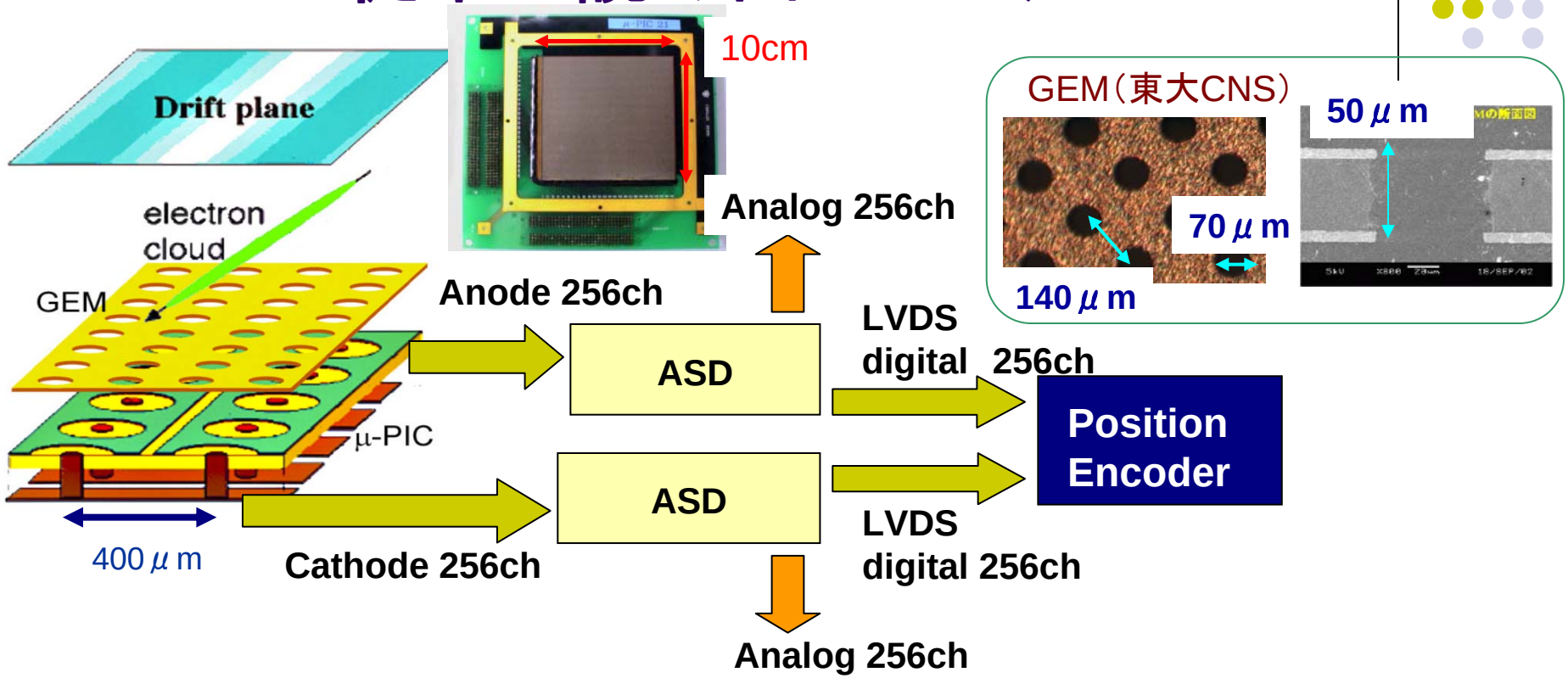
CMOS ASICを用いたμPIC読み出しシステムおよび厚型GEMの開発

京都大学　宇宙線研究室　井田知宏
谷森達、窪秀利、身内賢太朗、土屋兼一、
株木重人、高田淳史、岡田葉子、西村広展、
服部香里、上野一樹、黒澤俊介、岩城智
高エネルギー加速器研究機構　藤田陽一、田中真伸

目次

- μ-PICの読み出しシステム
- CMOS ASIC(FE2006)とμ-PIC接続試験
- 厚型GEM（100μm & 400μm）の評価
- Summary & Future Work

μ-PIC(Micro Pixel Chamber) と従来の読み出しシステム



- ATLAS TGC ASD(Bipolar プロセス) 電源：**±3V**　消費電力：**59mW/ch**
- 典型的なTotal gain：**~30000**(μ-PIC ~3000 × GEM ~10)
- エネルギー分解能：**~30%**(FWHM)@5.9keV**(100cm²)**
- 位置分解能：**~120 μ m(100cm²)**

Motivation

- 次回気球実験に向けたTPCの大型化に伴い、性能を落とさずに**システム全体の低消費電力化が必須**
- 2006年気球実験では50μm厚GEM gain ~10、10cm角μ-PIC gain ~3000で動作させたが、**気球高度で安定に高gainが出せるGEM**が必要

