

高圧キセノンガス検出器を用いた ニュートリノレス二重ベータ崩壊探索

2022/01/26 10:10-10:20

ICRR共同利用研究会@オンライン

中村輝石

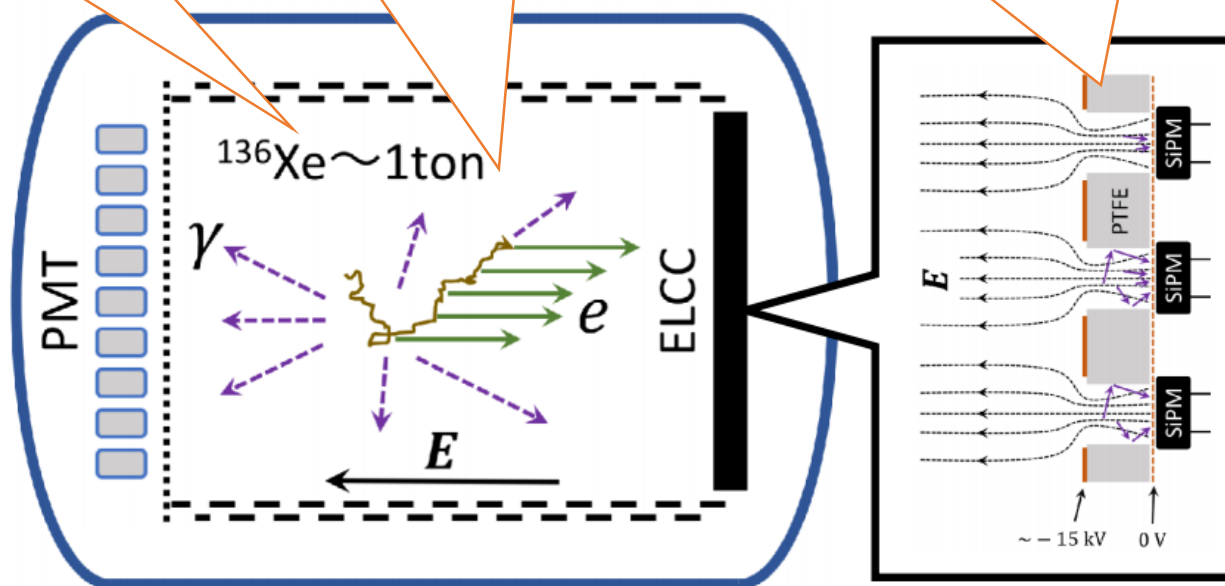
AXEL実験

- 高圧XeガスTPCによる0nbb探索実験

大質量
高圧ガス
~ ton スケール

バックグラウンド除去
ピクセル読み出しによる
飛跡再構成

高エネルギー分解能
ガスキセノン+EL増幅
目標: 0.5%FWHM



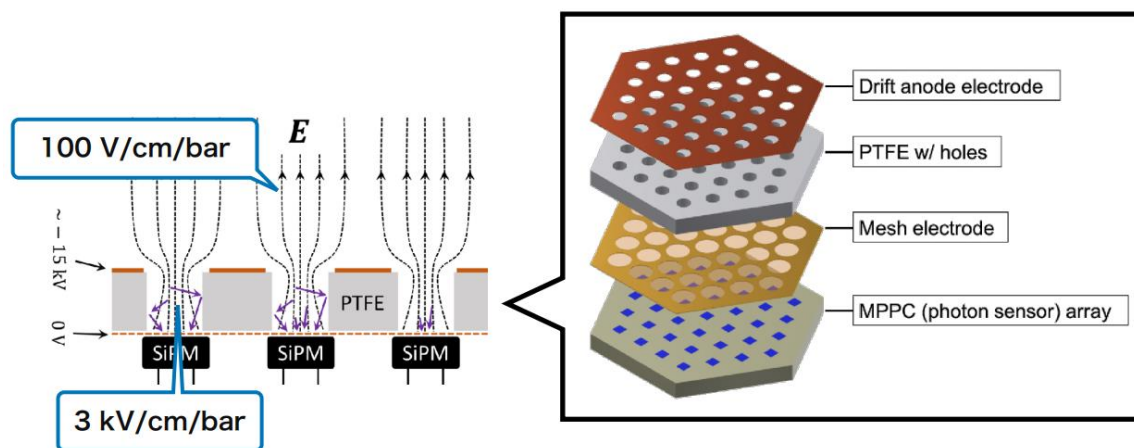
ELCC ElectroLuminescence Collection Cell

