

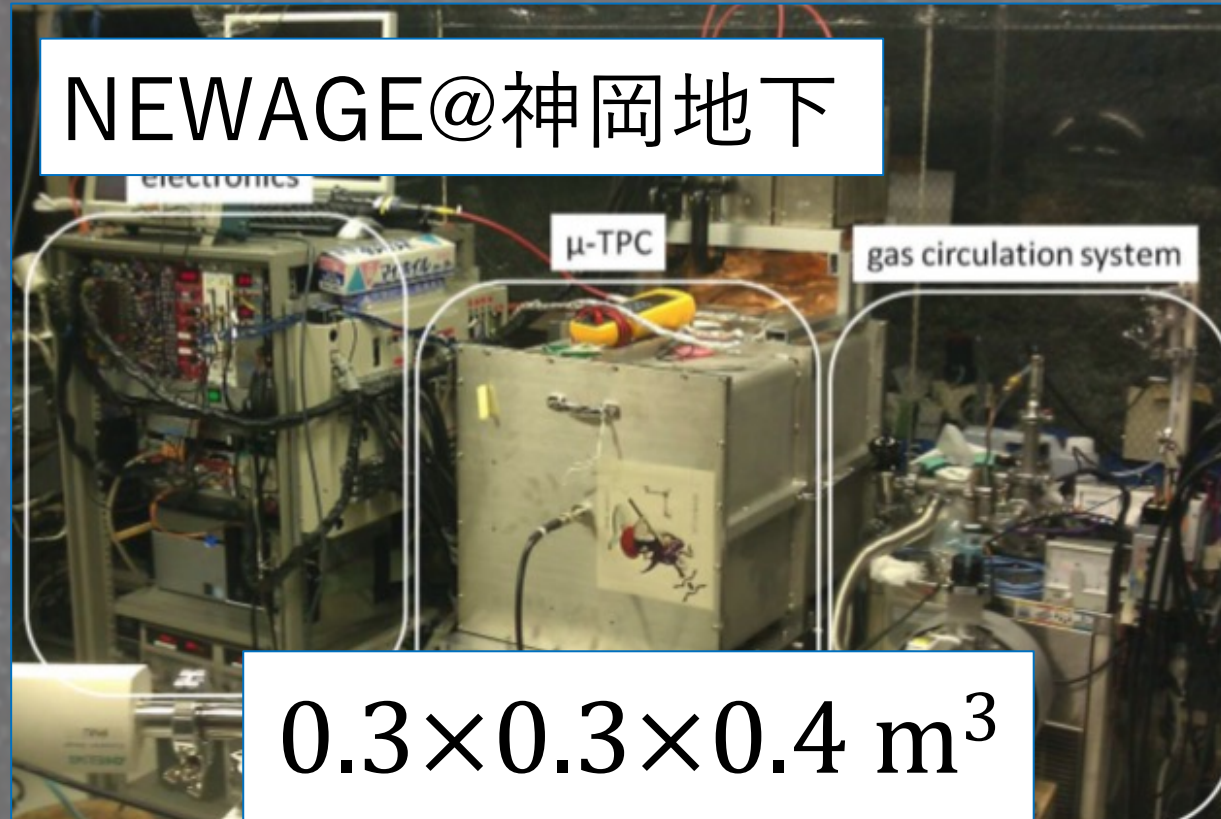
P13：大型ガスチェンバーを用いた 方向感度を持つ暗黒物質直接探索のための モジュール型検出器性能評価

2024/7/5
第一回「地下稀事象」領域研究会

神戸大学 生井 凌太
身内 賢太郎、東野 聡、鈴木 啓司、NEWAGEグループ

1. NEWAGE

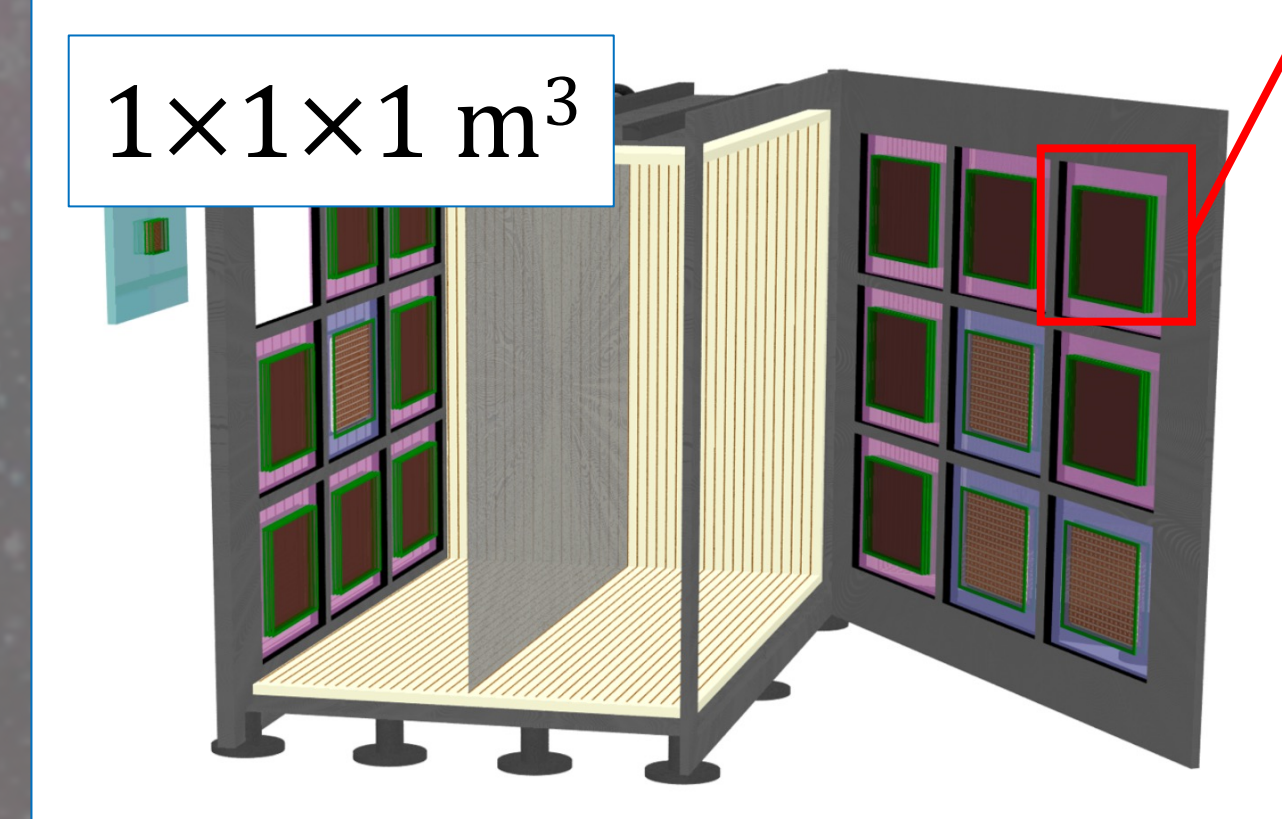
- 方向に感度を持つ暗黒物質直接探索
 - ・ 銀河回転による暗黒物質の到来方向の異方性を観測
 - ・ ガスTPCを用いて反跳原子核の飛跡を3次元取得



