

「JNLT 往復書簡シリーズ」

往信：JNLT への期待と要望

—NRO の経験より—

赤 羽 賢 司*

月報編集から標記のような課題を示されたが、やっぱり光と電波とでは $\sim 10^4$ 倍も事柄がちがうようである。反省ともつかない思い出話で許して頂きたい。結論も何ありません。

1. 45 m の役割

野辺山 45 m (干渉計も含めて) は始めから大きな制約の中で計画された。遅れてスタートするものの宿命であった。45 m は、Bonn の 100 m 的性格と、IRAM 30 m 的な性格をできるだけ併せ持たなければならなかった。国外に望遠鏡を作ったり、望遠鏡の各部を国際的に分担するような気運は、現在程は進んでいなかった。干渉計については、始めから VLA 的な規模は諦め、ミリ波高分解能に絞られた。この見通し(決断)は正しかった。それは、現在の野辺山干渉計の観測と、高度の潜在力を見れば明かである。

45 m については、パラボラの性能は、ヨーロッパの 100 m と 30 m とに挟まれて、波長 7 mm から 2 mm の間で、かろうじて彼等の 2 倍から 1.5 倍の集光力を保っている。これは当初の期待よりかなりよい結果であり、実際ミリ波では相当やれているし、又 VLBI などのセンチメートル波でも、世界のパラボラに伍して、観測を分担し、更に短波長(ミリ波) VLBI ではむしろ世界をリードする立場にもなっている。又宇宙研 VSOP 計画などの原動力の一部にもなっているようである。つまり 45 m は一つで何でもやらされる宿命を担っている。最近山下泰正先生が「岡山の 74 吋は、JNLT 完成後に初めて 74 吋でなくてはできない岡山らしい本来のプロジェクトに使用される」とかかかれている(国立天文台ニュース)が、どこもなく共感を覚えている。この点 JNLT は、身軽というべきか、つまり独自性をふまえての存分な働きが期待できるであろう。岡山あり、木曾あり、野辺山あり、又スペースでも関連データがひしめいているような環境である。しかし恵まれているだけに期待も亦更に大きいであろう。JNLT のあまり複雑な可能性や使命については、私などにはよく判らない。簡単に岡山の 2 号機といった方が身近に感じる。決して軽んじるわけではない。

2. 45 m の柔構造

パラボラは見るからにガッチリした物と思いこんでいたが、野辺山の 45 m は理想的な重力変形を得るため

に、首がどんどんと細くなり、全体としてよくいえばスマートな柔構造となった。光のミラーも口径が大きくなると、重力変形を考慮すると、厚みの方が口径より大きくなるような話も聞いている。45 m の場合は重力変形をゆるして、いつでも連続的に諸元が異なるパラボラを維持する設計としている。傾けた時の周辺の変形は 20 mm にも及んでいる。20 mm の変形を許しつつ、0.1 mm の面精度を保つのである。骨組のジョイントや、フランジに 10 グラムの精度を云々したという。

首が細くなることで困ることは、風が大きくゆれること、又思い切った速い運転ができないことなどである。柔構造といっても、色々なモードの固有振動は数 Hz 以上で、割と減衰もよく、ゆっくり運転する限り、今までの観測で「振動」は目に見えていない。風に対しては、副鏡支持脚の変形と、image をだめにするパラボラ自体の変形とがある。測定によると、風速 10 m/sec の風がパラボラの横からあたると、パラボラは大体その方向に 0.1 G がかったような逆対称変形をする。周辺が風の方向に 2~3 mm も移動し、ミリ波の観測などできない。併しこの測定から推定して、1~2 m/sec の風までは、パラボラの変形は 0.1 mm 以下に止まり、45 m の設計上の精度が維持される。風速 1~2 m/sec というのは、大体無風時のことで、野辺山の 45 m 鏡が、理想的な重力変形を得るために、いかに風に対して弱くなっているかが判る。しかしそのお陰というか、重力変形は、殆ど設計通り実現していて、パラボラの各仰角で集光力やビームパタンの劣化など、今の所他の大きな誤差にかくれている。

現在行なわれている ON~OFF source, 追尾, ゆっくりした source scan などでは、鏡面の局所的な「ゆれ」や、「波打ち」のようなものも殆ど気にならない。併し最近になって、人工衛星の電波を使って、鏡面精度の測定を行なう電波ホログラフィ法が試みられた。そして再現性のあるギリギリの鏡面のみ精度(重み付) 0.118 mm が得られたが、この限界は 45 m が人工衛星を scan する時に起こる、脚を含めての鏡面の再現しない「振動」あるいは「ゆれ」のようなものに原因していることが次第に明かになって来た。つまりパラボラの駆動によって起こる微変形である。このような変形は測定機をあてて計れるものでなく、二次的な効果で現れて来る。ドライブについては、慣性、固有振動、マサツ、サーボなど多くの問題があるが、45 m の場合通常(制約された)の観測では、まあまあ OK という所である。し

* 富山大理 Kenji Akabane

かし何といっても 10" の image についての話である。マサツが適当でない、滑かな動きをしないとされるが、JNLT の場合 0.1" の image を物にするには、少くとも 0.01" 程度の制御が必要と思われる。電波屋には想像もつかない精度である。一体物はどこまで滑かに連続的に動くであろうか。何か量子のようなものがある、ステップ送りの限界があるように思えてならない。

