



大面積Micro Pixel Chamberの 開発 2

京都大学 高田 淳史

谷森達, 窪秀利, 身内賢太郎,
永吉勉, 折戸玲子, 植野優

Oleg Bouianov (Espoo-Vantaa Institute of Technology)

Marina Bouianov (Helsinki University of Technology)

- ◆ Introduction
- ◆ 現在の μ -PIC
- ◆ 今後の改良点
- ◆ Summary



Introduction

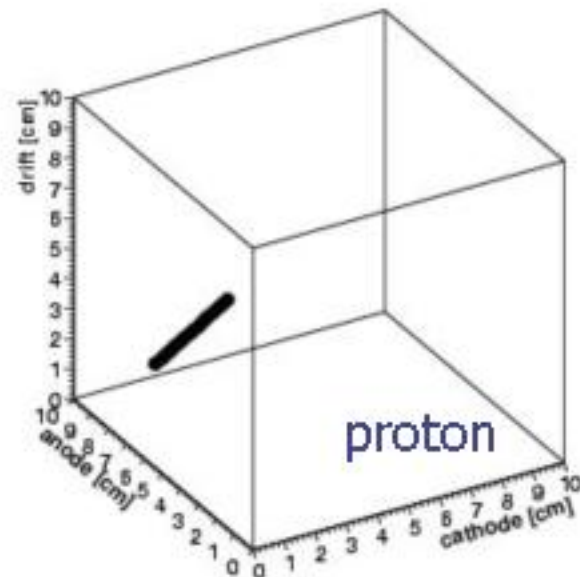
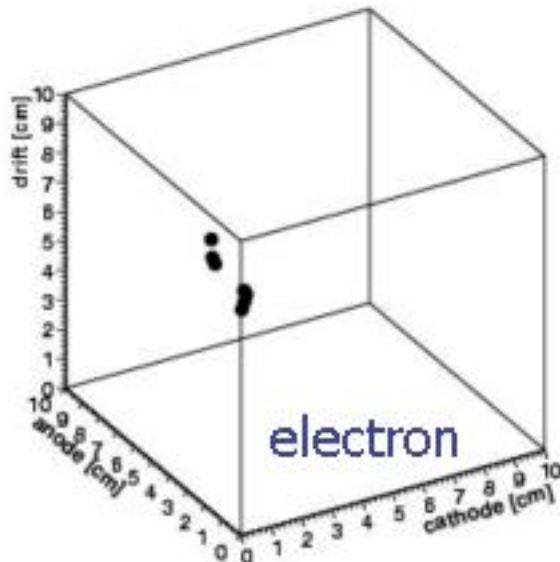
Minimum Ionizing Particleの密なtrackが見たい！

Ar中でMIPが電離する電子数 = 3.9個/pixel

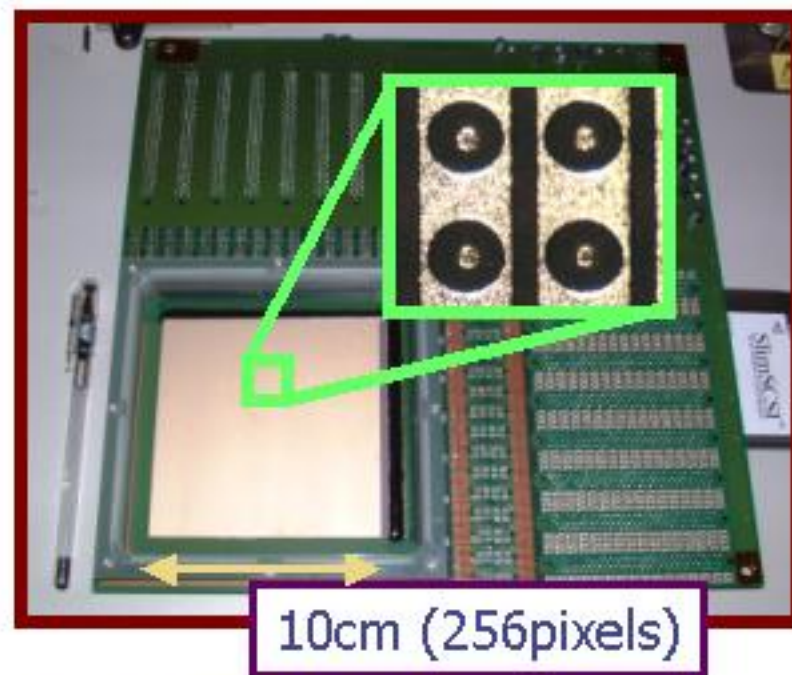
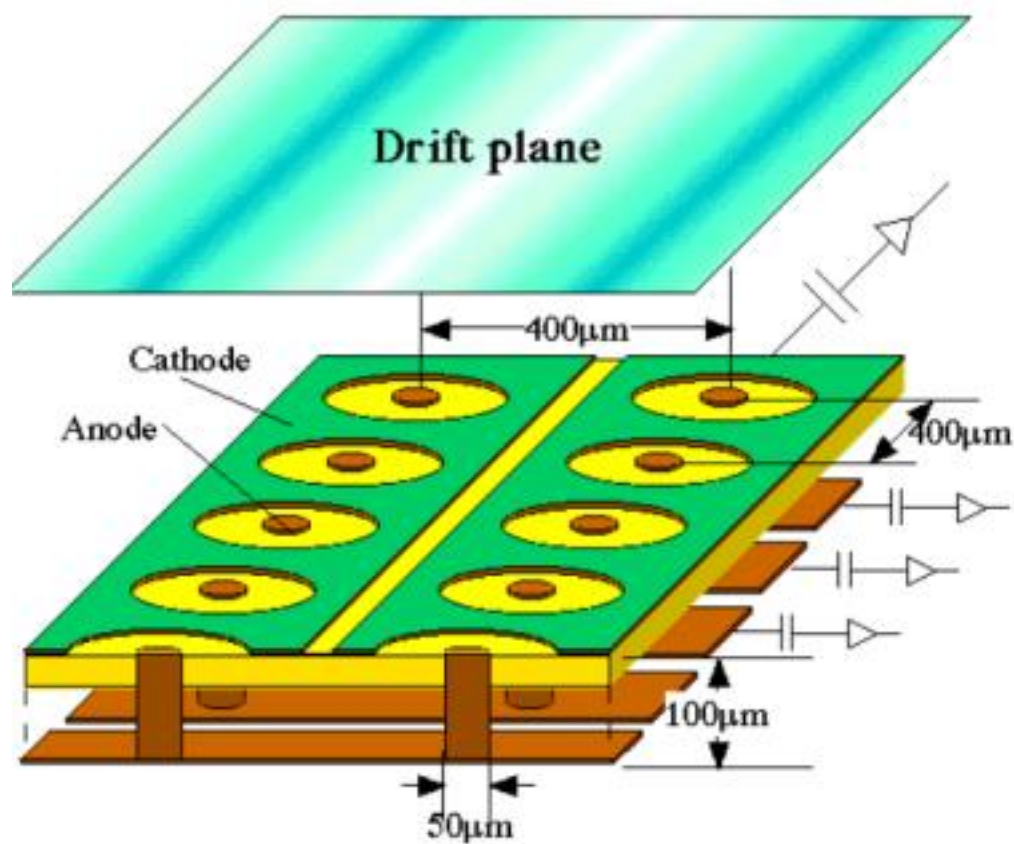
Gas gain(安定動作する範囲) \sim 3000

