

annual report 2015

2015 年度 神山天文台
研究成果報告書

KYOTO SANGYO UNIVERSITY
KOYAMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

目次

巻頭言	1
研究成果報告	
・ 赤外線天体観測用フォトニック結晶スーパーレンズの開発.....	3
・ インフレーション宇宙モデル ～自然なモデルの構築～	16
・ 古典新星 V2659 Cyg における複雑な光度変化と 酸素原子輝線比 OI 7774/OI 8446 の時間変化について	26
研究成果・関連論文リスト	65
神山天文台の普及教育活動	
・ はじめに	70
・ 大学としての教育活動	70
・ 学内公開	71
・ 近隣学校等への天文体験学習講座	72
・ 他機関との連携事業	72
・ 一般の方への普及教育活動	72
施設見学と天体観望会	
天文学講座	
神山天文台マスコットキャラクター「ほしみ～るちゃん®」	
・ 公開事業を通じた学生の育成	75
・ 神山天文台サポートチーム	76

巻頭言

京都産業大学神山天文台は2010年度に設置され、2015年度は設置後6年目を迎えました。2014年度からスタートした赤外線波長域における高分散分光学の国内拠点（赤外線高分散ラボ LIH: Laboratory of Infrared High-resolution spectroscopy）を形成するという5年間の研究プロジェクト（文部科学省・私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択）は神山天文台としては2008-2012年度につづいて2度目の採択となっており、神山天文台における研究・教育活動に対する外部からの高い評価を裏付けています。この大型研究プロジェクトに加え、神山天文台では将来にむけた挑戦的な萌芽研究や非常に基本的な技術開発など、様々な研究課題を実施しています。

本報告書は、戦略的研究基盤形成支援事業に採択された研究プロジェクト等以外の、挑戦的な萌芽研究および基礎技術開発に関する研究テーマを主として取り上げて紹介しています（戦略的研究基盤形成支援事業に採択された研究プロジェクトの成果報告書は、別途、プロジェクト終了後に取りまとめる予定です）。また、神山天文台における各種の広報普及活動や教育活動についても、本報告書で取りまとめました。

神山天文台における研究活動については、上述の「赤外線高分散ラボ」をはじめ外部資金を複数の研究テーマで獲得しており、2016年度からはポスドクが総勢8名になって神山天文台における様々な観測・開発研究を展開しています。また、教育の面でも、学部から大学院に至るまで様々な学生が神山天文台における研究プロジェクトに参加して研究を行っており、学部・大学院の授業での利用も行われています。本学大学院理学研究科・博士後期課程に進学した学生の多くが神山天文台で研究を行っており、研究・教育の面で神山天文台は順調に成果をあげています。

一方、近年の私立大学を取り巻く厳しい環境の中で、大学附帯施設の予算を潤沢に確保することは非常に難しくなっています。現在の環境に甘んじることなく、研究成果に対する費用対効果の最大化に取り組んでいます。ポスドク1人あたりの年間出版論文数は2篇という目標を掲げていますが、現時点ではそのラインに到達していません。天文台長である私のように学部教員を兼ねるスタッフについても（授業や様々な業務を勘案したとしても）、年間1篇を最低限のノルマとして研究に真摯に取り組む必要があるでしょう。そうした自戒の念を込めて、2015年度の成果を取りまとめました。社会貢献や広報普及活動についても、マンネリズムに陥ることなく、常に新たな視点から独自の取組みに挑戦することが必要です。

今後とも、神山天文台の研究・教育・普及活動へのご理解、ご支援をよろしくお願いいたします。

神山天文台長
河北秀世

研究成果報告

2015 年度研究成果報告書

タイトル：赤外線天体観測用フォトニック結晶スーパーレンズの開発

担当：藤代尚文

関連出版：

（特に無し）

関連学会発表等：

（特に無し）

赤外線天体観測用フォトニック結晶スーパーレンズの開発 研究成果報告書

藤代尚文

1 イントロダクション

1.1 研究の背景

赤外線天文学の分野では、あかり宇宙望遠鏡、スピッツァー宇宙望遠鏡、ハーシェル宇宙望遠鏡の深宇宙探査により、波長 10 ミクロン～200 ミクロンの中間～遠赤外線の波長帯においても赤方偏移 1 を超える遠方銀河が検出されるようになり、その特性が次第に明らかになってきた。銀河から放射される中間～遠赤外線は、生まれたての若い星、または活動銀河核の活動により暖められた塵からの放射と考えられており、銀河の形成と進化を調べる上で重要な波長帯である。遠方宇宙にある赤外線光度が高い銀河について、電波、サブミリ波の干渉計観測、およびハッブル宇宙望遠鏡の可視光撮像観測によって物理的なサイズを測定すると、赤方偏移 0.5 以上の遠方銀河は 5kpc 程度であるのに対して、近傍の銀河は 1kpc 以下であり、両者に明らかな違いがあることがわかってきた[1]。これは、赤外線を放射する物理プロセスが、近傍(=現在)と遠方(=過去)の宇宙で異なることを示唆しており、精査が必要である。しかし当然ながら、電波、サブミリ波、可視光を放射する物理プロセスと、赤外線を放射するプロセスは異なっているので注意が必要であり、赤外線を放射する構造の物理的なサイズを直接測定できることが望ましい。ところが、波長 20 ミクロンの中間赤外線においては、既存の赤外線宇宙望遠鏡の角度分解能は、回折限界により 5 秒角程度(赤方偏移 1 で 40kpc に相当)にとどまっており、十分な解像度を得ることができなかった。

古典的な光学理論においては、望遠鏡の角度分解能は回折限界で制限され、角度分解能を向上させるためには望遠鏡口径を大きくする必要がある。2018 年以降に打ち上げが計画されている口径 6.5m のジェームズウェッブ宇宙望遠鏡を用いれば、同波長帯で 0.5 秒角程度(赤方偏移 1 で 4kpc に相当)の角度分解能を得られることが期待されるが、遠方銀河の赤外線を放射する構造の物理的なサイズを測定する目的には、まだ十分な解像度とは言い難い。また、数 kpc におよぶ物理的なサイズが分かったとしても、1kpc 未満の銀河の内部構造(星形成領域、活動銀河核)の分解には至らない。

望遠鏡の巨大化は、必然的に開発期間の長期化とコストの増大につながる。昨今の我が国、および世界各国の経済状態から鑑みるに、ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡を超える巨大宇宙望遠鏡の早期実現は困難である。事実、中間赤外線の波長帯においてジェームズウェッブ宇宙望遠鏡を超える角度分解能の実現を目指していた、赤外線干渉計を原理とした

地球型惑星探査機(TPF-I; Terrestrial Planet Finder Interferometer)の開発計画は無期限延期となっている。

以上の通り、中間～遠赤外線の波長帯においては、遠方銀河の内部構造を調べるうえで十分な角度分解能が得られる望遠鏡が実現される見通しは立っておらず、遠方銀河の真の姿を解き明かすことが不可能な状況が続くことは明らかである。

一方、フォトンクス、プラズモニクス、ナノフォトンクスといった古典的な光学理論を超えた最先端光技術分野においては、スーパーレンズ[2]、ファイバープローブ[3]のような回折限界を超える分解能をもつ光学デバイスが実現されてきた。そこで我々は、これらの光学デバイスに注目することで、望遠鏡口径で決まる回折限界を超えた光学機器が実現可能であるかの検討を進めてきた。

1.2 研究の目的

本研究の最終目標は、フォトニック結晶スーパーレンズを用いて、望遠鏡口径で決まる回折限界を超える高角度分解能が得られる撮像装置を実現することである。フォトニック結晶スーパーレンズは、誘電体の微細構造によって人工的に負の屈折率[4][5]をもたせたデバイスであり、(特長1)入射角度の変化に対して射出角が敏感に変化する、(特長2)凹凸形状がない平板のため集光の仕方が入射位置によらない、という通常のレンズには見られない特長をもつ。(特長1)を用いたF値変換作用によって、ビームサイズを調整することができる。さらに、(特長2)によって、望遠鏡焦点位置において分解不可能な2つの画角のビームが、結像位置を変えずに同様に集光する。その結果、図1の概念図に示すように、フォトニック結晶スーパーレンズの焦点面において両ビームを分解可能と考えられる。これが可能であるならば、図2に示すように、既存の望遠鏡光学系および固体撮像素子と組み合わせて、光学系の分解能を向上させられると期待される。

そこで本研究の具体的な目標を、波長10ミクロン帯の中間赤外線において機能する、上述のようなフォトニック結晶スーパーレンズの設計・試作・実験を行い、達成可能な角度分解能を理論的・実験的に明らかにすることに設定した。

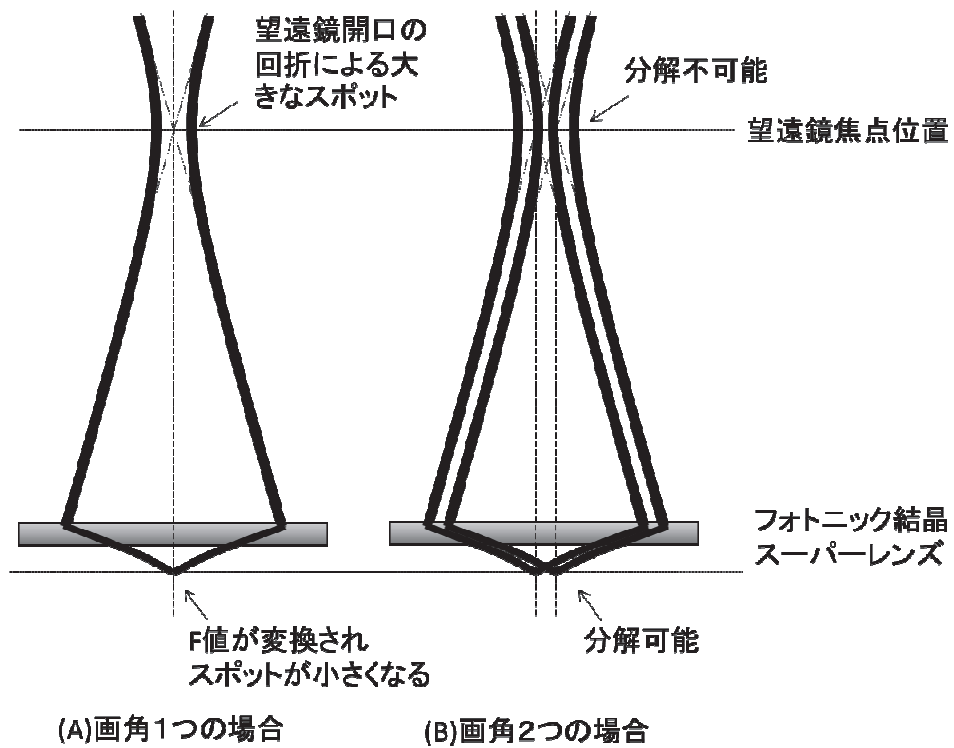


図 1 フォトニック結晶スーパーレンズの概念図

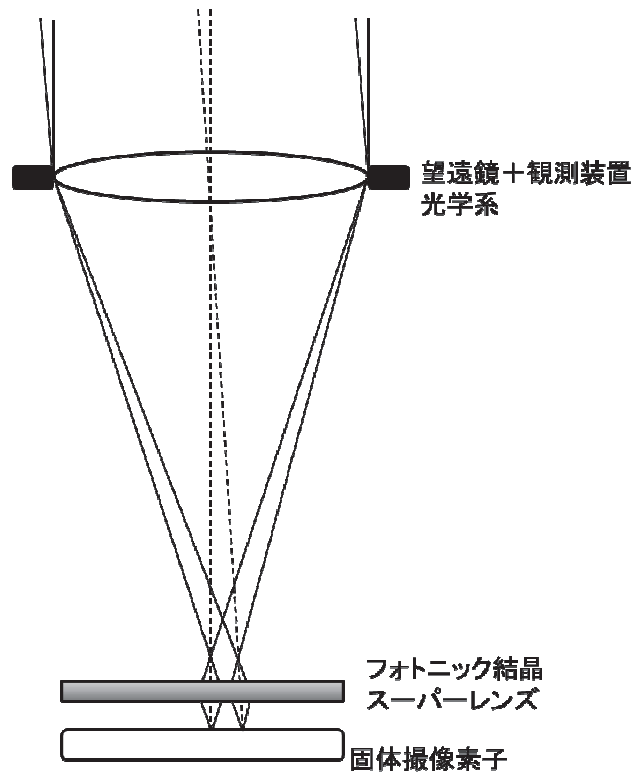


図 2 フォトニック結晶スーパーレンズの使用方法

2 研究手法

本研究は、以下の2つを平行して実施している。

(1) フォトニック結晶スーパーレンズの設計

平面波展開法、厳密結合波理論(以下、RCWA法)、時間領域差分法(以下、FDTD法)の3つの電磁場解析による理論計算によって、フォトニック結晶スーパーレンズの設計を行う。第1に、フォトニック結晶に用いる光学材料と、フォトニック結晶の加工方法を選択する。第2に、平面波展開法によって波数空間におけるフォトニックバンド構造および等振動数曲線を計算し、負の屈折効果をもちスーパーレンズとして機能するフォトニック結晶の周期構造を決定する。第3に、RCWA法によってフォトニック結晶の透過率を計算し、光が入射・出射するフォトニック結晶のインターフェース部の構造を最適化する。最後に、FDTD法によって光の伝播シミュレーションを実施し、点像分布関数を確認する。上記手順を繰り返し行い、フォトニック結晶スーパーレンズの最適解を探索する。なお本研究では、まず2次元フォトニック結晶で検討を進めている。

(2) 試作・実証実験

(1)で選択した光学材料と加工方法によって、フォトニック結晶スーパーレンズの試作を実施する。

また、フォトニック結晶スーパーレンズを組み込む赤外線天体撮像装置は、レンズやミラーなどの古典的な光学素子で構成された望遠鏡と組み合わせて使用し、その角度分解能を向上させるものである。そのため、試作品の実証試験のためには、既存技術で作られた実証光学系が必要である。回折限界を超える角度分解能を目指すため、試験で使用する望遠鏡光学系は幾何収差を十分に補正したものでなければならない。また本研究で開発する天体撮像装置は、宇宙望遠鏡もしくは究極補償光学と組み合わせた使用を想定しており、大気揺らぎ(シーイング)の影響があってはならない。そこで本研究では、大気揺らぎの影響が小さい実験室において使用可能な、収差をよく補正した望遠鏡シミュレータを設計・製作する。

最後に、望遠鏡シミュレータを用いて試作したフォトニック結晶スーパーレンズの試験を行い、分解能の向上を確認する。

3 研究結果

3.1 設計

想定するフォトニック結晶スーパーレンズの構造を、図 3 に示す。本デバイスを側面からみると、基板に円孔が周期的に並んだ正方格子構造と、光が入射・出射する入出力端部で構成されている。基板は $100\mu\text{m}$ 近くの厚さが必要と見込まれ、フォトニック結晶としてはサイズが大きい部類に入る。一方、円孔の直径は数マイクロンであり、高精度で円孔の形状を実現するためにはナノメートルオーダーの微細加工技術を必要とする。また、光学材料は波長 $10\mu\text{m}$ 帯の中間赤外線を透過する材料でなければならない。このような条件を満たすフォトニック結晶の加工方法として、波長 $10\mu\text{m}$ 付近において吸収率が比較的小さいと見込まれる MICROCHEM 社製フォトレジスト SU-8 3050[6][7]を使用した、2光子吸収法を原理とするレーザーリソグラフィによる3次元造形法を選定した。

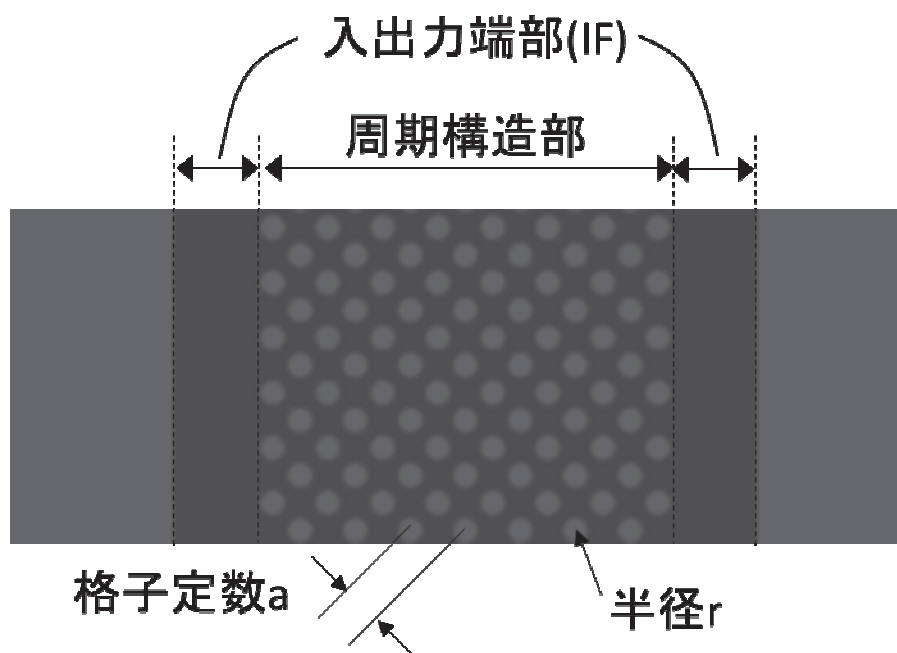


図 3 フォトニック結晶スーパーレンズの構造

フォトニック結晶スーパーレンズの詳細設計においては、SU-8 3050 の詳細な光学定数が必要である。そこで、スピncerコーターを用いて単結晶シリコン基板上に SU-8 3050 を塗布し、レーザーリソグラフィ加工時と同様にソフトベイクング (65°C 5分、 95°C 30分)をしたサンプルを作成し、J.A. Woollam 社製 IR-VASE[8]を用いて分光エリプソメトリー法により光学定数を測定した。図 4 は光学定数の測定結果であるが、波長帯によっては消衰

係数が高く、吸収が大きいことが分かった。そこで本研究では、波長 10~20 ミクロンの間で消衰係数が最も小さくなる波長 $14\mu\text{m}$ をフォトニック結晶スーパーレンズの設計波長とし、波長 $14\mu\text{m}$ における SU-8 3050 の屈折率 1.599、消衰係数 0.0108 を設計に用いた。

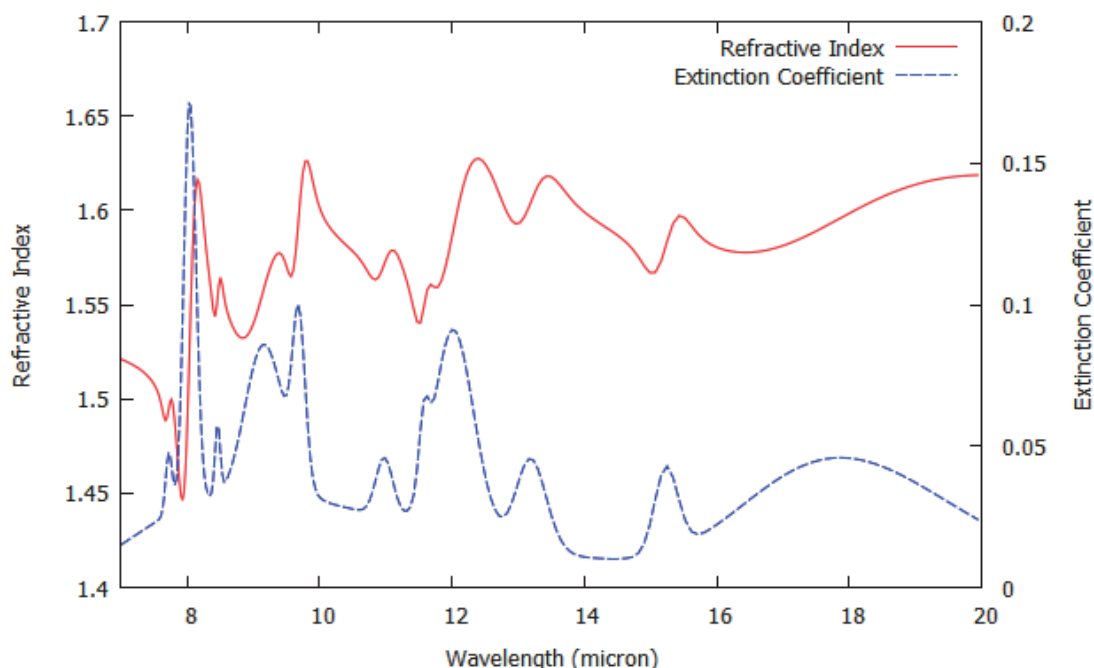


図 4 SU-8 3050 の光学定数。左側の縦軸は屈折率、右側の縦軸は消衰係数

所望の集光効果を実現させるために、周期構造部を伝播する電磁波が負の屈折効果に対応する群速度をもつように、正方格子構造の格子定数 a と円孔半径 r の最適化を実施した。図 5 は、波長を $14\mu\text{m}$ 、 $r=0.3a$ に固定した場合に、平面波展開法によって格子定数 a の関数として計算した、正方格子構造の既約ブリュアン領域のバンドダイアグラムである。平面波展開法の計算には、MIT Photonic-Band(MPB)ソフトウェア[9]を使用した。縦軸は、格子定数 a で規格化した光の振動数である。後述するように、正方格子構造においては、第 2 バンドの Γ -M 方向の伝播において負の屈折効果が得られるが、TE 偏光であれば規格化振動数 0.47~0.53 付近において第 2 バンド単独の解が存在することがわかった。そこで本設計においては、規格化振動数を 0.5、すなわち格子定数として $a=7\mu\text{m}$ を選択することにした。図 6 は、TE 偏光、規格化振動数 0.5 の条件で計算した等振動数曲線である。この曲線の法線方向が群速度に対応し、フォトニック結晶中の光の進行方向を決める。図からわかるように Γ -M 方向近辺では曲線が急激に折れ曲がっており、これによって強い負の屈折効果が生じる。この等振動数曲線から計算した、屈折角の入射角依存性を図 7 に示す。入射角 5° までで屈折角は -60° まで達し、非常に強い負の屈折が起こることがわかる。

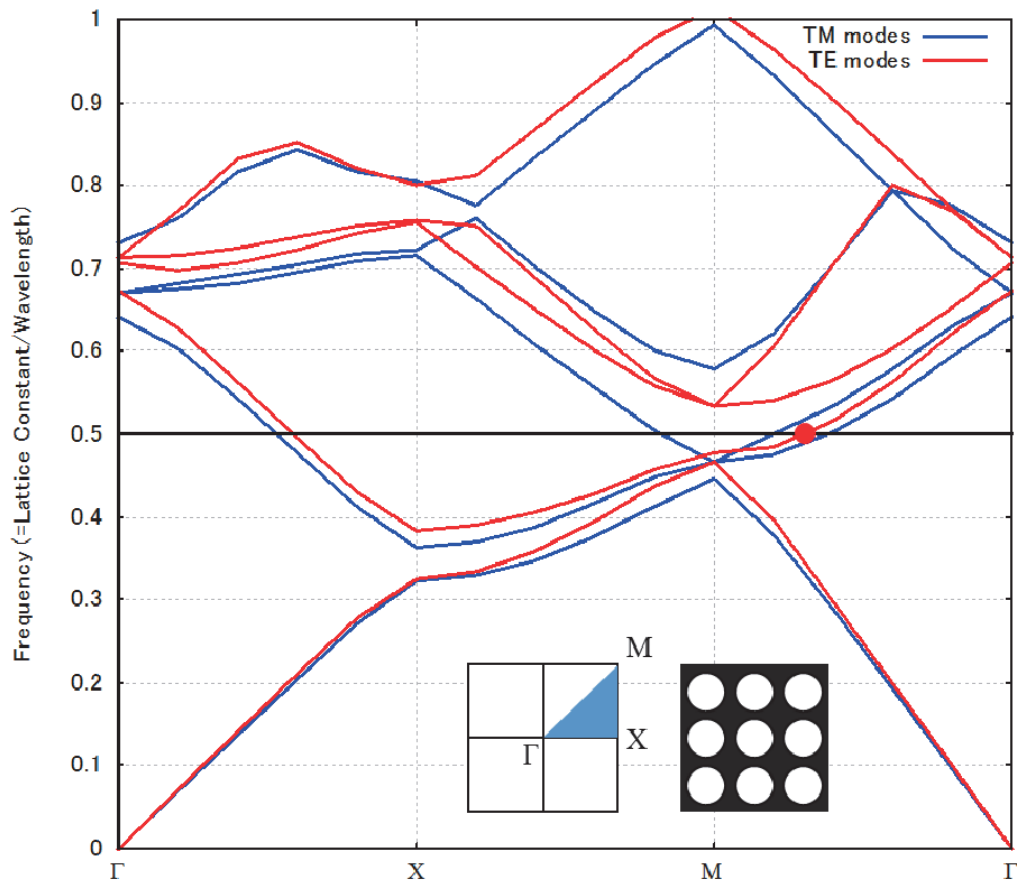


図 5 周期構造部のバンドダイアグラム。赤丸は今回選択した解の位置を示す

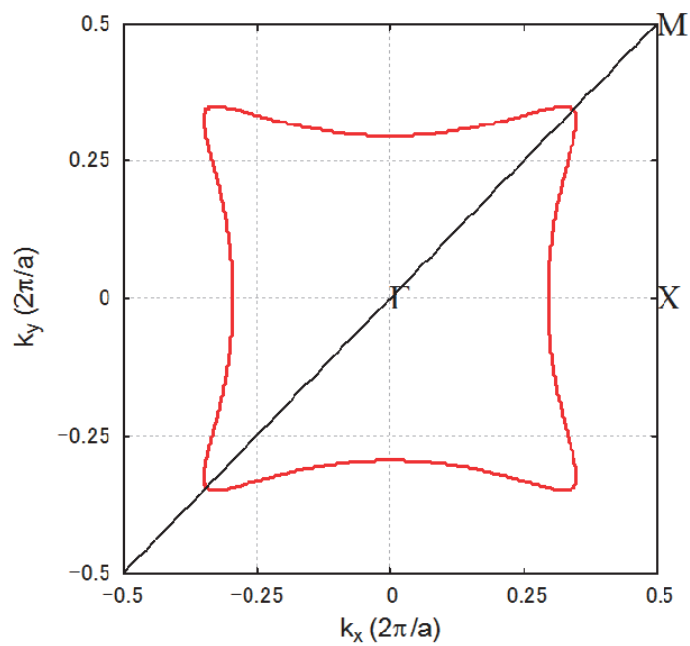


図 6 等振動数曲線(TE 偏光、規格化振動数 0.5、第 2 バンド)

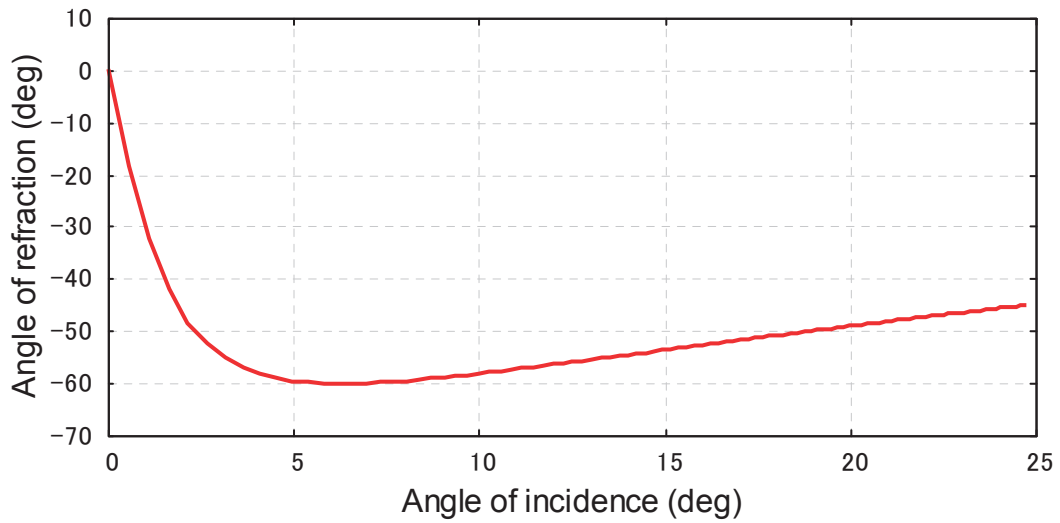


図 7 屈折角の入射角に対する依存性

フォトニック結晶スーパーレンズを有効に機能させるには、入射光をフォトニック結晶の第2バンドとよく結合させ、透過率をできるだけ向上させる必要がある。そこで、RCWA法でフォトニック結晶の入出力端部の厚みに対して透過率を計算し、最適な入出力端部の厚みを調べた。RCWA法の計算には、Wyrowski Photonics社のVirtualLab Fusionソフトウェア[10]を使用した。図8はその計算結果であるが、このフォトニック結晶スーパーレンズの場合は、入出力端部の厚みがゼロの時に透過率が最大となることがわかった。加工の観点からは厚みをゼロにできないので、今回は入出力端部の厚みを $0.5\mu\text{m}$ とした。

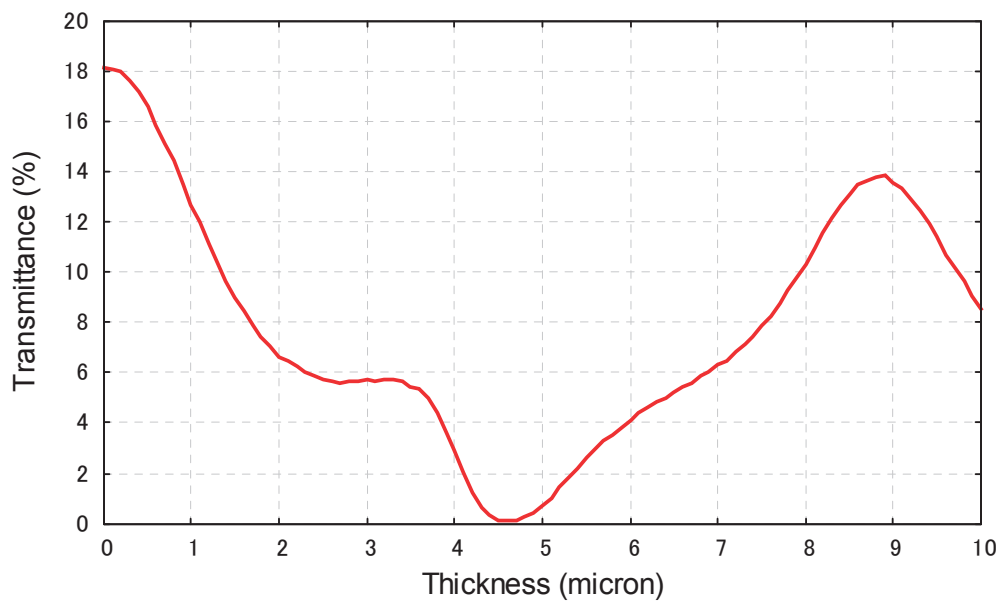


図 8 透過率の入出力端部厚みに対する依存性

以上の手順によって最適化したフォトニック結晶スーパーレンズに対して FDTD 法による伝播シミュレーションを実施した。FDTD 法の計算には、Meep ソフトウェア[11]を使用した。図 9 に示すように、Input Position と示した位置に波長 $14\mu\text{m}$ 、F/5 のビームによって生じたエアリー関数で表現される点像分布関数をもつ光源を置き、そこから $663\mu\text{m}$ 離れた位置にフォトニック結晶スーパーレンズを設置し、その背後にある Output Position と示した位置における出射ビームの点像分布関数を測定した。図 10 に示すように、Input Position と Output Position の点像分布関数をピーク強度で規格化して比較すると、入射ビームと出射ビームの半値全幅はそれぞれ $72.0\mu\text{m}$ 、 $61.5\mu\text{m}$ であり、出射ビームの幅が入射ビームの幅よりも小さくなることがわかった。

