# μ-PICによるcool-X性能評価

#### 川手朋子 澤田真理

2006 Kadai Ken Q Dept. of Physics, Kyoto Univ

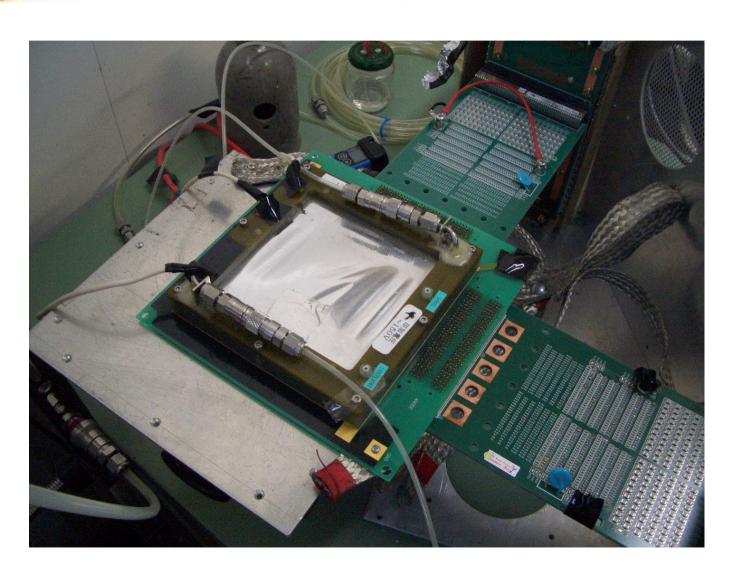


#### 目次

- 1. 実験のねらい/検出器(澤田)
- 2. スペクトル解析(川手)
- 3. 2次元イメージング(川手)
- 4. 本実験(川手/澤田)
- 5. まとめ(澤田)



