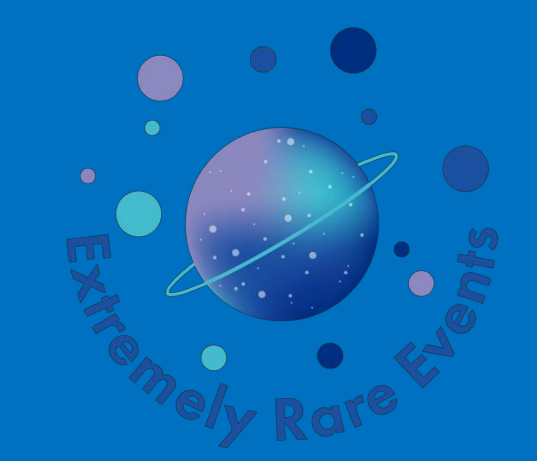


P28: 方向に感度をもつ暗黒物質探索実験に向けた 大型ガスTPC開発の現状



神戸大学 生井 凌太



学術変革「地下稀事象」領域研究会2025

東京大学 Jun. 25, 26

Introduction

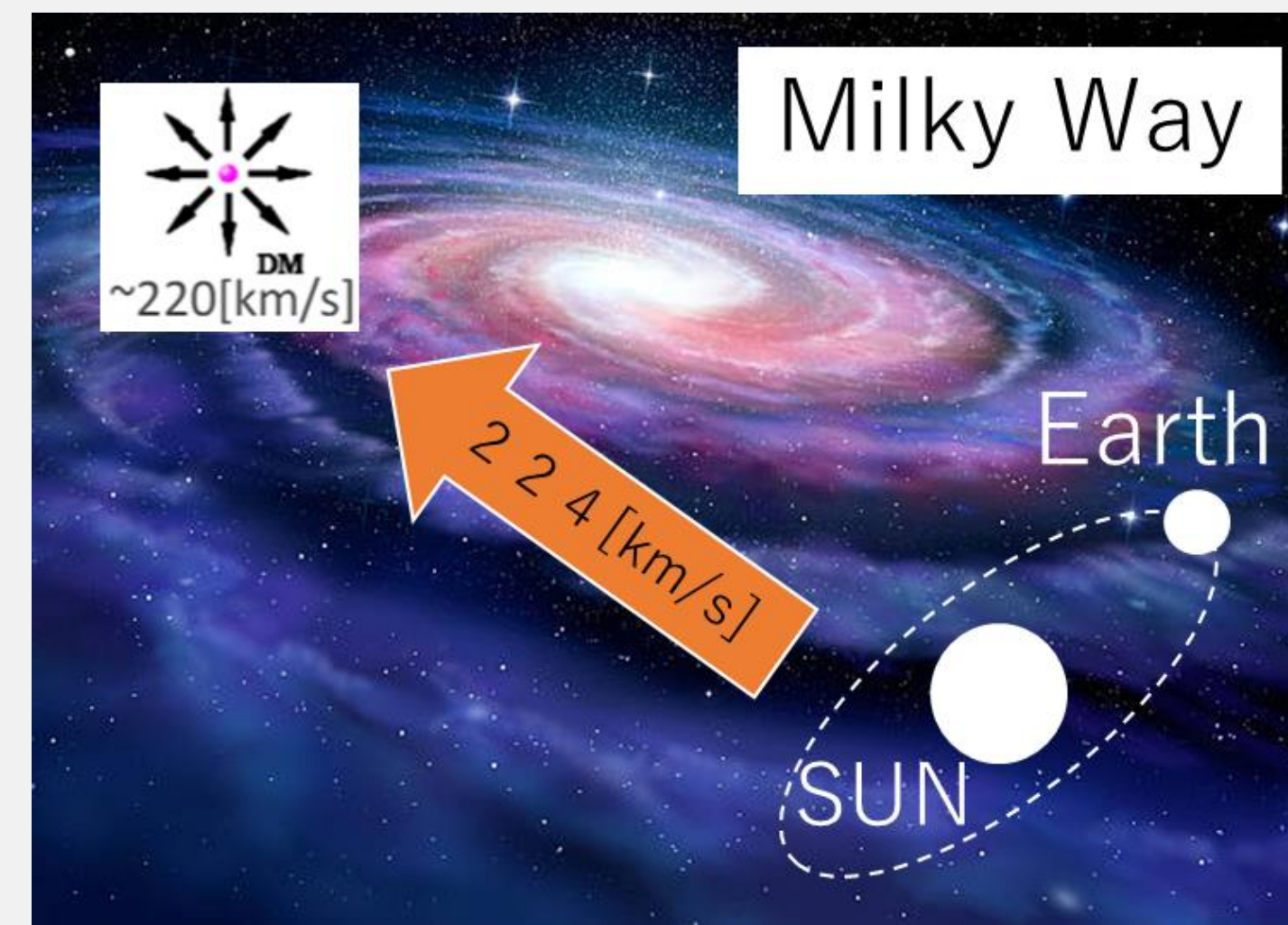
暗黒物質探索

- 宇宙観測による不明な質量分布の発見
- 正体解明のため様々な実験が進行中

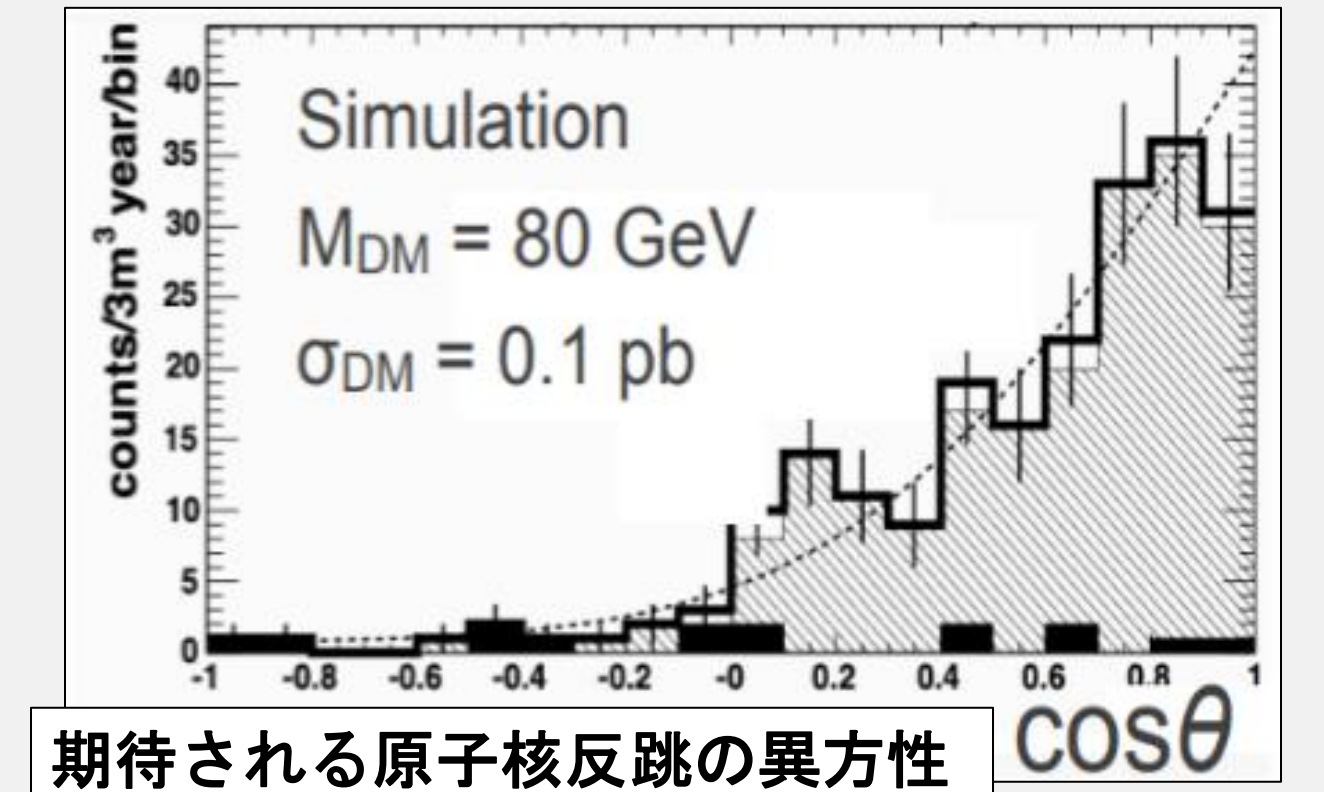
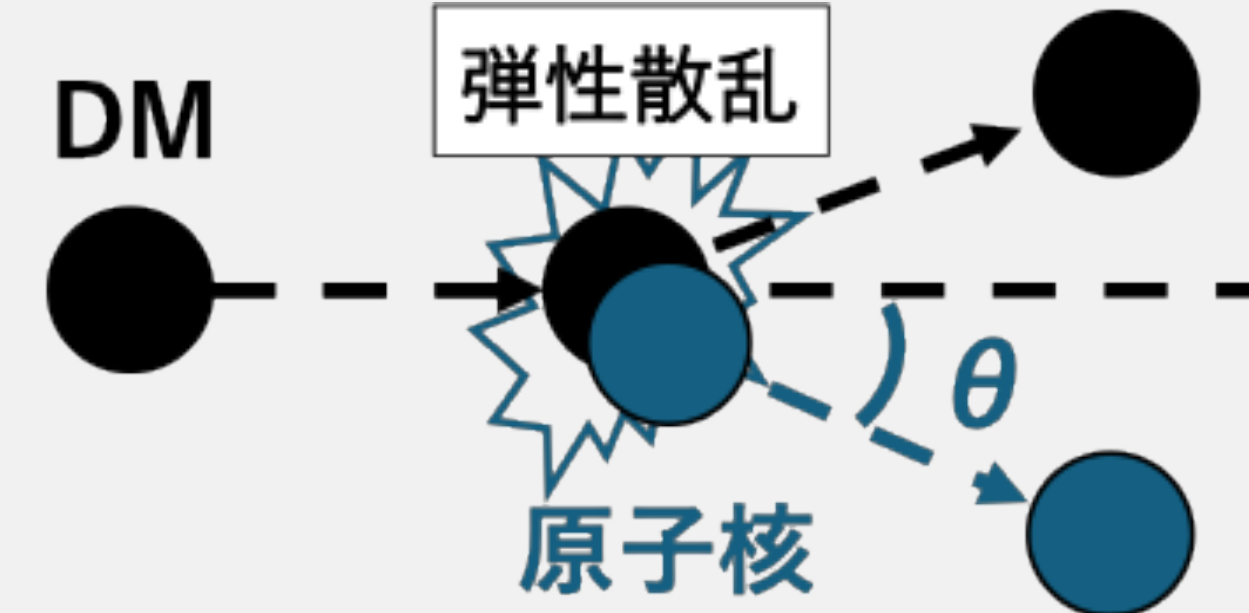
方向に感度を持つ探索

