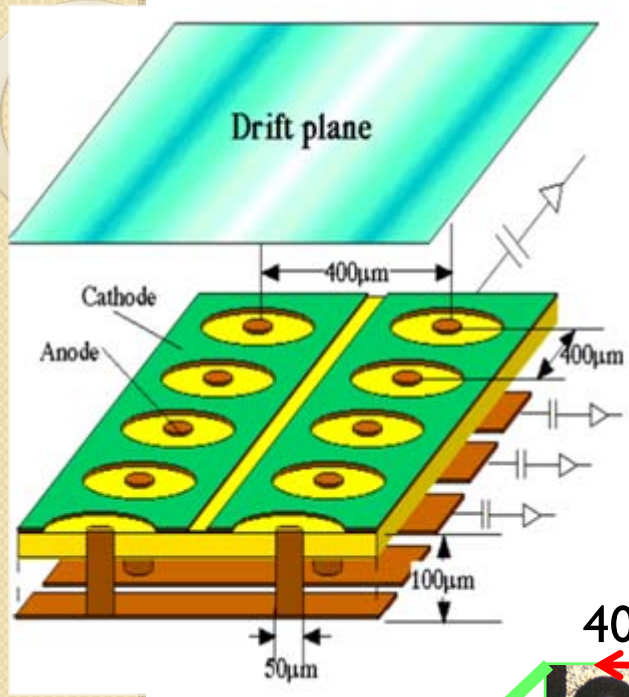
CMOS ASICを用いた μ-PIC読出しシステムの開発

京大理　宇宙線
井田知宏
谷森達、窪秀利、身内賢太朗、株木重人、Joseph Parker、服部香里、西村広展、上野一樹、黒澤俊介、岩城智、高橋慶在
ISAS/JAXA 高田淳史
東大宇宙線研　関谷洋之
KEK測定器開発室　藤田陽一、田中真伸

