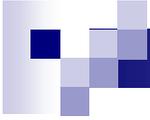


# X線CCD新イベント抽出法の 「すざく」データへの適用

河手香織・蔵本哲也  
(松本班)



# 目次

## ■ 原理

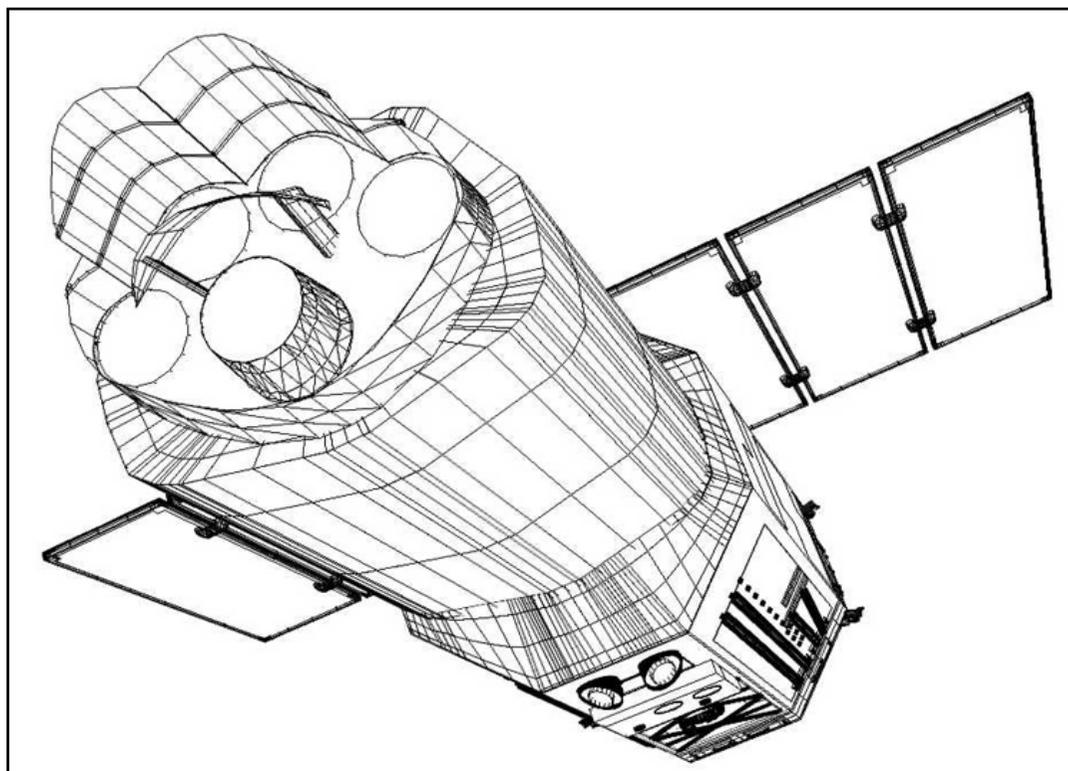
- 検出器
- イベント抽出法
- 天体データ

## ■ Fitting法の適用

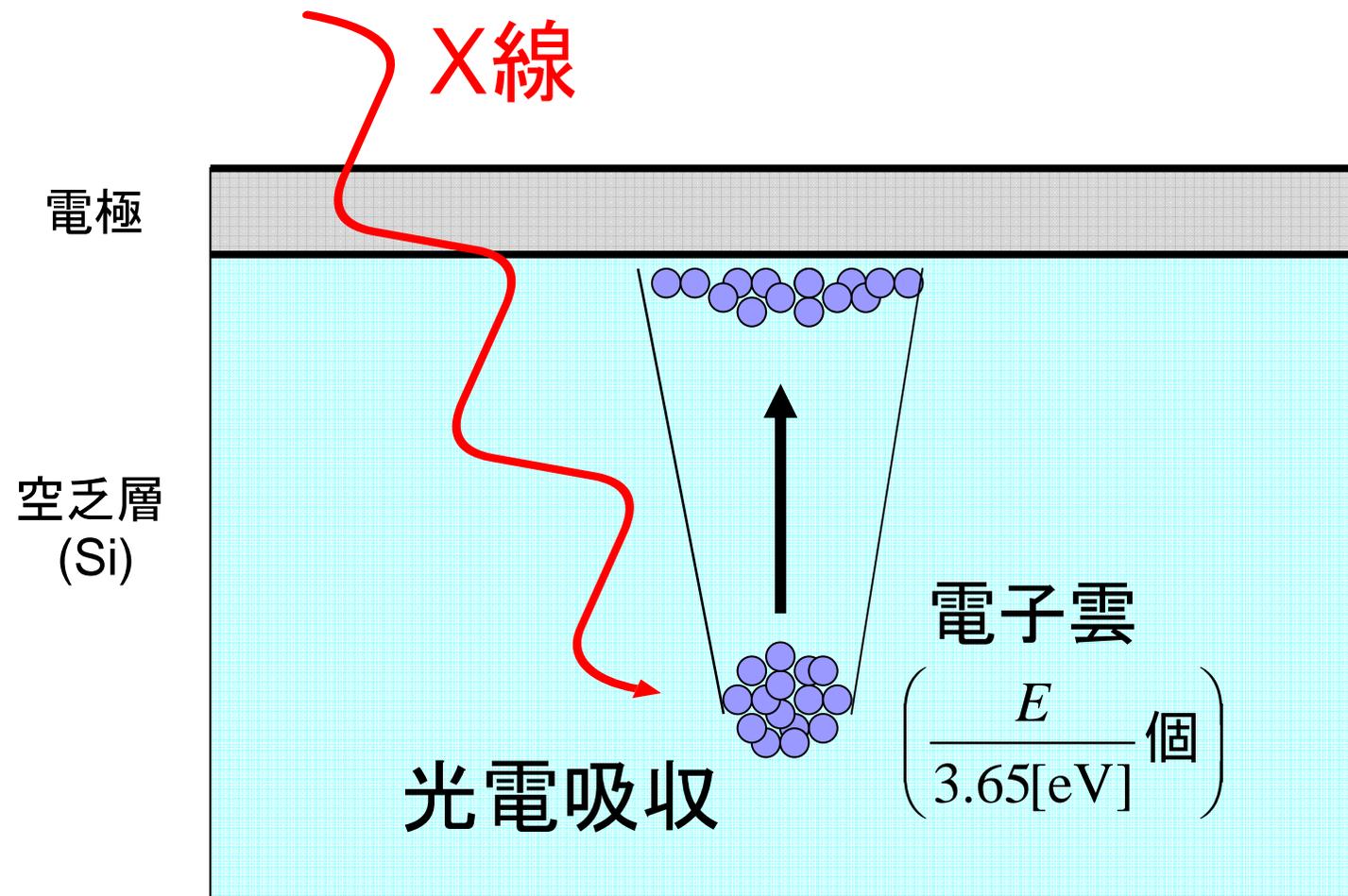
- X線判定条件の決定
- 解析結果

## ■ 課題と展望

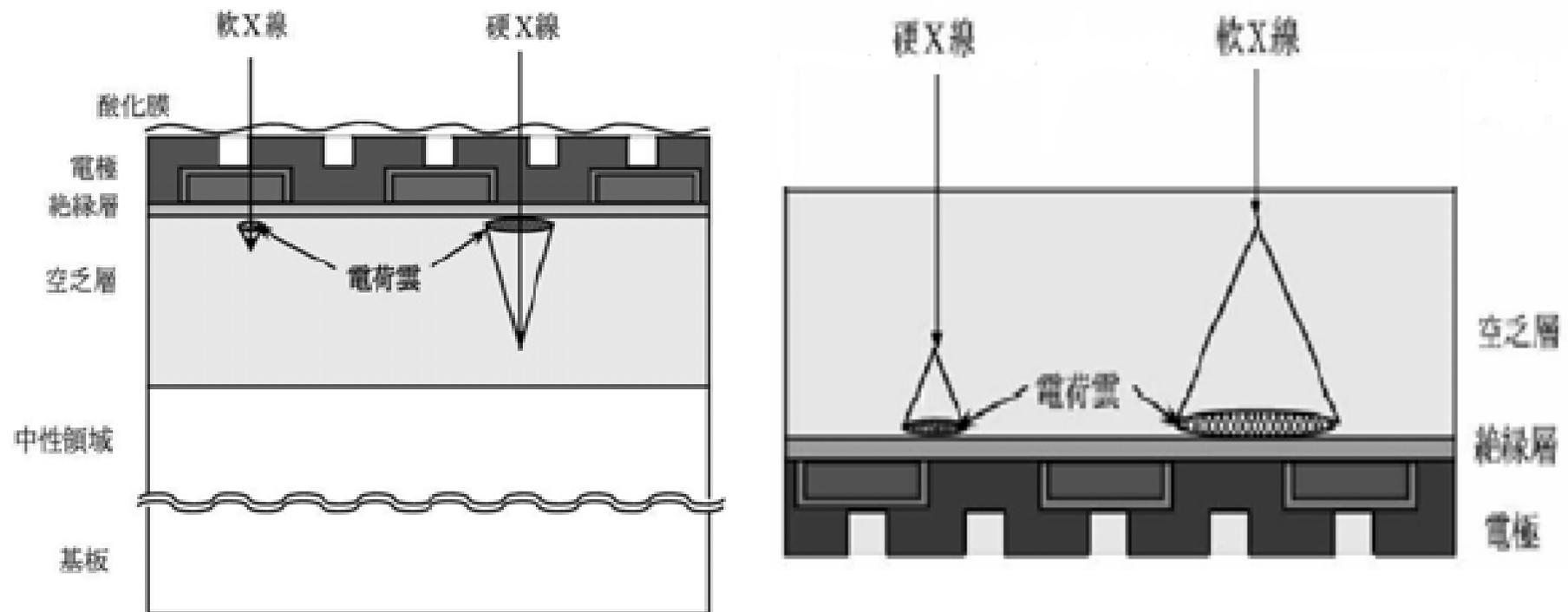
# 原 理



# X線CCD



# 前面照射型(FI)と裏面照射型(BI)



表面照射型 (Frontside Illuminated; FI) 裏面照射型 (Backside Illuminated; BI)

# XIS (X-ray Imaging Spectrometer)

すざく衛星に搭載されているX線CCDカメラ  
(XIS-0,2,3・・・FI, XIS-1・・・BI)

- 視野  
17.8' × 17.8'
- エネルギー帯域  
0.2～12keV
- 有効画数  
1024 × 1024
- 1画素のサイズ  
24 μm × 24 μm

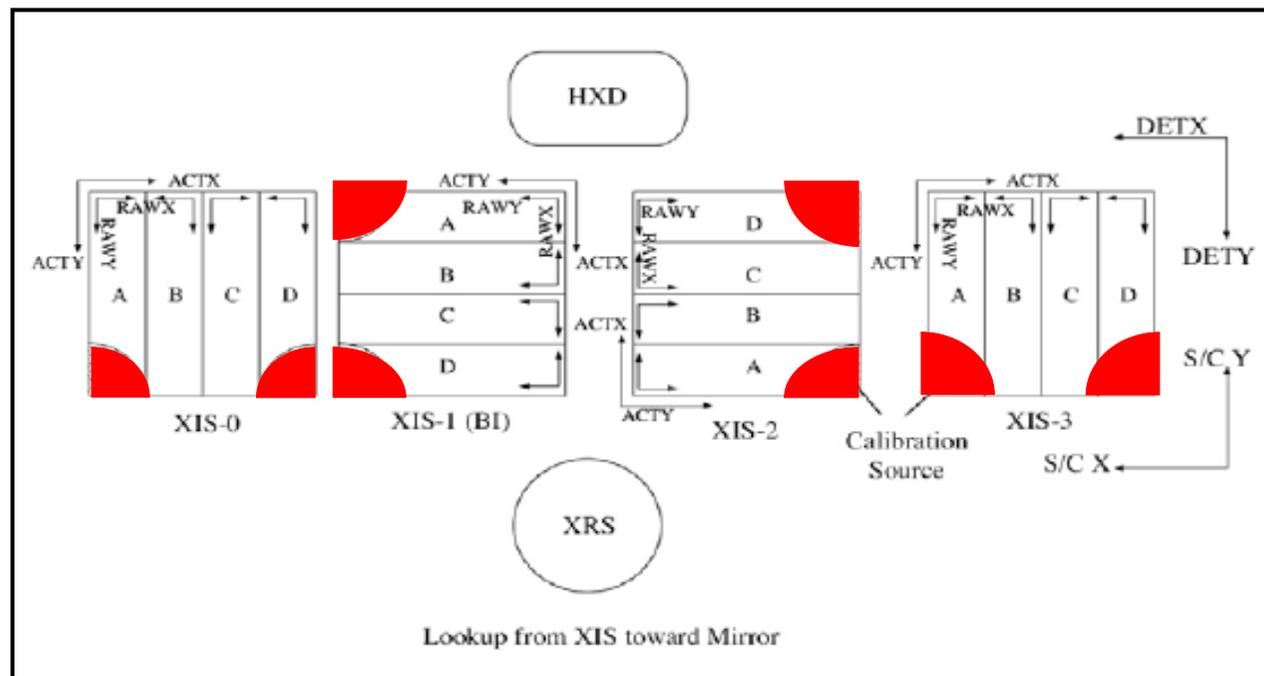


# 較正用線源

XISには、カメラ毎に較正用線源が取り付けられている。

## ■ $^{55}\text{Fe}$

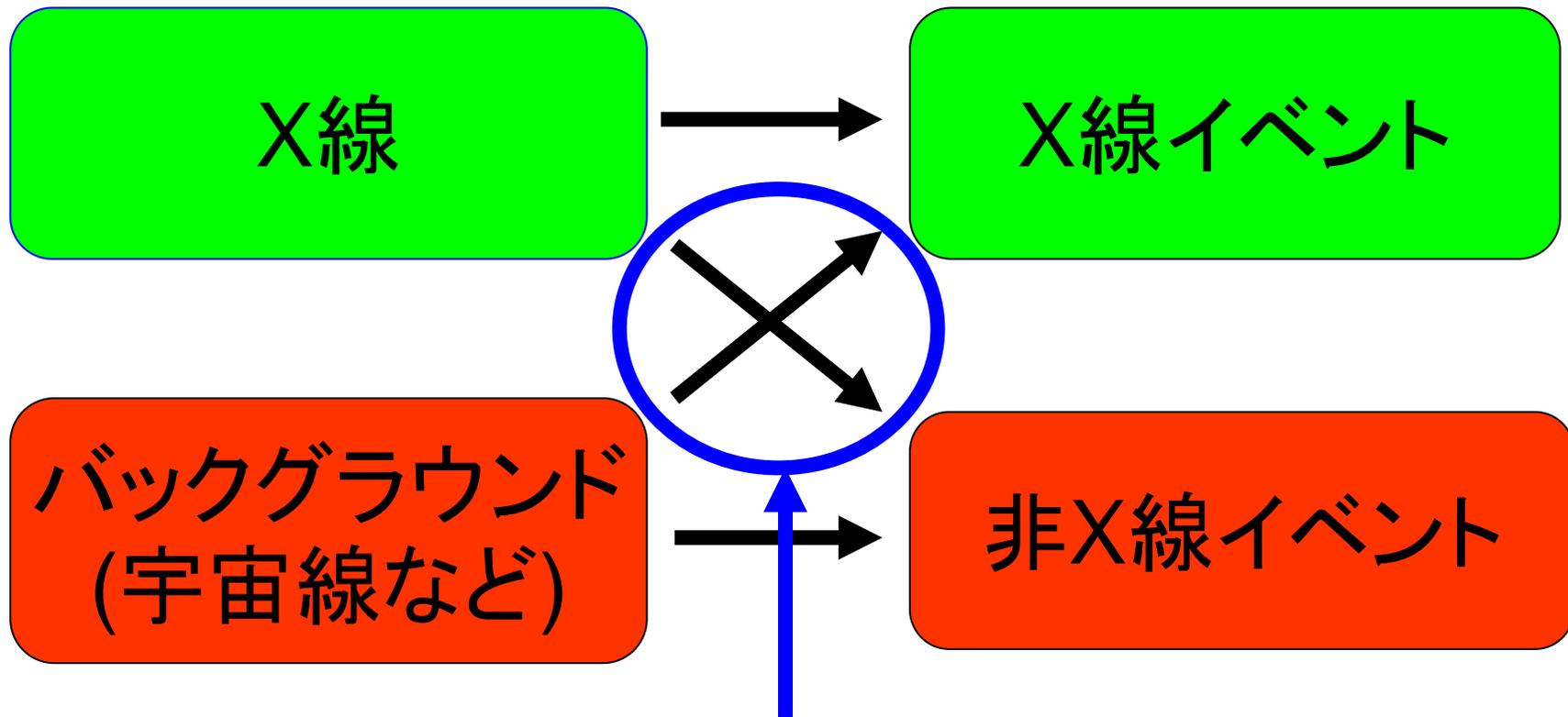
- Mn -  $K\alpha$  : 5.9 keV
- Mn -  $K\beta$  : 6.5 keV



