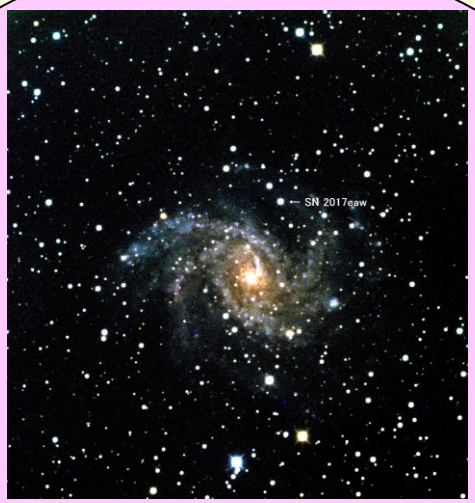
51cm望遠鏡で天文学に活躍する

大阪教育大学
天文学研究室

Astronomy



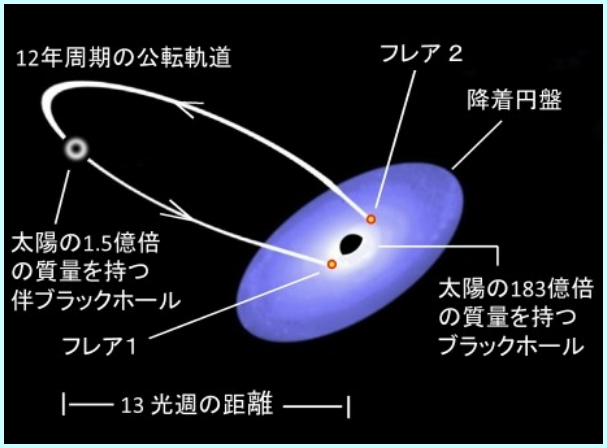
激変星・超新星

51cm反射望遠鏡

Osaka Kyoiku Univ.
Astronomical Institute

Osaka Kyoiku Univ.
Astronomical Observatory

研究室紹介



超巨大ブラックホール
OJ 287の模式図

大阪教育大学で天文学を学ぼう！

大学紹介

大阪教育大学について

大阪教育大学

大阪教育大学は、明治初期に設立された大阪師範学校を前身とし、新制大学になってからも60年以上の歴史を持ちます。現在は、柏原キャンパスに**教員養成課程**と**教育協働学科**を設置しています。教員養成系とはいえ、専門性の高い教育や研究を行い、多くの優れた成果を上げています。

広大な柏原キャンパスは自然が溢れています。最も美味しい学食に選ばれた生協食堂や、学校で扱う全教科をカバーする設備も充実しています。

教員養成課程

主に小・中・高校の学校教員を養成する課程です。その中の**理科教育コース**の入試では、センター試験以外に、二次試験の前期では理科（4科目から1科目選択）、後期は面接が課せられます。推薦入試もあります。

教育協働学科

いわゆるゼロ免課程です。所定の単位で教員免許を取得することも可能です。**自然科学コース**の入試では、二次試験の前期は数学と理科が、後期は面接が課せられます。

夜間部

天王寺キャンパスにおいて開講する5年次の夜間課程です。働きながら学校教員を目指すこともできます。

（大学の所在地についてはパンフレットの裏表紙をご覧ください）

研究室紹介

大阪教育大学 天文学研究室

大阪教育大学では、創立当初から天文学の教員が在籍しています。現在、**教員養成課程・理科教育コース・天文学研究室**に下記の教員が在籍しています。教育協働学科や夜間部の学生でも、熱心な希望者には、課外活動として天文学の研究指導をすることも可能です。

