

## すざく (Suzaku) 飛翔

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 満田和久

2005 年 9 月 9 日

2005 年 7 月 10 日 12 時 30 分 (日本時間)、X 線天文衛星「ASTRO-E2」と世界の宇宙物理学者の期待とともに、前号機 ASTRO-E を含めると 11 年にわたって衛星開発に関わった全研究者・技術者の気持ち、この打ち上げで M-V の本当の復活をとげるというロケット関係者の気持ちをのせた M-V ロケット 6 号機は、内之浦宇宙空間観測所 (USC) から旅立った。ロケットは順調に飛行し、衛星を所定の軌道に投入した。無事に内之浦上空に戻ってきた衛星は「すざく」と命名された。すざく (朱雀) は、天空を守護する四神の一つで、天文学的に重要な天体が多く位置する南方の空を守護する。また、この命名は 1979 年に打ち上げられた最初の X 線天文衛星「はくちょう」(白い鳥) に始まり、「あすか」衛星 (飛ぶ鳥) で大きく発展した日本の X 線天文学を、2000 年に軌道投入に失敗した ASTRO-E 衛星に代わって赤い鳥がますます発展させて欲しい、という願いを込めたものでもある。



Figure 1: M-V ロケット 6 号機による「すざく」打ち上げの瞬間。Scot Porter 氏 (NASA ゴダード研究所) 撮影。

軌道上には現在「すざく」以外に、1999 年に軌道投入された米国のチャンドラ、欧州の XMM-ニュートンの 2 つの巨大な X 線天文衛星があり観測を続けている。その中で、「すざく」は世界最高の最先端の技術を用いた X 線分光観測によって、これらの巨大な衛星では実現不可能で、かつ、現代天文学・宇宙物理学における最重要課題を解決するための宇宙観測を実現する目的で製作された。

衛星の打ち上げ時の重量は約 1700kg で、日本の科学衛星としては最大である。衛星には 5 台の

## Space Japan Milestone

X線反射望遠鏡と、それらに対となる5台の焦点面X線検出器、さらに、1台の硬X線検出器が搭載されている。5台のX線反射望遠鏡は伸展式光学ベンチの上に搭載されていて、光学ベンチが軌道上で約1.5m進展することで、約4.7mの焦点距離を確保する。5台の焦点面検出器の中の1台は、X線マイクロカロリメータと呼ばれ、絶対温度60ミリK（マイナス273.09℃）の超低温で動作し、非常に優れたエネルギー分解能（X線光子のエネルギーを正確に測定する能力。波長分解能と同義。）を持つ。特に、宇宙の中で最重要の重元素の一つである鉄のK輝線エネルギー（6から7キロ電子ボルト）においては、これまでの衛星に搭載された検出器に比べて一桁以上優れたエネルギー分解能を持つ。残りの4台の焦点面検出器はX線CCDカメラである。このようなX線CCDカメラは、「あすか」衛星に初めて搭載され、その後、チャンドラ、XMM-ニュートン衛星にも搭載されている。X線の分光とX線の画像が同時に得られることがX線CCDの最大の特徴である。「すざく」に搭載されているCCDは、これまでのものに比べて、低いエネルギーのX線に対する検出効率やエネルギー分解能が大幅に改良されている（図3参照）。硬X線検出器は、X線望遠鏡が集光できない10キロ電子ボルト以上のエネルギー帯を受け持つ。このエネルギー帯では、軌道上の荷電粒子により発生するバックグラウンド雑音を検出感度を決定する。「すざく」の硬X線検出器は、荷電粒子に感じる反同時計数用検出器の井戸の奥深くにX線検出器を配置するという日本で開発された低バックグラウンド技術を使って、このエネルギー帯で史上最高の感度を目指している。X線CCDカメラと硬X線検出器を組み合わせることで0.3キロ電子ボルトから700キロ電子ボルトの広いエネルギー帯域を高感度で分光することが可能になる。「すざく」衛星は、これらの観測装置により超高分解能X線分光と高感度広帯域分光を実現し、宇宙の大構造が進化する現場である銀河団（我々の天の川銀河系と同じように数千億個の星が集まってできる銀河系がさらに数百個集まってできた宇宙最大の天体。銀河と銀河の間空間は数千万度の高温ガスが満ちていて、これがX線を放出する。）の衝突合体の現場や、ブラックホール周辺での現象を、超高分解能X線分光による物質の運動の測定と広帯域分光による総合的なエネルギー放出の測定の二つの側面から解明することを主な目的として開発された。これらの観測装置の開発は、JAXAとNASAを中心とする広範囲の国際協力ですすめられた。



