



NEWAGE実験76: 方向感度を持つ暗黒物質探索のための 低BG検出器性能評価

2023/09/16 JPS2023秋

講演番号: 16PRC21-9

神戸大学 M1 生井凌太、身内賢太郎、東野聡、大藤瑞乃

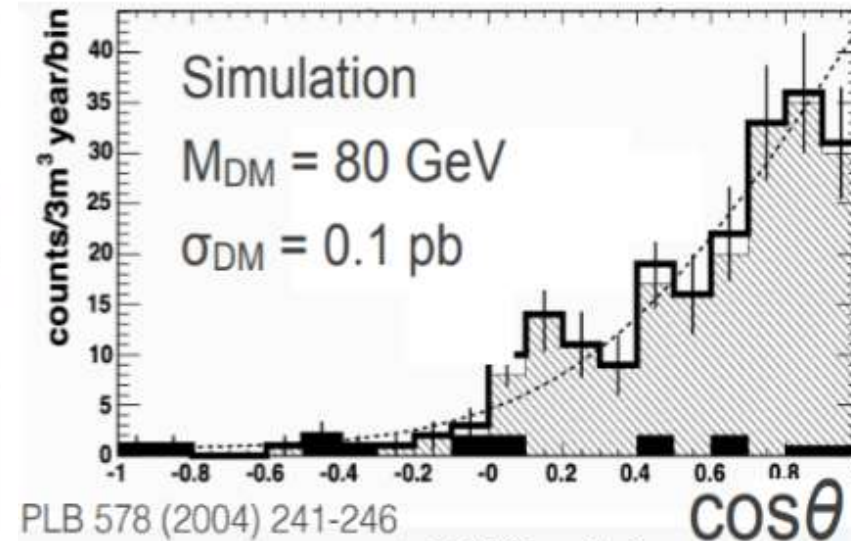
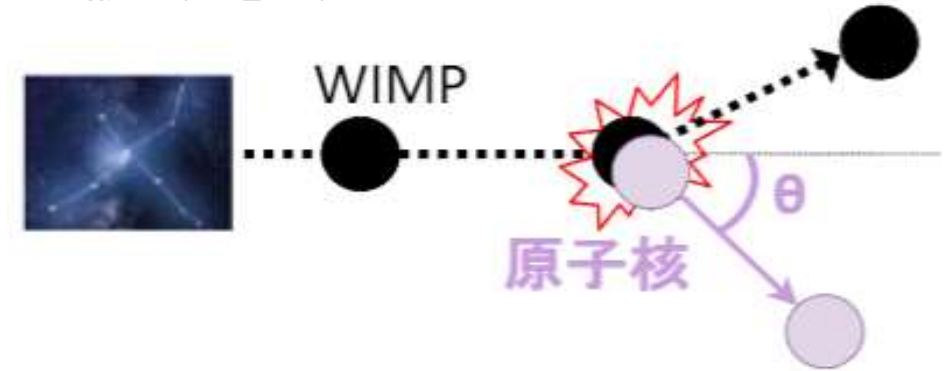
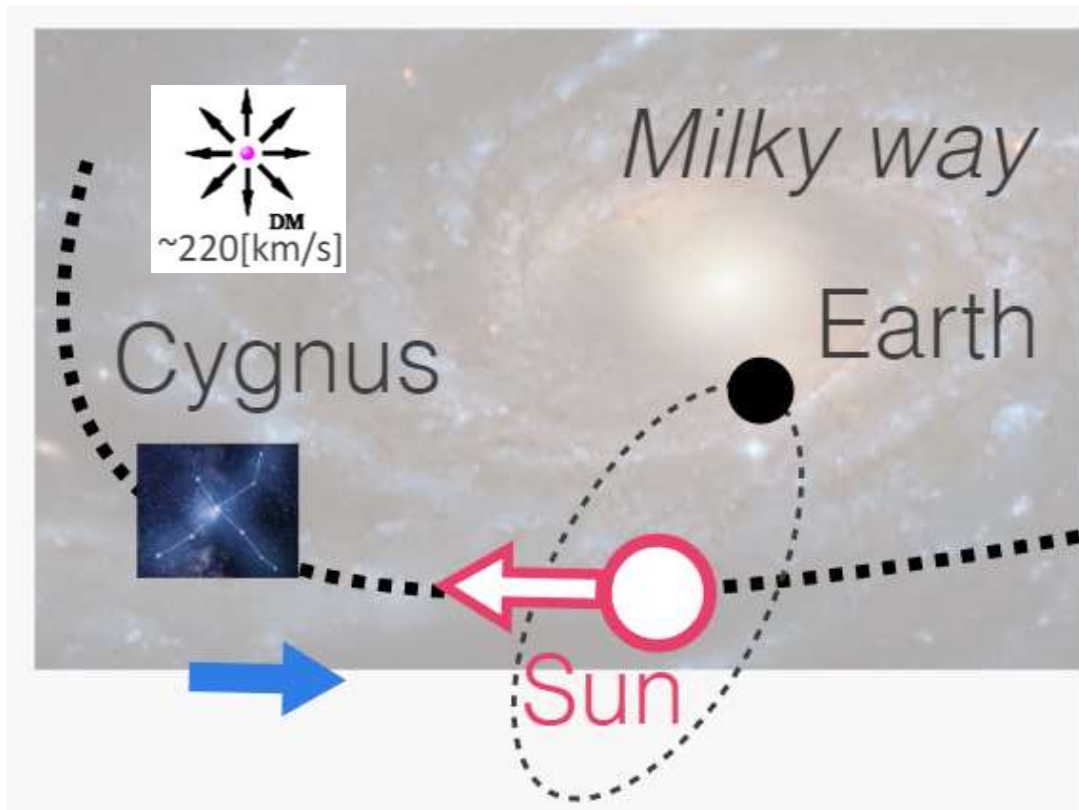
目次

- Introduction
- Rn放出量確認
- 信号確認
- まとめ

Introduction

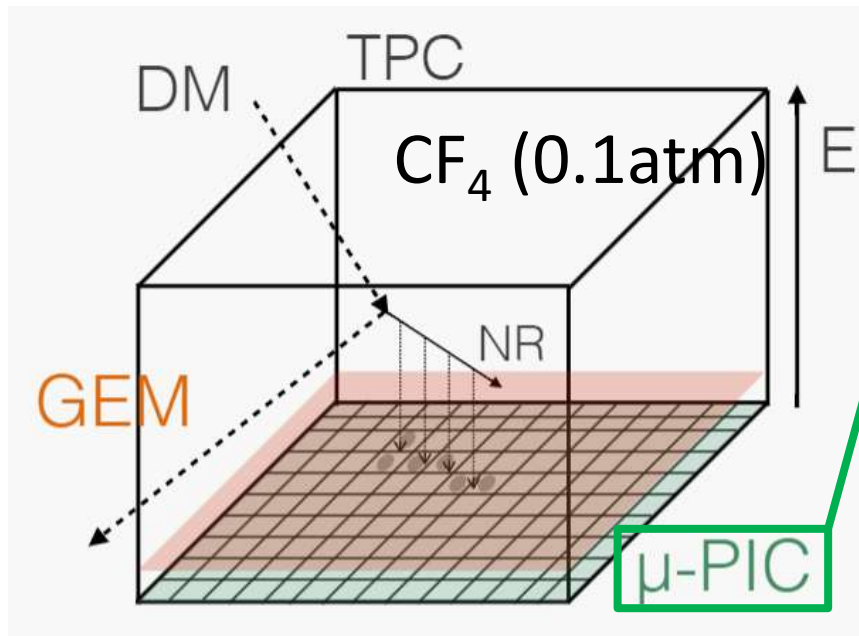
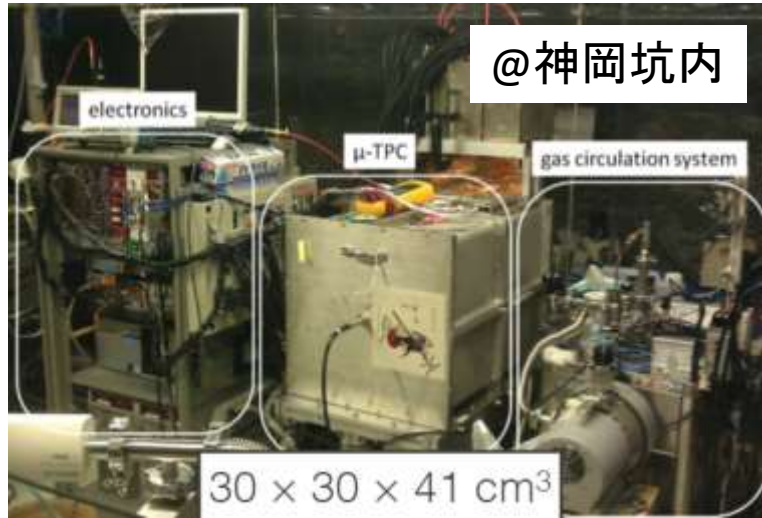
方向に感度を持つ暗黒物質の直接探索