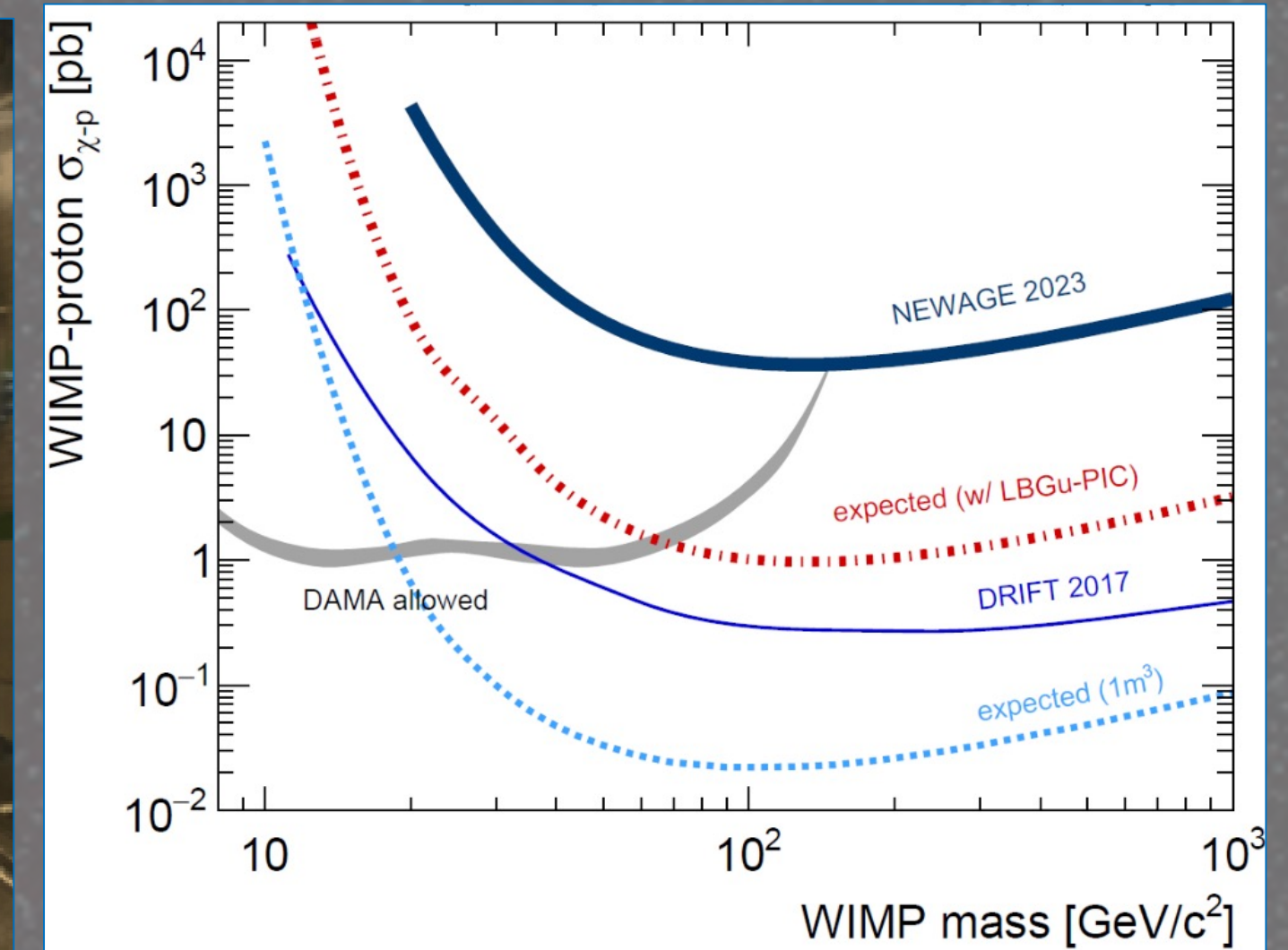
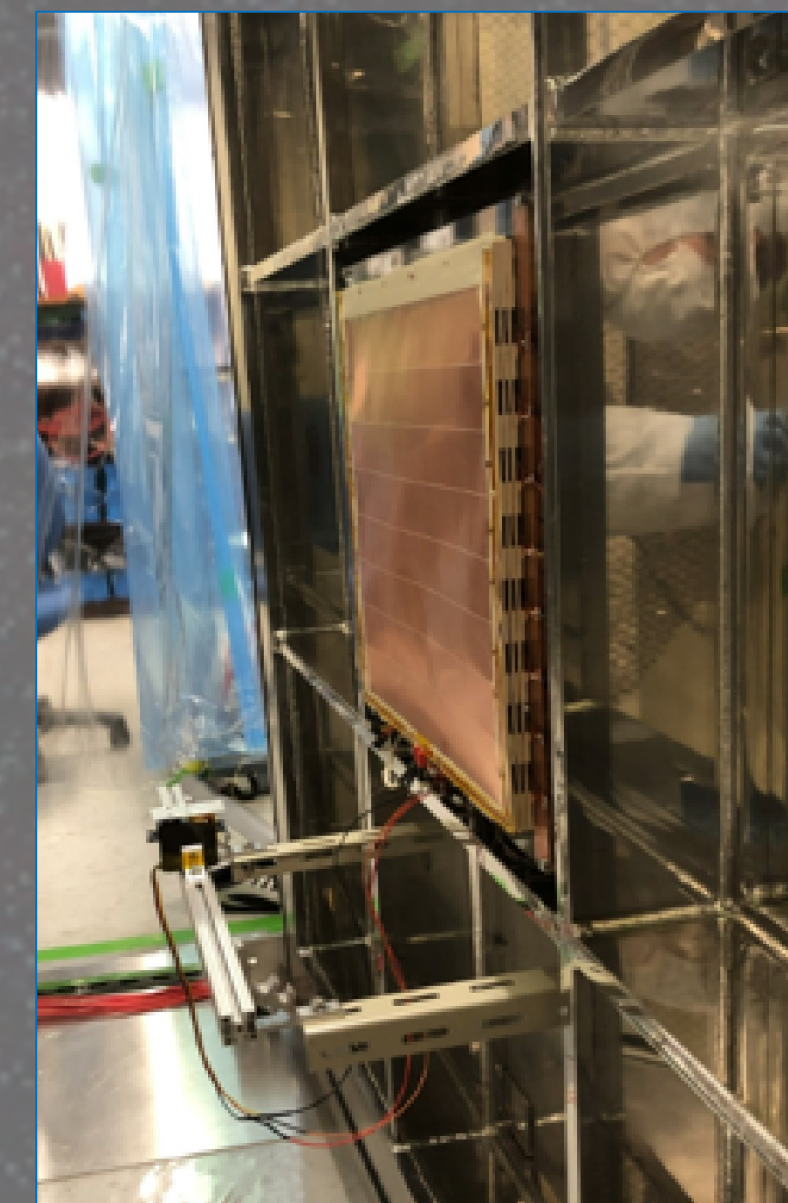
大型化
モジュール化

