

神戸大学 生井 凌太

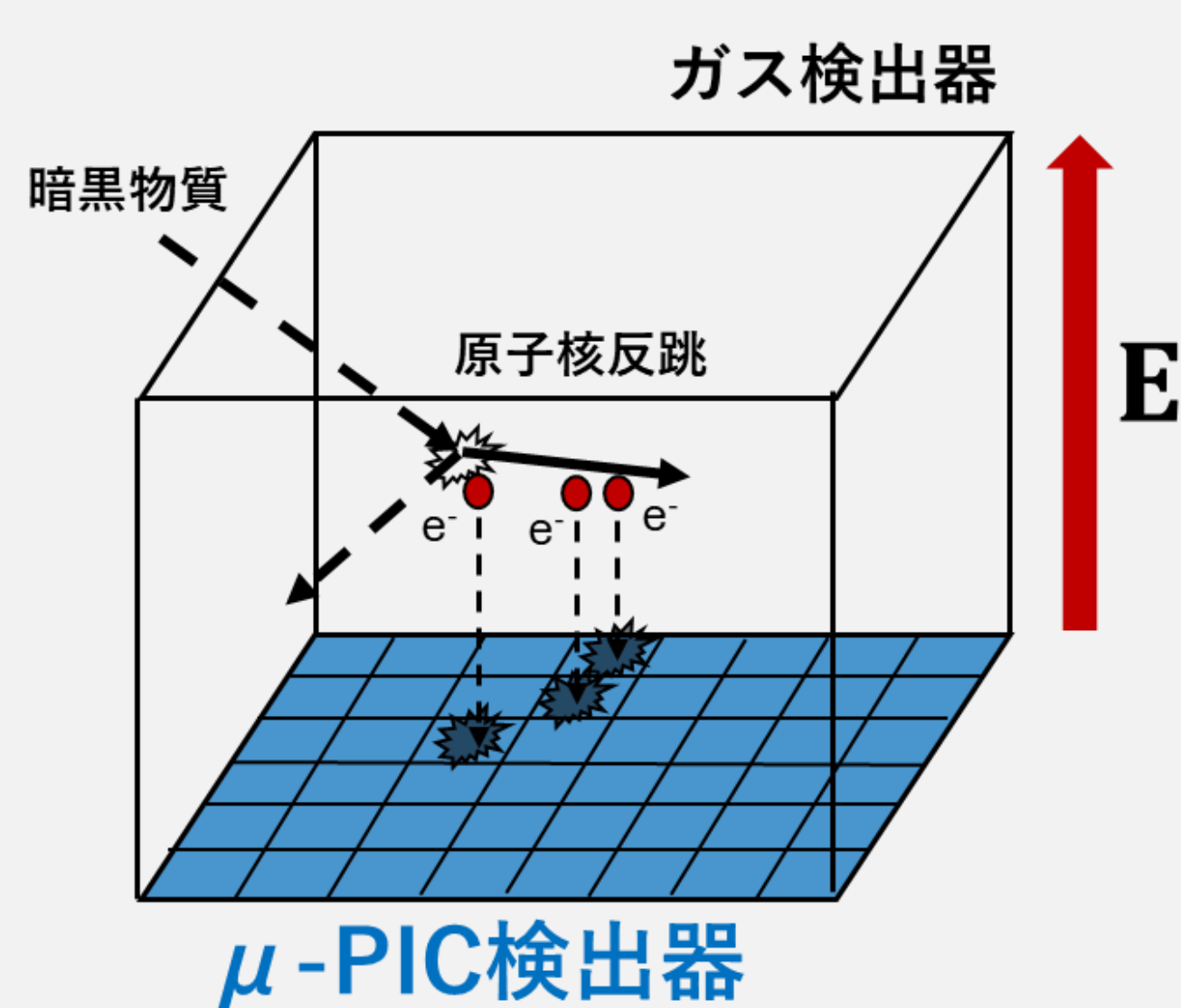
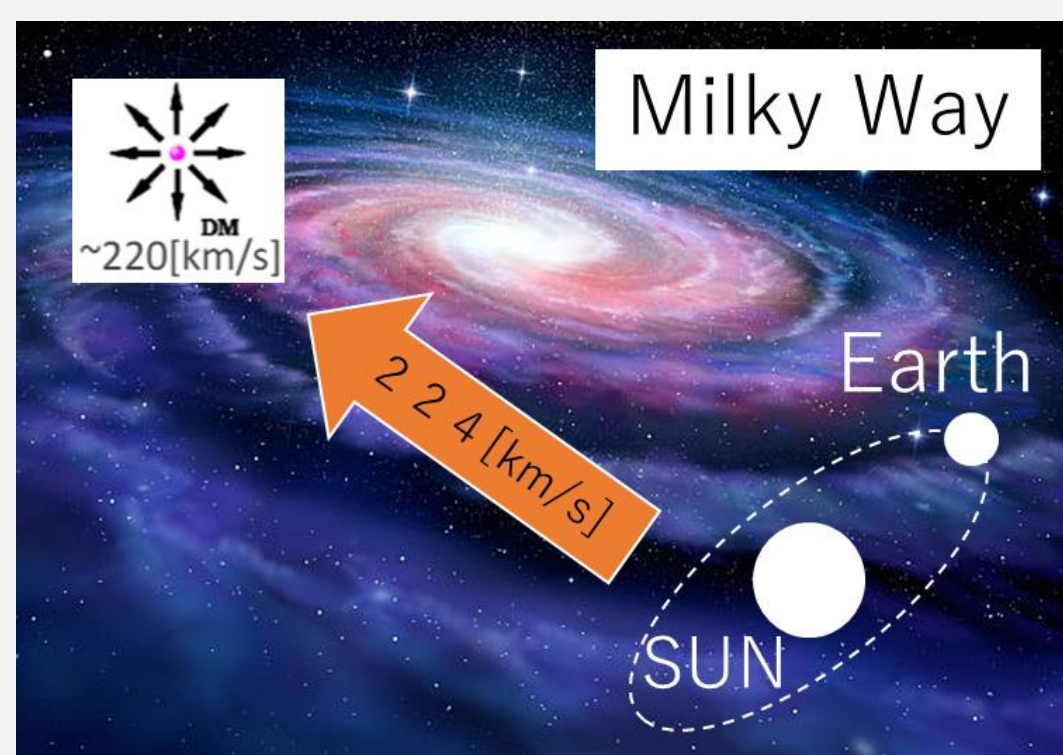
第10回極低放射能技術研究会

