



PICOLON・結晶材料の純度向上

徳島大学 伏見賢一 FOR

PICOLON COLLABORATION

CANDLES COLLABORATION

目次

CaF₂結晶の純化

NaI(Tl)による宇宙暗黒物質探索



@PicolonF



CANDLES

Calcium fluoride for studies of Neutrino and Dark matters by Low Energy Spectrometer

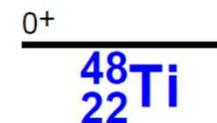
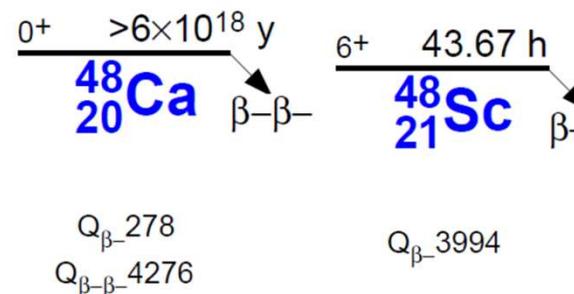
^{48}Ca の二重ベータ崩壊探索実験

CANDLES : Calcium fluoride for studies of Neutrino and Dark matters by Low Energy Spectrometer

^{48}Ca の二重ベータ崩壊を探索する

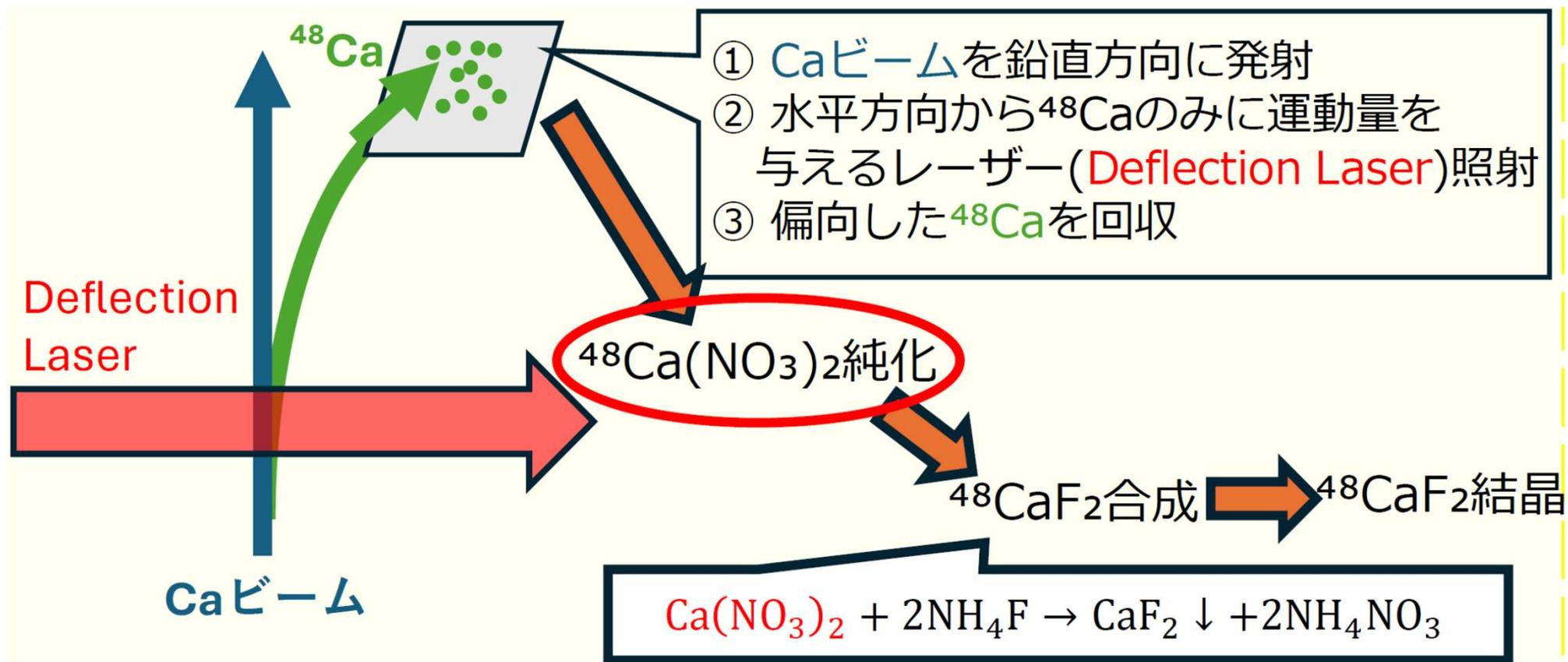
$2\nu\beta\beta$ and $0\nu\beta\beta$ の両方が重要