3. 野ざらしの電波望遠鏡

望遠鏡が野ざらしということで、日に照らされた物ほどの位温度が上がるだろうか、夜間物の温度はどの位下がるだろうか、気温との関係はどうだろうか、というような測定がスタートした。最悪の場合は、晴れた無風の夜間だけ観測できればよいと思われたが、やはり電波だから屋間の観測もやりたいし、第一太陽自身の観測も予定されていた。レドーム（スリットなし）も検討されたが、ミリ波における膜の透過率が強く危ぶまれた。望遠鏡を風雨（雪）から保護するだけのもので、屋間の太陽光の遮蔽もそれ程効果的でなく、内部の温度上昇や、又レドームの北側についた雪や氷が何ヶ月も融けなかったらどうしよう、などの意見があったりして、レドームは実現しなかった。費用は全体として 1.3~1.4 倍程度にしかならなかったが、直径 60 m のレドームはどことなく「こわかった」というのが本音であったかも知れない。

「物の温度は、気温をはさんで、昼間は気温より高く、夜間は気温より低い」など、ささやかな事柄も見つかった。高さ方向には、子午環の人が昔 21 m まで測られたものを見せて貰ったり、バルンにジャンクションをとりつけて 50 m 位まで上げたりして、それ程の温度差（ $\sim 2^{\circ}\text{C}$ ）を認めなかったが、野辺山で畑の中に 30 m の塔を建てて測ったら、地面近くの気温は、30 m の所より 10°C 近くも下がる（夜間）こともあってびっくりした。これは地形や風などに強く関係しているようである。草や立木が多いと温度差が現れにくいようである。何れに

しても、45 m 望遠鏡の恒温化について何らかの結論を迫られた時期であった。目標は温度差 1°C 以下であった。結局日除けと、空気の循環とを併用する程度に止まった。因みに IRAM 30 m では骨組構造の完全空調をやったのけた。

45 m は光の望遠鏡のように歴史はなく、何事にも初めてのことが多いので、わからないことは多少強気でやって見ることにした。ミリ波と水蒸気の問題などもそうであった。屋根の厚いアストロドームの役割や、空気のゆらぎなどについて詳しいことを経験したり、よく知っていたりすると、45 m のようなものは恐ろしくてよう手が出せなかったかも知れない。広く知識を求めることは必要であるが、ある程度進んだら、人のいうことなど聞かない依怙地さ、職人氣質のようなものも必要ではないだろうか。JNLT は人のいうことを聞き過ぎるような気がする。

4. JNLT で観てもらいたいもの

恥をしのんで一言だけ。特別な提案などあるわけもないが、私自身は、現在野辺山で、星のまわりに或る時期の太陽系のようなものを探査することに魅力を感じている。ガス円盤や、反射星雲のようなダスト雲は、もう見つかったとってよいであろうか。太陽系のようにでき上ったスケスケのものは勿論見えないであろうが、画架座 β 星のような赤外超過の星には、890 nm で、ダスト円盤（散乱？）が見つかっている（中野先生の解説）。一方 Vega の 85 K のスペクトルは、粒がパチンコ玉位あれば、ミリ波で 20 ミリジャンスキー程度の強さを与える。これは、野辺山干渉計の検出感度（1" 分解能）ギリギリの値である。現在その他にも、ダストからの放射と思われる正体不明の電波（短ミリ波）が、野辺山でもかなり見え始めて来ている。JNLT による星近傍の集中ダストの探査を期待したい。JNLT も、NRO 干渉計も「集中物体」に強いことは、今までの何物にも優っている。

返信：「赤羽書簡」を読んで

天文月報編集委員会にはチェ者がいて、「JNLT 往復書簡」なるシリーズを考えだした、たしかにナショナル・プロジェクト的大計画であるとはいえ、いささか破格なこの扱いに、JNLT は見事応えられるであろうか？ 10 年先には、その答えがでる。

さて赤羽先生の「期待と要望」は、野辺山建設の思い出を共有する私としてはなつかしい気持で拝読した。4 月に野辺山から JNLT に移ったばかりの私に返信のオハチがまわってきたのは、適切というか、不適切というべきか。「赤羽書簡」にはいくつかの重要なポイントが指摘されていると思うが、これについて“答える”という固苦しいことでなく、それらのポイントについて一緒に考えていただきたいという気持でそれぞれ述べてみたい。

ポイント 1. JNLT の役割：野辺山の 45 m 鏡は何でもやらされる運命であった。「日本で唯一の大型宇宙電波望遠鏡だった」からである。JNLT は岡山、木曾もあるし、独自性が発揮できる恵まれた立場であると赤羽先生は述べ、「しかしそれだけに期待も亦更に大きだろう」と同情もいただいている。私は、これとはやや異なる感覚を持っている。1 つには、口径 8 m の JNLT と、1.8 m の岡山とは、性能・条件など完全にケタ違いであって、その意味では日本において「唯一の」大望遠鏡だということである。JNLT にあらゆる観測要求が殺到して総花望遠鏡になってしまわないためには、JNLT のプロジェクト的運用や、サポート望遠鏡（国内に作るか、海外のものに運営費をだすなどして時間を確保するか）