身内 賢太郎、東野 聡、鈴木啓司、他NEWAGEグループ

1. イントロダクション

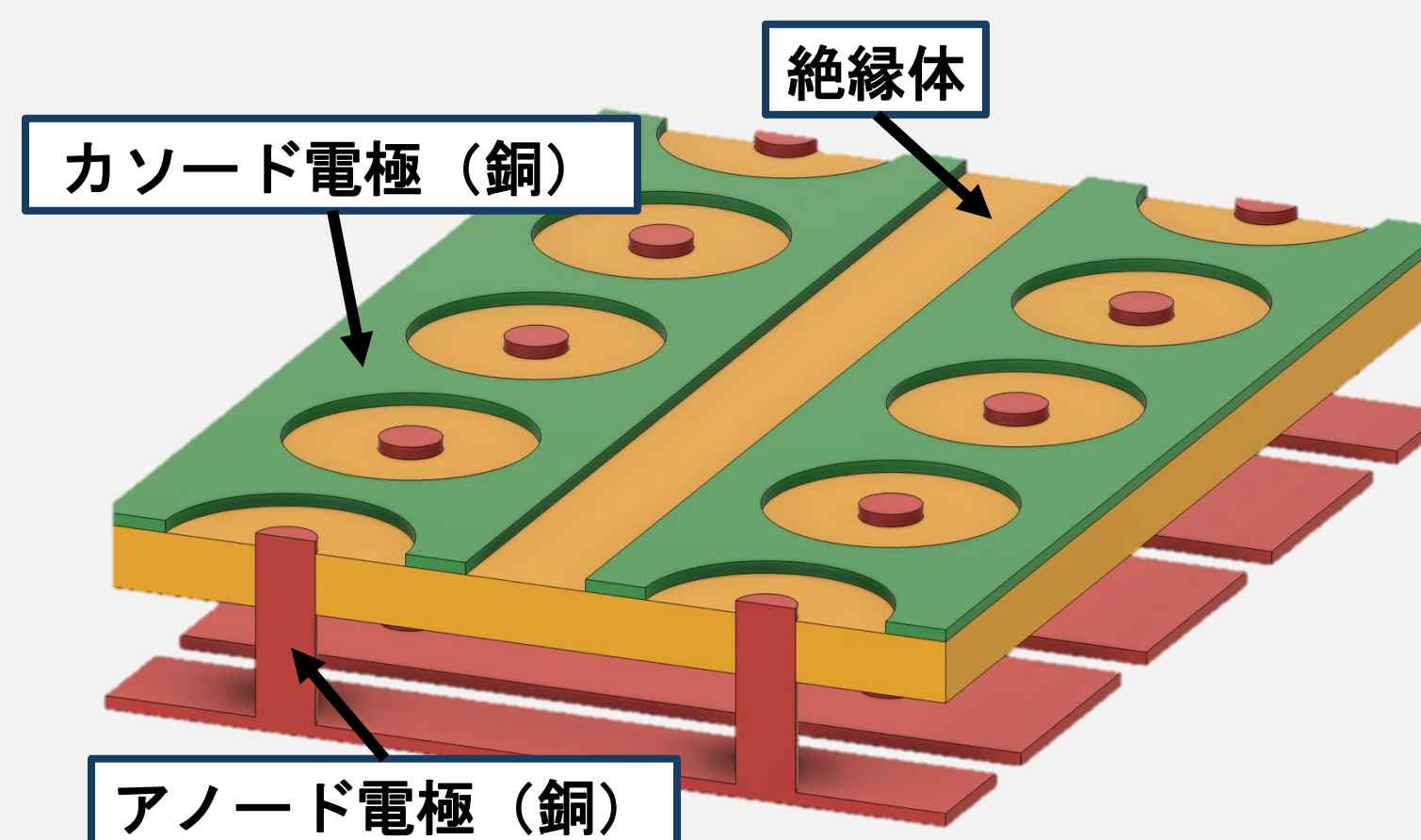
NEWAGE実験

詳細はP22ポスター（神戸大 東野）を参照
 ・ 方向に感度を持った暗黒物質探索



- ・ 暗黒物質による原子核反跳を観測
- ・ μ-PIC (Micro Pixel Chamber)

μ-PIC (Micro Pixel Chamber)



- ・ 二次元読み出し+電離電子の到達時間
→ 三次元での飛跡再構成が可能
- ・ 高電場で電離電子を増幅

低BG化の動機

低BG化→検出感度の向上

- ・ Low α (LA) μ-PICの製作 (2018)
→ 検出器表面由来αの抑制に成功
→ 検出感度向上 (PTEP (2023) 103F01)