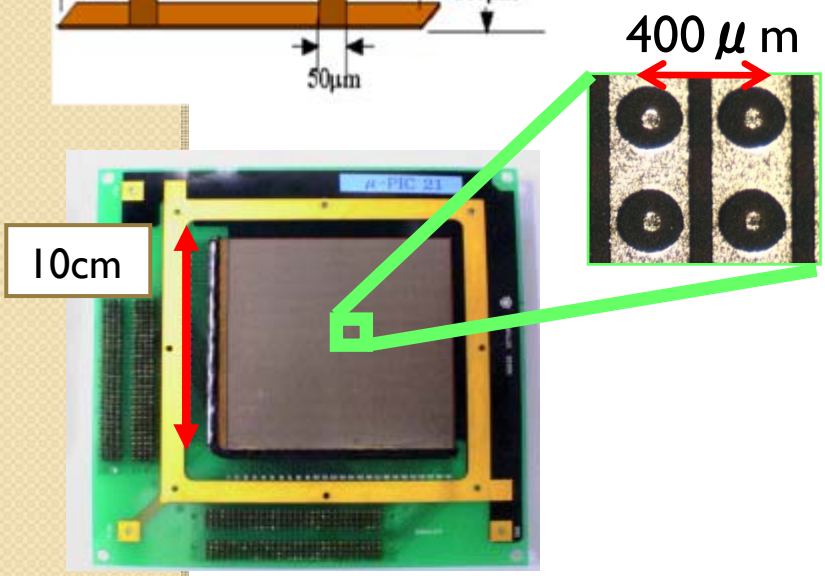
目次

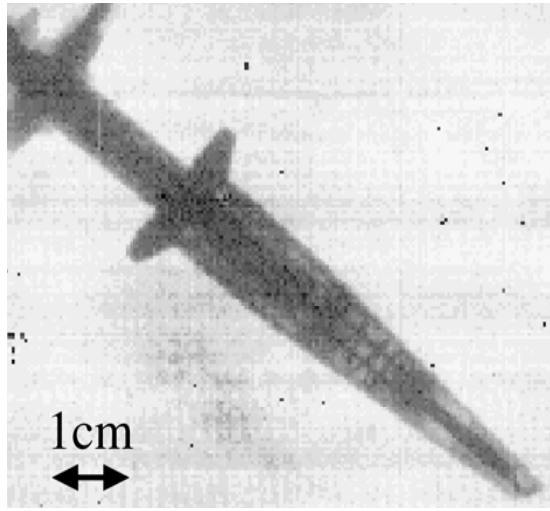
- μ-PICの特徴
- μ-PIC読出しシステム開発
- まとめとこれから

μ-PIC (Micro Pixel Chamber)の特徴



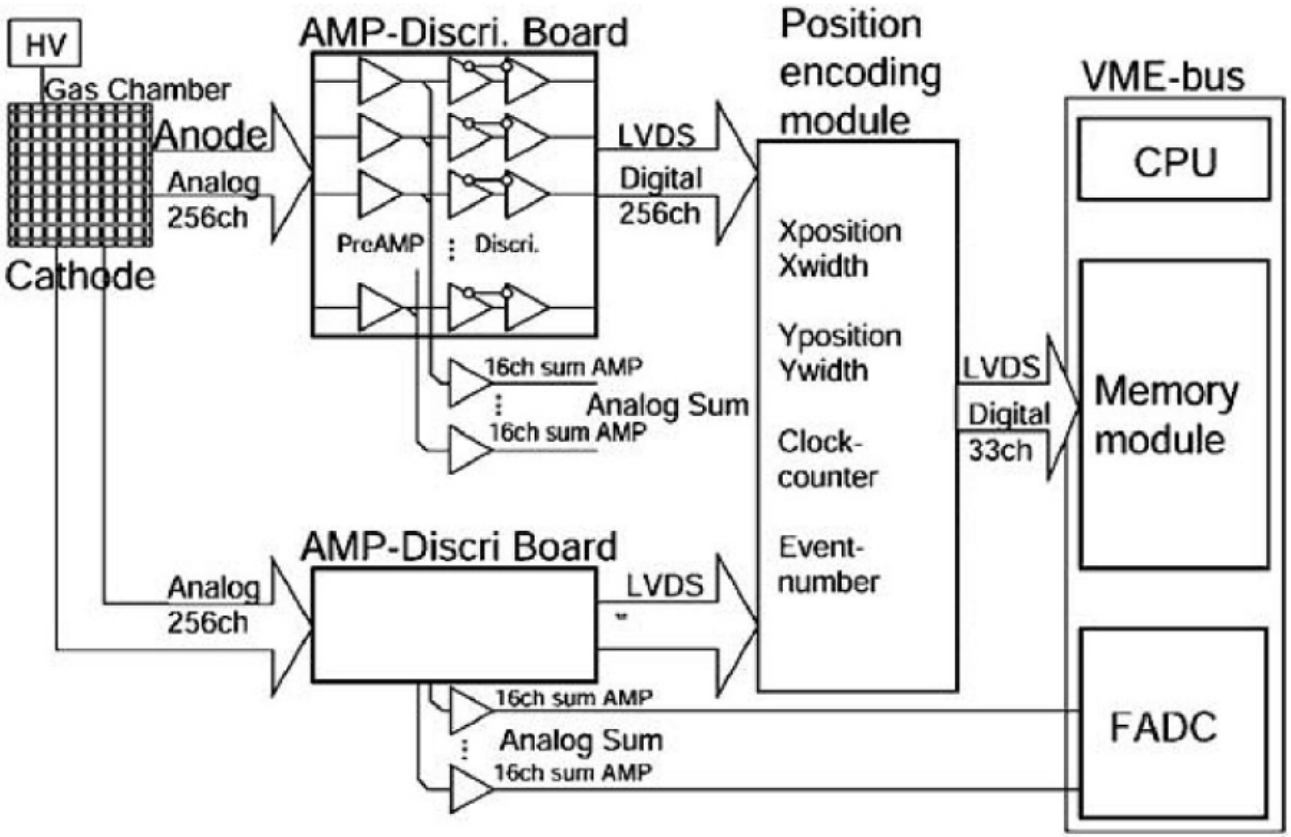
- anode 256ch 、cathode 256ch(10cm角サイズ)による2次元ストリップ読出し
- gain ~6000で1か月以上の安定動作
- 高い位置分解能 ~120μm(100cm^2)
- エネルギー分解能 30%(FWHM)@5.9keV
- 10cm角および30cm角サイズが稼働中





