

X線新星 Swift J0840.7-3516, MAXI J1848-015, MAXI J1803-298 の観測



志達 めぐみ (愛媛大; shidatsu.megumi.wr@ehime-u.ac.jp),

根来 均 (日大), 三原建弘 (理研)・岩切 渉 (中央大), 上田 佳宏 (京大), 河合 誠之 (東工大),

中平 聡志 (ISAS/JAXA), 杉崎 睦 (NAOC), 小林 浩平 (日大), 高城 龍平 (日大),

Sean Pike (Caltech), Jamie Kennea (Penn State Univ.), Keith Gendreau (NASA), 榎戸 輝揚 (理研)

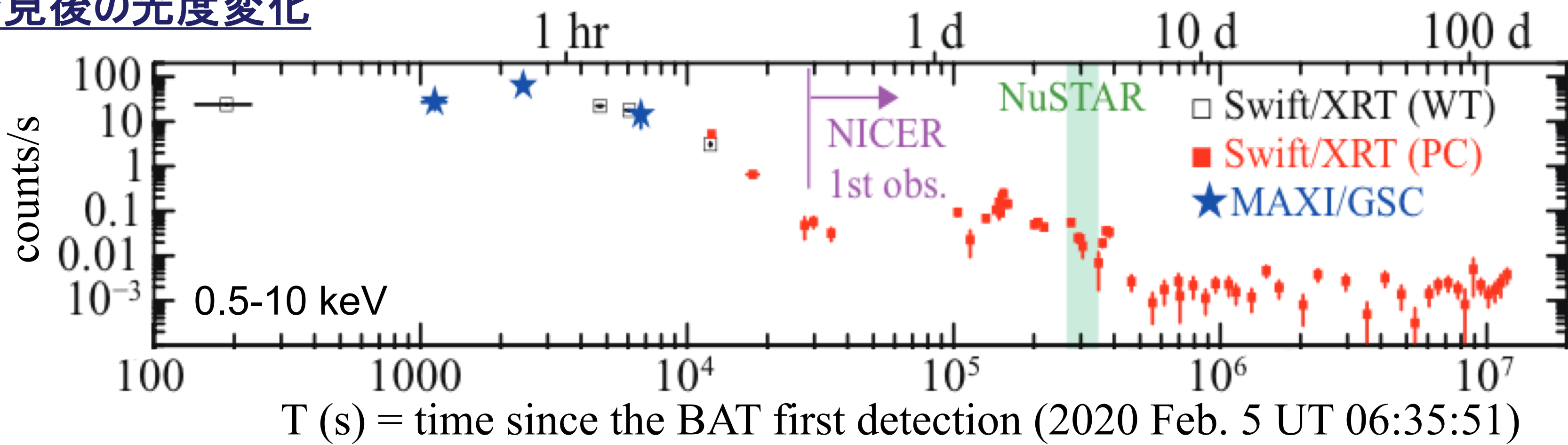
最近 MAXI が発見・検出した X 線新星 3 天体 (Swift J0840.7-3516, MAXI J1848-015, MAXI J1803-298) について、MAXI と Swift 衛星, NICER, NuSTAR 衛星による増光中の X 線観測の成果を報告する。X線強度やスペクトルの長期変化の特徴から、いずれも銀河系内の X 線連星である可能性が高いことが判明した。本講演では、その観測結果の詳細を説明し、天体の正体や特徴について議論する。

Swift J0840.7-3516

(Shidatsu et al. 2021, ApJ, 910, 144)

発見 (Swift/BAT): 2020/2/5
(Evans+ 2020, GCN #26982)