- 銀河系中の暗黒物質の発見 + 性質解明

暗黒物質の到来方向から暗黒物質の運動学的な性質を探る



太陽系の進行方向からの暗黒物質到来量が多い

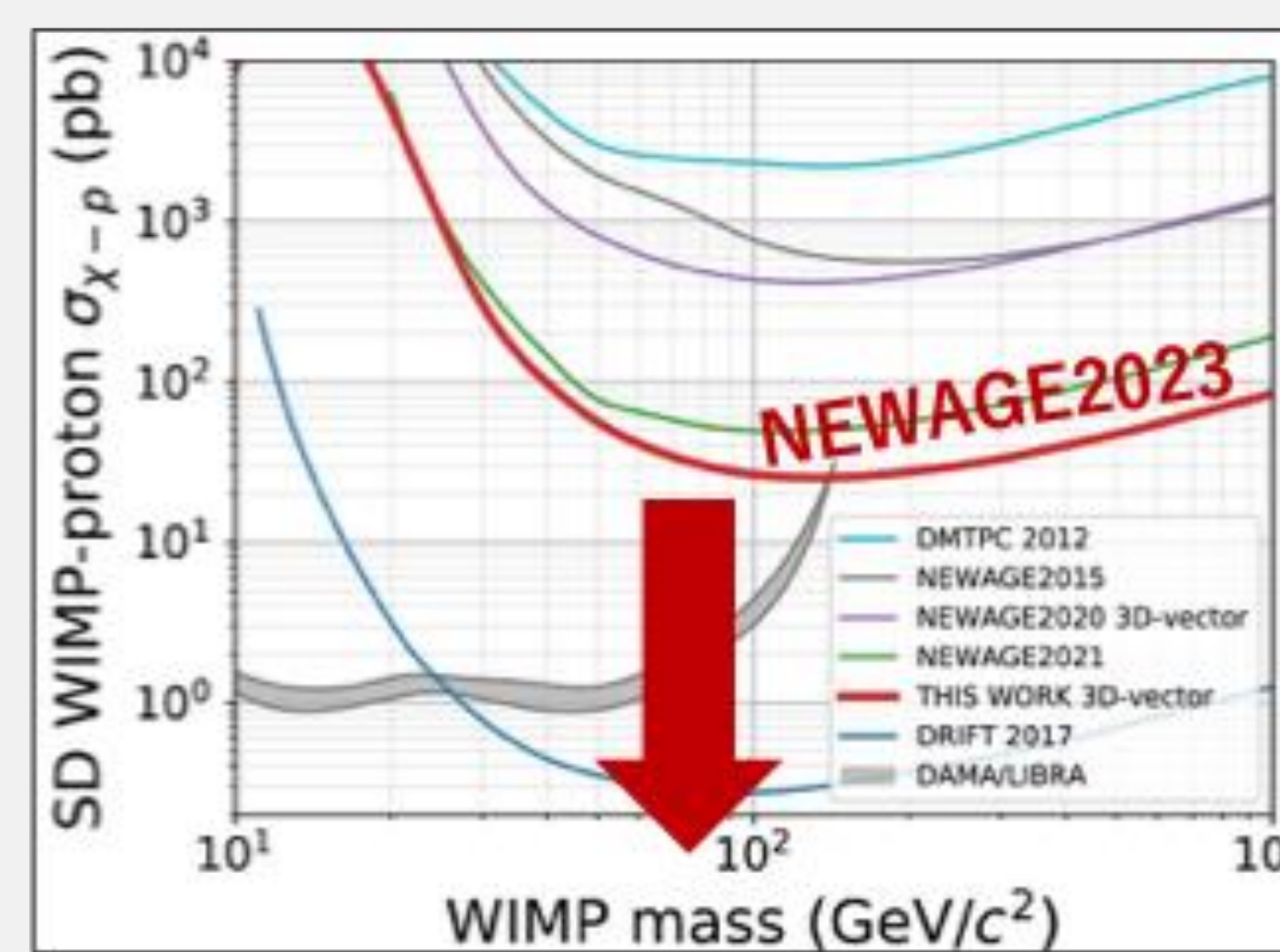
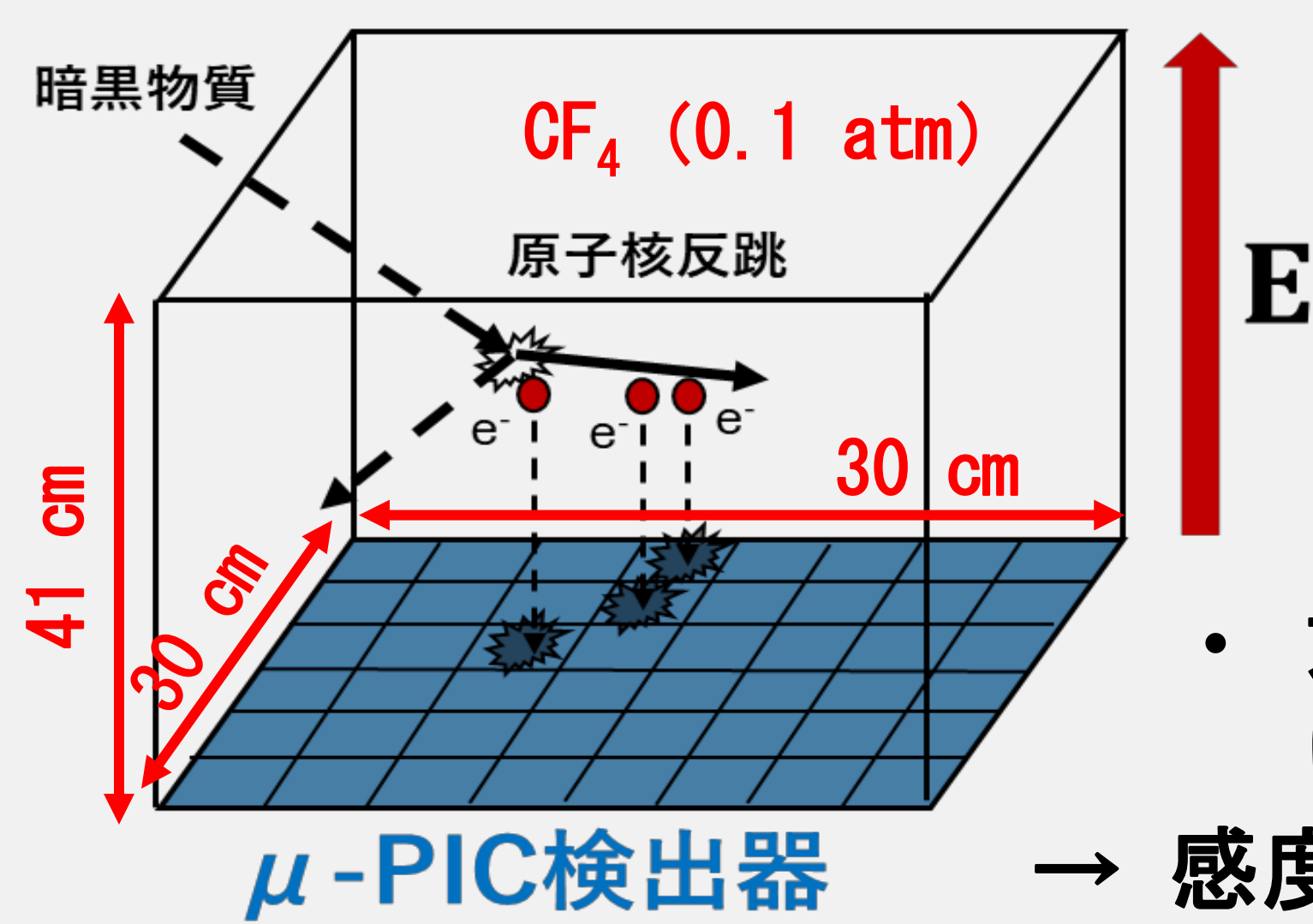


- 原子核の反跳方向から暗黒物質の到来方向を知る
- 飛跡を3次元再構成できる検出器

→ 方向に感度をもつ暗黒物質探索が可能

NEWAGE

- ガス検出器を用いた方向感度をもつ暗黒物質探索
 - 位置 (2次元) + 時間 (1次元)
- 神岡坑内で実験が進行中 (27 L) (詳細: 東野poster, P25)