μ-PICによるプローブのX線イメージ

μ-PIC読出しシステム概説



- ATLAS TGC用のASDを用いてアナログ＆デジタル信号読出し
- FPGAにて位置演算
- メモリーボード（VME module）で位置情報読出し

→ 2次元および3次元画像を取得

μ-PIC読出しシステム開発

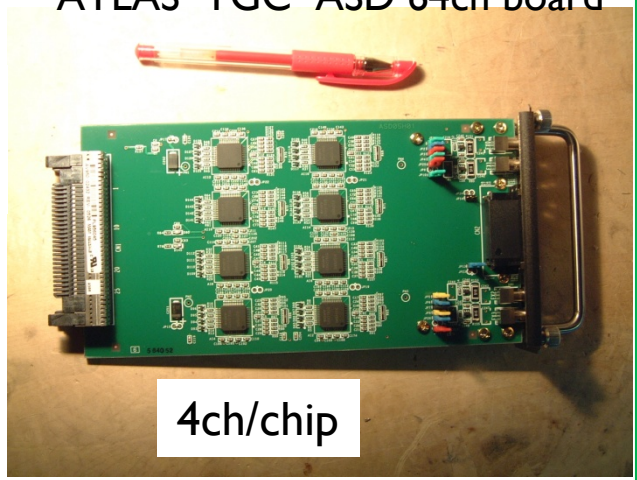
2006年に第1回目気球実験SMILE
(Sub-MeV gamma-ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment)を実施
次回気球実験に向けてMeVガンマ線カメラが大型化