↓

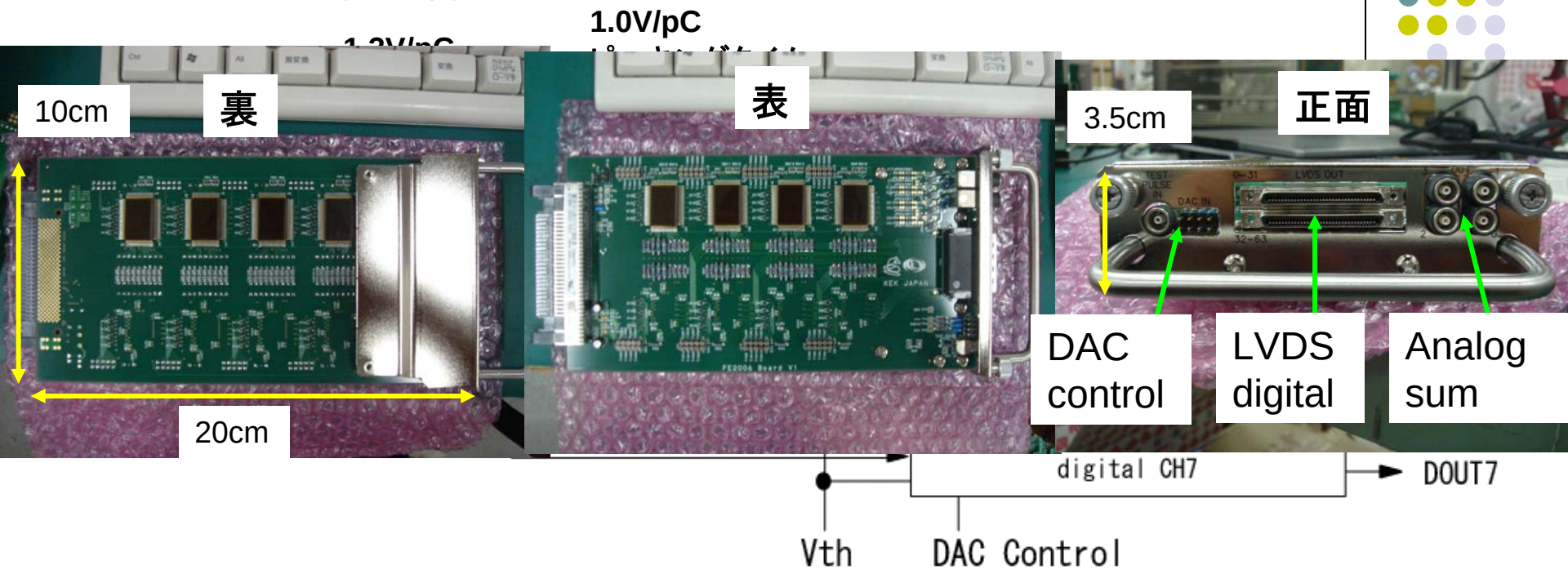
- CMOS ASICを用いた低消費電力の読み出しシステムをKEKと共同開発
- 30cm角μ-PICの使用を視野

目標消費電力:20mW/ch

- 放電耐性が強いと期待される100μmと400μm厚のGEMの評価を行った

FE2006 chip

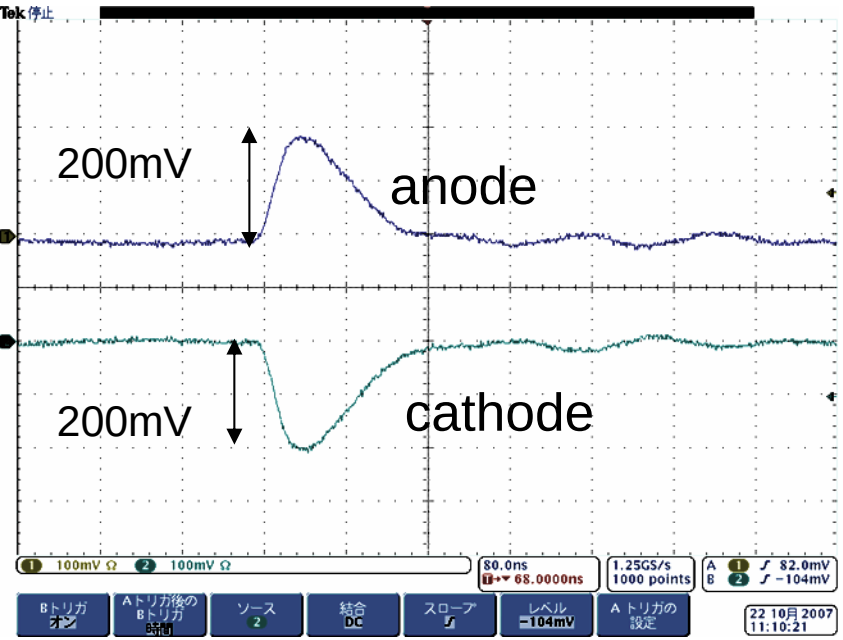
回路ブロック図(1chip)

