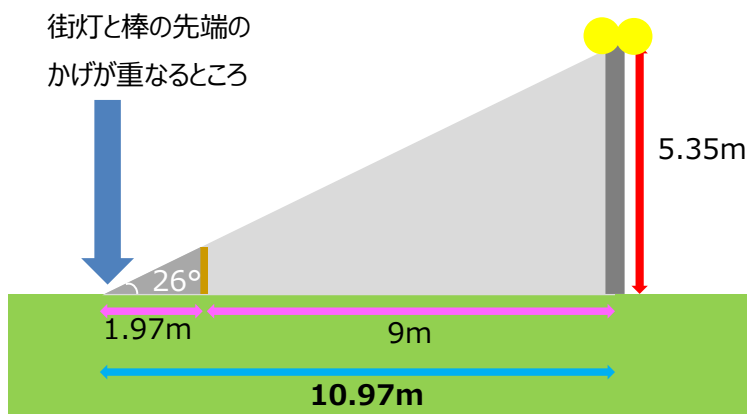


図8

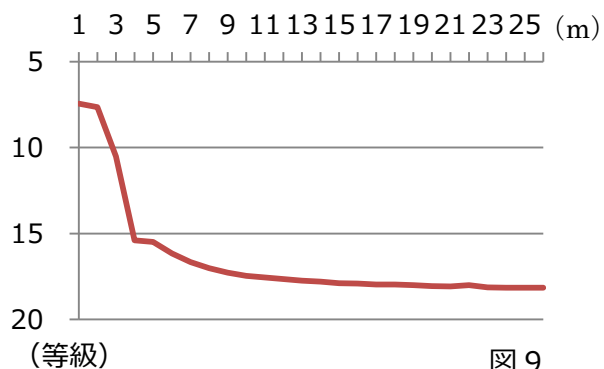


図9

# SQM-L専用フードの設計と製作 ～理恩(りの)モデルの評価～

愛知県立一宮高等学校地学部

## 要 旨

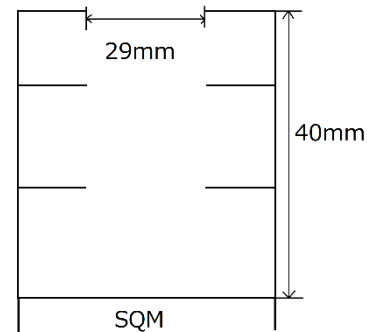
“光害”とは人間の活動によって生じた光が様々な事象に悪影響を与えているとされる公害の一種である。我々は、光害がもたらすとされている問題のうち、夜空の明るさ問題に着目して、コンピュータシミュレーションと実際の観測の2面から研究を行っている。実際の観測では、SQM-L(SQM=Sky Quality Meter)という機械を用いて様々な地点での観測を行っているが、SQM-Lの仕組み上、市街地などの街灯が多い場所では街灯の影響を受けて正しいデータが得られないことがある。そのため、一宮市立向山小学校4年富田理恩(りの)さんが考案、製作した「SQM-L専用フード」の性能について評価するとともに、光害を調査するためにSQM-Lを使用している他の高校(連携校)や小中学生にSQM-L専用フードを配布し、都会でも街灯などの影響を受けない、真の夜空の明るさに近いデータを得ることがこの研究の目的である。

## 1. 表計算ソフトを用いた理恩モデルの評価

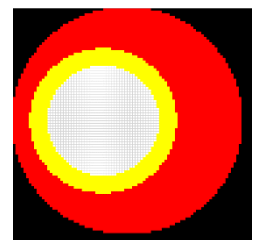
理恩モデルのフードは右図のようにSQM-Lからの高さ40ミリメートルの箱の途中に2枚の板が入っている。この板があることにより、入射角が大きすぎる光まで一緒に測ってしまうことを防ぐ。箱の上部には、直径29ミリメートルの穴が開いている。

ただし、理恩モデルのフードに開いている穴と、SQM-Lのレンズの中心がずれて(偏心して)いたため、表計算ソフトのExcelを用いて、理恩モデルの偏心の影響を調べた。

右図は、理恩モデルの偏心具合を、マクロを使用して視覚的に理解できるようにしたものである。理恩フードモデルの上部の穴の中心は、偏心していることがわかる。このことが、計測結果にどの程度の影響を与えているのかを検証した。



理恩モデル断面図



理恩モデルの偏心が、計測結果にどれだけの影響を与えているのかを、理恩モデルのフードを取り付けた状態での計測結果と、SQM-L本体上部の穴とフード上部の穴が同心円である時の計測結果を比べた。



理恩モデルを使用したときの SQM-L が感知する明るさの総和……2749

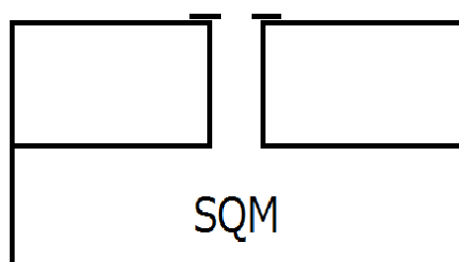
SQM-L 本体上部の穴とフード上部の穴が同心円である時の明るさの総和……2794

となり、多少の偏心では大きな誤差は出ないと思われる。

## 2. 地学部モデルのフードの設計

以上の結果を踏まえて、地学部モデルの設計をした。

後から大量生産することを考え、できるだけ単純な構造で最大の効果を得られるように設計をする。



地学部モデル断面図

上図は地学部モデルの断面図である。SQM-L の上部に被せる部分を薄い板で作し、その上に SQM-L の上部の穴と同じ大きさの穴が開いた角材を接着する。また、その角材の穴の上にはワッシャーを固定する。

まず、理恩モデルのフードと辺の比を合わせ、理恩モデルの効果とほぼ同等の効果が得られるようにし、試作・実験を繰り返す。

## 3. 今後の展望

今回は、一宮市立向山小学校 4 年富田理恩さんの「SQM 専用フードづくり」を受けて、地学部が全国の連携校に専用フードを量産化できる体制を作るためにいくつかの実験・評価をした。今後は、試作品で様々な評価を繰り返し、年度末に全国の連携校にフードを配布することを目標とする。

## 4. 参考文献

一宮市立向山小学校 4 年 富田理恩さん「SQM 専用フードづくり」

# 岩橋善兵衛への挑戦

## ～伏見の夜空の明るさ調査～

京都府立桃山高等学校 坂井美璃 高山紗世梨 西田香奈

### 1. はじめに

今から200年以上前、日本で一番最初に天体望遠鏡を用いた観望会が、桃山高校のある京都の伏見で行われた。当時の望遠鏡製作者である岩橋善兵衛は、自作の望遠鏡で、すでに惑星や天の川を観測していたという記録がある[1]。



時は流れ、現代の伏見（京都市伏見区）では街明かりが増えたことで夜空が明るく輝き、当時の夜空は再現できなくなっている。私たちは、日本の天体観測発祥の地である伏見の夜空が、どの程度明るいのか、観測条件や、他の地域との比較をもとに調査を行った。

### 2. 研究の方法

夜空の明るさ測定には、スカイオリティメーター（SQM）を用いた。半値幅10°の領域内の夜空の明るさを等級値で測定した。

#### (1) 定点観測

学校の屋上にSQMを設置し、昨年秋から1分間隔で常時観測を行っている。伏見の夜空の時間変化や、天候や月の有無などによる変化を比較した。

#### (2) 移動観測

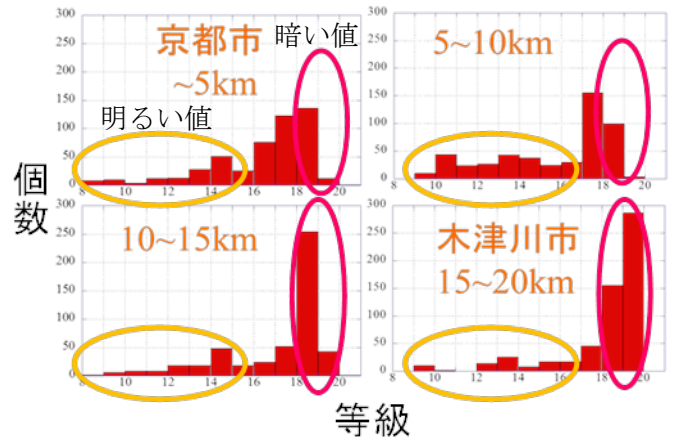
快晴かつ月の影響がない日に、伏見から郊外の木津川市まで約20km、SQMを車に固定し、移動しながら1秒間隔で測定を行った。



#### (2) 移動観測

測定区間を5km毎に区切り、測定値のヒストグラムを作成した(図2)。京都市から離れるに従い、明るい値が減少し、暗い値が増加していることが分かる。

このことから、街から離れるにつれて、街明かりの影響が小さくなり、暗い夜空の割合が大きくなることが分かった。



(図2) 等級値のヒストグラム

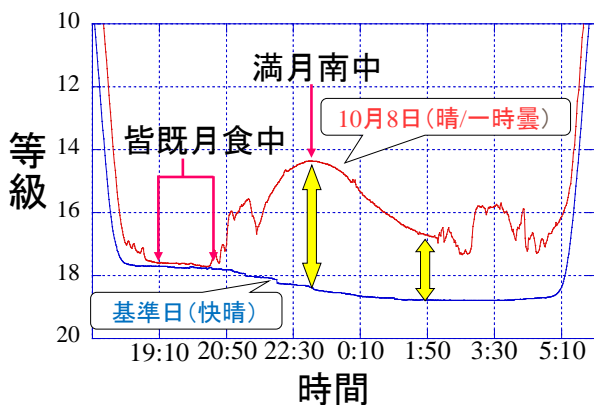


(図3) 同じ条件で撮影された京都市の夜空(左)と、木津川市の夜空(右)。夜空の背景が明るくなることで、星が見えにくくなっていることがわかる。

### 3. 観測の結果

#### (1) 定点観測（月明かりによる影響）

図1は最も暗い日(快晴の日)と、皆既月食日のデータを比較したものである。月食中は最暗日の値とほぼ一致していることから、月食時以外の時間帯で等級に影響を与えているのは、月明かりのみだと考えられる。南中時には最大で約4等級の増光に達し、その後徐々に減光しながら、明け方まで増光が続くことから、満月は広域的に夜空を照らしていることが分かった。



(図1) 夜空の明るさ(等級)の時間変化

### 3. まとめ

- (1) 雲や月の有無による明るさの変化を把握できた。
- (2) 街明かりの割合が減少するに従い、暗い夜空の割合が増加することが分かった。

### 4. 参考文献

[1]天文教育 2009年1月号(Vol.21 No.1)  
 [2]<http://www.city.kaizuka.lg.jp/zenbe/about/iwashizenbeetobouenkyou.html>  
 [3]「Sky Quality Meter-Lens SQM-LU-DL User manual」  
 [4]「Unihedron Device Manager User manual」  
 [5]「スカイオリティメーターによる夜空の明るさの長距離測定」(越智信彰・米子高専)  
 [6]「SQMによる光害調査-夜空を見つめ続けて-」(愛知県立一宮高等学校地学部)