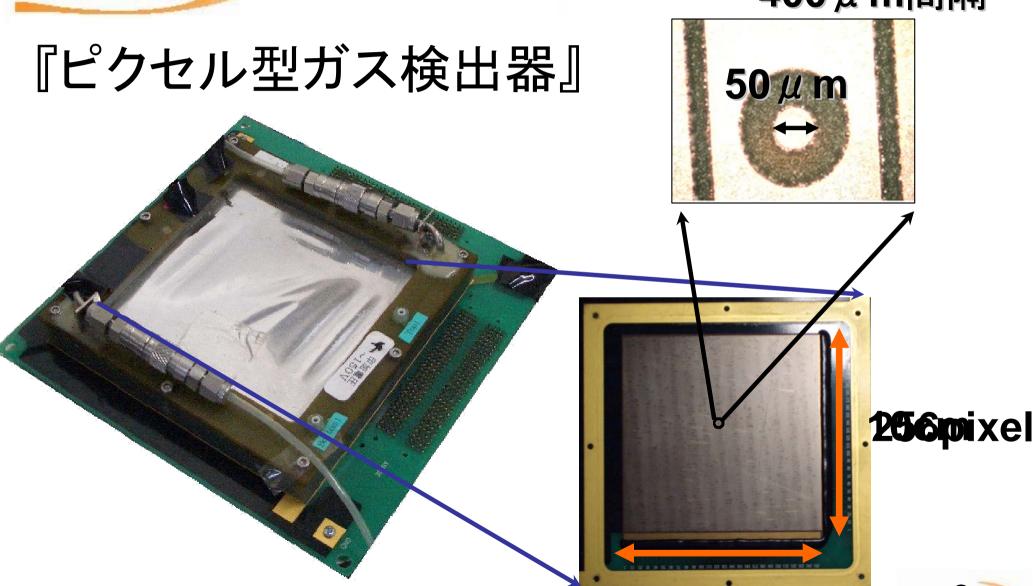
# 1. 実験のねらい/検出器





### μ-PICについて

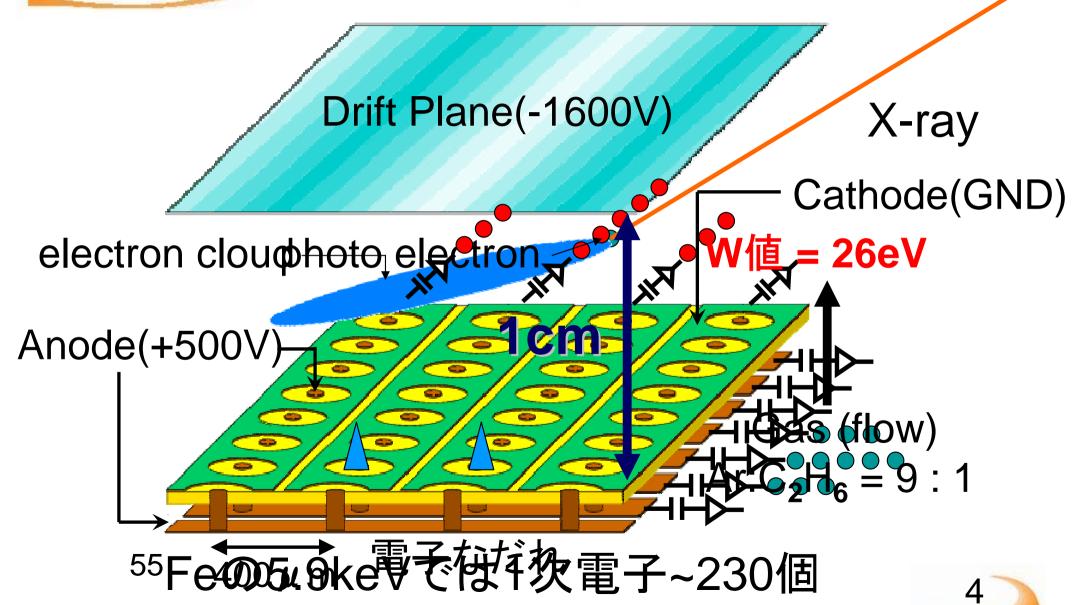
400 μ m間隔

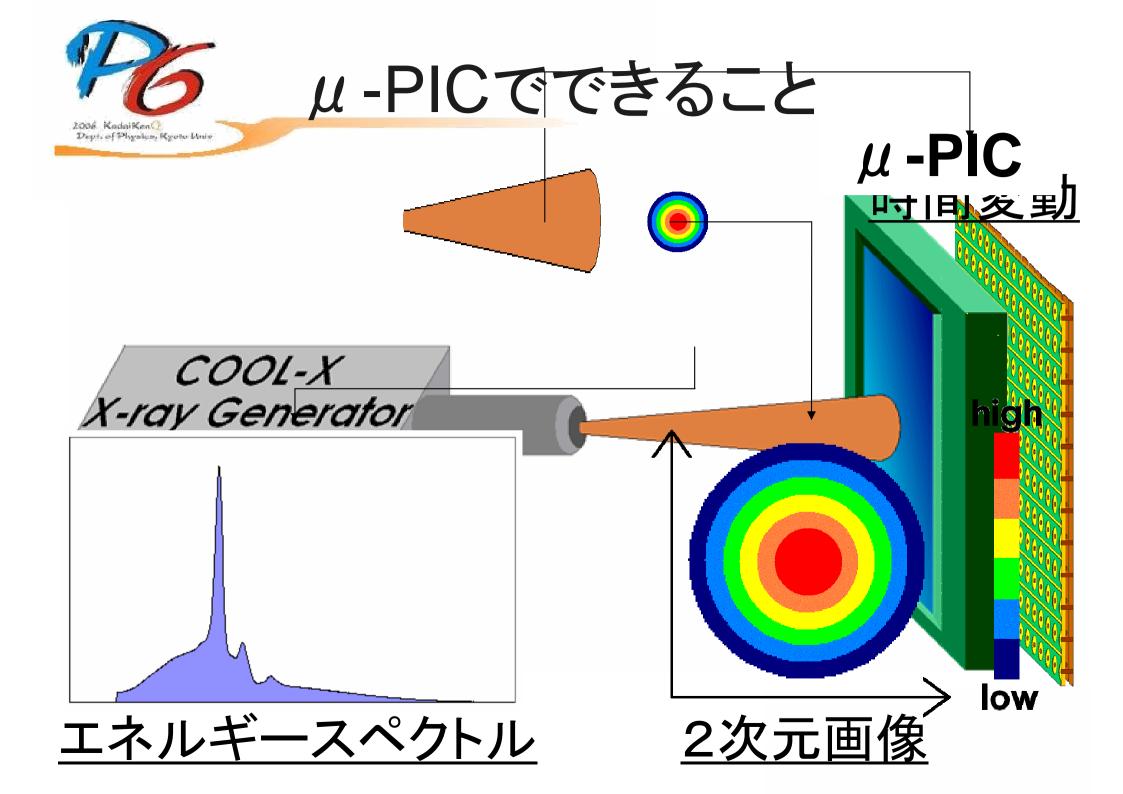


3



#### 検出原理







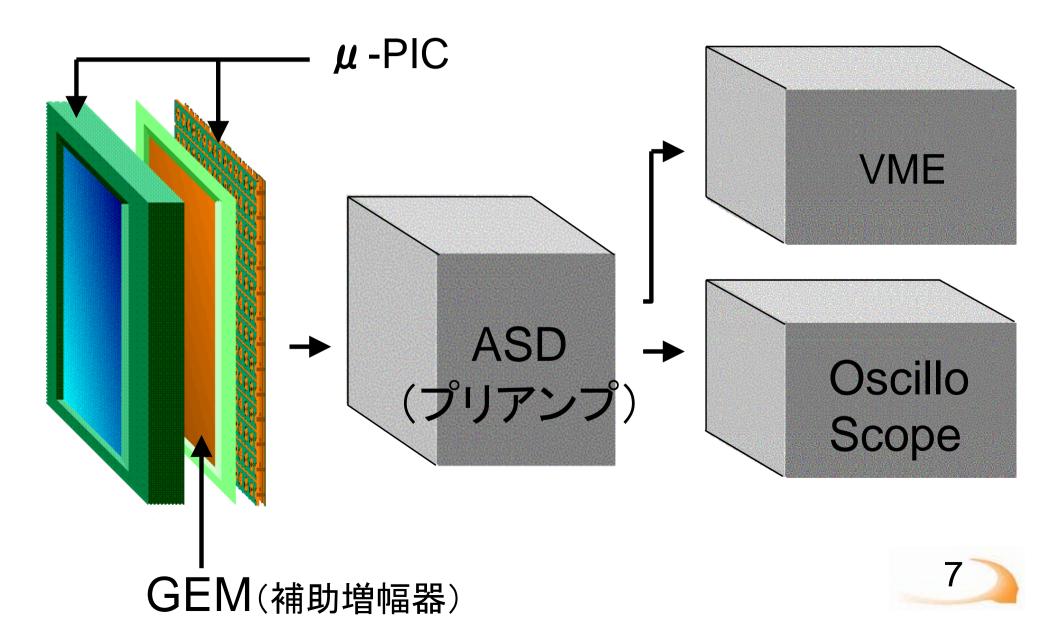
#### 実験のねらい

\* COOL-X(副島君発表)の詳細なデータを  $\mu$ -PICを用いて取得するとともに、  $\mu$ -PICの扱いに慣れる。

\*取得したデータを元に、シミュレーションによってCOOL-Xを用いた単色X線装置を最適化する。

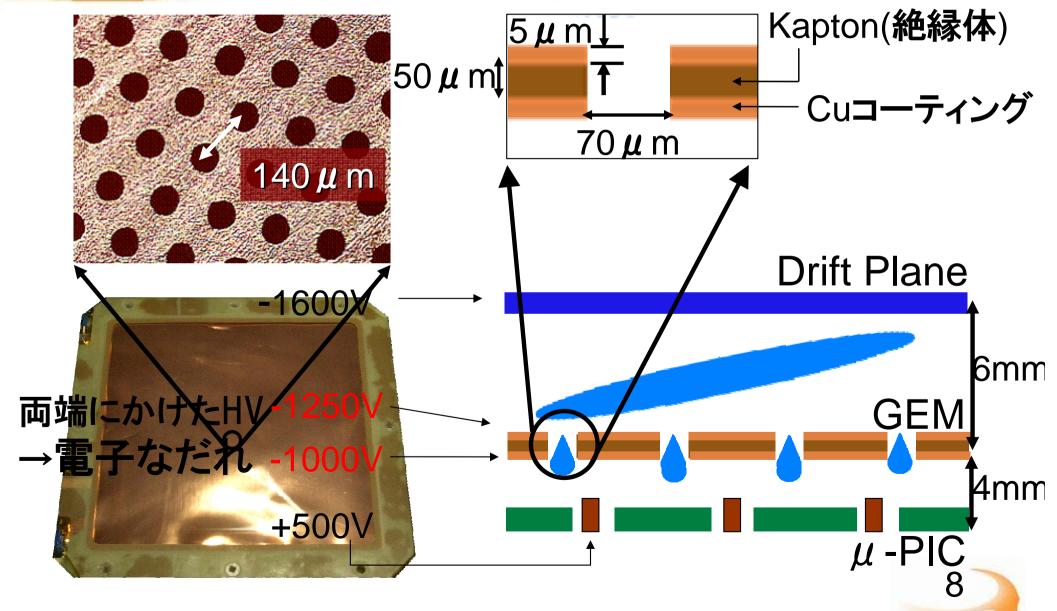


# 装置





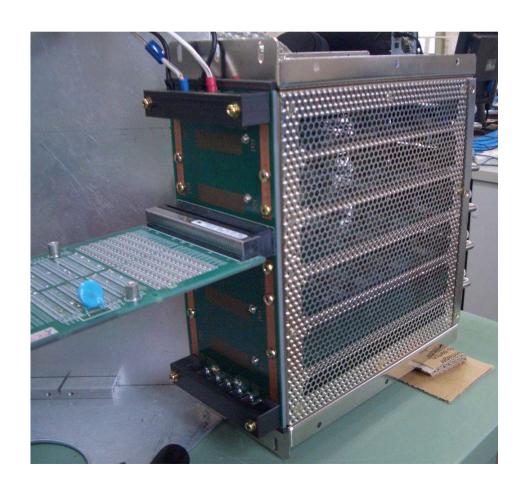
#### GEMについて



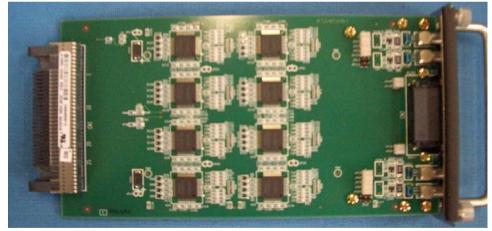


#### ASDについて

#### μ-PICからの信号を読み出すプリアンプ



時定数:80[nsec]