- 構造

- セルごとに電離電子からEL光を発生させて検出する
- ピクセル読み出しなので飛跡再構成が可能

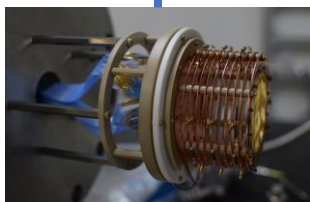
- 特徴

- 発光と検出が対応 ⇒ 広範囲で一様な性能が期待
- 堅牢な構造(メッシュのたわみがない)

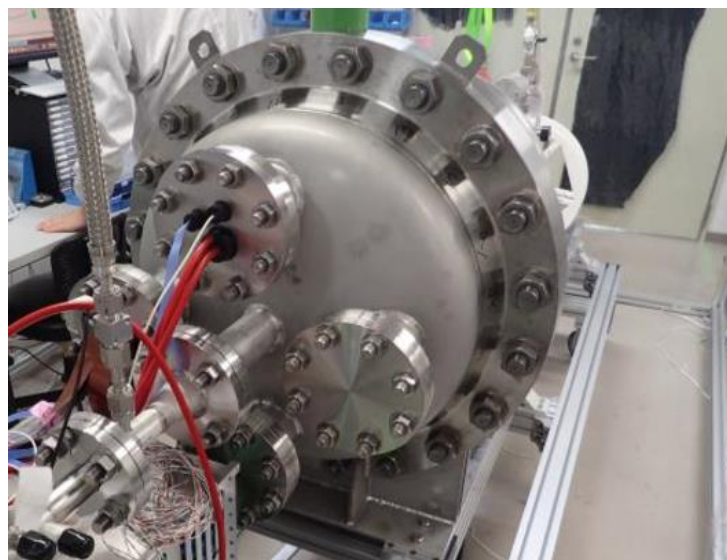


ロードマップ

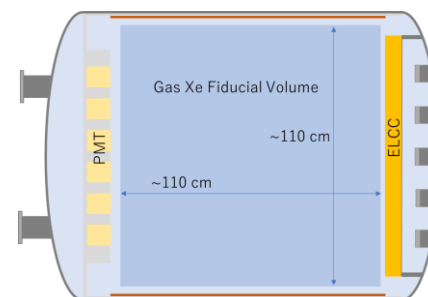
1 ton 検出器へ



10L試作器
2014 - 2018



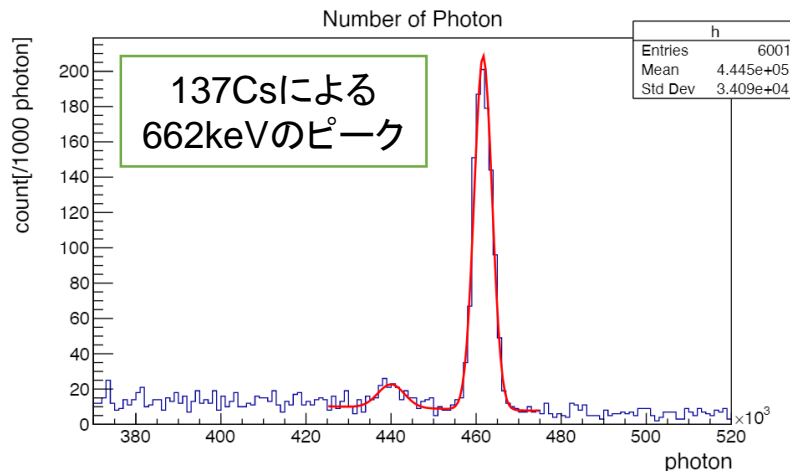
180L試作器
2018 - 2023(現在)
大型化のための技術開発



1000L検出器
2023-
物理探索実証

180L-phase1 (3unit) での結果