- 方向に感度を持つ暗黒物質直接探索
- はくちょう座方向からの暗黒物質(WIMP)による原子核反跳の散乱角を測定

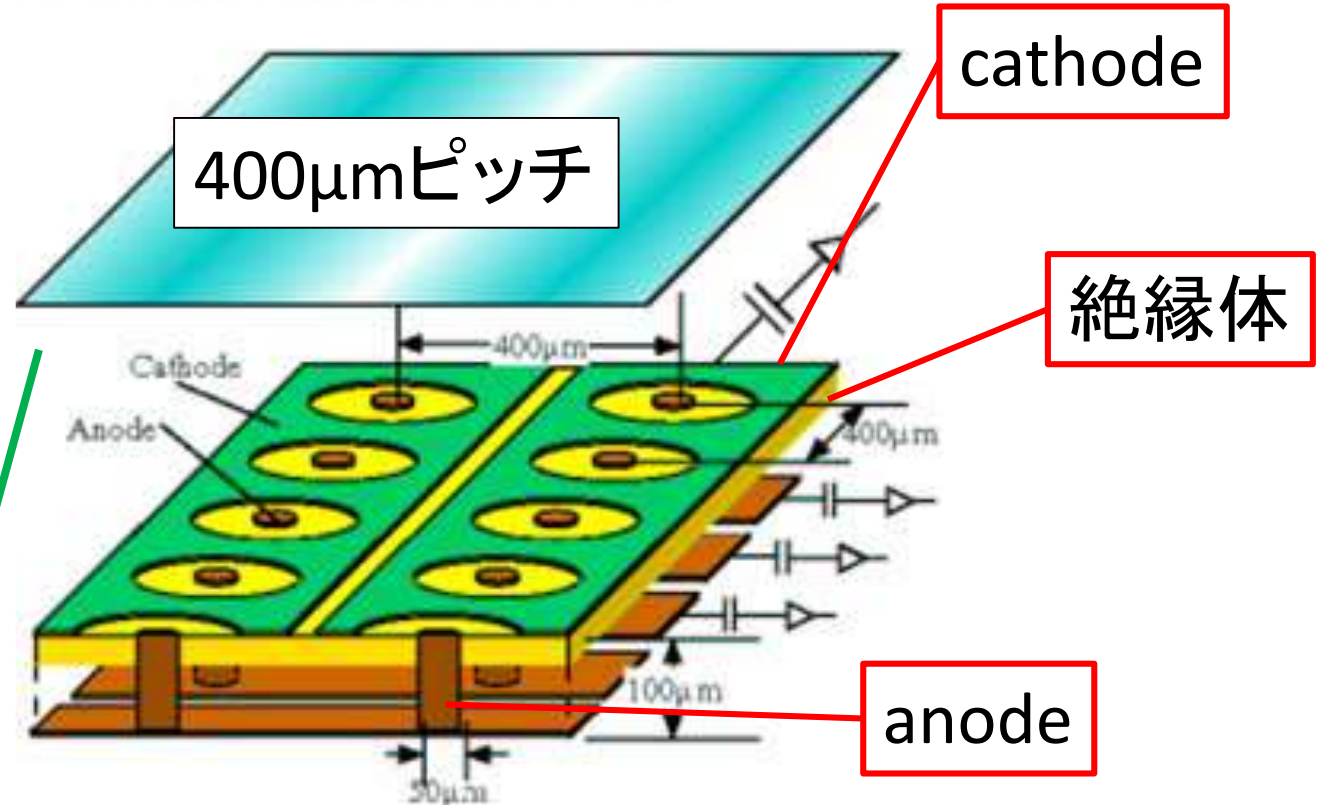


▲反跳角の分布

NEWAGE実験



Micro Pixel Chamber



μ-PIC由来のRnが主なバックグラウンド源
→減らしたい
Rn放出量の少ない素材を使う

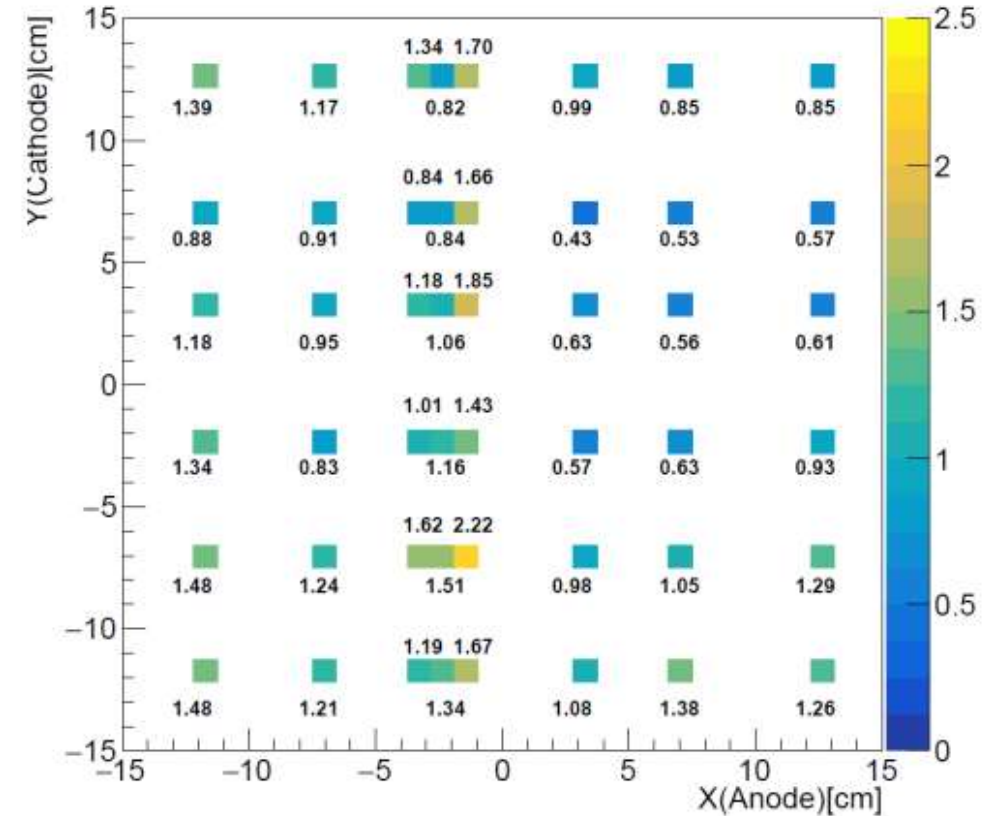
Low Background μ -PIC(LBG μ -PIC2020)

- 絶縁体にQuartz+高Tg樹脂を使用した低BG μ -PICを開発(2020/JPS2021春(石浦))

Sample	^{214}Po rate [count/day]
LA μ -PIC	34.1 ± 4.9
LBG μ -PIC(2020)	< 2.3 (90% C. L.)