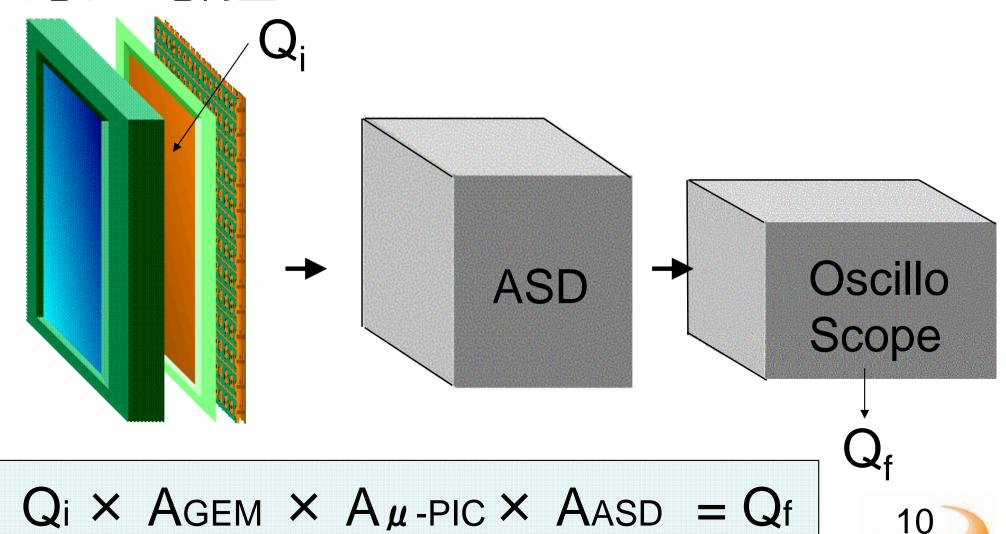
ASDのゲイン

 $A_{ASD} = 700[pC/pC]_9$ 



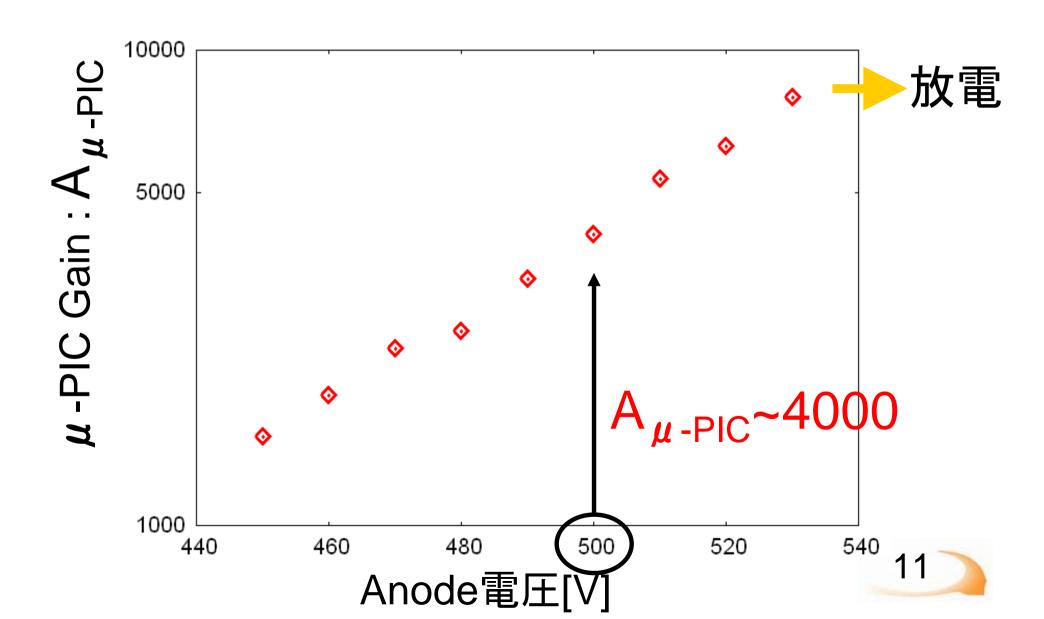
#### ゲイン測定

#### 1次電子の電荷量



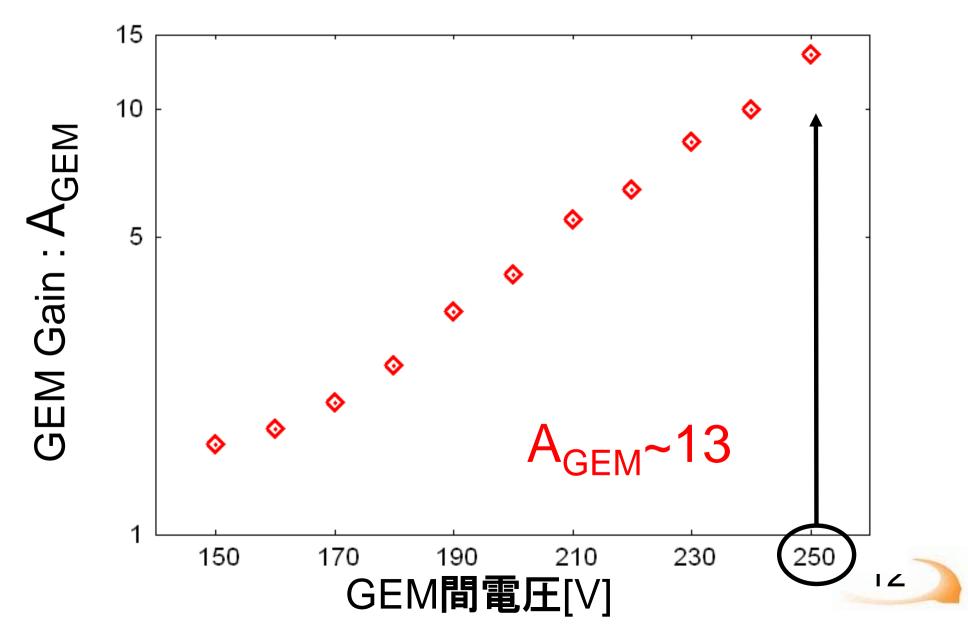


#### μ-PICのゲイン





#### GEMのゲイン





#### Gain Map

Anode側,Cathode側ともに32chずつ 足し合わせたアナログ読み出し

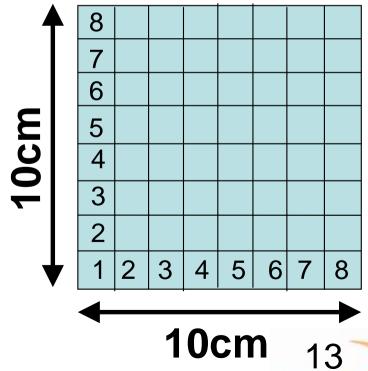
→ *μ* -PIC全面で8×8ヶ所

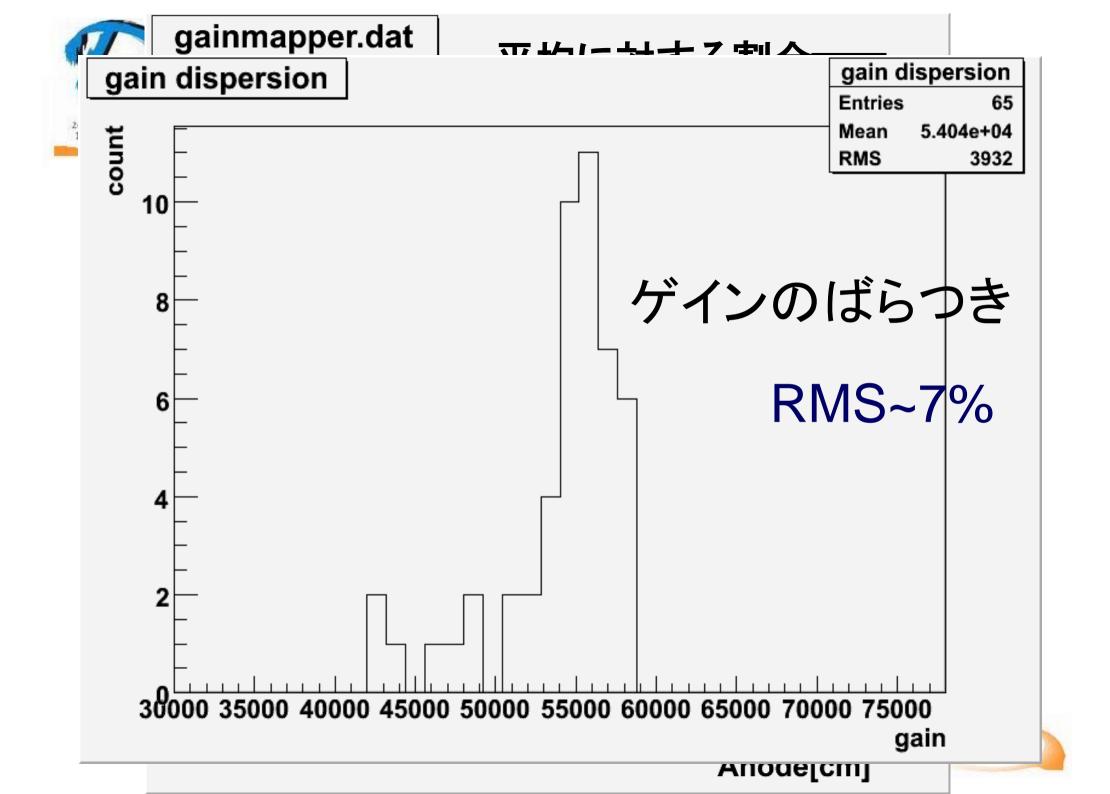
Anode: +500V

**Drift Plane: -1600V** 

Gem Top: -1250V

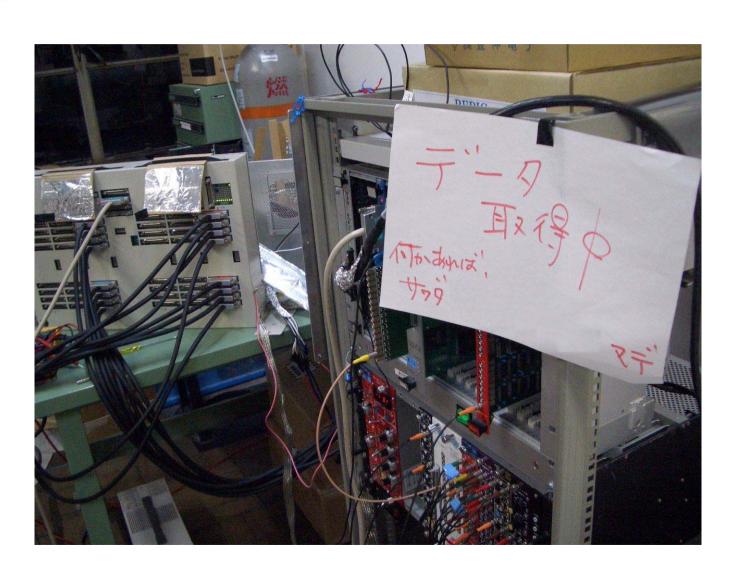
Gem Bottom: -1000V







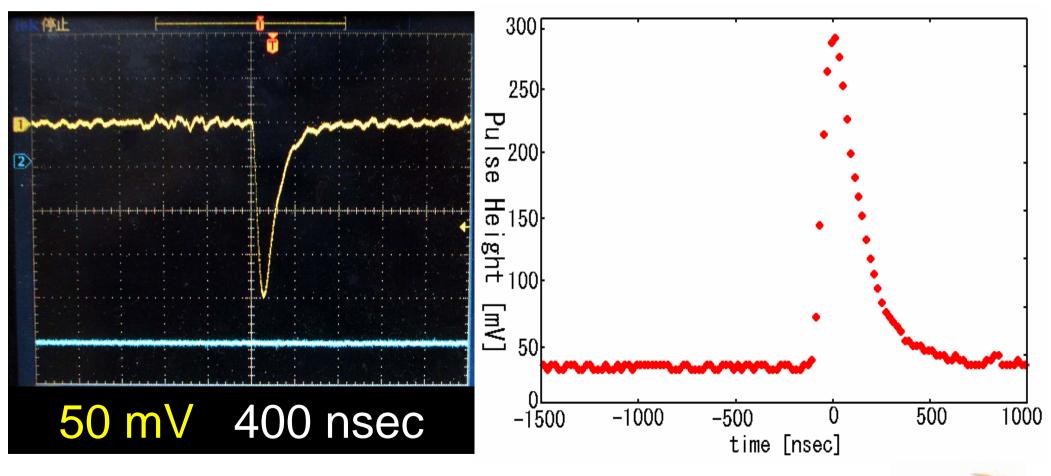