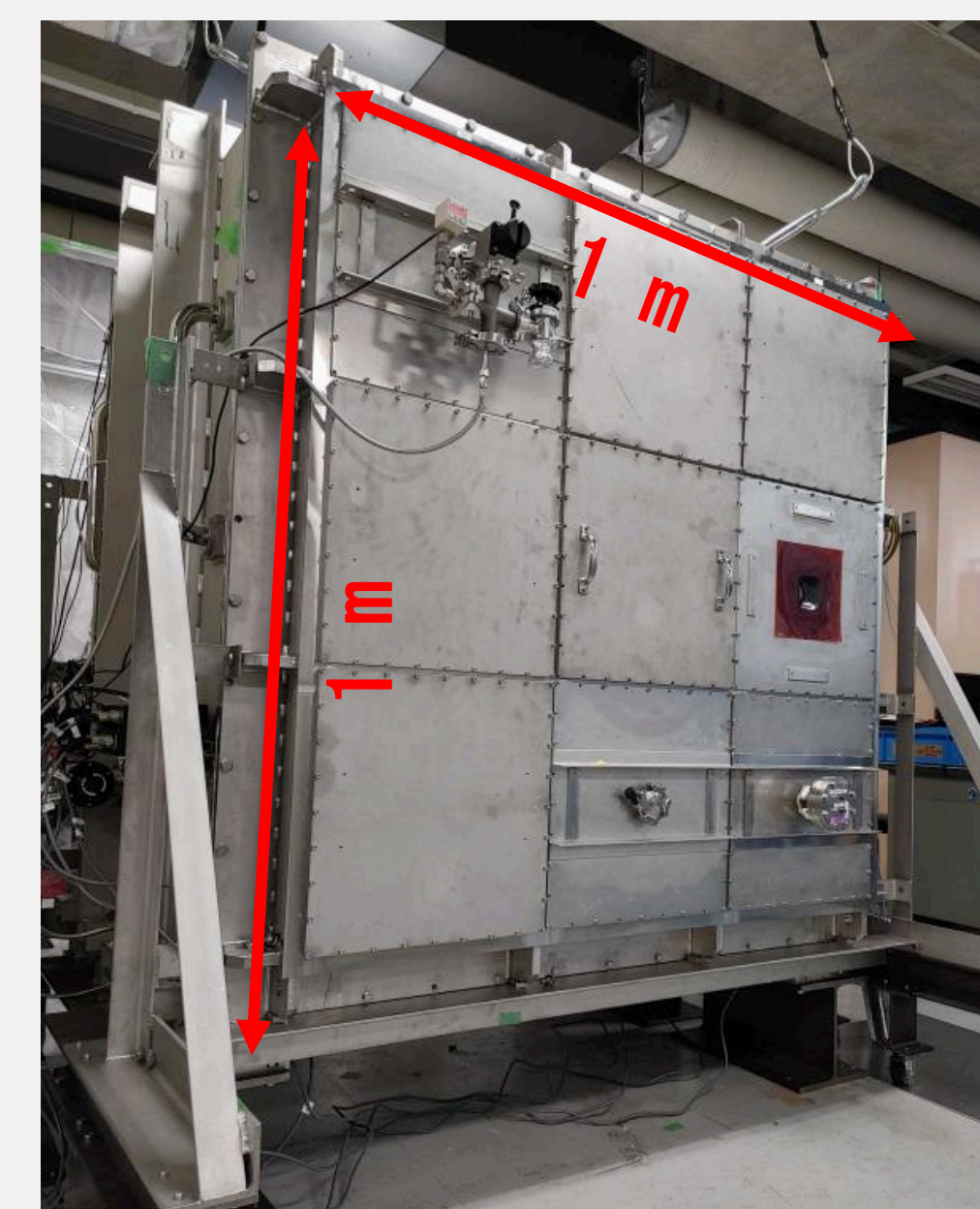


- 方向に感度をもつ暗黒物質探索においてworld record

→ 感度向上に向け検出器の大型化へ

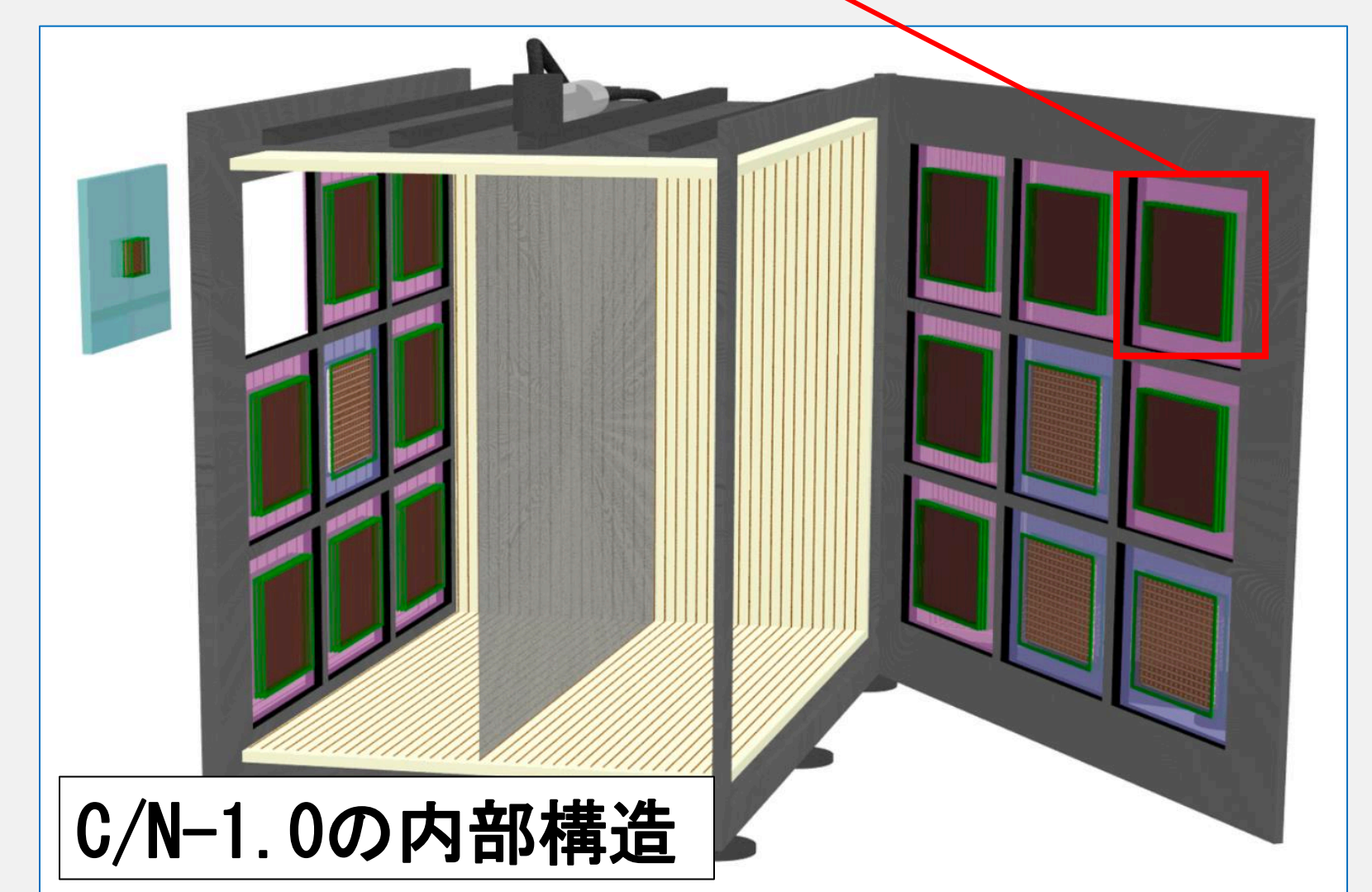
C/N-1.0

C/N-1.0の外観



設計

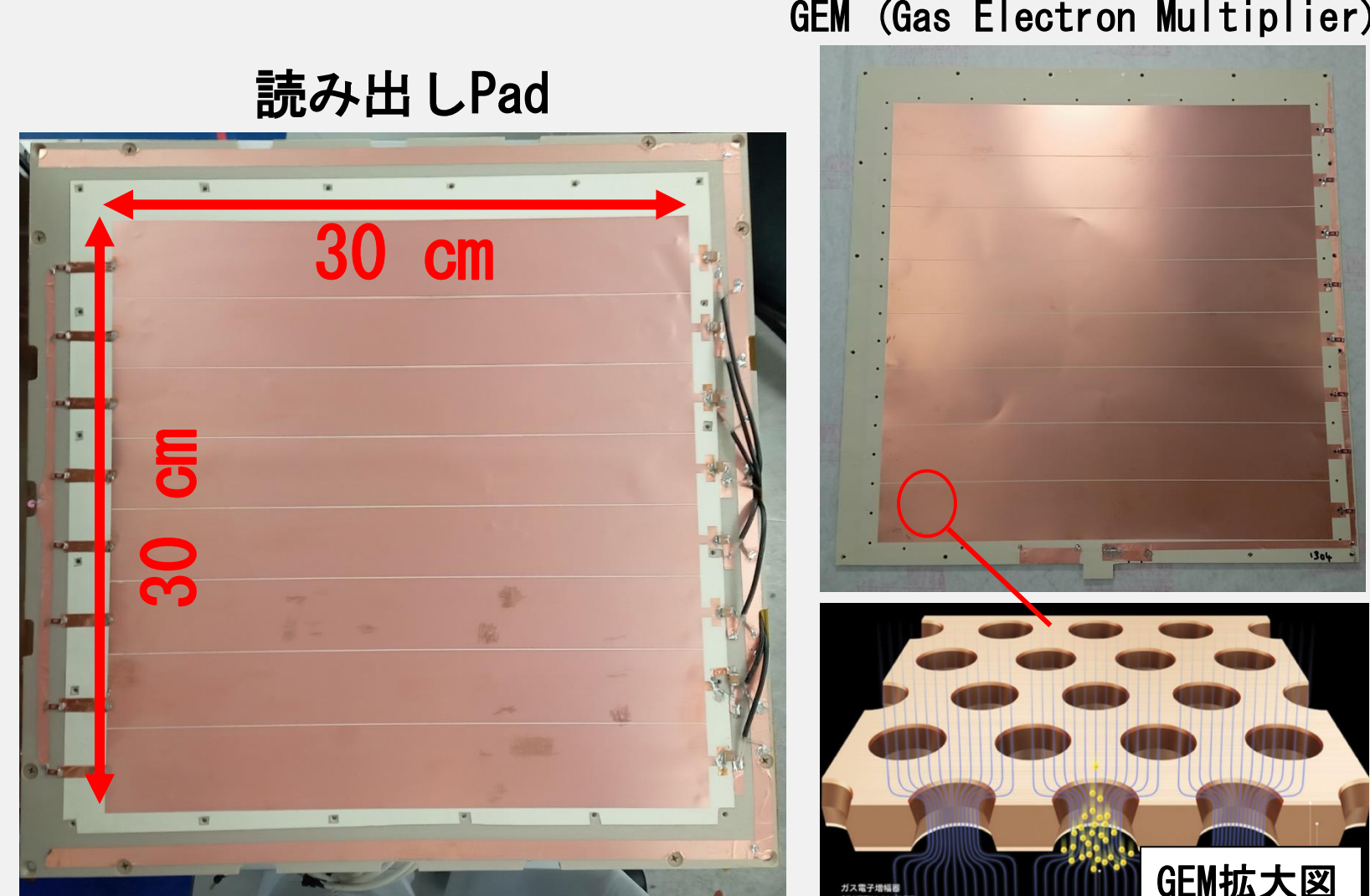
- 最大~1 m³ の検出領域
- 検出器のモジュール化



→ 現在2種類のモジュールを導入に向けて調整中
▪ 暗黒物質探索用 + ラドンモニタ用