# イベント抽出について

実際に入射したもの

判定結果



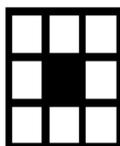
こうなることを出来るだけ少なくしたい。

# Grade法

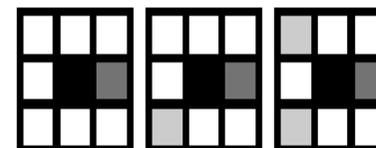
スプリット閾値を超えたピクセルの分布パターンによって  
X線か否かを判定

X線イベント

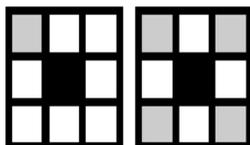
Grade 0  
= perfect single



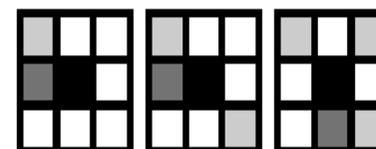
Grade 4  
= right single-sided split  
+ detached corners



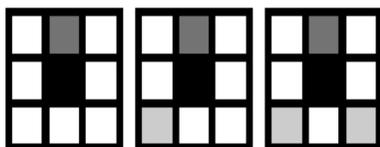
Grade 1  
= single  
+ detached corners



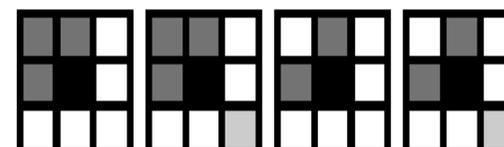
Grade 5  
= single-sided split  
with touched corners



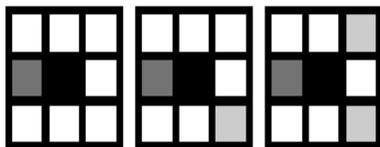
Grade 2  
= vertical single-sided split  
+ detached corners



Grade 6  
= L-shape or square-shape  
+ detached corners



Grade 3  
= left single-sided split  
+ detached corners



Grade 7

その他

■ 中心ピクセル

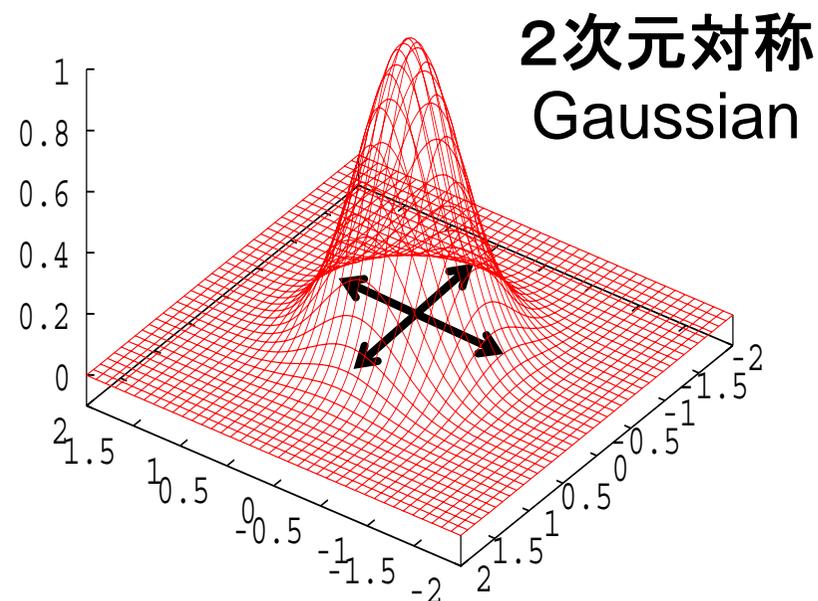
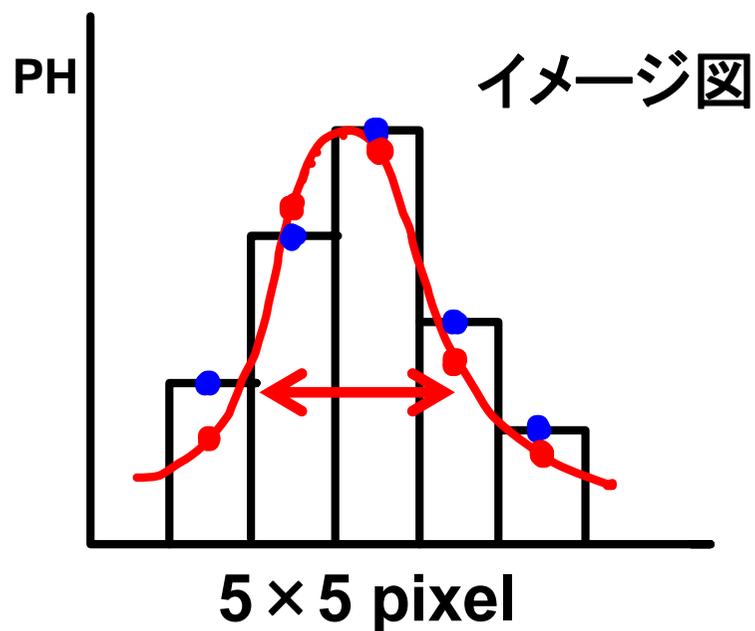
■ PHがスプリット閾値以上のピクセル(波高計算に用いる。)

■ PHがスプリット閾値以上のピクセル(波高計算に用いない。)

# Fitting法

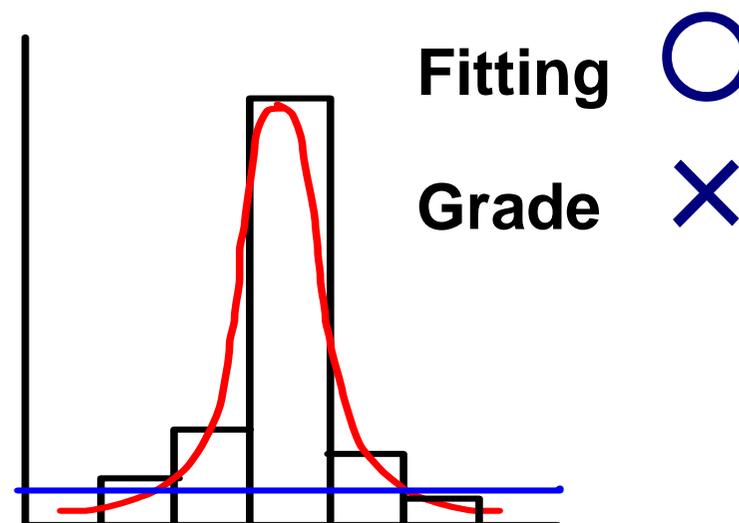
直接的に電子雲の広がりを測定

- 対称Gaussian :  $\text{gauss}(x,y) = a \times \exp\left(-\frac{(x-b)^2 + (y-c)^2}{2d^2}\right)$
- 電子雲の広がり : 分散
- エネルギー : 合計波高値



# Fitting法で期待されること

- ・  $5 \times 5$ ピクセルで評価できる。
- ・ Grade法ではスプリット閾値を経験的に決めるしかないが、Fitting法では直接的に電子雲を評価できる。
- ・ エネルギー依存性を考慮できる。
- ・ Grade法で除去されやすい高エネルギーの広がったX線を拾う。



# 解析の目的

- 地上実験では検出効率が数パーセント上がることが確かめられている。

（ 修士論文 村上弘志 (1999)  
河野誠 (2001)  
山口弘悦 (2005) ）



- 天体データにFitting法を適用してみる。

# 今回利用した天体データ(1)

## E0102-72

### ■ 座標

RA : 15.9884 deg

DEC : - 72.0403 deg

### ■ 観測時間

$4.1598 \times 10^3$  sec

### ■ 確定されている輝線

O<sub>v II</sub> K $\alpha$  線 (0.57keV)

O<sub>v III</sub> K $\alpha$  線 (0.65keV)



# 今回利用した天体データ(2)

## GC SOUTH

### ■ 座標

RA : 266.5016 deg

DEC : - 29.1694 deg

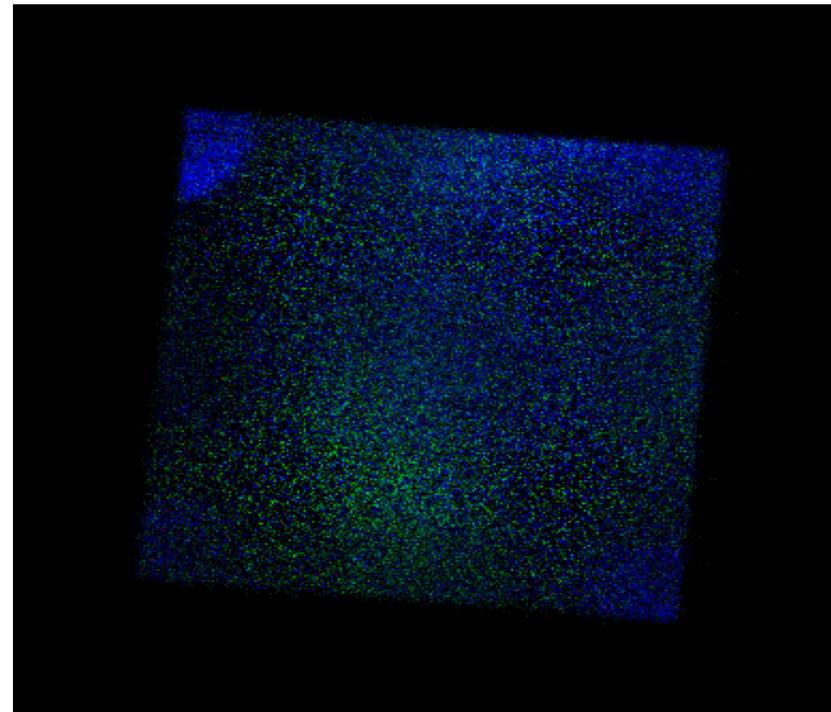
### ■ 観測時間

$1.2958 \times 10^5$  sec

### ■ 確定されている輝線

S<sub>xv</sub> K $\alpha$  線 (2.45keV)

Ar<sub>xv</sub> K $\alpha$  線 (3.13keV)



# Fitting法の適用



# 解析の手順

1. 天体データにフィッティング法を適用する。
2. 較正用線源などのX線による電子雲の広がり求め、X線判定条件を決定する。
3. X線イベントを抽出し、スペクトルを作る。
4. イベント増加率とエネルギー分解能を計算し、Grade法と比較する。

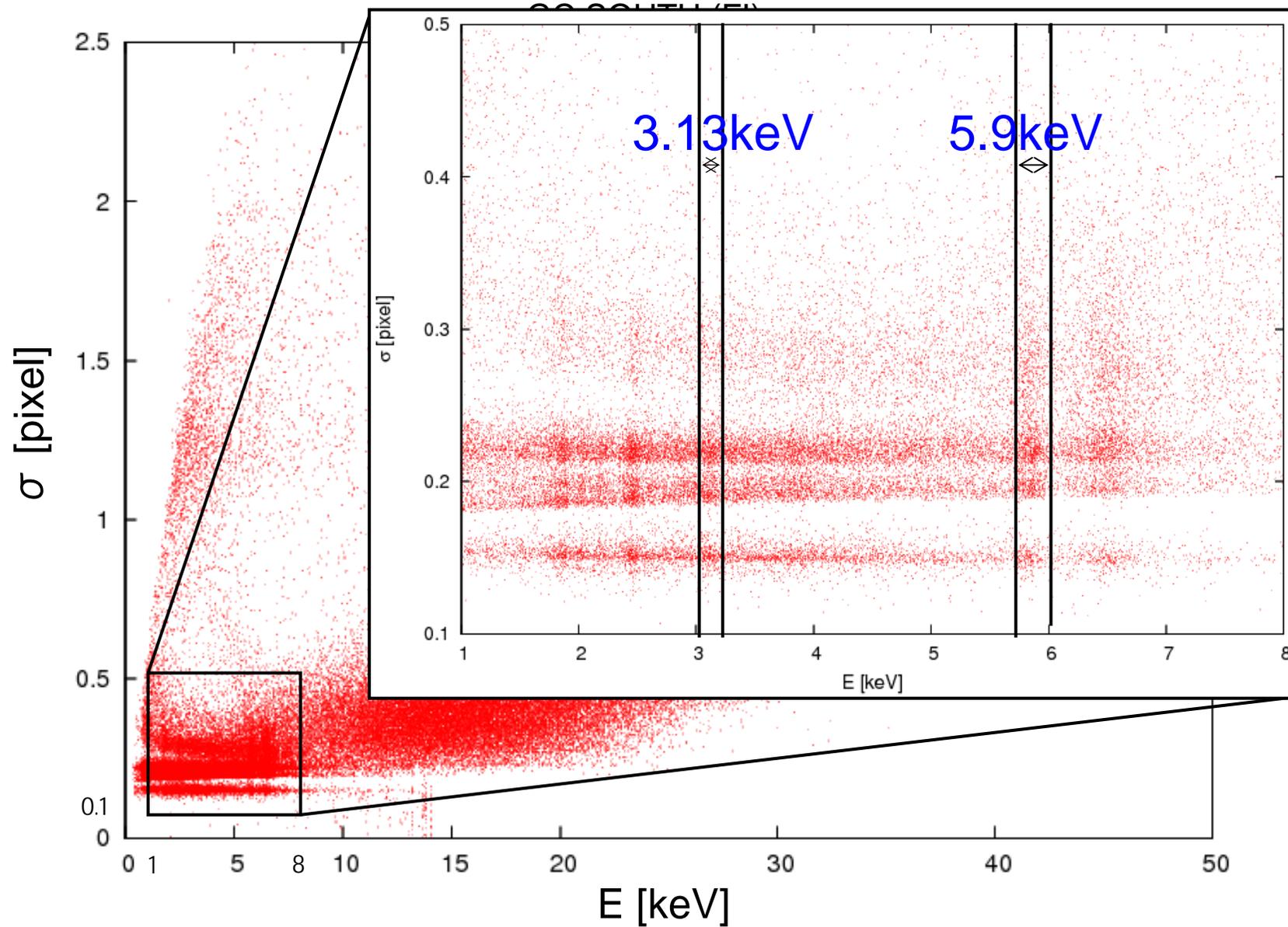
$$\text{イベント増加率} = \frac{\text{Fitting法カウント数} - \text{Grade法カウント数}}{\text{Grade法カウント数}}$$



