

天体望遠鏡400年

私たちの住む宇宙を知りたい、その探究心から人は夜空を見上げます。天体望遠鏡の進歩とともに、どのような宇宙が見えてきたのでしょうか。

ガリレオの大発見

1608年、オランダのメガネ屋が2枚のレンズを組み合わせたところから、望遠鏡の歴史が始まります。翌年の1609年に望遠鏡の話を耳にしたガリレオは、自分で望遠鏡を作り、星空に向かいました。そしてこれまでに誰も見たことなかった月のクレーターや木星の衛星、金星の満ち欠け、そして天の川が星の集まりであることなどを発見し、とても驚きました。

新しい科学技術は、科学の進歩に大きな役割を果たします。ガリレオは天体望遠鏡の限りない可能性も発見したのです。

光学望遠鏡

可視光線で観測する天体望遠鏡を「光学望遠鏡」とよびます。より暗い天体をより高い解像度で見ようと、各時代の最も進んだ技術を使って、より大きな口径（=天体からの光を受けるレンズや反射鏡の直径）の望遠鏡が作られました。

望遠鏡に取りつける観測装置も改良されました。新しい望遠鏡や装置ができたたびに、宇宙の謎が解決し、新たな謎が生まれました。赤外線観測も始まり、ひとつの望遠鏡で可視光線と赤外線を観測することが多くなりました。

ガリレオの望遠鏡

イタリアの科学者ガリレオ・ガリレイは、何本もの望遠鏡を作った。上はフィレンツェの博物館に保存されている有効口径26mmと、16mmの望遠鏡。なお、台は展示用に後から作られたもので、この台で観測したわけではない。

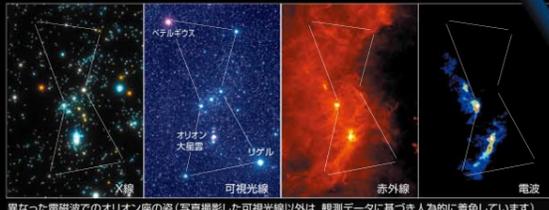
天文台に星を見に行く

天体望遠鏡は天文学者だけのものではありません。自分で買うことも、「公開天文台」とよばれる市民向けの天文台で行われる観望会に参加して星を見ることが出来ます。日本には400以上の公開天文台があり、誰もが星を楽しむことができます。

あらゆる方法で宇宙を調べる

宇宙からは様々な電磁波（でんじは＝光）が届きます。その中で私たちに見える光を可視光線（かしこうせん）と言い、プリズムに通して分光（ぶんこう）すると、赤から紫までの虹色に分かれます。さらに目には見えませんが、赤の外側には赤外線（せきがいせん）、電波（でんぱ）があり、紫の外側にも紫外線（しがいせん）、X線（エックスせん）、ガンマ線があります。（電磁波については「一家に1枚天体望遠鏡400年」をご覧ください）

これらの異なる電磁波で宇宙を観測すると、それぞれ違った姿が見えてきます。可視光線で見えないオリオン座も、電波や赤外線では星の材料となるガスやちりが、X線では活動的な星や燃え尽きた星が見えます。また、宇宙からは電磁波とは別に、宇宙線やニュートリノといった粒子も飛んできます。さらには、重力波（じゅうりよくは）という信号もやって来ると予想されています。



電波と可視光線、赤外線の一部以外は、地球の大気にさえぎられて地表に届きません。また、大気のゆらぎで天体の姿がぼやけてしまいます。よりよい観測のためには、空気が薄く乾燥した高山に天文台を建てたり、飛行機や気球を使って上空で観測したり、さらには大気のない宇宙にまで望遠鏡を持っていく必要があります。



