



わが国の大型望遠鏡計画の近況

小平 桂一

東京大学東京天文台 〒181 三鷹市大沢 2-21-1

すでにお聞き及びの方も多と思うが、わが国のナショナルプロジェクトとして、大型の光学赤外線望遠鏡を建造しようという計画がある。これから予算措置をお願いしようという段階であって、衆知を結集して優れた設計を練りつつある。口径は 5~7m クラスで、設置場所はハワイ島のマウナ・ケア山頂を想定している。

話の始まりは十年以上も以前に遡る。わが国の光学関係者の協力を得て、東京天文台の岡山天体物理観測所の 188 cm 望遠鏡が稼働を開始したのが 1960 年であるが、1970 年代に入ると、次の望遠鏡計画の話が持ち上がった。当時の天文学研究連絡委員会の将来計画案によれば、4m クラスと記されている。とにかく 1960 年代には、ケーサー、パルサー、X線星、赤外線星、宇宙背景放射などの天文学上の大発見が続き、天文学の最前線の様相が急速に変わり始めた。光学域の観測は 20 等級に及ぶ微光天体へとウェイトを移し、各国は競って大望遠鏡の建設にとりかかったのである。1970年代に建造されたものだけでも、キットピーク米国国立天文台の 3.8m、セロトロロ汎米天文台の 4m、アングロ・オーストラリア天文台の 3.9m、マウント・ホブキンス山の 4.5m 複合望遠鏡、ソ連のゼレンチュスカヤの 6m、フランス・カナダ・ハワイ共同の 3.6m、ヨーロッパ南天天文台の 3.6m と、枚挙にいとまがない。3m 以上のものだけでも、こんなにたくさんあり、現在引き続いて、西独マックスプランク研究所の 3.5m、イラク国立天文台の 3.6m、イギリスの 4.2m ハーシェル望遠鏡が建設中で、ヨーロッパ南天天文台用のイタリアの 3.5m も設計されている。このほかに、赤外線専用の大望遠鏡として、連合王国の 3.8m、NASA の 3m もある。2m 台となると光学・赤外線望遠鏡の数はうなぎ上りで、計画段階では世界第 6~7 位であったわが国の 188 cm 望遠鏡も、現在では第 40 位に近いランキングに甘んじている。これ 1 本を工夫して使うことによって、何とか最前線にぶら下がる努力を続けてきたが、もう限界である。最近完成した野辺山宇宙電波観測所の 45m 大型電波望遠鏡や、木曾観測所の 105 cm シュミットカメラ、宇宙科学

研究所の X線天文衛星と肩を並べて仕事をする大型の光学赤外線望遠鏡が欲しい！これが天文学研究者の一致した声である。電波や X線では、宇宙の中の稀薄なガスを見るが、光や赤外線では、密度の高い宇宙の骨組を見る。光学赤外線望遠鏡は、天文学研究の基幹装備なのである。

では、どのくらいの大きさの、どのような望遠鏡を、どこに造るか。つい最近までは、5 年にもわたって議論百出、いかにわが国の観測天文学の土壌が広く豊かに育ってきているかを示した。しかし、とうとう早く欲しいという気持ちが勝って落ち着いてきた先が、上に書いたように、高性能の 5~7m クラスをハワイ島に、という案である。

現在の世界の最大口径望遠鏡は、ソ連の 6m である。しかし、この望遠鏡は、完成後かなりの年月を経ているにもかかわらず、まだ第一線の成果を挙げえていない。主鏡の熱特性がよくなかったという話を聞いたが、80%の光の入る星像直径が 0.8" というので、それならば、世界第 2 位となったパロマーの 5m よりもわずかに劣るだけである。ソ連の 6m の望遠鏡架台は経緯儀式である。経緯儀式は、上下左右に動くだけなので、力のかかり方が単純で、とくに巨大な主鏡の支持を単純化できる、といわれている。しかし一方では、駆動速度が赤道儀式のように一様ではなく、しかも 2 軸同時に計算機制御で行なわなければならない。1" の何分の一という追尾精度を要求されると、何百トンもあって 20m オーダサイズの構造物を動かすのはむずかしい。撮れる写真の切れ味は、光学系と追尾精度の掛け算で決まる。もう一つ掛け合わさるのが、空の状態、いわゆるシーイングである。星から来る波面が大気乱流によって乱されると、かげろうを透して撮影するハメになる。この点、パロマー山の 5m やソ連のゼレンチュスカヤの 6m は、比較的シーイングの良好な地に設置されているとはいうものの、世界的に見て第 1 級の土地柄とはいえない。世界第一級というのは、ハワイ諸島、カナリー諸島の高山、南スペイン、アリゾナ、チリーのアンデスなどの砂漠高

