



NEWAGE大型検出器における 背景事象削減

2022/2/21

神戸大学 中山郁香

イントロダクション

• 暗黒物質

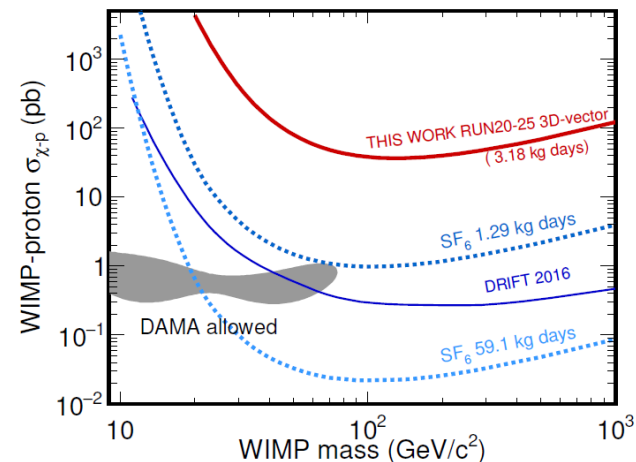
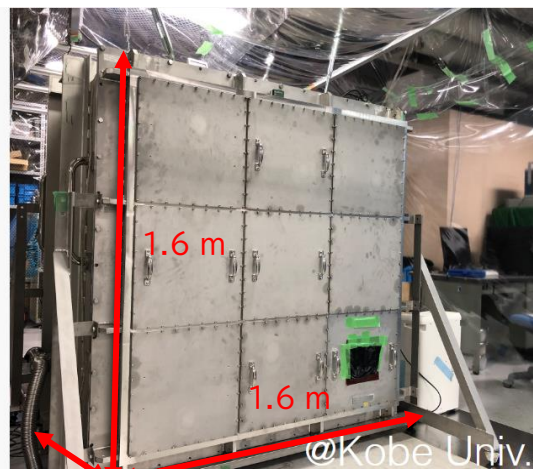
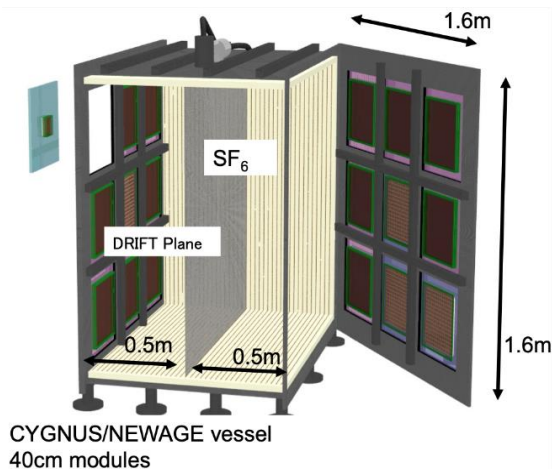
- 間接的に存在すると考えられるが、直接観測に至っていない
- 天の川銀河系内にも暗黒物質が存在
→ 銀河系内を移動する太陽系には、移動方向から暗黒物質が到来

