

第 16 回高校生天文活動発表会～天文高校生集まれ～ 予稿集

日時：2026 年 7 月 20 日（月）10:30～17:00

会場：大阪教育大学天王寺キャンパスおよび Zoom によるハイブリッド

主催：高校生天文活動発表会実行委員会

共催：大阪教育大学

後援：日本天文学会、日本天文教育普及研究会

第 16 回高校生天文活動発表会～天文高校生集まれ～

プログラム

2026年7月15日

高校生天文活動発表会実行委員会

大阪教育大学

2026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

10:00 受付 (Zoom テストは9:30から)

10:30 開会行事 実行委員長挨拶
会場地挨拶、諸注意

セッション1 (各校学校紹介1分+発表12分(発表3分)+質疑2分)

10:40 ①対面12分: 公開天文データによる宇宙の距離はしごの接続領域の解析
【大阪府立天王寺高等学校 課題研究グループ】

10:55 ②対面12分: 銀河を観測してハッブル定数を求める【金光学園高等学校 天文部】

11:10 ③対面3分: 京都大学3.8m せいめい望遠鏡を用いた高校生向け観測実習の報告【京都大学 川端美穂】

11:16 ④対面3分: 散開星団 M35 の色等級図作成【兵庫県立三田祥雲館高等学校 科学部天文班】

11:22 ⑤対面3分: SH2-112 における星形成の可能性について【北杜市立甲陵高等学校 科学部】

11:28 ⑥対面12分: ベテルギウスをはじめとする赤色巨星の分光観測と大気吸収補正
【兵庫県立大学附属高等学校附属中学校 自然科学部天文班】

11:43 ⑦オン3分: 自作ホーンアンテナによる中性水素 21cm 線の観測
【都立科学技術高校 科学研究部物理数学班電波班】

12:00～13:00 昼休憩 (60分) ポスター会場はオープンしていますので、ポスターの閲覧は可能です。
Zoom テストができます。

講演会場 (ホール) へ移動

セッション2 (各校学校紹介1分+発表12分(発表3分)+質疑2分)

13:00 ⑧オン12分: 太陽黒点の分光観測による波長依存性の研究【川口市立高等学校 天文部】

13:15 ⑨対面12分: 太陽活動を追う3【滋賀県立彦根東高等学校 GS 部地学班】

13:30 ⑩対面12分: 流星の足跡をたどる～対地軌道計算の自動化を目指して～
【愛知県立一宮高等学校 地学部流星班】

13:45 ⑪対面3分: 月食時の地球の影の検証【舞鶴工業高等専門学校 天文学 SG】

発表のない学校の学校紹介 (各校1分)

- (1) オン: 同志社高等学校 地学部
- (2) オン: 武蔵高等学校 太陽観測部 皿海翔大さん
- (3) オン: 女子学院高等学校
- (4) 対面: 灘高等学校 金田比呂さん
- (5) 対面: 大阪府教育センター附属高等学校 サイエンス部
- (6) 対面: 三重県立津高等学校 SSC 地学部
- (7) 対面: 大阪府立北野高等学校 物理講座

14:10 ポスターセッション ポスター会場にて (60分)

15:10 講演会場 (ホール) へ移動案内

15:15 記念写真撮影

15:25 特別講演: 「生命はどこから来て、どこへ向かうのか -40 億年の地球生命史から未来を考える-」
松尾太郎先生 (大阪大学理学研究科 教授)

16:35 実行委員時政さんからの皆さんへの呼びかけ

16:40 アンケート記入

16:55 閉会行事

17:00 解散

コメンテーター

富田晃彦先生（和歌山大学）

川端美穂先生（京都大学）

定金晃三先生（元大阪教育大学）

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 学校紹介 1 分＋口頭発表 1 2 分＋質疑 2 分
1 1 分で鉦 1 つ、1 2 分で鉦 2 つ、1 5 分で鉦連打

☆ 3 分発表 学校紹介 1 分＋発表 3 分＋質疑 2 分 4 分で鉦 1 つ

☆ポスターセッションは、2 階の別会場で行います。

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は用意します）

参加校全校分のポスター掲示板を用意しますので学校紹介のみでもポスターの使用はできます。

ポスターは一枚の用紙で作成しなくても、パワーポイントを A4 サイズで印刷したものを貼り付けても構いません。

☆受付後、ポスターの掲示をし、データの入っている **USB** をホールスクリーン左の演台にいる係にお渡しください。

※ハイブリッド発表会のためプレゼン用パソコンはこちらで用意します。

発表を円滑に行えるようにデータを **USB** メモリーでもって来てください。ポスター紹介・学校紹介も同様です。

☆昼食はご持参ください。大学食堂は休日なので営業していません。

昼食は 2 階の休憩室でお済ませください。ホールは飲食禁止です。

飲料は構内に自販機があります。

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ください。

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

☆会場には **eduroam** 以外の **Wi-Fi** はございません。

☆発表会終了後、アンケートにご協力ください。

【オンラインでご参加の皆様へ】

○講演中・口頭発表中は、**Zoom** の音声をミュートに、ビデオを停止に設定してください。

音声ミュートになっていない時はこちらから停止させていただくことがございます。

○講演の録画・録音は著作権の問題からご遠慮ください。

○発表や集合写真で氏名や顔が表にでるのが、いやな方は工夫・配慮してください。

○講演・口頭発表後に質問の時間を設けています。講演・発表をよく聴いて質問を考えておいてください。

○本発表会は記録のために録画しています。また、この録画はアーカイブいたしませんので、ご理解のほど、よろしくお願いいたします。

○15 時 10 分頃に集合写真を撮影します。**Zoom** でビデオをオンにしてください。

○口頭発表を学校単位で同じ部屋でマイクを使って行う場合、外部スピーカーで出力した音声とハウリングを起こす場合があります。その可能性があるときは、発表する方が別室で PC に話すか、みんながいる場所で発表するなら外部スピーカーをオフにし、地声を仲間に聞いてもらう手があります。**Zoom** テストの時に確かめてください。

公開天文データによる宇宙の距離はしごの接続領域の解析

大阪府立天王寺高等学校 2年 太田結菜 佐藤羽宮 山中浩 吉田未央

1, はじめに

「宇宙の距離はしご」とは、距離に応じて異なる測定法を段階的に用いて、天体までの距離を決定する手法である。しかし、各測定法の精度が距離によってどのように変化し、どの距離で移行するのが適切かを定量的に比較することは重要な課題である。本研究では、公開天文データベース Gaia Archive を用いて年周視差法とセファイド変光星法の接続領域を評価する。

2, 研究方法

・年周視差法

20万件の天体の視差と視差誤差のデータを用い、視差誤差を視差で割った値を誤差率として、距離と誤差率の関係を求めた。

・セファイド変光星

太陽系近傍の620個のセファイド変光星について視差、周期、見かけの等級の値から周期-光度関係を求めた。これを用いて他のセファイド変光星までの距離を測り、その精度を定量的に求める。