LA μ -PIC(現行)の1/14以下のRnレート

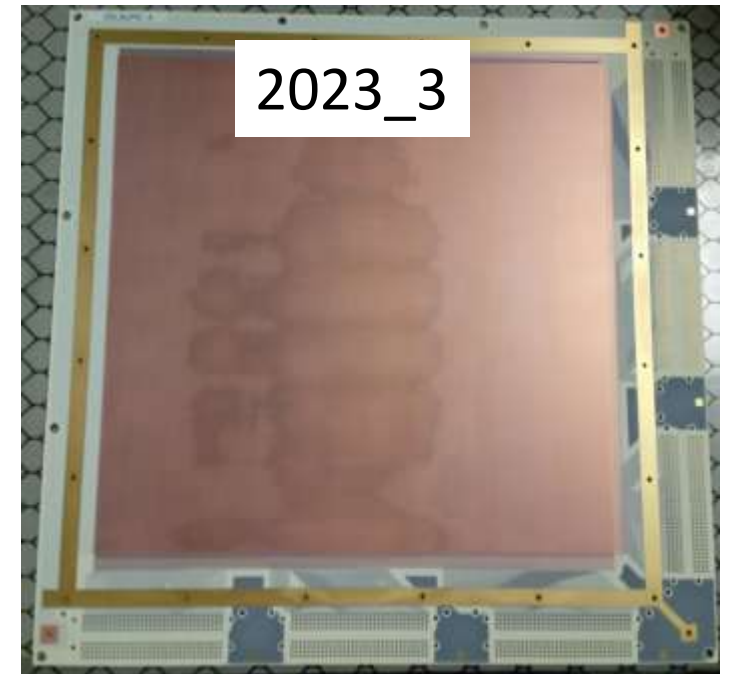
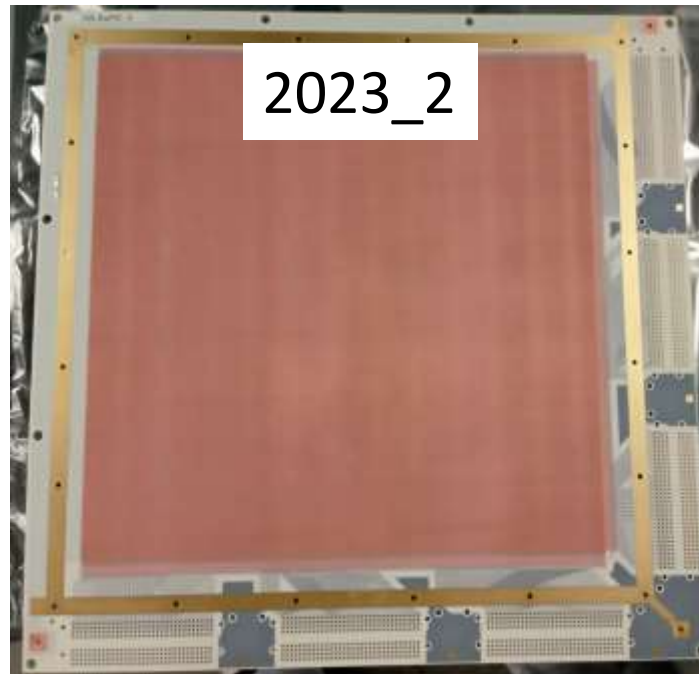
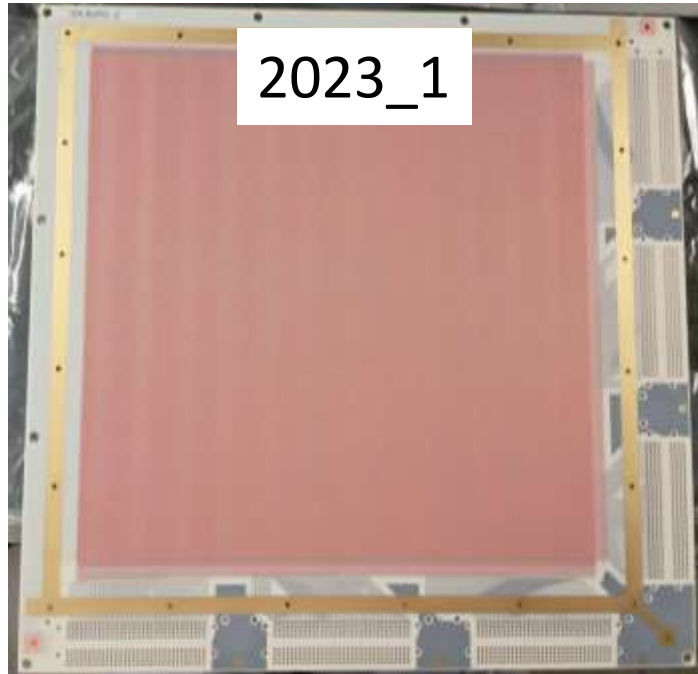
ゲインマップ



