

μ -PIC (Micro Pixel Chamber) およびその応用としての micro-TPCの紹介・高性能化

京都大学 理学研究科
物理学第二教室 宇宙線研究室
服部香里

2005/2/23

ICEPP Symposium



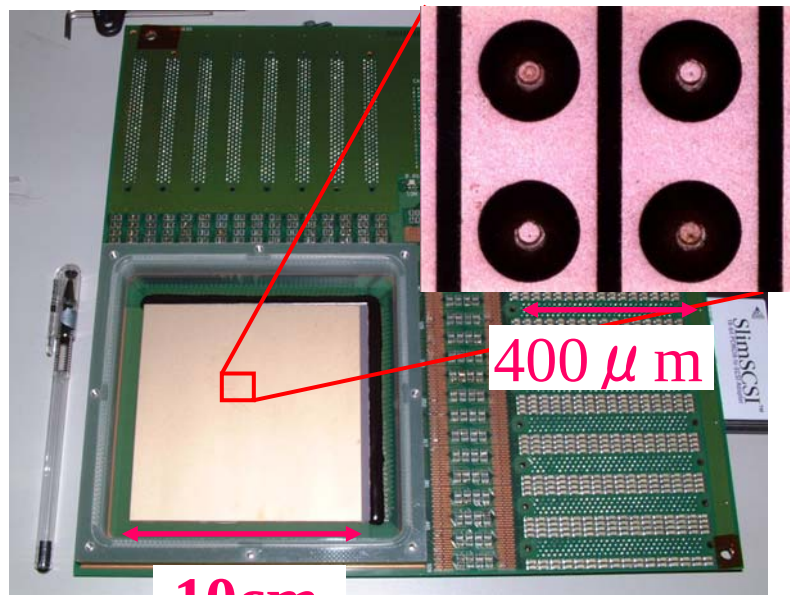
μ -PIC (Micro Pixel Chamber)の 構造と動作(I)

