

ハイにつくる日本の 大望遠鏡 J N L T

家 正則
(国立天文台助教授)

ガリレオからパロマーまで

ガリレオ・ガリレイが望遠鏡を用いて初めて天体を観測したのは、一六一〇年のこととされている。それまで人類は裸眼でしか星を見ることができなかつた。

人間の瞳の大きさは直径〇・五cmぐらいである。つまり口径五cmの望遠鏡なら、裸眼の一〇〇倍の光を集められることになる。ガリレオは望遠鏡を使って「土星の耳」や「木星の衛星」を発見した。そ

の後、望遠鏡は次第に大きなものが作られるようになり、ついに一八九七年には口径一〇一cmの世界最大の屈折望遠鏡が米国のヤーキス天文台に完成した。レンズを用いた屈折望遠鏡は、筒が長くなるのと大きなレンズの製作が難しいため、これが限界であった。

二十世紀に入ると、鏡を用いた反射望遠鏡が相次いで建設された。一九一七年には一五七cmの反射望遠鏡がウィルソン

山天文台に、そして第一次大戦直後の一九四八年にはパロマー山天文台に五〇八cmの望遠鏡が完成した。このパロマー山の望遠鏡は肉眼に比べると、なんと一〇〇万倍もの光を集めている。

五〇八cm望遠鏡は今なお第一線で活躍している。良い望遠鏡の寿命は五〇年以上と言われるのもうなずける。

超大型望遠鏡時代の到来

その後一九七六年にはソ連のツェレンチエクスカヤ天文台で六mの望遠鏡が建設されたが、この望遠鏡は今一つパッとした。これはCCDなど検出器の改良が理論的な限界に達し、一段落したらしいようである。面白いことに二十世紀後半の約四〇年間、五mを超す大望遠鏡はこれ以外はひとつも作られていない。これは二つの理由がある。第一の理由は、口径五m以上では自重による鏡の変形が著しくなるため、精度のよい大型望遠鏡を作ることが困難だったことである。

第一には、この間のエレクトロニクス技術の進歩によって、鏡を大きくすることができるようになった。これはCCDなどの半導体カメラに置き換えられたといふ事情がある。写真乾板では集めた光の一%程度しか有効にとらえられないが、CCDでは八〇%程度をとらえることができるようになつた。光検出器の改良で実質的に観測効率を大幅に向上させることができたので、

望遠鏡を大きくすることを後回しにすることができたのである。

一九八〇年代末から、再び口径八mクラスの超大型望遠鏡の建設の機運が高まってきた。これはCCDなど検出器の改良が理論的な限界に達し、一段落したためである。もはや工夫のできるところはなくなり、光を更に集めてより遠くの暗い天体をとらえるには、望遠鏡の口径を更に大きくするしかなくなつたのである。

大型望遠鏡建設のための研究開発が進み、最先端の制御技術などを駆使することによって、八mクラスの大望遠鏡を作ることが技術的には可能になつてきた。

第一には、この間のエレクトロニクス技術の進歩によって、鏡を大きくすることができるようになった。これはCCDなどの半導体カメラに置き換えられたといふ事情がある。写真乾板では集めた光の一%程度しか有効にとらえられないが、CCDでは八〇%程度をとらえることができるようになつた。光検出器の改良で実質的に観測効率を大幅に向上させることができたので、

望遠鏡を大きくすることを後回しにすることができたのである。

一九八〇年代末から、再び口径八mクラスの超大型望遠鏡の建設の機運が高まってきた。これはCCDなど検出器の改良が理論的な限界に達し、一段落したためである。もはや工夫のできるところはなくなり、光を更に集めてより遠くの暗い天体をとらえるには、望遠鏡の口径を更に大きくするしかなくなつたのである。

大型望遠鏡建設のための研究開発が進み、最先端の制御技術などを駆使することによって、八mクラスの大望遠鏡を作ることが技術的には可能になつてきた。

第一には、この間のエレクトロニクス技術の進歩によって、鏡を大きくすることができるようになった。これはCCDなどの半導体カメラに置き換えられたといふ事情がある。写真乾板では集めた光の一%程度しか有効にとらえられないが、CCDでは八〇%程度をとらえることができるようになつた。光検出器の改良で実質的に観測効率を大幅に向上させることができたので、