Figure 2: 打ち上げ前の「すざく」衛星（JAXA 提供）。

## Space Japan Milestone

7月10日の打ち上げ後、約2週間の間に3軸姿勢制御確立、太陽電池パドルの展開、光学ベンチの伸展、略円軌道への軌道修正を修正を行い、衛星は所定の形状と軌道を達成した。その後、観測装置の立ち上げにはいったが、その途中で、X線マイクロカロリメータを冷却するための液体ヘリウムが失われ、これによる超高分解能X線分光観測が不可能になるという大変残念な事態となってしまった。日米双方で、調査委員会が作られ協力しながら原因究明を行う予定である。「すぎく」のX線マイクロカロリメータと同等の分光能力を持つ承認された衛星の計画はなく、「すぎく」の超高分解能分光観測能力が失われたことがX線天文学の発展におよぼす影響は計り知れないものがある。しかし、「すぎく」衛星では宇宙X線の観測は行うことはできなかったが、60 ミリ K の超低温を宇宙で史上初めて実現することに成功し、また、半値幅で7電子ボルトの所定のエネルギー分解能も軌道上で得ることもできた。従って、X線マイクロカロリメータを軌道上で動作させる技術は実証することはできた。実証された技術と原因究明の結果を踏まえて、一日も早くX線マイクロカロリメータによる観測を実現し、超高分解能X線分光観測による宇宙物理学の研究を実現したいと考えている。

残る4台のX線CCDカメラと硬X線検出器については、順調に立ち上げが行われ、これまでに「すぎく」のもう一つの優れた能力である高感度広帯域X線分光性能を確認することができた。これから約半年間、観測装置の性能を実証するための試験観測を行う予定である。その後は、世界の研究者から観測提案を受け付けて、それらを審査し、観測対象を選定する国際公募観測により観測がすすめられる。さらに、観測提案者には1年間のデータ利用の占有権があるが、占有期間がすぎたデータはJAXAとNASAのデータセンターからデータ解析に必要なソフトウェアとともに公開され世界中の研究者が利用できるようになる予定である。

多くのインパクトのある研究成果が生み出されることを期待している。

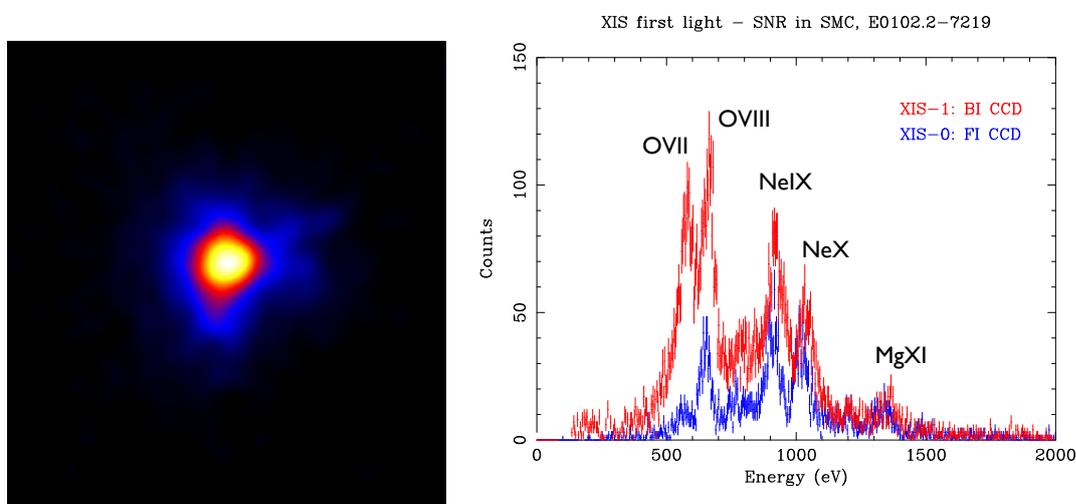


Figure 3: 「すぎく」のX線CCDカメラによる距離20万光年にある小マゼラン銀河中の超新星残骸(E0102.2-7219)のX線画像とX線スペクトル(JAXA提供)。X線画像の1辺は約19分角。X線スペクトルとは、X線の強さをX線光子のエネルギーの関数として表したもので、観測されてるスペクトル中に見えている輝線は、高電離した酸素(OVII, OVIII)やネオン(NeIX, NeX)などのイオンからのものである。「すぎく」に搭載された改良型のCCD(赤)は、低エネルギーの輝線検出に威力を発揮することがわかる。