

特集： 動きだした大型宇宙電波望遠鏡

東京天文台野辺山宇宙電波観測所

I. 特集にあたって

野辺山宇宙電波観測所は、いよいよ45m鏡による試験観測を開始し、去る3月1日には開所式を行った。興味を中心はしだいに建設から天文学に移ってゆくことになろう。この機会に、これまで建設の忙しさにかまけて充分御報告できずにいた建設の記録(経過、技術開発、苦労話など)を御紹介し、かつ観測所の現況を知っていただきたいと考え、観測所員が分担して執筆したのがこの特集(I~V)である。

「大型宇宙電波望遠鏡」建設の仕事はただ単に機械を製作するというにとどまらず観測環境、地元の協力、予算の折衝などに関するそれこそ千変万化の事柄について考え、対策をたて、さらに必要な人々の協力を受けるといようなことまでともなう。また、計画自体は1970年の学術会議の勧告ではじまったわけだが、それ以前からの計画の立案、技術的可能性の追究、大勢の研究者間の意見のとりまとめなどの仕事があり、20年近い歳月を経過している。これらの事情のために記述はいく断片片的にならざるを得ない場所もあるかと思うが、どうかお許しいただきたい。

また、上記の様に多岐にわたる仕事であり、全く今までの経験になかった問題が生じ、右往左往することもしばしばであった。こうしたことで各方面の非常に多くの方々大変お世話になり、御迷惑をおかけし、そして無理な仕事をさせていただいた。個々の事柄としてははっきり分離できる点については感謝状をさし上げるなどで感謝

をあらわすことができるが、更に筆舌につくせない部分も多くある。そのどの一つを欠いても電波望遠鏡の建設は困難であったろう。また今後も、同様のことでいろいろと御協力が必要となる。ここに一つ一つ事柄を列挙することはしないが、感謝の意を表わさせていただきたい。

この様な御協力とともに、実際の仕事を種々の困難をのりこえて遂行して来た東大、天文台内の関係者、特に事務関係者、それに観測所員の一丸となつての働きが計画遂行の中心となったことは言うまでもない。

本特集は全体で五部にわかれている。II.の「建設までの仕事」は主として苦労話だがこれからこの様な計画を行なう時には参考にしていただける部分もあるだろう。

III.「建設の記録」を特集のメインと考えていただきたい。装置の内容、特色を理解いただくのによいだろう。

IV.「試験観測」は、45m望遠鏡による試験観測の途中経過で、既にミリ波の集光力では世界一に達しているこの望遠鏡の将来をうらなっていたことができよう。

V.は開所式風景、そして宇都宮大の田原氏の筆になる

VI.は共同利用にむけての方向が示されている。また、本文中、アルバムなどに写真をのせたのであわせてお楽しみいただきたい。なおこの特集は、観測所の建設から現状までの紹介を主目的としたものであり、装置のそれぞれについての詳しい紹介は、今後機会あるごとにレポートしていきたいと考えている。

II. 建設開始までの仕事

1. 計画の提案まで——前史——

1960年代はじめ、世界各地に大型電波望遠鏡が建設され、クエーサーの発見、パルサー、3度K輻射の発見などが相次ぎ、宇宙電波の研究は大いに発展した。わが国ではそれまで、電波観測に関しては太陽の研究に力を入

野辺山宇宙電波観測所 Nobeyama Radio Observatory
 [観測所スタッフ] 田中春夫*, 赤羽賢司, 森本雅樹, 海部宣男, 石黒正人, 祖父江義明, 秦 茂*, 長根潔, 平林久, 近田義広, 宮澤敬輔, 稲谷順司, 長谷川哲夫, 井上允, 高原文郎, 東条新, 井上志津代, 宮地竹史, 神沢富雄, 村田和男, 岩下浩幸, 高橋文雄, 川合登巳雄, 中島潔 (* 57年4月1日で退職): New Large Radio Telescope in Japan

れ、宇宙電波はあとまわしという傾向にあったが、これではいけない、何とかしなければという気運が研究者の間におこって来た。

議論ははじめ電波科学研究連絡委員会第V分科(電波天文)の中で行なわれのちに天文学研究連絡委員会将来計画小委員会電波望遠鏡ワーキンググループに移された。ずい分長い名前の会だがこれでも多少略してある。ともあれ活発な議論が進められた。「なにしろ日本に宇宙電波の本格的な観測施設がほしい」「これからの研究の動向は」「やはりなにか傑出した特色を持たなければ」などという方向に議論は集中していた様に思う。アンケート調査なども行なわれた。また一方「いったいどんな機関が引受け、どう仕事を進めるか」「完成後の組織は」と

いった事も大きな問題となった。議論は活発であったがなんとなくカミ合わないもどかしさもまぬがれなかった。

しかし、議論ばかりしていたわけではない。一方では鹿島の30メートルアンテナを使って実際に観測を試みたり、自力で10メートル、6メートルなどの望遠鏡を作るグループがあったりで研究のポテンシャルも上って来た。また、メーカーのアンテナ技術グループの協力のもとに「傑出した特色」を短波長に求められないかを模索する研究が進められた。

これらの結果を集めて計画の大綱が研究者間でおぼろげながらまとまって来たのが1968年ごろである。そして1969年に開かれた「宇宙電波将来計画総合シンポジウム」では、研究者間のハッキリした合意が得られた。その内容は、

「今後の宇宙電波観測研究の進むべき方向は短波長と高分解能である。我国の計画としては、大型パラボラ望遠鏡は大きさを多少犠牲にしても、高精度の鏡面によって短波長をねらうべきである。それに、やはり高精度の干渉計をつける」

というもので、現在の計画の根底をなすものである。このとき、研究者団体である宇宙電波懇談会が結成された。

これにもとづいて、「口径45mでミリ波観測が可能」高精度電波望遠鏡の技術的検討が煮詰められていった。「ホモロガス変形法」の研究が東京天文台と三菱電機

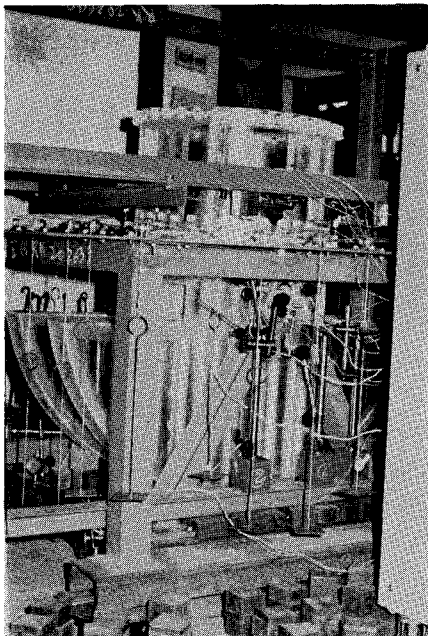


図 II-1 45m 鏡センタハブの亚克力模型を用い、変形の様子を調べた。

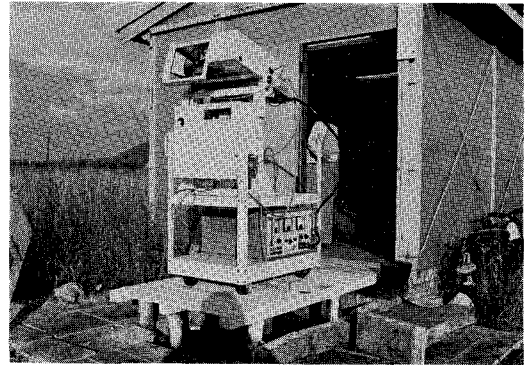


図 II-2 波長 3mm 用の携帯型受信機で、各地の水蒸気量を測定 (写真は野辺山にて)

通信機製作所との協力で進められ、前記の目標達成が可能であるとの見通しを明らかにすることができた。

さらにこの研究は、アクリルでセンタハブの模型を作ったの変形実験や1/100モデルによる風洞実験、振動実験など1972年頃までつづけられた。

一方、組織や体制、利用方法の議論も進み1970年日本学術会議春の総会に計画の大綱が提案され、「その早期実現を政府に勧告」する形で採択を見ることができた。

2. 計画の煮詰め——予算要求まで——

さて、早期実現が勧告されると計画を実行可能な段階まで煮詰めて行かなければならない。

それまで努力を集中していたアンテナ設計だけでなく、受信機、測定器、計算機から、いろいろな付属施設、観測者の宿泊設備にいたるまで計画し設計し、そして費用を洗い出さなければならない。

干渉計の位相ロック法、基線の構成とアンテナ移動方法、低雑音受信機の技術の国内外での動向、新しい方式の電波分光計の開発など、新しい技術の模索から、よその共同利用研究所の見学(宿舍や食堂をのぞいたり)など、全国の研究者が参加してこの仕事にあたった。宇宙電波懇談会がこれらの仕事の推進役となり、予算要求にまとめる仕事は東京天文台で受持った。

用地の選定も大問題である。台風の多い地域、豪雪地、多雨地、電波雑音の多い大都市近辺などが不適当なのは明らかだが、更にどんな条件があるだろうか？短波長、特にミリ波に重点をおいた観測所は世界でもはじめてである。みんなで頭をしぼり調査を行なった。

