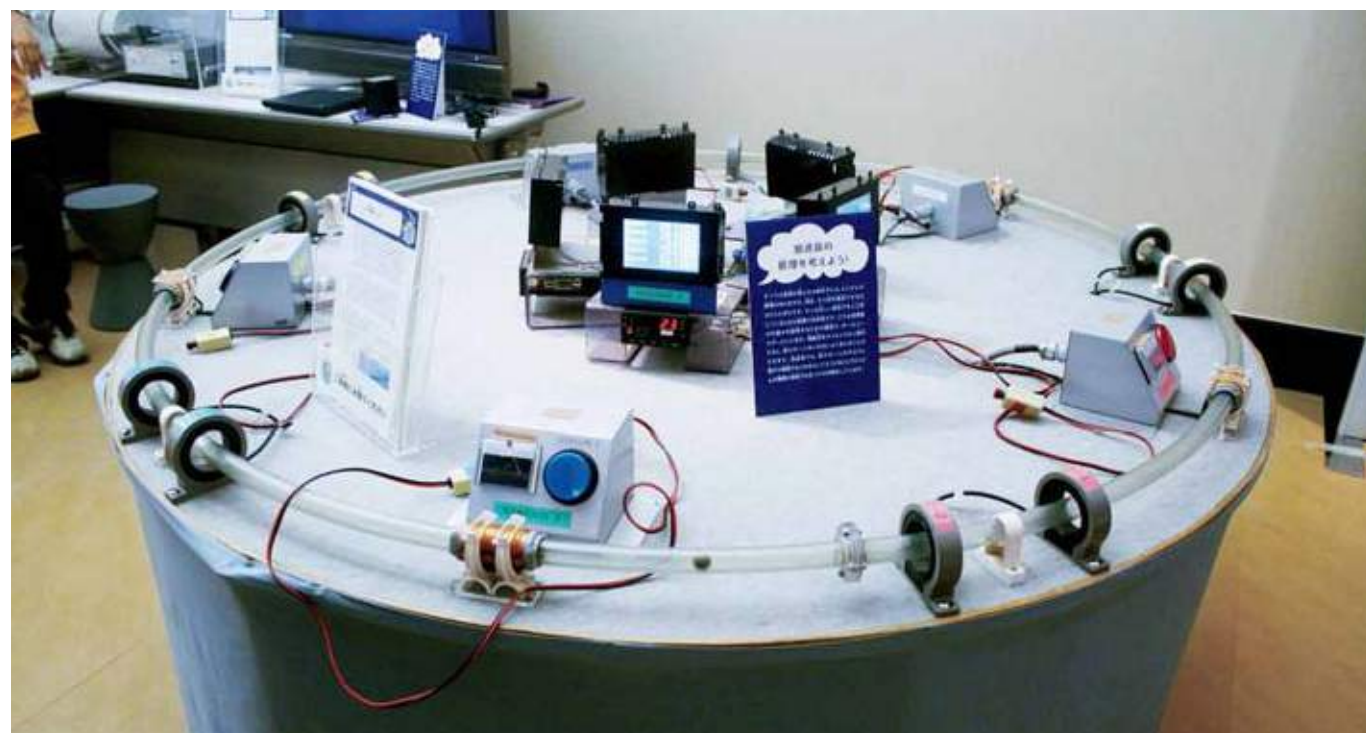


SECTION1 ビッグバン—宇宙と物質のはじまり



加速器の原理を考えよう



すべての物質の素となる素粒子には、たくさん種類がありますが、現在、その姿を確認できるのはごくわずかです。そんな珍しい素粒子を人工的につくるための装置が加速器です。これは加速器の仕組みを説明するための模型で、ボールコースターといえます。電磁石をタイミングよく操作すると、鉄のボールをいきおいよくまわすことができます。加速器では、鉄のボールのかわりに電子や陽電子などをまわしてぶつけることでたくさん種類の素粒子を見つける実験をしています。

振り子の動きで素粒子をイメージしよう



まずは、右の振り子を前後に揺らしてみてください。すると揺れがだんだん左の振り子に伝わり、左の振り子が揺れはじめ、反対に右の振り子はとまってしまいます。そのうち今度は左の振り子の揺れが右の振り子に伝わり、左の振り子がとまってしまいます。こうした振り子の振動が伝わる現象は素粒子の世界にもあります。たとえばニュートリノという素粒子が、真空中を飛ぶ時に、電子ニュートリノがミューニュートリノに変わったり、しばらくして、電子ニュートリノに戻ったりする現象は、この振り子の振動が伝わる動きで説明できます。

