

# すばる望遠鏡の建設とハワイ観測所の創設



## 海部 宣 男

〈放送大学教授 〒261-8586 千葉県美浜区若葉 2-11〉

e-mail: Kaifunorio@aol.com

編集委員会から依頼された私の分担は、1991年4月の建設開始から2000年4月の建設終了までが中心である。この9年間のことは拙著『すばる望遠鏡の宇宙』（岩波新書カラー版、2007年）でかなり書いているので、本稿ではこれまであまり触れてこなかったことを中心に振り返ってみる。まず若干分担をはみ出すが電波天文学分野にいたころの私から見た計画にふれ、すばる望遠鏡建設の中核をなすイメージングの性能追及、技術開発の強化、そして1997年に開設したハワイ観測所をめぐるテーマについて述べる。

### 1. 私にとってのはじまり

私にとっての「すばる」は、1990年秋のある夜、自宅にかかってきた電話から始まった。国立天文台大型光学赤外線望遠鏡（当時 JNLT と呼ばれた）計画の責任者小平桂一さんからで、いよいよ予算がつくので光赤外線分野に移って建設に参加して欲しいという誘いだった。野辺山宇宙電波観測所の 45 m 電波望遠鏡を作り、ミリ波観測に打ち込んでいた私には、<sup>おおごと</sup>大事である。野辺山でも大いに議論してもらいいろいろ考えたが、大先輩である森本雅樹さんの「行け、行け」の声にも背中を押され、結局「行きましょう」と返事を返したのは、1週間くらい後だったかと思う。

話は数年さかのぼるが、1983年の日本学術会議天文学研究連絡委員会（天文研連）の印象が、私には鮮やかに焼きついている。国内中型望遠鏡（口径 3.5 m 程度）建設派と海外大型望遠鏡（5 m 程度）建設派で延々と議論が続いていた光赤外線天文学連絡会（光天連）。そこから天文研連に出た最終提案は、「国内に中型望遠鏡をできるだけ早く建設し、ついで海外大型を作る」というものだった。この提案を受けての忘れられない第一声が、京大の林 忠四郎先生である。「うーん、そん

なことでもいいのかね？」。名大の早川先生が続いて、やるなら世界を目指すべきではないかと説かれた。議論は見る見る展開収束して、議長が古在東京天文台長（当時）に「海外に大型光赤外線望遠鏡を作るということで、東京天文台はどうか」と質問し、古在台長は「できると思います」と即座に答えられた。日本の光赤外線天文学が大きく一步を踏み出した瞬間である。委員の端に連なっていた私は感動し、優れたリーダーをもつことをうれしく思ったものだった。日本学術会議は岡山の 188 センチ望遠鏡、野辺山の 45 m ミリ波望遠鏡と、重要な節目で天文学コミュニティの意見をまとめ、学術全体の意向として建設を要望する役割を果たしてきた。その後 1994 年に私が委員長で『21 世紀の天文学長期計画』をまとめ「アルマ」や「あかり」の実現などを提言した。今回、「天文学・宇宙物理学分科会」（天文研連から改組）では佐藤勝彦氏を委員長に、TMT や SPICA の実現をうたう新たな長期計画をとりまとめたところだ。天文学分野では日本学術会議が研究者コミュニティの総意を取りまとめる役割をきっちり果たしてきたことは、広く認識されてよいだろう。

天文研連の決定で小平さんを中心に進み始めた

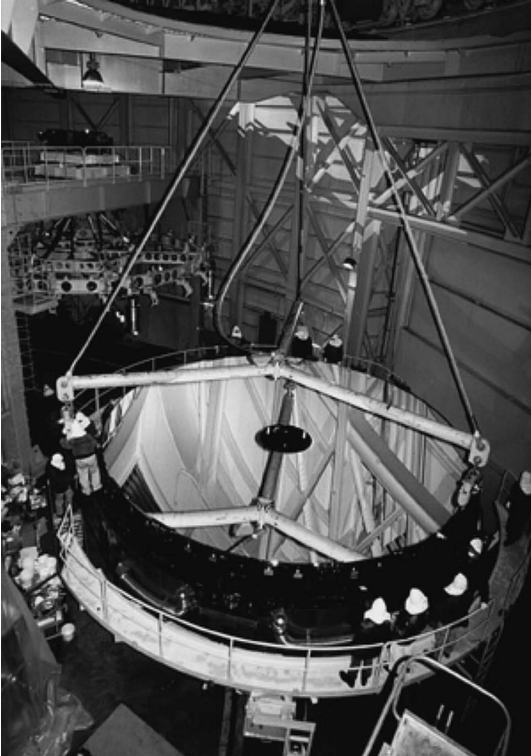


図1 蒸着が完成したすばる望遠鏡の8.2 m主鏡を、望遠鏡本体が待つドームの観測床へ吊り上げる。(国立天文台)

