

NEWAGE実験63

方向に感度を持った暗黒物質探索に おける外部要因バックグラウンド削減

神戸大学

中山郁香

身内賢太郎 東野聡 石浦宏尚 窪田諒

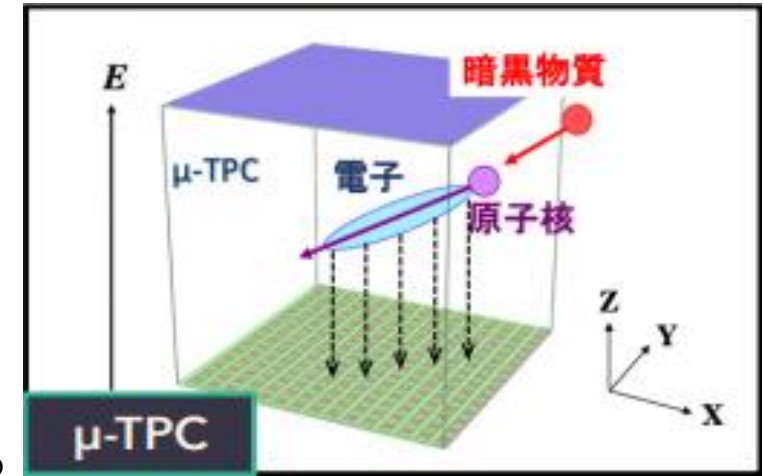
2021/09/14

日本物理学会2021年秋季大会

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物質
- 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している

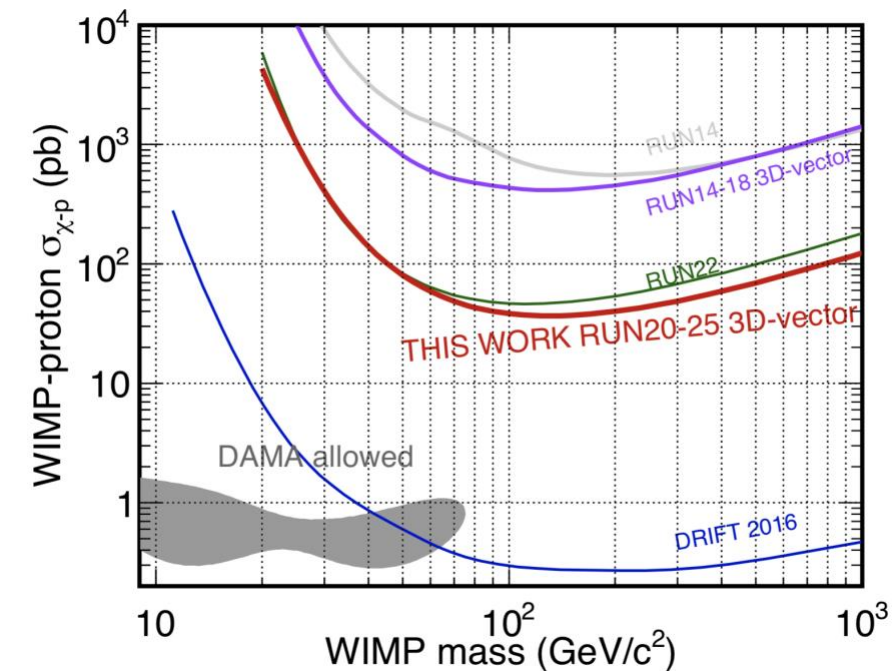
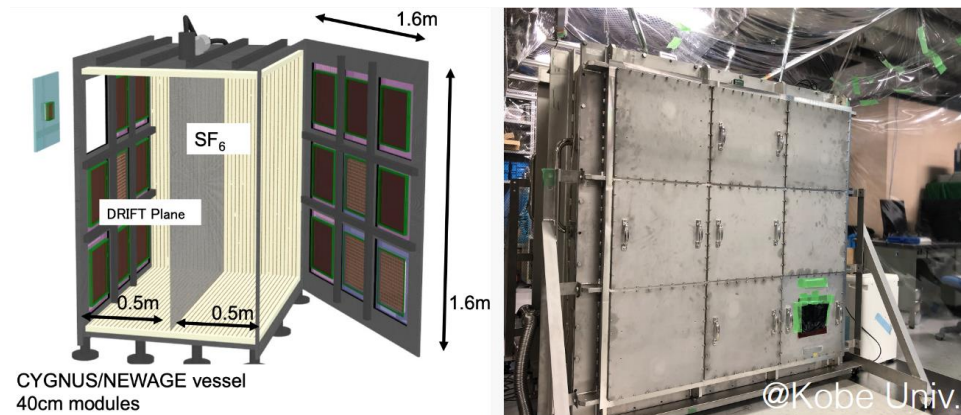