モジュール検出器

Module-0



用途

- ラドン量モニタ
- ラドン由来α線の除去

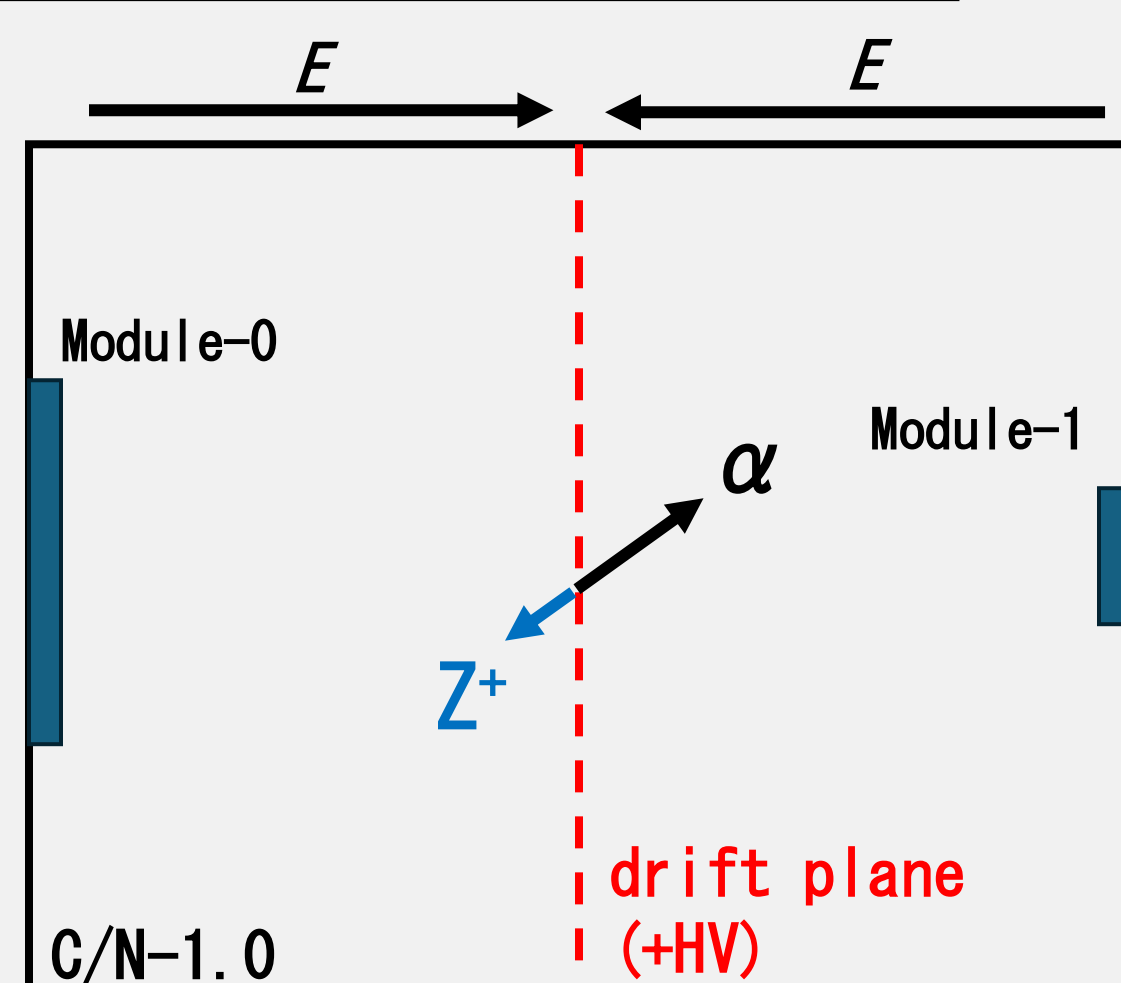
構造

- fiducial area: 30 × 30 cm²
- 8ch Pad 読み出し
- GEM (ガス増幅機構) × 3枚

特徴

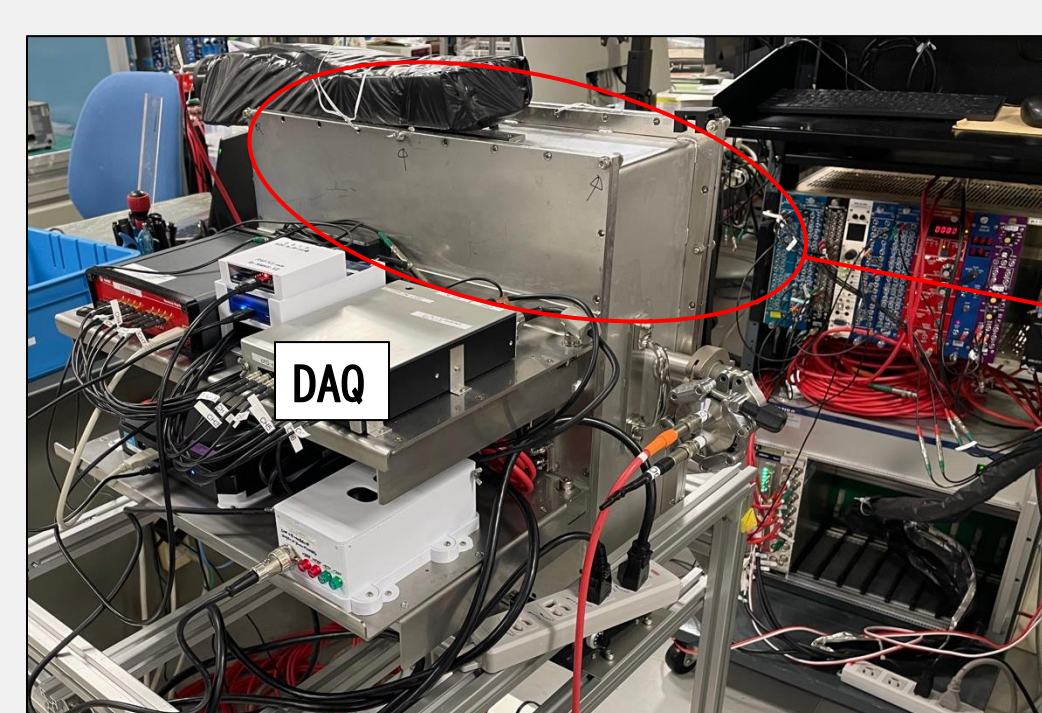
- 大型
- 飛跡再構成不可

ラドン由来α線の除去



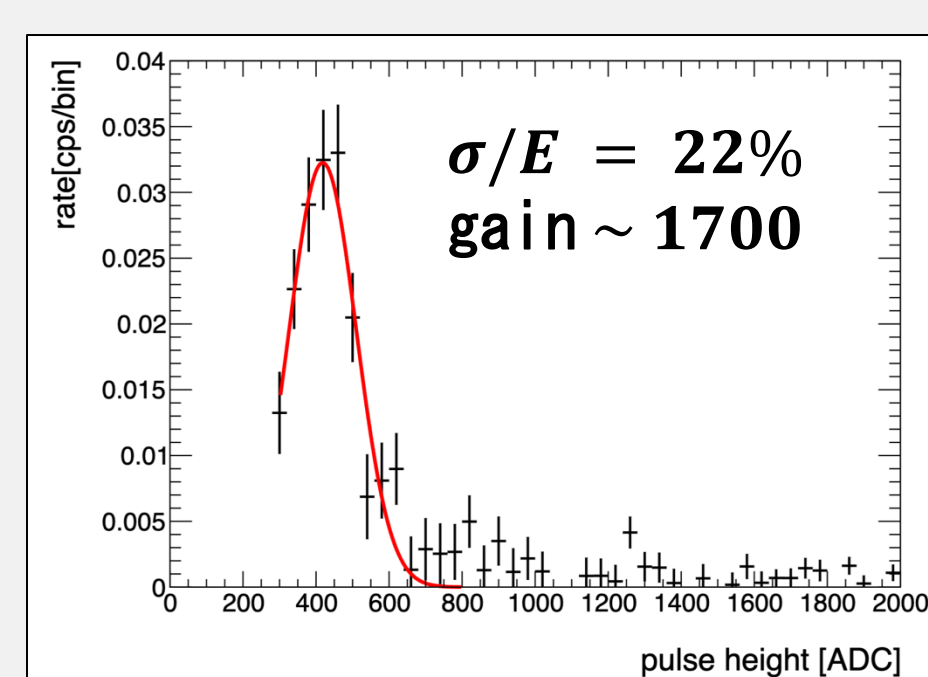