# 2. スペクトル解析





#### Spectroscopy

#### • Flash ADCを用いた解析





#### 取得条件

 μ-PIC内のAnode,
 Cathode共に128~160ch,
 12.5mm四方で得た信号を 足し合わせる。

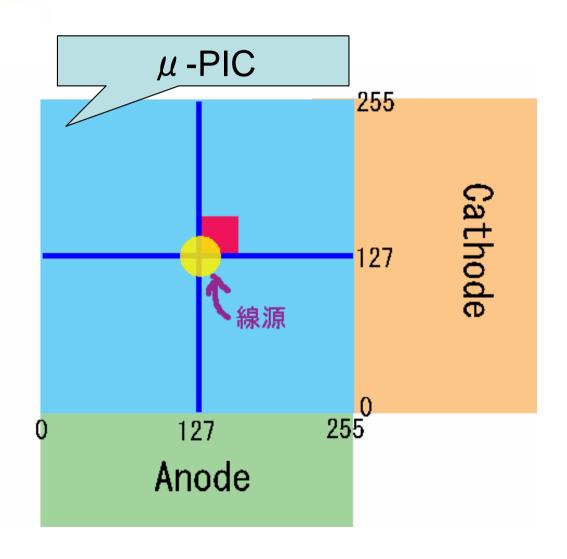
Anode HV +480V

Drift plane -1600V

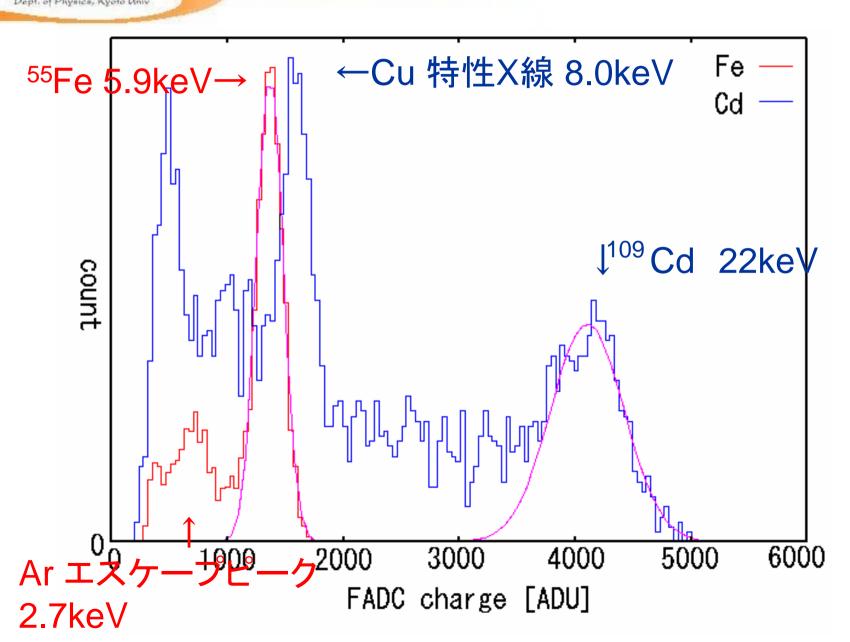
•Gem Top -1250V

•Gem Bottom -1000V

•使用線源 55 Fe,109 Cd

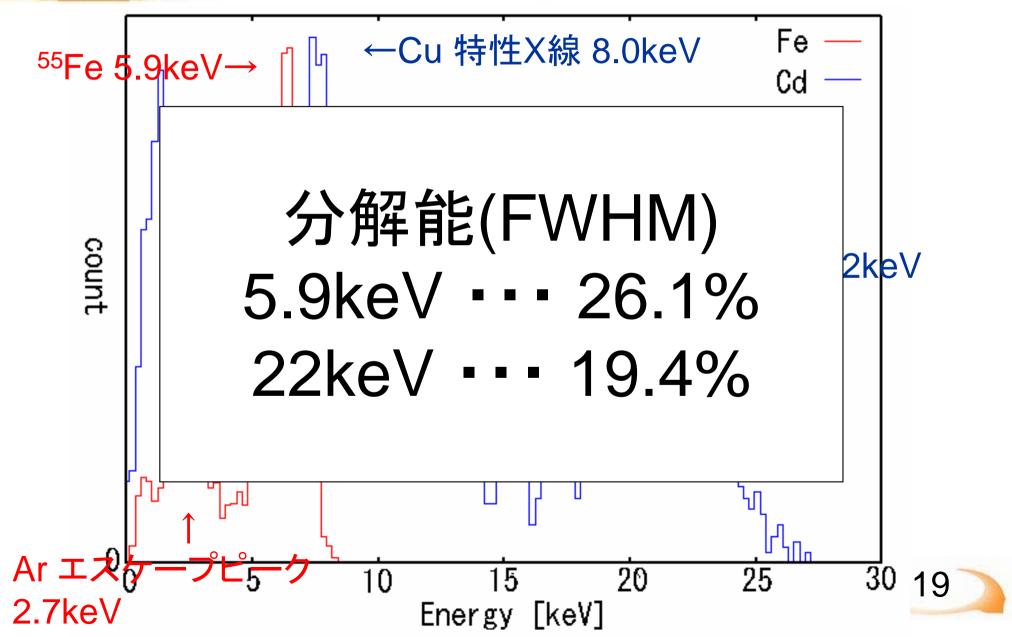


# 55Fe, 109Cdのスペクトル





#### <sup>55</sup>Fe, <sup>109</sup>Cdのスペクトル



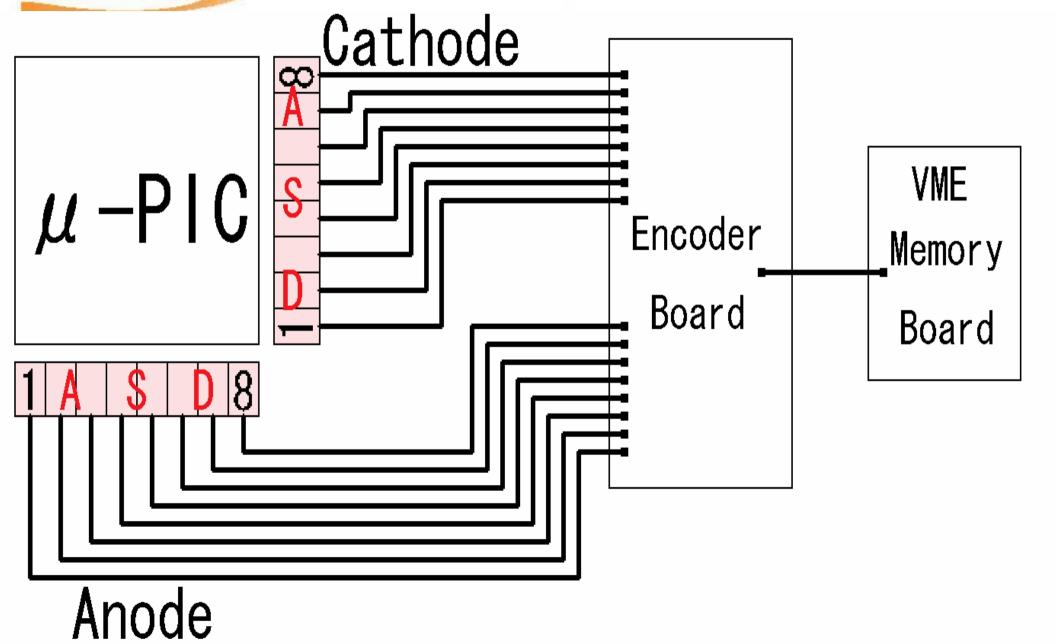


# 3. 2次元イメージング





## 2D imaging

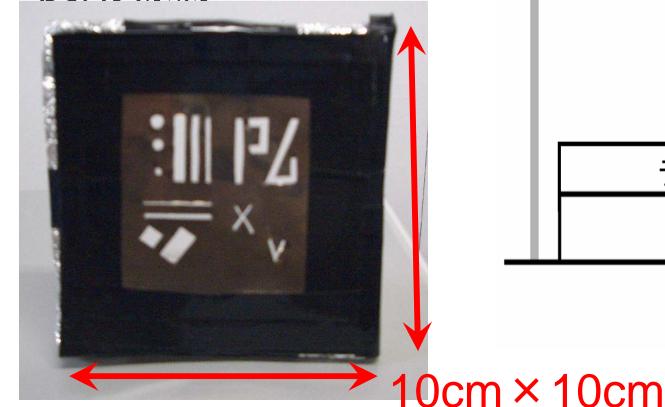


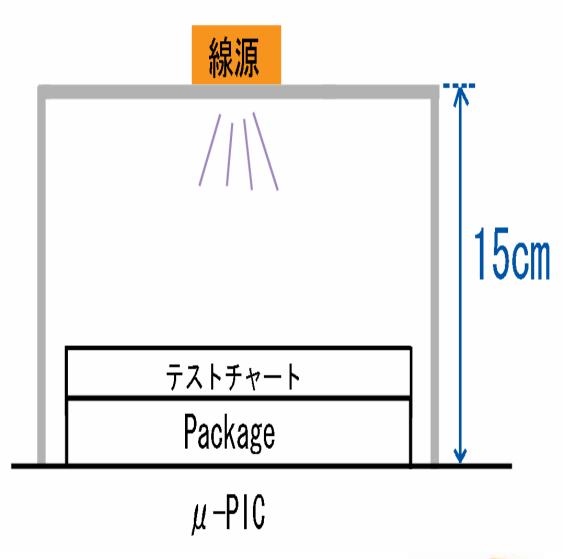


#### 取得条件

•的: 自作テストチャート (Ti 厚さ50  $\mu$  m)