➡ 1.2×10^4 個の電子がanodeへ

preamp(ASD chip)のthresholdをこえるには $\sim 2 \times 10^5$ 個必要

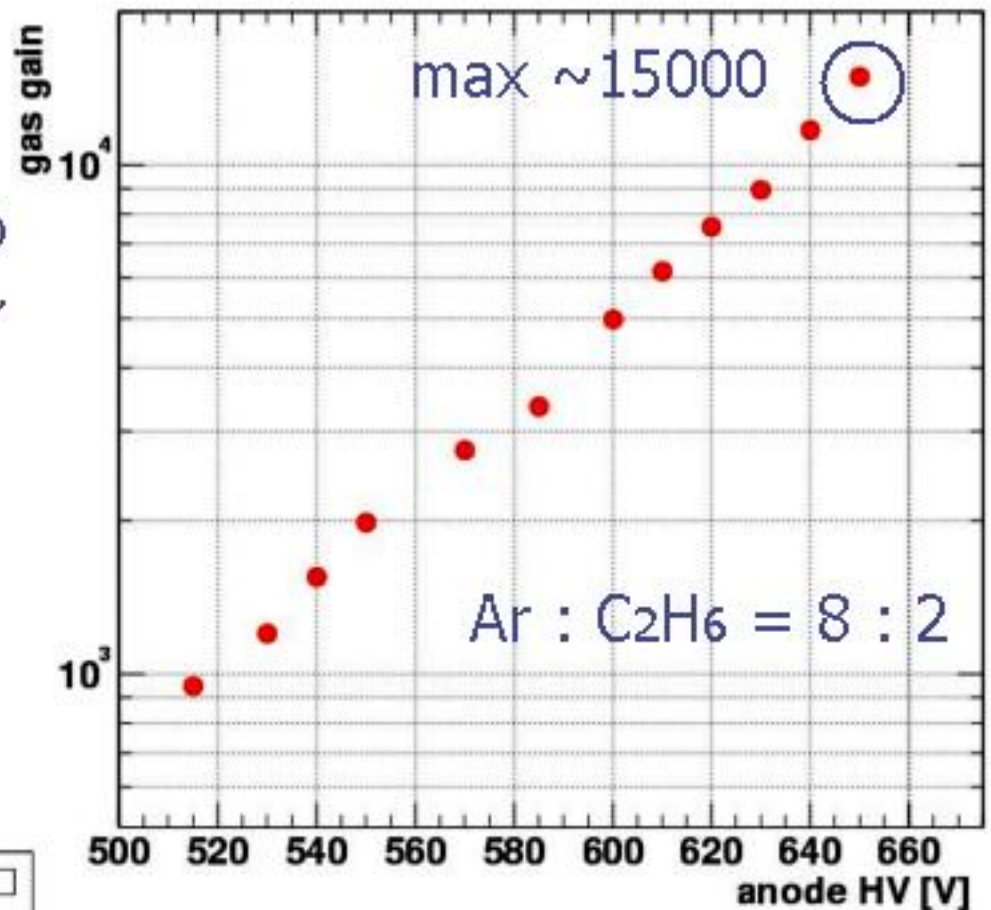
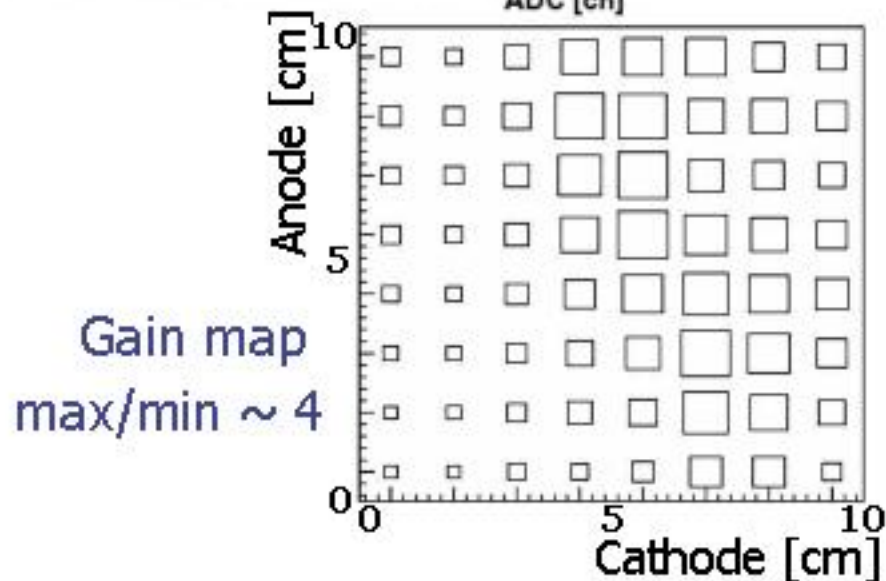
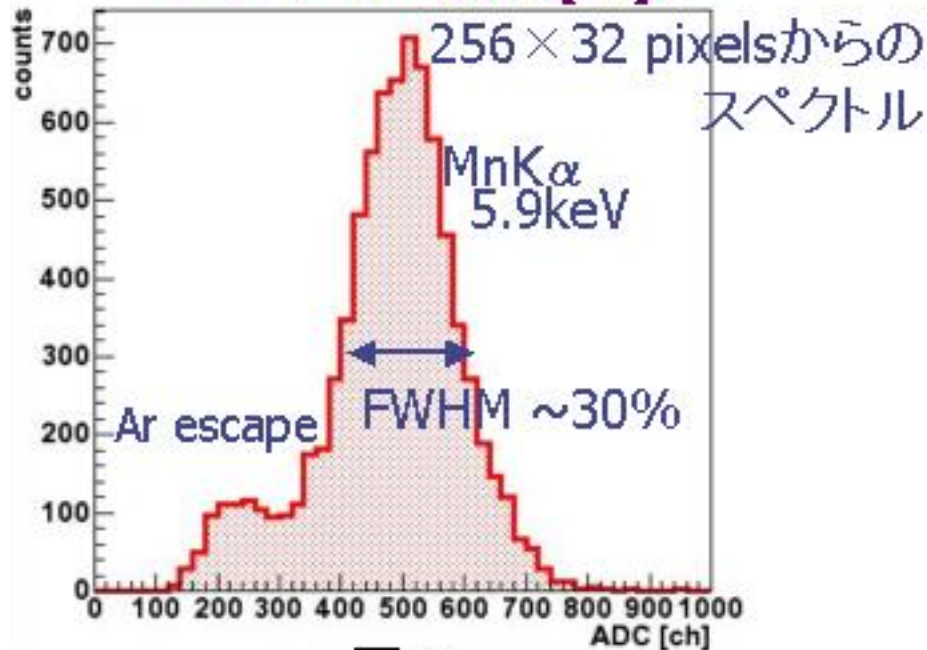