• NEWAGE：方向に感度のある暗黒物質探索実験

- 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（東野講演）

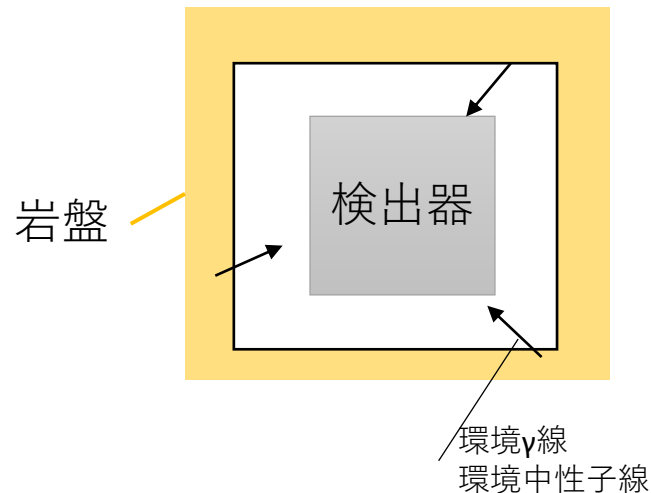
- **バックグラウンド削減**がテーマ



神戸大 島田拓弥 2021年2月修士論文

先行研究

- バックグラウンド
 - 内的要因： α 線、Rn（石浦 講演）
 - 外的要因：環境 γ 線、環境中性子（本講演）
 - 検出領域30 cm × 30 cm × 40 cm検出器での測定結果（下表：神戸大 池田智法）
 - 本実験
検出器の大きさ：18倍
測定期間：3倍
- γ 線イベント 1/90, 中性子線イベント 1/20で測定時のカウント数1以下を実現