- ・ 検出器内部由来のラドンBGが顕在化
- ・ 検出器放出ラドンも減らしたい

Low BG(LBG) μ-PICの製作

2. 製作

要求値

- ・ 検出面積: 768 × 768 チャンネル (400μm 間隔)

- ①ラドンレート: LA μ-PICの1/10
- ②ゲイン: > 1100 (CF₄, 0.1 atm)
- ③ゲインの一様性: < 20% RMS

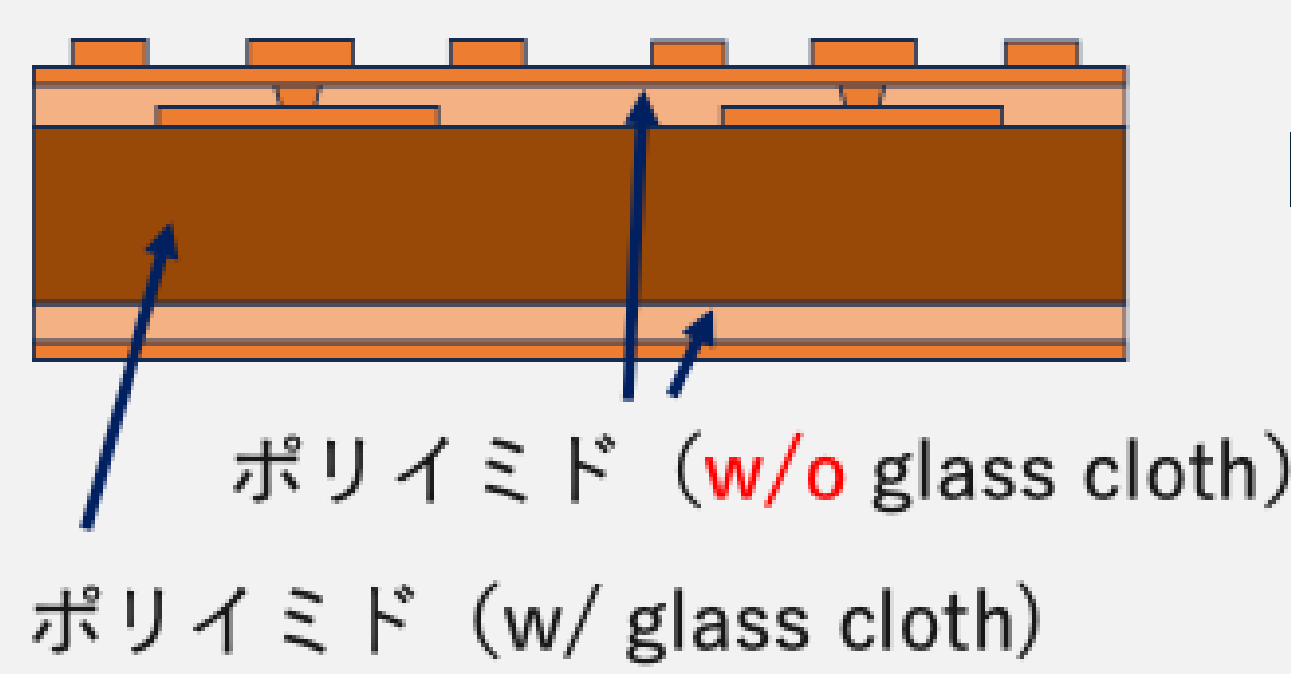
1年間運用

探索感度約10倍更新

- ・ 製造: 大日本印刷

低RIな素材に変更

LA μ-PIC (2017-)