- ドリフト面からのラドン娘核崩壊による表面α線
- 崩壊したラドン娘核が運動量保存でrecoil → 時刻の同期により選択的にα線事象を除去可能
- 現在モジュール間イベント同期システムを開発中

テストチェンバーでの試験運用



- ガス
 - CF₄, 0.1 atm
- AMPによる信号増幅 + waveform digitizerによる信号取得

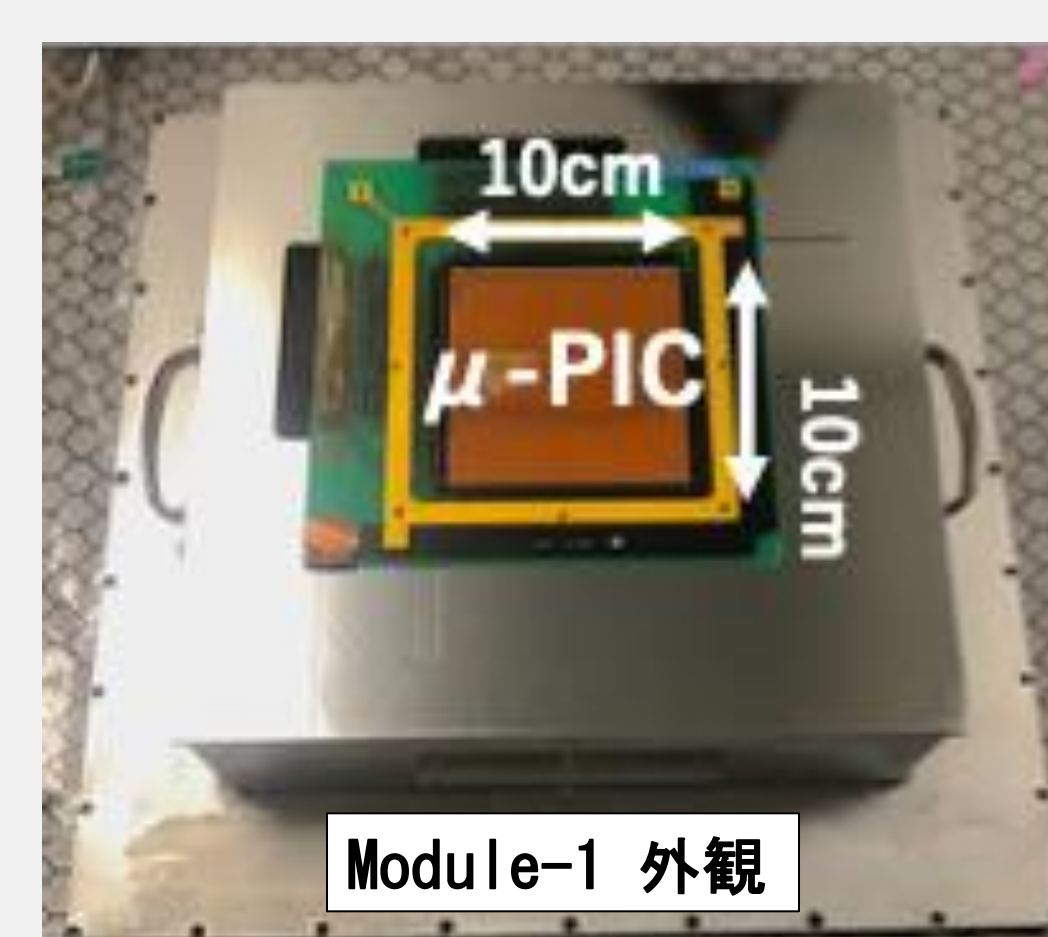
⁵⁵Feの5.9 keV γ線 照射試験 (エネルギー校正用)