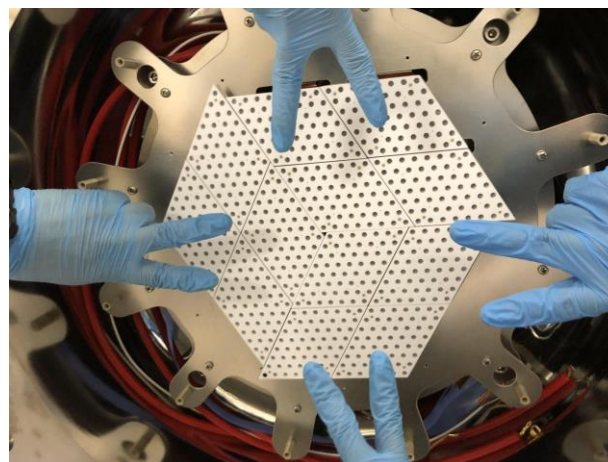
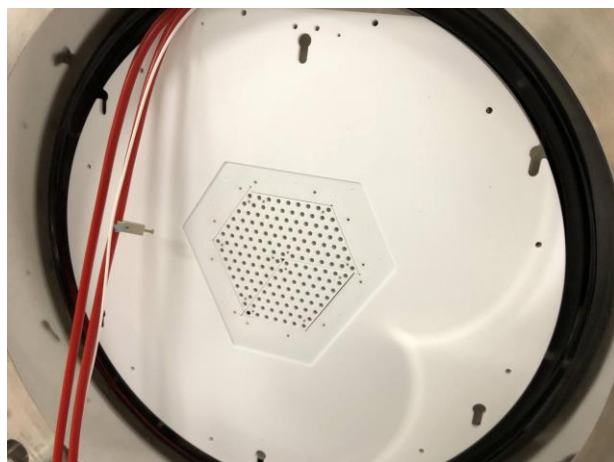
- 3ユニットでの測定で662keVのガンマ線を検出
 - 1.07%FWHM @662keV
 - ⇒ 0.56%FWHM @Q値(初の0.5%台！)



Xe 8bar
EL電場: 2.5kV/cm/bar
ドリフト電場: 62.5V/cm/bar

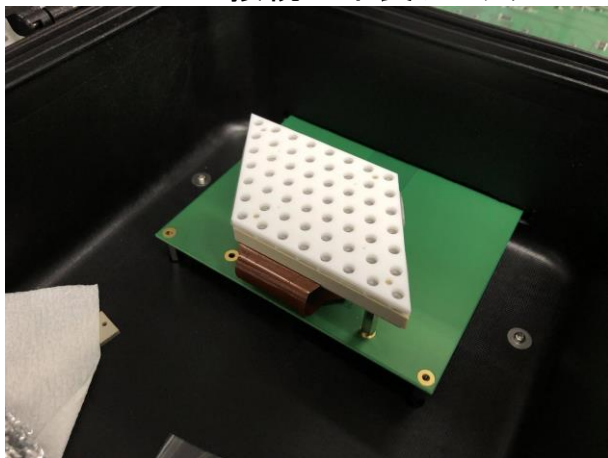
180L試作機：大型化

- phase1 : 3ユニット (168ch)
 - ^{137}Cs の662keVのガンマ線を用いた性能評価⇒完了
- phase2 : 12ユニット (672ch)
 - ^{88}Y の1.8MeVのガンマ線を用いた性能評価

