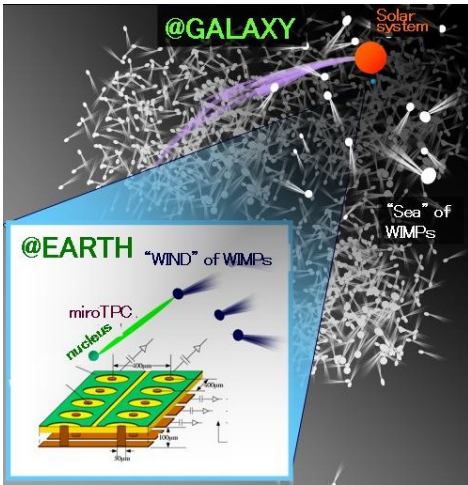


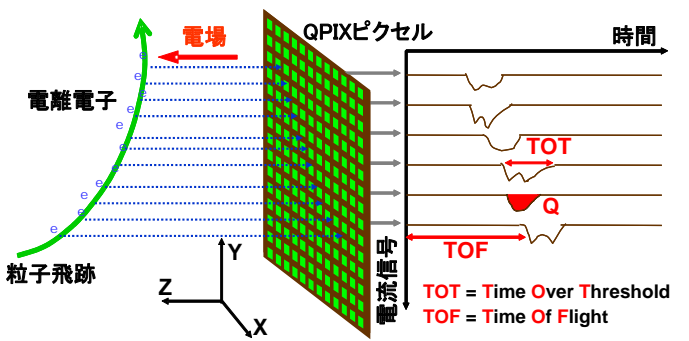
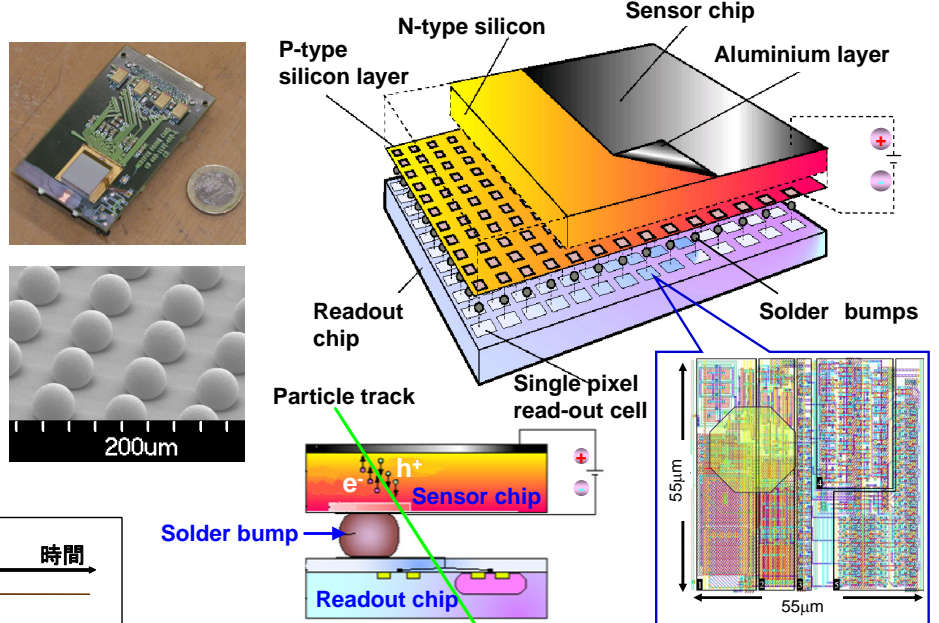
研究背景と目的

本研究は、未知の暗黒物質の探索用途を想定した3次元微細粒子検出器用ピクセル読み出し回路をDeep-submicronプロセスを用いて製作し、世界最高精度の検出器を実現することを目的としている。

「冷たい暗黒物質」の軌跡検出



既存研究：CERNの開発したMedipix/Timepix

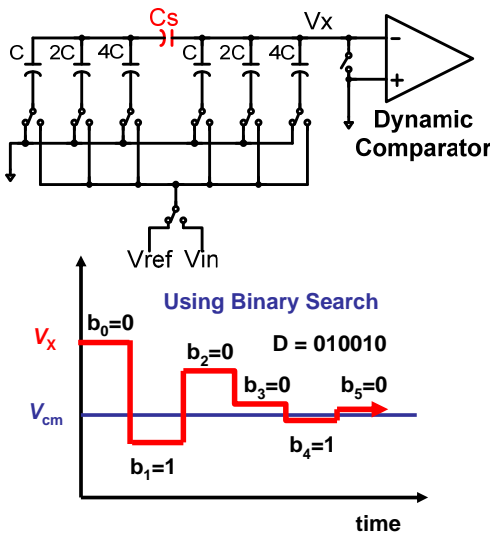


- 既存研究の問題点**
- 粒子の信号幅(TOT)、到達時間(TOF)と同時に測定できない！
 - 全電荷(Q)の測定ができない！

回路設計

SAR ADC(逐次比較型ADC)

