

# 第七回

## 天文高校生集まれ！

時 平成29年7月17日(月曜日の日)10時~17時  
場所 大阪教育大学天王寺キャンパス西館1階ホール



### 第七回天文高校生集まれ！！

内容：高校生の天文関連活動、研究成果の発表と交流

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-hs7@quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp](mailto:tenmon-hs7@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、大阪教育大学

後援：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)

ホームページ：

<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/tenmon-hs/index.html>

# 第7回高校生天文活動発表会～天文高校生集まれ～

## プログラム

2017年7月9日

高校生天文活動発表会実行委員会

大阪教育大学

2017年7月17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 係

10:00 開会行事 実行委員長挨拶

会場校挨拶

### セッション1

10:05 ①分光観測による3彗星の成分変化 (奈良県立青翔高等学校)

10:20 ②ジョンソン彗星の多色観測による光度変化 (愛知県立一宮高等学校)

10:35 ③月の明部面積と公転軌道 (岐阜県立岐山高等学校)

10:50 ④月までの距離 (姫路市立姫路高等学校)

休憩 (15分)

### セッション2

11:20 ⑤「8の字」を描く太陽?! (大阪府立大手前高等学校)

11:35 ⑥火星最接近時の衝効果による明るさの変化 (兵庫県立大学附属高等学校)

11:50 ⑦多点観測によるペルセウス座流星群の研究 (金光学園高等学校)

12:05 ⑧無黒点の太陽について (滋賀県立米原高等学校)

昼食 (50分)

### セッション3

13:10 ⑨全天スカイモニターを用いた変光星アルゴルの観測 (智辯学園和歌山高等学校)

13:25 ⑩小惑星 (4106) Nada の生徒による撮影と自作プラネタリウム30年の進化 (私立灘高等学校・中学校)

13:40 ⑪プラネタリウムの製作 (兵庫県立舞子高等学校)

13:55 特別発表 ⑫暗い場所は周辺の夜空の明るさに影響するのか (愛知県一宮市立向山小学校 富田)

ポスター発表紹介

14:10 ポスターのみの発表紹介4校 (学校紹介を含む)

P1 電波観測で捉えたしぶんぎ座流星群 (神戸市立工業高等専門学校) 3分

P2 分光観測による活動銀河核の分類 (奈良県立青翔高等学校) 2分

P3 分光観測によるSS433のジェットの変化 (奈良県立青翔高等学校) 2分

P4 スペクトルに見る超新星残骸と惑星状星雲の違い (奈良県立青翔高等学校) 2分

発表のない学校の学校紹介 (1校×1分=1分)

大阪市立東高等学校

14:20 ポスターセッション ポスター会場にて

15:40 会場 (ホール) へ移動案内

15:40 記念写真撮影

15:45 特別講演「太陽系外惑星科学の現在と未来 ～私がこれから30年かけて取り組みたいこと～」

講師: 大阪大学 松尾 太郎 先生

### ご講演概要

系外惑星科学におけるゴールのひとつに、生命を育む環境の調査、生命の探査があります。私は、一次食と二次食による惑星の大気分光によって、その目的に迫ることを目指しています。その鍵になるのが数時間にわたって高安定に分光測光を実現することです。私たちはNASAとの共同研究において新しい技術やアイデアを積み重ねており、測光精度10万分の1という究極の精度を達成する装置コンセプトが完成に近づきつつあります。本講演では、これまでに発見されてきた系外惑星科学の現状を整理し、現在取り組んでいる2020年代のアメリカのDecadal Surveyの提案へ向けたNASAとの共同研究について紹介します。

16:45 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+口頭発表 (10分) +質疑 (生徒の質問を中心に考えています) 2分  
+コメント 2分 (研究者のコメントです)  
\*引率の先生方のコメント・質問は生徒の質問時間を保証するためにポスター会場で行います。  
11分で鉦1つ、12分で、鉦2つ 15分で、鉦連打

☆ポスター紹介 2分 鉦1つ

ポスターセッションは、別室で行います。ポスター掲示用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)

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 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特に条件がなければ、データを USB でもって来てください。

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。

昼食はポスター会場でお済ませください。ホールは飲食禁止です。

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。

☆予稿集は各校で以下の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。

<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/tenmon-hs/>

コメンテーターの先生方の紹介

松尾太郎 (大阪大学)

富田晃彦 (和歌山大学)

前原英夫 (元国立天文台)

定金晃三 (大阪教育大学)

福江 純 (大阪教育大学)

松本 桂 (大阪教育大学)

# 分光観測による3彗星の成分変化

奥本 隼也、杉本 眞子、西川 拓大、山本 玲美（高3）【奈良県立青翔高等学校】

## 要 旨

パンスターズ彗星(C/2012 K1)、ラブジョイ彗星(C/2014 Q2)、カタリナ彗星(C/2013 US10)の3彗星についてスペクトル解析を行った結果、近日点通過直後にC<sub>2</sub>輝線が最も顕著になり、CN輝線から求めたガスの放出速度も近日点付近で最大になることが分かった。

## 1. はじめに

一昨年度、我々の2学年上の先輩達が本校の彗星研究グループを立ち上げ、パンスターズ彗星(C/2012 K1)等の分光観測についての研究を行った。しかし、観測データ数が少なく、課題も残されていたため、この研究を引継ぎ、1つの彗星に着目してスペクトルの変化を追跡しようと考えた。だが、今年は我々の目的にかなう彗星の出現は無かったため、岡山県美星天文台の研究者や公募観測利用者が過去に取得したC/2012 K1、ラブジョイ彗星(C/2014 Q2)およびカタリナ彗星(C/2013 US10)の低分散分光観測データを利用することにした。

## 2. 目的

我々の研究の目的は、上記の3彗星の低分散分光観測の結果を用い、近日点通過前後におけるスペクトル中の輝線の変化やコマでのガス放出速度の変化を調べることである。

## 3. 方法

我々が行ったデータ解析の手順は、以下の通りである。

- 「マカリ」(国立天文台・(株)アストロアーツ)を用いて、岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で得られた彗星のスペクトル画像の一次処理を行った。
- 「Be Spec」(川端哲也氏 作)を用いて、スペクトル図を作成した。
- スペクトル図中の主な輝線について、化学組成を特定した。また、CN輝線の全ゼロ強度幅FWZIを読み取り、ドップラー効果の式より、コマでのガスの放出速度(最大値)を求めた。

## 4. 結果

以下の表に結果をまとめる。(CNからNH<sub>2</sub>は主な輝線の現れ方を4段階で示している。)

C/2014 Q2 近日点通過2015. 1.30						C/2012 K1 近日点通過2014. 8.27					
観測日	CN	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	ガス速度	観測日	CN	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	ガス速度
2015. 1.10	?	○	○	△	—	2014. 5. 9	○	△	△	×	(4.7±0.8)×10 <sup>2</sup> km/s
2015. 1.20	?	◎	○	○	—	2014.10. 3	◎	○	○	△	(1.0±0.2)×10 <sup>3</sup> km/s
2015. 2.18	?	◎	◎	◎	—	C/2013 US10 近日点通過2015.11.15					
2015. 3.24	◎	◎	◎	○	(1.5±0.2)×10 <sup>3</sup> km/s	CN C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ガス速度					
2015. 4.22	◎	○	◎	○	(9.7±2.7)×10 <sup>2</sup> km/s	2015.12.19	◎	◎	◎	○	(2.4±0.5)×10 <sup>3</sup> km/s
2015. 6. 6	◎	△	○	△	(7.8±0.8)×10 <sup>2</sup> km/s	2016. 1. 2	◎	○	◎	○	(1.7±0.1)×10 <sup>3</sup> km/s
2015. 6.28	○	△	○	×	(5.0±3.5)×10 <sup>2</sup> km/s	※C/2014 Q2の?は、CCDカメラ故障により確認できず。					
2015. 8. 5	?	×	?	×	—						

## 5. 考察

- 結果をまとめると、CN輝線は比較的長い期間現れるが、C<sub>2</sub>輝線は近日点通過直前から明瞭になり、近日点通過直後に最も顕著になることが分かった。
- コマからのガスの放出速度は、概ね近日点付近で最大になることが分かった。

## 6. まとめ

今回は多くの彗星の分光データを処理できたため、先輩が残した課題の一つは解決できた。しかし、輝線の現れる順番の原理については、更に調査の必要があると感じている。

**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、公募観測者の宇野様、松下様には、観測データをご提供頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