- 信号を確認
 - gain ~ 1700, sigma/E = 22% → ゲインの電圧依存性の評価へ
- ²⁴¹Am の5.5 MeV α線についても信号確認済み

テストチェンバーでのデータ取得完了後C/N-1.0に導入しての地上試験へ

Module-1



用途

- 方向感度をもつ暗黒物質直接探索

構造

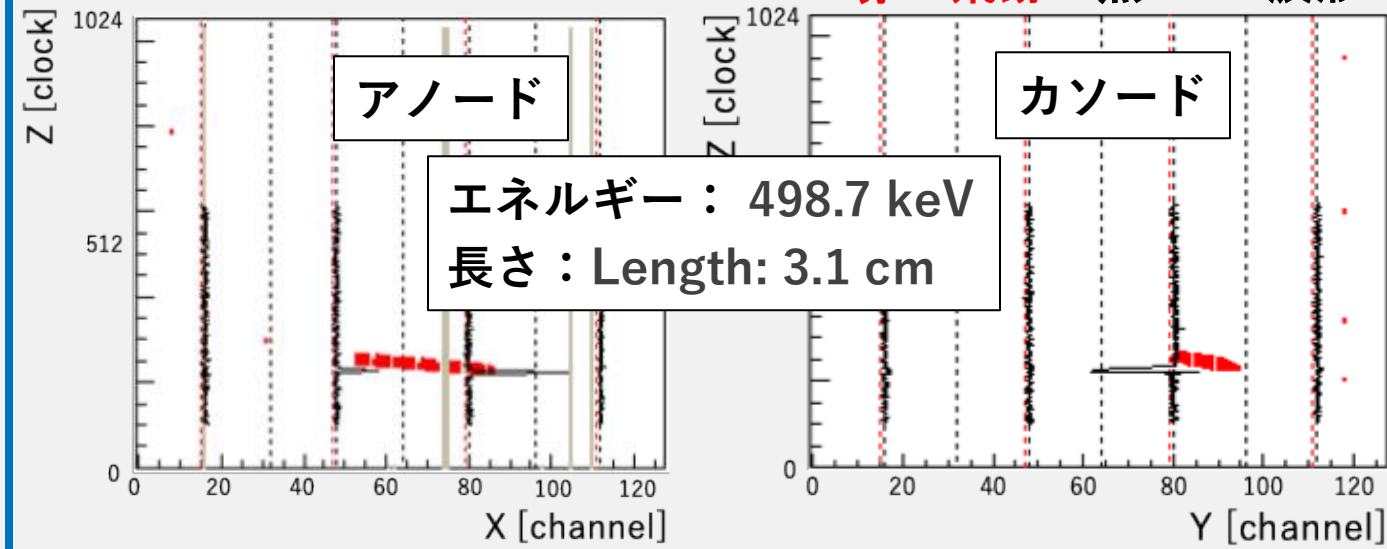
- fiducial area: 10 × 10 cm²
- μ-PIC読み出し (800um pitch)
- GEM (前置増幅用) × 1枚

特徴

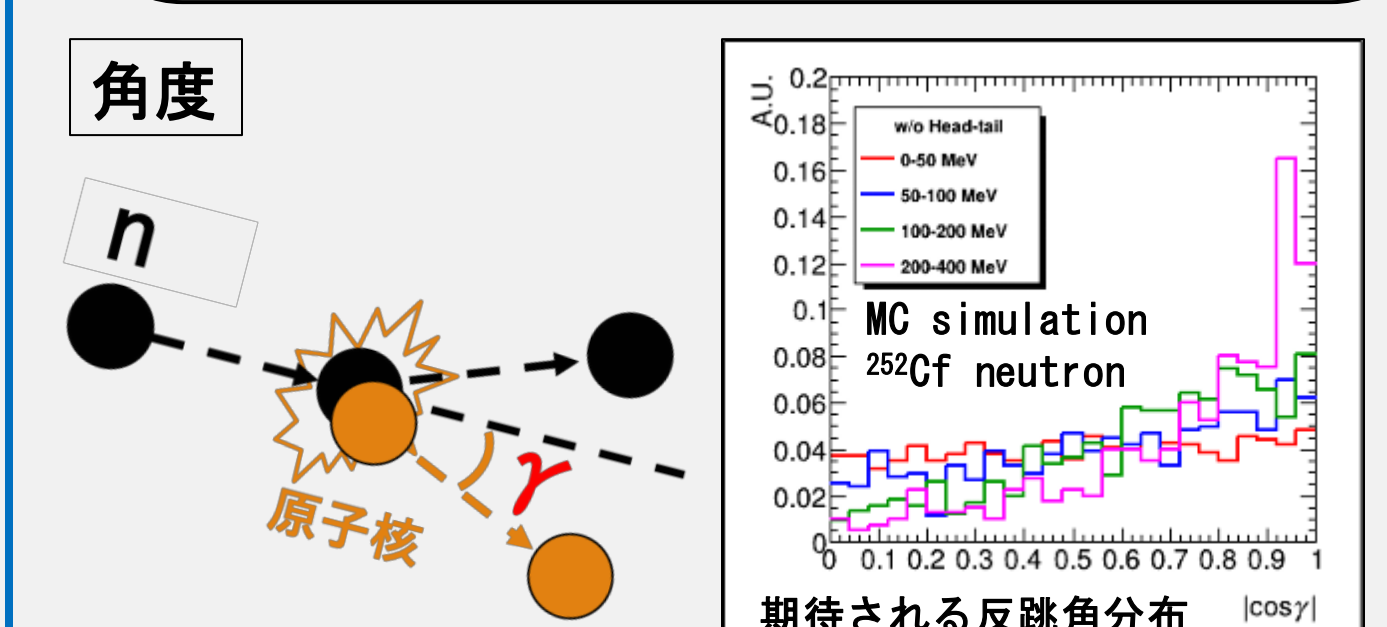
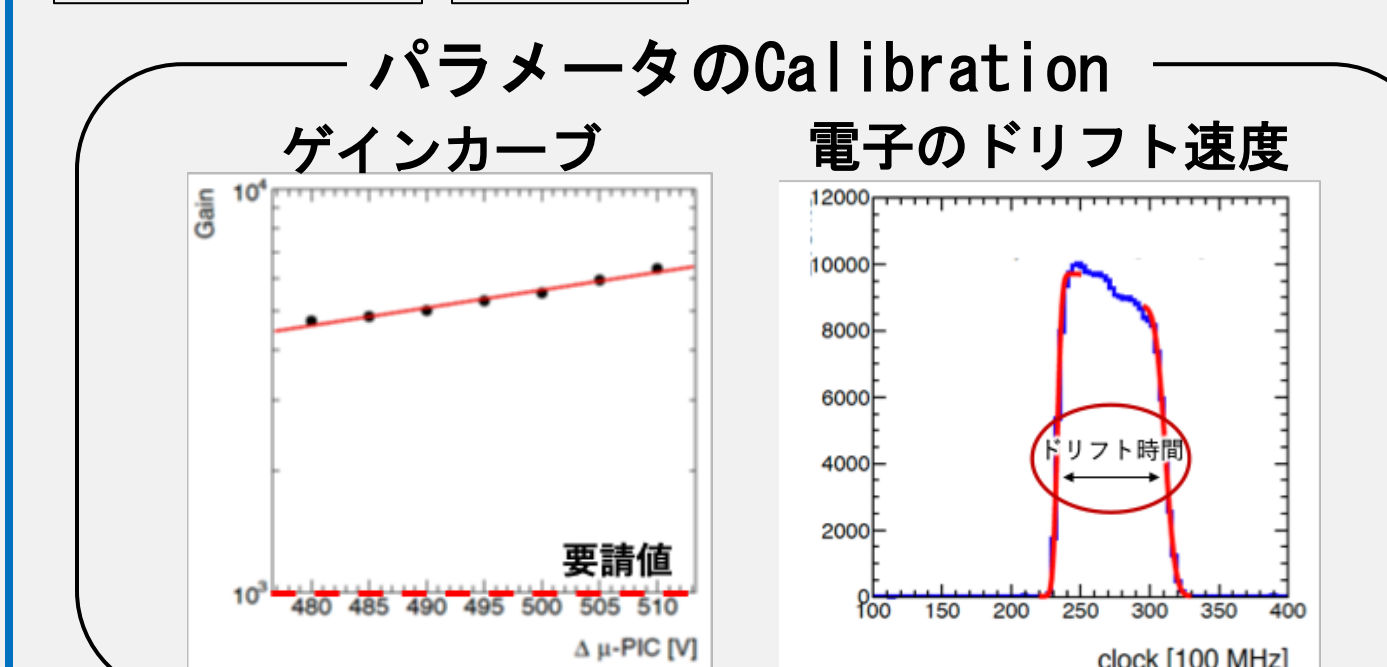
- 飛跡再構成可能

