

P01: 低質量暗黒物質探索に向けた陰イオンピクセルガスTPC開発



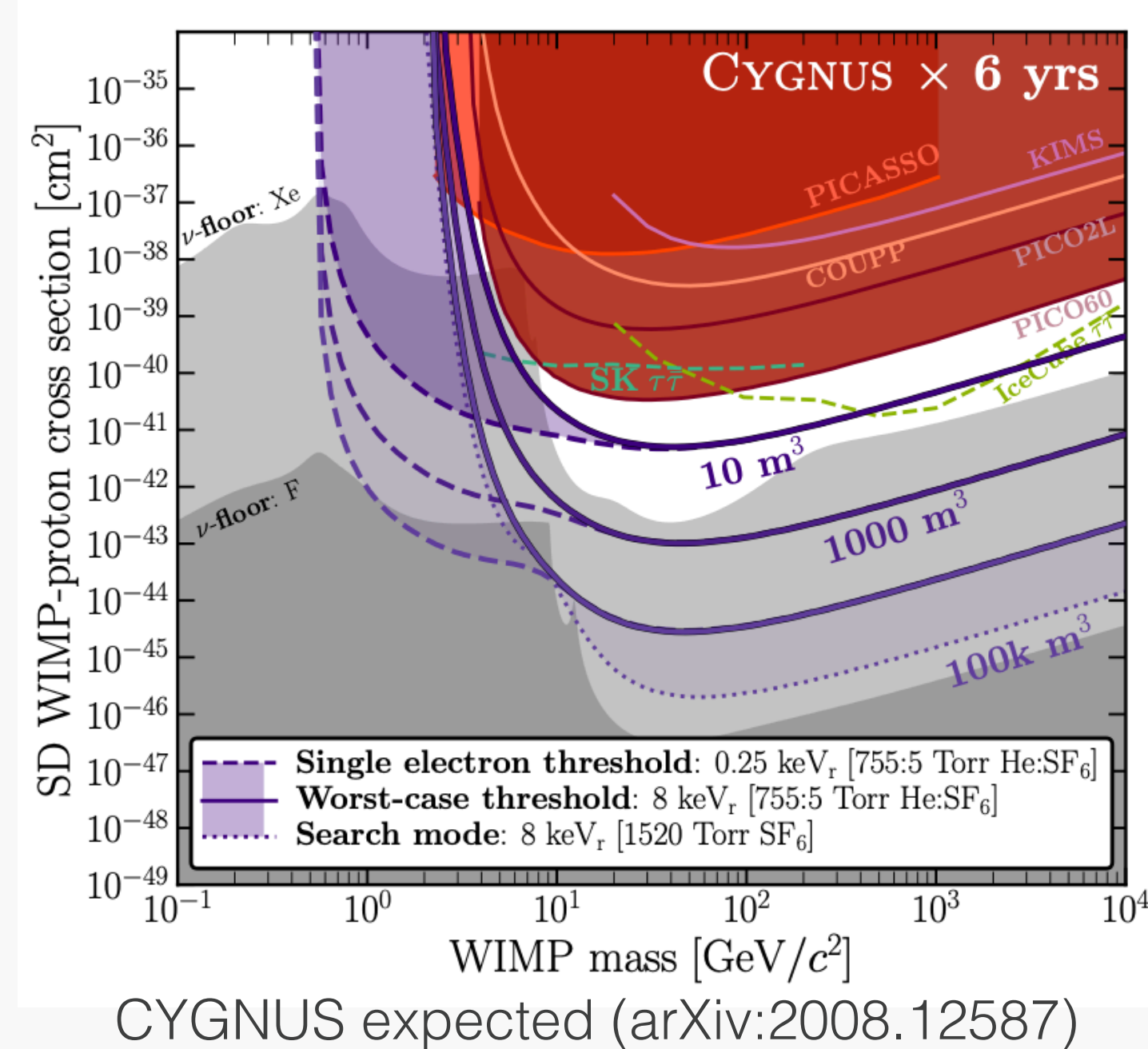
神戸大学 東野 聡

higashino@phys.sci.kobe-u.ac.jp

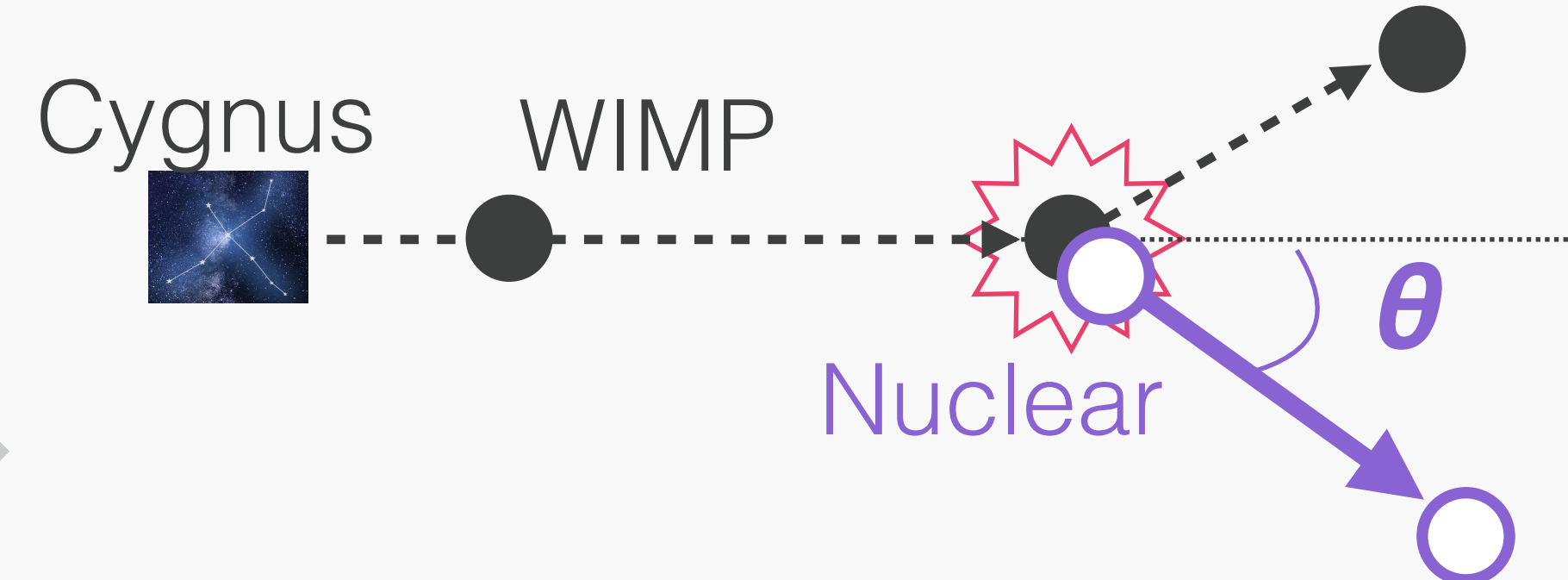
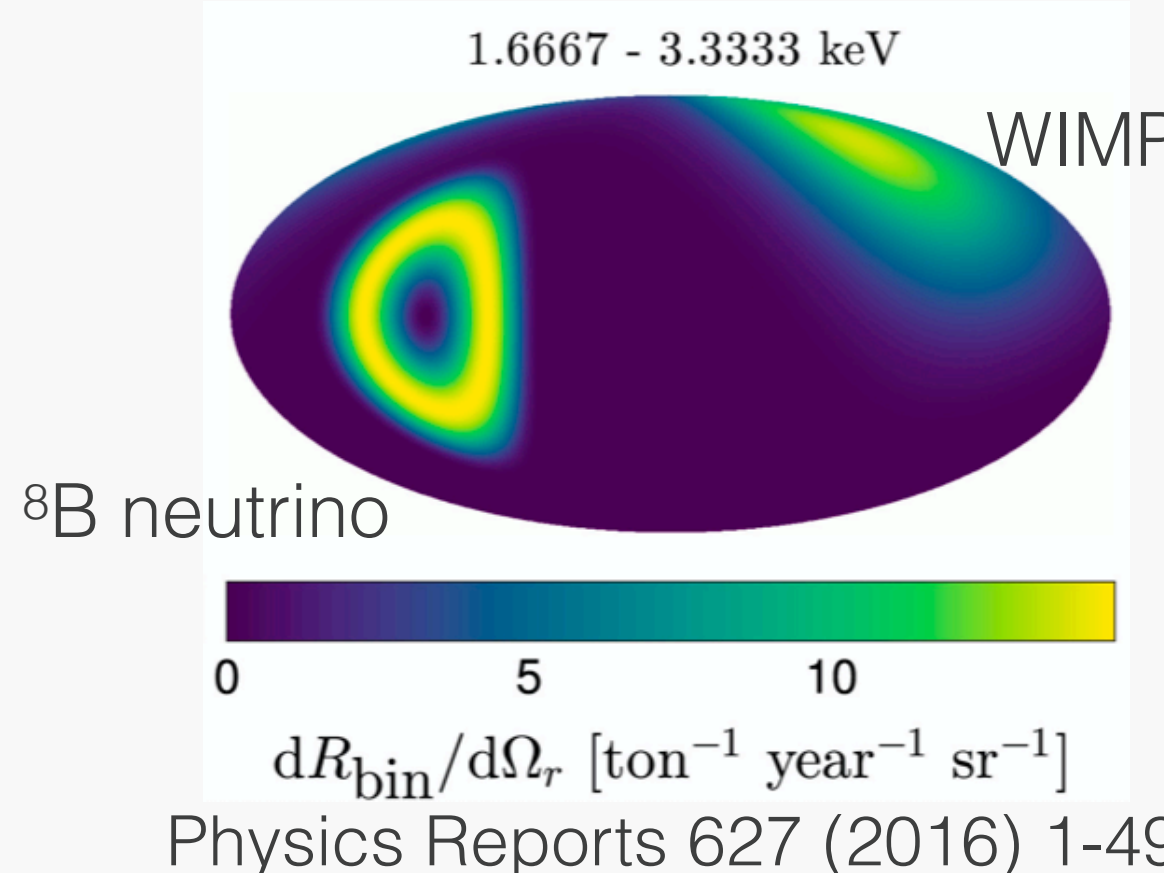
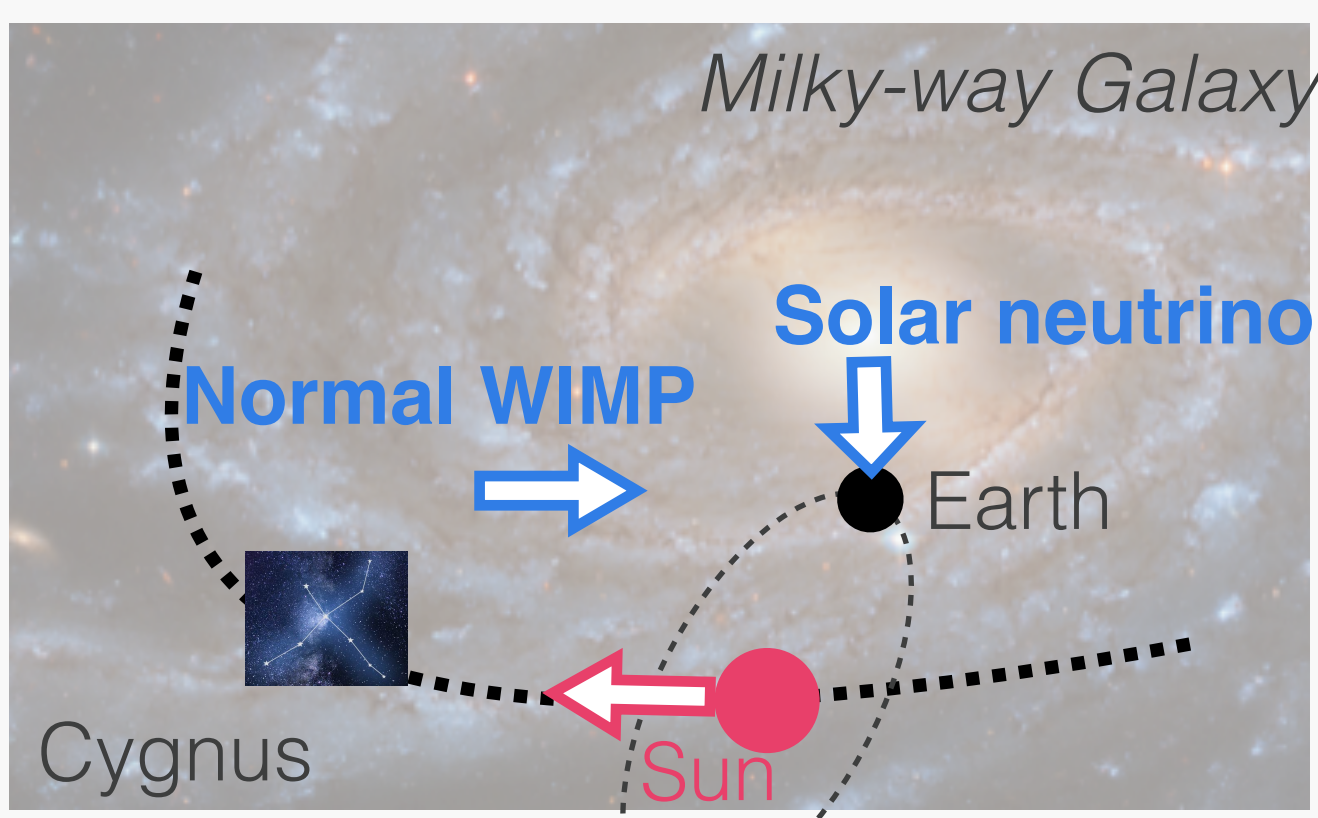


身内賢太郎、生井凌太、鈴木啓司、他NEWAGEグループ

