

2013年度課題研究P6
Suzakuによるガンマ線連星LS
I +61 303
の観測データの解析

2014年02月24日
種村剛

もくじ

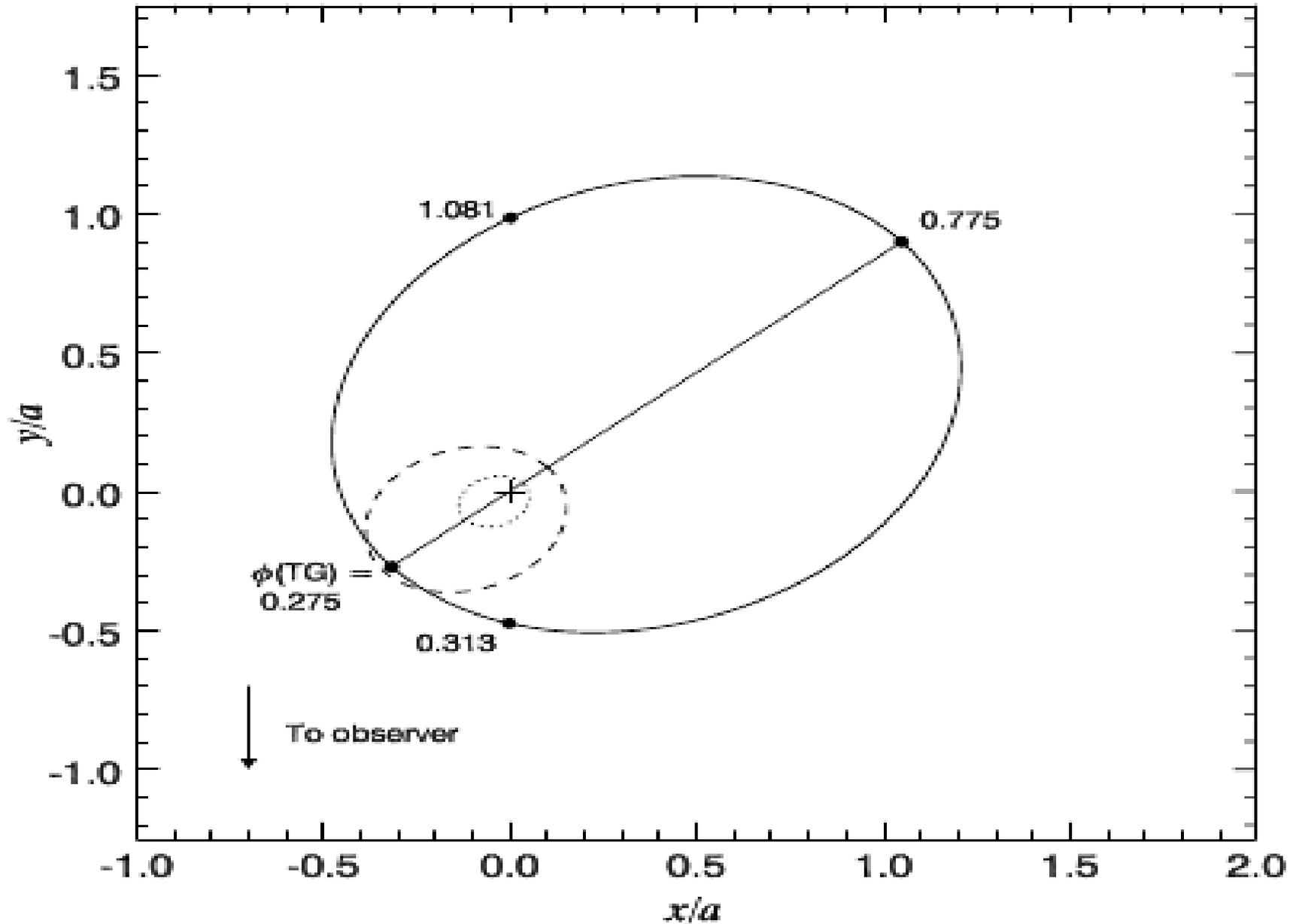
- 1 LS I +61 303の概要・過去の研究
- 2 目的
- 3 Suzaku衛星と検出器
- 4 解析結果(ライトカーブ、スペクトル)
- 5 考察
- 6 今後の課題

1. LS I +61 303の概要

- Be型恒星とコンパクト天体(中性子星orブラックホール)からなる連星
- 恒星: 表面温度1~3万Kの主系列星
恒星風を放出し、周囲にガス円盤を持つ
- 地球からの距離2kpc(約6520光年)
- 軌道周期26.5日 離心率0.537

LS I +61 303の軌道

(Aragona et al.2009)



過去の研究

- 電波～TeVガンマ線まで幅広い波長を放射
- それらは軌道周期26.5日に同期して変動する
- 電波、X線、GeVのピークは1667日という周期で変化
- TeVのFluxが遠星点付近で最大(しかしそうでないこともある)
- 多波長観測でもパルス見つからない
- 6.3GeVでFluxが下がる→ガンマ線パルサー
- X線バースト→高磁場中性子星

2. 目的

Suzakuによる観測データを解析することでLS I +61 303のコンパクト天体の正体を推定する。

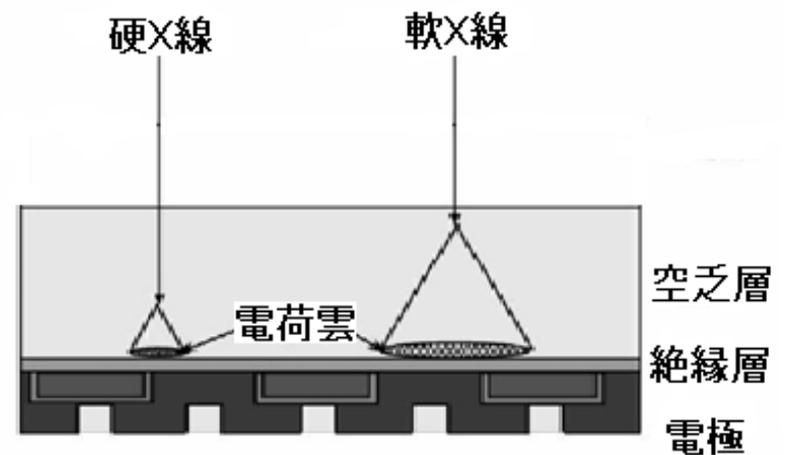
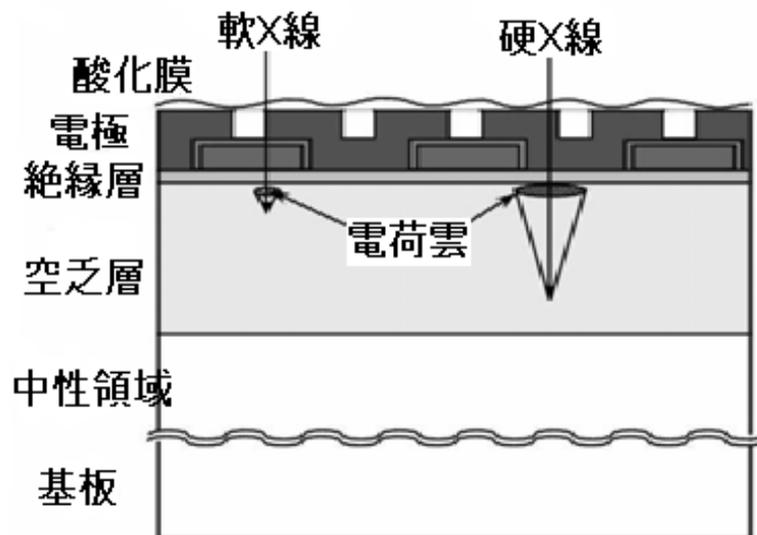
3. Suzaku衛星と検出器