2次元読み出し

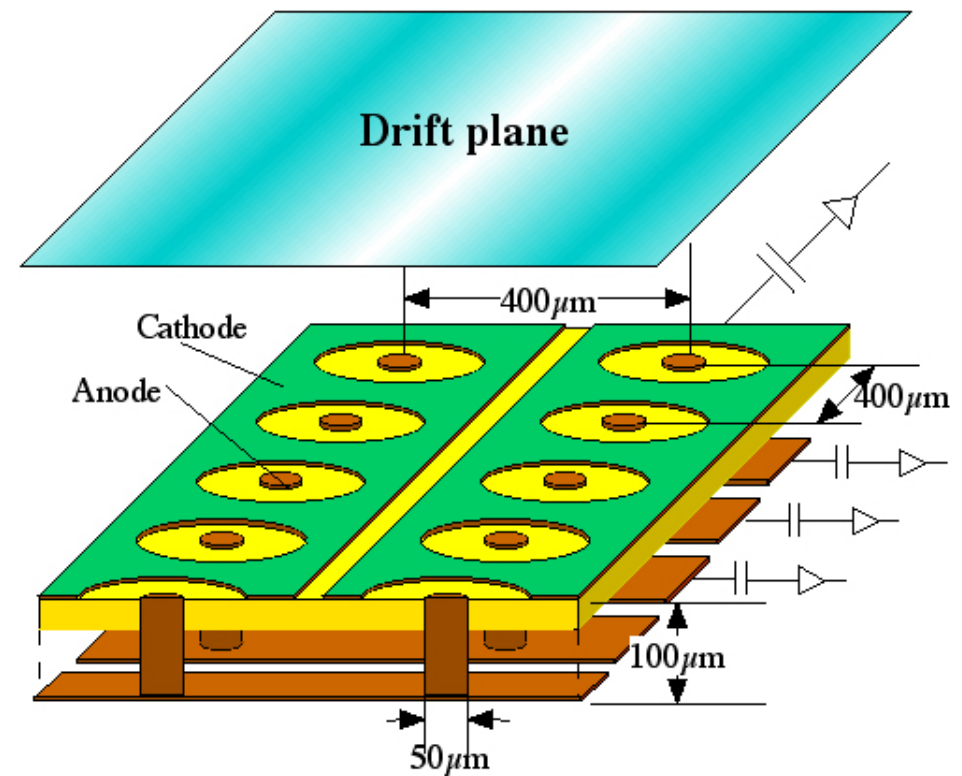
anode 256本 × cathode 256本
～65000ピクセル

プリント基板技術 大面積化容易

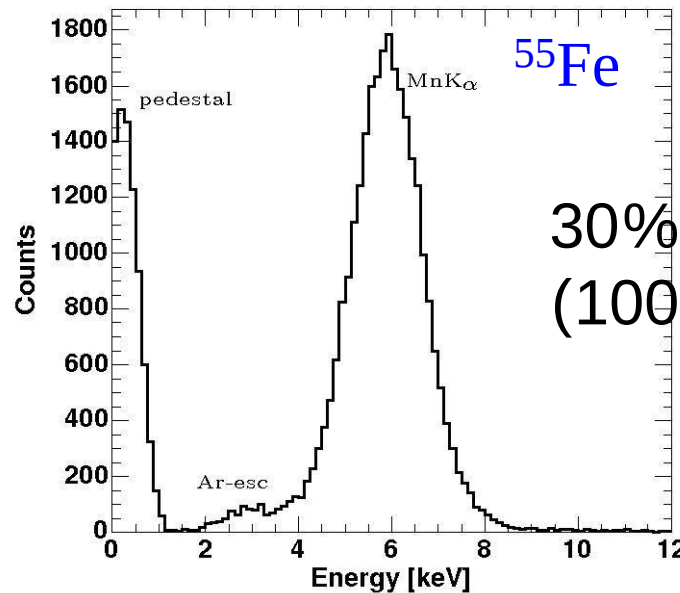
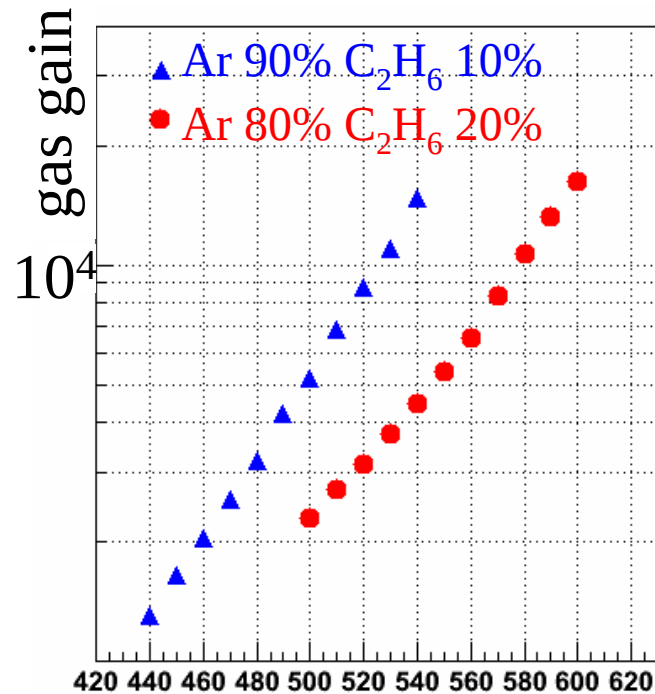
ミクロな比例計数管を
並べたような構造



10cm
2005/2/23



μ -PIC (Micro Pixel Chamber)の 構造と動作(2)



30% (FWHM) @ 5.9 keV
(100 cm²、全面照射)

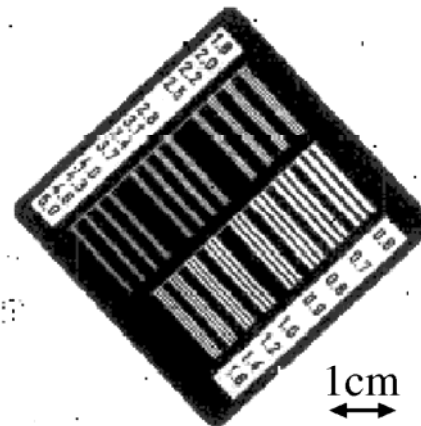
μ -PIC単体で HV[V]

