

北海道大学苫小牧 11 m 電波望遠鏡プロジェクト：15 年間の軌跡

北海道大学大学院理学研究院物理学部門／理学院宇宙理学専攻 徂徠和夫

北海道大学苫小牧 11 m 電波望遠鏡は、2001 年の移設から 15 年が経過する今年度末をもってその役目を終了し、運用停止、廃棄することとなった。この間、観測周波数帯域の 22 GHz 化、単一口径望遠鏡として遠隔自動運用システム **ROBOTICS** の構築など観測システムの整備を進め、NH₃ 輝線や H₂O メーザー、電波再結合線などの観測によって若手育成に一定の役割を挙げてきた。大学の小グループが大型観測装置を所有・運用してきたその足跡を振り返る。

1. プロジェクトの沿革

郵政省通信総合研究所（当時）の首都圏広域地殻変動観測プロジェクト（KSP）で使用されていた VLBI 素子アンテナの 1 台（神奈川県初声局）を北海道へ移設する本計画は 2000 年より始動した。2001 年に譲渡、北海道大学と国立天文台が共同して苫小牧演習林（当時）に移設した。主なできごとを年表形式に以下にまとめる。

表

年	月	できごと
2000	11	通信総合研究所よりアンテナ譲渡決定
2001	1-3	アンテナの苫小牧への移設
	4	北海道大学に電波天文学研究グループ発足
	9-11	第 2 期工事（機器の接続）
	11	S/X 帯での VLBI 観測に成功
2003	1	観測局舎内の水道管が破裂し、浸水
	8	S/X 帯受信装置の撤去
	9	平成 13 年十勝沖地震（震度 5 弱）
	12	22 GHz 帯受信機搭載
2004	1	22 GHz 帯ファーストライト
	3	ファーストスペクトル
	9	台風 18 号直撃、望遠鏡横の研究木が倒木
2005		大学間 VLBI 連携事業開始
	7	科学運用開始（直後にコンプレッサー用ヘリウムホースが破損し、長期運用停止）
	10	日本天文学会 2005 年秋季年会（札幌開催）にて記者発表
	12	札幌からの遠隔運用開始。科学的観測を定期的に開始
2006	3	空き巣被害
2008	3	高速回線（2 Gbps）敷設
	12	VLBI の科学運用を開始
2012	3	第 1 回山口大学-北海道大学合同研究会を札幌にて開催
2013	2	全自動観測システム ROBOTICS の試験開始。4 月より本格運用開始
2015	9	望遠鏡の譲渡を断念し、廃棄を決定
	9	太平洋フェリー火災により気象装置の購入品を焼失
2016	3	運用終了予定

2. 運用実績

年間 1500 – 4000 時間運用してきたが、夏季の気象条件が当初予想よりもかなり悪く、7 月–9

月は実質観測できなかつたため、運用を停止していることが多かつた。また、ここ数年は、観測装置やシステムのトラブル、故障、破損等により毎年1-2ヶ月程度の運用停止に見舞われたために、望遠鏡の稼働時間は思ったほど伸びなかつた。2008年以降は研究テーマを他分野に拡大したために運用時間が減少、2013年より全自動観測を開始したことで運用時間が増大した。

3. 研究成果と教育効果

苫小牧11m電波望遠鏡は、主に単一鏡として利用してきた。口径11mで周波数22GHz帯を観測するためにビームサイズが4'以上となり、ビーム希釈によって感度が下がり当初予定していたよりも観測対象が限定されたが、銀河系内の星形成領域のNH₃輝線探査観測 (Sorai et al. 2008, Nishitani et al. 2012)、大質量星形成領域のH₂Oメーザーのモニター観測 (Motogi et al. 2008, 2011b, 2015)、さらに、電波再結合線探査観測やCCS輝線観測など、査読論文に投稿するには至らなかつたものの、修士論文や卒業論文として多数の成果を挙げた。残念ながらVLBI観測はごく限られた回数しか実現できず、吸収線観測や複数銀河核の探査など、オリジナリティの高い観測を実施できなかったのは、痛恨の極みである。

人的資源が限られていることもあり、当初からシステムや装置の整備は最先端のものを追うよりも簡便に実現できることを念頭に置いてきたが、そのような状況下でK5ボードを単一鏡分光計として用いる先鞭となったこと、汎用性の非常に高い切り替えを実現した中間周波数増幅部、札幌キャンパスからの遠隔運用システム並びに全自動観測システム (**ROBOTICS** = Remote Observation and Operation Through Intelligent Control System) を整備したことは、大きな成果であったと言える。