- Suzakuは日本で5番目のX線観測衛星として2005年7月に打ち上げられた。
- X線望遠鏡(XRT)
- X線CCDカメラ(XIS)
- 硬X線検出器(HXD)
- X線マイクロカロリメーター(2005年壊れた)

XIS(x-ray imaging Spectrometer)

今回の解析に用いたのは表面照射型のXIS0,3と裏面照射型のXIS1のCCDカメラである。

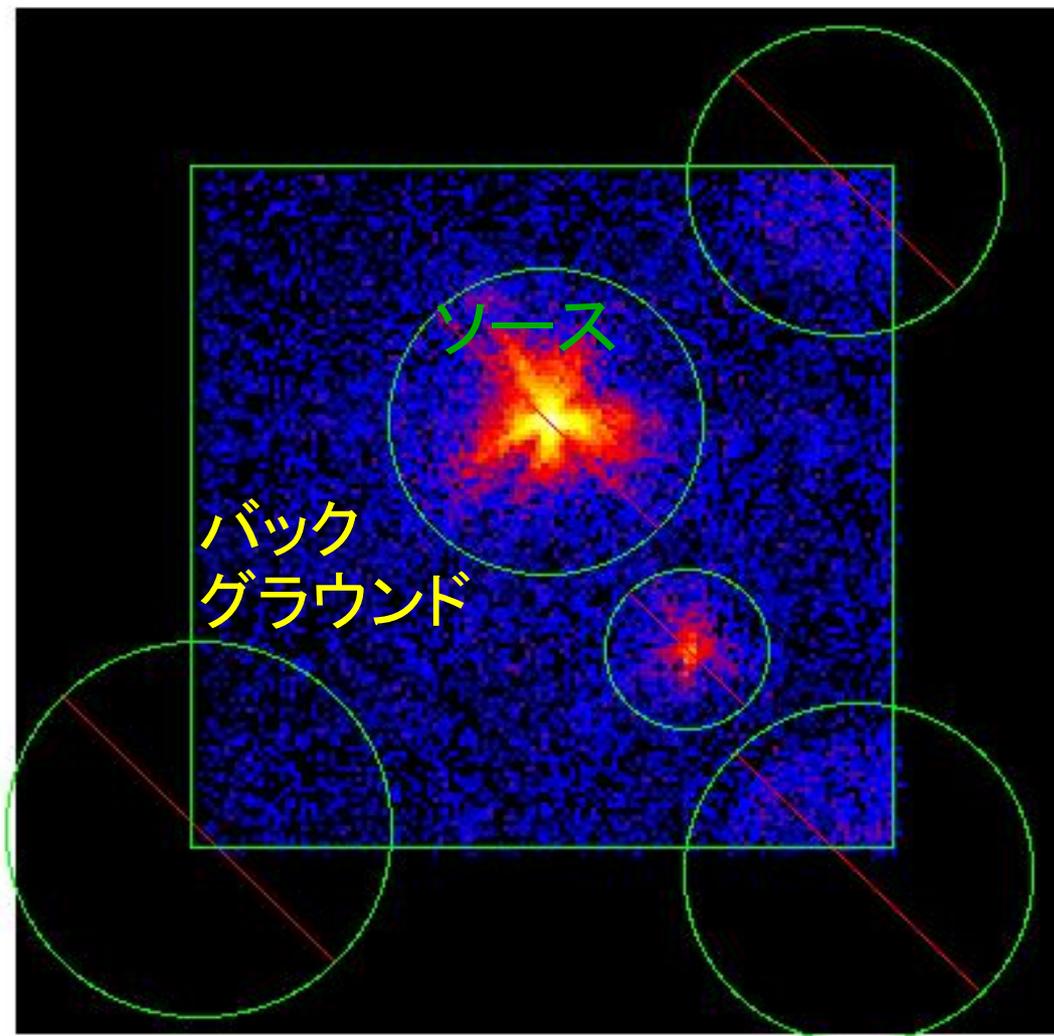