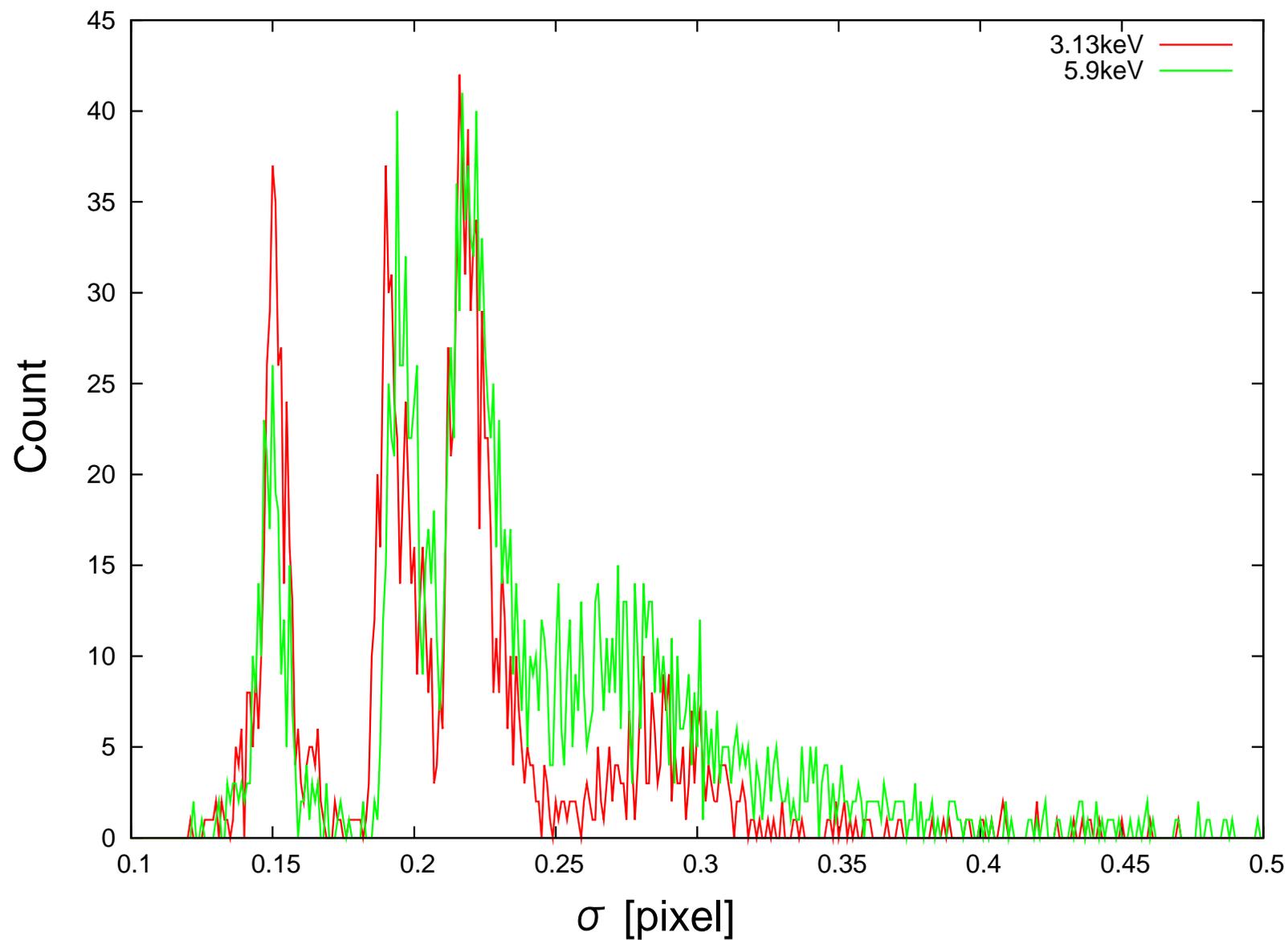
# Fitting法におけるX線判定条件

- Fitting法では、Gaussianの分散の大きさをX線か否かを判定。
  - X線による電子雲の広がりはどの程度か？
- エネルギーによって、広がりはかわってくるはず。
  - エネルギー依存性も考慮。
    - 〔 FI : 高エネルギーで広がりが大きい。 〕
    - 〔 BI : 低エネルギーで広がりが大きい。 〕