Introduction



10 GeV以下のWIMP探索では太陽ニュートリノBGによって探索感度が制限される(「ニュートリノフォグ」)
→WIMPまたはニュートリノの「到来方向」がわかれば分別可



原子核反跳の散乱角から到来方向を知る
→原子核反跳の飛跡検出器を作ろう

低質量暗黒物質→低エネルギー反跳の飛跡検出は一般的に困難(短い)

(P07: 身内 / 東野)

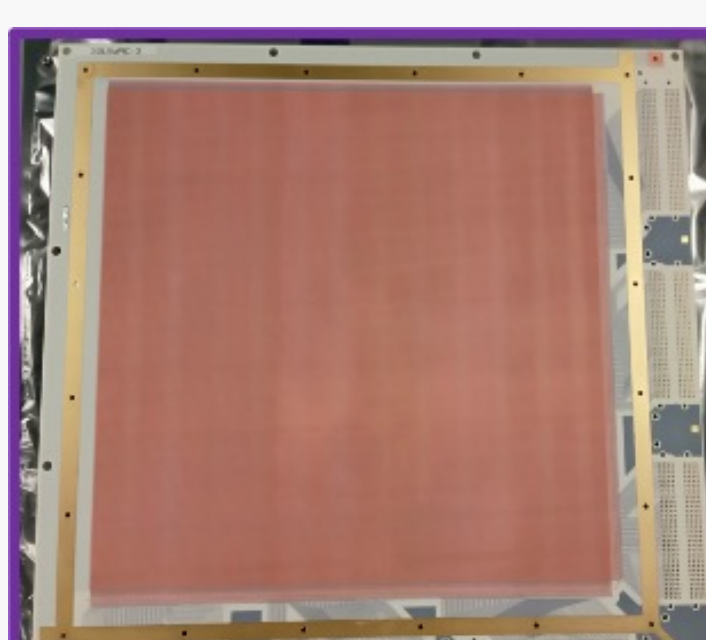
NEWAGE: ガス検出器による方向感度を持った暗黒物質探索実験

→低圧ガス+微細読み出しで飛跡検出

課題1:

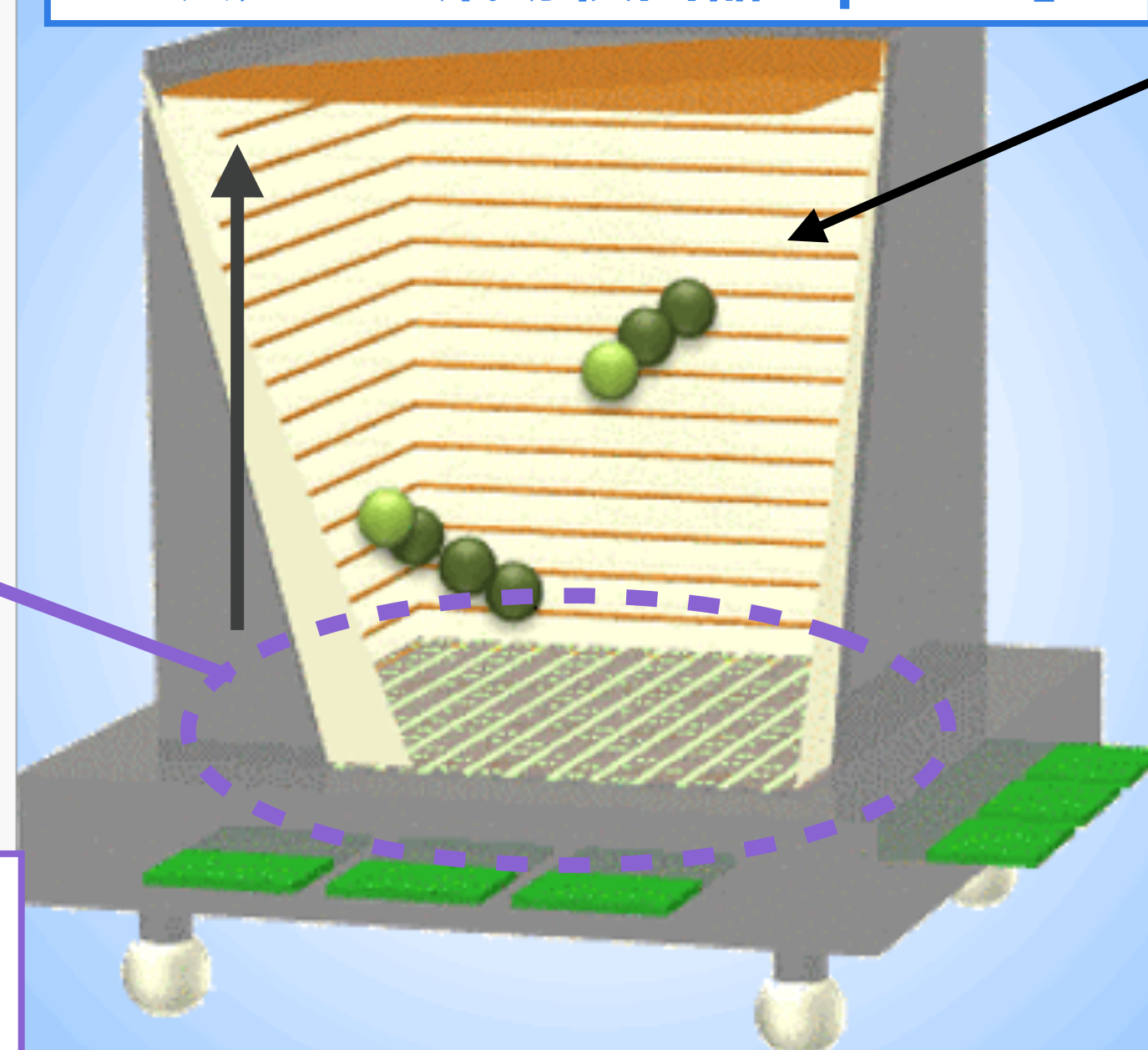
より低質量探索へ向けさらに微細読み出し必要
+ストリップ読み出しからピクセル読み出しへ

ピクセルガスTPCの開発



「μ-PIC」400 μmピッチ
2次元ストリップ読み出し

三次元ガス飛跡検出器「μ-TPC」



現行NEWAGE: CF₄ガス (0.1 atm)

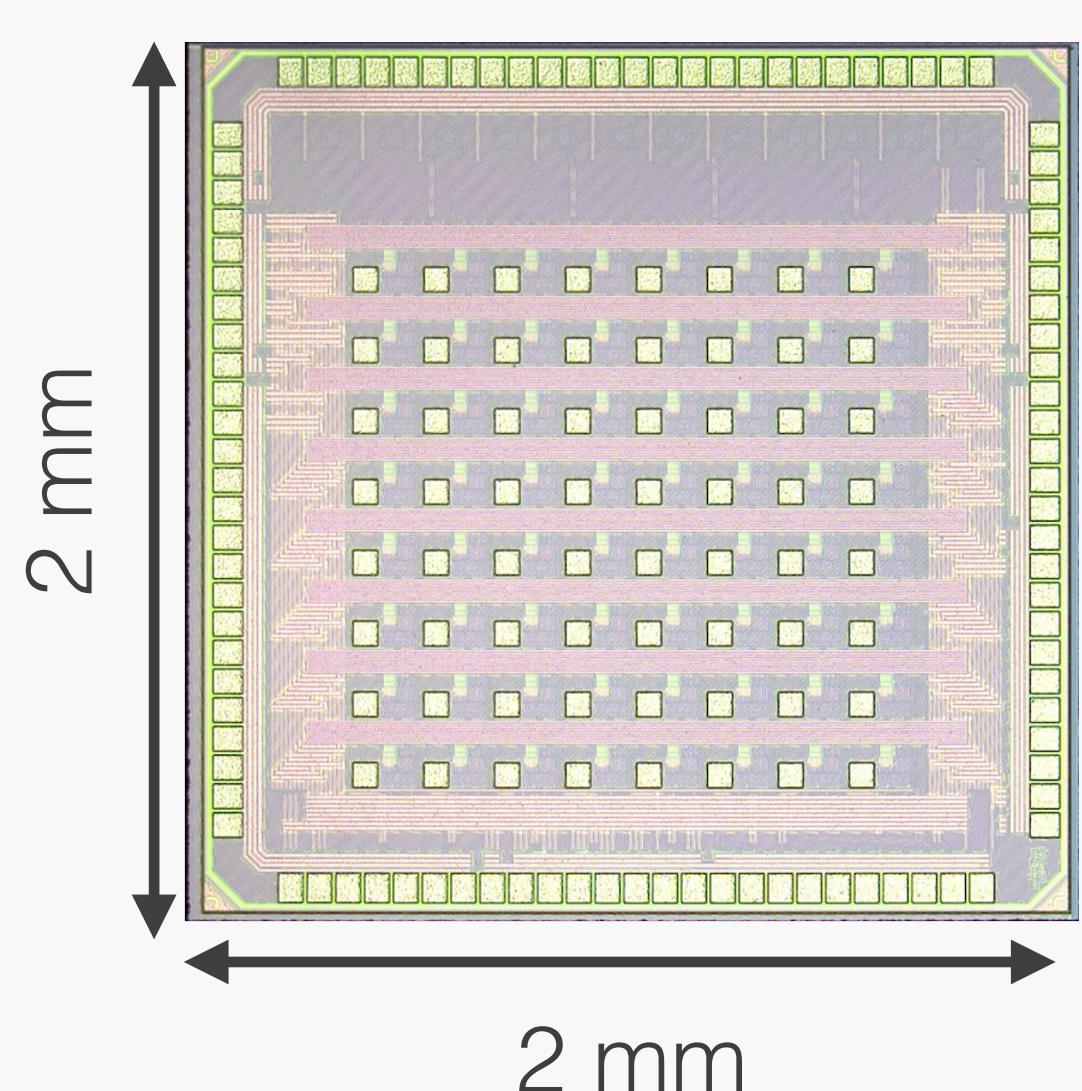
課題2:

電離電子がドリフトする過程で拡散
→読み出しピッチの微細化だけではダメ

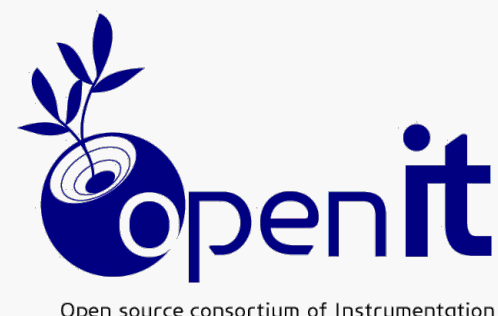
陰イオンガスを用いて低拡散の検出器へ

陰イオンガスTPCの開発

Pixel



読み出しエレクトロニクスが独自に必要



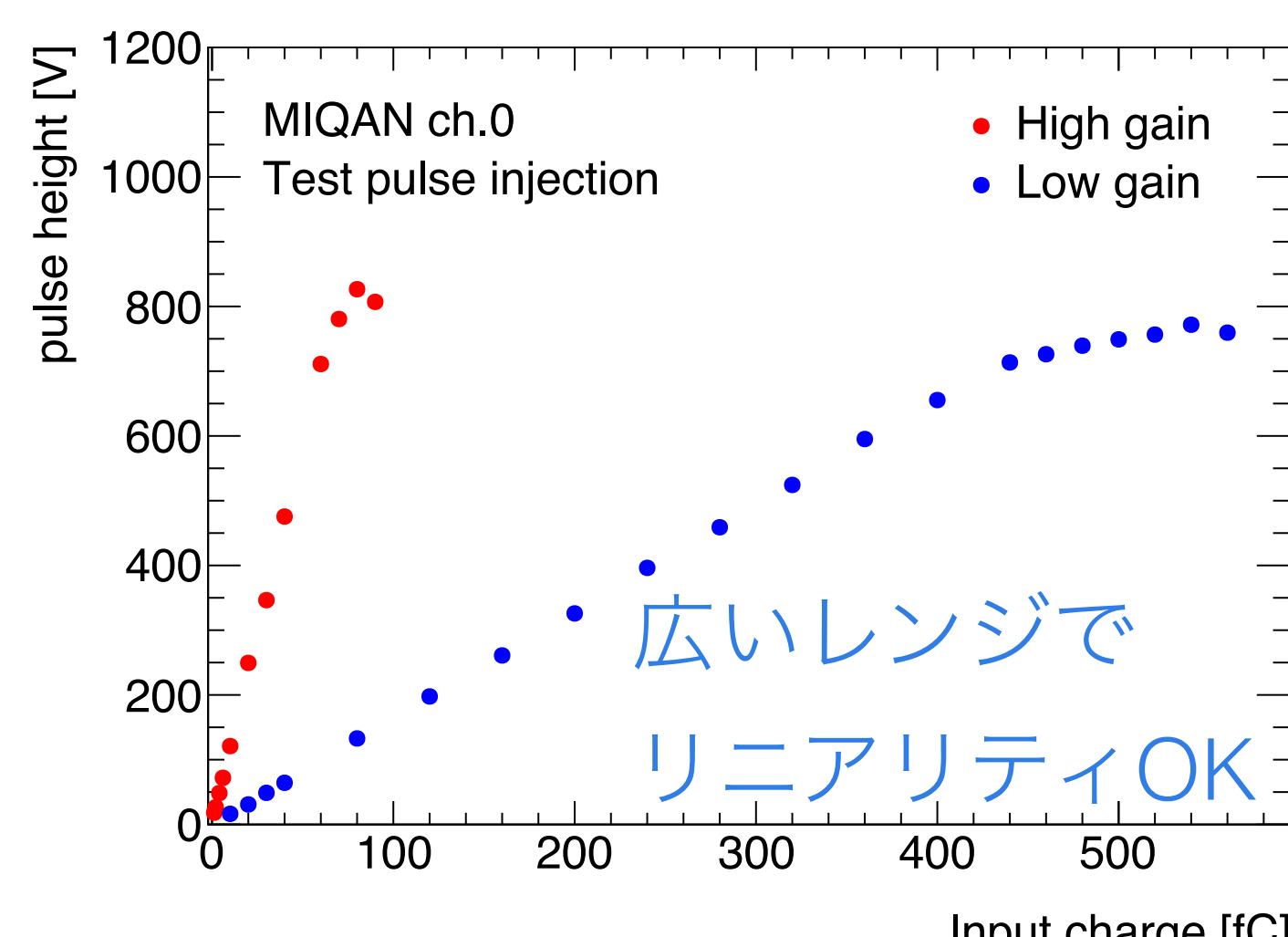
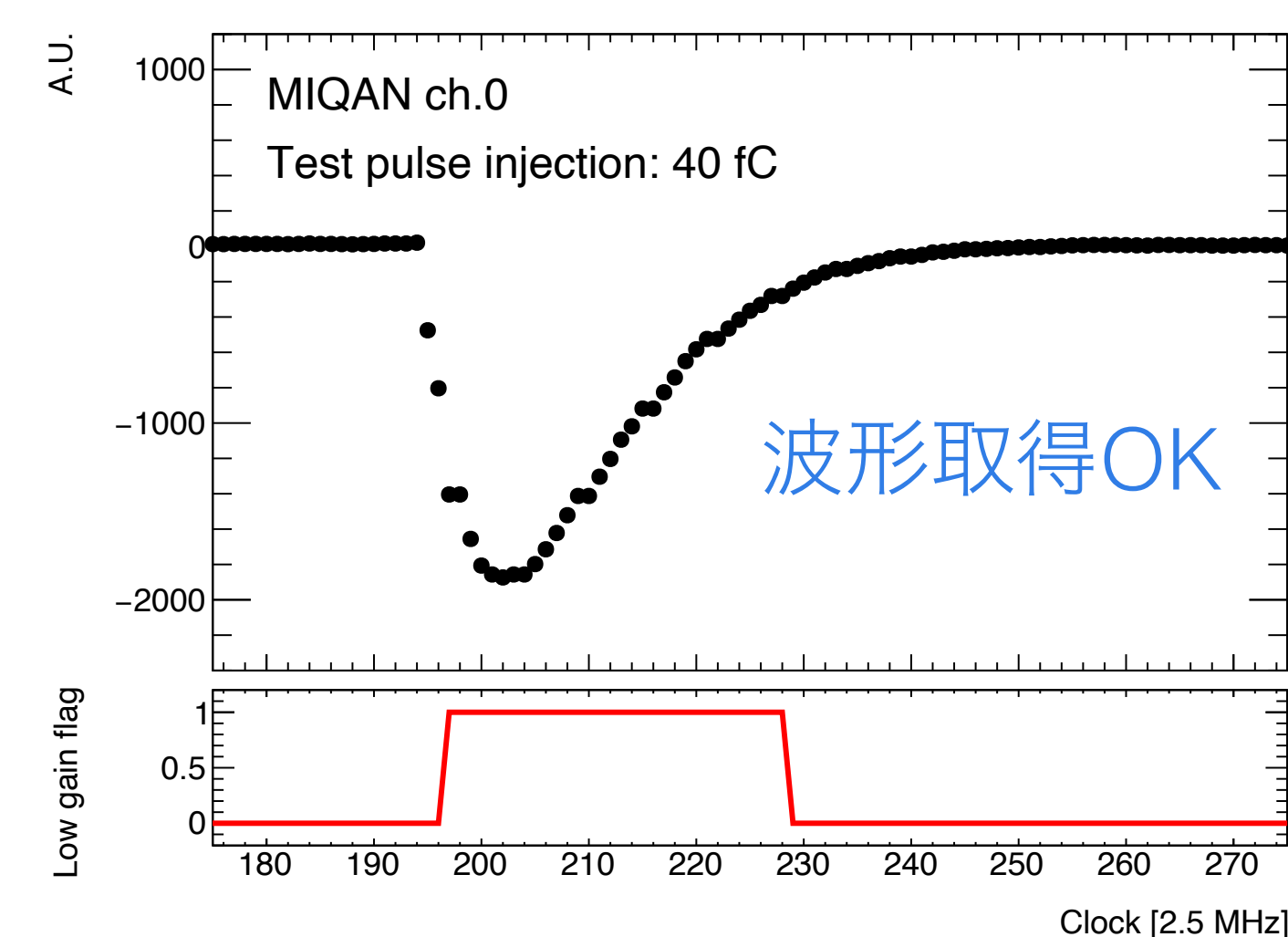
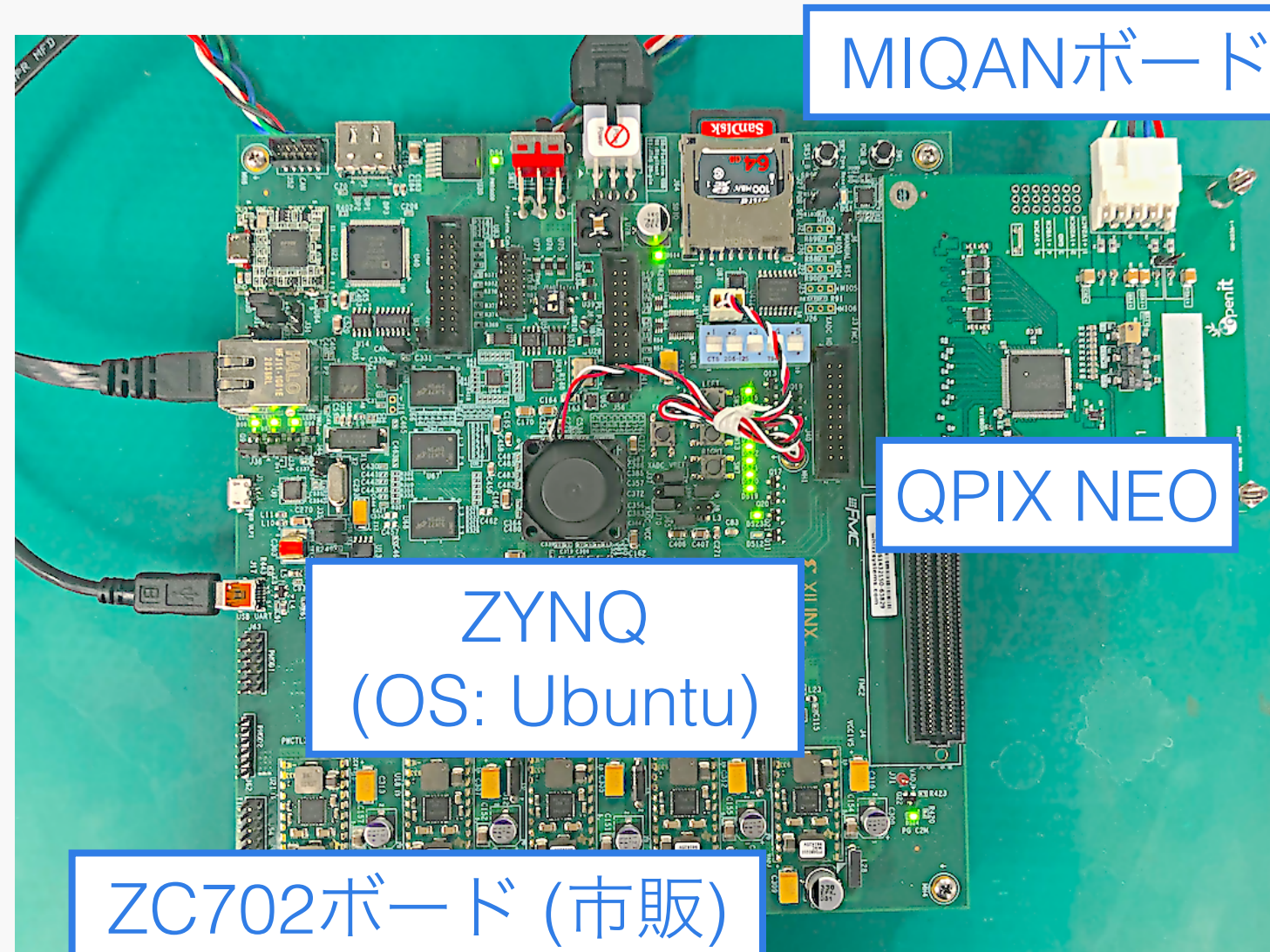
ASIC: QPIX NEOを開発
(KEK 宮原氏の設計)