講義室の授業風景

松本　桂　（まつもと　かつら）

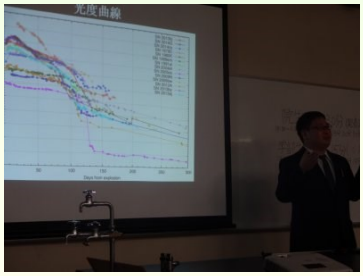
専門分野：活動的天体現象の観測天文学・天文教育

電子メール　katsura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

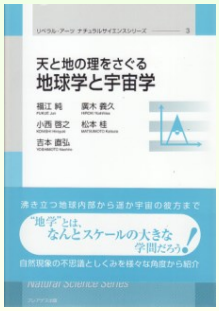
ウェブサイト https://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/

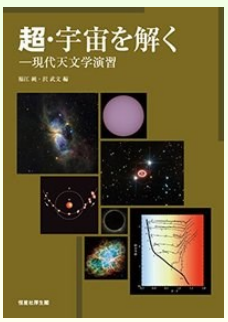
ゼミ合宿

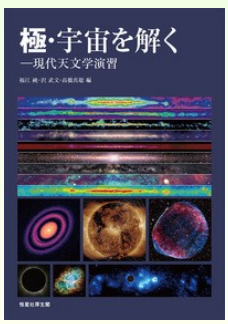
卒論（卒業研究）は、51cm望遠鏡を用いた**観測的研究**や、教材開発などの**教育的研究**（右ページ下）など、多様な研究テーマが考えられます。可能な限り各自の好きなことを研究できる方針にしています。



卒業論文発表会







研究室の教員が大学生向けに書いた書籍です。研究室のウェブサイトにも多くのコンテンツがあります。

研究室紹介

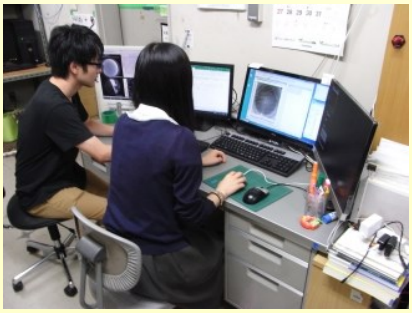
大阪教育大学 天文台

柏原キャンパスの屋上には、天体の自動導入・追尾機能を持つ口径51cm反射式望遠鏡と天体撮像用の冷却CCDカメラを含む観測設備が備えられた天文台があります。これにより本格的な天体観測が可能となり、大阪教育大学における天文学の研究と教育に不可欠な設備として活用されています。

51cm望遠鏡はCCDカメラを接眼レンズに交換することも可能で、直接目で覗く眼視観望モードに切り替えることができます。大学の授業や中・高校生実習、年に数回実施している地元市民向けの天体観察会などでは眼視観望を行います。

天文台ウェブサイト http://galaxy.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/

天文台の外観



卒業研究の天体観測

大学の機関紙の表紙を飾ったこともあります。写っているのは口径51cm望遠鏡と、撮影当時に天文学研究室に所属していた学生です。

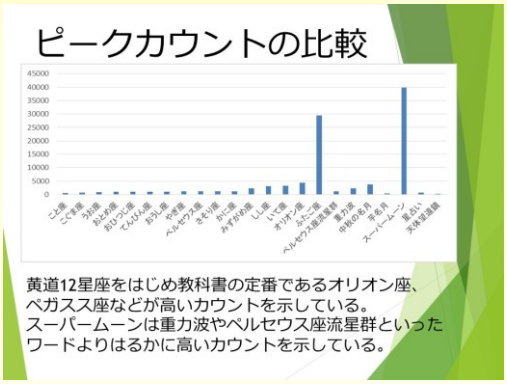
研究テーマ

天文学を楽しく美しく伝える

本学で撮像した天体画像集、手作りできる天文教具、デジタル天文教材、3D動画教材など、さまざまな天文教育の研究を行っています。教育大学の利点を活かし、それらを用いた天文教育普及の方法や、ビッグデータを用いた天文分野への関心度の社会調査なども卒論テーマになっています。

