

電極の幾何学形状の変調を用いた位置敏感型1次元M-MSGCの開発

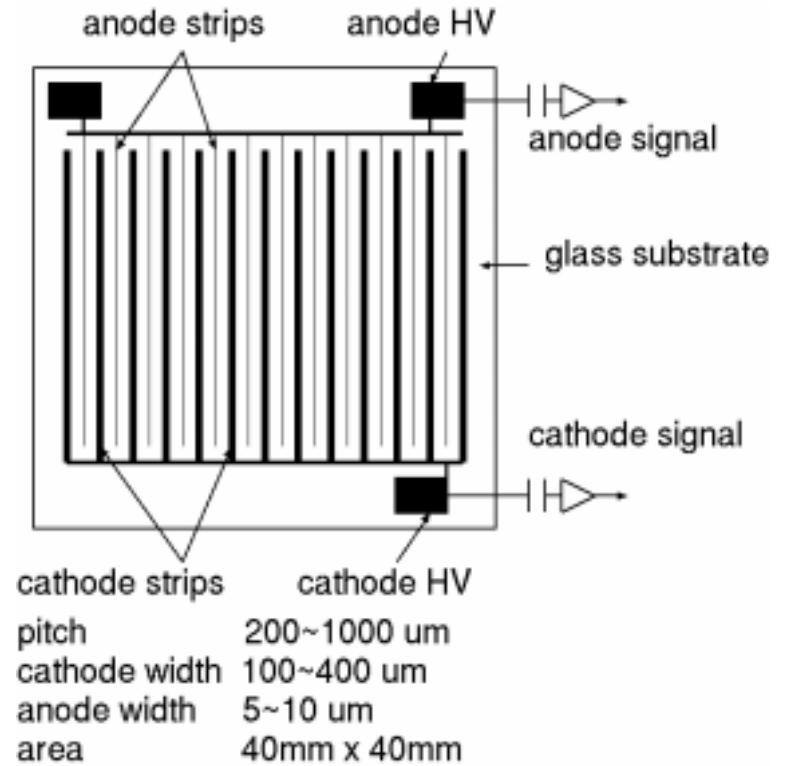
東京大学大学院工学系研究科
藤田薫

MSGC

(Microstrip Gas Chamber)

微細加工技術により製作した
アノード・カソード
ストリップ電極を用いた
ガス比例計数管

アノードカソード間隔を狭くで
きるので、高計数率
従来の100倍以上

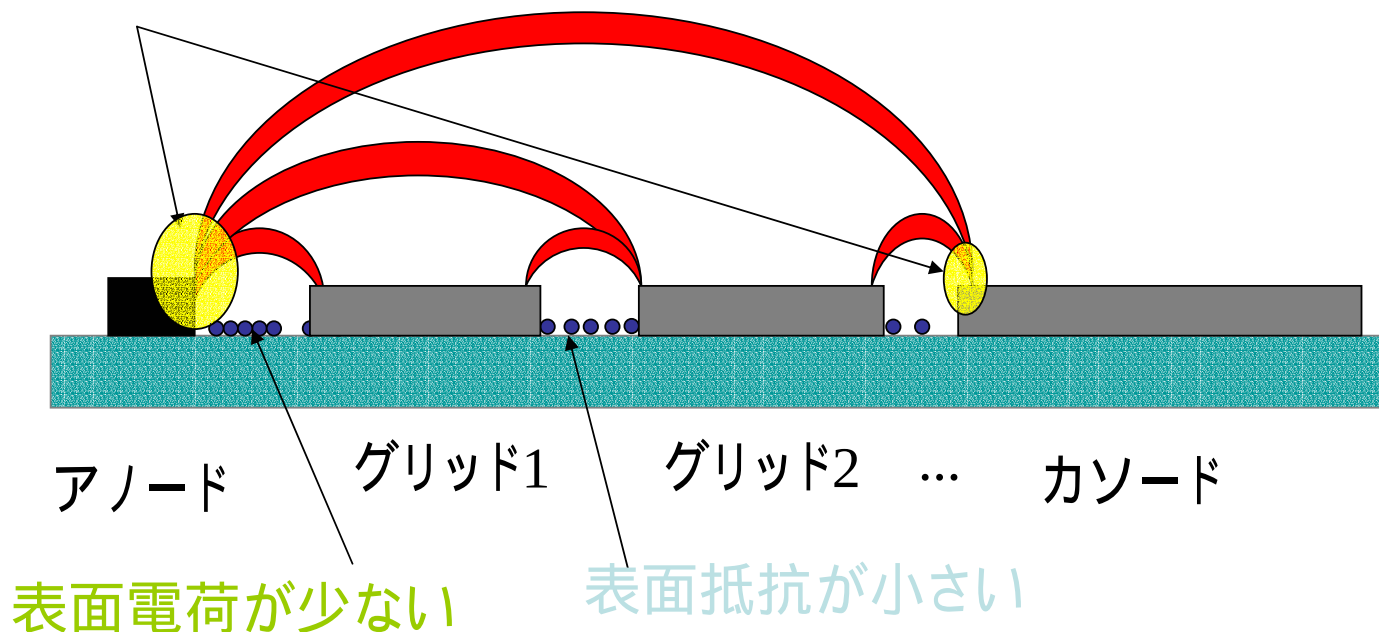


カソードのエッジに強い電場が生じるため、基板表面を走る放電が顕著となり過去のものと思われていたが...

表面電極構造を工夫し、電場配置を制御することでMSGCの安定化を図る。

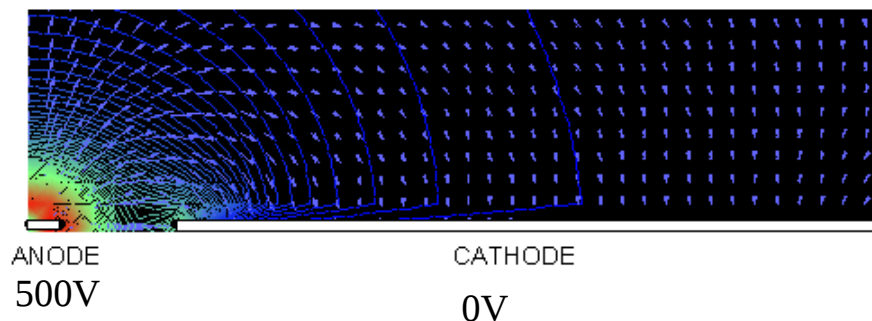
マルチグリッド型 MSGC (M-MSGC)

2つの強い電場を分離



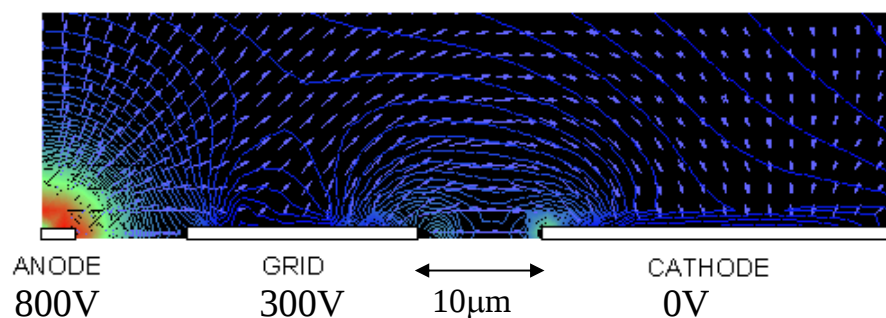
MSGCとM-MSGCにおける電場の比較

SMALL-GAP MSGC



10 μ m gap
5 μ m Anode

M-MSGC



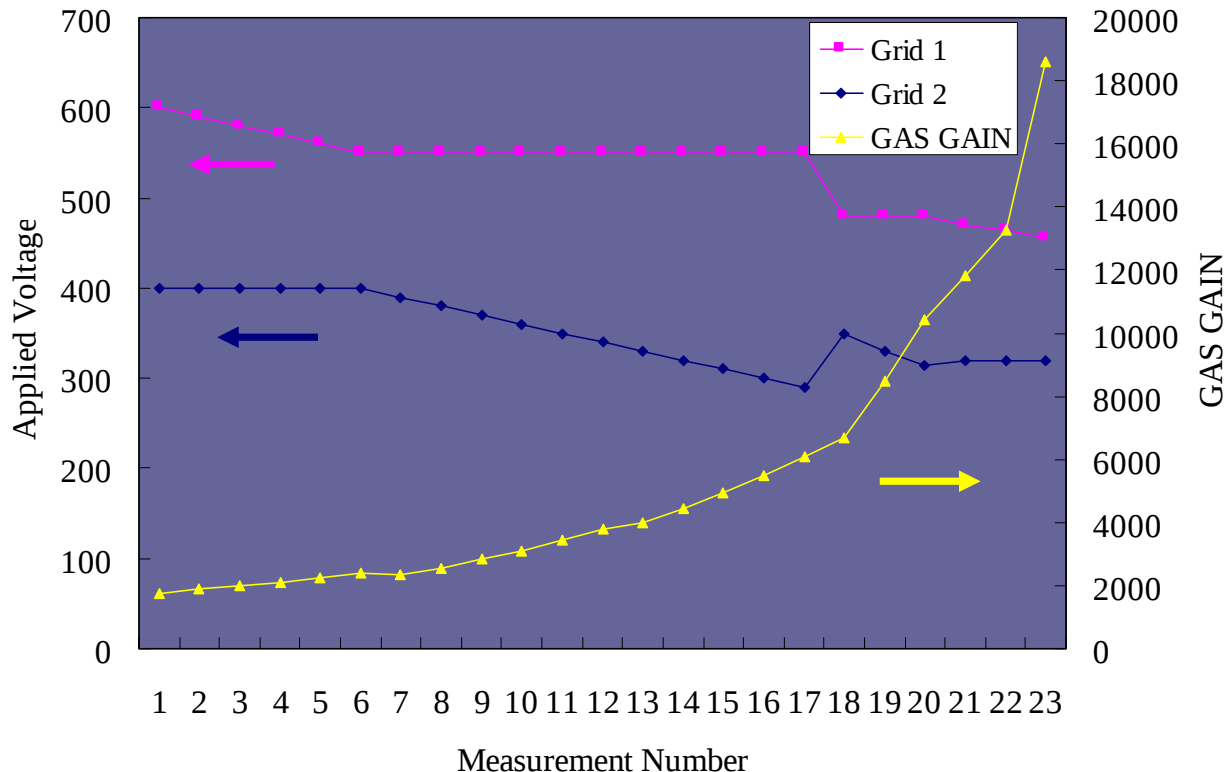
10 μ m gap
5 μ m Anode
20 μ m Grid

Calculated by ELFIN

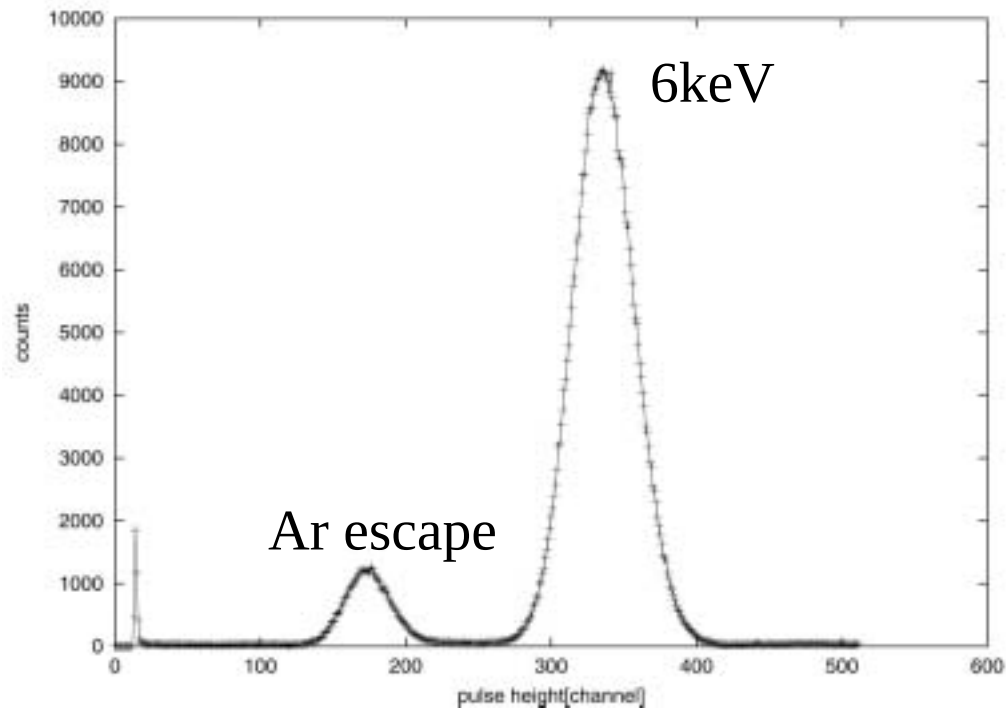
Gas gain of M-MSGC exceeds 18000 for 10 μm gaps

The gain is a function of multiple grid potentials.