- 155 μmピッチピクセルパッド、64 ch
 - 各チャンネルにADC 10bit 2.5Msps
 - よりデータの軽いToT/ToF読み出しも搭載
- 現在動作検証中

ASIC評価ボード「MIQAN」開発
Xilinx社 ZYNQ搭載基板で性能評価

独自にソフトウェア、ファームウェアを開発、DAQシステム構築

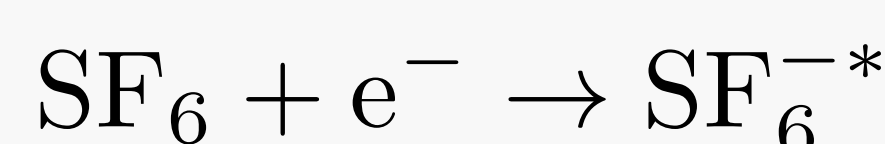
(パッケージ化したチップ少し余っているのでよければどうぞ)



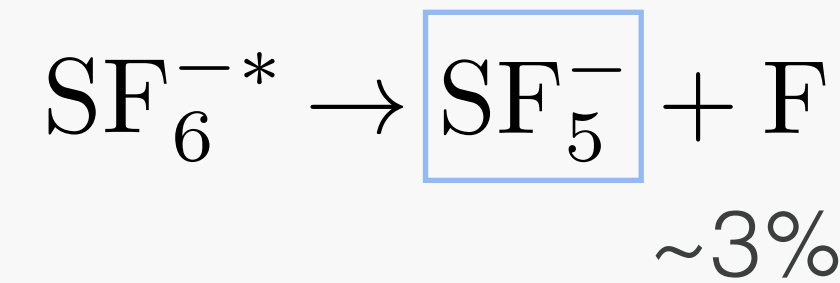
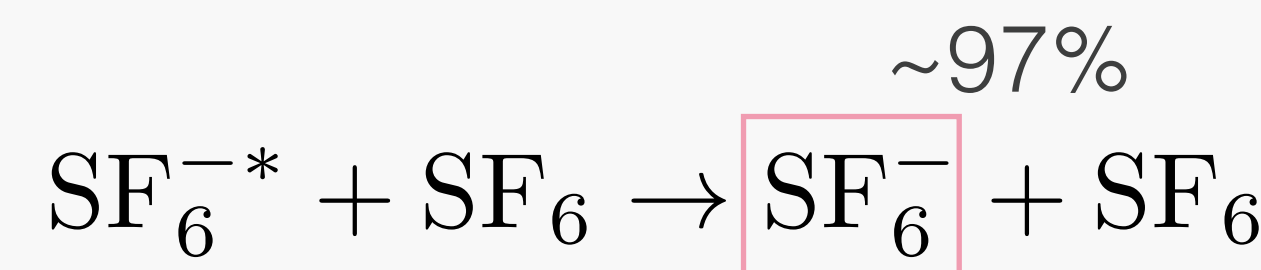
ADCが仕様通りの性能であることを確認

