

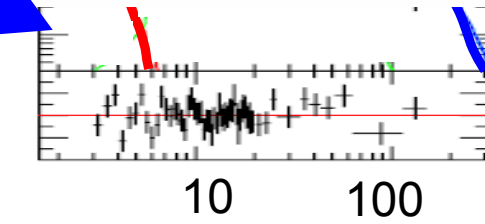
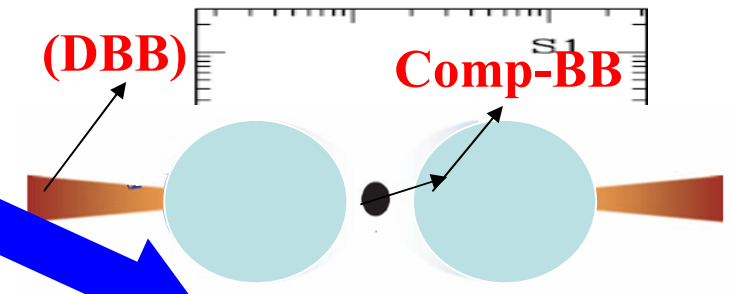
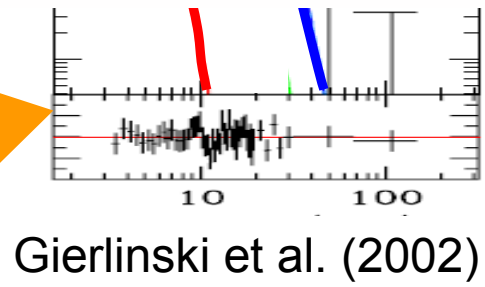
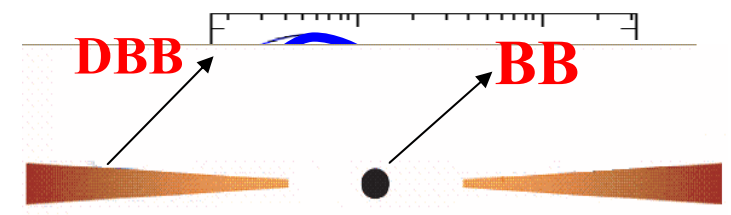
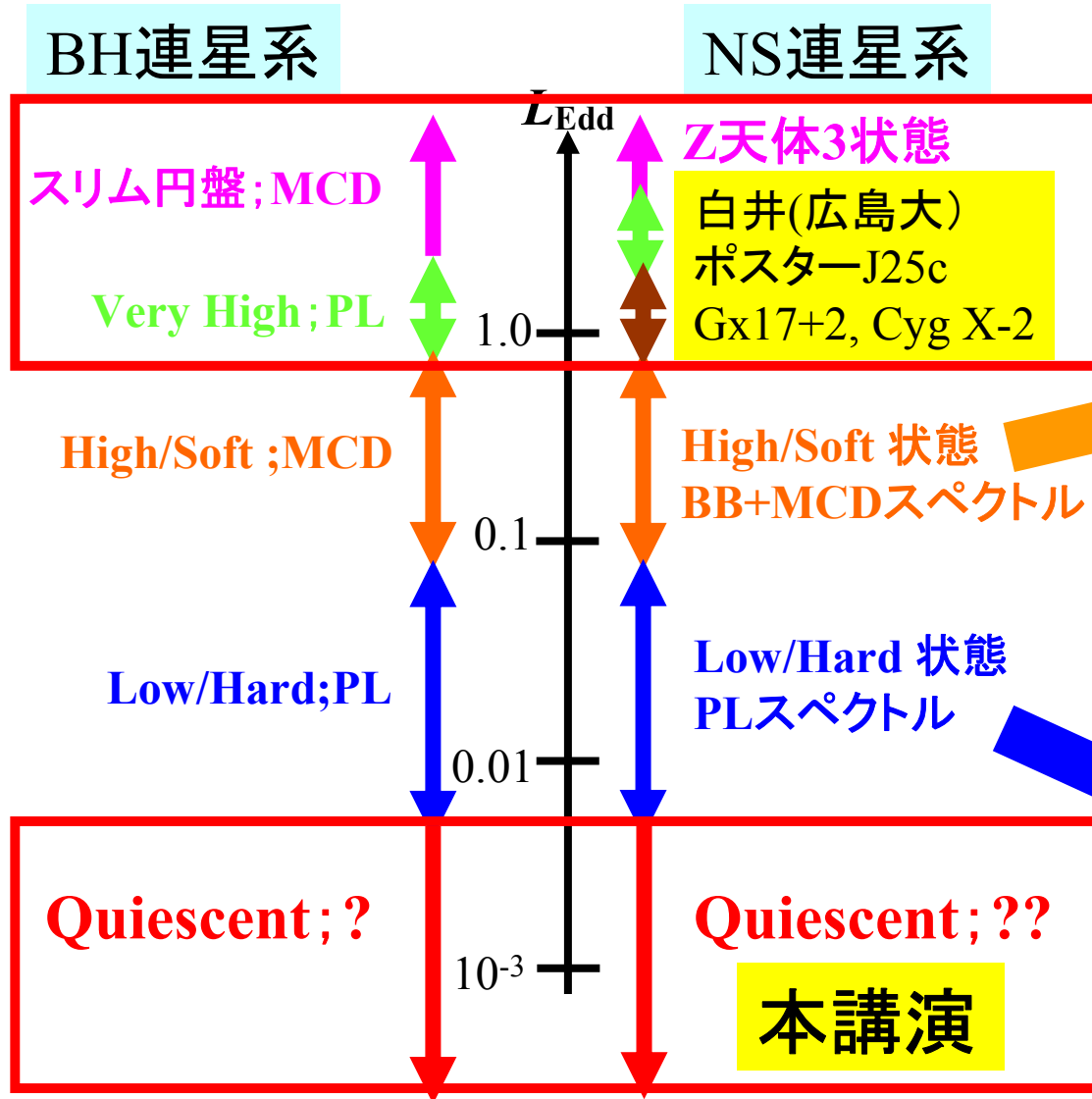
Newtonおよび「すざく」観測から得られた  
中性子星連星4U 1700+24の  
静穏状態における降着の描像

