

# 「すざく」の状況と今後の予定

2005年8月24日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究本部

「すざく」チーム

教授 井上 一

# ASTRO-EII衛星の概要

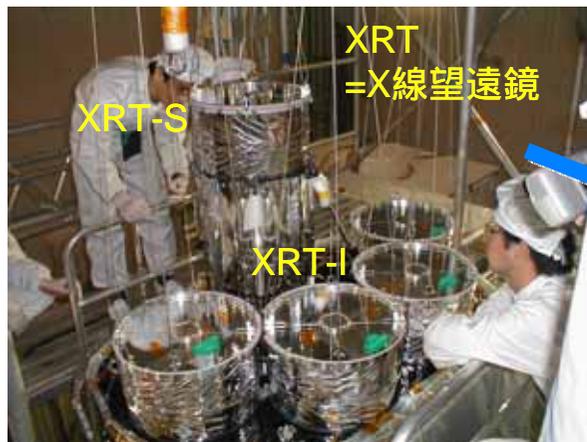
日本のX線天文衛星として5代目にあたる。優れたエネルギー分解能と、広い観測帯域を併せ持ち、宇宙X線の放射源の理解に威力を発揮する。例えば、宇宙の高温ガスのイオン化状態を詳細に調べたり、ドップラー効果を用いてその速度を精度高く実測できる。これにより、銀河団の合体による宇宙の構造形成や、ブラックホール近傍でのエネルギー解放や時空構造の解明をめざす。

2000年2月に軌道投入できなかった ASTRO-E 衛星の再挑戦機で、日本の主導のもと、アメリカ等との国際協力により開発され、軌道投入後は世界に開かれた日本の軌道天文台として運用される。

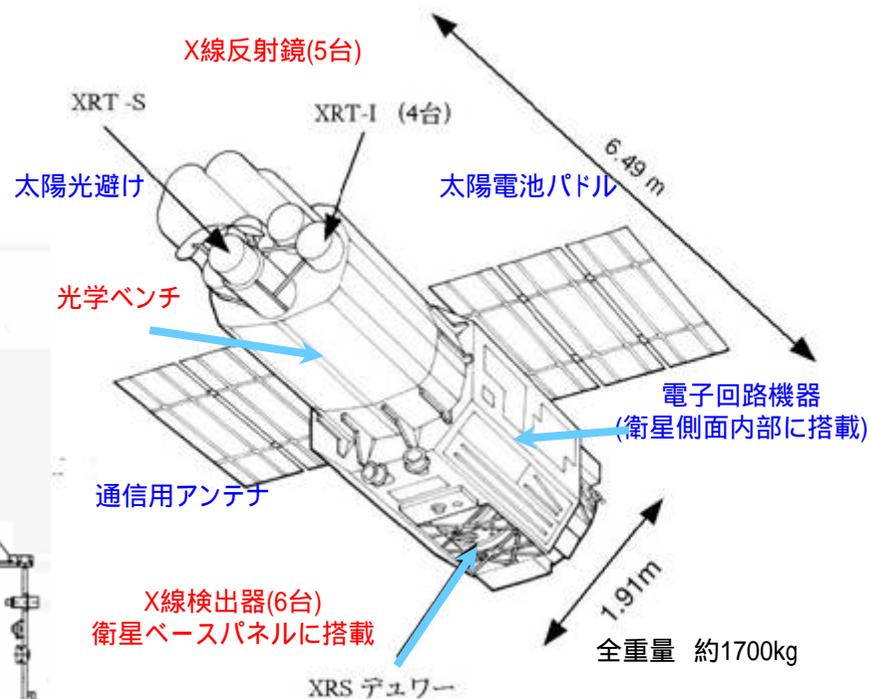
諸元	
全長	6.9 m(軌道上)
胴体幅	1.9 m
パドル翼幅	5.4 m
重量	1.7 t
打ち上げ	M-V 6号機
軌道	高度 約550 km 略円軌道 軌道傾斜角32度