以上から、本研究で考案したフォトニック結晶スーパーレンズを用いれば、望遠鏡の回折限界よりも小さなスポットが得られることが理論的に示された。ただし、出射ビームの半値全幅は入射ビームの 85%程度であって改善の幅が小さいことと、出射ビームの透過率が大変悪く、入射ビームと比較すると点像分布関数のピーク強度が 1/100 程度しかない点が課題となっている。前者に対してはフォトニック結晶スーパーレンズの周期構造部、後者に対しては入出力端部の形状について更に最適化を進める必要がある。

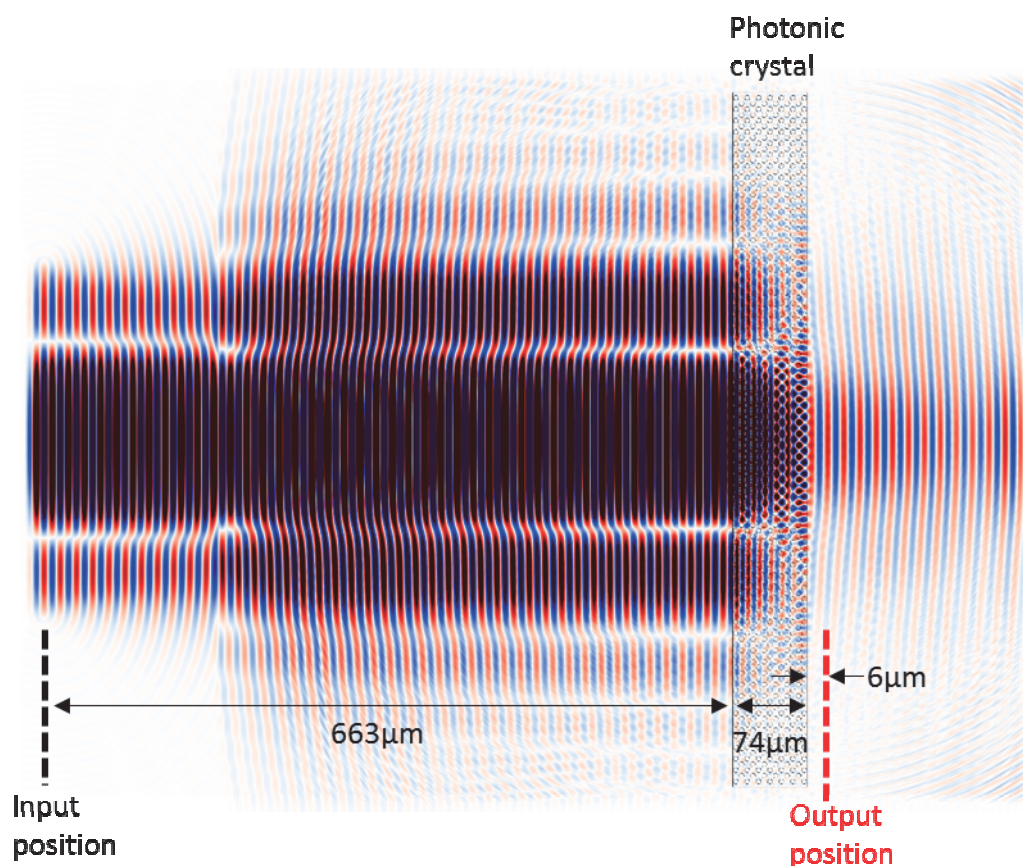


図 9 FDTD シミュレーション。波長 $14\mu\text{m}$, TE 偏光

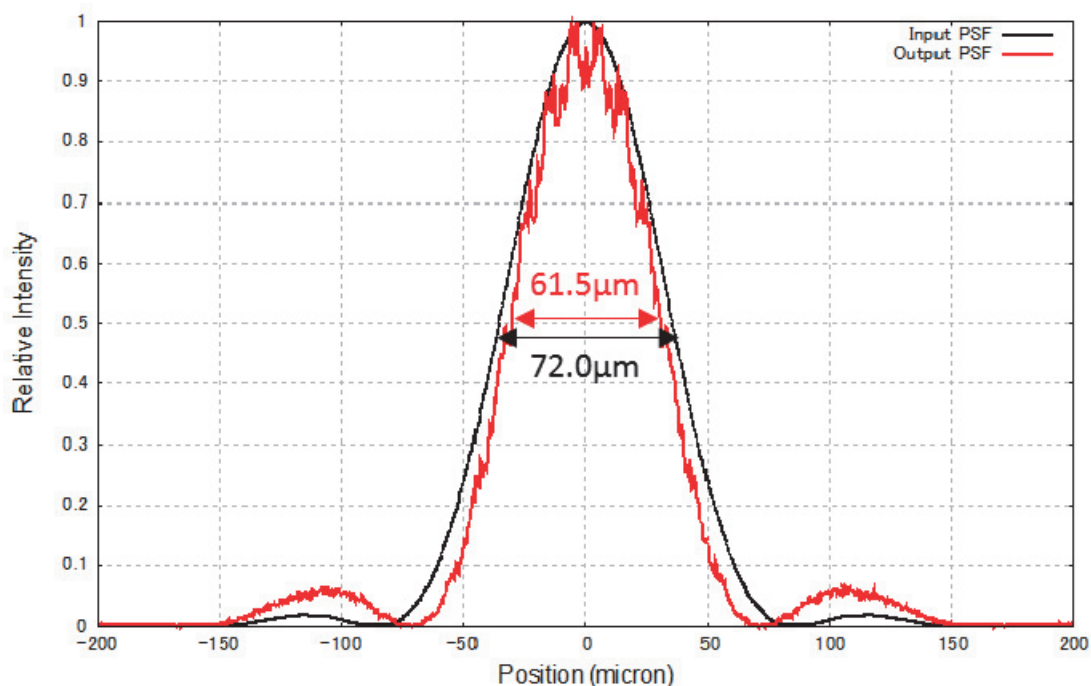


図 10 点像分布関数の比較。点像分布関数はピーク強度で規格化してある

3.2 試作

前節の理論検討をもとに、SU-8 3050 をフォトレジストとして使用した、2光子吸収法を原理とするレーザーリソグラフィにより、フォトニック結晶スーパーレンズの試作を進めている。レーザーリソグラフィ装置は、Nanoscribe 社製 Photonic Professional GT[12]を使用している。加工においては、スピncerターによるフォトレジストの基板への塗布、ホットプレートによるベイキング、レーザーによる描画、有機溶剤による不要物除去を行う。各工程においては、スピncerターの加速度・回転数・回転時間、ベイキングの温度・継続時間、レーザー強度等のパラメータを実験的に最適化する必要がある。図 11 は、フォトニック結晶スーパーレンズのテストピースの加工例であるが、端面が欠けるなどの不具合が見られている。より高精度に加工できるように、2015 年度は上記の各パラメータに対する依存性の調査を進めた。

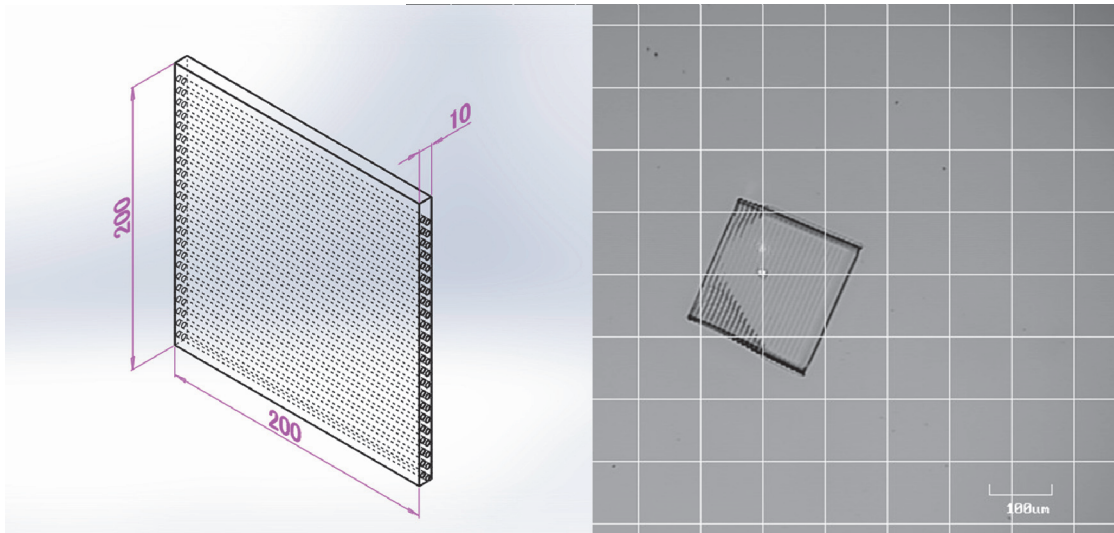


図 11 フォトニック結晶スーパーレンズのテストピース(200 μm \times 200 μm \times 10 μm) 加工例。左図：設計モデル、右図：光学顕微鏡写真

4 まとめと今後の予定

2015年度の研究においては、フォトレジスト SU-8 3050 の光学定数を実測し、望遠鏡の回折限界で決まる点像分布関数よりも小さなスポットを形成する、SU-8 製フォトニック結晶スーパーレンズの理論解を得ることができた。しかし理論解、試作のいずれについても、改善すべき課題がいくつか見つかっている。

2016年度は、フォトニック結晶スーパーレンズから出射されたビームの点像分布関数をより改善させ、かつ透過率を向上させた理論解の更なる探求を行うとともに、レーザーリソグラフィ装置による試作を継続していく予定である。また、望遠鏡シミュレータを制作し、実験的な実証を進める予定である。

参考文献

- [1] Rujopakarn et al., “Morphology and Size Differences Between Local and High-redshift Luminous Infrared Galaxies”, *ApJ*, 726, 93R (2011)
- [2] Zhang & Liu, “Superlenses to overcome the diffraction limit”, *Nature Mater.* 7, 435-441 (2008)
- [3] 大津元一他, 「先端光技術入門-ナノフォトニクスに挑戦しよう-」, 朝倉書店 (2009)
- [4] Joannopoulos, Johnson, Winn, & Meade, [Photonic Crystal Second Edition], Princeton, 221-227 (2008)
- [5] Ramakrishna & Gregorczyk, [Physics and Applications of Negative Refractive Index

Materials], SPIE Press, 164-173 (2009)

[6] MICROCHEM Corporation, “SU-8 3000 Permanent Epoxy Negative Photoresist”
<http://www.microchem.com/pdf/SU-8%203000%20Data%20Sheet.pdf>

[7] Davis et al., “Theory of Midinfrared Absorption Microspectroscopy: I. Homogeneous Samples”, Anal. Chem., 82, 3474-3486 (2010)

[8] J.A. Woollam Corporation, “IR-VASE MARK II ELLIPSOMETER”
<https://www.jawoollam.com/products/ir-vase-ellipsometer>

[9] Johnson & Joannopoulos, "Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis," Optics Express 8, no. 3, 173-190 (2001)

[10] Wyrowski Photonics UG, “Wyrowski VirtualLab Fusion”
<http://www.wyrowski-photonics.com/>

[11] Oskooi, Roundy, Ibanescu, Bermel, Joannopoulos, & Johnson, “MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method,” Computer Physics Communications 181, 687–702 (2010)

[12] Nanoscribe GmbH, “Photonic Professional GT”
<http://www.nanoscribe.de/en/products/photonic-professional-gt/>

2015 年度研究成果報告書

タイトル： インフレーション宇宙モデル ～自然なモデルの構築～

担当： 中道晶香

関連出版：

(特に無し)

関連学会発表等：

森川雅博, 中道晶香, “インフレーションの凝縮相転移モデル – 散逸的動力学と宇宙の加速 –”, 日本物理学会 第 70 回年次大会 (早稲田大学) 2015 年 3 月 22 日

インフレーション宇宙モデル ～自然なモデルの構築～
研究成果報告書
中道晶香

1 イントロダクション

1.1 研究の目的

宇宙誕生直後に、急激に宇宙が膨張するインフレーションが起きたと考えられています。この過程のエッセンスは宇宙の加速膨張であり、現在も『ダーク・エネルギー』と呼ばれるエネルギーによって加速膨張していることが観測からわかっています。

また、ダーク・エネルギーと同様に素性が不明な『ダーク・マター』が現在の宇宙に存在していることも、観測からわかっています。

通常のインフレーション宇宙モデルでは、現実と合わせるためにパラメーターを120桁も微調整したり、ポテンシャルの恣意的な選択が必要となりますが、そのような微調整や選択をせず、できるだけ自然に、新しい物理を持ちださず、ダーク・エネルギーとダーク・マターを統一的に組み立てる理論モデルを作ることが本研究の目的です。

1.2 ボーズ・アインシュタイン凝縮 (BEC) の動力学

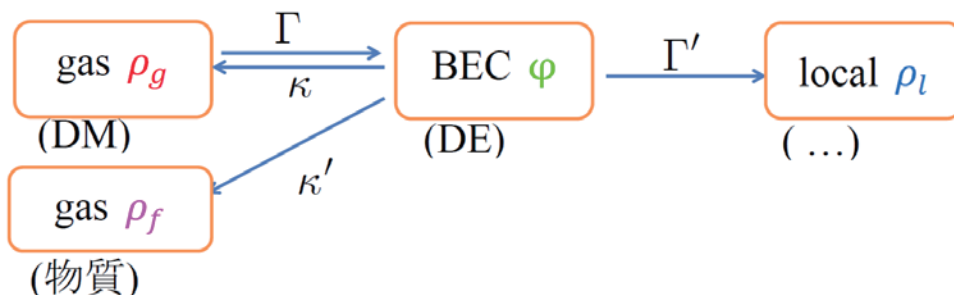
ボゾン場 Φ が、凝縮体 φ と その上の励起 ϕ からなるとします。

$$\hat{\Phi} = \varphi + \hat{\phi}$$

ここで φ は 古典的な秩序変数場を表し、ダーク・エネルギー (DE) に相当します。

$\hat{\phi}$ は 励起した部分を表し、ダーク・マター (DM) に相当します。

もし、凝縮体だけしか無ければ、凝縮体の役割は通常のインフレーションモデルにおけるインフラトン場とほとんど同じですが、実際の物理過程として、ここでは凝縮過程の他に、解離過程、崩壊、粒子生成も考えます。



このように考えれば、ボソン・ガスがボーズ・アインシュタイン凝縮を起こしてインフレーション場を生成しますので、インフレーション膨張が自然に始まります。また、ボーズ・アインシュタイン凝縮した場合は、やがて局所的な構造へ崩壊します。

これらの過程は、一般化された有効作用 $\tilde{\Gamma}[\tilde{\varphi}]$ の方法と、そこから導かれるランジュバン方程式にて記述されるはずで

$$(\partial_x \partial^x + m^2)\varphi(x) = -V' + \int_{-\infty}^t dt' \int dx' A(x-x')\varphi(x') + \xi(x)$$

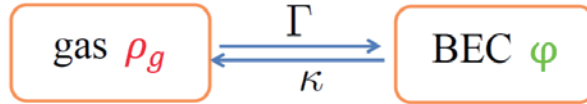
$$\frac{\partial}{\partial t} \rho(k; t) \approx \Gamma^{in} \left(1 - \frac{\rho(k; t)}{\rho^{eq}(k; t)} \right) \approx \Gamma^{in}$$

$$\text{ここで} \quad \Gamma^{in} \approx |\lambda|^2 m^{-3} \rho_{gas}^2$$

2 ボーズ・アインシュタイン凝縮のダイナミクス

2.1 基本方程式

インフレーション膨張が始まる宇宙初期には、ボソン・ガスとその凝縮体が存在していると仮定し、凝縮と解離の両方の過程を考えます。



宇宙のスケール因子を $a(t)$ とし、ボソン・ガスのエネルギー密度を ρ_g その凝縮体 ϕ のエネルギー密度を ρ_ϕ と書くと、運動方程式は以下のようになります。

$$H^2 = \left(\frac{\dot{a}}{a} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3c^2} (\rho_g + \rho_\phi)$$

$$\dot{\rho}_g = -4H\rho_g - \Gamma\rho_g^2 + \kappa|\dot{\phi}|^2$$

$$\dot{\rho}_\phi = -6H(\rho_\phi - V - V_0) + \Gamma\rho_g^2 - \kappa|\dot{\phi}|^2$$

また、過程の後半で粒子生成された物質のガス密度 ρ_f と 凝縮体が崩壊してできた局所的な構造の密度 ρ_l の基本方程式は

$$\begin{aligned}\dot{\rho}_f &= -4H\rho_f + \kappa' |\dot{\phi}|^2 \\ \dot{\rho}_l &= -3H\rho_l + \Gamma' \rho_\phi\end{aligned}$$

となります。

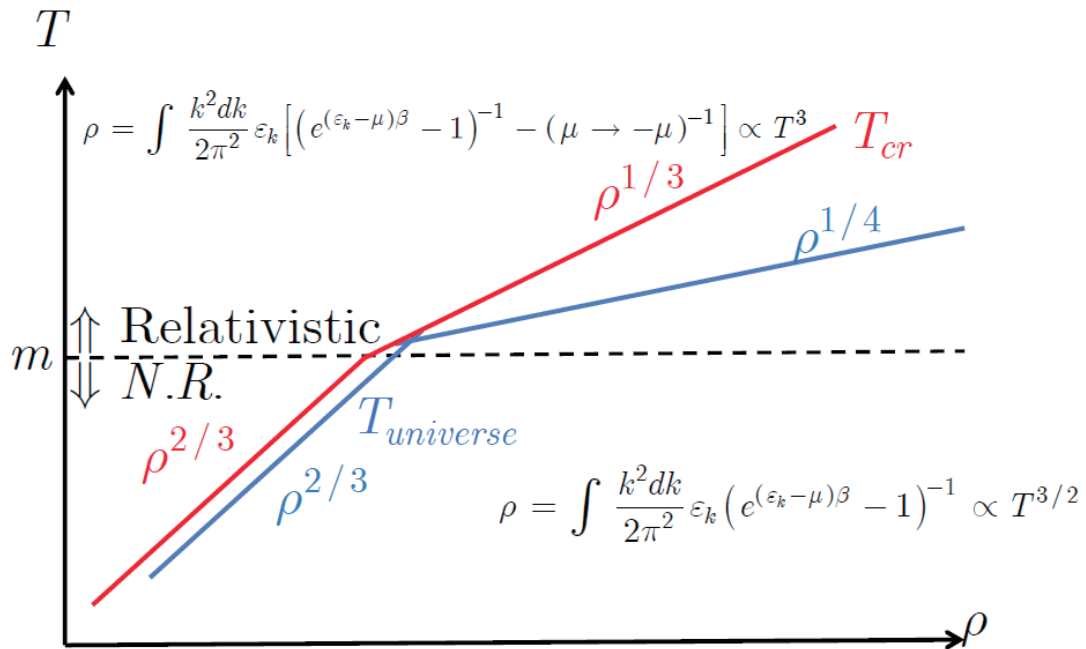
2.2 ボーズ・アインシュタイン凝縮の条件

臨界温度 T_{cr} よりボソン・ガス（：ここではダーク・マター）の温度 T_{DM} が低ければ、ダーク・マターがボーズ・アインシュタイン凝縮してダーク・エネルギーになる反応が起きると考えます。この条件は

$$T_{DM} < T_{cr}$$

と表されます。

宇宙の温度と臨界温度が、密度を変化させるとどのように変化するかを表したグラフが下図です。



高温では相対論的ですが、低温では非相対論的になっています。

2.2 2種類のインフレーション解

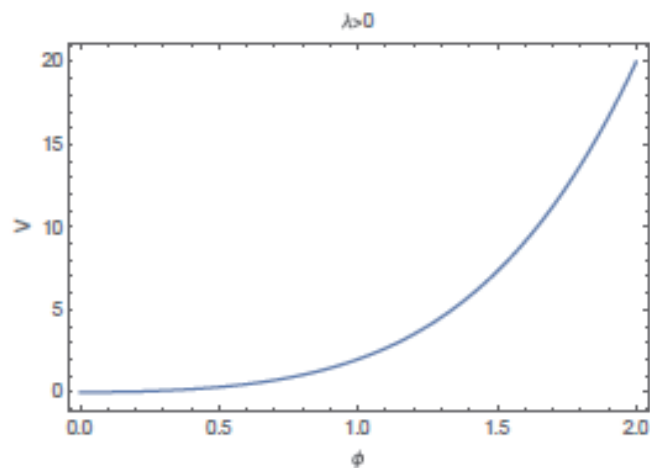
運動方程式を満たす解は、大きく分けると2種類に分類できます。そのうち大半の解ではインフレーション膨張を起こすことがわかりました。

ポテンシャル V が下記の場合を考えてみます。

$$V = \frac{m^2}{2}\phi^2 + \frac{\lambda}{4}\phi^4 + V_0,$$
$$\rho_\phi = \frac{\dot{\phi}^2}{2} + V,$$

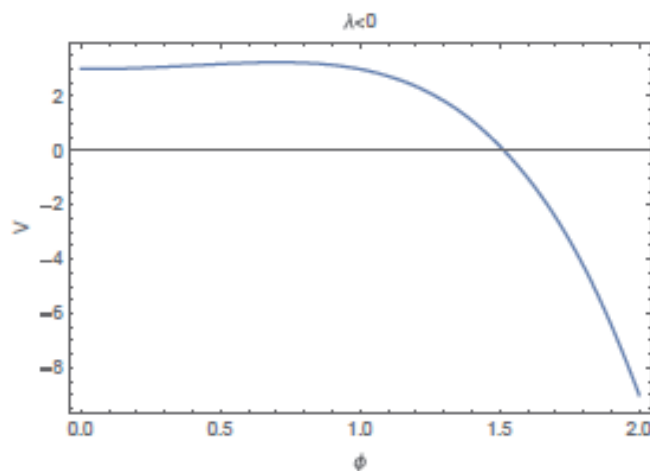
すると、1つめの解として、 $\lambda > 0$ の場合にポテンシャルがすぐに大きくなる解が得られます。なお、解1では V_0 は不要です。

解1 $\lambda > 0$ の場合 Fast roll up (RU)



2つめの解として、 $\lambda < 0$ の場合にポテンシャルがゆっくりと現象する解が得られます。

解2 $\lambda < 0$ の場合 Slow roll down (RD)



以下、それぞれの解の性質を詳しく調べていきます。

3 Fast roll up (RU) model

前章での解 1 Fast roll up (RU) モデルの漸近解を発見しました。

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi \rightarrow \phi_* = \sqrt{2 \left(c - \frac{\Gamma}{\lambda} \rho_{g0} e^{-\lambda t} \right)}, \\ H \rightarrow H_* = \phi_* / \sqrt{2}, \\ \rho \rightarrow \rho_{g*} = \rho_{g0} e^{-\lambda t} \end{array} \right.$$

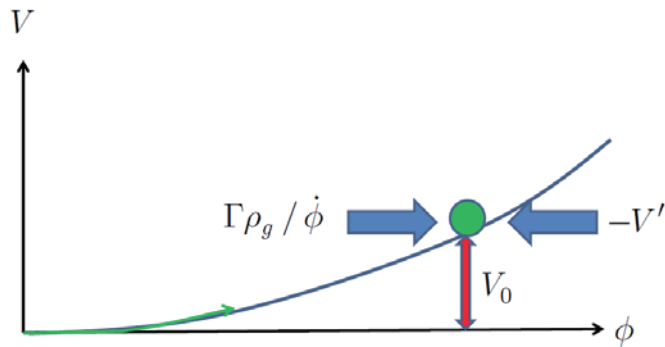
なお、この漸近解に含まれるexponentialの冪の λ の定義は

$$\lambda \equiv 4H + \Gamma$$

です。

この漸近解では、ダーク・エネルギー場とハッブル・パラメーターの値が速く固定していきます。ガスが減少し、インフレーション膨張が進行します。なお、漸近的なハッブル・パラメータの値は不定です。

これは $-V'$ と $\Gamma\rho_g$ が釣り合っ決定する安定な状態。



これは安定な状態ですが、もし、このままの状態が続くと、インフレーション膨張は終わりません。しかし、臨界温度は密度の1/3乗に比例しますが、ダーク・マターの温度は密度の1/4乗に比例するため、ガス温度が下がってくると、必然的に凝縮が解けていくことになります。やがてダーク・マターの温度が臨界温度とほぼ等しくなった時、つまり温度が

$$T \approx 10(\hbar c)^3 m$$

で非相対論的になった時に、インフレーション膨張が終わります。

その後、凝縮体 ψ は崩壊し、粒子生成によって宇宙の再加熱が起きます。

このように、宇宙の時間発展のシナリオが自然に実現します。

宇宙の膨張率を計算すると、

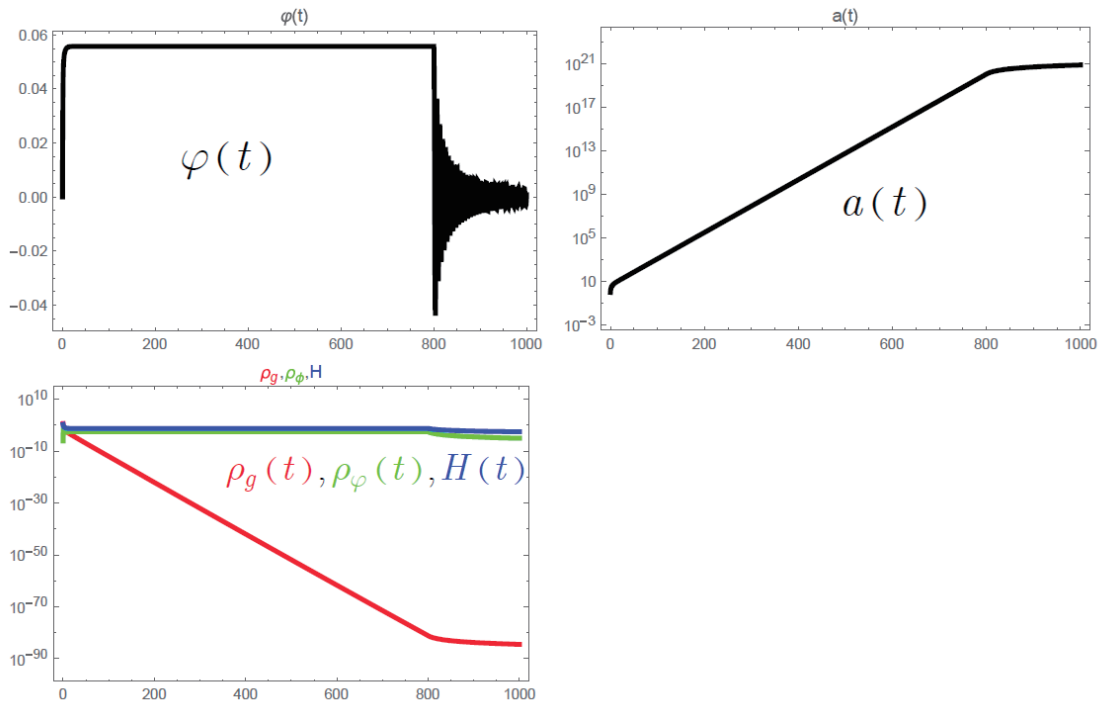
$$\begin{aligned} \ln(a_f/a_i) &= \ln(T_i/T_{cr}) \approx \ln(10^{15} \text{ GeV} / m) \\ &\approx 55 \ln(eV / m) \\ &\approx 61 \ln(0.004eV / m) \end{aligned}$$

となるため、十分なインフレーション膨張のためには、現在の加速膨張のスケール（：ダーク・エネルギーの質量スケール）

$$m \approx \left((\hbar/c)^3 H_0^2 / (2G) \right)^{1/4} \approx 0.004eV$$

が必要であることがわかりました。

運動方程式を数値的に解いた結果の典型的な例は以下の通りです。

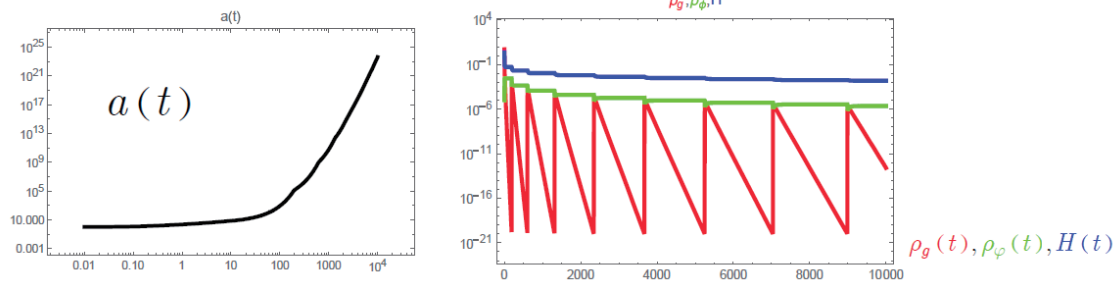


次に、励起した部分（ダーク・マター）の時間変化の絶対値の2乗に比例する項を入れ、運動方程式を数値的に解き直すと、最終的に次ページのグラフのように、

$$a = t^\alpha, (\alpha = 7 \sim 10)$$

のインフレーション膨張になります。温度は最終的に非相対論的 $T < m$ になるため、常に $T_{cr} < T_{DM}$ の状態となり、凝縮が固定することを意味します。この状態は、恒久的

な加速膨張を表しています。



この数値計算の結果は、加速膨張の質量スケールが $m \approx 0.01\text{eV}$ の場合は、観測結果と合いそうです。しかし、宇宙膨張の途中で相転移の回数が多いという結果になりました。

ここで求めた $\lambda > 0$ の場合の凝縮Fast roll up (RU)モデルを、通常のカオスのインフレーションモデルと比較してまとめておきます。

◆ $\lambda > 0$ の凝縮 RU モデル vs カオティックモデル

	凝縮 RU	Chaotic model
inflation 始まり	$\varphi : 0 \rightarrow \varphi_*$ どこから始めても OK	大きな場 φ が必要
終了	$T \approx T_{cr} \approx m$ (温度が N.R.)	そのうち $V \rightarrow 0$
再加熱	粒子生成による	振動
potential V	任意	ほとんど平坦
obs.	$n = 1$? 揺らぎ発散? (要考察)	$n = 0.96, r \approx 0.1$
DM	DE に追随(同程度存在)	——
現在の加速	必然. ほとんど Λ . 但し $m \sim eV$	——
将来	ずっと加速のまま	——

我々の凝縮RUモデルでは、ポテンシャルの選択や微調整は不要ですので、自然なモデルになっていますし、どのようなポテンシャルの場合もインフレーション膨張を起こしますので、インフレーションは普遍的な物理現象であると言えます。

また、インフレーション膨張とダーク・エネルギー、ダーク・マターを統一的に扱うことができます。

4 Slow roll down (RD) model

$\lambda < 0$ の場合の Slow roll down model については、昨年度の研究成果報告書に記載しています。これを通常のインフレーション・モデルと比較してまとめておきます。

◆ ($\lambda < 0$ の凝縮 RD モデル vs standard モデル) …以前の結果

	凝縮 RD	Standard model
initiation	$\varphi : 0 \rightarrow$ by BEC	small φ rolls down
termination	Stagflation	When $V \rightarrow 0$
reheating	Particle production	Oscillation
V	Any but allow $V < 0$ No potential tuning	Flat Need potential tuning
obs.	$n = 0.95, r \approx 0.01$	$n = 0.95, r \approx 0.2$
DM	DE に追随(同程度存在)	——
現在の加速	必然. ほとんど Λ . 但し $m \sim eV$	——
将来	ずっと加速のまま	——

こちらの凝縮RDモデルも、前章の凝縮RUモデルの長所が当てはまります。ただし、ポテンシャルが負となる領域を持つことが、このモデルでは必要になります。

5 まとめと今後の課題

我々は、2種類の理論モデルにおいて、インフレーション膨張とダーク・エネルギー、ダーク・マターを統一的に扱うことに成功しました。ここでダーク・エネルギーは、インフレーションと同じメカニズム、同じ場ですが、ダーク・マターはダーク・エネルギーに追随して発生します。

ポテンシャルの選択や微調整が不要なモデルを作ることができました。特に凝縮 RU モデルでは、どのようなポテンシャルでもインフレーション膨張を起こします。

今後の課題として、密度揺らぎのスペクトルや揺らぎの大きさについても観測と合わせるため、さらなる考察が必要です。

参考文献

- A. Nakamichi & M. Morikawa, “Fate of inflation and the natural reduction of vacuum energy”, to appear in proceedings of *International Conference on New Frontiers in Physics*, European Physical Journal Web of Conferences, vol. 71 (2014).
- T. Fukuyama & M. Morikawa, Phys. Rev. D80, 063520 (2009).
- T. Fukuyama, T. Tatekawa and M. Morikawa, JCAP06 033 (2008).