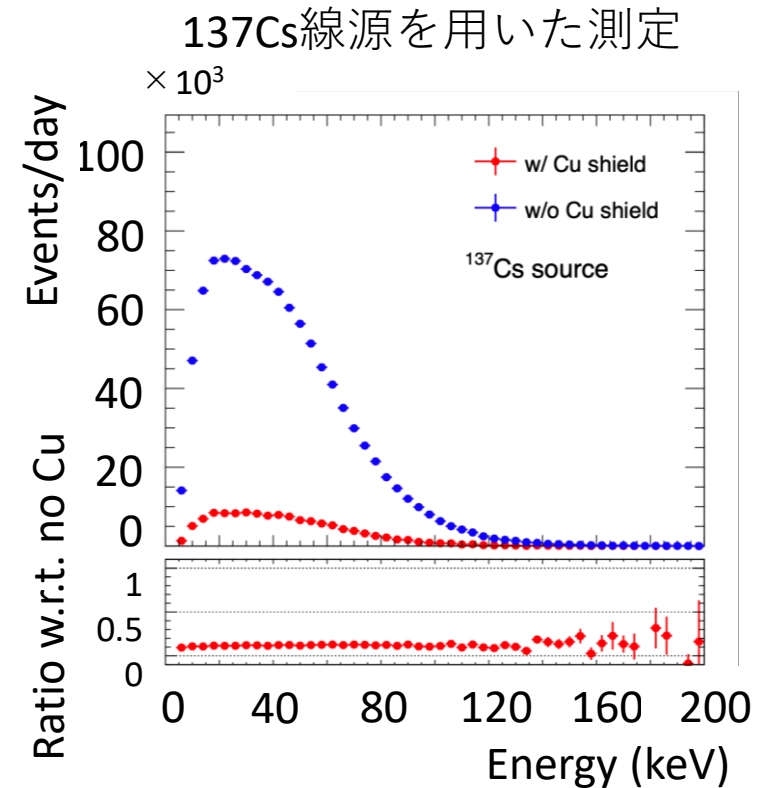
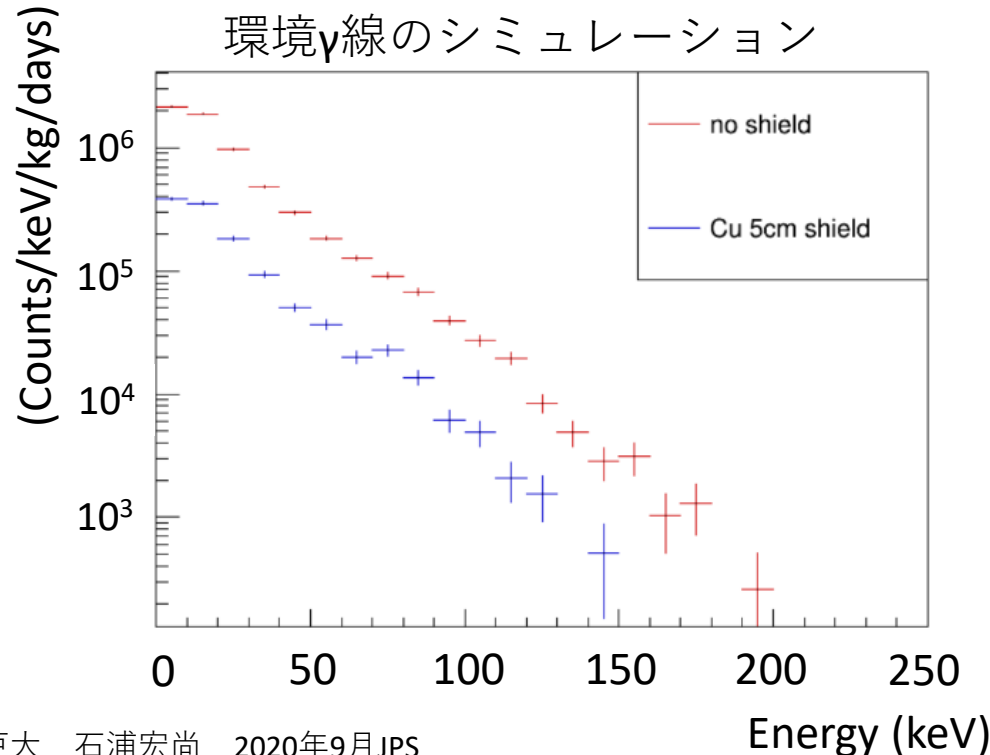
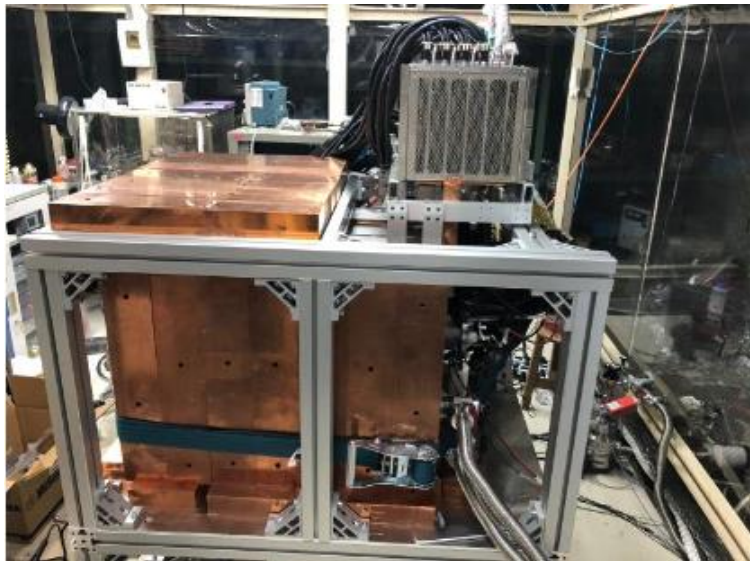
環境 γ 線、環境中性子の期待カウント数