JNLT 計画（口径はやがて 7.5 m になった）に、もちろん私も大いに関心があった。マウナケアの 3.9 m 赤外線望遠鏡 UKIRT と野辺山ミリ波の望遠鏡相互乗り入れによる日英協力（1984-1992）が、非常な成功を収めていたことも大きい。長谷川哲夫、林 正彦、林 左絵子、田村元秀、山下卓也君らが活躍し、私も UKIRT で星形成領域の赤外線観測を重ねていた。1990 年 12 月、私は野辺山から三鷹に移った。まずは勉強と計画のパンフレットを作り、JNLT は舌をかむから親しめるニックネームをと公募して、「すばる」の名前を決めた。また小平さんと頑張って、7.5 m だった口径を欧米のプランに負けない 8.2 m にすることができたが、これには三菱電機に大いに協力いただいた。

1901 年 4 月、建設計画がスタートし、小平さんが総括責任者（1992 年から大型光学赤外線望遠鏡

計画推進部主幹）に、私がすばるプロジェクト室長になった。プロジェクト室での検討を軸に、主契約社である三菱電機をはじめメーカー各社との協議・開発協力、国立天文台すばる専門委員会での観測装置計画などコミュニティとの協議、そしてマウナケアでの基礎工事などがスタートしたのである。その後 1994 年に古在さんが台長を退かれて、小平さんが台長、私が推進部主幹となった。1997 年のハワイ観測所発足とともに私は所長としてハワイに赴任し、2000 年 3 月に建設の大任を終えて、帰国し、4 月から台長となった。

## 2. 望遠鏡：とことん追求したイメージ・クオリティー

すばる望遠鏡の本体建設で重要なポイントは数多いが、何といたってもイメージ・クオリティー（撮像性能）の追及が最重要だったと言えるだろう。圧倒的な研究者層と経験をもち、8 m 鏡を 2 基と 4 基それぞれ建設する米英連合や ESO に対抗するには、まずは性能だ。特に光赤外線望遠鏡の場合はイメージの良さである。そのためには、1) 主鏡面の精度、特に能動光学による常時高精度、2) 安定で高精度の指向性能と駆動システム、3) 人工シーイングを押さえるドーム構造、この三つが基本だ。さらに第 2 鏡・第 3 鏡の性能、要所の温度管理、補償光学を含め優れた観測装置の開発などあるけれど、まずは基本要素に話を絞る。

### 主鏡面の精度

主鏡の製作目標はもちろん、「世界最高の精度」である。キーとなった技術が能動光学だが、ヨーロッパが 3.5 m の実験望遠鏡を作るなどかなり先行していた。日本では国立天文台の家 正則さん、野口 猛さんらのグループと三菱電機の協力で、独自の開発で追いかけた。三鷹に作った 60 cm 実験鏡は小さかったが、その成果は大きかったと思う。三菱電機製のアクチュエーターは誤差要因を総合的に考慮しバランスも正確に取ったのでサイズは大きめになったが、精度と安定性は高かった。鉄構造と

しては非常識な高精度に熱意をもって取り組んだ川鉄鉄構（現 JFE メカニカル）のミラーセル製造とも相まって、すばるの高い鏡面精度を実現した。

鏡材はコーニング社の URL（超低熱膨張ガラス）による薄メニスカス型がよさそうということでは小平さんたちの調査でわかっていたし、研磨会社も慎重な調査の末、ピッツバーグのコントラベス社に決定。国立天文台と三菱電機の統括のもと、鋳込みに 4 年、研磨に 3 年という長い主鏡製作が始まった。この間、問題がなかったとは言えない。特に心配したのはコントラベス社の売却騒ぎだったが、私の印象に鮮やかなのは、コーニングやコントラベスにも脈々として流れる技術者魂である。とりわけ売却・縮小で揺れるコントラベスに最後まで踏みとどまり、平均自乗誤差 12 ナノメートルという前人未到の精度で主鏡研磨を完成した光学技師スコット・スミスさんの誠実な仕事ぶりには、深く感謝している。