2015 年度研究成果報告書

タイトル：古典新星 V2659 Cyg における複雑な光度変化と酸素原子輝線比 OI 7774/OI 8446
の時間変化について

担当：河北秀世、新井 彰

関連出版：

(特に無し)

関連学会発表等：

(特に無し)

研究成果報告書

古典新星 V2659 Cyg における複雑な光度変化と 酸素原子輝線比 OI 7774/OI 8446 の時間変化について

河北秀世、新井 彰（神山天文台）、
藤本和貴（京都産業大学・理学部・物理科学科 平成27年度卒業）

1 イントロダクション

1.1 古典新星

「新星」は、中世においては“何もない所に突然現れる星”と認識されていた。1572年、デンマークの天文学者ティコ・ブラーエがカシオペア座に現れた超新星 SN 1572 を発見した（1930年までは超新星という概念は天文学に無く、新星として扱われていた）。ティコ・ブラーエは SN 1572 が肉眼で確認できなくなるまでの14ヶ月間観測を続け、ラテン語で *de stella nova*（新しい星について）という本を出版した。これが新星 (*nova*) という語の始まりである。

こうした突発的に出現する星については、中国では紀元前から多くの記録が残っており、「客星」と呼ばれていた。西暦に入ると日本でも記録に残っている。

20世紀に入って、爆発エネルギーの違いから「超新星」という別のクラスの天体が認識され、よりエネルギーの低い「新星」と区別されるようになった。また、それが実際には、白色矮星の主星と主系列の伴星からなる近接連星系において生じる爆発現象であると判明したのは20世紀の半ば以降のことである。近接連星系において伴星から白色矮星に降着する「水素を主成分とするガス（ほぼ太陽組成比）」が白色矮星表面に蓄積され、その降着ガスが熱核暴走反応（Thermo-Nuclear Runaway: TNR）と呼ばれる暴走的な核融合反応を起こして、急激に光輝くのである。この現象は正確には「古典新星(classical nova)」と呼ばれ、その他の近接連星系における突発的な増光現象を伴う系は「激変星(cataclysmic variable)」と呼ばれる。

一般に新星というと、この古典新星のことを指す場合が多い。新星爆発の多くは数千年から数百万年のタイムスケールで爆発を繰り返しており、基本的には1度しか観測できないものがほとんどであるが、周期が数十年程度のものもあって、複数回の爆発が観測されている新星は「再帰新星」と呼ばれる。

古典新星の爆発では、通常の恒星と比べて高温な状態の核融合反応(hot-CNO サイクル)が起きるため、元素合成パターンも通常の恒星内部や超新星爆発における元素合成とは異

なっている。特に ^{13}C 、 ^{15}N 、 ^{17}O といった、他の天体からはほとんど供給されない同位体元素を宇宙空間に放出しており、古典新星は銀河系の化学進化に一定の役割を果たしていると考えられている。

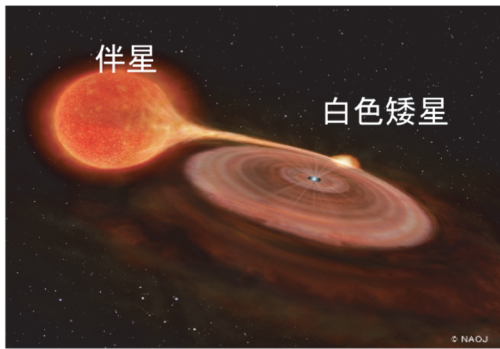


図1: 爆発前の古典新星の想像図
(<http://www.oao.nao.ac.jp/public/research/suuma/>)

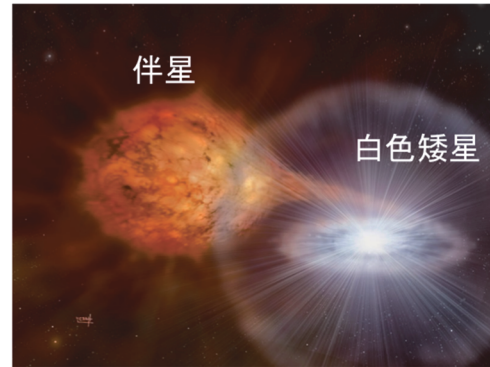


図2: 古典新星の爆発の想像図
(https://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/tenmon/img/rsoph_pparc.jpg)

1.2 新星の光度変化

図 3 の上部分は古典新星の爆発時における急増光から静穏期に戻るまでの典型的な光度曲線を示したものである。また、同図の下部分は光度曲線と対応させた古典新星の爆発後の進化の模式図である。

爆発初期には、白色矮星表面に降り積もっていたガスが非常に高温のガス球として膨張し、光学的に厚い表面（光球面）が拡大するために急激な増光現象として認識される。爆発の当初は光度 L の急激な増加（TNR に伴う急激なエネルギー生成）が生じるが、その後、ほぼ光度 L が一定となるフェイズが続く（白色矮星表面での比較的安定な水素の殻燃焼）。光度 L は一定でも表面積は拡大するため、単位面積あたりの輻射が減少し、表面有効温度 T_{eff} が減少する。これは輻射エネルギーのピーク波長が長波長側にシフトすることにつながり、ピーク波長はガンマ線→X線→紫外線→可視光線と移り変わる。これにより、可視光線で見た光度曲線は増光のピークを迎える。可視等級のピーク付近では、光球面温度は 8000K 程度であり、そのスペクトルは F 型超巨星に似ている。こうした高温ガス球のフェイズは「火の玉フェイズ」(fire-ball phase) などと呼ばれる。

その後、光球面と実際の膨張ガスの先端が分離する。つまり、膨張ガスの前進面先端付近は光学的に薄くなってしまい、光球面は、よりガス密度の濃い内側へと後退する。これは光球面温度がより高温になることを意味し、その結果、増光時とは逆に黒体輻射のピークが短波長側へとシフトするため、可視光線域でのフラックスが減少する。一方、希薄な膨張ガス外層においては free-free 放射による連続光、またプラズマ中のイオンと電子の再

結合による輝線等が観測される。これが、「初期減光フェイズ」(early decline phase)である。

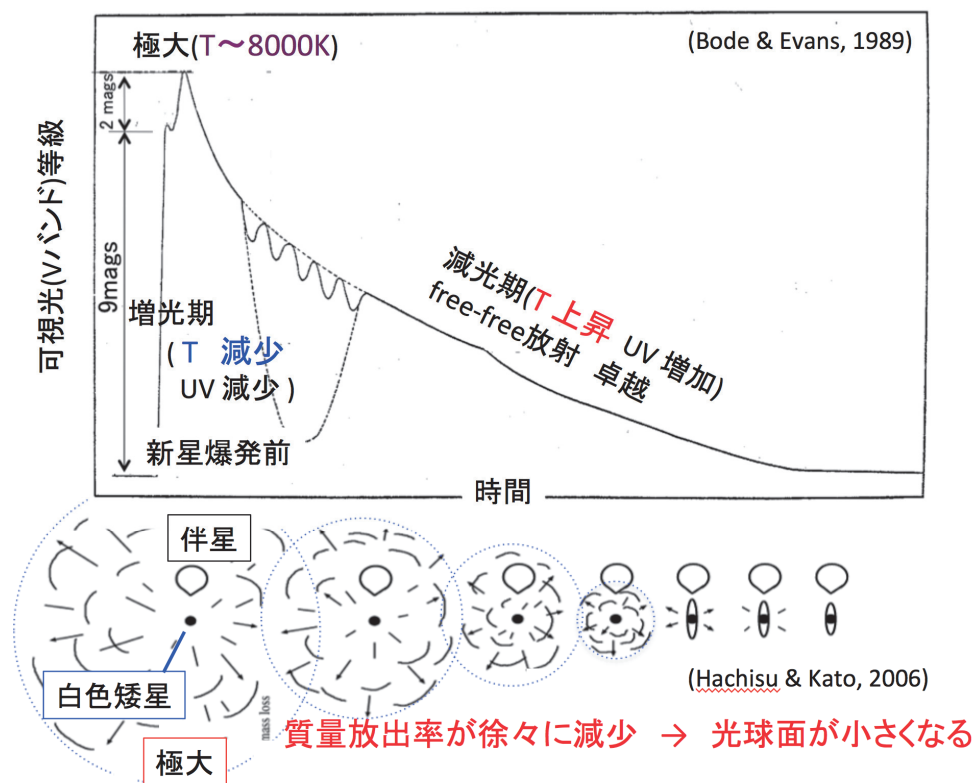


図3:光度曲線の模式図

しかし、実際の光度曲線は、前述のような簡単な変化を示すものから、非常に複雑な振舞を示すものまで様々である。通常、極大光度に達した後は初期減光フェイズを経て緩やかに減光するが、**transition phase** と呼ばれる急激な減光や、振幅の小さい周期的な増減光を繰り返す時期が見られる場合もある。また、膨張ガス中でダスト粒子が生成され、急激な減光を示す事もある。

新星からの質量放出が止む頃には、後退した光球面の温度は数十万 K にまで上昇しており、光球面からは超軟 X 線が放出され、「超軟 X 線フェイズ」(super soft X-ray phase) が始まる。白色矮星上の水素核燃焼が止まると、超軟 X 線期も終わる。そして「最終減光フェイズ」(final decline phase) に入るとさらに減光し、**post nova phase** へ移り、新星爆発の1サイクルは終了する。

1.3 新星の可視光スペクトル

一般的に、新星の可視光スペクトルには強い水素のバルマー線が見られる。新星は極大

直後のバルマー線以外の輝線の現れ方から、主に Fe II の輝線が卓越し Na I, O I, Mg I, Ca II などの低励起輝線が現れる「Fe II タイプ新星」と、主に He と N の輝線が卓越し高励起輝線が現れる「He/N タイプ新星」の二つに大別することが出来る。

Fe II 型新星では輝線幅が比較的狭く（つまりガスの、時に P Cyg プロファイルを示すという特徴がある。一方で、He/N 型新星では輝線幅は比較的広く、吸収成分を伴わないフラットトップな輪郭を示す特徴がある。さらに両者の特徴を併せ持つタイプも存在することが知られている。このような分類の違いは、Williams (1992) によれば、輝線形成領域の違いであると考えられている。つまり Fe II 型新星 は膨張するガスの比較的内側（密度が大きい場所）で輝線が形成されるのに対し、He/N 型新星 は膨張するガスの比較的外側（密度の小さい場所）で輝線が形成されると考えられている。

1.4 古典新星 V2659 Cyg

本研究の対象となる古典新星 (V2659 Cyg) は 2014 年 3 月 31 日 (JD 2456748.29) に、はくちょう座に発見された。可視光における光度曲線は図 4 のようになっている。典型的な新星の光度曲線に比べ、何度も増光を繰り返しつつ、全体的に次第に減光するという特異な光度曲線になっている（ジッター・タイプ: Jitter type, or J-type）。

表 1 のように古典新星は光度の極大時から平均的に極大光度から 3 等級下がるのにかかる日数 (t_3) により、各スピードクラスに分けることが出来る。V2659 Cyg の t_3 は約 140 日であった。この事から Payne-Gaposchkin による古典新星のスピードクラス分けを適用すると、V2659 Cyg は Moderately fast ~ slow の範囲になることがわかる。速い新星と遅い新星ではそれぞれ異なった性質を示す。速い古典新星の場合には、可視光より長い波長で free-free 放射が発生する。そして新星の光度曲線を多波長に渡って再現できる。遅い古典新星の場合は、ごく初期には free-free 放射の寄与が小さく、光球からの黒体放射が主に寄与する。また、物理状態の変化が遅いため、爆発の物理を観測的に明らかにするのが比較的容易であると考えられる。

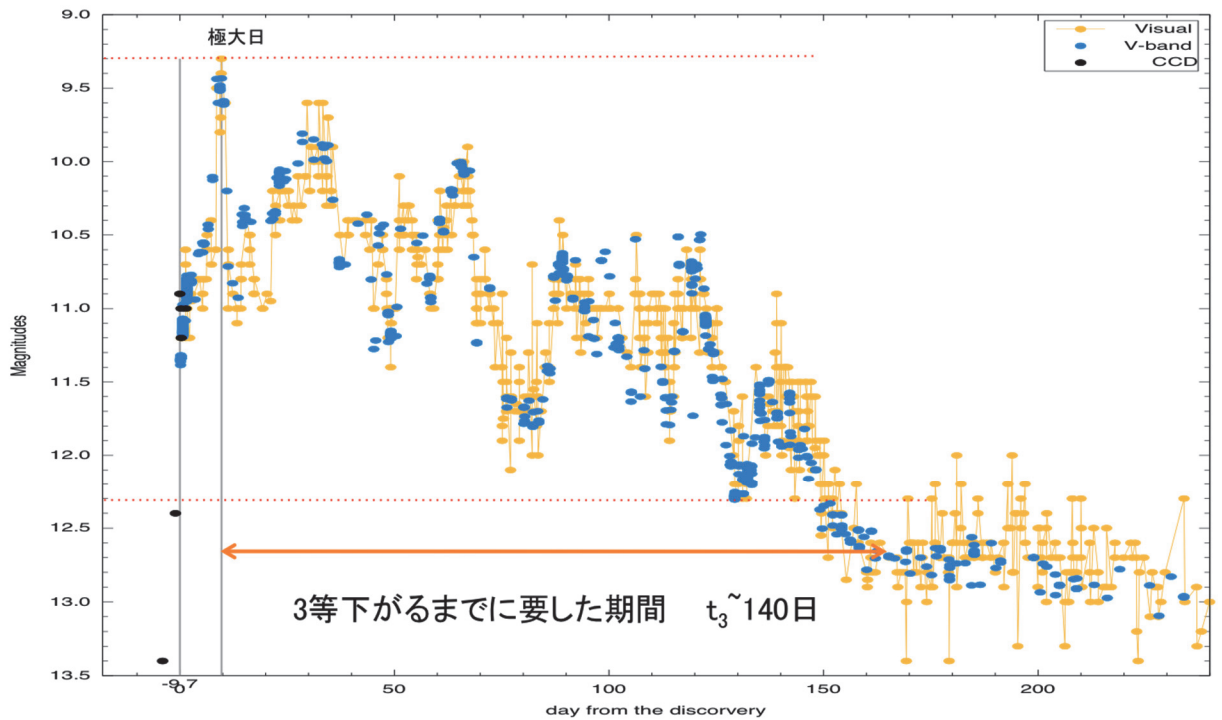


図 4 : V2659 Cyg の光度曲線とスピードクラス

表1: スピードクラスと t_3
(Payne-Gaposchkin.1957)

スピードクラス	t_3
Very fast	<20
Fast	21-49
Moderately fast	50-140
Slow	141-264
Very slow	265-440

1.5 本研究の目的

新星における光度曲線は、1.2節で示した古典新星の爆発時における急増光から静穏期に戻るまでの光度曲線の模式図のように、極大後からは滑らかに減光していく。しかし、本研究で扱う V2659 Cyg は図 4 に示すように複雑な光度変化を示した。このような複雑な光度変化は、他にもいくつかの新星に見られる。しかし、減光フェイズの複雑な光度変化の原因は、未だに明らかになっていない。

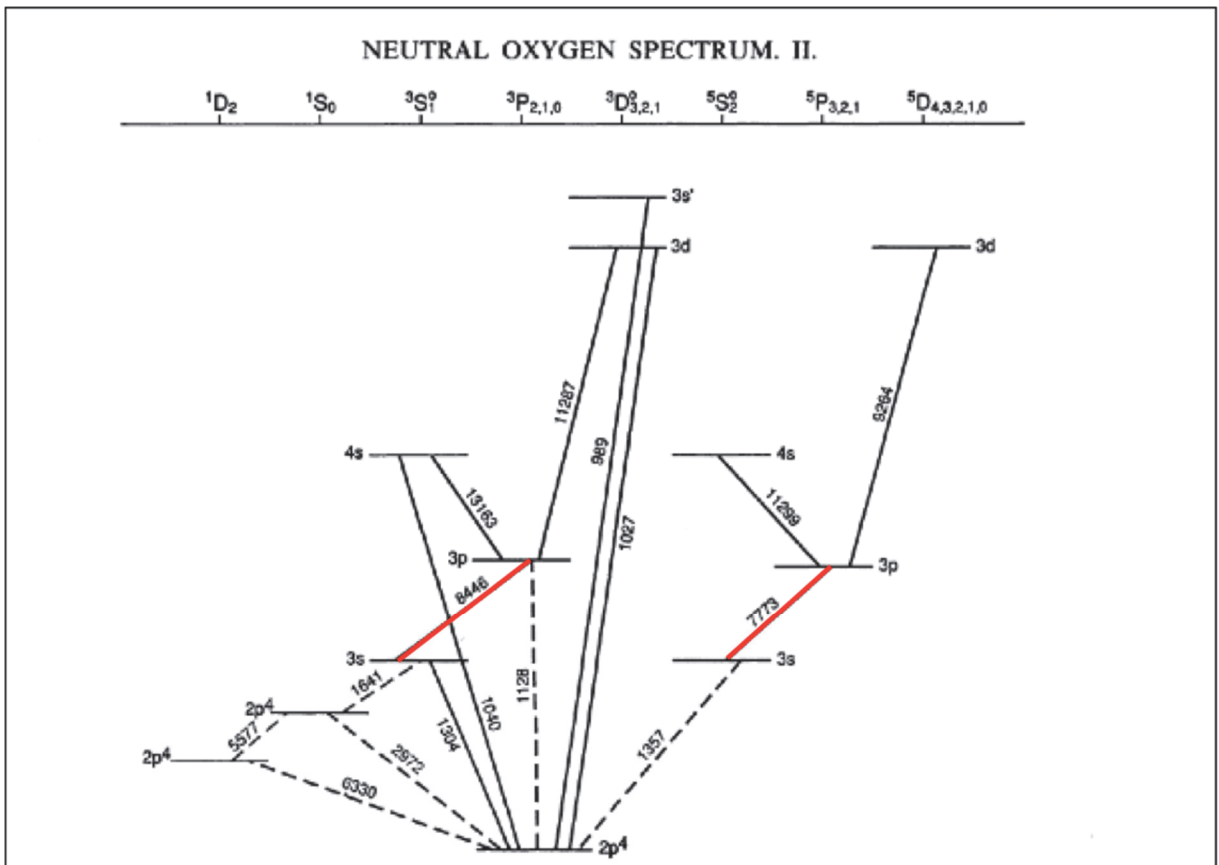
そこで本研究では、中性酸素原子 OI の波長 7774Å、8446Åに見られる輝線に着目し、OI 8446 /OI 7774 輝線強度比の変化を手掛かりとして、質量放出率や紫外線強度の変化と

光度変化の関連性について議論する。アマチュア天文観測者である藤井貢氏が 2014 年 4 月 1 日から 11 月 18 日の期間（約 35 夜分）に観測した古典新星 V2659 Cyg の低分散分光データを使用して、V2659 Cyg に見られる初期減光フェイズの複雑な光度変化の原因の解明を目的とする。

2. 本研究で着目する輝線など

2.1 OI 7774 及び OI 8446 輝線

図 5 は中性酸素のグロトリアン図である。実線が許容線、点線が禁制線で、線上の数値はスペクトル線の波長を表す。本研究では、図 5 中に赤線で示している波長 7774Å 及び 8446Å の遷移（以下、OI 7774, OI 8446 と書くことにする）について議論する。



Kastner & Bhatia (1995)

図 5: 中性酸素のグロトリアン図

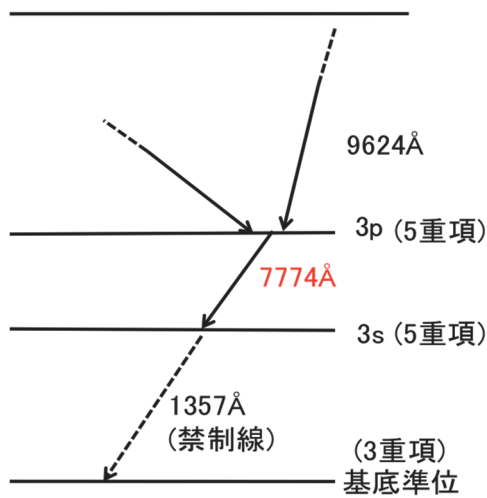


図 6: OI 7774 輝線の発光機構

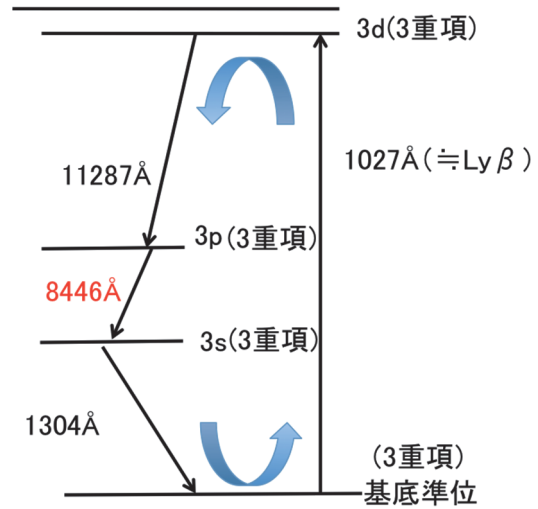


図 7: OI 8446 輝線の発光機構

OI 7774 の下位準位は、基底準位との間の遷移が禁制線のため、下位準位から励起される事はほとんどなく、再結合によって発光が生じる (図 6)。一方、OI 8446 は、紫外線放射による基底準位からの励起が卓越している (図 7)。そのため、OI 7774 の輝線フラックスは
 (再結合の確率 : α) \times (電子の数密度 : n_e)

$$\times (\text{OII の数密度} : n_{\text{OII}})$$

また、OI 8446 の輝線フラックスは

$$(\text{紫外線強度 } \lambda = 1027 \text{ \AA} : L_{\text{UV}}) \times (\text{OI の数密度} : n_{\text{OI}})$$

にそれぞれ比例している。これらの比をとると、

$$\frac{\text{OI8446}}{\text{OI7774}} \propto \frac{n_{\text{OI}} \times L_{\text{UV}}}{n_e \times n_{\text{OII}} \times \alpha}$$

となる。但し α は、電子温度 T_e に弱く依存する (図 8)。しかし、今回の新星では、光球面温度の変化は $T = 8000 \sim 30000 \text{ K}$ の範囲と考えられる。そのため、ほぼ再結合確率はほぼ一定

であると仮定して良い。ここで、新星の光球面温度は、 $T = 8000 \times 10^{\frac{\Delta V}{7.5}}$ (Evans *et al.* 2005) より推定した。本研究では、OI 8446/OI 7774 比の比較的短期間の変動について議論を行うため、その期間では温度はほぼ一定と仮定する。この仮定に従えば、 n_{OI} と n_{OII} の比は熱

$$\frac{n_{\text{OII}}}{n_{\text{OI}}} \propto e^{\frac{-\Delta E}{kT}} \frac{n_{\text{OII}}}{n_{\text{OI}}}$$

力学平衡状態では n_{OI} に従うことから、 n_{OI} はほぼ一定と考える。ただしここで、 ΔE はOIがOIIになるためのイオン化エネルギーである。図9によれば約15000Kまでは、中性酸素原子のイオン化はほとんど温度に依存しない事がわかる。15000Kから30000Kは温度によって、中性酸素原子はイオン化するが、本研究では、短期間の変化を議論するので、温度が急激に変わらず一定と考えてよい。以上より、

$$\frac{\text{OI8446}}{\text{OI7774}} \propto \frac{L_{\text{UV}}}{n_{\text{gas}}} \propto \frac{L_{\text{UV}}}{\dot{M}}$$

(n_{gas} :ガスの数密度 L_{UV} :紫外線放射強度 \dot{M} :質量放出率)

という比例式を得る。この式より、紫外線放射がOI 8446/OI 7774に比例、質量放出率は反比例することがわかる。

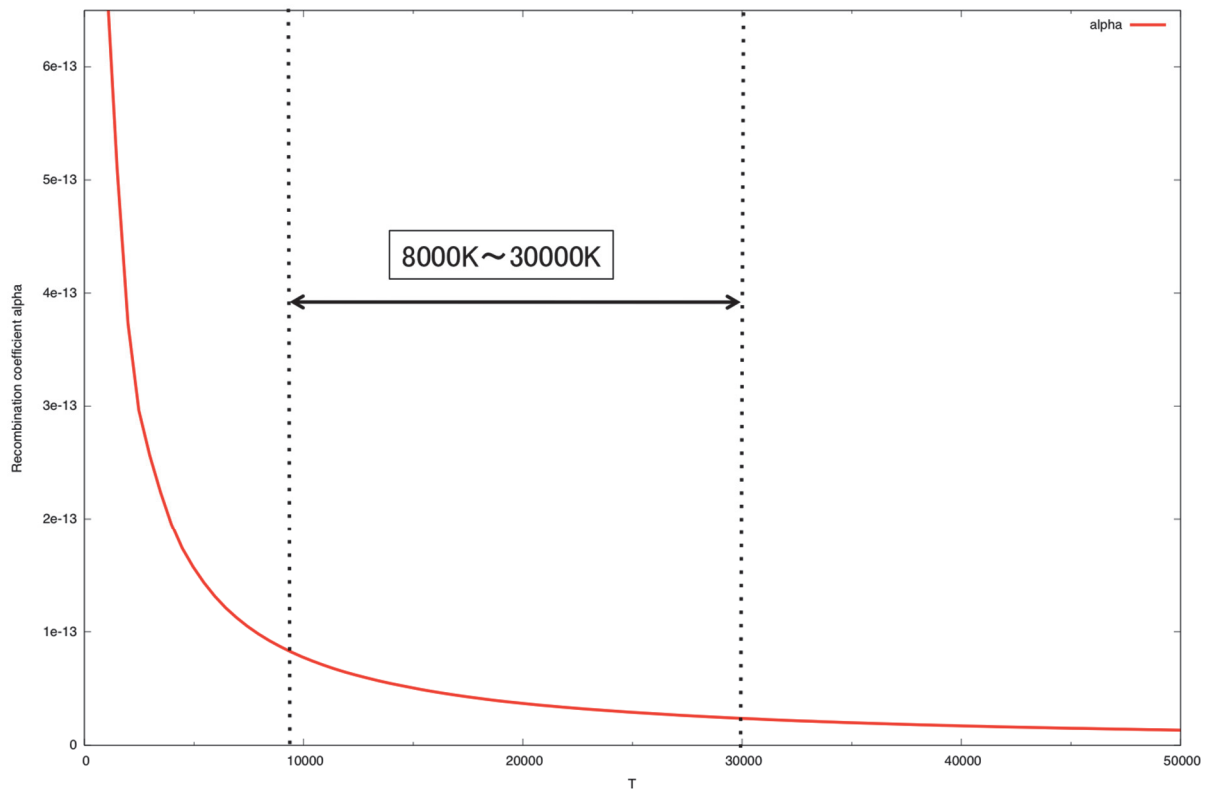


図8: H α の再結合確率

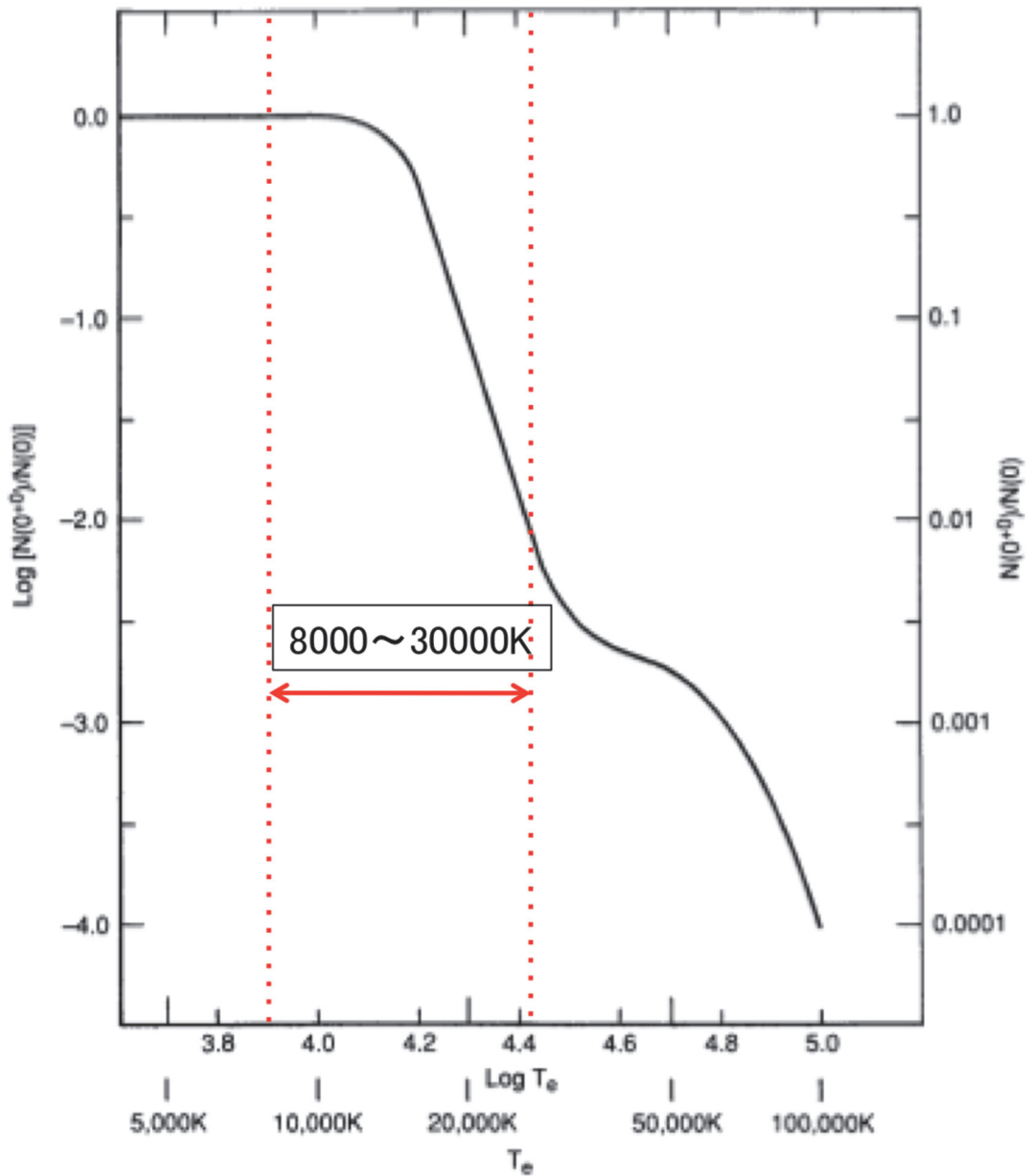


図 9：中性酸素原子のイオン化に対する温度依存性
(Bhatia & Kastner 1995)

2.2 H α 及び H β 輝線

H α 及び H β の再結合線輝線(図 10)については以下の比例関係が成り立つ。H α の輝線フラックスは

$$\begin{aligned}
 & (\text{H}^+ \text{ の数密度 : } n(\text{H}^+)) \times (\text{電子の数密度 : } n_e) \\
 & \quad \times (\text{H} \alpha \text{ の再結合の確率 : } \alpha_{\text{H}\alpha})
 \end{aligned}$$

H β の輝線フラックスは

(H^+ の数密度： $n(H^+)$)×(電子の数密度： n_e)

×($H\beta$ の再結合の確率： $\alpha_{H\beta}$)