μ -PICの構造と特徴



- ◆ ガス検出器
- ◆ 微細電極構造
- ◆ 2次元読み出し
- ◆ 大面積
- ◆ 放電に強い
- ◆ 大強度入射にも耐える

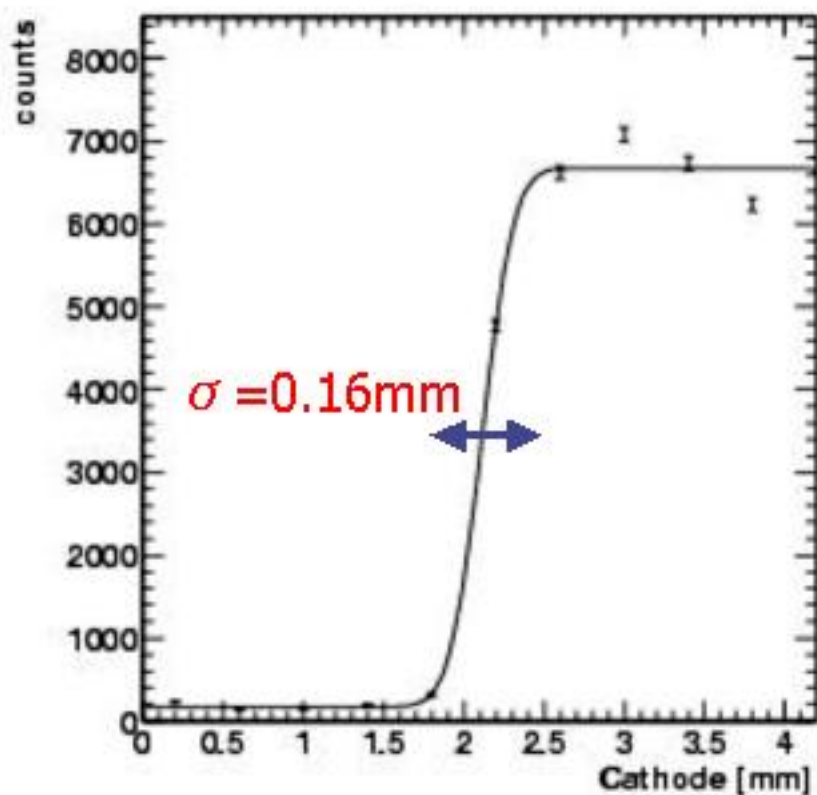
基本性能(1)