問題点 ゲイン分布が一様ではない

→ 新しくLBG μ -PICを作成した

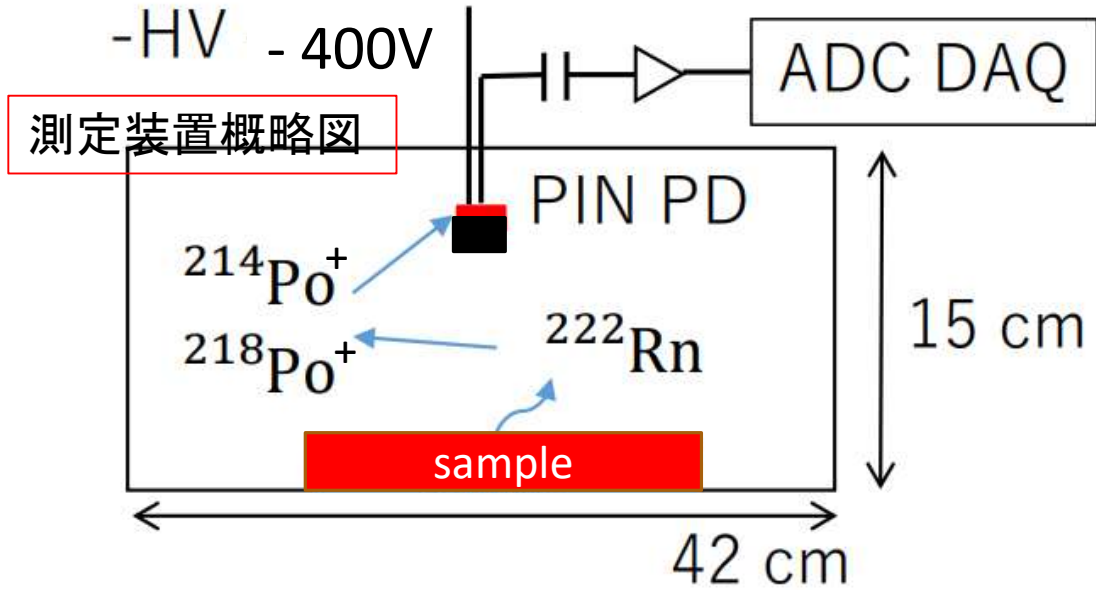
本研究の目的



- 新たに3枚作成したLBG μ -PIC(2023)の性能評価
 - Rn放出量確認
 - ゲイン分布の測定
- 2023_1はアノードの形成不良有り

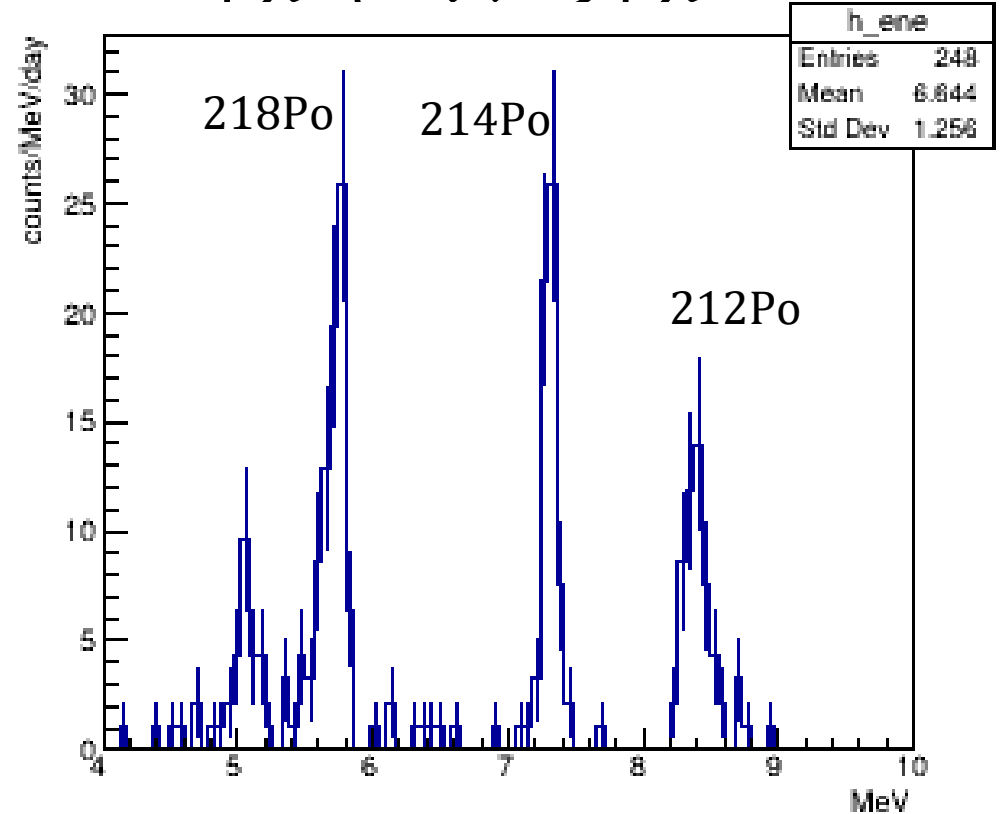
Rn放出量確認

Rn放出量確認



➤PoレートからRn放出量を算出

エネルギースペクトル

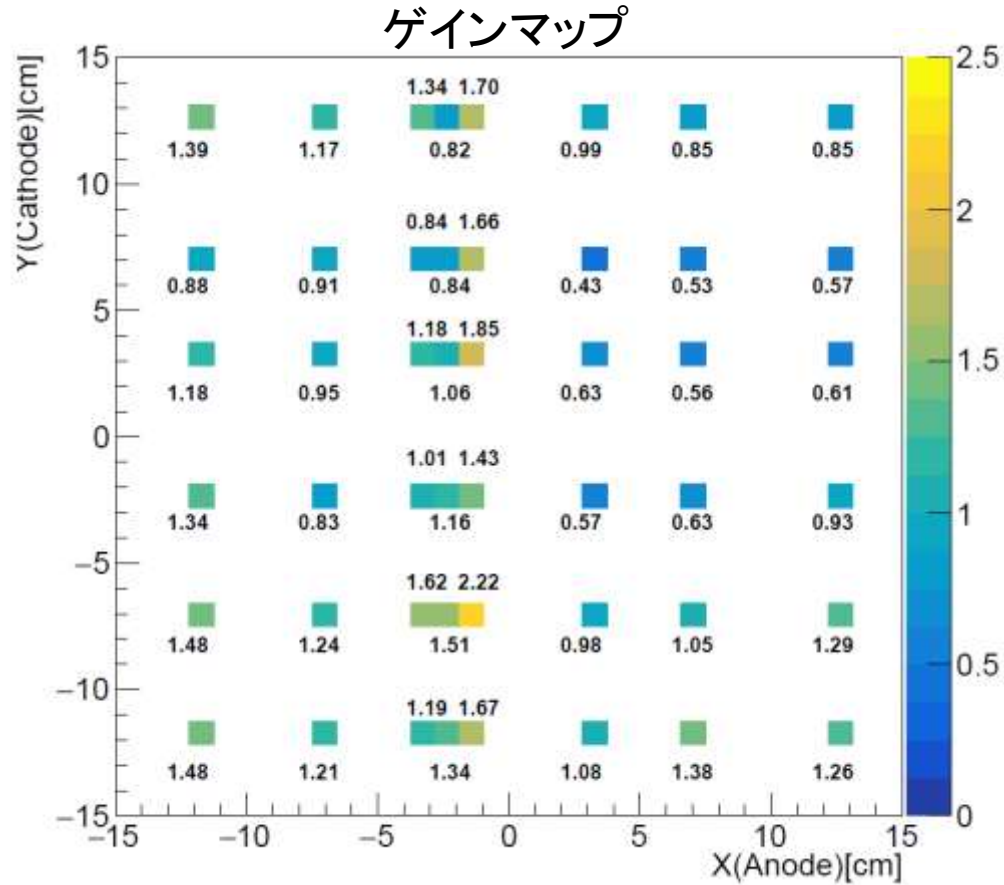


2020年モデルと同等以下のレート

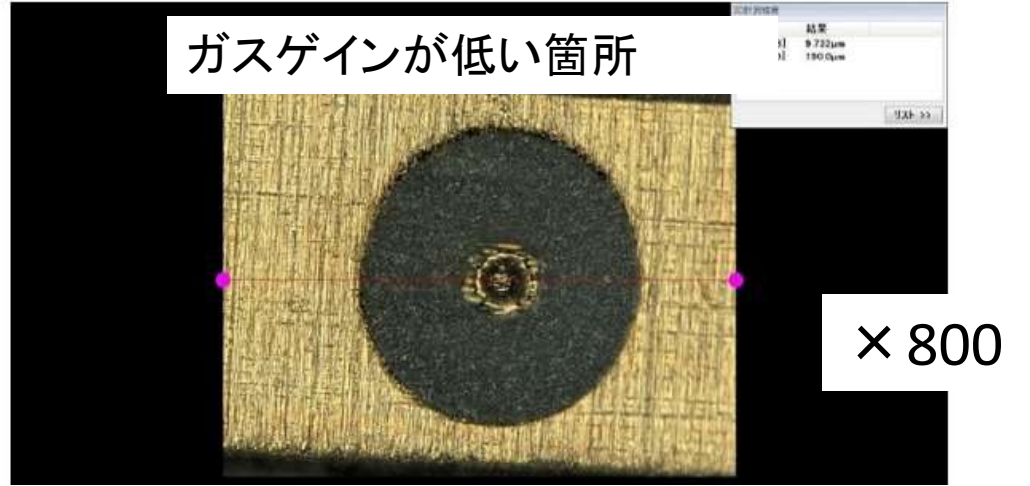
Sample	^{214}Po rate [count/day]
LA μ -PIC	34.1 ± 4.9
LBG μ -PIC(2020)	< 2.3 (90% C. L)
LBG μ -PIC(2023)	< 1.4 (90% C. L)