# 皆既月食による本影内の RVB 光量分布

堀 裕一 酒井 里桜 (高2)

安福千貴、稲垣里彩、小崎瑛子、堀 友哉 (高1) 【愛知県立一宮高等学校】

## 1. はじめに

私たちは10月8日に起こった皆既月食を冷却 CCD カメラとデジタル一眼カメラを用いて観測した。皆既月食中の月は赤銅色に見えるが、その明るさ・色合いは均一ではない。本影内の R,V,B 光量分布について調べることにした。

また、今回の月食では「ターコイズフリンジ」という、太陽光が成層圏を通過するとき赤い光が吸収され、青い光だけが直進することにより、月面の縁が青く見える現象が本校でも観測された。この R と B の光量の関係を確認した。

そして、木星の衛星食も後日観測し、地球と木星の大気状況について比較した。



図1 皆既月食の進行

## 2. 方法

場所：愛知県立一宮高校(愛知県一宮市北園通 6-9)

機材：冷却 CCD カメラ (SBIG 製 ST-XE)、R,V,B フィルタ、  
タカハシ FSQ-106 (D:106 mm f :530 mm)、EM200 赤道儀、  
CanonEOSkiss X6i,BORG77ED (D:77 mm f :510 mm)、EM10 赤道儀

観測日：2014年10月8日

ソフト：すばる画像処理ソフト マカリ ステライメージ ver.6

ステラナビゲータ ver.9 Microsoft Excel 2013

測光：CCD の画像上の月の模様による明るさの変化を月食終了後の X6i による満月画像で割り算することにより、月面の模様を消した。マカリで模様の消えた月面上の 13 点を径 10 で開口測光した。測光した点と本影の中心との角距離と測光結果を調べ、表計算ソフトでグラフ(散布図)を作成した。

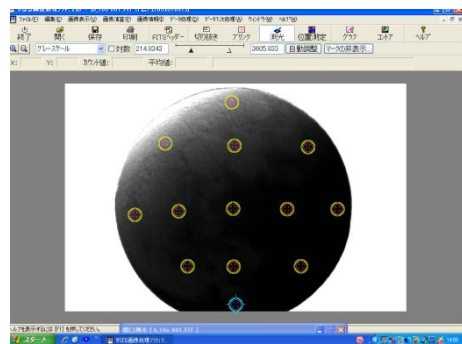


図2 月面測光位置

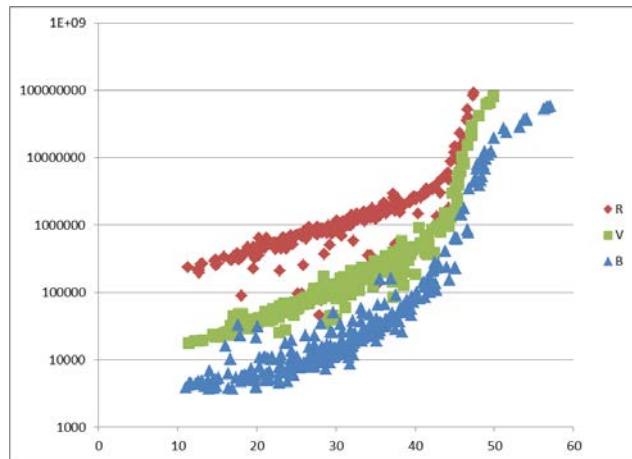
### 3. 結果と考察

グラフ(散布図)は、横軸に角距離、縦軸(対数)に R、V、B の明るさをとった。

グラフより、全ての色で本影の中心に近づくほど明るさは減少したといえる。これは大気の影響により月面に届く光の量が、本影の中心に向かうほど、同心円状に少なくなっているからである。

また、傾きは各色で異なり、R の明るさが月面全体で上回っているのが、皆既月食中の月が赤いことが確認された。これは、地球の大気を太陽光が通過するとき青と緑の光が散乱しながら進むことによる。

グラフの 10' 付近では R:B が 100:1 であるのに対し、本影の縁付近である 45' 付近では R:B が 10:1 にまでせまっている。このことから、ターコイズフリンジが起こったと確認できた。



### 4. 木星大気との比較

2014年4月4日に予定されていた皆既月食が天候不良のため観測できず、ターコイズフリンジの範囲を十分に検証できなかった。そこで、木星のイオによる衛星食を4月25と6月10日に観測した。データをまとめて、地球の大気と木星の大気を比較検討した。

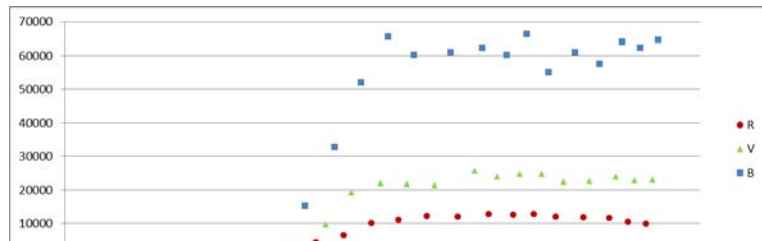


図4 時間・明るさ 散布図 (イオ 4/25)

### 5. 参考文献

Astro-HS 月食解析・観測ガイド 2011 年度

---

# 分光観測による3彗星の比較

清原和輝、前田幸佑、森村誠斗、山木太陽（高3）【奈良県立青翔高等学校】

---

## 要 旨

我々は、パンスターズ彗星 (C/2012 K1) について、2014年5月に岡山県美星天文台で低分散分光観測を行った。そのデータと、2013年11月に同天文台で得られたアイソン彗星 (C/2012 S1) およびラブジョイ彗星 (C/2013 R1) の分光観測データから、それぞれの彗星の化学組成の同定を行った。また、CNの輝線のFWZIよりコマのガス放出速度の分布を求めた結果、パンスターズ彗星 (C/2012 K1) は $1.0 \times 10^3 \text{ km/s}$ 、ラブジョイ彗星 (C/2013 R1) は $2.6 \times 10^3 \text{ km/s}$ 、アイソン彗星 (C/2012 S1) は $4.6 \times 10^3 \text{ km/s}$ となった。

## 1. はじめに

2013年末に、アイソン彗星 (C/2012 S1) やラブジョイ彗星 (C/2013 R1) という大彗星が太陽に近づいて話題になった。そこで、天文にもともと興味を持っていた我々は、彗星について更に詳しく知りたいと思い、研究を始めることにした。2014年は、話題になるような大彗星の接近は無かったが、8月末に近日点を通るパンスターズ彗星 (C/2012 K1) という彗星がやって来ることがわかった。

我々は、当初、この彗星の近日点通過前後でのコマや尾の化学組成の変化に着目していたため、岡山県美星天文台で5月初旬と10月初旬の二度にわたり分光観測を計画していたが、10月中旬のデータは天候不良により取得できなかった。そこで、2013年11月に美星天文台で取得されたアイソン彗星 (C/2012 S1) とラブジョイ彗星 (C/2013 R1) の分光観測データを拝借し、これら3彗星の成分比較を行うことにした。

## 2. 目的

我々の研究の目的は、主として以下の2点である。

- (1) パンスターズ彗星 (C/2012 K1)、アイソン彗星 (C/2012 S1) およびラブジョイ彗星 (C/2013 R1) についての低分散分光観測の結果を用い、それらのスペクトル中の輝線より化学組成の同定を行う。
- (2) (1)で同定した輝線のうち顕著なものについて、そのFWZIを調べ、コマにおけるガスの放出速度の分布を求める。

## 3. 方法

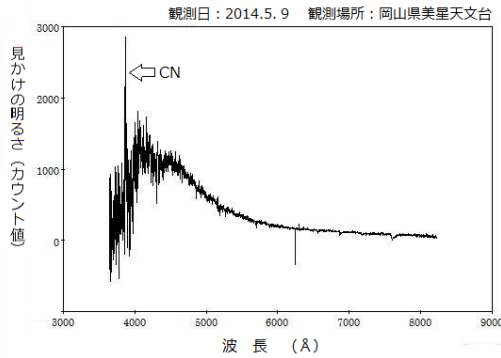
分光観測は、2014年5月9日夜、岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で実施した。その観測及びデータ解析の手順は、以下の通りである。なお、アイソン彗星 (C/2012 S1) およびラブジョイ彗星 (C/2013 R1) については、(2)以降のみ行った。

- (1) 望遠鏡に低分散分光器と冷却CCDカメラを取り付け、目的の彗星と分光標準星のライトフレーム、コンパリソフレーム、フラットフレーム、ダークフレームなどの画像を取得した。
- (2) 「マカリ」(国立天文台・(株)アストロアーツ)により、一次処理を行った。
- (3) 「Be Spec」(川端哲也氏 作)を用いて、一次処理したデータを横軸が波長、縦軸が見かけの明るさのグラフに変換した。更に、グラフの輝線の波長位置から、化学組成を特定した。

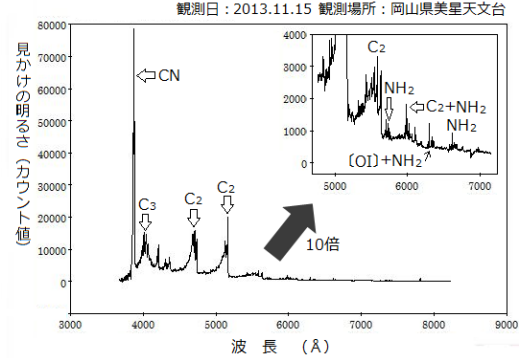
(4) (3)のグラフ中の顕著な輝線について、FWZI  $\Delta\lambda$ を読み取り、ドップラー効果の式 ( $\Delta v = c \cdot \Delta\lambda / \lambda$   $c$ : 真空中の光速  $\lambda$ : 輝線の中心波長) により、コマにおけるガスの放出速度の分布  $\Delta v$ を求めた。

#### 4. 結果

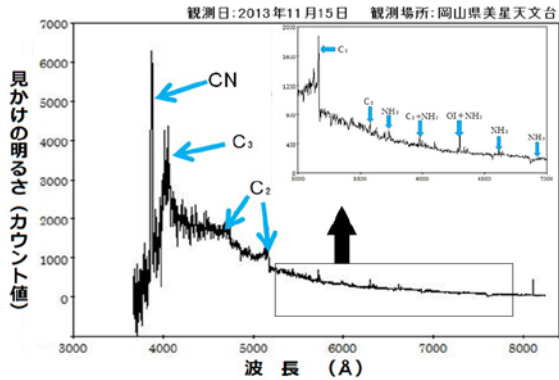
##### パンスターズ彗星 (C/2012 K1)