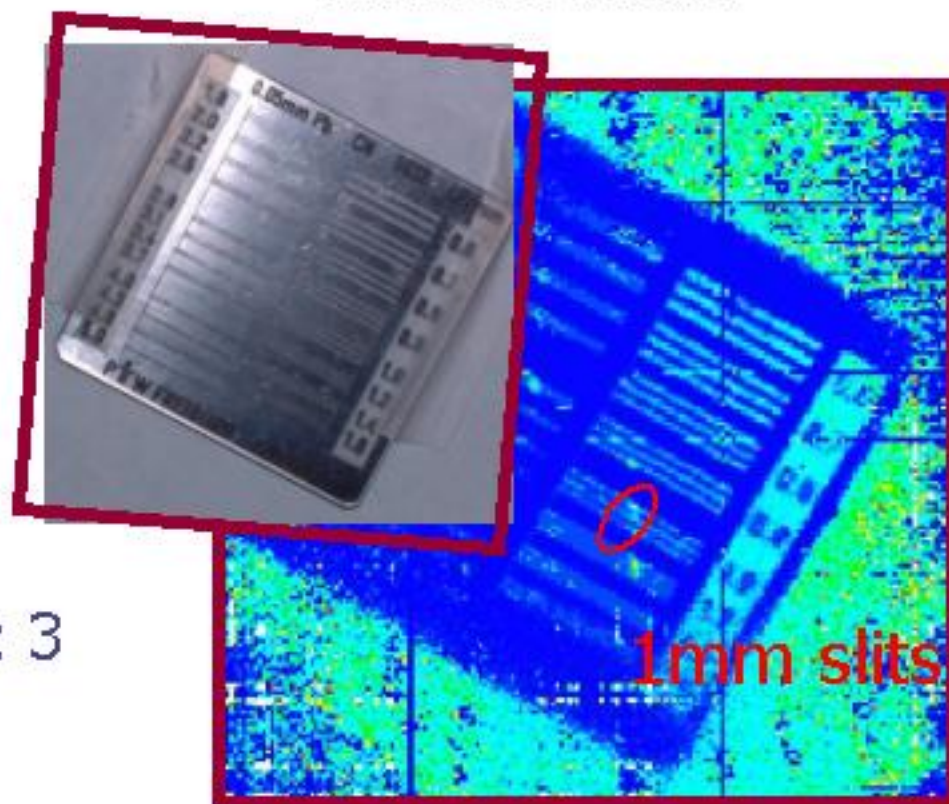
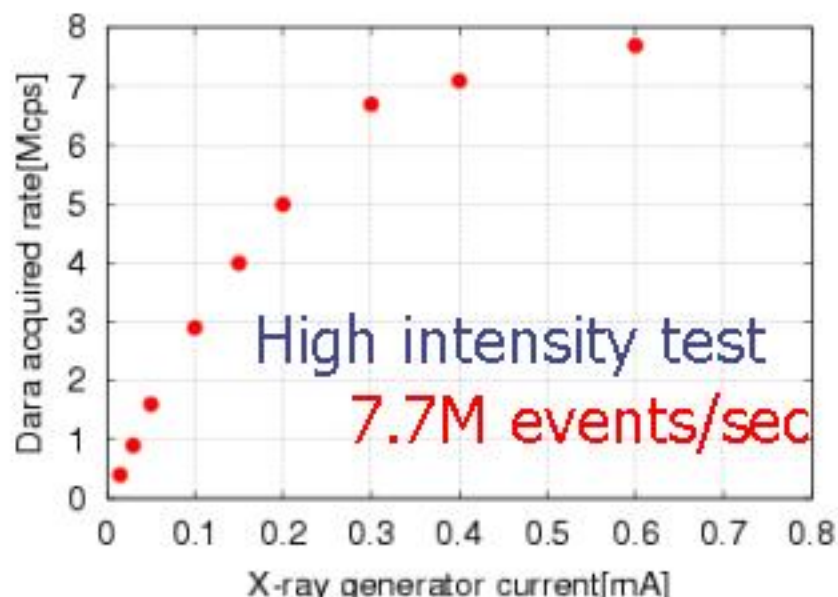
- 最大gain ~ 15000
- Energy分解能 ~ 30%
(FWHM @6keV)
- uniformity 最大~4倍のひらき
- Gain \geq 3000にて
1000h以上の連続安定動作

基本性能(2)

10keV以下の連続X線に対する分解能



Xe : C₂H₆ = 7 : 3



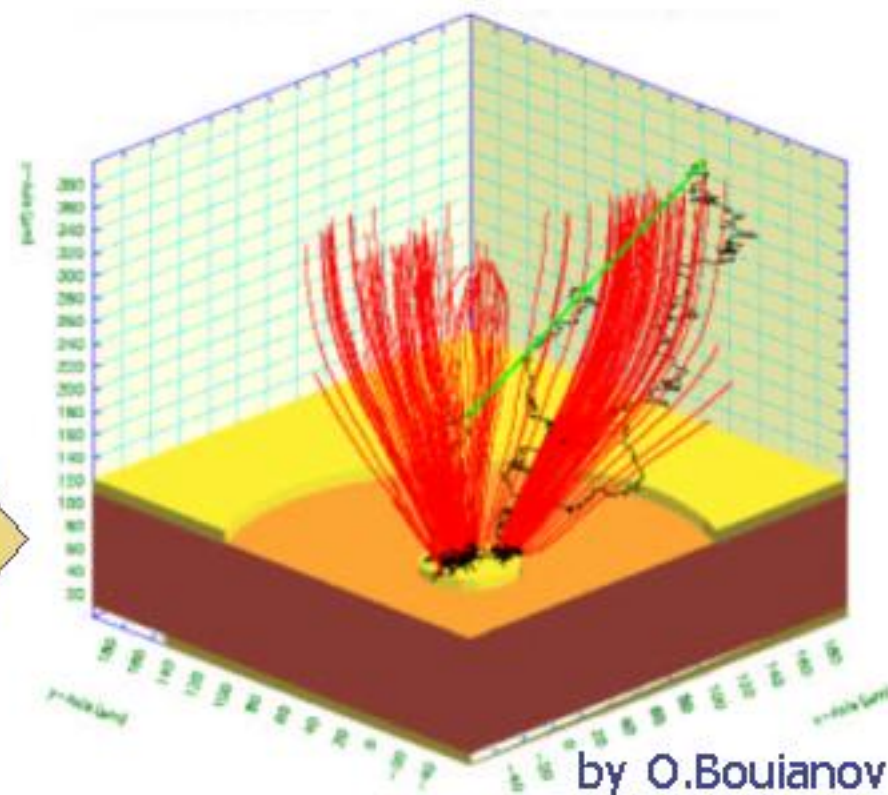
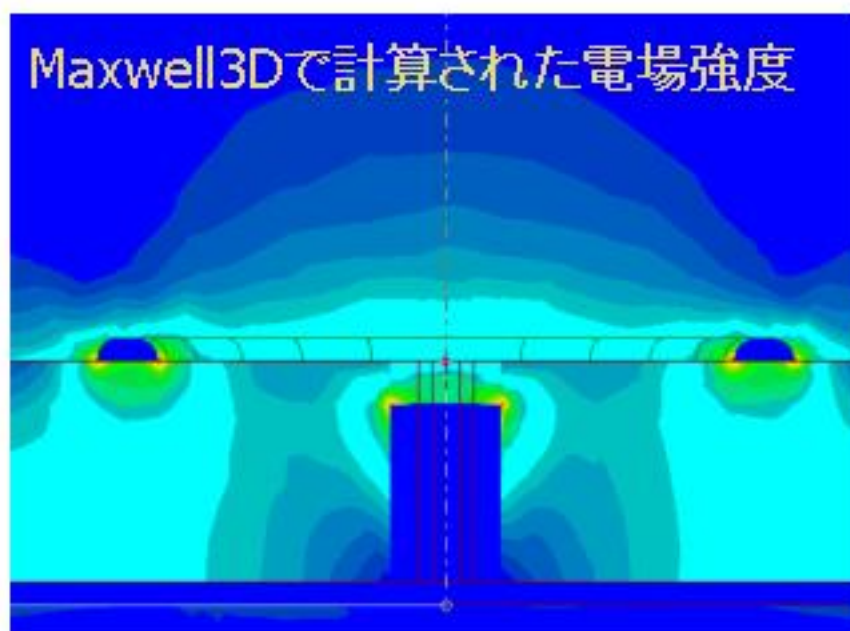
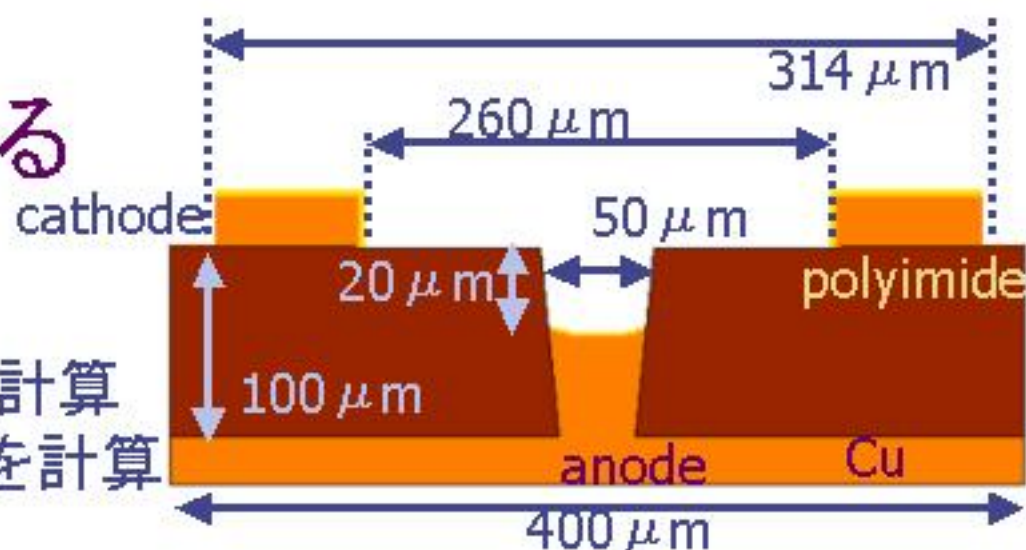
1mm slits