従来の読出しシステムでは消費電力が大きすぎる！
ATLAS TGC ASD(Bipolarプロセス) : 59mW/ch

MPGD用低消費電力CMOS ASICをKEK測定器開発室と共同で開発し、μ-PICに接続

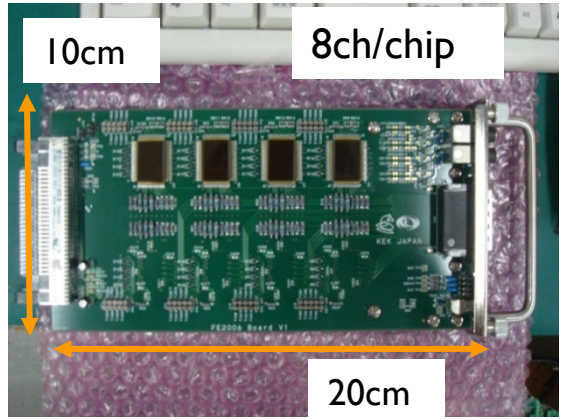
目標消費電力:20mW/ch

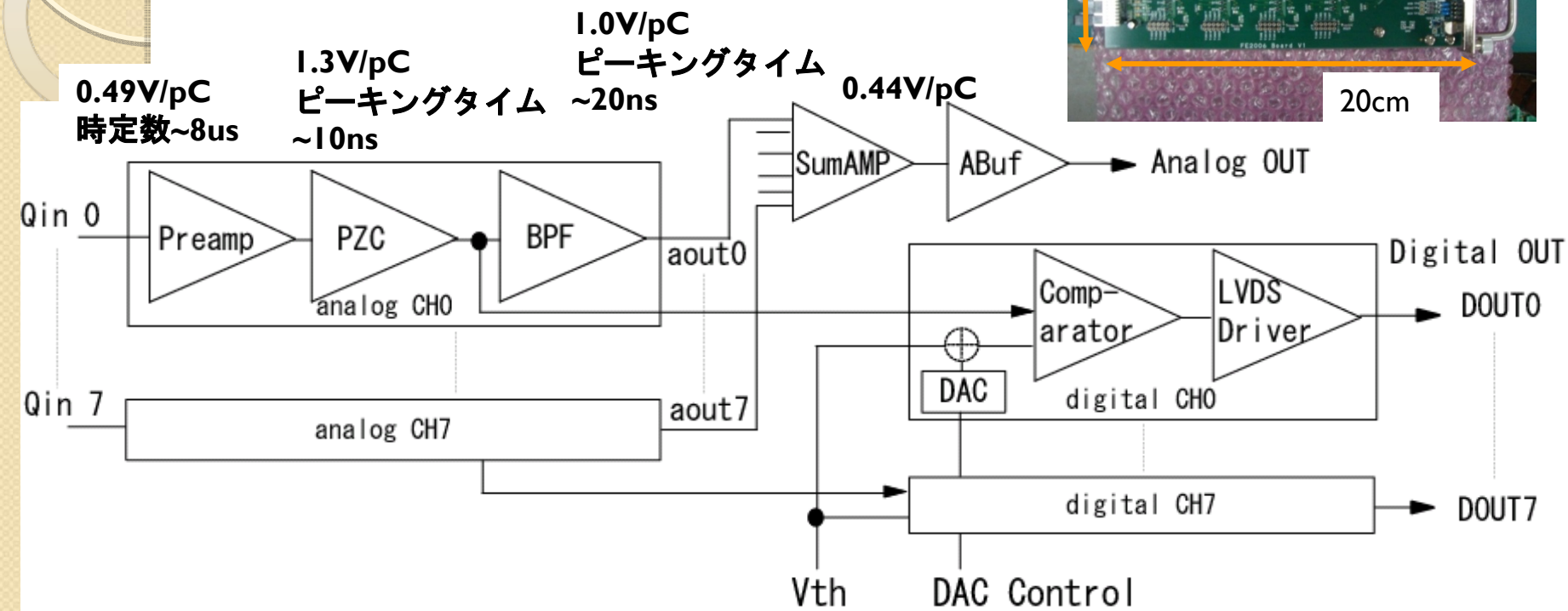
ATLAS TGC ASD 64ch board



FE2006

FE2006 1chip 回路ブロック図





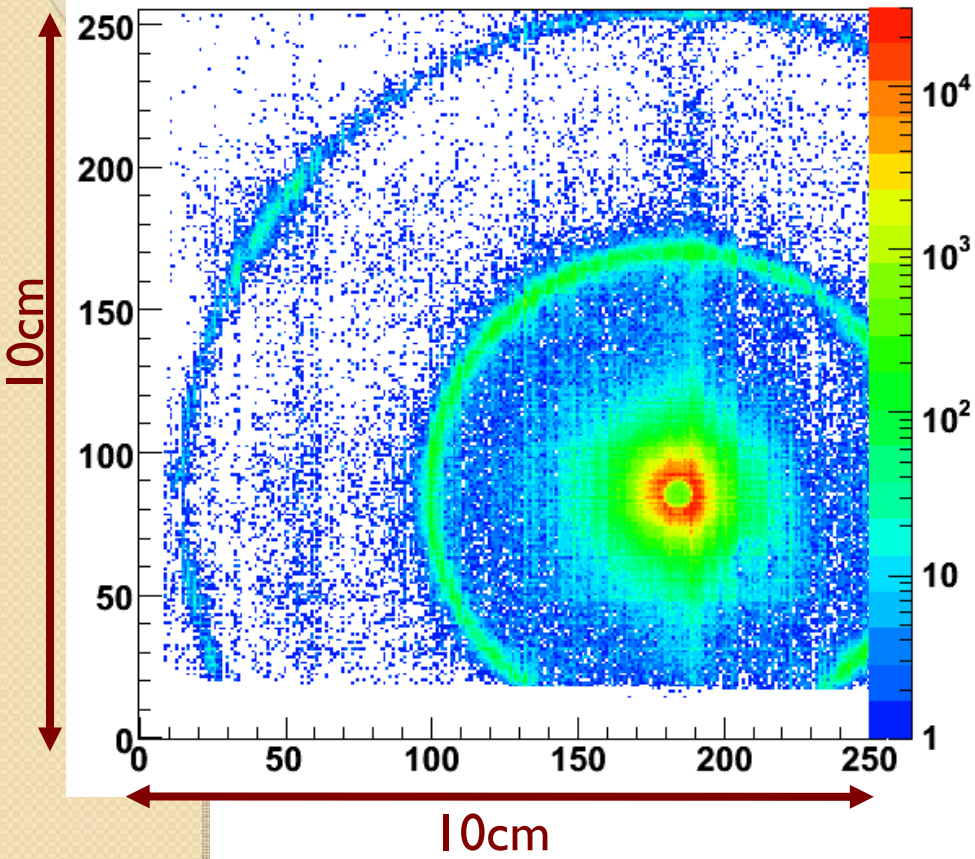
- 消費電力 29mW/ch
- Comparatorのthresholdばらつき補償用DAC
  1mV/bit、0~-31mVの範囲で調整可能