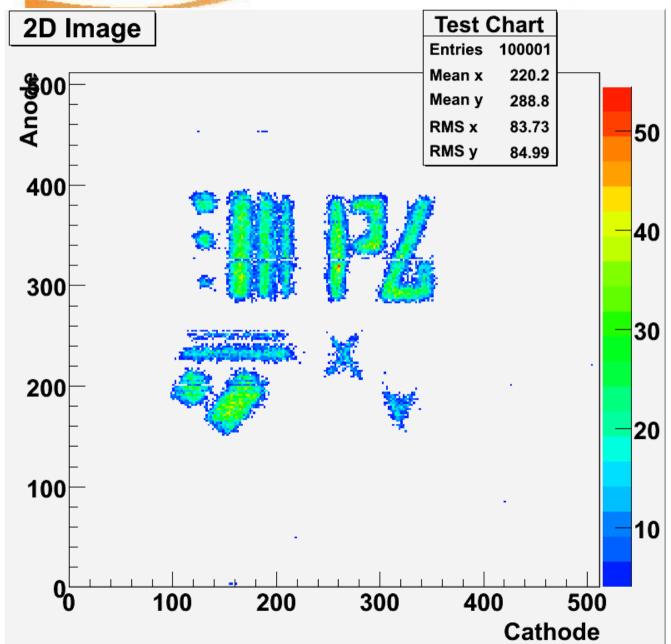
•使用線源:5Fe







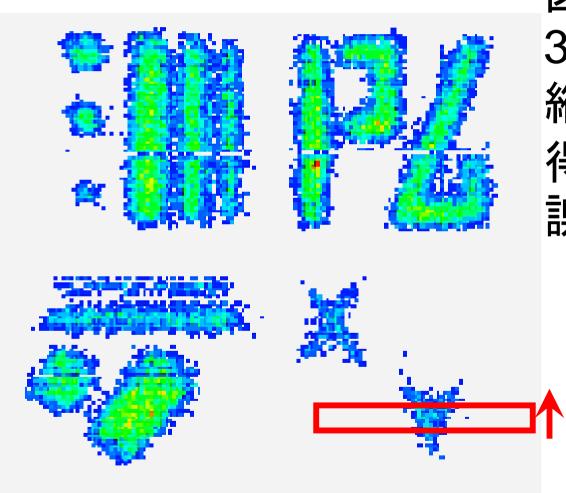
#### 結果







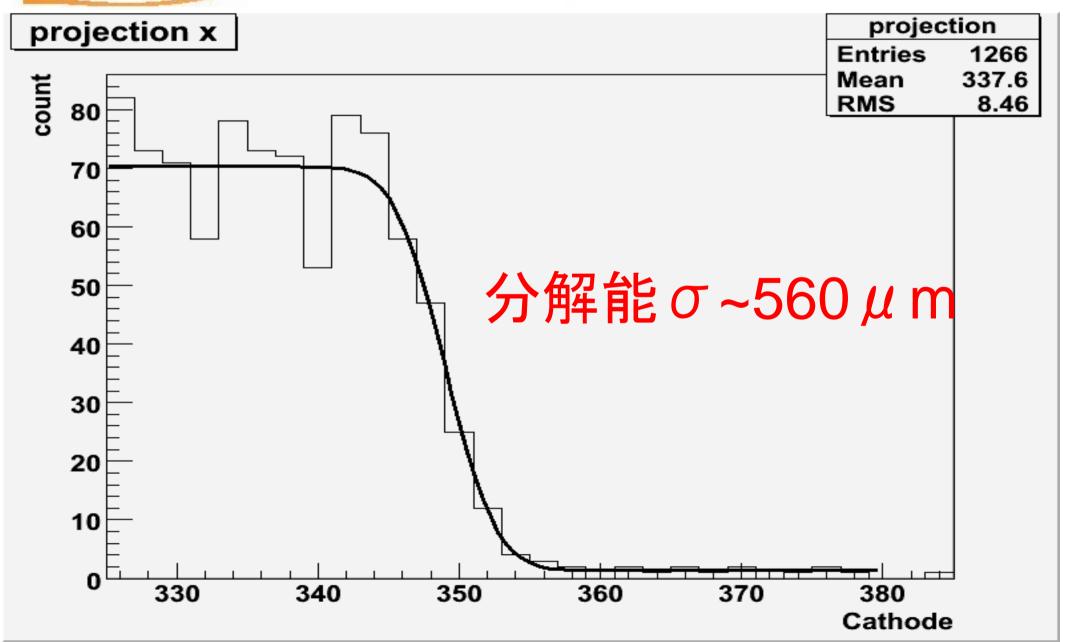
#### 位置分解能



図の赤で囲んだ 30×3ピクセル分を 縦方向にprojectionし、 得られたヒストグラムを 誤差関数でfitting



# 誤差関数によるfitting





#### 考察

#### $\mu$ -PICの位置分解能は最大で $\sigma$ ~140 $\mu$ m

#### 分解能低下の要因

- •1cmパッケージ中での電子の拡散 → σ~500 µ m
- ・テストチャートと線源の配置
- ・自作テストチャートの正確さ

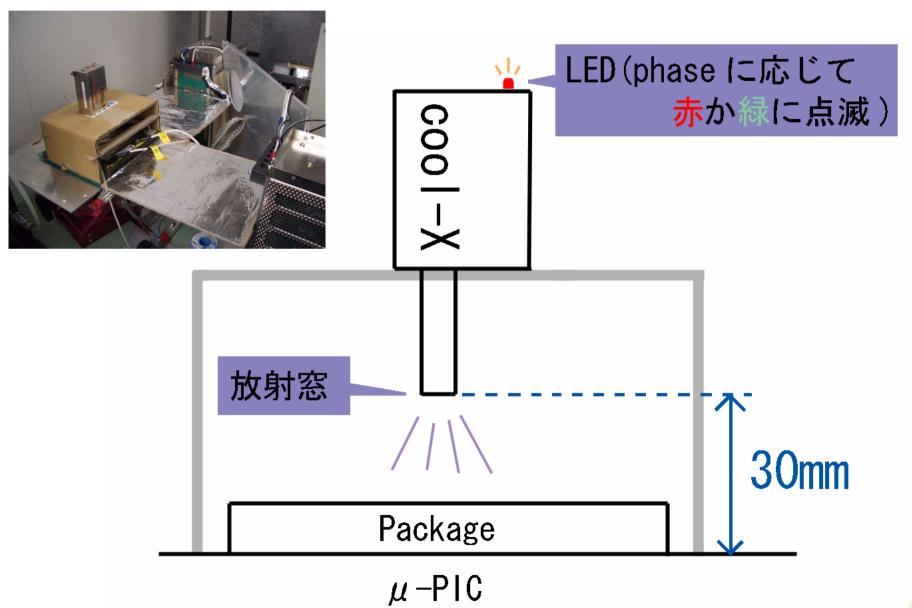


# 4. 本実験(Cool-X)



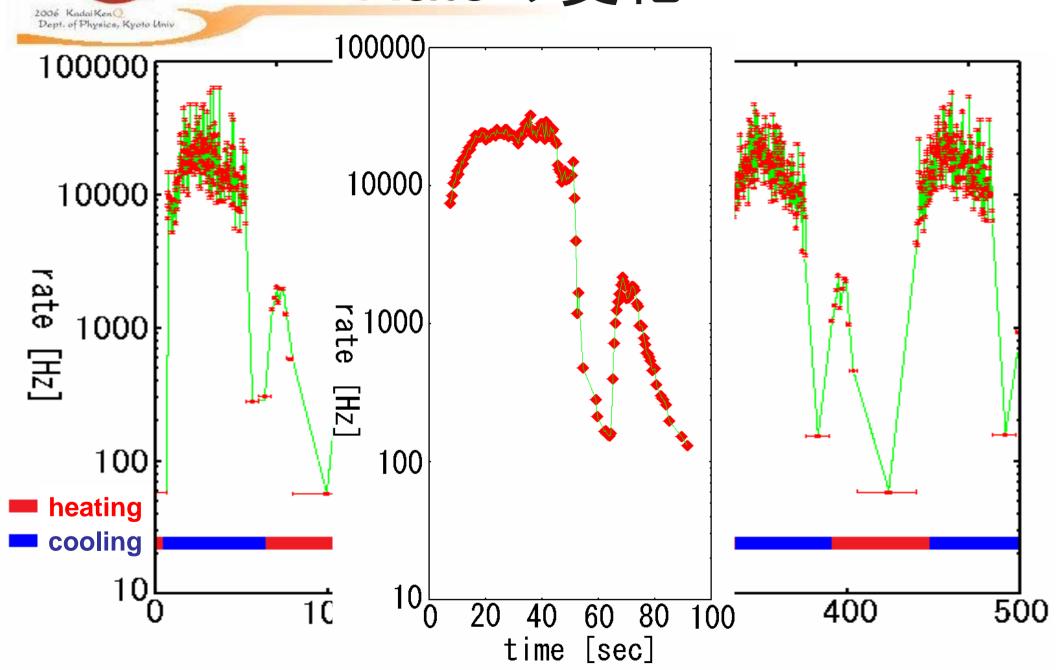


#### 設置図



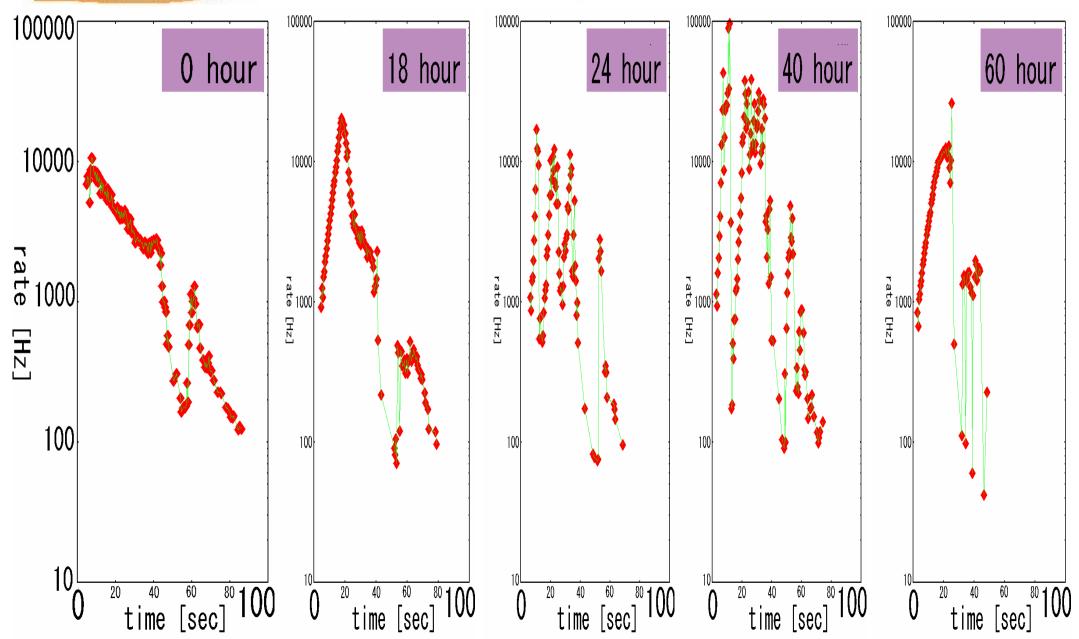