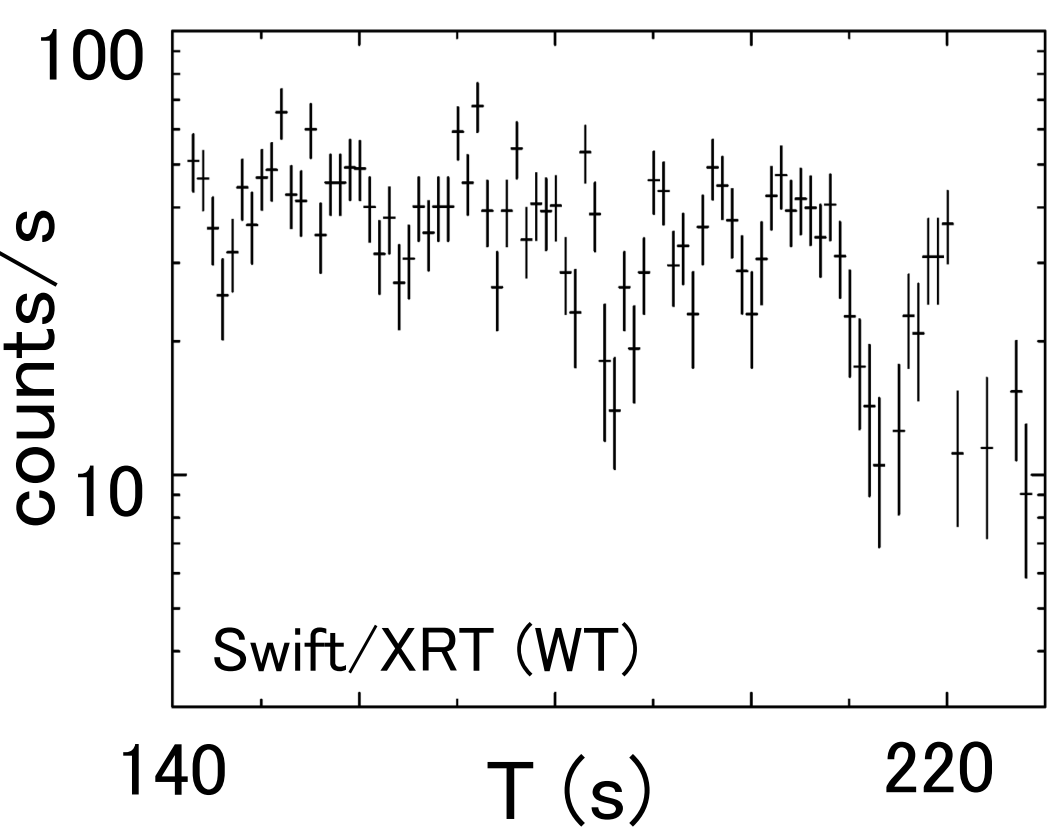
発見後の光度変化



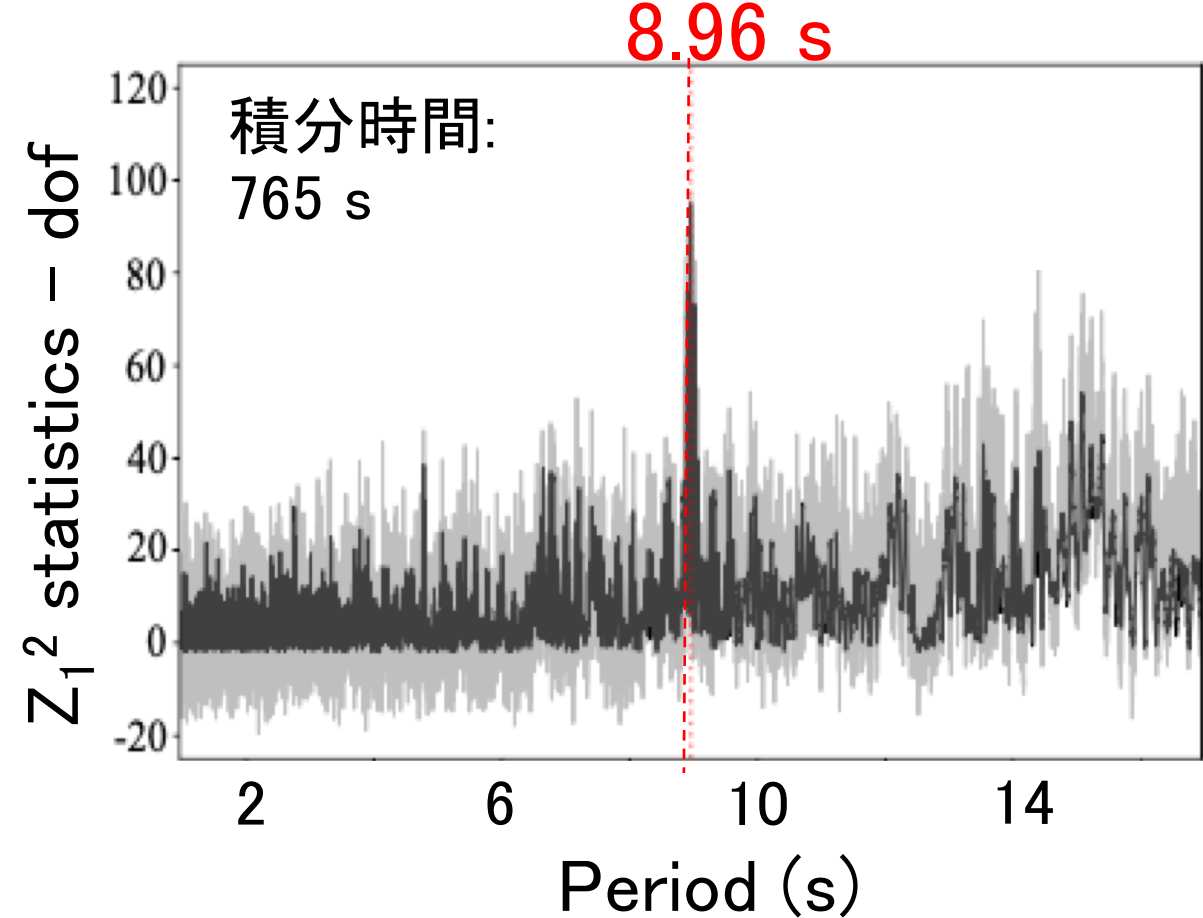
T (s) = time since the BAT first detection (2020 Feb. 5 UT 06:35:51)