##### アイソン彗星 (C/2012 S1)



##### ラブジョイ彗星 (C/2013 R1)



	C/2012 K1	C/2012 S1	C/2013 R1
観測日	2014.5.9	2013.11.15	2013.11.15
日心距離	2.00496AU	0.59480AU	1.06362AU
地心距離	1.48063AU	0.89583AU	0.41023AU
近日点通過	2014.8.28	2013.11.29	2013.12.23
離心率	1.000159	1.000259	0.998363
近日点距離	1.05456AU	0.01246AU	0.81182AU

#### 5. 考察

- (1) パンスターズ彗星 (C/2012 K1)、アイソン彗星 (C/2012 S1)、ラブジョイ彗星 (C/2013 R1) のすべてに共通してCN (シアンラジカル) が含まれていた。
- (2) パンスターズ彗星 (C/2012 K1) には、他の2彗星に見られるような顕著なC<sub>2</sub>およびC<sub>3</sub>の輝線が見られなかった。その理由としては、C/2012 K1は、近日点通過前であり、かつ日心距離が2AU以上離れている状態で観測したためだと考えられる。
- (3) コマにおけるガスの放出速度の分布を求めると、パンスターズ彗星 (C/2012 K1) は $1.0 \times 10^3 \text{ km/s}$ 、ラブジョイ彗星 (C/2013 R1) は $2.6 \times 10^3 \text{ km/s}$ 、アイソン彗星 (C/2012 S1) は $4.6 \times 10^3 \text{ km/s}$ となり、日心距離が短い彗星ほど大きいという結果になった。

#### 6. まとめ

今回取り上げた3つの彗星は、いずれも非周期彗星または長周期彗星であるが、日心距離の違いのためか、異なったスペクトルを呈することになった。今後は、さらに多くの彗星の分光観測を行い、日心距離とスペクトルの関係を明らかにしたい。

**謝辞** 本研究を行うにあたり、大阪教育大学の福江教授、松本准教授にご指導を頂きました。また、美星天文台の綾仁台長、前野研究員、兵庫県立大学西はりま天文台 (現京都産業大学) の新井研究員には、観測についてご指導を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

# 流星電波観測による「しぶんぎ座流星群」の活動 2014-15

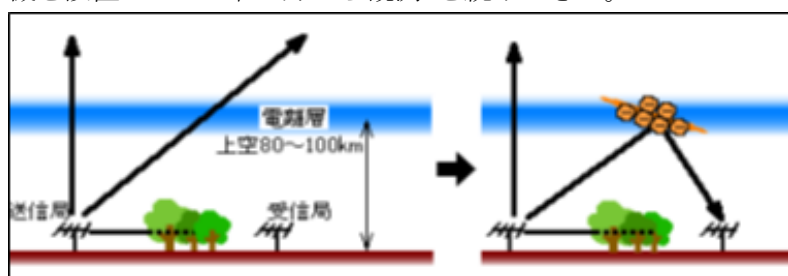
兵庫県立三田祥雲館高等学校 天文部

## 概要

私たちは、2015年のしぶんぎ座流星群のデータから活動指数を求め、さらに2014年の同流星群のデータと比較した。

### 1.はじめに

流星電波観測 (Ham-Band Radio Observation, 以下 HRO) は肉眼ではなく遠方のラジオ放送局などで送信された電波が、流星が上層の大気に線状に作る大気成分のイオンによって反射されたエコーを受信機で受信し、流星の数を計測するものである。肉眼と違って雨天などの天候や月明に影響されることなく、さらに昼間でも流星の出現を捉えることができるので、流星群の活動を監視するには非常に有効な方法である。私たちは校内に受信機を設置し2013年2月から観測を続けてきた。



流星電波観測の原理図

流星が流れていないときは左図のように、電波は電離層を通過していくが、流星が飛ぶと右図のように飛跡の大気成分がイオン化され、電波を反射するようになる。(図は流星電波観測国際プロジェクトWeb サイトより引用)

### 2.観測

#### (1)観測環境

送信局：福井工業高等専門学校 (鯖江市) 送信周波数：53.750MHz 観測地：三田祥雲館高校 (三田市)

受信機：HROX1a (HRO 専用受信機) アンテナ：2素子八木アンテナ 受信ソフト：HROFFT

(2)観測期間 2011年11月 - 2015年6月 (電気工事や観測機器の不調で欠測期間あり)

(3)解析 解析ソフト HROView、マイクロソフト EXCEL

### 3.解析と結果

<活動指数 A (t)>

$$A(t) = \frac{(t \text{ における実測値}) - (t \text{ における基準値})}{\text{流星群が活動していない日あたりの平均値}}$$

流星群がない日の平均値は2014年6月の hro データを使用した

上の式で2014年12月1日～2015年1月9日までの HRO データを図に表し、その内しぶんぎ座流星群の活動指数を求め、2014年のデータと比較した。

### 4 考察と課題

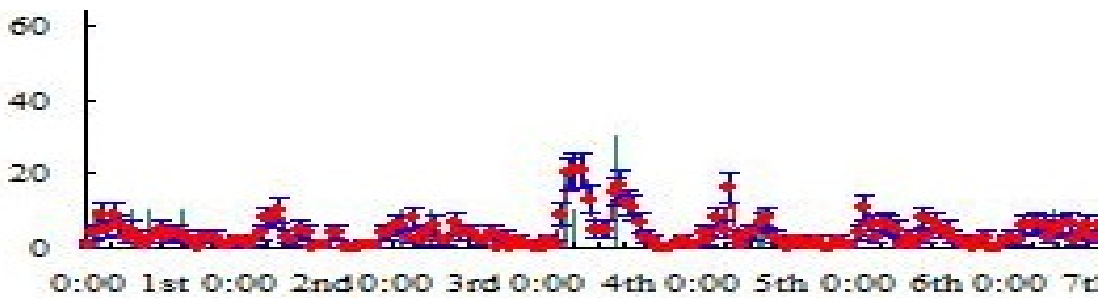
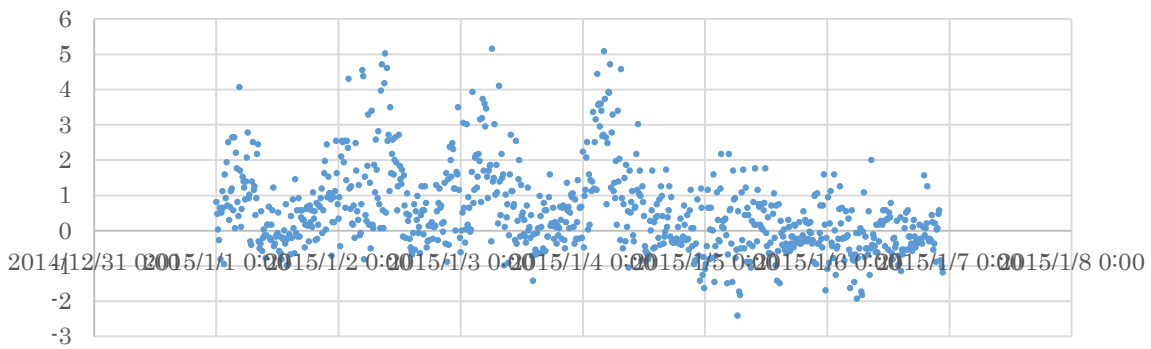
私たちは、今回2012年から2015年までのしぶんぎ座流星群を比較した。

その結果、今年の流星群は去年と比べて活発な活動をしていないことが分かった。

また、hro ライブ in 枚方産のデータと比較して盛り上がりの一致するところは極大時間と考えた。よってグラフより極大時間は1月4日の午前5時ごろと考えられる。

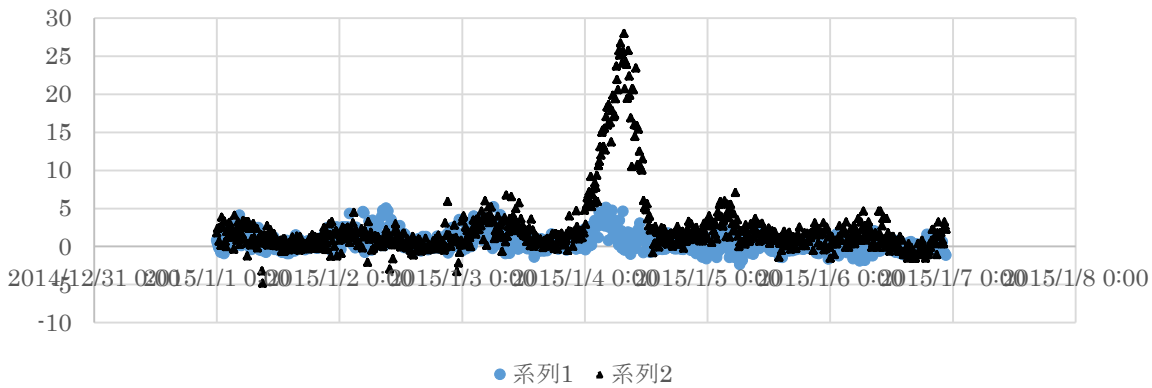


2015年のしぶんぎ座流星群 活動指数



<hro ライブ in 枚方のデータ>

2014年の同流星群との比較



5 参考文献・  
サイト  
1) HRO(流星電波  
観測)ライブ in  
枚方 月次データ

・が 2014 年の

[http://ja2grc.dip.jp/~ja2grc/HRO/2014/01/hro\\_201401.html](http://ja2grc.dip.jp/~ja2grc/HRO/2014/01/hro_201401.html)

2) 日本流星研究会

<http://www.nms.gr.jp/>

3) 塩屋天体観測所

<http://www.h2.dion.ne.jp/~kazuf/sao/index.htm>

4) 流星電波観測国際プロジェクト

[http://www.amro-net.jp/hro\\_index.htm](http://www.amro-net.jp/hro_index.htm)

# 小惑星 Camilla の自転周期

兵庫県立三田祥雲館高等学校 天文部

口径 43 cm 焦点距離 f=2912mm F6.7  
冷却 CCD カメラ FLI-PLI4710  
フィルタ: ジョンソン・カズンズ R バンド

## 1. 動機及び目的

太陽系の始原的な情報を豊富に含む小惑星は現在 60 万個以上発見されているが、詳しい観測がなされている小惑星はそのうち 1% 程度である。そのため一つでも多くの小惑星の観測を行うことは太陽系の起源を探るうえで大変重要である。

北半球においては、春から夏にかけて、黄道が南天低くなるので、小惑星の長時間の観測は難しくなる。そこで少しでも天球上で北を通過する小惑星で観測しやすいものを探し (107) Camilla (c amilla) を観測対象として選んだ。

## 2. 観 測

### 2-1 小惑星 (107) Camilla

分 類 メインベルト小惑星

発 見 1868 年 11 月 17 日

発見者 N. R. ポグソン

絶対等級 7.08 等 (直径約 222.6km)

(軌道要素)