3, 結果

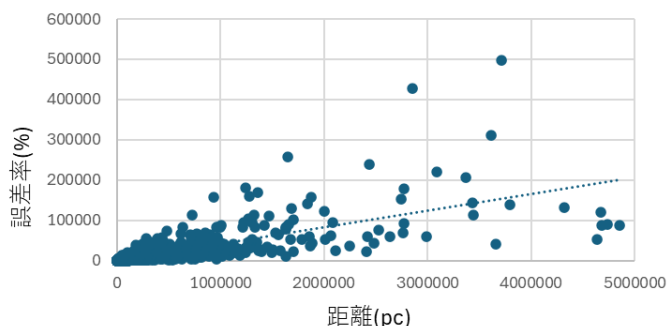


図1 距離と誤差率の関係（年周視差法）

基本的には距離が大きくなるにつれ誤差率が大きくなるという傾向がみられた。約4分の1のサンプルで100%より大きい誤差率がみられた。

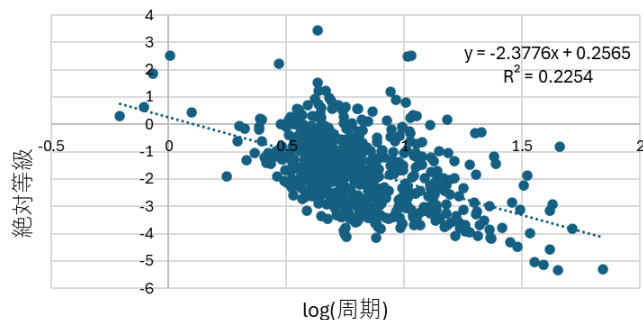


図2.周期－光度関係（セファイド変光星法）

周期－光度関係の相関係数は約-0.474であった。

4, 考察

年周視差法では、比較的近距离の天体でも誤差率が100%を大きく超える例が見られたため、年周視差法の精度は距離だけでなく他の要因も影響していることがわかった。

セファイド変光星法の周期-光度関係については、本研究で用いたデータでは周期のみから絶対等級を十分に説明することはできず、光度には周期以外の要因も大きく影響している可能性が示唆された。

5, 今後の展望

年周視差法については、色指数や見かけの等級と誤差率との関係を求めることで距離測定手法として信頼性を高めていく。

今回のセファイド変光星法については、周期－光度関係に色指数を加えることで較正における信頼性の向上を試みる。

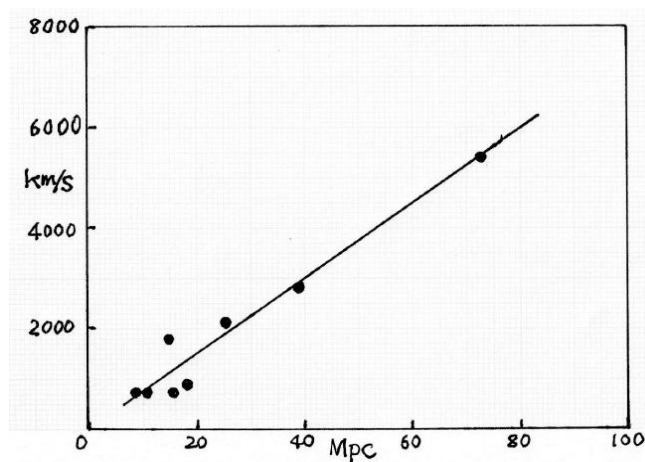
また両方法の精度を比較して接続位置を求めるため、セファイド変光星法における距離測定の精度を定量的に表す方法を模索する。

銀河を観測してハッブル定数を求める

金光学園高等学校総合進学 大岩諭史 指導教官 前原英夫

私たちは2026年3月26から27日に亘り延べ6時間、京都大学岡山天文台の主鏡3.8m「せいめい望遠鏡」を用いて、中心核の明るい銀河10個の観測を行った。観測はTriCCSと呼ばれる装置を用い、目的の銀河の(緑/赤/近赤外波長の)直接撮像およびそれぞれの波長をカバーする分光スペクトル(360秒露出)を得た。

次に、個々の銀河までの距離(Mpc)を資料で調べた。また、銀河スペクトルの波長基準としてネオンランプ輝線を焼き込み、銀河から放出された水素 α 線(656.3nm)やチツソ輝線(658.3nm)、およびイオウ輝線(671.6nm)(673.1nm)等の銀河輝線の波長のズレを計測する。そして、個々の銀河の銀河系からの後退速度(km/sec)を計算した。その相関を以下のグラフに示す。



$H_0 \sim 75 \text{ km/sec/Mpc}$ となった。

その結果、8個の銀河の距離と後退速度の関係が明らかになった。なお、NGC3198とNGC2339は輝線が暗く、後退速度が正確に求められなかった。このグラフに示すように、個々の銀河までの距離と後退速度は、全体的には左下から右上に向けてほぼ直線的に並んでいる。その結果、私たちの得たハッブル定数としては、

ハッブル定数は;宇宙マイクロ波背景放射から求めると $H_0 \sim 67 \text{ km/sec/Mpc}$ 、セファイド変光星や超新星から求めると $H_0 \sim 73 \text{ km/sec/Mpc}$ となり、誤差を超えた相違がある。そして、この相違は新しい物理学によって解決されるかも知れない。また、ハッブル定数の逆数は「ハッブル時間」と呼ばれ、宇宙の年齢を表す。目下「138億年」の値が最も信憑性のある宇宙の年齢であるとされている。

せいめい望遠鏡を用いた高校生向け

天体観測実習

—銀河の分光観測から宇宙膨張を調べる—

川端美穂ほか

京都大学大学院理学研究科附属天文台

1. 背景と目的

天文学に関心をもつ高校生の中には、学校の授業や天文部での活動を通して、銀河の赤方偏移や宇宙膨張について学んでいる生徒も多い。一方で、研究用の大型望遠鏡を使って観測し、得られたデータを解析する機会は限られている。本実習では、日本最大の口径 3.8 m をもつせいめい望遠鏡を用いた観測体験を通して、天文学研究が観測計画、データ取得、解析、考察という過程で進められることを学ぶことを目的とした。また、京都大学理学部および附属天文台の教育・研究活動に触れ、大学での学びや研究の実際を知る機会を提供した。

さらに、遠方銀河の分光観測からスペクトル中の輝線を測定し、赤方偏移の考え方を理解するとともに、観測結果の整理や誤差の検討を通して、科学的に考える力を養い、将来の進路や自然科学への関心を深めることを目指した。

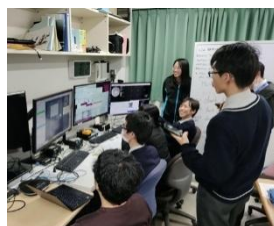
2. 実習の概要

実習は 2026 年 3 月 26 日（木）から 27 日（金）に、京都大学大学院理学研究科附属天文台岡山天文台で実施した。観測には口径 3.8 m せいめい望遠鏡と、可視 3 色高速撮像分光装置 Tricolor CMOS Camera and Spectrograph (TriCCS) を使用し、距離の異なる複数の銀河を対象とした。

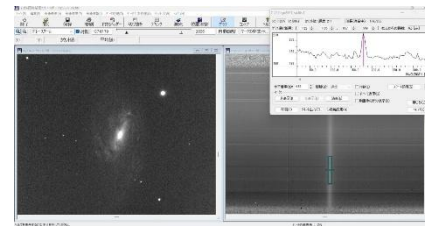
初日は、望遠鏡と観測装置、銀河のスペクトル、赤方偏移、ハッブル・ルメートルの法則について事前学習を行った。夜間には、観測対象の確認、望遠鏡への天体導入、露出条件の設定、データ取得までの流れを体験した。

