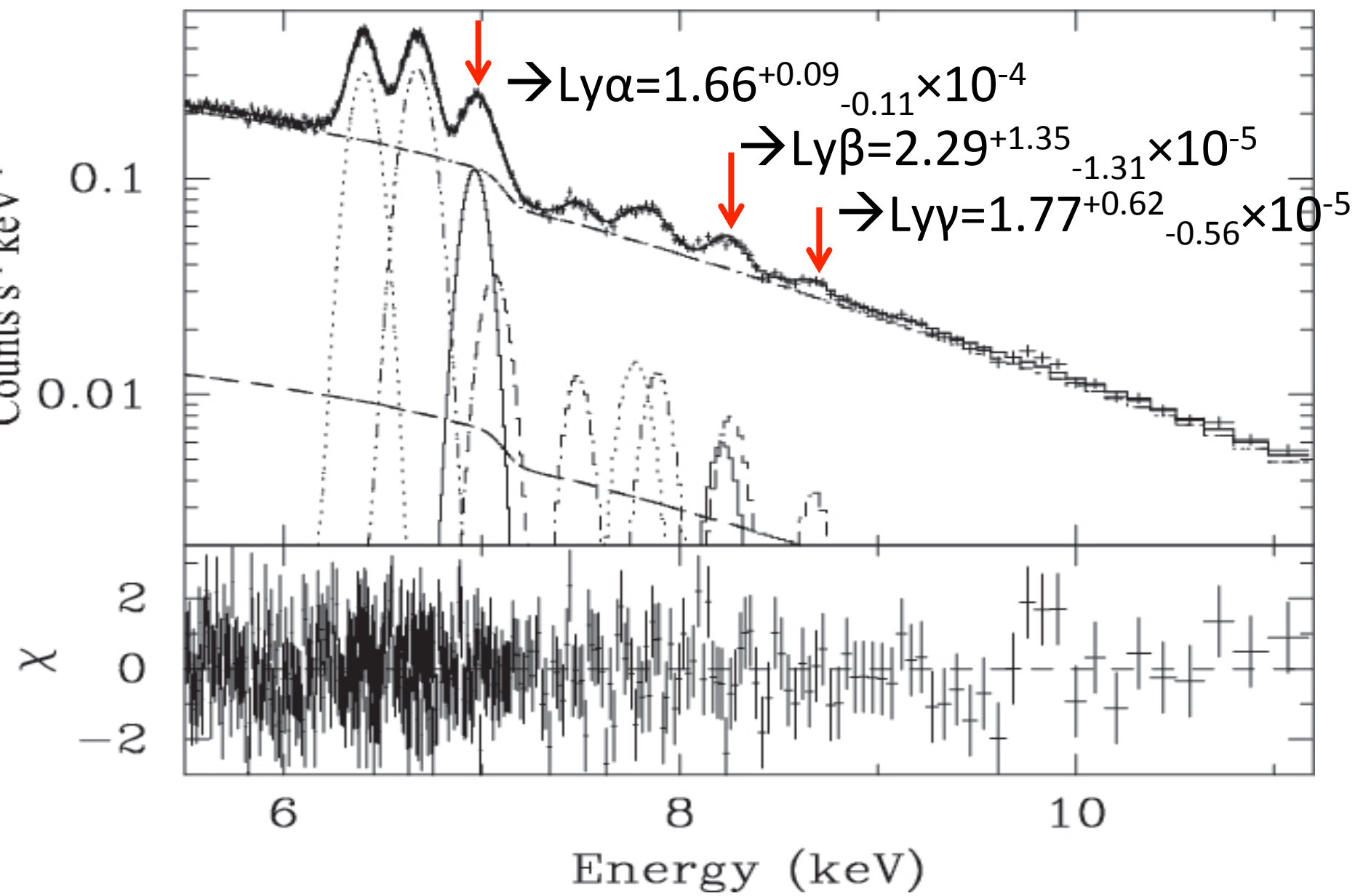


Sterile Neutrino lineは発見されたか 小山勝二 (京大)

事始まりはKoyama et al. 2007, PASJ, 59, の銀河中心の論文



Mewe et al. 1981, 1985 : Data at 6.83 keV ($10^{7.9}$ K)