P7 西島涉悟 ポスター



CaF₂結晶作製までのフローチャート

P7 西島涉悟 ポスター



CaF₂結晶中のトリウムを除去したい

現在の CANDLES結晶中には → 10 μBq/kg

目標とする純度 = 1 μBq/kg 以下であること

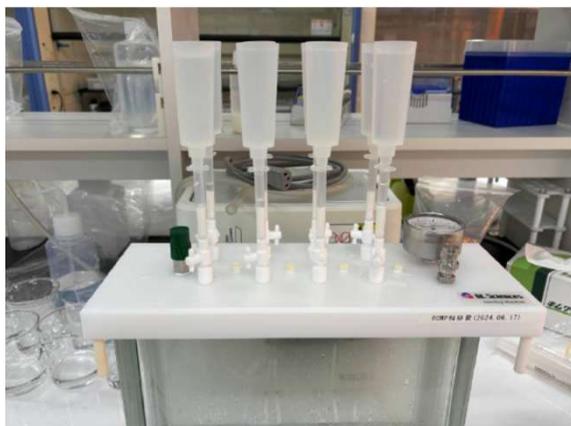
純度向上の難点

- CaF₂ は水に溶けない → NaIと同じ方法はできない
- ⁴⁸Caのエンリッチを予定 (天然存在比0.187%)
- エンリッチした⁴⁸Caを無駄にできない → 高収率