#### Rateの変化



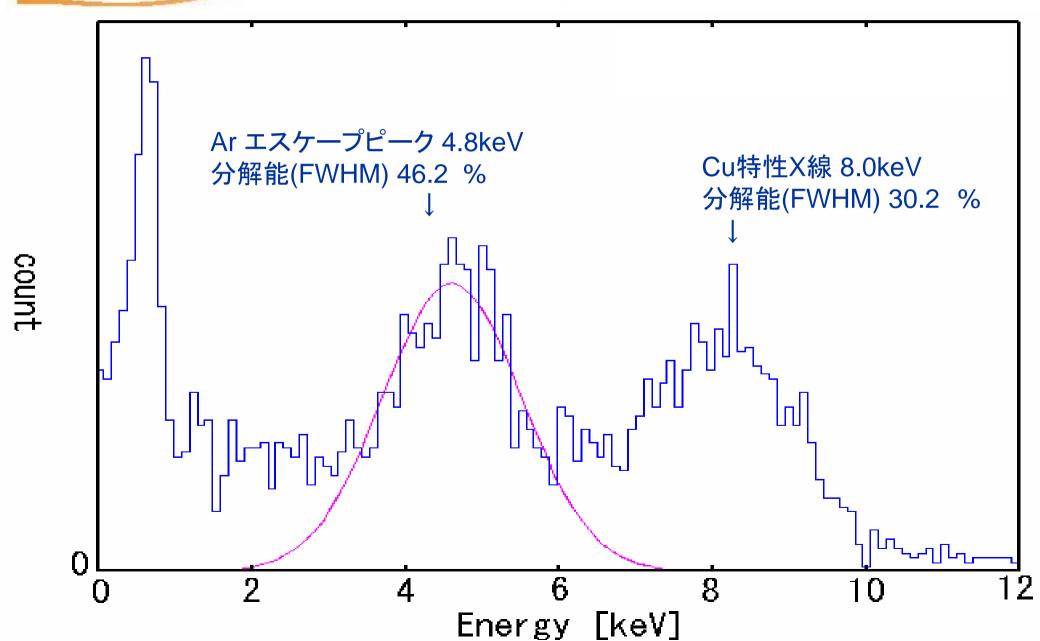


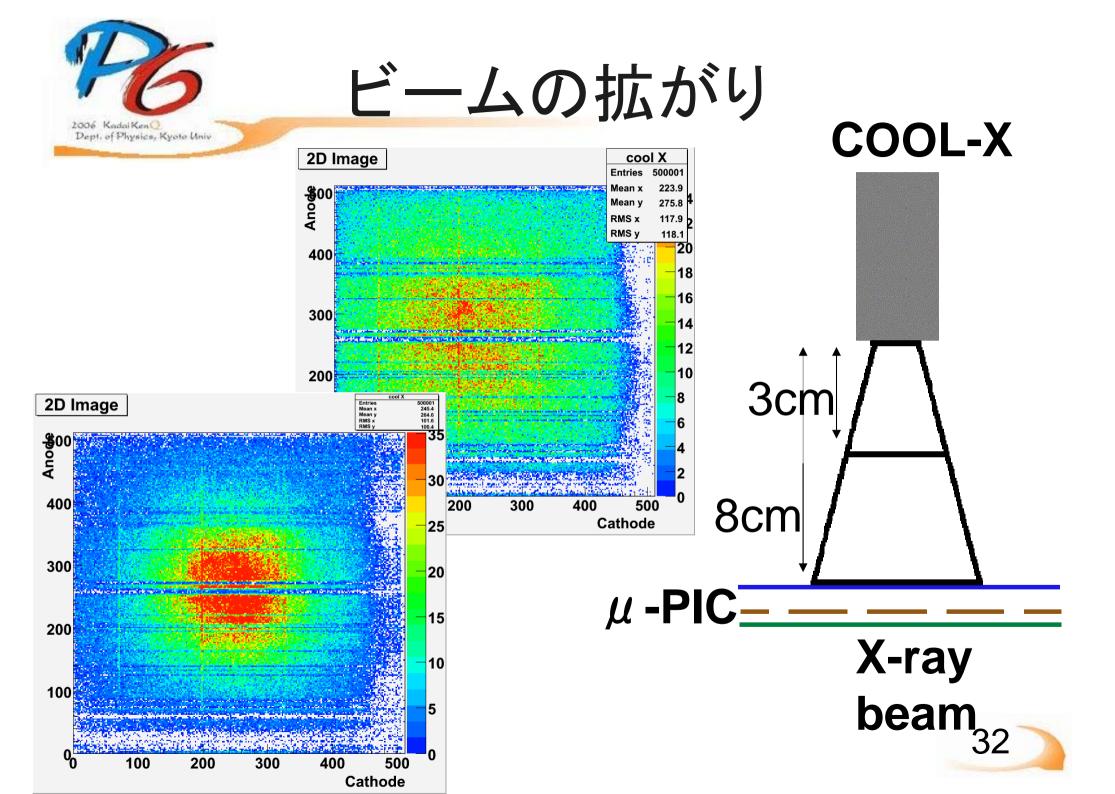
# Rateの経時変化





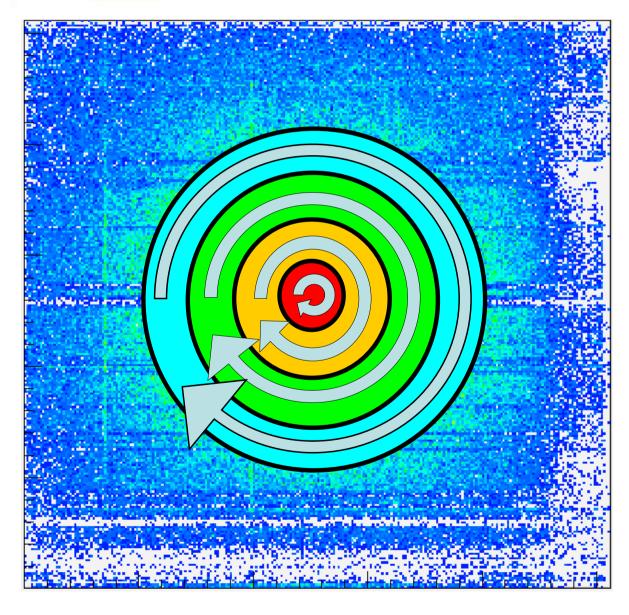
#### Cool-Xのスペクトル







#### 解析

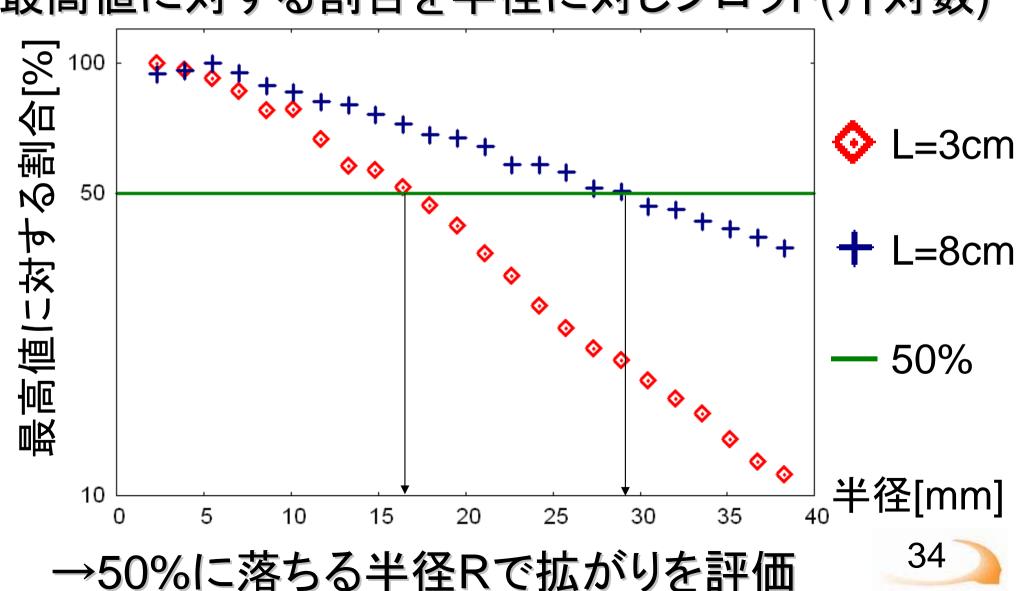


幅の等しい円環で 円周方向に積分し 単位面積あたりの カウント数を計算



#### 評価方法

#### 最高値に対する割合を半径に対しプロット(片対数)





#### 考察

**COOL-X** 

COOL-Xの放射窓から 検出面までの距離Lに対し、

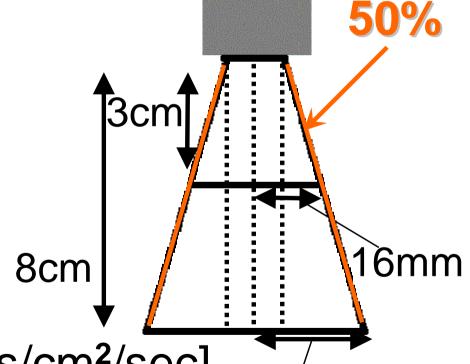
L = 3cm

R ~ 16mm

L = 8cm

R ~ 29mm

となった。



29mm

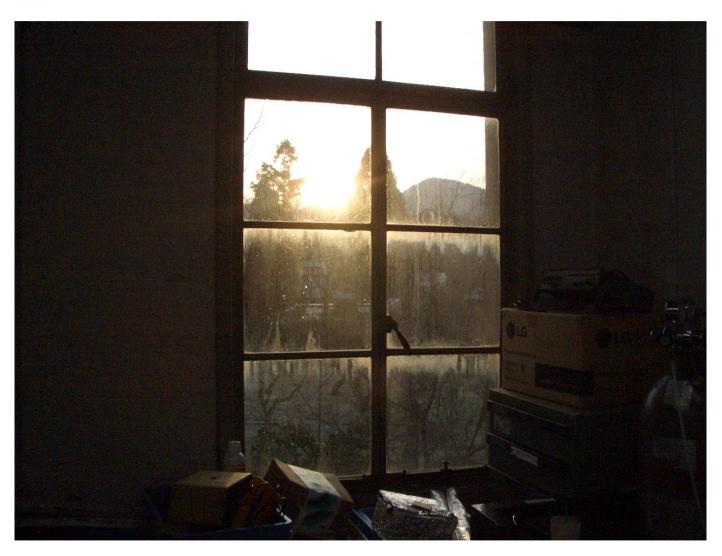
35

中心でのFlux~150[photons/cm²/sec]