3. データ解析と解析内容

観測後は、銀河の二次元スペクトルから天体のスペクトルを取り出し、波長ごとの明るさを表す一次元スペクトルを作成した。水素や酸素などに由来する輝線を同定し、本来の波長と観測波長を比較することで赤方偏移を求めた。さらに、赤方偏移から銀河の後退速度を計算し、既知の距離との関係をグラフにまとめた。遠い銀河ほど速く遠ざかるという関係からハッブル定数を見積もり、その値を用いて宇宙年齢の推定にも取り組んだ。



協力しながら観測する
参加者



解析した銀河の画像と
スペクトルの例

4. 成果と今後

実習期間中は天候に恵まれ、予定した銀河の分光観測をすべて実施できた。自ら取得したデータを使って赤方偏移を測定し、宇宙膨張について考察するまでの一連の研究過程を体験した。本実習では、分光やドップラー効果、比例関係、グラフの傾きなど物理・地学・数学で学ぶ内容を、実際の観測とデータ解析を通して結び付けることができた。

今後は、参加者および高校教員からの意見をもとに、事前学習の内容や観測対象、解析教材、説明方法を改善したい。また、天候不良時にも実習を行えるよう、過去の観測データを活用した教材の整備を進める。今回は地域の高校生を対象として実施したが、今後は実施体制や受け入れ可能な人数を踏まえながら、より広い地域から参加者を募集する可能性についても検討し、継続的な教育プログラムへの発展を目指したい。

散開星団M35の色等級図作成

馬島和希 (2年) 【兵庫県立三田祥雲館高等学校】

1. はじめに

春休みに計画していた西はりま天文台での星団観測と色等級図作成が、機材の不調によりデータ取得困難となった。デジタルカメラで撮影した画像から散開星団の色等級図を作成できると分かり、本研究ではデジタル一眼レフカメラを用いて本校で観測、散開星団M35の色等級図を作成し、主系列星や赤色巨星の分布を確認することを目的とした。

2. 観測

- ・場所：本校駐車場
- ・日時：2026年4月3日 19:39—20:15 (JST)
- ・観測対象：M35 (ふたご座, NGC 2168)
- 赤経06h06m54.0s, 赤緯 24° 20' 00"
- ・使用機材：

Vixen AX 103s (d=103mm, f=825mm)
Canon EOS Kiss X5



図1 使用機材

- ・ライト：30s, ISO 800 (9枚)
- ・ダーク：30s, ISO 800 (7枚)
- ・フラット：8s ISO800 (5枚)
- ・フラットダーク：8s, ISO 800 (8枚)

※機材の不調により枚数不一致

3. 解析

散開星団M35をraw画像で撮影し、raw2fitsにてfits形式に変換した。変換後、B画像とG画像をすばる画像解析ソフトマカリでそれぞれにダーク補正、フラット補正を行い、開口測光を行った。次に、星団内の恒星から基準星(HD41996)を選び、CDS Portal^[1]に掲載されている等級値を基準星としてB等級とG等級を算出、色等級図を作成した。

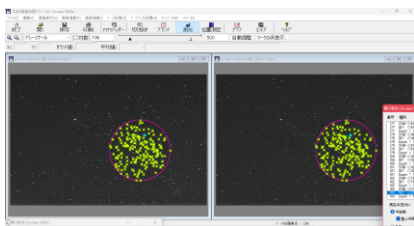


図2 マカリで測光をしている様子

4. 結果

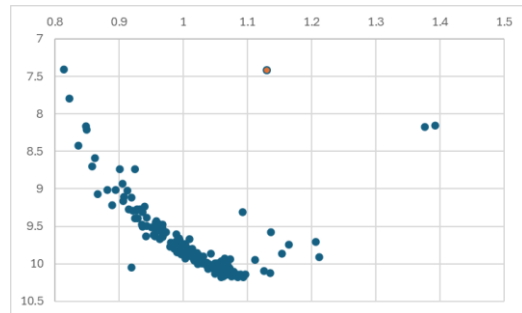


図3 M35の色等級図

＜縦軸：G等級, 横軸：色指数(B-G)＞

基準星は赤色で示した恒星(赤色巨星)。

グラフを確認すると主系列星を確認できる。左上に向かうほどプロットにばらつきが見られ、右下に向かうほどプロット数は多くなる傾向がみられた。

色等級図の右上に確認された2つの恒星は、CDS Portalでスペクトル型を確認した結果、いずれも赤色巨星であった。

5. 考察

M35は年齢約1億年という比較的若い散開星団である。そのため、今回作成した色等級図において右上の領域に赤色巨星が多く確認されなかったことは、星団を構成する多くの恒星がまだ主系列段階にとどまっている^[2]という文献記述と一致している。また、図3右上のプロットは測光誤差ではなく、主系列星から進化した恒星を正しくとらえた結果であると考えられる。

6. 今後の課題

色指数B-Vをもとにした本来の色等級図との比較や、年代の古い星団を観測し、色等級図から赤色巨星を確認する。また、使用する機材を口径20センチの反射式望遠鏡に変更することで、集光力を約3.8倍に向上させ、より暗い主系列星まで測定できると考えている。

〈参考文献〉

- ・CDS Portal^[1] <http://cdsportal.cds.unistra.fr/?target=HD%20%2041996%20>
- ・高等学校地学 啓林館^[2]

SH 2-112 における星形成の可能性の考察

2年 相山心音 岡田琉真 菅原莉風 畠山祐槻 山本野衣

要 旨

昨年度の本校科学部の先行研究で、国立天文台野辺山 45m 電波望遠鏡を用いて散光星雲 SH2-112 を 22GHz 帯で観測した。その観測結果をもとに、観測点での星形成の可能性を考察したところ、観測点周辺は H II 領域である可能性があると推定でき、星形成の可能性があるという結論に至った。

1 先行研究・目的

SH 2-112 は非対称な広がりの中で一部に集中して多数の YSO (若い恒星天体) が存在する散光星雲であることが過去の研究にて判明している。また昨年度の研究では、国立天文台野辺山 45m 電波望遠鏡を用いて、single point (一点を連続して観察し、データを取得する観測方法) で、ガスが多く存在する b 点、c 点を観測した。そのデータを解析した結果 2 点それぞれにピークが見られた (C 点は希薄)。

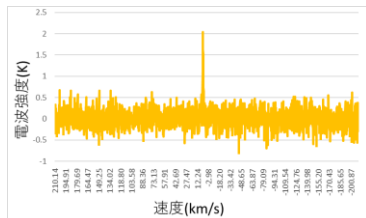


図 1 : B 点における電波スペクトル

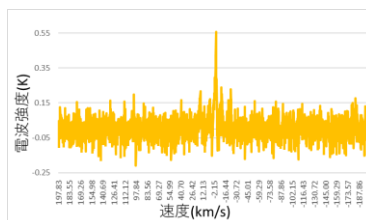


図 2 : C 点における電波スペクトル

また、データから計算によって個数面密度が求まり、その値は $1.2254 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ であった。そこで、これらの結果をふまえ、熱や星雲内の位置などの観点から、b 点での星形成が起こる可能性を明らかにすることを目的とした。