軌道長半径 (a) 3.475 AU

離 心 率 (e) 0.078

軌道傾斜角 (i) 10.05 度

近日点引数 ( $\omega$ ) 309.71 度

昇交点黄経 ( $\Omega$ ) 173.13 度

近日点通過日 2013 年 5 月 29.35 日

周 期 6.51 年

AU: 太陽-地球の平均距離 (約  $1.5 \times 10^8$  km)

### 2-2 観測日と観測場所

私たちは 5 月 29 日、校内において測光観測した。自転周期決定のためのデータが不足しているので、それに加えて iTelescope.com が運営するオーストラリアにある T17 望遠鏡を用いて (107) Camilla を観測した。

#### ① 観測日 (全て 2015 年)、場 所

5 月 29 日 12:00-14:59 三田祥雲館高校

6 月 03 日 09:58-10:57 オーストラリア

6 月 29 日 08:37-13:53 "

(日心距離 3.58AU 地心距離 2.62AU)

( ) 内は小惑星-太陽、地球間の距離

#### ② 望遠鏡及びカメラ

三田祥雲館高校

口径 30 cm 焦点距離 f=1500mm F5

冷却 CCD カメラ SBIG-ST9XE

フィルタ: ジョンソンカズンズ R バンド

iTelescope (オーストラリア)

## 3. 解 析

全ての画像はダーク補正及びフラット補正の一次処理を行ったあと次のような解析を行った。

画像 1 次処理を行った後、測光処理ソフト Maka Ili' によって小惑星からの光量を求める。冷却 CCD カメラでは光量をカウント数によって示している。

得られたカウントを基にポグソンの式によって小惑星の等級 (m) を求める。

ポグソンの式

$$m = n - 2.5 \log_{10} \left( \frac{I_m}{I_n} \right)$$

ただし、n: 基準星の等級、 $I_m$ : 小惑星のカウント数、及び  $I_n$ : 基準星のカウント数である。

測光基準星は同一画面に映っている星で変光星ではないものを 4 つ選び、その平均をとることにより、観測時刻の等級を決定した。

また、自転周期の決定については測光及び自転周期解析ソフト MPO Canopus によって求めた。これは観測から得られた光度変化をフーリエ解析をし、最も長い周期を計算するものである。

## 4. 結 果

観測した 3 夜は比較的、晴天で SN 比も高く、精度の良い観測が行えた。解析の結果私たちは (107) Camilla の周期を 4.845 時間と特定した。また光度変化の幅は 0.33 等と求めた。その結果を図 1 に示す。

## 5. 考 察

小惑星 (107) Camilla は発見後、100 年以上経過する小惑星であるので、これまで、数多くの研究者により、観測が行われて来た。その結果は次のとおりである。

Jan Svoren 及び Ulrika Babiakova (2002) が 4.844 時間、光度変化 0.39 等。Johanna 等 (2003) が周期 4.84393 時間。Tel-Aviv University, Tel-Aviv 69978, Israel (2009) が自転周期  $4.844 \pm 0.003$ 、光度変化  $0.45 \pm 0.03$  等。J. Hanusa 等 (2013) が自転周期 4.843928 時間と求めている。私たちの結果と比較的合っていることがわかるの

で、(107) Camilla の自転周期は安定しているといえる。

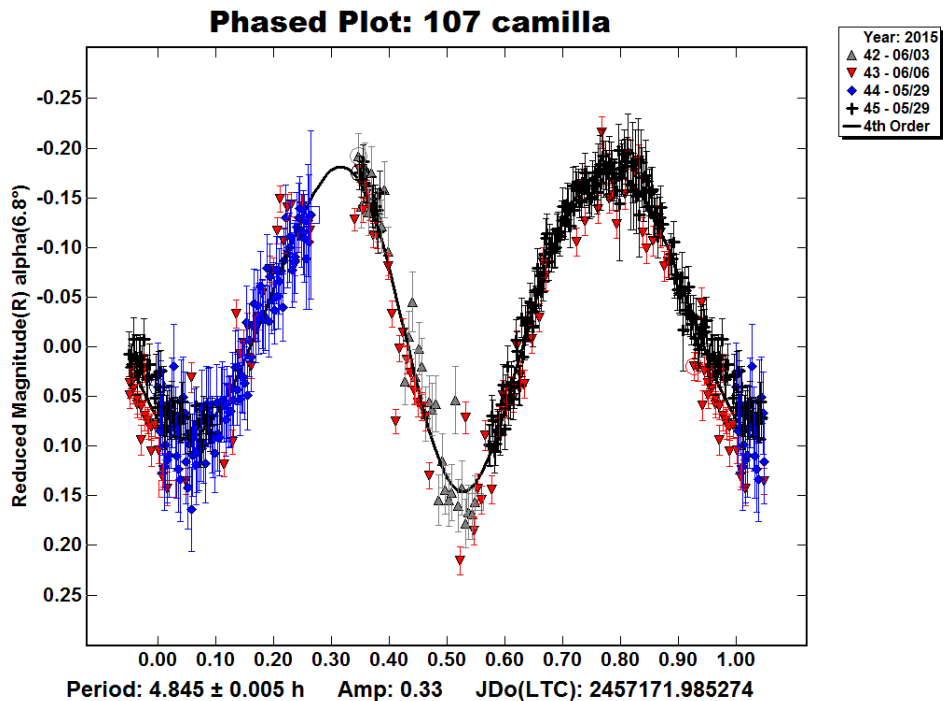


図1 (107) Camilla の自転周期

横軸が自転周期の位相 ( $0 = 0^\circ$ 、 $1 = 360^\circ$ )、縦軸が光度変化(等級)を示し、上に行くほど明るい。図中の実線は理論的な光度変化を示す。

## 6. まとめ

小惑星(107) Camilla の連続測光を行い自転周期を求めることに成功した。自転周期は 4.845 時間であり、他の観測者の結果とよく合っている。

### 参考文献

- 1) 国際天文連合, “Minor Planet Center”, <http://www.minorplanetcenter.net/iau/mpc.html> (2014年9月20日)
- 2) 渡部潤一 他, 彗星観測ハンドブック2004, 高校生天体観測ネットワーク(2004)
- 3) 長谷川 直他, シリーズ現代の天文学『太陽系と惑星』, 日本評論社(2008)
- 4) Jan Svoren, Ulrika Babiakova.(2002). “CCD-PHOTOMETRY of asteroid 107 Camilla.” *Mem. Soc. Astron. Ital.* 73, 726-729.
- 5) Johanna Torppa, Mikko Kaasalainen, Tadeusz Michalowski, Tomasz Kwiatkowski, Agnieszka Kryszczyńska, Peter Denchev and Richard

Kowalski (2003). “Shapes and rotational properties of asteroids from photometric data” *Icarus* 164, 346-383

6) Tel-Aviv University, Tel-Aviv 69978, (2009 Mar 29). “Lightcurve for Shape Modeling Obtained at the wise Observaory.” *Minor Planet Bulletin* 36

# 太陽の自転周期と黒点の寿命

三田祥雲館高校天文部

## 1. はじめに

太陽黒点とは太陽の磁力線の断面が太陽表面に現れたものである。したがって、その移動を観測することによって太陽の自転周期を求めることができる。その自転は太陽の緯度に依存しており低緯度ほど遅く赤道付近で27日程度である。私たちは連続して黒点をスケッチすることにより太陽の自転周期を求めることに挑戦してきた。しかし、私たちのスケッチデータは極めて短時間のものであるので、国立天文台をはじめ、黒点スケッチのデータが公開されている観測所の記録及び、公開されている太陽の衛生画像を頼りに、できるだけ長期間における、緯度毎及び黒点相対数に対する自転周期をもとめると共に、黒点の黒点相対数に対する寿命も求めることにした。

## 2. 観測及びデータ収集

### ①観測

- (1) 場所 兵庫県立三田祥雲館高校  
(兵庫県三田市学園 1-1)
- (2) 日時 2014年5月6日~5月9日 2014年7月28~7月31日
- (3) 機材 望遠鏡 口径 80mm 焦点距離 640mm (F8)  
接眼レンズ HM12.5mm  
架台 赤道儀 (恒星に合わせ自動追尾)

### ②データ収集

自分たちで行った観測以外に次の観測所のスケッチ及び画像データを用いた。

- (ア) National Ocean and Atmospheric Administration(NOAA)

URL:

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-imagery/photosphere/sunspot-drawings/soon/>

- (イ) 国立天文台 太陽観測所

URL : <http://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/database.html>

- (ウ) Solar Dynamics Observatory

URL : <http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/browse/>

## 3. 結果

- ①5月6日から5月9日までの76.50時間(3.19日)に41.5度進む。

360度まわるのに必要な時間、即ち自転周期をx(日)とすると  
 黒点の移動距離(°) : 黒点の移動時間(日) = 360° : 自転周期(日)

$$41.5 : 3.19 = 360 : x \quad x = 27.7 \quad (\text{日})$$

同様に、

②7月28日から7月31日までの70.55時間(2.94日)に38度進む。

よって、①と同様に、

$$38 : 2.94 = 360 : x \quad x = 27.9 \quad (\text{日})$$

衛星画像の結果より、太陽の自転周期を①と同様に求めた。

③5月6日から5月9日までの72時間(3日)に40.5度進む。

よって、①と同様に、

$$40.5 : 3 = 360 : x \quad x = 26.7 \quad (\text{日})$$

④7月28日から7月31日までの71.5時間(2.97日)に40.5度進む。

よって、①と同様に、

$$40.5 : 2.97 = 360 : x \quad x = 26.5 \quad (\text{日})$$

	Δ緯度	Δ経度		Δ緯度	Δ経度
2014年 5月6日	0	0	2014年 7月28日	0	0
5月7日	-0.5	-14	7月29日	0	-13.5
5月8日	-0.5	-12.5	7月30日	-0.5	-14.5
5月9日	0	-14	7月31日	-0.5	-12.5
計	-1(11.1)	40.5	計	-1(7.6)	-40.5

#### 4. 考察

太陽の対地球自転周期は次の式で理論的に求められる

$$\text{自転周期} = 26.9 + 5.2 \times \sin^2 \phi \quad \phi : \text{黒点の緯度}$$

よって、①において、理論値は、27.9(日)

同様に、②において、理論値は、27.0(日)

①において、理論値と観測結果はほぼ一致していた。また、①と③において、誤差は4%あったがほぼ一致しているといえる。

②において、理論値と観測結果との誤差が約4%あったがほぼ一致していた。また、②と

④において、誤差は5%あったがほぼ一致しているといえる。

## 変光星アルゴルの研究 ～デジカメによる多色測光～

友田 健登 近藤 天斗

### 1. 目的

金光学園の天文台とデジタルカメラを使用して、変光星の観測システムを立ちあげ、観測データを RGB 分解し、各バンド別に等級を求め光度曲線をえる。そして、主極小の食時刻を見積もり、変光周期を求めて、観測の精度や予報値との違いを検討する。また、バンド毎に光度曲線がどのくらい異なるか調べて、恒星の色や温度を議論する。