「彗星の科学」 鈴木文二 他 恒星社厚生閣 (2013) 「彗星—彗星科学の最前線—」 中村 士 他 恒星社厚生閣 (1984)

---

# ジョンソン彗星の多色観測による光度変化

岸拓実 (高 2)、大地本晴也、金子大輝 (高 1)

【愛知県立一宮高校地学部】

---

## 1. 概要

我々一宮高校地学部は、ジョンソン彗星 (C/2015V2) を今年 4 月から数回にわたって多色観測し、V 等級、B-V 等級について光度変化を求めた。

## 2. 観測

対象：ジョンソン johnson(C/2015 V2)

日時：2017 年 4 月 14 日、4 月 29 日、5 月 27 日、6 月 8 日、6 月 19 日

場所：一宮高校屋上他

機材：冷却 CCD カメラ (SBIG 製 ST-7XME)、R,V,B フィルター

Celestron C-8 (D:200mm F:2000mm、1260mm)

## 3. 一次処理

あらかじめ撮影した画像と dark 画像と flat 画像を撮像し、ステライメージを用いて共通ダーク・フラット補正をした。

## 4. 測光

B フィルター、V フィルターで撮影した彗星と周辺の恒星をすばる画像処理ソフトマカリを用いて測光を行った。恒星のデータは USNO カタログを使用した。

## 5. 測光結果

日付	V等級	B-V等級
4月14日	12.21	0.61
4月29日	11.08	0.4
5月27日	11.05	0.74



5月27日のジョンソン彗星

この後の観測結果については現在解析中であり、当日発表する。

## 6. 使用ソフト

ステライメージ Ver.6

ステラナビゲータ Ver.10

すばる画像処理ソフト マカリ Microsoft Excel 2010

# 月の明部面積の変化と公転軌道

岐阜県立岐山高等学校 地学物理部

石田 唯人 市原 洸 塩谷 彰太 片山 祐 白木 歩 佐藤 雅起

## 1. はじめに

昨年度より月の明部面積と月齢との関係について、計算を行い実際の月と結果を比較してきた。今年度は月までの距離の変化より、公転軌道の考察を行っている。

## 2. 方法

明部面積の割合を、右図のような式で求める。次に実際の月画像から面積(ピクセル)を求め、計算結果と比較する。

このとき、1 朔望月は 29.5 日と仮定した。2016 年 6 月～2017 年 4 月までの計 35 枚の月の画像から、中心と明部面積をすばる画像処理ソフト「Makali`i」を使用して求める。

結果を求めた割合と共にグラフ化した。

## 3. 実際の月の面積の結果と考察

右図より、実際の月の明部面積は計算の結果におおよそ沿うような形となった。しかし、ほぼ同じ月齢でも周期によって、明部面積の割合が小さくなったり、大きくなったりするズレが見られた。このズレは、単純な観測誤差ではないと考え、月の公転による地球-月の位置関係および公転速度の変化がズレに関係していると推測した。

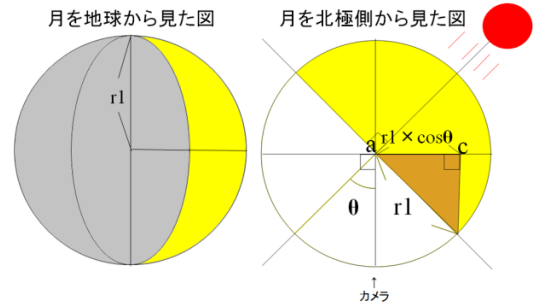
## 4. 月公転軌道についての考察

2016 年 11 月以降の月全体の面積から、地球-月間の距離の変化を求めた。距離の最小値(11 月 15 日)を 100.0%としたところ、最大値(3 月 19 日)は 113.7%となった。

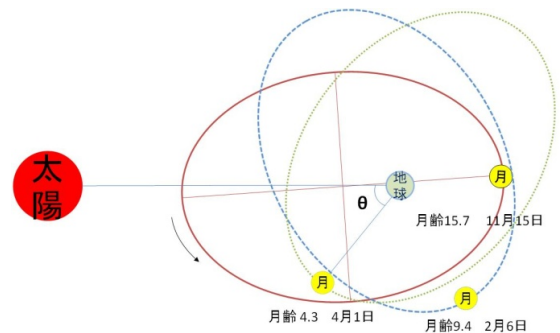
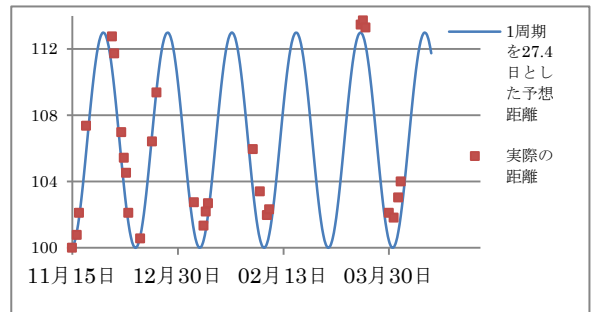
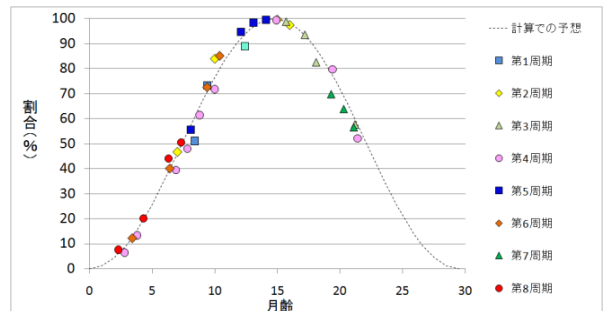
右図より月は周期的に接近と離隔を繰り返している。つまり月の公転軌道は楕円であることがわかる。仮に 2016 年 11 月 15 日～2017 年 4 月 1 日を 5 遠近周期として考えると、遠近周期の平均は 27.4 日となった。1 遠近周期あたりの距離差を比較すると 11 月 15 日(100.0%)～12 月 15 日(112.8%)の距離差は 12.8%、3 月 19 日(113.7%)～4 月 1 日(101.8%)の距離差は 11.9%である。

また、遠近周期ごとに最小値での月齢は周期が進むごとに変化しており、右図に示すように公転軌道の長軸方向が

変化していることも示唆された。つまり、月の公転は一定の楕円軌道ではなく、公転周期によって楕円の大きさや、長軸方向の向きが変化していると考えられる。最下図における  $\theta$  は、明部面積の割合を求める計算式の  $\theta$  と同一のものである。今後は太陽 - 月の位置関係を考慮し、詳細な明部面積変化を明らかにしたい。



$$S = \frac{1}{2} \pi (r_1)^2 (1 - \cos \theta)$$



# 月までの距離の測定

姫路市立姫路高等学校天文気象部 平瀬竜太郎 井上聖梧 (3年)  
筒井万葉 永井大介 山口真奈 木下貴水 久保田浩平 (2年)

## 1. はじめに

本校に設置されている反射望遠鏡は昭和36年に旧校舎の第二天文台に設置され、昭和47年に現校舎の天文台に移されたものである。しかし、その後、整備されず使用できなくなっていた。そこで私たちは、2015年にこの望遠鏡を再び使用したいと思い修復し、現在は市民観望会などで再利用されている。さらに私たちは、本望遠鏡を観測に再利用するための操作実習と基本特性把握を目的に、月の継続観察を行った。月を観察すると、観測日時による月の大きさの違いに気付いた。良く知られているように月は楕円軌道を描いて地球の周りを公転しており、地球と月との距離は時々刻々と変化している。そのため月の見かけの大きさは地球との距離が近い時は大きくなり、遠い時は小さくなる。そこで、観測した月の見かけの大きさから、それぞれの日時における月との距離を測定し、距離の変化を確かめることを試みた。



図1 修復後の望遠鏡

## 2. 測定方法

前記30cm反射望遠鏡(有効口径300mm、焦点距離2070mm)を用いて月を観測し、写真を撮影する。撮影にはNikonD750(35.9×24.0mmサイズCMOSセンサー)を用いた。撮影された写真から、月の直径が画像上の何画素に相当するかをを求める。また、望遠鏡の焦点距離と撮像素子の大きさとの関係から、画角を求める。画角と撮像素子の画素数との関係から、先ほど求められた月の直径の画素数を視直径に換算することが出来る。ここで、月の大きさを $R$  [km]、月までの距離を $D$  [km]、視直径を $\theta$  [rad]とすると、 $\theta$ が微小なとき $R = D\theta$ が成り立つ。よって、月の大きさ $R$ を既知とすると、月までの距離 $D$ を求めることが出来る。