Source	Counts
Ambient gamma-rays	1.5 ± 1.5
Ambient neutrons	$(3.5 \pm 0.9) \times 10^{-1}$

神戸大 池田智法 博士論文

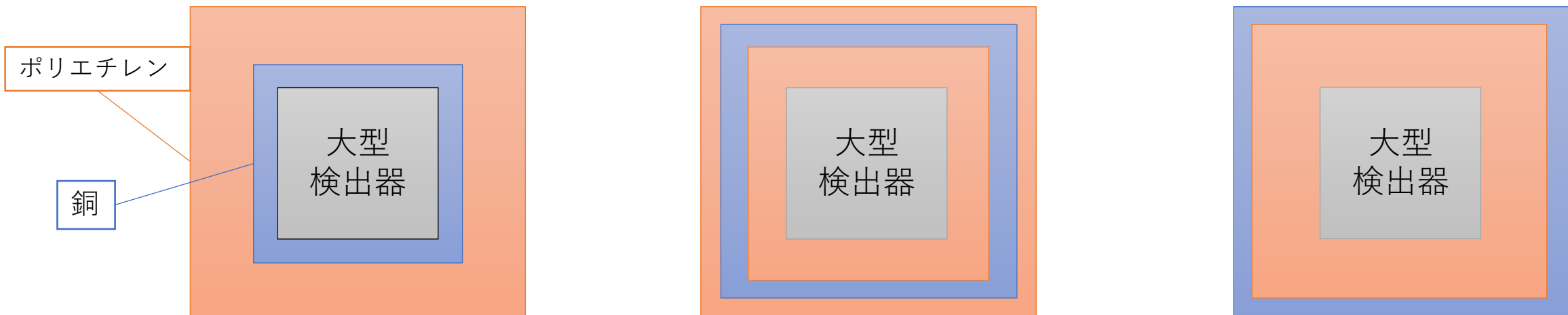
現状

- 神岡Lab-Bに設置されている中型検出器での銅シールド(5 cm)設置により γ 線の遮蔽が検証された (イベント1/6)
- 実験室の制約から、シールド厚さ30 cm
- 本実験では簡易なシールドと小型の検出器を用い、神戸大学にてシミュレーションを実行



本研究の目的

- これまでのシールドでは環境 γ 線を遮蔽するために銅シールドを置いていた。
→環境中性子の遮蔽を目的としてポリエチレンも備えたシールドを作りたい。
- 本実験では銅5 cmは使用しつつ、ポリエチレンと銅の最適な位置関係を探った



