

# NEWAGEにおける 大型検出器のシールド検証

神戸大学

中山郁香

身内賢太郎 東野聡 石浦宏尚 窪田諒

2021/11/26

第2回地下宇宙若手研究会

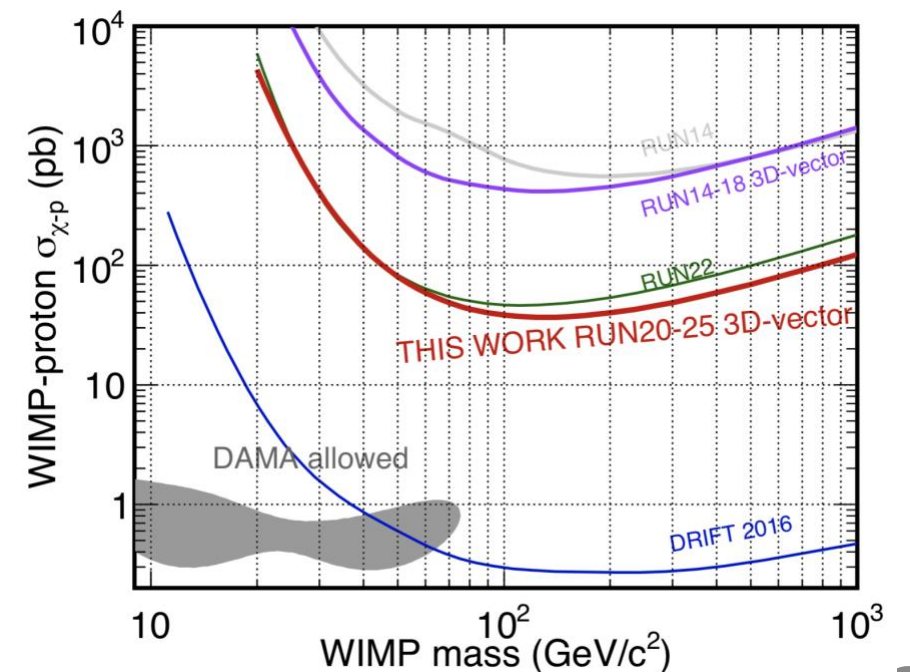
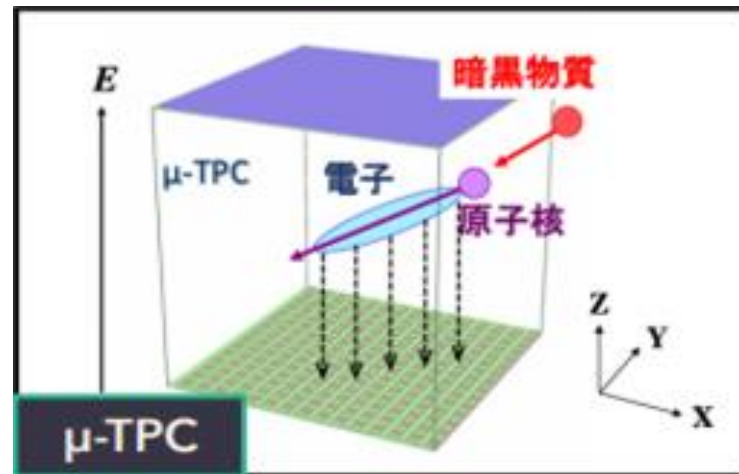
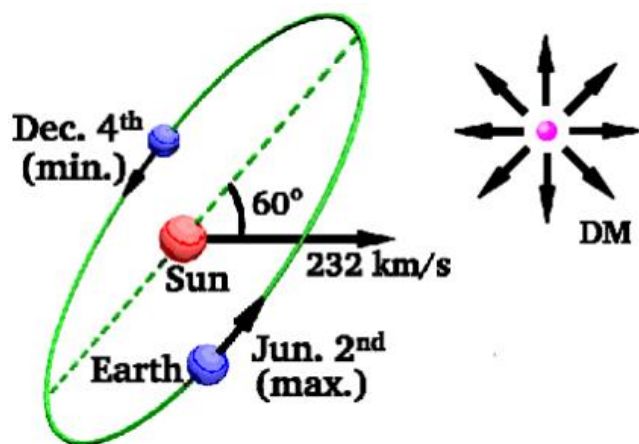
# イントロダクション