シミュレーションによる 現行 μ -PICの再現

Maxwell3D → 電場を3Dで計算
Garfield → 電子の振舞を計算

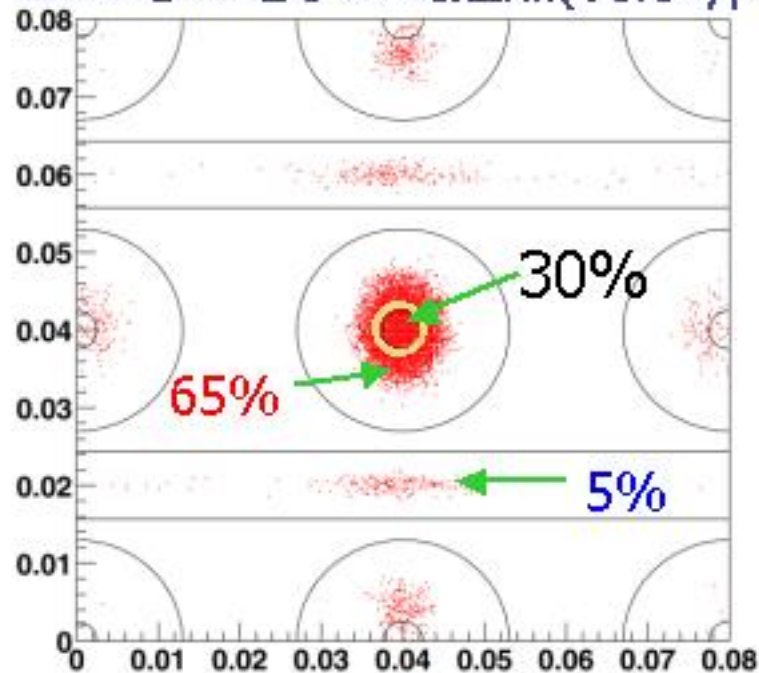
→ multiplication ~ 2500
(@ 600V, Ar:C₂H₆=8:2)

