

# X線衛星「てんま」

小山 勝 二\*

## 1. はじめに

1983年2月20日、M-3S-3号機は装いも新たなランチャーを轟音と共に飛び去り雲の中につき切って行った。約10分後、ASTRO-Bは高度500km、傾斜角31度、周期95分の真円に近い理想的な軌道に投入された。わが国2番目のX線天文衛星の誕生である。

この衛星は東大宇宙研が文部省宇宙科学研究所に改組されてから始めてのものであり、研究所の発展を祈って威勢のよい「てんま」と名づけられた。もちろんここにはX線観測に天を駆けめぐってほしいと思う研究者の願いも強く込められていた。

この計画は約7年程前からスタートした。設計製作には、宇宙研、宇宙線研、名大、阪大、大阪市大他多くの研究者の手がかかっている。当初は、我国で精力的に開発が進められてきた蛍光比例計数管とすだれコリメーターを組み合わせて、銀河団などの2次元観測を柱に考えていた。その後くわしい検討がすすみ支柱は高いエネルギー分解能の精密観測ということに移っていった。やがて打ち上げられた「はくちょう」衛星の数々の成果や謎が設計思想に大きく反映した結果とも言える。

7年の苦勞の後に打ち上げられた「てんま」はこの計画の中心になってこられた田中靖郎教授の言葉を借れば「手塩にかけて育ててきた娘がやっと小学校に入学するようなもの」であった。この娘を「おてんば」などと不謹慎なことを言う連中もいたが、これも打ち上げ成功後の一種の解放感のなせるわざだったと思う。これから先、更に立派に成長してくれることを願いつつ、次にこの娘を簡単に紹介しよう。

## 2. 「てんま」の概要

てんまの外観は表紙を見ていただきたい。本体は径及び高さそれぞれ約1m程度の角柱の形をしており下辺には4枚の太陽電池パドルがとりつけられている。総重量は約220kgだからもし水に浮べれば大部分が水面上に顔を出すことになる。衛星の姿勢は中のホイールに角運動量をもたすことによってスピン安定を保っている。本体自身のスピンレートは従って大変遅くすることが可能であり0.548, 0.137, 0.0685 rpmの3段階がえらべる。このレートはジャイロの信号で一定にコントロール

される。衛星の姿勢は重力傾斜、わずかな大気、太陽の輻射圧、あるいは自身のもつ残留磁気によってドリフトする。これを最小に補償するために、三軸方向独立に適当な強さの磁気モーメントを持たすことが出来る。

姿勢の変更は衛星内のコイルに電流を流し全体を一種の磁石にし、地磁気との相互作用で行う。速い場合には毎分0.1度くらいでスピン軸移が動する。衛星の姿勢は、太陽センサー、地磁気センサー、地平線センサーを利用して約1度で粗決定出来る。精度高い決定は星姿勢計によって行なわれ、数分角が実現されている。これら以外に、X線検出器の方からも独立に姿勢情報が得られる。

衛星の電力は太陽電池から供給される。その出力は太陽とスピン軸とのなす角度によってかわり、必要電力とのかね合いから120度以上に限定される。逆に太陽角が大きすぎると(約150度以上)バッテリーへの過充電がおこるので通常はこれを避けている。

衛星には20メガビット容量のデータレコーダーが搭載されており、記録スピードは毎秒8キロビットと2キロビットが選択出来る。このとき記録時間はそれぞれ40分及び160分になる。再生は毎秒32キロビットでなされ、内之浦可視中の10分間で完了する。データを有効にとるために、プログラム可能なオンボードタイマーが利用されている。これによってX線源の地没時間や高いバックグラウンド帯が避けられ、質のよいデータが得られている。

## 3. 「てんま」の観測機器

図1に示すように、X線観測機器はすべて上部パネルに配置され、スピン軸方向やその周辺の天空を観測する。

これらの視野は図2に示されている。各検出器について以下簡単に述べる。

### 3.1 蛍光比例計数管 (SPC)

SPCは通常のガスカウンターの2倍のエネルギー分解能をもつ検出器で、X線源の精密なスペクトル観測に有力である。この種の検出器は既に「ひのとり」衛星にも搭載され、太陽フレアのきれいなX線スペクトルが得られている。「てんま」では更に改良を加えて分解能を上げ、面積も全部で約700cm<sup>2</sup>にもなっている。「はくちょう」に比して格段に感度が上がったと言える。