- 0.2~12keVのエネルギー帯域を観測できる。

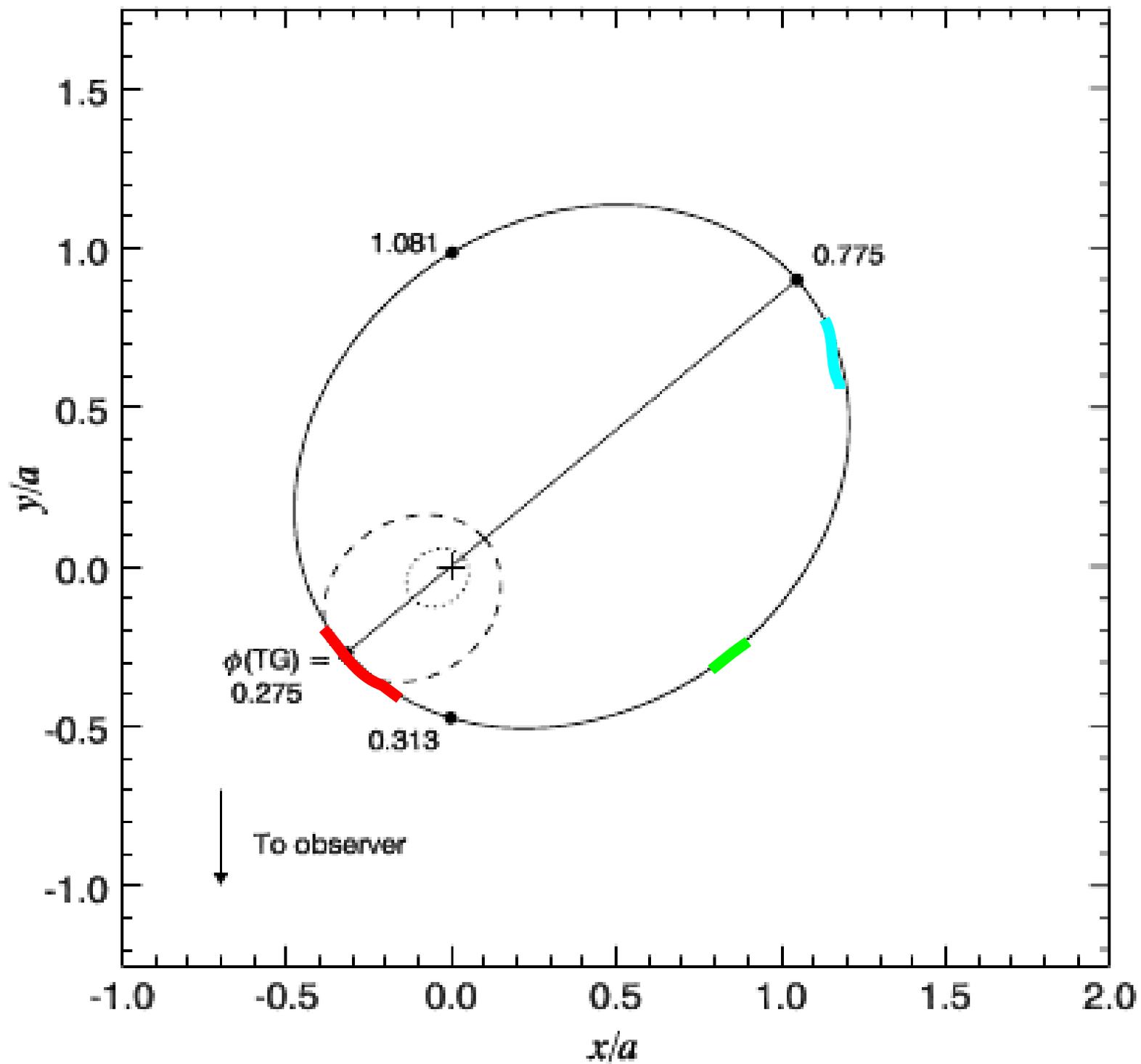


解析の流れ

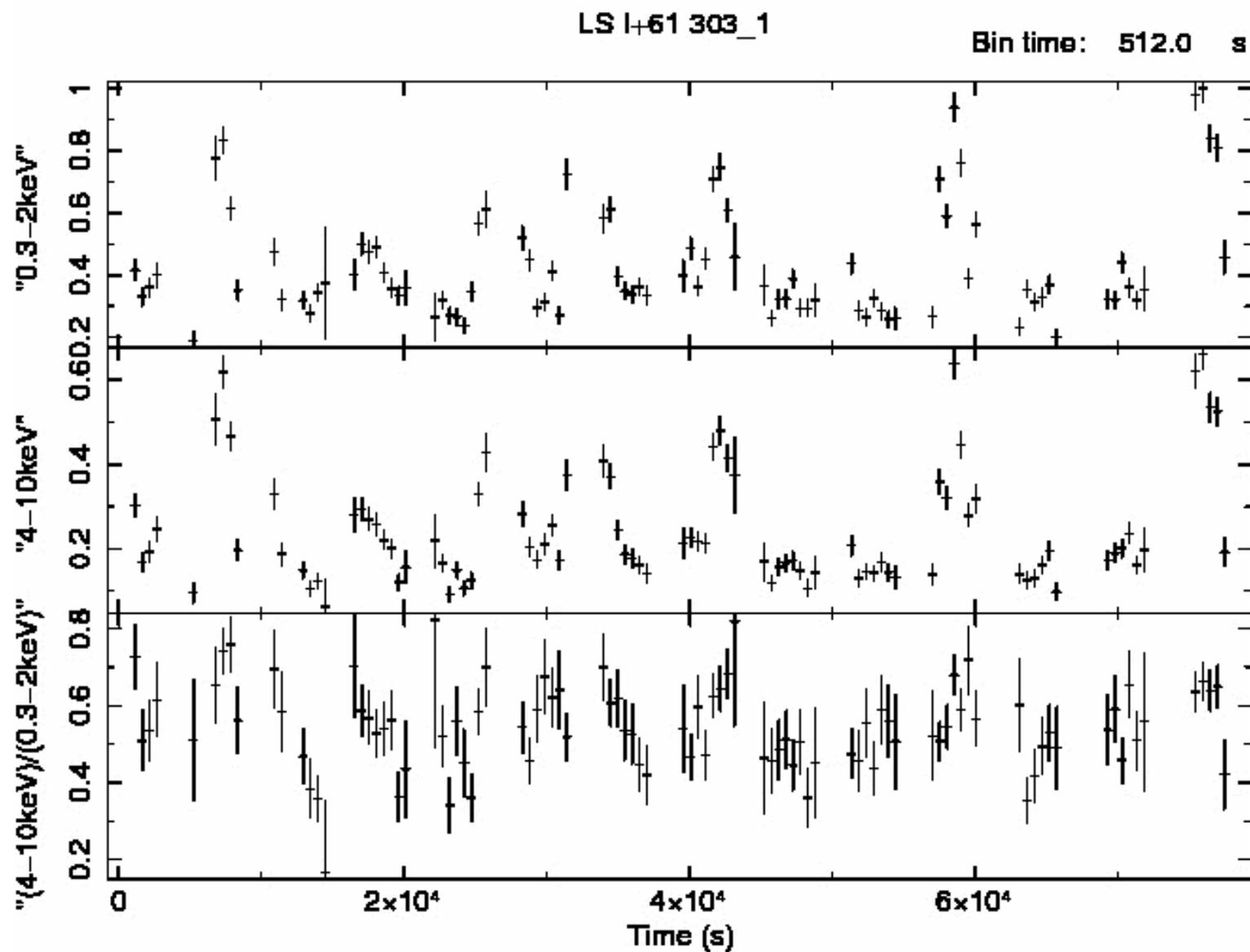
- DARTSというWeb上のデータベースからSuzakuの2009年1月から2月の間に行われた3回分の観測データを入手
- そのデータからイメージを抽出し、解析に使う範囲を次の図のように指定しました。