宇宙線を観測してみよう



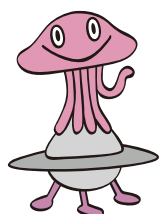
宇宙から地球に降りそそぐ高いエネルギーをもった粒子を宇宙線とよびます。私たちの周りにはいつも宇宙線が降りそそいでいて、1秒間に200回以上も私たちの体を突き抜けています。宇宙線がシンチレーティングファイバーという特殊な光ファイバーを通った時、弱い光が出ます。これを増幅してカメラで撮影することで宇宙線の通った跡をモニター画面を通して見るすることができます。地球に降りそそぐ宇宙線をその目で確かめてみましょう。

光には右まわりと左まわりがある



私たちのまわりにあるすべての物質の素になる小さな粒が素粒子です。光も実は素粒子の1つです。光には、右まわりと左まわり、2種類の光の粒が存在します。ただ、その区別は私たち人間の目ではわかりません。ここに右まわりの光しか通さないフィルムと、左まわりの光しか通さないフィルムがあります。左まわりの光は右まわりの光しか通さないフィルムでは見ることができません。ところが鏡に反射させると見ることができます。これは鏡の反射によって左まわりの光が右まわりの光になったためです。光のスピンを実感してください。

現在も膨張を続ける宇宙。
時間をさかのぼることおよそ137億年前、
宇宙はとて小さく想像を絶する高温・高密度の
状態でした。宇宙誕生の瞬間に迫ります。



1 ビッグバン—宇宙と物質のはじまり

現在も膨張を続ける宇宙。
時間をさかのぼることおよそ137億年前、
宇宙はとて小さく想像を絶する
高温・高密度の状態でした。
宇宙誕生の瞬間に迫ります。

宇宙はどうやって
はじまったのですか？

宇宙はビッグバンではじまったと考えられています。今から137億年前、
小さな火の玉が爆発的に広がって宇宙が生まれました。これがビッグバン
です。ビッグバンは現在の宇宙にあるすべての物質や生命のはじまりで
あり、「時間」や「空間」もここからはじまりました。そしてビッグバンの
前の宇宙がどんなものだったのか、何がきっかけで起きたのか、残念
ながら今はよくわかっていません。

宇宙はなにでできていますか？

ビッグバンによって生まれた、物質の素になる最も小さな粒を素粒子
といいますが、今の私たちの周りには、クォークや反クォークや
電子という素粒子でできています。ビッグバンでは電子だけでなく
同じ数の反電子も生まれました。では、どうして私たちの今の宇宙は
電子だけでできているのでしょうか？ 素粒子の世界を調べることは、
宇宙のはじまりを知ることにあります。

ビッグバンが起こった後、
宇宙はどうなったのですか？

ビッグバンから100万分の1秒後、宇宙にはクォークとよばれる奇妙な
粒子たちが飛び交っていました。それから、1万分の1秒がたつと、
クォークは陽子や中性子に閉じ込められました。さらに2.3分すると、
水素やヘリウムなどの元素が誕生し、電子がそのまわりを動きまわって
いました。

宇宙のはじまりはどうやって
調べるのですか？

ビッグバン直後の宇宙にはたくさん種類の素粒子がありましたが、
その多くはすぐに壊れて安定な電子、陽子や中性子になり、今は見つけ
るのがたいへん難しくなっています。宇宙のはじまりの時にあった
素粒子を人工的につくるための装置が加速器です。加速器は電子や
陽子にエネルギーを与え正面衝突させて、高いエネルギーの状態を
つくりだします。

素粒子はどうすれば
見えるのですか？

素粒子のうち電気を帯びたものは、物質中を走ると電子を突き飛ばし
ます。この電子を集めたり、光に変換するなどして素粒子を間接的に
「見る」ことができます。素粒子の種類を見分けるには、磁場の中での
運動の曲がり具合や、どれくらいの厚さの物質を通過するか、
どれくらいの時間までに変わったかなどを調べることで判断することが
できます。