にそれぞれ比例して大きくなる。これらの比をとると

$$\frac{F(H\alpha)}{F(H\beta)} \propto \frac{n(H^+) \times n(e) \times \alpha_{H\alpha}}{n(H^+) \times n(e) \times \alpha_{H\beta}} \propto \frac{\alpha_{H\alpha}}{\alpha_{H\beta}}$$

$$\frac{\alpha_{H\alpha}}{\alpha_{H\beta}}$$

と表すことが出来る。つまり、 $\alpha_{H\beta}$ にのみ依存している。

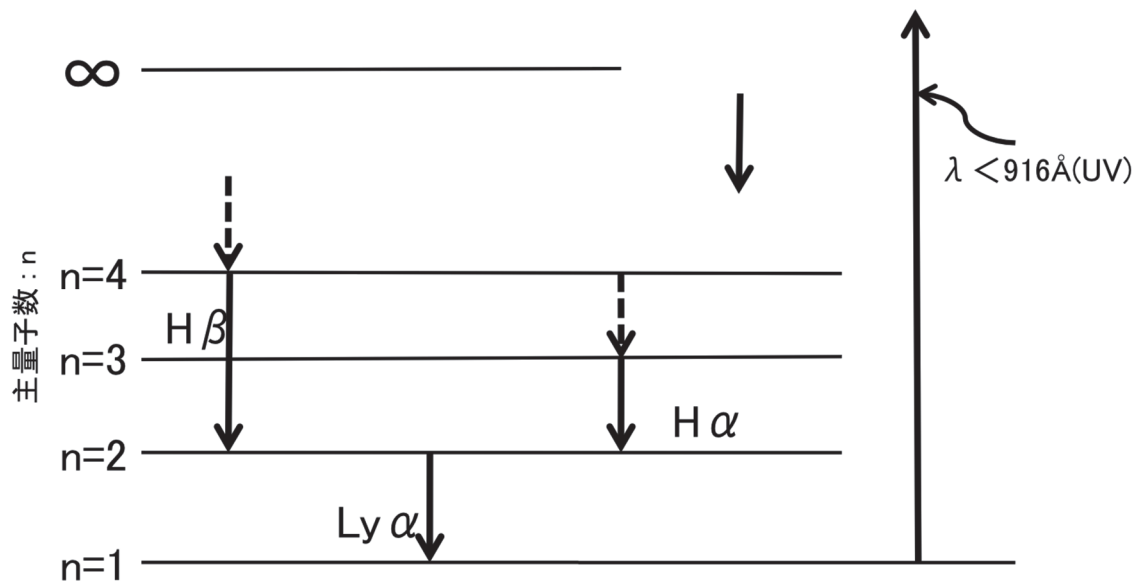


図 10： $H\alpha$ 及び $H\beta$ の遷移と水素原子のエネルギー準位

2.3 連続スペクトル(continuum)

新星の連続スペクトル成分の強度は、free-free 放射による場合には、

(電子の数密度： n_e)×(H^+ の数密度： $n(H^+)$)

×($H\beta$ 領域内の free-free 放射確率： β_{f-f})

に比例し、また、 $H\beta$ の輝線フラックスは

(H^+ の数密度： $n(H^+)$)×(電子の数密度： n_e)

×($H\beta$ の再結合確率： $\alpha_{H\beta}$)

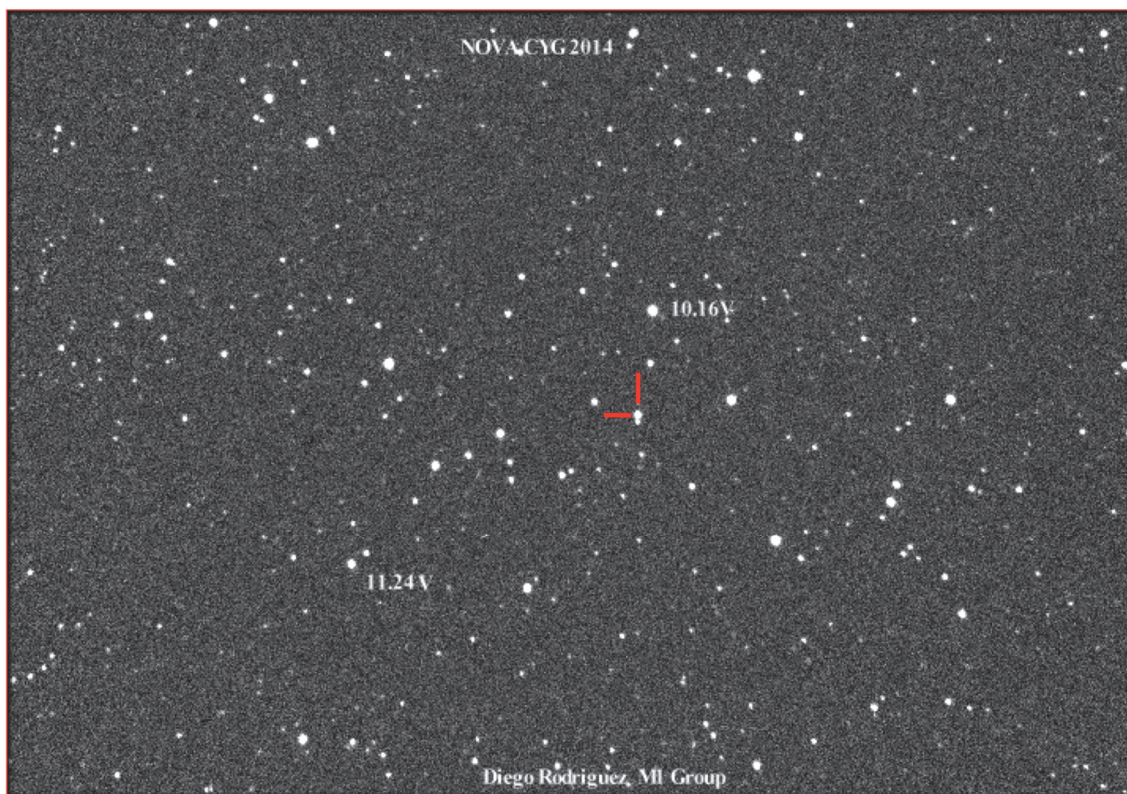
となるので、

$$\frac{\text{Cont.}}{H\beta} \propto \frac{n_e \times n_{H^+} \times \beta_{f-f}}{n_e \times n_{H^+} \times \alpha_{H\beta}} \propto \frac{\beta_{f-f}}{\alpha_{H\beta}}$$

と表すことが出来る。このことから、 $n(\text{H}^+)$ と n_e (共に $\propto n_{\text{gas}}$)の値に比例している、つまり連続光成分が強いということは、 n_{gas} が大きい事を意味している。

3 観測

本研究で用いる古典新星 V2659 Cyg の観測データは、アマチュア天文観測者である藤井 貢氏が 2014 年 4 月 1 日から 11 月 18 日の期間に観測した 35 夜分の低分散分光スペクトルである。本研究では、解析ソフト IRAF (Image Reduction and Analysis Facility)を用いて解析した。



(<http://www.astrosurf.com/blazar/nova/NovaCyg2014.html>)

図 11：白鳥座で発見された V2659 Cyg

3.1 藤井黒崎天文台

藤井黒崎天文台(岡山県)は、アマチュア天文観測者の藤井 貢氏の所有する天文台であり、口径 40cm 反射望遠鏡が設置されている (シュミットカセグレン式、F/10)。また、架台はフリクションドライブ駆動の赤道儀式架台である。観測に使用した分光器は可視光低分散分光器で、 $H\alpha$ 波長で波長分解能 $R=640$ となる。表 2 に観測ログをまとめた。ちなみに、観測ログの日付の横に”s”がついている場合は、 $H\alpha$ 輝線を飽和させるまで光子を集め、他の弱い輝線を測定しやすくしたものである (以下、「サチュレーションデータ」) そのため、強い輝線の強度測定には用いない。



(http://otobs.sakura.ne.jp/FBO/fko/fko_index.html)

図 12： 岡山県にある藤井黒崎天文台

表 2： 観測ログ

日付(世界時)	発見日からの 日数(t)	日付(世界時)	発見日からの 日数(t)	日付(世界時)	発見日からの 日数(t)
20140402	1.03	20140720	109.82	20140926	178.64
20140407	6.00	20140724	113.91	20140926.505-s	178.72
20140410	9.00	20140725	114.81	20140928	180.64
20140412	11.00	20140727	116.76	20140928.492-s	180.70
20140414	12.99	20140728	117.73	20141006.498-s	188.71
20140415	13.95	20140729	118.73	20141007	188.78
20140423	21.97	20140730	119.91	20141024.462-s	206.67
20140422.793-s	22.00	20140731	120.91	20141025	206.74
20140502	30.95	20140811	131.86	20141118.426-s	231.64
20140501.775-s	30.99	20140818	138.77	20141118	231.68
20140504	32.93	20140819	139.84		

20140503.761-s	32.97	20140822	142.79		
20140507	35.92	20140827	147.84		
20140506.742-s	35.95	20140829.693-s	150.90		
20140510	38.92	20140830	150.91		
20140509.756-s	38.97	20140907.495-s	159.71		
20140619	78.91	20140908	159.77		
20140705	94.78	20140913.508-s	165.72		
20140712	101.84	20140914	165.80		

4 データ解析

4.1 V2659 Cyg の低分散スペクトル

図 13 に V2659 Cyg の全スペクトルを示した。一番下の赤線が 4 月 1 日の観測データであり、一番上が 11 月 18 日となっていて、時系列順に並べている。すべてのデータを表示するため 4 月 1 日以降はスペクトルの相対フラックス値にバイアスを入れて見やすくした。また、詳しくスペクトルを見るため、短期間ごとにスペクトルをわけ、それぞれの波長に同定したラインを示した(図 14~20)。

新星の爆発直後のスペクトルにはバルマー線輝線及び、FeII の輝線が卓越し、また OI, CaII などの低励起輝線が見られた。これらの輝線が P Cyg プロファイルを示していることから、V 2659 Cyg は FeII タイプの新星という事がわかる。

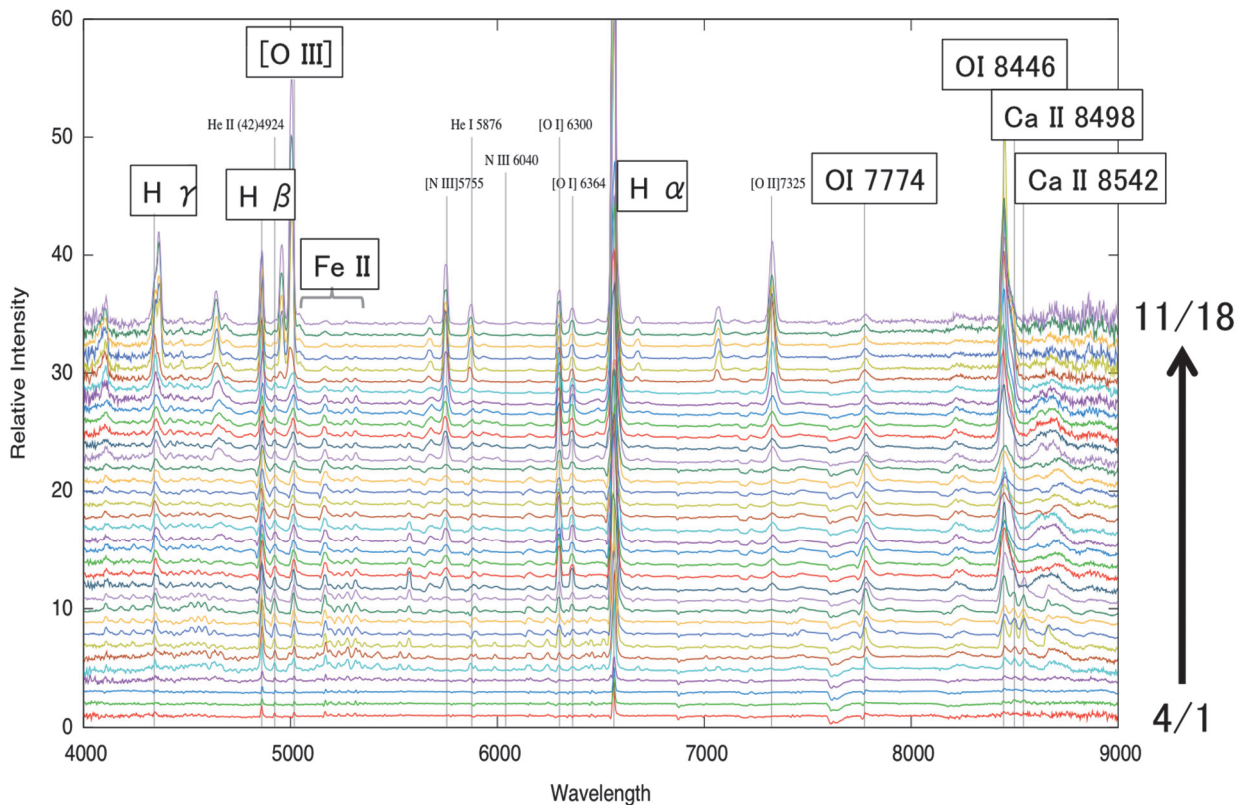


図 13 : V2659 Cyg の低分散スペクトルの変化

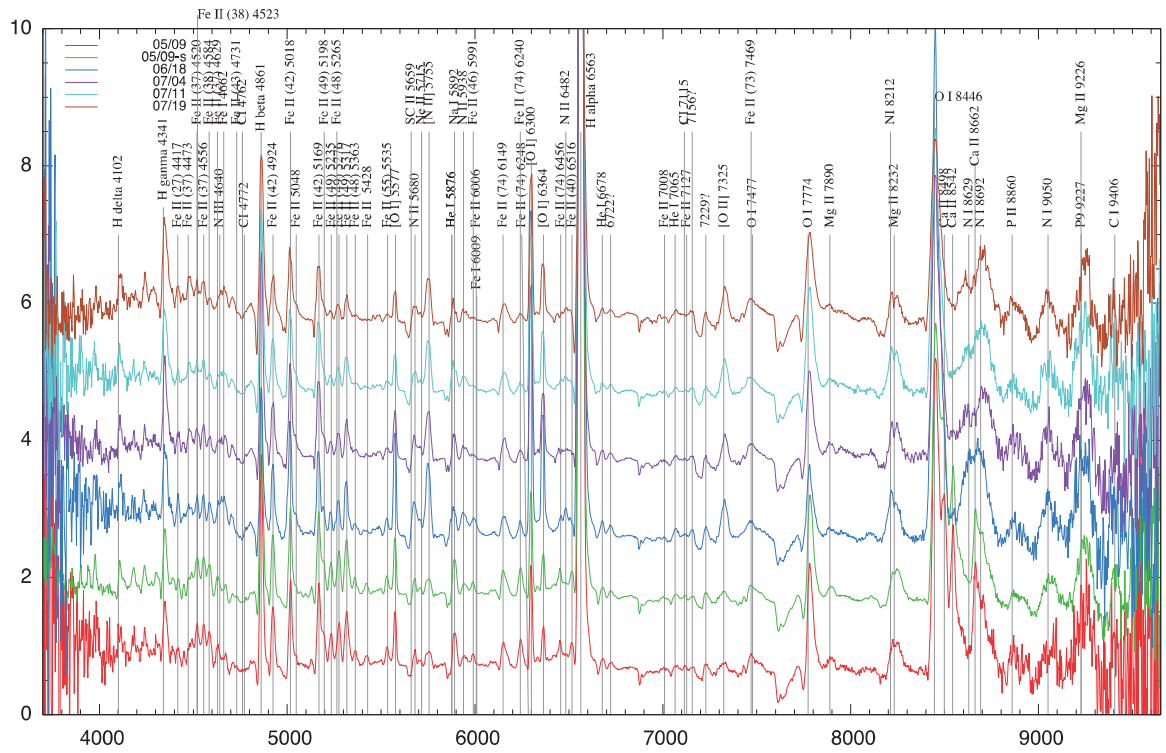


図 16: 5月9日~7月19日までのスペクトル

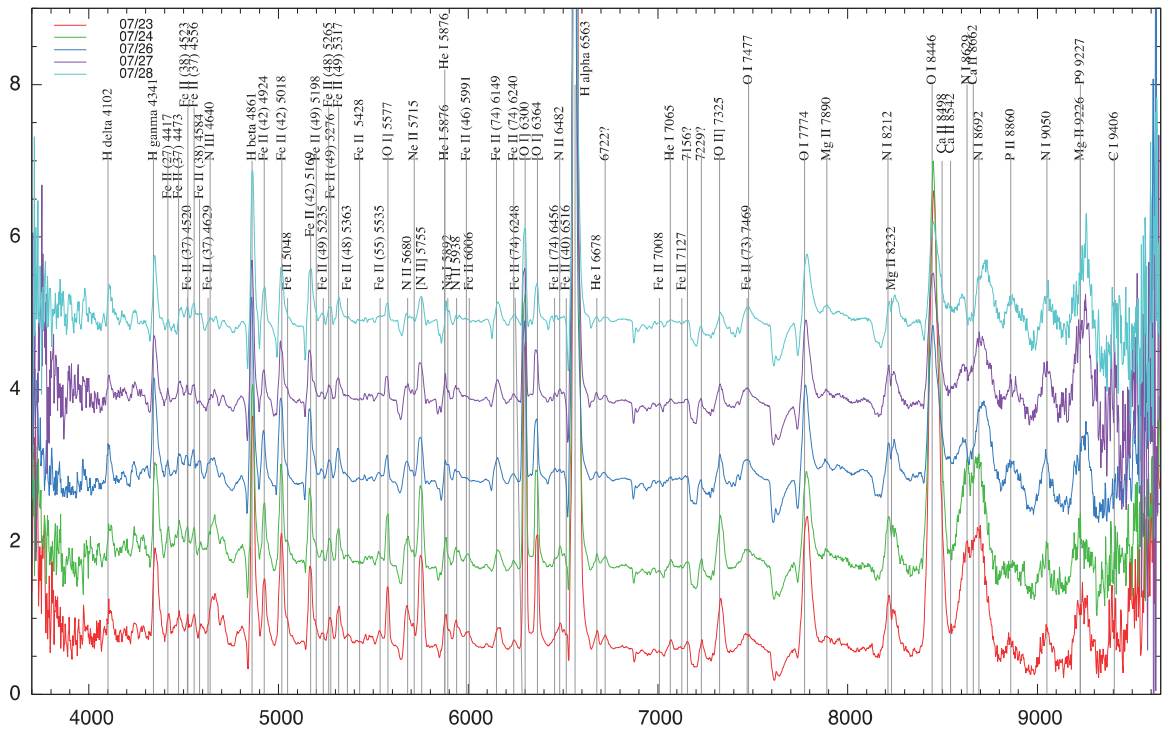


図 17: 7月23日~7月28日までのスペクトル

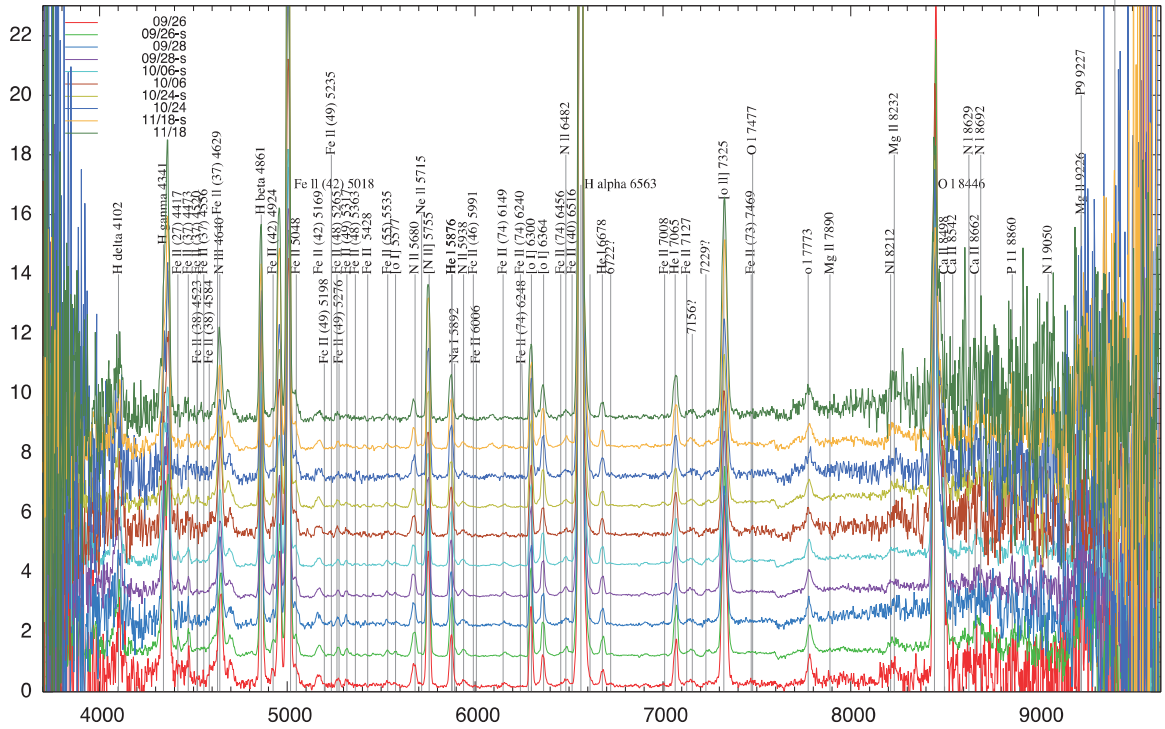


図 20: 9月26日～11月15日のスペクトル

4.2 データ解析

本研究では、IRAFを用いてOI 7774、OI 8446、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ の解析を行った。なお、 $H\alpha$ 以外の輝線については、精度良く測定するために、同日に $H\alpha$ をサチュレートされたデータがある場合には、そのデータを用いて測定を行った。

4.2.1 輝線の測定 (OI 7774)

輝線の測定は、IRAFのonedspecパッケージに含まれるsplotを用いて行った。OI 7774については全て同様の測定方法で行った。

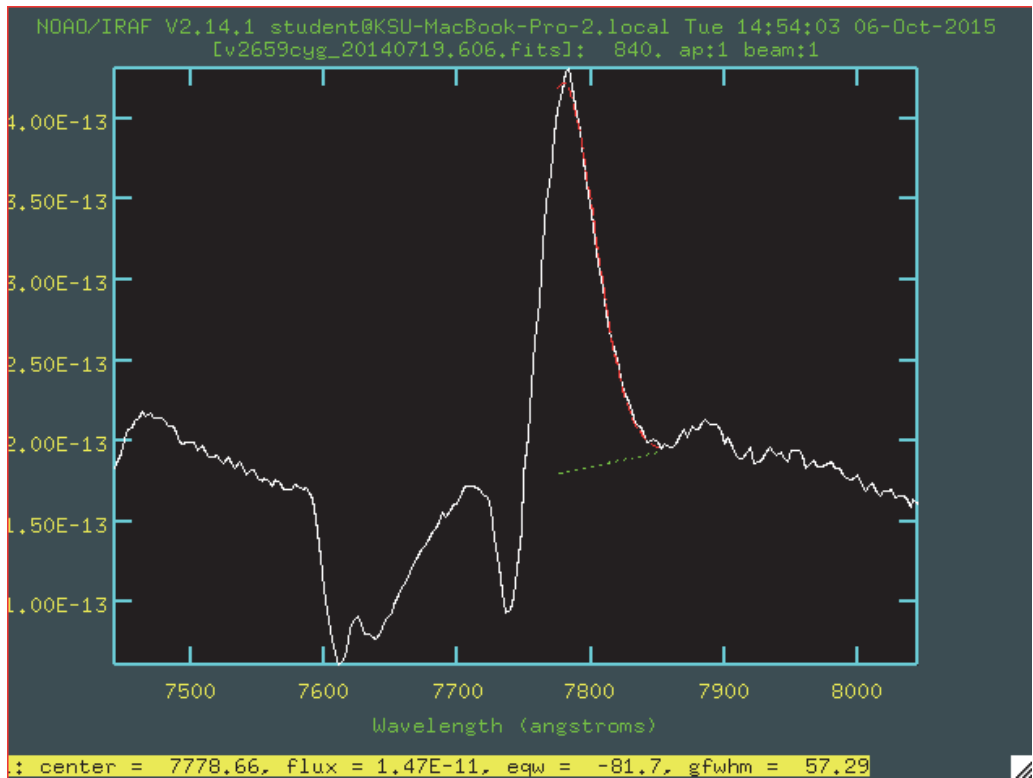


図 21: 7月 19 日の OI 7774 のスペクトル

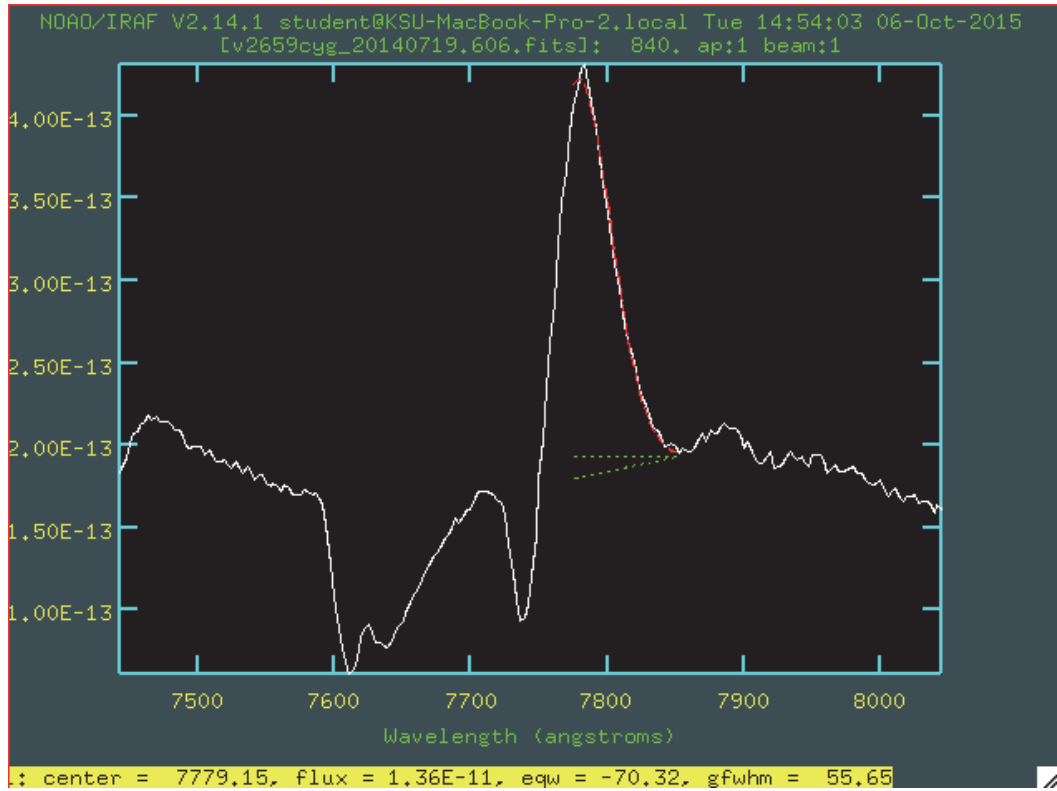


図 22: 7月 19 日の OI 7774 のスペクトル(2)

図 21 および図 22 は 7 月 19 日の OI 7774 近辺を拡大したスペクトルである。OI 7774 は 7750 Å 辺りに P Cyg プロファイルの吸収が検出されることが特徴である。そのため OI 7774 の測定方法は、OI 7774 輝線右側(長波長側)の部分から、輝線のピークを少し過ぎた所までをガウス関数でフィッティングする手法で輝線全体のフラックスを測定した。今回は測定精度を高める為に、連続光が取りうる最大と最小部分を測定し、(最大値+最小値)/2.0 の値を、OI 7774 のフラックス値として採用している。なお、H α についても同様の方法で測定した。

4.2.2 輝線の測定 (OI 8446)

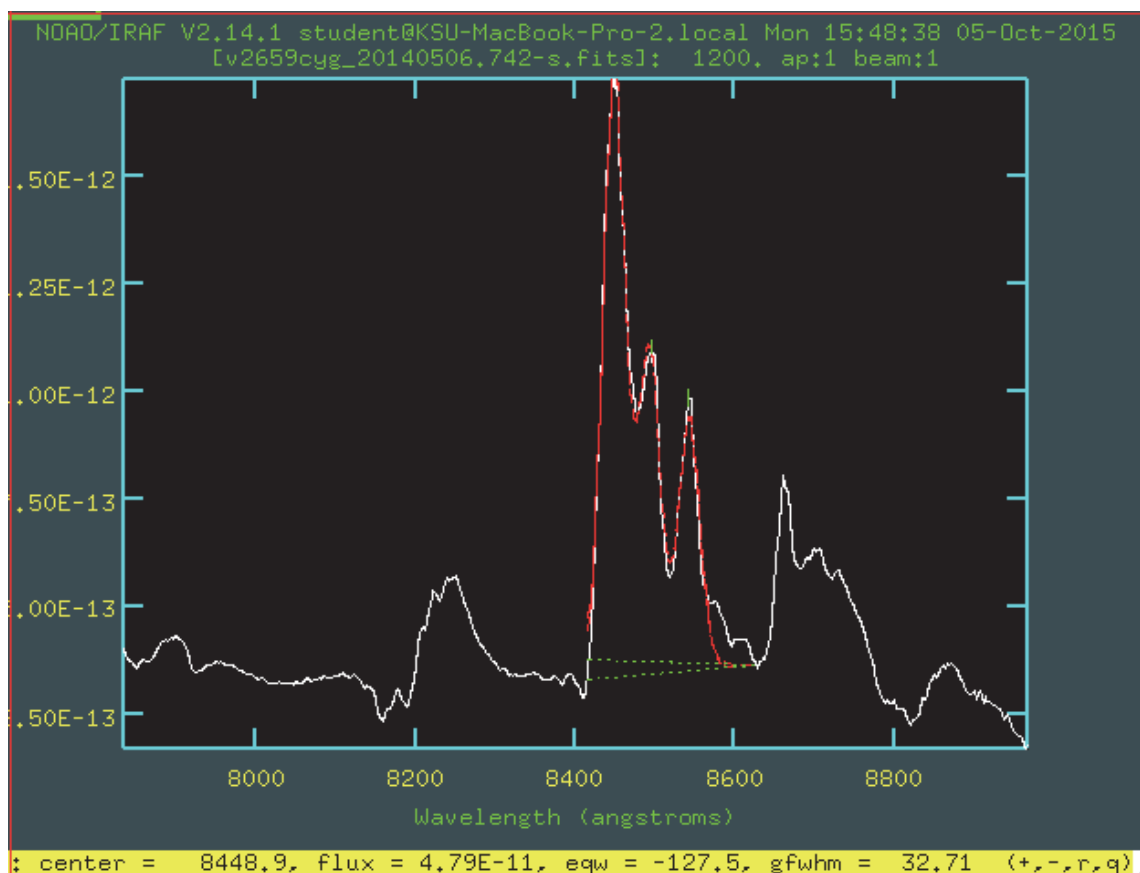


図 23 : 5 月 6 日の OI 8446 スペクトル

図 23 が 5 月 6 日の OI 8446 輝線スペクトルである。OI 8446 も OI 7774 と同様の方法で測定した。しかし、図 23 のように OI 8446 は 4 月 13 日～5 月 9 日までは CaII 8498、CaII 8542 と連続光部分が混合してしまうので、deblending を行った。5 月 9 日以降は、OI 8446 は CaII 8498 と完全に混合しているように見える。ただし、CaII 8498 と CaII 8542 は常に同じ比率で現れるラインである。5 月 9 日以降の CaII 8542 の変化を見ると、6 月 18

日から一気に減少している。CaII 8498 は OI 8446 と混合していないと解釈しても良い。このため、6月18日以降は、OI 7774 と同様の方法で解析を進めた。

4.2.3 輝線の測定 $H\alpha$, $H\beta$

図24および図25は、 $H\beta$ 、 $H\alpha$ 輝線付近のスペクトルである。同定したスペクトルを見ると、他の輝線と混合していないことがわかるが P Cyg プロファイルが見られるため、OI 7774 と同様に測定した。