Gas Gain Dependency on the Grid Voltages



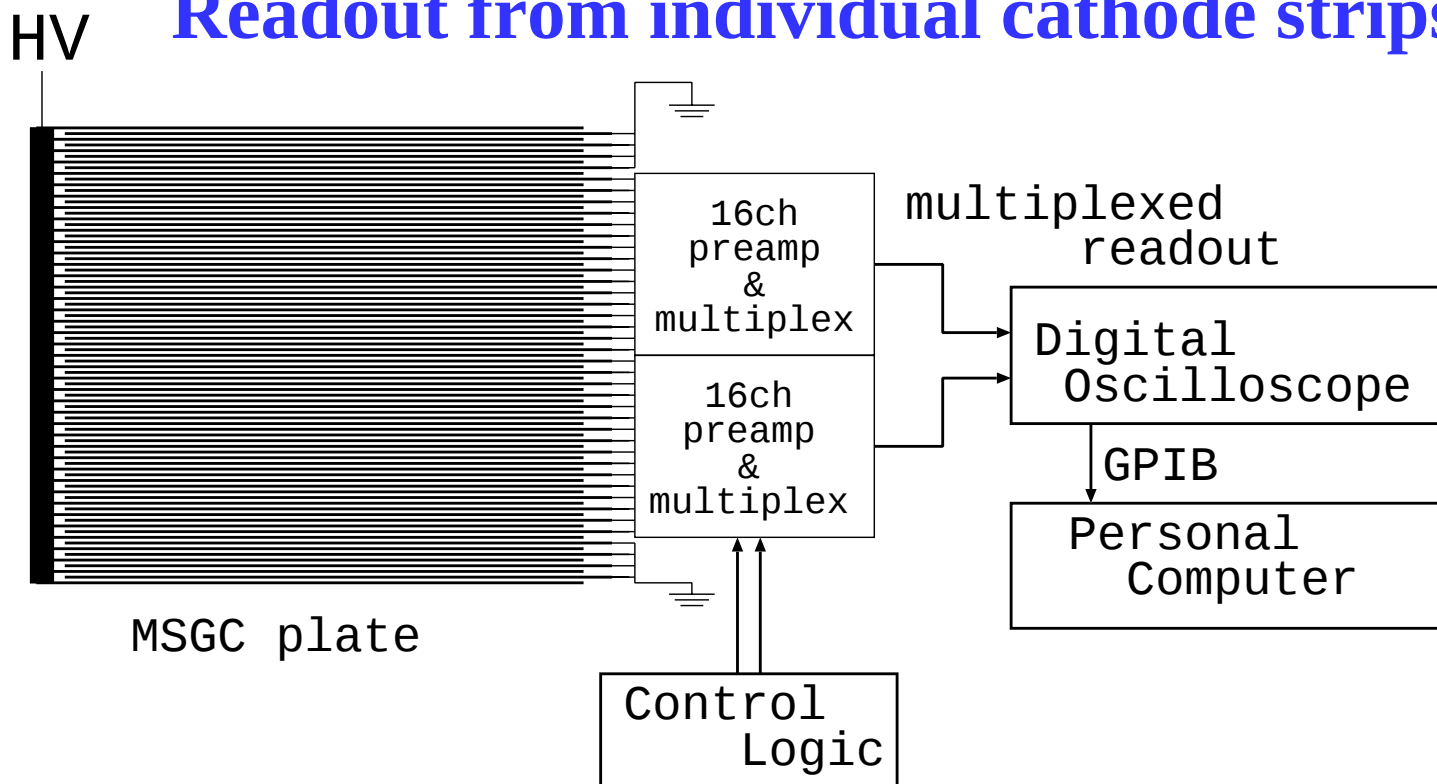
Pulse Height Spectrum for 6keV X-rays



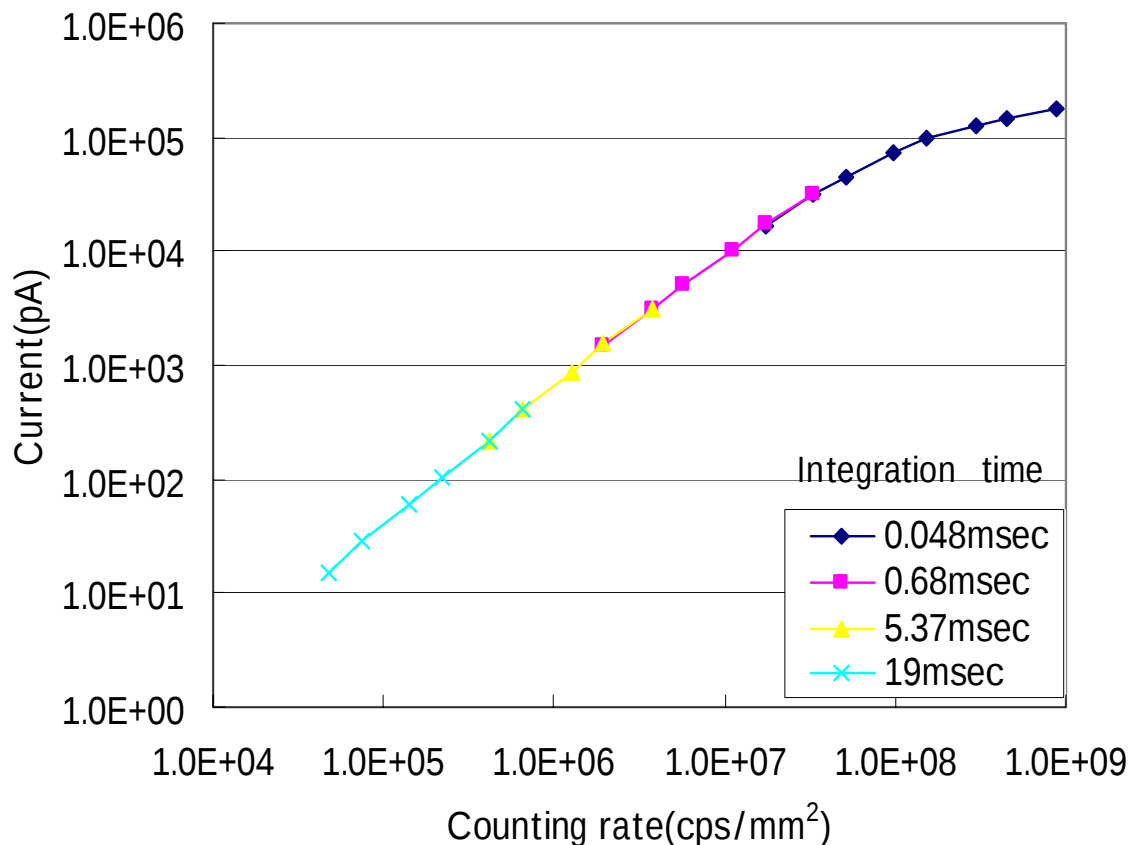
Obtained energy resolution was 14.6% FWHM.
(Gas gain = 3000)

