

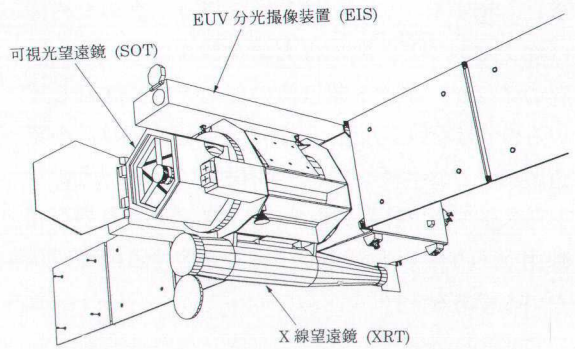
そらと
《天空翔ぶ天文台 (6)》

太陽観測衛星 Solar-B

「ひのとり」, 「ようこう」に続いて, 太陽観測衛星「Solar-B」計画が1999年4月よりスタートした。Solar-Bには, 太陽観測衛星としては初めて本格的な可視光望遠鏡が搭載される。解像力の向上したX線望遠鏡や高温プラズマの診断を行うEUV領域の分光撮像装置とあわせて, 光球からコロナまでを総合的に研究することのできる太陽天文台が2004年度に軌道上に投入される予定である。

1. 「ようこう」から Solar-B への課題

これまでの日本の太陽観測衛星「ひのとり」や「ようこう」は, 1000万度を超える高温プラズマや高エネルギー粒子を生成する太陽面爆発現象フレアを研究するための観測衛星だった。「ようこう」に搭載されたX線望遠鏡は, フレア観測時以外も通常のコロナを観測できたが, この望遠鏡の観測により, コロナが非常にダイナミックに時々刻々と変化していることが初めて明らかにされた。静的なコロナ像から動的なコロナ像への大きな転換である(筆者は衛星打ち上げ直後に非常に驚いたことを記憶している)。Solar-B衛星で行おうとしていることは, 磁気プラズマである太陽大気を光球からコロナにいたるまで詳細に同時に観測して, コロナが100万度を超える高温になっていることやフレアを含めてコロナで発生する活動現象を, そのエネルギー源である光球の運動や磁気構造の変化と関連づけて理解しようというものである。



太陽観測衛星 Solar-B

2. 太陽表面の微細構造と コロナのつながり

光球における磁気構造のサイズは0.2–0.3秒角程度であるといわれている。というのは誰もそのサイズの磁気構造を見た人がいないからである(だからSolar-Bでやるのだ)。ではなぜその大きさであると推測しているかという、(1)異なる2つの吸収線で行う偏光観測の結果を理解するには微小な磁束が必要である、(2)吸収線の光で撮った画像に0.2–0.3秒角程度の構造がシーイングのよいときに瞬間的に観測されるが, その光の強度と磁束がよい相関関係にある, ということなどからである。このような小さな磁気要素は, 微細磁束管と呼ばれている。微細磁束管のうちのあるものはその磁力線がコロナまで到達し, 再び光球へと戻ってくる。このようなものがコロナの観測ではコロナループとして観測される。このように, コロナの構造と光球の微細磁束管は磁場という路によってつながれている。対流によって駆動される光球上の微細磁束管の運動に対して, どのようにコロナが応答するのかを見ることがコロナの成因を理解する上で重要である。したがって, 微細磁束管の運動を観測することのできる高い解像度の望遠鏡とコロナを観測できる観測装置が必要で, それがSolar-Bの搭載観測装置, 可視光望遠鏡 (Solar Optical Telescope; SOT), X線望遠鏡 (X-Ray Telescope; XRT), EUV分光撮像装置 (EUV Imaging Spectrometer; EIS) である。

3. 微細構造観測への挑戦

SOTは、口径50cmのグレゴリアン望遠鏡で分解能0.2秒角を目指し、日本と米国の国際協力で開発する。ベクトル磁場測定のために偏光観測に重点をおいた設計になっており、フィルター系で短時間の磁場の变化を、分光器系で吸収線輪郭から詳細な磁場情報を同時に取得する。空間分解能0.2秒角の結像性能を常に維持するのは容易なことではない。通常天文衛星は太陽を避けて観測対象に望遠鏡を向けるものだ。しかしながら、SOTは微細磁束管を観測しなければならないために大きな口径が必要で、そのために大量の熱を取り込まざるをえない。この状況下で鏡・望遠鏡が熱変形をおこさないように、熱を宇宙空間に上手に逃がしてやりながら観測するのだ。Solar-Bが太陽同期極軌道に投入されるのも、単に観測時間が長くなるという理由だけではなく、鏡に対する熱入力をできるだけ一定にしたいからである。

望遠鏡の結像性能は0.2秒角であるが、精密な磁場測定をするためには焦点面でそれより高い安定度が要求され、この像安定要求はこれまでのどの衛星よりも厳しい。衛星のボディポインティングだけではこの画像安定度を到底実現できないため、取得した画像間の相関をとりながら可動鏡で安定化する方策でこの問題を解決することになっている。

4. コロナの高精度観測

コロナを観測する装置としてXRTとEISがSolar-Bに搭載される。XRTは日米協力で開発される斜入射型X線望遠鏡であり、EISは日米英協力で開発されるEUV領域の撮像分光装置である。空間サイズ1秒角程度の対象、秒単位の短いタイムスケールの輝度変化、広い視野内を同時に観測しなければならない対象にはXRTを、そして視野内の個々の位置に対して精密なプラズマ診断を要する対象にはEISを使用する。

XRTは解像度が約3倍向上しただけではなく、

「ようこう」が不得意とした100万度程度のコロナに対しても十分な感度があるような設計となっている。これにより「ようこう」X線望遠鏡では見ることのできなかった細かいコロナの構造を観測することができ、また光球に近い部分の情報を得ることができるために光球-コロナのつながりをより詳細に観測することができるだろう。

EISは「ようこう」により発見されたX線ジェットをはじめ、数々のダイナミックなコロナの現象を、EUV輝線の分光観測により温度、密度、速度という量を測定して高温プラズマの加熱や運動を観測することを目的としている。近年の多層膜技術と高感度CCDにより有効面積が大幅に向上したため、スリット上の像をスキャンミラーで動かすことで、高精度の二次元観測を短時間に行えるようになった。多くの研究者に期待されていることは、フレア時に発生すると予想されているリコネクションインフローやアウトフローを検出することである。

5. 観測機器間の連携プレー

Solar-Bの3つの機器はそれぞれ独立に観測を行っていても十分な成果をあげられるように設計されている。しかし、本当の威力を発揮するのは、3つの観測機器が一つのターゲットに対して連携して観測を行ったときである。そのためにいろいろなアイデアが、衛星構造や望遠鏡を動作させるコンピュータに盛り込まれている。観測視野の狭いSolar-Bを効率よく運用していくためには、地上観測所との連携プレーも重要である。

長い準備期間の後、ようやくSolar-B計画が1999年度にスタートした。計画が認められるまでの多くの方々の協力に感謝したい。全ての観測機器が国際協力となって、「ようこう」から一段と難しくなった感がある。観測機器や衛星の設計に加えて、機器製作後の試験設備の準備も始まっており、計画が急速に具体化している。これからも多くの方々の協力を得て、世界最高の太陽天文台の建設に邁進する次第である。

原 弘久 (国立天文台)