解析範囲



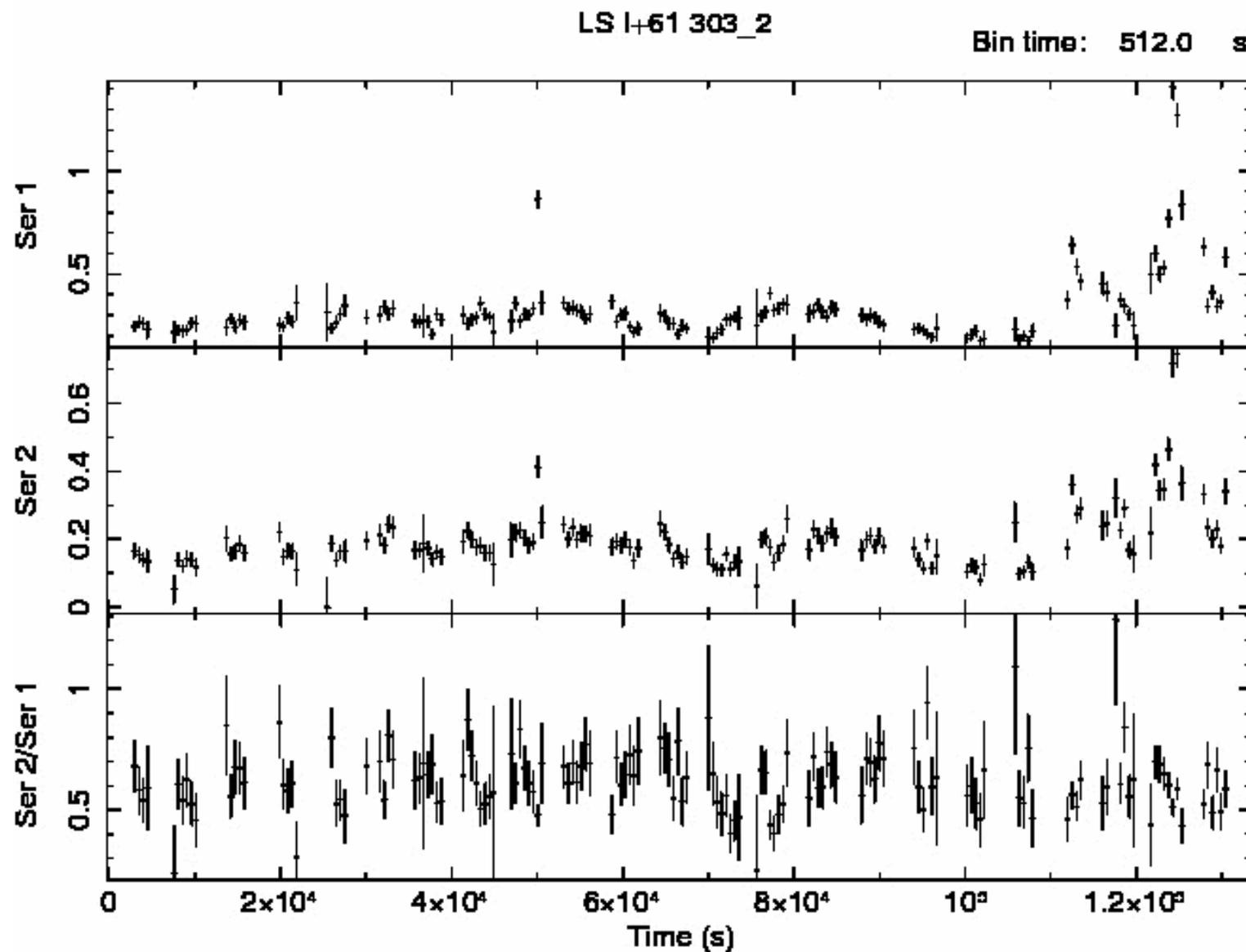


観測1 (縦軸はcounts/s)



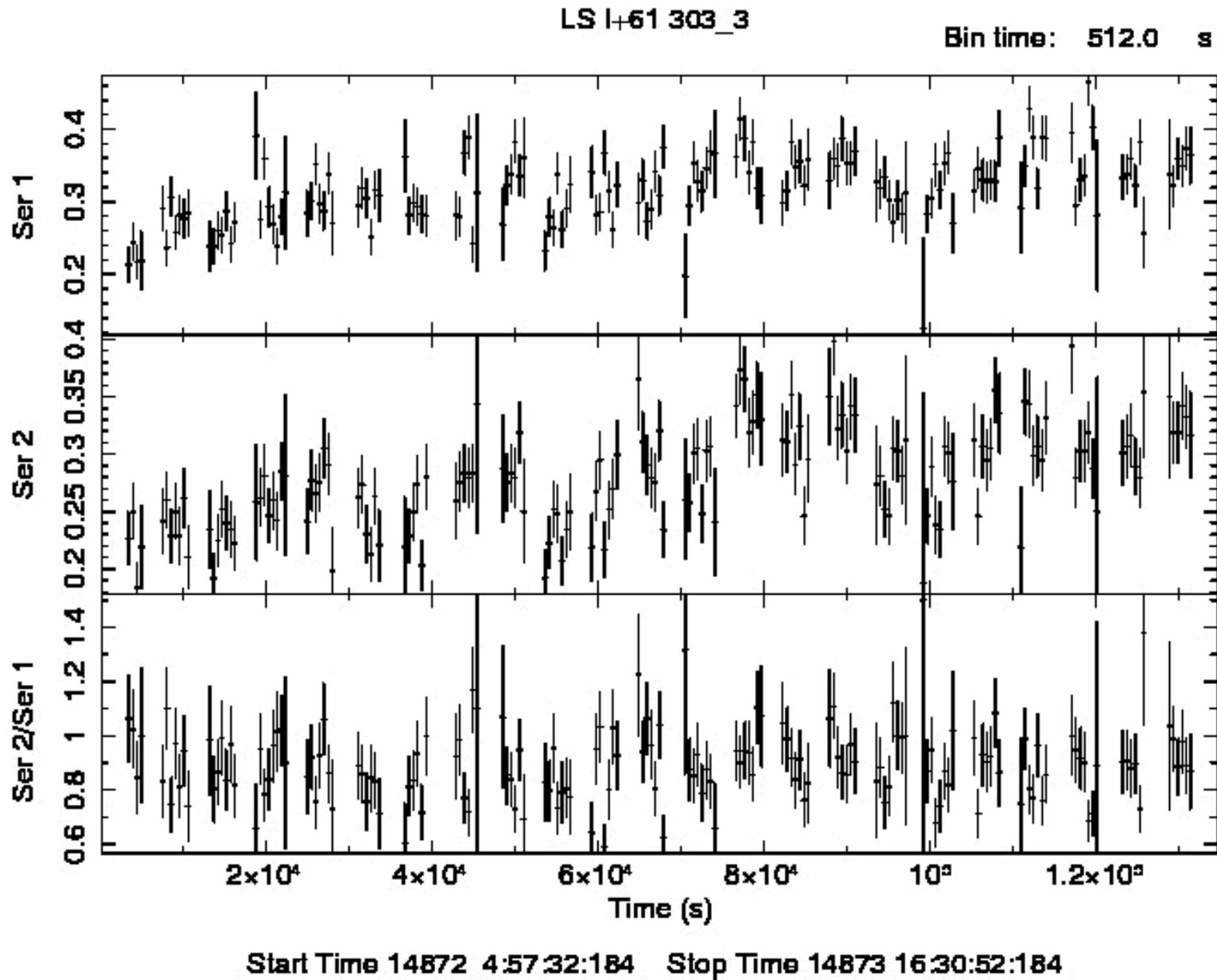
Start Time 14853 23:19:39.512 Stop Time 14854 20:31:07.512