Max Gain $\sim$ 15000

ガス利得6000以上で
1000時間以上安定に動作

2005/2/23

ICEPP Symposium

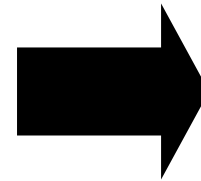


位置分解能
 $\sim$ 120 μ m



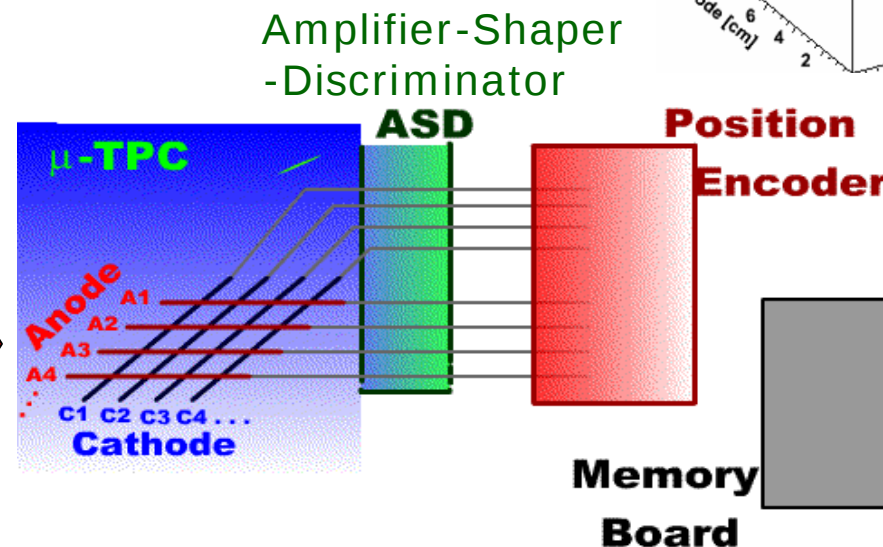
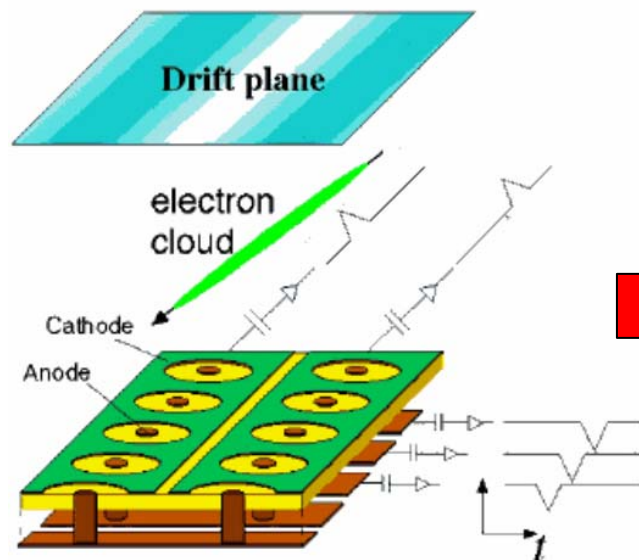
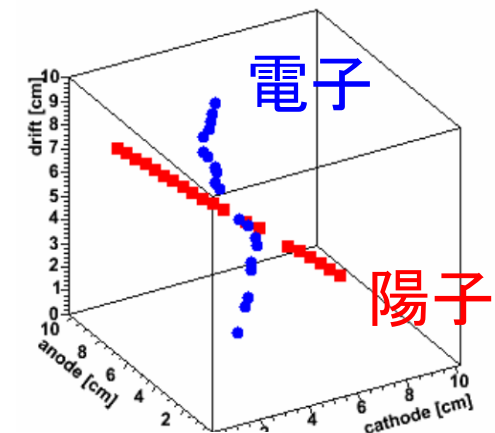
μ -TPC (μ -PICを用いたTime Projection Chamber)の構造と原理

◆荷電粒子
ガス中の電子を電離
◆電場
電子を検出器(μ -PIC)へ移動



μ -PICへの到達時間
→ 荷電粒子の飛跡

応用 γ 線カメラ
暗黒物質探索実験(後述)



μ -PICの開発

10cm角 μ -PIC → ガス利得6000程度での安定動作
でも... μ -TPCで

minimum ionizing particle(MIP)のtrack検出

→ ガスゲインを2~4倍に

(現在、電極の放電により未達成)

そのためには...

- 補助ガス増幅器の使用(手っ取り早く)

gas electron multiplier(GEM)

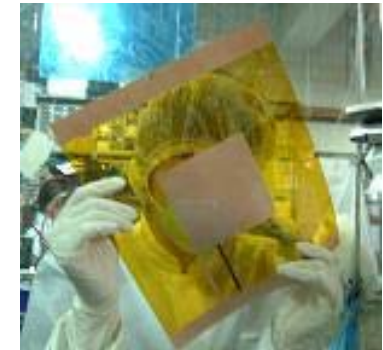
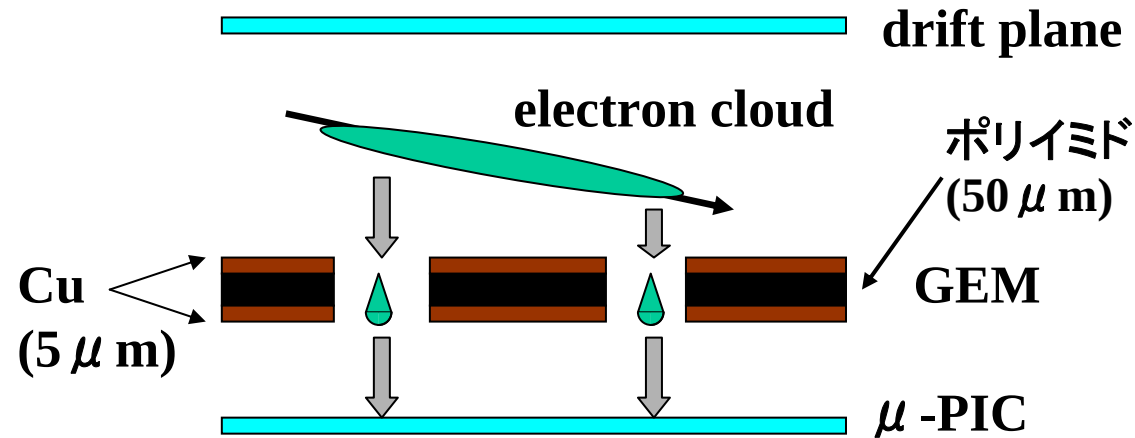
- 電極構造等検出部の最適化(根本的な解決)