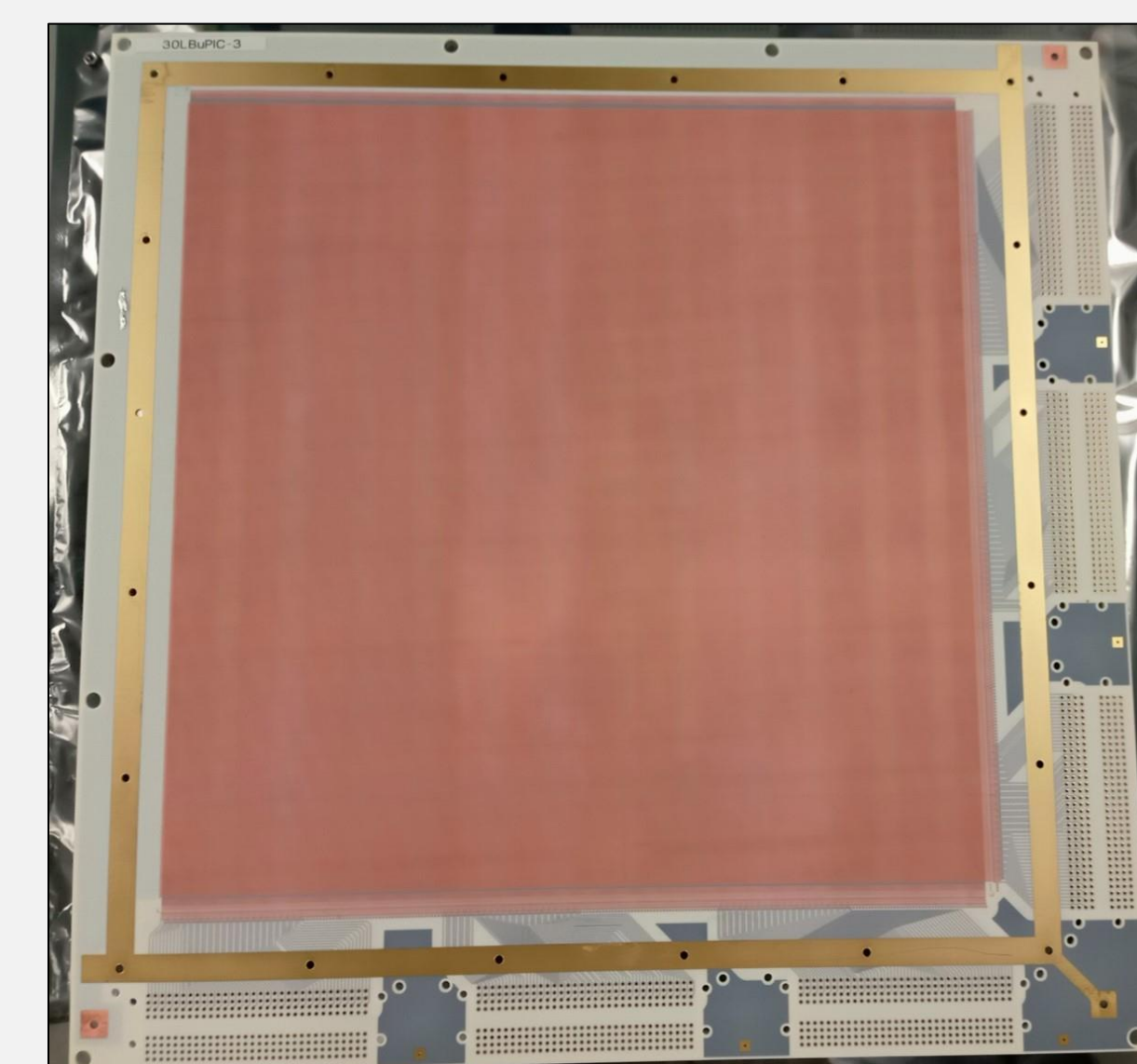
Material screening (HPGe検出器)

core材	²³⁸ U upper [ppm]	²³⁸ U middle [ppm]
Polyimide w/ Glass cloth	$(7.8 \times 0.1) \times 10^{-1}$	$(7.6 \times 0.1) \times 10^{-1}$
Quartz w/ Resin	$(5.6 \times 1.0) \times 10^{-3}$	$(5.1 \times 1.0) \times 10^{-3}$

約1/100

→ 低BG化に期待

完成 (2023-)



- ・ 2023年 (LBG μ-PIC2023)
- ・ 2024年 (LBG μ-PIC2024, 新)

→ 性能評価へ

3. 性能評価 (2023)

Published to NIM-A, R.Namai et al.
DOI: 10.1016/j.nima.2024.170145.

放出ラドン量評価

放出Rn rate測定

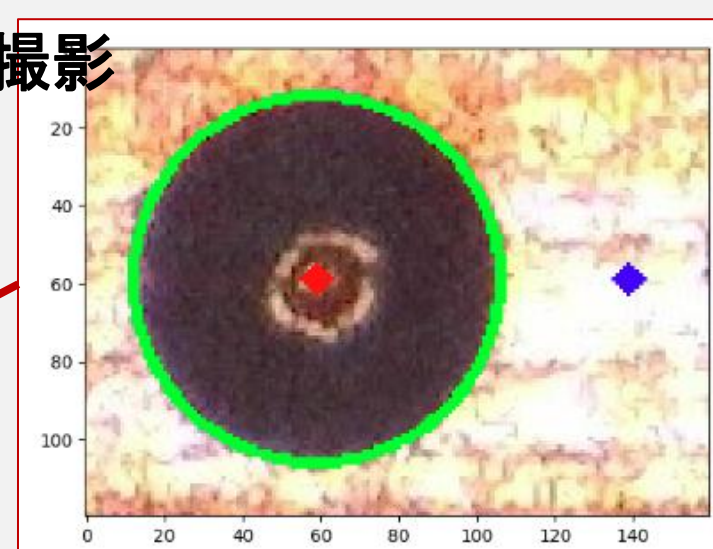
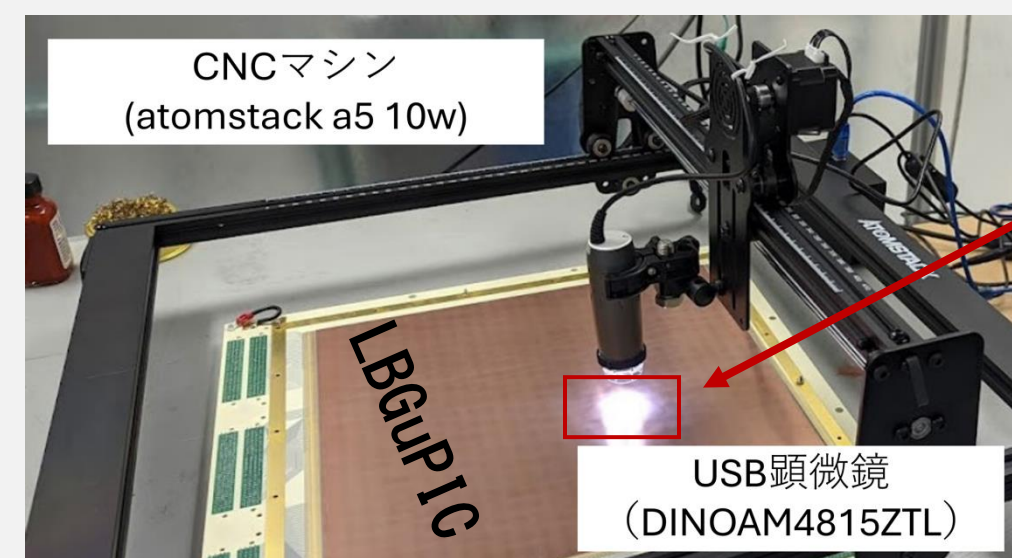
sample	放出 Rn rate [mBq/chamber]
LA μ-PIC	2.3 ± 0.5
LBG μ-PIC2023	< 0.04 (90% C.L.)