- ~5 日で 5 桁の急減光 (典型的なブラックホール X 線連星より ~1 桁時間が短い)
- 減光後、X 線光度はほぼ一定

減光中の短時間変動

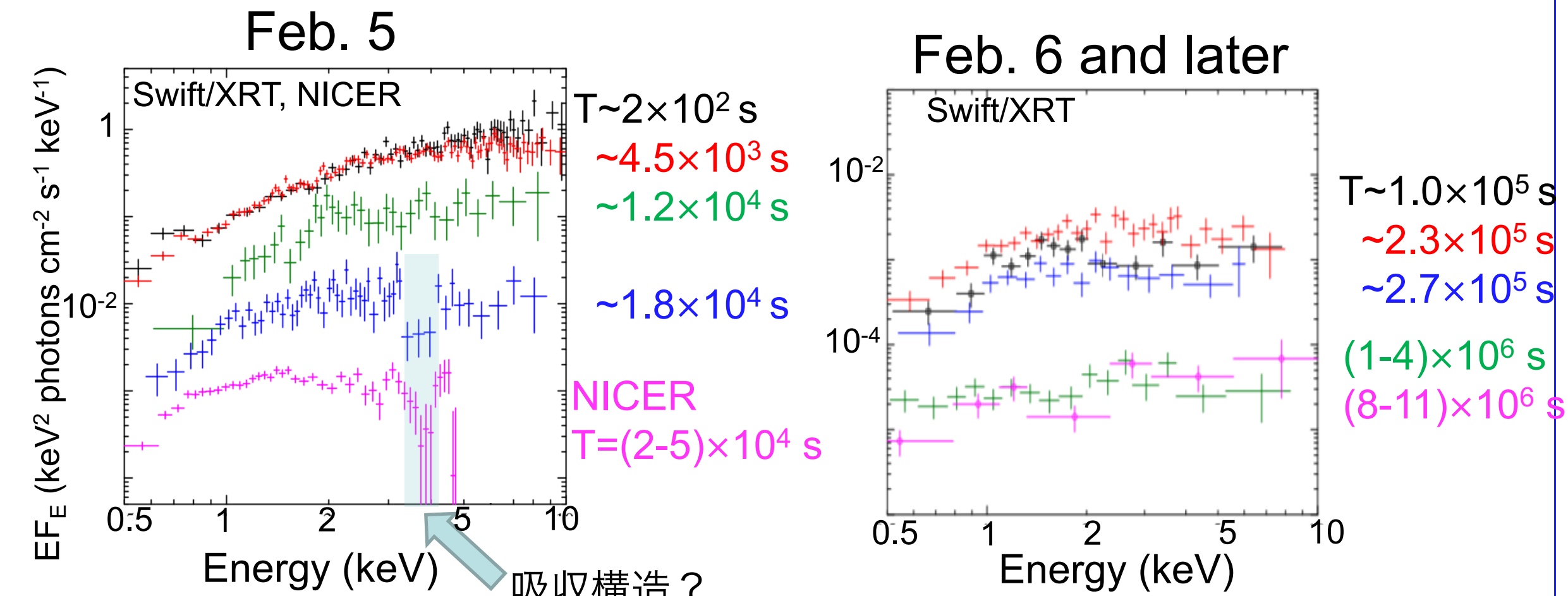


Swift/XRT (WT) の最初の3観測から得られた Periodogram

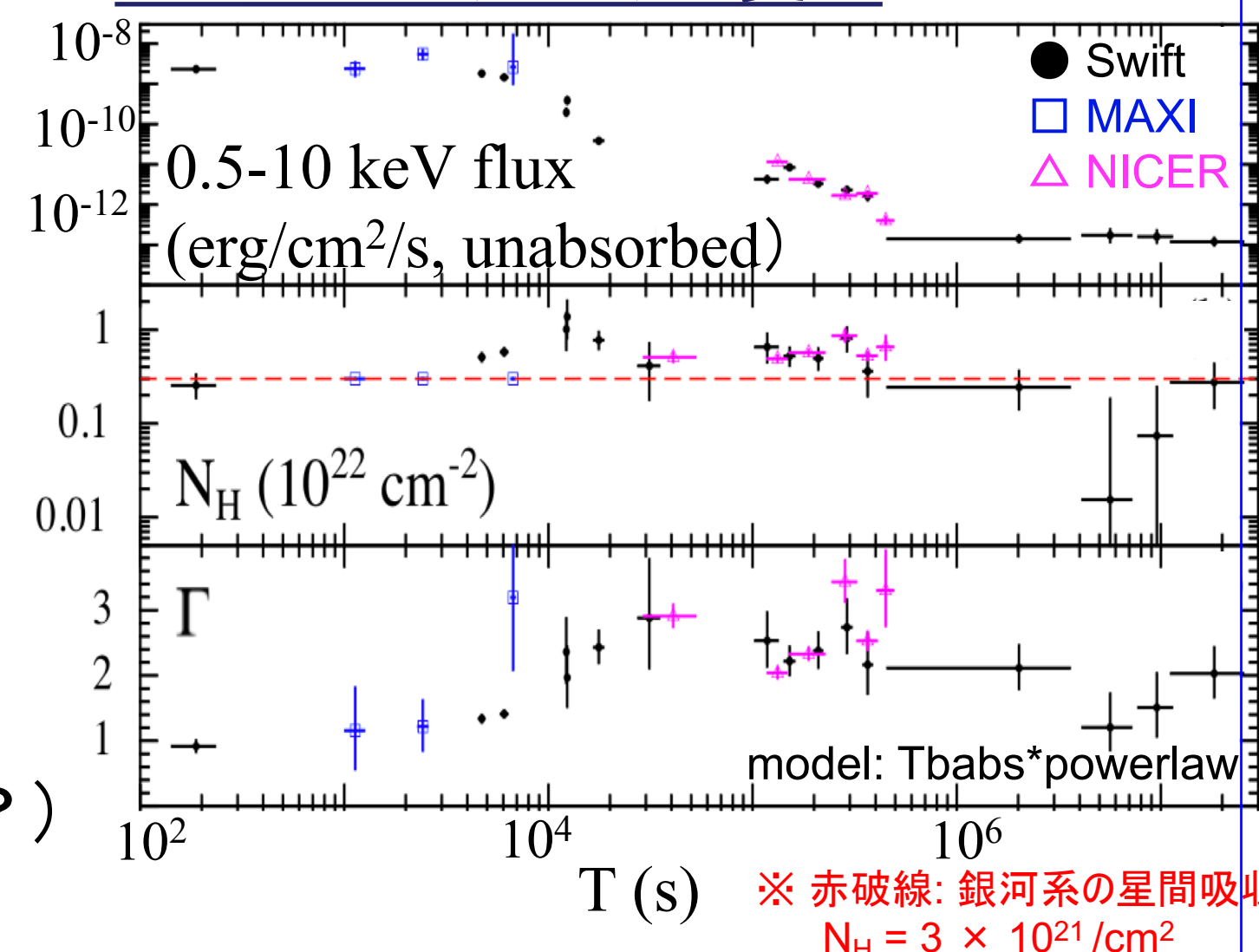


- 減光期間全体にわたり 1~10^3 s の時間スケールの短時間変動
- 初期に 8.96 s の (準)周期的振動の検出

スペクトルの変化



スペクトルパラメータの変化



- スペクトル形状は星間吸収*べき型成分モデルで特徴付けられる
- べき型成分の光子指数は、初期には $\Gamma \sim 1.0$ 典型的な X 線連星 (ハード状態で $\Gamma = 1.5 \sim 1.9$) よりもハードなスペクトル
- ~4 keV 付近に謎の吸収構造 (ジェットや円盤風によるもの??)

天体の正体 = 特異な X 線連星

- その後の静穏期の可視分光観測により、水素欠乏星を伴星に持つ銀河系内の ultra compact X-ray binary であることが判明 (Coti Zelati et al. 2021, A&A, 650, 69)
- 中心のコンパクト天体が中性子星 (NS) かブラックホール (BH) かは未だ不明。