• NEWAGE：方向に感度のある暗黒物質探索実験

- 暗黒物質とガス粒子原子核の弾性散乱を測定

• NEWAGEの取り組み：大型検出器開発中

- 背景事象削減がテーマ

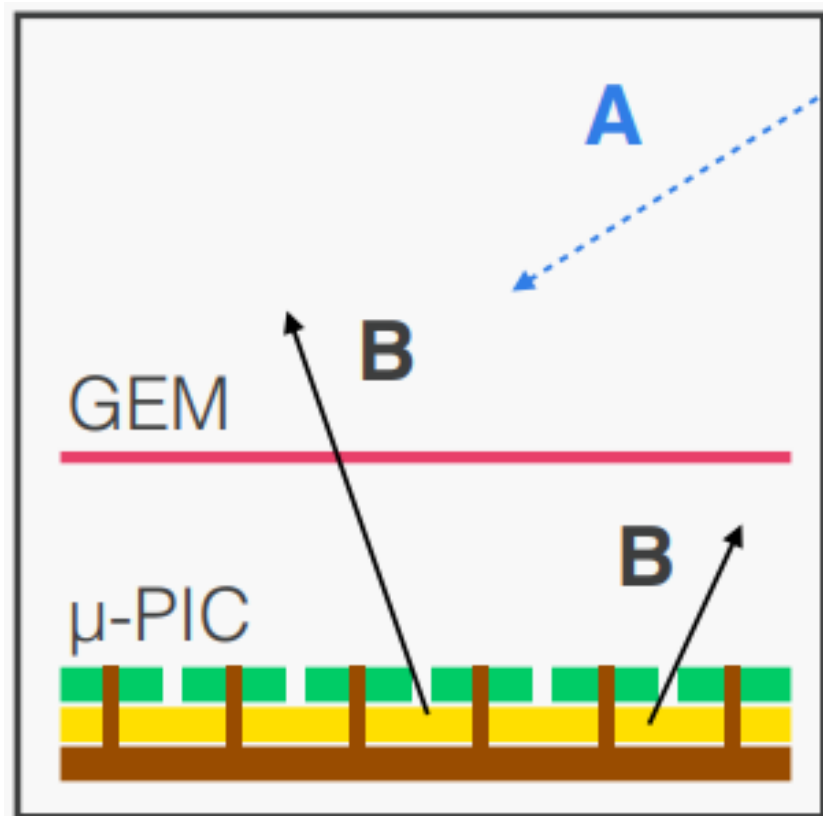


背景事象

- 背景事象

(A) 外的要因：環境 γ 線、環境中性子（本発表）

(B) 内的要因： α 線、Rn



本研究の目的

- 環境 γ , 環境中性子
イベント数を二桁
削減したい

- 検出器周りにシールドを設置
- シミュレーション
で検証

- 大型検出器
検出器の大きさ：
18倍
測定期間：3倍

30 × 30 × 40 cm³ 検出器での100日間の測定結果

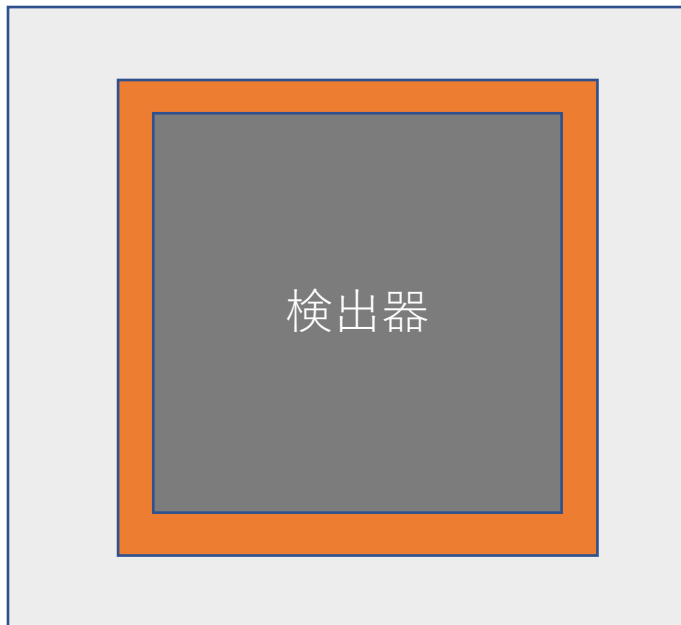
Source	Counts
環境 γ 線	1.5 ± 1.5
環境中性子	(3.5 ± 0.9) × 10 ⁻¹

神戸大 池田智法 2020年 博士論文



シールド設計

- 大きな検出器を囲む必要あり
- 今ある資材で効果的なシールドを作れるのか検証
 - 銅+ポリエチレンペレットで30cmシールド作成へ
→これで2桁落とせるか検証

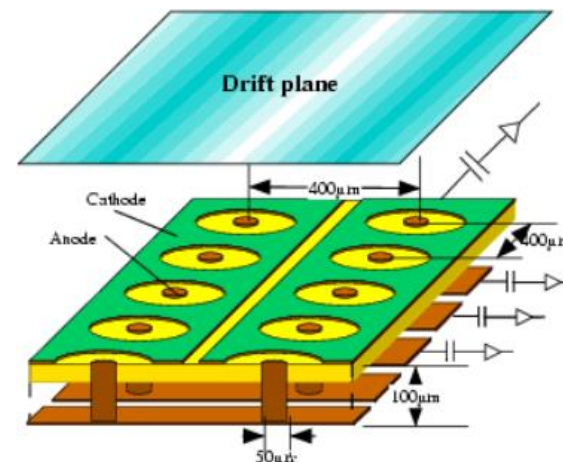
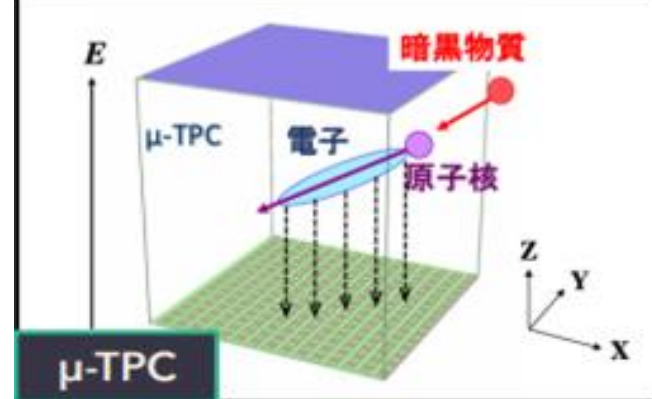


1.シミュレーションと
データの整合性チェック

2.大型検出器における
シールドシミュレーション

検出器

- ガスTPC
 - 荷電粒子の飛跡を二次元位置 + 時間情報で三次元再構成
 - 原子核の反跳角度測定
- 位置検出： μ -PIC
 - 400 μ mピッチのストリップ読み出し
- ガス増幅：GEM + μ -PIC
- 神岡坑内の検出器
 - CF₄ガス 50 Torr
 - 30 × 30 × 40 cm³

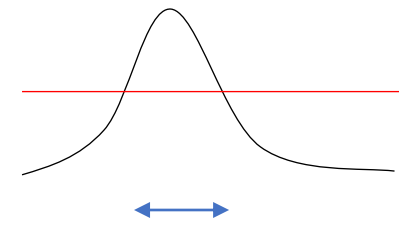


シールドの検証

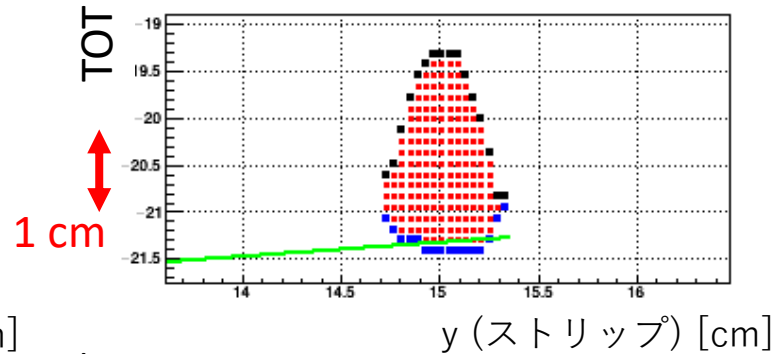
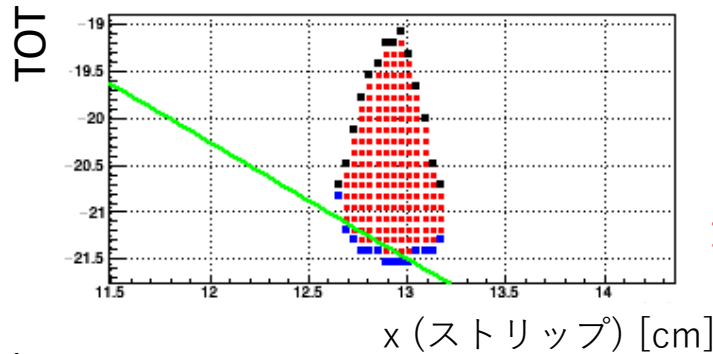
- 二種類のセットアップで比較
 - シールド有り
銅5 cm + ポリエチレン25 cm
 - シールド無し
- ^{252}Cf 線源で中性子による原子核反跳イベントを抽出