@ L = 3cm



# 5. まとめ





### まとめ

### できたこと

 μ-PICを用いたCOOL-Xのスペクトル、レイトの 測定、ビーム形状のおおまかな決定

### できなかったこと

- COOL-Xのphaseに応じたスペクトルの選り分け、 ビーム形状の違いの測定
- 測定結果を用いた、シミュレーションによる X線発生装置の最適化

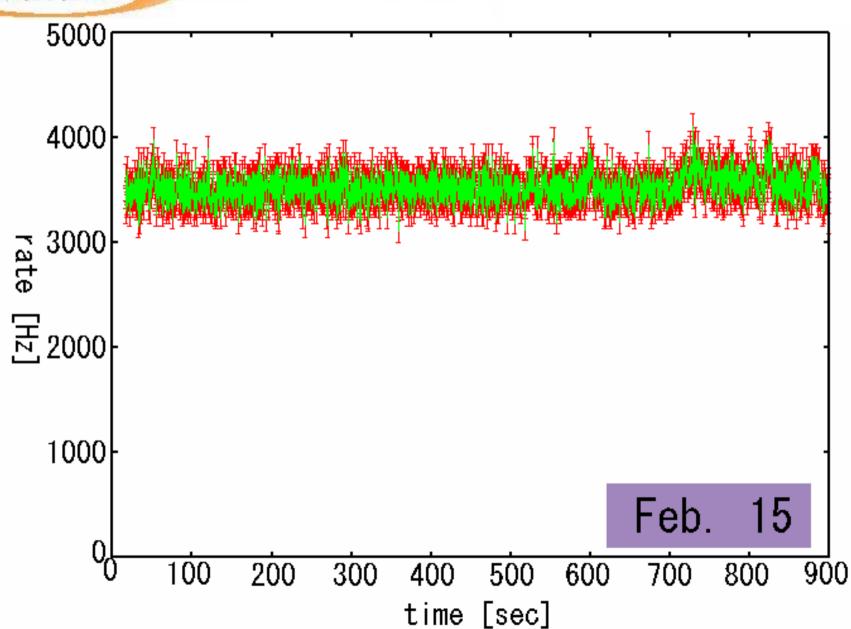


# おまけ

μ-PIC狂乱編

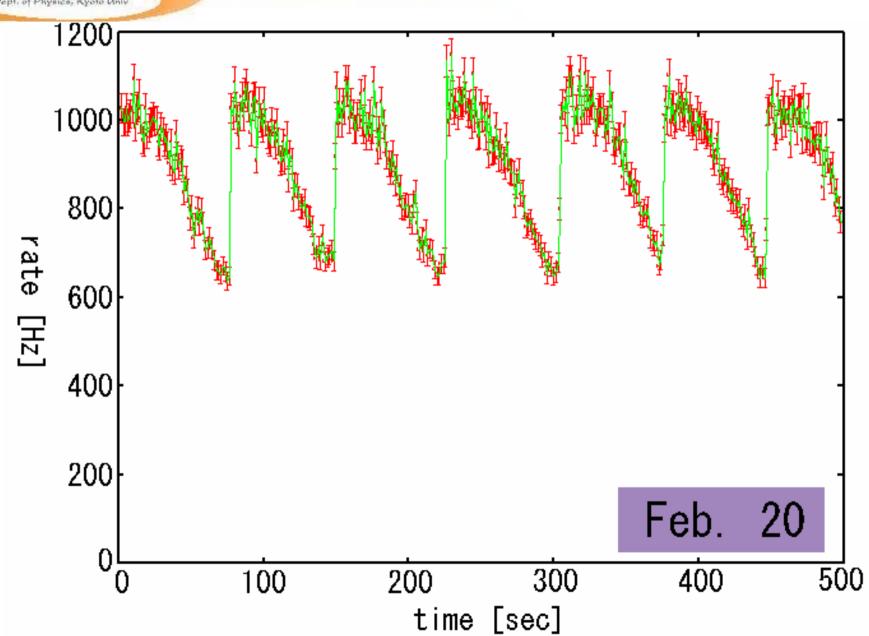


## 2月15日(正常)



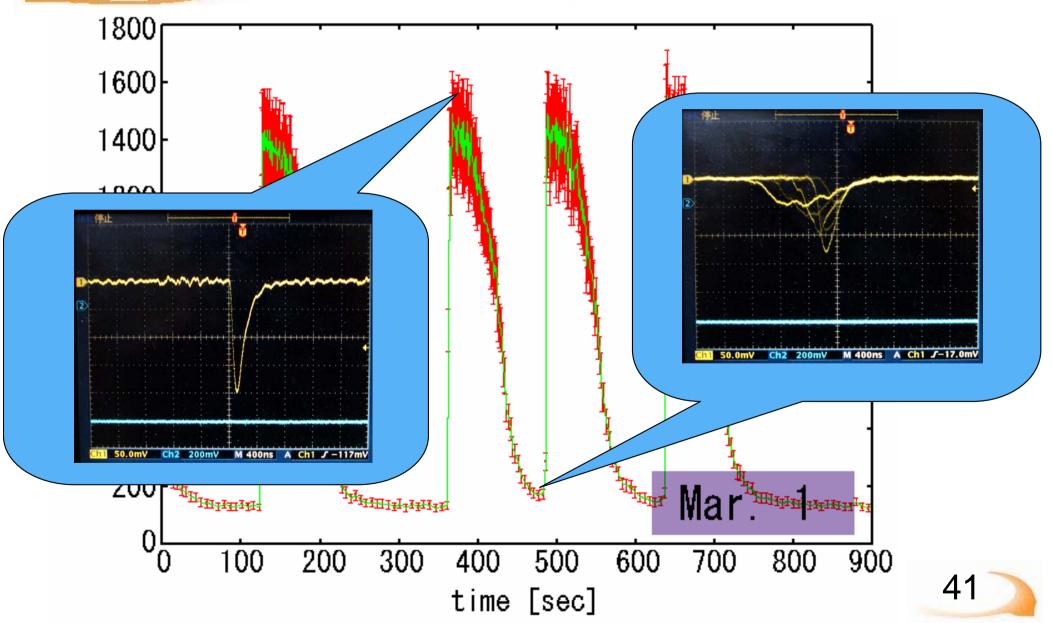


## 2月20日(兆候)





## 3月1日(異変)





## 傷発見





## ガス漏れ確認





# 修復





### 暗中模索、疑心暗鬼

・しかしゲインの変動は収まらず

• 他の原因を探すこと約2週間



### ついに発見

### HVからの

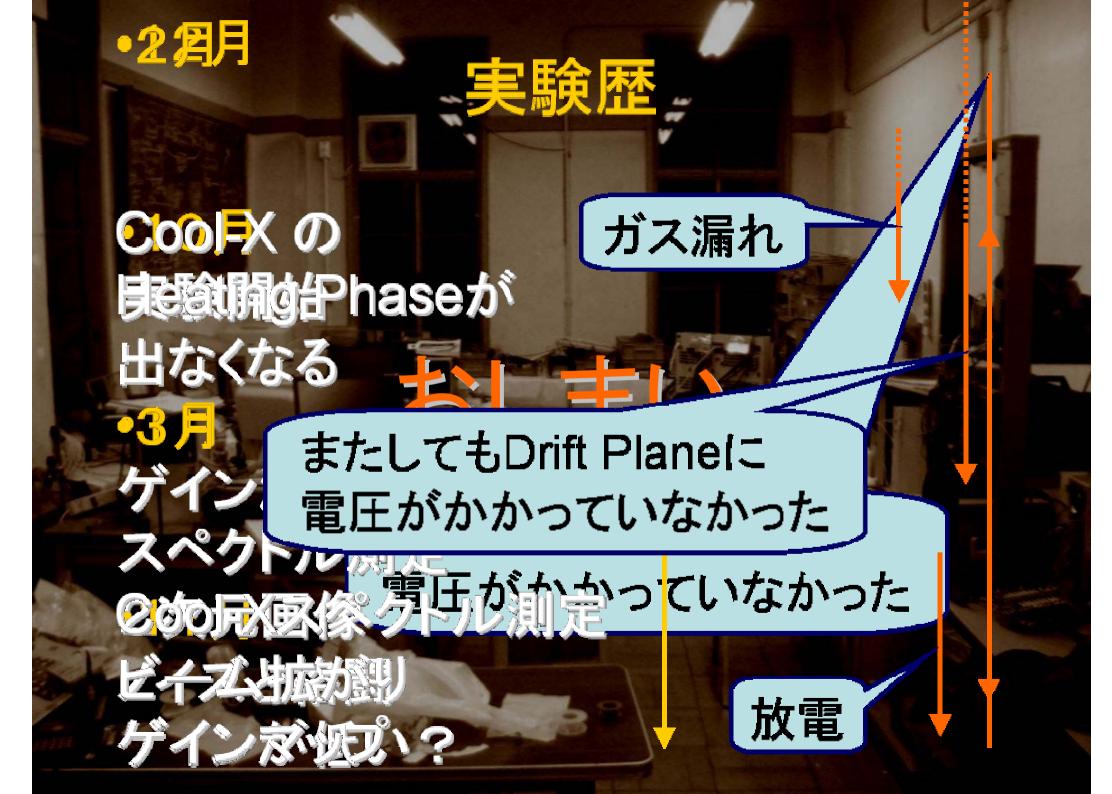




### とどめ

• Drift Plane電圧が正しくかかると、 例のゲインの変動は収まった

しかしその矢先、μ-PICが放電(人災)





### ゲイン測定

一次電子の電荷量Q<sub>i</sub>=線源E/W値×素電荷

オシロスコープの波形から、
Pulse Heightと時間幅(FWHM)を測定
↓
オシロに到達したパルスの電荷量Q<sub>f</sub>

≥ Pulse Height×時間幅(FWHM) → オシロスコープの終端抵抗(50Ω)