永江 修(広島大学)

高橋弘充、深沢泰司、白井裕久(広島大)

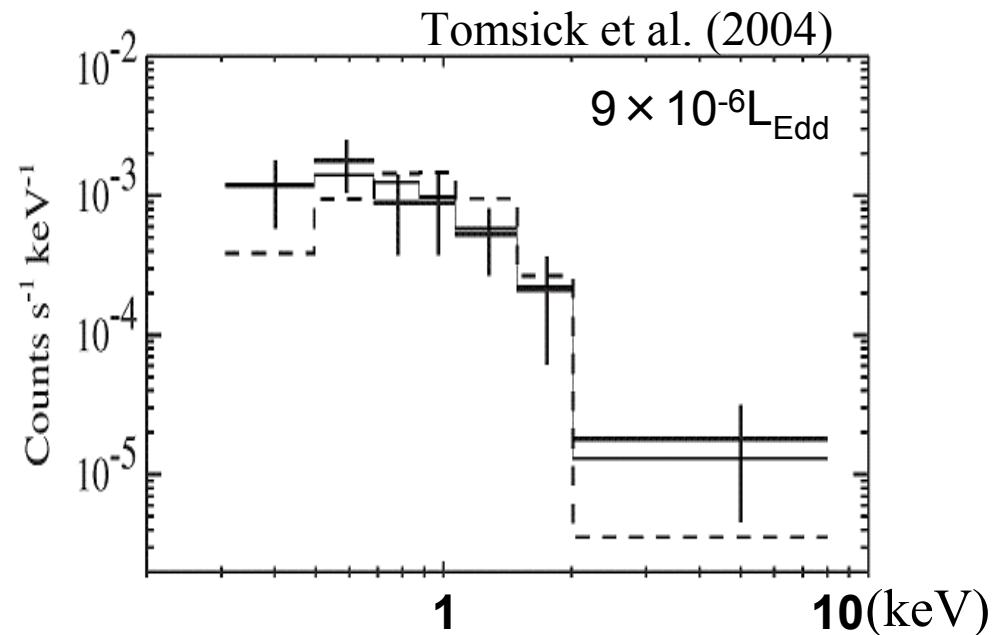
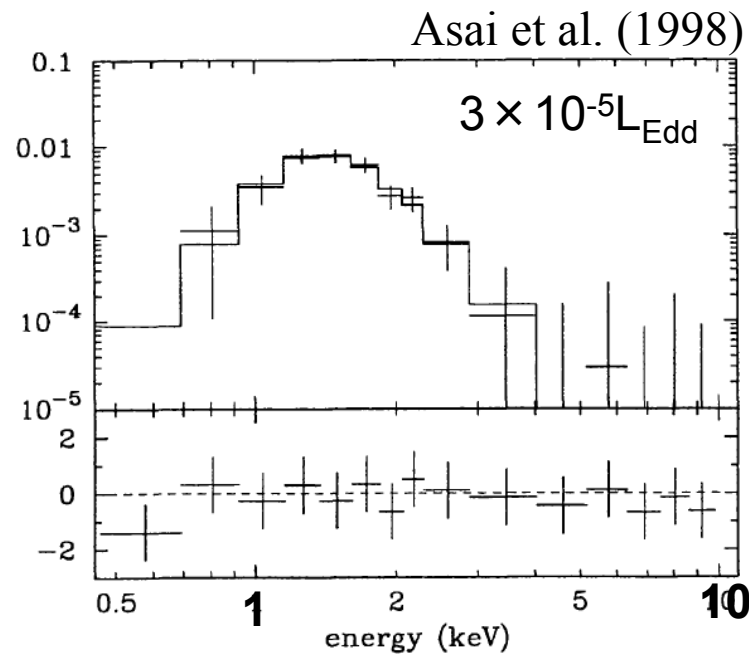
~2009/3/27 天文学会春季年会~