Line	Energy	Emissivity	Flux 比	Koyama 2007
Ly α	6.97	$10^{-1.75}$	1	1
Ly β	8.21	$10^{-2.62}$	0.13	0.14 \pm 0.08
He γ	8.21	$10^{-2.70}$	0.11	0.18 \pm 0.08
Ly γ	8.67	$10^{-3.18}$	0.037	0.12 \pm 0.04

	Ly β /Ly α	Ly γ / Ly α	
Mewe . 1981	0.13	0.037	
Koyama et al.	0.14	0.12	この超過をSNと主張 (2σ)

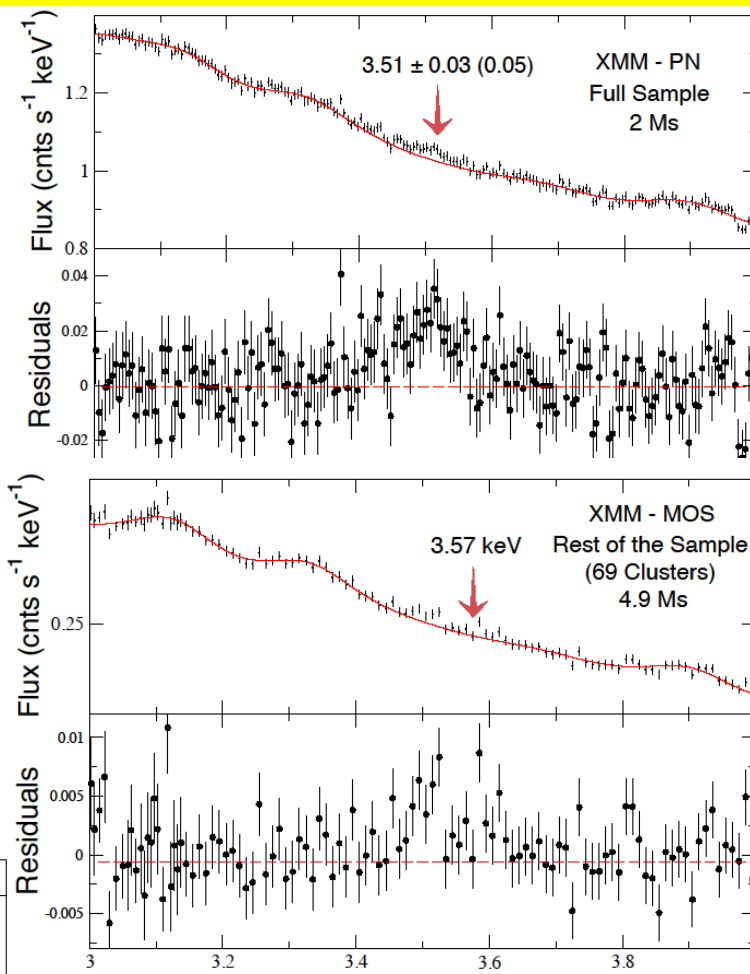
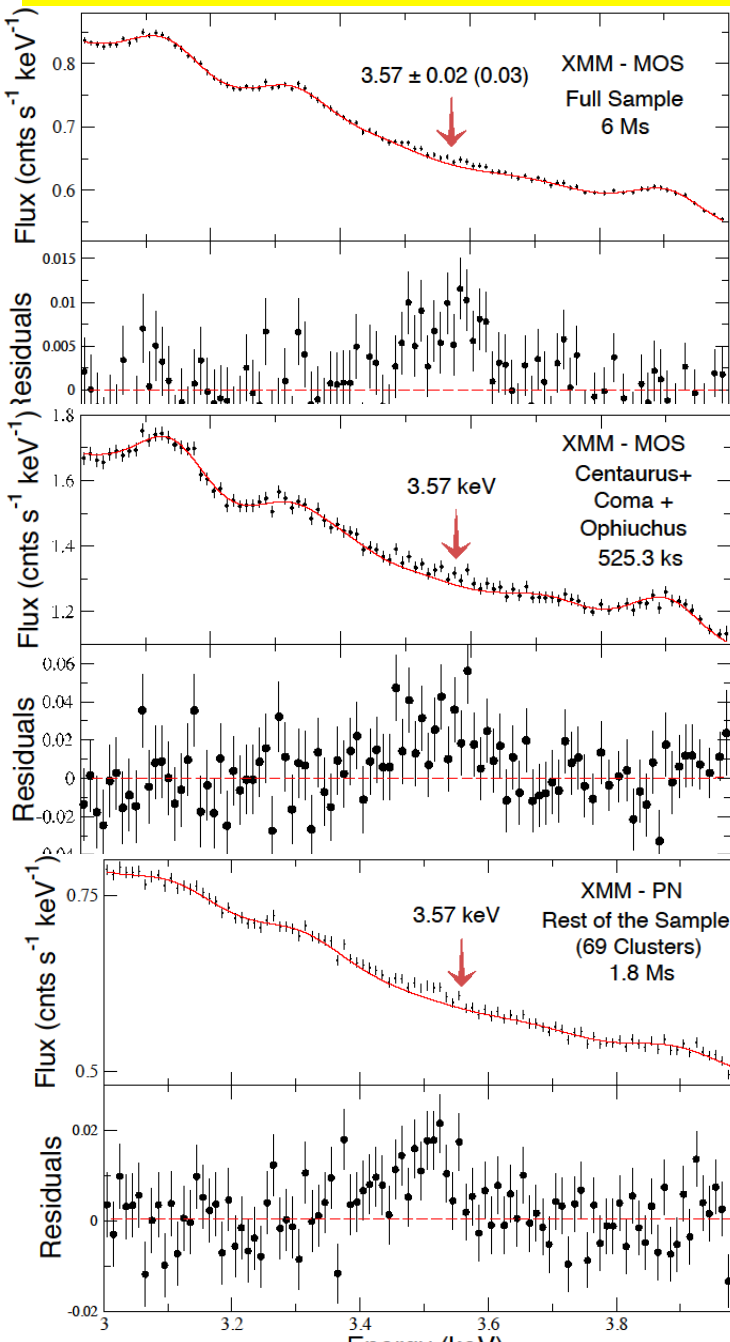
AtomDB (Emissivity at 6.85 keV)