CaF₂の原料を純化してから合成する

原料の純化方法について

水溶性の原料からUやThを除去できればよい
世の中にはUやThを吸着する樹脂がいろいろ開発されている
樹脂の特性をよく確認し、最適化した方法を見いだす必要あり



樹脂で除去して

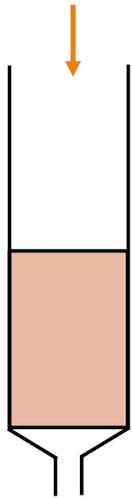


ICP-MSで効果を確認する

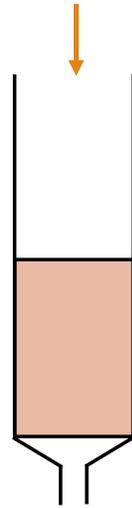
Poster by 西島涉悟 P7

U,Th除去の手順

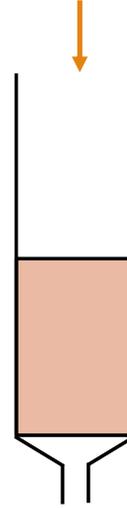
超純水で洗浄



樹脂中の硝酸
濃度調整



$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
U,Thの除去



ここで得た
溶液に残る
U,Thを測定

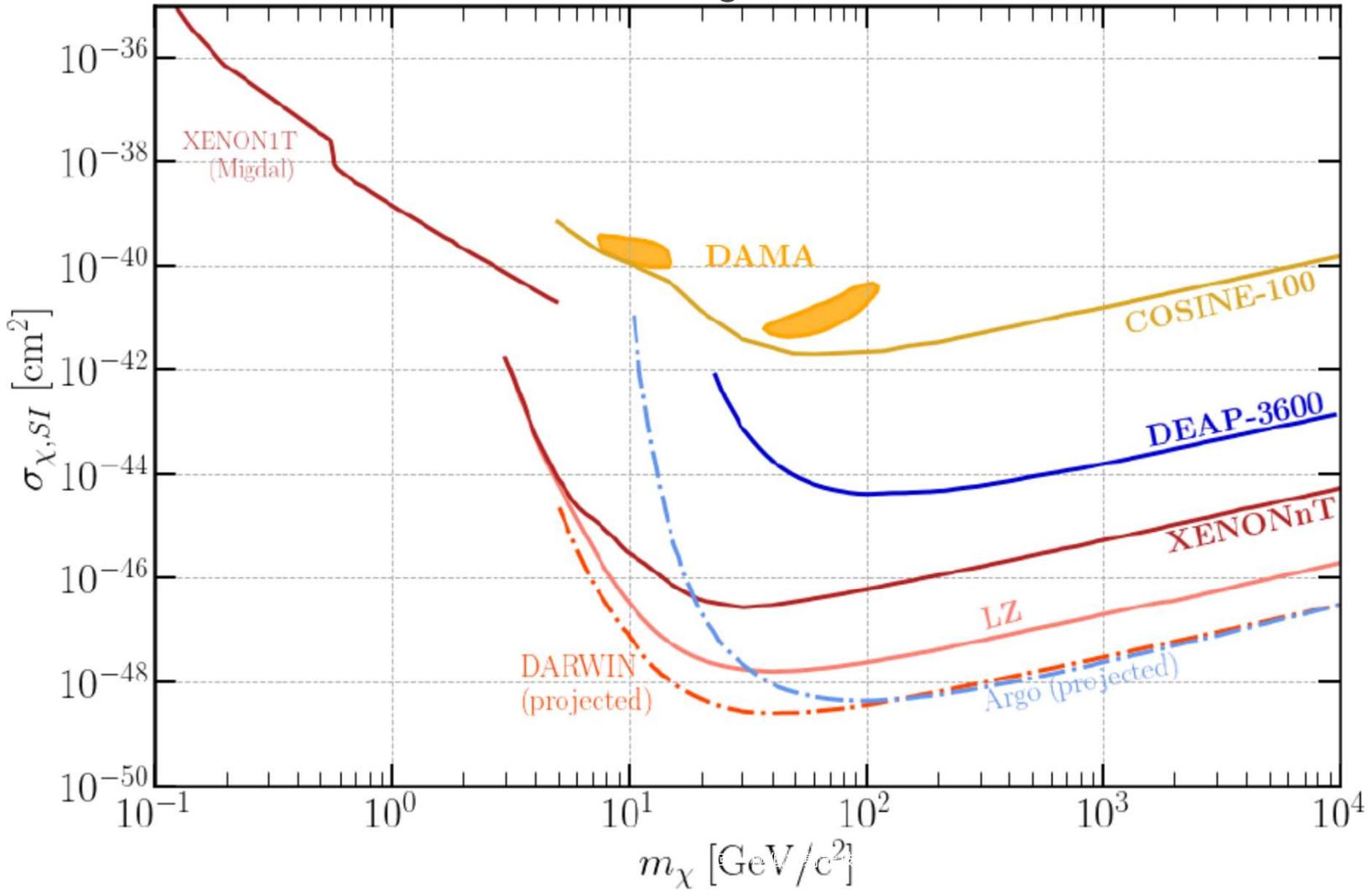
これまでの課題と解決策

- これまで使っていた樹脂の条件
 - 必要な硝酸濃度が高い (8 M)
 - 高価な高純度硝酸が大量に必要 = コスパ悪い
- 薄い硝酸でも除去できる樹脂を探索
 - 1 Mの硝酸でも良好なU, Th除去率を達成!!!
 - CaF₂原料内のTh濃度 1 pptの目標値を達成!