カソードストリップからの信号電荷を 積分して読み取る方法

Readout from individual cathode strips

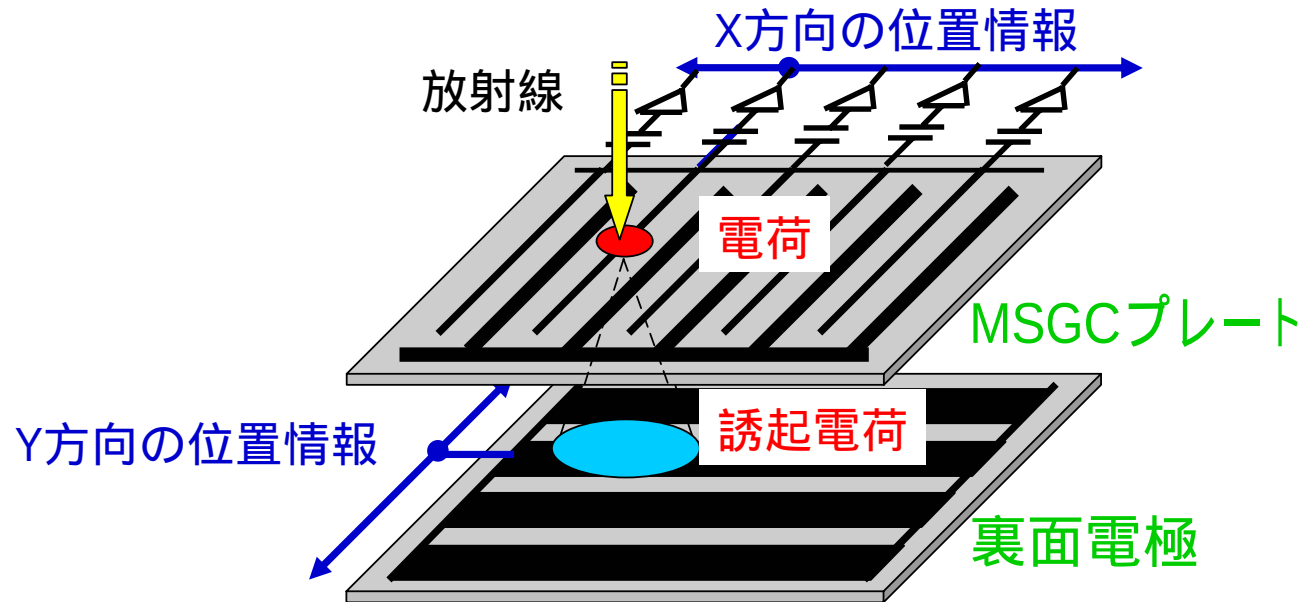


Counting Rate $> 10^8$ cps/mm²



Anode 470V Grid 231V Gas Gain: 100

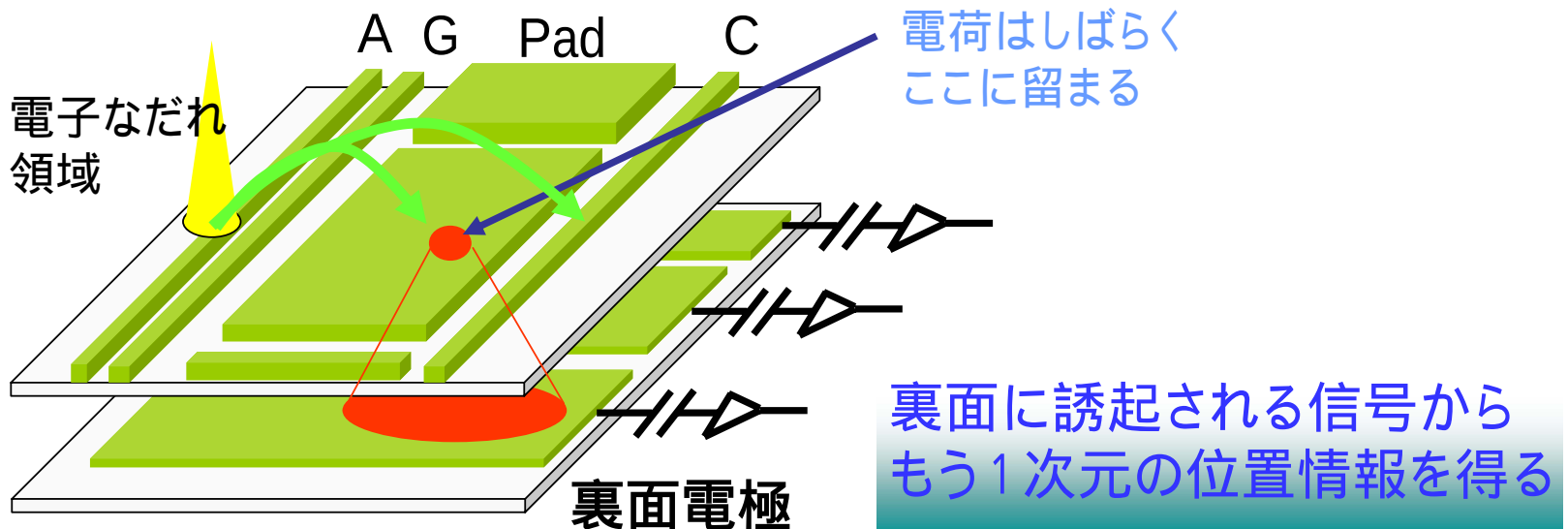
MSGCを用いた2次元位置取得



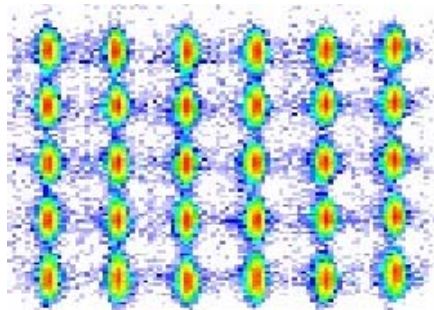
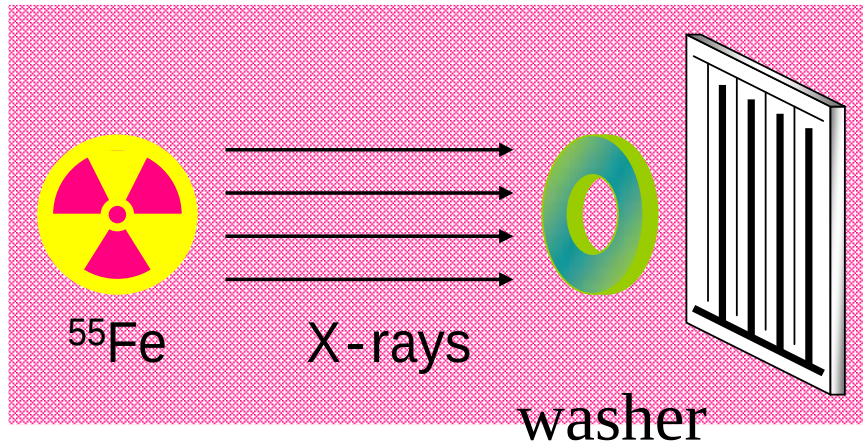
- 表面電極でX方向、裏面電極でY方向の位置を検出する
 - 裏面では誘起電荷を拾う
- M-MSGCではプレート表面が電極で覆われるため、裏面への誘起電荷が生じない！

フローティングパッドを介した 2次元位置読み出し方法

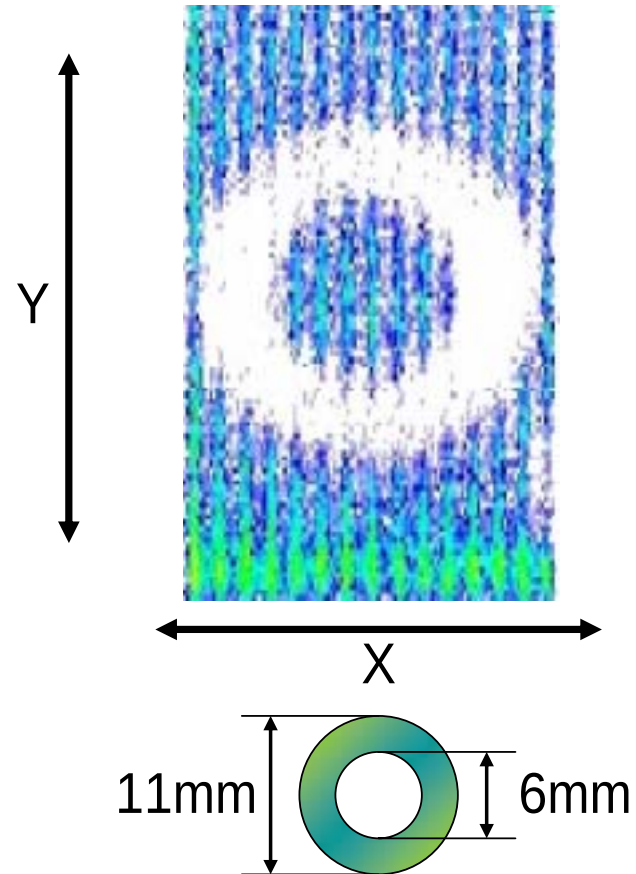
- カソード周辺にフローティングパッドを設置
- 電子雪崩で生じたイオンのある部分はパッドに乗る
- パッドに乗った電荷は、表面RC回路の時定数で指数関数的に減少し、カソードに収集されるまでの間は裏面に誘起電荷を生成する