Line	Energy	Emissivity	Ratio/Ly α	Koyama
Ly α	6.97	2.29×10^{-17}	1	
Ly β	8.25	3.48×10^{-18}	0.15	0.14
He γ	8.29	2.18×10^{-18}	0.10	
Ly γ	8.70	0.92×10^{-18}	0.040	0.12
He δ	8.71	0.63×10^{-18}	0.028	

Best-fit model of Ly γ -complex/Ly α are ;
 0.073 (VAPEC 2.0), 0.074 (VVRNEI 3.0 CIE),
 0.070 (VVRNEI 3.0 RP).

すると observed value of Ly γ complex (0.12)には
 $0.52^{+0.62}_{-0.56} \times 10^{-5}$ の Excessのみ (<1 σ , no excess)

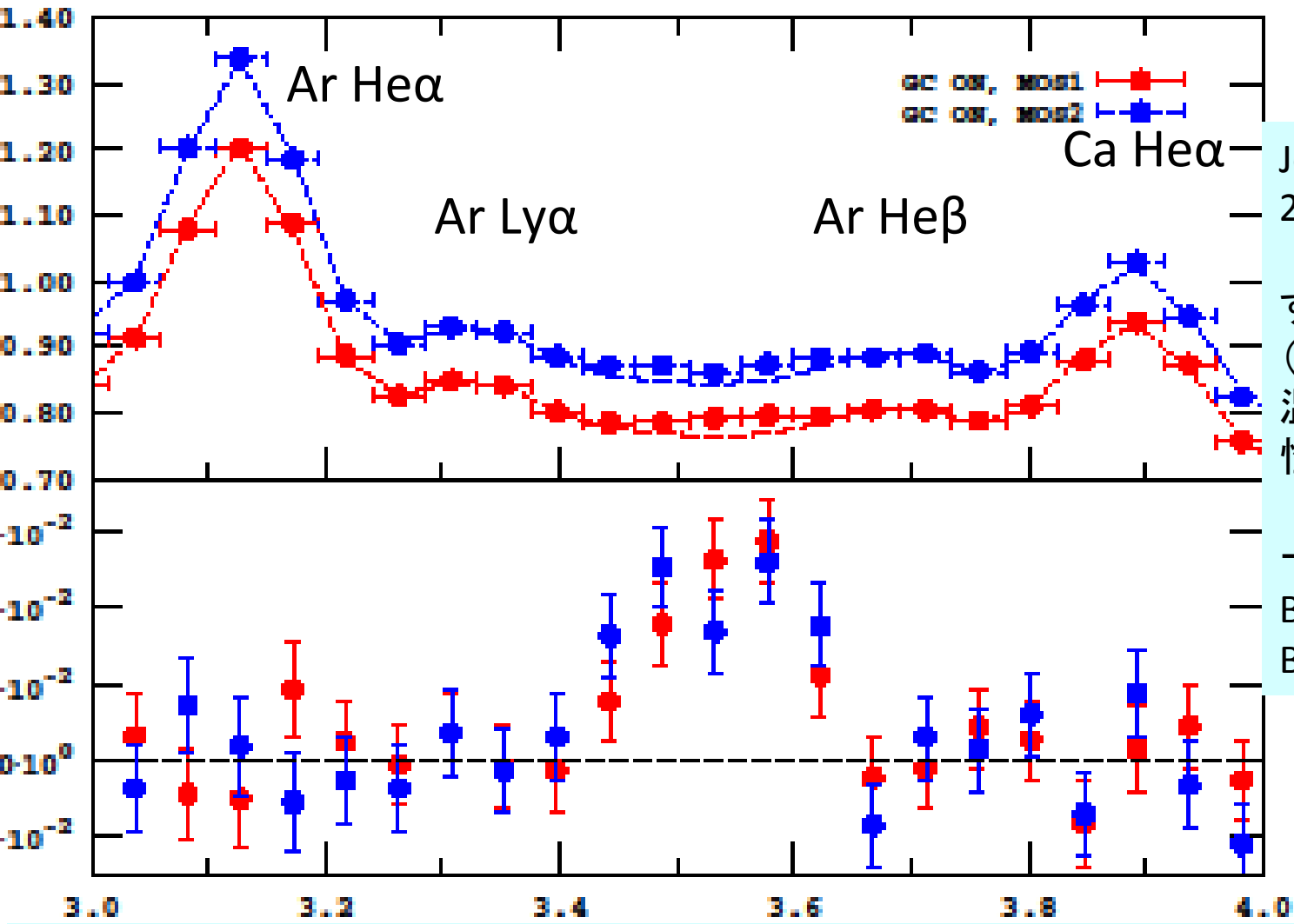
Bulbul et al. 2014, ApJ, 789, 13: たった一年でCitation 141



XMM-NewtonのCluster of Galaxiesのデータの和から3.5 keV lineを検出= Sterile Neutrino

Tamura et al. 2014, arXiv1412.1869T
Suzaku でPerseus cluster を検定→
No positive detection < 1.5 eV (EW)
: Half of the Bulbul 's value.