五万分の一の地図をたよりに、山にかこまれて外来電波の少ない、干渉計を置きやすい平坦な土地をさがし、交替で何人かが実際に足をはこんだ。

急ごしらえのミリ波受信機をかついで候補となりそうな場所、比較対象の基準とする場所などをまわった。これによって大気からのミリ波雑音の放射の様子、高原の

寒冷地帯が特に適していることなどがわかった。

こうやって適地はしばられて来たが、かといって、その「適地」なるものが観測所用地として直ちに使用可能というわけではない。本計画の場合、現在用地となっている野辺山のほかに、富士山麓に一ヶ所適当な候補地が見つかった。調査、折衝など多くの方々に協力いただき、迂余曲折の末、ミリ波観測には最も適している野辺山の地に、信州大学農場・演習林の一部（現在の太陽電波観測所と同じ敷地）を使わせていただく形で用地がきまってきた。信州大学側でどの様な研究上の不便、やりくりがあったか知る由もないが、その英断により観測所は陽の目を見ることができたのである。

観測所建設でトラックが行き交い、多勢の人が出入りし、地元の環境が損われる。資材の調達、水道、電気、住宅用地、進入道路などをはじめとするもろもろの便宜の提供、地元で迷惑のかからない形で仕事をなんとか進めて行く折衝も、お互い、あまりなれない事でもあり、はじめはギョチない部分もあったが、何とか進められている。地元との関連では、観測所の性格から、青少年教育、社会教育を地元が進められる際の見学、講師派遣などで教材としての役割も果せると考えられる。しかしこれまでのところは、観測所の人手不足などにより思うにまかせていない状況である。

地元関係でもう一つ重要なのは観測環境の問題である。水蒸気のミリ波雑音などの自然環境については既にのべたがもう一つはテレビ、通信など人工電波の混入の問題がある。

野辺山の地は三方山にかこまれ、北は5キロほど先から深くえぐられた佐久の谷がはじまるので、外からの電波が入って来にくく、それがこの土地を選定した大きな理由の一つになっている。当然の結果としてここはテレビの難視聴地帯でもあった。以前からここにあった太陽電波の観測もこれによって大いにたすかっていたわけである。しかし、地元には、サテライト局設置による難視聴解消の希望があり、観測環境の確保との板ばさみになってしまった。

天文台としては、特に難視聴の著しい地域に対して（難視聴の度合については、NHKの5段階の基準がある）費用の一部を負担して地元の有線の共同視聴組合を作ってもらうことで解決をはかろうとした。

これに関しては、地元にもいろいろな案があったり、国の側でも地元の事に国が介入するとか、電波望遠鏡と関係のないところに予算を出すことになるのではないかなどの誤解を生じやすい事柄ではあったが、関係の方々に、環境保持の必要性、そのためには有線方式しかないということなどを理解してもらい、なんとか実現にこぎつけることができた。

電波環境の問題としては電電公社などのマイクロ波中継回線、人工衛星からの不要放射などがあり、各方面と協力方折衝中である。

天文観測の三要素としてよく言われる事に望遠鏡、お天気、人というのがある。お天気については電波環境も含めた土地えらびととらえてお話しした。三番目の、そしてもっとも重要な「人」という要素は、どうしたことかとかくおざりにされがちである。

これには、よい人を必要なだけ集める、という面と、みんながはたらきやすく、充分能力を發揮できる状況を作り出すことの二つの面がある。

第一の面では、外国の観測所についてしらべたり、一年間にやらなければならない仕事を洗い上げて仕事量を計算したりで、どうしても100人程度のスタッフがほしいという結論が得られた。しかし、御多聞にもれずの定員削減のあおりで、現在のところ事務官・技術者・研究者すべて合せて25人あまりの人員で仕事を進めており、スケジュールと人手の間の大きな矛盾をかかえて、苦しいやりくりを強いられている。もう一つ、今後どうやって人材を確保するかという点もある。少ない人数でたくさん仕事をかかえてやっていると大学院での指導、養成はおろそかになりがちで、技術者の待遇改善と共に是非とも改善を要する問題である。

はたらきやすい、能力を發揮しやすい環境は、現在の様に少ない人手でたくさん仕事をかかえて働く状況では特に重要である。しかし一方、土地選定は「お天気」が優先で、サラリーマン家庭の立地条件としてはかなりきびしい土地となった。各方面の協力で、野辺山としては一等地とも言うべき土地が官舎用地として確保できそうである。しかし、子弟の教育、買物、冬の寒さ（零下20度はザラ、年に一回は30度近くまで下る）、待遇の実質的低下など考えて行かなければならない点が多い。

3. 建設にかかるまで

当初の提案から10年近くたっていよいよ予算の要求が東大から提出された。この10年近くの間にも、最新の技術を取り入れ、または自力で開発を進めて、世界の一流に先行する形でいつも「新鮮な」計画である様にとめた。それらの中には、音響光学型やデジタルフーリエ変換型の電波分光計、鏡面パネルへの炭素繊維強化樹脂の採用、主鏡面の自動測定・調整システム、干渉計ケーブル内空気圧自動制御など重要なものが多い。現在でも、そしてもちろん将来にわたってもこの望遠鏡が世界水準を抜くものとして期待されているのは、こうした開発の手をゆるめていないからであることは言うまでもない。

III. 大型宇宙電波望遠鏡建設の記録

1. 始めに

野辺山の宇宙電波望遠鏡は、数多くの人々の合作である。10 数年前からの設計の仕事をはじめとし、長くつづいた土地選定の作業、計画実現のために労を惜しまれなかった天文台、大学、文部省の諸兄、建設が始まってからの眼がまわるような予算書づくりや選定事務に徹夜を続けたスタッフ、そして無数の部品の製作にたずさわった幾多のメーカーの技術者……。こういう人々の努力が、野辺山の建設現場に結実したといえるだろう。

野辺山の現場で働いた人々の数も数百人にのぼる。一番始めに 1978 年から鹿島建設などアンテナ基礎、土木工事の人々がのりこんだ。ついで 1980 年春からは三菱電機と関連会社の人たちがアンテナ資材とともにやってきた。さらに計算機、ケーブル、受信機関連など、ピーク時には合せて 100 人以上の技術者、作業者が、野辺山高原に建設のツチ音を響かせたのである。

以下に建設時の状況を、苦労話を織りまぜながら紹介したい。

2. 土木・建築工事

昭和 53 年度の本予算は測量から始めることになっていた。その予算要求のために地形調査をせよということで、何のことはない、天文台がまず測量する羽目になった。1977 年 11 月半ば、6 名が信州大の宿舎を借りて泊まり込み、自炊して 4 日間がんばった。寒い上に雑木に妨げられて難渋したが、いまでは懐かしく思い出される。

土木関連工事については、1980 年 5 月号にかなり詳しく述べたので省略するが、転石のためにアンテナ基礎下の「ベント」ぐいが掘り進めず、設計変更に手間取って工程が遅れ、はらはらしたことは忘れられない。また基礎の上の天板下に打った無収縮モルタルの施工が悪く、これでは大切なアンテナを乗せられないということで、やり直した時のトラブルも印象深い。

建築については、寒冷地ということのでかなりのトラブルもあったが、観測棟の経験から、本館では計算機の熱回収をよくして暖房に回してほしいという希望が容れられたことはうれしい。

3. 45 m 電波望遠鏡

3.1 45 m パラボラ・アンテナ

1980 年春、尼崎の三菱電機通信機製作所で仮組みを終え、解体・梱包された 45 m 鏡の巨大な部品が次々と野辺山に搬入されはじめた。すでに冬越しをして固まっ



図 III-1 鏡面骨組みまででき上がった 45 m 鏡。

た基礎と水平回転レールの上に車輪がおかれ、直径 1 m もあるパイプの枠組みが組立てられてゆく。組んでは測定し、精度を確かめては組む——慎重な作業をくりかえして、高さ 20 m の水平回転架台が組みあげられたのはもう夏であった。

いよいよ大物のセンタハブ (70 トン) をのせる。さらに大型クレーンで主鏡骨組を吊りあげ、とりつけてゆく。もう秋たけなわとなった野辺山高原に、電波望遠鏡がみるみる姿をあらわした。まだ鏡面パネルも張っていない骨組みだけではあっても、人目を驚かせるには充分であった (写真)。

10 月、アンテナにお神酒をあげて、はじめての駆動試験が行なわれた。工事関係者一同見守る前で、45 m 鏡はわずかにその鏡面を傾けたのだった。

主鏡の反射パネルは、その高精度と材料の新開発のために手間どった。三菱電機相模製作所が新鋭の大型自動炉を駆使して試作、通信機製作所で厳重な測定がくりかえされて、平均精度 65 ミクロン (rms) という素晴らしいカーボンファイバ面のパネルが完成した。このパネルを一部鏡面に取りつけたのは、もう年がおしつまってからである。