実験結果とほぼ一致

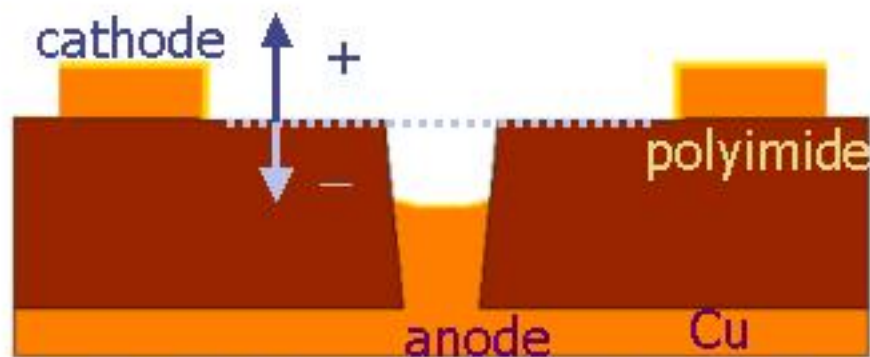


電子収集効率

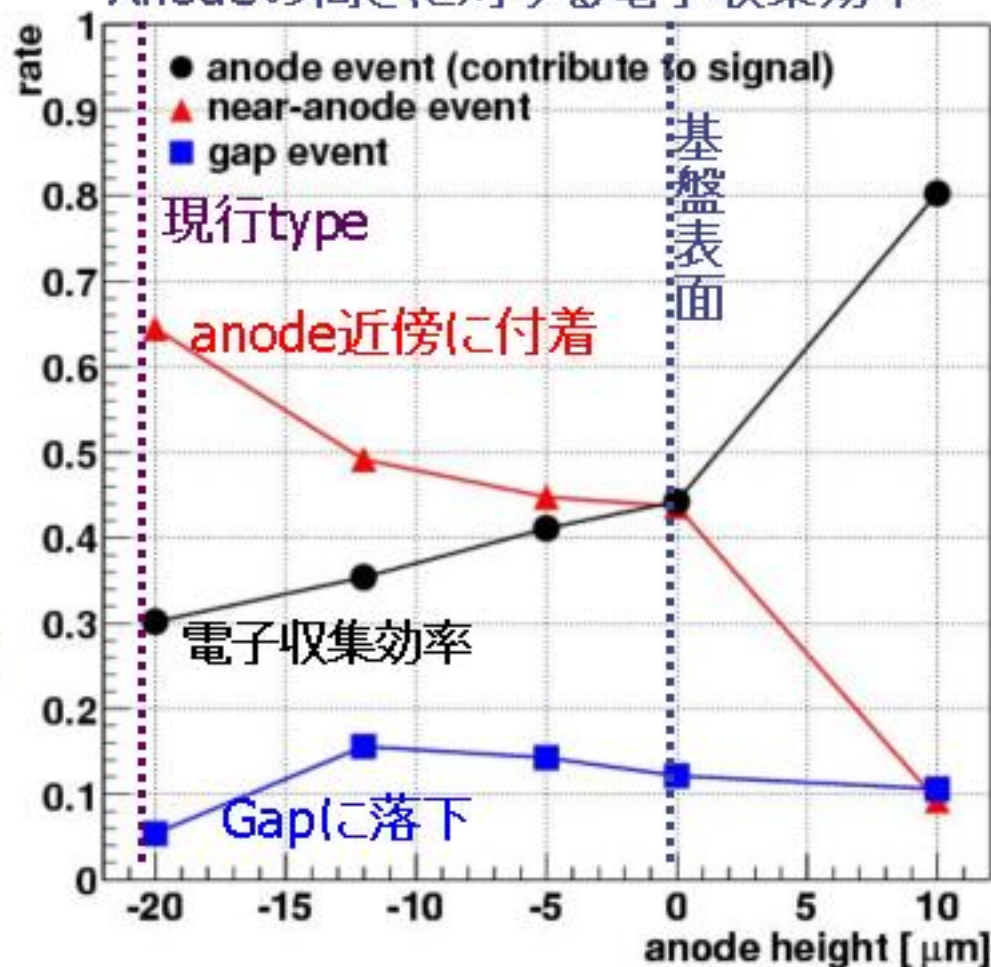
Driftした電子の到達点(現行type)



