

とやまと自然

第23巻 夏の号 2000

「宇宙展—星空を探る—」特集

江戸時代の望遠鏡と松田東英	／渡辺 誠	2
すばる望遠鏡	／林 忠史	4
ハッブル宇宙望遠鏡	／林 忠史	6
火星探査	／布村 克志	7
展示の平面図		8



ハワイのマウナケア山山頂に建ち並ぶ各国の大望遠鏡。左手前の円筒形のものが日本のすばる望遠鏡。(国立天文台提供)

江戸時代の望遠鏡と松田東英

渡 辺 誠

江戸時代の望遠鏡

望遠鏡は1608年にオランダのリッペルスハイが発明したと伝えられています。それを聞いて、イタリアのガリレオが1609年に望遠鏡を自作し、天体に向け、木星の4大衛星、月面のクレーター、太陽の黒点、金星の満ち欠けなどを発見し、一躍有名になりました。

その望遠鏡が日本にもたらされたのは意外に早く、1613年のことで、徳川家康に献上されました。その後、望遠鏡は献上品の一つとして珍重され、最初は遊興用や軍事目的で使われました。当時は小銭をとって、望遠鏡をのぞかせる商売もありました。その他には、港に入る船の監視、米相場を旗で降って遠くまで伝達する通信の一つとして利用されました。日本で製作された望遠鏡は屈折望遠鏡がほとんどで、「遠眼鏡」とも呼ばれました。

望遠鏡は当初は外国製のものを使用していましたが、鎖国後しばらくしてから長崎で作られたようです。私が見た中で最も古い望遠鏡は18世紀中頃に造られたものです。この頃には長崎に森仁左衛門という人がおり、豪華な望遠鏡を作り、時の将軍徳川吉宗に献上しています。

18世紀末頃には岩橋善兵衛（現在の大阪府貝塚市住）が望遠鏡を製作し、時の文化人に天体を披露しました。当時の日記には天体を観測し、感動した様子が書き留められています。当時の望遠鏡による天体のスケッチも残されています。

この頃から幕府の天文方も実力者が採用され、善兵衛の製作した望遠鏡も天体観測に使用されるようになりました。精密な日本地図を製作した伊能忠敬の望遠鏡も善兵衛により作られたものです。善兵衛は以後四代にわたって望遠鏡を製造し、この頃より望遠鏡は一般に普及したようです。当時は善兵衛の他にも数名の望遠鏡製作者がいたと推定されています。その一人に越中出身の松田東英がいます。

望遠鏡製作者で異色の存在は日本で初めて反射望遠鏡を製作した国友藤兵衛（現在の滋賀県長浜市住）でしょう。彼は鉄砲を作る人でしたが、外国製の望遠鏡の素晴らしさに感動し、鉄砲製作の技術を利用して金属製の反射鏡、鏡筒を使用した望遠鏡を製作しました。この望遠鏡は従来の遠眼鏡に比べて、よく見える望遠



一開張望遠鏡（筆者所蔵）



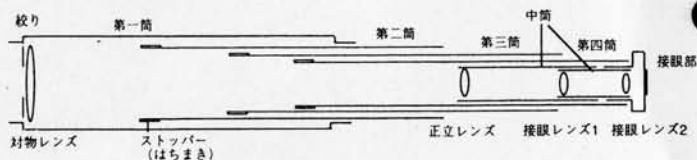
土星と木星の図（平天儀圖解より）

鏡でした。

江戸時代の望遠鏡の構造

江戸時代の望遠鏡は一般に紙を何重にも巻いた筒に漆を塗ったもの（一開張）を筒の部分（鏡筒）とし、4段の筒で伸縮するタイプが多いようです。最初の筒に焦点距離の長い対物レンズを置きましたが、ほとんどは単レンズの1枚玉です。ですから、色収差が生じるので、レンズの口径を絞っているものが多いようです。2段目、3段目の筒にはレンズが入っておらず、4段目の対物レンズ側に視野を正立させる凸レンズがあります。目で見える部分にはたいていは2枚の凸レンズを組み合わせた接眼レンズがあります。