電極に有機チタンを塗布してanode-cathode間に抵抗を持たせる

anode-cathode間の絶縁物の除去

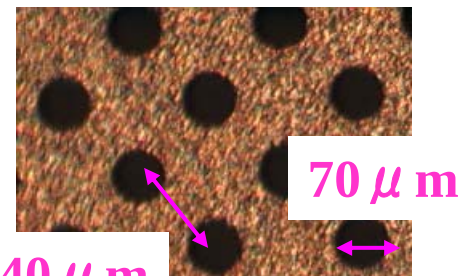
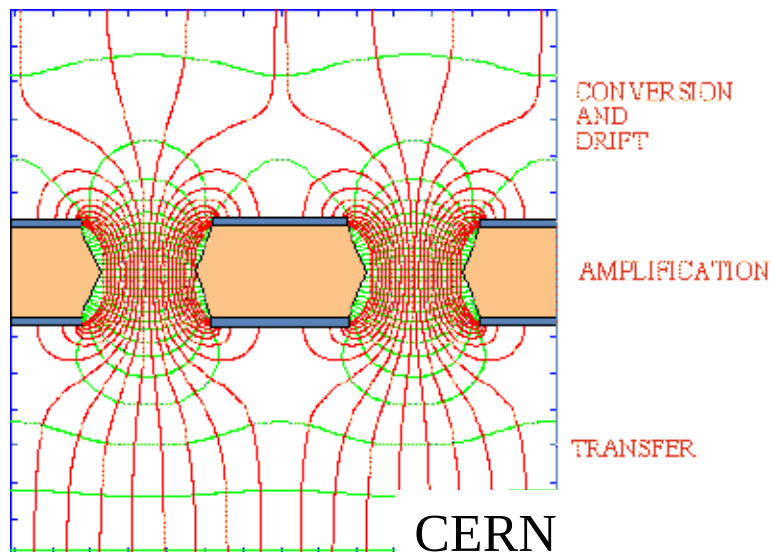
μ -PICの高性能化(1)

GEM (gas electron multiplier) + μ -PIC



μ -PICの前置増幅器
として使用

GEM → 穴の部分に強電場
発生
→ ガス増幅

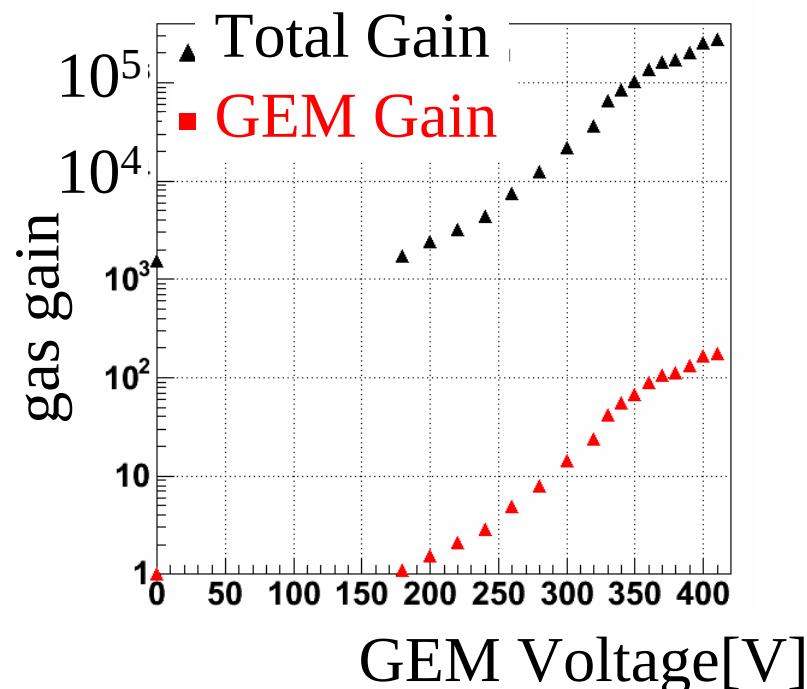
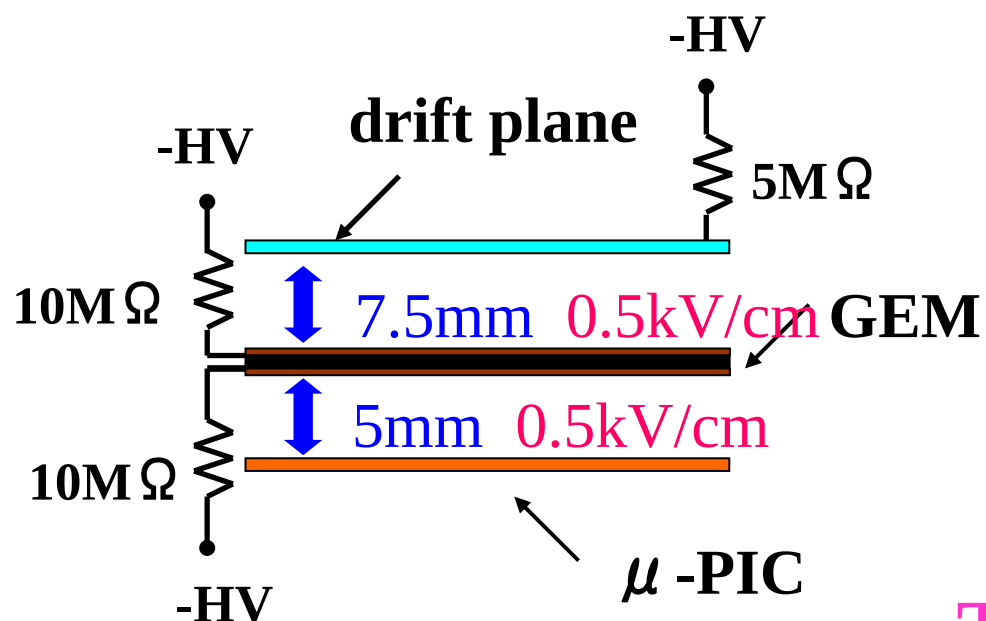