XMM GC

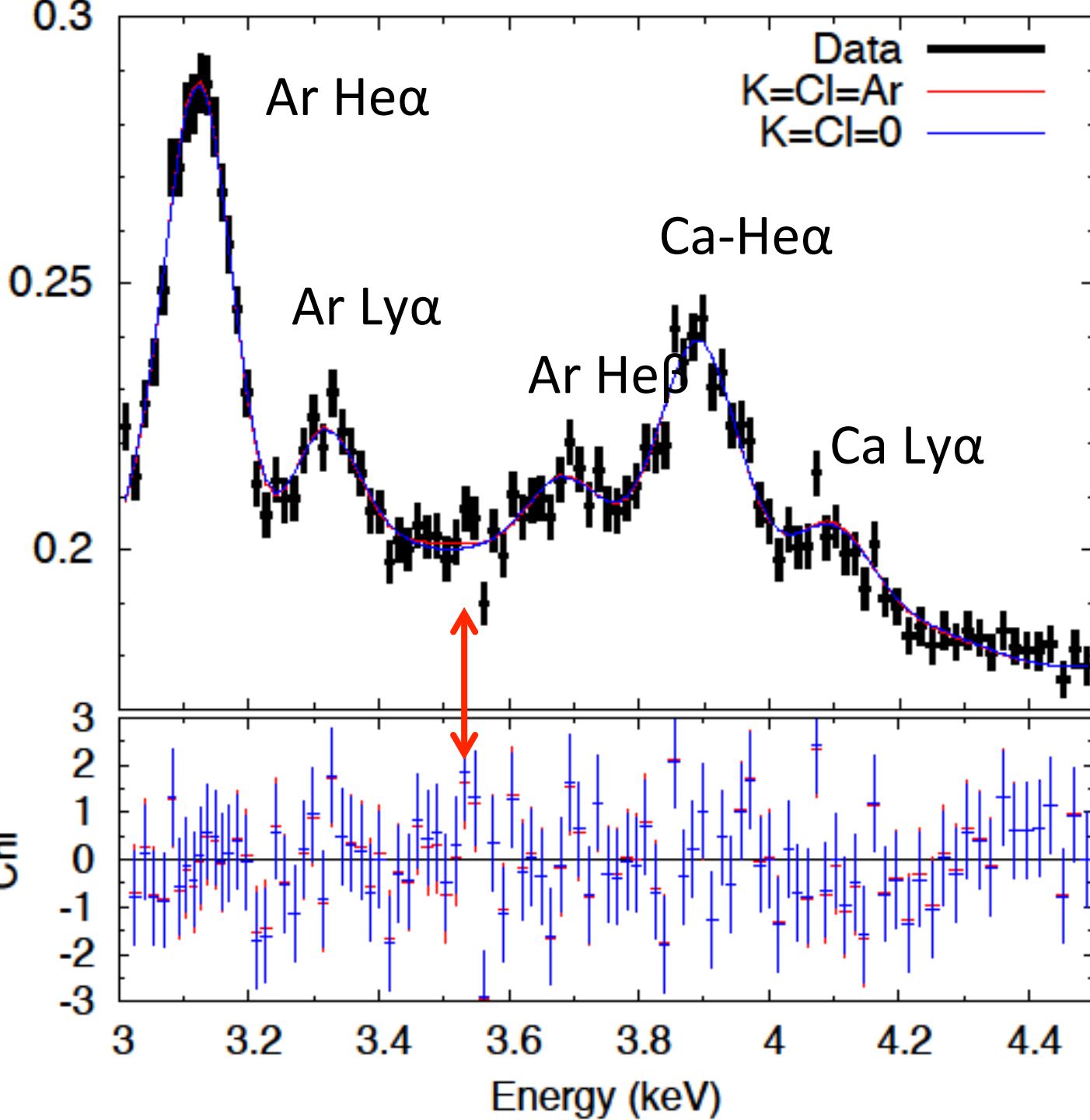


Jeltema & Profumo
2014, arXiv1408.1699J

すべて、atomic line
(K-Heα)強度とPlasma
温度の不定
性で説明できる。

→ 反論、また反論
Bulbul vs Jeltema
Boyarsky

Ar-Heα (3.1): K-Heα (3.52): Ca-Heα (3.90) = 1: 0.14: 0.64
Abundances ; Ar: K: Ca = 1: 0.04: 0.66