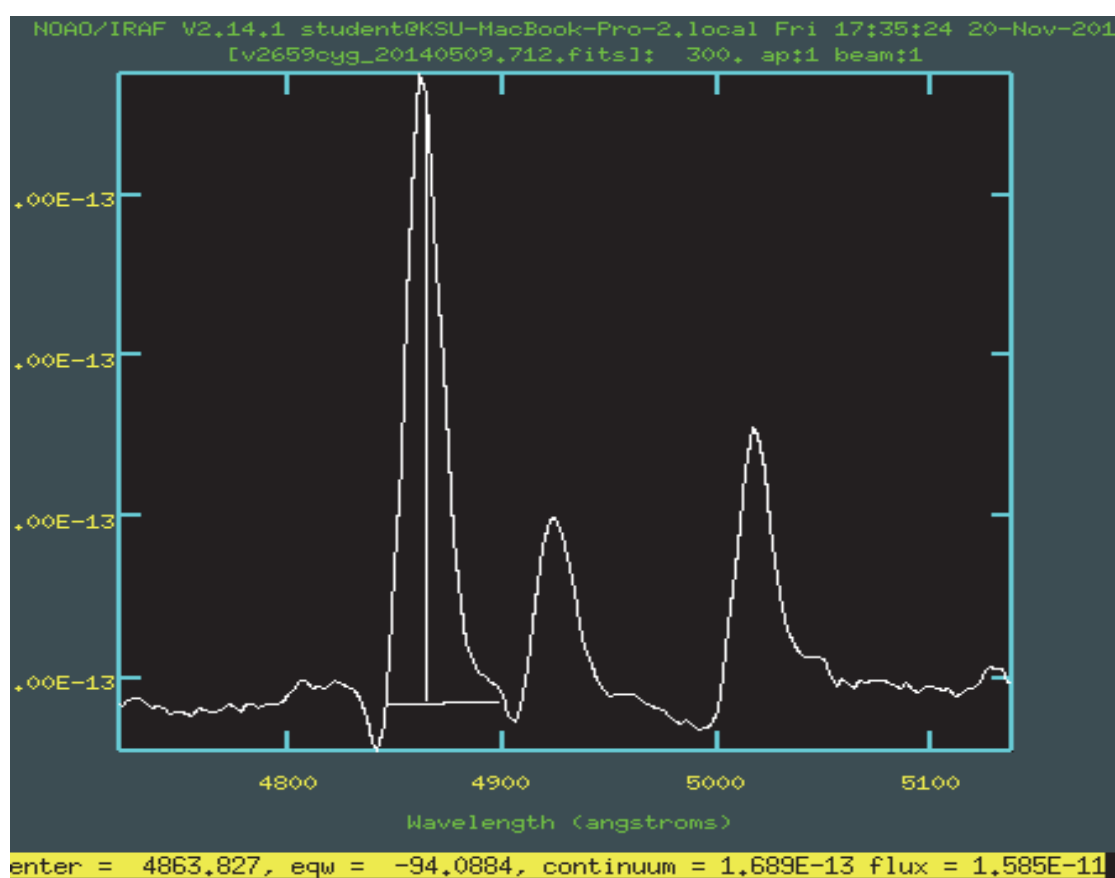


図24:5月9日の $H\beta$ のスペクトル

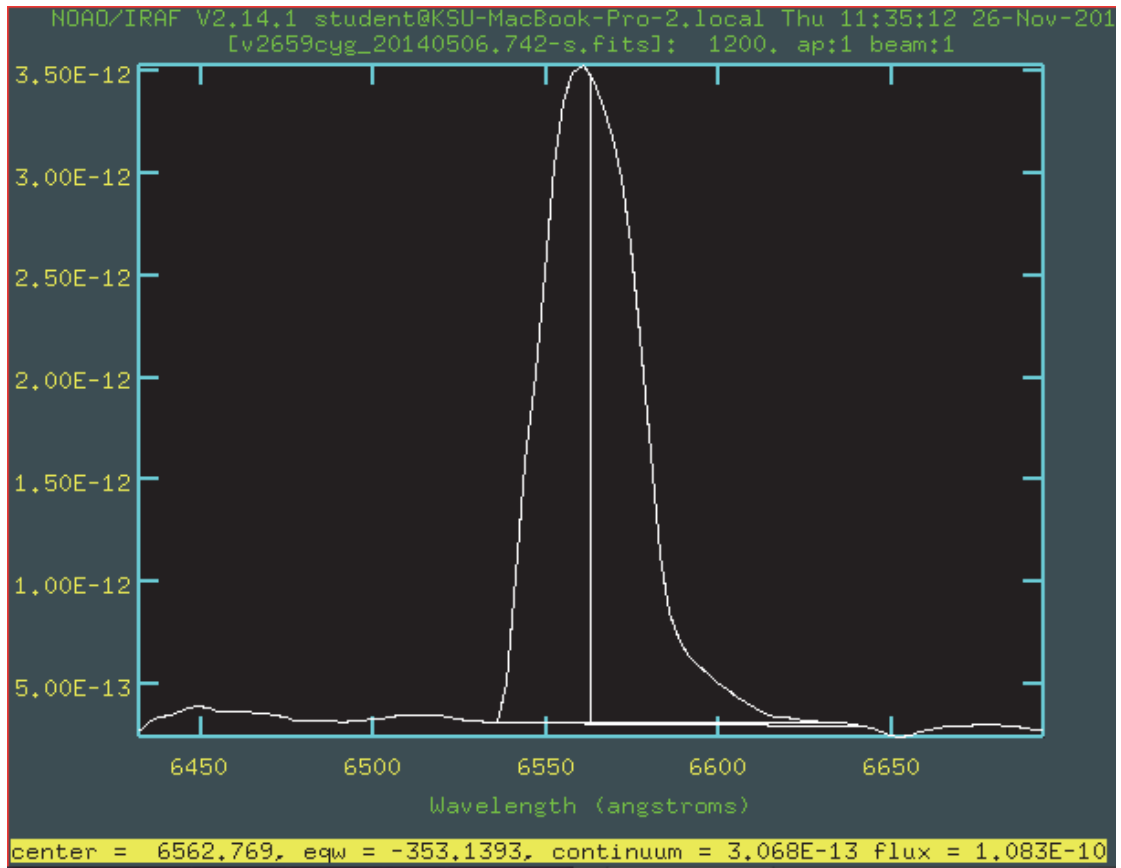


図 25: 5月6日の $H\alpha$ のスペクトル

4.3 輝線比及び連続光/輝線比

光度曲線に対応した $O\text{I } 8446/O\text{I } 7774$ 、 $H\alpha/H\beta$ 、連続光(5000~5100Å)/ $H\beta$ の比の変化を図 26 に示す。なお、連続光に関しては、 $H\beta$ 輝線に近い波長で、かつ、連続光が輝線と混合していない波長範囲を採用した。横軸に、発見日を $t=0$ とする日数 t としている。全体的な傾向として、輝線比は時間がたつて可視等級が暗くなるほど大きな比率となり、また、連続光/ $H\beta$ 比は逆に小さな比率となっている。そして、 $t=180$ 日を超えた頃から、ほぼ一定となっていることが読み取れる。この連続光/ $H\beta$ 比が一定となった時期は、いわゆる星雲フェイズ (nebular phase) と呼ばれ、中心にある新星光球面からの高いエネルギーの輻射によって電離された希薄な (光学的に薄い) ガスの発する輝線である。

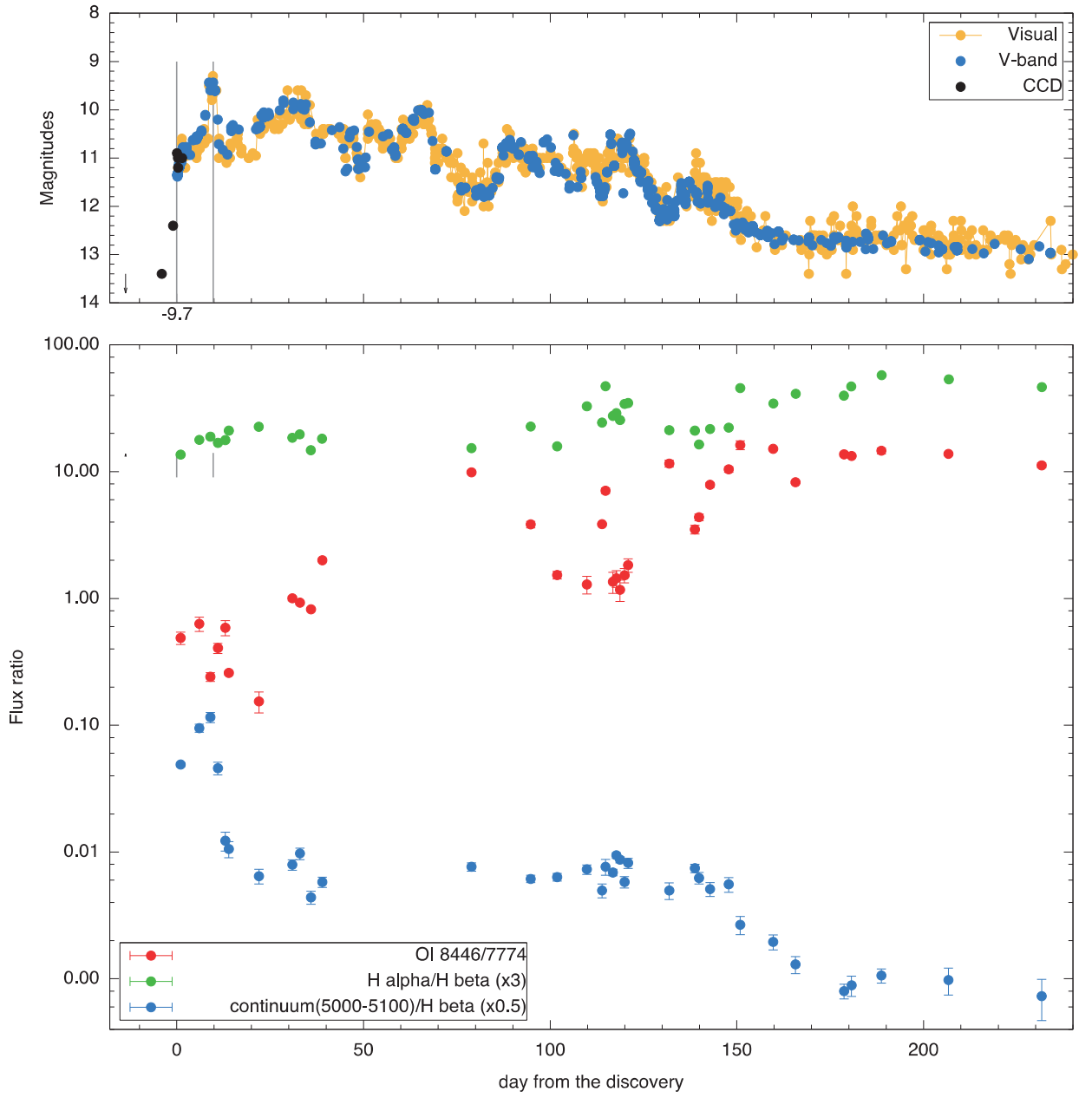


図 26：光度曲線に対応させた OI 8446/OI 7774、 $H\alpha/H\beta$ 、連続光/ $H\beta$

5 議論

ここでは、以下の点に着目して議論する。

- (1) 極大日周辺の OI 8446/OI 7774 比の増減
- (2) $t = 30\text{--}112$ 日の OI 8446/OI 7774 比の増減
- (3) $t = 94\text{--}158$ 日の OI 8446/OI 7774 比の増減
- (4) OII/OI 比が一定ではない場合の解釈について
- (5) $t = 100\text{--}120$ 日における電子密度の推定

5.1 極大日周辺の OI 8446/OI 7774 比の増減

新星は、極大日で最も温度が下がる。また、温度が下がることによって、黒体放射のピークが可視光側にシフトし、短波長側にある紫外線強度が弱くなる。その後、新星は極大後から光球面温度が上昇し、可視光の光度が下がる(そして、紫外線放射が強くなる)。このことを踏まえ、図 27 の光度曲線の変化を考える。図 28 の新星爆発初期の光度曲線と輝線比の拡大図を見ると、極大日とその近辺で、光度曲線と OI 8446/OI 7774 比が逆相関関係

にあることがわかる。第 2 章の OI 8446/OI 7774 で表した比例式 $\frac{\text{OI}8446}{\text{OI}7774} \propto \frac{L_{\text{UV}}}{n_{\text{gas}}} \propto \frac{L_{\text{UV}}}{\dot{M}}$ をも

とに考察すると、質量放出率が一定であれば、極大日近辺での紫外線の増減で新星初期における OI 8446/OI 7774 輝線比の変化は説明できる。そこで、P Cyg プロファイルをもとに質量放出率の増減を検討する。

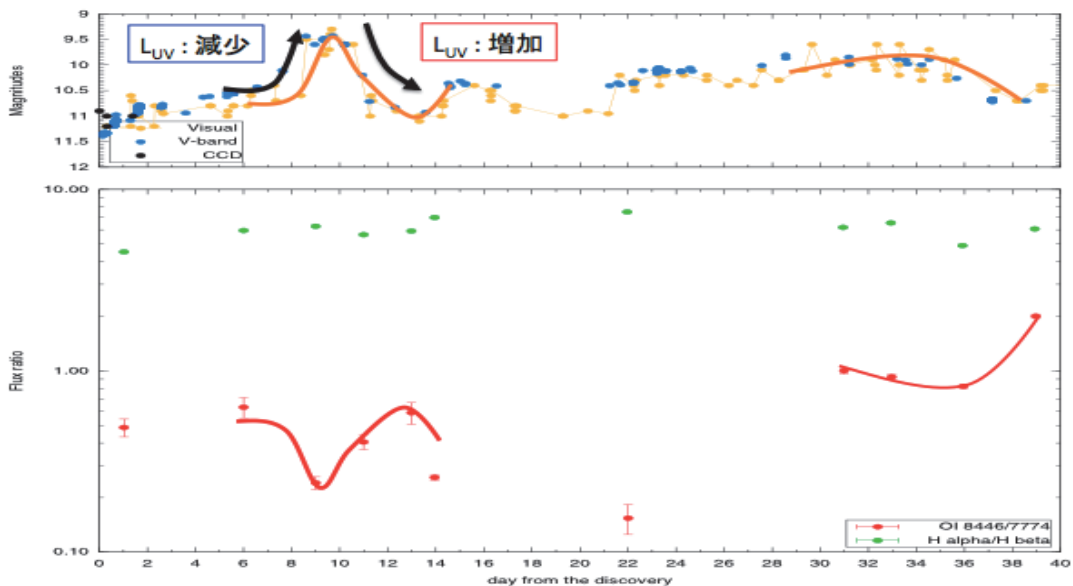


図 27：新星爆発初期における光度曲線と輝線比の拡大図

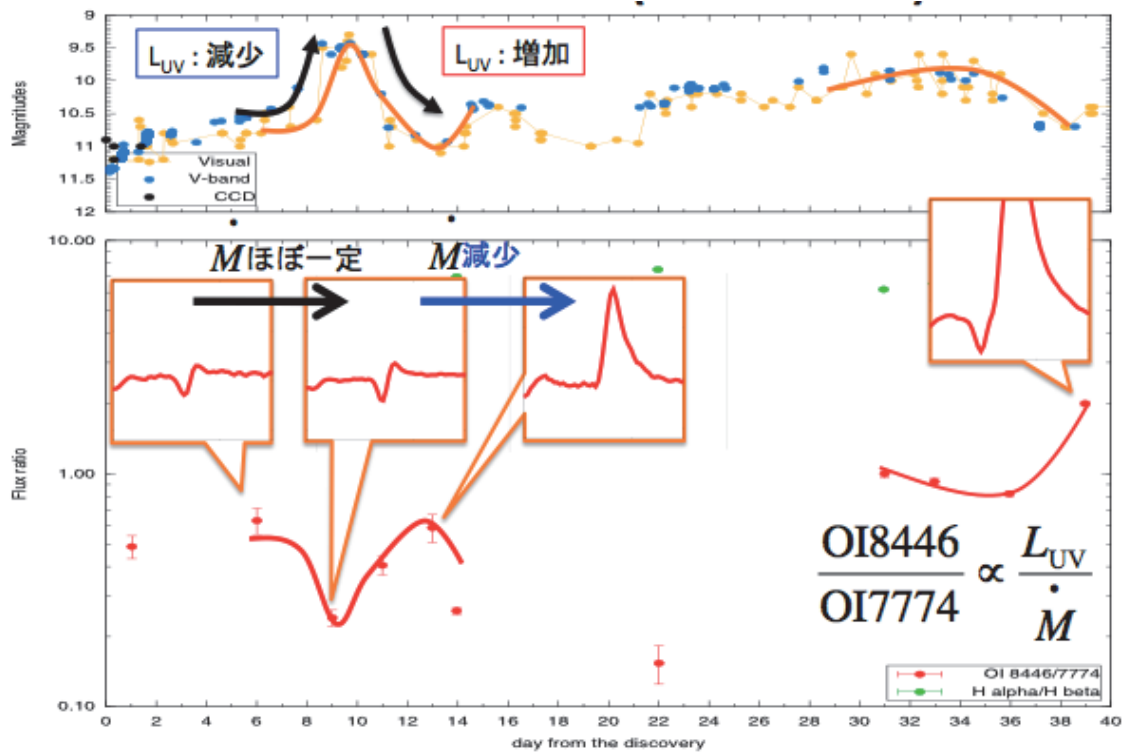


図 28：新星爆発初期における光度曲線と輝線比の拡大図と P Cyg プロファイル

図 28 を見ると極大前から極大日に向かって P Cyg プロファイルはあまり変化を示さなかった。これより質量放出率がほぼ一定であった事がわかる。しかし、極大後には、P Cyg プロファイルは消失していることから、質量放出率が減少した事を示唆している。そこで、

次に光度変化を考慮して質量放出率の変化を推定する。ここでは、 $F_{\lambda} \propto n_e \times n_{\text{gas}} \propto \dot{M}^2$ の

ように V バンド光度が free-free 放射によって決まっていると仮定する。この式は、V バンドのフラックスが質量放出率の 2 乗に比例している事を意味している。極大前と極大日で比べてみると、極大日前： $t=6$ 日(約 11.0 等級)と極大日： $t=9$ 日(約 9.5 等級)の等級差は

$\Delta V = -1.5$ 等級であった。フラックスの変化は、ポグソンの式より $\frac{F_{\lambda}(t=9d)}{F_{\lambda}(t=6d)} = 10^{-0.4\Delta V}$ と

なり、フラックスは約 4.0 倍の変化を示している。フラックスを参考に質量放出率の変化を

計算すると、 $\frac{\dot{M}(t=9d)}{\dot{M}(t=6d)} = \sqrt{\frac{F_{\lambda}(t=9d)}{F_{\lambda}(t=6d)}}$ より、質量放出率は極大前から極大までで 2.0 倍の

変化をしていることになる。実際の OI 8446/OI 7774 比の変化 $\frac{L_{UV}(t=9d)}{L_{UV}(t=6d)} / \frac{\dot{M}(t=9d)}{\dot{M}(t=6d)}$ は

0.38 倍であったため、質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は 0.76 倍の違いが現れた事がわかった。この違いが、 L_{UV} の変化に当たると考えられる。この結果から、わずかに紫外線強度 L_{UV} が減少した事がわかる。同様に、極大日 : $t=9$ 日(約 9.5 等級)と極大後 : $t=11$ 日においても質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化の違いを求めた。すると、質量放出率が約 0.5 倍の変化を示しており、OI 8446/OI 7774 比の変化は約 1.3 倍であって、違いは約 2.4 倍であった。つまり、極大日から極大後にかけては紫外線放射の増加が見られたことを示している(表 3)。

以上のように、 L_{UV} の変化は、一般的な新星における紫外線強度の変化と矛盾しない。

表 3: 計算まとめ (極大日付近)

t = 6-9日		t = 10-13日	
極大日前(t=6日) V ~ 11.0	極大日(t=9日) V ~ 9.5	極大日(t=10日) V ~ 9.5	極大後(t=13日) V ~ 11
①.等級差	$\Delta V \sim -1.5$ 等級 (フラックスは4.0倍)	①.等級差	$\Delta V \sim 1.5$ 等級 (フラックスは0.25倍)
②.質量放出率	2.0倍	②.質量放出率	0.5倍
③.OI比の変化	0.38倍 (= 0.76/②)	③.OI比の変化	1.3倍 (= 2.4/②)

5.2 $t=32-112$ 日までの増減

5.1 節と同様に $t=32-112$ 日までの光度変化と OI 8446/OI 7774 比についての光度変化を $t=32-36$ 日、 $t=36-40$ 日、 $t=78-118$ 日に分け、 $t=32-36$ 日の OI 8446/OI 7774 比について検討する。図 29 から、 $t=32$ 日から 36 日にかけては OI 8446/OI 7774 比は下がり、光度曲線は僅かに増光していることが分かる。また、 $t=36$ 日から 38 日にかけては、OI 8446/OI 7774 比は増加しており、光度曲線は減光している。そして、 $t=78$ 日から 112 日までの OI 8446/OI 7774 比は減少しており、光度曲線は増光している。これより、先ほどの議論と同じように OI 8446/OI 7774 比と光度が逆相関関係にあることがわかる。また、P Cyg プロファイルの強さから質量放出率の変化を考えると、 $t=32$ 日から 36 日までは質量放出率は増加している。そして、 $t=36$ 日から 40 日の質量放出率は減少、 $t=78$ 日から

112 日の質量放出率は増加していることがわかる。もし、紫外線放射が一定と仮定すると、質量放出率は OI 8446/OI 7774 比の増減と逆相関していることがわかる。ここでも光度変化の等級差を用いて、質量放出率を求め、OI 8446/OI 7774 比の変化と比べる手法で紫外線放射 L_{UV} を推定する。

$t = 32$ 日(約 10 等級)と $t = 36$ 日(約 10 等級)の等級差は $\Delta V = 0$ 等級であるので、フラックスは、ほとんど変化していない。すなわち、質量放出率は $t = 32$ 日から $t = 36$ 日まで、ほぼ一定である。OI 8446/OI 7774 比の変化は約 0.9 倍であったため、質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は約 0.9 倍の違いが現れた事がわかった。 $t = 32$ 日から 36 日までの期間は、ほとんど変化がなかったと言える。また、 $t = 36$ 日(約 10 等級)から $t = 40$ 日(約 10.5 等級)にかけては、等級差は約 0.5 等級であり、フラックスは約 0.2 倍、質量放出率は約 0.4 倍の変化があった。OI 8446/OI 7774 比は約 2.4 倍であったことから、質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は約 6 倍であった。 $t = 36-40$ 日にかけては紫外線放射が強くなったことがわかった。また、 $t = 78$ 日(約 11.5 等級)から 110 日(約 11 等級)の等級差は約 -0.5 倍であったことから、フラックスは約 0.2 倍であり、質量放出率は約 0.4 倍の変化があったと言える。OI 8446/OI 7774 比は約 0.1 倍であり、OI 8446/OI 7774 比と紫外線放射 L_{UV} の違いは約 0.25 倍であることから、 $t = 78-110$ 日の間では、紫外線放射が弱まっていることがわかる(表 4)。

表 4:計算まとめ ($t = 32-112$ 日)

t = 32 - 36日		t = 36 - 40日	
t = 32日 V ~ 10.0	t = 36日 V ~ 10.0	t = 36日 V ~ 10.0	t = 40日 V ~ 10.5
①.等級差	$\Delta V \sim 0$ 等級 (フラックスは1.0倍)	①.等級差	$\Delta V \sim 0.5$ 等級 (フラックスは0.2倍)
②.質量放出率	1.0倍	②.質量放出率	0.4倍
③.OI比の変化	0.9倍 (= 0.9/②)	③.OI比の変化	2.4倍 (= 6/②)
t = 78 - 110日		採用公式	
t = 78日 V ~ 11.5	t = 110日 V ~ 11	ポグソンの式を採用 $\frac{F_{\lambda}(t = 36d)}{F_{\lambda}(t = 32d)} = 10^{-0.4\Delta V}$	
①.等級差	$\Delta V \sim -0.5$ 等級 (フラックスは0.2倍)	②.質量放出率	$\frac{\dot{M}(t = 36d)}{\dot{M}(t = 32d)} = \sqrt{\frac{F_{\lambda}(t = 36d)}{F_{\lambda}(t = 32d)}}$
②.質量放出率	0.4倍	③.OI比の変化	$\frac{L_{UV}(t = 36d)}{L_{UV}(t = 32d)} \Big/ \frac{\dot{M}(t = 36d)}{\dot{M}(t = 32d)}$
③.OI比の変化	0.1倍 (= 0.25/②)		

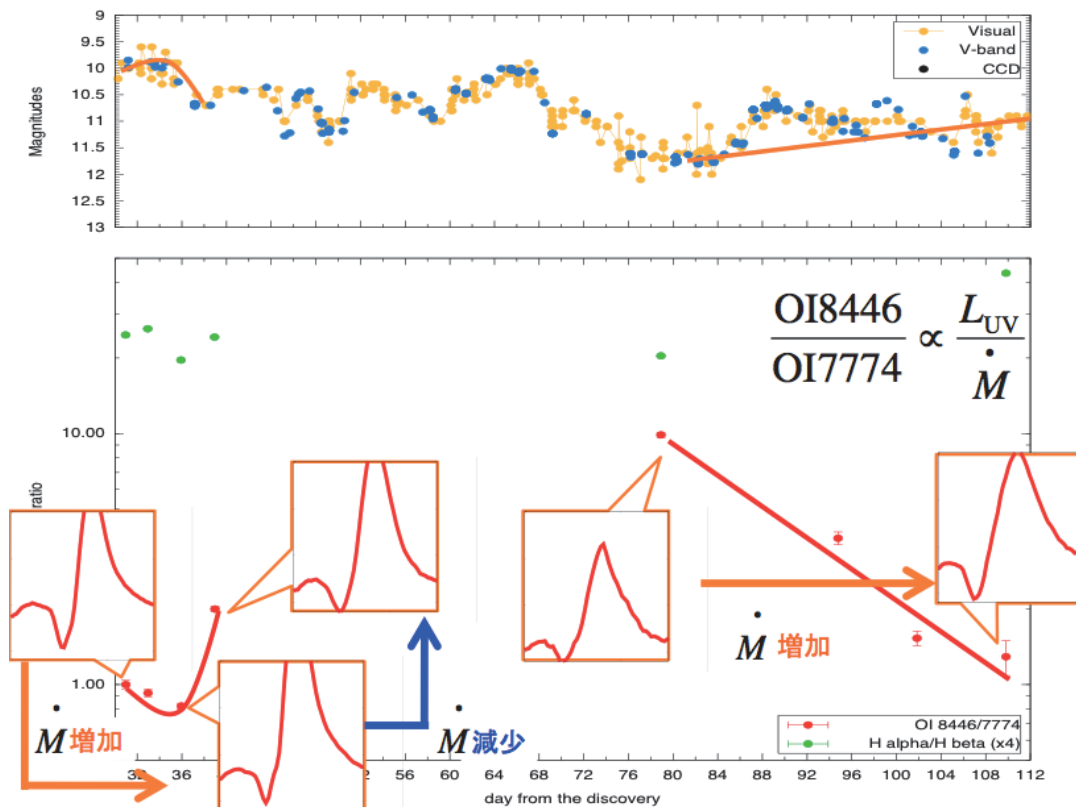


図 29：32–112 日までの光度曲線と輝線比の拡大図と P Cyg プロファイル

5.3 t = 94–158 日の OI 8446/OI 7774 輝線比の変化

図 30 に示した 7 月 19 日～7 月 30 日 ($t = 109\text{--}120$ 日) までの OI 8446/OI 7774 比の変化を見ると、7 月 23 日、7 月 24 日で急激な増加を見せており、その後 7 月 26 日～7 月 30 日 ($t = 116\text{--}122$ 日) には増加前の値と同程度まで減少していることがわかる。光度曲線は OI 8446/OI 7774 比と逆相関な変化を示している。

図 31 に示すように、OI 7774 の P Cyg プロファイルの吸収の強さは、OI 8446/OI 7774 比の増減に逆相関した変化を示している。この期間、光度が減少しており、free-free 放射が減少したと考えられる。free-free 放射は、ガス密度が薄くなると光の強度も弱くなるからである。また、P Cyg プロファイルの吸収線の強さが減少している。これは光球面の外層のガス密度が減少したことを示唆している。以上より、この期間は質量放出率が下がったと考えられる。

以上の関係からガス密度や \dot{M} が減少すると L_{UV} の割合がほぼ一定であれば相対的に OI 8446/OI 7774 比は大きくなる。また、OI 8446/OI 7774 比は光度曲線と逆相関な変化を見せ、OI 7774 の P Cyg プロファイルの吸収の強さは OI 8446/OI 7774 比の増減に反比例した変化を示すことは、質量放出率の変化で説明できる可能性がある。

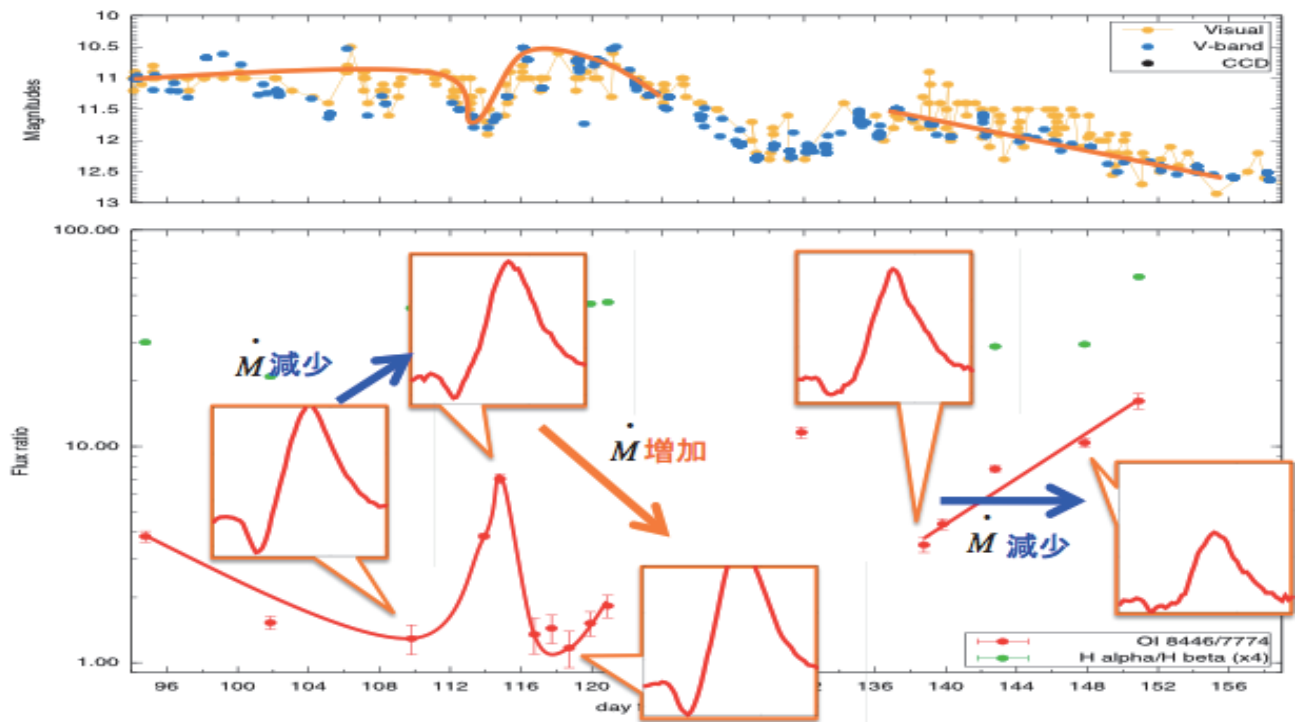


図 32：光度曲線と OI 8446/OI 7774、 $H\alpha/H\beta$ の変化 ($t = 95 \sim 122$ 日)

OI 8446/OI 7774 比は $t = 108$ 日から 114 日にかけて急激な増加を示しており、その後、 $t = 114$ 日から 120 日にかけて減少するという変化を示した。

ここで、 $t = 94$ 日から 158 日までの OI 7774 の P Cyg プロファイルの変化の様子から、質量放出率の変化について考えると、108 日から 114 日では質量放出率が増加、114 日から

120 日に向けて減少したと考えられる。そこで、 $\frac{OI8446}{OI7774} \propto \frac{L_{UV}}{n_{gas}} \propto \frac{L_{UV}}{\dot{M}}$ を用いて、紫外