2 方法

(i) グラフの分析を行う

(ii) SH 2-112 内に存在する O 型星と b 点の距離を調べ、O 型星が星形成を誘発しているか検討する。

3 結果・考察

(i) 分析

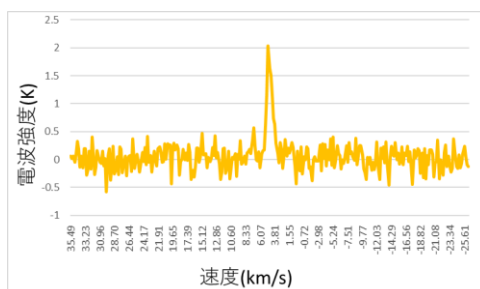


図 1 : b 点における電波スペクトル (拡大)

B 点では 22GHz 帯において、ピーク強度 2.03383K の、非常に強く線幅の狭いピークが観測された。水メーザーは 22GHz に存在し、線幅が狭く強い輝線をとることから、共通の特徴を持つこの電波は水メーザー線であると考えるのはおおむね妥当である。水メーザーは若い恒星形成領域や H II 領域の周辺で観測されることが多いことから、b 点周辺の領域にも若い恒星形成領域や H II 領域に伴う星形成が存在している可能性があるといえる。

(ii) O 型星との位置関係

B 点での星形成活動の可能性を考察するため、O 型星の影響を考えた。O 型星と B 点の赤経・赤緯から角距離を計算したところ、約 4.7 分角であった。SH2-112 までの距離を 2.1 kpc と仮定すると、両者の投影距離は約 2.9 pc となる。SH2-112 の中心付近には電離源である O 型星の BD+45 3216 が存在する。B 点は BD+45 3216 から約 2.9 pc の位置にあり、一般に O 型星から放射される紫外線や星風が周囲の分子雲に影響を及ぼし得る距離にあると考えられる。O 型星から放射される強い紫外線により周囲のガスが電離され、H II 領域が形成される。形成された H II 領域は周囲へ膨張し、その膨張に伴う衝撃波が分子雲を圧縮することから、B 点付近では O 型星の影響によって星形成が誘発された可能性が示唆される。

5 結論

本研究では、散光星雲 SH2-112 での星形成の可能性について、水メーザーの観測結果と O 型星との位置関係から考察をした。その結果、B 点では水メーザーが検出され、若い恒星形成活動が存在が示唆された。また、B 点は電離源である O 型星 BD+45 3216 から約 2.9 pc の位置にあり、H II 領域の膨張に伴う衝撃波の影響を受けることから、O 型星によって星形成が誘発された可能性が示唆された。

6 参考文献

[The Red MSX Source survey: ammonia and water maser analysis of massive star-forming regions - Astrophysics Data System](#)
[ON2-VERAUM08-poster.ppt](#)

ベテルギウスをはじめとする赤色巨星の分光観測と大気吸収補正

兵庫県立大学附属高等学校 自然科学部天文班

谷 智幸 山本 航太郎 新谷 脩容 東 穂乃花 藪中 絢音(高2)

概要 本研究は、近年の研究において一億年以内には超新星爆発するだろうと言われているベテルギウスの最期の姿を予測することを目的として、ベテルギウスとK型星、M型星のスペクトルを比較する。今回は、美星天文台での観測と大気吸収を補正する解析について紹介する。今後は求めた補正項を用いてK、M型星の星を補正し、吸収線の等価幅を測ることでスペクトルタイプごとの進化の度合いを考察したい。

1. はじめに

ベテルギウスの超新星爆発は今後一億年以内に起こるといわれている。そのことに興味を持った我々は、ベテルギウスが進化の過程でどのようなステージにあるのかを知るためスペクトルを観測することにした。スペクトル中に現れる酸化チタンやカルシウムなどの吸収線はK型星、M型星の進化の段階で吸収が変わることが知られている。これら吸収線の量を測ることによってベテルギウスがいつ爆発するのかを考えてみたい。



2. 観測

観測は部員5人で岡山県の実星天文台の101cm望遠鏡とそれに取り付けられている低分散の分光器を用いて行った。



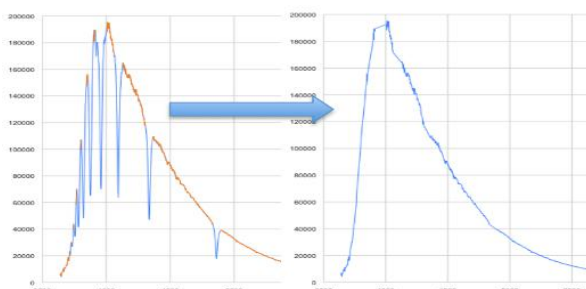
・時刻:2026年3月6日22時30分～7日3時30分

・観測天体:ベテルギウス、スペクトルタイプがK5-M4までの天体と、その周辺にある高度差7度以内のA0型星

*A0型星は地球大気による吸収を補正するために取得

3. 解析

- ① 撮影された天体のスペクトルの写真を画像解析ソフトMakali'iで一次処理(DARK・FLATの処理)を行い、スペクトル解析ソフトウェア BeSpec を用いて一元化、波長を校正した。
- ② Excel で①のA0型のスペクトルの大気吸収の部分を除去した。
- ③ 星のB-V指数(式1)を用いて星ごとの表面温度を求めた。
- ④ 得られたデータをプランク関数(式2)による黒体放射となるよう補正する近似関数を得た。

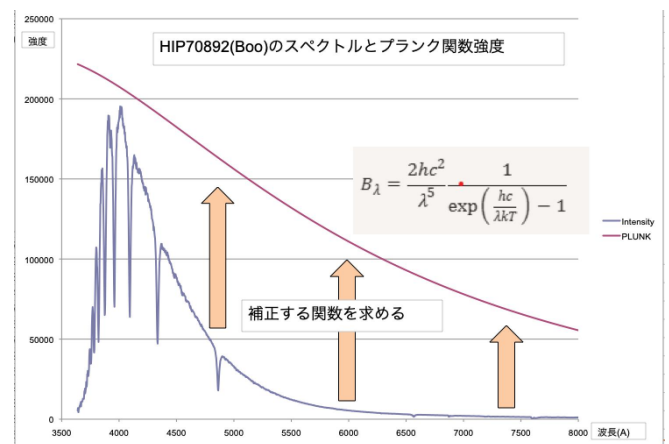


$$T \approx \frac{7200}{B - V + 0.64}$$

↑式1(B-V指数と温度)

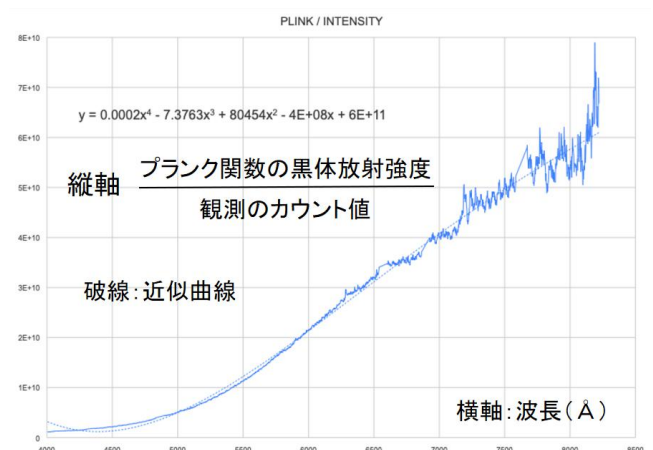
$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1}$$