SECTION2 銀河、星、惑星が生まれる



電波望遠鏡「なんてん2」模型



「なんてん2」は、名古屋大学が南米チリの標高4800メートルのアタカマ高地に設置した電波望遠鏡です。それまで同じチリのランカンパナス天文台（標高2400メートル）にあった「なんてん」望遠鏡をグレードアップさせて、観測がしやすいもっと高い場所に引っ越しさせたのが「なんてん2」です。2006年9月に本格的な観測がはじまり、星が誕生しているところや私たちの銀河系中心部、そしてブラックホールなどについて観測しています。

電波望遠鏡「なんてん」電波受信機



天体からの電波を精度よく観測するには、高精度のパラボラアンテナと感度のよい電波受信機が必要です。これは「なんてん」に設置された電波受信機と同じものです。この電波受信機は、超伝導を利用した世界最高感度のもので、名古屋大学の装置開発室で開発されました。宇宙を観測するためには観測装置も自分たちでつくります。

携帯電話の電波をつかまえよう



もし携帯電話をもってたら、指定された番号にかけてみてください。すると目の前の発光ダイオードが光りはじめます。これは携帯電話で送受信する時に、電波が発生していることを示しています。目には見えない電波を感じるができますか。

星や銀河、惑星はどのように生まれ、現在の姿になったのでしょうか。人工衛星や巨大望遠鏡を使った最新の研究成果を解説します。

銀河、星、惑星が生まれる

星や銀河、惑星はどのように生まれ、現在の姿になったのでしょうか。人工衛星や巨大望遠鏡を使った最新の研究成果を解説します。

コーナーバナー

今、宇宙はどんな姿をしていますか？

地球は太陽のまわりをまわっている惑星です。太陽のような自分で光っている星（恒星）はたくさん集まって、ガスといっしょに銀河をかたちづいています。地球がある銀河系（天の川銀河）も銀河です。銀河も集まっていることが多く、とくに大きい集団を銀河団といいます。銀河や銀河団は宇宙の中で独自の姿を築きつつあります。今見えている一番遠い宇宙は470億光年先です。

銀河はどうやって生まれたのですか？

宇宙が生まれたころ、物質はとてつもなく分布していませんでした。でも、その中にほんのわずかな星の種がありました。たまたま物質の多いところに、引力によってどんどん物質が集まってきて、星が、そして小さな銀河が生まれました。これらの小さな銀河は、その後、合体をくりかえして大きくなってきました。私たちの銀河系のような大きな銀河はこのような方法で生まれました。

星はどうやって生まれたのですか？

星は濃いガスの中で生まれます。ガスが100万年かけてゆっくりと集まると、星の種が3倍、大きさが0.1光年前後のガスのかたまりになります。これが「星の卵」です。「星の卵」は円盤のかたちになり、その中心に原始星とよばれる「星の赤ちゃん」が生まれます。「星の赤ちゃん」は、上下にジェットを出しながらまわりのガスを吹き飛ばします。そしてやがて星が姿を現します。

惑星はどうやって生まれたのですか？

私たちの住む地球や火星、木星、土星といった惑星は、原始星とよばれる「星の赤ちゃん」のまわりに広がった濃いガスとチリの円盤から生まれました。チリ円盤は合体をくりかえして大きくなり、やがて惑星ができました。微惑星が集まることで地球のような惑星が生まれます。さらに成長した後、ガスを集めて大きくなることで木星や土星のような巨大なガス惑星が生まれます。

宇宙はどのように観測していますか？

夜空にひかる天の川は、私たちの銀河系を内側から見たもので、多くの星からなります。しかし、目に見える星は宇宙にある天体のほんの一部で、目に見える光を出していない天体もたくさんあります。そういう天体も電波や赤外線、X線などの電磁波（光もその一種）を放射していることが多く、いろいろな電磁波を観測することで宇宙の真の姿や歴史を知ることができます。

溝入ポスター

SECTION2 銀河、星、惑星が生まれる

赤外線天文衛星「あかり」模型

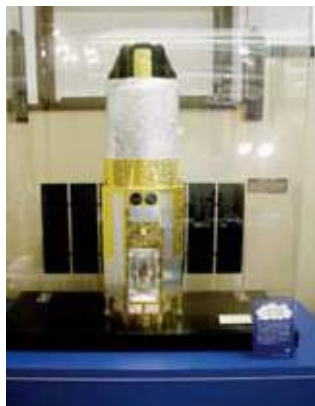


ボールコースター

赤外線天文衛星「あかり」は、2006年2月22日に打ち上げられ、地球のまわりをまわりながら1年以上の時間をかけて赤外線の全天地図をつくっています。「あかり」には、遠赤外線サーベイヤと、近・中間赤外線カメラという2つの観測装置が搭載されています。「あかり」は銀河がいつどのように生まれたのか、星や惑星がどのように生まれるのか、星はどのようにさいごを迎えるのか、現在の太陽系はどのような姿をしているのか、といった謎に迫っています。