「手作りの宇宙」：さまざまな天文教具を作成し、それらの説明や作り方などをまとめたウェブサイトを公開することで、誰でも利用できるようにしています。

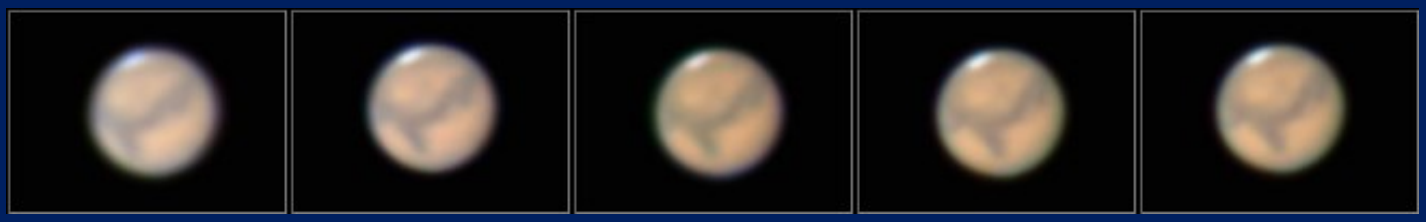
古代の天文位置観測機器である渾天儀の復元と教材化。詳しい製作工程とともに、実物を用いた教育実践を行い、その考察を卒業論文としてまとめました。



Twitter の天文学的な話題の時系列調査。ビックデータの一つである Twitter を利用した長期間の調査を行うことで、一般層が天文用語に反応する条件を考察しました。

天文教育・普及に関する研究も卒業論文のテーマになりえます。また研究室では地元の小・中学生親子を対象とした天体観察会を実施しており、天文教育・普及の実践的活動の機会があります。