教育効果としては、グループ発足以来、11名の博士(うち1名は今年度の見込み)、21名の修士(同2名)、32名の学士(同2名)の学位を取っており、このうち特に苫小牧11m電波望遠鏡が直接関係するものとしては、博士論文5件、修士論文9件、卒業論文25件(うち2件は今年度の見込み)が挙げられる。このように、この望遠鏡は卒業研究としては基礎教育の役割を果たしてきたと判断される。

一方で、昨今その限界が見えてきているのも事実である。2011年度に14名(教員2名、研究員1名、博士課程4名、修士過程4名、学部生3名)とピークとなったメンバーは、それ以降年間2-3名のペースで減少し、2015年度末に学生がゼロになり、2016年度は2名(教員1名、学部生1名)となってしまう。この結果については真摯に受け止め、苫小牧11m電波望遠鏡を使った研究をもっと魅力的なものに発展させられなかつたのかという点を反省している。

4. 運用停止、廃棄への経緯

前述のように、苫小牧11m電波望遠鏡は一定の役割を果たしてきたが、以下に挙げるような理由から、運用を停止し、廃棄という選択に至った。最大の要因は、望遠鏡本体や観測装置の老朽化に伴い、修理や交換の費用や労力がかさみ、それに見合った効果が得られにくくなった点である。望遠鏡本体は20年(大学VLBI連携観測網のアンテナとしては最も若い部類に入るが)、22GHz帯の観測装置も製造から10年以上経過しており、毎年のように長期間の運用停止に見舞われており、学部の卒業研究程度以上の研究はリスクが高くなってきた。次いで、上述のように学生数が激減したことにより、システムの維持・管理が事実上不可能になってしまった点が挙げられる。また、教育や人材育成では望遠鏡を運用するための経費を取りにくくなっ

ていること（これは分野全体として深刻な問題である）、ALMA が運用を始め取り巻く環境が大きく変わり、ALMA 時代、さらにその次の時代への新しい取り組みに着手したいという願望もあって、運用の終了を決断した。

老朽化しているとはいえ現在稼働しているために、他機関への譲渡も検討したが、研究機関や科学館等の引き取り手が見つからなかったために、2015 年 9 月に最終的に廃棄を決定した。現在、廃棄のための予算獲得を目指している。

5. 望遠鏡運用の効能

小さな研究グループで一つの望遠鏡を所有する機会は、世界的に見ても例が多いわけではないが、個人的にはたいへん恵まれていたと思う。システムが大型化しつつある昨今、一つの望遠鏡の本体、観測装置、システム全体を見渡す能力を育成できる機会はたいへん貴重であった。また、学生教育においては、特に問題解決能力の育成にも貢献できたと思われ、実際に就職活動の際にも評価していただいているようである。しかし、何にもまして野心的な観測を自在に実施できた点はたいへん魅力的であった。

一方で、望遠鏡の維持と運用に振り回されたのも事実で、相当な時間を純粋な科学や教育以外に費やしてきた。平均すると年間 45 回ほど、最大で年間 96 回に渡って苫小牧観測所を訪問しており、往復の時間や現地での作業や点検の時間は多大なものであった。教員へのこのような負担に加え、低周波数帯の電波望遠鏡として比較的小口径であったことが一部の学生に大学院では大型望遠鏡に触れたいという熱意をかきたて、結果的に学生が減少する一因になったのではないかとも思われる。

教員が少ない中で、それなりに学生が巣立っていったのは、自分たちの望遠鏡があったからであることは間違いなく、その効果は非常に大きかった。観測グループのいないあるいは小さなグループしかない大学に、望遠鏡とともにグループを作る一連の流れの先陣となった苫小牧 11 m 電波望遠鏡の経験をどう次に活かすのか、それが課題である。

謝辞

この 15 年間、皆様にはたいへんお世話になりました。心から感謝致します。苫小牧 11 m 電波望遠鏡で自ら主導した VLBI 観測を殆ど実施していませんでしたが、この望遠鏡で培った経験を活かして、南極テラヘルツ望遠鏡をはじめとして、新たなフィールドに挑戦して参ります。



北海道大学苫小牧 11 m 電波望遠鏡