



# アルゴンガスTPPCを用いた ミグダル効果観測へ向けた 中性子ビーム試験結果

神戸大理 金崎奎

中村輝石<sup>A</sup> 内山偉貴<sup>A</sup> 身内賢太郎 東野聡 水越慧太 池田智法<sup>B</sup>

東北大理<sup>A</sup> 京都大理<sup>B</sup>

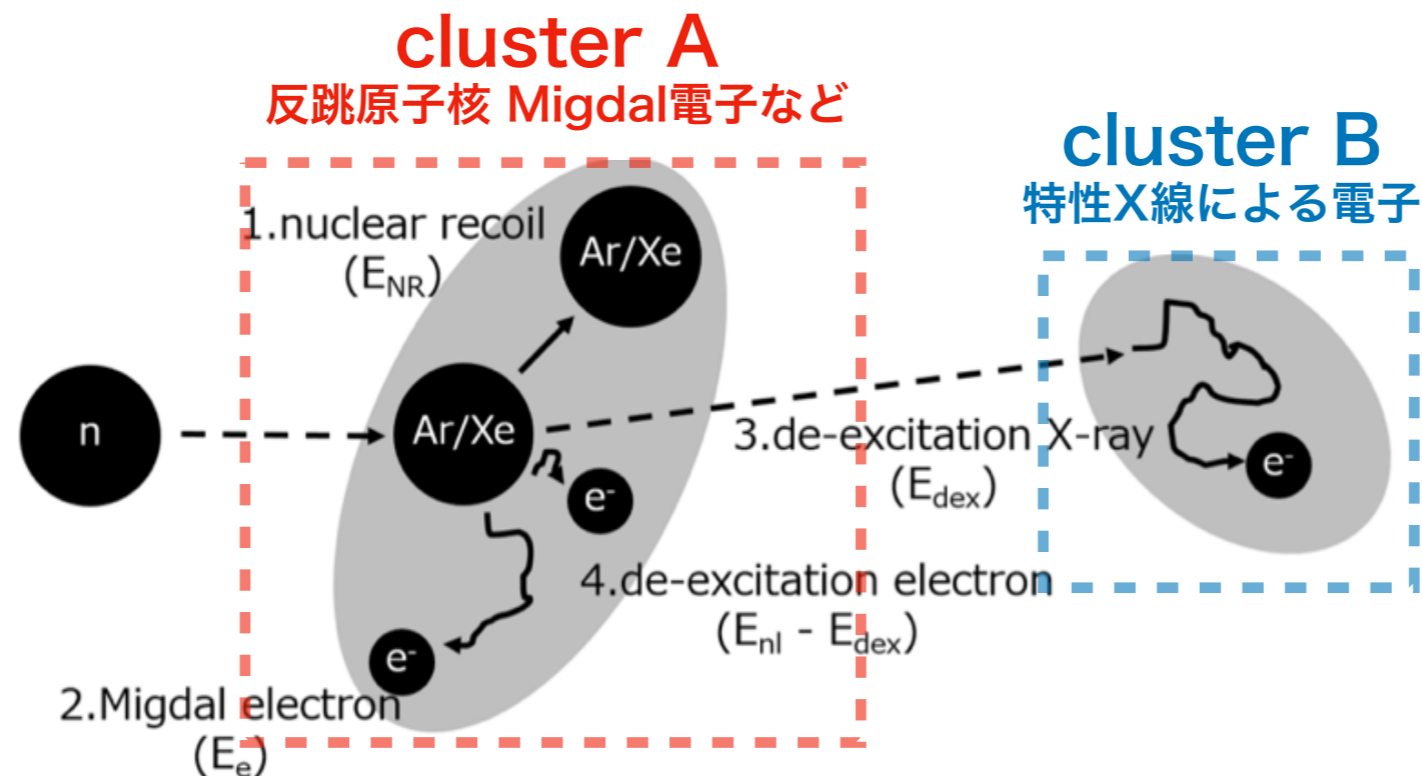
日本物理学会 第77回年次大会 15pA125-5

2022/03/15 14:30~ @オンライン

# 1. Introduction

## ミグダル効果

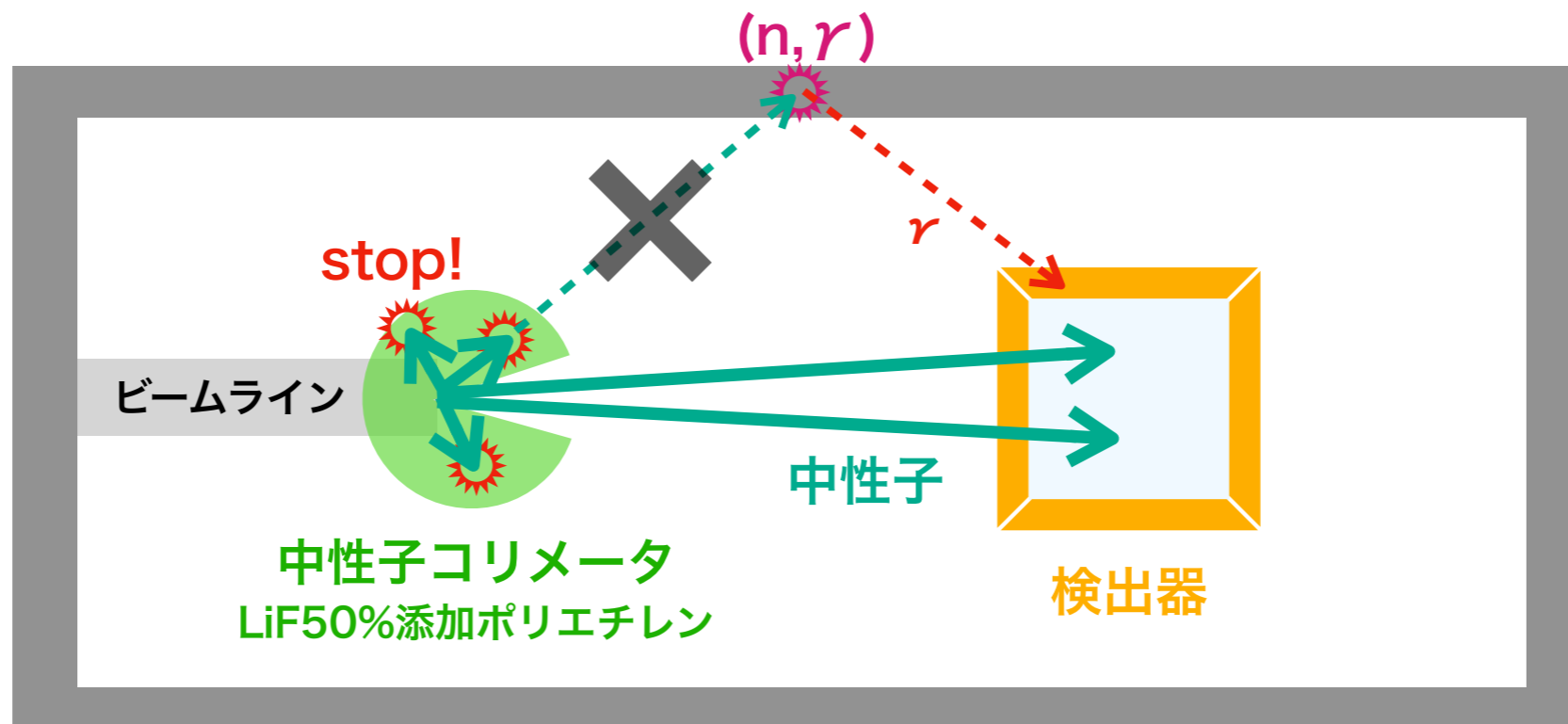
- 原子核の急激な運動によって**低確率で追加の電離/励起**が起きる
- 近年、ミグダル効果による追加の電荷信号を利用した**軽い暗黒物質の探索**が盛んに行われている
- 原子核反跳に伴うミグダル効果は**実験で未観測**  
→ 中性子ビームとガスTPCを用いてミグダル効果の観測を目指す