野辺山は冬の訪れが早い。10 月にはもうアンテナの

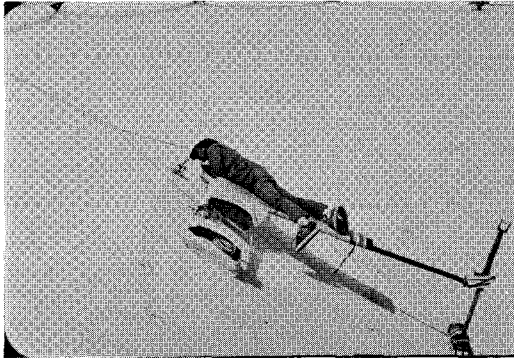


図 III-2 鏡面パネルのとりつけ調整作業。パネルを变形させないように気をつけて、10 ミクロンまで測っていく。

上に真白に霜がおり、深夜まで続く作業は大変な苦勞を伴った。天文台の私達は、三鷹で受信機や計算機の設計のため、仕様書づくりに追われつつ、交代で現場につめるという生活であった。三菱の人々と同じ「愛岳ヒュッテ」に泊っていたから、夜は時折一緒に飲み、工事について議論し合った。異口同音に言われたのは、「こんな工事は初めてだ、とにかく精度が一ケタちがうよ」ということだ。「これだけの熟練者をこれだけ長期間働かせるなんて聞いたことがない」そうである。下請けのある会社の人の話。「オレはもう二ヶ月家に帰ってない。女房から、子供が勉強しなくなって困っていると手紙が来たんで、仕方がない、書いたよ。“お父さんは野辺山というところで働いています。零下10度をこす寒い夜でも世界一のアンテナを作るために頑張っている。それなのに、おまえはどうした”ってね。そしたら女房から手紙が来てね。子供がオレの手紙を壁にはって、勉強してるってさ……」

こういう人々の熱意と努力とに支えられて、45 m 鏡は形をととのえていった。冬越ししたアンテナにパネルがすべて張られたのは、1981年3月である。アンテナはほぼ完成した。しかしこれに神経をつなぎ、魂をいれて「ミリ波望遠鏡」にまで仕上げる仕事が、これからはじまる。アンテナ組立てに働いたおなじみの顔が少しずつ消えていく一方、私達天文台のメンバーの野辺山泊り込みがひんぱんになっていった。計算機や受信機も次々運び込まれ、新しいメーカーの顔ぶれがみられるようになる。

私達が現場でとりくんだ最初の大仕事は、鏡面測定であった。45 m 鏡の精度を決定する鏡面測定用のレーザ測距測角儀（測定精度目標 ± 0.1 mm, ± 1 秒角）の検定のため、私達はメーカーの測機舎のスタッフと共に、筑波にある国土地理院へ何週間も泊り込んだ。同院の地下トンネルの測長校正用レールを拝借しての検定実験

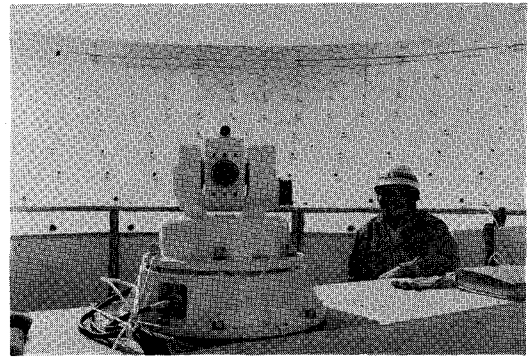


図 III-3 45 m 鏡ヴァーテックスに据えられた鏡面測定用レーザ測距測角儀と、三菱電機の山田さん。山田さんは現場所長として野辺山でのアンテナ建設の先頭に立たれた。鏡面上のイボイボは、標的用プリズム。

のためである。さらに野辺山でのテスト、検定を重ね、補正データをすべてとり終ってやっと45 m 鏡面にレーザ測距測角儀を据えたのは、6月に入ってからであった（写真 III-3）。

はじめのうち、測定はうまくいきそうであった。心配された天気もまずまずだったが、思わぬ伏兵があらわれた。露である。鏡面に配置された700個の標的用プリズムの表面に露がついて、測れなくなってしまうのだ。その上データ転送上の問題がおき、コリメーションなど他の仕事とのからみもあって、鏡面測定は長びいた。秋に入って、まだ測角の精度が充分でないためにセオドライトによる測定を併用して、どうにか所期の0.25 mm程度の誤差にまで鏡面を追い込むことができたが、この間、私達も、メーカーの人達も、心身ともに消耗してしまった。レーザ測距測角儀は、今年5月、鏡面精度向上をめざしての再測定に捲土重来を期している。

45 m 鏡の指向精度を決めるコリメータも、2秒角という未曾有の精度を追って苦しい試練の連続であった。架台の変形の問題、モーターの思わぬ故障、ギヤの破損、角度エンコーダの磁気シールド問題等々、鏡面レーザ測距測角儀と併せ、メーカーである測機舎への訪問回数は100回をはるかに越えた。いま、コリメータはいくつかの課題を残しながらも、45 m 望遠鏡の指向を支配する「主人」として、望遠鏡の中心部にすわって連日天体を追いつづけている。

一方、45 m 鏡を八ヶ岳の主峰、赤岳へむけてのコリメーション電波試験が8月から開始された。電波信号源を赤岳山頂におき、それをうけてビームパタンや利得を測るテストである。電波信号源は山頂直下の断崖のほとりに小屋を建てて据え付けた。すべてヘリコプターを使っている荷上げであった。5 GHz（波長6 cm）での初受信は全く問題がなく、22 GHz（波長1.35 cm）での測定

も OK で、関係者全員がまずホッとした。22 GHz はミリ波への第 1 関門だからである。

45 m 鏡がはじめて天体（白鳥座 A）からの電波を受信した記念すべき日は 1981 年 9 月 27 日である。それ以後、今年 2 月のミリ波テストによって 45 m 鏡が「ミリ波望遠鏡」であることが確認されるまでのこと、そしてこれからの課題については IV. 「45 m 鏡試験観測の記録」を読んでいただきたい。

3.2 受信機フロントエンド部

大バラボラで集めた微弱な宇宙電波を感度よく検出し、取り扱いやすいレベルまで増幅する装置をフロントエンドと呼んでいる。フロントエンドの良し悪しは、「どれだけ微弱な信号まで観測できるか」という電波望遠鏡の受信感度を決めてしまうので、各国の観測所はその性能向上に大きな関心を持ち、きわめて意欲的に新鋭装置の開発に取り組んでいる。

しかし、45 m 鏡の建設によって初めて本格的な宇宙電波望遠鏡をもつことになった私たちの場合は、先進諸国と事情が大きく異なっていた。ミリ波を含め、45 m 鏡が観測する広い波長域にわたるフロントエンドを自作する力は観測所にはないのである。何とんでも相手は 1 ワットを十数桁も下回る超微弱電波であり、これをつかまえる受信機を作ってくれるメーカーは通信技術の先進国日本の国内にも存在しない。結局、私たちは、ほぼ唯一の電波天文用フロントエンド・メーカーである米国 AIL 社に、45 m 鏡用 7 台、干渉計用 5 台の冷却型フロントエンドの製作を依頼するとともに、試験観測に備えてミリ波帯の冷却フロントエンドを自作することにした。

AIL 社との技術打ち合わせでは、商習慣や考え方の違いに起因する論争もあり、外国メーカーに開発的色彩の濃い注文を出す難しさが痛感されたが、今ようやくそれらの受信機が野辺山に納入される段階にいたり、一安心である。

他方の自力開発は、東京天文台の 6 m 電波望遠鏡観

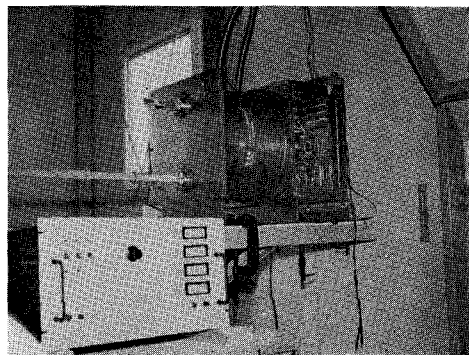


図 III-4 45 m 鏡下部機器室に据えた波長 10 cm 用の冷却受信機。

測棟を半導体製作工場に大変身させて進められた。絶対温度 20 度までの冷却など初めての試みが多く、さまざまなトラブルに悩まされたが、準備を始めてから約 2 年を費やしてようやく冷却受信機の第 1 号機が完成した。45 m 鏡が太陽に向けられ、この新しい受信機が初めてミリ波を受信した瞬間の感動は忘れられない。

3.3 受信機中間周波・局発部

45 m 鏡の一つの特色は、取得情報量の多さにある。多くのフロントエンドの出力を、大容量のバックエンドへ伝達するための中間周波部および局発部（周波数変換のための局部発振器）の重要性がここにある。観測目的に応じて自由に、便利に受信情報を伝えるため、設計に苦心した。また居ながらにしてミリ波の観測周波数を変えられるよう、ミリ波局発部のリモート・コントロールを日本通信機に無理を言って開発していただいた。こうしてできあがってきた中間周波部、局発部はいま試験観測で大いに威力を発揮している。全体の安定性もよい。残る問題は、受信機室の温度変化と、数多くの局発の混在によるスプリアスであるが、順次解決していきたいと考えている。