## 3. 測定結果

撮影はおよそ5ヶ月にわたり断続的に行った。月の見かけの大きさの変化を図2に示す。画像上の月の直径は最大値で3328ピクセル、最小値で3007ピクセルであり、およそ10%ほど変化していた。また、反射望遠鏡の焦点距離とカメラの撮像素子のサイズと画素数を考えて、撮影された月の大きさを視直径に換算すると、最大で33.0分、最小で29.8分となった。月の直径は理科年表から3474.8kmとした。最終的にこれらの値を用いて月までの距離を求めると、最も近い時でおよそ $3.62 \times 10^5$ km、最も遠い時でおよそ $4.01 \times 10^5$ kmと算出された。

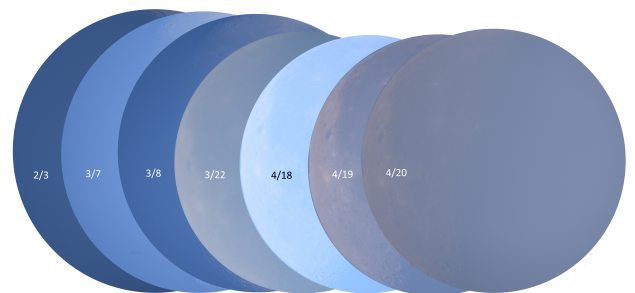


図2 月の見かけの大きさの変化

## 4. まとめ

今回の観測された範囲において、地球から月までの距離は最も近い時でおよそ $3.62 \times 10^5$ km、最も遠い時でおよそ $4.01 \times 10^5$ kmであり、およそ $3.9 \times 10^4$ kmほどの差があることが確かめられた。

## 5. 今後の展望

今回は月の直径を既知として月までの距離を求めた。次は月の直径を未知として、月までの距離を測定する方法を考えたい。また、一晩を通しての月の大きさの変化の観察なども行っていきたいと思っている。

## 6. 参考

2016年第6回高校生天文活動発表会 「30cm反射望遠鏡の修復」 姫路高校天文気象部

# 「8の字」を描く太陽？！

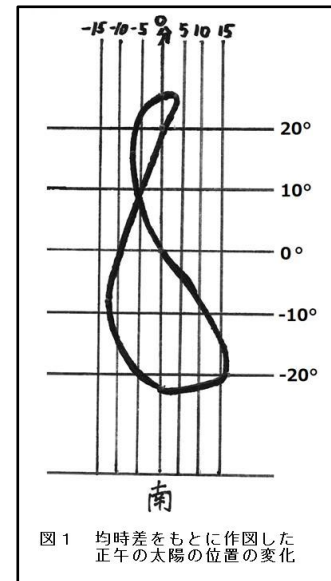
大阪府立大手前高等学校 天文部

## 1. はじめに

1年間、同じ時刻に同じ場所から太陽の見かけの位置を記録すると、その軌跡が「8の字」を描く。これをアナレンマといい、太陽が南北方向と東西方向に見かけの動きをすることが関係している。この動きは「均時差」によってもたらされる。「均時差」とは視太陽（実際に見ている太陽）と平均太陽（天の赤道を一定の速さで動き、1年かけて1周する仮想の太陽）のずれのことである。均時差を用いて正午の太陽の位置を作図すると、右図のようになる。

アナレンマの撮影は、1年間という長期間を要すること、天候に左右されること、カメラの電池切れ等のトラブルなど克服すべき課題が多く、成功例は非常に少ない。

大手前高校は大阪城公園の西側に位置しており、天文部の活動場所である4階地学教室から東の空を障害物なく観測することができる。私たちは、このアナレンマを実際に撮影することを目標に観測を行った。



## 2. 目標

1年間継続して太陽の位置を記録し続け、太陽の動き（アナレンマ）を1枚の写真に写しこむ。

## 3. 方法

毎週木曜日午前8時に、4階地学教室から撮影を行う。写真合成の目安にするため、大阪城やその他の高層ビル群を含めて撮影する。また撮影の際、太陽の光は強いためその光の量を減らす目的で、偏光板を減光フィルターとして使用する。

撮影した写真は大阪城を基準に重ね合わせ、太陽の位置を1枚の写真上にプロットする。

## 4. 結果

平成28年4月14日から11月17日まで22回の撮影に成功し、8の字の軌跡を描き出すことに成功した。

## 5. 考察、今後の課題

太陽がほぼ「8の字」を描いて移動していることを確認できた。しかし昨年度までの観測では、天文部専用のカメラではなく、部員個人のカメラを使用していたため、地学教室に固定して撮影し続けることができなかった。そのため描き出した「8の字」にいびつな部分があった。

今年度新たに天文部の専用カメラを入手し、6月よりカメラを固定しての撮影に挑戦している。今回の発表で、7月までの結果も発表できれば良いと考えている。

また写真の合成についても、さらに精度を上げるため、目視ではなく専用のソフトウェアを用いることを検討している。



## 火星最接近時の衝効果による明るさと色の変化

時政 壮真、小紫 颯太郎、大崎 幹太、上岡 史弥、角谷 僚太郎、武田 龍  
【兵庫県立大学附属高等学校自然科学部天文班】

2016年の火星接近で、火星の明るさの変化を赤緑青で調べ、衝効果に色の変化がないか調査した。火星の明るさの変化をとらえられたが、観測の精度が悪く、色の変化は見られなかった。

はじめに

昨年2016年5月31日に火星が地球との距離7582万kmで最接近するというイベントがあった。私たちはこのイベントで、火星にどのような衝効果が表れるのかを調査するため、火星の色の明るさと色の変化を調べた。

※衝効果：地球、太陽、惑星が一直線上に並ぶ時に惑星の面積以上に明るさが増大する現象

観測方法

2016年5月08日～7月29日の23時頃に火星とさそり座を写真撮影した。観測機材にはNikon D5100のカメラと焦点距離18mmのレンズを用い、露出時間は1/5秒～10秒とした。写真の保存形式は、明るさの解析に用いられるRAWデータとした。

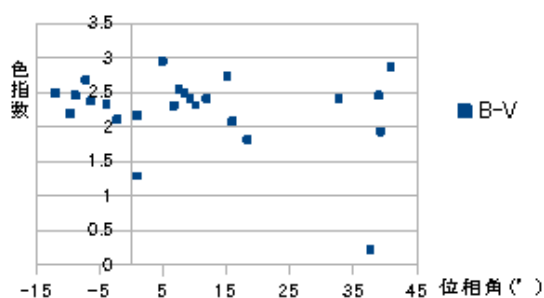
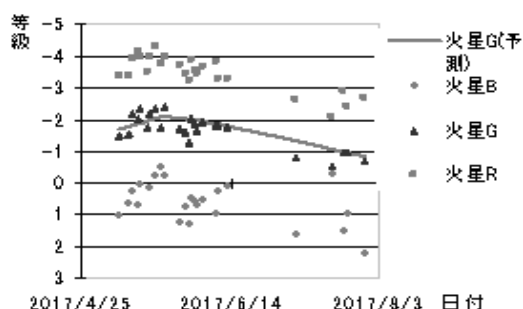
解析方法

1. RAWデータの画像をFITSデータに変換し、火星の明るさが4万カウントを越えない画像を、観測日ごとに選んだ。
2. 画像解析ソフト“Makalii”を用いて、火星の明るさとアンタレスの明るさを測光して等級を求めた。
3. フリーソフト“Stellarium”を用いて、アンタレスの等級(カタログ値)を調べた。その明るさと求めたアンタレスの等級とを比べて、火星の見かけの明るさ(実視等級)を求めた。この作業をR,G,B画像それぞれで行った。
4. 求めたR,G,Bの火星の等級から色指数

B-VとV-Rの変化を求めた。

結果

火星が衝を迎えた5月21日ごろに、Rが-4等、Gが-2.1等、Bが0等級となり、その後暗くなっている。B-Vのグラフを見ると、色の変化は観測できなかった。V-Rについても同様であった。