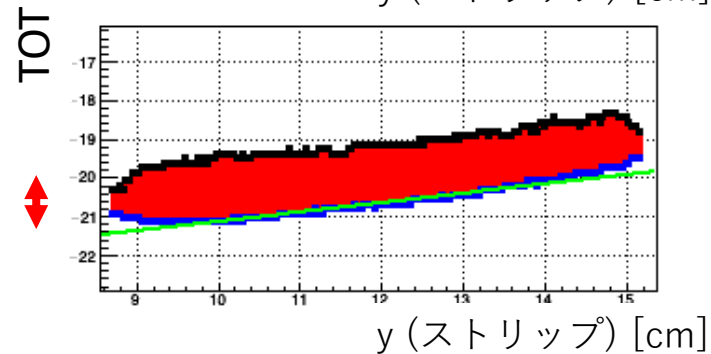
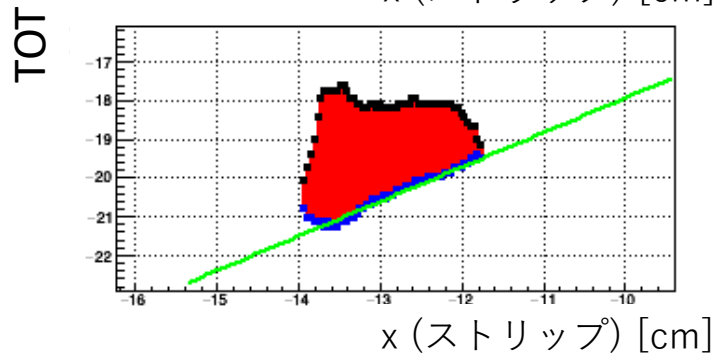
取得できるデータ



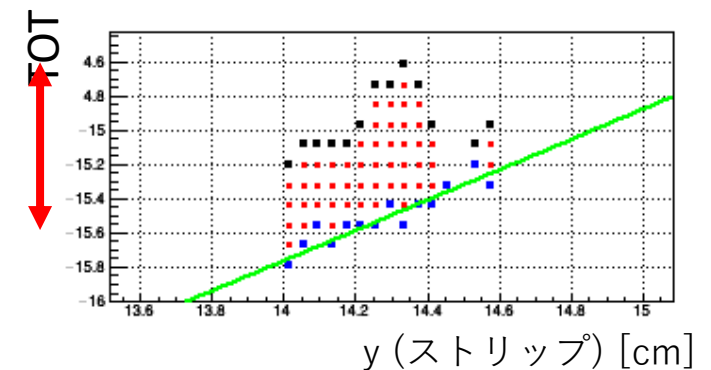
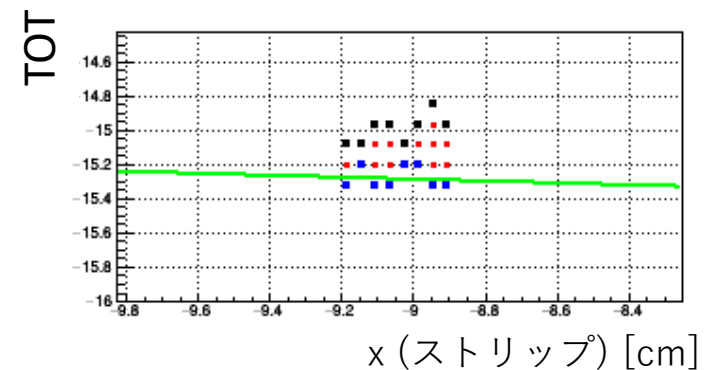
TOT (Time over Threshold)