3.4 受信機バックエンド部

【音響光学型電波分光器】

45 m 鏡の誇る装置の 1 つ、総合で 24,000 チャネルという大型の音響光学型電波分光器も、いよいよ調整の最終段階に入った。2 月には 6,000 チャネルで帯域 750 MHz という世界で初めての広帯域スペクトル観測に成功し、3 月中には 2 GHz の広帯域のフルバンドテストを行う。この分光器は、三鷹の 6 m ミリ波望遠鏡で 1975 年以来続けてきた一連の開発研究の、いわば集大成である。第 1 号機は間に合わせの材料を使ったわずか 256 チャネルのものであったが、初めての宇宙電波スペクトルへの応用実験に成功し、この方式の星間分子観測への素晴らしい可能性を認めた。以来 2 号機（512 チャネル）、3 号機（1,700 チャネル、現在 6 m 鏡で使用）と発展し、今回の大型装置となった。帯域幅で従来の最大のもの 4 倍、チャネル数では 10 倍である。

この装置は多くのメーカーのコンビネーションによる。心臓部である音響光学素子は松下電子部品に大きな努力を払って開発していただいた。高周波入力部は日本通信機、光学部は富士光機、高速大容量のプロセッサは川崎エレクトロニカにそれぞれ製作を依頼し、光検出部（フォトダイオード・アレイ）は米国レティコン社から購入し、全体を野辺山に持ち込んで組み合せ、調整していった。温度変化と空気の乱れを防ぐための特製暗室を含め、これまでの“ノウハウ”を注ぎ込んでの製作であった。

昨年 10 月にはじめて銀河系中心部のホルムアルデヒ

ド分子のスペクトル (5 GHz) を受けたのにつづき、12月には 22 GHz で H₂O メーザを受信し、期待どおりのダイナミックレンジを得たときのうれしさはひとしおであった。

ひきつづき計算機とのつなぎ込み、数多い光学系の調整、ならし込みを進め、ミリ波でのテストに入っている。ミリ波テストではベースラインの平坦さ、ノイズ、安定度の面でも満足すべき結果をおさめつつある。

【スペクトラム・エクスパンダと連続波バックエンド】

一方、センチ波用の本格的電波分光器 (FX) の完成までのギャップを埋めるため、音響光学型分光計につないでその高分散化をはかる「スペクトラム・エクスパンダ」を製作している。R & K という会社と開発・製作し、目下調整中である。21 cm 波、OH スペクトル観測に活躍するだろう。

連続波の観測でも、広帯域化による感度の向上、偏波や連続波スペクトルの効率的データ取得をめざした。そのために、8 チャンネルパラレル入力、メモリ内蔵のデジタルアナライザを製作した (川崎エレクトロニカ担当)。現在、計算機とのつなぎ込みが進んでおり、3月中には最初のデータが出るであろう。

【VLBI ターミナル】

VLBI バックエンドとしては広帯域記録が可能な MARK III 方式を採用した。現在、米国フェニックス社で製作が進んでいる。又時刻・周波数標準となる水素メーザは、米国スミソニアン研究所にて製作中であったが、3月末野辺山に搬入される。

4. 10 m 5 素子干渉計

4.1 10 m パラボラ・アンテナ

10 m アンテナはミリ波帯での干渉計として使用するため、高い鏡面精度に加えて、位相と位置の安定度が要求される。波長 2.6 mm では位相の 1° が何と 7 ミクロンという微小な量となるからである。このため、ビーム伝送方式を採用して、微妙な受信機を固定部分に設置するとか、機器室が狭くなるのを我慢して全高を低くしたり、副鏡支柱も含め、アンテナ全体を日除けで覆うなどの設計上の工夫がされている。

5 台の 10 m アンテナも 45 鏡と同じく、工場での仮組みを終えて、1980 年春から現地での組立て工事が始まった。雨が少なかったことも幸いして、同年秋にはもう第一段階の調整が完了し、鏡面測定、指向パターン測定が開始された。軸の直交度等の精調整は翌年正月明けから厳冬の中でも続けられた。「10 m は 45 m にくらべて小さいから楽だと思っていたら、意外に手間がかかるワイ」と、干渉計は厄介だと聞かされていた現場の人達もそれを身をもって感じたようであった。

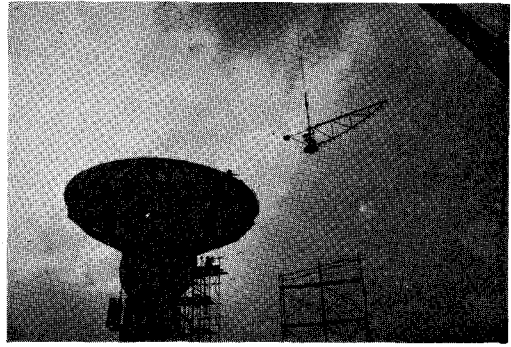


図 III-5 10 m アンテナの上へクレーンで吊り上げられる舟型ゲージ。

10 m アンテナの鏡面精度の測定は、14 ケの非接触センサをつけた舟型ゲージを用いて行われた。風の影響が思ったより大きく、まわりのスキの穂が揺れる程度でも再測定しなければならないほどであった。「やっぱり 10 m アンテナがスッポリ入る測定小屋を作るべきだった」というのが測定に参加した人達が異口同音に口にした言葉だった。そこで何日もの風速データを調べてみると、午前 3 時から 6 時頃が風向のvariety目で風が止むことが多いことを発見した。前日の夜 10 m/s 程度の風があっても、この自己流天気予報を信じて辛抱強く明け方まで待つことしばしばであった。一回の測定は 2 時間程度だが、厳寒 (-10°C 以下) の中なので、アンテナの上にいる三菱電機の人にとっては大変厳しい仕事であった。データ解析ソフトには大いに力を入れたので、測定終了後わずか 20 分たらずで、鏡面誤差の等高線が得られるまでになり、測定の効率を上げることができた。風が無ければ、30 ミクロン程度の測定の再現性が得られることが確かめられた。

鏡面測定とほぼ時を同じくして、観測所から約 2 km 南にある平沢山の頂上付近に送信機 (人工の電波源) を入れる小さな小屋を建て、アンテナの指向パターンを測定し、鏡面測定と結びつける実験も行われた。台風の中をずぶぬれになって平沢山に登り、電波監理局の検査を受けたことも、今ではなつかしい思い出である。三菱の人は実験の度に、発電機用の燃料を背中にかついで運んだり、調整のため夜遅くまで山に登るなどの苦労が続いた。鏡面の再設定をしては指向パターンを測定し、サイドロープを低くする調整 (通称「モグラたたき」) も大変手間のかかる仕事であった。その結果、5 台のアンテナの鏡面精度として 0.11 mm~0.15 mm (rms) という値が達成された。今年は舟型ゲージの改良等を行い、更に精度向上を目指す予定である。

4.2 ステーション・台車

干渉計ステーション配列については、1977 年末の用地

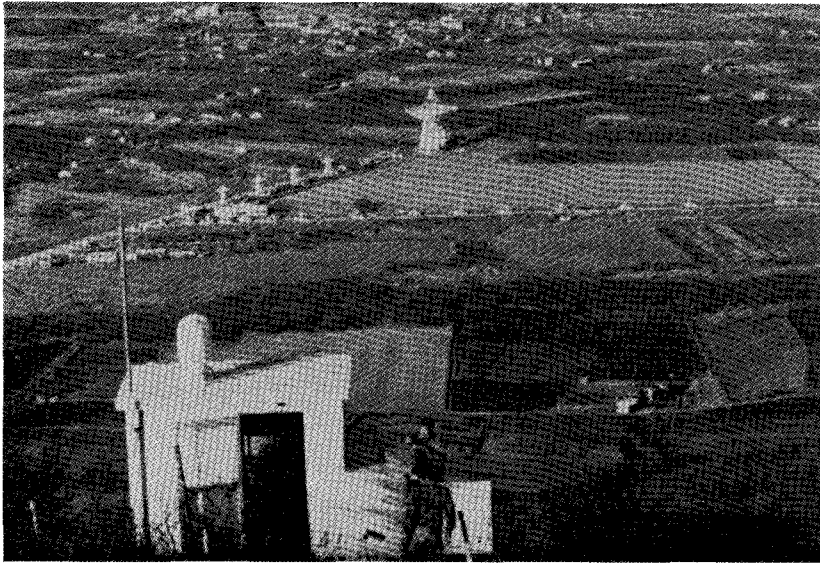


図 III-6 平沢山頂上付近の電波発射小屋。10 m アンテナのビームパターンを調べるのに使われる。

決定後、3~4ヶ月で決定しなければならず、大変追い立てられて設計に苦心したことを思い出す。ステーション基礎については、大体考えた通りにできたが、レールについては4本になったり2本になったりの設計変更が重なり、しかも長いコンクリート枕木による工法を希望したが予算の都合でできなかった。

30ヶ所のステーション(駅)の調整は、基準用と決めた1台のアンテナを台車に乗せ、「始発駅」から「終着駅」まで「各駅停車」で行うという大変時間のかかるものであった。逆に5台のアンテナの調整は常に「終着駅」で行われた。