衛星模型提供：JAXA宇宙科学研究本部

X線天文衛星「すざく」模型



「すざく」は「はくちょう」「てんま」「ぎんが」「あすか」につづく日本で5番目のX線天文衛星です。2005年7月10日に打ち上げられた「すざく」は、現在も地球のまわりをまわりながら観測をおこなっています。「すざく」は、銀河団や超新星爆発などの温度の高い天体や、ブラックホールや中性子星などの重い天体など、宇宙の高温・高エネルギー現象を観測しています。

衛星模型提供：JAXA宇宙科学研究本部

X線天文衛星「あすか」搭載X線望遠鏡



日本で4番目のX線天文衛星「あすか」に搭載されたX線望遠鏡の実物です。1993年に打ち上げられた「あすか」は、2000年まで活躍しました。X線望遠鏡に使われる鏡は、円すいのかたちをしており、「あすか」に搭載されたX線望遠鏡は120枚の鏡が約1ミリ間隔でならんでいます。「あすか」にはこのX線望遠鏡が4台搭載されました。「すざく」には、「あすか」望遠鏡を高機能化したX線望遠鏡が搭載されています。

光の正体を考えよう



白い光を三角のプリズムに通すと、虹のようにいろいろな色にわかれます。白い光はいろいろな色がたしあわされて、白い光に見えていたのです。目に見える光(可視光線)も、実はX線や赤外線、電波と同じ電磁波の仲間であり、それぞれ波と波のあいだの長さ、波長が違ってきます。そして植物はこの光をエネルギーにして炭水化物をつくり、動物はその植物を食べて生きています。地球の生き物は光のエネルギーによって生きています。

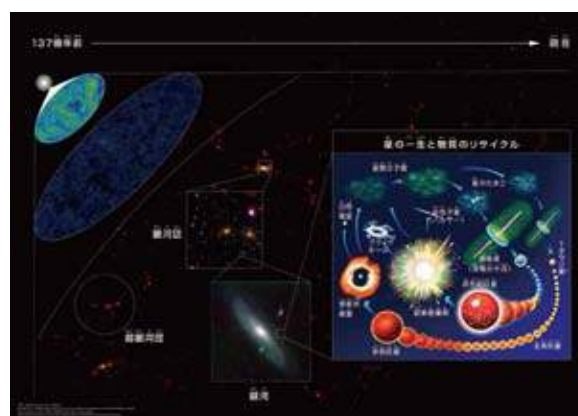
赤外線天文衛星「あかり」搭載赤外線カメラ



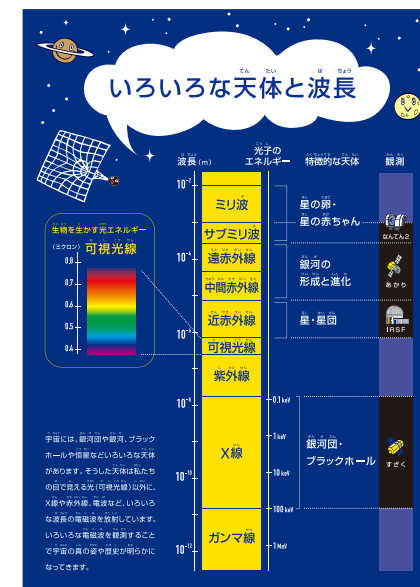
「あかり」は赤外線宇宙の観測をおこなっています。赤外線での明るさは、その天体の温度を反映しています。それでは実際に赤外線カメラで私たちの姿を映してみましょう。明るく見えるのが温度の高いところ。どこが温度が高くてどこが低いのか、モニターの映像から温度の違いがわかるでしょうか。