ゲイン分布の測定

2020年モデルで見られた問題点

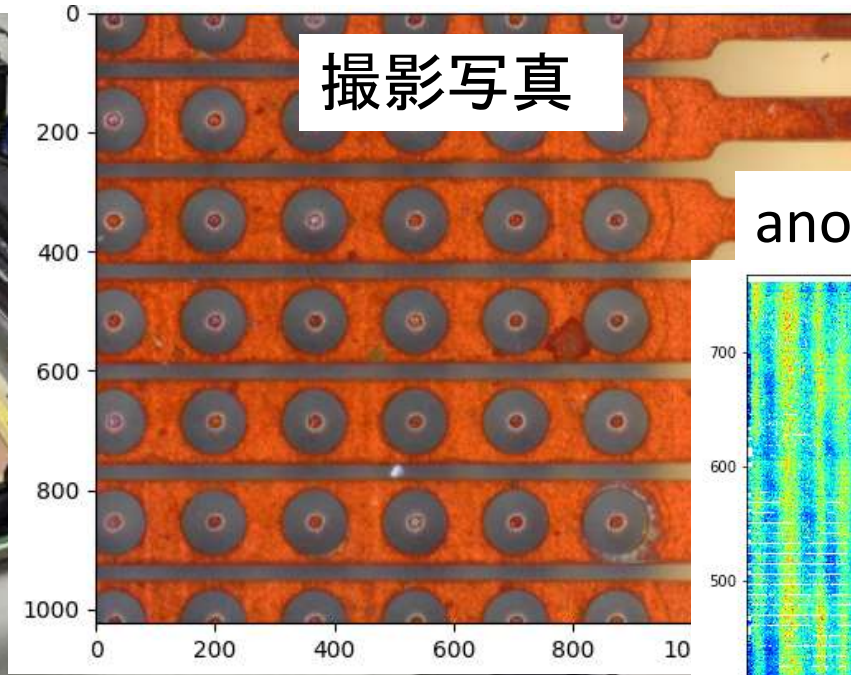


VHX-2000 (@神戸大) による撮影

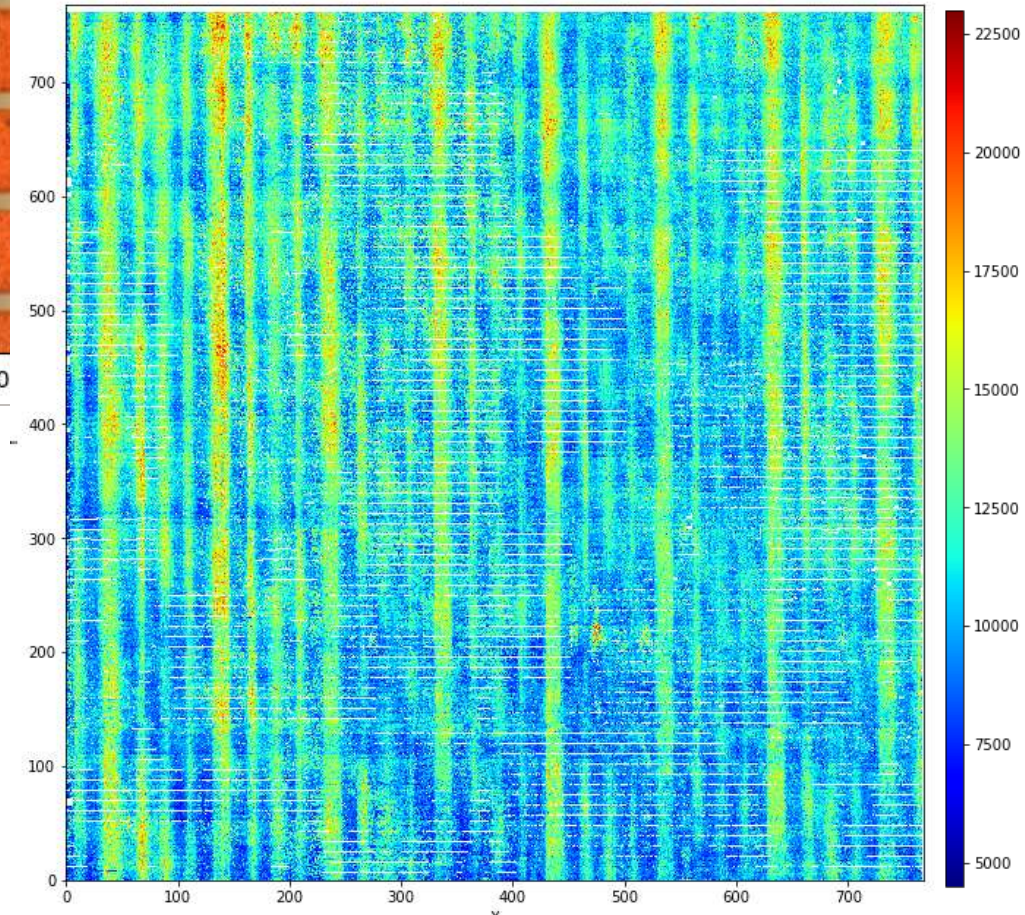


- 低ゲインの部分にアノード形成不良あり
- 形成不良部分は明度が低い
- 明度分布で形成状態が分かる

アノードの形成状態の確認(先行研究)

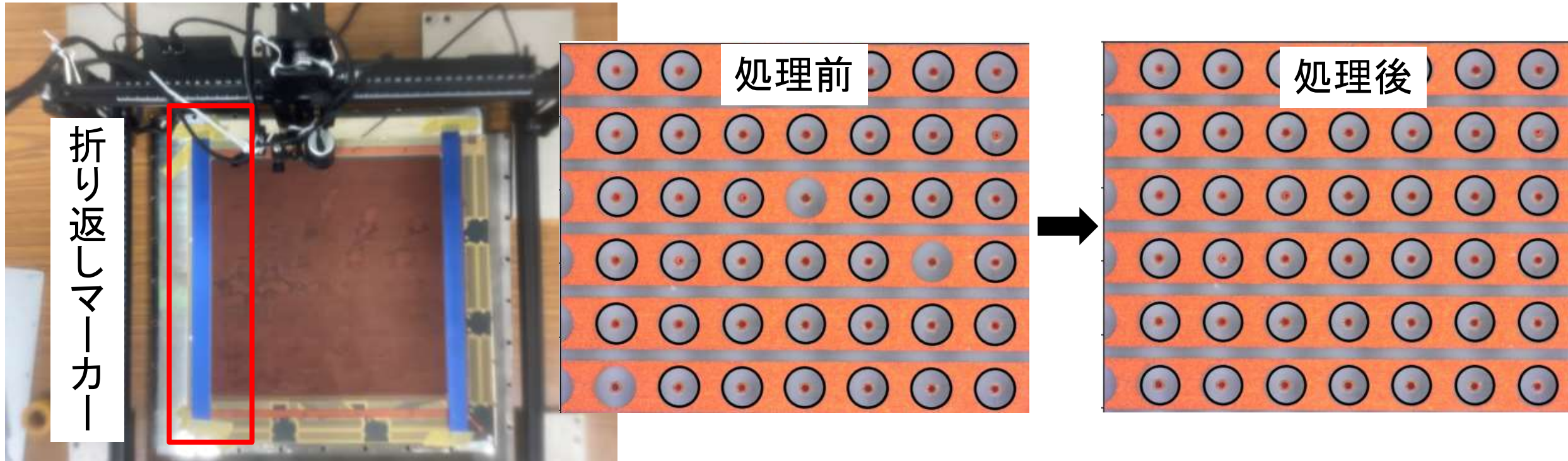


anode明度分布(2020年モデル)



- CNCマシンにUSB顕微鏡を取り付け、走査
- 撮影写真から円検出
- 円の中心付近の明るさを抽出
- **ストリップ形成状態とゲインに相関あり**

アノードの形成状態の確認(本研究)