F原子核



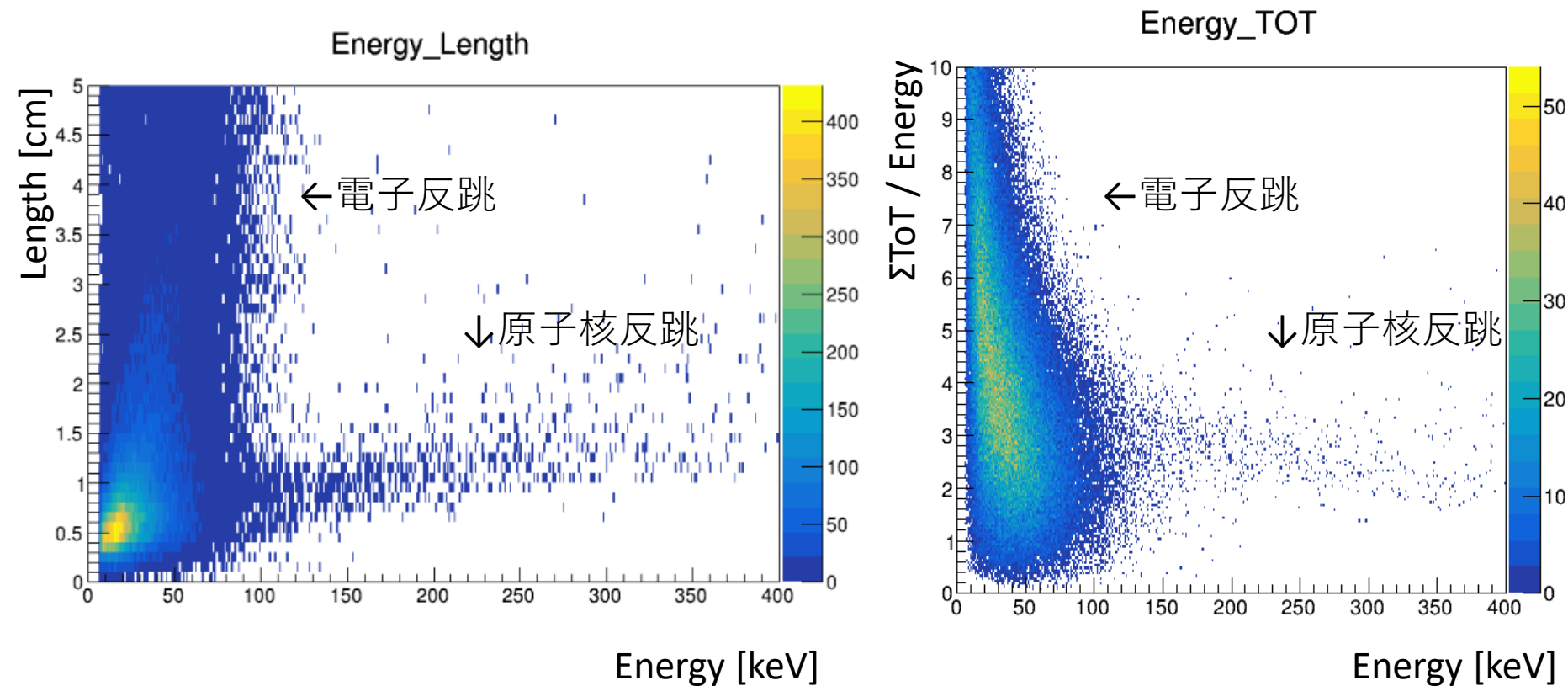
アルファ



ガンマ

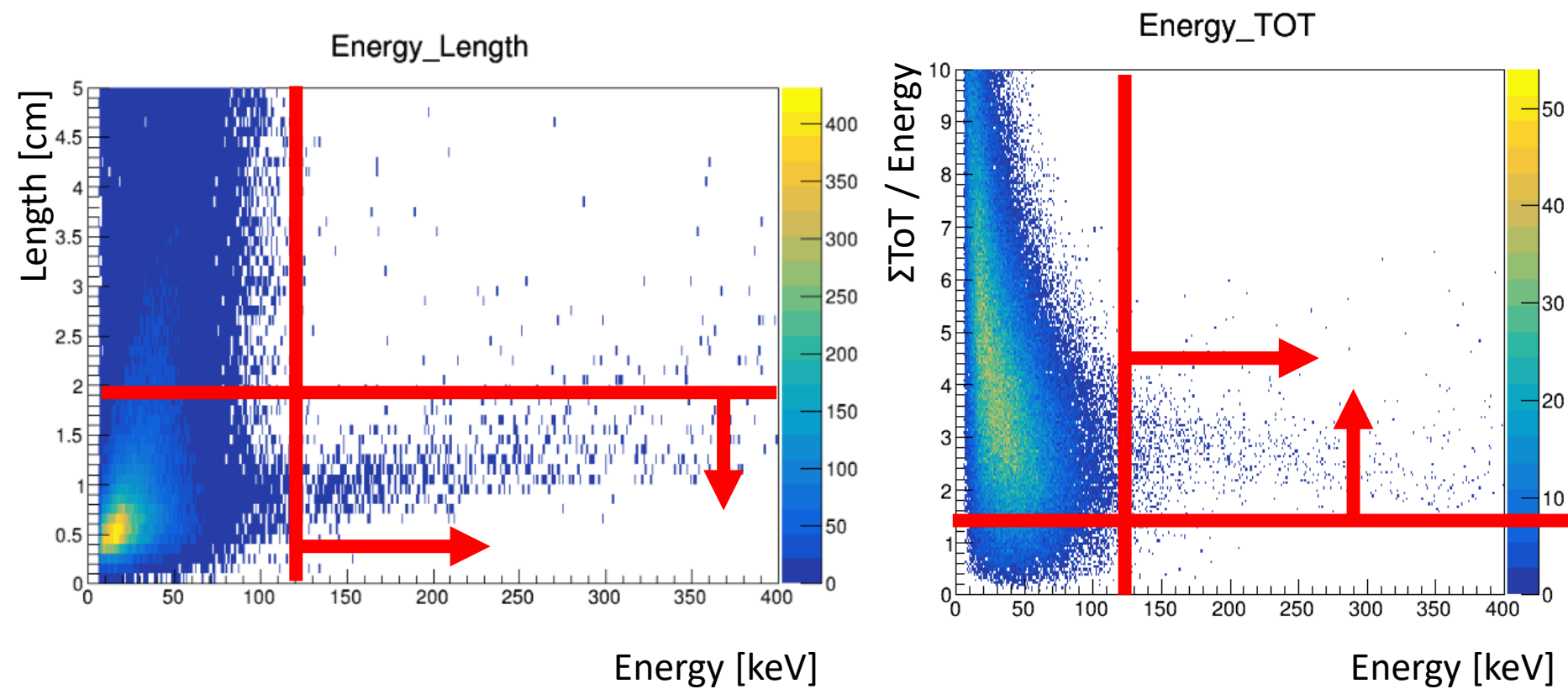
イベントセレクション

- 特徴的なelectron recoilとnuclear