## • 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

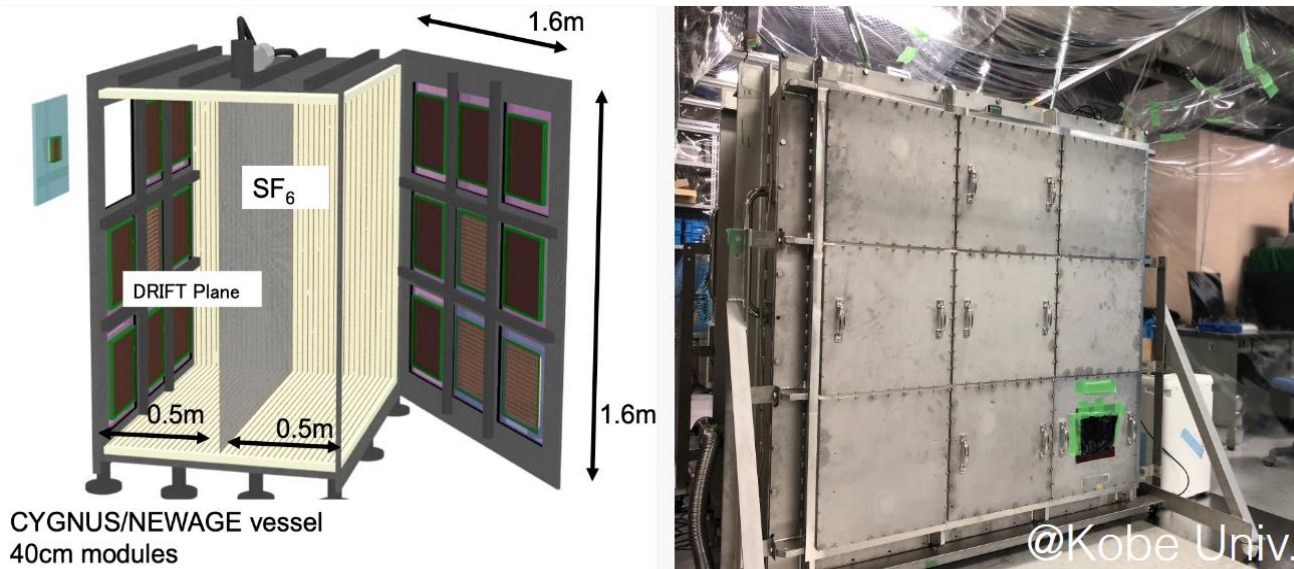
- 暗黒物質とガス粒子原子核の弾性散乱を測定



神戸大 島田拓弥 2021年2月修士論文

# 大型検出器

- 現在運用中
  - 神岡：検出領域30 cm×30 cm×40 cm
- NEWAGEの取り組み：大型検出器開発中
  - 検出器の大きさ：18倍
  - バックグラウンド削減がテーマ

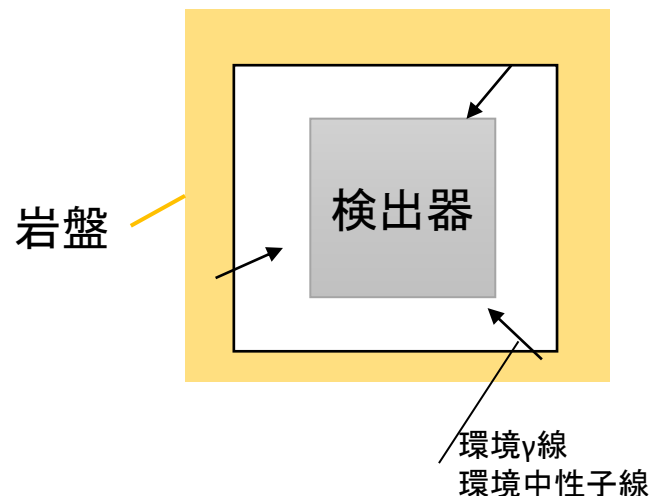


神戸大 東野聡 2021年3月JPS

第2回地下宇宙若手研究会

# 先行研究

- バックグラウンド
    - 内的要因： $\alpha$ 線、Rn（石浦 講演）
    - 外的要因：環境 $\gamma$ 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
- $\gamma$ 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以下を実現したい！



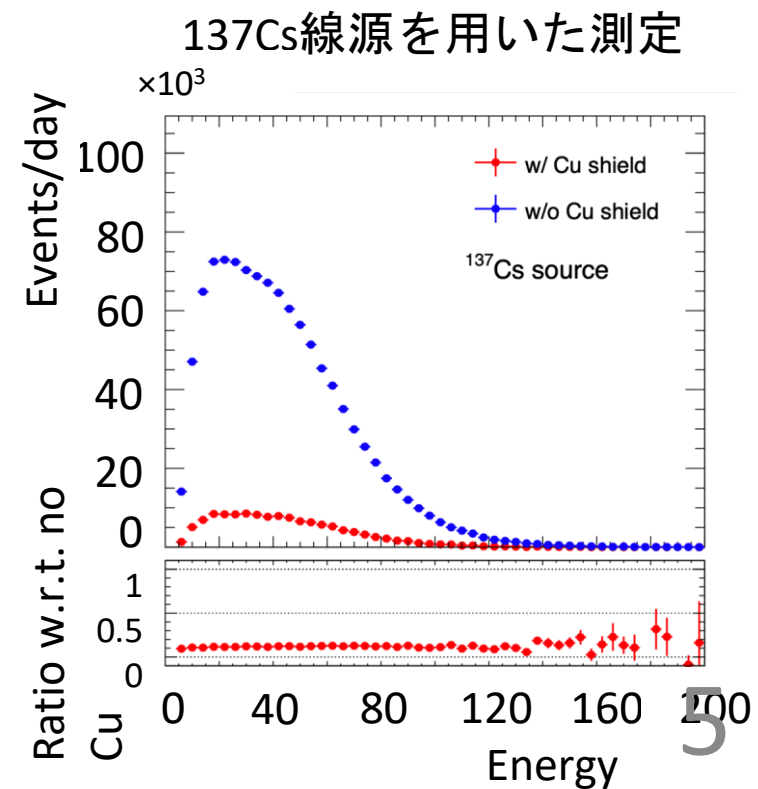
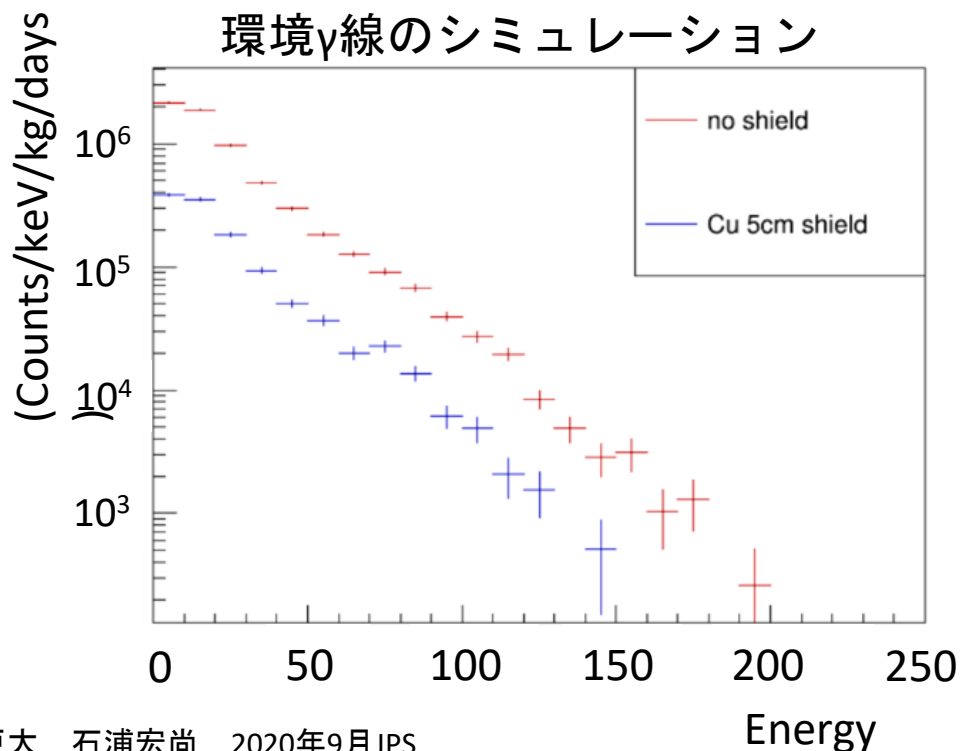
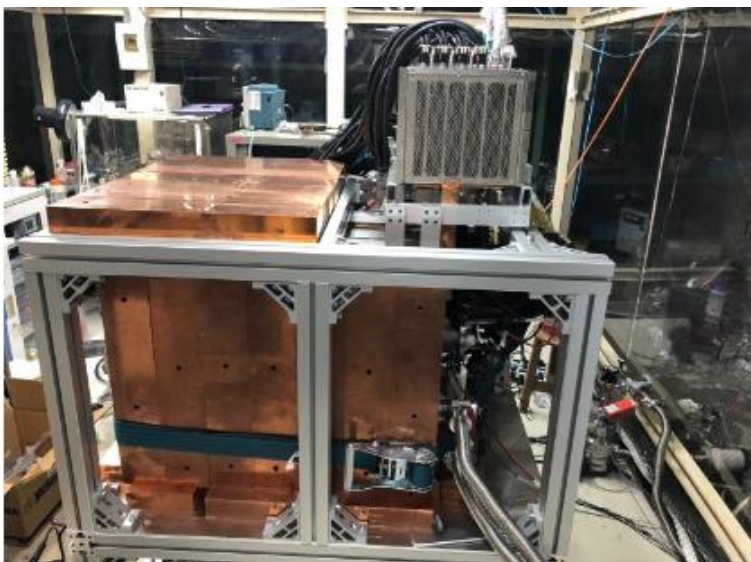
環境 $\gamma$ 線、環境中性子の期待カウント数