考察

求めた明るさが0.5等級程度でばらついてるのは、比較星としたアンタレスが火星と離れていたために、雲やチリなど空の状況が変わったためではないかと考える。そのために、衝効果をはっきりと捉えられなかったのではないかと推測する。色指数に関しても同様である。

今後の課題

明るい最接近時の火星の明るさを測るのは難しい。何かよい方法を見つけなければ、精度を上げることができない。今回は運良くアンタレスが近くにあったが、普段の接近時には、比較星をどの星にするかも検討課題だ。

# 多点観測によるペルセウス座流星群の研究

上川 滉太 (高2) 【金光学園高等学校】

## 1. はじめに

真夏の夜空を彩るペルセウス座流星群は多数の観測が行われている。私たちは多点からの観測データを組み合わせ解析することで、この流星群の研究を進める。

## 2. 研究の背景と目的

私たちは近隣の3天文台と連携し、2016年極大期(8/10~8/13)のペルセウス座流星群の観測データ(1,200 GB)の提供を受けた。これら多点観測の画像データ(図1参照)から流星の視差を求め、その空間的な位置と速度を高い精度で求める。そして、この流星群の地球大気内の動きを調べ、さらに太陽系内における運動を考察する。

## 3. 方法

提供されたビデオと静止画より流星を検出し、出現数(ZHR)および天球上の放射点の位置を求める。次に、3観測点で個々の流星を同定し、流星の発光点と消滅点の天球上の座標(方位角、高度角)をシミュレーションソフト「ステラナビゲータ」で読み取る。2点からの方位角の交点から水平位置、距離 $\times \tan(\text{高度角})$ から高度を求め、流星の流れた空間的な経路を求める。そして、その流星像ビデオのコマ数より速度を求める。

## 4. 結果

(1)8/10~8/13の期間で合計443個の群流星を検出した。これまでに解析を終えた19個の流星については、平均として(2)高度107 kmから92 kmまで、経路長21 kmを流れた。(3)速度は約57 km/秒、と求められた。また、(4)明るい流星ほど発光点高度が高く、消滅点高度が低い傾向が見られる(図2参照)。

## 5. 考察

流星の3次元位置を決めるには、その発光点と消滅点の位置を正確に決める必要があるが、計測や地図上にプロットする作業の中で、ある程度の誤差が生じる。結果の精度を上げるためには、多点の多数のデータを用い、均質な機材による観測データを扱う。また、流星の明るさと流れる高度との相関は、流星の発光機構、すなわち流星物質の質量・速度と大気密度の高度分布を反映していると思われる。さらに多点観測画像データの解析を進め、結果の精度を上げ、他の相関についても調べて行く。

## 6. 結論

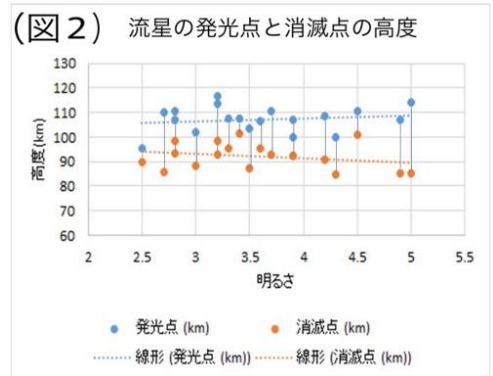
地球の公転と放射点の位置を考慮して、この流星群の日心速度が約39 km/秒と求められた。この流星群は地球の公転面とは約 $70^\circ$ 傾いた公転面を楕円軌道で公転していることがわかる。私たちの結果は、ペルセウス座流星群の母天体がスィフト・タートル彗星であるという同定と、誤差の範囲で一致している。

## 参考文献

- ・天文シミュレーションソフト「ステラナビゲータ」Vo1. 9、アストロアーツ社。
- ・天空の花火「ペルセウス座流星群」の研究、金光学園探究II論文集(2014)。

## 謝辞

連携した3天文台にはデータ提供等でお世話になりました。特に、国立天文台岡山天体物理観測所の戸田博之さん、岡山理科大学理学部の伊代野淳さん、赤磐市立竜天天文台の藤原貴生さん(岡山大学理学部)には深く感謝いたします。



# 無黒点の太陽について

滋賀県立米原高等学校 地学部

## 1. 動機

昨年7月、初めて無黒点の太陽を撮影したことをきっかけに、無黒点の太陽に興味を持ち研究を始めた。

## 2. 研究目的

黒点のない太陽には、どのような活動が見られるのかを調べる。

## 3. 研究方法

### (1)太陽撮影に用いた機材

- ①CCDカメラ (ATIC TITAN) とノートパソコン
- ②撮影用ソフト Artemis Capture
- ③天体望遠鏡 (高橋 FC76+1/10 万減光フィルター、ラントソーラーシステム H $\alpha$  線・Ca II-K 線望遠鏡)

### (2)撮影・画像処理方法

- ①カメラは、太陽の日周運動の方向とコンピューター画面の横が平行になるように設置する。(画面の左が太陽の西になるようにする。)
- ③撮影時の露出(0.001秒~0.02秒)は、気象条件に応じて変更しながら各画像とも約500枚程度撮影する。
- ④天体画像処理ソフト Registax6 で撮影した画像を、1枚の写真に合成、補正する。
- ⑤天体画像処理ソフト Stelimage で、画像を反転・回転させ太陽写真の方位を、実際の向きに直す。

## 4. 結果

### (1)撮影できた無黒点の太陽

表1、図1のように、無黒点だがプラージュやプロミネンスが見られる日が観測できた。

表1. 平成28年8月~平成29年5月の太陽の活動

観測(撮影)した日数	95日
無黒点の日	9日
無黒点だがプラージュとプロミネンスが見られた日数	8日
無黒点だがプラージュが見られた日数	1日
無黒点だがプロミネンスが見られた日数	0日
黒点群以外のところにプラージュやプロミネンスが見られた日数	57日

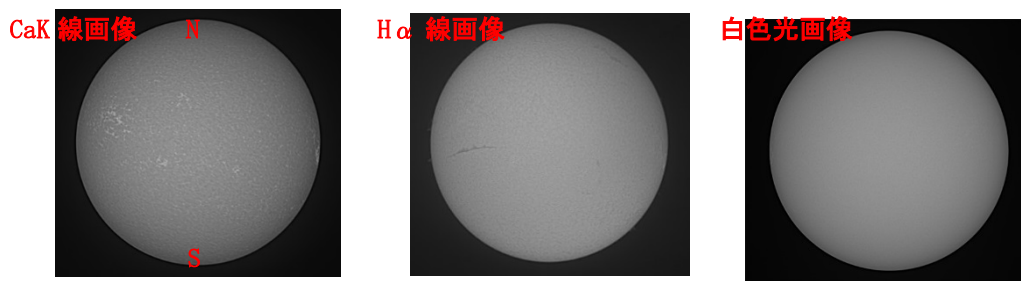


図1. 無黒点の太陽画像 (2016年9月30日 14:50)

黒点はないが、CaII-K線ではプラージュ、H $\alpha$ 線では大きなフィラメントが観測できた

### (2)観測した期間の太陽活動の変化

- ①平成28年11月頃から黒点相対数は減少している。
- ②明るいプラージュが多いときは、薄いプラージュが少ない。逆に、明るいプラージュが少ないときは、薄いプラージュが多い。
- ③大きいフィラメントが、12月以降は見られなくなり、小さいフィラメントが見られるようになった。

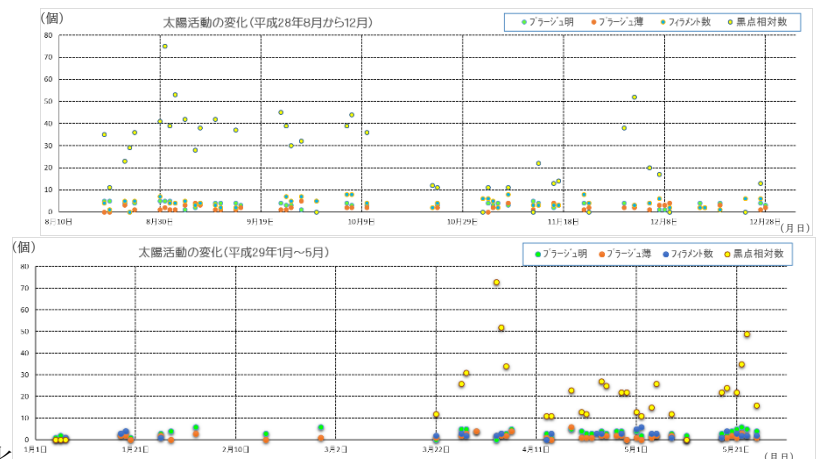


図2. 太陽活動の変化

## 5. 今後の課題

プラージュやフィラメントの大きさ、位置を正確に求め、定量的なデータでまとめていきたい。

# 全天スカイモニターを用いた変光星アルゴルの観測

北村文里 松井誠杜（高1）【智辯学園和歌山高等学校】

## 1. はじめに

和歌山県紀美野町立みさと天文台には全天スカイモニターがある。これは24時間、約1分ごとに全天の写真を撮り続けているカメラである。カメラのデータはネット上に公開されており、誰でも見ることができる。今回使用するにあたって、情報の喪失の少ない状態の画像データをみさと天文台に提供してもらった（図1）。