台車の運転は楽にでき、アンテナ据え付け精度も0.1 mmという値は驚異的であるが、操作のステップ数が多く、たとえ習熟しても、4人くらいの方が緊張のもとに作業をしなければならない。数少ない人間での干渉計の運用を考えると途方にくれる思いがする。ターンテーブルについては、アンテナを台車に乗せて回すという初めての経験で、当初回転加速度が大きすぎてアンテナの首があぶないことに気づかず、改修するという一幕があった。いまでは一分で方向転換ができ、問題はない。

4.3 干渉計受信機システム

干渉計は45 m パラボラと違って、5台のアンテナ、基礎、受信機フロントエンド、ローカル発振器、ケーブル、受信機バックエンドが全部参加して、始めて600 mに匹敵するパラボラ面ができるという大変厄介な代物である。5系統の長さを合わせる事が45 m パラボラの鏡面調整に相当する仕事となる。信号が上に述べたような多くの装置を通過してくるので、電気的長さを0.1 mmのオーダーで合わせ、しかも安定に保つのは至難の

わざである。従って、設計に当たっては全体をできる限り対称につくることに注意をはらった。

特に、観測棟と各アンテナが500 mも離れているので、この間の信号のやりとりが大変である。電気的長さの変化が小さい特殊なケーブルを大日本電線に依頼して開発し、しかもまわりの温度変化をできる限り避けるため、全長1200 mにも及ぶトンネルにケーブルを敷設することとなった。干渉計の受信機は45 mより1年遅れでスタートしたが、フロントエンドは115 GHz/22 GHz 共用のものが米国 AIL 社にて、中間周波部と局発部は日本通信機にて急ピッチで製作が進められている。中間周波、局発と一言で言っても、干渉計の受信機にはフリンジ回転器、遅延装置、相関器、WALSH 位相スイッチ……といったシングルディッシュでは聞き慣れない物が多く、メーカーの技術者の頭を悩ませた。「500 m 先のミリ波発振器の位相同期をとりたい」なんていうのは大変心臓に良くないらしい。

干渉計の受信機バックエンドは、連続波観測用(電波の強度のみ測定)と線スペクトル観測用(1024 周波数チャンネルに分光)の2種類がある。両方とも1983年春の完成をめざして現在製作中である。連続波観測ではバンド幅の平方根に比例して感度が上がる。ところがバンド幅を広くして感度を上げると、検波後(バックエンドの)ノイズ特性に対する制限がきつくなる。相互相関数の多い干渉計バックエンドの場合は如何にして速くてノイズの少ない安定な A/D 変換を行うかがカンどころである。

分光用バックエンドは分光バンド幅を広く、かつ周波数分解点数を増やすことが大事で、銀河回転をカバーで

きるバンド幅と、メーザ輻射を分解できる分解能とが当面の目標である。当初、干渉計用バックエンドには2次元の音響光学型分光計を考えていた。しかし2次元にするとタテ・ヨコ比その他、光学系に起因する制約で当初の期待ほどの性能が困難なこと、また 115GHz/22GHzの2周波両方について十分な分解能とバンド幅を実現するには音響光学型では2組のバックエンドが必要なことなど種々の問題がわかってきた。

そこで、バンド幅の広い干渉計向きの方式を改めて検討し、中間周波をそのまま A/D 変換の後、デジタルで高速フーリエ変換 (FFT) し、周波数成分毎に検波 (相互相関) させる新しい方式 (FX) を採用した。これによって 15 相関、各 320 MHz バンド幅、1024 周波数チャンネルという画期的な性能 (当分の間は A/D だけ 80 MHz バンド幅ではあるが) が実現できることになった。作るについてはあちこち頼み歩いた結果、やっと富士通で作ってもらえることになった。

この“FX”は最新のセミカスタム LSI を 5000 個も使ったいわばスーパー・スーパー・コンピュータで、普通の汎用計算機に換算するとその約 10 万倍、CRAY-1 などのスーパー・コンピュータに換算しても約 1000 倍の演算スピードを持っている。2年で倍といった進展の激しいデジタル技術だから、この方式を使えばさらに空

間、速度を広くカバーし、一度にたくさんの面点を観測できるようになると思われる。

5. 計算機システム

望遠鏡システムの一部である計算機システムを立ち上がらせる過程での最大の問題は“処理能力”の問題であった。ハード、ソフトの処理能力はいうまでもないが、何より人間 (天文台と富士通) の“処理能力”が問題であった。小さなマンパワーで維持できて、観測の多様性に見合った拡張性を持つ、しっかりしたシステムを作ろうとすると、今度はシステム自体が大きくなって、その開発に膨大な人力を要する。この二律背反にどう妥協点を見付けるかが常に議論の中心となってきたような気がする。計算機に限らずハードウェアについては、この様な、汎用大型システムに本来的につきまとう問題は克服できないこともない。(たとえば汎用性を放棄するなど) だが、ソフトはハードに比べてインターフェイスが複雑だから、汎用性を捨てたらソフトウェアが無限に散らかってゴミ捨て場となるのは目に見えている。将来の望遠鏡システムではどう解決するか、しっかり考えていかなければならない。

とにかく絶対的に人が不足しているのは明らかなので、ことあるごとに「人がたらん、人がたらん」と言い

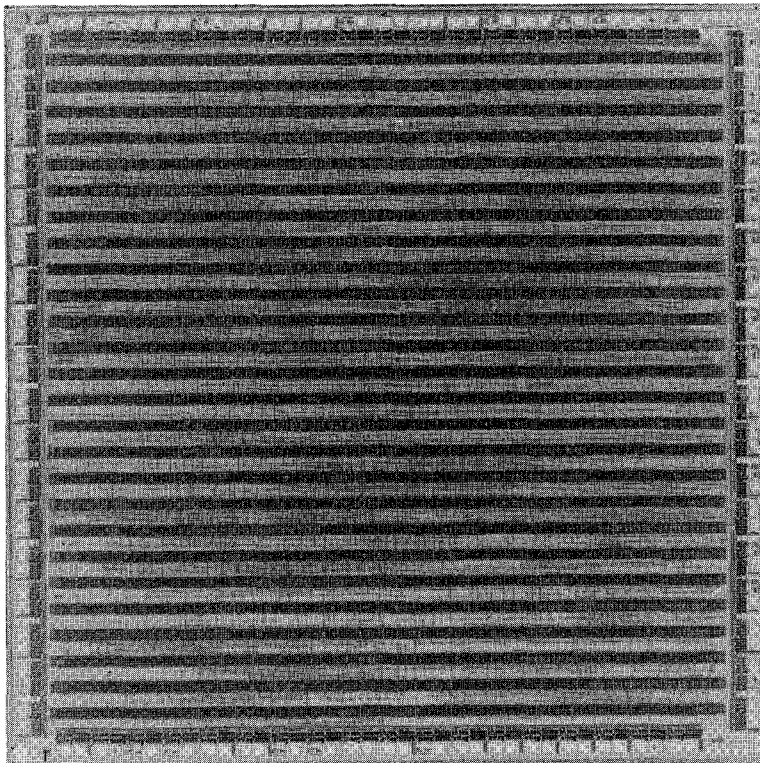


図 III-7 デジタル分光相関器 (FX) に使われている専用 LSI と同タイプの IC チップ写真。
実寸は約 1 cm 角。
縦横に走る黒い細い線が配線である。

歩いている。すると、「つまりあんなに大きな計算機を入れたのが間違えさ。もっと小さなミニコンにしておけば人も少なくすんでよかったのさ」とよく言われる。でも何しろ野辺山の望遠鏡は制御項目をとってもその数、数千のメチャククス！(mechatronics)なのであるから、ハード的な処理能力からしても、通常の計算機センター以上のものが必要となる。当初は私たち自身さえ「ひょっとしたら CPU がアクビするんじゃないか」と考えないでもなかったが、計算機にさせるべき仕事を一つ一つ洗い出してくると、M 180 II-AD という大型機をもってしてもギリギリ・セーフ(?)といったところ

IV. 45 m 望遠鏡・試験観測の記録

野辺山宇宙電波観測所(Nobeyama Radio Observatory)の掲示板には、「NRO 速報」が張りだされる。昨年 9 月 27 日、45 m 鏡の宇宙電波初受信を伝える第 1 号を皮切りとし、野辺山で観測所建設に働くたくさんのメーカーの技術者や三鷹のスタッフに、試験観測の成果をいち早く伝える役目を果たしてきた。この「NRO 速報」を順次追いつながら、45 m 鏡の試験観測の進行状況を報告し、あわせて今後の見通しについても述べていこう。

〔波長 6 cm での観測〕 速報の No. 1~No. 3 は、いずれも波長 6 cm (周波数 5 GHz) での電波源受信を報じている。白鳥座 A, カシオペア座 A, それにカニ星雲はいずれも 45 m 鏡の「電波源受信テスト」用標準天体として選ばれたものである。昨年 10 月から 11 月にかけ、45 m 鏡の上部機器室におかれた仮受信機を使ってこれらの電波源を観測し、アンテナ利得・追尾精度などが測定された。ミリ波をめざす 45 m 鏡にとって、6 cm は軽い小手調べだ。設計どおりの性能が得られていることが確認され、次は波長 1.35 cm (22 GHz) での観測テストに移ることになった。