# X線のスペクトルと降着描像



# 静穏状態のスペクトル

- $10^{-3}L_{\text{Edd}}$ 以下の観測は少なく、精度も悪い



詳細なスペクトル解析は、行われていない  
降着に関する描像もほとんど無い

# ターゲット天体と観測ログ

4U 1700+24

中性子星とM型巨星

軌道周期: 400日

⇒伴星とコンパクト星が離れて  
周回している

軌道面傾斜角:  $\sim 0^\circ$

明るさ: 常に $10^{-4}L_{\text{Edd}}$ より暗い

距離: 420pc (最も近い)

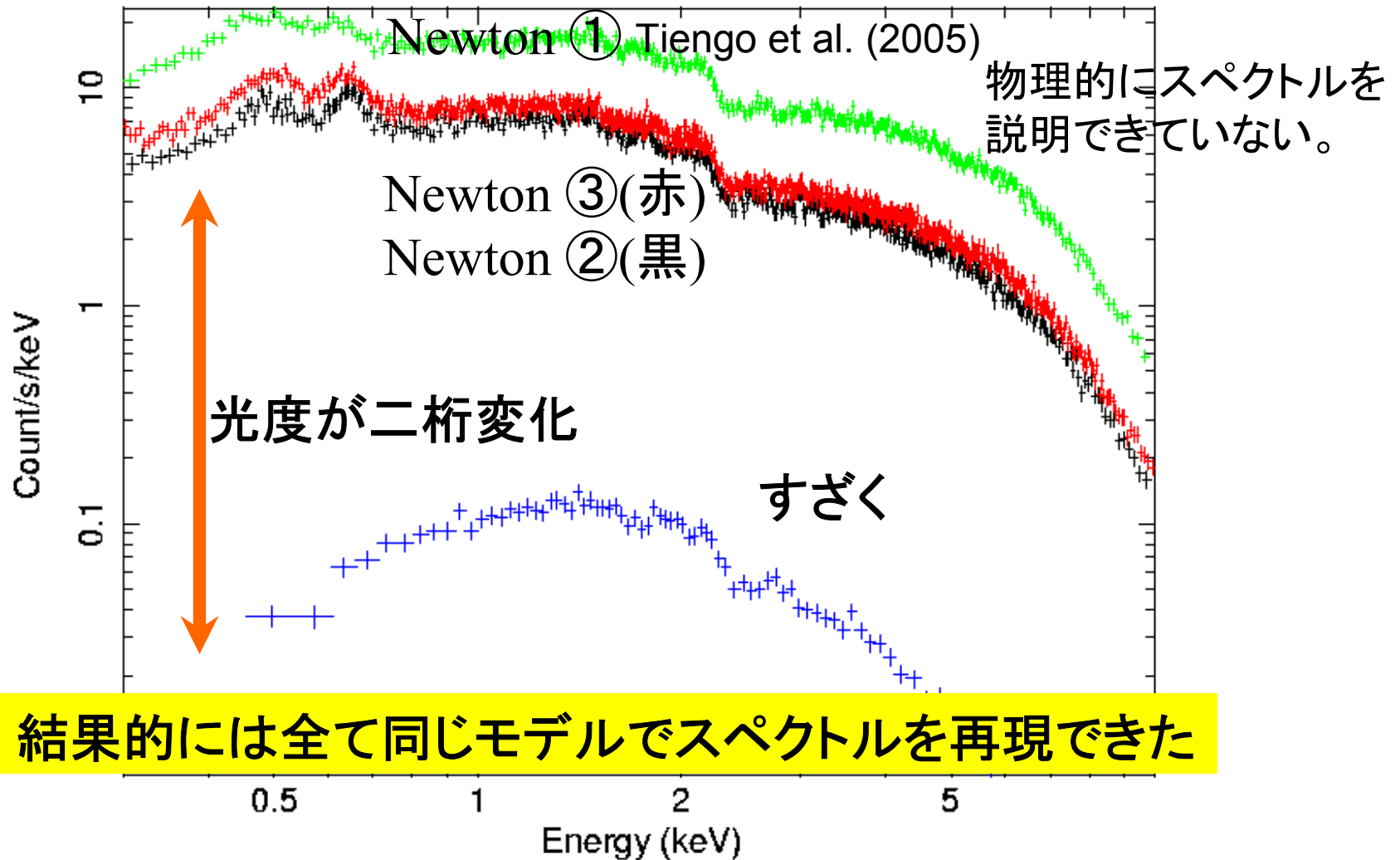
Quiescentにおけるスペクトル  
を精査できる最良の天体  
⇒降着描像を明らかにできる