宇宙からの粒子、ニュートリノを検知するスーパーカミオカンデ。岐阜県神岡山の地下深くに作られた。

国立天文台（東京都三鷹市）の地下に作られたTAMA300で、重力波の検出をめざす。

ホイヘンス兄弟の空気望遠鏡

口径57mm / オランダ
ガリレオが「土星の耳」と観測記録に残したものが「耳」だとわかる。

ニュートンの反射望遠鏡

口径51mm / イギリス
初期の反射鏡は金属を磨いたものだったが、近世以降はガラスにメッキした鏡が使われている。

グリニッジ天文台の六分儀

17～18世紀のイギリスでは、航海の時に船の位置を知るため、恒星の正確な位置を示す星表が必要になり、固有運動や光行差の発見につながった。

ハーシェルの20フィート反射望遠鏡

口径48cm / イギリス
焦点距離が20フィート（約6m）あったことから、こう呼ばれている。

フラウンホーファーのヘリオメーター

口径16cm / ドイツ
恒星の位置を高い精度で測ることで、年周視差の検出に成功。

ヤーキース天文台の40インチ屈折望遠鏡

口径1.0m / アメリカ
口径世界一の屈折望遠鏡。

ウィルソン山天文台のフッカー望遠鏡

口径2.5m / アメリカ
アンドロメダ銀河の中に距離の指標となるセフィイド型変光星を発見。

カリフォルニア工科大学の赤外線望遠鏡

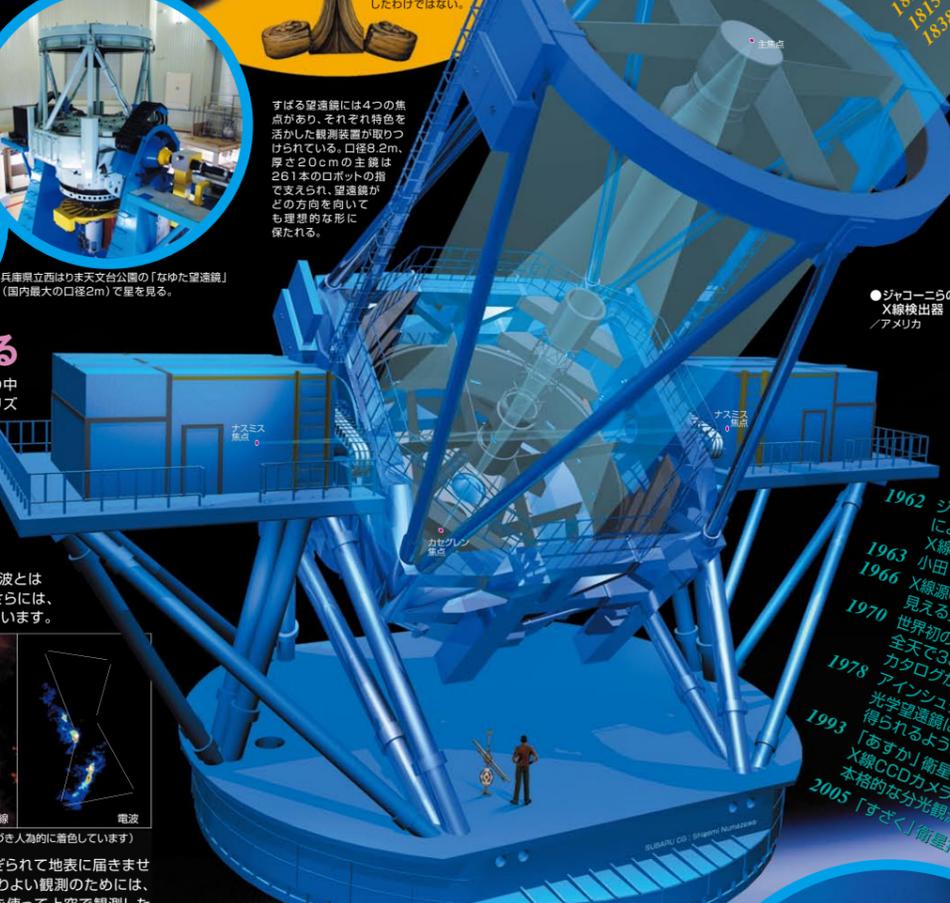
口径1.5m / アメリカ
可視光線と赤外線で見えたオリオン座の星の明るさの比較。

