

## 電波天文衛星「はるか」誕生

世界初の電波天文衛星 MUSES-B を搭載した宇宙科学研究所の新型ロケット M-V の 1 号機が 1997 年 2 月 12 日に打ち上げられ、MUSES-B は「はるか」と命名されました。3 周波数帯で観測可能な装置を搭載した「はるか」を用いた初の本格的なスペース VLBI 観測では、従来の地上 VLBI 観測に比べて約 3 倍の角分解能での観測が可能となり、活動銀河中心核や星形成領域、晩期型星のメーザー源の観測などで画期的な成果を挙げる事が期待されます。

### スペース VLBI 観測計画

超長基線電波干渉法 (VLBI) は、電気的に独立した複数のアンテナで同時に同一の電波源を観測し、記録された磁気テープに各アンテナにおける同一波面の到達時刻差に相当する遅延を与えて再生、相関させることにより、各アンテナ間の距離に相当する直径のアンテナで観測したのと同じ角分解能が得られる観測手法です。地上 VLBI 観測ではアンテナ間の距離が地球直径により制限されるため、更なる高分解能を得るためには人工衛星に電波望遠鏡を搭載することが不可欠となります。1980 年代半ばより具体的なスペース VLBI 観測計画およびその実現可能性が検討され、いくつかの衛星計画が立案されましたが、世界初のスペース VLBI 衛星として、今回 MUSES-B の打ち上げが行われました。

### MUSES-B 打ち上げ成功

第 16 号科学衛星 MUSES-B を搭載した宇宙科学研究所の新型ロケット M-V の 1 号機の打ち上げが 1997 年 2 月 12 日午後 1 時 50 分に行われました。M-V は予定通りの軌道を順調に飛行し、打ち上げから約 6 分後に MUSES-B を遠地点高度 21000 km、

近地点高度 220km のほぼ予定通りの長円軌道へ投入することに成功しました。MUSES-B は「はるか」(HALCA, Highly Advanced Laboratory for Communications and Astronomy) と命名されました。

「はるか」は 1 月 13 日に鹿児島宇宙空間観測所に搬入され、最終的な準備作業が行われました。途中、衛星の太陽電池パネルを保持するワイヤの不具合や打ち上げ当日の強風などがあり、当初の打ち上げ予定日であった 2 月 7 日から 5 日の遅れとなりました。打ち上げ後のロケットの経過は極めて完璧で、「計算上の軌道と実際の軌道が一致したのは 18 年ぶり」というほど見事なものでした。打ち上げ後、軌道上で液体推薬を噴出して近地点高度を上昇させる作業が 2 月 13 日から 20 日までの間に計 3 回行われ、現在の軌道は遠地点高度 21400 km、近地点高度 560 km、軌道傾斜角 31 度、周期 6 時間 20 分となっています。

### パラボラアンテナ展開成功

「はるか」に課せられた種々の工学実験の中でも最難関とされていたのが、天体観測を行う大型パラボラアンテナの展開です。このパラボラアンテナは、金メッキが施された 6000 本のモリブデンケーブルでメッシュ状に構成された有効直径 8 m の主鏡面を全長約 5 m の伸展型マストに括りつけて打ち上げ後に軌道上で展開し、更に打ち上げ時には支柱部分で折り畳まれていた副反射鏡を解放することにより形成されるもので、人工衛星が有するものとしては世界最大のパラボラアンテナとなります。展開作業は 2 月 25 日より延べ 3 日間に渡って行われ、25 日は副反射鏡の伸展をおよそ 3 分間で完了、続いて 27 日より主反射鏡の展開が行われました。主鏡面のメッシュは絡み防止のため、伸展マストの伸長に応じて力の加わった部分から順に保持機構から解放されるように工夫が施されています。とはいえ、万が一絡みが発生した場合には最悪伸展不能となるため、マストは毎秒 4 mm 程度のゆっくりとした速度で慎重に伸展が行われ、

約2時間後に展開に成功しました。一部の残作業を28日に行い、「はるか」は初めて電波天文衛星としての姿になりました。アンテナの展開が正常に行われているかどうかの最終確認は、基準信号および観測データの送受信を行う15 GHz帯のリンクが確立された後、実際に天体からの電波を受信することにより行われることになります。

余談ですが、「はるか」はクリーンルームのスペースや衛星の自重等の関係から、各コンポーネントでの単体試験時を除き、パラボラアンテナや太陽電池パネルを全て同時に開いた状態（軌道上での衛星の状態）が地上で実現されたことは一度もありません。そんなことも手伝ってか、展開完了後、居合わせたスタッフは口々に「テレビカメラを積んでおけばよかった」とぼやくことしきり……。

## 我々は VSOP に何を見るか

「はるか」を用いたスペース VLBI 観測 (VLBI Space Observatory Programme, VSOP) には世界各国から150件に及ぶ観測提案が寄せられましたが、その3分の2以上が活動銀河中心核 (AGN) に関するものでした。従来の地上 VLBI 観測により、AGN の約1割を占める強電波 AGN の多くにおいて、1パーセク以下の極めてコンパクトな中心核領域から超光速現象に代表されるような非常に高いエネルギーの電波ジェットが噴き出していることが明らかになりました。AGN の観測的特徴は、中心核から光速の99%を超える速度で電波ジェットが放出されると考えることにより説明されますが、そのようなジェットがいかにして生成・加速されるかは全く明らかになっていません。VSOP では前述

した高分解能の特徴に加え、衛星が楕円軌道上を移動することにより基線ベクトルの長さや方向が連続的に変化するため、高品質の画像観測が可能となります。VSOP により、最近傍の AGN であるケンタウルス座 A (NGC5128) では最高で約2光日、おとめ座 A (3C274) では約1光週の空間分解能での観測が可能となるため、これらの天体も含め、特に AGN に付随する電波ジェットへの理解を大きく前進させることは間違いありません。

また、VSOP におけるもうひとつの主要な観測対象である銀河系内のメーザー源については、高分解能の利点を活かしてメーザースポットの相対位置や固有運動を高精度で測定することにより、統計視差法を用いた距離決定、原始星周辺からの質量放出機構の解明などに威力を発揮することが期待されます。

VSOP により初めて得ることになる高分解能、高画質の観測により、我々は新たな発見に出会い、あるいは更なる疑問にぶつかることになるでしょう。

## 今後の予定

「はるか」は現在(3月中旬)姿勢制御系試験、観測系機器の性能評価試験、地上支援局のリンク試験等を行っており、衛星—地上基線でのフリンジ検出のための試験観測は4月上旬より、定常運用は9月頃より始まる予定です。その後17か月間の観測スケジュールが既に決定しており、世界十数か国の電波望遠鏡と共同で作上げられる口径30000 km の巨大な瞳ではるか遠くを眺めます。「はるか」の成果にご期待下さい。

輪島清昭 (茨城大理工)