recoilは $\frac{dE}{dx}$ から分離できる



イベントセレクション

- 原子核反跳イベントのみを選定



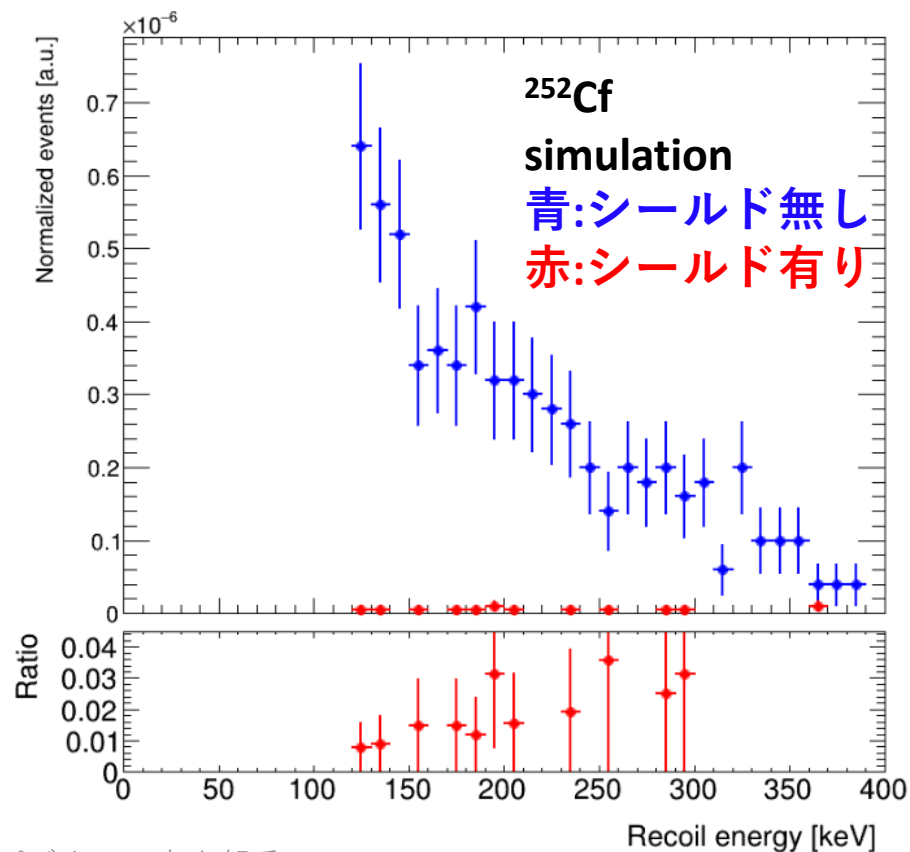
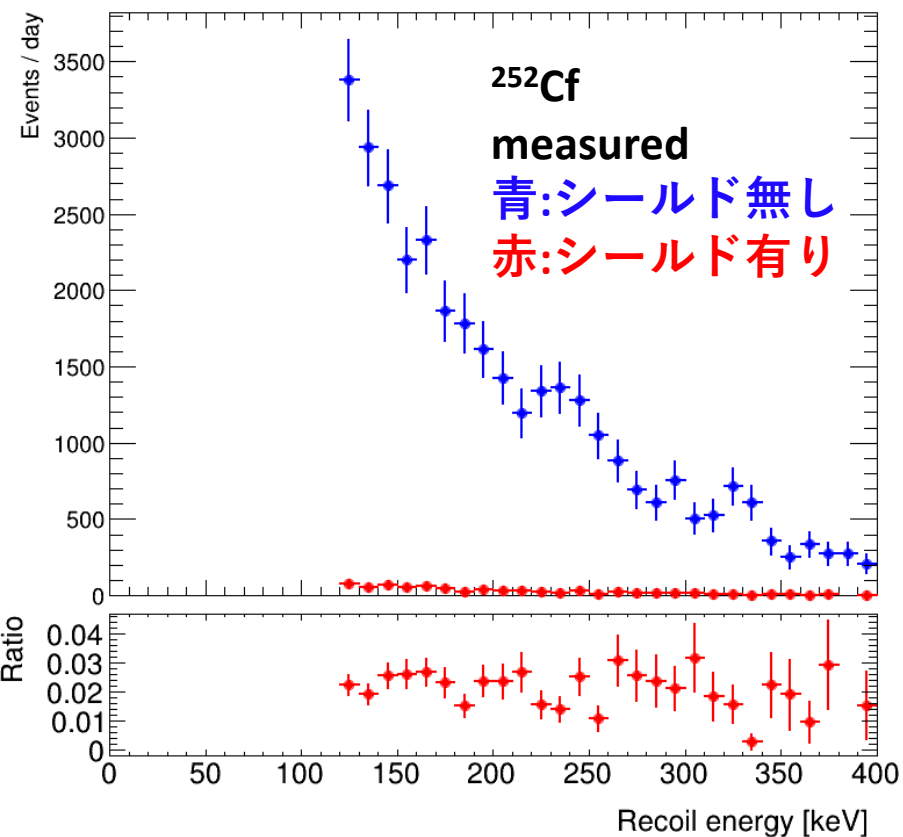
結果