「Newton」と「すざく」を用いて観測

観測衛星	観測日	露光 時間	光度 $L_{\text{Edd}}$
Newton ①	2002 Aug	8.5ks	$8.6 \times 10^{-5}$
Newton ②	2003 Mar	9.0ks	$2.9 \times 10^{-5}$
Newton ③	2003 Aug	13.5ks	$3.5 \times 10^{-5}$
すざく	2007 Aug	50.0ks	$1.0 \times 10^{-6}$

複数のデータを取り扱って暗い  
状態を統一的に解釈。

# 結果① 今回得られたスペクトル



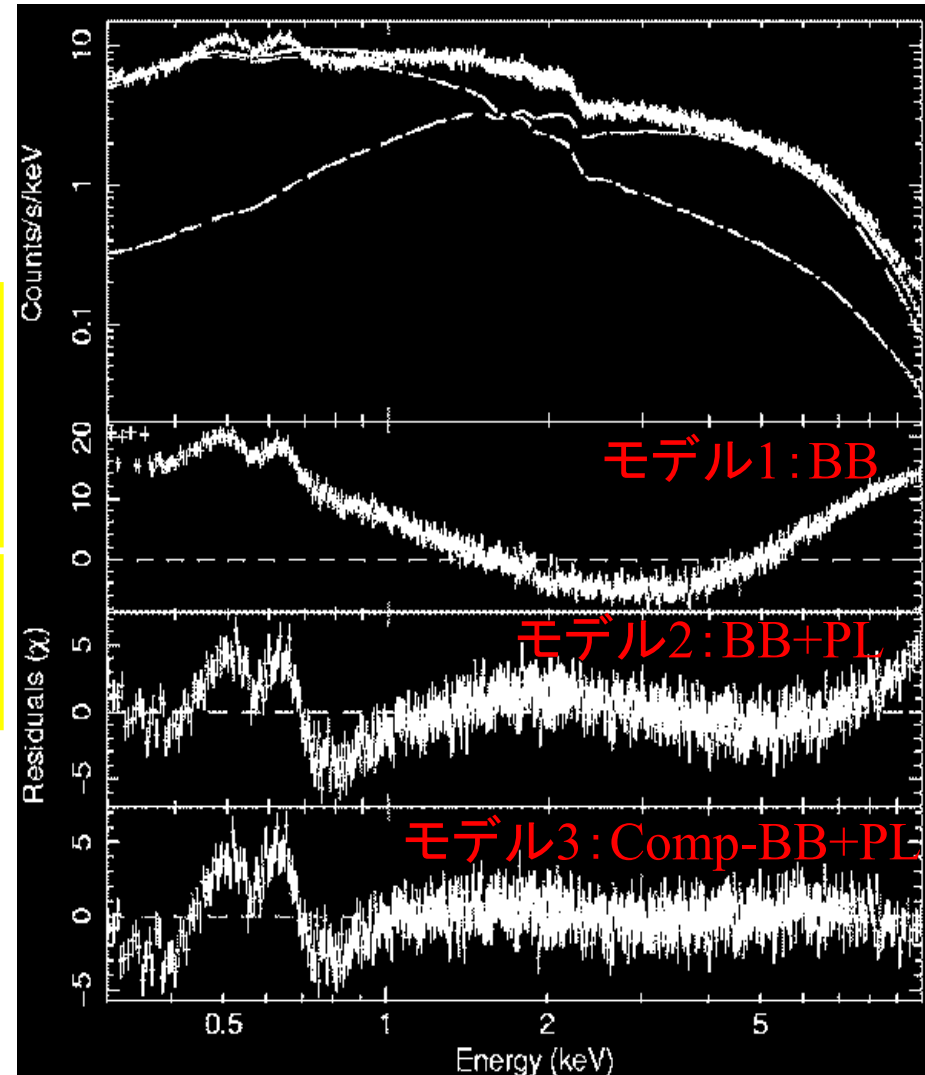
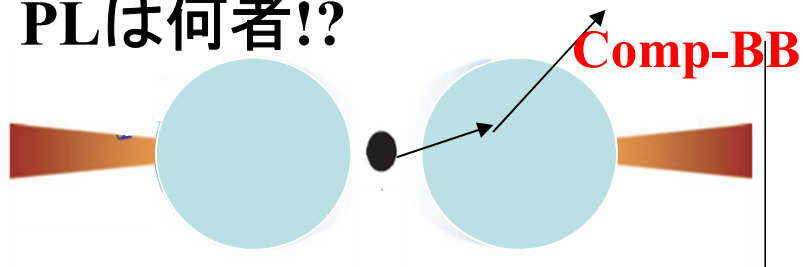
# 結果② スペクトル解析結果