線放射強度 L_{UV} が一定と仮定すると、上記の現象は説明する事が出来る。

そこで、5.1 節および 5.2 節と同様に光度変化をもとにして、質量放出率を推定する。急増光前の $t = 109$ 日(約 10.5 等級)と急増加中の 114 日(約 11.5 等級)の等級の差は $\Delta V = 1$ 等級である。フラックスは約 0.4 倍の変化を示している。フラックスをもとに質量放出率を計

算すると、質量放出率は急増光前から急増光までに約 0.4 倍の変化を示したことになる。しかし、実際の OI 8446/OI 7774 比の変化は約 5.5 倍である。OI 8446/OI 7774 比の変化と質量放出率を割ると約 8.7 倍の違いがある。ここで OI 8446/OI 7774 比と紫外線強度と質量放出率の比の関係式を見ると、質量放出率だけでは、OI 8446/OI 7774 比の変化を説明できない。紫外線放射が強く作用した事が要因と考えられる(紫外線強度が増加した可能性がある)。同様に、急増加中の $t = 114$ 日(約 11.5 等級)から減光の $t=118$ 日(約 11 等級)についても同様に考察すると、質量放出率は約 1.3 倍であり、OI 8446/OI 7774 比の変化は約 0.2 倍であって、約 0.15 倍の違いが生じている。このため、紫外線放射が大きく減少していたと考えられる(表 5)。

表 5 :計算結果のまとめ ($t=94-158$ 日)

t = 109-114日		t = 114-118日	
t = 109日	t = 114日	t = 114日	t = 118日
V ~ 10.5	V ~ 11.5	V ~ 11.5	V ~ 11
①.等級差	$\Delta V \sim 1.0$ 等級 (フラックスは0.40倍)	①.等級差	$\Delta V \sim 0.5$ 等級 (フラックスは1.6倍)
②.質量放出率	0.64倍	②.質量放出率	1.3倍
③.OI比の変化	5.5倍 (= 8.7/②)	③.OI比の変化	0.2倍 (= 0.15 / ②)

5.4 OII/OI 比が一定ではない場合の解釈について

5.3 節までは、第 2 章の OI 8446/OI 7774 比の解釈について、 $T = (\text{一定})$ という条件にもとづいて議論した。もし温度が一定ではない、つまり OII/OI 比が必ずしも一定ではない場合は、どのようになるであろうか。

観測結果を見ると、光度曲線と OI 8446/OI 7774 比は 逆相関の関係にある事がわかる。また全体的な傾向として、OI 8446/OI 7774 比が時間と共に増加している事がわかる。OI 8446/OI 7774 比を大きくするには OI 8446 が増加、あるいは OI 7774 が減少する事が必要である。

OI 8446 については、 $\text{Ly } \beta$ (1027 Å)波長の放射強度が、OI の基底準位からの励起を促している。また、 $\lambda \leq 911 \text{ \AA}$ の紫外線フラックスが、OI から OII への電離度を決定している。温度が一定ではない場合の OI 8446/OI 7774 比を取る事によって、紫外線放射の影響によって OI 8446 が増大しているか、OI から OII への電離によって OI 7774 の増大が生じてい

たかが区別できる。OI の電離レートは紫外線フラックス(ただし、 $\lambda \leq 911 \text{ \AA}$)と OI の数密度に比例する。電離レートと再結合レートが同じ (定常状態) と仮定すると、電離レート

$$\propto n_{\text{OI}} \times Flux(\lambda \leq 911 \text{ \AA}) = \alpha \propto n_{\text{OII}} \times n_e \quad \text{と表せるので、}$$

$$\frac{\text{OI}8446}{\text{OI}7774} \propto \frac{L_{\text{UV}} \times n_{\text{OII}}}{n_{\text{OII}} \times n_e \times \alpha} \propto \frac{Flux(\lambda = 1027 \text{ \AA}) \times n_{\text{OI}}}{n_{\text{OI}} \times Flux(\lambda \leq 911 \text{ \AA})}$$

ただし、 α は一定として良いので、整理すると

$$\frac{\text{OI}8446}{\text{OI}7774} \propto \frac{Flux(\lambda = 1027 \text{ \AA})}{Flux(\lambda \leq 911 \text{ \AA})}$$

という関係式が成り立つ。

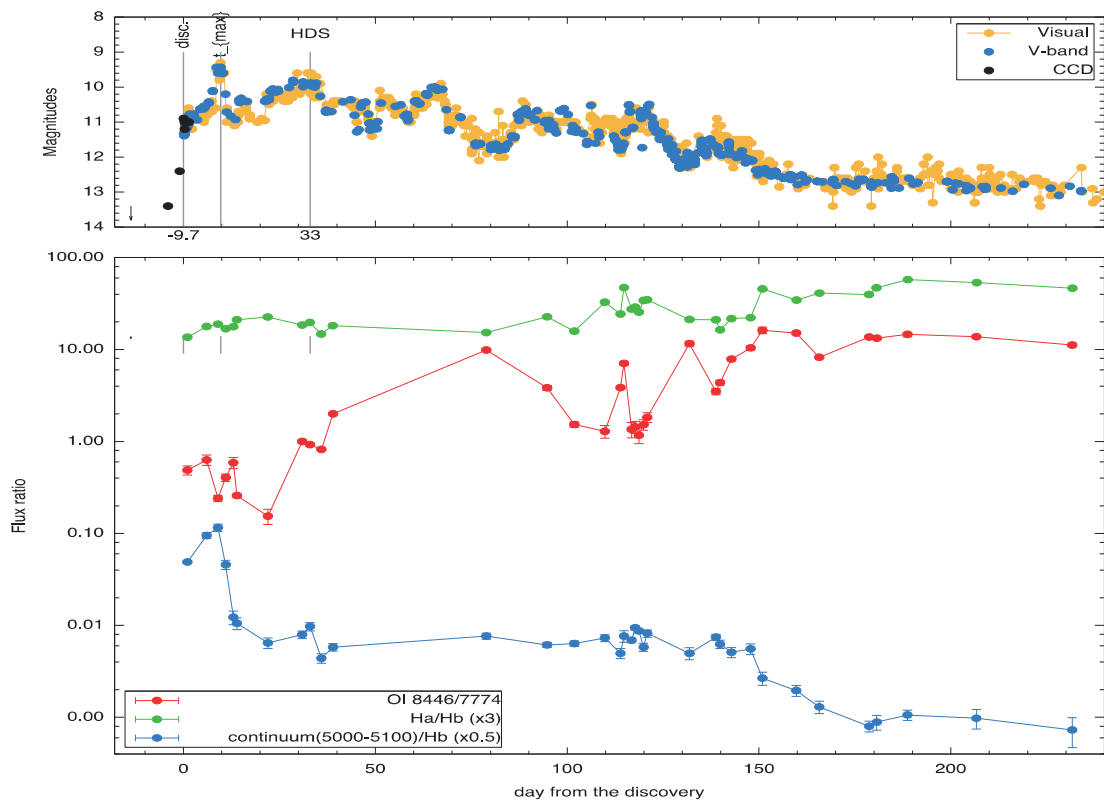


図 33：光度曲線と対応させた OI 8446/OI 7774、 $H\alpha/H\beta$ 、連続光/ $H\beta$ の変化

新星の初期($t = 33$ 日頃)と後期($t=115$ 日頃)では、新星の疑似光球面温度が異なっている
 ので、 $\frac{\lambda = 1027 \text{ \AA}}{\lambda \leq 911 \text{ \AA}}$ の比を取る為には黒体放射部分の補正をしなければならない。今回はそれ

それぞれの時期に、 $T = 8000\text{K}$ 、 $T = 23000\text{K}$ とした。そこで、

$L = (\text{一定}) = 4\pi R_*^2 \times \int_0^B B_\lambda(T) dx$ を用い、また、 $\int_0^B B_\lambda(T) dx$ は σT^4 と置き換えると以下のようになる。

$$\begin{aligned} L_{nova} &= (\text{一定}) = 4\pi R_*^2 \sigma (8000)^4 = 4\pi R_*^{\text{max}^2} \sigma (23000)^4 \\ \rightarrow \left(\frac{R_*^{\text{max}}}{R_*}\right)^2 &= \left(\frac{8000}{23000}\right)^4 \\ &= \frac{B_\lambda(8000\text{K})}{\left(\frac{R_*^{\text{max}}}{R_*}\right)^2 B_\lambda(23000\text{K})} \end{aligned}$$

以上の結果、 $T = 8000\text{K} \rightarrow T = 23000\text{K}$ の変化に伴い、紫外線放射が0.06倍になった事がわかった。つまり上記の仮定では、UVの増加が説明できない。仮定が間違っていたと考えられる。この問題については、その解決が今後の課題である。

5.5 $t = 100\text{--}120$ 日における紫外線強度の推定

Kastner & Bhatia (1995)のV1500 Cygにおいて観測されたOI 8446/OI 7774輝線比と電子密度についてのデータをV2659 Cygにも適用し、電子密度および紫外線強度の推定をおこなった。Kastner & Bhatia (1995)の計算結果にV2659のデータをプロットした結果、V2659 Cygの $\log_{10}(\text{OI } 8446/\text{OI } 7774)$ はV1500 Cygよりも低い値となっていた。ここで R_p をOI 8446が 1027Å ($\equiv \text{Ly } \beta$)の放射によって励起される確率(pumping rate)とすれば、 $R_p \propto L_{\text{UV}}$ である。電子密度が高い時は R_p (光励起確率)が低い値になっており、電子密度が低くなるにつれて R_p は上昇していた。

今回議論する $t = 100\text{--}120$ 日あたりは急激な増光に伴い $\log_{10}(\text{OI } 8446/\text{OI } 7774)$ 比が増加するために、紫外線強度が増大したことが考えられる。しかし、OI 8446/OI 7774比の変化は大きいため、紫外線強度の増大のみが原因であるとは言えない。このことから、5.1~5.3節に示したとおり、質量放出率が要因であった可能性が高い。

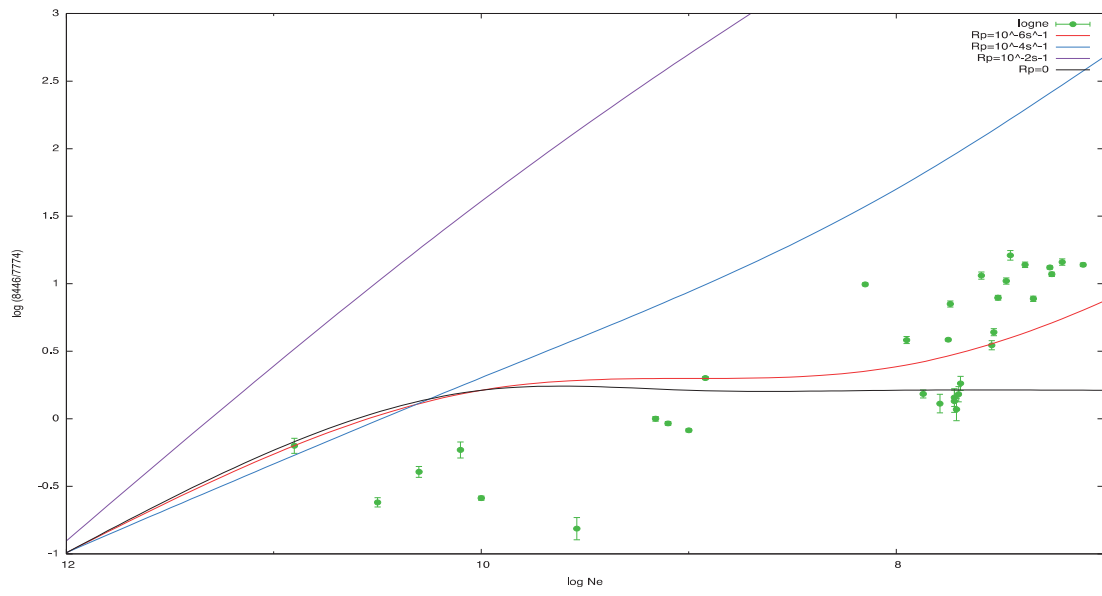


図 34: V2659 Cyg における OI 8446/OI 7774 輝線比と電子密度

6 結論

本研究では中性酸素原子 OI の波長 7774Å、8446Åに見られる輝線に着目し、古典新星 V2659 Cyg の低分散分光観測の結果を用いて、OI 8446/OI 7774 輝線強度比の変化と、光度曲線の比較を行い、質量放出率や紫外線強度の光度変化に対する影響を調べた。その結果をまとめると、以下の通りである。

- ・ 観測結果から、光度曲線と OI 8446/OI 7774 比は逆相関の関係であった。
- ・ 極大日周辺 ($t = 6-11$ 日) の質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は、

極大前($t = 6$ 日)→極大日($t = 9$ 日) 約 0.76 倍

極大日($t = 9$ 日)→極大後($t = 11$ 日) 約 2.4 倍

であり、紫外線放射による影響は顕著に現れなかった。

- ・ $t = 32-112$ 日における質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は、

$t = 32 \rightarrow 36$ 日 約 0.9 倍

$t = 36 \rightarrow 40$ 日 約 6 倍

$t = 78 \rightarrow 118$ 日 約 0.25 倍

であり、紫外線放射による影響が示唆された。

- ・ 急激な増減($t = 109-118$ 日)における質量放出率と OI 8446/OI 7774 比の変化は、

急増光前($t = 109$ 日)→急増光中($t = 114$ 日) 約 8.7 倍

急増光中($t = 114$ 日)→減光後($t = 118$ 日) 約 0.15 倍

となり、紫外線放射が大きく変化していたことがわかった。

以上のことから、新星における複雑な光度変化は、質量放出率に関係があること、そして紫外線放射強度にも強く影響されていると考えられる。

参考文献

- [1] S.O. Kastner & A. K. Bhatia, 1995, “THE NEUTRAL OXYGEN SPECTRUM. II. PUMPING BY HYDROGEN LYMAN- β UNDER THE OPTICALLY THIN CONDITION: A FIRST APPLICATION TO THE CLASSICAL NOVAE”, *Astrophysical Journal*, 439, 346
- [2] D.E. オスター・ブロック著, 田村眞一訳, 2001, 東北大学出版会, 「ガス星雲と活動銀河核の天体物理学」
- [3] 家政則, 岩室史英, 舞原俊憲, 水本好彦, 吉田 道利, 2007, 日本評論社, 「シリーズ 現代の天文学 第15巻 宇宙の観測 I-光・赤外天文学」
- [4] 野本 憲一, 定金 晃三, 佐藤 勝彦, 2009, 日本評論社, 「シリーズ 現代の天文学 第7巻 恒星」 第3章
- [5] 長島 雅佳, 京都産業大学 理学研究科 2013年度 修士論文
- [6] 梶川 智代, 京都産業大学 理学研究科 2013年度 修士論文
- [7] Raj *et al.*, 2014, “High-resolution spectroscopy of Nova Cyg 2014” *The Astronomer’s Telegram*, #6181
- [8] Beck *et al.*, 1995, “Ionization and temperature of nova shells II. The influence of realistic photospheric radiation fields”, *A&A*, 294, 195
- [9] 吉岡一男, 2003, 日本放送出版協会 「改訂版 天体物理学入門-恒星を主な対象として-」
- [10] Evans *et al.*, 2005, “Infrared spectroscopy of Nova Cassiopaine 1993 – IV. A closer look at the dust”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 360, Issue 4, pp. 1483-1492.

研究成果・関連論文リスト

研究成果（一覽）

神山天文台における研究活動にもとづく博士号学位取得者、学術論文雑誌掲載論文（査読有り／無し）および学会・研究会等での発表については、以下のとおりである。2015年度は神山天文台を利用した研究で学位を取得した者はいなかった。神山天文台の活動に基づく研究成果は、多数、出版されはじめており、神山天文台における研究活動が順調に軌道に乗ったと言える。また、神山天文台の成果について、国際会議で招待講演をうける機会も増え、国際的にも評価が高まっていることをうかがわせる。なお、以下のリストには「赤外線高分散ラボ」の活動による研究成果は入っていない。更にそれらが加わることを加味すれば、神山天文台における研究のアクティビティーが年度を追うごとに高まってきていることが分かる。

博士号学位取得者

（該当者無し）

学術論文雑誌掲載論文

1. 論文名：The compositional evolution of C/2012 S1 (ISON) from ground-based high-resolution infrared spectroscopy as part of a worldwide observing campaign、著者名：Dello Russo, N.; Vervack, R. J.; Kawakita, H.; Cochran, A.; McKay, A. J.; Harris, W. M.; Weaver, H. A.; Lisse, C. M.; DiSanti, M. A.; Kobayashi, H.; and 5 coauthors、掲載誌名：Icarus、査読の有無：有、巻：Volume 266、最初と最後の頁：152-172、発表年：2016年
2. 論文名：The ^7Be II Resonance Lines in Two Classical Novae V5668 Sgr and V2944 Oph、著者名：Tajitsu, Akito; Sadakane, Kozo; Naito, Hiroyuki; Arai, Akira; Kawakita, Hideyo; Aoki, Wako、掲載誌名：The Astrophysical Journal、査読の有無：有、巻：、最初と最後の頁：VizieR On-line Data Catalog: J/MNRAS/442/2543、発表年：2016年
3. 論文名：Molecular Formation in Classical Novae: The Case of V2676 Oph、著者名：. Kawakita, H.; Arai, A.; Fujii, M.、掲載誌名：EAS Publications Series、査読の有無：無、巻：Volume 71-72, 2015、最初と最後の頁：pp.147-148、発表年：2015年
4. 論文名：The giant comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1 as seen in the thermal infrared by the AKARI space telescope、著者名：Perna, D.; Feller, C.; Mazzotta Epifani, E.; Fornasier, S.; Bockelée-Morvan, D.; Ootsubo, T.; Kawakita, H.; Usui, F.; Ishiguro, M. .、掲載誌名：European Planetary Science Congress 2015, held 27 September - 2 October, 2015 in Nantes, France、査読の有無：無、巻：Online at

<http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2015>、最初と最後の頁：、発表年：2015年

5. 論文名： Division III: Commission 15: Physical Studies of Comets and Minor Planets、著者名： Bockelée-Morvan, Dominique; Gil-Hutton, Ricardo; Cellino, Alberto; Hestroffer, Daniel; Belskaya, Irina N.; Davidsson, Björn J. R.; Dotto, Elisabetta; Fitzsimmons, Alan; Hestroffer, Daniel; Kawakita, Hideyo; Mothe-Diniz, Thais; Licandro, Javier; Wooden, Diane H.; Yano, Hajime.、掲載誌名：Transactions IAU、査読の有無：無、巻：Volume 10 Issue T28、最初と最後の頁：pp. 115-119、発表年：2015年
6. 論文名：The Very precise Echelle SpectroPolarimeter on the Araki telescope (VESPOLA)、著者名：Arasaki, Takayuki; Ikeda, Yuji; Shinnaka, Yoshiharu; Itose, Chisato; Nakamichi, Akika; Kawakita, Hideyo、掲載誌名：Publications of the Astronomical Society of Japan、査読の有無：有、巻：Volume 67, Issue 3、最初と最後の頁：article id. 3519、発表年：2015年
7. 論文名：Cometary Isotopic Measurements、著者名：Bockelée-Morvan, Dominique; Calmonte, Ursina; Charnley, Steven; Duprat, Jean; Engrand, Cécile; Gicquel, Adeline; Hässig, Myrtha; Jehin, Emmanuël; Kawakita, Hideyo; Marty, Bernard; and 5 coauthors、掲載誌名：Space Science Reviews、査読の有無：有、巻：Volume 197, Issue 1-4、最初と最後の頁：47-83、発表年：2015年
8. 論文名：Formation of C₂ and CN in nova V2676 Oph around its visual brightness maximum、著者名：M. Nagashima, A. Arai, T. Kajikawa, H. Kawakita, E. Kitao, T. Arasaki, G. Taguchi, and Y. Ikeda、掲載誌名：Publications of the Astronomical Society of Japan、査読の有無：有、巻：Volume 67, Issue 2、最初と最後の頁：article id. 17、発表年：2015年

学会・研究会等発表

1. 学会名：The Physics of Evolved Stars: A Conference Dedicated to the Memory of Olivier Chesneau、発表者：A. Arai、発表表題名：“High resolution spectra of a classical nova V2659 Cyg”、開催地・開催年月：Nice, France, June 8 - 12, 2015, <https://poe2015.sciencesconf.org/>、P201 (poster).
2. 学会名：The Physics of Evolved Stars: A Conference Dedicated to the Memory of Olivier Chesneau、発表者：H. Kawakita、発表表題名：“Molecular Formation in Classical Novae: The Case of V2676 Oph”、開催地・開催年月：Nice, France, June 8 - 12, 2015, <https://poe2015.sciencesconf.org/>、P208 (poster).
3. 学会名：The Physics of Evolved Stars: A Conference Dedicated to the Memory of

- Olivier Chesneau, 発表者 : Y. Ikeda, 発表表題名 : “Short time variations of polarization line profiles in P Cygni”, 開催地・開催年月 : Nice, France, June 8 - 12, 2015, <https://poe2015.sciencesconf.org/> , P209 (poster).
4. 学会名 : The Physics of Evolved Stars: A Conference Dedicated to the Memory of Olivier Chesneau, 発表者 : T. Arasaki, 発表表題名 : “Prominent polarization in Si III lines during the pre-maximum phase of Nova Del 2013 (V339 Delphini)”, 開催地・開催年月 : Nice, France, June 8 - 12, 2015, <https://poe2015.sciencesconf.org/> , P210 (poster).
 5. 学会名 : The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects - III, 発表者 : H. Kawakita, 発表表題名 : “Dust grains in the molecular forming Nova V2676 Oph ” , 開催地・開催年月 : Palermo, Italy 7 - 12 September, <http://cvsworkshop2015.iaps.inaf.it/>), 招待講演.
 6. 学会名 : The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects - III, 発表者 : A. Arai, 発表表題名 : “Isotopic Ratios of $^{12}\text{C}^{13}\text{C}$ and $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$ as Clues to Nucleosynthesis in Novae”, 開催地・開催年月 : Palermo, Italy 7 - 12 September, <http://cvsworkshop2015.iaps.inaf.it/>), 招待講演.
 7. 学会名 : TMT Science Forum 2016、発表者 : 中道晶香, 森川雅博.、発表表題名 : 超巨大ブラックホール (SMBH) と銀河の関係、開催地 : 首都大学東京、発表年月 : 2016. 05. 24-26
 8. 学会名 : 日本天文学会 2016 年春季年会、発表者 : 新井彰, 河北秀世, 田実晃人, 新中善晴、発表表題名 : 古典新星 V2659 Cyg (=Nova Cyg 2014) にみられた吸収線の起源、開催地 : 首都大学東京、発表年月 : 2016. 3. 14-17
 9. 学会名 : 日本天文学会 2016 年春季年会、発表者 : 北尾栄司, 清水智, 藤代尚文, 池田優二, 河北秀世, 大屋真、発表表題名 : モノモルフ DM (DMP40) の小型可視補償 A0 への搭載、開催地 : 首都大学東京、発表年月 : 2016. 3. 14-17
 10. 学会名 : 第 21 回天体スペクトル研究会 、発表者 : 池田優二、発表表題名 : 天体観測用分光器の基礎と回折格子の今、開催地 : 甲南大学、発表年月 : 2016. 2. 27-28
 11. 学会名 : 第 21 回天体スペクトル研究会 、発表者 : 新井彰、発表表題名 : 小口径望遠鏡と小型分光器によるサイエンス ～藤井貢氏の分光データを基礎として～、開催地 : 甲南大学、発表年月 : 2016. 2. 27-28

神山天文台の普及教育活動

神山天文台の普及教育活動

1. はじめに

神山天文台は、京都産業大学の創設者である荒木俊馬博士が宇宙物理学者であったことから創立 50 周年を目指した大学のグランドデザインの一環として、平成 22 (2010) 年度に設立した研究教育組織である。

本天文台では、これまでに望遠鏡をはじめ各種観測装置を整備し、研究教育施設として、その役割を明確化するとともに、公開事業や産学協働など社会貢献をも視野に入れて組織運営を行って来た。その特色の一つとして、社会に開かれた天文台として独自の公開事業を展開し、装置開発のための設備を開放するなど、一般市民の方々や教育現場・産業界の方々と様々な交流を通じて、京都産業大学と一般社会、産業界を繋ぐ新たな天文台コミュニティ（人材育成、社会教育、産学協働の推進）を生み出すことを目的として、神山天文台を活用した普及教育活動を行ってきた。（図 1）

また、平成 20 (2008) 年度～平成 24 (2012) 年度まで文科省・私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択された「研究教育用天文台の設置および天文学教育研究拠点の形成」の観点からも、神山天文台が行う普及教育活動が社会に向けた「知の情報発信」に繋がるように、その基盤を整備してきた。こうした活動は、同事業の最終評価においても高く評価されており、平成 25 (2013) 年度についても、引き続き京都産業大学における「知の情報発信」の一翼を担い、大学と社会との窓口としての役割を果たすべく、上記のような、社会と関連できる活動を継続した。

ここでは、平成 22 (2010) 年度から本天文台で行ってきた普及教育活動を交えながら、平成 27 (2015) 年度の活動について、以下のとおり記す。

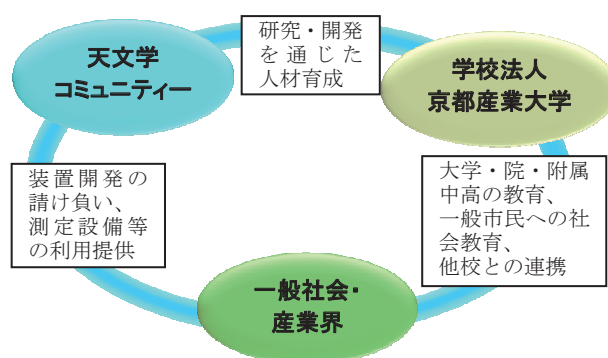


図 1 神山天文台の役割

2. 大学としての教育活動

神山天文台は、天文学における研究教育を行う組織として、特色ある教育を実践するために、理学部・理学研究科との連携を図ってきた。これまで、神山天文台の施設・

設備（望遠鏡・観測装置、各種実験・計測機器）を活用し、神山天文台を利用する学生への教育支援を行ってきた。ここでは、神山天文台研究員や専門員などが実施する研究会、勉強会、講習会等への学生の参加、さらに、天文台で実施する研究・観測装置の開発プロジェクトを通じた実践的な教育・研究指導を行い、神山天文台としての教育支援の活性化を目指してきた。また、平成 20～24 年度には私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の研究プロジェクト「研究教育用天文台の設置および天文学教育研究拠点形成」の達成のために、様々な教育支援を行ってきた。荒木望遠鏡（大型望遠鏡）を用いた「新星の早期分光確認観測」や「新星における炭素分子の世界初検出」などの学術成果は学生が主体となって成功している。平成 26 年度には、本学理学研究科・博士後期課程在籍者 2 名が、神山天文台における研究・開発活動を元にして博士（理学）の学位を取得した。神山天文台における教育支援活動が、学位取得に繋がるだけのクオリティを有していると分かる。

平成 26 年度からは神山天文台としては 2 回目となる私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に研究プロジェクト「赤外線高分散分光天文学研究拠点 Infrared Spectroscopy Laboratory の形成」が採択されるなど、取り組んでいる研究は当該分野では常に最先端である。当該補助金により複数の神山天文台研究員を雇用する予定となっており、研究所の活性化が期待される。また上記研究プロジェクトとは別に「特徴ある独自開発装置による天体分光学の新展開」と題する研究計画の下、学生や院生とともに神山天文台研究員が各種の研究を推し進めている。このように神山天文台における研究の多くは学生および神山天文台研究員が主体であり、教育と研究の相乗効果を狙うことも目的の一つである。研究成果の多くはマスメディア等に取り上げられるなど、学生たちの活躍が神山天文台のアクティビティーを支える要因となっている。

3. 学内公開

本学においては、全学部対象の共通教育科目として長らく「宇宙観 A / B」が開講され、文系・理系を問わず、天文に興味を持つ多くの学生が履修している（注：「宇宙観 A / B」は平成 25（2013）年度を最後に廃講）。ここでは授業中に話題となる様々な天体の姿を神山天文台の荒木望遠鏡（大型望遠鏡）により、自らの目で確認することにより、学習効果をあげることを狙っている。また、学生、教職員を対象とした天体観望会や 3D 映像の上映会「宇宙への旅」など、学内者向けの公開を行っている。望遠鏡で宇宙の姿を実際に見ることは、宇宙における地球、そして人類の存在する意味を考えるよい機会となり、本学の創設者である荒木俊馬博士の建学の精神の理念を、より多くの学生たちに認識してもらいたいという願いも含んでいる。

4. 近隣学校等への天文体験学習講座

神山天文台では、小・中・高の児童、生徒等が宇宙というものに対して、興味・関心を育み、様々な天文に関する事象を科学的に探求する機会を提供することを目的に講座を実施してきた。特に高校においては、地学を開講していない学校もあり、天文や宇宙のことを体系的に学習する機会は少なくなっているものの、昨今の宇宙・天文ブームを反映し、これまでも金環日食、金星の太陽面通過等についてイベントを実施している。その中で、こうした天文現象に関心を示す生徒たちの数が、以前にも増して多くなっていることを実感している。そのような生徒たちにも、自らが宇宙や天体について探究的に学ぶことのできる天文体験学習講座を実施してきた。

昼間は3D映像を取り入れた講義と施設見学、夜間は3D映像にて30分の星空解説、その後60～90分の天体観望と合わせて90～120分間のプログラムを提供している。

天文体験学習講座は年間では10～20校ほどの参加ではあるが、近隣の学校への出前授業等も実施するなど、地域の教育機関との連携強化も視野に入れ、また、京都という土地柄を活かして修学旅行生の受入れも積極的に行うなど、開かれた天文台を目指している。

5. 他機関との連携事業

平成22(2010)年度、平成23(2011)年度と2年連続で、日本学術振興会のひらめき☆ときめきサイエンス、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクトに採択され、補助金を受けてスペクトル観測体験学習講座を実施した。受講生は近畿地区のみならず、遠方からの参加もあり、受講生は小学生、中学生を中心に普段の学校の授業では、体験できないようなことも学ぶことができ、子どもたちにとっては大学の先生に教わるという機会も持つことができる非常に興味深い内容のものとなった。

また、平成23(2011)年度には、京都市青少年科学センターと連携し、「未来のサイエンティスト養成講座」(平成23年8月実施)、プラネタリウム共同番組「星の虹から宇宙を探る」の共同制作(投影期間：平成24年1月～3月実施)などを行った結果、約4500名の方々の参加があり、神山天文台をアピールすることができた。

平成24(2012)年度からは、東京大学大学院理学系研究科と研究協力に関する協定を締結し、近赤外線高分散分光器の世界最高性能を実現するための研究開発に取り組んでいる。

6. 一般の方への普及教育活動

(1) 施設見学と天体観望会

土曜日には、神山天文台研究員と学生補助員が協力して無料の一般公開を行っている。夜間に口径1.3mの荒木望遠鏡(図2・図3参照)での天体観望会、悪天候時は3D映像を用いたライブ解説を行っている。昼間はシニア、夜間は小学生のファミリ

一が多く、好天時には 100 名を超える方々が天体観望会に訪れる。

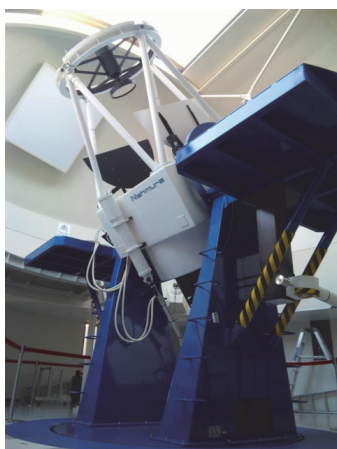


図 2 荒木望遠鏡



図 3 接眼部

観望会では、その日に見た天体のスタンプを押す天体スタンプラリーなども実施し、地域に親しまれる天文台として好評を得ている。平成 22（2010）年度から一般公開を実施し、平成 27（2015）年度までの 6 年間で、26,000 名を超える方々にご来場いただき、地域に根ざした天文台として、認知されるようになってきた（資料 1・2 参照）。来館者アンケートの結果では、大学という場所柄を反映して、天文学の基礎知識や神山天文台で行われている研究について聞きたいという声が多く、天体観望会においてもスタッフの専門分野の話題やサイエンスの紹介、観測装置を開発した学生の話なども取り入れ、神山天文台の研究活動等も紹介するなどして、参加者が興味を持つ話題やニーズなども取り上げながら、満足度の高い公開事業を行ってきた。