Negative ion

使用するガス: SF₆



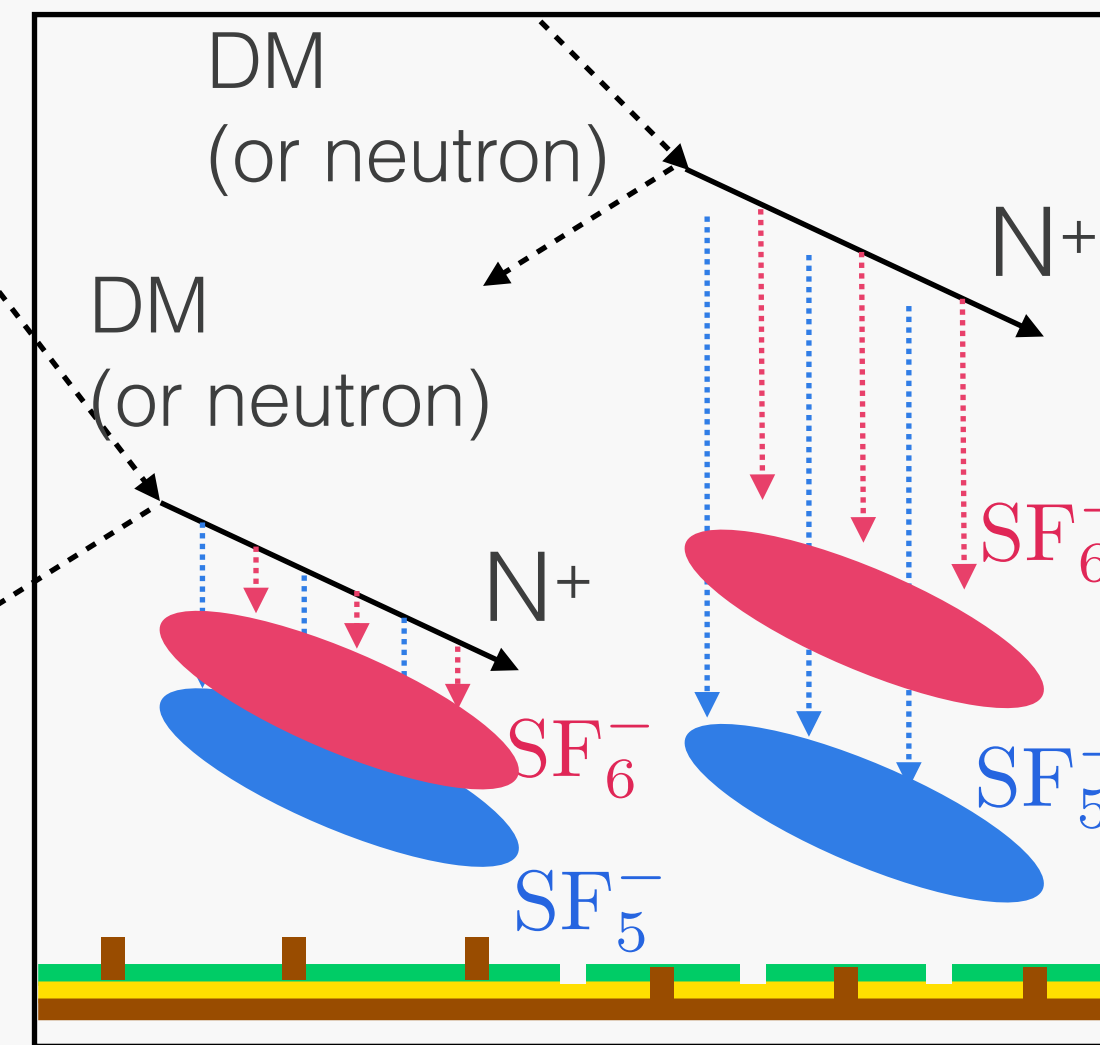
2種類の陰イオン形成



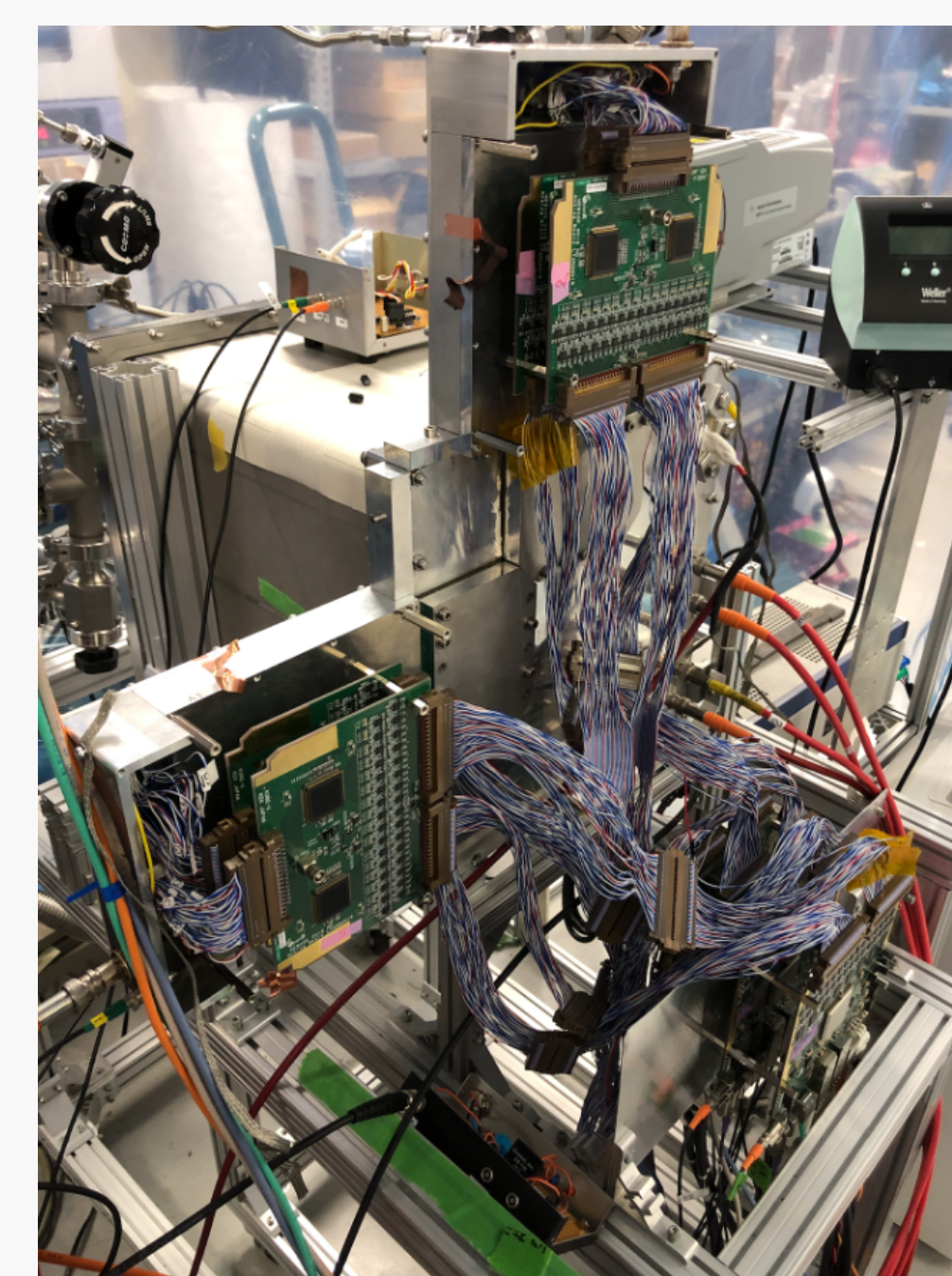
~97%

~3%

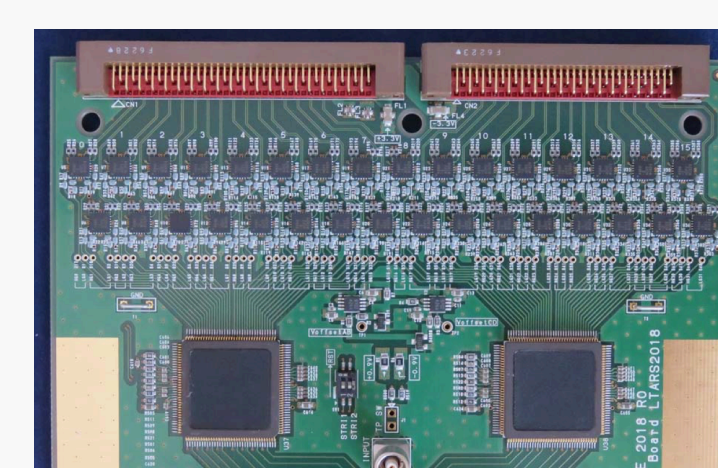