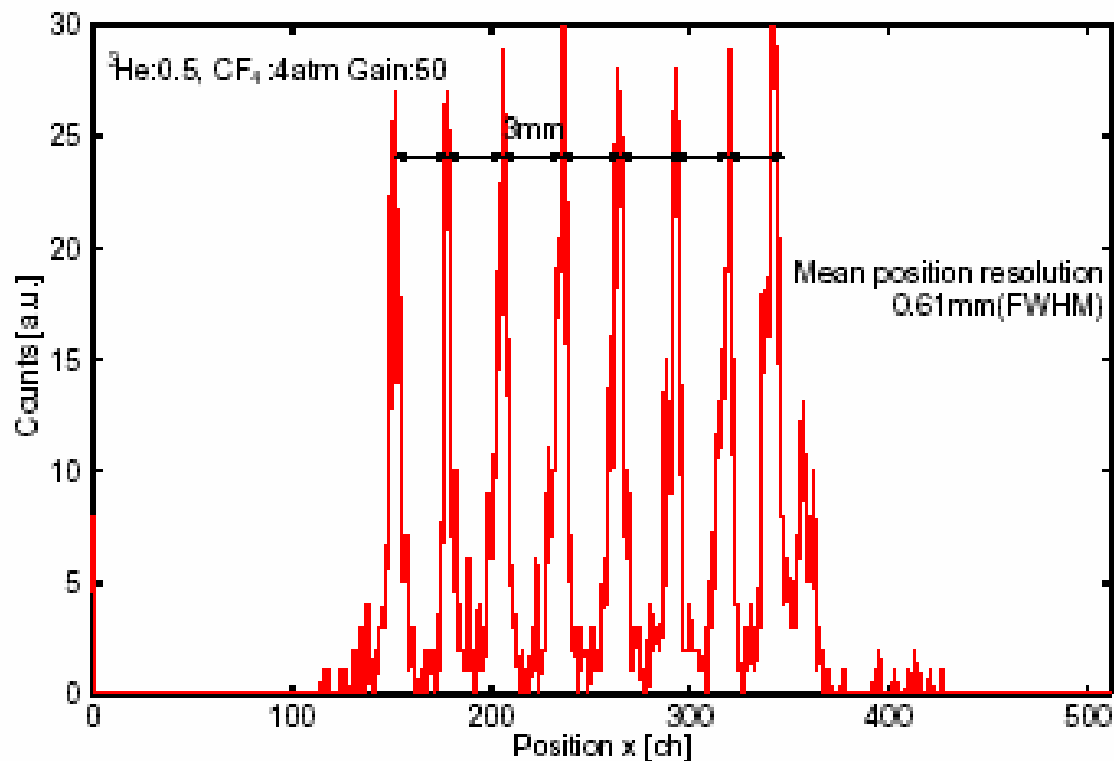
Results from X-ray measurement



4.5mm pitch Beam scan image

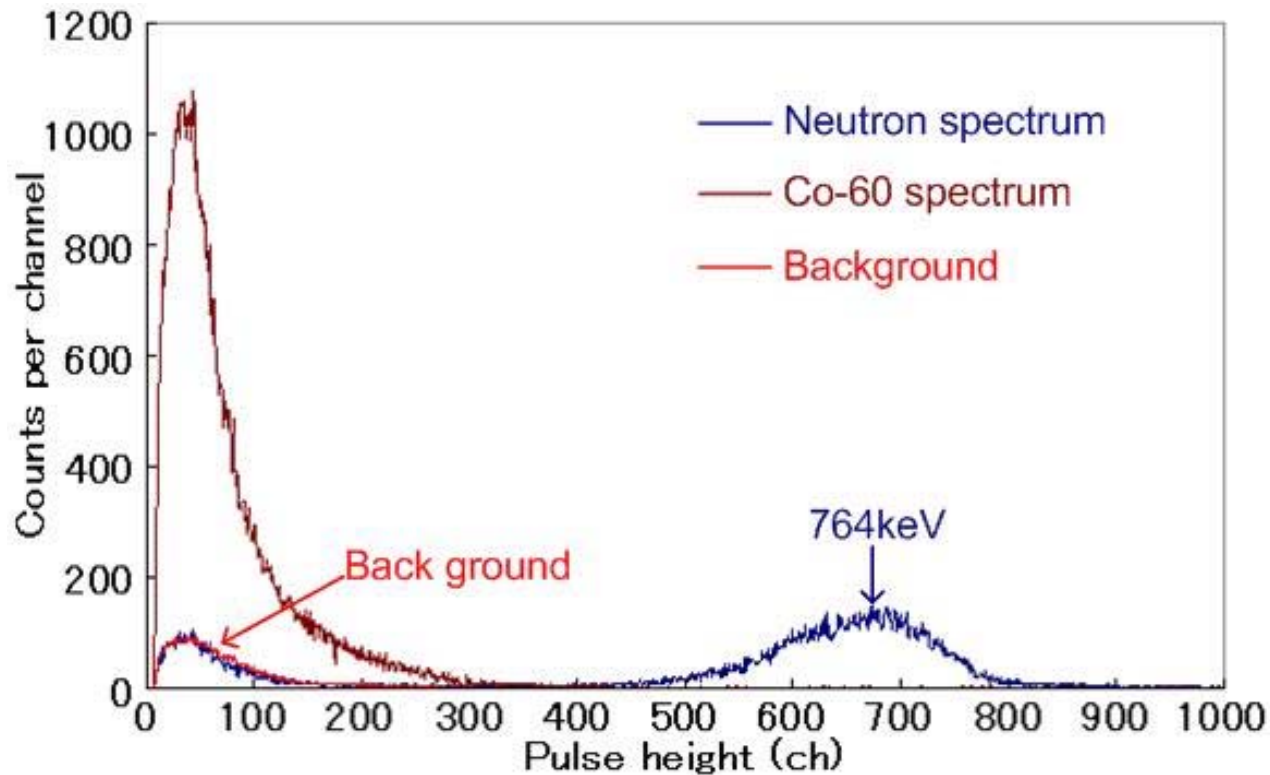


KENSにおいて測定した位置分解能 ~0.6mm FWHM



中性子測定 n/ γ 弁別

NOP port @JRR-3

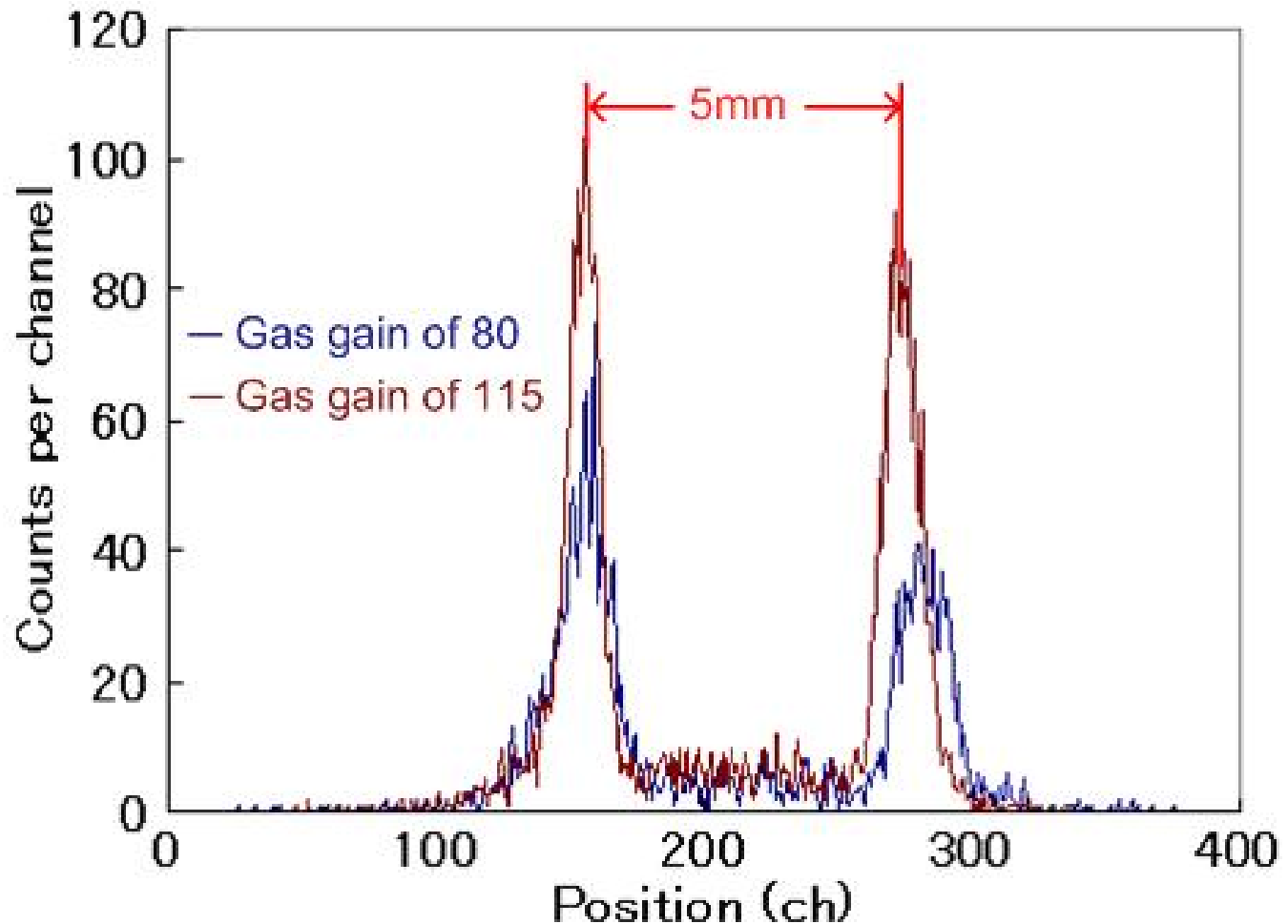


ガスゲイン25

裏面電極分解能

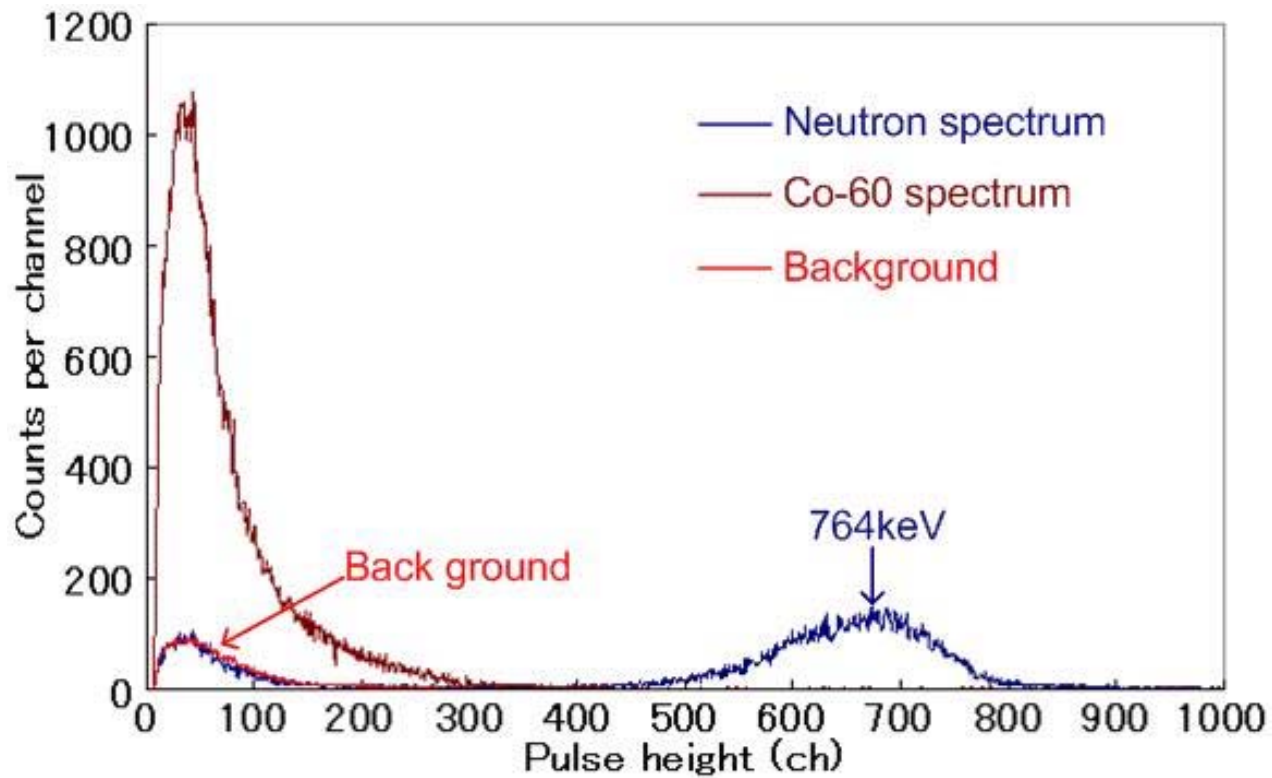
・
ビーム径 500 μm 、ガス圧4.8atm(He-3:CF₄=1:10)

位置分解能 ガスゲイン80で830 μm 、115で600 μm



n/ γ 弁別

NOP port @JRR-3



ガスゲイン25

2次元イメージ(1)

5mm間隔のスリットを通したときのイメージ

QuickTimeý Ç²
TIFFÅiLZWÅj êLi£EvĖÇÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¾â©ÇĖÇžÇ½Ç...ÇÖïKónÇ-Ç ÅB

2次元イメージ(2)

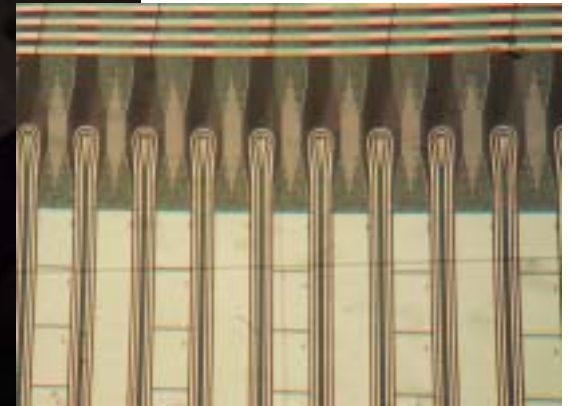
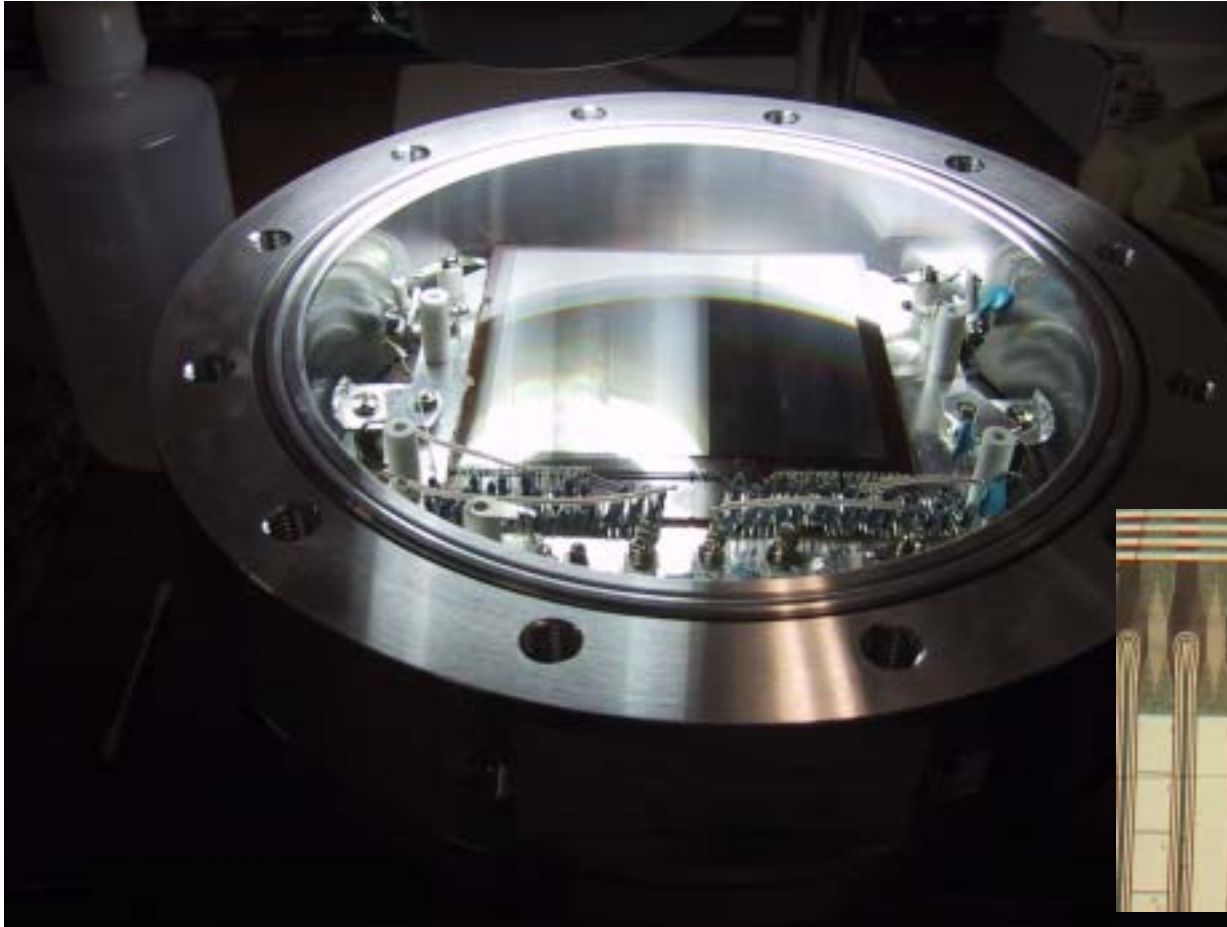
.

