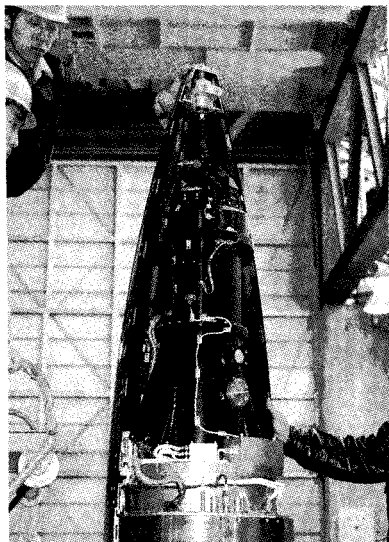


XUVドップラー望遠鏡

太陽コロナ全面での速度場観測を目的とした XUV ドップラー望遠鏡 (XUV Doppler Telescope; XDT) を搭載した宇宙科学研究所の観測ロケット S-520-CN22 号機が 1998 年 1 月 31 日に打ち上げられ、観測は成功を収めた。XDT は全く新しい観測方法で、コロナ輝線のドップラーシフト検出が可能であることを示すと同時に、高精度の多層膜反射鏡、可動副鏡機構、さらに観測ロケット初の CCD カメラの搭載など、新しい技術発展をスペース天文の分野にもたらした。

1. 太陽コロナの速度場観測

日本の科学衛星「ようこう」の観測から、磁気リコネクションが太陽フレアにおけるエネルギー解放の素課程であるとの認識が深まって来ていますが、磁気リコネクションに伴って発生が期待されるアルベン速度 (コロナ中では ~ 2000 km/s) に達



ロケットへ最終組みこみ中の XDT

するプラズマフローは見つかっていません。また一方では、X 線ジェットなど、「速度」を持った現象が報告されていますが、これらは画像中での構造の変化からもとめられた「見かけの速度」です。磁気リコネクションに伴うプラズマフローは存在するのか? ジェットの本当の速度構造は? また、光球からコロナへのアルベン波の伝搬が加熱に寄与している可能性は? など、コロナ加熱問題に関しては、プラズマの運動速度観測が非常に重要な課題として残されているのです。ところが、通常、速度は分光観測から求められるために、時間分解能と視野の面で「ようこう」で見つかったダイナミックな現象をとらえることが難しいのです。

2. XUV ドップラー望遠鏡

そこで、全く新しい方法での輝線のドップラーシフト検出を実現したのがこの XUV ドップラー望遠鏡なのです。望遠鏡は、Fe XIV 211.3 Å 輝線 (電子温度 1.8MK) のドップラーシフト検出を目的として設計されました。速度場の検出方法ですが、輝線に対して約 1 Å 程度、長波長側と短波長側に反射率のピークを持つ 2 種類の多層膜を、球面主鏡と平面副鏡に蒸着し、「2 バンド」で観測します。2 つのバンドは望遠鏡の先端にあるセレクターシャッターで選択し、両方のバンドで交互に撮像を行いません。2 つのバンドのスペクトル感度が最大になる波長がずれているために、2 枚の画像の強度比は輝線のドップラーシフトの関数となります。したがって、シャッターの移動時間のおよそ 20 秒という極めて高い時間分解能で、太陽コロナ全面での速度場の診断が可能なのです。

このように、XUV ドップラー望遠鏡観測計画の核となるのは、高い波長設定精度で蒸着しなくてはならない多層膜反射鏡の実現なのですが、その他にも新たな開発要素が幾つもありました。望遠鏡は CCD カメラを検出器として搭載し、そのピクセルサイズがおよそ 5" の空間分解能に相当します。しかしながら、観測ロケットの姿勢制御装置



観測直後のメンバーの様子。左から5人目が筆者。その右側（中央下）はリーダーの常田教授。

は±0.5°の安定度しか持っていません。そこで、可視光の太陽センサーを望遠鏡内部に組み込み、ロケットの姿勢変動を1ピクセル以内に打ち消すTip-Tilt鏡を搭載しました。また、厚さ1800Åしかない可視光除去フィルターを打ち上げ時の振動から保持するための鏡筒真空保持機構や、テレメトリーでは下ろしきれない大容量の画像データを記録するためのメモリー装置など、観測時間が5分間の計画にしてはもったいないとも言えるほど立派な観測装置が作り出されることになったのです。

「やるからには、一級のサイエンスの出来る実験にしたい」こんな雰囲気チーム全体にあったのだと思います。実験開発は95年度からスタートし、10名にもみえないコアメンバーが一丸となって、つきなみな表現ではありますが、その間あらゆる困難を乗り越えて来ました。貴重な紙面を苦労話で埋めてもしかたがないので、詳細は省きますが、実験開発での徹底的に検討、試験することの大切さや、「ワークステーションに向かえば、取得できるもの」と思い勝ちな観測データをつくり出すバックグラウンドの奥深さを体験できたのは、非常に有意義でした。

メンバー全員の総力を尽くしたあらゆる試験とおして、XDTには魂が籠ったのではないかと思います。打ち上げは成功し、全ての装置が実に見事に動作しました。飛行中のXDTからテレメトリ

ーを通して次々に送られて来る画像を、コンピュータの画面上でリアルタイムで見ている時の気分は、本当に筆舌に尽くしがたい物でした。ただ、一つ残念なことに、メモリー装置などを載せた「回収部分」は未回収に終わりました。それでも、テレメトリーから合計で14枚の太陽コロナ画像が取得されました。なお、役目を終えたXDTは鹿児島沖390kmの太平洋に静かに眠っています。

3. XDT を超えて

現段階ではまだデータ解析を続行中なのですが、観測時のコロナは非常に穏やかで、5分間の短い観測時間の間には、期待されたフレアやジェットなどの大きな速度構造はとらえられませんでした。ただし、ある活動領域の周辺部で有意なRed Shiftが検出され、同時観測に参加したESAの大型衛星SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) に搭載されているCDS (Coronal Dynamics Spectrometer) の速度解析との結果との比較を急いでいます。

速度のみならず、温度構造という観点からの解析も進めています。「ようこう」の軟X線望遠鏡では2.5 MK以上の高温ループが見えており、これらの高温ループは足もとにかけて温度が低くなるのが分っています。この先がどういう温度構造を持っているのかを調べることは、ループの加熱に関して非常に重要な課題です。この課題に対して、1.8 MKを観測したXDT、「ようこう」、さらに0.1-2.0 MKの4つの温度で観測を行なったSOHO EIT (Extreme-ultraviolet Imaging Telescope) のデータを用いて取り組んでいます。

これらの解析結果の詳細な報告は、来るべきCOSPAR、天文学会秋季年会においてなされます。興味のある方は、是非とも足を運んで見て下さい。5分間の観測から得られた科学的成果と、3年あまりをかけて蓄積された技術的成果を踏まえて、我々は新たなX線コロナ観測の検討をはじめたところです。次期太陽観測衛星計画にも御注目下さい。

永田伸一 (東大理/国立天文台)