# 衛星概観と観測装置



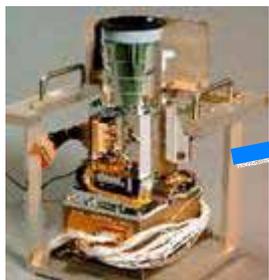
打ち上げ状態



軌道上定常観測状態



EOB  
=伸展式  
光学ベンチ



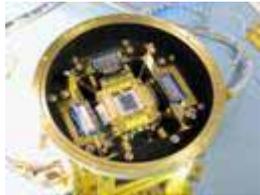
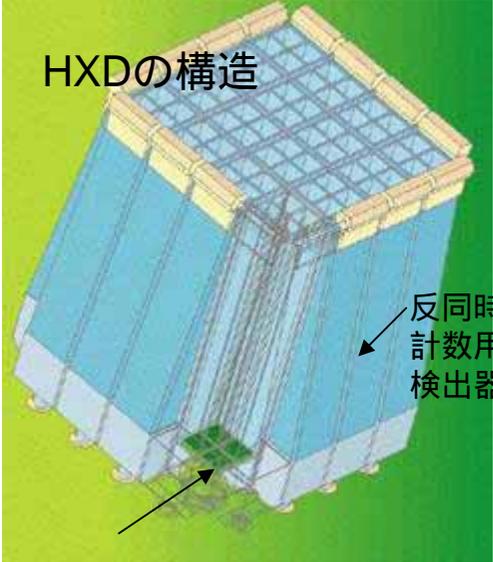
XIS=X線CCDカメラ



HXD  
=硬X線検出器

(XRTとXRSをNASAと共同開発)

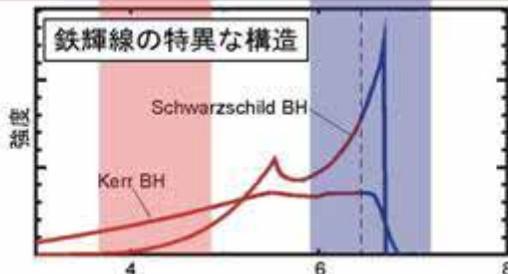
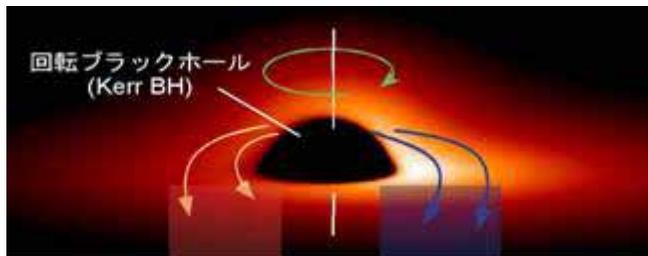
# すざくの観測装置の特徴

	超高分解能分光	広帯域分光	
	XRT+XRS	XRT+XIS	HXD
エネルギー範囲	0.5から10キロ電子ボルト	0.3から10キロ電子ボルト	10から700キロ電子ボルト
特徴	絶対温度60mKの極低温で動作する微少熱量計によりX線CCDに比べて20倍程度すぐれた分光能力を実現。特に2キロ電子ボルト以上のエネルギー範囲では世界で最高の分光性能。	4台で、あすか衛星のX線CCDカメラ2台の約4倍の有効面積を持ち、性能も改善されている。 1台に裏面照射型CCDを搭載し、あすか衛星のCCDが全く感度をもたなかった低エネルギー領域で高い感度を実現。しかも、そのエネルギー領域で、チャンドラやXMM-ニュートンのCCDに比べて2倍程度優れたエネルギー分解能を持つことを確認。	井戸型構造を持つ反同時計数アクティブシールドにより、荷電粒子のバックグラウンドを極限まで低減し高い感度を実現。これまでのこのエネルギー帯の観測装置にくらべて数倍高い、史上最高の感度が期待される。
	<p>XRT </p> <p>XRS 検出器部 </p>	<p>XRT (4台) </p> <p>XISカメラ (4台のXRTの焦点面にそれぞれ1台づつ) </p>	<p>HXDの構造 </p> <p>反同時計数用検出器</p> <p>X線検出器</p>