恒星のうち、等級が変わって見える星を「変光星」という。中でも有名なものにペルセウス座のアルゴルがある。アルゴルはA星の周りをB星が回ることによって2つの星が互いに隠しあい、明るさが変わって見える「食変光星」である。変光星が暗くなる時のことを「極小」といい、アルゴルは極小を2.8673043日の周期で繰り返す（図2）。今回は、みさと天文台の画像データを用いて極小周期のグラフを描き、この画像データの有用性を示したい。

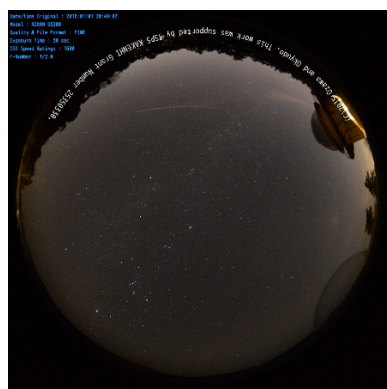


図1 みさと天文台の全天画像

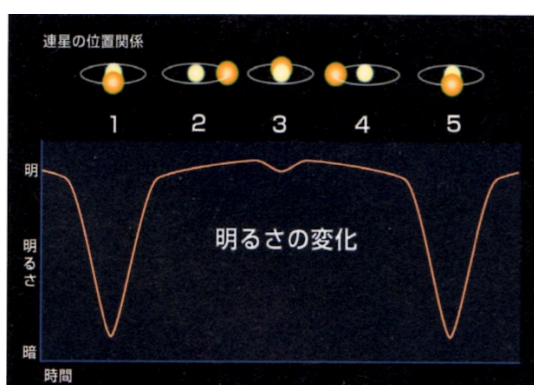


図2 変光星の明るさの変化

## 2. 方法

画像解析には天体画像処理ソフトウェア「ステライメージ」(アストロアーツ)を用いる。まず、測光機能が高めるために5枚の画像をコンポジットする。次に、光度測定機能を用いてアルゴルの等級を求める。等級を出すための標準星には1.8等級のペルセウス座ミルフアクを用いた。

実際の分析結果が図3である。横軸は極小予報時刻を0とした時間軸で、縦軸は等級を示している。極小予報時刻付近で最も暗くなっていることがわかる。

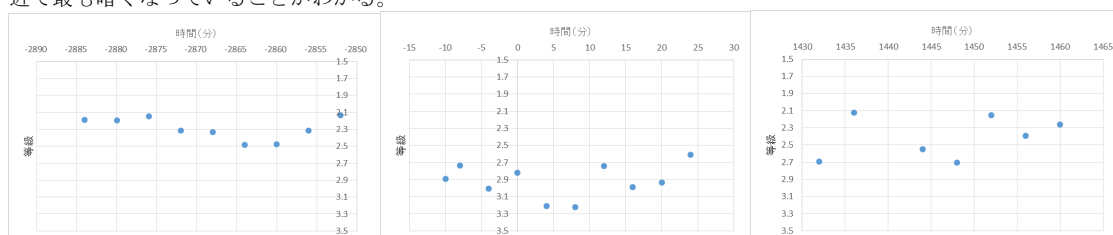


図3

解析で得られた明るさの値を等級に直す際は、明るさの変わらない標準星との比較で求める。上図では標準星を1つしか使用していなかったが、それでは標準星に含まれる誤差が等級に反映されやすい。現在、標準星を7つに増やして精度の向上を図っている。

## 3. おわりに

みさと天文台のように、全天モニタを設置している天文台は他にもある。私のような高校生でもこれらのデータを利用できることが示せれば、データ数の増加や、学生による研究の可能性の拡大が見込めるのではないかと考えている。

## 4. 参考文献

- ・食変光星キャンペーン2002  
meineko.sakura.ne.jp/2002manual.doc
- ・鈴木文二・洞口俊博 編(2015)  
『あなたもできるデジカメ天文学』 恒星社厚生閣
- ・沼澤茂美・脇屋奈々代 著(2011)  
『宇宙ウォッチング』 新星出版社

## 小惑星(4106)Nadaの生徒による撮影／自作プラネタリウム30年の進化 灘中学校・高等学校 地学研究部

### 小惑星(4106)Nadaの生徒による撮影

小惑星 4106 番は、私たち灘校地学研究部の顧問の野村先生が 1989 年に発見し、「Nada (灘)」と命名提案し IAU(国際天文学連合)で登録された小惑星です。この小惑星を今の地学研究部部員で撮影できないかと考えました。小惑星 Nada の軌道は公転周期が 4.6 年で、会合周期 1.3 年ごとに地球に接近します。しかし軌道の離心率  $e$  が 0.18 もあるため近日点の付近で衝になった場合と遠日点とで明るさは 2.0 等違い、2 等級暗いと明るさは  $1/6$  しかありません。近日点近くで衝になるチャンスは 4~5 年に一度です。実は 10 年前の 2007 年 2 月 13 日に地学研究部の先輩たちが学校の天文台で小惑星 Nada を撮影した記録が当時の部誌にありました(図 1、2)。神戸市東灘区にある灘校の天文台は市街地で夜空が明るく、肉眼では 3 等星が見えません。しかし口径 30cm の反射望遠鏡に冷却 CCD カメラを用いると、最良条件(真冬の夜中過ぎ天頂方向)なら 18 等星が写ります。2007 年の先輩たちによる撮影データを見ると獅子座の北の方で衝になり、高度 82 度と天頂近くにありました。真冬の 2 月なら空気の透明度もよく、理想的な撮影条件でした。

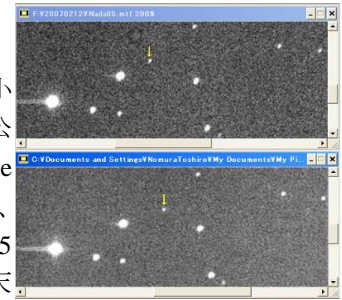


図1 2007年撮影画像



図2 同、撮影風景

私たちが今回小惑星 Nada を撮影しようと思いつき位置を計算してみると、なんと今年の 6 月 28 日に近日点近くで衝になることがわかりました。明るさは 15.0 等まで明るくなります。素晴らしいチャンスと思いましたが天球上の位置は最悪で、射手座の南で衝になり南中高度はたった 15 度でした。光害に囲まれた灘校天文台では、低空の極限等級が大きく下がります。そこで私たちは空が暗く、南の空が低空まで開けた場所へ 1 泊 2 日で遠征することを考えました。夜空の明るさ分布図(図 3)に基づき、公共交通機関で行け、さらに駅から望遠鏡を徒歩持参という条件から、最終候補地は和歌山県すさみ町にしました。JR 紀勢本線で行き、駅近くの小山の上に絶好の観測場所を GoogleEarth で見つけ、春休みに下見しました。持っていく望遠鏡は、部員数名で手分けして運べる限界から口径 12.5cm、F3.8 のライトシュミットカメラになりました(図 4)。架台は Advanced-GT 赤道儀。撮影機材は冷却 CCD カメラ Orion 社の Parsec です。最後に問題になったのはどの日に行くかです。明るい月が空に出ていると暗い星は写りません。小惑星 Nada が最も明るくなる衝は 6 月 28 日(水)。その日に近い新月が 6 月 24 日(土)で、この日をはさんだ 2 週間、下弦の月から上弦の月までが撮影可能期間です。この時の 1 ヶ月前か 1 ヶ月後の新月付近では、小惑星 Nada の明るさは 60%に落ちます。6 月 18 日(日)が甲南高校との定期スポーツ戦であることと、6 月 29 日(木)からは期末考査 1 週間前で部活動制限期間に入るため、遠征できる日は 6 月 24 日(土)~25 日(日)この日しかありませんでした。しかし前日まで晴れていたにもかかわらず 6 月 24 日は無情にも夜から雨と言う予報で、私たちは泣く泣く遠征を中止しました。(図 5)