ハッブル宇宙望遠鏡

口径2.4m / アメリカ・ヨーロッパ
大気のゆらぎがない宇宙で観測し、鮮明な画像を得る。

次世代の光学-赤外線望遠鏡

左上は現在計画中の、口径8.6mのジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）。観測のさまざまな地球や太陽からの光を遮るため、月より約4倍離れた軌道（きどう）に投入される。左下は口径30mの超大型地上望遠鏡（TMT）の完成予想図。直径1.4mの六角形の部分鏡を492枚組み合わせて、ひとつの大きな鏡を作る計画が進んでいる。



1608 望遠鏡が発明される
1609 ガリレオが自作の望遠鏡で、初めて天体を観測
1655 ホイヘンス兄弟が自作の空気望遠鏡を製作
1668 ニュートンが反射望遠鏡を製作
1700頃 四角鏡、アベック、子午儀（しごぎ）など、恒星までの距離が無限ではないことがわかる
1718 ハッブルが恒星の固有運動（じゆううんどう）を発見
1738 フラウンホーファーが分光鏡（ぶんこうきん）を製作
1783 ハッブルが自作の20フィート反射望遠鏡で、地球から観測していることが確認される
1813頃 フラウンホーファーがヘリオメーターを製作
1814 大口径の天体の距離が正確に測定される
1815 フラウンホーファーがヘリオメーターを製作
1838 ベッセルが恒星の距離（へんしんごうり）を発見
1850頃 天体写真術が観測で使われ始め、天体像の客観的な記録が可能となるようになる
1897 ヤーキース天文台の40インチ（約1m）屈折望遠鏡完成
1917 ハッブルがセフィイド型変光星を用いて距離を測ること、これより大きな口径の望遠鏡を作るのは困難なため、以降は反射望遠鏡が主流になる
1923 ハッブルがアンドロメダ銀河が天の川銀河の外にあることがわかる
1929 ハッブルが、銀河までの距離と遠ざかる速度が比例していることを発見、宇宙が膨張していることがわかる
1934～ 温度による輝き縮みの少ないガラス材が開発され、鏡製作の可能性が開ける
1948 パロマー天文台のハール望遠鏡完成
1960頃 世界初の赤外線望遠鏡で観測開始
1962 ジャコニーらがロケットによる観測で、太陽系外からのX線を初めて検出
1963 小田 稔が「すざくコロメータ」を考案
1966 X線源の位置決定精度が高まり、可視光線で見える天体と結びつけられるようになる
1970 全世界のX線天文衛星ウフル打ち上げ
1978 アイソユタイン衛星打ち上げ
1993 「あすか」衛星打ち上げ
X線CCDカメラにより、本格的な分光観測が始まる
2005 「すざく」衛星打ち上げ

X線望遠鏡

レントゲン写真で知られるX線は地上まで届きません。ロケットで宇宙に出て初めてX線を発する天体が発見されました。X線は可視光線のような方法で光を集められないため、X線源の位置を求めるしくみや、X線像を撮るための独自の装置が開発されました。X線ではブラックホールや、銀河の集まりである銀河団を取り囲む、数百万から数億度の高温ガスなどが観測できます。

ジャコニーらのX線検出器

アメリカ



ウフル天文衛星

アメリカ
ウフルによる全天のX線源分布



すばる望遠鏡

口径8.2m / 日本
標準高4200mのハワイ、マウナケア山頂に建設され、大気のゆらぎを修正する鏡面を使うことで、宇宙望遠鏡に匹敵する解像度を発揮している。口径8.2mの主鏡は、ガリレオが最初に作った望遠鏡に比べ、約10万倍の集光力を持つ。このような能力によって、すばる望遠鏡は宇宙が始まったばかりの速く天体が発見するなどの成果をあげている。

すばる望遠鏡が撮影した星形成領域S106



「すざく」で撮影した天の川銀河の中心



X線天文衛星「すざく」

日本が打ち上げた初の衛星X線天文衛星で、日米国際協力により製作された。これまでの衛星より高いエネルギーのX線を検出できた。暗い天体でも分光観測できるという長がある。天の川銀河の中心にある巨大ブラックホールをはじめ、宇宙のさまざまな高エネルギー天体を観測している。

すばる望遠鏡が撮影した星形成領域S106



天体望遠鏡のしくみ

光学望遠鏡には凸レンズを使って光を集める屈折（くっせつ）式と、中心部へこんだ凹面鏡を使って光を集める反射（はんしゃ）式があります。いずれも焦点（しやうてん）とよばれる位置に、天体からやってくる光が集められ、像（ぞう）を結びます。また接眼（せつがん）レンズは、焦点にできた像を拡大して見るための虫メガネの役割をします。人の目は屈折望遠鏡と同じ構造をしていますし、パラボラ型の電波望遠鏡も、反射望遠鏡と同じように凹面のアンテナで電波を集めます。人間は、天体望遠鏡を使うことによって、天体からの弱い光をたくさん集め、細かい構造まで見分けられる大きな「目」を持ったといえます。

電波望遠鏡

通信用に使われていた電波が宇宙からも届くことが発見され、天文学の研究が大きく進みました。目で見えない電波で観測することで、可視光線ではとらえることができない物質の存在や天体の構造が見えてきたのです。複数のアンテナを並べ、解像度の高いひとつの大きな望遠鏡として活用する電波干渉計（かんしょうけい）という技術も開発されました。

ジャンスキーのアンテナ

アメリカ
リーバーの電波望遠鏡による電波強度分布。宇宙からの電波は天の川銀河面に強く集中していることがわかる。

ペル研究所のホーンアンテナ

口径6m x 6m / アメリカ
宇宙背景放射をとらえ、宇宙ビッグバンから始まった証拠をつかんだ。

野辺山宇宙電波観測所の45m電波望遠鏡

口径45m / 日本（長野県）
電波が生み出されるようすを明らかにするとともに、地球上には存在しない異星間分子を多数発見し、宇宙空間での化学反応の研究を進めた。

ジャンスキーが世界初の電波望遠鏡を製作

1931 野辺山宇宙電波観測所の45m望遠鏡が観測開始

ライルらが電波干渉計を製作

1946 ウィルキンソン・マイクロ波異方性探査機（WMAP）打ち上げ

ベンジャースとウィルソンが宇宙背景放射を発見

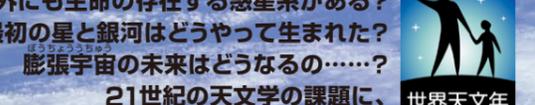
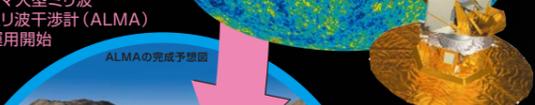
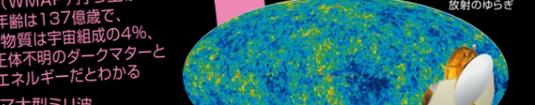
1965 野辺山宇宙電波観測所の45m望遠鏡が観測開始

ウィルキンソン・マイクロ波異方性探査機（WMAP）打ち上げ

1999 宇宙の年齢は137億歳で、通常の物質は宇宙組成の4%、残りは正体不明のダークマターとダークエネルギーだとわかる

アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）本格運用開始

2012



宇宙解き明かすのはあなた

太陽系以外にも生命の存在する惑星系がある？ 最初の星と銀河はどうやって生まれた？ 膨張宇宙の未来はどうなるの……？ 21世紀の天文学の課題に、世界中の望遠鏡がいどみ続けます。

【宇宙の歴史については「一家に1枚天体望遠鏡400年」をご覧ください】

科学技術週間 http://stw.mext.go.jp/ 2009年は基礎科学力強化年

■ 第1版発行：2009年3月31日