Source	Counts
Ambient gamma-rays	$1.5 \pm 1.5$
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 $\gamma$ 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



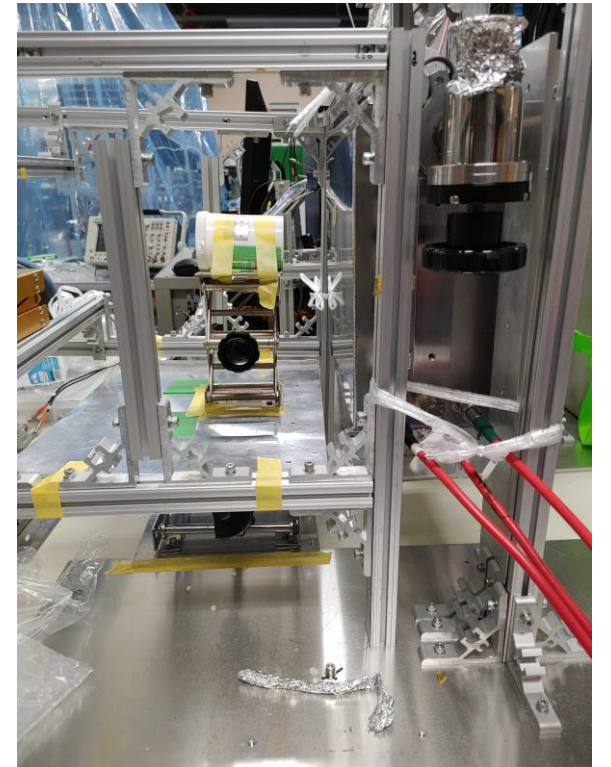
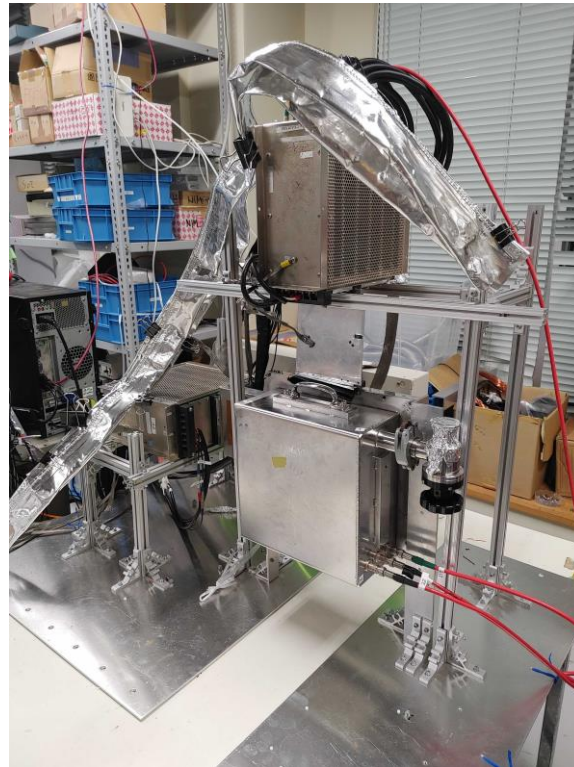
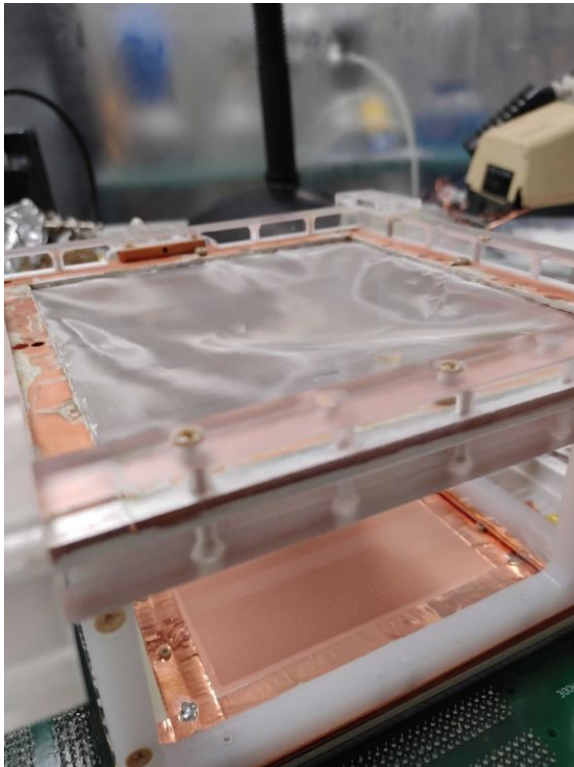
# 本研究の目的