また平日～土曜日の昼間には神山天文台を広く開放し、荒木望遠鏡や神山天文台が誇る各種研究機器等を自由に見学いただけるようになっている。平成 26・27 年度にはその他にも著名な星景写真家の協力により、館内にて星景写真展（図 4 参照）を開催し、来場者から多数の好評を得ている。



図 4 星景写真展の様子

(2) 天文学講座

天文学講座は、普段の天体観望会よりも天文学の深い話題に触れていただけるような内容（天文学全般の入門に、太陽観察や光の実験、装置開発の現場見学を交えた内容のもの）で実施し、土曜日の午後の時間帯で年間4回程度実施している（図5・資料3参照）。天体観望会とリンクさせ、昼間の講座で解説した種類の天体を夜間の観望会でも観察することができる。

和歌山、奈良、兵庫、大阪からも常連の方々が約20名～40名参加され、講座終了後には、質問などが途絶えることなく、長いときには1時間に及ぶことがあり、受講生の熱心さが伺える。中には生物や化学、物理が専門の高校教員の方々も、「学校で天文分野を教える必要に迫られたので勉強したい。」ということで受講され、地学を専門としない高校教員のための天文学講座についても今後の需要が見込まれ、地域の理科教育の一端を担う神山天文台の役割は大きい。また、天文学講座のうち、季節ごとに年2回程度の特別講座を実施している。ここでは、学内外の研究者を講師とした天文学における最前線についての講演会などを開催している。地域の方々と研究者との交流の場を目指し、講座終了後に「アストロノミー・カフェ」を開設（図6参照）し、お茶を飲みながら気軽に講師に質問できる場を提供するなど、地域の方々に親しまれる天文台として、本学のイメージアップにも繋げてきた。



図5 天文学講座の様子

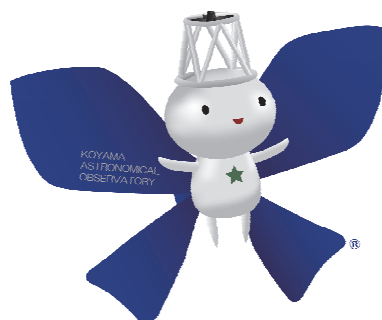


図6 アストロノミー・カフェの様子

(3) 神山天文台マスコットキャラクター「ほしみ〜るちゃん®」

子供から大人までより多くの方々に神山天文台に親しんでいただくために、マスコットキャラクター「ほしみ〜るちゃん®」が平成25年に誕生した（図7参照）。これは、観望会における解説補助等を務める学生が考案した原案を本学理学部卒業の職員が学生時代に当天文台の観測・測定装置開発で培った技術で3D化したもので、学生及び教職員から名前を公募のうえ決定、商標登録したものである。

神山天文台における各種ポスターや案内チラシへの掲載や、天体観望会で実施しているスタンプラリーの景品等のほか、社会貢献活動において広く活用されている。



ほしみ〜るちゃん®

図7 ほしみ〜るちゃん®

7. 公開事業を通じた学生の育成

土曜日の一般公開や天文体験学習講座等の実施にあたっては、神山天文台スタッフに加えて、学生補助員（以下、補助員という）として学生の協力を得ている。

補助員は、天体観望会における小型望遠鏡の操作、天体解説、体験学習講座における説明補助等が主な任務となっている。補助員は学生アルバイトという位置付けではあるが、一定の専門知識を要するため、面接等により選抜を行っている。面接では、実際に星空解説などを行ってもらうなどして、天体に関する基礎知識などを確認し、一定の基準に達している場合は、補助員として登録することができる。

また、神山天文台では、天文に興味を持ち、今後、補助員になりたい学生を対象に、「コミュニケーション講座」（年15回）を実施している。この講座では、小型望遠鏡の扱い方や天文学の基礎的な知識だけでなく、天体観望会での来場者への科学的なトピックの話し方といった高いコミュニケーション能力を身に付けた補助員を養成することを目的としている。講座修了者には、「神山天文台観望会天体解説補助員資格証」を授与している。この資格証が授与されれば、次年度の補助員として登録することができる。

実際に補助員に登録して、勤務を始めても、最初は、相手の目を見て話せない学生や自分のもっている精一杯の知識で説明し終わると沈黙してしまう学生、早口で威圧的に喋り過ぎる学生もいるが、経験を重ねていくうちに、喋り方や接客マナーが驚くほど向上し、一緒に観望会を運営していくという責任感が育ち、自分で考えて行動・提案するように成長していく学生も少なくなく、中には、公開天文台に就職した卒業生も輩出している。

このように、神山天文台の観望会等の場で活躍できることは、学生のキャリア形成にも貴重な経験となると考えられる。こうした学生を対象に、平成23（2011）年度から神山天文台で活動を行う基盤として、学生ボランティアチーム（平成27（2015）

年度に神山天文台サポートチームに改称) を立ち上げている。

8. 神山天文台サポートチーム

神山天文台サポートチームは平成 23 (2011) 年度に神山天文台ボランティアチームとして、神山天文台をより活性化することを目指し、有志の学生によって結成された学生チームである。文系理系を問わず、神山天文台や天文学に興味があれば参加をすることができ、平成 28 (2016) 年 3 月現在で約 50 名の学生が在籍し活動をしている。

チームの学生たちは、神山天文台研究員や教員の指導のもと、自分たちで下記のようなイベントを企画し、広く地域の方々に神山天文台の魅力発信に努めている。

・天体観望会

毎週土曜日に行っている天体観望会開催時に、神山天文台前に小型望遠鏡を設置し、来場者の方に時節に応じた様々な天体を解説付きで楽しんでいただいている。

・天体観望会 (学内向け)

上記とは異なり、大学関係者(教職員・学生)を対象として年に数回実施している。荒木望遠鏡・小型望遠鏡による天体観望や、Mitaka を用いた 3D 映像上映会などを体験していただいている (図 8 参照)。



図 8 学内観望会の様子

・サタデージャンボリー

サタデージャンボリーとは、大学が実施している地域の子供たち向けの大規模イベントである。当イベントにおいて神山天文台を会場に、平成 27 (2015) 年度は「星空調査隊」と題し、模擬天体観望や 3D 映像上映会、惑星の並び替えクイズなどを通して、宇宙・天文、ひいては神山天文台への興味の涵養につなげている (図 9 参照)。



図9 サタデージャンボリーの様子

・ 神山祭（学園祭）

本学学園祭でも、来場する地域・一般の方を対象とし、神山天文台を会場に、平成27（2015）年度は「僕らの心に一番星が Rising」と題し、荒木望遠鏡施設の紹介や太陽望遠鏡による太陽観望会などを実施した。

・ その他

上記以外にも、地域の図書館での子供向けの天文教室の実施や、京都市科学系博物館等連絡協議会の実施するサイエンスフェスティバルへのブース出展など、日々自主的に神山天文台で活動が続けている。

このように、補助員やサポートチームの一員としての活動による経験を通し、学生たちのコミュニケーション能力や科学に関する知識をより高めることで、本学における人材育成の一端を担っている（資料5参照）。

神山天文台 各種イベント等来場者数

公開区分	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
一般公開(施設見学, 天体観望会, 3D映像上映会)	2,060	1,762	1,380	973	1,185	1,166
天文台講座	120	188	/	/	/	/
天文学講座	/	260	303	347	148	114
特別講演会	77	33	36	64	92	79
ひらめき☆ときめきサイエンス(日本学術振興会との共催)	77	30	/	/	/	/
学校・教育機関等利用(小・中・高校等)	484	393	407	204	204	406
オープンキャンパス	960	787	592	510	963	1,614
サタデージャンボリー	547	466	213	316	273	389
京都産業大学DAY	116	156	224	179	217	292
学内観望会(本学学生、教職員向け3D上映会, 天体観望会)	190	417	115	188	122	119
神山祭	232	557	284	534	509	613
その他(入学式, 卒業式等特別公開他)	185	65	162	137	89	150
合計	5,048	5,114	3,716	3,452	3,802	4,942

神山天文台 平成22年度～平成27年度 一般公開来場者数 統計

平成22年度(2010年) 一般公開来場者数

	イベント	天候状況	※観望会 開催	京都市	京都府	近 地 区	畿 東 府 県	小 学 生 以 下	中 高 生	大 学 生	一 般 60 未 満	一 般 60 以 上	計
4月3日		晴れ	○	66	6	26	5	10	1	42	47	3	103
4月10日		曇り	×	32	4	3	0	1	0	1	17	20	39
4月17日		晴れ	○	91	16	10	0	21	6	11	61	18	117
4月24日		晴れ	○	69	3	21	3	11	0	32	39	14	96
4月 小計			3	258	29	60	8	43	7	86	164	55	355
5月1日		晴れ時々曇り	○	52	4	22	5	19	1	16	44	3	83
5月8日		晴れ後曇り	○	50	1	7	0	3	2	28	23	2	58
5月15日		晴れ後曇り	○	15	2	22	1	5	1	13	20	1	40
5月22日		曇り	×	5	1	4	5	0	0	1	13	1	15
5月29日		晴れ	○	65	2	13	1	15	1	16	38	11	81
5月 小計			4	187	10	68	12	42	5	74	138	18	277
6月5日		晴れ	○	70	2	24	6	12	2	21	51	16	102
6月12日		晴れ後曇り	○	50	6	13	2	21	2	4	37	7	71
6月19日		曇り	×	6	2	11	1	0	0	3	15	2	20
6月26日	天文台講座	雨	×	9	0	3	0	0	0	1	9	2	12
6月 小計			2	135	10	51	9	33	4	29	112	27	205
7月3日		雨	×	1	4	4	0	0	0	0	8	1	9
7月10日		晴のち曇り	○	28	13	7	4	11	0	6	25	10	52
7月17日		曇り時々晴れ	×	13	1	13	6	5	0	6	20	2	33
7月24日		晴れ時々曇り	×	27	4	3	2	11	3	2	14	6	36
7月31日		晴れ時々曇り	△	33	5	15	10	6	20	3	31	3	63
7月 小計			1	102	27	42	22	33	23	17	98	22	193
8月7日		晴れのち曇り	○	126	1	19	8	24	5	1	87	37	154
8月21日		曇り	○	48	1	4	12	14	6	2	38	5	65
8月 小計			2	174	2	23	20	38	11	3	125	42	219
9月4日		曇り後晴れ	○	22	9	10	1	11	0	2	28	1	42
9月11日	天文台講座	晴れ時々曇り	○	21	7	13	1	7	1	16	16	2	42
9月18日		晴れ時々曇り	○	15	7	6	11	4	2	3	26	4	39
9月25日		曇り	○	36	0	30	3	10	1	28	24	6	69
9月 小計			4	94	23	59	16	32	4	49	94	13	192
10月2日	サタデージャンボリー	曇り	○	48	1	5	1	7	1	30	17	0	55
10月9日		雨後曇り	×	3	0	1	0	0	0	0	4	0	4
10月16日		曇り時々晴れ	×	13	5	5	4	6	3	0	15	3	27
10月23日		曇り後晴れ	○	42	0	13	1	12	6	5	25	8	56
10月30日		曇り時々小雨	×	3	0	2	2	1	0	0	3	3	7
10月 小計			2	109	6	26	8	26	10	35	64	14	149
11月6日		晴れ時々曇り	○	19	3	2	0	2	0	2	16	4	24
11月13日		晴れ時々曇り	○	25	14	15	5	2	6	4	40	7	59
11月27日		晴れ時々曇り	○	21	0	2	0	1	0	12	6	4	23
11月 小計			3	65	17	19	5	5	6	18	62	15	106
12月4日		晴れ時々曇り	○	23	0	11	0	8	0	2	21	3	34
12月11日	天文台講座	曇り	△	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2
12月18日		曇り	×	3	0	5	3	0	0	2	8	1	11
12月25日	Xmasスペシャル講演会	曇り後晴れ	○	2	1	6	5	3	0	2	9	0	14
12月 小計			2	28	1	24	8	11	0	6	40	4	61
1月8日		晴れ時々曇り	○	22	0	6	4	5	1	4	20	2	32
1月22日		晴れ後曇り、小雨	×	12	0	1	0	3	1	3	6	0	13
1月 小計			1	34	0	7	4	8	2	7	26	2	45
2月5日		曇りのち晴れ	○	52	5	14	1	23	2	11	35	1	72
2月12日		曇り一時雪	×	7	2	3	5	1	0	2	13	1	17
2月19日		晴れのち曇り	○	15	0	5	7	4	0	6	13	4	27
2月26日		晴れ	○	29	0	13	15	8	0	12	29	8	57
2月 小計			3	103	7	35	28	36	2	31	90	14	173
3月5日	天文台講座	曇り	○	12	3	4	1	6	0	3	10	1	20
3月12日		曇り	○	8	1	5	3	0	0	8	8	1	17
3月19日		曇り	○	7	2	8	13	1	0	6	22	1	30
3月26日		雪後曇り時々晴れ	○	10	1	2	5	3	0	6	9	0	18
3月 小計			4	37	7	19	22	10	0	23	49	3	85
合計			31	1,326	139	433	162	317	74	378	1,062	229	2,060

平成23年度(2011年) 一般公開来場者数

イベント	天候状況	※観望会開催	京都市	京都府	近畿地区	畿内府県	その他府県	小学生以下	中高生	大学生	一般60未満	一般60以上	計
4月2日	曇り	○	12	0	11	2	3	0	3	16	3	25	
4月9日	曇り	○	9	4	15	4	5	1	1	24	1	32	
4月16日	曇り時々晴れ	○	13	2	1	2	0	1	1	12	4	18	
4月23日	曇り	○	3	0	0	0	0	0	1	0	2	3	
4月24日	曇り	○	6	0	3	2	1	0	0	9	1	11	
4月 小計			5	43	6	30	10	9	2	61	11	89	
5月7日	曇り時々晴れ	○	15	5	5	0	7	1	5	12	0	25	
5月14日	天文学入門講座	晴れ時々曇り	○	49	9	2	1	8	0	8	23	2	61
5月21日	天文学入門講座	曇り	○	26	2	2	3	5	0	3	25	0	33
5月28日		雨天	○	5	0	8	1	0	0	5	7	2	14
5月 小計			4	95	16	17	5	20	1	21	67	4	133
6月4日	サタデージャンボリー	晴れ時々曇り	○	20	3	1	0	6	0	6	9	3	24
6月11日	天文学入門講座	曇り	○	59	2	0	0	18	0	0	43	0	61
6月18日	天文台講座	雨天	×	57	34	4	1	1	4	1	85	5	96
6月25日	天文学入門講座	曇り	○	42	5	16	0	8	1	17	32	5	63
6月 小計			3	178	44	21	1	33	5	24	169	13	244
7月2日	天文学入門講座	曇り	×	22	1	27	2	1	3	1	46	1	52
7月9日	天文学入門講座	晴れのち曇り	○	53	4	13	3	7	0	3	60	3	73
7月16日	天文学入門講座	曇り時々晴れ	○	58	10	11	5	21	0	3	54	6	84
7月23日		曇り時々晴れ	○	25	0	8	0	7	1	3	22	0	33
7月30日		曇り	○	9	1	4	6	5	1	0	11	3	20
7月 小計			4	167	16	63	16	41	5	10	193	13	262
8月6日	オープンキャンパス	曇り時々晴れ	○	40	6	12	6	15	6	2	38	3	64
8月20日	オープンキャンパス	曇り後雨	×	12	4	1	2	5	0	0	12	2	19
8月 小計			1	52	10	13	8	20	6	2	50	5	83
9月3日		台風12号中止	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9月10日	天文台講座	曇り	○	51	9	8	2	16	0	5	45	4	70
9月17日		雨天	×	1	3	5	2	1	0	1	9	0	11
9月24日		晴れ時々曇り	○	55	9	28	1	16	2	14	52	9	93
9月 小計			2	107	21	41	5	33	2	20	106	13	174
10月1日	サタデージャンボリー	曇り時々晴れ	○	14	0	13	0	3	0	4	16	4	27
10月8日	天文学入門講座	曇り時々晴れ	○	54	3	17	6	6	1	23	36	14	80
10月15日		雨天	×	24	3	3	0	0	2	1	24	3	30
10月22日	天文学入門講座	雨天	×	12	1	6	0	0	0	1	12	6	19
10月29日	天文学入門講座	晴れ後曇り	○	33	4	13	0	5	1	9	25	10	50
10月 小計			3	137	11	52	6	14	4	38	113	37	206
11月12日	天文学入門講座	晴れ後曇り	○	68	12	7	2	30	0	7	46	6	89
11月26日	天文学入門講座	晴れ時々曇り	○	57	8	19	6	12	2	3	57	16	90
11月 小計			2	125	20	26	8	42	2	10	103	22	179
12月3日	天文学入門講座	曇り	○	8	1	8	0	0	2	0	12	3	17
12月10日	天文台講座	曇り	○	43	3	12	2	5	5	2	38	10	60
12月17日	天文学入門講座	晴れ時々曇り	○	22	1	11	3	1	0	3	25	8	37
12月24日	Xmasスペシャル講演会	曇り	○	32	2	10	6	8	2	8	18	14	50
12月 小計			4	105	7	41	11	14	9	13	93	35	164
1月7日		曇り時々曇	×	2	5	6	6	2	3	0	10	4	19
1月21日		雨天	×	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
1月 小計			0	4	5	6	6	2	3	0	12	4	21
2月4日		晴れ後曇り	○	15	1	11	1	8	0	1	17	2	28
2月18日		雪	○	20	0	3	0	8	1	0	12	2	23
2月25日	科博連フェス	雨天	×	16	1	6	0	8	0	4	10	1	23
2月 小計			2	51	2	20	1	24	1	5	39	5	74
3月3日	天文台講座	晴れ時々曇り	○	23	5	37	1	2	2	3	24	35	66
3月10日		曇り	×	1	0	7	0	2	0	0	5	1	8
3月17日		小雨後曇り	×	6	1	4	9	0	0	8	11	1	20
3月24日		雨後曇り	×	18	0	1	0	0	0	1	18	0	19
3月31日		雨後晴れ時々曇り	○	16	0	3	1	6	3	2	8	1	20
3月 小計			2	64	6	52	11	10	5	14	66	38	133
合計			32	1,128	164	382	88	262	45	163	1,072	200	1,762

平成24年度(2012年) 一般公開来場者数

	イベント	天候状況	※観望会 開催	京都市	京都府	近畿 地区	その他 府県	小学生 以下	中高生	大学生	一般 60未満	一般 60以上	計
4月7日		曇り時々晴れ	○	10	0	2	2	2	0	5	6	1	14
4月14日		曇り時々晴れ	○	5	1	10	0	5	0	1	8	2	16
4月21日		曇り	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4月28日		晴れ	○	33	5	43	1	20	0	3	49	10	82
4月計			3	48	6	55	3	27	0	9	63	13	112
5月12日		晴れ	○	12	5	3	4	4	1	1	17	1	24
5月19日	天文学入門講座	晴れのち曇り	○	31	1	5	4	6	2	3	14	16	41
5月26日		曇り	○	17	5	5	1	5	2	3	12	6	28
5月計			3	60	11	13	9	15	5	7	43	23	93
6月2日		曇り	×	12	3	3	2	4	0	3	10	3	20
6月9日	天文学入門講座特別編第1回	曇り時々雨のち晴れ	○	28	2	8	0	4	0	6	13	15	38
6月16日	オープンキャンパス	雨	×	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2
6月23日	天文学入門講座	曇り	×	29	1	6	0	2	0	11	15	8	36
6月30日		雨	×	3	2	5	0	1	0	3	5	1	10
6月計			1	73	8	22	3	12	0	23	44	27	106
7月7日	七夕講演会	曇りのち晴れ	○	27	4	9	6	11	2	3	24	6	46
7月14日		曇りのち雨	×	4	0	5	0	0	0	4	5	0	9
7月21日		曇り時々雨	×	6	0	12	0	8	1	0	9	0	18
7月28日	天文学入門講座	晴れ時々曇り	○	33	2	17	3	16	2	2	30	5	55
7月計			2	70	6	43	9	35	5	9	68	11	128
8月4日	オープンキャンパス	晴れ時々曇り	○	24	4	10	1	4	1	9	19	6	39
8月25日	天文学入門講座	晴れ	○	59	0	32	2	20	0	4	62	7	93
8月計			2	83	4	42	3	24	1	13	81	13	132
9月8日	天文学入門講座(池田先生)※中止	曇り時々雨	○	7	0	8	0	0	0	0	12	3	15
9月15日		曇り時々晴れ	○	44	7	31	6	14	1	7	52	14	88
9月29日	天文学入門講座特別編第2回	曇り	×	11	4	9	0	0	1	2	9	12	24
9月計			2	62	11	48	6	14	2	9	73	29	127
10月6日		曇りのち雨	×	33	3	14	14	2	8	16	38	0	64
10月13日	サタデージャンボリー	曇り時々晴れ	○	15	0	3	0	3	1	3	8	3	18
10月20日	天文学入門講座	晴れ	○	42	3	10	8	11	2	2	37	11	63
10月27日		曇り	○	21	0	13	2	6	3	3	9	15	36
10月計			3	111	6	40	24	22	14	24	92	29	181
11月10日	天文学入門講座	曇り時々晴れ	○	31	4	12	1	4	1	2	26	15	48
11月24日		曇りのち晴れ	○	17	2	2	0	5	0	4	11	1	21
11月計			2	48	6	14	1	9	1	6	37	16	69
12月1日		雨	×	1	0	1	1	0	0	1	2	0	3
12月8日	天文学入門講座特別編第3回	曇りのち晴れ	○	14	7	19	0	4	0	5	9	22	40
12月15日		曇りのち雨	×	11	0	5	2	6	2	0	8	2	18
12月22日	天文学入門講座(X'mas特別企画)	曇り時々雨	×	18	2	7	0	5	4	2	8	8	27
12月計			1	44	9	32	3	15	6	8	27	32	88
1月12日	天文学入門講座	晴れ	○	15	9	19	2	9	3	3	22	8	45
1月計			1	15	9	19	2	9	3	3	22	8	45
2月2日		曇りのち晴れ	○	10	2	2	2	2	1	4	9	0	16
2月9日		曇りのち晴れ	○	9	1	15	3	8	1	1	18	0	28
2月16日	天文学入門講座	晴れ時々雪	○	11	5	20	1	2	7	3	18	7	37
2月23日		晴れ時々曇り	○	9	41	8	0	9	4	5	40	0	58
2月計			4	39	49	45	6	21	13	13	85	7	139
3月2日	天文学入門講座特別編第4回・研究成果報告会	雪	×	18	1	21	2	4	3	7	20	8	42
3月9日	天文学入門講座	晴れ	○	17	2	12	7	5	1	3	21	8	38
3月16日		晴れ	○	14	1	2	1	4	0	5	10	0	19
3月23日	卒業式特別開館	曇り時々晴れ	○	21	5	11	8	8	2	10	21	4	45
3月30日		曇り時々晴れ	○	7	0	9	0	1	1	9	4	1	16
3月計			4	77	9	55	18	22	7	34	76	21	160
合計			27	730	134	428	87	225	57	158	711	229	1,380

平成25年度(2013) 一般公開来場者数

	イベント	天候状況	※観望会 開催	京都市	京都府	近畿 地区	その他 府県	小学生 以下	中学生	大学生	一般 60未満	一般 60以上	計
4月6日		雨・嵐	×	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
4月13日		晴れ	○	9	0	2	1	3	0	1	8	0	12
4月20日	天文学入門講座	曇りのち雨	×	29	5	8	0	0	0	11	19	12	42
4月27日		晴れ時々曇り	○	30	3	10	4	11	2	7	26	1	47
4月計			2	68	8	21	5	14	2	19	54	13	102
5月11日		雨のち曇り	×	3	0	1	0	1	0	0	3	0	4
5月18日	天文学入門講座	晴れのち曇り	○	23	2	9	2	1	0	13	15	7	36
5月25日		曇り時々晴れ	○	13	0	3	0	5	1	0	10	0	16
5月計			2	39	2	13	2	7	1	13	28	7	56
6月1日		曇り	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月8日	天文学入門講座特別編	曇り時々晴れ	○	44	2	12	2	4	0	16	33	8	61
6月計			1	44	2	12	2	4	0	16	33	8	61
7月20日		晴れ	○	32	1	14	1	16	0	0	31	1	48
7月27日	天文学入門講座	曇り時々晴れ	○	49	5	7	7	14	4	7	34	9	68
7月計			2	81	6	21	8	30	4	7	65	10	116
8月3日		晴れ時々曇り	○	52	0	15	5	23	2	5	36	6	72
8月24日		曇り時々雨	×	14	0	0	0	7	0	0	7	0	14
8月計			1	66	0	15	5	30	2	5	43	6	86
9月7日		雨	×	7	0	0	3	4	0	0	6	0	10
9月14日		曇り	×	4	0	2	0	0	1	2	3	0	6
9月21日		晴れ	○	32	0	11	2	12	1	3	27	2	45
9月28日	天文学入門講座特別編	晴れ	○	41	7	20	2	3	0	9	47	11	70
9月計			2	84	7	33	7	19	2	14	83	13	131
10月5日		曇り	×	6	0	5	2	0	0	4	7	2	13
10月12日		晴れのち曇り	○	40	2	7	3	10	0	10	28	4	52
10月19日	天文学入門講座	曇り時々雨	×	16	1	14	1	1	2	1	18	10	32
10月26日		雨のち晴れ	○	4	0	3	0	1	2	0	4	0	7
10月計			2	66	3	29	6	12	4	15	57	16	104
11月9日	天文学入門講座	曇りのち晴れ	○	35	3	16	2	8	2	5	34	8	57
11月30日	アイソン彗星講演会	晴れ	○	64	4	13	3	19	2	7	48	8	84
11月計			2	99	7	29	5	27	4	12	82	16	141
12月7日	天文学入門講座特別編	雨	×	17	0	16	0	1	2	4	19	7	33
12月14日		曇り時々晴れ	○	7	3	2	11	1	0	0	20	2	23
12月21日	天文学入門講座(X'mas特別企画)	曇りのち雨	×	20	0	12	7	4	0	6	22	8	40
12月計			1	44	3	30	18	6	2	10	61	17	96
1月計			-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2月計			-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3月22日		曇れ	○	10	20	6	2	8	4	2	16	8	38
3月29日	天文学入門講座特別編	曇り	×	22	3	11	6	2	2	12	19	7	42
3月計			1	32	23	17	8	10	6	14	35	15	80
				16	623	61	220	66	159	27	125	121	973

平成26年度(2014) 一般公開来場者数

イベント	天候状況	※観望会開催	京都市	京都府	近畿地区	その他府県	小学生以下	中学生	大学生	一般60未満	一般60以上	※その他	計	
4月7日	天体観望会・3D上映会	雨	×	4	0	1	0	0	2	3	0	0	5	
4月12日	天体観望会	晴れ	○	7	0	2	3	1	2	2	0	7	12	
4月19日	天体観望会	曇りのち晴れ	○	5	0	0	0	2	0	3	0	0	5	
4月26日	天体観望会	晴れ	○	26	0	8	7	10	6	20	2	3	41	
4月計			3	42	0	11	10	13	0	10	2	10	63	
5月10日	天体観望会	晴れ	○	23	4	0	0	9	3	14	0	1	27	
5月17日	施設見学・天文学講座・天体観望会	晴れ	○	30	4	22	3	2	17	27	8	3	59	
5月24日	天体観望会	晴れ	○	16	1	5	0	4	1	14	3	0	22	
5月31日	京都産業大学DAY・天体観望会	晴れ	○	27	0	6	7	7	5	17	2	6	40	
5月計			4	96	9	33	10	22	7	24	13	10	148	
6月7日	天体観望会・3D上映会	曇り	△	10	0	0	0	1	1	3	4	1	10	
6月計			0	10	0	0	0	1	1	3	4	1	10	
7月5日	七夕講演会・3D上映会	曇り	×	21	3	15	1	5	1	17	5	2	40	
7月19日	天体観望会・3D上映会	曇り	×	8	0	0	1	0	4	5	0	0	9	
7月26日	天体観望会	晴れ	○	26	7	18	0	12	3	37	2	0	51	
7月計			1	55	10	33	2	17	2	17	7	2	100	
8月2日	天文学講座・3D上映会	曇り	×	34	7	25	2	2	5	35	7	6	68	
8月7日	天体観望会	曇れ	○	14	4	4	19	6	1	8	1	4	41	
8月23日	3D上映会	曇りのち雨	×	21	4	10	1	6	4	17	3	0	36	
8月計			1	69	15	39	22	14	10	60	11	10	125	
9月6日	3D上映会	雨	×	3	0	1	0	0	0	4	0	0	4	
9月13日	天体観望会	曇れ	○	48	4	19	15	12	5	33	5	19	86	
9月20日	天体観望会・3D上映会	曇りのち曇れ	○	17	0	1	1	1	5	12	0	0	19	
9月27日	天体観望会	晴れ	○	38	4	7	1	11	1	24	3	6	50	
9月計			3	106	8	28	17	24	7	22	8	25	159	
10月4日	天体観望会・3D上映会	曇りのち晴れ	○	13	1	4	0	1	4	12	1	0	18	
10月8日	皆既月食観望会	晴れ	○	225	12	41	8	41	3	99	12	15	286	
10月11日	天体観望会	曇りのち晴れ	○	11	0	12	9	1	11	12	1	7	32	
10月18日	天体観望会・3D上映会	晴れ	○	22	0	9	3	7	4	19	4	0	34	
10月25日	サタデージャンボリー・天体観望会	晴れ時々曇り	○	13	7	1	4	3	1	15	1	0	25	
10月計			5	284	20	67	24	53	5	143	19	22	399	
11月8日	天体観望会・3D上映会	曇り	△	3	3	3	4	1	4	6	1	0	13	
11月29日	天体観望会・3D上映会	晴れ時々曇り	○	17	5	5	2	7	2	12	0	8	29	
11月計			1	20	8	8	6	8	3	4	1	8	42	
12月6日	天体観望会・3D上映会	晴れ時々曇り	○	12	0	5	0	4	1	9	0	2	17	
12月13日	天体観望会	晴れ	○	21	2	9	2	10	2	19	0	1	34	
12月20日	クリスマス特別講演会・3D上映会	雨のち曇り	×	24	2	13	18	3	33	19	1	1	57	
12月計			2	57	4	27	20	17	3	36	1	4	108	
1月計			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2月計			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3月21日	卒業式特別開館・天体観望会	晴れ時々曇り	○	3	0	1	0	0	1	1	0	1	4	
3月28日	天体観望会・天文学講座	晴れ	○	9	10	7	1	0	5	14	3	1	27	
3月計			2	12	10	8	1	0	6	15	3	2	31	
計			22	751	84	254	112	169	43	282	532	69	94	1185

平成27年度 神山天文台 一般公開参加者統計表(実人数)