Hの文字のイメージ

QuickTimeý Ç²
TIFFÅiLZWÅj êLí£EvĖçÉOÉâÉÄ
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNE`ÉÉÇ¼â©ÇÈÇŽÇ½Ç...ÇÖïKónÇ-Ç ÅB

多層微細配線技術を用いたMSGC

in collaboration with Futaba corporation



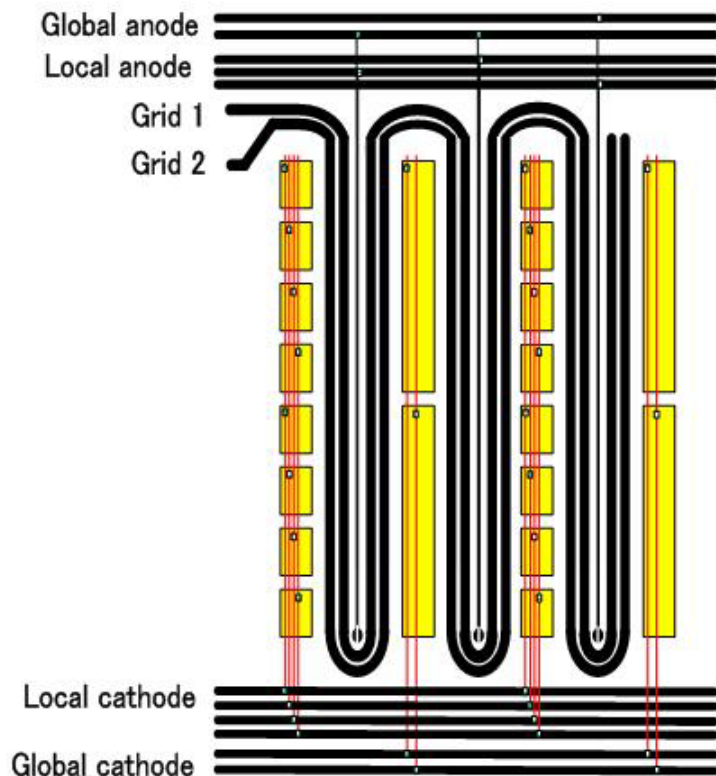
10cm x 10cm / 400um anode pitch version

MSGCの位置読み出し手法の比較

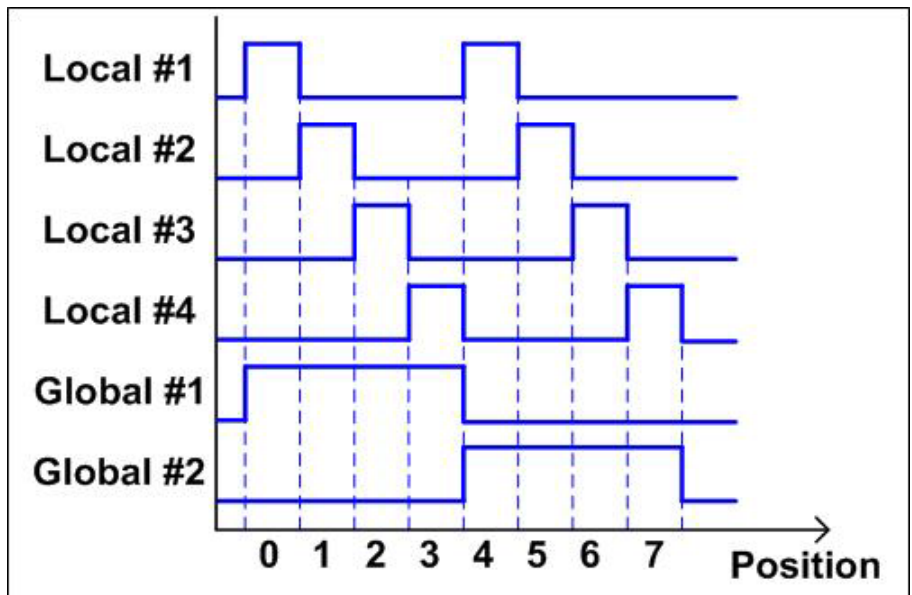
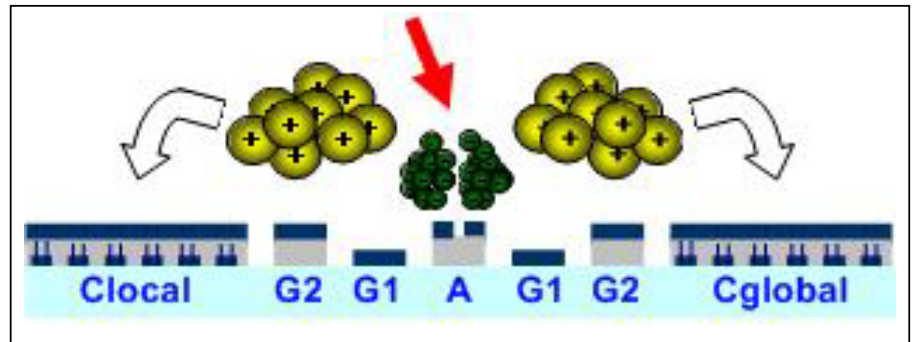
Assume: Active area ~ 10x10cm, anode pitch ~ 400um

	個別のストリップ から読む	電荷分割	
コスト	high	low	
必要増幅 器数	500	4	
位置分解 能	~500um	~1300um	
最大計数 率	~1MHz	~100kHz	
画像歪み	-	0	

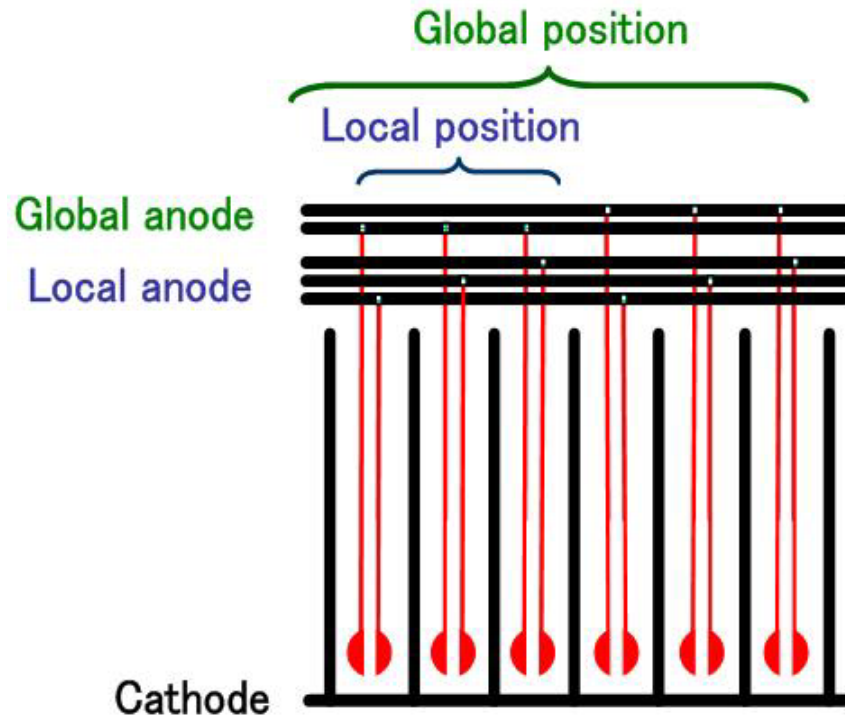
GLG (Global Local Grouping)法



Y方向(アノードに平行な方向)はカソードを疎、密のパッドに分割してこれらのパターンから取得



GLG 法 スプリットアノードによる X方向位置検出

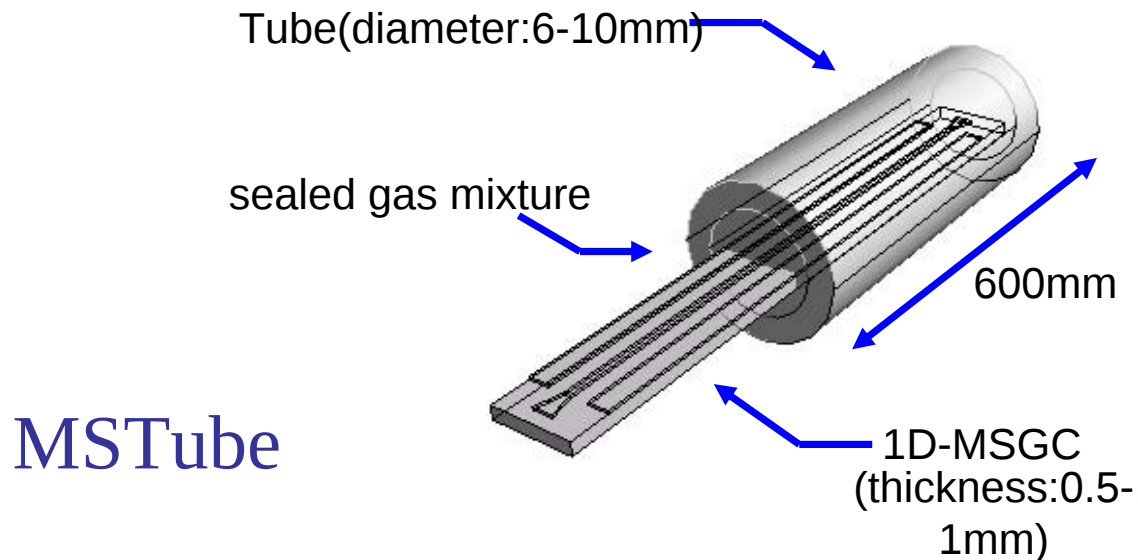


- ◆ divided one anode strip into two strips → two signals in the same time.
→ each anode will accept a half of total charges.

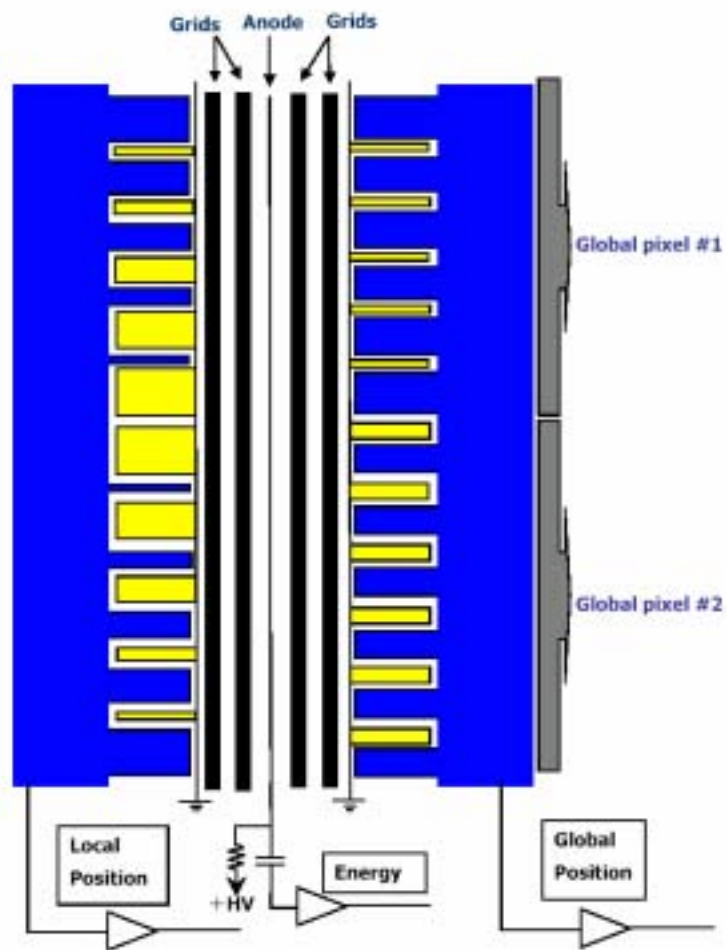
$$\text{Number of position per readout line} = \frac{(\text{Global} \times \text{Local})}{(\text{Global} + \text{Local})}$$