大阪教育大学51cm望遠鏡
天体アルバム（3色合成カラー画像）



午前1時10分　午前1時40分　午前2時　午前2時20分　午前2時40分

2003年大接近時の火星（2003年8月23日）

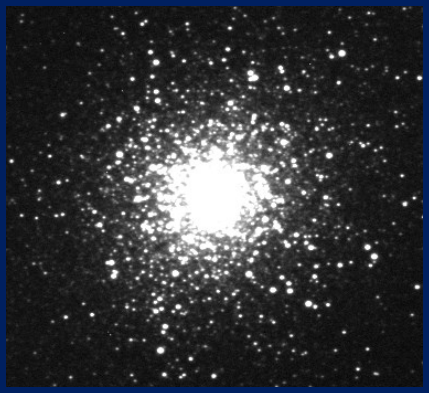
木星（2004年1月23日）

土星（2003年9月2日）

ニート彗星（2004年5月25日）

ホームズ彗星（2007年10月31日）

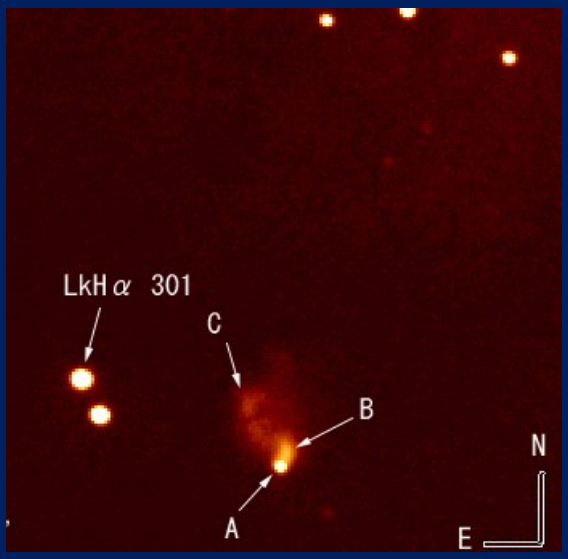
散開星団 メシエ67



球状星団 メシエ13（Rバンド、モノクロ）

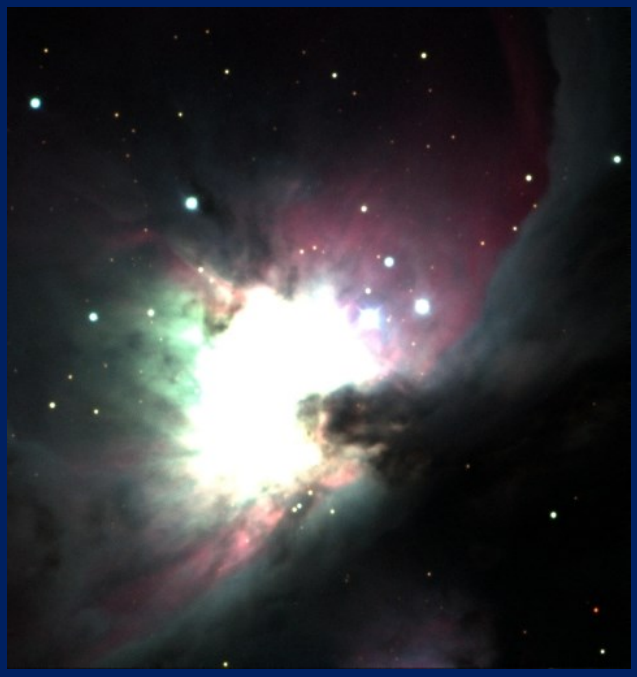
惑星状星雲 メシエ27（Hα、擬似カラー）

超新星残骸 メシエ1（かに星雲）



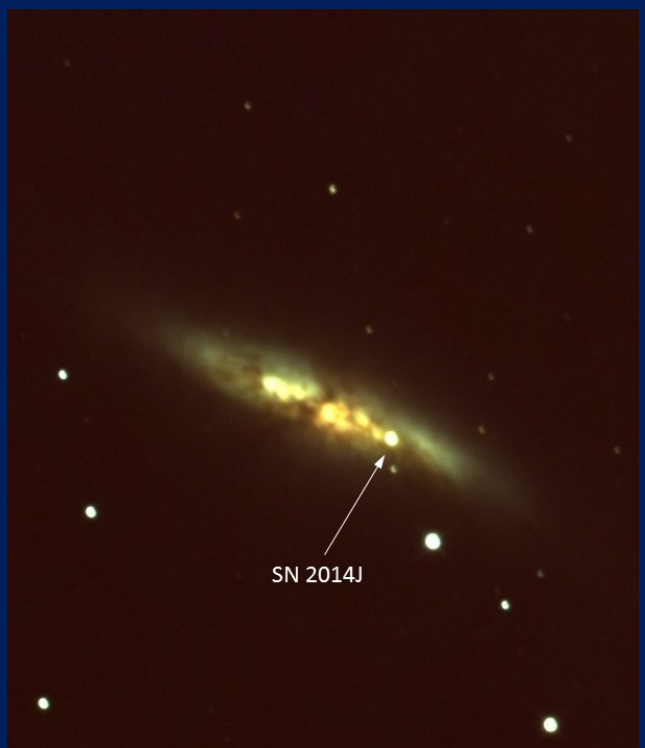
オリオン座に新たに誕生した星雲（V1647 Ori）
（2004年9月30日、I バンド、擬似カラー）

電離水素（HⅡ）領域 NGC 7635



星形成領域 メシエ42（オリオン大星雲）

渦巻銀河 メシエ81



スターバースト銀河 メシエ82 に出現した超新星（SN 2014J）

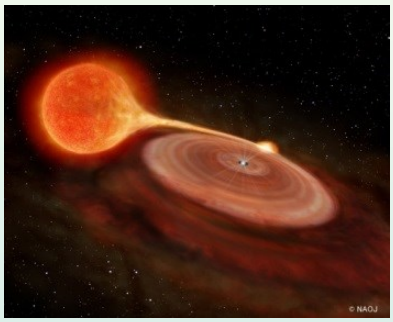
渦巻銀河 メシエ104（ソンブレロ銀河）

研究テーマ

活動的天体現象の研究
新星・矮新星・超新星

大阪教育大学では、様々な天体を51cm反射望遠鏡で観測し研究できます。たとえば、突然明るく輝きだす激変星、超新星、ブラックホール天体といった活動的天体現象を、学生が主体となって観測チームを組んで研究しています。それらのうち、激変星と超新星について紹介します。