エネルギー範囲は2~60keVで10本のSPCのうち

\* 宇宙研 Katsuji Koyama: The X-Ray Astronomical Satellite "TENMA"

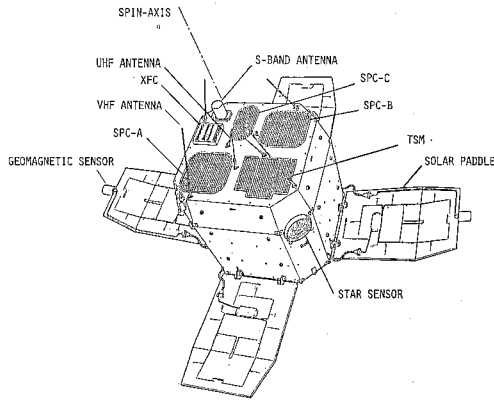


図1 「てんま」の概略図

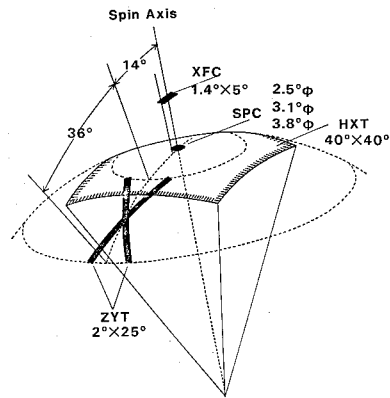


図2 各観測器の視野

Table 1 Experiments on-board ASTRO-B

GROUP	MODE	No. of Modules	Effective Area (cm <sup>2</sup> )	Energy Range (keV)	F.O.V. (FWHM)	Note
SPC	A	4	320	2-60	3.1°	Array of GSPC s * With modulation collimators (pitch 34' and 43')
	B	4	320		2.5°	
	C*	2	80		3.8°	
	XFC	2	15	0.1-2	1.4°×5°	1-dim. mirror & multiwire PC
TSM	HXT	2	114	2-25	40°×40°**	1-dim. Hadamard mask
	ZYT	2	280	1.5-25	2°×25°	** at bottom criss-cross collimator
	RBM/GBD	2	14	10-100	1 str	NaI (Tl) Scintillator

2本にはすだれコリメーターが装備され数分角での位置決定が出来る。

### 3.2 トランジェントソースモニター (TSM)

TSM はアダマール変換望遠鏡 (HXT) とスラットコリメータ (ZYT) よりなる。HXT は一次元アダマールマスクと位置検出型比例計数管によって構成され直交する軸に2セットおかれている。ZYT は衛星のスピンの利用してファンビーム状の視野で天空をスキャンする。位置分解能は共に約1度で新星の発見や既知ソースの強度の変動を連続的にモニターする。

### 3.3 X線集光鏡 (XFC)

XFC は一次元集光鏡と薄膜多芯比例計数管より構成され、衛星のスピンの利用して2次元の位置情報が得られる。エネルギー範囲は0.1~2 keV で SPC に感度のない超軟X線領域をカバーする。

### 3.4 γバースト、放射線帯モニター (GBD/RBM)

スピン軸方向、及びそれと直交する方向にとりつけられた NaI シンチレーターで、γ線バーストの立ち上がり時間とプロファイルを記録する。この装置は、また、高い放射線帯を検知し、他機器に警告を発する。通常他

のX線検出器はこの警告に従って高圧を下げ自身の劣化をふせている。

表1にこれらの検出器の諸元をまとめておく。

## 4. 「てんま」の観測

「てんま」は打ち上げ後、すぐに共通系の機能チェックがすすめられ、3日後には順次観測機器の高圧が印加された。3月中旬からは姿勢系チェックとかねて Vela X-1 の観測に入った。Vela X-1 は「はくちょう」でも重要なデータを提供したなじみのX線パルサーである。

得られた結果の一端を紹介しよう。図3は3月16日に観測されたフレアーである。Vela がときどき 1Crab 程度のフレアーを起こすことは「はくちょう」で知られていたが、「てんま」は大変奇妙なことを発見した。パルス周期は283秒で図に矢印で示してある。1パルスの中に多数の山や谷がある。このように複雑な形状になぜなるのが疑問なのだが、「てんま」のフレアーはある特定のパルス位相のところのみ盛り上がっている。このことはパルスの発生機構に重大な情報を提供しているのではないだろうか。これからの解析が楽しみである。