Suzaku
 (Uchiyama)
 S=Ar =1.68
 Ca=1.44

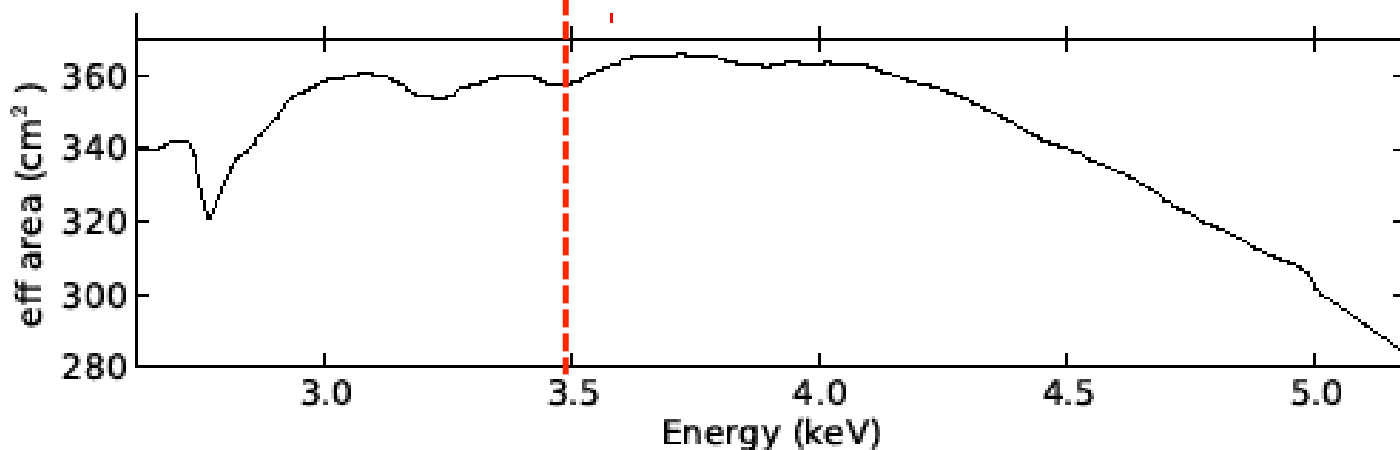
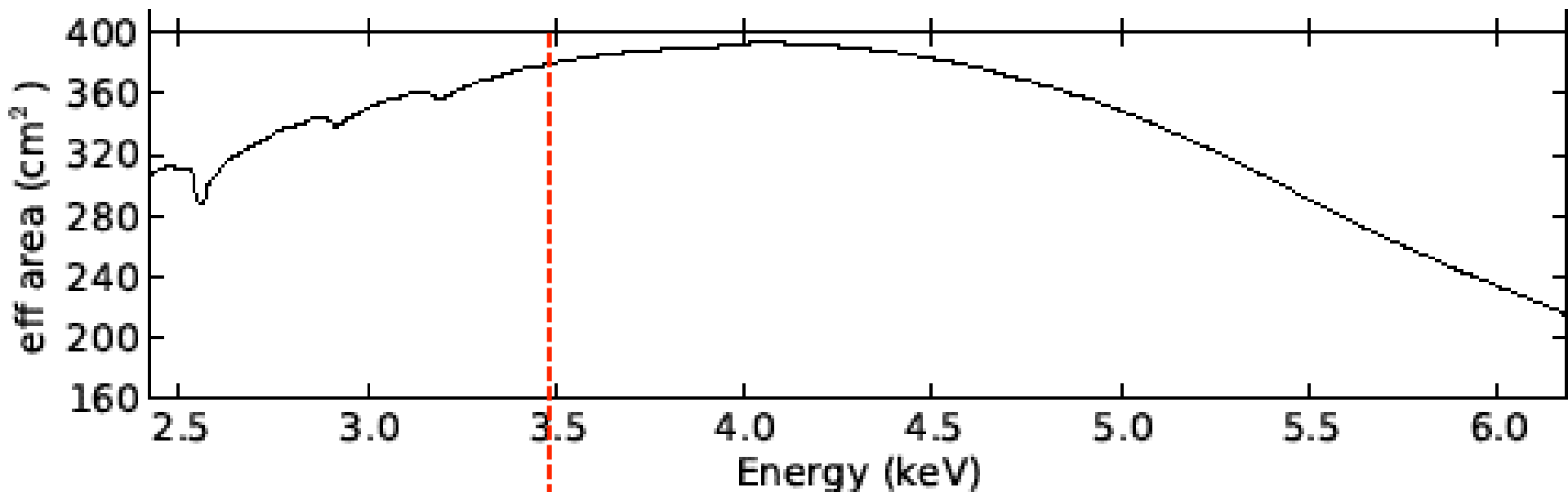
He α
 Ar: K: Ca
 1: <0.06: 0.57
 (1: 0.04: 0.66)

3.5 keV lineは
 K-He α で完全
 に説明できる
 (青と赤線の比較)