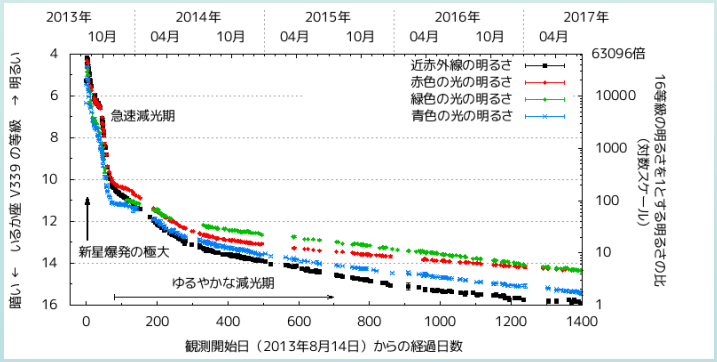
激変星は、白色矮星とロッシュローブを満たした恒星からなる連星系の総称です（右図）。白色矮星の周囲には、恒星側から流入する物質でできた降着円盤が形成されています。白色矮星の表面の水素が核融合を起こして突然明るく光る現象が新星、激変星の降着円盤が突然明るくなる現象が矮新星です。超新星は、星の最期の大爆発です。白色矮星が起こす爆発と、大質量星の重力崩壊に伴う爆発（表紙左写真）に大別されます。後者では重力崩壊コアから中性子星またはブラックホールが形成されます。



普通の恒星（左）と白色矮星（右）からなる激変星の想像図© NAOJ

いるか座の新星 V339 Delphini

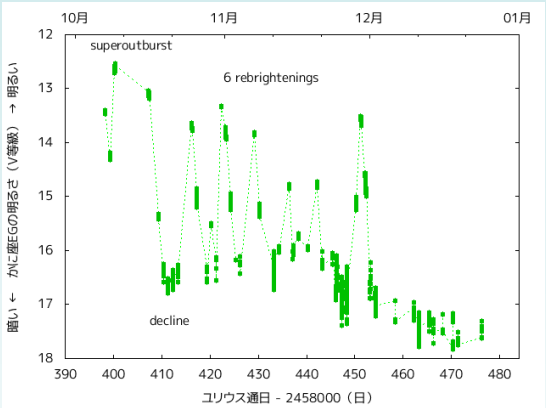
新星の一例として「いるか座V339星」を紹介します。大阪教育大学では、この新星がまだ明るくなりつつある途上の2013年8月14日から観測を開始しました。その4日後に極大等級になり、その後は急速に暗くなりました。2013年10月以降はゆるやかな減光期に入り、それがずっと続いています。やがては最終減光を迎え、新星現象が終了するはずですが、それが一体いつになるのかはわかりません。



いるか座V339星の明るさの時間変化（光度曲線）

再増光を起こす矮新星 EG Cancri

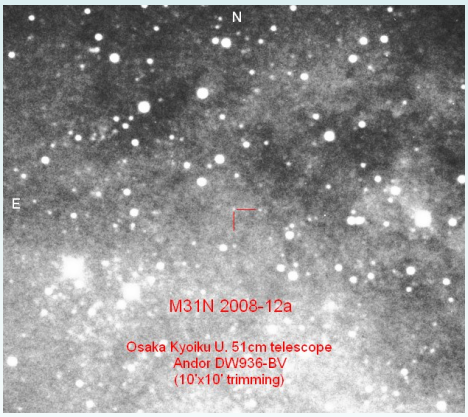
矮新星は変光の仕方によりいくつかの型に分類されます。我々は特に、長い間隔で大増光を起こし、再増光現象を示すことがある「や座WZ型」に注視しています。その理由は、連星系の公転周期が短く、いまだに不明な点が多い激変星の進化の末端付近に対応すると考えられているためです。



