

## 《ハイテクとおめがね事情(3)》

## VSOP

## —地球近傍空間を鏡にする—

世界で初めてのスペース VLBI 計画が動き出しています。これは、有効直径 8 m のアンテナをもつ電波天文衛星をつくって、スペース VLBI 実現に向けて必要な工学実験を経たうえで、地球上の電波天文観測局と結んで世界初の専用スペース VLBI 観測を行うものです。これは VSOP 計画 (VLBI Space Observatory Programme) と名づけられています。第 16 号科学衛星 Muses-B 衛星が、このための電波天文衛星です。

電波領域の宇宙観測は、他の波長帯に較べて軽やかな観測ということが出来ます。とくに VLBI やスペース VLBI では、電波のコヒーレント技術を最大限に駆使して、地球あるいはそれ以上の開口を合成する華麗な高分解能観測ができます。

活動銀河核 (AGN) では、巨大ブラックホール降着円盤周辺からジェットに及ぶ活動をとらえます。レーザー源の、星形成領域と晩期星周辺の物理と距離測定も重要ターゲットです。

平成元年から始められた衛星の設計製作は、平成 6 年春に全てのモジュールが完成し、宇宙研相模原で平成 6 年の春から秋までの「第一次噛み合わせ試験」で、その全貌を現しました。Muses-B 衛星のアンテナは有効口径 8 m、進展マストの先端と衛星中央部の間に張られたケーブル網で形状をつくり、金属網を反射面とする、面精度 0.5 mm のパラボラです。観測波長帯は、1.3, 6, 18 cm 帯です。衛星は 3 軸制御で、アンテナの目標指向精度は 0.01 度です。

衛星はこの後も綿密な試験を経て、平成 8 年 8 月 9 日に、宇宙研の新開発ロケット M-V の 1 号機によって内之浦から打ち上げられます。衛星軌

道は、遠地点高度 22,000 km、近地点高度 1,000 km、軌道傾斜角 31°で、軌道周期は約 6 時間です。

Muses-B 衛星のアンテナと地球上のアンテナ群とを組み合わせて、最長 3 万 km の VSOP の巨大な瞳を合成します。衛星は軌道上を運動しますが、地球も自転していますので、大地のことを忘れず、アンテナ達は共通の天体を見つめ続けながら、宇宙空間を舞いめぐっています。蜜蜂が蜜を集めに飛び回っているようではありませんか。

地球上のアンテナ達は、天体から受けた信号を磁気テープに記録します。Muses-B が受けた電波は地上に伝送されて磁気テープに記録されます。観測の後で磁気テープを集めてくれば、あちこちを舞いながらうけた電波を集めたことになりません。磁気テープに信号を記録するときは、電波の波の情報を温存します。磁気テープに時刻も一緒に書き込まれますので、観測の時の全てが「凍結」されたと言ってもいいでしょう。

アンテナ達の 3 次元的な配置が刻々とわかっていけば、それぞれのテープの再生の時刻をずらしてやることで、天体の方向からの波面をあわせることができます。このとき、信号は焦点に集まった事になります。するとあとは、その辺にある干渉計と同じ事をすればよいわけです。この仕事を相関器がやってくれます。これは国立天文台に置かれる事になりました。そして最終的に電波像が作り出されます。

この瞳は、1 万分の 1 秒までの細かな天体の映像を見せてくれます。地上のアンテナ群と衛星と

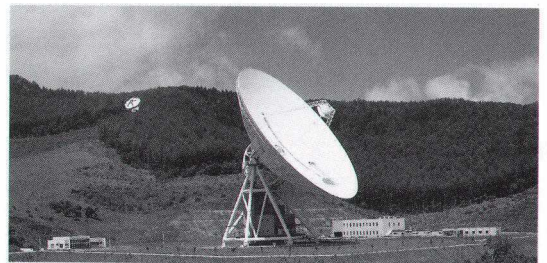


写真 1 白田の 64 m 鏡と設置予定の 10 m テレメトリー局 (想像)



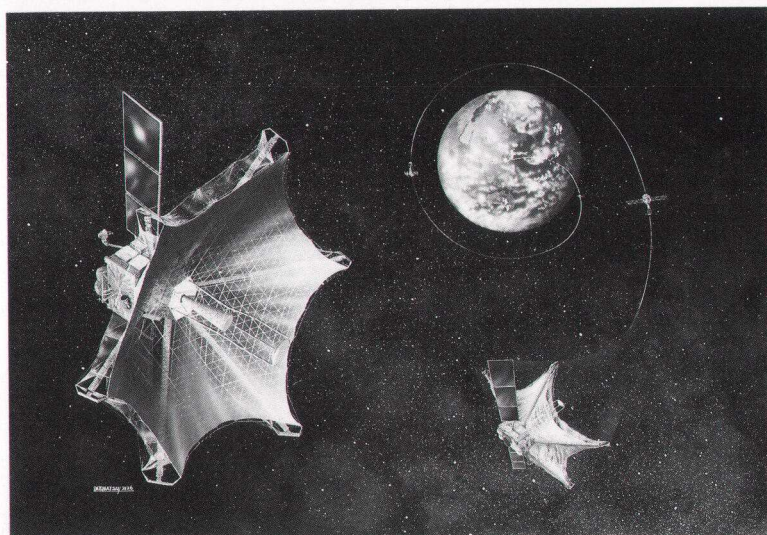


写真2 軌道上で展開する  
Muses-B衛星（想像図）

は、刻々と相互に位置をかえてゆくので、地上VLBIにくらべてたくさんのアンテナの配列が実現しやすくなります。この結果、遙かに綺麗な電波像が得られます。

VSOPの瞳を作るのは簡単ではありません。それには系の全体が可干渉（コヒーレント）になるように細心の注意が払われていなければならないからです。

水素の原子を連れてきます。するとスピン状態をかえた一匹（？）が、波長21 cmの電波を出します。これを察して他の原子がこれと位相のそろった波をだす事（誘導放出）が起こります。この連鎖反応がメーザー現象です。これを利用して水素メーザー発振器ができます。この信号を波の基としてそれぞれの観測局で、受信システムを追随（位相ロック）させるのです。エレクトロニクス装置は、この波の振動を見ながら波を合わせるのです。

衛星の受信機についても、地上の水素メーザー発振器の信号を伝送してあげて同様なことをします。こうしてマイクロの原子とマクロのエレクトロニクス技術が一体となって、裏方でコヒーレンスを実現しているのです。

メーザー発振器の波を基にしてそれぞれが精密

な時刻を刻む事もできます。衛星は、送られた波を基にして下に送り返してきますので、「2方向ドップラー追尾」で正確な軌道を決めるのにも使われます。

衛星に綺麗な波を送り、衛星からのバンド幅64 MHzの信号を128 Mbpsで受け、高精度ドップラートラッキングをする、このためのテレメトリー局網が、NASA深宇宙局（DSN）3局・アメリカ国立天文台グリーンバンク局・白田の計5カ所に準備されています。

世界の協同観測網として、アメリカVLBA網、ヨーロッパやオーストラリアなどのVLBI網や、白田64 m鏡や野辺山45 m鏡などの個別の望遠鏡群が協力します。世界の多くの機関や天文台と協力したプロジェクトです。衛星システムの製作と併行して、国際的な取り組みを進めています。誰も経験した事のない初めての試みです。21世紀にはいる直前の壮大な観測実験です。ぜひ成功させたいと思います。

平林 久（宇宙科学研究所）