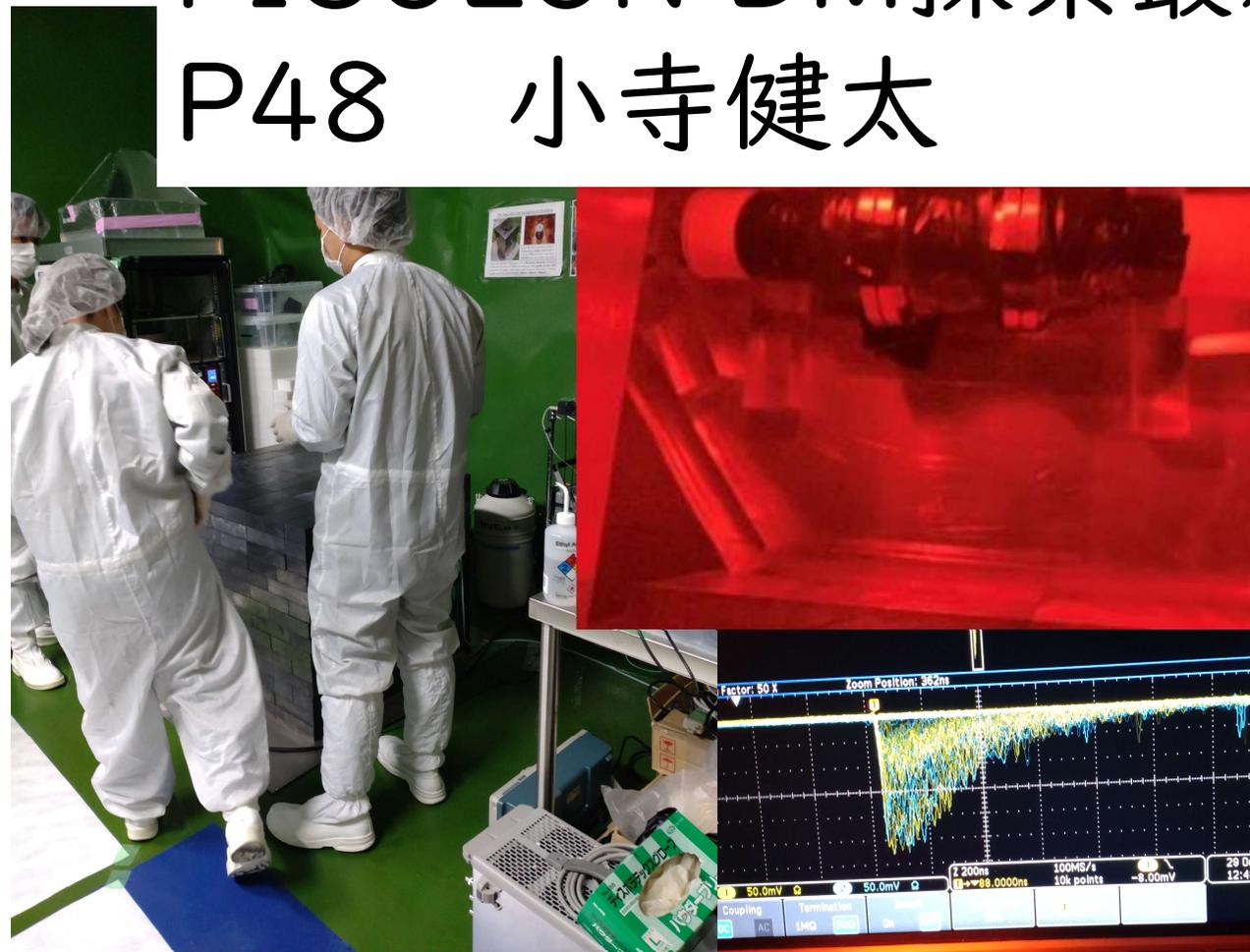
詳しくはP7 「次世代CANDLES実験に向けたCaF₂原料の純化」

宇宙暗黒物質探索の現状と展望

M.J.Zurowski ICRC2023 Proceedings arXiv:2309.12983v1



PICOLON DM探索最新の情報 P48 小寺健太



K.Kotera et al., PTEP 2025, I23F01

機械学習によるノイズ除去

電子換算エネルギー 10 keV以下

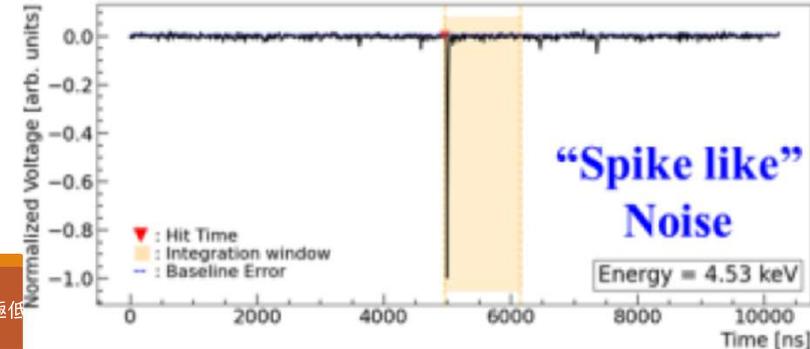
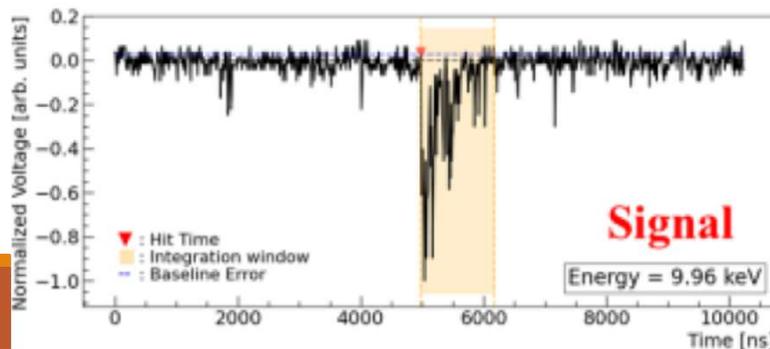
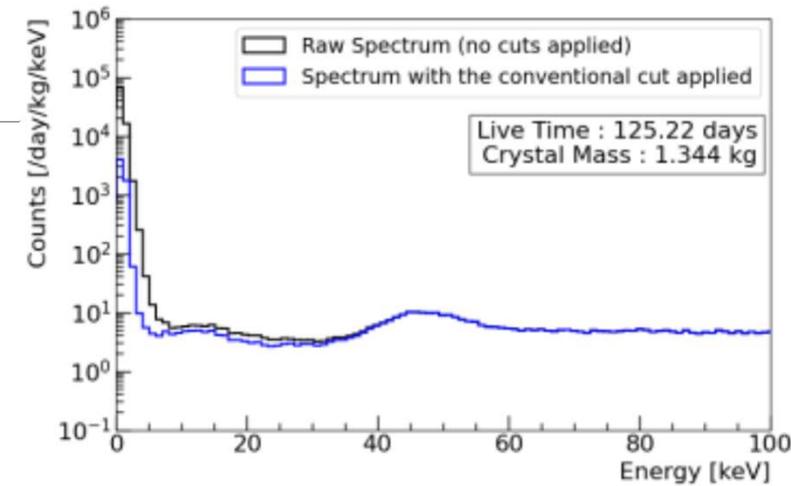
宝が埋もれている(宇宙暗黒物質の信号) が...