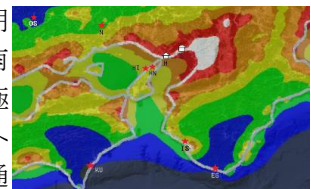


図3 夜空の明るさ分布



図4 望遠鏡

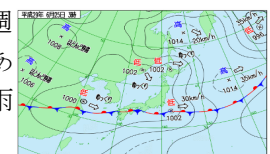


図5 6月24日の天気図

小惑星 Nada の撮影はもう無理なのでしょうか? 今この予稿集原稿を書いている 6 月 29 日の時点では撮影できていませんが、私たちは最後まであきらめません。期末考査のあと「天文高校生集まれ!」の 2 日前、つまり 7 月 15 日(土)の校内スポーツ大会の夜に賭けたいと思います。梅雨さえ明けていれば、翌日の学校での画像処理の時間を考えると深夜の日帰り観測になり、和歌山県までは行けませんが、淡路島か、場合によっては学校の天文台で小惑星 Nada の撮影に挑戦したいと思います。うまく撮影できて、皆さんに良い報告ができると良いのですが… だめだった場合、次の撮影チャンスは 2021 年 3 月 26 日です。

・ここからは 7 月 15 日に小惑星 Nada の撮影ができなかった場合の代替テーマです。

### 自作プラネタリウム 30 年の進化

私たち灘高地学研究部は 2012 年の「第 2 回 天文高校生集まれ!!」で、『自作プラネタリウム 25 年の進化』を発表しました。今回はその後の 5 年間に行った改良と、新たに生じた困難な課題、それと未来の展望をお話します。具体的には、①安価な輝星レンズの作成 ②星座絵投影機の点光源式からレンズ式への改良 ③惑星・月投影機の電源独立化 ④緯度軸支柱の木製から金属製への改良 ⑤ドームの方位表示の紫外線ライト照射方式作成 ⑥歳差軸導入への基礎研究 ⑦惑星投影機視運動装置導入への基礎研究 ⑧ピンホール式恒星投影機の光源の危機! ミニマグライト AA 用スペア球の生産終了 ⑨レンズ式恒星投影装置導入のための基礎研究 などです。

# プラネタリウムの製作

兵庫県立舞子高等学校

先進理工類型 水上 葵生, 平田 由奈, 和田 桜(3年)

## 1. はじめに

本校の先進理工類型は7年前にできた新しい類型で、他の普通科の生徒より1単位(年間35時間)多く、「アドバンススタディーズ」という科目を学習します。1年生では、大学・企業研究所等の見学・実験体験を自分の目指すものを見つけるきっかけとし、2年生では、実験技術の向上とその背景にある理論への理解を深めることを目標にしています。3年生では、2年間やってきたことを基に物理・化学・生物・数学情報・地学分野に分かれて卒業研究に取組みます。その内、地学分野では、望遠鏡製作・エアードーム製作・ロケット・気球などに取り組んできました。今年度は、生徒から希望のあったプラネタリウムを製作することになりました。

## 2. 方法

プラネタリウムも最近では、デジタル式の投影機が増えて来ているが、今回は、原点に戻り光学式(ピンホール式)の投影機を製作することにしました。大きく3段階に分けて進めました。

### ① プラネタリウムとは(講義・見学)

プラネタリウムの構造・種類・原理などを学習するため、明石市立天文科学館を訪れプラネタリウムの模型や恒星原版を見学しました。また、恒星と惑星の投影の仕方に違いがあることを知りました。その後、実際にプラネタリウムの上映を見て、生解説に感激しながら春から夏にかけての夜空を満喫しました。

### ② 市販のプラネタリウムを作る

市販されている、プラネタリウムセットを3種類購入して製作しました。この組立に

より、名称・役割・構造等を知ることができました。

### ③ プラネタリウム製作にかかる

天球儀をもとに、半球型のプラスチック容器2個に穴をあけていく方法をとりました。恒星の明るさに応じて、穴の大きさを変えて天に映る星の大きさ(明るさ)を調整しました。また、光源は、球体内部で、電池BOXと電球を一体化してLEGOに乗せて、常に球体中心にあるように工夫しました。日周運動は、星空解説に合わせて、ハンドルで回転させるようにしました。



## 3. 問題点・工夫点

① 穴の大きさと光源の明るさの調整を試行錯誤しながら行った。

② 光源を常に球体の中心におくことがむづかしい。

③ 光源の電球も、普通の豆電球を用いると、フィラメントの形が天井に映り(針孔写真機同じ原理)困った。何種類かの小型電球を試した。

## 4. 考察・感想

2カ月という短期間によくできたと思います。最近、物を作る機会が少なくなっている中で、思考錯誤しながら作製したことは意義のあることと考えます。光量調整や角度調整のデータを取りながら微調整を行い、このプラネタリウムを使って、先輩が製作したエアードームで上映し、新たな発見や感動を得たいと思います。関係生徒だけでなく、一般の方々にも見ていただき、生徒の知識のレベルアップ・天文教育の普及・向上に寄与できることを期待します。



# 暗い場所は周辺の夜空の明るさに影響するのか

富田 理恩 (小6) 【愛知県一宮市立向山小学校(一宮高校SSH)】

## 要旨

岐阜県各務ヶ原市は両側を木曽川に挟まれた場所があり、周辺の一宮市や岐南町に比べ街灯などの光源が無い場所が広がっている。このような暗い橋ヨガ周辺の夜空の明るさに影響するのかを考察した。

図1:フード



## 1. はじめに

2013年からSQMを使って夜空の明るさ調べ始めた。しかし、街灯などの光源の近くではその光源自体の明るさが影響し正確な夜空の明るさを測る事ができない。そこで専用フードを作り、改良を重ねた。

今までは、駅前などの光源の多い場所を中心に調べてきたが、今回は光源の少ない場所を測ってみることにした。

## 2. 方法

今回は、愛知県立一宮高等学校の地学部が作ったフード(地学部モデル=りのモデルのデータを参考にしてもらった(図1, 図2))を使って測ることにした。

観測場所は、愛知県と岐阜県の県境を流れる木曽川の河川敷の夜空の明るさを測ることにした。(図3)