Type-1:Near

Cu is Near To The Detector In The Shield

Type-2:Center

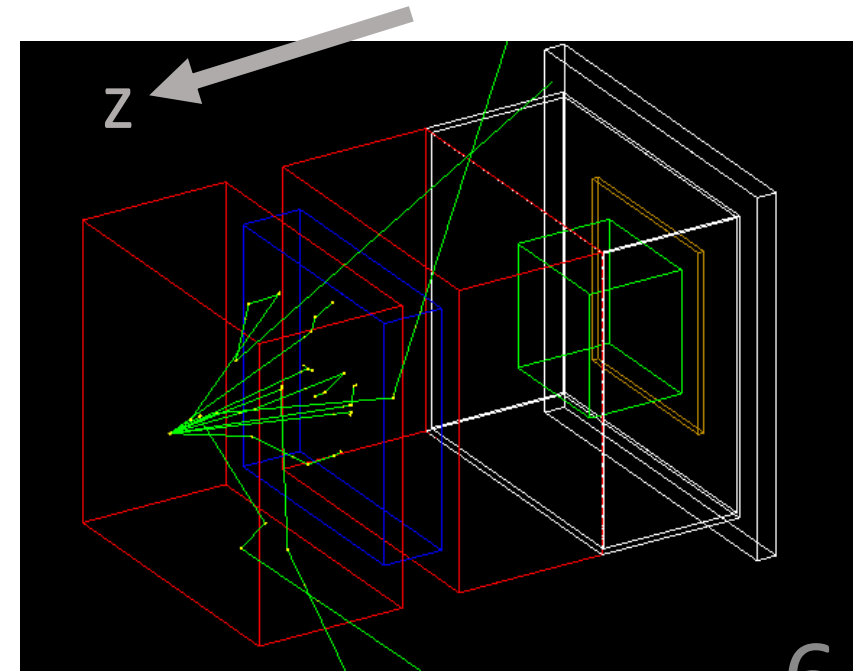
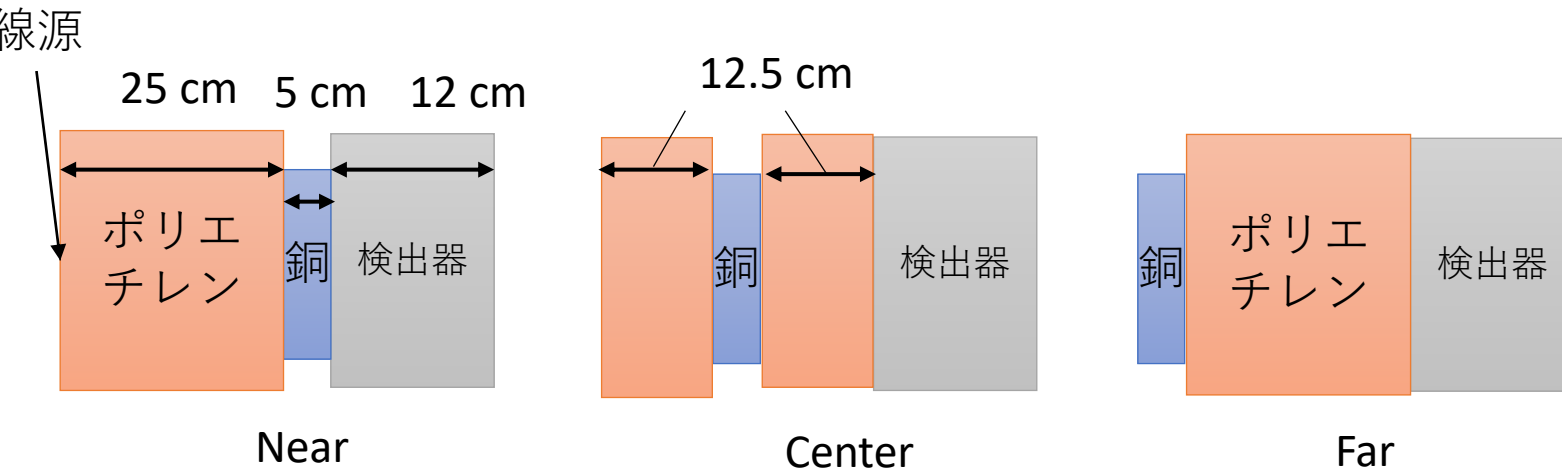
Type-3:Far

シールドの素材と検出器の位置関係

シミュレーションによる検証

- 条件

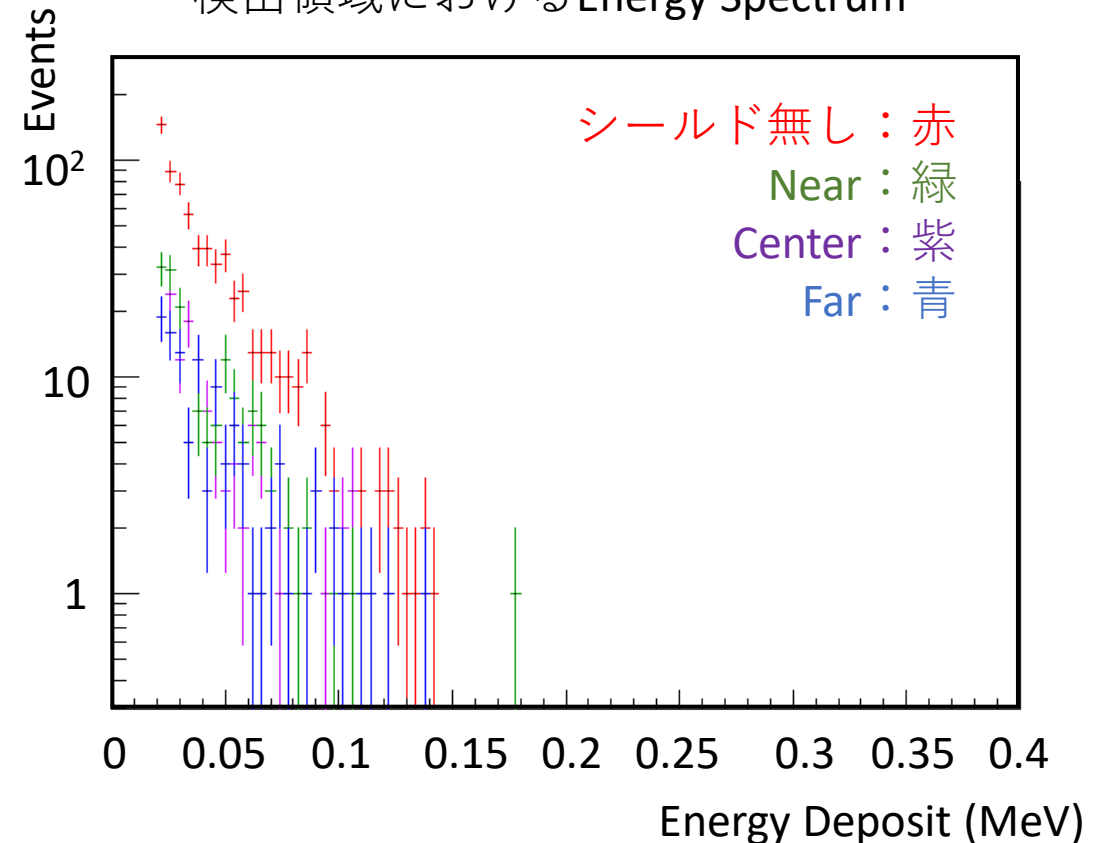
- シミュレーションにはGeant4を使用
- 検出領域
10×10×8 cm³の検出領域における入射粒子のエネルギーデポジットを比較
- Ar:C₂H₆ = 9:1の混合ガス1 atm
- 検出器の+z方向に各シールドを構築
 - ポリエチレンシールド25 cm + 銅シールド5 cm
Near, Center, Far
 - シールドから-z方向へ線源を照射