# 1. Introduction

## 背景事象(BG)の削減

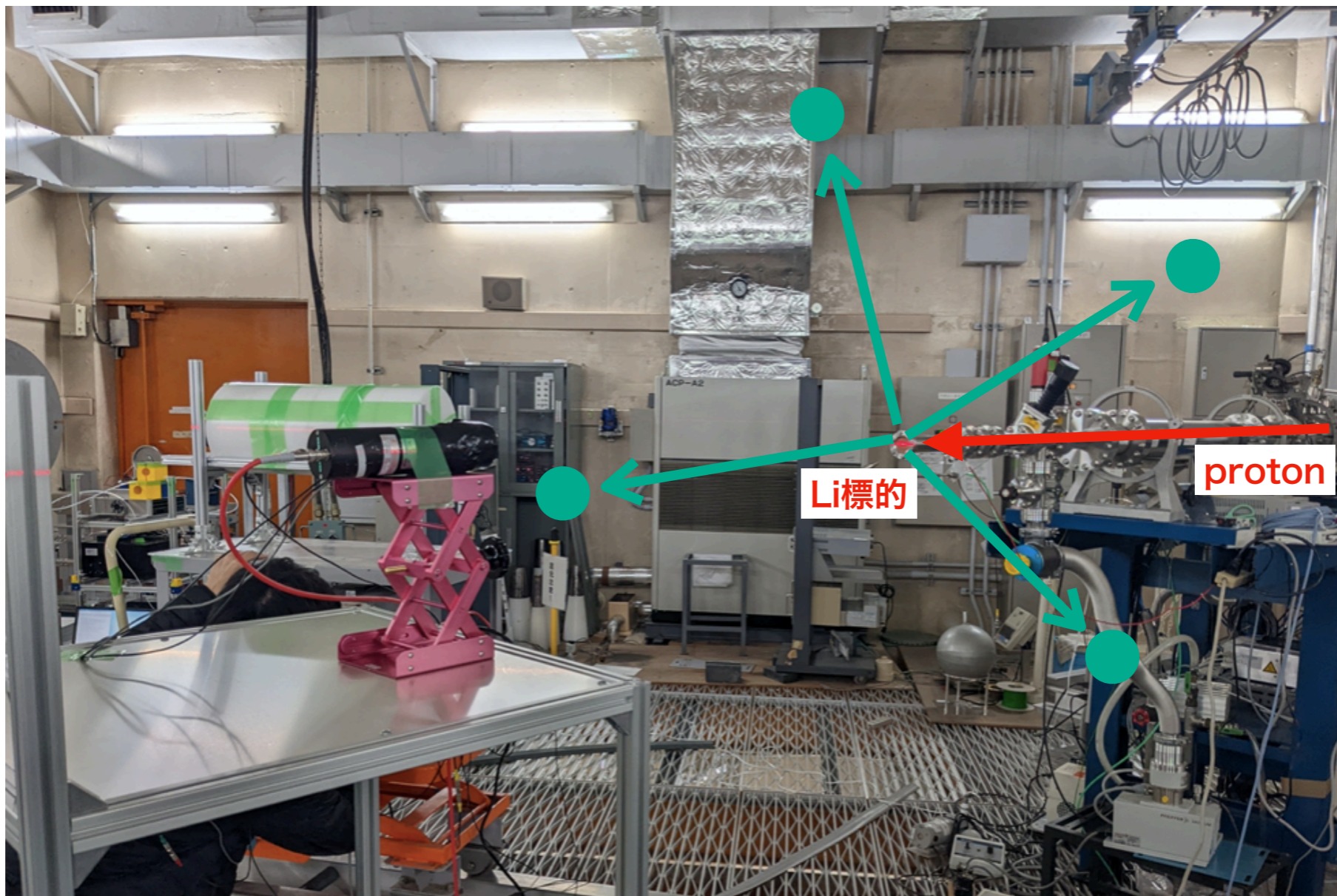
- 低確率事象であるためBGとの闘い
- **実験室の壁での中性子捕獲反応による  $\gamma$  線BGが支配的**であるとシミュレーションにより見積もられた PTEP(2020)ptaa162  
→ 削減のためLiF中性子コリメータを考案 金崎 JPS2021秋季
- ガスTPCでの実験に先立って、**BG測定やコリメータの性能を確認するためのビーム試験を行った**



## 2. 中性子コリメータ

### 中性子ビーム

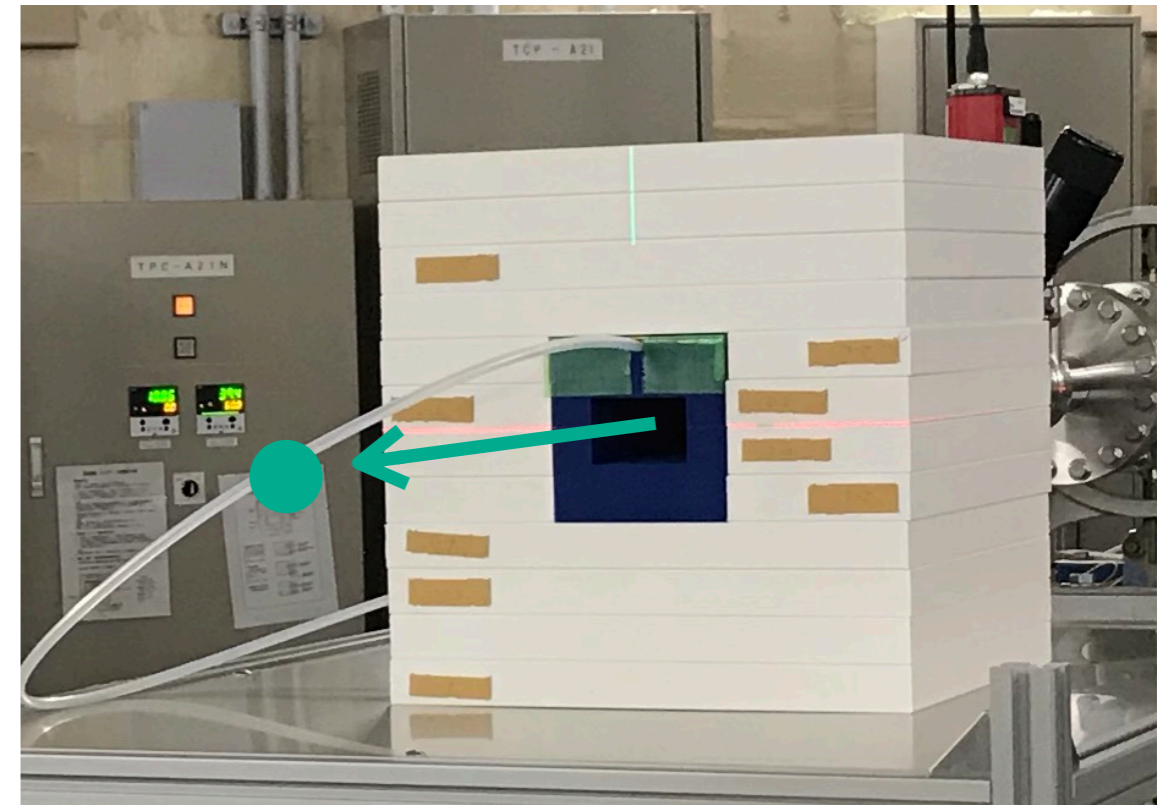
- 565keVの中性子ビームを使用 @産業技術総合研究所
- ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応  $\rightarrow$   $4\pi$ 方向に中性子が発生



## 2. 中性子コリメータ

### コリメータ

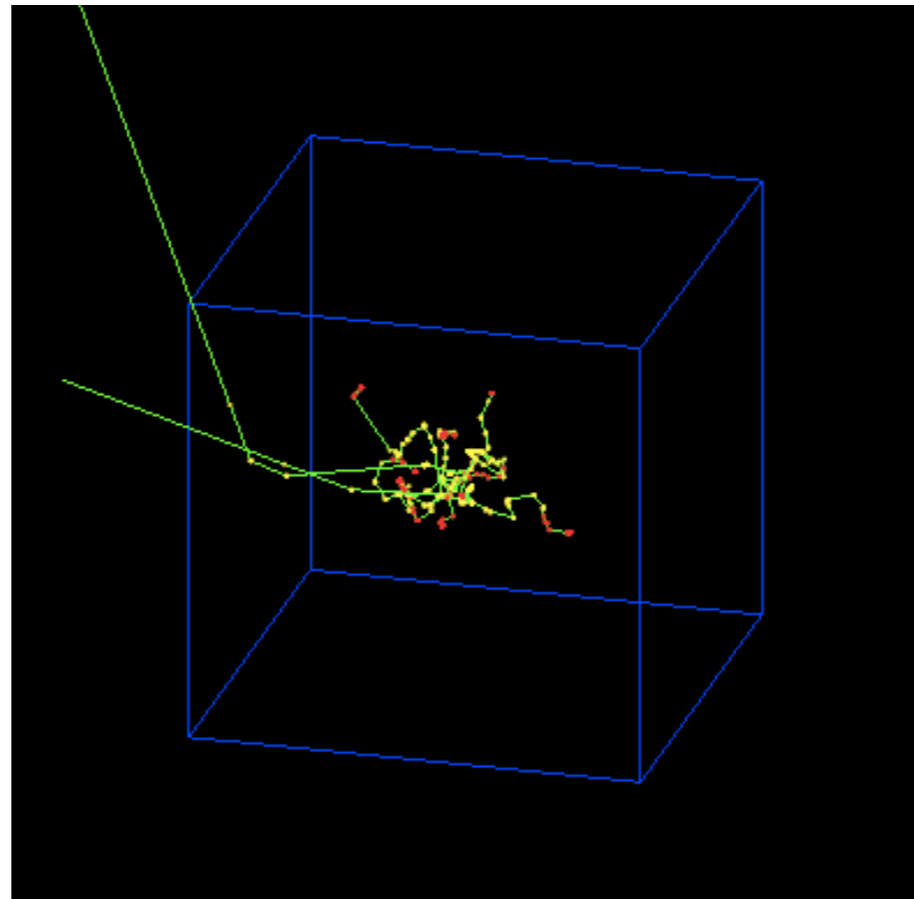
- 一辺30cmの LiF50%添加ポリエチレン
- ポリエチレンで減速 →  ${}^6\text{Li}$ で吸収 ( $\gamma$ 線フリーな過程)
- 検出器方向にのみ中性子が到達するように穴を開けている



## 2. 中性子コリメータ

### シミュレーションによる見積もり

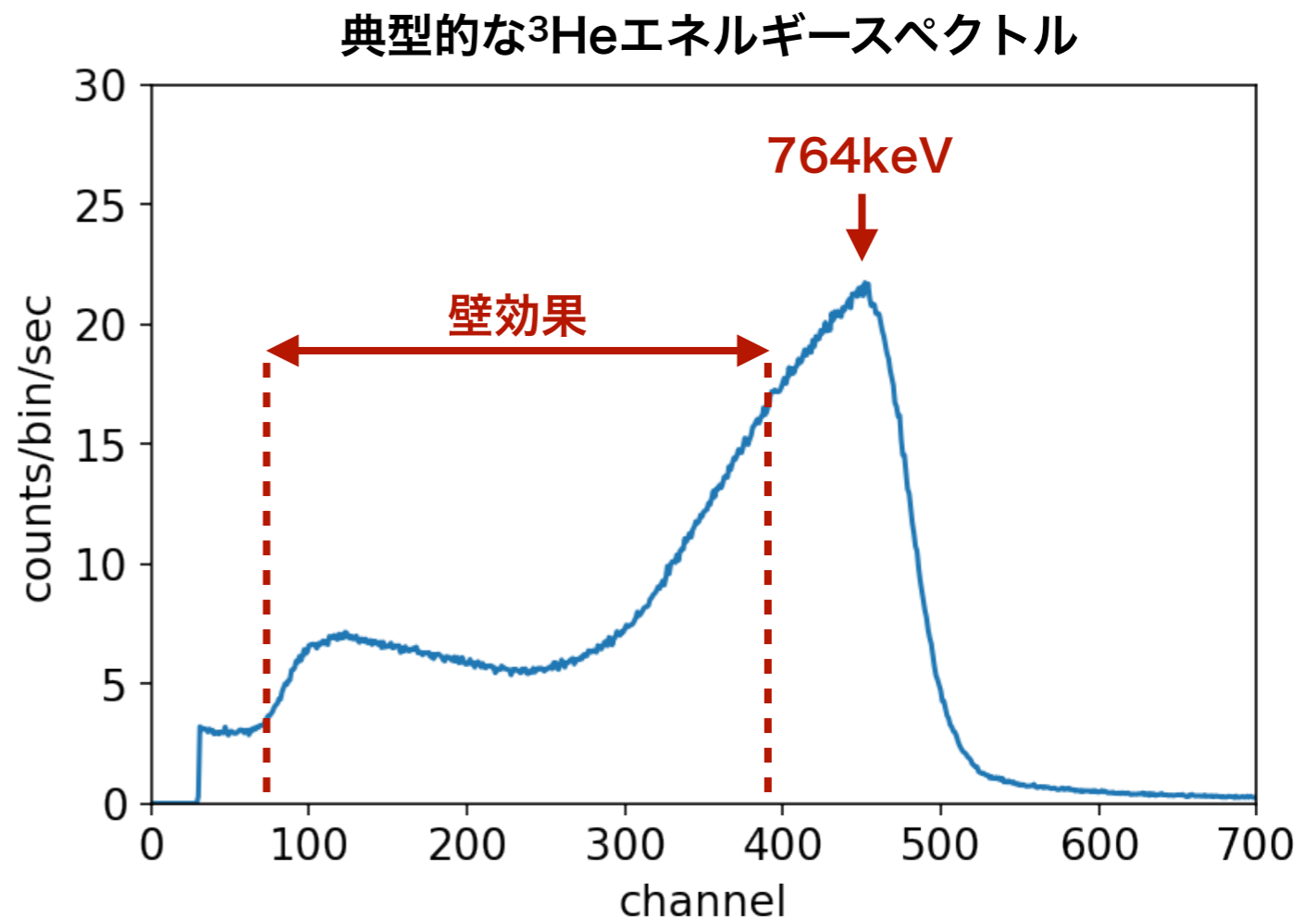
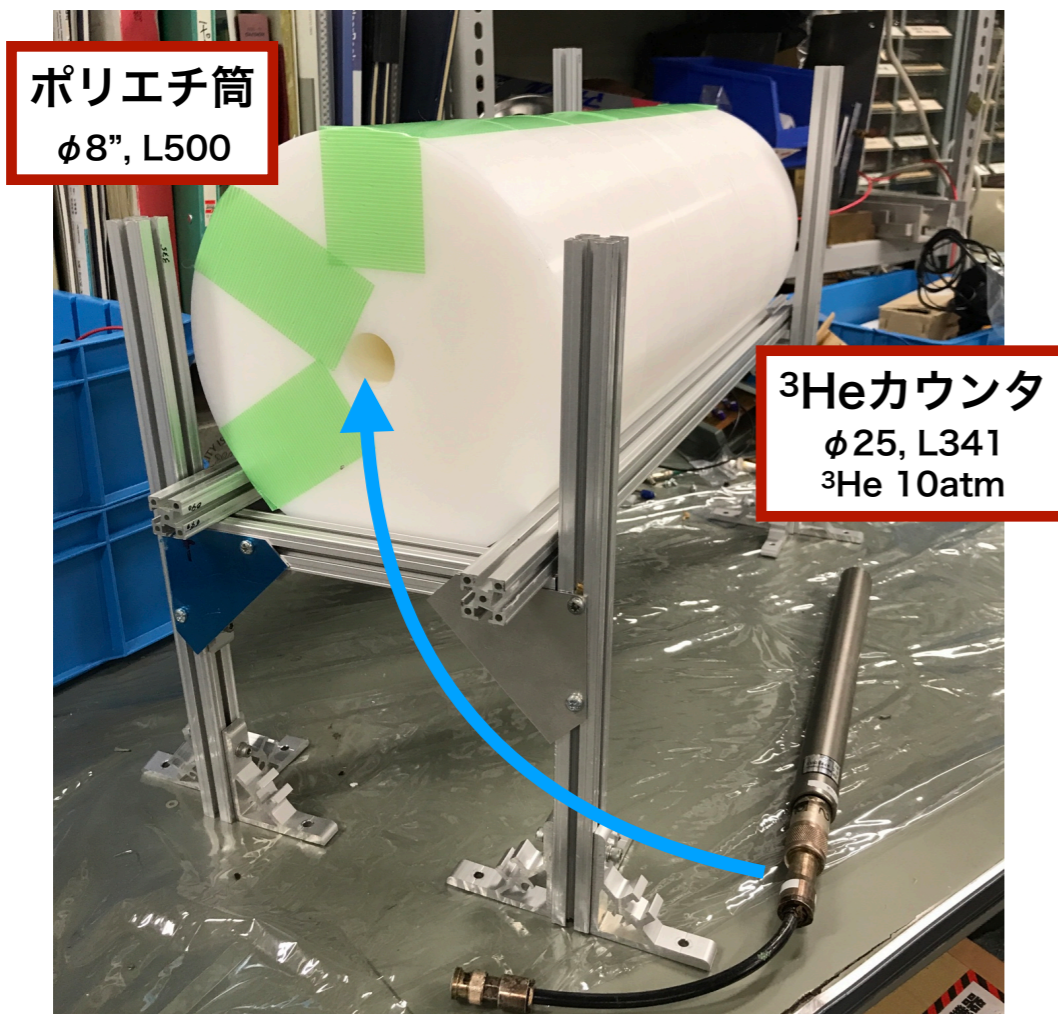
- 簡単に、30cmサイズのLiF添加ポリエチレンの立方体に対してシミュレーション (Geant4) を行った
- 565keVの中性子の遮蔽効率は **99.65±0.06%** と見積もられた
- 中性子フラックスを測定することでコリメータの効果を確認する



# 3. 中性子フラックス測定

## $^3\text{He}$ 比例計数管

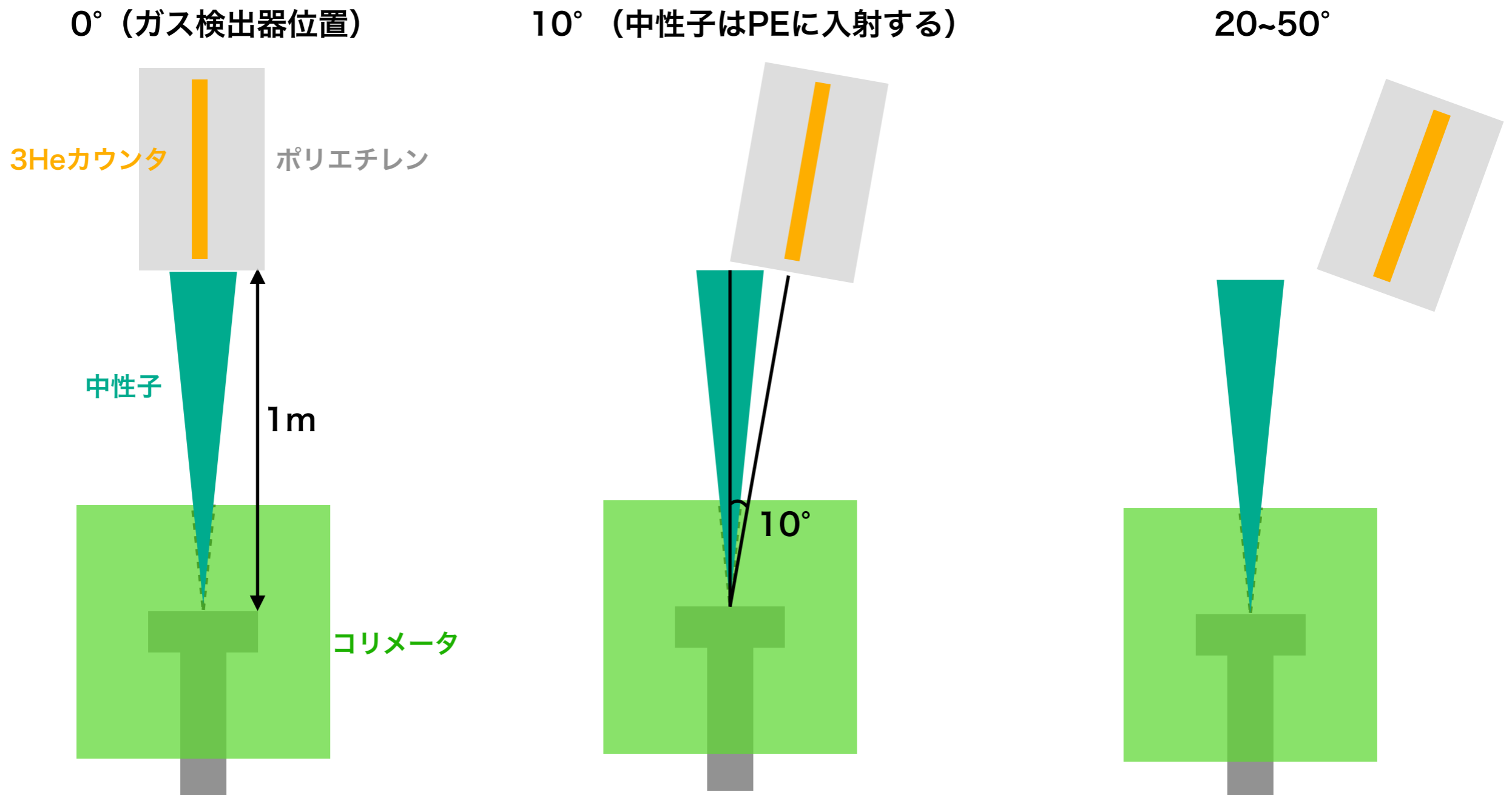
- 中性子フラックス測定には $^3\text{He}$ 比例計数管を使用
- $^3\text{He} + n \rightarrow p + \text{T}$  反応により中性子を検出  
573keV 191keV
- 高速中性子に感度を持たせるためポリエチレン筒で囲った



# 3. 中性子フラックス測定

## 実験セットアップ

- 0~50°の角度で10°ごとに中性子フラックスの測定を行った



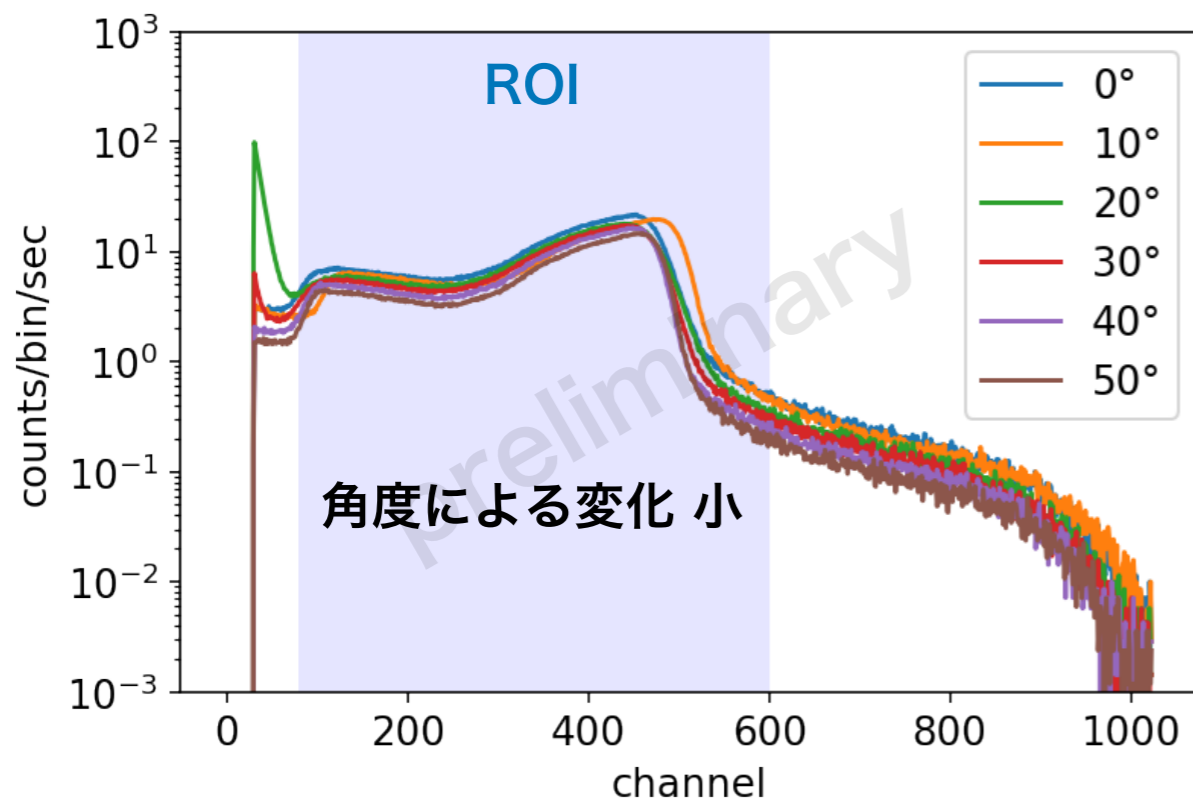


# 3. 中性子フラックス測定

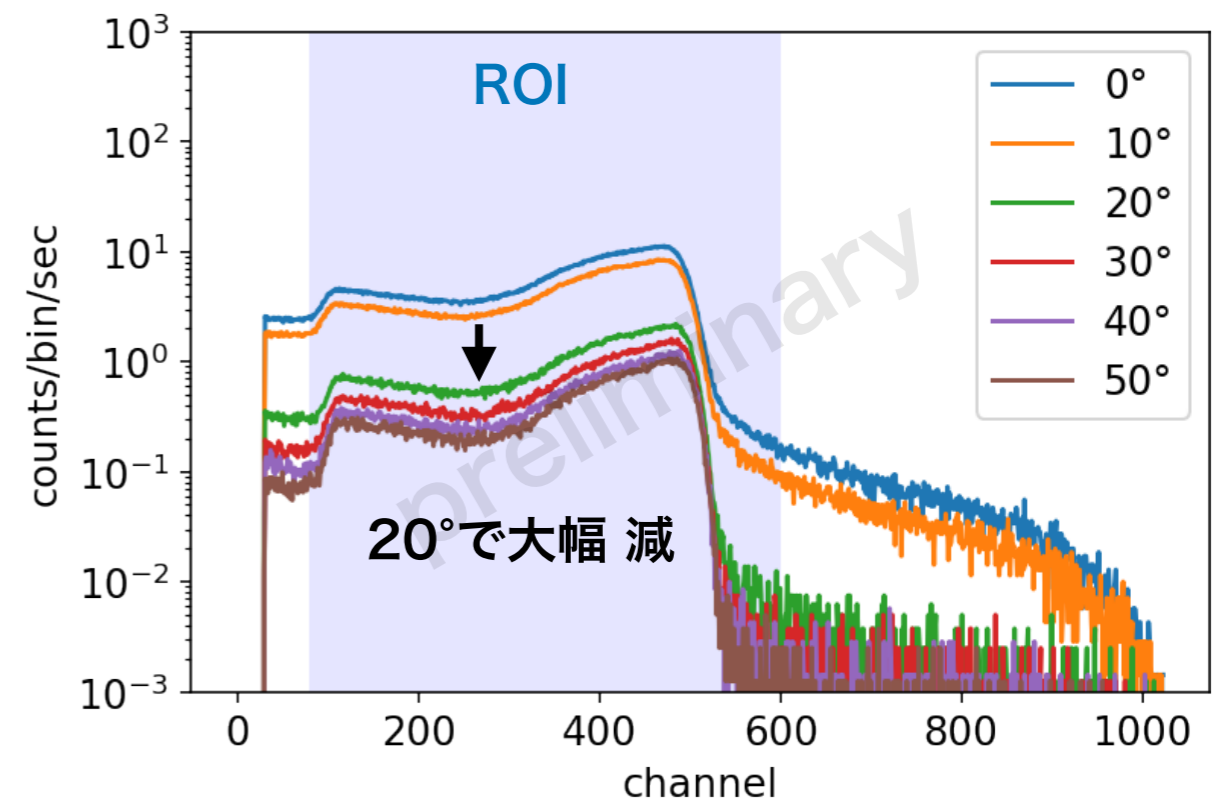
## 測定結果

- コリメータなし/ありについてのエネルギースペクトルの比較
- おおむね予想していた傾向が見られる
- ROIを設定しカウントレートの比較へ

### コリメータなし



### コリメータあり



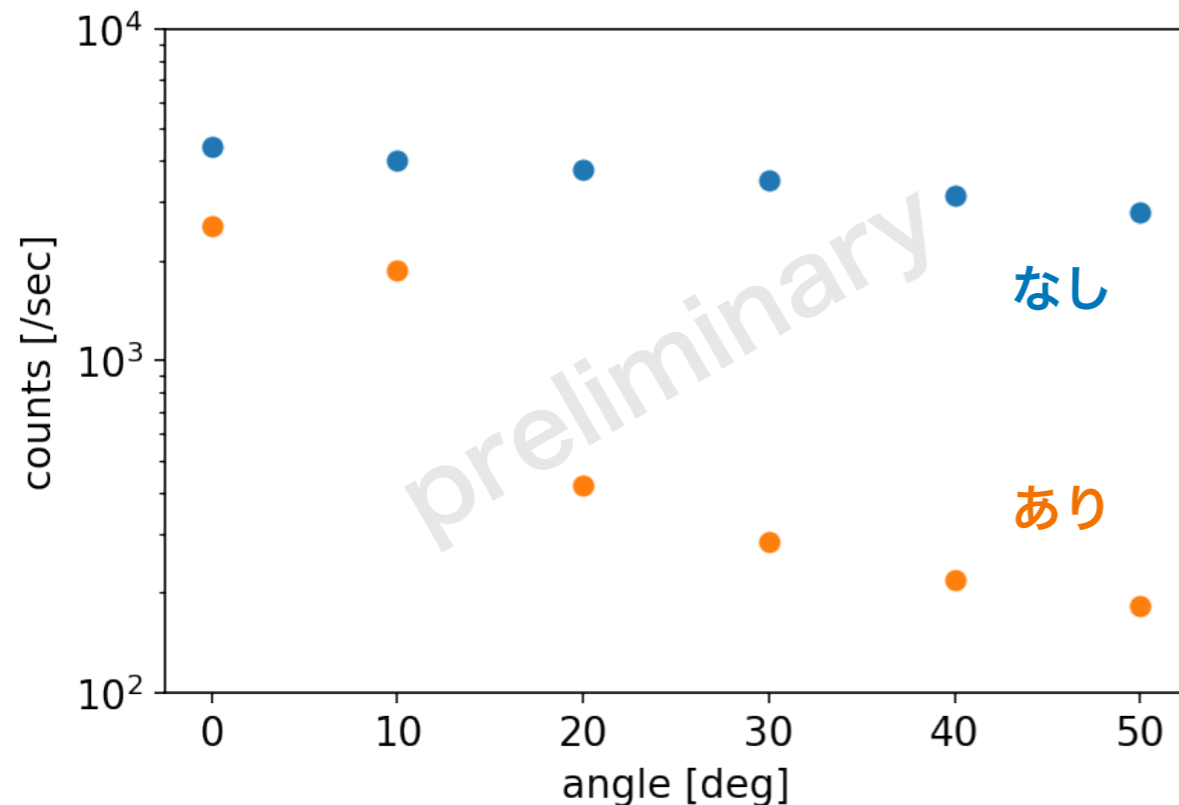
# 3. 中性子フラックス測定

## 遮蔽効率の確認

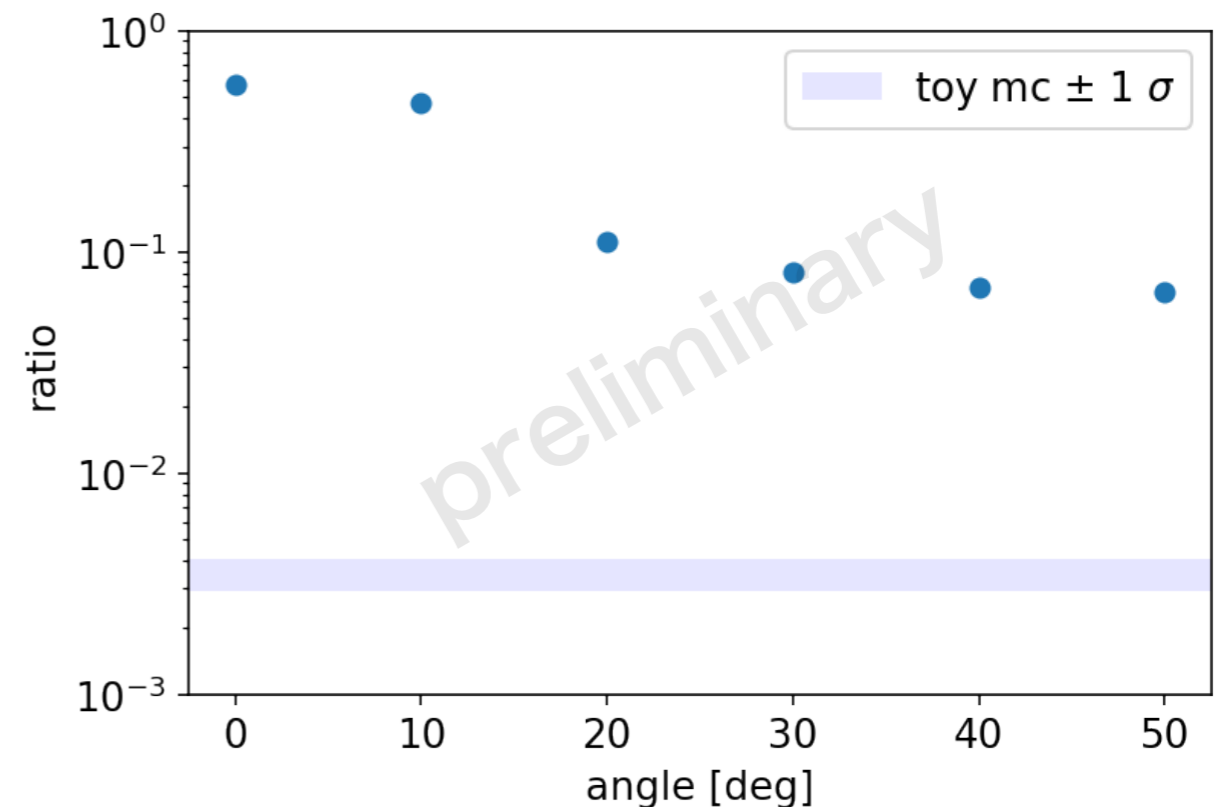