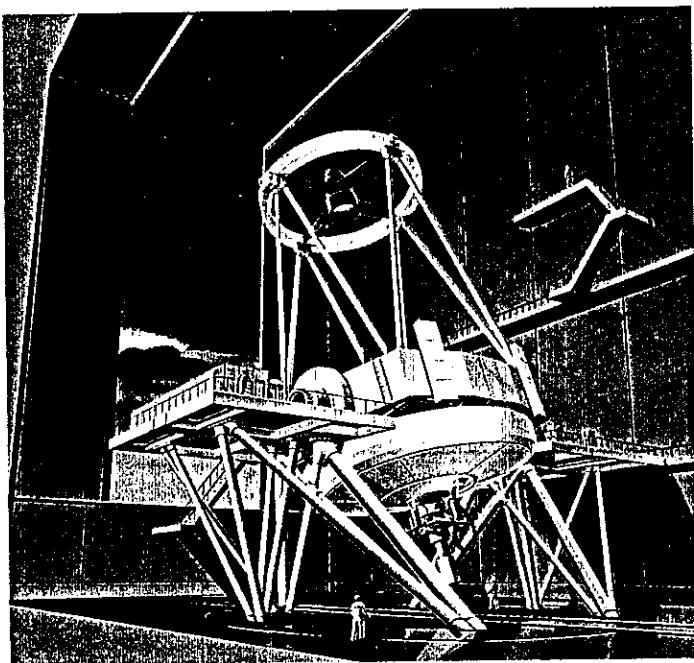
望遠鏡を大きくすることを後回しにすることができたのである。

一九八〇年代末から、再び口径八mクラスの超大型望遠鏡の建設の機運が高まってきた。これはCCDなど検出器の改良が理論的な限界に達し、一段落したためである。もはや工夫のできるところはなくなり、光を更に集めてより遠くの暗い天体をとらえるには、望遠鏡の口径を更に大きくするしかなくなつたのである。

大型望遠鏡建設のための研究開発が進み、最先端の制御技術などを駆使することによって、八mクラスの大望遠鏡を作ることが技術的には可能になつてきた。

天文分野での国際競争

図1 JNLT完成予想図



米国には口径1m以上の望遠鏡を持つ天文台がかなりある。米国では望遠鏡建設は昔から大金持ちの恰好の寄付対象となってきた。経済的な野心とは無関係に夢のある天文学に名前を残した人は数多い。中でもカーネギー財團などは、パロマ一山の5m望遠鏡など天文学の第一線で活躍する望遠鏡を建設してきた。次期大型望遠鏡の建設競争でも、ケック財団の寄付を得て建設が始まっている10m

望遠鏡をつくるというグループがいくつもあり、どのグループも予算獲得と技術開発にしのぎを削っている。

欧洲諸国は天文学や宇宙科学の分野では、いち早く欧洲連合を形成した。西独・仏・ベルギー・オランダ・スウェーデン・デンマークの六カ国は、一九六一年には欧洲南天天文台(ESO)を発足させた。

これは、当時望遠鏡が北半球に偏在していたため、「北半球からは見えない南の宇宙を観測するための欧洲の共同天文台」として設立された国際機関である。本部はミュンヘンにあり、南米チリのアンデス高原に世界一大規模な天文台を建設し運営している。一九八一年にはスイスとイタリーが加盟し、現在8m望遠鏡四台からなるVLT計画に着手している。日本と米国が北の宇宙を分担したのに対し、欧洲は南の宇宙を分担したわけである。

ESOに加盟していない英国は大西洋のスペイン領カナリー諸島、ハワイ島、オーストラリア、南アフリカ共和国などに天文台を建設してきた。まだ8m級望遠鏡計画は具體化できていないが、かつて七つの海を制した英國魂を感じさせる。

地上天文学のESOと並んで、一九七五年に設立された欧洲宇宙機構(ESO)には欧洲二三カ国が、また一九五四年に設立された欧洲核物理機構(CERN)

分割鏡方式のケック望遠鏡が口径ではトップを切っている。ただし分割鏡方式のため、解像力と赤外線観測性能ではややハンディがある。このほかにも、8m望遠鏡をつくるというグループがいくつもあり、どのグループも予算獲得と技術開発にしのぎを削っている。

我が国では、一九六〇年に東京大学東京天文台が、萩原雄祐台長の指揮のもとに、岡山天体物理観測所に口径一八八cmの望遠鏡を建設した。当時はそれでも世界で第七位の望遠鏡であった。その後東京天文台では長野県の野辺山高原に、世界一の性能を持つ直径四五mの宇宙電波望遠鏡と一〇mの電波望遠鏡五台からなる宇宙電波干渉計を建設した。野辺山の電波望遠鏡は、宇宙科学研究所のX線天文衛星とともに、日本の観測天文学が世界をリードする時代を切り開いた。電波とX線で世界の最先端に躍り出た今、可視光と赤外線でも最先端に躍り出ようと、JNLTが本格的に計画された。国家的な計画を推進するため、東京天文台は一九八八年に国立大学共同利用機関・国立天文台に生まれ変わった。JNLTの早期実現は日本の天文学界の一致した悲願なのである。