↑式2(黒体放射プランク関数)



4. 結果

簡易な関数で近似するために4000Å以上について解析した。下の図のようにデータ(実線)と近似曲線(破線)のように補正する関数を得ることができた。



5. 今後の解析

ベテルギウスの末期、終末の姿を予測するために、以下の

- ・K、M型の星を求めた関数で補正する
- ・K、M型のプランクのスペクトルと比較する
- ・吸収の量(等価幅)を図ってスペクトルごとの差異に注目して進化の度合いを見る

ということを行って実際に考察し最期の姿の予測を立てたい。

自作ホーンアンテナを用いた中性水素 21cm 線の観測

東京都立科学技術高校 (3 年) 亀田和、和田樹、梅澤杏奈、下条翔杏

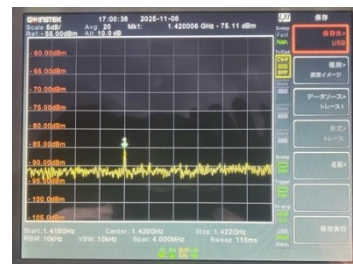
背景

私たちはダークマターに興味があり、その存在を示す観測データのひとつに銀河の回転速度の導出があると先行研究で知った。先輩方は直径 1.4m のパラボラアンテナを市販の赤道儀にのせて中性水素 21cm 線の観測システムの構築と銀河系の回転曲線の導出を目指していたが、赤道儀の搭載可能重量ギリギリであり、操作に難があった。私たちは軽量で比較的容易に自作可能なホーンアンテナで観測システムを構築し、銀河系の回転曲線の導出をして、フラットローテーションカーブの観測、ダークマターの質量算出をしたいと考え、研究を始めた。

観測

自作ホーンアンテナ（開口部直径 524mm、ビーム幅約 30°、受信針 52.5mm 真鍮丸管）を赤道儀（VIXEN SXP）に搭載して自動追尾を行い、LNA やフィルタを経由してスペクトラムアナライザ（中心周波数 1420.406MHz、Span 2MHz、RBW/VBW 10kHz）および PC に接続した。取得データは自作 Python プログラムで積算・ノイズ除去処理を行った後、銀河内側には接線点法、外側には宇宙望遠鏡 Gaia の公開視差データ（Gaia DR3）を組み合わせた手法を用いて回転速度を導出した。

図 1 観測結果

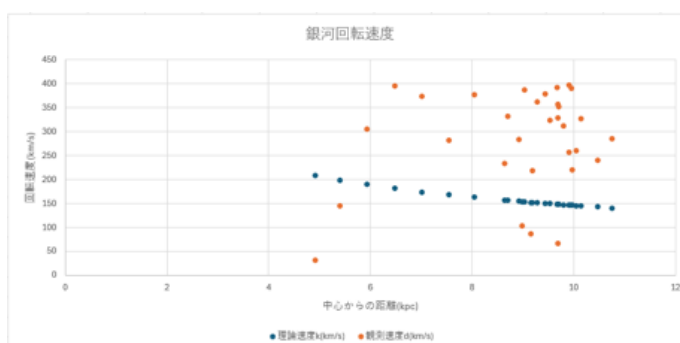
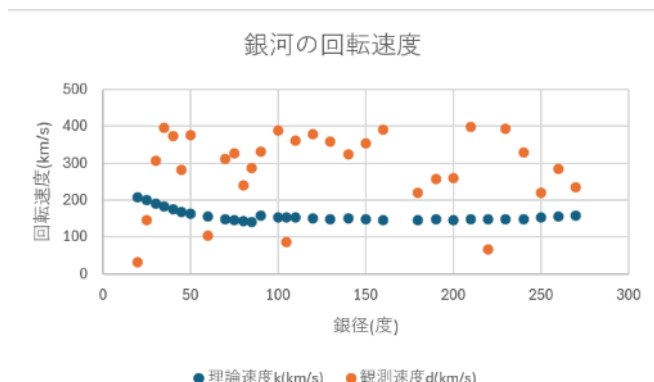


結果・考察

自作ホーンアンテナによって中性水素 21cm 線の明瞭なピークを検出することに成功し（図 1）、銀マットを用いたアンテナ設計の電波天文学的な妥当性が確認された。観測された結果から解析した銀河回転速度を図 2（横軸：銀径）、図 3（横軸：銀河中心からの距離）に示す。光学観測に基づく可視物質によるケプラー運動から推定した理論速度も入れている。回転曲線は、中心から離れるほど速度が低下するケプラー運動の予測とは異なり、外側領域でも比較的高い速度を維持する平坦（フラット）な傾向を示した。観測された回転速度は比較的制度が高いと推定される銀経 60° ~90° および 270° 付近（直交方向）において 200~330km/s に収束し一般に知られている銀河の標準的な回転速度(220km/s)に近い妥当な値を得た。このデータから銀河の質量分布を算出し、光学観測に基づく可視物質の理論質量を差し引いたところ、ダークマターの存在を強く示唆する結果が得られた。一方、速度の大きなばらつき（銀経 20° ~50° の中心方向等）については、本アンテナのビーム幅が約 30° と広く、分解能が不十分であったこと、 $\sin$ 除算による計算発散が主因と考えられる。電波源や複数の渦巻き腕が密集する中心方向において、広い視野内の異なる速度成分を同時に平均化して拾ってしまい、データ混濁を引き起こした可能性もある。

図 2 銀河回転速度（横軸：銀径）

図 3 銀河回転速度（横軸：銀河中心からの距離）



今後の展望

今後はデータのばらつきを抑えるため、アンテナの開口面を拡大してビーム幅を絞り、分解能を向上させた新型アンテナの設計・再作製を行う。これにより、銀河の内側から外側までシームレスに精度高く測定できるシステムを確立し、ダークマター密度プロファイル（NFW プロファイル等）との比較検証を進める。

参考文献

谷敷裕空, 自作卓上ホーンアンテナとソフトウェア無線機を用いた中性水素 21cm 輝線の検出, 天文月報, 117, 5, pp.315-319

太陽黒点の分光観測による波長依存性の研究

川口市立高等学校天文部 渡部風香 (2 年) 足利重幸, 小川蒼生, 熊谷衣真, 志垣颯都, 鈴木武琉, 鈴木真南斗,
高玉涼花, 武田羽衣, 中村葵, 兵頭蒼生, 本間朝陽, 丸石芽衣菜, 森駿士朗 (1 年)

1. 研究背景

我々は、学校で所有している分光器を活用した研究に取り組んでいる。今回は太陽黒点の波長依存性について調べ、考察した。

2. 観測

場所：埼玉県川口市立高等学校屋上

日時：2026 年 1 月 22 日 12 時 20 分~51 分(JST)

機器：屈折望遠鏡(口径 60mm、焦点距離 330mm、

Sharpstar ED60)、減光フィルターND1000+ND8

低分散分光器(SHOWA VEGA ,スリット幅 $10\mu\text{m}$)

CMOS カメラ (ZWO ASI 178MM)

方法：スリットを南北方向に固定し、太陽の日周運動を利用して約 9 フレーム/秒でスリットスキャンした。

3. 解析

①観測データから 8 つの黒点の最暗部を抽出した。

②すばる画像処理ソフト”マカリ”[1]を用い、①で抽出した 8 つの黒点画像とそこから $\pm 24\sim 40$ 枚程度離れた静穏領域の画像 2 枚を Dark 処理し、静穏領域については加算平均した。