- コリメータ あり/なし でのカウントレートの比較
- 20°以上の角度に関しては1/10ほどに低減
- シミュレーションと比較すると、1オーダー以上多い結果となった

※今回ビーム情報は未反映 → フルエンス一定として解析

### コリメータあり/なし のカウントレート



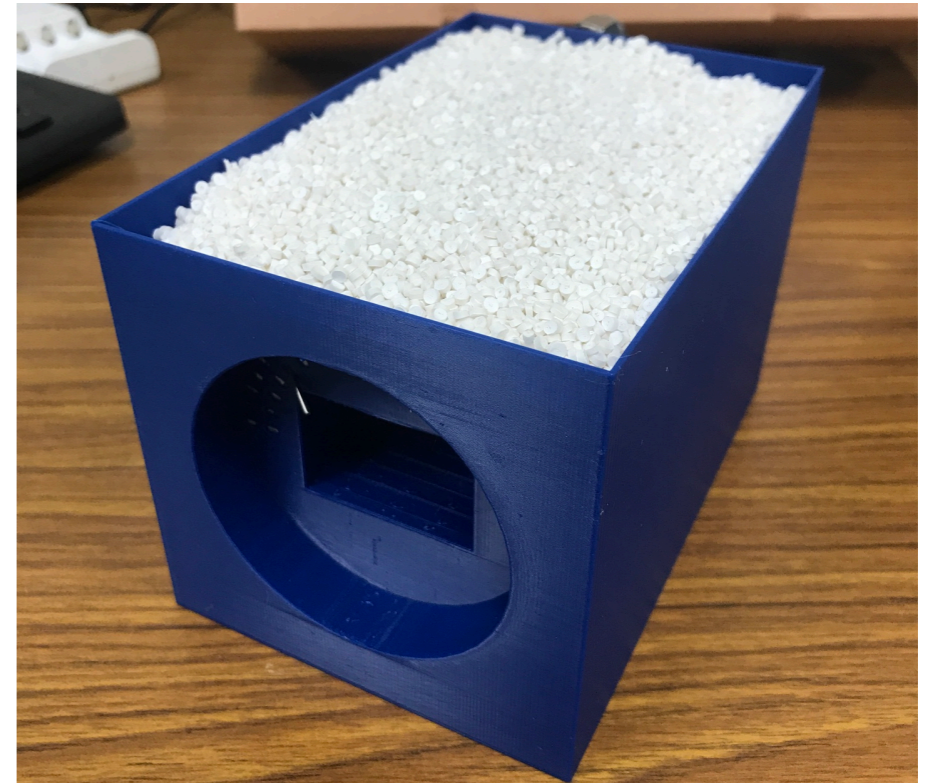
### コリメータあり/なし の比



# 3. 中性子フラックス測定

## 考察

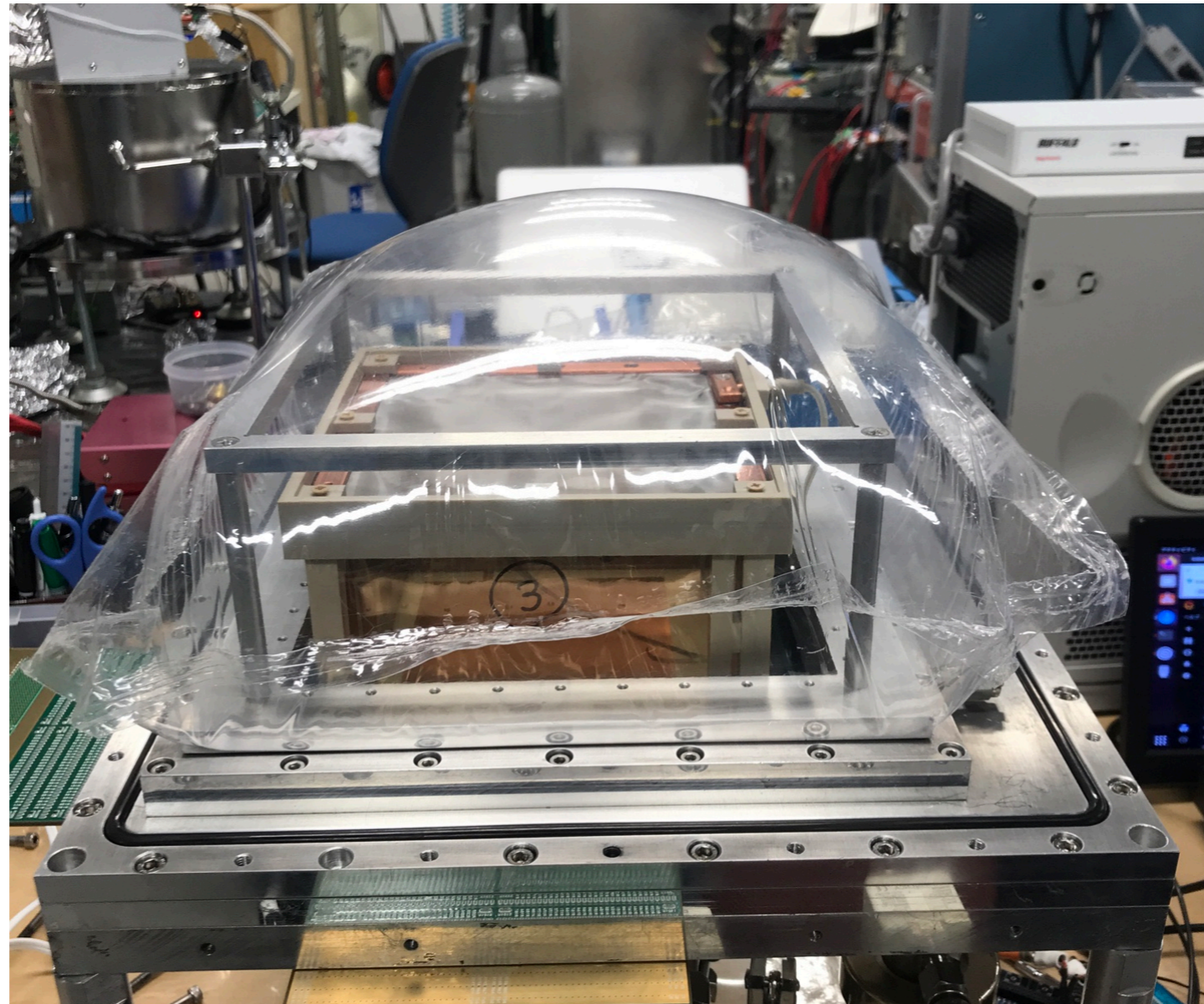
- 実際にはすべての方向を覆えているわけではない  
→ ビームラインのところからの漏れが存在
- また、粒を詰めたものは板状のものに比べて密度が低い（4割減）
- 検出器方向の中性子が部屋で散乱され、入射している？
- より詳細なシミュレーションを進める