多量のノイズ事象による妨害

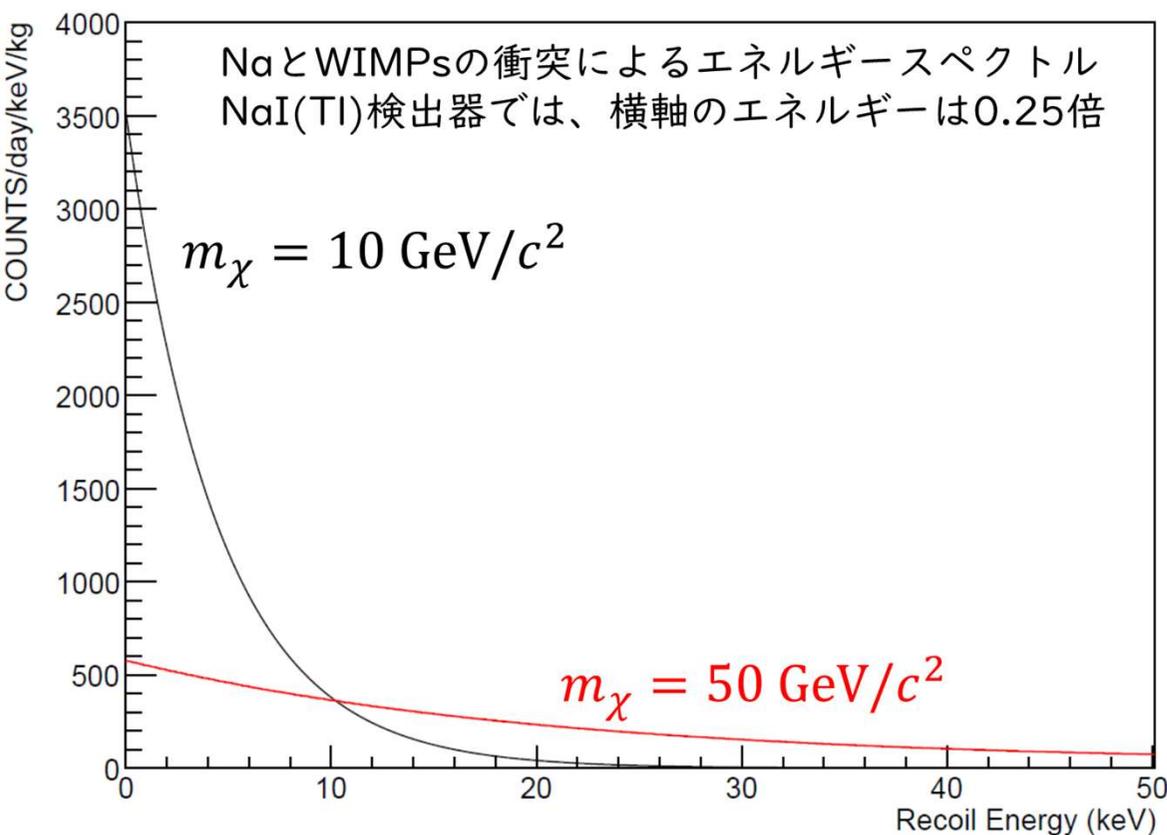
既存の波形弁別ではうまく落ちない

ノイズ事象を一つずつ見て見ると → 人間が見たらすぐわかる

機械学習で落とせないか Poster by 天羽悠太 P8



軽いWIMPs (永見美空 修論)