電極に集まる電子が少ない
 ⇒ 電極周りのpolyimideが
 電子のdriftを妨害



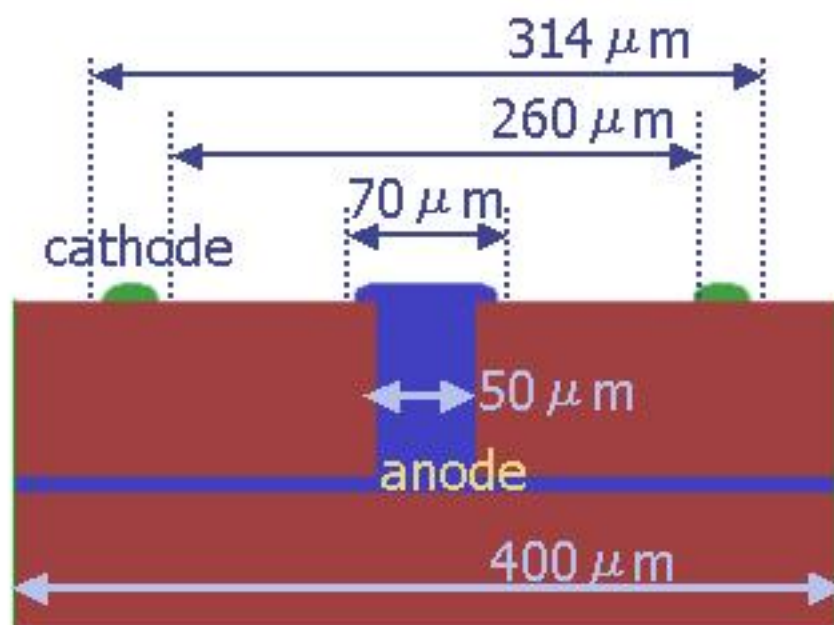
Anodeの高さに対する電子収集効率



新型 μ -PIC

新しいメッキ方法の導入

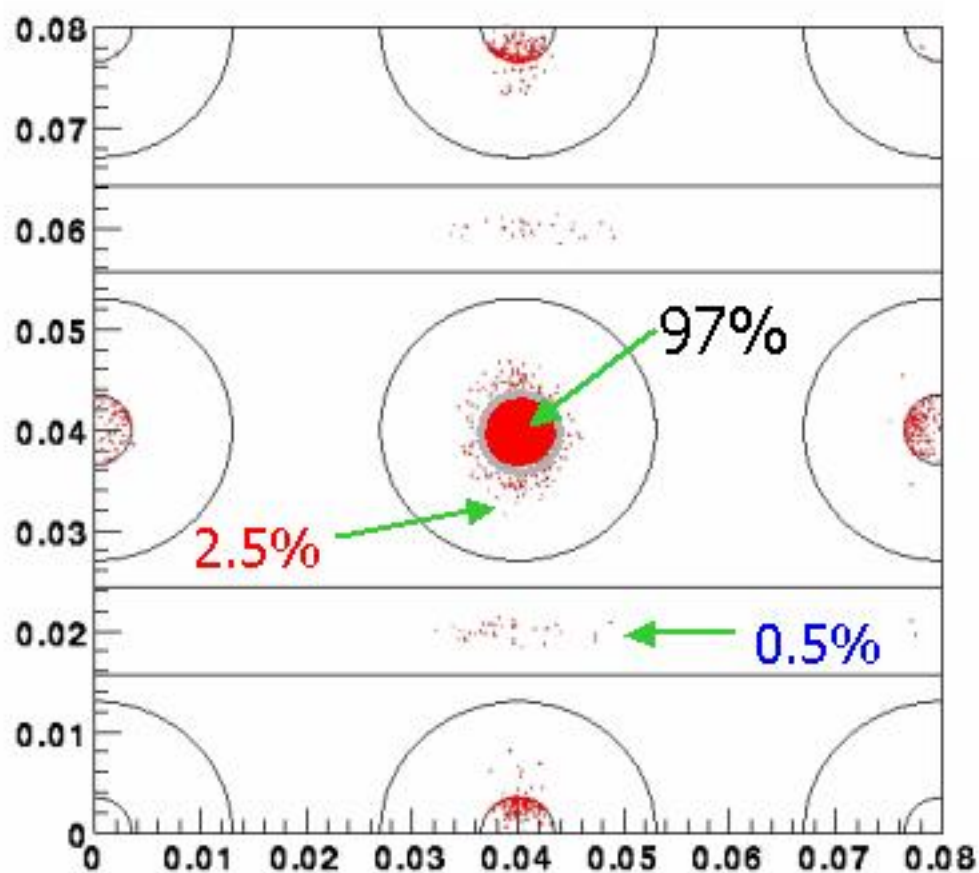
→ 基盤よりも高い
anodeが実現可能に



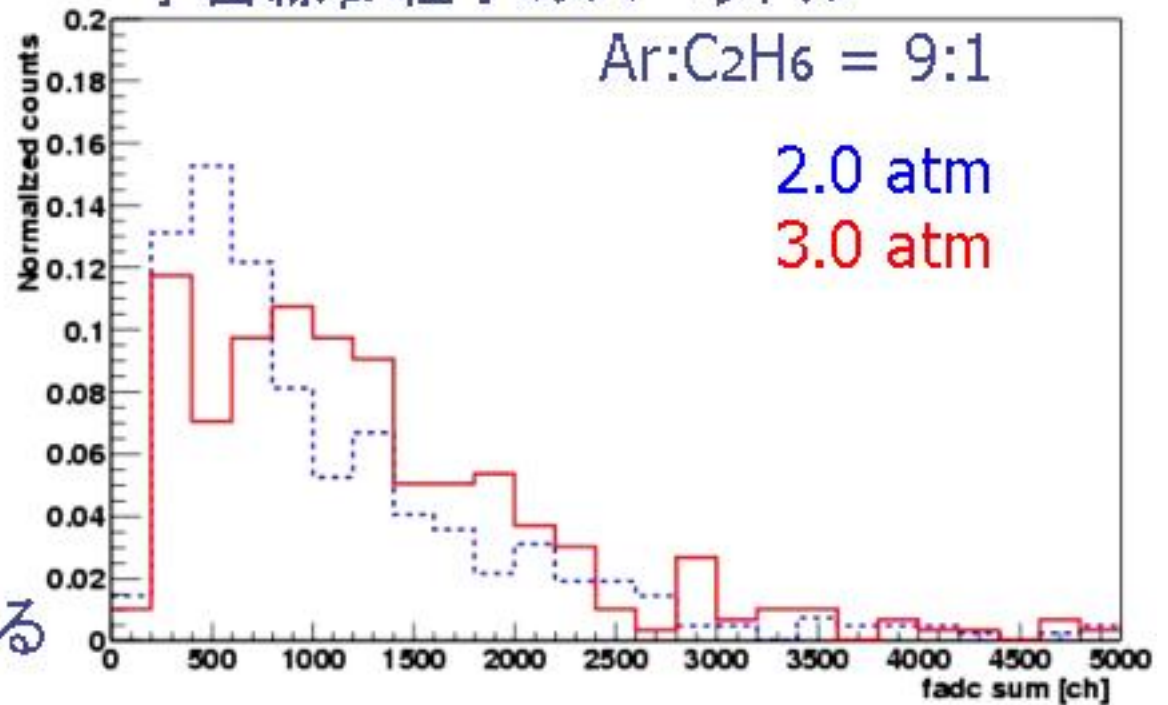
- ◆ 電子収集効率 ~ 3 倍
- ◆ multiplication ~ 3000
(@ 600V, Ar:C₂H₆=8:2)