図2:フードを取り付けたところ

## 3. 結果

地図上にプロットしました。

川幅の狭く国道22号バイパスの近くは数値が低く、夜空が明るいことがわかった。また、川幅の広い暗い場所に接した場所は数値が高く、暗い結果になった。

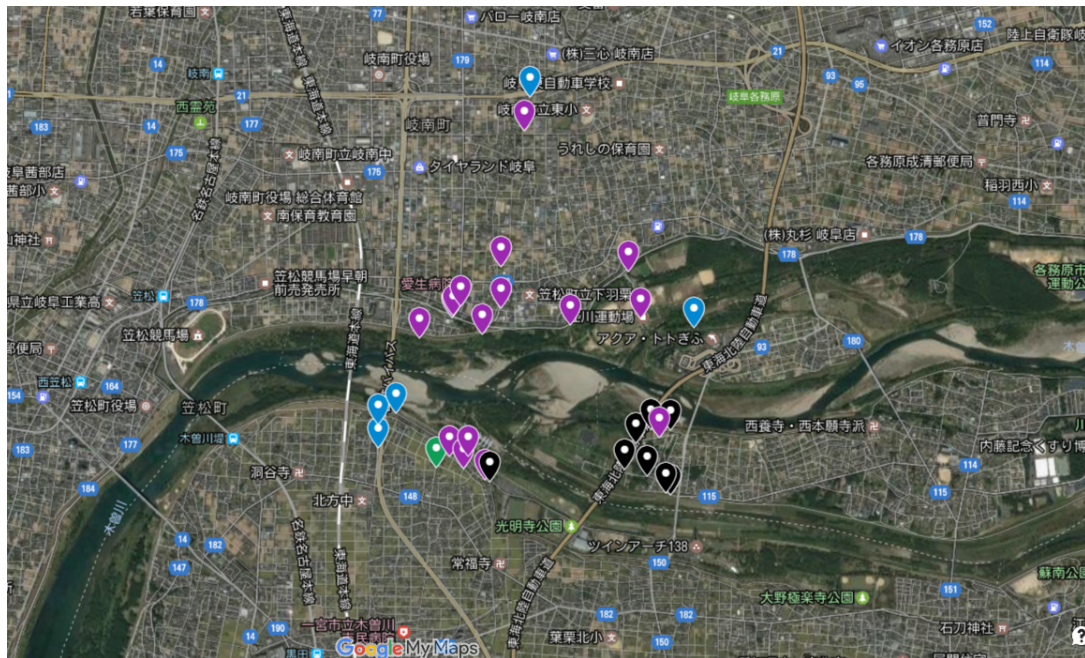


図3:航空写真上にプロット

## 4. 考察

以上の結果から河川敷のような街灯などの光源が無い場所は、数値が高くなり、暗くなったが、河川敷の近くもそうでない所も街灯の間隔に差はないことがわかった。

## 5. これからやりたい事

他にも、暗い場所に接した場所を調べたい。

## 6. お礼

愛知県立一宮高等学校 高村裕三朗先生 いつも教えてくれてありがとうございます  
夜空の明るさ班のみなさん フードありがとうございました

# 電波観測で捉えたしぶんぎ座流星群

神戸市立工業高等専門学校 自然科学部 天文班

## 1. はじめに

流星電波観測は「流星電波観測国際プロジェクト」を中心として国内外で盛んに行われている電波観測であり、アマチュア無線電波の流星による反射波（エコー）を捉える観測として知られている。この観測では、天候に左右されることなく昼夜を問わず流星の飛来を電波で捉え、パソコン上で確認・集計をすることが出来るため、必ずしも目視の観測を必要としない。

我々は、さまざまな流星群の最盛期の期間（時間）に興味を持ち、天候や昼夜を問わず観測できる流星電波観測を2015年12月末より開始した。今回の発表では、1月初旬に最盛期を迎えたしぶんぎ座流星群の2016年と2017年の最盛期の観測結果を比較した内容を報告する。

## 2. 観測方法

流星は発光する際に、周辺の大気を一時的に電離状態にし、電子濃度が濃い空間（電離柱）を作り出す。通常は宇宙空間に突き抜ける無線電波は、流星の通過に伴い発生するこの電離柱で反射（前方散乱）する。今回の観測では、福井工業高等専門学校が発信してアマチュア無線電波を利用して観測する。学校の屋上にアンテナ（第一電波工業製のディスコーンアンテナ、D3000N）を設置し、ワンセグ用USBチューナー（DVD-T）を介して、PC上でSDR(Software Defined Radio)「ソフトウェアラジオ」ソフト（MacOS上でgprxを使用）を用い必要な周波数・変調方式に変換して受信する。受信周波数は53.7492MHz（USBモード）である。受信音声はMROFFT（山本道成氏による）を用いてフーリエ変換し音声強度（受信強度）を計測・可視化する。受信データのデータ集計にはHRO View、集計グラフ作成にはHRO Reportを使用した。

## 3. 結果

2016年と2017年しぶんぎ座流星群の時間ごとの飛来数の集計結果を以下の表1に示す。2017年の1月1日～10日の流星数解析結果は図1に示す。最盛期の期間は、極大値を含む飛来数が一個以上継続した期間としている。図1の青色のエラーバーは流星の飛来数の誤差を示している。

表1：2016年と2017年のしぶんぎ座流星群の最盛期の期間

年	開始日時	収束日時	極大日時	最盛期の期間	極大値(個)	全飛来数(個) <sup>i</sup>
2016年	1/4 8時	1/4 16時	1/4 12時	8時間	11	28
2017年	1/3 21時	1/4 11時	1/4 1時	14時間	11	91

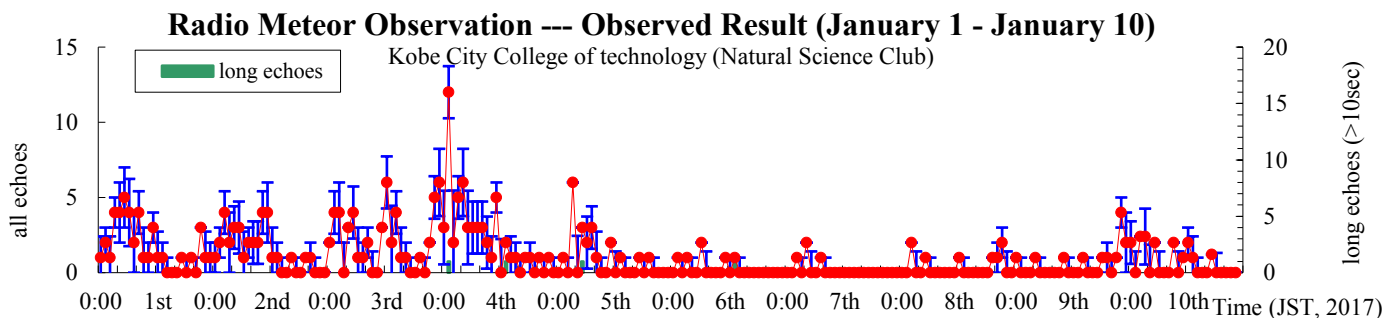


図1：流星数解析結果（期間2017年1月1～1月10日）

## 4. まとめ

2016年と2017年のしぶんぎ座流星群を比較すると、開始日時から極大日時までの時間は2017年と2016年で変わらず4時間だった。2017年のしぶんぎ座流星群は2016年より最盛期の期間が長かった。極大値は2017年も2016年も11個であった。全飛来数は2017年が2016年の個数の約3倍になった。

<sup>i</sup>全飛来数は流星群が飛来しない時期の平均流星数1個を差し引いている。



# 分光観測による活動銀河核の分類

遠藤 圭二、小森 湧生、貞清 勇輝、竹林 由貴（高3）【奈良県立青翔高等学校】

## 要 旨

M77、M82、M87、NGC1275、NGC4151、3C273、Mrk421の7つの活動銀河核について低分散分光観測を行い、それらをスペクトル中の輝線の現れ方の違いにより分類した。

### 1. はじめに

この研究を始めた動機は、インターネットで宇宙について検索するうちに、活動銀河核という大変魅力的な天体の存在を知ったからである。

活動銀河核とは、通常銀河の100倍から1万倍もの放射を行っている活動銀河の中心核を示す。活動銀河には、セイファート銀河、電波銀河、クェーサー、ブレーザーなどがあるが、我々は、それらの代表的な天体について、スペクトルの違いを調べることにした。

### 2. 目的

我々の研究の目的は、代表的な活動銀河核について、低分散分光観測を行い、スペクトル中の輝線の現れ方の違いから、それらを分類することである。

### 3. 方法

観測データは、岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で、2016年10月21日および12月9日に自分達で取得したもの、2013年12月6日に本校の先輩が取得したものを使用した。

(1) 望遠鏡に低分散分光器を取り付け、目的の活動銀河核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、スペクトル図を作成した。

(4) スペクトル図中の主な輝線を同定し、水素のバルマー輝線や[OIII]輝線の幅を測定した。

### 4. 結果

スペクトル解析の結果を以下の表にまとめる。

銀河の名称	星座	観測日	主に見られた輝線（ <u>  </u> は幅広）	タイプ
M77 (NGC1068)	くじら	2016.10.21	H $\gamma$ 、[HeII]、H $\delta$ 、[OIII]、H $\alpha$ + [NII]	セイファート銀河2型
NGC1275	ペルセウス	2016.10.21	H $\delta$ 、[OIII]、[OI]、H $\alpha$ + [NII]、[SII]	セイファート銀河1.5型
M82	おおぐま	2016.12.9	H $\delta$ 、[OIII]、H $\alpha$ 、[NII]、[SII]	スターバースト銀河
Mrk421	おおぐま	2016.12.9	顕著な輝線なし	ブレーザー
NGC4151	りょうけん	2016.12.9	H $\gamma$ 、[HeII]、H $\delta$ 、[OIII]、H $\alpha$ + [NII]	セイファート銀河1型
M87 (NGC4486)	おとめ	2016.12.9	H $\alpha$ 以外の輝線は確認できず	電波銀河
3C273	おとめ	2013.12.6	H $\delta$ 、H $\gamma$ 、H $\beta$ 、[OIII]、H $\alpha$	クェーサー

