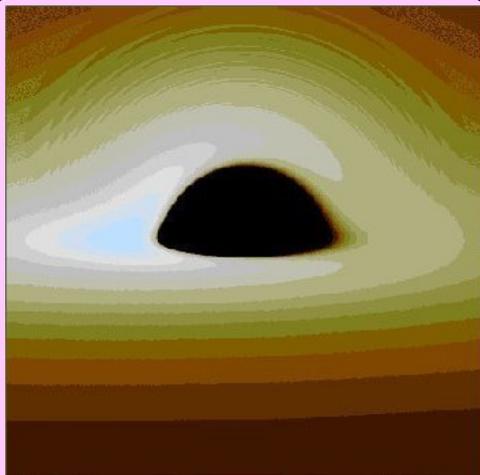


51cm望遠鏡と理論研究で活躍する

大阪教育大学の 天文学

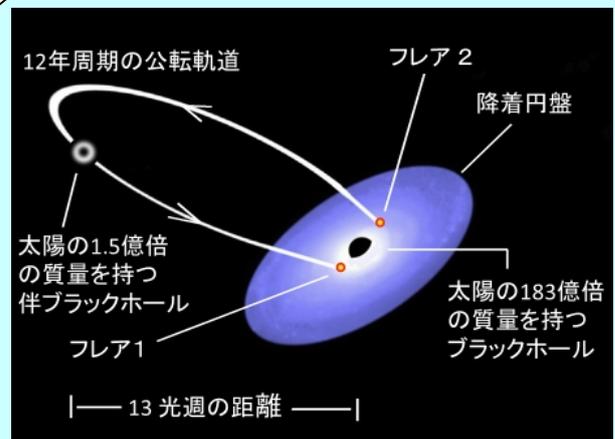
Astronomy



ブラックホールシャドウ



51cm反射望遠鏡



超巨大ブラックホール
OJ 287の想像図

研究室紹介

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、新制の大学になってからも60年以上の歴史をもつ**教員養成系大学**です。

現在は、**教員養成課程**(定員550名;第二部も含む)と**教育協働学科**(定員350名)を置いています。教員養成系大学ですが、専門性の高い教育や研究も行い、多くの優れた成果を上げています。

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。**理科教育コース**の入試では、センター試験以外に、二次試験の前期で理科(4科目から1科目選択)、後期は小論文が課せられます。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が、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、二次試験で前期は数学と理科が、後期は面接が課せられます。

第二部

天王寺キャンパスにおいて、主として夜間に開講する、5年次の課程です。働きながら学ぶこともできます。

(大学の場所についてはパンフレットの裏面をご覧ください)



山の上を切り開いた広い柏原キャンパスには自然が溢れています。もっとも美味しい生協食堂に選ばれた大学生協や、随一の広さを有する大学図書館その他、大学の設備も充実しています。

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。研究では自主性を重んじて、各自の自由なテーマで研究・教育を進めてきました。また教養学科や第二部の学生でも、熱心な希望者には課外学術活動という形で天文学の個別指導をします。現在、**教員養成課程・理科教育コース・天文学研究室**に以下の2名が在籍しています。

福江 純 (ふくえじゅん)

専門: ブラックホール天文学・天文教育
fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp
<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~fukue/>

松本 桂 (まつもとかつら)

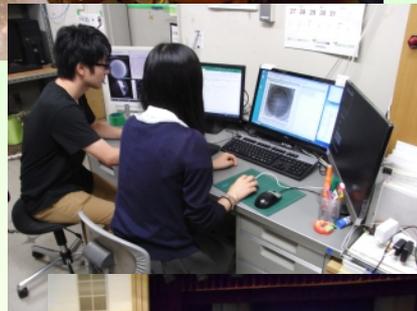
専門: 活動的天体現象・天文教育
katsura@cc.osaka-kyoiku.ac.jp
<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~katsura/>

研究室および大学天文台ウェブサイト

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



夏ゼミ合宿



天体観測



学会発表

天文学研究の教育

天文学に関係した授業科目
(カッコ内の数字は主な受講回生)

—学部—

- 宇宙の構成と歴史(1)
- 科学の基礎(1)
- 小学校教科内容(1)
- 理科A(1)
- 理科B(1)
- 地学Ⅱ(2)
- 地学実験(2)
- 地学野外実習(2, 3)
- 天文学(2, 3)
- 宇宙物理学(3)
- 理科内容構成演習(3)
- 地学ゼミナール(4)