FE2006 imaging ~@SPring8~

粉末結晶（ベヘン酸銀）の回折パターン

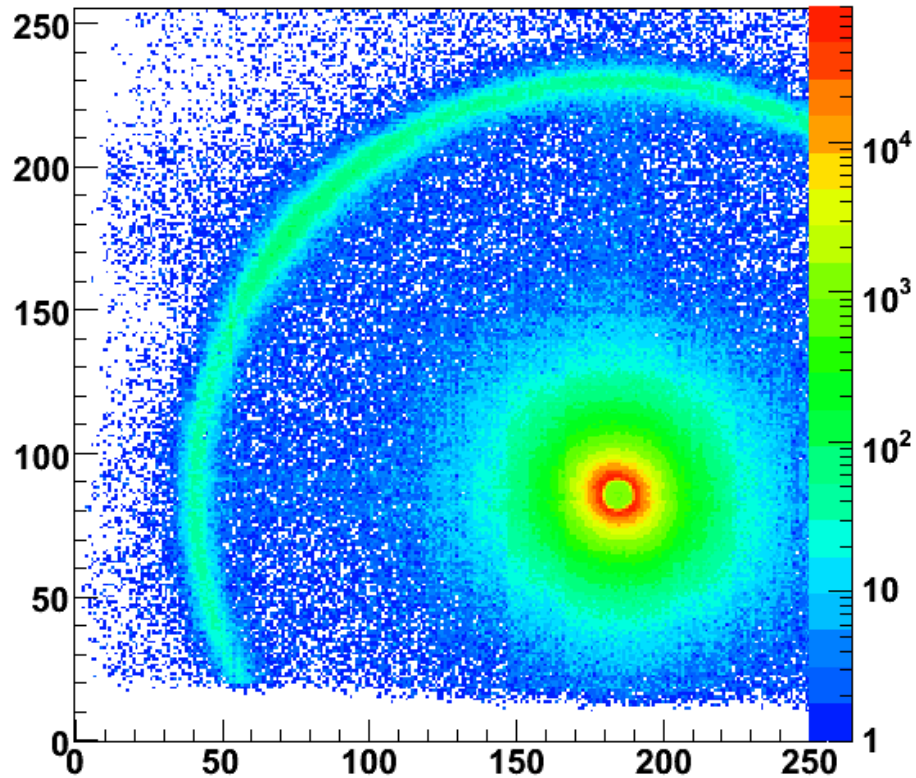
X線：13.8keV

FE2006　DAC補正無し



X線:8keV

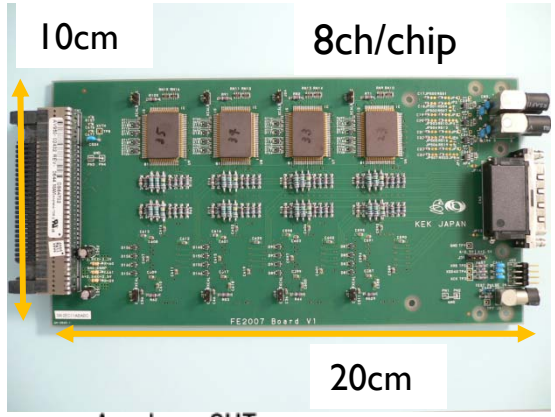
ATLAS TGC ASD



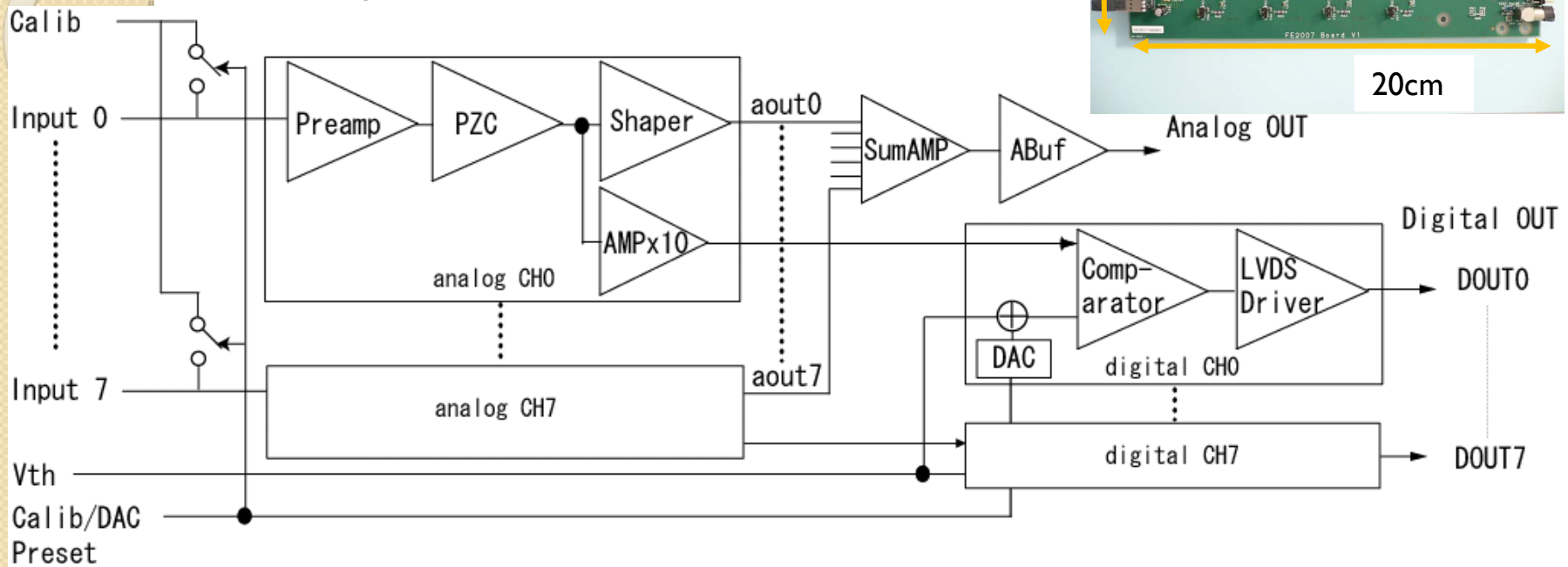
イベントレート：~4kHz

ATLAS TGC ASDに比べてVthを下げることができない

FE2007



FE2007 1chip 回路ブロック図



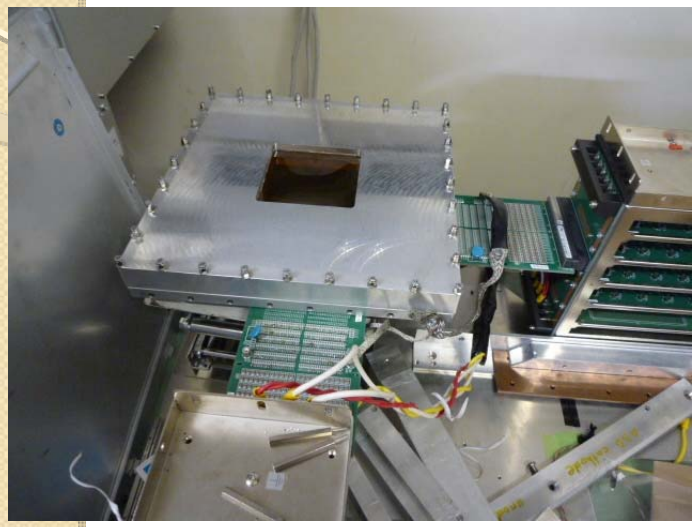
FE2006からの主な変更点

- Vth補正用test charge入力ラインが追加