## 4. その他

### 低物質質量アルゴンガスTPC

- ガス容器を薄くすることで検出器で発生する  $\gamma$  線を削減する
- 動作確認試験を進めている

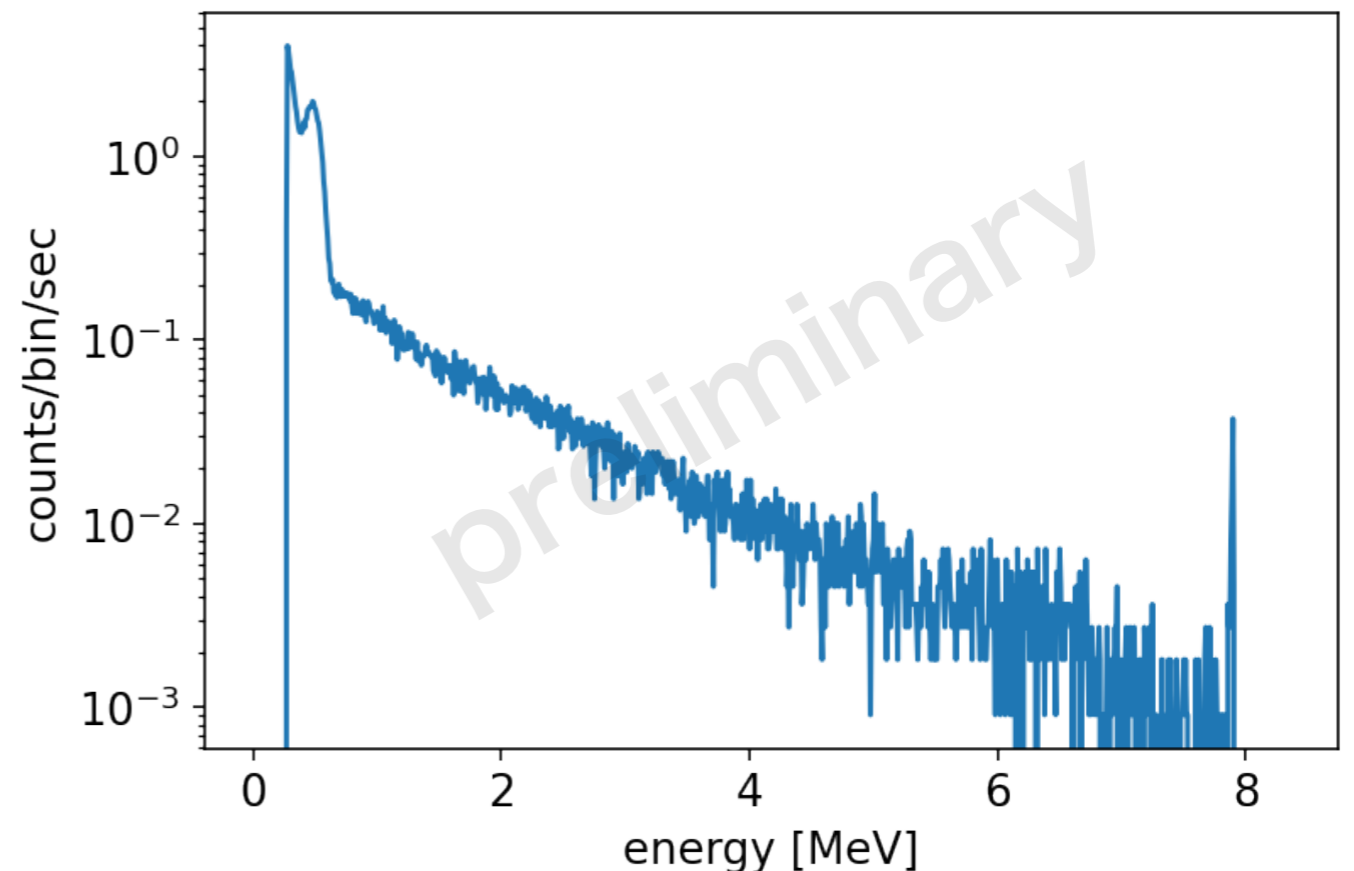


## 4. その他

### GAGGシンチレータでの $\gamma$ 線測定

- GAGGシンチレータを用いた測定も行う予定
- BGOよりも低エネルギー領域を重点的に測定する
- 結果はまたの機会に

クリアパルスHR-GAGG 検出器プローブ (10cm)<sup>3</sup>



## 5. まとめ・今後の展望

- ミグダル効果観測に向けた1回目のビーム試験を行った
- $\gamma$ 線BG削減のために中性子の**コリメータ**を導入、  
**中性子フラックスが1/10ほどに減少したことを確認した**
- 簡単なシミュレーションよりカウント数が1オーダーほど  
大きい結果となった  
→ **シミュレーション・測定による理解を深める**
- 低物質質量アルゴンガスTPCを開発中、更なるBG削減へ