### 2. 方法

#### (1) 観測

カメラは EOS kiss X7i を使用。セレストロン C14 望遠鏡にとりつけて、赤道儀によって自動追尾させた。露出時間 10 秒、2 分間隔で焦点を外して、アルゴルの天域の撮影を行った。雲などの影響を除き、正確な変光データを得るために、周辺の星 6 個を比較星にとって光度等級を求めることとした。

アルゴルについて、3 回の予備観測と 3 回の本観測を行った。予備観測ではカメラの取り付け方法や視野のとり方などの調整を行った。本観測は 12/24、27、30 の 3 日間実施した。12/24 は曇天のため、解析可能なデータは得られなかった。12/27 は 18:30～27:00、12/30 は 18:00～24:00 に観測を行った。

#### (2) 解析

- ①解析ソフトステライメージ ver.7 を使用して、撮影した RAW 画像を RGB 分解し、R、G、B それぞれのカラーバンドを fits 形式に変換。
- ②fits 変換したデータをマカリで測光し、アルゴルと比較星のカウント値を求める。
- ③カウント値と等級の関係式( $m_1 - m_2 = -2.5 \log(I_1 / I_2)$ )を用いて、星のカウント値を等級スケールに直す。
- ④6 個の比較星の G バンドの等級を、チョコ・カタログの G 等級から得る (表 1)。そして、横軸に観測で得た等級、縦軸に等級のカタログ値をとり、excel でグラフ化し、2 次の曲線でフィットした (決定係数  $R^2 = 0.99$  程度) (図 1)。そこで得た近似式と観測値から、アルゴルの等級を時間ごとに求めた。
- ⑤横軸を時刻、縦軸を等級にとって光度変化のグラフを作成 (図 2)。中点連結法を用いて食時刻を求めた (表 2)。

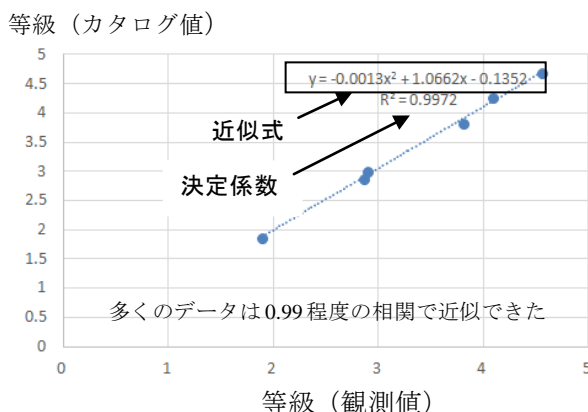


表 1. 比較星 (名前と G 等級)

$\alpha$ Per	$\delta$ Per	$\nu$ Per	$\epsilon$ Per	16 Per	$\pi$ Per
1.87	3.00	3.82	2.88	4.26	4.69

	食時刻	光度変化
12/27 G	23:33	2.2 ~ 3.4
12/27 B	23:31	1.9 ~ 3.3
12/27 R	23:19	2.2 ~ 3.3
12/30 G	20:15	不明 ~ 3.3

表 2. 食時刻と等級変化

### 3. 結果

12/27 の R、G、B、および 12/30 の G バンドについて光度変化のグラフを作成した(図 2)。そして、中点連結法により主極小時刻を求めた。(表 2)

研究者による予報時刻

—2014 12/27 の食時刻の予報—  
23:34(三島氏)、23:39(広沢氏)、  
23:43(今村氏)

—2014 12/30 の食時刻の予報—  
20:24(三島氏)、20:28(広沢氏)

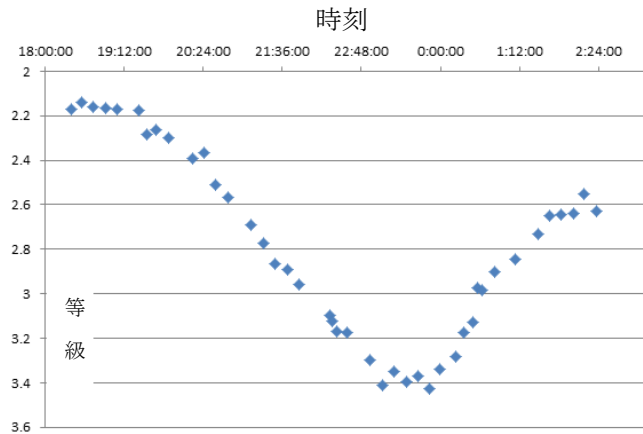


図 2. 12/27 G バンドの光度変化

- ・ 12/27 も 12/30 も主極小時刻は予報時刻に比べ、少し早めの時刻となった。
- ・ R、G、B で食時刻の違いはないと予想していたが、最大 14 分のずれが生じた。
- ・ B の等級変化が最も大きい。アルゴルの食では青い星が隠されるためか。

予報値は研究者によって数分程度異なっている。今回の観測値の誤差を調べて、予報値との一致の程度を明らかにしていきたい。

### 4. 考察

・ 主極小の前後で光度曲線の等級が対照にならない。この原因として；長時間にわたる観測で、アルゴルや比較星の高度が変化しているため、時間変化の影響が出ているのではないか。

・ 撮影天域は  $10^\circ$  を超えた広さがあり、特に天体の高度が低くなると、画面上の場所による空の明るさの変化が大きくなると考えられる。今回これらの影響を少なくすることを考えて 6 個の比較星を選んだが、今後はこのような時間的・場所的な変化にどう対処するか考えながら解析を行おうと考えている。

・ 12/27 の R、G、B のバンドの間で主極小の時刻が 14 分(～周期の 0.3%)異なるのは、上記の誤差の積み重ねかも知れない。また、12/27 と 12/30 の主極小の時刻から変光周期を見積もると、68 時間 42 分(約 2.863 日)が得られた。これは天文年鑑による 2.867 日と 0.1%の誤差がある。

・ 使用したデジカメには種々の処理・補正機能が組み込まれている。特に、ホワイトバランスの補正は、実在の空の明るさの変化を打ち消している可能性がある。

### 5. 結論

・ 金光学園の天文台で変光星アルゴルを観測するシステムを立ち上げることができた。しかし、長時間にわたる観測からアルゴルの光度等級を正確に求めるには、観測・解析にさらに工夫が必要である。今後もこのような多色測光観測を進めて、より正確な等級値と光度曲線を求め、変光星の研究を進めていきたい。

### 6. 参考文献

- ・ 天文アマチュアのための天体観測の教科書「変光星観測編」日本変光星研究会編
- ・ 天文年鑑 2015

# 惑星の投影を考慮したプラネタリウム の投影機およびドームの計画

加藤翔<sup>1</sup> 大槻弘貴<sup>1</sup> 中谷圭佑<sup>2</sup> 曾根田青暉<sup>3</sup> 服部勇希<sup>3</sup>

酒巻くるみ<sup>3</sup> 吉村颯馬<sup>3</sup> 山口侑矢<sup>3</sup> 乾優稀<sup>4</sup> 今村匠<sup>4</sup> 谷口博<sup>5</sup> 大多喜重明<sup>6</sup>

神戸市立工業高等専門学校<sup>1</sup> 機械工学科.<sup>2</sup>都市工学科.<sup>3</sup>電子工学科.<sup>4</sup>応用化学科.<sup>5</sup>一般科准教授(顧問).<sup>6</sup>一般科教授(顧問)

## 1. はじめに

神戸市立工業高等専門学校自然科学部では毎年、学校祭（高専祭）の文化部展示としてプラネタリウム上映を行っている。これまで使用していた投影機とドームに不具合が生じ、今年度新たに投影機およびドームを製作することになった。本発表では今回製作するプラネタリウムおよびドームの計画を発表する。

## 2. プラネタリウム投影機

今回の投影機では、ダンベル式を用いる。ダンベル式は恒星球を両端に置き、惑星投影機を中心に置いた投影機である（図1左）。また、恒星球と惑星投影機が逆になったものをモリソン型という（図1右）。以下に各部分の計画を述べる。

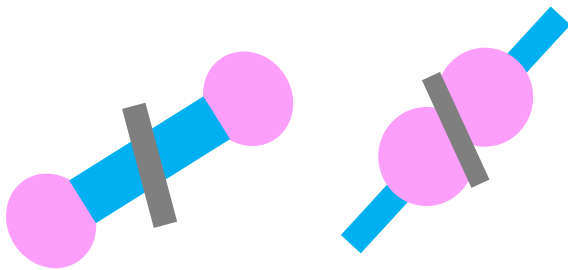


図1 ダンベル式（左）とモリソン式（右）

### (1) 恒星球

恒星球は星座や恒星を投影するために用いる。形状には円筒やちょうちん型などがある（図2）。最も製作が容易なのは円筒型で、最も正確に投影できるのは球形型である。今回は、恒星球の形状は球形型とした。材質は加工のしやすい金属を使用する。アクリルなど比較的柔らかい材質にすると、等級の高い星の穴をあけることが困難になる。

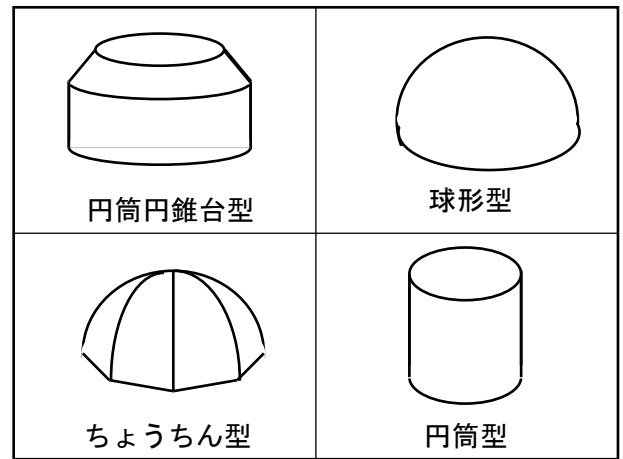


図2 投影機形状種

### (2) 惑星投影機

惑星投影機は、恒星球では投影できない火星や金星などの惑星を投影するために用いる。惑星の複雑な動きを表現するためには、地球と対象の惑星の公転を表す二つの円盤が必要になる。また、惑星投影機の光源は支柱などの障害物を避けるため各惑星に二つずつなければならない（図3）。同じ方法で月や太陽も投影できる。

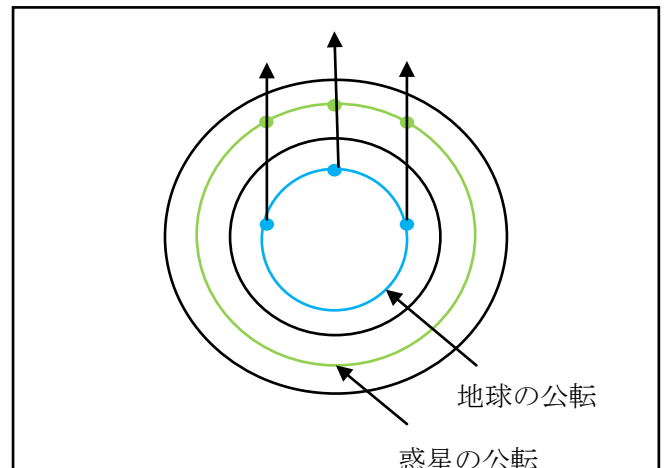


図3 公転軌道円盤



### (3) 地平線シャッター

地平線シャッターは、地平線より下の星たちを投影しないよう遮蔽するために用いる。

## 3. プラネタリウム投影機で改良を加える部分

### (1) 現在の投影機の問題点

- ・投影機が大きく持ち運びが不便.
- ・電源の供給が不安定.
- ・惑星の投影ができない.