- 更なる感度向上に向けて
 - ・ 検出器の大型化（従来の30倍）
 - ・ モジュール検出器を9×2個搭載

▼CYGNUS-KM / NEWAGE (C/N-1.0)



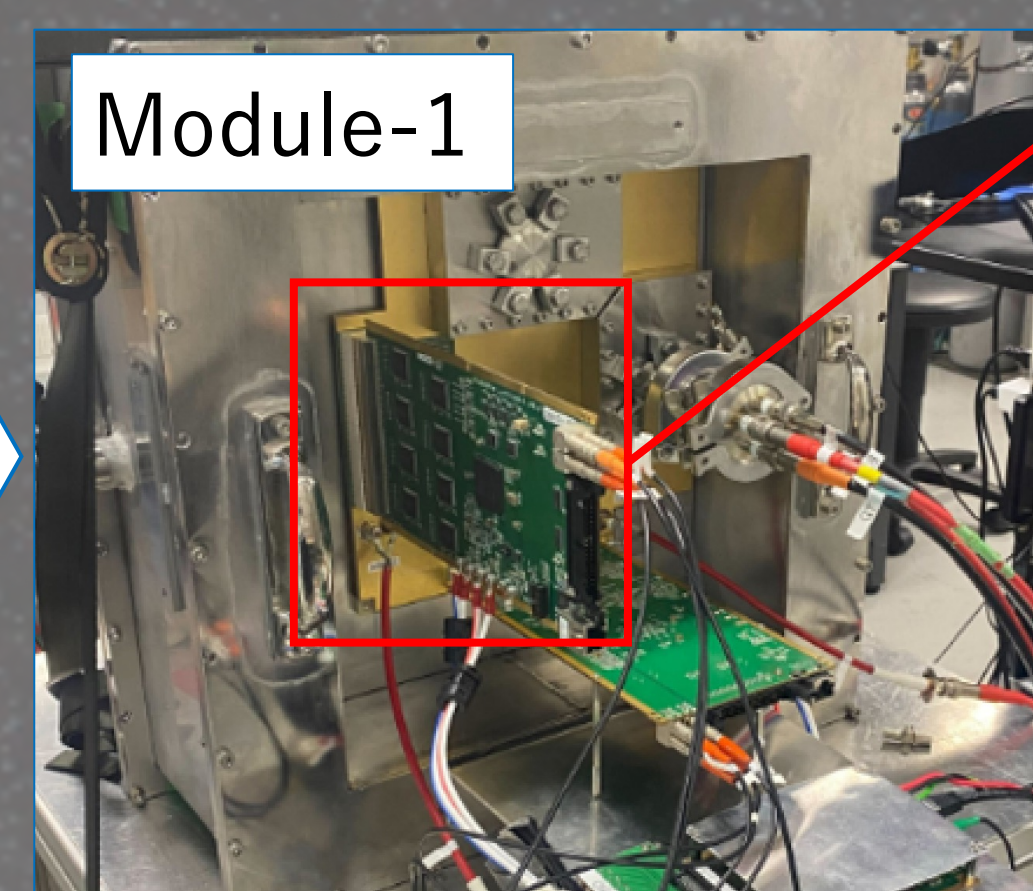