鏡筒の材質は他には一本の竹、六角の木、箱状の木などがあります。外国製のものは金属製やさめ皮を使ったものが多く見られます。日本製でも強固なものにするために鏡筒の両端、レンズの押さえ金具、のぞく部分に金属を使用したものがあります。

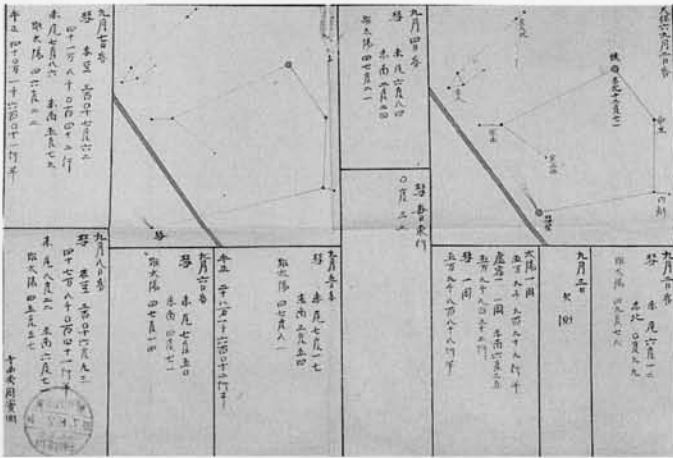


望遠鏡の構造図

加賀藩での天体観測

加賀藩では越中の城端出身の西村太沖たちゅうが1799年に加賀藩の明倫堂の講師として招かれました。太沖は江戸時代屈指の天文学者、麻田剛立の弟子で、最も難しいといわれた理論を理解した四人の中の一人でした。太沖は当時の最先端の天体観測の方法を加賀藩に伝えましたが、当時は時期が早すぎたのか、1年で講師を辞職しました。その後、太沖は城端で医師を行いながら、天体観測も行っていました。

1821年、太沖は加賀藩に再び見え、金沢の測量やお城で時を告げる鐘に天体観測の技術を応用し、藩に貢



寺西秀周のハレー彗星の観測（金沢市立玉川図書館蔵）

献しました。さらに1825年に現れた彗星の観測は、共に金沢の測量を行った、遠藤高景、河野久太郎などの藩士とともに非常に精密な観測を行いました。

● 寺西秀周は自宅を観星楼と名づけ、1833年に日食の観測を、1835年にハレー彗星の観測を行っています。観測器具は西村太沖の流れを組むもので、日食の観測時には「星鏡」と呼ばれる望遠鏡を使用しています。当時の最先端の精密な時計である垂揺球儀、太陽観測専用の写影鏡などを使用し、非常に充実した器具がそろえられています。なお、秀周は松田東英が仕えた藩士にあたります。

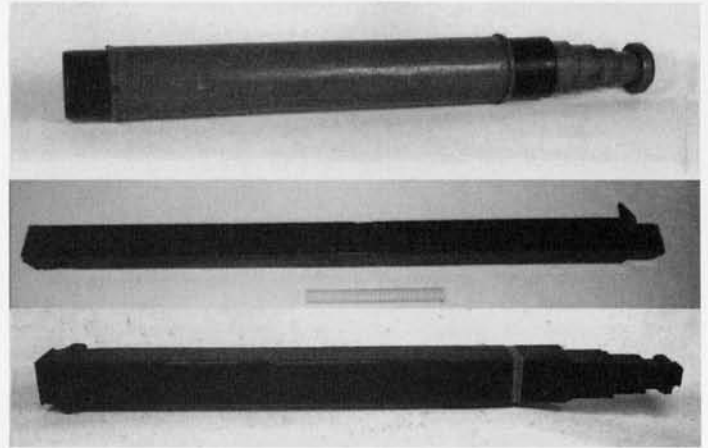
松田東英とその製作した望遠鏡

松田東英は江戸時代に加賀藩で活躍した眼医者で、眼科の知識を利用して、望遠鏡・顕微鏡の製作を行いました。最近、石川県立歴史博物館の本康宏史氏等の調査で彼について詳しくわかるようになりました。