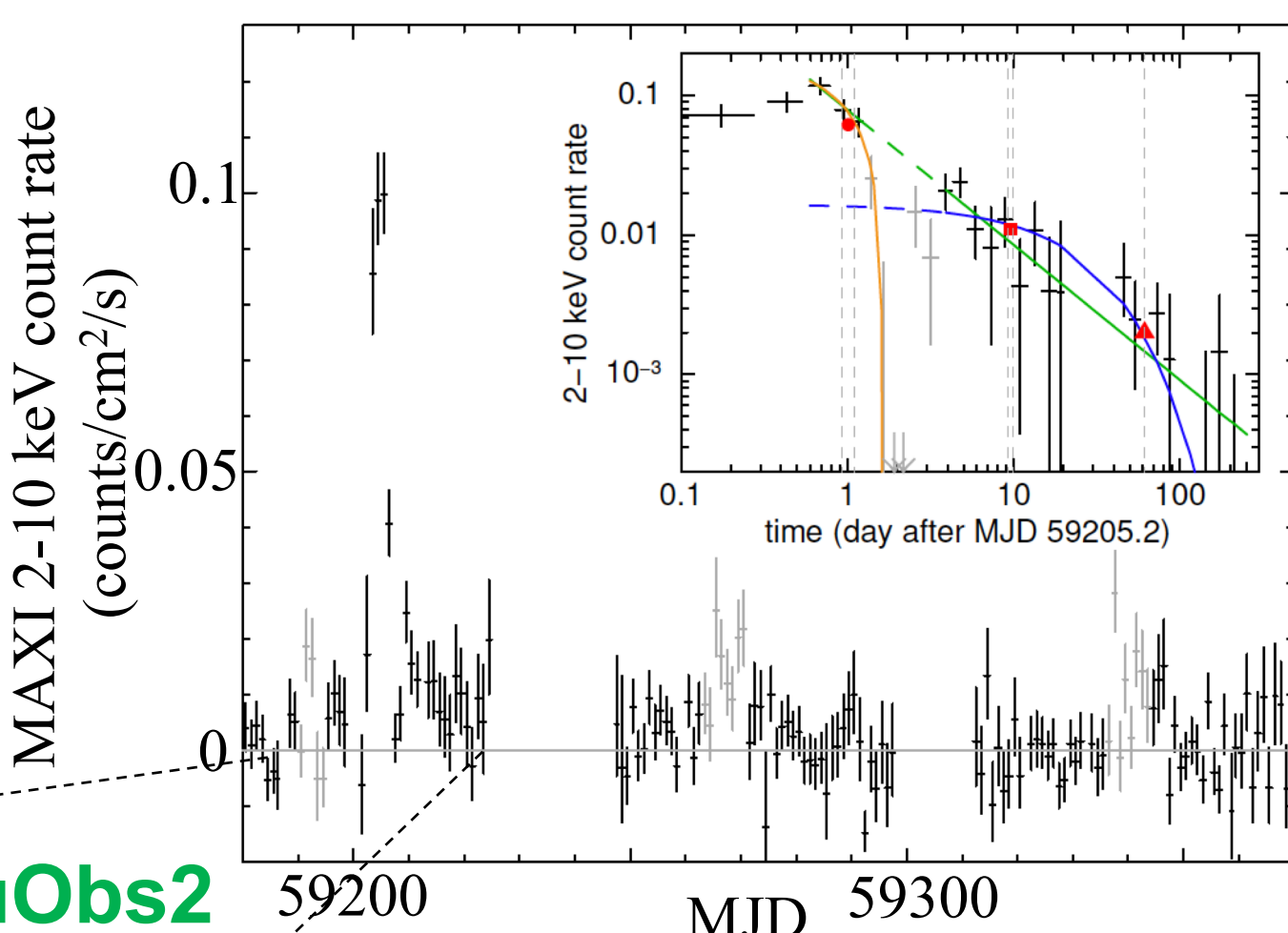
MAXI J1848-015

(Pike et al., submitted to ApJ)

発見 (MAXI/GSC): 2020/12/20
(Takagi+ 2020, ATel #14282)