### (2) 改良を加える部分

・各部分を取り外しできるようにして組み立て式にする.

・基盤を製作し、コンセントから電源を供給できるようにする.

・惑星投影機を製作する.

## 4. 投影用ドーム

星座や惑星を球状のスクリーン上できれいに投影するには、投影用ドーム周囲の遮光性を高め、ドーム自体を完全な球形に近づけることが必要である。

### (1) ドームの種類

ドームには、大きく分けてエアードームと多面体ドームの二つの種類がある。エアードームは布を用い空気を送り込みふくらませるドームである。エアードームには直接遮光式と間接遮光式とがある。直接遮光式では、ドーム自体に遮光性の高い布を使用する。遮光のための装備をドーム以外に別途必要としないため、設置が簡便になる反面、ドーム（布）の費用が高価になるという欠点がある。間接遮光式では、ドーム自体を布で作成するという点は直接遮光式と変わらないが、安価な（遮光性の低い）布を用いてドームを作成するため、ドームとは別に遮光するための囲いが必要になる。一方、多面体ドームでは完全な球形を求める代わりに、三角形の板を組み合わせて近似的に球形のドームを作るのが特徴である。ドーム自体が複数の部品（三角形の板）で構成されているため、組み立てに時間を要すことや、人手だけでは大型のドームを設置できないという欠点がある。以上の理由から、間接遮光式ドームを採用することにした。

### (2) ドームの成形方法

ドームは、三角形の布を繋ぎ合わせて球形になるように縫い合わせる（図4）。天頂の周りは円で

覆う。

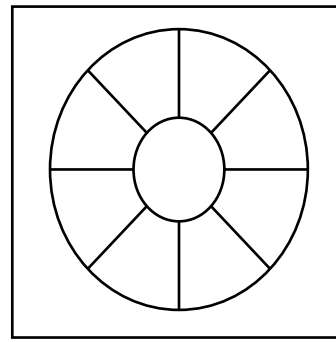


図4 ドーム縫い合わせ図

## 5. 投影用ドームの工夫する点

### (1) 現在のドームの問題点

- ・均一に膨らまず手間がかかる.
- ・ドームを固定するためにガムテープまたは部員で押さえていたため球状を保つのが困難であった.
- ・人が出入りするたびに空気が抜け、再度膨らませる必要があった.
- ・球状を保つのが困難であった.

### (2) 工夫する点

- ・送風機を取り付ける穴から空気が出ないように送風機と布を固定する.
- ・ドームの裾と下に敷くシートにファスナーを取り付け形状の安定を図る.
- ・入口を二重にして出入りの時に空気が抜けないようにする.

## 6. まとめ

### (1) プラネタリウム投影機

今後の天体の学習に役立てるため、自作プラネタリウムでは珍しい惑星投影機の製作に挑むことにした。

### (2) 投影用ドーム

これまでのプラネタリウム上映では、ドームの形が崩れ、上映延期や途中中断などのトラブルが多々ありました。当然のことではあるが、投影機とドームの両方が故障なく動くことが、プラネタリウム上映では必要になる。工夫して製作した投影機を十分に活かせるドームの製作に、力を入れているところである。

## いて座新星2015 No.2のスペクトルに見られたP Cygプロファイル

国立米子工業高等専門学校 科学部

勝部 桃子(高専3)

尾上 創、河原 匠吾、熊本 千夏、前田 夏奈(高専2)

岩浅 大輝、朝比奈雄志、松田 稜哉、岩瀬 恭治(高専1)

### 1. はじめに

いて座新星2015 No.2は今年3月15日にオーストラリアのJohn Seach氏によって発見された(図1)。この新星は肉眼光度にまで明るくなり、さらに3~5月に4回も増光を繰り返し、非常に注目を集めた(図2)。そこで、米子高専科学部でもスペクトル撮像を行ったので、その観測結果について報告する。

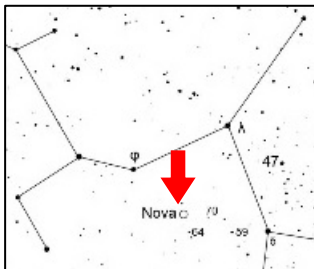


図1. いて座新星2015 No.2の位置

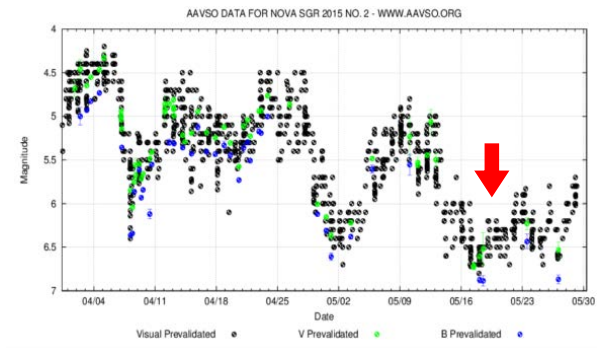


図2. いて座新星2015 No.2の光度変化

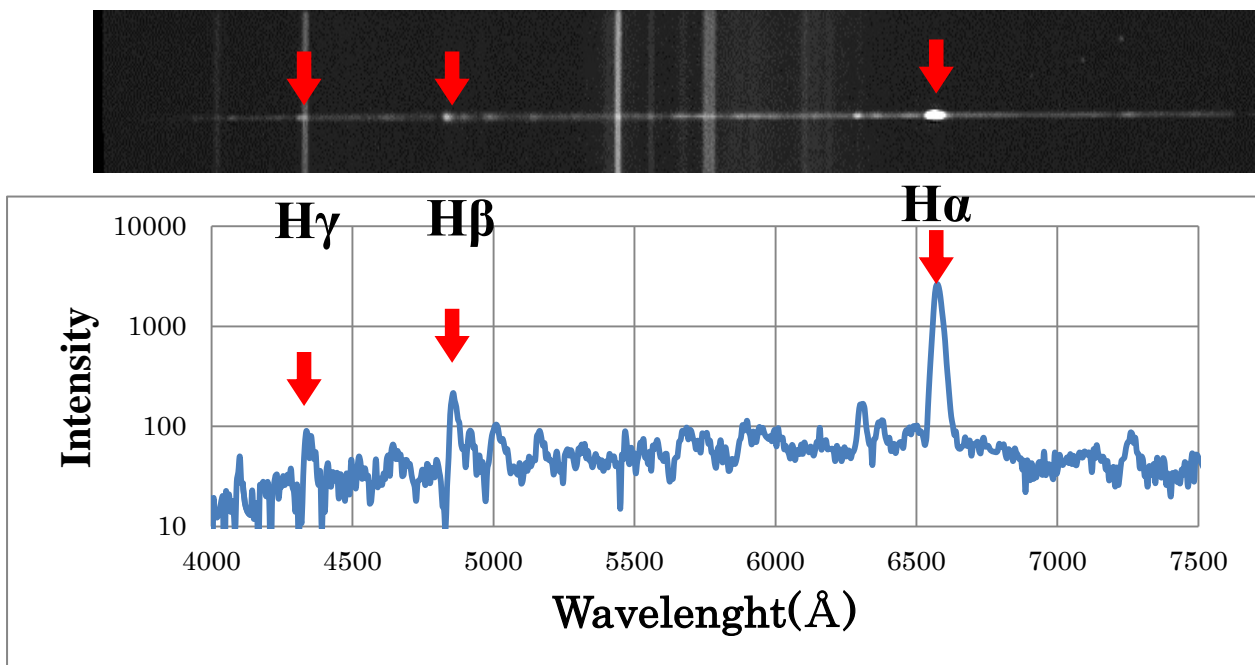


図3. いて座新星2015 No.2のスペクトル。バルマー線が強く放射されている。

## 2. 観測

我々は5月17日(日)の夜半過ぎにいて座新星2015 No.2のスペクトル撮像を行った。このころは、4回目の増光が終わり、いったん光度が極小に達した時期であったが、それでも6.5等級であった(図2の矢印)。タカハシの赤道儀S90に屈折望遠鏡ビクセンED81Sを搭載し、分光器DSS-7とCCDカメラST402をとりつけ、自動ガイドで300秒露光した。

## 3. 結果と考察

図3はダーク処理を行い、スカイを引算したいて座新星2015 No.2のスペクトルである。図より、新星から強力なバルマー線が放射されていることがわかった。さらに、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ 、 $H\gamma$ の各輝線の短波長側が吸収になっており、典型的なP Cygプロファイルになっていることもわかった。

P Cygプロファイルとは白鳥座P星で発見された輝線の形状で、星から放出されたガスが星の表面を隠すため輝線の青側が吸収となっている。したがって、青側の吸収波長から大気の膨張速度がわかる。そこで、図4は $H\beta$ 、 $H\gamma$ 線の横軸を波長から速度換算した図で、今回のいて座新星では膨張速度が3000km/sにもなっていることが示された。

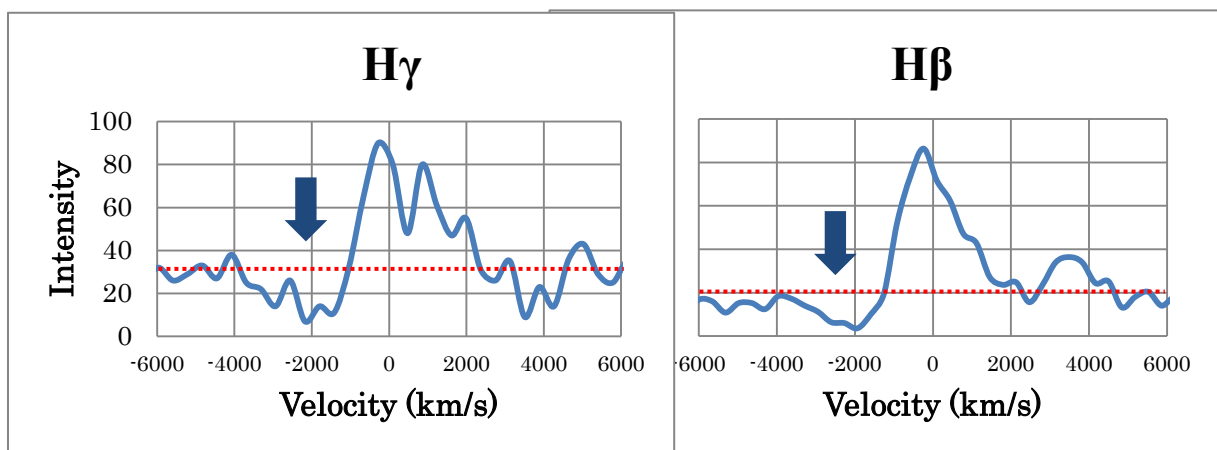


図4.  $H\beta$ 、 $H\gamma$ 線の横軸を波長から速度換算した図。膨張速度が3000km/sにもなっている。

## 4. まとめ

5月17日(日)にいて座新星2015 No.2のスペクトル撮像を行った。新星からは強力なバルマー線が放射されていることがわかった。さらに、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ 、 $H\gamma$ の各輝線は典型的なP Cygプロファイルになっており、大気の膨張速度は3000km/sにもなっていることが示された。