### 5. 考察

(1) M77、NGC1275、NGC4151は、いずれもセイファート銀河であるが、[OIII]輝線の幅は3つともほぼ同じであるのに対し、水素のバルマー輝線はNGC4151が最も広く、M77が最も狭いことがわかった。

(2) スターバースト銀河M82は、H $\alpha$ 輝線が最も顕著に現れた。これは星が頻繁に生まれ超新星になることにより、多量の星間物質が励起したことによると考えられる。

### 6. まとめ

活動銀河の統一モデルによると、セイファート銀河のタイプの違いは、見る方向の違いによって生じることである。また、ブレーザーは、宇宙ジェットを正面から見たものであると考えられている。今後は、更に多くの活動銀河を観測し、そのことを確かめてみたい。

**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、前野研究員には、観測の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。

# 分光観測によるSS433のジェットの変化

岡崎 将大、笠原 高貴、阪口 海、藤本 尚軌（高3）【奈良県立青翔高等学校】

## 要 旨

ブラックホール連星SS433について、2012年から2016年まで岡山県美星天文台や兵庫県立大学西はりま天文台で取得された分光観測のデータをまとめた結果、歳差運動の周期が162日であること、ジェットの放出方向が歳差軸から20度傾いていることが確認できた。

### 1. はじめに

我々は、ブラックホール等の特異な天体に強い関心を持っていた。そこで、本校の過去の研究を調べてみると、2013年度にブラックホール連星SS433の観測的研究を行った先輩達の研究が目にとまった。この天体は、ブラックホールである主星と普通の恒星である伴星が互いに共通重心の周りを約13.1日の周期で公転している。また、ブラックホールから放出される宇宙ジェットが周期的に歳差運動をしている。

そこで、我々は、わし座に位置することから時期的に観測可能で、何より過去4年間蓄積された低分散分光観測のデータを活用できるため、この天体を研究対象に選んだ。

### 2. 目的

我々の研究の目的は、SS433の最近5年間にわたる低分散分光観測の結果をまとめ、宇宙ジェットの歳差運動の周期を求めるとともに、その放出の様子を詳しく解明することである。

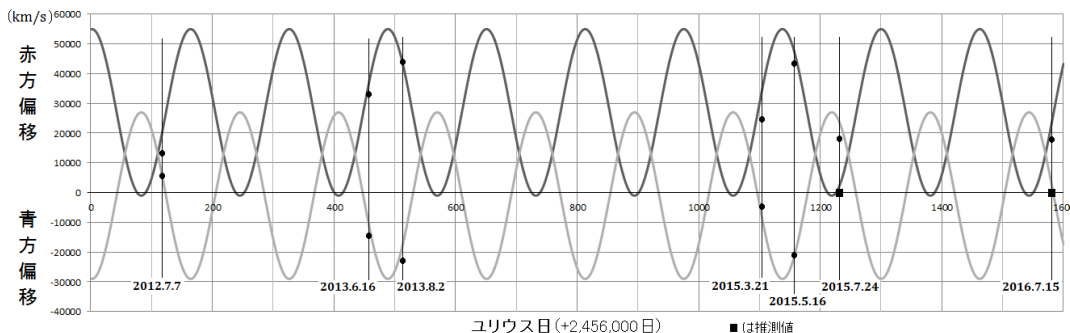
### 3. 方法

我々が行ったデータ解析の手順は、以下の通りである。

- (1) 「マカリ」（国立天文台・(株)アストローツ）を用いて、岡山県美星天文台や兵庫県立大学西はりま天文台で得られたSS433のスペクトル画像の一次処理を行った。
- (2) 「Be Spec」（川端哲也氏 作）を用いて、スペクトル図を作成した。
- (3) スペクトル図中のH $\alpha$ 輝線のずれを測定し、ドップラー効果の式より、宇宙ジェットの視線速度を求めた。

### 4. 結果

宇宙ジェットの視線速度の変化を下表にまとめた。曲線はPanferov (2013) の計算値を示す。



### 5. 考察

- (1) 4. のグラフより、我々の観測結果が、宇宙ジェットの歳差運動の周期が162.250日であるとしたPanferov (2013) の報告と合致している。
- (2) 横ドップラー効果の式  $1+z=(1+v \cdot n/c)/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$  よりジェットの放出速度を計算すると  $v=8.2 \times 10^4 \text{ km/s}$  (光速の27%) となった。
- (3) この速度と4. のグラフの視線速度の極大値・極小値より、ジェットの放出方向は歳差軸から約20度傾いていて、歳差軸は地球から見て約80度傾いていることが分かった。

### 6. まとめ

最近5年間のデータを整理することで、ジェットの歳差運動の周期が確認できて良かった。今後は、放出されるジェットの幅についても研究してみたいと考えている。

**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、公募観測者の松下様には、観測データをご提供頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

# スペクトルに見る超新星残骸と惑星状星雲の違い

内山 侑真、岡本 玲奈、北畑 翼、森田 樹里（高3）【奈良県立青翔高等学校】

## 要旨

超新星残骸M1、惑星状星雲M57及びNGC2392について低分散分光観測を行い、スペクトル中の輝線の種類に大きな違いがないこと、超新星残骸のガスの膨張速度が惑星状星雲より7倍程度大きいことが分かった。

### 1. はじめに

我々がこの研究を始めようとした動機は、高校の先生から講義を受け、文献を調査するうちに、恒星の一生、とりわけ恒星の死に大変興味が湧いたためである。

一般に、恒星の死には2つのタイプがあり、その違いは恒星の質量で左右される。質量が太陽の概ね8倍までの恒星は静かに外層部のガスが広がっていく惑星状星雲となり、質量が太陽の8倍以上の恒星は外層全体が激しく吹き飛ぶ大爆発である超新星爆発（厳密には重力崩壊型超新星爆発）を起こす。

我々は、超新星残骸の代表としてかに星雲（M1）、惑星状星雲の代表としてこと座環状星雲（M57）とエスキモー星雲（NGC2392）について低分散分光観測を行い、両者のスペクトルの違いを調べることにした。

### 2. 目的

我々の研究の目的は、超新星残骸と惑星状星雲について低分散分光観測を行い、そのスペクトルを解析し、輝線の現れ方の違いやガスの膨張速度の違いを解明することである。

### 3. 方法

観測は、岡山県美星天文台の口径101cm望遠鏡で、2016年10月21日、12月9日の2夜にわたり実施した。以下に観測およびデータ解析の方法を示す。

- 望遠鏡に低分散分光器を取り付け、目的の天体と分光標準星のライトフレーム、コンパリンフレーム、フラットフレーム、ダークフレームを取得した。
- 「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。
- 「Be Spec」（川端哲也氏 作）を用いて、スペクトル図を作成した。
- スペクトル図中の主な輝線を同定し、水素のバルマー輝線や[OIII]輝線などのずれや幅より、ドップラー効果の式を用いてガスの放出速度を求めた。

### 4. 結果

スペクトル解析の結果を以下の表にまとめる。

天体の名称	星座	観測日	主に見られた輝線	ガスの膨張速度
かに星雲（M1）	おうし	2016.12.9	H $\beta$ 、[OIII]、H $\alpha$ + [NII]、[SII]	1153 $\pm$ 183km/s
環状星雲（M57）	こと	2016.10.21	H $\gamma$ 、H $\beta$ 、[OIII]、H $\alpha$ + [NII]	150 $\pm$ 23km/s
エスキモー星雲（NGC2392）	ふたご	2016.12.9	H $\gamma$ 、H $\beta$ 、[OIII]、H $\alpha$ + [NII]	183 $\pm$ 28km/s

### 5. 考察

- M1とM57及びNGC2392とでは、主に見られた輝線の種類は大きな違いはなかった。このことから、超新星残骸と惑星状星雲を構成するガスは、温度や密度などの状態が似通っていると言える。
- 測定の結果、超新星残骸のガスの膨張速度は、惑星状星雲より7倍程度大きくなった。

### 6. まとめ

超新星残骸と惑星状星雲を構成しているガスの物理状態が似通っていることは、我々にとって新たな発見であった。今後は、同様の天体を更に多く観測し、実直径や星雲形成からの年数と膨張速度の関係について調べてみたい。

**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、前野研究員には、観測の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。