● 松田東英は1788年に越中埴生村（現小矢部市埴生）に河内屋伊兵衛の次男として生まれ、就、芹齋と号しました。1798年河内家から同じ村の大田家に養子に入り、1808年には金沢尾張町の松田東英の娘婿養子になりました。最初は芹齋と名乗っていましたが、後に養父の名跡を申し付けられ、東英と名乗るようになります。



松田東英肖像（夷曲百人一首：石川県立歴史博物館蔵）



松田東英製作の望遠鏡3台
（上から松田靖之氏蔵、神戸市立博物館蔵、
石川県立歴史博物館蔵）

した。1815年には後に天体観測を行った寺西秀周の医者となっています。東英は江戸・長崎で学び、「解体新書」を著した杉田玄白の息子、杉田立卿の門人でした。特に立卿の翻訳書、「眼科新書」六冊のうち付録一冊の翻訳を担当しています。加賀藩蘭方医、吉田長淑の墓の墓碑銘（金沢寺町棟岳寺）の医者の中にその名前が残されています。

望遠鏡は松田家に伝わるもの（1832年）、神戸市立博物館所蔵のもの（1832年）、石川県立歴史博物館所蔵のもの（1843年）の3台が現存しています。望遠鏡の製作者としては後期に入ります。また、1837年には藩主前田斉泰のために望遠鏡や顕微鏡を製作し、功績があったとして、遠藤高景の推薦で加賀藩より賞されています。東英の製作した望遠鏡はいずれも大型で、その内の二つが箱型になっているのが特徴です。箱型の望遠鏡はいずれも窺天鏡と名づけられています。名前だけからでは天体観測に使用したとは言えませんが、当時、加賀藩では天体観測が盛んに行われていたので、その一翼をになっていたかもしれません。東英自身は眼球の構造などを実際に確かめるために望遠鏡を製作したようです。

1831年には護国八幡宮（小矢部市）に灯籠を寄進しています。1847年に病死し、お墓は金沢市の卯辰山観音院にあります。東英は銭屋五兵衛などの文人達とも交流を深め、連歌をつくっていたことがわかっています。

（わたなべまこと：科学文化センター主任学芸員）

参考文献：

石川県立歴史博物館編、「加賀藩士」、2000、石川県立歴史博物館
中田修正著、「松田東英」、1993、石川県郷土史学会会誌26号
本康宏史著、「大野弁吉再考」、1992、石川県立歴史博物館

すばる望遠鏡

林 忠 史

すばる望遠鏡

すばる望遠鏡とは、日本の国立天文台がハワイに建設した最新鋭かつ巨大な望遠鏡です。すばる望遠鏡本体ですが、白い丸の中に作業員の方が写っています。とても大きいのが分かるのではないのでしょうか。

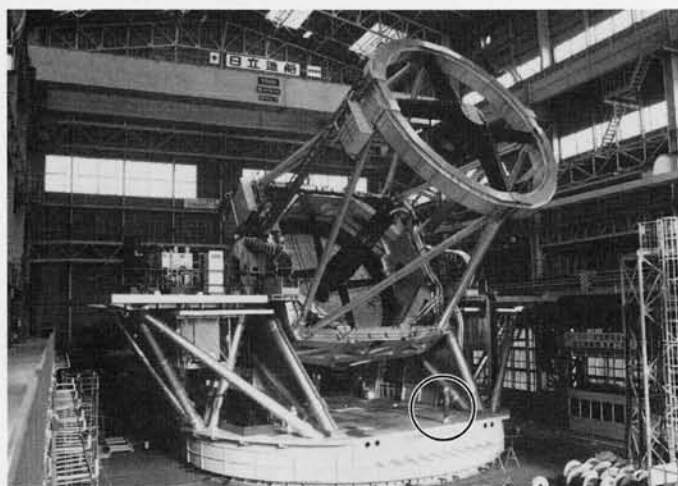


図1 すばる望遠鏡本体 (国立天文台 提供)

すばる望遠鏡は天体望遠鏡ですが、その役割は星や銀河のように暗いものを見えるようにすることです。宇宙からやってくる弱い光を「主鏡」とよばれる鏡で集めるのです。ですから、これが大きいほどたくさんの光を集めることができ、より暗い天体も見える、良い望遠鏡です。すばるの主鏡は直径8.2mで、一枚で

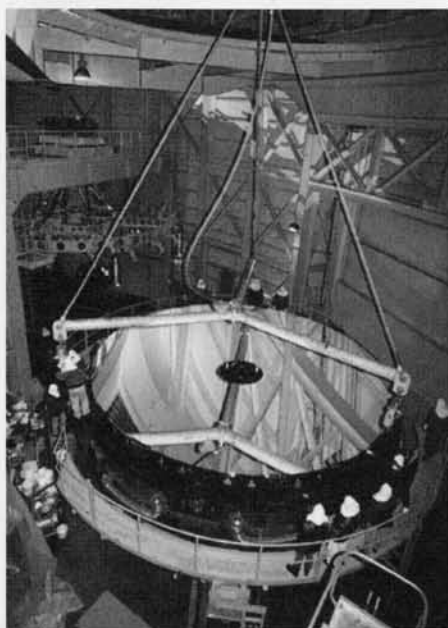


図2 すばるの主鏡。直径は8.2m。
(国立天文台 提供)

できた鏡としては世界最大です。

ハワイのマウナケア山

すばる望遠鏡が建っているのは、ハワイにあるマウナケアという山の頂上です。多くの人が観光で行くオアフ島ではなく、一番南一番の大きな島、ハワイ島にあります。

マウナケア山の頂上は天体の観測に非常に適した場所です。これは、①良く晴れる、②都市から遠いので町明かりが少なく空が暗い、③大気の揺らぎが少ない、④空気がきれいであつ乾燥している、という、天体観測に必要な主なる4つの条件が整っているからです。ここはアメリカのハワイ州ですが、アメリカが建てた望遠鏡の他にも、イギリスが作ったもの、カナダ、フランス、アメリカが共同で作ったものなど、10台以上の望遠鏡が立ち並んでいる天体観測のメッカです。

すばるに搭載される観測装置群

すばる望遠鏡を使って暗い天体の光を集めたあと、その光を様々な装置を用いて分析します。現在、表1にあげた7つが開発中または利用されています。

図3はこれらの中の「すばる主焦点カメラ」です。これはデジタルカメラのようなものですが、その画素数は8000万画素という膨大なもので、さらにやってきた光を最大90%取り込むことができるという、超広視野かつ超高感度なカメラです。これに使われているCCDチップは、4つの側面のうち3面について別のチップを並べることができるようにしてあり、大画素のカメラを作ることができる工夫がなされています。



図3 すばる主焦点カメラと、それに使われているCCDチップ (国立天文台 提供)

このほか、光を虹に分けて天体の運動の様子や温度などの物理状態を調べるための装置 (FOCAS、HDS)、こたつなどで使われている「赤外線」という光の一種で天体をみるための装置 (IRCS、CIAO、OHS、

表1 すばる望遠鏡で利用される7つの観測装置と、1つの補助観測装置

名 称	観測波長	機 能	特 徴
近赤外線分光撮像装置 IRCS	1 ~ 5 μ m	撮像、分光	近赤外線の基本観測装置
コロナグラフ撮像装置 CIAO	1 ~ 5 μ m	撮像、低分散分光	コロナグラフ
冷却中間赤外線分光撮像装置 COMICS	7 ~ 13 μ m	撮像、分光	中間赤外線の基本観測装置
微光天体分光撮像装置 FOCAS	可視光	撮像、分光	可視光線の基本観測装置
すばる主焦点カメラ Suprime-Cam	可視光	撮像	広視野撮像
高分散分光器 HDS	可視光	高分散分光	超高分散分光
OH夜光除去分光器 OHS	1 ~ 2.5 μ m	撮像、分光	OH夜光除去
波面補償光学装置 AO		補助観測装置	補償光学

COMICS) があります。特にCIAOは、明るい天体のそばにある暗い天体を見るための機能があり、これを使うと太陽以外の恒星について、惑星を直接見つけることができるのではないかと期待されています。またこれらの装置を総て括用することで、今まで見えなかった宇宙のはるか遠くにある天体を調査し、宇宙そのものを詳しく調べることが考えられています。

これまでの成果

図4はM82という銀河です。左上から右下の明るい部分が銀河本体で、右上と左下の方向に、中心から広がるように細かな模様があります。この銀河は1200万光年彼方にあり、その中心部で星が活発に作られていると考えられており、そこから放出された高温のガスが光って、右上と左下付近の部分を作っていると考えられています。これは非常に暗いため、すばるの大集光力だからこそ鮮明に撮影することができたのです。

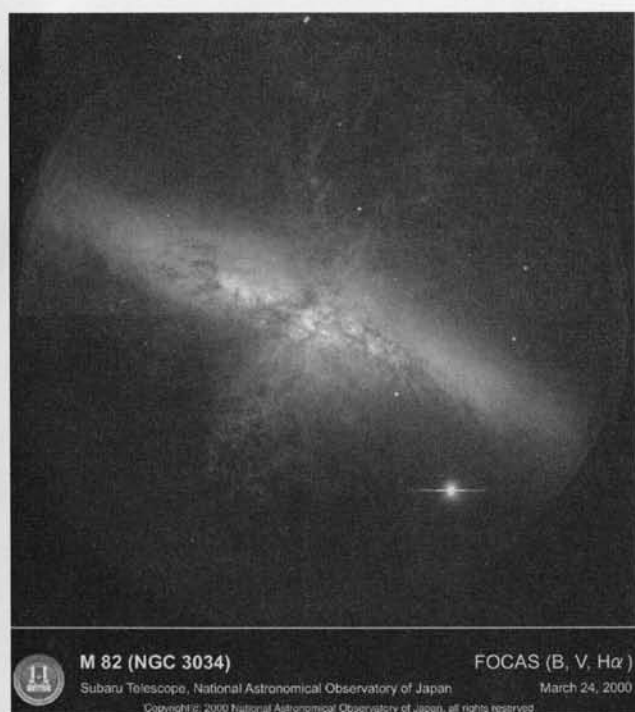


図4 不規則銀河M82 (国立天文台 提供)

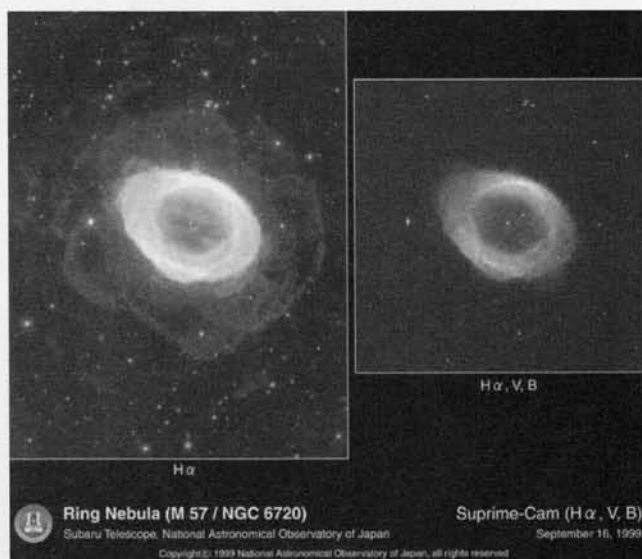


図5 惑星状星雲M57 (環状星雲) (国立天文台 提供)

図5は環状星雲と呼ばれるものです。家庭用の望遠鏡で見たときは右側の図のように、環のように見えるのでこのような名前がついています。すばる望遠鏡で撮影した画像では、左側の図のようにその外側の部分がくっきりと見えており、バラの花びらのような模様が細かな筋を持って存在している様子が分かります。またその外側にはうっすらとながら大きな丸い円が取り囲んでいることが分かります。この天体は太陽の0.8倍から8倍程度の大きさの星が最後の時を迎えているもの(惑星状星雲)の1つで、星が持っていたガスの一部を外へ放出し、同時に中心には高温の小さな天体が残っており、それが放出したガスを光らせているのです。ですからガスの模様を調べることで、もともとの星からどのようにガスが放出されたか、そして惑星状星雲がどのように進化していくのかについて研究が進むと期待されます。

ここで紹介した画像はこれまでの成果のほんの一部ですが、今年初冬の本格的稼働開始後は、さらにはたくさんの成果が得られ、天文学に大きな貢献をすることでしょう。(天文担当 はやし ただし)

ハッブル宇宙望遠鏡

林 忠 史

ハッブル宇宙望遠鏡

ハッブル宇宙望遠鏡 (HST) は、NASA (アメリカ航空宇宙局) により、スペースシャトルを使って1990年に宇宙に打ち上げられた望遠鏡です。宇宙の膨張を発見した天文学者の“エドウィン・ハッブル”にちなみこの名前が付けられました。主鏡の大きさは直径2.4 mで、他の望遠鏡では撮ることのできないたくさんの美しい画像を撮影しています。

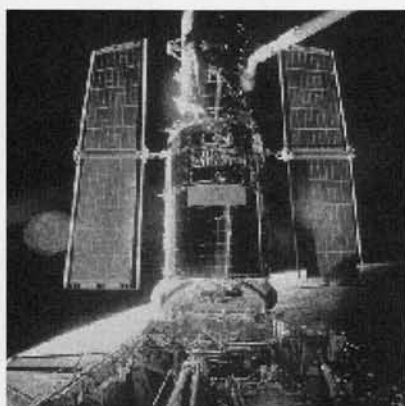


図1 ハッブル宇宙望遠鏡 (画像提供 NASA/STScI)

なぜ宇宙に？

この望遠鏡は地上600kmの宇宙空間にあります。最近地上ではすばるなど最新鋭の望遠鏡が続々と完成していますが、宇宙に置いた望遠鏡には、地上のものにはない長所があります。

宇宙からの光が地上に住んでいる私たちの所へ届くまでには、分厚い空気層 (大気) を通ってきます。このおかげで私たちは息をすることができ、また紫外線など有害な電磁波が私たちに当たりません。ところが大気があると、空気の揺らぎのために宇宙にあるものがぼやけてしまいうということが起こります。またさざめきってしまった電磁波での観測ができなくなります。さらに、わずかながら大気が光を発するため、これが暗い天体を観測するときは大きな障害として働きます。宇宙に望遠鏡をあげると、これらの問題が一挙に解決するのです。ハッブル望遠鏡の撮影した画像が非常に美しいのは、大気によるぼかしの影響がないため、細かな構造がよく見えるからです。

ハッブル望遠鏡の成果

ハッブル望遠鏡は、他の望遠鏡ではとらえることのできない細かな構造を数々の天体でとらえ、天文学に大きな貢献をしています。そのいくつかを紹介します。

○シューメーカー・レビー第9彗星の木星への衝突

1994年7月、シューメーカー・レビー第9彗星が木星に衝突しました。ハッブル望遠鏡はそのときの

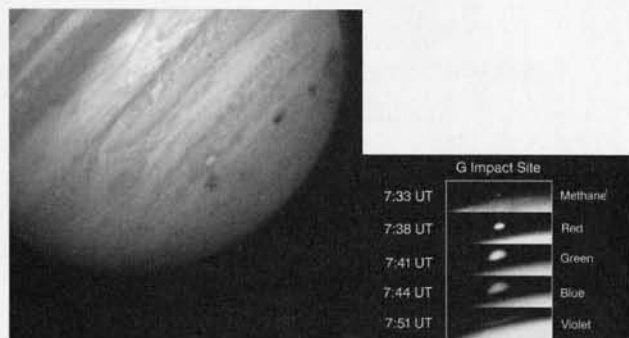


図2 シューメーカー・レビー第9彗星の木星への衝突。左は衝突したときできた痕、右は様々な色で見たキノコ雲。(画像提供 NASA/STScI)

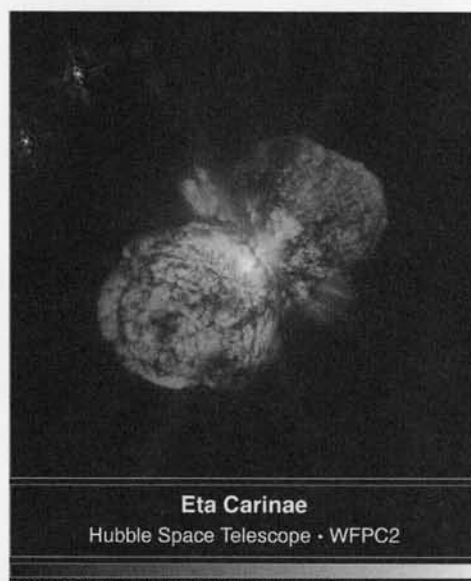


図3 不安定な星、りゅうこつ座のエータ星 (画像提供 NASA/STScI)

衝突の跡や高く立ち上ったキノコ雲を鮮明にとらえました。(図2)

○エータ・カーリーナ星雲

この星雲の中心部には異常な輝き方をするエータ星という星があります。これをハッブルで見てみたところ、図3のような非常に奇妙な形をしていました。これは太陽の約150倍の質量をもつ星と考えられ、重力的に不安定なためにそのガスの一部を放出していると考えられています。放出されたガスの構造が非常によく分かります。

これらの他にも、惑星状星雲や超新星残骸の構造の観測、銀河の中心部にある巨大ブラックホールの証拠の発見、重力レンズ天体の観測、深宇宙の観測、宇宙論的パラメーターの決定など、非常にたくさんの成果があります。まさに天文学をリードしている望遠鏡です。(天文担当 はやし ただし)

火星探査

布村克志

火星は、不気味に赤く光り、昔から惑星の中でもっとも人々の関心を引いてきた星です。多くの観測者の目が向けられてきました。20世紀のはじめには、火星には高等な生物がいると考えていた人もいました。やがて宇宙開発が始まると早い時期から火星にも探査機が向かい、惑星の中でもっとも詳しく調べられています。

1964年にはマリナー4号が火星のすぐそばを通り過ぎて、初めて表面のクローズアップ写真を撮影しました。その後10年のうちにマリナー6, 7, 9号とたて続けに探査機が火星表面の詳しい写真を撮影し、それらの写真では、火星表面には月と同じようなクレータが多くありますが、巨大な谷や砂漠のような地形もあることが分かりました。

1976年には火星探査機のバイキング1号・2号が相次いで初めて火星に降り立ち多くの写真やデータを送ってきました。表面は、赤茶色をしたごつごつとした岩だらけの世界でした。この探査機には生物を調べるための装置を搭載しており、火星の土壌を採集して、その中に生物がいるかどうかの実験を行いました。残念ながら、生物がいるという証拠はなにも見つかりませんでした。しかし、その後も火星についての研究は進み、現在の火星は地球の200分の1の薄い大気しかない過酷な世界ですが、遙か昔は表面に大量の水があったと考えられています。

また、1996年、南極で発見された火星からきた隕石の中から、微少な生物の化石らしきものが発見されたと発表され火星への関心が高まりました。

マーズパスファインダーによる探査

このころから、再び火星探査機が打ち上げられるようになりました。まず、マーズパスファインダーが火星に向かい、バイキングから20年後1996年に再び火星表面に降り立ちました。この探査機は逆噴射ロケットは使わず、着陸の際にその周りに風船を膨らませて、

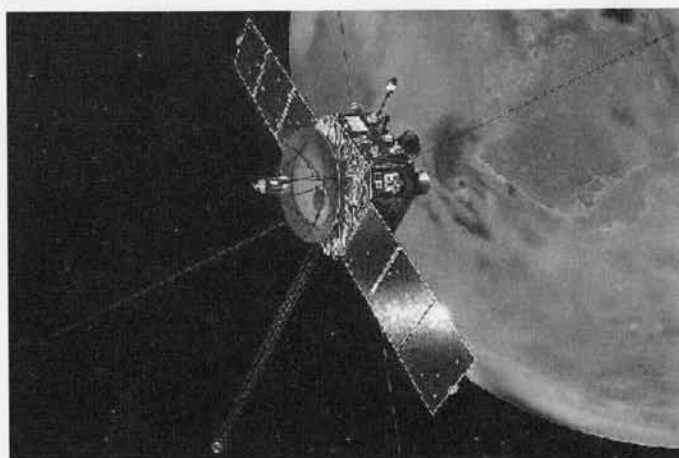


それをクッションとしてまるでゴムボールが弾むようにして着陸しました。着陸すると、太陽電池パネルを広げ活動を始めました。そして周囲の火星表面の様子を写真撮影したり、火星の気象データなど数多くのデータを送信しました。さらにこの探査機には、ソジャーナという名前の、わずか60cm程度の小型の自走式探査車が積まれていました。これは、障害物などを自動的に判断し、さける機能を持っており、数ヶ月にわたって周囲の岩石などの成分を調べました

同時に上空には、オービターが周回し火星表面のさらに細かい画像を撮影しました。

パスファインダーに続いて、グローバルサーベイヤー、ポローラ・ランダー、クライメイト・オービターの3機の火星探査機が引き続き打ち上げられました。グローバルサーベイヤーは火星の周回軌道に到達し、パスファインダーよりさらに詳細な火星の地形を撮影しており、現在も活動しています。しかし、火星の極地方の着陸を目指したポローラ・ランダーと主に火星の気候を調べる目的だったクライメイト・オービターは残念ながら失敗し通信が途絶えてしまいました。

この4機の探査機はいずれもアメリカのNASAが打



ち上げたものですが、日本でも宇宙科学研究所が1998年に火星探査機「のぞみ」を打ち上げました。この探査機は2004年の火星到着を目指して現在も太陽系内を飛行中ですが、これには太陽風と火星の大気の間接的な関係を知る装置などが搭載されており、地球付近のヘリウムイオンの広がりが、遙かに広い範囲まであることな

どを突き止めました。

火星には、今後も多くの探査機が向かう予定です。そして人間が火星の表面に降りたつ時も、そう遠くない将来、訪れるでしょう。

(天文担当 ぬのむら かつし)

平成12年度特別展「宇宙展— 星空を探る—」の展示平面図

1. 宇宙へ

- 1-1 日本人宇宙飛行士の活躍
- 1-2 宇宙から回収した人工衛星

2. 流星と隕石

- 2-1 ビデオ上映コーナー
- 2-2 流星群模型
- 2-3 隕石

3. 昔の天文学と望遠鏡工房

- 3-1 西洋の望遠鏡
- 3-2 江戸時代の望遠鏡
- 3-3 富山県の望遠鏡製作者
- 3-4 望遠鏡を作ろう
- 3-5 望遠鏡の原理模型
- 3-6 富山市天文台で撮影したビデオ

4. 最先端の宇宙探査と最新の惑星像

- 4-1 最新の望遠鏡
- 4-2 ブラックホール
- 4-3 火星
- 4-4 最新の惑星像
- 4-5 惑星の置き比べ
- 4-6 木星と地球の体積比べ

5. 超新星を捉える

- 5-1 超新星とは
- 5-2 スーパーカミオカンデ
- 5-3 青木さんの超新星発見状況