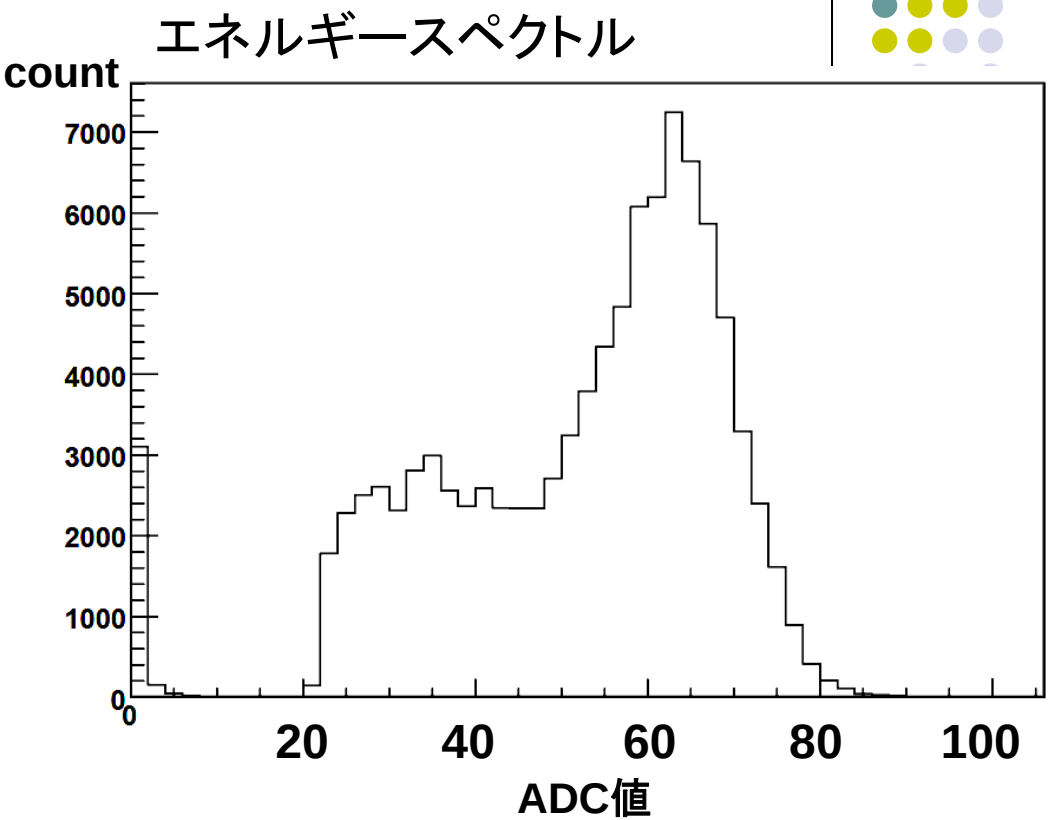


- 電源:±2.5V　消費電力:29mW/ch
- Comparatorのthresholdばらつき補償用に DAC(Digital Analog Converter)をチャンネル毎に実装
  ⇒　1mV/bit、30mVまで調整可能
- 基本特性は昨年の日本物理学会春季大会　藤田講演