1977年に日本人によって発見された変光星「かに座EG星」は、1996年に大増光を起こし、や座WZ型矮新星と判明しました。2018年に22年ぶりの大増光を起こした際に、6回もの再増光現象を起こしました（大阪教育大学で観測した光度曲線）。

超新星になる？ アンドロメダ銀河の新星

アンドロメダ座のM31銀河は地球が属する天の川銀河とは別の星の大集団です。M31で発見された新星「M31N 2008-12a」は、増光の間隔が約1年と例外的に短いことが特徴です。これは白色矮星が非常に重いことを示しています。ところで、白色矮星の質量には上限あることが知られています。相手の恒星（右上図）から流入する物質が蓄積することで質量が増え、限界値に到達すると白色矮星全体が爆発します。これがＩａ型超新星と呼ばれる現象です。この新星は、人類が知るなかで今後最も早くＩａ型超新星になりそうな候補です。



右図は口径51cm望遠鏡で撮影したM31N 2008-12aの画像です。

このように、突然明るくなったり、長期にわたり観測を続けなければ全容がつかめない天体の研究は、研究室の裁量でいつでも自由に使うことができる大阪教育大学51cm望遠鏡の強みです。

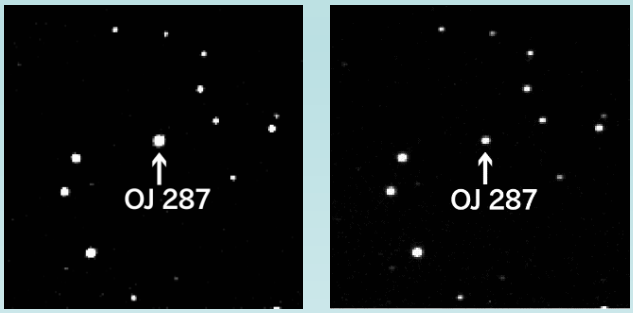
研究テーマ

ブラックホール天体の研究
活動銀河核・ブラックホール連星系

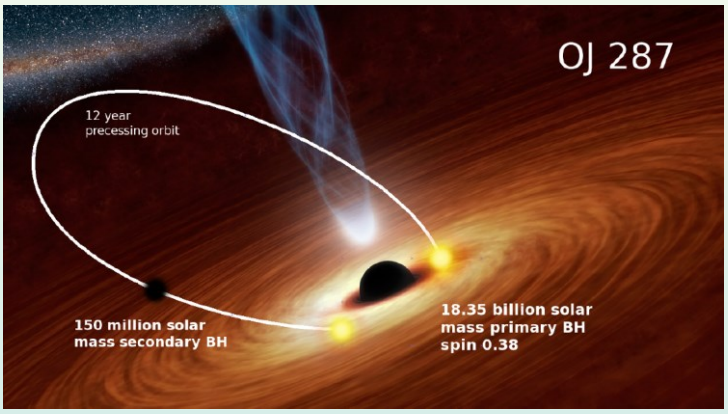
大阪教育大学の51cm反射望遠鏡を使った観測的研究の例として、ブラックホール天体について紹介します。ブラックホールとは、一般相対性理論から予言された時空の領域で、その内側へ入ると外側へ戻れなくなる境界（事象の地平面）を持ちます。光すら出てこないため見えない天体なのですが、周囲の物質と相互作用することで様々な活動性を帯びます。

超巨大ブラックホールの連星系 OJ 287

OJ 287 は地球から約35億光年の距離に位置する活動銀河核です。この天体の極めて特異な点は、少なくとも過去130年間、約12年ごとに急激な増光を繰り返していることです。さらに、1回の増光には2つの鋭い明るさの極大（フレア）が現れ、なぜそのようなことが起こるのか大問題となりました。その謎を鮮やかに解決したのが、超大質量ブラックホールの連星説です。なんと OJ 287 の中心には太陽の183億倍と1億5千万倍の質量を持つ2つの超巨大ブラックホールが潜んでいたのです（右上図および表紙右下図）。