要求値①達成

LA μ-PICの < 1/10 を達成

外観検査

電極を撮影



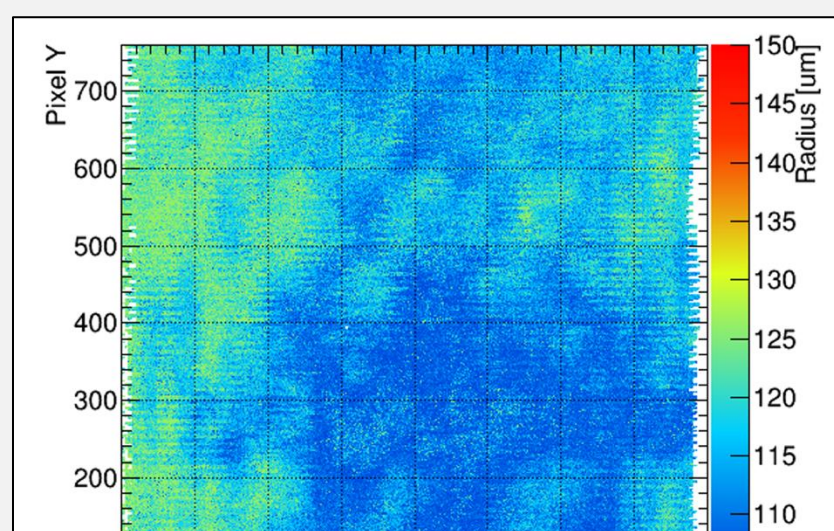
影響の可能性

表面 α rate 測定

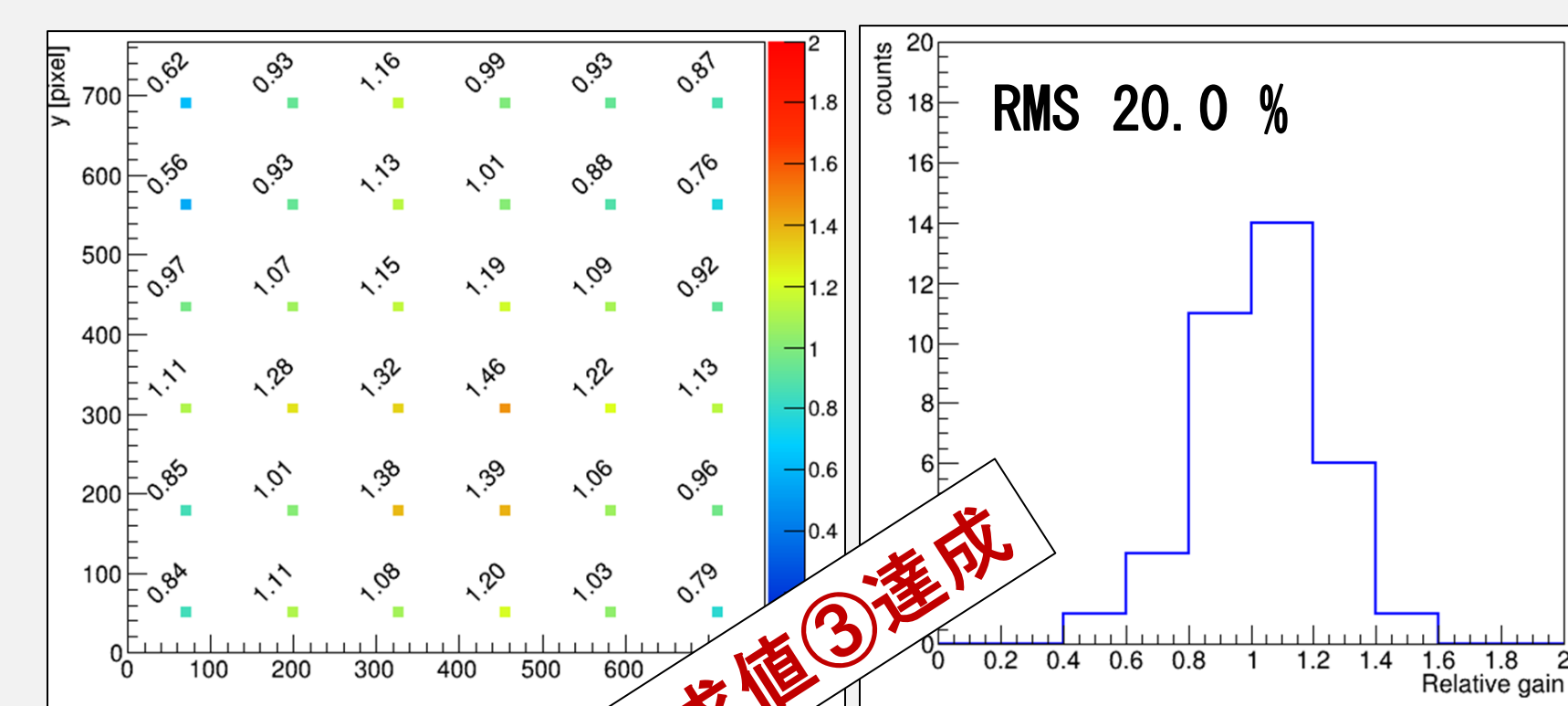
Sample	表面 α rate [α/cm ² /hr]
LA μ-PIC	$(2.35 \pm 0.48) \times 10^{-4}$
LBG μ-PIC2023	$(2.12 \pm 0.28) \times 10^{-4}$

LA μ-PICと同程度のレート

カソード半径分布



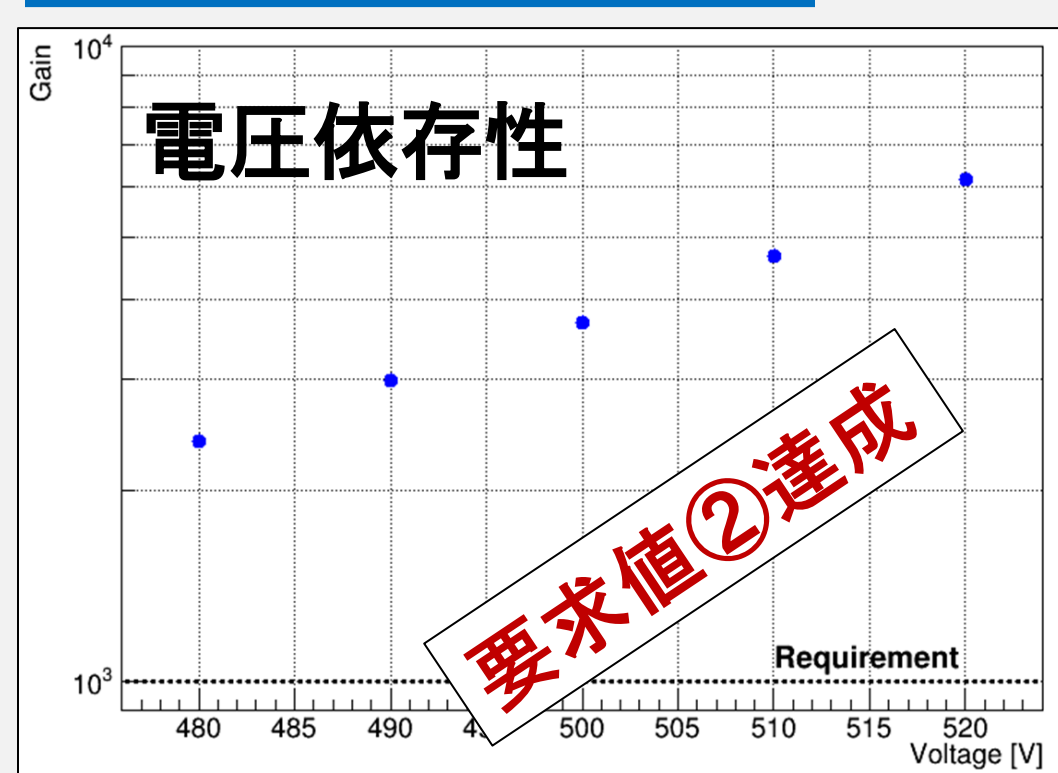
一様性 (6 × 6点で測定)