低エネルギー閾値の実現

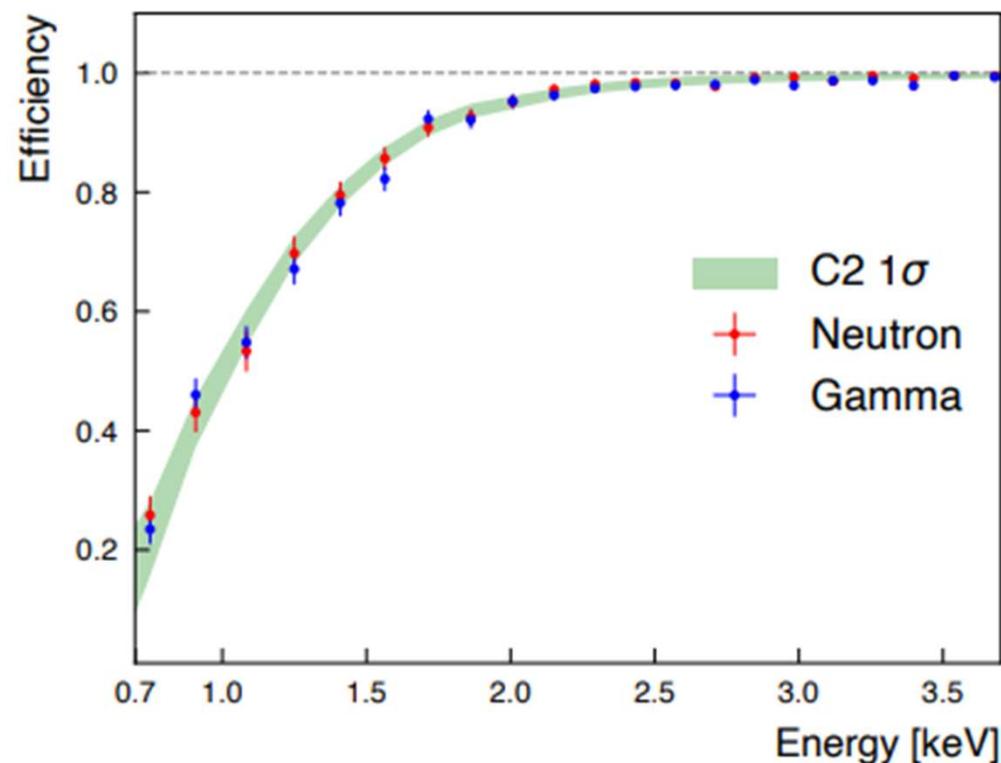


図 COSINE検出効率
0.7 keV_{ee}の閾値
COSINE(arXiv:2501.13665v1 (2025))

セットアップ

- ◆ 両面読みNaI(Tl)シンチレータ
回路や解析で両Ch同時に入ってきた信号のみ抽出可能
PMT由来のノイズ信号の弁別が可能
Ch0に1700 V Ch1に1750Vでゲイン調整

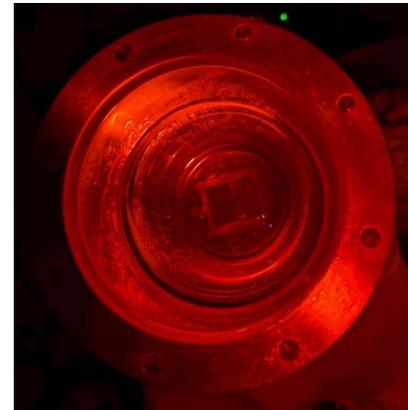
- ◆ NaI(Tl)結晶
銅ハウジング
PENフィルム1周巻き

- ◆ DAQシステム
Digitizer : DT5720 250 MHz
Coincidence Window : 100 ns
Threshold : 1.344 mV程度
測定システム : CAEN WaveDump