# 「すざく」のめざす主要なサイエンス

ブラックホール：  
近傍の高エネルギー現象や時空の歪み

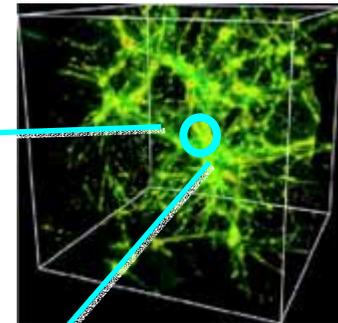
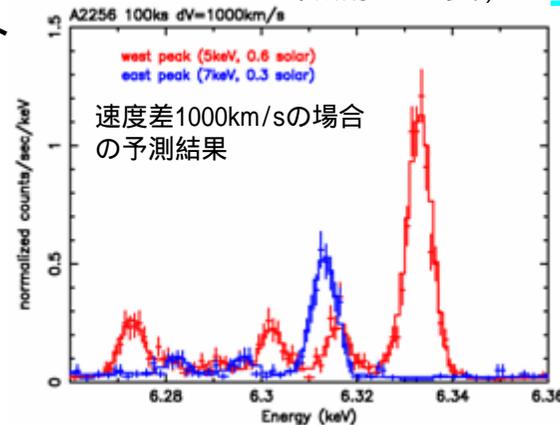
(XISとHXDによる広帯域スペクトル観測が重要)



相対論的な効果でひずむ鉄の特性X線の分光観測(予測)

銀河団の衝突合体：  
宇宙の構造形成の現場

(XRSの分光能力と  
XISのイメージ観測が重要)



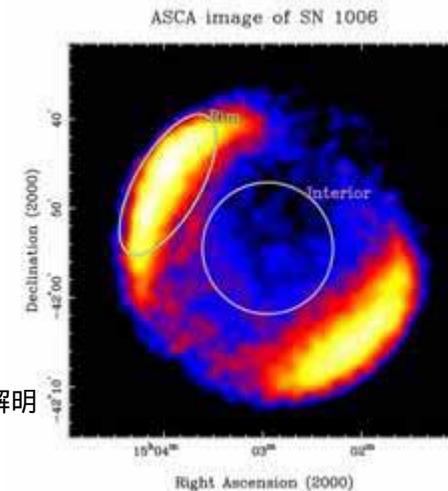
上) 宇宙の構造形成のシミュレーション。  
銀河団が次々と衝突、合体する。

左) 合体中の2つの銀河団の速度を、鉄の  
特性X線のドップラーから実測

非熱的な放射：  
宇宙線加速の現場や天体  
のエネルギー解放の理解

(HXDのスペクトル観測と  
XISのイメージ観測が重要)