大阪教育大学の51cm望遠鏡で観測した OJ 287 の画像。2015年11月15日にフレアが始まり、同年12月4日に明るさが極大となったことがわかりました（左）。フレアが終了した同年12月31日の画像（右）では暗く写っています。



OJ 287 の連星ブラックホール系の想像図 © S.Zola & NASA/JPL
中心の183億太陽質量のブラックホールの周囲を、1億5千万太陽質量のブラックホールが約12年周期で公転運動しており、1公転で2回、中心のブラックホール周囲にある降着円盤に衝突します。その際に急激な増光を起こします。公転軌道は時空のゆがみの影響を受け、約120年の周期で近点移動（歳差）を起こしています。

OJ 287 のブラックホール連星系において、フレアの発生と、公転軌道の近点移動（歳差）が起こっている様子の模式図

PRESS RELEASE

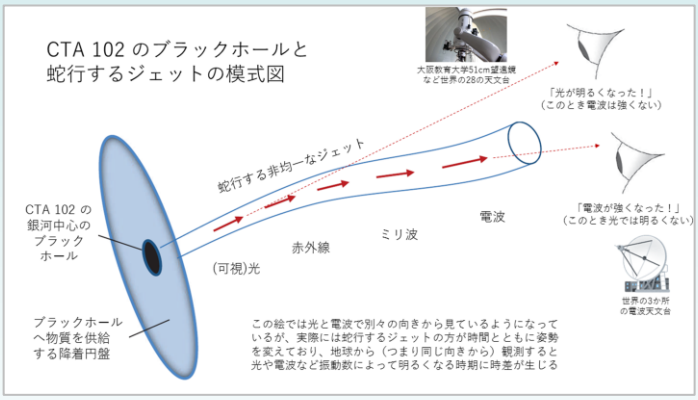
大阪教育大学

「ブラックホールの無毛定理」の観測的検証に成功

OJ 287 のブラックホール連星系において、フレアの発生と、公転軌道の近点移動（歳差）が起こっている様子の模式図

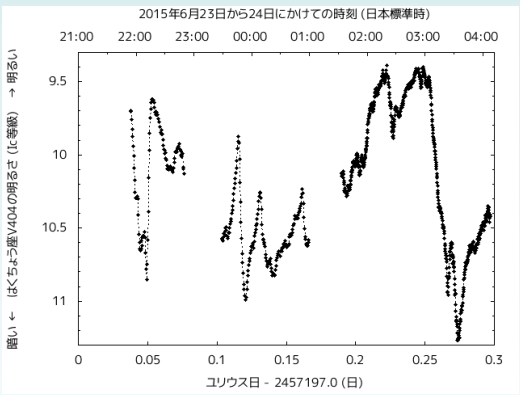
OJ 287 の観測から「ブラックホールの無毛定理」の確かさを検証した研究について大学から発行したプレスリリース

蛇行するジェットを放つ活動銀河 CTA 102



CTA 102 は地球から約110億光年の距離に位置する活動銀河核です。中心の超巨大ブラックホールから噴出されたジェットがヘビのように蛇行しながら地球へ向いていることを明らかにしました。

はくちょう座のX線新星 V404 Cygni



はくちょう座V404星は、太陽の約9倍の質量を持つブラックホールと普通の恒星が近接連星系を構成しています。X線で突発的に明るくなった際に、短時間で激しく明るさを変る様子が観測されました。

多方面で活躍する卒業者

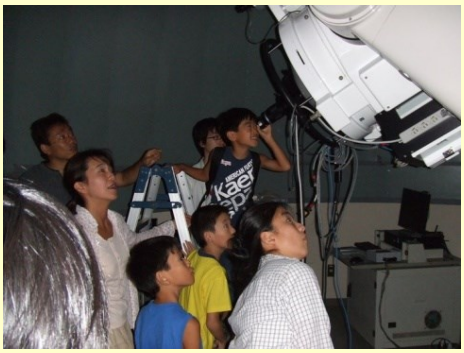
卒業生の就職先でもっとも多いのは、小中高の教員です。公務員や企業へ就職、
大学院へ進学した人も相当数います。中でも、全国各地の社会教育施設等へ
多数の人材を送り出していることが、大阪教育大学天文分野の**大きな特色**です。