JNLT計画とは

国立天文台では平成三年度から八年計画でハワイ島のマウナケア山頂(海拔四二〇〇m)に、口径八mの大型光学赤外線望遠鏡(JNLT: Japanese National Large Telescope)を建設する予定で準

かげろう越しに観測しているようなものである。理論的には大きな望遠鏡ほど解像力が高いはずだが、このため実際には口径10cm以上の望遠鏡の解像力には大差がない。補償光学はこの大気の乱れをモニターして、実時間で乱れを補償し、理論的限界に近い解像力を達成しようといふのである。JNL-Tでこれが実現すると、天体の解像力は一挙に現在の約40倍になる。地上からでもハッブル宇宙望遠鏡の解像力を上回る性能が発揮できるのである。

図2 能動光学方式のJNL-T

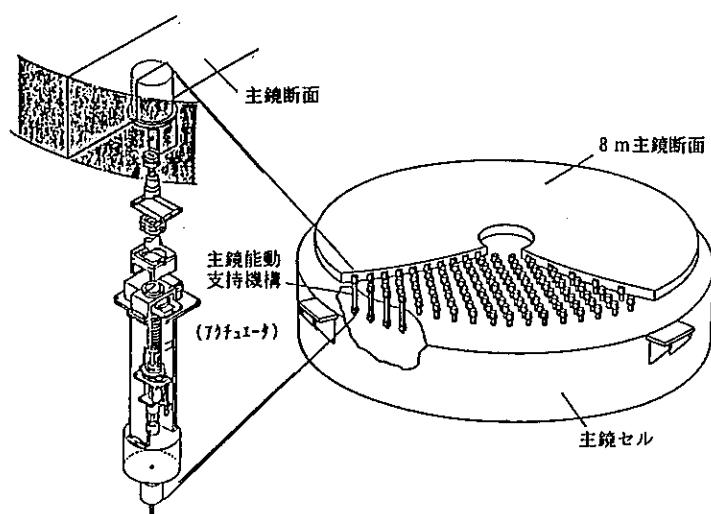
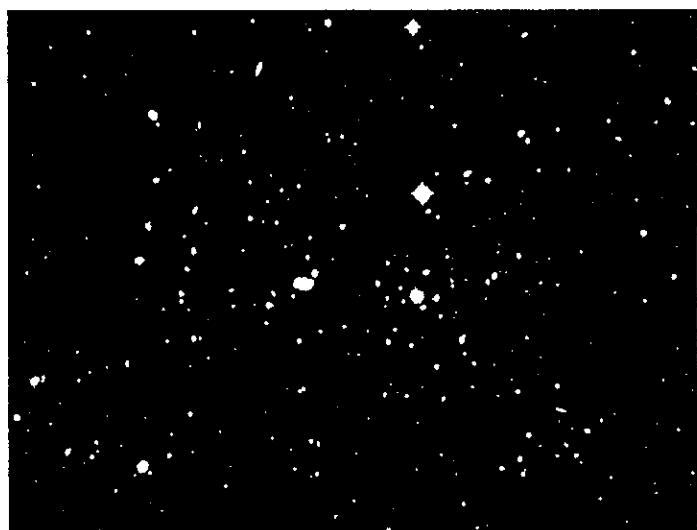


写真1 かみのけ座銀河団



宇宙の果てを見ること

面の変形が無視できるようにする工夫が必要になる。

この問題を解決するため、国立天文台では「能動光学方式」という新しい技術を開発した。これは望遠鏡の姿勢や温度環境などが変わったために鏡面が変形し、それを正確にモニターしてコンピュータ制御で常に設計どおりの曲面になるよう修正しようといふものである。

開発グループは鏡面を1mmの一〇万分の一の精度で測定できる装置と、鏡を支える力を一万分の一の精度で測り制御できるアクチュエータ九本を試作した。これらを直径六cm、厚さ一cmの鏡と組み合