③MS Excel を用いて理科年表[2]のおもな太陽吸収線の波長データを基に波長付けを行った。

④縦軸を sunspot/quiet(黒点と静穏領域の比)、横軸を wave length(波長)としたグラフを作成した。(図 1、2)

4. 結果

(1) すべての黒点の 425~475nm で sunspot/quiet の値が最も下がっている。

(2) 425~475nm から 700nm に向かって sunspot/quiet の値が徐々に上昇する傾向がある。

(3) 525nm 付近で急激に sunspot/quiet の値が上昇している黒点が複数ある。

5. 考察・今後の展望

どの黒点でも、sunspot/quiet の値の上下が激しい波長域では吸収線の影響があると考えられる。吸収線部で、その値が上がる場合と下がる場合が見られた。

今回、黒点の波長特性が確認できた。今後は黒点を拡大撮像し、半暗部の波長特性や黒点内部の特性について調べたい。

6. 参考文献等

[1]画像処理ソフト マカリ <https://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja>

[2]理科年表 2007 年 国立天文台編

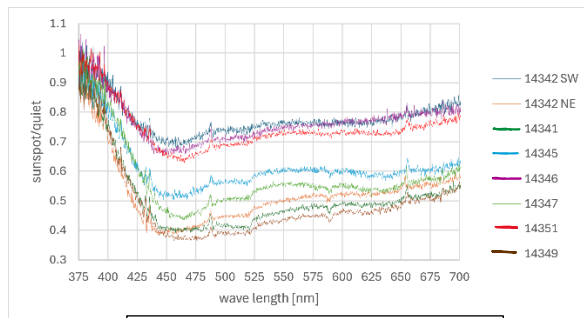


図 2 図 1 のグラフの集約

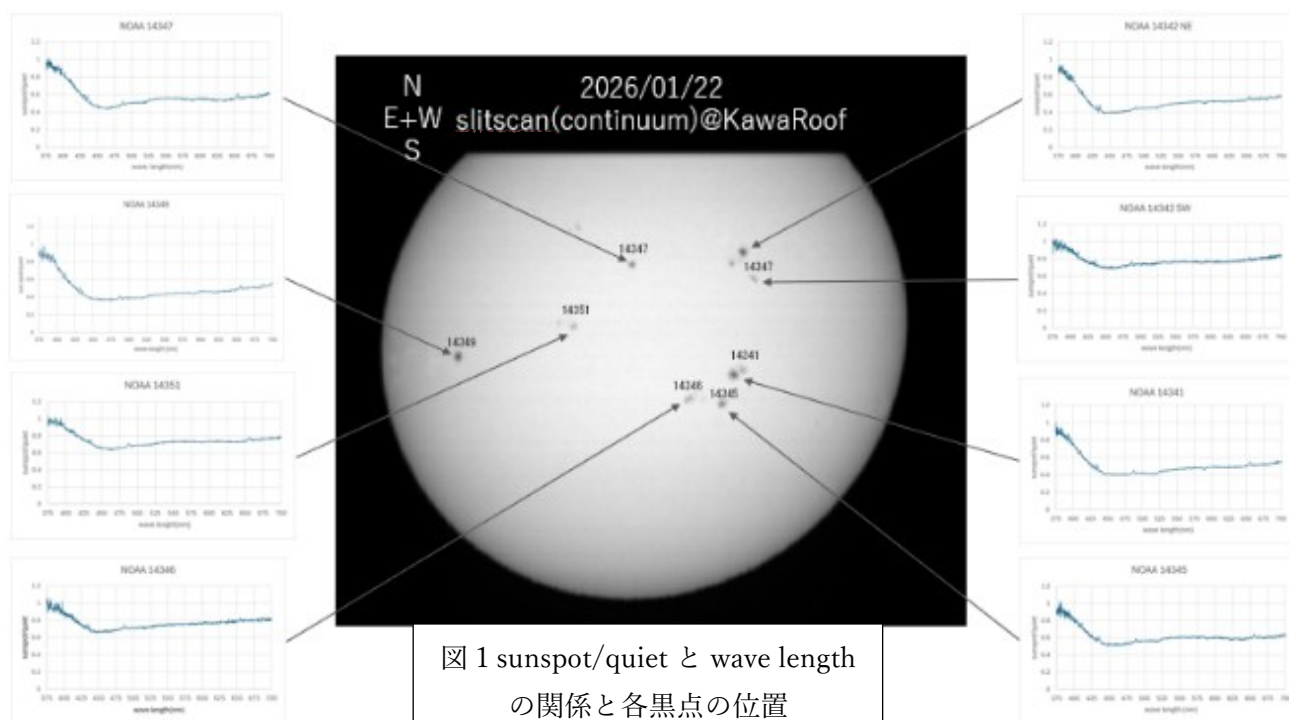


図 1 sunspot/quiet と wave length
の関係と各黒点の位置

太陽活動を追う3
～第25周期極大期の太陽活動を追う～

滋賀県立彦根東高等学校 GS 部地学班

1 これまでの経緯と動機

入学当時、太陽活動の極大期を過ぎてても大規模な活動が多く起きていると知った。太陽ではどんな活動が起きているのか、地球や私たちの生活に影響を与えるのか知りたいと考え研究を始めた。

2 目的

- ①第25周期極大期とその前後の太陽活動を調べる。
- ②フレア予測につながる活動を調べ予測する。

3 仮説

研究にあたり、「太陽活動期には、フレアなどの活動は太陽の全面で起こる。」という仮説をたてた

4 方法

表1の4つの方法で太陽活動の様子を調べた
表1.

①撮影方法	60mmH α 線望遠鏡にビデオカメラ (DMK21AU) を接続し撮影する
②画像処理	Registax6(フリーソフト)を使用して500枚の画像を1枚の鮮明な画像にする。次に、Stella imageで画像を回転させ太陽の方位を調整する。
③フィラメントの位置と長さの測定 (惑星観測用ソフトを利用した本校独自の方法)	②の画像に見られるフィラメント二番号をつけ、それぞれのフィラメントの位置と長さを、WinJupos(フリーソフト)を使用して測定する。 例) 直線的なもの 弓状のもの 位置: 直線の中点 位置: 弦の中点
④フレアデータの引用	「Solar Monitor」のサイトから過去3年間に起きたMクラス以上のフレアのデータをすべて引用した。サイトの間違いはすべて確認し、修正した。

6 結果

6.1. フレア予測につながる太陽の活動について

以下のような活動を撮影できた (図1～5)。

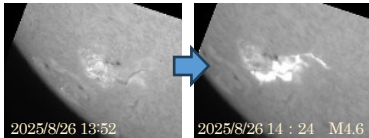


図1. フィラメント噴出の後に発生したMクラスフレア

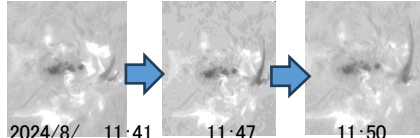


図2 渦巻き状フィラメント噴出(この後フレア発生)