➤ 改善点

1. 折り返しマーカの設置

撮影、画像解析手法を確立
再現性の向上

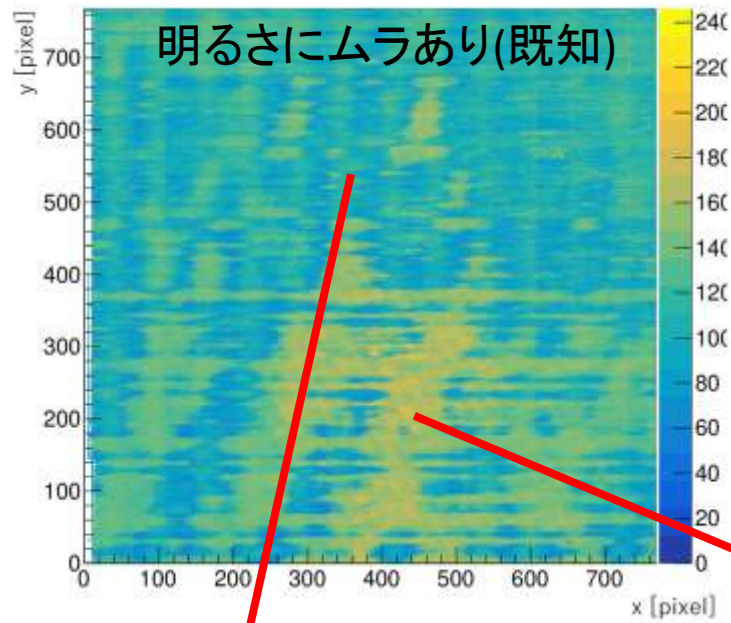
2. 検出漏れのカバー処理の追加

→円検出時、検出円情報から歯抜け部分を補填

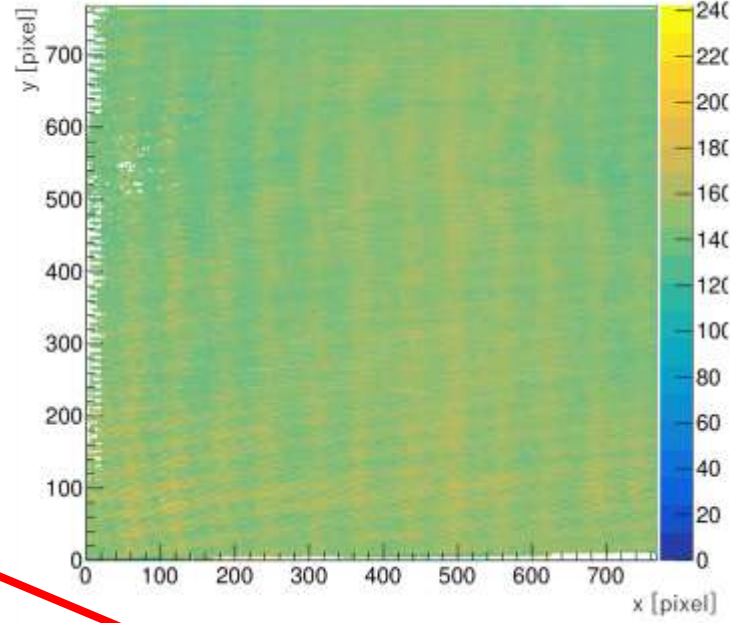
検出数(処理前)	検出数(処理後)
910428	1046297

anodeの明るさ分布

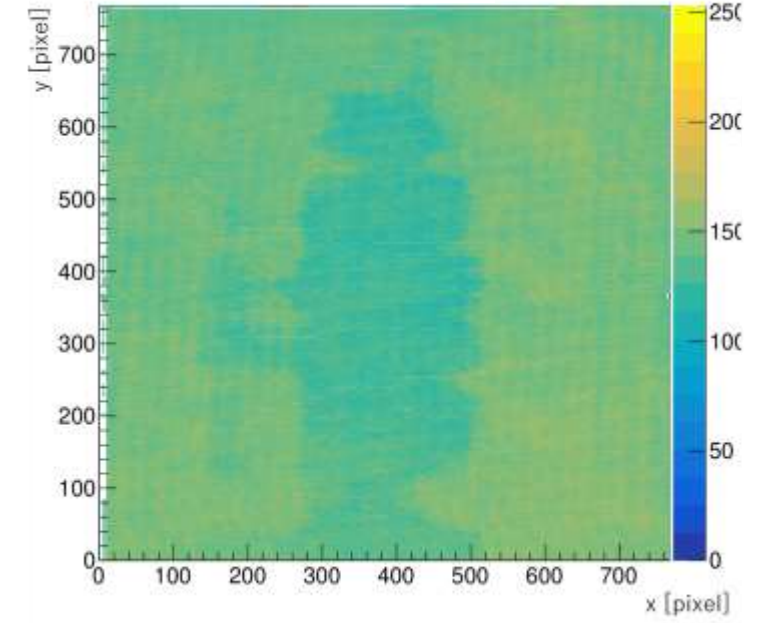
2023-1



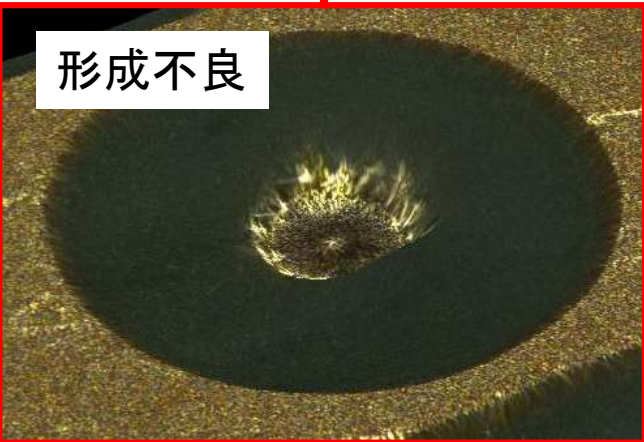
2023-2



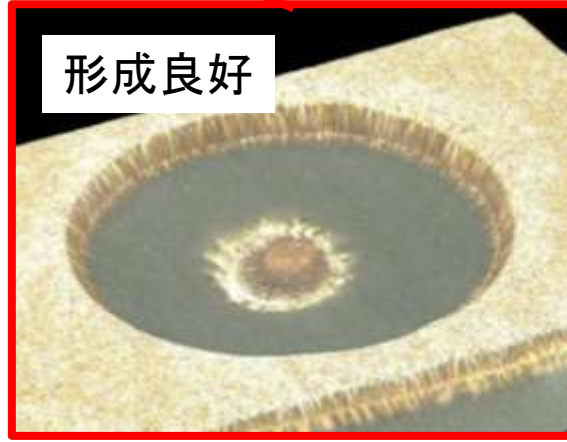
2023-3



形成不良

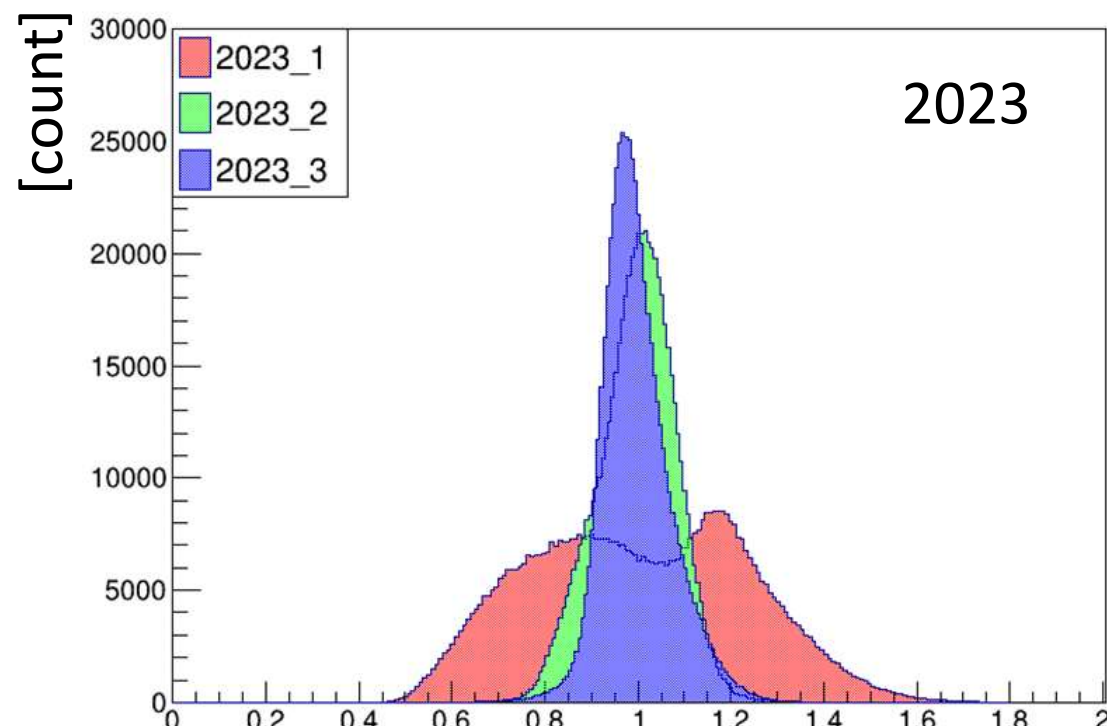
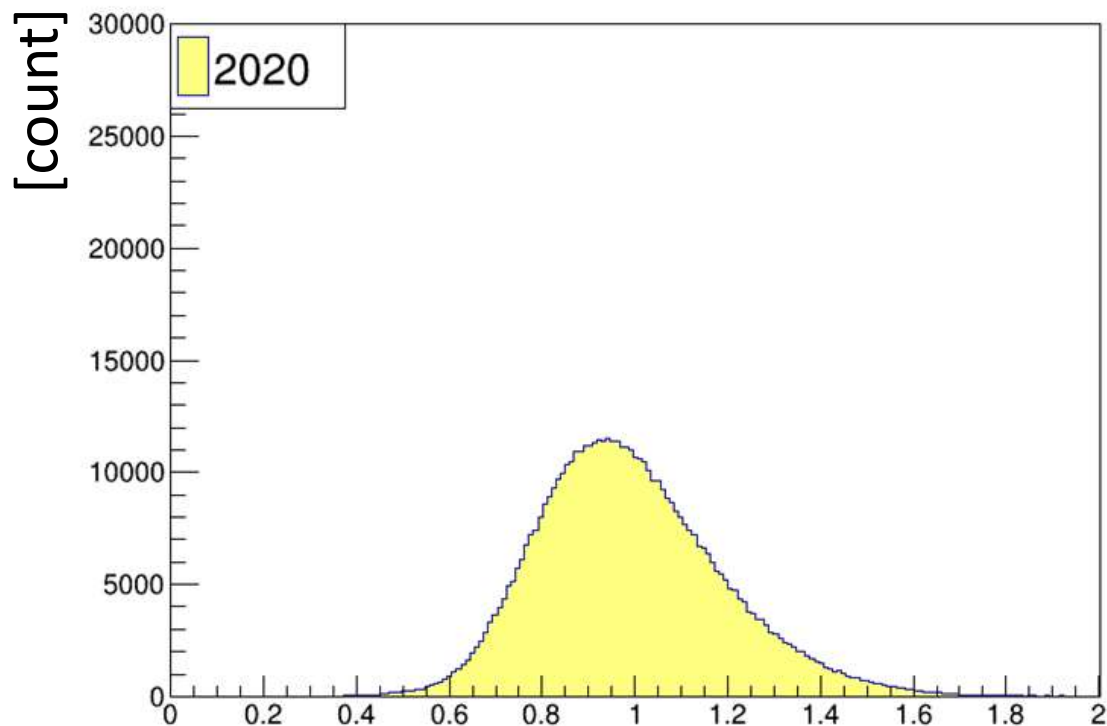