2005/2/23

ICEPP Symposium

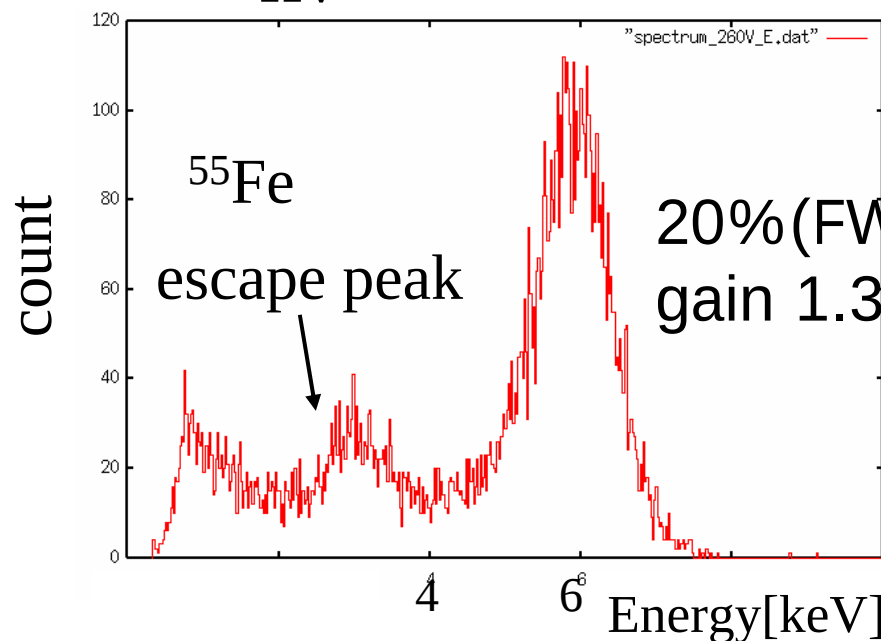


Results



Total Max Gain $\sim 10^5$

GEM Max Gain ~ 100



**GEMを用いればMIPの
Track検出可能！**



μ -PICの高性能化(2)

チタンコーティング μ -PIC

放電の原因の一つ...