- これまでのシールドでは環境 $\gamma$ 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。  
→シミュレーションにて検証（環境中性子、環境 $\gamma$ 線）
- ポリエチレンシールドの実測値とシミュレーションの整合性  
→神戸大学の小型検出器にて比較、検討



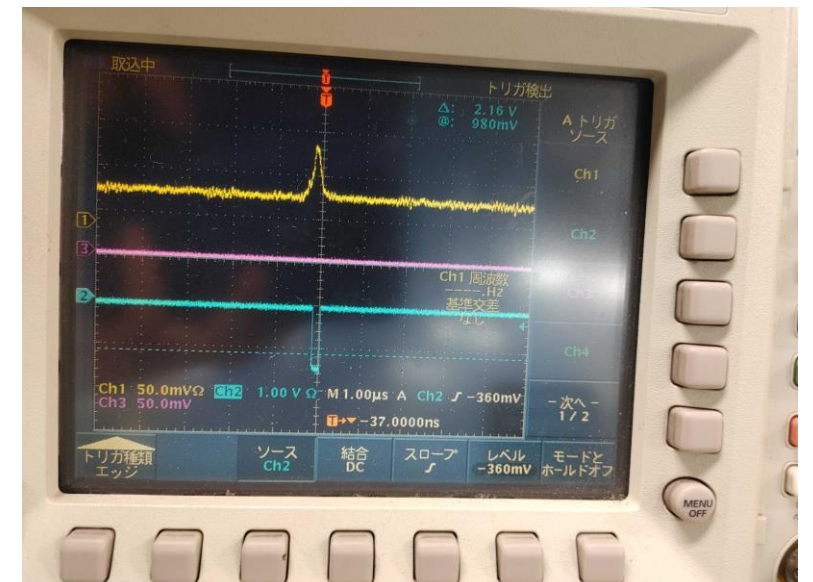
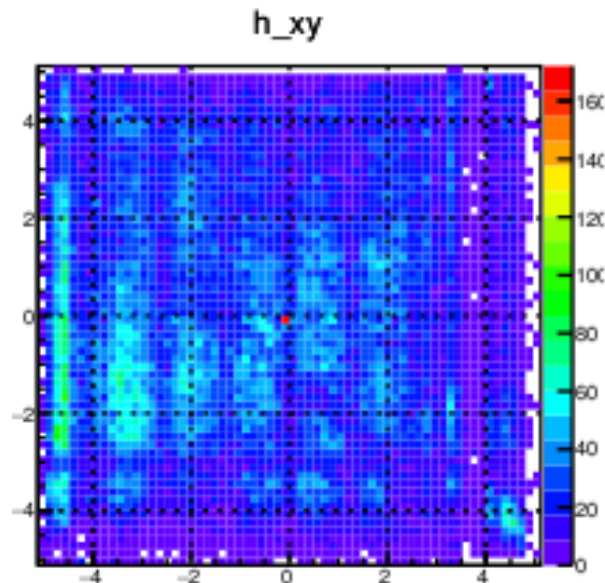
# 検出器

- 実測用の小型検出器
  - $10 \times 10 \text{ cm}^2$ のu-PIC（検出面）
  - 8 cmのドリフト高
  - 検出器の面から5 cm離して $^{252}\text{Cf}$ 線源（中性子線源）を照射



# 検出器動作不良 1

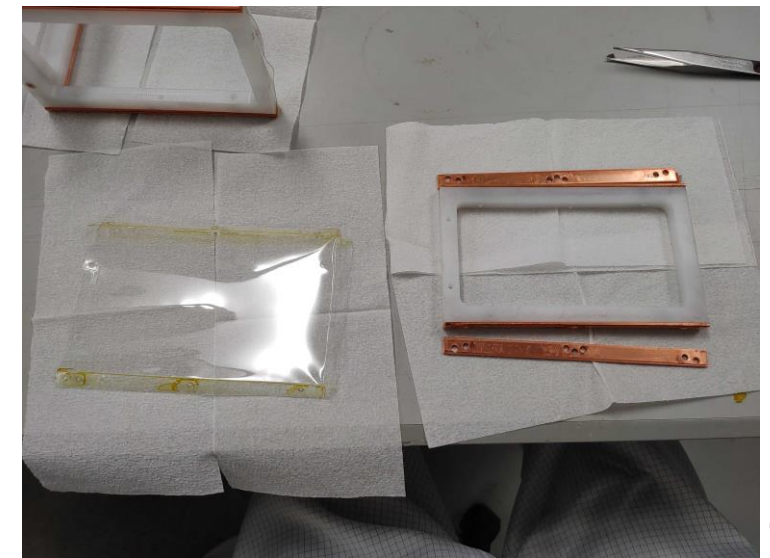
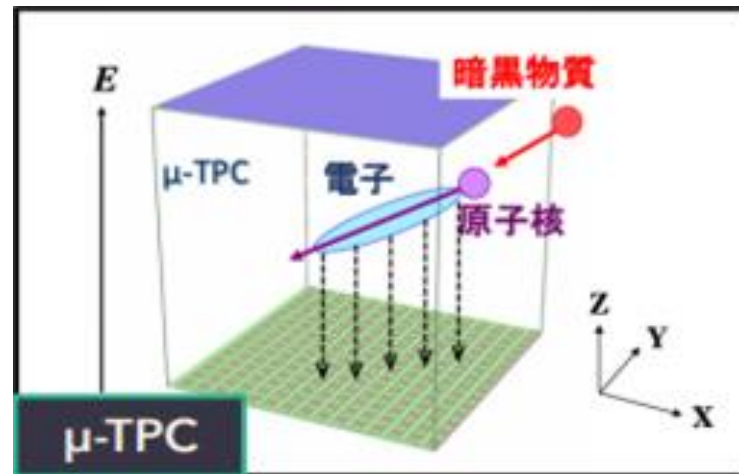
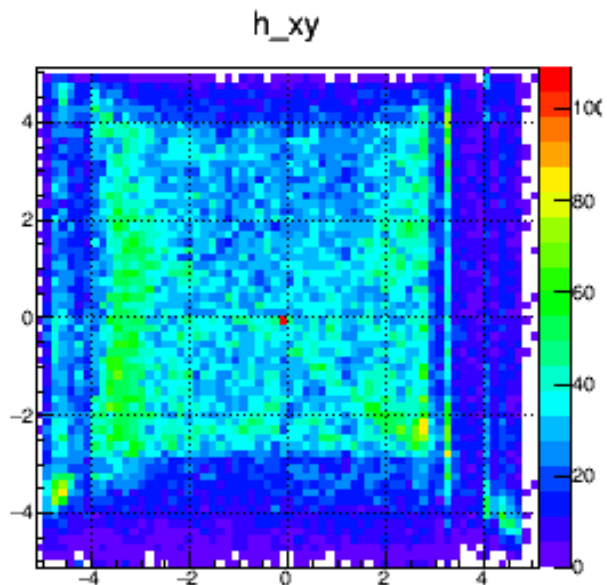
- 測定がうまくいくとは限らない
- ヒットマップに良からぬ影
  - イベントの端点は均等に分布
  - イベントの中心点が不均一
- GNDが正しく取れていなかったため相対的なスレッシュホールドが高くなりすぎてしまっていた
  - 各ストリップの出力は8つに纏めてスレッシュホールドを超えるか判定  
→スレッシュホールドが高いと長い飛跡を持つイベントの端点が測定点に数えられない





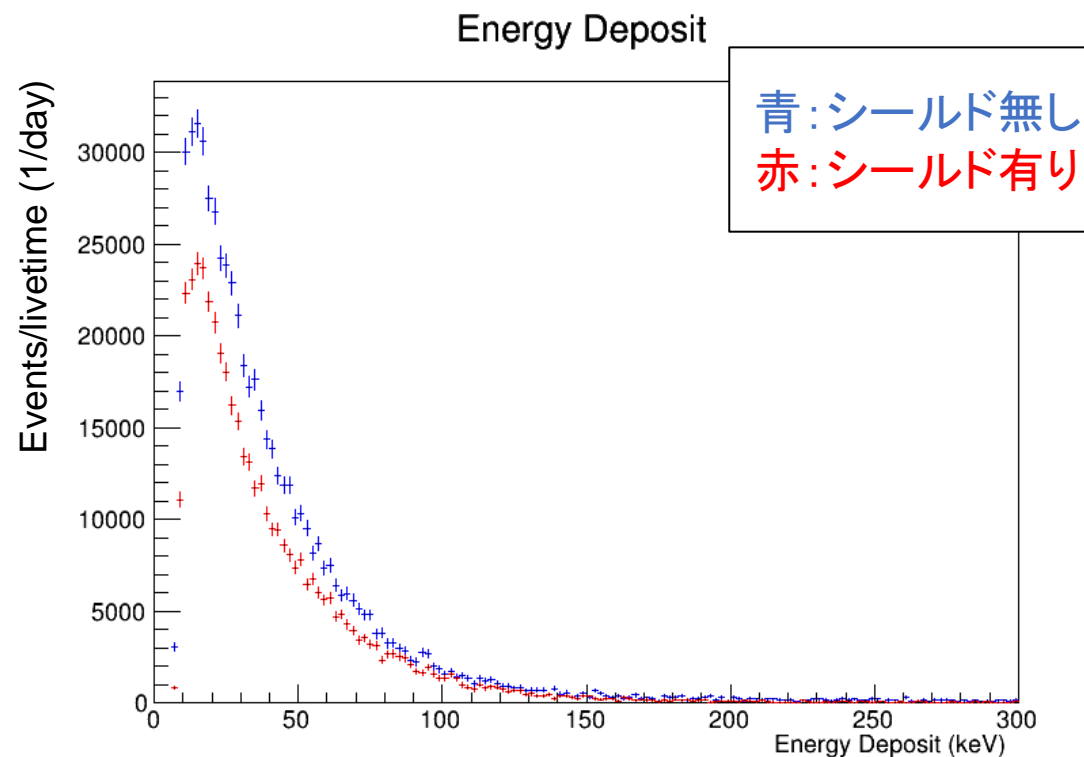
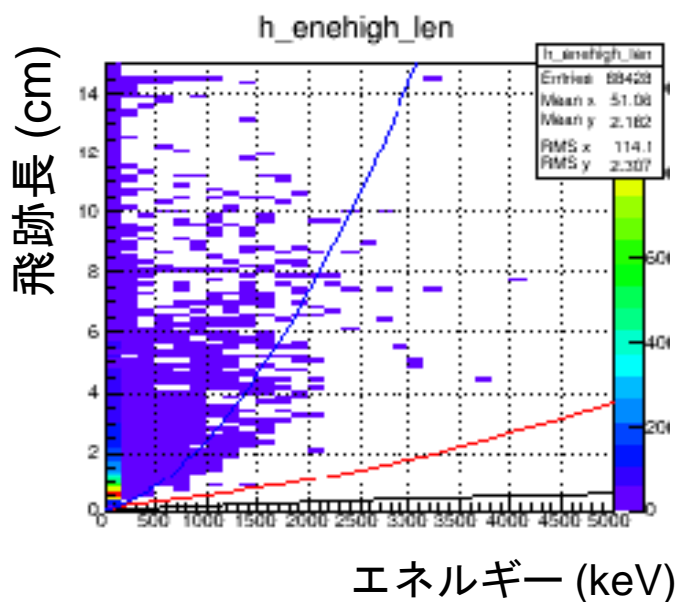
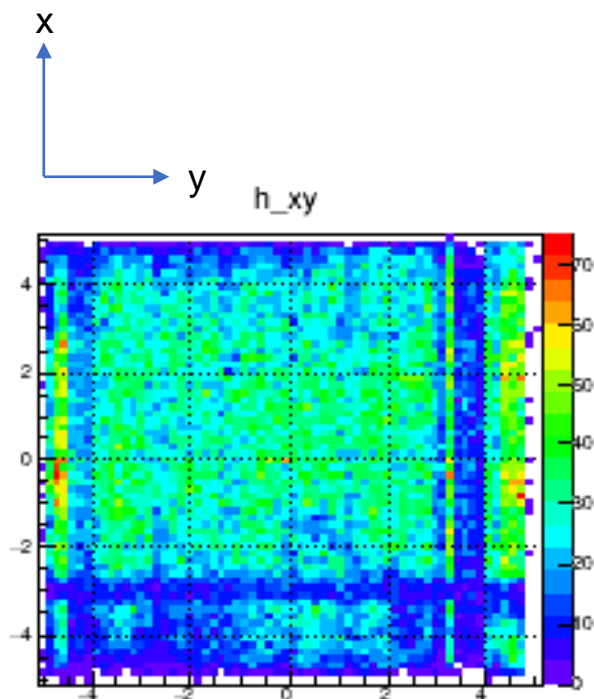
# 検出器動作不良 2

- 測定がうまくいくとは限らない
- ヒットマップの分布が歪  
→電場構造がゆがんでしまっているかもしれない  
→飛跡長が不正確に？
- 高抵抗シート張り直しで改善
  - 高抵抗シートの抵抗値がそこまで下がっていなかった  
←過去にも同様の例がある



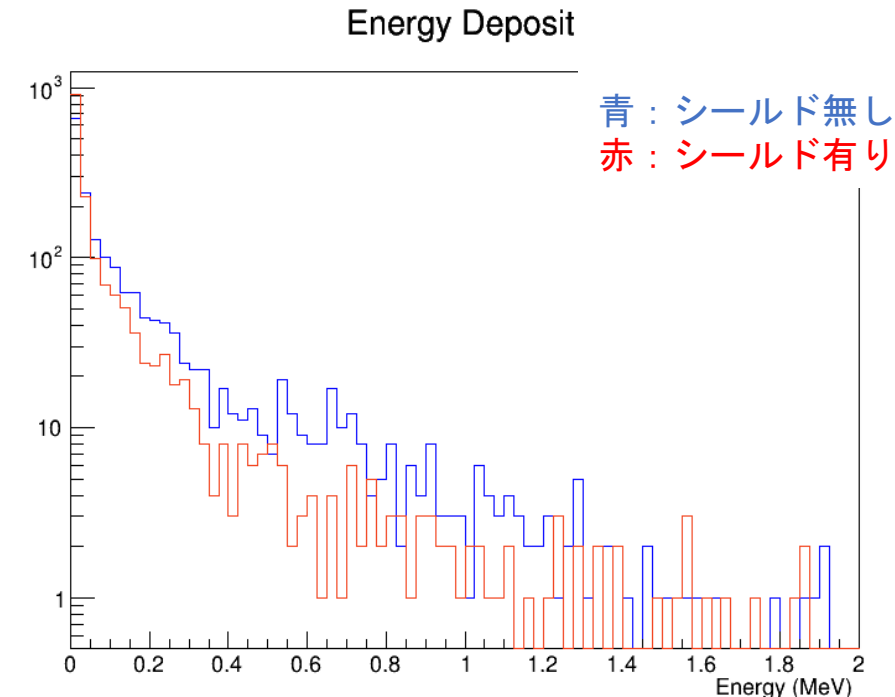
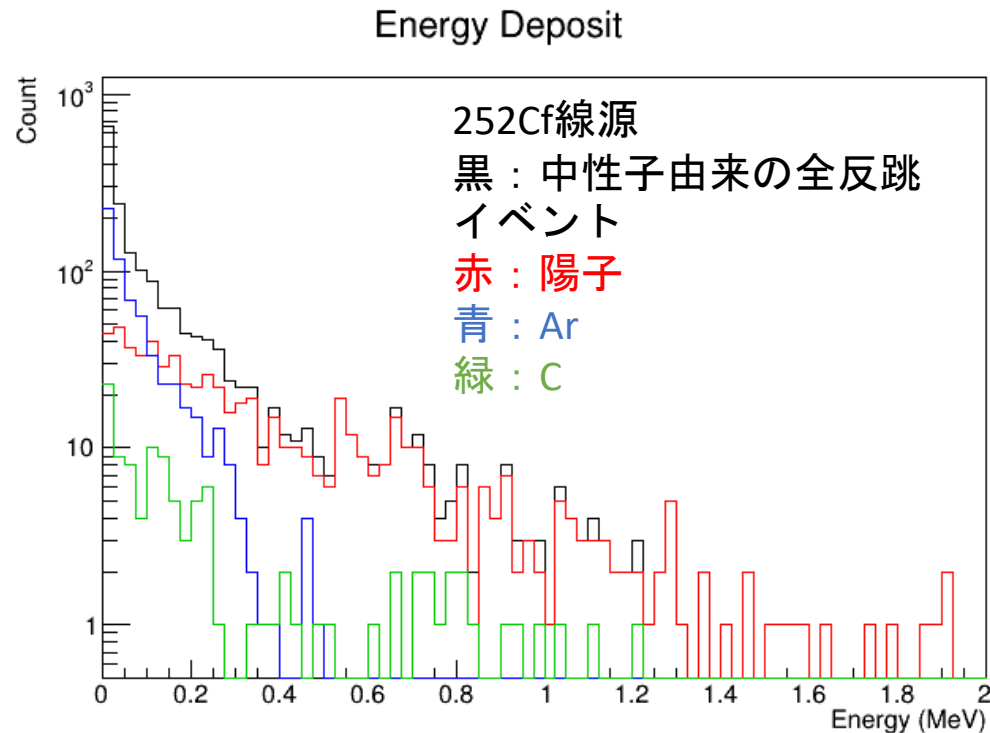
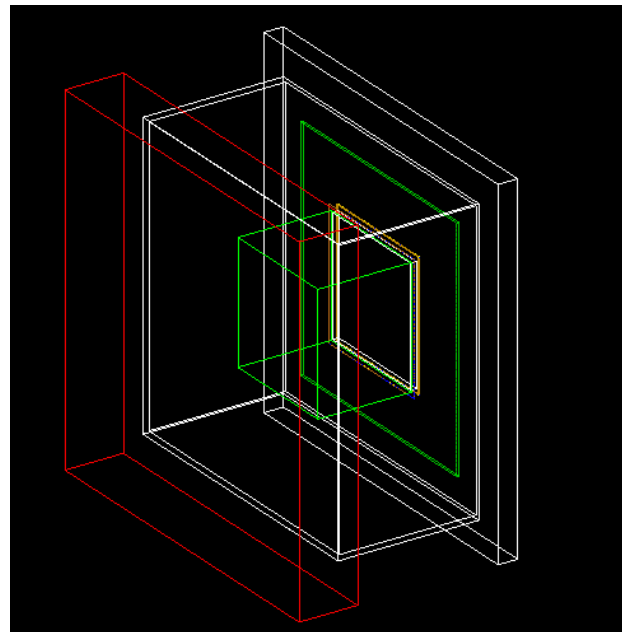
# 検出器出力

- 放電によるストリップの減少や電氣的なバックグラウンドが散見されるものの、検出に差し支えない状態に移行
- 解析
  - fiducial cut(検出器内部側面からの $\alpha$ 線バックグラウンド除去)
  - 飛跡長によるcut( $\gamma$ 線由来のイベント除去)を行い、シールドの有無でエネルギースペクトルがどう変化するか調べた



# シミュレーションの検証

- シミュレーションの結果が実測値と符合しているかを神戸大学にある小型の検出器にて検証した
  - 10×10×8 cm<sup>3</sup>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:C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> = 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
  - シミュレーションにはGeant4を使用