形成良好



- 2023-1はanode形成に初期不良あり
- 他2つはおおむね良好

モデルによる明度分布の比較



モデル	σ [%]
2020	42.9
2023_1	45.1
2023_2	28.6
2023_3	25.5

[規格化した明度]

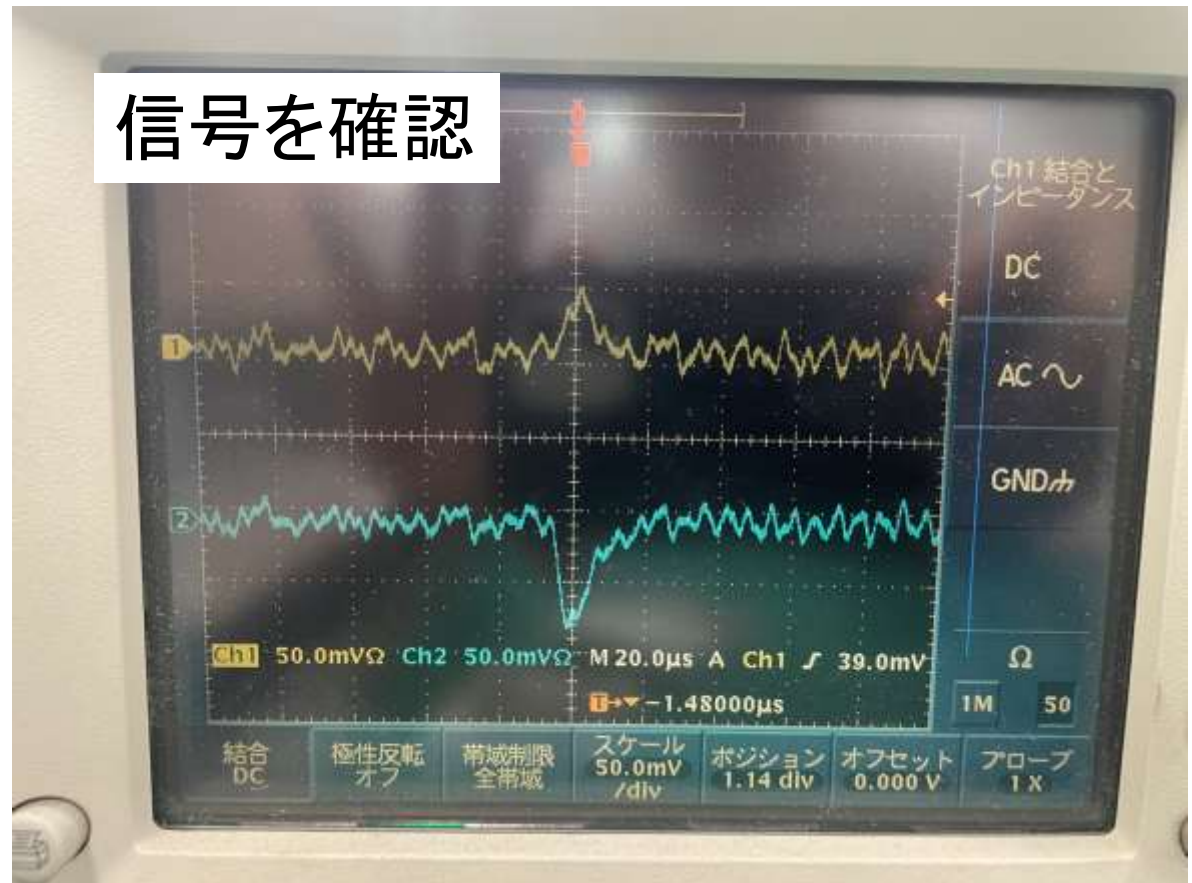
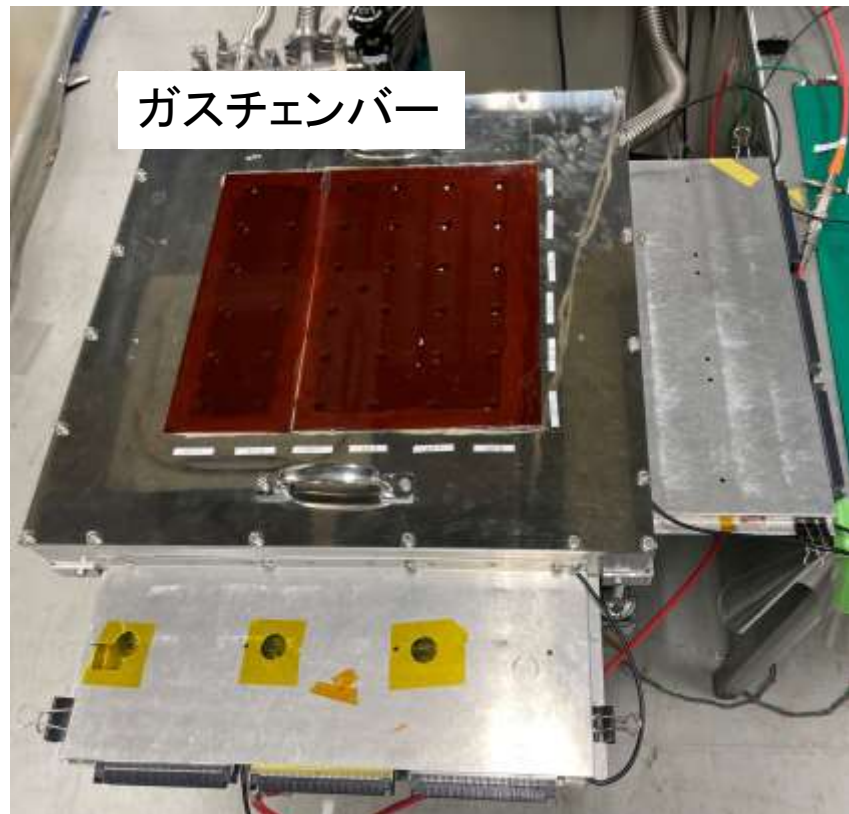
[規格化した明度]