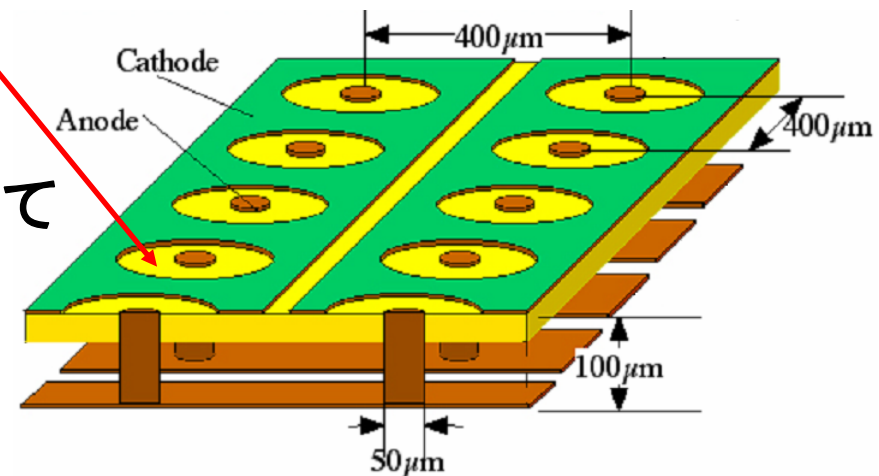
Anode-Cathode間のポリイミドに電子が
たまる

チャージアップ？

Anode-Cathode間に抵抗をもたせて
電荷を逃がす

μ -PIC全体に有機チタンを
塗布

より高いgainを得られる？



Results

540V程度で放電

- 放電に対する耐性は増加せず
- gainの低下
- μ -PICの電極間に抵抗を持たせる

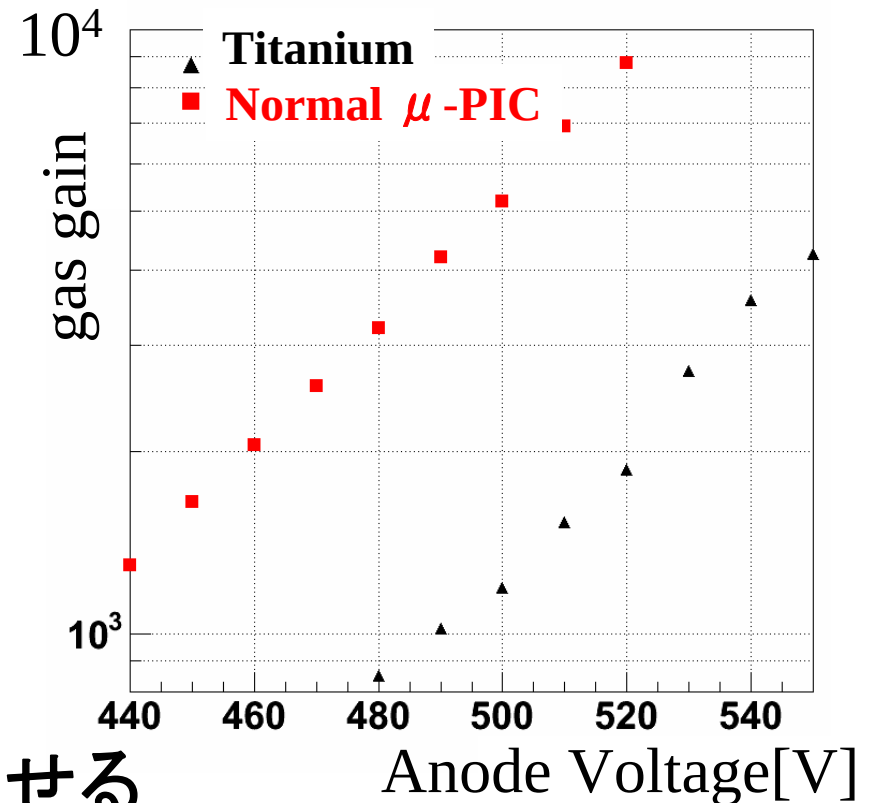
方法は有効ではない

(放電の原因はAnode-Cathode間のチャージアップではない)

- 検出部最適化は別の方法で

2005/2/23

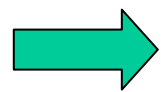
ICEPP Symposium



電極の放電の原因

検出部を有機チタンコーティング

チャージアップ



(cathode-anode間の絶縁物に電子がたまる)