球状星団 GLIMPSE-C01 (距離: ~3.3 kpc; Hare+ 2018) の中心方向に位置

発見後の光度変化



NuSTAR による追観測

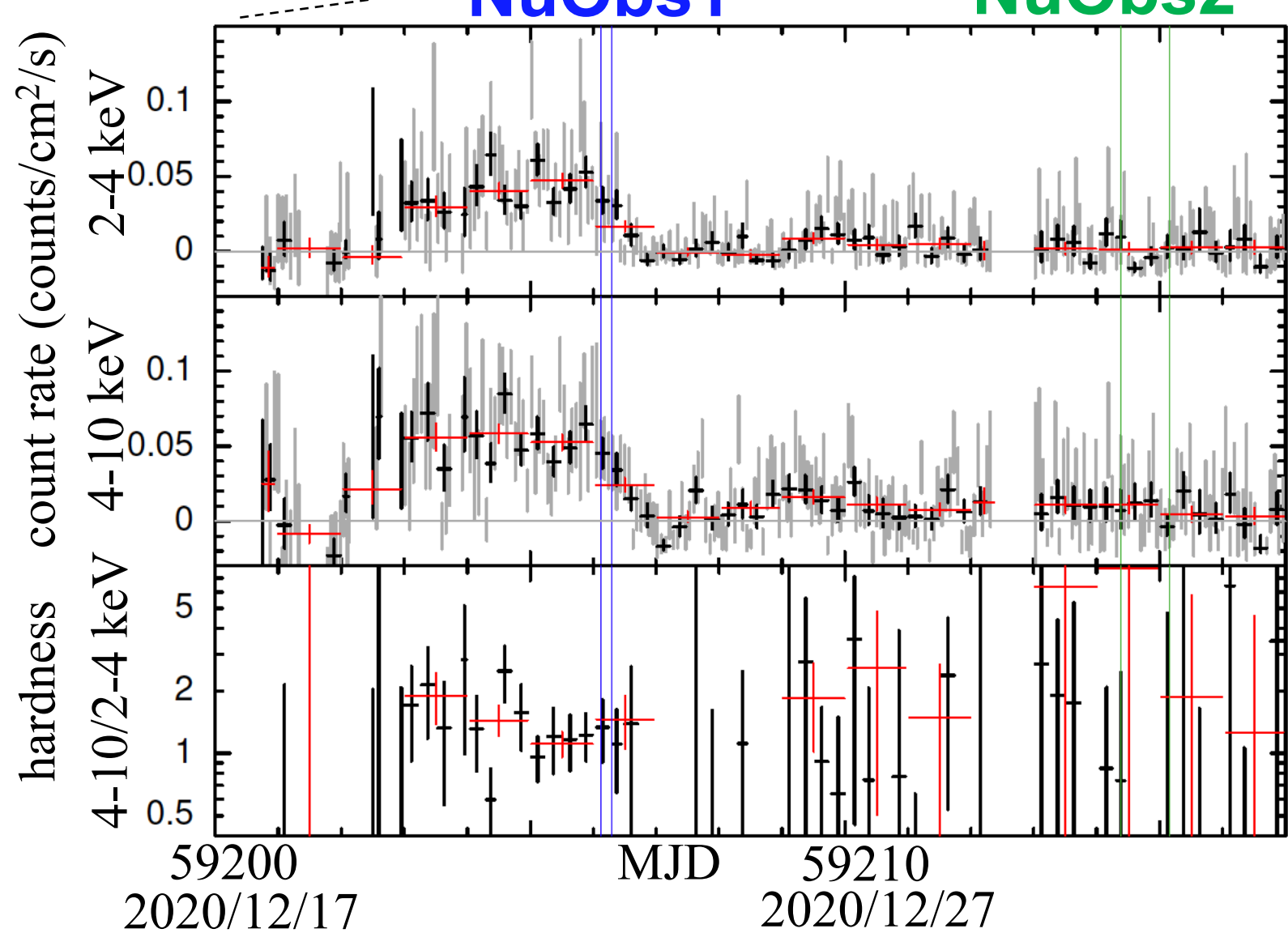
1回目 (NuObs1) Date: 2020/12/23

Exposure: 10 ks

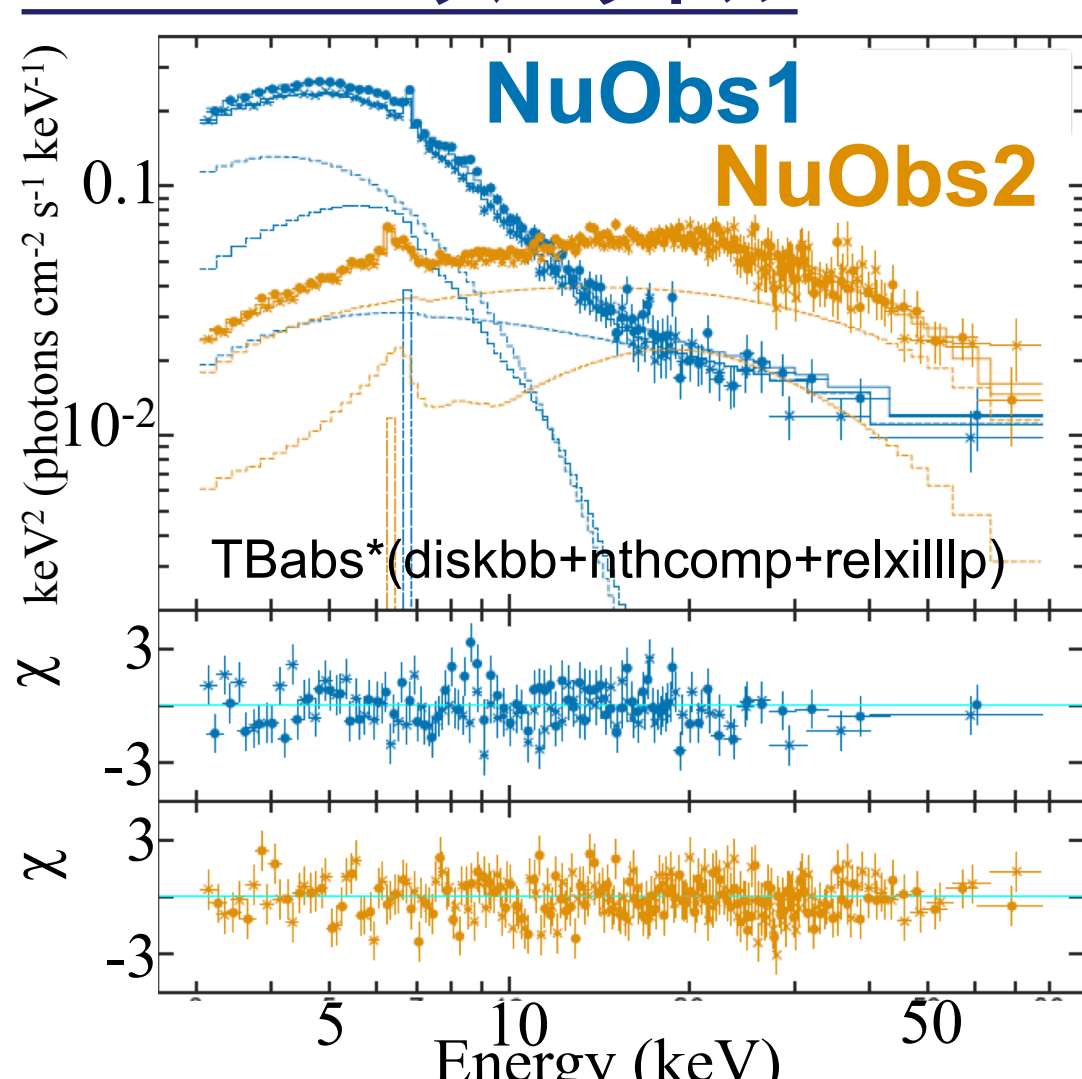
2回目 (NuObs2) Date: 2020/12/23

Exposure: 36 ks

※太陽角制限により Swift や NICER などでは 2021/02 まで観測不可



NuSTAR スペクトル

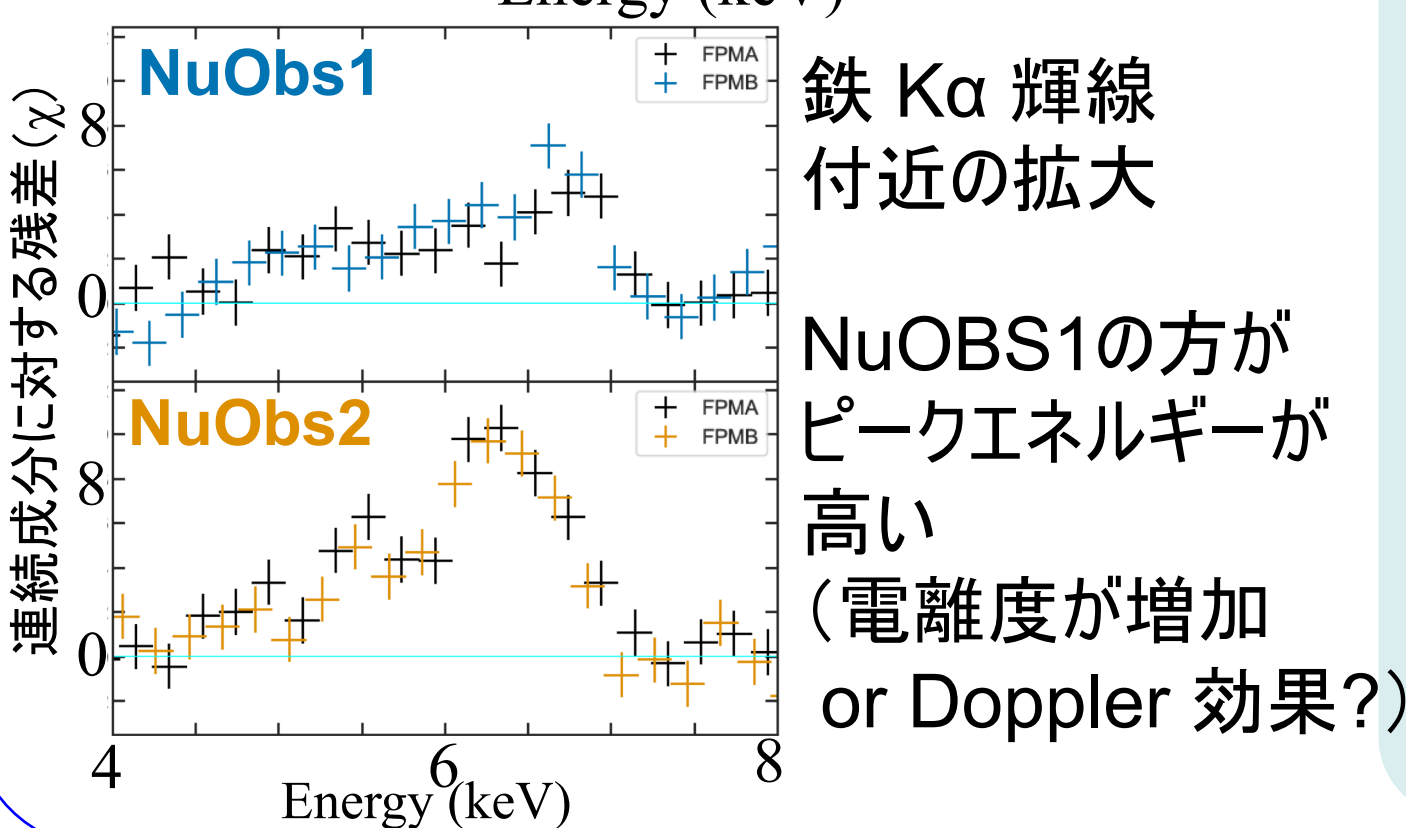


降着円盤の多温度黒体放射 + 円盤光子を種とするコンプトン散乱 + 円盤反射 モデルで再現可能

主要パラメータ	NuObs1	NuObs2
円盤 T_{in} (keV)	$1.38^{+0.02}_{-0.03}$	円盤成分は未検出
$R_{in}/\cos i$ (km)	0.83 ± 0.01	
散乱 Γ	2.42 ± 0.04	$1.58^{+0.01}_{-0.02}$
E_{cut} (keV)	-	28.9 ± 0.04
反射 a^2	0.61 ± 0.03	$0.83^{+0.02}_{-0.03}$
a^2	0.967 ± 0.013 (共通)	
光度 L_{bol} (10^{36} erg/s)	9.1 ± 0.1	3.73 ± 0.05

天体の正体 = BH X 線連星?