• シールド有り/なしのRatio

- measured : 1.76 ± 0.10
- simulation : 1.28 ± 0.43
- 誤差の範囲で一致



シミュレーション妥当
→ 大型検出器の
シミュレーションへ



1. シミュレーションと
データの整合性チェック

2. 大型検出器における
シールドシミュレーション

ジオメトリ作成

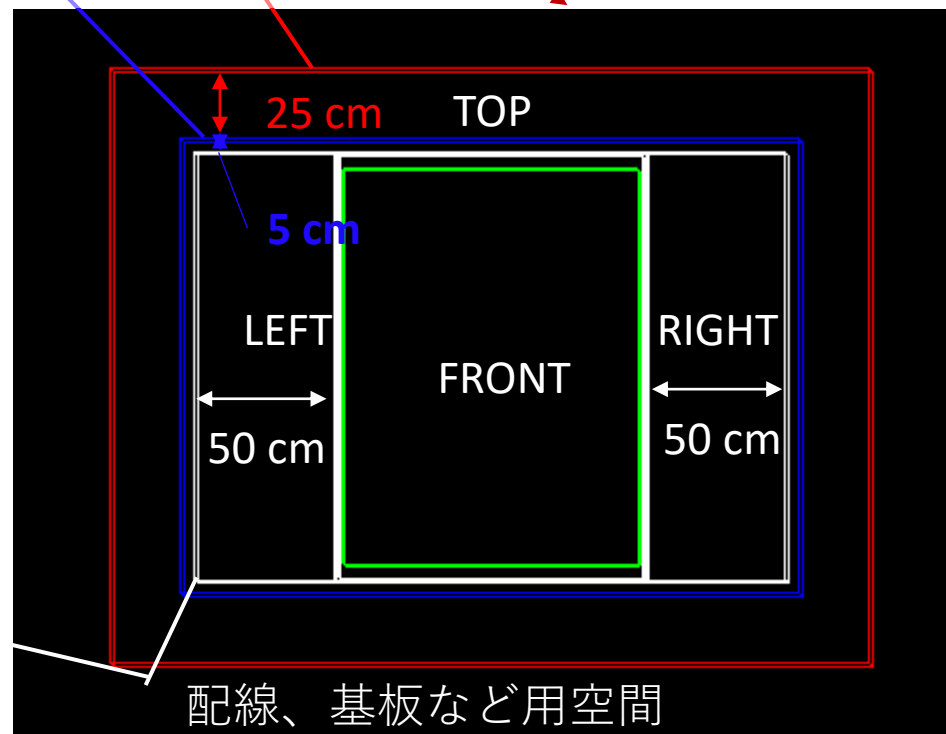
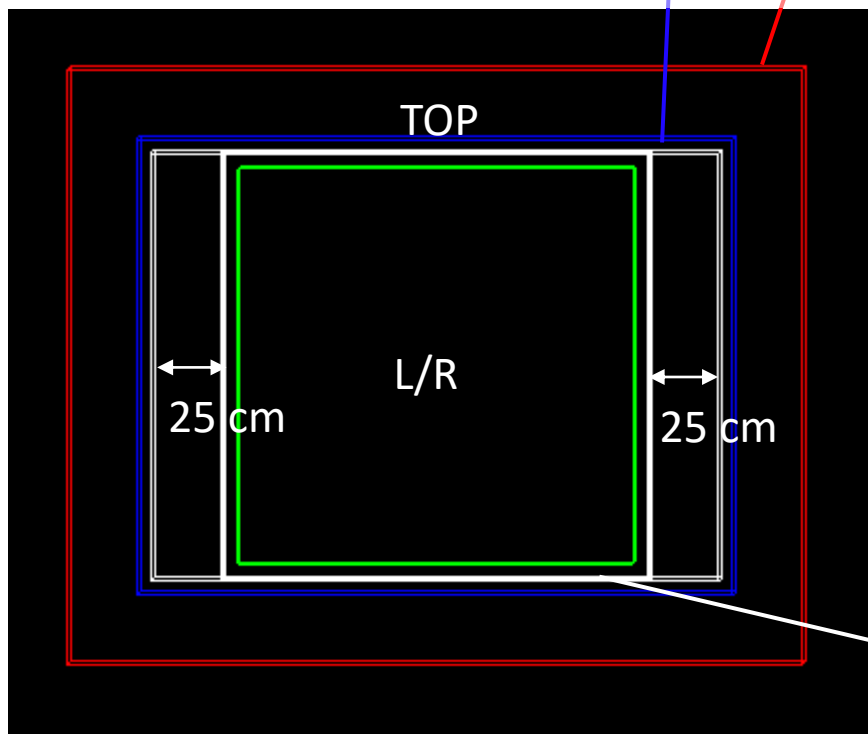
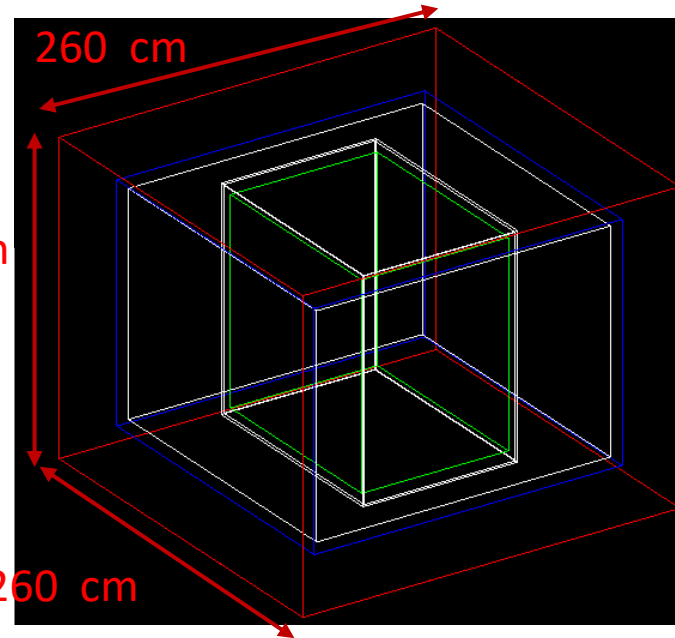
- 赤：ポリエチ25 cmシールド
- 青：銅5 cmシールド
- 周囲から球状に環境中性子、環境 γ 線を射出