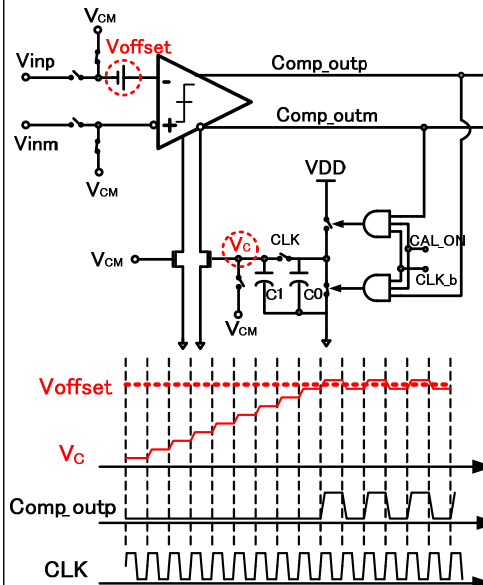
SAR = Successive Approximation Register



- 6bit 10MSps性能
- 貫通電流が流れない ⇒ 低消費電力
- 小面積

オフセット補正コンパレータ

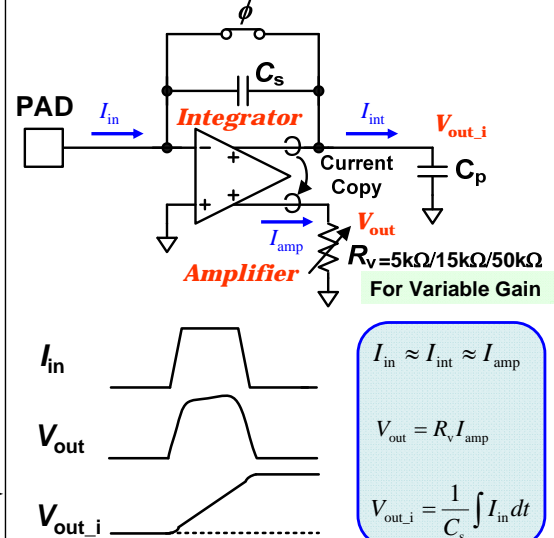
貫通電流が流れないダイナミック回路を使用



チャージポンプを用いたオフセット電圧自己補正回路を採用
⇒チャンネル間ミスマッチの低減

アンプ&積分器

ϕ :ON → Reset
 ϕ :OFF → Amplifying & Integration

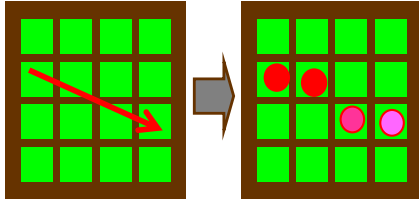


オペアンプ1つでアンプと積分器が実現される
⇒低消費電力、小面積

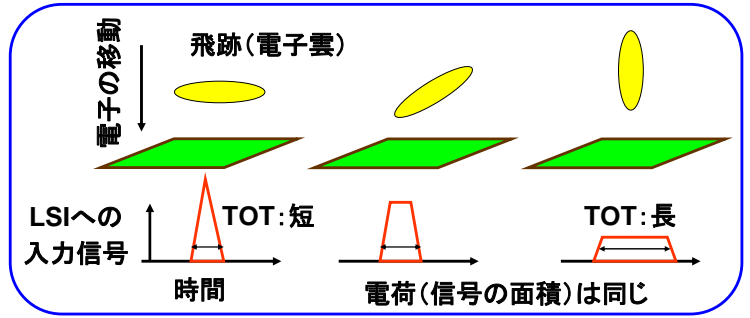
QPIXの機能と構成

電荷量測定の一必要性

- 電荷量(Q)の情報から飛跡の方向を測定可能
- 従来の検出器では電流信号(TOT)でQを見積もる

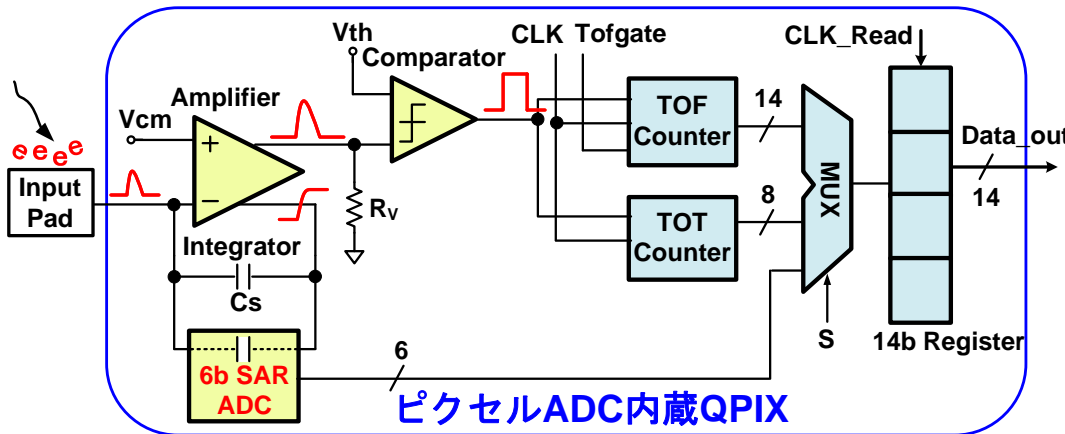


飛跡の終端の電荷量は始端の約50%に減少する



TOTは軌跡の傾きの影響を受ける
 高精度な測定ではTOTだけでは不十分
 ピクセル内蔵ADCで電荷量を測定

QPIXの構成



ピクセルADC内蔵QPIX

QPIX = Quasi-3DPIX