Reconsideration of Linear PSD

- Replacing wire with high-tech plate
- Easy to maintain



1D位置検出用プレート



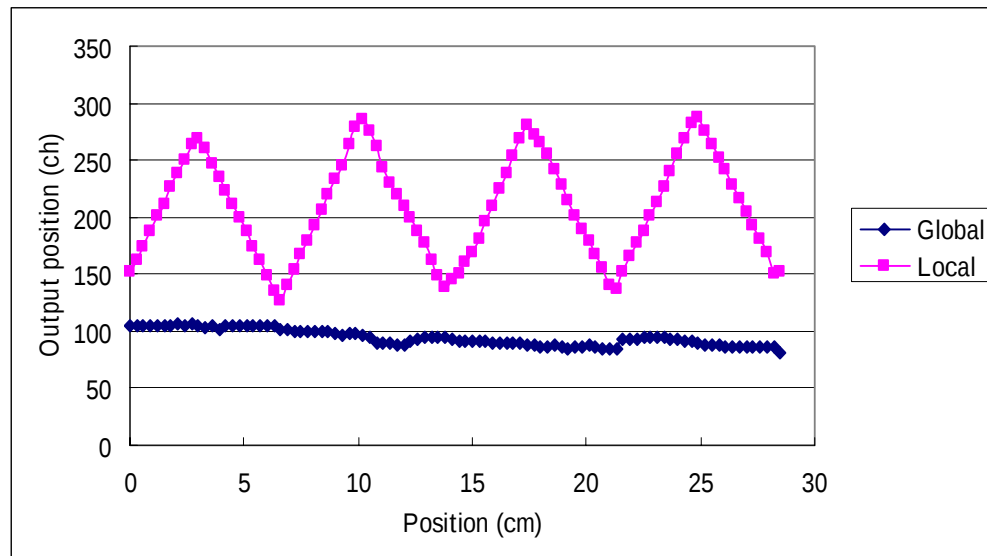
- 60cm長の1.5次元M-MSGCは動作



Gas gain ~ 6000

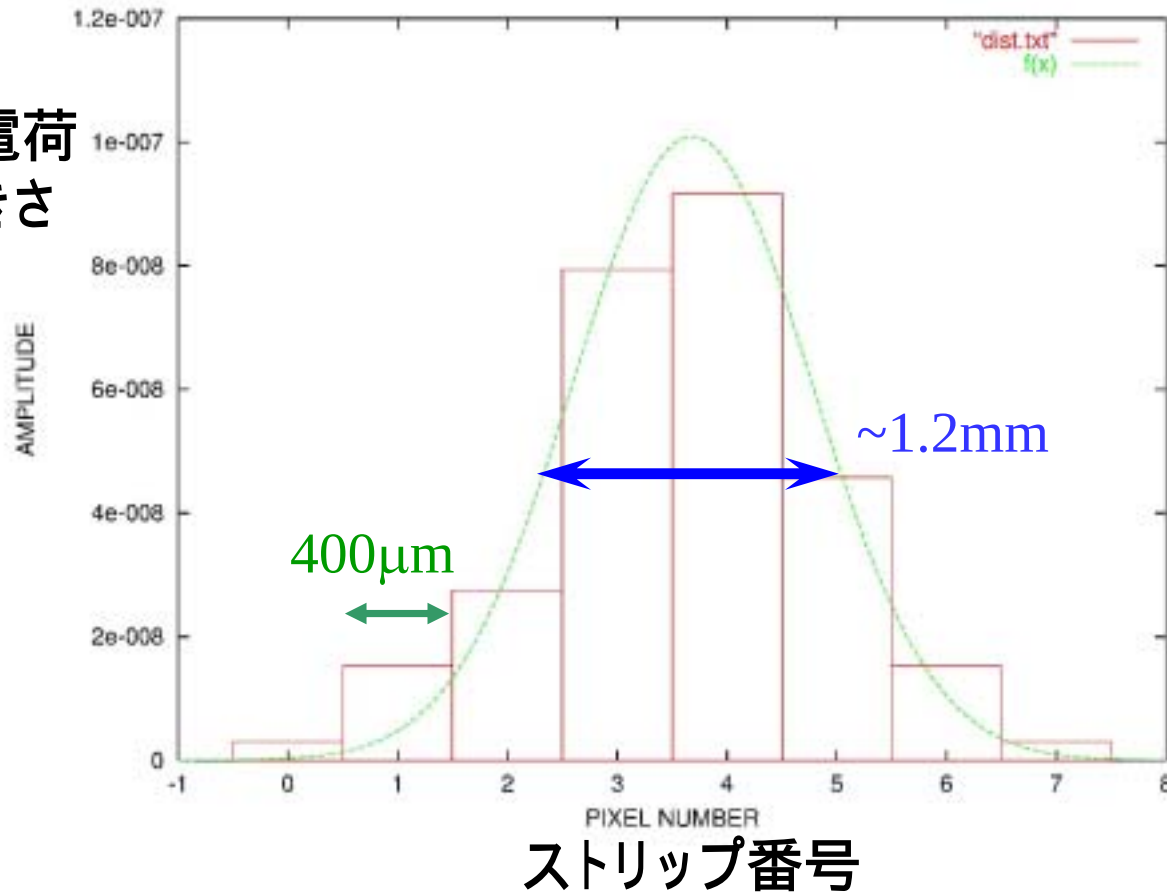
Global resolution ~ 5.2cm@14keV X-rays

Local resolution ~ 2.34mm@14keV X-rays



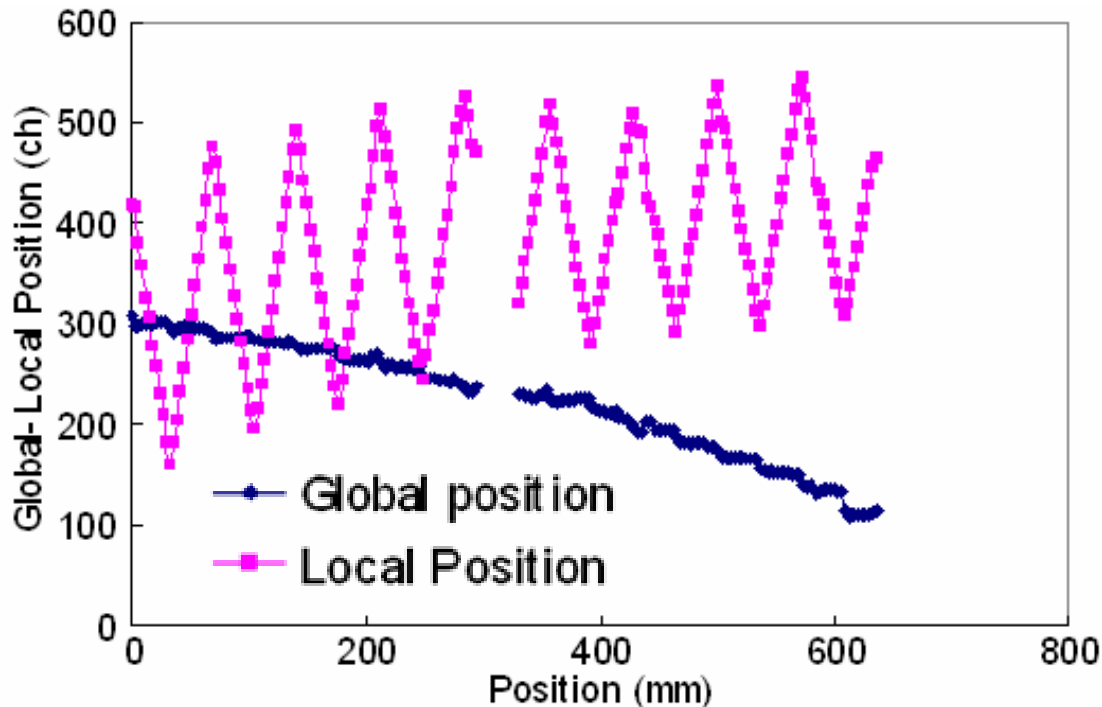
0.3mm厚ガラスの裏面での誘起電荷の分布

誘起電荷
の大きさ



->何らかの重心演算を行う必要がある

GLG principal test

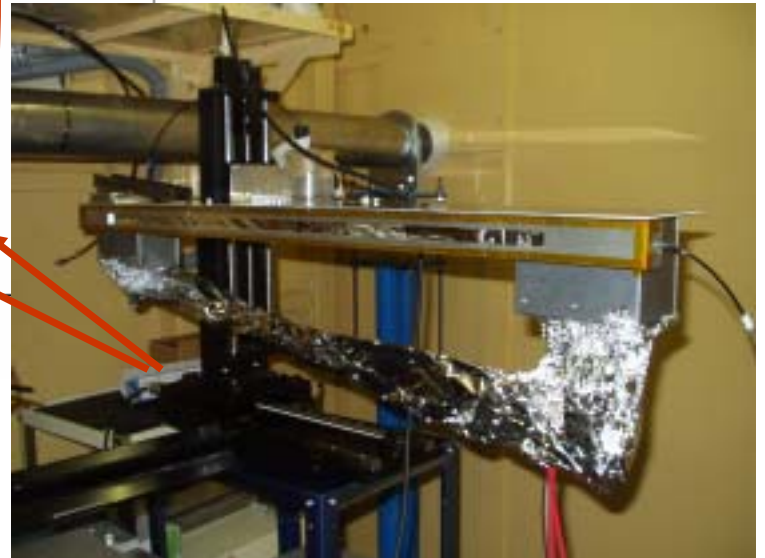
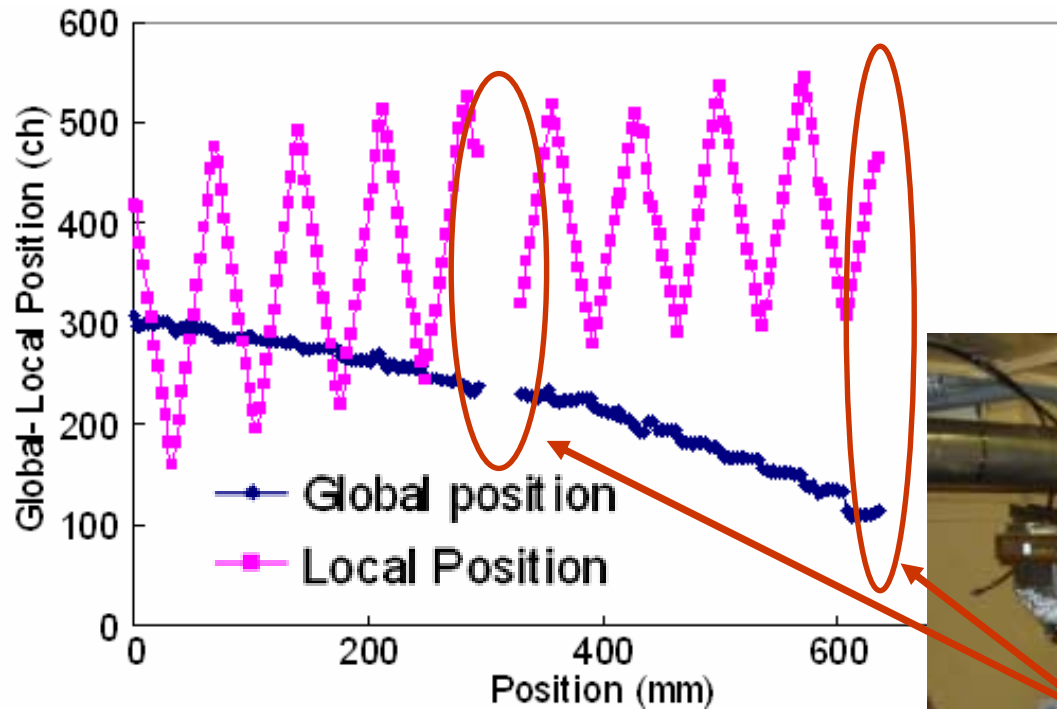


✓ Periodical change on Local side.