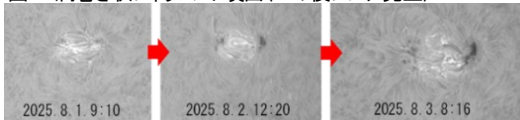


図3 磁場の浮上を示すアーチフィラメント(この後フレア発生)

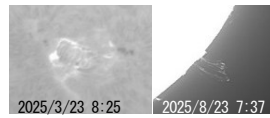


図4. ポストフレアループ (フレア発生後に起こる活動)

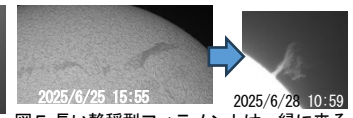


図5. 長い静穏型フィラメントは、縁に来ると噴出型プロミネンスのように見えることもある

6.2. Mクラス以上のフレアの発生数の変化

M クラス以上のフレアは極大期である2024年は主に南半球で発生し、その前後は北半球で発生した。また巨大黒点が現れた時期は大きなフレアが非常に多く発生した(図6)。

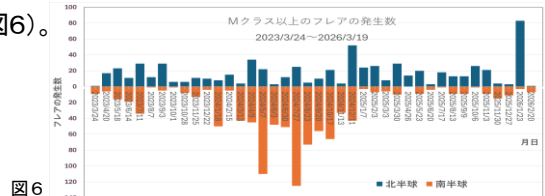


図6

6.2. 20万km以上の長いフィラメントの発生数の変化

極大期の前後で多い。北半球と南半球で同じような数発生していた(図7)。

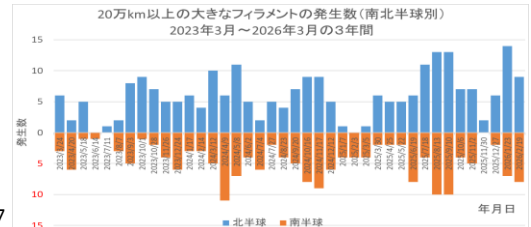


図7

6.3.Mクラス以上のフレアと 20 万 km 以上のフィラメントの発生位置

極大期でも極大期でもフレアが起こりやすい場所(active region)と長いフィラメントが起こりやすい場所(quiet region)があると考えられる(図8)。

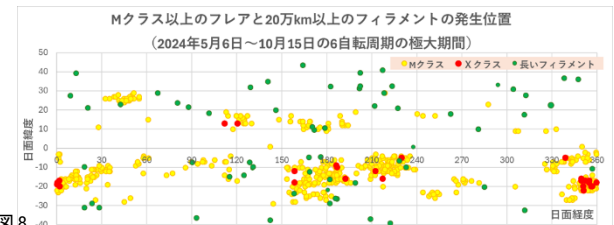


図8

7 考察

- ①仮説とは違い、極大期でも M クラス以上のフレアは全面で起こらず、active region と quiet region がある。
- ②撮影できた太陽活動から考えられるフレアやプロミネンス噴出などの予測について(表1)

表1

太陽表面・縁で起こる活動	フレア発生やフィラメント噴出	
フレア	フレア発生中	危険 すぐに 対策を!
ポストフレアループ	フレア発生直後	
渦巻き状のフィラメント	フィラメント (プロミネンス) 噴出中	
太陽の縁にできる短時間で成長するプロミネンス	フィラメント噴出	警戒
黒点群の周辺のフィラメントが盛り上がる (への字やくの字に曲がる) →噴出する	→フレア発生可能性	
アーチフィラメントの急成長	Mクラスフレア発生の可能性大	安全
太く長いフィラメントがへの字やくの字に曲がる	噴出の可能性あり	
太陽の縁にできる大きなプロミネンスや長い静穏型フィラメントの形が変化しない	なし	

8. 今後の展望

今後も観測を続けて、極大期の後に起こるといわれる巨大フレアを撮影することなど

流星の足跡をたどる

～対地軌道計算の自動化を目指して～

愛知県立一宮高等学校 地学部流星班

飯田直人 井上帆乃香 粕谷彩葉 古野和香奈 佐野ひなつ 玉腰結菜 森本玲那

1. 研究概要

本校屋上とひるがの高原の二地点に定点カメラ（ATOM Cam2）を設置し、流星の撮影を行っている。（図1）

二地点から同一の流星を同時観測し、Excelを用いてその流星の対地軌道を求めた。

一度目の検証では、数値に矛盾が生じる等、多数の不具合が生じてしまったため、計算方法を見直し、再度新たな流星を用いて対地軌道の算出・考察を行った。



図1
屋上の定点カメラの様子

2. 方法

2-1.従来の方法

- ① 流星の動画をステライメージを用い、静止画に分解した後、歪みを変換式を用いて修正。
- ② 画像上に写っている恒星を用いて三角形を作り、三角関数で流星の赤緯(δM)と赤経(αM)を算出。
- ③ 求めた流星の赤経赤緯と、時角等を用いて流星の方位角と各地点からの高度を算出。
- ④ 流星の対地軌道を算出。

＜結果＞

（使用したデータ）

＜一宮高校＞2025年11月19日23時31分25秒

＜ひるがの高原＞2025年11月19日23時31分19秒

表1 算出した流星の対地軌道

ひるがの高原（南）		一宮高校（北）	
方位角（°）	高度（km）	方位角（°）	高度（km）
94.3	61.9	50.2	39.3
94.3	61.2	49.8	38.3
94.3	60.7	49.4	37.5
94.3	60.1	48.9	36.7

高度に矛盾

2-2.わかったことと変更点

＜発見1＞

一部の角を余弦定理で算出していたことで、角の値が一意に定まらず、計算が狂っていた。（図2）

＜改善1＞

Excel内のatan2関数を用いて計算を行い、角が定まった状態で余弦定理等の計算を行うようにした。

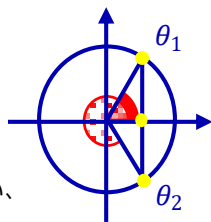


図2 cosの単位円

＜発見2＞

Mを求める三角形に恒星二つを用いたことで誤差が大きくなっていた。

＜改善2＞

画像内で最も歪みの少ない中心座標Oの天球上での座標を求め、Oを用いた△OAMからMを算出。（図3）

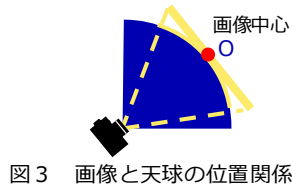


図3 画像と天球の位置関係

＜発見3＞

使用する恒星が3つだったことで、うまく中央値が取れなかった。

＜改善3＞

使用する恒星を5つに増やし、それぞれの恒星から算出した赤経赤緯をいちど度数法に直し、すべての項目に外れ値がないものを選出した。

3. 結果・考察

（使用したデータ I）

＜一宮高校＞2025年11月30日0時27分38秒

＜ひるがの高原＞2025年11月30日0時27分36秒

表2 Iの方位角と高度

ひるがの高原（南）				一宮高校（北）			
方位角（°）	高度（°）	高度（km）	方位角（°）	高度（°）	高度（km）	方位角（°）	高度（km）
91.1	34.3	45.798	84.3	50.1	116.77		
90.4	33.4	43.392	82.8	50.2	117.1		
89.9	32.7	41.519	81.4	50.3	117.23		
89.5	32.0	40.009	80.2	50.3	117.27		
89.1	31.5	38.696	78.8	50.4	117.37		
88.5	30.5						
88.2	30.2						
87.5	29.2						
87.2	28.7						