ではない

cathode edgeに強電場発生 → 電子が飛び出す

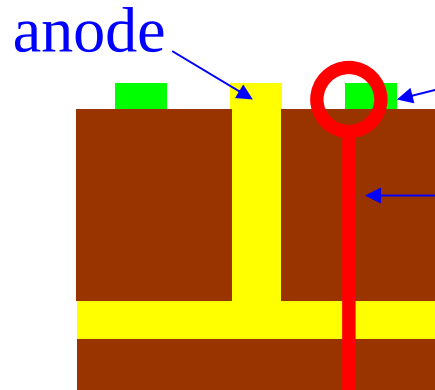


Field Emissionが原因？

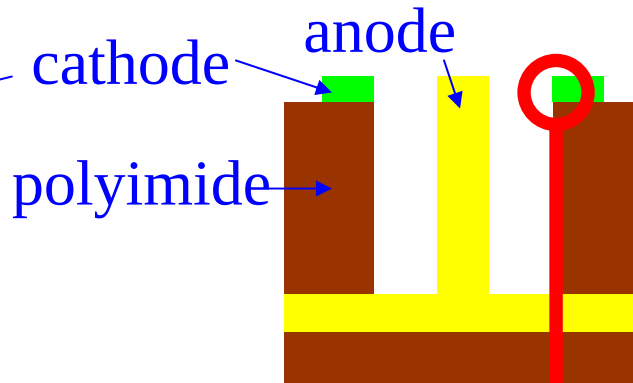
cathode edgeの電場を弱くしなければならない

μ -PICの高性能化(3) ざぐり μ -PIC

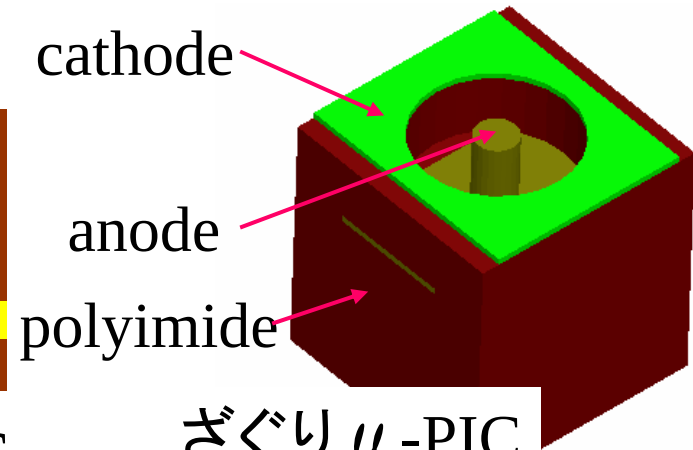
Cathode edgeの電場を弱くする $\rightarrow$ Anode-cathode間のポリイミドを除去



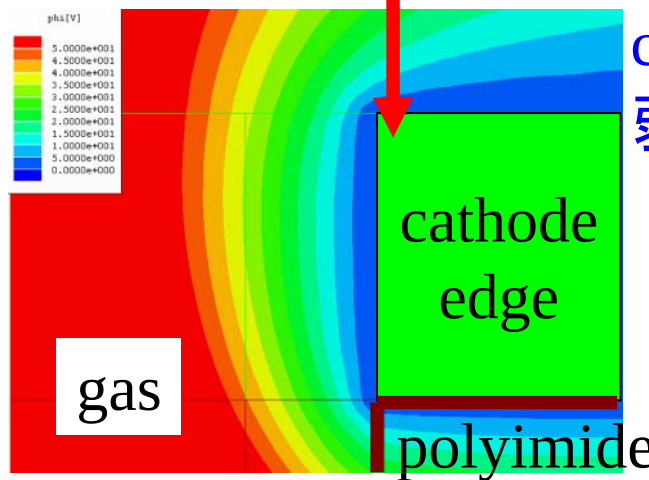
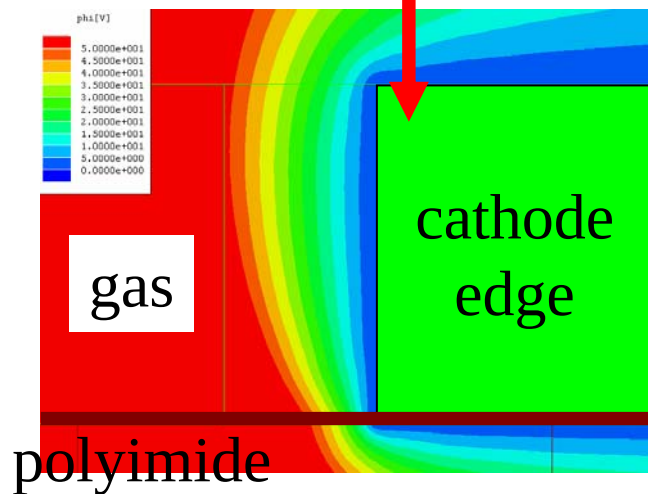
Normal μ -PIC



ざぐり μ -PIC



ざぐり μ -PIC



cathode edgeの電場が弱くなっている

放電への耐性が向上

現在製作中

Cathode edgeの等電位面の様子(Maxwell 3D)