- スピンパラメータ大 ($a \sim 0.97$) → 中心のコンパクト天体は BH (?)
- ソフト状態の L_{bol} , R_{in} が典型的な X 線連星より小さい → 傾斜角が大きく、円盤外縁部付近の電離ガスにより X 線が散乱されている? BH X 線連星 V4641 Sgr でも同様の議論 (Koljonen & Tomsick 2020)



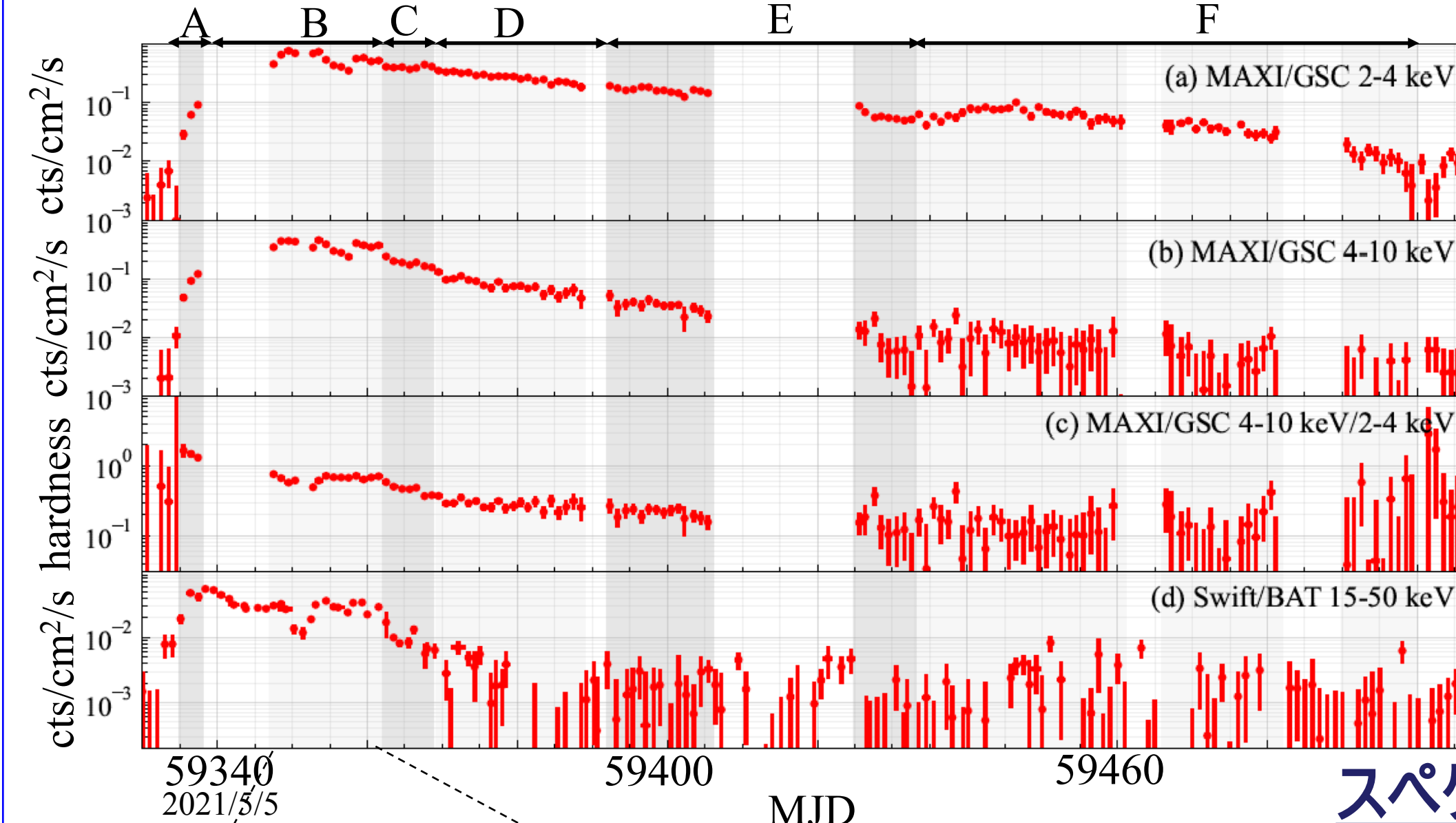
鉄 K α 輝線付近の拡大
NuObs1の方がピークエネルギーが高い (電離度が増加 or Doppler 効果?)

MAXI J1803-298

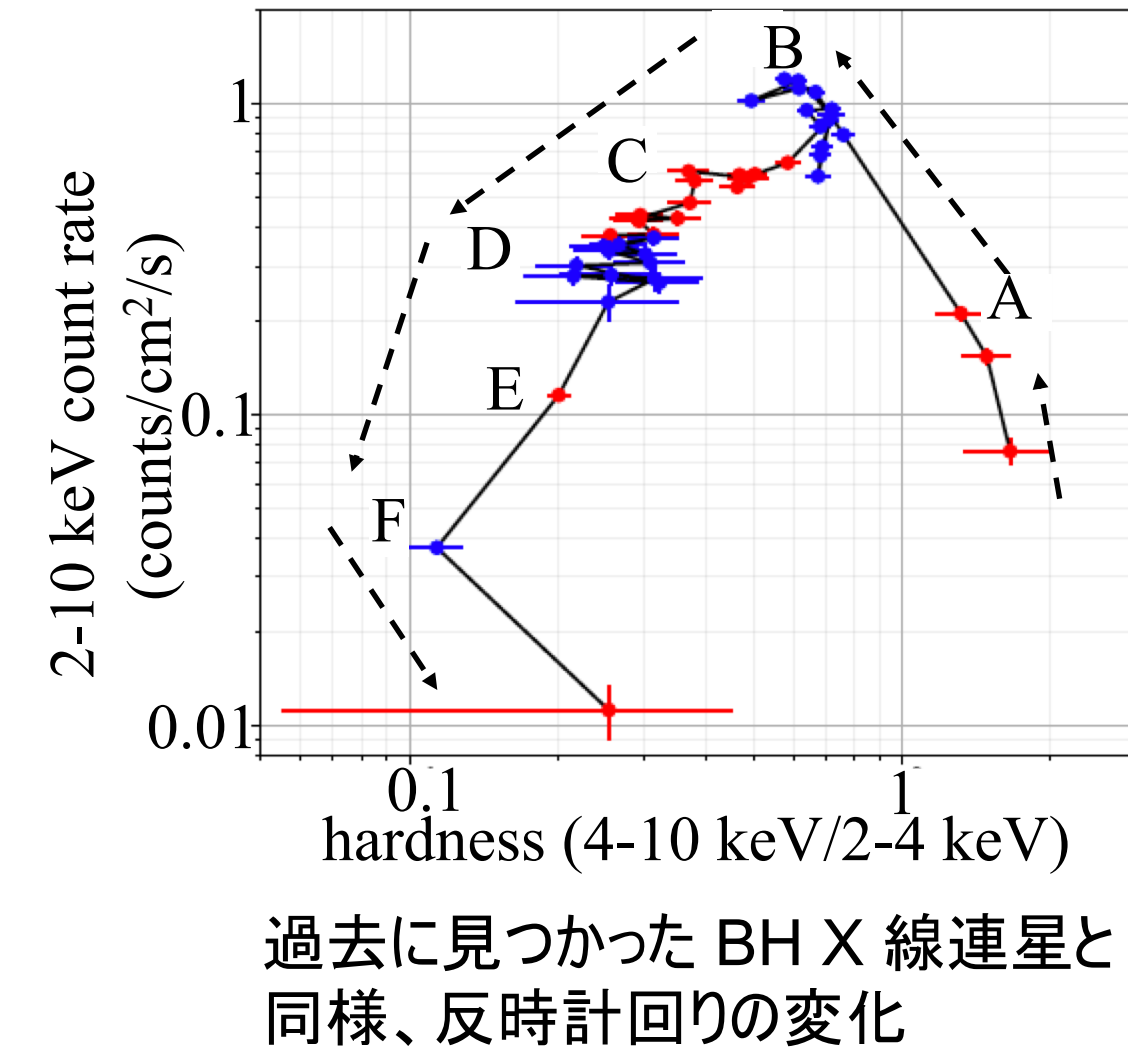
(Shidatsu et al., submitted to ApJ)