超新星残骸のX線像(「あすか」衛星)。  
周辺部で激しい粒子加速が起きている。  
膨張速度の実測や非熱的放射の性質の解明



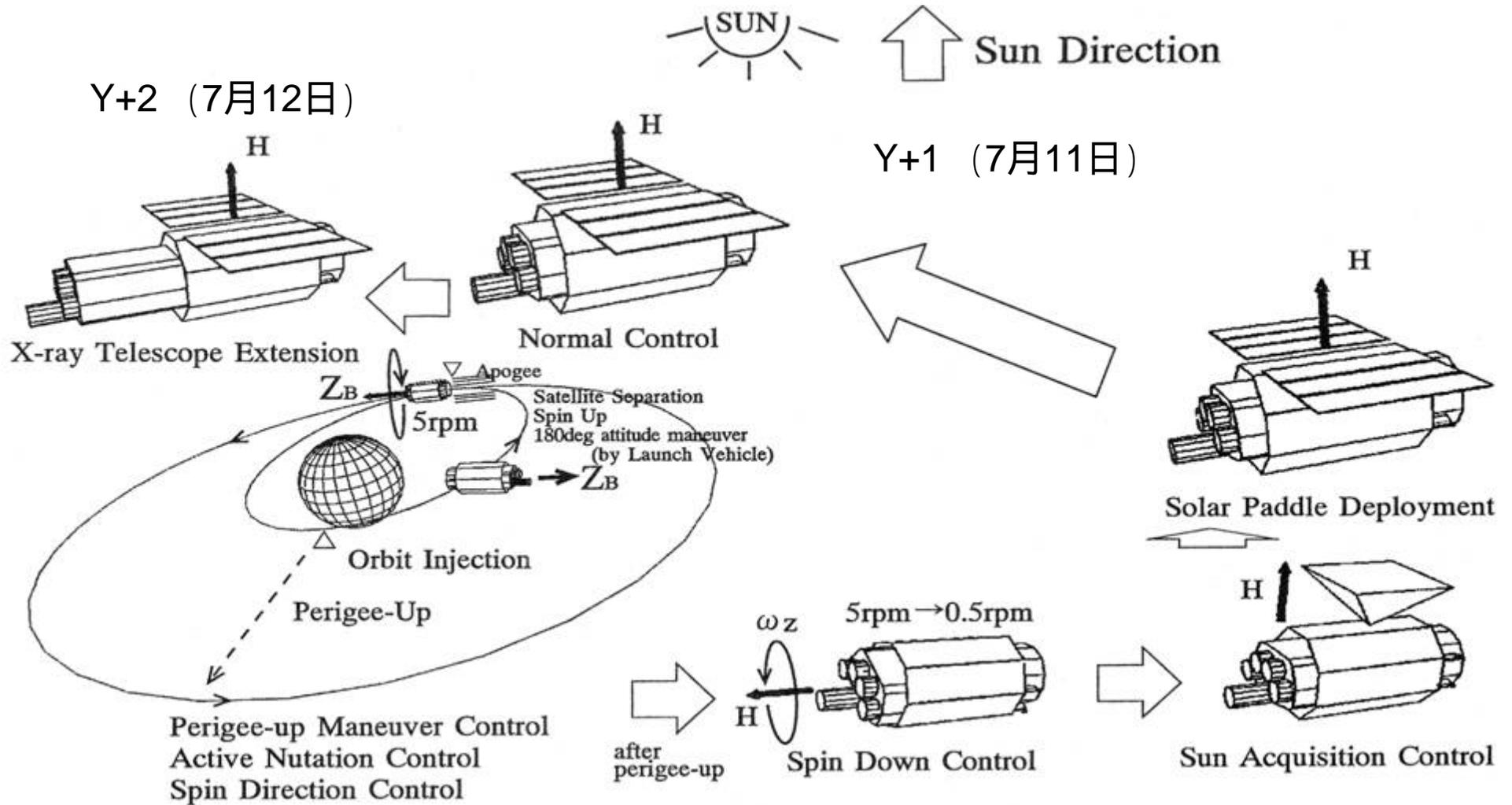
## 軌道投入と軌道修正

- ・「すざく」(ASTRO-EII)は、2005年7月10日12時30分に内之浦宇宙空間観測所からM-Vロケット6号機により打上げられた。
- ・7月21日までに、スピンドアウン、太陽電池パドル展開、3軸姿勢制御モードを確立し、近地点高度を300Kmから約560Kmまで上げて、予定していた軌道高度の円軌道を達成

### 7月21日までに行った主要な作業

日	軌道制御	(遠地点)	(近地点)	姿勢制御	電源系	観測系
7月10日	軌道投入	~ 560 km	~ 250 km			XRS排気弁開
	デルタV		~ 300 km	機軸回リスピン		
7月11日				三軸制御	パドル展開	
7月12日						光学ベンチ伸展
7月13日				安全待避モード		
7月14日						
7月15日				三軸制御		
7月16日				(姿勢変更)		
7月17日	デルタV試験					
7月18日	デルタV	(537 km)	352 km			
7月19日	デルタV		464 km			
7月20日	デルタV		569 km	(姿勢変更)		
7月21日	デルタV	566 km				

# パドル展開と光学ベンチ伸展



打上げ直後 1回ペリジーアップ実施

Y+1 (7月11日)