➤ 2023_2, 2023_3についてはばらつきが少ない
→ゲインの位置依存性の確認へ

信号確認

信号確認

- ^{90}Sr 線源を当てて信号を確認
- テスト用ガスチェンバー
 - $\text{Ar}:\text{C}_2\text{H}_6(1\text{atm})$



→ ^{55}Fe を用いたゲイン測定へ

結論

➤ 今後

- ^{55}Fe を用いてゲインマップを作製、アノードの形成状態と比較
- NEWAGE実験への実装

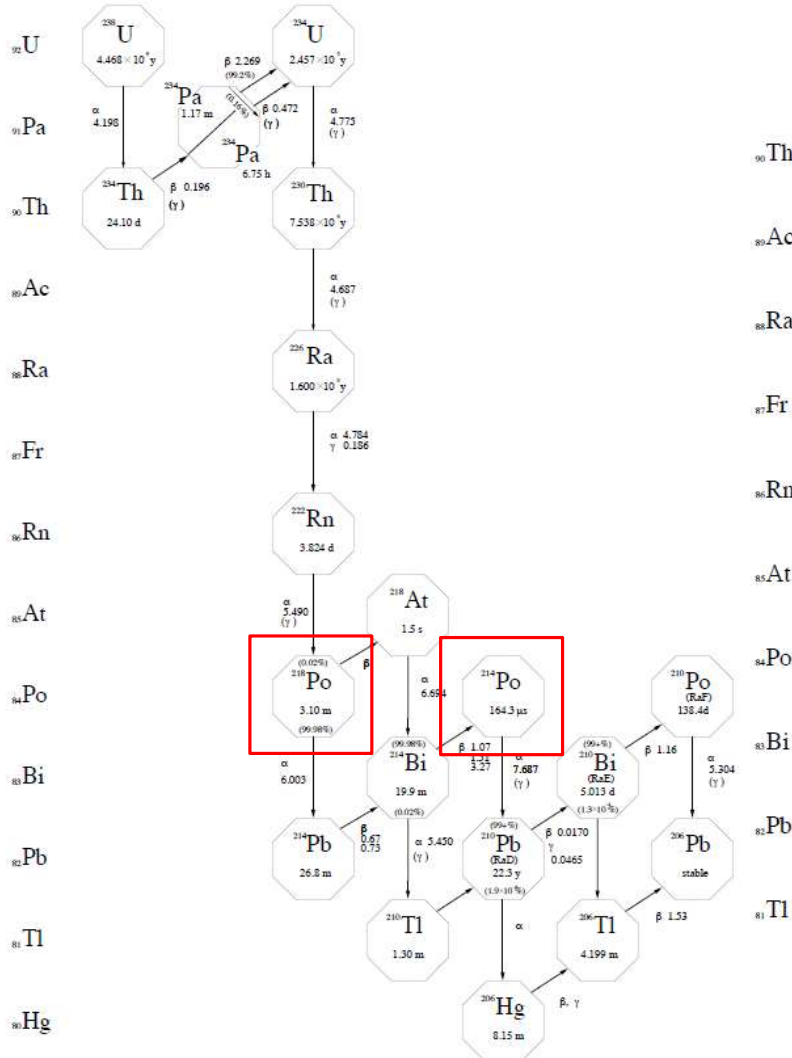
➤ まとめ

- 2023年モデルLBG μ -PICについて
 - Rnレートを抑制できていた
 - 2023_2, 2023_3はストリップの形成状態が良好だった
 - 検出器として動作した

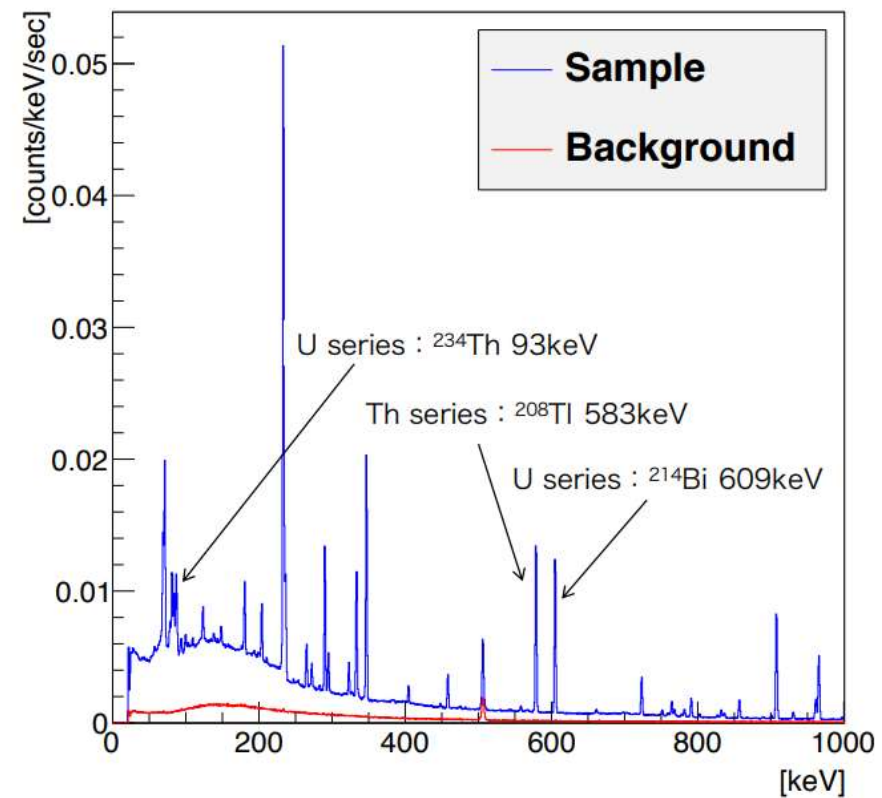
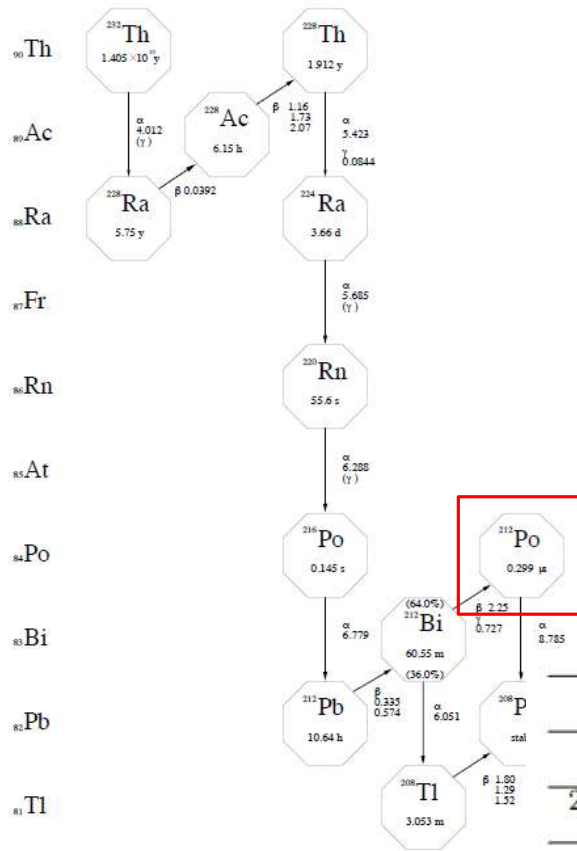
Back up

Rn放出のメカニズム

U chain



Th chain



Series	Isotopes	gamma-ray energy [keV]	B_i [%]
^{238}U upper stream	^{234}Th	93	5.4
^{238}U middle stream	^{214}Bi	609	46.1
^{232}Th	^{208}Tl	583	84.5

Poの測定原理

1. PINフォトダイオードの電場によってPoイオンが捕集される
2. PINフォトダイオード付近に集まったPoイオンが α 崩壊、発生した α 線がPINフォトダイオードによって測定される