要するに何が問題だったか

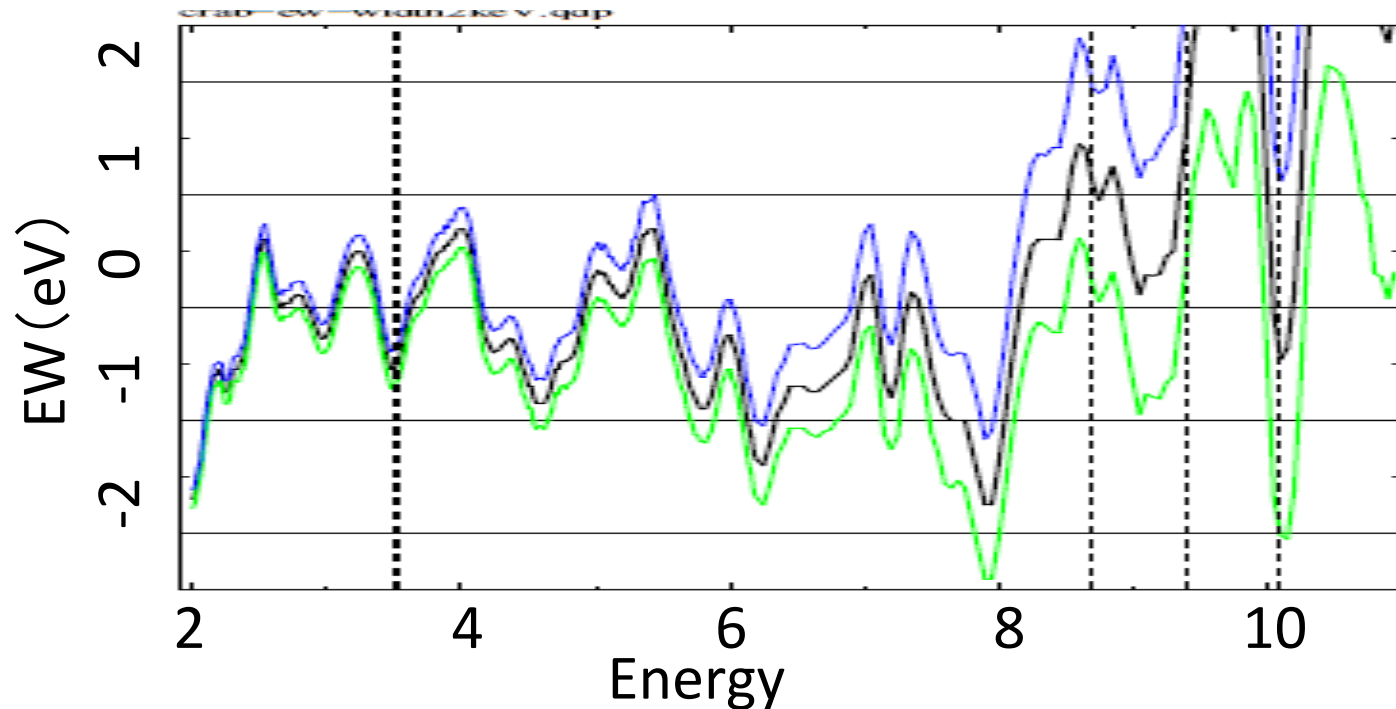
XMM, Chandra, Suzaku のミラーのEffective Area の較正？