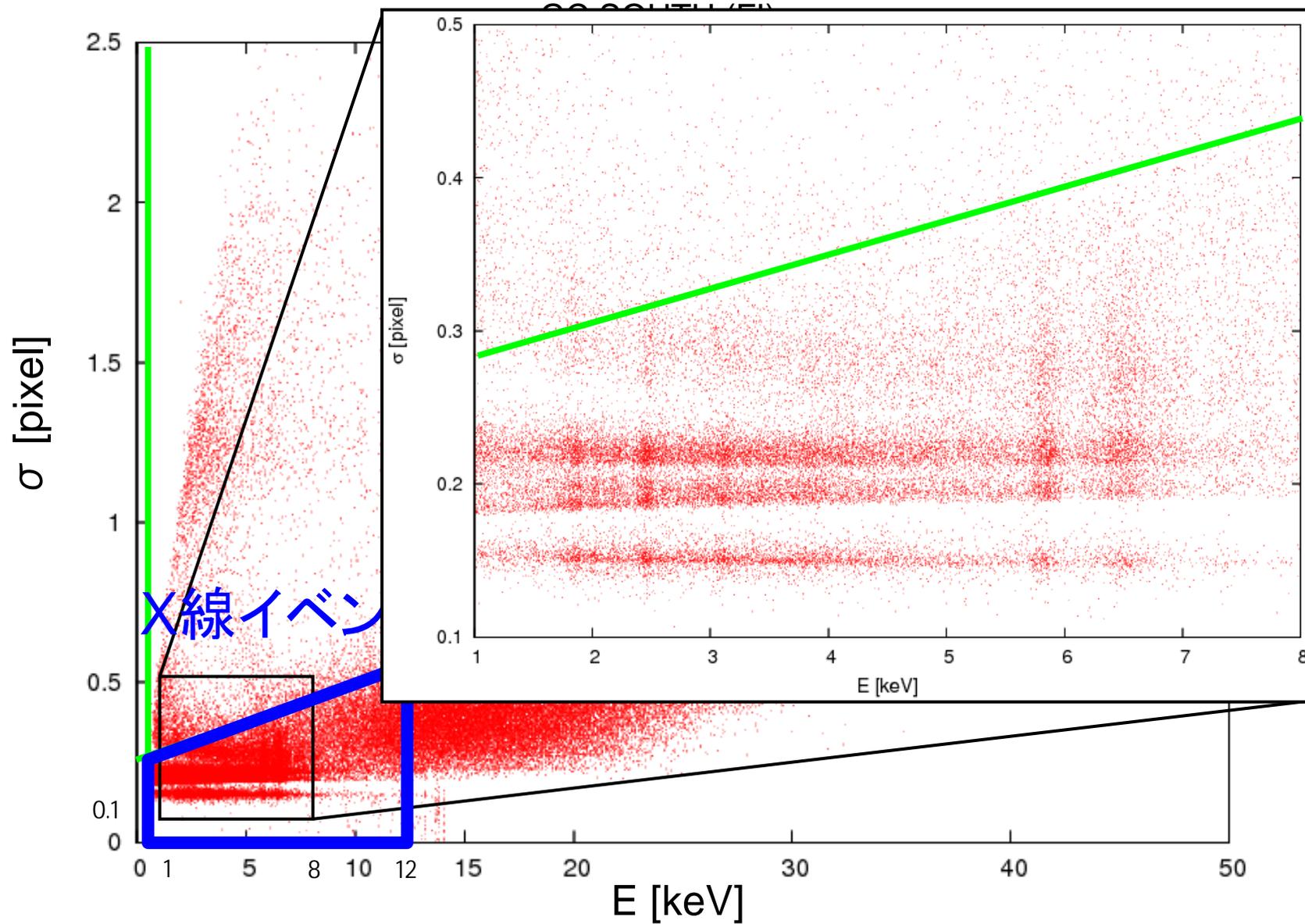
# FIのX線判定条件



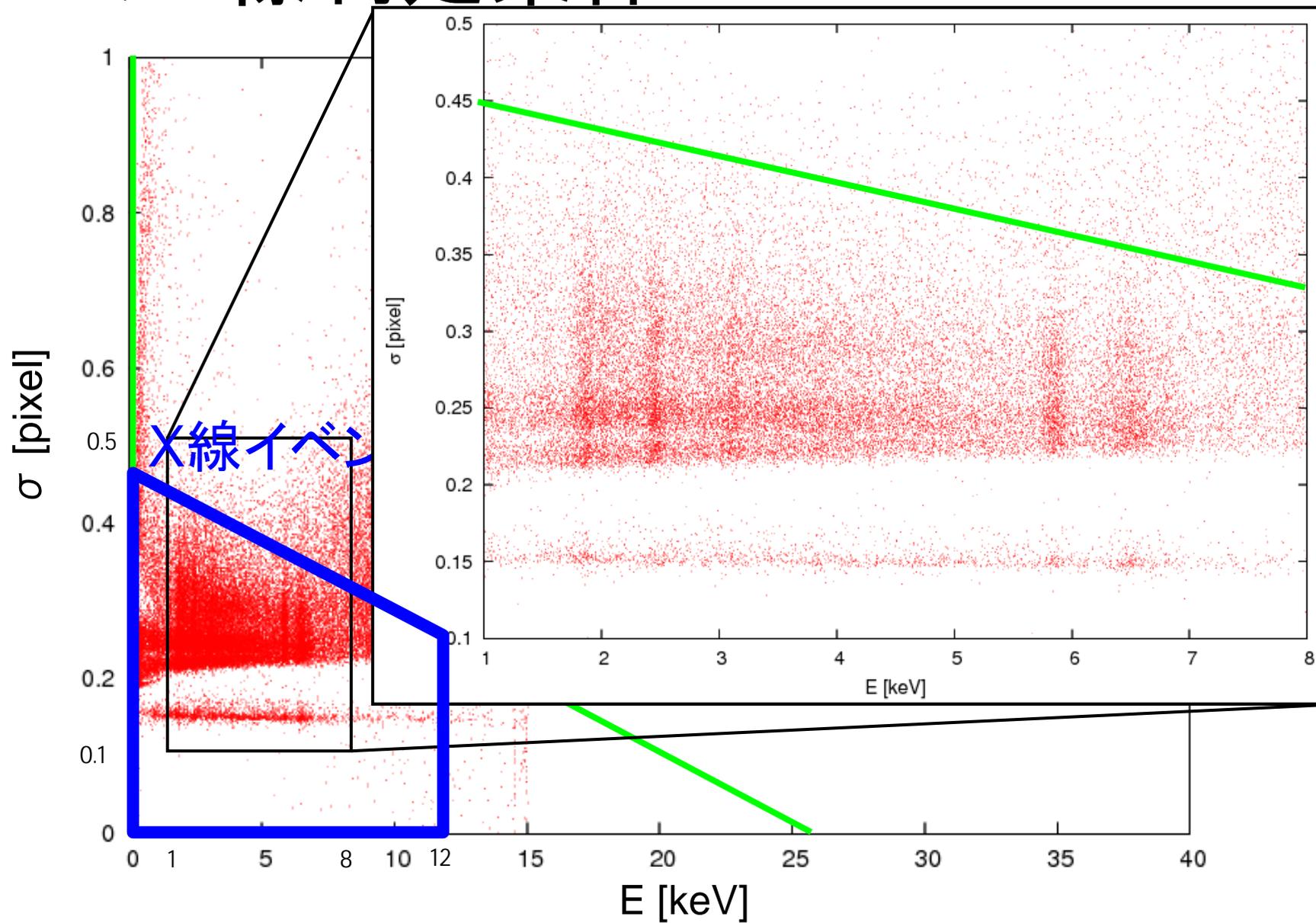
# FIのX線判定条件



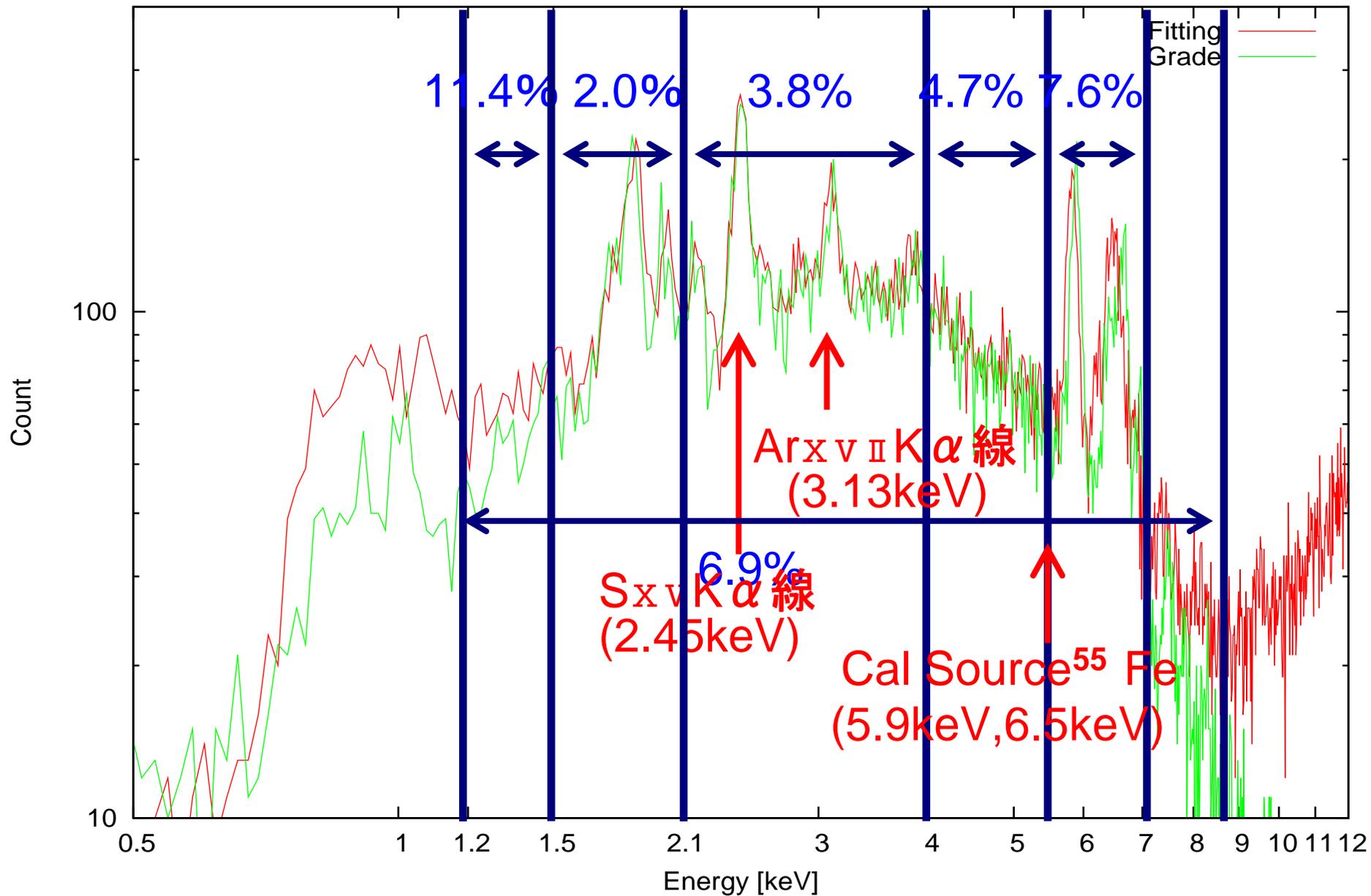
# FIのX線判定条件



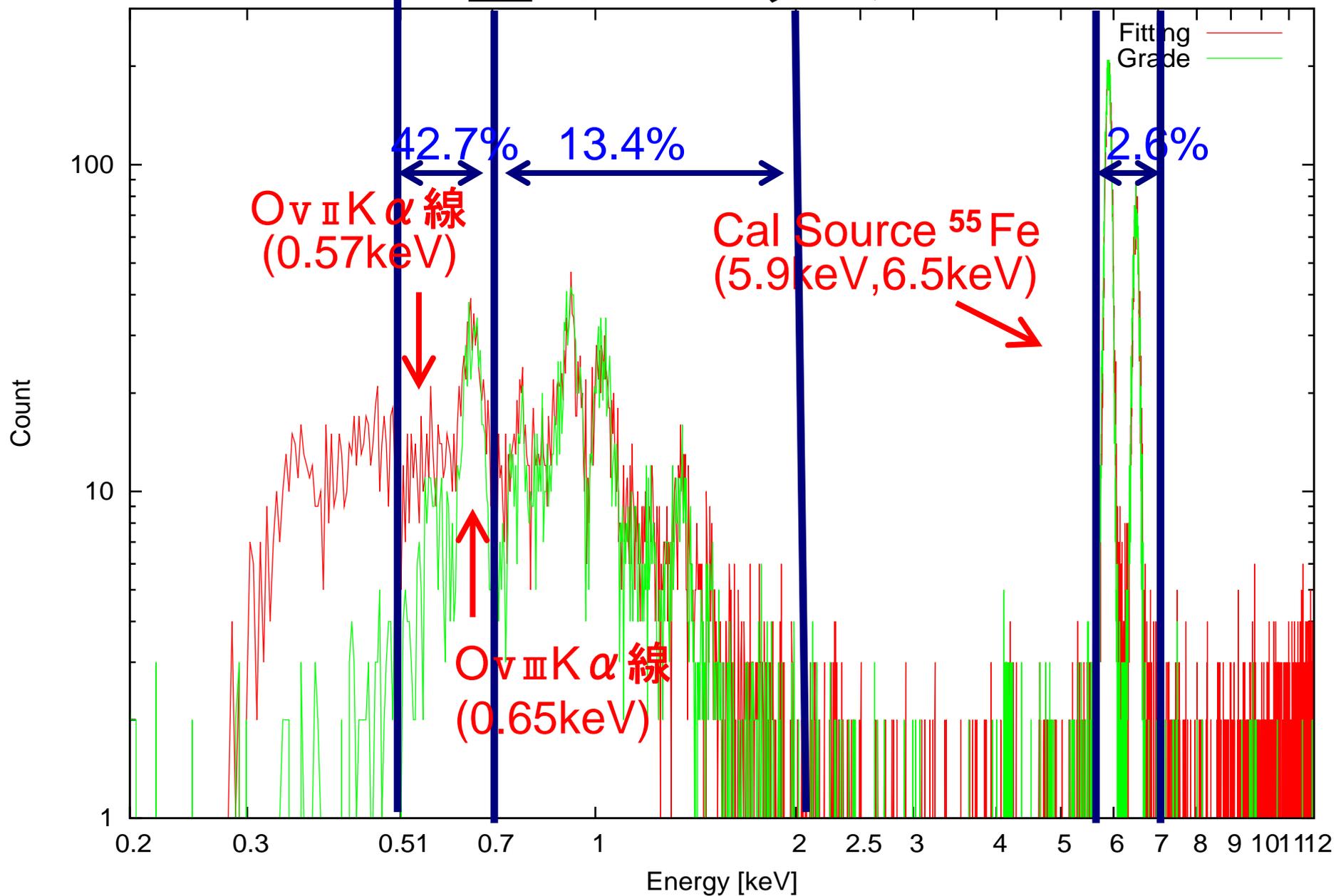
# BIのX線判定条件



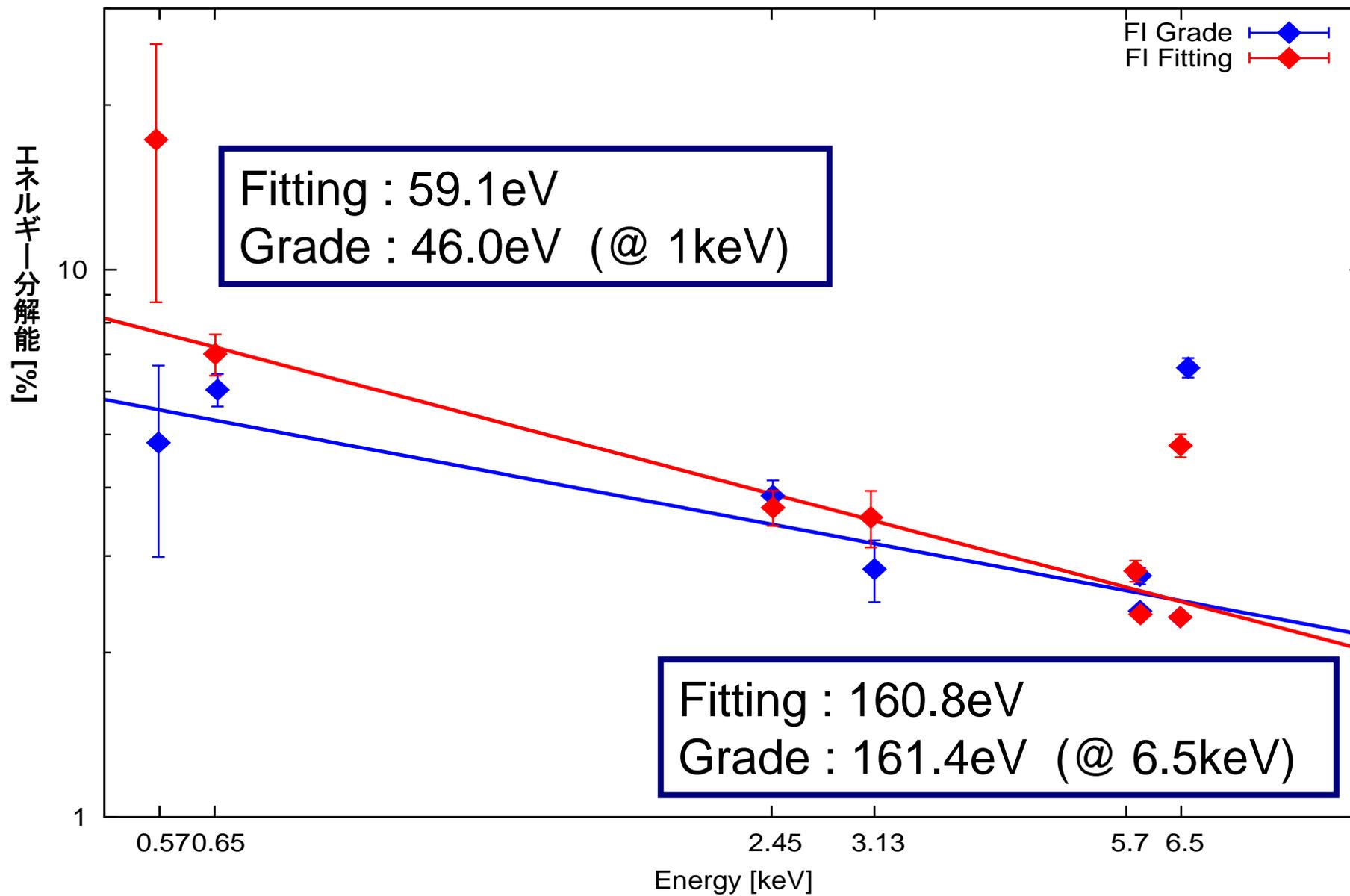
# GC SOUTHのFI型のスペクトル



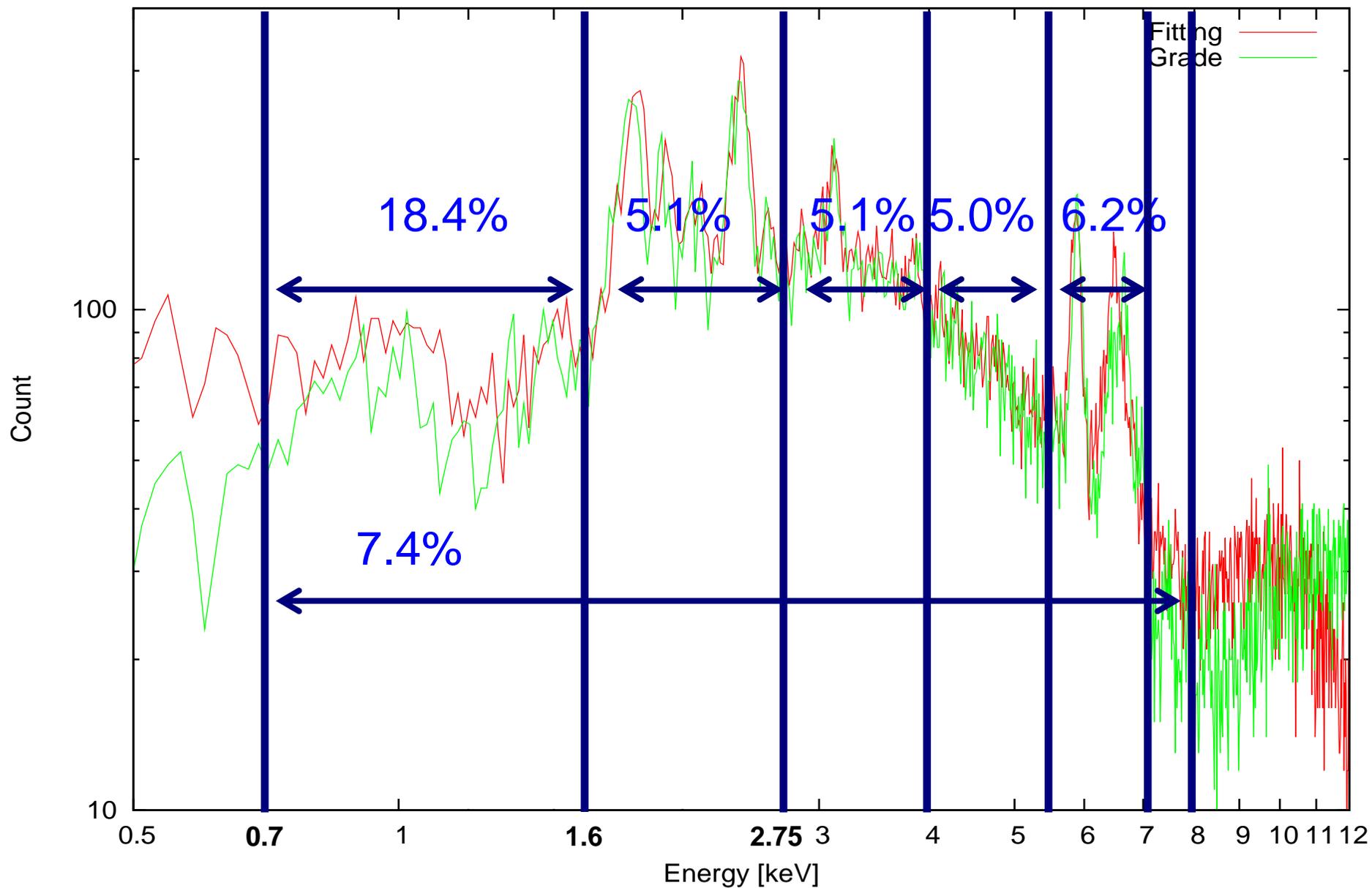
# E0102のFI型のスペクトル



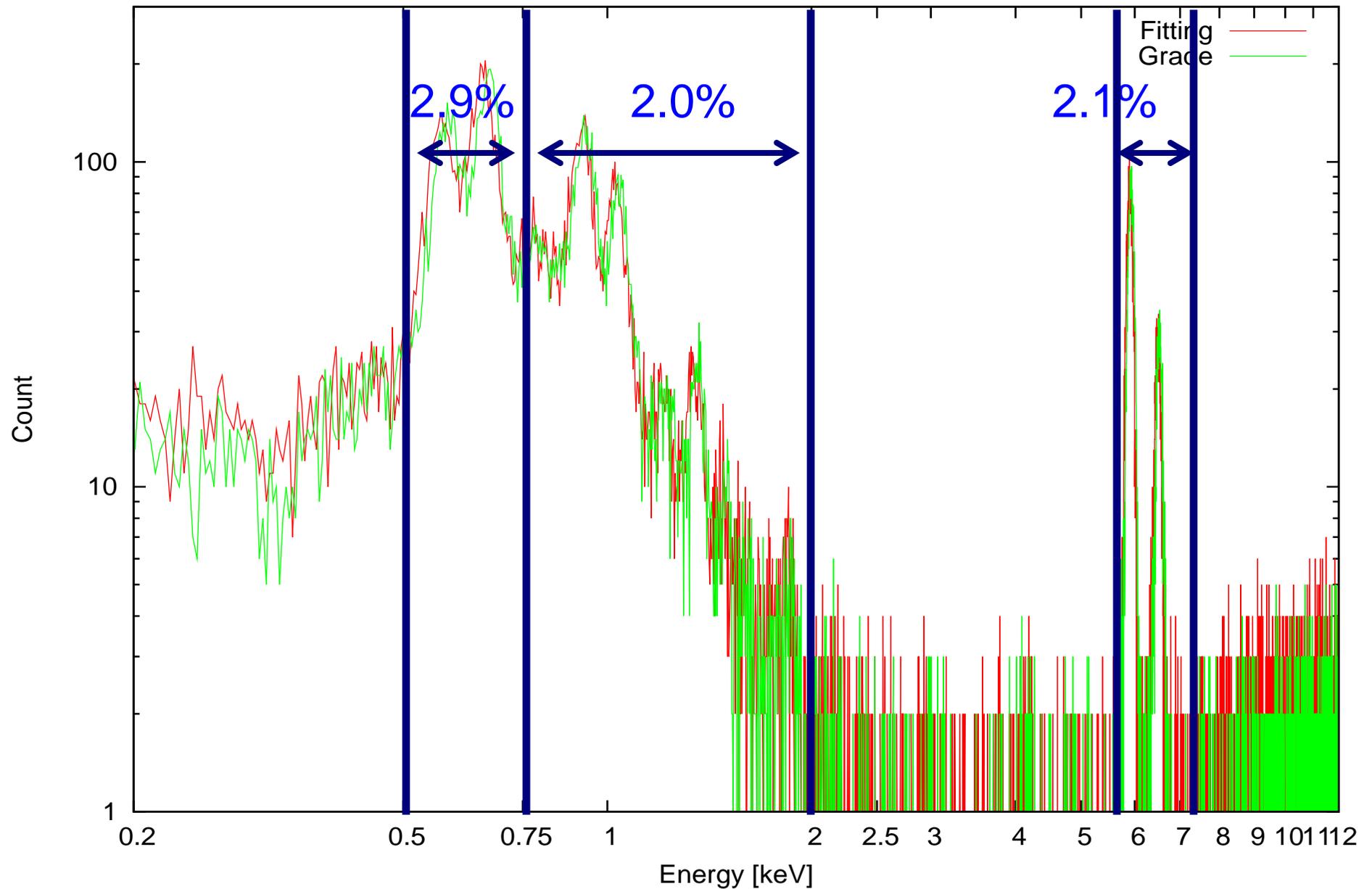
# FI型のエネルギー分解能



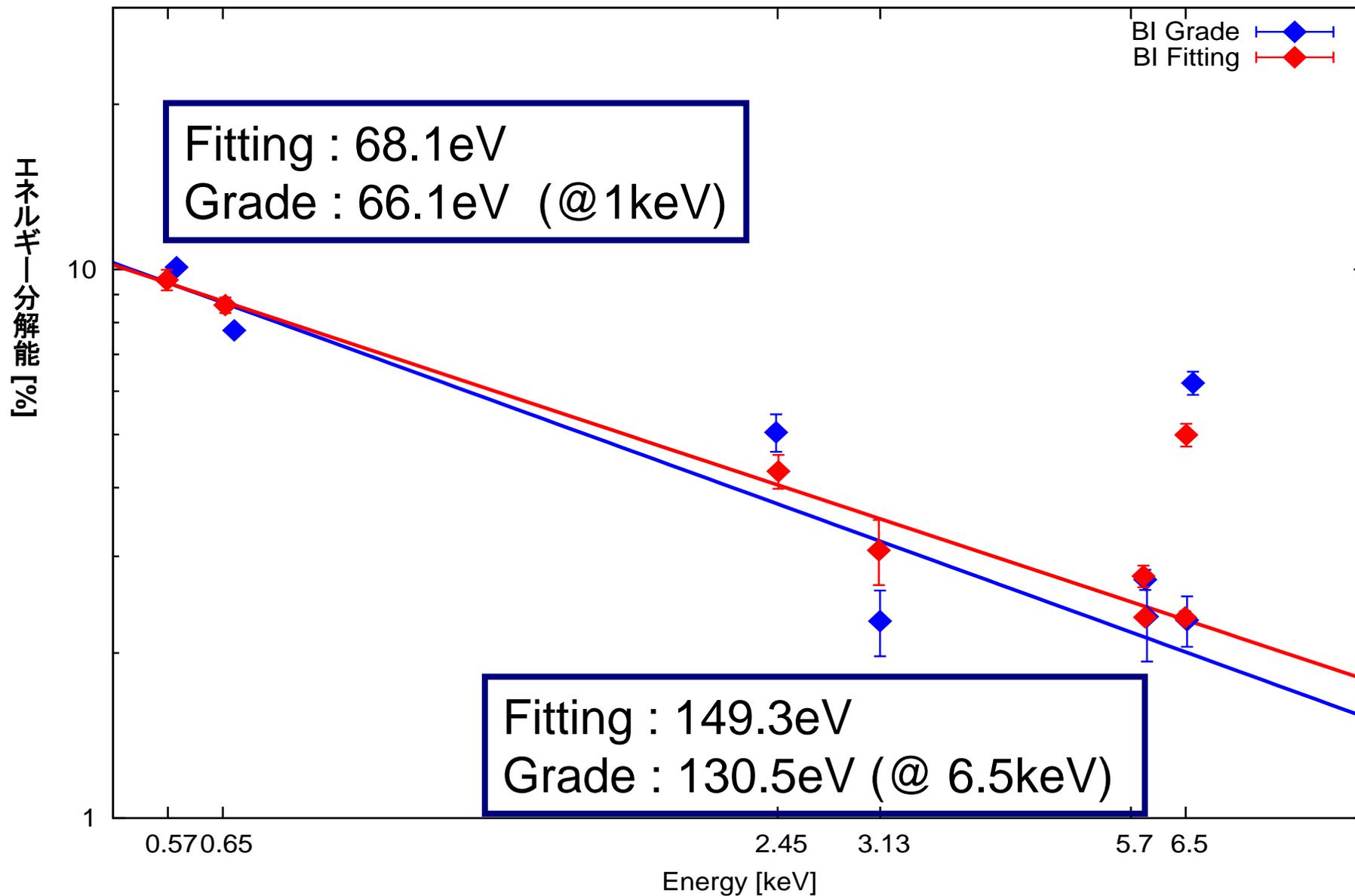
# GC SOUTHのBI型のスペクトル



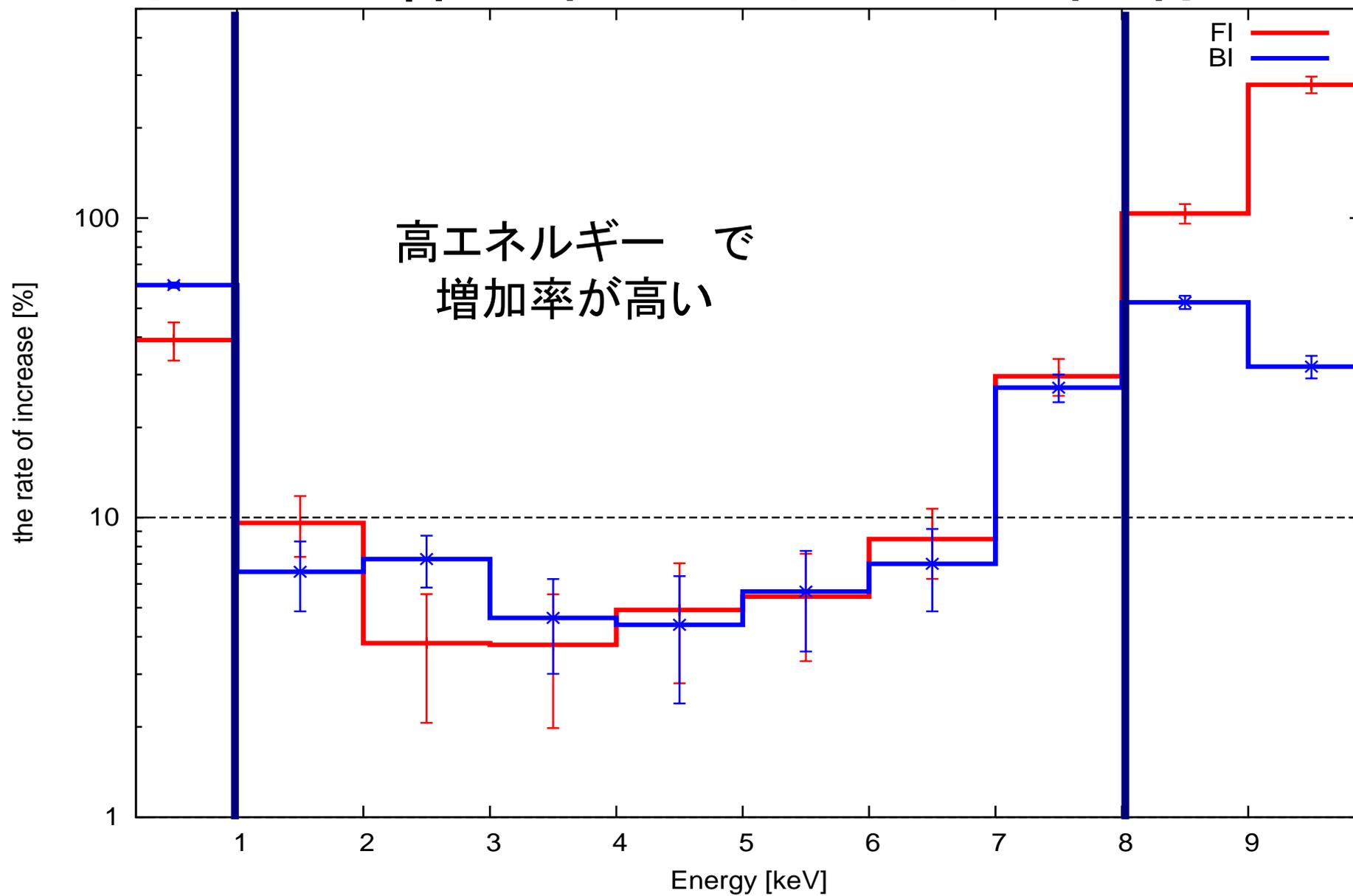