10cm μ-PIC＋FE2006

16ch analog sum out





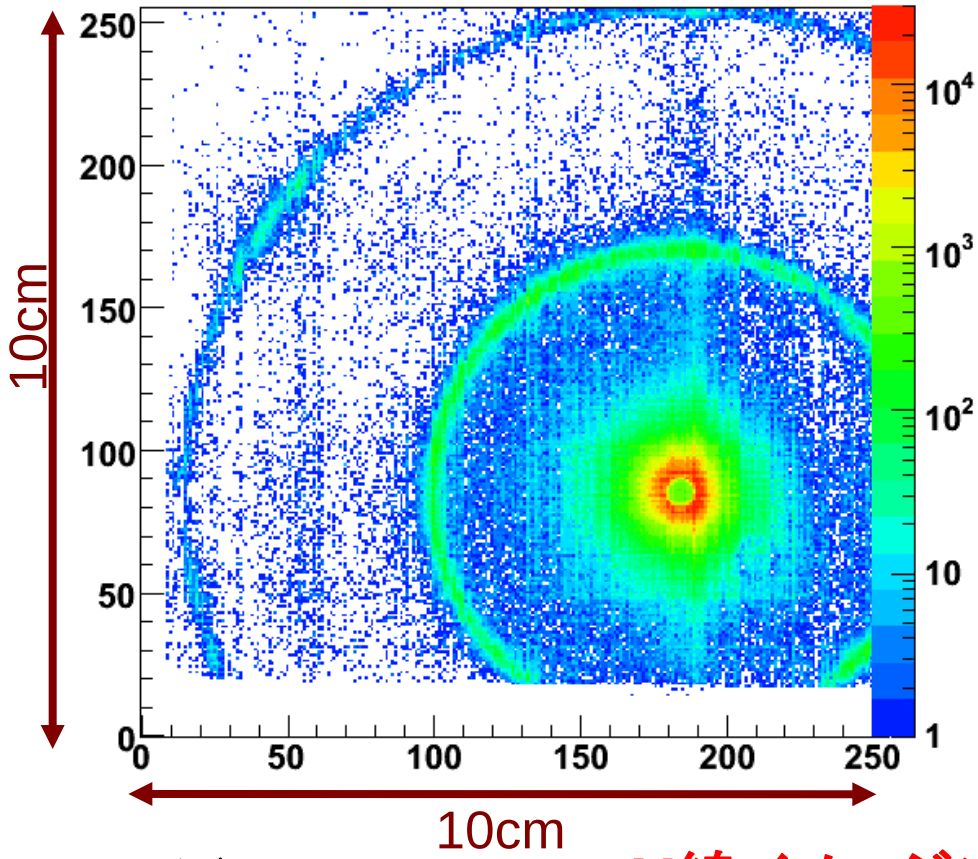
- 線源：55Fe　全面照射
- Total gas gain: ~8×10^4 (Ar:90% C_2H_6:10%　1atm フロー)
- エネルギー分解能：~30%(FWHM) @5.9keV → **ATLAS TGC ASDとほぼ同性能**