**モデル1: Black Body (BB)**  
⇒ 1keV 以下と5keV以上にexcess  
再現不可能

**モデル2: BB+PL**  
⇒ 1keV以下はexcessは消えた!!  
しかし、7keV以上にexcess

**モデル3: CompBB+PL⇒Good**  
 $T_e=100\text{keV}$ ,  $T_{\text{BB}}\sim 1.0\text{keV}$ ,  $\tau\sim 1.3$ ,  $\text{PL}\sim 2.4$

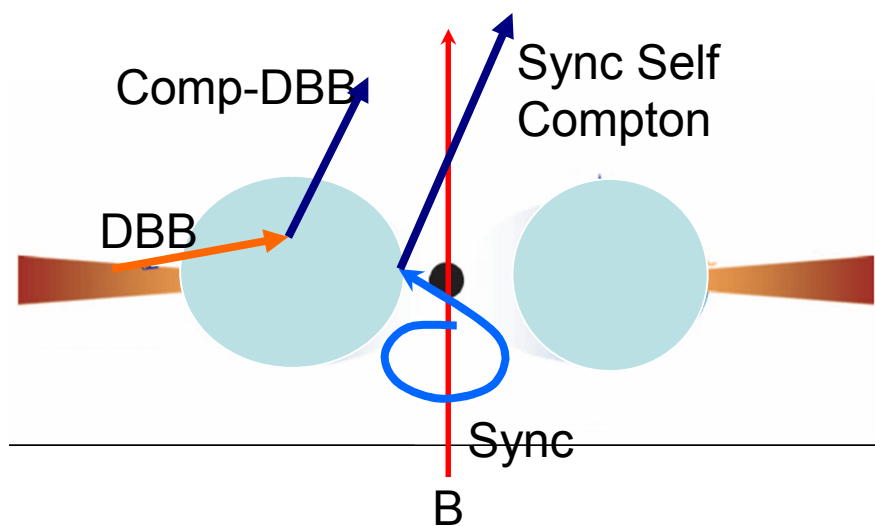
PLは何者!?



# 議論① 1keV以下のPL放射

考えられる放射メカニズム

- Synchrotron radiation
- Synchrotron Self Compton
- DBBのIC (Comp-DBB)



## 議論② PL放射の正体

### ※Synchrotron

中性子の磁場 =  $10^8 \text{G}$ 、電子温度 =  $100 \text{keV}$ を仮定

$$\nu_c = \frac{3}{4\pi} \frac{eB}{mc} \gamma^2 \sim 1(eV) \Rightarrow \text{X線領域} \sim 1\text{keV} \text{には届かない}$$

数MeVオーダーの電子温度  
 $10^{11} \text{G}$ の磁場が必要

∴シンクロトロンではないだろう

### ※Synchrotron Self Compton (SSC)

$$\nu_c = -\frac{h\nu}{mc^2} + \frac{4kT}{mc^2} \sim 2\nu_{seed} \Rightarrow \text{複数回の逆コンプトンが必要}$$