# E0102のBI型のスペクトル



# BI型のエネルギー分解能



# イベント増加率のエネルギー依存





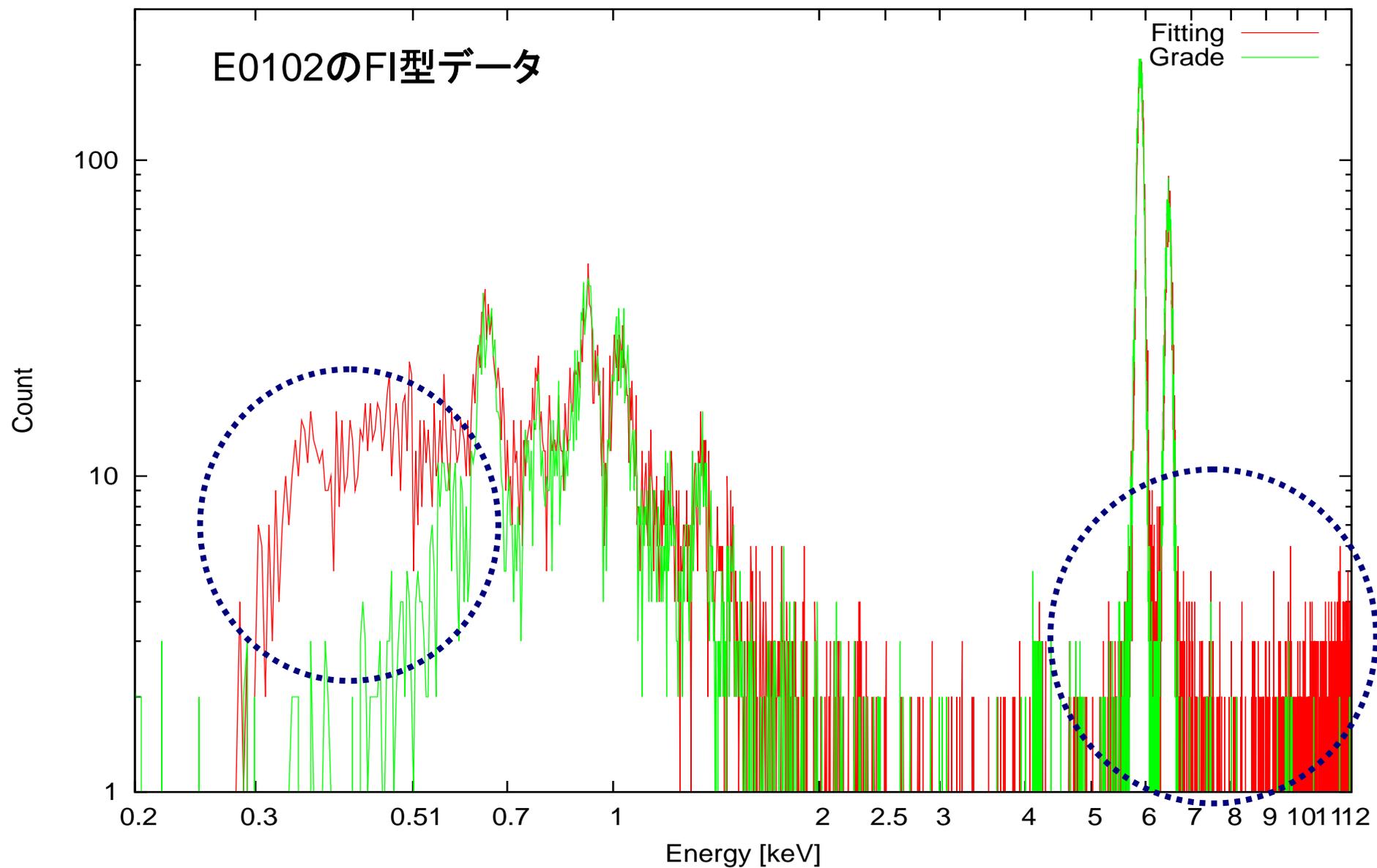
## とめ (Grade法との比較)

- ・ イベント検出数はFI型、BI型ともに がる。  
1 ~ keVでは検出数が数%増加している。  
高エネルギー どのイベント増加率が大きい。
- ・ Grade法と りかわらないエネルギー分解能  
が られる。  
FI型の低エネルギー で分解能が て  
いる。

# 課題と展望

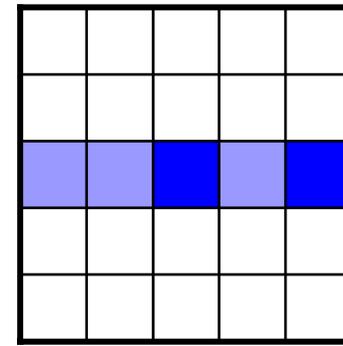
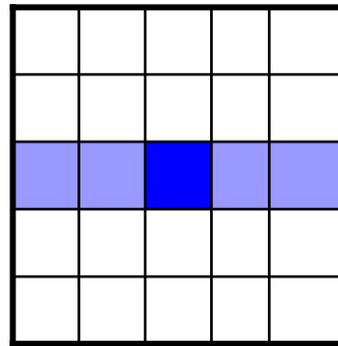
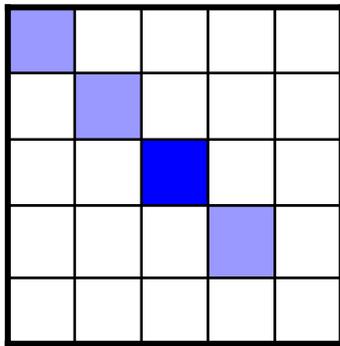


# Fitting法の課題



# Fitting法の課題(原 )

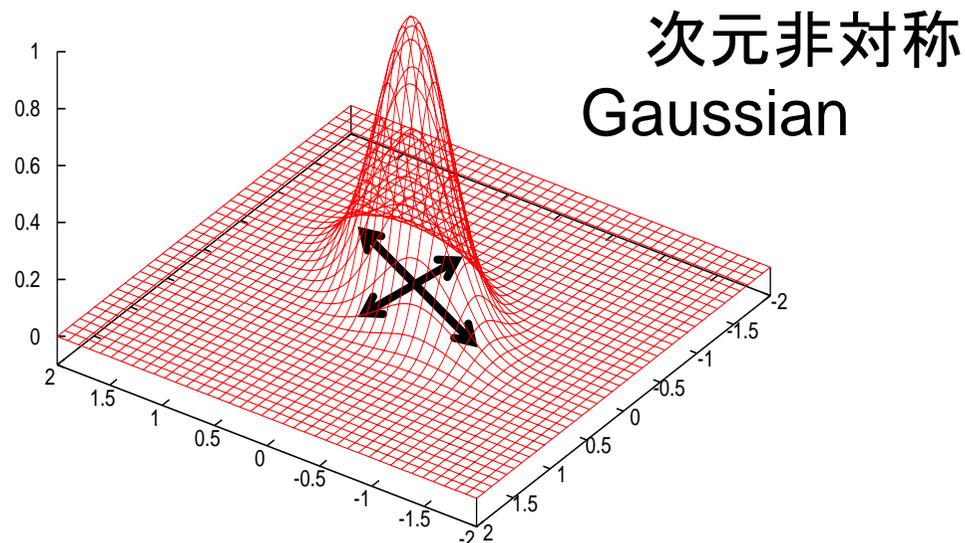
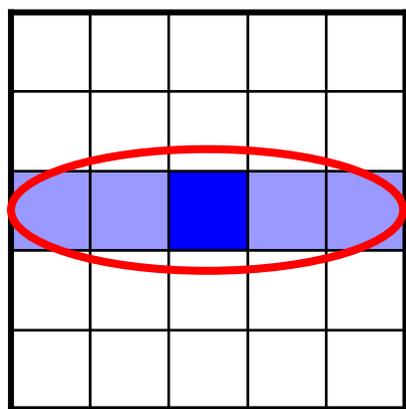
- に広がっているイベントを て れない。