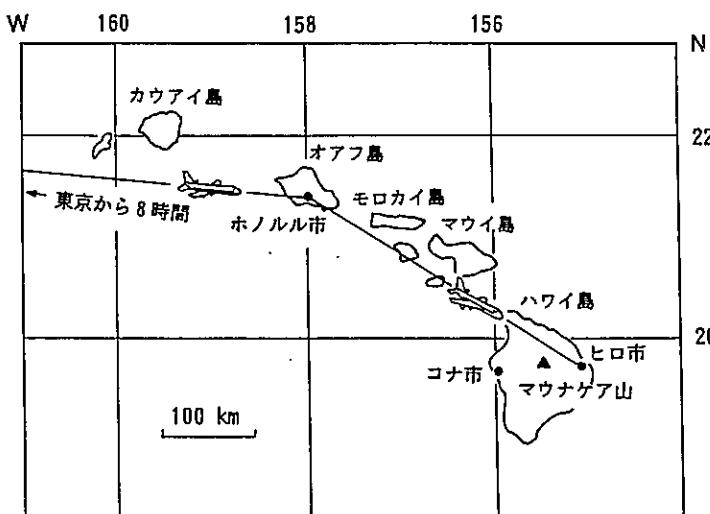
備を進めている(図1)。この望遠鏡は一枚の鏡としては世界最大の主鏡をもつ望遠鏡となる。常識的な設計では、鏡が歪まないようにするため、ガラス材の厚さを1m以上にしなければならない。これでは鏡だけで重さが100トンを超えてしまい、鏡をのせる望遠鏡もその台座も重くて高価なものになってしまつ。そこで、JNL-Tでは主鏡を軽量化してコストを抑えるため、ガラスの厚さをわずか二〇cmと思い切って薄くする。薄くすると鏡の剛性が低くなり、鏡面が変形しあくなる。変形といっても一mmの一万分の一程度の話だが、光の波長に比べて鏡

わせて、一三分の一の実験望遠鏡を試作し、能動光学方式で鏡面を制御できることを実証した。鏡面の研磨誤差や鏡の据え付け誤差の一部をも修正できる可能性があることも、能動光学の大きなメリットである。実際のJNL-Tでは8mの鏡を約300本のアクチュエータで支えることになる。JNL-Tは言わば精密なロボット望遠鏡である(図2)。

能動光学技術の延長上には補償光学(アダプティブ・オプティクス)がある。望遠鏡が完全なものであつても、地球大気中に乱れがあるために天体からの光は完全な像を結ばない。炎から立ちのぼる

遠ざかっている天体はドップラー効果でその光の波長が長くなってしまう。一言でいうと遠くの天体は色が赤くなってしまうのである。従つて、人間の目で見え可視光だけでなく波長の長い赤外線でも観測できることが大切になる。このた

図3 ハワイ島マウナケア山



め、JNLTは可視光だけでなく赤外線でも最高の性能を發揮するように注意深く設計されている。赤外線検出器の進歩は近年著しく、既に可視光の画像と見まがつよくな画質のものが開発されつつある。

宇宙初期の銀河の誕生の様子を見る」と並んで、太陽のような星や惑星の生まれる様子を解明することもJNLTの大変な観測テーマである。我々の地球のよつた惑星が宇宙にどれくらい存在するのかなどの疑問にも、JNLTは手掛かりを与えるだろう。

海拔四二〇〇メートル、 マウナケア国際観測所

ハワイ島はハワイ諸島の最東端にありノルルに次ぐ人口約四万のヒロ市は、ホ

ノルルに次ぐ人口約四万のヒロ市は、ホ

ノルルに次ぐ人口約四万のヒロ市は、ホノルルもなく、牧歌的で平和な町である。ハワイ島には北にマウナケア、南にマウナロアの二つの大きな火山がある。地殻物

理学のブレーントテクトニクス理論によると、ハワイ島の東海上に地中深くからマントル対流が沸き上がりつづくホットス

ポットがあり、ハワイ諸島はマントル対

流に乗って西北西の日本に向かってゆつ

くりと移動しているのだそうである。マ

ウナケア山は一萬年ほど前を最後に噴火

活動をしていない。

ヒロ市からマウナケア山頂までは車で

約一時間。途中の海拔二八〇〇mのところに、山頂の望遠鏡群の利用者のための

国際共同の宿泊基地がある。これは、〇.

六気圧しかない海拔四二〇〇mの山頂で

眠ることが危険なため、特に作られたものである。宇宙を観測する天文学者や観

測助手は早い夕食を済ませて毎夕ここか

ら山頂に上がり、観測を終えると明け方

宿舎に戻って眠りにつく。体調によつて

は初めて山頂に上ると軽い高山病に見

舞われ、頭痛などの変調をきたすことが

ある。しかしながら、平地では見られない素晴らしい日没とその後の満天の星空

は、観測する者の心を奪わぬにはいない。

既に、JNLT建設予定地の調査も何

度か行ない、山頂の用地を借りるという

ハワイ大学との合意を得て、受け入れ体

勢も万全である。完成の暁にはJNLT

は、北の宇宙を探る人類の巨大な眼となる。

経済大国となつた我が国が人類の知

的資産を豊かにするのに貢献する絶好の

チャンスである。皆様のご理解とご支援

を心からお願ひする次第である。

(いえ まさのり)