- ◆ バックグラウンドの測定期間
2025年10月31日～2026年1月11日(35.7385 日) NaI(Tl)結晶

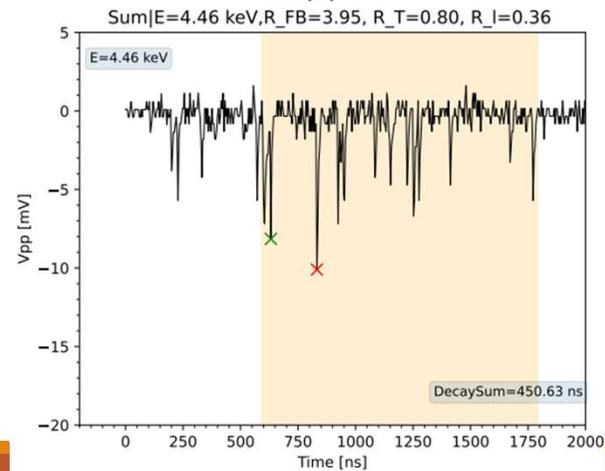
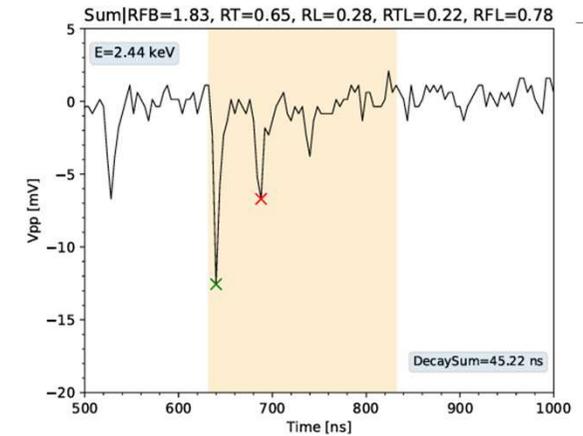
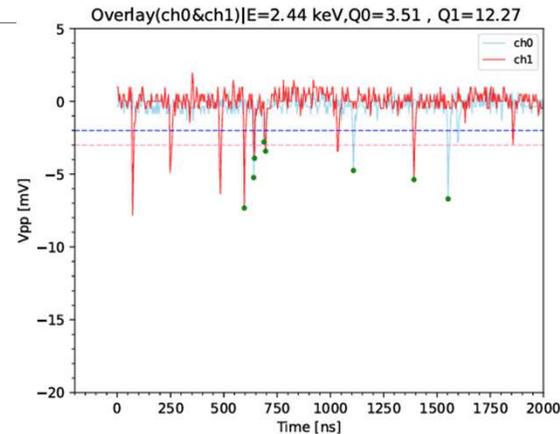
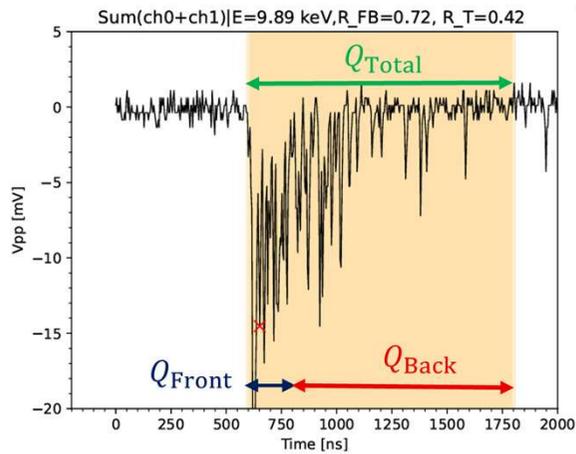