### 駆動システム

光学望遠鏡では天体追尾に自動ガイドを使えるから、指向に絶対精度が要求される電波望遠鏡に比べて大いに楽だ。それでも軸ずれや温度ゆがみ、とりわけ駆動や風による機械的振動を抑え込むことが重要である。大型化と高精度化は、つねにせめぎあう。すばるの成功の一因は、主駆動に歯車やボールベアリングを一切排除して、油圧ベアリング（パロマ 5 m 以来の伝統ある技術）と非接触の磁気駆動を用いたことである。リニアモーターカーなど日本の先端技術が、三菱電機の総合力のもとで活かされた。主焦点を活用した風に対抗するため、がっしりした架台・鏡筒構造を採用したことも大きい。言い出せばきりが無い工夫や技術が注ぎ込まれたのがすばる望遠鏡の支持駆動機構で、そこには野辺山の電波望遠鏡建設での蓄積と光赤外の高精度に挑戦する新たな工夫とが、ちりばめられている。経験者ならよく知っているように、大型望遠鏡の指向精度は使いながら向上させていくものである。しかし土台である機

械システムがしっかりしていなければ、効果は限定される。すばる望遠鏡が安定した指向性能で定評を得、主焦点やナスマス焦点の新たな大型観測装置で注目を浴びているのも、こうした初期の苦心に支えられている。

### ドーム構造

すばる望遠鏡のドーム（丸くないので、正確にはエンクロージャー）も、最高の観測環境を求めた結果である。建設開始の当時、ドームの床や主鏡面、ドーム周辺からの熱による空気揺らぎが観測時のシーイングに影響を与えていることがはっきりしてきた。これら人為的影響をまとめてドームシーイングというが、すばるではまず、安藤裕康さんらを中心に水流実験で円筒型ドームの優位性を確かめたことが大きい。半球形ドームでは、地上の乱れた気流を巻き上げてしまうのである。議論の末、予算はかかるがイメージ性能を優先させ、円筒型の採用を決めた。併せて、流体力学研究所によるドーム内外の気流の可視化計算、それに配慮したドーム内気流の制御構造、気温となじみのよい塗装なしのアルミ板外装、陽炎を生じにくいドーム周辺の敷地材料まで検討した。それがすばるの、特徴あるお茶筒ドームだ。三菱電機が美術的デザインも検討し、美しく仕上がった。

ただドームでは、1996 年 1 月の悲惨な火災が、生々しい記憶として残っている。3 人の現地作業



図2 すばる望遠鏡のドーム火災について伝える「ハワイ・トリビューン・ヘラルド」紙。



員が亡くなり、その後も長く尾を引いた悲しい出来事だった。三鷹で第一報を受けて直ちに飛んでいった日のこと、黒煙を上げるすばるドームの写真が一面に載った新聞をホノルルで見たときのショックなど、私にはなお生々しい。詳しいことは『すばる望遠鏡の宇宙』に書いたので繰り返さないが、すばるで観測されたらぜひ、ドーム直下、マウナロアを望む南外壁にたたずむ小さな碑を、訪問していただきたい。クレーンの事故で亡くなった一人を含む4人の名前と祈りの言葉が刻まれ、青い空を眺めている。

### 3. 観測装置：開発力の開発

すばる望遠鏡では、観測装置の選定・製作も極めて重要だった。一流の天文学に先端技術開発は必須だが、当時の日本の光学天文は装置開発の体制も経験も不十分だったからである。赤外線でも、小さな装置の開発経験しかなかった。すばるの建設を契機に、私たちは二つの面で「開発力の開発」をもくろんだ。

一つは、国立天文台自体の技術開発体制の構築である。すばる望遠鏡の予算で旧態依然だった工場を一新したいと考え、私はまず小林行泰さんと一緒に世界の一流天文台の工場見学の旅に出た。ESO 本部、エジンバラ、ラ・シア、カリフォルニア。いろいろ見て、考え、非常に勉強になった。帰ってからまずは人と、分子科学研究所や電気通信大学にお願いしてこれと思う工場のスタッフを集めた。小林さんを責任者に天文機器開発実験センターが発足したのは、1993年である。当面はすばる関連の開発が中心だが、台内共同利用と位置づけた。他研究所がうらやむ工作機械を順次整備したセンターは、太陽観測衛星「ひので」の開発でも活躍し、現在アルマの受信機開発を中心に、先端技術センターとして大きく発展している。

もう一つ、より重要な課題として目指したが、大学の開発力強化である。当時大学では、天文学の装置開発は困難だった。すばる計画では観

測装置の提案が大学からも多く出て、数を絞るべきだとの意見が強かったが、私は大学がそれぞれ開発経験を積むためにも、何とかできる限り多くの観測装置を作りたいと考えた。東大の **Suprime-Cam**、京大の **OHS**、ハワイ大学の **IRCS**、そしてその後の東北大の **MOIRCS** が国立天文台と大学との契約という形式で作られ、大学に装置開発の場ができた。現在活躍している多くの若手が、ここから育ったと思う。