	イベント	天候状況	※観望会開催	京都市	京都府	近畿地区	畿区	その他府県	小学生以下	中学生	大学生	一般60未満	一般60以上	※その他	計
4月4日	皆既月食解説講座・皆既月食観望会	曇り	△	4	0	4	3	2	1	2	5	1	1		12
4月11日	天体観望会・3D上映会	曇りのち晴れ	○	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0		2
4月18日	天体観望会	晴れのち曇り	○	7	2	7	0	5	0	5	5	1	0		16
4月25日	天体観望会	晴れ	○	13	0	0	0	3	1	4	4	1	0		13
4月計			3	26	2	11	3	10	2	11	16	3	1		43
5月2日	天体観望会	晴れ	○	16	4	20	8	9	2	2	30	2	3		48
5月9日	天体観望会	曇りのち晴れ	○	16	2	4	7	4	1	5	12	2	5		29
5月16日	天文学講座・天体観望会・3D上映会	曇りのち晴れ	○	32	1	11	12	2	1	11	21	13	8		56
5月23日	3D上映会	曇り	×	2	0	3	0	0	1	2	2	0	0		5
5月30日	3D上映会	曇り	×	12	0	0	2	2	1	7	4	0	0		14
5月計			3	78	7	38	29	17	6	27	69	17	16		152
6月6日	天体観望会	晴れ	○	31	0	13	11	7	5	8	22	1	2		45
6月13日	3D上映会	曇り	×	10	0	9	4	3	2	4	12	2	0		23
6月計			1	10	0	9	4	3	2	4	12	2	0		23
7月4日	七夕講演会・3D上映会	雨	×	34	2	17	1	1	0	9	26	18	0		54
7月18日	天体観望会・3D上映会	晴れ	○	21	3	4	0	12	2	1	10	1	2		28
7月25日	天体観望会	晴れ	○	53	0	19	3	21	6	2	34	9	3		75
7月計			2	108	5	40	4	34	8	12	70	28	5		157
8月1日	天体観望会	晴れ	○	39	2	6	3	11	2	2	19	5	11		50
8月22日	天体観望会	晴れ	○	37	3	13	7	17	2	5	30	4	2		60
8月計			2	76	5	19	10	28	4	7	49	9	13		110
9月5日	3D上映会	曇り	×	21	0	13	1	14	0	3	13	1	4		35
9月12日	天体観望会・3D上映会	曇りときどき晴れ	△	29	7	7	0	11	3	5	22	1	1		43
9月19日	天体観望会	曇り時々晴れ	○	29	0	11	2	17	0	4	17	1	3		42
9月26日	3D上映会	曇り	×	6	2	9	2	0	2	3	8	3	3		19
9月計			1	85	9	40	5	42	5	15	60	6	11		139
10月3日	天体観望会	晴れ	○	33	7	6	1	5	1	11	26	1	3		47
10月10日	3D上映会	曇り	×	12	0	0	9	3	0	5	7	4	2		21
10月17日	天体観望会	晴れ	○	35	3	2	0	9	3	8	15	3	2		40
10月24日	天文学講座・天体観望会・3D上映会	晴れ	○	51	0	7	3	9	0	22	14	10	6		61
10月計			3	131	10	15	13	26	4	46	62	18	13		169
11月7日	3D上映会	雨	×	18	0	9	2	8	0	7	11	2	1		29
11月28日	天体観望会	晴れ	○	31	4	16	1	10	1	4	30	7	0		52
11月計			1	49	4	25	3	18	1	11	41	9	1		81
12月5日	天体観望会	曇りのち晴れ	○	43	2	10	2	10	0	6	22	4	15		57
12月12日	天体観望会・3D上映会	曇りのち晴れ	○	30	0	17	3	9	8	3	25	1	4		50
12月19日	クリスマス特別講演会・天体観望会	曇りのち晴れ	○	24	5	11	5	7	6	10	18	2	2		45
12月26日	天体観望会	晴れ	○	34	0	7	1	10	2	5	19	4	2		42
12月計			4	131	7	45	11	36	16	24	84	11	23		194
1月計						なし									0
2月計						なし									0
3月19日	3D上映会	曇り時々晴れ	×	5	0	2	0	1	2	0	4	0	0		7
3月26日	天文学講座・天体観望会	曇りのち晴れ	○	43	19	23	6	22	3	7	43	16	0		91
3月計			1	48	19	25	6	23	5	7	47	16	0		98
			21	742	68	267	88	237	53	164	510	119	83		1166

平成22年度 天文台講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	6月26日	15:00～16:00	宇宙の秩序と階層構造	中道 晶香 神山天文台専門員
2	9月11日	15:00～16:30	彗星(ほうき星)と私たちの地球	河北 秀世 神山天文台長
3	12月11日	16:00～17:30	銀河の中は、爆発だらけ	新井 彰 神山天文台特定研究員
4	3月5日	16:00～17:30	近赤外線“目”で宇宙を見る	吉川 智裕 神山天文台専門員

平成23年度 天文台講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	6月18日	15:00～16:30	神山天文台開設1周年記念講演会 第1部 宇宙生命に挑む～天文学からのアプローチ～ 第2部 彗星(ほうき星)とは？研究の最前線	渡部 潤一 国立天文台教授 河北 秀世 神山天文台長
2	9月10日	15:00～16:30	ここまで見えてきた宇宙と地球の歴史	三好 蕃 理学部教授(神山天文台研究員)
3	12月10日	15:00～16:30	宇宙の蜃気楼	米原 厚憲 理学部准教授(神山天文台研究員)
4	3月3日	15:00～16:30	私たちが住む銀河	長尾 透 京都大学白眉プロジェクト 特定准教授

平成23年度 天文学入門講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	5月14日	15:00～16:30	太陽、太陽望遠鏡を用いたプロミネンスと黒点観察	中道 晶香 神山天文台専門員
2	5月21日	15:00～16:30	太陽における核融合反応	中道 晶香 神山天文台専門員
3	6月11日	15:00～16:30	スペクトルの観察	中道 晶香 神山天文台専門員
4	6月25日	15:00～16:30	スペクトル続編	中道 晶香 神山天文台専門員
5	7月2日	15:00～16:30	ドップラー効果	中道 晶香 神山天文台専門員
6	7月9日	15:00～16:30	天体観測技術の発展と銀河の観測	中道 晶香 神山天文台専門員
7	7月16日	15:00～16:30	望遠鏡の仕組み	中道 晶香 神山天文台専門員
8	10月8日	15:00～16:30	天体の運行と月の話	中道 晶香 神山天文台専門員
9	10月15日	15:00～16:30	天王星と海王星	中道 晶香 神山天文台専門員
10	10月22日	15:00～16:30	木星と太陽系概観	中道 晶香 神山天文台専門員
11	10月29日	15:00～16:30	恒星の誕生、太陽系の形成	中道 晶香 神山天文台専門員
12	11月12日	15:00～16:30	恒星の構造と進化	中道 晶香 神山天文台専門員
13	11月26日	15:00～16:30	赤色巨星以降の進化	中道 晶香 神山天文台専門員
14	12月3日	15:00～16:30	中性子星とブラックホール、銀河	中道 晶香 神山天文台専門員
15	12月17日	15:00～16:30	宇宙論	中道 晶香 神山天文台専門員

平成24年度 天文学入門講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	5月19日	15:00～16:30	太陽と金環日食	中道 晶香 神山天文台専門員
2	6月9日 (特別編)	15:00～16:30	天文学の世界史 ～四大文明からメソポタミアまで～	廣瀬 匠 京都大学大学院文学研究科 博士後期課程大学院生
3	6月23日	15:00～16:30	空の周期	中道 晶香 神山天文台専門員
4	7月28日	15:00～16:30	虹のひみつ	中道 晶香 神山天文台専門員
5	8月25日	15:00～16:30	光と望遠鏡	中道 晶香 神山天文台専門員
* 6	9月10日	15:00～16:30	宇宙の観測	池田 優二 理学部准教授／神山天文台研究員
7	9月29日 (特別編)	15:00～16:30	天文観測装置の最先端 ～金赤外線高分散分光器の開発～	近藤 荘平 神山天文台特定研究員
8	10月20日	15:00～16:30	星間物質と星形成	中道 晶香 神山天文台専門員
9	11月10日	15:00～16:30	恒星	中道 晶香 神山天文台専門員
10	12月8日 (特別編)	15:00～16:30	神山天文台の観測研究 ～系外惑星と近接連星系の研究～	磯貝 瑞希 神山天文台特定研究員
11	12月22日	15:00～16:30	クリスマスの星	河北 秀世 理学部教授／神山天文台長
12	1月12日	15:00～16:30	太陽系と惑星	中道 晶香 神山天文台専門員
13	2月16日	15:00～16:30	銀河と銀河団	中道 晶香 神山天文台専門員
14	3月2日 (特別編)	15:00～16:30	太陽系外惑星とコロナグラフ	塩谷 圭吾 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 助教
15	3月9日	15:00～16:30	宇宙の始まりと進化	中道 晶香 神山天文台専門員

* 第6回は、講師の都合により、中止とした。

平成25年度 天文学入門講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	4月20日	15:00～16:30	太陽	中道 晶香 神山天文台主任研究員
2	5月18日	15:00～16:30	空の周期、望遠鏡	中道 晶香 神山天文台主任研究員
3	6月8日 (特別編)	15:00～16:30	見えない光で銀河をさぐる	高妻 真次郎 中京大学国際教養学部准教授
4	7月27日	15:00～16:30	虹のひみつ	中道 晶香 神山天文台主任研究員
5	9月28日 (特別編)	15:00～16:30	金星探査機「あかつき」が解き明かす 大気スーパーローテーションの謎	高木 征弘 理学部准教授
6	10月19日	14:30～16:00	恒星の一生	中道 晶香 神山天文台主任研究員
7	11月9日	14:30～16:00	太陽系と惑星	中道 晶香 神山天文台主任研究員
8	12月7日 (特別編)	14:30～16:00	天体を細かく見るための観測技術	藤代 尚文 神山天文台専門員
9	12月21日	14:30～16:00	宇宙の過去・現在・未来	中道 晶香 神山天文台主任研究員
10	3月29日 (特別編)	15:00～16:30	荒木望遠鏡で探る新星の世界	新井 彰 兵庫県立西はりま天文台 天文科学研究員

平成26年度 天文学講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	5月17日	15:00～16:30	素粒子の質量、宇宙の質量	杉山 弘晃 益川塾博士研究員
2	7月5日 (特別講座)	17:00～18:00	七夕伝説の星座と天の川	中道 晶香 神山天文台主任研究員
3	8月2日	16:00～18:00	星空の彼方の大宇宙	大西 浩次 長野工業高等専門学校教授／天文学者／星景写真家
4	10月18日	14:30～16:00	目に見えない光で観る惑星のすがた	佐川 英夫 理学部准教授
5	12月20日 (特別講座)	15:00～16:30	はやぶさ2が目指すもの はやぶさ2の開発の裏側―衝突の瞬間を捉えろ	河北 秀世 理学部教授／神山天文台長 池田 優二 フォトコーディング代表／神山天文台客員研究員
6	3月28日	15:00～16:30	神山天文台 バックヤードツアー	中道 晶香 神山天文台主任研究員 中西 賢之 神山天文台囃託職員

平成27年度 天文学講座開催一覧

回数	開催日	時間	タイトル	講師
1	4月4日	17:30～18:00	皆既月食解説講座	中道 晶香 神山天文台主任研究員
2	5月16日	15:00～16:30	地球惑星科学振興西田賞 受賞記念講演 「太陽系の起源を求めて」	河北 秀世 理学部教授／神山天文台長
3	7月5日	17:00～18:00	七夕伝説の星座と天の川	中道 晶香 神山天文台主任研究員
4	10月24日	14:30～16:00	小型屈折補償光学装置(CRAO)の開発	藤代 尚文 神山天文台専門員
5	12月19日 (特別講座)	14:30～16:00	星空の多くの地球たちへ	大西 浩次 長野工業高等専門学校教授／天文学者／星景写真家
6	3月26日	15:00～16:30	星が光るのはなぜ？	加藤 賢一 岡山理科大学教授／元大阪市立科学館館長

神山天文台 新聞等記事掲載一覧

年度	No.	日付	新聞名	朝刊・夕刊等	面	記事名
2009年度	1	2009.12.22	MSN産経ニュース			京産大の天文台が完成 口径1.3メートル、国内私立大最大
	2	2009.12.23	中日新聞	朝刊	19	口径1.3メートル光学望遠鏡を設置 京産大に天文台完成 来春運用へ
	3	2009.12.23	京都新聞	朝刊	1	私大最大 星空への瞳
	4	2009.12.23	毎日新聞	朝刊	27	雑記帳
	5	2009.12.23	読売新聞	朝刊	28	京産大の天文台 完成
	6	2009.12.24	朝日新聞	朝刊	25	京産大に天文台完成 望遠鏡口径国内6番目
	7	2009.12.27	産経新聞	朝刊	18	宇宙を望むよくな大きな挑戦を
	8	2010.3.10	産経新聞	朝刊	23	京都から銀河を観測
	9	2010.3.14	京都新聞	朝刊	30	巨大望遠鏡に興味津々
	10	2010.3.27	読売新聞	朝刊	22	星をたずねて
	11	2010.4.4	読売新聞	朝刊	31	京都産業大学神山天文台の一般公開
	12	2010.4.4	京都新聞	朝刊	26	京の星空「宝石みたい」 京産大「神山天文台」を公開
	13	2010.4.26	読売新聞	朝刊	25	京産大に大型望遠鏡
	14	2010.5.7	京都新聞	朝刊	6	神山天文台の開設 モノづくり教育と知の還元
2010年度	15	2010.5.25	毎日新聞	朝刊	20	京都産業大学の真価
	16	2010.6.1	ガクシン		13	京都産業大学に大型天体望遠鏡を設置した天文台が完成！
	17	2010.6.1	THE JUNIOR TIMES			星の集まりの謎を解き明かす 京都産業大学神山天文台専門員
	18	2010.6.12	週刊ダイヤモンド		28	宇宙規模の視点で人間を見つめる天文台
	19	2010.6.15	京都新聞	朝刊	25	七夕に最新宇宙ろう
	20	2012.6.19	リビング京都(中央・東南・西南)		6	天文台＆プラネタリウムで「星空の旅」へ出かけよう
	21	2010.6.28	毎日新聞	朝刊	29	支局長さんからの手紙 はやぶさ君
	22	2010.7.2	産経新聞	朝刊	15	全国同時七夕講演会
	23	2010.7.28	京都新聞	朝刊	24	京産大神山天文台高校生向けに講座(No.27の下に貼付分)
	24	2010.8.2	産経新聞	朝刊	18	3Dで望遠鏡で・・・宇宙の旅
	25	2010.8.25	毎日新聞	朝刊	12	京都産業大学第2回天文台講座「彗星(ほうきぼし)と私たちの地球」
	26	2010.9.1	大学新聞71号		13	中学生、高校生と宇宙を探る
	27	2010.9.13	Astro Arts 天文ニュース			西山さんと桜島さん、わし座に新星を発見
	28	2010	京のみどり 56号		P2.4	歴史と文化を未来につなぐ 賀茂川周辺のみどりを歩く
2011年度	29	2010	京版ニュース Kプレス 10月号 vol.139		P3	京都産業大学 神山天文台
	30	2010.12.9	京都新聞	朝刊	21	京産大天文講座 小学生以上募る
	31	2010.12.22	産経新聞	朝刊	21	小学生ら対象に天文のイベント
	32	2010	なび①修学旅行ライタータイムガイドブック京都奈良		102,112	一足お先にキャンパスライフ
	33	2011.1.1	進研ゼミ高1講座 高1MyVision 2011.1月号		44	いざキャンパスジャーニーへ！
	34	2011.2.26	リビング京都中央		7	子どもも大人も星空の世界へ
	35	2011.4.24	読売新聞	朝刊	23	やわらか頭で広がる答え
	36	2011.5.1	週刊ダイヤモンド 2011.5.14号		P22,23	ダイモンド2.1。京都産業大学
	37	2011.5.22	京都新聞	朝刊	3	京都 まなびの系譜 宇宙を見つめて 新設の天文台 膨らむ夢
	38	2011.6.2	京都新聞	朝刊	21	最新の天体研究語る
	39	2011.6.7	朝日新聞	夕刊	5	京都産業大学神山天文台 開設1周年記念講演会
	40	2011.6.6	毎日新聞	朝刊	京都産業大学神山天文台講座	
	41	2011.6.10	京都新聞	朝刊	28	京産大生ら学内天文台超新星確認
	42	2011.7.2	京都新聞	朝刊	25	天文や七夕テーマ全国同時講演会
43	2011.7.2	大学プレスセンター			2011年全国同時七夕講演会「七夕の星と天の川へ中国から伝わった星図屏風～」を開催ー京都産業大学	
44	2011.7.31	読売新聞	朝刊	5	星の便り～時空を超えて～	
45	2011.8.9	京都新聞	朝刊	22	未来の科学者 育ってます	
46	2011.8.30	読売新聞	朝刊	20	京都産業大学 神山天文台 一般公開のご案内	
47	2011.9.1	朝日新聞	朝刊	24	星の美しさにウットリ	
48	2011.10.5	京都新聞	朝刊	23	神山天文台の研究活動紹介	
49	2011.10.8	産経新聞	朝刊	23	産学連携で観測機器の開発	
50	2011.12.1	日経クロール No.185 2011.12.5号		22,23	地域内の連携・競争がハネに	
51	2011.12.1	日経クロール No.185 2011.12.5号		30	一押しプロジェクト	
52	2011.12.3	産経新聞、朝日新聞、京都新聞	朝刊	28,27,31	自分たちがつくった観測装置が宇宙の進化を解き明かす	

年度	No.	日付	新聞名	朝刊・夕刊等	面	記事名
2011年度	53	2011.12.9	京都新聞	朝刊	25	重カレンズ現象解説あす天文学講演会
	54	2011.12.10	京都新聞	朝刊	25	京都産業大学神山天文台講座「宇宙の嵐気楼」
	55	2011.12.11	京都新聞	朝刊	25	宇宙の嵐気楼広がる
	56	2011.12.17	産経新聞	朝刊	23	高性能の天体観測装置開発
	57	2011.12.21	京都新聞	夕刊	8	世界一の観測 星の謎解く
	58	2011.12.23	京都新聞	朝刊	20	ハッブルの星 天文台長が講演
	59	2012.1.11	京都新聞	朝刊	19	宇宙の魅力発信へ連携
	60	2012.2.1	京都新聞	夕刊	1	星空を仰いでこらん
	61	2012.3.21	毎日新聞	朝刊	20	先進望遠鏡で宇宙を解析
	62	2012.7.23	swissinfo.ch web版			最遠の超新星の跡発見
63	2012.7.23	中日新聞web版			119億光年先の超新星の跡発見	
64	2012.7.24	京都新聞	朝刊	26	119億光年先に最遠超新星跡	
65	2012.8.29	京都新聞	朝刊	1	ハートレイ彗星ガス分析、NASAの「EPOXI」彗星探査計画」の地上支援の成果を発表	
66	2012.8.30	マイナビニュース			京都大・神山天文台、NASAの「EPOXI」彗星探査計画」の地上支援の成果を発表	
67	2012.9.21	京都新聞	朝刊	23	天文学入門 京産大で講座	
68	2012.9.23	読売新聞	朝刊	26	嵐山で中秋の名月法輪寺などで催し	
69	2012.9.30	京都新聞	朝刊	26	京の文化施設学生無料	
70	2012.10.2	毎日新聞	朝刊	15	最新の超新星跡を発見	
71	2012.11.5	京都新聞	夕刊	3	私立最大の反射式望遠鏡	
72	2013.2.28	日本経済新聞	夕刊	10	市民も楽しめる大学のミュージアム「巨大望遠鏡で宇宙を実感」京都産業大学神山天文台	
73	2013.4.10	京都修学旅行レポート			京都産業大学 神山天文台	
74	2013.4	JS日本の学校 体験イベントin大学			夏休み工作教室/天文学入門講座	
75	2013.4.11	日本経済新聞			近畿特集 天文学入門講座の紹介	
76	2013.4.18	京都新聞	朝刊	21	天文学入門講座の紹介	
77	2013.5.29	京都新聞	朝刊	23	「見えない光」で探る銀河研究を学ぼう 8日京産大で	
78	2013.7.26	京都新聞	朝刊	27	京産大神山天文台 入門講座と観望会	
79	2013.7.26	読売新聞	朝刊	28	虹の秘密 解き明かせ 京都産業大、あす講座	
80	2013.7.28	京都新聞	朝刊	23	特殊フィルムで虹の見え方観察	
81	2013	なるほど地図帳 日本2014			京都産業大学 神山天文台	
82	2013	マナビズム Go to 大学 キャンパス調査隊			神山天文台	
83	2013.10.15	TKK10月15日号			天文台からはるか宇宙の旅へ 京都産業大学 神山天文台	
84	2013.10.23	日刊工業新聞			京都産業大学 神山天文台 マスコットキャラクター作製	
85	2013.11.2	京都新聞	夕刊	9	「大学ツアー」人気上昇	
86	2013.11.8	修学旅行リポートブック「旅なび京都・奈良」			京都産業大学 神山天文台	
87	2013.11.23	京都新聞	朝刊	27	アイソン彗星の成分分析	
88	2013.11.24	日本経済新聞	朝刊	19	初期の太陽系、彗星に痕跡	
89	2013.11.27	京都新聞	朝刊	23	アイソン彗星 催し多数	
90	2013.12.1	産経新聞	朝刊	22	アイソン彗星 また見られる？	
91	2013.12.5	京都新聞	朝刊	21	天文学入門講座特別編「天体を細かく見るための観測技術」	
92	2013.12.8	読売新聞		34	彗星の動向 見過す難しさ	
93	2013.12.15	大学ジャーナル vol.108			京都の街中から世界に挑む 神山天文台	
94	2014.2.21	京都新聞	朝刊	21	アイソン彗星にアンモニア 京産大など分析	
95	2014.2.24	京都新聞	朝刊	24	子ども「科学者」研究発表	
96	2014.2.21	赤旗新聞		14	アイソン彗星崩壊前の観測 太陽系の謎解くヒントに	
97	2014.2.20	Astro Arts 天文ニュース			アイソン彗星のアンモニアから太陽系誕生の記憶をたどる	
98	2014.2.24	マイナビニュース			すばる望遠鏡 アイソン彗星から単独彗星では初となる「15NH2」を検出	
99	2014.2.28	読売新聞	朝刊	32	工作や実験 子供と交流 学生らアドバイス	
100	2014.3.27	読売新聞	朝刊	34	新星現象 専門家解説	
101	2014.3.9	京都新聞		16	ソフィアがやってきた 天の川に探る 宇宙の神秘	
102	2013	student days			京都産業大学 神山天文台	
103	2014.5.2	京都新聞	夕刊	7	言葉の力	
104	2014.5.14	毎日新聞	朝刊	25	京都産業大学神山天文台 天文学講座	
105	2014.6.27	学研教育出版 進学情報サイト「ガクセイト」			京都産業大「天文学講座 星空の彼方の宇宙」を開催	
106	2014.7.4	産経新聞	朝刊	28	3000光年の彼方 地球に似た惑星	
107	2014.7.4	京都新聞	Web版		地球に質量が似た惑星発見 3000光年離れた「連星」で	

年度	No.	日付	新聞名	朝刊・夕刊等	面	記事名
2014年度	108	2014.7.4	北海道新聞	Web版		地球に質量が似た惑星発見 3000光年離れた「連星」で
	109	2014.7.4	佐賀新聞	Web版		地球に質量が似た惑星発見 3000光年離れた「連星」で
	110	2014.7.9	天文ガイド	8月号		天体観望会・第2回天文学講座案内
	111	2014.7.10	文藝春秋	8月号		星に願いを
	112	2014.7.22	読売新聞		34	宇宙兄弟展 30日、いよいよ開幕
	113	2014.7	京都・洛北フリーペーパー あべきた			天体観望会・第2回天文学講座案内
	114	2014.8.7	読売新聞		35	天文台で星空眺めよう
	115	2014.8.7	日経REVIEWE			京阪神の天体観測イベント
	116	2014.8.14	読売新聞	朝刊	27	「宇宙兄弟」小山さん 高校生と天文台訪問
	117	2014.8.16	読売新聞	朝刊	28	宇宙兄弟展 体験教室・講座も
	118	2014.8.24	京都新聞	朝刊	22	夏の犬三角形に思いほせ
	119	2014.8.24	読売新聞	朝刊	29	京産大生が星の世界案内
	120	2014.8.25	読売新聞	朝刊	19	太陽系外の微粒子7個
	121	2014.9.27	読売新聞	朝刊	30	京産大宇宙兄弟展 失敗恐れず、チャレンジしよう！
122	2014.10.9	京都新聞	朝刊	24	赤い月 京にも	
123	2014.10.19	日本経済新聞	朝刊	19	彗星へ着陸機を放て	
124	2014.10.23	毎日新聞	朝刊	14	彗星に着陸 新発見期待	
125	2014.11.13	毎日新聞	朝刊	11	探査機 彗星に初上陸	
126	2014.11.19	読売新聞	朝刊	37	彗星の気体から有機物	
127	2015.1.10	京都新聞	Web版		冬の星空の魅力、児童学ぶ	
128	2015.2.14	リビング京都		2	夜空からのメッセージはふたご星から	
129	2015.2.17	京都新聞	朝刊	28	銀河に炭素分子多数 京産大などが初観測 恒星の光から観測	
130	2015.2.19	京都新聞	夕刊	8	新星爆発でチチウム 京産大などが初観測 元素増えた過程解明へ	
131	2015.2.28	京都新聞	朝刊	11	太陽系微量物質の一部、新星爆発に由来 京産大グループ、天体観測で実証	
132	2014	student days			京産大 神山天文台	
133	2014	なるほど地図帳 日本2015			京産大 神山天文台	
134	2014	きょうと修学旅行ナビ			京産大 神山天文台	
135	2014	旅なび修学旅行 京都&奈良			京産大 神山天文台	
136	2014	京都修学旅行バスポート			京産大 神山天文台	
137	2015.4.1	産経新聞	朝刊	24	京産大・河北教授に西田賞	
138	2015.4.23	岐阜新聞	夕刊		宇宙に巨大有機分子か 東大・京産大チーム 新装置で赤外線分析	
139	2015.4.23	山陽新聞	夕刊		宇宙に巨大有機分子	
140	2015.4.23	山形新聞		18	宇宙に巨大有機分子か 東大、京産大 新装置で「吸収線」15本発見	
141	2015.4.23	四国新聞			宇宙に巨大有機分子か 赤外線分析で新装置	
142	2015.4.23	大分合同新聞	夕刊		宇宙に巨大有機分子か 新装置で赤外線領域分析	
143	2015.4.23	中国新聞	夕刊	8	宇宙に巨大有機分子か	
144	2015	JSコーポレーション 日本の学校			天体観望会、七夕講演会	
145	2015.8	KRP-Week			藤代専門員講演「京産大 神山天文台における装置開発と人材育成：補償光学装置の開発事例	
146	2015.6.23	熊本日日新聞	朝刊	15	京産大 50周年 宇宙テーマに講演	
147	2015.7.9	京都新聞	朝刊	23	赤外線の見極め 段違い、京産大 キヤノンなど光学部品開発	
148	2015.7.9	日刊工業新聞		21	赤外線光学素子を開発 京産大など	
149	2015.7.14	日刊工業新聞		27	「光の束」期待	
150	2015.5.14	日経新聞	夕刊	9	西田賞受賞記念講演「太陽系の起源を求めて」	
151	2015.6.4	中日新聞		5	天文学のきら星 京産大 科学誌掲載私立1位	
152	2015	エルマガジン社 エコトリップ京都			京産大 神山天文台	
153	2015.8.24	読売新聞			飛び出す宇宙 瞳キラリ(神山天文台林-1)4岩倉図書館コラボ	
154	2015	なるほど地図帳 日本2016			京産大 神山天文台	

神山天文台 研究成果Webリリース一覧

年度	No.	日付	タイトル	URL
2013	1	2014年2月20日	理学研究科 新中 善晴さん(博士課程3年次)らが単独彗星としては世界初の15NH ₂ の検出に成功	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/kenkyu/20140217_comet.html
	2	2014年2月5日	神山天文台 大型赤外線分光器WINEREDによる高精度な天体分析を開始	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20140120_news.html
	3	2013年11月22日	京都産業大学大学院 理学研究科 新中善晴さん(博士後期課程3年次)らが太陽に近づくアインシュタイン彗星の観測に成功	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20131122_news.html
	4	2013年9月20日	本学学生が荒木望遠鏡により、世界初、新星における炭素分子を発見	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20130919_news.html
2014	5	2015年3月31日	河北秀世 台長 日本地球惑星科学連合より西田賞を受賞	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20150331_news.html
	6	2015年2月23日	「太陽系の材料は新星爆発で作られた」研究成果が日本天文学会欧文報告誌に掲載	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20150220_news.html
	7	2015年2月19日	神山天文台の研究員らのチームが宇宙における爆発的リチウム生成の初観測に成功	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20150219_news.html
	8	2015年2月16日	星間空間に存在する大きな有機分子の吸収線を多数発見	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20150216_news.html
	9	2015年7月9日	次世代赤外線天文学のための超高度イメージング回折格子の開発に成功	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20150709_news.html
2015	10	2015年10月13日	宇宙から彗星の撮影に成功！(神山天文台、JAXA/立教大/東大等と連携)	https://www.kyoto-su.ac.jp/kao/news/20151013_news.html
	11	2015年10月19日	理学研究科 大学院生の西岡翼さんと東京大学の共同研究グループが、系外惑星候補を持つTタウリ星系の新たな力学モデルを構築	https://www.kyoto-su.ac.jp/more/2015/305/20151019_news.html

神山天文台サポートチーム 学会等発表のあゆみ

学会・研究会等発表

平成 23 (2011) 年度

1. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：中道晶香（神山天文台専門員）、発表表題名：神山天文台における普及教育活動、開催地：京都産業大学神山天文台サギタリウスホール、2011. 11. 27
2. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：鈴木杏那，松崎玖美（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：神山天文台ボランティアチーム半年間の歩み、開催地：京都産業大学神山天文台サギタリウスホール、2011. 11. 27
3. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：小山直輝（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：神山天文台学生補助員の紹介～補助員としての自分～、開催地：京都産業大学神山天文台サギタリウスホール、2011. 11. 27

平成 24 (2012) 年度

4. 学会等名：第 26 回天文教育研究会年会、発表者：廣瀬匠（本学補助員 OB のため参考として記載）、発表表題名：誤解だらけの天文学史～古代インドの宇宙観を例に～、開催地：和歌山大学、2012. 8. 5-7
5. 学会等名：第 26 回天文教育研究会年会、発表者：近本衛（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：京都産業大学神山天文台ボランティアチーム 試行錯誤の 1 年目を終えて 2 年目へ、開催地：和歌山大学、2012. 8. 5-7
6. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：中道晶香（神山天文台主任研究員）、発表表題名：京都産業大学神山天文台の『天文を伝える』実践教育、開催地：琵琶湖博物館セミナー室、2012. 11. 18
7. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：近本衛、鈴木杏那（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：神山天文台ボランティアチームのあゆみ、開催地：琵琶湖博物館セミナー室、2012. 11. 18

平成 25 (2013) 年度

8. 学会等名：第 27 回天文教育研究会、発表者：吉川智裕（神山天文台博士研究員）、発表表題名：大学の天文台で「天文学を伝える」学生を育成する、開催地：山口県教育会館 5 階、2013. 8. 18-20
9. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：廣瀬匠（本学補助員 OB のため参考として記載）、発表表題名：基調講演「140 文字の天文コミュニケーション」、開催地：京都大学理学研究科セミナーハウス、2013. 12. 1
10. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：竹中慶一（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：学生ボランティアによる神山祭向け天文台公開イベント、開催地：京都大学理学研究科セミナーハウス、2013. 12. 1

11. 学会等名：天文教育普及研究会近畿支部会、発表者：小林仁美（本学補助員 OG のため参考として記載）、発表表題名：インターネットを使った天文教育～アストロ・アカデミアの事例～、開催地：京都大学理学研究科セミナーハウス、2013. 12. 1

平成 26 (2014) 年度

12. 学会等名：第 28 回天文教育研究会、発表者：塩谷葵（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：学生ボランティアによる学内観望会、開催地：東京学芸大学、2014. 8. 10-12
13. 学会等名：第 28 回天文教育研究会、発表者：竹中慶一（神山天文台ボランティアチーム）、発表表題名：パネルディスカッション学生代表パネラーに選出、開催地：東京学芸大学、2014. 8. 10-12

平成 27 (2015) 年度

14. 学会等名：第 29 回天文教育研究会、発表者：中道晶香（神山天文台主任研究員）、発表表題名：市民・大学生・大学の 3 者にメリットをもたらす社会貢献とは、開催地：北海道大学百年記念会館、2015. 8. 19-21

平成 27 年度神山天文台
研究成果報告書

平成 29 年 3 月

発行 京都産業大学

神山天文台

〒603-8555 京都市北区上賀茂本山

印刷 株式会社 北斗プリント社



むすんで、うみだす。

京都産業大学