要求値③達成

ゲイン評価

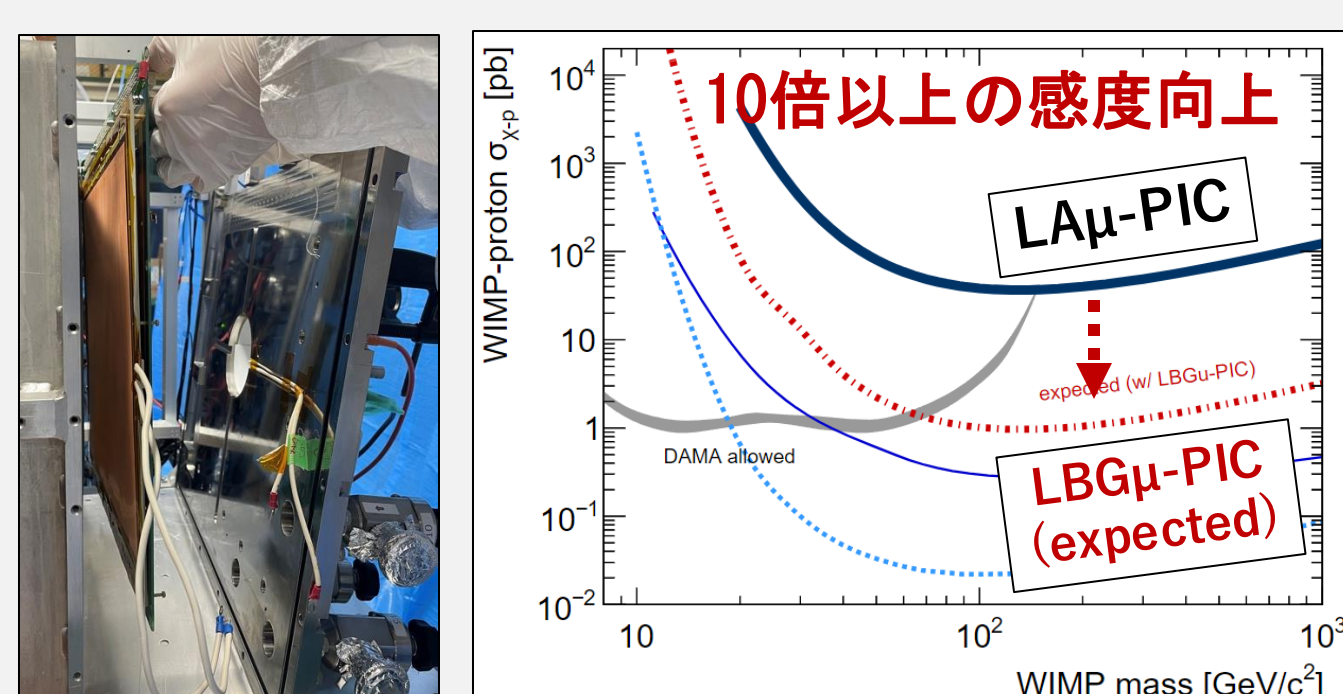
電圧依存性



要求値②達成

暗黒物質探索実験への導入

- ・ 神岡地下実験に実装
- ・ 2023/12/15- 測定開始
→ 現在解析中
詳細はP22ポスター（神戸大 東野）を参照



3. 性能評価 (2024、新)

電極形状の一様性改善を目的として製作

→ 電極基板に負担のかかりにくい製法

放出ラドン量評価

放出Rn rate測定

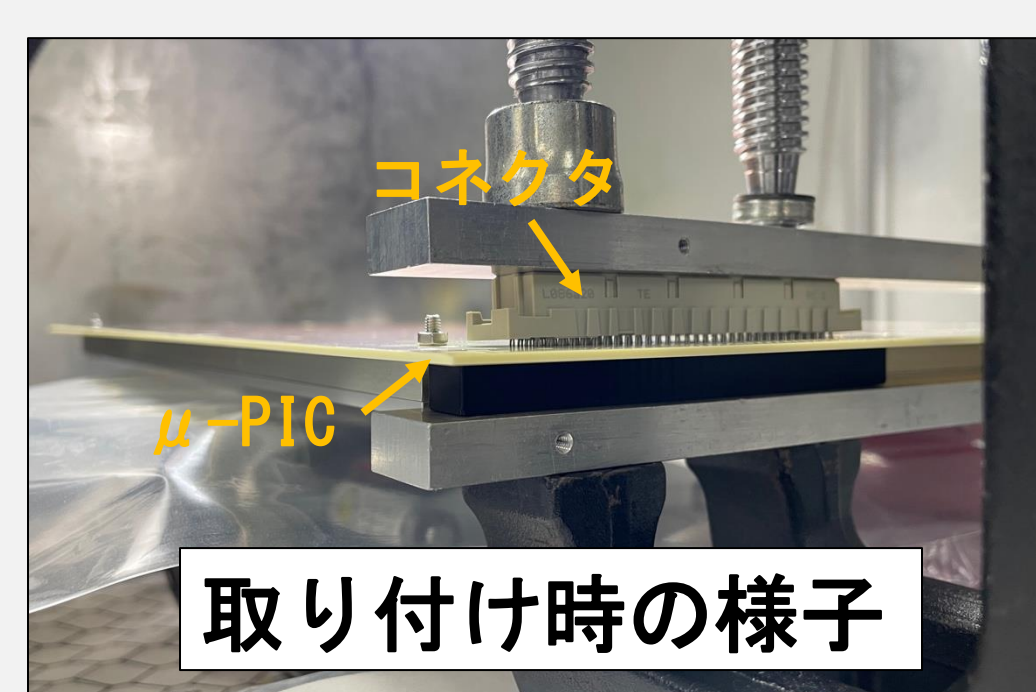
Sample	Radon rate [mBq/chamber]
LBG μ-PIC2023	< 0.04 (90% C.L.)
LBG μ-PIC2024	< 0.05 (90% C.L.)