FE2006 imaging ~@SPring8~

粉末結晶（ベヘン酸銀）の回折パターン

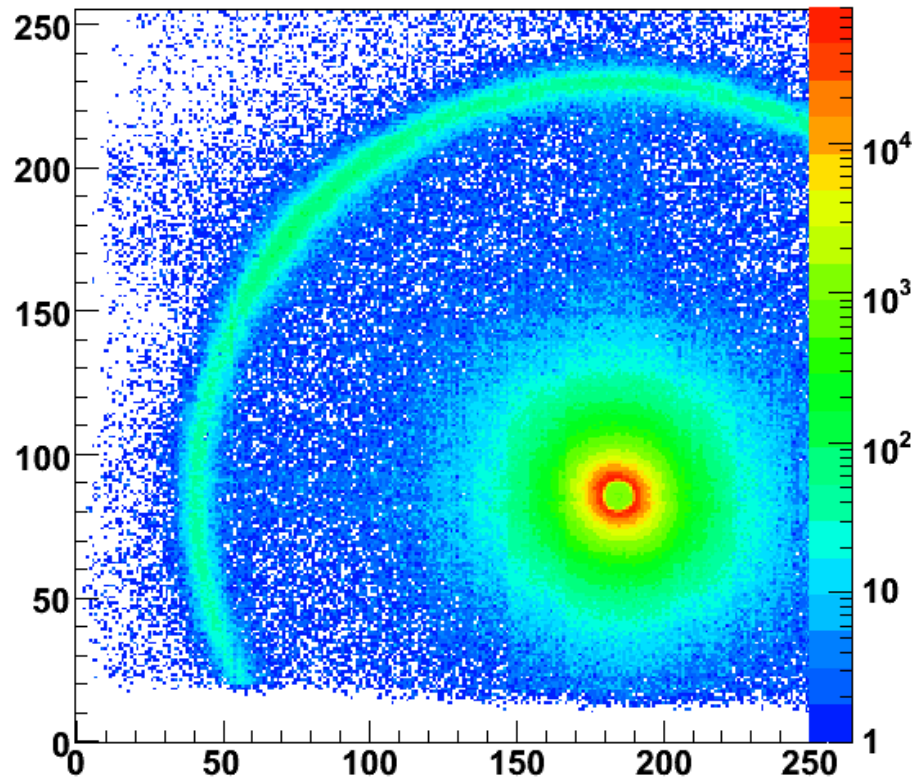
X線：13.8keV

FE2006　DAC補正無し



X線:8keV

ATLAS TGC ASD



イベントレート：~4kHz

X線イメージングに成功

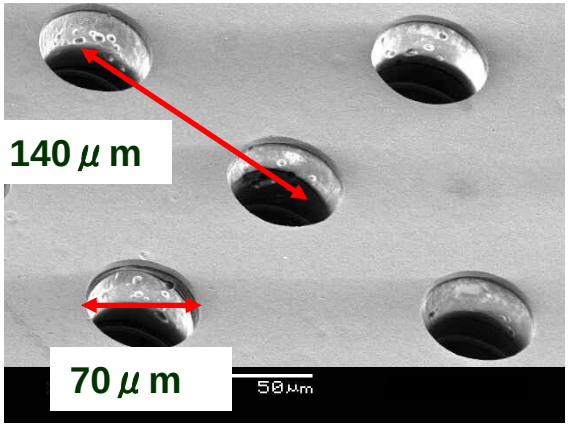
ATLAS TGC ASDの性能に近づけることが課題

~厚型GEM R&D~

厚型GEM　100μm厚＆400μm厚