使用した両面読みNaI(Tl)シンチレータ

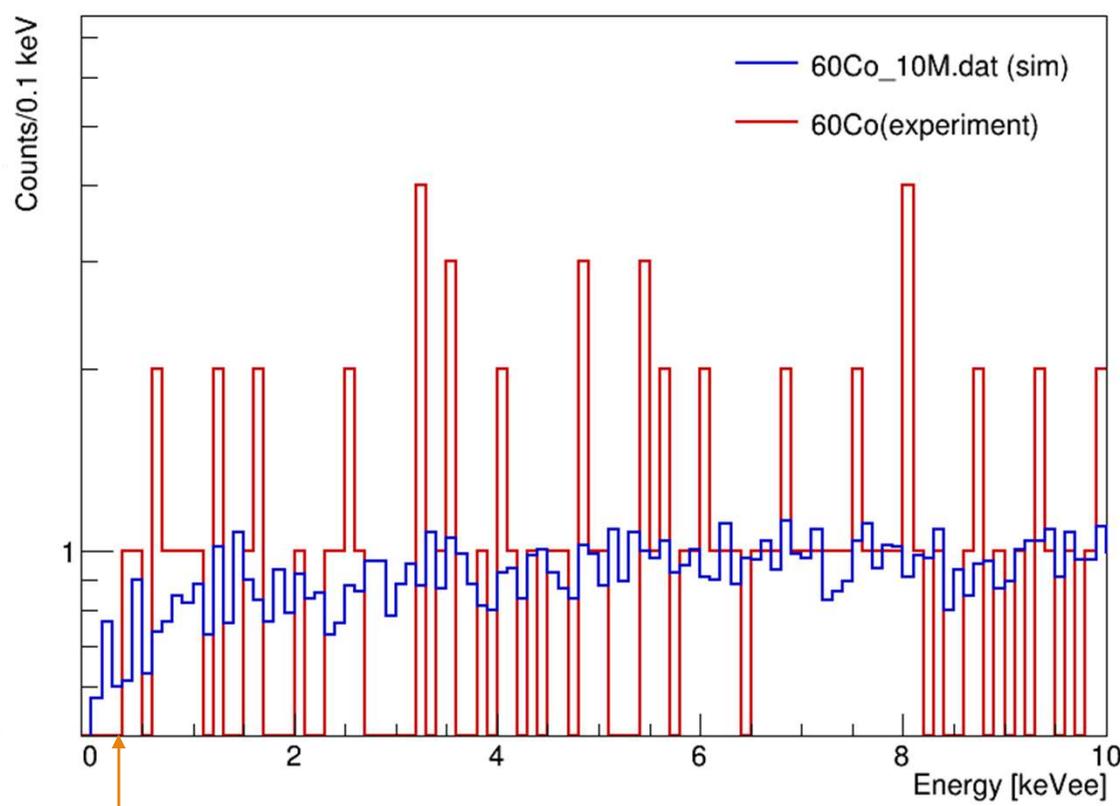
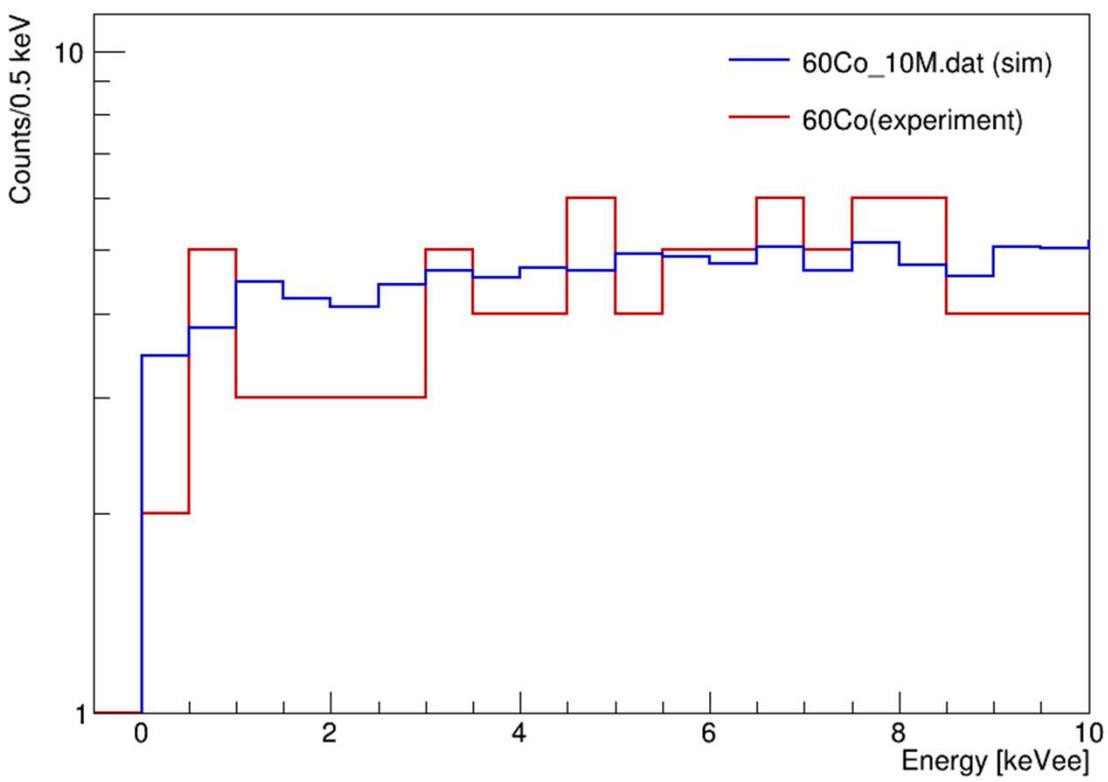


シールド

いろいろな信号とノイズ



^{60}Co による実験とシミュレーションの比較



0.4 keV_{ee}程度まで信号を確認できた

まとめ

PICOLONグループの研究

高純度化：CaF₂原料の高純度化を確立： **西島ポスター**

宇宙暗黒物質探索ノイズ事象の除去 & 低エネルギー閾値の挑戦

小寺&天羽ポスター

永見修論→解析方法・

データのアップデートを計画中