2023と同等

要求値①達成

低RI化に向けた取り組み

2023: はんだによるコネクタ取り付け
→ 圧着式に変更、RI源であるはんだ除去

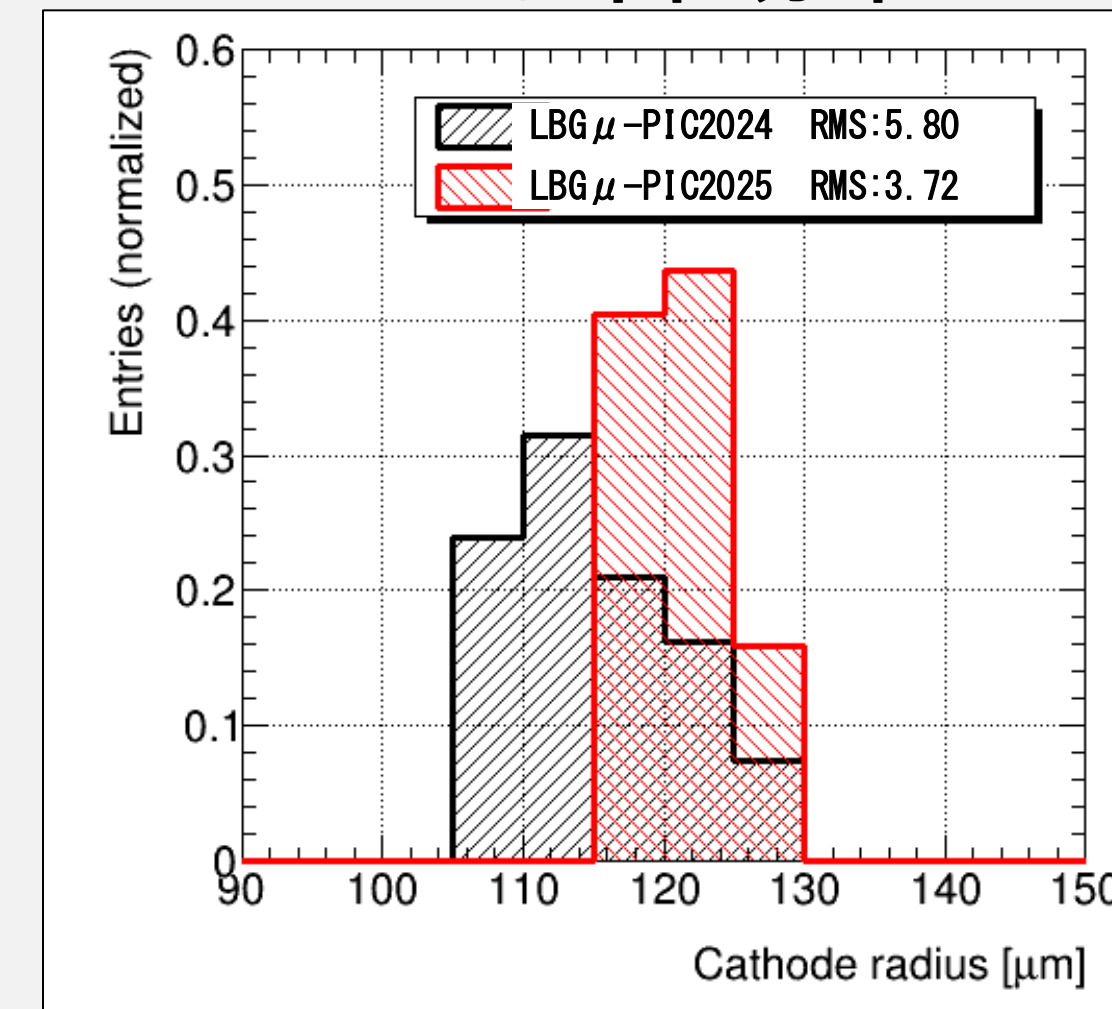


取り付け時の様子

→ ゲインの一様性評価へ

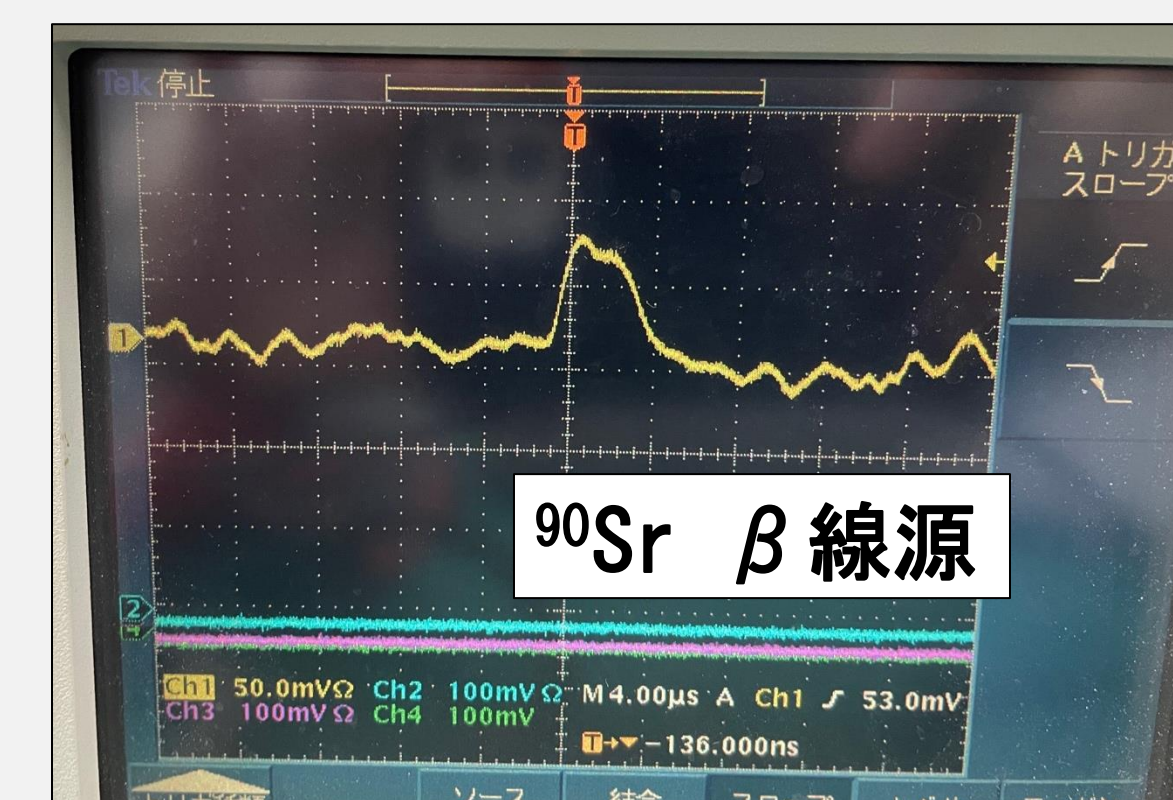
外観検査

カソード半径分布



LBG μ-PIC2023から一様性改善
→ ゲイン一様性の向上に期待

信号確認



5. Conclusion

- ・ 放出ラドン量抑制を目的としたLBG μ-PICの製作
- ・ LBG μ-PIC2023による暗黒物質探索中
- ・ 電極の一様性向上を目的としたLBG μ-PIC2024の製作
 - カソード半径の一様性が改善
→ ゲインの一様性改善に期待