観測2 (縦軸はcounts/s)



Start Time 14856 16:49:04:184 Stop Time 14858 4:13:52:184

観測3(縦軸はcounts/s)



pegpwrlw

スペクトル全体にべき型に伸びている連続成分を再現するためのモデルで

$$A(E) = KE^{-\alpha}$$

という式で表される。

K:今回は0.5~10keVの範囲のFlux[erg/cm²/s]

α :PhotonIndex[無次元]

log-logスケールのグラフ上では傾き $-\alpha$ の直線となる。

wabs

X線は衛星に到達するまでに星間物質による光電吸収をある確率で受ける。その確率を表したモデル。

$$M(E) = \exp(-nH^* \sigma(E))$$

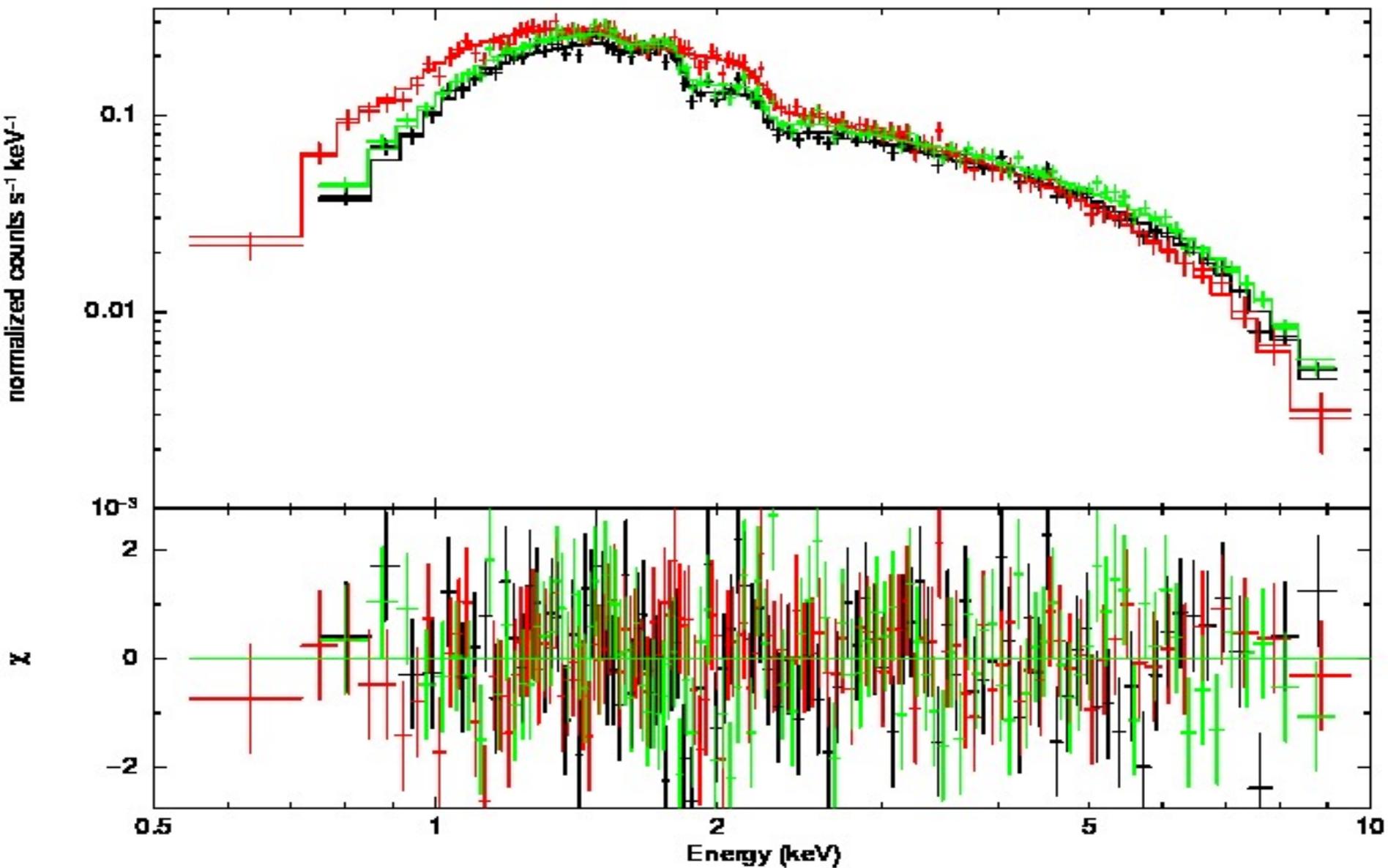
NH:水素の柱密度で、視線方向にどれだけの水素が存在するかを表す指標[原子数/cm²]