## 参考文献

<http://www.aavso.org/>

<http://nhk.mirahouse.jp/flash/0200/0294.html>

# 分光分析による連星の運動の解析

松本 直彰 (高3)

【兵庫県立龍野高等学校】

## 要旨

星からやってくる光を分光分析し、波長の変化を調べることで、ドップラー効果の原理を用いて星の動きを解析することができます。そこで今回、西はりま天文台のなゆた望遠鏡で得られた「ぎょしゃ座β星(メンカリナン)」という連星の分光画像の分析を行い、その運動の解析を試みました。また、文献値と比較し、精度を検証しました。

## 1. 目的

連星「ぎょしゃ座β星」のスペクトルを解析し、波長の変化を調べることでドップラー効果の原理を用いて連星の動きを調べる。

## 2. 研究方法

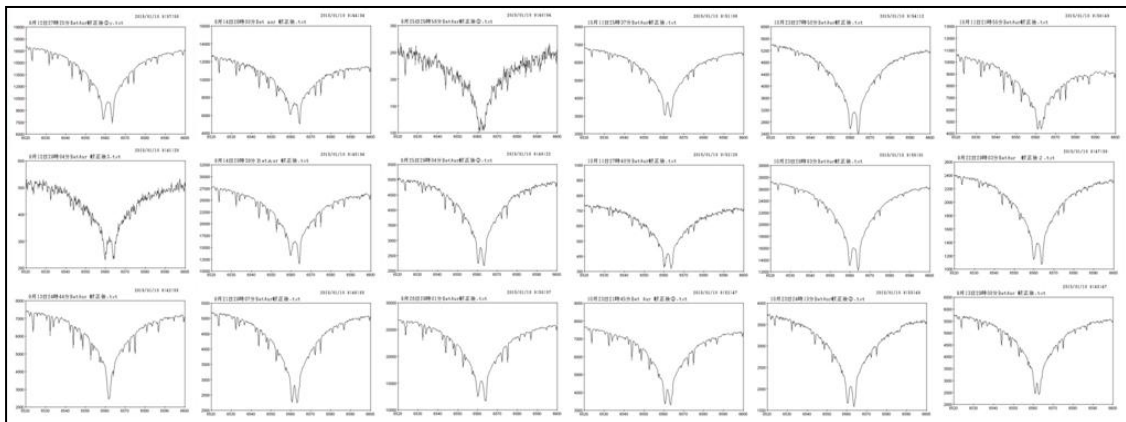
### ① 撮影

観測日時：2014年9月12日(金)～10月24日(金)

観測方法：西はりま天文台のなゆた望遠鏡と可視分光器 MALLS

### ② データ処理

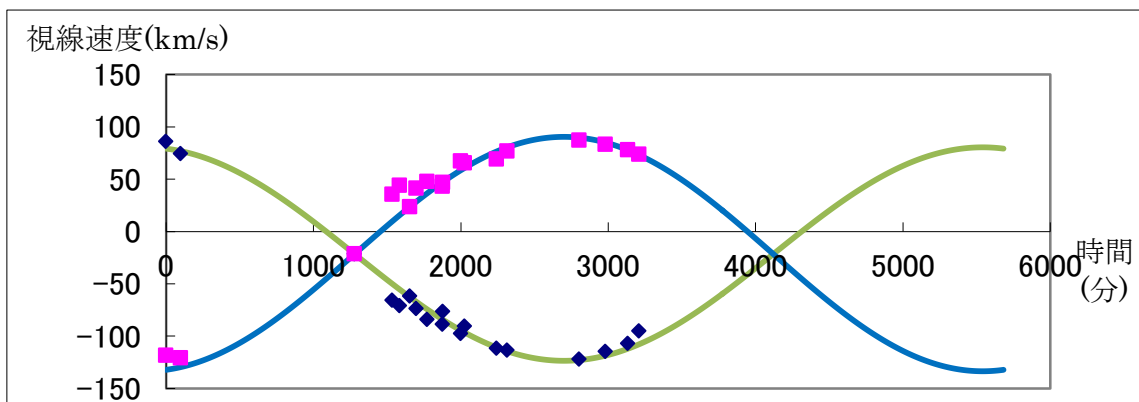
得られた18回分の観測データについて、解析ソフト「Makali`i」を用いてスペクトル画像を平均し、ダーク補正とフラット補正を行った。さらに、解析ソフト「BeSpec」で波長較正を行った後、ガウスフィット機能により水素の吸収線の波長を求めた。



### 3. 解析および考察

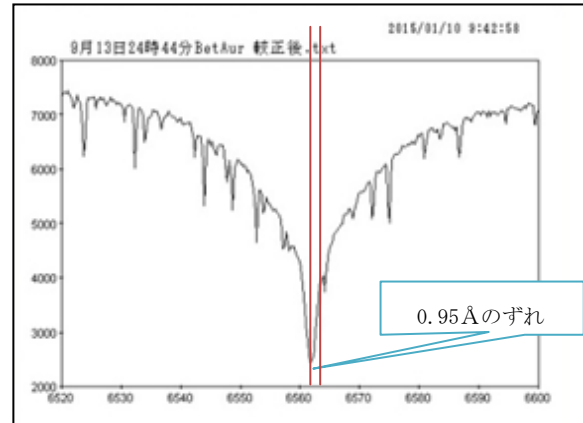
#### ① ぎょしゃ座β星の連星の公転周期

水素の吸収線の波長のずれから、それぞれの連星の視線速度を求めた。その際、地球の連星方向の速度成分を考慮して算出した。星の視線速度は連星の公転に合わせて周期的に変化する。そこで、求めた視線速度の変化を示すグラフを表計算ソフト excel を用いて描き、その変化の周期を3.94日と求めた。文献値(3.96日/SIMBAD Astronomical Database)との相対誤差は0.5%であった。



#### ② ぎょしゃ座β星の視線速度

9月13日24時44分の一致した水素の吸収線の波長が短くなっていることから、連星が公転しながら地球に近づいていることがわかる。この波長のずれ $0.95\text{\AA}$ より求められる $-43.4\text{km/s}$ から、9月24時44分の地球のぎょしゃ座β星方向の速度成分 $27.35\text{km/s}$ を差し引いて、視線速度 $-16.1\text{km/s}$ を得た。文献値( $15.7\text{km/s}$ /SIMBAD)との相対誤差は3%であった。



### 4. 謝辞

本研究は、兵庫県立大学西はりま天文台研究員の本田敏志先生からご指導ご助言をいただきながら進めました。この場をお借りしてお礼を申し上げます。

### 5. 参考文献, 使用ソフト

- CDS <http://cds.u-strasbg.fr/>
- SIMBAD Astronomical Database
- 天文年鑑 2014年版
- 理科年表 平成27年版
- 分光データ解析ソフト BeSpec Ver0.9
- すばる画像解析ソフト Makali`i

## 流星と火球の研究 ～火球の正体に迫る～

藤原 南

### 1. 目的

私たちは流星の2点観測の画像を解析して、見かけの明るさや光跡だけでなく、3次元的に経路を求めることにより、どのように空間を移動しているのか調べる。

また、流星の中には火球と呼ばれる特別に明るいものも含まれているが、それらも同様に解析し、その特徴を調べて流星との違いを明らかにする。

### 2. 方法

大気中を移動する流星は天球を背景にして流れる。視差の原理(図2)を用いて、2地点から同一の流星を観測し、流星までの距離を求めることができると考えた。私たちは岡山天体物理観測所(OAO)と岡山理科大学(OUS) (距離: 33.5km) でモニターしている夜空の全天カメラ(図1)で撮影された画像を利用して流星の2点観測を実施する。

OAO モニター画像から検出された流星のリスト(下田 2014)を元に OUS モニター画像の流星と同定し、ステラナビゲータを用いてそれぞれの流星の光跡(発光点～消滅点)の天球上での位置(方位角、高度角)を求める。これを地図上に描いて経路の水平成分を求め、高度を求め経路を決定し、経路長と地表への突入角を求める。

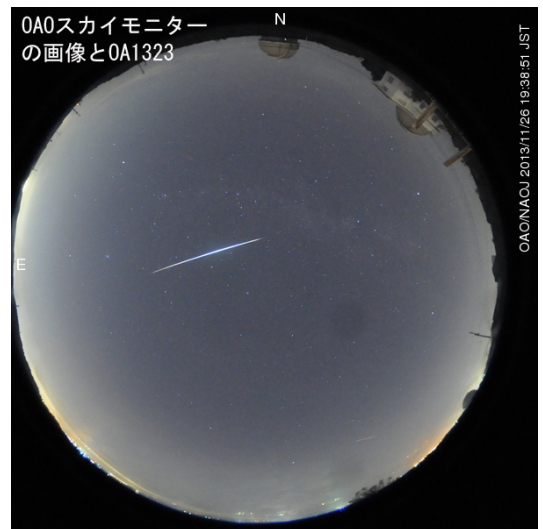


図1 OAO スカイモニターの画像

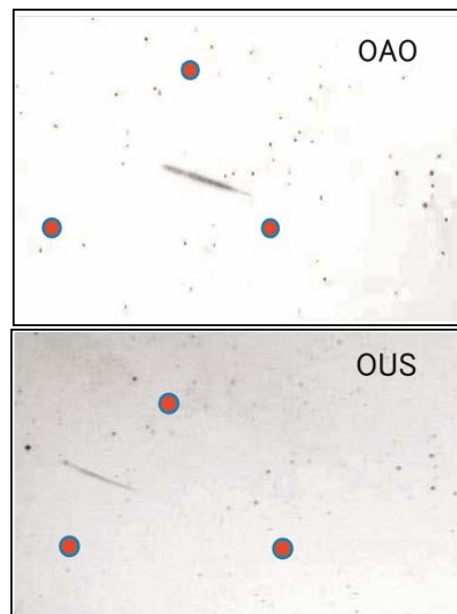
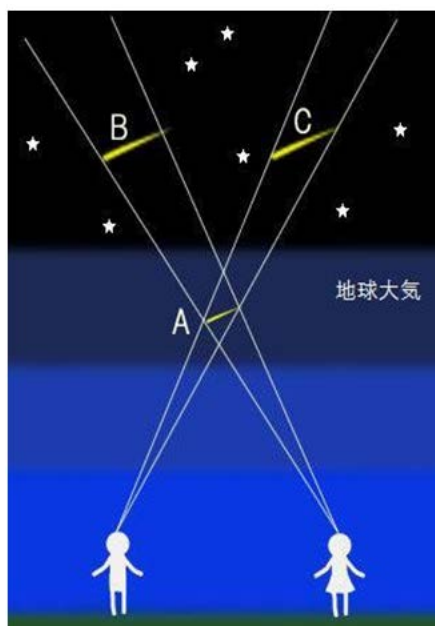