地である。これらの地域は、まず海拔2,000m以上であって、乱れの原因となる空気自体が薄く、水蒸気などの吸収要素が格段に少ない。この点は、赤外線観測にとってはことに重要である。ちなみに、6mも5mも、赤外線観測用にはとくに設計されていない。4.2mのハーシェル望遠鏡も同様である。高地にあるというだけでは不十分で、気候温暖、温度変化の幅の少ないこと、晴天率がきわめて高いこと、などが付け加わる。1970年代に続々と建設された新鋭望遠鏡の多くはこのような世界の第一級地に置かれている。

さらに政情が安定していて、地の利がよい、ということになると、ハワイ島は抜群に優れた条件を備えている。ハワイ島のマウナ・ケア観測所は、4,200mの山頂にあって、大望遠鏡建設地の高さとしては、他の2,000m級のものを大きく引き離している。現在マウナ・ケア観測所には、ハワイ大学の2.2m、2本の0.6m、フランス・カナダ・ハワイ共同の3.6m、それに連合王国の3.8mとNASAの3mの赤外線専用望遠鏡がある。将来は、アメリカの10mとか15mの超大口径望遠鏡を建設する計画も進められており、ミリ波やサブミリ波の電波望遠鏡建設も計画されている。ハワイ側では、この地上最高の宇宙観測基地に、今世紀内には、合計13台の望遠鏡の設置を許すことにしている。計画されているものを数に入れると残りは少ないのだが、幸いにも、ハワイ側は日本の望遠鏡の受け入れに非常に積極的かつ好意的である。

マウナ・ケアでのシーイングは、最良時には可視域で0.3"の星像を生むと報告され、最近では0.25"という数字も引用されている。したがって5 μ mの近赤外域ではシーイング星像が0.2"以下になることがある。いままでの赤外線専用望遠鏡は、検出器の解像力が低かったこともあって、もっぱら測光用の集光器として設計され、結像性能はあまり問われなかった。しかしすでに赤外線天文学の発展に伴って、高い空間解像力の要請は急速に高まってきた。誕生しつつある星や惑星系を見たい、というのも、そういった要請の一つである。また、宇宙の涯の、強い赤方偏移を受けた、生まれつつある銀河を見たい。強い星間物質吸収によって星間赤化を受けているわれわれの銀河系中心付近や、その近くに埋まっている特異天体を観測したい。口径5mの望遠鏡の波

長5 μ mでのレイリーリミットは0.2"である。したがって、5~7mクラスの高性能の大望遠鏡は、ハワイのような世界最良の観測地に設置されるならば、これら天文学の最前線の仕事に最適である。焦点距離を15~30mに採れば、0.2"は焦点面で15~30 μ mとなって、検出器の画素サイズとの折り合いも悪くない。スペースステレスコプが解像力を誇るといっても、その2.4mの口径に対応するレイリーリミットまでの能力を発揮する場合の写野はわずかに4"角、0.2"の解像力の場合の写野は2.7"である。5~7mクラスの大望遠鏡の写野は、工夫をすれば0.5°角以上にまでもできる。

結像性の優れていることは、検出できる限界等級を伸ばす上で大切なのはいうまでもないが、大望遠鏡によるスペクトロスコープを考えると、非常に重要となる。星像がふやけていると、分光器スリットにほうり込む光が蹴られてしまうからだ。またメデュースペクトログラフと呼ばれる光ファイバーを利用した分光装置では、百個近い星像をピックアップして分光器スリットに送り込む。この場合、写野の広いメリットは明らかである。このような分光の仕事は、銀河系の構造や、銀河団の構造、特異天体の特性、などを究明する上で欠かすことができない。

以上で、われわれが考えている大型光学赤外線望遠鏡のイメージをほぼおわかりいただけたことと思う。望遠鏡は経緯儀式で、できるだけ自動化を図り、日本列島からのデータコントロールも可能にしたい。

ここまでの天文学者の受け持ちで、これから先は、光学・工学関係者の出番である。5~7m主鏡の製造はどうするか、高解像力と広写野を備えた光学設計、光と赤外線との両用の折り合いをつける工学設計、高精度の追尾機構等々、宿題は山積している。1990年代の初めには、稼動開始に漕ぎつきたいと欲張っている。東京天文台を中心に、いよいよ具体化を図っていくが、ナショナルプロジェクトとして、光学天文連絡会や光学・天文懇談会を始めとする全国的な幅広い協力の下に進められている。

マウナ・ケア山頂の大望遠鏡間の干渉実験計画なども含めて、光学・工学関係者の参画を強くお願いする次第である。(連絡先: 0422-32-5111 東京天文台)

(1984年5月7日受理)