発見 (MAXI/GSC): 2021/5/1
(Serino+ 2021, ATel #14587)

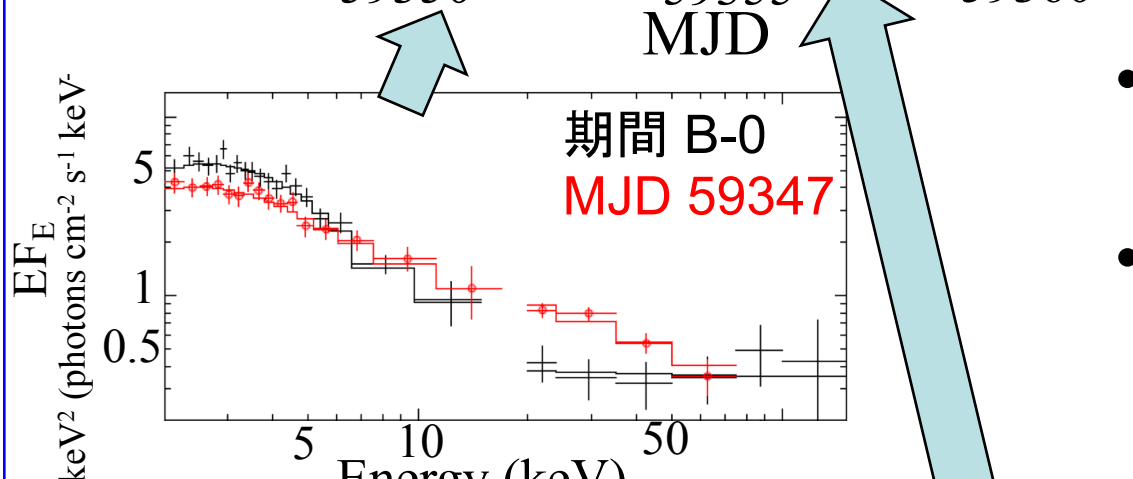
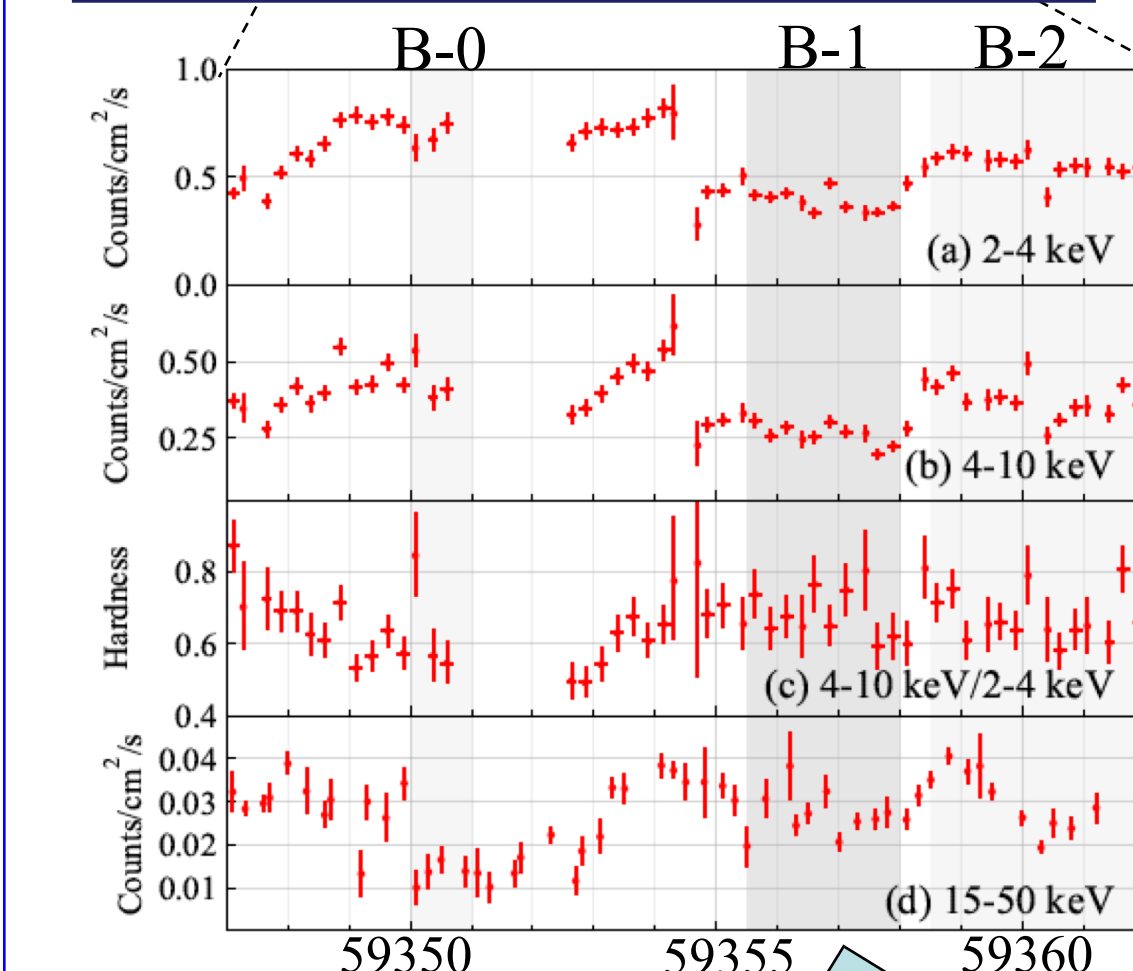
発見後の光度変化