- 宇宙線 によるバックグラウンド
- 数のX線が入射

# Fitting法の課題(対 )

- 非対称なGaussianでフィットする。

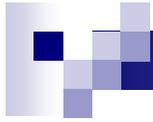


5×5のピクセルでは非対称なGaussianをフィットするのは難しい。

↓  
将来的にピクセルのサイズが小さくなれば Fitting 法は有効である。

りがとう ざい した。

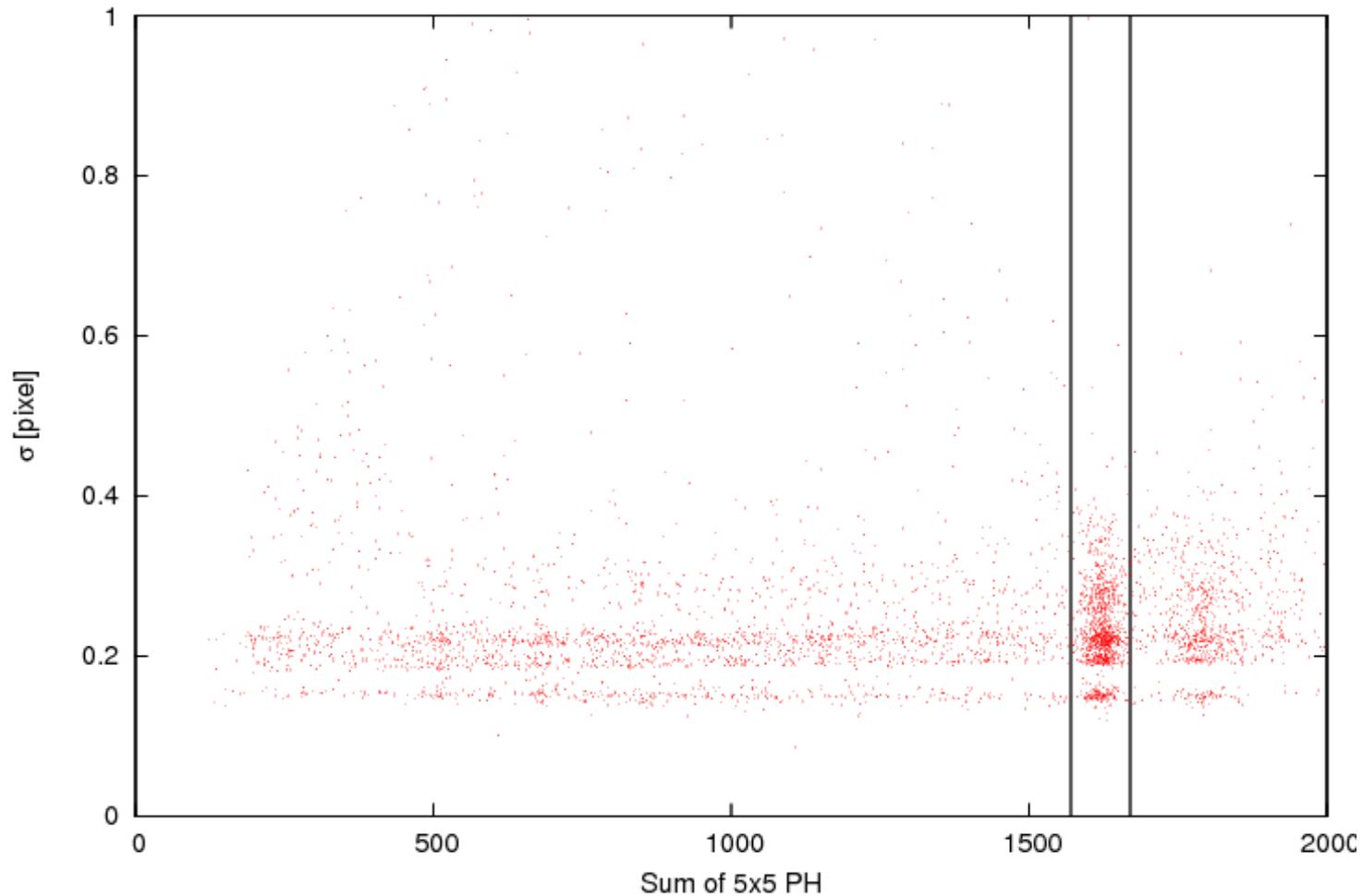




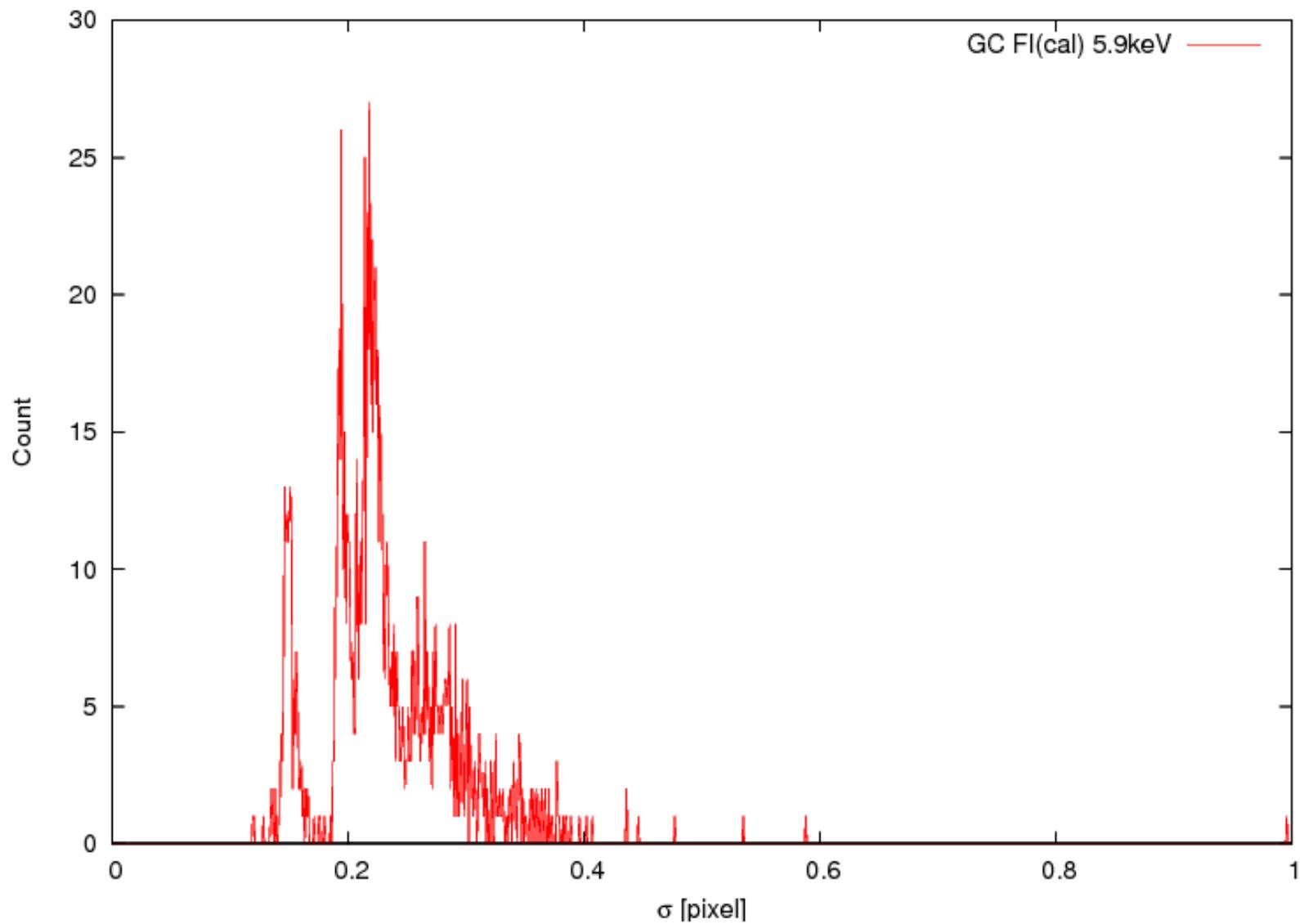
以、おけ。

# X線判定条件の決め ( )

CCDのcalibration Source 分に対して  
Fitting法を適用

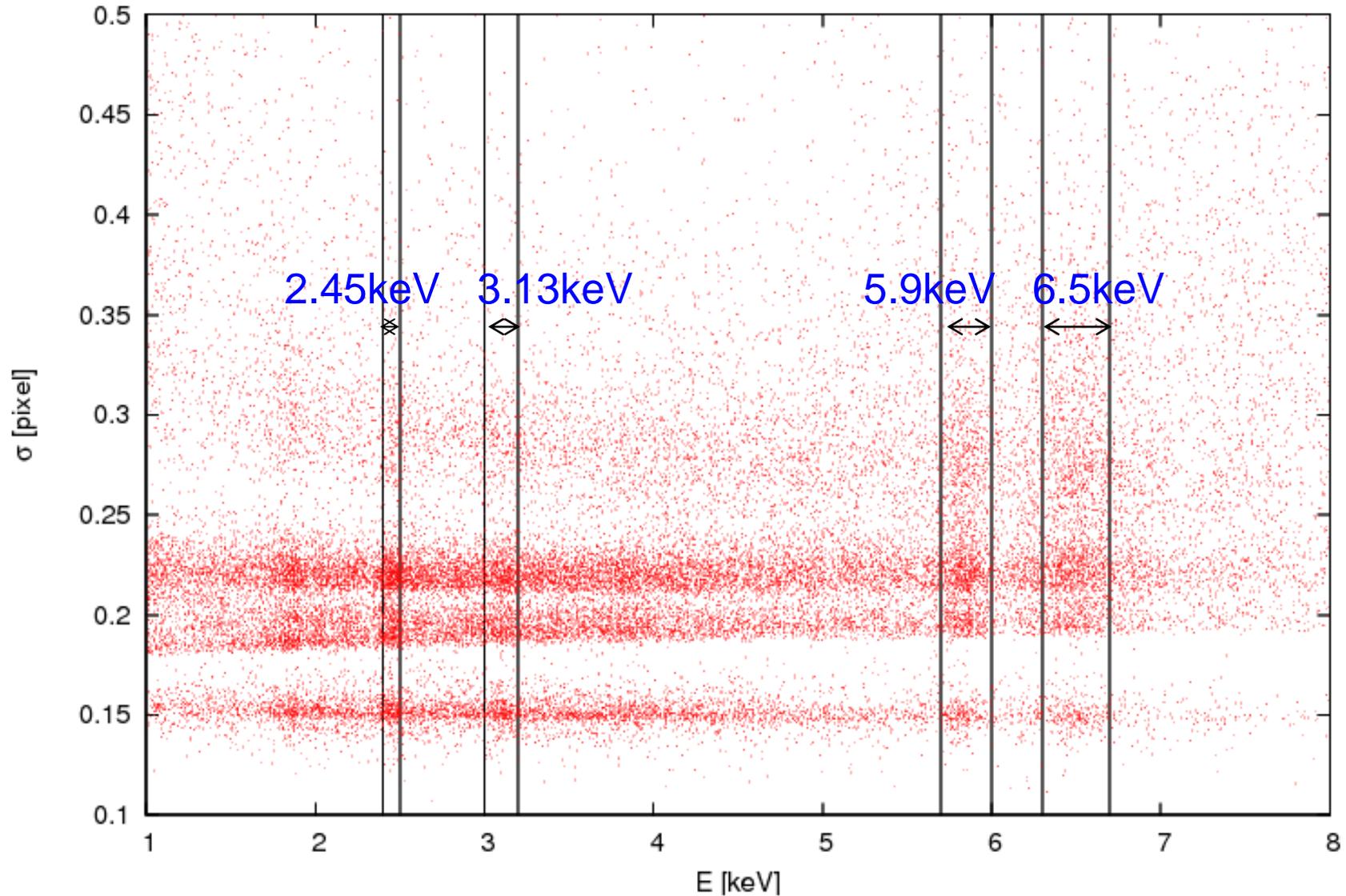


# X線判定条件の決め ( )



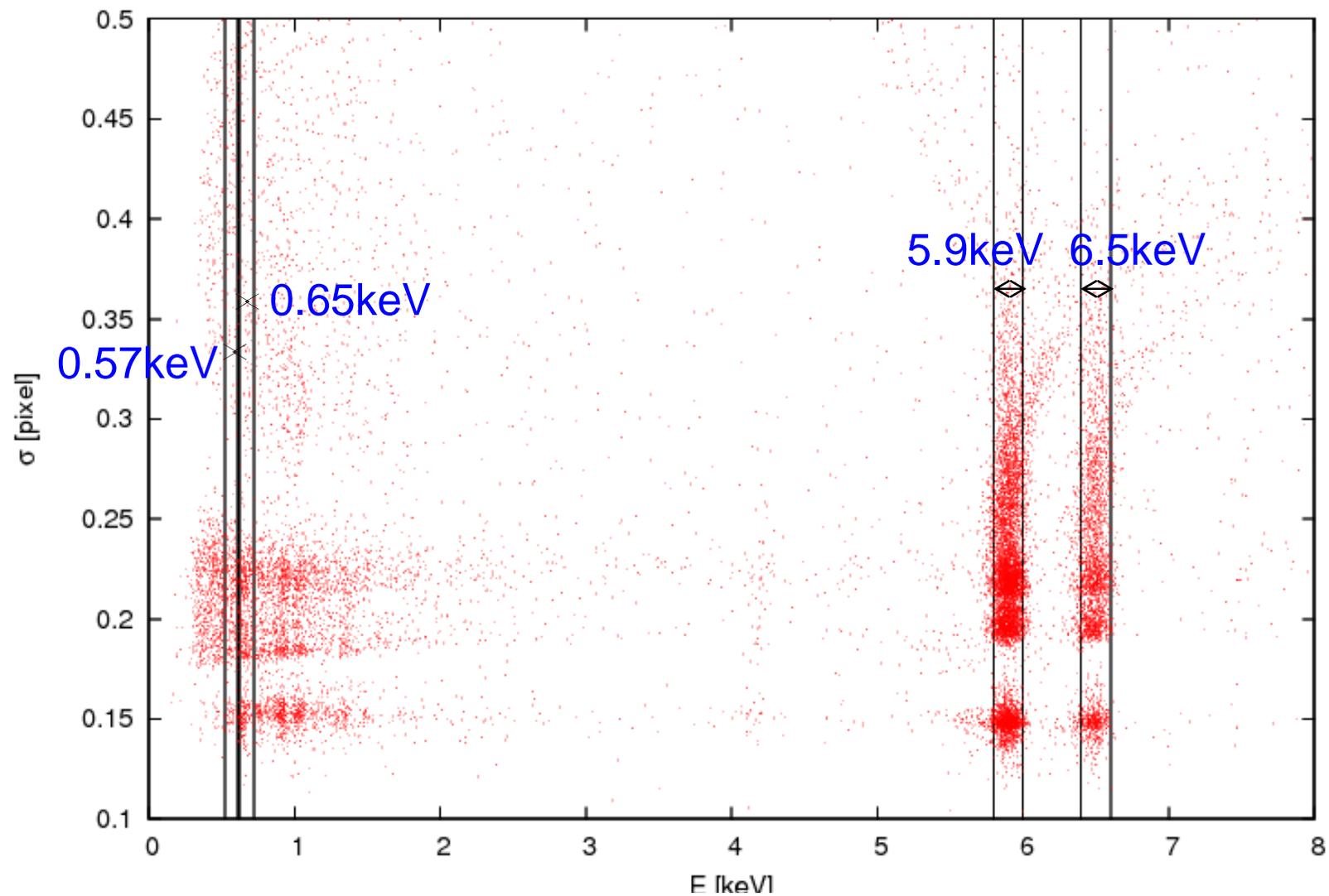
# X線判定条件の決め ( )

GC SOUTH (FI)