シミュレーション結果： ^{60}Co 線源

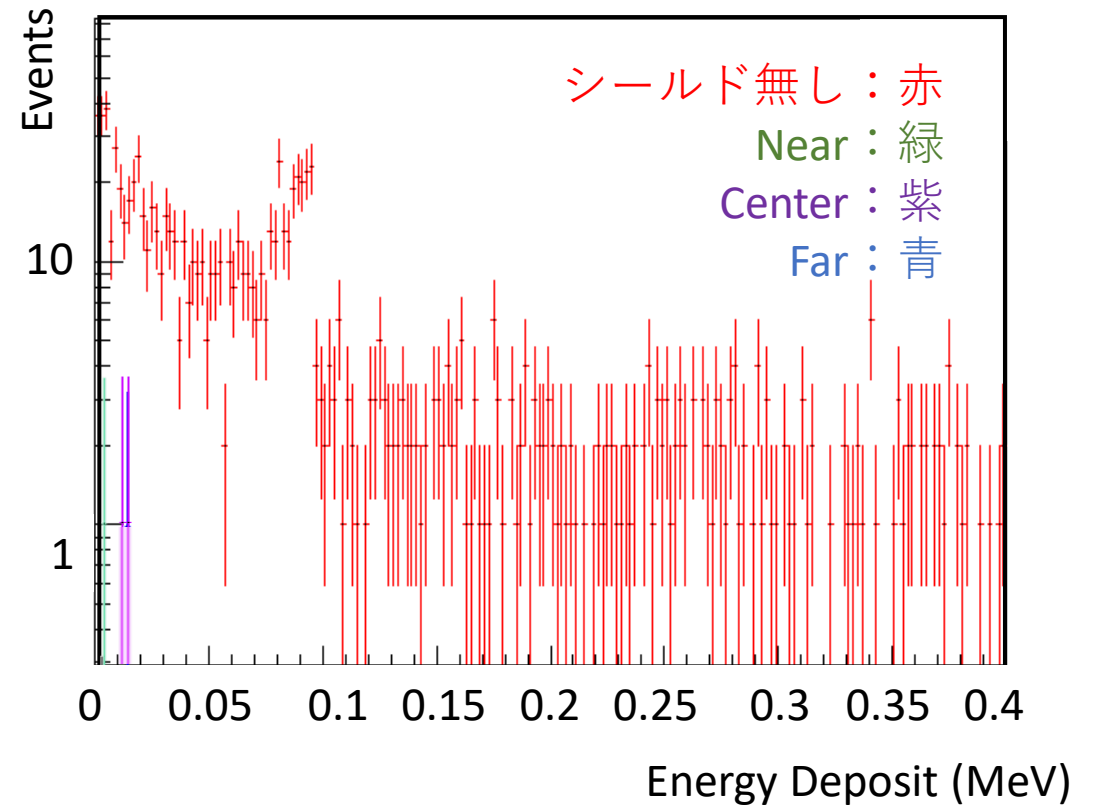
- 各シールドに ^{60}Co 線源を照射した (5×10^6)
- 20 keV以上の事象数 (シールド無しに対する割合)
 - Near (24 ± 8)%
 - Center (19 ± 9)%
 - Far: (16 ± 9)%
- 検出器から遠いほうが遮蔽効果が高い傾向がある
 - 統計量必要
 - 線源の打ち出し方調整

検出領域におけるEnergy Spectrum



シミュレーション結果：1MeV中性子

検出領域におけるEnergy Spectrum



- 各シールドに中性子 (1 MeV) を照射した (5×10^6)
 - No shield 1089
 - Near 1
 - Center 2
 - Far 1
- いずれのシールドでも二桁以上の中性子遮蔽効果があることが分かった
 - 統計量必要
 - 線源の打ち出し方調整
 - 実際のエネルギースペクトルを考慮する

結論

- 神岡での大型検出器を環境 γ 線、環境中性子から保護するため、シールドの検証を行った。
 - 検証は神戸大学の小型検出器を用い、一方向のみのシールドに線源を照射する事象に対してシミュレーションを行った。
- 検証したシールドの効果
 - 中性子の原子核反跳イベント **いずれのシールドでも2桁以上遮蔽**することを確認できた。
 - この条件下では γ 線由来のイベントは銅シールドが検出器から遠いほど小さいことが分かった。

展望

- 実際の測定によって裏付ける
- 環境 γ 線、環境中性子のシミュレーション
 - スペクトル
 - 到来方向
- シールド組み立てに向けて活動中

ポリエチレン
(粒状、袋入り)

金属フレーム