⇒光の強度は $(1/4\pi)$ 回数  
⇒通常  $\tau \sim 1$ で、現実的ではない  
∴SSCではないだろう

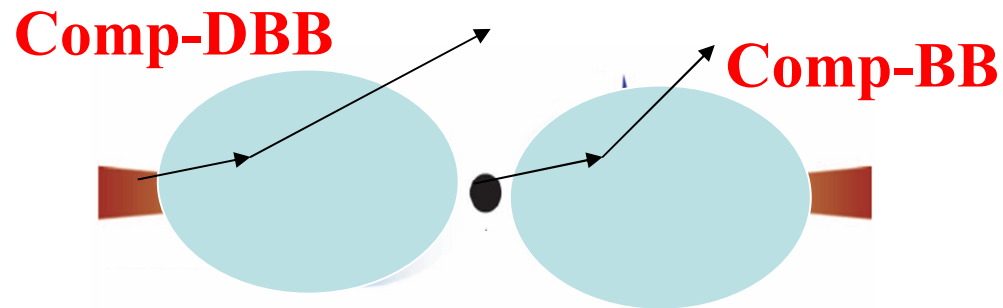
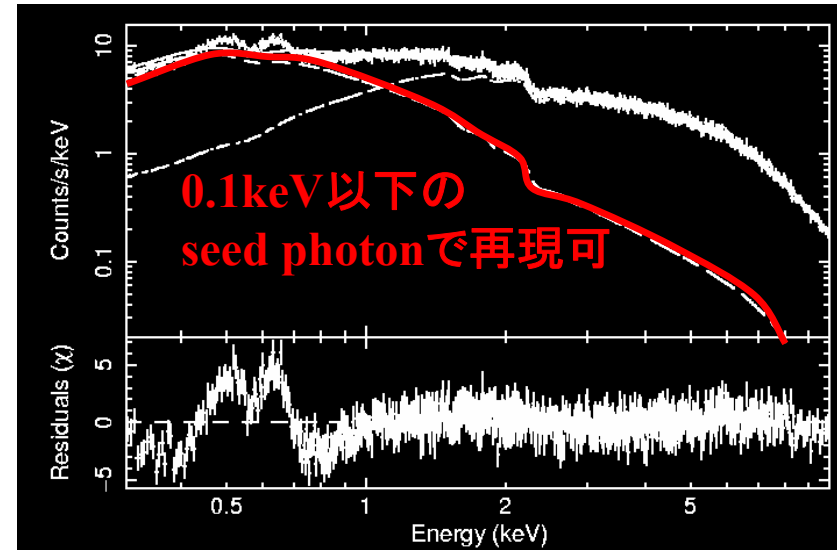
# 議論③ PL放射の正体

- PL放射 = Comp-DBB

理由その① 光度  $\propto r^2 \cdot T_{in}^4$

エディントン限界;  $T_{in} \sim 1.0 \text{ keV}$

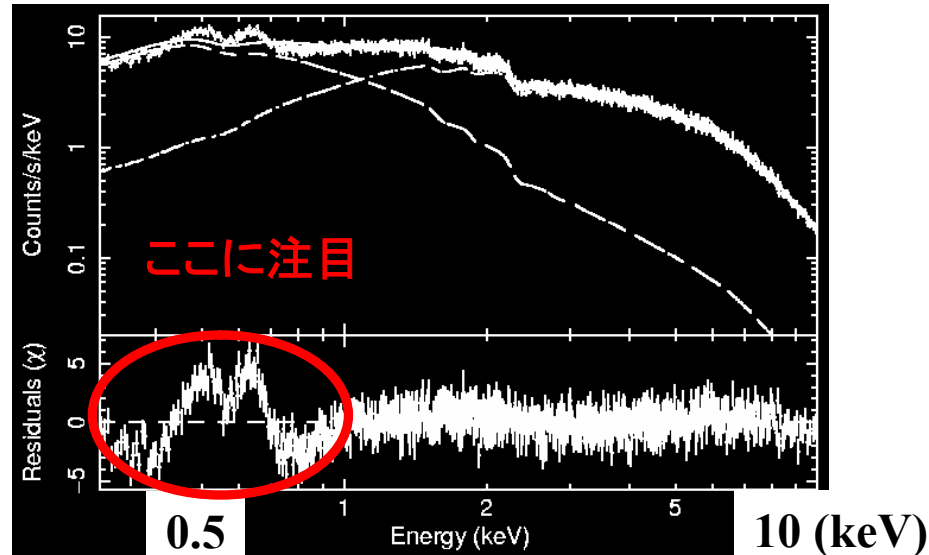
本天体 ( $10^{-5} L_{\text{Edd}}$ );  $T_{in} < 0.1 \text{ keV}$



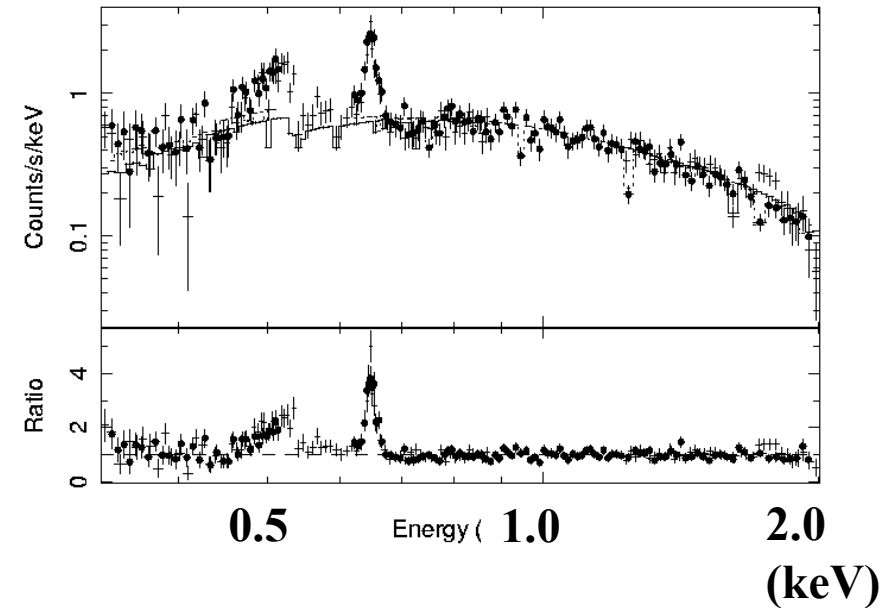
**連続光 = Comp-DBB(1keV以下) + Comp-BB(1 keV以上)**