時間差から絶対位置測定



検出器近傍BG削減にも有効
読み出しはやはり大変

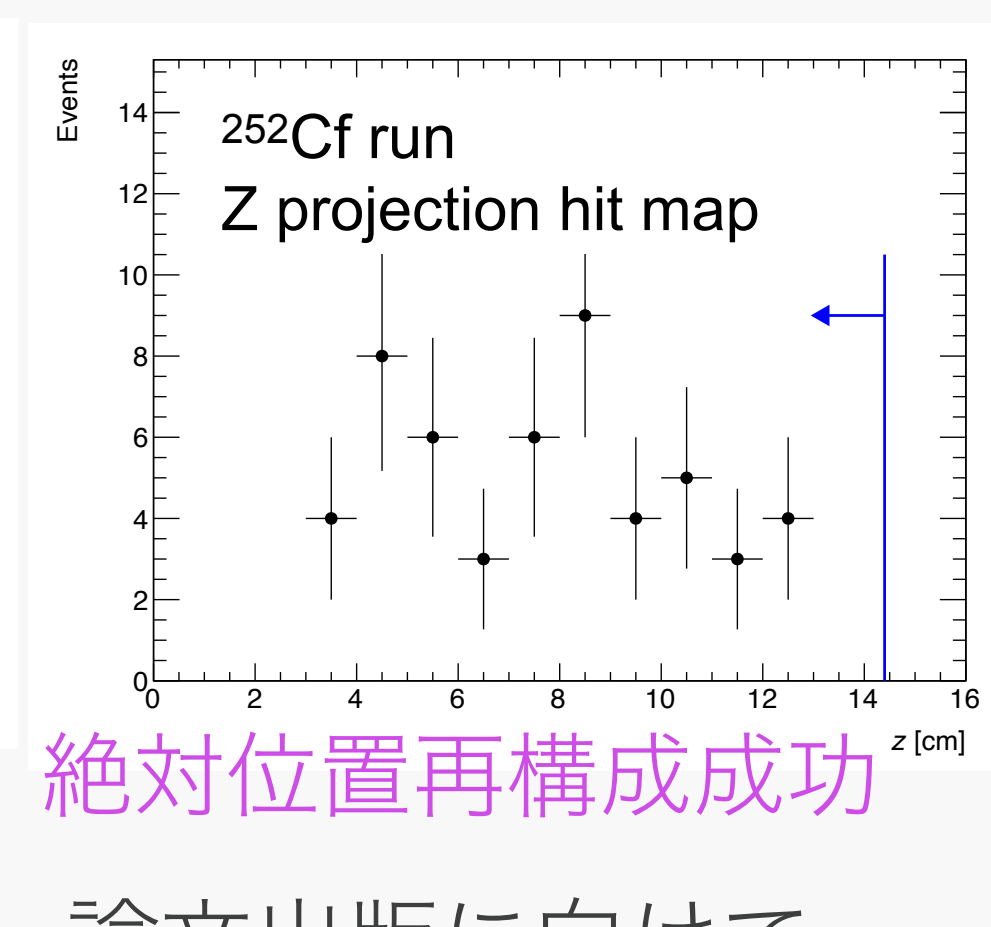
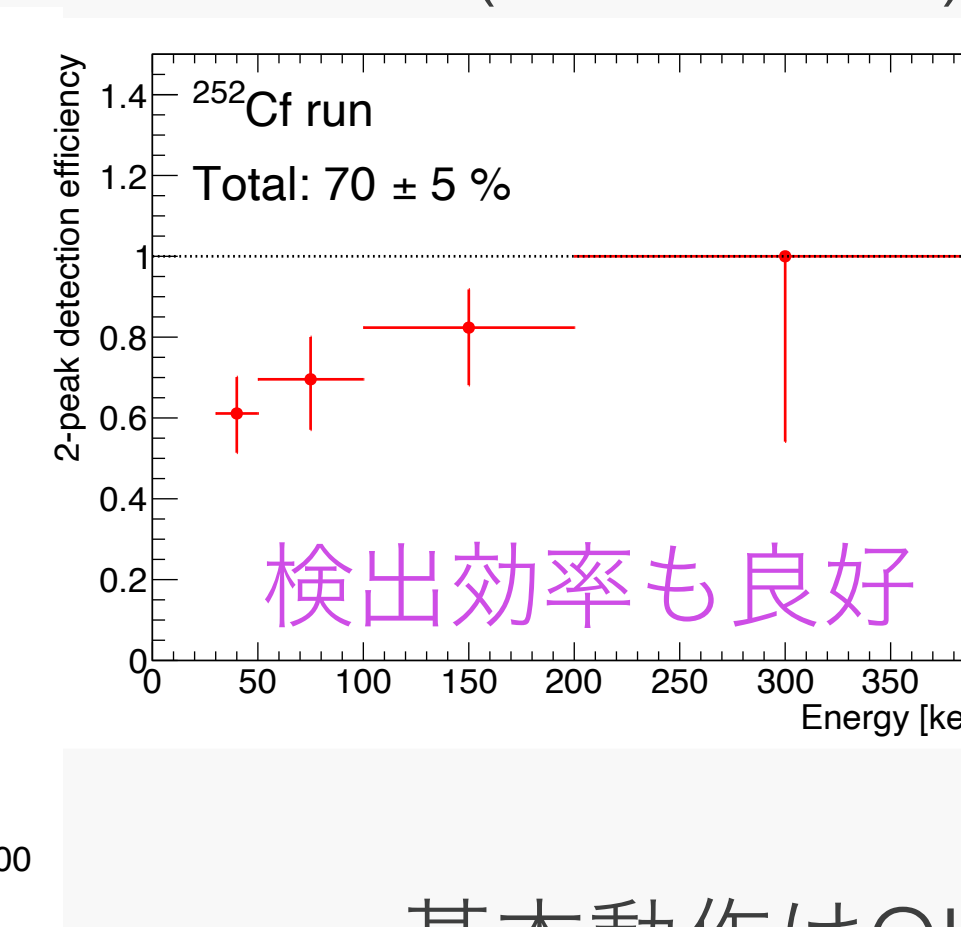
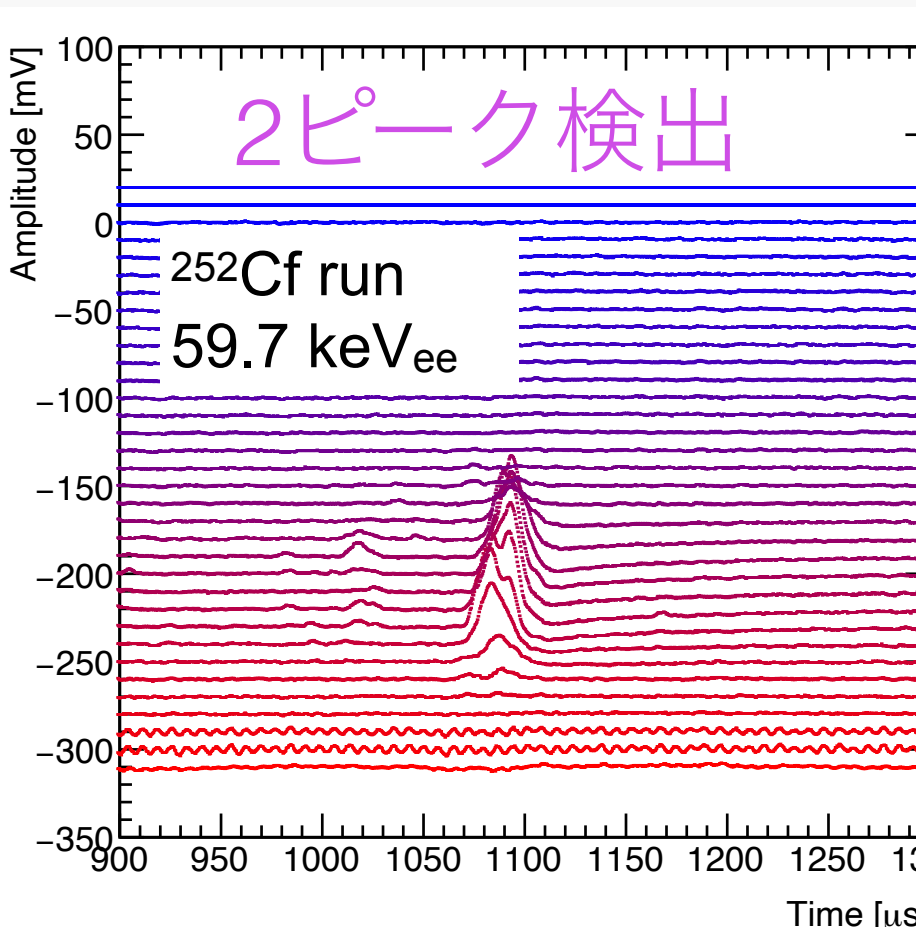