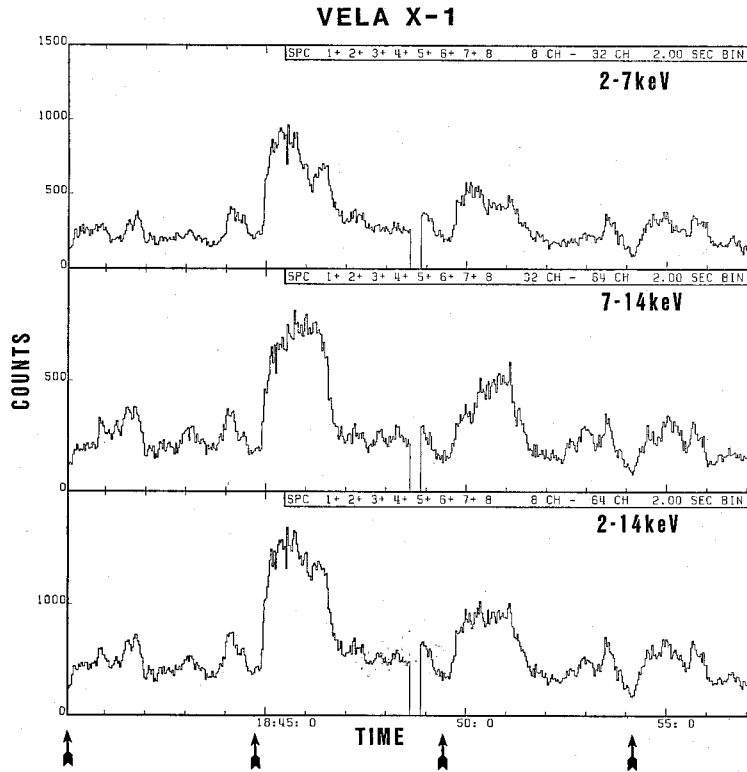


図1 「てんま」による Vela X-1 のフレア

「てんま」は今後、コマクダスター、Cen X-3 へと観測をすすめる。この間に、姿勢ドリフトの性格を理解し、これを最小におさえること、X線検出器の性能をチェックし最適状態にすること、バックグラウンドのふるまいを調べ上げることが主目的に行なわれる。これに並行して共同利用に向けてデータ処理プログラムの整備がすすめられる予定である。

## 5. おわりに

1970 年末「ウフル」衛星が上げられて以後 70 年代後半にはそれぞれの特徴を生かした衛星がいくつも上げら

れた。「はくちょう」はこの期の最後をかざるものであった。80 年代に入ると、これらの衛星は次々に機能を停止し残るは「はくちょう」のみとなった。この時期即ち 80 年代前半の X 線天文を背負う衛星として「てんま」は誕生したわけである。このような事情から「てんま」は広く天文研究者に開放される予定である。残念なことに、我国では、共同利用の体制が必ずしも整っているわけではないが、我々としては精一杯の努力をしているつもりである。そこで最後に一言「大いにてんまを利用し可愛がって下さい。」

## 雑 報

### 1983 年 6 月末日に「うるう秒」の挿入

国際報時中央局 (BIH) は、協定世界時 (UTC) に次の「うるう秒」を挿入する日時を 1983 年 6 月末日の最終秒 UTC とすることを決めた。JJY 電波報時などにより日本で通報される標準時 (=UTC+9 時間) の秒信号は 1983 年 7 月 1 日に、

$$8^{\text{h}}59^{\text{m}}59^{\text{s}}, 8^{\text{h}}59^{\text{m}}60^{\text{s}}, 9^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$$

と刻まれ、標準時が 1 秒間遅らされることになる。

UTC は原子振動に基づいた原子時の秒を刻み、その時刻は地球の自転に基づいた世界時 (UT1) から  $\pm 0.9$  秒を超えないように「うるう秒」によって調整されている時系である。1982 年の 12 月中の平均の地球自転速度の変動は原子時にたいして約  $-2.35$  ミリ秒/日で、遅れを示していたが、今年の 1 月末にはその変動が約  $-2.80$  ミリ秒/日となり自転速度の遅れが増す傾向になっている。この遅れがそのまま続く仮定すれば 6 月末には、UTC は UT1 にたいして約 0.4 秒の進みとなる。そのため BIH では、はやめに「うるう秒」の挿入にふみきったものと考えられる。