σ :宇宙元素組成比の際の光電吸収断面積である。

銀河系の中にある低温ガスによって吸収を受けて低エネルギー側で下がる。

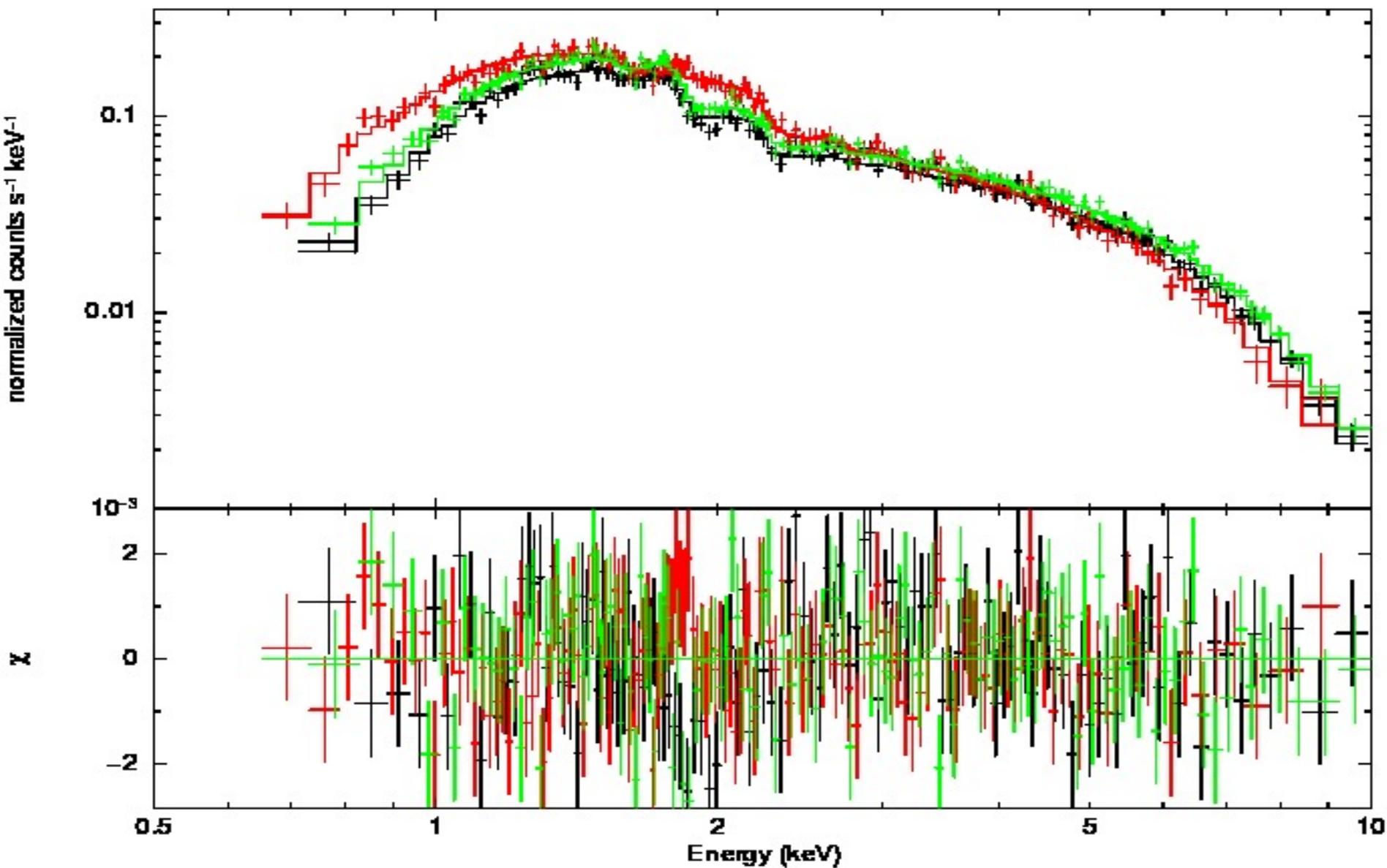
観測1 (0.5~10keV)

data and folded model



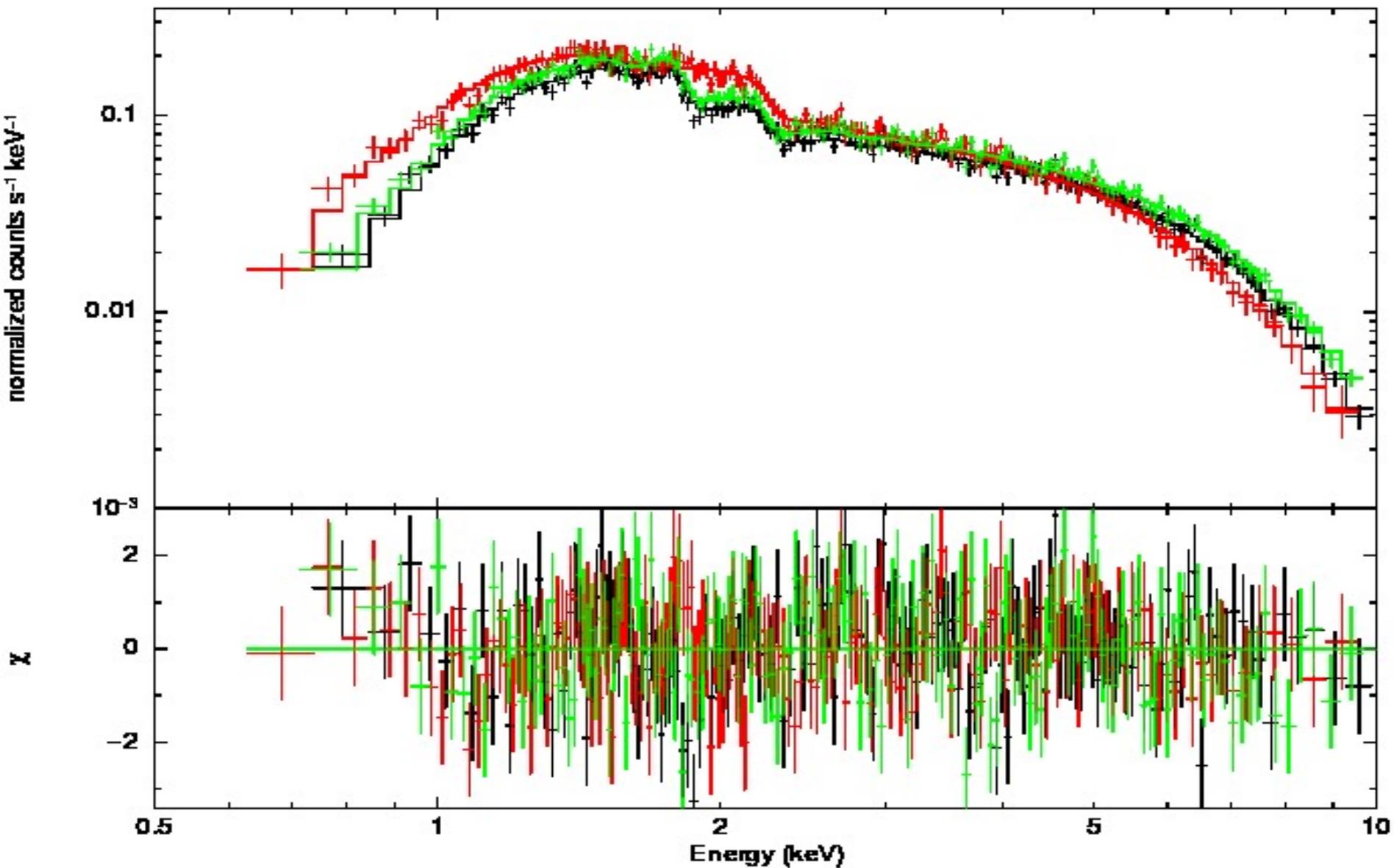
観測2(0.5~10keV)

data and folded model



観測3(0.5~10keV)