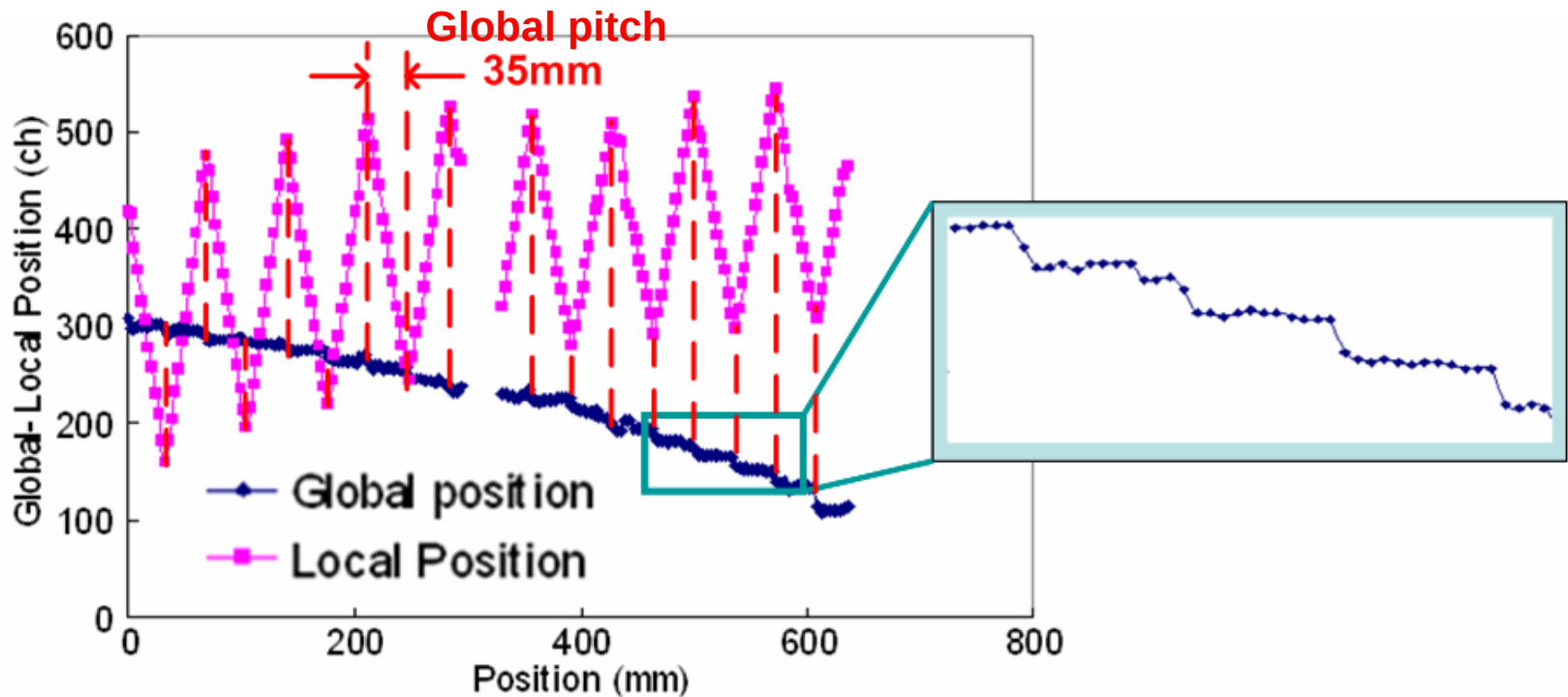
✓ Gradually reduce on Global side.

Test @gas gain of 4500

GLG principal test

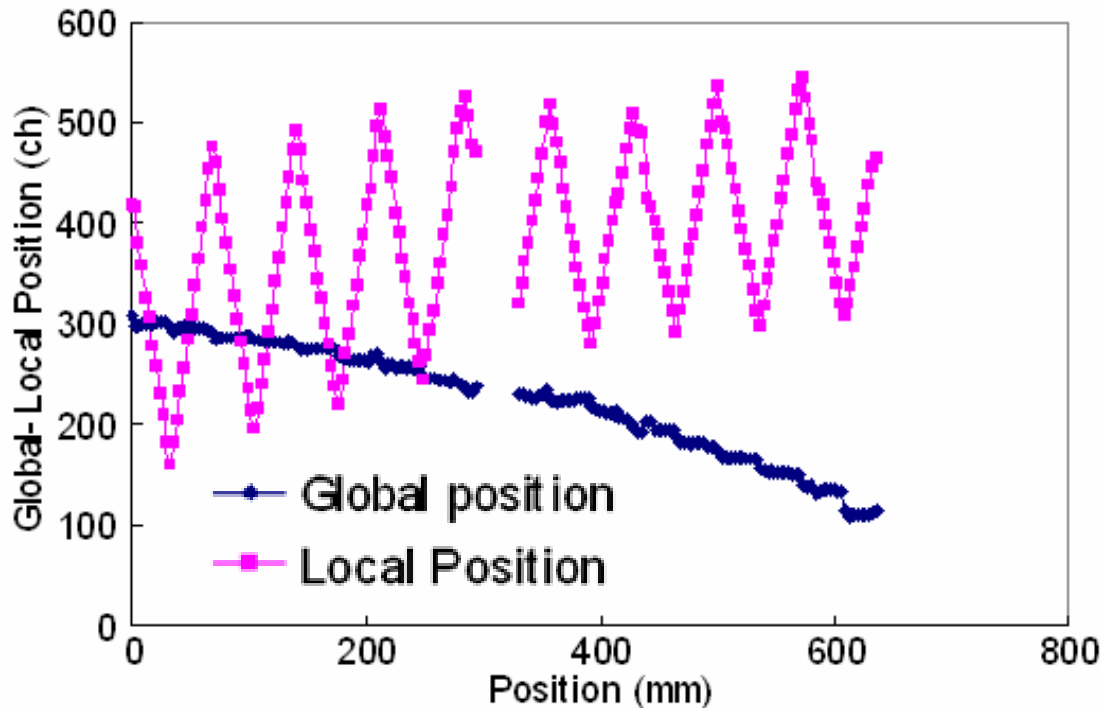


GLG principal test



- Periodical change on Local side correspond to Global pitch.
- Principal of GLG method was confirmed.

Resolution evaluations



- The peak of energy spectrum shifted of cathode about 55%
- Local resolution ~ 3.75 mm.
- Global resolution ~ 68 mm.

*****Global resolution $\neq$ Global pitch(35mm)**

The shortcomings

- Slow rise time

 - High capacitance and high resistivity.

- Low Global resolution

 - Limited by signal to noise ratio.

To overcome the shortcomings

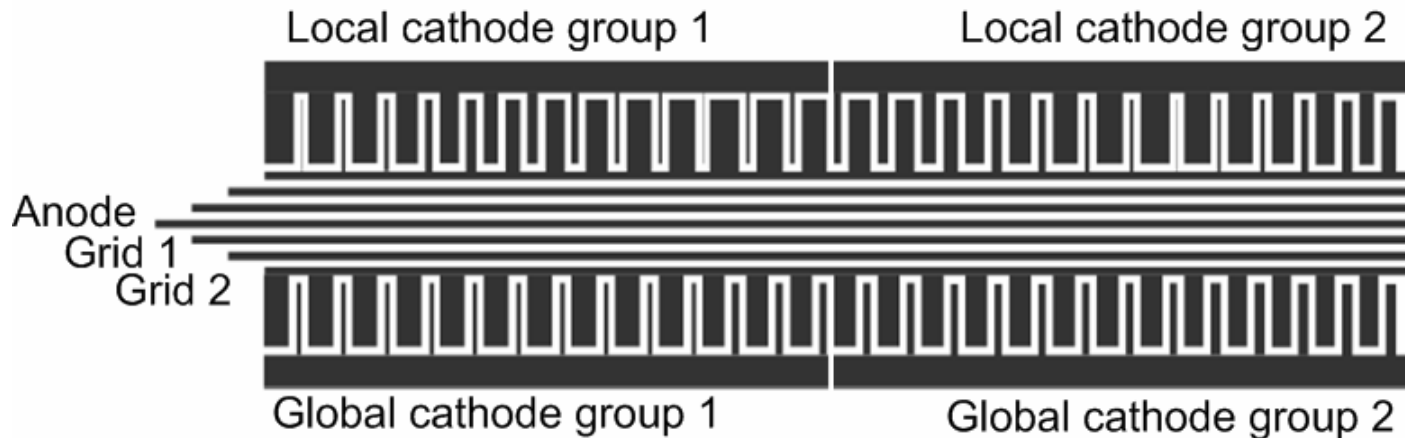
- Slow rise time → High capacitance and resistivity.
 - Reduce resistivity of electrodes
- Low global resolution → Low signal to noise ratio.
 - Increase gas gain

OR

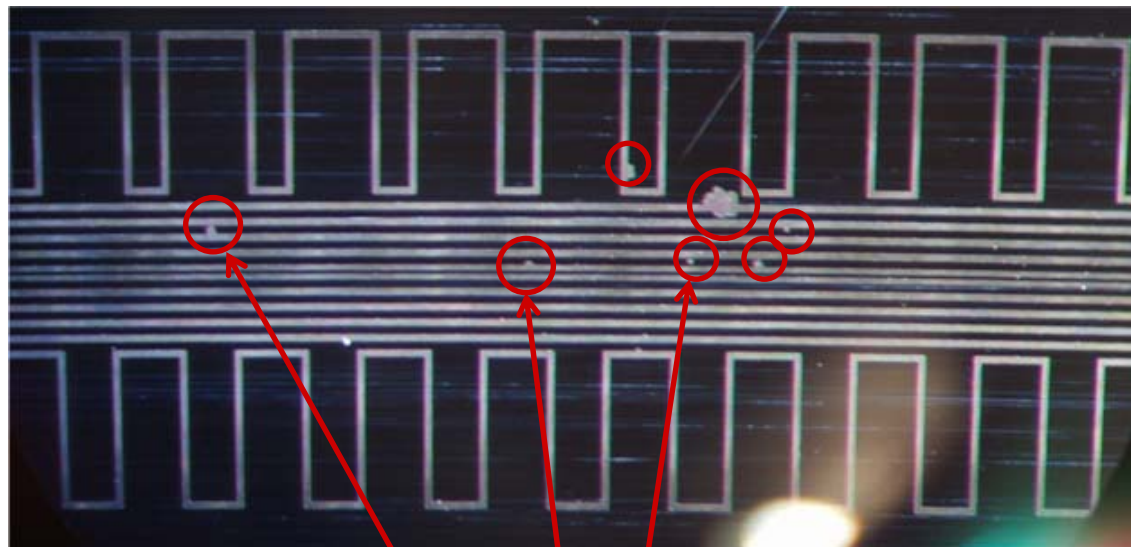
To overcome the shortcomings

- Slow rise time → High capacitance and resistivity.
- Low global resolution → Low signal to noise ratio.

--Divide the cathodes into two groups--



電極膜厚の増加



○ Defect

欠陥が発生



Defect pattern

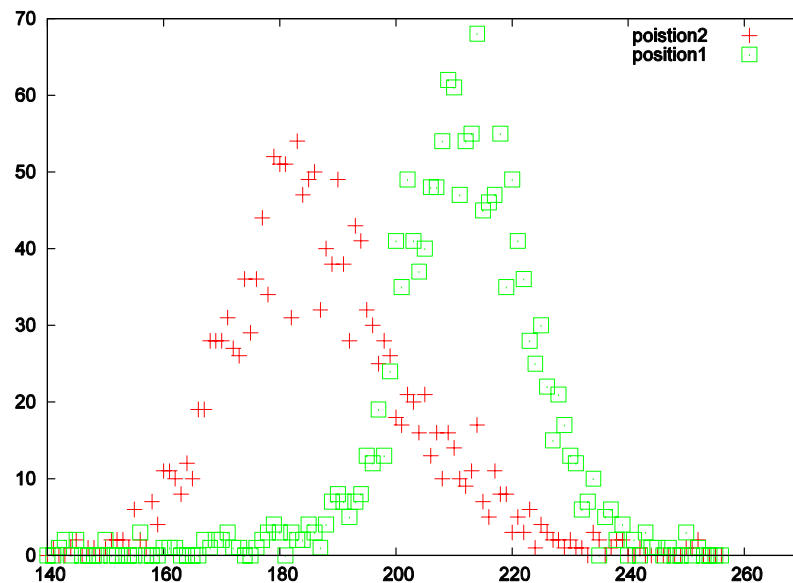
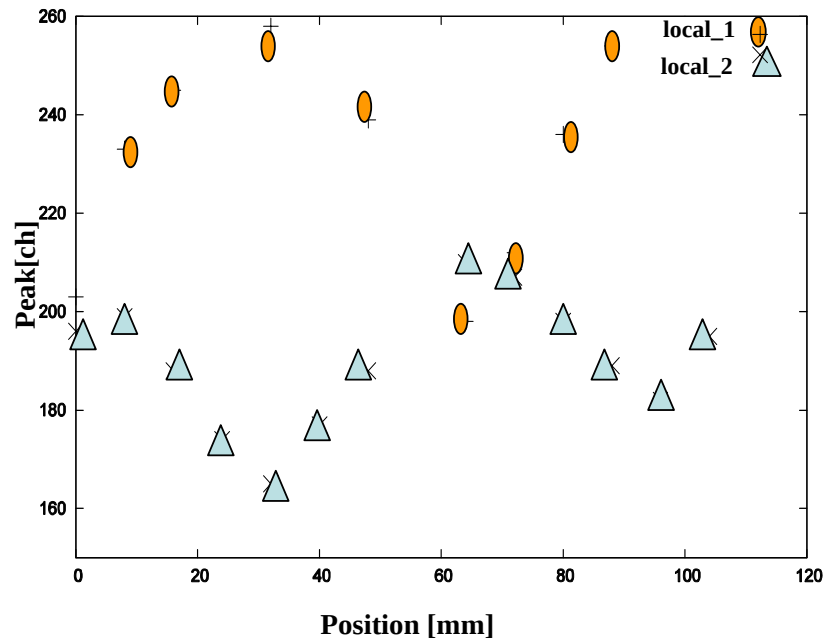
1-D 64cm