上 Chandra & Suzaku 下 XMM=Newton



Suzakuのミラー+CCDのEffective Area のCrab較正

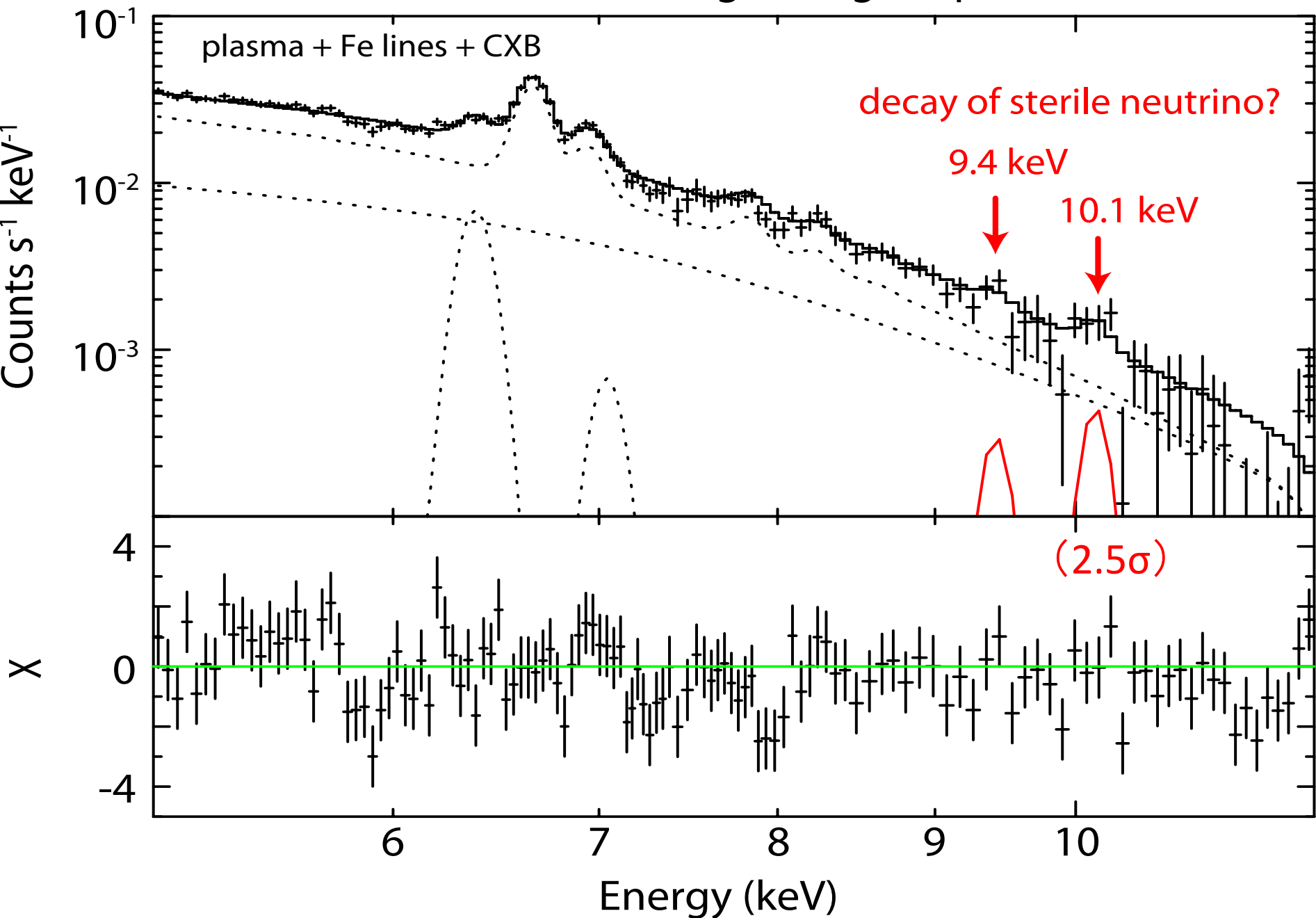
Suzaku: Crab Cal (Tamura et al. 2014)



Line	EW Crab	EW GC/GB
3.51 keV	-0.6 ± 0.2 eV	< 3 eV
8.7 keV	1 ± 1 eV	< 10 eV *

*8.7 keV: Fe Ly γ の寄与を差し引いた値

Suzaku Galactic bulge merged spectrum



Galactic CenterとGalactic BulgeのLine Excess とCrabの誤差との比較(EW)

Line	Crab	GC/GB
3.51 keV	-0.6 ± 0.2 eV	< 3 eV
8.7 keV	1 ± 1 eV	< 10 eV *
10.1 keV	-0 ± 2 eV	$\sim 60 \pm 25$ eV

GC/GBのEWは図から読み取った値(errorは ± 2 割程度)
*8.7 keV: Fe Lyc の寄与を差し引いた値

結論: 3.51, 8.7 keV lineは1sigma以下、10.1 keV は2-5 sigmaで検出されている。
高分解能のASTRO-Hを使えば、原子起源の輝線分離が10倍以上の精度で改善されるので、上記line以外にもdark matter起源の輝線が見つかるだろう。

Future Plan for Sterile neutrino line = SXS (Astro-H)

Confirmation of 3.5 keV (Boyalsky et al.) and 10.1 keV (Koyama et al.) . Effective area of SXS is 1/40 of XIS, hence these lines are too faint to detect with 100ksec exposure. Integration of many pointing data near the GC regions(1 Msec) may give a robust conclusion whether the lines are real