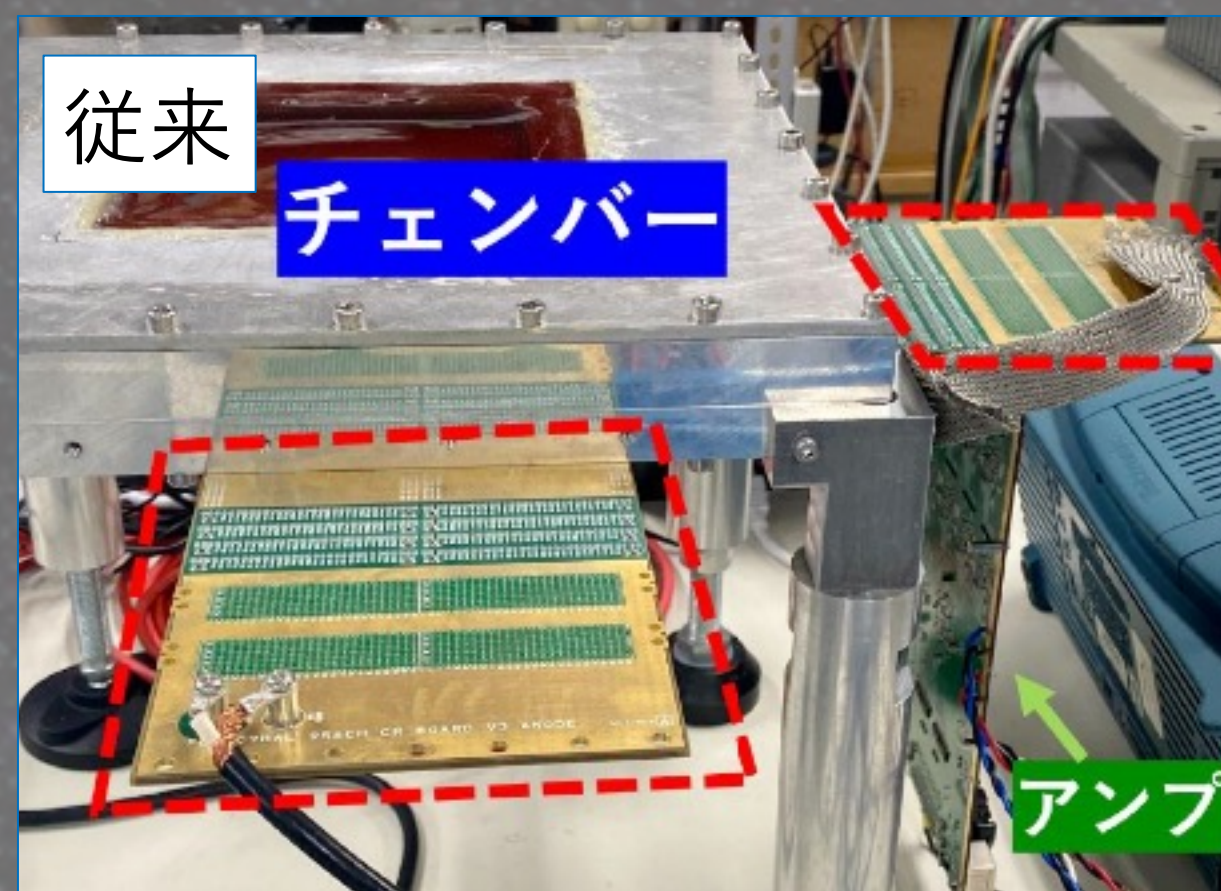
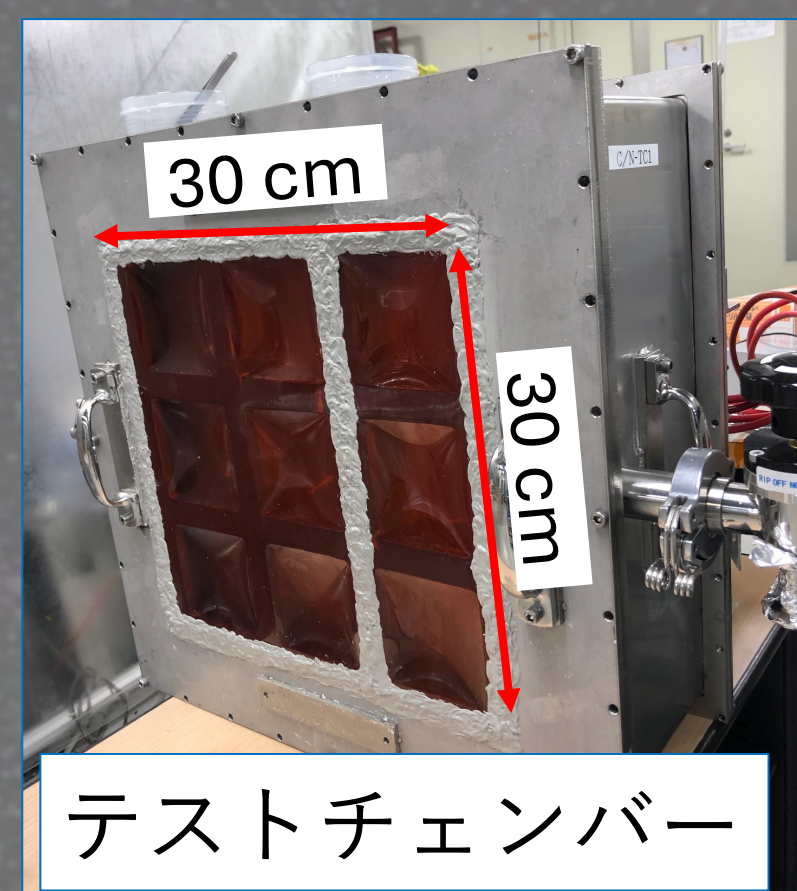
モジュール型検出器