中性子検出実験

中性子線 ϕ 700 μm

於 JAERI JRR3

$^3\text{He}(0.5\text{atm}) + \text{CH}_4(2.5\text{atm})$



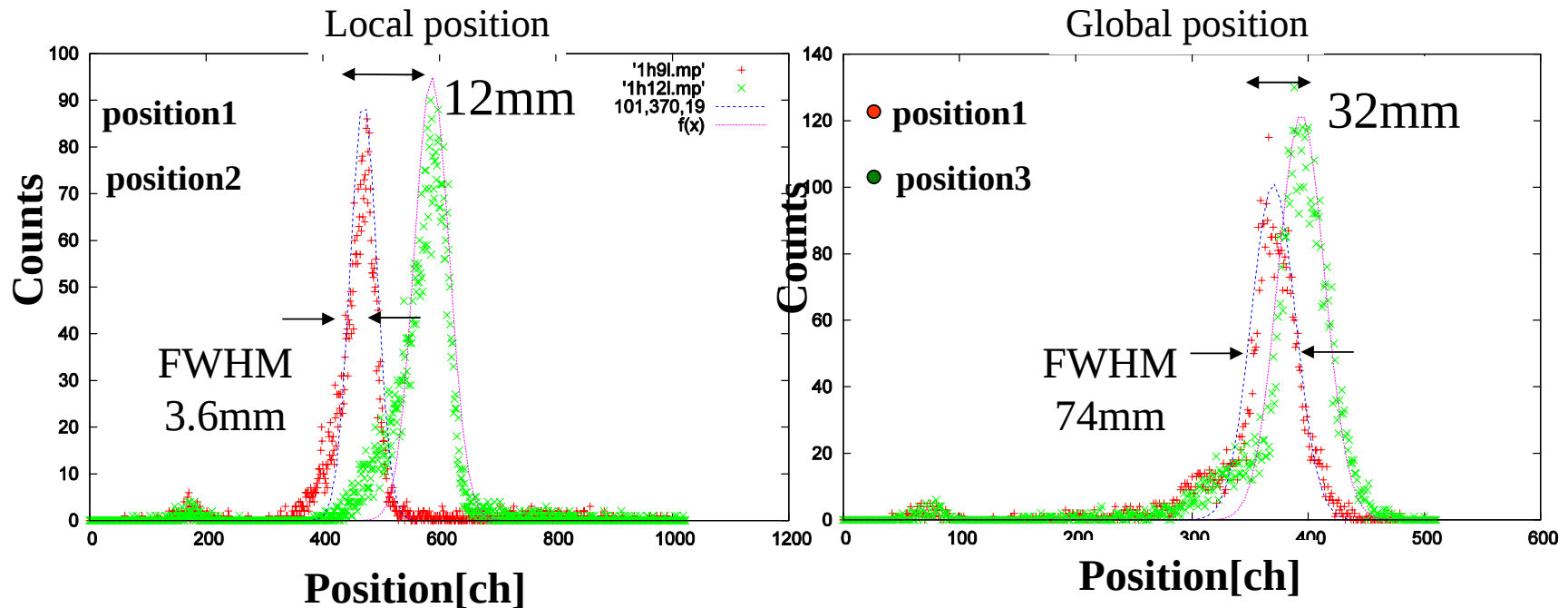
Neutron test of the new pattern plate

1mm slit

Irradiated at NOP port in JRR-3

$^3\text{He}(0.5\text{atm}) + \text{CF}_4(2.5\text{atm})$

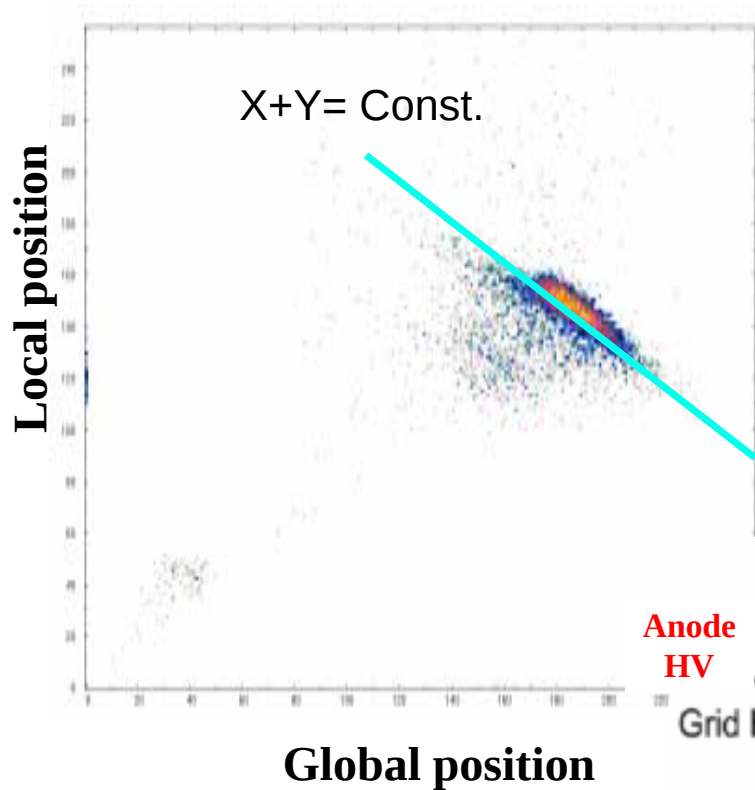
Cathode signals were
normalized by the anode signal
for position determination



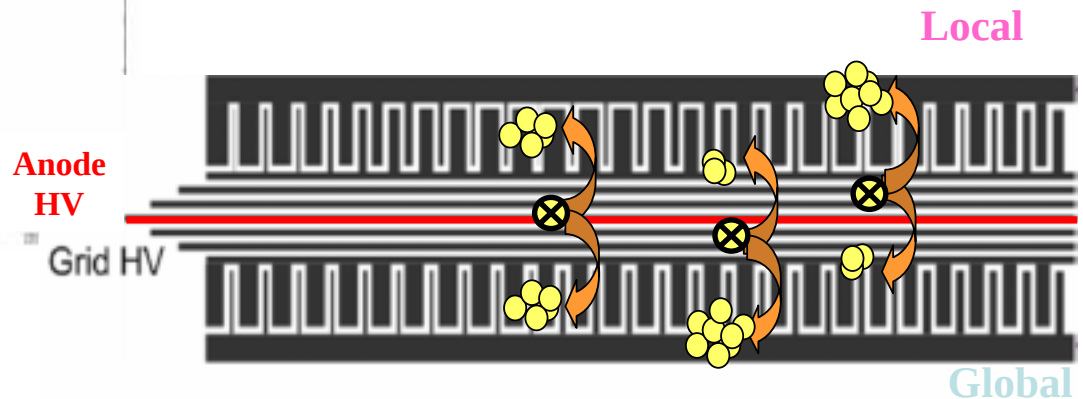
Position resolution: local 3.6mm
global 74mm

Analysis of the position resolution deterioration

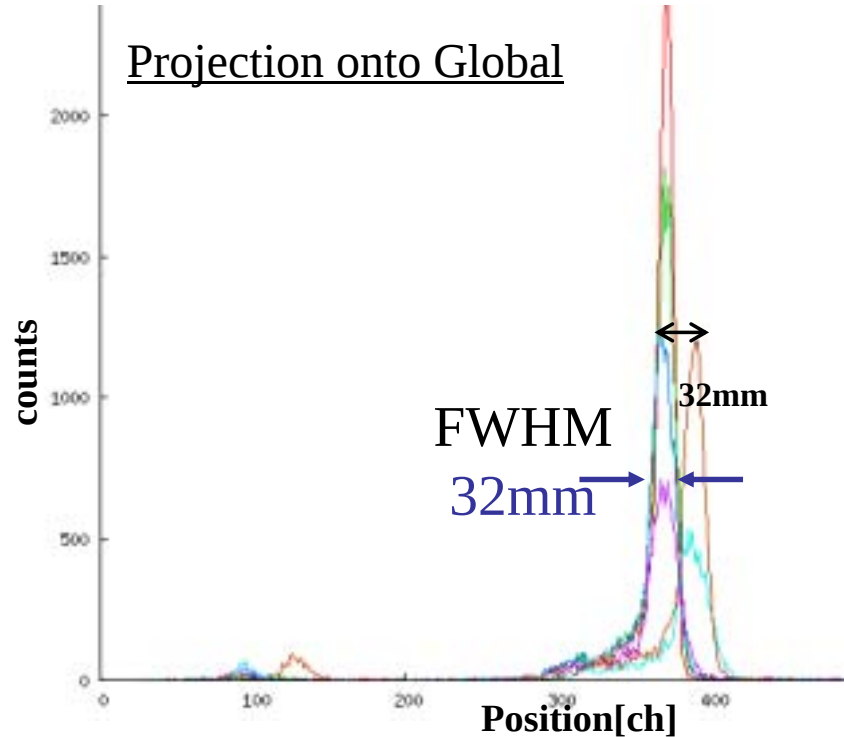
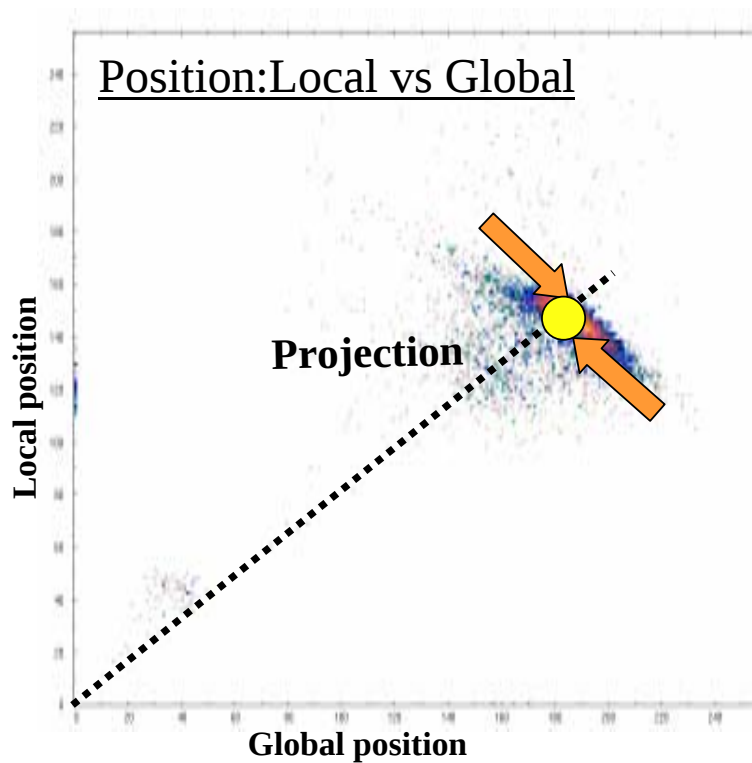
Position: Local vs Global



Charge splits asymmetrically?



Correction of the asymmetrical component



Global resolution = Global pitch(32mm)

Local resolution became 1.2 ~ 1.6mm with the same correction

Easier method for correction?: calculating the ratio of two global cathode signal
(Now, ratio to anode signal is used for position determination)

まとめ

- ・ 東京大学におけるM-MSGCプレートの開発概況について報告した。

二次元イメージング

裏面読み出し 中性子測定で分解能0.6mm
多層GLGプレート開発中

一次元

カソードの幾何形状の変調による位置の特定を試行
700mm長のプレートを開発、動作を確認
分解能劣化の原因が特定されつつある

秘密保持契約の関係でこの提出用pptファイルは一部削除させて頂いております。