宇宙の進化と構造



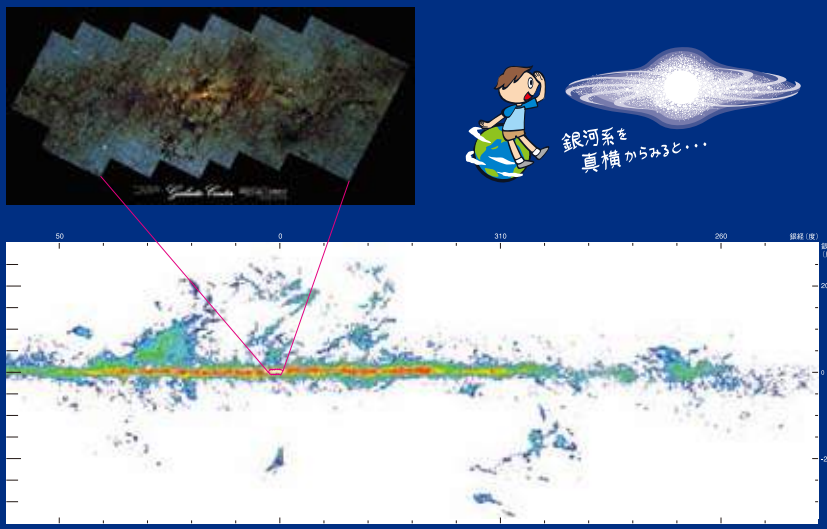
宇宙は、たくさんの銀河が集まってできています。銀河は太陽のような自分で光っている星(恒星)の集まりで、私たちの銀河系もその1つです。恒星のまわりには惑星がまわっています。太陽のまわりをまわる地球も惑星です。太陽のような星のさいごは重さによって決まります。軽い星は赤色巨星になったあと、さいごは惑星状星雲になります。重い星は超新星爆発を起こし、その後、中性子星やブラックホールになります。



いろいろな天体と波長

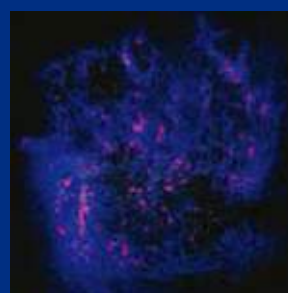
謎にみちた銀河系中心

上は南アフリカにある赤外線望遠鏡「IRSF」による銀河系中心の観測写真です。下は、その周辺部を電波望遠鏡「なでん」で観測して作成した、銀河系の電波地図です。銀河系中心には天幕300万個分の星をもつブラックホールがあると考えられています。さまざまな観測によって宇宙の謎が少しずつと解を明かされていっています。



宇宙137億年の旅

- 137億年前 ビッグバンが起こり、直後に素粒子が誕生
 - その3分後 原子核が誕生
 - その38万年後 原子核と電子が結合、原子が誕生
- 135億年前 最初の星が生まれる
- 130億年前 最初の銀河が生まれる
- 46億年前 太陽系および地球が生まれる
- 38億年前 地球に海ができ、最初の生命が生まれる
- 5億4000万年前 陸地で多様な生物が生まれる
- 6500万年前 恐竜絶滅
- 700万年前 人類誕生



大マゼラン雲

南方と大マゼラン雲の観測写真です。右が赤外線天文衛星「あかり」による観測写真、左が「なでん」(IRSF)「オーストラリア天文台」の観測写真を合成したものです。大マゼラン雲は私たちの銀河系にも近い銀河です。大マゼラン雲を観測することでどのよう星が生まれるのかかわってきます。同じ天体を波長の違う電磁波で観測すると、より深く宇宙を知るができます。



AKARI / Far-Infrared Surveyor color composite from 160μm, and 140μm 1st Nov. 2006 JAXA

赤外線望遠鏡「IRSF」



これは、2000年に名古屋大学がアフリカ大陸の南のほうにある南アフリカ共和国に設置した「IRSF」という赤外線望遠鏡です。口径1.4mの望遠鏡と近赤外線望遠鏡カメラで、日本からは見えない電磁波の天体観測をおこなっています。南緯では、私たちの銀河系にも近い銀河であるマゼラン雲が観測できます。このほかに銀河系中心や、星の生まれる過程などについて観測しています。