衛星共通系・地上運用系確立

～8月中旬までに、衛星定常運用確立

衛星共通系

電源系

姿勢制御系

データ処理系

通信系

問題なく運用中

地上運用系

内之浦宇宙空間観測所

相模原宇宙空間運用センター

問題なく運用中

## 観測系立ち上げ

- ・(X線望遠鏡(XRT) + X線微少熱量計(XRS))システム : 1ユニット
  - 7月26日 絶対温度60ミリ度達成 (世界記録)
  - 6 keVのX線に対し分光性能 7 eV 達成 (世界記録)
  - 8月8日 全液体ヘリウムが気化し、観測不能
- ・(X線望遠鏡(XRT) + X線CCDカメラ(XIS))システム : 4ユニット
  - 7月27日 CCDを摂氏 - 90度(予定した動作温度)に冷却達成
  - 8月12 ~ 13日
    - 4台のCCDカメラのカバー開
    - 観測開始
- ・硬X線検出器(HXD)システム : 1ユニット
  - 8月17日 高電圧立ち上げ
  - 観測開始

# XRSの不具合について

## 不具合に至るまでの経緯

時刻(UT)	事象
7/10 3:30	打ち上げ
7/10 3:33	ヘリウム排気弁解放
7/10 3:53	温度制御電子回路on
7/10 4:12	ネオン排気、ヘリウム注入弁解放
7/11 1:06	機械式冷凍機運転開始
7/11 1:08	アナログおよびデジタル電子回路on
7/25 21:26	デュワー排気弁解放
7/26 15時頃	最初の断熱消磁冷凍機の再励磁を行い160mKに到達。 <b>校正用画素で7eVのエネルギー分解能を得られていることを確認</b>
8/4 14時頃	フィルターホイールの校正用X線源を使って、 <b>全画素が正常に動作し、約7eVのエネルギー分解能が得られることを確認</b>
8/8 9:17	この日の第一パスでヘリウムタンク温度が6K程度まで上昇していることを発見。次のパスの再生データで、UT8月8日2時くらいに異常が発生したことを確認。ヘリウムが気化して消失したと判断。

ヘリウムタンク温度は現在約15Kである。この温度では検出器を必要とする温度(60mK)まで冷却することができないため、XRSの機能は失われることとなった。

注: XRSは、検出器(X線カロリメーター)を絶対温度60ミリ度(摂氏マイナス273.09度)で動作させるため、検出器を冷凍機で冷却し、さらにその冷凍機を液体ヘリウムや固体ネオンで取り巻く構造となっている。

## 原因究明の状況について

- 8月10日付で、JAXA機構内に「すざく搭載観測機器(XRS)不具合原因究明チーム」を設置した。
- NASAも調査委員会を設置の予定である。
- JAXAの原因究明チームはNASAの調査委員会と協力あるいは合同して、原因究明を行う予定である。

# X線CCDカメラによる初画像とスペクトル

8月12日夕方から13日夕方にかけての運用で、4台のX線CCDカメラ(XIS)により、小マゼラン星雲にある超新星残骸(星の爆発の痕)E0102-72の撮像に成功した。(図1)

X線スペクトル(図2)においては、これまで見えにくかった500-700 eV付近の輝線を明確に捕捉し世界最高レベルの性能を発揮した。今後の観測により、生命のもととなる元素の宇宙における生成・流転について、新しい知見が得られることが期待される。