この間に、音響光学型電波分光計(AOS)の一部をつないで、銀河系中心部へ 45 m 鏡をむけ、 H_2CO (ホルムアルデヒド) 分子の受信を試みた。速報 No. 4 が伝える、45 m 鏡による初めての星間分子スペクトル受信である。この結果は、秋の天文学会でも報告された。

〔 H_2O メーザスペクトルの試験観測〕 12 月からはよいよ本格的な試験観測に入った。 H_2O (水蒸気) 分子の波長 1.35 cm (22 GHz) の強いメーザスペクトル線を利用して、45 m 鏡の鏡面精度をテストし、かつ指向精度やホモロガス変形のチェックを進めるのである。

きびしく冷えこんだ 12 月 2 日の夜、45 m 鏡観測室の中は活気にあふれていた。アンテナをうけもつ三菱電機の技術陣、受信機の日本通信機、計算機の富士通のスタッフを合せ総勢 20 人近い人々がそれぞれ持場につき、準備状況を点検する。45 m 鏡がオリオン星雲へ向き、

で、何年後かにはハード、ソフト面の見直しや交通整理が必要になると思われる。

6. おわりに

45 m 鏡は昨年秋より試験観測に入り、この望遠鏡の本命であるミリ波での性能に関して次々と新しいデータが得られつつある。極端に少ない人数でここまで漕ぎ着けられたのは、多くの人々の熱意と協力の結果である。ここに深く感謝の意を表したい。私たちは世界に類のない電波望遠鏡による天文学上の新発見を期待しつつ、目前の巨大な仕事の山へ更に挑戦を続けてゆくつもりである。

米国 AIL 社から試験観測用に借りうけたパラメトリック受信器がその電波を増幅した。マニュアル操作でタイミングを合せ、シグナルが AOS へとりこまれ、さらに計算機へと送られる。結果は予期以上の成功であった。ちょうどオリオン星雲の H_2O メーザは大きなパースト期にあたり、全天一の強いメーザ源となっていたこともあって、得られたスペクトルのピークはアンテナ温度 8 万度という値を示した。AOS の出力はその強いピークのすぐそばに、わずかに 30K の弱いメーザをもはきりとらえていた。強さの比は約 2,600 倍。私達の AOS はそのダイナミックレンジの広さを立証したといえる。実質観測時間はわずか 10 秒であったが、45 m 鏡の波長 1 cm での観測能力の証明と、望遠鏡—受信機—計算機のはじめての連結テストの成功を祝って、一同カンピールの封を切った。窓際においておいたビールはこのほか冷えてうまかった。この夜の Ori A のデータと、次の夜の W 49 の H_2O メーザ試験観測の結果を伝えた速報 No. 5, No. 6 は早速関係各方面へも配布された。

強力な H_2O メーザ源を使って、45 m 鏡の電波特性や天体追尾精度の追いつき、各種の機械的補正パラメータをいれこむための測定が、早速開始された。この過程で、副鏡のとりつけの不具合によるたわみが発見されて修正されたり、天体追尾の基準となるマスターコリメータの精度だしが進むなど、45 m 鏡を「ミリ波望遠鏡」へとならしこむ作業が進行していったのである。

〔太陽の電波写真〕 その一方で、木星や太陽の受信テストも行われた。木星のドリフトスキャンをくり返してそのアンテナ温度を測り、45 m 鏡の利得を計算してみると、どうしてもわずかに予想値より低めの値がでる(速報 No. 7)。これはおそらく、副鏡の歪がとりきれていないためではないかと思われる。

NRO 速報 No. 9 には、太陽の「電波写真」が初登場した。波長 1.35 cm で太陽面を素速くスキャンして得たこの図には、黒点に対応する電波の輝点がハッキリ

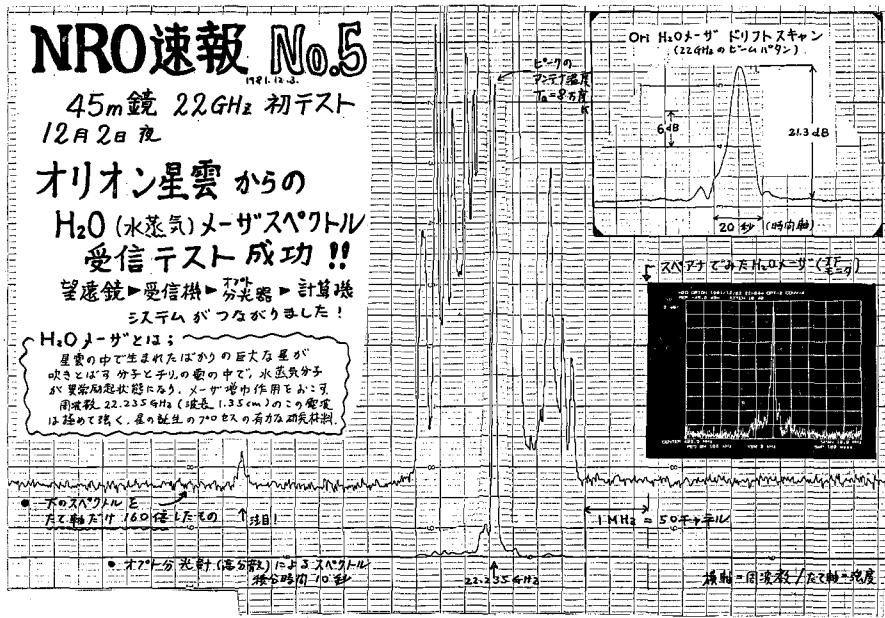


図 IV-1 Ori A で H₂O メーザの初受信を伝える「NRO そくほう No. 5」.

と見られる。電波写真は早速カラー画像処理されて、見事な太陽の「カラー電波写真」が出来上った。高速スキャンによる追尾誤差のため、最初の画像は大きく歪んでいたが、その後スキャン方式を改良し、歪をなくすことができた。2月8日づけ速報 No. 15 には、ミリ波（波長 3.4 mm）と 1.35 cm との太陽像が並べてレポートされている（アルバム参照）。ビーム伝送系のおかげで波長の切換えは 2 分以下で出来た。波長 1.35 cm の太陽電波像は強い輝点の列（黒点付近の活動領域）と、温度の低いプラズマによる吸収（ダークフィラメントに対応）とをくっきりと示しているのに対し、ミリ波の太陽像は細かい構造は示すものの輝点のコントラストが弱く、吸収もかすかである。ミリ波におけるリム・ブライティングは副鏡の熱ゆがみによるサイドローブ増大のため、にわかには判定できない。また波長 1.35 cm では、偏波の初テストも行なわれた。太陽を右まわり円偏波と左まわり円偏波とでそれぞれスキャンし、それらの差を用いて偏波分布図を構成してみた。まだ較正が不十分であるとはいえ、黒点の双極磁場構造を明瞭にみる事ができた。

【ミリ波試験観測の開始】 さてこの間に製作を進めていた試験観測用ミリ波受信機が、1月20日、いよいよ野辺山へ搬入された。これは三鷹の6mミリ波望遠鏡観測室で6m鏡の観測のかたわら開発されてきたもので、観測室内には薬品や立体顕微鏡・ダイヤモンドカッターがところせましと並び、すっかり半導体組立て工

場に様変わりしてしまっている。私達としては初めてのヘリウムガス冷却受信機づくりとあっていろいろと苦労はあったが、冷却テストでは受信機雑音温度 700 K という好データが得られた。多分 400 K まで改善できそうと考えられ、世界水準近くまで一気に到達できたと一同大喜びであった。しかしそれをつかの間、野辺山での調整中にトラの子のダイオードが切れてしまい、特性の悪い予備のダイオードを用いざるをえなくなった。結果は受信機雑音温度 900~1000 K、システム雑音温度 1200 K となり、ややガッカリはしたが、それでも第1号機としての目標値（1000 K）に近い受信機性能をもってミリ波観測にのぞむことができた。

45 m 鏡にはじめて「ミリ波」がおったのは、1月22日である。NRO 速報 No. 10 は波長 3.3 mm による太陽のドリフトスキャン、つづいて No. 11 は、23日の木星の観測データと、木星電波を使っての受信機の光軸合わせについてレポートしている。得られたスキャンの幅と木星の視直径とから、45 m 鏡の波長 3.3 mm でのビーム幅がかなり予想値に近いものであることが推定され、スタッフ一同大いに意を強くした。

次はいよいよ、ミリ波でスペクトルを受ける番である。1月25日夜、45 m 鏡は Ori A にむけられた。AOSをつなぎ、周波数を合せ、時刻同期をとってデータをとりこむ。こういう初観測のときはどうしても多勢の手が必要だ。一口に 45 m 鏡をむけるというが、「スイッチ、ポン」で向くわけではない。望遠鏡の制御や受