- Comparator前段に10倍Ampが追加

⇒ DAC補正作業の簡略化
Vthをより低く設定
が目的

FE2007を用いた10cm角μ-PIC読出し

ガス封じ切り型容器



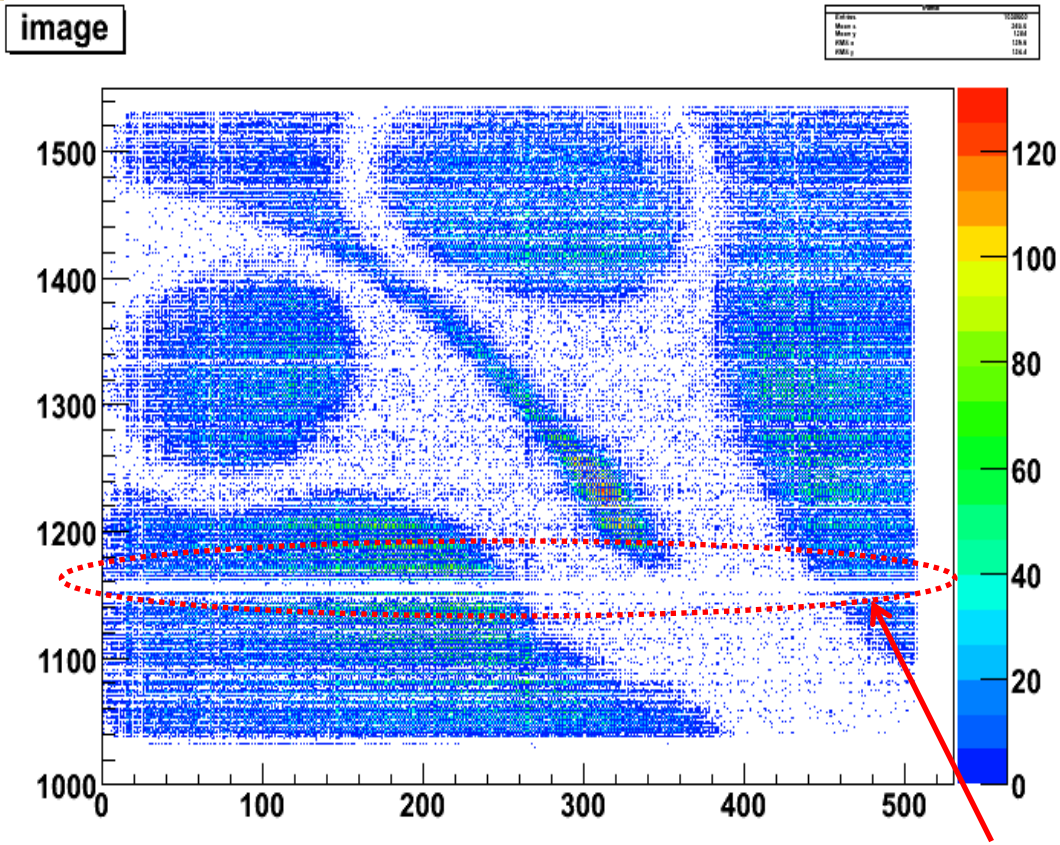
- anode 256ch　cathode 256ch
- anode :475V
- 100μm厚GEM:420V
- Drift Voltage:0.5kV/cm

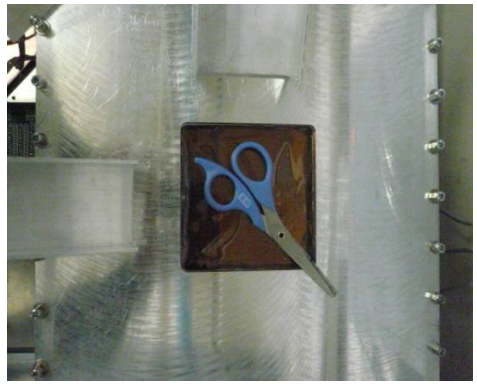
Total gain ~8.4×10^4

- 使用ガス　Ar 90%　C_2H_6 10%　1atm
- 入射窓　カプトンフォイル 100μm厚

10cm角μ-PICを用いて^{55}Fe 5.9keV X線を全面照射して、イメージングを行った

FE2007によるX線イメージ





Anodeストリップが導通しているため
読出しから除去

- Vth : anode -139mV　cathode 366mV
- DACによるVth補正を行っている
- FE2007によるX線イメージングに成功

まとめ

～μ-PIC読出しシステム開発～

- 8ch CMOS ASIC FE2007(30mW/ch)を用いた10cm角μ-PIC読出しシステム(anode:256ch cathode:256ch)を開発
- ^{55}FeによるVth補正有りのX線イメージングに成功

これから

- X線構造解析に使用
- 気球実験に特化してより低消費電力なCMOS ASICを独自に開発

現FE2007：30mW/ch

目標値：20mW/ch以下

方針　・LVDSドライバをなくす

　　・電源電圧を下げる(2.5V→2.0V)

12月にsubmit(KEK ASIC 教育プログラム)⇒来年2月に完成、性能テスト