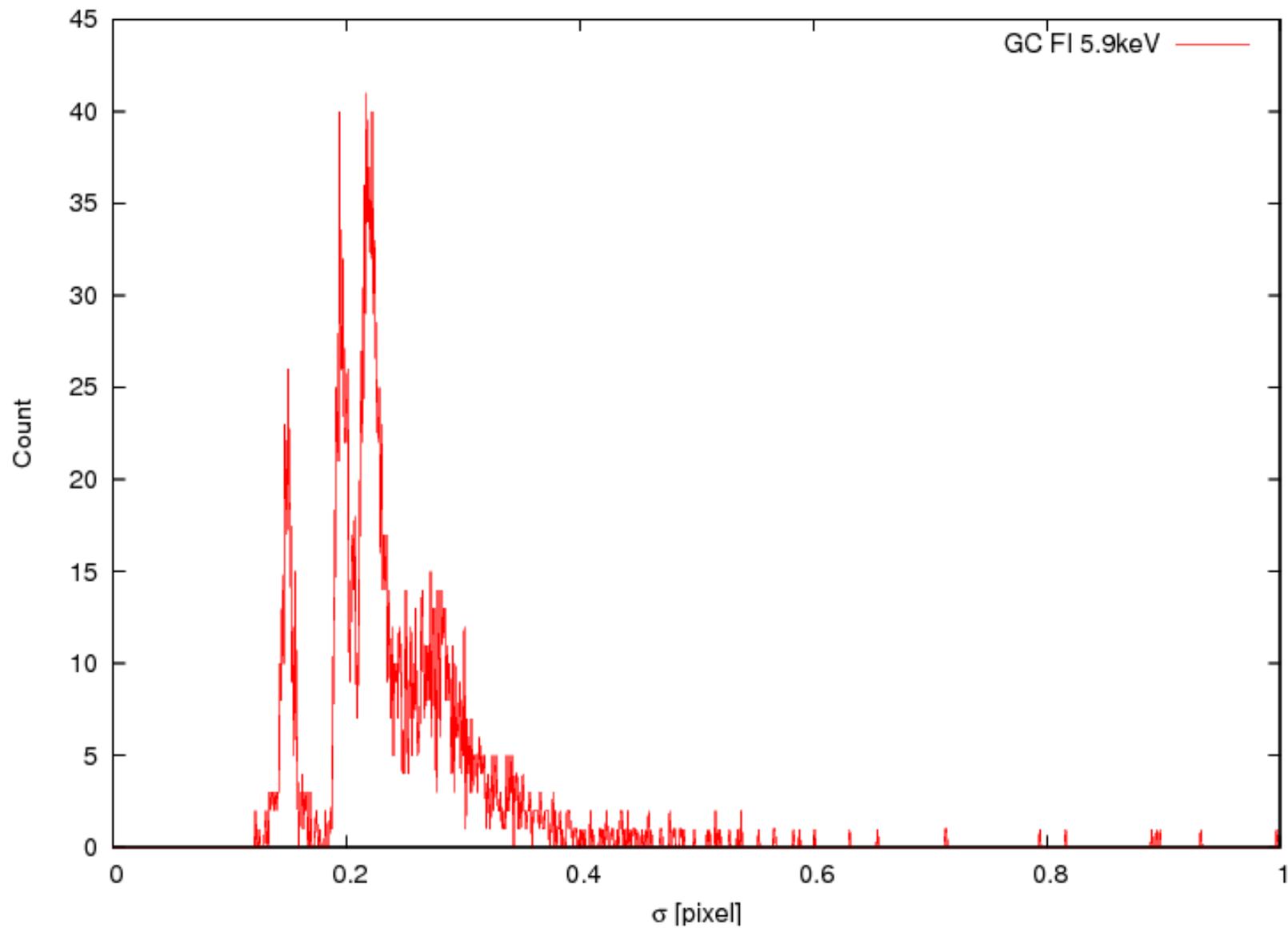


# X線判定条件の決め ( )

E0102-72 (FI)

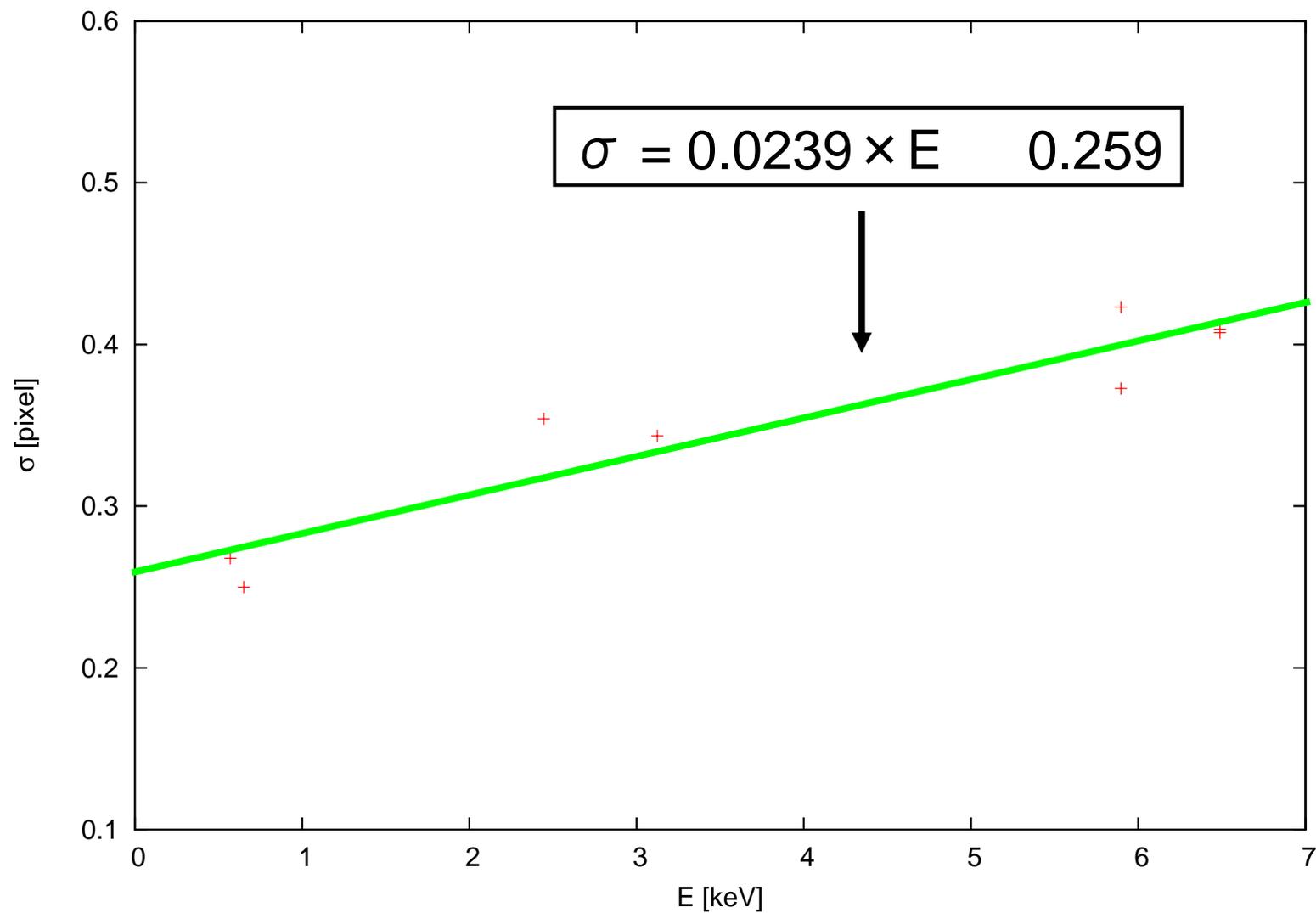


# X線判定条件の決め ( )



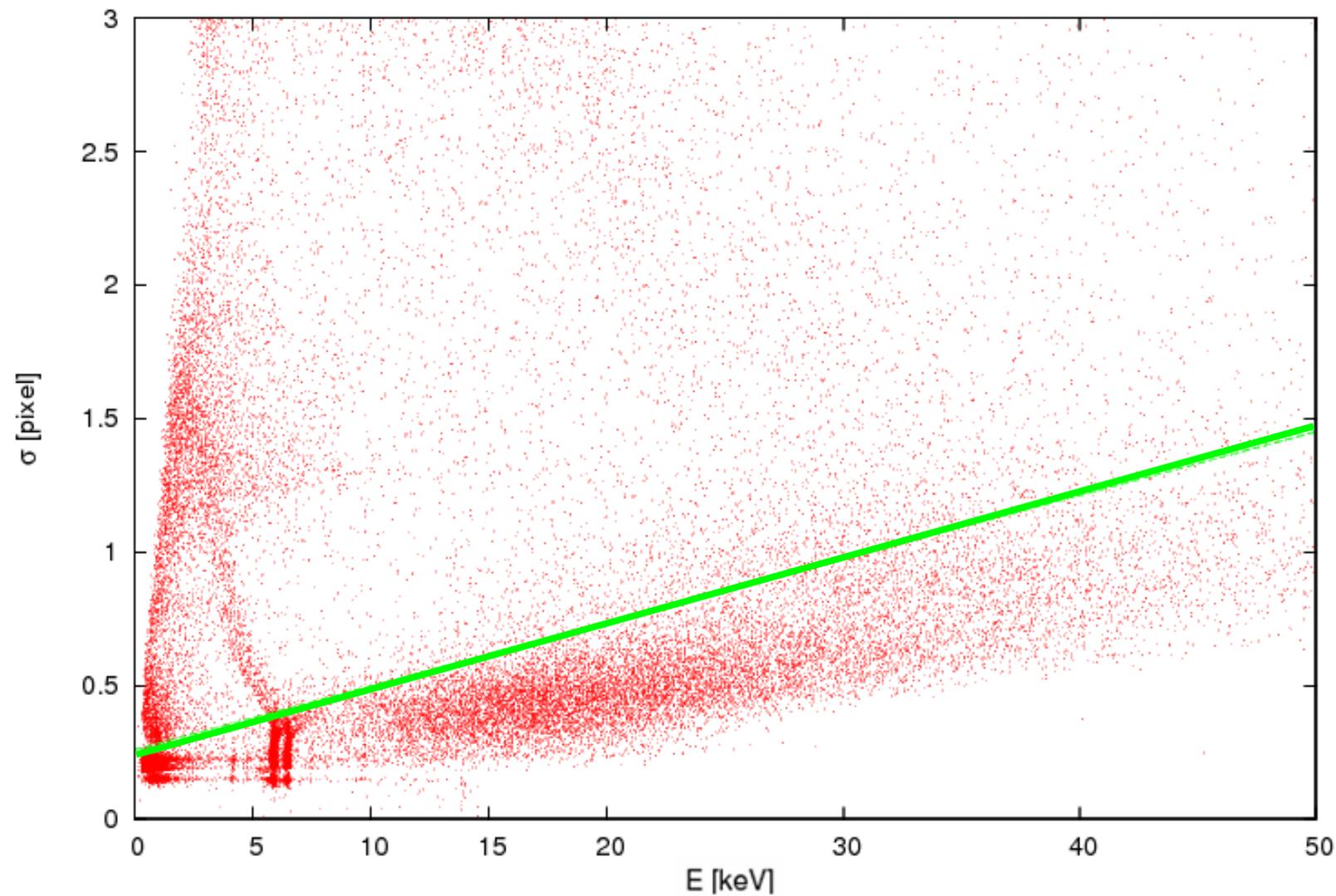
# X線判定条件の決め ( )

FI



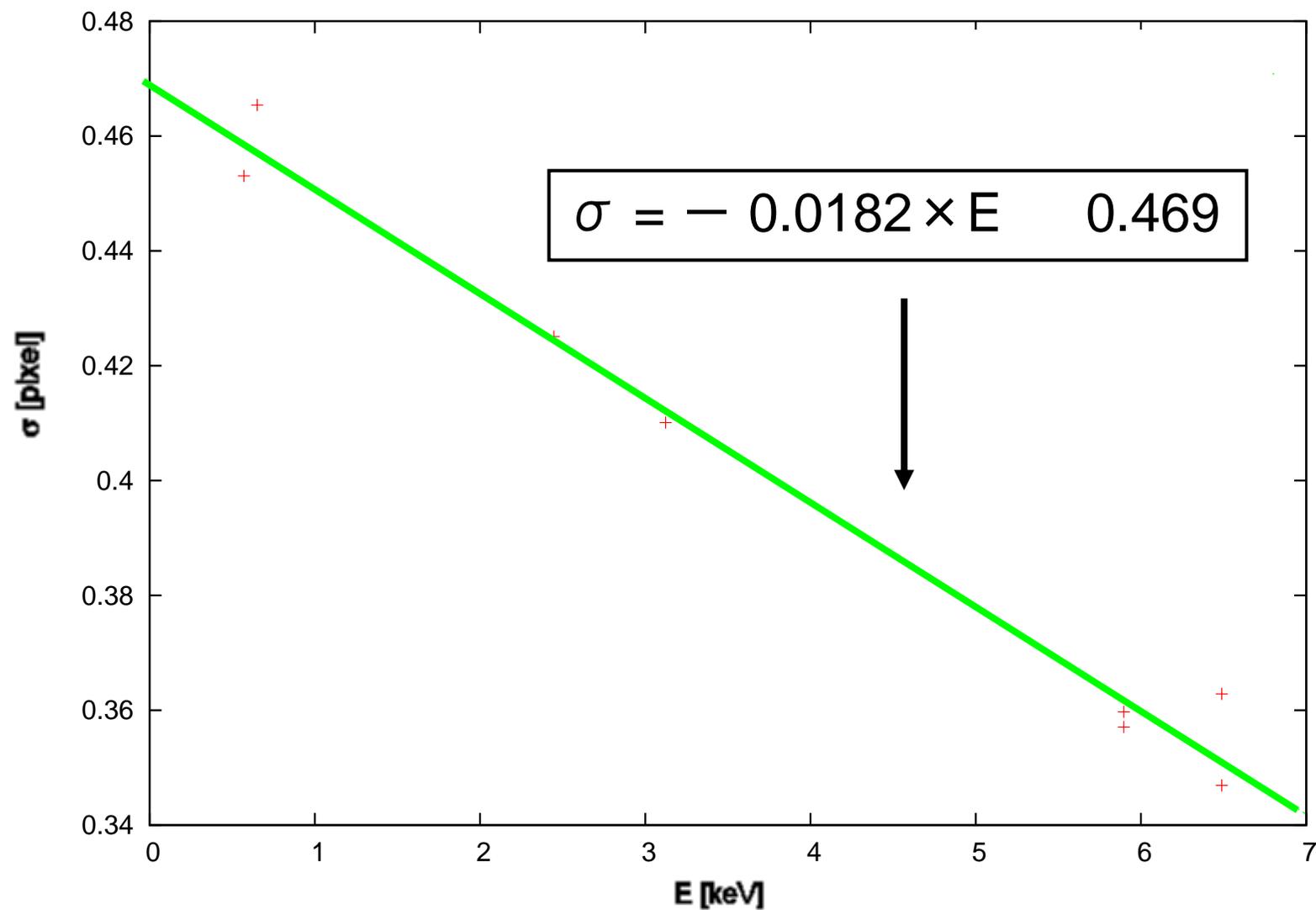
# X線判定条件の決め ( )

E0102-71 (FI)