→シールドの効果を検証

210 cm

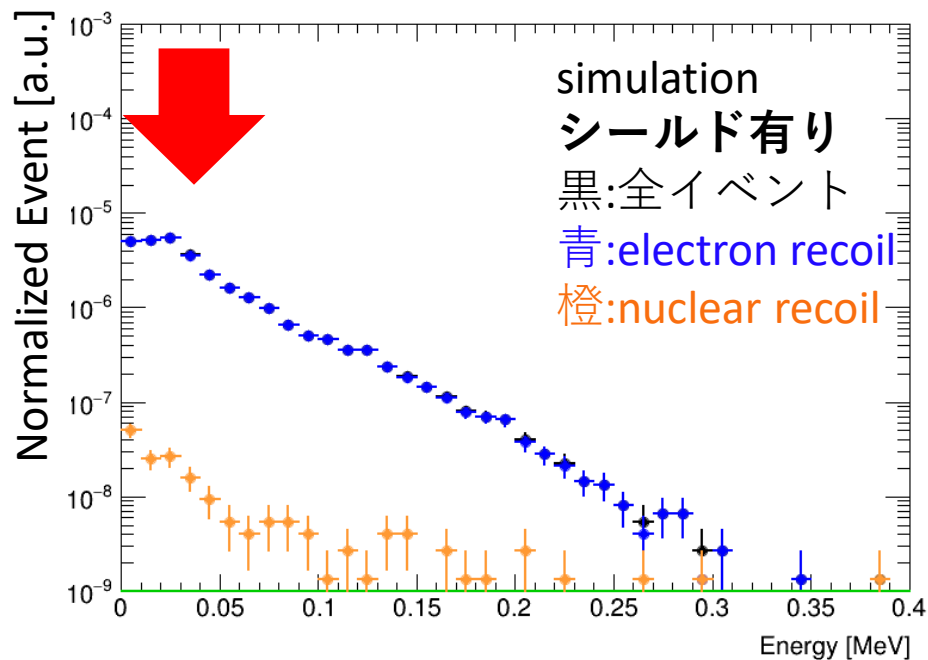
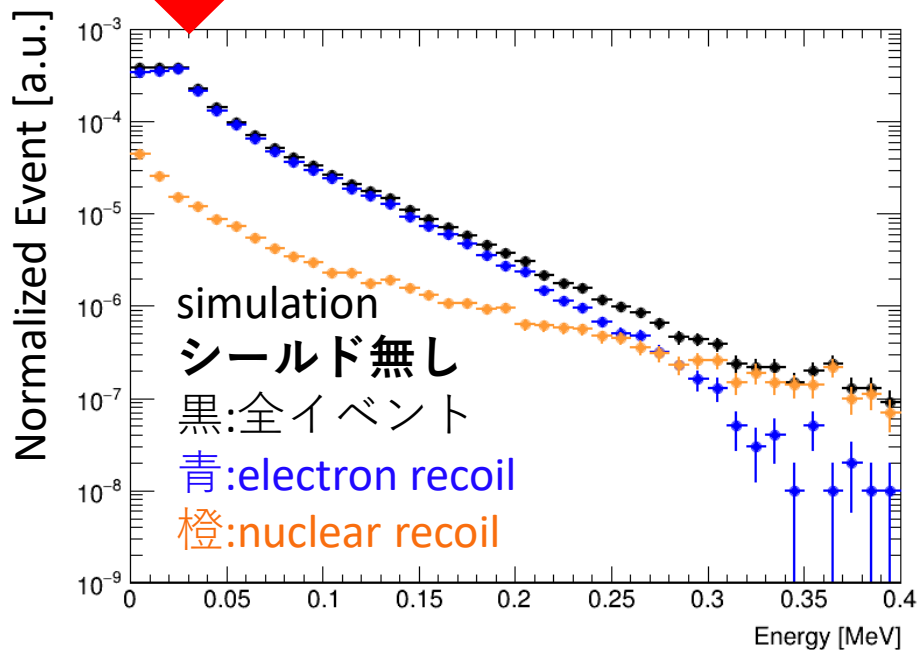
260 cm

260 cm



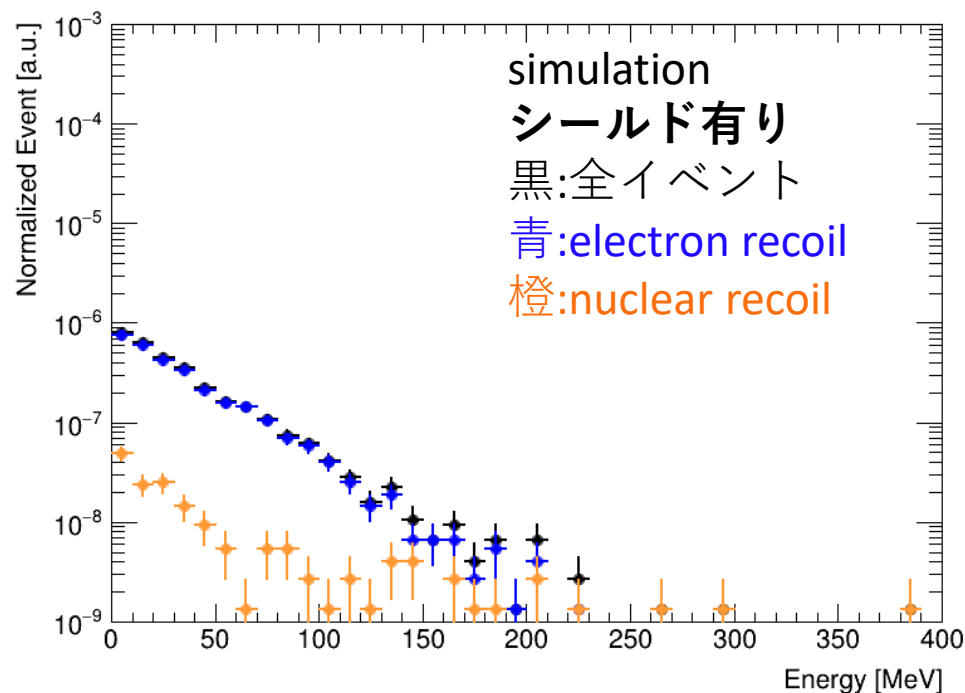
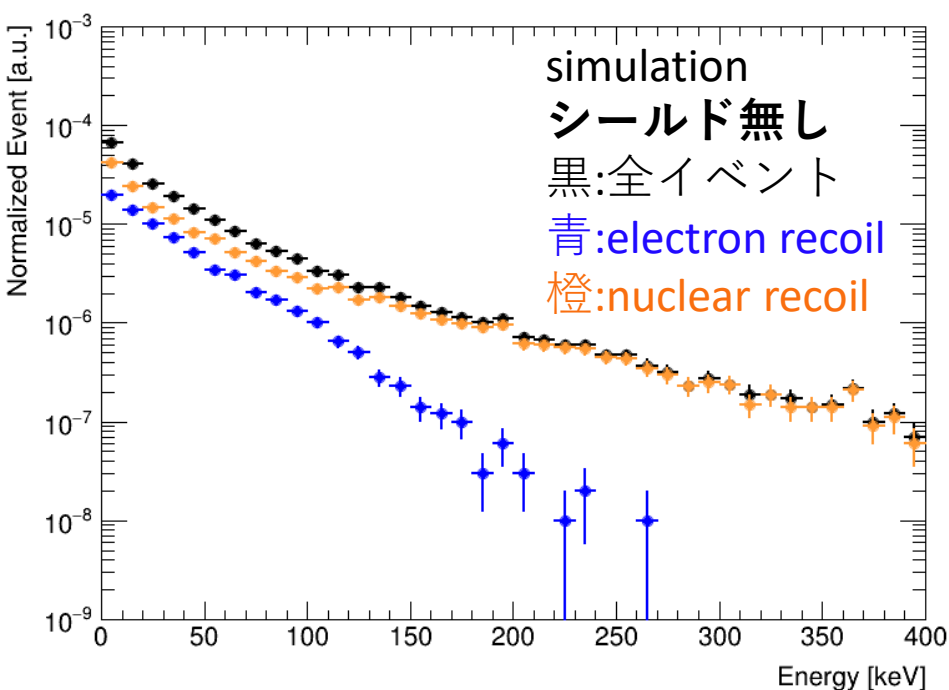
環境中性子