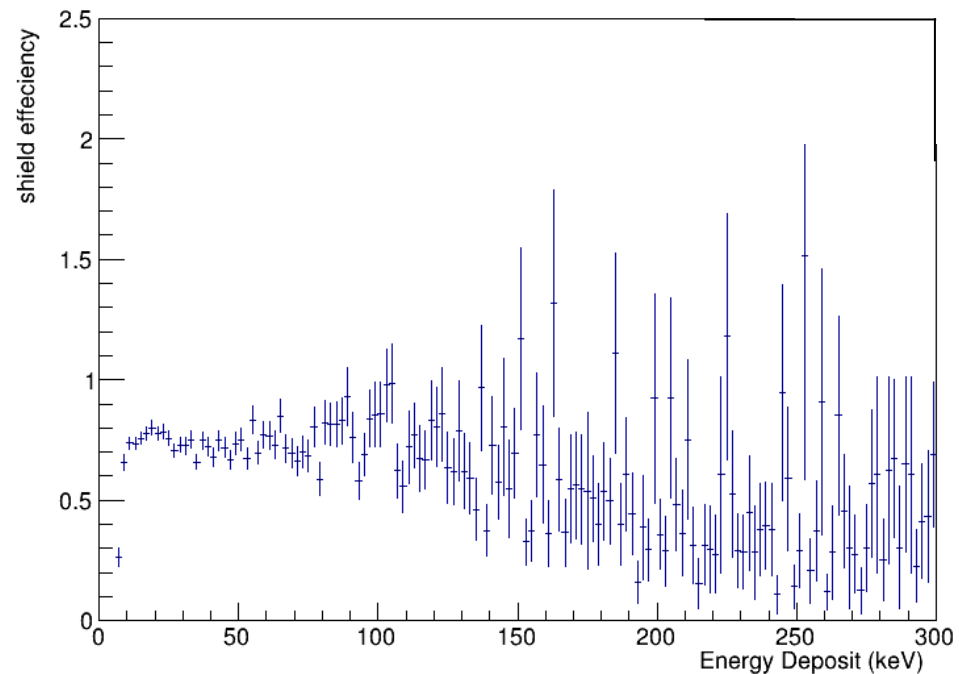


# データ vs シミュレーション

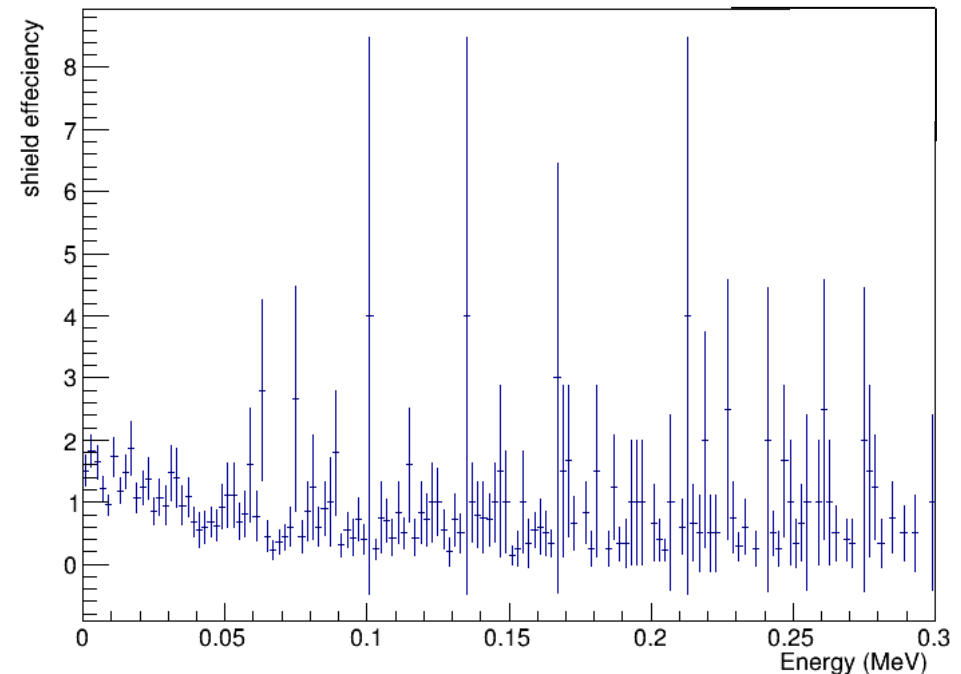
- 小型検出器とシミュレーションで、統計量の関係から低エネルギー領域において比較したところ、双方シールドにより30%程度線源量が減少することが確認できた

→少ない統計数とはいえシミュレーションと測定結果が符合した

小型検出器による測定結果

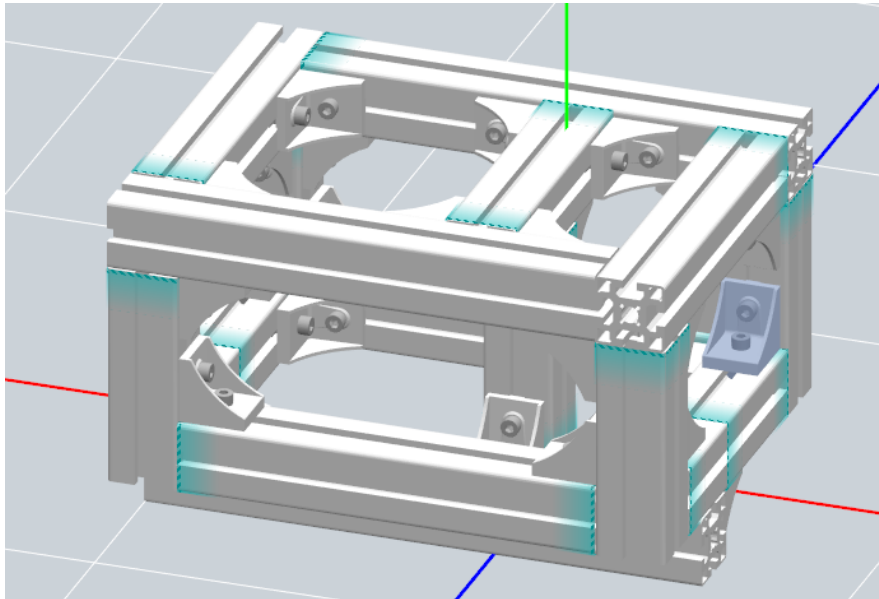


シミュレーション結果



# まとめと展望

- 大型検出器のバックグラウンド検証に向けて、シミュレーションでの評価を目指した  
←神戸の小型検出器でシミュレーション結果の検証。大まかなデータではあったが二つのデータが符合している様子が分かった
- 具体的なシールド作成に向けてシミュレーションを走らせていくことを計画中
- 並行してシールドの模型も作成予定





# シミュレーションによる検証

- 条件

- 検出領域

- $10 \times 10 \times 8 \text{ cm}^3$ 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:C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> = 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  
スペースに余裕があれば鉛シールドも追加したい
    - シールドから-z方向へ線源を照射
    - 線源には環境 $\gamma$ 線、環境中性子線を使用

→目標のバックグラウンドにどこまで到達できるか

検証予定