—教職大学院—

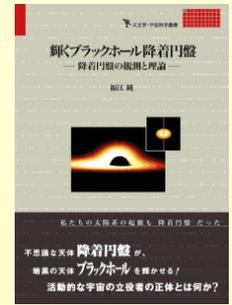
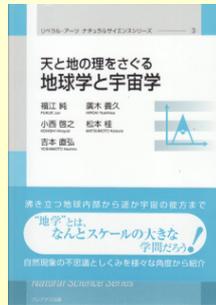
- 教材・題材開発研究(科学と数学)A [地学]
- 教科内容研究(科学と数学)A[天文]

卒論(卒業研究)

51cm望遠鏡などを持ちいた観測的研究(6ページ)、計算やシミュレーションによる理論的研究(7ページ)、教材開発を中心とする教育的研究(本ページ下)など、多様な卒論テーマがあります。可能な限り、学生諸君の希望に沿った卒論テーマを選び、自分の好きなことを研究できるようなスタイルを取っています。

教職大学院

本学には2年間の教職大学院が設置されています。カリキュラムをこなしつつ、課外学術活動という形で、より専門的な研究を行うことも可能です。大学院生は学会や国際会議でもしばしば発表します。



単位外セミナーをすることもあります。

研究室の教員が大学生向けに書いた教科書です。他にも多くの著作があります。

教育研究

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、最近では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。



アクリル製重力レンズ。天体の重力場による重力レンズ現象を再現できる。左上の画像は、51cm望遠鏡で撮像した重力レンズ天体。



手作りの宇宙。さまざまな天文教具を作成し、作り方などをまとめたホームページの一部。



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。



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)



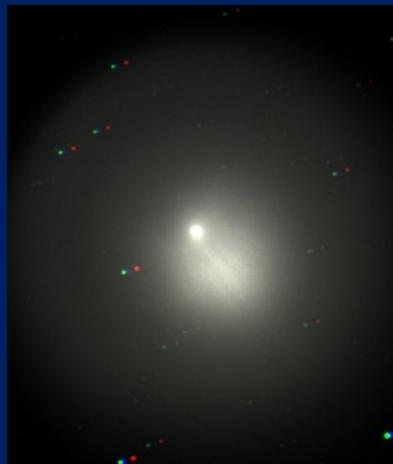
木星(2004年1月23日)



土星(2003年9月2日)



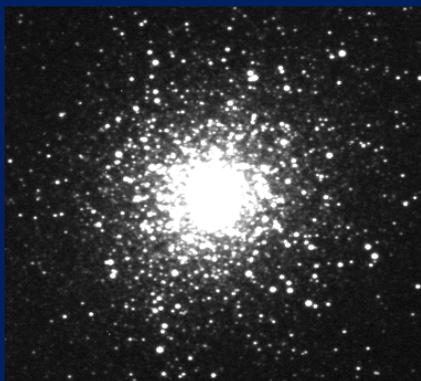
ニート彗星(2004年5月25日)



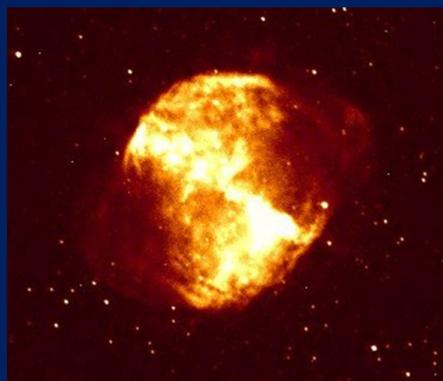
ホームズ彗星(2007年10月31日)



散開星団 メシエ67



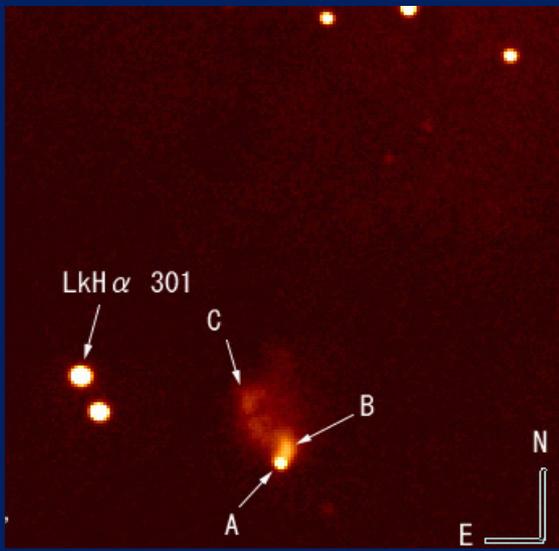
球状星団 メシエ13 (Rバンド、モノクロ)



惑星状星雲 メシエ27 (H α 、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)



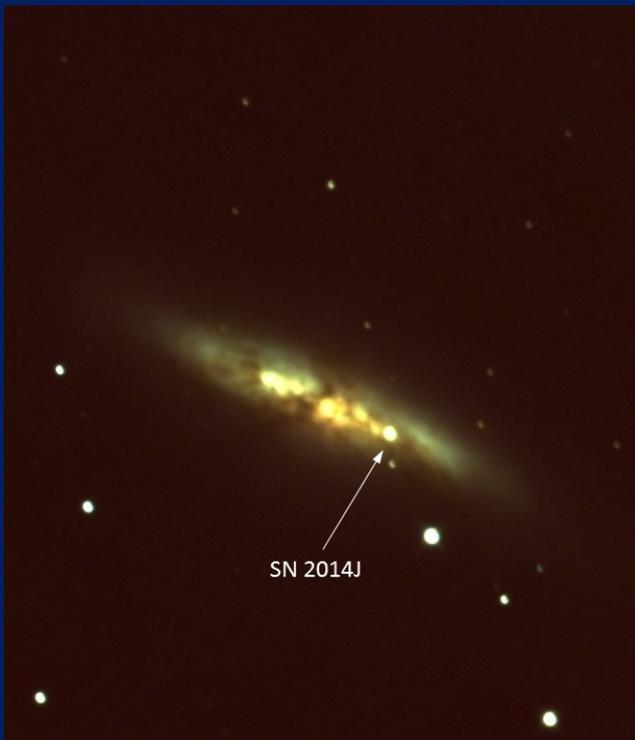
電離水素 (H II) 領域 NGC 7635



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 (ソムブレロ銀河)

観測研究



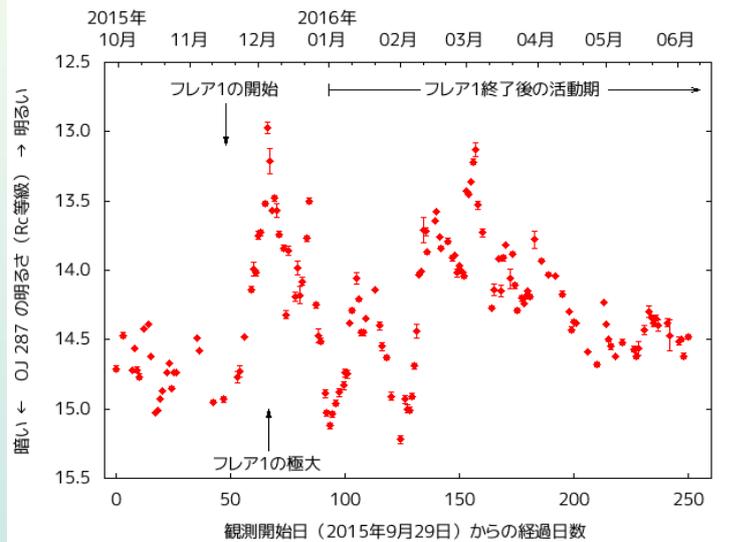
最近の観測成果

超巨大ブラックホール連星 OJ 287

OJ 287 は活動銀河核の一種で、地球からの距離は約36億光年です。この天体の極めて特異な点は、約12年ごとにバースト(急激に明るくなること)を繰り返していることです。さらに、1回のバーストには2つフレア(鋭い明るさの極大)が現れ、なぜそのようなことが起こるのか大問題になりました。その謎を鮮やかに解決したのが超巨大ブラックホールの連星説です(表紙右下図)。なんと OJ 287 の中心には太陽の180億倍と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。



大阪教育大学の51cm反射望遠鏡で観測したOJ 287 の画像。2015年11月15日から始まったフレア1は、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1が終了した同年12月31日の画像では暗く写っています(右)。



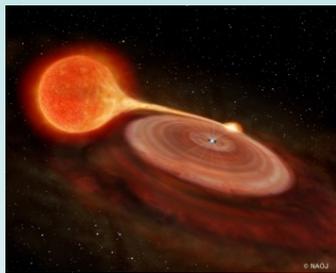
上の図は、大阪教育大学で観測した OJ 287 の明るさの変化の様子です。フィンランドの物理学者 M. Valtonen氏による「歳差連星ブラックホール理論」によって、OJ 287 は2015年12月上旬にバースト(フレア1)を起こすと予測されていました。この予測は観測結果と見事に一致し、①大きい方のブラックホールは太陽の183億倍の質量をもつこと、②連星軌道は一般相対性理論の効果による歳差(近点移動)を示し、重力波放射によって公転軌道が縮小しつつあること、③大きい方のブラックホールは理論的に許される上限値の約3割のスピンのもとことなどが解明されました。

観測研究



活動的天体現象の研究

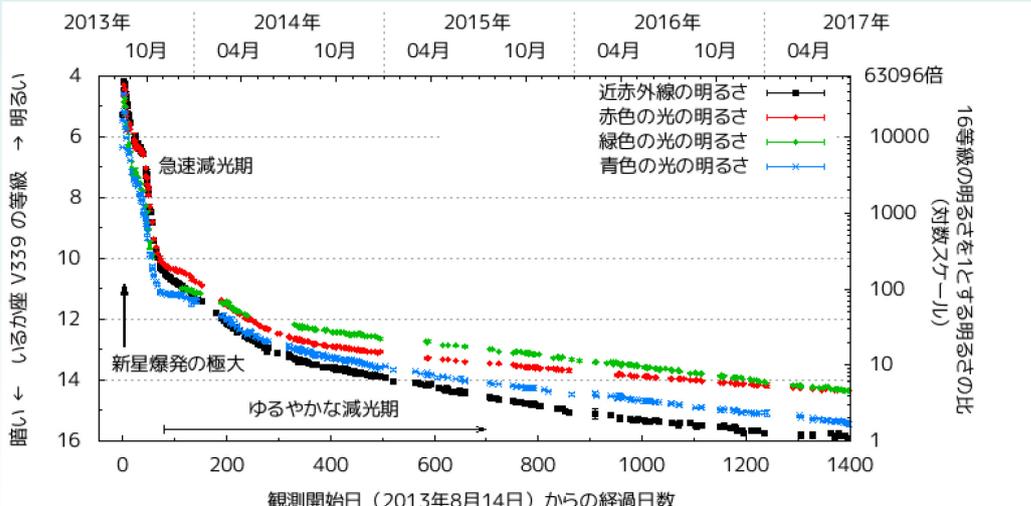
激変星・超新星・ブラックホール天体



普通の星(左)と白色矮星(右)からなる激変星の想像図© NAOJ

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、突然明るく輝き出す激変星、超新星、ブラックホール天体などの活動的天体現象を、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。

その一例として、激変星の一種である新星の「いるか座V339」星を紹介します。新星とは、左の図のような白色矮星と普通の星からなる連星系において、普通の星から流れ込む物質が降着円盤を經由し白色矮星の上にとまり、ある限界を越えると暴走的水素の核融合反応が起き、急激に明るく光り出す現象です。



大阪教育大学では、この新星の発見直後(まだ明るくなりつつある途上)である2013年8月14日から観測を開始できました。それからおよそ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、この新星爆発現象が終了するはずですが、いったいそれがいつになるのかはわかりません。

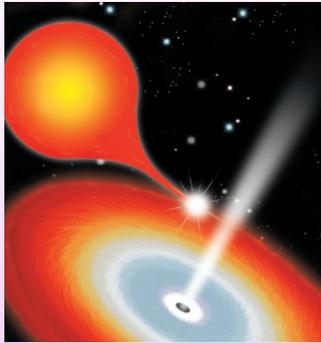
このように、突然明るくなったり、長期にわたり観測を続けなければ全容がつかめないような天体の研究は、研究室の学生ならいつでも使うことができる大阪教育大学51cm望遠鏡の強みです。

理論研究

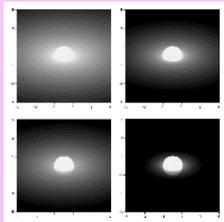
降着円盤研究

見えないはずのブラックホールを視る

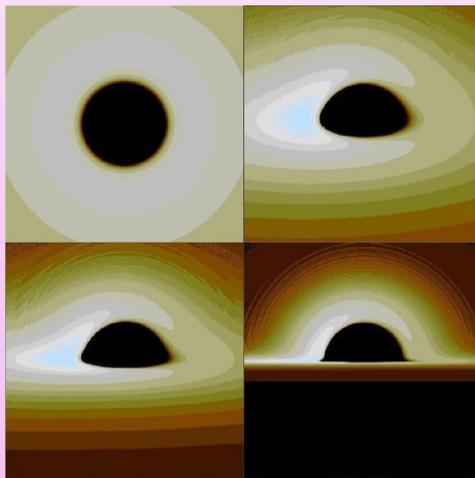
アインシュタインの相対論で予想された、光でさえ出てこれない謎の天体、それが**ブラックホール**です。ブラックホールは、**X線連星**や**活動銀河核**など、宇宙のあちこちで発見されました。そして周囲には光り輝く**高温プラズマガスの円盤(降着円盤)**をまとい、さまざまな宇宙活動の原因となっているのです。



ブラックホールと普通の星からなるブラックホール連星の想像図。ブラックホールの強い重力が伴星のガスを引き寄せ、ブラックホールのまわりにガス円盤が形成されている。

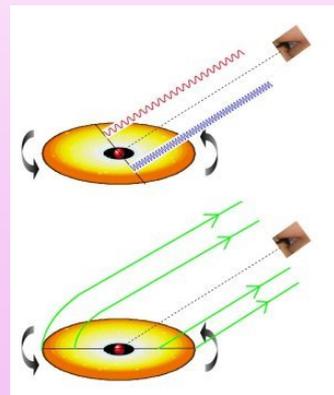


ブラックホールからは光でさえも出てこれません。だから闇夜のカラスのように、ブラックホールを見ることは不可能な気がします。しかし闇夜のカラスといえども、背後から光で照らせばシルエットが浮かび上がるでしょう。宇宙に存在するブラックホールも、しばしば光り輝くプラズマガスをまとって、光る衣中の影絵として、**ブラックホールを“視る”**ことができるはず。相対論や輻射輸送理論を用いたシミュレーションによって、**ブラックホールシャドウ**の姿を理論的に調べています。



光る衣をまとったブラックホールのシルエット。見る角度が違えばシルエットも大きく変わる。

ブラックホール+降着円盤の姿がこのように見える理由は2つある。まず円盤のガスは光速近くで回転しているため、手前に近づく側のガスから出た光は非常に強められる(右図上)。その結果、円盤の画像は左側が明るく見える。またブラックホール近傍では空間が歪んでいるため、光線が曲げられる(右図下)。その結果、円盤の画像は向こう側が浮き上がったように見える。これらの効果が合わさって、いろいろなシルエットになる。

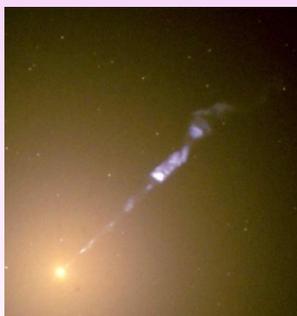


理論研究

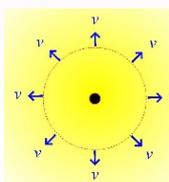
宇宙ジェット研究

ブラックホールジェットの謎に挑む

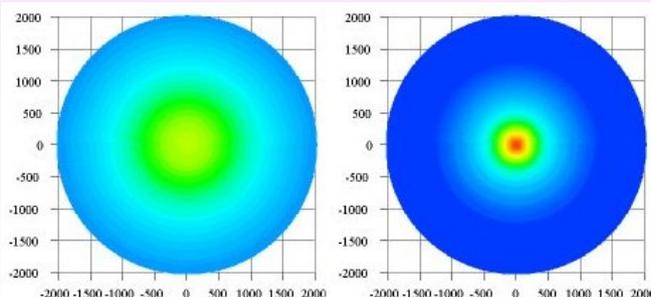
ブラックホール連星や活動銀河の観測が進展すると、それらの天体の中心からは、**光速近いスピード**で、高温プラズマの噴流が吹き出していることが発見されました。これらは**宇宙ジェット**と呼ばれています。何でも吸い込むはずのブラックホールは、高エネルギーのプラズマガスを吹き出すこともあるのです。



ハッブル宇宙望遠鏡が撮像した活動銀河M87の中心から吹き出すプラズマジェット。ジェットの長さは100万年におよぶ。

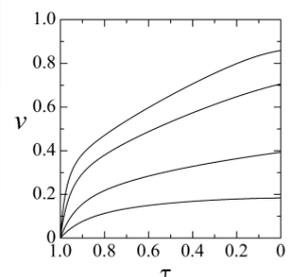


ブラックホール近傍でこのような亜光速ジェットが形成されるメカニズムは、いまだよくわかっていません。ブラックホールジェットの存在は、**現代天文学の3不思議**の一つです。ブラックホールジェットが形成されるしくみを解き明かすため、相対論や輻射輸送理論などを用いて、理論的な研究を行っています。



ブラックホール近傍から球対称に吹き出すプラズマ流を観測したときの“見え方”(住友他2007)。流速が光速の30%(左)、70%(右)と大きくなるにつれ、相対論的効果で、中央付近がキラキラと明るくなるのがわかった。

強い光の圧力(放射圧)で加速されるブラックホールジェットの計算例(秋月&福江2009)。縦軸は光速を単位としたジェットの速度。ブラックホール近傍(図の左端)から加速されるにつれ、ジェットの速度が増加して、ついには光速の80%ぐらいになることがわかった。

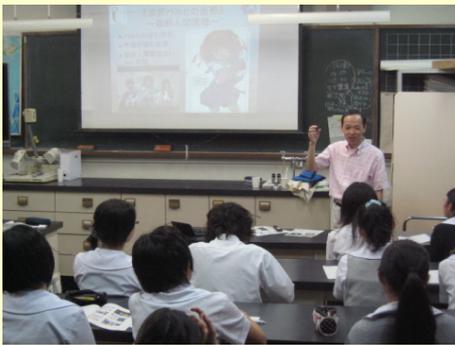


多方面で活躍する卒業生

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 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 豊橋市視聴覚教育センター
 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 城陽市文化パーク城陽
 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 総合科学博物館
 佐賀県 立宇宙科学館
 熊本県 南阿蘇ルナ天文台 (2名)
 (注：現時点で卒業生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



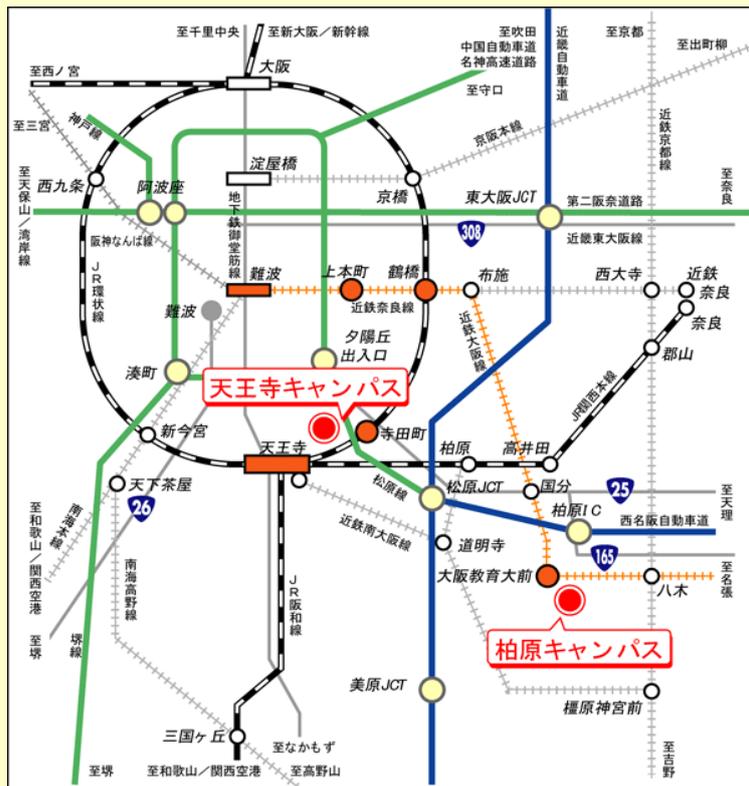
出前授業



市民星空観察講座



ひらめき☆ときめきサイエンス



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 大阪府柏原市旭ヶ丘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