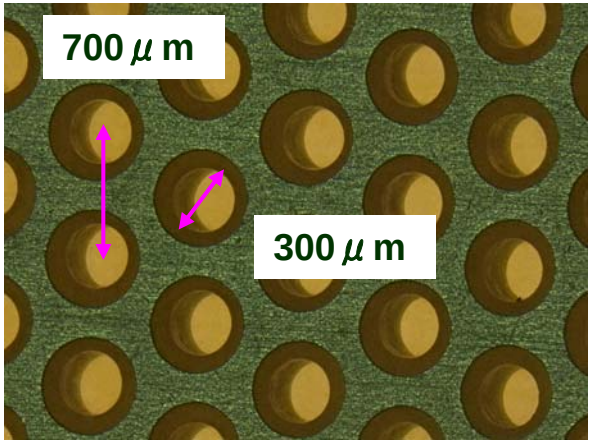
100μm厚GEM（サイエナジー製）

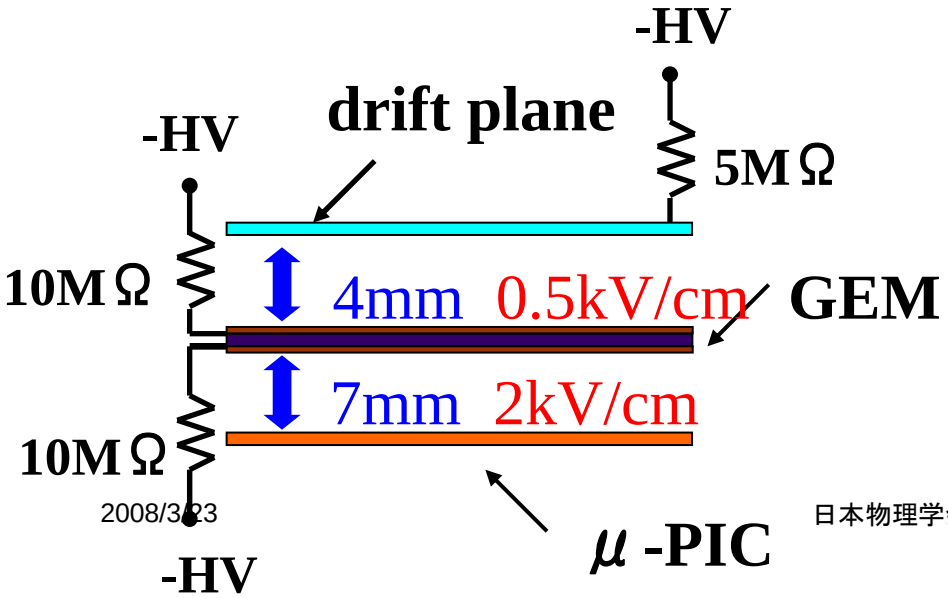
材質：液晶ポリマー　サイズ：10×10cm^2



400μm厚GEM（林栄精器製）

材質：G10　サイズ：10×10cm^2





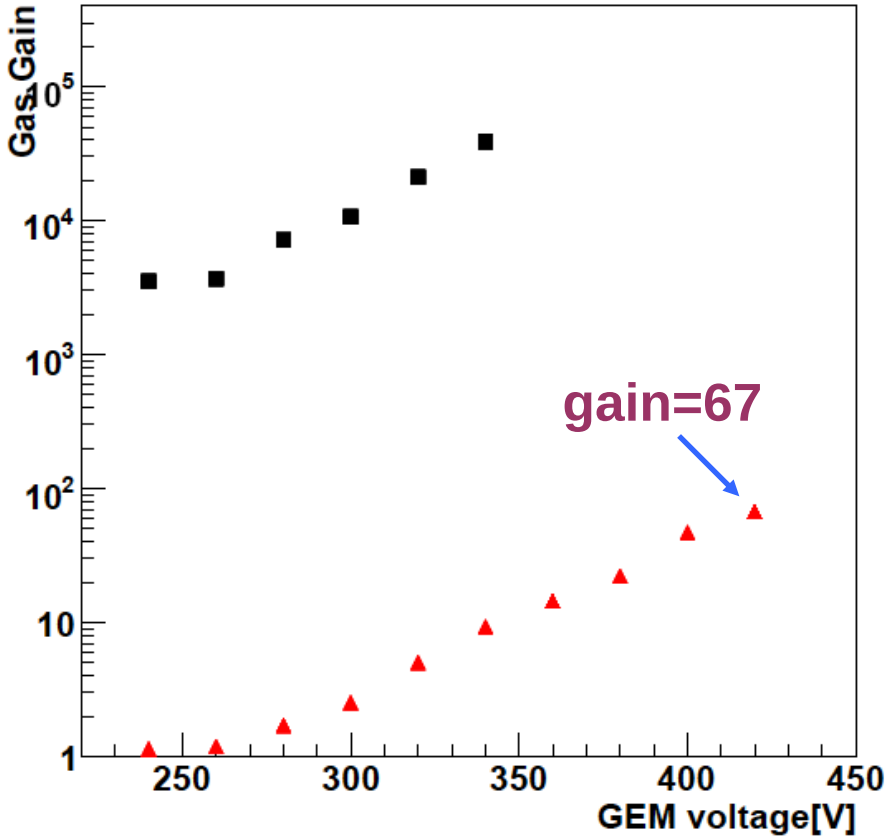
- 50μm厚に比べて放電耐性が上がるため、gainが向上することが期待される
- Ar:90% C_2H_6:10%　1atm フロー
- 読出しATLAS TGC ASDを使用