北海道　釧路市こども遊学館
青森県　弘前市星と森のロマントピア
宮城県　仙台市天文台
群馬県　群馬県立ぐんま天文台
千葉県　千葉市科学館
東京都　杉並区立科学館
神奈川県　平塚市博物館
富山県　富山市科学博物館
静岡県　ディスカバリーパーク焼津
愛知県　とよはしプラネタリウム
愛知県　名古屋市科学館
京都府　綾部市天文館パオ
京都府　京都市青少年科学センター
京都府　城陽市文化パルク城陽
大阪府　大阪市立科学館
大阪府　ちはや星と自然のミュージアム
兵庫県　兵庫県立西はりま天文台（3名）
兵庫県　伊丹市立こども文化科学館
兵庫県　加古川市立少年自然の家（2名）
兵庫県　神戸市立青少年科学館
兵庫県　にしわき経緯度地球科学館
和歌山県　かわべ天文台
和歌山県　みさと天文台（3名）
岡山県　岡山天文博物館（3名）
岡山県　美星天文台（2名）
愛媛県　愛媛県総合科学博物館
佐賀県　佐賀県立宇宙科学館
熊本県　南阿蘇ルナ天文台（2名）

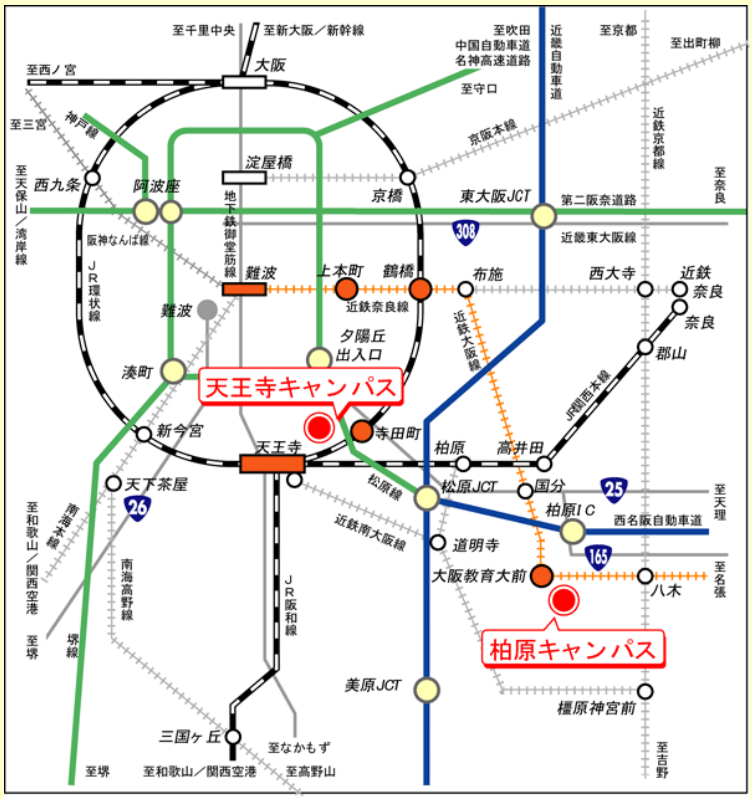
（※ 現時点で卒業者が在職していない施設も含まれています）

企業への就職例：五藤光学、ビクセン、三鷹光器

宇宙を学べる大学・進学説明会


市民天体観察講座

天体観察実習の授業



研究室訪問を歓迎します（土・休日の訪問でもご相談ください）

問い合わせ先：〒582-8582 柏原市旭ヶ丘4-698-1 大阪教育大学 教員養成課程 天文学研究室
Tel/Fax：072-978-3388　E-mail：katsura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp