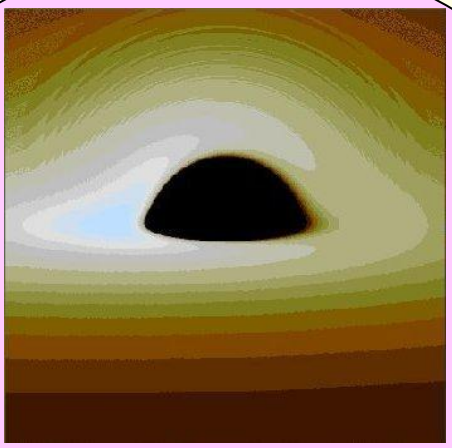
51cm望遠鏡と理論研究で活躍する

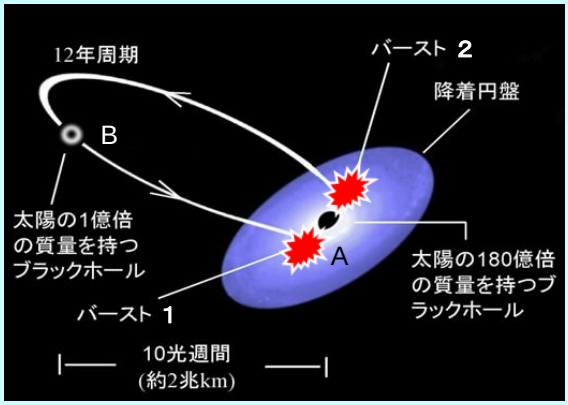
大阪教育大学の天文学

Astronomy



ブラックホールシャドー

51cm反射望遠鏡



超巨大ブラックホール
OJ287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485名）、教養学科（定員405名）、第二部（定員90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

小学校・中学校の教員を養成する課程です。理科教育講座の入試では、センター試験以外に、二次試験で前期は理科が、後期は小論文が課せられます。

教養学科

一般課程ですが、教員免許やその他の免許を取得することも可能です。自然研究専攻の入試では、センター試験以外に、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複数名の天文学教員が常に在籍しています。大学の校風と同様、研究でも自主性を重んじて、各自の自由なテーマで研究・教育を進めてきました。

現在、教員養成課程 理科教育講座 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：突発天体現象・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ホームページ

http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/

http://galaxy.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/

学生の自主性を重んじるのが当研究室のモットーです。また教養学科や第二部の学生でも、必要に応じて、望遠鏡など天文の施設を使用することができます。

七夕パーティ
夏ゼミ合宿
卒論発表会

教育内容

天文学研究室の教育

天文学に関係した授業科目
（数字は主な受講回生）

－学部－

宇宙の構成と歴史（1）
理科基礎（1）
地学Ⅱ（2）
理科Ⅰ（2）
理科Ⅱ（2）
天文学Ⅰ（2, 3）
天文学Ⅱ（3）
地学ゼミナール（4）
地学実験Ⅰ（2, 3）
地学実験Ⅲ（3）
地学野外実習Ⅰ（2, 3）

－大学院修士課程－

天文学Ⅰ（M1）
天文学Ⅱ（M1）
天文学特論Ⅰ（M2）
天文学特論Ⅱ（M2）
課題研究（M2）

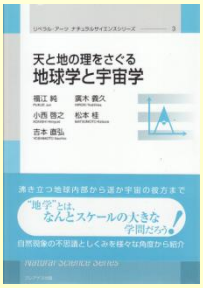
夏休みなどに単位外レクチャーをすることもあります。

卒論（卒業研究）

51cm望遠鏡などをもちいた観測的研究（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。

修論（修士論文）

本学には2年間の大学院修士課程が設置されています。修士課程ではより専門的な研究を行い、大学院生は学会や国際会議でもしばしば発表します。

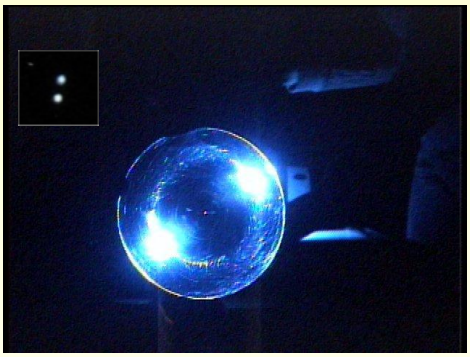


研究室の教員が大学生向けに書いた教科書です。他にも多くの著作があります。

教材研究

天文学を楽しく美しく表現する

本学で撮像した天体画像集、手近な材料で工作する天文教具、デジタル時代のデジタル天文教材や立体視できる3D動画教材など、さまざまな天文教具や天文教材の開発研究を行っています。教育系大学という利点を活かし、天文学を楽しく伝える方法や美しく表現する方法なども研究しています。



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。

手作り望遠鏡。詳しい製作工程が、製作上のコツなどとともに、動画教材としてホームページで公開してある。

RGBカラーバー。目で見える光の色にできるだけ近い色をRGB色で再現したもの。サイエンスデザインと呼んでいる。

大阪教育大学51cm望遠鏡による天体画像アルバム

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

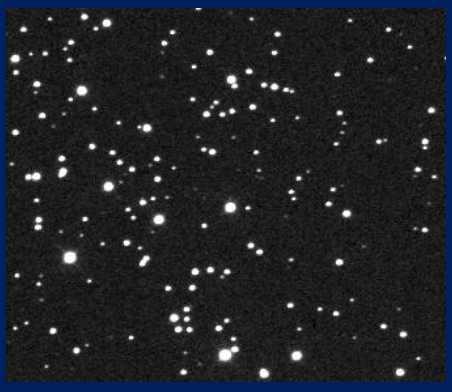
2003年大接近時の火星（2003年8月23日、3色合成画像）

木星（2004年1月23日、3色合成画像）

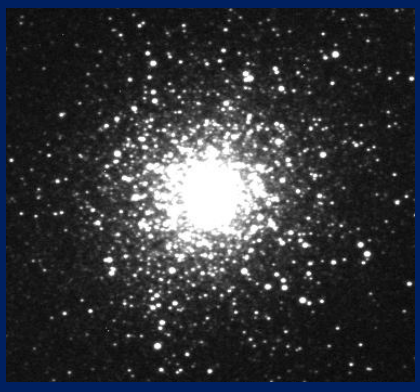
土星（2003年9月2日、3色合成画像）

ニート彗星（2004年5月25日、3色合成画像）

ホームズ彗星(2007年10月31日、3色合成画像）



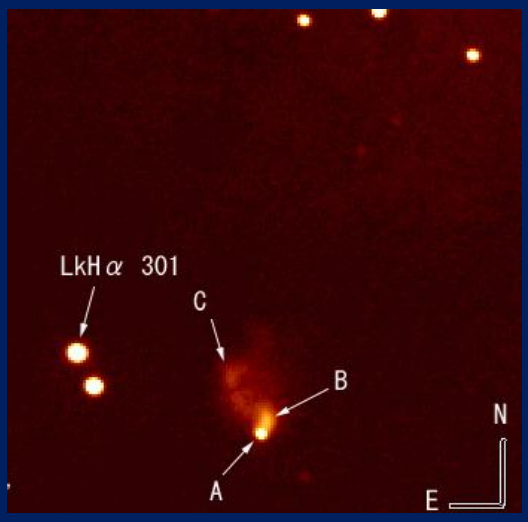
散開星団メシエ67（Rバンド画像）



球状星団メシエ13（Rバンド画像）

超新星残骸メシエ1（3色合成画像）

惑星状星雲メシエ27（Hα画像、擬似カラー）



オリオン座に出現した新星雲（V1647 Ori)
（2004年9月30日、I バンド画像、擬似カラー）

電離水素 (HII) 領域 NGC 7635（3色合成画像）

渦巻き銀河 メシエ81（3色合成画像）

渦巻き銀河 NGC 6946（3色合成画像）

渦巻き銀河メシエ104（3色合成画像）

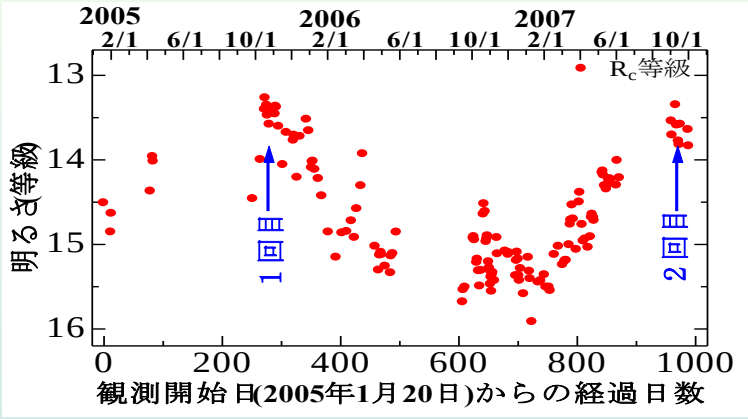
観測研究

最近の観測成果
超巨大ブラックホール連星OJ287

OJ 287は活動銀河核と呼ばれる天体の一種で、太陽からの距離は約35億光年です。この天体の特異な点は、約12年おきに周期的にバースト（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回のバーストは2つのピークをもっていることが明らかになり、なぜそのようなことが起きるかが大問題になりました。その謎を鮮やかに解決したのが巨大ブラックホールの連星説です（表紙右下図）。何とOJ287の中心には太陽の180億倍もの質量をもつ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。2007年9月14日は、2回目のバーストのピークで、非常に明るかった。

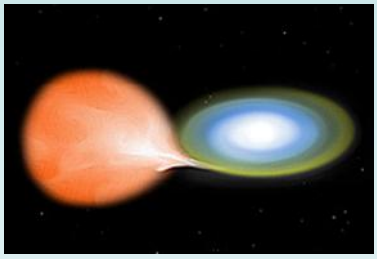
この研究については、朝日新聞（2008/4/17）、読売新聞（2008/4/17）、日経新聞（2008/4/21）、雑誌ニュートン2008年7月号などで紹介されました。



大阪教育大学ではOJ 287 を1994～1996年にかけて観測し、2つのバーストピークを確認しました。次のバーストに備え2005年1月から観測を始め、11月に大きなバースト（最初のピーク）をとらえました（上図）。さらに観測を継続し、2007年9月に2つ目のバーストを観測しました。結果はフィンランドのValtonen 氏達の巨大ブラックホール連星モデルと一致し、2008年4月17日発行の英国の科学誌 Nature に発表されました。その論文には、①OJ 287の巨大ブラックホール連星説が確認され、大きい方のブラックホールAの質量は太陽質量の180億倍であること、②小さい方のブラックホールBの軌道は、一公転あたり39度の歳差運動を示し、アインシュタインの一般相対性理論の予言と一致すること、③OJ 287 の軌道周期は徐々に短くなっており、重力波を放射して連星系の軌道が縮小しつつあることを示している、などが書かれています。

観測研究

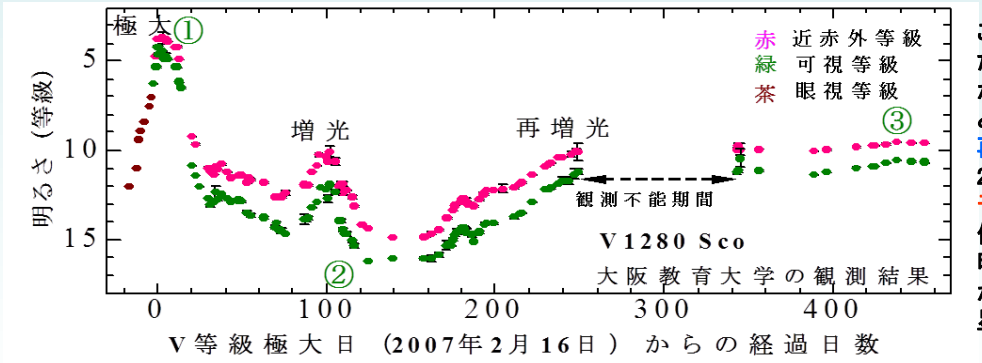
突発的天体現象の研究例
特異な新星 さそり座V1280



普通の星（左）と白色矮星（右）からなる近接連星の想像図。

大阪教育大学では、他にもさまざまな天体を51cm望遠鏡で観測し、研究することができます。たとえば、突然明るく輝きだす激変星や超新星といった突発的天体現象などを、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、さそり座V1280を紹介します。新星とは左図のような、白色矮星と普通の星からなる連星系で、普通の星から流れ込む物質が降着円盤を経由し白色矮星の上にたまり、ある限界を越えると暴走的な水素の核融合反応が起きて、急激に明るく光りだす現象と考えられています。大阪教育大学の観測チームは、この新星がまだ明るくなりつつある途中の2007年2月12日から観測を開始しました。

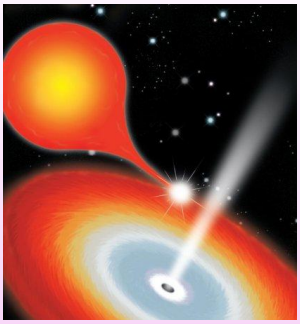


この新星は2月16日に極大等級①になったあと急激に暗くなり、一時的な増光②が観測されましたがまた暗くなりました。ところが7月から10月にかけてゆるやかな再増光を示し、観測不能期間をはさみ2008年1月下旬に観測を再開したところ、予想に反して（！）、ほとんど同じ明るさを保っていました。2008年5月③以降もその明るさを継続しており、いつまで続くのか？またこのような振る舞いを示した新星は知られていません。

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

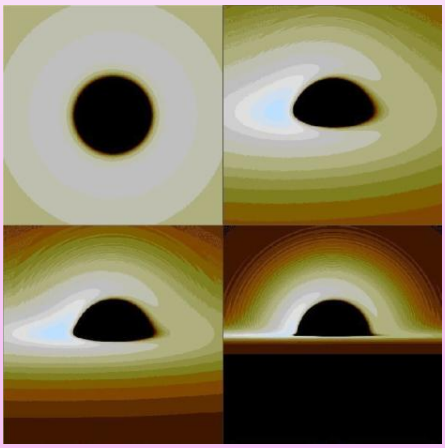
アインシュタインの相対論で予想された、光でさえ出てこられない謎の天体、それがブラックホールです。ブラックホールは、X線連星や活動銀河核など、宇宙のあちこちで発見されました。そして周囲には光り輝く高温プラズマガスの円盤（降着円盤）をまとい、さまざまな宇宙活動の原因となっているのです。



ブラックホールからは光でさえも出てこられません。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いて、光る衣中の影絵として、ブラックホールを“視る”ことができるはずです。相対論や放射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ーの姿を理論的に調べています。

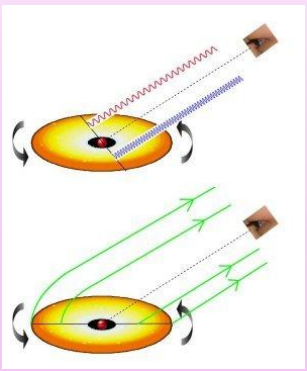
ブラックホールと普通の星からなるブラックホール連星の想像図。ブラックホールの強い重力が伴星のガスを引き寄せ、ブラックホールのまわりにガス円盤が形成されている。

これらの研究については、読売新聞（1987/5/12）、週刊朝日（1987/5/29）、産経新聞（1989/1/22）、Nature（1995/vol375）、Sky and Telescope（1996/6）、その他で紹介されました。



光る衣をまとったブラックホールのシルエット（福江2006）。見る角度が違う。

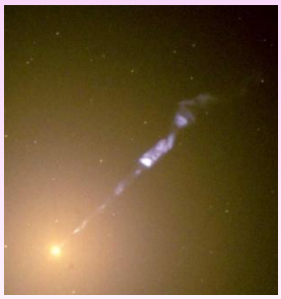
ブラックホール＋降着円盤の姿がこのように見える理由は2つある。まず円盤のガスは光速近くで回転しているので、手前に近づく側のガスから出た光は非常に強められる（右図上）。その結果、円盤の画像は左側が明るく見える。またブラックホール近傍では空間が歪んでいるため、光線が曲げられる（右図下）。その結果、円盤の画像は向こう側が浮き上がったように見える。これらの効果が合わさって、いろいろなシルエットになる。



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

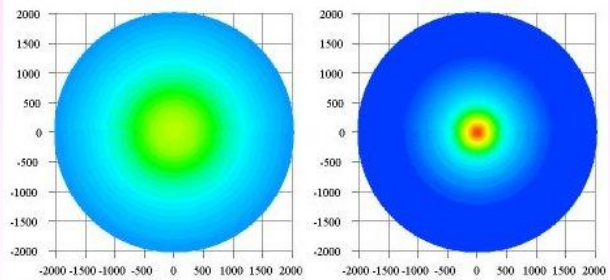
ブラックホール連星や活動銀河の観測が進展すると、それらの天体の中心からは、光速近いスピードで、高温プラズマの噴流が吹き出していることが発見されました。これらは宇宙ジェットと呼ばれています。何でも吸い込むはずのブラックホールは、高エネルギーのプラズマガスを吹き出すこともあるのです。



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、相対論や放射理論などを用いて、理論的な研究を行っています。

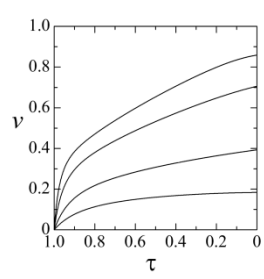
ハッブル宇宙望遠鏡が撮像した活動銀河M87の中心から吹き出すプラズマジェット（HST）。ジェットの長さは100万光年におよぶ。

これらの研究については、朝日新聞（2007/10/29）などで紹介されました。



ブラックホール近傍から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、中央付近がギラギラと明るくなることがわかった。

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）。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。

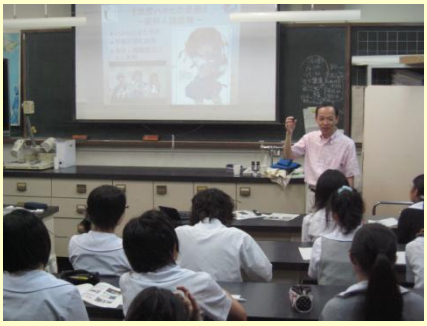


多方面で活躍する卒業者

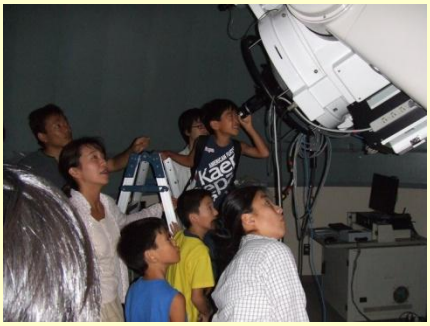
卒業生の就職先でもっとも多いのは、小中高の教員です。企業に就職した人や大学院に進学した人も相当数います。中でも、全国各地の社会教育施設等へ多数の人材を送り出していることが、大阪教育大学天文分野の大きな特色です。

佐賀県立宇宙科学館
愛媛県総合科学博物館
岡山県浅口市 岡山天文博物館 （３名）
岡山県井原市 美星天文台 （２名）
兵庫県立西はりま天文台 （３名）
兵庫県神戸市立青少年科学館
兵庫県加古川市立少年自然の家（２名）
兵庫県にしわき経緯度地球科学館
兵庫県伊丹市立こども文化科学館
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
（注：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）

京都府京都市青少年科学センター
京都府綾部市 天文館パオ
和歌山県 みさと天文台 （３名）
和歌山県 かわべ天文台
愛知県名古屋市科学館
静岡県ディスカバリーパーク焼津
東京都杉並区立科学館
千葉県千葉市科学館
群馬県立ぐんま天文台
宮城県仙台市天文台
青森県弘前市星と森のロマントピア
北海道釧路市こども遊学館

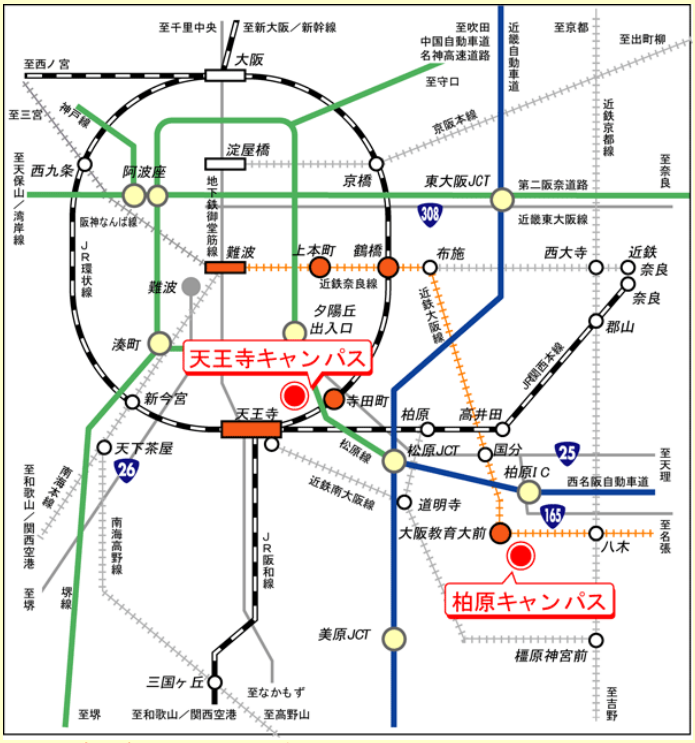


附属高校での七夕講演会（2010年7月）



夏休み親子星空観察会（2010年8月）

JSTひらめき☆ときめき事業（2010年8月）



研究室見学を歓迎します。

問い合わせ先：〒582-8582 大阪府柏原市旭ヶ丘4-698-1 大阪教育大学教育学部教員養成課程
tel：072-978-3387 mail：fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp