

■平成14年度特別展

すばる望遠鏡 — 宇宙を探る新しい眼 —

会期 5月25日(土)~7月19日(金)

柳沢 忠昭 (主任専門学芸調査員)

すばる望遠鏡は日本の国立天文台がハワイ島マウナケア山頂に建設した(1999年完成)、一枚鏡としては世界最大の光学・赤外線望遠鏡です。本展は、望遠鏡の歴史と原理、現代の観測技術、巨大望遠鏡すばるを支える最先端技術、すばる望遠鏡がとらえた宇宙の姿などを伝えるものです。

なぜ大きな望遠鏡なのか

すばる望遠鏡は、主鏡の直径(口径)が8.2mと、一枚鏡によるものとしては世界最大の反射式望遠鏡です。望遠鏡は大きくなるほど自らの重さのために、鏡、鏡筒、架台などが変形してしまい、像を正しく結ばなくなる(解像度が落ちる)という問題があります。この変形は望遠鏡を向ける方向によって変化するという非常にやっかいなものです。また、大型の鏡を仕上げるのは大変難しく、大型の鏡を製作できる会社は世界で数社しかありません。口径が5mで、赤道儀という架台を有するパロマー山天文台(米国カリフォルニア州、1948年完成)が大型望遠鏡の限界と長い間言われてきました。

なぜ望遠鏡は大きなものが求められてきたのでしょうか。望遠鏡の大きな役割は、小さなもの(角度)を見分けること(分解能)と、光を多く集め暗い天体までも見ること(集光力あるいは限界等級)です。分解能は口径に反比例します。視力1の人の分解能は1' (1°の60分の1)ですので、盛岡市内の県庁から岩山(この間の距離は2.66km)を見た場合、0.77mまで区別できます。展望台に人間がいるかくらいは分かるということになります。口径20cmの望遠鏡で見ると7.5mmまで、口径8mの望遠鏡では0.19mmまでを区別できます。もちろんこれらは理論的な数値で、実際には鏡やレンズの精度、空気の揺らぎなどが影響し、これより落ちてしまいます。

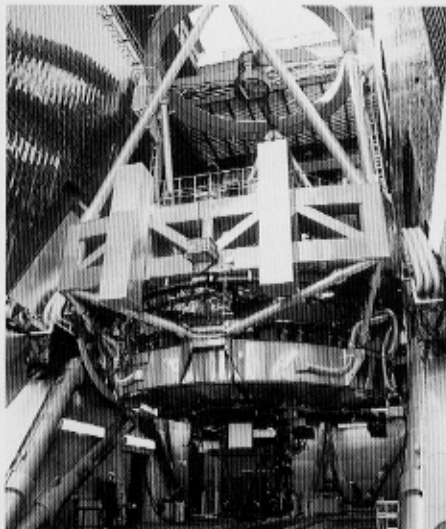
集光力は口径の二乗に比例します。口径が10倍になると、100倍明るい天体まで見ることができます。人の肉眼

だけでは6等星、口径20cmの望遠鏡を使うとおよそ12等、口径8mの望遠鏡ではおよそ21等が限界等級となります。すばる望遠鏡では、さらにCCDによって30等の天体まで撮影できると期待されています。

大型望遠鏡建設のうねり

1980年に入り、各国が巨大望遠鏡の開発に取り組み始めました。日本でも、観測を他国の望遠鏡に頼っていた実状から抜け出すべく、国立天文台を中心に大型望遠鏡建設の運動が起こり、すばる望遠鏡として結実しました。

すばる望遠鏡の建設地



望遠鏡の性能を発揮するためには水蒸気が少なく快晴日数が多いこと、気流が安定していることといった環境が必要です。

赤外線観測では、赤外線を途中で吸収する空気中の水分子は障害となります。

快晴日数は望遠鏡の実働日数に直接関わります。

気流の乱れは解像度の妨げになってしまいます。小さな望遠鏡でも気流の悪いときには、星がぼやけたり不規則に動いて見えます。それは流れる川の底から空を見ているように、空気の流れによって揺らいでいるからなのです。日本列島は上空にジェット気流が流れ

ているために、気流が不安定な場所です。

また、研究者が行きやすい場所であることも重要な条件です。

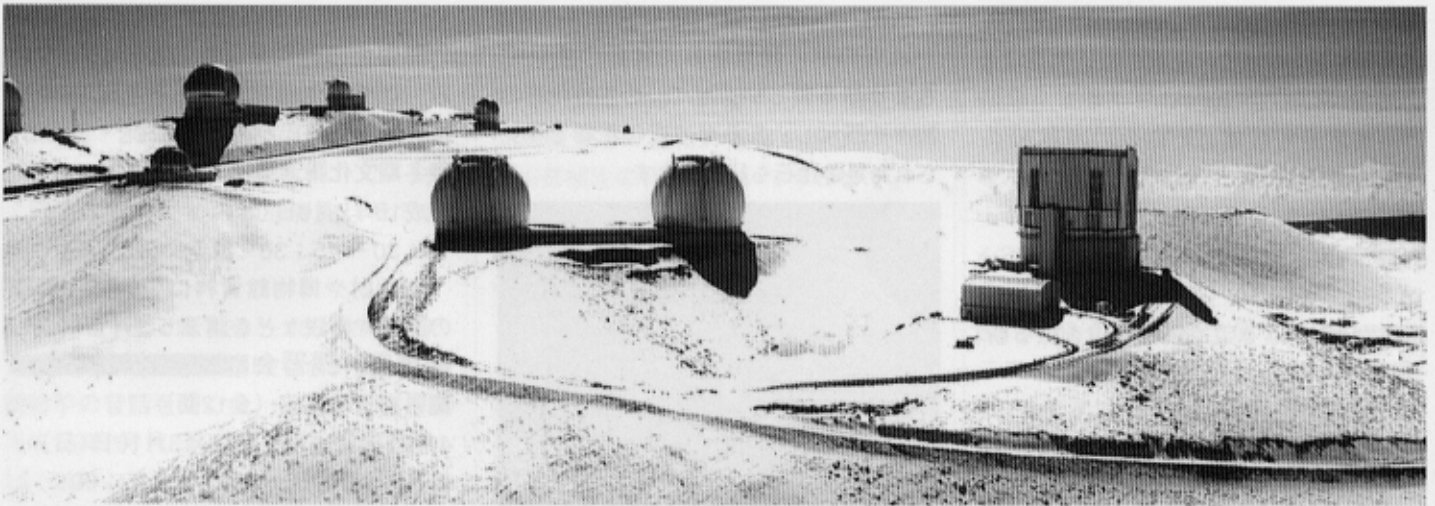
そのような条件を満たす場所の選定を進めた結果、すでに米国やヨーロッパ各国が大型望遠鏡建設を進めていた、ハワイ島のマウナケア山の山頂(標高4,200m)が最適であることがわかりました。ハワイ島は北緯20°付近に位置し、ジェット気流の影響を受けない、マウナケア山の頂上は頭を雲の上に突き出したような状態で雲のない夜が年間に240日以上である、雲の上で水蒸気が極端に少ない、などの観測の好条件を備えていました。

気流の安定には、上空の大気の流れのほかに、地表付近あるいはドーム内の気流も考慮しなければなりません。モデル実験の結果、ドームは従来のような半球形ではなく、楕円の筒形の方が地表付近の気流を乱さないこと、ドームの壁を開閉することにより気流が安定することが分かり、独特の形のドームを採用することになりました。また、昼からドーム内の気温を観測開始時の外気温(予測)と同じにまで冷房しておき、観測開始時にはすぐに最良の気流になるようにしています。

すばる望遠鏡は1991年に建設が始まり、1999年1月にファーストライトにこぎつけました。

すばると命名

すばる望遠鏡という名は公募によってつけられました。「すばる」はご存じのように、おうし座にある散開星団で、英名を「プレアデス」といい、生まれたばかりの恒星がまわりに青白いガスを伴いながら集まっています。清少納言の枕草子には「星はすばる。ひこ星、夕づつ、…」と登場するほど古くから日本人に親しまれている天体です。別名「はごいたぼし」、「むつらぼし」とも呼ばれ、方角や季節を知る目印とされてきました。



すばる望遠鏡の先端技術

・能動光学

すばる望遠鏡では、口径8.2mの鏡を20cmの厚さに抑え、その柔らかな鏡をコンピューターで制御された261本のアクチュエーターによって正確な鏡面をつくるという能動光学の技術を開発しました。

・補償光学系

天体の光が大気を通る際に、大気に揺らぎがあると、星の像が乱れてしまいます。その乱れからコンピューターによって瞬時に揺らぎを求め、鏡面をアクチュエーターで補正して、シャープな画像を得る技術です。この装置は2000年にファーストライトを迎えました。この開発によって、現在も真空の宇宙から観測を続けているハッブル望遠鏡(口径2.4m)をしのぐ分解能が期待されています。

・高精細CCD装置

すばる望遠鏡では、人間の目にあたる撮像装置に高感度・高精細のCCDを採用しています。このカメラの一つは、8千万画素という高精細なものです。

・経緯儀式架台

経緯儀式の架台は構造が簡単ですが、天体の追尾には向かないことから、中～大型望遠鏡では赤道儀とよばれる方式が一般的です。しかし、すばる望遠鏡の重量は500トンもあるため経緯儀とし、複雑な回転はコンピューターが制

御するということでした。

すばるドームと制御棟

巨大なすばるドームの中には重さ500トンの望遠鏡、架台、観測装置、鏡の洗浄・メッキ装置などが納められています。ドームの脇には望遠鏡の制御や観測データを記録する制御棟があり、観測時の操作はここで行います。観測時にドーム内へ人間が入ることはありません。

マウナケア山頂は観測の条件としてはうってつけでも、観測する人間にとっては厳しい条件といえます。標高4,200mの山頂の気圧は6割、湿度は数%で、観測は高山病との闘いでもあるようです。観測の際は標高2,800mの休憩施設で一晩かけて高度に体を慣らしてから山頂に向かいます。

そのほか観測に必要な燃料、研究者のための食料や水なども定期的に運ばなければなりません。

観測を支えるヒコ研究本部

すばる望遠鏡の観測機器の準備や保守はほとんどヒコ市のハワイ大学構内のヒコ研究本部で行います。「実際に山頂で手足を動かさないとやれないこと以外は、すべて山麓施設で行う」ということで、ここにはすばる望遠鏡の焦点部と同じ装置や大型コンピューターが備えられていて、観測機器との接続

の点検や観測のリハーサルを行うことができます。

現在、山頂の制御棟で行っている望遠鏡の制御をヒコ研究本部から伝えるように準備していて、それが完成すると山頂に滞在する人員を減らすことができるとのことです。さらに、操作を東京の国立天文台から行う計画も進んでいるとのことでした。ハッブル望遠鏡と肩を並べる観測精度と遠隔観測が間もなく可能になります。

展示内容

「すばる望遠鏡」では、すばる望遠鏡の計画から完成までの足跡、すばる望遠鏡を支える先端技術などを、部品の実物、模型、実験装置や写真などで紹介します。主な展示資料や内容は次の通りです。

- ・すばる望遠鏡型ステージ
- ・マウナケア山頂立体模型 (1/1000)
- ・すばる望遠鏡1/40模型
- ・すばる望遠鏡CGビデオ
- ・水流実験ビデオ
- ・すばる望遠鏡ビデオ (建設過程)
- ・アクチュエーター (実物)
- ・能動光学デモ装置
- ・補償光学デモ装置
- ・すばる望遠鏡の最新検出器 (CCD)
- ・赤外線画像デモ装置
- ・コンピューターによる画像検索
- ・望遠鏡の発展