QPIXはすべて同時に測定可能

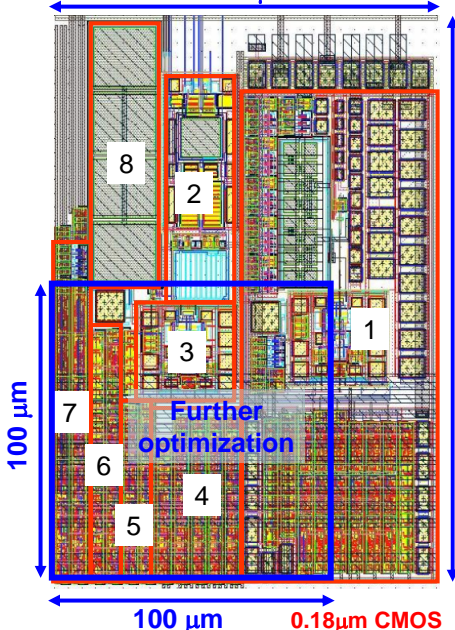
- TOF: 到達時間
- TOT: 信号幅
- ADC: 電荷量(Q)

NEW !!

測定結果と今後の課題

ピクセルレイアウト

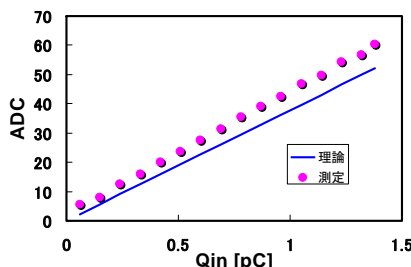
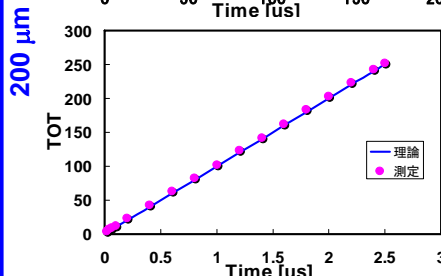
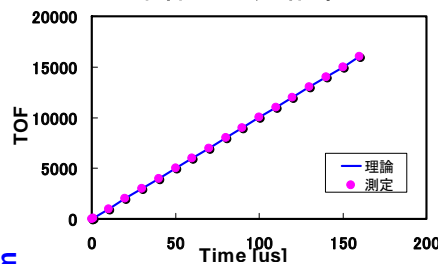
140 μm



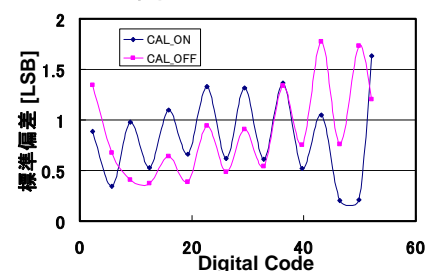
- 1: 6b-SAR ADC 2: OP Amp
- 3: Comparator 4: 14b-Register
- 5: 8b-ToT Counter 6: Ctrl Logic
- 7: 14b-ToF Counter 8: MIM Cap (2pF)

16ピクセルチップを試作し、QPIXの各機能を確認済み

ピクセル単体の測定結果のまとめ



ピクセル間のADC出力ばらつき



- TOFとTOT測定時間の分解能は10ns
- ADCの線形性は+0.3/-0.35 LSB
- ADC出力ばらつきは2LSB以下

今後の課題

☆ 面積の削減:

140 μm × 200 μm ⇒ 100 μm × 100 μm

☆ 低消費電力化: 300 μW ⇒ 30 μW

☆ ピクセルの多並列化: 32 × 32ピクセル

☆ 検出器へ搭載して実用化