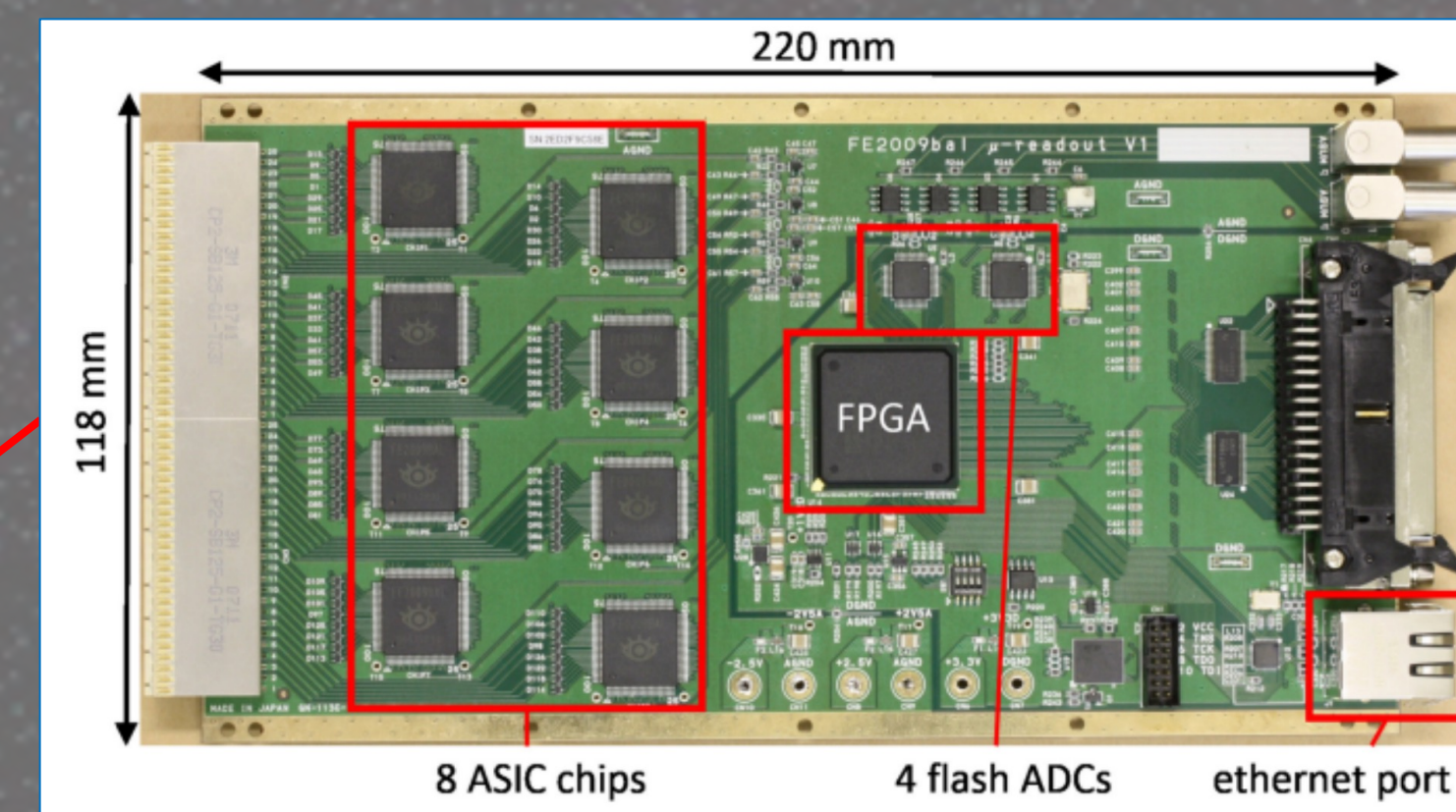
▲大型検出器による予想制限曲線

2. Module-1

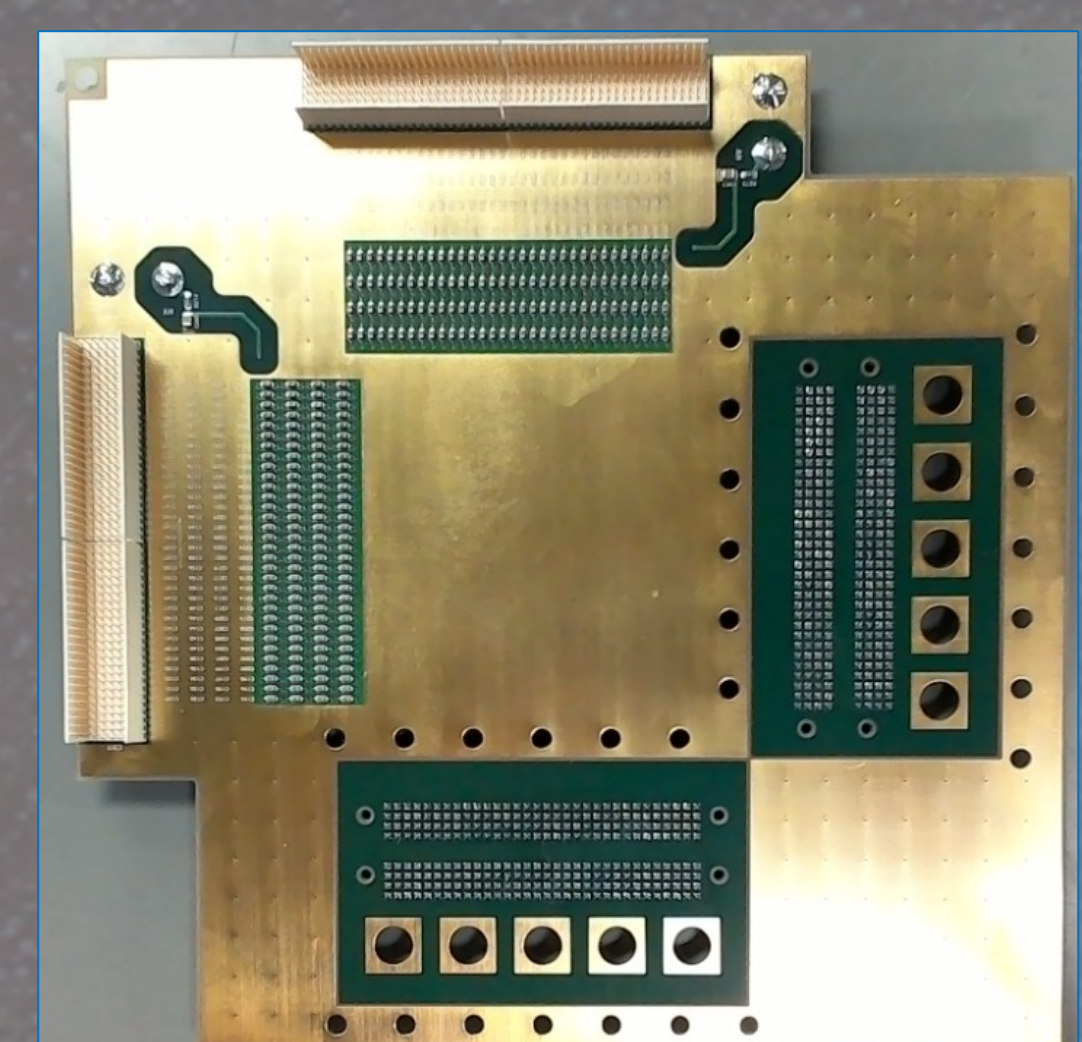
- 現行NEWAGEを模した構造
 - ・ CF₄ (0.1 atm)
 - ・ μ -PIC (10×10 cm²) 読み出し
- C/N-1.0に合わせた読み出し回路
 - ・ 周りに干渉しないコンパクトなDAQ



▼Gigabit_RO_V1_BOARD



▼フィードスルーボード



- 2種類の信号情報出力方式
 - ・ 100MHz ADC波形 4 ch (32 chを統合)
 - ・ 100MHz Hit timing, tot情報 128 ch