テストチェンバーでの試験運用

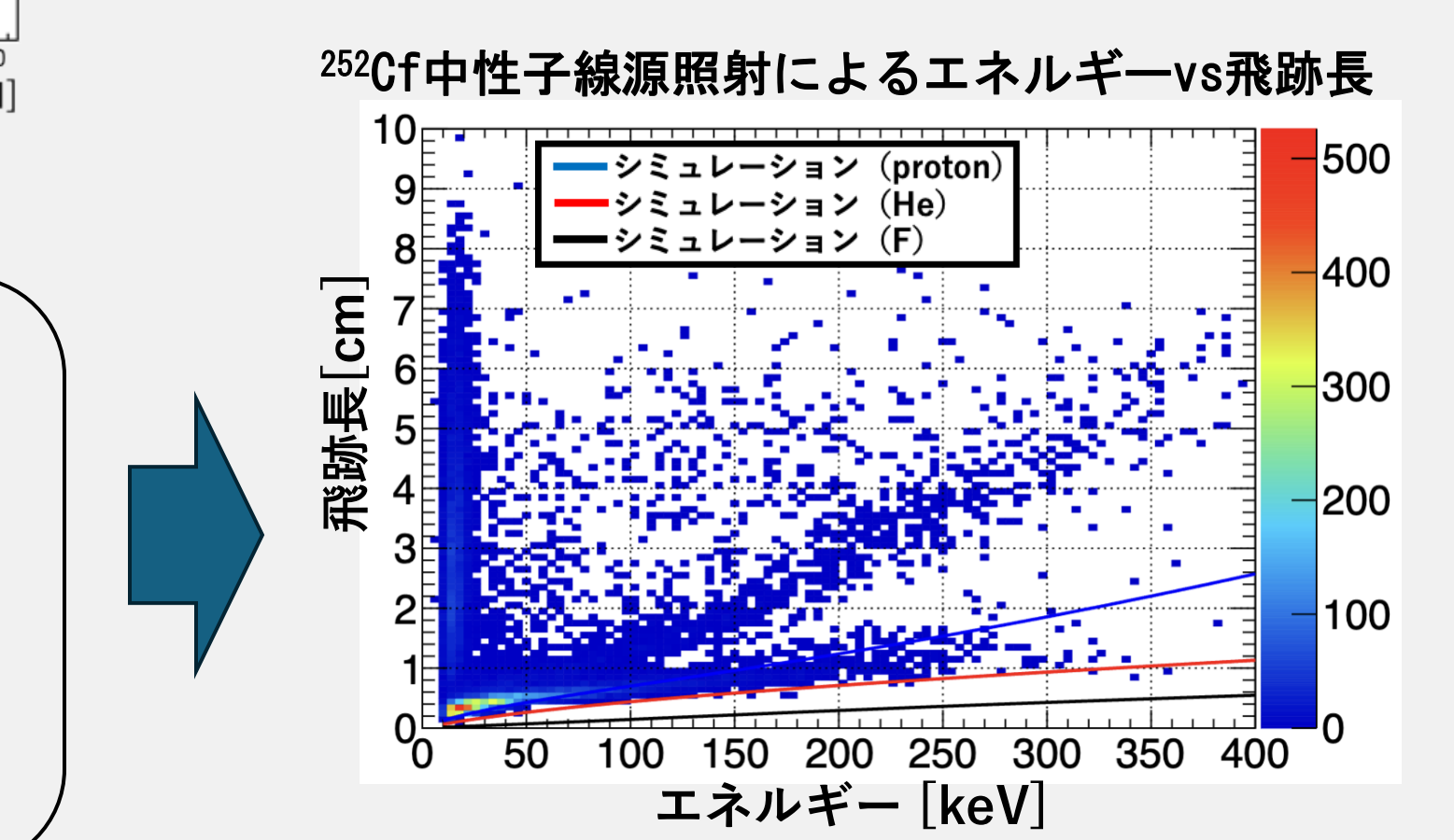
再構成されたprotonの飛跡 赤: 飛跡 黒: ADC波形



パラメータのCalibration



- ガス: CF₄, 0.1 atm
- ✓ 飛跡の3次元再構成に成功
- ✓ トラックパラメータの取得に成功
 - エネルギー, 飛跡長, 角度



- 中性子の照射方向に対して反跳角の依存性確認 → 角度分解能の評価へ

テストチェンバーでのデータ取得完了
→ C/N-1.0に導入して地上試験へ

Conclusion

- 方向感度をもつ手法による暗黒物質の発見、性質理解
- 更なる探索感度向上に向けたチェンバーの大型化が進行中
- テストチェンバーを用いたモジュール動作試験が完了
- 今年度夏よりC/N-1.0の地上動作試験開始予定