図2 視差の原理と撮影された流星画像の例

### 3. 結果

下田(2014)リストには−3 等級から−8 等級にわたる 57 個の流星がリストされているが、それ以降の期間も含めて OAO と OUS のモニターで 40 個あまりの天体が同定された。

周辺の恒星の位置を基準として解析を行ったところ、16 個の流星について信頼性の高い結果がえられた。解析した流星の方位角、高度、経路長は様々であった。

流星は 1 年を通して流れるが、特に流星群の時期には多く観測された。すなわち流星群の流星も多数検出されている。

そして、特別明るく(−8 等級)、長い経路を持ち、突入角が浅く、火球と思われる天体が 3 個見つかった(図 3)。なお、この内 2 個は OAO モニターとは別に構内に設置された広角カメラで撮影された画像も使用した。



図 3 流星と火球の経路(南から見たもの)  
細い矢印は一般の流星、太い矢印は火球を示す。

### 4. 考察

金星(−4 等級)よりも明るい流星を火球と分類するが、その正体は何か。現在の火球の分類は見かけに左右されているが、本質的な区別へと研究を進めるために、私たちは 3 次元の情報を求めた。流星群の流星の起源は彗星がその軌道上に残したチリであるとされているが、中には小惑星起源のものも存在すると言われている。今回見つけた火球候補はその出現時刻と放射点の位置から見て流星群に含まれると考えられるものもあるが、他の流星より高光度で経路も長くやや大きな天体と思われる、惑星の公転面に近い軌道を移動していた可能性がある。

### 5. 結論

今回の研究から、一般の流星とは異なる特徴を持った火球と思われる天体が 3 個見つかった。目下のところ今回の 3 次元情報だけから、その起源を確かめることは困難である。静止画だけでなく、今回の元データのビデオ映像を解析することで突入速度を調べることができれば、太陽系内の軌道について議論することが可能であると考える。火球の起源に迫るには、さらに解析を進める必要がある。

### 6. 参考文献

- ・下田力(日本火球ネットワーク)「岡山天体物理観測所(OAO)スカイモニターによる火球リスト」、第 55 回流星会議(2014.7.23)発表
- ・国立天文台岡山天体物理観測所 HP : <http://www.oao.nao.ac.jp/>
- ・岡山理科大学伊代野研究室 HP : <http://www.das.ous.ac.jp/iyono/blogn/>

### 7. キーワード

流星 2 点観測 3 次元構造 火球の正体

# 「夏の星座」「冬の星座」の立体模型の作製

京都府立城陽高校天文部

## 1. はじめに(研究背景・研究目的・意義など)

城陽高校天文部では、月に一度の観測会を行っています。そこで、普段見えている星座の明るさと距離がどのようになっているのかに興味をもち、六年前から歴代の先輩方を通して様々な研究が行われてきました。最初の研究は地球の大きさを測るところから始まりました。次に月と太陽の大きさ、距離を研究し、最近の研究では明るい恒星の距離も測りました。そして今、私達の代でようやく何年もの研究課題であった【星たちの距離】を“立体模型”といった形で表現するまでに至りました。恒星の立体模型は距離を理科年表、Wikipedia から、星図はステラナビゲータから引用し、光ファイバーとLED を用いて距離や明るさがわかるように作製しました。立体星座模型の作製は今回が初めての試みだったので、製作方法は自分たちで試行錯誤しました。昨年の文化祭ではプラネタリウムの投影をしましたが、今年の文化祭では「夏の星座」「冬の星座」の立体模型も展示する予定です。

## 2. 方法

### 1. 模型の大きさを決める

どのくらいの大きさが一番見やすいか大きさを決めます。のぞき穴の高さ・大きさを決めます。

### 2. 季節と星座を決める

どの方角が良いのかを決める。明るい恒星が多く親しまれている星座の多い「冬」を最初に作りました。

### 3. 等級、色まとめる

星座を決めた後、星座ごとに、恒星名、実視等級、距離、スペクトル型を調べ実視等級が 2.5 等級より明るい恒星と暗い恒星を分類します。

### 4. 星座絵を蛍光塗料をもちいて描写

黒の画用紙に星座の絵を描く。絵を描いた紙を、スチレンボードに貼る。

### 5. 恒星の距離を紙に写す

まとめた表の恒星の距離を、片対数グラフを用いて書き込む。

### 6. 光ファイバーを通す(これ大事)

光ファイバーを太いものと細いものを用意し、恒星の明るさによって使い分ける。この時の分類は方法3で 2.5 等級以下のものに太い光ファイバー(1.5φ)、2.5 等級以上に細い光ファイバー(1.0φ)を使用。

光ファイバーを固定するためには真鍮の管を使用します。



## 7.回路の作製

電池・スイッチ付の可変抵抗・LED（青・白・黄・赤）と電子ブロックを用いて回路を作成します。

## 8.見た目を整える

まわりに、包装紙などを貼り、整える。

完成

## 3 結果・考察

光ファイバーを真っすぐ固定するために糸を用いて光ファイバーの先端を固定しようとした。しかし時間がたつと糸がたるみ、光ファイバーが曲がってしまいました。そのため、真鍮の丸い管を利用して光ファイバーの曲りをなくすことができました。

しかし、星座絵を利用して光ファイバーを真っすぐ刺したため、のぞき穴から見ると星座の形が絵に描いた星座と異なって見えました。視線の方向に光ファイバーを終息させることが必要でした。

## 4. まとめ

「冬の星座」の大きさは0.4m×0.5m×0.6m（縦×横×奥行き）で今年の2月に完成しました。

問題点は絵に描いた星座と星の位置が異なって見えたことでした。そこで、現在「夏の星座」の製作をしています。

今回は、「夏の星座」の作製過程を報告します。

# 枯渇彗星 PHAETHON の調査

物理/天文班：渡邊 公輔

## 1.調査動機

地球近傍にある小惑星や彗星には太陽系誕生時の情報が隠されており、その中でも今回の調査対象である Phaethon は比較的探査を行いやすい位置に軌道が存在し、枯渇彗星であるといったなどの非常に興味深い天体であるため、Phaethon の内部構造について調査を行うことにした。

## 2.目的

小天体に関する様々な情報を元に、Phaethon の内部構造の仮説を立てる。

## 3.調査項目

- ① 岩石物質の分布について調べる。
- ② 揮発性物質の分布について調べる。
- ③ Phaethon の密度を求め、他の天体との比較を行う。
- ④ ナトリウムの過剰枯渇について調べる。



図 1 Phaethon の軌道

## 4.結果(▲)と考察(◇)

- ① ▲表面スペクトル分類の結果：C型小惑星のB/F型小惑星に分類。  
◇宇宙風化作用により表面と内部の物質構成には差異が生じている可能性が大きい。
- ② ▲彗星にある数か所の穴から揮発性物質を噴出する。彗星の外部のみ枯渇。  
◇この条件下でPhaethonは内部に揮発性物質の塊があると思われる。
- ③ ▲Phaethonの形を球体と仮定。  
直径：5.10 km 質量： $1.4 \times 10^{14}$ kg  
密度： $2.016 \text{g/cm}^3$   
他の天体と比較した結果→図 2  
◇揮発性物質蒸発後の隙間にダストマントル形成。

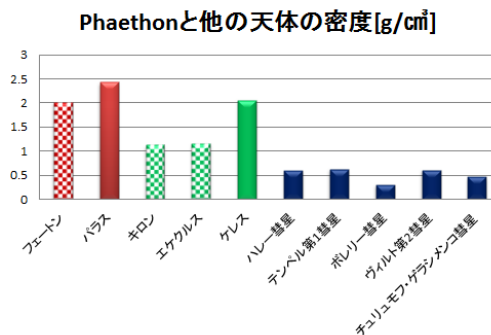


図 2 密度の比較

- ④ ▲ナトリウムの枯渇は通常、ダストから出る  
ナトリウムテイルによるもの。  
◇近日点が近すぎて直接昇華する

#### 5.今後の研究課題

- ・密度の違いや構成物質などから、Phaethon の寿命を求める。
- ・調査対象の天体数を増やす。

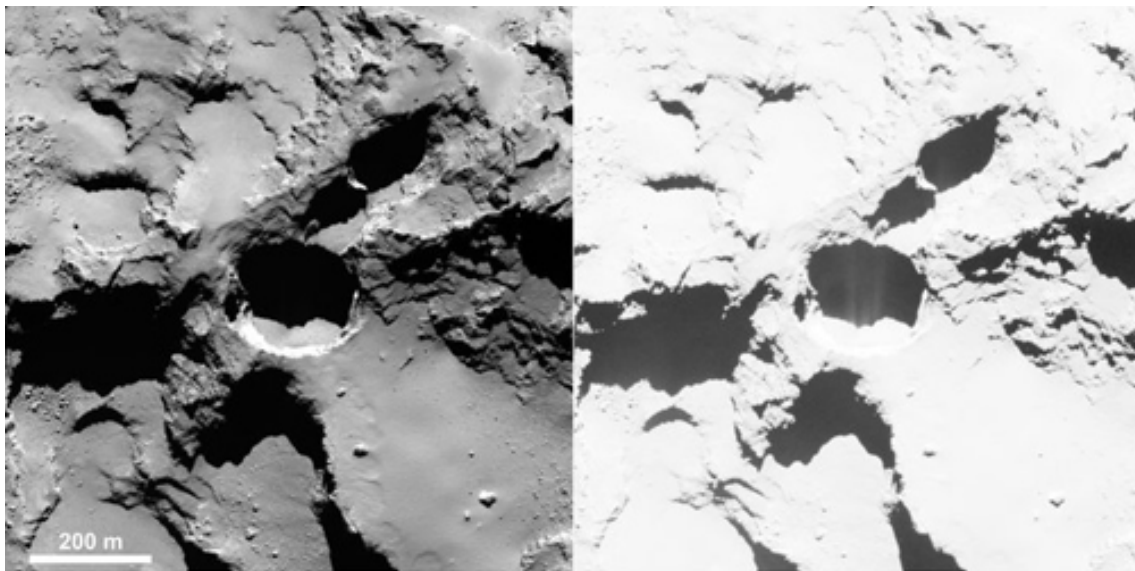


図3 チュリュモフ・セラシメンコ彗星の穴