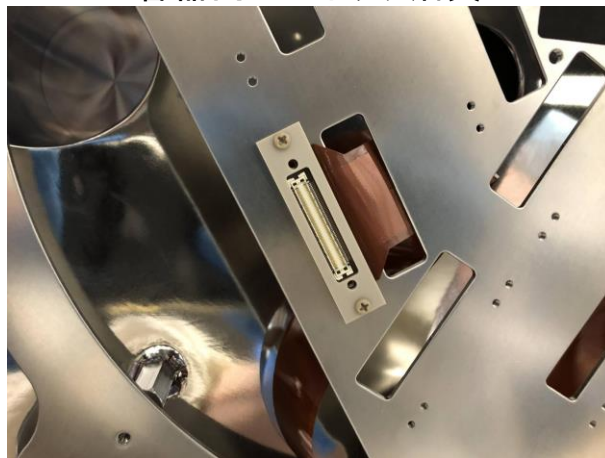


180L-phase2 ハードウェア

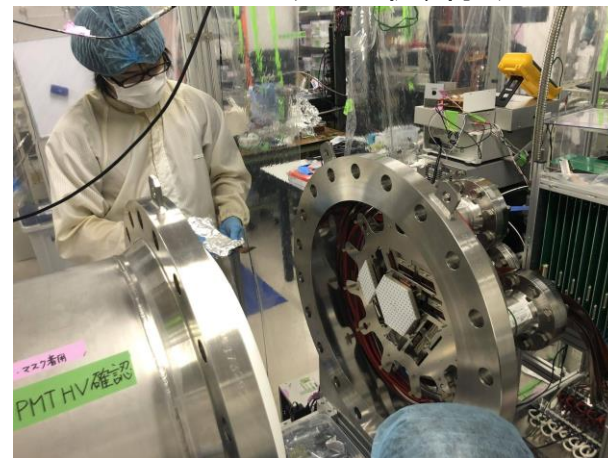
MPPCや接続の不良チェック



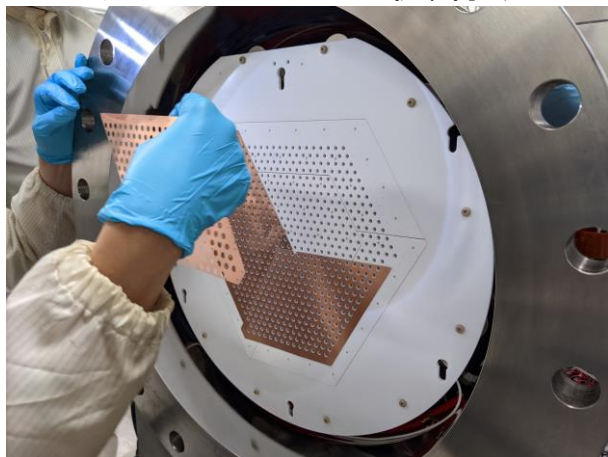
容器内のコネクタ治具



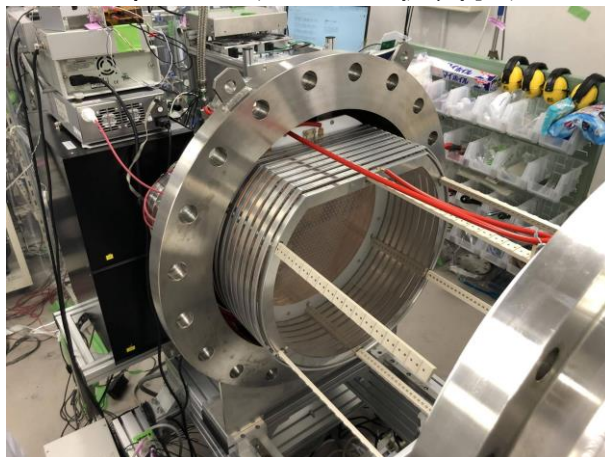
ELCCユニットの取り付け



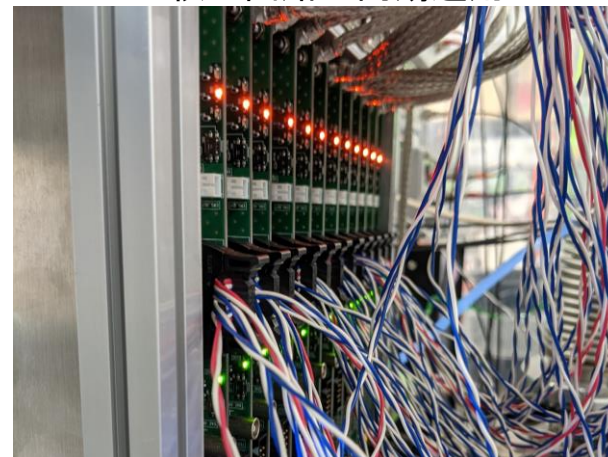
アノードプレートの取り付け



フィールドケージの取り付け



12枚の回路の同期運用



VUV-MPPCで焦った話

- 問題

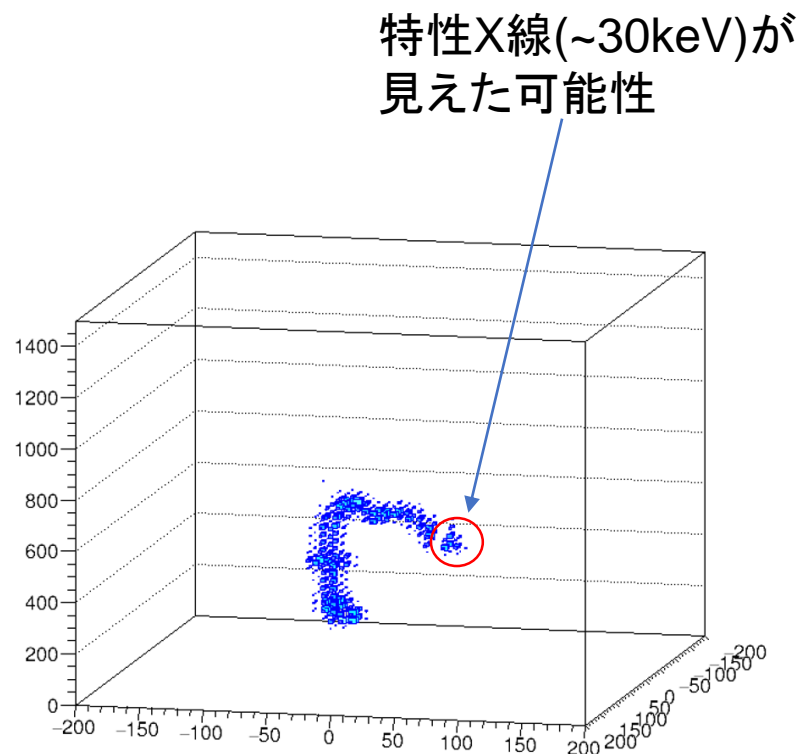
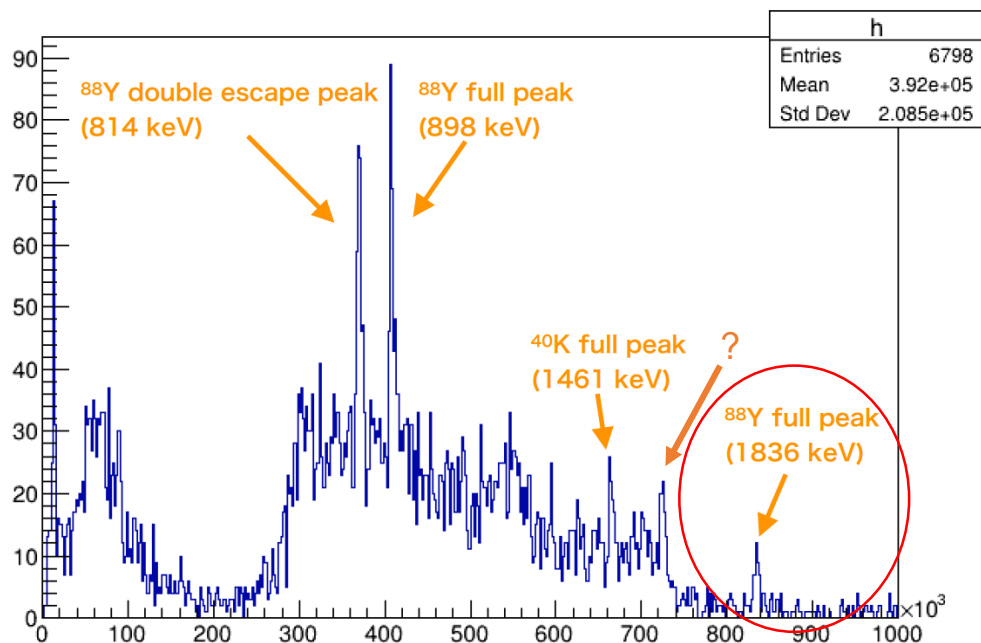
- MPPCに電圧印加後、1～数日後にダークが異常増加する(200個くらい、9～10月ごろ)

- 対策

- 一時的に別用途のMPPCを流用(D論がかかっていた)
- ベーキングで直ることが分かった(浜ホトと原因究明)
- VUV-MPPCには樹脂コーティングがないので、湿気に弱い可能性がある