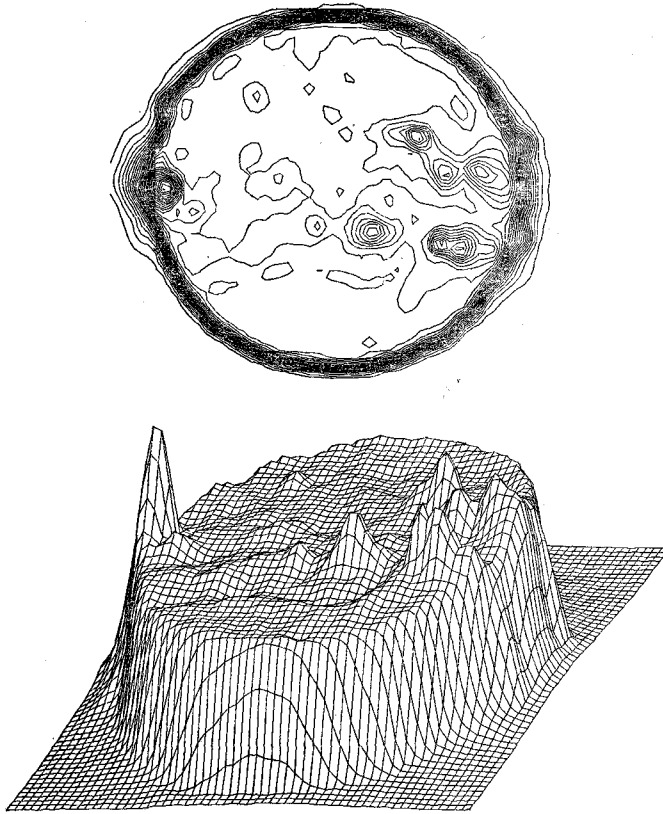


図 IV-2 22 GHz で観測した
太陽のマップ
(1982 年 2 月 5 日、
0247 UT).

信系コントロールをひきうける観測プログラムシステム「COSMOS」は目下鋭意作製中であり、部分的に完成するのはまだ何か月後なのである。現段階では観測する天体・時間をあらかじめ決定し、「移動点テーブル」と称する天体追尾用磁気テープを天体ごとに前もって作成しておかねばならない。これを計算機に読み込ませると、

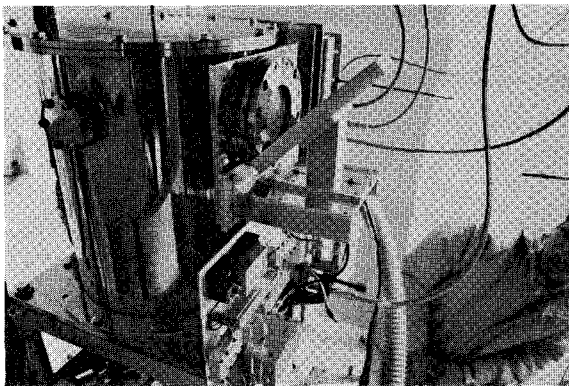


図 IV-3 三鷹で開発・製作された、ヘリウムガス冷却の 3 ミリ帯受信機。45 m 鏡のクーデ焦点にとりつけられ、局発等をくみこんだところ。

45 m 鏡がはじめて動く。望遠鏡の動きに合うよう構成した分光計用プログラムを、時計同期で別に走らせる。地球自転などにより視線速度変化を補正する観測周波数のドップラトラッキングも、独立にパソコン (HP 85) から行なう。観測中の較正は、コンソールデスクのマイクで「音声同期」をとりながら手で実行しなければならない。データが書きこまれた MT を、大型の計算機 (M 180 II AD) によませて、やっとデータの顔をおがむことができる。要するに、いまは何から何まで「立ち上げ中」「調整中」なのである。こうしたバラバラのコントロールを少しずつつなぎ合わせ、総合して、共同利用にたえる一つの「観測システム」にまで組みあげてゆくのも、試験観測の大きなテーマなのだ。

こうして得られたこの日のデータをグラフィックディスプレイに書かせたところが、出てくるのは雑音ばかり、めざす SiO メーザの姿はみえなかった。次の日の朝、ややガッカリして次の方針を議論していたところ、ディスプレイの前で「出た、出た！」と声があがった。一同が集まってみると、おなじみの Ori A、SiO メーザのダブルピークが確かに見えている。できたてのスペクトル較正処理プログラムを昨夜のデータにかけてみたところ、

ベースラインがきれいになってスペクトル線が顔をだしたのだ。これで、アンテナの指向さえ気をつければミリ波スペクトル線が受信できることがわかった。

その夜は元気百倍で再度のテストにとりくんだ。望遠鏡のビーム方向を前もってチェックした上で、5分間だけ観測を行い、すぐデータを調べてみる。きれいな SiO のプロフィール、それに広帯域 AOS のデータには、SO 分子のスペクトルまで見えている。NRO 速報 No. 13 が伝える「ヤッター！ 45 m で初めて！ ミリ波で星間分子のスペクトル線を受信！」である（アルバム参照）。

この夜はひきつづいて1時間にわたって Ori A を追跡し、帯域幅 500 MHz、4,000 チャンネルの範囲内に、SiO メーザ、SO の他青酸のアイソトープである H¹³CN、HC¹³N のスペクトルも検出した。それらのスペクトル強度から、45 m 鏡のミリ波での集光力が「世界一」になっていることが、初めて確認されたのだった。とはいえその集光力は、まだ私達のめざす目標には至っていないことも、同時に明らかになった。

〔ミリ波望遠鏡としての完成をめざして〕 ミリ波分子スペクトルの観測テストは、その後 AOS の帯域幅を

750 MHz、6,000 チャンネルに拡大して進められ、新しい line こそまだ検出できないものの、Ori A、IRC+10216、S 140、Sgr A などの一連のきれいなデータを得ることができ、3月1日の開所式の展示板をかざった。図 IV-4 に示すこれらの広帯域データから、天体による分子スペクトルのあらわれかたのちがいが一目でわかる。

しかし、喜んでばかりはいられない。個々の装置の性能も、一応の水準に達したとはいえ、私達がめざしてきた目標に較べればまだ満足すべき状態には遠い。

この原稿を書いている3月下旬、私達はミリ波の焦点あわせにとりくんでいる。2月末から3月初めにかけて、Ori A、W Hya の SiO メーザスペクトルを使って 45 m 鏡のビーム形状を調べるための mapping 観測が試みられた。12 秒角間隔で 11×11 個の観測点を取り、1 点 1 分間、全部で2時間の観測で1枚のスペクトル map が得られる。これを解析プログラムにかけて、スペクトル線の積分強度を二次元の空間分布に描いてみると、その分布は明らかに双峰特性を示した。つまり、焦点・光軸がややずれているだけでなく、非点収差もあるわけである。副鏡の位置やアンテナ仰角を変えては、この観測をくり

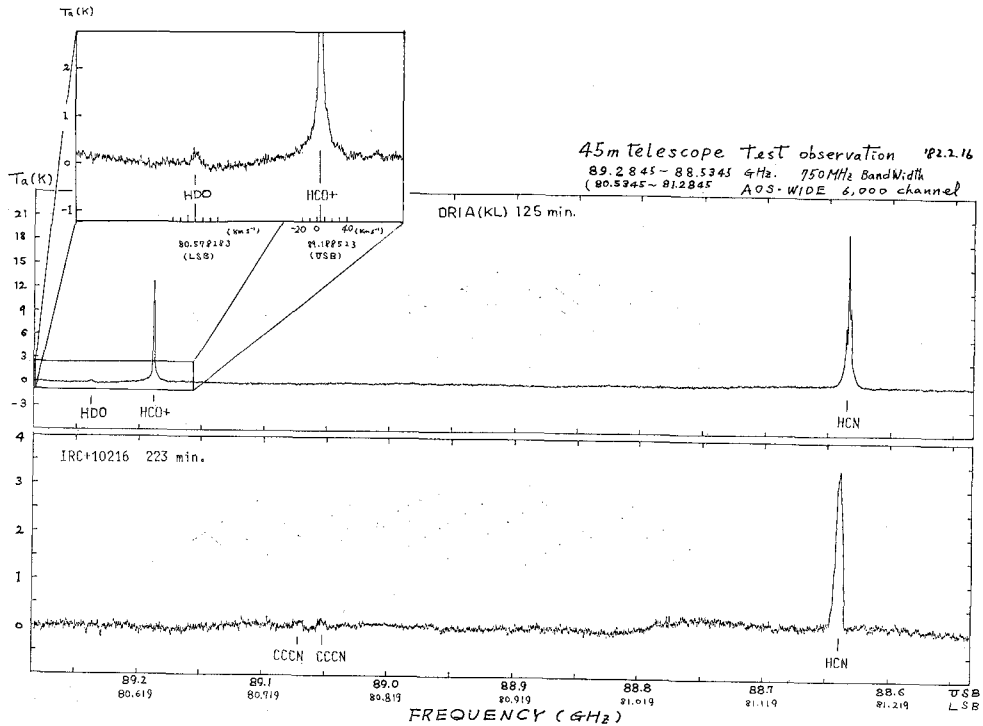


図 IV-4 45 m 鏡と音響光学分光計によるミリ波スペクトルデータの例。周波数幅 750 MHz、チャンネル数 6,000。Ori A (上) では HCN、HCO⁺、HDO のスペクトルがみられるが、炭素に富む赤色巨星 IRC+10216 では、HCO⁺ は全くみえず、CCCN の弱い線が見える。化学組成のちがいがはっきりとわかる。

かえて、3月下旬にはかなりきれいなビーム形状を得た。ビームの追いまはひきつづき行っている。

望遠鏡の指向性でも、かなり追いかんだ3月初めに、コリメータに不具合を生じた。その解決に2週間を要し、ようやく指向性観測が再開されている。しかしミリ波での指向性の最終的追いかみには、まだ時間がかかる。当面は、仕様値ギリギリの $\pm 5''$ 程度の指向精度で種々の観測を進めることになる。

分光計のフルバンドテスト、連続波バックエンドのつなぎこみ、偏波検出系のテスト、各種スイッチング系の立ちあげ、VLBI装置の整備、……まだまだ課題は山づ

V. 開所式風景

3月1日、野辺山宇宙電波観測所は、蜂の巣をつ突いたような騒ぎの中で、いつもより一時間も早く朝を迎えた。

この日行われる開所式のために、前日の夕方までかかって除雪や整備をした所内の道路や駐車場は、前夜の間に降り積った20cm近い雪で、この朝は回りの野菜畑と何ら変わらない様相を呈していた。観測所員はもちろん、三鷹から開所式準備のために来ていた事務部の人たちも一緒になって総出で再除雪に取り掛からなければならなかった。しかし、観測所には小型の除雪車しかなく、後はショベルでの人海戦術でするしかなかった。

一時は開所式までの除雪が危ぶまれたが、観測所近くの農家の方が、親子で大型トラクターに除雪装置を付けて応援に来て下さり、昼頃までには除雪を全て終らすことができた。所員一同、大いに喜び感謝したものである。

野辺山宇宙電波観測所は、昭和53年4月の建設工事スタートと共に制度上は発足していたが、本館が完成し、45m電波望遠鏡も4月から本観測に入る段階を迎えたことから、地元の方や関係者をおまねきしてささやかな開所式と施設供覧を行うことになった。

正午からの施設供覧は、時折り小雪の舞う中で行われた。約300人の来賓の方々の熱心な見学と質問に、観測所員は試験観測の疲れも一時は忘れ、またある者は風邪声を張り上げて説明に当った。地元の方々は、ふだんは外から眺めるだけであったが、身近に見る望遠鏡の大きさや、観測棟内に所狭しと並ぶ受信機、制御装置、計算機に、「SFの世界に来たようだ。」などと、驚いた様子だった。中には、息子さんの就職を頼む方も現われ、所員を返事に困らせたりした。

ついで式典が行われ、始めに挨拶に立った古在天文台長から、建設に協力いただいた方々への感謝と、将来に対するあらためてのお願いが述べられた。続いて平野東大総長からは、関係者への謝辞と観測所への激励をいただいた。経過報告は、東大施設部長と観測所長から行なわれた。

みしている。そしてこれらを総合して、「COSMOS」システムにのせ、観測プログラムをつくり、マニュアルを整備して、ようやく共同利用観測者を本格的に迎えることができるわけである。

一方で、5素子干渉計の建設にも試験観測にも、大幅に人手をさかねばならない。私達は、共同利用観測を一日も早く、できるかぎりの性能をもって実現し、具体的な成果を生みだすことを念じて、野辺山にかよいつめている。忙しさにおわれて2月8日のNo.15を最後に発行がストップしてしまったNRO速報、早くださなくちゃなあーなどとボヤキつつ。



除雪風景

また伏見日本学術会議会長からは、建設を政府に勧告してから12年後この計画がなお世界の研究動向を先取りする形で実現した事に対し、喜びと敬意が表された。さらに、地元を代表して長野県知事(代理)から、5カ国の大使館を代表してオーストラリアの科学参事官ブロック博士から、各々祝辞をいただいた。

内外からの祝電も披露されたが、海外から14通も届いたのは、この観測所に対する諸外国の天文台、研究者の関心が高い事を示したものと特筆される。

最後に、地元および電波望遠鏡や施設等の建設に御苦労をいただいた企業の方々に、台長より感謝状の贈呈が行われた。

開所式に引き続き祝賀会が永田極地研究所長の乾杯の音頭で始められた。ここでも、文部省研究機関課長、信大大学長、国会議員、関連企業などからの祝辞をいただいた。終始なごやかな雰囲気の中で、地元の人達から天文に関する質問を受け、歓談する場面があちこちで見られた。祝賀会の最後に、南牧村村長が、「野辺山を世界のノベヤマに」と、万歳三唱の音頭を取って下さった。

観測所は、野辺山の雪が消える4月から、いよいよ全国共同利用観測所として新たなスタートを切る。45m望遠鏡は、本観測体制に入る。1才年下の五つ子ちゃん(10m五素子干渉計)も、まもなく産声を上げる。職員の宿舎も建設され、野辺山への引っ越しも始まる。

開所式を、試験観測成功の中で迎えたということは大

きな喜びではあるが、目の前に山と積まれた仕事量、責任の重大さに、まだ25名しかいない職員全員、体のこわばる思いである。

来賓の方々が帰られ、静けさの戻った本館に、道路案

内など寒い外での仕事を終えた所員が入ってきた。「あー、きょうは一日中、寒激だったナー」と言いながら。

VI. 共同利用開始にむけて

田 原 博 人*

八ヶ岳を背景にそびえ立つ45m電波望遠鏡と緑の高原にL字形に敷設されたレーンにそって点在する5素子干渉計を眺めていると、いよいよ観測できる日も近づいたと心弾むのは、完成を心待ちにしていた多くの研究者の共通の思いであろう。

野辺山宇宙電波観測所が天文学の分野では初めての全国共同利用施設であることは多くの人の知るところである。もっとも共同利用といっても、その設置形態はいろいろと異なっている。昨年独立した宇宙科学研究所のような国立大学共同利用機関、原子核研究所やプラズマ研究所のような大学附置の全国共同利用研究所、さらに核物理学センターのような大学附置の全国共同利用センターがあるが、これに比べ、野辺山宇宙電波観測所は東京天文台という通常の附置研究所の中にあつて、その施設が全国共同利用という形態をとっている。このような設置形態は野辺山が最初では無いが、その規模の大きさと性格を考えると、新しいタイプの共同利用施設を作っていくのと同じ努力と工夫が必要であり、その責任の一端を共同利用をする側が負っていると言える。

観測所の運営に関しては、天文台内外から選ばれたほぼ同数の委員で構成される共同利用委員会（この前身は連絡協議会であった）がもうけられ、観測所の重要な事項を検討することになっている。この委員会のメンバーは電波関係者に限らず幅広い分野の人達で構成されている。さらにこの委員会には、電波天文関係者を中心とした専門委員会がおかれ、観測所運営に係わる具体的な事項の審議や、観測所と協力して共同利用に関する実務的な仕事を担っていくことが必要になると考えられる。こうした委員会が十分機能を果たすことがまた共同利用の実を大きく左右していくのではないだろうか。

野辺山宇宙電波観測所を共同利用とするには文部省の強い意向もあったといわれているが、実質的な意味で真に共同利用化していくためには、観測所側とそれを支える全国の研究者との連帯が必要であった。計画が進捗する段階で直接的には空電研究所からの協力があつた。間接的には宇電懇を中心とした研究者グループが大きな力になった。しかしそれにも増して特筆すべきことは、外部

に劣らず、いやそれ以上に観測所内部に共同利用への熱意と努力があつたことである。東京天文台という長い歴史をもつた体制の中に新しいものを持ち込み実らせるためには、この観測所内部あるいは天文台の理解があつたことを見逃すことはできないであろう。

観測所として立派な施設はできたとし、共同利用にあつて今一つ心配な点はこれだけの施設を支え発展させていくには観測所の人員があまりにも少ないことである。定員の獲得が困難な時期であるとしてもとりわけ技官や事務職員は少な過ぎる。身体を鞭打ちながらなお建設に努力しているのは日常的になっているし、これ以上になると何人かは倒れるのではないかとハラハラしながらも、そんなことでも無いとこの重大さが認識されてもらえないのではないかとこの苛立ちもあつた。今共同利用を迎えようとするとき、この実情を十分認識しておくことが必要ではなからうか。

光に比べ電波観測は太陽を別にすると我が国では馴染みが少なかったため、利用するにしても電波関係者以外にはなかなか手を出しにくい面が、はじめはあるかもしれない。とりわけ観測所側のサービスは当面期待しがたい状況にあつてはなおさらである。しかしだからといって手をこまねいているのではなく、広く光学や高エネルギー天文学関係者の積極的な参加を期待したいものである。そしてどしどし注文（もちろん成果も）を出してもらいたいし、そのことが結局観測所を育てていくことになると思うからである。

野辺山宇宙電波観測所は単に観測するだけに止らない、大型計算機の共同利用、開発的研究を中心とした共同研究、さらに観測計画の検討あるいは観測結果の討論の場としての研究会の開催など、野辺山の地が電波天文学のセンターとして今後さらに発展していくことが期待される。

観測所の建設段階で、共同建設という言葉が良く出されてきた。また共同ではなく協同ではないかということも言われていた。とにかく観測所員の圧倒的な努力のもとにここまでやって来たのである。共同利用にあつて利用者は単に甘い蜜を吸うのではなく、野辺山を自他ともに世界の野辺山であるよう、共に努力を払っていききたいものである。

* 宇都宮大 理 Hiroto Tabara