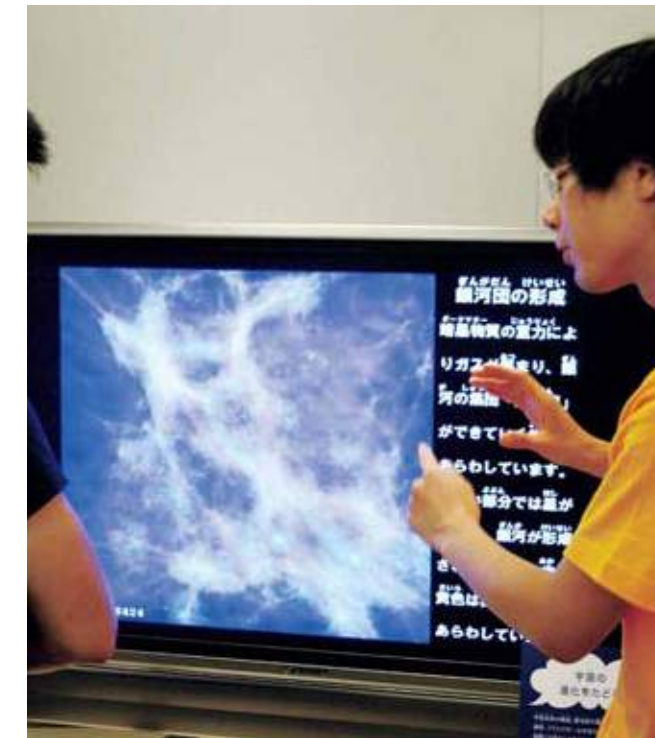
SECTION3 ブラックホールに大接近!



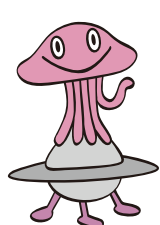
ブラックホールの世界を体験しよう



宇宙の進化をたどる



かつて空想の存在でしかなかった
ブラックホールは、今や宇宙にたくさん発見されています。
アインシュタインの不思議な世界を体験してください。



ブラックホールのまわりでは光もまがる重力の「レンズ」がつくれ、星が集まって見えます。また、強い重力のはたらきで、近くの星の運動も速くなります。そんなブラックホールの世界を体験してみましょう。

宇宙全体の構造、銀河団や銀河ができるまでの過程、ブラックホールのまわりの様子、私たちが実際には見ることのできない宇宙が今の姿になるまでの歩みを、スーパーコンピューターで再現してみました。その進化の過程を楽しんでみてください。

3
ブラックホールに大接近!

かつて空想の存在でしかなかったブラックホールは、今や宇宙にたくさん発見されています。アインシュタインの不思議な世界を体験してください。

コーナーバナー

うーん

ブラックホールとはなんですか？

ブラックホールとは、とても重くまわりのものや光さえも吸いこんでしまう天体です。太陽よりも重くて小さいブラックホールのまわりには大変強い重力が働き、ある半径より内側では、光ですら外に出ることができません。つまりここに近づいたものはすべて吸い込まれてしまいます。ブラックホールは暗い宇宙にある、真っ黒い道と穴のような天体なのです。

超新星爆発!!

ブラックホールはどうやってできるのですか？

太陽のような星のさいごは、重さによって決まります。軽い星は、赤色巨星になったあと、さいごは惑星状星雲となります。とても重い星はさいごに超新星爆発を起こし、その後、中性子星やブラックホールになります。ブラックホールは、質量のさいごの姿なのです。ブラックホール同士の衝突でさらに大きなブラックホールができると考えられています。

ブラックホールに吸いこまれるとどうなるのですか？

ブラックホールに吸いこまれたものは、強い重力によって引き寄せられます。ブラックホールの中に入ってしまうと、中心に向かって落ちていくしかありません。中心に向かって近づけば近づくほど重力は強くなります。そしてすべてのものは最終的に中心に投げ捨てられ、考えられています。吸いこんだものをすべてこぼしてしまおう。それがブラックホールです。

重力レンズ 高温の光

アインシュタイン先生

どうすればブラックホールは見つけられますか？

ブラックホールの理論を考えたのは有名な物理学者であるアインシュタインです。しかし、実際にあることがわかってきたのは最近のことです。近くの星のガスがブラックホールに引き寄せられて高温になり光ったり、ブラックホールのまわりは光がまがり、重力の「レンズ」をつくり、星が集まって見えます。こうした現象を観測することでブラックホールは見つけられます。

ゴオオオ...

ブラックホールはどうやって観測するのですか？

ブラックホールも、電波や赤外線、X線などの電磁波を観測することによって、位置や大きさを観測することができます。最近では私たちの銀河系の中心部に太陽の数倍から数百倍という重さのブラックホールがあることがわかってきました。このことから宇宙に無数にある銀河の多くには、その中心に巨大なブラックホールがあると考えられます。

溝入ポスター