### 4. ハワイ観測所：やりたかったこと、できなかったこと

活気ある、地元へ溶け込んだ観測所を

1997年からハワイでの望遠鏡組み立てが始まるのに合わせて、4月、ヒロにハワイ観測所が開設された。この新しい観測所について、私にはいろいろ期待があった。技術開発に取り組める観測所にしたい。研究・技術・事務が一体となった観測所にしたい。現地に溶け込み地元と交流する観測所にしたい。こういう欲張りな期待はもちろん、そうかなえられるわけではない。技術開発は、西村徹郎さんの活躍もあって、それなりに実現した。だが欧米の天文台式の通気性のよい運営体制を実現したいと意気込んだ研究者と事務の一体化は、当初からつまづいた。当時の天文台の管理部長は、むしろ事務を研究者から引き離し独立させようと考えていたようだ。建物は一階に事務、二階に研究者という前提で設計され、変更は頑として拒否された。望遠鏡は研究者の責任だが建物は管理部の責任という論理だった。このことは、ハワイ観測所の運営に長く影響する結果になった。ハワイ観測所に派遣される事務職員は、日米両方の法規に従わなければならないという困難の中でみなよく頑張ってくれた。だが、2年で交代するたびにせっかく築いたハワイに合ったシステムが崩れるという問題も、日本式人事体制のもとで繰り返された。その後の所長の努力もあってようやくこうした問題が軽減されてきたのは、めでたい。



図3 すばる望遠鏡ドーム内での完成式（1999年10月）。手前がネイティブ・ハワイアン団体の人々で、このあと立ち上がり、ハワイの祝福のチャントを歌ってくれた。マウナケア観測史上かつてなかった光景だ。中央左に立っているのが筆者、その右に紀宮さま。（国立天文台）

地元との交流では、ヒロで活躍される日系移民の2世・3世の方々温かい支援は、新参の私たちにとって有難かった。ヒロの日系人商工会の役員になれと言われて私が驚いたら、「すばるは毎年10億円を使う大きなビジネスだ」とのこと。なるほどである。もちろん観測所スタッフ、特に子供が生まれた家族はどんどん地域に溶け込んでいった。建設の間は所員・家族ぐるみのパーティーをよく開いたが、隣接のJACやGEMINIとの所員ぐるみの交流は、忙しかったこともあってあまり実現しなかったのは、ちょっと心残りである。

マウナケアのほかの観測所ではかつてなかったネイティブ・ハワイアン団体との交流については、『すばる望遠鏡の宇宙』に書いた。すばる望遠鏡の完成式（1999年10月）のときのことで、紀宮様（現・黒田清子さん）のすばらしい対応で、交流の輪が大きく広がった。その後も交流を保とうと努めてはきたが、現地の実情はなかなか複雑である。ただ、私たち日本人には聖なる山が外部の人に侵されているというネイティブの人々の感覚はよくわかるし、ハワイに来て観測成果だけを持

ち帰る「サイエンティフィック・アニマル」にはなりたくない。すばるで築いた交流が、マウナケアに建設しようとしているTMTの推進で役立つのではと現地で期待もされているという。そうならば、この上なくうれしい。

### 日本中の人知っている「すばる望遠鏡」に

野辺山で電波望遠鏡を作り始めた1970年代末、「天文学で100億円も使っているのだろうか？」と、私は何度か自問したものである。そこで、100億円は日本人ひとり100円だと思い至った。「ひとり100円、コーヒー一杯分のお金をみんなからいただいで、この電波望遠鏡を作るんだ」と。その後、見学の人々には、「この望遠鏡は皆さん一人ひとりから、100円ずついただいできたんですよ」と話す。すると、見学者の視線が変わるのだ。そうか、これは私たちのものなんだと。日本では税金や予算は「国家」「お上」のものという感覚が強いが、元来は国民のものである。現代の科学は社会に支えられ、社会に理解されなければならないが、それは予算をつけてもらうためばかりではない、と私は思う。科学の成果を伝えることは楽しい。科学研究で得た成果を伝えることは、社会に支えられて研究する私たちの当然の義務であるとともに、喜びである。三鷹の天文台本部が外部には閉ざされた場所だった1980年代初期、完成した野辺山宇宙電波観測所を見学自由にしたのは、そういう思いからだ。すばるにニックネームをつけたのも、すばるの建設やファーストライトのチャンスの報道にできるだけ力を注いだのも、国立天文台総予算の1%の予算を目指して体制広報強化に努めたのも、同じである。現在国立天文台の広報は、研究所としてはずば抜けたものと評価されている。すばる望遠鏡は、日本で最も知られている科学の装置だ。それでも「すばる望遠鏡」を知っている日本人は、5人に一人くらいではないか。まだまだ、私たちの努力は足りないのだと思う。

以上で、私の項を終わる。紙面も少なくかなり個人的な回顧になったが、ご容赦願いたい。