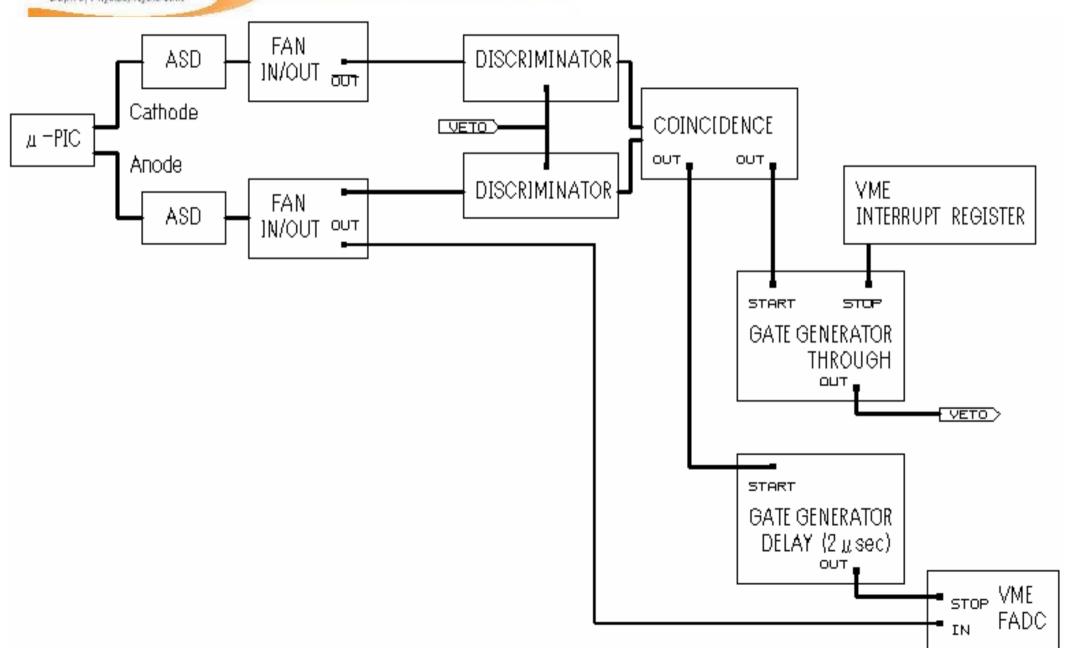


# おまけ

スペクトル編

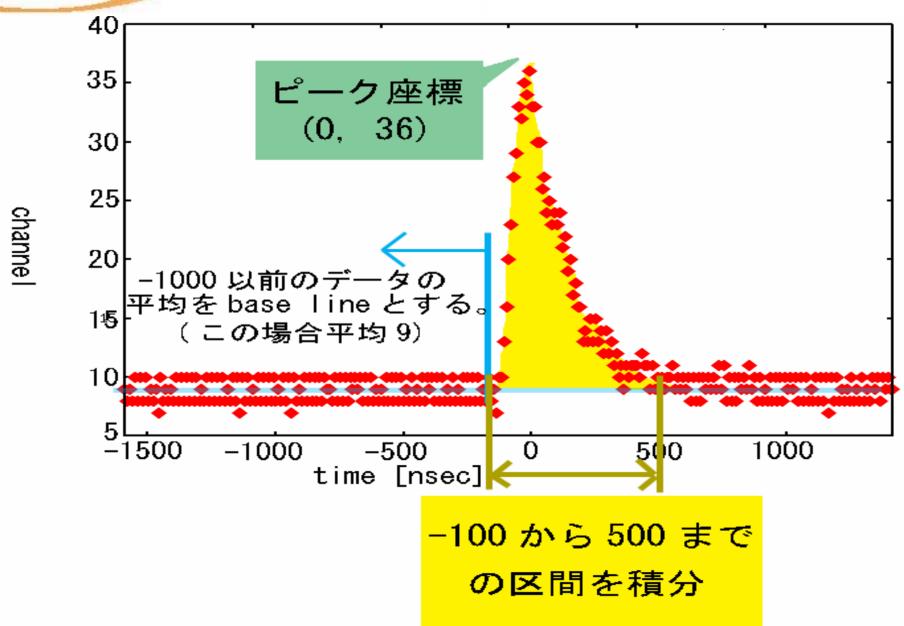


# Spectroscopy 配線図



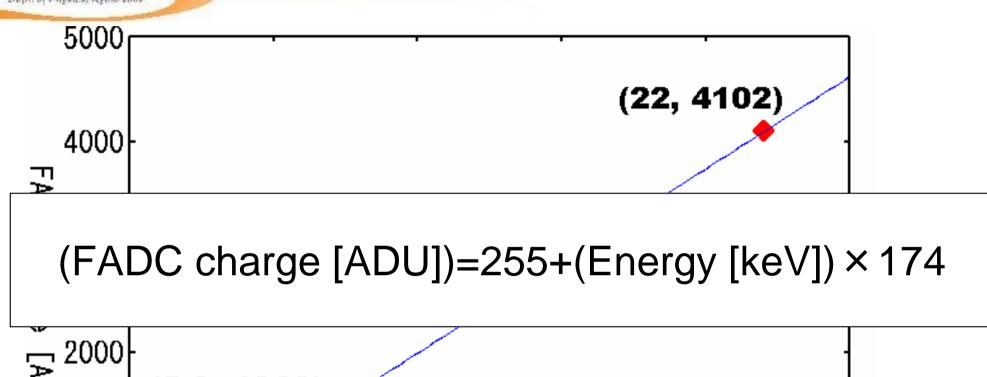


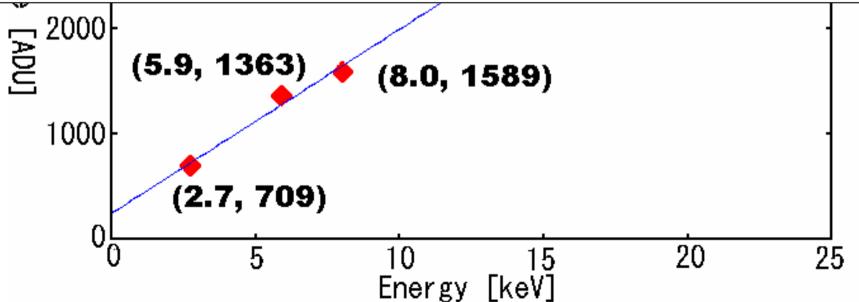
### 積分方法





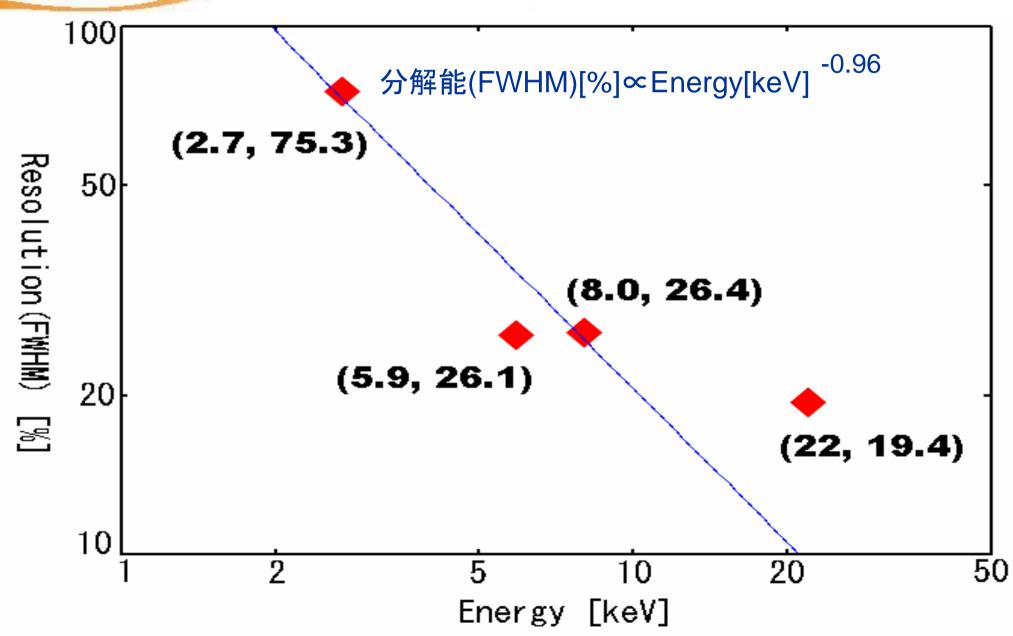
### 線源エネルギー較正





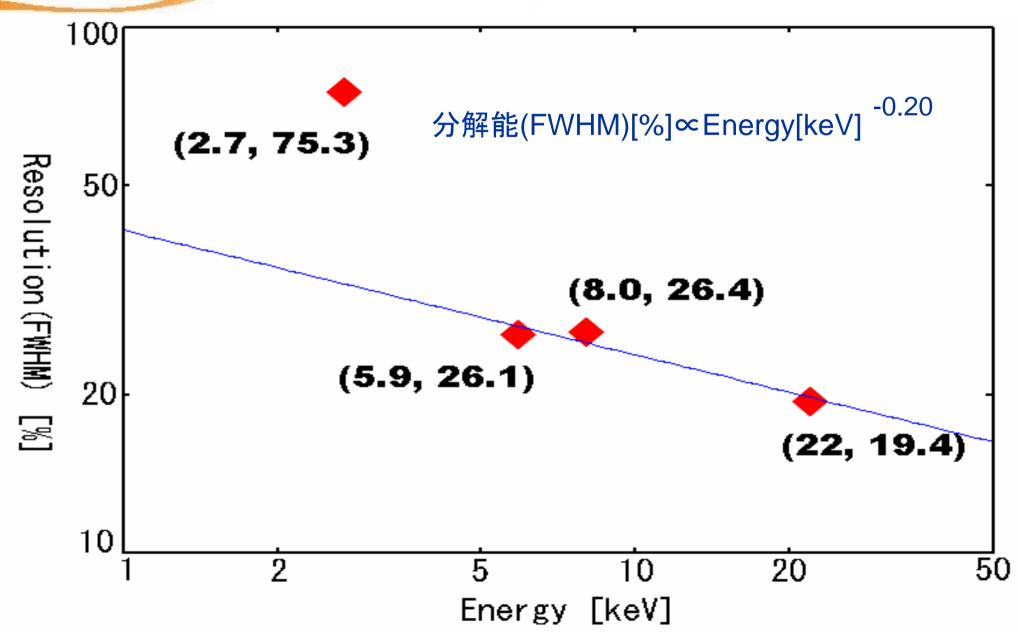


### 線源による分解能





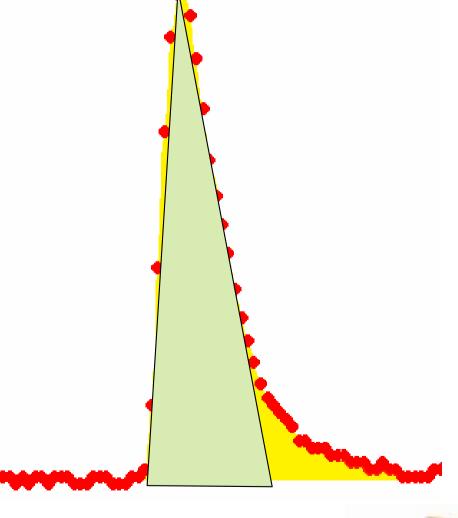
### 線源による分解能2





### 考察

- 分解能は5.9keVで26.1%22keVで19.4%
- オシロスコープによる 面積の計算に比べて gainが1.3倍ほど高いが、 それは三角形で近似したためであり、妥当な結果。





# おまけ

2D imaging編

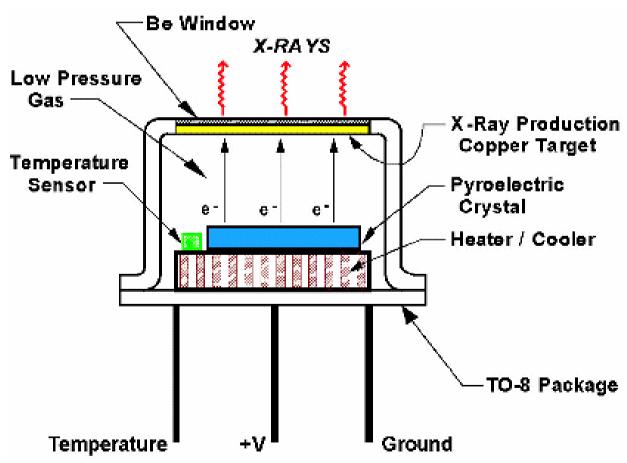


# おまけ

Cool-X編

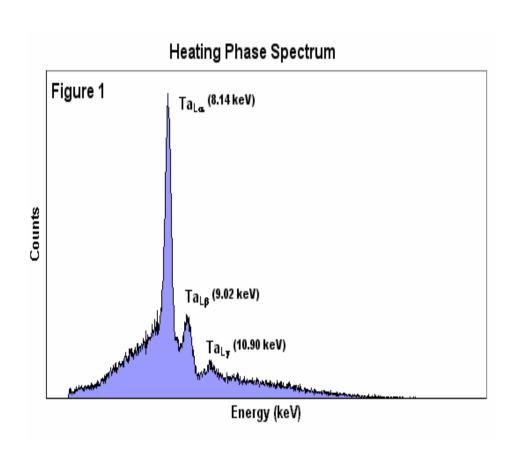


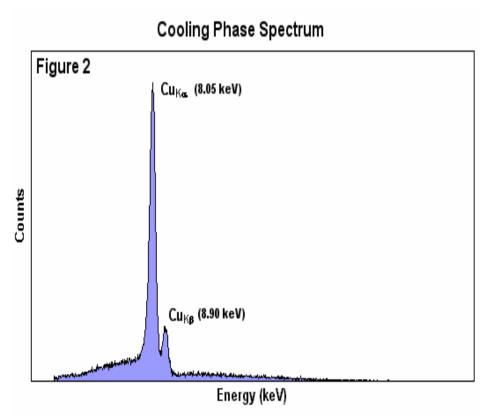
### Cool-X





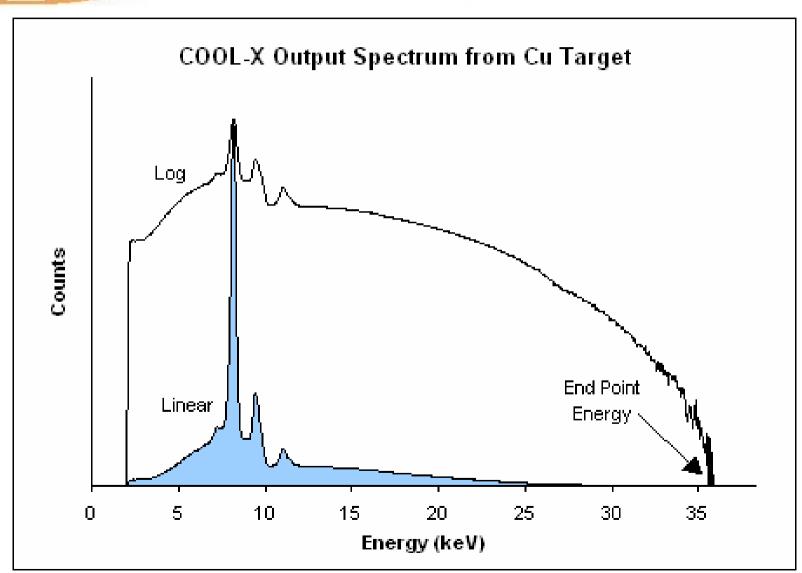
# Heating/Cooling phase







### 全て合わせたスペクトル





### Rateの取得

2D imagingに用いたEncoder boardから 出力されるclockを利用。

 $\downarrow$ 

2D上であるパルス数を取得するのに何 秒掛かるかで、rateを計算する。

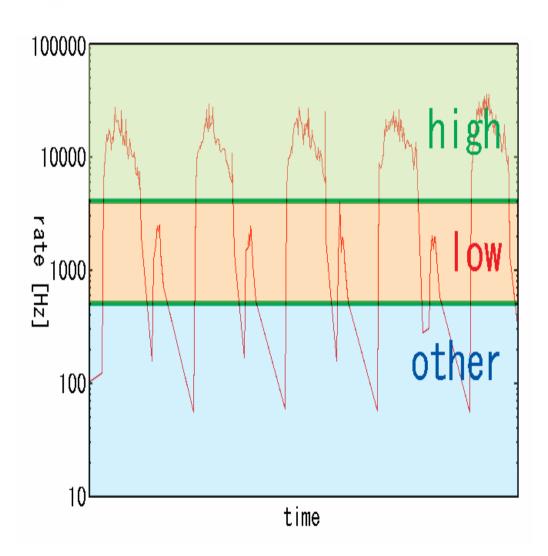
Encoder boardの 時間分解能

= 2.62 msec



### 取得条件

Rateの前回からの変化により、今取得しているのは周期のどの位置なのかを特定する。





### スペクトルの取得

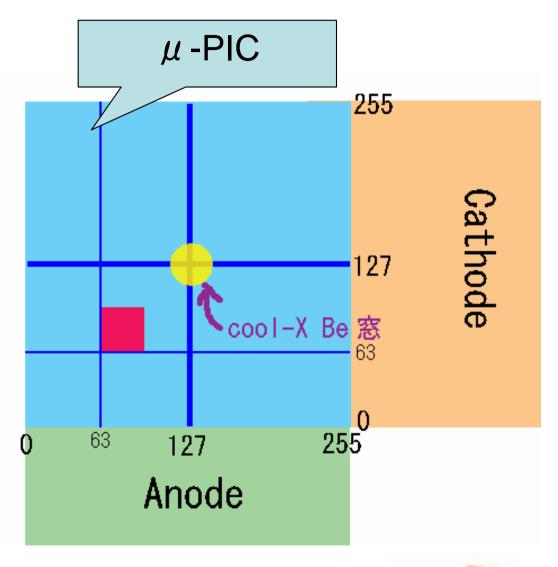
 μ-PIC内のAnode,
 Cathode共に64~96ch,
 12.5mm四方で得た信号を 足し合わせる。

-Anode HV +500V

Drift plane -1600V

•Gem Top -1250V

-Gem Bottom -1000V





### Cool-Xのスペクトル

Heating phaseとCooling phaseはrate の変化でほぼ見分けが付く。

Rateの測定直後のスペクトル取得時間内はphaseが変わらないとして、phaseに応じてスペクトルを振り分ける。



### 考察

COOL-X

50%に落ちる半径をRとする。 COOL-Xの放射窓から 検出面までの距離Lに対し、

L = 3cm R = 16mm

L = 8cm R = 29mm

となった。

 $x \sim 7.2 \text{mm}, \ \theta \sim 14.7^{\circ}$ 