Summary & Future Work

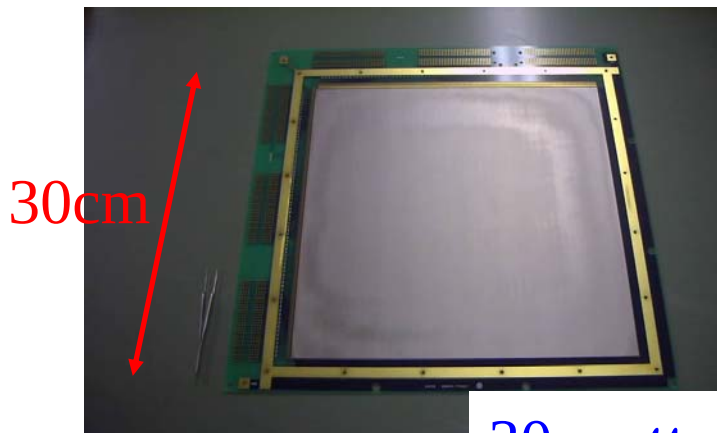
μ -PICの高性能化

→ GEMを前置増幅器として用いれば、
 μ -TPCでMIPのtrack検出可能

→ μ -PICの電極構造の最適化

検出部の大面積化

→ 10cm角 μ -PICから30cm角へ(立ち上げ中)
30cm角GEMを製作



2005/2/23

30cm μ -PIC

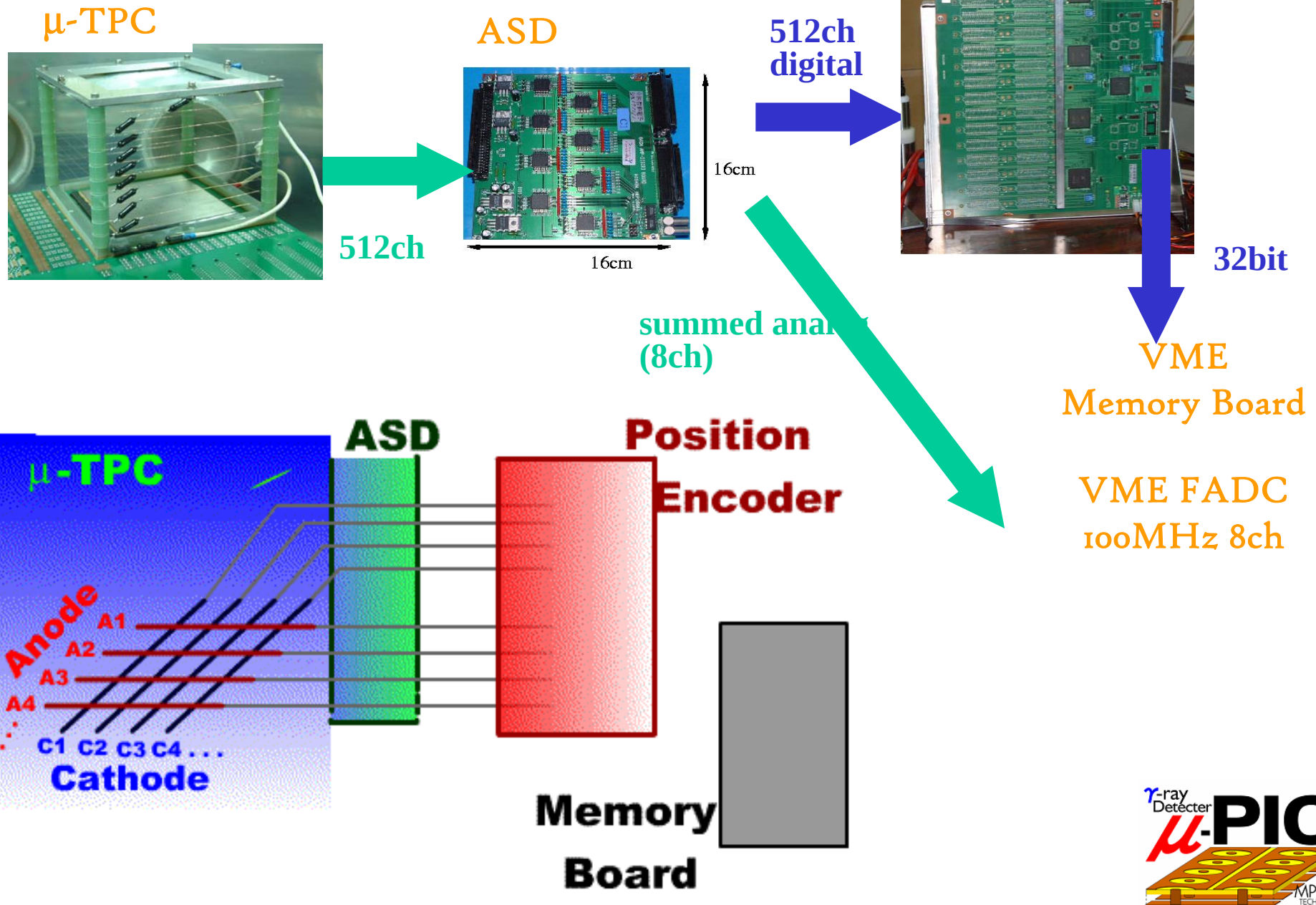
ICEPP Symposium



30cmGEM



• DAQ system



今回の実験で用いたGEM

CNS浜垣研のマスクを拝借
剥上ミクロ製
プラズマエッチング

CERN製と穴の形状が
異なる



2005/2/23 CNS-GEM

ICEPP Symposium