小型版NEWAGE
検出器と専用の
読み出しボードで
原理実証目指す
(読み出しはμ-PIC)



252Cf線源の中性子照射試験で

WIMP信号(原子核反跳)を模擬



基本動作はOK、論文出版に向けて
統計量を増やした試験を準備中

Prospect

TPC読み出し用の電極に

インターポザー基板設計完了:

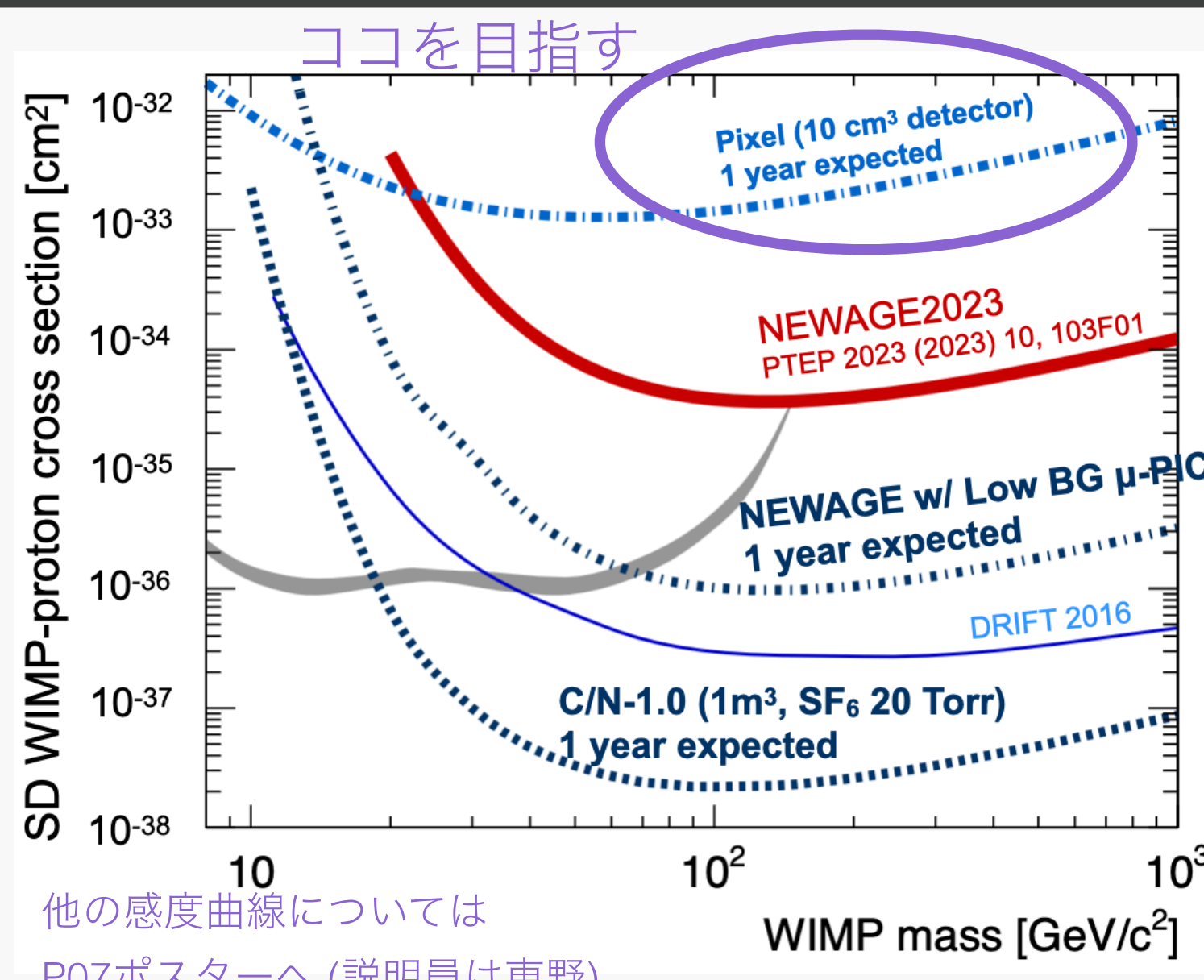
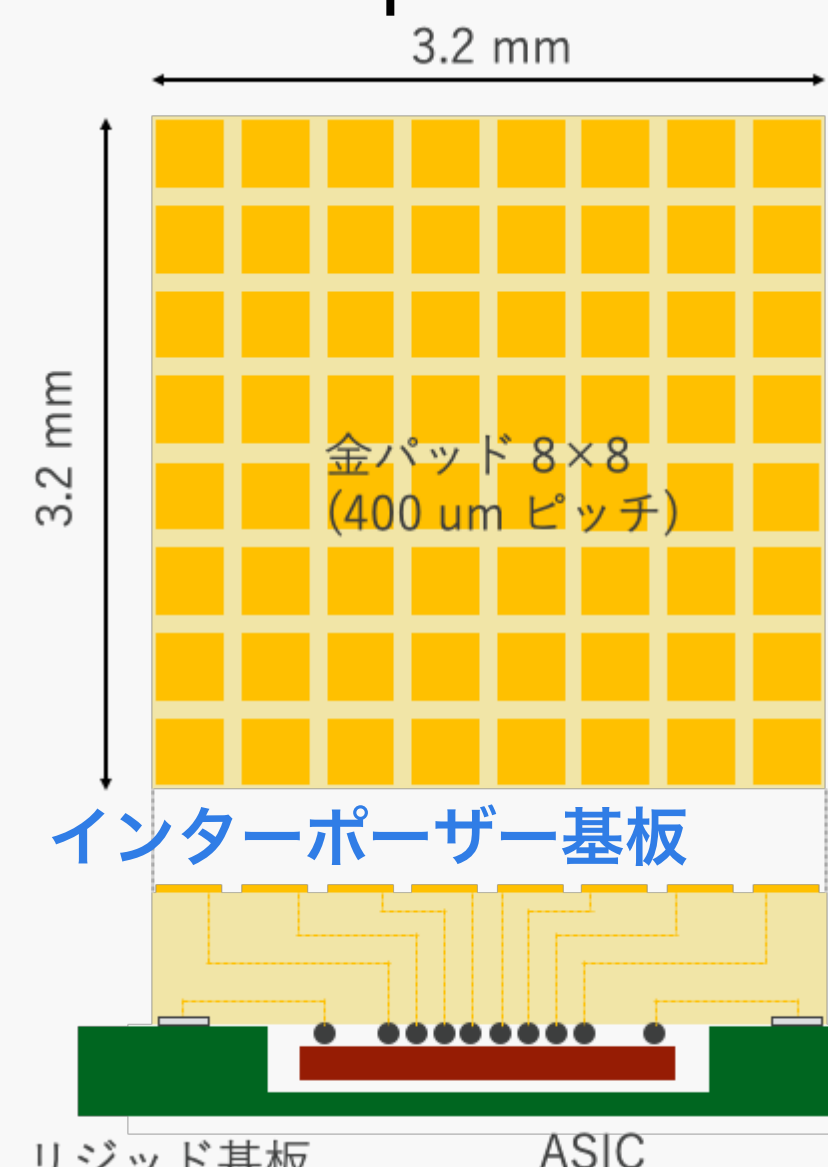
“ABF®”を用いた微細構造基板

(味の素ビルドアップフィルム)

w/ ハヤシレピック

これを製造して陰イオンピクセル
ガスTPCの完成へ

SF₆ガス+小型検出器で
原理実証をまず目指す



Conclusion

- 低質量暗黒物質探索に向けたガスTPC検出器開発
- ピクセル読み出し+陰イオンガスでより短飛跡検出へ
- 双方を並行して開発、評価中
- 次はピクセル電極を製造して小型検出器で原理実証へ

科研費

この研究は以下のサポートを受けて実施しました

- 新学術公募 (22H04574) ガスTPCの超微細読み出しが切り拓く低質量暗黒物質探索
- 若手 (21K13943) 方向に感度のある暗黒物質探索におけるガスTPCの超微細読み出し