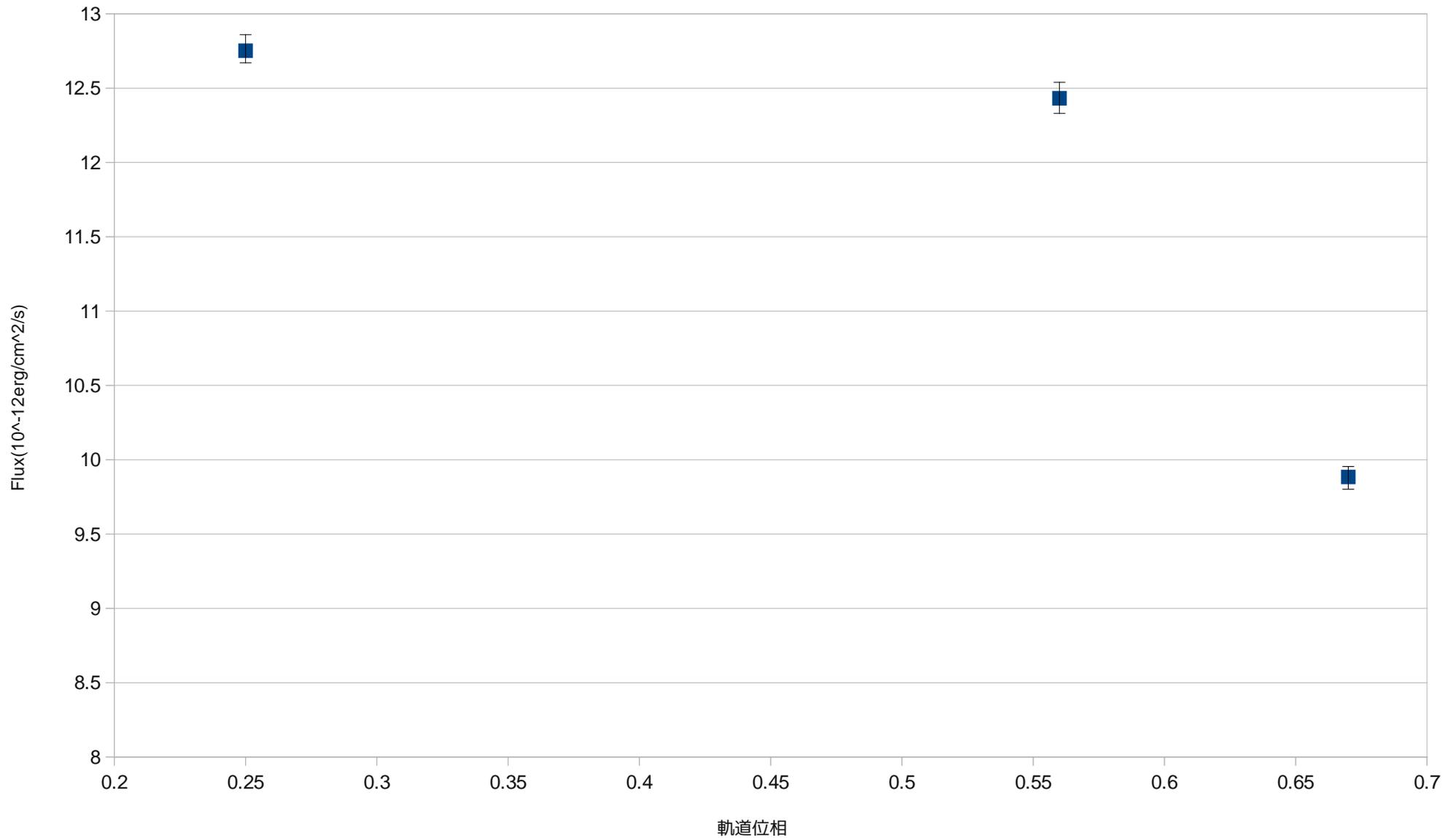
data and folded model



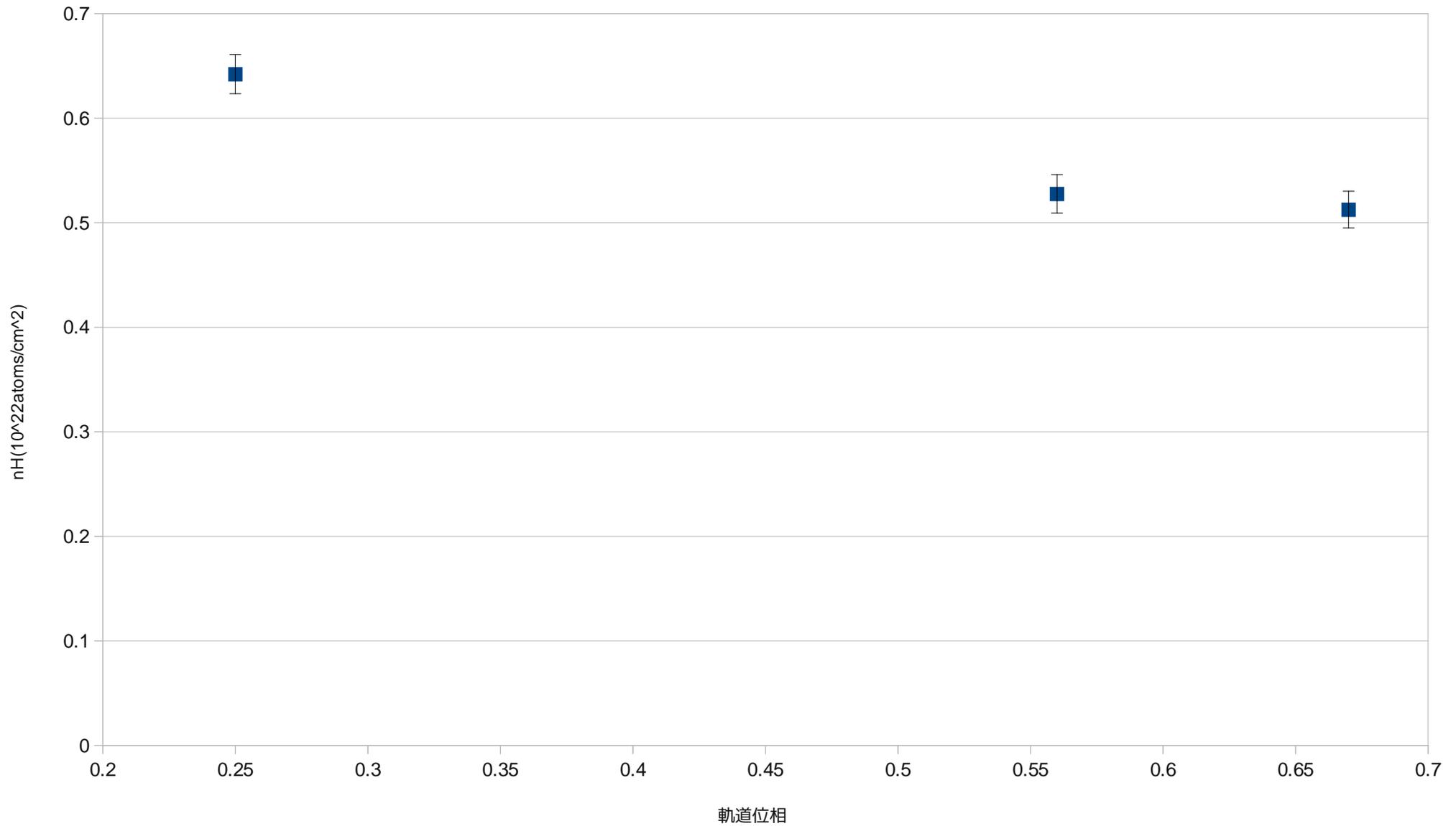
フィッティング結果

観測日 2009年	軌道位相	Photon Index	nH(wabs)	Flux(0.5- 10keV)	X ² (d.o.f)
観測 1(1/22)	0.56-0.60	1.86±0.0 2	5.27±0.1 9	12.43±0.11	0.87(315)
観測 2(1/25)	0.67- 0.72(遠)	1.79±0.0 2	5.12±0.1 8	9.88±0.08	1.01(375)
観測 3(2/10)	0.25- 0.31(近)	1.61±0.0 2	6.42±0.1 9	12.75±0.11	0.94(475)
過去 Chandora			(10 ⁻ 21/cm ²)	(10 ⁻ 12erg/cm ² /s)	
2008/11/14	0.94-0.98	1.70~1.83	6.10±0.0 8	6.6~9.0	