→ Signalは ~ 3 倍

今年試作開始



宇宙線 μ 粒子のスペクトル



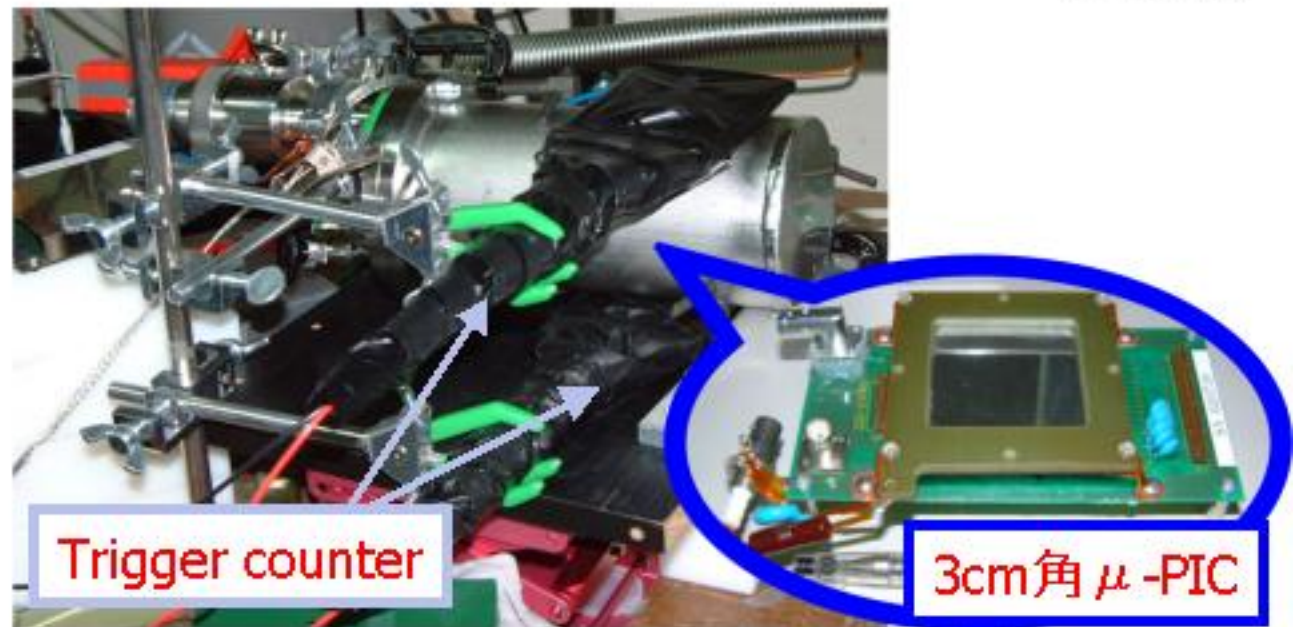
Gas pressure

気圧 \uparrow \longleftrightarrow 密度 \uparrow
 \longleftrightarrow dE/dX \uparrow

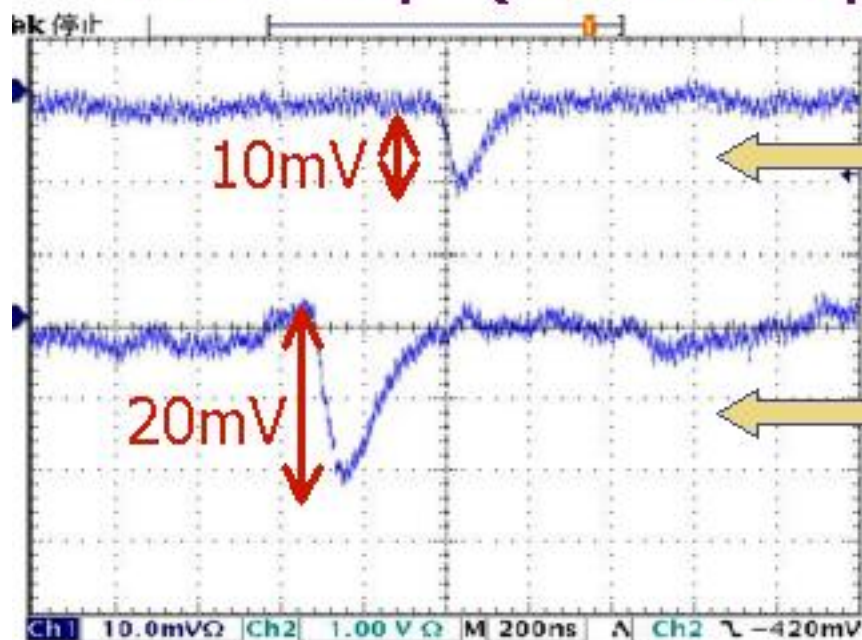
気圧を上げることで
より詳細なtrackが得られる

10cm角用圧力容器

\rightarrow 現在設計中



Preamp (ASD chip)



時定数

$1\text{pF} \times 16\text{k}\Omega = 16\text{nsec}$ の
preamp out (現ASD)

時定数

$1\text{pF} \times 80\text{k}\Omega = 80\text{nsec}$ の
preamp out (新ASD)

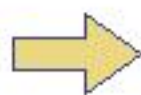
短い時定数では
電荷を集めきれない



現在の
ASD chipでは
損をしている

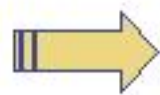
ASD chipの時定数

16nsec ⇒ 80nsecに変更

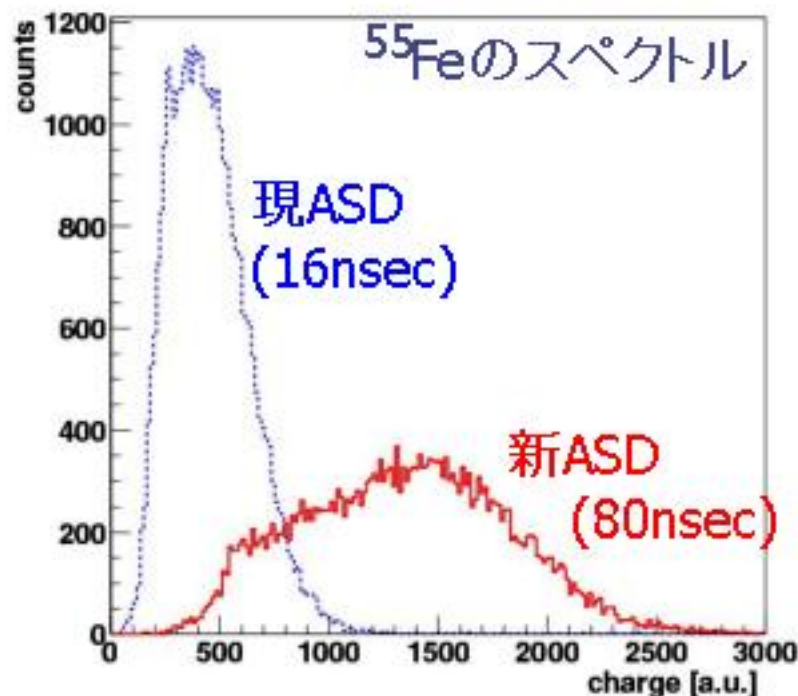


電荷 ~4倍

電圧 ~2倍

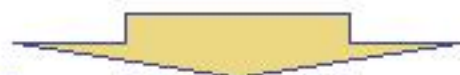


discrに対する
S/Nは~2倍



Summary

- ◆ Gas gainは最大で $\sim 1.5 \times 10^4$
- ◆ Gain ~ 3000 で1000時間以上の連続安定動作
- ◆ 最大7.7M events/secのdata takingが可能
- ◆ 位置分解能 $\sigma = 0.16\text{mm}$
- ◆ 現在の電子収集効率は30%



- ◆ 新しいpixel構造
 - 増幅率はほぼ同じ 収集効率は ~ 3 倍
 - uniformityの改善 $\Rightarrow \sim 2$ 倍
 - ◆ Gasの気圧
 - Ar 3atm / Xe 1atm $\Rightarrow dE/dX$ は3倍
 - ◆ ASDの時定数
 - 80nsecに変更 $\Rightarrow S/N$ は ~ 2 倍
- ~ 40 倍のgain up
MIPの詳細なTrackが期待できる