- 検出領域内で起こした反応がelectron recoilか nuclear recoilか、シールドの有無で比較
→謎のピークが出現
 - 検出器壁面の ^{56}Fe 由来(n, γ)反応
←領域によるカットで削減



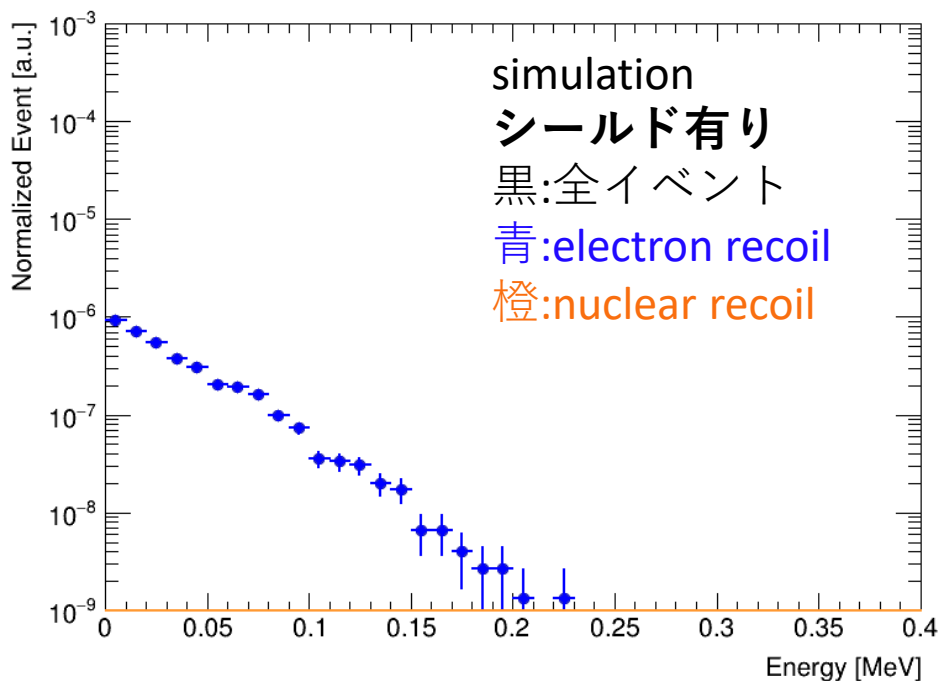
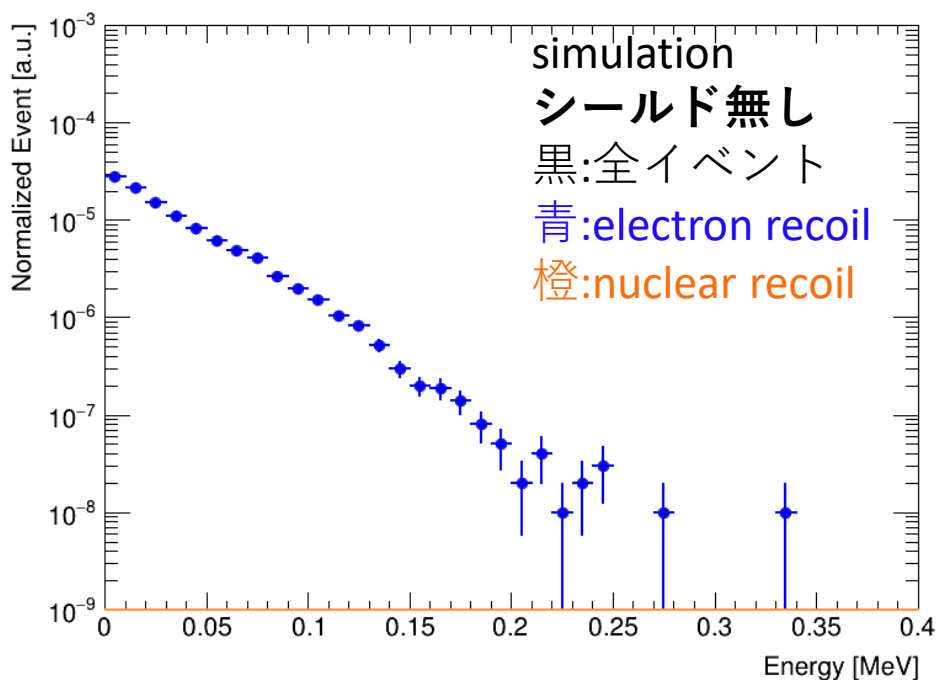
環境中性子

- 領域によるカット後
→壁際の電子イベントを落とすことができた
- 原子核反跳BG: $0.10 \pm 0.01 \%$, 電子反跳BG: $4.2 \pm 0.1 \%$
→中性子起源の電子反跳イベントが
新たなバックグラウンド源



環境 γ

- 領域によるカット後
→壁際の電子イベントを落とすことができた
- 電子反跳BG: **$3.42 \pm 0.07 \%$**
→二桁削減には届かなかったが、大幅削減できる見込み



結論と展望

- 実測値とシミュレーションで結果が誤差の範囲で一致
- シミュレーションによるシールド効果
 - 原子核反跳BG **$0.10 \pm 0.01 \%$**
 - 電子反跳BG **$3.42 \pm 0.07 \%$** に削減の見込み
 - 電子反跳BGの更なる削減のため、解析改善などが必要
- 四月に大型検出器を岐阜県神岡鉱山の坑内に搬入予定
→搬入前のシールド完成に向けて開発中