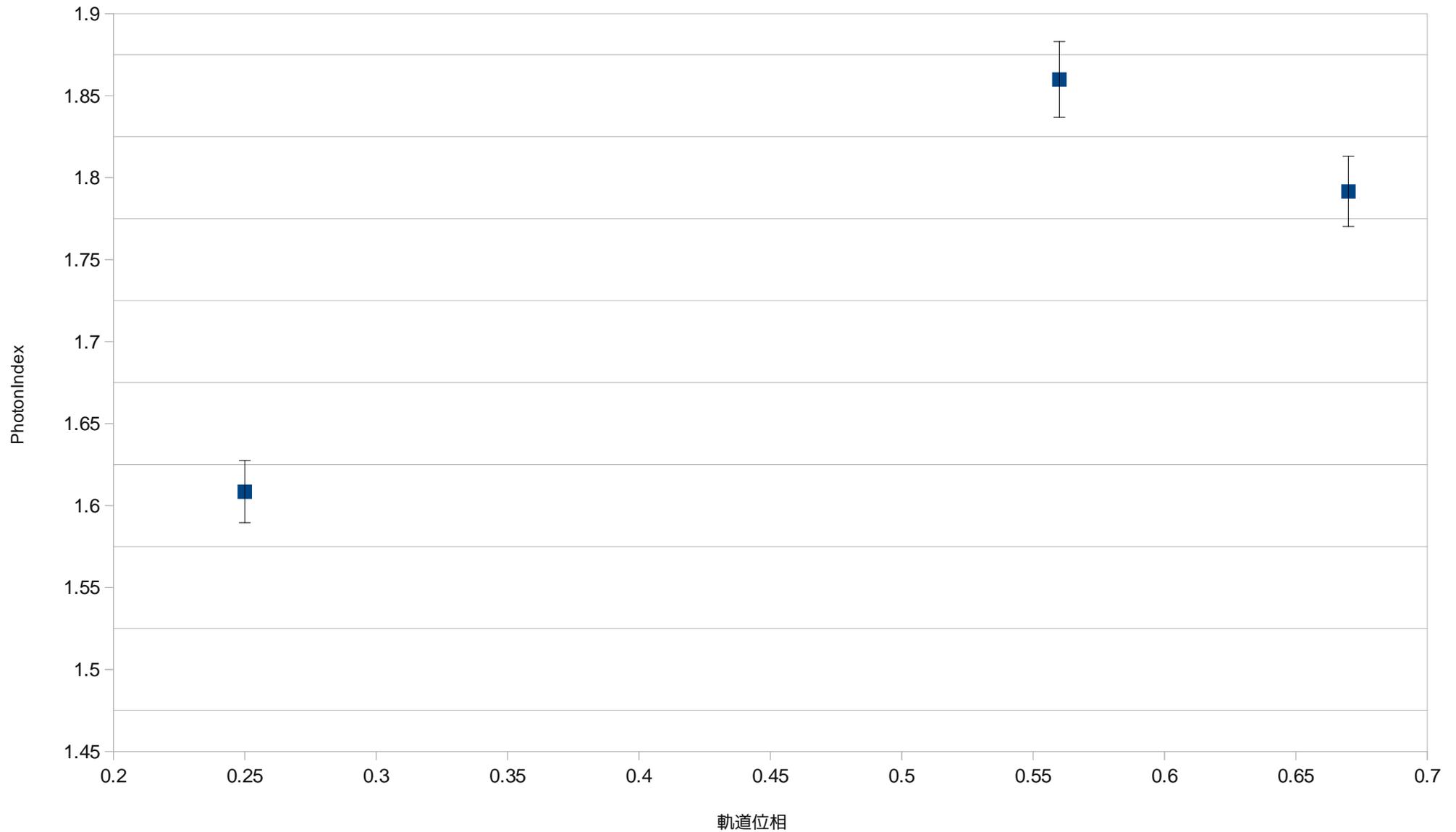
Fluxと軌道位相



nHと軌道位相



PhotonIndexと軌道位相



5. 考察

- べき乗型スペクトル
→ X線は高エネルギーな荷電粒子による非熱的放射
- TeVを定常的に放出することからブラックホールではなく中性子星(パルサー)と仮定して、可能性の高い放射メカニズムを考える。
- しかしパルスは見つかっていないのでパルサー風と恒星風の相互作用を考える

放射メカニズム

- 電場で加速された荷電粒子が強い磁場で曲率放射
→ガンマ線→電子・陽電子対→ガンマ線→たくさんの
電子・陽電子対
- パルサー風(電子・陽電子プラズマ)と恒星風(ガ
ス)が衝突し衝撃波により粒子が加速され高エネル
ギーになる。
- この相対論的粒子からのシンクロトロン放射や逆コ
ンプトン散乱でX線、ガンマ線が放出される。

6. 今後の課題

今回のX線観測からコンパクト天体の正体を決定することはできない。

LS I +61 303ガンマ線連星の放射メカニズムの解明には多波長観測(特にTeVガンマ線領域での)を続けていくことが必要