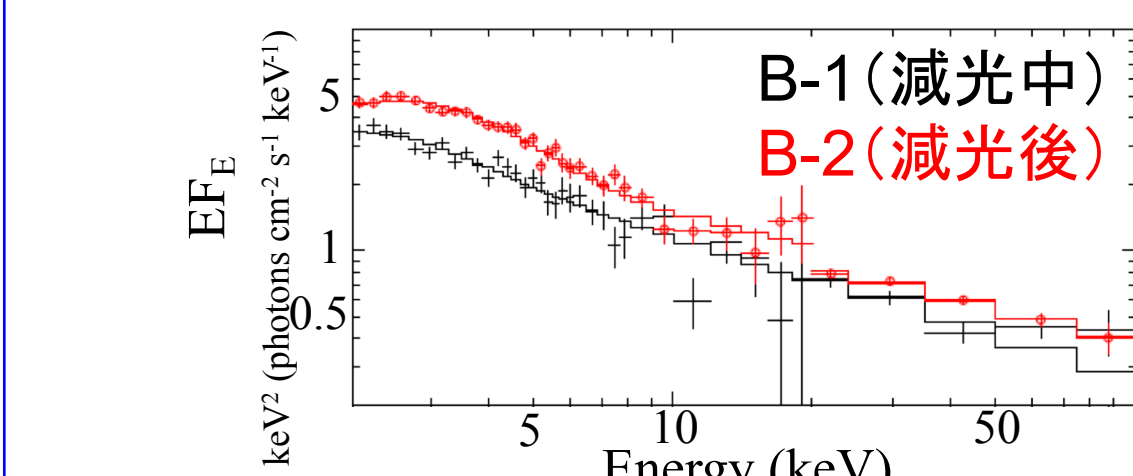
ハードネス・強度図



中間状態での短時間変化

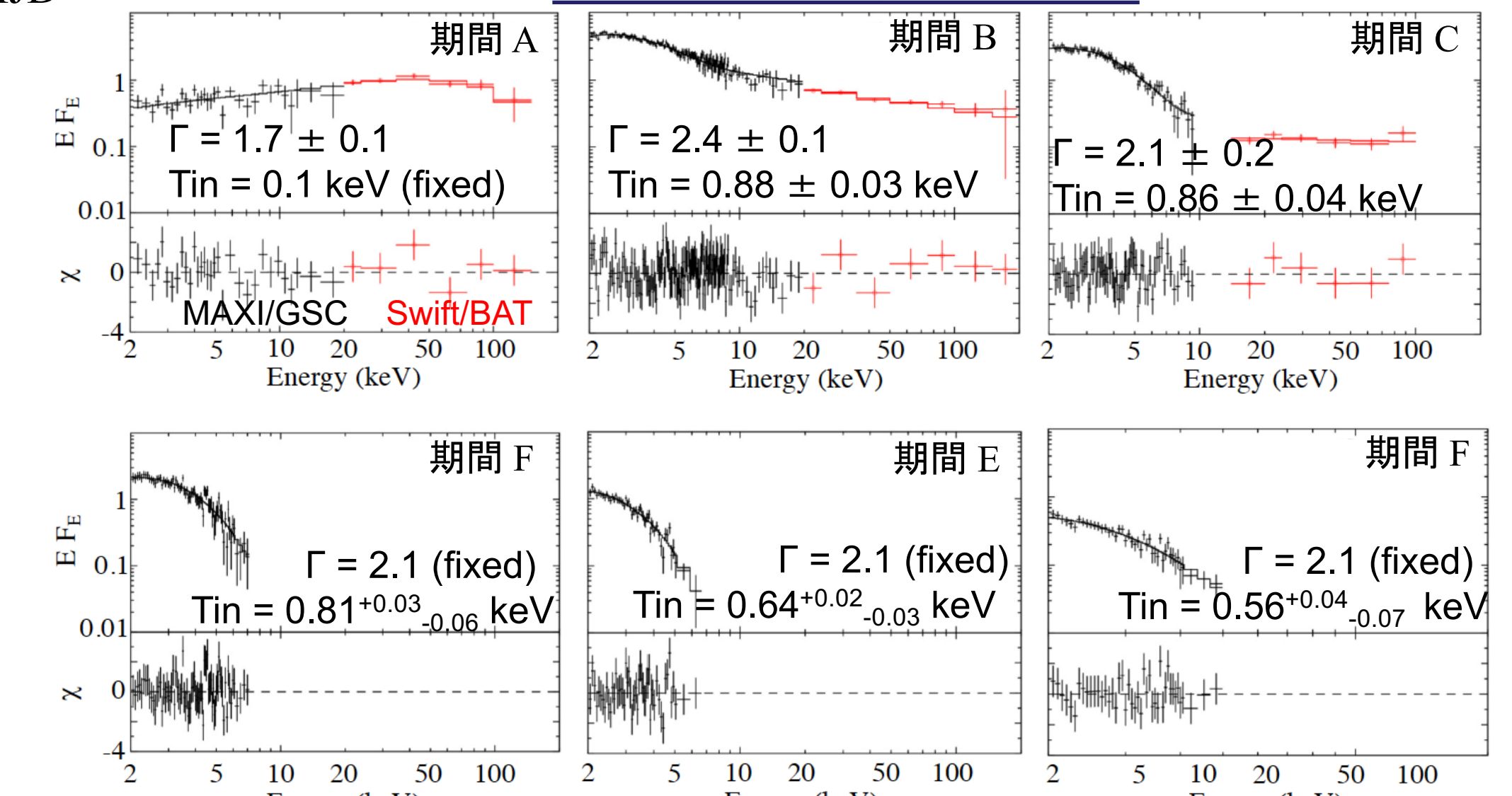


期間 B-0: 軟 X 線のピーク 円盤放射が卓越 → スリム円盤状態?



期間 B-1: 数日間の減光 円盤光度が減少 → 高密度のほぼ完全電離した円盤風による散乱?

スペクトルの長期変化



- 降着円盤の多温度黒体放射 (<10 keV) + 円盤光子を種とするコンプトン散乱 (> 10 keV) モデルでスペクトルを再現可能。
- ハード状態 (期間 A) → 中間状態 (期間 B) → ソフト状態 (期間 C-F)

天体の正体 = BH X 線連星

- 吸収 dip (Homan+ ATel #14606, Yu+ ATel #14609)・円盤風による電離吸収線 (Miller+ ATel #14650) の検出 → 傾斜角が大きい ($i > 70$ deg)
- ソフト状態 (期間 C-F) の標準円盤の内縁半径とピーク時の光度から BH 質量 $> 8 M_{sun}$ (右図: 無回転 BH を仮定)