本研究の目的：

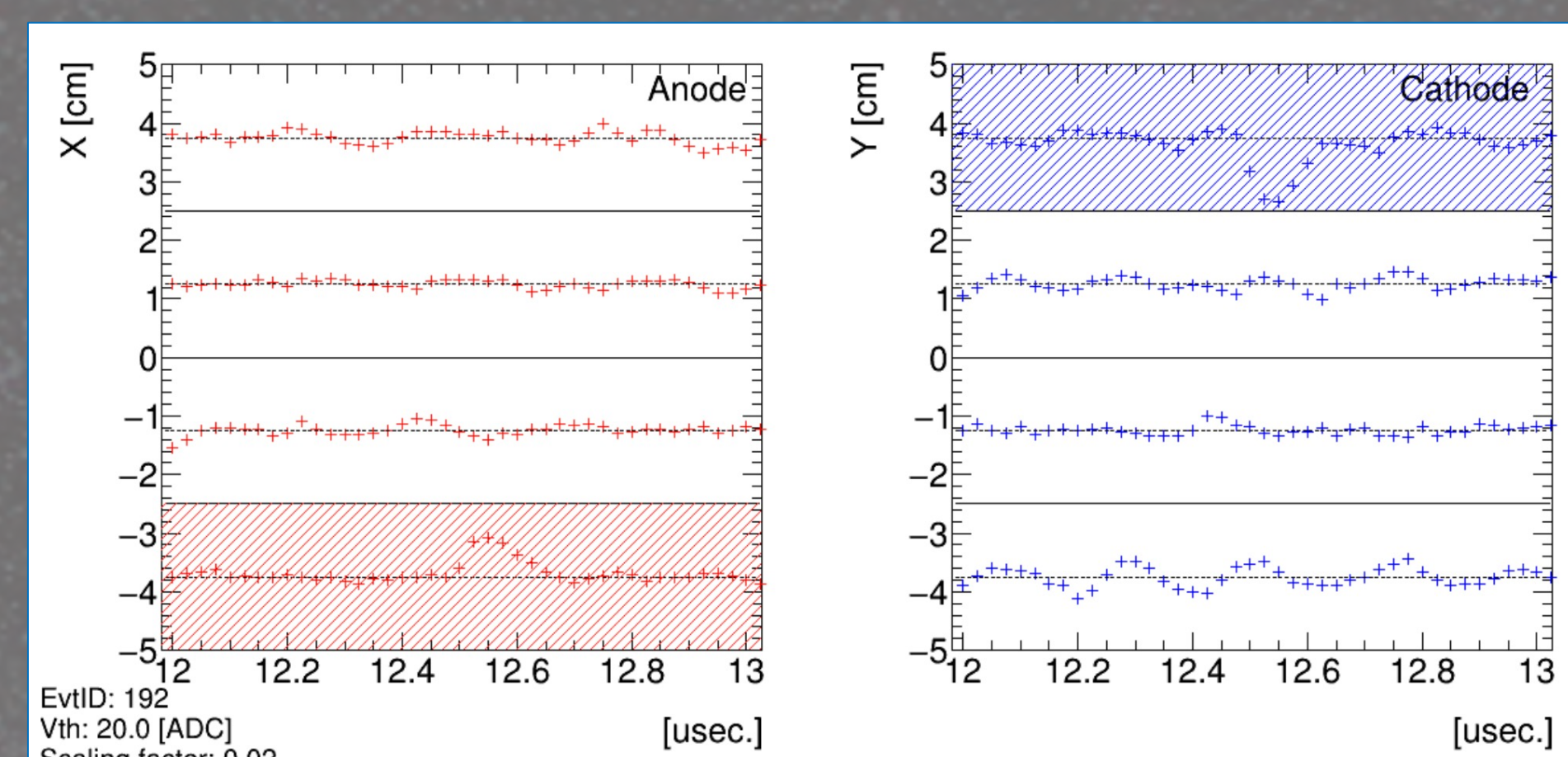
✓ モジュール型検出器のテストチェンバーによる動作試験

3. Measurement

- 性能評価
 - ・ 基本特性（ADC波形を使用）
 - ⁵⁵Fe X線源によるスペクトルの取得
 - ・ ガスゲイン特性（ADC波形を使用）
 - ゲインの電圧依存性の評価
 - ・ 原子核反跳事象の取得（Hit情報を使用）
 - ²⁵²Cf 中性子線源による原子核反跳飛跡の取得