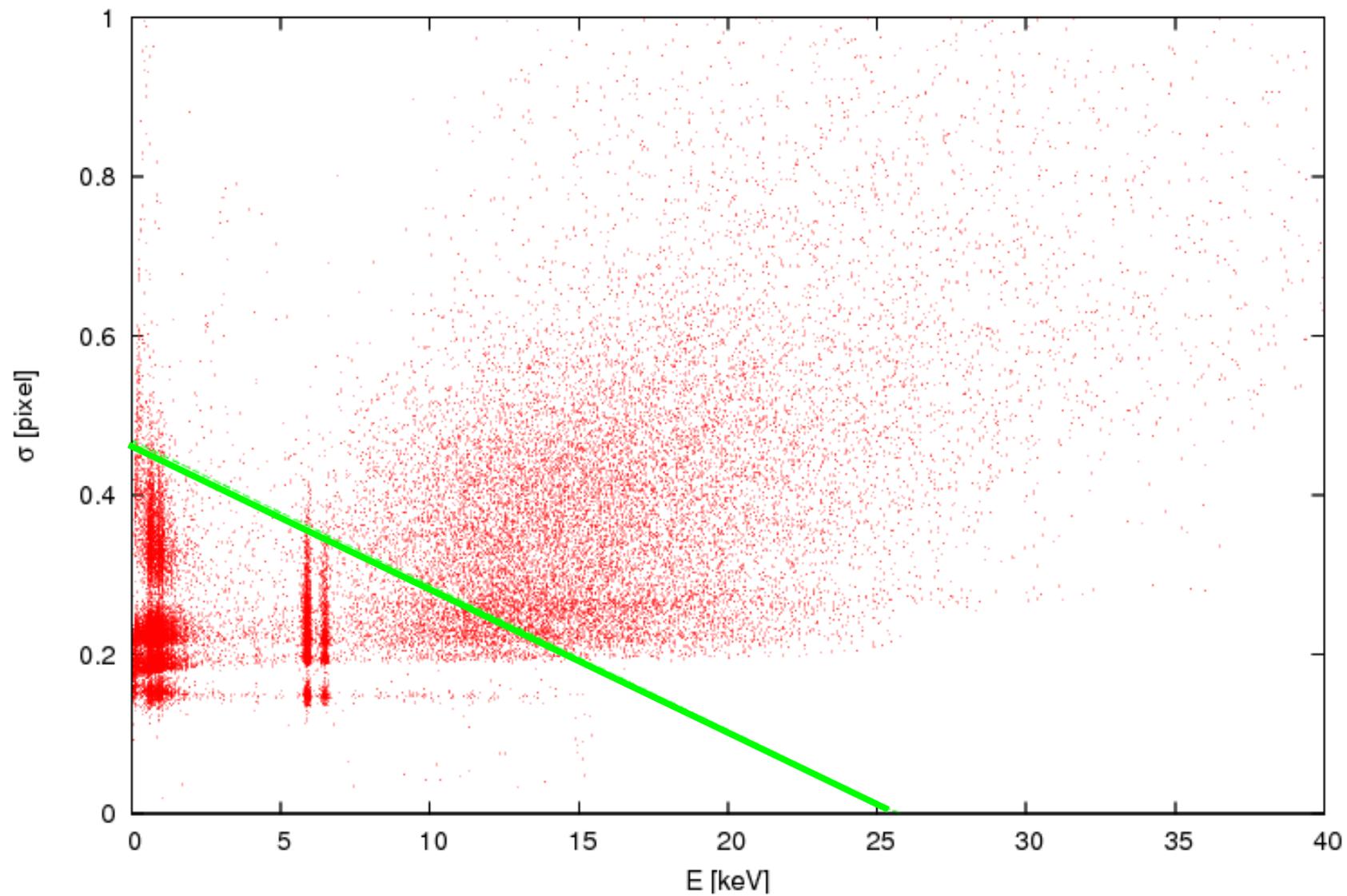
# X線判定条件の決め ( )

BI



# X線判定条件の決め ( )

E0102-72 (Bl)



# BI型の分解能

## GC SOUTH BI型

	6.5keV	5.9keV	3.13keV	2.45keV
Grade法	. 21%	2. 2%	2. 2 %	3. %
Fitting法	5. 02%	2. 2%	3. 0 %	3. 5%

## E0102 BI型

	6.5keV	5.9keV	0. 5keV	0.5 keV
Grade法	2. 29%	2. 33%	. %	10. 1%
Fitting法	2. 3 %	2. 31%	. 59%	9. 0%

# FI型の分解能

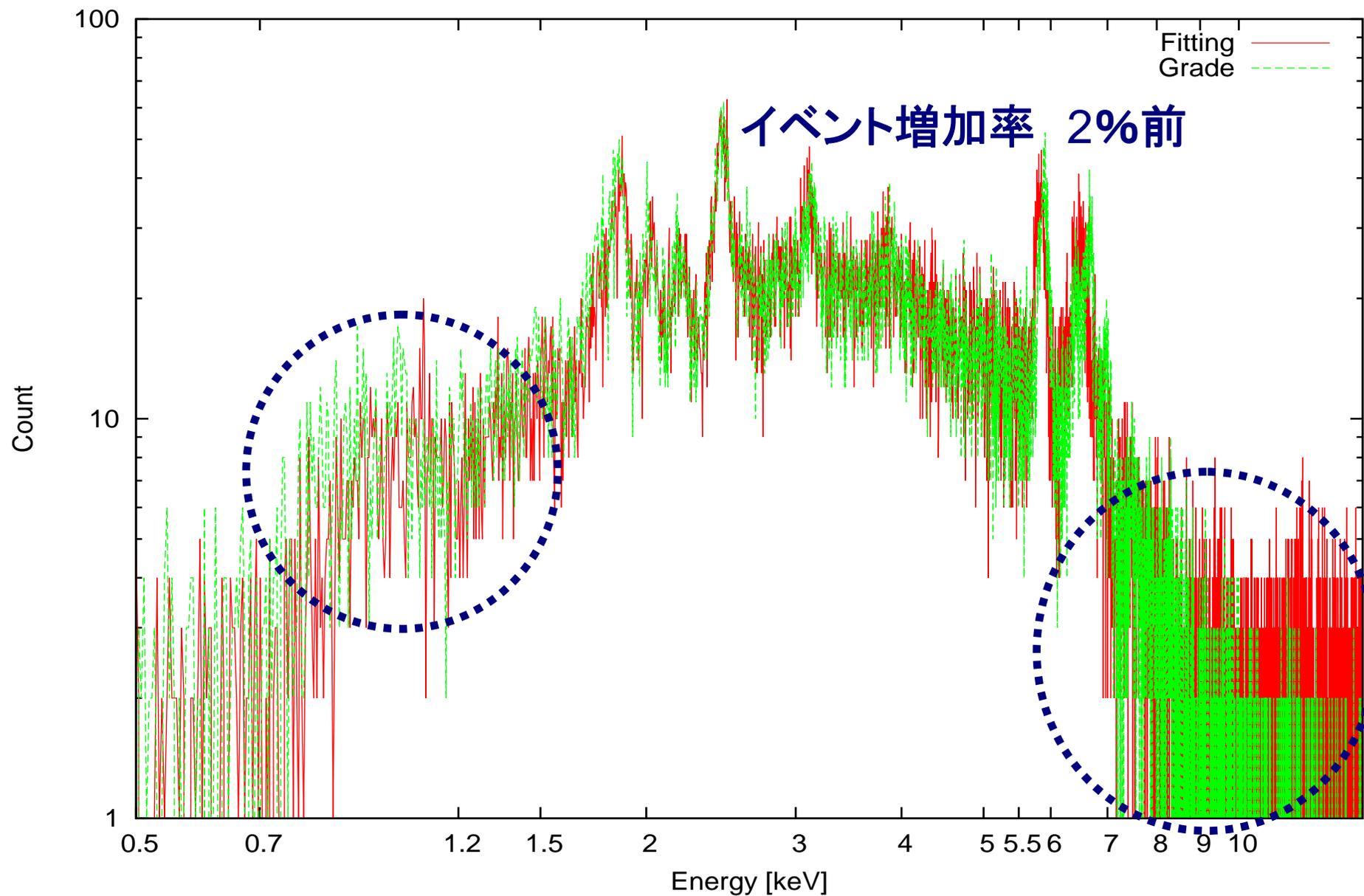
## GC SOUTH FI型

	6.5keV	5.9keV	3.13keV	2.45keV
Grade法	. 2%	2. %	2. %	3. %
Fitting法	5. 0%	2. 9 %	3. 1%	3. 5%

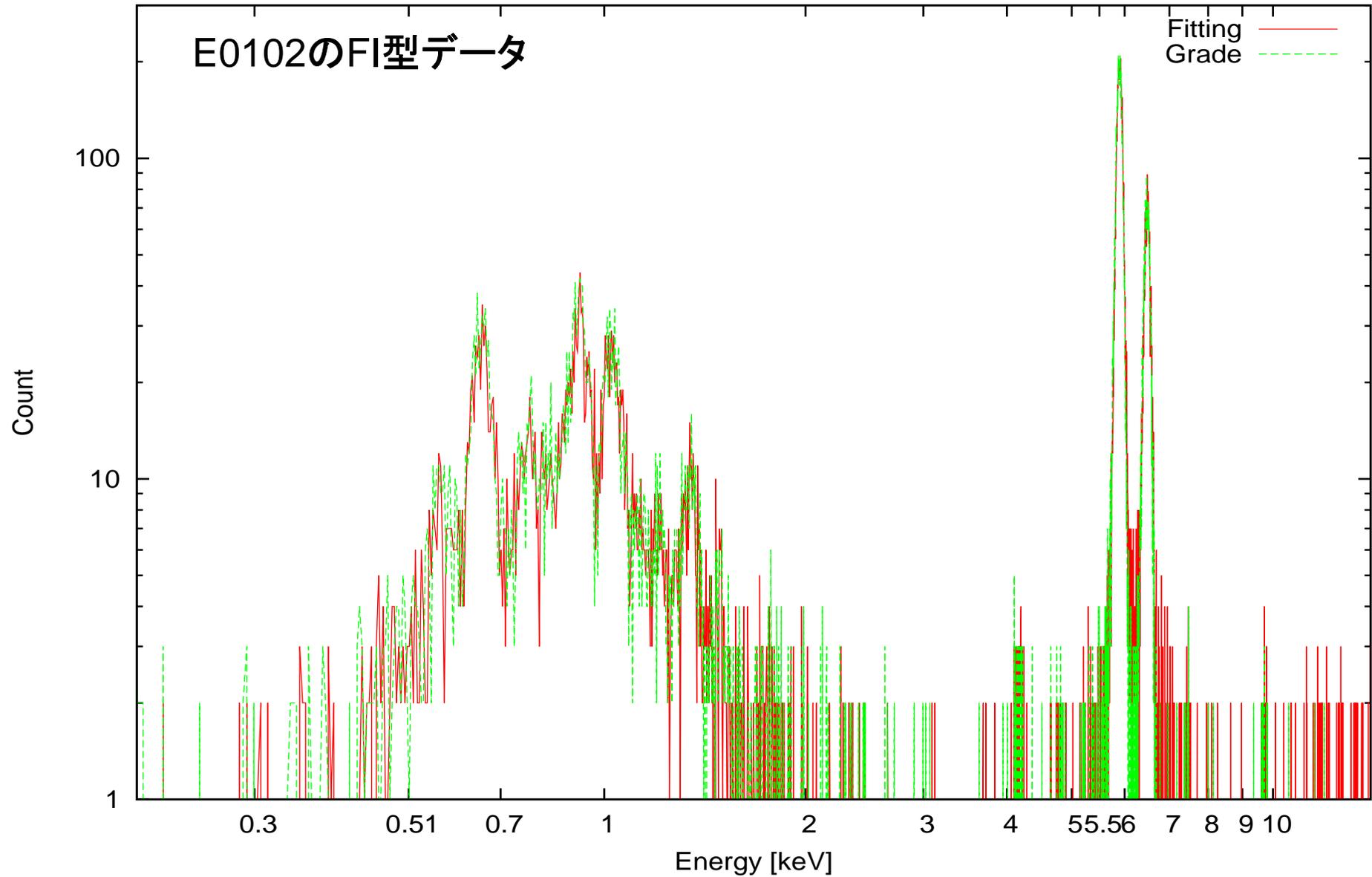
## E0102 FI型

	6.5keV	5.9keV	0. 5keV	0.5 keV
Grade法	2. 31%	2. 3 %	. 0 %	. 3%
Fitting法	2. 29%	2. 3 %	. 20%	20. 5%

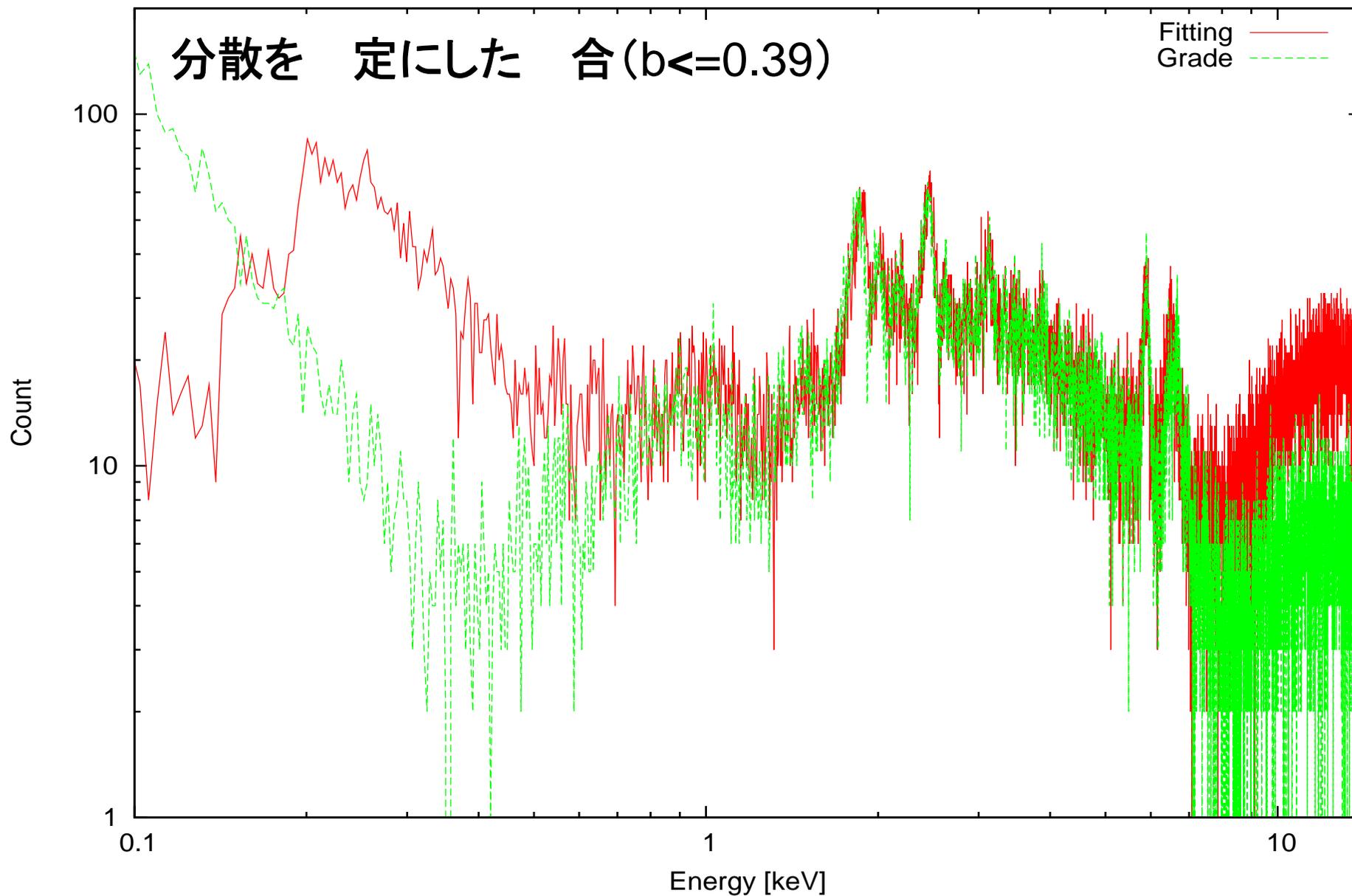
# Fitting法の課題(3)



# のイベントをいたFI型スペクトル



# GC SOUTHのBI型のスペクトル



# GC SOUTHのFI型のスペクトル