- 今後、長期保管時はデシケータ等に入れる

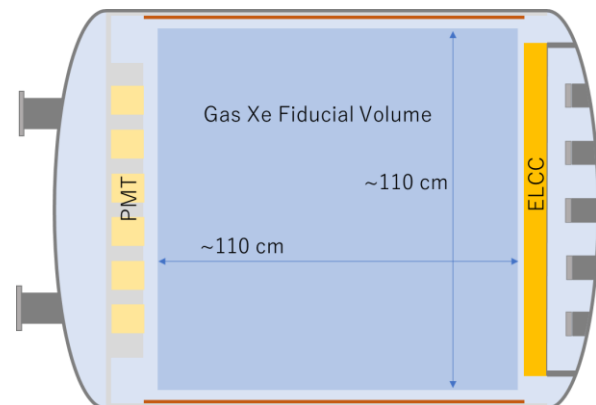
180L-phase2 (12unit) 最新結果

- 1.8MeVのガンマ線を検出！
- 飛跡も取れている
- 分解能は評価中



1.8 MeVイベントの電子の飛跡

1000L検出器(2023-)



- 目的

- 2023年度に地下実験による物理測定

- 開発項目

- 圧力容器のRI: Geant4でBGのシミュレーションを行い、必要なシールドを計算(20cm厚で0.07evt/y)
- ガスシステム: キセノンを誤操作で排気しないシステムを設計・一部製作中
- エレキ: 高集積化した新ボードを設計中
- 高電圧: スイッチングの速いCWを開発予定
- etc

まとめ

- AXEL実験
 - 高圧キセノンガスTPCによる0nbb探索
 - 高エネルギー分解能、大質量、飛跡再構成
- 180L 試作機
 - 3ユニット
 - 662keVのガンマ線を測定
 - 分解能:0.56%FWHM@Q値(初の0.5%台)
 - 12ユニット
 - 1.8MeVのガンマ線を測定
 - 飛跡も取得できた
- 1000L 検出器
 - 2023年度の観測に向け、準備中