100 μ m & 400 μ m GEM

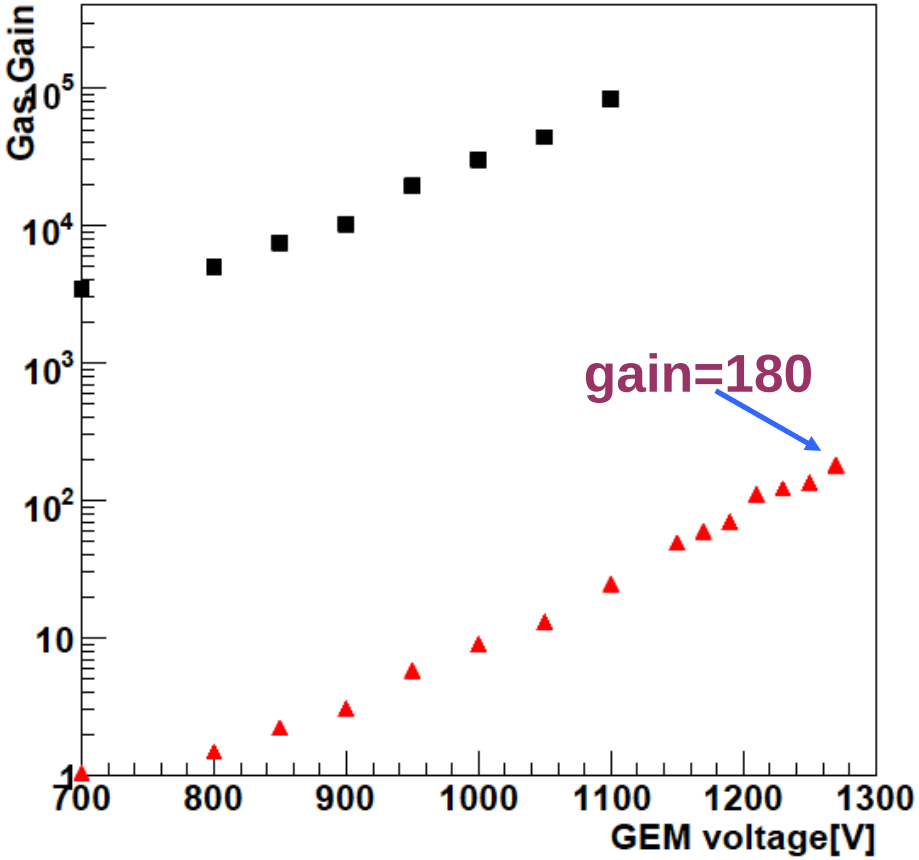
- GEMが放電するまでgainを測定

▲ GEM gain　■ Total gain

100 μ m厚



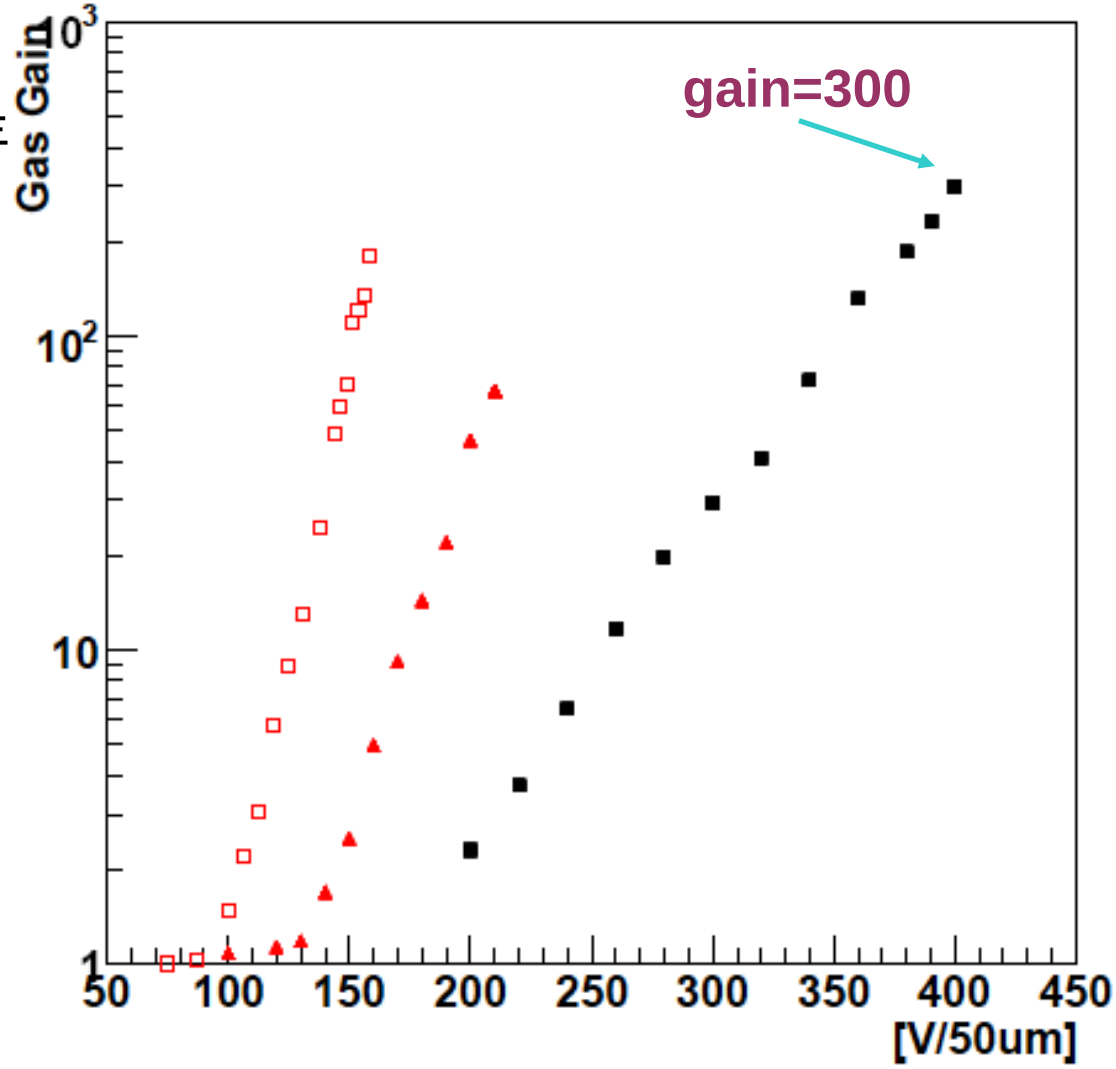
400 μ m厚



50μm , 100μm & 400μm

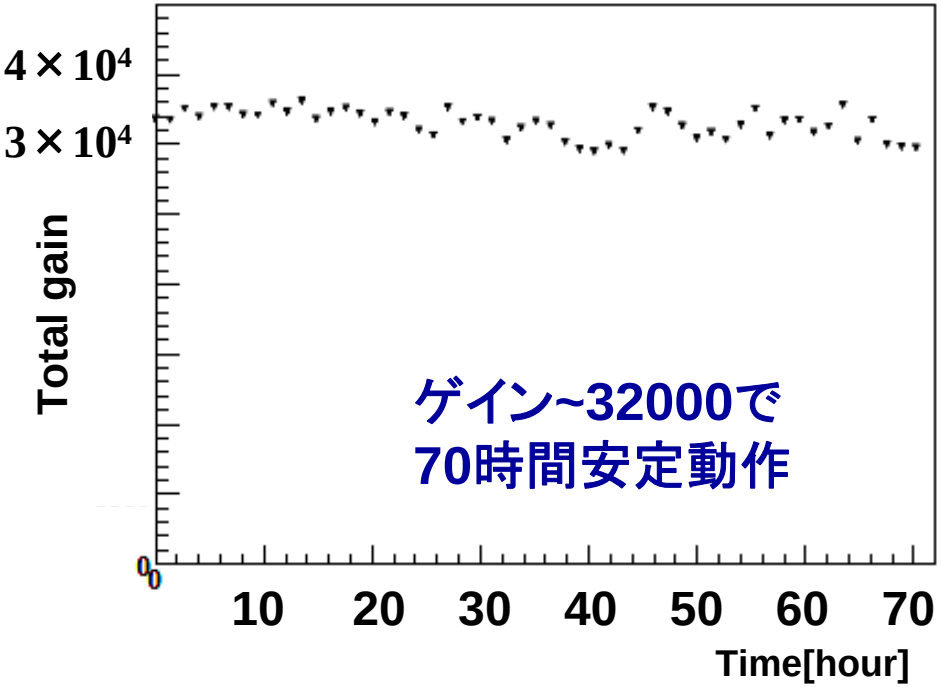
■ 50μm厚GEM
▲ 100μm厚GEM　□ 400μm厚GEM

- 50μmあたりの電圧に換算
- 50μm厚GEMのデータは2005年春季物理学会の服部講演（100μm、400μmとは別条件）
- 100μm、400μm厚ともに放電のために期待していたほどgainが出なかった

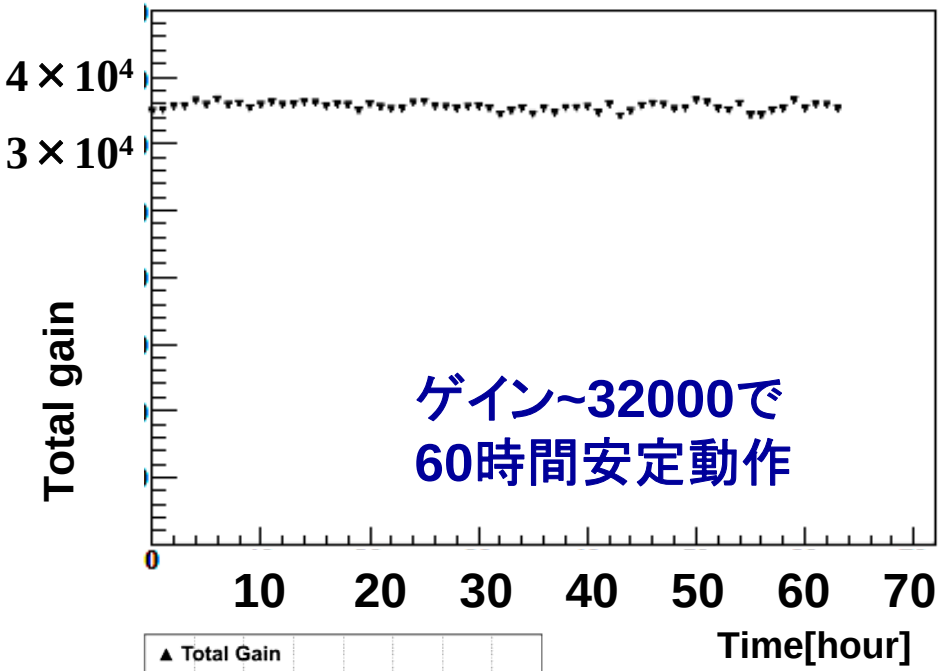


Gain安定性

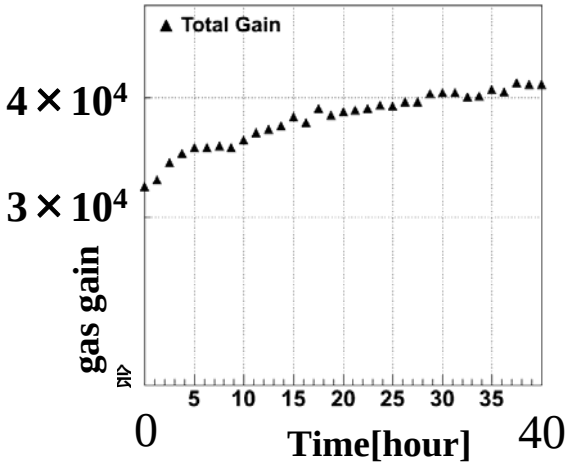
100μm厚



400μm厚



- 50μm厚GEMで見られたような gainの上昇が見られなかった



測定データは
2005年春季大会
服部講演

まとめ

■ CMOS ASIC

・8ch CMOS ASIC FE2006(29mW/ch)を用いた
10cm角μ-PIC読み出しシステム(Anode:256ch Cathode:256ch)を開発
・5.9keV X線のエネルギー分解能はATLAS TGC ASDと**同性能**
・SPring8にて**X線イメージング**に成功

■ 厚型GEM

・100μm厚、400μm厚ともにMax gainは**100程度**
・gainは50μmと比較して**時間安定性が高かった**

FE2007
1chip test board

- Future Work -

FE2007 chip完成 ⇒ 消費電力:**24mW/ch**
Comparator前段に10倍Amp
FE2007 chipの特性は藤田講演(25pZJ-7)

・DACによるComparator thresholdの全ch較正
・FE2007 chipとμ-PICを接続して性能評価
・厚型GEMのMax gainが50μm厚に比べて低かった原因を検討
⇒ 材質の違い？