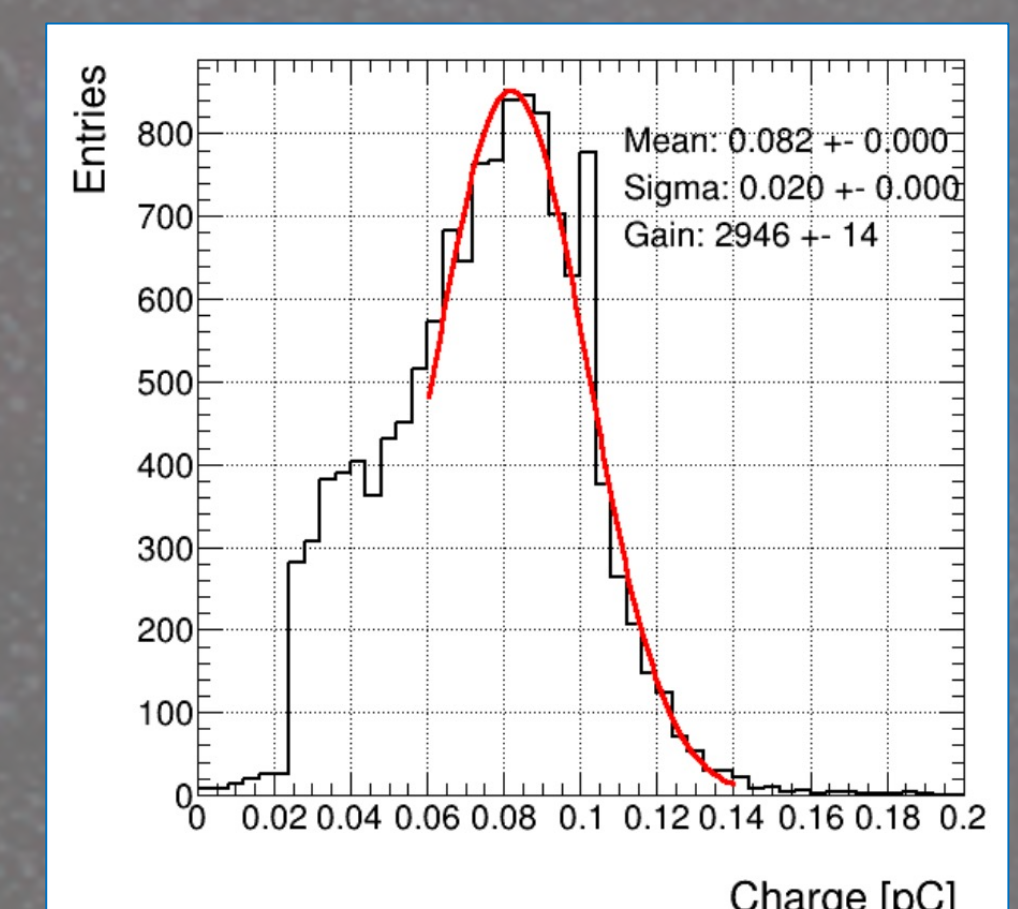
基本特性

※別のdigitizerにより信号取得



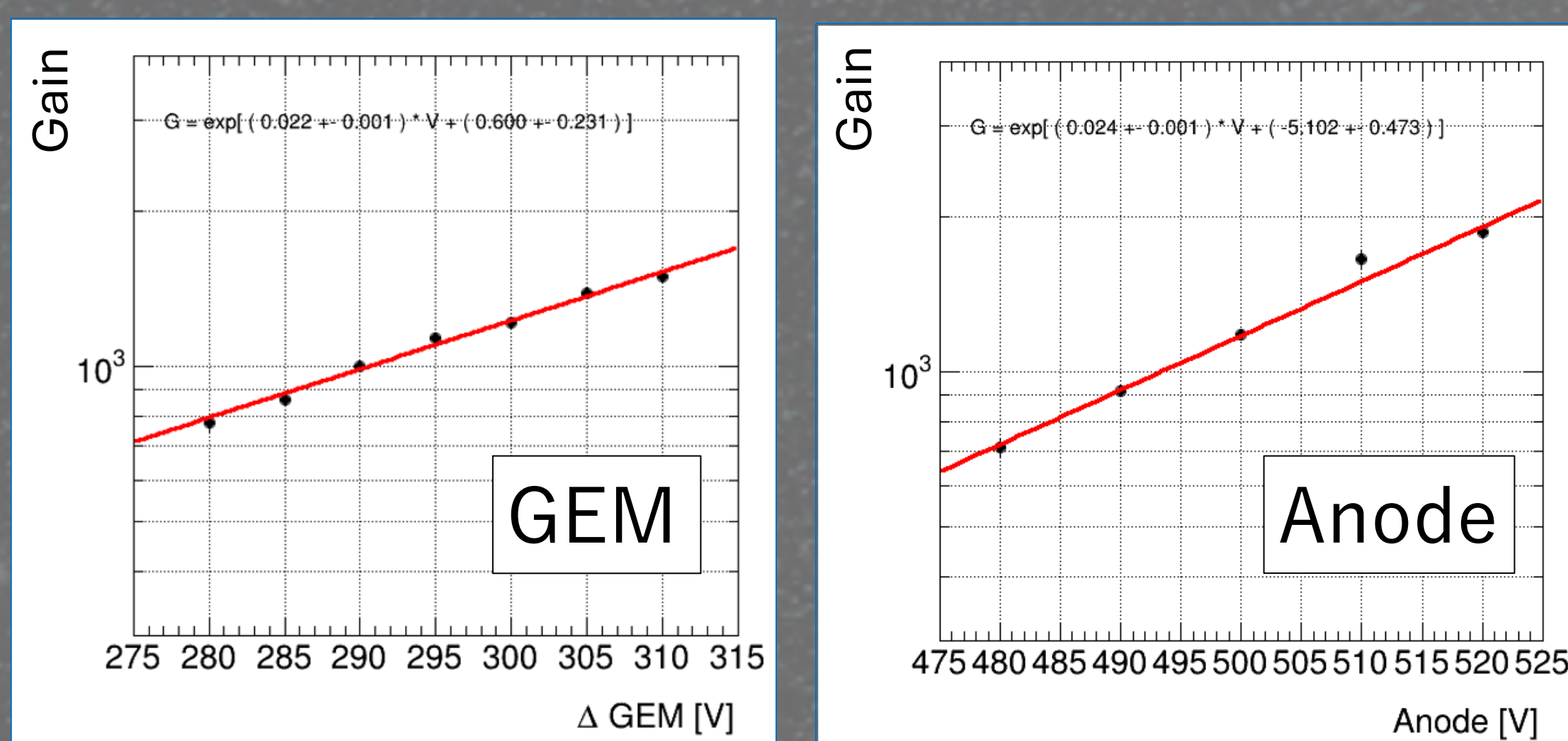
▲ADC波形による⁵⁵Feのwaveform

▼⁵⁵Feのspectrum



➢ 正常に信号取得可能

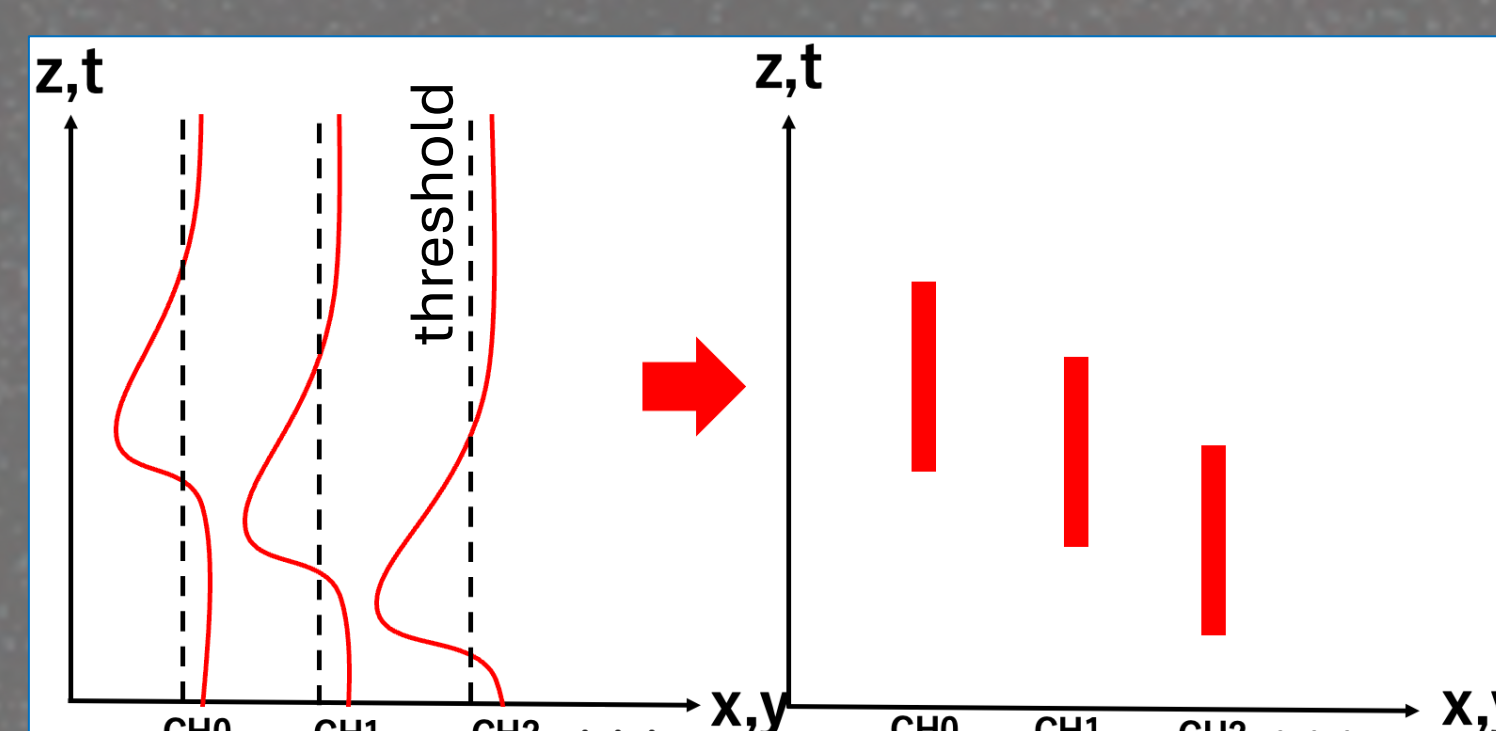
ガスゲイン特性



➢ exponentialなゲイン増加を確認

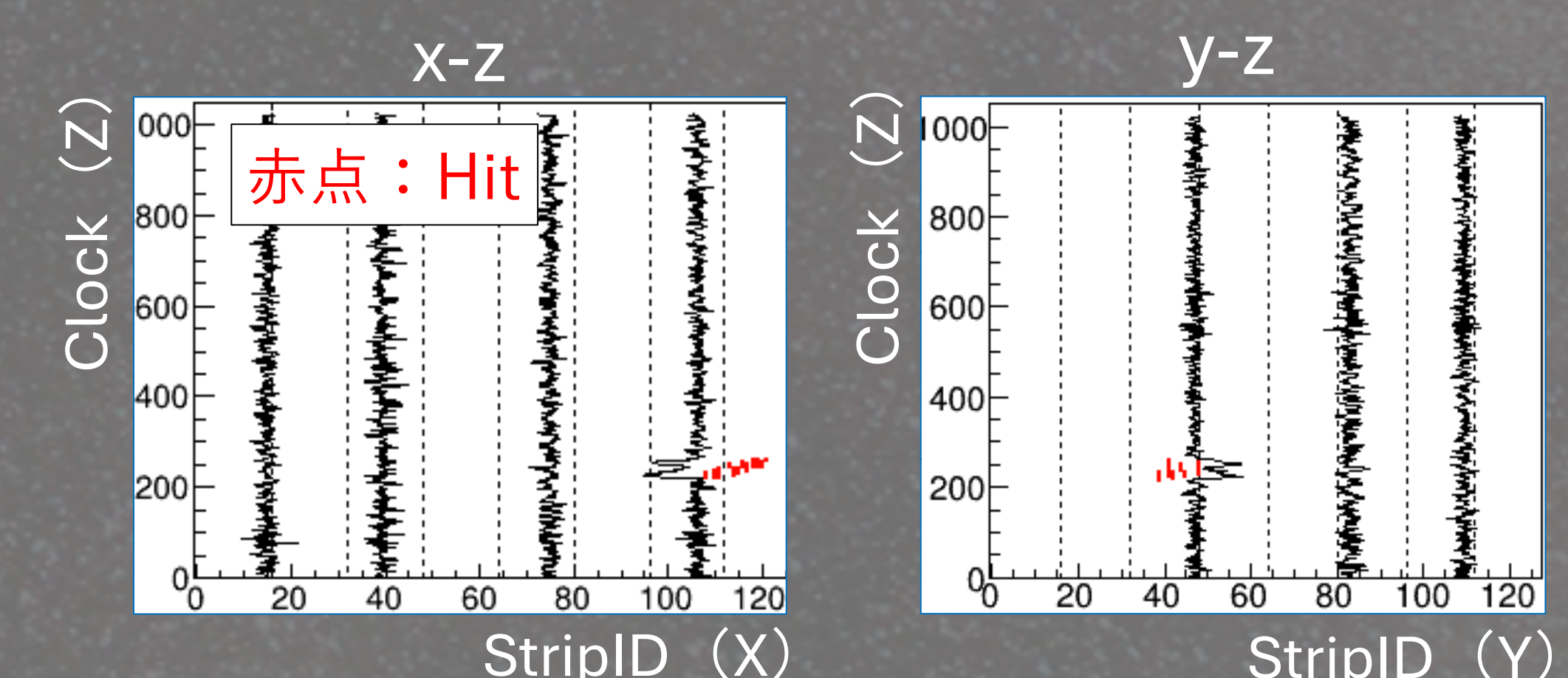
飛跡再構成

- Hit timing, totから飛跡再構成
 - ・ 128 chでtotを取得



▲Hit信号取得の概略図

▼原子核反跳飛跡



➢ 原子核反跳、電子反跳の飛跡を取得可能

✓ Module-1がTPCとして正常に動作していることを確認

4. Prospect

- 暗黒物質直接探索に向けて
 - ・ 高ゲインでの動作安定化
 - ・ バックグラウンドとなる検出器内部の放射性同位体量評価
 - ・ フィードスルーの大面積化
- C/N-1.0への導入へ

5. Conclusion

- ・ 基本特性、ガスゲイン特性評価
- ・ 原子核反跳事象 飛跡再構成
- Module-1の正常な動作を確認できた