# 議論④ RGS検出器による降着円盤を支持するもう一つの結果

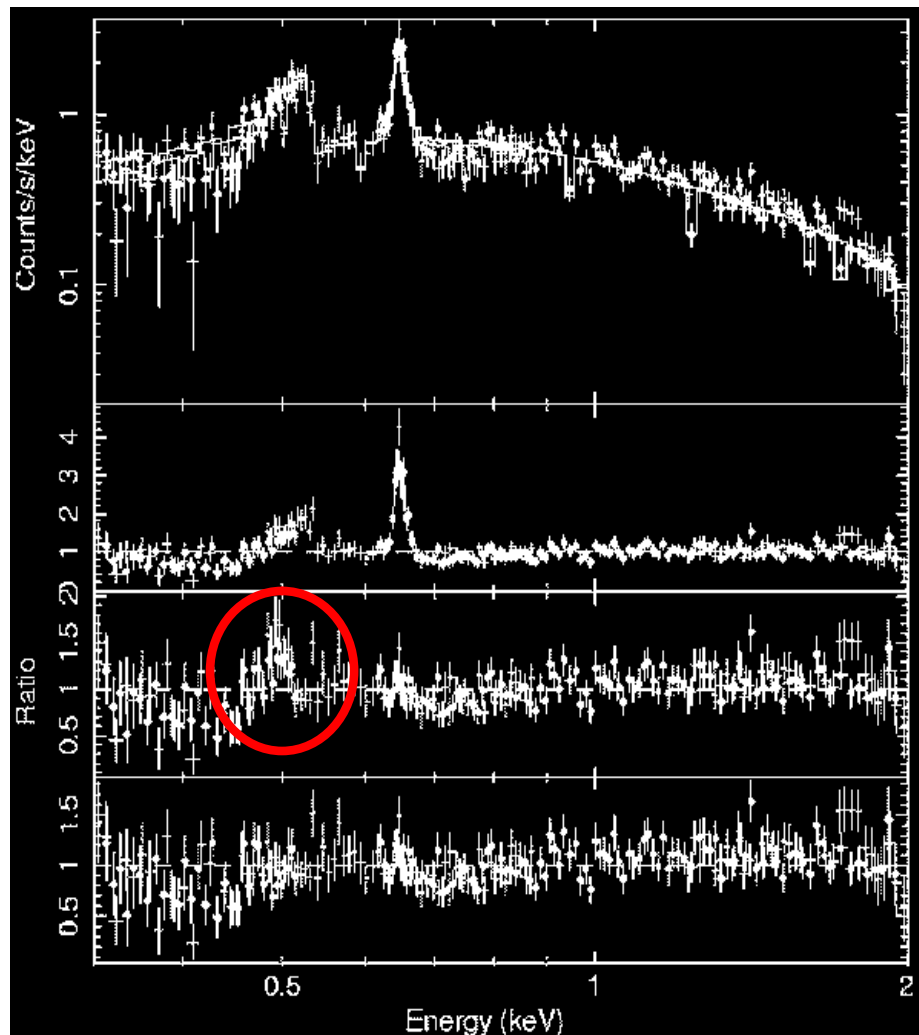
EPICで取得したスペクトル



RGSで取得したスペクトル



# 議論④ RGS検出器による降着円盤を支持するもう一つの結果



3本の輝線

⇒OVIII(0.65keV),NVII(0.49keV),  
**O(0.52keV)**前者二つは光電離

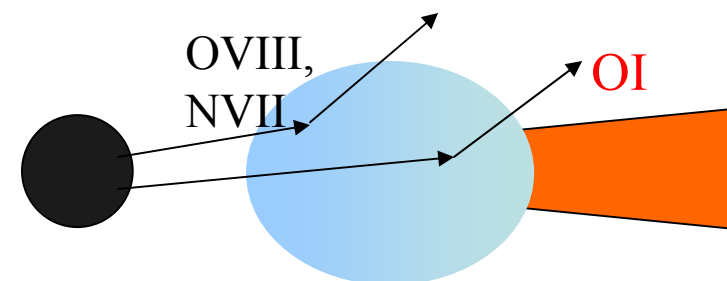
**But**

**Oは光電離を受けていない**

⇒NSから離れた領域に存在

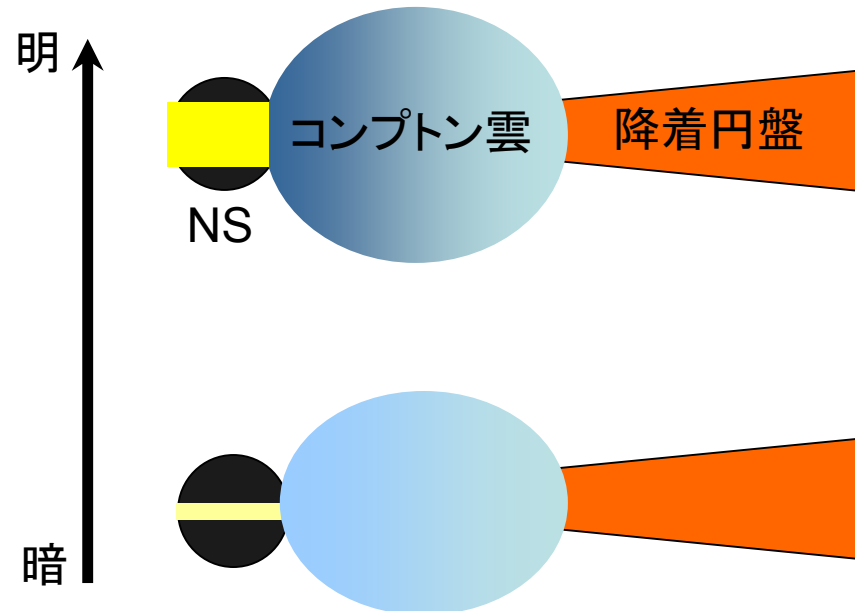
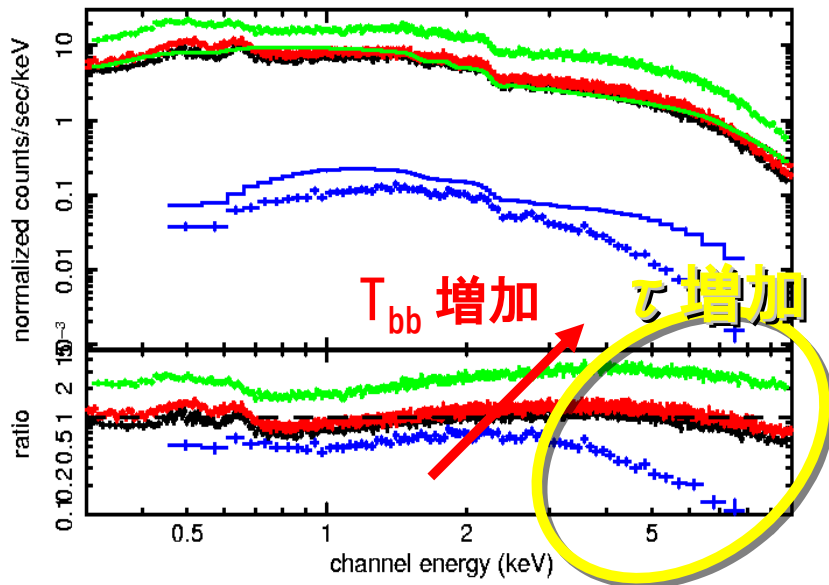
⇔ 降着円盤しか考えられない

1 keV以下の連続光が降着円盤  
であることを支持



# 議論⑤ パラメータの変動

		$T_{BB}$ (keV)	$\tau_{BB}$	$R_{BB}$ (m)	$T_{DBB}$	$\tau_{DBB}$	$R_{DBB}$ (km)
明 ↑	Newton ①	1.10	2.02	280	0.09	1.15	7.6
	Newton ③	1.05	1.39	140	0.07	0.86	7.4
	Newton ②	1.05	1.17	120	0.06	0.92	7.5
暗 ↓	すぎく	0.76	0.33	45	<0.05	<0.35	> 6.0



# まとめ

- 非常に暗い4U1700+24をNewtonと「すざく」を用いて観測&解析を行った。
- 連続光のスペクトルは2成分 (1keV以下;降着円盤、1keV以上;NS)で再現可能。
- OIが検出⇒降着円盤の存在を支持
- Newtonと「すざく」は明るさが二桁違う  
⇒NSのBB成分 ( $T_{BB}$ ,  $\tau_{BB}$ ,  $R_{BB}$ ) が変化している