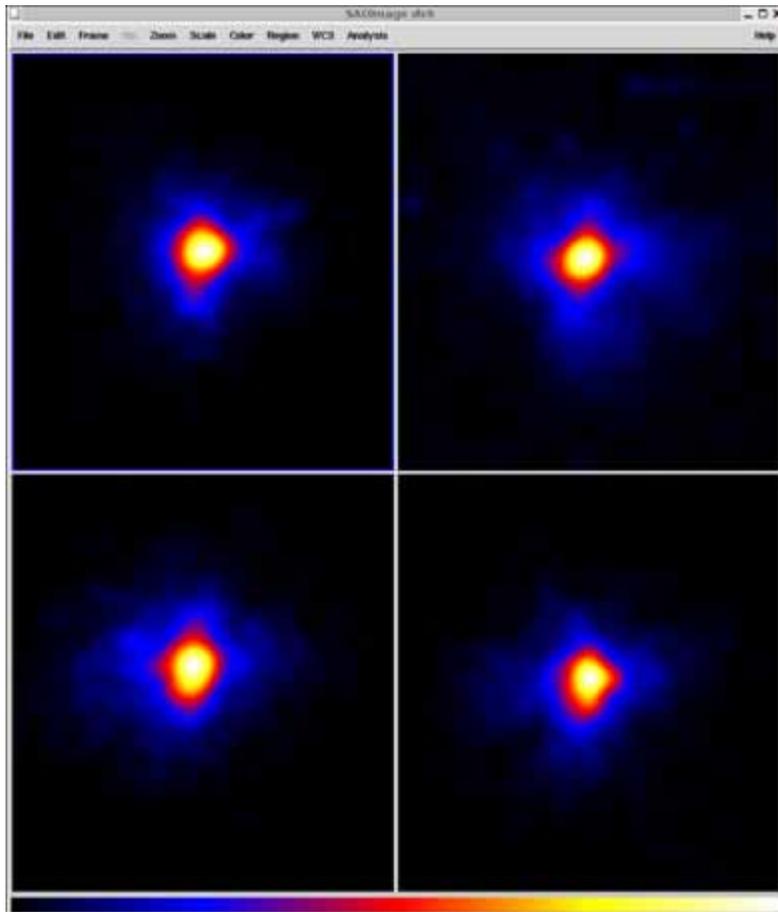


図1: 4台のX線CCDカメラによるX線像

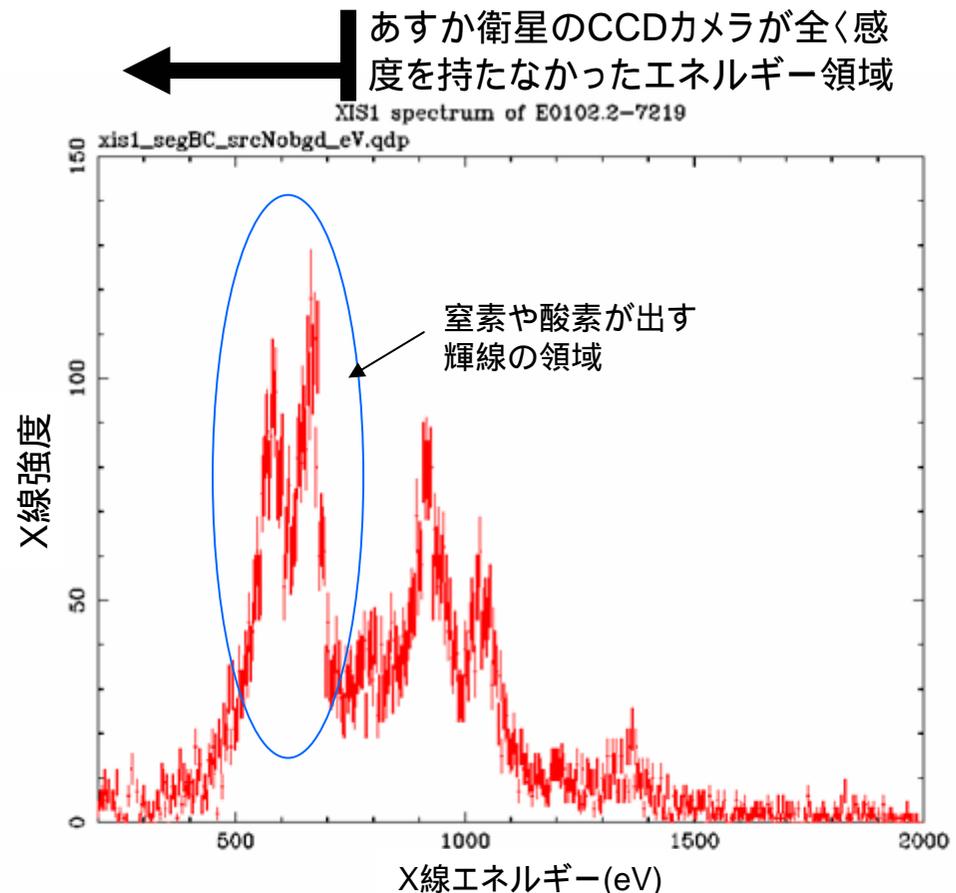


図2: X線CCDによるX線スペクトル