表3 二地点でのO、Mの赤経赤緯

	NO		αO		NM		αM	
	rad	deg	rad	deg	rad	deg	rad	deg
ひるがの高原	0.75	42.83	2.38	136.1	1.25	71.61	###	###
α	0.79	45.39	2.37	135.9	1.25	71.49	2.5	145.0
δ	0.77	43.94	2.34	133.8	1.25	71.43	2.4	138.2
高度	0.78	44.53	2.37	135.9	1.24	71.12	2.5	143.3
α	0.76	43.81	2.33	133.8	1.24	71.30	2.4	138.1
δ	1.21	69.17	2.46	140.9	1.05	60.24	2.181	125
高度	0.88	50.43	1.84	105.5	1.20	68.93	###	###
α	1.20	68.97	2.40	137.5	1.04	59.78	2.184	125.2
δ	1.22	69.65	2.40	137.5	1.04	59.71	2.198	125.9
高度	1.19	68.14	2.39	137.1	1.04	59.62	2.173	124.5

・それぞれの地点からの流星の方位角がほぼ平行となった。
また、高度も大きく異なっている。
→それぞれの軌道は、計算上交わらせることはできるが現実的ではないため、**同時刻に似たような方向に写った別の流星**であると考えられる。もしくは、カメラの時計がずれていて、そもそも全く別の流星だった可能性も考えられる。

・計算過程の、画像中心Oの赤経赤緯は、5個の星のほぼすべてで近い値が出ており、精度が向上しているといえそう。

4. 今後の展望

今回の改善により、より安定して流星の軌道を算出できるようになった。しかし、同時流星を選出する方法が確立できておらず、別の流星であるという結果が多い。

→カメラの時間管理を細かく行い、実際の時間と合わせて記録することで、同時流星選出の精度を高めていきたい。

また、スペクトルが映っている流星データも多く得られているため、流星の高度とスペクトルの関係の考察も行っていきたい。

そして、最終的には流星群などの流星から得られた対地軌道を宇宙空間に伸ばして軌道を求め、その先の流星の母天体に関する考察等も行っていけたらと考えている。

5. 参考文献・使用ソフト

- ・ ATOMCam2で流れ星を自動観測してみた AstroTourism Lab <https://astrotourism.jp/2022/12/10/1921/>
- ・ AstroCalc_public.pdf 天文計算入門 https://peteworden.github.io/articles/AstroCalc_public.pdf
- ・ 地理院地図/ GSI Maps | 国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&b=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>
- ・ すばる画像処理ソフト「マカリ」
- ・ ステラナビゲータ
- ・ ステライメージ
- ・ Excel

月食時の地球の影の検証

舞鶴工業高等専門学校 浦田乃愛 藤原美優 三觜万里子 吉田万珠（2年）

概要

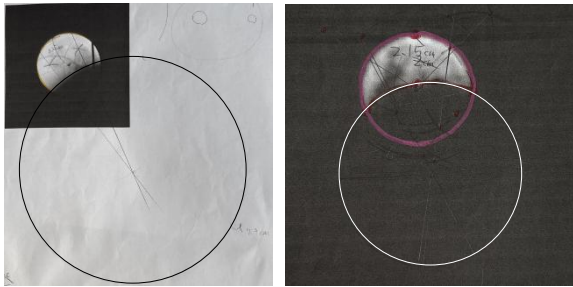
2025年9月8日の皆既月食の観測を行った。撮影した写真をもとに、月に投影された影が本当に地球の影であるかどうかの検証を試みた。解析の結果、地球の影であると仮定して計算した値と観測から得られた測定値に大きな有意差は見られなかった。

1. 目的

月食は、太陽、地球、月がこの順に一直線に並ぶことで、地球の影が月に投影される現象であると説明される。本研究では、太陽、地球、月の大きさや位置関係から、月に投影される地球の影の大きさを計算し、観測と比較することで、月に投影される影が本当に地球の影であるかどうかの検証を試みた。

2. 解析方法

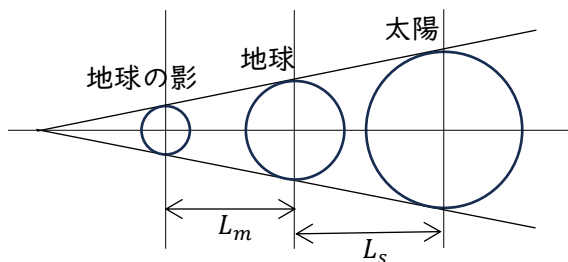
- ① 観測した写真を印刷し、影の部分が一部となる円を作図する。
- ② 写真上で影の半径と月の半径の比を求める。この値を観測値とする。



- ③ 太陽、地球、月の位置関係から、月の位置にできる地球の影の大きさを計算し、月の大きさとの比を計算する。この値を理論値とする。
- ④ 観測値と理論値を比較する。

3. 計算式

文献によると、太陽、地球、月の直径はそれぞれ $D_{\text{sun}} = 1392.0 \times 10^3 \text{ km}$ 、 $D_{\text{earth}} = 12.75 \times 10^3 \text{ km}$ 、 $D_{\text{moon}} = 3.476 \times 10^3 \text{ km}$ である。また、地球から太陽までの距離、地球から月までの距離はそれぞれ $L_s = 1.496 \times 10^8 \text{ km}$ 、 $L_m = 3.844 \times 10^5 \text{ km}$ である。月食時の太陽、地球、月の位置が下図の関係にあるとき、月の位置にできる地球の影の大きさ D_{shadow} は



$$D_{\text{shadow}} = D_{\text{earth}} - \frac{L_m}{L_s} (D_{\text{sun}} - D_{\text{earth}}) \\ = 9.212 \times 10^3 \text{ km}$$

と表せるので、 $D_{\text{shadow}}/D_{\text{moon}} = 2.65$ となる。

4. 観測

日時：2025年9月8日午前2時頃

機器：スマートフォン

場所：メンバーそれぞれの地元（京都府舞鶴市、兵庫県尼崎市、兵庫県三田市、滋賀県守山市）から観測を行った。

5. 結果

写真上で測定した月の半径を $x_1 [\text{cm}]$ 、影の半径を $x_2 [\text{cm}]$ として Excel に入力し、比 x_2/x_1 を計算した結果が以下の表である。

表 1 写真上での測定値と比の値

地点	$x_1 [\text{cm}]$	$x_2 [\text{cm}]$	比
舞鶴	1.92	5.20	2.60
尼崎	2.15	3.45	1.60
三田	2.80	4.15	1.48
守山	2.25	7.98	3.54

以上より、4つのデータの平均値と標準誤差を求めると、比 x_2/x_1 の観測値は 2.3 ± 0.5 となる。

6. 考察

観測値は 2.3 ± 0.5 、理論値は 2.56 であり、理論値が観測値の誤差の範囲に含まれているため、2つの値の間に有意差は見られず、月に投影された影が地球の影である可能性と矛盾しないことが分かった。

解析の際、影の部分が一部となる円を作図するところで、影の輪郭のわかりずらさから数十%の誤差が生じていると考えられる。また、影が月に投影される際、月の表面が平面でなく、球面であることの影響も無視できないと考えている。以上のことから、今後、精度を向上させるためには、作図の方法に工夫が必要である。